

2020

몽골 대기질 개선 마스터플랜 수립사업

2020년도 개도국 환경개선
마스터플랜 수립사업



몽골

대기질 개선 마스터플랜

*주의

1. 이 보고서는 환경부에서 시행한 「2020년도 개도국 환경개선 마스터플랜 수립 지원사업」의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용을 공개하거나 발표할 때에는 반드시 환경부에서 시행한 「2020년도 개도국 환경개선 마스터플랜 수립 지원사업」의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가산업발전 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 공개 또는 발표하여서는 아니 됩니다.



Ministry of Environment
Government Complex-Sejong, 11, Deam 6-Ro, Sejong-si, 30103,
Republic of Korea
www.me.go.kr



KEITI
Korea Environmental
Industry & Technology Institute
215 Jinhwangno, Eunpyeong-gu, Seoul,
Republic of Korea
www.keiti.re.kr



KEITI



Ministry of Environment



KEITI
Korea Environmental
Industry & Technology Institute

최종 보고서

몽골 울란바토르 대기질 개선 마스터플랜

The Master Plan for Ambient Air Quality Improvement
in Ulaanbaatar, Mongolia

2021. 7

한국환경산업기술원

최종보고서 제출문

환경부장관 귀하

본 보고서를 『몽골 울란바토르 개도국 환경개선 마스터플랜 수립 지원사업』(총 연구기간 :2020년 5월 19일 ~ 2021년 7월 31일)과제의 보고서를 제출합니다.

개도국 환경개선 마스터플랜 수립 지원사업 관리지침 제 26조 (사업 결과의 확정 및 활용)에 따라 최종보고서의 산업계, 학계 및 관련 연구기관 등으로의 배포에 동의합니다.

- 전 문 기 관 : 한국환경산업기술원
연구 책임자 : 송기훈
연 구 원 : 이재권, 김윤희, 김찬래
- 주관연구기관 : (주)에코엔파트너스
연구 책임자 : 임대웅, 이한경, 고순현, 김정구, 옥해명
연 구 원 : 김경연, 유지은, 문효진, 최은화, 신형섭
- 컨소시엄기관 : 한국환경공단
연구 책임자 : 남안우
연 구 원 : 이승범, 송인범, 조장환, 박민철, 윤현식, 윤승진, 장성신, 정재복, 강기한, 양일용, 최진영, 양우현

첨부 : 최종보고서(국문, 영문, 몽골어) 10부 및 요약보고서(국문, 영문, 몽골어) 10부 (CD 1부)

2021년 7월 31일

사업책임자 : 임대웅



한국환경산업기술원장 귀하

요약문

1. 과업개요

몽골 울란바토르 환경개선 마스터플랜 수립 지원사업

1.1 사업의 목적 및 필요성

(1) 사업의 배경

몽골의 심각한 대기오염 현황

몽골은 최근 10여 년간 고도의 산업화 및 급속한 경제성장으로 인해, 대기오염 등의 환경오염 문제가 대두되고 있다. 특히, 울란바토르시는 인구가 밀집되어 있고, 초미세먼지(PM2.5) 농도는 2020년 기준 연평균 $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (IQAir, 2020)로 세계에서 미세먼지가 세 번째로 높은 도시로 선정되는 등 도시 환경문제가 심각한 수준이다.

대기오염 문제를 개선하기 위한 몽골 정부의 정책적 노력

대기 오염으로 인해 폐암과 천식으로 사망하는 인구가 증가하면서, 몽골 정부는 저압 증기 보일러 제거, 에너지원 확대, 대기질 모니터링 센터 확대 등의 노력을 기울였다. 2016년에는 게르 지역의 가정에 야간 전력 할인 정책을 도입하면서 난방용 석탄을 사용하는 가정에 전기 히터를 대체 사용하도록 유도하였다.

이러한 노력의 일환으로, 2017년 3월, 몽골 정부는 ‘대기 및 환경오염 저감을 위한 국가 프로그램(NPRAEP, The National Program on Reduction of Air and Environment Pollution)’을 승인했다. 이 프로그램을 통해 대기 오염물질을 80% 줄이고, 울란바토르의 화력 발전소를 제외한 모든 곳에서 미처리 석탄 사용을 금지하며, 2025년까지 대기 및 환경오염을 50% 이상 줄일 것으로 예상된다.

또한, 몽골 정부는 지난 2018년 2월 28일, 결의안 제62호 “원탄 사용금지”를 발표하여 2019년 5월 15일부터 울란바토르시의 6개 구역에서 가정용 원탄 사용을 금지시키는 등 대기오염 문제 개선을 위한 정책적 노력을 기울이고 있다.

몽골 정부는 국가개발전략 중 하나인 ‘몽골 장기개발정책 VISION 2050’의 주요 분야에 환경을 포함하였고, 세부과제로 환경오염 감소·방지 및 친환경기술 도입정책을 제시하고 있다.

몽골 정부의 정책적 노력의 한계와 문제점

이러한 몽골 대기질 개선 노력을 반감하는 주요 원인으로서는 몽골 정부의 정책이행 미흡, 정책 간 일관성 및 조직성 결여, 공무원 역량부족 및 참여 부족 등이 지목되고 있다(UN, 2019). 기존에 수립된 대기오염 관리 법률과 규제를 적절하게 시행하기 위해서는 효과적인 이행 감독이 필수적이다. 이를 달성하기 위해서는 대기오염 관리기관 및 감독기관 담당자들의 관련기술 이해도와 지식 확대가 필수적이므로, 본 마스터플랜 수립지원 사업을 통해 관련 역량을 강화할 수 있는 개선안을 제안하고자 한다.

(2) 사업의 목적

본 사업은 몽골 울란바토르시의 대기환경 개선을 위한 마스터플랜을 수립하는 것이 목표이며, 본 사업을 통해 도출된 양국 협력사업을 토대로 몽골 울란바토르 대기질 개선과 함께 우리 환경기업의 몽골시장 진출기회를 마련할 것으로 기대된다.

(3) 사업의 성과지표

사업 초기 본 사업의 주요 성과목표는 정책제안을 포함한 협력사업 발굴 12건, 중점협력사업 PCP(Project Concept paper, 사업개요서) 2건 작성, 울란바토르시 대기환경 개선 마스터플랜 1식이었다.

사업 이행 결과, 정책제안 7건 및 협력사업 12건 등 총 19건의 협력사업이 발굴되었으며 대기질 모니터링 협력사업과 사업장 배출오염물질 모니터링 협력사업을 통합한 대기환경 모니터링 시스템 도입사업 PCP 1건을 작성하였다. 또한, 몽골 정부 담당자 대기질관리 역량강화를 위하여 울란바토르 현지에서 개최예정이었던 환경기술 역량강화 행사와 몽골 정부담당자 국내 초청연수는 COVID-19 상황으로 인하여 온라인 역량강화로 통합하여 1회 진행하였다.

<표> 사업의 성과지표

구분	당초계획	최종성과
사업발굴	협력사업 발굴 12건	협력사업 발굴 19건 (정책제안 7건 포함)
	중점협력사업 PCP 2건	중점협력사업 PCP 1건 (5개 사업을 통합하여 1건으로 작성)
성과물	대기환경 모니터링 시스템 개념설계도 1식	대기환경 모니터링 시스템 개념설계도 1식
	울란바토르 대기질 개선 마스터플랜 1식	울란바토르 대기질 개선 마스터플랜 1식
행사	몽골 정부 담당자 초청연수 1건	온라인 대기관리 역량강화 1건
	우수 환경기술 현지 Outbound 교육 1건	

1.2. 사업의 범위

(1) 사업의 대상지역

몽골의 사업대상지는 몽골의 수도인 울란바토르시이며, 울란바토르시의 대기질 개선을 위하여, 고정오염원, 이동오염원 및 모니터링 분야를 대상으로 마스터플랜을 수립하였다.

[그림] 몽골 지도



(2) 사업 추진 목표별 세부 내용

본 사업은 고정오염원·이동오염원·모니터링 부문 협력사업 도출, 마스터플랜 수립, 몽골 정부 역량강화 진행 등 총 5개 분야로 세분화하여 진행하였다.

[그림] 사업 추진내용 및 추진성과

사업의 목표	사업 추진내용	추진성과
① 고정오염원 연료 및 방지 시설 부문 협력사업 도출	<ul style="list-style-type: none"> 발전소 시설 진단 HOB, 난방기 운영체계 조사 개선방안 도출 및 (중점)협력사업 도출 유형사업에 대한 PCP 작성 	<ul style="list-style-type: none"> 발전소 방지시설 설치 협력사업 도출 (20.6~20.12) 현지 발전소, HOBs 조사 실시 (21.3) UB시 가스보일러 현황 조사 및 HOBs 도입 협력사업 도출 (21.7)
② 이동오염원 연료분석 및 관리체계 협력사업 도출	<ul style="list-style-type: none"> 수송시스템 관리체계 현황조사 개선방안 도출 및 (중점)협력사업 도출 유형사업에 대한 PCP작성 	<ul style="list-style-type: none"> 몽골 공공버스 대상 DEF 도입 협력사업 도출 이동오염원 분야 정책 제안
③ 모니터링 시스템 기본설 계 및 추가 협력사업 도출	<ul style="list-style-type: none"> 대기오염원 기반 측정지점 도출 ICT기반 측정 모니터링 시스템 기본설계 및 PCP 작성 측정 모니터링 부문 추가협력사업 도출 	<ul style="list-style-type: none"> 대기오염측정데이터 수집-관리 시스템 기본설계 1식 대기오염자동측정소 현재 위치 평가 및 추가 설치지역 6곳 제안 석탄발전소 굴뚝 배출량 실시간 관리 시스템 도입 제안
④ 마스터플랜 수립	<ul style="list-style-type: none"> 정책, 통계, 시장, 기술수준 조사 정책제안 및 마스터플랜 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 마스터플랜 보고서 국문 1식 마스터플랜 보고서 몽골어 및 영문 각 1식
⑤ 현지 정부 역량강화	<ul style="list-style-type: none"> 수용국 관계자 초청연수 우수환경기술 Outbound 교육 	<ul style="list-style-type: none"> 온라인 역량강화 실시 (21.7.21~22) COVID-19로 인해 진행불가

(3) 사업 추진 주체

본 사업은 (주)에코엔파트너스와 한국환경공단이 컨소시엄을 구성하여 수행하였다. 또한, 각 분야별 전문성을 보유하고 있는 외주용역기관을 선정하여 업무를 진행하였다.

<표> 사업 추진 주체 현황

구분	기관명	업무내용
주관기관	(주)에코엔파트너스	<ul style="list-style-type: none"> 진도관리, 품질관리, 보고 등 사업관리 전반 기관별 협의를 통한 협력사업 도출, 중점협력사업 선정 협의, PCP 작성 및 보완, 국내 대기분야 환경기업 진출 촉진 등 문헌조사 및 마스터플랜 수립, 역량강화, 후속 프로그램 기획
컨소시엄	한국환경공단	<ul style="list-style-type: none"> 모니터링 사업 관련 시스템 표준화·데이터 수집체계 방안 마련, 중점협력사업 도출 이동오염원(수송) 관리체계 협력사업 도출 수원국 정부관계자 초청연수 기획 및 추진
외주용역기관	인천대학교	<ul style="list-style-type: none"> 울란바토르 전역 대기질 모델링을 통한 대기오염 실태파악 및 특징 분석, 대기오염측정소 확충(안) 설계
	KC그린홀딩스	<ul style="list-style-type: none"> 고정오염원 현황조사, 개선안 및 협력사업 도출
	(주)CE기술	<ul style="list-style-type: none"> 울란바토르 대기질 모니터링 시스템 개념설계도(안)
	Soil&Habitat	<ul style="list-style-type: none"> 울란바토르시 기존 대기오염측정소 현장조사 (운영현황 및 주변환경)
	MIRECO 몽골사무소	<ul style="list-style-type: none"> 현지 대기질 관리 담당자 인터뷰 및 유관 현장 방문 통한 현지자료 수집

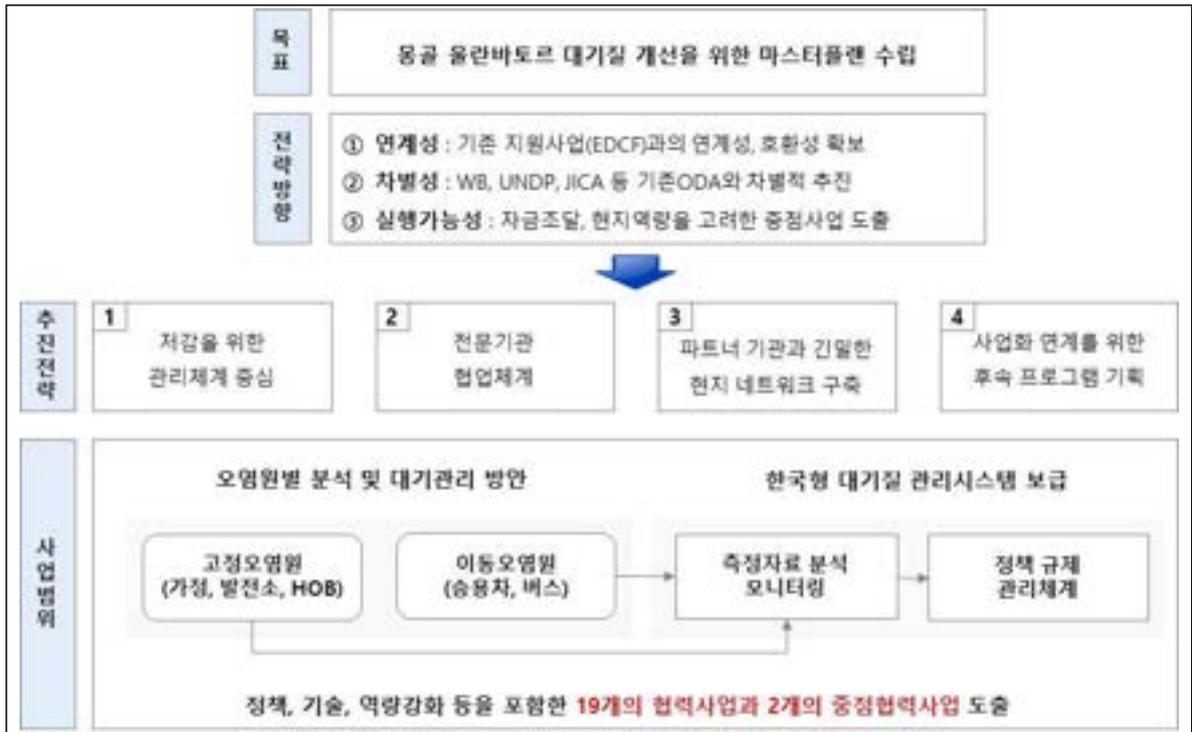
[그림] 사업수행 조직도



1.3 사업의 추진방향 및 전략

본 사업의 가장 중점적인 사항은 몽골 정부의 수요를 정확하게 파악하는 것이며, 이를 위한 세 가지의 전략방향을 고려하여 본 과업을 수행하였다.

[그림] 사업목표 및 사업범위



1.4 사업의 추진경위

본 사업은 2020년 5월 19일 착수 이래, 한·몽 화상회의, 문헌조사, 현지 컨설팅사를 통한 현장방문 등을 통해 추진하였다. 특히, COVID-19로 현지 방문이 어려운 점에 대응하여, 영상회의시스템을 활용한 온라인 화상회의를 통해 업무미팅을 수행하였다. 당초 사업기간은 2020년 5월부터 2021년 5월로 약 12개월이었으나, COVID-19로 인한 현지 자료조사 및 현지기관 미팅 등이 어려움에 따라, 사업종료일을 2021년 7월로 연장하여 약 14개월간 수행하였다.

(1) 주요회의 진행현황

몽골 내 담당부처인 환경관광부와 4개 유관부처(UB시장실, 도로교통개발부, NAMEM, APRD)와의 화상회의를 통해 분야별 이슈, 개선점 등을 파악하였고, 몽골 현황 파악에 필요한 데이터, 법령 등의 자료를 요청하여 문헌조사를 수행하였다. 또한, 본 사업 담당자인 환경관광부와 지속적 업무미팅을 통해 몽골 현지에서 중점협력사업 추진에 필요한 사항(PCP, LOI 등)에 대한 대응을 차질 없이 수행하였다.

[그림] 월별 주요 추진현황



본 과업은 몽골과의 공식회의 및 실무회의를 통해 긴밀한 협업체계를 통해 진행되었다. 업무 진행현황은 중간보고회 및 최종보고회 등을 통해 공유하였으며, 그 외 역량강화, 국내 사업기관 간 워크숍 및 실무회의 등으로 업무를 추진하였다.

(2) 온라인 역량강화 행사

사업 초기 몽골 내 환경정책 담당자를 대상으로 대기질 관리 역량강화를 위한 국내 초청 및 현지 세미나 프로그램을 기획하였으나, COVID-19로 인하여 Zoom을 활용한 온라인 교육으로 대체하였다.

<표> 역량강화 프로그램 일정표

일시 (한국시간 기준)		교육 과정명	교육기관
2021.7.21(수)	10:00	오리엔테이션	한국환경공단
	11:00	① 한국의 대기질 관리체계	한국환경공단
	13:00	점심시간	
	14:00	② 친환경 자동차 관리정책	한국환경공단
	16:00	③ 대기오염물질 총량관리제도	한국환경공단
2021.7.22.(목)	11:00	④ 화력발전소 방지시설의 이해	KC그린홀딩스
	13:00	점심시간	
	14:00	⑤ 연료품질 모니터링 방안	한국석유관리원
	16:00	⑥ 대기질 모니터링 시스템 실무	한국환경공단

교육효과를 높이기 위하여, 교육자료는 몽골어로 번역하였고, 교육은 순차통역(한-몽)으로 진행하였다. 온라인 역량강화는 양일간 진행되었으며, 1일차에는 정책 중심으로 교육내용을 구성하여 한국의 주요 환경관리 정책을 소개하였다. 2일차에는 실무 중심의 내용을 기획하여 화력발전소 방지시설 운영 노하우, 연료품질 관리 노하우 및 한국의 주요 대기질 모니터링 시스템을 소개하는 자리를 마련하였다. 세션 완료 후에는 Q&A 시간을 통해 몽골 현지 공무원들이 대기질 관리와 관련하여 궁금한 점, 현지 이슈 등을 자유롭게 토론할 수 있는 장을 마련하였다.

[그림] 역량강화 진행현황



본 교육에는 몽골 마스터플랜 수립지원 사업의 몽골 측 담당기관인 환경관광부를 비롯하여, 에너지부, 도로교통개발부, 광중공업부, 기상청(NAMEM), 울란바토르 대기오염저감청(APRD), 국가환경오염감소위원회, 에너지규제위원회, TES-4(열병합발전소), 몽골 국립대학교 등 총 12개 기관의 15명이 참석하였다.

(3) 성과공유 방안

본 사업의 성과를 지속적으로 모니터링하고 성과를 공유하기 위하여 마스터플랜 수립 주요내용과 발굴된 협력사업 등의 내용을 소개할 수 있는 웹페이지를 제작하였다. 본 웹페이지는 개도국 마스터플랜 수립지원 사업 소개부터 사업 추진체계와 정책제안 현황, 중점협력사업의 세부내용 등을 수록하였다. 또한, 한국어 및 몽골어, 영어 등 총 3개의 언어로 번역하여 마스터플랜 사업의 성과를 확산하고자 하였다.

홈페이지의 주소는 www.cleanairmongolia.com이며, 사업 종료 후에도 몽골 대기질 개선과 관련한 활동을 업데이트 하는 등 지속적인 유지보수를 통해 방문자들에게 유용한 정보를 공유할 수 있는 온라인 매개체가 되도록 운영할 예정이다.

[그림] 홈페이지 구축현황



2. 사업대상국가 현황조사

2.1 일반현황

몽골은 중앙아시아 고원지대 북방에 위치한 내륙 국가이다. 몽골의 면적은 한반도의 약 7.1배인 156.4만km² 규모이며, 국경선의 총 길이는 8,253km이며, 러시아와 중국과 접경하고 있다. (한국수출입은행, 2019; 몽골 통계청)

<표> 몽골 일반현황

구분	내용
국명	몽골(Mongolia)
면적	1,564,116km ² (자료원: 몽골 통계청, 2020년 6월 기준)
수도	울란바토르 (Ulaanbaatar)
인구	3,349,077명 (자료원:몽골 통계청, 2020년 11월 기준)
민족(인종)	할흐민족(90%), 카자흐족(5.9%), 브라이드계(2%) 등
언어	몽골어
종교	라마불교
기후	건성냉대기후로 겨울은 춥고 길며, 여름은 짧음
국가원수 (*21.8기준)	<ul style="list-style-type: none"> • 대통령: 오희나 후렐수흐(Ukhnaa Khurelsukh) • 국무총리: 룽상남스라이 어용에르덴 (Luvsannamsrai Oyun-Erdene) • 국회의장: 겐버자브 잔당샤타르(Gombojav Zandanshatar)
주요정당	<ul style="list-style-type: none"> • 인민당(62석), 민주당(11석), 인민혁명당(1석), 국민노동당(1석), 무소속(1석)
정치체제	이원집정부제(의원내각제 성격)
의회	단원제(76석)

출처: KOTRA, KOTRA국가정보(몽골) (2020); 한국수출입은행, 2020세계국가편람 (2019); KOTRA, 몽골 국가·지역정보(<https://news.kotra.or.kr/>), ikon 몽골 뉴스사이트(<http://ikon.mn>)

2.2 시장조사

(1) 경제 일반현황

<표> 몽골 경제 일반현황

GDP	136억 달러(*19)
1인당 GDP	4,133달러(*19)
화폐단위	Tugrik (Tug)
회계연도	2019.1.1 ~ 2019.12.31
산업구조	서비스업 50%, 제조업 38%, 농업 12%(*17)
주요 수출품	구리, 의류, 가죽, 축산물, 캐시미어, 양모, 가죽, 형석, 비철금속, 석탄
주요 수입품	기계류, 연료, 자동차, 식료품, 산업소비재, 화학제품, 건설자재, 담배, 가정용 기기, 비누 및 세제
주요 부존자원	석유, 석탄, 구리, 몰리브덴, 텅스텐, 인산염, 주석, 니켈, 아연, 형석
국제신인도	OECD 6등급, Moody's B3, Fitch B

출처: 한국수출입은행, 2020 세계국가편람 (2019)

(2) 에너지 현황

몽골의 에너지 발전량은 매년 꾸준히 증가하고 있으며, 석탄을 이용한 화력발전이 주요 에너지원인 것으로 나타났다. 2018년 기준, 화력 발전이 총 발전량의 88%를 차지하였고, 석유 발전량이 5%로 나타났다. 재생에너지원은 태양광 5%, 풍력 및 수력발전이 각각 1%, 1%를 차지하는 것으로 조사되었다.

<표> 몽골 에너지원별 발전량 (2011-2018) (단위:GWh)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
석탄	4,238	4,502	4,629	4,934	5,062	5,227	5,331	5,782
석유	236	253	269	242	230	193	279	295
풍력	53	52	60	66	59	85	85	85
수력	8	8	8	8	8	8	25	33
태양광	1	1	54	126	154	154	307	340
합계	4,536	4,816	5,020	5,376	5,513	5,667	6,027	6,535

몽골의 전력생산량은 꾸준히 증가하여 2019년에는 6,900 GWh에 도달하였으며 1인당 발전량 또한 증가세를 보이고 있다. 전력 수입량은 2013년부터 총 사용량의 20%를 차지하고 있다. 분야별 전력소비량에 있어서는, 산업 및 건설 분야의 전력 소비량이 꾸준한 증가세로 가장 높았으며 가정 및 공동주택부문의 전력소비도 높은 편으로 조사되었다.

2.3 국가개발계획 현황

2.3.1 대기질 유관 국가개발계획 현황

몽골 내에는 국가개발계획으로 VISION 2050, 몽골 국가발전을 위한 5개년 지침 2021-2025, 몽골정부 행동계획, 녹색개발정책, 몽골 국가 에너지정책 2015-2030 등이 조사되었다. 2015년에 수립된 몽골 장기개발정책 2015-2040은 몽골 최초의 장기개발정책인 VISION 2050으로 대체되어 본 조사 내용에서는 제외하였다.

(1) 몽골 장기개발정책 VISION 2050

2020년 5월, 몽골의 장기개발정책인 ‘VISION 2050’ 이 국회에서 최종 승인되었다. 이는 몽골 최초 30년 단위의 장기개발계획으로, 지속가능성장, 거시경제 안정, 인간개발, 중산층 육성 등을 강조하고 이를 달성하기 위한 9개의 분야, 각 분야에 따른 50개의 개발목표, 187개의 프로젝트로 구성되어 있다. 본 정책은 2021년~2030년, 2031년~2040년, 2041년~2050년 총 3단계로 진행될 예정이다.

(2) 몽골 국가발전을 위한 5개년 지침 2021-2025 (Five-Year General Guidelines for the Development of Mongolia 2021-2025)

몽골 국가발전을 위한 5개년 지침은 2020년 8월 28일자로 시행되었다. 본 지침은 국가의 발전을 위한 국가가치, 인구개발, 삶의 질 및 중산층, 경제, 거버넌스, 녹색개발, 사회안전보장, 인프라, 울란바토르 및 위성도시 등 총 9개 카테고리에 각각의 목표와 세부목표를 수립하였다. 대기오염과 관련된 내용으로는 ‘9.2.1 울란바토르의 대기오염을 80% 감소’, ‘2.5.3 청결한 녹색지역 확대를 위한 대기, 수질, 토양오염 및 소음감소’가 명시되어있다.

(3) 몽골정부 행동계획(Action Program of the Government of Mongolia) 2020-2024

‘몽골정부 행동계획 2020-2024’은 코로나 감염 바이러스(COVID-19)의 대유행으로 인한 사회적, 경제적 어려움을 성공적으로 극복, 인간, 사회 및 경제 개발, 환경 균형, 거버넌스 개선, 구역 및 지역 개발 및 농촌 개발 지원 등을 달성하기 위한 6개의 카테고리, 23개의 우선순위 목표 및 하위 목표들을 명시하고 있다. (몽골 국회정부 사이트(vip76), 2020)

(4) 녹색개발정책

전 지구적 기후변화, 급속한 인구증가, 자원 고갈 등 생존 위협에서 벗어나기 위해 환경 친화적인 ‘녹색’으로 전환하고자 하며, 녹색 경제, 녹색 성장 외 녹색 에너지, 녹색 도시, 녹색 구매, 녹색 자금, 녹색 세금 등에 대한 의미를 포함하고 있으며, 경제 및 사회개발의 추세와 패턴을 변화시키고자 한다. (환경산업협회, 2019) 환경의 안정을 유지하고 녹색개발 개념에 기반한 경제성장의 혜택을 미래 세대가 누릴 수 있는 기회를 제공하는 번영국가의 목적으로 6개의 전략적 목표를 설정하였다. (환경산업협회, 2019)

(5) 몽골 국가 에너지 정책 2015-2030

본 정책은 몽골의 에너지 사용에 있어 달성해야 할 목표를 2015-2023, 2023-2030 두 단계로 구분하여 구체적인 목표를 제시하였다. 첫 번째 단계에서는 에너지 설치 용량 확대 및 재생에너지 발전을 위한 기반 마련의 목표 하에 열병합 발전소, 화력발전소 건설 및 수력발전소 건설이 목표이며, 두 번째 단계에서는 재생에너지 발전 비중이 에너지 믹스의 30%를 달성하는 것을 목표로 인프라 구축, 태양광, 풍력, 수력 발전소의 용량 확대를 명시하였다.

2.3.2 환경분야 관리현황

<표> 환경분야 유관 법령 및 정책 현황

구분	법령	주요 내용
환경 전반	환경보호법(1995) (Law on Environmental Protection)	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골의 자원개발 및 경제발전은 환경친화적이며 건강하고 안전하게 살 수 있는 인권의 보장이 목적 • 이 법은 자연자원(땅과 토양, 토지 자원, 물, 식물, 동물, 대기) 보호 및 환경 불균형 방지
환경 전반	환경영향평가법(2012) (Law of Mongolia On Environmental Impact Assessments)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 보호, 인간 활동으로 인한 환경 불균형 방지, 환경을 보호하면서 자연자원 사용, 환경영향에 미치는 정책, 개발 프로젝트, 프로그램 등의 환경 평가 • 환경영향 평가에는 다음 평가가 포함: (환경 전략 평가, 현황 평가, 영향 평가, 누적 영향 평가)
대기	대기법(2012) (Law on Air)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 대기 보호, 대기오염 방지, 대기오염 물질 배출 감소 및 통제, 대기질 모니터링
	대기오염 요금법(2010) (Law on Air Pollution Tax)	<ul style="list-style-type: none"> • 대기오염(석탄 연소, 자동차, 유기질 및 기타 자원 등) 유발 시, 세금 부과
물	수자원법(2012) (Law of Mongolia on Water)	<ul style="list-style-type: none"> • 수자원 및 수자원 보호, 합리적 사용 및 재생
	수질오염 세법(2012) (Law on Water Pollution Tax)	<ul style="list-style-type: none"> • 개인 및 사업에 대한 수질오염 유발 시, 세금 부과
산림	산림법(2012) (Law of Mongolia on Forest)	<ul style="list-style-type: none"> • 산림 보호, 복원, 재생, 소유 및 이용, 산림 및 대초원 화재 예방
폐기물	폐기물법(2017) (Law of Mongolia on Waste)	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물이 인간의 건강과 환경에 미치는 부정적인 영향을 감소 및 방지, 폐기물을 경제 순환에 투입하고 천연 자원을 절약 • 폐기물의 발생을 최대한 억제하고 발생한 폐기물을 친환경적으로 처리함으로써 환경보전

출처: 몽골 법령사이트(<https://www.legalinfo.mn/>)

2.3.3 환경분야 이슈 현황

(1) 대기 관리 현황

울란바토르의 인구집중과 게르 지역 스토브 사용 등으로 인해 대기오염이 심각한 상황이다. 2019년 1월 UB시의 초미세먼지 농도는 세계보건기구(WHO) 권고기준의 약 24배로 나타났으며, 이에 대한 대책 가운데 하나로 같은 해 5월에는 게르 지역 대기오염 저감을 위한 원탄 사용 금지, 차량에서 배출되는 배기가스 저감을 위한 필터 부착을 의무화 하는 정책이 통과되었다. (환경산업협회, 2019)

울란바토르의 대기오염 물질의 연평균농도를 2017년과 비교해 볼 때, 2018년의 수치는 PM2.5 ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 14%, 이산화질소 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 13%로 낮았지만 PM10, 이산화황의 농도는 전년과 동일한 수준을 유지한 것으로 나타났다. 2018년 울란바토르의 겨울철 주요 대기오염원으로는 게르 지역 및 HOB (80%), 차량 (10%), 열병합 발전소 (6%), 폐기물 및 토양 오염 (4%)의 순으로 나타났다. (몽골 환경관광부, 2019)

(2) 수질 관리 현황

급격한 도시화와 광산 산업폐수, 가축가공 화학물질, 방목 가축분뇨 등의 문제로 인한 수자원 오염이 심화되고 있다. 몽골 국가 지표 수질 모니터링 네트워크는 94개의 강, 18개의 호수의 127점, 191점의 화학 성분과 수질기준, 수질오염 인덱스를 측정 및 평가하고 있다. 수질오염 인덱스는 MNS 4586-98수질기준을 따르며, 물에 용해된 산소(용존산소), 쉽게 산화되는 유기물, 무기질, 인, 크롬 및 구리 등을 기준으로 연평균농도를 측정하고 있다. (몽골 환경관광부, 2019)

(3) 폐기물 관리 현황

인구집중 및 산업화에 따른 폐기물 발생량 급증과 유해·의료폐기물 처리 체계가 부재한 상태이다. 전체 폐기물의 약 50%가 재활용이 가능한 것으로 보이지만 실제 재활용 비율은 0.31%로 매우 낮은 수준으로 나타났다. (환경산업협회, 2019) 중앙폐기물 처리장에 처리된 폐기물량을 기준으로 2016년 2,102,721.8톤, 2017년은 2,480,745.54톤, 2018년은 3,353,548.73톤으로 꾸준히 증가하고 있는 추세를 보이고 있다. (몽골 환경관광부, 2019)

2018년 기준, 몽골의 승인된 폐기물 처리지점은 390개이며, 2018년의 전체 폐기물처리량 중 8.2%는 산업폐기물, 91.8%는 가정용 폐기물로 나타났다. 재활용 가능한 폐기물은 전체 폐기물의 50%를 차지하지만 현재 재활용되는 폐기물은 10% 미만이며, 폐기물 분리수거 제도 개선이 최우선 과제이다. 2018년 기준, 울란바토르 내 전체 폐기물의 약 40%는 아파트 단지에서 나오고 있으며, 약 30%는 게르 지역에서 나오고 있는 상황이다. (몽골 환경관광부, 2019)

2.3.4 대기관리 분야 관련 사업 진행현황

(1) 타 원조기관의 몽골 대기관리 분야 진출 현황

세계은행(World Bank, WB), 아시아개발은행(Asia Development Bank, ADB), 유엔개발계획(United Nations Development Programme, UNDP)과 일본, 미국 등의 국가에서 몽골의 대기질 개선을 위하여 다양한 분야의 사업을 수행하였거나 진행 중이다.

(2) 국내 타 부처의 몽골 대기관리 분야 진출 현황

국내 타 부처에서 몽골을 대상으로 수행한 대기질 관리를 목적으로 진행 중이거나 진행완료된 주요 사업에 대한 검토를 진행하였다.

국내의 타 부처에서 對몽골 대기질 관리를 목적으로 수행한 원조사업들은 전부 현지에 기기를 공급·설치하거나 숲 조성을 수행하는 등 프로젝트 사업으로 조사되었다. 대상별로는 가정 분야의 게르 지역 난방기 지원 사업이 2건, 발전 분야의 신재생 에너지 지원 사업이 2건으로 조사되었으며, 기상 모니터링 설치, 조림 조성 등이 각 1건씩 조사되었다.

3. 환경제도·정책현황 및 개선안 제안

3.1. 몽골 현황

3.1.1 몽골의 대기관리 거버넌스 현황

(1) 환경관광부 (Ministry of Environment and Tourism of Mongolia, MET)

환경관광부는 자연 및 환경을 담당하는 국가 중앙 행정기관으로 녹색개발 및 관광 발전을 위한 기회를 제공하고 환경의 균형을 보장하며, 개인·산업체·조직의 협력과 노력을 통해 건강하고 안전한 환경에서 생활할 권리를 보장하고 있다.

(2) 에너지부 (Ministry of Energy, MOE)

에너지부는 몽골의 사회 경제 발전 보장을 위한 에너지 정책 실행, 건강하고 안전한 환경을 위한 생산 및 서비스 제공 등을 주요 목표로 하는 국가 행정기관이다.

(3) 기상청 (National Agency for Meteorology and Environmental Monitoring of Mongolia, NAMEM)

기상청은 1924년 Institute of the Scripture의 기후 테스트를 시작으로 물, 날씨 및 환경을 지속·정확히 모니터링하고 예방정보를 적시에 제공하여 자연재해 및 잠재적 위험을 알리는 역할을 수행하고 있다.

(4) 도로교통개발부 (Ministry of Road and Transport Development of Mongolia)

도로교통개발부는 몽골 내 도로, 운송 네트워크 및 교통 서비스 등을 담당하는 국가 중앙 행정기관이며, 경제 성장 및 수출 확대를 통한 도로 운송 네트워크 확장 업무를 담당한다. 또한, 교통 스마트 시스템 기반으로 통행료 징수 및 모니터링 메커니즘 구축을 통해 도로 자금 투자를 확대 및 독립 운영으로의 전환을 지향하고 있다. 환경, 지속적, 효율적 및 안전한 운송서비스 개발과 항공운송 자유화 유지, 경쟁환경 조성, 비행 수 및 노선 확대, 지역 공항 사용 개선 및 확대를 담당한다.

(5) 국가도로운송센터 (National Center for Road Transportation)

국가도로운송센터는 도로교통법, 정부 결의 및 규정에 따라 전국적으로 운영하고 있으며, 차량의 기술 검사, 몽골에서 운행 중인 차량의 등록, 번호판 발급, 이동 등록, 등록 취소, 차량 인증서 및 번호판 재발급, 차량의 데이터베이스 및 등록 네트워크 구축 및 정보를 제공하는 업무를 수행한다.

(6) 광중공업부 (Ministry of Mining and Heavy Industry)

광중공업부는 지질, 광업, 연료, 중공업 관련 법률, 정책, 중장기 전략, 프로그램 및 프로젝트 개발, 정책 분석 수행, 정책 지침 등을 제공하고 있으며, 행정 및 인적 자원 관리, 법률 자문, 해당 분야의 해외 협력 사업 확대, 금융, 경제 및 투자 정책 개발 지원을 담당한다. 법률, 정책, 프로그램 및 프로젝트 실행 및 조정하며, 법률 및 정책 실행에 대한 내부 모니터링 수행, 예산 자금 조달, 프로그램, 프로젝트 및 투자에 대한 재무 감사 및 내부 감사 수행, 위기관리 등의 역할을 수행한다.

(7) 광물석유청 (The implementing agency of Mongolian Government Mineral Resources and Petroleum Authority)

광물석유청은 지질학, 광업 및 석유 부문의 개발 정책 지원, 투자자와 소비자에게 신속하고 공정한 서비스를 제공한다.

3.1.2 몽골의 대기관리 법령

대기관리 분야 법령은 대기 기본법인 대기법(Law on Air) 및 대기오염 통제를 위해 대기오염 행위에 대한 요금납부를 제정한 대기오염 요금법(Law on Air Pollution Tax)이 있다.

대기법은 5장으로 구성되어 있으며, 대기질 모니터링, 대기보호 조치, 기타 등 분야별로 세분화 되어 있다. 대기오염 요금법은 대기오염을 유발한 자에 대한 대기오염 요금 부과 및 납부와 관련된 관계를 규제하는 것을 목표로 하는 법령이다. 본 법에 제시된 대기오염 납부자는 석탄 채굴자, 유기용제 수입자, 차량 운전자, 대형 대기오염원 사용 허가서 수요자 및 대기오염물질을 배출하는 시민, 사업체 및 조직 등을 포함하고 있다.

<표> 몽골 대기관리 분야 법령

제정연도	법률명	주요내용
2012	대기법 (Law on Air)	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 및 미래세대를 위한 환경 제공을 위해, 주변대기오염, 유해한 영향 및 오존 및 수소와 같은 공기 성분의 작은 변화 등에 대한 배출량 제한 (2018.01 개정) • 아이막(Aimag), 수도 지도자에 지역 내 대기오염 완화 조치에 대한 조직화 및 이행 책임 부여 • 대기오염 방지 기금(Anti-Air Pollution Fund) 재설립하여, 2019년부터 운영 재개 * 단, 2021년 기준, 운영하지 않는 것으로 조사됨
2010	대기오염 요금법 (Law on Air Pollution Tax)	<ul style="list-style-type: none"> • 대기오염(석탄 연소, 자동차, 유기질 및 기타 자원 등) 유발 시, 세금 부과 • 2018년 1월 개정되면서 2019년 1월부터 대기오염방지 기금(Anti-Air Pollution Fund)에 세금 납부예정 * 단, 2021년 기준, 운영하지 않는 것으로 조사됨

3.1.3 몽골의 대기관리 정책

몽골의 대기관리 분야 정책은 몽골의 대기·환경오염 문제 개선을 위한 오염원 감축 등의 정책이행 활동을 정의한 NPRAEP, 야간 전기비용 무료 정책, 원탄사용금지 정책 등이 있다.

<표> 몽골 대기관리 분야 정책

년도	정책명	주요내용
2017	The National Program on Reduction of Air and Environmental Pollution (NPRAEP)	<ul style="list-style-type: none"> • 기간: 1차(2017-2019) / 2차(2020-2025) • 목표: 증가하는 몽골의 환경오염 문제 대응을 통해 시민을 위한 건강하고 안전한 생활환경 보장 및 미래 세대를 위한 깨끗한 환경 조성 • 세부목표: 2016년 대비, 2025년에 대기 및 환경오염의 80% 감소 (대략 \$3.7억 규모 지출 예정) • 사업내용: Zero Night-time electricity policy 공표, Semi-coke briquettes, 저탄소 배출 연료와 같은 청정 석탄 기술 확산, 소규모 시내 스팀 보일러 운전중단을 위한 지역난방네트워크 확장 등의 내용을 포함
2017	Zero Night-Time Electricity Payment Policy	<ul style="list-style-type: none"> • 대기법 6.1.5, 6.1.6, 6.1.7 및 13.1.3조에 의해 수립되었음 • 몽골 정부는 겨울동안 일부 게르 지역에 한해 야간 전기비용 무료 정책을 공표하였는데, 이는 게르 지역의 화석연료 사용을 전기연료로의 대체를 장려하기 위함임
2019	Banning (Raw) Coal	<ul style="list-style-type: none"> • 대기법 16.1.5조항에 의해 수립되었음 • 석탄의존도 감소 및 깨끗하고 지속가능한 에너지원로의 에너지 사용 변화에 대한 움직임이 있음 • 2019년 5월, 몽골 정부는 가정용에 한해, 원탄(原炭) 사용 금지 결정 (열병합발전소(CHPs)는 제외)

출처: 몽골 법령사이트(www.legalinfo.mn/) (연구팀 직접작성)

3.1.4 몽골의 대기관리 기준

몽골의 대기질 관리 분야 기준을 조사한 결과, 크게 ①실내외 공기질을 전반적으로 관리하는데 활용되는 허용기준, ②열병합 발전소, 열생산 발전소 및 보일러 등 고정오염원 관리에 적용되는 배출허용 기준, ③버스, 자동차 등 이동오염원에서 배출되는 대기오염물질 허용기준, ④석탄, 가솔린, 디젤 등의 연료 기준 등으로 구분할 수 있다.

<표> 대기관리 분야 기준

구분	대상	기준
대기 일반	<ul style="list-style-type: none"> • 실외 대기질 관리 • 실내 공기질 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • MNS 4585:2016 대기질 기준 (Air quality. General technical requirements) • MNS 5885:2008 대기오염물질 허용 기준 (Acceptable levels of air pollutants / General technical requirements) • MNS 6063:2010 도시지역의 대기오염물질 허용 기준 (Air quality-Acceptable concentration of pollutant elements for atmospheric air in public area) • MNS 6342:2012 소각로에서 배출되는 플루가스의 유해 대기오염물질 최대 허용기준 (Air quality. Maximum permissible level of some air pollutants in flue gas from the hazardous waste incinerator) • MNS ISO 4227:2002 환경 대기질 관리(모니터링) 계획 (Ambient air quality control plan)
고정 오염원	<ul style="list-style-type: none"> • 화력 열병합 발전소 • 화력 열생산발전소 • 집합건물용 보일러 • 가정용 난방기기 • 석탄연료 	<ul style="list-style-type: none"> • MNS 5919:2008 열병합발전소, Thermal Station의 증기보일러, 온수보일러 대상 대기오염물질 배출허용 기준 (Maximum acceptable level and measuring method of air pollutants in the exhaust gases from the steam and hot water boilers of TPP and Thermal Stations) • MNS 6298:2011 신 화력 및 열 생산 발전소 굴뚝의 대기오염물질 최대허용기준 (Maximum acceptable level and measuring method of air pollutants in flue gas of New thermal power plant and thermal plant) • MNS 5043:2016 최대 4.2MW 용량의 온수 보일러 대기오염물질 배출허용 기준 (Hot-water boilers with heating capacity up to 4.2MW. General technical requirements) • MNS 5216:2016 가정용 스토브 일반기술 요구사항 (Stove for household. General technical requirements)

<p>이동 오염원</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 버스 • 경유/가솔린 자동차 	<ul style="list-style-type: none"> • MNS 5013:2009 가솔린엔진 차량 배기가스허용 기준 (Petrol engine vehicle-Maximum acceptable level and measuring method of exhaust emission) • MNS 5014:2009 디젤엔진 차량 매연 배출기준 (Diesel engine vehicles-Maximum acceptable level and measuring methods of opacity) • MNS 6757:2019 DPF설치 및 사용기준 (Installation and use of DPF for diesel engines of road vehicles. General technical requirements)
<p>연료</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 석탄 • 차량용 가솔린 • 차량용 디젤 • LPG 	<ul style="list-style-type: none"> • MNS 5679:2019 개선된 고체연료(유연탄) 기술 요구사항 (Upgraded solid fuel. Technical requirement) • MNS 0217:2017 엔진 차량 연료, 무연 가솔린 기술 요구사항 (Automotive fuels. Unleaded petrol. Technical requirements) • MNS 6861:2020 디젤차량 연료 기술 요구사항 (Diesel fuel. Specifications) • MNS 5083:2001 가정용 LPG 연료 기술 요구사항 (Liquefied petroleum gases-Fuel for domestic use-Specifications)

출처: 몽골 기준 및 측정부 홈페이지 (<https://estandard.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

3.2 한국의 대기관리 현황

3.2.1 한국 대기관리 법령 및 정책

한국의 대기환경 규제는 국민들의 높은 대기 질 요구수준 및 최근 이슈가 되는 미세먼지 문제해결을 위하여 <대기환경보전법>을 기본으로 서울시 및 수도권 관리를 위한 <수도권 대기환경 개선에 관한 특별법> 및 최근에 제정된 <미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법>, <대기관리권역의 대기환경 개선에 관한 특별법> 등을 통하여 다각화되고 있다.

<표> 한국의 대기관련 법령 및 계획·정책

법령	계획/정책
대기환경보전법('91~)	<ul style="list-style-type: none"> • 제 1차 대기환경개선 종합계획 ('06~'15) • 제 2차 대기환경개선 종합계획 ('16~'25)
수도권 대기환경 개선에 관한 특별법 ('03)	<ul style="list-style-type: none"> • 1단계 수도권 대기환경관리 기본계획 ('05~'14) • 2단계 수도권 대기환경관리 기본계획 ('15~'25)
미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법 ('19)	<ul style="list-style-type: none"> • 미세먼지 관리 종합계획(20-24) • 미세먼지 관리 특별대책('16) • 미세먼지 관리 종합대책('17)
대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법 ('20)	<ul style="list-style-type: none"> • 대기관리권역별 대기환경관리 기본계획(20-24)

출처: 환경부, 2020 환경백서 (2020), 환경부 웹사이트 (<http://me.go.kr/>) 등 (연구팀 직접작성)

(1) 대기환경보전법 (1991)

대기환경 보전법은 1990년 제정, 1991년에 시행되었으며, 대기 오염으로 인한 국민 건강이나 환경상의 위해를 예방하고, 대기 환경을 적정하게 관리하거나 보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 하는 것을 목적으로 제정된 법률이다.

(2) 수도권 대기환경개선에 관한 특별법 (2005)

수도권 대기환경개선에 관한 특별법은 2005년 제정되었으며, 대기오염이 심각한 수도권지역의 대기환경을 개선하기 위하여 종합적인 시책을 추진하고 대기오염원을 체계적으로 관리함으로써 지역주민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경 조성을 목적으로 하고 있으며 사업장 오염물질 총량관리, 저공해자동차 및 특정경유자동차 등 자동차 배출가스 억제, 휘발성 유기화합물 배출 억제 등을 주요 내용으로 한다.

(3) 미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법 (2019)

미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법은 2019년 2월 15일부터 시행되었으며, 미세먼지 및 미세먼지 생성물질의 배출을 저감하고 그 발생을 지속적으로 관리함으로써 국민건강에 미치는 위해를 예방하며, 대기환경을 적정하게 관리·보전하여 쾌적한 생활환경 조성을 목적으로 제정되었다.

(4) 대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법(대기관리권역법) (2020)

대기오염이 심각한 지역 등의 대기환경을 개선하기 위하여 종합적인 시책을 추진하고, 대기오염원을 체계적이고 광역적으로 관리함으로써 지역주민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경 조성을 목적으로 제정되었다.

3.2.2 대기관리 분야 관련 거버넌스 현황

한국의 대기관리 분야는 환경부가 주관하고 있다. 한국의 환경부는 1994년 12월 23일에 설립되어, 자연환경, 생활환경의 보전, 환경오염방지, 수자원의 보전·이용 및 개발에 관한 사무를 관장하는 대한민국의 중앙행정기관이다.

(1) 환경부 소속기관

환경부는 기상청, 국립환경과학원, 국립환경인재개발원, 온실가스종합정보센터, 중앙환경분쟁조정위원회, 수도권대기환경청, 국립생물자원관 등의 소속기관을 보유하고 있으며 소속기관들의 개요 및 주요업무는 다음과 같다.

<표> 환경부 소속기관 개요 및 주요업무

기관명	기관개요 및 주요업무
기상청	<p>국가기상업무를 관장하고 지원하는 중앙행정기관으로서, 관측 및 예보로 기상·기후 정보를 생산하고 연구할 뿐만 아니라, 기상재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 기상기후산업을 발전시키는 기상 전문가 기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 하늘, 땅, 바다, 그리고 우주에서 대기와 해양의 상태를 입체적으로 관측 - 국내외에서 수집된 다양한 관측 자료와 현재의 기상상태, 수치예보모델 결과에 예보관의 전문적인 지식과 경험을 더해 예보를 생산 - 국내외에서 생산된 기상자료를 실시간으로 수집·처리·분배 - 슈퍼컴퓨터를 활용, 방대한 관측 자료를 빠르고 정확하게 분석해 수치예측 자료를 생산 - 방송, 신문, 인터넷 등 다양한 매체를 통해 기상정보를 제공 - 기상기후 빅데이터를 정부기관, 공공기관, 연구소, 대학교 등에 개방·공유하여 기상기후 정보의 새로운 가치를 창출 - 국민 건강, 생활, 산업 등에 활용성을 높인 다양한 기상기후서비스를 제공
국립환경과학원	<p>환경보전과 환경오염방지에 관한 조사연구 시험 및 평가에 관한 사무를 관장하기 위하여 1978년 7월 국립보건연구원으로부터 분리된 환경분야 전문연구기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국민건강 보호를 위한 위해성 저감 방안 연구 - 기후대기 연구 선진화로 녹색 성장 지원 - 먹는 물 안전성과 수생태계 건강성 확보 연구 - 생태계 관리 기반 조성 연구 - 교통환경 오염원 관리와 저감 기술 지원강화 - 폐기물의 자원순환 이용 확대와 안전한 처리의 과학적 기반 구축 연구 - 유역환경의 체계적 관리를 위한 4대강 물환경 연구 - 환경질 모니터링 및 정도 관리
국립환경인재개발원	<p>환경분야 업무에 종사하는 공무원과 민간인 등의 교육·훈련에 관한 사무를 관장하기 위하여 2006년 12월 국립환경과학원으로부터 분리된 환경분야 전문교육 기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 교육훈련 인프라 확충 - 교육 프로그램 계획 및 운영 - 교육실적, 성과평가, 자체역량 제고
온실가스종합정보센터	<p>2010년 7월 「저탄소 녹색성장 기본법」 시행에 따라 중장기 온실가스 종합정보관리 계획의 수립·조정, 온실가스 통계에 대한 총괄관리계획의 수립·조정, 국가·부문별 온실가스 감축목표의 수립·지원 등에 관한 사무를 관장하기 위한 기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국가 및 부문별 온실가스 감축 목표 설정의 지원 - 국제기준에 따른 국가 온실가스 종합정보관리체계 운영 - 온실가스·에너지 목표관리 관련 업무협조 지원 및 관계 중앙행정기관에 대한 정보 제공 - 국내외 온실가스 감축 지원을 위한 조사·연구 - 배출권거래제 기본계획 및 국가배출권할당계획 수립을 위한 조사·연구 - 국가 온실가스 배출계수 검증·관리, 배출량 산정방법 개선 등 온실가스 배출량 산정·보고에 관한 사항 - 배출권거래제 관련 명세서 검토 및 폐기물 분야 온실가스·에너지 목표관리 관련 이행계획서 검토 - 배출권거래제 관련 명세서 관리 및 배출권 등록시스템 구축·운영 - 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조제9항에 따른 관리업체의 이행계획서 및 명세서 관리

<p>중앙환경 분쟁 조정위원회</p>	<p>「환경분쟁조정법」 제4조의 규정에 의거하여 환경오염의 피해로 인한 분쟁조정을 위하여 설치된 기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환경분쟁 사무 관장 - 환경 분쟁 조정 절차를 운영
<p>수도권 대기 환경청</p>	<p>수도권대기환경청은 서울, 인천, 경기 등 수도권 일원의 대기환경 개선을 위하여 수도권 대기환경 기본계획을 수립하고 사업장에 대한 대기오염물질 총량관리, 운행 자동차 저공해화, 계절관리제 등 다양한 정책을 펼치는 기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수도권 대기환경관리 세부 추진 계획의 수립 및 집행 - 수도권 지역에서의 인구 자동차산업 및 대기배출량 등 대기관련 기초 조사 - 지역별 배출원별 배출 허용 총량 관리제의 운영 - 저공해 자동차의 보급 및 특정경유차의 관리
<p>국립생물 자원관</p>	<p>2007년 3월 국가생물자원의 효율적 보전 및 이용을 위한 조사·연구와 생물자원에 대한 홍보 전시 등에 관한 사무를 관장하기 위한 전문 연구기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국가 생물자원 확보, 소장, 관리 - 생물자원 조사, 연구 - 생물 산업(BT)소재기반 구축 및 지원 - 국가생물자원 정보 시스템 구축 및 정책 지원 - 생물자원 전시-교육 및 전문 인력 양성
<p>지방환경 관서</p>	<p>수도권 대기환경 개선을 위한 전담기구로, 수도권대기환경청을 두고 있으며, 4대강 수계 유역관리 등을 수행하기 위한 특별지방행정기관 (4대강유역환경청, 원주·대구·전주지방환경청 등)</p>

(2) 환경부 산하기관

환경부 산하기관으로는 한국환경공단, 한국환경산업기술원, 국립공원관리공단 및 수도권매립지관리공사 등이 있으며 산하기관들의 개요와 주요 업무는 다음과 같다.

<표> 환경부 산하기관 개요 및 주요업무

기관명	기관개요 및 주요 업무
한국환경 공단	<p>환경오염방지·환경개선 및 자원순환을 촉진하는 사업을 효율적으로 추진함으로써 환경보전과 순환형 자원관리체계를 마련하는 등 환경친화적 국가발전에 이바지함을 목적으로 설립된 기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 대응 및 온실가스 감축 - 물환경 개선 - 순환형 자원관리체계 구축 - 환경측정망 운영 및 보건서비스 - 정책지원 및 환경산업 지원
한국환경 산업기술원	<p>2009년 「환경기술개발 및 지원에 관한 법률」에 근거하여 설립된 기관으로서 환경기술의 개발과 환경산업 육성 및 수출을 지원하고 친환경상품 보급을 촉진하기 위한 전문기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환경기술개발 사업 기획·평가·관리 - 환경산업 육성 및 수출지원 - 환경산업·기술 전문인력 양성 및 일자리 창출 - 환경산업·기술 정보 수집·보급 - 환경신기술 인증 및 기술검증 - 환경표지제도 운영 및 친환경상품 보급
국제 환경 협력센터	<p>우리나라의 국제환경협력 역량을 강화하고, 국제사회에서 환경 지도능력을 높이기 위한 업무를 수행하는 기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국제환경동향(협약·규제 포함) 연구·조사 및 전략수립 - 양·다자 환경협력 의제발굴, 정책교류 및 사업연계 - 국제환경협력 정보시스템 구축·운영 - 국제환경협력 협의체 운영 - 개도국 환경 진단·컨설팅 사업 기획·운영, 환경협력국 공무원 석사학위 과정 운영·관리 - 기후변화협약 당사국총회 홍보관 기획·운영 - UNEP 지속가능소비생산 협력 - OECD 환경정보작업반 대응
국립공원 관리공단	<p>국립공원의 자연생태, 역사 문화, 경관 등 공원자원의 보전과 미래 세대까지 지속가능한 이용을 위해 자연공원법의 규정에 따라 국립공원을 보전하고, 공원자원에 대한 조사·연구, 공원시설의 설치·유지, 공원이용에 관한 지도·홍보 등 사업을 목적으로 설립된 기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자연생태계와 자연·문화경관 조사 연구 및 보전 - 생물종다양성 증진을 위한 야생 동·식물 복원 및 증식 - 자연자원 생태변화 관찰 - 탐방 프로그램 개발·운영 등 건전한 탐방문화 정립 - 공원자원 훼손예방 및 불법행위 단속 등
수도권 매립지 관리공사	<p>수도권 지역에서 발생하는 폐기물의 적정한 처리와 자원화를 촉진하고, 주변 지역 주민들의 쾌적한 생활환경 조성에 기여하기 위해 설립된 기관</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수도권매립지에 반입되는 폐기물 처리 - 폐기물처리시설 및 이에 부속되는 시설의 설치 및 관리 - 폐기물을 자원화하기 위한 시설의 설치 및 관리 - 주민지원기금 조성 및 주변영향지역 지원

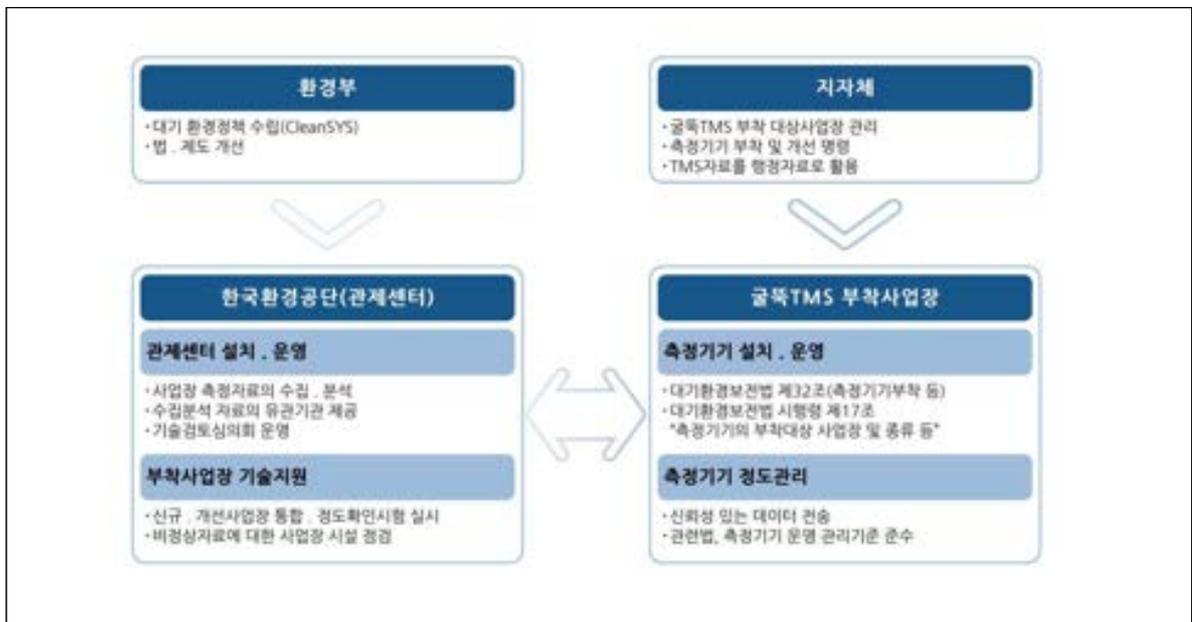
(3) 국내 대기오염모니터링 거버넌스 현황

한국은 2001년부터 대기오염측정망의 운영관리를 이원화하여 환경부와 지방자치단체 간 역할을 분담하였다. 비교적 운영관리가 용이한 대기환경기준 물질을 측정하는 측정소는 지방자치단체에서 관리하고, 비교적 운영관리가 어려운 저 농도의 배경지역 측정이나 특수항목은 환경부에서 관리한다.

(4) 굴뚝 배출오염물질 모니터링 거버넌스 현황

굴뚝 배출량 모니터링과 관련된 기관은 환경부, 한국환경공단, 지자체, 굴뚝 TMS 부착사업장이며, 각 기관별 업무체제는 다음과 같다.

[그림] 굴뚝 배출량 모니터링 거버넌스



3.2.3 서울의 대기관리 현황

서울시는 1978년 당시 연탄을 사용하던 80만 채의 가정집 중 약 4만 채의 가정에 공급하던 LPG를 50만 채로 확대 공급하는 계획을 세웠고, 이에 따라 연탄 사용을 줄여 대기오염을 크게 감소시켰다. 정부의 1981년 저황유 공급, 1985년 고체연료 사용규제, 1987년 무연 휘발유 공급, 1988년 LNG 사용의무화 등의 정책 확대로, SO₂, 총미세먼지, CO 등 1차형 대기오염물질은 눈에 띄게 개선되어 환경기준 이하로 유지되고 있다.

서울시는 대기오염물질의 배출을 근본적으로 해결하고자 2009년부터 그린카를 보급하고 충전 인프라를 구축하였다. 저속전기차, 개조전기차, 고속전기차, 전기버스, 수소연료전지차, 온라인전기차 등 다양한 그린카 실증사업을 선도하였으며, 2009년부터 시청, 자치구청, 공원 등 공공시설에 충전소를 구축했고, 특히 일반 충전 수요에 대비해 요금결제가 가능한 ‘스마트 충전시스템’을 개발하였다.

또한, 서울시는 대기질관리를 체계적으로 시행하기 위해 서울시 전역에 대기질 측정소를 운영 중이며, 1995년 오존경보제에 이어, 2005년에는 미세먼지 예경보제를 도입하여 시민들이 대비할 수 있도록 하고 있다. ‘건강하게 숨쉬는 도시, 서울’을 4대 시정목표 중 하나로 설정하고, 시민 건강과 직결되는 초미세먼지를 2018년까지 20% 감축하는 목표를 제시하였다. 이를 위해 노후경유차 저공해화, 대형차 질소산화물 저감 사업, 전기자동차와 CNG 하이브리드 버스 도입 확대 등 자동차 배출가스를 원천 차단하는 정책을 활발하게 추진하고 있다.

3.3 대기관리 분야 정책제안

우리나라를 비롯한 대부분의 도시에서 나타나는 초기 대기오염의 원인으로 인구 증가 및 산업화, 도시집중, 자동차의 증가, 오염방지기술 및 시설의 낙후 등을 들 수 있다.

몽골 역시 전체인구의 60% 이상이 도시에 거주하고 있으며 1990년 이후 농업과 목축업위주의 산업에서 공업으로 산업구조가 변하였고, 특히 수도인 울란바토르는 단기간의 높은 도시화와 석탄 화력발전소, 방지시설이 미비한 공장, 인구밀집에 따른 자동차의 증가로 인한 대기오염이 심각하다고 볼 수 있어, 우리나라의 과거 사례와 유사한 점이 많다.

우리나라의 대기환경관리 및 대기오염 개선과정과 진행해온 노력을 살펴보면, 우리나라는 1960-70년대의 성장위주의 개발논리에 따라 환경에 대한 고려 없는 화석연료의 사용증가와 환경오염방지 대책이 소홀한 산업시설의 확충으로 대기오염이 심각하게 진행되었으며, 이어진 자동차의 증가는 이를 더욱 가속화 하였다. 이러한 환경에 대한 관리는 1963년 <공해방지법>의 제정으로 법적근거를 갖추기 시작하였으며, 이는 <환경보전법>, <대기환경보전법>으로 발전하며 대기질 관리를 위한 법률적 바탕이 마련되었다.

이 법령을 효과적으로 이행하기 위하여 다양한 정책·제도적 장치들이 강구되어 실행되고 있으며, 몇몇 정책은 성공적으로 수행되어 한국의 대기질 개선에 큰 기여를 하고 있다. 이에, 몽골의 현황자료를 바탕으로 하여, 몽골 대기환경문제 및 현안 해결에 도움이 될 만한 한국의 정책을 소개하였다.

3.3.1 대기관리분야 제안정책 목록

No.	분야	정책제안	세부내용
1	고정오염원	대기오염물질 방지시설 설치 이행 강화	배출가스 환경기준을 달성·충족시키기 위해 주요 배출원 및 규제 오염물질을 정의하고, 규제 대상 배출원 및 규제 오염물질을 점차적으로 확대하여 관리를 강화하는 방안 도입이 필요함. 이를 위하여 각 배출원을 대상으로 해당 규제 오염물질 기준을 충족하기 위한 배출시설 설치를 의무화하고, 장기적으로는 대기오염물질 총량규제를 도입하여 배출가스 규제를 더욱 엄격히 관리할 필요가 있음
2	고정오염원	대기오염 저감을 위한 HOBs 연료교체	효과적인 연료 교체를 위하여 ① 기존 연료 사용 규제, ② 새로운 연료 도입 기준수립, ③ 새로운 연료보급 확산 등 단계별로 정책을 수립할 필요성이 있으며, 정책이 시장에서 차질 없이 도입될 수 있도록 다양한 정책적 보조수단을 함께 고려해야 함
3	이동오염원	노후차량 관리제도 도입	노후 경유차의 경우 운행자동차 배출허용기준보다 강화된 특정경유 자동차 배출허용기준에 따라 관리함. 이에 따라 특정경유자동차 소유자는 특정 경유 자동차 배출허용기준을 만족할 수 있도록 ①배출가스 저감장치 부착, ②저공해 엔진 개조, ③조기폐차 등의 조치를 도입하고 이때 소요되는 경비의 일부를 정부에서 보조하는 방안을 고려할 수 있음
4	이동오염원	차량 연료품질 관리제도 도입	단기적으로는 석유사업자 현황을 파악하고, 연료의 유통 단계별로 품질검사 제도를 도입하여, 차량용 연료를 시험분석 할 수 있는 전문시험실을 구축해야 할 필요성이 있음. 중·장기적으로는 차량용 연료의 유통을 적극적으로 관리하고, 가짜 석유제품을 판별하며 차량용 연료 시험분석을 할 수 있는 역량을 강화하고 차량용 연료 품질을 향상시키는 제도 도입이 필요함
5	모니터링	대기오염측정망 분야 MP수립	① 대기 모니터링 관리의 효율화를 위하여 측정망 운영관리 주체를 구분하고, 측정이 되고 있지 않은 지역을 대상으로 대기오염측정망을 확충하는 계획 수립을 제안함, ② 측정된 대기질 데이터의 신뢰도를 높이기 위한 정도관리 제도 도입, 유해대기오염물질을 분석 체계 도입을 통한 대기 중 위험물질을 관리하는 방안 도입도 필요함
6	모니터링	대기오염물질 인벤토리 시스템 구축	대기오염 물질 배출량 관리를 위한 방안으로는 대규모 배출시설에 실시간 감시체계를 구축하고, 대기오염물질 인벤토리를 작성하여 관리하는 방안을 제안함
7	모니터링	유해대기오염물질 분석체계 구축	유해대기오염물질 관리를 위하여, 일반 대기오염물질보다 엄격하게 특정 유해대기오염물질을 분석하고 관리하는 체계를 제안함

4. 사업대상지역 현황

4.1 울란바토르시 일반현황

4.1.1 일반현황

울란바토르시는 몽골의 수도로 면적은 4704.1km²이며, 북위 47도 55분, 동경106도 53분에 위치해있다. 지형은 초원성 고원 지대로 평균 1,350m의 높이를 갖고 있으며 여름과 겨울의 연교차가 큰 대륙성 기후를 띄고 있다.

<표> 울란바토르 현황

항목	세부내용
면적	<ul style="list-style-type: none"> 4,704.1km² (인천의 약 4.7배), 북위 47도 55분, 동경 106도 53분에 위치 러시아와 북쪽으로 3,485km 중국과 남쪽으로 4,676.9km 국경선 형성
고도	<ul style="list-style-type: none"> 1,350m(초원성 고원 지대, 체체공산 2,257m)
기후	<ul style="list-style-type: none"> 여름 35℃, 겨울 -39.5℃로 연교차가 심한 대륙성 기후
월간 평균기온	<ul style="list-style-type: none"> 1월은 -24.3℃(기록된 최저온도 -48℃), 7월은 16.6℃(기록된 최고온도 39℃)로 전 세계 수도 중 가장 추운 지역임 5-6월은 날씨의 변화가 심하고, 때로는 심한 돌풍 수반함 여름은 짧고 무더운 편, 온도가 36℃ 까지 올라가지만 습도가 높지 않아 체감 온도는 낮으며, 자외선이 매우 강함. 연중 구름이 없는 날이 257일 정도임
연간강수량	<ul style="list-style-type: none"> 350mm로 매우 적은 편임

출처: 대한민국 기상청 블로그, 인천광역시 홈페이지(<https://www.incheon.go.kr/>) (연구팀 직접작성)

4.1.2 인프라 구축 현황

(1) 발전소

UB시에는 열병합발전소(CHPs) 3개소, 화력 열생산플랜트 3개소 등 총 6개소가 있으며 TES-4 발전소의 발전용량은 700 MW로 가장 큰 것으로 조사되었다.

<표> 몽골 열병합발전소 및 열생산플랜트 현황

No	구분	발전소	설립 연도	위치	용량 (MW)
1	화력 열병합발전소 (CHP)	UB TES-2 (제2발전소)	1961	Ulaanbaatar	21.5
2	화력 열병합발전소 (CHP)	UB TES-3 (제3발전소)	1968	Ulaanbaatar	198

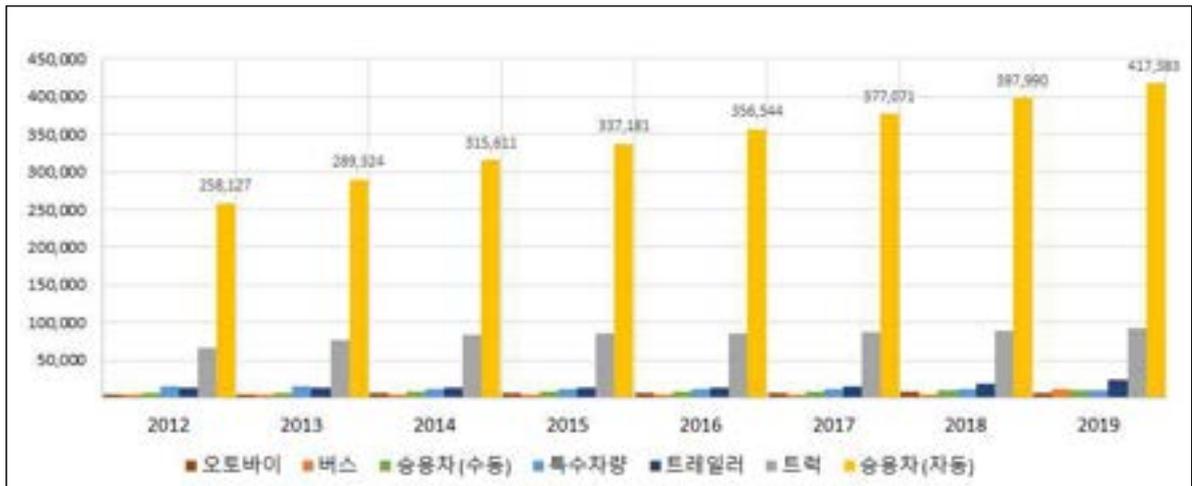
3	화력 열병합발전소 (CHP)	UB TES-4 (제4발전소)	1983	Ulaanbaatar	700
4	화력 열병합발전소 (CHP)	DARKHAN (다르항 발전소)	1965	Darkhan	48
5	화력 열병합발전소 (CHP)	ERDENET (에르데네트 발전소)	1987	Erdenet	28,8
6	화력 열병합발전소 (CHP)	DORNOD TPP (CHOIBALSAN) (도로노드 발전소)	1970	Dornod	36
7	화력 열병합발전소 (CHP)	DALANZADGAD (달랑자드가드 발전소)	2000	Umnugovi, Dalanzadgad	6
8	화력 열병합발전소 (CHP)	ERDENET MINING CORPORATION (에르데네트 발전소)	1976	Erdenet	53
9	발전소 (PP)	UKHAA KHUDAG (MCS-탄광산) (화력발전소)	2011	Umnugovi, Tsogttsetsii	18
10	화력 열생산플랜트	BAGANUUR	1980	Ulaanbaatar, Baganuur duureg	-
11	화력 열생산플랜트	AMGALAN	2016	Ulaanbaatar, Bayanzurkh duureg	348
12	화력 열생산플랜트	NALAIKH	1976	Ulaanbaatar, Nalaikh duureg	-
13	화력 열생산플랜트	DULAAN SHARIIN GOL	1964	Darkhan, Shariin gol	-
14	화력 열생산플랜트	Khuvsgul	-	-	-
15	화력 열생산플랜트	Khovd	-	-	-

출처: 몽골 에너지부(<https://energy.gov.mn>) (2020.11 기준, 연구팀 직접작성)

(2) 차량 현황

울란바토르 내 등록 차량은 2012년 약 36만대에서 2019년 약 57만대로(연평균 성장률(CAGR): 5.6%) 지속적으로 증가하는 추세이며, 승용차의 수량이 가장 높은 것으로 나타났다.

[그림] 2012년-2019년 울란바토르 차종별 등록현황 (단위: 대)



<표> 2012년-2019년 울란바토르 차종별 등록현황 (단위: 대)

종류	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
버스	4,297	4,570	4,784	4,928	5,055	4,942	4,482	11,021
트럭	66,792	76,319	84,388	85,208	85,481	87,098	88,710	91,670
승용차(자동)	258,127	289,324	315,611	337,181	356,544	377,071	397,990	417,383
특수차량	15,295	14,877	12,084	11,812	11,952	11,903	10,752	9,984
승용차(수동)	6,007	6,878	7,418	7,748	8,200	8,599	9,410	10,120
트레일러	13,374	13,783	14,093	13,835	13,947	15,459	18,734	22,959
오토바이	3,922	4,765	5,415	5,971	6,349	6,935	7,594	5,729
총합	367,814	410,516	443,793	466,683	487,528	512,007	537,672	568,866

출처: 몽골 통계청(<http://www.1212.mn/>) (연구팀 직접작성)

울란바토르에 등록된 차량 중, 연식이 10년 이상인 차량이 74.4%이며, 7~9년 차량이 19.8%로 울란바토르 내 운행차량의 연식이 대부분 7년 이상인 것으로 조사되었다.

(3) 산업현황

울란바토르시의 시장규모는 2015년부터 2019년까지 5년간 10.5%의 비율로 꾸준히 증가하였다. 2019년 기준, 농업 분야는 울란바토르시 국내총생산(Gross Domestic Product, GDP) 규모의 0.3%를 차지하였으며, 산업분야는 41%, 서비스 분야는 58%를 차지하고 있다. 산업분야의 절반 이상은 광업이 차지하고 있으며, 제조업 또한 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

<표> 울란바토르 주요산업 현황 (단위: MNT)

산업분야	2015	2016	2017	2018	2019
국내총생산 (시장가격)	14,964,718.7	15,703,079.4	18,105,283.4	21,509,825.1	24,683,663.7
농업	96,930.4	82,868.6	56,845.1	78,733.4	66,825.04
작물	22,983.2	11,175.7	9,299.3	14,364	15,247.25
가축	40,585.7	36,567.7	29,939.5	46,510.3	48,135.97
기타 농업	33,361.4	35,125.2	17,606.3	17,859	3,441.82
공업	5,066,531.7	5,654,367.3	7,195,663.5	8,981,754.1	10,199,132.18
광업	2,501,823.7	3,108,830.7	3,864,855.4	5,126,566.4	5,725,040.66
제조업	1,234,999.3	1,163,711.2	1,786,918.4	2,069,946.5	2,483,238.98
전기·가스 및 수도사업	378,106.7	465,347.1	492,582	567,488.5	653,651.6
건설업	951,602	916,478.2	1,051,307.6	1,217,752.7	1,337,200.94
서비스업	9,801,256.6	9,965,843.5	10,852,774.8	12,449,337.6	14,417,706.48
도소매 및 숙박음식업	3,538,042.4	3,666,205.1	4,183,006.9	5,121,820.2	5,953,754.19
운수 및 정보통신업	1,560,866.7	1,585,291.9	1,710,676.3	1,898,169.7	2,069,783.19
금융 및 사업서비스업	3,073,857.5	3,048,661.6	3,180,913.9	3,519,158.9	4,057,478.16
기타 서비스업	1,628,490	1,665,684.9	1,778,177.8	1,910,188.7	2,336,690.94

출처: 몽골 통계청(www.1212.mn) (연구팀 직접작성)

(4) 경제현황

몽골 울란바토르시의 2015년부터 2019년까지의 지난 5개년 경제현황을 국내총생산(GDP), 1인당 GDP, 연평균 가구소득 등의 경제지표를 통해 조사하였다.

<표> 울란바토르 5개년 경제지표

구분	2015	2016	2017	2018	2019
국내총생산(GDP) (단위: 억MNT)	14,965	15,703	18,105.3	21,510	24,684
1인당 GDP(국내총생산) (단위: 천MNT)	11,252	11,520	12,940.7	15,031	16,960
연간 소비자 물가지수 변화 (단위: %)	1.1	0.5	7.2	9.7	5.0
MNT의 USD 연평균환율 (단위: MNT)	1,970	2,146	2,440	2,472	2,664
울란바토르시 예산 (단위: 억MNT)	846.7	870.6	1,070.2	1,249.5	1,381.5
울란바토르시 예산 사용현황 (단위: 억MNT)	883.8	1,025.8	1,075.1	1,282.4	1,447.5
월평균 가구 소득 (단위: MNT)	1,169,820	1,073,118	1,188,933	1,368,251	1,510,926
월평균 가구 지출 (단위: MNT)	1,097,901	1,034,986	1,188,837	1,377,888	1,525,282

출처: 울란바토르시 홈페이지(www.ulaanbaatar.mn) (연구팀 직접작성)

4.2 몽골 대기관리 거버넌스 현황

(1) 울란바토르시 환경청 (Ulaanbaatar City Environmental Department)

울란바토르시 환경청은 울란바토르시 환경청 산하기관 관리 및 환경 프로젝트, 오염 관리 등 총괄하는 기관이다. 1924년, 울란바토르시의 산림 기관으로 설립되어, 2016년부터 울란바토르시 환경청으로 명칭을 변경하였다. 현재, 울란바토르시의 환경, 녹색개발정책 및 프로젝트, 천연자원의 합리적 사용, 녹색 구역 여름별장 관리를 담당하고 있다.

(2) 울란바토르시 대기오염저감청 (Ulaanbaatar City Air Pollution Reduction Department, APRD)

울란바토르시 대기오염저감청은 2006년 울란바토르시 환경보호부서의 대기질 기관으로 설립되어, 2019년 울란바토르시 대기오염저감청, 즉 APRD로 명칭을 변경하였다. APRD는 행정부와 정책실행부, 대기질·모니터링부로 구성되어 있으며, 대기질 측정, 모니터링, 분석, 대기질 정보 제공, 대기오염 감소를 위해 승인된 정책 실행 및 대기보호 관련 규정, 규칙, 프로그램, 기준 개발 등의 업무를 수행하고 있다.

(3) 울란바토르 시장실 (Ulaanbaatar Mayor' s Office)

울란바토르 시장실은 총 6개의 부처로 구성되어 있으며, 그 중 도시 엔지니어링 시설 부서는 울란바토르시의 도로 및 교량 건설, 열 공급, 상하수도, 배수 시설 등 다양한 분야의 정책 및 계획수립을 담당하고 있다. 또한, UB시의 HOB, 난방기, 발전기 시설과 열·난방 공급 업무 등을 담당하고 있다.

(4) 울란바토르 감사청 (Inspection Agency of the Capital City, IACC)

울란바토르 감사청(IACC)은 UB시의 법률, 환경, 지속가능한 개발 등을 위한 전문 감사기관이다. IACC는 총 10개의 목표를 두고 있으며, 그 중 목표 3은 대기, 물, 토양 등 환경오염 측면에 중점을 두고 있다.

4.3 대기관리 전략 목표 및 이행 현황

(1) 울란바토르시 대기오염 저감 마스터플랜 수립현황

2018년 6월 28일, 울란바토르시 의회의결을 통해 울란바토르시의 대기오염 저감 마스터플랜이 가결되었다. 마스터플랜의 실행은 울란바토르시 시장, 실행 모니터링은 울란바토르시 의회 의장이 담당한다. 울란바토르시 대기오염 저감 마스터플랜의 실행단계는 총 두 단계로 나뉘며, 제1단계는 2018~2019년, 제2단계는 2020년~2025년이다. 이 마스터플랜은 NPRAEP와 같은 총 5개의 목표 하에, 목표 달성을 위한 정책 방향과 구체적인 정책 내용, 성과, 기준 및 실행 담당기관, 공동 시행기관 등이 각 단계별로 명시되어 있다.

(2) 울란바토르시의 대기오염 방지 활동 이행현황

울란바토르시 대기오염저감청(APRD)에서는 매년 UB시 내에서 이루어진 대기오염 방지 활동들에 대한 이행 현황을 정리하여 공개하고 있다. 지난 2020년에 발표한 대기오염 방지 활동 보고서 가운데 목표 2, 목표 3, 목표 5에서 대기오염 저감 활동이 상세히 보고되어 있다.

5. 환경협력사업 발굴 및 기본계획 수립

5.1 환경협력사업 접근방법

몽골 대기관리 분야 정부기관 담당자들과 화상인터뷰를 수행하고, 현지 외주용역기관을 통해 현장을 방문하여 울란바토르시의 각 오염원별 주요 현황 및 문제점을 파악하였다. 문헌조사를 통해 몽골 대기관리를 규제하는 관련 법령, 정책, 기준 및 규제 이행을 실행·감독하는 주체를 확인하여, 몽골 현지의 대기관리 분야 문제점 해결에 기여할 수 있는 환경협력사업 총 12건을 발굴하였다.

5.2 분야별 환경협력사업 목록

No.	분야	개선제안	세부내용
1	고정오염원	울란바토르시 열병합 발전소 전기집진기 개선 및 설치	UB시 대기오염물질 배출량의 근본적인 절감을 위하여, 발전 용량이 가장 큰 TES-4(UB시 60% 이상 전력 공급, 700MW 규모)의 기존 노후 전기 집진기를 교체설치하는 사업임. 향후, 석탄회 관리 및 황산화물, 질소산화물 규제강화에 대비한 방지시설을 추가설치 사업을 고려할 수 있음
2	고정오염원	울란바토르시 열병합 발전소 탈황설비 도입	
3	고정오염원	사업장 대기오염 물질 관리시스템 (CleanSYS) Pilot 설치	대형 고정오염원 굴뚝에 실시간 배출농도 및 배출량을 파악할 수 있는 시스템을 도입하고, 이를 통해 관리감독 주체인 환경관광부 또는 APRD가 실시간 배출상황을 확인하여 조치 명령을 내릴 수 있는 근거를 제공함. 대기오염측정망 및 관리 시스템과 거의 유사하나 측정 장비의 운영 환경이 사업장의 높은 수분 정도와 온도를 견딜 수 있도록 특별한 관리 방안이 필요하므로, 더욱 심화된 역량강화 프로그램 병행이 필요함
4	고정오염원	가스연료 열전용 보일러 (HOBs) 도입	대기환경 개선을 위해 몽골에서 기존에 사용되고 있는 석탄보일러를 대체가능한 가스보일러의 도입이 필요함. 또한, 가스보일러의 설치관련 법규 및 배출가스 관리 규정 등이 필요함
5	이동오염원	배출가스 검사제도 이행을 위한 측정장비 도입	현재 몽골 내 차종별로 배출되는 대기오염물질에 대한 허용기준은 마련되어 있으나, 이러한 오염물질을 측정할 장비가 부족한 상황임. 이에, 차량 배출가스 검사 측정 장비를 도입하여, 차량의 배출가스 검사 제도를 강화함으로써 이동오염원으로 발생한 대기오염물질을 관리하여, 결과적으로 UB시 대기질 개선에 기여할 수 있을 것임
6	이동오염원	몽골 노후경유차 배출물질 저감을 위한 DPF 시범 도입	울란바토르 시에서 운행되고 있는 노후 경유차에서 많은 대기오염물질이 배출되어 대기오염에 악영향을 끼치고 있음. 울란바토르 시의 노후 경유차를 대상으로 배출되는 대기오염물질을 저감할 수 있는 기능을 가진 DPF 장치를 도입하는 사업을 제안함
7	이동오염원	LPG 충전소 확충	휘발유, 경유차 대비 대기오염물질 배출량이 적은 LPG차량의 사용을 확산하기 위해서는 LPG를 사용자에게 보급할 수 있는 LPG충전 인프라가 필수적임. 인프라 사업의 경우 대규모의 자본이 수반되므로, 양허성 차관 등을 활용하여 충전소를 확충하는 방법을 강구할 수 있음. 장기적으로는 정부 차원에서 전기자동차 도입을 장려하는 정책 도입을 통해 전기충전소를 확충하는 사업도 고려돼야 할 것임
8	이동오염원	전기차 충전소 확충	
9	모니터링	대기오염정보관리 시스템(NAMIS) 구축	대기질 실시간 감시체계를 구축하고 대기관리 역량강화를 통해 신뢰성 있는 대기질 자료 생산기반을 마련하여 정책결정자들이 과학적 근거를 바탕으로 대기질개선 정책을 마련할 수 있도록 함
10	모니터링	몽골 대기환경모니터링 정보공개 시스템(Agar) 개선	
11	모니터링	대기오염 고정측정소 확대	
12	모니터링	대기오염 이동측정소(차량) 도입	

5.3 자금확보 방안

발굴된 환경협력사업을 추진하기 위해서 사업을 이행하기 위해 수반되는 자금 확보가 필수적이다. 몽골 정부에서 자체적으로 예산 마련이 어려운 경우 국내·외 공적개발원조(Official Development Assistance, ODA), 기타공적자금(Other Official Flow, OOF), 민간자본흐름(Private Flow, PF) 자금을 활용할 수 있다.

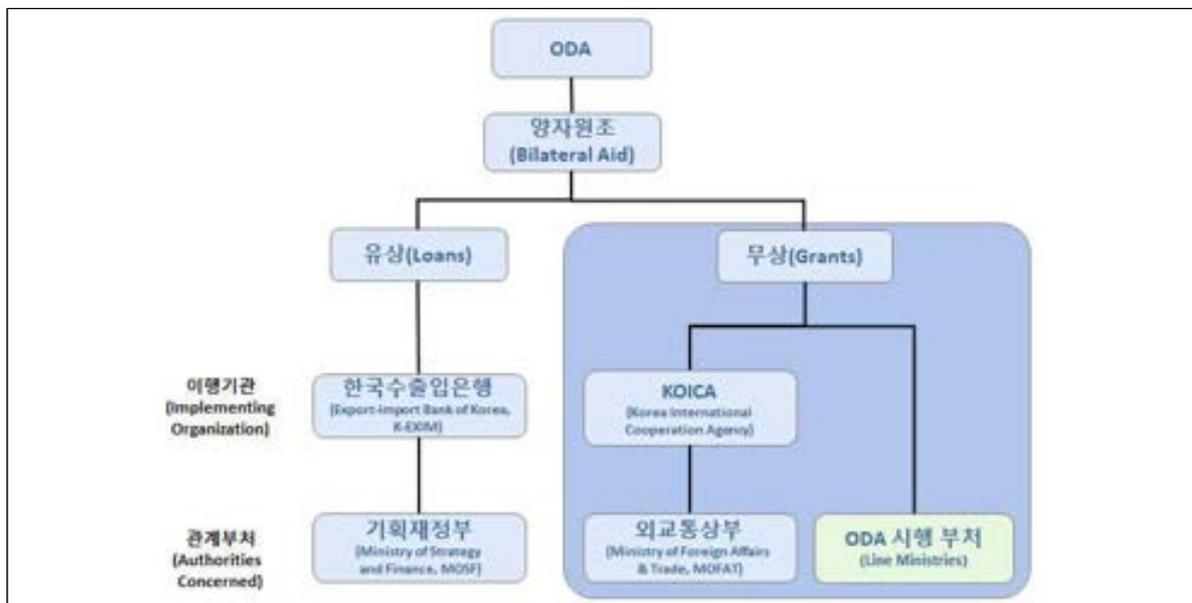
5.3.1 한국의 공적개발원조 자금 활용방안

한국의 공적개발원조 형태는 무상원조와 유상원조로 구분할 수 있다.

무상원조는 다양한 형태의 무상지원, 법적채무를 동반하지 않는 현금 또는 현물이전이다. 즉, 개도국은 공여된 원조자금에 대한 상환의무가 없으며, 그 예로는 기술협력, 식량원조, 재난구호 등이 있다. 대한민국의 실행기관은 외교부 산하의 KOICA이다. 타 부처에서도 특정 분야를 지원하기 위한 무상원조 자금을 실행하는데, 예를 들면 국토교통부의 ‘인프라 ODA’, 산업통상자원부의 ‘산업·에너지 ODA’, 환경부의 ‘그린 ODA’ 등이 있다.

유상원조는 개도국의 민간자금에 비해 유리한 조건으로 공여되는 양허성 공공차관과 법적채무를 동반하는 현금 또는 현물이전이다. 즉, 개도국은 공여된 원조자금에 대한 상환의무가 있으며, 그 예로 개도국의 공공개발 프로그램 및 사업에 대한 지원이 있다. 대한민국의 실행기관은 한국수출입은행이다.

[그림] 우리나라 ODA자금 종류



출처: 연구팀 직접 작성

5.3.2 다자개발은행 자금 활용방안

다자개발은행(Multilateral Development Bank, MDB)이란 경제개발 자금을 지원하는 은행으로서, 다수 차입국 또는 개도국과 다수 재원 공여국 또는 선진국이 가입 자격에 제한 없이 참여하는 은행을 일컫는다. 통상적으로 MDB는 세계은행(World Bank, WB)과 4개의 지역개발은행(미주개발은행(Inter-American Development Bank, IDB), 아프리카개발은행(African Development Bank, AfDB), 아시아개발은행(Asian Development Bank, ADB), 유럽부흥개발은행(European Bank for Reconstruction and Development, EBRD))이 포함된다.

MDB는 출자금과 차입금으로 재원을 조달해, 수익성 있고 채무 상환 전망이 확실한 사업에 한해 경제개발 자금을 지원하고 있다. 따라서 대외신인도가 낮고 채무 상환 능력이 떨어지는 저소득 개도국은 국제 금융시장에서 자금 조달뿐만 아니라 MDB로부터의 차입도 거의 불가능하다. 이에 MDB는 저소득 개도국에 대한 장기·저리의 양허성자금 지원 창구(Concessional lending window)로서 국제개발협회(IDA), 아프리카개발기금(AfDF), 아시아개발기금(AsDF) 등 특별기구 또는 기금을 별도로 설립해 운영하고 있다.

5.3.3 기후·환경기금 자금 활용방안

개도국이 기후변화 대응과 관련한 지속적 개발목표를 설정하고 달성하는데 있어 필요한 프로젝트들의 재정을 지원하는 국제사회의 기금으로 대표적으로는 유엔 기후변화협약에 의한 기금인 지구환경금융(Global Environment Facility, GEF), 녹색기후기금(Global Climate Fund, GCF) 및 적응기금(Adaptation Fund, AF) 등이 있다.

6. 환경협력사업 추진

6.1 환경협력사업 도출

몽골 울란바토르 대기질개선 마스터플랜 수립 과정에서 19개의 협력사업이 발굴되었으며, 이 중에서 이행자금 연계를 통해 현지 사업화를 할 수 있는 프로젝트 유형의 사업은 12건 이며 아래와 같다.

<표> 환경협력사업 도출 목록

No.	구분	사업명
1	고정오염원	울란바토르시 열병합발전소 전기집진기 개선 및 설치
2		울란바토르시 열병합발전소 탈황설비 도입
3		사업장 대기오염 물질 관리시스템 (CleanSYS) Pilot 설치
4		가스연료 열전용 보일러 (HOBs) 도입
5	이동오염원	배출가스 검사제도 이행을 위한 측정장비 도입
6		몽골 노후경유차 배출물질 저감을 위한 DPF 시범 도입
7		LPG 충전소 확충
8		전기차 충전소 확충
9	모니터링	대기오염정보관리 시스템(NAMIS) 구축
10		몽골 대기환경모니터링 정보공개 시스템(Agaar) 개선
11		대기오염 고정측정소 확대
12		대기오염 이동측정소(차량) 도입

6.2 환경협력사업 재원확보 방안

「대기오염정보관리 시스템(NAMIS) 구축」, 「몽골 대기환경모니터링 정보공개 시스템(Agaar) 개선」, 「대기오염 고정측정소 확대」 및 「대기오염 이동측정소(차량) 도입」 과 「사업장 대기오염물질 관리시스템 Pilot 설치」 를 통합하여 「UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업」으로 사업을 구성, 환경부 부처 ODA 자금으로 이행하기 위하여 사업계획서 작성을 추진하였다.

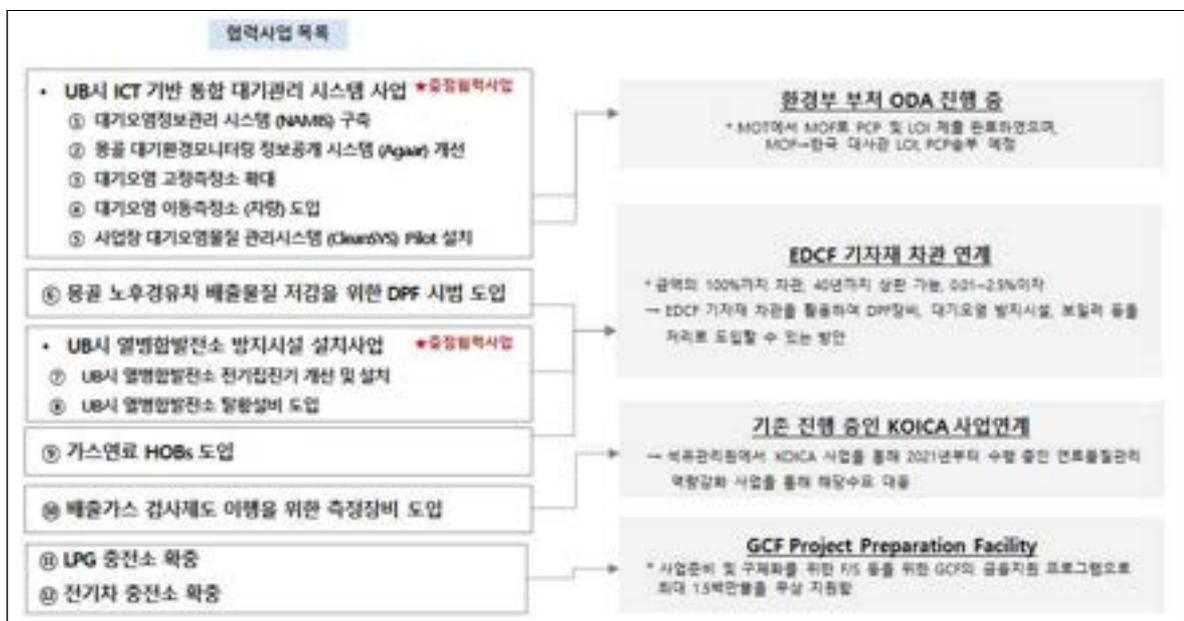
「울란바토르시 열병합발전소 전기집진기 개선 및 설치」 와 「울란바토르시 열병합발전소 탈황설비 도입」 을 통합한 「UB시 열병합발전소 방지지설 설치사업」, 「몽골 노후경유차 배출물질 저감을 위한 DPF 시범 도입」, 「가스연료 HOBs 도입」 등 몽골 현지에 기자재를 도입하는 유형의 사업은 EDCF에서 제공하는 기자재 차관을 연계하여 재원을 확보할 수 있다.

*EDCF 기자재 차관은 금액의 대상국으로 도입되는 기자재 금액의 100%까지 차관이 가능하고, 최대 40년까지 상환이 가능하다. 이자율은 0.01~2.5% 수준이다.

「배출가스 검사제도 이행을 위한 측정장치 도입」은 올해부터 몽골에서 KOICA 사업으로 석유관리원이 수행 중인 ‘몽골 대기환경 개선을 위한 에너지원 품질관리 역량 강화사업’에서 해당 분야를 다루고 있으므로, 이 사업과 연계하여 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

「LPG 충전소 확충」 및 「전기차 충전소 확충」은 대규모의 자금이 수반되는 사업으로 GCF 자금과 연계한 추진 방안을 고려할 수 있으므로, GCF 본 사업 이행에 선행하여 사업을 준비하고 구체화에 활용할 수 있는 F/S자금인 ‘GCF Project Preparation Facility’를 활용하여 사업을 추진할 수 있을 것이다.

[그림] 환경 협력사업 자금연계방안



6.3 우선협력사업 개요

도출된 협력사업을 대상으로 몽골 현지도입 관점에서의 시급성, 당위성, 파급력 등을 바탕으로 「UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업」과 「UB시 열병합발전소 방지시설 설치」를 우선협력사업으로 선정하였다.

「UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업」의 경우, 환경부 부처 ODA 자금으로 사업을 이행하고자 몽골 환경관광부와 협업하여 사업계획서(PCP)를 작성하고, 몽골 환경관광부의 사업추진 의향서(LOI)를 몽골 기재부 측에 제출한 상태이다.

「UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업」은 몽골의 대기오염 모니터링 시스템(Agaar)를 개선하고, 대기질 측정소를 확대하며, 사업장에서 배출되는 대기오염물질을 실시간으로 측정하고 모니터링 할 수 있는 굴뚝 대기오염배출량 모니터링시스템(CleanSYS)를 시범 도입하는 사업이다.

[그림] UB시 ICT기반 통합 대기관리 시스템 사업개요

사업개요	사업명: UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업
<ul style="list-style-type: none"> 사업기간: 2022~2026년 (총 5개년) 사업내용: 현행 대기환경모니터링 시스템 개선 및 신규 굴뚝 배출량 실시간 모니터링 지원용 시스템 구축 사업비: 약 90억 원 사업목적: 신뢰성 있는 대기질 자료 생산으로 효율적인 대기개선 정책대안을 위한 자료 제공 수행기관: 환경관광부(MET) 수혜자: 몽골 중앙정부, 지방정부, 환경관광부, 에너지부, 몽골 시민 	<ul style="list-style-type: none"> 사업목적: 울란바토르시 대기질 실시간 감시체계 구축을 통한 대기관리 역량 강화 사업개요: ① 현행 대기오염모니터링 관리시스템인 Agaar의 기능을 개선 및 대기오염측정소를 확대 하고 ② 울란바토르의 대규모 배출시설인 열병합발전소 굴뚝에 실시간으로 배출농도 및 배출량을 측정할 수 있는 감시체계를 구축하여 몽골의 대기관리역량 강화를 꾀함. <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> 기대효과: 효과적인 대기질 데이터 생산 → 자료분석을 통한 효율적 정책 마련 → 대기질 개선정책 효과상승 → 대기관리 역량 강화

「UB시 열병합발전소 방지시설 설치사업」은 울란바토르 시 전력공급의 60%이상을 차지하고, 700MW로 발전용량이 가장 큰 TES-4 열병합발전소를 대상으로 노후 집진기를 교체 설치하는 사업이다.

[그림] UB시 열병합발전소 방지시설 설치사업 개요

사업개요	사업명: UB시 열병합발전소(TES-4) 방지시설(집진기) 설치사업
<ul style="list-style-type: none"> 사업기간: 2022년 (EPC 계약재차관 연계) 사업내용: TES-4 발전소 내 방지시설 (전기집진기) 교체 설치사업 사업비: 400억 원 (국가 설치 자금) 사업목적: 열병합발전소 내 방지시설 설치로 대기오염 배출물질 저감을 통한 울란바토르시 대기질 향상에 기여 수행기관: 환경관광부(MET), 에너지부 수혜자: 몽골 중앙정부, 지방정부, 환경관광부, 에너지부, TES-4발전소, 몽골 시민 	<ul style="list-style-type: none"> 사업목적: 울란바토르시 열병합발전소 내 대기오염물질(먼질 등) 배출량 감축으로 대기질 개선 사업개요: TES-4 발전소 내에 기존 중인 8개 보일러에 설치된 집진시설은 모두 가동한 지 30년 이상이 되었으며, 노후화로 인해 성능의 기능이 제대로 작동하고 있지 않음. 이에 따라, 8개 보일러의 집진시설을 교체 설치하는 사업을 제안함 (사업규모) 전기집진시설 1대당 50억 (100MW급) X 8대=400억 집진시설 1대당 기존시설 철거비용 약 10억, 새 시설 설치공사 약 30억이 필요하여 8대 교체 시 약 300억 정도의 공사비용이 예상되며, 해당 부분은 몽골 정부차관이 필요 <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> 기대효과: ① 대기질 개선, ② 발전소의 경제적 손실 저감, ③ 몽골의 대형 발전소 내 오염물질 방지 시설 보급확대

목차

1부. 환경개선 계획 수립	13
제1장 사업개요	13
1.1 사업의 목적 및 필요성	13
1.2 사업의 범위	16
1.3 사업의 추진전략 및 방법	21
1.4 사업의 추진경위	25
1.5 주요 추진 활동	44
제2장 사업대상국가 현황조사	53
2.1 국가 현황조사	53
2.2 시장조사	68
2.3 대기질 유관 국가개발계획 현황	81
2.4 환경분야 관리현황	90
제3장 환경제도·정책현황 및 개선안 제안	99
3.1 몽골의 대기관리 현황	99
3.2 한국의 대기관리 현황	129
3.3 대기관리 분야 정책제안	144
제4장 사업대상지역 현황	167
4.1 울란바토르시 일반현황	167
4.2 대기관리 현황	175
제5장 환경협력사업 발굴 및 기본계획 수립	191
5.1 환경협력사업 접근방법	191
5.2 분야별 환경협력사업 목록	191
5.3 자금확보 방안	209
2부. 후속사업 발굴	233
제1장 환경협력사업 추진	233
1.1 환경협력사업 도출	233
1.2 환경협력사업 자원확보 방안	233
1.3 우선협력사업 요약	234

제2장 UB시 열병합발전소 방지시설 설치사업 기본계획	239
2.1 사업의 개요	239
2.2 현지조사	247
2.3 추정사업비 산정	253
2.4 정책적 타당성	255
2.5 기술적 타당성	256
2.6 경제적 타당성	258
2.7 환경영향분석	264
2.8 성과활용	265
2.9 재정계획	265
2.10 제언	266
제3장 UB시 ICT기반 통합 대기관리 시스템 사업 기본계획	269
3.1 사업의 개요	269
3.2 현지조사	284
3.3 추정사업비 산정	293
3.4 정책적 타당성	296
3.5 기술적 타당성	297
3.6 경제적 타당성	298
3.7 환경영향분석	299
3.8 성과활용	301
3.9 재정계획	301

〈표 차례〉

〈표 1〉 사업의 성과지표	15
〈표 2〉 사업 추진주체 현황	20
〈표 3〉 역량강화 프로그램 일정표	44
〈표 4〉 역량강화 프로그램 참석자 명단	45
〈표 5〉 몽골 일반현황	54
〈표 6〉 몽골 외교현황	55
〈표 7〉 한-몽 협정 발효 현황	57
〈표 8〉 몽골 무역협정 발효 현황	58
〈표 9〉 한·몽 양국 간 주요 수출입 품목 (2020년 7월 기준)	65
〈표 10〉 2016-2019년 몽골 주요 수입현황	66
〈표 11〉 2016-2019년 몽골 주요 수출현황	66
〈표 12〉 몽골 경제 일반현황	68
〈표 13〉 몽골 외국인 투자유치제도 현황	70
〈표 14〉 몽골의 주요 기관별 신용평가등급	71
〈표 15〉 몽골 주요 경제지표	72
〈표 16〉 몽골 에너지원별 발전량 (2011-2018) (단위: GWh)	73
〈표 16〉 몽골 에너지원별 발전량 (2011-2018) (단위:GWh)	73
〈표 17〉 몽골 전력 수급 현황 (2011-2019) (단위: 백만kWh)	74
〈표 18〉 몽골 전력 수입량 동향 (2014-2019) (단위: 백만kW)	74
〈표 19〉 21개 아이막 별 에너지 공급구조 (단위: 개)	76
〈표 20〉 몽골 15개 전략광산 위치 및 매장량	78
〈표 21〉 Vision 2050 내용	83
〈표 22〉 Vision 2050의 2021~2030 실행행동 중 환경, 대기, 에너지 분야 발췌 내용	84
〈표 23〉 몽골 국가발전을 위한 5개년 지침 2021-2025 목표	85
〈표 24〉 몽골정부 행동계획(Action Program of the Government of Mongolia) 2020-2024	86
〈표 25〉 몽골 정부 행동계획 2020-2024 중 환경, 대기, 에너지 분야 발췌 내용	87
〈표 26〉 녹색개발정책 전략 목표	88
〈표 27〉 몽골 환경 분야 유관 법령 및 정책 현황	90
〈표 28〉 타 원조기관의 몽골 대기관리 분야 진출 세부현황	93
〈표 29〉 국내 타 부처의 몽골 대기관리 분야 진출 세부현황	94
〈표 30〉 국내 민간기업의 몽골 대기관리 분야 진출 세부현황	96
〈표 31〉 몽골 환경관광부의 전략목표	100
〈표 32〉 몽골 에너지부 산하조직	102
〈표 33〉 몽골 대기관리 분야 법령	108
〈표 34〉 대기법 세부내용	108
〈표 35〉 대기오염요금법 세부내용	112

<표 36> 대기오염요금법 요금책정 방법	113
<표 37> 몽골 대기관리 분야 정책	114
<표 38> 몽골 NPRAEP 활동계획	114
<표 39> 몽골 NPRAEP 이행 평가기준	117
<표 40> 몽골 대기관리 분야 기준	118
<표 41> 실외 대기오염물질 환경기준 (MNS 4585:2016)	119
<표 42> 실내 대기오염물질 환경기준 (MNS 4585:2016)	120
<표 43> 질소산화물(NOx)의 최대 허용 수준 (MNS 5919:2008)	121
<표 44> 이산화황(SO2)의 최대 허용 수준 (MNS 5919:2008)	121
<표 45> 일산화탄소(CO)의 최대 허용 수준 (MNS 5919:2008)	122
<표 46> 비산재(Fly Ash)의 최대 허용 수준 (MNS 5919:2008)	122
<표 47> CO, SO2, 비산재의 최대 허용 수준 (MNS 6298:2011)	123
<표 48> NOx의 최대 허용 수준 (MNS 6298:2011)	123
<표 49> 최대 4.2MW 용량의 HOB, 일반 기술 요구사항 (MNS 5043:2016)	124
<표 50> 가정용 스토브 적용기준 (MNS 5216:2016)	124
<표 51> 가솔린엔진 차량 배기가스 최대 허용기준 (MNS 5013:2009)	125
<표 52> 디젤엔진 차량 그을음 최대 배출량 (MNS 5014:2009)	125
<표 53> 개선된 고체연료 품질기준 (MNS 5679:2019)	126
<표 54> 무연 휘발유의 물리적, 화학적 및 사용의 품질기준 (MNS 0217:2017)	127
<표 55> 디젤의 물리적, 화학적 및 사용의 품질기준 (MNS 6861:2020)	128
<표 56> 한국의 대기관련 법령 및 계획·정책	131
<표 57> 한국 오염물질별 목표배출량 (6개 지역)	132
<표 58> 한국 오염물질별 배출량 전망	132
<표 59> 제 2차 대기환경개선 종합계획 內 대기질 개선 핵심 추진과제	133
<표 60> 환경부 소속기관 개요 및 주요업무	137
<표 61> 환경부 산하기관 개요 및 주요업무	139
<표 62> 국내 대기오염 모니터링 거버넌스 세부현황	141
<표 63> CleanSYS 유관기관 및 역할	142
<표 64> 대기관리 분야 제안정책	144
<표 65> 배출원 별 분류체계 예시	158
<표 66> 대기오염물질 인벤토리 원칙	159
<표 67> 몽골 및 서울의 BaP-TEQ 값 비교	161
<표 68> 산성강하물 측정망 구성요소(안)	163
<표 69> 초미세먼지 분석 대상 및 분석기기	163
<표 70> 울란바토르 현황	167
<표 71> 울란바토르 행정구역 현황	167
<표 72> 울란바토르 주요산업 현황 (단위: MNT)	168
<표 73> 울란바토르 5개년 경제지표	169

<표 74> 울란바토르 5개년 사회지표169

<표 75> 울란바토르 및 기타지역 인구밀도 (단위: 명/km2)170

<표 76> 울란바토르 10세 이상 인구 교육 수준(2020년 기준) (단위: 수)170

<표 77> 몽골 열병합발전소 및 열생산플랜트 현황171

<표 78> 2012년-2019년 울란바토르 차종별 등록현황 (단위: 대)172

<표 79> 2012년-2019년 울란바토르 차량연식 현황 (단위: 대)173

<표 80> 2017-2018년 연료별 울란바토르 등록 차량 수 (단위: 대)173

<표 81> 연도별 울란바토르 도로 길이 (단위: km)174

<표 82> IACC 10대 목표177

<표 83> 울란바토르 대기오염 저감 마스터플랜 1단계(2018-2019) 목표179

<표 84> 울란바토르 대기오염 저감 마스터플랜 2단계(2020-2025) 목표180

<표 85> APRD 대기관리 전략 목표 (1)182

<표 86> APRD 대기관리 전략 목표 (2)182

<표 87> APRD 대기관리 전략 목표 (3)183

<표 88> APRD 대기관리 전략 목표 (4)183

<표 89> APRD 대기관리 전략 목표 (5)184

<표 90> APRD 목표 2 달성을 위한 활동내역185

<표 91> APRD 목표 3 달성을 위한 활동내역187

<표 92> APRD 목표 5 달성을 위한 활동내역187

<표 93> 분야별 환경협력사업 목록191

<표 94> 사업장 대기오염물질 관리시스템 도입 절차 계획197

<표 95> 한국 대기오염모니터링 측정소 운영현황 (2019년 6월 기준)208

<표 96> 한국 무상원조사업 시행절차211

<표 97> EDCF 협조유자 유형212

<표 98> EDCF의 MDB 협조유자 유형212

<표 99> 유상원조사업 시행절차213

<표 100> WB Group 기구별 개요215

<표 101> WB 차관 종류별 특징217

<표 102> ADB 차관의 종류220

<표 103> GEF 승인기관225

<표 104> GCF 지원 사업 분야227

<표 105> GCF 사업 규모227

<표 106> 도출 환경 협력사업233

<표 107> 사업의 추진경위242

<표 108> 전기집진기 기본사양244

<표 109> 전기집진기 기본 설계조건244

<표 110> 방지시설 운영관리 역량강화 방안245

<표 111> 사업의 이해관계자 및 역할247

<표 112> TES-4 전기 및 난방 생산 현황 (2020년 11월 기준)	249
<표 113> 울란바토르 발전소 연간 석탄 사용량	249
<표 114> TES-4 보일러 사양	249
<표 115> Baganuur 갈탄의 품질 검사결과	250
<표 116> Shivee-Ovoo 석탄의 품질 검사결과	250
<표 117> TES-4 전기집진기 사양	251
<표 118> TES-4 전기집진기 구성요소	251
<표 119> 추정사업비	253
<표 120> 노후 전기집진기 교체 사업기간	255
<표 121> 주요 경제적 타당성 분석기법 비교	259
<표 122> 총 비용편익 산정	262
<표 123> 사업의 잠재적 환경영향 평가	264
<표 124> 몽골의 대기질 개선 정책현황	270
<표 125> ICT 기반 통합 대기질관리 인프라 구축 세부활동	274
<표 126> 정도관리 단계별 조치사항	279
<표 127> 정도관리 체계구축 방안	279
<표 128> 형식승인 및 정도검사 정의	281
<표 129> 정도검사와 교정의 차이점	281
<표 130> 대기질 관리 인적자원 기반 구축 세부 활동	282
<표 131> 대기관리 정책기반 마련 세부 활동	282
<표 132> 이해관계자 분석방안	284
<표 133> 울란바토르시 내 대기오염 자동측정소별 측정물질	286
<표 134> 몽골 대기환경 기준 현황	287
<표 135> 추정사업비 산정(안)	294
<표 136> 사업추진계획 및 일정	295
<표 137> 사업의 잠재적 환경영향 평가	300

〈그림 차례〉

[그림 1] 울란바토르시의 난방 유형별 사용 가구 수	13
[그림 2] 몽골 지도	16
[그림 3] 사업 추진내용 및 추진성과	16
[그림 4] 사업목표 및 사업범위	21
[그림 5] 사업수행 조직도	23
[그림 6] 월별 주요 추진현황	25
[그림 7] 역량강화 1일차 현황(모니터링 부문)	46
[그림 8] 역량강화 1일차 현황(이동오염원 부문)	46
[그림 9] 역량강화 1일차 현황(고정오염원 부문)	47
[그림 10] 역량강화 2일차 현황(고정오염원 부문)	47
[그림 11] 역량강화 2일차 현황(이동오염원 부문)	48
[그림 12] 역량강화 2일차 현황(모니터링 부문)	48
[그림 13] 홈페이지 구축현황	49
[그림 14] 울란바토르 지도	53
[그림 15] 몽골 정부기관 조직도	59
[그림 16] 몽골의 사망원인 비율 (단위: %)	63
[그림 17] 몽골 내 호흡기질환 발생현황 (단위: 1만명당 환자수)	63
[그림 18] 몽골 내 폐암 발생률 및 사망률 (단위: 10만명당 환자/사망자수)	64
[그림 19] 몽골 2010년-2019년 해외직접투자규모 (단위: 백만 달러)	69
[그림 20] 몽골 에너지원별 발전량 (2011-2018) (단위: GWh)	73
[그림 21] 몽골 에너지공급 시스템 및 전력 송전망	77
[그림 22] 몽골 15개 전략광산 위치 및 매장량	78
[그림 23] 2019년 전력생산용 석탄 사용량 (단위: 천톤) ('19년 기준, 연구팀 직접작성)	79
[그림 24] 2019년 부문별 석탄 사용량 및 석탄 수출량	79
[그림 25] 석탄생산량 (1990-2018) (단위: Ktoe)	80
[그림 26] 석탄 종류별 소비량 (1990-2018) (단위: Ktoe)	80
[그림 27] 부문별 석탄소비량 (1990-2018) (단위: Ktoe)	80
[그림 28] 대기 중 연평균 이산화황 농도 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	91
[그림 29] 대기 중 연평균 이산화질소(NO ₂) 농도 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	91
[그림 30] 몽골 환경관광부 조직현황	99
[그림 31] 몽골 환경관광부 산하기관	100
[그림 32] 몽골 에너지부 조직현황	102
[그림 33] 몽골 기상청 조직현황	103
[그림 34] 몽골 도로교통개발부 조직현황	104
[그림 35] 몽골 도로교통개발부 산하기관	104

[그림 36] 몽골 국가도로운송센터 조직현황	105
[그림 37] 몽골 광중공업부 조직현황	106
[그림 38] 몽골 광물석유청 조직현황	107
[그림 39] 한국 오염물질별 배출량 전망	133
[그림 40] 한국 환경부 조직현황	136
[그림 41] 굴뚝 배출량 모니터링 거버넌스	140
[그림 42] 굴뚝 배출량 모니터링 거버넌스 세부현황	141
[그림 43] 선진국 주요도시 대기오염도	151
[그림 44] 한국 대기오염물질 배출량 산정시스템(CAPSS) 개요	157
[그림 45] 한국 배출량 산정시스템 현황	158
[그림 46] 몽골의 BaP-TEQ	161
[그림 47] 서울의 BaP-TEQ	161
[그림 48] 2012년-2019년 울란바토르 차종별 등록현황 (단위: 대)	172
[그림 49] 2012년-2019년 울란바토르 차량 연식별 비중 (단위: 대)	173
[그림 50] 몽골 울란바토르시 환경청 조직현황	175
[그림 51] 몽골 APRD 조직현황	176
[그림 52] 몽골 울란바토르 시장실 조직현황	177
[그림 53] IACC 조직현황	178
[그림 54] IACC 내 대기질 감사부서 조직현황	178
[그림 55] 오염원별 SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ 배출량 (2015년 기준)	193
[그림 56] 사업장 대기오염물질 관리시스템 도입 절차 계획	197
[그림 57] 한국의 TMS 운영 사례	197
[그림 58] 매연저감장치 종류	204
[그림 59] NAMIS 시스템 세부내용	208
[그림 60] 대기오염 배출원 종류	208
[그림 61] 한국 ODA 자금 종류	210
[그림 62] WB 차관 프로젝트 수행절차	217
[그림 63] WB의 PAD 문서(예시)	218
[그림 64] ADB 차관 프로젝트 수행절차	220
[그림 65] AIIB 차관 프로젝트 수행절차	222
[그림 66] GEF의 일반규모 사업(FSP) 사업수행 절차	225
[그림 67] GCF 사업제안 및 승인 절차	228
[그림 68] 환경 협력사업 자금연계방안	234
[그림 69] UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업개요	235
[그림 70] UB시 열병합발전소 방지시설 설치사업 개요	235
[그림 71] TES-4 위치 및 시설 현황	243
[그림 72] TES-4 전경사진	248
[그림 73] 대기관리의 기본적인 접근법	269

[그림 74] 몽골 환경관광부 조직체계271

[그림 75] 몽골 기상청 조직체계271

[그림 76] 단계별 세부 사업 추진 계획273

[그림 77] 한국의 굴뚝배출량 감시체계 구성도274

[그림 78] 굴뚝 실시간 모니터링 측정장비 설치 구성도275

[그림 79] 관제센터 구성(안)275

[그림 80] 고정측정소 설계도(안)276

[그림 81] 이동측정소 설계도(안) (운송차량 제외)276

[그림 82] 데이터 관리시스템 구성(안)277

[그림 83] Mongolia NAMIS 기능 구조도278

[그림 84] Air Mongolia 기능 구조도278

[그림 85] 사업 수행조직(안)285

[그림 86] 울란바토르 미세먼지(PM10) 농도 현황 (단위: mg/m³)287

[그림 87] 울란바토르 미세먼지(PM2.5) 농도 현황 (단위: mg/m³)288

[그림 88] 몽골 울란바토르 Aqaar 시스템 구성도289

[그림 89] 환경관광부 운영 자동측정소 데이터 수집체계289

[그림 90] 몽골 울란바토르 Aqaar 시스템 대국민공개 웹사이트291

[그림 91] 몽골 TES-4 대기오염 배출량 모니터링 시스템292

[그림 92] 미세먼지 크기 및 입경별 침착위치300

1부 환경개선 계획 수립

제1장 사업개요

1.1 사업의 목적 및 필요성

1.2 사업의 범위

1.3 사업의 추진전략 및 방법

1.4 사업의 추진경위

1.5 주요 추진 활동

1부. 환경개선 계획 수립

제1장 사업개요

1.1 사업의 목적 및 필요성

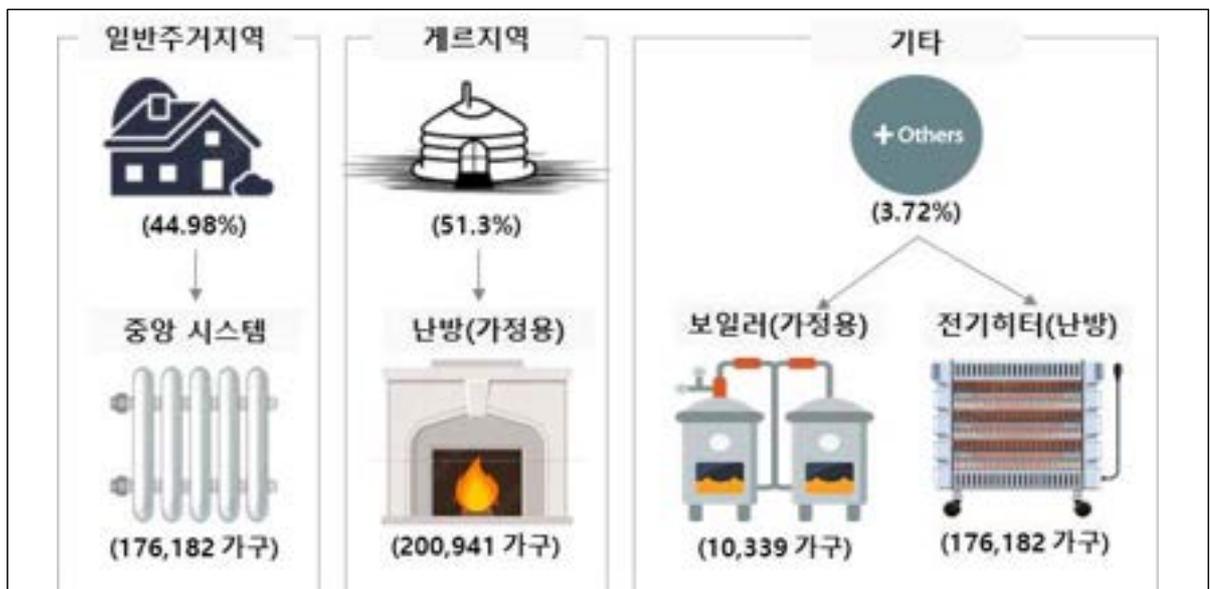
1.1.1 사업의 배경 및 필요성

(1) 몽골의 대기오염 현황

몽골은 최근 10여 년간 고도의 산업화 및 급속한 경제성장으로 인해, 대기오염 등의 환경오염 문제가 대두되고 있다. 특히, 울란바토르시는 인구가 밀집되어 있고, 초미세먼지(PM2.5) 농도는 2020년 기준 연평균 $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (IQAir, 2020)로 세계에서 미세먼지가 세 번째로 높은 도시로 선정되는 등 도시 환경문제가 심각한 수준이다.

겨울철의 가장 큰 대기오염의 원인으로 지목되고 있는 것은 게르(Ger)촌의 저급연료를 사용한 난방이다. 몽골 전역의 지난 10년간(2010년~2020년) 겨울철(11월~3월) 평균온도는 영하 28.9°C 이며, 울란바토르시의 겨울철 평균온도는 영하 27.5°C 로 나타나고 있다. 특히, 몽골의 최저온도가 영하 50°C , 울란바토르시의 최저온도는 영하 37°C 로 나타나는 등 모든 가정의 난방이 매우 불가피한 상황이다. 몽골 전체 인구의 47% 이상이 울란바토르시에 거주하고 있으며, 게르촌 저소득층 주민들은 페타이어 등의 저급연료를 사용하여 난방을 하고 있어 대기 오염물질 배출이 심각한 상황이다.

[그림 1] 울란바토르시의 난방 유형별 사용 가구 수



출처: 몽골 통계청 (www.i212.mn) (연구팀 직접작성)

(2) 대기오염 문제를 개선하기 위한 몽골 정부의 정책적 노력

대기 오염으로 인해 폐암과 천식으로 사망하는 인구가 증가하면서, 몽골 정부는 저압 증기 보일러 제거, 에너지원 확대, 대기질 모니터링 센터 확대 등의 노력을 기울였다. 2016년에는 게르 지역의 가정에 야간 전력 할인 정책을 도입하면서 난방용 석탄을 사용하는 가정에 전기 히터를 대체 사용하도록 유도하였다. 이러한 노력의 일환으로, 2017년 3월, 몽골 정부는 ‘대기 및 환경오염 저감을 위한 국가 프로그램(NPRAEP, The National Program on Reduction of Air and Environment Pollution)’을 승인했다. 이 프로그램을 통해 대기 오염물질을 80% 줄이고, 울란바토르의 화력 발전소를 제외한 모든 곳에서 미처리 석탄 사용을 금지하며, 2025년까지 대기 및 환경오염을 50% 이상 줄일 것으로 예상된다.

또한, 몽골 정부는 지난 2018년 2월 28일, 결의안 제62호 “원탄 사용금지”를 발표하여 2019년 5월 15일부터 울란바토르시의 6개 구역에서 가정용 원탄 사용을 금지시키는 등 대기오염 문제 개선을 위한 정책적 노력을 기울이고 있다.

몽골 정부는 국가개발전략 중 하나인 ‘몽골 장기개발정책 VISION 2050’의 주요 분야에 환경을 포함하였고, 세부과제로 환경오염 감소·방지 및 친환경기술 도입정책을 제시하고 있다.

[참고] ‘VISION 2050’ 9개 분야

- #1. 국가가치 공유
- #2. 인간개발
- #3. 삶의 질 향상 및 중산층 확대
- #4. 경제발전
- #5. 바른 정부
- #6. 녹색성장
- #7. 평화롭고 안전한 사회
- #8. 지역개발
- #9. 울란바토르 및 위성도시 발전

출처: 몽골 법령사이트 (www.legalinfo.mn/) (연구팀 직접작성)

몽골은 환경오염 증가로 인한 몽골 국민의 안전한 생활환경 보장을 위하여 ‘대기 및 환경오염 저감을 위한 국가 프로그램(NPRAEP)’을 마련하였으며, 5개 목표 및 이를 달성하기 위한 활동들을 구성하여 이행하고 있다.

[참고] NPRAEP의 5대 목표

- #1. 도시의 대기질 및 환경 개선 (효율적인 정책, 인프라 개발 및 지역개발을 통한 지역 분산)
- #2. 환경 친화적이고 선진화된 기술 도입을 통한 오염원 감소
- #3. 차량 배기가스 감축을 위한 포괄적인 조치 수행
- #4. 대기 및 환경오염 활동에 대한 명확한 관리 및 조직화, 대기 및 환경오염 감소를 위한 장려제도 구축
- #5. 환경오염 감소에 대한 시민 참여 및 책임감 증대, 건강한 생활습관 및 태도 배양, 환경 모니터링 및 분석 역량 강화

출처: 몽골 법령사이트 (www.legalinfo.mn/) (연구팀 직접작성)

(3) 몽골 정부의 정책적 노력의 한계와 문제점

이러한 몽골 대기질 개선 노력을 반감하는 주요 원인으로서는 몽골 정부의 정책이행 미흡, 정책 간 일관성 및 조직성 결여, 공무원 역량부족 및 참여 부족 등이 지목되고 있다. (UN, 2019) 기존에 수립된 대기오염 관리 법률과 규제를 적절하게 시행하기 위해서는 효과적인 이행 감독이 필수적이다. 이를 달성하기 위해서는 대기오염 관리기관 및 감독기관 담당자들의 관련기술 이해도와 지식 확대가 필수적이므로, 본 마스터플랜 수립지원 사업을 통해 관련 역량을 강화할 수 있는 개선안을 제안하고자 한다.

1.1.2 사업의 목적

(1) 사업의 목적

본 사업은 몽골 울란바토르시의 대기환경 개선을 위한 마스터플랜을 수립하는 것이 목표이며, 본 사업을 통해 도출된 양국 협력사업을 토대로 몽골 울란바토르 대기질 개선과 함께 우리 환경기업의 몽골시장 진출기회를 마련할 것으로 기대된다.

(2) 사업의 성과지표

사업 초기 본 사업의 주요 성과목표는 정책제안을 포함한 협력사업 발굴 12건, 중점협력사업 PCP(Project Concept paper, 사업개요서) 2건 작성, 울란바토르시 대기환경 개선 마스터플랜 1식이었다.

사업 이행 결과, 정책제안 7건 및 협력사업 12건 등 총 19건의 협력사업이 발굴되었으며 대기질 모니터링 협력사업과 사업장 배출오염물질 모니터링 협력사업을 통합한 대기환경 모니터링 시스템 도입사업 PCP 1건을 작성하였다. 또한, 몽골 정부 담당자 대기질관리 역량강화를 위하여 울란바토르 현지에서 개최예정이었던 환경기술 역량강화 행사와 몽골 정부담당자 국내 초청연수는 COVID-19 상황으로 인하여 온라인 역량강화로 통합하여 1회 진행하였다.

<표 1> 사업의 성과지표

구분	당초계획	최종성과
사업발굴	협력사업 발굴 12건	협력사업 발굴 19건 (정책제안 7건 포함)
	중점협력사업 PCP 2건	중점협력사업 PCP 1건 (5개 사업을 통합하여 1건으로 작성)
성과물	대기환경 모니터링 시스템 개념설계도 1식	대기환경 모니터링 시스템 개념설계도 1식
	울란바토르 대기질 개선 마스터플랜 1식	울란바토르 대기질 개선 마스터플랜 1식
행사	몽골 정부 담당자 초청연수 1건	온라인 대기관리 역량강화 1건
	우수 환경기술 현지 Outbound 교육 1건	

1.2 사업의 범위

1.2.1 사업의 대상지역

몽골의 사업대상지는 몽골의 수도인 울란바토르시이며, 울란바토르 시의 대기질 개선을 위하여, 고정오염원, 이동오염원 및 모니터링 분야를 대상으로 마스터플랜을 수립하였다.

[그림 2] 몽골 지도



1.2.2 사업 추진 목표별 세부 내용

본 사업은 고정오염원·이동오염원·모니터링 부문 협력사업 도출, 마스터플랜 수립, 몽골 정부 역량강화 진행 등 총 5개 분야로 세분화하여 진행하였다.

[그림 3] 사업 추진내용 및 추진성과

사업의 목표	사업 추진내용	추진성과
① 고정오염원 연료 및 방지 시설 부문 협력사업 도출	<ul style="list-style-type: none"> 발전소 시설 진단 HCB, 난방기 운영체계 조사 개선방안 도출 및 (중점)협력사업 도출 중점사업에 대한 PCP 작성 	<ul style="list-style-type: none"> 발전소 방지시설 설치 협력사업 도출 (20.6~20.12) 현지 발전소, HOBs 조사 실시 (21.3) UB시 가스보일러 현황 조사 및 HOBs 도입 협력사업 도출 (21.7)
② 이동오염원 연료분석 및 관리체계 협력사업 도출	<ul style="list-style-type: none"> 수송시스템 관리체계 현황조사 개선방안 도출 및 (중점)협력사업 도출 중점사업에 대한 PCP작성 	<ul style="list-style-type: none"> 몽골 공공버스 대상 DEF 도입 협력사업 도출 이동오염원 분야 정책 제안
③ 모니터링 시스템 기본설계 및 추가 협력사업 도출	<ul style="list-style-type: none"> 대기오염원 기반 측정지점 도출 ICT기반 측정 모니터링 시스템 기본설계 및 PCP 작성 측정 모니터링 부문 추가협력사업 도출 	<ul style="list-style-type: none"> 대기오염측정데이터 수집·관리 시스템 기본설계 1식 대기오염자동측정소 현재 위치 평가 및 추가 설치지역 6군 제안 석탄발전소 굴뚝 배출량 실시간 관리 시스템 도입 제안
④ 마스터플랜 수립	<ul style="list-style-type: none"> 정책, 통계, 시장, 기술수준 조사 정책제안 및 마스터플랜 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 마스터플랜 보고서 국문 1식 마스터플랜 보고서 몽골어 및 영문 각 1식
⑤ 현지 정부 역량강화	<ul style="list-style-type: none"> 수용국 관계자 초청연수 우수환경기술 Outbound 교육 	<ul style="list-style-type: none"> 온라인 역량강화 실시 (21.7.21-22) COVID-19로 인해 진행불가

(1) 고정오염원(Stationary Sources) 연료 및 방지시설 부문 협력사업 도출

고정오염원 부문은 열병합발전소(Combined Heat & Power, CHPs), 열전용 보일러(Heat Only Boilers, HOBs), 가정에서 사용하는 난방기에 대한 법률, 정책, 기준 등 문헌조사를 수행하고, 운영 및 관리 체계를 진단하였다. 이를 토대로 정책 및 행정 부문의 개선점을 발굴함과 동시에 기술적 대안을 함께 고려하여 고정오염원 분야의 협력 사업을 도출하였다.

협력사업 도출을 위해, 기존에 몽골에서 수행된 대기관련 사업의 보고서 및 연구 자료를 참고하여 몽골 내 고정오염원 시설 및 운영 현황을 파악하였다. 기존에는 전문기관과 공동으로 현지답사를 진행하여 협력사업을 도출할 계획이었으나, COVID-19 상황으로 인해 국내기관의 현지사무소를 통해 현지답사를 진행하고 몽골 정부이해관계자 등의 인터뷰를 수행하였다.

이에 따라, 고정오염원 협력사업으로는 울란바토르시 열병합발전소 전기집진기 개선 및 설치사업, 울란바토르시 열병합발전소 탈황설비 도입사업, 사업장 대기오염물질 관리시스템(CleanSYS) Pilot 설치사업, 가스연료 HOBs 도입사업 등을 발굴하였다. 협력사업 수행을 위한 정책은 대기오염물질 방지시설 설치 이행 강화, 대기오염 저감을 위한 HOBs 연료교체 등을 제안하였다. 특히, 몽골 현지 정부기관과의 논의를 통해 사업장 굴뚝에서 배출되는 대기오염물질을 관리하는 원격 감시체계에 대한 니즈를 파악하였다. 이에, 국내에 구축되어있는 사업장 굴뚝에서 배출되는 대기오염물질을 자동측정기로 상시 측정하고 24시간 관리하는 굴뚝 원격 감시체계 등에 대한 PCP를 작성하였다.

(2) 이동오염원(Mobile Sources) 연료 분석 및 관리체계 협력사업 도출

경유 자동차, 버스 등 수송시스템 관리체계 조사를 통해, 몽골 내 이동오염원 관리 현황을 파악한 후, 개선점을 발굴하여 중점 협력사업을 도출하였다.

이동오염원 분야 협력사업 도출을 위해, 연료에 대한 품질검사, 수송수단에 대한 승인단계, 운행단계에 따른 관리체계 현황의 조직, 절차, 역량 측면 등을 검토하였다. 기존에 몽골에서 수행되었던 대기관련 연구 자료 및 수송부분 국가 통계자료를 참고하여 몽골 오염원의 현황을 조사한 후, 몽골 도로교통개발부와의 인터뷰를 통해 현황을 세부적으로 파악하였다.

이와 같이 조사된 내용을 토대로 협력사업 목록을 도출하고, 배출가스 검사제도 이행을 위한 측정장비 도입사업, 몽골 노후경유차 배출물질 저감을 위한 DPF 시범도입사업, LPG 가스 및 전기 충전소 확충사업을 발굴하였다. 협력사업 수행을 위한 정책은 노후차량 관리제도 도입과 차량 연료품질 관리제도 도입 등을 제안하였다. 이렇게 발굴된 협력사업을 토대로 몽골 현지 정부기관과의 협의를 통해 중점 사업을 도출하였다.

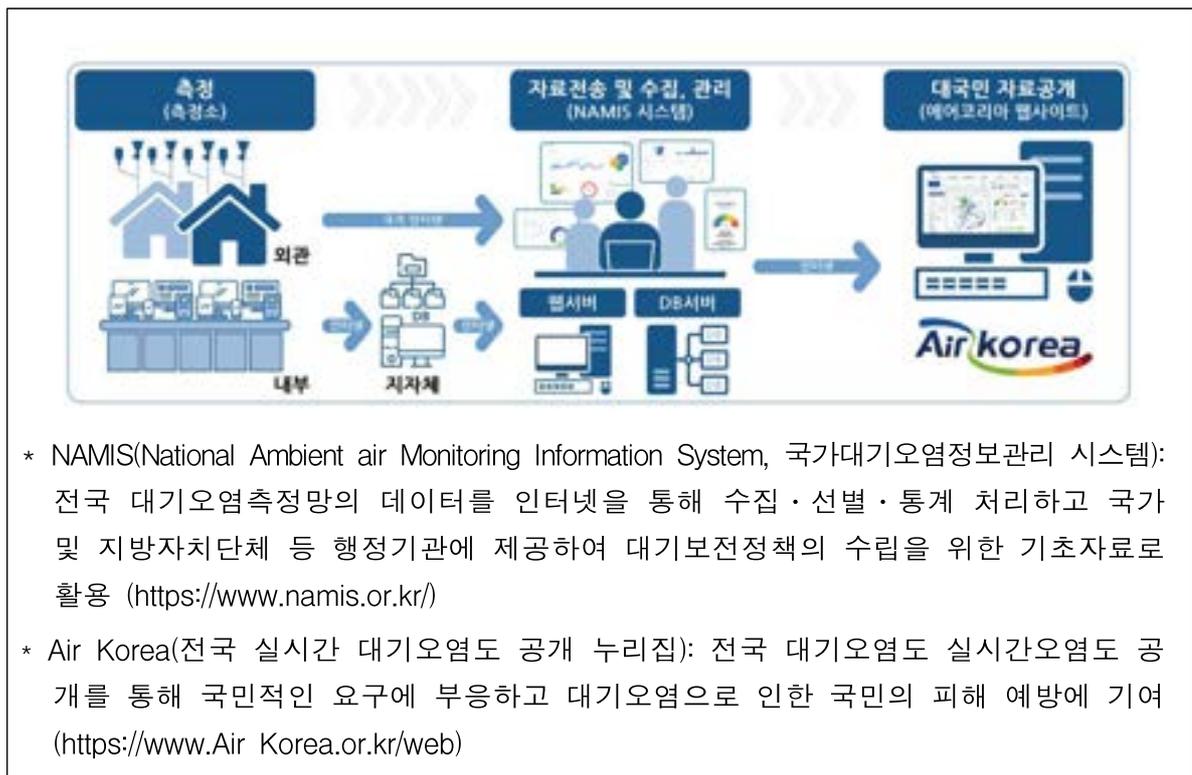
(3) 모니터링 시스템(Monitoring System) 기본설계 및 추가 협력사업 도출

몽골의 현재 대기환경 모니터링 체계를 조사, 분석하여 이를 바탕으로 ICT 기반 측정 모니터링 시스템을 도입할 수 있도록 몽골 대기환경 모니터링 시스템 기본설계를 수행하였다. 현재 몽골 울란바토르에는 총 15개의 자동측정망이 구축·운영 중에 있으며, 2019년 EDCF 타당성조사(몽골 국립환경연구소 확충사업 타당성조사 용역)를 통해, EDCF 자금으로 한국의 자동측정기기 4대를 추가 설치하기로 결정하였으며, 현재 추진 중이다.

모니터링 시스템은 현재 몽골 내 설치되어 있는 자동측정망으로부터 데이터를 수집하고 처리하는 대기오염정보관리 시스템(한국의 NAMIS) 구축사업, 실시간 대기오염 정도를 국민에게 전달하는 몽골 대기환경모니터링 정보공개 시스템(한국의 Air Korea) 개선사업, 대기오염 고정측정소 확대사업 및 대기오염 이동측정소 도입사업 등을 발굴하여 PCP를 작성하였다. 협력사업 수행을 위한 정책으로는 대기오염측정망분야 MP수립과 대기오염물질 인벤토리 시스템 구축, 유해대기오염물질 분석체계 구축 등을 제안하였다.

또한, 현재 운영 중인 측정기기에 대한 유지관리 역량, 데이터의 분석능력 등 대기질 관리체계에 있어 몽골 관련기관의 역량강화가 필수이므로 이를 PCP에 포함하여 작성하였다.

[참고] 한국의 대기측정 모니터링 시스템



(4) 마스터플랜 수립

몽골의 대기환경 관리 유관 법령 및 정책(VISION 2050, NPRAEP 등)을 기반으로, 대기환경관리 분야에 대한 포괄적인 마스터플랜을 수립하였다.

이를 위해 각 오염원별 법령, 정책, 배출기준, 거버넌스, 현황통계, 관리체계, 기술수준 등을 조사하고, 목표를 달성하기 위한 이행전략을 도출하였다. 이행전략에는 본 사업에서 도출한 협력사업 뿐만 아니라 타 부처의 유관 지원사업도 함께 고려하여 사업들이 유기적으로 시너지를 낼 수 있도록 하였다. 이행가능성을 높이기 위하여 중점협력사업에 대해서는 구체적인 조직, 인력, 예산, 자금조달방안 등 구체적인 이행계획을 포함하고 있다.

마스터플랜 수립 등 개도국을 대상으로 하는 사업은 대상국가 정부의 적극적인 참여를 유도하는 것이 매우 중요하다. 용역기관이 일방적으로 제안하는 형태는 사업이 종료된 후 그 효과가 반감될 가능성이 높기 때문이다. 본 사업에서는 몽골 측 담당기관인 환경관광부 및 유관 부처와 30회 이상의 공식·실무미팅을 통해 몽골 정부 입장에서의 현지수요를 최대한 청취하고자 하였으며, 이를 통해 현지 대기관리 문제를 해결하는데 일조할 수 있는 솔루션을 도출하고자 하였다.

(5) 현지 정부 역량강화

기존에는 몽골 현지 정부기관 및 관계자를 한국으로 초청하여, 국내 대기환경 관리체계와 우수한 대기환경기술을 소개할 예정이었다. 국내 대기측정모니터링 시스템을 운영하는 한국환경공단과 국립환경과학원 등의 현장을 방문하고 몽골 측 참여자를 대상으로 최근 강화된 국내 대기환경규제 등의 정책을 소개하는 세미나 등을 기획하였으나, COVID-19로 인한 현지방문 및 한국초청이 어려워짐에 따라, 온라인으로 역량강화 프로그램을 수행하였다.

온라인 역량강화 프로그램은 국내 한국의 우수한 대기환경기술 전문가를 강사로 초빙하였고, 몽골 내 대기질 관련 업무를 수행하고 있는 정부부처 담당자 및 전문가를 대상으로 양일간 진행하였다.

1.2.3 사업 추진 주체

본 사업은 (주)에코엔파트너스와 한국환경공단이 컨소시엄을 구성하여 수행하였다. 또한, 각 분야별 전문성을 보유하고 있는 외주용역기관을 선정하여 업무를 진행하였다.

<표 2> 사업 추진주체 현황

구분	기관명	업무내용
주관기관	(주)에코엔파트너스	<ul style="list-style-type: none"> 진도관리, 품질관리, 보고 등 사업관리 전반 기관별 협의를 통한 협력사업 도출, 중점협력사업 선정 협의, PCP 작성 및 보완, 국내 대기분야 환경기업 진출 촉진 등 문헌조사 및 마스터플랜 수립, 역량강화, 후속 프로그램 기획
컨소시엄	한국환경공단	<ul style="list-style-type: none"> 모니터링 사업 관련 시스템 표준화·데이터 수집체계 방안 마련, 중점협력사업 도출 이동오염원(수송) 관리체계 협력사업 도출 수원국 정부관계자 초청연수 기획 및 추진
외주용역기관	인천대학교	<ul style="list-style-type: none"> 울란바토르 전역 대기질 모델링을 통한 대기오염 실태파악 및 특징 분석, 대기오염측정소 확충(안) 설계
	KC그린홀딩스	<ul style="list-style-type: none"> 고정오염원 현황조사, 개선안 및 협력사업 도출
	(주)CE기술	<ul style="list-style-type: none"> 울란바토르 대기질 모니터링 시스템 개념설계도(안)
	Soil&Habitat	<ul style="list-style-type: none"> 울란바토르시 기존 대기오염측정소 현장조사 (운영현황 및 주변환경)
	MIRECO 몽골사무소	<ul style="list-style-type: none"> 현지 대기질 관리 담당자 인터뷰 및 유관 현장 방문 통한 현지자료 수집

1.3 사업의 추진전략 및 방법

1.3.1 사업의 추진방향 및 전략

본 사업의 가장 중점적인 사항은 몽골 정부의 수요를 정확하게 파악하는 것이며, 이를 위한 세 가지의 전략방향을 고려하여 본 과업을 수행하였다.

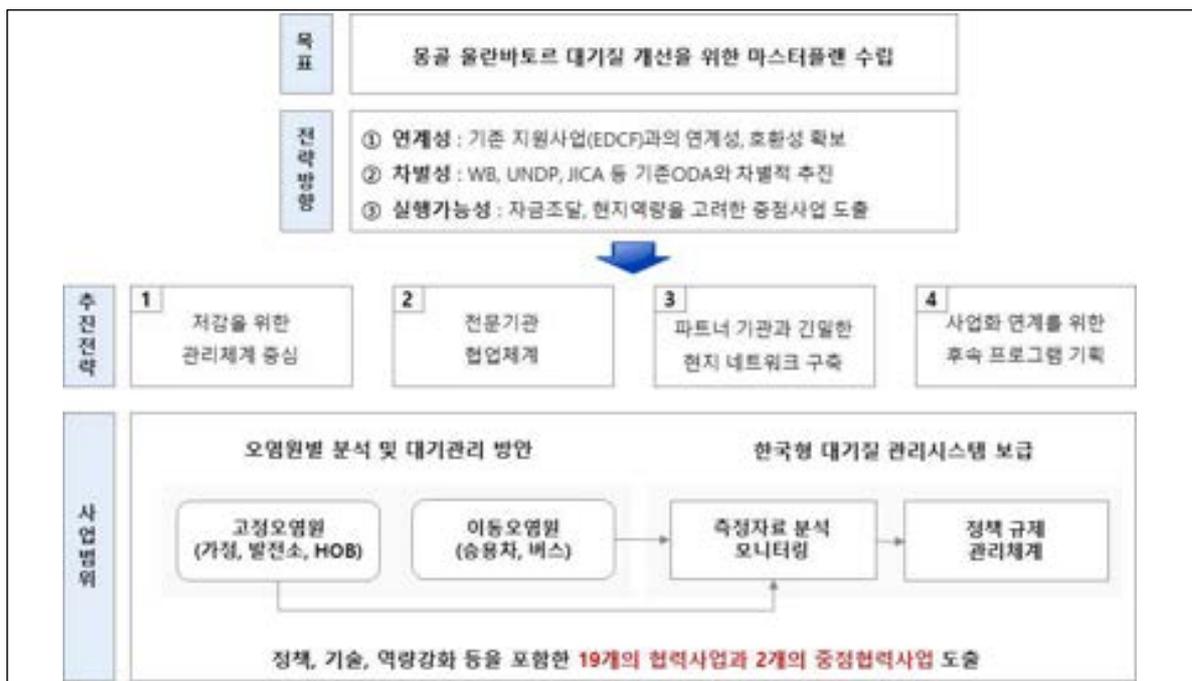
(1) 추진방향

첫 번째 방향성은 연계성이다. 먼저, 국내 기존 對몽골 지원 사업(예: 대외경제협력기금(Economic Development Cooperation Fund, EDCF), 한국국제협력단(Korea International Cooperation Agency, KOICA) 등)을 파악하여 본 사업과 연계하고, 시너지 효과를 발휘하는 사업을 발굴하고자 하였다.

두 번째는 차별성으로, 세계은행(World Bank, WB), 유엔개발계획(United Nations Development Programme, UNDP), 일본 국제협력기구(Japan International Cooperation Agency, JICA), 아시아개발은행(Asian Development Bank, ADB) 등 기타 공여기관에서 수행한 사업내용을 확인하고, 기존에 진행된 사업에서 부족한 부분을 보완하는 방향으로 협력사업을 도출하였다.

세 번째는 실행가능성으로, 몽골 정부의 역량과 기술수준 등을 고려하여 실행 가능성이 높은 사업을 도출하고, 이를 이행하기 위해 필요한 자금조달 방안을 제시하였다.

[그림 4] 사업목표 및 사업범위



(2) 추진전략

첫 번째 추진전략은 대기오염 저감을 위한 관리체계 중심으로 사업을 수행하는 것이다. 몽골은 지난 20년간 MDBs, 타 국가 공여기관들과 함께 대기오염 저감 활동 중심의 사업을 다수 수행하였다. 본 사업에서는 특정 오염원을 대상으로 하는 개별적 활동보다는 몽골 현지 대기오염원별 관리주체, 규제, 운영현황 등을 폭넓게 조사하여 근본적으로 대기질 관리체계를 개선하는 방향으로 사업을 추진하였다.

몽골 측 담당기관인 환경관광부 외 도로교통개발부, 에너지부, 기상청 등 각 오염원별 유관부처·기관들과 수차례 온라인 미팅을 통해 몽골 현지의 대기관리 상 이슈를 청취하고, 이를 개선하기 위한 방안을 함께 강구하는 과정에서 몽골의 대기관리 역량을 강화하고자 하였다.

두 번째 추진전략은 오염원별 전문기관을 구축하는 것이다. (주)에코엔파트너스에서 몽골 측과의 커뮤니케이션을 통해 현지 수요를 파악하고, 분야별 전문기관들과 협의하여 협력사업을 발굴·구체화하였다. 또한, 마스터플랜 수립을 총괄하여 오염원별 현지 거버넌스, 법률·제도, 최신현황을 문헌·인터뷰를 통해 조사하였으며, 고정오염원·이동오염원·모니터링 등 대기 오염원별 전문기관이 참여하는 협업체계 구축을 통해 산출물의 기술전문성을 제고하였다.

발전소 및 HOBs 등의 고정오염원은 KC그린홀딩스, 이동오염원은 한국환경공단의 차량 대기오염물질 관리체계 운영 부서, 세라컴, 인선모터스 등 환경기업, 모니터링은 한국환경공단, 인천대학교, (주)CE기술이 전문가로 참여하였다.

세 번째 추진전략은 현지 파트너사와 긴밀한 네트워크를 통한 업무 추진이다. 본 사업의 총괄 사업 파트너인 몽골 환경관광부의 자연자원관리국, 몽골 현지의 분야별 담당부처 및 관리주체 등과 온라인으로 수차례 협의를 진행하고, 수행팀이 보유한 현지 네트워크를 적극 활용하였다.

네 번째 추진전략은 향후 사업화연계를 위한 후속프로그램을 제안하는 것이다. 본 과업을 통해 도출된 협력 사업을 실질적으로 이행할 수 있도록 부처 ODA 예산, EDCF 기자재 차관 등을 연계하여 중점협력사업으로 제안하였다.

[그림 5] 사업수행 조직도



1.3.2 사업의 추진 체계

(1) 오염원별 전문기관 협업체계

다양한 오염원을 포함하는 과업범위를 성공적으로 수행하기 위해서는 오염원별 전문기관 참여가 필수적이며, 각 분야별로 도출된 제안·협력 사업을 통합하고, 대기관리 전 분야를 아우르는 마스터플랜을 수립할 수 있는 전문 역량이 요구된다. 이에, 오염원별로 도출된 정책제안과 협력 사업들을 반영하여 마스터플랜을 수립하는 업무는 주관기관인 (주)에코엔파트너스가 담당하였고, 한국환경공단에서는 대기오염물질 측정 모니터링 분야를 주도하는 역할로 컨소시엄을 구성하여 본 과업을 진행하였다.

발전소, 가정용 난방기 등 고정오염원에 대한 협력사업 도출은 국내 대기 방지시설 분야 선도기업인 KC그린홀딩스(KC코트렐 지주회사)가 외주용역기관으로 참여하였다. 이동오염원 분야 협력사업은 차량의 대기오염물질 관리체계를 운영하고 있는 한국환경공단을 주축으로 추진하였다. 인천대학교에서는 대기질 모델링을 통한 대기오염 영향인자 파악 및 대기오염 측정지점을 도출하였고, CE기술에서는 대기질 모니터링 시스템 개념설계도를 개발하였다.

(2) 현지 파트너사와 긴밀한 네트워크 구축

몽골 환경관광부와 더불어 몽골 현지에서 오염원별로 전문성을 보유한 현지 기관들과 협력체계를 구축하여 분야별로 협력사업을 발굴하였다. 특히, COVID-19로 현지방문이 어려운 상황에서, 원만한 사업 진행을 위하여 수행사를 대신해 몽골 현지의 현장 방문 및 담당자 인터뷰를 수행할 수 있는 기관을 섭외하여 차질 없이 사업을 추진하였다.

[참고] 몽골 네트워크 구축현황

<p>기상청(NAMEM), 국립환경연구소 (CLEM)</p>	<p>한국환경공단은 한국수출입은행의 EDCF 사업인 ‘국립환경연구소 확충사업 FS 용역’ 수행 시 협력한 몽골의 기상청(NAMEM)과 그 하부조직인 국립환경연구소(CLEM)을 통한 모니터링 분야의 관련 파트너십을 유지하고 있음</p>
<p>Soil&Habitat</p>	<p>몽골의 지속가능한 토양 및 환경관리를 목적으로 설립된 기관임. 본 기관은 연구자 간 네트워크 구축을 통한 국제사회와 공동 연구 및 교육사업을 수행하고 있으며, 본 과업에서는 울란바토르시의 대기오염 측정소별 현장조사와 측정자료 등의 자료를 제공함</p>
<p>MIRECO MGL (Mine Reclamation Corp. Mongolia)</p>	<p>한국광해관리공단의 몽골사무소로, 2010년 5월 27일에 몽골에 개설되었으며 다년간 광해방지사업 분야에서 몽골 현지정부와의 업무 협업, 국제개발협력사업(ODA)을 수행하며 몽골 정부기관과의 긴밀한 협력관계를 갖고 있음.</p> <p>이러한 경험을 통해 현지 정부기관(환경관광부, 에너지부 등)과의 파트너십을 유지하고 있음. 본 사업에서는 이 파트너십을 활용하여 각 정부기관 내 담당자 인터뷰, 고정오염원 시설 방문 등 본 사업의 현지조사 업무를 수행함</p>

1.4 사업의 추진경위

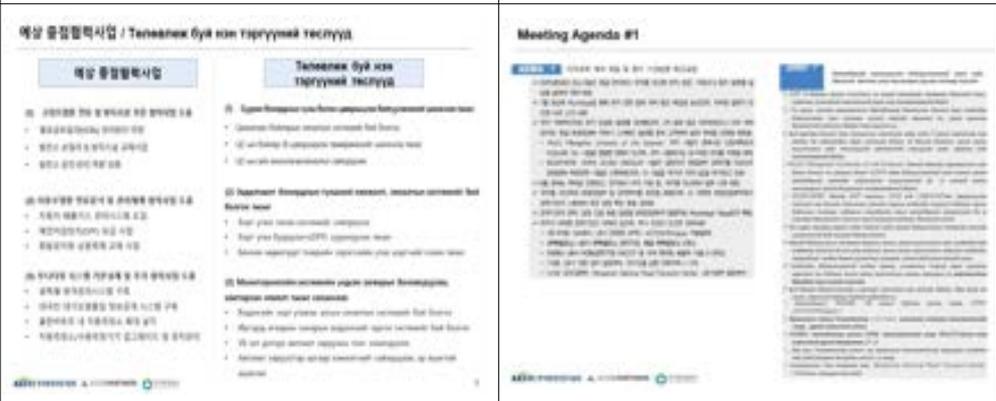
본 사업은 2020년 5월 19일 착수 이래, 한·몽 화상회의, 문헌조사, 현지 컨설팅사를 통한 현장방문 등을 통해 추진하였다. 특히, COVID-19로 현지 방문이 어려운 점에 대응하여, 영상회의시스템을 활용한 온라인 화상회의를 통해 업무미팅을 수행하였다. 당초 사업기간은 2020년 5월부터 2021년 5월로 약 12개월이었으나, COVID-19로 인한 현지 자료조사 및 현지기관 미팅 등이 어려움에 따라, 사업종료일을 2021년 7월로 연장하여 약 14개월간 수행하였다.

몽골 내 담당부처인 환경관광부와 4개 유관부처(UB시장실, 도로교통개발부, NAMEM, APRD)와의 화상회의를 통해 분야별 이슈, 개선점 등을 파악하였고, 몽골 현황 파악에 필요한 데이터, 법령 등의 자료를 요청하여 문헌조사를 수행하였다. 또한, 본 사업 담당자인 환경관광부와 지속적 업무미팅을 통해 몽골 현지에서 중점협력사업 추진에 필요한 사항(PCP, LOI 등)에 대한 대응을 차질 없이 수행하였다.

[그림 6] 월별 주요 추진현황



- Kick-off 사전 한-몽회의 (2차)

<p>일시</p>	<p>2020. 8. 7, 10:00-12:00</p>	
<p>장소</p>	<p>화상회의 / 한국: KEITI</p>	
<p>참석자</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 한국: KEITI, (주)에코엔파트너스, 한국환경공단 • 몽골: 환경관광부 	
<p>내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골 측의 IR 자료, IA 문서 등에 대한 확인 요청 <ul style="list-style-type: none"> - 협력사업 중, 중점적으로 검토할 필요가 있는 사업 선정 요청 • 외주용역 계약체결 및 현지기관 방문 협조 요청 • COVID-19로 인한 현지방문 어려운 상황 <ul style="list-style-type: none"> - 현지 출장 가능 시, 장기출장으로 업무 진행 예정 • Kick-off 미팅 사전 세부논의 <ul style="list-style-type: none"> - 회의일정 재논의, 몽골 측 참석자 명단 요청 등 • 주요 성과품은 몽골어로 작성할 것으로 합의 	
<p>사진</p>		
<p>회의 자료</p>		

- 한-몽 온라인 업무회의

일시	2020. 9. 16, 10:00-10:50
장소	화상회의
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • 한국: KEITI, (주)에코엔파트너스, 한국환경공단 • 몽골: 환경관광부
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골 환경관광부 신임 국장님 대상으로, 프로젝트 내용 공유 담당기관 및 담당자 소개 <ul style="list-style-type: none"> - 몽골: 환경관광부 바트몽크(Batmunkh) 신임 국장 소개 - 한국: KEITI, (주)에코엔파트너스, 한국환경공단 등 담당기관 소개 • 몽골 측 IR자료 코멘트에 대한 피드백 및 우선협력사업 수요 확인 <ul style="list-style-type: none"> - 한국 측, 몽골 측이 우선적으로 고려하는 3건의 우선협력사업을 마스터플랜에 반영 예정 - 몽골 측, 한국 측의 IR자료 관련 자료요청 사항 대응 예정 • 몽골 현지 전문가 계약 관련 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 한국 측, 몽골 환경관광부·현지 전문가와 화상회의 진행 희망 - 몽골 측, 일정 수립 이후 공유 예정 • 공식 Kick-off 미팅 일정 수립논의 <ul style="list-style-type: none"> - 몽골 측 기후변화협력국의 인사이동 이후 진행 가능함을 전달 - 한국 측은 공식 Kick-Off 미팅 지연되더라도, 업무는 최대한 조속히 진행될 수 있도록 노력하겠음을 전달
사진	 <p>The photograph shows a virtual meeting in progress. On the left, a large screen displays a video feed of several participants seated around a conference table. On the right, a presentation slide is visible, containing text in Korean and Mongolian, along with a technical diagram of an industrial facility or water treatment system.</p>

- 중점협력사업 관련 한·몽 회의

일시	2021. 2. 4, 13:00-14:30
장소	화상회의 / 인스파이어 비즈센터
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • 한국: KEITI, (주)에코엔파트너스, 한국환경공단 • 몽골: 환경관광부
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 한국 측의 몽골 대기오염관련 자료조사 내용 공유 및 피드백 요청 <ul style="list-style-type: none"> - 정책: (몽골) 국가개발계획, 대기관련 정책 및 법령 조사 (한국) 대기관련 법령, 정책, 기준 등 조사 - 정책제안: 열전용 보일러(HOBs) 관리체계 개선사업 등 3건 제안 • 우선협력사업(안)에 대한 세부내용 공유 및 의견 교류 <ul style="list-style-type: none"> ① 대국민 대기오염물질 정보공개 시스템(Air Mongolia) 구축 (모니터링) <ul style="list-style-type: none"> - 자동측정망을 통한 데이터 수집 및 처리하여 실시간 대기오염도를 국민에게 전달하는 기능(한국의 Air Korea)을 제안 ② 울란바토르 내 자동측정소 확대 설치 (모니터링) <ul style="list-style-type: none"> - 현재 울란바토르시 내 13개의 자동측정망 구축·운영 중이며, 자동측정소 확대 설치를 제안 ③ [후보사업] 발전소 및 HOB 효율화 사업 (고정오염원) <ul style="list-style-type: none"> - 몽골 발전소 및 HOB 시설의 노후화 정도 확인 및 에너지 효율 향상 등 • 몽골 내 각 오염원별 담당자와의 회의일정 수립 재요청 <ul style="list-style-type: none"> - 몽골 측, 몽골 설 연휴 이후인 2/23 이후 일정으로 수립하여 공유 예정 • 한·몽 고위급 화상회의 일정 관련 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 몽골 측, 2월 중으로 참석 가능한 일정 회신예정
사진	 <div data-bbox="986 1451 1401 1854"> <p>Монгол улсын Байгаль, орчин, агаар дуурагшлын яамдын хэлтэс, хүрээлэн гэрээ хэлэлцэх зохионо (2-р сарын 4)</p> <p>1. Хэлэлцэх өдөр 2. Хэлэлцэх цаг 3. Хэлэлцэх газар 4. Хэлэлцэх ажил үйлдлийн зарчмууд 5. Хэлэлцэх ажил үйлдлийн зарчмууд 6. Хэлэлцэх ажил үйлдлийн зарчмууд 7. Хэлэлцэх ажил үйлдлийн зарчмууд 8. Хэлэлцэх ажил үйлдлийн зарчмууд 9. Хэлэлцэх ажил үйлдлийн зарчмууд 10. Хэлэлцэх ажил үйлдлийн зарчмууд</p> </div>

- 중간보고회

일시	2021. 3. 25, 11:00-14:30	
장소	화상회의 / 알로프트 서울 명동	
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • 한국: KEITI, (주)에코엔파트너스, 한국환경공단 • 몽골: 환경관광부, 도로교통개발부, 광중공업부, 기상청, CLEM, 울란바토르 시장실, APRD 	
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 인사말씀 및 진행현황 공유 • 각 분야별 자료조사 내용 및 현황조사 내용 공유 <ul style="list-style-type: none"> - 국가계획, 법령, 정책, 기준 등의 문헌조사 결과 - 문헌조사 및 인터뷰 등을 통해 파악한 몽골 현황자료 • 중점협력사업 관련 세부내용 공유 및 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 중점협력사업 3건의 우선순위 선정 및 ODA 사업 연계 가능성 논의 <ul style="list-style-type: none"> ✓ (사업) 발전소 방지시설 설치 ✓ (사업) 대기질 모니터링 시스템 개선 및 확대 도입 ✓ (KSP) 연료품질관리 제도 정책 도입 - 중점협력사업의 사업연계를 위한 PCP 작성 및 수원총괄기구 LOI 제출 필요 등의 업무 프로세스 공유 • 향후 일정(각 협력사업별 몽골 측의 LOI 송부 및 PCP 작성 등) 공유 	
사진		
자료		

- 최종보고회

일시	2021. 7. 23, 15:30-16:30	
장소	화상회의 / HJ비즈니스 센터	
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • 한국: KEITI, (주)에코엔파트너스, 한국환경공단 • 몽골: 환경관광부 	
내용	<ul style="list-style-type: none"> • UB시 대기질 개선 마스터플랜 사업 추진결과 공유 <ul style="list-style-type: none"> - 고정·이동·모니터링 분야 도출 협력사업 세부내용 - 중점협력사업(2건) 세부내용 <ul style="list-style-type: none"> ✓ UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업 ✓ UB시 열병합발전소 방지시설 설치 - 주요협력사업(2건) 세부내용 <ul style="list-style-type: none"> ✓ UB시 가스연료 HOB 도입 ✓ 몽골 노후경유차 배출물질 저감을 위한 DPF 도입 - 부처 ODA 추진현황 (PCP, LOI 등) • 성과확산 공유 추진내용 공유 <ul style="list-style-type: none"> - 홈페이지 구축을 통해, 몽골 내 대기오염 저감 관련 업무 소개 - 성과 공유 및 확산을 위해 한국어, 몽골어, 영어버전으로 제작 예정 - 역량강화 수행내용 	
사진		
자료		

○ 오염원별 업무미팅: 고정오염원

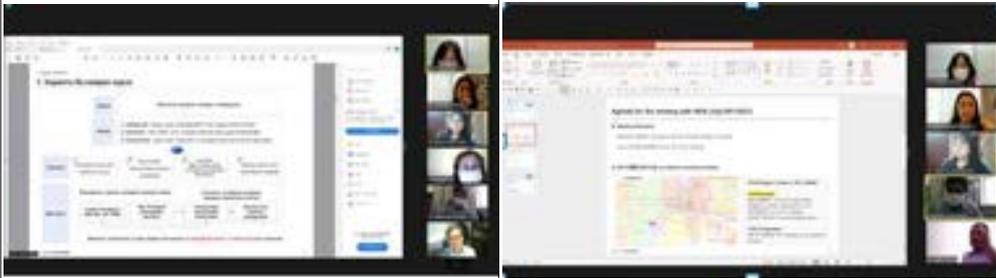
- 국내 고정오염원 분야 전문가 자문

일시	2021.3.15. - 2021.4.14. (4주)	2021. 3. 18, 10:00-11:30
개요	<ul style="list-style-type: none"> 고정오염원 관련 현지자료조사 및 현지방문 등의 현지 전문가 자문 	<ul style="list-style-type: none"> 몽골 내 고정오염원 분야 현지조사 추진방향 및 실무업무 논의
참석자	<ul style="list-style-type: none"> (주)에코엔파트너스, MIRECO MGL 	<ul style="list-style-type: none"> (주)에코엔파트너스, KC그린홀딩스, 광해관리공단, MIRECO MGL
내용	<ul style="list-style-type: none"> COVID-19로 인한 몽골현지 방문 어려움으로, 현지 대기질 관리 담당자 인터뷰 및 현지방문 수행 현지 인터뷰 및 시설방문 예정 기관: 에너지부, 울란바토르 시장실, APRD 등 	<ul style="list-style-type: none"> 각 사업담당자 및 MP 사업 소개 고정오염원 중점협력사업 진행 현황 공유 협력사업 관련 요청사항 논의 기타 몽골현황 관련 질의

- 몽골 고정오염원 담당자(울란바토르 시장실) 미팅

일시	2021. 2. 24, 12:00-14:30	
장소	화상회의 / (주)에코엔파트너스	
참석자	<ul style="list-style-type: none"> 한국: (주)에코엔파트너스, KC그린홀딩스 몽골: 환경관광부, 울란바토르 시장실 	
내용	<ul style="list-style-type: none"> 한국 측의 고정오염원 관련 현황 및 법률 등 자료조사 내용 공유 및 의견 교환 협력사업 관련(가스 열전용 보일러 신규 도입, 기존 대형 HOB의 방지시설 도입 및 교체 등) 논의 몽골 측에 필요자료 요청 	
사진		

- 몽골 고정오염원 담당자(에너지부 및 TES-4 발전소) 미팅

일시	2021. 7. 20, 11:00-13:30
장소	화상회의 / (주)에코앤파트너스
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • 한국: (주)에코앤파트너스, 한국환경공단 • 몽골: 환경관광부, 에너지부, TES-4
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 한국 측 마스터플랜 사업내용 공유 • TES-4 가동현황 및 방지시설 관련 현황 문의 • TES-4 보일러의 방지시설 설치사업에 대한 몽골 측 담당자 의견문의
사진	

- 국내 고정오염원 분야 전문가 자문

일시	2021. 7. 15 ~ 7. 31 (2주)
개요	가스보일러 세부내용 청취 및 몽골 대기환경 개선방안 세부 자문
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • 대열보일러
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골 가스보일러 설치사례 공유 <ul style="list-style-type: none"> - 가스보일러 도입현황, 유관법령 등 • 국내 가스보일러 도입경험 공유 • 몽골 고정오염원 분야 개선안 제언 <ul style="list-style-type: none"> - 몽골 내 가스보일러 도입에 필요한 개선방안 제언
산출물	전문가 보고서 1부

○ 오염원별 업무미팅: 이동오염원

- 몽골 이동오염원 담당자(도로교통개발부) 미팅

일시	2021. 2. 24, 12:00-14:30
장소	화상회의 / (주)에코엔파트너스
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • 한국: (주)에코엔파트너스 • 몽골: 환경관광부, 도로교통개발부
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 한국 측의 이동오염원 관련 법령 및 정책, 기준 등의 문헌조사 내용 공유 및 의견 교환 • 이동오염원 분야 협력사업 관련(수시·정기검사, DPF 부착 등) 논의 • 몽골 측에 필요자료 요청
사진	

- 국내 이동오염원 분야 전문가 자문

일시	2021. 7. 15 ~ 7. 31 (2주)
개요	DPF(매연저감장치) 세부내용 청취 및 몽골 대기환경 개선방안 세부 자문
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • (주)세라컴
내용	<ul style="list-style-type: none"> • DPF 기술 상세내용 <ul style="list-style-type: none"> - 기술개요, 기술특징, 대기오염저감 효과 등 • (주)세라컴의 몽골 내 DPF 장비 진출 세부현황 공유 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 기술력을 반영한 DPF 특징점 - 몽골 DPF 도입 세부현황 • 몽골 수송분야의 대기환경 개선 세부방안 제언
산출물	전문가 보고서 1부

일시	2020. 10. 8 ~ 10. 31 (3주)
개요	이동오염원 전문가 자문을 통한 몽골 내 차량관리 세부현황 파악
참석자	• (주)세라컴
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골 내 차량 관리현황 <ul style="list-style-type: none"> - 차량 관리 유관 법령 및 정책 공유 - 몽골 내 국가 프로그램 및 계획 등 자료조사 • 한국 내 차량 관리현황 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 차량관리 유관 법령 및 정책현황 문헌조사 • 몽골 매연저감장치 부착사업 추진현황 공유 • 몽골 수송분야 대기환경 개선(안) 제언
산출물	전문가 보고서 1부

- 국내 이동오염원 분야 전문가 미팅

일시	2021. 2. 22, 14:30-16:00
장소	한국환경공단
참석자	• 한국: (주)에코엔파트너스, 한국환경공단
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 한국 이동오염원 관련 법률 및 정책 조사 내용 공유 <ul style="list-style-type: none"> - 법령: 대기환경보전법, 대기관리권역법 - 배출허용기준: 제작차배출허용기준, 운행차배출허용기준, 저공해자동차의 배출허용기준 - 연료품질기준: 자동차용휘발유 품질기준, 경유휘발유 품질기준 • 몽골 이동오염원 관련 법률 및 정책 조사 내용 공유 <ul style="list-style-type: none"> - 법령: 대기법 - 배출허용기준: 디젤차량(MNS5014:2009), 가솔린차량(MNS5013:2009) - 연료품질기준: 디젤연료(MNS6861:2020), 무연 휘발유(MNS0217:2017) - 기타기준: DPF설치 및 사용기준(MNS6757:2019)
사진	

○ 오염원별 업무미팅: 모니터링

- 몽골 모니터링 유관기관 담당자 미팅: APRD

일시	2021. 2. 25, 12:00-13:00	
장소	화상회의 / (주)에코엔파트너스	
참석자	한국: (주)에코엔파트너스, 한국환경공단 몽골: 환경관광부, 울란바토르 대기오염방지청(APRD)	
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 울란바토르시 대기오염 측정 데이터 관리현황 공유 • 울란바토르시 향후 모니터링 개선계획 관련 문의 및 논의 • 고정오염원 배출물질 측정 관련 현황 공유 • 몽골 측에 필요자료 요청 	
사진		

- 몽골 모니터링 유관기관 담당자 미팅: NAMEM

일시	2021. 2. 25, 13:00-15:00	
장소	화상회의 / (주)에코엔파트너스	
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • 한국: (주)에코엔파트너스, 한국환경공단 • 몽골: 환경관광부, 기상청(NAMEM) 	
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골 대기오염공개시스템(Agaar) 운영 현황 공유 • 모니터링 분야 협력사업 관련 논의 • 몽골 측에 필요자료 요청 	
사진		

○ 환경관광부 업무미팅

- 몽골 현지 법령 및 자료 공유

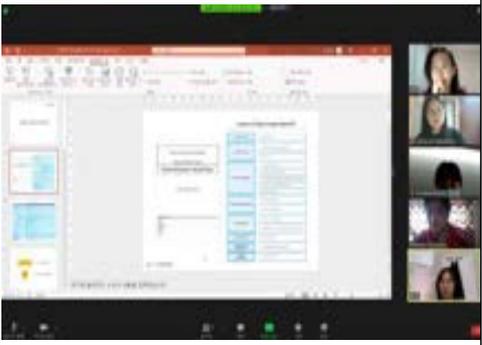
일시	2021. 2. 26, 16:30-19:00	2021. 3. 2, 13:00-15:00
장소	화상회의 / (주)에코엔 파트너스	화상회의 / (주)에코엔 파트너스
내용	• 몽골 차량통계 및 유관법령 공유	• 몽골 내 연료사용 관련 자료 공유
사진		

일시	2021. 3. 3, 13:00-15:00	2021. 3. 31, 11:00-13:00
장소	화상회의 / (주)에코엔 파트너스	화상회의 / (주)에코엔 파트너스
내용	• 몽골 대기관련 법령 세부자료 공유	• 한국 ODA 프로세스 공유 • 몽골 측 준비자료 (LOI, PCP 등) 공유
사진		

- 중간보고회 사전회의

일시	2021. 3. 10, 13:30-15:00	2021. 3. 24, 10:00-11:00
장소	화상회의 / (주)에코엔 파트너스	화상회의 / (주)에코엔 파트너스
내용	• 중간보고회 개최 관련 세부논의	• 중간보고회 사전 협의 • 참석자 확인, 몽골 현황 공유 등
사진		

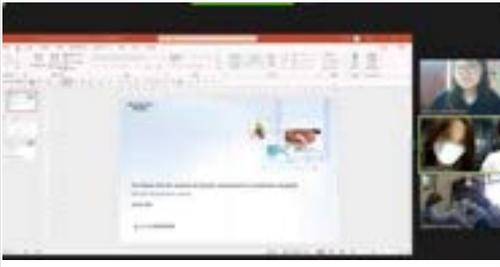
- PCP 작성 및 LOI 제출 프로세스, 역량강화 프로그램 기획 회의

일시	2021. 4. 9, 12:30-14:30	2021. 4. 16, 14:00-16:00
장소	화상회의 / (주)에코엔파트너스	화상회의 / (주)에코엔파트너스
내용	<ul style="list-style-type: none"> • PCP 작성관련 세부 내용 공유 • PCP 항목별 작성필요내용 공유 	<ul style="list-style-type: none"> • PCP 세부내용 수정 및 필요자료 요청
사진		
일시	2021. 4. 20, 14:00-16:00	2021. 4. 27, 14:00-15:30
장소	화상회의 / (주)에코엔파트너스	화상회의 / (주)에코엔파트너스
내용	<ul style="list-style-type: none"> • PCP 작성사업 재선정 • PCP 추진 일정 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • PCP 작성내용 및 향후 작성방향 논의 • PCP 행정서류 진행사항 논의 • CleanSYS, Air Korea, NAMS 내용 공유
사진		
일시	2021. 6. 7, 14:00-16:30	2021. 6. 11, 12:00-13:00
장소	화상회의 / (주)에코엔파트너스	화상회의 / (주)에코엔파트너스
내용	<ul style="list-style-type: none"> • PCP 작성내용 논의 • LOI 및 PCP 진행사항 논의 • 역량강화 프로그램 추진계획 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 역량강화 프로그램 절차 및 참석자 논의 • 최종보고회 일정 논의 • PCP 및 LOI 진행현황 문의
사진		

일시	2021. 6. 15, 9:00-11:30	2021. 6. 18, 10:00-12:30
장소	화상회의 / (주)에코엔파트너스	화상회의 / (주)에코엔파트너스
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 역량강화 프로그램 절차 및 참석자 논의 • 최종보고회 일정 논의 • LOI 및 PCP진행사항 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 역량강화 프로그램 진행절차 논의 • PCP 및 LOI 추진현황 논의
사진		

일시	2021. 6. 23, 9:00-11:30	2021. 6. 28, 10:00-11:00
장소	화상회의 / (주)에코엔파트너스	화상회의 / (주)에코엔파트너스
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 초청연수 추진계획(안) 논의 • LOI 및 PCP 제출일정 논의 • 에너지부 미팅 일정 수립 현황 문의 	<ul style="list-style-type: none"> • 격리면제 신청서류 공유요청 • PCP 및 LOI 제출일정 논의
사진		

일시	2021. 6. 29, 16:30-17:30	2021. 6. 30, 14:00-16:00
장소	화상회의 / (주)에코엔파트너스	화상회의 / (주)에코엔파트너스
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 초청연수 일정 관련 변동사항 공유 • 항공권, 명단 등 세부사항 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 초청연수 일정 및 초청연수(안) 논의
사진		

일시	2021. 7. 8, 11:00-13:00	2021. 7. 20, 11:00-13:30
장소	화상회의 / (주)에코앤파트너스	화상회의 / (주)에코앤파트너스
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 환경관광부 역할 문의 • 연료 전환 및 보일러 교체사업 논의 • LOI진행 현황 파악 	<ul style="list-style-type: none"> • 최종보고회 참석자 및 발표자료 관련 논의 • 가스보일러 도입사업 논의
사진		

일시	2021. 7. 27, 11:00-13:00	2021. 7. 28, 14:00-15:00
장소	유선회의 / 파파인 마곡점	화상회의 / 마곡나루 비즈니스센터
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골 재무부 제출 문서 작성관련 논의 • PCP제출 관련 재무부 미팅일정 문의 	<ul style="list-style-type: none"> • 역량강화 참여인력 수료증 배포 관련 논의 • 재무부 제출 서류 관련 논의
사진		

일시	2021. 7. 29, 17:00-18:00
장소	화상회의 / (주)에코앤파트너스
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 재무부 서류 제출여부 확인 • PCP 수정내용 공유 • 초청연수 발표자료 송부일정 논의
사진	

○ 사업수행시간 미팅

- 주관사 및 컨소시엄사 미팅

일시	2020. 7. 6, 15:00-16:30	
장소	(주)에코엔파트너스	
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • 한국: (주)에코엔파트너스, 한국환경공단 	
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 과업 세부추진방향 논의 • 국내기관 간 워크샵 개최 관련 논의 • 외주용역 계약 등 사업비 진행관련 세부 논의 	
사진		
일시	2021.05.11., 14:55-16:30	2021.05.20., 14:50-17:00
장소	발산역 스타벅스	발산역 스타벅스
내용	<ul style="list-style-type: none"> • PCP 작성 방안 및 제출 일정 논의 • 몽골 환경관광부 회의 아젠다 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 중점협력사업 PCP작성내용 논의
일시	2021.06.22., 14:30-17:00	2021.07.15., 14:00-17:00
장소	발산역 스타벅스	마곡나루 비즈니스센터
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 초청연수 프로그램 세부내용 논의 (항공편, 격리여부, 진행방식 등) 	<ul style="list-style-type: none"> • 온라인 역량강화 세부 추진내용 논의 • 온라인 역량강화 교육자료 설명

- 국내기관 간 워크숍 (1차)

일시	2020. 7. 24, 14:00-16:30	
장소	서울 바비엔 컨퍼런스룸	
참석자	<ul style="list-style-type: none"> • 주관기관: 환경부, 한국환경산업기술원 • 참여기관: (주)에코앰파트너스, 한국환경공단, KC그린홀딩스, KC코트렐, (주)씨이기술 • 외부 전문기관: (주)인선모터스, (주)세라컴, 한국석유관리원 	
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 개도국 환경개선 마스터플랜 수립 지원사업 소개 <ul style="list-style-type: none"> - 사업소개, 몽골정부 협의 동향 등 • 몽골 대기질개선 마스터플랜 수립 지원사업 진행계획 및 현황 <ul style="list-style-type: none"> - (주)에코앰파트너스: 국내외 문헌조사 결과 및 향후 진행계획 - 한국환경공단: 대기환경 모니터링 시스템 - KC그린홀딩스: 화력발전소 대기오염물질 저감 방안 • 참여기관별 몽골 관련 사전 경험 공유 <ul style="list-style-type: none"> - (주)인선모터스: 몽골 폐차처리 시장 진출 경험 - (주)세라컴: 몽골 수송차량 대기오염물질 저감장치 진출 경험 - 한국석유관리원: 몽골 석유연료 관리체계 방안 및 업무계획 • MP 사업 향후 추진계획 논의 	
사진		
자료		

- 국내기관 간 워크숍 (2차)

일시	2021. 2. 4, 15:00-17:30	
장소	인스파이어 비즈센터	
참석자	<ul style="list-style-type: none"> 주관기관: 환경부, 한국환경산업기술원 참여기관: (주)에코엔파트너스, 한국환경공단, 인천대학교, KC그린홀딩스, (주)씨이기술 	
내용	<ul style="list-style-type: none"> 고정오염원, 이동오염원, 모니터링 등 분야별 추진현황 공유 <ul style="list-style-type: none"> - 대기관리 유관 법·정책, 및 거버넌스 현황공유(주)에코엔파트너스) - 고정오염원(KC그린홀딩스): 몽골 내 고정오염원 관련 대기오염물질 배출기준, 열병합발전소 및 보일러 현황, 배출현황, 연료사용현황 등 조사결과 공유 - 이동오염원(주)에코엔파트너스: 몽골의 이동오염원 관련 대기오염물질 배출기준, 연료 기준, 차량 등록현황, 배출현황 및 기타오염원 현황 조사결과 공유 - 모니터링(한국환경공단): 모니터링 분야 MP수립목표 정정 및 측정망 개선 관련 및 몽골 대기오염모니터링시스템 현황 조사내용 공유 각 분야별 자료조사 내용에 대한 의견 교환 <ul style="list-style-type: none"> - (주)에코엔파트너스: 이동오염원 분야 조사데이터 검증 필요 - KC그린홀딩스: 몽골 현지 용역기관을 통한 신뢰성 있는 데이터 확보 필요 - 한국환경공단: 몽골 Aaar 대기질 데이터의 신뢰성 부재 - 인천대학교: 측정소 추가설치 위치에 대한 검토의견 공유 마스터플랜 사업 향후 추진일정 논의 	
사진		
자료		

1.5 주요 추진 활동

1.5.1 온라인 역량강화 행사 수행

사업 초기 몽골 내 환경정책 담당자를 대상으로 대기질 관리 역량강화를 위한 국내 초청 및 현지 세미나 프로그램을 기획하였으나, COVID-19으로 인하여 Zoom을 활용한 온라인 교육으로 대체하였다. 교육의 효과를 높이기 위하여, 교육자료는 몽골어로 번역하였고, 교육은 한-몽 순차통역으로 진행하였다. 온라인 역량강화는 양일간 진행되었으며, 1일차에는 정책 중심으로 교육내용을 구성하여 한국의 주요 환경관리 정책을 소개하였다. 2일차에는 실무 중심의 내용을 기획하여 화력발전소 방지시설 운영 노하우, 연료품질 관리 노하우 및 한국의 주요 대기질 모니터링 시스템을 소개하는 자리를 마련하였다. 세션 완료 후에는 Q&A 시간을 통해 몽골 현지 공무원들이 대기질 관리와 관련하여 궁금한 점, 현지 이슈 등을 자유롭게 토론할 수 있는 장을 마련하였다.

<표 3> 역량강화 프로그램 일정표

일시 (한국시간 기준)		교육 과정명	교육기관
2021.7.21(수) <u>정책부문</u>	10:00	오리엔테이션	한국환경공단
	11:00	① 한국의 대기질 관리체계	한국환경공단
	13:00	점심시간	
	14:00	② 친환경 자동차 관리정책	한국환경공단
	16:00	③ 대기오염물질 총량관리제도	한국환경공단
2021.7.22.(목) <u>실무부문</u>	11:00	④ 화력발전소 방지시설의 이해	KC그린홀딩스
	13:00	점심시간	
	14:00	⑤ 연료품질 모니터링 방안	한국석유관리원
	16:00	⑥ 대기질 모니터링 시스템 실무	한국환경공단

본 교육에는 몽골 마스터플랜 수립지원 사업의 몽골 측 담당기관인 환경관광부를 비롯하여, 에너지부, 도로교통개발부, 광중공업부, 기상청(NAMEM), 울란바토르 대기오염저감청(APRD), 국가환경오염감소위원회, 에너지규제위원회, TES-4(열병합발전소), 몽골 국립대학교 등 총 12개 기관의 15명이 참석하였다.

<표 4> 역량강화 프로그램 참석자 명단

No	소속		이름	직위
1	환경관광부	환경자연자원관리국	Munkhbat.Ts (몽크바트)	사무관
2	기상청 (NAMEM)	환경검사부	Batbayar. J (뱃바야르)	부장
3	기상청 (NAMEM)	환경검사부	Bayarmagnai.J (바바르막나이)	사무관
4	기상청 (NAMEM)	환경 및 계측 중앙연구소 (CLEM)	Barkhasragchaa.B (바르하스락차이)	부장
5	광중공업부	석유정책국	Davaabayar.D (따바바야르)	사무관
6	도로교통부	도로정책실행조정국	Khavidolda.Sh (하브덜다)	사무관
7	도로교통부	도로정책실행조정국	Nansalmaa.S (난살르마)	사무관
8	에너지부	에너지정책실행조정국	Enkhtur.B (앵크투르)	사무관
9	에너지부	연료정책실행조정국	Bekh-Ochir.N (베크어치르)	사무관
10	에너지부	TES-4	Burenjargal.B (뿌렌자르갈)	생태 학자 및 제어엔지니어
11	울란바토르시 대기오염저감청 (APRD)	-	Tsolmon.Ts (첼르먼)	부회장
12	울란바토르시 대기오염저감청 (APRD)	대기질모니터링부	Davaajargal.D (따바이자르갈)	부장
13	에너지규제위원회	수도권관리위원회	Lkhagvadulam.B (라박도람)	위원
14	몽골국립대학교	환경화학, 지구화학 연구소	Soyol Erdene.Ts (서열르에르덴)	교수
15	국가환경오염 감축위원회	-	Odontungalag.D (어던통그락)	위원

1.5.1.1 역량강화 1일차 현황 (정책)

(1) 한국의 대기질 관리체계

본 강의에서는 한국환경공단에서 한국의 대기질 관리체계에 대해 설명하였다. 한국의 경우, 대기질 관리체계를 배출원 관리 또는 대기환경 감시 두 가지로 분류할 수 있다. 먼저, 배출원 관리는 국가 전체 배출량을 관리하는 CAPSS, 굴뚝 배출량을 관리하는 SEMS, 실시간 굴뚝 배출량을 모니터링 하는 CleanSYS, 사업장 배출 총량을 관리하는 총량관리제도 등의 관리체계를 소개하였다. 대기환경감시는 여러 유형의 측정소에서 실시간으로 데이터를 수집하고 관리하는 NAMIS를 소개하였다.

[그림 7] 역량강화 1일차 현황(모니터링 부문)



(2) 친환경 자동차 관리정책

한국환경공단에서 이동오염원 분야 관리정책으로 한국의 친환경 자동차 관리정책을 공유하였다. 친환경 자동차 보급의 필요성 및 기술 로드맵을 설명하고, 다양한 친환경자동차 보급 정책을 설명하였다. 정책은 ①단계별 보급목표제 강화, ②다양한 친환경차 보급 개발, ③공공부문 친환경차 의무구매제 시행, ④대중 교통수단 중심의 친환경차 보급, ⑤충전편의 시설 설치 확대, ⑥친환경차 구매 지원 강화 등으로 분류하여 소개하였다.

[그림 8] 역량강화 1일차 현황(이동오염원 부문)



(3) 대기오염물질 총량관리제도

고정오염원의 대기오염물질 관리제도는 한국환경공단에서 대기오염물질 총량관리제도를 소개하였다. 한국의 총량관리제는 대기관리권역내 사업장의 대기오염물질 배출 총량을 규제하는 제도이다. 이는 사업장별로 배출허용총량을 할당하여 농도관리 방식의 한계점을 보완한 제도로, 사업장은 할당받은 연도별 배출허용총량 내에서 타 사업자에게 매매가 가능하다는 특징을 가지고 있다. 몽골 내 굴뚝 실시간 모니터링 시스템 설치 이후, 생산된 데이터 활용의 방편으로 일반적인 ‘농도’ 규제와 특수한 ‘총량’ 규제의 필요성을 설명하였다.

[그림 9] 역량강화 1일차 현황(고정오염원 부문)

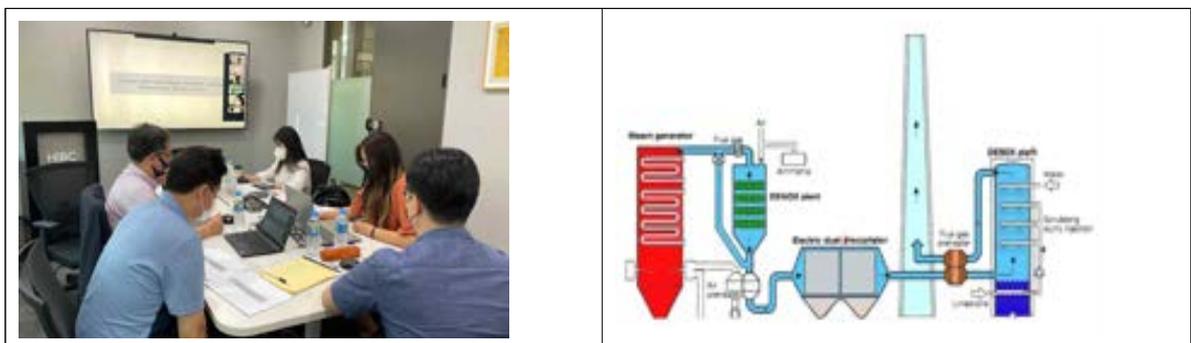


1.5.1.2 역량강화 2일차 현황 (실무)

(1) 화력발전소 방지시설의 이해

고정오염원 중에 하나인 화력발전소를 대상으로, 국내 방지시설 전문기업인 KC그린홀딩스에서 한국의 대기오염방지시설 기술 및 사례를 공유하였다. 방지시설은 먼지집진설비(전기집진기), 탈황설비(습식, 건식), 탈질설비(SCR), 초미세먼지 방지시설 등을 소개하였다.

[그림 10] 역량강화 2일차 현황(고정오염원 부문)



(2) 연료품질 모니터링 방안

이동오염원 실무 교육에서는 한국석유관리원에서 한국의 석유 품질관리 시스템을 공유하였다. 연료품질 검사는 계획 후 검사, 시험분석, 결과보고 등 총 4단계로 진행되며 각 단계별 진행업무에 대해 상세히 설명하였다. 연료품질 검사 결과는 사업체 방문 또는 시료채취 등으로 진행하며 이를 정부나 국세청, 경찰 등에 통보하는 과정을 소개하며, 연료품질 검사제도 도입에는 검사기관과 사법기관 등의 협업이 필요함을 공유하였다.

[그림 11] 역량강화 2일차 현황(이동오염원 부문)



(3) 대기질 모니터링 시스템 실무

모니터링 부문에서는 한국환경공단에서 시스템 실무 내용을 소개하였다. 한국의 대기오염정보관리시스템인 NAMIS를 설명하고, 시스템 시연을 통해 데이터 조회 및 측정소 유지관리, 데이터 확정 등의 방법을 공유하였다. 또한, 실시간 대기오염정보시스템(Air Korea) 소개 및 활용법 시연으로 지역별 실시간 데이터 조회, 대기오염 예보, 경보, 실시간 공간분포, GIS 정보기반 통합지도 등을 소개하였다.

[그림 12] 역량강화 2일차 현황(모니터링 부문)



1.5.2 성과공유 방안

본 사업의 성과를 지속적으로 모니터링하고 성과를 공유하기 위하여 마스터플랜 수립 주요내용과 발굴된 협력사업 등의 내용을 소개할 수 있는 웹페이지를 제작하였다. 본 웹페이지는 개도국 마스터플랜 수립지원 사업 소개부터 사업 추진체계와 정책제안 현황, 중점협력사업의 세부내용 등을 수록하였다. 또한, 한국어 및 몽골어, 영어 등 총 3개의 언어로 번역하여 마스터플랜 사업의 성과를 확산하고자 하였다.

[참고] 홈페이지 주요내용

- 마스터플랜 수립 지원사업 및 대상국(몽골) 현황
- 마스터플랜 수립 지원사업 진행과정
- 사업 추진체계 및 참여기관 소개
- 분야별 협력사업 및 정책제안 현황
- 중점협력사업 세부내용
- 아카이브 (마스터플랜 최종보고서 다운로드)

홈페이지의 주소는 www.cleanairmongolia.com이며, 사업 종료 후에도 몽골 대기질 개선과 관련한 활동을 업데이트 하는 등 지속적인 유지보수를 통해 방문자들에게 유용한 정보를 공유할 수 있는 온라인 매개체가 되도록 운영할 예정이다.

[그림 13] 홈페이지 구축현황



1부 환경개선 계획 수립

제2장 사업대상국가 현황조사

2.1 국가 현황조사

2.2 시장조사

2.3 대기질 유관 국가개발계획 현황

2.4 환경분야 관리현황

제2장 사업대상국가 현황조사

2.1 국가 현황조사

2.1.1 일반현황

2.1.1.1 국가 일반현황

몽골은 중앙아시아 고원지대 북방에 위치한 내륙국가이다. 몽골의 면적은 한반도의 약 7.1배인 156.4만km² 규모이며, 국경선의 총 길이는 8,253km이며, 러시아와 중국과 접경하고 있다. (한국수출입은행, 2019; 몽골 통계청)

[그림 14] 울란바토르 지도



출처: 한국수출입은행, 2020 세계국가편람 (2019)

<표 5> 몽골 일반현황

구분	내용
국명	몽골(Mongolia)
면적	1,564,116km ² (자료원: 몽골 통계청, 2020년 6월 기준)
수도	울란바토르 (Ulaanbaatar)
인구	3,349,077명 (자료원:몽골 통계청, 2020년 11월 기준)
민족(인종)	할흐민족(90%), 카자흐족(5.9%), 브라이드계(2%) 등
언어	몽골어
종교	라마불교
기후	건성냉대기후로 겨울은 춥고 길며, 여름은 짧음
국가원수 (*21.8기준)	<ul style="list-style-type: none"> • 대통령: 오흐나 후렐수흐(Ukhnaa Khurelsukh) • 국무총리: 룽상남스라이 어용에르덴 (Luvsannamsrai Oyun-Erdene) • 국회의장: 검버자브 잔당샤타르(Gombojav Zandanshatar)
주요정당	<ul style="list-style-type: none"> • 인민당(62석), 민주당(11석), 인민혁명당(1석), 국민노동당(1석), 무소속(1석)
정치체제	이원집정부제(이원내각제 성격)
의회	단원제(76석)

출처: KOTRA, KOTRA국가정보(몽골) (2020); 한국수출입은행, 2020세계국가편람 (2019); KOTRA, 몽골 국가·지역정보(<https://news.kotra.or.kr/>), 몽골 뉴스사이트(<http://ikon.mn>)

2.1.1.2 자연현황

(1) 지리 및 지형현황

몽골은 국가의 40%가 사막으로 구성되어 있으며, 북서부의 알타이산맥으로부터 동남부의 평원지대로 펼쳐져 있다. 몽골의 평균 고도는 1,580m이며, 최고지대는 서쪽 끝에 러시아와 중국의 국경지대에 솟아있는 후이툽 어르길(Hairhany Orgil)이라는 봉우리(4,366m)이고, 최저지대는 동부 평원지대로 약 522m이다. (주 몽골 대한민국 대사관, 2006)

(2) 기후현황

몽골의 기후는 건성냉대기후이며, 이는 전형적인 대륙성 기후로 겨울은 길고 추우며 여름은 짧다. 1년에 구름이 없는 날이 257일이며, 평균기온은 11월부터 3월까지 영하로 떨어진다. 특히, 겨울철 야간에는 영하 40도 이하까지 떨어지는 반면, 여름에는 영상 33~38도로 무더운 날씨를 갖고 있다. (주 몽골 대한민국 대사관, 2006)

2.1.1.3 외교현황

(1) 일반 외교 현황

몽골의 현재 외교현황을 조사하였고, 러시아와 중국, 미국, 일본 북한 등과의 현황을 자세히 살펴보았다. 러시아는 몽골의 제2위 교역국으로, 석유 수입을 대부분 러시아에 의존하고 있는 것으로 나타났다. 중국은 몽골의 제1위 교역 투자국으로 몽골의 최단거리 항구 제공 국가로 몽골의 對중국 의존도가 심화되고 있는 상황이다. (외교부, 2016)

<표 6> 몽골 외교현황

대상국	내용
러시아	<ul style="list-style-type: none"> • 1921년 수교 후 사회주의 연대를 바탕으로 긴밀한 협력 관계 형성 • 1990년 민주화 이후 종전의 종속 관계에서 평등한 외교 관계 지향 • 2009.8월 지속적인 협력 외교를 통해 몽·러 전략적 동반자 관계 형성 • 러시아는 몽골의 제2위 교역국 및 제4위 대몽골 투자국이며, 몽골은 석유수입을 대부분 러시아에 의존 • 러시아는 몽골 내 친러시아 정서를 바탕으로 몽골 내 정치적 영향력 행사, 몽골의 자원 개발과 관련된 철도 참여, 에르데네트 광산 운영, 우라늄 개발 참여 등에 관심 보유
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골과 중국은 200여 년간 청나라의 몽골 지배에서 기인한 민족감정과 국경분쟁 등의 요인으로 오랫동안 불편한 관계를 유지했으나, 1971년 8월 외교관계를 복원 • 2014년 8월 시진핑 국가주석의 방몽 시 ‘전면적 전략 동반자 관계’로 몽-중 관계 격상 • 중국은 몽골의 제1위 교역·투자국이며, 자원 수출 시장, 소비재 공급국, 최단거리 항구 제공국가로 몽골의 對중국 의존도는 심화되는 상황
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 1987년 1월 외교관계가 수립되었고, 소련 해체 이후 몽·러 관계 약화에 따라 몽·미 관계는 반사적 이익 향유 • 미국은 몽골의 국제평화유지 활동 참여, 민주주의의 평화적 정착을 긍정적으로 평가하면서, 몽골의 지정학적 특성에 유의 • 미국은 몽골의 제3위 교역국 (2013년 對미 수출 380만 달러, 수입 5.1억 달러)
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 1972년 외교 관계 수립 이후 일본의 막대한 경제원조를 바탕으로 긴밀한 협력관계 형성 • 2010년 Ts. 엘벡도르지 대통령 방일을 계기로 제3의 이웃 국가로는 처음으로 ‘전략적 동반자 관계’ 수립

북한	<p>[민주당 집권 이전]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1948년 10월, 몽·북 수교 이후 양측은 사회주의 연대를 바탕으로 ‘전통적 우호 협력관계’ 유지 • 1990년 3월, 한·몽 수교 이후 몽골은 개혁·개방 추진을 위해 한국과의 관계 강화 • 2002년 8월, 몽·북 「신우호협력의정서」 서명을 계기로 관계 회복 • 2005년 2월, 북한 대동신용은행이 몽골 골롬트은행에 입금하려던 100만 달러를 몽골 정부가 위폐 혐의로 압류함에 따라 양국 관계가 일시적으로 소원 • 2006년 9월, 이주국장회의 개최 후, 같은 해 12월 문화교육부차관 방북 등 관계 복원 노력 • 몽골은 경제발전 과정에서 동북아 안정과 평화가 국익에 부합하다는 판단 하에 남북한 등거리 외교를 통해 자국의 외교적 역할을 모색 중 • 2009년 외교부 대화 채널 차관급 격상, 2010년 4월, G. 잔단샤타르 외교장관 방북, 같은 해 10월 제8차 몽·북 경제무역과학기술위원회 개최 등 지속적 관계 유지 <p>[민주당 집권 이후] 각자의 이익에 따른 관계 밀접화</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골은 민주당 집권 및 Ts.엘벥도르지 대통령 재집권 성공 이후 ‘몽골의 국제적 존재감’ 제고 차원에서 대북한 적극 외교 시현 • 북한은 최근 대북제재 강화와 북·중 관계 냉각이라는 상황 속에서 외화 확보를 위해 몽골과 밀접한 관계 유지 중
----	--

출처: 외교부, 2016몽골개황 (2016)

(2) 한국과의 관계

한국과 몽골의 국교 수립일은 1990년 3월 26일이며, 1991년에 체결된 무역협정을 시작으로 경제, 에너지, 사회 등 다양한 분야에서 협정을 체결하였다. 2017년 9월 한-몽 EPA(Economic Partnership Agreement, 경제동반자협정) 공동 연구가 완료되었으며, 현재 체결을 위한 협상이 진행 중이다. (KOTRA, 2021; KOTRA, 2020)

<표 7> 한-몽 협정 발효 현황

협정명	발효일	발효내용
무역협정	1991-03-28	한-몽 정부 간 무역협정
투자협정	1991-03-28	양국 투자의 상호증진 및 보호에 관한 협정
이중과세방지협정	1992-04-17	양국 기업의 중복과세로 인한 기업활동 위축을 방지하기 위한 협정
대몽골 대외경제협력기금 차관공여에 관한 협정	1996-12-06	몽골 대외경제협력기금(EDCF) 차관공여에 관한 협정
에너지 및 광물자원 분야의 협력에 관한 협정	1999-11-08	에너지 및 광물자원 분야의 몽골 정부와 한국 정부 간 협정
관광협력협정	2003-11-24	한국과 몽골 간 관광 분야의 협력에 관한 협정
사회보장협정	2006-05-08	양국의 사회보장의 협력에 관한 협정
민사 및 상사 사법공조 조약	2008-10-15	법률에 관한 협정
사증 간소화 협정	2012-05-31	비자 간소화에 관한 협정
대외경제협력기금 차관에 대한 교환각서	2015-12-16	대몽골 대외경제협력기금(EDCF) 차관(2011~2015)에 대한 기본약정 연장을 위한 교환각서
대한민국 수출입은행과 몽골 정부 간 '정보화교육 프로젝트' 이행에 필요한 차관 공여 협정	2016-07-16	차관 공여 협정
대한민국 수출입은행과 몽골 정부 간 국가 간 도시 간 대중교통 지원 시스템 구축 프로젝트 2단계 이행에 관한 차관 협정	2016-07-16	차관 협정
대한민국 정부와 몽골 정부 간 2016-2019년 문화교류 방안 관련 협정	2016-07-16	문화교류 확대 방안 관련 협정

출처: KOTRA, 몽골 국가·지역정보 (<https://news.kotra.or.kr/>)

<표 8> 몽골 무역협정 발효 현황

구분	협정명	체결일자	발효일자	비고
체결 완료	몽·일 EPA	2016-05-08	2016-06-07	<ul style="list-style-type: none"> 5,700개 품목에 대한 관세 감면 <ul style="list-style-type: none"> 3,723개 품목의 관세는 발효 즉시 철폐 1,977개 품목에 대한 관세를 최소 4년에서 20년간 단계적으로 철폐하기로 함
	대한민국 정부와 몽골 인민공화국 정부 간 무역협정	1991-03-28	1991-04-30	<ul style="list-style-type: none"> 양국 간 무역관계 확대 발전을 위해 합의한 무역협정
논의 진행	한·몽 EPA	한·몽 EPA 체결협상 중		

출처: KOTRA, 몽골 국가·지역정보 (<https://news.kotra.or.kr/>)

2.1.1.4 정치 및 행정 현황

(1) 정부형태

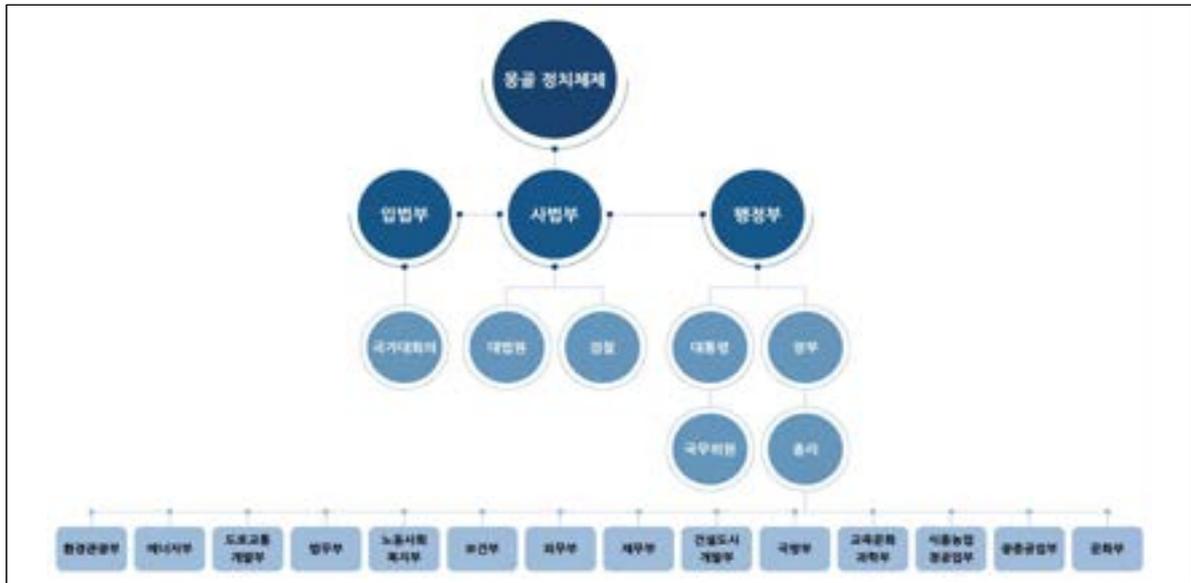
몽골은 민주공화제이고, 의원내각제적 성격이 강한 이원 집정부제이다. 형식적으로 입법, 사법, 행정 삼권분립의 구조로 되어 있으나, 국가 주요 기관이 긴밀히 연결되어 주요 기능이 3부에 혼재되어 있는 구조이다. (KOTRA, 2021)

몽골 대통령 후보들은 보통 원내 정당들이 지명하며, 임기는 4년제이고 (헌법개정에 따라 2025년부터 임기는 6년으로 개정) 국민투표로 선출된다. 몽골의 대통령은 국가의 최고 수장이며 몽골 군대의 최고 지휘자이기도 하고 국가안보회의의 의장이다. 대통령은 법안 거부권(의회의 2/3 이상의 의결로 무시 가능), 군 통수권, 총리 지명 및 임명권(의회 동의 필요), 총리 제청에 따른 각료 지명 및 임명권, 대법원장 임명권 등과 같은 권한을 가진다. 총리는 의회 다수당의 당수가 총리직을 수반하는 것이 일반적이며, 내정을 통할하는 행정수반으로써 행정부를 이끌고 국회 법안 집행에 대한 책임을 진다. (KOTRA, 2021; 외교부 2016)

입법부는 헌법상 국가 권력의 최고기관이다. 입법권은 총 76명의 국회의원으로 구성된 국회(Great Khural)로부터 나오며, 이 입법권을 가진 유일한 기관인 국회의 임기는 4년이다. (KOTRA, 2021)

사법부는 대법원, 지방법원, 지구법원으로 구성되어 있으며, 대법원장과 재판관들은 일반법관위원회 및 국회의 심의를 거쳐 대통령이 임명한다. 검찰청은 독립기관으로 검찰총장·검찰차장은 대통령이 지명하고 국회의 동의를 획득함으로써 임명되며, 임기는 6년이다. (외교부, 2016)

[그림 15] 몽골 정부기관 조직도



출처: 몽골 정부사이트 (<https://zasag.mn/>); 외교부, 국가/지역정보(몽골) (www.mofa.go.kr/) (연구팀 직접작성)

(2) 현 집권 주요 정당 현황

몽골 인민당(Mongolian People's Party)은 1921년 몽골 독립과 동시 출범 이후 1990년까지 헌법으로 보장된 일당 독재체제를 유지해오다가, 체제전환 후 1996년 6월 총선에 패배하여 야당으로 전락하였다. 2000년부터 다시 과반수 의석을 차지하며, 몽골 최강 정당 지위를 유지하고 있다. (KOTRA, 2021)

민주당(Democratic Party)은 1990년 최초의 야당으로 탄생한 이후 1996년 총76석 중 50석을 획득하며 강력한 야당으로 부상하였다. 하지만, 민심 문제로 2000년 총선에서 1석에 그치는 등 다시 권력을 상실하는 듯하였으나 2004년 총선에서 36석으로 인민당과 연립내각 구성 후 현재는 제2집권 정당 자리를 유지하고 있다. (KOTRA, 2021 몽골 진출전략, 2021) 2020년 6월 24일 선거 결과, 몽골 인민당이 제1집권 정당이며, 민주당은 11석으로 제2집권 정당의 자리를 유지하고 있다. (몽골 뉴스사이트(ikon), 2020)

(3) 정치동향

2020년 6월 총선 결과, 인민당 압승으로 정치적 안정성 유지하고 있다. 인민당은 2018년 발각된 ‘관직매매’ 및 ‘중소기업지원기금’ 등의 사건 연루로 지지율이 하락하여, 2019년 실시된 설문조사 결과 야당 민주당에 비해 열세인 것으로 파악되었으나, 2020년 총선 결과는 인민당이 62석, 민주당 11석으로 인민당이 압승하였다. 이는 인민당 내부계파 간 권력 다툼 종식에 성공한 현직총리의 강한 리더십과 대기오염 감소 정책의 추진력이 높게 평가된 것으로 보인다. (KOTRA, 2021)

현재, 몽골 정부는 1990년부터 2020년까지 수립된 14개 정부 중 오직 2개 정부만이 정상적으로 임기를 완료하였으며, 1990년부터 현재까지 공표된 567건의 정책 및 정책 프로그램 중 203건만이 유효한 상황으로 정부 교체시마다 정책 또한 쉽게 변경된 것으로 나타났다. 이에, 인민당 정부는 정책적 일관성 및 부패척결을 선거공약으로 내세우며 장기개발정책 ‘VISION 2050’ 을 발표하며 경제 및 산업 개발 정책의 일관성과 지속성을 약속하였다. (KOTRA, 2021)

인민당이 이끈 국회가 2019년 11월, 19년 만에 몽골 헌법 개정을 실시하였다. 헌법 조항 중, 대통령과 관련 주요 변동 사항은 기존 임기 4년으로 1회 연임 가능했던 조항을 임기 6년으로, 연임불가로 개정하였으나, 해당 개정조항의 발효일자를 2025년으로 하여, 현직 대통령이 재선될 수 있게 하였다. (KOTRA, 2021)

2.1.1.5 사회 현황

(1) 지역 최신 현황

2011년 최대 17%대의 높은 경제성장률을 기록한 후 5년간 하락세를 보이면서 2016년에는 1.2% 최저치를 기록하였다. 이에 대한 대응 조치로 2017년 2월 IMF의 확대신용제도(Extended Fund Facility, EFF)를 수용하며 2017년부터 거시경제지표 및 정부재정이 안정세에 돌입하였으며, 경제성장률 5~6%를 유지하였다. 그러나 2020년 상반기 COVID-19 여파로 주요 수출 광물수요 감소로 인해 -9.7% 경제성장률을 기록하였으며, 대외교역액 및 FDI 또한 감소세를 보이며, 2021년부터 상환 계획 대외부채가 큰 경제적 부담이 될 것으로 추정하고 있다. COVID-19에 따른 수많은 불확실성에도 중국경제가 성장할 것으로 예상됨에 따라 對중국 광물 수출에 크게 의존하는 몽골 경제도 회복될 전망이다. (KOTRA, 2021)

1992년 1월 13일 자유민주주의 이념의 헌법을 제정한 이래, 2000년도에 7개 조항에 대한 개정 실시 후, 19년 뒤인 2019년 11월 14일 헌법 개정이 통과되며, 2020년 5월 25일부로 발효되었다. 본 개정은 헌법 70개 조항 중 19개조 총 36개 조항 1)의회 책임과 규율 강화를 위한 조항 2)행정부 권리와 관련 조항 3)재판부의 책임과 독립성 확보를 위한 조항 4)지치체 권리 및 지역개발과 관련 조항 총 4가지 부문을 크게 변화시켰다. (KOTRA, 2021)

[참고] 몽골 헌법개정 내용

- 신헌법의 대통령과 관련 제30조 2항을 개정하여 기존 ‘연령 45세 최근 5년간 몽골에 상주한 몽골 국적자를 임기 4년으로 선출하고 1회 연임 가능했던’ 사항을 ‘연령 55세 최근 5년간 연속적으로 상주한 몽골 국적자를 1회 임기 6년으로 선출’하도록 변경
- 지금까지 대선과 총선을 격년으로 실시하면서 전직 대통령이 재임을 목적으로 국회 및 내각 결정에 거부권 행사 및 제제로 국가의 중대한 업무가 해결되지 않고 방치되는 등 ‘포퓰리즘(Populism)’적 행동이 자주 있었던 것이 연임불가 개정으로 해결될 것으로 기대
- 신 헌법의 행정부 권리 강화 관련 주요 조항은 기존 ‘내각부 장관을 총리가 대통령과 협의하여 국회상정 후 국회에서 임명, 또한 국회의원이 내각장관을 겸직 가능’했던 부분을 ‘총리가 내각부 장관을 직접 임명 또는 해임하도록 변경하고, 국회의원 중 최대 4명이 내각부 장관을 겸직할 수 있도록 제한’하는 조항으로 개정
- 이 같은 조항 개정으로 기존에 국회가 내각부 장관을 임명하는 제도 아래 대다수 내각부 장관이 국회의원으로 구성되면서 국회가 국정에 대한 감사를 실시하는 메커니즘이 약하던 문제가 정상화 될 것으로 기대

출처: KOTRA, 2021 몽골 진출전략 (2021)

기존에 실행했던 정책간의 연관성 부재와 4년 단위 정부 운영계획 위주의 재정운영행위 및 국가개발정책 전담 국가기관 부재로 인하여, 분야별 정부부처가 각각 별도로 개발정책을 수립함에 따른 정책적 일관성과 연관성이 부족하였다. 2019년에는 몽골 정부 최초로 인간·사회·환경·경제 문제를 다루는 광범위한 장기개발정책 ‘비전2050’을 수립하였다. 본 정책은 9개 목표, 50개 세부목표를 제시하였고, 10년 단위 3단계로 30년간 총 187개 프로젝트를 실행할 예정이다. 본 정책은 기 수립된 ‘지속가능개발정책2030’과 달리 경제사회 개발에 그치지 않고 세계에서 경쟁력 있는 몽골인을 배양하고 민족과 문화를 구축하며 몽골인의 삶의 질과 사회적 안전성의 증대, 환경 보호와 지역적 개발로 도시·농촌 간 개발 격차 축소, 도시의 인구 분산을 통한 경제개발 등의 다방면의 포괄적인 정책을 포함하는 국가개발모델로 평가된다. (KOTRA, 2021)

몽골 정보통신기술국은 2018년 에스토니아의 전자정부 모델 학습을 통해 정부 전자서비스 종합포털(www.e-mongolia.mn)을 개발하였으며, 2020년 10월 포털 및 모바일 어플리케이션의 시범운영을 개시하였다. 현재 해당 포털을 통해 우선적으로 23개 정부기관의 181개 서비스를 전자 형태 혹은 Operation mode 형태로 제공할 수 있게 되었으며, 몽골 정부는 본 프로그램을 통해 정부의 모든 행정서비스를 단계적으로 전자화하여 국민에게 하나의 채널로 공급하는 것을 목표로 하고 있다. 정부서비스의 전자화를 통해 관료주의와 부패척결, 신속성 및 투명성 확보, 서비스 절차 및 과정의 단축 효과를 기대할 수 있다. (KOTRA, 2021)

(2) 인구현황

2020년 몽골 인구 및 주택조사 결과에 따르면, 몽골의 인구는 약 329만 명, 가구 수는 약 89만 가구로 집계되었다. 2010년에 집계된 인구 규모와 비교한 결과, 10년간 연평균 인구 증가율은 2.2%로 나타났다. 평균적으로 가구규모는 약 3.6명이며, 평균 결혼 연령은 27.7세로 조사되었다. 연령 구조 측면에서는 0~4세 아동 비율이 전체의 31.5%를 차지하고 있으며, 15~64세가 64.4%, 65세 이상이 4.1%를 차지하고 있다. (Montsame(몽골 국립 언론기관), 2020)

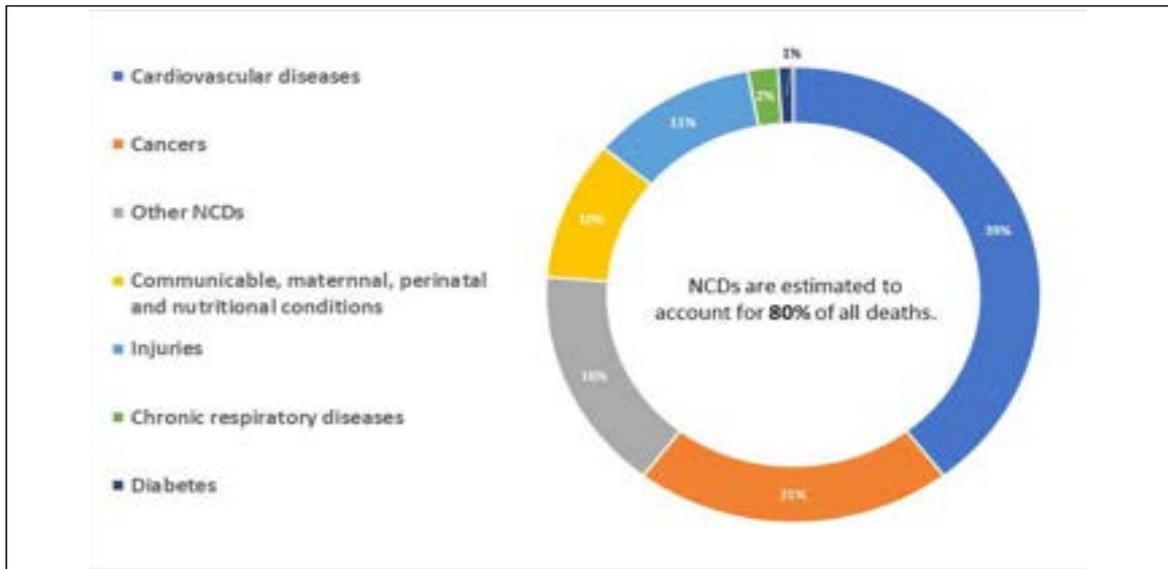
몽골 인구의 46%는 수도인 울란바토르에 거주하고 있으며, 19%는 칸 가이 지역, 16%는 중앙지역, 13%는 서부지역 그리고 7%는 동부 아이막에 거주하는 것으로 나타났다. 몽골 총 인구의 약 7%는 6개월 이상 해외에 거주한 경력이 있는 것으로 조사되었다. (Montsame(몽골 국립 언론기관), 2020)

2019년 노동사회보장부는 2030년 몽골은 400만 인구를 달성할 것이며, 2045년에는 500만 인구의 달성을 예측하였다. (Montsame(몽골 국립 언론기관), 2020)

(3) 보건현황

WHO의 통계에 따르면, 2016년 기준 몽골의 총 사망자는 약 19,000명이었으며, 사망자 중 약 80%가 비 전염성 질병으로 인한 사망인 것으로 조사되었다. 주요 사망원인 비율은 심혈관 질병이 40%로 가장 높았으며, 암 20%, 만성 호흡기 질환 2% 등으로 나타났다. (WHO, 2018)

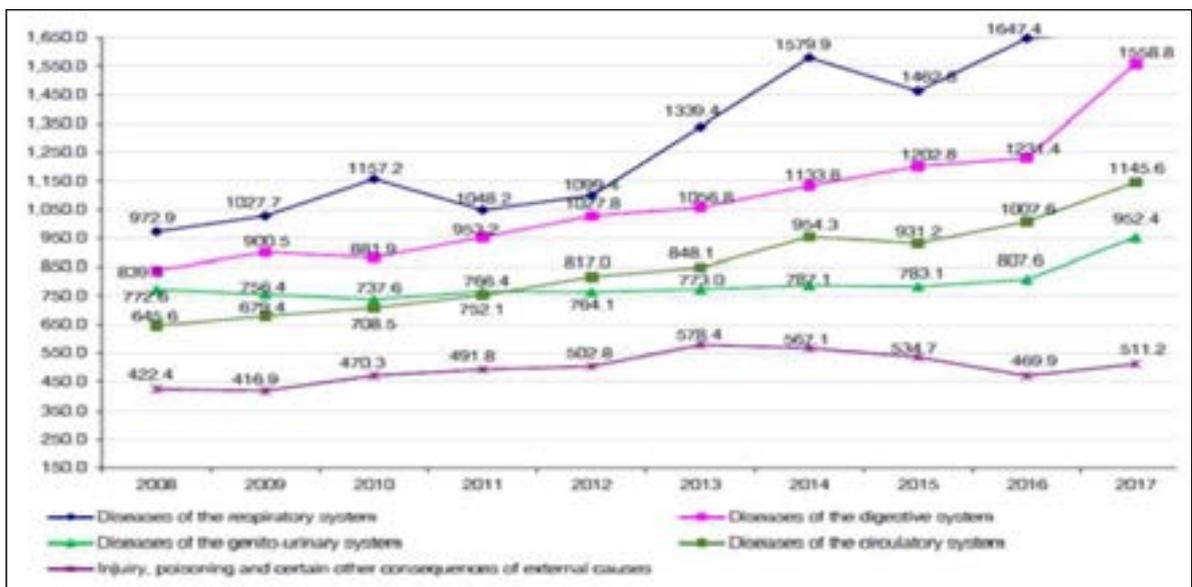
[그림 16] 몽골의 사망원인 비율 (단위: %)



출처: WHO, Noncommunicable Diseases (NCD) Country Profiles (2018)

몽골 내 대기오염으로 인한 질병은 호흡기 질환 및 폐암 등이 있으며, 몽골 내 호흡기 질환 발생률은 2008년 인구 1만명 당 972.9명에서 2017년 1,647.4명으로 증가하였다. (Davaasuren, O., 2019)

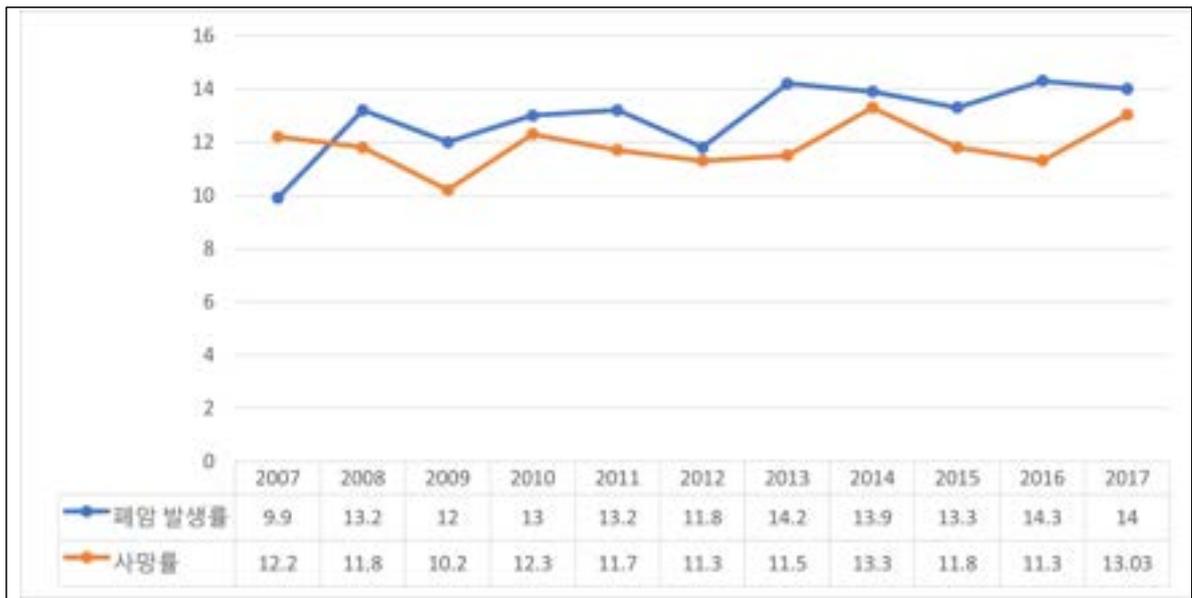
[그림 17] 몽골 내 호흡기질환 발생현황 (단위: 1만명당 환자수)



출처: Davaasuren, O., Situation of Lung Cancer among The Population of Mongolia (2019)

2017년 몽골 내 폐암은 암 질병 중 3위를 차지하였으며, 총 4,004명(남자 2,262명/여자 1,742명)의 환자가 폐암으로 사망하였고, 이는 2017년 몽골의 총 사망자 수의 25.4%를 차지한 수치이다. 2017년의 폐암 발생률은 2007년 대비(십만명 당 9.9명) 4.1배 증가한 십만명 당 14명으로 나타났으며 몽골 내 대기오염으로 인한 질병은 증가하는 추세이다. (Davaasuren, O., 2019)

[그림 18] 몽골 내 폐암 발생률 및 사망률 (단위: 10만명당 환자/사망자수)



출처: Davaasuren, O., Situation of Lung Cancer among The Population of Mongolia (2019)

(4) 도시화 비율

몽골은 1992년 사회주의로부터 자본주의 체제 도입 후, 산업구조가 농업 및 목축업에서 제조업으로 전환됨으로써 도시로의 인구 유입이 단기간에 가속화되었다. 국가통계포털(KOSIS) 자료에 따르면 2011년부터 2021년까지 몽골의 도시화 비율은 약 68%를 유지하고 있다. (도로정책연구센터, 2019)

2.1.1.6 무역현황

(1) 교역동향 (KOTRA, 2021)

한국과 몽골과의 교역 규모는 약 2~3억 달러를 유지하고 있다. 2012년 역대 최고치의 교역액 4억 8천만 달러를 기록한 이후, 지속적인 하락세를 유지하였으나 2018년부터 교역규모가 회복되었다. 2018년은 전년 대비 교역액이 37% 증가하였고, 2019년은 2억 6,700만 달러 규모로 전년 동기간 대비 1.8% 증가하였으나, 지난 2020년에는 COVID-19로 인한 감소세를 보이는 것으로 나타났다.

2020년 7월 기준 한·몽 전체 교역 규모는 1억 4,070만 달러로 나타났으며, 한국의 對몽골 수출은 1억 3,010만 달러, 수입은 1,060만 달러로 집계되어 전년 동기간 대비 각각 18.5%, 21.8% 감소하였다.

(2) 주요 수출입품목 현황 (KOTRA, 2021)

한국의 對몽골 주요 수출 품목은 기호식품, 자동차, 건설광산기계, 석유제품 등이 있으며, 이중 화물차나 건설 중장비 등 차량 관련 품목이 많은 부분을 차지하고 있다. 한국의 對몽골 주요 수입 품목은 금속광물, 의류, 양모 등이며, 이 가운데 광물이 약 35%의 큰 비중을 차지하고 있다.

<표 9> 한·몽 양국 간 주요 수출입 품목 (2020년 7월 기준)

한국의 수출			한국의 수입		
순위	품목(MTI 3단위 기준)	금액	순위	품목(MTI 3단위 기준)	금액
1	기호식품	20백만USD	1	금속광물	4백만USD
2	자동차	19백만USD	2	의류	3.6백만USD
3	건설광산기계	12백만USD	3	모류	1.8백만USD
4	비누, 치약 및 화장품	10백만USD	4	비금속 광물	0.5백만USD
5	석유제품	6백만USD	5	축산 부산물	0.4백만USD
6	농산 가공품	6백만USD	6	인쇄물	0.2백만USD
7	농약 및 의약품	5백만USD	7	축산 가공품	0.2백만USD
8	도료 및 잉크	4백만USD	8	알루미늄	0.17백만USD
9	플라스틱 제품	4백만USD	9	합금철선철 및 고철	0.11백만USD
10	자동차 제품	4백만USD	10	농산 가공품	0.07백만USD
	기타	60백만USD		기타	0.25백만USD
	합계	150백만USD		합계	11.3백만USD

출처: KOTRA, 2021 몽골 진출전략 (2021)

(3) 주요 수출입국가 현황

2016~2019년 몽골의 수입 및 수출금액은 꾸준히 증가하였으며, 주요 수입국으로는 중국, 러시아, 일본, 대한민국 등이 있고 주요 수출국으로는 중국, 영국, 러시아, 싱가포르 등이 있다.

<표 10> 2016-2019년 몽골 주요 수입현황

년도	2016년		2017년		2018년		2019년	
	국가명	금액(USD)	국가명	금액(USD)	국가명	금액(USD)	국가명	금액(USD)
1	중국	1,040,232,836	중국	1,412,561,606	중국	1,968,833,499	중국	2,036,805,066
2	러시아	861,885,671	러시아	1,219,188,124	러시아	1,710,347,258	러시아	1,729,863,706
3	일본	330,608,393	일본	363,149,952	일본	561,042,245	일본	585,477,274
4	한국	197,888,962	미국	208,563,327	한국	262,365,972	미국	289,626,805
5	미국	139,377,416	한국	197,703,548	미국	211,547,365	한국	266,965,194
6	독일	120,024,448	독일	128,349,174	독일	168,721,898	독일	188,807,014
7	말레이시아	41,075,583	폴란드	48,349,980	폴란드	58,027,051	폴란드	64,450,569
8	폴란드	40,754,446	이탈리아	45,840,574	이탈리아	54,726,543	이탈리아	60,052,835
9	베트남	40,139,187	말레이시아	39,988,259	인도	51,751,571	호주	57,069,468
10	우크라이나	35,046,259	베트남	39,798,749	말레이시아	50,277,519	베트남	56,968,655

출처: UN Comtrade Database (<https://comtrade.un.org/>)

<표 11> 2016-2019년 몽골 주요 수출현황

년도	2016년		2017년		2018년		2019년	
	국가명	금액(USD)	국가명	금액(USD)	국가명	금액(USD)	국가명	금액(USD)
1	중국	3,883,128,125	중국	5,268,988,071	중국	6,505,529,538	중국	6,772,662,873
2	영국	766,875,707	영국	660,535,665	영국	172,866,021	영국	291,092,228
3	러시아	55,769,058	러시아	67,661,068	러시아	85,935,954	싱가포르	154,580,629
4	독일	43,386,472	이탈리아	43,299,934	이탈리아	54,078,081	스위스	74,986,343
5	이탈리아	33,579,288	타 아시아국	26,215,956	싱가포르	30,008,422	러시아	68,093,301
6	싱가포르	16,913,245	싱가포르	26,119,535	일본	26,468,390	이탈리아	45,298,764
7	일본	14,031,747	일본	14,816,466	타 아시아국	25,471,472	호주	39,612,579
8	홍콩	10,482,769	홍콩	12,277,771	한국	21,200,429	한국	27,814,983
9	미국	10,461,515	독일	11,648,021	독일	12,280,691	미국	25,997,482
10	한국	8,470,417	한국	11,617,792	홍콩	11,823,802	이란	21,137,919

출처: UN Comtrade Database (<https://comtrade.un.org/>)

(4) 수입규제 및 관세

몽골의 對한국 수입규제 현황을 살펴보면, 현재 몽골은 반덤핑이나 상계관세, 세이프가드, 수입쿼터제 등 관련 규제가 없으며, 일부 수입금지 품목의 수입만을 금지하고 있다. 주류, 담배류, 유류 등 품목에 대해서는 수입허가제도를 운영하며, 사전에 수입허가를 받은 업체만이 수입할 수 있다. (KOTRA 웹사이트)

몽골에서 생산된 모든 제품에 적용되는 국가품질마크는 MNS 한 종류이며, MNS 마크가 표시된 제품은 국민의 생명, 건강, 환경안전 등 관련 규격에 적합하다는 의미가 있다. MNS 마크 부착은 필수조건은 아니며, 업체, 기관, 개인 등은 해당 제품과 서비스의 인증 신청서를 관할 인증기관에 제출하여 사용허가를 신청할 수 있다. 인증 종류는 수입상품 인증, 수출상품 인증, 서비스 인증, 국내 생산상품 인증, 제도의 인증, 상품, 서비스 인증 및 에코 표시 인증 총 8종류가 있으며, 이 인증은 몽골 국가 범위로 시행한다. 몽골은 제조기반이 미약하고 생필품의 80%를 수입에 의존하므로 특별한 비관세장벽이 존재하지 않는다. (KOTRA 웹사이트)

몽골의 관세제도는 1993년 1월에 신 국제통일 상품 분류제도(HS) 도입 이후, 변경사항은 몽골 분류표에 소개되어 있다. 몽골은 HS2002를 2002년 1월에 채택했으며, 현재 몽골의 관세 제도는 8자리 HS Code로 구성된 5,541개로 구성되어 있다. 첫 6자리는 HS의 일반약호이며 마지막 두 자리는 국가 하위 단위를 지칭한다. 1997년 세계 무역기구에 가입하기 전 몽골은 수입물품 대부분에 15%의 중가 관세를 적용하였다. 관세 정률법의 도입 이후 관세율은 수차례 수정되었다. (KOTRA 웹사이트)

2000년도부터 여러 가지 목적으로 국제 조약 및 협력 프로그램에 의해 수입된 장비와 물품 등 일부 상품에 대해서는 관세가 면제되었다. 그리고 몽골 관세율은 전체적으로 5%~30% 사이에 조정되고 있으며, 가장 높은 관세율을 적용하는 품목은 농산물이다. 몽골 정부는 2020년 5월 1일부 국회의 제35호 결정으로 1999년의 제27호 '농산물 관세 인상 관련' 결정에 내용을 추가 및 변경하여 일부 과일과 채소에 대한 관세율을 기존 20%에서 10% 인상해 최대 30%까지로 조정했다. 이는 몽골이 자국에서의 과일과 야채 생산을 장려하고 농업을 보호하기 위한 목적으로, 2020년 8월 1일부터 시행한다. 또한, 높은 세율(15%)이 적용되는 품목은 유제품과 밀가루 등이 포함된다. 수입품의 경우 관세 외에 특별소비세가 부과되는 일부 물품이 있으며, 이는 수량에 따라 조정되고 있다. 수출관세의 경우 일부 원자재를 제외하면 모든 수출품에 대한 관세율은 0%이다. (KOTRA 웹사이트)

관세 및 부가가치세 면제 품목은 가스, 가스통, 기계장비, 특수형 기계(2016년 1월1일부터 유효), 신재생에너지 관련 연구 및 생산을 위한 기계장비 및 부품(2016년 4월 4일부터 유효), 사육식물(2017년 12월 8일부터 유효), 공기청정기, 에너지 절약 온열기(2018년 1월 12일부터 유효) 등이 있다. (KOTRA 웹사이트)

2.2 시장조사

2.2.1 경제관련 정책 및 산업구조 현황

2.2.1.1 경제 일반현황

<표 12> 몽골 경제 일반현황

GDP	136억 달러('19)
1인당 GDP	4,133달러('19)
화폐 단위	Tugrik(Tug)
회계연도	1.1 ~ 12.31
산업구조	서비스업 50%, 제조업 38%, 농업 12%('17)
주요 수출품	구리, 의류, 가죽, 축산물, 캐시미어, 양모, 가죽, 형석, 비철금속, 석탄
주요 수입품	기계류, 연료, 자동차, 식료품, 산업소비재, 화학제품, 건설자재, 담배, 가정용 기기, 비누 및 세제
주요 부존자원	석유, 석탄, 구리, 몰리브덴, 텅스텐, 인산염, 주석, 니켈, 아연, 형석
국제신인도	OECD 6등급, Moody's B3, Fitch B

출처: 한국수출입은행, 2020 세계국가편람 (2019)

2.2.1.2 산업구조 현황

(1) 산업별 GDP 현황 (KOTRA, 2021)

2020년 상반기 기준 GDP중 경제 산업별 점유비중 1위는 광업 24.3%, 2위 도소매업 16.2%, 3위 제조업 11.2%, 농목축업 10.1%, 부동산업 5.3%, 금융보험업 4.9%로 나타났다. 산업생산 비중은 광물채굴업이 57.5%, 제조가공산업이 32.8%, 전기·난방·환풍산업이 8.4%, 상·하수도·폐기물 처리업이 1.2%의 비중을 차지하고 있다.

(2) 핵심산업 현황 (KOTRA, 2021)

몽골은 전통적인 목축업 국가에서 (GDP 비중: 2000년 27%→2019년 10%) 광업 중심(GDP 비중: 2000년 10%→2019년: 27%)으로의 경제개발을 추진 중이며, 과도한 광업 의존형 경제구조 탈피를 위해 광물 가공을 통한 부가가치 창출 완제품 생산 및 서비스업 육성으로 산업 다변화 정책을 추진 중이다.

몽골의 주요 산업은 식품·농목축업·경공업 및 광업·중공업이며, 국가장기개발정책(VISION 2050) 및 산업정책상 산업 및 경제구조의 다각화를 위해 자국보유 원자재인 농축산물 및 광물의 가공을 통한 고부가가치 창출, 지속가능한 녹색성장을 주요 정책적 과제로 제시하고 있다.

2.2.1.3 경제 동향 및 경제 전망

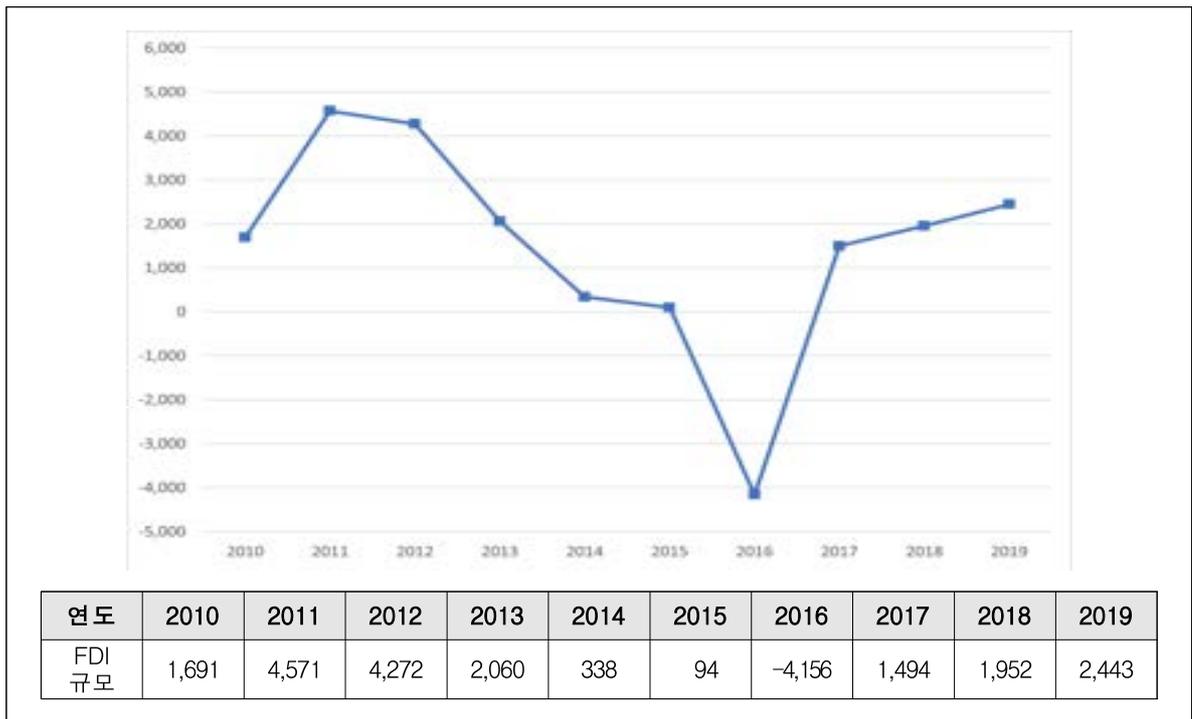
(1) 투자현황

한국의 對몽골 직접투자 현황을 살펴보면, 1990년 3월 26일 한·몽 수교이후, 한국은 1994년부터 공식적인 대몽골 투자를 시작하였다. 2019년 투자금액은 16,731만 달러, 2020년 6월까지의 2020년 6월 기준 대몽골 직접투자 누적 금액은 4억 9,831만 달러를 달성하였다. 분야별 투자 비중은 광업 투자가 26%로 가장 높으며, 도·소매업19%, 건설업 12%, 부동산 및 임대업 11%이며 현재 20여 개 부문에서 투자가 활성화되고 있는 상황이다. (KOTRA, 2021)

지난 30년간 몽골에서의 한국투자로 설립된 법인 수는 총 671개사로 도소매 분야 173개, 제조업 분야 96개, 건설업 분야 82개, 과학 및 기술 서비스업 분야 50개, 광업 분야 49개, 부동산업 분야 40개 등 부문을 중심으로 설립되었다. 또한, 몽골에는 한국의 중소기업(신규법인 수 비중: 46.2%) 및 개인 투자자의(신규법인 수 비중: 44.2%) 진출이 활발한 특징을 보이고 있다. (KOTRA, 2021)

2010~2019년 10개년 동안 몽골의 해외직접투자(Foreign Direct Investment, FDI) 규모는 2010년 가파른 증가 이후 꾸준히 하락하여 2016년에는 -4,156백만 달러로 감소하였다. 하지만 2017년 FDI 규모는 1,494백만 달러로 증가하며 2019년까지 지속적으로 증가하는 추세로 나타났다.

[그림 19] 몽골 2010년-2019년 해외직접투자규모 (단위: 백만 달러)



출처: WorldBank data (<https://data.worldbank.org/>) (연구팀 직접작성)

(2) 외국인 투자여건

몽골의 외국인 투자여건으로는 외국인 투자유관 법령인 몽골 투자법, 투자 인센티브(조세·비조세 인센티브), 제한 및 금지업종 등을 조사하였다.

<표 13> 몽골 외국인 투자유치제도 현황

구분	내용	세부내용
외국인 투자유관 법령	몽골 투자법(2013)	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골에는 외국인투자법이 따로 제정되어있지 않으며, 몽골 투자법으로 관리되고 있음. 몽골정부는 2013년에 신 투자법을 통과시켰으며, 2013년 11월 1일자로 발효되어, 현재까지 유효함. 이 법률은 과거에 있었던 민간 해외투자에 대한 제한을 없애고 외국정부 투자에 대한 정부 승인 요건을 줄였으며, 투자법에 따라 내·외국인 투자자는 제한이나 정부 승인 없이 어느 산업에나 투자할 수 있음 • 외국인기업이 몽골에서 사업 활동 진행을 위해 투자법에 따라 외국인투자법인(Business Entity with Foreign Investment, BEFI) 또는 연락사무소로 등록해야 한다는 것을 규정함 <ul style="list-style-type: none"> * BEFI는 몽골에서 설립되고 최소 기업체 기여금이 투자자당 100,000달러이며, 외국인 투자자가 적어도 기여금의 25%를 보유한 기업체를 의미함 * 연락사무소는 외국 모기업의 연락사무소로서만 운영하기 위해 설립된 실체로 몽골에서 사업 활동으로 인한 수익을 벌 수 있는 권한이 없음
투자 인센티브 (비조세 인센티브)	토지 사용권 부여	• 계약에 기초하여 60년까지의 토지 임차 및 사용권을 제공, 계약의 주된 조건에 따라 계약 기간을 1회에 한해 40년 연장 가능함
	자유무역지대, 산업기술단지 투자유치	• 자유무역지대 및 산업기술단지에 공장을 설립하는 경우 사업 운영 투자자에게 법인등록, 출입국관리 절차를 완화하고 있음
	주요부문 투자 장려	• 인프라, 제조업, 과학, 교육 분야의 투자자가 고용하는 외국인 인력 및 전문가 증원의 경우 고용수수료 면제, 관련 허가 발급 절차를 간소화할 수 있음
	혁신산업 지원	• 이노베이션 프로젝트 수행 지원을 위해 수출지향 혁신 제품 생산에 필요한 자금 조달에 금융을 보증할 수 있음
투자 인센티브 (조세 인센티브)	투자자의 체류허가발급	• 몽골에 투자한 외국인 투자자와 그들의 가족 구성원에게 몽골의 관련 법률에 따라 복수비자 및 거주허가증을 발급하고 있음
	세금감면	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골 정부는 100억 투그리크 이상 금액을 투자하는 외국인투자자에게 법인세, 관세, 부가가치세, 광물개발 로열티 등에 대한 세금감면 증명서를 최소 5년에서 최대 18년 기간으로 발급하고 있음 • 광업, 중공업, 기간산업 부문에 300억 투그리크, 기타 부문에 100억 투그리크 이상의 금액을 투자하는 투자자가 제출한 서류상 1) 사업계획서 및 타당성 조사 2) 환경영향평가서 3) 안정적인 일자리 창출 4) 하이테크, 신기술도입 등 기준에 의해 세금감면 증명서를 발급함
	투자보증 계약 체결	• 5,000억 투그리크 이상 금액을 투자하는 투자자와 몽골 정부가 법적으로 투자보증, 세율 안정화, 금융 보증 관련 조항을 명시한 투자계약서를 체결할 수 있음

	관세 및 부가세 면제	• 몽골 정부는 석유개발, 목재 가공, 가스연료, 농업, 신재생에너지, 대기오염 해소 관련 장비 및 자재 수입에 대한 관세 및 부가세를 면제하고 있음
	중소규모 제조업 지원	• 몽골 정부는 제조업육성 정책으로 중소기업 설립에 필요한 기계장비 수입에 대한 관세를 면제하고 있음
	자유무역지대 투자유치	• 몽골 정부가 지정한 자유무역지대 투자자 대상으로 최초 5년간 각종 조세 및 토지사용료 감면 혜택을 제공하고 있음
제한 및 금지업종	투자 제한 부문	• 몽골 정부는 광업, 은행금융업, 언론통신 부문에 외국 국영기업의 투자를 제한하고 있다. 해당 분야 기업체가 발행한 주식의 33% 또는 그 이상을 매입하거나 합병할 시 몽골 정부로부터 허가를 받아야 함
	영업 금지 업종	• 아편, 기타 마약 종류의 생산수입판매업, 카지노 사업, 다단계 마케팅 사업, 음란 영상물 제작, 판매, 선전광고 업종을 금지하고 있음

출처: KOTRA, 몽골 국가·지역정보, (<https://news.kotra.or.kr/>)

(3) 국채발행 및 신용등급 (한국수출입은행, 2020)

몽골의 국채발행(외채상환태도) 현황을 살펴보면, 2019년 9월 30일 기준으로 몽골에 대한 OECD 회원국 ECA의 여신 잔액은 1,455백만 달러(단기 63.5백만 달러, 중장기 1,391.5백만 달러)로 나타났다. 이 가운데 6.6백만 달러의 중장기채무가 연체되어 연체비율은 0.4%로 미미하므로, 몽골의 외채상환태도는 양호한 편이다.

한편, 몽골은 1991년부터 총 6차례 IMF 구제금융 지원을 받았으며, 만성적인 경상수지 적자 기록, 외환보유액 고갈 등 대외지급능력 악화로 국제기구와 여러 채권국으로부터 외화를 조달하는 등 외채부담이 높은 수준을 유지하고 있다.

몽골의 신용등급은 2020년 자료를 기반으로 볼 때, 기존과 유사한 등급을 유지하고 있다. 이는 OECD와 주요 국제신용평가기관 모두 몽골의 풍부한 광물자원, 재정수지 개선노력, 성장잠재력 및 과도한 부채, 원자재 국제가격 변동 리스크, 금융 부문의 취약성 등을 종합적으로 고려하여 평가되었다.

<표 14> 몽골의 주요 기관별 신용평가등급

평가기관	최근 평가 등급	종전 평가 등급
OECD	6등급	6등급
Moody's	B3	B3
Fitch	B	B

출처: 한국수출입은행, 몽골 국가신용도 평가리포트 (2020)

2.2.2 주요 경제지표 현황

몽골의 주요 경제지표는 인구, 명목GDP, 소비자물가상승률, 총 수출규모 및 수입규모 등을 조사하였다. 최근 몽골의 수출 및 수입금액은 증가하고 있으며, 1인당 명목 GDP 역시 증가추세로 나타났다.

<표 15> 몽골 주요 경제지표

주요지표	단위	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
인구	백만 명	2,996	3,058	3,120	3,178	3,238	3,296	3,354	3,418
명목GDP	십억 달러	12.227	11.750	11.187	11.135	13.006	13.225	13.825	13.5
1인당 명목GDP	달러	4,643	4,218	3,854	3,780	4,009	4,012	4,123	N/A
실질성장률	%	7.9	2.4	1.2	5.3	6.9	6.6	6.2	5.0
실업률	%	7.9	8.3	8.6	9.1	6.9	7.8	6.6	N/A
소비자물가상승률	%	12.8	6.6	0.7	4.3	6.8	8.5	7.5	N/A
재정수지(GDP대비)	%	-11.5	-4.0	-4.07	-4.4	3.7	N/A	N/A	N/A
총수출	백만 달러	5,774	4,669	4,916	6,201	7,012	7,685	8,507	N/A
(對한 수출)	백만 달러	13.5	66.6	8.5	11.6	21.2	22.6	25.2	N/A
총수입	백만 달러	5,237	3,797	3,358	4,337	5,875	6,462	7,153	N/A
대한 수입	백만 달러	352.5	258.7	197.9	197.7	262.3	288.5	302.1	N/A
무역수지	백만 달러	539	872	1,558	1,863	1,137	900	1,354	N/A
경상수지	백만 달러	-1,934	-948.5	-669.7	-1,078	-441	-393	N/A	N/A
환율(연평균)	현지/USD	1,818	1,971	2,145	2,440	2,472	2,660	2,750	N/A
해외 직접투자	억 달러	1.07	0.11	0.14	0.49	0.37	0.45	N/A	N/A
외국인 직접투자	억 달러	3.37	0.94	-40.72	14.46	21.37	18.7	N/A	N/A

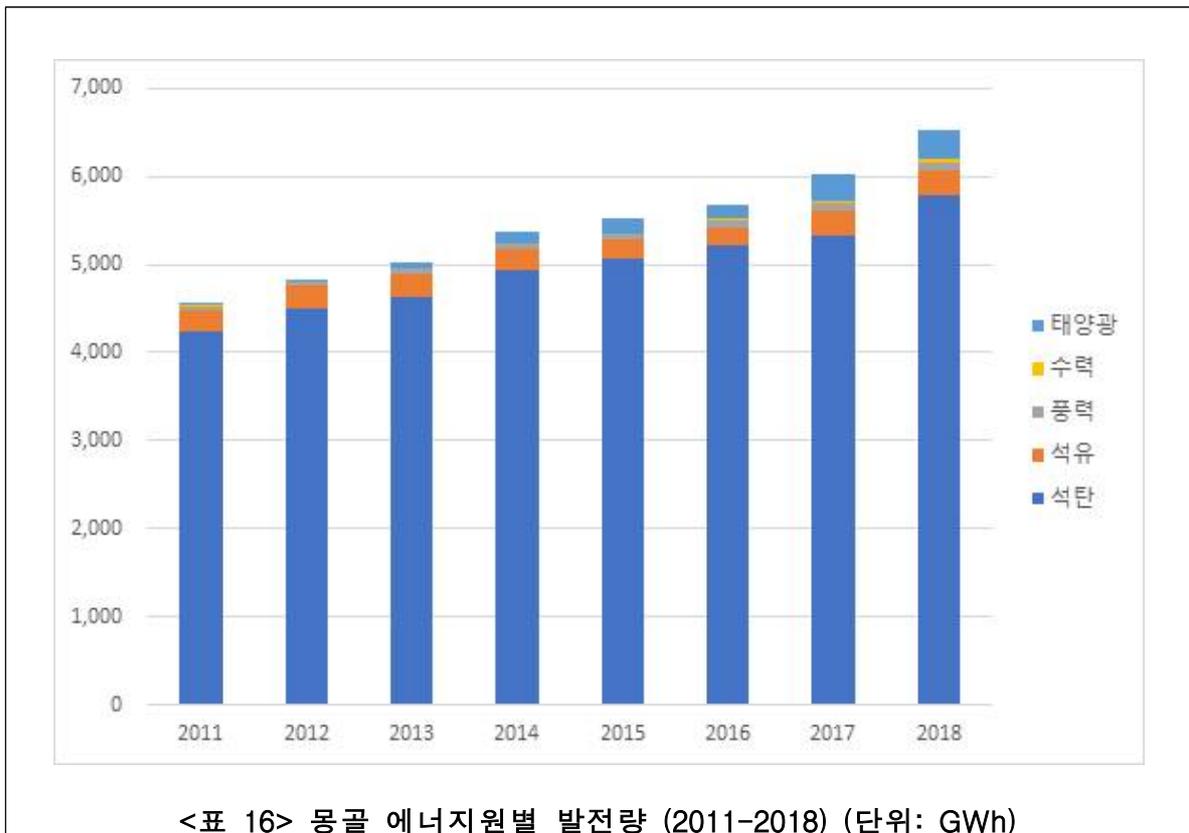
출처: KOTRA, 2021 몽골 진출전략 (2021)
원 자료출처: IMF, 몽골중앙은행, 몽골통계청, UNCTAD

2.2.3 에너지 현황

2.2.3.1 에너지믹스 현황

몽골의 에너지 발전량은 매년 꾸준히 증가하고 있으며, 석탄을 이용한 화력발전이 주요 에너지원인 것으로 나타났다. 2018년 기준, 화력 발전이 총 발전량의 88%를 차지하였고, 석유 발전량이 5%로 나타났다. 재생에너지원은 태양광 5%, 풍력 및 수력발전이 각각 1%, 1%를 차지하는 것으로 조사되었다.

[그림 20] 몽골 에너지원별 발전량 (2011-2018) (단위: GWh)



<표 16> 몽골 에너지원별 발전량 (2011-2018) (단위: GWh)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
석탄	4,238	4,502	4,629	4,934	5,062	5,227	5,331	5,782
석유	236	253	269	242	230	193	279	295
풍력	53	52	60	66	59	85	85	85
수력	8	8	8	8	8	8	25	33
태양광	1	1	54	126	154	154	307	340
합계	4,536	4,816	5,020	5,376	5,513	5,667	6,027	6,535

출처: IEA 웹사이트 (<https://www.iea.org/>) (연구팀 직접작성)

2.2.3.2 몽골의 전력 생산 및 소비 현황

몽골의 전력생산량은 꾸준히 증가하여 2019년에는 6,900 GWh에 도달하였으며 1인당 발전량 또한 증가세를 보이고 있다. 전력 수입량은 2013년부터 총 사용량의 20%를 차지하고 있다. 분야별 전력소비량에 있어서는, 산업 및 건설 분야의 전력 소비량이 꾸준한 증가세로 가장 높았으며 가정 및 공동주택부문의 전력소비도 높은 편으로 조사되었다.

<표 17> 몽골 전력 수급 현황 (2011-2019) (단위: 백만kWh)

	항목	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
전력 사용량	총 생산량	4,536.4	4,815.6	5,019.5	5,375.8	5,513.2	5,667.1	6,027.3	6,535.3	6,900.4
	수입량	275.5	366	1,195.5	1,349.2	1,416.8	1,446.3	1,574.3	1,665.7	1,722.7
	합계	4,811.9	5,181.6	6,215.0	6,725.0	6,930.0	7,113.6	7,601.7	8,201.0	8,623.1
분야별 전력 소비량	산업 및 건설	2,140.8	2,338.9	2,930.7	3,171.6	3,261.4	3,356.3	3,692.0	4,003.0	4,249.2
	교통 및 통신	143.7	156.8	196.9	211.4	216.5	222.9	247.5	268.3	284.8
	농업임업 어업등	36.4	39.8	49.9	63.7	54.8	56.6	62.8	68.1	72.3
	주거	829.5	906.7	1,139.2	1,251.4	1,277.5	1,321.3	1,426.6	1,546.7	1,641.9
	기타	302.6	330.4	415.4	460.4	473.3	488.6	519.8	563.6	598.3
	합계	3,453.0	3,772.6	4,732.1	5,158.4	5,283.5	5,445.7	5,948.7	6,449.7	6,846.4
기타 손실 및 소비량	송변전 손실량	644.3	675.4	739.5	792.6	782.6	817.1	810.9	875.3	891.6
	발전소 내부 사용량	690.8	712.4	725.3	772.4	778.2	748.7	816.4	849.3	860.9
	수출량	23.8	21.2	18.2	33.4	50.8	36	25.7	26.7	24.1
	1인당 발전량 (kWh)	1,693.2	1,762.3	1,797.9	1,866.2	1,860.0	1,872.2	1,945.8	2,068.8	2,163.1

출처: 몽골 통계청 (www.1212.mn) (연구팀 직접작성)

몽골은 주변국인 중국과 러시아에서 전력을 수입하여 사용하고 있으며, 중국에서의 전력 수입량은 약 78%, 나머지 22%는 러시아에서 수입하고 있다. 전력 수입량은 6년 연속 증가세를 유지하며, 2019년에는 전년 대비 3.4% 증가하였다.

<표 18> 몽골 전력 수입량 동향 (2014-2019) (단위: 백만kW)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
중국	928.1	1086.5	1117.9	1216.3	1261.9	1342.1
러시아	421.1	298.3	302.3	358.0	403.8	380.6
전체 수입량	1,349.2	1,384.8	1,420.2	1,574.3	1,665.7	1,722.7

출처: 몽골 관세청(https://www.customs.gov.mn) (HSCODE 2716 기준, 연구팀 직접작성)

2.2.3.3 몽골의 행정구역별 에너지 공급 현황

몽골의 중앙에너지시스템은 5개의 화력발전소로 구성되어 있다. 중앙에너지 시스템은 수도인 울란바토르 시, 다르항 시, 에르데네트 시, 바가누르 시와 10개 아이막(Aimag, 한국의 道규모에 해당) 지역에 전력을 공급하고 있다. 10개의 아이막 지역은 터브(Töv), 돈드고비(Dundgovi), 도르노고비(Dornogobi), 헨티(Khentii), 셀렌게(Selenge), 불간(Bulgan), 아르한가이(Arkhangai), 어워르한가이(Övörkhangai), 흠스굴(Khövsgöl), 바안혼고르(Bayankhongor) 등이다.

동부에너지시스템은 도르노드(Dornod) 초이발산(Choibalsan) 시의 화력발전소(36MW)에서 도르노드, 수흐바타르 및 헨티 아이막에 전력을 공급하는 시스템을 갖추고 있다. 서부에너지 시스템은 두르군(Durgun) 수력발전소(12MW)의 발전 이외에도 러시아에서 수입하는 전력을 사용해 읍스(Uvs), 바양울기(Bayan-Ulgii) 및 흠드(Khovd) 아이막에 전력을 공급하고 있다.

알타이에너지시스템은 타이쉬르(Taishir) 수력발전소(11MW)에서 자브한(Zavkhan) 아이막과 고비·알타이(Gobi-Altai) 아이막에 전력을 공급하고 있다.

남부에너지시스템은 재생 가능한 에너지도 사용하고 있다.

2018년 기준, 몽골의 329개 쉘(Sum, 한국의 郡 규모에 해당) 중에서 312개 쉘은 중앙 에너지시스템을 통해 에너지를 공급받고 있으며, 이 중 태양광 발전소는 12개 쉘, 태양광 및 풍력 병합발전소는 11개 쉘, 풍력발전소는 4개 쉘, 수력발전소는 13개 쉘, 디젤발전소는 7개 쉘에서 공급받고 있는 것으로 나타났다.

<표 19> 21개 아이막 별 에너지 공급구조 (단위: 개)

No.	아이막	솜 (개수)	중앙지역 에너지 시스템	태양 발전소	태양광 -풍력 병행 발전소	풍력 발전소	수력 발전소	디젤 발전소
1	Arkhangai	19	19					
2	Bayan-Ulgii	13	13					
3	Bayankhongor	20	17	2	3			
4	Bulgan	16	16					
5	Gobi-Altai	18	16	3	1		2	1
6	Gobisumber	3	3					
7	Darkhan_uul	4	4					
8	Dornod	14	13		1			
9	Dorno-Gobi	14	12	2	1	1		
10	Dundgobi	15	15					
11	Zavkhan	24	19	2	1		4	4
12	Orkhon	2	2					
13	Uvurkhangai	19	19	1	1	1	1	
14	Umnu-Gobi	15	12	1	1	1		2
15	Sukhbaatar	13	13		1	1		
16	Selenge	17	17					
17	Tuv	27	27					
18	Uvs	19	19				1	
19	Khovd	17	16	1			4	
20	Khentii	17	17					
21	Khuvsgul	23	23		1		1	
	총합	329	312	12	11	4	13	7

출처: 몽골 에너지부(<http://energy.gov.mn/>), KOTRA 홈페이지, 2018년 기준

2.2.3.4 전력망 및 발전소 현황

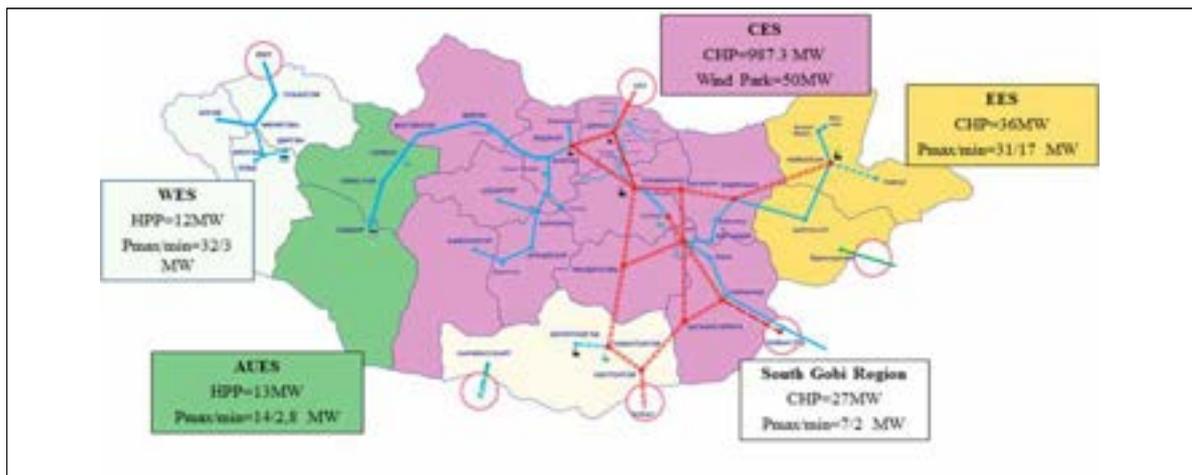
몽골의 전력망은 중앙에너지시스템(CES: Central Energy System), 동부에너지시스템(EES: Eastern Energy System), 서부에너지시스템(WES: Western Energy System), 알타이에너지시스템(AUES: Altai-Uliastai Energy System), 남부에너지시스템(SGR: South Gobi Region)으로 구성된다.

CES의 총 발전용량은 1,044MW(피크 수요 965MW)이며 TES-2, TES-3, TES-4, Darkhan 등을 통해 울란바토르, 다르항 등 주요도시에 전력 및 난방을 공급하고 있다.

전력 생산의 약 88%를 석탄발전에 의존하고 있으며, 전력수요 대비 공급능력 부족으로 인해 정전 등 전력 수급이 불안정한 상황이다. 중국이나 러시아로부터 총 전력 수요량의 19.6%를 수입하고 있는 것으로 조사되었다.

몽골 내 총 7개 석탄 화력 발전소는 열병합발전(총 설치용량 1,041MWe)이며 전력 공급망에 연결되지 않은 지역에서는 소형 디젤발전기 운영하고 있다. 단, 유목민의 경우 휴대용 소형 태양광 발전기를 이용하고 있다. (KEMCO, 2012)

[그림 21] 몽골 에너지공급 시스템 및 전력 송전망



출처: KEMCO, 몽골 에너지 현황 및 정책 (2012)

2020년 11월 기준, UB TES-1이 폐쇄되어 몽골 내에는 총 13개의 석탄 화력발전소가 운행 중이며, 6개의 석탄 화력발전소가 울란바토르에 위치한 것으로 조사되었다.

2.2.3.5 연료수급현황

몽골은 세계 10위의 광물자원 부국으로, 에너지 자원 중에는 석탄과 석유가 매장되어있으며, 석탄 매장량은 세계 4위로 1,750억 톤이 매장되어 있고, 원유는 45억 배럴이 매장되어 있다. 석탄은 몽골의 주요 수출품 중 하나로 2013년 생산량은 3,012.3만 톤이며, 수출량은 1,818.8톤 (11.2억 USD 규모)이다. 석유도 몽골의 주요 수출 자원 중 하나로, 2013년 5,244천 배럴을 수출(5.1억 USD 규모)하고 있다.

몽골의 석탄생산은 1922년 소규모로 시작된 후 1965년 대규모 노천광산인 샤린골(Shariin gol)의 생산이 시작되면서 본격적으로 개시되었다. 대부분의 광산은 노천 채굴 방식으로 생산하고 있으며, 현재 30개 이상의 광산이 가동 중이다. 2013년에 약 3,000 만톤 이상의 석탄 생산을 기록하였다. 15개의 몽골 전략광산¹⁾ 중 4개가 석탄광산이며, 최대 규모 석탄 광산은 Tavan Tolgoi이며, 총 7개 광구 717km²로 구성되며 매장량은 60억 톤을 기록하였다. (글로벌에너지센터, 2014)

<표 20> 몽골 15개 전략광산 위치 및 매장량

광산명	위치	매장량
Tavan Tolgoi	Umnugobi (Tsogttsetsii)	60억톤
Nariin Sukhait	Umnugobi (Gurvantes)	1억 2,550만톤
Baganuur	Ulaanbaatar (Baganuur)	6억톤
Shivee Ovoo	Gobisumber (ShiveeGobi)	6억 4,620만톤

출처: 글로벌에너지센터, 주요국 에너지·자원 현황 및 정책 (2014)

몽골의 주요 석탄 생산지역은 동부와 중북부이며, 대부분 갈탄을 생산 한다. 광산에서 생산된 갈탄 중 일부를 몽골 내 화력발전소에 공급하고, 대부분의 갈탄은 육상 수송을 통해 중국으로 수출하고 있으나, 중국 수출 부문에서 수출 조건에 대한 양국 이견으로 생산과 수출에 지장을 줄 수 있다.

[그림 22] 몽골 15개 전략광산 위치 및 매장량

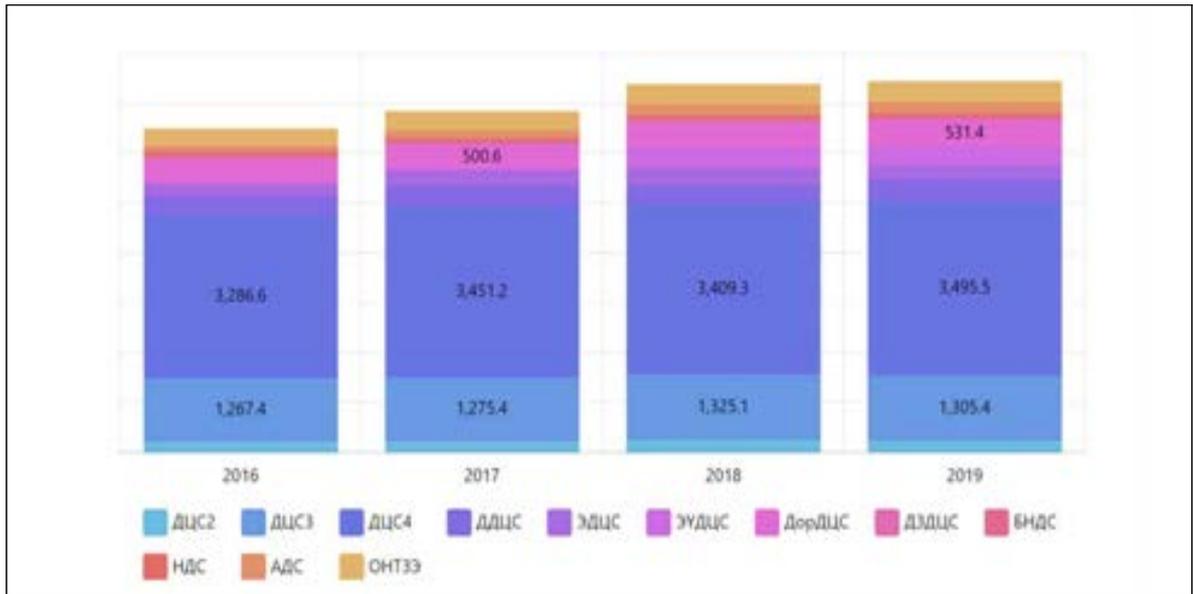


출처: Google Search

1) 전략광산이란 연간 생산규모가 GDP의 5% 이상인 광산으로, 현재 15대 전략광산을 지정·운영하고 있음. 라이선스 승인, 정부 지분율, 투자보장계약 등에 대한 국회 승인이 요구됨

2019년 몽골의 화력 발전소는 총 750만 톤의 석탄을 사용하여 전기를 생산했다. 그 중, 68%는 울란바토르에 위치한 TES-2, TES-3, TES-4 발전소에서 사용하였으며, TES-4에서 가장 많은 석탄을 사용하고 있는 상황이다.

[그림 23] 2019년 전력생산용 석탄 사용량 (단위: 천톤)

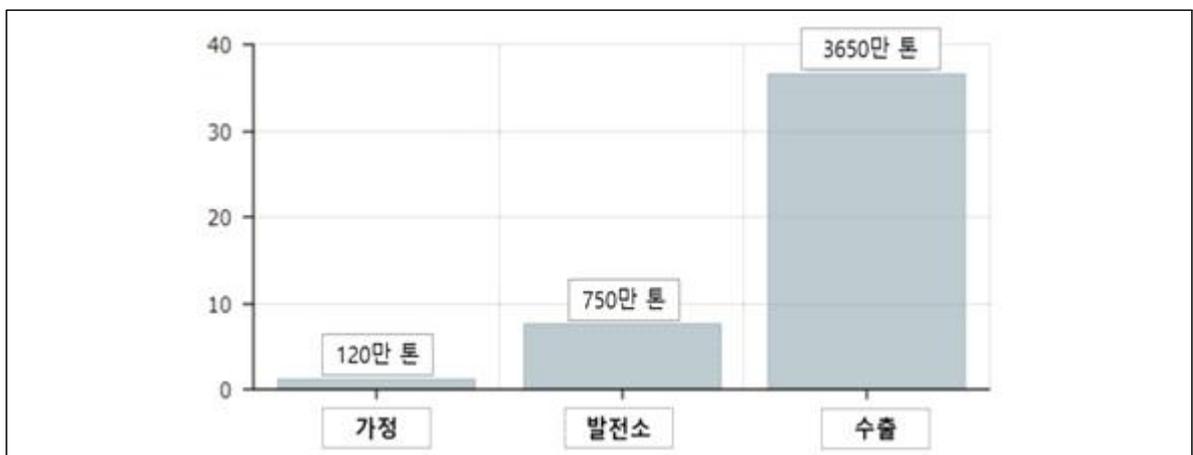


출처: ikon몽골 뉴스사이트 (www.ikon.mn) (연구팀 직접작성)

※좌측부터, TES-2, TES-3, TES-4, Darkhan, Erdenet, Erdenet Mining Corporation, Dornod, Dalanzadgad, Baganuur, Nalaikh, Amgalan, 로컬 라이선스 소지자(HOB)

연탄이 도입되기 전, 울란바토르 주민들은 연간 120만톤의 원탄(raw coal)을 사용했으며, 발전소는 750만톤의 석탄을 사용했다. 해당연도 석탄 수출량(3,650만톤) 과 비교하면, 몽골 국내의 석탄 사용량은 수출량에 비해 미미한 수준을 보인다.

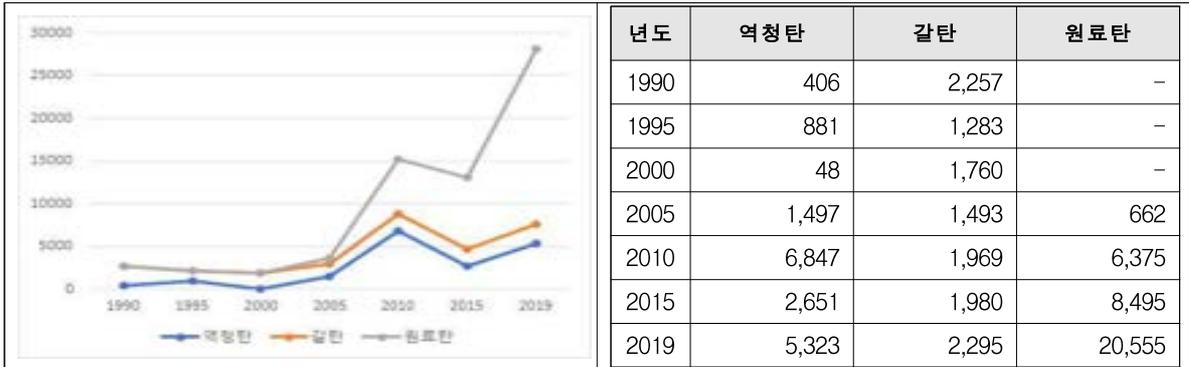
[그림 24] 2019년 부문별 석탄 사용량 및 석탄 수출량



출처: ikon 몽골 뉴스사이트 (www.ikon.mn) (연구팀 직접작성)

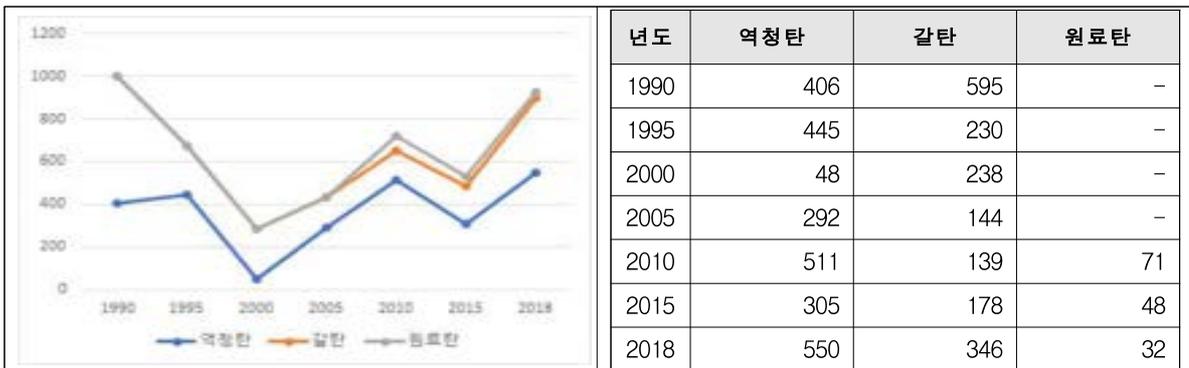
IEA 데이터에 의하면, 몽골은 원료탄 생산량이 가장 많으며, 2015년도 이래로 가파른 성장세를 보이고 있다. 석탄 소비 측면에서는, 몽골 내 원료탄 및 갈탄 소비량이 높으며, 2000년 이후 가정 내 석탄 사용량이 많아지고 있는 추세이다.

[그림 25] 석탄생산량 (1990-2018) (단위: Ktoe)



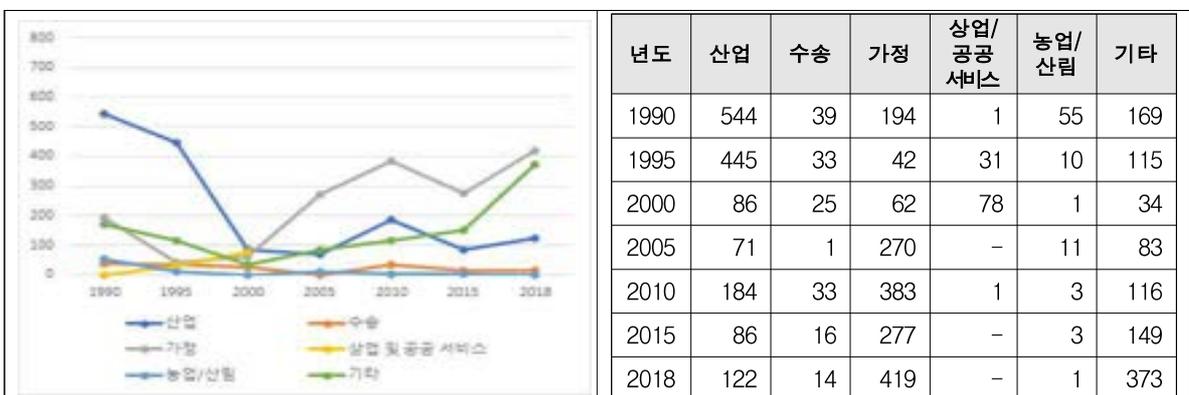
출처: IEA statistics (www.iea.org/)

[그림 26] 석탄 종류별 소비량 (1990-2018) (단위: Ktoe)



출처: IEA statistics (www.iea.org/)

[그림 27] 부문별 석탄소비량 (1990-2018) (단위: Ktoe)



출처: IEA statistics (www.iea.org/)

2.3 대기질 유관 국가개발계획 현황

몽골 내에는 국가개발계획으로 VISION 2050, 몽골 국가발전을 위한 5개년 지침 2021-2025, 몽골정부 행동계획, 녹색개발정책, 몽골 국가 에너지정책 2015-2030 등이 있는 것으로 조사되었다. 2015년에 수립된 몽골 장기개발정책 2015-2040은 몽골 최초의 장기개발정책인 VISION 2050으로 대체되어 본 조사 내용에서는 제외하였다.

2.3.1 몽골 장기개발정책 VISION 2050

2020년 5월, 몽골의 장기개발정책인 ‘VISION 2050’ 이 국회에서 최종 승인되었다. 이는 몽골 최초 30년 단위의 장기개발계획으로, 지속가능성장, 거시경제 안정, 인간개발, 중산층 육성 등을 강조하고 이를 달성하기 위한 9개의 분야, 각 분야에 따른 50개의 개발목표, 187개의 프로젝트로 구성되어 있다. 본 정책은 2021년~2030년, 2031년~2040년, 2041년~2050년 총 3단계로 진행될 예정이다.

<표 21> Vision 2050 내용

No.	분야	개발목표
1	국가가치 공유	1.1 국가의 전통과 역사, 문화유산, 문학, 예술 등을 통해 몽골인으로서의 자부심과 애국심 배양 및 단결 1.2 국가 정신 및 문화유산을 바탕으로 몽골의 유목민 문명 보존 1.3 모든 시민이 몽골의 언어 및 글을 국가의 가치로서 사용 1.4 몽골의 역사, 언어, 문화, 관습, 유목민 문명, 종교 및 철학 등에 대한 국가가치 연구를 수행하고 대중에게 공개하여, 높은 수준의 사회적 계몽을 달성 1.5 몽골의 국가가치를 전 세계적으로 확립하여, 몽골인과 해외에 거주하고 있는 몽골 민족 간의 협력 형성
2	인간개발	2.1 양질의 교육을 받을 수 있는 평등한 기회를 창출하고, 개인은 물론 가족과 국가 발전의 기초로 평생학습 시스템 강화 2.2 건강한 생활습관을 보유한 시민 개발로, 접근성이 높으며 효과적인 양질의 건강관리 시스템 개발 2.3 지속가능한 인구 증가와 활동적이고 창조적인 시민 및 가족 구축 2.4 국제적으로 경쟁력 있는 국가 과학기술 및 혁신 시스템 개발 2.5 사람이 살기 편안하고 위생적인 환경 조성 2.6 경제의 균형을 유지하고 지식 경제를 창출하여 모든 시민에게 일자리와 수입을 제공 2.7 몽골 유전자 Pool 보호 및 위험 예방 능력 강화로 몽골 개발을 지원

3	삶의 질 향상 및 중산층 확대	<p>3.1 삶의 질 향상을 위한 생명보장 및 사회보장 서비스 개발</p> <p>3.2 주택 구매력을 높일 수 있는 저렴한 주택구입 조건 제공</p> <p>3.3 고용 촉진 및 기업가 정신·기술 개발로 중소기업의 경쟁력 향상</p> <p>3.4 중산층 확대를 위해, 금융 서비스 제공 및 리스크 관리</p> <p>3.5 활동성 높은 라이프 스타일로 시민을 지원하여 체육을 위한 환경 조성</p> <p>3.6 시민 중심의 통합 토지관리 시스템 구현으로 평등과 정의, 국가 경제안보 및 지속가능 개발 보장</p>
4	경제 발전	<p>4.1 안정적인 거시경제 환경 조성으로 중산층 확대 노력</p> <p>4.2 경제적 우선순위 분야 개발과 수출 지향적 경제 창출</p> <p>4.3 국제 금융시장에 연결된 다양하고 포괄적인 금융 시스템 개발</p> <p>4.4 지역경제 및 무역통합 참여를 통한 무역 촉진</p> <p>4.5 국제적으로 경쟁력 있는 중소기업 개발 및 고용 확대</p> <p>4.6 경제 다각화, 경제혁신, 신기술 개발, 녹색성장 지원이 가능하며 국제적으로 인정받는 자원기금 설립</p>
5	바른 정부	<p>5.1 권력의 배분, 통제 및 균형 최적화 및 거버넌스 안정성 보장</p> <p>5.2 행정기관의 구조조직 정의 및 권한 구분 명확화</p> <p>5.3 인간 개발을 지원하는 효과적이고 효율적인 전자 정부 개발</p> <p>5.4 시민을 위한 서비스 제공이 가능한 전문적인 공무원 교육 서비스 개발</p> <p>5.5 시민 사회—민간—정부 간 파트너십 강화로 국가개발정책 계획 및 이행을 위한 시스템 구축</p> <p>5.6 국가 사법시스템 강화를 통한 부패 등의 위법 행위감소 노력</p>
6	녹색 성장	<p>6.1 주요 생태계 균형 유지 등의 자연보호</p> <p>6.2 자연자원 복원, 이용 가능한 자원 창출 등을 통한 자원 부족현상 감소로 자연의 이점을 미래 세대에 전달</p> <p>6.3 물 부족 방지 및 지표수 축적으로 수요 충족이 가능한 조건 제공</p> <p>6.4 저탄소, 생산적이고 포용적인 녹색경제 개발, 기후변화 완화를 위한 국제 노력에 기여</p>
7	평화롭고 안전한 사회	<p>7.1 국가 방위 시스템 개선 및 역량강화</p> <p>7.2 국가 경계의 불가침성과 국경 지역의 안전보장, 국경 군사구조 개발 및 국경보호 능력 증진</p> <p>7.3 비전통적 위험 감소 및 예방, 완화역량 강화, 평화로운 사회 조성</p> <p>7.4 법 집행 부문의 법적 환경개선, 개발 지원, 근무조건 개선, 자격을 갖춘 인력 교육과 경쟁력 개발</p> <p>7.5 개인정보 기밀성 및 접근성 보장과 경쟁력 창출</p>
8	지역개발	<p>8.1 통합 인프라 네트워크를 통해 지역 경제통합 및 경제성장의 기본조건 제공</p> <p>8.2 주요 경제부문 및 지리적 이점 바탕으로 지역관광 개발</p> <p>8.3 농업을 환경 친화적이고 기후 변화에 적응가능하며, 사회의 개발동향 및 요구사항에 대응할 수 있는 지속 가능한 경제의 주요 부문으로 개발</p>

9	울란바토르 및 위성도시 발전	<p>9.1 시민이 발전할 수 있도록, 일에 대한 가치가 높은 건강하고 창의적인 시민이 있는 도시 조성</p> <p>9.2 건강하고 안전한 환경, 생태계 균형, 낮은 온실 가스 배출량 및 녹색 기술을 갖춘 건강한 생활환경을 갖춘 도시 조성</p> <p>9.3 잘 계획된 공간정착 시스템으로 위성 도시를 빠르게 발전시켜 국제적으로 경쟁력이 있는 대도시 조성 노력 확대</p> <p>9.4 도시의 규칙과 표준을 충족하는 안정적인 법적 환경과 훌륭한 거버넌스를 갖춘 도시 조성</p> <p>9.5 관광·문화의 서비스 및 산업 창출과 동북아시아 교통과 물류, 국제 관계의 중심지가 될 위성 도시 개발</p>
---	--------------------------	--

출처: 몽골 법령사이트(www.legalinfo.mn/), 몽골 아카이브사이트 (mongolmedleg.org/) (연구팀 직접작성)

본 몽골 대기질 관리 개선사업은 9개 분야 중, ②인간개발, ⑥녹색성장, ⑨울란바토르와 위성도시 발전과 연관성이 있는 것으로 파악되었다.

개발목표 2.5는 사람이 살기 편안하고 위생적인 환경을 조성하는 것이다. 단기적(2021년~2030년)으로는 안전하고 위생적인 녹색시설 및 환경을 조성하며 환경모니터링 및 평가를 위한 체계를 구축 및 강화를 위함이다. 프로젝트 2.5.7 대기오염 감소를 위한 시민참여 및 태도변화 보장, 프로젝트 2.5.8 전국의 대기·환경오염 감소 및 토지황폐화 방지 프로그램 진행에 기여한다. 이 목표를 통해, 단기 목표(2021년~2030년)로는 건강한 환경 조성을 하고, 중장기 목표(2031년~2050년)로는 유리한 생활환경 조성 및 삶의 요구가 충족되는 환경이 만들어지는데 기여할 것으로 기대된다.

개발목표 6.4는 이산화탄소 감소 및 효율적이고 공공의 이익을 위한 녹색성장이다. 이 목표를 통해, 단기적(2021년~2030년)으로는 기후변화 대응 관리체계 강화, 정부민간 협력을 통한 녹색경제 체계 강화, 국외 투자재원을 활용한 친환경적 녹색 프로그램 및 사업을 추진할 계획이다. 중기(2031년~2040년) 목표로는 폐기물이 적은 친환경적인 산업개발을 통한 환경자원 절약 및 순환 촉진을 계획하며, 장기(2040년~2050년)목표로는 친환경적 산업에 지원하여 기후변화 완화를 위한 국제 노력에 기여할 것으로 기대된다.

개발목표 9.2는 건강하고 안전한 환경, 생태계 균형, 낮은 온실가스 배출량 및 녹색 기술을 갖춘 건강한 생활환경 도시이다. 프로젝트 9.2.8 환경품질 모니터링 역량 강화, 프로젝트 9.2.9 울란바토르 차량 배출량 감소와 게르 지역 재개발 및 에어컨 강화, 오염수준이 높은 지역의 주택문제 등을 체계적으로 이행하여 대기오염 감소에 기여하였다. 이 목표를 통해, 단기 목표(2021년~2030년)로는 공기·토양 등 환경오염 감소 등을 통한 시민의 건강하고 안전한 생활환경을 보장하고, 중장기 목표(2031년~2050년)로는 도시 생태계 균형을 이루는 녹색 스마트 기술시대 정립과 환경 지속가능성을 증가하는데 기여할 것으로 기대된다.

<표 22> Vision 2050의 2021~2030 실행행동 중 환경, 대기, 에너지 분야 발췌 내용

번호	내용
2.5.4.	주거용 난방 및 에너지 등을 재생에너지로 공급
2.5.7.	대기오염 감축을 위한 시민참여 확대, 시민들의 태도 개선 위한 교육 및 홍보 실행
2.5.8.	국가 대기 및 환경오염 감소 프로그램, 토양 보호 및 토지 황폐화 감소 국가 프로그램 실행
4.2.34.	에너지의 신뢰성, 안전 및 일관성 보장, 화력발전소의 용량 확장, 국내 전력소비에 충분히 공급 가능한 신규 발전소 건설 및 전력 수출
4.2.37.	재생에너지의 설치용량을 30%까지 확장, 강 및 호수 수자원의 10%를 전력 생산 및 기타 소비에 사용
6.4.	저탄소, 효율적이고 충분한 녹색경제를 개발, 기후변화 완화를 위한 국제적 노력에 기여
6.4.1.	친환경, 경제적 사용과 효율적인 첨단 녹색 기술의 경제적 지원
6.4.4.	오염 및 폐기물 감소, 절약 가능한 자원 지원, 친환경 첨단 기술 및 기계 도입, 효율적 생산 및 경제적 소비를 경제적으로 지원
6.4.7.	파리협정 이행을 위한 몽골 NDC(Nationally Determined Contribution, 국가 온실가스 감축 목표) 구현 노력, 재생에너지 개발을 통한 농업·건설업·운송업의 폐기물로 배출되는 온실가스 배출 감소 노력
6.4.14.	친환경 녹색 프로젝트 및 활동에 자금을 지원하기 위한 민관 공동 녹색 금융 시스템을 구축 및 개발
6.4.16.	친환경 지속 가능한 생산 개발, 스마트 소비 보급, 환경 및 사회 친화적인 프로젝트 및 활동 자금조달, 국가 녹색 금융 시스템 (녹색 은행, 녹색 채권, 녹색 거래소, 녹색 보험) 수준 향상
6.4.17.	유엔 기후 녹색 기금 및 기타 국제 금융 수단을 통해 재생에너지를 개발, 온실가스 배출 감소, 폐기물을 감소, 자원 효율성을 늘리기 위한 녹색 프로젝트 및 프로그램을 실행
9.2.1.	도시지역의 생태 시스템 가치와 생태적 능력을 결정, 기후변화 취약성 및 위험 평가, 포괄적인 재난 위험 관리 시스템을 개발, 녹지대 생태 통로 구축
9.2.4.	친환경 첨단 기술 및 기계 도입함으로써 모든 오염원의 감소 및 오염원의 재사용 가능 환경 마련
9.2.13.	차량 배출 오염물질 감소, 게르 지역 재개발 강화, 대기오염이 높은 지역의 게르를 주택으로 교체하는 사업을 체계적으로 구현하여 대기오염 감소
9.3.37.	UB시 외딴 지역에 부하시간 동안 작동 가능한 친환경 첨단기술을 갖춘 독립적인 열원 건설 및 중앙난방 공급 시스템 연결로 효율성 제고
9.3.47.	도시 재개발 사업으로 게르 지역을 중앙, 부분적인 및 독립적인 엔지니어링 공급 장치에 연결하여 재생에너지 사용

출처: 몽골 법령사이트 (www.legalinfo.mn/) (연구팀 직접작성)

2.3.2 몽골 국가발전을 위한 5개년 지침 2021-2025 (Five-year general guidelines for the development of Mongolia in 2021-2025)

몽골 국가발전을 위한 5개년 지침은 2020년 8월 28일자로 시행되었다. 본 지침은 국가의 발전을 위한 국가가치, 인구개발, 삶의 질 및 중산층, 경제, 거버넌스, 녹색개발, 사회안전 보장, 인프라, 울란바토르 및 위성도시 등 총 9개 카테고리에 각각의 목표와 세부목표를 수립하였다. 대기오염과 관련된 내용으로는 ‘9.2.1 울란바토르의 대기오염을 80% 감소’, ‘2.5.3 청결한 녹색지역 확대를 위한 대기, 수질, 토양오염 및 소음감소’가 명시되어있다.

<표 23> 몽골 국가발전을 위한 5개년 지침 2021-2025 목표

구분	세부내용
목표 1	사회 계몽, 집단적 민족 자부심 회복, 모국어·역사·문화유산 존중하며 애국심과 단결을 중시하는 몽골 시민 양성
목표 2	양질의 기초사회서비스 접근성의 평등성 강화, 세계에서 존경받는 몽골 시민 양성 및 가족 친화적 인간개발 정책수립
목표 3	고용 지원, 가계 소득 증가, 주택 제공 등을 통한 중산층 확대 및 삶의 질 향상
목표 4	중산층 증가, 빈곤 감소, 지속적인 경제개발 정책, 석유 및 가스의 자급자족, 수출 증가, 투자 및 저축 능력 향상을 통한 모두에게 유익하고 지속 가능한 경제 성장을 달성하는 국가로 성장
목표 5	인간개발을 보장하는 지속가능한 스마트 거버넌스를 위한 최적의 공공서비스 구축하고, 시민 전자서비스(e-service) 및 전 분야 공공·민간·시민사회 협력 증가 등을 통한 인권 및 사법 시스템을 보장하여 부패 없는 국가로 성장
목표 6	환경오염 및 악화 감소, 천연자원의 적절한 사용 및 복원을 촉진, 환경 친화적인 녹색 기술 도입 등을 위해 고안된 기후변화 감축 및 적응 정책의 시행을 통해 사람들에게 건강하고 안전한 환경에서 살 권리를 보장
목표 7	국방력 강화, 인권과 자유 보호, 시민 생활환경의 사회 질서와 안전보호, 재난 위험 감소를 통한 개인과 사회의 안전을 보장
목표 8	몽골 문화에 대한 존경, 지속가능한 거주, 미래세대가 계승할 자연보존과 생태균형, 경제적 다양화와 특수성이 결합된 일관성 있는 녹색생산 등을 통한 지역 경제의 통합에 맞춘 경쟁적이고 상대적으로 균형 잡힌 지역 및 지역개발 추구
목표 9	편안하고 환경 친화적인 인간 중심의 스마트 도시 개발

출처: 몽골 법령사이트(www.legalinfo.mn/), 몽골 내각사무국 홈페이지(<https://cabinet.gov.mn/>)(연구팀 직접작성)

2.3.3 몽골정부 행동계획(Action Program of the Government of Mongolia) 2020-2024

몽골의 장기개발정책인 “Vision-2050, 국가 발전을 위한 2021년부터 2025년까지의 5년간의 지침”에 의거하여, “몽골정부 행동계획 2020-2024”를 국회에서 승인하였다.

‘몽골정부 행동계획 2020-2024’은 코로나 감염 바이러스(COVID-19)의 대유행으로 인한 사회적, 경제적 어려움을 성공적으로 극복, 인간, 사회 및 경제 개발, 환경 균형, 거버넌스 개선, 구역 및 지역 개발 및 농촌 개발 지원 등을 달성하기 위한 6개의 카테고리, 23개의 우선순위 목표 및 하위 목표들을 명시하고 있다. (몽골 국회정부 사이트(vip76), 2020)

<표 24> 몽골정부 행동계획(Action Program of the Government of Mongolia) 2020-2024

No	카테고리	개발목표
1	코로나 감염 바이러스(COVID-19)의 대유행으로 인한 사회적, 경제적 어려움을 성공적으로 극복	<ul style="list-style-type: none"> • 코로나 감염 바이러스(Covid-19)의 대유행으로 인한 사회적, 경제적 어려움을 단기적으로 극복할 수 있는 특별 정책 조치
2	인간개발	<ul style="list-style-type: none"> • 건강 • 체육 및 스포츠 • 교육 • 과학, 기술, 혁신 • 노동 및 사회 보호 • 국가적 자부심, 문화
3	경제 정책	<ul style="list-style-type: none"> • 재정 및 예산 규제 • 광업 및 중공업 • 식품, 농업 및 경공업 • 관광 • 에너지 • 운송 및 물류 • 건설 및 도시 개발
4	거버넌스 정책	<ul style="list-style-type: none"> • ‘전자 몽골’신속한 서비스 • 전문적이고 책임 있는 공무원 • 평화롭고 안전한 사회 • 인권을 존중하는 독립적인 사법 및 법적 개혁 • 안정적이고 통일된 외교 정책 • 국방력
5	녹색 개발 정책	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색 개발
6	수도 및 구역, 지역 개발 정책	<ul style="list-style-type: none"> • 울란바토르 수도 • 구역 및 지역 개발

출처: 몽골 법령사이트(www.legalinfo.mn/) (연구팀 직접작성)

몽골정부 행동계획에 명시된 대기질 관리 분야 유관 내용으로는 목표3, 목표 5, 목표 6에서 대기관리 분야와 관련된 조항을 확인할 수 있으며, 특히 목표 5에서는 울란바토르시의 대기오염을 80% 감소, 그 외 도시 대기오염의 단계적인 해결을 명시하였다.

<표 25> 몽골 정부 행동계획 2020-2024 중 환경, 대기, 에너지 분야 발체 내용

목표 3. 경제정책: 에너지	
번호	내용
3.5.1.	<ul style="list-style-type: none"> 전기 및 열 생산 용량 확장을 통해, 지속적으로 증가하는 국내 소비에 대응할 수 있는 공급환경 마련
3.5.1.1.	<ul style="list-style-type: none"> TES-4의 용량을 46MW로 확장 Erdenet 발전소의 용량을 35MW로 확장 및 업그레이드
3.5.1.7	<ul style="list-style-type: none"> Amgalan 발전소의 용량을 50MW로 확장
3.5.1.8	<ul style="list-style-type: none"> 울란바토르시에 지속적으로 증가하는 전력 및 열 소비, 전력 시스템의 안정적인 운영을 보장하기 위해, TES-2의 인프라를 활용한 가스 발전소 건설 시작 (민관 공동투자 예정)
3.5.1.9	<ul style="list-style-type: none"> Baganuur 및 Nalaikh 지역에 화력발전소의 확장 및 개선 신규 에너지원 및 발전소 건설
3.5.6.	<ul style="list-style-type: none"> 재생에너지 생산 개발 및 온실가스 배출량 감소를 위한 녹색생산 프로젝트 실행 15MW 용량의 풍력발전소 2개소 및 35MW 용량의 태양광발전소 4개소 건립 프로젝트 시행
3.6.3.	<ul style="list-style-type: none"> 친환경적이고 수요에 적합한 안전 서비스 개발
목표 5. 녹색 개발 정책	
번호	내용
5.1	<ul style="list-style-type: none"> 자연자원의 적절한 사용 등의 환경보호 첨단 기술 도입 환경오염 감소 시민에게 건강한 환경에서 거주할 수 있는 조건 제공
5.1.1	<ul style="list-style-type: none"> 울란바토르시의 대기오염을 80%까지 감소 목표, 기타 대도시·지역의 대기오염 문제를 단계적으로 해결
5.1.9.	<ul style="list-style-type: none"> 친환경이며 효율적인 자원 생산 및 지원 폐기물 재활용 전력생산 및 유해 폐기물 처리 공장 구축
목표 6. 수도 및 구역, 지역 개발 정책 (울란바토르 수도)	
번호	내용
6.1.4	<ul style="list-style-type: none"> 울란바토르시 대기오염 감소를 위한 정책 조치의 일환으로 제2석탄 가공공장(공급연료) 건설 예정

2.3.4 녹색개발정책

본 정책은 전 지구적 기후변화, 급속한 인구증가, 자원 고갈 등 생존 위협에서 벗어나기 위해 환경 친화적인 ‘녹색’으로 전환하고자 하며, 녹색 경제, 녹색 성장 외 녹색 에너지, 녹색 도시, 녹색 구매, 녹색 자금, 녹색 세금 등에 대한 의미를 포함하고 있으며, 경제 및 사회개발의 추세와 패턴을 변화시키고자 한다. (환경산업협회, 2019)

환경의 안정을 유지하고 녹색개발 개념에 기반한 경제성장의 혜택을 미래 세대가 누릴 수 있는 기회를 제공하는 번영국가의 목적으로 6개의 전략적 목표를 설정하였다. (환경산업협회, 2019)

<표 26> 녹색개발정책 전략 목표

구분	세부내용
목표 1	온실가스 배출 및 폐기물 생산 감소, 천연자원 활용 및 개발
목표 2	환경보호 및 복구 강화, 환경오염 및 파괴 감소, 생태계 균형 유지
목표 3	녹색 경제 지원, 환경보호, 인간개발 및 청정기술 투자 확대를 위한 녹색 경제, 세제, 신용에 대한 최적의 인센티브 도입
목표 4	녹색 고용 촉진, 빈곤감소, 녹색생활 방식 습관화
목표 5	자연과 교육, 과학, 기술 및 혁신에 적합한 문화적 가치 개발
목표 6	기후변화, 천연자원 및 개발 능력에 따른 인구정착 계획·개발

출처: 환경산업협회, 몽골 유망환경시장 진출가이드 (2019)

녹색개발정책 달성을 위한 녹색개발정책 액션플랜은 2016년~2030년 동안 6개의 목표달성을 위해 이행해야 하는 구체적인 활동내용 및 담당기관을 명시하였다.

녹색개발정책 내 대기 환경과 관련된 내용은 목표 6의 ‘6.1 도시 및 농촌 토지 사용 및 건설 구역 설정, 인프라 계획 개선 및 구현, 책임에 대한 법적 규제를 마련하여 대기, 수질 및 토양 오염을 감소’, 목표 1의 ‘1.1 에너지 생산, 기술을 업그레이드하여 낭비되는 소비와 손실을 줄이고, 가격 정책을 합리화하여 2030년까지 에너지 효율성을 20%로 향상, 에너지 생산에서 재생에너지의 비율을 2020년까지 20%, 2030년까지 30%까지 달성, 해당 분야의 온실가스 배출량을 감소’ 및 ‘1.12 인간의 건강과 생태계에 악영향을 주지 않는 친환경인프라 및 교통네트워크 개발’ 등으로 조사되었다.

그 외, 활동내용으로는 ‘1.1.8 신규 화력 발전소, 난방 보일러에 고급 청정 기술에 대한 요구 사항 설정, 효율성 향상, 생산 단위당 온실 가스 배출 감소 목표’, ‘활동내용 1.1.9 기존 발전소, 난방 보일러, 산업용 소각 스토브를 단계적으로 개조, 배출량 감소, 국제 표준 및 요구 사항에 부합’, ‘1.12.4 도로망 확장, 지능형 교통관제 시스템 도입, 차량 배출가스 감축’ 등으로 파악되었다.

2.3.5 몽골 국가 에너지 정책 2015-2030

본 정책은 몽골 에너지 사용분야에서 달성해야 할 목표를 ①2015년~2023년, ②2023년~2030년 등의 두 단계로 구분하여 구체적인 목표를 제시하였다.

첫 번째 단계에서는 에너지 설치 용량 확대 및 재생에너지 발전을 위한 기반 마련의 목표 하에 열병합 발전소, 화력발전소 건설 및 수력발전소 건설을 목표로 수립하였다. 두 번째 단계에서는 재생에너지 발전 비중이 에너지 믹스의 30%를 달성하는 것을 목표로 인프라 구축, 태양광, 풍력, 수력 발전소의 용량 확대를 명시하였다.

[참고] 몽골 국가 에너지 정책 세부내용

4.1 국가에서 실행하는 에너지 정책을 2가지 주요단계로 구현

① 1단계 (2015년-2023년): 연료, 에너지원 용량 구축, 재생에너지 개발 기반 마련, 에너지 규범 문서 시스템 개선, 국제 기준, 표준을 토착화, 법적 환경 개선

- 4.1.1 몽골의 에너지원의 설치용량을 두 배로 확대, 고효율 장비 사용 및 총 설치용량의 10% 이상을 수력발전으로 형성, 예비용량을 10% 증가시키며 재생에너지의 집약적 개발을 위한 환경 구축, 현실적인 관세 시스템 구축 및 에너지 분야의 경제적인 발전환경 구축
 - 4.1.1.1 울란바토르시의 TES-5 열병합 발전소, Tavantolgoi, Baganuur 화력발전소 건설
 - 4.1.1.2 수출용 대용량 발전소, DC 전력선 건설 프로젝트 진행
 - 4.1.1.3 시스템 모드 설정 / Egiin gol에 수력발전소 건설예정
 - 4.1.1.4 서부지역 내 화력 발전소, Khovd gol 내 수력 발전소, 동부 지역 내 Domod 화력 발전소 건설
 - 4.1.1.5 Baganuur-choir, Ulaanbaatar-Mandalgovi, Bagnuur-Ulaanbaatar, Baganuur - Undurkhaan -Choibalsan, Choir-Sainshand, Mandalgovi-Arvaikheer, Durgun-Ulaistai-Ulaanbaatar 등 지역을 연결하는 송전 가공선 건설
 - 4.1.1.6 에너지 가격, 에너지 분야는 규제된 경쟁적 형태의 시장 원칙에 따라 운영, 경제적으로도 독립 보장
 - 4.1.1.7 송전 네트워크를 국가 소유권으로 유지, 송전 및 공급 담당 국영 발전소의 단계적인 민영화 진행, 발전소들의 기술 설치 및 확장을 위한 국가의 자금 지원시스템 마련 필요
 - 4.1.1.8 국내 에너지 관련 연구, 개발 연구소 장기 운영, 에너지 전문가 교육, 선진국 수준의 교육기관 및 교육수준 향상
 - 4.1.1.9 전력의 생산, 송전, 배전 및 공급 작업의 자동화와 정보 제어 시스템으로 전환

② 2단계 (2024년 ~2030년) : 전력 수출, 재생에너지의 지속가능한 개발

- 4.1.2 국가 에너지원의 예비용량을 20 % 이상으로 증가, 총 설치 용량 중 재생에너지의 비율 30% 도달지역을 대용량 전력망으로 연결 및 포괄적인 시스템으로 에너지의 통합 스마트 시스템 구축, 송전 및 공급 네트워크의 완전한 민영화, 에너지 분야를 규제된 경쟁적 형태로 운영, 고용량 DC 전력선을 통해 주변 국가와 연결하여 전력 수출
 - 4.1.2.1 몽골 전체를 포괄하는 에너지 통합 시스템 구축
 - 4.1.2.2. Selenge 강 유역의 대용량 수력 발전소, 남부 지역의 300MW 풍력 발전소와 태양광 발전소, 수출용 대용량 발전소, 송전선 건설
 - 4.1.2.3 전력 품질 및 지속 안정적인 공급 측면에서 선진국의 기준을 달성
 - 4.1.2.4 동북아 지역의 에너지 트레이딩 시장에 적극적으로 참여
 - 4.1.2.5 혁신 및 첨단 기술로 국가 에너지 연구 시스템 구축
 - 4.1.2.6 에너지원의 설치 용량과 총 생산에 민간참여 확대
 - 4.1.2.7 전력 생산, 송전, 배전 및 공급하는 작업의 자동화와 정보 제어를 포함하는 시스템으로 완전히 전환, 통합적인 스마트 네트워크를 구축

출처: 몽골 법령사이트 (<https://www.legalinfo.mn/>)

2.4 환경분야 관리현황

2.4.1 환경분야 유관 법령 및 정책 현황

<표 27> 몽골 환경 분야 유관 법령 및 정책 현황

구분	법령	주요 내용
환경 전반	환경보호법(1995) (Law on Environmental Protection)	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골의 자원개발 및 경제발전은 환경친화적이며 건강하고 안전하게 살 수 있는 인권의 보장이 목적 • 이 법은 자연자원(땅과 토양, 토지 자원, 물, 식물, 동물, 대기) 보호 및 환경 불균형 방지
환경 전반	환경영향평가법(2012) (Law of Mongolia On Environmental Impact Assessments)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 보호, 인간 활동으로 인한 환경 불균형 방지, 환경을 보호하면서 자연자원 사용, 환경에 영향을 미치는 정책, 개발 프로젝트, 프로그램 등의 환경 평가 • 환경영향 평가에는 다음 평가가 포함: (환경 전략 평가, 현황 평가, 영향 평가, 누적 영향 평가)
대기	대기법(2012) (Law on Air)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 대기 보호, 대기오염 방지, 대기오염 물질 배출 감소 및 통제, 대기질 모니터링
	대기오염 요금법(2010) (Law on Air Pollution Tax)	<ul style="list-style-type: none"> • 대기오염(석탄 연소, 자동차, 유기질 및 기타 자원 등) 유발 시, 세금 부과
물	수자원법(2012) (Law of Mongolia on Water)	<ul style="list-style-type: none"> • 수자원 보호, 합리적 사용 및 재생
	수질오염 세법(2012) (Law on Water Pollution Tax)	<ul style="list-style-type: none"> • 개인 및 사업에 대한 수질오염 유발 시, 세금 부과
산림	산림법(2012) (Law of Mongolia on Forest)	<ul style="list-style-type: none"> • 산림 보호, 복원, 재생, 소유 및 이용, 산림 및 대초원 화재 예방
폐기물	폐기물법(2017) (Law of Mongolia on Waste)	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물이 인간의 건강과 환경에 미치는 부정적인 영향을 감소 및 방지, 폐기물을 경제 순환에 투입하고 천연 자원을 절약 • 폐기물의 발생을 최대한 억제하고 발생한 폐기물을 친환경적으로 처리함으로써 환경보전

출처: 몽골 법령사이트(<https://www.legalinfo.mn/>)

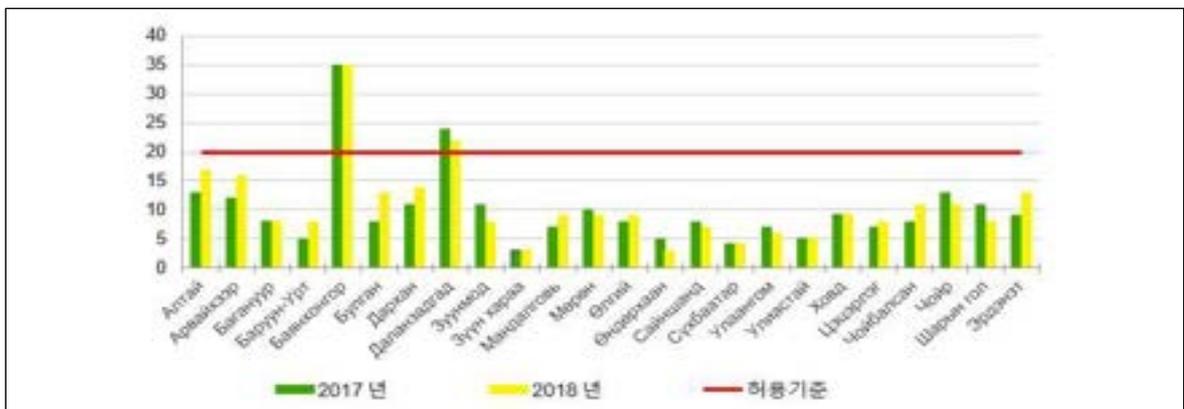
2.4.2 환경분야 이슈 현황

(1) 대기 관리 현황

울란바토르의 인구집중과 게르 지역 스토브 사용 등으로 인해 대기오염이 심각한 상황이다. 2019년 1월 UB시의 초미세먼지 농도는 세계보건기구(WHO) 권고기준의 약 24배로 나타났으며, 이에 대한 대책 가운데 하나로 같은 해 5월에는 게르 지역 대기오염 저감을 위한 원탄 사용 금지, 차량에서 배출되는 배기가스 저감을 위한 필터 부착을 의무화 하는 정책이 통과되었다. (환경산업협회, 2019)

울란바토르의 대기오염 물질의 연평균농도를 2017년과 비교해 볼 때, 2018년의 수치는 PM2.5 ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 14%, 이산화질소 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 13%로 낮았지만 PM10, 이산화황의 농도는 전년과 동일한 수준을 유지한 것으로 나타났다. 2018년 울란바토르의 겨울철 주요 대기오염원으로는 게르 지역 및 HOBs(80%), 차량 (10%), 열병합 발전소 (6%), 폐기물 및 토양 오염 (4%)의 순으로 나타났다. (몽골 환경관광부, 2019)

[그림 28] 대기 중 연평균 이산화황 농도 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



출처: 몽골 환경관광부, 몽골 환경현황 보고서 2017-2018 (2019)

[그림 29] 대기 중 연평균 이산화질소(NO_2) 농도 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



출처: 몽골 환경관광부, 몽골 환경현황 보고서 2017-2018 (2019)

(2) 수질 관리 현황

급격한 도시화와 광산 산업폐수, 가축가공 화학물질, 방목 가축분뇨 등의 문제로 인한 수자원 오염이 심화되고 있다. 몽골 국가 지표 수질 모니터링 네트워크는 94개의 강, 18개의 호수의 127점, 191점의 화학 성분과 수질기준, 수질오염 인덱스를 측정 및 평가하고 있다. 수질오염 인덱스는 MNS 4586-98수질기준을 따르며, 물에 용해된 산소 (용존산소), 쉽게 산화되는 유기물, 무기질, 인, 크롬 및 구리 등을 기준으로 연평균농도를 측정하고 있다. (몽골 환경관광부, 2019)

(3) 폐기물 관리 현황

인구집중 및 산업화에 따른 폐기물 발생량 급증과 유해·의료폐기물 처리 체계가 부재한 상태이다. 전체 폐기물의 약 50%가 재활용이 가능한 것으로 보이지만 실제 재활용 비율은 0.31%로 매우 낮은 수준으로 나타났다. (환경산업협회, 2019) 중앙폐기물 처리장에 처리된 폐기물량을 기준으로 2016년 2,102,721.8톤, 2017년은 2,480,745.54톤, 2018년은 3,353,548.73톤으로 꾸준히 증가하고 있는 추세를 보이고 있다. (몽골 환경관광부, 2019)

2018년 기준, 몽골의 승인된 폐기물 처리지점은 390개이며, 그 중 8.2%는 산업폐기물, 91.8%는 가정용 폐기물을 처리하고 있다. 재활용 가능한 폐기물은 전체 폐기물의 50%를 차지하지만 현재 재활용되는 폐기물은 10% 미만이며, 폐기물 분리수거 제도 개선이 최우선 과제이다. 2018년 기준, 울란바토르 내 전체 폐기물의 약 40%는 아파트 단지에서 나오고 있으며, 약 30%는 게르 지역에서 나오고 있는 상황이다. (몽골 환경관광부, 2019)

2.4.3 대기관리 분야 관련 사업 진행현황

(1) 타 원조기관의 몽골 대기관리 분야 진출 현황

세계은행(World Bank, WB), 아시아개발은행(Asia Development Bank, ADB), 유엔개발계획(United Nations Development Programme, UNDP)과 미국, 스위스, 일본 등의 국가에서 몽골의 대기질 개선을 위하여 다양한 분야의 사업을 수행하였거나 진행 중이다.

<표 28> 타 원조기관의 몽골 대기관리 분야 진출 세부현황

Donor	사업명칭	기간	주요 사업내용
독일, 프랑스	Setting-up an Ulaanbaatar air pollution monitoring network	~2010	자동 대기모니터링 측정소 설치 및 네트워크 구축
미국	Clean air project	2009-2013	콕 스토브 공급
스위스	Air Pollution Impact on Health	2018-2022	울란바토르시의 산모 및 어린이에 대한 대기오염 영향조사
ADB	Energy Conservation and Emissions Reduction from Poor Household	2008-2011	게르 덮개 교체
	Ulaanbaatar Clean Air	2010-2011	Stove도입을 위한 TA사업
	Energy Efficiency and Urban Environment Improvement	2014-2016	전력 그리드 개선 TA사업
	Coal to Cleaner Fuel Conversion for Heating in Ger District and Power Generation	2015-2016	석탄액화기술 도입 TA사업
	Ulaanbaatar Air Quality Improvement Program	2017-2018	대기오염관련 정책/방안 도출 컨설팅
	Ulaanbaatar Air Quality Improvement Program	2018-2019	대기오염 관리 규제 프레임워크 및 액션플랜 이행효율 강화 (통합 도시, 에너지, 교통시스템 메커니즘)
	Strengthening Knowledge and Actions for Air Quality Improvement	2018-2021	대기질 관리를 위한 정책 액션 및 기술 솔루션 개발을 위한 지식 및 역량강화 TA
	Ulaanbaatar Air Quality Improvement Program - Phase 2	2019-2020	대기오염 관리 규제 프레임워크 및 액션플랜 이행효율 강화
	Methane Gas Supply Chain Development Master Plan	2020-2022	메탄가스 공급체인 인프라 개발 전략 수립
Supporting Renewable Energy Development	2020-2022	신재생에너지 활용 개발지원 TA (송전강화, 수력발전 저장소/지열발전파일럿 및 열 기술 설치)	
WB	Air Quality Analysis of Ulaanbaatar Improving Air Quality to Reduce Health Impacts	2008-2009	대기질모니터링 기초선 조사/ 절감방안 제안 및 모델링
	Ulaanbaatar Clean Air Project (UBCAP)	2012-2021	스토브 구매 보조금지원, 난방전용 구형 대형 보일러 약 50대 교체 등 도시 녹색화 파일럿 수행, 공공인식 개선을 위한 캠페인 수행
JICA	Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City Phase 1 in Mongolia	2010-2013	몽골의 대기관리 부처의 인적자원 개발을 통한 울란바토르시의 대기오염관리 역량강화
	Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City Phase 2 in Mongolia	2013-2017	몽골 울란바토르시의 대기환경 오염원 분석과 대책 효과의 평가 등 기술 능력 향상, 대기오염 대책 실시에 관한 일련의 관리 사이클 구축 지원
	Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City Phase 3 in Mongolia	2018-2023	울란바토르시의 대기오염관리 역량강화, 대기오염저감 조치 이행 및 부처 간 협력체제 구축

(2) 국내 타 부처의 몽골 대기관리 분야 진출 현황

국내 타 부처에서 몽골을 대상으로 수행한 대기질 관리를 목적으로 진행 중이거나 진행완료된 주요 사업에 대한 검토를 진행하였다.

국내의 타 부처에서 對몽골 대기질 관리를 목적으로 수행한 원조사업들은 전부 현지에 기기를 공급·설치하거나 숲 조성을 수행하는 등 프로젝트 사업으로 조사되었다. 대상별로는 가정 분야의 게르 지역 난방기 지원 사업이 2건, 발전 분야의 신재생 에너지 지원 사업이 2건으로 조사되었으며, 기상 모니터링 설치, 조림 조성 등이 각 1건씩 조사되었다.

<표 29> 국내 타 부처의 몽골 대기관리 분야 진출 세부현황

사업명	사업개요	사업내용
몽골 대기환경 개선을 위한 에너지원 품질관리 역량 강화사업	<ul style="list-style-type: none"> 사업기간: 2021-2025 사업규모: 450만USD 시행기관: KOICA 수행기관: 한국석유관리원 	1) 사업내용 - 광물석유청 중양시험실 중장기 로드맵 수립 - 석유제품 품질검사업무 규정(안) 및 신뢰성 제고를 위한 시험분석업무 규정(안)수립 - 석유제품 및 광물 시험분석 관련 기자재 구축 - 광물석유청 중양시험실 리모델링 설계/시공 - 광물석유청 중양시험실 직원 역량강화, 기술 이전 등 2) 사업성과 - N/A (진행예정)
몽골 울란바토르시 대기오염 저감을 위한 난방문화 개선 시범사업	<ul style="list-style-type: none"> 사업기간: 2008-2009 사업규모: 70만USD 시행기관: KOICA 수행기관: 한국광해관리공단 	1) 사업내용 - 게르촌에 연탄난로 지원을 통한 난방문화 개선을 통한 대기오염 저감 및 환경 개선 기여 - 세부내용: 기자재 지원(연탄난로, 연탄), 전문가 파견(석탄산업 인프라구축), 연수생 초청(석탄·연탄생산 및 기술교육) 2) 사업성과 - 현지연료를 한국식 연탄 대체 시, 대기오염 저감 및 연소효율 향상 ※ 추가 사업 - 2018년, 한·몽 석탄 품질관리 기술 교류와 협력을 위한 글로벌 사회공헌활동(CSR)으로 유 휴 석탄 분석 장비를 몽골 정부에 기증함. 석탄 분석에 관한 이론과 장비 운영 교육을 실시해, 한국의 석탄 품질관리 기술을 전수함 (KOTRA, 한국광해관리공단)
기상재해 감시시스템 구축사업	<ul style="list-style-type: none"> 사업기간: 2004-현재 사업규모: 57억원 시행기관: 기상청 수행기관: - 	1) 사업내용 - 2008년 및 2010년, 고비사막 황사 발원지의 실시간 황사 모니터링 기상탑(20m 높이) 설치 - 고비사막 내 황사 감시탑 2대 설치, 관측 자료는 몽골 기상청에 실시간 전송 (황사 관측정보를 5분 단위로 위성 전송하여 실시간 대기 모니터링 가능)

		<p>2) 사업성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2017년, 몽골 곳곳에 기온, 풍향, 풍속, 기압, 강수량, 습도 등을 자동 측정하는 자동기상관측시스템 11대 설치완료. 향후, 총 32대 설치 예정 - 몽골 기상 관측 개선을 통해 우리나라 기상 관측 개선 가능
<p>몽골 저소득층 난방효율 개선 사업</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 사업기간: 2015 • 사업규모: 33.5억 원 • 시행기관: KOICA • 수행기관: 굿네이버스, 굿세어링(몽골 사회적기업) 	<p>1) 사업내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 몽골 이동식집인 게르에 거주하는 저소득층 52,000 가구 대상으로 축열기를 보급 <p>2) 사업성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 축열기 보급을 통한 난방효율을 높이고, 석탄 소비량을 줄여 대기오염 개선
<p>몽골지역 맞춤형 풍력발전 시스템 보급</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 사업기간: 2016-2019 • 사업규모: - • 시행기관: <ul style="list-style-type: none"> - 주관부처: 산업부 - 주관기관: 한국신재생에너지, 한국산업기술시험원, 한국에너지기술연구원, 중앙대학교, 조선대학교 	<p>1) 사업내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 몽골 UB 외곽 광산지역에 국내 최초 맞춤형 풍력발전기 설치하여, 광산사무실 및 직원숙소 전기 공급 (몽골형 3kW 소형풍력발전시스템 설계 및 제작)하였으며, 이는 순수 국내 기술로 개도국에 전력을 공급한 사례임 - KTL의 신재생에너지핵심기술개발사업(산업부) 참여, 몽골지역 맞춤형 풍력발전시스템 개발 <p>2) 사업성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 개도국 환경개선 및 기술지원을 통한 맞춤형 신재생에너지 기술보급으로 현지 온실가스 문제 해결에 기여
<p>몽골 친환경 에너지타운 조성사업</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 사업기간: 2018 • 사업규모: - • 시행기관: 한국남부발전 • 수행기관: <ul style="list-style-type: none"> (주)오제니컨설턴트, (주)삼원밀레니어, (사)한국개발전략연구소, (재)부산테크노파크, (재)한국품질재단 등 	<p>1) 사업내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 태양광 발전과 ESS 결합된 복합발전단지 건설 - 몽골 울란바토르 날라흐구 지역에 광해오염 지역 등 사람들이 기피하는 시설 또는 공간을 복구하고 태양광, 풍력 등 신재생에너지를 생산하는 프로젝트 <p>2) 사업성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 생산된 전력(약 400KW, 풍력과 태양광 각 200KW 생산)은 에너지타운 인근 몽골 공과대학(GMIT)과 게르 지역에 공급 예정
<p>울란바토르 도시숲 조성</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 사업기간: 2018-2021 • 사업규모: - • 시행기관:산림청 • 수행기관: 한국광해관리공단 	<p>1) 사업내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 황사, 공해 등의 환경적 어려움을 겪는 울란바토르 시민에게 숲의 중요성 알리고자 도시숲 조성 <p>2) 사업성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 향후, 주민소득 연계된 나무심기, 혼·농임업 등 다양한 사후관리 마련 예정

(3) 국내 민간기업의 몽골 대기관리 분야 진출 현황

국내 민간기업 중에서 기업의 사회적 책임(CSR)활동의 일환으로 몽골 대기질 개선을 공기청정 제품이나 에너지절약형 난방기기 등을 제공한 사업들이 조사되었다.

<표 30> 국내 민간기업의 몽골 대기관리 분야 진출 세부현황

사업명칭	사업개요	사업내용
하츠의 봄 (실내공기질 개선)	<ul style="list-style-type: none"> 사업기간: 2017 수행기업: (주)하츠(Haatz) 	1) 사업내용 - (주)하츠의 청정사업 프로젝트로, 공기청정제품 무상기증으로 외기청정시스템, 수직녹화를 통해 깨끗한 공기를 제공하는 실내 공기질 개선사업 2) 사업성과 - 공기청정기만 활용하고 있던 어린이집에 외기청정시스템과 수직 녹화벽을 추가 설치한 후 설치된 교실과 미설치된 교실의 미세먼지 및 CO2 농도를 다시 측정해 본 결과, 설치 교실에서 미세먼지는 55~70%, CO2 농도는 25~50% 감소했으며, 기관지 질병의 호전으로 인한 출석률이 21% 증가하는 효과
울란바토르 외곽지역의 온수마루 기증 *온수마루: 에너지 절약형 온돌난방	<ul style="list-style-type: none"> 사업기간: 2012 수행기업: 지오이앤씨 (GEO E&C) 	1) 사업내용 - 지오이앤씨는 MOU에 따라 100만달러 상당의 온수마루를 제작해 울란바토르 외곽의 몽골식 텐트인 게르 하우스 150체에 시공 2) 사업 성과 - 게르에 온수마루 시범 시공 후, 기존 난방비 대비 50%연료 절감 효과, 실내온도가 영상 20도로 쾌적한 환경유지가 가능하면서 국립방송에 보도되었음 - 2011, 몽골 외교문서 통해 한국에 도움 요청하였으나 답변을 받지 못하였고, 지오이앤씨에서 제품 무상 공급하게 됨

1부 환경개선 계획 수립

제3장 환경제도·정책현황 및 개선안 제안

3.1 몽골의 대기관리 현황

3.2 한국의 대기관리 현황

3.3 대기관리 분야 정책제안

제3장 환경제도·정책현황 및 개선안 제언

3.1 몽골의 대기관리 현황

3.1.1 대기관리 분야 관련 거버넌스 현황

(1) 환경관광부 (Ministry of Environment and Tourism of Mongolia)

환경관광부는 자연 및 환경을 담당하는 국가 중앙 행정기관으로 녹색개발 및 관광 발전을 위한 기회를 제공하고 환경의 균형을 보장하며, 개인·산업체·조직의 협력과 노력을 통해 건강하고 안전한 환경에서 생활할 권리를 보장하고 있다.

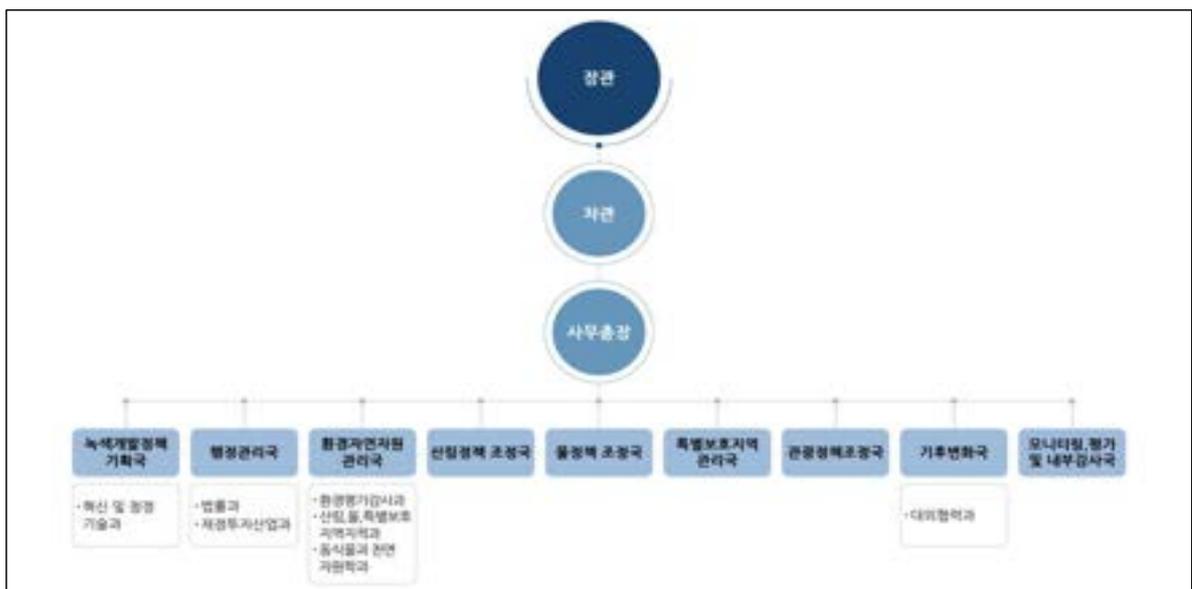
주요기능은 환경과 녹색개발 및 관광에 관한 법률, 정책 및 프로그램 버전의 초안을 개발 및 승인하고 정책과 지침을 수립·제정하는 것이며, 산림경영, 지하수·토지·대기·동물 데이터베이스 유지, 녹색개발 정책, 관광정책조정, 특별보호지역 관리 등도 함께 담당하고 있다.

[참고] 몽골 환경관광부 기관 연혁

1987년 12월 9일, 최초 “환경보호부” 설립
 1992년 7월 30일, “환경부”로 변경
 2012년 8월 16일, “환경녹색개발부”로 변경
 2014년 12월 4일, “환경녹색개발 및 관광부”로 변경
 2016년 7월 21일, “환경관광부”로 변경

몽골 환경관광부는 환경자연자원관리국, 기후변화국 등 총 9개의 부처로 구성되어 있다.

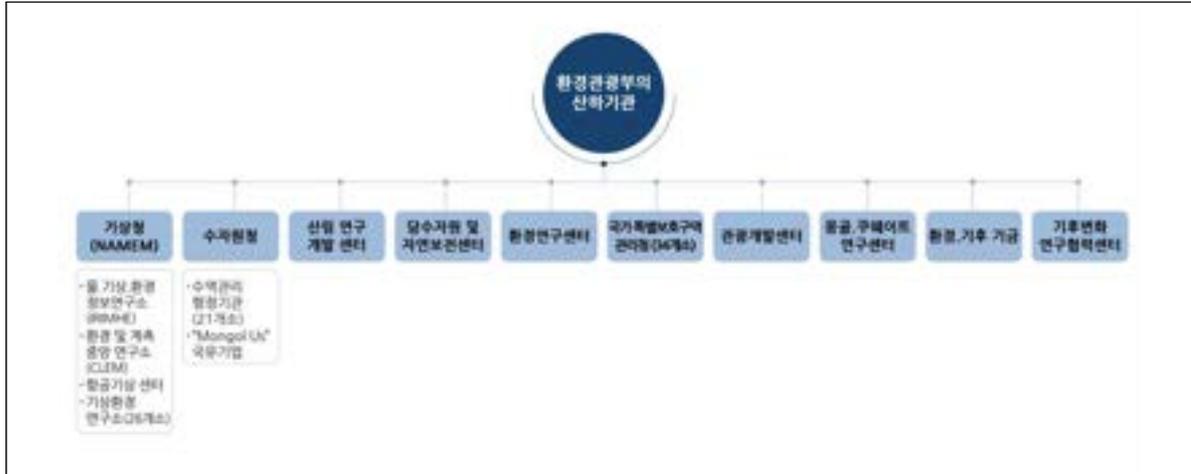
[그림 30] 몽골 환경관광부 조직현황



출처: 환경관광부 홈페이지 (<http://www.mne.mn/>) (연구팀 직접작성)

환경관광부는 대기, 수역, 산림, 관광 등을 전담하는 9개의 산하기관을 운영하고 있다.

[그림 31] 몽골 환경관광부 산하기관



출처: 환경관광부 홈페이지 (<http://www.mne.mn/>) (연구팀 직접작성)

<표 31> 몽골 환경관광부의 전략목표

구분	주요내용
전략 목표 1	1.1 국가의 지속가능개발에 따라 환경, 녹색개발, 관광의 법률, 계획, 전략 승인 및 정책 지침 제공 1.2 환경분야 거버넌스 강화, 법률 개선, 예산 계획, 재무 및 자산 관리 1.3 환경오염 저감, 사막화 방지, 환경자원 합리적 사용, 보호 및 재생 관련 법률, 정책, 프로그램 실행 1.4 관광분야를 경제의 주요 부분으로 발전, 관광분야의 전략, 프로그램, 법률을 개선 및 구현 1.5 산림 생태 유지, 산림 벌채 및 황폐화 중지, 산림의 범위 확대 및 산림의 품질 개선 등의 지속가능 정책 및 법률 확대 1.6 토지 관리, 상수 관련 법률 및 정책 수행, 수자원 및 유역보호, 수자원 합리적 사용 정책 및 협력 사업, 수자원 및 유역 관리 체계 강화 1.7 특별보호구역의 법률, 정책, 프로그램 개선 및 강화 1.8 정책 실행 모니터링, 결과 평가, 내부재무 감사를 수행하여 위험, 결과 및 영향을 평가, 평가 정보의 투명성 확보 1.9 기후변화 관련 법률, 정책, 프로그램 개선 및 수행, 환경관광 분야의 해외 협력 사업 발전
전략 목표 2	2.1 환경광부의 내부 업무를 수행, 정책, 법률의 집행에 모니터링 및 보고, 섭외, 법령 체계화 및 홍보 2.2 분야의 인적자원 개발, 보고 및 책임 시스템 개선, 환경자원 협력 사업 및 자연보호 파트너십 활동 개발 2.3 환경관광 분야에 전자 거버넌스 강화, 정보기술 도입, 정보의 투명성과 개방성 보장 및 정보 제공 2.4 법안, 결정, 협상 계약 프로젝트 개발 및 모니터링, 법률의 중복, 허점과 위반을 조사 및 제거 2.5 실행예산 기획, 투자 기획, 부문의 재정, 자산 관리, 조정 및 예산 투명성 확보

<p>전략 목표 3</p>	<p>3.1 환경 보호, 자연자원 합리적 사용, 자원 확대 및 재생 관련 법률, 정책, 프로젝트 3.2 산업 활동으로 환경에 미치는 부정적인 영향 저감, 폐기물 저감 및 재활용 활성화 정책, 친환경 생산 및 환경보호 기술 도입 3.3 대기오염 방지, 보호, 대기오염 감소 정책 3.4 토지 황폐화 감소, 토양보호 및 재생, 토양오염 및 사막화 예방 방지 정책 3.5 지역의 산업 개발 및 프로젝트의 환경영향 평가, 환경 평가, 환경보호 교육 및 홍보, 환경 모니터링 3.6 몽골의 산림, 물, 특별보호구역에 대한 통합 데이터베이스 개발, 사용 및 보호, 이주 및 변화 동향을 파악, 지적도 개발 및 관찰</p>
<p>전략 목표 4</p>	<p>4.1 관광 분야의 법률, 정책 개선 및 강화, 정책 관련 프로젝트 개발 및 수행. 4.2 친환경 관광 서비스 개발, 관광산업 및 운영 개선 4.3 관광 정보 수집 및 분석, 통합 데이터베이스 개발 및 정보 제공, 해외 홍보 및 마케팅 활동, 해외 관광객 확대 정책. 4.4 관광지역 행정기관, 전문기관, 공공기관 및 시민에게 관광산업에 이해와 자문.</p>
<p>전략 목표 5</p>	<p>5.1 산림 관련 법률 개선 및 강화, 정책과 프로젝트 개발 및 수행 5.2 산불, 산림 해충 및 질병으로부터 보호, 불법 로깅 정책 강화, 산림 벌채 및 황폐화 방지 정책 실행 5.3 산림의 범위 확대 및 재생 (조림, 묘목, 양질의 나무 씨앗 등), 기술 개선 5.4 산림자원의 지속가능 정책, 임산물의 범위와 효율성 확대 5.5 산림 지속가능 정책 및 수행, 지원 확대, 산림산업의 과학, 교육, 정보, 홍보 및 법적 환경을 개선, "산림 좋은 거버넌스" 강화</p>
<p>전략 목표 6</p>	<p>6.1 토지 관리, 상수 관련 법률, 정책, 프로젝트 개선 및 수행 6.2 토지 관리, 토지자원 관련 법률, 정책 수행 및 모니터링 6.3 수자원 및 유역보호, 수자원 합리적 사용, 재생 및 수질오염 예방 방지 및 모니터링 6.4 수자원 파악, 수자원의 활용 효율제고, 하수 재활용 활성화 정책 6.5 수자원 및 유역의 정책 강화</p>
<p>전략 목표 7</p>	<p>7.1 특별보호구역 관련 법률, 정책 및 프로젝트 수행 및 모니터링 7.2 특별보호구역의 확대, 보호 정책 개선 7.3 특별보호구역의 네트워크 및 보호구역 관리 강화, 대중에게 환경 교육 제공 7.4 특별보호구역에 관한 국제협약 및 협약 이행, 협력 사업 발전 확대</p>
<p>전략 목표 8</p>	<p>8.1 법률과 정책 목표의 실행 및 모니터링, 결과 평가, 성과 정보의 개방성 및 투명성 확보 8.2 관련 국가 프로그램과 해외투자 프로젝트의 실행 및 모니터링, 결과 평가, 성과 정보의 개방성과 투명성 확보 8.3 환경관광 분야의 통계 데이터 및 통합 정보 데이터베이스 관리 8.4 예산관리자의 내부 감사 및 모니터링</p>

출처: 환경관광부 홈페이지 (<http://www.mne.mn/>) (연구팀 직접작성)

(2) 에너지부 (Ministry of Energy, MOE)

에너지부는 몽골의 사회 경제 발전 보장을 위한 에너지 정책 실행, 건강하고 안전한 환경을 위한 생산 및 서비스 제공 등을 주요 목표로 하는 국가 행정기관이다.

전략목표로는 에너지 및 에너지 연료에 대한 정책, 법률, 규칙 및 규정 개발, 해외 협력 사업의 발전을 위한 정책 지침을 제공하고, 에너지 정책, 법률, 규칙 및 규정 구현 및 조정, 에너지 분야의 통합 생산 계획 및 보안성을 보장하며, 에너지 생산용 석탄 매장량 형성, 연료 · 가스 도입에 관한 정책, 법률, 규칙 · 규정 이행 및 조정, 국가 행정 및 인적 자원 관리, 법적 환경 개선, 의사 결정 이행 보장, 예산, 지출, 국내외 투자, 프로그램 및 프로젝트 실행 및 직원, 부처의 재정을 담당한다.

해당 분야의 정책, 프로그램 및 프로젝트 모니터링, 결과 평가, 검사 수행, 재난 보호 활동 수행, 재해 발생 시 통합 관리, 위험 예방, 위험 평가 수행, 위험 감소, 징계 및 윤리 위반에 대한 불만에 대한 정보 조사, 통계 자료, 소비자 조사 및 정보 제공을 하고 있다.

몽골 에너지부의 산하기관으로는 에너지규제위원회 (Energy Regulatory Commission), 국가신재생에너지센터 (National Renewable Energy Center), 에너지개발센터(Energy Development Center) 등이 있으며, 이 산하조직을 통해 정책을 실행한다.

<표 32> 몽골 에너지부 산하조직

구분	주요내용
에너지규제위원회	<ul style="list-style-type: none"> 발전, 송전, 배전을 비롯한 에너지 공급의 조절을 담당 법률에 의거해 발전회사 등 에너지 공급업체간의 공정한 경쟁 조건을 만들기 위해 에너지 공급 라이선스를 승인하고 발급하며 관리하는 역할
국가신재생에너지센터	<ul style="list-style-type: none"> 몽골의 신재생에너지 국가 프로그램의 목표 달성을 위해 노력 신재생에너지의 개발과 이용을 위한 연구 수행 및 기술 도입 몽골의 기후변화 특징과 이와 관련한 기술 도입 및 연구
에너지개발센터	<ul style="list-style-type: none"> 정부 에너지 정책 수립을 위한 정보의 추정, 평가 및 분석을 수행 에너지 시설 및 장비 설계 도면에 대한 심의 새로운 에너지원의 타당성 연구 국가 투자 및 외국 자본 투자에 의한 프로젝트 감독

출처: 에너지부 홈페이지 (<http://energy.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

[그림 32] 몽골 에너지부 조직현황



출처: 에너지부 홈페이지 (<http://energy.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

(3) 기상청 (National Agency for Meteorology and Environmental Monitoring of Mongolia, NAMEM)

기상청은 1924년 Institute of the Scripture의 기후 테스트를 시작으로 물, 날씨 및 환경을 지속·정확히 모니터링하고 예방정보를 적시에 제공하여 자연재해 및 잠재적 위험을 알리는 역할을 수행하고 있다.

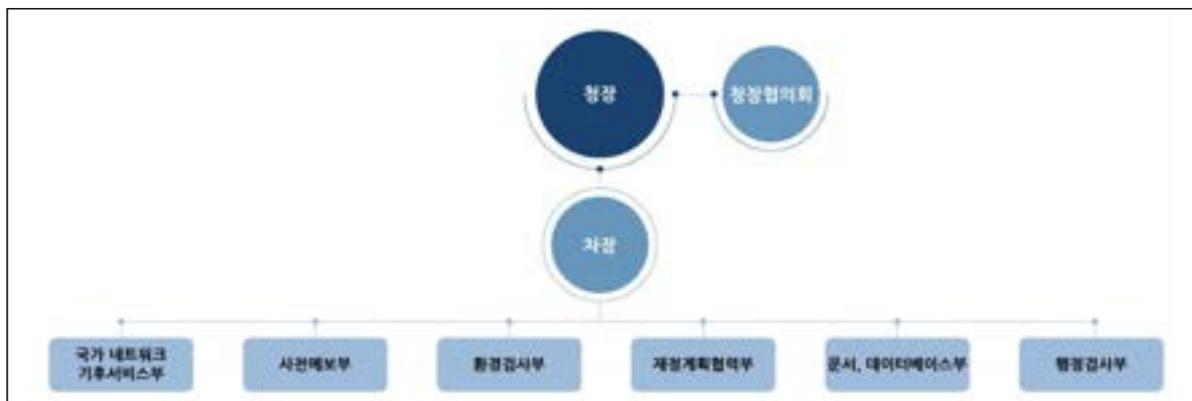
운영전략은 단기, 중기, 장기예측 및 위험성 있는 일기 예보의 빠른 정보를 제공하고 있으며, 네트워크 기술 계획 업데이트, 확장 및 표준통합 기후정보 구축, 기상 및 환경 분석의 통합관리 및 조직 제공, 운영 관리 개선, 역량 강화 등이며, 환경품질 평가, 환경 모니터링 통합기술 및 전문방법 제공, 통합 환경 정보시스템 지침 설정, 데이터 개방성 제공, 보안서버 구축을 전략 목표로 하고 있다.

주요기능은 일기예보, 재난재해 경보, 환경 분야 모니터링, 통합 수자원 및 기후 시스템, 온-오프라인 기반 데이터 제공, 데이터 체계 마련이며, 21개 아이막 지방사무소(연구실) 및 센터의 데이터 종합을 담당한다. 한국 기상청과는 2년마다 양해각서(MOU)를 체결하여 긴밀한 협조 관계를 유지하고 있다.

전략목표 4는 환경검사부의 업무내용으로 환경평가, 전문적인 결론 제공, 환경 모니터링-검사 활동에 대한 전문적이고 방법론적인 통합 관리 제공, 예측 및 기준의 통합적인 보장, 대기질과 관련하여 전문적인 담당관 역할을 수행을 명시하고 있다.

구체적으로 ①환경 품질의 모니터링-검사 활동에 대한 전문적이고 방법론적인 통합 관리 제공, ②대기, 물, 토양 품질 및 방사능 수준 모니터링 활동, 프로그램의 구현을 확인 및 보장, 오염 상태 평가 및 보고, 오염물질 배출 및 오염원의 등록, 목록을 구성, ③국가 대기질 전문기관의 역할수행, 대기질 및 오염원 정보 수집을 통해 데이터베이스 개발 및 보고, 시민, 사업체 및 조직의 대기질 현황 통보, 전문적이고 방법론적인 조언과 결론을 제공, ④국가의 오존층 보호 프로그램 실행을 지원하고 있다.

[그림 33] 몽골 기상청 조직현황



출처: 기상청 홈페이지(<http://www.NAMEM.gov.mn>) (연구팀 직접작성)

(4) 도로교통개발부 (Ministry of Road and Transport Development of Mongolia)

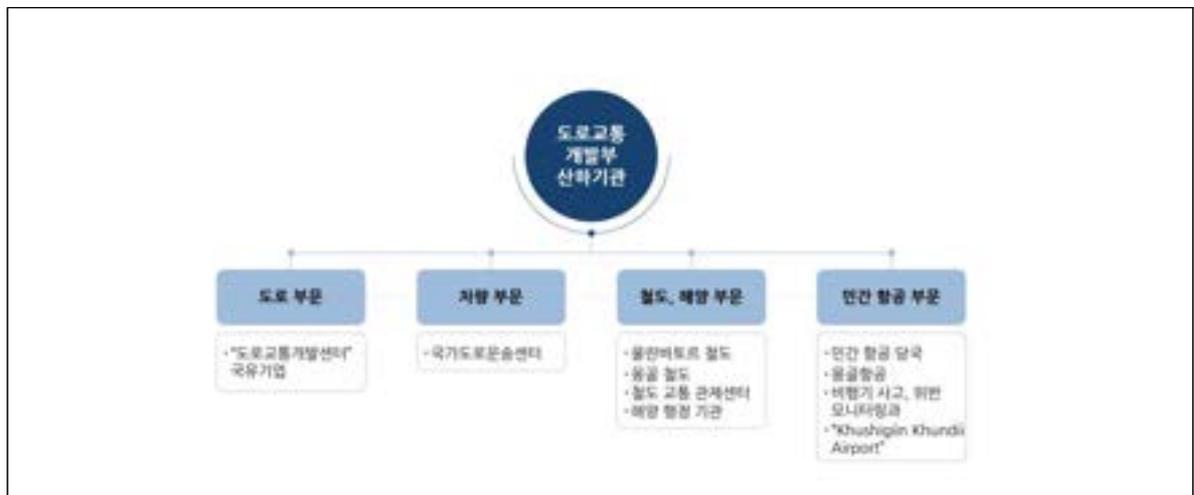
도로교통개발부는 몽골 내 도로, 운송 네트워크 및 교통 서비스 등을 담당하는 국가 중앙 행정기관이며, 경제 성장 보장 및 수출 확대를 통한 도로 운송 네트워크 확장 업무를 담당한다. 또한, 교통 스마트 시스템 기반으로 통행료 징수 및 모니터링 메커니즘 구축을 통해 도로 자금 투자를 확대 및 독립 운영으로의 전환을 지향하고 있다. 환경, 지속적, 효율적 및 안전한 운송서비스 개발과 항공 운송 자유화 유지, 경쟁환경 조성, 비행 수 및 노선 확대, 지역 공항 사용 개선 및 확대를 담당한다.

[그림 34] 몽골 도로교통개발부 조직현황



출처: 도로교통개발부 홈페이지 (<https://mrt.d.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

[그림 35] 몽골 도로교통개발부 산하기관



출처: 도로교통개발부 홈페이지 (<https://mrt.d.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

(5) 국가도로운송센터 (National Center for Road Transportation)

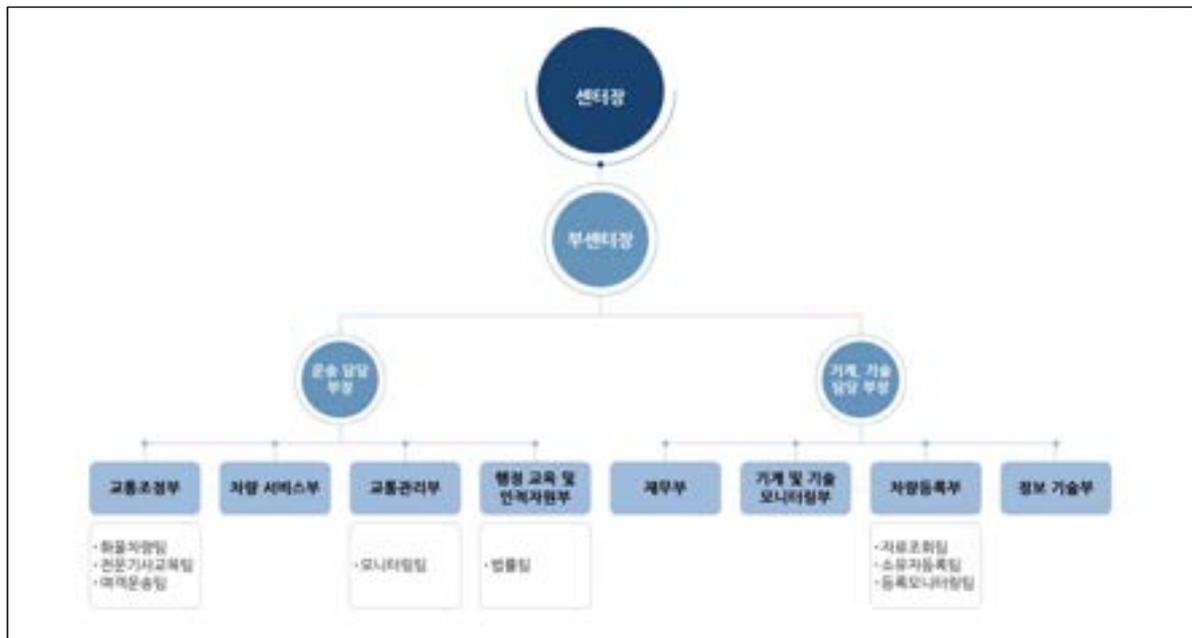
국가도로운송센터는 도로교통법, 정부 결의 및 규정에 따라 전국적으로 운영하고 있으며, 차량의 기술 검사, 몽골에서 운행 중인 차량의 등록, 번호판 발급, 이동 등록, 등록 취소, 차량 인증서 및 번호판 재발급, 차량의 데이터베이스 및 등록 네트워크 구축 및 정보를 제공하는 업무를 수행한다.

국제 도시, 지역 대중교통 및 화물, 우편, 관광 운송 서비스를 전국적으로 조정 및 조직하기 위해 대중여객운송 및 서비스 업체, 조직과 체결 및 실행하고 있으며, 국제, 도시, 지역 대중교통 및 화물 운송을 수행하는 차량의 운행에 대한 신속한 조정 등의 업무를 수행한다.

차량의 전문 기사 시험 실행, 운전 면허증을 발급하고, 국내 및 국제 여객 운송 서비스 운영하며, 자동차 서비스 조직에 대한 분류 사업을 실행 및 정부 위탁 업무, 서비스를 계약에 따라 수행한다.

나라, 도시, 지역 간 화물 및 여객 운송 사업체, 조직의 건의사항을 확인하여 법령에 명시된 조건을 충족하는지 검토하는 기능을 보유하고 있으며, 도로교통담당 국가 중앙 행정 기관 또는 아이막, 솜의 주지사에게 해당 결과를 보고하는 역할을 담당한다.

[그림 36] 몽골 국가도로운송센터 조직현황

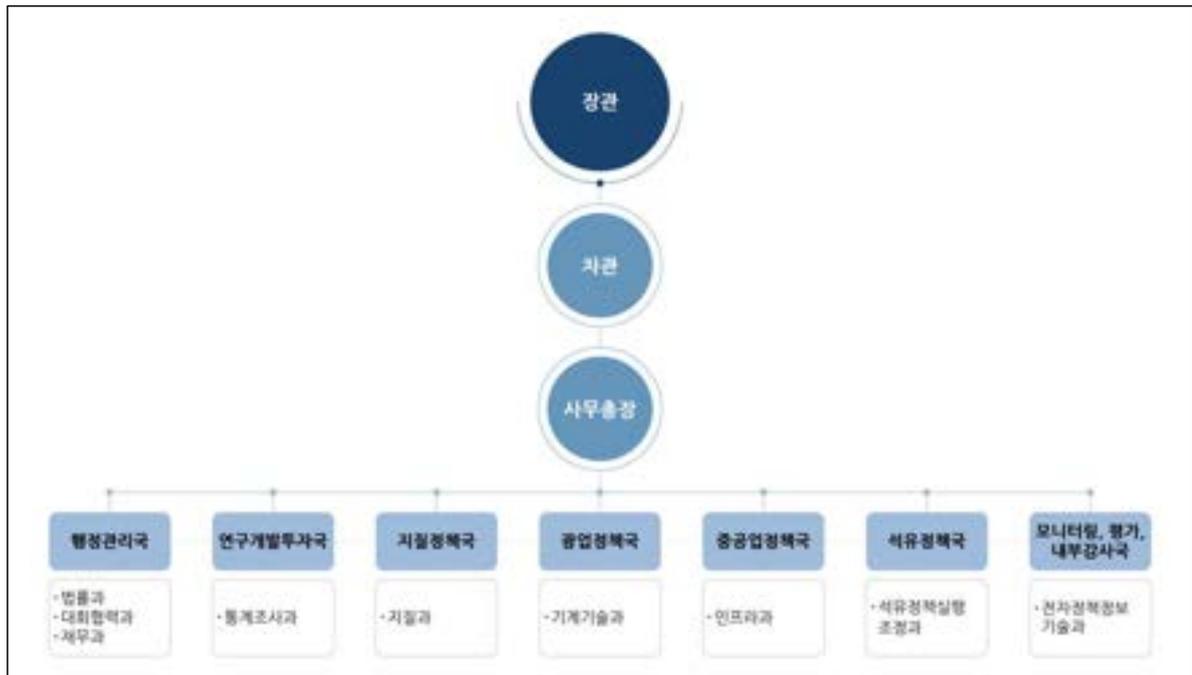


출처: 국가도로운송센터 홈페이지 (<https://www.transdep.mn/>) (연구팀 직접작성)

(6) 광중공업부 (Ministry of Mining and Heavy Industry)

광중공업부는 지질, 광업, 연료, 중공업 관련 법률, 정책, 중장기 전략, 프로그램 및 프로젝트 개발, 정책 분석 수행, 정책 지침 등을 제공하고 있으며, 행정 및 인적 자원 관리, 법률 자문, 해당 분야의 해외 협력 사업 확대, 금융, 경제 및 투자 정책 개발 지원을 담당한다. 법률, 정책, 프로그램 및 프로젝트 실행 및 조정하며, 법률 및 정책 실행에 대한 내부 모니터링 수행, 예산 자금 조달, 프로그램, 프로젝트 및 투자에 대한 재무 감사 및 내부 감사 수행, 위기관리 등의 역할을 수행한다.

[그림 37] 몽골 광중공업부 조직현황

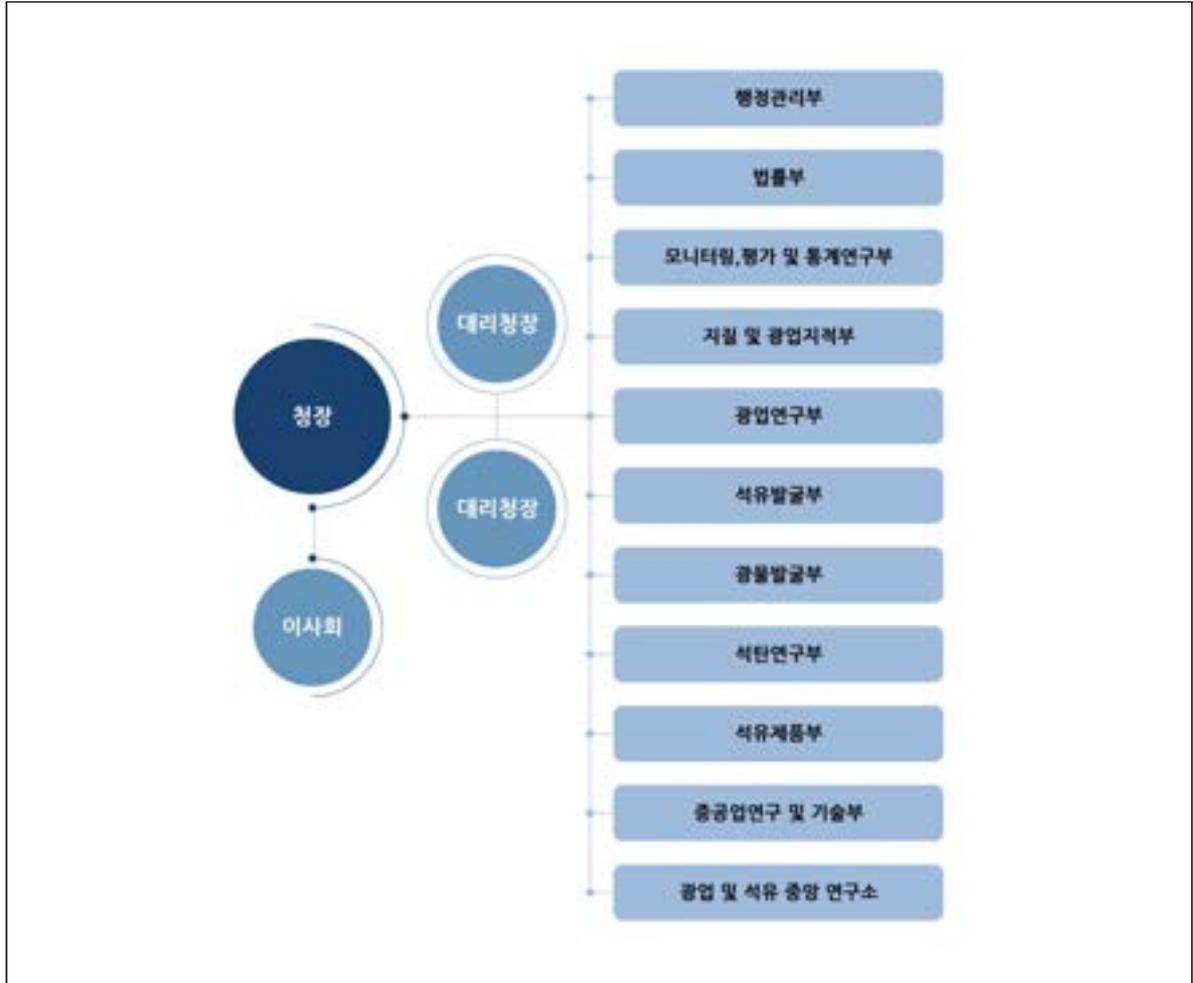


출처: 광중공업부 홈페이지(<https://www.mmhi.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

(7) 광물석유청 (Mineral Resources and Petroleum Authority)

광물석유청은 지질학, 광업 및 석유 부문의 개발 정책 지원, 투자자와 소비자에게 신속하고 공정한 서비스를 제공한다.

[그림 38] 몽골 광물석유청 조직현황



출처: 광물석유청 홈페이지 (<https://mrpam.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

3.1.2 대기관리 분야 법령

대기관리 분야 법령은 대기 기본법인 대기법(Law on Air) 및 대기오염 통제를 위해 대기오염 행위에 대한 요금납부를 제정한 대기오염 요금법(Law on Air Pollution Tax)이 있다.

<표 33> 몽골 대기관리 분야 법령

제정연도	법률명	주요내용
2012	대기법 (Law on Air)	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 및 미래세대를 위한 환경 제공을 위해, 주변대기오염, 유해한 영향 및 오존 및 수소와 같은 공기 성분의 작은 변화 등에 대한 배출량 제한 (2018년 1월 개정) • 아이막(Aimag), 수도 지도자에 지역 내 대기오염 완화조치에 대한 조직화 및 이행 책임 부여 • 대기오염 방지 기금(Anti-Air Pollution Fund)을 재설립하여, 2019년부터 운영 재개 * 단, 2021년 기준, 운영하지 않는 것으로 조사됨
2010	대기오염 요금법 (Law on Air Pollution Tax)	<ul style="list-style-type: none"> • 대기오염(석탄 연소, 자동차, 유기질 및 기타 자원 등) 유발 시, 세금 부과 • 2018년 1월 개정되면서 2019년 1월부터 대기오염방지 기금(Anti-Air Pollution Fund)에 세금 납부예정 * 단, 2021년 기준, 운영하지 않는 것으로 조사됨

(1) 대기법

대기법은 5장으로 구성되어 있으며, 대기질 모니터링, 대기보호 조치, 기타 등 분야별로 세분화 되어 있다.

<표 34> 대기법 세부내용

구분	세부내용	
제1장	1조	제정 목적
	2조	법률 제정
	3조	용어 정의
제2장	대기보호 정보 및 지방자치단체 권한, 사업체·조직·시민의 권리 및 책임	
	4조	국회의 권리
	5조	몽골 대통령 권리
	6조	정보 권리
	7조	자연 및 환경을 담당하는 국가 중앙행정기관의 권리
	8조	지방자치 및 지방행정의 권리
	9조	사업체·조직·시민의 권리 및 책임
제3장	대기질 모니터링 및 정보	
	10조	대기질 측정·모니터링 전문부서 (국가 중앙행정기관의 조직 및 운영)
	11조	대기질 모니터링 및 검사
	12조	대기질 정보

제4장	대기보호 조치	
	13조	대기오염 저감 활동의 기본 원칙
	14조	대기오염 저감을 위한 시민 참여 및 인센티브 제공방안
	15조	대기질 개선 지역
	16조	대기질 개선 지역 금지 사항
	17조	대기보호 관련 기준
	18조	대형 고정오염원 사용 허가
	19조	대기오염 및 유해영향 증가 시 필요 조치
	20조	대기오염 물질 배출 및 유해영향 제한
	21조	건설업·산업·서비스업 운영 시의 대기보호 요구 사항
	22조	도시 건설 관련 대기보호 요구 사항
	23조	대형 고정오염원 장비 설치
	24조	기후변화 적응 및 영향 감소
	25조	오존층 보호
제5장	기타	
	26조	모니터링 시스템
	27조	대기오염물질 배출로 인한 유해영향 및 원인분석 등에 대한 목록
	28조	기상 상황 및 기상 현상에 의도적인 영향
	29조	대기오염 요금
	29조	대기오염 방지 기금 (Anti-Air Pollution Fund)
	30조	깨끗한 공기 기금
	31조	위반자 책임

출처: 몽골 법령사이트(www.legalinfo.mn/) (연구팀 직접작성)

대기법 내 고정오염원 관련 조항은 제18조, 제20조, 제23조이며, 각각 대형 고정오염원의 사용허가 의무, 배출기준 초과 오염원 대상 영업 제한·중단 및 대기 오염물질 방지장치 설치의무에 대해 명시하고 있다.

[참고] 대기법 내 고정오염원 유관 법령

<p>제18조. 대형 고정오염원 사용 허가</p> <p>18.1 사업체, 조직 및 개인은 대형 고정오염원을 사용하여 생산 및 영업할 경우 전문 사무소에서 의견을 구하여 군수 또는 도지사의 허가를 받아야 한다.</p> <p>18.2 대기법 18.1에 명시된 허가는 해당 오염원에서 대기오염 배출허용 기준, 최대 허용 가능한 물리적 역효과를 지정하고, 대기 보호를 위해 필요한 조치 및 법령에 명시된 기타 요건을 명시해야 한다.</p> <p>18.3 국가 중앙 행정 기관은 이 법의 18.2에 명시된 오염물질의 허용량을 결정하는 규정을 승인해야 한다.</p>

제20조. 대기오염물질 배출 및 유해영향 제한

- 20.1. 사업체, 조직, 개인이 전문 사무소로부터 자연 및 기상 상황으로 인해 대기오염이 증가할 수 있다는 정보를 받는 즉시 본인 수요 대형 고정오염원으로부터 배출되는 오염물질 및 유해한 물리적 영향을 이 법의 제 19.2 조에 따라 감소 조치를 취해야 한다.
- 20.2 사업체, 조직 및 개인의 대형 고정오염원으로부터 대기에 배출되는 오염물질 및 유해한 물리적 영향이 규정된 기준을 초과하여 국민의 건강 및 환경에 위험한 상황이 확인된 경우 환경 및 위생 감사원이 위반 조사 및 해결에 관한 법률에 명시된 절차에 따라 위반이 시정될 때까지 사업체, 조직 또는 개인의 활동을 제한하거나 임시 중단할 수 있다.
- * 이 부분은 2017년 5월 18일자 법률에 따라 추가되었다.
- 20.4 최대 허용 가능한 물리적 역효과, 허용 기준 및 조건을 반복적으로 위반한 사업체 조직의 운영을 중단 또는 영업 유형 변경 제한을 환경 및 위생 감사원이 관할 당국에 요청할 경우 제안은 30일 이내에 관할 당국에 검토하고 해결한다.
- * 이 부분은 2017년 5월 5 법에 의해 무효화되었다.

제23조. 대형 고정오염원 오염물질 관리 장비설치 및 감독 의무

- 23.1 사업체, 조직 및 개인의 대형 고정오염원을 사용하여 생산 및 서비스 시, 각 오염원을 관리하는 내부 제어도구와 대기 오염물질을 중화·청소하고, 유해한 물리적 영향을 완화시키는 장비를 설치해야 한다.
- 23.2 대형 대기오염원을 이 법의 23.1에 명시된 도구 및 장비로 설비, 오염원들의 사용 상태를 해당 분야의 중앙 행정 기관, 군수 또는 도지사, 환경 감사원이 모니터링 및 감독해야 한다.

대기법 내 이동오염원 관련조항은 제17조, 제20조 등이 있으며, 배출기준, 연료기준 개발을 위한 담당 기관들의 협력 및 승인 의무 및 대기환경에 유해한 이동원 사용 제한을 명시하였다.

[참고] 대기법 내 이동오염원 유관 법령

제17조. 대기보호 관련 기준

- 17.2 국가 중앙 행정기관은 다음과 같은 기준을 해당 분야의 담당 국가 중앙 행정기관과 협력하여 개발하고, 관할 당국의 승인을 받아야 한다.
- 17.2.2 이동오염원의 대기오염물질 배출 허용기준 및 측정 방법은 도로교통 담당 국가 중앙 행정 기관과 협력하여 설정한다.
- 17.2.4 가솔린, 디젤 및 액화 석유 가스와 같은 연료에 대한 기준을 도로교통 및 석유를 담당하는 국가 중앙 행정 기관과 협력하여 설정한다.

제20조. 대기오염물질 배출 및 유해영향 제한

- 20.3 환경 감사원과 권한을 보유한 경찰관은 대기기준을 초과하여 오염물질을 배출하거나 유해영향을 미치는 이동원 사용에 대한 위반현황 조사 및 해결을 위해 법률에 명시된 절차에 따라 제한할 수 있다.
- 20.5. 대기보호 목적으로 공공 거리와 광장에 특정 유형의 차량의 진입을 군수 또는 도지사의 결정에 따라 금지되거나 제한될 수 있다.

대기법 내 모니터링 관련 조항은 제10조, 제11조, 제12조를 포함한 제3장이며, 대기질 측정과 관련된 업무를 전담하는 전문 부서의 운영, 국가 모니터링 네트워크의 구성요소 및 대기질 데이터 활용에 대한 각 기관, 전문 부서 등의 책임을 명시하였다.

[참고] 대기법 내 모니터링 유관 법령**제10조. 대기질 측정·모니터링 전문부서**

- 10.1. 대기질 측정, 모니터링, 관련 정보 및 결론을 내리는 전문 부서(이하 전문부서)를 국가 중앙 행정 기관이 조직하고 운영한다.
- 10.2. 전문 부서의 현지 지사(지역 지점) 설립에 대해 해당 지역의 환경, 기후 특징, 산업화 수준에 따라 국가 중앙 행정 기관에 의해 결정하며 전문적이고 방법론적인 지침을 제공한다.
- 10.3. 전문 부서의 현지 지사는 그 수준의 도지사에게 따라 국가중앙 행정 기관이 승인한 규칙에 따라 운영한다.
- 10.4. 오존층 보호를 위한 국제 협정에 따른 의무 이행, 관련 국가 프로그램의 실행 등을 전문 부서가 조직한다.
- 10.5. 전문 부서의 직원은 측정, 조사 및 분석을 위해 사업체 또는 조직에 들어갈 권리가 있다.

제11조. 대기질 모니터링 및 검사

- 11.1. 국가 중앙 행정 기관은 대기질, 대기에 대한 유해한 물리적 영향, 산성 침전, 성층권 오존, 온실 가스 농도의 변화에 대한 정기적인 관찰, 측정, 연구, 분석, 평가 및 정보 제공 목적으로 국가 모니터링 네트워크를 구성하고 운영한다.
- 11.2. 국가 모니터링 네트워크는 다음 부분으로 구성된다.
- 11.2.1 국제 모니터링 네트워크의 몽골 지사
- 11.2.2 국가 모니터링 네트워크
- 11.2.3 지역 (지방) 모니터링 단위
- 11.2.4 대기오염 물질 배출 및 유해한 물리적 영향을 미치는 사업체 또는 조직의 내부 통제 지점
- 11.3. 이 법의 11.2.1 및 11.2.2에 명시된 네트워크 및 단위를 도시, 마을 및 기타 정착지의 토지 크기, 인구 밀도, 영토 형성 및 산업화 수준을 고려하여 국가 중앙 행정 기관에 의해 결정하여 그들의 설립, 장비 및 운영비용을 나라 예산에서 조달한다.

제12조. 대기질 정보

- 12.1 현지 지사 전문 부서는 대기질에 대한 보고서(정보)를 관련 수준의 도지사, 전문 부서에 제출해야 한다.
- 12.2 전문 부서는 대기질 정보를 요약하여 국가 중앙 행정 기관에 제출해야 한다.
- 12.3 전문 부서는 대기오염물질의 농도, 유해한 물리적 영향이 허용 기준을 초과한 경우 해당 기관, 대중에게 즉시 알리고 의학적 조언을 제공한다.
- 12.4 사업체 및 조직은 대기질에 영향을 미치는 활동에 대해 내부 모니터링 및 통제에 대한 보고서를 현지 지사 전문 부서에 정해진 기간 내에 제출해야 한다.
- 12.5 대기질 데이터 수집 규정은 국가 중앙 행정 기관이 승인 한다.

(2) 대기오염 요금법

대기오염 요금법은 대기오염을 유발한 자에 대한 대기오염 요금 부과 및 납부와 관련된 관계를 규제하는 것을 목표로 하는 법령이다. 본 법에 제시된 대기오염 납부자는 석탄 채굴자, 유기용제 수입자, 차량 운행자, 대형 대기오염원 사용 허가서 소유자 및 대기오염물질을 배출하는 시민, 사업체 및 조직 등을 포함하고 있다.

<표 35> 대기오염요금법 세부내용

구분	내용
제1조	제정목적
제2조	대기오염 요금법 제정
제3조	용어 정의
제4조	대기오염 요금 납부자 및 등록
제5조	대기오염 요금 지불 항목
제6조	대기오염 지불금액 산정 단위
제7조	대기오염 지불금액 및 비율
제8조	요금면제 및 할인
제9조	요금납부 및 보고방법
제10조	법률위반자 책임

출처: 몽골 법령사이트(www.legalinfo.mn/) (연구팀 직접작성)

대기오염 요금법은 채굴된 원탄의 중량, 생산 혹은 수입된 유기 용제의 중량, 차량 종류에 따른 이산화탄소 배출량 및 대형 고정오염원의 대기오염물질 배출량에 따른 지불 금액을 설정하였다.

<표 36> 대기오염요금법 요금책정 방법

구분	지불 금액																					
원탄	채굴된 원탄에 대한 지불 비율 및 금액은 1kg 당 1~2MNT로 설정																					
유기 용제	생산 혹은 수입된 유기 용제에 대한 지불 비율 및 금액은 1kg 당 10~30MNT로 설정																					
차량	자동차 및 자체 추진 차량으로부터 배출되는 이산화탄소에 대한 지불 금액은 이하 표에 따라 설정																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>자동차 및 자체 추진 차량종류</th> <th>CO₂ 배출량(g/km)</th> <th>연간 지불 금액 (MNT)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A (A)</td> <td>121-180</td> <td>1,800</td> </tr> <tr> <td>B (B)</td> <td>181-250</td> <td>2,100</td> </tr> <tr> <td>C (B)</td> <td>251-350</td> <td>3,500</td> </tr> <tr> <td>D (Γ)</td> <td>351-500</td> <td>5,000</td> </tr> <tr> <td>E (Δ)</td> <td>501-750</td> <td>7,500</td> </tr> <tr> <td>F (E)</td> <td>751 이상</td> <td>9,500</td> </tr> </tbody> </table>	자동차 및 자체 추진 차량종류	CO ₂ 배출량(g/km)	연간 지불 금액 (MNT)	A (A)	121-180	1,800	B (B)	181-250	2,100	C (B)	251-350	3,500	D (Γ)	351-500	5,000	E (Δ)	501-750	7,500	F (E)	751 이상	9,500
	자동차 및 자체 추진 차량종류	CO ₂ 배출량(g/km)	연간 지불 금액 (MNT)																			
	A (A)	121-180	1,800																			
	B (B)	181-250	2,100																			
	C (B)	251-350	3,500																			
	D (Γ)	351-500	5,000																			
	E (Δ)	501-750	7,500																			
F (E)	751 이상	9,500																				
대형 고정오염원	대형 고정오염원으로부터 배출되는 오염물질에 대한 지불 비율 및 금액은 1kg 당 1~10MNT로 설정																					

3.1.3 대기관리 분야 정책

몽골의 대기관리 분야 정책은 몽골의 대기·환경오염 문제 개선을 위한 오염원 감축 등의 정책이행 활동을 정의한 NPRAEP, 야간 전기비용 무료 정책, 원탄사용금지 정책 등이 있다.

<표 37> 몽골 대기관리 분야 정책

년도	정책명	주요내용
2017	The National Program on Reduction of Air and Environment Pollution (NPRAEP)	<ul style="list-style-type: none"> 기간: 1차(2017-2019) / 2차(2020-2025) 목표: 증가하는 몽골의 환경오염 문제 대응을 통해 시민을 위한 건강하고 안전한 생활환경 보장 및 미래 세대를 위한 깨끗한 환경 조성 세부목표: 2016년 대비, 2025년에 대기 및 환경오염의 80% 감소 (대략 \$3.7억 규모 지출 예정) 사업내용: Zero Night-time electricity policy 공표, Semi-coke briquettes, 저탄소 배출 연료와 같은 청정 석탄 기술 확산, 소규모 시내 스팀 보일러 운전중단을 위한 지역난방네트워크 확장 등의 내용을 포함
2017	Zero Night-Time Electricity Payment Policy	<ul style="list-style-type: none"> 대기법 6.1.5, 6.1.6, 6.1.7 및 13.1.3조에 의해 수립되었음 몽골 정부는 겨울동안 일부 게르 지역에 한해 야간 전기비용 무료 정책을 공표하였는데, 이는 게르 지역의 화석연료 사용을 전기연료로의 대체를 장려하기 위함임
2019	Banning (Raw) Coal	<ul style="list-style-type: none"> 대기법 16.1.5조항에 의해 수립되었음 석탄의존도 감소 및 깨끗하고 지속가능한 에너지원로의 에너지 사용 변화에 대한 움직임이 있음 2019년 5월, 몽골 정부는 가정용에 한해, 원탄(原炭) 사용 금지 결정 (열병합발전소(CHPs)는 제외)

출처: 몽골 법령사이트(www.legalinfo.mn/) (연구팀 직접작성)

(1) NPRAEP

NPRAEP는 2017년 몽골의 환경오염 현황에 대응하기 위해 수립된 몽골정부 2016-2020년 5개년 계획 목표 중 “수도권 지역 대기, 수질 및 토양오염 감축 및 적절 폐기물 관리 구현”의 달성을 위해 수립되었다. NPRAEP는 1단계(2017-2019년), 2단계(2020년-2025년)로 구분하여 수행되고 있다.

NPRAEP는 도시 및 지역개발, 연탄 등 오염원 사용 제한을 통해 오염물질 배출저감, 차량 배출물질 감축, 대기 및 환경오염 감축 활동을 위한 인센티브 체계 수립, 국민의 참여와 책임 확대 및 관리 모니터링 역량 강화 등 총 5개의 목표를 설정하였으며 각 목표에 해당하는 활동계획을 설정하였다.

<표 38> 몽골 NPRAEP 활동계획

목표	활동계획
1	<p>목표: 도시계획, 건설 및 인프라 개발을 위한 정책수립, 인구분산 및 대기환경 개선</p> <p>목표: 친환경 첨단기술로 오염원 저감, 연탄사용 단계적 금지, 오염물질 배출감소</p> <p>① 대기질 개선지역 지정, 난방금지 물품 목록화 및 수행</p> <p>② 원탄사용 단계적 금지 (열생산플랜트·열병합발전소 제외)</p> <p>③ 게르 지역에 고급연료 제공, 원탄소비량 대체를 위한 개선된 석탄생산 지원</p> <p>④ 게르 지역 계량기(시간제 구분가능) 설치가구의 야간 전기요금 할인(50-100%)</p> <p>⑤ 친환경적이며 인체에 무해한 건축자재 제조기업 대상 지원 마련</p> <p>⑥ 게르 및 주택 단열재 개선으로 열손실 저감 프로젝트 시행</p> <p>⑦ 지역난방 네트워크 확장, 신규 열공급원 건설, 석탄 소비 및 폐기물 감소 혁신기술 도입</p>
2	<p>⑧ UB시 중앙처리시설 및 타 지역 하수도시설, 공장 및 전처리시설의 친환경 기술도입</p> <p>⑨ 게르 지역 폐기물 관리개선, 운송수단 확대, 폐기물 재활용산업 지원</p> <p>⑩ 유해폐기물 임시저장 및 처리시설 구축, 유해폐기물 확산 방지</p> <p>⑪ 제조·수입·유통업체의 폐기물 처리책임 부과, 폐기물 재활용 제품 생산 시, 인센티브 체계 구축</p> <p>⑫ 석탄층 메탄 매장량 연구강화, 석탄 농축기 및 가공공장 등 석탄가스 공장 설립 지원</p> <p>⑬ 도시의 원탄사용 금지정책에 따른 여객열차의 전기난방 단계적 전환</p> <p>⑭ 산업계 폐기물 저감을 위한 친환경 첨단기술 도입, 폐기물 효율적 사용 기준 개정</p> <p>⑮ 대기환경 오염 및 온실가스 저감 기술연구를 위한 국제 펀드 연계 지원</p> <p>⑯ 대기환경오염 저감 및 에너지 절약기술을 알리는 친환경 기술전시센터 설립</p> <p>⑰ Green Loan Fund 설립 연구, 시민·민간기업 친환경 및 에너지절약제품 등 구매지원, 대출지원</p>
3	<p>목표: 차량 배출오염물질 저감의 포괄적 조치</p> <p>① 사람 및 환경에 유해한 영향을 미치는 차량의 단계적 운행 금지</p> <p>② Euro5 기준 연료수입 및 소비 지원 등 연료품질 모니터링 체계 향상 (기준 미달 시, 단계적 수입 및 소비금지)</p> <p>③ 가스 및 전기차 등 친환경 차량 도입연구 진행, 대중교통의 가스연료 전환</p> <p>④ 도로망 확장, 교통규제 스마트시스템 도입, 차량의 배출오염물질 저감</p> <p>⑤ 도로교통 폐기물 관리연구 및 폐차 재활용공장 설립</p> <p>⑥ 승객편의를 위한 그린숙박시설 서비스 단지 계획 및 건설</p> <p>⑦ 도로배수 시스템의 계획 및 구현, 도로먼지 전용기술 및 친환경 방법으로 자동차 처리</p>
4	<p>목표: 대기환경오염 감소 활동의 관리 및 자금조달, 인센티브 체계 수립</p> <p>① 대기오염저감 펀드 설립, 대기오염 저감의 자금 집중화 및 펀드예산 지출을 위한 법령 수립</p> <p>② 대기·물·토양오염 저감을 위한 공무원, 시민, 조직 등의 환경관련 책임 및 법 준수 명시</p> <p>③ 지역개발정책 실행, 지역센터인 아이막 개발하여 대기 및 환경오염 감소</p> <p>④ 도시개발, 녹색기금 관련 법적인 환경 향상</p> <p>⑤ 환경건강 국가프로그램 수립 및 실행</p> <p>⑥ 에너지 절약 국가프로그램 수립 및 실행</p> <p>⑦ 친환경, 대기환경오염 저감 및 처리기술을 보유한 국내 제조업의 세금 할인</p> <p>⑧ 가스공급 마스터플랜 수립 및 수행</p>

	⑨ 노후화 차량 및 이동장치의 수입 단계적 금지, 전기 및 가스차량 소비 확대, 규제마련
5	목표: 대기오염 감소를 위한 시민·대중의 참여 확대, 환경모니터링 역량 강화
	① 대중에게 대기환경 유관 정보제공, 시민의 환경보호 책임 및 참여 교육과 홍보 시행
	② 환경보호 유관법령 및 규칙 위반 시, 시민·사업체·조직의 귀책 확대
	③ 게르 지역 대기오염 모니터링 및 폐기물 소각금지 등의 지원
	④ 대기환경오염 저감 적극참여 및 지원하는 시민·사업체 등 시상 및 활동홍보
	⑤ 대기환경오염이 인체에 미치는 영향 연구
	⑥ 게르·주택·아파트 등 실내 대기오염 저감 매뉴얼 수립 및 홍보
	⑦ 중앙환경연구소 및 지역연구소에 국제표준에 부합하는 유해물질 첨단기술 측정장비 제공
	⑧ 대기환경 모니터링 확대, 인적자원 역량강화 시행
	⑨ 도시지역 대기오염측정소 추가 설치 및 지속적 운영지원
⑩ 대기오염원 및 폐기물 목록 리스트 작성 등 데이터베이스 개정	

출처: 몽골 법령사이트(www.legalinfo.mn/) (연구팀 직접작성)

NPRAEP 시행을 통한 기대 효과로는 친환경 인프라 품질 및 접근성 향상, 열 생산 목적 외 석탄사용 제한, 대기 및 환경오염 80% 감축 등을 제시하였다. 평가기준은 프로그램의 이행현황 및 평가를 위해 2019년, 2025년의 달성목표 및 주요 실행기관을 설정하였다.

<표 39> 몽골 NPRAEP 이행 평가기준

No.	평가지표		단위	기본수준 (연도)			시행기관
				2016년	2019년	2025년	
1	오염물질 감소량 (2016년 12월 평균농도 기준)	PM 2.5	µg/m ³	256	190	70	MET, Mayor of UB
		PM 10	µg/m ³	279	210	100	MET, Mayor of UB
		이산화황(SO ₂)	µg/m ³	89	70	50	MET, Mayor of UB
2	야간 전략할인대상 게르 지역 소비자			110,895	135,000	150,000	MOE, ERC
3	2.5kw 전기히터사용을 위한 기술조건 (technical capacity)이 구비된 가구			20,000	110,000	-	MOE
4	4kw 전기히터사용을 위한 기술조건(technical capacity)이 구비된 가구			3,000	20,000	80,000	MOE
5	전력시스템에 연결된 신규 가구			-	5,800	-	MOE
6	원탄 사용을 금지하여 개선된 석탄 사용할 가구			150	23,000	43,000	MOE, Mayor of UB
7	고급연료 생산량		톤/연도	500	90,000	150,000	MOE, MMHI
8	중앙 난방시스템으로의 전환을 통해 폐기된 (discharged) 보일러의 수량			-	123	228	MOE, Mayor of UB
9	외곽 지역 및 지방 지역으로 이동한 인구 수			-	2,000	9,600	Mayor of UB NSO
10	외곽 지역 및 지방 지역의 직업 창출 수			-	1,000	10,000	MOFA, MLSP, NSO, Mayor of UB and Aimag

11	지원대상 가구 수		-	13,300	13,000	Mayor of UB MET, MLSP	
12	엔지니어링 인프라를 구비하고 있는 서브센터 (sub-centers)		-	20	100	MCUD, Mayor of UB	
13	엔지니어링 네트워크에 기술 지원을 제공하는 가구 수		20,000	40,000	70,000	MCUD, MOE, Mayor of UB	
14	게르 지역 가구에 대한 주택 공급 및 아파트로 이 주한 가구		-	20,000	70,000	MCUD, Mayor of UB	
15	개선된 위생시설(화장실)을 갖춘 인구	%	38	43	50	MCUD, Mayor of UB and Aimag	
16	개선된 위생시설(화장실)을 갖춘 도시, 수도권의 인구	%	40	60	80	MCUD, Mayor of UB and Aimag	
17	가스연료 차량	택시	312	1,000	3,000	MRTD, Mayor of UB	
		자동차	14,500	17,000	25,000		
18	“유로-5” 기준을 충족 하는 연료 비율	휘발유	%	-	50	80	MRTD, MMHI MRPAM
		디젤	%	-	50	80	
19	전기히터의 사용이 가능한 여객 열차 (총)		16	72	159	MRTD, MOE, Mayor of UB	
20	폐기물을 가공하여 에너지 생산하는 플 랜트		-	-	1	MOE, Mayor of UB	
21	호흡기 질환 감소 (10,000명당 입원수)	1mil	456	448	433	MOHS	
22	심혈관 질환 감소 (10,000명당 입원수)	1mil	399	393	384	MOHS	
23	폐렴 (10,000명당 입원수)	1mil	239	206	146	MOHS	
24	게르 지역 및 공공 장소의 추가된 녹지 정원면적	헥타르	110	1,450	3,000	Mayor of UB	
25	도시, 수도권 녹지 비율	UB	%	1	7	25	Mayor of UB
		Aimag	%	1	5	25	Mayor of Aimag

출처: 몽골 법령사이트(www.legalinfo.mn/) (연구팀 직접작성)

NPRAEP의 관리주체는 국가 환경오염 감축위원회 (National Committee for Reducing Environmental Pollution)이다. 본 위원회는 NPRAEP의 전국적 실행에 있어 부처 간 활동조정, 이행 감시 의무를 지니며, 지역단위의 실행은 주지사들이 위원회와 협력하여 프로그램의 실행 관리 및 프로그램 이행을 감시한다.

3.1.4 대기관리 분야 관련 기준

몽골의 대기질 관리 분야 기준을 조사한 결과, 크게 ①실내외 공기질을 전반적으로 관리하는데 활용되는 허용기준, ②열병합발전소, 열생산 발전소 및 보일러 등 고정오염원 관리에 적용되는 배출허용 기준, ③버스, 자동차 등 이동오염원에서 배출되는 대기오염물질 허용기준, ④석탄, 가솔린, 디젤 등 연료 기준 등으로 구분할 수 있다.

<표 40> 몽골 대기관리 분야 기준

구분	대상	기준
대기 일반	<ul style="list-style-type: none"> • 실외 대기질 관리 • 실내 공기질 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • MNS 4585:2016 대기질 기준 (Air quality. General technical requirements) • MNS 5885:2008 대기오염물질 허용 기준 (Acceptable levels of air pollutants / General technical requirements) • MNS 6063:2010 도시지역의 대기오염물질 허용 기준 (Air quality-Acceptable concentration of pollutant elements for atmospheric air in public area) • MNS 6342:2012 소각로에서 배출되는 플루가스의 유해 대기오염물질 최대 허용기준 (Air quality. Maximum permissible level of some air pollutants in flue gas from the hazardous waste incinerator) • MNS ISO 4227:2002 환경 대기질 관리(모니터링) 계획 (Ambient air quality control plan)
고정 오염원	<ul style="list-style-type: none"> • 화력 열병합 발전소 • 화력 열생산발전소 • 집합건물용 보일러 • 가정용 난방기기 	<ul style="list-style-type: none"> • MNS 5919:2008 열병합발전소, Thermal Station의 증기보일러, 온수보일러 대상 대기오염물질 배출허용 기준 (Maximum acceptable level and measuring method of air pollutants in the exhaust gases from the steam and hot water boilers of TPP and Thermal Stations) • MNS 6298:2011 신 화력 및 열 생산 발전소 굴뚝의 대기오염물질 최대허용기준 (Maximum acceptable level and measuring method of air pollutants in flue gas of New thermal power plant and thermal plant) • MNS 5043:2016 최대 4.2MW 용량의 온수 보일러 대기오염물질 배출허용 기준 (Hot-water boilers with heating capacity up to 4.2MW. General technical requirements) • MNS 5216:2016 가정용 스토브 일반기술 요구사항 (Stove for household. General technical requirements)
이동 오염원	<ul style="list-style-type: none"> • 버스 • 경유/가솔린 자동차 	<ul style="list-style-type: none"> • MNS 5013:2009 가솔린엔진 차량 배기가스허용 기준 (Petrol engine vehicle-Maximum acceptable level and measuring method of exhaust emission) • MNS 5014:2009 디젤엔진 차량 매연 배출기준 (Diesel engine vehicles-Maximum acceptable level and measuring methods of opacity) • MNS 6757:2019 DPF설치 및 사용기준 (Installation and use of DPF for diesel engines of road vehicles. General technical requirements)

연료	<ul style="list-style-type: none"> • 석탄 • 차량용 가솔린 • 차량용 디젤 • LPG 	<ul style="list-style-type: none"> • MNS 5679:2019 개선된 고체연료(유연탄) 기술 요구사항 (Upgraded solid fuel. Technical requirement) • MNS 0217:2017 엔진 차량 연료, 무연 가솔린 기술 요구사항 (Automotive fuels. Unleaded petrol. Technical requirements) • MNS 6861:2020 디젤차량 연료 기술 요구사항 (Diesel fuel. Specifications) • MNS 5083:2001 가정용 LPG 연료 기술 요구사항 (Liquefied petroleum gases-Fuel for domestic use-Specifications)
-----------	--	--

출처: 몽골 기준 및 측정부 홈페이지 (<https://estandard.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

몽골 공기질 기준은 실외 공기질 및 실내 공기질 두 가지로 구분하여 관리하고 있으며, 현재의 대기질 기준(MNS 4585:2016)은 기존의 몽골 대기질 기준의 업데이트 버전으로 2016년 7월 8일 부터 적용되었다.

실외 기준은 황산화물, 일산화탄소 등 총 9개 화학물질의 배출허용기준이 포함된 화학적 영향 및 사업장 소음의 허용기준이 함께 명시되어 있으며, 실내 기준은 온도, 풍속, 상대적 습도, 이산화탄소 및 조명의 허용기준이 제시된다.

<표 41> 실외 대기오염물질 환경기준 (MNS 4585:2016)

대기오염물질	평균 측정 시간	측정 단위	허용농도
1. 화학적 영향			
황산화물 (SO ₂)	20 분 평균	μg/m ³	450
	24시간 평균	μg/m ³	50
	연 평균	μg/m ³	20
일산화탄소 (CO)	20분 평균	μg/m ³	60000
	1시간 평균	μg/m ³	30000
	8시간 평균	μg/m ³	10000
질소산화물 (NO ₂)	20 분 평균	μg/m ³	200
	24시간 평균	μg/m ³	50
	연 평균	μg/m ³	40
오존 (O ₃)	8시간 평균	μg/m ³	100
총 먼지	20 분 평균	μg/m ³	500
	24시간 평균	μg/m ³	150
	연 평균	μg/m ³	100
PM 10	24시간 평균	μg/m ³	100
	연 평균	μg/m ³	50
PM 2.5	24시간 평균	μg/m ³	50
	연 평균	μg/m ³	25
납 (Pb)	24시간 평균	μg/m ³	1
	연 평균	μg/m ³	0.25
벤조[a]피렌 (C ₂₀ H ₁₂)	24시간 평균	μg/m ³	0.001

2. 물리적 영향			
대기오염물질	평균 측정 시간	측정 단위	허용농도
소음	16시간 평균	dB	60
낮 (07:00~22:00)	8시간 평균	dB	45
밤 (22:00~07:00)			

<표 42> 실내 대기오염물질 환경기준 (MNS 4585:2016)

대기오염물질	평가기준	측정 단위	허용기준
온도	평균	섭씨 °C	18-22
풍속	평균	m/s	0.2 - 0.4
상대적 습도	평균	%	30~60
이산화탄소 (CO2)	24시간 평균	μg/m³	1800
조명			
사람 있는 곳	평균	럭스	150~300
사람 없는 곳			50~150

고정오염원의 경우, 사용되는 보일러의 용량에 따라 기준이 구분되어 있으며, 발전소에서 사용되는 증기·온수 보일러의 경우 비산재, 일산화탄소, 이산화황, 질소 산화물 등 대기오염 물질별로 기준을 설정한다.

발전소 내의 보일러에 활용되는 기준인 MNS 5919:2008의 경우, 지정된 오염 물질농도의 최대 허용 기준 및 측정 방법을 포함하며, 2008년 2월15일부터 적용되고 있음. 본 기준은 비산재, 일산화탄소, 이산화황, 질소 산화물 등 대기오염 물질들의 최대 허용 수준 및 측정 방법을 결정한다.

<표 43> 질소산화물(NOx)의 최대 허용 수준 (MNS 5919:2008)

No	보일러 용량 D,t/h, (Q, MW)	연소유형	1kg 표준 연료 연소, g/kg.J.t	1 MJ의 열에 해당 연소로 인한 배출, g/MJ	연도가스 농도 mg/nm ³	단위시간당 폐기 g/s
1. 증기 보일러						
1	D=221...420	건식 하부구조	7.6	0.261	715,0	67
2	D=76...220	건식 하부구조	15	0.52	1,100	110
3	D=51...75	건식 하부구조	20.8	0.72	1270	37.9
4	D=51...75	CFBC 방식	4.75	0.2	320	9.8
5	D=26...35	습식B/A방식	14.1	0.482	900	16.03
6	D=26...35	건식 하부구조	14.7	0.5	710	13.1
7	D=11...25	화소격자 방식	15.6	0.54	950	18
8	D=11...25	CFBC 방식	9.3	0.32	660	10.8
9	D ≤ 10	화소격자 방식	21	0.8	1,150	14
10	D ≤ 10	CFBC 방식	13	0.48	680	8.4
2. 온수 보일러						
11	12<Q≤23,26	습식B/A방식	30.1	1	1,918	22
12	12<Q≤23,26	화소격자 방식	20	0.7	1,028.7	12.2
13	12<Q≤23,26	CFBC 방식	15.5	0.5	1,044.3	7.9
14	4 ≤ Q < 12	화소격자 방식	25	0.85	1,500	18
15	4 ≤ Q < 12	CFBC 방식	15	0.54	900	16

<표 44> 이산화황(SO₂)의 최대 허용 수준 (MNS 5919:2008)

No	보일러 용량 (Q), MW	연소유형	석탄의 이동된 황 함량 (Unit)	1kg 표준 연료 연소, g/kg.J.t	1 MJ의 열에 해당 연소로 인한 배출, g/MJ	연도가스 농도 mg/nm ³	단위 시간당 폐기 g/s
1. 증기 보일러							
1	D=221...420	건식 하부구조	S _{III} =0.02...0.077	13.2	0.45	1,200	12.5
2	D=76...220	건식 하부구조	S _{III} =0.02	20.75	0.70	1,485	164.8
3	D=51...75	건식 하부구조	S _{III} =0.02...0.083	33.1	1.18	1,931.8	56.8
4	D=51...75	CFBC 방식	S _{III} =0.02	9.13	0.31	615	18.8
5	D=26...35	습식B/A방식	S _{III} =0.02...0.035	27.3	0.93	1,740	30.6
6	D=26...35	건식 하부구조	S _{III} =0.083	36.6	1.25	1,770	30.8
7	D=11...25	화소격자 방식	S _{III} =0.077	35	1.2	1,690	29
8	D=11...25	CFBC 방식	S _{III} =0.077	32	1.1	1,560	26
9	D ≤ 10	화소격자 방식	S _{III} =0.02...0.077	33	1.15	1,620	27
10	D ≤ 10	CFBC 방식	S _{III} =0.02...0.077	30	1.05	1,500	24
2. 온수 보일러							
11	12<Q≤23,26	습식B/A방식	S _{III} =0.02	42.5	1.45	2,710	29.7
12	12<Q≤23,26	화소격자 방식	S _{III} =0.024	32.6	1.11	1,670	19.8
13	12<Q≤23,26	CFBC 방식	S _{III} =0.02	26.4	0.90	1,720	13.4
14	4 ≤ Q < 12	화소격자 방식	S _{III} =0.02...0.077	31.0	1.1	1,630	18.5
15	4 ≤ Q < 12	CFBC 방식	S _{III} =0.02...0.077	28	0.95	1,810	14.2

<표 45> 일산화탄소(CO)의 최대 허용 수준 (MNS 5919:2008)

No.	보일러 용량 (Q), MW	연소유형	1kg 표준 연료 연소, g/kg.J.t	1 MJ의 열에 해당 연소로 인한 배출, g/MJ	연도 가스 농도, mg/nm ³	단위 시간당 폐기, g/s
1. 증기 보일러						
1	D=221...420	건식 하부구조	1.831	0.062	180	18.3
2	D=76...220	건식 하부구조	4.24	0.145	300	19.4
3	D=51...75	건식 하부구조	57.6	2.02	3,547.1	125.5
4	D=51...75	CFBC 방식	93.0	3.17	6,245	191.2
5	D=26...35	습식A방식	97.25	13.9	3,320	111.45
6	D=26...35	건식 하부구조	1.812	0.06	87.65	1.49
7	D=11...25	화소격자 방식	13	0.45	960	58
8	D=11...25	CFBC 방식	11	0.4	865	53
9	D ≤ 10	화소격자 방식	14	0.485	1,030	62.4
10	D ≤ 10	CFBC 방식	12	0.44	940	75.5
2. 온수 보일러						
11	12<Q≤23.26	습식A방식	181.2	6.18	12,121	92.2
12	12<Q≤23.26	화소격자 방식	78.6	2.7	4,050	36.2
13	12<Q≤23.26	CFBC 방식	54.5	1.85	3,810	54
14	4 ≤ Q < 12	화소격자 방식	80	3.0	4,100	94
15	4 ≤ Q < 12	CFBC 방식	75	2.8	3,850	88

<표 46> 비산재(Fly Ash)의 최대 허용 수준 (MNS 5919:2008)

No.	보일러 용량 (Q), MW	연소유형	석탄 이송 된 재	1kg 표준 연료연소 g/kg.J.t	1 MJ의 열에 해당 연소로 인한 배출, g/MJ	연도 가스 농도 mg/m ³	단위 시간당 폐기 g/s
1. 증기 보일러							
1	D=221...420	건식 하부구조	A _{III} =0.84	235	0.08	200	50.8
2	D=76...220	먼지석탄탕	A _{III} =0.84	151.1	5.15	10,800	420
3	D=51...75	먼지석탄탕	A _{III} =0.84	304	10.5	21,000	650
4	D=51...75	CFBC 방식	A _{III} =0.84	17.7	0.6	1,200	36.5
5	D=26...35	습식A방식	A _{III} =0.84 A _{III} =1.16	187.5	6.3922	11,900	225.00
6	D=26...35	먼지석탄탕	A _{III} =0.83	218.5	7.45	10,600	194.97
7	D=11...25	화소격자 방식	A _{III} =0.73	225	7.8	10,900	200
8	D=11...25	CFBC 방식	A _{III} =0.73	150	5.2	7,300	140
9	D ≤ 10	화소격자 방식	A _{III} =0.73...1.63	250	8.7	12,000	220
10	D ≤ 10	CFBC 방식	A _{III} =0.73...1.63	170	5.8	8,000	150
2. 온수 보일러							
11	12<Q≤23.26	습식A방식	A _{III} =0.84	23	0.788	1,553.5	11.76
12	12<Q≤23.26	화소격자 방식	A _{III} =1.63	945	32.2	48,700	582.5
13	12<Q≤23.26	CFBC 방식	A _{III} =0.84	9.6	0.326	670	9.49
14	4 ≤ Q < 12	화소격자 방식	A _{III} =0.73...1.63	230	9.5	13,000	240
15	4 ≤ Q < 12	CFBC 방식	A _{III} =0.73...1.63	190	79	10,500	200

신규 열병합발전소 및 열생산발전소에 대한 더욱 강화된 오염물질 배출 허용기준(MNS 6298:2011)이 2011년부터 적용되었다.

기존의 MNS 5919:2008와 규제하는 배출물질 종류는 같으나, 배출물질 중 CO, SO₂, 비산재의 최대허용기준은 인구 밀도에 따라 분류된 I지방(인구밀도 10명/km²~1000명/km² 도시지역), II지방(10명/km² 이하의 외딴 지역)마다 다르게 설정됐으며, NO_x의 최대허용기준은 석탄 내 휘발성 물질 함량에 따라 다르게 설정되었다.

<표 47> CO, SO₂, 비산재의 최대 허용 수준 (MNS 6298:2011)

지방(지역)	CO (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	비산재 (mg/m ³)
I 지방 (인구밀도 10명/km ² - 1000명/km ² 도시지역)	180	400	50
II 지방 (인구밀도 10명/km ² 이하 외딴 지역)	300	600	200

<표 48> NO_x의 최대 허용 수준 (MNS 6298:2011)

석탄의 휘발성 물질 함량	NO _x (mg/m ³)
Vdaf<10%	1100
10%≤Vdaf≤20%	650
Vdaf>20%	450

최대 4.2MW 용량의 HOB, 일반 기술 요구사항(MNS5043:2016)은 0.7MPa 압력의 물을 115℃까지 태우는 최대 4.2MW용량의 제조 및 수입 HOB에 대해, 용량 및 연료 종류에 따른 총 부유입자(TSP), 미세먼지량(PM2.5), CO, SO₂ 및 황산화물, NO_x의 최대허용배출량을 명시하고 있다.

<표 49> 최대 4.2MW 용량의 HOB, 일반 기술 요구사항 (MNS 5043:2016)

No.	배출물질	측정 단위	보일러 용량(Q) MW				
			최대0.08MW		0.1<Q<0.8	1.0<Q<4.2	
			연료종류				
			액체	가스	고체		
1	총부유입자 (TSP)	mg/Nm ³			225	600	400
		mg/MJ			120	320	215
		mg/kg.e.f			2,840	9,400	6,150
2	미세먼지 (PM2.5)	mg/Nm ³			170	400	300
		mg/MJ			90	215	160
		mg/kg.e.f			1,970	6,270	4,615
3	CO	mg/Nm ³	115	120	9,700	5,000	4,000
		mg/MJ	35	35	6,800	2,870	2,130
		mg/kg.e.f	1,025	1,060	140,000	78,000	62,400
4	SO ₂ 및 유황화합물	mg/Nm ³			1,000	800	600
		mg/MJ			540	400	300
		mg/kg.e.f			11,880	12,000	900
5	질소산화물 (NOx)	mg/Nm ³	230	240	500	450	400
		mg/MJ	70	75	300	230	200
		mg/kg.e.f	2,050	2,110	6,800	6,750	6,000

가정용 스토브에 적용되는 기준 MNS 5216:2016은 기존 MNS5216:2011을 대체한다. 이는 게르 등의 주거지에서 사용되는 난방 및 주방용 고체연료 스토브에 사용으로 인한 총 부유입자, 미세먼지, 일산화탄소, 이산화황 및 유황화합물 및 NOx의 최대허용배출량을 결정한다.

<표 50> 가정용 스토브 적용기준 (MNS 5216:2016)

No.	기준	측정 단위	허용량
1	총부유입자 (TSP)	mg/Nm ³	130
		mg/MJ	90
		mg/kg	1,850
2	굴뚝에서 배출되는 미세먼지량 (PM 2.5)	mg/Nm ³	100
		mg/MJ	70
		mg/kg	1,430
3	굴뚝에서 배출되는 일산화탄소 (CO)	mg/Nm ³	9,800
		mg/MJ	6,800
		mg/kg	140,000
4	굴뚝에서 배출되는 SO ₂ 및 유황화합물	mg/Nm ³	1,200
		mg/MJ	850
		mg/kg	17,400
5	굴뚝에서 배출되는 질소산화물 (NOx)	mg/Nm ³	700
		mg/MJ	480
		mg/kg	9,800

이동오염원의 경우, 사용하는 연료종류에 따라 규제하는 오염물질이 다르며, 가솔린 차량은 차량의 무게 및 회전 빈도에 따른 일산화탄소 및 탄화수소를 규제하며, 디젤 차량은 그을음을 규제하고 있다.

가솔린(휘발유) 엔진자동차 배기가스의 최대 허용 독성 물질 기준 및 측정 방법(MNS 5013:2009)은 가솔린 엔진 자동차에서 나오는 배기가스의 대기오염물질(일산화탄소, 탄화수소)의 최대 허용 기준을 갱신, 자동차로 인한 대기오염물질을 감소, 대기오염으로 인한 국민의 건강 및 환경 생태에 미치는 부정적인 영향을 줄이기 위해 자동차 사용 및 제어, 기술의 모니터링 강화를 목적으로 두고 있다.

<표 51> 가솔린엔진 차량 배기가스 최대 허용기준 (MNS 5013:2009)

자동차 종류	크랭크 축 회전 빈도 (min-1)	일산화탄소 (%)	탄화수소 (ppm)
Carburetor 엔진, 총 중량 3.5톤 이상 자동차	η 최소	2.0	800
	η 최대	1.5	
Carburetor 엔진, 총 중량 3.5톤 이하 자동차	η 최소	1.5	500
	η 최대	1.0	
가스 중화기가 있는 Injector 엔진 자동차	η 최소	0.5	500
	η 최대	0.3	

η 최소: 엔진의 유헴 모드, 자동차 스티어링 페달을 밟지 않을 때의 크랭크 축 회전 빈도
 η 최대: 크랭크 축 회전의 최대 빈도

디젤엔진자동차의 그을음 최대 허용배출량 기준 및 측정방법 (MNS5014:2009)은 MNS5014:2003을 대체하며, 디젤 엔진 자동차의 그을음 최대 허용배출량에 대한 기준을 갱신, 자동차로 인한 대기오염물질 감소, 대기오염으로 인한 국민의 건강 및 환경 생태에 미치는 유해한 영향을 줄이기 위해 자동차 사용 및 기술 상태의 생태적 통제를 강화하는 것을 목적으로 한다. (차량 사용의 그을음 배출량은 광도 감소량이다.)

<표 52> 디젤엔진 차량 그을음 최대 배출량 (MNS 5014:2009)

자동차 종류	그을음 최대 허용배출량, 엔진의 자유 가속화 모드 (%)
총 중량이 3.5톤 이하 승용차와 트럭	35
총 중량이 3.5톤 이상 트럭과 버스	40

연료기준의 경우, 고정오염원에서 사용되는 개선된 고체연료의 품질관련 기준이 있으며 차량에서 사용되는 가솔린, 디젤 연료의 품질기준 등이 포함된다. 개선된 고체연료의 기술요구사항(MNS 5679:2019)은 Coal briquettes, Semi-coke briquette, Sawdust briquette 등 세 가지 고체연료의 수분, 유황, 휘발성 화합물, 재, 열량 및 내구성 등 품질관련 기준이 명시되어 있다.

<표 53> 개선된 고체연료 품질기준 (MNS 5679:2019)

No	연료종류	수분함량 (Wa, %, 이하)	황함량 (Sdt, %, 이하) 건조상태	휘발성 화합물 함량 (Vd, %, 이하)	애쉬 (Ad, %, 이하)	실제 칼로리 섭취량 (Kkal/kg, 이상)	내구성 (% 이상(적하법))
1	Coal briquettes	≤ 10.00	≤ 1.00	≤ 22.00	≤ 29.00	≥ 4200	≥ 80
2	Semi-coke briquette	≤ 10.00	≤ 1.00	≤ 22.00	≤ 30.00	≥ 4500	≥ 85
3	Sawdust briquette	≤ 10.00	-	-	≤ 5.00	≥ 4000	≥ 80

엔진 연료, 무연 휘발유(비 에틸화), 기술 요구 사항 (MNS 0217:2017)은 가솔린 엔진 차량 및 다른 유사한 엔진을 가진 무연 휘발유(비 에틸화)에 적용된다. 몽골 내 휘발유는 옥탄가에 따라 AI-80, AI-92, AI-95, AI-98로 분류되며, 품질기준 중 황분, 벤젠 함량, 탄화수소 함량 및 모노메틸아닐린의 부피비율은 연료의 생태적 분류인 K2, K3, K4, K5에 따라 다른 것으로 조사됐다.

<표 54> 무연 휘발유의 물리적, 화학적 및 사용의 품질기준 (MNS 0217:2017)

No	기준	각 기준량				분석 방법
		AI-80	AI-92	AI-95	AI-98	
1	옥탄가 - 리서치법(ROK) - 모터법(MON)	80 76	92 83	95 85	98 88	MNS GOST R 52946 GOST 32339, GOST 511 GOST 32340, GOST 8226
2	납 함량 (mg/dm ³)	5				MNS 5845 EN237, GOST 511 GOST 32340, GOST 8226
3	세척현존검 (mg/100cm ³)	50 (5)				MNS 0477 GOST 1567 GOST 32404
4	산화안정도 (min)	360				GOST 4039
5	연료의 생태적 분류에 따른 황분 (mg/kg) - K2 - K3 - K4 - K5	500 150 50 10				MNS 470 GOST 32139 ISO 20846 ISO 20448

6	연료의 생태적 분류에 따른 벤젠 함량 (%) - K2 - K3, K4, K5	5 1	MNS ASTM D6277 MNS GOST 29040 EN 12177 GOST 32507
7	연료의 생태적 분류(K3, K4, K5)에 따른 탄화수소 함량 (%) - olefins - aromatic	18 35 (42-K3 생태적 분류)	MNS GOST 29040 GOST 32507 GOST 31872
8	연료의 생태적 분류(K3, k4, K5)에 따른 산소 중량비 (%)	2.7	EN 13132 EN 1601
9	산소 화합물의 부피 비율 (%) - 메탄올 - 에탄올 - 이소프로핀 알코올 - 3차부틸 알코올 - 이소부틸렌 알코올 - 에테르(C5 또는 최대) - 기타 산소 화합물 (210°C의 온도에서 끓다)	1 5 10 7 10 15 10	GOTS EN 13132 GOST 32338 GOST EN 1601
10	동판부식 (50°C, 3시간)	분류 1	MNS ISO 2160 GOST 6321 GOST 32329
11	색상, 외형	깨끗함 / 투명함	눈 관찰
12	밀도 (15°C, kg/m ³)	725-780	MNS GOST R 51069 MNS ASTM D4052 GOST 31072 GOST 31392
13	망간 함량 (mg/dm ³)	없음	GOST P 51925
14	철분 함량 (mg/dm ³)	없음	GOST 32514
15	연료의 생태적 분류에 따른 모노메틸아닐린의 부피 비율 (%) - K2 - K3, K4 - K5	1.3 1 없음	GOST 32515

디젤연료 기술 요구사항(MNS 6861:2020)은 디젤엔진에 사용되는 디젤을 계절 및 온도에 따라 총 네 가지로 분류, 이들의 세탄가, 증류 온도 등 물리적 품질, 황 함량, 황화수소 함량 등 화학적 품질을 명시하고 있다.

<표 55> 디젤의 물리적, 화학적 및 사용의 품질기준 (MNS 6861:2020)

No	기준		허용 기준				분석 방법
			Z	ZU	O	A	
1	세탄가		45				MNS GOST 27768 GOST 32508 ASTM D613
2	증류성상 (50%증류온도, °C)		280	280	280	255	MNS ISO 3405
	증류성상 (95%증류온도, °C)		360	360	360	360	ASTM D86
3	20°C의 동점도 (mm ² /c)		3-6	3-6	1.8-5	1.4-0	MNS ASTM D445 MNS GOST 480
4	인화점 (°C)	기관차, 선박 디젤, 가스 터빈 엔진	62	62	40	35	MNS 0333 MNS 0328
		일반 디젤	40	40	30	30	ISO 2719
5	황분 (mg/kg)		2,000				MNS 470 MNS326 MNS 3543 GOST 32139 ISO 20846
			5,000				
6	메르캡탄(Mercaptan) 황의 중량 비율 (%)		0.01				MNS 3627
7	황화수소의 양		없음				MNS ISO 8819
8	동판부식		내성. Class 1				MNS ISO 2160 MNS ASTM D130
9	수용성 산과 알칼리의 양		없음				MNS 0324
10	강산성, 100cm ³ 연료에 첨가된 CO ₂ 양 (mg)		5				MNS 334
11	100g 연료에 첨가된 요오드 양 (g)		6				MNS 3500
12	회분 (무게 %)		0.01				MNS 3501 GOST 1461
13	10% 잔유 중 잔류탄소분 (무게 %)		0.20				MNS 0336 GOST 32392
14	총 불순물 (mg/kg)		24				MNS 3697
15	수분 (mg/kg)		200				MNS ASTM D1744 MNS 332
16	15°C의 밀도 (kg/m ³)		863.4	863.4	843.4	833.5	MNS GOST R51069 GOST 31392
17	20°C의 밀도 (kg/m ³)		840-860				MNS 0481 MNS ASTM D4052
18	필터 막힘 점 (°C)		-5	-15	-25	-	MNS 5800
			-	-	-35	-45	MNS 5799 MNS ASTM D2386

* Z : 여름, 환경 온도 -5°C 이상
 ZU: 환경 온도 -15°C 이상
 O : 겨울, 환경 온도 -25°C~-35°C
 A : 환경 온도 -45°C 이상

3.2 한국의 대기관리 현황

3.2.1 한국 대기관리 체계 변천 과정

우리나라는 1962년 제 1차 경제개발 5개년 계획이 수립되고, 본격적으로 공업화·도시화가 시작되며 대기오염 관리를 위한 법제도가 등장하였다. 1963년 11월에 대기오염, 수질오염, 소음 또는 진동으로 인한 보건위생상의 위해와 생활환경 피해 방지를 통한 국민 보건을 향상하고자 <공해방지법>이 제정되었으나, 당시에는 경제성장에 급급하여 환경질 관리의 규제 시행 및 감독이 소홀하였다. 1971년 1월에 공해방지법이 개정되었고 대기오염물질 관리는 주로 CO(일산화탄소)와 SO₂(이산화황)중심이었다.

급속한 경제개발의 부작용으로 각종 환경오염 문제가 발생하였고, 국민들의 환경관리에 대한 인식이 강화됨에 따라 1977년 12월 <환경보전법>을 제정하여 환경기준, 총량규제 및 환경영향평가와 같은 사전 예방적 관리 기능을 포함한 제도 기반을 마련하였다. 이 법에서는 연료사용 규제, 연료 황 함량 기준, 차량의 배출가스 허용기준, 연료첨가제 규제, 악취 발생물 소각 금지 등도 함께 규정하였다. 1978년에는 최초로 SO₂에 대한 기준을, 1983년에는 CO, NO₂, TSP(총먼지), O₃(오존)에 대한 기준을 추가하고 지속적으로 강화하였다.

1983년에는 먼지, 황산화물(Sulfur oxides, SO_x), 암모니아, 염화수소 등 9종의 대기오염물질의 배출 허용기준을 초과하는 사업장에 벌금을 부과하는 초과부과금 제도를 적용하기 시작했다. 이후 1990년에 <환경보전법>에서 대기관리 분야를 분리한 ‘대기환경보전법’이 제정되고, 1991년부터 시행됨으로써 대기질 관리를 위한 법률적 토대가 확고히 마련되었다.

1995년에는 총 먼지로만 관리되던 입자상 물질 항목에 PM₁₀이 추가되었고, 1997년에는 배출 허용기준과 무관하게 먼지, 황산화물의 대기질 부하 증가에 대한 규제인 기본배출부과금 제도를 도입하였다. 2006년에는 5대 광역시와 광양만 지역을 대상의 PM₁₀, 질소산화물, 황산화물, 휘발성유기화합물을 규제 대상으로 하는 <제 1차 대기환경개선 종합계획>이 실시되었다.

2008년과 2010년에는 각각 수도권 대기오염물질 총량관리제 1단계, 2단계가 실시되었으며, 이는 기존의 대기 농도 중심의 관리에서 환경부하 기반의 규제로 확대가 된 것을 의미한다. 2015년부터는 미세먼지 문제가 대두됨에 따라 PM 2.5 항목과 오존이 대기환경기준에 추가되었고, 전국을 대상으로 하는 <제 2차 대기환경개선 종합계획 (2016~2025)>이 발표되었다. 2016년에는 <미세먼지 관리 특별대책>을, 2017년에는 더 강화된 <미세먼지 관리 종합대책>을 발표하여 이를 해결하고자 하였다.

<미세먼지 관리 종합대책>에서는 질소산화물에 대한 배출부과금이 신설되었고, 권역별로 대기관리를 시행, 산업부분의 배출량 감축을 위한 사업장 감시 확대 등의 세부방안이 마련되었다. 미세먼지 관리 대책에서 제시된 세부 이행방안을 법률적으로 뒷받침하기 위하여 2019년에는 <미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법>, 2020년에는 <대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법>을 시행하였다.

우리나라는 1963년 최초의 환경관련 법안인 공해방지법을 제정하여 환경관리를 본격적으로 수행하기 시작하였다. 환경부는 대기오염 실태를 파악하고 대기보전정책의 추진성과를 평가하기 위해 1973년부터 대기오염측정망을 설치 운영하였고, 70년대 말부터 대기환경기준이 설정된 대기오염물질의 감시를 목적으로 본격적으로 설치 운영하였다.

1990년대부터 산성비, 오존, 광화학 스모그 등 2차 오염물질에 대한 위협이 부상함에 따라, 일반대기오염물질 측정망과 특수항목 대기오염물질 측정망을 구분하기 위해 ‘대기오염측정망 기본계획(1997년 최초)’을 수립하여 실행하였고, 이후 5년마다 갱신하고 있다. 2001년 대기환경보전법의 개정에 따라 국가에서 운영하던 일부 대기오염측정망을 지방자치단체로 이관하여 관리토록 하였다.

한국은 1970년 공업화의 활성화로 대형 굴뚝사업장으로부터의 대기오염물질 배출량이 크게 증가하였다. 이에 한국 환경부는 1990년대 들어서 대형 굴뚝에 측정기기를 부착하는 시범사업을 수행했다. 1997년부터 본격적으로 굴뚝 배출량 관리를 위해 굴뚝 자동측정기기 TMS(Tele monitoring system)을 개발하여 실시간으로 대형 굴뚝의 실시간 배출량을 감시하였고, 한국을 4개 지역으로 구분하여 지역별로 대형 굴뚝(고정오염원)관리를 시작하였다. 2002년부터 굴뚝 배출량 모니터링 시스템에서 생산되는 배출량 관련 자료를 활용하여 행정업무를 수행하였다. 1999년에는 국내 대기오염물질 배출량 산정을 위해 CAPSS(Clean Air Policy Support System, 대기정책지원시스템) 운영을 시작하였다. 2003년 대기환경모니터링 데이터를 실시간 관리하는 NAMIS(National Ambient air quality Monitoring Information System, 국가대기오염정보관리시스템) 시스템을 구축하였고, 2005년에는 실시간으로 대기오염을 공개하는 시스템인 Air korea를 출범하였다. 2014년에는 스마트폰을 이용한 실시간 대기오염공개 어플리케이션을 출범하였다. 2020년에는 국내뿐 아니라 국외에서 유입되는 대기오염물질을 감시할 수 있는 체계를 NAMIS에 연계시켰다.

3.2.2 한국의 대기관리 관련 법령 및 정책

한국의 대기환경 규제는 국민들의 높은 대기 질 요구수준 및 최근 이슈가 되는 미세먼지 문제해결을 위하여 <대기환경보전법>을 기본으로 서울시 및 수도권 관리를 위한 <수도권 대기환경 개선에 관한 특별법> 및 최근에 제정된 <미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법>, <대기관리권역의 대기환경 개선에 관한 특별법> 등을 통하여 다각화되고 있다. (환경부, 2020)

<표 56> 한국의 대기관련 법령 및 계획·정책

법령	계획/정책
대기환경보전법('91~)	<ul style="list-style-type: none"> • 제 1차 대기환경개선 종합계획 ('06~'15) • 제 2차 대기환경개선 종합계획 ('16~'25)
수도권 대기환경 개선에 관한 특별법 ('03)	<ul style="list-style-type: none"> • 1단계 수도권 대기환경관리 기본계획 ('05~'14) • 2단계 수도권 대기환경관리 기본계획 ('15~'25)
미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법 ('19)	<ul style="list-style-type: none"> • 미세먼지 관리 종합계획('20~'24) • 미세먼지 관리 특별대책('16) • 미세먼지 관리 종합대책('17)
대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법 ('20)	<ul style="list-style-type: none"> • 대기관리권역별 대기환경관리 기본계획('20~'24)

출처: 환경부, 2020 환경백서 (2020), 환경부 웹사이트 (<http://me.go.kr/>) 등 (연구팀 직접작성)

(1) 대기환경보전법 (1991)

대기환경보전법은 1990년 제정, 1991년에 시행되었으며, 대기 오염으로 인한 국민 건강이나 환경상의 위해를 예방하고, 대기 환경을 적정하게 관리하거나 보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 하는 것을 목적으로 제정된 법률이다.

제1차 대기환경개선 종합계획(2006~2015)은 5대 광역시와 광양만 등 6개 지역을 대상으로 하였으나, 2008년 인구 50만 이상 도시로 그 대상을 확대하였다. 이 때, PM10, NOx, VOC, SOx 등 네 가지를 관리대상물질로 지정하여, 2015년 기준 PM10 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₂ 22ppb의 대기개선을 목표로 하였다. 6개 분야 27개 대책이 마련되었으며, 분야별 주요 추진대책은 다음과 같다.

- ① 사업장을 대상으로 특대지역 총량제 도입, 배출허용기준 강화, NOx 배출 부과금 신설 검토, VOCs 저감대책, 사업장 재정·기술지원 강화
- ② 자동차를 대상으로 제작차 배출허용기준 선진화, 저공해차 보급확대, 운행차 저감대책 (정밀검사, 저공해화), 비도로 오염원 관리, 연료품질 개선
- ③ 국토·교통·에너지를 대상으로 교통수요관리, 바람길을 이용한 쿨시티조성, 에너지 세제개편 등 에너지 정책과의 통합
- ④ 수용체 중심 대책으로 대기환경기준 강화, 벤젠관리대책 수립, PM2.5 및 HAPs 관리, 인구 50만 이상 도시 대기질 개선, 인체위해성 평가
- ⑤ 대기환경 정보 분야의 대기질 모니터링 확충, 예·경보 시행, R&D 강화, 동북아 대기오염 대응 강화, 대기환경 종합정보시스템 구축
- ⑥ 거버넌스 분야의 중앙정부-지자체 협력, 민·관 정책협의 활성화·홍보

<표 57> 한국 오염물질별 목표배출량 (6개 지역)

구분	PM10	NOx	SOx	VOCs
'01년 배출량(톤)	22,682	256,137	189,670	207,429
'15년 목표배출량(톤) ('01년 대비 삭감률)	16,298 (28%)	170,062 (34%)	161,262 (15%)	157,470 (24%)

출처: 환경부, 제1차 대기환경개선 종합계획 '06~'15

제2차 대기환경개선 종합계획 (2016~2025)은 전국 지역을 대상으로 미세먼지(PM10, PM2.5), 오존(O₃) 농도를 관리하고, PM2.5, PM10, NO₂, VOCs, HAPs를 대상으로 관리를 계획하였다. 미세먼지와 오존의 오염을 50%이상 감축하는 것이 목표로, 오염물질별로 2025년 예상배출량 대비 35~40%의 감축을 기대효과로 설정하였다.

<표 58> 한국 오염물질별 배출량 전망

구분	2012년 배출량	2025년 전망 배출량	2025년 목표 배출량	감축률	
				BAU* 대비 * BAU: 배출전망치	2012년 대비
PM10	251,533	260,699	182,134	30%	28%
PM2.5	108,111	113,832	73,884	35%	32%
NOx	1,108,176	1,210,557	727,067	40%	34%
VOCs	991,515	1,170,493	641,233	45%	35%

출처: 환경부, 제2차 대기환경개선 종합계획 '16~'21 (2015)

[그림 39] 한국 오염물질별 배출량 전망



출처: 환경부, 제2차 대기환경개선 종합계획 '16~'21 (2015)

대기질 개선을 위한 핵심 추진과제로 통합적 대기관리체계 구축, 다각적 사업장 배출관리, 자동차 이용 전(全)단계 저감 추진, 생활오염 관리 사각지대 해소, HAPs로부터 안전한 대기환경 조성, 과학적 추진기반 강화 등 6대 부문의 30개 과제를 선정하였다.

<표 59> 제 2차 대기환경개선 종합계획 內 대기질 개선 핵심 추진과제

6대 핵심분야		분야별 주요 과제 (총 30개)
1	통합적 대기관리체계 구축 (제도 기반)	① 대기환경기준 실효성 제고 ② 기준초과 고농도지역 관리제도 혁신 ③ 대기질 예보체계 고도화 ④ 동북아 대기 분야 국제협약 기틀 마련 ⑤ 대기오염물질-온실가스 통합관리체계 구축 ⑥ 공간계획의 대기질 영향 저감
2	다각적 사업장 배출관리 (사업장 대책)	① 사업장 배출관리(농도, 총량) 선진화 ② 대기오염물질 배출부과금 개편 ③ 통합인허가제 도입 대응 ④ VOCs 배출관리 효율성 제고 ⑤ 사업장 배출 저감 지원 체계 강화
3	자동차 이용 전단계 저감 추진 (이동오염원 대책)	① 제작차 배출가스 관리 강화 ② 운행차 질소 산화물 관리체계 구축 ③ 친환경차 보급 확대 ④ 이륜차, 비도로 이동오염원 배출 관리 본격화 ⑤ 교통수요 관리 강화

4	생활오염 관리사각지내 해소 (생활오염 대책)	① 소규모 상업시설 저감대책 추진 ② 생활속 VOCs 배출 관리 ③ 생물성연소 오염물질 배출저감 ④ 비산먼지 발생 최소화 ⑤ 악취관리 대책 추진
5	HAPs로부터 안전한 대기환경 조성 (HAPs 관리)	① HAPs 관리대상 오염물질 배출 저감 ② HAPs 통합 모니터링 체계 구축 ③ HAPs 인벤토리, 모델링 기반 조성 ④ HAPs 배출관리 선진화
6	과학적 추진기반 강화 (과학 기반)	① 대기오염 측정망 기능 제고 ② 대기환경정책지원시스템 고도화 ③ 환경위성 활용 입체적 대기분석 예측 ④ 국가 대기오염 위해성 평가 체계 구축 ⑤ 대기환경개선 R&D 추진

출처: 환경부, 제2차 대기환경개선 종합계획 '16~'21 (2015)

(2) 수도권 대기환경개선에 관한 특별법 (2005)

수도권 대기환경개선에 관한 특별법은 2005년 제정되었으며, 대기오염이 심각한 수도권지역의 대기환경을 개선하기 위하여 종합적인 시책을 추진하고 대기오염원을 체계적으로 관리함으로써 지역주민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경 조성을 목적으로 하고 있으며 사업장 오염물질 총량관리, 저공해자동차 및 특정경유자동차 등 자동차 배출가스 억제, 휘발성 유기화합물 배출 억제 등을 주요 내용으로 한다.

1차 수도권 대기환경관리 기본계획(2005~2014)은 자동차 배출가스 저감 등 자동차 관리대책, 대형사업장 총량관리제 등 사업장 관리대책, 환경 친화적 에너지·도시 관리 등 오염저감 대책을 통해 대기오염물질 배출량을 2014년까지 2001년 대비 절반 수준으로 줄여 미세먼지 및 이산화질소 농도를 선진국 수준으로 개선하는 것을 목표로 하였다.

2차 수도권 대기환경관리 기본계획(2015~2024)은 2014년 1차 수도권 대기환경관리 기본계획이 종료됨에 따라 2024년까지 인체 위해성 관리 강화를 주요 내용으로 수립하였으며, 2017년도에는 정부합동 미세먼지 관리 특별대책(2016.6)을 반영하여 기본계획을 변경(2017.5)하였으며, 2020년도에는 미세먼지 관리 종합계획(2019.11)을 반영하여 대기오염물질 전망배출량과 삭감목표량을 재산정하고, 지역 배출허용총량 조정 및 오염원별 신규 저감 대책 등을 추가·보완하여 기본계획을 수정(2020.4)하였다. 2차 계획은 인체 위해성이 큰 초미세먼지(PM2.5), 오존을 관리대상 오염물질로 추가 설정하였으며, 도로 이동오염원 관리, 비도로 이동오염원 관리, 배출시설 관리, 생활주변 오염원 관리, 정책 기반 강화 및 국민소통·참여 확대 등 5대 분야별 맞춤형 관리대책을 추진한다.

(3) 미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법 (2019)

미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법은 2019년 2월 15일부터 시행되었으며, 미세먼지 및 미세먼지 생성물질의 배출을 저감하고 그 발생을 지속적으로 관리함으로써 국민건강에 미치는 위해를 예방하며, 대기환경을 적정하게 관리·보전하여 쾌적한 생활환경을 조성하는 것을 목적으로 한다. 본 법의 주요내용으로는 ‘미세먼지 특별대책위원회’ 및 ‘미세먼지개선 기획단’ 설치, ‘미세먼지정보센터’의 설치·운영, 5년마다 ‘미세먼지관리종합계획’ 수립, ‘고농도 미세먼지 비상저감조치’의 법적 근거 마련, ‘미세먼지 집중관리구역’ 지정, ‘미세먼지간이측정기’에 대한 성능인증제 시행 및 ‘미세먼지(PM 10), ‘초미세먼지(PM 2.5)’ 용어 채택 등이 있다.

미세먼지관리 종합계획(2020-2024)은 2019년 11월 1일, 제3차 미세먼지특별대책위원회는 미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법 제7조에 의해 심의·의결되었다. 본 계획은 2020년부터 2024년까지 5년간 미세먼지 정책방향과 추진과제를 제시하는 법정계획으로 2017년과 2018년에 수립된 기존 대책을 계승강화하고, 국가기후환경회의 정책제안, 2019년 3월 국회를 통과한 미세먼지저감 관련 대기관리권역법 등 8개 제개정 법률의 핵심내용, 그리고 추경예산으로 대폭 확대된 재정 투입 기초를 반영하였다. 본 계획은 ①국내 저감, ②국제협력, ③국민건강, ④정책기반, ⑤소통·홍보 등 5대 분야 총 42개 과제와 177개의 세부과제로 구성되어 있고, 계획기간 동안 20.2조원의 예산을 투입하는 계획을 담고 있으며, 2024년까지 2016년 대비 초미세먼지 연평균 농도를 35% 이상 저감을 목표로 설정하였다.

(4) 대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법(대기관리권역법) (2020)

대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법은 대기오염이 심각한 지역 등의 대기환경을 개선하기 위하여 종합적인 시책을 추진하고, 대기오염원을 체계적이고 광역적으로 관리함으로써 지역주민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경 조성을 목적으로 제정되었다. 기존에 수도권에만 적용해오던 권역별 대기질 관리가 수도권, 중부권, 남부권, 동남권 총 7개 시·군으로 확대 적용되었다. 이에 따라 권역별로 산업, 도로이동, 비도로이동, 생활오염원 등 부문별 대기오염물질 배출량 현황을 바탕으로 대기질 목표를 설정한 후 달성을 위한 세부방안을 수립한 대기환경관리 기본계획(‘20~‘24)을 마련하였다. 권역별 관리는 중앙정부 차원의 대기질 목표 달성을 위해 지역별 대기질 현황, 산업규모 및 업종별 비율 등을 고려한 맞춤형 관리로 점차 확대될 것으로 판단된다.

대기환경관리 기본계획(2020~2024)은 2020년 4월 3일 심의·확정하였으며, 본 계획은 2019년 11월 미세먼지특별대책위원회에서 확정된 ‘미세먼지 관리 종합계획(2020~2024)(이하 종합계획)의 하위계획으로서, 종합계획에 수록된 대책을 권역별 특성에 맞게 우선순위를 정하고 구체화한 대기오염물질 저감 계획이다. 본 기본계획에는 권역별 배출량 및 오염도 전망, 배출량 저감 여력, 권역 내 공장의 신설·증설 계획 등을 고려하여 권역별 대기질 목표(초미세먼지, 미세먼지, 질소산화물, 오존 등 4가지 물질에 대한 목표 농도 설정)와 목표 농도 달성을 위한 오염물질 배출허용총량을 설정하였다. (환경부 홈페이지)

(1) 환경부 소속기관

환경부는 기상청, 국립환경과학원, 국립환경인재개발원, 온실가스종합정보센터, 중앙환경분쟁조정위원회, 수도권대기환경청, 국립생물자원관 등의 소속기관을 보유하고 있으며 소속기관들의 개요 및 주요업무는 다음과 같다.

<표 60> 환경부 소속기관 개요 및 주요업무

기관명	기관개요 및 주요업무
<p style="text-align: center;">기상청</p>	<p>기관개요 국가기상업무를 관장하고 지원하는 중앙행정기관으로, 관측 및 예보로 기상·기후 정보를 생산하고 연구할 뿐만 아니라, 기상재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 기상기후산업을 발전시키는 기상 전문가 기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 하늘, 땅, 바다, 우주에서 대기와 해양의 상태를 입체적으로 관측 - 국내외에서 수집된 다양한 관측 자료와 현재의 기상상태, 수치예보모델 결과에 예보관의 전문적인 지식과 경험을 더해 예보를 생산 - 국내외에서 생산된 기상자료를 실시간으로 수집·처리·분배 - 슈퍼컴퓨터로 관측 자료의 정확하고 빠른 분석을 통한 예측자료 생산 - 방송, 신문, 인터넷 등 다양한 매체를 통해 기상정보를 제공 - 기상기후 빅데이터를 정부기관, 공공기관, 연구소, 대학교 등에 개방·공유하여 기상기후 정보의 새로운 가치를 창출 - 국민 건강, 생활, 산업 등에 활용성을 높인 다양한 기상기후서비스를 제공
<p style="text-align: center;">국립환경과학원</p>	<p>기관개요 환경보전과 환경오염방지에 관한 조사·연구·시험 및 평가에 관한 사무를 관장하기 위하여 1978년 7월 국립보건연구원으로부터 분리된 환경분야 전문연구기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국민건강 보호를 위한 위해성 저감 방안 연구 - 기후대기 연구 선진화로 녹색 성장 지원 - 먹는물 안전성과 수생태계 건강성 확보 연구 - 생태계 관리 기반 조성 연구 - 교통환경 오염원 관리와 저감 기술 지원강화 - 폐기물의 자원순환 이용 확대와 안전한 처리의 과학적 기반 구축 연구 - 유역환경의 체계적 관리를 위한 4대강 물환경 연구 - 환경질 모니터링 및 정도 관리
<p style="text-align: center;">국립환경인재개발원</p>	<p>기관개요 환경분야에 종사하는 공무원 및 민간인 등의 교육·훈련에 관한 사무관장을 위해, 2006년 12월 국립환경과학원으로부터 분리된 환경분야 전문교육 기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 교육훈련 인프라 확충 - 교육 프로그램 계획 및 운영 - 교육실적, 성과평가, 자체역량 제고

<p>온실가스 종합정보 센터</p>	<p>기관개요 저탄소 녹색성장 기본법 시행에 따라 중장기 온실가스 종합정보관리 계획의 수립·조정, 온실가스 통계에 대한 총괄관리계획의 수립·조정, 국가·부문별 온실가스 감축목표의 수립·지원 등에 관한 사무를 관장하기 위한 기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국가 및 부문별 온실가스 감축 목표 설정의 지원 - 국제기준에 따른 국가 온실가스 종합정보관리체계 운영 - 온실가스·에너지 목표관리 관련 업무협조 지원 및 관계 중앙행정기관에 대한 정보 제공 - 국내외 온실가스 감축 지원을 위한 조사·연구 - 배출권거래제 기본계획 및 국가배출권할당계획 수립을 위한 조사·연구 - 국가 온실가스 배출계수 검증·관리, 배출량 산정방법 개선 등 온실가스 배출량 산정·보고에 관한 사항 - 배출권거래제 관련 명세서 검토 및 폐기물 분야 온실가스·에너지 목표관리 관련 이행계획서 검토 - 배출권거래제 관련 명세서 관리 및 배출권 등록시스템 구축·운영 - 저탄소녹색성장기본법 제42조 제9항에 따른 관리업체의 이행계획서·명세서 관리
<p>중앙환경 분쟁 조정위원회</p>	<p>기관개요 「환경분쟁조정법」 제4조의 규정에 의거하여 환경오염의 피해로 인한 분쟁조정을 위하여 설치된 기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환경분쟁 사무 관장 및 분쟁조정절차 운영
<p>수도권 대기환경청</p>	<p>기관개요 서울, 인천, 경기 등 수도권 일원의 대기환경 개선을 위하여 수도권 대기환경 기본계획을 수립하고 사업장에 대한 대기오염물질 총량관리, 운행자동차 저공해화, 계절관리제 등 다양한 정책 수행 기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수도권 대기환경관리 세부 추진 계획의 수립 및 집행 - 수도권지역 인구현황, 자동차산업 및 대기배출량 등 대기관련 기초 조사 - 지역별 배출원별 배출 허용 총량 관리제의 운영 - 저공해 자동차의 보급 및 특정경유차의 관리
<p>국립생물 자원관</p>	<p>기관개요 국가생물자원의 효율적 보전 및 이용을 위한 조사·연구와 생물자원에 대한 홍보 전시 등에 관한 사무를 관장하기 위한 전문 연구기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국가 생물자원 확보·소장·관리 및 생물자원 조사·연구 - 생물 산업(BT)소재기반 구축 및 지원 - 국가생물자원 정보 시스템 구축 및 정책 지원 - 생물자원 전시·교육 및 전문 인력 양성
<p>지방환경 관서</p>	<p>기관개요 수도권 대기환경 개선을 위한 전담기구로, 수도권대기환경청을 두고 있으며, 4대강 수계 유역관리 등을 수행하기 위한 특별지방행정기관 (4대강유역환경청, 원주·대구·전주지방환경청 등)</p>

(2) 환경부 산하기관

환경부 산하기관으로는 한국환경공단, 한국환경산업기술원, 국립공원관리공단 및 수도권매립지관리공사 등이 있으며 산하기관들의 개요와 주요 업무는 다음과 같다.

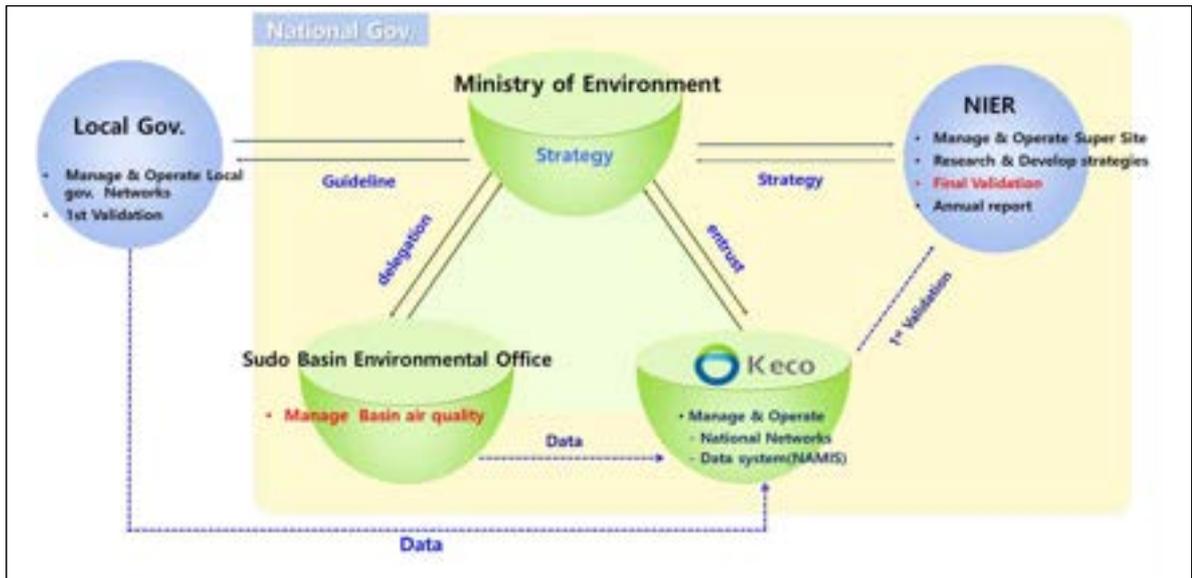
<표 61> 환경부 산하기관 개요 및 주요업무

기관명	기관개요 및 주요 업무
한국환경공단	<p>기관개요 환경오염방지·환경개선 및 자원순환 촉진사업 추진으로 환경보전과 순환형 자원관리체계 마련 등 환경친화적 국가발전에 이바지를 목적으로 설립된 기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 대응 및 온실가스 감축, 물 환경 개선 - 순환형 자원관리체계 구축 - 환경측정망 운영 및 보건서비스 - 정책지원 및 환경산업 지원
한국환경산업기술원	<p>기관개요 2009년 환경기술개발 및 지원에 관한 법률에 근거하여 설립된 기관으로, 환경 기술 개발과 환경산업 육성·수출 지원, 친환경상품 보급 촉진을 위한 전문기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환경기술개발 사업 기획·평가·관리 - 환경산업 육성 및 수출지원 - 환경산업·기술 전문인력 양성 및 일자리 창출, 정보 수집 및 보급 - 환경신기술 인증 및 기술검증, 환경표지제도 운영 및 친환경상품 보급
국제 환경협력센터	<p>기관개요 한국의 국제환경협력 역량 강화 및 국제적 환경 지도능력을 제고 업무 수행 기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국제환경동향(협약·규제 등) 연구·조사 및 전략수립 - 양·다자 환경협력 의제 발굴, 정책교류 및 사업연계 - 국제환경협력 정보시스템 구축·운영, 국제환경협력 협의체 운영 - 개도국 환경진단 컨설팅 사업 기획·운영, 환경협력국 공무원 석사학위 과정 운영·관리 - 기후변화협약 당사국총회 홍보관 기획·운영 - UNEP 지속가능소비생산 협력, OECD 환경정보작업반 대응
국립공원관리공단	<p>기관개요 국립공원의 자연생태, 역사 문화, 경관 등 공원자원의 보전 및 지속가능한 이용을 위해, 국립공원을 보전하고, 공원자원에 대한 조사·연구, 공원시설 설치·유지, 공원이용에 관한 지도·홍보 등의 사업을 목적으로 설립된 기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자연생태계와 자연·문화경관 조사 연구 및 보전, 자연자원 생태변화 관찰 - 생물종다양성 증진을 위한 야생 동·식물 복원 및 증식 - 탐방 프로그램 개발·운영 등 건전한 탐방문화 정립 - 공원자원 훼손예방 및 불법행위 단속 등
수도권매립지관리공사	<p>기관개요 수도권 지역에서 발생하는 폐기물의 적정한 처리와 자원화를 촉진하고, 주변지역 주민들의 쾌적한 생활환경 조성에 기여하기 위해 설립된 기관</p> <p>주요업무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 폐기물 처리, 폐기물처리시설 및 부속시설, 폐기물 자원화시설 설치 및 관리 - 주민지원기금 조성 및 주변영향지역 지원

(3) 국내 대기오염모니터링 거버넌스 현황

한국은 2001년부터 대기오염측정망의 운영관리를 이원화하여 환경부와 지방자치단체 간 역할을 분담하였다. 비교적 운영관리가 용이한 대기환경기준 물질을 측정하는 측정소는 지방자치단체에서 관리하고, 비교적 운영관리가 어려운 저 농도의 배경지역 측정이나 특수항목은 환경부에서 관리한다. 아래 그림은 환경부와 지방자치단체 간 역할구분을 설명한다.

[그림 41] 굴뚝 배출량 모니터링 거버넌스



출처: 한국환경공단

한국의 대기오염모니터링은 환경부가 주무부처로 운영계획을 수립하며, 수도권대기환경청, 국립환경과학원, 한국환경공단이 대행하여 업무를 수행한다. 수도권 대기환경청은 수도권 지역의 대기오염측정망 설치 운영, 측정자료 분석 및 평가, 대기오염이동측정차량의 운영 관리 업무 등을 담당하고 있으며 한국환경공단은 국가 측정망의 설치 운영, 측정 및 분석, 대기질관리 시스템(NAMIS, Air Korea) 운영관리 및 대기오염 측정장비의 정도검사를 담당한다. 측정 자료의 최종확정 및 보관 관리, 측정망 운영 개선을 위한 연구조사, 측정자료 분석 및 평가(대기환경 월보 및 연보 발행)와 슈퍼사이트의 운영관리는 국립환경과학원에서 담당하고 있다. 지방자치단체는 지자체 소관 대기오염측정망의 설치 및 운영을 관리하며 환경부는 예산지원 등을 통해 지방자치단체의 측정망 운영을 지원하고 있다.

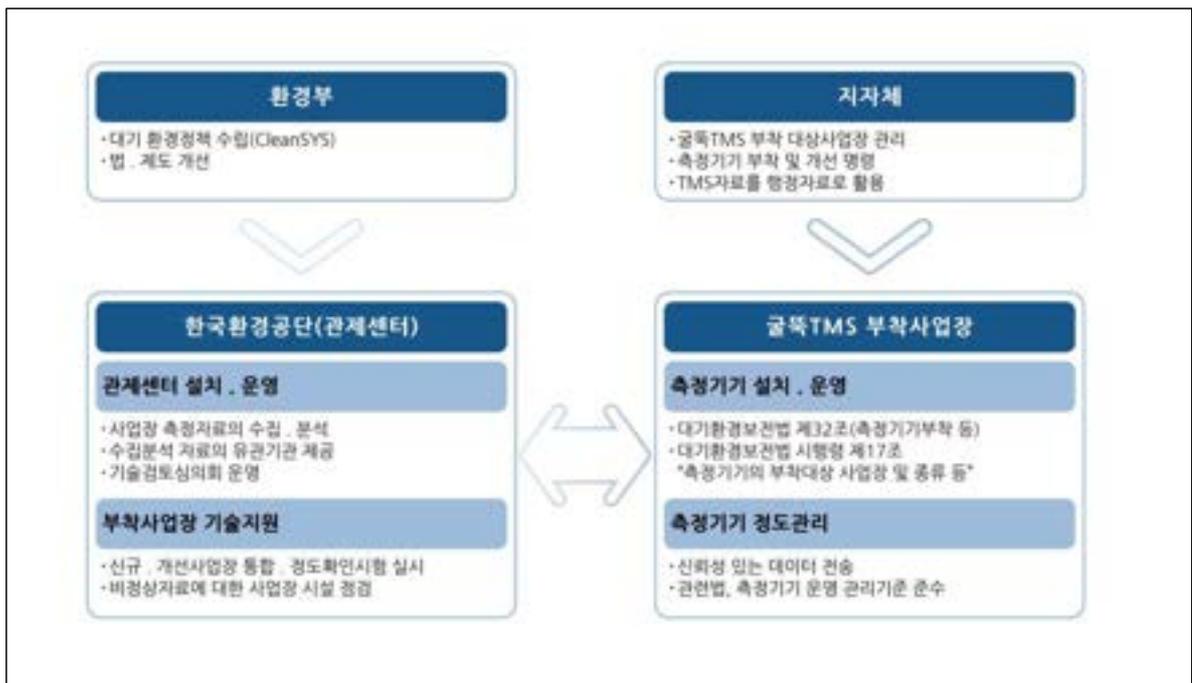
<표 62> 국내 대기오염 모니터링 거버넌스 세부현황

기관명		역할
중앙정부	환경부	<ul style="list-style-type: none"> 총괄기관으로 대기오염모니터링 운영계획 수립
	수도권대기환경청	<ul style="list-style-type: none"> 수도권 지역의 대기오염측정망 설치 운영 수도권 지역의 대기오염측정자료 분석 및 평가 수도권 지역의 대기오염이동측정차량 운영 관리
	국립환경과학원	<ul style="list-style-type: none"> 측정자료 최종 확정 및 보관 관리 측정망 운영 개선을 위한 연구조사 측정자료 분석 및 평가(대기환경 월보 및 연보 발행) 슈퍼사이트 운영관리
	한국환경공단	<ul style="list-style-type: none"> 국가 측정망 설치 운영 국가 측정망 대기오염측정 및 분석 대기질 관리 시스템 운영 관리(NAMIS, Air Korea) 대기오염 측정장비 정도검사
지방자치단체		<ul style="list-style-type: none"> 지자체 소관 대기오염측정망 설치 및 운영관리

(4) 굴뚝 배출오염물질 모니터링 거버넌스 현황

굴뚝 배출량 모니터링과 관련된 기관은 환경부, 한국환경공단, 지자체, 굴뚝 TMS 부착사업장이며, 각 기관별 업무체계는 다음과 같다.

[그림 42] 굴뚝 배출량 모니터링 거버넌스 세부현황



<표 63> CleanSYS 유관기관 및 역할

기관명	역할
대상사업장	<ul style="list-style-type: none"> • 측정기기의 설치 및 운영 • 측정기기 유지보수 • 측정기기 정도관리 • 측정자료 전송 및 배출허용기준 준수
환경부 및 지방자치단체	<ul style="list-style-type: none"> • 오염물질 배출부과금 부과 • 행정지도 등 사업장 관리 • 대기정책 기초자료 활용
한국환경공단	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 실시간 수집 • 원격제어 및 기술지원 • 관할 행정기관에 자료제공 • 측정자료 저장 관리

3.2.4 서울의 대기관리 현황

서울시는 1978년 당시 연탄을 사용하던 80만 채의 가정집 중 약 4만 채의 가정에 공급하던 LPG를 50만 채로 확대 공급하는 계획을 세웠고, 이에 따라 연탄 사용을 줄여 대기오염을 크게 감소시켰다. 정부의 1981년 저황유 공급, 1985년 고체연료 사용규제, 1987년 무연 휘발유 공급, 1988년 LNG 사용의무화 등의 정책 확대로, SO₂, 총미세먼지, CO 등 1차형 대기오염물질은 눈에 띄게 개선되어 환경기준 이하로 유지되고 있다.

1995년 6월에 서울시 독자적으로 ‘서울시 환경기본조례’를 제정하였고, 1998년 3월에는 중앙정부의 대기환경기준보다 한층 강화된 서울시 지역대기환경기준을 제정, 서울시 환경조직에 대기보전과를 신설하는 등 대기질 관리의 기초를 수립하였다. 이와는 별도로 환경부는 대기환경보전법에 의거하여 서울시·인천시를 위시한 경기도 일부지역(15개市)을 대상으로 1997년 7월 1일부터 수도권 대기환경규제지역으로 지정·고시한 후(환경부고시 제97-51호), 수도권 대기보전을 위한 관련 광역자치단체의 공동노력을 법적 개념으로 규정하고 있다.

2003년 12월에는 당시 OECD 국가의 주요도시 중 최악의 대기질을 기록하고 있었던 수도권 지역의 대기환경개선을 목표로 ‘수도권 대기환경 개선에 관한 특별법 (이하, 수도권특별법)’이 제정되었다. 주요내용으로는 대기환경 개선목표 및 지역배출허용총량 할당 등을 포함하여, 수도권 대기환경관리 기본계획 수립, 사업장 오염물질 총량관리제, 저공해자동차 보급 활성화 및 운행자동차 배출가스 관리강화 등이다. 수도권특별법은 매 10년마다 질소산화물, 황산화물, VOC 및 미세먼지의 저감을 위한 ‘수도권 대기환경관리 기본계획’을 수립하도록 하고 있다. 1단계 수도권 대기환경 관리 기본계획은 2014년까지로 이 계획의 주요 목표는 수도권지역의 PM10과 NO₂ 오염도 개선에 초점이 맞추어 진행되었다.

이러한 노력의 결과로, 서울시 미세먼지 농도는 2001년 $71\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준에서 2012년 $41\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 뚜렷한 성과를 나타내었으나, 세계도시 경쟁력을 진단하는 환경지표의 주요 항목인 미세먼지 수준은 세계 경쟁도시에 비해 여전히 높은 수치를 보여, 지속적인 개선노력이 요구된다.

2015부터 시작된 2단계 수도권 대기환경 기본계획의 대상 오염물질에는 PM 10, PM 2.5, NO₂, O₃이 포함되고, 자동차로부터 대기오염물질의 배출을 억제하기 위해 자동차 저공해화 사업이 본격적으로 수도권지역을 중심으로 시작되었다. 자동차 저공해화 사업은 운행경유차 저공해화 사업, 그린카 보급 사업, 천연가스충전소 확충사업으로 구성되어 있다.

서울시는 2003년부터 수도권과 공동으로 시작된 운행경유차 저공해화 사업을 위하여, 자치구의 2.5톤급 관용청소차 135대에 대한 LPG엔진개조 시범사업을 시작함. 2005년부터는 시내 버스 및 사업용 차량 등으로 확대하여 DPF(제1종 배출가스저감장치) 부착, LPG 엔진개조, DOC(제3종 배출가스저감장치) 부착, 조기폐차 등의 본격적인 저공해화 사업을 추진하였다.

서울시는 대기오염물질의 배출을 근본적으로 해결하고자 2009년부터 그린카를 보급하고 충전 인프라를 구축하였다. 저속전기차, 개조전기차, 고속전기차, 전기버스, 수소연료전지차, 온라인전기차 등 다양한 그린카 실증사업을 선도하였으며, 2009년부터 시청, 자치구청, 공원 등 공공시설에 충전소를 구축했고, 특히 일반 충전 수요에 대비해 요금결제가 가능한 ‘스마트 충전시스템’을 개발하였다.

또한, 서울시는 체계적인 대기질 관리를 시행하기 위해 서울시 전역에 대기질 측정소를 운영 중이다. 1995년 오존경보제에 이어 2005년에는 미세먼지 예경보제를 도입하여 시민들이 대비할 수 있도록 하고 있다. ‘건강하게 숨쉬는 도시, 서울’을 4대 시정목표 중 하나로 설정하고, 시민 건강과 직결되는 초미세먼지를 2018년까지 20% 감축하는 목표를 제시하였다. 이를 위해 노후경유차 저공해화, 대형차 질소산화물 저감 사업, 전기자동차와 CNG 하이브리드 버스 도입 확대 등 자동차 배출가스를 원천 차단하는 정책을 활발하게 추진하고 있다. (서울연구원, 2015)

3.3 대기관리 분야 정책제안

우리나라를 비롯한 대부분의 도시에서 나타나는 초기 대기오염의 원인으로 인구 증가 및 산업화, 도시집중, 자동차의 증가, 오염방지기술 및 시설의 낙후 등을 들 수 있다.

몽골 역시 전체인구의 60% 이상이 도시에 거주하고 있으며 1990년 이후 농업과 목축업위주의 산업에서 공업으로 산업구조가 변하였고 특히 수도 울란바토르는 단기간의 높은 도시화율과 석탄화력발전소, 방지사설이 미비한 공장, 인구밀집에 따른 자동차의 증가로 인한 대기오염이 심각하다고 볼 수 있고 이는 우리나라의 과거 사례와 유사한 점이 많다.

우리나라의 대기환경관리 및 대기오염 개선과정과 진행해온 노력을 살펴보면, 우리나라는 1960-70년대의 성장위주의 개발논리에 따라 환경에 대한 고려 없는 화석연료의 사용증가와 환경오염방지 대책이 소홀한 산업시설의 확충으로 대기오염이 심각하게 진행되었으며, 이어진 자동차의 증가는 이를 더욱 가속화 하였다. 이러한 환경에 대한 관리는 1963년 <공해방지법>의 제정으로 법적근거를 갖추기 시작하였으며, 이는 <환경보전법>, <대기환경보전법>으로 발전하며 대기질 관리를 위한 법률적 바탕이 마련되었다.

이 법령을 효과적으로 이행하기 위하여 다양한 정책·제도적 장치들이 강구되어 실행되고 있으며, 몇몇 정책은 성공적으로 수행되어 한국의 대기질 개선에 큰 기여를 하고 있다. 이에, 몽골의 현황자료를 바탕으로 하여, 몽골 대기환경문제 및 현안 해결에 도움이 될 만한 한국의 정책을 소개하였다.

3.3.1 대기관리 분야 제안정책

<표 64> 대기관리 분야 제안정책

No.	분야	정책제안	세부내용
1	고정오염원	대기오염물질 방지사설 설치 이행 강화	배출가스 환경기준을 달성·충족시키기 위해 주요 배출원 및 규제 오염물질을 정의하고, 규제 대상 배출원 및 규제 오염물질을 점차적으로 확대하여 관리를 강화하는 방안 도입이 필요함. 이를 위하여 각 배출원을 대상으로 해당 규제 오염물질 기준을 충족하기 위한 배출시설 설치를 의무화하고, 장기적으로는 대기오염물질 총량규제를 도입하여 배출가스 규제를 더욱 엄격히 관리할 필요가 있음
2	고정오염원	대기오염 저감을 위한 HOBs 연료교체	효과적인 연료 교체를 위하여 ①기존 연료 사용 규제, ②새로운 연료 도입 기준수립, ③ 새로운 연료보급 확산 등 단계별로 정책을 수립할 필요성이 있으며, 정책이 시장에서 차질 없이 도입될 수 있도록 다양한 정책적 보조수단을 함께 고려해야 함

3	이동오염원	노후차량 관리제도 도입	<p>노후 경유차의 경우 운행자동차 배출허용기준보다 강화된 특정경유 자동차 배출허용기준에 따라 관리함. 이에 따라 특정경유자동차 소유자는 특정 경유자동차 배출허용기준을 만족할 수 있도록 ①배출가스 저감장치 부착, ②저공해 엔진 개조, ③조기폐차 등의 조치를 도입하고 이때 소요되는 경비의 일부를 정부에서 보조하는 방안을 고려할 수 있음</p>
4	이동오염원	차량 연료품질 관리제도 도입	<p>단기적으로는 석유사업자 현황을 파악하고, 연료의 유통 단계별로 품질검사 제도를 도입하여, 차량용 연료를 시험분석 할 수 있는 전문시험실을 구축해야 할 필요성이 있음. 중·장기적으로는 차량용 연료의 유통을 적극적으로 관리하고, 가짜석유제품을 판별하며 차량용 연료 시험분석을 할 수 있는 역량을 강화하고 차량용 연료 품질을 향상시키는 제도 도입이 필요함</p>
5	모니터링	대기오염측정망 분야 MP수립	<p>① 대기 모니터링 관리의 효율화를 위하여 측정망 운영관리 주체를 구분하고, 측정이 되고 있지 않은 지역을 대상으로 대기오염측정망을 확충하는 계획 수립을 제안하며, ② 측정된 대기질 데이터의 신뢰도를 높이기 위한 정도관리 제도 도입, 유해대기오염물질을 분석 체계 도입을 통한 대기 중 위험물질을 관리하는 방안 도입도 필요함</p>
6	모니터링	대기오염물질 인벤토리 시스템 구축	<p>대기오염 물질 배출량 관리를 위한 방안으로는 대규모 배출시설에 실시간 감시체계를 구축하고, 대기오염물질 인벤토리를 작성하여 관리하는 방안을 제안함</p>
7	모니터링	유해대기오염물질 분석체계 구축	<p>유해대기오염물질 관리를 위하여, 일반 대기오염물질보다 엄격하게 특정 유해대기오염물질을 분석하고 관리하는 체계를 제안함</p>

3.3.2 고정오염원 분야 제안정책

(1) 대기오염물질 방지시설 설치 이행 강화

일반 현황	<p>[문헌조사]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골의 주요 대기오염원은 석탄을 연료로 하는 열병합 발전소와 자동차 배기가스, 가정의 에너지원인 석탄, 그리고 공장 및 쓰레기 소각에서 발생하는 유해가스를 들 수 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 특히, 도시지역 내에 있는 열병합발전소는 도시전력 및 지역난방을 공급하고 있으나 오염물질 제어장치의 효율은 매우 낮고 최적가동조건을 맞추어 운전할 수 있는 기술적 경제적 여건이 미비한 상황임 <p>[인터뷰 및 자문]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대형 HOBs는 먼저 무허가로 설치된 후, 시장실에 등록허가를 받는 등 대기법 내 대형 HOB 설치 사전허가 항목을 미준수하는 상황 (‘21.3.3, 환경관광부 Mr. Munkhbat) • 허가된 보일러 감시·관리 절차가 잘 준수되고 있음(5년마다 허가 갱신) (‘21.2.24, 울란바토르 시장실, Mr.Kherlen)
제도 현황	<p>[법령] 대기법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 18조. 대형 고정오염원 사용 허가 <ul style="list-style-type: none"> - 18.2 법의 18.1에 명시된 허가는 해당 오염원에서 대기오염 배출허용 기준, 최대 허용 가능한 물리적 역효과를 지정하여 대기보호하기 위해 취해야 할 조치 및 법령에 명시된 기타 요건을 명시해야 함 • 대기법 23조. 대형 고정오염원 오염물질 관리 장비 설치 및 감독 의무 <ul style="list-style-type: none"> - 23.1 사업체, 조직 및 개인의 대형 고정오염원을 사용하여 생산 및 서비스 시, 각 오염원을 관리하는 내부 제어 도구와 대기 오염물질을 중화·청소하고, 유해한 물리적 영향을 완화시키는 장비를 설치해야 함 - 23.2 대형 대기오염원을 이 법의 23.1에 명시된 도구 및 장비로 설비, 오염원들의 사용 상태를 해당 분야의 중앙 행정 기관, 군수 또는 도지사, 환경 감사원이 모니터링 및 감독해야 함 <p>[정책] NPRAEP</p> <ul style="list-style-type: none"> • NPRAEP 목표 2: 친환경 첨단 기술을 도입하여 오염원 저감, 연탄 사용을 단계적으로 금지, 오염물질 배출 감소 <p>[기준] MNS 5919:2008, MNS 6298:2011, MNS 5043:2016</p> <ul style="list-style-type: none"> • MNS 5919:2008 열병합발전소, Thermal Station의 증기보일러, 온수보일러 대상 대기오염물질 배출허용 기준 • MNS 6298:2011 신규 화력 및 열생산 발전소 굴뚝의 대기오염물질 최대허용기준 • MNS 5043:2016 최대 4.2MW 용량의 온수 보일러 대기오염물질 배출허용 기준 <p>[관리주체] 에너지부, 울란바토르 시장실</p> <ul style="list-style-type: none"> • 에너지부: 발전소 시설 및 발전소 연료 관련 법률, 정책 수립, 발전소 보일러 설치허가 및 운영감시, 관리 • 울란바토르 시장실: 울란바토르 내 중앙시스템에 연결되어 있지 않은 보일러 관리, 감시, 등록 및 1.5MW 용량 이상 보일러 사용 및 설치허가 담당

세부 내용	<p>[정책개요]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 주요 배출원과 규제오염 물질 정의 및 관리방안 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 몽골의 배출가스 환경기준을 달성·충족시키기 위해 주요 배출원과 규제 오염물질을 정의하고, 규제 대상 배출원과 규제 오염물질을 점차적으로 확대하여 관리를 강화하는 방안을 도입이 필요함. 이를 위하여 각 배출원을 대상으로 해당 규제 오염물질 기준을 충족하기 위한 배출시설 설치를 의무화하고, 장기적으로는 대기오염물질 총량규제를 도입하여 배출가스 규제를 더욱 엄격히 관리할 필요가 있음 <p>[세부내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1단계: 배출원 정의 후, 배출허용기준 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 배출원 정의: 한국의 경우, '70년대 대형산업시설, 가정용 난방기기, '80년대 산업시설, '90년대 자동차, 석유화학, 소각시설 등으로 범위 확대 - 배출허용기준 설정: 배출물질의 허용기준 설정 후, 이를 준수할 수 있는 방지시설 설치와 관리감독체계 구축 필요 - 배출 부과금 제도 도입: 오염도를 측정하여, 오염물질 저감을 유도함. 기준 초과 시, 초과부과금, 행정처분등의 조치를 통하여 관리 • 2단계: 대기오염물질 규제대상 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 한국의 경우, 1977년에 환경보전법 내 가스, 먼지 등 19개 항목 등의 허용 농도를 선정 → 1991년 대기환경보전법 내 대기배출허용기준 예고제를 도입 5년 단위로 기준 도입 계획을 발표 → 2009년 황산화물 등 26개 대기오염물질 허용기준 설정 → 2017년 통합환경관리제도 도입 * 배출허용기준이 사업장의 시설개선 및 보완, 방지시설투자 등 사업계획에 영향을 미치기 때문에 미리 예고하여 대비할 수 있도록 함 • 3단계: 배출사업장 대상 방지시설 설치 의무화 <ul style="list-style-type: none"> - 일정규모 이상의 배출시설을 대상으로, 대기오염물질을 굴뚝자동측정기기로 연속 측정하여 실시간으로 감시하도록 사업장 굴뚝 배출물질 원격 모니터링 시스템을 의무화 - 한국의 경우, 2002년부터 행정기관이 사업장의 배출허용기준 준수여부를 판단하는 자료로 사용하고 있음. 특히, 오염원 발생량이 높은 지역을 대상으로 대기특별대책지역을 지정하여 엄격한 관리를 하고 있음 - 프로세스: 1977년 환경보전법에서 방지시설 설치계획 포함 및 사전 배출시설 설치허가 규정 → 1983년 먼지, 황산화물 등 9종 초과배출부과금 제도 시행 → 2020년 질소산화물 추가 <p>[기타제언] 배출시설의 설치허가 단계부터 방지시설 도입을 고려한 인허가 체계 구축 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> • 배출시설 설치 허가단계에서 방지시설을 도입하는 인허가 체계를 구축할 필요가 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 몽골 대기법 내 고정오염원 오염물질 관리 장비 설치 및 감독 의무 규정사항은 있어도, 실행력을 담보하기는 어려움 • 관리감독 체계 강화를 위해, 전문가 육성으로 사업 효과 극대화 <ul style="list-style-type: none"> - 정책내용을 확인하고 실행할 수 있는 기술전문가가 부족할 수 있으므로, 행정기관의 지도·단속 체계를 강화하는 수단으로 전담부서 혹은 기관을 설립하고 국가 및 공공기관 차원에서 기술 전문가(Environmental Inspector)를 육성하여 활용 가능
----------	--

(2) 대기오염 저감을 위한 열전용 보일러(HOBs) 연료교체

일반 현황	<p>[인터뷰 및 자문]</p> <ul style="list-style-type: none"> • '21.5부터 증기보일러 내 원탄 사용금지, '22.9부터 난방보일러 내 원탄사용 금지 예정. 단, TES-2, TES-3, TES-4, Amgalan 발전소, Selbe 발전소는 예외로 원탄 사용 허가함 • 원탄사용 금지에 대비한, 연료 및 기술교체 관련 전문지식 필요 (‘21.2.24, 울란바토르 시장실- Mr.Kherlen) • UB시 가스협회 설립, Unigas 등 해외에서 가스를 수입하는 민간업체 협력으로 가스를 공급받고 있음 • 증기 생산 사업장을 대상으로 일시적으로 농축 석탄(가공석탄 전 단계) 사용 허용 규정추가 (‘21.2.23, 환경관광부 Mr. Munkhbat)
제도 현황	<p>[법령] 대기법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 제9조: 사업체, 조직 및 개인의 권리와 의무 <ul style="list-style-type: none"> - 9.1.8 대기질 개선 지역에서 원탄 또는 기타 대기오염물질 소각 금지 • 제16조: 대기질 개선 지역의 금지 사항 <ul style="list-style-type: none"> - 16.1.5 원탄 및 기타 대기오염 물질의 소각 ※ 몽골 정부 결의안 No.62(2018.2.28.): 울란바토르시의 Bayangol, Songinokharkhan, Sukhbaatar, Khan-Uul, Chingeltei 구역에서 운영중인 전력, 열 등 에너지를 생산하는 사업체 이외의 개인, 사업체, 조직은 2019년 5월 15일부터 원탄 사용금지 <p>[정책] NPRAEP</p> <ul style="list-style-type: none"> • NPRAEP 목표2: 친환경 첨단 기술 도입하여 오염원 저감, 연탄 사용을 단계적으로 금지, 오염물질 배출 감소 <ul style="list-style-type: none"> - 활동계획2. 열생산발전소, 열병합발전소 외에 원탄 사용 단계적으로 금지 - 활동계획7. 도시, 지역 난방공급 및 네트워크 확장, 새로운 열 공급원 건설을 단계적으로 수행, 석탄 소비 및 폐기물 감소를 위한 혁신 기술 <p>[기준] MNS 5679:2019</p> <ul style="list-style-type: none"> • MNS 5679:2019 개선된 고체연료(유연탄) 기술요구사항 <p>[관리주체]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 에너지부: HOBs에 사용되는 연료 기준 제정 • 울란바토르 시장실: 울란바토르 시내 설치된 HOBs 등록허가 • APRD: HOBs에서 배출되는 대기오염물질 샘플 채취 및 분석
세부 내용	<p>[정책개요]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기존연료 사용 규제와 신규연료 도입기준을 마련하여 단계적으로 기존연료 사용을 줄이고 신규연료의 사용을 장려하는 것으로, 이 과정에서 신규연료 사용 촉진을 위해 보조금 등 정책적 보조수단을 고려할 수 있음

[세부내용]

- 1단계: 대기오염 배출물질 저감을 위한 고체연료 사용규제 도입, 청정연료 사용촉진 등의 정책 병행
 - 한국의 경우, 1985년 대기오염 심화된 대도시 및 중소도시 대상으로 고체연료 사용규제지역으로 고시 → 1993년 전국 22개 시군으로 확대 → 1997년 13개 지역으로 확대
- 2단계: 가스안전관리법, 표준화된 가스온수보일러 안전기준 수립
 - 한국의 경우, 70년대 초부터 일부 중산층 가정이나 요식업소 취사용으로 LPG가 보급되면서 정부에서는 1973년 고압가스 안전관리법을 제정하였음. 같은 해 가을 1차 오일쇼크와 79년 2차 석유파동에 따라, 정부는 에너지 다변화 정책 일환으로 가스보급정책을 적극적으로 추진하게 되었음
 - 에너지 다변화로 가정용 연료가 석유에서 가스로 바뀌면서 난방용 기기도 가스보일러로 변환되었음. 1984년 10월 한국가스안전공사에서 가스온수보일러 정밀검사 기준을 만들었으며, 1985년 8월 14일 한국산업규격(KS)가 제정되면서 가스온수보일러의 표준화 규격을 제정하고 국내 가스보일러 기업을 대상으로 KS 인증을 시행하였음
- 3단계: 천연가스 전국 공급사업 기본계획 수립과 저유황유 사용 의무화
 - 한국의 경우, 1987년 말 도시가스로 LNG가 도입되었음. 이후, 1990년 청정연료 보급 확대정책의 일환으로 천연가스 전국공급사업 기본계획 의결이 되어, 전역에 천연가스 보급이 본격화됨. 이러한 청정연료사용은 1991년 수도권지역 내 일정규모 이상의 보일러를 대상으로 LNG 사용을 의무화하며 점차 전국으로 확대되었음

3.3.3 이동오염원 분야 제안정책

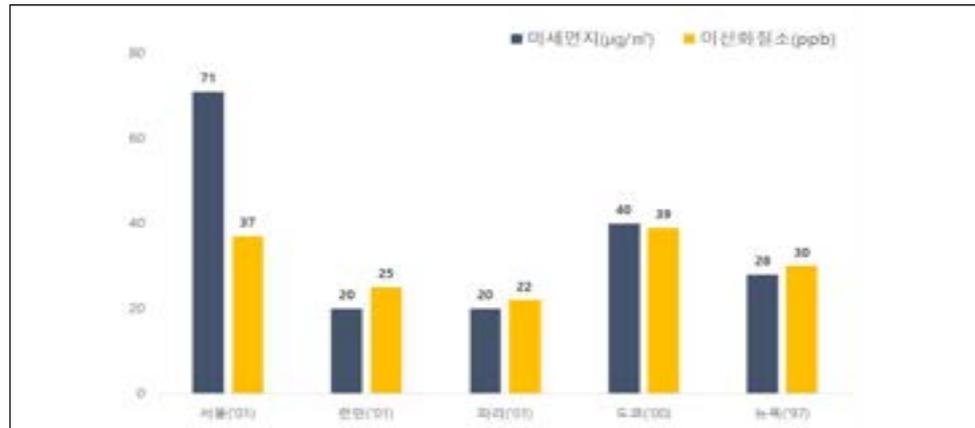
(1) 노후차량 관리제도 도입

일반 현황	<p>[인터뷰 및 자문]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골 내 대중교통 노후차를 관리하는 기준이 있으며, 연식 12년 이상의 디젤버스는 운행 금지하고 있음 (‘21.2.24., 도로교통개발부 Mr. Sh. Khavidolda) • 몽골정부가 오래된 차량수입량을 감소시키기 위해, 연식이 높은 차량에 높은 관세를 매기면서, 최근에는 몽골에는 ‘12년 이후에 생산된 차량이 다수 운행 중임 (‘21.2.24., 교통개발부 Mr. Sh. Khavidolda, ‘21.2.26., 환경관광부 Mr. Munkhbat)
제도 현황	<p>[법령] 대기법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 제20조 3항: 대기로 기준을 초과한 오염물질 배출, 유해한 물리적 영향을 미치는 이동오염원 사용에 대하여 환경 감사권한이 있는 경찰관은 위반 조사 및 해결에 관한 법률에 명시된 절차에 따라 제한할 수 있음 <p>[정책] NPRAEP</p> <ul style="list-style-type: none"> • NPRAEP 목표3: 차량에서 배출되는 오염물질 저감 포괄적인 조치 <ul style="list-style-type: none"> - 활동계획 3: 차량연료를 가스 연료 및 전기로 전환, 친환경 기술의 자동차 도입 및 R&D, 대중교통 연료를 단계적으로 가스로 전환 <p>[관리주체] 교통개발부, 국가도로운송센터, APRD</p> <ul style="list-style-type: none"> • 교통개발부: 대중교통(버스 등) 배출가스 관리 • 국가도로운송센터: 차량 등록 및 정기 배출가스 검사 • APRD: 차량 배출가스 측정
세부 내용	<p>[정책개요]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 노후 경유차량 관리를 위한 제도 도입 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 경유자동차에서 발생하는 대기오염물질을 최소화 할 수 있는 배출가스 저감장치 부착 ✓ 기존 자동차 엔진을 저공해 LPG 엔진(저공해)으로 개조 ✓ 7년 이상의 노후 경유차 등 일정조건 해당 시, 폐차 비용을 지원(조기폐차) - 한국의 경우, 노후 경유차량 관리에 소용되는 경비 일부는 정부가 보조하는 제도가 있음 <p>[세부내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 한국의 경우, 특정경유자동차 검사 배출허용기준을 초과한 자동차소유자는 배출허용기준을 만족하도록 재검사 기간 내에 재검사를 받거나, 특정 경유자동차 검사기간 만료일로부터 1개월 이내에 배출가스 저감장치(DPF, pDPF, DOC)부착 또는 저공해엔진(LPG)으로 개조하거나, 노후차량을 조기 폐차하는 조치를 해야 됨 • 배출가스 저감 장치의 도입비율 확대를 위해, 국가 차원에서 예산을 지원하였으며, 저공해 조치에 소용되는 비용은 국가(50%)와 지자체(50%)가 각각 나누어 부담함

[참고자료] 국내 도입현황

- 2000년대 초 서울은 타 OECD 국가들에 비해 미세먼지 및 이산화질소가 2~3배가 높은 등 대기 오염도가 매우 심각한 상태였음. 각종 연구기관의 통계에 따르면 사회적 피해비용이 연간 10조원 소요되고, PM10으로 인한 조기 사망자가 연간 1만여 명에 달함. (경기개발연구원, '03년) 아울러 대기오염 조기사망자가 교통사고 조기사망자의 3배에 달함. (미국 지구정책연구소, EPI)

[그림 43] 선진국 주요도시 대기오염도



출처: 환경부

- 미세먼지가 WHO 1급 발암물질로 명시되었고 미세먼지로 인한 '08년 우리나라 초과사망자수를 10만 명당 24명으로 추산, 이는 조사대상 12개국 중 중국에 이어 2번째로 높은 수준이었음. 서울 '05년~'07년 PM2.5 10µg/m³ 증가에 따라 전체 사망률은 0.8%, 65세 이상의 사망률은 1.1%, 심혈관계 질환은 13% 증가되었음
- 2000년도 초반, 수도권 내 오염부하가 집중되어 기존 농도 규제방식으로는 배출량 증가 억제가 불가능하였으며, 지자체별 관리로 단일 영향권인 수도권의 광역적인 대기문제 해결이 곤란한 상황이었음
- 이에 따라, 2003년 수도권 지역의 대기환경개선을 목표로 “수도권 대기환경 개선에 관한 특별법”이 제정되었으며, 주요내용 중의 하나로 저공해자동차 보급 활성화 및 운행자동차 배출가스 관리강화가 포함되었음

(2) 차량 연료품질 관리제도 도입

<p>일반 현황</p>	<p>[문헌조사]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골 차량연료 주요 수입 국가는 중국과 러시아임 • 몽골 내 고품질 차량연료 수입량은 일반 차량연료에 비해 비교적 낮은 수준임 <ul style="list-style-type: none"> - 2018년 몽골은 총 145만 톤의 가솔린, 디젤연료를 수입하였으며, 그 중 Euro5 연료의 수입량은 총 수입량의 12.8%인 18.6만 톤이었음. 2019년 차량연료 수입량은 161만 톤, Euro5 연료 수입량은 21.2만 톤이었으며 (13.2%), 2020년 차량연료 수입량은 162만 톤, Euro 5 연료의 수입량은 25.3만 톤(15.6%)으로, 몽골의 고품질 차량연료(Euro 5) 수입량은 매년 증가세를 보이지만, 전체 수입량과 비교했을 때 비중은 상대적으로 낮은 것으로 파악됨 • 몽골에는 총 85개의 유류저장시설과 1,418개의 주유소가 있음 (광중공업부 현황자료) <p>[인터뷰 및 자문]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2014년, 1,167개의 주유소 대상으로 차량 연료품질 검사를 진행한 결과, 70%의 주유소는 연료검사를 실행한 적이 없으며, 30%는 연료 품질이 미달인 것으로 나타남 • 연료품질 관리조직 부재 및 주유소 자가관리가 미비한 상황으로, 이를 개선할 방안 마련이 필요 (‘21.3.2., 환경관광부 Mr. Munkhbat)
<p>제도 현황</p>	<p>[법령] 대기법, 석유제품법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 <ul style="list-style-type: none"> - 대기법 17.2.4에 따르면 국가 중앙행정기관은 가솔린, 디젤 및 LPG와 같은 연료에 대한 기준을 도로교통 및 석유를 담당하는 국가 중앙 행정 기관과 협력하여 설정하고, 관할 당국의 승인을 받아야 함 • 석유제품법 <ul style="list-style-type: none"> - 석유제품의 수입·생산·판매·운송·저장에 관한 규제사항은 총 5장 15절로 구성되어 있음. ’13년 석유 사업자의 등록요건 관련 조항 추가, ’18년 석유 제품 품질관리에 관한 규정이 제정되고 시행조항이 추가되었으며, 석유제품의 수입, 생산, 유통, 수송, 저장 단계별 감독 조항 또한 추가되었음 <p>[정책] VISION 2050, NPRAEP</p> <ul style="list-style-type: none"> • VISION 2050 <ul style="list-style-type: none"> - 녹색성장: 환경 친화적인 성장 촉진, 생태계 균형 유지 및 환경 지속성 확보 * 몽골 VISION 2050 이전 정책인 몽골 장기개발정책(2015-2040) 내 기후변화 적응을 위한 최신 기술 도입 및 혁신 도모 • NPRAEP <ul style="list-style-type: none"> - 목표 3: 차량에서 배출되는 오염물질 저감을 위한 포괄적인 조치 - 활동계획 2: EURO5 기준품질 기준에 맞춘 연료 수입 및 소비를 지원, 기준미달 연료의 수입 및 소비를 단계적으로 금지, 연료 품질의 모니터링 체계 향상 • 몽골 품질검사제도 <ul style="list-style-type: none"> - 수입제품: 관세청에서 1차로 HS Code 적합여부 선별검사 실시 - 유통제품: 연료 관리기관인 광물석유청과 감독기관에서 저장소 및 주유소 검사 실시 중이나, 주기가 정해져 있지 않아 검사 횟수가 매우 적고 제한적임

	<ul style="list-style-type: none"> • 품질기준 <ul style="list-style-type: none"> - 석유제품 품질기준인 MNS(Mongolian National Standard)에서는 성분에 대한 다양한 기준 제시하고 있음 * 휘발유(MNS 217-2017), 경유(MNS 216-2017) - 황분, 납, 벤젠 등 유해물질의 허용기준이 높고, 알코올, 방향족화합물 등에 대한 품질기준 부재로 품질기준 제정 필요 - '30년까지 Euro5 수준으로 연료품질을 높이기 위한 목표를 설정하고 품질개선을 위해 노력 <p>[관리주체]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 광물석유청 <ul style="list-style-type: none"> - 광중공업부(MMHI) 산하기관으로, 몽골 내 석유 분석 및 품질검사를 수행하고 있음. 1968년 석유 에너지부의 산하기관으로 설립되어 2016년 광물청과 석유청이 통합되면서 광물석유청으로 기관명을 변경함
<p>세부 내용</p>	<p>[정책개요]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 단기적으로 석유사업자 현황을 파악, 연료의 유통 단계별로 품질검사 제도 도입과 차량용 연료 시험분석 가능한 전문시험실 구축이 필요함 • 중·장기적으로 차량용 연료의 유통 적극적으로 관리하고, 가짜석유제품 판별 및 차량용 연료 시험분석 역량 강화, 차량용 연료 품질을 향상시키는 제도 도입이 필요함 • 단기적으로 수행해야 할 제안사항 <ul style="list-style-type: none"> - (석유사업자 현황) 몽골에 수입되고 유통되는 모든 차량용 연료를 취급하는 석유사업자에 대한 구체적인 현황 파악이 우선적으로 이루어져야 함 - (유통단계 품질검사) 수입되는 모든 차량용 연료를 검사할 수 없으므로 유통되거나 보관하고 있는 제품에 대한 품질검사를 강화하여야 함 (인력 및 예산 반영) - (차량용 연료 시험분석) 수입되거나 유통되는 제품의 품질을 명확하게 파악하고 유지 관리를 위하여 품질기준의 전 항목 분석이 가능하도록 전문시험실 구축이 시급 (시험조건, 시험장비, 전문인력 양성 등) • 중·장기적으로 수행해야 할 제안사항 <ul style="list-style-type: none"> - (차량용 연료 유통관리) 몽골에 생산, 수입, 유통되는 모든 석유제품의 유통 흐름이 파악될 수 있도록 석유사업자 수급상황보고 제도 도입 필요 - (가짜석유제품 판별) 차량용 연료에 혼합되어서는 안되는 물질이 혼합된 가짜석유제품을 판별할 수 있는 제도* 도입 및 전문인력 양성 필요 <ul style="list-style-type: none"> * 식별제 도입, 불법석유제품 취급업소 공표 제도, 석유품질 인증 프로그램 등 - (시험분석 역량강화) 수입되는 모든 차량용 연료를 검사할 수 없으므로 유통되거나 보관 중인 제품의 품질검사 강화가 필요함 (인력 및 예산 반영) - (차량용 연료 시험분석) 수입되는 모든 제품의 품질 적합 여부를 빠른 시일 내에 파악 할 수 있는 시험실 구축 및 전문가 양성 필요 - (차량용 연료품질기준 개정) EURO 5 이상 수준에 맞는 품질기준을 점진적으로 개정

[한국과 몽골의 제도 비교]

- 한국의 품질관리 제도
 - (국내제품) 국내에서 생산되는 차량용 연료는 생산 공장에서 매월 1회씩 의무적으로 품질검사를 받아야 하며, 품질관리 전문기관은 수시로 방문하여 점검할 수 있음
 - (수입제품) 국내에 수입되는 모든 차량용 연료는 보세구역에서 품질검사를 의무적으로 받아야 하며 합격 판정을 받은 제품만 유통할 수 있음
 - (유통단계) 차량용 연료를 유통하는 석유사업자(일반대리점, 주유소, 일반판매소 등)는 자체적으로 품질관리를 하여야 하며, 품질관리 전문기관은 수시로 품질검사를 실시할 수 있으며, 검사 결과 비정상제품으로 판정되면 행정처분을 받게 됨

- 우리나라와 몽골의 품질기준 차이
 - (휘발유) 대기오염에 영향을 주는 황분 함량의 기준이 높음 (몽골 500ppm 이하, 한국 10ppm 이하)
 - (경유) 황분 함량 기준이 높으며 (몽골 2,000ppm 이하, 한국 10ppm 이하), 유해대기 오염물질을 발생시킬 수 있는 방향족화합물 함량의 기준이 없음 (한국 5vol% 이하)

- 차량용 연료 관리 전문기관
 - (한국석유관리원) 차량용 연료의 생산에서 최종 소비자 단계까지의 유통관리를 위한 검사조직 및 시스템이 구축되어 있고 품질관리를 위한 ISO 인증 시험실이 운영되고 있음
 - (몽골 광물석유청 중앙시험실) 품질검사를 위한 인력이 있으나, 체계적인 검사업무가 수행되고 있지 않으며, 시험실은 품질기준 적합 여부 판정을 위한 시험장비 및 인력이 완벽하게 갖추어 있지 않아 개선이 필요함

3.3.4 모니터링 분야 관리제도 도입

(1) 대기오염측정망 분야 마스터플랜 수립

일반 현황	<p>[문헌조사]</p> <ul style="list-style-type: none"> 울란바토르 시내 설치된 대기오염자동측정소는 15개로 인구수를 고려하면 적은 수는 아니나, 대부분 도심지 내에 설치되어 있어 울란바토르를 대표하는 대기질 데이터 값으로 보기 어려움 측정된 대기질 자료는 실시간으로 국민에게 공개하는 시스템을 보유하고 있으나, 데이터의 관리 및 활용의 효율성을 위해 개선된 관리시스템을 도입할 필요가 있음
제도 현황	<ul style="list-style-type: none"> 몽골에 설치된 기존의 대기오염자동측정소는 대부분 ODA 지원을 받아 온 것으로, 설치 당시 몽골의 법이나 설치 규정을 따르지 않은 것으로 판단됨 최근 몽골 정부는 ‘대기오염측정소’ 설치 규정을 마련한 것으로 파악되나, 운영에 관한 규정은 현재 마련되지 않아, 측정된 데이터의 신뢰성은 미흡한 것으로 판단됨
세부 내용	<p>[정책개요]</p> <ul style="list-style-type: none"> 대기관리의 시작은 정확한 대기질 현황을 파악하는 것임. 몽골은 게르 지역 내 새로운 대기오염측정소 확대와 기존 측정소로부터 데이터를 효율적으로 수집, 저장, 활용할 수 있는 관리 시스템이 필요하고, 이를 이용해 정책 결정자에게 정확한 대기질 데이터를 제공해야 함 측정된 데이터의 신뢰도 향상을 위해 일관적인 측정소 운영이 필요하며, 이를 위한 법적 규정을 마련하고, QA/QC를 강화, 담당자들의 역량강화 등이 필요함. 대기질 개선의 성과는 효율적인 배출원 관리가 필요하며, 이를 위해 대기오염물질별 배출량을 산정(인벤토리)할 수 있는 시스템이 필요함 <p>[세부내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> 대기 모니터링 관리의 효율화를 위하여 측정망 운영관리 주체를 구분하고, 측정이 되고 있지 않은 지역을 대상으로 대기오염측정망을 확충하는 계획 수립이 필요함 측정된 대기질 데이터의 신뢰도를 높이기 위한 정도관리 제도 도입, 유해대기오염물질을 분석 체계 도입을 통한 대기 중 위험물질을 관리하는 방안 도입도 필요함 대기오염 물질 배출량 관리를 위한 방안으로는 대규모 배출시설에 실시간 감시체계를 구축하고, 대기오염물질 인벤토리를 작성하여 관리하는 방안을 고려할 수 있음 <p>[기타제언]</p> <ul style="list-style-type: none"> 대기오염측정망 운영관리(안) <ul style="list-style-type: none"> - 측정소를 설치 목표별로 명확히 분류하고, 운영이 용이한 측정망은 지방자치 단체에 운영을 위임하고, 환경관광부는 운영이 어려운 특정항목 측정망을 관리하는 것을 제안함

- 환경관광부는 대기측정망 관련 법, 규정, 지침 등을 수립하고, 측정된 대기질 데이터를 활용할 방안을 마련하는 등 총괄기관의 역할을 담당함
- 과학적이고 신뢰성 있는 대기질 데이터 생산을 위한 정도관리 제도 도입을 제안함
 - 측정망 운영규정을 마련하여 통일되고 일관적인 방법으로 측정소를 운영하고, 측정장비의 성능을 안정적으로 유지할 수 있도록 정기적인 측정장비 검사 제도를 도입하는 것임
 - 몽골 자체 기준을 통과하는 측정 장비만 수입 또는 제조 되도록 성능검사 제도 도입
- 유해대기오염물질 분석 체계 구축을 제안함
 - 일반 대기오염 물질외 특정유해대기오염물질의 위험성이 부각됨에 따라, 대기오염물질의 원인을 분석할 수 있는 정밀분석 실험실 구축
- 대규모 배출시설에 실시간 감시체계 구축(TMS)
 - 대량의 석탄을 사용하는 발전소 굴뚝에 실시간으로 배출량을 파악할 수 있는 감시체계 구축을 통해 직접적인 배출량 관리
- 대기오염물질 인벤토리 작성(온실가스 인벤토리 포함)
 - 대기오염물질 배출량 인벤토리 작성 체계를 구축하여 관리 및 규제가 필요한 배출원 목록을 확보하고, 이를 이용하여 대기질 개선 정책마련에 활용
- 대기오염측정망 확충계획 수립
 - 울란바토르시 배출량 자료 및 기상자료를 활용한 모델링을 통해, 적절한 측정소 위치 제시 및 향후 확충이 필요한 지점 선정

(2) 대기오염물질 인벤토리 시스템 구축

<p>일반 현황</p>	<p>[문헌조사]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골은 지난 JICA 프로젝트를 통해 대기오염물질 배출량을 산정한 경험이 있으나, 매년 지속적으로 대기오염물질 배출량을 산정하지 않는 것으로 파악됨 • 대기오염물질 배출량 인벤토리는 활동자료의 확보와 배출계수가 중요한 인자이므로, 통계자료 확보가 제일 중요한 것으로 파악됨
<p>제도 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 몽골에 설치된 기존의 대기오염자동측정소는 대부분 ODA 지원을 받아 온 것으로, 설치 당시 몽골의 법이나 설치규정을 준수하지 따르지 않은 것으로 판단됨 • 최근 몽골 정부는 ‘대기오염측정소’ 설치 규정을 마련한 것으로 파악되나, 운영에 관한 규정은 현재 마련되지 않아, 측정된 데이터의 신뢰성은 미흡한 것으로 판단됨
<p>세부 내용</p>	<p>[정책개요]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기오염의 직접적인 원인이 되는 대기오염물질 배출원 관리를 위한 대기오염물질 배출량 산정시스템(Clean Air Policy Support System, CAPSS)의 도입 <ul style="list-style-type: none"> - 한국의 경우, CAPSS를 통해 국내 모든 배출원에서 배출되는 배출량을 활동자료와 배출계수를 이용하여 산정하고 있음 <p style="text-align: center;">[그림 44] 한국 대기오염물질 배출량 산정시스템(CAPSS) 개요</p> <div data-bbox="424 1128 1417 1688" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="font-size: small;">관리대상: (중·면·이동오염원 등) SOx, NOx, CO, TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, VOCs, NH₃, BC</p> </div> <p style="font-size: small;">출처: 환경부 국가미세먼지정보센터 (https://www.air.go.kr/)</p> <p>[참고] 국내 배출량 산정시스템(CAPSS) 개요(CAPSS ⊃ SEMS ⊃ CleanSYS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 배출량 중 많은 부분을 차지하는 사업장의 굴뚝 배출량을 관리하기 위해 SEMS(대기배출원관리시스템, Stack Emission Management System)을 운영하여 관리하고 있음 - SEMS 중 대형사업장 굴뚝에는 실시간 대기오염배출량을 측정 관리하는 CleanSYS를 운영하여 실시간으로 대기오염배출량을 관리하고 있음

[그림 45] 한국 배출량 산정시스템 현황



출처: 한국환경공단 (연구팀 직접작성)

- 배출량 자료 활용방안: 정부차원의 대기환경정책 수립 또는 정책 완료 시의 평가를 위한 근거 자료로 활용 가능함
- 측정방법: 굴뚝 TMS를 통한 직접 측정, 배출계수를 이용하여 산정
- * 배출량 산정 수식: $\sum[\text{배출계수} \times \text{활동자료}(\text{연료 사용량 등}) \times (1 - \text{방지효율})]$

- 배출량 산정 필요요소
 - ① 배출원 분류: 일반적으로 배출원은 크게 에너지산업 연소, 비산업 연소, 제조업 연소, 생산 공정, 에너지 수송 및 저장, 유기용제 사용, 도로이동오염원, 비도로 이동오염원, 폐기물 처리, 자연오염원, 농업 등 다양하게 분류가 되며, 각각의 분류 아래는 다시 세분화 할 수 있음. 이에 국가는 산정 가능한 범위를 고려하여 현실에 맞춰 분류체계를 갖추어야 함

<표 65> 배출원 별 분류체계 예시

대분류	에너지산업 연소	생산공정	도로이동오염원
중분류	<ul style="list-style-type: none"> • 공공발전 시설 • 지역난방시설 • 석유정제시설 • 민간발전시설 	<ul style="list-style-type: none"> • 석유제품 • 철강제품 • 화학제품 • 목재, 펄프 제품 	<ul style="list-style-type: none"> • 승용차 • 버스 • 화물차 • 이륜차

출처: 국립환경과학원, 2017 대기오염물질 배출량 (2019)

- ② 배출량 산정방법 확정: 배출량 산정방법은 기본적으로 상기 기재된 산정식을 활용함. 배출원이 명확한 점오염원의 경우는 각각의 활동자료 확보가 가능하므로, 개별사업장의 배출량을 합산하는 bottom up approach를 이용하여 산정하고, 주거지 같은 면오염원의 경우 각각의 활동자료 확보가 용이하지 않으므로, 지역 전체 활동자료를 이용하는 Top down approach 방식을 이용하여 산정함

- ③ 활동자료: 오염물질 배출원으로 확보가 가능해야 하므로, 활동자료 확보가 가능한 방향으로 배출원 분류체계를 갖추는 것이 합리적임. 주요 활동자료는 석탄사용량, 제품생산량, 원료 투입량, 자동차 등록 대수, 이동거리, 방지시설 효율, 화재건수 등이 있음
 - ④ 배출계수: 단위 활동당 배출되는 오염물질의 양을 의미하며, 정확한 배출량 산정을 위해 국가 고유의 배출계수를 자체 개발하는 것을 권장하나, 비용과 시간 등을 고려하여, 주요 선진국의 배출계수를 사용하는 것이 가능함
- 대기오염물질 인벤토리 시스템 구축 시 고려사항
온실가스 배출량 산정 가이드라인에서는 배출량 인벤토리가 지켜야할 원칙 5가지를 제시하고 있으며, 이는 대기오염물질 배출량 산정에도 적용 가능함

<표 66> 대기오염물질 인벤토리 원칙

원칙	주요내용
투명성 (Transparency)	보고된 정보의 사용자에게 의해 인벤토리 복사 및 평가를 용이하기 위해 인벤토리에 사용되는 가정들과 방법들이 명백하게 설명되어야 함
일관성 (Consistency)	인벤토리가 장기간에 걸쳐 모든 구성요소에 있어서 내부적으로 일관성 이 있어야 한다는 것을 의미
비교가능성 (Comparability)	국가에 의해 보고되는 인벤토리의 배출량 산정치가 국가 간에 반드시 비교되어야 한다는 것을 의미
완전성 (Completeness)	산정은 모든 관련된 배출원에 대해 보고되고, 누락 요소들이 있다면 그 이유와 함께 명확히 기술되어야 함
정확성 (Accuracy)	판단 가능한 한 국가 인벤토리는 과대 산정 또는 과소 산정이 없어야 함

[기타제언]

- 국가 단위 대기오염배출량은 우선 내부적으로 필요한 원칙부터 단계적으로 적용할 것을 제안함. 투명성, 완전성, 정확성 3가지를 우선으로 적용하는 것이 적절할 것으로 판단됨
- ① 배출원 조사를 법으로 규정하여, 자료수집 근거 마련 필요
 - 사업장의 정확한 정보를 제출해야만 정확한 계산이 가능하므로 사업장이 일정기간 내 정확한 배출량 관련 정보를 보고하도록 해야만 하며, 어길시 과태료 부과 등의 벌칙을 주는 방안이 지침 또는 관련 법 등에 포함되도록 강제성 부과가 있어야 함
 - 주요 배출원 정보는 정부, 기업, 전문가, 시민 등이 제공하는 맞춤형 활동자료, 통계자료, 지역별 배출지도 생성을 위해 세분화된 GIS, 격자 지도 등이 있고, 몽골 내에서 운영 중인 통계 관련 기타시스템과 연계 가능함(자동차 통계, 도시가스 사용량, 석탄 통계 등)
- ② 주요 배출원의 분류별 체계 구체화 및 표준화 필요
 - 배출원 중 누락된 부분이 있을 경우 배출량 자료의 신뢰성 확보가 어렵기 때문에 적어도 분류상 모든 배출원은 하나의 인벤토리 시스템에 포함되어야 함

	<ul style="list-style-type: none"> ③ 배출원 분류 완성 후, 각 분류된 배출원에 적용할 배출계수 결정 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 자체개발을 통한 계수를 사용하거나, 주요 선진국의 배출계수를 국가 현실에 맞도록 수정하여 사용이 가능함 ④ 일관적이고 지속적인 방법 사용 <ul style="list-style-type: none"> - 배출량은 단기 프로젝트가 아닌 매년 산정하고 비교 평가해야 하므로, 일관적이고 지속적인 방법을 적용하여야 함. 따라서 모든 배출량 산정 행위는 문서화 하여 모든 담당자가 관련 근거를 파악할 수 있어야 하고, 향후 산정방법이 변경될 수 있으므로, 배출량산정 절차는 투명하게 관리 되어야 함 ⑤ 시스템 구축을 통한 인벤토리 신뢰성 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 배출량 산정과정은 비교적 단순하나, 계산 과정에 사용되는 활동자료와 배출계수 확보와 검증에는 많은 인력과 예산, 그리고 시간이 소요되는 작업임. 향후 법제도 개선을 통해 전담부서를 마련하고, 배출량 산정과정의 시스템화를 통해 배출량 인벤토리 신뢰성을 제고하는 것이 필요함
--	--

(3) 유해대기오염물질 분석체계 구축

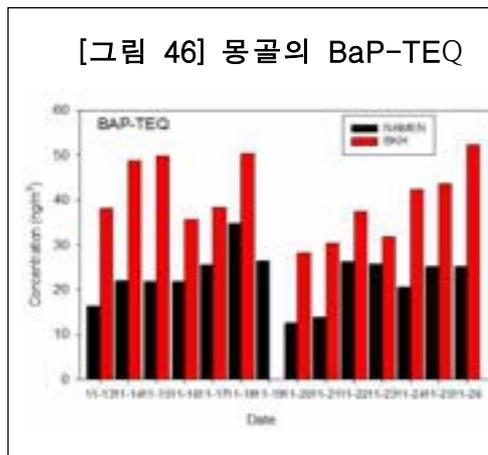
<p>일반 현황</p>	<p>[문헌조사]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골 내 유해대기오염물질 측정현황을 조사해본 결과, PAHs(Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, 다환 방향족 탄화수소) 측정망을 보유하고 있지 않아, 지속적인 데이터를 획득할 수 없는 것으로 확인됨. 이에, 기존 문헌자료를 통해 PAHs 현황을 파악한 결과, 몽골 내 유해대기오염물질 수준이 심각한 것으로 조사됨 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>참고: 유해대기오염물질(Hazardous Air Pollutants, HAPs)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 정의: 사람의 건강이나 동식물의 생육에 직접 또는 간접적으로 위해를 줄 우려가 높은 대기오염물질로 PAH(Poly Aromatic Hydrocarbon), VOCs(Volatile Organic Compounds, 휘발성 유기화합물)가 대표적이며 주요배출원은 자동차 배출가스, 화력 발전소 등임 - PAHs: 여러 개의 벤젠고리를 지닌 방향족 탄화수소로 모든 연소과정에서 배출되는 물질로, 미량으로도 암을 유발시킬 수 있는 발암물질임. 돌연변이를 유발할 수 있는 물질로 밝혀져 있으며, 모든 연소과정에서 배출됨 - VOCs는 비점(끓는 점)이 낮아서 대기 중으로 쉽게 증발되는 액체 또는 기체상 유기화합물을 총칭하며, 산업체에서 많이 사용하는 용매에서 화학 및 제약공장이나 플라스틱 건조공정에서 배출되는 유기가스에 이르기까지 매우 다양하며 끓는점이 낮은 액체연료, 파라핀, 올레핀, 방향족화합물 등이 포함됨 • 유해대기오염물질은 적은 농도로도 치명적인 건강영향을 끼칠 수 있는 물질로 명확한 배출원을 파악한 후 배출원별 적절한 관리를 시행해야 함. HAPs의 배출원(원인물질)을 파악하기 위해서는 유해 대기물질의 성분을 분석할 수 있는 분석체계를 갖추어야 함 </div> <ul style="list-style-type: none"> • NAMEM과 BKH의 평균 PAHs 농도는 280±110 ng/m³, 484±179 ng/m³을 나타내며, 매우 높은 농도를 기록함. 특히, 서울(16.1±10 ng/m³)과 비교 시 몽골의 PAHs 농도는 매우 심각한 수준임을 알 수 있음
------------------	--

<표 67> 몽골 및 서울의 BaP-TEQ 값 비교

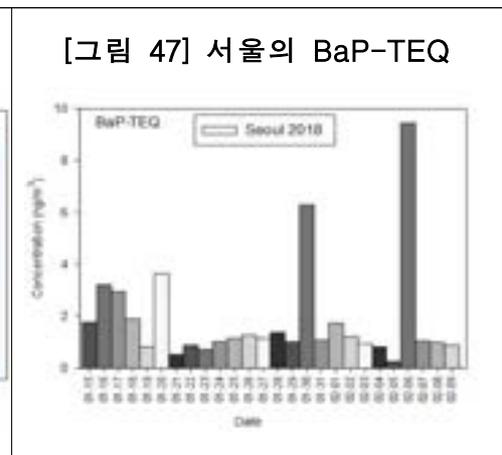
	PM2.5 concentration (mg/)	PAHs concentrations (ng/m3)	BaP-TEQ (ng/m3)	Normalized toxicity by PM2.5 concentration (ng/ug)
NAMEM	81.4±34.7	280±110	22.7±5.74	0.33±0.15
BKH	147±75.1(210±107)	484±179	40.5±8.06	0.41±0.49(0.29±0.35)
Seoul	30.1±20.9	16.1±10.0	1.86±1.99	0.04±0.05

※ TEQ(Toxic Equivalency Quotient, 독성 당량 계수)로 변환하여 나타낸 BaP-TEQ 값을 아래 그림에 나타내었음

[그림 46] 몽골의 BaP-TEQ



[그림 47] 서울의 BaP-TEQ



※ 몽골 측정지점

- BKH(Bayankhoshuu): 게르 지역 스토브 사용 주거지역
- NAMEM: UB시 중심부 위치

- 위에서 살펴본 바, 몽골의 PAHs의 농도는 매우 높으며 한국의 서울과 비교 시 약 17~30배 높은 값을 보이며, 독성 측면에서도 10배 이상의 강한 독성을 보임

* 위 실험을 위한 샘플링은 2017년 11월 같은 시간에 수행되었음

제도
현황

[법령] 없음

- 현재, 몽골 대기 유관법령 내에는 관련 규제가 부재함

[기준] MNS 5885:2008, MNS 6063:2010

- 대기오염물질 허용기준(MNS5885:2008)
- 도시지역의 대기오염물질 허용기준(MNS 6063:2010)

세부
내용

[정책개요]

- 유해 대기오염물질 관리를 위한 유해대기 오염물질을 분석하는 체계임. 한국의 경우, 환경부에서 대기환경보전법 제38조 2항 규정에 따라, 특정 대기 유해물질에 대해 정의하고 일반 대기오염물질보다 엄격하게 관리하고 있음

[세부내용]

■ PAHs(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)

- 주요 배출원: 모든 연소과정에서 배출되며, 대부분의 PAH는 인위적인 산물임. 특히 석탄, 기름, 가스, 폐기물 등 유기물질의 불완전 연소 시 발생하는 것으로 알려져 있으며, 인간 생활환경 도처에서 쉽게 노출될 수 있는 물질임
- 시료채취방법: 입자상에서는 석영필터, 가스상에서는 흡착제인 PUF(poly urethane form)이나 XAD-2 수지(resin)을 사용하며 분석방법으로는 높은 감도를 갖고 있는 가스크로마토그래피(GC) 또는 질량분석법(MS)을 사용하며, 분석 가능한 PAH는 19종임

[참고] 분석 가능한 PAH 목록

Acenaphthene	Benzo(e)pyrene	Coronene	Naphthalene
Acenaphthylene	Benzo(b)fluoranthene	Dibenz(a,h)anthracene	Phenanthrene
Anthracene	Benzo(k)fluoranthene	Fluoranthene	Pyrene
Benz(a)anthracene	Benzo(g,h,i)perylene	Fluorene	Perylene
Benzo(a)pyrene	Chrysene	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	

- 필요장비: 분석장비(GC/MS), 시료 전처리를 위한 농축기, 추출기, 오븐, 후드 등

■ VOCs(Volatile Organic Compounds)

- 정의: VOCs는 대기 중에서 질소산화물(NOx)과 함께 광화학반응으로 오존 등 광화학산화제를 생성하여 광화학스모그를 유발하기도 하고, 벤젠과 같은 물질은 발암성물질로서 인체에 매우 유해함
- 시료채취 방법: 흡착제로 충전한 흡착관에 시료를 채취하여 열 탈착한 후 다시 저온 농축관에서 채취(농축)하고 2단 열탈착하여 고분리능 모세관 컬럼을 이용한 가스크로마토그래피에 의해 분석대상물질을 분리하여 질량검출기(MSD)나 불꽃이온화검출기(FID)로 측정하고 분석 대상물질은 16종은 아래와 같음

[참고] VOCs 대상물질(16종)

Benzene	Styrene	TriChloroethylene	1,3-Butadiene
Toluene	o-Xylene	Tetrachloroethylene	Methylenechloride
Ethylbenzene	Chloroform	1,1-Dichloroethane	Vinylchloride
m,p-Xylene	MethylChloroform	Carbon tetrachloride	1,2-Dichloroethane

■ 산성강하물

- 정의: 몽골에서 중요하게 생각하는 분석항목으로 몽골 국립환경연구소(CLEM)에서 측정하는 대기관련 항목 중 하나임. 이에 여기서는 산성강하물 측정망을 구성하는데 필요한 구성요소를 제안함

- 측정방법: 강우 중 수은 분석방법 EPA Method 1631, Revision E (2002)를 기본으로 하며, 강우 중 수은을 산화, 환원, 흡착과 열 탈착 과정을 거쳐 냉증기형광광도기 (cold vapor atomic fluorescence spectrometer; CVAFS)를 이용하여 측정
- 산성강하물에 포함되어 있는 이온 물질 중 음이온(SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻)은 이온크로마토그래피를 이용하여 분석함
- 산성강하물에 포함되어 있는 이온 물질 중 양이온(NH₄⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺)은 원자흡광 분광 광도법 또는 이온크로마토그래피 법으로 분석함

<표 68> 산성강하물 측정항 구성요소(안)

구분				측정 항목
오염물질	건성	가스상	수동	HNO ₃ , NH ₃
		입자상	수동	초미세먼지 질량농도, 초미세먼지 중 이온성분 (SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺)
	습성	액상	수동	강우 또는 강설 중 pH, 전기전도도, 이온농도 (SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺)
수은	자동		총 가스상 수은, 종별수은	
	수동		수은 습성 침적량	

■ 미세먼지 성분분석

- 미세먼지 중 초미세먼지는 다양한 배출원에서 직접 배출(Primary aerosols)되거나 화학 반응을 통해 대기 중에서 기체가 입자로 변환(Secondary aerosols)하기도 함
- 초미세먼지의 구성성분은 이온, 유기탄소, 원소탄소, 각종 미네랄(원소성분)로 구성되어 있음

<표 69> 초미세먼지 분석 대상 및 분석기기

분석대상	대상물질	분석방법
미세먼지 무게	무게	미량저울을 이용한 중량농도법
탄소성분	유기탄소(OC) 화합물 및 원소성 탄소(EC)	OC, EC 분석기
음이온	SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻	IC
양이온	K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺	IC, ICP-OES
금속성분	원소성분	XRF, ICP-OES

1부 환경개선 계획 수립

제4장 사업대상지역 현황

4.1 울란바토르시 일반현황

4.2 대기관리 현황

제4장 사업대상지역 현황

4.1 울란바토르시 일반현황

4.1.1 일반현황

울란바토르시는 몽골의 수도로 면적은 4704.1km²이며, 북위 47도 55분, 동경 106도 53분에 위치해있다. 지형은 초원성 고원 지대로 평균 1,350m의 높이를 갖고 있으며 여름과 겨울의 연교차가 큰 대륙성 기후를 띄고 있다.

<표 70> 울란바토르 현황

항목	세부내용
면적	<ul style="list-style-type: none"> 4,704.1km² (인천의 약 4.7배), 북위 47도 55분, 동경 106도 53분에 위치 러시아와 북쪽으로 3,485km 중국과 남쪽으로 4,676.9km 국경선 형성
고도	<ul style="list-style-type: none"> 1,350m(초원성 고원 지대, 체체공산 2,257m)
기후	<ul style="list-style-type: none"> 여름 35℃, 겨울 -39.5℃로 연교차가 심한 대륙성 기후
월간 평균기온	<ul style="list-style-type: none"> 1월은 -24.3℃(기록된 최저온도 -48℃), 7월은 16.6℃(기록된 최고온도 39℃)로 전 세계 수도 중 가장 추운 지역임 5-6월은 날씨의 변화가 심하고, 때로는 심한 돌풍 수반함 여름은 짧고 무더운 편, 온도가 36℃ 까지 올라가지만 습도가 높지 않아 체감 온도는 낮으며, 자외선이 매우 강함. 연중 구름이 없는 날이 25일 정도임
연간강수량	<ul style="list-style-type: none"> 350mm로 매우 적은 편임

출처: 대한민국 기상청 블로그, 인천광역시 홈페이지(<https://www.incheon.go.kr/>) (연구팀 직접작성)

4.1.2 행정구역 현황

울란바토르시는 9개의 행정구역으로 나뉘며 각 구역은 최소 2개에서 최대 43개의 호로 구성되어 있다. 행정구역별 인구수가 높은 지역은 바양주르흐(Bayanzurkh) 지역이 367,679명, 성긴하르칸(Songinokharkhan)이 335,703명으로 나타났으며(2021.1.1. 기준), 각 지역의 남녀 성비는 대부분 균일한 것으로 조사되었다.

<표 71> 울란바토르 행정구역 현황

지역명	지역현황		인구현황 (2021.1.1. 기준)		
	호로(수) *한국의 등	면적 (ha)	총 인구수 (명)	남자 (명)	여자 (명)
바가누르 (BAGANUUR)	5	60,355	29,342	14,399	14,943
바가항가이 BAGAKHANGAI)	2	15,497	4,463	2,278	2,185
바양걸 (BAYANGOL)	25	2,506	231,517	109,083	122,434
바양주르흐 (BAYANZURKH)	28	122,665	367,679	177,701	189,978
나라이흐 (NALAIKH)	8	69,126	38,690	19,104	19,586
성긴하르칸(SONGINOKHARKHAN)	43	120,370	335,703	165,542	170,161
수흐바토르 (SUKHBAATAR)	20	21,559	144,616	69,567	75,049
한오르 (KHAN-UUL)	21	50,352	195,927	93,486	102,441
칭겔테이 (CHINGELTEI)	19	9,143	151,203	73,570	77,633

출처: 울란바토르시 홈페이지 (www.ulaanbaatar.mn) (연구팀 직접작성)

4.1.3 산업현황

울란바토르시의 시장규모는 2015년부터 2019년까지 5년간 10.5%의 비율로 꾸준히 증가하였다. 2019년 기준, 농업 분야는 울란바토르시 국내총생산(Gross Domestic Product, GDP) 규모의 0.3%를 차지하였으며, 산업분야는 41%, 서비스 분야는 58%를 차지하고 있다. 산업분야의 절반 이상은 광업이 차지하고 있으며, 제조업 또한 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

<표 72> 울란바토르 주요산업 현황 (단위: MNT)

산업분야	2015	2016	2017	2018	2019
국내총생산 (시장가격)	14,964,718.7	15,703,079.4	18,105,283.4	21,509,825.1	24,683,663.7
농업	96,930.4	82,868.6	56,845.1	78,733.4	66,825.04
작물	22,983.2	11,175.7	9,299.3	14,364	15,247.25
가축	40,585.7	36,567.7	29,939.5	46,510.3	48,135.97
기타 농업	33,361.4	35,125.2	17,606.3	17,859	3,441.82
공업	5,066,531.7	5,654,367.3	7,195,663.5	8,981,754.1	10,199,132.18
광업	2,501,823.7	3,108,830.7	3,864,855.4	5,126,566.4	5,725,040.66
제조업	1,234,999.3	1,163,711.2	1,786,918.4	2,069,946.5	2,483,238.98
전기·가스 및 수도사업	378,106.7	465,347.1	492,582	567,488.5	653,651.6
건설업	951,602	916,478.2	1,051,307.6	1,217,752.7	1,337,200.94
서비스업	9,801,256.6	9,965,843.5	10,852,774.8	12,449,337.6	14,417,706.48
도소매 및 숙박음식업	3,538,042.4	3,666,205.1	4,183,006.9	5,121,820.2	5,953,754.19
운수 및 정보통신업	1,560,866.7	1,585,291.9	1,710,676.3	1,898,169.7	2,069,783.19
금융 및 사업서비스업	3,073,857.5	3,048,661.6	3,180,913.9	3,519,158.9	4,057,478.16
기타 서비스업	1,628,490	1,665,684.9	1,778,177.8	1,910,188.7	2,336,690.94

출처: 몽골 통계청(www.1212.mn) (연구팀 직접작성)

4.1.4 경제현황

몽골 울란바토르시의 2015년부터 2019년까지의 지난 5개년 경제현황을 국내총생산(GDP), 1인당 GDP, 연평균 가구소득 등의 경제지표를 통해 조사하였다.

<표 73> 울란바토르 5개년 경제지표

구분	2015	2016	2017	2018	2019
국내총생산(GDP) (단위: 억MNT)	14,965	15,703	18,105.3	21,510	24,684
1인당 GDP(국내총생산) (단위: 천MNT)	11,252	11,520	12,940.7	15,031	16,960
연간 소비자 물가지수 변화 (단위: %)	1.1	0.5	7.2	9.7	5.0
MNT의 USD 연평균환율 (단위: MNT)	1,970	2,146	2,440	2,472	2,664
울란바토르시 예산 (단위: 억MNT)	846.7	870.6	1,070.2	1,249.5	1,381.5
울란바토르시 예산 사용현황 (단위: 억MNT)	883.8	1,025.8	1,075.1	1,282.4	1,447.5
월평균 가구 소득 (단위: MNT)	1,169,820	1,073,118	1,188,933	1,368,251	1,510,926
월평균 가구 지출 (단위: MNT)	1,097,901	1,034,986	1,188,837	1,377,888	1,525,282

출처: 울란바토르시 홈페이지(www.ulaanbaatar.mn) (연구팀 직접작성)

4.1.5 사회현황

<표 74> 울란바토르 5개년 사회지표

구분	단위	2015	2016	2017	2018	2019
거주 인구수	천명	1,345.5	1,380.8	1,417.4	1,444.7	1,466.1
0-15세 인구수	천명	417.2	423.2	440.9	470.0	492.6
16-35세 인구수	천명	458.8	464.1	460.6	444.8	457.1
사망자수	천명	7.2	7.3	7.6	7.6	7.8
출생아수	천명	42.8	39.1	34.4	35.3	35.5
전입 인구수	천명	30.3	25.2	10.3	6.6	12.6
전출 인구수	천명	11.7	14.3	11.4	6.3	6.6
혼인건수	수	8,263	8,288	10,399	10,890	10,721
이혼건수	수	2,515	2,630	2,448	2,528	2,713
총 가구수	천(가구)	376.4	380.8	386.2	387.5	411.4
생산가능인구수	천명	494.1	511.5	553.6	555.3	529.5
실업자 수	천명	12.6	12.0	7.0	8.3	6.7
빈곤 범위	%	-	24.8	-	25.9	-
평균 수명	년	71.79	71.47	71.51	71.65	71.8
전염병 환자	수	40,461	40,178	26,555	24,056	26,447
모성사망비	명	12	17	12	12	10
영아사망자수	수	613	611	489	555	531
범죄발생건수	건	17,939	17,909	21,947	25,652	20,261

출처: 울란바토르시 홈페이지(www.ulaanbaatar.mn) (연구팀 직접작성)

(1) 인구밀도

울란바토르의 인구밀도는 2015년부터 2019년 동안 CAGR 2%로 꾸준히 증가하며 2019년에는 327.6명/km²를 기록하였다. 울란바토르의 인구밀도는 기타지역의 인구밀도와 약 300배 정도 차이가 나는 것으로 나타났다.

<표 75> 울란바토르 및 기타지역 인구밀도 (단위: 명/km²)

지역	2015	2016	2017	2018	2019
Western region	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0
Khangai region	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
Central region	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
Eastern region	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
Ulaanbaatar	297.1	306.5	311.3	317.3	327.6

출처: 몽골 통계청(www.1212.mn) (연구팀 직접작성)

(2) 교육

2020년 기준, 울란바토르의 무교육 인구는 울란바토르 내 10세 이상 인구의 4.1%를 차지하고 있는 반면, 고등학교 및 대학에 진학 중인 인구는 각각 32.7%, 36.3%를 차지하고 있다.

<표 76> 울란바토르 10세 이상 인구 교육 수준(2020년 기준) (단위: 수)

구분	UB시 10세 이상 인구	무교육	초등학교	중 학교	고등학교	기술전문 학교	특수전문 학교	대 학교
인구	1,094,470	45,176	100,198	102,607	357,647	32,574	58,523	397,745

출처: 몽골 통계청(www.1212.mn) (연구팀 직접작성)

4.1.6 인프라 구축 현황

(1) 발전소

UB시에는 열병합발전소(CHPs) 3개소, 화력 열생산플랜트 3개소 등 총 6개소가 있으며 TES-4 발전소의 발전용량은 700MW로 가장 큰 것으로 조사되었다.

<표 77> 몽골 열병합발전소 및 열생산플랜트 현황

No	구분	발전소	설립 연도	위치	용량 (MW)
1	화력 열병합발전소 (CHP)	UB TES-2 (제2발전소)	1961	Ulaanbaatar	21.5
2	화력 열병합발전소 (CHP)	UB TES-3 (제3발전소)	1968	Ulaanbaatar	198
3	화력 열병합발전소 (CHP)	UB TES-4 (제4발전소)	1983	Ulaanbaatar	700
4	화력 열병합발전소 (CHP)	DARKHAN (다르항 발전소)	1965	Darkhan	48
5	화력 열병합발전소 (CHP)	ERDENET (에르데네트 발전소)	1987	Erdenet	28,8
6	화력 열병합발전소 (CHP)	DORNOD TPP (CHOIBALSAN) (도로노드 발전소)	1970	Dornod	36
7	화력 열병합발전소 (CHP)	DALANZADGAD (달랑자드가드 발전소)	2000	Umnugovi, Dalanzadgad	6
8	화력 열병합발전소 (CHP)	ERDENET MINING CORPORATION (에르데네트 발전소)	1976	Erdenet	53
9	발전소 (PP)	UKHAA KHUDAG (MCS-탄광산) (화력발전소)	2011	Umnugovi, Tsogttsetsii	18
10	화력 열생산플랜트	BAGANUUR	1980	Ulaanbaatar, Baganuur duureg	-
11	화력 열생산플랜트	AMGALAN	2016	Ulaanbaatar, Bayanzurkh duureg	348
12	화력 열생산플랜트	NALAIKH	1976	Ulaanbaatar, Nalaikh duureg	-
13	화력 열생산플랜트	DULAAN SHARIIN GOL	1964	Darkhan, Shariin gol	-
14	화력 열생산플랜트	Khuvs gul	-	-	-
15	화력 열생산플랜트	Khovd	-	-	-

출처: 몽골 에너지부(<https://energy.gov.mn>) (2020.11 기준, 연구팀 직접작성)

(2) 차량 현황

울란바토르 내 등록 차량은 2012년 약 36만대에서 2019년 약 57만대로(연평균 성장률(CAGR): 5.6%) 지속적으로 증가하는 추세이며, 승용차의 수량이 가장 높은 것으로 나타났다.

[그림 48] 2012년-2019년 울란바토르 차종별 등록현황 (단위: 대)



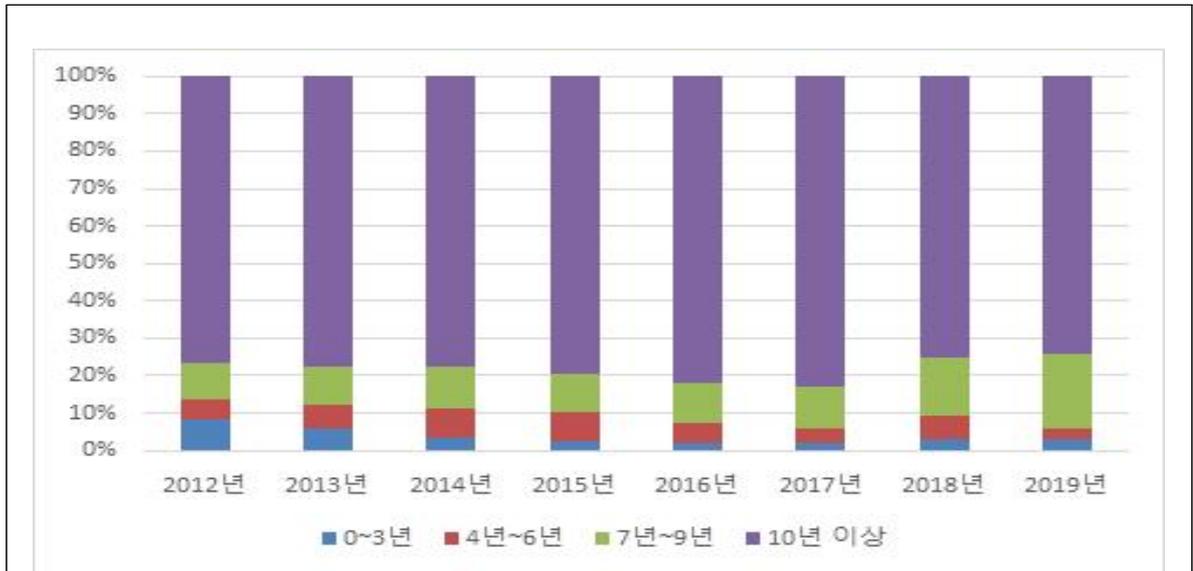
<표 78> 2012년-2019년 울란바토르 차종별 등록현황 (단위: 대)

종류	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
버스	4,297	4,570	4,784	4,928	5,055	4,942	4,482	11,021
트럭	66,792	76,319	84,388	85,208	85,481	87,098	88,710	91,670
승용차(자동)	258,127	289,324	315,611	337,181	356,544	377,071	397,990	417,383
특수차량	15,295	14,877	12,084	11,812	11,952	11,903	10,752	9,984
승용차(수동)	6,007	6,878	7,418	7,748	8,200	8,599	9,410	10,120
트레일러	13,374	13,783	14,093	13,835	13,947	15,459	18,734	22,959
오토바이	3,922	4,765	5,415	5,971	6,349	6,935	7,594	5,729
총합	367,814	410,516	443,793	466,683	487,528	512,007	537,672	568,866

출처: 몽골 통계청(<http://www.1212.mn/>) (연구팀 직접작성)

울란바토르에 등록된 차량 중, 연식이 10년 이상인 차량이 74.4%이며, 7~9년 차량이 19.8%로 울란바토르 내 운행차량의 연식이 대부분 7년 이상인 것으로 조사되었다.

[그림 49] 2012년-2019년 울란바토르 차량 연식별 비중 (단위: 대)



<표 79> 2012년-2019년 울란바토르 차량연식 현황 (단위: 대)

연식	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
0~3년	29,701	23,838	15,836	10,933	8,459	8,882	16,082	16,408
4년~6년	20,873	26,213	33,246	37,212	28,303	21,991	32,717	16,507
7년~9년	35,659	41,837	49,351	47,798	52,030	57,566	83,910	112,788
10년 이상	281,581	318,628	345,360	370,740	398,736	423,568	404,963	423,169

출처: 몽골 통계청(<http://www.1212.mn/>) (연구팀 직접작성)

2018년 발간된 교통보고서에 따르면, 2018년 울란바토르시 등록 차량 중 약 40만대 차량 대상으로 연료검사를 시행한 결과, 가솔린 차량이 42.7%, 디젤 차량이 25.2%, 혼합연료 사용 차량이 28.6%, 가스사용 차량이 3.5%로 나타났다.

<표 80> 2017-2018년 연료별 울란바토르 등록 차량 수 (단위: 대)

분류	승용차		화물차		버스		특수차량		전체	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
가솔린	157,049	163,647	4,503	5,463	1,677	1,923	380	392	163,609	171,525
디젤	17,946	17,993	61,998	69,237	7,984	8,098	5,520	5,938	93,448	101,266
혼합	93,730	114,656	405	232	135	101	63	15	94,333	115,004
가스	13,457	13,516	793	324	128	179	51	11	14,429	14,030
총합	282,182	309,812	67,699	75,256	9,924	10,301	6,014	6,356	365,819	401,725

출처: 울란바토르시 통계청, 2018교통보고서, 2019 (연구팀 직접작성)

(3) 도로현황

울란바토르 내 도로 길이는 매년 증가하고 있는 것으로 조사되었으며, 2019년 기준 약 1,135km로 나타났다.

<표 81> 연도별 울란바토르 도로 길이 (단위: km)

연도	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
도로길이	644.1	1,080.0	1,093.7	1,102.4	1,135.6

출처: 울란바토르시 홈페이지(www.ulaanbaatar.mn) (연구팀 직접작성)

4.2 대기관리 현황

4.2.1 대기관리 거버넌스

(1) 울란바토르시 환경청 (Ulaanbaatar City Environmental Department)

울란바토르시 환경청은 울란바토르시 환경청 산하기관 관리 및 환경 프로젝트, 오염 관리 등 총괄하는 기관이다. 1924년, 울란바토르시의 산림 기관으로 설립되어, 2016년부터 울란바토르시 환경청으로 명칭을 변경하였다. 현재, 울란바토르시의 환경, 녹색개발정책 및 프로젝트, 천연자원의 합리적 사용, 녹색 구역 여름별장 관리를 담당하고 있다.

현재 울란바토르시 환경청은 행정부, 산림·수자원부, 생물다양성보존및크육성부, 환경자연자원부, 여름별장문제담당부 등으로 구성되어 있으며, 사업·프로젝트 관리, 친환경 교육, 산림정책, 생물 다양성 보존, 기후변화, 환경 모니터링 및 복구, 수자원 관리 등의 업무를 수행하고 있다.

[그림 50] 몽골 울란바토르시 환경청 조직현황



출처: 울란바토르시 환경청 홈페이지(www.environment.ub.gov,mn/) (연구팀 직접작성)

(2) 울란바토르시 대기오염저감청 (Ulaanbaatar City Air Pollution Reduction Department, APRD)

울란바토르시 대기오염저감청은 2006년 울란바토르시 환경보호부서의 대기질 기관으로 설립되어, 2019년 울란바토르시 대기오염저감청, 즉 APRD로 명칭을 변경하였다. APRD는 행정부와 정책실행부, 대기질·모니터링부로 구성되어 있으며, 대기질 측정, 모니터링, 분석, 대기질 정보 제공, 대기오염 감소를 위해 승인된 정책 실행 및 대기보호 관련 규정, 규칙, 프로그램, 기준 개발 등의 업무를 수행하고 있다.

[그림 51] 몽골 APRD 조직현황



출처: APRD 홈페이지(<http://APRD.ub.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

(3) 울란바토르 시장실 (Ulaanbaatar Mayor’s Office)

울란바토르 시장실은 총 6개의 부처로 구성되어 있으며, 그 중 도시 엔지니어링 시설 부서는 울란바토르시의 도로 및 교량 건설, 열 공급, 상하수도, 배수 시설 등 다양한 분야의 정책 및 계획수립을 담당하고 있다. 또한, UB시의 HOB, 난방기, 발전기 시설과 열·난방 공급 업무 등을 담당하고 있다.

[그림 52] 몽골 울란바토르 시장실 조직현황



출처: 울란바토르 시장실 홈페이지(<http://www.ubservice.mn/>) (연구팀 직접작성)

(4) 울란바토르 감사청 (Inspection Agency of the Capital City, IACC)

울란바토르 감사청(IACC)은 UB시의 법률, 환경, 지속가능한 개발 등을 위한 전문 감사기관이다. IACC는 총 10개의 목표를 두고 있으며, 그 중 목표 3은 대기, 물, 토양 등 환경오염 측면에 중점을 두고 있다.

<표 82> IACC 10대 목표

구분	내용
목표1	인프라, 광산 분야의 사고 감소
목표2	광산 분야 재도약 확산
목표3	대기, 물, 토양(환경)의 오염 감소
목표4	건축, 에너지, 도로교통 서비스 품질, 보안 보장
목표5	식품 원료 및 제품의 위생, 품질 및 안전 보장
목표6	아동의 안전 보장
목표7	의약품의 품질과 안전성 보장
목표8	의료 및 서비스의 품질과 안전 보장
목표9	방사선 노출 방지
목표10	수출품·수입품 안전성 보장, 국경을 통한 전염병 예방

출처: IACC 홈페이지 (<http://inspection.gov.mn/new/ulaanbaatar/>) (연구팀 직접작성)

울란바토르 감사청은 총 8개의 부서로 구성되어 있으며, 이 중, 대기질을 단독으로 감사하는 대기질 감사부서가 있다.

[그림 53] IACC 조직현황



출처: IACC 홈페이지 (<http://inspection.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

IACC 대기질 감사부서에서는 대기오염물질을 배출하는 주체 (개인, 사업체, 차량 등)의 규제 이행을 감사하고, 난방기구 운영, 연료품질 및 수송 수단의 배출오염물질 저감 활동 전반을 감사하는 것으로 파악된다.

[그림 54] IACC 내 대기질 감사부서 조직현황



출처: IACC 홈페이지 (<http://inspection.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

4.2.2 대기관리 전략 목표 및 이행 현황

(1) 울란바토르시 대기오염 저감 마스터플랜 수립현황

2018년 6월 28일, 울란바토르시 의회의결을 통해 울란바토르시의 대기오염 저감 마스터플랜이 가결되었다. 마스터플랜의 실행은 울란바토르시 시장, 실행 모니터링은 울란바토르시 의회 의장이 담당한다.

울란바토르시 대기오염 저감 마스터플랜의 실행단계는 총 두 단계로 나뉘며, 제1단계는 2018~2019년, 제2단계는 2020년~2025년이다. 이 마스터플랜은 NPRAEP와 같은 총 5개의 목표 하에, 목표 달성을 위한 정책 방향과 구체적인 정책 내용, 성과, 기준 및 실행 담당기관, 공동 시행기관 등이 각 단계별로 명시되어 있다.

<표 83> 울란바토르 대기오염 저감 마스터플랜 1단계(2018-2019) 목표

목표	정책방향
1	목표: 도시계획, 건설 및 인프라 개발을 위한 정책수립, 인구분산 및 대기환경 개선
	① UB시 이사 인구의 이동제한을 통한 게르 지역 증가 최소화 및 굴뚝 수 확산 방지
	② 인구 이동 및 재개발을 위한 법적 환경 구축
	③ HOB 철거, 소비자를 중앙 또는 지역 엔지니어링 시스템에 단계적으로 연결
	④ 게르 지역 소비자의 전기히터 사용을 위한 환경 마련
	⑤ “저렴한 아파트” 사업을 통해 게르 지역 주택 건립을 위한 인프라 구축, 아파트 구매 활성화, 청년층 및 저소득층 대상 장기 저금리 대출 지원
	⑥ 중앙 인프라 시스템 연결이 불가능한 소비자를 지역 엔지니어링 시스템에 연결, 하위 센터(sub-center) 설치, 재생 에너지 기술 개발
	⑦ 게르 지역 재개발 지역의 녹색 환경 구축 및 소규모 공원 설립, 1인당 녹색면적 확대를 통해 울란바토르시 도시계획 기준 준수
	⑧ 게르 지역 재개발 활성화를 위한 조치를 통해 토지이용 계획과 연계, 소규모 하위 센터 설립을 통해 엔지니어링 인프라 및 시스템 구축
2	목표: 친환경 첨단기술로 오염원 저감, 연탄사용 단계적 금지, 오염물질 배출감소
	① 게르 지역 가구에 개선된 연료 제공 및 개선연료 제조업 지원을 통한 원탄 사용 최소화
	② 친환경적이며 인체에 무해한 고효율 최첨단 기술을 통한 건축 자재의 생산을 지원하기 위한 법적 규제 마련 및 실행
	③ 게르, 주택, 노후 아파트 등의 난방, 단열 관련 사업, 프로그램 추진
	④ 대기환경 오염 및 온실가스 저감 기술 연구 및 기술개발을 위해 재정확대 및 국제 펀드 연계 지원
	⑤ “Green Loan Fund” 설립을 통하여 시민·민간기업의 친환경 및 에너지 절약제품 구매 지원, 장기저금리대출상품 개발
⑥ 대기환경오염 저감 및 에너지 절약기술을 알리는 “친환경 기술전시센터” 설립	

3	목표: 차량에서 배출되는 오염물질 저감 포괄적인 조치
	① Euro 4 또는 Euro 5 기준에 부합하는 연료 공급 및 소비 지원, 기준 부적합 연료 수입, 공급 및 소비를 단계적으로 금지, 연료품질 관리제도 개선 ② 차량 연료를 가스 및 전기로 교체, 환경적 영향이 낮은 기술 및 차량 도입을 위한 연구 진행, 대중교통 차량을 단계적으로 가스 연료로 교체
4	목표: 대기환경오염 감소 활동의 관리 및 자금조달, 인센티브 체계 수립
	① “대기 오염 방지 재단” 설립, 대기오염저감 정책을 위한 재정자금 확립 및 자금의 효율적 사용을 위한 법적환경 마련
	② 대기오염저감 및 환경재생을 위한 공무원, 시민, 민간기업, 공공기관의 책임제도 설정 구체화, 환경관련 법령 준수
	③ 지역별 개발정책방안 실행 및 그 개선을 통하여 대기, 환경오염 저감
	④ 노후차량, 전동기 수입 및 공급을 단계별로 제한, 전기 및 가스차량 이용증가를 위한 법적 환경 마련
⑤ 시민이 개인 생계를 위한 주택 건설, 단열재 설치, 배전선 연결 등을 통해 저금리 대출을 받을 수 있는 조건 마련, 에너지 절약 또는 저에너지 생활 용품 세금 절감 제도 수립	
5	목표: 대기오염 감소를 위한 시민·대중참여 확대, 환경모니터링 역량 강화
	① 대중에게 대기오염 발생 근원, 영향 및 피해에 대한 정보 제공, 건강한 생활습관 구축, 시민의 환경보호 책임 인식을 위한 교육 및 홍보행사 진행
	② 게르 지역의 대기오염 모니터링 실시, 쓰레기 등 폐기물 소각 금지, 이를 위한 저소득 시민 지원
	③ 대기오염 저감을 위해 적극적으로 참여 또는 협조하는 시민, 기업, 기관 대상 혜택 및 지원 마련, 소개 및 홍보
	④ 대기오염이 인체에 미치는 장·단기 영향 연구 및 예방을 위한 방안 모색을 통해 대기환경 오염으로 인한 질병 감소
	⑤ 게르, 아파트, 주택 등 실내 대기오염저감 및 방지 가이드라인 마련, 대중에게 소개 및 홍보
	⑥ 대기오염 원인 및 폐기물 등의 조사 및 통계 자료를 바탕으로 데이터베이스 구축
	⑦ 대기질 모니터링 관리 시스템 확대, 관련분야 전문 인재 역량강화
⑧ 울란바토르시 대기오염에 관한 최신 연구, 사업 추진 결과 소개를 위한 학회 개최를 통해 홍보 및 공유 확대	

<표 84> 울란바토르 대기오염 저감 마스터플랜 2단계(2020-2025) 목표

목표	정책방향
1	목표: 도시계획, 건설 및 인프라 개발을 위한 정책수립, 인구분산 및 대기환경 개선
	① 인구이동, 재개발을 위한 법적환경 마련, 화물 철도 운송 및 고속도로 건설사업 추진
	② “값싼 아파트” 사업을 지속시키기 위해 게르 지역 거주 주민의 개인 주택 마련 지원을 위한 기술적 기반 구축, 아파트 거주를 위한 지원 프로그램 활성화, 청년층 및 저소득 주민 대상 장기저금리 대출 정책 추진
	③ 중앙 인프라 시스템 연결이 불가능한 소비자를 지역 엔지니어링 시스템에 연결, 하위 센터 설립, 재생 에너지 기술 도입
	④ 울란바토르 내 난방용 HOB 철거, 소비자를 중앙 또는 지역 엔지니어링 시스템에 단계적으로 연결
⑤ 게르 지역 화장실 시설 개선 및 최신화	

	<p>⑥ 가죽, 털, 캐시미어 가공공장을 단계적으로 지방으로 이동, 기술혁신을 통한 나노기술 이용 산업을 종합적으로 개발, 자동차 판매 및 건축자재 시장 운영개선, 토지 이용 정책 수립을 위한 조치 수립</p> <p>⑦ 울란바토르시 주변 지역에서의 모래, 자갈 채굴 산업 단계적으로 금지, 토지 재생작업 관리</p> <p>⑧ 게르 지역 재개발 지역의 녹색 환경 구축 및 공원 조성, 1인당 녹색면적 확대 등을 통해 울란바토르시 도시계획 기준 준수</p> <p>⑨ 게르 지역 재개발 사업 활성화 조치를 통해 토지이용 계획과 연계, 소규모 하위 센터를 설립을 통해 엔지니어링 인프라 및 시스템 구축</p> <p>⑩ 게르 지역 소비자의 전기히터 사용을 위한 환경 마련</p>
2	<p>목표: 친환경 첨단기술로 오염원 저감, 연탄사용 단계적 금지, 오염물질 배출감소</p> <p>① 울란바토르시 “대기질 개선지역” 재설정, 난방 목적 소각 금지 물질 목록구축 및 준수</p> <p>② 열공급 발전소 외 타 용도의 원탄 사용을 단계적으로 금지</p> <p>③ 게르 지역 가구에 개선된 연료 제공 및 개선연료 제조업 지원을 통한 원탄사용 대체</p> <p>④ 울란바토르 게르 지역 가구 야간 전기료 할인, 전기 히터 사용을 위한 환경 마련 및 절약된 전기의 효율적 사용</p> <p>⑤ 게르 지역 가구 내 발생한 재 및 쓰레기 보관을 위한 보관장소 및 쓰레기처리 차량 및 시설 확대, 폐기물 관리 및 처리시스템 개선, 폐기물 재활용 및 재활용산업 지원</p> <p>⑥ “Green Loan Fund” 설립을 통하여 시민·민간기업의 친환경 및 에너지 절약제품 구매 지원, 장기저금리대출상품 개발</p>
3	<p>목표: 차량에서 배출되는 오염물질 저감 포괄적인 조치</p> <p>① 인체 및 환경에 악영향을 미치거나 기준에 부적합한 차량 통행을 단계적으로 금지</p> <p>② Euro 4 또는 Euro 5 기준에 부합하는 연료 공급 및 소비 지원하며 기준에 부적합한 연료의 수입, 소비 단계적으로 금지, 연료 품질 관리 제도 개선</p> <p>③ 차량 연료를 가스 및 전기로 교체, 환경적 영향이 낮은 기술 및 차량 도입을 위한 연구 진행, 대중교통 차량을 단계적으로 가스 연료로 교체</p> <p>④ 울란바토르시 도로교통 네트워크 확대 및 스마트 시스템 도입, 대중교통 서비스 품질 및 접근성 개선, 차량 배출가스 저감</p>
4	<p>목표: 대기환경오염 감소 활동의 관리 및 자금조달, 인센티브 체계 수립</p> <p>① 시민이 개인 생계를 위한 주택 건설, 단열재 설치, 배전선 연결 등을 통해 저금리 대출을 받을 수 있는 조건 마련, 에너지 절약 또는 저에너지 생활 용품 세금 절감 제도 수립</p>
5	<p>목표: 대기오염 감소를 위한 시민·대중참여 확대, 환경모니터링 역량 강화</p> <p>① 대중에게 대기오염 발생 근원, 영향 및 피해에 대한 정보 제공, 건강한 생활습관 구축, 시민의 환경보호 책임 인식을 위한 교육 및 홍보행사 진행</p> <p>② 환경관련 법령 위반 시민, 기업 대상 법적 책임 강화</p> <p>③ 대기오염이 인체에 미치는 장·단기 영향 연구 및 예방을 위한 방안 모색을 통해 대기환경 오염으로 인한 질병 감소</p> <p>④ 대기질 모니터링 시스템 확대, 관련분야 전문 인재 역량강화</p> <p>⑤ 울란바토르시 내 대기오염 모니터링을 위한 자동 측정소 확대 설치, 정기적인 운영관리를 위한 환경 마련</p> <p>⑥ 대기오염 원인 및 폐기물 등의 조사 및 통계 자료를 바탕으로 데이터베이스 구축</p> <p>⑦ 울란바토르시 대기오염에 관한 최신연구, 사업추진 결과 소개를 위한 학회 개최를 통해 홍보 및 공유 확대</p>

(1) 울란바토르시 대기오염 저감 마스터플랜 1단계(2018-2019) 대기관리 전략목표

첫 번째 목표는 도시 계획, 건설 및 인프라 개발을 위한 합리적인 정책 실행, 지역 개발을 통하여 분산, 도시 지역 대기질 개선이다. 이 목표를 수행하기 위한 활동계획은 총 4개로 구성되어 있다.

<표 85> APRD 대기관리 전략 목표 (1)

구분	활동 계획	필요 기준 activities	담당부서	기간
1.1	대기법에 따라 대기질 개선 지역 변경 및 제도 실행	대기질 개선 지역 변경 및 제도 실행	정책실행부	매년
1.2	수도에서 운영 중인 228개의 열전용 보일러(HOBs)를 단계별로 해제하고 중앙 난방공급 시스템에 연결	228개의 열전용 보일러(HOBs)를 해제, 445개의 건물을 중앙 난방공급 시스템에 연결할 계획되어 있음	정책실행부	2018-2020
1.3	Amgalan 화력발전소 주변의 중앙 난방공급 시스템에 연결 가능한 온수보일러 시설 리스트 구축 및 시스템 연결	Amgalan 화력발전소 주변의 중앙 난방공급 시스템에 연결 가능한 온수보일러 시설을 조사하여 리스트 구축 및 시스템 연결	정책실행부	2018-2020
1.4	저소득 가구 대상 전기히터 공급	200 이상 가구 대상 첨단 기술을 갖춘 전기히터 무료 공급	정책실행부	2019-2020

두 번째 목표는 친환경, 첨단 기술 도입하여 오염원을 감소시키고, 연탄 사용을 단계적으로 금지시키고, 오염물 배출 감소이다. 이 목표를 수행하기 위한 8개의 활동계획이 수립되었다.

<표 86> APRD 대기관리 전략 목표 (2)

구분	활동 계획	필요 기준 activities	담당부서	기간
2.1	UB시 게르 지역 가구, 사업체 및 조직 대상 기준에 부합하는 개선된 고급연료 제공, 고급연료의 생산 지원	연간 8만톤 이상 개선된 고급연료 생산	정책실행부	2018-2020
2.2	개선된 고급연료의 저장, 유통 및 판매 지점 구축	유통 및 판매 지점 구축	정책실행부	2019-2020
2.3	개선된 고급연료의 품질관련 생태적 요구사항 및 기준, 방법 개발	개선된 고급연료의 품질관련 생태적 요구사항 및 기준, 방법 개발	정책실행부	2018-2020
2.4	대기질 개선 지역 대상 가구에 개선된 고급연료 제공	대상 가구에 개선된 고급연료 제공	정책실행부	2019-2020
2.5	야간 전기비용 할인 가능 전기히터 조사 및 연구	대상 지역에 열저장 가능 장치의 테스트를 통해 결론 도출	정책실행부	2018-2020
2.6	중앙 난방공급 시스템에 연결 안 되어 있는 정부 기관을 재생에너지 난방 시스템 등 기타 유용한 기술로 해결	10개 호로(한국의 '동')의 건물 난방을 재생에너지 또는 기타 유용한 기술로 전환	정책실행부	2018-2020
2.7	수도에 '녹색 대출 기금' 설립하기 위한 법적환경 마련	수도에 '녹색 대출 기금' 설립을 위한 법적환경 마련	정책실행부	2018-2020
2.8	대기오염 저감 첨단 기술을 대중에게 알리는 "친환경 기술전시센터" 설립	수도 내 친환경 기술 관련 센터를 한 곳 이상 설립	정책실행부	2018-2020

세 번째 목표는 차량에서 나오는 오염물 배출량을 줄이기 위한 포괄적인 조치이며, 이를 위한 2개의 활동계획이 수립되었다.

<표 87> APRD 대기관리 전략 목표 (3)

구분	활동 계획	필요 기준 activities	담당부서	기간
3.1	Euro-4 기준 이상 연료를 사용하는 버스 수입	Euro-4 기준 이상 연료를 사용하는 버스 수입 및 사용을 위한 법적환경 마련	대기질 모니터링부	2018-2020
3.2	UB시의 디젤버스에서 배출되는 유해물질 필터인 DPF와 필터의 청소장치 설치 및 지속적 관리	UB시의 디젤버스에서 배출되는 유해물질 필터인 DPF와 필터의 청소장치 설치 및 안정적인 작동 보장	대기질 모니터링부	2018-2020

네 번째 목표는 대기오염 감축 사업 활동의 관리, 조정, 자금 조달을 명확하게 마련하고, 대기 및 환경오염 감량 관련 사업에 대한 인센티브 시스템 구축이며, 이를 달성하기 위한 총 4개의 활동계획으로 구성되었다.

<표 88> APRD 대기관리 전략 목표 (4)

구분	활동 계획	필요 기준 activities	담당부서	기간
4.1	구역마다 대기오염저감 담당부서 설립, 부서에 호로(동)를 담당하는 대기질 검사관 일자리 생성	UB시 9개의 구역의 각 호로(동)에 대기질 담당자 일자리 생성	정책실행부	2019-2020
4.2	각 호로(동)장 업무에 대기오염저감 및 방지활동 반영	각 호로(동)장의 직무에 대기오염저감 및 방지활동을 포함 및 평가 진행	정책실행부	2019-2020
4.3	각 호로(동)의 책임 관리자에게 대기오염저감 활동에 대한 임시적인 모니터링 권한 부여	각 호로(동)의 책임 관리자에게 대기오염저감 활동에 대한 임시적인 모니터링 권한 부여	정책실행부	2019-2020
4.4	에너지 절약 가전제품, 재생에너지 장비 등의 구매를 위한 장기 저금 리 대출 마련	소비자들의 에너지 절약 가전제품 및 재생에너지 장비 등 구매를 위한 장기 저금리 대출 마련	정책실행부	2018-2020

다섯 번째 목표는 대기오염 감소에 대한 시민과 대중의 참여와 책임을 높이고, 건강한 생활 습관을 기르고, 환경품질 모니터링 역량을 강화하고, 연구 및 분석 확대이다. 이 목표를 수행하기 위한 활동계획은 총 11개로 구성되었다.

<표 89> APRD 대기관리 전략 목표 (5)

구분	활동 계획	필요 기준 activities	담당부서	기간
5.1	‘대기오염저감 시민참여’ 캠페인 진행	언론을 통해 시민과 대중에게 홍보	행정부	2018-2020
5.2	공공언론(라디오 및 TV방송 등)을 통해, 대기오염으로 인한 부정적인 영향과 건강한 생활 방식 등을 홍보	공공 언론기관과 함께 대기오염, 대기오염저감 및 대기오염으로 인한 유해영향 예방법 등 관련 정기프로그램(지정 시간) 계약 진행, 2~3개의 방송기관 및 라디오 등에서 약 20~30분의 프로그램 개발	정책실행부	2018-2020
5.3	UB 시민에게 국제기준을 준수하는 대기질 지표 제공	국제기준에 준수하는 대기질 지표를 시민과 대중에게 제공	대기질 모니터링부	2018-2020
5.4	게르 지역 대기질 모니터링 사업을 통해 타이어, 기름 등의 폐기물 소각여부 감시 수행, 시민단체 협력을 통한 대상가구 조사 진행	시민단체 협력으로 21대 자동차 감시, 대기질 개선 지역제도 시행하고 시민에게 조사결과 제공	대기질 모니터링부	2018-2020
5.5	대기오염저감, 열 손실 감소, 에너지 절약 관련 사업을 하는 시민 및 사업체에 대한 인센티브 시스템 구축	대기오염저감, 열 손실 감소, 에너지 절약 관련 사업을 하는 시민, 사업체 대상 인센티브 관련 규정 개발 및 단계적으로 실행	정책실행부	2018-2020
5.6	대기오염이 사람의 건강에 미치는 유해한 영향 및 위험 예방 관련방법 교육 및 홍보	대기오염이 사람의 건강에 미치는 유해한 영향 및 위험예방 관련방법 교육 및 홍보 진행	정책실행부	2018-2020
5.7	대기오염에 의한 시민의 건강 피해 예방 조치 및 프로그램 진행	대기오염이 심각한 상황에는 마스크 착용을 권고하고, 학교·유치원·병원 등에 전용 공기청정기 설치 및 환기 등의 조치 수행	정책실행부	2018-2020
5.8	대기오염물질 인벤토리 구축을 위한 방법론 개발, 실험 및 도입	대기오염물질 인벤토리 구축 방법론을 사용하여 결과 도출	대기질 모니터링부	2018-2020
5.9	‘국가의 통합 대기오염원의 통계 수행규칙’ 개선	‘국가의 통합 대기오염원의 통계 수행규칙’ 개선안 제출		
5.10	지속적인 대기질 모니터링 및 인적 자원 개발	UB시의 대기 및 환경품질 모니터링 담당기관들의 역량구축 및 지속적인 대기질 모니터링 진행	대기질 모니터링부	2018-2020
5.11	수도 대기오염에 관한 최신연구 및 프로젝트 결과 발표를 위한 정기적인 학회 개최	수도 대기오염저감 관련 연구·프로젝트의 결과 및 혁신기술 발표를 위한 학회를 연간 1~2회 장기적으로 진행할 수 있는 조건을 마련	대기질 모니터링부	2018-2020

(2) 울란바토르시의 대기오염 방지 활동 이행현황

울란바토르시 대기오염저감청(APRD)에서는 매년 UB시 내에서 이루어진 대기오염 방지 활동들에 대한 이행 현황을 정리하여 공개하고 있다. 지난 2020년에 발표한 대기오염 방지 활동 보고서 가운데 목표 2, 목표 3, 목표 5에서 대기오염 저감 활동이 상세히 보고되어 있다.

먼저, 목표 2는 친환경, 첨단기술 도입하여 오염원을 감소, 연탄 사용을 단계적으로 금지, 오염물질 배출 감소로써, 이와 관련한 울란바토르시의 세부목표 및 활동 내역이다.

<표 90> APRD 목표 2 달성을 위한 활동내역

No	활동	세부목표	내용
활동방향-1. 도시의 “대기질 개선 지역”을 업그레이드, 난방용으로 태우면 안 되는 물품 리스트를 작성 및 이행			
2.1.1	대기법에 따라 대기질 개선 지역 갱신 및 규칙 이행	지역을 갱신한 결의, 해당 지역에서 진행할 규칙 및 절차 수립	<ul style="list-style-type: none"> 대기질 개선지역에는 총 5개 호로 (동)가 포함되었으며, 해당 호로의 98명 대상으로 배출가스 측정기의 작동을 확인, 스토브의 견고성 향상, 연기 누출 시 조치 방법 관련 교육을 실행하였음 2020년의 “대기질 개선 지역, 규칙”에 대해 시민 및 대중에게 알리기 위해 홈페이지에 올려 홍보 중임
활동방향-2: 발전소, 화력 발전소 외에는 연탄 사용을 단계적으로 금지			
2.2.1	울란바토르의 모든 지역에서 발전소, 화력발전소외에는 연탄 사용을 단계적으로 금지	연탄사용 금지된 개선지역에 규칙 시행	<ul style="list-style-type: none"> 2020년 10월 21일부터 2021년 5월 1일까지 대기질 개선 지역에 보일러, 가정용스토브를 사용하여 산업, 공장 등을 운영하는 개인 및 사업체들의 스토브 안정 작동, 애쉬 트랩 필터 작동, 개인 및 공장의 폐기물의 계약, 수송, 토양 오염상태, 연료 사용, 원탄 사용 등에 예방 방지 및 감시 진행 중임
활동방향-3: 게르 지역 가구 대상 기준의 요구사항을 충족한 고급연료를 제공, 개선된 석탄 생산을 지원하여 연탄 소비량 대체			
2.3.1	개선된 석탄 보관, 유통, 판매점 마련	개선된 석탄 보관 지점, 판매 네트워크를 구축	<ul style="list-style-type: none"> 2020년~2021년 겨울철준비 사업에 따라 UB시의 게르 지역 가구의 사용을 위한 고급연료 보관 창고를 조사하여, 기준에 맞춘 120개의 보관 창고와 계약하여 95,000톤 고급연료 석탄을 저장하였음 2020년 12월 10일 기준, 중앙 6개 구역의 686개의 판매점, 28개의 공급 한밀천, 고급연료를 수송할 22개의 업체와 계약을 완료하였음

<p>활동방향-4: 게르 지역의 2 tariff 계량기(시간 구분해서 요금이 다르게 나오는 계량기) 설치되어 있는 가구의 밤에 사용한 전기 요금을 50~100%까지 할인</p>			
2.4.1	울란바토르 가구의 야간전기요금 할인	야간 전기요금 할인	<ul style="list-style-type: none"> 게르 지역 가구의 야간 전기요금 할인은 2017년~2019년 3년간 총 1,802,511명(중복 포함)의 소비자에게 336.8백kwh의 요금 27억MNT를 할인하였으며, 2020년 1월부터 4월까지 451,593명의 소비자에게 105백kwh의 요금 11.4억MNT를 할인하였음 2020년 11월 1일부터 2021년 4월 1일까지 게르 지역의 2 tariff 계량기(시간 구분해서 요금이 다르게 나오는 계량기) 설치되어 있는 가구의 심야전력요금 및 재생에너지 지원 요금을 최대 100% 까지 할인 계획
2.4.2	대기질 개선 지역 대상 가구들에게 개선된 스토브, 고급연료 및 전기히터 등 제공	대상가구들에게 지원한 스토브	<ul style="list-style-type: none"> 2020년 4월 7일~10일까지 총 1,330개의 전기히터를 해당 구역의 담당 직원들한테 인계하였음
		대상가구들에게 제공한 고급연료	<ul style="list-style-type: none"> UB시의 대기질 개선 지역, 2020년의 “대상 가구들에게 고급연료제공” 사업에 따라 9,786 가구에 총 6,277톤(1가구당 925kg)의 고급연료를 제공하였음
<p>활동방향-15: 대기 및 환경오염, 온실 가스 감축에 대한 혁신적 연구 및 기술을 지원하기 위한 자원 확대, 국제 기금 지원을 위한 노력 진행</p>			
2.15.1	중앙난방공급 시스템에 연결되어있지 않은 정부 기관을 재생에너지 난방 시스템 등 기타 유용한 기술로 해결	53개 호로(동) 건물의 난방 공급 시스템 해결	<ul style="list-style-type: none"> UB시의 2018년의 예산으로 지원하는 석탄 보일러를 엔지니어링 네트워크에 연결하기 위해 4억 MNT 예산을 승인하였으며, 이에 따라 총 56개 건물의 33개의 스토브를 중앙난방공급 시스템에 연결하는 사업을 진행 중임
<p>활동 방향-16: 대기 및 환경오염 저감, 에너지 절약 첨단기술을 대중에게 알리는 ‘친환경 기술전시 센터’ 설립</p>			
2.16.1	대기 및 환경오염 저감, 에너지 절약 첨단기술을 대중에게 알리는 “친환경 기술 전시 센터”를 수도 내 3개 설립	“친환경 기술전시 센터” 설립	<ul style="list-style-type: none"> UB시 내 총 3개의 “친환경 유관 정보 혁신 센터” 운영 중

목표 3은 차량에서 나오는 오염물 배출량을 줄이기 위한 포괄적인 조치로 이와 관련한 관련 세부 목표 및 활동 내역이 기재되어 있다.

<표 91> APRD 목표 3 달성을 위한 활동내역

No	활동	세부목표	내용
활동방향-3: 차량을 가스 연료 및 전기로 전환, 친환경기술, 자동차도입 관련 연구 및 실험 진행, 대중교통을 단계적으로 가스연료로 전환			
3.3.3	UB시 대중교통 디젤버스에 DPF 및 청소장치 등 설치 및 유지관리	디젤버스에서 배출되는 유해물질필터인 DPF와 필터 청소장치 설치 및 지속적 관리	<ul style="list-style-type: none"> 대한민국 (주)아이템천국에서 E-NOM 장치 활용해 400대의 대중 교통버스에 설치 및 실험을 진행함 2020년 5월 12일의 실험 결과, DPF 부착 시 유해물질이 덜 배출되는 것으로 확인됨 10대의 대중교통 회사 및 업체의 (CNG) 천연가스버스 75대, 대형 전기버스 11대, 트롤리버스 45대, 유로-5 기준의 디젤 엔진 차량 59대, 액화 석유 가스(LPG) 엔진의 택시 249대 등이 운행 중임
3.3.4	UB시 대중 교통버스 ‘eco driving’ 제어 장치 설치, 도입 및 홍보	‘eco driving’ 제어 장치를 설치한 10대의 버스 실험, 연구 보고서 작성, 교육, 홍보, 도입	<ul style="list-style-type: none"> JICA “Capacity Development Project for Air Pollution Controlling Ulaanbaatar City” 프로젝트-3에 2019년~2021년에 UB시 정부 차량 80대에 ‘eco driving’ 제어장치를 설치할 예정이며 해당정부 기관들로 2019년 6월 4일에 등록된 차량 리스트 조사를 요청하는 문구를 제출하였음
3.4.4	울란바토르를 통과하는 차량 출입국 관리국 앞에 원격 센서 장치(RSD) 설치, 차량의 온실 가스 배출량 측정	울란바토르를 통과하는 차량 출입국 관리국 앞에 원격 센서 장치 (RSD)	<ul style="list-style-type: none"> JICA와 협력하여 RSD 장치로 차량으로 부터 배출되는 오염물질 측정, 그에 맞춘 몽골에서 사용할 기준 개발 업무는 2021년으로 미루기로 하였음 <p>* RSD(Remote Sensing Device): 운행차 배출가스 원격측정 수시점검</p>

목표 5는 대기오염감소에 대한 시민과 대중의 참여와 책임을 높이고, 건강한 생활 습관을 기르고, 환경품질모니터링 역량을 강화하고, 연구 및 분석을 확대하는 것이다. 특히, 활동방향 10에서 대기 및 환경오염원 등을 목록화하여 통합 정보 데이터베이스를 구축할 것으로 지정하였다.

<표 92> APRD 목표 5 달성을 위한 활동내역

No	활동	세부목표	내용
활동방향-10: 대기 및 환경오염원, 폐기물 목록 리스트 등록, 통합 정보 데이터베이스 구축			
5.10.1	대기오염원의 등록 및 목록 리스트, 통합 정보 데이터 베이스 구축	대기오염원, 가구 등록, 데이터베이스	<ul style="list-style-type: none"> 대기오염원등록 및 목록 리스트 작성 사업으로, UB시 내 9개 구역 대상으로 진행 중임. 2020년 12월 20일부터 2021년 2월 5일까지 진행할 예정이며 “환경오염원, 폐기물 등록 데이터베이스”를 구축하여 관리할 예정임

1부 환경개선 계획 수립

제5장 환경협력사업 발굴 및 기본계획 수립

5.1 환경협력사업 접근방법

5.2 분야별 환경협력사업 목록

5.3 자금확보 방안

제5장 환경협력사업 발굴 및 기본계획 수립

5.1 환경협력사업 접근방법

몽골 대기관리 분야 정부기관 담당자들과 화상인터뷰를 수행하고, 현지 외주용역기관을 통해 현장을 방문하여 울란바토르시의 각 오염원별 주요 현황 및 문제점을 파악하였다. 문헌조사를 통해 몽골 대기관리를 규제하는 관련 법령, 정책, 기준 및 규제 이행을 실행·감독하는 주체를 확인하여, 몽골 현지의 대기관리 분야 문제점 해결에 기여할 수 있는 환경협력사업 총 12건을 발굴하였다.

5.2 분야별 환경협력사업 목록

<표 93> 분야별 환경협력사업 목록

No.	분야	개선제안	세부내용
1	고정오염원	울란바토르시 열병합 발전소 전기집진기 개선 및 설치	UB시 대기오염물질 배출량의 근본적인 절감을 위하여, 발전 용량이 가장 큰 TES-4(UB시 60%이상 전력 공급, 700MW 규모)의 기존 노후 전기집진기를 교체·설치하는 사업임. 향후, 석탄회 관리 및 황산화물, 질소산화물 규제강화에 대비한 방지시설 추가설치 사업을 고려할 수 있음
2	고정오염원	울란바토르시 열병합 발전소 탈황설비 도입	
3	고정오염원	사업장 대기오염물질 관리시스템 (CleanSYS) Pilot 설치	대형 고정오염원 굴뚝에 실시간 배출농도 및 배출량을 파악할 수 있는 시스템을 도입하고, 이를 통해 관리감독 주체인 환경관광부 또는 APRD가 실시간 배출상황을 확인하여 조치 명령을 내릴 수 있는 근거를 제공함. 대기오염측정망 및 관리 시스템과 거의 유사하나 측정 장비의 운영 환경이 사업장의 높은 수분 정도와 온도를 견딜 수 있도록 특별한 관리 방안이 필요하므로, 더욱 심화된 역량강화 프로그램 병행이 필요함
4	고정오염원	가스연료 열전용 보일러 (HOBs) 도입	대기환경 개선을 위해 몽골에서 기존에 사용되고 있는 석탄보일러를 대체가능한 가스보일러의 도입이 필요함. 또한, 가스보일러의 설치관련 법규 및 배출가스 관리 규정 등이 필요함
5	이동오염원	배출가스 검사제도 이행을 위한 측정장비 도입	현재 몽골 내 차종별로 배출되는 대기오염물질에 대한 허용기준은 마련되어 있으나, 이러한 오염물질을 측정할 장비가 부족한 상황임. 이에, 차량 배출가스 검사 측정 장비를 도입하여, 차량의 배출가스 검사 제도를 강화함으로써 이동오염원으로 발생한 대기오염물질을 관리하여, 결과적으로 UB시 대기질 개선에 기여할 수 있을 것임
6	이동오염원	몽골 노후경유차 배출물질 저감을 위한 DPF 시범 도입	울란바토르 시에서 운행되고 있는 노후 경유차에서 많은 대기오염물질이 배출되어 대기오염에 악영향을 끼치고 있음. 울란바토르 시의 노후 경유차를 대상으로 배출되는 대기오염물질을 저감할 수 있는 기능을 가진 DPF 장치를 도입하는 사업을 제안함

7	이동오염원	LPG 충전소 확충	<p>휘발유, 경유차 대비 대기오염물질 배출량이 적은 LPG차량의 사용을 확산하기 위해서는 LPG를 사용자에게 보급할 수 있는 LPG충전 인프라가 필수적임. 인프라 사업의 경우 대규모의 자본이 수반되므로, 양허성 차관 등을 활용하여 충전소를 확충하는 방법을 강구할 수 있음. 장기적으로는 정부 차원에서 전기자동차 도입을 장려하는 정책 도입을 통해 전기충전소를 확충하는 사업도 고려되어야 할 것임</p>
8	이동오염원	전기차 충전소 확충	
9	모니터링	대기오염정보관리 시스템(NAMIS) 구축	<p>대기질 실시간 감시체계를 구축하고 대기관리 역량강화를 통해 신뢰성 있는 대기질 자료 생산기반을 마련하여 정책결정자들이 과학적 근거를 바탕으로 대기질개선 정책을 마련할 수 있도록 함</p>
10	모니터링	몽골 대기환경모니터링 정보공개 시스템(Agar) 개선	
11	모니터링	대기오염 고정측정소 확대	
12	모니터링	대기오염 이동측정소(차량) 도입	

5.2.1 고정오염원 분야 환경협력사업

고정오염원인 열병합발전소를 담당하는 에너지부, 울란바토르시 내 증기 및 온수보일러의 등록·관리 업무를 담당하는 울란바토르 시장실, 울란바토르 대기오염저감청, 몽골의 환경 전반을 관리하는 환경관광부와의 인터뷰를 통해 ①울란바토르시 열병합발전소 전기집진기 개선 및 설치 ②울란바토르시 열병합발전소 탈황설비 도입 ③사업장 대기오염물질 관리시스템(CleanSYS) Pilot 설치 ④가스연료 열전용 보일러(HOBs) 도입 등 총 4개의 협력사업 수요를 발굴하였다.

(1) 울란바토르시 열병합발전소 전기집진기 개선 및 설치, 울란바토르시 열병합발전소 탈황설비 도입

**의
반
현
황**

[문헌조사]

- 몽골은 최근 10년간 고도의 산업화 및 급속한 경제 성장으로 대기오염 등 환경오염 문제가 대두되고 있음
- 몽골에서 대기오염물질 SO₂ 배출량 및 NO_x, PM₁₀ 등의 배출량이 매우 높은 오염원이 화력발전소(PP)로 조사됨 (출처: JICA, 2017)

[그림 55] 오염원별 SO₂, NO_x, PM₁₀ 배출량 (2015년 기준)

Source	SO ₂ (Tons)	NO _x (Tons)	PM ₁₀ (Tons)
PP	~12,000	~18,000	~20,000
HOB	~2,000	~3,000	~3,000
CPWH	~1,000	~1,000	~1,000
Small stove for households (traditional stove)	~1,000	~1,000	~1,000
Small stove for households (improved stove)	~1,000	~1,000	~1,000
Vehicle exhaust gas (major road)	~1,000	~1,000	~1,000
Vehicle exhaust gas (minor road)	~1,000	~1,000	~1,000

출처: JICA, Capacity Development Project for Air Pollution Control in UB City Phase 2 in Mongolia Final Report (2017)

- 몽골 울란바토르 TES-4 발전소에서 포집된 비산재(fly ash)는 전체 발생량의 15% 이하로, 포집되지 못하고 배출된 85%의 비산재는 대기오염의 한 원인으로 작용함 (광해관리공단, 2019)

[인터뷰 및 자문]

- 2019년에 몽골에 설치된 중국산 방지시설의 제품력 문제로 오염물질 처리가 원활히 되지 않고 있는 상황임
(‘21.2.24, 울란바토르 시장실 Mr.Kherlen)
- 몽골 정부에서는 TES-4에서 배출되는 비산재의 집진 및 회수효율 향상을 위한 전기집진기(ESP) 지원을 희망함
(‘19.광해관리공단·몽골환경관광부 인터뷰, ‘21.7.20, TES-4-Ms.Burenjargal.B)

제 도 현 황	<p>[법령] 대기법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 18조: 대형 고정오염원 사용 허가 • 대기법 23조: 고정된 대형 대기오염원 장비 설치 및 감독의무 <p>[정책] NPRAEP</p> <ul style="list-style-type: none"> • NPRAEP 목표 2: 친환경 첨단 기술 도입을 통한 오염원 저감, 연탄 사용의 단계적 금지, 대기오염물질 배출 감소 <p>[기준] MNS 5919:2008, MNS 6298:2011, MNS 5043:2016</p> <ul style="list-style-type: none"> • 열병합발전소, Thermal Station 내 증기보일러 및 온수보일러 대상 대기오염물질 배출허용기준 (MNS 5919:2008) • 신규 화력 및 열생산플랜트 대기오염물질 배출허용기준 (MNS 6298:2011) • 최대 4.2MW 용량의 온수 보일러 대기오염물질 배출허용기준 (MNS 5043:2016)
세 부 내 용	<p>[사업내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 열병합발전소 방지시설 개선 설치 <ul style="list-style-type: none"> - 울란바토르 시의 대기오염물질 배출량의 근본적인 절감을 위하여, 열병합발전소에 방지시설을 설치하는 사업을 제안함. 울란바토르 시에서 발전 용량이 700MW로 가장 큰 TES-4는 울란바토르 시 전력의 60%를 공급하고 있으며, 이 발전소를 대상으로 탈황설비와 전기집진기를 순차적으로 도입하고, 전원장치 교체 및 집진 면적 증설을 통한 성능개선 사업, 건식 비회처리 및 반출처리를 도입하는 사업을 제안함 <p>[제언]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 제언1. 몽골 현지 적정 기술의 방지시설 도입 <ul style="list-style-type: none"> - 최적 방지시설의 개념이 아닌 울란바토르시의 사회경제적 수준과 인적 기술 수준 및 비용부담 가능성을 고려한 적정기술의 적용이 필요함 - 선진국에서 적용하는 비용이 높고, 최고의 효율을 얻을 수 있는 최적방지시설의 개념을 적용할 경우, 전문적인 관리와 운영에 요구되는 높은 숙련도, 비용 상의 문제, 설치 및 운영기술의 부족으로 오히려 정상적인 가동 자체가 어려울 수 있음. 이에 국가별로 수용 가능한 기술 수준과 투입 가능한 인적·물적 자원 조건 하에서 시설이 정상적으로 운전될 수 있도록 첨단이나 최고가 아닌 ‘적정기술’을 적용하는 것이 바람직함. 즉, ‘설치·운영자가 부담할 수 있는 범위 내의 최상의 기술’을 적용하는 것이 더 효율적임. 이는 몽골 울란바토르시의 사회·경제적 발전 정도와 이용 가능한 기반시설 등이 고려된 기술의 적용을 의미함 • 제언 2. 설치된 시설의 최적운영역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 통상 터키방식으로 일괄 건설되는 발전시설 등은 현지의 생산시설, 배출시설의 운영기술수준과 방지시설의 운영기술 수준이 유사한 수준이라는 가정 하에 설계·설치됨. 그러나 국가별로 환경에 대한 인식 정도, 부담 가능한 운영비용 수준, 숙련된 기술 인력의 부족 등의 이유로 생산시설에 비하여 방지시설은 상대적 우선순위가 낮고 소홀히 다루어지는 경우가 대부분임. 이를 극복하기 위하여 시설 운영인력을 교육하고, 운영 매뉴얼, 체크리스트 등의 운영절차를 국가 조건에 맞게 최적화 하는 등의 활동이 필요함. 동시에 시설 운영인력에 대한 기술수준 및 자격요건, 불법·비정상운영시의 처벌을 강화하는 등의 규정을 마련하고 현장에서 적용될 수 있도록 실행력을 강화하는 방안도 함께 고려되어야 할 것임

(2) 사업장 대기오염물질 관리 시스템(CleanSYS) Pilot 설치

<p>일반 현황</p>	<p>[문헌조사]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골 내 발전소 및 보일러 등에서 배출되는 오염물질 허용 기준은 있으나, 방지시설 설치 의무와 관련된 법령 및 기준 등은 미비한 상황임 <p>[인터뷰 및 자문]</p> <ul style="list-style-type: none"> • ‘19년에 몽골에 설치된 중국산 방지시설의 제품력 문제로 원활한 오염물질 처리가 되지 않고 있는 상황임 (‘21.2.24, 울란바토르 시장실 Mr.Kherlen) • 대기법에 명시되어 있는 대형 고정오염원 운영에 대한 허가항목이 준수되고 있지 않은 상황 • 몽골 내 원격 실시간 대기오염 배출물질 측정 시스템의 부재하여 오염원 관리가 어려우며, 이에 대한 개선사항이 MP 보고서에 제안되기를 희망 (‘21.3.3, 환경관광부 Mr. Munkhbat)
<p>제도 현황</p>	<p>[법령] 대기법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 18조: 대형 고정오염원 사용 허가 • 대기법 23조: 고정된 대형 대기오염원 방지시설 설치 및 감독의무 <p>[정책] NPRAEP</p> <ul style="list-style-type: none"> • NPRAEP 목표 2: 친환경 첨단 기술 도입을 통해 오염원 저감, 연탄 사용의 단계적 금지, 대기오염물질 배출 감소 <p>[기준] MNS 5919:2008, MNS 6298:2011, MNS 5043:2016</p> <ul style="list-style-type: none"> • 열병합발전소, Thermal Station 내 증기보일러 및 온수보일러 대상 대기오염물질 배출허용기준 (MNS 5919:2008) • 신규 화력 및 열생산플랜트 대기오염물질 배출허용기준 (MNS 6298:2011) • 최대 4.2MW 용량의 온수 보일러 대기오염물질 배출허용기준 (MNS 5043:2016)
<p>세부 내용</p>	<p>[사업내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대형 고정오염원 실시간 배출량 확인 시스템 도입 <ul style="list-style-type: none"> - 대형고정 오염원 굴뚝에 실시간으로 배출농도 및 배출량을 파악할 수 있는 시스템을 도입하고, 이를 통해 관리감독 주체인 환경관광부 또는 APRD가 실시간 배출상황을 확인하여 조치 명령을 내릴 수 있는 근거를 제공함 - 대기오염측정망 및 관리 시스템과 거의 유사하나 측정 장비의 운영 환경이 사업장의 높은 수분 정도와 온도를 견딜 수 있도록 특별한 관리방안이 필요하므로, 더욱 심화된 역량강화 프로그램 병행이 필요함 <p>[세부내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대규모 배출시설 실시간 감시체계(TMS) 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 석탄 발전소 등은 주요 대기오염물질 배출시설이며, 대기오염개선을 위해 필수적으로 관리가 필요한 대상임 TMS는 굴뚝 실시간 감시체계로, 굴뚝 현장을 방문하지 않더라도 측정기기의 원격 통신으로 굴뚝 배출량을 실시간으로 감시할 수 있는 시스템임

- TMS 구축을 통해 정부는 대상사업장의 점검 효율성을 높이고, 배출농도 초과에 대한 행정처리의 근거 자료로 활용이 가능하며, 사업장은 대기오염 배출 방지 시설의 도입 및 개선을 통해 자율적인 대기오염 방지가 가능함
- 굴뚝에서 배출되는 오염물질을 24시간 측정 가능하여 야간, 우천, 휴일 등에도 관리감독이 가능함

[제언]

- **제언1. 방지시설의 적정 가동여부를 확인할 수 있는 제도적·기술적 장치의 마련**
 - 배출오염물질 상시 측정: 방지시설을 적정가동하지 않거나 배출시설을 비정상 운영할 경우 가장 먼저 나타나는 현상은 배출되는 오염물질의 양과 농도의 변화임. 따라서 방지시설의 적정가동 여부를 확인할 수 있는 가장 좋은 방법은 배출구에서 배출되는 오염물질의 농도와 양을 상시 측정하는 것임. 한국의 경우, 사업장 굴뚝에 굴뚝연속자동측정기기(Continuous Emission Monitoring System, CEMS) 설치를 의무화하고, 이를 관할 감독기관에서 상시 모니터링하고 있음. 이는 매우 과학적이고 엄격한 감시방법으로 대형 사업장 및 고농도 배출 사업장에 적용할 수 있으나 설치 및 운영비용이 고가인 단점이 있음
 - 두 번째로는 방지시설에 온도, 압력, 전류 등 방지시설의 가동과 연관되는 대표신호(변위)를 측정할 수 있는 센서를 설치하여 이를 행정기관에서 모니터링하는 사물인터넷(IoT) 기술을 활용한 방법으로 정확도는 비교적 떨어지나 중소규모의 시설에 적용이 가능하고 비용도 비교적 저렴함
 - 세 번째는 주기적인 자가측정 데이터를 사업장으로부터 제출받아 행정기관에서 이를 확인하는 방법으로 이는 사업장에서 인위적으로 데이터를 조작할 가능성이 있음. 또한 측정시점과 행정기관의 확인시점 사이의 시간적 차이로 인하여 효율이 낮다는 단점이 있음
 - 배출시설이 많고 대형이라면 첫 번째의 방법이 효율적이거나 배출시설이 많지 않고 중소규모라면 두 번째 방법과 행정기관의 수시 현장점검 및 단속을 통해서도 소기의 성과를 거둘 수 있을 것이나, 장기적으로는 굴뚝 TMS 와 IoT를 활용한 방법을 적용하여 상시감시체계를 구축하는 것이 바람직함
- **제언2. 몽골 사업장 대기오염물질 관리시스템 적용방안**
 - 도입 절차 계획(안)
 - ① 대상사업장내 측정 장비 부착 규정 마련
 - ✓ 실시간 감시를 위한 측정 장비를 부착할 대상을 정의하는 규정이 필요하고, 규제 대상 물질의 연간 배출량을 근거로 고 배출량 사업장부터 부착을 도입하여 점차적으로 저 배출량 사업장으로 확대
 - ✓ 사업장의 저항이 예상되므로 배출량 측정의 이유와 당위성에 대한 지속적인 설득 필요
 - ② 감시 시스템 기술적 지침 마련
 - ✓ 측정된 데이터는 향후 행정 처리를 위한 근거 자료로 활용되므로, 데이터의 신뢰도 확보가 매우 중요함. 따라서 데이터의 정확성과 투명성을 확보할 수 있도록 정부가 공통된 기술적 지침을 마련하여 적용하여야 함. 기술적 지침에는 측정기기 사양, 측정방법, 유지 관리 방법 등을 포함하여야 함

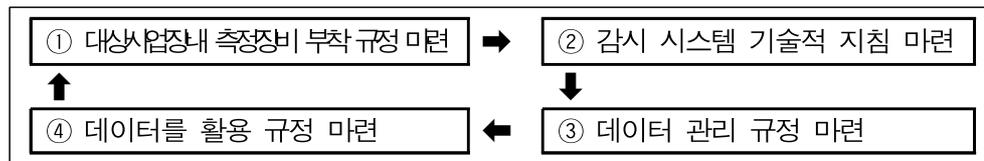
③ 데이터 관리 규정 마련

- ✓ 기술적 지침과 마찬가지로 통일된 방법으로 데이터를 선별, 활용 할 수 있어야 함. 정책 데이터로 활용하기 위한 선별 기준을 마련하고, 최종 데이터로 활용하기 위한 단계별 절차를 확정해야 함

④ 데이터 활용 규정 마련

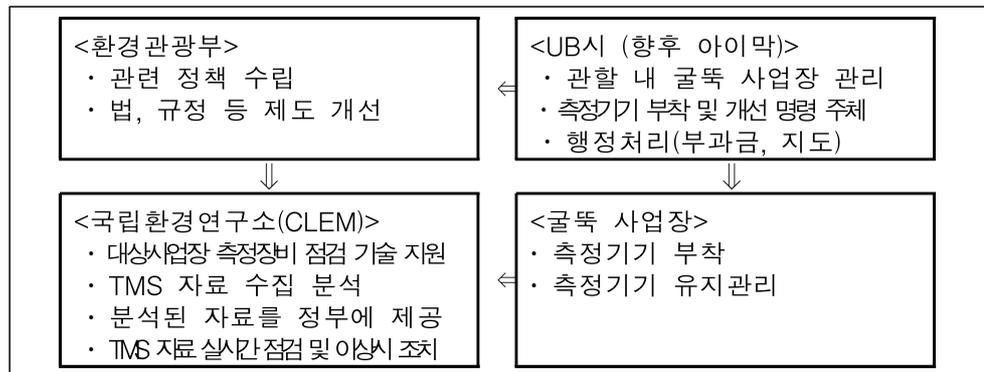
- ✓ 생산되는 데이터는 농도, 온도, 유량 등이며, 이 값을 통해 배출량을 산정할 수 있음. 정부는 행정규제를 위해 과학적이고 신뢰성 있는 데이터를 활용해야 하며, 어떤 값을 사용하여 행정 처리에 활용할지에 대한 규정을 수립해야 함

[그림 56] 사업장 대기오염물질 관리시스템 도입 절차 계획



- 참여 기관별 역할 분담(안)

<표 94> 사업장 대기오염물질 관리시스템 도입 절차 계획



[그림 57] 한국의 TMS 운영 사례



(3) 가스연료 열전용 보일러 (HOBs) 도입

<p>일 반 현 황</p>	<p>[인터뷰 및 자문]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골은 원탄사용을 점차 금지하고 있으며, 이에 따라 몽골 환경부에서는 원탄을 주원료로 가동하고 있는 열전용 보일러(HOBs)를 가스보일러로 교체하고자 가능성을 모색하고 있음 • 울란바토르시에는 1.5MW규모 대형 보일러가 약 294개(산업용 2개, 난방용 212개 등)가 있으며, 난방 보일러 중 절반은 공공기관 소유인 것으로 파악됨. 현재까지 몽골 내 학교, 유치원 등 공공기관의 약 50개의 보일러를 가스보일러로 교체하였음 • '21.5부터 증기보일러 내 원탄 사용금지, '22.9부터 난방보일러 내 원탄사용 금지 예정. 단, TES-2, TES-3, TES-4, Amgalan 발전소, Selbe 발전소는 예외로 원탄 사용 허가함 • 원탄사용 금지에 대비한, 연료 및 기술교체 관련 전문지식 필요 (‘21.2.24, 울란바토르 시장실- Mr.Kherlen) • UB시 가스협회 설립, Unigas 등 해외에서 가스를 수입하는 민간업체 협력으로 가스를 공급받고 있음 • 증기 생산 사업장을 대상으로 일시적으로 농축석탄(가공석탄 전 단계) 사용 허용 규정추가 (‘21.2.23, 환경관광부 Mr. Munkhbat) <p>[참고] 몽골의 가스보일러 도입 현황</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골은 아직 가스공급 시스템이 갖추어지지 않아 현재 공급되어 사용 중인 가스보일러의 경우도 가스연료를 러시아에서 공급받아 사용 중임 • 몽골은 액화천연가스(LNG)는 공급시설이 全無하고 현재 공급되고 있는 가스는 러시아에서 공급하는 액화석유가스(LPG:BUTAN)가 주종임 • 몽골 내에 가스보일러 설치하는 아직 미미한 상태로 최근 몽골정부의 대기환경보호 정책의 일환으로 추진된 울란바토르 코카콜라 공장에 증기 발생용 가스보일러 설치 사용이 가장 최근의 사례임 <p>[참고] 몽골 내 도입된 가스보일러 및 석탄보일러의 차이</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기본적으로 석탄보일러는 효율이 낮고 대기환경 오염물질이 다량 배출되나 몽골에 최근 도입된 LPG 가스보일러는 효율이 석탄보일러 보다 최소 10%이상 높고, 석탄보일러보다 유해 대기물질인 CO₂, NO_x 배출량이 적으며 SO_x, 먼지가 배출되지 않아 대기환경오염 방지에 탁월한 보일러임 • 몽골의 가스연료 확보 방안: 현재로서는 몽골 국내에서 가스가 생산되지 않으므로 러시아에서 수입하여 사용해야 하는 실정임, 이것은 국가적 차원에서 해결해야할 문제로 사료됨
<p>제 도 현 황</p>	<p>[법령] 대기법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 제9조: 사업체, 조직 및 개인의 권리와 의무 (9.1.8 대기질 개선 지역에서 원탄 또는 기타 대기오염물질을 소각이 불가함) • 대기법 제16조: ‘대기질 개선 지역의 금지 사항’ (16.1.5 원탄 및 기타 대기오염 물질의 소각)

	<p>[정책] NPRAEP, 원탄사용금지정책</p> <ul style="list-style-type: none"> • NPRAEP 목표 2: 친환경 첨단 기술을 통한 오염원 저감, 연탄 사용을 단계적으로 금지, 오염물질 배출 감소 <ul style="list-style-type: none"> - 활동 계획 2: 열생산발전소, 열병합발전소 외 원탄 사용의 단계적으로 금지 - 활동 계획 7: 도시, 지역 난방 공급 및 네트워크 확장, 새로운 열공급원 건설업을 단계적으로 수행, 석탄 소비 및 폐기물 감소를 위한 혁신 기술 • 원탄사용금지(몽골정부결의 No.62, 2018.2.28.): 울란바토르시의 Bayangol, Songinokharkhan, Sukhbaatar, Khan-Uul, Chingeltei 구역에서 운영 중인 전력, 열 등 에너지를 생산하는 사업체 이외의 개인, 사업체, 조직은 2019년 5월 15일부터 원탄 사용금지 <p>[기준] MNS 5679:2019</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개선된 고체연료(유연탄) 기술요구사항 (MNS 5679:2019) <p>[관리주체] 에너지부, 울란바토르 시장실, APRD</p> <ul style="list-style-type: none"> • 에너지부: HOBs에 사용되는 연료 기준 제정 • 울란바토르 시장실: 울란바토르 시내 설치된 HOBs 등록허가 • APRD: HOBs에서 배출되는 대기오염물질 샘플 채취 및 분석 <p>[몽골의 가스보일러 관련 법규]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골 내 가스보일러 설치 시 고려해야 하는 허가·법규 부재
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">세부내용</p>	<p>[사업내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 울란바토르시 가스보일러 도입사업 <ul style="list-style-type: none"> - 몽골 내 석탄사용 금지 규제에 인하여 기존 석탄사용 보일러의 가동이 어려워짐에 따라, 가스보일러 도입이 필요함 - 가스 연료의 경우 현재 몽골에서는 가스 수입업체가 러시아 등에서 가스를 수입하여 학교나 관공서 등에 설치된 가스보일러에 가스를 공급하고 있는 것으로 확인됨 - 이러한 정책적 배경 및 가스연료 수급 현황에 맞춰, 울란바토르 내 가스보일러를 도입하고 관련 기준을 수립하는 사업을 제안함 • 제언1. 가스보일러 도입을 통한 온실가스 저감에 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 2018년부터 시행된 원탄사용금지 정책에 따라 2019년 5월 15일부터 에너지생산 목적 외의 HOB의 원탄사용이 금지되었음 - 현재 울란바토르시내 1.5MW 규모 대형 보일러가 약 294개가 있는 것으로 파악되었으며, 정책현황에 맞추어 학교, 유치원 등 공공시설 내 약 50개의 HOBs가 가스연료로 전환된 것으로 파악됨. 이는 울란바토르시의 남은 244개 석탄 보일러들 또한 점차적으로 가스로 연료전환을 해야 하는 것을 의미함 - 가스보일러는 석탄보일러와 비교했을 때 공간 활용도가 높고 효율이 높아 에너지 손실이 낮으며, 유해물질 배출량이 적은 등 여러 장점이 있음

• **제언2. 가스보일러 설치·유지·보수 기준수립**

- 현재 몽골은 가스보일러 설치관련 법규·기준이 부재하여, 가스보일러 설치 시 법적인 제재가 없는 것으로 확인됨. 이는 향후 가스보일러가 확대 보급되는 과정에서 미흡한 설치, 부적절한 운전 등 안전사고에 대한 문제를 야기할 수 있음. 이를 사전에 예방하기 위하여 몽골 현지에서 적합한 기준 수립이 선행되어야 할 것임

• **제언3. 주거형태 변화를 통한 난방방식 변화 등의 근본적 해결책 마련 필요성 대두**

- 향후 몽골 내 주거형태가 게르에서 아파트와 같은 공동주택으로 변화할 경우, 가스를 연료로 하는 공동지역난방이 도입되어 근본적으로 대기질을 개선할 수 있을 것으로 기대됨

[참고] 대한민국의 석탄보일러 사용 감축 및 가스보일러 도입 배경

- 대한민국은 1970년대에는 석탄을 사용해 건물난방, 운수생산, 교실 난방 등을 하였으나 석탄은 공기를 오염시키는 유해물질을 다량 배출하고, 남은 재를 처리하는 것이 사회적으로 큰 문제가 됨. 이에 따라, 서울 4대문 내에서 부터 석탄보일러 사용을 제재하기 시작하여 전국적으로 확산되었음
- 초기에는 기름보일러로 대체하고자 하였으나 유류보일러 역시 대기오염물질 배출량이 많아 1980년대부터 가스보일러로 보급이 시작되었으며, 현재 대한민국의 주요 대도시는 95% 이상이 가스보일러를 사용하고 있음
- 2020년부터는 대기환경보전법 5조를 강화하여 미세먼지 발생의 주범인 NOx 배출량을 최소 40PPM 이하로 배출토록 하고 2022년부터 20PPM 이하로 배출토록 하고 있음. 또한, 주요 관공서는 에너지이용 합리화법에 의거 친환경 고효율 보일러를 사용하도록 하고 있음

[참고] 석탄보일러 대비 가스보일러를 도입했을 경우의 이점

- ① 대기환경 오염물질 배출 감소: 가스보일러는 석탄보일러에 비해 배기가스 배출 성분 중 유해물질이 적음. CO₂, NO_x 배출량이 적고 SO_x, 먼지가 배출되지 않아 대기오염을 개선할 수 있으며, 재 또한 발생하지 않아 깨끗한 환경을 유지할 수 있음
- ② 높은 효율로 에너지 손실 및 낭비 예방: 가스보일러는 90%이상의 고효율 보일러제작이 가능하여 에너지 손실이 적음
- ③ 저장 공간 및 보일러 시설 설비 공간 불필요: 석탄은 자연적 이송이 불가하여 컨베이어 등 이송장치와 저장 공간이 필요하고, 집진장치 설치로 넓은 공간과 비용이 필요하지만, 가스보일러는 넓은 공간을 필요로 하지 않아 취급이 용이함

5.2.2 이동오염원 분야 환경협력사업

이동오염원 분야에서는 도로, 운송 네트워크 및 교통 서비스 등을 담당하는 도로교통개발부와 환경관광부와의 인터뷰를 통해 ①배출가스 검사제도 이행을 위한 측정장비 도입, ②몽골 노후경유차 배출물질 저감을 위한 DPF 시범 도입, ③LPG 충전소 확충, ④전기차 충전소 확충 등 총 4개의 사업을 발굴하였다.

(1) 배출가스 검사제도 이행을 위한 측정장비 도입

일반 현황	<p>[인터뷰 및 자문]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골 전체 등록 차량의 약 80% 이상이 연식이 10년 이상 된 노후화 차량이고, 현재 전체 등록 차량의 50% 이상이 울란바토르 시에서 운행되고 있음. 현재 몽골 내 1km당 CO2 배출량이 세계 다른 나라에 비해 매우 높은 상황임 • 대중교통, 디젤 차량, 가솔린 차량 등 차종별로 배출되는 대기오염물질 허용 기준은 있으나, 배출가스를 측정할 수 있는 측정 장비의 부족으로 기준 준수여부 감독이 미비한 상황임 (’21.2.26. 환경관광부 Mr. Munkhbat) • 국가도로운송센터는 매년 1회 차량의 정기검사를 진행하고 있음. 차량검사 시에 오염물질 배출량도 동시에 측정하고 있으나, 기술적인 문제로 모든 오염물질을 측정할 수 없는 상황임. 본 사업을 통해 이러한 차량 검사제도 관련 개선안 도출을 기대함 • 몽골 대기오염 요금법 내 차량 배출오염물질 기준으로 CO2가 명시되어 있으나, 현재 몽골 내 CO2 측정 장치가 없어 차량의 엔진용량 기준으로 법을 시행하고 있음 • 울란바토르 21개 아이막에 자동차 배출가스 관리시스템이 있으며, 도로교통개발부가 현재 원격측정 장비 관련 연구를 진행 중이며, 현재 JICA와 협업하여 RSD 도입 프로젝트를 진행하고 있음 (’21.2.24. 도로교통개발부 Mr. Sh. Khavidolda)
제도 현황	<p>[법령] 대기법, 자동차법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 제20조 3항: 대기오염 기준을 초과한 오염물질 배출, 유해한 물리적 영향을 미치는 이동오염원 사용에 대하여 환경 감사권한이 있는 경찰관은 위반 조사 및 해결에 관한 법률에 명시된 절차에 따라 제한할 수 있음 • 자동차법의 ‘차량의 기술 검사 절차규정’: 대중교통은 반년에 1회 검사, 일반 차량은 매년 1회 검사 및 기술 검사 진행 (검사 기준은 아래 참고) <p>[기준] MNS 5011: 2003, MNS 5012:2011, MNS 5014:2009, MNS 5013:2009, MNS 4598:2011</p> <ul style="list-style-type: none"> • 차량 기술 검사 지침. 일반 요구 사항 (MNS 5011: 2003) • 대중 교통 서비스. 분류 및 서비스에 대한 일반 요구 사항 (MNS 5012:2011) • 디젤차량 배출기준 (MNS 5014:2009) • 가솔린차량 배출기준 (MNS 5013:2009) • 자동차의 기술적 상태에 대한 일반 요구 사항 (MNS 4598:2011)

세부 내용	<p>[사업내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> 차량 배출가스 검사제도 이행을 위한 측정장비 도입 <ul style="list-style-type: none"> 현재 몽골 내 차종별로 배출되는 대기오염물질에 대한 허용기준은 마련되어 있으나, 이러한 오염물질을 측정할 장비가 부족한 상황임 차량 배출가스 측정 장비 도입을 통해 차량의 배출가스 검사제도 이행을 강화할 수 있고, 이동오염원으로 발생한 대기오염물질을 관리할 수 있으며, 결과적으로 울란바토르시 대기질 개선에 기여할 수 있을 것임 <p>[제언] 차량 배출가스 측정장비의 운영역량 강화</p> <ul style="list-style-type: none"> 몽골에 차량 배출가스 측정 장비를 도입하고 원활한 검사 수행을 위해서는 ①측정을 위한 조직을 구성하고, ②측정역량을 강화하는 활동을 통해 실행력을 제고할 필요가 있음. 측정 담당자를 대상으로 정기적·비정기적으로 온·오프라인 교육을 수행하고, 운영매뉴얼을 배포하는 등의 활동을 통해 운영인력의 역량을 강화할 수 있을 것임 2021~2025년 기간 동안 수행되는 KOICA의 ‘몽골 대기환경 개선을 위한 에너지원 품질관리 역량 강화사업’에서 배출가스 검사제도 이행을 위한 시험분석 관련 규정(안)수립은 물론, 시험분석 기자재 구축 및 역량강화활동을 할 계획이므로, 이와 연계하여 효과성을 극대화할 수 있을 것으로 기대됨
----------	---

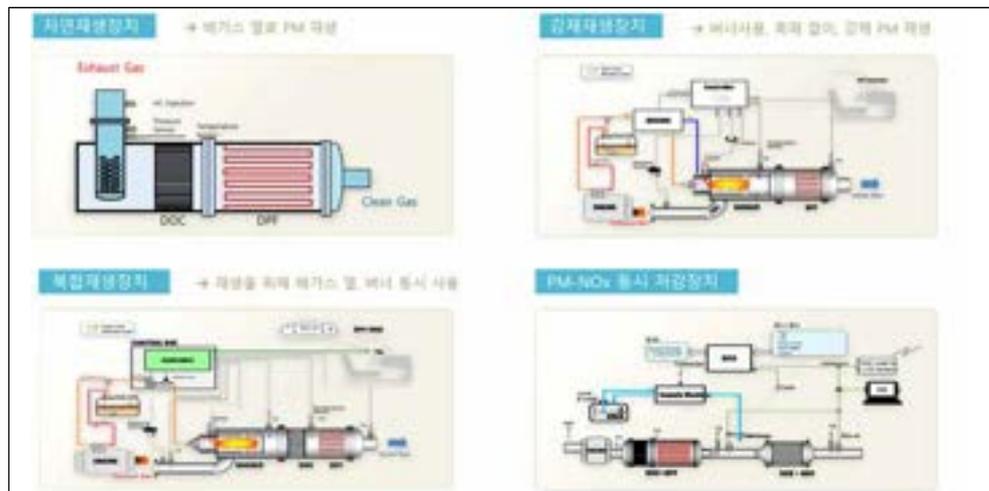
(2) 몽골 노후경유차 배출물질 저감을 위한 DPF 시범 도입

일 반 현 황	<p>[문헌조사]</p> <ul style="list-style-type: none"> '19년 기준, 울란바토르 내 등록 차량은 약 57만대이며, 생산연식이 10년 이상인 차량은 74.4%, 7~9년 차량은 19.8%로 중고 차량이 대부분을 차지하고 있어 발생하는 대기오염 배출량이 높은 상황임. 또한, 미세먼지의 주범인PM을 배출하는 경유차 비중은 약 25.2%임 (출처: 몽골통계청 자료) <p>[인터뷰 및 자문내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> 현재 보급된 DPF는 가격이 높고 세척이 용이하지 않음. 상대적으로 저렴한 가격 및 사용이 편리한 장치 도입을 희망함 NPRAEP 내 DPF 설치에 관한 기준은 있으나, 몽골 법규에는 DPF 부착과 관련한 조항 및 DPF의 성능과 관련한 수치 등이 부재 (‘21.2.24., 도로교통개발부 Mr. Sh. Khavidolda) 몽골에서 휘발유차량을 대상으로 삼원촉매 교체 사업을 수행한 적은 없으며, 촉매 교체사업은 부품을 구매해야 하므로 비용이 많이 들 것임. 국민 중 삼원촉매에 대한 지식이 부족하여 이를 제거하고 차량을 운행하는 등의 사례도 빈번함 대중교통 노후차량 관련 기준이 있으며, 연식 12년 이상의 디젤버스는 운영을 금지하고 있음 몽골 정부에서는 노후 차량 수입량을 감소시키기 위해, 연식이 높은 차량에 높은 관세를 매기면서, 현재 몽골에서는 ‘12년 이후에 생산된 차량 다수 운행 중임 (‘21.2.26., 환경관광부 Mr. Munkhbat)
------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 몽골의 배기가스 규제 기준은 Euro2에 준하고 있으며, 이는 Euro 6이상을 준하고 있는 OECD 국가 외 주요개도국(Euro 4~5)과 비교해도 매우 낮은 수준임 (’20.10.15., (주)세라컴 송제홍 부장) <p>[참고] 국내·외 DPF 기업 몽골 도입사례</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국내 기업이 몽골 경유차에 DPF 장치를 도입한 사례 <ul style="list-style-type: none"> - 2010년, 국내 기업이 몽골 DPF 장치부착 시범사업에 참여하여, 환경부 산하 자동차 검사소와 함께 총 10대에 DPF 장치를 시범적으로 부착함 • 몽골 내 해외 원조기구의 몽골 경유차 DPF 장치 도입한 사례 <ul style="list-style-type: none"> - JICA에서 수행한 울란바토르시 대기오염 개선사업의 일환으로 울란바토르시 내 공공버스를 대상으로 DPF를 시범 도입한 적이 있으며, 이를 위하여 ‘DPF 설치 및 사용기준’을 제정해 놓은 상황임
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">제 도 현 황</p>	<p>[법령] 대기법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 제20조 3항: 대기로 기준을 초과한 오염물질 배출, 유해한 물리적 영향을 미치는 이동오염원 사용에 대하여 환경 감사권한이 있는 경찰관은 위반 조사 및 해결에 관한 법률에 명시된 절차에 따라 제한할 수 있음 <p>[정책] NPRAEP</p> <ul style="list-style-type: none"> • NPRAEP 목표3: 차량에서 배출되는 오염물질 저감 포괄적인 조치 <ul style="list-style-type: none"> - 활동계획 3: 차량연료를 가스 연료 및 전기로 전환, 친환경 기술의 자동차 도입 및 R&D, 대중교통 연료를 단계적으로 가스로 전환 <p>[기준] MNS 5013:2009, MNS 5014:2009, MNS 6757:2019</p> <ul style="list-style-type: none"> • 가솔린엔진 차량 배기가스허용 기준 (MNS 5013:2009) • 디젤엔진 차량 매연 배출기준 (MNS 5014:2009) • 디젤차량 DPF 설치 및 사용기준 (MNS 6757:2019)
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">세 부 내 용</p>	<p>[사업내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골 노후경유차에서 배출되는 매연을 저감하는 DPF 도입 <ul style="list-style-type: none"> - 울란바토르 시에서 운행되고 있는 노후 경유차에서 많은 대기오염물질이 배출되어 대기오염에 악영향을 끼치고 있음. 울란바토르 시의 노후 경유차를 대상으로 배출되는 대기오염물질을 저감할 수 있는 기능을 가진 DPF 장치를 도입하는 사업을 제안함. DPF 장치 부착을 통해, 몽골 대기질 개선에 기여할 수 있을 것으로 기대됨 <p>[참고] 매연저감장치(Diesel Particulate Filter, DPF) 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> • 매연저감장치는 가솔린, 디젤 차량에서 배출되는 매연 (미세먼지), 일산화탄소, 질소산화물 등 유해물질들을 제거하여 배출가스를 정화하는 역할을 함 - 자연재생장치(Passive DPF system): 엔진의 배기열을 이용하여 엔진에서 배출되는 PM(Particulate Matter)을 DPF 필터에 포집하면서 연속적으로 필터를 재생시켜 기존 제품보다 낮은 온도조건에서 적용이 가능한 장치 <ul style="list-style-type: none"> ▶특징: 촉매반응을 통하여 PM 자연재생, 중국 8,000~12,000CC 차량용 500대 이상 공급, 장착방법이 용이하며 부착 후 관리가 간편함

- 강제재생장치(Active DPF system): DPF + 버너로 구성되어 DPF 필터 내에 포집된 PM을 버너로 강제 재생하는 방식의 장치
 - ▶ 특징: 수동 강제 재생방식, 3,000~15,000CC 건설기계, 중장비 등에 적용됨
- 복합재생장치(Hybrid DPF system): 복합재생장치는 DPF를 장착하여 배출가스 중 PM을 98%이상 저감 가능하며, 경유버너를 사용하여 배출가스 온도 확보가 어려운 저속·저부하 조건에서도 강제 재생방식으로 재생이 가능함
 - ▶ 특징: 배기가스 온도가 낮은 저속 시내차량에서도 사용가능, 고속·고부하 조건에는 촉매반응을 통하여 자연 재생이 가능, 장착방법이 용이하며 부착 후 관리가 간편함
- PM-NOx, 동시 저감장치(PM-NOx After-treatment System): 디젤 엔진에서 배출되는 PM과 질소산화물(NOx)을 동시에 효과적으로 제거하는 장치
 - ▶ 특징: PM 80% 이상, 질소산화물(NOx) 70%이상 동시 저감, 16,000CC 이하 대형 디젤엔진의 버스, 건설장비 등에 적용됨

[그림 58] 매연저감장치 종류



출처: 세라컴 홈페이지 (<http://ceracomb.co.kr/>)

[제언]

- 제언1: 매연저감장치 도입 확산을 위하여 제도적 장치 뒷받침 필요
 - 경유차 사용자의 DPF 도입을 독려하기 위하여 정부에서 일정 비용을 지원하는 제도 도입이 고려될 수 있음
- 제언2: 몽골의 기후 및 연료 특성 등 현황을 반영한 DPF를 개발하여 현지에 도입할 필요성
 - 몽골은 기후 및 연료 특성상 기존 타 국가에서 사용되고 있는 매연저감장치 도입이 매우 어려움. 그 이유로는 1)몽골에서 사용되는 연료에는 황 함유량이 높아 DPF의 내구성을 보장하기 어렵고, 2)차량의 노후화가 심해 엔진에서 엔진오일이 유출되어 DPF로 유입되는 경우 화재가 발생할 가능성이 높으며, 3)겨울철 극심한 한파로 인한 촉매장치 구동에 필요한 최소한의 엔진 열 확보 등의 문제가 있음. 선진국 과 기술 공동개발 등을 통해 이러한 몽골 기후 및 연료 등의 특성에도 내구성을 가진 기술을 개발하고, 이를 확산하는 방안을 고려해야 할 것임

(3) LPG 충전소 확충/전기차 충전소 확충

<p>일 반 현 황</p>	<p>[인터뷰 및 자문]</p> <ul style="list-style-type: none"> • '24년까지 친환경차량 (전기차) 도입 추진 및 Eco-bus 900대 도입 예정 • 한국산 LNG 버스 100대 수입했으나, 연료 부족으로 인해 디젤엔진으로 개조하여 운행하고 있음. 현재 몽골 내 가스 연료 버스는 운행되고 있지 않음 • 현재, 몽골 내 8대 중국산 전기버스 있으며, 2~3개의 전기 충전소가 있음. 향후 4년간 가스 및 전기 충전소 확대 계획이 있으며, 1년에 12개 이상 설치하여 총 60개로 확대할 예정임 (21.2.24. 12:00, 도로교통개발부 Mr. Sh. Khavidolda) • 현재 몽골 내 가스 충전소가 부족하여, 울란바토르 시 외에는 가스 연료 차량을 사용하지 못하고 있음. 21개 아이막 당 한 개의 가스 충전소가 필요할 것으로 예상되어 점진적인 가스 연료 충전소 확대가 필요함 (21.3.2. 13:00, 환경관광부 Mr. Munkhbat)
<p>제 도 현 황</p>	<p>[법령] 대기법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 17.2.4: 국가 중앙 행정 기관은 도로교통 및 석유를 담당하는 국가 중앙 행정 기관과 협력하여 가솔린, 디젤 및 LPG와 같은 연료에 대한 기준을 설정하고, 관할 당국의 승인을 받아야 함 <p>[정책] NPRAEP</p> <ul style="list-style-type: none"> • NPRAEP 목표3: 차량에서 배출되는 오염물질 저감 포괄적인 조치 <ul style="list-style-type: none"> - 활동계획 2: Euro5 품질 기준에 맞춘 연료수입 및 소비 지원, 기준 미달되는 연료의 수입 및 소비에 대한 단계적 금지, 연료 품질의 모니터링 체계 향상 목표 - 활동계획 8: 가스공급 마스터플랜 수립 및 수행 - 활동계획 9: 노후화된 차량 및 기타 이동 장치의 수입을 단계적으로 금지, 전기 및 가스 차량의 소비 확대, 법적인 규제 수립
<p>세 부 내 용</p>	<p>[사업내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골 이동오염원의 가스 연료 도입 및 전기 충전소 확충 사업 <ul style="list-style-type: none"> - 몽골의 이동오염원에서 배출되는 대기오염물질을 줄이기 위하여 가스 연료, 전기차 도입이 필요하며 이를 촉진하기 위해서는 가스·전기 충전소 확충 사업이 필수적임 - 시장에서는 LPG를 점차 수입하는 움직임이 나타나고 있으며, 수입된 LPG의 사용을 확산하기 위해서는 LPG를 사용자에게 보급할 수 있는 LPG충전 인프라가 필수적임. 인프라 사업의 경우 대규모의 자본이 수반되므로, 양허성차관 등을 활용하여 충전소를 확충하는 방법을 강구할 수 있음 - 장기적으로는 정부 차원에서 전기자동차 도입을 장려하는 정책 도입을 통해 전기충전소를 확충하는 사업도 고려되어야 할 것임

5.2.3 모니터링 분야 환경협력사업

모니터링 분야에서는 국내·외 외주용역기관을 통해 대기오염측정소 확충 필요 지역을 예측하고, 환경관광부 산하 기관으로서 몽골 국가단위 기상 관리 기관인 기상청(NAMEM)과 울란바토르시 대기오염저감청(ARPD) 등과의 인터뷰를 통해 ①대기오염정보관리 시스템(NAMIS) 구축, ②몽골 대기환경모니터링 정보공개 시스템(Agaar) 개선, ③대기오염 고정측정소 확대, ④대기오염 이동측정소(차량) 도입 등 총 4개의 사업을 발굴하였다.

- (1) 대기오염정보관리 시스템(NAMIS) 구축 · 몽골 대기환경모니터링 정보공개 시스템(Agaar) 개선 · 대기오염 고정측정소 확대 · 대기오염 이동측정소(차량) 도입

일 반 현 황	<p>[문헌조사]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2개 기관이 대기오염측정소를 별도로 운영하고 있으며, 대기오염측정망 운영에 관한 규정이 미비한 상황임 • Agaar 시스템을 이용하여 실시간 대기오염 데이터를 국민에게 공개하고 있으나, 담당자들이 접근하여 데이터를 활용하기가 쉽지 않음 <p>[인터뷰 및 자문]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 몽골 울란바토르시에는 대기오염자동측정소 12개가 (CLEM 7, ARPD 5) 운영되고 있음. 대기오염측정소 유지관리 규정은 별도로 없으며, 해당 분야 전문가에 의해 유지/관리되고 있음 (‘21.2.25., ARPD Mr.G.Davaajargal) • 최근 대기오염측정소 설치규정(측정소 규격, 장비목록 등)은 마련되어 있음 • 운영 및 데이터 관리 등에 대한 법적 기준은 현재까지 마련된 바가 없음 (‘21.2.25., NAMEM) • 이를 운영할 전문가 확보와 교육이 필요하다고 판단됨. JICA와의 협력을 통해 많은 활동을 제안 받았으나, 전문 인력 부족하여 원활한 수행이 어려웠음 • 기존 측정소의 교체보다 확대가 우선이며, 이를 운영할 전문가 확보를 위한 교육이 필요함 (‘21.2.25., ARPD Mr.G.Davaajargal)
제 도 현 황	<p>[법령] 대기법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기법 제3장: 대기질 모니터링 및 정보에 대해 언급하고 있으며, 대기질 모니터링 확대 계획 포함, PM2.5 등 9개 물질에 대한 대기환경 기준 제시하고 있음 <p>[정책] NPRAEP</p> <ul style="list-style-type: none"> • NPRAEP 조항(4.5)에 환경모니터링 강화를 위한 조치 계획 수록 <ul style="list-style-type: none"> - 모니터링 업무를 수행할 국립환경연구소(CLEM) 및 지역사회 실험 연구실 역량 강화를 위한 관련 장비 구입계획 수립 - 대도시 지역 내 대기오염자동측정소를 확대하고 관리를 위한 조치계획 수립 <p>[기준] MNS 4585:2016</p> <ul style="list-style-type: none"> • 대기질 기준 (MNS 4585:2016)

[사업내용]

- 본 사업은 대기환경 모니터링 시스템을 구축을 통해, 신뢰성 있는 대기질 자료 생산기반을 마련하여 정책결정자들이 과학적 근거를 바탕으로 대기질개선 정책을 마련할 수 있도록 함

[세부내용]

- **사업내용 1. 신뢰성 있는 대기질 실시간 감시체계 구축**

- 몽골 울란바토르시에 대기오염자동측정소 6개소를 확충(고정 5개소, 이동 1개소)하여, 울란바토르시를 대표할 수 있는 대기질 값을 측정하고, 데이터의 신뢰성을 확보하고자 함

* 참고: 모델링을 통해, 측정소 추가 설치필요 지역을 도출하였음 (부록1)

- 대기질 관리 시스템 구축(기자재 및 시스템 개발)을 통해 기존의 데이터 관리 시스템을 개선하여, 정책 결정자들이 대기질 자료에 대한 접근성을 높이고, 국민에게 양질의 정보를 제공하도록 함. 이 때, 정도관리(QA/QC) 체계를 구축하여, 생산된 데이터의 신뢰도를 높이고, 대기질 개선 정책의 과학적 근거를 제공하며, 대기오염측정소의 운영 규정을 마련하여 통일된 절차를 따르게 하여, 대기질 자료의 신뢰성 향상에 기여하고자 함

- **사업내용 2. 대기관리 역량강화**

- 기술자문을 통해 몽골 현지에 맞는 시스템 구축을 위한 기자재 사양을 결정할 수 있도록 지원하고, 향후 측정망 운영법, 대기질 모니터링 관련 로드맵 수립(안)을 제시함
- 신규 설치된 시스템 및 측정소의 효율적 운영을 위한 운영자 교육 및 정책결정자의 역량강화를 통해 실효적인 대기질 개선 정책 마련에 기여하고자 함
- 신규 측정망 및 시스템 운영 교육을 위해 몽골 현지에 한국 실무 담당자를 파견하여 몽골 담당자들에게 직접 시연을 통해 교육 수행 (이론 및 실무)
- 신규 측정망 및 시스템 설치 이전을 위한 몽골 담당자들(정책결정자 및 실무자)을 초청하여, 향후 설치될 시스템에 대한 사전 교육을 수행하고, 한국의 주요 대기질 정책 사례를 소개하여 몽골 대기질 정책 개선에 활용할 수 있도록 교육 수행

- **사업내용 3. 대기관리 기반 마련(전문가 장기파견)**

- 장기적으로 몽골의 대기오염 저감 및 대기질 개선을 위해 다양한 분야의 전문가 파견
- 대기질 개선을 위해 다양한 분야의 전문가를 장기간 파견하여 몽골 실무진 및 정책결정자들과 신규 시스템을 통해 획득한 데이터를 상호분석 및 적용방안 제시

[참고] 한국 대기오염모니터링 운영현황

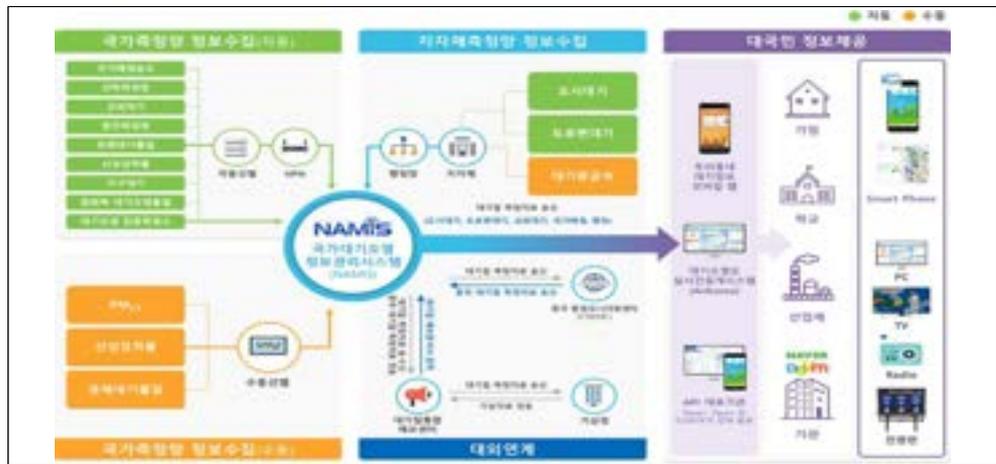
- 한국 NAMIS(National Ambient air quality Monitoring Information System)
 - 국가 전체의 대기환경 데이터를 관리하고 있으며, 국내 유관 기관뿐 아니라 외국 기관과의 연계를 통해 종합적인 데이터를 수집, 관리하는 시스템

<표 95> 한국 대기오염모니터링 측정소 운영현황 (2019년 6월 기준)

구분	일반항목				특수항목						Super site
	도시	교외	국가배경	도로변	유해대기	중금속	광화학(VOCs)	산성강하물	기후변화	PM-2.5	
Total (station)	378	22	3	41	38	56	18	42	1	42	6
중앙정부 (172)	-	22	3	-	38	-	18	42	1	42	6
지방자치 (475)	378	-	-	41	-	56	-	-	-	-	-

출처: 한국환경공단

[그림 59] NAMIS 시스템 세부내용



출처: 한국환경공단

- 국가가 관리하는 측정망과 지방자치단체에서 관리하는 데이터, 대외연계 자료가 NAMIS에 수집되고, 이중 일부자료를 국민에게 제공하기 위해 별도의 Air Korea 시스템을 운영하며, 이 정보는 PC 웹사이트 및 스마트폰을 통해 공개함

- 배출원 관리 현황 (대기오염을 유발시키는 배출원 종류가 다양함)

[그림 60] 대기오염 배출원 종류



5.3 자금확보 방안

발굴된 환경협력사업을 추진하기 위해서 사업을 이행하기 위해 수반되는 자금확보가 필수적이다. 몽골 정부에서 자체적으로 예산 마련이 어려운 경우 국내·외 공적개발원조(Official Development Assistance, ODA), 기타공적자금(Other Official Flow, OOF), 민간자본흐름(Private Flow, PF) 자금을 활용할 수 있다.

5.3.1 한국의 공적개발원조 자금 활용방안

한국의 공적개발원조는 중앙 혹은 지방정부 등 공공기관이나 원조집행기관이 개발도상국의 경제개발과 복지향상을 위해 개발도상국이나 국제기구에 제공하는 증여(Grant)나 양허성 차관(Concessional Loan)을 의미한다. 증여(Grant)는 상환조건 없이 제공되는 현금, 물자 및 서비스를 말하며, 무상원조라고 불리기도 한다. 채무변제, NGO 지원, 원조사업 시행 시 수반되는 특정 비용 등도 증여에 속한다. 양허성 차관(Concessional loan)은 수원국이 지원받은 현금이나 물자에 대해 채무를 지게 되는 것을 의미한다. 유상원조라고도 불리는 양허성 차관은 이자율, 상환기간, 거치기간 면에서 일반 용자와 비교하여 차입국에 유리한 조건이며, 특히 증여 비율(Grant element)이 25%를 상회할 경우 ODA로 계상된다.

한국의 공적개발원조 형태는 무상원조와 유상원조로 구분할 수 있다.

무상원조는 다양한 형태의 무상지원, 법적채무를 동반하지 않는 현금 또는 현물 이전이다. 즉, 개도국은 공여된 원조자금에 대한 상환의무가 없으며, 그 예로는 기술협력, 식량원조, 재난구호 등이 있다. 대한민국의 실행기관은 외교부 산하의 KOICA이다. 타 부처에서도 특정 분야를 지원하기 위한 무상원조 자금을 실행하는데, 예를 들면 국토교통부의 ‘인프라 ODA’, 산업통상자원부의 ‘산업·에너지 ODA’, 환경부의 ‘그린 ODA’ 등이 있다.

유상원조는 개도국의 민간자금에 비해 유리한 조건으로 공여되는 양허성 공공차관과 법적채무를 동반하는 현금 또는 현물이전이다. 즉, 개도국은 공여된 원조자금에 대한 상환의무가 있으며, 그 예로 개도국의 공공개발 프로그램 및 사업에 대한 지원이 있다. 대한민국의 실행기관은 한국수출입은행이다.

[그림 61] 한국 ODA 자금 종류



출처: 연구팀 직접 작성

(1) 무상원조

무상원조의 종류는 프로젝트 원조, 프로그램원조, 기술협력 등으로 볼 수 있다. 프로젝트(Project) 원조는 특정지역에 대해 한정된 예산을 가지고 주어진 시간 안에 구체적인 목표 혹은 결과에 도달하고자 수원국과 합의된 자원을 가지고 활동하여 결과를 도출해 내는 것을 의미한다.

프로그램 원조는 재원사용에 특별한 제한 없이 수원국의 일반적인 개발목표(일반 프로그램 원조) 및 특정분야 개발(분야별 프로그램 원조)을 위해 제공되는 원조이다. 주로 수원국의 거시경제 정책 및 분야별 정책목표를 달성하기 위해 지원된다.

기술협력(Technical Cooperation)은 공여국 정부가 수원국 경제 및 사회개발에 대한 기여를 목적으로 전문가 및 자원봉사자, 각종 기자재 등을 통하여 수원국에게 지식 및 기술 등을 제공하는 원조로, 주로 교육 및 훈련 등 인적 협력을 수단으로 하는 독립적인 기술협력을 지칭한다. 기술협력은 기술수준, 지식, 기술적 노하우 및 생산능력의 향상을 통해 인적자원개발을 위해 기획되는 지원활동을 포괄한다. 기술협력의 가장 중요한 목표 중 하나는 제도발전이고, 제도발전의 필요조건은 인적자원 개발이다. 사람과 기관의 역량개발은 주요 정부기관의 정책분석능력 및 개발관리 향상에 매우 중요하다고 할 수 있다. 기술협력은 다양한 도구를 통해 이루어질 수 있는데 교육훈련, 전문가 파견, 정책 및 기술자문, 조사 및 연구 준비를 위한 지원 그리고 과학연구 및 기술개발을 위한 기여금이 모두 기술협력에 해당된다.

무상원조사사업의 시행절차는 수원국 정부와 사업발굴 협의 후, 수원국 수원총괄기관의 공식 사업요청서 접수, 타당성검토, 사업 예비선정, 정부 간 협의 등을 통해 사업 내용이 확정된다. 향후, 사업시행자 선정 및 사업 집행 후, 사업에 대한 평가가 이루어진다.

<표 96> 한국 무상원조사사업 시행절차

단계	시행절차
수원국 정부와 사업 발굴협의	<ul style="list-style-type: none"> • 중기 전략 및 국별 원조전략 등을 토대로 무상원조사사업 발굴협의 • 수원국 빈곤 감소전략, 국가개발계획상의 개발과제에 효과적으로 부응할 수 있는 적정사업 발굴 • 사업발굴은 수원국과의 협의를 통해 연중 실시 • 재외공관, 사업발굴협의단, 주요외교행사 계기 등을 통해 사업 발굴
수원국 수원총괄기관의 공식사업요청서 접수	<ul style="list-style-type: none"> • ‘사업발굴협의’ 단계를 통해 형성된 사업에 대하여 수원국의 공식사업요청서(Project Request Form)를 외교경로를 통하여 접수
수원국 공식 요청사업에 대한 타당성 검토 (조사단파견 등)	<ul style="list-style-type: none"> • 수원국 공식사업 요청서를 일차 검토하여 ‘사업형성조사 대상 사업’ 분류 • 타당성조사 대상으로 선정된 요청사업에 대해 조사단 파견 등 지원적정성에 대한 타당성 조사 실시 (조사과정에서 사업내용을 수정 및 보완)
사업예비선정 (사업심사위원회 등)	<ul style="list-style-type: none"> • 타당성 검토가 완료된 사업을 대상으로 사업의 경제적, 재정적, 환경적, 사회적 측면 등에 대한 심사 실시 • 사업심사위원회의 심사를 거쳐 사업예비신청
정부간 협의	<ul style="list-style-type: none"> • 양국 시행기관 간에 합의된 사업들에 대해 정부차원에서 공식 확정하기 위한 양국 정부 간 합의실시 • 사업의 규모나 성격상 또는 해당국 사정 및 외교적 이유 등으로 정부 간 합의에 의하는 것이 적절하지 않은 경우, 양 기관 간 합의에 의해 시행
사업내용확정 (Record of Discussion 체결)	<ul style="list-style-type: none"> • 선정된 사업에 대하여 수원국과 사업 세부 내용 협의 • 사업세부내용 및 부담사항 등을 명기한 협의의사록 (Record of Discussion, R/D) 체결
사업시행자 선정 및 사업집행	<ul style="list-style-type: none"> • 정부 간 합의 완료 후, 사업집행계획 확정 및 사업시행자 선정 등 사업 착수 • 사업집행 단계는 ①집행계획 수립, ②사업시행자 선정, ③사업 집행 및 모니터링, ④사업 종료 순으로 진행
사업평가	<ul style="list-style-type: none"> • 프로젝트 평가는 프로젝트 계획 수립, 집행 및 성과를 평가하며, 평가시기에 따라 중간평가, 종료평가, 사후평가로 구분하여 실시

출처: 해외건설엔지니어링 정보시스템 (<http://ovice.or.kr>)

(2) 유상원조

유상원조의 종류는 개발사업차관, 기자재차관, 민자사업차관, 기금전대차관, 물자차관 및 혼합신용 등으로 볼 수 있다.

개발사업 차관(Development Project Loan)은 댐, 상하수도설비, 도로, 병원, 환경설비, 공장설비 등 개도국의 경제개발사업에 소요되는 자금을 지원하는 차관이다.

기자재차관(Equipment Loan)은 개도국의 특정산업부문, 특정개발계획 또는 특정사업에 필요한 기자재 및 관련 서비스의 조달에 소요되는 자금을 지원하는 차관이다.

민자사업차관(Public-Private Partnership Loan)이란 민간투자사업의 시행을 위해 필요한 자금을 개도국 정부 또는 별도로 설립된 민간투자사업 법인에게 지원하는 차관이다.

기금전대차관(Two-Step Loan)은 개도국의 금융기관을 통하여 특정분야, 특정프로그램 등을 지원하는 것으로서 중소기업육성 또는 자작농 지원과 같이 다수의 최종수익자를 대상으로 하는 차관이다. 물자차관(Commodity Loan)은 개도국의 긴급한 국제수지 지원 및 국내경제 안정을 위하여 물자를 한국으로부터 수입하는데 필요한 자금을 지원하는 차관이다.

혼합신용이란 원조자금인 차관과 수출신용자금(Export Credit)을 혼합하여 금융조건을 양호하게 지원하는 금융방식으로 자금의 혼합방식에 따라 3가지로 나눌 수 있다.

<표 97> EDCF 협조용자 유형

분류	개 요
평행용자	동일한 사업에 지원하나 사업범위를 지원자금의 성격에 따라 나누어 각 자금은 지정된 범위 내에서만 자금을 제공하고 통상지원절차도 별도로 진행 * 예: 동일사업 중 토목부문은 EDCF 지원, 기타 기자재 제공부문은 수출신용 지원
결합용자	여러 자금을 혼합하여 자금 풀(pool)을 구성하고, 동일사업의 진전에 따라 각 자금에서 일정비율(통상 전체 혼합비율)로 지출
사전혼합신용	결합용자와 같이 동일사업 전체에 각 자금에서 일정비율로 지출이 발생하나, 자금 공여기관들이 여러 자금을 사전에 통합, 하나의 금융패키지로 재구성하여 하나의 차입 조건에 의한 차관계약을 체결

다자개발은행(Multilateral Development Bank, MDB) 협조용자(Co-Financing): 아시아개발은행(ADB), 미주개발은행(IDB), 세계은행(WB), 아프리카개발은행(AfDB), 유럽부흥개발은행 (EBRD) 등 주요 MDB와 공동으로 개발도상국의 개발사업에 대한 자금 조달에 참여하는 것을 말한다. 협조용자의 형태는 크게 평행용자, 결합(합동)용자의 2종류로 나누어지며 이외 보조용자(Umbrella or Standby Financing), 매개용자(Channel Financing), 참여용자 (Participation Financing) 등도 있다.

<표 98> EDCF의 MDB 협조용자 유형

분류	개 요
평행용자	프로젝트를 독립된 몇 개의 부분으로 분할하여 협조용자 기관이 분담용자 형태로 지원, 참가기관은 상호 대등·독립적인 입장에서 차관조건, 구매절차 등을 결정, 독립된 차관계약 작성 * EDCF 차관과 같이 구속성차관(Tied Aid) 으로 지원되는 경우 적합
결합용자	프로젝트를 독립된 부분으로 분할하지 않고 협조용자 기관 간에 일정용자비율만을 정하여 이에 따라 용자하는 형태임. 기본적으로 세계은행(IBRD)나 아시아개발은행(ADB)가 프로젝트를 주관하여 이들 기관의 구매가이드라인에 따라야 함

차관지원비 지원제도란 차관사업의 준비, 실시, 운영관리 과정에서 발생하는 애로사항에 대해 수원국이 자금과 노하우 부족으로 적절히 대응하지 못하는 경우를 대비하여 무상으로 컨설턴트를 지원하는 제도를 말한다.

소액차관제도는 소규모 EDCF 차관의 지원절차를 간소화하고 우리나라 중소기업의 EDCF 지원사업 참여를 확대하기 위해 도입되었다. 차관규모가 2백만 SDR(약 3백만 달러 상당) 미만의 소액차관사업으로, 사업 참여자를 우리나라의 중소기업으로 제한하고 사업의 원활한 진행을 위해 사업신청, 심사, 구매 등 제반 절차를 대폭 간소화하여 시행하고 있다.

유상원조사업의 시행절차는 수원국 정부가 해당 사업에 대한 지원요청서를 외교경로를 통해 우리정부에 제출한 후, 우리정부의 기획재정부 장관이 수출입은행에 사업에 대한 심사를 의뢰하고, 심사결과에 대한 기획재정부 장관의 최종 승인 하에 정부간 협정이 체결된다. 정부간 협정 내용에 따라 수출입은행장은 수원국 정부와 차관계약을 체결하고, 사업실시기관은 차관계약 내용에 따라 컨설턴트 고용, 구매, 자금지출을 수행하며, 사업에 대한 사후평가를 시행한다.

<표 99> 유상원조사업 시행절차

연번	단계	세부내용
1	사업지원요청	<ul style="list-style-type: none"> 수원국 정부는 해당 사업에 대한 지원요청서를 외교경로를 통하여 우리 정부에 제출 사업 타당성검토 보고서(Feasibility Study, F/S) 및 사업실시계획서(Implementation Plan, I/P) 등 관련 서류를 첨부하여 지원요청
2	현지심사	<ul style="list-style-type: none"> 기획재정부장관이 수출입은행에 사업에 대한 심사 의뢰 수출입은행은 차관계약(Loan Agreement, L/A)의 주요 내용 및 사업시행에 필요한 사항 등 심사 시 합의 내용에 대해 토의록(Minutes of Discussion, MOD)을 체결하고 심사보고서를 작성한 후 기획재정부장관에게 제출
3	사업승인	<ul style="list-style-type: none"> 기획재정부장관은 외교부 장관, 미래창조과학부장관, 산업통상자원부 장관 및 사업의 주무장관과의 협의를 거쳐 사업에 대한 지원규모, 지원조건 등의 내용이 포함된 지원방침을 결정
4	승인통지	<ul style="list-style-type: none"> 외교부장관은 기획재정부 장관으로부터 통지받은 지원방침을 수원국 정부에 통보
5	정부간 협정체결	<ul style="list-style-type: none"> 수원국 정부가 수락하면 정부 간 시행약정(Arrangement)을 체결. 단, 정부간 기본약정(Frame Arrangement, F/A) 체결국의 경우는 시행약정 생략
6	차관계약교섭 및 체결	<ul style="list-style-type: none"> 정부 간 협정(시행약정 포함) 내용에 따라 수출입은행장은 수원국 정부와 차관계약 내용에 대한 협의를 거친 후 차관계약 체결
7	컨설턴트고용	<ul style="list-style-type: none"> 사업실시기관은 차관계약 내용에 따라 컨설턴트를 선정하고 고용계약 체결
8	구매	<ul style="list-style-type: none"> 사업실시기관은 차관계약의 내용에 따라 입찰을 실시하고, 낙찰자와 구매계약 체결
9	자금지출	<ul style="list-style-type: none"> 차관계약, 고용계약 및 구매계약 내용에 따라 자금 지출
10	사후관리	<ul style="list-style-type: none"> 사업완공평가(사업완공보고서 접수시점)시에는 사업이 당초 계획대로 수행되었는지를 점검 사후평가(완공평가 후 2년)시에는 사업의 준비 단계부터 사업시행에 따른 사회경제적 파급효과, 수원국 국민들의 복리증진 및 경제발전에 대한 기여도 등을 종합적으로 평가

출처: 해외건설엔지니어링 정보시스템 (<http://ovice.or.kr>)

5.3.2 다자개발은행 자금 활용방안

다자개발은행(Multilateral Development Bank, MDB)이란 경제개발 자금을 지원하는 은행으로서, 다수 차입국 또는 개도국과 다수 재원 공여국 또는 선진국이 가입 자격에 제한 없이 참여하는 은행을 일컫는다. 통상적으로 MDB는 세계은행(World Bank, WB)과 4개의 지역개발은행(미주개발은행(Inter-American Development Bank, IDB), 아프리카개발은행(African Development Bank, AfDB), 아시아개발은행(Asian Development Bank, ADB), 유럽부흥개발은행(European Bank for Reconstruction and Development, EBRD))이 포함된다.

MDB는 출자금과 차입금으로 재원을 조달해, 수익성 있고 채무 상환 전망이 확실한 사업에 한해 경제개발 자금을 지원하고 있다. 따라서 대외신인도가 낮고 채무 상환 능력이 떨어지는 저소득 개도국은 국제 금융시장에서 자금 조달뿐만 아니라 MDB로부터의 차입도 거의 불가능하다. 이에 MDB는 저소득 개도국에 대한 장기·저리의 양허성자금 지원 창구(Concessional lending window)로서 국제개발협회(IDA), 아프리카개발기금(AfDF), 아시아개발기금(AsDF) 등 특별기구 또는 기금을 별도로 설립해 운영하고 있다.

우리나라는 세계은행 가입 초기인 1960년대 초반부터 국가기간산업 건설을 위해 세계은행 자금을 활용하였으나, 1970년대 말부터는 수혜국 입장에서 벗어나 세계은행이 주관하는 각종 개도국 경제개발 사업에 적극 참여하고 있다. 또한, ADB로부터 경제개발 및 외환위기 극복에 도움을 받았으나, 현재는 상무이사 직위를 차지하는 등 ADB 정책에 대해 상당한 영향력을 행사하고 있다. 한편, AfDB, EBRD 및 IDB에도 회원국과의 협력 강화 및 용자사업 참여 등을 목적으로 가입하였다. (KRIHS 전자도서관, 2017)

5.3.2.1 세계은행 그룹 (World Bank Group)

세계은행 그룹(World Bank Group)은 2차 세계대전 후 국제통화 및 금융제도 안정을 목적으로 한 국제통화기금(IMF)과 전재복구 및 장기개발 자금 지원을 목적으로 한 국제부흥개발(IBRD)을 창설하는 것을 골자로 브레튼우즈 체제²⁾에 따라 설립되었다. 설립 초반에는 전후재건 금융 지원이 설립의 가장 큰 목적이었으나 점차 저개발국 경제성장 금융 지원으로 사업영역이 확대되었다.

(1) 세계은행 그룹 기구별 개요

현재 WB Group은 총 5개의 기구³⁾로 구성되어 있는데, WB는 이중에서 국제부흥개발은행(IBRD)과 국제개발협회(IDA)를 합친 것으로 IBRD는 전재복구 및 장기개발자금을 지원하고 IDA는 저소득 개발도상국을 대상으로 무상 또는 무이자로 자금을 지원한다.

2) 1944년 서방 44개국에서 합의한 국제통화체제

3) 국제부흥개발은행(IBRD), 국제개발협회(IDA), 국제금융공사(IFC), 투자보증기구(MIGA), 국제투자분쟁해결본부(ICSID) 등으로 WB Group 구성

<표 100> WB Group 기구별 개요

구분	IBRD	IDA	IFC	MIGA	ICSID
특징	전재복구 및 장기개발 자금 지원	저소득 개도국 대상 양허성자금 지원	민간기업에 대한 투자 및 융자	개도국 직접투자의 비상업적 위험 보증	국제투자분쟁 조정·중재로 국제민간투자 촉진
설립연도	1945	1960	1956	1988	1966
지원대상	1인당 GNI \$7,035 이하 ¹⁾	1인당 GNI \$1,195 이하 ¹⁾	민간기업	민간기업	민간기업
회원국수	188개국	172개국	184개국	177개국	147개국
한국 가입연도	1955년	1961년	1964년	1988년	1967년
투표권	1.17%	0.73%	0.66%	0.47%	1/146

1) 2012년 설정 기준치(2015년 기준 변동 없음)
출처: KOTRA, 다자개발은행 자원조달 방법과 절차 (2016)

① 국제부흥개발은행(International Bank for Reconstruction and Development, IBRD)

국제부흥개발은행(IBRD)은 개도국 및 신용도가 높은 저개발국 정부에 경제개발차관, 협조융자, 지급보증, 자문서비스 등을 제공한다. 경제개발차관은 일정수준 이하의 1인당 GNI 가맹국을 지원대상국으로 한다(2015년 기준: 100여 개국 지원대상국). 최근에는 국제무역의 확대나 경제개발을 위한 개발도상국 정부나 민간기업에 융자 지원 또는 기술지원에 집중하고 있다.

차입자가 수원국이든 민간기업이든 외화상환의 능력을 갖추어야 하며, 만약 차입자가 민간기업일 경우 수원국 정부의 보증이 필요하다. 수익성 및 상환가능성이 높은 민간프로젝트는 무보증 차관도 가능하다.

차관은 투자차관과 개발정책차관으로 나뉘는데 투자차관은 장기개발 프로젝트에 대한 융자지원이며, 개발정책차관은 정책 및 제도 개혁 프로젝트를 단기로 지원한다. 전체 차관에서 70~80%를 투자차관이 차지한다.

차관 금리는 시장금리 수준이며 융자기간은 보통 15~25년(보통 3~8년의 거치기간 포함)이다. IBRD는 2015년 45개국에서 112개의 프로젝트에 235억 달러(프로젝트 당 평균 차관금액 4.5억 달러 수준)의 차관을 제공한다.

② 국제개발협회(International Development Association, IDA)

국제개발협회(IDA)는 최빈국의 빈곤퇴치와 장기적인 성장기반 조성을 위한 양허성장기자금을 무이자로 융자 또는 무상공여하고 있으며 IBRD를 보완하는 역할을 한다.

1960년에 설립되어 170개의 회원국을 보유하고 있으며 최빈국을 지원하며, 해마다 자격국가 리스트가 업데이트된다. IDA의 차관은 수원국 정부에 대한 차관과 수원국 정부지급보증부의 공공부문에 대한 차관만 가능하다. IBRD 차관 금리는 시장금리에 따라 결정되는 반면, IDA 차관은 무이자에 상환기한도 35~40년까지(10년 유예기간 포함) 연장이 가능하다.

IDA의 재원조달 방식은 출자, 출연, IBRD 이전수입 및 자체재원 등이 있으며, 2015년 IDA는 103개국 190개 프로젝트(총 189억 달러)에 차관 제공하였다. IDA는 무상공여(Grant)를 제공하는데 전체 지원금액 중 약 20~30% 차지한다.

③ 국제금융공사(International Finance Corporation, IFC)

국제금융공사(IFC)는 정부의 지급보증 없이 주로 개발도상국과 신흥국의 민간 프로젝트 및 기업에 대한 투자 및 융자 지원을 한다. 1956년 개발도상국의 민간부문 활동을 지원하기 위해 설립되었으며, 투자 및 융자 형태는 주식이나 사채 인수, 신용공여한도 개설 등이며 상환 최장 4년 거치에 7~12년에 걸쳐 상환이 가능하다. 투자 및 융자 한도는 프로젝트 총비용의 25%, 총자본금 35% 이내이다.

IFC의 재원은 출자, IBRD/국제금융시장 차입, 투자 및 융자자산 매각 또는 회수금, 수익금 등을 통하여 조달되며 차입금이 전체 50% 이상의 비중을 차지하는 주요 재원조달원이다. 2015년에는 83개국 대상 406개의 프로젝트(105억 달러)에 투자 및 융자를 제공하였다.

④ 국제투자보증기구(Multilateral Investment Guarantee Agency, MIGA)

국제투자보증기구(MIGA)는 WB Group의 5개 기구 중 가장 늦게 설립(1988년)된 MIGA는 신흥국에 대한 외국인 직접투자를 촉진함으로써 대상국의 경제성장을 지원하면서 빈곤퇴치 및 생활수준 향상을 목적으로 창설되었다.

MIGA는 투자자와 대부자에게 발생할 수 있는 다양한 정치적 위험(수용, 계약위반, 통화 이전 제한, 전쟁 및 소요, 정부의 재정 의무 미이행 등)에 대한 보증을 제공함으로써 분쟁을 해결하는데 도움을 준다.

100여개의 개발도상국의 프로젝트 600여개를 지원해왔으며 2010년 기준 보장실적은 약 224억 달러 수준이다. MIGA의 총 보험(보증)제공금액은 2009년 73억 달러를 넘어선 77억 달러에 이른다.

(2) WB의 차관 종류 및 특징

WB 차관은 투자차관과 개발정책차관 두 종류로 구분할 수 있다. 투자차관은 공사, 재화, 컨설팅 등을 제공하며, 장기 프로젝트 형태로 나타난다. 개발정책차관은 국가 정책과 경제 전반적인 분야의 제도적 개혁을 지원하여, 단기 프로젝트 형태이다.

<표 101> WB 차관 종류별 특징

구분	특징
투자차관	<ul style="list-style-type: none"> • 공사, 재화, 컨설팅 • 기 확정된 프로젝트 • 장기 프로젝트(5~10년) • 확정된 조달(Procurement)과 이행(Implementation) 일정
개발정책차관	<ul style="list-style-type: none"> • 국가 정책과 경제 전반적인 분야의 제도적 개혁 지원 • 단기 프로젝트(1~3년) • 단기 자금 제도

출처: KOTRA, 다자개발은행 자원조달 방법과 절차 (2016) 내, 세계은행 홈페이지

WB 차관 프로젝트 수행절차에서 각 프로젝트별 성격은 다르지만 모두 동일한 프로세스에 따라 진행하며, 총 5단계의 프로세스를 거치며 최소 8년 정도의 기간 소요가 예상된다.

[그림 62] WB 차관 프로젝트 수행절차



출처: 한국에너지공단, WB입찰가이드라인 (2018)

① 프로젝트 발굴(Identification)

프로젝트 발굴은 프로젝트를 구상하고 계획하는 단계이다. 다수의 프로젝트 계획이 WB의 국가지원전략(Country Assistance Strategy)에 속해 있다가 구체적으로 현실화되는 단계에 해당한다. 해당 프로젝트가 WB의 국가지원전략에 언급된 분야 및 목적에 부합해야 집행이사회 승인을 받을 수 있다. 그러므로 기업은 WB의 국가지원전략을 꾸준히 모니터링하는 것이 필요하다.

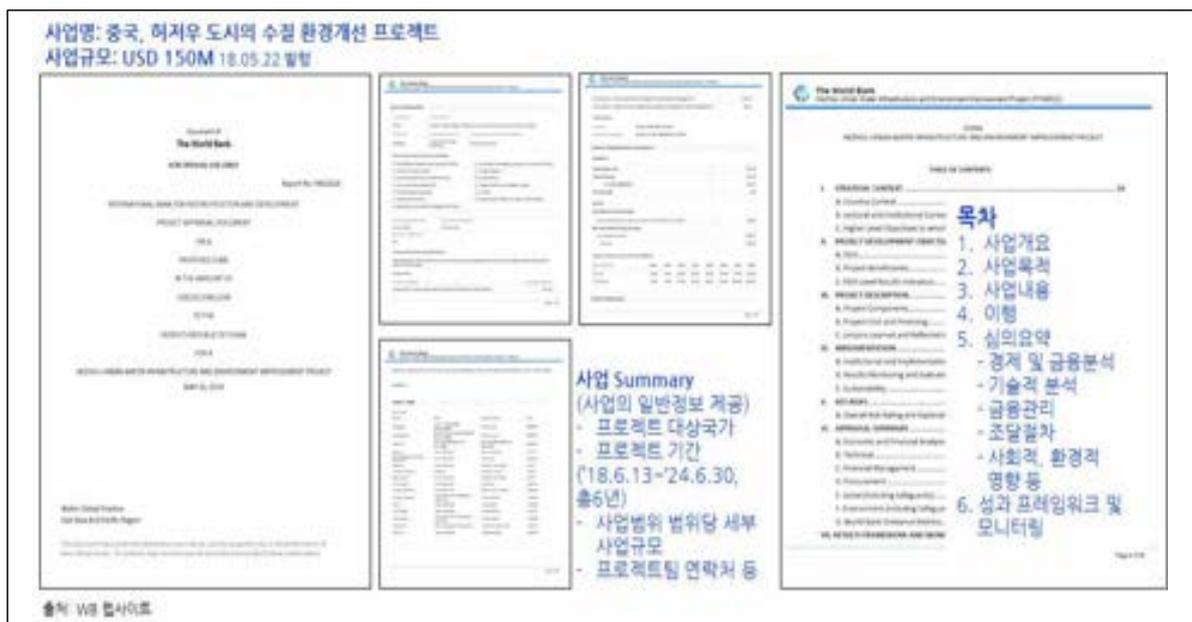
② 계획수립(Preparation)

계획수립(Preparation)은 구상 및 개념적인 단계였던 프로젝트의 세부 계획 등을 통해 구체화 하는 단계이다. 수원국과 WB가 협력하여 프로젝트 세부계획을 수립하는데, 수원국과 WB는 타당성 조사, 계획분석, 환경영향평가 등 컨설팅 프로젝트를 맡게 된다. 준비단계에 접어든 프로젝트는 기본적인 개요 및 주요 담당자의 정보(연락처 등)를 제공하는 프로젝트 정보문서(Project Information Document, PID)를 WB 웹사이트 내에서 확보할 수 있다. 프로젝트 수행절차 초기부터 수원국 및 WB 담당자와의 접촉을 통해 프로젝트에 해당 기업의 기술, 솔루션 및 제품사양이 반영될 수 있도록 시도가 가능하다.

③ 검토(Appraisal)

검토(Appraisal)단계에서 WB는 프로젝트 제안서를 검토 및 평가를 진행한다. 심의단계에서 WB는 조달에 적용될 절차와 규정, 프로젝트에 소요되는 공사, 재화, 용역, 장비의 사양 등을 검토하는 단계이다. 프로젝트 완료까지 충분한 자금이 가능한지에 대한 여부를 검토 및 평가하는데, 검토 및 평가 요소로는 금융조달계획, 공동투자 가능성 및 필요성, 세부 소요예산 등이 있다. 프로젝트 심의문서(Project Appraisal Document, PAD)는 승인 이후 즉시 WB 웹사이트에 공개되는데, 프로젝트의 모든 구성요소에 대해 자세히 기술하고 있는 문서로 관심이 있는 기업은 본 문서를 참고하여 구체적인 정보를 획득하고 이에 상응한 준비를 해야 한다.

[그림 63] WB의 PAD 문서(예시)



출처: Worldbank 웹사이트 (<https://www.worldbank.org/>)

④ 협상 및 승인

협상 및 승인 단계는 심의문서 검토 후 WB와 수원국이 공식적으로 차관협상을 시작하는 단계로 수원국이 구체적인 프로젝트 수행계획 및 일정, 지원조건 등에 합의하면 WB 집행 이사회 안건으로 상정되어 승인받는 절차를 진행한다. 승인을 받은 이후, WB와 수원국은 차관계약서를 체결하게 된다.

이 단계에서 관심 있는 기업들은 어떤 전략 하에 프로젝트에 접근할 것인지 방향성을 결정해야 한다. 예를 들어 타 기업과 컨소시엄을 구성하거나 현지 기업을 대리인으로 활용하는 등의 전략을 통해 해당기업의 단점 보완 등이 필요할 수 있다.

⑤ 이행(Implementation and Supervision)

이행(Implementation and Supervision) 단계에서는 승인받은 프로젝트의 수행과 관련된 조달은 수원국 책임 하에 진행되며 WB는 진행 과정을 감독한다. WB는 조달계약 당사자는 아니지만 차관계약서에 명시된 대로 조달절차가 잘 진행되고 있는지 감독한다. 관심 있는 기업은 이 단계에서 프로젝트 단위의 세부 분야의 조달 단위로 사업 기회가 구체화 되는 시점으로 마케팅 및 영업 역량을 발휘하여 입찰 기회에 노려야 한다. WB는 프로젝트 완료 후 당초 설정한 목표가 달성되었는지 사후평가 진행하며, 수원국 개발수요에 따라 후속사업이 개발될 수 있다.

5.3.2.2 아시아개발은행 (Asian Development Bank, ADB)

아시아개발은행(ADB)는 아시아 및 태평양지역의 경제성장과 ADB 회원국 간 협력을 도모하고, 개발도상국의 경제성장을 촉진하기 위한 목적으로 설립되었다.

ADB의 주요 기능은 ①아태지역 개발을 위한 각종 공공, 민간 자본의 역내 투자 촉진, ② 역내 국가간 균형 발전을 위한 개발도상국 개발프로젝트 자금 지원, ③차관 자금의 효율적 활용과 교역 확대를 위한 역내 회원국의 개발정책, 프로젝트 계획수립 지원과 조정, ④수원국의 개발 프로젝트 계획안 작성, 집행에 대한 기술지원 제공, ⑤UN 및 산하기관, 기타 아태지역 개발투자에 관심을 보유한 국제기구, 민간기구, 회원국과의 협력 추진이다. ADB는 WB Group의 조직구성(독립된 5개의 기구로 구성)과 다르게 ADB는 본부를 중심으로 지역별 부서 산하에 산업별 조직을 두고 부서가 중심축으로 프로젝트를 수행한다.

(1) ADB 재원현황

ADB의 재원은 회원국의 자기자본금과 특별준비금, WB 채권발행을 통한 금융조달과 차관공여나 투자를 통한 이익금 등을 통해 조달한다. ADB는 차관 제공(Loan), 무상공여(Grant), 지분투자(Equity Investment), 기술지원(Technological Assistance) 등으로 구성되고 모든 자금은 ADB 본부가 직접 통제 및 집행한다.

<표 102> ADB 차관의 종류

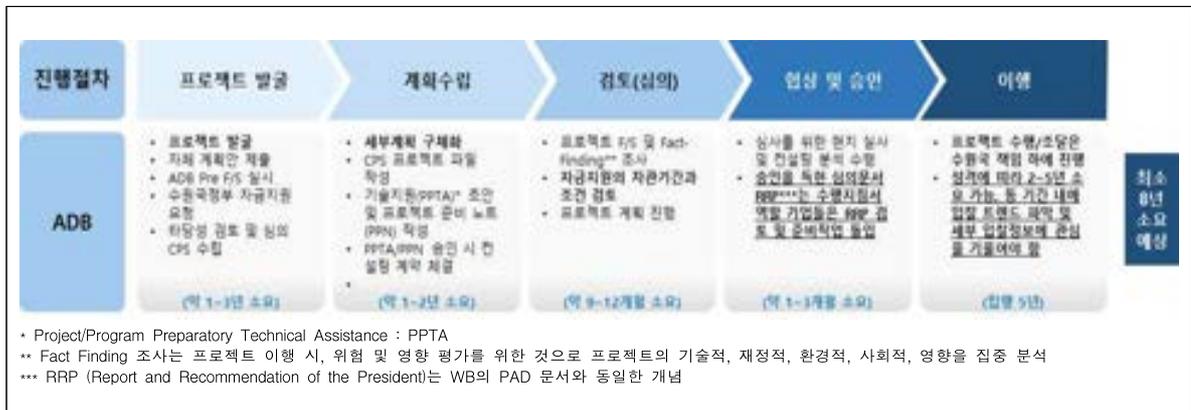
구분	자금원	비고
일반자금 (Ordinary Capital Resources, OCR)	국제 금융시장 조달 및 다양한 프로젝트를 통한 이익금	주로 상환 능력이 있는 회원국 및 민간 기관이 동 자금을 활용
ADF (아시아개발기금)	회원국들의 기부금	최빈회원국에게 아주 낮은 이자율로 제공
지분투자 (Equity Investment)	국제 금융시장 조달 및 다양한 프로젝트를 통한 이익금	주로 민간 프로젝트 투자 (PSOD, 민간사업부)
기술지원 Technical Assistance Grant(TA)	TASF(Technical Assistance Special Fund): 기술지원 특별펀드	<ul style="list-style-type: none"> • PPTA(Project Preparation Technical Assistance): 프로젝트 계획 수립을 위한 기술 지원 • AOTA(Advisory and Operational Technical Assistance): 자문운영 기술지원
기타 특별기금 (Other Bilateral Funds)	특정 국가 및 기관이 ADB를 기금관리자로 지정, 특별 공여자금(Bilateral Funds) 형식으로 제공	

출처: KOTRA, 다자개발은행 재원조달 방법과 절차(2016), ADB 홈페이지

(2) ADB 차관 프로젝트 수행절차

ADB의 차관프로젝트 수행절차는 5단계를 거치며 전주기 소요기간은 최소 8년 정도의 기간 소요가 예상된다.

[그림 64] ADB 차관 프로젝트 수행절차



출처: 한국에너지공단, ADB 입찰가이드라인 (2018)

① 프로젝트 발굴

프로젝트 발굴은 수원국이 자체계획안을 ADB에 제출하면 ADB는 타당성조사(F/S) 실시하고 자금 승인 시, ADB와 수원국은 국가파트너전략 (Country Partnership Strategy, CPS) 수립한다. CPS 초안은 수원국 관련 기관들로부터 검토를 받고 ADB 지원대상이 되는 프로젝트는 이행계획이 부속서로 작성한다. 이후 CPS가 ADB 이사회 승인을 받으면 ADB 웹사이트에 공개하고, 기업은 관심 있는 국가의 ADB 중장기전략 및 개발 계획을 파악할 수 있다.

② 계획수립

계획수립은 수원국 특정 지역의 개발 전략 및 계획을 담고 있는 프로그램 수립이 완료되면 이에 따른 계획서를 작성하는 것이다. ADB는 웹사이트를 통해 지원계획을 공개한다. ADB는 회원국 정부가 자체적으로 프로그램프로젝트를 발굴, 작성할 수 있도록 주기적으로 PPTA(Project Program Preparatory Technical Assistance) 실시한다. PPTA 과정에서 수원국과 ADB는 프로젝트 타당성 분석을 위한 컨설턴트 고용하고, TA사업의 경우에는 ADB가 직접 컨설턴트를 고용하는데, 이렇듯 수원국이 직접 컨설팅 선정을 하는 것이 WB와의 가장 큰 차이로 볼 수 있다.

③ 검토(심의)

검토(심의)단계는 컨설팅 보고서와 Fact-finding 조사를 통해 프로젝트의 타당성을 조사하는 것이다. Fact-finding 조사는 프로젝트 이행 시, 위험 및 영향평가를 위한 것으로, 프로젝트의 기술적·재정적·환경적·사회적 영향을 집중 분석한다. 효율적인 자금지원을 위해 차관기관과 조건도 검토되고, 동시에 프로젝트 디자인(계획) 작업도 진행된다.

④ 협상 및 승인

Fact-Finding 작업 후에는 본격적인 프로젝트 심사를 위한 현지 실사 및 컨설팅 분석 등 수행한다. ADB와 수원국 간 차관협상이 완료되면 RRP(Report and Recommendation of the President)라는 차관제공 합의서가 이사회에 상정되고, 이사회 승인을 받은 RRP는 프로젝트 수행지침서 역할을 하게 된다. RRP는 WB 문서의 프로젝트 심사보고서인 PDA와 같은 의미의 문서이다. RRP를 승인하면 조달절차가 바로 진행될 수 있으므로 관심 있는 기업은 RRP를 면밀히 검토하는 것이 필요하다.

⑤ 이행

이행단계에서는 TA를 제외한 유무상 프로젝트에 대한 직접적인 권한은 수원국과 이행기관이 갖게 된다. ADB 프로젝트 성격에 따라 2~5년에 걸쳐 수행되며 사업이 이행되는 기간에도 입찰활동은 발생하므로, 관심 있는 기업은 진행 중인 프로젝트의 세부 입찰 정보에도 관심을 기울여야 한다. ADB는 종료된 프로젝트의 경험 공유를 위해 종료 후 1~2년 내에 프로젝트 평가를 위한 결과보고서 및 TA 결과보고서를 작성한다.

5.3.2.3 아시아인프라투자은행(Asian Infrastructure Investment Bank, AIIB)

AIIB는 2016년 인프라 투자를 통해 아시아의 경제·사회 발전 및 역내 연결성과 협력 증진을 목적으로 설립되었으며, WB와 ADB 등이 세계 빈곤퇴치를 최우선 목표로 하는데 비해 AIIB는 인프라 투자에 집중하고 있다.

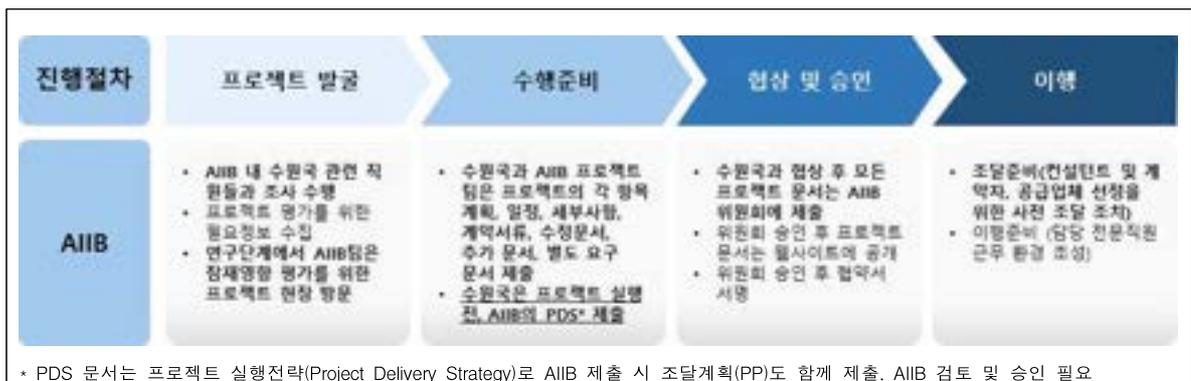
AIIB의 설립배경에는 아시아 지역 인프라 수요가 급증하는 데에 반해 MDB 자금으로는 연간 개발수요가 충족되지 않는 상황이며, 아시아 지역 인프라 건설에 집중 투자함으로써 투자자금 공급부족을 해소하는데 기여할 것으로 기대된다. AIIB는 미국과 일본 주도의 국제금융질서에 대응한 중국 중심 금융질서 형성의 첫 시도로 평가되고 있다.

AIIB의 자본 구성은 일반자본과 특별기금으로 구성되며, 일반자본은 수권자본금, 차관, 차관 및 담보의 상환금 또는 지분투자로 얻은 수익 등이며, 특별기금은 특별기금으로 수탁한 자본, 특별기금을 활용한 차관과 담보, 지분투자 배당 그리고 특별기금 투자로 얻은 파생 수입 등으로 구성된다.

(1) AIIB 차관 프로젝트 수행절차

AIIB 차관 프로젝트 수행절차는 프로젝트 발굴, 수행준비, 협상 및 승인, 이행 등 총 4단계의 프로세스로 진행된다.

[그림 65] AIIB 차관 프로젝트 수행절차



① 프로젝트 발굴

프로젝트 발굴단계에서 수원국이 자체계획안을 AIIB에 제출하며 이때 간단한 프로젝트 요약, 예비 또는 최종 가능성 보고서 등이 포함된다. AIIB에 접수된 정보를 검토 후 평가를 위한 추가조사가 요청될 수 있다. 연구단계에서 AIIB는 잠재영향 평가를 위한 프로젝트 현장방문을 진행한다.

② 수행준비

수행준비 단계에서는 초기검토 및 추가 지원연구를 바탕으로 AIIB는 수원국과 협의하여 내부 심의에 사용되는 프로젝트를 준비한다. AIIB 프로젝트 팀은 프로젝트 각 항목계획(조달계획 포함), 일정, 세부사항, 계약서류, 수정문서, 추가문서, 별도 요구문서 제출한다.

③ 협상 및 승인

협상 및 승인 단계에서는 수원국과 협상 후 프로젝트 문서를 AIIB 위원회에 제출한다. 이 때, 이사회 승인 후 수원국의 동의하에 AIIB 웹사이트에 게시하게 된다. 위원회 승인 후 수원국은 협약서에 서명한다.

④ 이행

프로젝트 이행에 대한 지원을 막기 위해 AIIB는 조달 및 이행 준비 진행한다. 조달준비에서는 조달 컨설턴트 및 공급업체 선정을 위한 사전 조달조치를 수행한다. 이행준비에서는 프로젝트 집행기관이 효과적으로 프로젝트를 이행할 수 있도록 근무환경 조성 등이 해당한다.

AIIB는 프로젝트의 완료 후 6~12개월 이내에 프로젝트 완료 보고서(Project Completion Report, PCR)를 제공한다. PCR에는 프로젝트 결과, 프로젝트 수원국과 AIIB의 성과, 프로젝트의 개발목표 달성 정도 및 연계사업과의 연계성 등의 시사점을 제공한다.

(2) AIIB 사업준비특별기금 조성현황

AIIB 사업준비특별기금은 개도국이 사업계획수립, 사업타당성 조사(F/S) 등 인프라 사업의 준비단계 비용이 필요함에 따라, 2016년 6월 AIIB는 인프라 사업의 준비 단계 비용을 무상으로 지원하기 위한 목적으로 설립된 기금이다.

신규사업을 발굴하고 사업의 기초계획을 수립하기보다는, 기초 준비단계를 마친 후 어느 정도 구체화된 사업의 후속 준비단계 지원하는 기금이며, AIIB 사업준비특별기금의 대상은 주로 정부보증사업, 중저소득국⁴⁾이며 F/S 재검토 및 개선, 환경·재무·기술분석, 구매·계약 관련 자문, 역량강화 연수 등을 지원한다.

다만, AIIB는 정부보증사업이 아닌 민간사업의 지원은 전체 특별기금 지원액의 10% 이내로 제한하며, 중저소득국 이외의 국가에 대해서도 사업준비특별기금 지원액의 20% 이내로 제한한다. AIIB 투자국(인프라 사업 총괄)에서 특별기금 사업의 심의를 진행하므로 특별기금에서 승인된 사업은 최종적으로 AIIB 인프라 사업과 연계될 가능성이 높다.

4) 국제개발협회(International Development Association, IDA) 수혜국, 2018년 기준 1인당 GNI 1,165달러 이하 국가

5.3.3 기후·환경기금 자금 활용방안

(1) 정의

개도국이 기후변화 대응과 관련한 지속적 개발목표를 설정하고 달성하는데 있어 필요한 프로젝트들의 재정을 지원하는 국제사회의 기금으로 대표적으로는 유엔 기후변화협약에 의한 기금인 지구환경금융(Global Environment Facility, GEF), 녹색기후기금(Global Climate Fund, GCF) 및 적응기금(Adaptation Fund, AF) 등이 있다.

(2) 지구환경금융(GEF)

GEF는 1994년 유엔기후변화협약(UNFCCC) 정책메커니즘 중 하나로 지구 환경개선을 위해 출범된 최초의 다자간 금융기구로 1992년 리오정상회의(Rio Earth Summit)에서 설립되고 시범운영기간을 거쳐 1994년도에 정식 출범하였다.

환경문제는 국지적인 것이 아니라 국경을 초월한다는 인식 아래, 개발도상국 및 체제전환 국가들의 국제 환경 협약을 실행하는 데 지원한다.

주요 지원 분야는 5개로 기후변화, 생물다양성 보전, 국제수자원보호, 사막화 및 산림 황폐화 방지, 화학 및 폐기물관리 분야이고, 국제기구(UNEP, UNDP, FAO 등)와 다자개발은행(WB, ADB 등) 등 18개의 이행기구로 구성되어 있다.

GEF의 지원금은 이사회가 승인하는 증여(Grant)와 양허성기금(Concessional)으로 구성되며, Full-Size Project(FSPs), Medium-Size Project(MSPs), Enabling Activities(EAs), Small Grant Program 등 4가지 방식으로 자금을 제공하고, 사업 규모는 일반규모(Full-sized program, 2백만 달러 이상), 중규모 사업(mid-sized Program, 2백만 달러 이하)으로 구분한다.

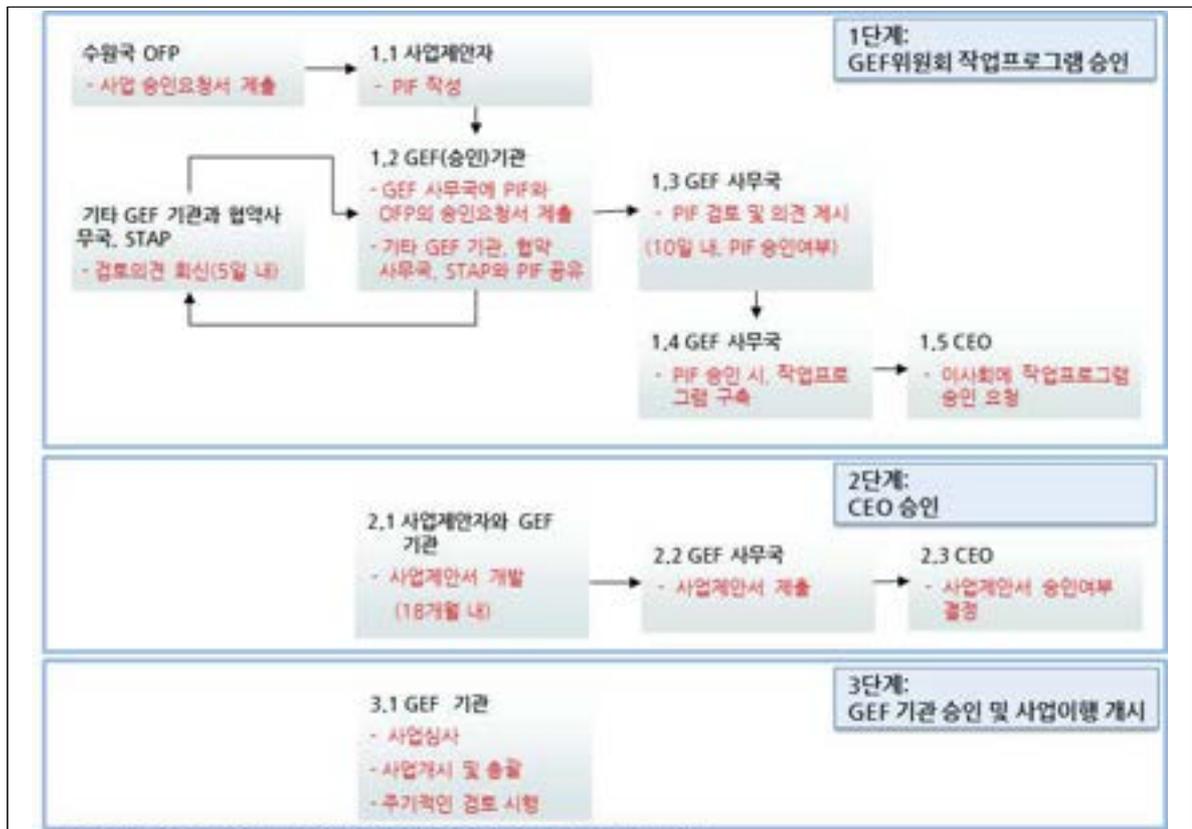
GEF 자금의 80% 이상을 차지하는 일반규모(Full-sized program, 2백만 달러 이상) FSP 프로젝트의 수행절차는 다음과 같다. 먼저, GEF 사업 추진 시에는 사전 승인된 GEF 기관과의 반드시 협력해야 하며, 기관은 아래 표와 같으며, 2백만 달러 이상 규모의 FSP의 지원에 소요되는 기간은 통상 5~6년이 소요된다.

<표 103> GEF 승인기관

구 분	기관명
지역 및 국가기관	Asian Development Bank(ADB), African Development Bank(AfDB), West African Development Bank(BOAD), Development Bank of Latin America(CAF), Conservation International, Development Bank of South Africa(DBSA), European Bank for Reconstruction and Development(EBRD), 중국 환경부(FECO), Brazil Biodiversity Fund(FUNBIO), Inter-American Development Bank(IADB)
국제기구	International Fund for Agricultural Development(IFAD), International Union for Conservation of Nature(IUCN), United Nations Development Programme(UNDP), United Nations Environment Programme(UNEP), United Nations Industrial Development Organization(UNIDO), World Bank(WB), World Wildlife Fund(WWF-US)

출처: 대외경제정책연구원, 국제기구금융 메커니즘의 진화와 우리의 대응방안 (2016)

[그림 66] GEF의 일반규모 사업(FSP) 사업수행 절차



출처: 대외경제정책연구원, 국제기구금융 메커니즘의 진화와 우리의 대응방안 (2016); GEF웹사이트 (<https://www.thegef.org>)

1단계 절차로, 먼저 사업 제안자는 사업발굴양식(Project Identification Form, PIF) 작성하여, GEF 사무국에 제출한다. 이를 기타 GEF 기관과 해당 협약 사무국, 과학기술자문패널(STAP)과 공유(5일 내 검토 의견 회신 및 GEF 사무국과 공유)해야 한다.

GEF 사무국에서는 PIF 검토하여 10일 내 결과를 회신하며, GEF 사무국은 PIF 승인 시, 사업 추진을 위한 작업프로그램 구축하고, GEF의 CEO는 이를 이사회에 제출 및 승인요청을 수행한다. 이사회는 작업프로그램을 수시 검토하여 승인 여부를 결정한다. PIF에는 발굴된 사업이 GEF 중점분야와의 부합성, 사업의 구성요소, 요청 GEF 기금 규모, 협조용자 규모 등의 내용으로 구성되어 있다. 사업요건 충족여부는 수원국 이해당사자의 고려여부, 젠더, 사업위험요소, 국가우선순위 등의 요건을 충족하는 지에 대한 부합성 검토 및 기술을 요구한다. 이때, 수원국 OFP(Operation Focal Point)와 GEF 기관의 확인으로 사업추진에 대한 동의여부를 표기한다.

2단계는 이사회에서 승인하면 사업제안자와 GEF 기관은 18개월 이내에 구체적인 사업제안서를 작성하는데, PIF 승인 후 18개월 이내에 사업제안서를 제출하지 못하면 CEO는 GEF 기관과 수원국 OFP에게 사업취소를 통보한다. 사업계획서의 제출 시 협조용자 협약서, 경과 모니터링 방안 등 첨부한다.

GEF 사무국에 사업제안서를 제출하면 사무국은 이를 검토하고 CEO에 전달 및 승인 요청을 하고, 사업제안서 전달 시에 GEF 사무국은 위원회 또는 과학기술자문패널의 피드백 반영 여부를 함께 제출해야한다. CEO 승인 후, GEF 홈페이지에 사업 및 관련 자료를 공개한다.

마지막 3단계는 GEF 기관의 사업승인 후 이행개시를 하고, GEF 기관은 사업이행 협력기관의 작업을 총괄하며 주기적인 검토 시행한다.

(3) 녹색기후기금

UN 산하기구로 UNFCCC 당사국총회(COP16, 칸쿤 개최)에서 선진국이 개발도상국의 온실가스 감축 및 기후변화 대응을 지원하기 위해 연간 1,000억 달러 규모의 재원을 2020년까지 조성하기로 결정하였다.

GEF의 공적원조기금을 통해 조성된 기후변화기금의 한계로 인해 개도국 대상의 자금 활용이 용이할 수 있는 새로운 다자간 금융기구 출현의 필요성이 대두되었으며, 사회기반시설이 취약하여 환경에 집중하는 사업 이행이 어려운 개도국의 사회기반시설 확충을 위해 설립된 재정메커니즘의 핵심기구이다.

GCF의 재원접근 방식은 직접접근 방식(Direct Access)과 국제접근(International)으로 구분되며, 직접 접근은 수원국이 지정한 지방(Sub-national), 국가(National), 지역 (Regional) 이행기구(Accredited Entity, AE)를 통해 재원을 요청할 경우이고, 국제접근은 UN 기구, 다자간개발은행, 국제금융기구 등 국제 AE를 통해 재원을 요청할 경우이다.

GCF의 지원 사업분야는 온실가스 감축(mitigation)과 기후변화적응(adaptation), 그리고 이 두 분야를 포함한 범분야(cross-cutting)로 구분된다.

<표 104> GCF 지원 사업 분야

온실가스 감축	기후변화적응
<ul style="list-style-type: none"> • 저탄소 에너지 접근 및 생산 • 저탄소 교통 • 에너지효율 건물, 도시 및 산업 • 지속가능 임업 및 토지이용 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화에 취약한 주민, 지역사회, 지역에 대한 지원 • 보건, 삶의 질, 식량, 물 안보 • 기후변화 위협 대응을 위한 인프라 및 내재 역량 • 생태계

출처: GCF 홈페이지(<https://www.greenclimate.fund/>)

GCF 사업규모는 GCF 자금과 공동투자금액을 포함한 총 투자금액을 의미하며 극소규모, 소규모, 중규모, 대규모 등 4가지로 분류된다.

<표 105> GCF 사업 규모

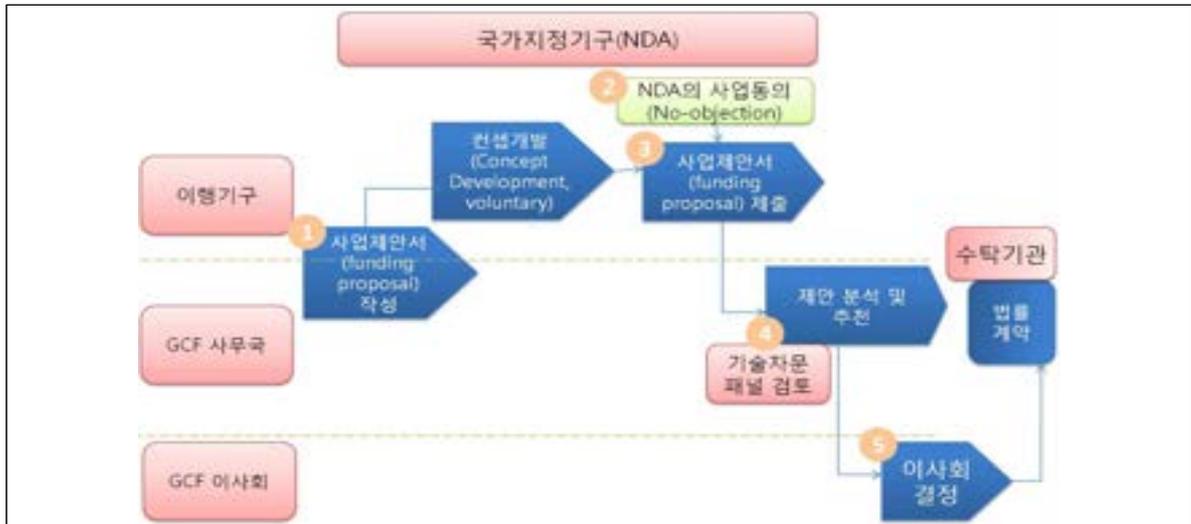
사업 규모	기준
극소(Micro)	≤USD 10M
소(Small)	>USD 10M, ≤USD 50M
중(Medium)	>USD 50M, ≤USD 250M
대(Large)	>USD 250M

출처: GCF 홈페이지(<https://www.greenclimate.fund/>)

사업승인절차는 5단계로 진행되는데, 우선 이행기구는 사업제안서를 준비하고 GCF 홈페이지에 사업제안서 접수 공고문 게시한다. 사업제안서 접수는 수시로 이루어지며 이를 모아 이사회에 승인여부를 논의하게 된다.

사업제안서 작성 이전에 컨셉노트를 개발하여 GCF 사무국에 제출하여 협의가능하며 이때, 이행기구는 해당 사업과 대상국의 전략 프레임워크 및 우선순위의 부합성 여부를 대상국의 국가지정기구와 점검 진행하고, 제출한 컨셉노트에 대해 사무국은 검토 및 피드백 제공한다.

[그림 67] GCF 사업제안 및 승인 절차



출처: GCF 홈페이지 (<https://www.greencimate.fund/>); 정부 보도자료 (기획재정부('15.8), 녹색기후기금 추진 현황)

이행기구는 사업제안서 제출에 앞서 대상국 국가지정기구와 협력하여 국가지정기구의 동의서(no-objection letter)를 얻어야 하고, 사업 대상국의 우선순위, 정책, 전략, 주인의식, 부합 여부 등의 부합성을 평가하기 위한 것으로 사업제안서 제출 시, 동의서가 누락되면 이사회 검토가 이루어지지 않는다.

이행기구는 사업제안서와 심사보고서(appraisal report), 요약문 등을 사무국에 제출하고, 해당분야 전문가로 이루어진 독립기술 자문패널이 별도로 사업제안서 평가 및 심사 보고서를 작성하여 심사결과를 이사회에 제출한다.

사무국은 심사결과를 이사회에 제출하면 이사회는 승인여부 논의한다. 이사회 승인 시 결정 통보하고, 사업 승인이 되면 사무국은 협정문 초안과 재원 제공 조건을 최종확정 하고 GCF 사무총장과 이행기구 간 협정을 체결한다.

사무국은 사업승인 협정 체결을 수탁기관에 통보하고 수탁기관은 확인 후 이행기구와 국가 지정기구에 약정서한을 송부하면 사업 개시가 가능하다.

(4) 적응기금 (Adaptation Fund)

기후변화로 인한 위험이 인식되면서 선진국들은 기후변화의 완화방안에 큰 관심을 보여 왔지만 개도국의 기후변화 대응은 미약한 상황이었다. 제13차 당사국총회 발리행동계획에서 선진국뿐만 아니라 개도국의 기후변화에 대한 적응의 중요성이 인식되면서 2001년 기후변화적응사업을 위한 적응기금(Adaptation Fund)이 UN 프레임워크의 교토의정서 아래 설립되었다.

AF의 적용대상은 교토의정서 당사국 내 개발도상국이고, 기금의 관리 및 감독 등은 적응기금 이사회(Adaptation Fund Board, AFB)가 기금 운영에 대한 법적 자격을 부여받아 개발도상국 적응기금 지원 활성화의 계기를 마련하였으며, 기후변화에 취약한 국가 중 16개 국가의 대표 및 대리이사 등으로 구성하여 2년에 한 번씩 회의 진행한다.

AF는 개발도상국이 지정한 국가기관 또는 다자기관이 승인절차를 거치고 승인을 받으며 사업 제안서를 이사회에 제출하고 기금을 받아 사업을 수행하는 직접접근방식(Direct Access)이고, AF의 직접접근 방식은 개발도상국이 기금에 직접 접근한다는 것을 허용하는 점이 타 기금과의 차이점이다.

개발도상국의 정부가 국가기관을 통해 사업계획서 제출하고, AF로 제출된 사업계획서는 승인 패널을 통해 이사회에 제출하는 방식이다.

2부 후속사업 발굴

제1장 환경협력사업 추진

1.1 환경협력사업 도출

1.2 환경협력사업 자원확보 방안

1.3 우선협력사업 요약

2부. 후속사업 발굴

제1장 환경협력사업 추진

1.1 환경협력사업 도출

몽골 울란바토르 대기질개선 마스터플랜 수립 과정에서 19개의 협력사업이 발굴되었으며, 이 중에서 이행자금 연계를 통해 현지 사업화를 할 수 있는 프로젝트 유형의 사업은 12건이며 아래와 같다.

<표 106> 도출 환경 협력사업

No.	구분	사업명
1	고정오염원	울란바토르시 열병합발전소 전기집진기 개선 및 설치
2		울란바토르시 열병합발전소 탈황설비 도입
3		사업장 대기오염 물질 관리시스템 (CleanSYS) Pilot 설치
4		가스연료 열전용 보일러 (HOBs) 도입
5	이동오염원	배출가스 검사제도 이행을 위한 측정장비 도입
6		몽골 노후경유차 배출물질 저감을 위한 DPF 시범 도입
7		LPG 충전소 확충
8		전기차 충전소 확충
9	모니터링	대기오염정보관리 시스템(NAMIS) 구축
10		몽골 대기환경모니터링 정보공개 시스템(Agaar) 개선
11		대기오염 고정측정소 확대
12		대기오염 이동측정소(차량) 도입

1.2 환경협력사업 재원확보 방안

「대기오염정보관리 시스템(NAMIS) 구축」, 「몽골 대기환경모니터링 정보공개 시스템(Agaar) 개선」, 「대기오염 고정측정소 확대」 및 「대기오염 이동측정소(차량) 도입」 과 「사업장 대기오염물질 관리시스템 Pilot 설치」 를 통합하여 「UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업」 으로 사업을 구성, 환경부 부처 ODA 자금으로 이행하기 위하여 사업계획서 작성을 추진하였다.

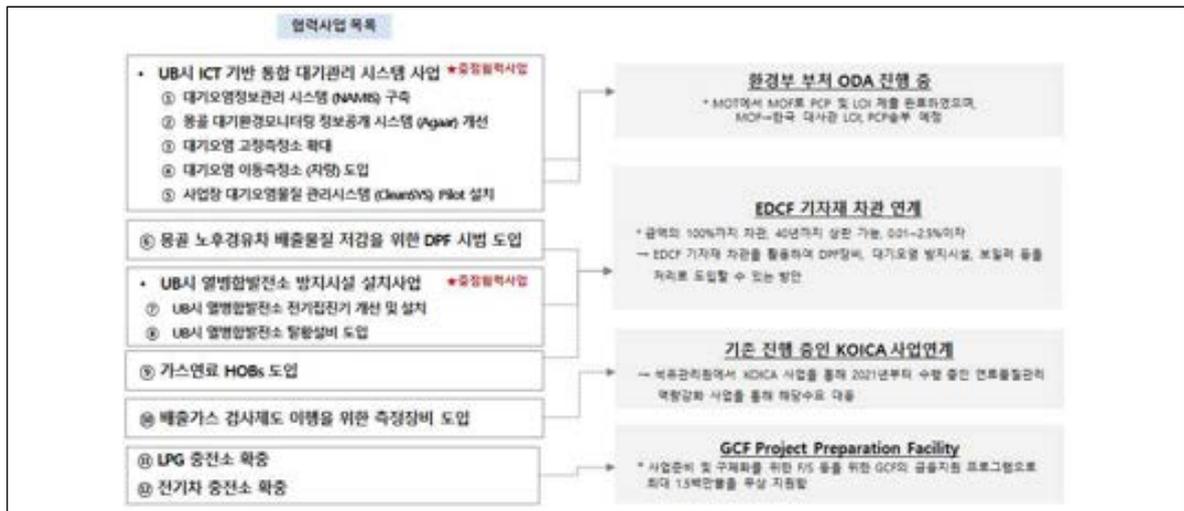
「울란바토르시 열병합발전소 전기집진기 개선 및 설치」 와 「울란바토르시 열병합발전소 탈황설비 도입」 을 통합한 「UB시 열병합발전소 방지지설 설치사업」, 「몽골 노후경유차 배출물질 저감을 위한 DPF 시범 도입」, 「가스연료 HOBs 도입」 등 몽골 현지에 기자재를 도입하는 유형의 사업은 EDCF에서 제공하는 기자재 차관을 연계하여 재원을 확보할 수 있다.

EDCF 기자재 차관은 금액의 대상국으로 도입되는 기자재 금액의 100%까지 차관이 가능하고, 최대 40년까지 상환이 가능하다. 이자율은 0.01~2.5% 수준이다.

「배출가스 검사제도 이행을 위한 측정장비 도입」은 2021~2025년 기간 동안 몽골에서 KOICA 사업으로 석유관리원이 수행 중인 ‘몽골 대기환경 개선을 위한 에너지원 품질관리 역량 강화사업’에서 해당 분야를 포함하므로, 이 사업을 통해 몽골의 해당 수요를 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 본 사업에서는 석유제품의 품질검사 및 시험분석 관련 규정(안) 수립, 석유제품 및 광물 시험분석 관련 기자재 구축 등 몽골 내 에너지원 품질 관리를 위한 몽골 광물석유청의 중앙시험실 중장기 로드맵을 수립할 계획이다.

「LPG 충전소 확충」 및 「전기차 충전소 확충」은 대규모의 자금이 수반되는 사업으로 GCF 자금과 연계한 추진 방안을 고려할 수 있으므로, GCF 본 사업 이행에 선행하여 사업을 준비하고 구체화에 활용할 수 있는 F/S자금인 ‘GCF Project Preparation Facility’를 활용하여 사업을 추진할 수 있을 것이다.

[그림 68] 환경 협력사업 자금연계방안



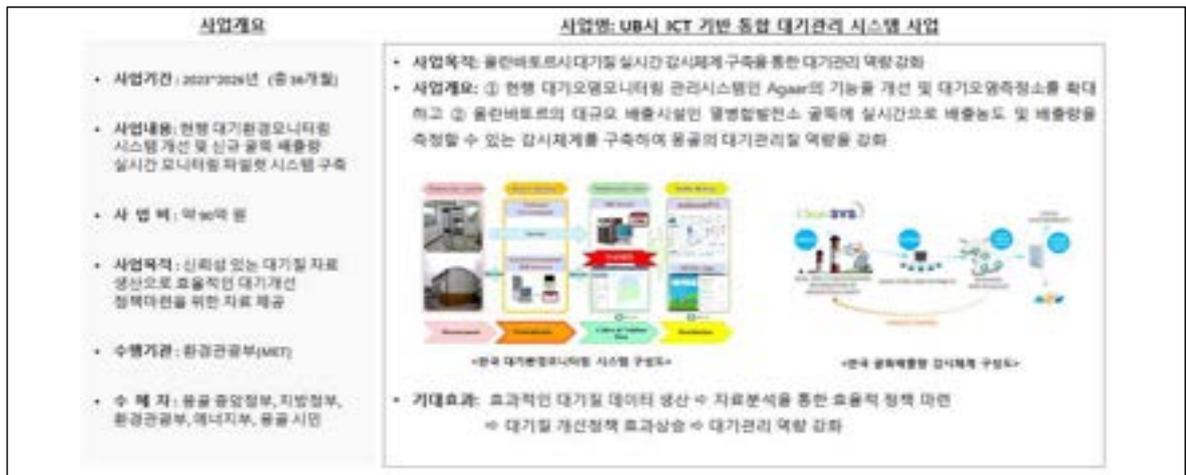
1.3 우선협력사업 요약

도출된 협력사업을 대상으로 몽골 현지도입 관점에서의 시급성, 당위성, 파급력 등을 바탕으로 「UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업」과 「UB시 열병합발전소 방지시설 설치사업」을 우선협력사업으로 선정하였다.

「UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업」의 경우, 환경부 부처 ODA 자금으로 사업을 이행하고자 몽골 환경관광부와 협업하여 사업계획서(PCP)를 작성하고, 몽골 환경관광부의 사업추진의향서(LOI)를 몽골 기재부 측에 제출한 상태이다.

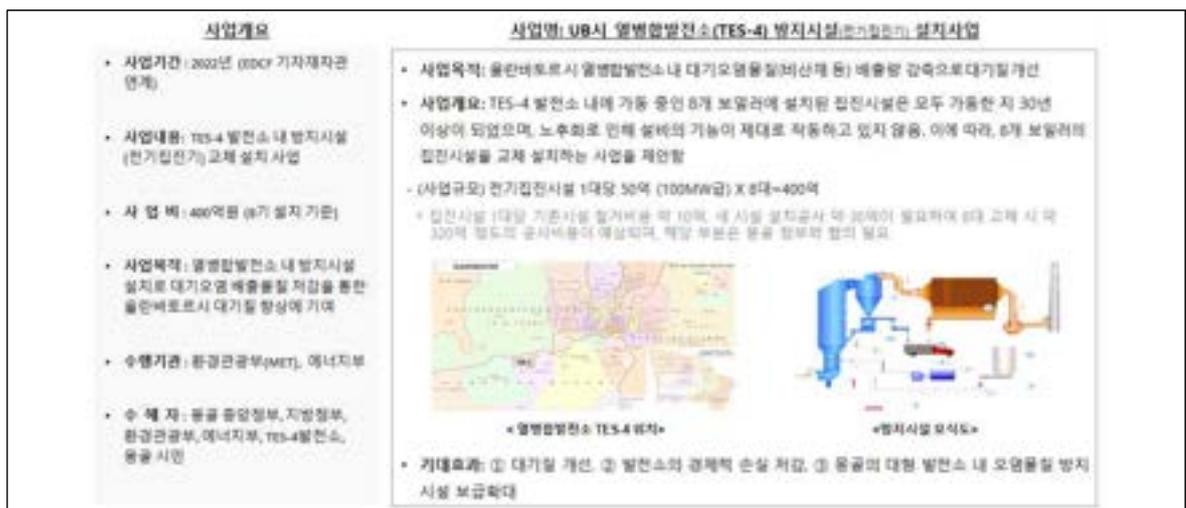
「UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업」은 몽골의 대기오염 모니터링 시스템(Agaar)를 개선하고, 대기질 측정소를 확대하며, 사업장에서 배출되는 대기오염물질을 실시간으로 측정하고 모니터링 할 수 있는 굴뚝 대기오염배출량 모니터링시스템(CleanSYS)을 시범 도입하는 사업이다.

[그림 69] UB시 ICT 기반 통합 대기관리 시스템 사업개요



「UB시 열병합발전소 방지시설 설치사업」은 울란바토르 시 전력공급의 60%이상을 차지하고, 700MW로 발전용량이 가장 큰 TES-4 열병합발전소를 대상으로 노후 집진기를 교체 설치하는 사업이다.

[그림 70] UB시 열병합발전소 방지시설 설치사업 개요



2부 후속사업 발굴

제2장 UB시 열병합발전소 방지시설 설치사업 기본계획

- 2.1 사업의 개요
- 2.2 현지조사
- 2.3 추정사업비 산정
- 2.4 정책적 타당성
- 2.5 기술적 타당성
- 2.6 경제적 타당성
- 2.7 환경영향분석
- 2.8 성과활용
- 2.9 재정계획
- 2.10 제언

제2장 UB시 열병합발전소 방지시설 설치사업 기본계획

2.1 사업의 개요

2.1.1 사업의 선정배경

(1) 울란바토르 고정오염원으로 인한 대기오염현황

현재 울란바토르 내의 고정오염원은 열병합 발전소가 큰 영향을 미치고 있는 상황이다. JICA 보고서(2017)에 의하면 울란바토르에 위치한 세 개의 열병합 발전소는 SO₂, NO_x, PM10의 가장 큰 배출원인 것으로 조사되었다. 2015년 기준 열병합 발전소에서 배출된 SO₂는 총 SO₂배출량의 70.1%, NO_x는 총 NO_x배출량의 74.4%, PM10은 총 PM10배출량의 69.3%를 각각 차지하였다.

(2) 울란바토르 대형 고정오염원의 방지시설 설비 현황

울란바토르의 주요 대기오염원인 열병합 발전소에는 분진처리 장치인 전기집진기를 제외하고는 가스 처리용 방지설비를 갖추고 있지 않다. TES-4 열병합발전소는 몽골 내 가장 현대화된 발전시설로서 후단에 4 필드로 구성된 전기집진기가 설치되어 있으나 기타 노후 발전소들은 대부분 구형의 기계식 집진 장치로 구성이 되어 있어 분진 처리 성능이 크게 떨어진다. 그나마 이러한 설치된 방지 설비도 분진 처리 장치 교육 미비, 예비품 부족 등으로 충분히 활용이 되고 있지 않고, 전기집진기의 노후화로 인한 유지정비의 어려움이 발생하고 있으며, 이로 인해 발전소의 배출물질 관리 및 전반적인 운영에도 일부 지장을 주고 있는 것으로 파악되었다. 따라서, 일차적으로는 전기집진기와 같이 기존에 설치되어 있는 환경 설비의 성능을 합리적으로 개선·보완하는 것이 중요하다고 판단된다.

(3) 울란바토르 열병합발전소 내 방지시설 설치 및 역량강화 필요성

몽골 에너지부 담당자 및 TES-4(열병합발전소) 담당 엔지니어와 인터뷰를 통해 울란바토르 열병합발전소 내 방지시설 현황을 파악할 수 있었다. 현황조사 결과, 열병합발전소에 설치되어 있는 노후 전기집진기를 교체하는 것이 현지에서 가장 시급한 개선수요임을 확인할 수 있었다.

따라서 TES-4에 설치되어 있는 노후 전기집진기 교체사업과 몽골의 열병합발전소 운영자들 대상으로 전기집진기를 포함한 방지시설의 운영·유지·정비 기술에 대한 교육훈련을 제공하여 방지시설에 대한 자체 대응 능력을 제고할 수 있는 역량강화 사업이 필요한 상황이다. 특히, 교육훈련을 연계하여, 한국의 석탄화력 발전소 현장을 방문하고 한국의 유관 엔지니어링 회사 및 제작사, 기술개발 연구소 등을 방문하여 몽골의 에너지 정책 개발, 발전운영, 발전기술 등에 기여하는 다양한 역량강화 프로그램을 포함할 수 있을 것으로 예상된다.

[참고] 몽골 석탄 화력발전소 내 방지시설 설치 필요성

울란바토르의 대기질 개선과 관련하여 울란바토르 시내의 오염은 대형 고정오염원에서 발생한 대기오염 물질과 밀접하여 이 부분을 줄이는 부분이 매우 시급할 것으로 보임

- **(한국 현황)** 한국에서는 작은 국토 면적과 높은 인구 밀도로 인하여 전반적인 대기 환경오염을 감당해 낼 수 있는 환경 용량이 적은 관계로 지난 20여년에 걸쳐서 석탄 화력발전소와 같은 대규모 화석연료 연소 장치들에 최첨단의 대기 환경 설비의 설치 운영이 필수적이었음. 또한, 지속적이고 적극적으로 새로운 기술들을 개발하여 적용 해오며 따라 관련 기술 수준과 운영 관리 능력이 매우 높음. 따라서 이러한 기술과 경험을 바탕으로 실질적인 도움이 될 수 있는 방안으로 협력 사업을 추진하고자 함

- **(몽골 현황)** 몽골은 석탄매장량이 1,750억 톤으로 세계 4위의 석탄매장 국가로 석탄은 몽골의 주요한 에너지원임. 원유의 매장량도 45억 배럴 정도로 상당하나 정제 인프라 부족으로 실제로 몽골에서 사용하는 석유제품은 수입에 의존하고 있음. 2018년 인도 정부의 차관으로 착공한 150만 톤 처리 규모의 정유 공장이 완공되어 몽골의 휘발유 등 에너지 자립에 일부 기여할 것으로 예상되나, 석유를 발전·난방 등의 주 에너지원으로 대체하기까지 상당 시간이 소요될 것으로 보임

따라서 석탄 사용을 기후환경 측면과 미세먼지 측면에서 고려한 중·단기적 대책의 수립이 필요함. 기본적으로 대부분의 석탄 사용 발전소나 보일러 등은 러시아로부터 도입한 기기로 노후화된 부분이 많아 효율도 떨어지고 대기환경방지설비가 매우 열악한 상황으로 운영되고 있음. 몽골의 상황을 살펴볼 때에 국가 에너지 관리 측면에서는 석탄이 향후 20년간은 여전히 전력과 산업용 연료의 중요한 자리를 차지할 것으로 보이고, 장기적으로는 친환경 에너지의 도입이나 청정 연료로의 전환 등이 필요하나 넓은 국토면적을 감안할 때에 여전히 에너지 부문에서 석탄 사용은 필요한 것으로 판단됨

다만 연소 효율과 선택적 적용 산업, 친환경설비의 도입을 전제로 하여야만 하고, 이를 위한 내부 역량을 높일 수 있도록 하는 것이 중요함. 현재 울란바토르와 같은 대도시를 중심으로 일부 공공 기관이나 특정 지역을 중심으로 연료 가스화가 동시에 진행되고 있는 중인 것으로 확인됨

- **(방지시설 설치 필요성)** 가장 먼저 대용량의 석탄 연소 장치들의 선진화와 개선을 통한 열효율 개선이 필요하며, 또 다른 한편으로는 이러한 석탄 연소 발전설비나 보일러 설비에 대한 대기환경 설비의 지속적인 보완이 필요하다고 판단됨. 이러한 정책 방향은 기후 환경 측면에서는 현재의 석탄 사용량을 줄일 수 있어서 이산화탄소 발생량을 줄인다는 점에서 부합될 수 있음

또한, 해외 가스의 단순 수입의 경우에는 연소에서 발생하는 이산화탄소 이외에 건설, 운송, 분배 등을 포함한 전 주기 탄소 감축의 측면에서 몽골 내 LNG, LPG의 생산을 통한 가스 연료로의 전환이 아닌 경우에 실질적인 온실가스 저감으로 이어지지 않을 수 있음. 따라서 몽골의 경우에는 현재 주 에너지원인 석탄의 효율적인 사용이 중요하며, 이에 못지않게 석탄의 친환경적인 사용을 강구할 필요가 있음. 이에 몽골에 적합한 방지설비 기술을 실제 석탄화력 발전소 등에 적용하고 운영하는 경험을 구체적으로 구축해 나가는 것이 필요할 것으로 판단됨

이에, 울란바토르 열병합 발전소인 TES-4의 보일러 내 노후된 전기집진기를 교체 운영을 통해, 한국 대기환경 설비기술을 공유하고 몽골 내에서 실제적인 운전, 정비 등의 지식을 늘려감으로서 몽골의 에너지 플랜트의 운영 기술 자립화와 지속적인 대기환경 개선을 위한 협력 파트너로서 기여할 것으로 기대됨

2.1.2 사업의 추진경위

2020년 5월부터 11월까지 환경관광부 사무관과 미팅을 통해 몽골의 대기질 개선을 위한 고정오염원 분야의 수요를 파악하였다. 하지만, 코로나 19의 영향으로 몽골 울란바토르 내 열병합발전소에 직접 방문하지 못하여 국내·외 문헌 자료조사를 수행하였고, 몽골 울란바토르 현지에 있는 기관 MIRECO MGL을 통해 몽골 내 고정오염원 담당자와 인터뷰를 수행하며 고정오염원 분야의 필요자료 및 데이터를 수집하였다. 2021년 7월에는 에너지부 및 TES-4 담당자와의 화상회의를 통해 TES-4 내 전기집진기 설치사업에 관한 논의를 진행하였다.

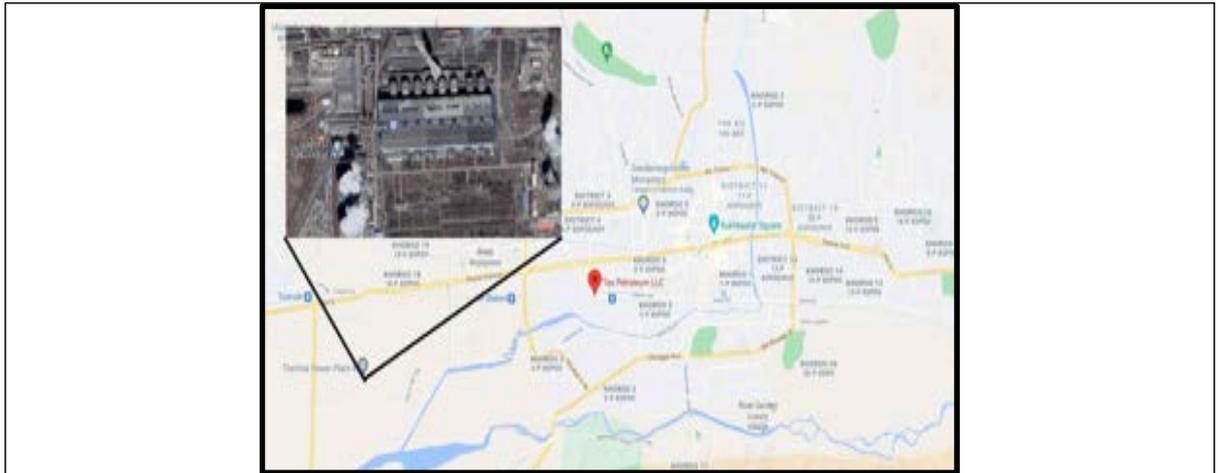
<표 107> 사업의 추진경위

구분	기간	중점협력사업 추진경위
수요조사	'20.5~'20.11	환경관광부 몽크바트 사무관과 몽골 대기질 개선을 위한 고정오염원 분야 수요 파악
문헌조사	'20.5~'21.05	고정오염원 HOB 관리기관 파악: 울란바토르 내 HOB는 울란바토르 시장실에서 등록관리, 발전소 내 HOB는 에너지부에서 관리
		몽골 HOB, 발전소 배출기준 및 보일러 등록 현황자료 등 고정오염원 현황 파악
고정오염원 담당자 회의	'21.2.24	환경관광부 및 울란바토르 시장실과 고정오염원 분야 협력사업 (오염물질 방지시설 설치) 논의
수행팀 업무회의	사업기간 내 수시 진행	TES-4 열병합 발전소의 경우, 최신의 대기환경 설비를 갖추고 있어, 잔존 수명이 비교적 길고 발전용량이 크기 때문에 신규 환경설비 설치에 적합함을 확인
중간보고회	'21.3.25	중점협력사업 추진 TES-4 내 방지시설 설치
환경관광부 업무회의	사업기간 내 수시 진행	기존에 몽골 환경관광부를 통해 에너지부와 TES-4 내 방지시설 설치사업 논의 관련 회의를 진행하려 하였으나, COVID-19로 인해 일정조율이 원만히 진행되지 않음
현지조사	'21.3~'21.4	몽골 현지기관 MIRECO MGL을 통해 ①몽골 열병합발전소 운영자료 및 오염물질 방지시설 설치현황 자료 수집 ② 발전소 담당자 인터뷰를 통해 에너지/연료 사용, 배출물질, 방지시설 등 현황 파악 ③ 발전소 외관 사진촬영 진행
에너지부 및 TES-4 담당자 업무회의	'21.7.20	에너지부 사무관 및 TES-4 엔지니어 미팅을 통해 TES-4 방지시설 현황 파악, 방지시설 설치사업 세부내용 및 추진방안 논의

2.1.3 사업 세부개요

본 사업은 울란바토르 열병합발전소 중 발전규모가 가장 큰 TES-4 내 8대의 보일러를 대상으로 기존에 설치된 노후 전기집진기를 교체하여 집진 성능을 개선하고, 운영자들 대상으로 새로 설치된 방지시설의 운영·유지·정비 기술에 대한 훈련을 제공하여 운영자들의 역량을 강화하고자 한다.

[그림 71] TES-4 위치 및 시설 현황



출처: Google Search

(1) 노후 전기집진기 교체 보강

울란바토르 시의 대형 열병합발전소 내 보일러들은 사용되는 원료인 석탄이 대부분 갈탄 (Lignite Coal)으로 현재 탈황설비 등의 가스 처리 장치가 설치되어 있지는 않지만 일차적으로 환경 배출 허용기준을 준수하며 운영 중이다.

지금까지의 확인 결과, 보다 시급한 부분은 일부 대형 발전소에 설치된 전기집진기들의 보강 및 교체이다. 현재 설치된 전기집진기는 노후가 상당부분 진행되어 성능이 떨어지고, 이에 따른 유지 정비 등의 관리가 힘들고 이에 자원 투입이 많아지고 있는 상황이다.

울란바토르 내 대부분의 열병합발전소는 건립된 지 오래되었을 뿐 아니라 도심권에 위치하고 있다. TES-4 내 8대의 보일러의 기존 노후 전기집진기를 교체하여 성능을 개선하고 발전소 전체의 운영의 탄력성을 강화하고자 한다.

기존 전기집진기에 대한 면밀한 분석이 필요할 뿐만 아니라, 신형 전원공급 장치 및 전기집진기 운전 자동화 기능 등을 구비하여 집진 역량을 강화하고, 발전소에서 이를 연소할 수 있는 석탄 탄종 선택의 폭도 다소 넓힐 수 있도록 하는 것이 필요하다. 이는 단순히 배출분진의 양을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 향후 설치될 탈황설비를 감안하여 선행적으로 필요한 노력이다.

또한, 이번 전기집진기의 보강에서 호퍼에 포집된 석탄회를 배출하는 장치는 추후에 석탄회의 건식 반출을 통한 재활용의 여지를 감안하여 설계하는 것이 필요하다. 대부분의 현대식 발전소에서는 공압식 회 배출 설비를 설치하고 발전소 부지 내에 석탄회 사일로 등을 배치하고 있는데, 이에 대한 부분은 좀 더 발전설비 기본 계획 검토가 요구되기 때문에 이에 대한 대비가 가능하도록 전기집진기 설계에 반영할 필요가 있다. 해당 건설 중에 필요한 설치 작업에서는 최대한 추가 토목 작업이 발생되지 않도록 설계하여 전체 발전소 운영이 지장을 받지 않도록 할 필요가 있다.

일차적으로 추정되는 전기집진기로 유인되는 배기가스 유속은 325,000Nm³/Hr이며 이때의 배기가스의 온도는 135 °C 정도로 추정되며, 발전소 측과 설계조건은 최종 확인 작업이 필요하다.

전기집진기는 수평류 방식으로 기존에 설치되어 있는 집진기와 같은 형식으로 한다. 제안하는 전기집진기의 기본적인 사양은 다음과 같으며, 최종적으로 계약하게 될 공급 계약자의 기술과 경험 및 노하우 등에 따라 협의와 승인을 통해 최종 결정하는 것으로 한다.

<표 108> 전기집진기 기본사양

Type	Horizontal Flow(수평류 방식) 건식 전기집진기 Design
방전극	Rigid Body Type
탈진장치	전자기식 탈진 장치 (Magnetic Impulse Type)
가스 분배 장치	다공판 형식
본체 재질	일반 탄소강
집진판/방전극 재질	일반 탄소강

최종적으로 풍량이 확정되어 있지 않으나, 일차적으로 제안하는 기본 설계조건은 다음과 같다.

<표 109> 전기집진기 기본 설계조건

내부 유속	1.2 m/sec 이내
Bag 배열	20 by 18 per compartment
집진판의 높이	최대 14m
Field수	기존과 동일 4 Fields
집진판 간격	400mm SPC
Hopper	파라미드 형상
전원장치	Pulse 형식의 전원 장치

본 사업의 총 사업기간은 3년으로 추진하고자 한다. 구체적인 건설 방안은 발전소의 운영정비 계획을 토대로 구축되며, 이는 통상 4개월 정도가 소요된다. 또한, 구체적인 건설 계획은 추후 발전소 측과 협의하여 조정해야 하는 부분이다.

전기집진기의 철거 및 설치기간 중에는 보일러의 가동이 어려우므로 전원 및 열 공급 수요가 낮은 하절기에 진행하고자 한다. 필요시에는 2개 호기의 교체사업을 동시에 진행하는 것을 고려할 수 있다.

단, 동절기는 공사 조건이 좋지 않을 뿐만 아니라 TES-4의 운전 가동률이 높은 관계로, 보일러의 정비 및 정지 기간은 하절기가 될 것으로 판단된다. 사업기간이 길어지는 경우, 사업관리 및 현장 운영 등에 소요되는 비용 부담이 증가할 수 있으므로 프로젝트의 추진 일정 및 마일스톤(milestone) 확정이 좋을 것으로 보인다.

(2) 방지시설 운영관리 역량강화

방지시설의 운영·유지·정비 기술에 대한 훈련 제공을 통하여 몽골의 열병합발전소 운영자들이 현지 설비에 대한 자체 대응 능력을 제고할 수 있도록 한다.

한국의 석탄화력 발전소 운영현장 방문연계를 주선하고, 엔지니어링 회사, 설비 제작사, 기술 개발 연구소 등의 현장 방문을 주관함으로써 몽골의 에너지 정책 개발과 발전 운영에 있어서 다양한 역량을 향상할 수 있도록 한다.

<표 110> 방지시설 운영관리 역량강화 방안

내용	대상 및 주요내용	기간
초청연수	정책 결정자 대상 한국의 운영현황 소개	2주
	엔지니어링 회사, 설비 제작사, 기술개발 연구소	
현지교육	방지시설 운영교육	2개월

2.1.4 사업의 기대효과

(1) 대기질 개선

발전용량이 가장 큰 TES-4 내 노후 전기집진기를 고성능 집진기로 교체하여 배출되는 PM10 등의 오염물질을 감축할 수 있다. 그뿐만 아니라, 발전소 운영 효율을 개선하고, 추가적인 투자를 통하여 석탄회 반출 및 재활용을 염두에 둔 사전 준비를 할 수 있어서 이를 통해 몽골의 대기질 개선 효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다. 일차적인 여과성 미세먼지 감소와 함께 중기적으로는 2차 오염의 주범인 석탄 저장소로부터의 문제에도 대비할 수 있게 되어 몽골 울란바토르의 미세먼지 감소에도 큰 효과를 나타낼 것으로 보인다.

(2) 발전소의 경제적 손실 저감

대기오염요금법에 따르면 대형고정오염원 운영자는 해당 장비에서 배출된 오염물질의 배출량에 따라 요금을 지불해야 한다고 명시되어 있다. 본 사업을 통해 발전소 보일러의 오염물질 배출량을 감소하고, 안정된 발전소 운영을 통한 발전소의 에너지 효율에도 기여하여 경제적 이득을 얻을 수 있을 것이라고 판단된다.

(3) 고정오염원 분야 대기환경 인력 양성

집진설비의 운영, 유지, 정비 기술에 대한 훈련을 통해 몽골의 열병합 발전소 운영자들이 현지 설비에 대한 자체 대응 능력이 제고될 것으로 판단된다.

(4) 몽골의 대형 발전소 내 오염물질 방지시설 보급 확대

몽골의 대형 석탄 연소 열병합 발전소에 몽골의 상황에 필요한 집진 설비를 최신화 함으로써 주력 100MW급 발전소로부터 배출되는 먼지를 줄이고 기술 교육과 훈련을 통하여 플랜트의 운영 능력을 제고하여 설비를 합리적으로 가동할 수 있다. 더 나아가 몽골의 다른 주요 산업 설비의 운영에서도 대기 환경 설비를 포함한 전 플랜트 운영에 필요한 기술 축적과 운영 경험에 도움이 되어, 장기적인 플랜트 운전의 신뢰성과 안정성을 유지할 수 있기 때문에 유사 산업에서의 추가적인 확대 적용을 기대할 수 있을 것으로 기대한다.

2.2 현지조사

2.2.1 이해관계자 분석

(1) 사업추진

TES-4 내 기존 노후 전기집진기 교체 및 보강 설치사업은 몽골 환경관광부 및 에너지부가 공동으로 관리감독을 이행한다. 설비의 설치가 완료된 후 방지시설의 성능 파악을 위해 APRD가 TES-4 보일러를 대상으로 주기적으로 배출물질을 측정하여 추후 몽골 내 방지시설 확대보급을 위한 기초자료를 제공 할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 역량 강화를 통한 운전·정비·운영의 자립화에도 기여할 것으로 보인다.

(2) 수혜자

본 사업의 직접 수혜자는 TES-4 담당자 및 종사자, 울란바토르 시민으로 볼 수 있다. TES-4 담당자 및 종사자는 방지시설 설치 및 보강사업을 통해 발전소 보일러의 배출오염물질을 저감하여 대기오염요금법 내 명시된 배출량에 따른 부과금액으로 인한 경제적 손실을 낮출 수 있으며, 업무역량을 강화할 수 있다. 또한, 울란바토르 시민은 방지시설 설치를 통해 대기환경을 개선하여 울란바토르 시민의 건강개선 및 삶의 질을 향상할 수 있다.

<표 111> 사업의 이해관계자 및 역할

구분	이해관계자	역할
사업관리	환경관광부	<ul style="list-style-type: none"> 사업의 관리감독 주체 사업 진행현황에 대한 주기적 모니터링 및 보고서 작성
사업관리	에너지부	<ul style="list-style-type: none"> 에너지부는 몽골 내 발전소를 관리하는 국가기관으로써 환경관광부와 같이 공동으로 사업의 관리감독 이행
배출물질 측정	APRD	<ul style="list-style-type: none"> 탈황시설 설치 및 집진장치 성능개선 후, 배출물질 측정을 통해 설비의 성능 파악 및 모니터링 추후 방지시설 확대보급을 위한 기초자료 수집
수혜자	TES-4 담당자 및 종사자	<ul style="list-style-type: none"> 발전소 배출 오염물질 저감으로 대기오염요금법에 따른 부과금액 감소 방지시설 유지관리 교육 참여를 통한 역량강화 대기질 개선에 따른 TES-4 종사자들의 건강개선
	울란바토르 시민	<ul style="list-style-type: none"> TES-4 내 탈황설비 설치 및 집진장치 성능개선을 통한 대기환경 개선에 따른 울란바토르 거주 시민들의 건강개선 및 삶의 질 향상

2.2.2 현황조사

TES-4는 울란바토르 시내의 동쪽에 위치한 열병합 발전소로 1979년부터 건설이 시작되었으며, 1호기는 1983년부터 운전을 시작하였다. 1987년 380MW, 1990년 540MW, 2007~2009년 20MW, 2012~2014년 120MW 등 용량이 꾸준히 증가되어 현재 TES-4의 발전용량은 700MW로 몽골 내 최대용량의 화력 열병합발전소이다. TES-4는 몽골 중부 지역 전력의 58.2% 및 울란바토르 전력의 약 55%를 공급하고 있다. (TES-4 홈페이지)

[그림 72] TES-4 전경사진



출처: 연구팀 보유자료

(1) TES-4 에너지 생산 및 연료사용 현황

TES-4의 에너지 생산량은 2015년부터 꾸준히 증가하고 있으며 발전효율은 약 35~39%이다.

<표 112> TES-4 전기 및 난방 생산 현황 (2020년 11월 기준)

구분	2015	2016	2017	2018	2019
전기 (Mwh)	332,789.76	336,062.78	346,952.96	354,522.18	380,559.84
난방 (Gcal)	504,150	448,481	487,174	560,625	556,113

출처: 에너지부 홈페이지 (<https://energy.gov.mn/>) (연구팀 직접작성)

울란바토르 내 발전소별 연간 석탄 사용량을 비교해봤을 때, TES-4에서는 총 8대의 보일러를 가동하고 있으며, 이에 사용된 석탄량은 약 340만 톤으로 울란바토르 내 발전소의 총 연간석탄사용량의 73%를 차지하는 것으로 조사됐다.

<표 113> 울란바토르 발전소 연간 석탄 사용량

플랜트	보일러 수	연간 사용된 석탄량 (톤)
TES 2	5	253,720
TES 3	13	665,322
TES 4	8	3,397,772
AMGALAN PP	3	225,385
NALAIKH PP	3	62,994
BAGANUUR PP	9	51,594
합계	41	4,656,787

출처: APRD, 2020 활동 보고서 (2021) (연구팀 직접작성)

(2) TES-4 내 보일러 및 사용연료 현황

<표 114> TES-4 보일러 사양

No	항목	표기	단위	수치	
1	최대 스팀 제조	D	ton/h	420	500
2	평상시 최저 제조량	Dmin	ton/h	300*	300*
3	보일러의 예상 압	Ptog	kgf/cm2	160	160
4	output시의 최대 스팀압	Pxy	kgf/cn2	140	140
5	최대 스팀의 온도	txy	℃	560	560
6	물 온도	tty	℃	230(160)**	230(160)**
7	배출가스의 온도	tyx	℃	140	158

※ 300* - BKZ-420-140-10C 보일러의 용량을 추가하여 BKZ-500-140-1과 유사한 용량으로 업그레이드함(보일러 1,2,3,4,7,8을 변경)

※ 보일러 사용 변경관련: 350ton/h 이하일 경우 7.5ton/h, 350ton/h 이상일 경우 20ton/h

※ (160)** - 보일러 사용 시, 물의 온도가 160℃가 되었을 시 일반 사용량의 89%까지 내린다(400ton/h). 이 경우 석탄 사용량을 줄이지 않고 단기간 사용을 허가한다.

TES-4 내에는 총 8대의 BKZ-420-140-10C(Б К З -420-140-10С) 보일러가 설치되어 있으며 석탄을 태워 남은 재를 건조형태로 내보내는 형태로 사용된다. 보일러는 ‘ㄷ’ 형태로 제조된다.

8대의 보일러 중 1-4호기는 Baganuur 갈탄, 5-8호기는 Shivee-Ovoo 석탄을 사용하고 있으며 석탄의 연료 검사결과는 아래와 같다.

<표 115> Baganuur 갈탄의 품질 검사결과

No.	항목	표기	단위	수치
1	회분	Ap	%	10.1
2	수분	Wp	%	32.61
3	황분	Sp	%	0.3
4	질소	Np	%	0.58
5	산소	Op	%	11.93
6	수소	Hp	%	2.72
7	탄소	Cp	%	41.76
8	휘발분	Vr	%	41
9	최저 열량	QpH	kcal/kg	3550
10	산소 부피	V0	kg/kg	4.05

<표 116> Shivee-Ovoo 석탄의 품질 검사결과

No.	항목	표기	단위	수치
1	회분	Ap	%	8.48
2	수분	Wp	%	42.19
3	황분	Sp	%	0.9
4	휘발분	Vr	%	41
5	최저 열량	QpH	%	2950

(3) TES-4 보일러 내 방지시설 현황

(탈황시설) TES-4 담당자와의 미팅을 통해 파악한 결과, TES-4 보일러에는 현재 탈황, 탈질 설비가 설치되어 있지 않다. TES-4 내 모든 보일러는 MNS 5919:2008의 배출기준을 적용하고 있으며 현재 SO₂의 배출량은 배출기준 이하로 배출되고 있는 실정으로 추후의 설치계획 또한 갖고 있지 않은 것으로 파악됐다. (2021.7.20 미팅)

(전기집진기) TES-4 내 보일러에는 각각 EGA2-58-12-6-4(Э Γ A 2-58-12-6-4) 전기집진기가 설치되어 있으며 집진기의 사양은 이하 표와 같다.

<표 117> TES-4 전기집진기 사양

No	항목	단위	EGA2-58-12-6-4
1	용량	m ³ /h	677520
2	스팀가스의 온도	℃	150
3	스팀 속도	m/s	1
4	스팀의 Input시 먼지 함량	g/m ³	90
5	Pole 개수	개	4
6	Power Unit 개수	개	8
7	장착 Electrode 면적	m ²	21740
8	충전 Electrode 길이	m	57322
9	Shaking mechanism 용량	kW	4.4
10	Single mechanism 용량	kW	0.22
11	Shaking mechanism 회전속도	rpm	0.5

해당 전기 집진기의 구성요소는 이하 표와 같으며, 집진기 1대당 232개의 충전 Electrode가 있으며 1개의 Pole에 58개의 Electrode가 설치되어 있다.

<표 118> TES-4 전기집진기 구성요소

구성요소	비고
Main Body	
배출가스 흡입, 배출용 Confuser, Difuser	
가스 분배 Bag	
장착 Electrode (Precipitating)	
충전 Electrode (Coroning)	
Hinge mechanism의 hammer	- 장착 Electrode의 4 시스템 - 충전 Electrode의 16 시스템
Shaking mechanism의 전기모터	- 장착 Electrode의 4 시스템 - 충전 Electrode의 16 시스템
공기로 회 배출 시스템	
석탄회 저장고 15개	

MIRECO가 2019년 수행한 TES-4 출장을 통해, 발전소 관계자와 파악된 바로는 발전소 내 집진기의 집진효율이 떨어져 있고, 기존 지원처인 일본의 차관을 더 이상 받을 수 없어 일본 이외의 국가에 원조를 요청하고 있는 것으로 파악되었다.

또한, TES-4 담당자와의 미팅결과, 현재 설치된 집진설비는 30년 이상 사용되어 문제가 많이 발생하고 있으며, 설비의 부피가 커 청소가 어려운 점 등으로 인해 교체를 원한다는 것을 파악하였다. (2021.7.20 미팅)

[참고] EGA2-58-12-6-4 집진기 사양

EGA2-58-12-6-4라는 명칭은 집진기의 사양을 설명한다.

- E- Electric precipitator
- G - 수평형태(배출가스의 방향)
- A - Unit/Power/
- 2 - Section 개수
- 58 - Double Electrode의 개수
- 12 - 장착 Electrode의 길이 (m)
- 6 - 장착 Electrode의 Element 개수
- 4 - Pole 개수

2.3 추정사업비 산정

2.3.1 추정사업비 산정 기준

추정사업비는 국내 유사 규모의 전기집진기 계약금을 근거로 작성되었다. 최근의 재료비 인상율과 몽골까지의 운송비 등을 감안하여 작성이 되었고, 전기집진장치의 성능 개선을 위한 펄스형 전원공급 장치와 계측장비 등이 포함되었다.

기존 노후 전기집진장치의 철거 및 신규 전기집진기의 설치, 분진 연속 계측 장치의 설치 및 연계 운전을 위한 부분으로 구성되었으나 일부 금액의 조정은 현지 방문하여 추가 확인을 필요로 한다.

2.3.2 추정사업비 산정

(1) 추정 공사비

울란바토르에 석탄화력 발전소용 고성능 전기집진기를 100MW급 열병합 발전소인 TES-4에 8대 설치하고자 하는 사업의 추정 사업비 내역은 다음과 같다. 추정하는 비용에는 최근의 높은 철강 비용 인상으로 상당한 재료비와 제작비에 대한 비용 증가가 있었고 이에 따라서 호기 당 비용은 자재비 압박으로 20% 정도 증가한 60억원으로 집계되었다. 이를 전체 8기에 적용하는 경우 예상되는 총 사업비는 480억원으로 파악되었다. 불투명한 전세계 경기로 인하여 지속되는 재료비 상승과 함께 운반비 상승, 현지 감리 비용 증가 등을 감안할 때 최종 사업 계약 확정시기에 따라서 추가적인 비용 인상도 예상된다.

<표 119> 추정사업비

100MW 급 석탄화력 발전소용			
항목	노후 전기집진기 (대당)	Remark	역량강화
기자재	40억원	전기 기기 포함	<ul style="list-style-type: none"> 초청연수 1주 (최대 5인) 포함 설치 후 현지 실무자 운전/장비 교육연수 2회 포함
운송비	3억원		
철거/시공	14억원	토목의 제외	
현장 감리비	2억원		
예비비	1억원	Spare Parts 포함	
소계	60억원		5천만원
기본 사양	기존의 노후 전기집진 장치의 성능 보강을 위한 전면 교체 작업으로 신형 전원 공급 장치를 포함		

(2) 운영관리비

연간 유지 정비 비용은 통상 전체 설비비용의 7.5% 정도로 추산한다. 인건비의 경우 본 사업은 추가 운전 인원을 필요로 하지는 않는다. 전기 집진기의 정비 관련 인원도 기존 발전소 인원을 활용하고자 한다.

전기집진기는 TES-4 보일러 전체 8호기에 모두 설치하고 현재와 같이 운전, 유지, 정비 업무를 수행한다. 다만 전문 설비 자문을 위하여 공급사와 최소 5년간의 장기 서비스 (Long Term-Service Agreement) 협약을 체결할 필요가 있다.

이 외의 필요한 비용으로는 소모품, 필수 spare parts 등이 있으며, 1년차의 spare parts와 special tool은 계약에 포함하여 처리할 수 있다.

2.3.3 사업기간

노후 전기집진 장치의 개선의 경우에는 필수적으로 대부분의 주요 장치 철거 및 설치가 필요하다. 유사 집진면적을 가지고 성능 개선을 위하여 필요한 부분이 전원 장치 등의 신설이다. 따라서 운영 중인 발전소와의 간섭을 최소화하기 위하여 계약 후 토목 시공을 최소화 할 수 있도록 하며, 설치 전에 주요 부품의 발전소 내 반입을 통하여 전체적인 공사 일정이 원활히 수행되도록 하여야 한다.

총 8개 호기의 교체에 따른 사업 기간은 총 3년 정도 소요되며 실제 설치 후에는 교육 훈련 등을 실시하여야 한다. 일반적으로 전기집진기의 경우에는 설계 수명을 20년으로 하고 있으나, 실제 가동 연한이 이보다 긴 경우가 많다. 일부 전원 장치나 탈진 장치 및 부대설비 중에 신기술을 적용하는 경우가 아닌 집진판이나 방전극 등의 내장품의 교체도 부분적인 수리나 교체를 제외하고는 20년의 설계 수명을 기본으로 한다. 다만 일부 노후나 운전상의 파손으로 수리를 필요로 하는 경우가 있고 댐퍼나 구동 기구품의 경우에 종류에 따라서 2~5년 주기로 정비와 교체를 요하는 경우가 있다.

일부 전기 계장품의 경우에는 몽골 내 조달이 어렵고, 전반적으로 엔지니어링 부품의 경우에는 몽골에서 조달 가능한 부품이 한정적일 수 있다. 또한, 관련 장치의 설치 경험이 적어서 실제 설치 공사에 필요한 중장비와 기계·전기·계장 부문의 해당 기술 인력을 조달하는데 있어서는 다소 어려움이 예상된다.

이러한 기간 중에 열병합 발전소 측에서도 내부 사업팀을 구성하고, 일반적인 사업관리 뿐 아니라, 사업 추진에 필요한 기초 자료와 협력을 제공할 수 있어야 한다.

<표 120> 노후 전기집진기 교체 사업기간

사업내용	기간
기본설계 및 현지 상황 조사	2개월
상세 엔지니어링	4개월
기자재 공급	승인 후 8개월
철거 및 설치공사	4개월
시운전 및 교육	1개월

2.4 정책적 타당성

몽골의 국가 장기개발정책인 VISION 2050은 사람이 살기 편하고 위생적인 환경조성을 개발목표로 설정하였으며 목표달성을 위한 프로젝트로는 대기·환경오염 감소 프로그램 이행, 친환경 기술을 통한 환경오염 감소 등이 포함되어 있다.

몽골정부 행동계획 2020-2024는 목표5. 녹색 개발 중 UB시 대기오염 80% 감축을 포함하였으며, 녹색개발정책 및 NPRAEP는 친환경 첨단 기술을 도입하여 오염원으로부터 나오는 오염물질 배출 저감을 행동계획 및 목표로 각각 설정하였다.

또한, 몽골 내 대기관리 법령인 대기법 내 23조는 대형 고정오염원의 방지시설 설치 의무화 및 설치된 시설에 대한 주기적 모니터링에 대해 명시하고 있다.

본 사업은 몽골 대형 열병합발전소 내 노후 전기 집진기를 교체하며, 일부 기능을 보강하여 발전소로부터의 배출 분진을 더욱 효율적으로 제거하고 해당 설비 운영관리 역량을 강화시키며 궁극적으로 대기환경을 개선할 수 있으므로, 몽골 대기환경 개선 정책과 부합하다. 장기적으로는 탈황 설비를 설치할 수 있는 기반이 되고, 또한 석탄회 재활용을 확대하기 위한 사전 설비 보강 준비를 포함하기도 한다.

2.5 기술적 타당성

(1) 전기집진 장치 소개

현재 석탄화력 발전소에 적용되는 전기 집진 설비 기술은 전기력에 의하여 배출 가스 중의 먼지를 선택적으로 제거하는 기술이다. 고압 직류가 방전극에 인가되어 여기서 코로나 방전이 일어나고, 생성된 전자들이 가스 중의 먼지에 올라타서 먼지를 하전시킨다. 이와 같이 하전된 먼지는 집진판에 전류필드에 의하여 이동되어 배기가스에서 분리 집진되는 방식이다. 직접적으로 배기가스와 접촉하는 전체 설비가 대부분 철강 소재로 구성이 되어 있기 때문에 기본적인 수명의 신뢰도가 높다. 또한 분리하는 방식이 먼지에만 분리력이 인가되기 때문에 전체 가스에 압력을 가하여 분리하는 방식인 싸이클론이나 여과식 장치에 비하여 장치 설비비용을 감안해도 일정 배출 농도 수준까지는 운영상의 장점을 가지고 있다.

전기집진기의 경우에는 석탄의 전기 비저항이 집진 성능에 영향을 미치는데, 최신의 펄스형 전원 공급 장치는 보다 폭넓은 범위의 석탄회 전기 비저항에 대비가 가능한 장점이 있다. 전기집진기의 설계 특징 중에 방전극의 탈락이 집진기의 구동을 어렵게 만드는 경우가 많은데, 몽골의 경우에는 이를 유지 정비하기가 어려울 수 있어서 일체형 방전극 (Rigid Body Type)을 사용하는 것을 제안한다. 탈진 장치의 경우에는 현재 기계식 탈진 장치가 설치되어 운영 중인데 이 경우에 내부의 오염된 공기 환경에 장기간 노출되어 탈진 기구가 부식이나 마모 등의 상황이 발생하기 쉽기 때문에 내부 구동이 단순한 방식의 설계를 권장하고 탈진 동력을 기계식으로 하기 보다는 전자기식 기반의 외부 탈진 구동 장치를 활용하는 것을 제안한다. 전기 집진 장치도 습식장치와 건식, 혼합식 장치 등의 다양한 설계가 있으나 석탄화력 발전소에서는 대부분 건식 전기집진기가 사용되고 있다.

전기집진기의 기본성능이 집진판의 면적에 비례하기 때문에 토목을 기반으로 설치 면적을 정하게 되면 충분한 집진 면적 확보가 어렵다. 따라서 이를 위하여 펄스형 전원 공급 장치를 설치하여 집진 성능을 추가 보강할 필요가 있다.

(2) 일체형 설계의 방전극 설치 필요

현재 설치된 전기집진기는 방전극이 Wire 형식으로 되어 있는 것으로 추정되는데, Wire방식의 경우에 한 개의 방전극이라도 탈락이 될시 전체 집진기의 하전 상태를 교란하여 정상적인 작동이 되지 않는다. 따라서 주기적으로 내부 점검을 통하여 해당 wire를 제거하거나 교체가 필요하며 이에 따른 전체 발전소 가동 중단이 문제가 될 수 있다. 따라서 이번에 제안하는 전기집진기는 방전극의 경우 일체형 설계 (Rigid Body Design)가 비교적 적합할 것으로 보인다. 비록 Wire의 경우에 개별 교체가 가능한 점이 상대적으로 우수하기는 하지만 집진기의 내구성 측면에서 일체형 설계의 방전극을 설치하는 것을 제안한다.

(3) 전자기식 탈진 장치 설치 필요

현재 TES-4에 설치된 전기집진 장치는 기계식 탈진 장치로 되어 있는데 기계식 탈진 장치는 내부에 회전하는 구동부가 배기가스의 먼지가 많은 환경에 노출되어 있기 때문에 주기적인 유지 정비가 필수적이다. 따라서 이번에 제안하는 방식은 외부의 전자기식 (Magnetic Impulse 방식)의 탈진 구동 장치 방식으로 설계되는 것을 제안한다. 이를 적용하는 경우에 전기집진기 내부의 탈진은 간단한 진동만을 전달하는 고정식이 되어서 정비 부위를 최소화 할 수 있고, 전자기식 탈진 장치의 교체 등은 전기집진기 외부에서 할 수 있는 장점이 있어서 정비 시간을 대폭 단축할 수 있다. 이러한 점에서 전자기식 탈진 장치를 제안한다.

2.6 경제적 타당성

2.6.1 분석방법론

비용편익분석은 사업으로 인해 발생하는 비용과 편익을 수혜자 개인이나 사업주체뿐만 아니라 사회 전체의 입장에서 현재 가치로 추정하여 비교하는 것으로, 비용과 편익 등 기본 개념에 대한 정확한 이해가 중요하다.

- 비용과 편익을 비교하는 방법으로 순편익(Net benefit) 또는 편익/비용 비율을 계산하며, 사업으로 인한 총 편익이 총 비용보다 크다면 그 사업이 경제적 타당성이 있다고 판단함
- 비용과 편익은 장기간에 걸쳐 나타나므로 미래에 발생하는 비용이나 편익을 현재의 가치로 환산(할인)하여 계산함
- 위와 같이 모든 비용과 편익을 현재의 가치로 환산하여 비용과 편익을 비교하는 기준으로 순현재가치(Net Present Value, NPV), 편익/비용 비율(Benefit-Cost Ratio, B/C), 내부수익률(Internal Rate of Return, IRR)을 사용함 (KOICA, 2017)

(1) 순현재가치 (Net Present Value, NPV)

순현재가치는 순편익의 합계를 현재가치로 환산한 값으로, NPV가 양의 값으로 나타나면 사업이 경제적으로 타당하다고 판단한다.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

B: 편익, 사업으로부터 발생하는 사회적 후생 증가를 모두 포함
C: 비용, 초기 투자와 유지 및 운영에 필요한 비용을 주로 포함
r: 할인율
n: 분석기간

(2) 편익/비용 비율 (Benefit Cost Ratio, BC ratio)

편익/비용 비율은 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 값으로, B/C가 1보다 크게 나타나면 경제성이 있다고 판단한다.

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

(3) 내부수익률 (Internal Rate of Return, IRR)

내부수익률은 사업으로 인한 순현재가치를 0으로 만드는 할인율로서, IRR이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단한다.

$$IRR : \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+R)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+R)^t}$$

<표 121> 주요 경제적 타당성 분석기법 비교

분석기법	판단	장점	단점
편익/비용비율 (B/C)	B/C ≥ 1	<ul style="list-style-type: none"> 이해용이 사업규모 고려 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 상호배타적 대안선택의 오류발생 가능
순현재가치 (NPV)	NPV ≥ 0	<ul style="list-style-type: none"> 대안 선택 시, 명확한 기준 제시 장래발생편익의 현재가치 제시 한계 순 현재가치 고려 타 분석에 이용가능 	<ul style="list-style-type: none"> 이해의 어려움 대안 우선순위 결정시 오류발생 가능
내부수익률 (IRR)	IRR ≥ r	<ul style="list-style-type: none"> 사업의 수익성 측정 가능 타 대안과 비교가 용이 평가과정의 결과 이해가 용이 	<ul style="list-style-type: none"> 사업의 절대적 규모를 고려하지 않음 몇 개의 내부수익률이 동시에 도출될 가능성 내재

출처: 한국개발연구원(2008). p.56

(4) 할인율

사업의 비용과 편익은 장기간에 걸쳐 발생하므로, 각기 다른 시점에서 발생하는 모든 비용과 편익을 합산하여 비교하기 위해서 한 시점(주로 현재)의 가치로 환산해야 한다.

- 미래에 발생하는 비용과 편익은 그 가치가 현재에 발생하는 비용·편익보다 작음
- 미래에 발생하는 비용과 편익을 현재가치로 계산하는 것을 할인(discount)이라고 하며, 이때 적용되는 이자율을 할인율(discount rate)이라고 함

- 공공사업의 비용편익분석에서 사용하는 할인율은 사회적 할인율로서, 기업의 사채, 정부 채권, 금융기관의 저축과 대출 이자율과 같은 시장 이자율과는 다른 사회적 기회비용 (Social opportunity cost)을 의미함

할인율을 r 이라 할 때, t 시점의 할인 계수는 $1/(1+r)^t$ 이다. 즉, t 시점의 편익 B_t 의 현재가치는 $B_t \times 1/(1+r)^t$, 비용 C_t 의 현재가치는 $C_t \times 1/(1+r)^t$ 로 계산한다. 할인율은 비용과 편익에 공통적으로 적용되지만 일반적으로 비용은 초기에 집중발생하고 편익은 장기간에 걸쳐 나타나므로 할인율이 높아질수록 순편익은 작아진다.

적정한 할인율을 결정하는 것은 매우 어려운 일이므로, 분석 대상에 따라 여러 자료를 참조하여 선택해야 한다. 적정 할인율의 결정은 분석자의 주관적 선택의 문제이며, 주요 국제기구 기준이나 유사사업의 할인율을 참고하여 최선의 할인율을 도출하는 것이 현실적인 방법이다.

- 국제기구에서는 일반적으로 개발도상국에서 추진되는 사업에 9~12%의 할인율을 적용하고 있음
- 세계은행은 10~12%를 적용하고 있으며, 아시아개발은행(ADB)의 경우 12%를 적용하다가 2017년에 9%로 수정
- 우리나라 EDCF의 타당성조사 작성 지침에서는 12%의 할인율을 권고하고 있음

본 조사에서는 EDCF의 타당성조사 작성 지침에 따라 12%의 할인율을 사용한다.

(6) 결과해석 및 최종평가

일반적으로 $NPV > 0$, $B/C > 1$, $IRR > r$ 을 만족할 경우 사업의 경제성이 있다고 판단한다. 단, 민감도 분석 결과와 NPV의 과대 또는 과소측정 여부, 계량화 및 화폐가치화가 어려워 포함하지 못한 비용과 편익과 요소 등을 감안하여 최종 판단해야 한다.

2.6.2 비용 및 편익 분석

(1) 비용 분석

- 전기집진기 설치비용: 480억 원
- 운영관리비: 36억 원
- 역량강화 비용: 5천만 원

(2) 편익 분석

- 대기오염으로 인해 발생할 수 있는 질병 (천식 등) 감소를 통한 추가 고용창출 편익

2021년 울란바토르 인구는 약 15만명이며, WB는 2016년 몽골인구 10만 명 중 대기오염으로 사망한 인구가 155.9명이라고 발표하였으며 이 두 데이터를 활용하여 울란바토르 내 대기오염으로 인한 사망자를 계산하였다. 발전소 내 방지시설 설치를 통해 대기환경을 개선하여 100% 질병 예방이 가능할 것으로 가정하였으며, 울란바토르 시민의 평균 연봉인 1,681.25 USD를 적용하여 대기오염으로 인한 사망자 감소를 통한 추가 고용창출 비용 약 3,94429,337 USD의 편익을 산정하였다.

- 울란바토르 시민 평균 연봉: 1,681.245 USD (출처: Ceidata)
- 울란바토르 인구: 1,499,140 (출처: 몽골 통계청)
- 몽골 인구 중 대기오염으로 사망한 인구 비율: 10만명 당 155.9명 (출처: Worldbank)

- 대기오염 개선을 통한 질병치료비 감소 편익

Unicef보고서 “Mongolia’s air pollution crisis: A call to action to protect children’s health” 에 따르면, 2016년 총 73,747명의 0~18세 인구가 대기오염 관련 질병 치료를 위해 공공보건서비스 비용 480만 USD를 사용하였다고 조사됐으며, 본 데이터를 활용하여 몽골인구 1인당 약 65 USD의 대기오염으로 인한 질병 치료비를 계산하였다. 대기환경 개선을 통해 질병치료로 인한 비용절감이 가능할 것으로 가정하였으며 울란바토르 인구, 대기오염으로 인한 사망 인구비율을 사용하여 대기오염 개선을 통한 질병 치료비 절감비용 약 152,120 USD의 편익을 산정하였다.

- 울란바토르 인구: 1,499,140명 (출처: 몽골 통계청)
- 몽골 인구 중 대기오염으로 사망한 인구 비율: 십만명 당 155.9명 (출처: World bank)
- 대기오염으로 인한 질병 치료비: 73747명의 0~18세 인구의 치료비 480,000 USD

- 발전소: 대기오염요금법에 근거한 발전소의 경제적 손실 저감

대기오염요금법에 따르면 대형고정오염원 운영자는 해당 장비에서 배출된 오염물질의 배출량에 따라 요금을 지불해야 한다고 명시되어 있다. 본 사업을 통해 오염물질 배출량을 저감하여 경제적 손실을 낮출 수 있을 것이라고 판단된다.

- 몽골 대기오염요금법에는 대형 고정오염원으로부터 배출되는 오염물질에 배출량에 따라 1kg 당 1~10 MNT의 벌금을 부과한다고 명시되어 있음

- 관광객 증가를 통한 편익

여행전문 웹사이트 Lonely planet은 몽골 방문 관광객의 1인당 하루 평균 사용비용이 약 50 USD라고 발표했다. 또한 2018년 기준 몽골을 방문한 관광객 수는 577,290명이며 대기환경 개선을 통한 관광객 증가율을 10%로 가정하여 약 31,750,950 USD의 편익을 산정하였다.

- 몽골 방문관광객 1인 사용비용: 50 USD (출처:Lonely planet)
- 몽골 관광객 수: 577,290 명 (출처:AMICUS웹사이트)
- 관광객 증가율 10% 가정

<표 122> 총 비용편익 산정

구 분	비용 (USD/년)	편익 (USD/년)	비고
전기집진기 설치비용	40,000,000		1회
연간 운영관리비용	3,000,000		연간
역량강화 비용	41,667		1회
대기오염으로 인한 질병 감소로 추가 고용창출 편익		3,929,337	연간
대기오염으로 인한 질병 치료비용 감소 편익		152,120	연간
대기오염요금법에 근거한 발전소의 경제적 손실 감소 편익		-	연간
관광객 증가를 통한 편익		35,832,407	연간
합 계	43,041,667	39,913,864	

* 환율 1,200원/USD 적용

2.6.3 경제적 타당성 분석 (IRR)

열병합 발전소용 대기 환경 설비의 경우에 소요되는 비용 대비 수익의 경제적 타당성은 구하기 어려운 부분이 있으며, 따라서 대기 환경과 관련된 정책적 선택과 우선순위의 관점에서 결정하여야 한다. 다만, 환경의 기여하는 사업이므로 몽골 울란바토르 시민들에게 개선된 대기환경을 제공함으로써 사회경제적 효과를 추산해보았다.

본 사업의 사회경제적 타당성 분석은 IRR을 활용하여 진행하였다. 앞에서 도출된 사업의 추정비용 및 예상 편익을 활용하여 IRR을 계산한 결과 IRR은 23%로 산출되었으며, 이는 EDCF에서 제시한 개발도상국에 추진되는 사업의 12% 할인율보다 높으므로 경제성 측면에서는 충분히 타당하다고 볼 수 있다.

다만, 환경설비의 경우 대부분 신규 환경설비를 추가 보완하는 부분도 있지만 기존에 적용한 설비의 합리적인 보완 및 보강을 통하여 설치된 환경 설비의 안정성을 도모하면서 전체 발전소 운영 효율을 높이는 것도 중요하다. 이에, 아래와 같은 사유로 노후 전기집진기 교체 보강을 울란바토르 TES-4에 제안하였다.

먼저, 기존 전기집진기는 설치 후에 30년 이상 되면서 성능이 노후화 되었고 정비 등에 소요되는 시간이 많이 들고, 이에 따른 발전소 가동에 영향을 주고 있다. 해당 발전소 보일러의 잔존 수명을 고려하여도, 환경 측면에서는 해당 전기집진기를 보강하여 사용하는 것이 반드시 필요하다.

또한, 운영 중인 발전소의 운영을 중지하고 작업을 진행하여야 하는 만큼, 발전소 가동이 영향을 최소로 받도록 철거 후의 설치 작업이 원활히 진행되어야 한다. 따라서 토목 변경을 최소화 하는 방식으로 진행이 되어야 한다. 이에 따라서 집진면적의 확장은 다소 제한을 받을 수 있다. 이러한 부분은 신형의 전원 장치를 통하여 성능 개선과 발전소 운영 유연성에 기여할 수 있어야 한다.

몽골에서 발전 플랜트는 가능하면 대규모 공사가 따르는 유지 정비를 줄이고 전기집진기의 내부 점검을 줄일 수 있는 설계를 따르는 것이 타당하다. 따라서 주요 부품에 대하여서는 좀 더 견고한 설계를 따르도록 하고, 정비의 편의성도 기본 설계에 반영하는 방식을 채택해야 한다.

마지막으로 해당 전기집진기의 보강에서 추후에 반영될 석탄회 재활용을 위한 사안을 고려하여야 한다. 현재 습식으로 회사장(Ash Pond)으로 반출하는 부분을 건식 반출하여 건설 자재로 이용하기 위하여서는 전기집진기의 호퍼로 부터의 반출 방식을 변경하여야 하는데 현재 확정이 되어 있지 않기 때문에 기본 Lay-out 을 확정하는 단계에서 이 부분을 반영하는 것을 추천한다. 해당 작업은 현 단계에서는 잠정적인 상황이며, 이를 고려하기 위한 비용 추가가 많지 않을 것으로 보인다.

2.7 환경영향분석

2.7.1 환경영향평가법 (Environmental Impact Assessment Law, EIA Law)

환경영향평가법은 1998년 1월 22일에 제정되어 2017년 2월 2일자로 최종 개정되었다. 환경영향평가법은 환경을 보호하고, 인간 활동으로 인한 생태계 불균형을 방지하고, 환경영향이 적은 천연자원을 사용하고, 지역 및 부문 정책을 실행함에 있어서 환경영향평가 및 이해관계자의 결정 및 준비에 대한 프로젝트의 개발 계획 및 영향 등을 관리하는데 목적을 두고 있으며 2017년 2월 2일 개정법에서는 정책 개발 및 계획, 기후변화 계획 수립 시에 환경전략평가를 추가하였다.

2.7.2 사업 추진으로 예상되는 잠재적인 환경영향 및 평가

본 사업은 대형 열병합 발전소에 기존의 노후 설비교체를 통해 초미세먼지(PM2.5)를 줄이고자 한다. 이는 기존의 열병합 발전소 내에 대기 환경 설비를 보완하는 부분이므로, 별도의 환경영향분석이 필요하지 않을 것으로 판단된다.

<표 123> 사업의 잠재적 환경영향 평가

항목	예상되는 영향	단계	내용
대기	차량 또는 시설로부터 나오는 분진 등	설치	물품 운송 등이 있으나 영향은 미비할 것으로 판단됨. 또한, 설비 설치와 관련하여, 대기에 미치는 영향은 미미함
	설비 가동에 따른 영향	운영	기존 방식과 동일하므로 특이사항 없음
소음	설비 운영 시의 소음	운영	기존 방식과 동일하므로 특이사항 없음
폐기물	건설용 폐기물	건설	건설 시에 건설용 폐기물 발생이 예상됨. 이에 따라서 해당 목록을 작성하고 시 당국과 협의하여 해당된 절차와 승인 내용에 따라서 폐기물 처리를 진행하여야 함
토양	건설	건설	장비의 기초용 토목 시공 작업을 최소화 할 예정이므로 별다른 특이사항은 없음

2.8 성과활용

전체적으로 몽골 열병합 발전 산업에서는 새로운 기술과 경험을 파악하고 적용하는 절차에 한계가 있을 수 있다. 따라서 실제 운영하고 있는 열병합 발전소에 직접적으로 적용하여 그 성능을 확인하고 확대 적용함으로써 내부적인 역량을 확보해가면서 안정적이고도 신뢰성 있는 적용이 가능하다. 따라서 기존의 알려진 기술들을 몽골의 내부 역량화 할 수 있도록 지식과 경험을 기반으로 지원함으로써 열병합 발전 산업 뿐 아니라 몽골의 잠재적인 제철/비철 산업 부문의 대기 환경 부문에서도 새로운 환경 설비를 적극적이고 안정적으로 시도할 수 있을 것으로 본다.

산업용 환경 설비는 단위 기기가 아니라 해당 산업에 따른 공정용 설비이므로, 설비 공급자, 운영자, 정부 부문 등이 전반적인 이해를 공유하고 있는 경우에 확대 적용의 속도와 범위에 영향을 받을 수 있다. 따라서 이와 같은 기회를 바탕으로 우수 한국 기업들을 몽골에 소개할 수 있는 계기가 될 수도 있으며, 친환경 재생 에너지 시장과 같은 새로운 분야의 시장에서도 한국 기업들의 진출을 가속화할 수 있는 기반이 될 것으로 보인다. 과거 OECD 자금으로 추진하였던 과제의 실질적인 추진이 막혀있는 상황이고 현재 대형 석탄화력 발전소 추진의 타당성과 추진력을 얻기 위한 협력과제로 실시하는 것이 타당할 것으로 보인다.

2.9 재정계획

기본적으로 몽골 발전소 자체 투자에 기반 하여야 하나, 열병합 발전소의 대기 환경 설비 현황이 열악한 관계로 일부 대외 경제 협력 기금을 재원으로 활용하는 것을 제안한다. 이에 한국 정부로부터의 OECD 자금이나 GCF Fund 를 활용하는 방안 등을 적극적으로 고려하여야 한다.

2.10 제언

(1) 석탄회 관리 도입 필요

현재 울란바토르의 열병합 발전소나 대형 열공급 장치에서 발생하는 석탄재는 명백하게 규정된 절차에 따르지 않는 것으로 보인다. 대형 열병합 발전소의 경우에는 그나마 보일러 인근의 습식 회사장(Ash Pond)으로 보내는 경우가 많은데 용량이 부족한 상태에서 계속적으로 높이를 올려 증설하는 방식으로 운영 중에 있다. 따라서 해당 석탄회와 관련된 정책과 전략을 구체화할 필요가 있다.

이러한 석탄회 처리 문제는 2차 공해의 원인이 되기도 하고 잠재적으로 활용 가능한 건설 자재를 관리하지 못하게 됨으로써 다른 자원을 활용해야만 한다는 점에서 순환 경제로의 진입을 제한하게 된다. 사업장 석탄회를 반출 방식에 대한 규정 및 정책을 입안하고, 기타의 소규모 석탄 활용처에서의 배출 방식 형식 등에 대한 장기적 계획이 반드시 필요한 것으로 보인다.

(2) 황산화물, 질소산화물 규제 강화에 대비

현재 TES-4는 MNS5919:2008 기준의 적용을 받고 있다. TES-4에서 사용되는 보일러 용량(4,210t/h)에 따라, SO₂의 배출기준은 1,200mg/Nm³, NO_x의 배출기준은 715mg/Nm³ 수준일 것으로 추정된다. 특히, TES-4에서 사용되고 있는 석탄의 유황분 함량으로 보아, 탈황설비 도입의 필요성은 비교적 적을 것으로 파악된다. 몽골은 지난 2016년, 발전소 배출허용기준 외에 HOB의 배출허용기준을 최신화한 바 있다. HOB는 SO₂ 허용기준을 600~1000mg/Nm³ 수준으로 규제하였는데, 장기적 관점에서 발전소의 SO₂ 및 NO_x 등의 배출허용기준 규제변화 대응이 필요할 것으로 판단된다. 2021년 현재 일부 규제 강화로 인해, 향후 석탄사용에 제한이 있을 수 있기 때문이다. 참고로 한국의 경우에는 2015년 이후 새롭게 건설된 발전소는 25ppm 이하로 규제하고 있으며, 수도권 발전소는 10ppm 수준으로 관리하고 있다.

탈황설비나 탈질 설비에 대하여서는 중장기 관점에서 몽골 실정에 최적화될 수 있는 탈황 설비 형식을 추가적으로 조사하고 이에 대한 자체 조사와 지속적인 국제 협력을 통하여 미래에 대비하는 것이 타당하다.

추후에 탈황설비가 필요한 수준으로 허용기준이 강화된다면, 연소성 측면에서는 CFBC 보일러(유동층보일러)⁵⁾가 적합한 것으로 보이지만, 현재 일반 미분탄 연소 방식의 보일러로 설치되어 있으므로 노내탈황⁶⁾이 어려운 상황이다. 따라서 기존 발전소에 가용한 방식으로는 연소 후 탈황 방식을 채택하여야 할 것이다.

5) 연소성이 안 좋은 석탄을 유동사와 함께 연소하는 방식을 사용하는 보일러

6) 석회석 분말을 보일러에 투입하여 탈황을 하는 방식으로 외부 장치에 의하여 순환하며 석회석들이 탈황 반응제로 활용이 된다.

2부 후속사업 발굴

제3장 UB시 ICT기반 통합 대기관리 시스템 사업 기본계획

- 3.1 사업의 개요
- 3.2 현지조사
- 3.3 추정사업비 산정
- 3.4 정책적 타당성
- 3.5 기술적 타당성
- 3.6 경제적 타당성
- 3.7 환경영향분석
- 3.8 성과활용
- 3.9 재정계획

제3장 UB시 ICT기반 통합 대기관리 시스템 사업 기본계획

3.1 사업의 개요

3.1.1 사업의 선정배경

(1) 대기질 개선 정책 마련을 위한 기본적인 접근법

일반적으로 대기오염을 개선하기 위해 측정-분석-정책-측정(검증)의 4단계가 필요하다.

① 오염현황을 파악하기 위한 측정, ②오염원인물질을 파악하기 위한 분석, 그리고 ③오염물질배출원 관리를 위한 정책 시행, ④ 정책 효과를 검증하기 위한 대기오염 개선도 확인 및 신규 개선목표를 발굴하는 단계가 원활하게 이루어져야 효율적인 대기질 관리가 가능하다.

[그림 73] 대기관리의 기본적인 접근법



대기오염 저감의 기본방안은 대기오염 배출량을 줄이는 것이며, 이는 배출량 자체를 줄이거나 방지 기술을 도입하여 외부로의 배출을 저감시키는 방법이 있다. 따라서 실질적인 대기오염 저감정책 도입을 위해선 대기오염의 원인물질을 배출하는 배출원을 정확하게 규명하는 것이 우선 필요하다.

몽골은 비교적 적지 않은 대기오염 측정소를 보유하고 있으나, 측정소 운영관리의 통일성 부재 등 정도관리 체계가 미흡하여 데이터의 신뢰도 입증에 쉽지 않고, 또한 실시간으로 생산되는 데이터를 정책결정자들이 쉽게 활용할 수 있는 데이터 관리 시스템이 다소 미흡한 것으로 파악된다.

몽골의 대기질 개선을 위해 많은 정책들을 시행해 오고 있으며, 이러한 정책의 효과 확인을 위해 기존의 대기오염 측정망을 개선할 필요가 있다. 대기질 모니터링 시스템의 개선이 어느 정도 이루어지고, 데이터의 신뢰도가 확보되고, 또한 기존의 대기오염 측정망 운영관리의 노하우가 생기면, 이와 유사하지만 유지관리가 비교적 어려운 실시간 굴뚝 측정 시스템(TMS)의 도입을 검토하는 것이 적절하다.

(2) 몽골의 대기질 개선 정책

몽골은 대기오염의 개선을 위해 지속적으로 대기질 개선을 위한 여러 가지 법, 규정, 정책 등을 수행해 왔으며, 주요 내용은 다음과 같다.

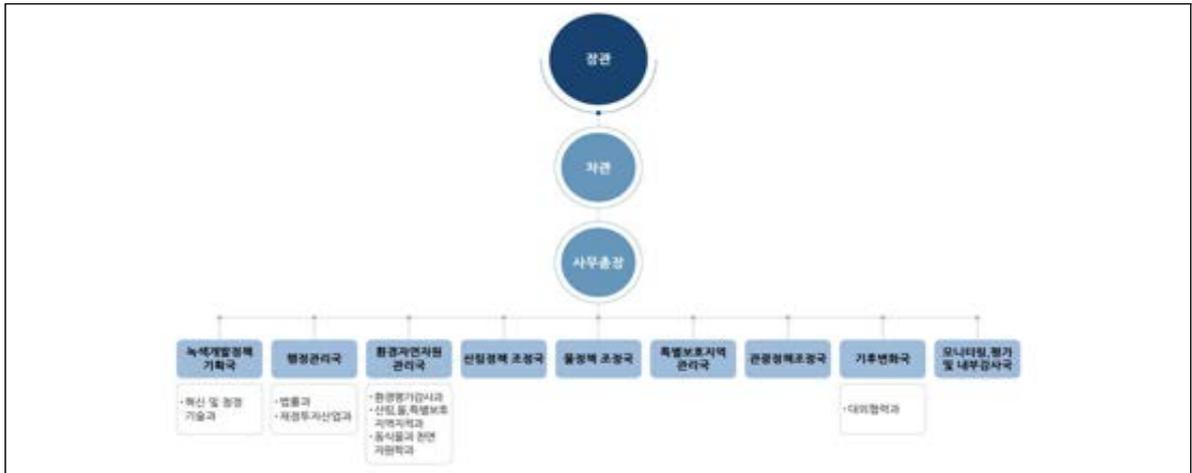
<표 124> 몽골의 대기질 개선 정책현황

Supervisor	High level Law& Policy	Related item
Country Strategies & Policies	Resolution 23 of the Mongolian National Assembly-2020	Five-year general guidelines for the development of Mongolia in 2021-2025 9.2.1 Reduction of 80% of Air pollution in the UB
	Resolution 52 of the Mongolian National Assembly-2020	Long-term development policy of Mongolia "Vision-2050" 2.5.8 Implementation of national program to reduce air, Environmental pollution
	Resolution 24 of the Mongolian National Assembly-2020	Action Plan of the Government of Mongolia 5.1.1 80% reduction of air pollution, expanded and phased air pollution reduction to other cities
	Resolution 98 of the Mongolian National Assembly-2017	NPRAEP 5.1 Given the program implementation, environmental pollution can be reduced up to 80%
Ministry level policy & Law	Article 7 of the Atmospheric Act	National Authority for Nature and Environment exercises their jurisdiction as follows; 7.1.5 Organization of monitoring for air quality, authorization of monitoring methodology, provision of professional guide 7.1.8 Permission, extension, cancelation, withdrawal of use in large scale of stationary air pollution sources, the establishment of emission standards, and decision of service fee through the responsible agency
	Resolution of the Ministry of Environment and Tourism, No. A/ 107 of 2017	Action plans for NPRAEP 5.8.1 Expansion of monitoring of air and environmental quality 5.10.1 Rearrangement of air, environmental pollution source, of emission material list, and registration database
UB level Policy/Strategic Goal	Resolution the Citizens' Representatives of the Capital, No. 17/10 of 2018	Master plan to reduce air pollution in the capital city (2018-2025) 7.1 Expansion of air quality monitoring, enhancement of human resources in the monitoring sector

(3) 몽골 대기질 관리체계 현황

몽골의 대기질 관리는 환경관광부 소관으로 환경관광부는 환경과 녹색개발 및 관광에 관한 법률, 정책 및 프로그램 버전의 초안을 개발 및 승인하고 정책 및 지침 수립, 제정 등을 담당하고, 산림경영, 지하수·토지·대기·동물 데이터베이스 유지, 녹색개발 정책, 관광정책조정, 특별보호지역 관리 등을 담당한다.

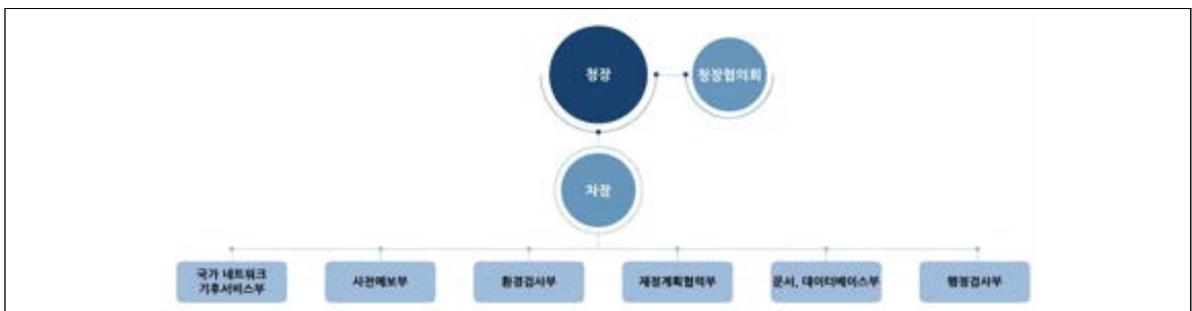
[그림 74] 몽골 환경관광부 조직체계



출처: 환경관광부 홈페이지 (<http://www.mne.mn/>) (연구팀 직접작성)

몽골의 대기질은 환경관광부에서 관리 중이며 대기오염 측정망 운영관리 분야는 환경관광부 산하 기상청에서 담당하고 있다. 현재 기상청이 관리 중인 대기오염 자동측정소는 10개개이고 직접 운영관리를 하고 있는 부서는 기상청 산하 국립환경연구소(Central Laboratory of Environment and Metrology)에서 담당하고 있다.

[그림 75] 몽골 기상청 조직체계



출처: 기상청 홈페이지(<http://www.NAMEM.gov.mn>) (연구팀 직접작성)

현재 몽골 내에서 대기오염 자동측정소가 설치되어 데이터를 자동으로 실시간 수집하는 곳은 울란바토르시가 유일하고, 울란바토르시의 APRD는 자체적으로 5개의 자동측정소를 운영 관리하고 있다.

(4) 몽골의 대기질 모니터링 관련 정책 현황

몽골은 1977년 수동 샘플링 방법으로 SO₂, NO₂를 측정함으로써 대기오염 모니터링을 시작하였다. 2009년에 독일의 ODA로 5개의 자동측정소가 설치되었고, 울란바토르시는 APRD를 설립하여 대기오염 측정소를 관리하기 시작하였다. 2010년에는 프랑스 ODA를 통해 5개의 대기오염 고정측정소와 1개의 이동측정소를 공여 받아 운영 중이다. 그 이후 일본 JICA 프로젝트를 통해 2015년에 추가적인 설치가 있었다. (UNECE, 2018)

2016년 MNS 4585를 통해 9개 물질(황산화물, 일산화탄소, 질소산화물, 오존, 총먼지, 미세먼지, 초미세먼지, 납, 벤조피렌)에 대한 대기환경기준을 마련하였다. 이와 더불어 NPRAEP (2017년)를 통해 대기질 모니터링을 강화하고, 유해대기오염 물질 분석을 위한 계획 또한 수립하였다.

몽골은 설치된 대기오염 자동측정소에서 생산되는 데이터를 통합 공개를 위한 Aqaar 시스템을 2018년에 개발하여 대기질 데이터 관리를 추진하고자 하였다. 2019년에는 한국 EDCF 자금을 통한 대기질 개선을 위해 몽골 기상청 산하 국립환경연구소(CLEM) 확충사업에 대한 타당성 조사를 수행하였다. 이 사업은 대기오염 자동측정소 확충과 대기 중 유해물질을 분석할 수 있는 분석기기 도입 등을 포함한다.

2020년에는 대기오염 측정소 설치에 관한 규정을 마련하여 적용 중이며, 향후 측정소 운영관리에 관한 규정을 마련하여 신뢰성 있는 대기질 데이터 생산을 위한 기반을 마련하고자 한다.

3.1.2. 사업의 추진경위

구분	내 용
1	PCP 작성 협의('21.4월~6월): 대기환경모니터링 시스템 및 굴뚝 배출량 실시간 모니터링 시스템 등 ICT에 기반한 통합 대기질관리 체계 구축 협의
	↓
2	LOI 작성('21.7월): 완성된 PCP와 사업의향서(LOI)를 작성하고 환경부 장관의 서명을 완료
	↓
3	LOI 제출(몽골 재무부) ('21.7월): 몽골 환경관광부 장관 서명을 완료한 LOI를 몽골 재무부에 제출
	↓
4	몽골재무부 검토 후 한국 외교부 제출 예정('21. 하반기)

3.1.3 사업추진 기본방향

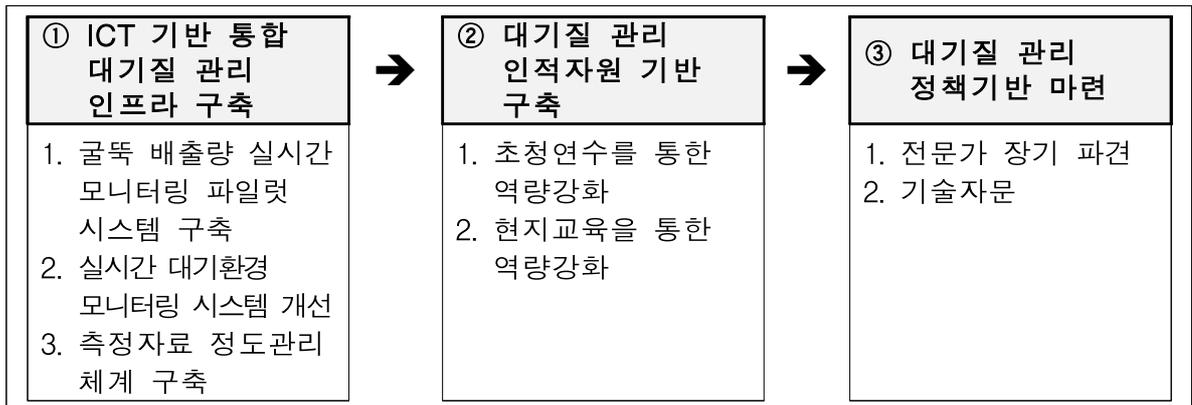
대기질 개선의 기본 방향은 현재 대기환경 오염의 정확한 평가를 하고 대기오염 배출원을 파악한 다음, 배출원으로부터 배출되는 대기오염 물질의 양을 저감하는 것이다.

몽골 울란바토르시 내에는 대규모 열병합발전소 3개가 설치되어 있고, 이를 운영하기 위해 대량의 석탄을 사용하므로 대량의 대기오염물질 배출원이 된다. 따라서 발전소 굴뚝에 실시간 배출량 모니터링 파일럿 시스템을 설치하여 실제 배출량을 파악하고자 한다.

몽골 울란바토르시 내부 지역 중 대기오염 측정소가 부족한 게르 지역 및 추가 필요한 지역에 대기환경 측정소를 설치하고, 측정소로부터 생산되는 대기질 데이터를 실시간으로 전송, 저장, 활용 등이 가능한 데이터관리 시스템을 신규 개발한다. 이와 더불어, 생산된 데이터의 신뢰도 향상을 위해 측정자료 정도관리(QA/QC) 체계를 구축하고 운영관리자들의 역량강화를 통해 데이터의 활용 가치를 높이고자 한다.

신규 시스템이 설치 전 몽골 담당자를 한국으로 초청하여 한국의 대기관리 정책 소개 및 대기질 모니터링 시스템 견학을 통해 대기관리 역량을 강화하고자 한다. 신규 시스템 설치 이후에는 한국의 전문가를 파견하여 실제 설치된 시스템을 활용하는 방법에 대한 현지 밀착 교육을 수행한다. 기자재 및 시스템 구축이 완료된 이후, 한국의 전문가를 장기간 파견하여 생산된 대기질 데이터 활용법 공유 등 기술이전을 통해 대기질 개선에 필요한 정책 개발을 지원하고자 한다.

[그림 76] 단계별 세부 사업 추진 계획



몽골 내 COVID-19 상황에 따라 몽골 현지와 탄력적으로 대응하여 업무를 추진할 계획이다. 현지 방문 불가 시, 기자재는 몽골 내에 있는 대기질 측정기기 업체를 통해 설치를 의뢰하고, 설치 관련 관리 감독은 현재 몽골 내 대기오염측정망을 유지·관리중인 ‘국립환경연구소’와의 협업이 가능할 것으로 판단된다. 시스템 개발 및 역량강화는 국내에서 프로그램 개발 후 원격(오프라인 미팅 불가 시, 온라인 교육으로 대체가능)으로 시스템 업로드 및 교육 프로그램을 수행하고, 관리 감독은 NAMEM과 협력하여 추진할 수 있을 것이다.

3.1.4 사업 세부개요

세부추진 과제의 세부 활동은 다음과 같다.

<표 125> ICT 기반 통합 대기질관리 인프라 구축 세부활동

Outcome	Output	Activities
ICT 기반 통합 대기질 관리 인프라 구축	1.1 굴뚝배출량 실시간 모니터링 파일럿 시스템 구축	1.1.1. 사업참여자 간 Kick-off 등 세미나 개최 1.1.2. 대상사업장 현지 사전조사 1.1.3. 굴뚝 대기오염 배출량 측정소 설치 1.1.4. 굴뚝 측정 데이터 관리 시스템 개발 1.1.5. 굴뚝 배출량 관제센터 구축
	1.2 실시간 대기환경 모니터링 시스템 개선	1.2.1. 사업참여자 간 Kick-off 세미나 개최 1.2.2. 대기오염 자동측정소 확충 1.2.3. 대기환경 데이터 관리 시스템 개선 1.2.4. 대기환경 모니터링 관제센터 구축
	1.3 측정자료 정도관리체계 구축 (reference, QA/QC)	1.3.1. 정도관리 물품 구매 1.3.2. 정도관리 지침(매뉴얼) 작성

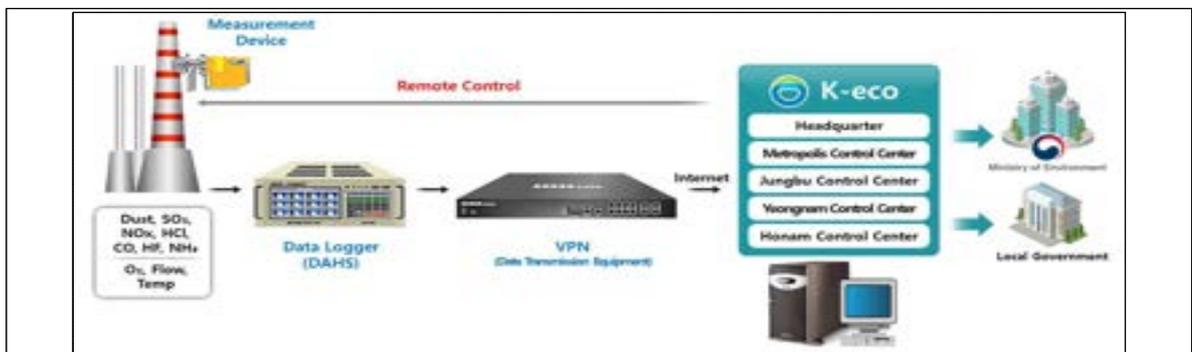
(1) 굴뚝 배출량 실시간 모니터링 파일럿 시스템 구축

몽골 울란바토르시 내 대규모 배출시설인 열병합 발전소 굴뚝에 실시간으로 배출량을 측정할 수 있는 감시체계를 구축하여 관리하고자 한다.

대상 사업장은 민간 사업장이므로 측정기기 부착 전에 본 프로젝트에 대한 정부-사업자간 합의가 필요하다. 따라서 정부사업자 상호간 컨퍼런스 개최를 통해 상호 이견을 좁히고, 합리적인 추진 방향을 마련해야 한다.

굴뚝 감시시스템 설치를 승인한 사업장 대상으로 사전조사를 수행하고, 배출물질 종류, 측정농도, 유량, 온도 등을 측정해서 사업장 고유특성을 반영하는 감시체계를 구축하고자 한다.

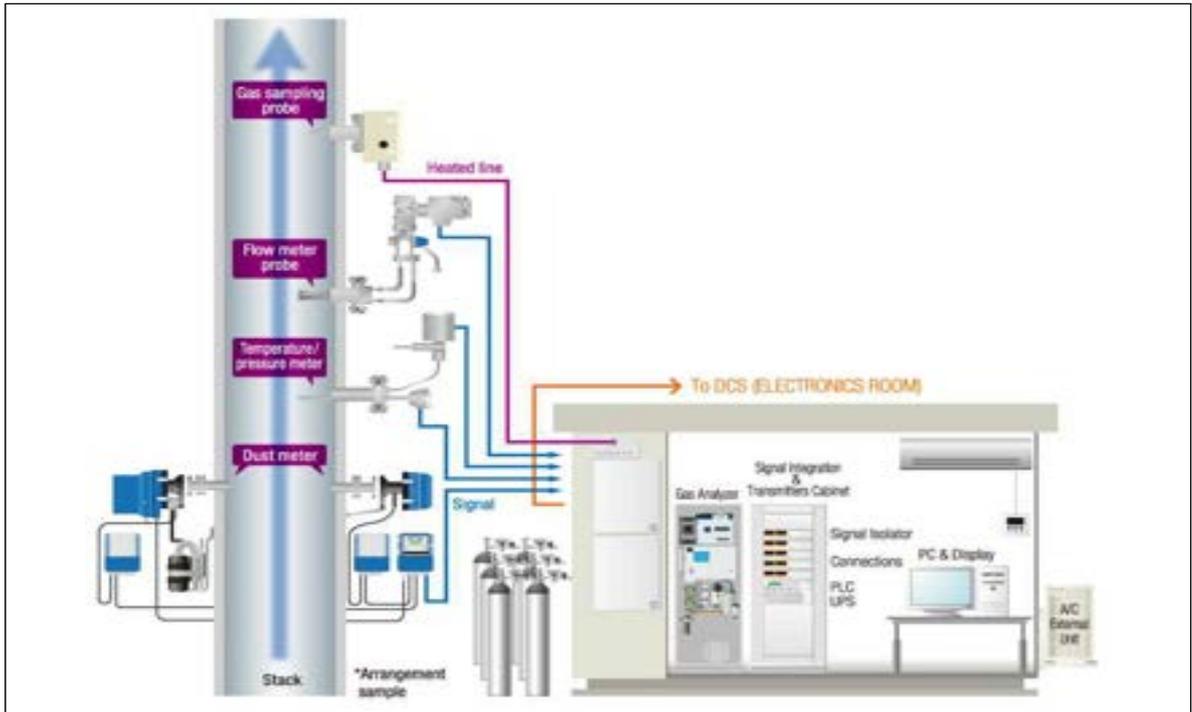
[그림 77] 한국의 굴뚝배출량 감시체계 구성도



출처: 몽골 환경관광부(연구팀 직접 작성)

측정항목과 측정장비 설치 지점이 완료되면 측정기를 부착하고 데이터를 수집 관리할 수 있는 시스템을 설치하여, 실시간으로 데이터를 확인할 수 있도록 한다.

[그림 78] 굴뚝 실시간 모니터링 측정장비 설치 구성도



출처: 호리바 홈페이지 (<https://www.horiba.com/kr/>)

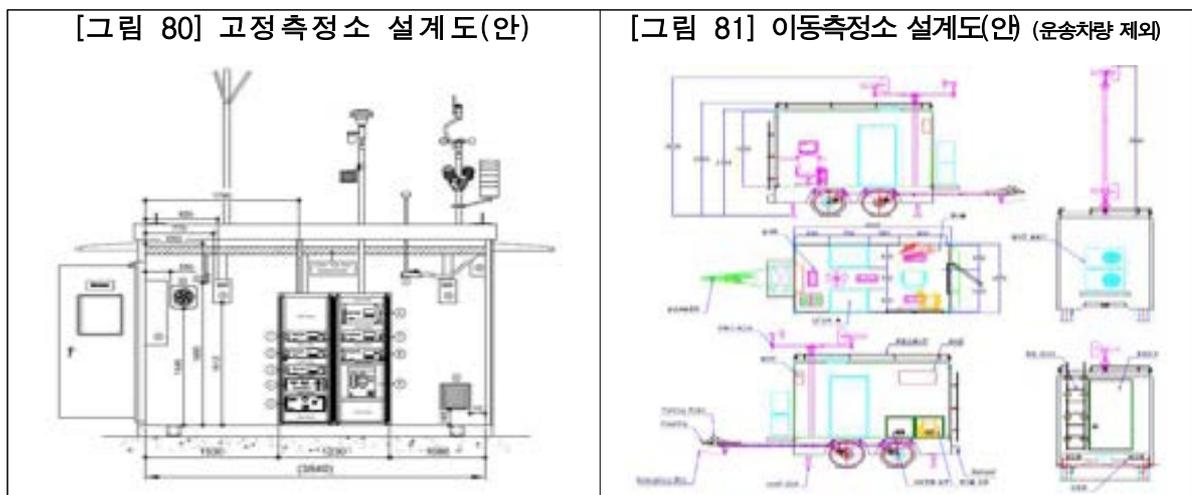
사업장 굴뚝 배출량을 관리·감독하는 기관에 굴뚝 배출량 관제센터를 설치하여, 관련 담당자가 실시간으로 사업장에서 배출되는 오염물질을 모니터링하고, 비상시 대처할 수 있도록 한다.

[그림 79] 관제센터 구성(안)



(2) 대기환경모니터링 시스템 개선

(측정소 확대) 울란바토르 시내에는 환경관광부 산하 CLEM 10개소, 울란바토르 지자체기관인 APRD(대기오염방지청)가 관리하는 5개소 등 총 15개의 자동오염측정소가 운영 중이다. 측정소의 수는 인구수 대비 적지 않으나, 측정소의 대부분이 시내에 위치하고 있어, 많은 사람들이 거주하고 있는 게르 지역(몽골은 중심의 도심지를 거주지역인 게르가 거대하게 둘러싸고 있는 형태임)에는 측정소의 수가 절대적으로 부족하다. 따라서 신뢰도와 대표성을 확보하기 위해 게르 지역과 주변 배경농도 측정을 위한 고정측정소 6개를 추가로 설치하고, 다양한 지역의 대기질 측정을 위해 이동측정소 1개소를 마련하기로 한다.



(데이터 관리시스템 개선) 측정데이터 수집 시스템인 Agaar는 측정된 데이터의 효율적 관리를 위해 통계 자료 분석 도출 기능 등 고도화된 관리 모니터링 시스템으로의 개선이 필요하다. 측정된 실시간 자료는 기상청의 Agaar를 통해 수집되고, PC 웹사이트와 스마트폰의 어플리케이션을 통해 국민에게 실시간으로 공개되고 있다.

울란바토르에서 설치되어 운영 중인 대기오염 측정소의 데이터를 관리하는 기존의 시스템인 Agaar의 기능 추가가 필요하다. 그러나 기존의 시스템 개선보다 신규 시스템 개발이 더 효율적이므로 새로운 시스템인 NAMIS Mongolia(가칭)를 개발하고자 한다. 신규 시스템의 기본 기능은 - 설정 - 측정망운영·관리 - 실시간 현황 - 데이터 선별/확정 - 통계/분석 - 기타정보 등을 채택하고자 한다.

- ① 설정은 시스템 사용자를 위한 기능 위주로 시스템 전반적인 운영관리를 위한 설정기능을 포함한다.
- ② 측정망운영/관리는 현재 운영 중인 측정소의 정보(설치년도, 보유장비 목록 등)와 점검일지 등의 관리, 정도관리 현황 등에 관한 정보 관리 기능을 포함한다.

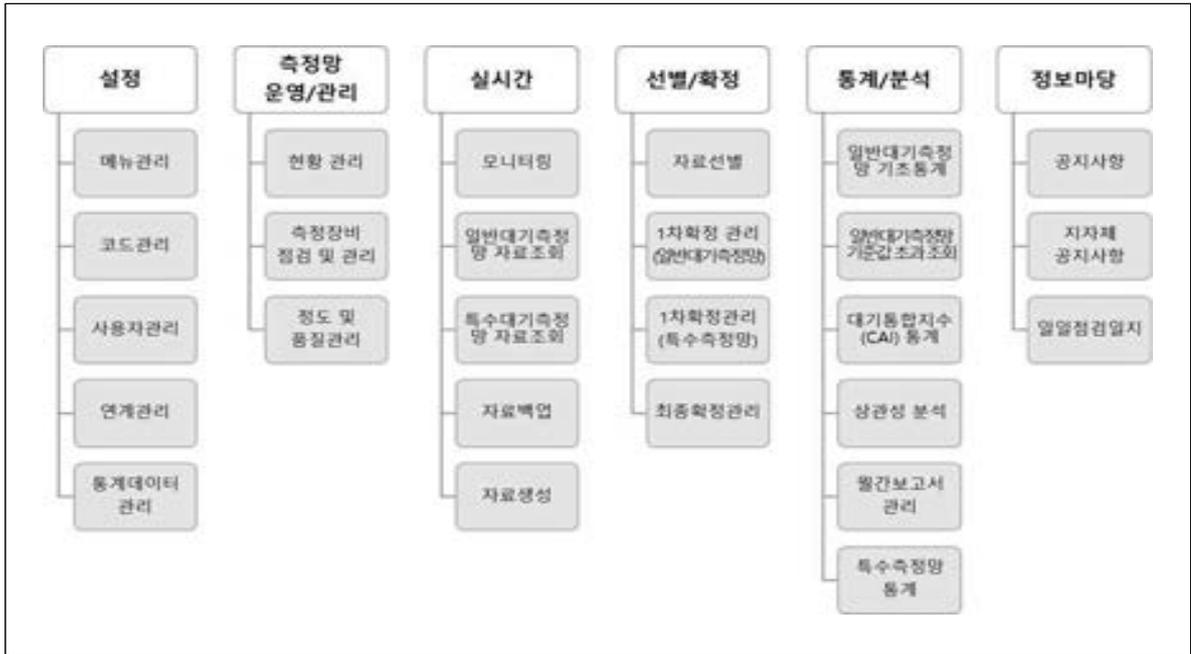
- ③ 실시간 현황은 운영 중인 대기오염 측정소로부터 자료를 실시간 모니터링하고, 미확정된 과거자료를 다운로드하고, 이상데이터를 확인하는 기능을 포함한다.
- ④ 선별/확정은 해당 측정소의 이상데이터를 구분하여 확인하고, 향후 생산된 데이터의 확정 기능을 포함한다. 또한 확정된 과거 데이터 다운로드를 포함한다.
- ⑤ 통계분석은 확정된 데이터 불러오기와 더불어 다양한 통계(평균, 최대, 최소, 중간값 등) 자료 및 그래프를 생성하는 기능을 포함한다.
- ⑥ 기타정보는 관리자가 필요하다고 생각되는 정보를 공개하는 기능을 포함한다.

[그림 82] 데이터 관리시스템 구성(안)



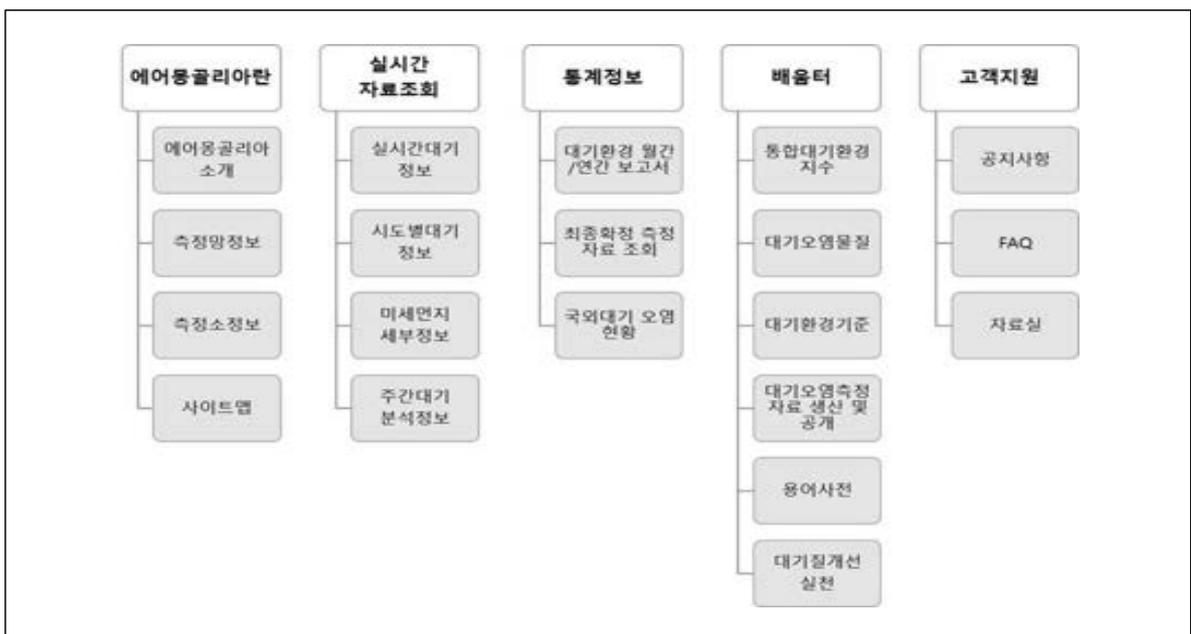
Mongolia NAMIS는 대기오염 측정망의 데이터를 수집·선별·통계 처리하여 국가 및 관련 기관 등에 제공하여 대기환경정책의 수립을 위한 기초 자료로 활용하는 등 대기오염 정보의 통합관리가 주된 목적이다.

[그림 83] Mongolia NAMIS 기능 구조도



Air Mongolia는 측정된 대기환경 상태를 쉽게 인지 할 수 있는 대국민 공개시스템이다.

[그림 84] Air Mongolia 기능 구조도



(3) 측정자료 정도관리 체계 구축 (Reference, QA/QC)

대기오염 측정소에서 생성되는 자료의 질을 보장하기 위해서는 측정자료의 정도관리체계 구축이 매우 중요하다. 또한, 대기오염을 측정하는 장비는 유지관리가 쉽지 않아 데이터의 신뢰도를 확보하기가 쉽지 않다. 이미 여러 선진국은 측정된 데이터의 품질을 높이기 위해 정도관리(QA/QC) 절차를 매우 높은 수준으로 강화하고 있다. 정도관리는 측정장비의 유지관리 고도화와 운영자의 역량이 동시에 고도화가 되어야 만족할 만한 결과를 얻을 수 있다. 이에 본 과제에서는 측정장비의 성능을 일정수준으로 유지하기 위한 필요한 장비도입과 장비운영 방법 및 정도관리 절차에 대해 제시하고자 한다. 이는 정도관리 체계의 첫 걸음이라 할 수 있다.

<표 126> 정도관리 단계별 조치사항

정도관리 절차	조치 사항
기획(Planning)	<ul style="list-style-type: none"> • 자료 질 목표(DQO)* 설정 • 실무를 근거로 한 측정 접근방안 • 규정 개발 • Q/A를 위한 표준작업절차서(SOPs**) 작성 • 지침서
실행(Implementation)	<ul style="list-style-type: none"> • 교육 • 내부 정도관리 • 자료 확인 (Data Verification/Validation) • 자료 입증 (Data Certification)
평가 및 보고 (Assessment/Reporting)	<ul style="list-style-type: none"> • 측정소 특성 • 정도검사 • 정도시스템 평가 및 기술시스템 심사 • 자료 질 평가 • Q/A 보고

* DQO : Data Quality Objectives(품질목표) 예) 정밀도, 편차, 검출한계 등

** SOP : Standard Operating Procedure(표준작업절차서)

모든 과정은 제3자에 의한 외부관리와 내부관리로 구분하여 관리하여야 하며, 측정소 설치부터 최종자료 확정까지의 전 과정, QA/QC 과정 및 모든 결과는 전산화 가능한 선진화된 시스템을 구축하여 체계적으로 관리할 필요가 있다.

대기오염 측정장비 가동률 향상, 운영 효율성 및 측정값의 신뢰성 등을 제고하기 위해서는 검사방법 및 기준 통일화를 통해 검사결과의 신뢰성을 확보하여야 한다.

대기질 측정 데이터 관리 시스템 구축과 관련된 기자재 구입 목록 및 필요한 시스템 기능 구현에 경험이 많은 기술자를 참여시켜 시행착오를 줄이고자 한다. 또한 시스템 설치 이후 생산된 대기질 데이터의 품질을 높이기 위해 통일된 ‘대기오염 측정망 운영지침’ 을 작성하고 향후 대기질 모니터링의 역할 확대를 위한 장기 Roadmap을 작성하여 제공하고자 한다.

<표 127> 정도관리 체계구축 방안

구분	내 용
<p style="text-align: center;">운영 기술 향상</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 대기오염 측정망 운영을 위한 법적 기술인력 및 장비보유 기준 마련 • 대기오염 측정망의 가동률 향상을 위한 효율적 운영 방안 마련 • SOP(표준 운영 절차서), 운영 가이드라인, 측정소 관리카드, 체크리스트 작성 등을 통한 대기오염 측정망 체계적 관리
<p style="text-align: center;">과학적인 측정망 운영 및 관리 방법 도입</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 원격(원격프로그램 및 VPN)을 통하여, 측정기기의 상태 확인 및 원격 점검 실시 • 데이터 트렌드 분석을 통한 이상 예측 시, 사전적 점검 실시 • 계획에 따른 정기점검(주간, 월간, 분기, 반기, 연간)과 수시점검 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 측정기 상태 이상시 SMS를 통한 신속한 정보 전달 후, 점검 - 점검시 교정값의 주기적인 관리를 통한 측정기기 상태 파악 • 대기오염 측정 운영을 관련 장비 및 소모품 보유 <ul style="list-style-type: none"> - 대기오염 측정장비 및 부대장비의 대체장비 보유 및 교체 주기 - 점검용 표준가스 및 측정 소모품의 여유분 보유 및 교체
<p style="text-align: center;">신뢰도 높은 측정 자료의 생산을 위한 정도관리 방안 도입</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 기존의 대기오염 측정소 운영방법 외에 다양한 운영 및 검증방법을 도입하여 대기오염 측정소의 신뢰할 수 있는 데이터를 수집 • 정확도 검증 방안 도입 <ul style="list-style-type: none"> - 측정소 관리자가 아닌 제3의 기관에서 측정하여, 측정데이터의 신뢰성 향상 - 지역별로 측정소 점검을 함께 수행 - 표준시료를 측정기기에 직접 적용하여 교정동일 측정소를 지역별 관리자들이 동시에 측정하여서, 측정데이터의 신뢰성을 확보 - 환경시험·검사 결과의 정확도 향상을 위해 시험검사능력을 평가하는 숙련도시험(Proficiency test)을 도입 • PM10, PM2.5의 대기오염 자동측정장비 및 수동샘플러의 등가성 평가 시험 실시 <ul style="list-style-type: none"> - PM10, PM2.5 데이터는 먼지의 구성성분, 기후, 계절(온도, 습도)등에 따라 그 측정에 많은 영향을 받으며, 자동측정장비의 측정데이터에 영향을 주므로 자동측정기와 수동측정기의 등가성 평가를 통해 각 장비별, 최적의 운영조건을 찾아서 신뢰성 있는 측정자료를 확보 - PM10, PM2.5 측정자료의 데이터 신뢰성 확보를 위하여 자동 연속측정기의 등가성을 중량농도 측정방법과의 주기적인 비교측정을 통하여 등가성을 확인
<p style="text-align: center;">교정검사 및 정도검사 제도 도입</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 환경측정기기의 정확성과 통일성을 기하기 위해 환경측정기기에 대한 형식승인이 필요 • 형식승인을 받은 후 형식 승인한 내용대로 구조와 성능이 유지되는지에 대한 정도검사 실시 • 대기오염 측정기기의 지속적인 관리 및 데이터 품질 향상을 위해 “대기오염 측정기기의 정도검사 제도”를 도입 • 전국에 분포되어 있는 대기오염 자동측정망의 환경측정기기에 대한 표준화된 정도관리 체계 필요 • 측정기기 형식승인 및 정도검사 제도 도입

대기오염 측정 보조장비인 오존발생기 및 가스희석장치와 기상장비의 교정 검사제도 도입	<ul style="list-style-type: none"> • 대기오염 측정장비의 신뢰성확보를 위해 대기오염 측정장비 점검 시 사용하는 보조장비(가스희석교정장치와 오존제너레이터)의 주기적인 교정과 유지관리 수행 • 환경측정기기 측정Data 정확도 향상, 소급성 확보 및 측정장비 교정 기준의 동등성 상태를 파악하기 위해 교정 값 및 편차, 교정조건으로 장비교정 횟수, 사용 표준가스의 검사여부 및 유효기간(표준공급체계의 소급성 확보 여부) 등을 점검 • 측정Data 신뢰성 확보를 위해 환경측정기기 보조장비에 대한 특징, 구조이해, 이론, 유지관리방법, 교정절차 등에 대한 체계적인 기술교육과 주기적인 소모품교체 등 필요
---	--

<표 128> 형식승인 및 정도검사 정의

<ul style="list-style-type: none"> • 형식승인 : 환경측정기기의 정확성과 통일성을 유지하기 위하여 국가에서 기기의 성능기준(성능시험)을 정하여 측정기기의 형식을 승인하는 행위 • 성능시험 : 환경측정기기 검사기관이 해당기기의 구조 및 성능을 확인하기 위해서 환경측정기기를 제작하거나 수입 할 경우, 최초 기기를 판매하기 전에 측정기기의 정확성과 통일성을 유지하기 위해 각 모델마다 형식승인을 받기 위한 시험 • 정도검사 : 행정목적 및 외부에 알리기 위한 목적으로 데이터를 생산하기 위하여 사용되는 환경측정기기가 형식승인을 받은 후, 주기적으로 측정기의 정밀도 및 정확도 여부 확인을 실행하는 검사 • 검정 : 환경측정기기의 교정을 위해 사용되는 교정용 표준가스, 교정용 매연표준지 및 매연표준필터를 검정함으로써 측정값에 대한 정확도와 신뢰도를 높이기 위한 시험
--

<표 129> 정도검사와 교정의 차이점

구분	정도검사	교정
정의	<ul style="list-style-type: none"> • 측정기기의 정확성과 통일성을 기하기 위하여 측정기기의 구조, 규격 및 성능 등을 확인하는 검사 	<ul style="list-style-type: none"> • 측정기기, 표준물질, 물적 척도 또는 측정시스템 등에 의하여 결정된 값과 표준에 의하여 결정된 값 사이의 관계로 확정하는 단품 검사
측정기기의 사용	<ul style="list-style-type: none"> • 측정기기의 성능이 표준값의 일정범위 이내인지 확인하여 적합과 부적합으로 계속 사용 가능 여부 결정 	<ul style="list-style-type: none"> • 표준값과의 측정값의 차이를 확인하여 사용자 스스로 그 차이를 가감하여 측정값을 사용
데이터 활용	<ul style="list-style-type: none"> • 측정데이터는 행정자료로 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 측정결과의 대외 신뢰도 확보 방안
성적서 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 결과를 적합 또는 부적합으로 표현하여, 부적합 측정기기는 사용금지 	<ul style="list-style-type: none"> • 교정결과의 측정불확도를 이용하여 데이터 산출
측정데이터 활용	<ul style="list-style-type: none"> • 적합 판정된 측정기기는 오차를 인정하고 실측 데이터 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 실측 데이터에 편차를 적용하여 측정값을 재산정하여 활용

(4) 대기질 관리 인적자원 기반 구축

세부추진 과제에 세부 활동은 다음과 같다.

<표 130> 대기질 관리 인적자원 기반 구축 세부 활동

Outcome	Output	Activities
대기질 관리 인적자원 기반 구축	2.1. 초청연수를 통한 역량강화	2.1.1. 정책 결정자(2주) 2.1.2. 실무자 중기 실무 교육(4주)
	2.2. 현지교육을 통한 역량강화	2.2.1. 신규 시스템 운영교육(현지) 2.2.2. 대기오염 자동측정소 운영교육(현지)

신규 시스템 및 새로운 대기오염 측정소가 구축 이전에 정책 결정자와 시스템 실무자를 초청하여 미리 교육을 통해 역량을 강화한 뒤, 신규 시스템과 측정소가 확충된 이후 현지교육을 통한 추가교육으로 적응력을 키울 수 있는 활동을 계획하였다. 이러한 역량강화 활동을 통해 대기질 관리 인적자원 기반을 구축하고자 한다.

신규 설치되는 데이터관리 시스템은 기본적인 매뉴얼이 제공되나 숙련도 향상을 위해 교육이 필요하며, 단순 이용자와 시스템을 관리하는 시스템관리자 모두 각각의 맞춤형 교육을 수행하기로 한다.

확충된 대기오염 측정소의 유지관리 교육은 새롭게 추가되는 대기측정망 운영지침, 정도관리 방안 등이 새롭게 추가되므로, 실제 측정소 운영관리자를 대상으로 몽골 현지에서의 실무 교육을 수행하기로 한다.

(5) 대기관리 기반 마련(정책지원)

세부추진 과제에 세부 활동은 다음과 같다.

<표 131> 대기관리 정책기반 마련 세부 활동

Outcome	Output	Activities
대기관리 정책기반 마련	3.1. 전문가 장기 파견	3.1.1. 한국 전문가 장기 파견(기술 및 정책)
	3.2. 기술자문	3.2.1 대기질 및 배출량 감시시스템 설계 3.2.2. 감시시스템 운영관리 지침 작성 3.2.3. 대기오염 측정망 로드맵 수립 3.2.4. 굴뚝배출원 관리 운영 규정 마련 지원

시스템 구축 및 측정소 확충 시 전문가를 파견하여 설치 관리감독을 수행하고, 완료 이후 현지 교육을 역량강화 활동을 수행하고, 그 이후 각 분야의 전문가를 장기간 파견하여 시스템 활용 know-how 전수, 대기오염 측정소 유지관리 실무 기술 전수, 정도관리 방안 강화 활동 조언, 대기질 데이터를 활용한 정책개선 마련 방안 등 몽골 정책결정자와 실무자에게 기술적 조언을 제공한다.

기술자문을 통해 대기관리를 위한 실시간 모니터링 시스템 구축을 위한 시스템 설계도를 작성하고, 시스템 설치 이후 효율적 관리를 위한 매뉴얼을 작성한다.

향후 대기환경모니터링 확충을 대비한 로드맵을 수립하고, 관련 규정(안)을 제시하여 향후 몽골 정부가 활용할 수 있도록 한다.

민간 사업장을 대상으로 추진하는 굴뚝 배출량 감시 시스템의 효율적 활용을 위해, 한국의 그간 제도운영 사례를 고려하여, 몽골 현재 상황에 맞는 제도를 제안한다.

3.1.5 사업의 기대효과

기존 측정범위 대비 넓은 범위의 구역을 측정할 수 있어 생산되고 발표되는 울란바토르 시내 대기질 대푯값의 신뢰성이 향상되고, 과학적이고 신뢰성 높은 대기질 자료 확보가 가능해져 몽골 현황에 적합한 맞춤형 정책 마련이 가능하다. 실시간 대기질 수집, 저장, 활용 기능이 강화되어 정책결정자들의 대기질 정보 접근성이 향상되어 대기질 개선정책 마련 시 다양한 대기질 자료의 활용이 가능해 진다.

정책결정자 및 대기질 모니터링 실무자의 역량 강화를 통해 신뢰성 높은 대기질 모니터링 기반을 구축하고, 향후 이 시스템에서 생산된 과학적인 자료를 활용한 정책 마련으로, 실효성과 이행 가능한 목표 설정이 가능하다. 이는 장기적으로 울란바토르 시내 대기질 개선에 기여함으로써 국민건강에 기여를 하게 된다.

3.2 현지조사

3.2.1 이해관계자 분석

사업에 참여하는 기관 및 참여자들의 이해관계 분석은 다음과 같다.

<표 132> 이해관계자 분석방안

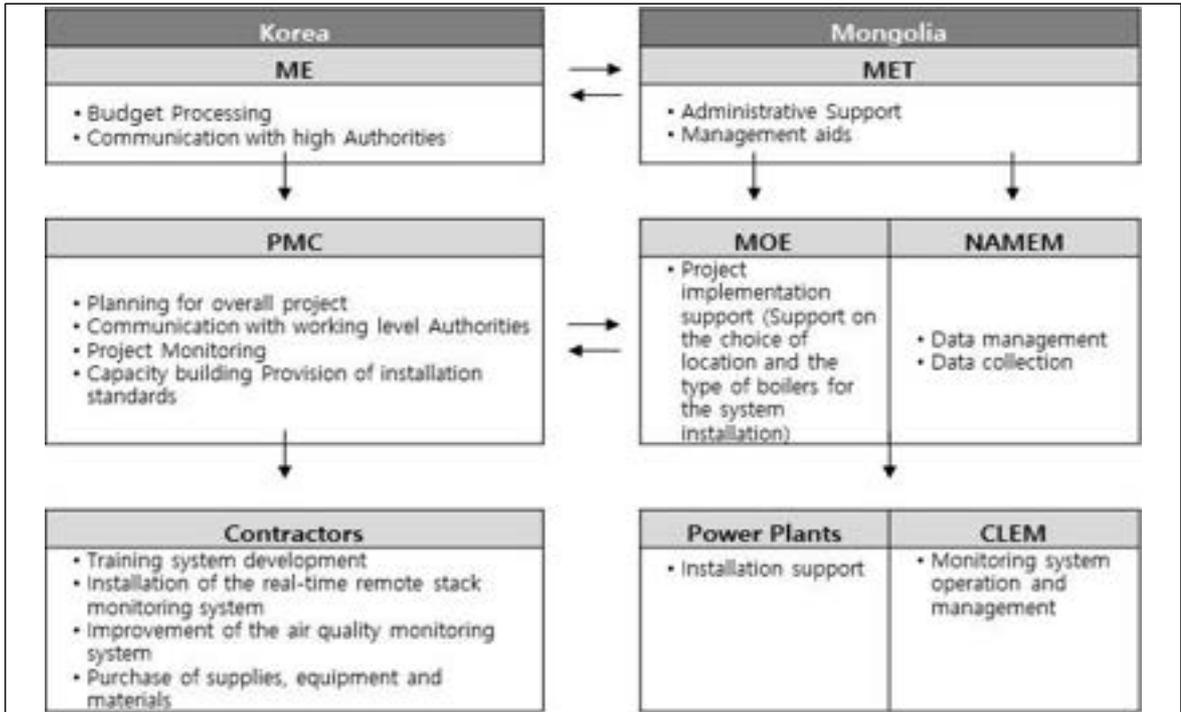
참여그룹	수혜경로 및 참여방안
울란바토르 시민	<ul style="list-style-type: none"> • 대기질 개선에 따른 건강 및 삶의 질 향상
발전소(사업장)	<ul style="list-style-type: none"> • 배출량 모니터링 시스템 부착 대상 제공 • 측정장비 유지관리 교육 참여
환경관광부	<ul style="list-style-type: none"> • 대기질 관리역량 강화 • 정책 제안 참여 및 초청연수자 선정 • 정책 마련을 위한 know-how 습득
UB 시	<ul style="list-style-type: none"> • 정책 제안 참여 및 초청연수자 선정 • 대기오염 측정망 운영관리 know-how 습득
NAMEM (기상청)	<ul style="list-style-type: none"> • 신규 측정소 및 시스템 운영에 따른 조직/예산 확대 • 정책 제안 참여 및 초청연수자 선정 • 대기오염 측정망 신규 설치 지점 선정 지원 • 대기오염 측정망 운영관리 know-how 습득
NDC (National Data Center)	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 개발협조(하드웨어 설치 장소 제공 및 관련 법률 적용 지원)
기기 관련업체	<ul style="list-style-type: none"> • 분석기기 소모품 및 유지관리 매출
관련 전공자	<ul style="list-style-type: none"> • 대기질 관리 시스템 실무자로 고용 기회 창출

대기오염 모니터링 분야를 직접 담당하는 기관은 환경관광부 산하 기상청(NAMEM)이고, 국가가 운영하는 대기오염 측정망의 실제 운영관리는 기상청 산하 국립환경연구소(CLEM)에서 담당하고 있다.

울란바토르 시내 설치되어 있는 자동오염측정소 중 12개소는 외국 ODA 자금으로 2010년 초반에 설치되어 있고, 지금까지 비교적 적절히 운영되고 있어, 몽골 정부의 대기오염 측정망 운영관리 역량은 비교적 높은 수준이라 할 수 있다. 다만, 예산 부족에 따른 소모품과 교정가스의 적시 공급이 어렵고, 인력이 부족하여 측정기의 점검주기가 길어 측정 데이터의 품질관리 측면에서는 다소 미흡하다고 할 수 있다.

현재 몽골 정부는 자체적인 계획에 따라 대기오염 실시간 공개시스템을 구축하였고, 대기오염 자동측정소 확대를 추진하고 있다. 이에 시스템 개발을 몽골 자체적으로 추진한 점과, 자체노력에 따라 대기오염 측정소 확충이 가능함에 따라, 몽골 내 대기측정망관련 산업계 역량은 크게 뒤쳐지지 않는 것으로 판단된다. 또한, 대기오염 측정망 확대와 관련된 정책결정자의 역량 또한 수준이 낮지 않음을 알 수 있다. 그러나 선진국에서 운영 중인 본 사업 추진을 위한 관계기관 사업수행 조직은 다음과 같이 제안한다.

[그림 85] 사업 수행조직(안)



	Policy Planning	Regulation	Monitoring	Installation	O&M	Financing	Capacity Building
MET	○	○	○			○	○
MOF			○				
NAMEM			○		○		○
MOE			○				○
Contractors				○	○		
ME (Korea)		○	○			○	
PMC	○	○	○				○
(Local) Contractors				○	○		

MET: Ministry of Environmental and Tourism
 MOF: Ministry of Finance
 NAMEM: National Agency for Meteorology and Environmental Monitoring of Mongolia
 MOE: Ministry of Energy
 ME: Ministry of Environment(Korea)
 Contractors: contractors for procurement, manufacturers, installation experts etc.

기관명	역할
환경관광부(MET)	사업 현지 수행 카운터파트너로 사업 이행에 수반되는 행정절차 지원 및 관리 감독을 이행
에너지부(MOE)	몽골 내 발전소를 담당하는 부처로, 굴뚝 모니터링 측정기기 설치 장소 및 보일러 선정 등 지원
발전소	측정기기의 설치를 지원
기상청(NAMEM)	MET 산하 대기환경 모니터링 담당기관으로 측정 데이터 처리실무 및 시스템 유지 관리를 지원
몽골 국립 환경연구소(CLEM)	NAMEM 산하 연구소로 모니터링 기기 운영 관리를 담당하며 기기 설치 및 운영을 수행
PMC	수행기관으로 사업수행 총괄 관리역할을 수행

3.2.2 현황조사

(1) 대기오염 측정소 현황

몽골 울란바토르시내에서 운영 중인 대기오염 자동측정소는 15개로 보유장비 현황 및 설치 지점은 아래와 같다.

<표 133> 울란바토르시 내 대기오염 자동측정소별 측정물질

Stations	SO ₂	NO-NOx-NO ₂	CO	O ₃	PM10	PM2.5	Meteorological sensor
*CLEM-UB01	AF22M	AC32M	CO12M	O342	MP101M	-	WXT520
CLEM-UB02	AF22M	AC32M	CO12M	-	MP101M	MP101M	WXT520
CLEM-UB03	AF22Me	AC32M	CO12Me	O342e	MP101M	MP101M	WXT530
CLEM-UB04	AF22M	AC32M	CO12M	O342	MP101M	MP101M	WXT520
CLEM-UB05	AF22M	AC32M	CO12M	O342	MP101M	-	WXT520
CLEM-UB07	AF22M	AC32M	CO12M	-	MP101M	-	WXT520
CLEM-UB08	AF22M	AC32M	CO12M	O342	MP101M	-	WXT520
**AQDCC01	APSA-370	APNA-370	APMA-370	APOA-370	Grimm EDM180		-
AQDCC02	APSA-370	APNA-370	APMA-370	APOA-370	Grimm EDM180		-
AQDCC03	APSA-370	APNA-370	APMA-370	APOA-370	Grimm EDM180		-
AQDCC04	APSA-370	APNA-370	APMA-370	APOA-370	Grimm EDM180		-
AQDCC05	APSA-370	APNA-370	APMA-370	-	BAM1020	-	-
***NEW 1	No Information						
NEW 2							
NEW 3							

* CLEM: 몽골환경관광부 산하 환경연구소 소관

** AQDCC: UB시 APRD 소관,

*** 신규 측정소(정보 없음) (06, 09, 11 지역으로 추정)

울란바토르시는 중심의 도심지를 거대한 게르(Ger) 지역이 둘러싸고 있는 형태이나, 측정소의 위치는 대부분 도심지내에 있으며, 게르 지역에 설치되어 있는 측정소의 개수는 도심지에 비해 적다고 할 수 있다. 따라서 추가적인 대기오염 자동측정소 확충은 게르 지역부터 설치하는 것이 필요하다.

몽골의 대기오염 측정소는 WHO에서 제시하는 일반대기오염 물질인 SO_x, NO_x, CO, O₃, PM10, PM2.5 등을 주로 측정하고 있고, 특히 미세먼지 저감을 위해 많은 정책적 노력을 기울이고 있다. 그러나 최근 들어 그 위험성이 부각되고 있는 유해대기오염 물질(PAHs)은 측정하고 있지 않다. PAH는 적은 양으로도 인체에 치명적인 영향을 미칠 수 있으므로, 이에 대한 모니터링이 필요하다. 몽골의 대기환경기준은 MNS 4585에서 규정하고 있고 그 현황은 다음과 같다.

<표 134> 몽골 대기환경 기준 현황

항목	단위	몽골 대기환경기준	
		기준	기준
SO ₂	μg/m ³	20분	450
		24시간	50
		연간	20
CO	μg/m ³	20분	60,000
		1시간	30,000
		8시간	10,000
NO ₂	μg/m ³	20분	200
		24시간	50
		연간	40
O ₃	μg/m ³	-	-
		8시간	100
총 먼지량	μg/m ³	20분	500
		24시간	150
		연간	100
PM10	μg/m ³	24시간	100
		연간	50
PM2.5	μg/m ³	24시간	50
		연간	25
Pb	μg/m ³	24시간	1
		연간	0.25
벤조피렌	μg/m ³	24시간	0.001

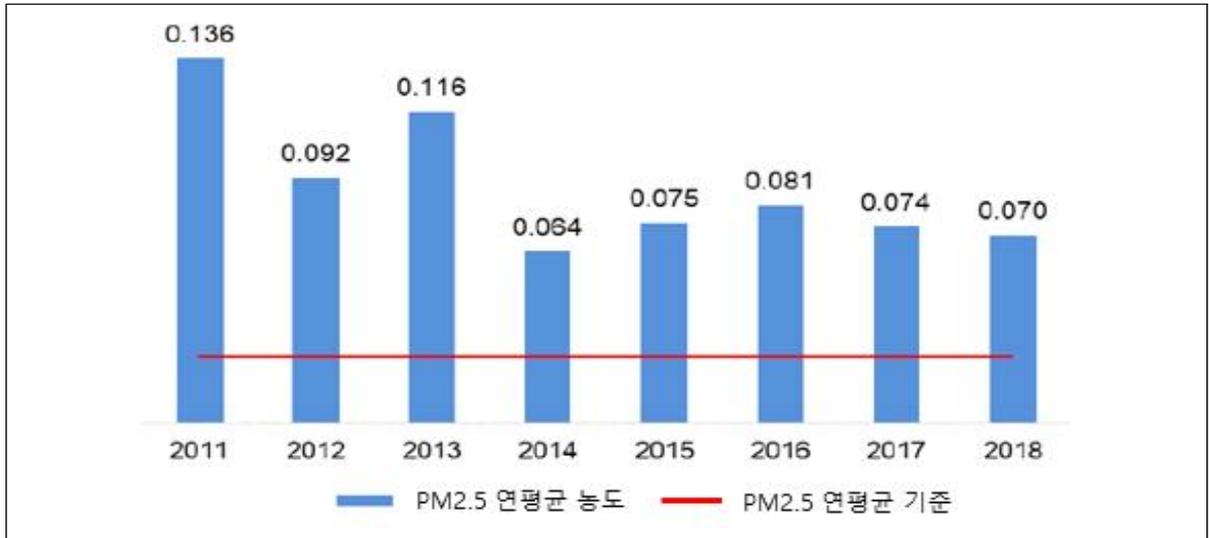
몽골 환경기준의 특이사항으로는 20분 기준이 있는데, 이를 적용 확인하기 위해 20분 주기로 측정이 이루어져야 하는데, 몽골은 현재 30분 데이터를 기준으로 데이터를 수집하고 있어, 향후 기준변경이 필요할 것으로 판단된다.

울란바토르시의 미세먼지 현황은 다음과 같다.

[그림 86] 울란바토르 미세먼지(PM10) 농도 현황 (단위: mg/m³)

출처: 몽골 통계청(<http://www.1212.mn/>)

[그림 87] 울란바토르 미세먼지(PM2.5) 농도 현황 (단위: mg/m³)



출처: 몽골 통계청(<http://www.1212.mn/>)

2012년도의 PM2.5와 2014년도의 PM2.5는 농도는 PM10과 다르게 지나치게 낮은 농도를 보여 먼밀한 성분 조사 분석이 필요한 시점으로 보인다. 그러나 이러한 특징을 제외하더라도, 현재 울란바토르시의 미세먼지 농도는 이미 대기환경기준 보다 2-3배를 초과하는 등 개선이 매우 시급하다.

측정된 데이터의 신뢰성과 생산의 통일성을 확보하고 효율적인 대기오염 측정망 관리를 위해 측정소 설치 및 분류 기준의 명확화, 측정항목 및 대기오염 측정망의 다양화, 개별 측정망의 통합운영을 통한 대기오염도 종합분석 기능 강화가 필요하다.

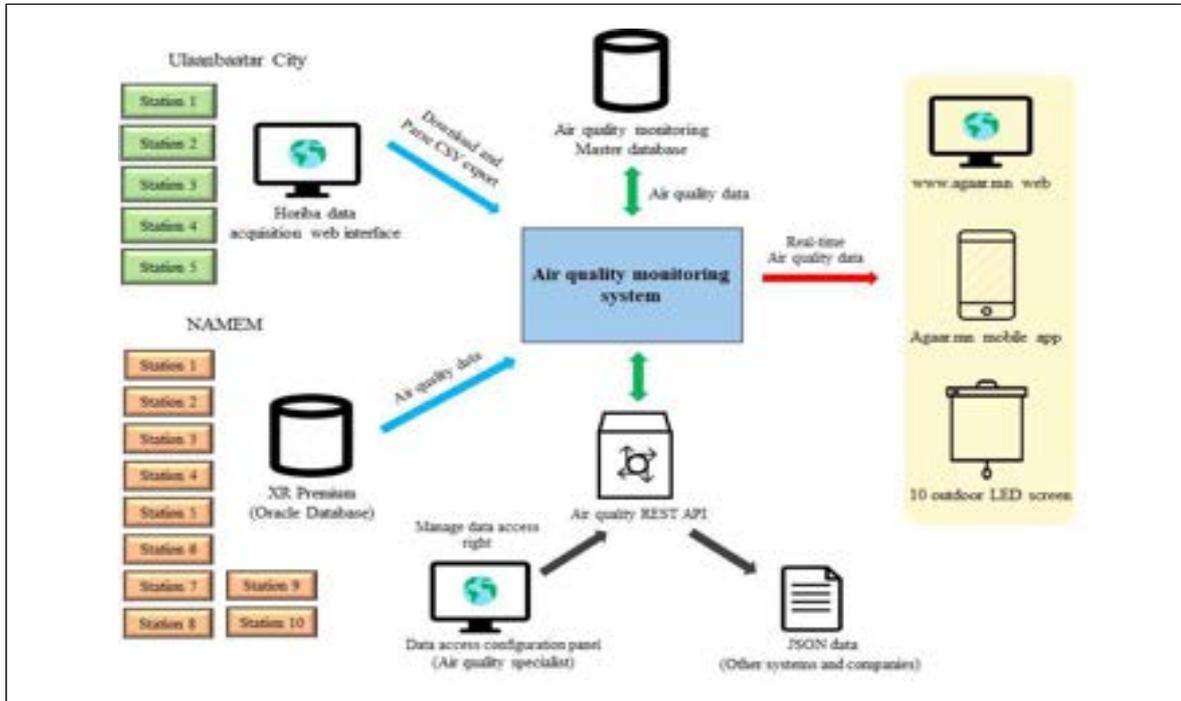
(2) 대기오염 측정소 데이터 관리 시스템

(데이터 통합 및 취합 현황) 기상청 산하 국립환경연구소에서 운영하는 자동측정소는 10개 소로 모두 프랑스의 Environment SA사의 장비가 설치되어 있고, 측정데이터는 데이터로거에서 수집하여 VPN과 인터넷망을 통하여 15분 주기로 기상청으로 전송하고 있다.

몽골 내 울란바토르 시 자체기관인 APRD에서 측정소 5개소를 운영하고 있으며, 일본 Horiba 사의 측정장비가 설치되어 있다. 측정데이터는 APRD(대기오염방지청)로 전송이 되고, NAMEM(기상청)에는 확정데이터를 엑셀파일 형태로 1주일, 1개월 주기로 제출하고 있다.

실시간 공개시스템은 국가 데이터센터에 Web server를 두고 있으며 기상청으로부터는 Open API 방식으로, 울란바토르시로부터 CSV 파일로 데이터를 획득하여, Agaar(실시간공개시스템)을 통해 실시간으로 공개되고 있으며 그 체계는 아래 그림과 같다.

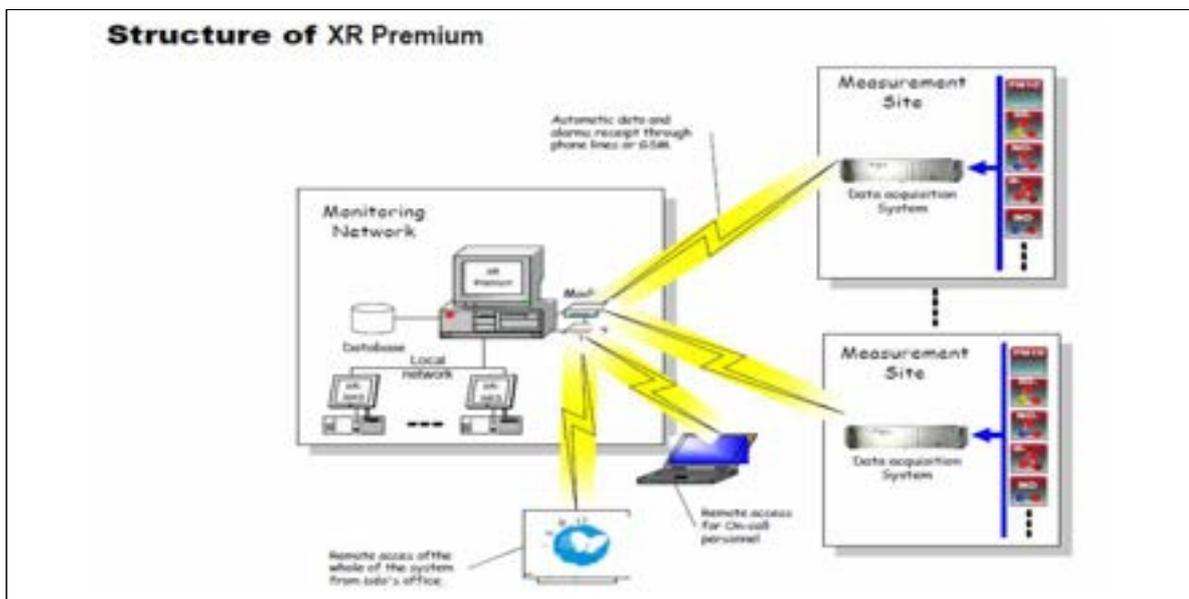
[그림 88] 몽골 울란바토르 Agaar 시스템 구성도



출처: 한국환경공단 연구자료 (연구팀 직접작성)

아래 그림은 대기오염 자동측정소에서 데이터를 수집하는 체계를 나타낸다. 특정 회사의 프로그램을 이용하므로 라이선스를 지급해야 하며, 측정기 제조사가 다를 경우 별도의 라이선스를 구매해야 하므로 다양한 제조사의 측정장비를 활용하기가 쉽지 않다.

[그림 89] 환경관광부 운영 자동측정소 데이터 수집체계



출처: XR Premium 매뉴얼 (Environment SA 社)

몽골에 설치되어 있는 대기오염 측정소의 관리는 환경관광부(NANEN)와 몽골 울란바토르시(APRD)에서 각각 관리하고 있고, 두 기관에서 생산된 데이터는 서로 다른 형태로 Aqaar로 전송되고 있다.

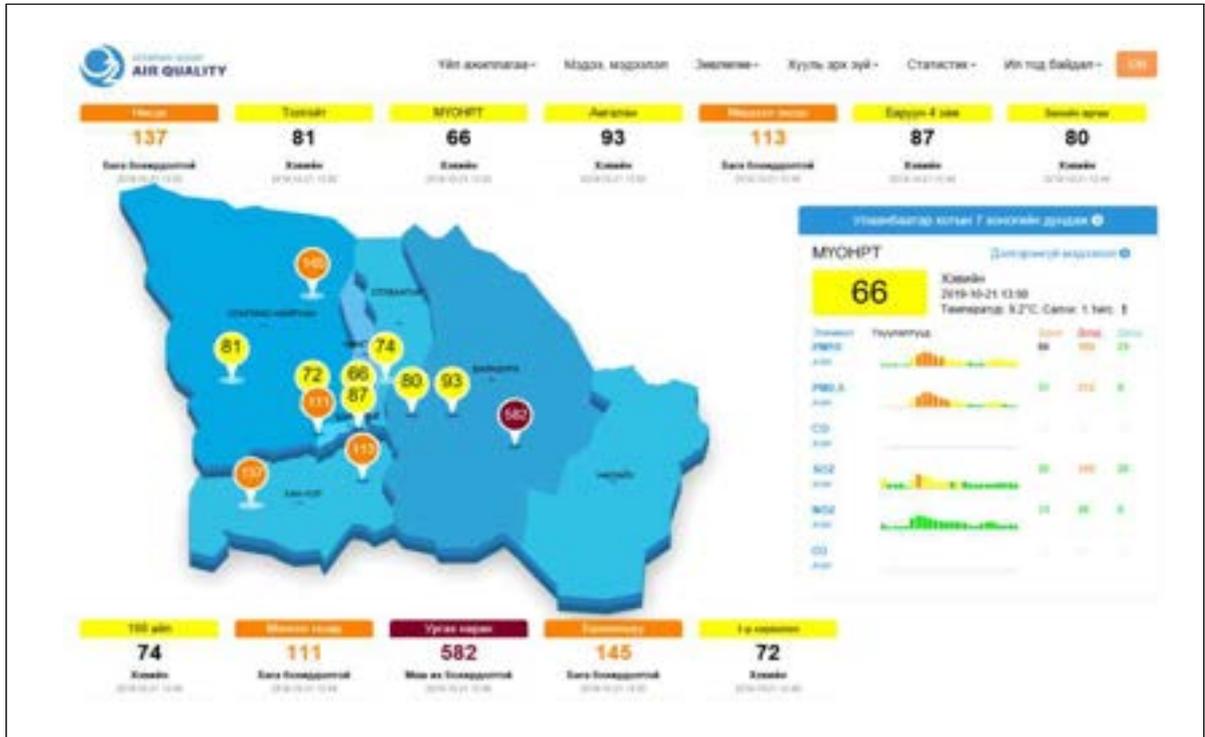
대기오염 측정소는 각각 관리주체에 따라 운영이 가능하나, 데이터의 수집, 저장, 관리 등은 중앙에서 통합된 시스템을 통해 관리할 필요가 있다. 또한 데이터의 신뢰성 및 통일성 확보를 위해 표준화된 측정소 운영 규정 및 유지관리 가이드라인을 마련해야 한다.

이는 데이터 전용 수집시스템을 두어서 여러 지자체로부터 데이터를 일차로 수집하고 항목을 선별하여 공개하는 한국과 가장 큰 차이이다. 따라서 몽골은 기존의 Aqaar 시스템 전단에 모든 측정관련 데이터를 수집하고 관리하는 별도의 시스템(가칭 NAMIS Mongolia)이 필요하다

(데이터 통합 및 취합 현황) 현재 울란바토르 시내에 설치되어 있는 대기오염 측정장비의 정도관리와 생산된 데이터의 품질관리가 잘 이루어지지 않는 것으로 보인다. 따라서 정도검사 및 교정검사 제도 도입을 통한 데이터 신뢰성 확보가 요구된다.

아래 그림은 몽골 울란바토르 시내에 설치되어 있는 측정소의 실시간 대기오염도 현황이다. 각 측정소로부터 데이터를 수집하고 3시간 이동평균값을 Aqaar 웹사이트를 통해 국민에게 공개하고 있다.

[그림 90] 몽골 울란바토르 Aqaar 시스템 대국민공개 웹사이트



출처: 울란바토르 대기질 정보사이트 (<http://agaar.mn/>)

(측정자료 정도관리 체계 구축) 현재 울란바토르 시내에 설치되어 있는 대기오염 측정장비의 정도관리와 생산된 데이터의 품질관리가 잘 이루어지지 않는 것으로 보인다. 따라서 정도검사 및 교정검사 제도 도입을 통한 데이터 신뢰성 확보가 요구된다.

(데이터 활용 미흡) 현재 울란바토르에서 측정되고 있는 자료는 실시간 데이터 공개 등을 통해 활용되고 있으나, 주기적인 대기질 공표(월보, 연보 등)가 없는 것으로 보이고, 정책결정자들이 필요한 대기질 데이터를 확보하는데 다소 어려움이 있는 것으로 보인다.

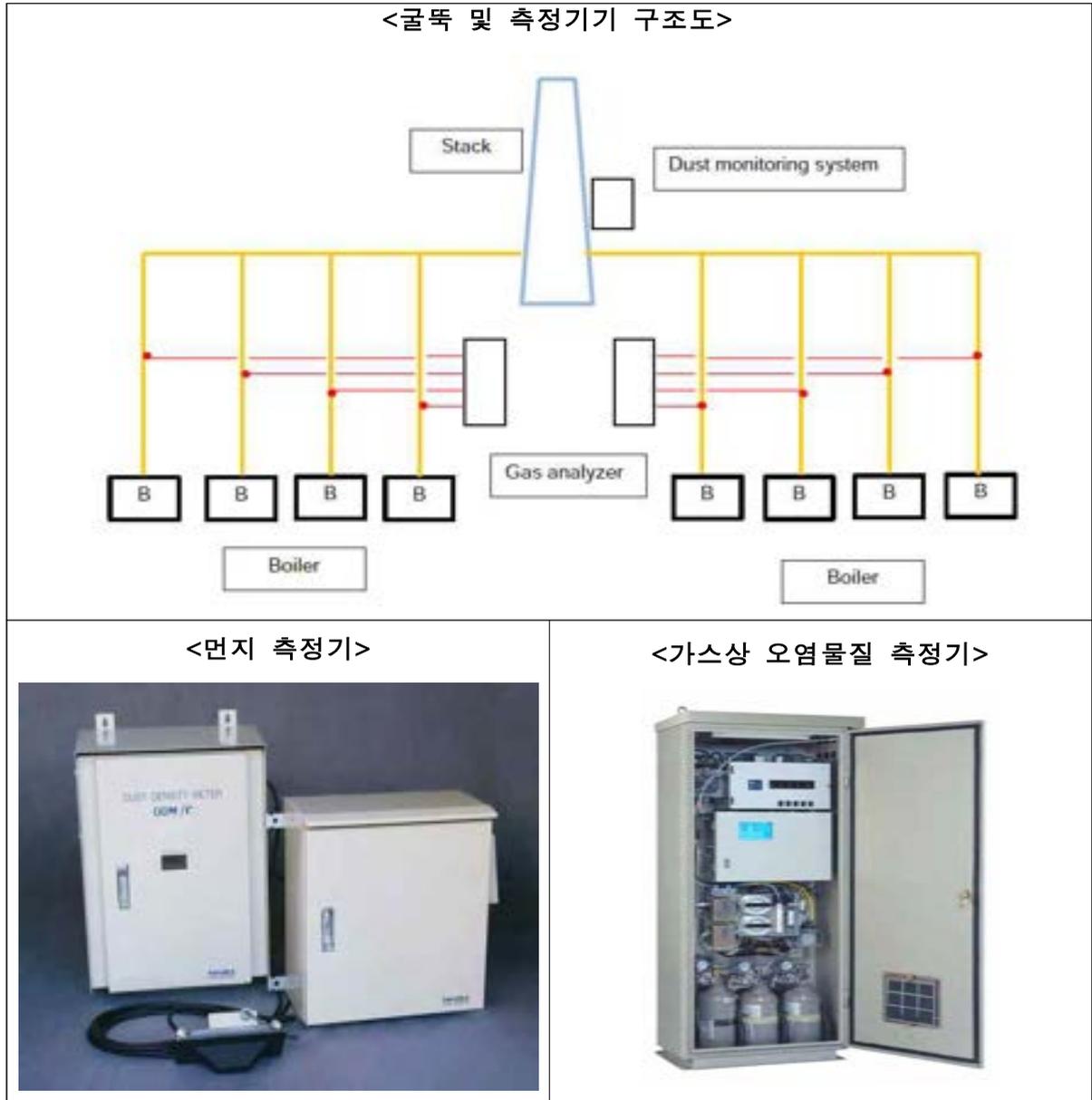
(평가 분석 체계 미흡) 측정소 운영계획, 운영 및 측정데이터의 보고 등의 과정을 평가하는 체계가 부족해 보인다. 따라서 측정자료의 활용도 제고와 측정자료의 공개(시스템 상 자료 공개, 연보, 통계자료 등의 공식자료 공개 포함) 및 관리 시스템의 개선이 필요하다.

※ 참고: 울란바토르시는 2020년 신규로 3개의 자동측정소를 확대하였으나, 아직 국민공개 시스템상에는 여전히 12개 측정소만 노출되어 있고, 신규 측정소는 실시간으로 대기질 현황이 공개되고 있지 않다.

(3) 대기오염 배출량 모니터링 시스템

JICA 역량강화 사업의 일환으로 TES-4에 먼지 분석기와 가스상 오염물질 측정장비가 설치되어 있다.

[그림 91] 몽골 TES-4 대기오염 배출량 모니터링 시스템



출처: JICA, Capacity Development Project for Air Pollution Control in UB City Phase 2 in Mongolia Final Report (2017)

몽골 대형 열병합 발전소(TES-4)에 CEMS(Continuous Emission Monitoring System)이 설치되어 있고, 실시간으로 데이터를 수집 관리하는 시스템을 보유하고 있으나, 정부기관이 직접 조회하는 것은 어려운 상황이다.

3.2.3 현황조사 시사점

몽골 울란바토르시내에 자동오염측정소 15개가 설치되어 있고, 데이터를 자동으로 수집하고 공개하는 시스템을 보유하고 있는 등 외형적으로 대기오염 관리 시스템을 보유하고 있으나, 예산과 인력의 부족으로 측정 데이터의 품질을 향상시켜 신뢰성 있는 데이터를 확보하는 노력은 부족한 것으로 판단된다.

시스템을 통해 데이터를 수집하고 있음에도, 시스템을 활용하여 정책을 마련하거나, 데이터를 분석하여 시사점을 도출할 수 있는 활동이 필요할 것으로 보인다. 즉 정책결정자들의 데이터 시스템에 접근하여 정책마련에 필요한 기초자료를 확보 할 수 있도록 지원할 필요가 있을 것으로 판단된다.

예산과 인력 부족으로 인한 측정기기의 유지관리의 주기가 불규칙하므로, 생산되는 데이터의 신뢰성 확보가 어려운 상황이다. 아울러 대기오염 측정망을 관리하기 위한 별도의 규정이 없어, 관련 전문가의 개인 능력에 의존하는 바가 크다.

같은 공간인 울란바토르시내에 측정항목과 목적이 유사함에도 관리 주체가 환경관광부와 UB시로 나누어져 효율적인 관리가 어려운 조직체계를 가지고 있다.

3.3 추정사업비 산정

3.3.1 추정사업비의 산정 기준

본 과제는 기자재 구매와 전문가 투입으로 분리가 되며, 기자재 대부분은 외산이므로, 환율 고려 없이 달러 기준으로 산정한다.

기자재 구매 비용은 한국 내에서 구매하여 운송하는 절차를 기준으로 산정하고, 프로그램 개발비는 한국 기술자 투입을 근거로 산정한다. 또한 측정소 설치를 위한 기초공사 비용 및 크레인 사용료도 포함한다.

기자재 및 시스템의 무상 사후관리는 1년으로 하고, 통관비는 ODA 공여 물품이므로 면세로 적용한다. 기술자문 등 전문가 투입은 최소 15년 이상에 해당하는 경력을 가진 한국 전문가 투입을 가정하여 산정한다. 인건비는 ‘엔지니어링 사업대가기준’의 환경 분야를 적용하고, 사업수행 경비는 ‘KOICA 전문가 파견사업에 관한 기준’을 적용하여 산정한다.

역량강화를 위한 연수비용은 현지연수는 몽골 현지 운영비를 고려하고, 국내 초청연수는 국내 물가를 고려하여 산정한다. 예비비는 총 사업비 70만 USD로 산정하였다.

3.3.2 추정사업비 산정

사업비는 기자재 구매, 설치, 시스템 개발 등 HW 분야에 700만 USD, 기술자문 및 역량강화 등 SW 분야에 130만 USD, 예비비 70만 USD로 총 사업비 900만 USD로 산정하였다.

<표 135> 추정사업비 산정(안)

(단위: 만USD)

합계금액		900	
(Outcome 1) ICT 기반 통합 대기질 관리 인프라 구축	소 계	700	
	1. 굴뚝 배출량 실시간 모니터링 파일럿 시스템 구축	300	
	1. 사업참여자 간 Kick-off 등 세미나 개최	20	
	2. 대상사업장 현지 사전조사	10	
	3. 굴뚝 대기오염 배출량 측정소 설치	210	
	4. 굴뚝 측정 데이터 관리 시스템 개발	55	
	5. 굴뚝 배출량 관제센터 구축	5	
	2. 실시간 대기환경 모니터링 시스템 개선	380	
	1. 사업참여자 간 Kick-off 세미나 개최	5	
	2. 대기오염 자동측정소 확충	210	
	3. 대기환경 데이터 관리 시스템 개선	160	
	4. 대기환경 모니터링 관제센터 구축	5	
	3. 측정자료 정도관리 체계 구축	20	
	1. 정도관리 물품 구매	15	
	2. 정도관리 매뉴얼(지침) 작성	5	
	(Outcome 2) 대기질 관리 인적자원 기반 구축	소 계	60
		1. 초청연수를 통한 역량강화	30
1. 정책 결정자 한국초청(2주)		10	
2. 실무자 교육 한국초청(4주)		20	
2. 현지교육을 통한 역량강화		30	
1. 신규 시스템(굴뚝, 대기환경) 운영교육		10	
2. 굴뚝 대기오염 측정기 실무자 운영교육		10	
3. 대기오염 측정망 실무자 운영교육		10	
(Outcome 3) 대기질 관리 정책기반 마련	소 계	70	
	1. 전문가 장기 파견	30	
	1. 한국 전문가 장기 파견(정책분야)		
	2. 한국 전문가 장기 파견(기술분야)		
	2. 기술자문	40	
	1. 대기질 및 배출량 감시시스템 설계	5	
	2. 감시시스템 운영관리 지침 작성	5	
	3. 대기오염 측정망 로드맵 수립	10	
4. 굴뚝배출원 관리 운영 규정 마련 지원	20		
예비비	1. 예비비	70	

3.3.3 사업기간

사업기간은 개시 후 36개월로 추진한다. 굴뚝 배출량 시스템 구축을 위한 정부-사업장간 협의 12개월 시스템 구축 설계를 위한 사전작업 6개월, 개발 설치 12개월, 역량강화 및 정책제안 6개월 등으로 계획하였다.

<표 136> 사업추진계획 및 일정

세부 과제	1Q	2Q	3Q	4Q	5Q	6Q	7Q	8Q	9Q	10Q	11Q	12Q
1. 굴뚝 배출량 실시간 모니터링 파일럿 시스템 구축												
(1) 사업참여자 간 Kick-off 등 세미나 개최	○	○	○	○								
(2) 대상사업장 현지 사전조사			○	○								
(3) 굴뚝 대기오염 배출량 측정소 설치					○	○	○	○				
(4) 굴뚝 측정 데이터 관리 시스템 개발					○	○	○	○				
(5) 굴뚝 배출량 관제센터 구축									○	○		
2. 실시간 대기환경 모니터링 시스템 개선												
(1) 사업참여자 간 Kick-off 세미나 개최		○										
(2) 대기오염 자동측정소 확충					○	○	○	○				
(3) 대기환경 데이터 관리 시스템 개선					○	○	○	○				
(4) 대기환경 모니터링 관제센터 구축									○	○		
3. 측정데이터 정도관리 체계 구축												
(1) 정도관리 물품 구매					○	○	○	○				
(2) 정도관리 매뉴얼(지침) 작성							○	○				
4. 초청연수												
(1) 정책 결정자 한국초청(2주)			○									
(2) 실무자 교육 한국초청(4주)				○	○							
5. 현지교육												
(1) 신규 시스템(굴뚝, 대기환경) 운영교육									○	○		
(2) 대기오염 측정망 실무자 운영교육										○	○	
(3) 굴뚝 대기오염 측정기 실무자 운영교육										○	○	
6. 전문가 장기파견												
(1) 한국 전문가 장기 파견(정책분야)					○	○	○	○	○	○	○	○
(2) 한국 전문가 장기 파견(기술분야)					○	○	○	○	○	○	○	○
7. 기술자문(정책지원)												
(1) 대기질 및 배출량 감시시스템 설계			○	○								
(2) 감시시스템 운영관리 지침 작성								○	○	○	○	
(3) 대기오염 측정망 로드맵 수립								○	○	○	○	
(4) 굴뚝배출원 관리 운영 규정 마련 지원							○	○	○	○	○	○

3.4 정책적 타당성

3.4.1 UN SDGs(Sustainable Development Goals, UN 지속가능발전목표) 지표와 부합성

본 사업의 최종 목표인 대기질 개선은 대기오염에 의한 질병 유발 및 사망률을 감소시키므로, UN SDGs 3번의 ‘모든 연령층을 위한 건강한 삶 보장과 복지 증진(건강과 웰빙)’ 과 부합한다.

최근 도시의 성장과 이로 인한 인구집중에 따른 환경문제(대기, 수질, 폐기물 등)가 심화되고 있다. 특히 몽골 울란바토르시는 몽골 전체 인구의 약 46%가 거주하며 대규모 거주촌인 게르 지역은 급속한 인구집중에 따른 환경문제가 심각하다. 이에 본 사업추진 결과로 인한 대기오염 개선은 UN SDGs 11번의 ‘포용적이고 안전하며 회복력 있고 지속가능한 도시와 주거지 조성(지속가능한 도시와 공동체)’ 과 부합한다.

3.4.2 국내 국제개발협력 계획과 부합성

한국의 국제개발협력 종합시행계획 및 그에 따른 ‘21년 국제개발협력 종합시행계획의 ‘신북방 국가 중심의 아시아 우선 지원 기조 유지’ 에 부합한다.

KOICA 국가지원계획 44개국에 포함되어 있고, 추진목표의 4개 프로그램 중 ‘지속가능한 도시 개발 및 복원력 강화’ 분야와 부합한다.

3.4.3 몽골 대기환경 개선 정책과 부합성

몽골은 국가 장기개발정책인 VISION 2050을 국회승인을 통해 추진 중이다. 이 중 사람이 살기 편하고 위생적인 환경조성을 위한 한 방편으로 대기오염을 줄이기 위한 계획을 수립하였다. 이에 대기분야를 포함한 환경분야의 오염물질 감소 및 관리 프로그램을 실행할 예정이며, 본 사업의 대기모니터링 시스템은 VISION 2050의 목적과 부합한다.

VISION 2050에 따라 준비된 정부행동계획(20-24) 대기오염을 저감시키기 위한 에너지 생산 정책과 녹색개발을 위한 다양한 환경오염 개선을 위한 정책을 마련하였다. 대기오염의 저감 및 현황 파악을 통해 마련된 정책의 성과를 판단할 수 있는 모니터링 방법이 필요하며, 본 사업의 대기오염 모니터링 시스템은 위 목적과 부합한다.

3.5 기술적 타당성

현재 몽골 울란바토르시내 거주민들이 가장 많은 지역 내 신규 대기오염 자동측정소 5개를 설치하여, 기존의 자동측정소 15개를 포함하여 총 20개의 자동오염측정소가 설치됨에 따라 울란바토르시를 대표하는 대기질 측정이 가능하다.

대기오염 측정소가 설치된 지역 외에 측정이 필요한 지점은 대기오염 이동측정소 1개소를 운영을 통해 수시로 대기오염물질을 측정할 수 있도록 하여, 울란바토르시 대기질의 효율적인 측정이 가능하다.

기존의 측정된 데이터를 수집, 저장, 공개 하는 관리시스템의 활용성을 강화하기 위해 신규 데이터관리 시스템(NAMIS Mongolia)을 구축하여 수집, 저장된 데이터의 활용성을 높이고, 측정된 데이터의 품질을 높이기 위한 관련 절차를 수록하도록 하였다.

정책결정자는 웹사이트 로그인과 부여된 권한을 통해 대기질 정보(농도, 추세, 평균, 측정소 정보, 장비제원, 점검일자, 점검결과 등)을 파악할 수 있도록 하였다.

측정소 운영자 또한 웹사이트 로그인을 통해 해당 측정소의 실시간 자료를 검색할 수 있고, 이상데이터를 선별할 수 있도록 하고 확정 권한을 부여하여 데이터의 품질을 향상시킬 수 있도록 하였다. 또한 측정소 점검결과를 웹사이트에 등록할 수 있도록 하여, 관련 공무원들이 쉽게 대기질 정보를 접할 수 있도록 하였다.

확충된 대기오염 측정소와 더불어 측정된 데이터의 신뢰성 확보가 필수적이므로, 측정기기의 정도관리를 위한 QA/QC를 위한 기자재 구매, 운영방법 교육과 관련 운영지침을 작성하여 울란바토르시내에 측정되는 대기질 데이터의 신뢰성을 높일 수 있다.

단기적인 대기오염 측정소 확충뿐 아니라 장기적인 대기오염 측정망 운영계획을 수립하여 단기적은 고농도 개선을 위한 측정뿐 아니라, 향후 외부에서 유입되는 오염물질에 대한 모니터링과, 아이막의 대기질 모니터링을 위한 기반을 마련하도록 하였다.

신규 도입되는 측정소와 시스템은 기존의 것과 유사하므로 관련 경험을 보유한 관리자 교육을 통해 역량을 강화하면 신규 시스템의 운영방법 미숙에 따른 활용성 저하 우려는 줄일 수 있다.

3.6 경제적 타당성

몽골은 NPRAEP, VISION 2050 등을 통해 대기질 모니터링 시스템을 개선 확대하기 위해 노력해 왔다.

대기환경 모니터링 및 굴뚝 배출량 실시간 감시 체계 구축을 통한 실질적인 대기질 개선을 기대할 수는 없다. 그러나 대기질 개선 정책의 가장 기본인 신뢰성 있는 데이터를 생산함으로써, 효율적인 정책을 기대할 수 있다.

모니터링 시스템은 수익을 기대하는 프로젝트가 아니므로, 직접적인 경제적 타당성을 분석할 수 없으나, 이 시스템을 활용하여 대기질 개선정책을 마련하므로 향후 시행될 정책적 성과를 가정하여 경제성을 분석하였다. 경제적 성과를 분석하기 위해 활용한 자료는 다음과 같다.

[참고] 경제적 성과분석을 위한 활용 자료

- 대기환경 및 실내대기오염에 따른 사망률(aged-standardized mortality rate)는 10만명 당 132명
 ※ 출처: WHO. Global Health Observatory. Household air pollution burden of disease by countries, 2012 World Health Organization; 2015
- 2013년 몽골 2,424명의 어린이가 대기오염으로 사망 (21억 달러 가치손실)
- 대기오염을 그대로 방치할 경우 2025년에 어린이 의료비 980만 달러
- 어린이 간병에 따른 경제적 손실 1840만 달러
 ※ 출처: MONGOLIA'S AIR POLLUTION CRISIS: 2018
 PM2.5 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가시 심장 및 폐질환에 의한 사망률이 6~13% 증가
 ※ 출처: WHO regional office for Europe. 2013. Health effects of particulate matter
- PM10 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때마다 사망률은 1.1% 증가
 ※ 출처: 질병관리본부. 미세먼지황사 건강피해 예방 및 관리 권고지침 개발연구(2014)
- 미세먼지에 따른 한국의 조기 사망률: 100만명당 1,109명
 ※ 출처 OECD. 2016. The economic consequence of outdoor air pollution
- 울란바토르시 인구 : 1,490,000 (2018)
- 몽골 1인당 GDP : 3,735 USD

위 자료를 활용하여 산정한 경제적 손실은 다음과 같다.

- 10만 명당 사망률 132명 적용 시, 1,967명의 사망자 발생
- 몽골 국내 총생산(GDP) 734만 USD 손실 발생
- 대기오염으로 인해 발생한 질병에 따른 어린이 피해액(사망, 간병 등) 21억 2,820만 USD 발생

몽골 정부가 향후 대기질 개선을 한국의 수준으로 달성할 경우 사망률을 132명에서 110명으로 최소 17% 이상 감소 가능할 것으로 예상되는바, 이에 따라 최소 3,743만 USD의 경제적 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

3.7 환경영향분석

3.7.1 환경영향평가법 (Environmental Impact Assessment Law, EIA Law)

환경영향평가법은 1998년 1월 22일에 제정되어 2017년 2월 2일자로 최종 개정되었다. 법은 환경을 보호하고, 인간 활동으로 인한 생태계 불균형을 방지하고, 환경영향이 적은 천연자원을 사용하고, 지역 및 부문 정책을 실행함에 있어서 환경영향평가 및 이해관계자의 결정 및 준비에 대한 프로젝트의 개발 계획 및 영향 등을 관리하는데 목적을 두고 있으며 2017년 2월 2일 개정법에서는 정책 개발 및 계획, 기후변화 계획 수립 시에 환경전략평가를 추가하였다.

※ 참고: 환경보호법 (Environmental Protection Law, EPL)

- 환경영향평가는 몽골의 환경보호법에 명시되어 있음

몽골의 기본적인 환경법은 1995년에 제정된 Environmental Protection Law(EPL)로 환경 관리의 틀과 관련 기관의 책임을 명시하고 있다. 이 법의 관리기관은 중앙정부의 환경 자원부로서 몽골 시민들이 건강하고 안전한 환경에 살 권리를 보장하고, 사회와 경제 발전을 환경 균형과 조화시키며, 환경을 보호하고, 현재와 미래 세대의 이익을 위해 자연 자원을 복원하고, 사업체와 조직 간에 발생하는 관계를 명시하고 있다.

EPL 제2장 환경평가, 연구 분석 및 감사의 제7조에서는 천연자원평가와 환경영향평가의 환경평가를 규정하고 있으며, 제8조에서는 천연자원평가를 그리고 제9조에서는 환경영향평가를 규정하고 있다. 그리고 제10조에서는 환경 조건의 모니터링에 대해서 규정하고 있으며, 별도로 제5장에 환경 모니터링을 두어 법 제26조~제29조까지 상세한 규정을 두고 있다. 그리고 몽골에는 재정이 뒷받침되어 있는 국가 환경보호 및 생태 보안 프로그램이 있으며, 본 법은 2017년 12월 7일에 최종 개정되었다.

3.7.2 사업 추진으로 예상되는 잠재적인 환경영향 및 평가

대형 열병합 발전소에 기존의 노후 설비를 교체하여 PM2.5의 초미세먼지를 줄이도록 한다. 기존의 열병합 발전소 내에 대기 환경 설비를 보완하는 부분이라서 환경 영향 분석을 따로 필요로 하지 않을 것으로 보인다.

<표 137> 사업의 잠재적 환경영향 평가

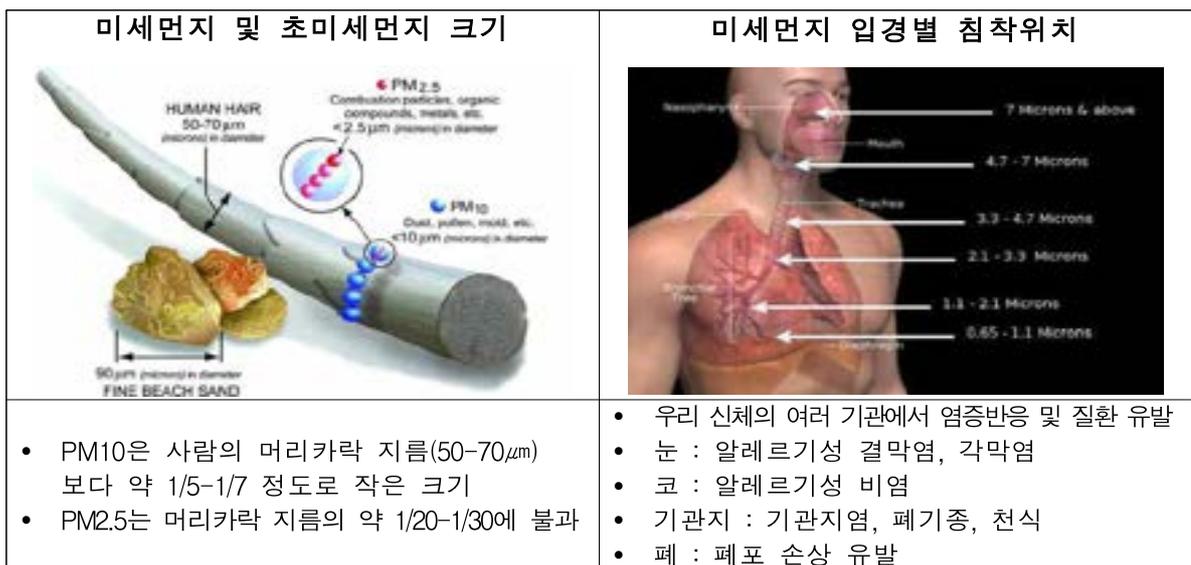
항목	예상되는 영향	단계	내용
대기	차량 또는 발전기 같은 시설로부터의 대기질에 미치는 잠재적 영향	측정소 설치	측정소 설치에 필요한 물품 운송등이 있으나 단기간 적은 차량이 이용될 예정으로 영향이 미미할 것으로 평가됨
수질	누출/유수에 의한 지표수 또는 지하수에 미치는 잠재적 영향	측정소 설치	측정소 설치에 필요한 기초공사가 수행되어 굴착이 있을 예정이나, 단기간에 소규모로 수행되어 그 영향이 미미할 것으로 평가됨
소음	물품 이동차량 또는 크레인 등 장비에 의한 잠재적 소음 및 진동의 영향	측정소 설치	계획 작업의 규모가 작아, 측정소 설치시 한시적(1-2일)으로 영향이 있을 것으로 평가됨
폐기물	측정소 설치시 일반 폐기물 및 소규모 건설폐기물 영향	측정소 설치	계획 작업의 규모가 작고, 신규 설치로 기존시설로 인한 폐기물이 발생하지 않아 영향이 미미할 것으로 평가됨
토양	측정소 설치시 화학물질 또는 누수/유출 등의 문제가 발생하여 토질에 미치는 잠재적인 영향	측정소 설치	측정소 설치시 유해화학물질 사용계획이 없으므로, 영향이 없을 것으로 평가됨

※ 참고: 미세먼지가 건강에 미치는 유해영향

미세먼지(PM10, PM2.5)는 2013년 세계보건기구 산하의 국제암연구소(IARC)가 사람에게 발암이 확인된 1군 발암물질로 지정하는 등 인체에 치명적 영향을 끼친다.

2016년 전 세계에서 대기오염으로 사망한 610만명 중 410만 명의 사인은 미세먼지로 인한 외부 대기오염(교통수단, 발전소 등)에 기인(IHME, 2018)한다.

[그림 92] 미세먼지 크기 및 입경별 침착위치



미세먼지의 위험성을 줄이기 위해 미세먼지의 배출량과 배출원을 파악이 시급하며, 이를 위해 모니터링 체계를 강화할 필요가 있다.

3.8 성과활용

3.8.1 수원국 활용

측정소 확대를 통한 측정데이터의 개수증가로 울란바토르시 대기질의 대푯값에 더욱 근접할 수 있으며, 정도관리 체계가 확립되어 측정데이터의 신뢰도가 향상되어 대기 개선 정책의 목표를 과학적이고 객관적인 자료에 근거하여 수립할 수 있다. 또한, 현재 추진 중인 몽골의 대기환경개선 정책의 성과를 모니터링하고 평가하는데 활용할 수 있다. 특히 측정데이터 품질과 신뢰도 향상을 통해 몽골실정에 맞는 객관적인 정책마련에 활용은 물론 배출기준 선정에도 활용할 수 있다.

실시간 대기오염 자료를 대국민에게 다양한 형태로 제공하여, 갑작스러운 대기질 악화 시 미리 대비할 수 있게 되어 국민 건강에 기여할 수 있다. 또한 수집된 대기질 자료를 연구자들에게 공개함으로써, 민관 협력을 통한 다양한 대기질 개선 정책 마련에 필요한 기초자료로 활용될 수 있다.

대기질 모니터링은 국가 경제가 성장하고, 도시가 성장함에 따라 그 수요가 확대될 수 밖에 없으므로, 향후 몽골 울란바토르시내에서 지역 아이막의 중소 도시로 대기질 모니터링 시스템은 확대되어야 한다. 따라서 이는 새로운 분야의 성장을 의미하므로 신규 일자리 창출의 기반이 될 수 있다. 관련 학과 전공자의 일자리 증가, 대기질 모니터링 시스템을 운영하기 위한 기자재 등의 제조, 공급 등으로 관련분야의 산업이 성장할 수 있다.

3.8.2 후속사업 연계 가능성

대기관리의 기본적인 사이클인 ‘측정-분석-정책’을 고려할 때, 최근 몽골이 추진하고 프로젝트는 ‘분석’ 단계의 사업을 추진 중에 있다. 한국의 EDCF 프로젝트인 ‘몽골 국립환경연구소(CLEM) 확충사업’의 주요 내용은 WHO에서 제시하는 기본물질인 SO_x, NO_x, O₃, CO, PM₁₀, PM_{2.5} 등 일반물질 외 PAHs나 VOCs와 같은 유해대기오염 물질의 분석체계를 구축하는 것이다.

유해대기오염 물질은 일반물질과 다르게 샘플링 이후 별도의 실험분석실에서 정밀분석기기를 이용하거나, 측정소 내 이런 정밀기기들이 설치되어 있어야 한다. 따라서 유해대기오염 물질의 대기농도를 측정하기 위한 유해대기오염 측정망 확대사업이 필요하다. ICT 기반 통합 대기질 관리체계의 구축과 성공적인 운영은 향후 다른 분야의 관리체계 개선에 기여할 수 있다. 기본적인 측정-수집-저장-활용의 체계는 대기질 뿐만 아니라, 자동차 배출가스, 주유소 연료 관리 등에 유사하게 사용 가능하다.

3.9 재정계획

기본적으로 몽골 모니터링 시스템에 대한 정부의 예산반영이 필요하나, 일부 대외 경제협력 기금을 재원으로 활용하는 것을 제안한다. 이때, 한국 정부로부터의 OECD 자금이나 GCF Fund를 활용하는 방안 등을 적극적으로 고려할 필요가 있다.

부록

I. 울란바토르 대기오염 모니터링 측정망 구축(안)

1. 울란바토르 대기오염원별 특성

울란바토르 시의 주요 대기오염원은 석탄을 연료로 하는 열병합 발전소와 열전용 보일러, 석탄과 장작 등 가정에서 사용하는 에너지원의 연소로부터 발생하는 가스 등이 대표적인 고정 오염원이고, 자동차 운행으로부터의 배기가스가 주요 이동오염원으로 판단된다.

울란바토르시에서는 주로 3개의 화력 발전소, 200여 개의 열전용 보일러(HOB), 1,000여 개의 석탄화력 온수기(CFWH) 및 14만여 개의 게르 스토브에서 석탄 연소로 인한 겨울철 대기오염이 시민의 건강에 심각한 영향을 미친다.

<표> 울란바토르시 주요 대기오염물질 목록

대기오염원	휘발성물질	가스상물질
열병합발전소, 증기난로	탄각, 그을음	유기산, NO ₂ , SO ₂ , CO, CO ₂
자동차엔진	그을음	NO _x , CO, CO ₂ , CFC, 석탄, Benzene, 납
게르 지역 전통난로	먼지, 탄각, 그을음	SO ₂ , H ₂ S, NO _x , CO, CO ₂ , 석탄, 독성물질
화학공장	먼지, 화학산화물	N ₂ S, CS ₂ , CO, NH ₃ , 유기산, 이황산염
금속코크공장	먼지, 포화철	NO ₂ , SO ₂ , NH ₃ , NO, 포르톤, 시안화물

출처: 몽골 환경부

울란바토르의 주요 대기오염원은 주로 시내지역을 중심으로 분포하고 있다.

[그림] 울란바토르 지역의 주요 대기오염원 분포도



출처: <http://www.eic.mn/airpollution/>

※가용한 오염원별 배출량 자료 수집의 어려움으로 관련 사이트를 참고하였으며, 따라서 오염원별 배출 기여도 구분은 불가하였음

2. 대기확산 모델링을 통한 측정소 위치 평가

(1) HOTMAC 모델

HOTMAC 프로그램은 복잡한 지형 조건에서의 풍향, 풍속, 온도, 대기 난류 등을 예측하는데 주로 이용되는 3차원 모델링 툴로서, HOTMAC에 내장된 RAPTAD 프로그램으로부터 예측된 기상장을 이용하여 오염물질의 이동 및 오염물질의 확산을 예측한다. 또한 HOTMAC은 많은 건물이 위치한 도심 지역에서의 공기 유동과 오염물질 이동을 예측·분석하기에 적합하도록 라그랑지안 확산 모델과 CFD 모델을 결합하여 설계된 하이브리드 모델링 프로그램이다.

몽골의 수도 울란바토르와 같이 주위가 산지로 둘러싸인 분지 형태의 지형적 특성을 고려할 때, 특정 소규모 지역에 HOTMAC을 적용함으로써 주변 공기 흐름의 변화와 이로 인한 영향 예측이 가능하므로, 모니터링 측정소가 위치한 지점을 중심으로 지형 및 토지이용에 따른 기상장을 생성하고, 이에 분지 아래 지역 즉, 도시에서 배출된 대기오염물질 확산 패턴을 분석한다.

(2) 울란바토르 지역의 기상장 분석

울란바토르 지역은 남북으로 형성된 산맥으로 인해 분지 형태를 가지고 있으며, 이러한 특징의 지형적 조건에서는 국지 바람장이 대기질에 크게 기여한다. 다시 말해 이 경우 일반적으로 도심에 위치한 건물에 의한 환경보다는 지형에 의한 영향이 중요하게 작용한다.

분지와 골짜기형 도시에는 산곡풍이 주로 발생하게 되며, 이때에는 바람의 역할이 특히 중요하며, 산곡풍은 지면에 인접한 공기의 밀도에 의해 발생하고, 이는 지표면의 온도변화에 의해 좌우된다.

야간에 지표면이 냉각될 경우, 지면에 인접한 공기는 열을 빼앗겨 차가워지고, 산 사면을 따라 차가운 공기가 형성된다. 차가운 공기는 따듯한 공기에 비해 무거우므로 높은 고도에 위치한 온도가 낮은 공기가 아래 방향으로 내려온다.

해가 떠있는 주간에는 고도가 높은 산 정상 부근의 온도가 빠르게 상승하면서 상승기류가 발생함에 따라, 분지 아래 지역의 공기가 산 사면을 따라 상승하게 되어 하루를 주기로 산곡풍 순환이 이루어진다.

바람장 모사 결과와 대조하기 위해 울란바토르 소재 대기오염 측정망 6곳의 2020년 1년간 시간 평균 풍향, 풍속 데이터를 바람장미로 표현하여 분석하였다.

[그림] 울란바토르 내 대기오염물질 측정소 바람장미 (2020년)



출처: 인천대학교 연구자료

따라서, 도심에서 배출된 대기오염물질은 산지가 위치한 남북 방향보다는 도시가 분포하고 있는 동서 방향으로 확산하며), 풍속이 낮아 확산보다는 도심 상공에 정체되어 있을 것으로 예상된다.

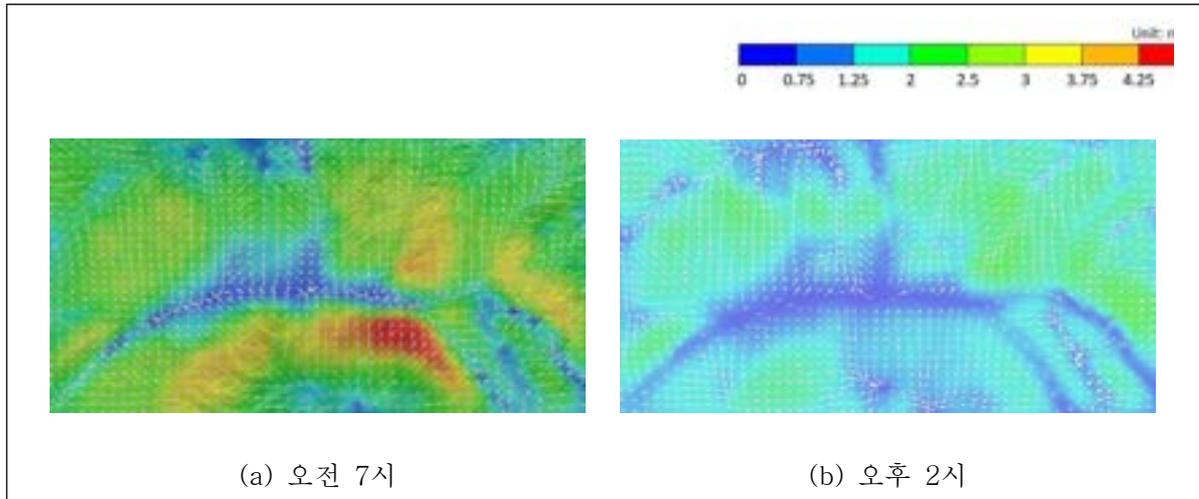
(3) 울란바토르 대기오염물질 확산 패턴 분석

바람장 모사 결과, 울란바토르 도심지 남-북으로 위치한 산으로 인해 낮에는 산비탈을 따라 공기가 상승하며, 밤에는 산비탈을 따라 공기가 하강하여 하루를 주기로 공기가 순환하는 패턴을 보였다.

겨울 난방으로 인한 발전소 가동으로 주로 겨울에 미세먼지 농도가 매우 높은 울란바토르 시내에서의 대기확산 패턴을 모사하기 위해 모델링 기간은 2020년 1월 중 일주일을 선정하여 바람장을 모사하였다.

아래 그림은 산곡풍에 의한 바람의 영향이 가장 강한 시점에서의 바람장 모사 결과로, 해가 뜨기 직전 오전 6시경 산풍이 가장 강하게 나타나며, 곡풍은 해가 가장 강하게 내리쬐는 12~13시경이 가장 강하게 나타난다. 풍속의 경우 실제 기상과 유사하게 분지 아래 지역에서는 0~1.9 m/s 사이의 풍속이 지속적으로 발생하였다.

[그림] 울란바토르 지형 및 토지이용에 따른 바람장 모사 결과

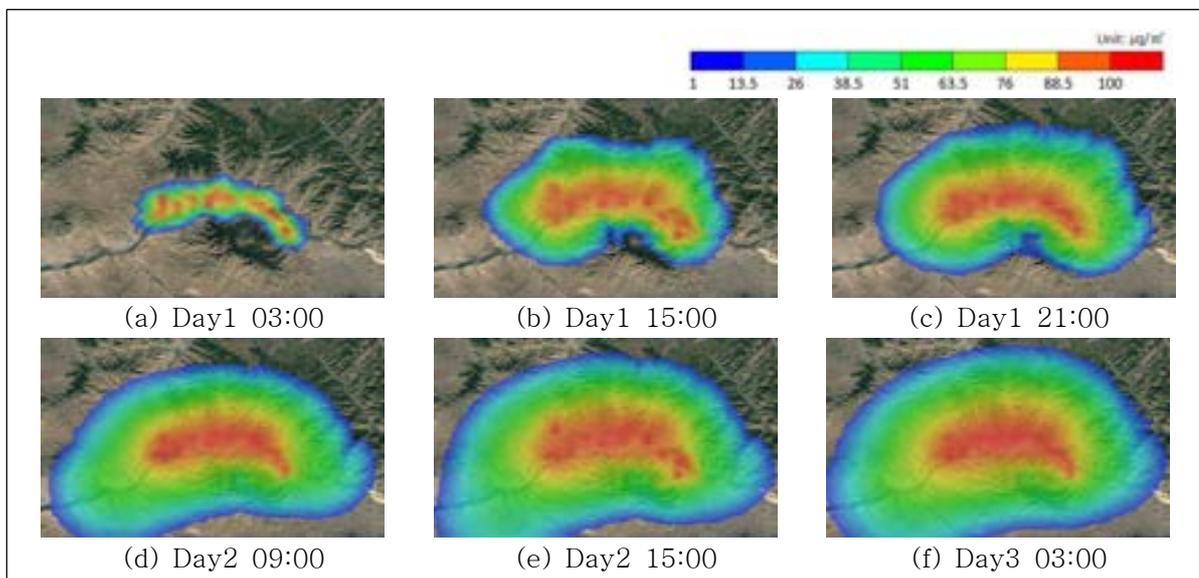


출처: 인천대학교 연구자료

울란바토르 도심지를 남북으로 둘러싸고 있는 산맥의 약 700~900m의 높은 고도로 인해 산사면을 따라 상승하는 곡풍의 발달을 저해하고 있으며, 이로 인해 낮에 배출된 대기오염물질의 정체 현상을 초래하였다.

모사된 바람장을 바탕으로 울란바토르 도심에서 배출된 대기오염물질의 확산 패턴을 분석하기 위해 확산 모델링을 수행하였으며, 실제 배출량 자료의 확보가 불가능한 상황으로 울란바토르 도심 내 임의의 지점 12곳을 지정하여 확산모델링을 수행하였다.

[그림] 울란바토르시의 대기오염물질 확산 패턴



출처: 인천대학교 연구자료

위 그림은 HOTMAC 확산모델링 모사 결과를 대기오염물질 배출 후 48시간 모사 결과를 6시간 간격으로 그린 농도 곡선 (contour) 사진으로, 전반적으로 배출된 오염물질이 넓게 확산되는 패턴을 보이거나 분지 아래 지역인 도심지 상공에 정체되어 높은 농도를 나타내었다.

바람장 모사 결과와 같이 높은 고도의 산으로 인해 약해진 곡풍에 따라 배출된 오염물질이 확산되는 대신 상공에 머무르는 패턴을 보여 울란바토르 도심에서의 오염물질 배출이 주민들에게 미치는 영향은 더욱 클 것으로 보인다.

또한, 미약하지만 동서로 부는 바람으로 인해 도심지 서쪽 골짜기 방향으로 확산하는 형태를 보이며, 울란바토르의 중심에서 동쪽으로 위치한 도시 날라이흐에서 배출된 오염물질이 골짜기를 타고 울란바토르 도심으로 유입될 가능성이 있다.

(4) 기존 측정소의 타당성 검토

대기질을 평가하고 특정 오염원의 관리·감독을 위해서는 개별 측정소가 해당 지역의 오염현황에 대한 대표성을 가져야 한다. 특히 도시지역의 교통, 토지이용 등의 물리적 환경요인에 의한 영향이 크므로, 측정소의 위치선정은 매우 중요하다.

기존 측정소가 지역의 대기오염 특성을 반영하기에 적합한지 판단하기 위하여 격자별 주요 오염원별 배출량 자료를 DB화하고 GIS 소프트웨어를 이용하여 공간자료를 생성했다. 수집된 기상자료나 기상장 모델 결과를 활용하여 주 풍향에 따른 대기오염물질 영향을 예측하고, 대기확산 모델을 이용하여 영향 범위를 분석하였다. 주변 건물의 영향 정도와 인근에 위치한 고정 오염원의 영향 범위 등을 판단하여 현재 운영 중인 모니터링 측정소별 위치에 대한 타당성을 분석할 수 있다.

그러나 현재 상황으로는 울란바토르 내의 다양한 배출원에 대한 가용 정보가 없는 상황에서 매시간 오염물질 농도 자료를 생산하고 있는 기존 측정소별 위치의 적정성을 검토하는데 큰 제약이 있다. 향후, UB 현지 지형도와 주요 오염원별 배출량 자료 확보 후 심층 분석이 필요할 것으로 보인다.

이에 기존 측정소 위치에 대한 타당성 검토에 필요한 자료의 제한으로, 기존 측정소는 그대로 유지하면서 측정망 추가 설치지점으로 우선 고려되어야 할 격자 위치를 제안하고자 한다.

3. 대기오염 모니터링 측정지점 선정

대기오염 현황을 보다 정확하게 파악하기 위해서는 많은 측정지점을 선정하는 것이 바람직하나, 운영에 필요한 인프라를 고려하여 추가 측정 고려 격자를 선정하였다.

측정지점의 결정은 일반적으로 측정대상지역 내의 인구분포와 밀도를 고려하여 일정 간격으로 격자를 만들고 대상지역의 오염정도에 따라 실시하였다.

기존 측정소를 한국의 사례에 맞게 분류한 체계에 맞춰 목적별 신규 측정지점을 선정하였다. 많은 인구가 거주하고 있는 게르 지역에 우선적으로 측정소를 설치하는 것이 적절하나, 본 프로젝트에서는 게르 지역의 배출량 자료 확보가 어려워 측정지점 우선순위에서 배제되었다.

(1) 일반대기오염측정망 선정 기준

일반대기오염측정망 분류별 설치목적에 따른 측정지점 선정 기준은 아래 4개로 정의할 수 있다.

- ① 도시대기: 인구 10만 이상의 도시를 대상으로 하며, 도시지역의 평균 대기질 농도를 파악하여 환경기준 달성여부를 판정하기 적합한 곳
- ② 교외대기: 도시주변지역 측정소로 도시지역과 인접한 교외지역 대기질을 측정함으로써 도시지역의 경계조건을 파악하여 도시지역 대기질을 간접적으로 평가할 수 있도록 대형 배출원이나 중소규모 도로로부터 일정 거리를 유지할 수 있는 곳
- * 계곡지역은 적합하지 않으며, 산의 정상 부근과 능선부 또는 고산지대의 경사지역이 양호하며 바람에 의한 오염도 변화가 심하지 않은 곳을 우선 고려함
- ③ 배경농도: 지역 내에서 배출되는 인위적 영향을 최소화한 지역 또는 외부로부터 유입·유출되는 오염물질을 측정할 수 있는 곳으로, 토지 이용 상 중대한 변화가 없고 고산지대를 우선 지점으로 고려하였다. 보통은 국가적인 배경농도를 파악하고 외국으로부터의 오염물질 유입과 유출상태, 장거리 이동현황 파악을 목적으로 함
- ④ 도로변대기: 자동차에서 배출되는 대기오염물질이 대기질에 미치는 영향을 파악하기 위해 적절한 자동차 통행량과 유동인구가 많은 도로변을 선정

울란바토르 지역에 대기오염 측정소 확충지점 선정은 우리나라의 일반대기오염측정망 설치목적별 기준 (환경부, 2018)을 준수하였다. 그 외에 특이사항으로 몽골의 경우, 문화적 특성상 울란바토르 도심지역의 외곽에 분포하고 있는 게르 지역은 중요한 오염원의 하나로서, 게르 지역의 대기오염 배출특성을 대표할 수 있는 측정지점을 우선 고려하고 선정할 필요가 있다.

게르 외에 도심의 상업시설 밀집지역과 일반주거지역, 교통량이 많은 지역, 주변 오염원의 영향이 적은 지역, 그 외에 가용한 자료 범위 내에서 확인된 대형 화력발전소와 같이 주변 지역에 미치는 영향이 큰 오염원이 위치하여 그 특성을 대표할 수 있는 격자를 추가하였다.

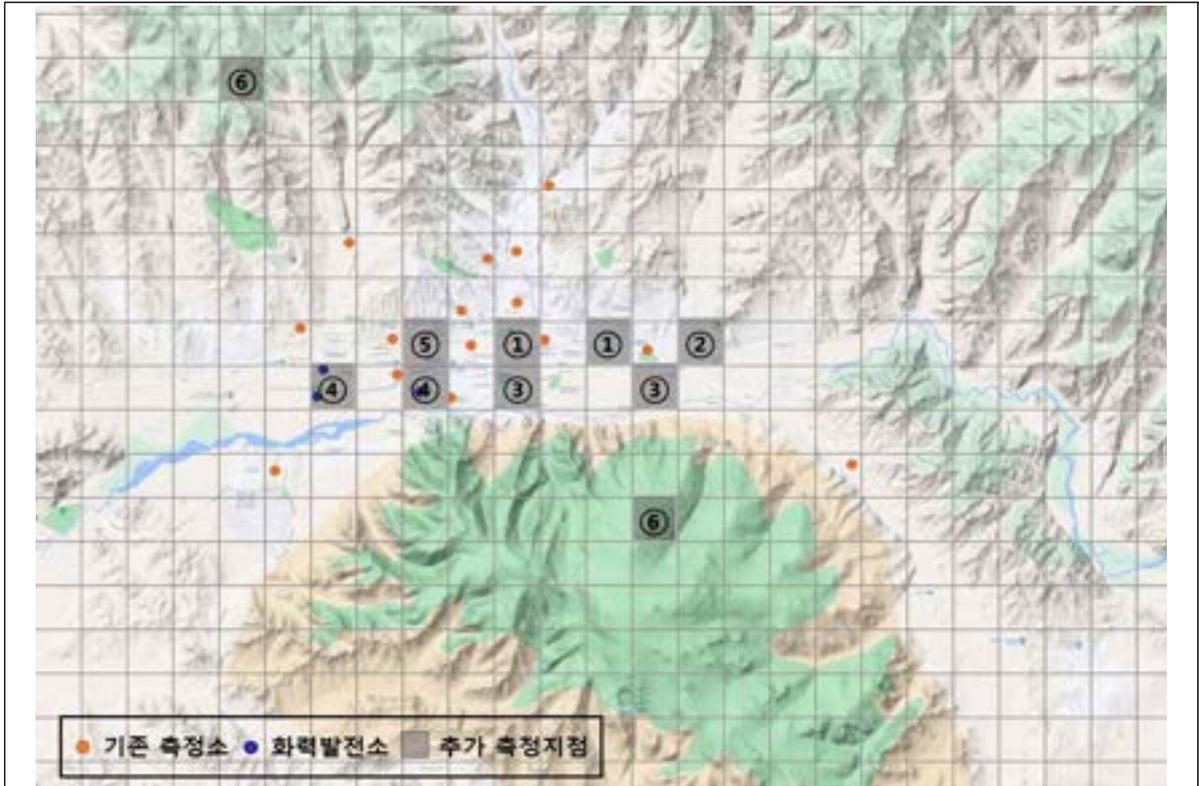
- ① 도시: 빌딩과 상업 시설이 밀집한 지역으로 차량의 통행도 빈번할 것으로 판단하여 이들 요소가 고루 혼합된 도심지역의 특성을 잘 반영할 수 있는 곳
- ② 게르 지역: 울란바토르 시내 중심을 둘러싸고 넓게 분포하고 있고, 기상장 분석결과로부터 주로 동-서 방향으로 공기 흐름이 형성되므로, 내부요인에 의한 영향을 적게 받아 게르 지역의 고유 특성을 반영할 수 있는 곳
- ③ 일반주거지역: 일부 상업시설과 함께 주로 아파트가 밀집한 곳으로 게르와 구별되는 일반 적인 주거지역의 특성을 반영함
- ④ 산업지역: 대형 화력발전소와 인접한 곳으로, 산업시설에 의한 영향이 큰 곳
- ⑤ 도로변: 주변에 편의시설이 많이 분포하고 교차로가 있어 차량 통행이 많은 곳
- ⑥ 교외대기/외곽: 확산모델링 결과 울란바토르 도심의 동남 방향으로부터 유입되는 공기 흐름과 도심의 남북으로 위치한 산을 타고 내려오는 공기흐름을 고려하여 도심 내부 발생원의 영향을 거의 받지 않도록 고산에 위치

(2) 일반 대기오염자동측정소 선정(안)

울란바토르의 풍향자료 조사결과, 주 풍향은 주로 북서풍과 동풍인 것으로 나타났다. 기존 울란바토르 시내에는 15개의 자동측정소가 있으며, 주로 중앙 도심지에 10개소가 설치되어 있다. 풍상(바람이 들어오는 위치)과 풍하(바람이 빠져나가는 위치)로 고려할 수 있는 북쪽, 동쪽에 각 1개소, 서쪽에 3개소가 설치되어 운영 중이다. 그러나 몽골 인구의 50% 이상 거주하고 있으며, 도심을 둘러싸고 있는 게르 지역에는 대기오염측정소가 부족한 것으로 조사되었다.

이에 따라, 본 과제를 통해 울란바토르 시에 추가로 설치가 필요한 지점 총 10개소를 선정하였으며, 그 결과는 아래 그림과 같다. 현재 울란바토르시 내에 설치되어 있는 측정소 대부분은 도시내부의 오염정도를 측정하고 있는 것으로 확인된다. 그러므로 측정소 확충을 위한 우선순위는 도시외곽의 농도 측정으로 유입되는 배경 농도와, 유출되는 도심 농도를 측정할 수 있는 곳인 하단 그림의 ⑥번 위치에 먼저 설치하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

[그림] 울란바토르 시의 대기오염 측정망 확충(안) (1km × 1km 간격)



출처: 인천대학교 (연구팀 직접작성)

<표> 울란바토르 대기오염 측정망 확충(안)

구분		운영 중 (개소)	추가 설치 (개소)
도시대기	① 도시	2	2
	② 게르 지역	9	1
	③ 일반주거지역	-	2
	④ 산업지역	2	2
도로변대기	⑤ 도로	2	1
배경농도	⑥ 교외대기/외곽	1	2

출처: 인천대학교 (연구팀 직접작성)

II. 몽골 대기오염정보시스템(Mongolia NAMIS, Air Mongolia) 설계방안

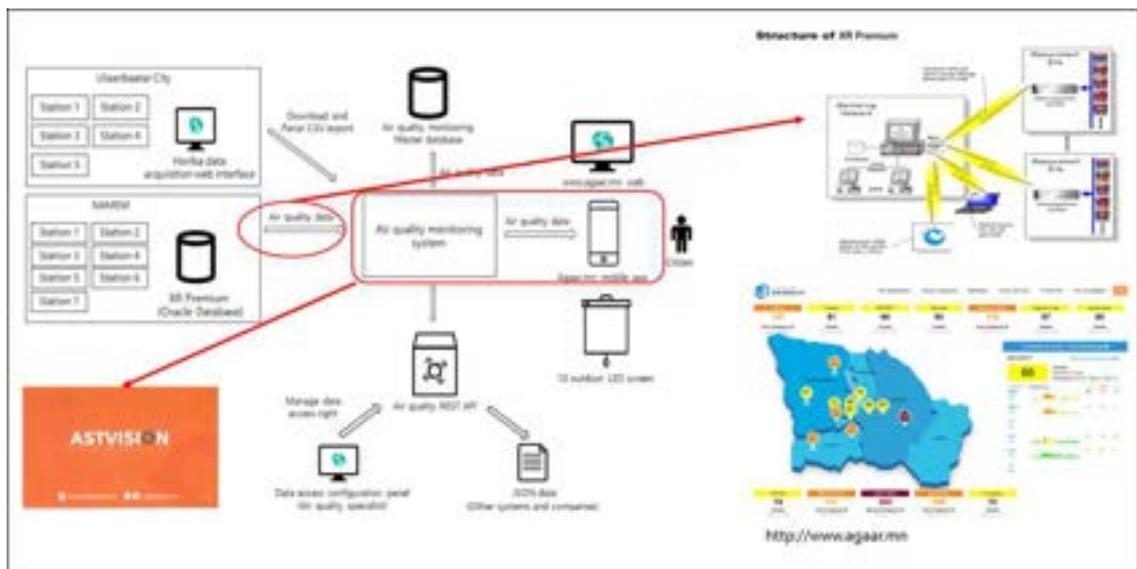
1. 추진배경 및 필요성

대기정책 수립의 기초가 되는 대기오염 현황자료의 관리체계 개선을 통해 효율적인 관리방안을 마련하고자 한다. 즉, 현재 대기질의 상태와 원인을 파악한 뒤 대기질 개선 정책을 수립할 수 있도록 지원할 수 있어야 하며, 대기오염 데이터에 대한 체계적인 수집, 관리, 분석 기능을 제공하는 관리 시스템을 구축하는 것이 본 사업의 기본 배경이다.

몽골 울란바토르내 대기오염자동측정소 12개 설치(CLEM 7, APRD 5)하여 운영하고 있다. 대기오염측정소 유지관리 규정은 별도로 없으며, 해당 분야 전문가로 구성된 2개 기관에 의해 각각 유지·관리되고 있으나 대기오염측정망 운영에 관한 규정이 없어 데이터 수집 관리가 체계적으로 이루어지지 못하고 있다.

기존 Aqaar 시스템을 통해 실시간 대기오염 데이터를 국민에게 공개하고 있으나, 단편적인 정보와 단순한 기능만 제공되고 있으며 생성되는 데이터에 대한 신뢰도가 불분명하고 담당자들이 쉽게 데이터에 접근하여 활용하기 힘든 구조로 구축되어 있다.

[그림] 현재 몽골 대기환경정보 제공 시스템 구성

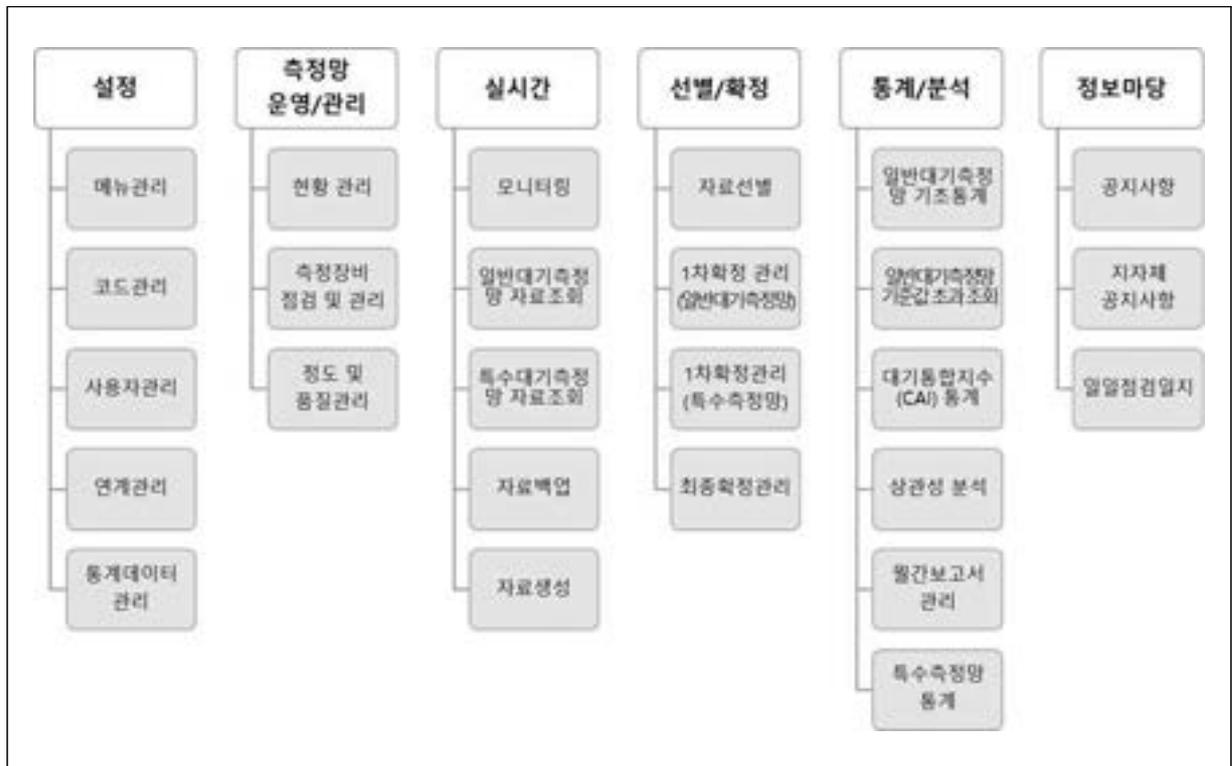


2. 사업범위 (개발내용)

(1) 대기오염정보 모니터링 시스템(Mongolia NAMIS) 구축

대기오염측정망의 데이터를 수집·선별·통계 처리하여 국가 및 지방자치단체 등 관련기관에 제공하여 대기환경정책의 수립을 위한 기초 자료로 활용 및 대기오염정보의 통합관리를 목적으로 운영하는 시스템을 구축하고자 한다. 이에 대한 주요 기능 구조도는 아래 그림과 같다.

[그림] 대기오염정보 모니터링 시스템(Mongolia NAMIS) 기능 구조도



- 기존 측정망 인프라 및 신규 확장되는 측정망 인프라를 통해 실시간 수집되는 데이터 구조 및 통신방식에 대한 표준 설계 및 개발
- 지역 내 대기질 농도 및 주요 배출원, 기본적인 배출 현황 통계결과 등 관련 정보 조화가 실시간 가능한 대시보드 형태의 대기오염정보 통합 정보 제공 화면 구성
- 실시간 자료, 최종확정자료에 대해 사용자 맞춤형 기초 통계* 추출을 위한 조회 및 결과 도식화, 상세 보고서 생성 기능 제공

* 지역별·기간별·측정소·오염물질별 평균농도, 최고농도, 환경기준초과 현황, 사용자가 [설정하는 일정 기준치 초과 현황 등

- 통계 자료에 대한 시각화 및 그래픽 툴을 지원하여 효과적인 정보 제공이 가능하도록 구성
- 장비 상태 정보 등을 활용한 실시간 특이값 선별 및 결과 도식화
- 사용자 편의성 및 업무 효율성 제고를 위한 UI(User Interface, 사용자작업창) 적용
- 시스템의 효율적 개발, 유지보수 용이성확보 등을 위해 Open source 기반 시스템 개발
- 기상정보 등 외부 시스템 연계 인터페이스 부분은 향후 타 시스템 연계시의 호환성 및 확장성을 가질 수 있는 구조로 개발
- 수집자료 및 현황에 대한 월간보고서 생성 및 조회 기능

(2) 대기오염정보시스템(Air Mongolia) 시스템 구축

울란바토르시 내 15개 측정소에서 측정된 대기환경기준물질에 대하여 인체영향과 체감오염도를 반영한 통합대기환경지수를 적용하여 대기오염 상태를 쉽게 인지 할 수 있는 대국민 공개시스템을 구축하고자 한다. 이에 대한 주요 기능 구조도는 아래 그림과 같다.

[그림] 대기오염정보시스템(AirMongolia) 기능 구조도

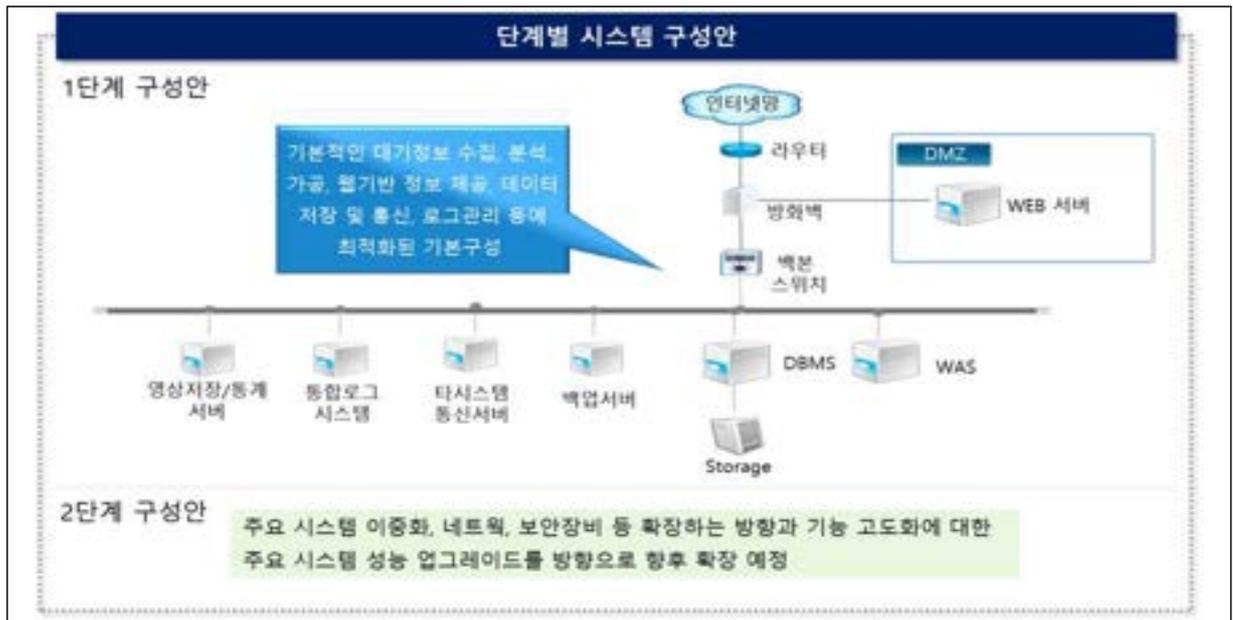


- 정보 제공 및 인지 효과를 높이기 위해 메인화면은 전국지도 형태 기반으로 구축하고 및 접근성 향상을 위해 멀티브라우저 기능을 지원해야 함
- 미세먼지(PM 10, PM 2.5)등 대기오염측정자료 대국민 공개를 위한 다양한 콘텐츠 개발
- 실시간 대기정보 자료를 활용하여 기간별 자료조회, 측정자료의 도식화 제공 및 추이 비교 분석 등 기능 개발
- 대국민 서비스 편의를 위해 모바일 장비(예: 휴대폰, 태블릿PC 등)에 서비스 제공될 수 있도록 개발
- 사용자 편의성 및 업무 효율성 제고를 위한 UI(사용자작업창, User Interface) 적용
- 시스템의 효율적 개발, 유지보수 용이성확보 등을 위해 Open source 기반 시스템 개발

(3) 대기오염정보시스템 구축을 위한 인프라 도입

기본 구성안은 아래 예시 그림을 참고하며, 제안 시 보다 더 효율적인 구성안이 있을 경우 제안이 가능하다. 단, 기본 구성에서 추가되는 H/W 및 S/W에 대해서는 제안사 부담으로 구축할 예정이다.

[그림] 시스템 구성도 (예시)



향후, 인프라 구축 시 도입이 필요한 H/W 및 S/W 목록(안)은 다음과 같다.

<표> H/W 및 S/W 목록(안)

구분	품명	도입내역	수량	비고
H/W	서버	DB 서버	1식	신규
	서버	WEB 서버	1식	신규
	서버	WAS 서버	1식	신규
	서버	백업 서버	1식	신규
	서버	통신 서버	1식	신규
	서버	통계/영상저장 서버	1식	신규
	서버	SMS/통합로그 서버	1식	신규
	네트워크	L4스위치	1식	신규
	스토리지	저장장치	1식	신규
S/W	DBMS	RDBMS	1식	신규
	차트 툴	통계 기능에서 사용할 차트 툴	1식	신규
	레포팅 툴	보고서 작성을 위한 툴	1식	신규
기타	KVM	관리용 KVM 콘솔	1식	신규
	RACK	표준랙	1식	신규
	테블릿 PC	Android 기반 최신 기종	5식	신규

3. 기대효과

대기오염정보 모니터링 시스템(Mongolia NAMIS) 구축을 통해, 총 세 가지의 효과를 기대해볼 수 있다. 먼저, 국민적 관심사인 대기오염 측정자료 수집, 분석정보 제공을 통해 신뢰성 있는 대기질 정보에 대한 국민 서비스 만족도를 향상시킬 수 있다. 또한, 시스템 구축 및 운영을 통한 대기질 관리 내·외부 역량을 강화할 수 있으며, 국가 대기오염 저감 정책 수립을 위한 기반 인프라를 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 사업추진방안

4.1 추진목표

국가대기오염 발생에 효과적으로 대응하기 위한 대기오염정보 수집 및 분석 정보시스템 구축을 통해, 신뢰도 높은 대기오염정보 제공으로 국민의 건강 보호와 선제적인 대기개선정책 수립을 지원하고자 한다.

4.2 추진전략

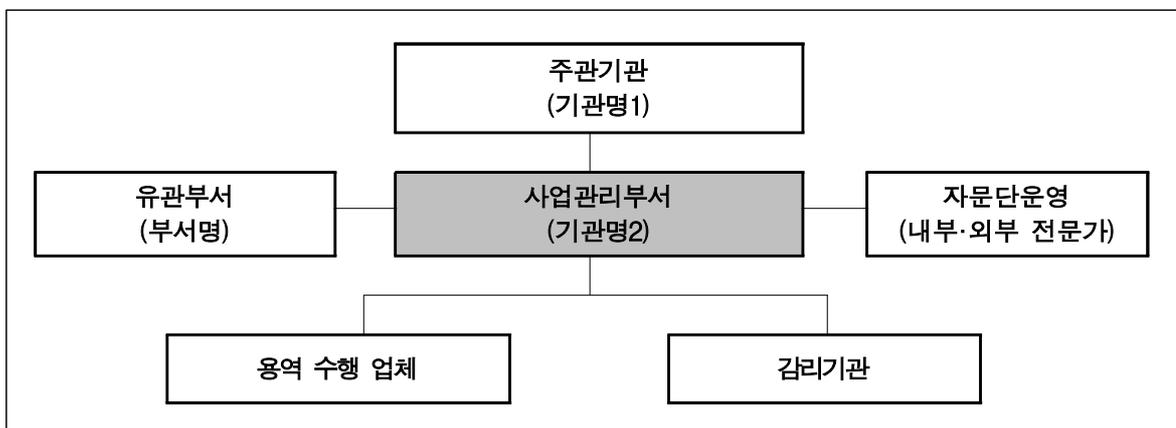
시스템 구축은 아래 추진전략을 통해 수행할 계획이다.

- 최신 전산자원 기반의 하드웨어 및 소프트웨어 구성을 통한 최적의 시스템 구축
- 정보소외계층 및 서비스 이용에 제약사항을 가진 사용자들의 시스템 이용 시, 불편을 최소화하기 위한 정보 접근성 표준 준수
- 시큐어 코딩을 통한 보안성 강화
- 최적화된 업무 프로세스 개선을 통하여 시스템을 구현
- 업무의 정확성, 수행속도, 자원절감 등 업무목표에 부합되도록 구축
- 기 구축 운영 중인 인프라 및 프로그램 소스를 최대한 활용하여 개발기간 단축 및 호환성 확보

4.3 추진체계 및 역할

추진체계는 주관기관 외에 사업관리부서가 함께 추진할 예정이며, 유관부서 및 내·외부 자문단 등을 통해 체계적으로 추진할 예정이다.

[그림] 추진체계



각 기관별 수행업무는 다음과 같다.

<표> 기관별 수행업무

구 분	주요 업무	비고
기관명1, 기관명2	<ul style="list-style-type: none"> • 사업관리(발주, 감독, 검수 등) • 업무분석, 업무표준화 작업 등 지원 • 사업 수행 중 발생할 수 있는 중대 사안에 대한 의사결정 • 전산, 통신, 제도·정책 분야 • 업무절차 및 시스템 기능정의 	
용역수행업체	<ul style="list-style-type: none"> • 사업 수행 • 품질보증 및 표준관리 • 사용자/운영자 등에 대한 교육 및 기술이전 	
감리기관	<ul style="list-style-type: none"> • 정보시스템 감리 	
자문위원	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 구축 전반에 대한 자문 • 시스템 개발에 필요한 제반업무 지원 및 정보제공 	
부서명	<ul style="list-style-type: none"> • 전산장비 도입·설치 지원 • 전산장비실 인프라 제공 • 통신 및 보안 관련 지원 	

4.4 추진일정

추진내용	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
추진계획 수립 및 사전협의	■									
입찰공고 및 제안서 평가, 계약		■	■							
프로젝트 착수(추진계획 수립)				■						
분석(업무분석)				■	■					
설계(화면 및 프로세스 설계)					■	■	■			
구현(개발, 단위테스트)						■	■	■	■	
시험(통합테스트, 품질검증)										■

※ 추진일정은 “발주기관” 와 “계약상대자”의 상호협의를 통해 변경 가능함

5. 설계 목록

5.1 설계 요구사항 목록

요구사항 분류	설 명 (요구사항 번호(ID)부여 규칙)	요 구 사항수
시스템 장비구성 - ECR (Equipment Composition Requirement)	- 목표시스템의 구성을 위해 필요한 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크 등의 도입 장비 내역 등 시스템 장비 구성에 대한 요구사항	17
기능 - SFR (System Function Requirement)	- 목표시스템이 반드시 수행해야 하거나 목표시스템을 이용하여 사용자가 반드시 수행할 수 있어야 하는 기능(동작) 개발 요구사항	12
성능 - PER (Performance Requirement)	- 목표시스템의 처리속도 및 시간, 처리량, 가용성 등 성능에 대한 요구사항	7
인터페이스-SIR (System Interface Requirement & UIR, User Interface Requirement)	- 목표시스템과 외부를 연결하는 시스템 인터페이스와 사용자 인터페이스에 대한 요구사항	4
데이터 - DAR (Data Requirement)	- 목표시스템의 서비스에 필요한 초기자료 구축 및 데이터 변환을 위한 대상, 방법, 보안이 필요한 데이터 등 데이터를 구축하기 위해 필요한 요구사항	2
테스트 - TER (Test Requirement)	- 테스트 대상, 일정, 방법, 절차 등에 대한 요건과 연계 대상에 대한 테스트 요건(요구사항)	3
품질 - QUR (Quality Requirement)	- 목표 사업의 원활한 수행 및 운영을 위해 관리가 필요한 품질 항목, 품질 평가 대상 및 목표에 대한 요구사항 - 신뢰성, 사용성, 유지관리성, 이식성, 보안성 등	3
프로젝트관리 - PMR (Project Management Requirement)	- 프로젝트의 원활한 수행을 위한 관리방법 및 추진 단계별 수행방안에 대한 요구사항	4
프로젝트지원 - PSR (Project Support Requirement)	- 프로젝트의 원활한 수행을 위해 필요한 지원사항 및 방안에 대한 요구사항(교육훈련 및 기술지원, 하자보수 요구 사항 등)	7
합계		59

5.2 세부 요구사항

요구사항 분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-001
요구사항 명칭		시스템 도입 공통사항
요구사항 상세설명	정의	시스템 도입 공통사항
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • 주관기관에서 제시하는 각종 용량, 규격, 요건 등은 최소한의 기본사항으로 제안업체가 본 사업의 기능 및 성능요건을 충족할 수 있도록 종합적으로 고려하여 최적의 구성방안을 제시하여야 함 • 제안업체는 규격 및 성능을 원칙적으로 준수하여 제안하여야 함.(다만, 명시된 규격보다 기능 및 성능이 우수하거나 유사한 제품을 대체 제안할 수 있음) • 제안요청 내용 이외의 추가 설비(H/W, S/W 등) 필요 시 제안에 포함해야 하며, 추가설비로 인한 성능저하나 추가비용이 발생하지 않도록 제안하여야 함 • 제안 제품의 설치 및 테스트 시 속도저하, 장애발생, 보안취약점 발견, 기능미비 등으로 사용에 중대한 결함이 있는 것으로 판단될 경우 주관기관이 제안제품의 교체, 대체, 증설, 보관을 요구할 수 있으며 제안업체는 이에 응해야 함 • 하자보수 기간 내에 모든 시스템(H/W, 미들웨어, S/W) 에 대하여 월 1회 정기점검 및 보안감사 지적사항 발견 시 패치작업 및 파라미터 수정작업을 지원하여야 함 • 모든 납품 제품은 제조사 A/S 및 정품보증서 제출하고 입찰등록 마감일 기준으로 제조사가 단종하는 물품을 제안한 경우 그에 상응하는 최신의 물품으로 납품하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-002
요구사항 명칭		하드웨어 공통 구성요건
요구사항 상세설명	정의	하드웨어 공통 구성요건
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • 제안 서버는 초기 설치 시 발생할 수 있는 다양한 보안 취약점을 사전 분석·제거한 안전한 제품이어야 함 • 제안 서버는 구축 과정에서 효율적 운영, 아키텍처 구성의 성능향상 등을 위하여 주관기관과 협의 후 해당 장비를 보완·변경할 수 있음 • 서버, 디스크 등 신규 도입되는 H/W는 검수일 이전에 단종될 경우 동일 제조사의 동일 성능 이상의 신제품으로 무상교체하여야 하며 교체된 H/W로 인한 응용프로그램의 변경, 성능 상 문제점 등이 발견될 경우 제안업체에서 무상으로 지원하여야 함 • 도입 시스템을 모두 수용 및 운영할 수 있는 RACK, KVM 도입 설치 • 서비스 중단 시간 최소화를 위해 작업 전에 반드시 계획서를 작업 1주일 전 제출 및 위험요소 사전 점검
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-003
요구사항 명칭		아키텍처 구성 요구사항
요구사항 상세설명	정의	아키텍처 구성 요건
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • 신규 장비에 이관·설치되는 시스템 환경설정 및 최적화 • 신규 설치되는 상용 S/W 환경 최적화 • 신규장비 도입에 따라 기 운영 중인 모든 응용시스템의 정상적인 서비스를 위한 변경 및 수정사항 식별 및 개선
산출정보		
관련요구사항		

요구사항분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-004
요구사항 명칭		WEB 서버 구축
요구 사항 상세 설명	정의	WEB 서버 도입 및 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목: WEB서버 도입 • 구매 수량: 1식 • 신규/증설/교체 구분: 신규 • 기본 규격 <ul style="list-style-type: none"> - CPU: 2.6GHz 8Core 2소켓 이상 제공(64Bit Processor) - 여유분 2소켓 추가 장착, 8소켓 이상 확장 가능 - L3 Cache 32MB 이상 제공 - M/M: 128GB 이상 제공(최대 1.5TB 확장 가능) - HDD: 600GB 15K RPM SAS HDD * 2개 (Mirror 구성) - NIC: 10GB Ethernet 4 Port 이상 - I/O 슬롯 3개 이상 제공 - OS : LINUX 또는 Windows Server (최신버전)
산출정보		
관련요구사항		

요구사항분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-005
요구사항 명칭		DB 서버 구축
요구 사항 상세 설명	정의	DB 서버 도입 및 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목: DB서버 도입 • 구매 수량: 1식 • 신규/증설/교체 구분: 신규 • 기본 규격 <ul style="list-style-type: none"> - CPU: 2.6GHz 8Core 2소켓 이상 제공(64Bit Processor) - 여유분 2소켓 추가 장착, 8소켓 이상 확장 가능 - L3 Cache 32MB 이상 제공 - M/M: 256GB 이상 제공(최대 1.5TB 확장 가능) - HDD: 600GB 15K RPM SAS HDD * 2개 (Mirror 구성) - NIC: 10Gb Ethernet 4 Port 이상 - I/O 슬롯 3개 이상 제공 - OS : LINUX 또는 Windows Server (최신버전)
산출정보		
관련요구사항		

요구사항분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-006
요구사항 명칭		WAS 서버 구축
요구 사항 상세 설명	정의	WAS 서버 도입 및 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목: WAS서버 도입 • 구매 수량: 1식 • 신규/증설/교체 구분: 신규 • 기본 규격 <ul style="list-style-type: none"> - CPU: 2.6GHz 8Core 2소켓 이상 제공(64Bit Processor) - 여유분 2소켓 추가 장착, 8소켓 이상 확장 가능 - L3 Cache 32MB 이상 제공 - M/M: 256GB 이상 제공(최대 1.5TB 확장 가능) - HDD: 600GB 15K RPM SAS HDD * 2개 (Mirror 구성) - NIC: 10Gb Ethernet 4 Port 이상 - I/O 슬롯 3개 이상 제공 - OS : LINUX 또는 Windows Server (최신버전)
산출정보		
관련요구사항		

요구사항분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-007
요구사항 명칭		백업 서버 구축
요구 사항 상세 설명	정의	백업 서버 도입 및 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목: 백업서버 도입 • 구매 수량: 1식 • 신규/증설/교체 구분: 신규 • 기본 규격 <ul style="list-style-type: none"> - CPU: 2.6GHz 8Core 1소켓 이상 제공(64Bit Processor) - 여유분 2소켓 추가 장착, 8소켓 이상 확장 가능 - L3 Cache 16MB 이상 제공 - M/M: 64GB 이상 제공(최대 1.5TB 확장 가능) - HDD: 600GB 15K RPM SAS HDD * 6개 - NIC: 10GB Ethernet 4 Port 이상 - I/O 슬롯 3개 이상 제공 - OS : LINUX 또는 Windows Server (최신버전)
산출정보		
관련요구사항		

요구사항분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-008
요구사항 명칭		통신 서버 구축
요구 사항 상세 설명	정의	통신 서버 도입 및 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목: 통신서버 도입 • 구매 수량: 1식 • 신규/증설/교체 구분: 신규 • 기본 규격 <ul style="list-style-type: none"> - CPU: 2.6GHz 8Core 1소켓 이상 제공(64Bit Processor) - 여유분 2소켓 추가 장착, 8소켓 이상 확장 가능 - L3 Cache 16MB 이상 제공 - M/M: 64GB 이상 제공(최대 1.5TB 확장 가능) - HDD: 600GB 15K RPM SAS HDD * 1개 - NIC: 10Gb Ethernet 4 Port 이상 - I/O 슬롯 3개 이상 제공 - OS : LINUX 또는 Windows Server (최신버전)
산출정보		
관련요구사항		

요구사항분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-009
요구사항 명칭		통계/영상처리 서버 구축
정의		통계/영상처리 서버 도입 및 설치
요구 사항 상세 설명	정의	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목: 통계/영상처리 서버 도입 • 구매 수량: 1식 • 신규/증설/교체 구분: 신규 • 기본 규격 <ul style="list-style-type: none"> - CPU: 2.6GHz 8Core 1소켓 이상 제공(64Bit Processor) - 여유분 2소켓 추가 장착, 8소켓 이상 확장 가능 - L3 Cache 16MB 이상 제공 - M/M: 64GB 이상 제공(최대 1.5TB 확장 가능) - HDD: 600GB 15K RPM SAS HDD * 1개 - NIC: 10Gb Ethernet 4 Port 이상 - I/O 슬롯 3개 이상 제공 - OS : LINUX 또는 Windows Server (최신버전)
	세부 내용	
산출정보		
관련요구사항		

요구사항분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-010
요구사항 명칭		SMS/통합로그 서버 구축
요구 사항 상세 설명	정의	SMS/통합로그 서버 도입 및 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목: SMS/통합로그 서버 도입 • 구매 수량: 1식 • 신규/증설/교체 구분: 신규 • 기본 규격 <ul style="list-style-type: none"> - CPU: 2.6GHz 8Core 1소켓 이상 제공(64Bit Processor) - 여유분 2소켓 추가 장착, 8소켓 이상 확장 가능 - L3 Cache 32MB 이상 제공 - M/M: 64GB 이상 제공(최대 1.5TB 확장 가능) - HDD: 600GB 15K RPM SAS HDD * 1개 - NIC: 10Gb Ethernet 4 Port 이상 - I/O 슬롯 3개 이상 제공 - OS : LINUX 또는 Windows Server (최신버전)
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-011
요구사항 명칭		DB 서버용 스토리지 구축
요구사항 상세설명	정의	DB서버용 저장장치 도입 및 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목 : 스토리지 도입 • 구매 수량 : 1식 • 신규/증설/교체 구분: 신규 • 기본 규격 <ul style="list-style-type: none"> - 스토리지 타입: All Flash Storage 제품 - Active-Active 구조의 컨트롤러 이중화 제공 - 포맷 용량 Usable 20TiB 이상 제공 - CPU: 40Core/4CPU 이상 제공, 컨트롤러당 20core/2CPU 이상 공 - M/M: 384GB 이상 제공, 컨트롤러당 192GB 이상 제공 - Raid 6 혹은 AFA 기반 Raid 제공, 모든 SSD에 분산 parity 구성 제공 - 호스트 인터페이스: 16Gbps 이상 FC 기본 4port 이상 제공 (20Port 이상 지원) - 호스트 연결 방식: FC SAN, DAS 및 NVMe Protocol 지원 - 내부 인터페이스: SAS 12G interface 및 NVMe Protocol 지원 - 백업용 스냅샷 50,000개, 최대 볼륨 개수 5,000개 이상 제공 - 주요 컴포넌트 이중화 및 핫 스왑 지원 - Active-Active Data Center 스토리지 미러링 기능 관련 H/W, S/W 제공 - 제안된 스토리지에서 구현 되는 모든 소프트웨어 라이선스 무상 제공 • 성능 및 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 제안 장비는 성능저하 없는 실시간 중복제거, 압축 기능 적용 - 중복제거, 압축 적용 기준 300,000 IOPS (응답시간 1ms 이내 기준) 이상 - 성능저하 없는 ROW방식 스냅샷(내부, 원격지 복제) 무상 제공 - 메인 전원 장애 시 데이터 보호를 위한 기능 제공 - 볼륨별 QoS, 데이터 유출 방지를 위한 암호화 기능 제공 - 무중단 펌웨어 업그레이드 지원 - 무중단 용량 증설 및 자동으로 데이터 재배치되는 방식의 아키텍처 제공 - 향후 무중단으로 컨트롤러 교체를 통한 성능/용량 업그레이드 기능 제공
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-012
요구사항 명칭		DBMS 도입
요구사항 상세설명	정의	DBMS 및 RAC 도입 및 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목 : DBMS & RAC 도입 • 구매 수량 : 1식 (DB서버 스펙 만족 기준 라이선스) • 신규/증설 구분 : 신규 • 기본 규격: EnterPrise Editon DBMS, Real Application Clusters • 성능 및 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 하드웨어 및 운영체제 플랫폼을 지원 - PL/SQL 및 Stored Procedure 지원 - 대용량 Data 처리 가능, 표준 SQL 규격 지원 - 대용량 DB 자료의 신속한 질의어 최적화 기능 - 다양한 OS 및 프로그램 환경 (JAVA, PHP, C, C++ 등) 지원 - 트랜잭션기능(데이터 무결성, 신뢰성, 온라인백업, 온라인 복구 기능) - 대규모시스템 지원(분산 DB, 동종 DB간 연계, 이종 DB간 연계) - 성능 향상을 위한 액세스 단축 및 병렬 처리 기능 (멀티쓰레드, 멀티 프로세스)
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-013
요구사항 명칭		UI 툴 도입
요구사항 상세설명	정의	UI 툴 도입 및 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목 : UI 툴 도입 • 구매 수량 : 1식 • 신규/증설 구분 : 신규 • 요구 기능 <ul style="list-style-type: none"> - 개발 툴은 화면 디자인이 용이하고, 4GL과 같은 개발 Tool을 제공 - 화면 및 데이터 통신 패킷은 XML Format이어야 함 - IE외 Firefox, Safari, Opera, Chrome등 다양한 브라우저 지원 - MDI 및 SDI 사용환경 모두 지원 - 개발 툴 내에서 Web Service 처리기능(SOAP포함) 기본 제공 - XML기반의 웹화면 제작 (화면 Source가 XML로 자동생성) - 버전관리의 효율성을 위해 화면소스와 화면로직 스크립트의 분리 저장 기능 - 트래픽 최소화를 위해 화면과 데이터가 완벽하게 분리되어야 하며 통신 데이터의 압축 및 Binary 통신 가능 - First Row기능이 지원되어야 함 - UI와 Excel간 Drag&Drop을 통한 데이터 export/import 기능제공 - 다양한 데이터 통계를 위한 CrossTab, Category Grid 기능 제공 - 인증 획득(GS인증, CMMI L3인증) - 독립 caching을 제공하여 네트워크 트래픽 절감 기능 제공 - 소스 보안 및 패킷절감을 위한 compiled XML 기능 제공 - Legacy 리소스 재활용
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-014
요구사항 명칭		리포팅 도구 S/W 도입
요구사항 상세설명	정의	리포팅 도구 S/W 도입 및 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목 : 리포팅 도구 S/W 도입 • 구매 수량 : 1식 • 신규/증설 구분 : 신규 • 요구 기능 <ul style="list-style-type: none"> - Unix/Linux/Windows서버의 Server-side Export /Print 기능 지원 - 프린트 예외 객체, 화면 출력 예외 객체, 엑셀 저장 시 예외 객체 설정 기능 - 최종 보고서 수정 및 메모 추가 기능 지원 - 다양한 서버 OS 및 WAS, DBMS 지원 - 다중 Client OS 지원(Windows/Mac/Linux/Mobile) 및 다중 웹 브라우저 지원 - 웹 접근성 (TTS, Tab 키 이동) 지원 - 기존 오프라인 서식 재활용을 위해 HWP, EXCEL , Word 등 외부 파일 전체를 Import하는 기능 제공 - 서브리포트, Cross-tab, 다단출력, 라벨 등 다양한 보고서 형태 지원 - html, html5, hwp, pdf, xls, ppt, doc, image 등의 파일 포맷으로의 Export 기능 - Data Drilling 기능 제공 (Drill Down-Up/Drill Right) - 사용자 Viewer에서 Thumbnail로 미리보기 기능 제공 - PDF 변환 시 폼필드 기능 제공
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-015
요구사항 명칭		네트워크
요구사항 상세설명	정의	L4 스위치 도입
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목 : L4 네트워크 스위치 • 구매 수량 : 1식 • 신규/증설 구분 : 신규 • 성능 및 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 성능 <ul style="list-style-type: none"> · Backplane : 128 Gbps 이상 · Throughput : 12 Gbps 이상 · Concurrent Session : 36,000,000 이상 · L4 Performance (Connections, second) : 1,000,000 이상 · 전원 이중화 및 Hot-Swap 지원 · 소비전력 : 132W - 하드웨어 사양 <ul style="list-style-type: none"> · CPU : 4Core 이상 · 메모리 : 16GB 이상 · SSD : 120GB 이상 · Interface : 10GF * 2port 이상, 1GF * 8port 이상, 1GC * 12port 이상
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-016
요구사항 명칭		태블릿 PC 도입
요구사항 상세설명	정의	업무용 태블릿 PC 도입
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 구매 품목 : 태블릿 PC • 구매 수량 : 5식 • 신규/증설 구분 : 신규 • 성능 및 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 쿼드코어 10세대 인텔코어 i5 1005G1 프로세서 - 8GB 메모리, 256GB SSD - UHD Graphics(i3) - Windows 10Pro, MS-Office Professional 포함 - Wi-Fi 6: 802,11ax 호환 및 Bluetooth Wirelee 5.0 기술 - 키보드, 마우스, 펜 일체 포함 - 개발 예정 시스템 완료 후, 정상적으로 수행되도록 관련 기술 지원
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		시스템 장비구성 요구사항
요구사항 고유번호		ECR-017
요구사항 명칭		장비설치
요구사항 상세설명	정의	시스템 설치
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 계약상대자는 수요기관으로부터 설치에 필요한 시스템 환경 정보를 제공받을 수 있으며, 시스템 설치장소를 사전 실사하여 전원 및 네트워크 연결(네트워크 타입, 케이블 길이 등), 항온항습 등을 확인한 후 시스템을 설치하고, 수요기관의 유지보수업체(시설·장비)와 적극적으로 협조하여 효율적인 사업계획을 수립하여야 함 • 납품 H/W 설치는 기존 시스템의 원활한 운영과 관리에 지장이 없도록 해야 하며, 설치장소의 기물 파손 시 즉시 원상복구 하여야 함 • 네트워크 케이블 자재, 포설 작업, 전원 공사, 운영체제 설치 등을 해야 하며 이로 인하여 발생하는 모든 비용은 계약상대자가 부담하여야 함 • 기존 장비의 철거와 이전 시, 전원 및 네트워크 케이블도 모두 제거하여야 함 • 서버취약점이 발생하지 않도록 운영체제를 설정하여야 함 • 계약상대자는 본 계약물품의 운영, 관리, 설치 계획서, 배치도 및 설치 환경(장비제원 및 전원사양 명시)과 계약금액에 대한 세부가격명세서를 포함한 계약이행계획서를 계약일로부터 10일 이내에 수요기관에 제출·승인을 받아야 함 • 계약상대자는 수요기관이 지정하는 장소에 계약품목을 설치하여야 함 • 계약상대자는 본 물품의 감독·검사가 완료될 때까지 안전대책을 수립하여야 하며, 안전사고 발생에 따른 민·형사상의 책임을 져야 함
산출정보		
관련요구사항		

□ 기능 요구사항(System Function Requirement)

요구사항 분류	기능 요구사항	
요구사항 고유번호	SFR-001	
요구사항 명칭	대기오염정보 모니터링(Mongolia NAMIS) 시스템 개발	
요구 사항 상세 설명	정의	설정 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 설정 기능 메뉴 <ul style="list-style-type: none"> - 메뉴관리, 코드관리, 사용자관리, 연계 관리, 통계데이터관리 • 메뉴 및 사용자 관리 기능을 통해 사용자 권한에 대해 설정할 수 있으며, 이를 통해 각 사용자별 접근 메뉴 및 기능 제한을 할 수 있음 • 코드관리를 통해 시스템 사용하는데 필요한 기본 기능 등을 관리 할 수 있음 • 메뉴 관리 기능을 통해 개별 메뉴들에 대한 서비스 open 및 close 상태 등을 설정할 수 있음 • 시스템 연계를 통해 연계되는 시스템에 대한 정보 설정을 조회 및 수정, 현황을 조회 할 수 있음 • 통계관리를 통해 통계데이터 정보를 조회 및 생성할 수 있음
산출 정보		
관련 요구사항		

요구사항 분류	기능 요구사항	
요구사항 고유번호	SFR-002	
요구사항 명칭	대기오염정보 모니터링(Mongolia NAMIS) 시스템 개발	
요구사항 상세 설명	정의	측정망 운영 및 관리 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 현황관리를 통해 측정소들의 정보를 관리 할 수 있음 측정장비 점검 및 관리를 통해 측정소에서 관리 중인 장비관리 정보를 확인 및 점검일지를 작성할 수 있음 정도 및 품질관리를 통해서 측정된 자료를 통한 품질분석 정보를 조회할 수 있음
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류	기능 요구사항	
요구사항 고유번호	SFR-003	
요구사항 명칭	대기오염정보 모니터링(Mongolia NAMIS) 시스템 개발	
요구사항 상세 설명	정의	실시간 자료 수집 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 모니터링을 통해서 실시간 수집 중인 대기 데이터 정보를 조회할 수 있음 일반대기 측정망 자료조회를 통해서 실시간으로 수집된 일반대기 데이터를 조회할 수 있음 특수대기 측정망 자료조회를 통해서 실시간으로 수집된 특수대기 데이터를 조회할 수 있음 5분 자료 생성을 통해 5분 자료를 기반으로 시간자료를 재생성 할 수 있음
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		SFR-004
요구사항 명칭		대기오염정보 모니터링(Mongolia NAMIS) 시스템 개발
요구 사항 상세 설명	정의	선별/확정 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 자료선별, 1차 확정관리를 통해서 수집된 1차 자료에 대해 확정을 하고, 확진 전후 데이터 비교할 수 있음 최종 확정관리를 통해서 실시간자료, 1차 확정자료에 대한 2차 확정을 할 수 있음
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		SFR-005
요구사항 명칭		대기오염정보 모니터링(Mongolia NAMIS) 시스템 개발
요구 사항 상세 설명	정의	통계/분석 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 일반대기측정망 기초통계를 통해서 일반대기의 다양한 기초 통계를 조회할 수 있음 • 일반대기측정망 기준값 초과조회를 통해서 지역 및 측정소별 기준값 초과에 대한 통계를 조회할 수 있음 • 대기통합지수통계에서 대기통합 지수에 대한 기기/지역/측정소별 통계를 조회할 수 있음 • 상관분석 측정항목의 상관/회귀분석 데이터를 조회할 수 있음 • 월간보고서관리 월간으로 제공되는 보고서 데이터를 조회할 수 있음 • 특수측정망 통계 특수측정망 데이터의 기간/항목별 데이터를 조회할 수 있음
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		SFR-006
요구사항 명칭		대기오염정보 모니터링(Mongolia NAMIS) 시스템 개발
요구 사항 상세 설명	정의	정보마당 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • Mongolia NAMIS 시스템 사용자가 알아야 할 공지사항, 유지보수 내역 정보 및 관련 매뉴얼 자료를 제공함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		SFR-007
요구사항 명칭		대기오염정보시스템(Air Mongolia) 시스템 개발
요구 사항 상세 설명	정의	서비스 소개 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 대기오염정보시스템(Air Mongolia) 서비스에 대한 소개 • 측정망 정보, 측정소 정보, 사이트맵 의 기능 제공
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		SFR-008
요구사항 명칭		대기오염정보시스템(Air Mongolia) 시스템 개발
요구 사항 상세 설명	정의	메인화면 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 현재대기정보를 한눈에 볼 수 있도록 지도기반으로 시각화하여 데이터를 표시하여 제공함 (제안시 메인화면 구성에 대한 시안 제출 필수) • 시스템에서 제공하는 기능 메뉴가 쉽게 인지되고, 접근할 수 있도록 화면 설계 진행 • 측정 정보별 단위 정보 및 좋고 나쁨의 정도 차이에 대한 기준 • 단위 정보가 제공되어야 하며, 이를 통해 표현되는 대기정보에 대한 상태값에 대한 해석이 쉽게 될 수 있도록 구성되어야 함 • 서비스 접속 위치 정보를 기반으로 우리동네 대기정보 기능이 제공되어야 함 • 측정소 검색 기능 제공
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		SFR-009
요구사항 명칭		대기오염정보시스템(Air Mongolia) 시스템 개발
요구 사항 상세 설명	정의	실시간 자료 조회 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 동네/학교/산단/이동차의 측정자료를 조회할 수 있음 • 시도별 일반 측정망 자료를 조회할 수 있음 • 미세먼지 세부 측정정보를 지역의 측정소별로 조회할 수 있음 • 주간대기정보를 시각화하여 보여 줌
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		SFR-010
요구사항 명칭		대기오염정보시스템(Air Mongolia) 시스템 개발
요구 사항 상세 설명	정의	통계정보 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 대기환경 연보/월보를 다운 받을 수 있음 • 수집된 데이터중 최종확정데이터를 조회 및 다운받을 수 있음 • 세계 주요국들의 오염현황을 조회 할 수 있음
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		SFR-011
요구사항 명칭		대기오염정보시스템(Air Mongolia) 시스템 개발
요구 사항 상세 설명	정의	배움터 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템에서 제공하는 데이터에 대한 기본 정보 및 용어를 조회할 수 있음
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		SFR-012
요구사항 명칭		대기오염정보시스템(Air Mongolia) 시스템 개발
요구 사항 상세 설명	정의	고객지원 기능 개발
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템을 사용하는 사용자가 알아야할 공지 및 자주하는 질문에 대한 답변이 있는 게시판이 제공 • 운영사에서 제공하는 자료를 게시할 수 있는 게시판 기능 • 대기예보를 문자로 받을 수 있는 서비스 제공
산출정보		
관련요구사항		

□ 성능 요구사항(Performance Requirement)

요구사항 분류		성능 요구사항
요구사항 고유번호		PER-001
요구사항 명		자원 효율성
상세 설명	정의	메모리 및 CPU 사용율
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 테스트 기간과 시험운영 기간에 시스템의 자원(메모리, 디스크) 사용 정도를 평가하며, 메모리(디스크) 평균 사용률은 서비스 가용시간 동안에 70%를 넘으면 안 됨 테스트 기간과 시험운영 기간에 장비별 자원(CPU, 메모리, 디스크) 사용률을 평가하며, 서비스 가용 시간 동안의 사용률과 최대 부하 아래에서의 사용률을 측정하고(CPU 평균 사용률은 90%를 넘으면 안됨) 사용률이 과도할 시 경보표시 또는 이와 유사한 사용자 알림기능이 구성되어야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		성능 요구사항
요구사항 고유번호		PER-002
요구사항 명칭		SQL 튜닝
요구사항 상세설명	정의	SQL 튜닝
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 제안사는 시스템 개발 중 작성된 신규 및 수정 SQL문에 대하여 튜닝 전문인력에 승인을 득하고 튜닝된 내역을 반영하여야 함 튜닝작업에 대한 보고서를 감독관에게 제출하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류	성능 요구사항	
요구사항 고유번호	PER-003	
요구사항 명칭	시스템 가용성	
요구사항 상세설명	정의	홈페이지의 서비스 제공 시간 정의
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 시스템은 연중 하루 24시간 사용자에게 서비스를 제공해야 함(가용성은 모든 정적 웹페이지를 볼 수 있는 것을 의미)
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류	성능 요구사항	
요구사항고유번호	PER-004	
요구사항 명칭	배치업무	
요구사항 상세설명	정의	배치업무에 대한 작업시간
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 단일 Batch Job의 경우 3시간 이내 순차적인 Batch Job의 경우 5시간 이내 <p>※ Batch Job의 경우 업무 특성에 따라 고려하며, 최대 업무 종료 후 2시간, 시작 전 2시간 이내 처리 가능해야 함</p>
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류	성능 요구사항	
요구사항고유번호	PER-005	
요구사항 명칭	시스템 접속 및 조회 처리	
요구사항 상세설명	정의	웹 페이지에 대한 정보 요청 시 결과가 조회되기까지의 응답시간
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 시스템이 만드는 각 웹 페이지의 경우, 사용자가 요청한 시각으로부터 3초 내에 완전히 디스플레이 해야 함 <p>※ 예외사항 : 이 요구사항은 임의의 선택 기준이 허용되는 대량의 데이터에 대한 질의 및 이미지, 동영상 등 대용량 데이터 조회 및 제공에는 적용되지 않으며, 이 경우, 진행상황을 확인할 수 있는 팝업 화면(Progress Bar)을 제공하여야 함.</p> <p>(전국 측정자료 조회, 7일 이상 데이터 조회 및 예보 이미지 제공 등 대용량의 데이터 조회 및 제공의 화면 제외)</p>
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류	성능 요구사항	
요구사항고유번호	PER-006	
요구사항 명칭	데이터 형식 오류 처리	
요구사항 상세설명	정의	웹 페이지에 대한 사용자 입력 시 오류 처리에 대한 응답시간
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자가 입력한 데이터 형식의 모든 오류는 사용자가 시스템에 그 정보를 입력한 지 3초 이내에 적당한 오류 메시지를 사용자에게 제시하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류	성능 요구사항	
요구사항고유번호	PER-007	
요구사항 명칭	응답 속도가 느린 작업에 대한 사전 경고	
요구사항 상세설명	정의	통계 및 리포트 표출 시 사용자 알림
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 통계기능 및 각종 리포트 출력 시 10초 이상의 시간이 소요될 수 있으므로, 연산 작업을 시작하는 시점에 이런 영향에 대해 사용자에게 알리고, 진행상황을 확인할 수 있는 팝업 메시지로 제공하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

□ 인터페이스 요구사항 (System Interface Requirement)

요구사항 분류		인터페이스 요구사항
요구사항고유번호		UIR-001
요구사항 명칭		웹 표준(HTML5) 및 호환성
요구사항 상세설명	정의	웹 표준 및 호환성 준수
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 웹 표준을 준수하고, 멀티 웹브라우저(IE11, 엣지, Google Chrome, Firefox 등)에서 동등한 레이아웃 및 기능을 구현해야 함 • 웹 표준 준수 <ul style="list-style-type: none"> - 웹페이지의 크기, 색채, 배치, 정렬 및 여백 등 시각적 속성은 W3C CSS 2.1 또는 CSS 3 표준으로 구현하여야 함 - 표준 HTML5 CSS, DOM 문법 준수 • 웹호환성 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 멀티 웹 브라우저(IE11, 엣지, Google Chrome, Firefox 등)에서 호환되도록 동등한 레이아웃 및 기능을 구현해야 함 - Windows버전 Cross Browsing 되어야 하며, Chrome과 Firefox 등의 버전은 협의하여 결정해야 함 • 수행절차에 따라 이행할 사항의 가이드는 다음과 같음 <ul style="list-style-type: none"> - 요구정의단계 : 웹 표준 작성 및 멀티 웹 브라우저 결정 - 설계 및 구현 단계 : 웹 표준 준수 및 결정된 브라우저에서의 동등한 레이아웃 및 기능 구현 - 테스트 단계 : 웹 표준 및 Cross Browsing Test • W3C 국제 표준을 준수하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		인터페이스 요구사항
요구사항고유번호		UIR-002
요구사항 명칭		업로드/다운로드
요구사항 상세설명	정의	업로드/다운로드 요건
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 어느 곳에서도 텍스트입력기에서는 동영상, 텍스트, 이미지의 다양한 포맷을 업로드를 할 수 있어야 함 • 시스템 어느 곳에서도 다운로드가 가능한 정보는 Excel, PDF 등의 문서 파일로 저장할 수 있어야 함 • 다운로드 파일의 파일명은 정보명_날짜로 제공되어야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		인터페이스 요구사항
요구사항고유번호		UIR-003
요구사항 명칭		확인 메시지 제공
요구사항 상세설명	정의	사용자 수행 활동에 따른 확인 메시지 제공
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 삭제, 입력정보 완료 혹은 미완료 후 저장 등과 같이 사용자의 수행 활동에 대한 확인 메시지를 제공하여야 함 • 시스템 및 프로그램 에러 발생시 알림 메시지를 제공하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		인터페이스 요구사항
요구사항고유번호		UIR-004
요구사항 명칭		도움말 및 확인메시지 제공
요구사항 상세설명	정의	안내 및 도움말의 표준화
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 화면구성, 업무처리 방법, 예외 발생 시 대처 방법 등을 표준화하여 등록관리 • 각 시스템에서 발생하는 불명확한 오류 메시지에 대해 구체적인 오류 내용 및 대처방안을 안내 • 도움말 창을 따로 화면에 띄워서 제공하며, 필요시 도움말 파일 제공 • 작성, 수정, 삭제 등과 같이 사용자의 수행활동에 대한 확인메시지 제공
산출정보		
관련요구사항		

□ 데이터 요구사항 (Data Requirement)

요구사항 분류		데이터 고품질 확보
요구사항 고유번호		DAR-001
요구사항 명칭		데이터 제공 및 운영 지원
요구사항 상세설명	정의	데이터 고품질 확보
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 제안사는 입력 및 검증 작업 과정을 표준화하고, 이에 필요한 사항은 검증리스트를 통해 검증함으로써, 결과 산출물의 고품질을 확보해야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		데이터 요구사항
요구사항 고유번호		DAR-002
요구사항 명칭		데이터 암호화
요구사항 상세설명	정의	중요정보 보호를 위한 데이터 암호화
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 로그인 비밀번호 단방향 암호화 알고리즘 적용 암호화 정책을 준수하고 암호화 알고리즘을 통하여 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 통신 시 중요정보는 암호화 알고리즘을 사용하여 전송 만일, 고유 식별정보 취득 시, 데이터 암호화 적용
산출정보		
관련요구사항		

□ 테스트 요구사항 (Test Requirement)

요구사항 분류		테스트 요구사항
요구사항고유번호		TER-001
요구사항 명칭		테스트 공통사항
요구사항 상세설명	정의	테스트 공통사항
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • (일반사항) 각 단계별로 세부적인 계획을 수립하여 수행하고, 완료 시까지 요구사항을 모두 충족하도록 하여야 함 • (단위/통합테스트) 가상화 시스템 구축이 완료 된 후 통합자원 운영 및 업무서비스 정상여부를 확인하여야 함 • 테스트 과정에서 도출된 문제점들에 대해서는 원인분석 및 조치결과 보고서를 제출하여야 하며 이력을 관리하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		테스트 요구사항
요구사항고유번호		TER-002
요구사항 명칭		단위테스트
요구사항 상세설명	정의	단위테스트
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 단위시험의 범위, 수행절차, 조직, 일정, 시험환경 및 평가기준을 구체적으로 수립하여야 함 • 단위시험 시나리오별, 처리 절차, 수행데이터, 예상결과 등을 사전에 정의하여야 함 • 단위시험 시에 다음의 내용이 점검되어야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 결함유형 분석(결함발생건수, 결함비율) - 결함심각도 분석(치명적 결함, 주요결함, 단순결함, 사소한 결함, 개선사항별 발생결함 건수)
산출정보		단위테스트결과서
관련요구사항		

요구사항 분류	테스트 요구사항	
요구사항고유번호	TER-003	
요구사항 명칭	H/W 테스트 요구사항	
요구사항 상세설명	정의	H/W 테스트 요구사항
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 하드웨어 설정, 시스템 연동 및 연계 설정 점검 • 설정사항 변경 항목 점검 • DB 및 File 데이터 이관 및 무결성 테스트 • 시스템의 performance 최적화를 위한 DB, 하드웨어 상태 점검 • 시스템 사용 증가에 따른 performance 확인 • Application 기능 정상 작동 여부 확인
산출정보		
관련요구사항		

□ 품질 요구사항 (Quality Requirement)

요구사항 분류	품질 요구사항	
요구사항고유번호	QUR-001	
요구사항 명칭	정보자원 인프라 구축 및 공동 활용	
요구사항 상세 설명	정의	운영환경에 대한 안정성
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 서버자원(CPU, Memory, Disk 등)의 추가 할당 및 여유자원의 회수 등 자원의 공동 활용 및 운영 효율성을 고려하여 구축하여야 함 • 네트워크 환경, 스위치 간 교체, 이중화, 연결 및 구성 환경 등을 고려하여 최적의 환경으로 구성하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		품질 요구사항
요구사항고유번호		QUR-002
요구사항 명칭		리스크 관리
요구사항 상세설명	정의	리스크 관리
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 사업추진 과정에서 발생할 수 있는 보안, 일정지연, 품질저하, 시스템 장애 등 위험사항에 대한 관리 방안을 마련하여야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 사업추진 일정대로 수행되지 못할 경우의 위험관리방법과 절차 등을 구체적으로 제시하여야 함 - 사업수행 분야별 문제점 및 위험요인을 분석하여 이에 대한 개선 방안을 제안서에 포함하여야 함 • 사업범위 외의 요인으로 인해 사업결과에 영향이 있거나 예상되는 경우, 해결방안을 제시하여 위험요소를 최소화하여야 함 • 품질 또는 성능상의 문제발생 시 부하 테스트 및 분석결과를 제시하고 개선하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		품질 요구사항
요구사항고유번호		QUR-003
요구사항 명칭		구축 및 납품대상의 규격 준수
요구사항 상세설명	정의	구축 및 납품대상의 규격 준수
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 제안서에 명시된 규격사항에 대하여 기준이상의 물품을 납품하여야 함 • 납품 대상 물품은 반드시 제조사의 정품으로 납품하여야 하고, 최신 제품이어야 하며, 단종 또는 단종 예정인 제품이 아니어야 함
산출정보		
관련요구사항		

□ 프로젝트 관리 요구사항(PMR, Project Management Requirement)

요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
요구사항고유번호		PMR-001
요구사항 분류		사업보고 및 산출물 관리
요구사항 상세설명	정의	의사소통을 위한 사업보고 및 산출물
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 활동에 대한 업무 상세정의와 일정계획, 수행방안 및 의사소통 방안, 기밀보장 방안 등 상세 프로젝트 계획을 제공하여야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 적용할 방법론 및 활용방안 제시하고 사업에 임해야 함 • 계획에는 분석, 설계, 개발, 테스트 이행 및 진행상황을 모니터링하기 위해 사용하는 과업의 주요 업무와 이행지수 (진행률) 및 인도되는 구체적인 물품에 대한 정보가 포함되어 있어야 함 • 발주자가 정보기술 자문 및 관련 자료를 요구하는 경우 이에 성실히 응해야 함 • 모든 산출물은 관리기관의 승인을 받아 형상관리를 수행하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
요구사항고유번호		PMR-002
요구사항 분류		일정 및 진척 관리
요구사항 상세설명	정의	일정 및 진척 관리
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 추진일정은 전체일정과 세부일정으로 구분하여 작성해야 함 사업수행계획서에 포함되는 WBS는 요구사항과 산출물 기준으로 작성하여야 하며, 최하위 레벨은 성과관리가 가능하도록 반드시 근거자료가 제시되어야 함 본 사업 추진 중에 이루어져야 할 각종 보고(정기/비정기) 및 검토계획을 상세히 제시 사업자는 사업추진 중 발생하는 사안에 대하여 회의록을 작성하고 발주기관 담당자의 확인을 받아야 함 사업자는 용역수행 관련 제반서류 및 자료를 성실히 작성, 관리하여야 하며, 발주기관이 열람 또는 제출을 요구할 경우 즉시 대응하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
요구사항고유번호		PMR-003
요구사항 분류		산출물 관리
요구사항 상세설명	정의	산출물 관리
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 사업자는 본 사업 추진과정에서 이루어져야 할 산출물의 종류 및 내역을 각 구축단계별로 제출방법 및 부수와 함께 제시
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
요구사항고유번호		PMR-004
요구사항 분류		품질 및 위험 관리
요구사항 상세설명	정의	품질 및 위험 관리
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 품질보증의 범위 및 방안, 품질보증을 위한 조직, 절차, 점검방법 등 품질보증계획 수립 • 일정지연, 품질저하 등 Risk 발생을 사전 예방하고 발생 시 사후 대처방안을 제시 • 프로젝트 추진과정에서 요구되는 진척/위험/변경사항의 관리방안 및 지속적으로 문제를 파악 관리할 수 있는 방안을 제시
산출정보		
관련요구사항		

□ 프로젝트 지원 요구사항(PSR, Project Support Requirement)

요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
요구사항고유번호		PSR-001
요구사항 명칭		교육 및 기술지원
요구사항 상세설명	정의	교육 및 기술지원
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 개발시스템에 대한 대상자별 교육훈련 방안을 제시하여야 함 • 프로젝트 수행과정과 관련된 필요한 기술이전 대상에 대한 목록과 기술이전 방법을 제시해야 함 • 시스템 개발 및 관련분야의 최신 정보기술에 대한 지속적인 정보제공과 방안을 제시해야 함 • 시스템 운영·관리를 위한 운영자 매뉴얼을 제공 및 교육을 실시해야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
요구사항고유번호		PSR-002
요구사항 명칭		장애처리 지원
요구사항 상세설명	정의	장애처리 지원
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 정보시스템의 안정적인 운영을 위한 장애대응 방안 및 지원체계를 제시해야 함 • - 장애발생시 신속한 장애처리 및 예방을 위하여 장애유형에 따른 장애처리, 비상연락체계 등 및 장애이력 관리 방안을 제시해야 함 • - 장애로그, 장애내역 등 관련자료 요구 등에 성실히 협력해야 함 • - 장애발생 시 즉시 장애 관련 정보수집 및 복구 작업 실시를 위한 하자보수 조직 가동방안과 장애 원인분석, 해결방법, 재발방지책 등을 제시하고, 타 업체의 장애 조치 시 최대한 협조하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
요구사항고유번호		PSR-003
요구사항 명칭		소스코드의 작성 및 제공
요구사항 상세설명	정의	소스코드의 작성 및 제공
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 사업자가 개발하는 정보시스템은 향후 시스템 연계, 확장 시 적극 협조하여야 하고 개발된 모든 소스는 어플리케이션 유지보수 및 개/보수를 위하여 발주기관에 제공 • 시큐어 코딩 적용 및 신규 시스템 오픈 시 보안취약점 사전 제거 • 개발 완료 후 보안도구를 이용하여 소스코드 및 웹어플리케이션 취약점을 점검하고, 그 결과 조치 이행해야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
요구사항고유번호		PSR-004
요구사항 명칭		소프트웨어 개발보안
요구사항 상세설명	정의	소프트웨어 개발보안
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 사업자는 발주기관의 보안 지침과 위협 요소들과 취약점을 사전에 감안하여 개발하여야 하며, 개발이 완료된 소프트웨어에 대하여 보안취약점 점검 및 방역 조치 후 실 운영에 적용
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
요구사항고유번호		PSR-005
요구사항 명칭		하자보수 일반
요구사항 상세설명	정의	하자보수 세부요건 정의
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 제안사에서 공급한 시스템의 품질 및 하자보수 기간은 준공일로부터 12개월로 함 하자보수기간 중 S/W 및 H/W의 설계, 성능, 제작, 설치 등에 하자발생시 제안사는 해당 분야에 대한 무상으로 보수하거나 동일 장비의 신제품으로 교환하여야 함
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
요구사항고유번호		PSR-006
요구사항 명칭		안정화 활동
요구사항 상세설명	정의	안정화 활동
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 안정적인 서비스를 위해 사업기간 내 다양한 시범운영실시 시범 운영 및 안정화 지원 기간동안 발생한 오류나 버그 수정건에 대해 별도 이메일로 관련 일보고 리포팅 및 주요 개선사항에 대해 개발완료보고서에 포함시켜 산출물로 제출 <p>※ 안정화 활동 : 장애예방, 장애발생 처리, 주기적 가동상태 모니터링 및 기록, 예방점검 활동 실시, 운영 유지관리 인력 교육, 자체 헬프데스크 운영 및 비상연락 체계 가동, 개발자원 이관 및 기술지원을 의미함</p>
산출정보		
관련요구사항		

요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
요구사항고유번호		PSR-007
요구사항 명칭		기타 제약사항
요구사항 상세설명	정의	기타 제약사항
	세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> 제안사가 용역을 이행함에 있어 발생하는 저작권, 사용권 또는 특허 등의 문제 발생 시 전적으로 제안사 책임으로 처리해야 함 상기 제안요청서에 기술되어 있지 않다 하더라도 본 사업을 추진하는데 있어 필수적이라고 판단되는 사항은 제안 범위에 포함하여 제안 계약 수행시 발주처에서 제공해야 할 정보, 지원 및 보조내용을 자세히 명시해야 함 제안사는 용역계약 체결 즉시 제안서에 명시된 일정에 따라 사업을 시작하고, 원활한 사업 추진을 위해 제안요청기관이 자료요청 등을 하는 경우 이에 신속히 응대해야 함 발주처에서 제공한 자료는 외부에 제공 불가함
산출정보		
관련요구사항		

참고문헌

[문헌자료]

- 글로벌에너지센터, 주요국 에너지·자원 현황 및 정책, 2014
- 대외경제정책연구원, 국제기구금융 메커니즘의 진화와 우리의 대응방안, 2016
- 몽골 환경관광부, 환경오염 현황 보고서 2017-2018, 2019
- 몽골 울란바토르의 도로 및 교통 현황과 계획, 도로정책브리프 제 138호, 도로정책연구센터, 2019
- 배영주, 비용-편익분석을 이용한 공공사업의 타당성 분석, 2000
- 외교부, 2016 몽골개황, 2016
- 울란바토르시 대기오염저감청(APRD), 2020 활동보고서, 2021
- 울란바토르시 통계청, 2018교통보고서, 2019
- 한국개발연구원, 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구[제5판], 2008
- 한국수출입은행, 2020 세계국가편람, 2019
- 한국수출입은행, 몽골 국가신용도 평가리포트, 2020
- 한국에너지공단(KEMCO), 몽골 에너지 현황 및 정책, 2012
- 한국에너지공단, ADB 입찰가이드라인, 2018
- 한국에너지공단, AIIB 입찰가이드라인, 2018
- 한국에너지공단, WB 입찰가이드라인, 2018
- 환경부, 2020 환경백서, 2020
- 환경부, 제1차 대기환경개선 종합계획(2006~2015)
- 환경부, 제2차 대기환경개선 종합계획(2016~2021), 2015
- 환경산업협회, 몽골 유망환경시장 진출가이드, 2019
- Davaasuren, O. Situation of Lung Cancer among The Population of Mongolia. Biomedical Journal, 1, 7., 2019
- IQ Air, 2020 World Air Quality Report, 2020
- JICA, Capacity Development Project for Air Pollution Control in Ulaanbaatar City Phase 2 in Mongolia Final Report, 2017
- KOICA, KOICA 프로젝트 사업의 경제성 분석 가이드라인, 2017
- KOTRA, 2021 몽골 진출전략, 2021
- KOTRA, 다자개발은행 재원조달 방법과 절차, 2016
- UNECE, Mongolia Environmental Performance Reviews, 2018
- Unicef, Mongolia's air pollution crisis: A call to action to protect children's health, 2018
- World Health Organization(WHO), Noncommunicable Diseases (NCD) Country Profiles, 2018

[웹페이지 및 기사]

- 국립환경과학원, 2017 대기오염물질 배출량 (<https://airemiss.nier.go.kr/>)
- 몽골 개관, 주 몽골 대한민국 대사관, 2006.3.24. (<https://overseas.mofa.go.kr/>)
- 국가통계포털 (<https://kosis.kr/>)

국토연구원(KRIHS) 전자도서관 용어해설 (<https://library.krihs.re.kr/>)
 대외경제협력기금(EDCF) 홈페이지 (<https://www.edcfkorea.go.kr/>)
 몽골 관세청 홈페이지 (<https://www.customs.gov.mn/>)
 몽골 광물석유청 홈페이지 (<https://mrpam.gov.mn/>)
 몽골 광증공업부 홈페이지 (<https://www.mmhi.gov.mn/>)
 몽골 국가도로운송센터 홈페이지 (<https://www.transdep.mn/>)
 몽골 기상청 홈페이지 (<http://www.NAMEM.gov.mn>)
 몽골 기준 및 측정부 홈페이지 (<https://estandard.gov.mn/>)
 몽골 내각사무국 홈페이지 (<https://cabinet.gov.mn/>)
 몽골 도로교통개발부 홈페이지 (<https://mrtd.gov.mn/>)
 몽골 법령사이트(www.legalinfo.mn/)
 몽골 아카이브사이트 (<http://books.mongolmedleg.org/>)
 몽골 에너지부 홈페이지 (<http://energy.gov.mn/>)
 몽골 정부사이트 (<https://zasag.mn/>)
 몽골 통계청 (<http://www.1212.mn/>)
 몽골 환경관광부 홈페이지 (<http://www.mne.mn>)
 서울시 대기질 관리정책의 변화, 서울정책아카이브(서울연구원, 2017.03.15. (<https://www.seoulsolution.kr/>)
 세라컴 홈페이지 (<http://ceracomb.co.kr/>)
 외교부, 몽골 국가/지역정보 (www.mofa.go.kr/)
 울란바토르 대기질 정보사이트 (<http://agaar.mn/>)
 울란바토르 시장실 홈페이지 (<http://www.ubservice.mn/>)
 울란바토르시 홈페이지 (www.ulaanbaatar.mn)
 울란바토르시 환경청 홈페이지(www.environment.ub.gov.mn/)
 인천광역시 홈페이지 (<https://www.incheon.go.kr/>)
 투데이에너지 (<https://www.todayenergy.kr/>)
 해외건설엔지니어링 정보시스템 (<http://ovice.or.kr>)
 호리바 홈페이지 (<https://www.horiba.com/kr/>)
 환경부 국가미세먼지정보센터 (<https://www.air.go.kr/>)
 환경부 웹사이트 (<http://me.go.kr/>)
 Air korea (<https://www.Air Korea.or.kr/web>)
 AMICUS 웹사이트 (<https://www.amicusmongolia.com/>)
 APRD 홈페이지(<http://APRD.ub.gov.mn/>)
 GCF 홈페이지 (<https://www.greenclimate.fund/>)
 GEF 홈페이지 (<https://www.thegef.org/>)
 IACC 홈페이지 (<http://inspection.gov.mn/>)
 IEA statistics (www.iea.org/)
 IEA 홈페이지(<https://www.iea.org/>)
 KOTRA, 몽골 국가·지역정보 (<https://news.kotra.or.kr/>)

NAMIS 국가대기오염정보관리시스템 홈페이지 (<https://www.namis.or.kr/>)

UN Comtrade Database (<https://comtrade.un.org/>)

Worldbank data (<https://data.worldbank.org/>)

Worldbank 웹사이트 (<https://www.worldbank.org/>)

TES-4 홈페이지 (<https://tpp4.mn/>)

Ceidata 홈페이지 (<https://www.ceidata.com/en>)

Lonelyplanet 홈페이지 (<https://www.lonelyplanet.com/>)

“Monglia’ s population totals 3,296,866, latest census shows” , 몽골국립언론기관(MONTSAME, Mongolia National News Agency), 2020.6.12. (<https://montsame.mn/en/read/228310>)

“화력발전소에서 750만 톤의 석탄을 태워 에너지 생산

(Дулааньшахилгаанстанцуудэрчимхүчүйлдвэрлэхийнтуул75СаяТоннНүүрсШатаажээ” , ikon 몽골 뉴스사이트, 2020.8.19 (www.ikon.mn))

“2020-2024년 정부 행동 프로그램의 프로젝트 초안 제출(ЗАСГИЙН ГАЗРЫН 2020-2024 ОНЫ ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНЫ ХӨТӨЛБӨРИЙН ТӨСЛИЙГ ӨРГӨН БАРИЛАА)” , 몽골 국회정보 사이트, 2020.8.14. (<https://vip76.mn/intro>)

“몽골의 날씨와 문화” , 대한민국 기상청 블로그, 2016.1.13.,

(https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=kma_131&logNo=220595941217&proxyReferer=https:%2F%2Fwww.google.com%2F)