

# 미래 기후 및 사회경제 여건 변화 대응을 위한 환경정책 이슈 발굴

채여라 외



## ■ 연구진

연구책임자	채여라 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)
참여연구원	박정규 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)
	신용승 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)
	윤정호 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)
	최희선 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)
	강성원 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)
	김이진 (한국환경정책·평가연구원 전문연구원)
	공현숙 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)

## ■ 연구자문위원 (가나다 순)

강운영 (서울대학교 교수)
강희찬 (인천대학교 교수)
배현주 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)
안병옥 (환경부 차관; 前 기후변화행동연구소장)
이상엽 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)
이영준 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)
임종한 (인하대학교 교수)
추장민 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)
최광림 (웨코스 대표이사)

© 2017 한국환경정책·평가연구원

---

발행인	박광국
발행처	한국환경정책·평가연구원 (30147) 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 과학·인프라동 전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799 <a href="http://www.kei.re.kr">http://www.kei.re.kr</a>
인 쇄	2017년 6월 30일
발 행	2017년 6월 30일
등 록	제 2015-000009호(1998년 1월 30일)
ISBN	979-11-5980-120-4 93530

---

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처를 표시해 주십시오.  
채여라 외(2017), 「미래 기후 및 사회경제 여건 변화 대응을 위한 환경정책  
이슈 발굴」, 한국환경정책·평가연구원.

---

값 5,000원

# 서 언

지난 10년 동안 ‘성장 우선주의’와 ‘규제 완화’에 밀려 환경정책이 위상과 추진동력을 잃고 후퇴하는 모습을 보여 왔습니다. 그 결과, 환경의 질이 지속적으로 악화되면서 우리 사회는 위협의 일상화와 가속화라는 문제에 직면하였습니다. 이러한 가운데 지난 5월 10일, 신정부가 출범하였습니다. 새롭게 출범한 19대 정부는 안전하고 깨끗한 대한민국 실현이라는 표어를 내걸고 환경·에너지 정책에 있어서의 변화를 시도하고자 계획하고 있습니다. 국제적으로는 유엔 지속가능발전목표가 채택되고 파리협정이 체결되면서 신기후체제 출범을 앞두고 있습니다. 즉, 이러한 사회·경제·정치·환경을 둘러싼 대내외적인 여건 변화와 국민적 수요를 감안하여 적절한 환경정책 이슈를 발굴하고 건설적인 정책 방향을 확립해야 할 시점입니다.

본 연구는 새 정부가 미래 기후 및 사회경제 여건 변화에 대응하기 위해 앞으로 역점을 두고 추진해야 하는 환경정책 어젠다를 발굴하고 정책방안을 제안하고자 수행되었습니다. 본 연구가 환경정책, 특히 기후변화, 환경보건, 환경정보 부문에서의 정부 정책 방향을 결정하는 데 있어 중요한 기초자료로 활용될 수 있기를 기대합니다.

본 연구를 맡아 수행해 주신 박정규 미래환경연구본부장, 채여라 기후융합연구실장, 윤정호 국토환경정보센터장, 최희선 국가기후변화적응센터장, 강성원 빅데이터연구팀장, 김이진 전문연구원, 공현숙 연구원께 깊은 감사를 표합니다. 바쁘신 와중에도 자문을 통해 연구에 도움을 주신 강윤영 서울대학교 교수, 강희찬 인천대학교 교수, 임종한 인하대학교 교수, 안병옥 기후행동연구소장, 최광림 웨코스 대표이사께도 감사를 드립니다. 또한 우리 원의 추장민, 이영준, 이상엽, 배현주 박사의 자문에 감사의 마음을 전합니다.

2017년 6월

한국환경정책·평가연구원

원장 **박 광 국**



# 국문요약

기후변화 심화로 인한 자연재해와 이로 인한 복합재난 위험성 증가, 미세먼지 및 가습기 살균제 등의 환경유해인자로 인한 건강피해 등 최근 우리사회는 전통적인 환경오염과는 구별되는 새로운 환경 문제에 직면하고 있다. 이러한 기후·환경 이슈 해결을 위해 유엔 지속가능발전목표 채택, 파리협정 체결, 살생물제관리법 제정 등 국내외적으로 다양한 노력을 기울이고 있다.

그러나 저성장 시대의 장기화, 인구 감소와 고령화, 양극화 속에서 기후·환경 리스크의 전이 및 증폭이 우려되며, 국내외적으로 급격한 정치·사회·경제·환경 여건 변화로 인해 미래 사회의 불확실성이 갈수록 커지고 있는 상황이다. 그러나 동시에 4차 산업혁명 시대의 도래로 환경정보 및 빅데이터, IoT 등 새로운 기술을 활용한 환경 문제의 혁신적 해결이 가능할 것으로 기대된다.

이처럼 대내외적으로 역동적인 여건 변화 속에서 새로운 정부가 출범하였다. 새 정부 5년은 국가의 미래에 대비하기 위한 중장기 환경정책의 밑그림을 설계하고 이행에 착수해야 하는 중요한 시기이다. 따라서 저성장 시대 및 미래 불확실성을 극복하기 위한 변화가 중요한 과제로 대두되고 있는 만큼 혁신적이고 미래지향적인 접근이 요구된다.

이에 본 연구에서는 미래 기후 및 사회경제 여건 변화에 대응하기 위해 새 정부가 차기 5년간 역점을 두고 추진해야 하는 기후변화, 환경보건, 환경정보 부문에서의 핵심 어젠더를 발굴하고 정책 추진 방향을 제안하였다. 부문별 핵심 어젠더와 정책 방향을 제시하면, 아래와 같다.

〈미래 기후 및 사회경제 여건 변화 대응을 위한 핵심 어젠다〉

부문	핵심 어젠다	주요 정책 방향
I. 기후변화	1. 기후안전사회로의 대전환 방향 모색	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후변화를 국가 어젠다화함으로써 기후변화 정책 주류화 및 관련 정책 간 연계·통합 유인</li> <li>- 온실가스 감축 및 기후변화 적응 정책 간 상호 연계전략 수립</li> <li>- 기후안전사회로의 전환을 위한 장기 국가 전략 수립</li> <li>- 관련 DB 구축 및 정보 공유 방안 강화, 이를 바탕으로 기후 환경경제 통합 모형 개발</li> <li>- 참여형 다차원적 거버넌스 체계 구축</li> </ul>
	2. 통합적 기후변화·에너지·대기 관리체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장기 온실가스 감축목표를 상위 국가 목표로 세우고, 이와 연계 관점에서 중단기 에너지계획 마련</li> <li>- 기후변화 관련 유관 계획들의 위계 및 관계를 고려해 수립 및 갱신시기, 계획기간, 담당기관, 수립절차 및 심의창구 등을 체계화</li> <li>- 「저탄소 녹색성장 기본법」 등 기후변화 관련법 정비</li> <li>- 책임 주체를 명확화하는 방향으로 기후변화 대응체계 개편</li> </ul>
	3. 지속가능한 에너지 시스템 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국민주도 에너지 정책 방향 결정</li> <li>- 재생에너지 이용 가속화</li> <li>- 시장경제수단을 적극 활용한 에너지 전환</li> <li>- 정책 결정을 위한 과학적 기반 강화</li> </ul>
	4. 온실가스 감축에 대한 사회적 공론화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후정책 국가비전 재정립 및 통합적 이행체계 구축 관점에서 접근</li> <li>- 「저탄소 녹색성장 기본법」하의 국가전략, 제도, 계획의 재정립</li> <li>- 기후·에너지 문제를 고리로 지방분권 논의 가속화</li> <li>- 사회적 소통 및 통합형 정부 의사결정체계 구축</li> </ul>
	5. 국가적응계획 개편 및 적응정책의 과학적 기반 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학적 기반의 국가적응계획체계 개편</li> <li>- 기후변화 적응을 위한 과학적 기반 확보</li> </ul>
	6. 사회기반시설 기후적응력 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사회기반시설 예비타당성조사 제도 개선</li> <li>- 민간-공공분야 기후변화 적응 참여 유도를 통한 국가 사회기반시설의 복원력 강화</li> </ul>
	7. 기후변화 적응 거버넌스 체계 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가단위 통합적 적응 추진 및 관리체계 강화</li> <li>- 지자체 단위 적응 추진 활성화 기반 마련</li> <li>- 민간 참여형 자발적 적응사회 유도</li> </ul>
	8. 지역 기반 적응 인프라 확대 및 기후복지 실현	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역단위 기후변화 적응 선도사업 추진 및 적응시장 확대</li> <li>- 기후변화 취약지역 및 취약계층 지원을 통한 기후복지 실현</li> </ul>
	9. 기후변화 적응 국제협력 및 기후적응 적정기술 해외 진출 기반 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대한민국의 ‘국제 기후변화 적응 지원 파트너십’ 마련</li> <li>- 기후변화 적응 적정기술의 해외시장 진출 인프라 확보</li> </ul>

부문	핵심 어젠다	주요 정책 방향
II. 환경보건	10. 복합재난 대비 산업단지 안전 및 폐기물 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업단지 안전관리 정책 및 법령 개선방안 마련</li> <li>- 효과적 산업단지 복합재난 예방·대응을 위한 협력적 거버넌스 구축 및 컨트롤타워 기능 강화</li> <li>- 위험평가 모델을 토대로 한 산업단지 복합재난 진단 및 예측을 통한 관리 기반 마련</li> <li>- 국내 복합재난에 대한 산업단지 안전 및 폐기물 관리를 위한 로드맵 마련</li> </ul>
	11. 환경유해인자에 취약한 민감·취약집단 보호	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합 데이터베이스 기반 국가환경건강안전망 구축을 통한 민감·취약집단 대상 환경건강영향 모니터링 시행</li> <li>- 민감·취약집단의 환경유해인자 파악 및 관리방안 마련</li> <li>- 민감·취약집단을 위한 환경기준 또는 노출 권고기준 마련</li> <li>- 민감·취약집단에 대한 리스크 커뮤니케이션 강화</li> </ul>
III. 환경정보	12. 개발자 중심 환경정보 공개	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가공된 오염도 중심의 환경정보뿐만 아니라 측정소 수집자료, 주기적으로 조사되는 배출원의 배출량 자료 등을 단계적으로 공개</li> <li>- 민간 수요를 파악해 추가 환경정보 공개</li> </ul>
	13. 정보 분석 정부사업 2단계 선정 방식 도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정보 분석 능력이 요구되는 정부 사업의 사업자 선정 절차 이전에 정보 분석 역량 점검 단계 추가</li> </ul>
	14. IoT와 빅데이터를 결합한 환경 모니터링 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사물인터넷 기반 정보 수집 및 모니터링 체계 구축</li> <li>- 사물인터넷 기반 센싱 데이터 분석 및 예측 시스템 구축</li> <li>- ICBM 환경정보 수집, 정보공동 활용 체계, 정보 분석 및 서비스 플랫폼의 다변화 및 정보공개 체계 구축</li> <li>- 매체별 환경정보에 대한 종합적 분석과 오염 배출 추적, 사전예방 및 대응 복구 기능 통합관리체계 구축</li> <li>- 환경정책의 주민 감시 및 모니터링 체계 강화</li> </ul>

주제어 : 기후변화, 환경보건, 환경정보, 환경정책, 어젠다





# | 차례 |

제1장 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 주요 연구내용 및 수행체계	2
제2장 미래 기후 및 사회경제 여건 변화 대응을 위한 핵심 어젠다	3
1. 기후변화	3
가. 기후안전사회로의 대전환 방향 모색	3
나. 통합적 기후변화·에너지·대기 관리체계 구축	10
다. 지속가능한 에너지 시스템 마련	16
라. 온실가스 감축에 대한 사회적 공론화	20
마. 국가적응계획 개편 및 적응정책의 과학적 기반 확보	22
바. 사회기반시설 기후적응력 강화	27
사. 기후변화 적응 거버넌스 체계 개선	31
아. 지역 기반 적응 인프라 확대 및 기후복지 실현	36
자. 기후변화 적응 국제협력 및 기후적응 적정기술 해외 진출 기반 확대	42
2. 환경보건	45
가. 복합재난 대비 산업단지 안전 및 폐기물 관리	45
나. 환경유해인자에 취약한 민감·취약집단 보호	54
3. 환경정보	61
가. 개발자 중심 환경정보 공개	61
나. 정보 분석 정부사업 2단계 선정 방식 도입	66
다. IoT와 빅데이터를 결합한 환경 모니터링 기술 개발	70
제3장 결론	76

참고문헌 ..... 79

Abstract ..... 83

## | 표차례 |

〈표 2-1〉 최근 10년간 발전량 및 원자력 점유율 .....	17
〈표 2-2〉 국내 및 세계 원전 이용률 비교 .....	17
〈표 2-3〉 국외 주요 NATECH 사례 .....	46
〈표 2-4〉 전국 재해위험지구 현황 예시 .....	53
〈표 2-5〉 대한민국 민감계층 인구 현황(2017.5) .....	55
〈표 3-1〉 미래 기후 및 사회경제 여건 변화 대응을 위한 핵심 어젠다 .....	76
〈표 3-2〉 핵심 어젠다별 주요 정책 추진 방향 .....	77

## | 그림차례 |

〈그림 1-1〉 연구 수행체계 .....	2
〈그림 2-1〉 기후변화 대응 패러다임의 변화 .....	7
〈그림 2-2〉 분야별 온실가스 배출량 및 흡수량(1990~2014년) .....	10
〈그림 2-3〉 EU 기후에너지 패키지 및 프레임워크 .....	11
〈그림 2-4〉 원자로의 가동 연수 .....	18
〈그림 2-5〉 NATECH의 개념 .....	46
〈그림 2-6〉 국내 지진 발생 횟수 .....	47
〈그림 2-7〉 국내 화학사고 발생 횟수 .....	47
〈그림 2-8〉 경주 지진 발생 인근 지역의 원자력발전소 위치(왼쪽) 및 사고대비물질 취급 사업장 분포(오른쪽) .....	48
〈그림 2-9〉 복합재난 예방 및 대응을 위한 자연재난과 사회재난의 연계 관리방안 마련 .....	50
〈그림 2-10〉 독일의 지진에 대한 위해지도 .....	51
〈그림 2-11〉 연도별 연령대별 천식 유병률 .....	55
〈그림 2-12〉 CDC의 Environmental Public Health Tracking 시스템 .....	57
〈그림 2-13〉 화장품 성분 정보 제공 앱 예시 .....	60
〈그림 2-14〉 배출시설에 대한 드론, 로봇 및 IoT 센서를 활용한 통합적 감시체계 .....	72
〈그림 2-15〉 OpenSense 개념도와 센서 박스 예시 .....	73
〈그림 2-16〉 환경감시정보 통합 플랫폼 목표시스템 구성도 .....	74

# 제1장

# 서론

## 1. 연구의 필요성 및 목적

기후변화 심화로 인한 자연재해와 이로 인한 복합재난 위험성 증가, 미세먼지 및 가습기 살균제 등의 환경유해인자로 인한 건강피해 등 최근 우리사회는 전통적인 환경오염과는 구별되는 새로운 환경 문제에 직면하고 있다. 이러한 기후·환경 이슈 해결을 위해 지속가능 발전목표(SDGs: Sustainable Development Goals) 채택, 파리협정(Paris Agreement) 체결, 살생물제관리법 제정 등 국내외적으로 다양한 노력을 기울이고 있다.

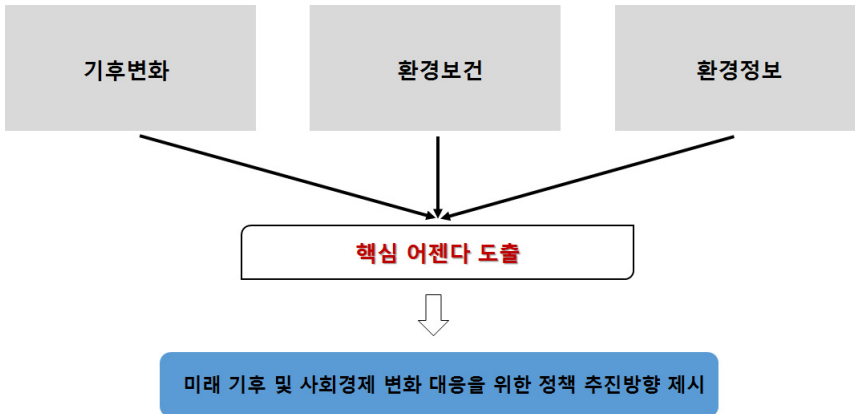
그러나 저성장 시대의 장기화, 인구 감소와 고령화, 양극화 속에서 기후·환경 리스크의 전이 및 증폭이 우려되며, 국내외적으로 급격한 정치·사회·경제·환경 여건 변화로 인해 미래사회의 불확실성이 갈수록 커지고 있는 상황이다. 그러나 동시에 4차 산업혁명 시대의 도래로 환경정보 및 빅데이터, IoT(사물인터넷), 인공지능 등 새로운 기술을 활용한 환경 문제의 혁신적 해결이 가능할 것으로 기대된다.

이처럼 대내외적으로 역동적인 여건 변화 속에서 새로운 정부가 출범하였다. 새 정부 5년은 국가의 미래에 대비하기 위해 중장기 환경정책의 밑그림을 설계하고 이행에 착수해야 하는 중요한 시기이다. 따라서 저성장시대 및 미래 불확실성을 극복하기 위한 변화가 중요한 과제로 대두되며, 혁신적이고 미래지향적인 접근이 요구된다.

이에 본 연구에서는 미래 기후 및 사회경제 여건 변화에 대응하기 위한 기후변화, 환경보건, 환경정보 부문에서의 핵심 어젠다를 발굴하고, 새 정부가 차기 5년간 역점을 두고 추진해야 하는 환경정책방안을 제언하고자 한다.

## 2. 주요 연구내용 및 수행체계

본 연구는 기후변화, 환경보건, 환경정보 등 여러 부문과 관련된 교차적(cross-cutting) 특성을 지닌 환경 이슈에 대해 중점적으로 다룬다. 보고서는 총 3개의 장으로 구성되며, 2장에서는 기후변화, 환경보건, 환경정보와 관련된 최신 여건 변화를 살펴보고, 이에 대응하기 위한 핵심 어젠다를 발굴한다(그림 1-1 참조). 또한 각각의 핵심 어젠다에 대한 정부 정책의 추진 방향을 제언한다. 3장 결론에서는 2장에서 살펴본 내용을 종합 정리하여 제시한다.



자료: 저자 작성.

〈그림 1-1〉 연구 수행체계

## 제2장

# 미래 기후 및 사회경제 여건 변화 대응을 위한 핵심 어젠다

### 1. 기후변화

#### 가. 기후안전사회로의 대전환 방향 모색

##### 1) 배경 및 필요성

IPCC 5차 평가보고서(AR5: Fifth Assessment Report)에서는 기후변화가 전례 없는 수준으로 관측되고 있으며, 그 주원인이 인위적인 온실가스 배출 집적에 있음을 규명했다(IPCC, 2014). 그로 인해 자연과 인간 시스템의 위험이 증폭되면서 극단적이고 불가역적인 영향을 유발할 가능성이 높아지고 있음을 경고하였다(IPCC, 2014, p.16). 특히 지구 평균 기온 2℃ 상승 한도를 기후변화 영향을 최소화하기 위해 달성이 필요하며 가능한 한계점으로 4차 평가보고서에 이어 재차 권고하였다(IPCC, 2014, pp.17-22). 이와 더불어 온실가스 감축을 위한 완화정책과 기후변화 적응정책을 상호 보완적으로 추진함으로써 지속가능 발전을 위한 기후탄력적 경로(climate-resilient pathways for sustainable development)로의 시스템 전환이 필요함을 촉구하였다(IPCC, 2014, pp.75-91).

이러한 최신의 과학적 발견에 힘입어 2015년 12월 12일, 2020년 이후 출범하는 신기후체제의 근간이 되는 파리협정이 체결되고 2016년 11월 4일 발효되었다. 파리협정을 통해 구현될 신기후체제는 교토의정서(Kyoto Protocol)에 기반을 둔 교토체제와는 근본적인 차별성을 지닌다(강상인, 김이진, 2016, p.4). 교토체제에서와 같은 온실가스 배출목표량이 아니라 지구 평균기온 상승 한도를 궁극적으로 달성이 필요한 범지구적인 장기목표로 설정하고, 이를 실현하기 위한 방안으로서 온실가스 배출 감축은 물론 기후변화 적응 또한 동등한

수준에서 강조한다(강상인, 김이진, 2016, p.4). 또한 자원과 기술, 역량배양 및 투명성 등을 감축과 적응을 위한 수단적 측면에서 강구한다. 이러한 맥락에서 모든 국가가 감축과 적응, 자원, 기술, 능력배양, 투명성 등을 포괄하는 각국이 정하는 기여(NDC: Nationally Determined Contributions)를 매 5년마다 이전보다 진전된 수준으로 설정해 UNFCCC<sup>1)</sup>에 제출하고 그 이행을 주기적으로 보고하도록 의무화한다(김이진, 이상엽, 2016, pp.13-14). 또한 모든 국가가 중단기적인 목표 설정을 넘어 2050년까지의 장기적 관점에서 온실가스 저감과 함께 성장을 도모하는 장기 저탄소 발전전략(long-term low greenhouse gas emission development strategies)을 수립할 것을 촉구한다(이상엽, 김이진, 정예민, 2017, p.47).

파리협정에서는 특히 협정의 목적을 유념하여 각국이 NDC 및 장기 저탄소 발전전략을 수립·설정하도록 규정하는데, 파리협정의 목적은 유엔기후변화협약<sup>2)</sup>의 이행 증진과 지속가능발전 및 빈곤퇴치의 맥락에서 기후변화 대응 강화에 있다(이상엽, 김이진, 정예민, 2017, p.54). 이러한 목적 달성을 위해 지구 평균기온 상승을 산업화 이전 대비 2°C보다 훨씬 낮은 수준으로 유지하고, 가급적 1.5°C까지 제한하기 위해 노력할 것을 촉구한다. 또한 기후변화로 인한 부정적 영향에 대한 적응력과 회복력을 향상시키고 저탄소 발전을 강화해 나가는 동시에, 이를 위한 자원을 조성할 것을 요청한다. 나아가 전 지구적 이행점검이라는 절차 도입을 통해 범지구적 장기목표를 포함한 파리협정의 목적 이행상황을 주기적으로 점검하고, 그 결과를 반영해 각국 NDC를 수립하도록 규정한다(김이진, 이상엽, 2016, p.14). 즉, 신기후체제에서는 기후변화 대응을 위해 단순히 특정 한 시점에 대한 온실가스 감축이라는 관점에서의 접근이 아니라 환경과 경제의 상생을 추구하는 저탄소 개발과 함께 적응력과 회복력 강화를 통한 기후탄력적이면서도 지속가능한 기후안전사회로의 대전환(大轉換)이 요구됨을 알 수 있다.

한편, 우리나라의 2014년 온실가스 배출량은 690.6백만 톤 CO<sub>2</sub>eq로 1990년 대비 135.6% 증가하였다(온실가스종합정보센터, 2016, p.39). 이는 전 세계 12위에 해당하는

1) 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change)으로서 가시화되는 기후변화 위협을 인식하고 이에 대한 전 세계 차원의 대응방안을 모색하고자 1992년 채택되어 1994년 발효됨(강상인 외, 2016).

2) 유엔기후변화협약은 인류에 의한 인위적 간섭으로부터 기후체제가 위협을 받지 않을 수준으로 대기 중 온실가스 농도를 안정화하는 것을 목적으로 함(김용건, 김이진, 박시원, 2009).



배출 규모로 OECD 회원국 중에서는 6위를 차지한다(온실가스종합정보센터, 2016, p.47). 이를 1인당 배출량으로 환산하면 13.7톤 CO<sub>2</sub>eq로 1990년 대비 100.3%가량 증가하였다(온실가스종합정보센터, 2016, p.44). 또한 연료연소에 의한 이산화탄소 배출량은 589백만 톤 CO<sub>2</sub>eq로 전 세계 7위, 1인당 배출량은 11.7톤 CO<sub>2</sub>/명으로 전 세계 평균인 4.5톤 CO<sub>2</sub>/명을 2배 이상 초과한다(온실가스종합정보센터, 2016, pp.48-49). 관계부처합동(2016, p.67)에 따르면, 우리나라 온실가스 배출량은 연평균 1.33%의 증가율을 보이며 지속적으로 증가해 2030년에는 851백만 톤 CO<sub>2</sub>eq에 이를 것으로 전망된다.

이처럼 급격하면서도 지속적인 온실가스 증가 추세와 발맞추어 지난 수십 년간 우리나라의 기후패턴도 상당한 변화를 보여 왔으며, 현 추세대로라면 앞으로 더욱 큰 변화가 예상된다. 과거 100년(1911~2010년)간 우리나라의 연평균 기온은 1.8℃ 상승해 전 지구 평균인 0.75℃를 2배 이상 상회하는 것으로 나타난다(환경부, 2015, p.26). 또한 지난 30년(1971~2010년)간 주변 해역 해수면은 연평균 2.64mm 상승해 전 세계 평균(2.0mm)을 상회하며, 해수온도도 약 1.2℃ 상승해 전 세계 평균 상승률(0.37℃)을 3배 이상 상회한다(환경부, 2015, p.26). 특히 열대야, 폭염, 집중호우 등 극한기후 현상의 발생 일수가 급격히 증가하고 해일, 홍수, 산사태 등 기상 관련 자연재해가 증가하는 등 기후변동성이 크게 증가하고 있다(환경부, 2015, pp.26-27). 현 추세대로라면 세기 말 연평균 기온이 1981~2010년 대비 5.7℃ 상승하고 연평균 강수량은 17.6% 증가하는 등 기후변화 가속화가 전망되면서, 기후변화 리스크의 확산과 그로 인한 건강 위협 및 삶의 질 저하가 크게 우려되는 상황이다(환경부, 2015, p.27). 또한 이로 인해 기후변화 피해비용이 2100년까지 2,800조 원, 연도별로는 GDP의 2.8% 수준에 달할 것으로 추정된다(채여라 외, 2012, p.93).<sup>3)</sup>

이러한 국내 현황은 기존의 패러다임으로는 기후변화 대응, 특히 신기후체제에서의 요구 사항을 감당하기 어려울 것이라는 점을 시사한다. 따라서 사회·경제·환경 전반에 걸친 전환적 대응, 즉 기후안전사회로의 대전환을 위한 방향 모색이 필요한 시점이다.

해외 주요국들의 경우 이미 기후변화 대응을 부담이라기보다는 새로운 기회요인으로 인지하고 접근하며 지속가능한 저탄소 발전을 위해서 사회 전반에서의 체질 개선을 시도해오고

3) 단, 채여라 외(2012, p.101)는 온실가스 감축 노력 시 누적 피해비용을 약 580조 원, 적응정책 시행 시에는 800조 원 이상 감소시킬 수 있다는 분석 결과를 제시함.

있다. 예를 들어 유럽연합(EU: European Union)은 2011년, 비용 효과적인 기후변화 대응과 에너지 안보 및 기술혁신 등을 통한 국제 경쟁력 확보, 나아가 성장을 위한 새로운 기회 창출을 목적으로 『2050 저탄소 경제 로드맵(A Roadmap for Moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050)』을 수립하였다.<sup>4)</sup> EU는 EC(2011)에서 제시하는 2050년까지 1990년 배출량 대비 80%의 온실가스를 감축한다는 목표와 이의 달성을 위한 세부 전략에 기초하여 에너지 및 경제성장 정책 방향을 설계하는 등 사회 전반에서의 전환을 시도해왔다.

영국의 경우 2006년 정부의 의뢰로 수행된 ‘기후변화의 경제학적 영향에 대한 분석(Stern Review on the Economics of Climate Change)’ 연구를 계기로 “고통 없는 이익(Gain without pain)”이라는 표어를 내걸고 온실가스 배출 저감과 동시에 저탄소 경제로의 패러다임 전환을 모색해왔다(윤순진, 2007: 김이진, 이상엽, 2016, p.34에서 재인용). 이러한 맥락에서 2050년까지 1990년 배출량 대비 80%의 온실가스 감축을 최상위 목표로 삼는 「기후변화법(Climate Change Act)」을 제정 및 『저탄소 계획(The carbon plan: Delivering out low carbon future)』을 수립<sup>5)</sup>하고 이와 연계하여 에너지 및 국토개발법과 유관 계획을 제정·수립해 왔다.

독일 또한 정치·경제·사회·문화를 환경 중심으로 근대화함으로써 문제 해결이 가능하다고 보는 ‘생태적 근대화(Ecological Modernization)’ 개념에 기초하여 에너지를 효율적으로 이용하고 절감하는 방향으로 에너지 정책의 근본적인 패러다임 전환을 시도하고, 에너지 및 기후변화 정책 통합을 통해 지속가능한 발전을 추구하고 있다(윤순진, 2007: 김이진, 이상엽, 2016, p.69에서 재인용). 특히 2016년 말에는 파리협정에 의거하여, 2050년까지 1990년 배출량 대비 80~95%를 감축한다는 장기목표를 기준으로 2050년까지의 사회경제상을 제시하는 『2050 기후행동계획(Climate Action Plan 2050)』을 발표하였다.

중국의 경우에도 국민경제와 사회를 아우르는 중요 발전계획인 『중화인민공화국 국민경제와 사회발전 5개년 계획』을 통해 온실가스 감축목표 및 이와 연동한 에너지 목표를 규약함으로써 변화에 동참해 왔다(김이진, 이상엽, 2016, p.112). 특히 『제12차 5개년 계획

4) 장기 저탄소 발전전략의 수립을 촉구한 파리협정을 토대로 2019년까지 기존 로드맵을 갱신한다는 계획임.

5) 파리협정에 의거하여 기존 저탄소계획을 2020년 이전에 갱신한다는 계획임.

(2011~2015)』부터 경제성장 자체보다는 삶의 질 개선을 통한 소강(小康)사회 실현이라는 명제하에 조화로운 경제발전과 사회적 형평성 개선, 환경보호를 주요 테마로 삼아 세부 계획들을 수립하려고 시도 중인 것으로 파악된다(김이진, 이상엽, 2016, p.112).

이처럼 주요국들은 이미 신기후체제 정신에 부합해 기후변화 대응뿐만 아니라 경제성장, 나아가 사회적 혁신을 위해 사회·경제·환경 전반에 있어서 대전환을 모색하고 있는 것으로 관찰된다.

## 2) 주요 정책내용

기후변화는 단순히 환경에만 국한된 문제라기보다는 에너지 안보, 산업발전, 국토개발, 나아가 국민의 건강과 웰빙(well-being) 등 환경·경제·사회 전반과 관련된 교차적 특성을 지닌 이슈에 해당한다. 이러한 특성을 고려하여 신기후체제에서는 종전과는 다른 변화된 패러다임으로 접근할 필요가 있다(그림 2-1 참조). 특히 기후변화 대응은 국가의 미래와 관련된 중요 이슈로서 기후변화로 인한 미래 불확실성을 극복하고, 안전하고 풍요로우며 글로벌 경쟁력을 갖춘 기후 선진국으로 도약하기 위해서는 기후안전사회로의 대전환이 요구된다.

구분	종전 패러다임	신기후체제 패러다임
초점	문제 지향적(problem oriented)	해결 지향적(solution oriented)
시점	중기	중장기(2050 및 2100년)
목표기준	온실가스 배출량	지구 평균 기온상승 억제
전략	온실가스 감축	온실가스 감축 및 기후변화 적응을 통한 지속가능발전
접근방식	환경-경제 분리(decouple)	환경-경제 통합-상생(win-win)
관리방법	부문별 분산(separate) 관리	통합(integrated) 관리
정책조합	규제 및 시장메커니즘	규제, 시장 및 비시장메커니즘+기술혁신
의사결정체계	중앙집권형 하향식체계	참여형 다차원적 체계

자료: 환경부(2015, p.43) 자료를 토대로 저자 재작성.

〈그림 2-1〉 기후변화 대응 패러다임의 변화

사회·경제·환경 전반에 걸친 패러다임 전환을 위해서는 기후변화를 국가 어젠다화함으로써 혁신을 이끄는 것이 무엇보다 중요하다. 기존의 대응방식에서 나아가 혁신이 더해져야만 “대전환”이 가능하기 때문이다. 또한 앞서 설명한 바와 같이 기후변화 대응은 선진 경제구조로의 전환, 에너지·기후기술의 경쟁력 확보, 저탄소 생활방식으로서의 전환, 에너지 및 기후재난 관련 국가안보와 관련된 문제로서 통합적인 접근이 요구된다(이상엽, 김이진, 정예민, 2017, p.124). 기후변화가 국가 어젠다로 설정되는 경우 기후변화를 정책 우선순위에 놓고 에너지계획, 국토개발계획, 경제발전계획 등 유관 계획 수립 시에 주류화하여 정책 간 연계·통합을 이끌 수 있을 것으로 기대된다. 기후변화정책 주류화를 위해서는 「저탄소 녹색성장 기본법」 개정 또는 「기후변화법」 제정 등을 통한 법·제도, 예산·기금 등의 정책 기반 공고화와 인식 확대를 위한 교육·소통체계 구축 등의 방안이 필요할 것이다.

특히 신기후체제에서는 장기적 사안인 기후변화 해소를 위해 순환적 프로세스를 구축하고 있다는 점에서 장기적인 관점에서 단계적이고 지속적인 접근이 요구된다(김이진, 이상엽, 2016, p.15). 이러한 측면에서 환경·경제·사회의 균형발전을 도모하는 기후안전사회로의 전환을 위해 국가 차원의 장기 전략을 수립해야 한다. 장기 전략은 국가 비전과 최상위 국가 목표 설정을 통해 미래 정책 방향을 제시하는 역할을 할 수 있을 것이며, 이를 토대로 중단기 기후변화 대응방안을 마련토록 함으로써 정책 일관성을 확보하고 기후투자에 대한 불확실성도 제거할 수 있을 것이다. 또한 국가 발전 및 에너지계획 등과 상호 조화를 유인하고, 2℃ 및 1.5℃라는 범지구적 장기목표 달성 기여 차원에서 점차 강화되는 주기적인 NDC 설정을 지원하는 일종의 지침적 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다. 파리협정에 의거해 정부가 수립 작업에 착수한 ‘장기 저탄소 발전전략’을 이러한 기후친화적 사회로의 전환을 모색하는 국가 장기 전략으로서 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

장기 국가 전략을 마련하고 이에 기초한 중단기적인 온실가스 감축목표 설정 및 실행 로드맵 수립, 에너지 전환 방향 마련, 기후변화 적응대책 수립 등을 지원하기 위해 온실가스 배출 통계 및 전망, 주요 사회경제변수 및 변화 전망, 감축수단별 잠재량, 기후변화 대응기술 정보, 기후변화 취약성 및 리스크 등에 관한 DB 구축 및 정보 공유 방안을 강화할 필요가 있다. 또한 축적된 정보와 DB를 바탕으로 환경 및 경제적 변화와 영향을 예측하고 기후변화 대응정책의 효과를 평가할 수 있는 기후환경경제 통합모형을 개발함으로써 최적의 기술·정책 조합 등

지속가능한 기후변화 대응 방향을 도출할 수 있을 것이다. 예컨대 정부의 의뢰로 현재 KEI에서 추진 중인 “한국형 상하향식 온실가스 통합 감축 시스템 개발” 및 “부문별 기후변화 영향 및 취약성 통합평가 모형 기반구축 및 활용기술 개발”을 통해 구축하는 DB 및 개발 모형이 향후 유용한 데이터를 제공하고 통합모형으로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

IPCC AR5에서 강조하듯이 온실가스 감축과 기후변화 적응을 위한 통합적 접근이 중요하다는 점에서 기후안전사회로의 전환을 위해서는 우선적으로 감축 및 적응정책 간 상호 연계전략 수립이 요구된다. 상보적인 관계에 있는 동시에 서로 상충적인 요소도 포함하고 있다는 측면에서 감축·적응정책의 성공적인 연계·통합을 위해서는 적절한 제도적 기반 마련과 거버넌스 체계 구축이 필요하다(IPCC, 2014, pp.29-31). 따라서 우선적으로 기존의 감축 및 적응정책 간 상호작용 및 정책효과 점검을 통해 최적의 정책 조합을 찾아내는 것이 중요할 것이다. 그리고 그 결과를 바탕으로 시너지 효과를 창출할 수 있는 방향으로 법제 개선 작업이 이루어져야 할 것이다. 이때, 감축정책의 경우 중앙정부 중심으로 국가 차원에서 추진되어 온 반면 적응정책의 경우 지역 특성을 고려해 지방자치단체 주도로 수립할 필요가 있다는 점에서 효과적인 정책 연계를 위해서는 중앙정부와 지방정부 간에 수평적 참여 기반을 마련하여야 한다.

이와 더불어 신기후체제에서는 자발적 참여와 혁신을 통한 목표 달성을 유도한다는 측면에서 산업계, 시민사회 등 비정부 주체를 포함한 모든 경제 주체의 참여와 사회적 공감대 형성이 무엇보다 중요하다. 따라서 정책 의사결정과정에서 각계각층의 다양한 의견을 광범위하게 수렴할 수 있는 참여형 다차원적인 거버넌스 체계 구축이 필요할 것으로 보인다.

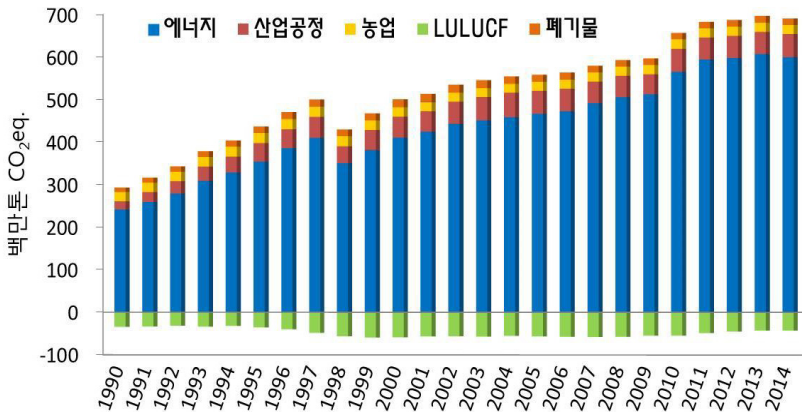
### 3) 건의사항 및 기대효과

2020년 이후 도래하는 신기후체제에 대비하여 장기적인 관점에서 일관되고 지속적으로 접근하며 단계적이고 통합적으로 대응하기 위한 국가 차원의 장기 전략을 수립해 법제화할 것을 제안한다. 장기 전략을 통해 기후안전사회로의 전환을 위한 국가 장기목표와 미래 사회경제상을 제시함으로써 기후변화정책 주류화 및 미래 불확실성 해소에 기여할 것으로 기대된다. 이때, 특히 다양한 의견 수렴과 사회적 공감대 형성을 위해 중앙 및 지방정부, 전문가, 산업계, 시민단체 등 각계각층이 참여하는 다차원적인 거버넌스 체계를 마련할 것을 건의한다.

## 나. 통합적 기후변화·에너지·대기 관리체계 구축

### 1) 배경 및 필요성

우리나라의 온실가스 배출량은 지속적인 증가세에 있는 가운데 2014년 배출량은 690.6백만 톤 CO<sub>2</sub>eq를 기록하였다(그림 2-2 참조). 이 중 에너지부문 배출량(599.3백만 톤 CO<sub>2</sub>eq)이 차지하는 비중은 86.8%에 달한다(온실가스종합정보센터, 2016, pp.4-5). 이는 에너지부문에서의 배출량 저감 없이는 현실적으로 온실가스 감축 달성이 어려움을 의미한다(김이진, 이상엽, 2016, p.148).



자료: 온실가스종합정보센터(2016), p.5.

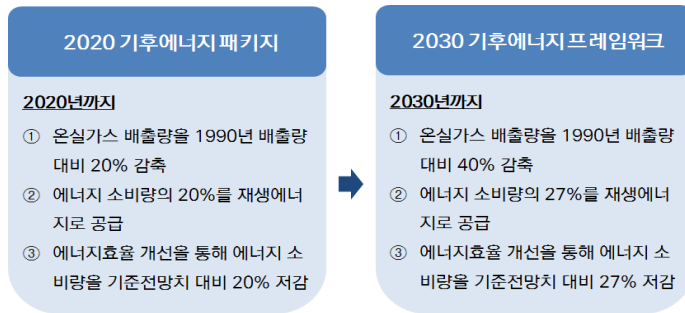
〈그림 2-2〉 분야별 온실가스 배출량 및 흡수량(1990~2014년)

우리나라에서뿐만 아니라 전 세계적으로도 에너지부문은 온실가스의 최대 배출원에 해당한다.<sup>6)</sup> 이에 따라 EU 및 그 회원국인 영국, 독일, 프랑스 나아가 핀란드, 중국을 비롯한 다수의 국가에서는 기후변화 및 에너지 정책 간에 통합적인 접근을 하고 있는 것으로 파악된다. 온실가스 감축을 위해서는 기후변화와 에너지 정책 간의 조화로운 연계는 필수요건에 해당하기 때문이다(김이진, 이상엽, 2016, p.148). 특히 이들 국가들은 에너지 전환을 통한

6) IEA(2015, p.3)에 따르면 2010년 기준 전 세계 온실가스 배출량의 68%가량이 에너지부문에 의한 것으로 나타남.

온실가스 감축을 꾀함에 있어 대기오염의 주요 원인이기도 한 석탄화력발전소<sup>7)</sup>를 점진적으로 축소하는 脫탄소화정책을 강화하고 있다.

예를 들어, EU는 일찍부터 온실가스 저배출 및 에너지 高효율경제(a low-emission and highly energy efficient economy)로의 전환을 목적으로 기후변화와 에너지 문제 해결을 위해 통합적으로 접근(integrated approach)하기로 결정했다. 그 일환에서 2050년까지 1990년 대비 배출량을 80% 감축한다는 장기목표를 설정하였다. 그리고 이러한 장기비전 및 목표에 기초하여 2008년, 온실가스 감축목표와 에너지 효율개선 및 재생에너지 확대 목표를 골자로 하는 일종의 실행계획에 해당하는 『2020 기후·에너지 패키지(2020 Climate & Energy Package)』를 채택하였다(김용건 외, 2012, p.15). 이어 2014년에는 『2020 기후에너지 패키지』를 기반으로 하여 2030년까지의 확장된 목표를 담은 『2030 기후·에너지 프레임워크(2030 Climate & Energy Framework)』를 새롭게 채택하였다(그림 2-3 참조). 또한 이러한 흐름에 발맞추어 최근 영국, 독일, 프랑스, 핀란드, 노르웨이 등의 유럽 주요 국가들은 온실가스 감축을 위한 탈석탄 계획을 발표하면서 석탄화력발전 비중 축소를 위한 활발한 움직임을 보이고 있다(에너지경제연구원, 2017, p.27).



자료: European Commission, "Climate Action", 검색일: 2017.5.1 토대로 저자 작성.

〈그림 2-3〉 EU 기후에너지 패키지 및 프레임워크

7) 석탄화력은 온실가스 외에도 미세먼지 배출의 주요 원인으로 지목되는데, 예를 들어 유연탄을 사용하는 국내 석탄화력발전소가 배출하는 열량당 부유먼지량은 천연가스발전의 1,350배, 미세먼지량은 1,838배 수준임(서울과학기술대학교, 2017: 이재호, 장우석, 2017, p.7에서 재인용).

영국은 특히 2008년, 2050년 온실가스 감축목표<sup>8)</sup>를 최상위 목표로 규정한 「기후변화법」의 제정과 함께 에너지기후변화부(Department of Energy and Climate Change) 신설이라는 조직개편까지 단행<sup>9)</sup>하여 기후변화 및 에너지 정책 간 유기적인 연계를 꾀하였다(김이진, 이상엽, 2016, p.66). 이와 더불어 「에너지법」을 제정해 저탄소 에너지 시설의 기반 구축과 정책 확대를 규정하고, 에너지 통계 및 계획에 대해서는 기후변화 관련 장을 별도로 구성해 온실가스 배출영향 및 감축목표와의 합치성 등에 관한 내용을 담았다(김이진, 이상엽, 2016, p.129). 또한 2023년부터 석탄화력발전 사용을 제한해 2025년까지 CO<sub>2</sub> 포집 및 저장(CCS: Carbon Capture and Storage) 기술을 미적용한 석탄화력발전소를 전면 폐쇄한다는 계획이다(에너지경제연구원, 2017, p.28).

독일의 경우 기후변화 및 에너지 통합정책(Integrated Climate and Energy Policy)을 펼치고 있는 대표적인 국가로서 화석연료 의존도를 낮추는 것을 목표로 하는 “에너지전환(Energiewende)”을 국가 핵심 어젠다로 설정하여 추진 중이다(김이진, 이상엽, 2016, p.129). 예컨대 『에너지구상』이라는 국가 계획을 통해 2050년 온실가스 감축목표를 최상위의 목표로 설정하고, 이를 달성하기 위한 에너지 효율성 향상 및 재생에너지 확대 등 세부 에너지 소비 감소 및 에너지 전환 목표를 수립하였다(김이진, 이상엽, 2016, p.91). 이와 더불어 독일은 2016~2019년에 총 2.7GW 규모에 해당하는 8기의 노후 갈탄화력발전소를 점진적으로 폐쇄할 방침이다(에너지경제연구원, 2017, p.28).

중국도 『5개년 계획』이라는 사회·경제·환경을 아우르는 통합 발전계획을 통해 기후변화 및 에너지 정책 간에 일관성과 통일성을 유지하는 특징을 보인다(김이진, 이상엽, 2016, p.125). 예를 들어 『제12차 5개년 계획(2011~2015)』부터 5년 단위로 단계적으로 강화하는 국가 및 지역단위 배출집약도 감축목표<sup>10)</sup>와 에너지 집약도 감축목표<sup>11)</sup>를 상호 연계 관점에서 수립하여 제시하였다(김이진, 이상엽, 2016, p.129). 또한 『제13차 5개년 계획

8) 2050년까지 1990년 온실가스 배출량 대비 최소 80%를 감축하는 것을 목표로 함.

9) 다만 2016년 6월 브렉시트 통과로 Theresa May 총리가 취임하면서 에너지기후변화부를 산업정책을 담당하던 기술개혁혁신부와 합병해, 기업에너지산업정책부(Department for Business, Energy & Industrial Strategy)를 신설하여 기후변화에너지 업무를 담당토록 함(김이진, 이상엽, 2016, p.60).

10) GDP당 CO<sub>2</sub> 감축목표.

11) GDP당 에너지소비 감축목표.



(2016~2020)』 기간에 맞춰 2020년까지 1차 에너지 공급량 중 비화석에너지 비중을 15%까지 확대하고, 석탄발전소 건설계획의 허가 취소 및 유보 등의 방식을 통해 석탄 소비량을 지속적으로 억제함으로써 2020년까지 42억 톤으로 제한한다는 계획이다(에너지경제연구원, 2016, p.37).

이에 반해 우리나라는 기후변화 및 에너지 정책/계획 간 정합성 결핍과 상호 연계를 위한 조정기능의 취약 등이 문제점으로 계속해서 지적되고 있는 실정이다. 일례로 2009년 이래 「저탄소 녹색성장 기본법」 제정, 국가 중기(2020 및 2030년) 감축목표 설정, 배출권거래제 시행 등을 통해 형식적으로는 기후변화에 적극적으로 대응하는 형세를 취해왔다. 하지만 그 이면을 들여다보면 석탄화력발전에 의한 온실가스 배출량이 계속해서 증가하는 추세에 있으며,<sup>12)</sup> 국가 에너지계획에서는 정부의 온실가스 감축 선언과는 상충되는 석탄화력발전소 증설과 앞으로도 여전한 석탄화력 중심의 전원 구성을 전망함<sup>13)</sup>에 따라 과거 논란이 야기된 바 있다. 유사한 맥락에서 온실가스 감축목표가 에너지계획의 상위 목표로서 위상을 갖는 여타 주요국들과는 달리 『전력수급기본계획』이나 『에너지기본계획』을 고려해 기후변화 대응을 위한 최상위 국가 계획에 해당하는 『기후변화대응 기본계획』을 수립하거나 온실가스 감축목표 실행계획에 해당하는 『온실가스 감축 로드맵』을 수정·보완하는 등 위계가 전도된 양상을 보인다. 이는 기후변화와 에너지, 대기오염 문제에 대한 분산된 대응체계하에서 에너지 정책이 산업정책의 하위요소로서 수립되고 있으며, 온실가스 감축 총괄 부처의 정책조정 기능 또한 약한 현실에서 비롯된 문제로 보인다.

## 2) 주요 정책내용

기후변화 및 미세먼지 대응을 위해서는 저탄소에너지원로의 전환은 필수이다. 따라서 이들 정책이 충돌하는 부조화 현상을 바로잡아 상호 조화로운 정책 연계가 이루어질 수 있도록 기후변화·에너지·대기 통합관리방안 모색이 필요하다. 이를 위해 우선적으로 온실

12) 산업통상자원부(2016)에 따르면 발전부문 온실가스 배출량은 1990년 36백만 톤 CO<sub>2</sub>eq에서 2014년 557% 증가한 236.6백만 톤 CO<sub>2</sub>eq으로 전체 배출량의 34.3%를 차지하며, 이 중 석탄화력발전에 의한 배출량이 75% 이상 기여하는 것으로 추정됨(이상준, 2016, p.20).

13) 『6차 전력수급기본계획』에서는 석탄화력발전 중심의 설비 확충을 계획하고, 『7차 전력수급기본계획』에서도 여전히 석탄을 현재와 유사한 수준의 최대 발전원으로 활용할 것을 계획함.

가스 감축과 미세먼지 대책이 에너지 정책의 핵심 전략으로 자리매김할 수 있도록 위계를 재정립해야 할 것이다. 이러한 측면에서 온실가스 감축목표를 명확히 설정하여 이를 달성이 필요한 상위 국가 목표로 삼고, 이와 연계 관점에서 중단기 에너지계획 등을 마련하는 접근이 필요할 것이다. 구체적으로는 국가 중장기 온실가스 감축목표 달성을 전제하여 『기후변화대응 기본계획』, 『온실가스 감축 로드맵』, 『배출권거래제 기본계획』, 『배출권거래제 할당 계획』, 『에너지기본계획』, 『전력수급기본계획』, 『신재생에너지 기본계획』, 『대기환경개선 종합계획』, 『녹색성장 5개년계획』 등 유관 계획을 수립·검토하고, 이들 계획 간 위계 및 관계를 고려해 수립 및 갱신시기, 계획기간, 담당기관, 수립절차 및 심의창구 등의 체계화와 내용이 상호 유기적으로 연계될 수 있도록 구성함으로써 일관된 정책 신호를 전달할 수 있도록 해야 할 것이다(김이진, 이수철, 2013, pp.154-155). 이때, 특히 기후변화 및 대기 오염은 전 지구적이며 지역적 대응이 필요한 월경(越境)성 이슈라는 점에서 국내적인 측면 뿐만 아니라 국제적인 흐름도 고려해 대응해 나가야 할 것이다. 신기후체제를 관장할 국제 협약인 파리협정에 따라 2020년부터 매 5년 단위로 모든 국가가 공통 기간에 대한 국가 감축목표를 설정해야 하며 주기적인 이행 보고 의무를 지니는 점을 감안해 관련 계획들이 순차적으로 수립·갱신되고 이행 관리가 이루어질 수 있도록 목표 및 계획 시기의 조정과 계층적 체계화가 필요할 것이다.

이를 위해 「저탄소 녹색성장 기본법」을 비롯한 관련 법이 기본적으로 정비되어야 할 것으로 보인다. 본 기본법의 경우 다양한 법제와 계획을 포괄적으로 다루고 있는 데 반해, 이들 간 우선순위나 조합방식에 관해 추상적인 원칙 외에는 구체적으로 규정하지 않고 있어 “저탄소 녹색”과 “성장”, “기후변화 대응”과 “에너지”라는 서로 상충될 수 있는 개념들을 담은 계획들 간의 연계 및 정합성을 이끌어내지 못했다는 한계가 지적된다(조홍식, 2010: 김이진, 이수철, 2013, p.32에서 재인용). 따라서 신기후체제라는 국제사회의 새로운 기후변화 대응 흐름을 반영하고 온실가스 감축목표 및 대기질 개선목표 설정에도 불구하고 모순된 에너지 정책으로 인해 온실가스 및 미세먼지 배출량이 계속해서 증가<sup>14)</sup>하고 있는 국내 현실을 시정·개선할 수 있도록 「저탄소 녹색성장 기본법」을 포함한 기후변화·에너지·대기 법률

14) 2015년 기준 OECD 회원국 중에서 우리나라의 대기오염으로 인한 사망률이 가장 높으며, 앞으로도 대기오염이 OECD 회원국 중에서 가장 빨리 악화될 것으로 전망됨(OECD, 2016: 양수길, 2016, p.6에서 재인용).

에 대한 제·개정 작업이 이루어져야 할 것이다. 이로써 각 제도가 도입 취지에 맞게 합리적으로 운영되고 국가 목표가 실효성 있게 이행될 수 있도록 정책 확실성을 부여하고, 나아가 기후변화·에너지·대기 간의 통합적인 접근을 통해 정책적 시너지 효과를 창출할 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 범정부 총괄대응체계라는 명제하에 현재와 같은 다수의 관계 부처에 의한 분산된 형태의 기후변화 대응체계 대신, 책임 주체를 명확화(일원화)하여 해당 부처에 정책의 총괄·조정 기능을 담당할 수 있는 확실한 권한을 부여하고 충분한 행정 및 재정적 지원을 제공할 필요가 있을 것이다. 이와 더불어 통합적 접근과 정책 간의 원활한 유기적인 연계를 위해서 총괄 부처 주도하에 관계 부처 협력 및 협의체계 구축이 필요할 것으로 보인다. 이러한 방식이 정책의 일관성 유지와 정책 이행을 위한 추진동력 및 책임성 강화에 보다 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대되기 때문이다. 이때, 특히 기후변화는 장기적인 대응이 필요한 사안이라는 점에서 정권교체에 따라 계속해서 업무가 이관되고 단편적으로 대응하는 폐해가 발생하지 않도록 가급적 항구성 있는 조직을 담당 부처로 지정할 필요가 있을 것이다(김이진, 이수철, 2013, p.155).

### 3) 건의사항 및 기대효과

단기적으로는 기후변화·에너지·대기 통합관리를 위한 관계 부처 협의체를 구성해 주기적으로 운영하고, 그 결과를 고위급에 보고토록 할 것을 제안한다. 이를 통해 최신 정보 및 상호 이해를 공유하고 협력방안을 모색함으로써 조화로운 정책 개발 및 이행을 유인할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 정부관계자뿐만 아니라 해당 분야 전문가 및 이해당사자 등 각계각층이 참여하는 가칭 기후변화대기에너지위원회<sup>15)</sup>를 구성해 지속 운영할 것을 제안한다. 동 위원회는 핵심 현안을 공론화하는 기회를 제공함으로써 사회적 소통창구로서 기능하는 동시에 정부에 대한 일종의 자문기구로서 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 되도록 빠른 시일 내로 온실가스 감축정책, 대기정책, 에너지정책, 전력정책, 나아가 기후변화 적응정책 및 경제정책(물가, 고용, 복지), 산업정책 간의 관련성과 일관성을 평가함으로써

15) 기존의 녹색성장위원회나 지속가능발전위원회를 개선 활용하는 방안도 검토 가능함.

써 통합 조정이 필요하고 가능한 영역을 분석하는 연구용역을 추진할 것을 건의한다(김이진, 이상엽, 2016, p.157). 협의체 및 위원회 운영결과와 연구결과를 바탕으로 중장기적으로는 관련 법제를 재정립하고 유관 계획을 체계화할 뿐만 아니라, 중장기적으로는 대응조치를 정비하는 등 기후변화-에너지대기 통합관리를 위한 개선에 힘써야 할 것이다.

## 다. 지속가능한 에너지 시스템 마련

### 1) 배경 및 필요성

고도성장 시기의 에너지정책은 성장의 동력원인 에너지를 값싸고 안정적으로 공급하는데 초점을 두었다. 따라서 원자력, 석탄 등 시장가격이 낮은 에너지원의 집중 활용을 통해 기업의 국제경쟁력 및 저물가에 기여하였다.

원자력은 준국산 에너지로서 부존자원이 없는 우리나라의 에너지 안보와 경제성장의 견인 역할을 하였고 국민생활의 편익과 물가안정을 유지할 수 있는 중요한 토대가 되었다. 또한 공급에 대한 안정성이 높고 경제적이어서 신고유가 시대에 현실적인 대안이었고 플랜트 수출, 스마트 원전의 해외 진출, 연구용 원자로 준공 등으로 국가경제 성장에도 큰 역할을 하였다. 온실가스 배출도 거의 없어 온실가스 감축에 능동적으로 대응할 수 있는 에너지원이었다.

그러나 소득 증가에 따라 환경, 안전 등 삶의 질에 대한 국민 요구 증대는 에너지정책 패러다임의 전환을 요구하게 되었다. 미세먼지 문제가 심화되고 원전의 안전성 우려가 커짐에 따라 에너지 이용에 따른 환경, 건강 영향을 고려하는 정책으로의 전환이 요구된 것이다. 2011년 3월 일본에서 발생한 후쿠시마 원전사고는 원전의 안전성에 대한 사회적 여론이 변화하는 계기가 되었고 원전 관련 은폐와 비리 사건들은 원자력에 대한 신뢰도를 저하시켰다.

〈표 2-1〉은 지난 10년간 원자력 발전량 및 점유율을 나타낸 것이다. 2004년 원자력 점유율은 38.2%로 2011년까지 30.0% 이상을 유지하였으나, 2013년에는 27.0% 수준으로 감소하였다.

〈표 2-1〉 최근 10년간 발전량 및 원자력 점유율

(발전량: GWh, 점유율: %)

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
전체 발전량	381,181	403,124	422,355	433,604	474,660	496,893	509,574	513,464	517,771	522,351
원자력 발전량 (점유율)	148,749 (39.0)	142,937 (35.5)	150,958 (35.7)	147,771 (34.1)	148,596 (31.3)	154,723 (31.1)	150,327 (29.5)	138,784 (27.0)	156,406 (30.2)	164,771 (31.5)

자료: 미래창조과학부(2017), p.23.

〈표 2-2〉의 원전 이용률은 발전 운영의 효율성과 설비의 활용도를 나타내는 지표로서 발전소 운영기술의 수준을 평가하는 척도이다. 2011년까지 국내 원전 이용률은 90% 이상의 높은 수준을 유지하였으나, 2012년에 계획예방정비 증가 등의 요인으로 82.3%로 대폭 감소하였고, 2013년도에는 품질시험성적서 위조 문제로 75.5%로 감소하였다. 그러나 2014년에는 품질시험성적서 관련 발전소들이 재가동되면서 85.0%를 회복하였고, 2015년에는 최상의 운영 실적으로 85.3%의 이용률을 기록하였다.

〈표 2-2〉 국내 및 세계 원전 이용률 비교

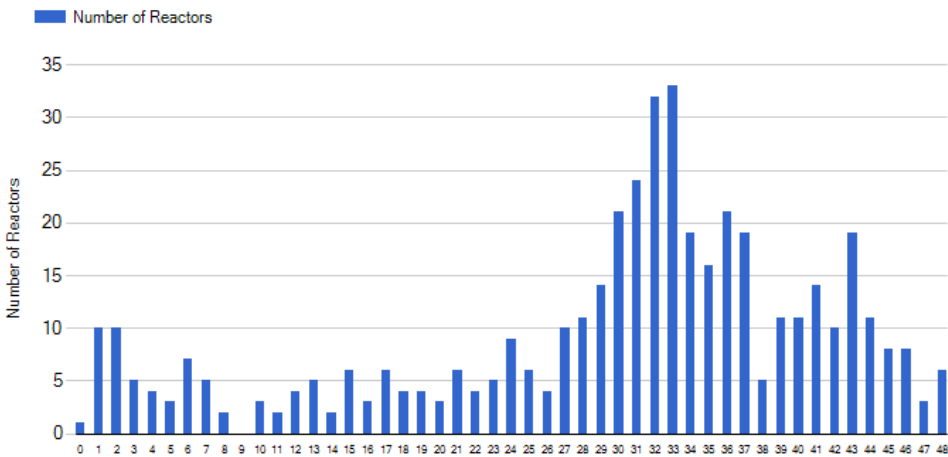
(단위: %)

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
국내 평균	92.3	90.3	93.4	91.7	91.2	90.7	82.3	75.5	85.0	85.3
세계 평균	79.5	77.8	79.4	76.0	79.0	76.8	69.7	69.1	75.8	-

자료: 한국전력공사(2015.12.31): 한국수력원자력(2016), p.148에서 재인용.

2017년 5월 기준 세계에서 449기의 원전이 가동 중이고 60기의 원전이 건설 중이며 160기는 영구 정지 또는 해체 완료된 상태이다. 가동연수가 30년 이상 된 노후 원전은 449기의 원전 중 291기(약 65%)로 원전 노후화 비중이 높는데(그림 2-4 참조), 1970년대 이후 건설된 원전의 대부분은 내구연한이 30~60년이기 때문에 2030년대 이후에는 폐쇄 원자로 수가 급격히 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라, 원전해체시장은 2030년까지 950억 달러의 규모로 예상되며 일본 및 유럽에서 총 118기의 원전이 폐지될 것으로 전망된다.

저성장시대 진입에 따라 에너지정책의 기존 방향에 대한 타당성이 감소한 것도 에너지 패러다임 전환의 주된 배경이다. 국제적으로 온실가스 감축에 대한 압력은 증가하고 있으나 감축 여건이 악화되고 있고 원전의 안전성에 대한 요구는 증대하는 등 다양한 갈등 요인이 발생하고 있으며 공급에 드는 사회적 비용이 급증하여 기존의 공급 중심의 에너지정책은 한계에 다다랐다. 이러한 국내의 상황에 맞추어 기존의 공급 중심 에너지정책에서 수요관리 중심으로 에너지정책의 패러다임이 변하고 있다.



자료: IAEA-PRIS, “Operational Reactors by Age”, 검색일: 2017.5.1.

〈그림 2-4〉 원자로의 가동 연수

## 2) 주요 정책내용

첫째, 국민 주도로 에너지정책 방향이 결정되어야 한다. 에너지정책은 이해관계(경제성, 환경성, 안전 등)가 직접 충돌하는 영역으로, 다양한 이해관계자가 참여하는 가치 ‘에너지시민위원회’를 구성하여 중장기 에너지믹스 및 정책 방향을 결정해야 한다. ‘시민위원회’ 구성 원뿐만 아니라 모든 시민들의 참여를 간접적으로 보장하기 위해 에너지시민위원회 회의록의 전면 공개가 요구된다. 공론조사, 지역별 토론회, 여론조사 등 다양한 여론수렴 절차를 거쳐 최종적인 정책 방향이 결정되어야 하며, 전문가들은 시민위원회 및 시민들의 의사결정을 지원하고 결정된 정책 방향을 뒷받침하는 시행방안을 마련하여야 한다. 후쿠시마 원전사

고 후 일본의 『혁신적 에너지환경전략』을 수립하는 과정에서 新에너지계획에 국민의 의견을 반영하고자 2개월에 걸쳐 국민 의견수렴을 실시하였다. 2030년대 원전 가동률 0%를 명기한 혁신적 에너지·환경전략의 각의 결정이 유보되긴 하였지만, 다수의 국민이 원하는 목표를 고려하여 에너지정책 방향 전환의 지향점을 제시했다는 데 큰 의의가 있다.

둘째, 재생에너지 이용이 가속화되어야 한다. 대규모 전력사용자를 대상으로 ‘재생에너지 이용의무화(RPS: Renewable Portfolio Standard)’ 제도를 도입할 필요가 있다. 현행 대규모 발전사업자 대상 RPS 제도를 대규모 전력사용자로 확대 적용하여, 사용량의 일정 비율을 재생에너지로 활용하는 것을 의무화해야 한다. 또한 필요시 시장에서 REC(Renewable Energy Certificate)를 구입할 수 있어야 한다. 소규모 시설에 대해서는 발전차액지원제도(FIT: Feed-in-Tariff)의 재도입이 필요한데, 현행 RPS 제도하에서는 복잡한 행정절차로 인해 50kW 이하의 소규모 발전은 상대적으로 확대되기 어려운 실정이다. 기준가격은 태양광 외부구매제도의 입찰가격을 기초로 설정하여, 가격의 인위적 설정 및 불로소득 발생이라는 FIT의 문제점 해결도 가능하다.

셋째, 에너지 전환을 위해 시장경제수단이 적극 활용되어야 한다. 공공요금 결정 시 「물가안정에 관한 법률」에 따라 기획재정부 장관의 협의를 거쳐야 하므로, 시행령 개정을 통해 재생에너지 비용부담 자동 메커니즘을 마련해야 한다. 이러한 규정 마련을 통해 재생에너지 전력지원금이 자동적으로 전기요금에 반영되도록 해야 한다. 독일이 지난 20년간 신재생에너지 비중을 확대하면서 지속적인 경제 성장을 이룰 수 있었던 배경에는 FIT 등 정책 지원이 중요한 역할을 담당했고, 에너지 효율성 증진 등과 관련된 신기술·신산업 발전 및 에너지 수입 의존도와 비용감소가 중요한 역할을 담당했다. 에너지 세제도 전면 개편되어야 하는데, 에너지 사용에 따른 모든 비용을 가격에 반영한다는 비전하에 장기적인 세제개편 방향을 ‘에너지시민위원회’ 논의를 거쳐 결정해야 한다. 그리고 수송용 연료 내, 수송용 연료와 비수송용 연료 간 형평성을 고려하여 발전용 및 산업 부분 에너지 과세를 집중 검토 후 추진해야 한다.

넷째, 정책결정의 과학적 기반을 강화할 필요가 있다. 에너지 이용의 환경영향 등 사회적 비용 산정연구를 강화하여 세율 결정 시 근거로 활용해야 한다. 또한 재생에너지 이용 확대에 따른 전력망 안정성 유지를 위한 스마트 그리드 기술, 분산형 전원 확대 등 보완연구가 확대되어야 한다.

### 3) 건의사항 및 기대효과

‘에너지시민위원회(가칭)’를 국회와 협의하에 100일 내에 구성한다. 그리고 현재 수립되고 있는 『제8차 전력수급계획』 논의를 중지하고 ‘에너지시민위원회’를 통한 논의로 전환할 것을 건의한다.

100% 재생에너지 사회의 실현을 위하여 에너지의 생산과 소비의 사회적 책임을 자각하는 ‘에너지 시민성(Energy Citizenship)’이 미래 사회의 에너지정책을 이끌어 갈 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

## 라. 온실가스 감축에 대한 사회적 공론화

### 1) 배경 및 필요성

2015년 6월 우리나라의 온실가스 감축목표(INDC)를 2030년 배출전망치(BAU) 대비 37%로 결정하여 유엔기후변화협약에 제출하였다. 그런데 감축목표를 수립하는 과정에서 사안의 중대성에 비해 정보공개와 의견수렴, 공개적인 논의 과정이 충분하지 않았다는 비판이 제기되었다. 이로 인해 감축목표에 대한 사회적 공감대가 결여되면서 국내 경제계 및 산업계와 시민단체의 입장이 여전히 상반되고, 국내외 연구기관의 평가도 엇갈리는 등의 문제점이 드러났다.

에너지의 연소로 인해 발생하는 온실가스는 우리 삶과 밀접한 관련성을 지니며, 이로 인해 이해당사자 간에 광범위하며 다양한 이해가 존재한다. 그로 인해 온실가스 감축을 위한 부담 배분과정에서 사회구성원 간에 갈등이 야기될 가능성이 크다(윤순진, 2012, p.25). 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 사회적 공론화와 합의를 어떻게 거쳐야 할지, 보다 구체적으로는 어떠한 의사결정 구조를 만들어가야 할지에 대한 고민이 필요하다(윤순진, 2012, p.25). 즉 온실가스 감축은 다양한 이해관계와 입장이 조화와 균형을 이루어야 감축 목표에 대한 순응력을 높이고 실현 가능성을 확보할 수 있으며, 절차적 정당성이 결여된 목표는 전 사회적인 동참을 전제하기 어려워 이행력을 약화시켜 결국, 사회적 지지와 수용성의 부족으로 정책 집행력을 약화시킬 수 있다.

특히 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해서는 모든 경제 주체, 다시 말해 모든 이해당사자



집단의 적극적인 참여가 필요하다. 파리협정 타결을 전후로 국제사회는 ‘기후행동을 위한 비국가행위자 플랫폼(NAZCA: Non-State Actor Zone for Climate Action)’을 구축하는 등 지방자치단체, 기업, 시민사회의 역할을 강조하고 있다. 이해당사자들의 적극적인 참여를 이끌어내기 위해서는 기후변화 대응의 실질적인 주체는 중앙정부가 아니라 지방자치단체, 기업, 시민들이라는 사실을 명확하게 인식해야 한다. 또한 인사에서 조직과 예산에 이르기까지 과감한 위임과 함께 기후변화 업무를 대폭 지자체로 이양하고 기후변화 관련 정보를 투명하게 제공해 주요 정책결정이 거버넌스 구조에서 개방적이고 숙의적인 과정을 통해 이루어져야 한다.

## 2) 주요 정책내용

사회적 협의를 통한 온실가스 감축을 위해서는 다음과 같은 사항이 요구된다.

첫째, 국가 감축목표를 단순 설정 차원을 넘어, 기후정책 국가 비전 재정립 및 통합적 이행체계 구축이라는 관점에서 접근해야 한다.

둘째, 현 「저탄소 녹색성장 기본법」 체계하에서 이루어지는 국가 전략·제도·계획의 재정립을 모색해야 한다. 저탄소사회로의 전환을 위한 국가 장기비전 제시, 관련 계획 간의 위계 재정립, 정책 평가·검증 등의 실질적 성과창출 방안이 모색되어야 한다.

셋째, 기후·에너지 문제를 고리로 지방분권 논의를 가속화해야 한다. 중단기적으로는 지자체 역량 강화를 위한 인프라 구축, 지자체 온실가스 감축 제도화, 지자체 기후변화 대응 자원 조성 및 예산지원, 커뮤니티 프로그램 활성화 등의 구체안을 마련해야 한다. 중장기적으로는 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 지자체 역할을 정립, 지방분권을 포함한 지자체 권한 확대를 모색해야 한다.

넷째, 사회적 소통 및 통합형 정부 의사결정체계를 구축해야 한다. 사업 설정부터 이행 수립까지 사전조율과 토론이 가능한 체계로 계획 간의 일관성, 명확성 강화를 위한 각 정부 부처의 관련 정책 점검 시스템을 마련해야 한다. 또한 지역, 직능을 고려한 상향식 파트너십 의사결정 논의체계를 마련해야 한다. 이를 위해서는 관계 부처 공동작업반을 통한 현행 초안 분석, 관련 전문연구기관의 의견수렴을 통한 정부안 마련, 간담회, 공청회 등을 통한 사회적 합의, 녹색성장위원회, 국무회의 등을 통한 확정이 이루어지는 하향식 전개방식의 개선이 필요하다.

### 3) 건의사항 및 기대효과

시·도 추천을 포함해 정부 부처, 국책연구기관, 학계, 시민단체, 산업계 등으로 구성된 기후정책 분야별 자문과제 발굴 및 연구, 검토를 위한 전문위원회를 구성해야 한다. 특히 중장기 국가 온실가스 감축비전 설정, 감축이행체계 점검을 위한 전문위원회를 구성하고, 구체적 대안 마련을 위한 범정부 차원의 협동연구를 추진해야 한다.

사회적 공론화를 통한 국가 온실가스 감축목표 부합성 검토를 통해 신기후체제 국제사회 일원으로서 모범적인 기후변화 대응 선도국으로서의 국가 위상 제고가 기대된다. 국가 감축 목표 문제를 새정부 국정 기조인 소통 실현의 일환으로 접근하여 기후안전사회, 지속가능한 국가, 미래 지향적 국가 경쟁력을 구현할 수 있을 것이다. 또한 합리적 온실가스 대응체계를 통해 현안 이슈인 미세먼지 대책의 시너지 효과 창출이 가능하다. 이를 위해서는 시민단체들이 기후변화 대응 계획의 수립 및 이행과정에 적극 참여할 수 있는 기반이 마련되어야 한다. 또한 시민단체들의 긴밀한 협력을 통해 정부와 기업의 기후변화 대응 활동을 감시하고 대안할 수 있는 시스템이 마련되어야 한다.

#### 마. 국가적응계획 개편 및 적응정책의 과학적 기반 확보

##### 1) 배경 및 필요성

기후변화 ‘적응’은 온실가스 감축 노력과 함께 현 상황에서 취할 수 있는 가장 중요하고도 현명한 대처이다. 그 주요한 이유는 기후변화는 원인과 결과 간 잠복기간이 존재하고 기후변화 저감 노력에도 불구하고 즉각적인 효과가 나타나지 않는 특성이 있을 뿐만 아니라 가해자와 피해자가 상이한 다양한 특성이 존재해 개인과 더불어 지자체, 국가, 전 지구적 차원의 협력과 실질적 행동이 요구되는 어렵고 중요한 문제이기 때문이다.

기후변화의 원인인 온실가스 감축 노력뿐 아니라 현재 나타나고 있거나 나타날 것으로 예상되는 기후변화 및 그 영향으로 인한 피해를 줄이고, 새로운 발전의 기회로 삼는 적응은 현 상황에서 취할 수 있는 가장 현명한 대처이다. 이는 지속가능한 발전과 안전한 사회 구축을 위해서 적응을 최우선적으로 고려해야 하는 시기임을 의미하기도 한다.

기후변화의 위험은 단기적으로는 기록적인 폭염이나 강도 높은 태풍과 연계되어 있을

뿐만 아니라, 장기적으로는 2100년의 해수면 상승으로 인한 연안지역 침수와도 관련성이 높으므로 단기부터 중장기적인 노력이 모두 필요한 사안이다. 그러나 기후변화의 특성상 정확한 전망이 어렵고 불확실성이 높으며, 정책이 이행된다고 하더라도 짧은 기간 내 명확한 성과를 도출하기 어려워 일반 대중이나 정책결정자의 이목을 집중시키기에는 어려움이 따른다. 그럼에도 불구하고 기후변화 적응은 미래 정책에 반드시 고려해야 하는 요소이며 최근 강조되고 있는 저출산, 고령화, 제4차 산업혁명 등의 주요 이슈와 함께 계획 및 정책 수립에 통합적이고 핵심적으로 고려되어야 한다.

특히 파리협정 체결('15.12) 및 발효('16.11)로 완화와 함께 기후변화 적응 부문이 동등한 수준의 위치로 격상하였다. UNFCCC는 국가적응계획 수립과 모니터링 및 평가를 통해 진척 점검, 2년마다 적응정보 등록부 등재 등 적응 이행 강화를 촉구하고 있으며, 우리나라는 「저탄소 녹색성장 기본법」 시행('10.4)에 따라 『국가기후변화적응대책』을 수립·시행 중<sup>16)</sup>이나 국가적응종합계획의 위상 강화가 필요한 시점이다.

특히 기후변화 적응은 다양한 분야가 연계되어 있으므로 수평적(다부처 간), 수직적(중앙-지자체 등) 긴밀한 업무 협조가 필수적임에도 불구하고 정부 부처 및 지자체에서는 기후변화 적응에 대한 우선순위가 그리 높지 않았고, 핵심 업무로 인식하기보다는 추가 업무로 인식하는 경향이 있다. 앞서 문제로 지적한 기후변화 적응의 위상 문제와 수평적, 수직적 업무 협력을 도출해 낼 수 있는 조직과 법적 근거가 필요하다.

또한 현재 수립되고 있는 국가 차원의 적응대책과 부처, 지자체의 세부시행계획들은 대체로 각 부처나 지자체의 기존 사업들로 구성되어 있어 세부적으로 기후변화에 대한 고려가 어느 정도인지, 그 실효성이 어느 정도인지 알기가 어렵다. 국가 기간산업, SOC 등의 설치 및 관리에 기후변화에 대한 영향 반영이 미흡한 상황이다. 기후변화 적응 관련 고유의 예산이 확보되지 못해 부처 및 지자체의 관심이 부족하며, 이러한 예산상의 한계는 신규 사업 발굴 어려움으로 이어지고 있다.

이와 같이 적응목표에 따른 총괄 조정·관리 기능 미흡, 성과점검 체계 부재, 기후변화 피해 문제 해결 어젠다 제시 미흡 등 국가 차원의 적응관리체계 기반이 여전히 부족하므로 기후영향에 대한 국가 차원의 단기-중기 목표 수립 및 대응전략 마련 중심으로 국가적응계획을 개선·보완하여 효과적이고 효율적인 기후재난 대응체계를 구축할 필요가 있다.

16) 제1차 국가적응대책('11~'15) 완료 및 제2차 국가적응대책('16~'20) 추진 중임.

## 2) 주요 정책내용

### 가) 과학적 기반의 국가적응계획 체계 개편

제1차 적응대책이 기후변화에 대한 과학적인 결과와 정책의 연결이 미흡했다는 한계점을 내포하였다는 지적이 있었다. 이를 감안해 제2차 적응대책은 IPCC AR5의 기후변화 리스크 관리체계 동향에 따라 기후변화 리스크 관리 개념을 도입하여 기후변화 과학의 결과를 리스크로 연계시키고, 순위가 높은 리스크에 대한 저감정책을 우선적으로 마련하는 방법으로 과학 기반과 정책을 연계시키려고 노력하였다. 그럼에도 불구하고 여전히 전반적인 정책 의사결정 과정에 과학적인 정보가 반영되지 못하고 있는 상태이다.

앞서 서술한 1, 2차 국가기후변화적응대책에 대한 평가를 통해 적응계획의 성격과 위상의 재정립이 필요하며, 전략계획으로서 국가단위 적응 비전·목표와 기본방향·전략 성격 부여, 중앙 부처 및 지자체 적응계획 수립 방향성 제시 및 적응정책 의사결정 지원 기반 강화 등이 선행되어야 한다.

연구개발(R&D)을 통해 기후변화로 인한 리스크에 대한 보다 다양한 정보를 도출하고, 이를 활용할 수 있는 리스크 기반 정책의사결정 체계(risk-based decision making system)를 마련하여 리스크와 정책이 직접적으로 연결되고 이를 의사결정에 활용하는 노력이 필요하다.

정책 이행력을 확보하기 위해서는 과학적 정보 기반을 확보할 필요가 있다. 과학적 정보 중 주요한 사항으로는 ① 기후영향 프로파일, ② 리스크 정량화 등으로 구분할 수 있으며, 기후영향 프로파일에는 기후 노출 및 발생 영향 프로파일 작성을 통한 분야·지역·대상별 기후변화 취약정보 관리 및 제공 차원에서 기후요소, 기후로 인한 영향, 영향의 결과, 발생 위치, 발생 일자 등이 포함될 수 있다. 또한 리스크 정량화 측면에서는 우선관리 대상 및 우선순위 리스크 중심으로 정량화된 기후변화 리스크 평가 결과 도출·제공 등이 필요하다.

### 나) 기후변화 적응을 위한 과학적 기반 확보

국내외적으로 기후변화 적응의 과학적 기반을 확보해야 하는 중요성에 대한 인식은 확대되고 있다. 특히 과학적 기반 확보 차원에서 국내외적으로 기후변화 적응의 근거자료가 되는 기후변화 예측을 위한 기후변화 시나리오의 산출 및 배포가 가장 주요한 성과라고 할 수 있으며, 더불어 최근 기후변화 영향 및 취약성 평가기술 및 적응정책 개발을 위한 R&D

연구가 수행 중에 있다.

그러한 노력에도 불구하고, 기후변화 적응기술(기후변화 예측, 영향 및 취약성 평가)에 대한 상대적인 무관심으로 인해 기후변화 적응 분야의 발전은 기후변화 완화(이산화탄소 저감, 신재생에너지 등)에 비해 매우 미흡한 편이다. 1차 적응대책이 기후변화에 대한 과학적인 결과와 정책의 연결이 전무했다는 비판을 받음에 따라 2차 적응대책은 기후변화 과학의 결과를 리스크로 연계시키고 순위가 높은 리스크에 대한 저감정책을 우선적으로 마련하는 방법으로 과학 기반과 정책을 연계시키려고 노력하였다. 하지만 여전히 전반적인 정책 결정에 필요한 과학적인 기후변화 정보 생산 및 해석이 제대로 이루어지지 못하고 있는 상태이다.

기후변화 적응의 핵심은 ① 정확한 기후변화 예측기술과 ② 기후변화 전망을 확률 정보로 해석할 수 있는 리스크 산정기술의 개발에 있다. 기후변화 예측기술의 발전은 한국형 지구 시스템모형(Earth System Model)의 개발과 지속적인 유지 보수, 기상기후 관측망 구축, 기후변동에 대한 과학적 이해 증진을 통해 가능하다. 리스크 산정기술은 다양한 분야의 통합과학정보에 기반한 데이터마이닝을 통해 가능하다. 전술된 연구개발(R&D)을 통한 기후변화 예측력 향상과 빅데이터 기반 리스크 산정기법 개발은 신뢰할만한 리스크 기반 정책의 사결정체계(risk-based decision making system) 구축의 기반이 될 것이다. 궁극적으로 기후변화 전망과 적응정책이 직접적으로 연결되어 과학적 의사결정에 이를 수 있다.

성공적인 기후변화 적응을 위해서는 기후변화 적응정책과 과학 기반 연구(R&D) 사이의 유기적인 연계가 유지되어야 한다. 지금과 같이 적응정책 수립과 과학 기반 연구가 별도로 수행되는 형태에서는 둘 사이의 연계성을 확보하기 쉽지 않다. 그러므로 기후변화 적응정책 수립과 과학적 기반 연구를 병행하여 수행할 수 있는 기관이 필요하다. 이를 통해 실질적으로 기후변화 적응정책 수립에 요구되는 기후변화 과학연구가 수행될 수 있다. 한국형 지구 시스템모형(Earth System Model)은 5년 이상의 장기변동성과 기후변화를 전문적으로 예측하는 시스템으로서 단기예보에 집중된 기상청의 모형과는 다른 목표를 가지고 있기 때문에 별도로 개발이 이루어져야 한다. 기후변화 예측 결과에 기반을 둔 확률 기반의 기후변화 리스크 산정기술의 개발도 기후변화 적응정책과 긴밀히 연계되어 개발되어야 한다. 그럼에도 불구하고 아직까지 적응정책 수립과 전술된 기후변화 과학 기반 연구(R&D)를 전담하여

수행하는 기관은 부재하다.

기후변화 적응이 실생활에 접목되어 실효성을 가지기 위해서는 지역단위 정책 개발 및 지역특성을 고려한 제도 마련을 고려해야 한다. 기초지자체 차원에서 광역지자체, 중앙정부로 정책 이슈를 제기하는 상향식(bottom-up)의 접근방법이 이루어져야 한다. 이를 위해서는 다양한 지역특성을 고려할 수 있는 고해상도 빅데이터 정보 수집이 이루어져야 한다. 이를 중앙정부 차원에서 추진하기에는 예산 및 시간이 모두 부족하다. 따라서 다양한 이해 당사자들을 정보수집에 포함시키는 시민과학(citizen science)<sup>17)</sup> 접근방식의 도입을 고려해야 한다. 다양한 NGO 단체, 동아리 모임, 은퇴한 과학자들을 정보수집 과정에 자발적으로 포함시킬 수 있다면 양질의 정보를 단시간 내에 획기적으로 확보할 수 있다.

지구적, 지역적, 국가적으로 다양한 기후변화가 발생되고 있으나, 이를 고려할 수 있는 시나리오 구축 개발 및 소규모 공간 단위의 모델 개발은 미흡하다. 특히 기후변화정책이 시민체감형의 정책으로 주류화되기 위해서는 지역적 차원의 예측 도구개발이 필수적이다. 이를 위해 지구시스템 모형의 개발과 더불어 Big Data 기반 Data Mining Model, Deep Learning 기반 및 AI 기반 공간분석모형 개발도 지속적으로 추진하여야 한다.

기후변화 적응정책 시행의 주체인 지방정부의 경우 인력·예산·조직 부족으로 지역특성을 반영한 정책 수립 및 집행에 한계가 있다. 따라서 기초지자체 수준보다는 기후생물권역 또는 유역 단위에서 접근하는 선도사업 모델 개발 및 시범적용사업을 추진하고, 이를 지침화하는 것이 필요하다.

국가 차원의 과학적이고 유기적인 기후변화 적응정책 수립을 위해서는 적응정책의 범위를 확대하여 기존 유사 정책까지 포괄하는 통합관리방안을 마련할 필요가 있다. 기후변화 적응이란 미래에 발생 가능한 기후변화를 고려한 선제적 조치를 의미한다. 이러한 개념은 대부분의 국가정책(재난/재해저감, 농림어업 생산성, 도시설계 등)에 이미 도입되고 있으나, 개별 유관 기관이 각각 대응하고 있어 국가 차원의 유기적 적응정책 수립에 어려움을 겪고 있다. 예를 들어 기후변화 적응 관련 통합DB의 구축은 모든 분야를 포함하는 완전한 통합

17) 시민과학은 정확한 데이터를 수집, 공유, 분석한 과학자와 비과학자 간의 파트너십으로 정의(Jordan, Ballard, and Phillips, 2012, p.307) 될 수 있으며, 정보 확산보다는 과학적 데이터 수집의 대중 참여, 과학적 환경적 지식의 협력적 창출을 증진시킬 수 있는 것에 초점(Dickinson et al., 2012)을 두고 있음 (Groulx et al., 2017, p.47에서 재인용).

DB일 때에 그 효과가 극대화될 수 있지만, 현재는 개별 기관마다 적응을 위한 통합DB를 구축 및 운영하고 있는 실정이다. 그러므로 기후변화 적응이라는 큰 범주하에서 유관 정책을 통합관리할 수 있는 기구가 필요하다.

### 3) 건의사항 및 기대효과

#### 가) 건의사항

미래 이슈 이행 차원에서 단기적으로 추진해야 할 사항으로는 ① 국가단위 적응 비전·목표와 기본방향·전략 마련 성격 부여, 중앙 부처 및 지자체 적응계획 수립 방향 설정, ② 기후영향 등 과학정보 기반의 우선관리 대상 설정 등이 필요할 것으로 보인다.

적응추진 기반 강화 차원에서 제도 개선은 현행 기후변화 적응 관련 법 개정(또는 제정)을 통한 적응계획 위상·내용·체계 등의 정비 및 이행·점검을 강화할 필요가 있다. 더불어 기후변화 적응정책 수립·시행, 적응정책 의사결정 지원 관련 국가 R&D 현황 파악 및 관리체계 구축 또한 요구된다.

#### 나) 기대효과

국가적응계획 개편과 이를 위한 과학적 기반 확보, 계획의 성격과 위상 재정립, 책임 기반의 적응추진 및 관리체계 강화를 통해 국가단위 적응 비전·목표와 기본방향·전략 마련 성격 부여, 중앙 부처 및 지자체 적응계획 수립의 방향성을 제시함에 따라 국가 차원의 일관된 적응체계를 추진할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 기후영향 등 과학정보 기반의 우선관리 대상 설정으로 선택과 집중을 통한 효율적·효과적 국가기후변화 재난 대응체계가 구축될 것으로 기대한다.

#### 바. 사회기반시설 기후적응력 강화

##### 1) 배경 및 필요성

최근 10년('06~'15)간 자연재해로 인한 재산피해액(5조 4,774억 원)의 77%(4조 1,906억 원), 피해복구액(10조 8,348억 원)의 68%(7조 4,378억 원)를 도로, 하천, 상하수도,

항만, 방조제, 철도 등 국가기반시설이 차지하는 등 기후변화에 따른 자연재해 피해의 대부분이 공공시설에서 발생하며 이로 인한 사회적 비용이 증가하고 있다(신지영 외, 2016, p.95).<sup>18)</sup>

최근 10년('06~'15)간 기상재해 피해복구액은 총 10조 8,348억 원으로 동 기간 기상재해로 인한 재산피해 총액 5조 4,774억 원 대비 약 1.9배 이상 많다(신지영 외, 2016, p.95). 또한 동 기간 자연재해로 인한 공공시설 피해복구비 총액은 7조 4,378억 원으로, 이는 동 기간의 공공시설 피해액(4조 1,906억 원)의 약 1.8배에 달해 기상영향으로 인한 재산피해 복구비용은 피해금액보다 높은 금액이 소요되고 있다(신지영 외, 2016, p.95).<sup>19)</sup>

기후변화 영향은 점점 더 심해질 것으로 전망되며 이에 따른 전력, 철도, 도로 등 사회기반시설의 기후변화 위험과 이로 인한 사회적 비용은 더욱 증가할 것으로 예상된다(신지영 외, 2016, p.95). 기후변화로 인한 피해 발생 시 많은 사회적 비용이 소요되는 공공시설의 경우 계획단계부터 유지·관리에 이르기까지 기후변화 영향(위험)을 미리 고려하여 기후변화 피해 사전예방 및 선제적 대응을 위한 방안 마련이 필요한 실정이다(신지영 외, 2016, p.95). 따라서 대규모 개발사업으로 진행되어 국가적으로 큰 재정이 소요되는 신규 공공시설 건설사업에 대한 기후변화 영향을 예비타당성조사 단계에서 분석하고(신지영 외, 2016), 사업화 이전 사전 단계에서 기후변화에 대한 취약성 및 위험을 검토·평가할 필요가 있다.

민간-공공분야가 자발적이고 주도적으로 기후변화에 적응하기 위한 노력을 추진하여 기후변화로 인한 위험성을 줄이고 지속적으로 수익을 창출하는 구조로 전환할 수 있도록 국가가 유도할 필요성이 있다. 2011년 태국에서는 태풍으로 인해서 하드드라이브 제조공장이 침수되는 사건이 있었다. 이로 인해 전 세계적으로 하드드라이브의 공급 부족이 초래되어 가격상승으로 이어졌다. 개별 기관의 기후적응력 향상은 국가 경제에 영향을 미치지만 국가가 개별 사업장에 기후적응을 강제할 수는 없다. 개별 기업이나 기관들의 적응력 향상을 위한 노력을 장려하고, 특히 사회기반시설과 같이 국가의 투자나 지원이 필요한 분야에서는 상향식 방식으로 민간-공공의 요구에서 투자 방향을 도출하는 시스템이 필요하다.

18) 국민안전처(2015) 제공 자료를 바탕으로 분석, 피해액은 2015년 환산금액 기준.

19) 국민안전처(2015) 제공 자료를 바탕으로 분석, 피해액은 2015년 환산금액 기준.



## 2) 주요 정책내용

### 가) 사회기반시설 예비타당성조사 제도 개선

사회기반시설 기후재해 대응력 강화 차원에서 예비타당성조사에서의 ‘기후변화 적응’ 항목의 추가가 검토될 필요가 있다.

첫 번째 단계로는 기후변화 위험을 고려한 예비타당성조사 대상 사업 선정기준 강화가 요구된다(신지영 외, 2016, p.97). 이를 위해서는 기후변화 영향으로 인한 공공시설 피해 유형화를 통해 예비타당성조사 대상 사업을 검토하고, 예비타당성조사 대상 사업 거 부기준 추가(예: 기후변화로 인하여 경제적·사회적·환경적으로 피해가 클 것으로 판단되는 사업 등) 등도 검토될 수 있다(신지영 외, 2016, p.98). 또한 예비타당성조사 대상 사업 선정을 위한 기후변화 위험평가 항목 및 기준 등 평가 방법, 평가결과 등급화 및 대상 사업 선정 기준 등의 마련도 필요하다(신지영 외, 2016, p.98).

두 번째 단계에서는 기후변화 위험을 고려한 예비타당성조사 분석방법 개선이 요구된다(신지영 외, 2016, p.98). 기존 경제성-정책성-지역균형발전 분석 시 정책성 분석(정책 일관성 및 준비 정도, 사업추진상 위험요인, 고용효과, 사업별 특수평가 등)에 “기후변화 적응 능력” 평가항목을 추가하는 방식을 고려할 수 있으며, 예비타당성조사 대상 사업에 대한 기후변화 위험평가 결과를 바탕으로 전문가 종합 AHP 평가 시 기후변화 적응 측면에서 고려할 수 있는 사항을 도출·제공할 수 있다(신지영 외, 2016, p.98).

마지막 단계에서는 기후변화 위험을 고려하기 위한 예비타당성조사 수행·지원체계 개선이다(신지영 외, 2016, p.98). 예비타당성조사 대상 사업 선정 및 대상 사업에 대한 기후변화 위험평가를 위한 전문기관(국가기후변화적응센터 등) 지정 및 기후변화를 고려한 예비타당성조사 수행을 위한 기후위험 분석을 위한 관련 자료, 기후 위험평가 결과 등을 제공하는 의사결정 지원시스템 구축 등이 향후 필요할 것으로 보인다(신지영 외, 2016, p.98).

### 나) 민간-공공분야 기후변화 적응 참여 유도를 통한 국가 사회기반시설의 복원력 강화

국가는 다양한 사업의 영역과 사회기반시설에서의 기후변화 적응이 자발적으로 추진될 수 있도록 지원하고 투자해야 한다. 이를 위해서는 우선적으로 민간-공공분야에서 요구되는 의견들이 기후변화 적응력 및 시설물의 복원력 향상을 위한 국가적 전략 개발에 수렴될

수 있는 프로세스를 마련할 필요가 있다. 적응활동에 민간 부분의 투자를 확대하기 위해서는 국가 차원의 민간-정부 간 협의가 이루어질 수 있는 장을 마련해야 한다. 기업이나 공공기관에서의 기후적응력 향상을 위해 요구되는 기술 수요에 대해서 국가가 투자하고, 또한 민간-공공과 학계가 소통하고 교류할 수 있는 협력체계를 마련해야 할 것이다.

그리고 민간-공공에서 기후변화 영향 진단, 취약성 또는 리스크 평가, 적응행동 마련 등의 일련의 과정에 활용될 수 있는 통합시스템을 마련해야 한다. 지금은 민간과 공공 분야에서의 적응지원 도구들이 개발되고 있으나, 이들이 활용도가 낮다. 또한 기후변화에 활용될 수 있는 기후자료는 면적인 자료로 제공되어 있어 시설물의 적응력 강화를 위해 요구되는 점적인 자료가 제공될 수 있도록 개선할 필요가 있다.

민간-공공의 자발적 참여를 유도할 수 있는 각종 프로그램 또한 마련해야 한다. 우선적으로 민간-공공의 적응 우수사례를 개발하고 이에 대해서 포상하여 민간-공공 분야가 자부심을 가질 수 있는 프로그램이 필요하다. 또한 적응인식 및 주요 분야별 적응 관련 교육 프로그램을 개발하여 적응의 질적 향상을 도모할 수 있어야 한다.

### 3) 건의사항 및 기대효과

#### 가) 건의사항

사회기반시설 예비타당성조사 단계에서 '기후변화 적응' 항목의 고려를 위해서는 대규모 개발사업 예비타당성조사 시 기후변화 적응능력 고려를 위한 추진방안 공동(KDI-KEI) 마련 등의 노력이 요구되며, 예비타당성조사 시 기후변화 적응능력 고려에 따른 경제적 효과 예측 등도 추진될 필요가 있다.

또한 민간-공공 분야를 기후변화 적응의 주요 관계자로 인식하고 국가 예산 프레임에 포함 시키고 우선순위 부분으로 인식을 제고해야 할 것이다.

#### 나) 기대효과

사회기반시설 예비타당성조사 단계에서 '기후변화 적응' 항목의 고려는 기후변화 영향에 대비한 공공시설 기후변화 위험평가 등 과학적 기반 근거의 정량적·체계적 공공시설 대응 기반 구축에 크게 기여할 것으로 보인다. 또한 공공건설사업의 계획·집행절차의 투명성 확

보와 건설비용 절감 및 생산성 향상, 건설품질의 확보 체계 구축 등 공공건설사업 효율화 제고에도 기여할 것이다(신지영 외, 2016, p.97).

## 사. 기후변화 적응 거버넌스 체계 개선

### 1) 배경 및 필요성

우리나라는 기후변화 적응정책의 법·제도적 기반을 조성하여 국가(중앙) 및 지자체(광역/기초) 차원에서 기후변화 적응대책을 수립·시행 중에 있다. 특히 처음 시행하는 지역단위 기후변화 적응대책의 원활한 추진과 역량 향상을 위하여 국가(환경부, 국가기후변화적응센터)에서는 지자체의 계획 수립·이행과 관련된 필요사항을 지속적으로 지원하고 있다. 이와 같은 제도적 추진 기반과 국가의 지원 노력 등을 통해 관계 부처 및 지자체의 적응 인식과 계획 수립 역량이 향상되고 있으나 여러 적응 분야의 정책과 주체 등이 상호 연계된 통합적인 거버넌스 체계 마련·운영은 활성화되어 있지 못하며, 더불어 계획 수립 이후 적응목표에 따른 종합적인 성과관리 체계가 미흡한 상태이다.

다양한 적응 부문 및 이해당사자를 포함하는 적응 거버넌스 체계 및 협력 네트워크를 바탕으로 부문 간, 부처 간, 중앙과 지자체 간, 지역과 지역 간 적응정책의 효율적 및 효과적 추진을 위한 연계·협력 기반이 마련되고 개인, 시민사회, 민간 및 산업 등 다양한 적응 주체의 적응역량 배양과 참여를 통한 자발적인 적응활동의 유도는 국가 및 지역의 적응에 있어서 직접적인 효과로 작용하게 된다.

기후변화 적응은 다양한 주체, 위계 및 부문 등과 유기적으로 연계되어 있으므로 지속적인 협력 및 조정 등을 촉진하는 거버넌스의 기능과 역할이 중요하다. 즉 성공적인 적응을 구현 및 지속하는 데 있어서 적응정책 및 프로그램 등은 환경 및 사회·경제활동과 유기적으로 연계·통합과정이 필요하고, 다양한 주체(중앙, 지역 및 산업 등)와 부문(건강, 재난/재해 등)에서의 참여와 행동이 수반되어야 하며, 수평적·수직적 정책통합과 협력관계의 병행이 필요하다. 이와 더불어 기후변화의 불확실성을 고려할 때 정책의 진척, 개선·보완 및 효과 점검 등을 위한 모니터링·평가 및 환류과정이 정책의 형성 및 이행에 있어 체계적으로 이루어지는 것이 바람직하다.

## 2) 주요 정책내용

### 가) 국가단위 통합적 적응추진·관리체계 강화

국가에서는 기후변화 적응을 감축과 함께 중요한 정책 어젠다로 구체화하고 그 기능과 역할을 제고해 나가는 것이 필요하다. 최근 두드러지게 나타나고 있는 기후변화 영향(대기오염, 폭염 및 가뭄 등)으로 인해 기후변화의 관심은 높아지고 있으나, 이러한 문제들을 단기적 및 개별적인 사항으로만 인식·접근하고 있을 뿐 기후변화 적응의 개념과 원칙에 기반을 둔 주류화가 관련 정책 및 사회 전 분야에 내재화되어 있지는 못한 상태이다. 더불어 적응 관련 이슈들을 해결 및 추진하는 데 있어 다양한 부문을 포함한 이해당사자(중앙, 지자체, 시민 및 산업 등)의 긴밀하고 유기적인 협력과 참여·활동이 필요하며, 그 과정에서 정책의 실효성과 효과성 등을 관찰·공유 및 향상시키기 위한 모니터링·평가 및 환류가 함께 이루어지는 것이 성공적인 적응을 구현하는 데 있어서 중요한 요소 중 하나이다.

이를 위해서는 국가 정책 및 관련 분야 등에 적응의 원칙과 필요성이 고려될 수 있도록 주류화 체계를 마련하는 것과 동시에 국가-지자체-민간(시민 등)의 통합적·협력적 적응을 위한 거버넌스 모델을 구축·운영하는 것이 우선적으로 필요하다. 또한 국가 정책 및 사업 전체에 기후변화 적응이 중요한 개념 및 어젠다로 작용될 수 있도록 기후변화 관련 정책을 심의·조율하고, 다양한 각계각층의 의견을 수렴하는 창구를 마련해야 한다. 이와 관련하여 국가적응정책의 효율적 및 효과적인 추진을 위하여 산·학·연 전문가 참여 기반의 관계 부처 적응협의체를 활성화하는 것과 ‘국가 기후변화 적응위원회’(가칭)를 설치·운영하는 방안이 고려될 수 있다. 이와 같은 기구들 역시 명실상부 ‘from agenda to action’으로 이어질 수 있도록 어젠다(agenda)로서의 위상과 행동(action)으로서의 구체성을 모두 확보할 수 있는 법·제도적 근거와 기반이 마련되어야 한다.

마지막으로 지속적인 국가적응정책의 추진과정에서 발생하는 효과성·효율성 등을 제고하기 위하여 성과관리를 체계화할 필요가 있다. 이를 위해 국가적응목표와 연계한 총괄 점검 지표 설정을 통하여 부문별 정책의 이행을 종합적으로 모니터링·평가하고, 그 결과를 환류하는 시스템을 고려해야 한다. 이와 연계하여 앞서 제시한 협의체 또는 위원회의 역할과 기능에 정책수립 및 이행과정에서의 관련 자문 및 진척사항 검토 등을 수행할 필요가 있다.

## 나) 지자체 단위 적응추진 활성화 기반 마련

기후변화 적응에 있어서 지자체는 기후변화의 영향과 피해를 직접적으로 받는 당사자인 동시에 이로 인한 문제를 극복·개선하고, 나아가 기후변화가 가져다주는 긍정적인 기회를 활용 및 창출할 수 있는 핵심 주체이다. 기후변화 적응은 완화에 비해 지역적 접근의 문제 해결이 매우 중요한데, 이는 권역별 또는 지역별로 같은 기후변화 영향이 발생하더라도 그 피해 규모와 크기 등의 양상은 해당 지역이 가지고 있는 지리적 및 사회·경제적 여건과 더불어 기후변화에 대처하는 적응능력(제도, 기술 및 인력 등) 수준에 따라 다르게 나타나기 때문이다. 이러한 측면에서 기후변화 위험 및 취약성에 대한 노출은 지역 인프라, 서비스, 사회구성원, 취약계층 및 취약지역 등에 직간접적인 영향을 미치므로 피해 완화 및 사전예방 등을 위한 적응활동에 노력하는 것이 필요하다. 이와 같은 지역단위의 적응활동을 촉진하고 이로 인한 정책효과를 유발시키기 위해서는 계획을 수립·집행하는 과정에서 충분한 거버넌스 체제를 마련 및 운영하는 것이 중요하다. 지자체는 적응계획 수립을 통해 적응협의체를 구성하였으나 대부분 관련부서 공무원 중심의 제한적인 수준으로 운영되었으며, 계획 수립 이후 이행 단계에서는 이와 같은 협의체가 활성화되지 않거나 형식적 수준에 그치고 있고, 정책의 모니터링(점검) 및 평가 등의 과정에서 다양한 이해당사자의 참여가 미흡한 실정이다. 더불어 국가 및 지자체(광역/기초) 간 상생의 적응목표를 달성하기 위한 수평적·수직적 협력관계가 부족하며, 다양한 주체 및 부문 간의 정책 연계·연동이 미흡한 상태이다.

지자체의 적응 거버넌스를 활성화하기 위해서는 다양한 적응 관련 정책을 통합·조율하기 위해 부서 간의 협력관계 구축과 다양한 이해당사자(시민사회, 연구기관, 대학, 산업 등)의 참여 기반이 마련되어 지역의 적응을 보다 효과적·효율적으로 추진하는 접근체계가 필요하다. 이를 위해 지자체 적응대책의 수립·이행 과정에서 주체별·부문별 이해당사자의 참여를 통한 적응협의체를 활성화하는 것과 지역의 적응정책을 검토 및 자문 등의 역할을 수행하는 위원회를 설치·운영하는 방안이 고려될 수 있다. 이 경우에는 지역에서 기존부터 운영 중인 유사부문의 거버넌스 기능과 통합·연계하여 시너지를 제고할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 국가와 지자체 정책 간의 연동·연계를 통한 상생의 정책목표 달성과 지역 유형 및 특성 등을 고려한 지역 적응역량을 지속적으로 확대·향상시키기 위하여 국가에서는 지역 거점 기반의 기후변화 적응센터를 지정·운영하는 방안이 고려될 필요가 있다. 이와 같은

국가와 지자체 간의 적응 네트워크를 강화함으로써 국가 정책 목표의 실현과 더불어 지역 특성 및 영향에 부합한 정책·사업 발굴, 위험·취약성 등의 적응관리 및 지역사회의 적응 인식·역량 배양 등의 효과가 발생할 것으로 판단된다.

무엇보다도 적응 관련 다양한 이해관계자의 참여 통로 확대, 관련 정책에 대한 정보공개 및 제공, 개인·시민사회의 적응역량 제고를 위한 교육·홍보 추진, 거버넌스 기능과 활동 제고를 위한 법·제도적 근거 마련 등이 함께 이루어졌을 때 실질적인 지역단위의 거버넌스 작동과 효과가 지속적으로 발생할 수 있다.

#### 다) 민간 참여형 자발적 적응사회 유도

현재까지의 기후변화 적응정책은 국가 주도적 정책과 접근이 중심이었다. 이러한 정책과 접근에 기반을 두고 국가 관련 부처에서 적응정책들을 각 부처의 성격에 맞게 추진하고 있으며, 지자체들이 책임감 있게 각 지역의 기후취약성, 리스크 등을 예측하여 이에 대응하기 위한 노력을 하고 있다. 또한 공공기관과 민간 기업들도 정부 지원을 통해 자체적인 대책 수립에 나서고 있다. 기후변화 적응은 하향식(top-down) 방식의 관(官) 주도적 노력이 필요한 부문이기도 하지만 개인, 지역 등 사회 저변적 차원에서의 노력이 가장 큰 효과로 나타날 수 있는 것 또한 특징이다. 이는 원인자와 피해자가 다른 감축과 달리 나와 우리 지역의 적응역량 수준에 따라 그 영향과 피해가 그대로 다시 돌아오기 때문이다.

지금까지는 1, 2차 적응대책을 통해 중앙부터 지자체까지 정부 차원의 적응체계가 구축되었다면 이제는 대국민까지 확장된 적응체계를 마련해야 한다. 이는 국가 차원의 적응을 통해 기후변화의 위험을 상당 부분 예방한다 하더라도, 개인 차원의 대비 및 적응이 필요하기 때문이다. 그러나 현재는 개인 차원에서 기후변화 위험 및 적응에 대한 이해와 역량이 미비한 실정이다. 이를 보다 체계화하기 위해서는 기본적으로는 농민, 어민 등 기후변화의 위험에 가장 민감하게 영향을 받는 주요 주체에 대한 현황 파악 및 지원 방안이 필요하며, 정부, 민간, 공공기관, 시민사회, 국민 등 국내 다계층·다부문에서 시행 중인 적응 전반을 아우르는 관리체계 또한 필요하다.

기후변화 적응 패널 구성 및 운영을 통해 가구, 개인의 기후변화 적응 라이프스타일 파악 및 맞춤형 정책개발 노력을 해야 한다. 계층, 직업, 지역, 연령 등에 따른 기후변화 적응행동

을 매년 추적 조사하고 정책에 따른 행동의 변화와 적응정책 수요조사 등을 실시함으로써 개인과 지역, 생애주기를 고려한 기후행동을 유도하고 주요 주체별로 특화된 지원정책, 지침개발 및 적응방안 마련 등이 가능할 것이다.

또한 국내 적응 전반을 아우르는 대국민 서비스 플랫폼 마련이 요구된다. 대한민국 적응 마당(가칭)을 마련함으로써 정부, 민간, 공공기관, 시민사회, 국민 등 국내 다계층·다부문에 서 추진 중인 적응을 아우르는 종합적인 관리체계를 구축할 수 있다. 또한 법적 근거에 기반 하여 정부 및 유관 기관에서 추진 중인 적응은 현황을 대중에 공개하고, 민간 및 시민이 자발적으로 추진 중인 적응은 다양한 제도(예: 인센티브 제도)를 통해 계속 독려하고 그 성과를 기록, 축적, 공유할 수 있다. 나아가 국가 전반의 적응현황을 모니터링하고, 국민과의 쌍방향 소통을 통해 자발적 적응을 독려하는 소통의 장으로 플랫폼을 구성 활용할 수 있다.

### 3) 건의사항 및 기대효과

#### 가) 기대효과

현재까지의 기후변화 적응정책은 국내 적응체계를 마련하는 데 집중되어 왔다. 이제 제1차, 제2차 국가적응대책을 통해 마련된 적응의 정책적 토대를 바탕으로 각계각층에서 적응을 추진할 시기이다.

먼저, 관계 부처 간 통합적 적응추진 및 관리체계 강화를 통해 선택과 집중을 통한 실효성 있는 적응성과를 도출할 수 있을 것이다. 또한 도출된 결과를 차기 정책 수립 과정에 환류하여 효과적인 차기 적응정책 수립에 기여할 것으로 기대하고 있다. 무엇보다 부처 간 소통·협업을 통해 업무 중복성 지양 및 적응업무의 효과가 극대화될 것으로 기대된다. 또한 ‘대한민국 기후변화 적응 종합 관리체계’를 마련하여 국내에서 추진되는 의무적인 적응과 자발적인 적응을 모두 체계적으로 관리하고, 기후변화 적응 관련 부문 및 계층 전반에서 적응을 촉진하는 도구로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

#### 나) 건의사항

여러 부처에서 추진하고 있는 적응을 효율적이고 효과적으로 추진하기 위해서는 관계 부처 적응협의체를 운영하고 산·학·연 전문가 등의 참여를 확대하는 한편, 기후변화 적응

위원회(가칭)를 설립하여 정기적으로 관련 회의를 추진할 것을 건의한다.

‘대한민국 기후변화 적응 종합 관리체계’ 구축을 위해서는 관련 제도 및 예산이 우선적으로 마련되어야 하며, 국내 다계층·다부문의 적응 주체에 맞는 다양한 제도를 마련하기 위하여 적응 관련 제도뿐 아니라 기타 유관 제도(예: 적응을 추진하는 민간 기업에 대한 세제 혜택)의 보완·개선도 함께 고려되어야 한다.

## 아. 지역 기반 적응 인프라 확대 및 기후복지 실현

### 1) 배경 및 필요성

기후영향에 따른 취약지역·계층의 피해 증가 문제를 해결하는 데 있어 기후변화의 실질적 당사자인 지자체의 적응역량 강화 및 인식 향상은 무엇보다도 중요하다. 이러한 맥락에서 UN SDGs 목표 중 하나인 Climate Action(SDG 13)은 기후 리스크 극복을 위해 기후위험으로부터의 적응역량 강화와 기후행동을 강조하고 있다. 기후변화는 우리가 당면한 미래의 주요 이슈이자 도전해야 할 과제로서 미래 핵심기술인 기후변화 대응 기술 발달과 연계한 지역단위 기후변화 적응력을 강화하는 노력이 필요하다. 사회 전반의 기술 개발과 연계하여 기후변화 적응 부문에서도 새로운 기술 및 신산업을 활용·육성하여 기후변화 위기를 기회로 전환하는 것 또한 요구된다.

지역사회가 미래 기후변화에 효과적으로 대응하기 위하여 적응을 기반으로 지역 전체의 회복력(resilience)을 향상하는 동시에 지역의 지속가능성에 기여할 수 있는 특화된 접근과 방법이 요구되는 가운데 실질적인 기후변화의 체감 및 당사자인 지자체를 중심으로 적응 선도사업 모델 발굴 및 실증적용을 통한 성과를 창출하고 이를 기반으로 적응 효과를 증대 및 확산하는 방안을 강구해야 한다.

그러나 심화되는 기후변화 영향에 대한 피해와 수요가 점차 증가되는 상황에서 여전히 폭염, 가뭄 및 홍수 등 극한기후대비 저감기술에 대한 인식과 기술 개발은 미흡한 상태이며, 관련 저감기술 및 제품 등에 대한 표준기준 또는 기술규정 등의 인증제도가 부재하여 관련 산업시장의 육성 및 활성화에 어려움이 따르고 있다. 더불어 이러한 저감기술 및 대책들을 실질적으로 적용하는 지역단위의 경우도 적응의 중요성과 필요성을 공감하면서도 사업으로



인한 효과성과 사후관리 등에 관한 검증·홍보자료가 부재하고, 관련 경험·학습 등이 부족한 관계로 사업을 추진하는 데 있어 어려움을 겪고 있다.

변화하는 기후환경으로 인한 영향과 피해의 강도와 증가는 지역단위에서 더욱 심화될 것으로 예상하는 가운데 기존의 경험과 접근방식으로 해답을 찾는 것에 한계가 있다. 기후 변화로부터 안전하고 살기 좋은 지역사회 구축과 미래의 지속가능성을 제고하기 위하여 기후 변화의 실질적인 핵심 주체이자 당사자인 지방정부, 커뮤니티 및 개인의 적응 노력이 활발히 이루어질 수 있도록 관련 정책과 환경조성을 유도해 나가는 것이 시급한 시점이다. 점차적으로 지역단위에서 활발한 적응활동과 새로운 시도에 대한 접근이 이루어지는 과정 속에서 지역사회 전체의 기후변화 적응력이 향상될 것으로 예측된다.

이를 위해 폭염, 도시열섬, 홍수, 가뭄 등 지역 단위에서 주요하게 발생하는 기후변화 영향으로부터 가장 효과적으로 대응할 수 있는 지역 기반의 적응 선도사업을 추진함으로써 안전한 적응환경 조성을 도모하고 지역사회의 적응확산·촉진 활성화를 위한 토대를 마련하는 것이 필요하다. 또한 기후변화와 관련하여 특히 지역 기반의 기후변화 취약계층에 대한 복지적 차원에서의 지원과 노력이 요구된다. 이러한 배경으로는 우선 고령화와 소득양극화로 인한 사회경제 구조의 변화와 이들의 영향과 피해 증가, 정책 불균형 등으로 요약할 수 있을 것이다.

우리나라는 2018년에 고령화 사회, 2026년에는 초고령사회로 진입할 것으로 예측되기에 노령 인구의 증가에 대비해야 한다. 이러한 인구구조의 급격한 노령화로 기후변화로 인한 건강영향의 규모가 더 커질 것으로 전망된다. 폭염의 영향은 생물학적 취약계층과 밀집도가 높고 냉방기기가 없는 열악한 주거환경에 거주하는 사회·경제적 취약계층에게 매우 큰 위협이다(왕광익 외, 2012, p.29). 한파는 야외에서 일하는 사회빈곤계층의 사람들에게 가장 치명적이다. 한파, 열파 발생의 증가는 에너지 문제를 야기하며, 특히 열악한 주거환경과 기반시설이 미흡한 지역에 거주하는 취약계층에게 미치는 영향은 크다(왕광익 외, 2012, p.30). 풍수해에 취약한 지역에 거주하는 사회·경제적 취약계층의 풍수해 피해 위험 또한 높다. 이들 취약계층이 밀집되어 있는 지역은 극한이상기후에 대처하는 제도적 기반이 마련되어 있지 않고 시설물도 노후되어 있다. 노후 건축물, 반지하 가구 등은 기후변화에 취약하기 때문에 구(久)도시의 저소득층 주거지역에서 시설물 피해가 증가하고 있다. 기후변화로

인한 취약계층이 영유아, 노인과 같은 인구적 특성뿐 아니라 취약지역에 거주하는 거주민으로 확대되고 있다

이처럼 기후변화의 가장 직접적인 영향을 받는 취약계층의 손실은 크게 증가하고 있지만, 이들의 상황을 파악하거나 의사를 반영할 수 있는 체계는 미흡하여 취약지역이나 취약계층의 피해 실상을 파악하기가 어렵다. 기후변화 적응대책의 선택 및 이행에 있어 주요 시설, 주요 지역 중심으로, 또는 강력하게 요구하는 계층 중심으로 이루어져 정책 실천에 있어 불평등이 발생하기도 한다. 따라서 대피나 대비가 어려운 취약계층의 니즈를 파악하고, 이를 반영한 맞춤형 정책의 선택 및 이행이 필요하다.

## 2) 주요 정책내용

### 가) 지역단위 기후변화 적응 선도사업 추진 및 적응시장 확대

기후변화에 안전한 지역사회 구축 및 지역발전을 견인할 수 있는 성과·효과 창출 기반의 ‘지자체 기후변화 적응 선도사업’ 추진을 통하여 지역사회의 적응 활성화를 촉진하고 효과를 증대시키는 것이 필요하다.

지역 유형/영향별 특성 및 취약여건 등에 부합하고 효과적인 저감기술·기법과 융합한 선도사업 모델 발굴 및 실증화(컨설팅, 모니터링 등) 과정을 통하여 사업으로 인한 효과 등을 진단·검증하고, 그 결과를 지역에 제공함으로써 사업 적용의 활용도를 제고할 수 있다. 모델 유형은 도시열섬, 폭염, 가뭄 및 대기오염(미세먼지 등) 등 지역단위에서 주요하게 발생하는 기후변화 영향을 단계적으로 고려하고, 지역단위 취약 특성·여건 등의 피해 완화에 효과를 줄 수 있는 공공의 적응표준 모델을 지속적으로 구축 및 확산해야 한다. 이와 관련하여 선도사업 모델에 적용될 수 있는 관련 기술 및 기법으로는 해외 선진국에서 기후변화 완화 및 적응수단으로 상용되고 있는 도시열섬 완화를 위한 쿨 루프, 쿨 페이브먼트, 벽면녹화 등과 저영향개발(LID: Low Impact Development) 및 그린인프라(Green infrastructure) 등이 국내 적용방안으로 검토·고려될 수 있다.

지자체 기후변화 적응 선도사업회를 통한 지역사회 전체의 적응 활성화를 도모함으로써 냉난방에너지 및 온실가스 저감, 폭염 및 도시열섬 완화, 물 순환·이용의 효율 증대, 기후변화 취약

지역 및 계층의 환경개선 등에 효과를 주며 이와 같은 적응사업의 확대 조성은 관련 산업 육성, 시장 활성화 및 일자리(전문인력 양성 등) 창출, 관련 연구·기술·제품 등의 개발 등을 유발하게 됨으로써 기후변화로부터 안전환 적응환경 조성과 적응시장의 확대에 기여할 수 있다.

#### 나) 기후변화 취약지역 및 취약계층 지원을 통한 기후복지 실현

기후변화 취약지역과 취약계층을 대상으로 한 주거환경 개선사업 확대 및 에너지 빈곤층을 대상으로 한 에너지효율 개선사업 등의 지원 대책을 추진할 필요가 있다. 도시지역 재해 취약지를 대상으로 사전 기후변화 위험 방지를 위한 토지이용 규제, 정비사업 등 다양한 예방대책의 수립·시행과 홍수위험지도, 산사태위험지도 등 취약지역 대상의 지도 제작을 통해 도시계획 및 도시개발 계획 시 활용될 수 있다.

첫 번째 방안으로 기후변화 취약계층을 위한 주거환경 개선사업을 확대할 것을 제안한다. 2010년 1월부터 시행된 ‘사회취약계층 자가주택 개보수사업’은 사회취약계층이 소유하고 있는 노후화된 주택 개보수사업을 통한 주거안정과 경제활성화를 도모할 목적으로 LH공사에서 시행해오고 있다(왕광익 외, 2012, pp.46-47). 구체적으로는 가구당 지원 금액은 600만 원이고 지붕, 벽체, 화장실, 싱크대 등을 보수, 수리, 교체해 주는 사업이다(왕광익 외, 2012, p.47). LH에서 직접 추진하는 ‘주거취약계층 주거지원사업’은 쪽방이나 비닐하우스 등 최저주거기준에 미달되는 열악한 환경에서 생활하는 취약계층에게 저렴한 임대주택을 지원하여 주거안정과 자활 기반 지원 및 주거 상향 이동을 도모한다(왕광익 외, 2012, p.49). 이러한 취약계층을 위한 주거환경 개선사업 시 기후변화 영향을 고려하여 주택 단열성과 지붕 개선 등도 필요하다. 또한 기존의 LH 사업과는 별도로 기후변화 취약계층을 위한 주거환경 개선지원사업, 기후변화 취약지역 개선사업 등을 마련할 필요가 있다.

두 번째는 살기 좋고 레질리언스(resilience)가 높은 삶의 환경 조성을 위해 재난 대응 전략의 다각화, 다기능화, 친환경화 유도가 필요하다. 기존의 방재전략들은 주로 시설, 구조물 중심의 단일 방재전략으로 구성되었다. 시설 중심의 방재전략뿐 아니라 지역 전체의 레질리언스 향상을 위해 다양한 전략을 도입, 활용해야 한다. 가령 그린인프라(Green Infrastructure)와 같이 홍수, 대기오염, 열섬 등 다양한 재난 대응에 활용될 수 있을 뿐 아니라 살기 좋은 도시환경 조성에도 도움이 되는 기법을 폭넓게 활용할 필요가 있다. 이러한 맥락에서 향후

더욱 활발해질 것으로 예상되는 도시재생사업에 있어서도 기후변화 적응 계획 및 설계요소 등을 적극적으로 도입하여 환경-사회-경제적 도시 개선을 위한 노력을 강화해야 한다. 특히 신규 개발, 정비사업 혹은 도시재생사업을 추진함에 있어 홍수, 침수뿐 아니라 열섬이나 대기오염 저감에도 효과가 있으며 도시환경 개선에도 탁월한 다기능 기법인 저영향개발(LID), 그린인프라(Green Infrastructure) 기법의 도입이 요구된다. 또한 신규 도시개발사업뿐 아니라 도시정비사업, 도시재생사업에 저영향개발, 그린인프라가 적극 도입될 수 있도록 도시계획 관련 법규의 개선 및 지자체 조례 도입 등이 필요하며, 확대 적용될 수 있는 인센티브 제도, 인식 확산 노력도 병행되어야 한다.

한편 기후변화 적응은 여러 측면에서 접근이 필요한 복합적인 분야이기 때문에 지리학적 기후변화 취약지역, 사회경제적 취약집단, 기후변화의 의사소통에서 배제된 집단 등 다각도로 접근하여 취약계층을 분류할 수 있어야 한다. 이를 위한 방안으로 건강, 주거환경, 교통 등 각기 다른 부처, 지자체에서 다루고 있는 정보를 취합하여 종합적으로 취약계층의 행동양식을 파악하고, 정의된 개념을 기반으로 취약집단, 취약지역에 대한 제대로 된 DB 구축을 통한 취약계층의 기후변화 취약성 및 회복력 모니터링 시스템 구축이 요구된다. 이를 통해 기후변화 취약계층의 주거 환경 실태, 이용 시설물의 현황 등을 파악하여 기후변화에 노출된 정도와 취약성 그리고 취약계층의 주거, 생활, 교통 등의 생활환경 속 시설들이 재해재난 및 극한이상기후에 얼마나 회복력이 있는지 미연에 측정, 관리될 수 있어야 한다. 따라서 취약계층의 취약성, 회복력에 대한 지속적인 모니터링이 가능한 시스템이 구축되어 취약계층의 취약성, 회복력 모니터링 결과를 기반으로 맞춤형 정책과 연계될 필요가 있다.

또한 기후변화 취약계층 사회안전망 구축이 요구된다. 기후변화의 심화로 취약계층에 인적, 심리적, 경제적 피해가 발생하지 않도록 국가적, 제도적 차원에서 지원하는 장치인 기후변화 취약계층 사회안전망 구축이 필요하다. 기후복지의 개념을 정착시켜 복지 차원에서 취약계층을 배려해야 한다. 취약계층, 취약지역의 각종 자료 및 정보를 통합하여 문제를 진단 평가하고, 여기서 나타나는 문제 해결을 위한 정책 방안이 연계되어야 한다. 기후변화 활동가와 복지 관련 활동가를 동시에 활용하여 기후변화 취약계층 취약성 진단 컨설팅 및 방문서비스 실시로 능동적인 기후변화 적응 방법을 전달하고, 기후변화 적응 부문 관리자 교육 실시로 기후복지 실천 분위기를 조성하는 것이 요구된다. 기후 취약계층 적응 요령

전파 및 데이터 관리(독거노인 등 고위험 기후취약계층 대상)도 병행되어야 할 것이다.

마지막으로 기후변화 취약계층인 에너지 빈곤층을 위한 지원 대책 마련이 요구된다. 기후변화로 인한 온도 상승, 폭염, 한파, 폭설 등의 이상기상은 에너지 빈곤층에게는 상대적 피해와 영향이 크다. 저소득계층은 상대적으로 비싼 등유를 이용하는 가구 비율이 높은 반면 고소득계층은 도시가스 및 열에너지(지역난방)를 이용하는 비율이 높다. 에너지 빈곤층의 경우, 에너지 접근성은 지역 차원의 기후변화 취약성에 그리고 에너지 비용 지출 비율은 개인의 경제적 취약성에 포함되는 개념이다(왕광익 외, 2012, p.40). 현재 법적 지원은 국민기초생활수급권자 및 차상위계층에게 한시적으로 지원하는 난방연료 및 전기요금 긴급지원사업이 있다(왕광익 외, 2012, p.41). 정책적 지원은 주택용 누진요금제도, 주택 복지할인 요금제도, 단전유예 프로그램, 동절기 연탄쿠폰 지원 등의 지원제도가 있다. 이외에도 주택의 에너지 효율 개선을 목적으로 지식경제부가 한국에너지재단에 위탁하여 운영하고 있는 저소득층 에너지효율개선사업<sup>20)</sup>이 있다(왕광익 외, 2012, p.41). 현재 실행 중인 현물이나 금전 중심의 직접 지원 방식을 확대하는 동시에 형평성을 위해 포괄보조금, 지역사회 지원 등 다양한 지원방안을 마련할 필요가 있다.

### 3) 건의사항 및 기대효과

#### 가) 건의사항

기후변화 적응 지역단위 선도사업 및 적응기술 적용을 위한 모델 발굴이 선제되어야 하며, 기후변화 적응기술 테스트베드 사업 기관 공동 추진이 이루어져야 할 것이다. 또한 취약지역 및 계층의 기후복지 확보를 위한 기후행동과제 발굴도 병행되어야 할 것이다.

#### 나) 기대효과

기후변화 적응 선도사업 모델의 성과확산을 통해 지역의 적응활동 촉진과 기회 창출 등의 파급효과가 발생할 것이다. 더불어 지역단위 기후변화 적응사업 실증기반을 통한 관련 연

20) 저소득층 에너지효율개선사업: 단열·창호공사와 고효율 기기 지원을 통한 에너지효율개선으로 저소득층의 에너지 구입비용을 줄여줌으로써 에너지 빈곤층을 해소하고자 하는 목적으로 추진되며, 주요 내용은 크게 난방효율 제고를 위한 주택 개보수, 난방물품 지원 두 가지가 있음.

구·제품·기술 등의 개발 확대와 관련 산업 육성은 일자리 창출에 기여할 것으로 예상되며 나아가 경제적 활성화 도모에 기여할 것으로 기대된다.

## 자. 기후변화 적응 국제협력 및 기후적응 적정기술 해외 진출 기반 확대

### 1) 배경 및 필요성

2015년 15월 UNFCCC 당사국총회에서 파리협정이 체결되고, 그 이듬해 바로 발효되면서 교토의정서에 뒤 이은 전 지구 단위의 기후변화 대응 체제가 마련되었다. 감축에 초점을 맞춘 교토의정서와는 달리 파리협정은 적응을 감축에 상응하는 수준으로 격상시켰으며, 각 국가에 적극적으로 적응행동을 할 것을 촉구하고 있다. UNFCCC는 적응 관련 조항(제7조)을 통해 국가단위로 적응계획을 수립·이행하며 적응 관련 국제협력을 촉진하고, 각 국의 적응현황을 UNFCCC에 보고할 것을 요청하고 있다.

또한 하향식이었던 교토의정서에 비해 상향식 체계를 취하고 있는 파리협정은 각국이 스스로 정하여 제출한 각국의 국가별 기여방안(NDC: Nationally Determined Contribution)을 달성함으로써 전 지구적 기후변화 대응에 기여하도록 설계되었다. 전 세계 85% 이상의 국가는 NDC에 적응 부문을 공식적으로 포함하여 제출하였으므로, 전 세계적으로 적응활동이 활발하게 추진될 것으로 기대된다.

우리나라는 국가단위 적응계획의 수립 및 이행 경험을 풍부하게 보유하고 있는 국가 중 하나로서 제1차, 제2차 국가적응대책 수립·이행을 통해 축적된 지식과 노하우를 다른 국가에 확산·전파할 필요가 있다. 이는 우리나라의 위상 제고에 도움이 될 뿐 아니라 향후 확대될 국제 적응시장에서 이니셔티브를 확보하고, 적응 관련 산업 및 인력의 해외 진출 기회 마련에도 크게 기여할 것으로 보인다.

국제사회에서 개도국을 대상으로 기후변화 적응계획 수립의 중요성을 강조하고, 선진국의 기술 및 재정적 지원의 확대를 권고하고 있다. 신기후체제(파리협정)에서는 온실가스 감축과 기후변화 적응에 대한 투자 및 재정 지원의 균형을 강조하였으며, 최빈국을 포함한 개발도상국의 국가 기후변화 적응계획(NAP: National Adaptation Plan) 수립을 권고하고 있다(황인창 외, 2016, p.3). 또한 선진국들에게는 개발도상국의 기후변화 적응을 돕기

위한 재정투자 및 기술지원을 독려하고 있다(황인창 외, 2016). 재원투입, 기술이전, 개도국의 NAP 수립지원 등 다양한 방식으로 국가기여목표(NDC) 이행을 위한 국가정부 및 지방정부간의 지원 및 협력이 요구된다.

## 2) 주요 정책내용

### 가) 대한민국의 ‘국제 기후변화 적응 지원 파트너십’ 마련

기후변화 적응 관련 개도국의 수요는 현재도 매우 높은 수준이며 앞으로는 더욱 커질 예정이다. 파리협정을 통한 적응의 확대뿐 아니라 대다수 개도국의 경제가 기후변화에 민감한 1차 산업에 의존하고 있어 지속가능한 경제발전을 위해서라도 기후변화 적응이 필수적인 상황이다.

이러한 개도국을 지원하기 위해 ‘국제 기후변화 적응 지원 파트너십’ 마련이 필요하다. 기존의 적응 국제협력은 다양한 부처 및 기관에서 독립적으로 진행되어 왔으며, 일회성의 사업 중심으로 추진되어 온 것이 현실이다. 파리협정을 통해 구축되는 신기후체제에서는 기후변화 적응의 역할이 강화되는 만큼 종합적이고 체계적인 지원체계 마련이 시급하다.

국제 기후변화 적응 지원 파트너십은 기후변화 적응이 시급한 개도국에 적응정책 수립부터 모니터링 및 평가까지 정책 주기 전반에 이르는 지원을 제공함으로써 지원의 효율·효과를 높이고, 적응 국제협력을 통한 긍정적 부가효과를 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

#### [국제 기후변화 적응 지원 파트너십 체계(안)]

- 1단계: 기후변화 적응 인식 제고 및 역량강화
- 2단계: 기후변화 적응정책 수립
- 3단계: 기후변화 적응정책 이행 지원(\*해당 국가의 NDC 적응 부문과 연계하여 기후변화 적응정책 및 NDC가 함께 이행될 수 있도록 설계)
- 4단계: 기후변화 적응정책 모니터링 및 평가체계 구축 지원

### 나) 기후적응 적정기술의 해외시장 진출 인프라 확보

기후기술 적응 효과성 극대화 및 해외 적응 시장 진출 기반 확보를 위해 개도국 지역단위의 기후적응거점센터 활성화 전략이 요구된다. 개도국 적응산업 진출을 위해서는 진출국의

기후변화 적응 수요를 파악하고, 이를 충족시킬 수 있는 적응기술을 적재적소에 공급하는 것이 중요하다. 따라서 최첨단의 신기술에 치중하기보다는 우리나라에서는 가용 가치가 낮지만 개도국에서는 실용적으로 사용할 수 있는 적정기술을 파악하고 해당 기술을 보유하고 있는 국내 기업의 수출이 확대될 수 있도록 정부 차원에서 해외 진출을 지원해야 한다.

해외시장 진출에 따른 지속가능한 발전 효과를 제고하기 위해서는 기존의 기술 보유국이 진출국에게 일방적으로 기술을 수출하고 보급하는 일방적인 파트너십에서 벗어나 현지 특성을 고려한 효과성 높은 기술 보급이 가능할 수 있어야 한다. 따라서 해외진출 시 핵심 요소는 현지 시장정보 및 기술 현지화이다. 이를 위해 중점 협력국을 중심으로 현지 기후적응센터 설립 및 운영 활성화를 통해 적응기술의 해외시장 진출에 따른 지속가능한 발전 효과를 높일 수 있다.

현재 미래창조과학부 개도국 과학기술지원사업의 일환으로 캄보디아, 라오스 등 개도국에 '적정과학기술거점센터'가 설립되어 있으므로, 이와 연계한 지역단위 거점센터의 기후대응 활성화 전략이 요구된다. 우선적으로 대상 지역의 기후변화 취약성을 고려한 적응 수요, 중점 협력국, 정부 간 네트워크를 고려하여 지역별 기후적응거점센터의 연계운영 전략을 구축하고, 필요시 센터 확대 또는 센터 간 협력 체계를 구축한다. 현지 정부, 연구기관, 학계 등과 연계하여 협력 유망 적정기술 분야 중심의 기후변화 적응 지원사업을 추진하고, 국제 재원을 활용한 국제협력 사업을 추진할 수 있도록 지역별 특성을 고려하여 기후적응거점센터 활성화 정책을 수립해야 할 것이다.

### 3) 건의사항 및 기대효과

#### 가) 건의사항

효율·효과적인 국제 기후변화 적응 지원 파트너십 구축을 위해서는, 현재 다부처에서 실시 중인 적응 관련 국제협력의 연계 및 협력을 위한 제도적 기반 마련이 우선되어야 할 것으로 보인다.

또한 기후적응 적정기술의 해외시장 진출 인프라 확보를 위해서는 우선적으로 부처별 실무자, 관련 전문가, 산업계, 관계 공공기관(한국환경산업기술원, KOTRA, KOICA, 수출입은행) 등이 참여하는 '기후변화 적응기술 지원 협의체'를 확대 구성하고, 지역 기반 거점



센터 현황 파악 및 적응 수요를 고려한 우선 중점 활성화 대상(센터)을 선정하는 것에 추가해 개도국 정부와의 협력 관계 및 네트워크 확대 등을 통한 지원이 필요한 것으로 보인다.

#### 나) 기대효과

국제 기후변화 적응 지원 파트너십 마련을 통해 다부처·기관에서 일회성으로 추진되어 오던 적응 국제협력을 중장기적 비전을 가지고 체계적으로 수행함으로써 지원의 효율·효과를 높일 수 있을 것으로 보인다. 또한 부처 간 소통·협업을 통한 업무의 중복성을 지양하고 업무의 효과성을 극대화할 수 있으며, 무엇보다 장기적이고 체계적인 지원을 통해 해외 신시장 개척 및 국제 일자리 창출 등 국제협력을 통한 긍정적인 부가효과도 도출할 수 있을 것으로 보인다.

## 2. 환경보건

### 가. 복합재난 대비 산업단지 안전 및 폐기물 관리

#### 1) 배경 및 필요성

전 세계적으로 재난의 발생 빈도 및 규모가 증가할 뿐만 아니라 유형의 복합화 현상이 나타나고 있다. 이러한 복합재난(NATECH: Natural Hazard Triggering Technological Disaster)은 자연재해(극한 이상기온, 홍수, 지진 등)로 인해 기술재난(화학사고 등)이 발생하는 것으로 정의되며, 연쇄적 또는 동시다발적으로 발생하는 것이 특징으로 그 파급력이 크다(오윤경, 2013, p.13).



자료: 오윤경(2013), p.14.

〈그림 2-5〉 NATECH의 개념

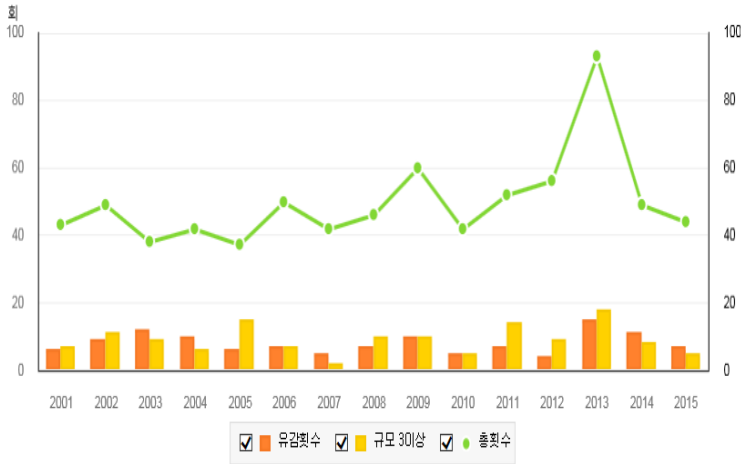
국외에서 발생한 복합재난의 대표적인 예는 동일본대지진으로 인한 후쿠시마 원자력발전소 및 정유시설의 사고를 들 수 있다. 2011년 동일본 지역에서 규모 9.0의 대지진과 지진해일이 발생하였고, 이로 인해 후쿠시마 원자력발전소의 핵연료봉이 대기 중으로 누출되는 큰 사고로 이어졌다. 이 밖에도 홍수로 인한 정유공장의 화재와 허리케인 카트리나로 인한 피해도 복합재난의 사례로 볼 수 있다.

〈표 2-3〉 국외 주요 NATECH 사례

일시	자연재해 유형	복합재난 사례
1999.8.17	지진	터키 지진으로 인한 정유공장 화재
2002.11.25	홍수	모로코의 홍수로 인한 정유공장 화재
2005.8.24	허리케인	미국 허리케인 카트리나
2007.7.1	홍수	미국에서 범람으로 인한 원유유출 사고
2011.3.11	지진	일본 후쿠시마 원전사고

자료: 저자 작성.

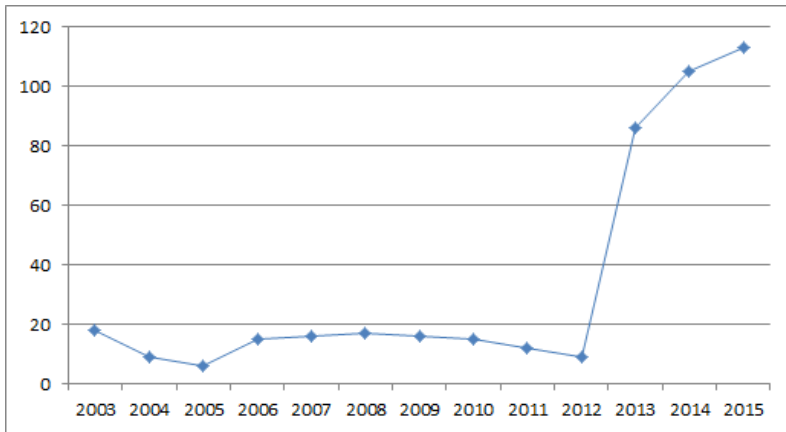
최근 우리나라에서도 지진, 홍수 등의 자연재해가 빈번하게 발생하고 있으며, 그 규모도 점차 커지고 있다(그림 2-6 참조).



자료: 통계청 e-나라지표, “지진 발생 빈도”, 검색일: 2017.6.9.

〈그림 2-6〉 국내 지진 발생 횟수

또한 2012년 이후 화학사고가 연이어 발생하는 등 증가 추세를 보이고 있다(그림 2-7 참조).

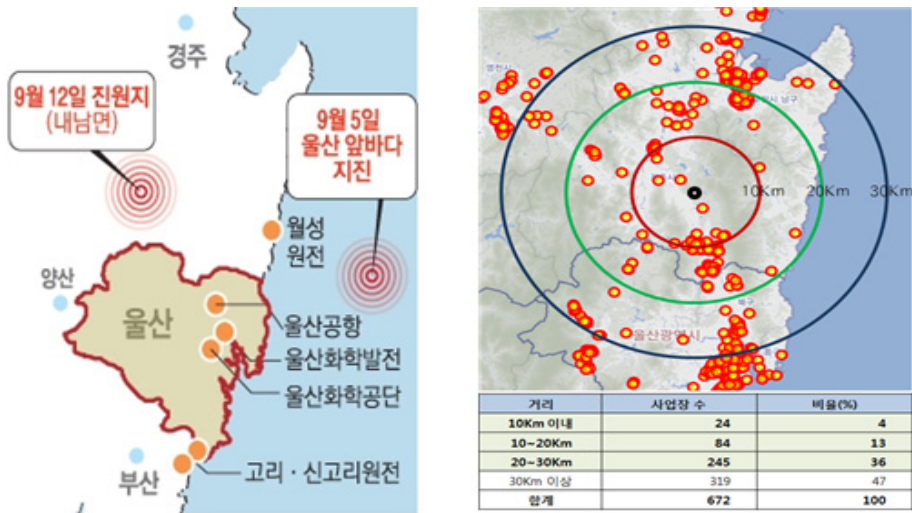


자료: 화학물질안전원, “화학물질안전관리정보시스템”, 검색일: 2017.6.9.

〈그림 2-7〉 국내 화학사고 발생 횟수

2016년 9월 12일 경주에서는 규모 5.8의 지진이 발생하여 현재까지 총 23명의 부상자와 총 9,368건의 물적 피해가 발생하였고 피해액은 약 110억 원을 넘었으며, 현재까지도 여진이 지속되고 있다. 최근 지진이 발생한 경주 및 울산 등 인근 지역에는 원자력발전소뿐 아니라 대규모 화학공단, 일반 화학시설 및 폐기물다량배출업종(제조업 등)이 산재되어 있다. 경주 인근 사고대비물질 취급 사업장은 총 672개이며 이 중 53%인 353개가 9월 12일 경주 지진 발생 지점에서 30km 이내에 분포한다(그림 2-8 참조).

이처럼 복합재난의 위험 가능성이 커지고 있으나, 우리나라는 자연재난과 기술재난(산업 시설)이 구분되어 별도의 법으로 관리되어 왔기 때문에 복합재난에 대한 산업단지 관리방안이 마련되어 있지 않다. 그러나 복합재난은 연쇄적, 동시다발적으로 발생하기 때문에 효과적인 관리를 위해서는 자연재난과 사회재난을 연계한 방안이 필요하다.



자료: 박정규, 간순영(2016), p.6.

〈그림 2-8〉 경주 지진 발생 인근 지역의 원자력발전소 위치(왼쪽) 및 사고대비물질 취급 사업장 분포(오른쪽)

외국의 경우 복합재난에 대한 연구 및 정책개발 등 복합재난에 대한 논의가 꾸준히 이뤄지고 있고 일본 등에서는 산업단지에 대한 구체적인 관리방안을 제시하고 있다. OECD에서

는 복합재난에 대한 워크숍을 지속적으로 개최하여, 기술재난관리에 자연재난을 반영하려는 노력을 해오고 있으며 예방 및 관리, 기후변화와 복합재난, 사후책임관계, 국제 협조 등 다양한 주제에 걸쳐 쟁점을 제시하였다. 미국은 복합재난에 대하여 종합적이고 구조적인 접근을 추구하고 있으며, 이를 위한 수단으로 연방정부와 지방정부의 협조 강화, 복합재난 대응시스템, DB 구축 체계화 등을 수행하고 있다. 지진 위험이 큰 일본의 경우 지진으로 인한 산업단지 관리 강화를 위해 방화벽, 탱크고정 등 예방 인프라를 구축·강화하고 있다.

각종 화학물질 및 폐기물다량배출 업종이 집적된 산업단지의 경우 자연재난과 사회재난이 연계된 대규모 복합적 연쇄재난에 대한 구조적 취약성이 증가한다. 이에 따라 대형 복합재난은 발생 빈도는 낮으나 발생 시 막대한 인적·물적 피해를 발생시키는바, 사전예측에 따른 피해 확산 차단이 중요하다.

이에 따라 개별재난이 대형 복합재난으로 확산되는 것을 차단하기 위해서는 복합재난 유형의 물리적 피해 확산을 과학적으로 예측할 수 있는 시뮬레이션 기술 개발이 필요할 것이다. 또한 복합재난 발생에 대비할 수 있도록 산업단지 환경안전 및 단기에 다량 발생하는 폐기물 관리를 위한 효과적인 방안의 도출이 필요하다.

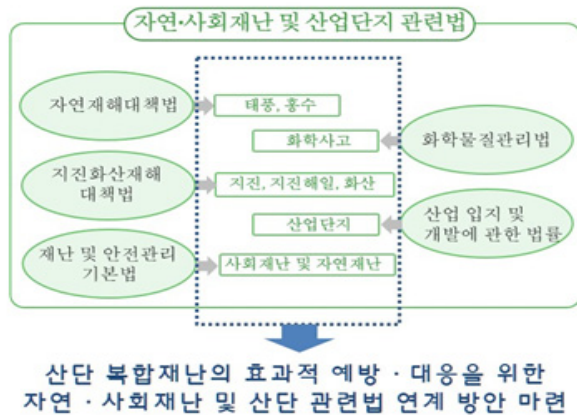
## 2) 주요 정책내용

복합재난으로 인한 산업단지 안전관리를 위해서는 다음과 같은 정책을 우선적으로 추진할 필요가 있다.

첫째, 산업단지 안전관리 정책 및 법령의 개선방안이 마련되어야 한다. 부처별로 산재되어 있는 산업단지 복합재난 관련 법령의 개정 및 제도 보완이 필요하다. 현재 「자연재해대책법」은 태풍, 홍수 등 자연재난에 대하여 예방·복구 및 관리에 필요한 사항을 규정하고 있다. 「지진·화산재해대책법」에서는 지진, 지진해일, 화산활동에 대한 관측, 예방, 대비, 대응, 내진대책 등을 규정하고 있으며, 「재난 및 안전관리 기본법」은 각종 재난(사회 및 자연재난) 안전관리에 필요한 사항을 규정하고 있다. 화학사고에 대한 위험성은 「화학물질관리법」에서 평가하도록 되어 있으며, 「산업단지 및 개발에 관한 법률」에서는 전략환경영향평가, 환경영향평가 및 사전재해영향성검토 등을 통해 산업단지로 인한 환경 관련 영향을 고려하고 있다. 즉, 재난 유형별로 각 법규에서 안전관리에 필요한 사항을 규정하고 있을 뿐 자연재난

과 사회재난을 연계하여 복합재난을 예방, 대응, 대비하기 위한 조항은 없는 실정이다.

국외의 경우 일본에서는 방재기본계획에서 재난 상황별로 복합재해에 대한 대응을 간략하게 정의하고 있다. 해당 계획은 지진 및 풍수해 등에 대한 응급대책 부문에서 복합재해 방지활동에 대한 내용을 다루고 있다. 이러한 복합재해 방지활동은 복합재난 발생 시 체제로 대체하고 있으며 이는 부처 간 협업의 중요성을 강조한다. 즉, 복합재해 발생 시 복수의 대책본부를 설치하여 중복 요원 조정 및 상호 정보 수집·연락·조정 인력 파견, 회의 공동 개최 등을 위한 방안을 모색한다. 지자체인 쿠키시의 지역방재계획은 총칙, 풍수해 편, 사고 재해대책 편, 지진대책 편, 광역응원 편과 함께 복합재해대책 편을 별도의 장으로 포함하고 있다. 복합재해 편은 복합재해 발생 예측 및 시설, 대피 등의 대책과 관련된 내용을 기술하고 있다(정지범 외, 2015, p.64).



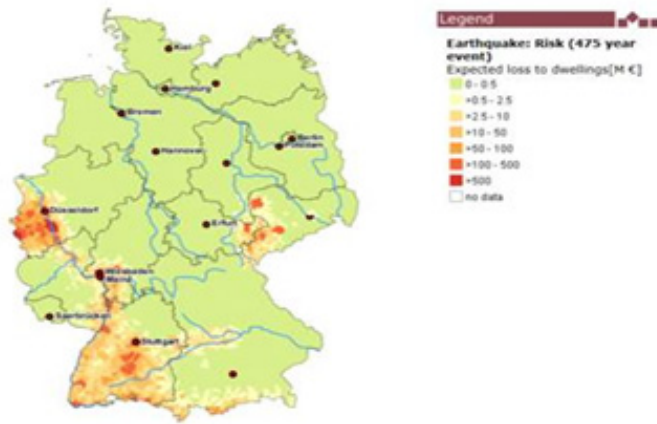
자료: 저자 작성.

〈그림 2-9〉 복합재난 예방 및 대응을 위한 자연재난과 사회재난의 연계 관리방안 마련

둘째, 효과적인 산업단지 복합재난 예방·대응을 위한 협력적 거버넌스 구축 및 컨트롤타워 기능의 강화가 필요하다. 먼저, 각종 재난 및 산업단지 관리 유관 조직 및 협력 체계 정비 방안을 마련하여야 한다. 국내 국민안전처 특수재난실 및 화학물질안전원 등의 관련 조직과 미국 연방재난관리청, 프랑스 RRF(Rapid Reflection Force) 등의 역할 및 조직체계 등에 대한 비교·분석을 통해 보완사항을 도출한다. 다음으로 산업단지 복합재난 특성을 반영한

재난 대비 매뉴얼 검토 및 개정 방안을 마련할 필요가 있다. 국내의 경우 관련 매뉴얼에서 대형 복합재난에 관한 내용은 상대적으로 미흡하다(정지범 외, 2015, p.69). 다양한 재난에 대해 관리를 맡고 있는 개별 부처별로 매뉴얼이 수립되어 상호 연계가 충분하지 못하다(정지범 외, 2015, p.69). 대형 재난 발생 시 대규모 대피 또는 인명피해 발생에 대비한 대규모 수색, 구조 및 기반시설 보호 등을 위한 내용이 미흡한 편이다(정지범 외, 2015, p.69).

셋째, 위험평가 모델을 토대로 한 산업단지 복합재난 진단 및 예측을 통한 관리 기반 마련이 중요하다. 국내의 피해예측시스템(홍수피해시스템, 지진재해대응시스템)과 EU의 RAPID-N, 미국 연방재난관리청의 HAZUS-MH, UNEP의 Flash Environmental Assessment Tool(FEAT) 및 독일의 위해지도 등을 분석하여 복합재난에 적합한 시스템의 특성을 도출할 필요가 있다.



자료: CEDIM, "Center for Disaster Management and Risk Reduction", 검색일: 2017.6.9.

〈그림 2-10〉 독일의 지진에 대한 위해지도

우선 시나리오 기반 위험평가 모델 개발을 통해 산업단지 복합재난 발생 가능성을 진단하고 위험지역을 도출해야 한다. 독일에서는 자연재해 위험예방 및 산업단지에서의 화학사고 방지를 위한 규제사항을 마련하여 이를 토대로 위해지도 개발, 정보시스템 구축, 경보시스템 설치, 위험구역 설정 등을 수행하고 있다. 다음으로 시나리오 기반의 재난모형 간 피해

추정을 위한 산업단지 업종별 폐기물 성상별 발생량 예측이 필요하다. 이와 함께 복합재난의 유형화 및 이에 따른 폐기물 처리 연계시설 DB의 구축이 중요할 것이다. 이와 같은 대형 복합재난의 시나리오를 구성하는 자연·사회재난 유형의 범위는 『제2차 재난 및 안전관리기술개발 종합계획(2013~2017)』에서 정의하고 있는 37종의 재난유형(자연재난 20종, 사회재난 17종)과 재난 유형 간 상호연계 혹은 이로 인해 파생될 수 있는 모든 재난을 포함한다.

넷째, 국내 복합재난에 대한 산업단지 안전 및 폐기물 관리를 위한 로드맵을 마련해야 한다. 이를 위해 범정부 차원의 산업단지 복합재난 안전관리를 위한 중장기 종합대책 및 부처별·지자체별 세부 이행계획의 수립이 필요하다. 또한 복합재난 폐기물 관리를 위한 처리기반 유형별 매뉴얼을 개발해야 할 것이다.

### 3) 건의사항 및 기대효과

단기적 목표로 우선 수행해야 할 사항을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 국내 복합재난 발생 가능성 진단 및 우선 관리 대상 지역 선정을 위해 자연재난 빈발 지역 및 산업단지 현황 분석 등 기초조사가 선행되어야 할 것이다. 이를 통해 복합재난 발생 가능성이 있는 산업단지 후보군을 도출하고 우선적으로 관련 현황을 점검할 필요가 있다. 자연재난 빈발 지역의 경우 기존의 전국 재해위험지구 현황 관련 자료에서 침수, 붕괴, 유실, 취약방재 시설물, 해일, 고립 위험 등에 해당하는 지역을 위험지구로 선정한 바 있다. 이와 같은 자연재난 빈발 지역과 산업단지 입지를 고려하여 복합재난 가능성을 판단할 수 있을 것이다.



〈표 2-4〉 전국 재해위험지구 현황 예시

시·도	재해위험 지구개수	유형						추진상황	
		침수 위험	붕괴 위험	유실 위험	취약방재 시설물	해일 위험	고립 위험	미착수	정비 중
서울특별시	10	7	3					7	3
부산광역시	8	7	1					1	7
대구광역시	4	2	2					1	3
인천광역시	1			1					1
광주광역시	5	4			1				5
울산광역시	5	1	1		3			3	2
세종특별자치시	4	4						3	1
경기도	17	10	4	1	2			7	10
강원도	76	26	33	7	3	2	5	52	24
충청북도	34	21	6	5	1		1	17	17
충청남도	34	28	1	5				17	17
전라북도	97	57	28	8			4	41	56
전라남도	96	52	17	22	2	3		43	53
경상북도	119	62	12	43	9	1	3	80	39
경상남도	79	53	15	3	3	4	1	45	34
제주특별시	28	23	5					12	16
총 개수	617	357	128	84	24	10	14	329	288

자료: 국가재난정보센터(<http://www.safekorea.go.kr>): 조광우 외(2013), p.41에서 재인용.

둘째, 산업단지 복합재난 예방 및 대응 관련 국내 법·제도와 유관 부처 현황 분석을 통한 문제점을 진단할 필요가 있다. 이를 통해 현행 관련 제도의 개선사항 및 유관 부처별 조직 정비사항을 도출하고 추진계획을 수립하여야 한다.

셋째, 주요 산업단지 내에서 발생하는 사업장 폐기물의 종류 및 발생·처리현황에 대한 통계자료를 확보해야 한다. 이를 토대로 복합재난 시 위험도가 높은 우선순위 관리 폐기물 선정을 위한 기초 분석이 가능할 것이다.

마지막으로 복합재난 폐기물의 원단위 발생량 예측기법에 대한 연구가 필요하다. 현재 과거 피해 자료를 바탕으로 재난 폐기물 발생량을 산정하도록 권고하고 있으며, 기존 자료가 부재할 경우 침수건물 1동당 폐기물 발생량 원단위(1~1.7톤)를 사용하도록 하고 있다. 하지만 실제 재난 폐기물 발생량과 기존 원단위에 따른 발생량 예측값 간에 차이가 크고

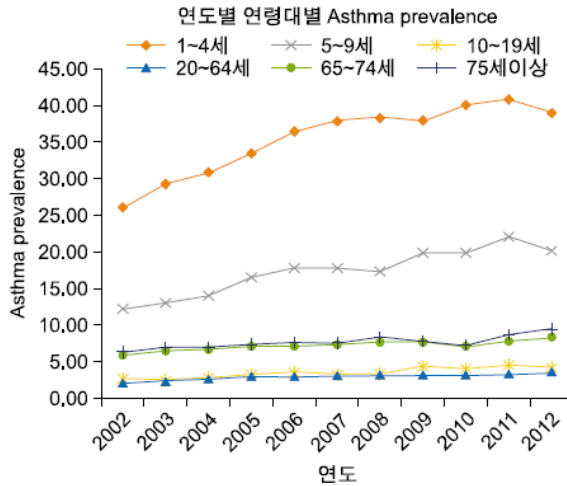
산업단지 내 재난 폐기물 발생에 관한 기존 통계자료는 거의 전무해 새로운 발생량 예측기법이 요구되고 있는 상황이다.

## 나. 환경유해인자에 취약한 민감·취약집단 보호

### 1) 배경 및 필요성

환경유해인자에 의한 건강 피해는 영유아와 고령자 그리고 임산부 등 생물학적 민감·취약집단과 경제적 약자 등 사회적 취약집단에서 더 극명하게 나타난다. 따라서 전 세계적으로 민감·취약집단에 대한 특별관리가 환경정책의 핵심 어젠다로 대두되고 있다. 일례로 세계보건기구(WHO)에서도 2016 보고서를 통해 5세 이하 및 50세 이상의 영유아와 고령자, 만성질환자 그리고 사회·경제적 지위가 낮은 취약계층의 건강이 환경에 의해 가장 크게 영향을 받음을 명시하였다(Prüss-Ustün et al., 2016, p.4). 이에 따라 WHO와 EU에서는 민감·취약집단에 대한 특별 관리 가이드를 마련하여 시행 중이며, 미국에서도 대통령 행정 명령을 통하여 민감·취약집단의 보호를 제도화하고 환경유해인자에 의한 민감·취약집단의 건강영향 연구를 강화하였다.

국내에서도 미세먼지로 인한 건강피해자인 천식, 아토피, 폐질환 환자는 주로 어린이와 고령자이다. 최근 사회적 이슈로 대두된 가슴기 살균제 사건의 경우에도 영유아, 임산부, 노인 등 민감·취약집단이 가장 큰 피해자로 확인되었다(그림 2-11 참조).



자료: 박소영 외(2016), p.29.

〈그림 2-11〉 연도별 연령대별 천식 유병률

최신 통계 조사에 따르면 우리나라의 어린이와 고령자는 인구의 27%를 차지한다(표 2-5 참조). 따라서 국내에서 민감취약집단에 대한 관리는 특히 시급한 어젠다로 다루어야 한다.

〈표 2-5〉 대한민국 민감계층 인구 현황(2017.5)

구분	전국 전체 인구	민감계층 인구	
		14세 이하 인구	65세 이상 인구
인구수	51,732,586	14,030,474	
		6,851,732	7,178,742
구성비	100%	27.1%	
		13.2%	13.9%

자료: 행정자치부, “주민등록 인구통계”, 검색일: 2017.5.25.

「환경보건법」에서는 “어린이 등 환경유해인자의 노출에 민감한 계층과 환경오염이 심한 지역의 국민을 우선적으로 보호하고 배려하여야 한다”고 명시되어 있다. 이를 기반으로 환경부는 『환경보건 10개년 종합계획』의 추진과제 중 하나로 “민감계층·취약지역 건강 보호”를 선정하였다(환경부, 2015a). 또한 서울시, 충청남도 등 지자체들도 각각 환경보건종합계

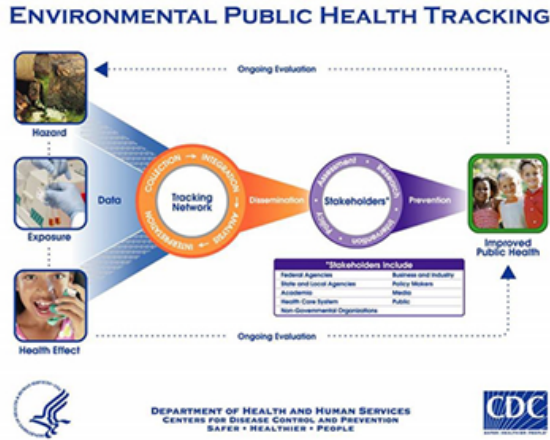
획을 수립하여 민감·취약집단의 관리 관련 계획을 수립하였다. 수립된 종합계획의 시행을 통해 환경유해인자에 취약한 집단의 관리가 올바르게 이루어지기 위해서는 범부처 협력하에 정책이 시행되어야 한다. 이러한 필요성에도 불구하고 아직 국내에서는 범부처적인 정책이 미흡하다. 궁극적으로 민감취약집단의 보호를 위해서는 환경부뿐 아니라 민감·취약집단의 복지를 담당하는 보건복지부, 어린이집, 학교 등의 환경관리를 주관하는 교육부, 민감·취약집단 관련 통계 정보를 수집하는 통계청 등 관계 부처들이 협력하에 민감·취약집단을 파악·모니터링하고, 이들에게 필요한 현실적인 노출 감소 및 관리대책을 마련하여 적극적으로 홍보해야 한다. 이런 점을 고려해 환경유해인자로부터 민감·취약집단을 보호하기 위하여 아래의 정책을 제안한다.

## 2) 주요 정책내용

가) 통합 데이터베이스를 기반으로 국가환경건강안전망을 구축하여 민감·취약집단에 대한 환경건강영향 모니터링 시행

환경유해인자로부터 민감·취약집단을 보호하기 위해 시급히 시행되어야 할 정책은 국가환경건강안전망의 구축이다. 환경유해인자 노출에 대해 과학적 근거에 기반한 대책을 마련하며, 수용체 중심의 환경정책을 세우기 위해서는 환경오염을 건강문제, 그리고 건강에 영향을 미치는 사회·경제적 요인과 연계하여 환경유해인자가 건강영향에 미치는 영향을 올바르게 분석·평가할 수 있는 기반을 세워야 한다.

국가환경건강안전망의 구축 및 운영은 이미 선진국에서 여러 형태로 시행되고 있다. WHO와 유럽에서는 ‘Environment and Health Information System’을 구축하였고 미국에서는 CDC의 ‘National Environmental Public Health Tracking System’과 EPA의 ‘Community-Focused Exposure and Risk Screening Tool’을 통하여 환경건강영향 모니터링을 시행하고 있다. 우리나라에서도 『제4차 국가환경종합계획(2016~2035)』에서 환경보건 분야의 추진과제로 “국가환경보건안전망 구축 및 운영”을 설정하였다.



자료: CDCP, “National Environmental Public Health Tracking”. 검색일: 2017.6.1.

〈그림 2-12〉 CDC의 Environmental Public Health Tracking 시스템

국가환경건강안전망을 구축하고 운영하기 위해서는 우선 자료의 통합이 이루어져야 한다. 현재 환경유해인자와 건강영향 관련 정보는 환경부, 보건복지부, 통계청 등 서로 다른 부처에 산재하여 있기 때문에 민감·취약집단의 관리에 필수적인 정보는 단편적으로만 제공되고 있다. 따라서 환경유해인자가 건강영향에 미치는 영향을 올바르게 분석·평가하기 위해서는 우선 산재되어 있는 환경자료, 건강자료, 사회경제자료 등 관련 자료의 통합 및 가공이 필수적이다.

통합된 자료를 기반으로 구축된 국가환경건강안전망 플랫폼을 활용한다면 환경위험요인과 건강영향을 신속하게 분석·평가하여 민감·취약집단의 보호 및 관리를 효율적으로 시행할 수 있을 것이다. 일례로 미세먼지로 인한 건강영향이 특히 우려되는 시기와 지역에서 고위험집단(천식 아동, 폐질환자 등)을 신속히 파악하고, 이들에 대한 특별 모니터링을 실시할 수 있을 것이다.

#### 나) 민감·취약집단의 환경유해인자 파악 및 관리방안 마련

앞서 언급했듯이 일반인에게는 별다른 영향을 미치지 않는 환경유해인자일지라도 특정 연령대의 구성원 등 일부 민감·취약집단에게는 특히 심각한 영향을 미치는 경우가 있다. 따라서 환경오염으로부터 민감·취약집단을 보호하기 위해서는 이들에게 특히 심각한 영향을

미치는 환경유해인자들을 명확하게 파악하고 이에 대한 관리방안을 마련해야 한다.

첫째, 태아의 발달과 성장에 특히 치명적인 환경유해인자를 파악하고 임신부 관리방안을 마련해야 한다. 태아기는 매우 활발한 발달과 성장이 이루어지는 시기이다. 이 중 특정 시기에 노출되면 태아에게 치명적인 영향을 미치는 환경유해인자들이 존재한다. 일반 집단에 비해 특히 태아에게 심각한 건강피해를 초래하는 환경유해인자를 파악하고 임신부의 노출을 최소화해야 한다. 이를 위해서는 우선 태아의 발달 과정에 심각한 영향을 미치는 환경유해인자에 대한 과학적인 자료의 수집 및 분석이 수행되어야 한다. 동시에 확인된 환경유해인자에 대한 노출평가도 명확히 이루어져야 한다. 이 과정을 통하여 얻어진 객관적인 근거에 기반하여 임신부와 태아의 노출을 최소화하는 현실적이면서 효율적인 임신부 관리방안이 마련되어야 한다.

둘째, 어린이용품 및 어린이 생활공간에서의 환경유해인자 관리계획이 수립되어야 한다. 현재 어린이용품 내 유해물질에 대한 평가 및 관리는 주로 환경부에서 이루어지고 있다. 어린이용품에 함유된 환경유해인자의 전이량 시험방법 정립, 물질 선정 및 평가 작업을 진행하고 있으며 1순위 우선평가 물질 89종에 대한 선정은 완료되었다. 또한 2순위 물질 선정 및 평가가 이루어지고 있다. 따라서 이에 대한 지속적이고 체계적인 관리가 필요하다.

어린이 생활공간은 학교, 유치원, 어린이집 등 어린이들이 일과 중 장시간 상주하는 주요 활동공간을 의미한다. 어린이 생활공간에서의 환경유해인자 관리계획의 대표적 예는 실내외 공기질 관리이다. 최근 미세먼지의 심각성이 주요 환경 이슈로 대두되면서 어린이 생활공간에서의 미세먼지 대응대책이 새로 마련되고 있다. 단, 이러한 대응책은 실내 공기질 관리와 통합적으로 이루어져야 한다. 단순히 공기질 측정과 노출 회피의 수동적인 정책에서 벗어나 적극적으로 실내외 공기 질을 향상시킬 수 있는 정책 마련이 시급하다.

셋째, 고령자의 질병 부담이 높은 환경유해인자에 대한 관리계획이 수립되어야 한다. 우리 사회는 이미 2000년 고령화 사회로 진입했으며 10년 이내로 초고령 사회로 진입이 예상된다(통계청, 2015). 따라서 고령자의 질병 부담은 앞으로 늘어날 것이며, 이에 따른 사회·경제적 부담 역시 앞으로 더 커질 것이다. 이에 대비하기 위해서 고령자의 만성질병에 기여하는 환경유해인자에 대한 파악 및 관리가 이루어져야 한다. 또한 파악된 환경유해인자에 대한 노출 최소화를 포함하는 환경성 질병 예방방안과 관리방안이 마련되어야 할 것이다.

### 다) 민감·취약집단을 위한 환경기준 또는 노출 권고기준 마련

민감·취약집단은 그 정의상 환경유해인자에 대하여 더 민감하게 반응하고 환경유해인자에 더 취약한 집단이다. 따라서 이들에 대한 환경기준 또는 노출 권고기준은 일반 국민에 대한 기준에 비해 훨씬 엄격하게 적용되어야 한다.

우선 민감·취약집단의 건강보호를 위한 환경기준 또는 통합대기환경지수가 개발되어야 한다. 현재의 환경기준과 통합대기환경지수가 민감·취약집단의 건강을 보호하기에 효율적인 기준인지 정밀하게 분석할 필요가 있다. 분석 결과를 활용하여 미세먼지 환경기준을 새로 수립하여야 한다. 뿐만 아니라 오존, NO<sub>x</sub> 등 대기오염물질 전체를 아우르는 통합대기환경지수 또한 민감·취약집단을 충분히 고려하는 지수로 다시 개발되어야 한다.

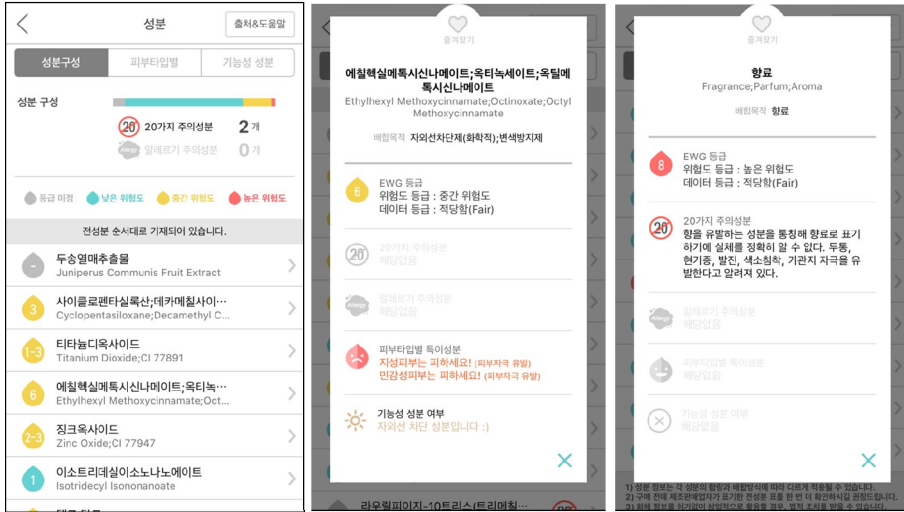
민감·취약집단에 대한 유해물질 노출 권고기준 역시 마련되어야 한다. 어린이용품의 경우 현재 어린이 건강영향과 노출에 근거하여 권고기준안을 산출하고 있다. 하지만 그 외의 민감·취약집단에 대한 유해물질 노출 권고기준은 아직 논의 단계를 벗어나지 못하고 있다. 이에 만성질환자, 노인, 임산부 등 특정 유해물질에 의한 건강피해가 더욱 심각한 집단을 고려하여 우선순위 유해물질 설정 및 유해물질에 대한 민감집단 노출 권고기준이 마련되어야 한다.

### 라) 민감·취약집단에 대한 리스크 커뮤니케이션 강화

환경문제 관리에서 정보의 공개 및 공유는 매우 중요하다. 국민적 관심사가 집중되어 있는 환경 이슈에 대하여 투명한 정보의 공개와 조속한 대응방안 공유를 통하여 국가 환경정책 전반에 대한 신뢰를 높이고 국민의 불안감 해소에도 기여할 수 있기 때문이다.

우선적으로 어린이용품, 생활화학제품에 대한 위해성 정보의 공개가 강화되어야 한다. 현재 소비자가 제품의 위해성을 파악하기 위해서는 제품에 함유된 물질에 대하여 개별적으로 자료를 검색해야만 한다. 하지만 위해성 정보는 물질 위주가 아닌 제품 위주로 공개되어야 한다. 화장품의 경우 제품 내 성분을 분석하여 그 내용을 알기 쉽게 제공해주는 앱이 이미 실용화 단계에 있다(그림 2-13 참조). 이와 비슷하게 민감·취약집단의 노출이 특히 우려되는 제품에 대하여 소비자가 쉽게 접근할 수 있는 정보 서비스가 개발되어야 한다. 제품 위해성 정보 공개의 강화는 민감·취약집단의 적극적인 소비활동을 통한 환경유해인자

노출의 감소를 이끌어 이들의 건강을 보호하는 역할을 할 것이다. 뿐만 아니라 소비자들의 적극적인 소비활동을 통하여 위해 제품의 시장 진입 차단을 유도할 것이며 궁극적으로는 친환경 어린이용품 생산을 통한 친환경산업 발전에 기여할 것이다.



자료: 화해 앱 화면 출력.

〈그림 2-13〉 화장품 성분 정보 제공 앱 예시

대기오염의 경우 정부에서 통합 부처 차원에서 발표한 고농도 미세먼지 대응 매뉴얼이 존재하며, 그 내용에는 민감·취약집단을 고려한 대응이 포함되어 있다. 이에 한걸음 더 나아가서 미세먼지, 오존 등 환경유해인자에 대한 맞춤형 정보제공시스템을 도입하여 국민들이 더 적극적으로 환경유해인자에 대응하도록 유도해야 한다.

### 3) 건의사항 및 기대효과

앞서 제시한 정책들이 올바르게 실행되기 위해서 단기적으로 수행되어야 할 사항은 다음과 같다. 우선 민감·취약집단에 대한 정확한 파악이 필요하다. 일례로 미세먼지 고위험집단에 대한 특별 모니터링을 시행하기 위해서는 각 지자체에서 어린이와 노인, 임산부, 미세먼지에 특히 민감한 만성 질환자(천식 환자, 폐질환자 등) 같은 미세먼지 고위험군에 대한



실태조사가 이루어져야 할 것이다. 관리 대상을 제대로 파악한 후에야 이들에 대한 관리 계획이 수립될 수 있을 것이다.

민감·취약집단의 관리는 이들에 대한 사회·경제적 정보, 주거지역의 환경정보 그리고 특정 환경유해인자와 연관성이 알려진 질병의 분포 등 서로 다른 부처에 산재해 있는 여러 정보의 분석을 통해서 가능하다. 따라서 환경부, 교육부, 보건복지부, 통계청 등 관련 부처 간의 협력 통로가 마련되어야 하며, 환경과 건강 관련 정보의 통합과 공개가 전제되어야 할 것이다. 이 과정에서 우선적으로 범부처적인 통합 플랫폼 협의체 구축 계획이 마련되어야 할 것이다.

### 3. 환경정보

#### 가. 개발자 중심 환경정보 공개

##### 1) 배경 및 필요성

환경권에 대한 국민들의 인식이 강화되면서 환경정보의 양적 확대와 질적 제고에 대한 민간의 수요가 강화되고 있다. 그리고 국내외 정보 분석 기법의 발달에 따라 대용량 정보를 처리하여 미세한 지역 및 미세한 시간 단위의 정보를 생산하는 공급 역량도 축적되고 있다. 이러한 수요와 공급을 매개하기 위해서는 대규모의 환경 관련 정보 공급이 공공부문에 의해 주도적으로 추진되어야 한다. 그러나 국내 공공부문에서 제공되는 환경정보는 ‘가공된 자료’만을 제공하고 있어 민간의 다양한 수요와 잠재적 정보가공 능력을 활용하는 데 한계가 있다. 따라서 환경정보 제공 방식을 현재의 최종소비자 대상 ‘결과 제공’ 중심에서 소비자 및 개발자 대상 ‘결과 및 과정 제공’ 중심 형태로 전환하여 민간의 정보 분석 능력을 활용할 필요가 있다.

현재 대기 및 수질오염 정보는 측정소별로 시간 단위 정보를 실시간으로 제공하고 있어 환경정보 산출의 ‘결과’ 전달은 원활하다. 그러나 발달된 정보 분석 기법을 활용하기 위해서는 환경오염의 ‘원인’에 대한 정보가 필요하며, 이를 위해서는 오염도를 산출하는 과정에서 활용하는 입력자료 정보가 제공되어야 한다. 그러나 이는 제한적으로만 공개되어 있다. 예를 들면, 가장 대표적인 입력자료인 배출량 자료는 연간 단위로만 제공되고 있다.

반면 민간의 정보 분석 역량은 오픈소스 커뮤니티의 성숙에 힘입어 빠르게 발전하고 있다. 예를 들면, SK-Telecom의 인공지능 연구조직인 T-Brain 팀은 정보 해석 지속 능력을 크게 향상시킨 DiscoGAN 알고리즘<sup>21)</sup>을 개발하여 국제적으로 명망이 높은 ICML(International Conference on Machine Learning) 학회 2017년 학술대회에 초청받은 바 있으며, 국내 화상자료 분석 스타트업 기업인 루닛(Lunit)<sup>22)</sup>은 국제적으로 이름난 온라인 화상분석 경진 대회인 Imagenet Competition에 참가하여 2015년 5위, 2017년 7위에 입상한 실적을 보유하고 있다. 따라서 자료만 공급된다면 민간의 환경정보 수요를 파악하여 이에 조응하는 맞춤형 서비스를 제공할 수 있는 역량은 빠르게 신장 중이다.

이러한 민간부문의 정보 분석 능력이 활용되려면 환경정보 생산 전 과정에 걸친 정보 인프라가 필요하고, 이러한 정보 인프라를 제공하는 역할은 공공부문이 수행하는 편이 효율적이다. 지역 및 인구집단의 특성을 감안한 맞춤형 환경정보 서비스를 개발하고 공급하는 역할은 이윤동기에 기반한 민간 사업자의 역량이 공공부문보다 비교우위에 있다. 반면 공공부문은 전국적인 정보 수집 인프라와 행정력에 기반한 정보 수집 권한을 보유하고 있어 양질의 정보를 생산하는 데 비교우위가 있다. 따라서 환경정보에 대한 국민의 수요에 대응하는 서비스를 제공하기 위해서는 정부는 정보 인프라를 제공하고 민간 사업자는 그 정보를 이용하여 서비스를 개발하는 형태로 역할을 분담하여야 한다.

이를 위해서 정부는 ‘개발자에게 필요한 정보’를 제공하는 역할을 강화하여야 한다. 구체적으로 정부가 제공하는 환경정보는 오염도 산출 ‘결과’뿐 아니라 ‘과정’에서 생성되는 정보를 함께 제공할 필요가 있다. 이를 위해서는 다음과 같은 3단계 정보 공개 정책을 제안한다.

## 2) 주요 정책내용

기존의 환경정보 공개는 ‘가공 결과’인 오염도를 중심으로 제공되고 있다. 본 연구에서는 기존 공개 방식을 확대하여 ‘가공 이전 자료’ 및 ‘가공 중간 단계 자료’를 공개하는 정책을 제안한다. 이는 정부의 역할을 ‘환경정보 서비스 제공’에서 ‘환경 정보 서비스 산업 인프라 제공’으로 확대함을 의미한다. 구체적으로 정부는 개괄적인 환경정보 수요에 대응하는 오염도

21) DiscoGAN, 검색일: 2017.6.27.

22) Lunit. “Explore Our Recent News and Announcements”, 검색일: 2017.6.27.

정보 제공은 지속하면서, 다양한 정보 수요에 맞춤형으로 정보를 제공하는 서비스 개발에 필요한 정보를 제공-개발자 정보 제공-하는 역할을 강화한다. 이러한 정보 제공은 다음 3단계로 진행할 수 있다.

제1단계는 측정소 수집자료를 실시간으로 공개하는 단계이다. 이 단계에서는 기존의 개별 측정소에서 수집되는 기초자료를 실시간으로 공개한다. 구체적으로 오염도 산정에 투입되는 기초자료와 오염도 산정 중간 단계에서 산출되는 중간 산출물을 오염도 도출 결과치와 함께 실시간으로 공개함을 의미한다. 이러한 정보의 게시를 위해서 기존의 결과치 게시 중심의 API(Application Programming Interface)와는 별도로 대량의 자료를 실시간으로 취합할 수 있는 개발자 대상의 API를 제공한다. 이러한 개발자 대상 API는 이미 국내외 저명 인터넷 기업인 Twitter, Naver 등에서 제공<sup>23)</sup>하고 있으므로, 이들의 운영 방식을 차용하면 비교적 짧은 시간에 정보 전달 경로를 구성할 수 있다. 또한 측정소 수집 정보는 개별 배출원과 직접 연관을 짓기는 어려우므로, 개인정보 보호 의무로부터도 상대적으로 자유로워서 제도적인 제한도 약하다.

제2단계에서는 주기적으로 조사되는 배출규제 대상 배출원의 배출량 자료를 무기명으로 공개한다. 우선적으로는 개별 배출원의 배출량 자료만을 공개하고, 점진적으로 배출원의 특성(규모, 업종 등)을 추가하는 방식으로 진행한다. 배출원의 개별정보 보호를 위해 공개 수준은 다음과 같이 단계적으로 진행한다.

① 소규모 무작위 추첨 샘플을 공개한다. 무작위로 일정 수준 이상의 표본을 추출하여 미식별 처리 후 공개하고 샘플의 크기를 점진적으로 확대한다. 이 단계에서는 개별 배출원을 식별할 수 없도록 하고, 특정 배출원을 다년간 연속으로 샘플에 포함하지 않도록 하여 개별 배출원에 대한 장기적인 추적이 불가능하도록 처리한다.

② Rotation 샘플을 공개한다. 특정 집단을 일정 기간 이상 지속 포함하는 다년간 샘플을 구성하여 장기 추세를 분석하는 기능을 부가한다. 예를 들면, 1년간 포함되면 2년은 제외하는 형태로 표본의 1/3씩 순차적으로 포함되게 한다. 이렇게 설계해 표본을 이용하면 장기 추세는 파악할 수 있으나 개별 배출원의 정보가 지속적으로 노출되는 상황은 억제할 수

23) Twitter Developers, 검색일: 2017.6.27.  
NAVER Developers, 검색일: 2017.6.27.

있다(미국 Current Population Survey MORG: Monthly Outgoing Rotation Group 자료 구성 방법 참조<sup>24)</sup>).

③ 식별 억제(data masking) 혹은 자료 제한(data suppression) 등 다양한 기법을 사용하여 개인정보 식별이 억제된 전체 샘플을 주기적으로 공개한다. 식별 억제는 개인정보 식별이 가능한 정보를 유사 정보로 대체하거나(substitution) 또는 가상 정보를 생성하거나(variation), 식별 가능 정보와 비식별 정보를 재배치(shuffling)하여 식별이 불가능한 정보로 대체하는 방법을 의미한다. 이러한 방식으로도 배출원의 특성을 감추기 어려운 경우에는 이를 공개 정보에서 제외하는 자료 제한 방식을 사용하여 개인정보를 보호할 수 있다.

제3단계에서는 1~2단계의 공개 수준에서 충족되지 않는 민간의 수요에 대응하기 위해서 정보 제공 수요를 파악하고 그에 따라 추가적으로 정보를 수집하여 공개한다. 제1, 2단계가 기존에 수집되고 있는 자료 중 공개되지 않은 자료를 공개하는 단계라면, 제3단계는 기존에 수집되지 않은 자료를 추가 수집하는 단계이다. 수요 파악 과정은 1~2단계 공개 과정과 병행하여 진행된다. 수요 파악 방식은 다양한 경로를 활용할 수 있는데 다음과 같은 경로를 활용할 수 있다.

- 공개 1~2단계에서 공개한 자료의 사용자 기록을 확보하고 이들을 중심으로 온라인 커뮤니티를 구축하여 의견을 수렴
- 환경 민원, SNS 등 민간 수요 파악에 활용할 수 있는 자료에 텍스트 마이닝 기법을 이용한 데이터 분석 기법을 적용하여 정기적으로 수요 파악
- 민관 협동 의견수렴 조직을 정기적으로 운영하여 심층적인 수요 파악

특히 공개 1~2단계에서 공개된 자료를 사용한 사용자들은 제공되는 자료를 사용하고자 하는 의지가 있고 자료를 직접 사용한 경험을 축적할 수 있어 구체적인 개선 의견을 제공할 수 있다. 따라서 자료 확대 의견수렴의 핵심 그룹(focus group)으로 활용할 수 있다.

24) National Bureau of Economic Research, "CPS Merged Outgoing Rotation Groups", 검색일: 2017.6.27.

### 3) 건의사항 및 기대효과

이와 같은 형태로 개발자 대상 정보 공개를 확대하면 우선 국민의 다양한 환경정보 서비스 수요를 민간 공급 역량을 활용하여 충족시킬 수 있고, 민간 환경정보 서비스 산업을 활성화하는 효과를 기대할 수 있다. 이러한 민간 환경정보 서비스가 활성화되면 정보처리가 가능한 고급 인력의 일자리가 창출되는 효과도 기대할 수 있다. 그리고 제공되는 환경정보는 국내 정보 분석 연구개발 인프라를 확대하여 민간 정보 분석 역량 증진에 도움을 줄 수 있다.

전술한 바와 같이 국민의 환경정보에 대한 수요는 양적·질적으로 확대되고 있다. 그런데 이러한 정보 수요는 지역-인구특성-시간대에 따라 세분화된 맞춤형 정보에 대한 수요이다. 따라서 이러한 수요는 세분화된 시장을 창출한다. 이러한 시장에 참여하여 수요에 적절히 대응하는 서비스를 개발하는 능력은 민간 서비스 사업자가 정부보다 비교우위에 있다. 이는 수요 파악을 위한 정보 수집이 이윤 동기와 연계되기 때문이다. 따라서 정부가 직접 수요를 파악하는 방식보다 더욱 효율적으로 국민의 환경정보 수요에 대응할 수 있다. 따라서 정부가 환경정보 인프라를 제공하면 이윤창출의 기회가 제공되기 때문에 민간 환경정보 서비스 산업이 활성화되고, 국민들의 환경정보 수요가 충족되는 두 가지 효과를 동시에 기대할 수 있다.

또한 민간 환경정보 서비스 산업이 활성화되면 고급 인력 대상으로 양질의 일자리를 창출할 수 있다. 환경정보 서비스 산업은 물리적인 진입 장벽은 낮은 대신 정보 분석 능력이 있는 인적 자원 확보가 필수적이다. 이는 고급 인적 자본이 참여할 수 있는 일자리가 확대됨을 의미한다.

마지막으로 개발자 대상 환경 관련 정보가 제공되면 국내 정보 분석 연구-개발의 인프라가 확장되어 연구-개발 능력이 증진될 수 있다. 대용량 자료를 처리하는 정보 분석 능력을 신장하기 위해서는 다양한 자료 분석 경험이 필수적이다. 아직까지 국내에서는 대용량 자료 분석에 적합한 대용량 자료 자체를 확보하기 어려워서 외국에서 제공하는 자료를 주로 이용하고 있는 실정이다. 이러한 상황에서 개발자 대상 환경 정보는 국내 정보 분석 연구-개발의 인프라를 확장하는 역할을 할 수 있다.

## 나. 정보 분석 정부사업 2단계 선정 방식 도입

### 1) 배경 및 필요성

환경 관련 정부 과제 중 정보 분석 능력을 사전적으로 요구하는 정부사업에 대해서 사업자 선발 과정을 ‘분석능력 점검’, ‘사업자 선정’의 2단계로 개편할 필요가 있다. 기존의 사업자 선발 방식은 당면 과제 수행 능력 점검 기능이 부족하여 사업 성취 여부에 대한 불확실성이 존재하며, 선발 과정에서 평가자의 주관이 개입되어 평가 결과의 공정성에 대한 문제 제기에 취약하다. 정보 분석 능력이 필요한 정부사업의 경우에는 정부사업자 선정 과정에 사전적으로 정보 분석 능력을 점검하는 과정을 추가하면 불확실성을 완화하고 공정성을 제고하는 효과를 얻을 수 있다.

기존의 사업자 선발 방식은 서류 심사와 전문가 심사 과정을 거치게 된다. 이러한 방식은 과거 실적 및 응찰가격(경쟁입찰의 경우)이 사업자 선정에 차지하는 비중이 큰 반면, 실제로 당면 과제를 수행할 수 있는 역량의 평가는 제한적이다. 특히 과거에 선례를 찾기 어려운 연구개발 사업의 경우에는 과거 실적과 당면 과제 수행 능력 간에 차이가 발생할 수 있다. 이 경우 당면 과제의 성공적인 수행 여부가 불확실해지는 문제가 발생한다. 그리고 응찰가격의 영향이 큰 사업의 경우에는 응찰단가를 지나치게 낮게 책정하여 사업 시행이 부실해질 우려도 존재한다.

그리고 대부분의 응모자들은 서류 심사 요구사항을 충족할 수 있기 때문에 소규모 평가자 그룹의 평가를 거쳐 사업자를 선발하는 경우가 일반적이다. 그런데 이러한 과정에서는 평가자들의 견해가 사업자 선정에 중요한 역할을 하므로, 피평가자들이 평가 결과에 대해 이의를 제기할 소지가 있다.

그런데 정보 분석 능력이 정부사업 수행의 핵심적인 역량인 사업의 경우, 정보 분석 능력을 사전적으로 점검하여 사업 수행의 불확실성을 낮추고 선정 과정의 공정성을 제고할 수 있다. 구체적으로 사업 과정에서 분석하게 되는 자료 중 소규모의 표본을 사전적으로 제시하고, 이를 제한된 기일 내에 분석하는 ‘정보 분석 능력시험’ 단계를 설치한다. 그리고 이 단계에서 요구 수준을 만족하는 성과를 도출한 사업자에 한해서 기존의 심사 과정에 참여할 자격을 부여한다. 이렇게 점검 과정을 거쳐서 사업자 후보군을 1차 선정하는 과정을 추가하

면 수행 역량에 대한 사전평가가 가능하여 사업의 성취도를 제고할 수 있다. 또한 공개된 실적을 기반으로 사업 대상자를 선발할 수 있으므로 대상자 선정 작업의 투명성을 제고하는 효과를 기대할 수 있다.

특히, 신정부의 환경 관련 사업은 과거의 정부사업에서 요구하는 기술적 조건과는 상이한 정보 분석 능력을 요구하는 사업이 필요할 수 있다. 대표적인 사안을 열거해 보면 다음과 같다.

- 물 관리 일원화: 신정부는 기존에 수자원관리와 수질관리로 이원화되어 있던 물 관리를 수자원-수질관리-재해방지를 연계하는 일원화된 관리 체계하에 두고자 한다. 이러한 통합관리를 위해서는 Operation Research(OR) 기법을 활용하는 수자원 시설 설치 및 운용 계획, 수질오염원- 수질오염도 간의 패턴 분석을 반영한 오염도 예측 기법, 기후-수량변화-수재(水災) 간의 패턴 분석을 반영한 수재해 예측 기법을 개발하고 이들을 연계하는 작업이 필요하다.
- 지역 분산형 친환경 스마트 그리드 네트워크: 신정부는 원전 및 화석연료에 대한 의존도를 낮추고 신재생에너지에 대한 비중을 높이는 방향으로 전력수급을 개편하고자 한다. 신재생에너지는 지역별로 공급 여력이 다르고 공급의 안정성이 다르기 때문에 지역단위로 전력 공급망을 구축하는 편이 효율적이다. 따라서 신재생에너지 보급을 확장하기 위해서는 소지역 단위로 지역 특성에 적합한 신재생에너지와 기존 발전을 연계하는 자급형 그리드를 구축하는 작업이 필요하다. 이러한 지역단위 그리드는 지역의 전력수요 변화를 공급의 불안정성이 심한 신재생에너지로 충당해야 한다. 따라서 지역단위 그리드를 운영하기 위해서는 전력수급상황에 대한 근(近)미래 예측 기법에 따라 운영되는 스마트 그리드 도입이 필수적이다.
- 무인주행 친환경차량 중심 교통망 정비: 운송부문의 대기오염물질 배출은 연료 구성과 연료의 사용량에 의해 결정된다. 친환경차량을 중심으로 교통망을 재편하게 되면 우선 연료 구성을 친환경적으로 개편할 수 있으며, 이를 무인주행 차량으로 대체할 경우 사전적으로 친환경적 차량 운영 방식을 강제할 수 있어 연료사용량 역시 절감할 수 있다. 따라서 운송부문 대기오염물질 배출량의 획기적인 저감을 위해서는 무인주행 친환경차

중심의 교통망 정비가 중요한 대안으로 제시될 가능성이 있다. 그리고 무인주행 친환경차 도입을 위해서는 실시간으로 센서를 통해 수집되는 정보를 분석하여 주행 방식을 결정하는 무인주행 알고리즘 개발이 필수이다.

위에 열거된 정책을 위한 정부사업들은 사업 자체의 성과가 담보되어야 정책 효과를 얻을 수 있다. 따라서 사업자 선정의 절차적 정당성을 중요시 하는 기존의 정부사업 수행 방식보다는 사업의 성과를 담보하는 기능이 강화된 사업자 선정 과정이 필요하다. 전술한 바와 같이 사업자 선정 이전에 소규모 정보 처리 능력을 사전 점검하는 과정을 부가함으로써 성과의 불확실성을 제거하고 사업자 선정의 공정성도 제고하는 두 가지 효과를 얻을 수 있다.

## 2) 주요 정책내용

구체적으로 정보 분석 능력이 요구되는 정부사업의 사업자 선정 기준 절차 이전에 '정보 분석 역량 점검' 단계를 추가한다. 이 단계에서는 최종 사업 선정 대상자에게 제공되는 자료의 중 일부의 자료만으로 구성된 모의 자료를 참가자들에게 제공한다. 그리고 예측의 대상이 되는 정보와 개발된 정보 분석 기법의 결과치를 주어진 손실함수(loss function)로 평가한다. 평가 결과에 따라 최저 기준을 통과하고 일정 순위 내에 진입한 후보자들을 선발하고, 이들을 대상으로 기존의 심사 과정을 진행한다.

기존의 정부사업에서는 서류심사 및 전문가 평가를 통해 사업자를 선정하고, 선정된 사업자에게 과제 수행에 필요한 모든 자료를 독점적으로 제공하는 방식을 취하고 있다. 이러한 방식은 과제 수행자가 자료를 접할 수 있는 기회를 줄여 사업을 수행함에 있어 비효율성을 야기하고, 또한 유사 자료 분석 경험자의 선정 가능성을 높여 사업자 선정 과정에 대한 불만을 증대시킨다. 우선 사업자는 사업을 개시한 이후에 자료를 접하게 된다. 따라서 과제 수행 초기에 자료의 파악에 시간과 역량을 집중하게 되면서 실제로 과제 수행에 투입하는 재원이 상대적으로 감소한다. 과거 유사한 과제 수행 경험이 없는 사업자일수록 이러한 위험이 크기 때문에, 발주자의 입장에서는 유사 과제 경험자를 선호하게 된다. 이렇게 되면 선정 과정에서 유사 과제 수행 경험자는 자료 분석 능력보다 자료에 대한 친숙도 때문에 발주자가



선호하게 되고, 따라서 자료 분석 능력에서 비교우위가 있는 신규 사업자의 선발 가능성은 약화된다. 이러한 관행이 지속되면 유경험자는 경쟁이 제한되기 때문에 분석 역량을 제고할 유인이 약화되고, 무경험자는 지속적으로 선발 과정에서 탈락되면서 불만이 증폭된다.

새로운 사업자 선정 과정은 ‘정보 분석 역량 점검’ 과정을 통해 사업자들을 1차 선발하여 사업 성패의 불확실성을 낮추고, 사업 대상자 선정 과정의 공정성을 제고한다. ‘정보 분석 역량 점검’ 단계에 참가한 후보 사업자는 최종 사업자에게 제공되는 자료의 일부분인 모의 자료를 제공받는다. 모의 자료는 목표변수(target)와 목표 변수에 영향을 미치는 영향변수(feature)로 구성된다. 발주자는 제공할 자료의 범위를 정한 후, 제공할 자료의 일부를 무작위 추출(random sampling)하여 추후 후보 사업자의 성과를 시험하는 시험자료(test set)로 선정한다. 이 시험자료는 제공하지 않고 나머지 자료만 후보 사업자에게 제공한다. 후보 사업자는 제공된 자료의 영향변수를 이용하여 목표변수를 추정하는 분석 기법을 주어진 시간 내에 개발한다. 발주자는 후보 사업자가 제출한 분석 기법에 시험자료를 적용하여 분석 기법을 통해 추정된 추정치와 실측치의 차이를 도출한다. 발주자는 이러한 격차를 사업에 적합한 평가 척도로 전환하는 손실함수(loss function)를 사전에 공지하고, 후보 사업자는 시험자료로 평가하는 손실함수를 최소화하는 공동의 목표를 갖고 최선의 성과를 낼 수 있는 분석 기법을 구축한다. 이렇게 구축된 분석 기법들의 손실함수값에 적절한 선발기준을 적용하여 1차 사업 대상자를 선발한다.

이러한 1차 선발 과정을 추가하면 우선 후보 사업자들의 자료 분석 능력을 사전에 점검할 수 있는 이점이 있다. 분석 능력이 수준 이하인 사업자들을 미연에 가려낼 수 있기 때문에 최종 사업자의 사업 수행 성취 여부에 대한 불확실성은 기존의 방식보다 낮아질 수 있다. 또한 공개된 기준을 이용하여 사업자들을 1차 선발하는 과정을 거칠 수 있기 때문에 사업자 선정 과정이 투명해지면서 기존 심사 과정에 대한 불만 역시 감소시킬 수 있다.

이와 같은 1차 선발 과정을 정착시키기 위해서는 1차 선발 과정을 과제에 적합하게 개발하는 절차가 필요하다. 그런데, 이미 정보 분석과 관련해서는 국제적 수준에서 분석 기법을 공모하는 온라인 경연<sup>25)</sup>(Kaggle Challenge, Imagenet Challenge)이 활발하게 진행되고

25) Kaggle Challenge, <https://www.kaggle.com/competitions>, 검색일: 2017.6.27.

Imagenet Large Scale Visual Recognition Challenge 2016(ILSVRC2016), <http://image-net.org/>

있다. 이러한 경연 과정은 다년간의 운영 경험이 축적되어 있으므로, 이들을 적절히 벤치마크하거나 관계자들을 초빙하여 선발 과정을 구축하는 작업을 공동으로 수행할 수 있다.

### 3) 건의사항 및 기대효과

전술한 바와 같이 이와 같은 2단계 정부사업자 선정 과정이 정착되면 정부사업 시행의 불확실성이 감소하고, 선정 과정의 공정성이 제고되는 장점이 있다. 또한 정보 분석 서비스업의 신규 업체 중에서 분석 능력이 뛰어난 업체에게는 공정한 경쟁의 장을 제공할 수 있고, 안정적인 B2B 시장 참여를 통한 수익 확보 경로를 제공할 수 있다. 이러한 기회는 정보 분석 서비스업의 신규 창업 및 고급 인력 취업을 확대할 수 있는 장점이 있다.

그리고 전반적으로 정보 분석에 참여하는 민-관 기관들에게 정보 축적 역량을 제고할 기회를 제공할 수 있다. 선발 과정에서 탈락한 사업체들도 정부 과제에 필요한 자료를 간접적으로 접할 수 있는 기회를 제공받기 때문에 실제 정책에 필요한 정보 분석 능력을 축적하는 기회로 활용할 수 있다. 이러한 과정을 거쳐서 축적된 분석 역량은 정부사업 수행 능력을 제고하는 동시에 민간 정보 제공 서비스 사업 개발 능력을 신장하는 계기를 제공할 수 있다.

또한 선발 과정에서 축적된 자료 및 알고리즘을 공개함으로써 잠재적인 민간 정보 분석 역량 축적의 인프라를 제공할 수 있다. 전술한 바와 같이 민간의 분석 역량은 꾸준히 축적되고 있으나, 이를 활용할 수 있는 국내 자료는 부족한 실정이다. 이러한 상황에서 정부사업 선발 과정에서 제공된 자료는 정보 분석 경험 축적 및 역량 신장에 활용할 수 있는 중요한 인프라로 기능할 수 있다.

## 다. IoT와 빅데이터를 결합한 환경 모니터링 기술 개발

### 1) 배경 및 필요성

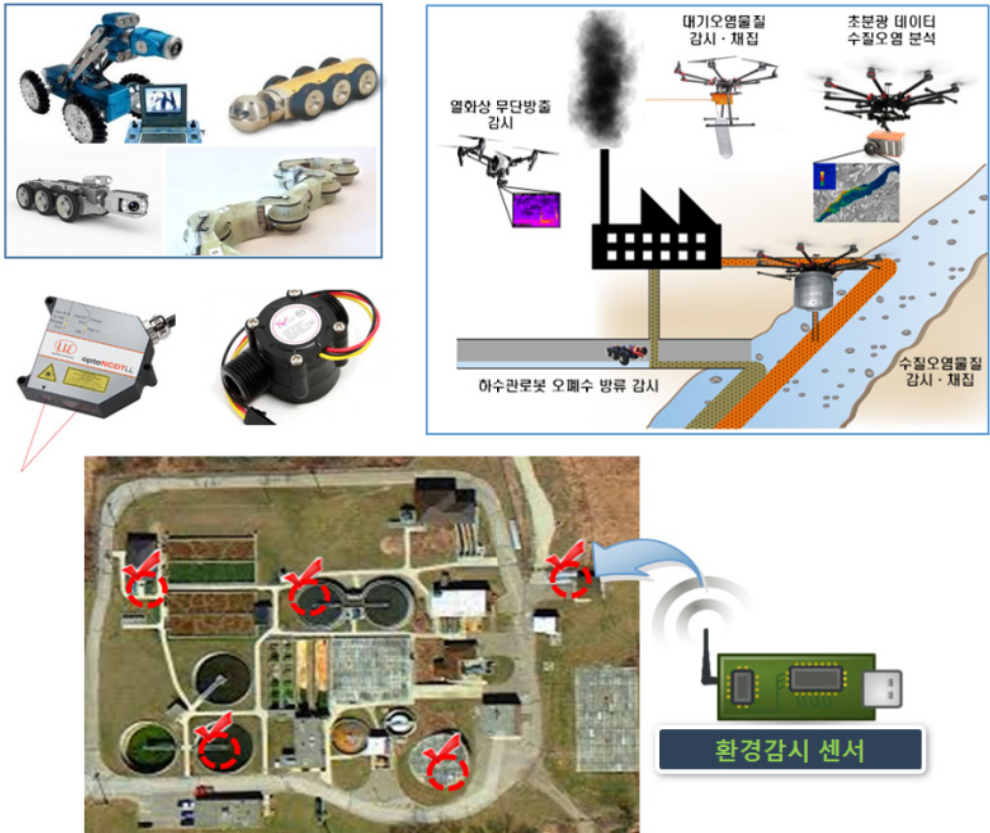
국내에서는 대기측정망, 굴뚝 원격감시 시스템, 수질자동측정망, 수질 원격감시시스템, 지하수 측정망, 토양측정망 등 매체별 실시간 모니터링 시스템을 구축하여 환경재해 감시에

방 시스템을 운용 중에 있다. 또한 대기환경 관리를 위한 대기측정망은 환경부 및 지자체에서 운영 중이며 전국 97개 시군, 총 506개소에 설치하여 운영하고 있다. 하지만 현재 환경 관리체계는 다음과 같은 문제점이 있다. 첫째, 국내 대기측정망 506개를 운영하나 1개 측정소가 수십 km의 반경을 담당해야 할 정도로 극히 낮은 수준이어서 국민 체감도에 부합하지 못하고 있으며, 각종 환경오염사고에 여전히 취약한 사각지대가 존재하고 각 모니터링 시스템 간의 실시간 유기적 연동이 되지 않고 있어 환경재해 발생 시 효과적인 대처가 어렵다. 둘째, 동일 환경관리 대상에 대해서 관리 주체와 시스템 운영이 제각각이고 정보가 산재되어 있어 이를 효율적으로 검색·활용하는 체계가 부재하다. 또한 재난이 발생하였을 때 일사 분란하게 대응하기 어려운 상황이다. 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해 최근 이슈화되고 있는 4차 산업혁명 시대 기술 기반의 환경 모니터링 및 감시기술을 적용한 선진화가 필요하다. 특히 빅데이터, IoT(Internet of Things), 드론 등 4차 산업혁명을 이루는 핵심 기술을 바탕으로 배출업소, 자연환경 등의 지능형 환경 모니터링 체계 구축이 필요하다.

## 2) 주요 정책내용

IoT와 빅데이터를 결합한 환경 모니터링 기술을 개발하기 위해서는 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.

첫째, 사물인터넷 기반의 정보 수집 및 모니터링 체계를 구축할 필요가 있다(윤정호, 2017, p.300). 이를 위해 IoT 정보 수집 체계 기반 측정망의 공간적 해상도 개선, 신규 센서 기술에 의한 측정값을 인증할 수 있는 관리체계 및 가이드라인 마련, 각 시스템을 통해 수집되는 IoT 센서들의 수신 정보와 기존 측정망 정보를 연계하여 상호 보완할 수 있는 정보수집 및 관리시스템 개발이 요구된다(윤정호, 2017, p.300). 최근 사물이 인터넷과 타 기기와 연결되면서 정보 수집(sensing), 수집정보 전달(data transferring), 정보축적(data storing), 정보 융합 및 신규정보 생성(data convergence & new data generation) 범위와 실시간성이 대폭 확대되고 있으며, 이 결과 자동 모니터링 및 측정, 자동 프로세싱 및 제어 등 기기의 능동성이 비약적으로 성장하고 있다(윤정호, 2017, p.300).



자료: 윤정호(2017).

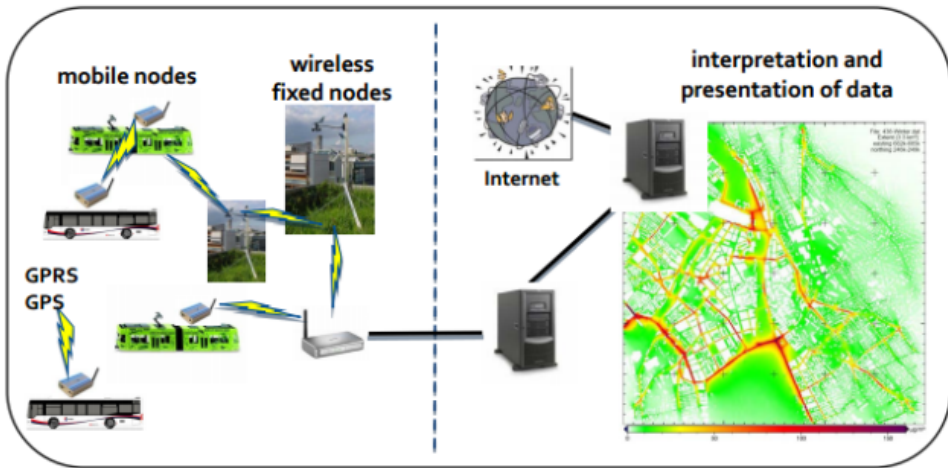
〈그림 2-14〉 배출시설에 대한 드론, 로봇 및 IoT 센서를 활용한 통합적 감시체계

둘째, 사물인터넷 기반 센싱 데이터의 분석 및 예측 시스템 구축이 필요하다(윤정호, 2017, p.300). 기 축적된 다양한 유형의 정형·비정형 정보들과 IoT 센서를 통해 수집된 정보를 효과적으로 분석하여 환경정책의 실효성 및 이행을 분석할 수 있는 데이터마이닝 기반의 빅데이터 분석 기법의 개발이 요구된다(윤정호, 2017, p.300). 그리고 매체별 영향, 피해 및 통합 환경영향과 피해를 분석하는 방법은 인공지능을 활용한 과거 영향과 피해 패턴을 통한 미래 예측 분석 기법 개발이 필요하다(윤정호, 2017, p.300).

※ 사물인터넷 기반 센싱 데이터 기반 분석 및 예측 시스템 구축 예시<sup>26)</sup>

- 1) 모니터링 UI(센서, 분석, 예측, 인프라 모니터링) 설계 및 개발

- 2) 통계 UI(센서, 예측) 설계 및 개발
- 3) 딥 러닝 기반 생성 모델 설계(위치적 특성 반영)
- 4) 예측 모델 개발
- 5) 실시간 센서 데이터의 분석을 위한 시공간 데이터 분석 플랫폼 개발

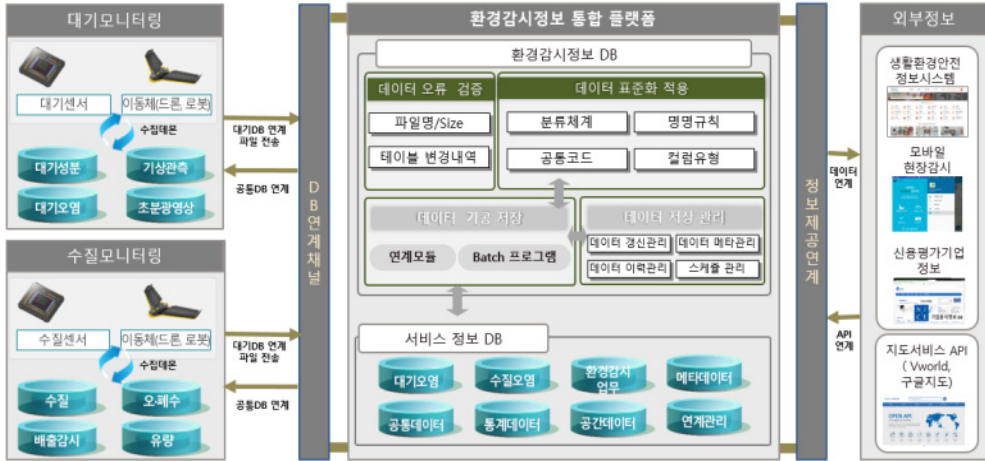


자료: Aberer et al.(2010), p.3.

〈그림 2-15〉 OpenSense 개념도와 센서 박스 예시

셋째, 4차 산업혁명 기반 기술인 ICBM(IoT, 클라우드, 빅데이터, 모바일) 환경정보 수집 (IoT), 정보공동 활용 체계(클라우드), 정보 분석(빅데이터) 및 서비스 플랫폼의 다변화(모바일) 및 정보공개 체계 구축이 필요하다(윤정호, 2017, p.301).

26) 윤정호(2017), p.300.



자료: 저자 작성.

〈그림 2-16〉 환경감시정보 통합 플랫폼 목표시스템 구성도

넷째, 크로스 도메인 서비스 확대가 요구된다(윤정호, 2017, p.301). 현재의 환경서비스는 기상, 수질, 오염도 등 특정 도메인별로 묶여 있으나 향후에는 영역을 파괴하고 재조합해 연결하는 ‘크로스 도메인 서비스’로 발전할 것으로 전망된다(윤정호, 2017, p.301). 예시로 미국, 일본, 독일 정부와 시스코, IBM, 구글 등 IT 대기업들은 여러 종류의 IoT 플랫폼을 하나로 묶어 통제하는 이른바 AtO(All to One) 시스템에 대한 기술 개발에 착수했다(윤정호, 2017, p.301). 이들은 다양한 서비스 도메인(IoT 플랫폼) 간의 융합을 통해 유기적, 지능적, 자율적으로 통제, 제어가 가능한 시스템(IoE, 만물인터넷) 구축을 추진하고 있다. 이러한 매체별 환경정보를 종합적으로 분석하고 오염배출 추적, 사전예방 및 대응 복구가 가능한 통합관리체계를 구축하여 대기-물-토양-폐기물 등의 매체별 물질과 에너지 흐름을 친환경적이고 효율적으로 순환시키기 위한 전략과 구체적인 정책수단을 수립하여 실행해야 한다(윤정호, 2017, p.301).

다섯째, 모든 환경정보의 공개와 의사결정 과정에서 주민 참여를 유도·활성화할 수 있는 서비스 개발과 환경정보 및 환경영향 등의 정보를 주민들이 쉽게 이해할 수 있도록 재가공하여 환경정책의 주민 감시 및 모니터링 체계가 강화될 수 있도록 한다(윤정호, 2017, p.301).

### 3) 건의사항 및 기대효과

수많은 센서로부터 수집되는 데이터들의 일정한 신호와 패턴을 인공지능 알고리즘을 이용하여 분석함으로써 다양한 인자들의 영향에 따른 미래를 예측하여 최적의 의사결정을 내리는 4차 산업혁명 기반 기술들은 앞으로 여러 산업분야에 큰 변화를 이끌어낼 것이며, 특히 환경정보 분야에서도 많은 변화를 가져다 줄 것이다. 특히 다양한 분야에서 구축되고 수집되는 환경공간정보와 다양한 유형의 정형·비정형 빅데이터와의 융복합 분석 기술 개발은 객관적이고 과학적인 대국민 서비스 및 정책적 지원 활용 그리고 2차 및 3차적 연계기술의 개발을 촉진시킬 것이다. 그리고 국민(주민)이 참여할 수 있는 서비스 플랫폼의 활성화를 통해 능동적 대처 및 생활 밀착형 대국민 서비스 정책 서비스 제공뿐 아니라 일반 국민을 대상으로 한 신 비즈니스 모델 창출을 위한 기초자료로 적극적인 활용이 가능해질 것으로 기대된다.

## 제3장

### 결론

본 연구에서는 미래 기후 및 사회경제 여건 변화에 대응하기 위한 기후변화, 환경보건, 환경정보 부문에서의 핵심 어젠다를 발굴하였다. 아래 <표 3-1>은 각 부문에서의 여건 분석을 바탕으로 도출된 14개의 핵심 어젠다를 제시한다.

<표 3-1> 미래 기후 및 사회경제 여건 변화 대응을 위한 핵심 어젠다

부문	핵심 어젠다
I. 기후변화	1. 기후안전사회로의 대전환 방향 모색
	2. 통합적 기후변화·에너지·대기 관리체계 구축
	3. 지속가능한 에너지 시스템 마련
	4. 온실가스 감축에 대한 사회적 공론화
	5. 국가적응계획 개편 및 적응정책의 과학적 기반 확보
	6. 사회기반시설 기후적응력 강화
	7. 기후변화 적응 거버넌스 체계 개선
	8. 지역 기반 적응 인프라 확대 및 기후복지 실현
	9. 기후변화 적응 국제협력 및 기후적응 적정기술 해외 진출 기반 확대
II. 환경보건	10. 복합재난 대비 산업단지 안전 및 폐기물 관리
	11. 환경유해인자에 취약한 민감·취약집단 보호
III. 환경정보	12. 개발자 중심 환경정보 공개
	13. 정보 분석 정부사업 2단계 선정 방식 도입
	14. IoT와 빅데이터를 결합한 환경 모니터링 기술 개발

자료: 저자 작성.



부문별 핵심 어젠다에 대한 정책 추진 방향을 제언하면 아래 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 핵심 어젠다별 주요 정책 추진 방향

구분	주요 정책 방향
I-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후변화를 국가 어젠다화함으로써 기후변화 정책 주류화 및 관련 정책 간 연계·통합 유인</li> <li>- 온실가스 감축 및 기후변화 적응정책 간 상호 연계전략 수립</li> <li>- 기후안전사회로의 전환을 위한 장기 국가 전략 수립</li> <li>- 관련 DB 구축 및 정보 공유 방안 강화, 이를 바탕으로 기후환경경제 통합모형 개발</li> <li>- 참여형 다차원적 거버넌스 체계 구축</li> </ul>
I-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장기 온실가스 감축목표를 상위 국가 목표로 설정, 이와 연계 관점에서 중단기 에너지계획 마련</li> <li>- 기후변화 관련 유관 계획들의 위계 및 관계를 고려해 수립 및 갱신시기, 계획기간, 담당기관, 수립절차 및 심의창구 등을 체계화</li> <li>- 「저탄소 녹색성장 기본법」 등 기후변화 관련법 정비</li> <li>- 책임 주체를 명확화하는 방향으로 기후변화 대응체계 개편</li> </ul>
I-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국민주도 에너지 정책 방향 결정</li> <li>- 재생에너지 이용 가속화</li> <li>- 시장경제수단을 적극 활용한 에너지전환</li> <li>- 정책결정을 위한 과학적 기반 강화</li> </ul>
I-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후정책 국가비전 재정립 및 통합적 이행체계 구축 관점에서 접근</li> <li>- 「저탄소 녹색성장 기본법」하의 국가전략, 제도, 계획의 재정립</li> <li>- 기후·에너지 문제를 고리로 지방분권 논의 가속화</li> <li>- 사회적 소통 및 통합형 정부 의사결정체계 구축</li> </ul>
I-5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학적 기반의 국가적응계획체계 개편</li> <li>- 기후변화 적응을 위한 과학적 기반 확보</li> </ul>
I-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사회기반시설 예비타당성조사 제도 개선</li> <li>- 민간-공공분야 기후변화 적응 참여 유도를 통한 국가 사회기반시설의 복원력 강화</li> </ul>
I-7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가단위 통합적 적응추진·관리체계 강화</li> <li>- 지자체 단위 적응추진 활성화 기반 마련</li> <li>- 민간 참여형 자발적 적응사회 유도</li> </ul>
I-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역단위 기후변화 적응 선도사업 추진 및 적응시장 확대</li> <li>- 기후변화 취약지역 및 취약계층 지원을 통한 기후복지 실현</li> </ul>
I-9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대한민국의 '국제 기후변화 적응 지원 파트너십' 마련</li> <li>- 기후적응 적정기술의 해외시장 진출 인프라 확보</li> </ul>
II-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업단지 안전관리 정책 및 법령 개선방안 마련</li> <li>- 효과적 산업단지 복합재난 예방·대응을 위한 협력적 거버넌스 구축 및 컨트롤타워 기능 강화</li> <li>- 위험평가 모델을 토대로 한 산업단지 복합재난 진단 및 예측을 통한 관리 기반 마련</li> <li>- 국내 복합재난에 대한 산업단지 안전 및 폐기물 관리를 위한 로드맵 마련</li> </ul>

구분	주요 정책 방향
II-11	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합 데이터베이스 기반 국가환경건강안전망 구축을 통한 민감·취약집단 대상 환경건강영향 모니터링 시행</li> <li>- 민감·취약집단의 환경유해인자 파악 및 관리방안 마련</li> <li>- 민감·취약집단을 위한 환경기준 또는 노출 권고기준 마련</li> <li>- 민감·취약집단에 대한 리스크 커뮤니케이션 강화</li> </ul>
III-12	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가공된 오염도 중심의 환경정보뿐 아니라 측정소 수집자료, 주기적으로 조사되는 배출원의 배출량 자료 등을 단계적으로 공개</li> <li>- 민간 수요를 파악해 추가 환경정보 수집·공개</li> </ul>
III-13	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정보 분석 능력이 요구되는 정부사업의 사업자 선정 기존 절차 사전에 정보 분석 역량 점검 단계 추가</li> </ul>
III-14	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사물인터넷 기반 정보 수집 및 모니터링 체계 구축</li> <li>- 사물인터넷 기반 센싱 데이터 분석 및 예측 시스템 구축</li> <li>- ICBM 환경정보 수집, 정보공동 활용 체계, 정보 분석 및 서비스 플랫폼의 다변화 및 정보 공개 체계 구축</li> <li>- 매체별 환경정보에 대한 종합적 분석과 오염 배출 추적, 사전예방 및 대응 복구 가능 통합 관리체계 구축</li> <li>- 환경정책의 주민 감시 및 모니터링 체계 강화</li> </ul>

자료: 저자 작성.

## | 참고문헌 |

## [국내문헌]

국민안전처(2015), 「2015 재해연보」.

강상인, 김이진(2016), “유엔기후변화총회(COP22/CMA1) 주요 결과 및 향후 과제”, 「환경포럼」, 20(5), 한국환경정책·평가연구원.

강상인 외(2016), 「신기후체제 협상 대응 및 기후서비스 산업 발전 방안연구」, 한국환경정책·평가연구원.

관계부처합동(2016), 「제1차 기후변화대응 기본계획」.

김용건, 김이진, 박시원(2009), 「온실가스 감축의무 협상동향 및 대응방향 연구 I」, 한국환경정책·평가연구원.

김용건 외(2012), 「주요국 온실가스 감축정책 동향 및 시사점」, 한국환경정책·평가연구원.

김이진, 이수철(2013), 「온실가스 감축 관련 국가 계획 현황 및 개선방향 연구」, 한국환경정책·평가연구원.

김이진, 이상엽(2016), 「신기후체제 시대 기후변화 대응정책 추진체계 연구」, 한국환경정책·평가연구원.

미래창조과학부(2017), 「2015년도 제21회 원자력산업실태조사」.

박소영 외(2016), “연도별 연령대별 천식 유병률”, 「OLD(Obstructive Lung Disease) 저널」, 4(1), 폐쇄성폐질환연구원.

박정규, 간순영(2016), “지진대비 산업단지 환경안전을 위한 정책 제언”, 「KEI 포커스」, 4(16), 한국환경정책·평가연구원.

산업통상자원부 보도자료(2016.11.25), “14년 온실가스 배출량 감소에 발전 부문이 크게 기여”.

서울과학기술대학교(2017), 「국가 에너지시스템에서의 열병합발전 역할」.

신지영 외(2016), 「제2차 국가기후변화적응대책 세부시행계획 수립 및 이행 지원」, 환경부.

- 에너지경제연구원(2016), “중국, 13.5계획 기간 온실가스 배출 통제 방안 발표”, 「세계 에너지 시장 인사이트」, 16(41).
- 에너지경제연구원(2017), “2016년 세계 주요국의 에너지기후변화 정책 및 시장 변화”, 「세계 에너지시장 인사이트」, 제16(47).
- 윤순진(2007), “영국과 독일의 기후변화정책”, 「ECO」, 11(1), pp.43-95.
- 윤순진(2012), “기후변화정책 거버넌스에 대한 평가와 대안 모색”, 「정부 기후변화정책 평가 토론회 및 정책보고서 출간회」, pp.25-26, 국회기후변화포럼.
- 오윤경(2013), 「Natech 재난관리방안 연구」, 한국행정연구원.
- 윤정호(2017), “제4차 산업혁명시대에서 환경감시 및 모니터링 체계 재정립”, 「차기정부 환경 부문 현안과 정책과제 공동심포지움」, 한국환경정책·평가연구원.
- 온실가스종합정보센터(2016), 「국가 온실가스 인벤토리 보고서」.
- 왕광익 외(2012), 「기후변화 취약계층을 위한 녹색도시정책 연구」, 국토연구원.
- 이상준(2016), “Post-2020 온실가스 감축 기여 유형 분석”, 「에너지경제연구원 2015년도 연구성과 발표회」, 에너지경제연구원.
- 이상엽, 김이진, 정예민(2017), 「2050 장기 저탄소 발전전략 수립을 위한 기초연구」, 한국환경공단.
- 이재호, 장우석(2017), “온실가스 감축 및 미세먼지 저감을 위한 전력정책 제안”, 「한반도 르네상스 구현을 위한 VIP 리포트」, 17-20(693), 현대경제연구원.
- 정지범 외(2015), 「대형복합재난 법적기반 구축 연구」, 한국행정연구원.
- 조광우 외(2013), 「국가 해수면 상승 사회·경제적 영향평가 III」, 한국환경정책·평가연구원.
- 조홍식(2010), “기후변화의 법정책 - 녹색성장기본법을 중심으로”, 「녹색성장 법제 I」, 법제처.
- 채여라 외(2012), 「우리나라 기후변화의 경제학적 분석 III」, 국립환경과학원.
- 통계청(2015), 「2015 고령자통계」.
- 한국수력원자력(2016), 「2016 원자력발전백서」.
- 한국전력공사(2015.12.31), 「전력통계속보」. 제446호.
- 환경부(2015), 「제2차 대기환경개선 종합계획(16~25)」.
- 환경부(2015a), 「환경보건 10개년 종합계획(2011~2020 수정계획)」.

황인창 외(2016), 「기후변화 적응산업 수출기반 육성: 중소기업 지원 및 개도국 적응계획 수립 지원」, 환경부.

#### [국외문헌]

Aberer et al.(2010), *OpenSense: Open Community Driven Sensing of Environment*,  
In proc. of ACM IWGS.

Dickinson, J. L. et al.(2012), “The Current State of Citizen Science as a Tool for Ecological Research and Public Engagement”, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10, pp.291-297.

EC(2011), *A Roadmap for Moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.

Groulx M. et al.(2017), “A Role for Nature-Based Citizen Science in Promoting Individual and Collective Climate Change Action? A Systematic Review of Learning Outcomes”, *Science Communication*, 39(1), pp.45-76.

IEA(2015), *Key Trends in CO<sub>2</sub> emissions excerpt from: CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion*.

IPCC(2014), *Climate Change 2014 Synthesis Report*.

Jordan, R. C., H. L. Ballard, and T. B. Phillips(2012), “Key Issues and New Approaches for Evaluating Citizen-science Learning Outcomes”, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10, pp.307-309.

OECD(2016), *Better Life Index*.

Prüss-Ustün et al.(2016), *Preventing Disease through Healthy Environments. A Global Assessment of the Burden of Disease from Environmental Risks*, World Health Organization.

[온라인 자료]

- 국가재난정보센터, [http://www.safekorea.go.kr/idsiSFK/index\\_web.jsp](http://www.safekorea.go.kr/idsiSFK/index_web.jsp), 검색일: 2017.5.22.
- 통계청 e-나라지표, “지진 발생 빈도”, [http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx\\_cd=1396](http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1396), 검색일: 2017.6.9.
- 행정안전부, “주민등록 인구통계”, <http://www.mois.go.kr/frt/sub/a05/totStat/screen.do>, 검색일: 2016.5.25.
- 화학물질안전원, “화학물질안전관리정보시스템”, <http://kischem.nier.go.kr/kischem2/wsp/main/main.jsp>, 검색일: 2017.6.9.
- Center for Disease Control and Prevention: CDCP, “National Environmental Public Health Tracking”, <https://www.cdc.gov/nceh/tracking/about.htm>. 검색일: 2017.6.1.
- CEDIM, “Center for Disaster Management and Risk Reduction”, <https://www.cedim.de/english/riskexplorer.php>, 검색일: 2017.6.9.
- DiscoGAN, <https://github.com/SKTBrian/DiscoGAN>, 검색일: 2017.6.27.
- European Commission, “Climate Action”, [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies_en), 검색일: 2017.5.1.
- IAEA-Power Reactor Information System: IAEA PRIS, “Operational Reactors by Age”, <https://www.iaea.org/PRIS/>, 검색일: 2017.5.1.
- Imagenet Large Scale Visual Recognition Challenge 2016: ILSVRC2016, <http://image-net.org/challenges/LSVRC/2016/>, 검색일: 2017.6.27.
- Kaggle Challenge, <https://www.kaggle.com/competitions>, 검색일: 2017.6.27.
- Lunit, “Explore Our Recent News and Announcements”, <https://lunit.io/news/> 검색일: 2017.6.27.
- National Bureau of Economic Research, “CPS Merged Outgoing Rotation Groups,” <http://www.nber.org/data/morg.html>, 검색일: 2017.6.27.
- NAVER Developers, <https://developers.naver.com/main/>, 검색일: 2017.6.27.
- Twitter Developers, <https://dev.twitter.com/rest/public>, 검색일: 2017.6.27.

# Abstract

## **The Emerging Environmental Policy Agenda in the Climate and Socioeconomic Context**

Yeora Chae et al.

Today, the world is faced with environmental threats including, inter alia, climate and ecotoxicity and also disaster and disease caused by such environmental risks. The newly launched Korean government announced, in the midst of a dynamically changing environment, that it will strive to realize “safe and clean Korea” during its undertaking.

This study explores the emerging environmental policy agendas in the areas of climate change, environmental health and environmental information, taking into account the climate and socioeconomic context. It then recommends key policy directions to deal with emerging environmental issues in a systematic and promising way, with a view to helping the new administration fulfill its commitment.

**Keywords:** Environmental Policy, Emerging Agenda, Climate Change, Environmental Health, Environmental Information

## ■ 저자약력

### 채여라 (연구책임)

영국 캠브리지 대학교 경영학 박사  
한국환경정책·평가연구원 연구위원(현)  
E-mail : yrchae@kei.re.kr

#### 주요 연구실적

- 기후환경 대응역량 평가체계 구축 (2016)
- 저탄소 기후변화 적응 사회를 위한 사회·경제 변화 시나리오 개발 (2016)

### 박정규

미국 오리건주립대 환경독성학 박사  
한국환경정책·평가연구원 선임연구위원(현)  
E-mail : jgpark@kei.re.kr

### 신용승

서울대학교 환경대학원 환경계획학 박사  
한국환경정책·평가연구원 선임연구위원(현)  
E-mail : shiny@kei.re.kr

### 윤정호

고려대학교 산림자원학 이학 박사  
한국환경정책·평가연구원 선임연구위원(현)  
E-mail : jhyoon@kei.re.kr

### 최희선

서울대학교 환경대학원 조경학 공학 박사  
한국환경정책·평가연구원 연구위원(현)  
E-mail : choihs@kei.re.kr

### 강성원

미국 로터스 뉴저지 주립대학교 경제학 박사  
한국환경정책·평가연구원 연구위원(현)  
E-mail : swkang@kei.re.kr



**김이진**

미국 인디애나 대학교 정책학&환경과학 석사  
한국환경정책·평가연구원 전문연구원(현)  
E-mail : ljkim@kei.re.kr

**공현숙**

성균관대학교 경제학 석사  
한국환경정책·평가연구원 연구원(현)  
E-mail : hsking@kei.re.kr