



# 국제사회의 장거리이동 대기오염 대응사례와 시사점

문진영  
김은미  
최은혜

대외경제정책연구원은 세계경제환경의 변화에 따른 외부적 도전을 슬기롭게 극복하고 21세기를 향한 우리 경제의 국제적 역할과 위상을 정립하기 위해 1989년 정부 출연연구기관으로 발족 하였습니다.

본 연구원은 다자 및 쌍무적 무역통상, 국제금융협력, 국제투자, 해외 주요국 및 지역경제 등과 관련된 문제를 조사·분석하고 정책수단을 개발하는 연구활동을 수행함으로써 국가의 대외 경제정책 수립에 이바지하고 있습니다.

연구결과는 [연구보고서], [연구자료], [Working Paper] 등 각종 국·영문보고서, 웹진 [오늘의 세계경제], World Economy Brief, 학술지 *East Asian Economic Review* (EAER, 한국연구재단 등 재지) 등의 형태로 발간되고 있으며, 그 원문을 본 연구원 홈페이지([www.kiep.go.kr](http://www.kiep.go.kr))에 공개하고 있습니다.

원장 현 정택

## 對外經濟政策研究院

### KOREA INSTITUTE FOR INTERNATIONAL ECONOMIC POLICY

30147 세종특별자치시 시청대로 370

세종국책연구단지 경제정책동

T. 044-414-1114 F. 044-414-1001

[www.kiep.go.kr](http://www.kiep.go.kr)

# 국제사회의 장거리이동 대기오염 대응사례와 시사점

문진영 · 김은미 · 최은혜

연구자료 17-11

## 국제사회의 장거리이동 대기오염 대응사례와 시사점

인 쇠 2017년 12월 10일  
발 행 2017년 12월 13일  
발행인 현정택  
발행처 대외경제정책연구원  
주 소 30147 세종특별자치시 시청대로 370  
세종국책연구단지 경제정책동  
전 화 044) 414-1179  
팩 스 044) 414-1144  
인쇄처 (주)다원기획 044) 865-8115

©2017 대외경제정책연구원

정가 7,000원  
ISBN 978-89-322-2446-6 94320  
978-89-322-2064-2(세트)



## 국문요약

최근 국내 대기오염 물질의 상당 부분이 인근 국가로부터 유입되는 것으로 알려지면서 미세먼지로 대표되는 대기오염 문제가 중요한 경제, 사회, 외교적 이슈로 부각되고 있다. 이처럼 개별국의 관할권을 초월한 장거리이동 대기오염은 해당 국가만의 문제가 아닌 이웃 국가들과의 공동 대응이 필요한 사안이다. 따라서 본 연구는 주요국의 대기오염 대응 정책과 국제협력 사례를 분석함으로써 동북아 역내에서 심화되고 있는 대기오염에 대응하기 위한 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

먼저 주요국이 대기질 개선을 위해 도입한 정책 및 규제 수단의 특징을 요약해보면 다음과 같다. 유럽, 중국 및 미국은 공통적으로 대기오염 관련 법령, 정책, 규제 등을 수립·보완해왔으며, 이를 근거로 국가 대기질기준 설정, 대기오염물 배출 관리, 모니터링 강화 등을 시행하고 있다. 그 결과 해당 국가들은 일정 수준의 대기오염물 배출 감축 성과를 달성할 수 있었으며, 특히 역내에서 배출 한도나 상한이 설정되었거나 관리 대상으로 지정된 오염물질을 중심으로 배출량이 감축되었다. 다만 중국의 경우 2010년대부터 징진지 등 중점 오염지역에 대한 정부의 감독 권한, 규제 수단 및 관리 기준을 강화하며 긍정적인 성과를 거뒀으나, 최근 미세먼지(PM<sub>10</sub>)와 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 연평균 농도가 자국 및 국제기준을 초과하고 있어 여전히 개선이 필요한 상황이다(2016년 기준).

국제적으로도 장거리이동 대기오염 문제를 해결하기 위해 양자 또는 다자차원의 협력 체계를 구축해왔다. 유럽, 북미 및 동남아 지역은 공통적으로 대기오염 관련 협정을 체결하고, 관련 조직과 모니터링 체계를 정비해왔다. 유럽의 「장거리이동환경성대기오염협약(CLRTAP)」, 북미의 「미국-캐나다 대기질 협정

(AQA)」과 「미국-멕시코 국경지역 환경협정(La Paz Agreement)」, 동남아 지역의 「월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)」은 역내 대기오염에 대한 공동 대응체계를 구축해야 한다는 목표 아래 체결되었다. 무엇보다도 공동연구 등을 통해 수집된 과학적 근거를 바탕으로 해결책을 모색하고, 국가간 협력을 강화하는 계기가 되었다. 이후에도 의정서, 부속서, 로드맵 등을 채택하며 미흡한 부분이나 새로운 현안 이슈에 대한 내용을 보완해왔다.

1979년에 채택된 유럽의 CLRTAP는 총 51개국이 참여하는 다자협력 체계로 앞서 언급된 협정들 중 최대 규모이자 가장 기간 운영되고 있다. 동남아 지역의 AATHP는 인도네시아 등지에서 발생한 화재로 인해 연무(haze) 피해가 지속되자 이를 해결하기 위해 2002년에 체결된 협정이다. 두 지역은 모두 협정 이행을 위해 유럽연합(EU)과 아세안(ASEAN)이라는 역내 국제기구의 조직과 체계를 적극 활용하고 있다는 특징을 보인다. 반면 북미 지역의 협정들은 미국-캐나다, 미국-멕시코 간 양자협력 체계로서 산성비 등 국경지대의 환경오염 문제를 중점적으로 해결하고자 체결되었으며, 각국의 환경 주무부처가 이를 주도하고 있다는 점에서 차이가 있다.

중점 관리하고자 하는 오염물질이나 지역에 대해 유럽과 북미 지역이 관련 배출 및 규제 기준을 협정서 내에 명시하고 있는 것과는 달리 동남아 국가들은 연무오염 문제를 해결하기 위한 원칙과 지침을 제시하는 데 집중하였다. 따라서 AATHP는 연무오염 피해가 빈번하게 발생하는 지역(이탄지대 등)과 기간(건기 등)에 대한 정보 교환·공유와 모니터링을 강화하는 내용을 다수 포함하고 있어 타 협약들에 비해 느슨한 협정이라고 평가된다. 그러나 회원국의 주권과 전원합의 원칙을 중요시하는 아세안이 회원국 전원의 참여를 유도하기 위해 고안한 방법이자 지역적 특수성을 반영한 해결책이라는 점에서 그 의미가 있다.

위의 협력 사례들은 동북아 지역에서도 장거리이동 대기오염 문제에 대응하기 위해 다자차원의 협정을 체결할 필요가 있음을 시사한다. 동남아의 AATHP나 유럽의 CLRTAP와 같이 협약의 첫 출발은 법적 제재보다는 대기오염 예방

과 감축을 위한 정보 교류 및 모니터링을 강화하는 방향으로 추진함으로써 협정 참여에 미온적인 국가의 참여를 유도할 수 있을 것이다. 기본적으로는 대기 오염으로 인해 가장 피해를 입고 있는 지역이나 시기에 대한 공동 대응체계 구축을 목표로 하고, 추가로 협의서나 부속서 등을 채택하는 방식으로 국가간 협력을 심화해가야 할 것이다. 북미 지역의 AQA를 참고하여 주변국에 상당한 환경적 피해를 야기할 가능성이 있는 정책 추진 시에는 신속히 통보하도록 하여 상대 국가가 사전에 대비할 수 있는 최소한의 시간을 제공하도록 하는 조항을 포함할 필요도 있다. 또한 실효성 있는 과학적 데이터를 마련하기 위한 공동연구를 추진하고, 협약의 이행 과정을 정기적으로 평가하는 등의 노력이 동반되어야 할 것이다.

이와 같은 분석 결과를 바탕으로 본 연구는 동북아 지역에서의 대기오염 저감을 위한 국제협력 및 대응 방안을 다음과 같이 제시하고자 한다. 첫째, 국제사회에서 대기오염 관련 가장 성공적인 협력 사례로 평가받는 CLRTAP에 우리나라가 직접 참여함으로써 차후 동북아 지역에서 다자협력을 모색하기 위한 기반을 마련하고, 동북아 국가들의 참여를 유도하는 방안을 고려할 수 있다. CLRTAP는 최장 15년까지의 유예기간을 제시하고 있기 때문에 단기적인 가입 부담을 완화할 수 있고, 사드 배치 등 한·중 간의 정치적 갈등하에서는 이미 검증된 다자협력 체계인 CLRTAP에 중국의 동참을 유도하는 것이 현실적인 대안이 될 수 있을 것이다. 둘째, 대기오염에 대한 동북아 차원의 공통된 지식기반을 도출할 필요가 있다. 이를 위해 경험이 풍부한 선진국의 전문 기관과 유럽 감시평가프로그램(EMEP)의 자문 및 참여 등을 통해 보다 객관화된 자료 축적을 추진해야 할 것이다.

셋째, 정부가 민간 분야에서 주도하는 다양한 대기오염 감축 노력을 지원할 필요가 있다. 국가 차원으로 다루기에는 다소 민감한 환경 이슈라고 하더라도 민간 차원의 대응은 가능하다는 점에 주목해야 한다. 민간단체가 주도하는 캠페인 등을 통해 대기오염을 유발하는 산업이나 기업의 제품 소비를 자제하도록

유도하여 이들의 경영 활동을 변화시키고, 궁극적으로는 대기오염을 일으키는 인근 국가의 내부적인 변화를 꾀하고자 한다. 넷째, 천연가스를 활용한 한·중·일 3국의 협력을 강화하는 방안을 모색할 수 있다. 전 세계 LNG의 주요 수입국인 한·중·일이 공동으로 천연가스 활용 증대 방안을 모색하고, 오염물질 저감 기술에서도 협력한다면, 동북아 전체의 대기오염 문제 해소에 일조할 수 있을 것이다.



## 차례

국문요약 .....	3
<b>제1장 서론 .....</b>	<b>13</b>
1. 연구의 필요성 및 목적 .....	13
2. 선행연구와의 차별성 및 연구의 범위 .....	14
<b>제2장 주요 대기오염 요인과 영향 .....</b>	<b>17</b>
1. 주요 대기오염 물질 현황 .....	17
가. 대기오염물질 발생요인 및 현황 .....	17
나. 세계보건기구(WHO) 대기질 가이드라인 .....	24
2. 대기오염의 영향 .....	25
가. 보건 영향 .....	25
나. 경제적 영향 .....	27
<b>제3장 주요국의 대기오염 대응 정책 및 특징 .....</b>	<b>30</b>
1. 유럽연합 .....	30
가. 주요 대기오염 정책 및 특징 .....	30
나. 배출현황 .....	33
2. 중국 .....	36
가. 현황 .....	36
나. 대기오염 대응을 위한 법률 및 정책 .....	41
3. 미국 .....	46
가. 현황 .....	46
나. 대기오염 대응을 위한 법률 및 정책 .....	51

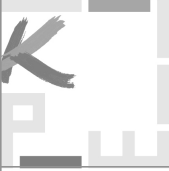
**제4장 역내 대기오염에 대응한 국제협력 ..... 55**

- 1. 유럽의 장거리월경성대기오염협약(CLR TAP) ..... 55
  - 가. 설립 배경 및 경과 ..... 55
  - 나. 협약 및 후속 의정서의 채택 ..... 56
  - 다. 협약 내 기구 ..... 61
  - 라. 협약성과와 의미 ..... 63
- 2. 북미지역 양자협력 ..... 65
  - 가. 미국-캐나다의 대기질 협정(AQA) ..... 65
  - 나. 미국-멕시코 국경지역의 환경협력 ..... 69
- 3. 동남아 지역의 월경성 연무오염 아세안협정(AATHP) ..... 75
  - 가. 도입 배경 ..... 75
  - 나. 월경성 연무오염 아세안협정(AATHP) ..... 77
  - 다. 협정(AATHP) 시행을 위한 로드맵 수립 ..... 80
- 4. 동북아 지역 내 협력 ..... 83
  - 가. 동북아 장거리이동 대기오염물질 프로젝트 ..... 83
  - 나. 한·중·일 환경장관회의(TEMM) ..... 85
  - 다. 한·중 대기질 공동연구단 ..... 86

**제5장 결론 ..... 88**

- 1. 요약 및 시사점 ..... 88
- 2. 동북아 대기오염 저감을 위한 국제협력 및 대응 방안 ..... 91
  - 가. 장거리월경성대기오염협약(CLR TAP)의 적극적 참여 및 활용 ..... 92
  - 나. 대기오염에 대한 동북아 차원의 공통된 지식기반 도출 ..... 93

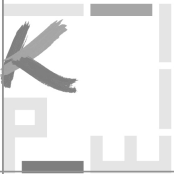
다. 대기오염 감축을 위한 민간차원의 노력 지원 .....	95
라. 천연가스를 활용한 한·중·일 3국의 협력 강화 .....	96
<b>부록 .....</b>	<b>99</b>
<b>참고문헌 .....</b>	<b>102</b>
<b>Executive Summary .....</b>	<b>116</b>



## 표 차례

표 2-1.	세계보건기구(WHO)의 대기질 가이드라인(AQG)	24
표 2-2.	국가별 대기환경기준	25
표 2-3.	국제적 차원의 대기오염으로 인한 보건 영향	26
표 3-1.	유럽연합의 대기오염 대응 정책	31
표 3-2.	유럽연합의 2020년 주요 대기오염 물질 배출 한도	32
표 3-3.	2014년 유럽연합 내 오염물질 및 미세먼지의 주요 배출부문 비중	35
표 3-4.	중국 대기오염물질의 주요 분야별 배출 현황(2015년)	38
표 3-5.	중국 국가대기질기준(GB3095-2012)	39
표 3-6.	중국 국가대기질지수(HJ633-2012)	39
표 3-7.	중국 중점 오염지역의 대기오염원별 농도(2016년)	41
표 3-8.	중국의 「대기오염방지법」 및 「대기오염방지행동계획」의 주요 내용	45
표 3-9.	미국 대기오염물질의 주요 분야별 배출 현황(2016년)	49
표 3-10.	미국 국가대기질기준(NAAQS)	50
표 3-11.	미국 대기질지수(AQI)	51
표 4-1.	CLRTAP 협약 및 후속 의정서 내용	58
표 4-2.	「미국-캐나다 대기질 협정(AQA)」의 주요 내용	66
표 4-3.	「미국-멕시코 국경지역 환경협정(La Paz Agreement)」의 주요 내용	70
표 4-4.	「국경 2020 프로그램(2013~20)」 내 대기오염 감소를 위한 세부목표	74
표 4-5.	「월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)」의 주요 내용	77
표 4-6.	「월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)」 관련 로드맵 내 핵심 전략	81
표 4-7.	동북아 대기관리를 위한 주요 국제협력	83

표 4-8. 한·중 공동 연구 주제 ..... 86  
 표 4-9. 한·중 공동연구단의 향후계획 ..... 87  
 표 5-1. 유럽, 북미 및 동남아 지역 내 월경성 대기오염 관련 협정 비교 .. 91



## 글상자 차례

글상자 4-1. 월경성 연무오염에 대한 싱가포르의 대응 사례 ..... 82



## 그림 차례

그림 2-1.	미세먼지 생성과정 .....	18
그림 2-2.	국가별 PM <sub>2.5</sub> 에 대한 평균 노출 .....	19
그림 2-3.	지표면 오존 생성과정 .....	20
그림 2-4.	이산화질소 생성과정 .....	21
그림 2-5.	유럽과 동북아시아의 이산화질소(NO <sub>2</sub> ) 농도변화 (2005~14년) .....	22
그림 2-6.	미세먼지와 오존으로 인한 조기사망 수 .....	27
그림 2-7.	대기오염으로 인한 2060년 GDP 변화 예측 (2010년 대비 % 변화) .....	28
그림 3-1.	유럽연합의 주요 대기오염 물질 배출 규모 및 배출지수 추이 ..	34
그림 3-2.	중국 주요 대기오염물질 총배출량 추이(2007~15년) .....	37
그림 3-3.	중국 74개 주요 도시의 대기오염원별 농도 변화 (2013~16년) .....	40
그림 3-4.	미국 경제성장 및 주요 대기오염물질 총배출량 추이 비교 (1970년 vs 2016년) .....	47
그림 3-5.	미국 대기오염물질별 배출량 추이(1990~2015년) .....	48
그림 4-1.	장거리월경성대기오염협약(CLRTP)의 주요 조직 구성 .....	61
그림 4-2.	미국-캐나다 국경지대 대기오염물질 모니터링 네트워크 현황 .....	68
그림 4-3.	「국경 2020 프로그램(2013~20)」내 주요 조직 .....	74
그림 4-4.	아세안 내 「월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)」 관련 주요 조직 .....	79
그림 5-1.	대기오염의 출처와 영향 부문 간의 연관관계 .....	94
그림 5-2.	국가별 초미세먼지와 석탄발전 비중 .....	97
그림 5-3.	한·중·일 천연가스 수요 및 중국의 석탄소비 .....	97

## 1. 연구의 필요성 및 목적

최근 미세먼지로 대표되는 대기오염 문제가 국내에서 주요한 경제, 사회, 외교적 이슈로 부각되고 있다. 대기오염이 인체에 미치는 영향 이외에도 자연생태계 등에 파급되는 영향은 근대화시기부터 경제성장을 이뤘은 서구 선진국에서 나타나왔다. 국내 미세먼지의 문제는 화석연료 사용증가로 인한 국내적인 요인 이외에도 국외에서 유입되는 대기오염도 상당한 것으로 추정되고 있다. 이로 인해 황사와 같은 특정 계절에 나타나는 문제가 아니라 연중 내내 대기 상황 등에 따라 국제사회에서 통용되는 기준을 초과하는 대기오염이 발생하고 있다.

미국 항공우주국(NASA)과 우리나라가 공동으로 2016년 5~6월에 수행한 국내 대기질 공동 조사 결과에 따르면, 조사기간 서울에서 측정된 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 국내 기여율은 52%, 중국 내륙 34%를 포함한 국외 기여가 48%에 이르는 것으로 확인되었다. 또한 관측된 미세먼지의 75% 이상은 배출원에서 직접 배출되지 않고, 대기 중에서 미세먼지를 유발하는 오염물질로 인한 2차 생성이 원인인 것으로 파악되었다.<sup>1)</sup>

국내뿐만 아니라 국외에서 유입되는 대기오염이 상당하면서, 2017년 출범한 신정부는 대통령 취임 6일 만에 미세먼지 감축 응급대책으로 30년 이상된 노후 석탄화력발전소에 대해 일시가동을 중단하였다. 또한 정부는 2017년 9월 26일 국무회의에서 12개 관계부처 합동으로 '미세먼지 관리 종합대책'을 확정하였다. 정부는 2022년까지 미세먼지 국내 배출량 30% 감축을 위한 로드

1) 환경부 온라인 보도자료(2017. 7. 19, 검색일: 2017. 11. 7).

맵을 발표하면서, 단기대책과 더불어 중장기대책으로 '동북아 미세먼지협약'의 체결 추진 검토를 포함하였다.<sup>2)</sup>

이미 국제사회는 특정국가 문제로 한정되는 않는 월경성(transboundary) 대기오염에 대해 다양한 협력을 통해 문제 해결을 모색하고 있다. 유럽은 1970년대부터 장거리이동 대기오염 물질에 대한 논의를 본격적으로 진행하면서, 1979년 장거리월경성대기오염협약(CLR TAP)<sup>3)</sup>을 채택하였다. 북미와 동남아 지역 역시 공업화 및 화전(火田) 등으로 초래되는 월경성 대기오염 문제에 양자 및 다자협력으로 대응하고 있다. 미국은 산성비(acid rain) 문제로 캐나다와 대기협정을 체결하였고, 멕시코 접경지역에서의 환경 문제에 대응해 양자간 협정을 체결하였다. 아세안은 주로 인도네시아의 토지개간 등에서 비롯된 화재 및 산불의 연무(haze)가 인접 국가로 확산됨에 따라 2002년 월경성 연무오염에 관한 아세안협정(AATHP)을 체결한 바 있다.

따라서 본 연구는 장거리이동 대기오염 물질의 저감을 위한 국제사회의 노력을 분석하여, 국내 대기오염 저감을 위한 국제협력에서의 정책적 시사점을 제시하고자 한다. 주요국의 대기오염 대응 정책과 국제적 협력 사례 분석을 통해 우리나라에 앞서 유사한 사례를 고민한 국제사회의 경험과 교훈을 확인하고, 국내 대기오염 문제 해결을 위한 정책 마련에 일조하고자 한다.

## 2. 선행연구와의 차별성 및 연구의 범위

동북아 지역에서의 대기협력과 관련된 연구는 이전부터 꾸준히 연구가 진행된 분야이다. 민병승(1996)은 산성비, 온실가스 등 동북아 지역의 환경문제와 국제 환경협력 활성화 방안과 주요국의 참여 촉진방안을 검토한 바 있다. 김정

---

2) 환경부 온라인 보도자료(2017. 9. 26, 검색일: 2017. 11. 7).

3) Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution.

인, 김진욱(2005)은 동북아 지역에서의 다자 및 양자 차원의 환경 협력의 문제점을 분석하면서, 구체성이 없는 계획과 동북아 지역에서 국제기구나 주도적 역할 수행자의 부재를 지적하였다. 이창재 외(2005)는 동북아경제협력체를 실현하기 위한 방안으로 동북아 에너지, 철도 협의체 이외에도 동북아 환경협력체 형성을 위해 동북아 환경협력기구의 설립을 제안하였다. 한택환(2007)은 동북아 지역의 환경협력 진전과정을 유럽의 환경협력과 비교하였다. 동북아 환경협력의 부진은 문화적 토양부족과 더불어 구조적 추진력 또한 충분한 동력이 부여되지 않았다고 보았다.

심창섭, 노태호, 서지현(2013)은 동북아 지역의 대기 정책 및 관리를 위한 국제 협력 체계의 현황 및 대기질 과학 분야의 연구협력을 정리하였다. 동북아 대기관리를 위한 국제협력의 문제점을 토대로 동북아 대기관리를 위한 국제협력방안으로서 각국 정상 간의 정치적 합의를 통한 포괄적이고 강력한 대기분야의 국제협력 플랫폼을 강조하였다.

강택구 외(2013)는 한국과 중국의 대기오염 현황과 양국 수도권 지역에서의 대기오염 저감 대책을 비교분석하였다. 또한 양국간의 대기오염 저감기술 현황을 비교하고 양국의 대기오염 현황, 관리정책, 국제협력 및 기술에 근거하여 중국의 대기오염 저감을 위한 한·중 협력방안을 도출하였다. 심창섭, 장임석(2015)도 유사한 연구로서 동아시아 주요 대도시 대기오염 관리 정책을 정리하였다. 동아시아 대기질 개선을 위한 주요 협력 현황 이외에도 에너지 부문과 연계한 대기질 개선이나 발전 부문의 협력방안을 구체적인 사례를 통해 국제협력의 방향을 제시하였다. 이상윤 외(2015)는 동북아 대기오염 관리를 위한 단계적 대응방안으로서 단기적으로는 대기질 개선을 인식공동체라는 수단을 활용하여 한·중·일 환경장관회의에 적용하고, 온실가스와 대기질 개선의 연계를 중장기적 대응으로 제시하였다.

이수철(2017)은 일본의 미세먼지발생 현황과 대책을 문헌 위주로 정리하였다. 일본의 경우 지역에 따라 미세먼지 발생의 차이가 있으나 중국의 미세먼지

에 상당 부분 영향을 받고 있음을 정리하였다. 그리고 국제협력 차원에서 중국 대기환경 개선을 위한 중국과 일본 내 도시 간 연계협력 사례를 소개하였다.

다수의 연구에서 동북아 지역에서의 국제협력 현황 및 발전방안에 대한 연구가 진행되어 왔다. 본 연구는 동북아 지역보다 외연을 확장하여 장거리이동 대기오염에 대응한 다자 및 양자 차원의 다양한 국제협력 사례를 분석하여 국내 및 동북아 대기오염 문제에 시사점을 제시하고자 한다.

본 연구의 2장은 주요 대기오염 물질의 발생 요인과 현황을 정리하고, 대기오염이 보건과 경제에 초래하는 영향을 파악하였다. 3장은 우리보다 앞서 대기오염 문제를 대응해온 유럽연합과 미국, 그리고 최근 국내 미세먼지 문제와 가장 관련 있는 중국의 대기오염 대응 정책과 특징을 분석하였다. 4장은 국제사회의 다자 및 양자 차원의 대기오염 협력 사례를 집중적으로 검토하였다. 첫째, 유럽의 장거리월경성대기오염협약 및 주요 의정서의 특징 및 그간의 성과와 의미를 고찰하였다. 둘째, 북미지역의 양자간 협력 사례로서 미국-캐나다 간의 대기질 협정과 미국-멕시코 국경지역 환경협력의 특징을 정리하였다. 셋째, 동남아시아 월경성 연무오염 아세안협정의 주요 내용과 협정을 실천하기 위한 최근 아세안의 협력 로드맵을 분석하였다. 마지막으로 최근 동북아 지역 내의 국제협력 현황을 정리하였다. 5장은 앞서 분석된 내용을 요약하고 국제사회의 대기오염 대응 사례가 동북아 및 국내 대기오염 대응에 시사하는 바를 제시하였다.

### 1. 주요 대기오염 물질 현황

세계보건기구(WHO)<sup>4)</sup>에서는 대기오염이란 “대기 중 인위적으로 배출된 오염물질이 한 가지 또는 그 이상 존재하여 오염물질의 양, 농도 및 지속시간이 어떤 지역의 불특정 다수인에게 불쾌감을 일으키거나 해당지역에 공중보건상 위해를 끼치고, 인간이나 동식물의 활동에 해를 주어 생활과 재산을 향유할 정당한 권리를 방해받는 상태”라고 정의하고 있다.<sup>5)</sup>

OECD(2017b)에 따르면 대기오염 물질 중 직경  $2.5\mu\text{m}$  이하의 입자상 물질인 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)가 인체에 가장 유해한 영향을 미치며, 지표면 오존(O<sub>3</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 미세먼지(PM<sub>10</sub>), 아황산가스(SO<sub>2</sub>)등과 같은 대기오염 물질들의 유해성 역시 매우 높은 것으로 나타났다.<sup>6)</sup> 본 장에서는 OECD(2017b)에서 지목한 대기오염 물질을 중심으로 배출 현황과 영향을 검토하였다.

#### 가. 대기오염물질 발생요인 및 현황

##### 1) PM

미세먼지의 발생 원인은 크게 직접배출(primary), 간접배출 또는 2차 생성(secondary)으로 구분된다. 직접배출은 농업, 화석연료의 연소 및 건설 활동

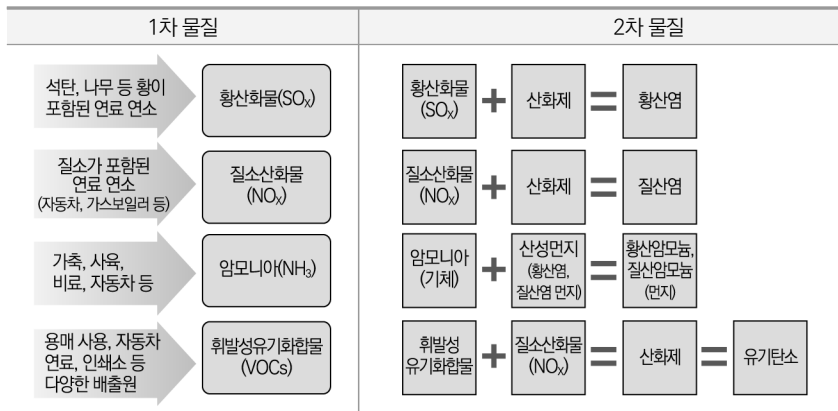
4) World Health Organization.

5) 환경부, 국립환경과학원(2017, p. 3, 재인용).

6) OECD(2017b), p. 86.

등으로 인해 미세먼지가 발생한 후 대기 중으로 바로 유입되어 오염물질화되는 것이다. 간접배출은 주로 화석연료 연소를 통해 배출되는 황산화물(SO<sub>x</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 휘발성유기화합물(VOCs) 등이 대기 중에서 광화학 반응이나 중화반응 등을 거쳐 증기압이 낮은 물질로 변화되어 입자화함으로써 미세먼지가 배출되는 것을 말한다(그림 2-1 참고).<sup>7)8)</sup> OECD는 지름이 10 $\mu$ m 미만이면 미세먼지(PM<sub>10</sub>), 2.5 $\mu$ m 미만이면 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)로 지칭하며,<sup>9)</sup> 이는 머리 카락 직경(약 60 $\mu$ m 의 1/20~1/30)에 불과한 크기이다. 미세먼지의 농도와 성분이 동일하다면 입자크기가 작을수록 건강에 더욱 해로운데, 이는 같은 농도일 경우 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)는 미세먼지(PM<sub>10</sub>)보다 넓은 표면적을 갖기 때문에 입자에 더 많은 유해물질들이 흡착될 가능성이 높고 또한 입자크기가 작을수록 기관지에서 다른 인체기관으로 이동할 가능성 또한 높아지기 때문이다.<sup>10)</sup>

그림 2-1. 미세먼지 생성과정



자료: 김용표(2017), pp. 5-6.

7) U.S. EPA(2015), "Particulate Matter Emission"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 1), pp. 1-2.

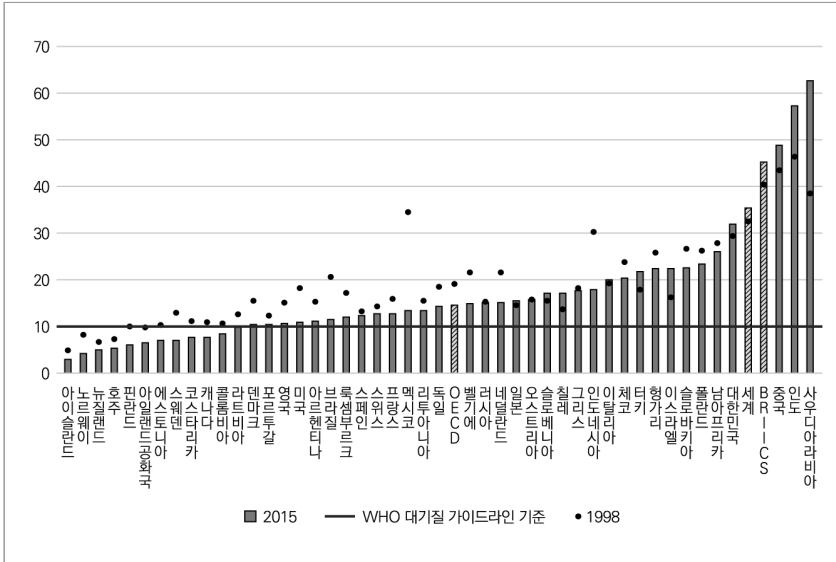
8) World Health Organization(2006), pp. 9-10.

9) OECD(2017b), p. 15.

10) U.S. EPA, <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>(검색일: 2017. 10. 30).

그림 2-2. 국가별 PM<sub>2.5</sub>에 대한 평균 노출

(단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



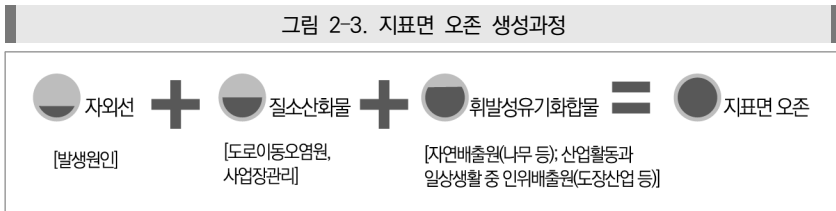
주: BRIICS는 OECD에서 사용하는 용어이며, 브라질, 러시아, 인도, 인도네시아, 중국, 남아프리카 공화국을 뜻함.  
 자료: OECD(2017b), p. 87.

OECD(2017b)의 보고서에 의하면 1998년 대비 2015년 미세먼지 농도는 대부분의 국가에서 감소했지만 세계보건기구의 대기질 가이드라인을 충족하는 국가는 여전히 소수에 불과했으며, OECD 회원국 중 2015년에 미세먼지의 농도 기준을 충족한 회원국은 1/3 미만에 불과했다. 또한 사우디아라비아·인도·중국 등의 영향으로 인해 전 세계적으로 미세먼지 농도는 증가했는데, 이는 세계보건기구의 대기질 가이드라인에서 제시하는 농도가 실제로 미세먼지가 인체에 미치는 유해성에 비해 높게 설정되었음을 고려하면 전 세계적으로 많은 인구가 미세먼지, 그중에서도 위해성이 큰 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)에 노출되고 있음을 보여준다(그림 2-2 참고).<sup>11)</sup>

11) OECD(2016), p. 88.

## 2) 지표면 오존(O<sub>3</sub>)

지표면 오존(O<sub>3</sub>)은 산소원자 3개로 구성되며, 차량 운행·산업 활동 등에 의한 고온 연소로 배출되는 질소산화물(NO<sub>x</sub>)과 휘발성유기화합물(VOCs) 등이 대기 중에서 자외선과 광화학반응을 일으키면서 생성된다. 따라서 지표면 오존(O<sub>3</sub>)의 농도는 맑은 날씨에 증가하는 경향이 있으며, 기온이 온난한 나라의 사람들이 지표면 오존(O<sub>3</sub>)에 노출될 확률이 더 높다.<sup>12)</sup>



자료: Utah Department of Environmental Quality, <https://deq.utah.gov/Pollutants/O/ozone/>(검색일: 2017. 10. 20).

OECD에 따르면 대부분의 국가가 대기질 가이드라인 기준을 초과하는 지표면 오존(O<sub>3</sub>) 오염농도에 노출되어 있으며, 특히 아시아(특히 한국), 중동 및 지중해 지역에서 높은 수치를 보이고 있다. 전 세계의 지표면 오존(O<sub>3</sub>) 오염농도는 2030년까지 안정적으로 유지될 것으로 보이지만 2060년부터는 크게 증가할 것으로 예상되는데, 중동 및 아시아 지역(중국 및 인도 포함)은 매우 높은 지표면 오존(O<sub>3</sub>) 오염농도(최대 120ppb의 6개월 평균 시간당 농도)에 도달할 수도 있을 것으로 보인다.<sup>13)</sup>

유럽의 국가별 2000~07년 지표면 오존(O<sub>3</sub>) 농도 평균치 대비 2008~14년 평균치를 살펴보면, 상위에 오른 그리스의 지표면 오존(O<sub>3</sub>) 농도 변화는 거의 없었으나, 이탈리아, 슬로베니아, 오스트리아와 같은 일부 국가에서는 다소 감

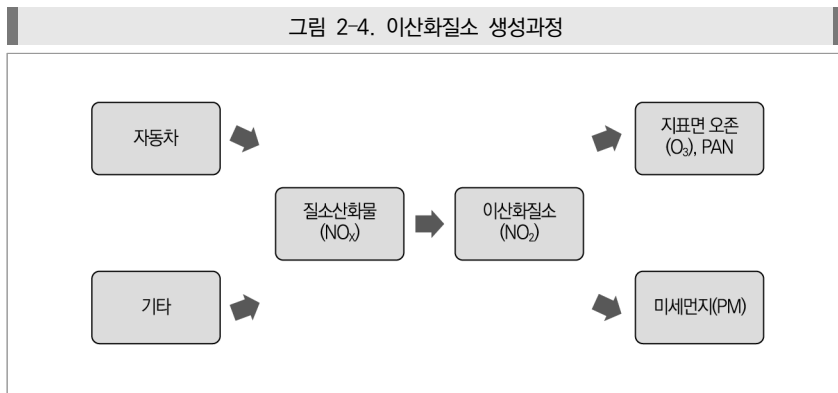
12) NASA Goddard Space Flight Center, <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/SH.html>(검색일: 2017. 10. 19).

13) OECD(2016), p. 66.

소한 것으로 나타났다. 아테나를 포함한 대부분의 그리스 지역에서는 섭씨 40도를 넘나드는 날씨와 바람이 불지 않는 날들이 계속 이어지며 2008~14년 지표면 오존(O<sub>3</sub>) 농도 평균치는 2000~07년 지표면 오존(O<sub>3</sub>) 농도 평균치 대비 증가한 것으로 판단된다.<sup>14)</sup>

### 3) 이산화질소(NO<sub>2</sub>)

이산화질소(NO<sub>2</sub>)는 그 자체로 독성을 띠는 물질로, 주로 자동차의 엔진 구동 등과 같은 연료의 고온 연소과정을 통해 생성되며 다른 질소산화물(NO<sub>x</sub>)과 마찬가지로 대기 중에서의 화학반응을 통해 미세먼지와 지표면 오존(O<sub>3</sub>)을 생성한다(그림 2-4 참고).<sup>15)16)</sup>



자료: Green Facts, <https://www.greenfacts.org/en/nitrogen-dioxide-no2/level-3/01-presentation.htm>(검색일: 2017. 10. 10).

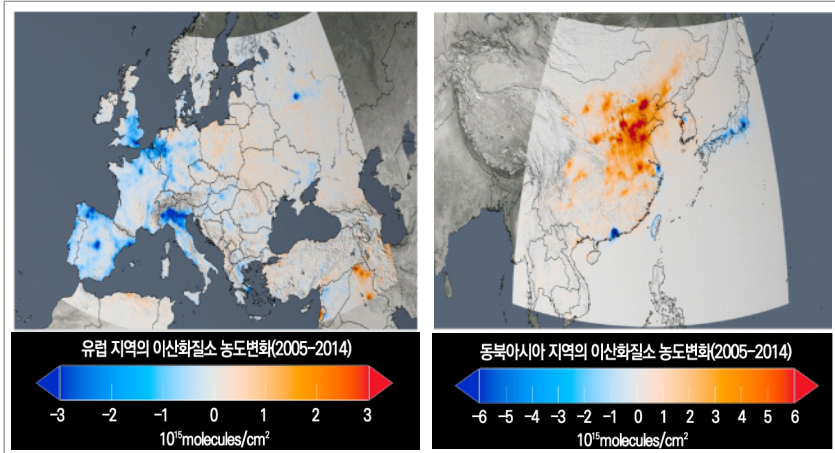
14) OECD(2017b), p. 90.

15) U.S. EPA, <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2>(검색일: 2017. 10. 19).

16) World Health Organization. 2003. "Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen dioxide." [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/112199/E79097.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/112199/E79097.pdf)(검색일: 2017. 10. 10).

미국 항공우주국(NASA)<sup>17)</sup>은 인공위성 기술을 활용하여 2005년부터 2014년까지 195개 도시 지역이 포함된 전 세계를 대상으로 이산화질소 배출의 변화를 분석하였다.<sup>18)</sup> 2005년 미국과 유럽은 이산화질소( $\text{NO}_2$ )를 가장 많이 배출하는 지역이었으나, NASA의 연구 기간에 두 지역에서의 배출량은 상당히 감소하였다.<sup>19)</sup> 이는 지난 10년 동안 배출량 감소를 위해 시행된 환경 규제에 의한 것으로, 미국에서의 배출량은 20~50% 수준, 서유럽에서는 50% 수준으로 낮아졌다. 그러나 산업화가 진행된 중국, 인도, 중앙아시아 지역에서의 배출량은 빠르게 증가한 것으로 나타났다. 중국은 주요 대도시 3곳에서의 배출량은 감소하였으나, 전체적으로는 배출량이 20~50% 증가하였다(그림 2-5 참고).<sup>20)</sup>

그림 2-5. 유럽과 동북아시아의 이산화질소( $\text{NO}_2$ ) 농도변화(2005~14년)



자료: NASA Goddard Media Studios(2015), <https://svs.gsfc.nasa.gov/12094>(검색일: 2017. 10. 10).

17) National Aeronautics and Space Administration.

18) Science alert(2015), "NASA's Global Air Quality Map Shows We Have The Power to Reduce Pollution," <https://www.sciencealert.com/nasa-s-global-air-quality-map-shows-we-have-the-power-to-reduce-pollution>(검색일: 2017. 10. 10).

19) NASA Goddard Media Studios(2015), "NASA Images Show Human Fingerprint on Global Air Quality - Release Materials," <https://svs.gsfc.nasa.gov/12094>(검색일: 2017. 10. 10).

20) Science alert(2015), "NASA's Global Air Quality Map Shows We Have The Power to Reduce Pollution," <https://www.sciencealert.com/nasa-s-global-air-quality-map-shows-we-have-the-power-to-reduce-pollution>(검색일: 2017. 10. 10).

또한 OECD에 따르면 2013년에 독일, 프랑스, 영국의 일부 모니터링 스테이션으로 기록된 EU 국가들의 이산화질소(NO<sub>2</sub>) 연평균 농도 중앙값은 EU가 제시한 이산화질소(NO<sub>2</sub>)의 한도 값을 초과하지 않았지만, 국가들의 연평균 농도 상한값은 EU가 제시한 이산화질소(NO<sub>2</sub>) 값의 두 배 이상의 평균값을 보였다.<sup>21)</sup>

#### 4) 아황산가스(SO<sub>2</sub>)

아황산가스(SO<sub>2</sub>)는 황산화물(SO<sub>x</sub>)의 일종으로 물에 잘 녹는 무색의 자극적인 냄새가 나는 불연성 가스이다. 자연적으로는 화산·온천 등지에 풍부하게 존재하는 황화수소가 산화되는 과정을 통해 생성되며, 인위적으로는 주로 발전 시설에서 황을 함유하는 석탄·석유 등의 화석연료가 연소될 때 생성되는데, 전체 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 배출량의 약 70%가 석탄발전소에서 발생하는 것으로 나타났다.<sup>22)23)</sup> 아황산가스(SO<sub>2</sub>)와 같은 황산화물(SO<sub>x</sub>)은 대기 중의 수증기, 암모니아(NH<sub>3</sub>) 등과 결합하면서 미세먼지를 생성하므로, 아황산가스(SO<sub>2</sub>)의 농도는 미세먼지의 농도와도 밀접한 관계가 있다.<sup>24)</sup>

북미를 제외한 대부분의 지역에서 2010년 대비 2030년 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 배출량은 감소할 것으로 보이지만, 이후 2060년경에는 이러한 추세가 반전되어 배출량이 다시 증가할 것으로 전망된다. 이는 현재 많은 국가에서 배연탈황(FGD: Flue Gas Desulfurization)<sup>25)</sup>설비를 의무적으로 갖추도록 하는 환경규제로 인해 초기에는 배출량이 감소하지만, 이후 에너지 수요의 지속적인 증가로 아황산가스(SO<sub>2</sub>)의 주요 요인인 발전설비의 가동이 늘어나 감소 효과가 상쇄되면서 결과적으로 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 배출량은 더 많아질 것으로 예상되기 때문이다.<sup>26)</sup>

21) OECD(2017b), p. 92.

22) Heyworth and Briggs(2007), p. 303.

23) Chiras(2010), p. 439.

24) U.S. EPA, <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics>(검색일: 2017. 10. 2).

25) 배연탈황이란 연료 연소 후 생성되는 황산화물(SO<sub>x</sub>)를 흡수, 산화 및 환원, 흡착 등의 방법으로 제거하는 기술을 말함.

26) OECD(2016), p. 59.

## 나. 세계보건기구(WHO) 대기질 가이드라인

세계보건기구 대기질 가이드라인(AQG)<sup>27)</sup>이란 대기오염 물질 중 특히 유해성이 큰 미세먼지(PM), 지표면 오존(O<sub>3</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 등 4개의 주요 오염물질에 대한 대기질량 권고기준 지침을 설정함으로써, 전 세계에서 대기오염의 측정 지표로 널리 활용되고 있다(표 2-1 참고).<sup>28)</sup> 2014년 세계보건기구의 발표에 의하면, 전 세계 인구의 92%가 대기질량 권고기준 미달 지역에 거주하고 있는 것으로 나타났다.<sup>29)</sup>

대기질 가이드라인 외에도 대기오염의 정도를 측정하기 위해 쓰이는 기준으로는 각국별로 정한 대기환경기준(AQS: Air Quality Standards)이 있다. 하지만 국가별 대기환경기준은 각 나라에서 오염물질의 위해성은 동일하게 인식하되 오염상황, 사회·경제적 발전단계, 기술수준 등 그 나라의 상황을 고려하여 설정하므로 일반적으로 국가별 대기환경기준은 세계보건기구의 대기질 가이드라인과는 차이가 있다(표 2-2 참고).

표 2-1. 세계보건기구(WHO)의 대기질 가이드라인(AQG)

(단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

발생원 \ 기준시간	10분	1시간	8시간	24시간	연평균
PM <sub>2.5</sub>	-	-	-	25	10
PM <sub>10</sub>	-	-	-	50	20
O <sub>3</sub>	-	-	100	-	-
NO <sub>2</sub>	-	200	-	-	40
SO <sub>2</sub>	500	-	-	20	-

주:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 는 1세제곱미터당 마이크로 그램(백만분의 1g).  
 자료: World Health Organization(2006), pp. 9-19.

27) Air Quality Guideline.

28) World Health Organization(2006), p. 5.

29) World Health Organization(2016), "Ambient(outdoor) air quality and health," <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>(검색일: 2017. 11. 22).

표 2-2. 국가별 대기환경기준

(단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

항목	기준 시간	대기환경기준(2013년~현재)								
		한국	미국	일본	캐나다	호주	홍콩	중국	영국	EU
PM <sub>2.5</sub>	1년	25	12 <sup>P)</sup> 15 <sup>S)</sup>	15	-	8	35	35	25	25
PM <sub>10</sub>	24시간	100	150	100	25	50	100	150	50	50
O <sub>3</sub>	8시간	0.06 ppm	0.075 ppm	-	-	-	160	160	120	120
NO <sub>2</sub>	1시간	0.10 ppm	0.1 <sup>P)</sup> ppm	-	400	0.12 ppm	200	200	200	200
SO <sub>2</sub>	24시간	0.05 ppm	-	0.04 ppm	300	0.08 ppm	125	150	125	125

주: 미국은 직접배출(primary)과 간접배출(secondary)로 나누어 규제를 적용하고 있어 P), S)로 구분하였고, 중국은 도시지역에 적용한 국가 대기질기준 2급(Class 2)을 토대로 표시되었으며, ppm(parts per million)은 백만분의 일을 나타내는 단위임.

자료: 에어코리아(2013), 대기환경기준(국외) DB(검색일: 2017. 11. 6).

## 2. 대기오염의 영향

앞 절의 주요 대기오염 물질 현황에서 살펴본 바와 같이, 대기오염은 인간사회와 자연 생태계에 악영향을 미치는 매우 심각한 환경 위험 요소이다. 본 절에서는 대기오염이 영향을 미칠 수 있는 여러 분야 중에서 보건 및 경제에 유발하는 영향을 중점적으로 검토하고자 한다.

### 가. 보건 영향

대기오염은 인류의 건강을 위협하는 가장 위험한 요인 중 하나이다. 미세먼지는 2013년 세계보건기구 산하 국제암연구소(IARC)<sup>30)</sup>가 지정한 1군 발암물질(Group 1)이며, 지표면 오존(O<sub>3</sub>)·이산화질소(NO<sub>2</sub>)·아황산가스(SO<sub>2</sub>)와 같

<sup>30)</sup> International Agency for Research on Cancer.

은 물질은 심혈관 질환·호흡기 질환·만성 폐쇄성 폐질환 등과 같은 다양한 질병을 유발하는 것으로 알려져 있다.<sup>31)</sup>

표 2-3. 국제적 차원의 대기오염으로 인한 보건 영향

(단위: 백만)

구분		2010년	2060년(전망)
호흡기 질환			
소아 기관지염(6~12세)	사례	12	36
만성 기관지염(성인의 경우)		3.5	10
천식 증상			
천식 증상 기간(15~19세)	일수	118	360
의료비용			
병원 입원일수	입원일수	3.6	11
일상생활 및 활동 제한			
근로손실일수	일수	1,240	3,750
활동 제한일수		4,930	14,900

자료: OECD(2016), p. 69.

또한 대기오염은 단순 질병뿐 아니라 조기사망의 주요 요인으로도 지적되면서 그 심각성이 더욱 주목받고 있다. Global Burden of Disease(2015)에 따르면 2014년 전 세계에서 미세먼지(PM)와 지표면 오존(O<sub>3</sub>)으로 인한 조기사망자 수가 약 440만 명에 달했으며, 그중 약 89%가 비OECD 회원국에서 발생한 것으로 나타났다.<sup>32)</sup> 대기오염에 대한 적절한 대응이 이루어지지 않을 경우, 에너지 수요가 증가함에 따라 더욱 많은 대기오염 물질이 배출되면서 이로 인한 건강상의 피해 역시 커질 것으로 예상되고 있다(표 2-3 참고).

미세먼지와 지표면 오존(O<sub>3</sub>)으로 인한 조기사망률은 2010년 3백만 명에서 2060년 6백만~9백만 명으로 최대 3배 정도 증가할 것으로 전망되고 있으며, 그 피해는 비OECD 회원국인 중국과 인도에 집중될 것으로 예상된다. 특히 인도의 경우 2010년 대기오염으로 인한 조기사망자수는 전 세계 조기사망자수

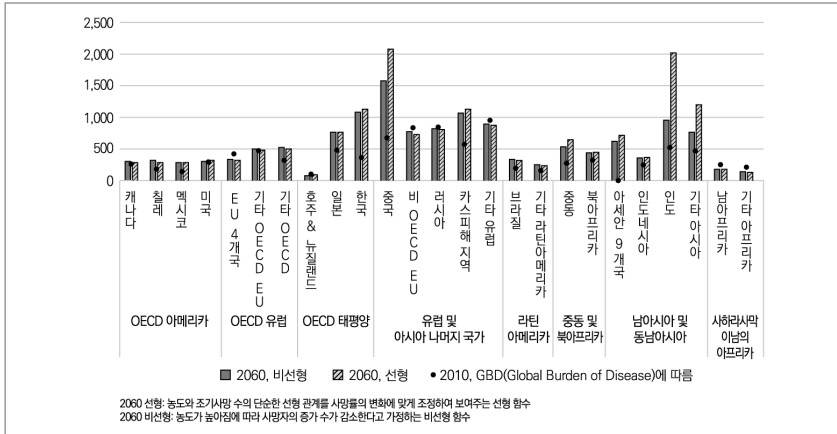
31) OECD(2016, p. 21, 재인용).

32) OECD(2017b, p. 90, 재인용).

의 21% 수준이었으나, 2060년에는 27~35%로 비중이 증가할 것이라고 예측되고 있다(그림 2-6 참고).<sup>33)</sup>

그림 2-6. 미세먼지와 오존으로 인한 조기사망 수

(단위: 백만 명)



자료: OECD(2017a), p. 93.

## 나. 경제적 영향

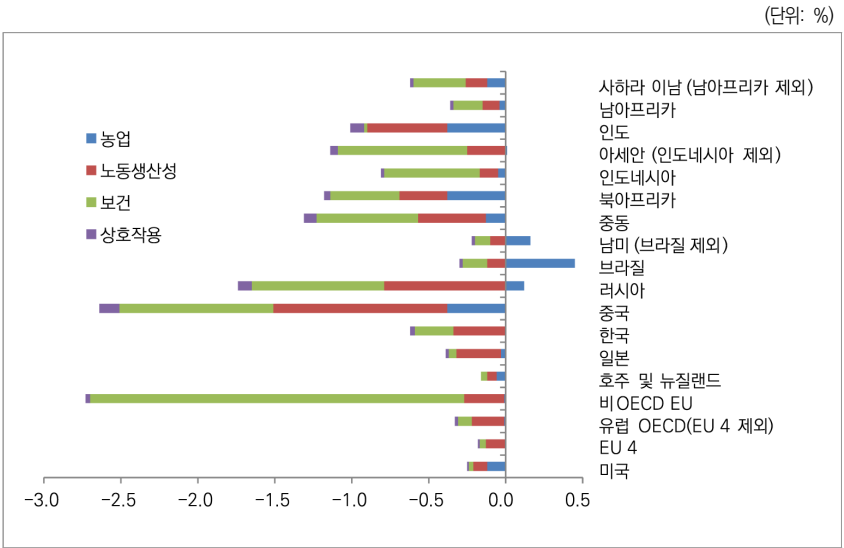
대기오염은 질병을 직접적으로 일으킬 뿐 아니라 의료비 증가, 노동생산성 저하 등과 같은 피해를 발생시키며, 이는 전 세계 모든 지역에서 경제 성장을 저해하는 요인으로 작용할 수 있다(그림 2-7 참고). 먼저 대기오염에 따른 질병은 근로손실을 발생시키며, 노동생산성의 저하로 인한 GDP 손실로 이어진다. OECD(2016)에 의하면 GDP 손실은 OECD 회원국보다 신흥경제국에서 더 클 것으로 나타났고, OECD 회원국 중에서는 일본과 한국의 손실이 비교적 클 것으로 예상되었다. 이는 두 국가의 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 농도가 다른 OECD 회원국들에 비해 상대적으로 높고, 특히 한국의 경우 지표면 오존(O<sub>3</sub>)의 농도가

<sup>33)</sup> OECD(2016), p. 68.

향후 중국과 인도 수준으로 크게 상승할 것으로 보이기 때문이다. 즉 대기오염의 정도가 심한 국가에서 GDP 손실 역시 커진다는 것을 알 수 있다.<sup>34)</sup>

대기오염이 GDP에 미치는 영향은 분야별로 상이할 것으로 추정되었으며, 노동생산성 감소 및 보건 지출이 GDP에 미치는 영향은 지속적으로 증가할 것으로 예상되었다. 농업의 경우 대기오염이 단위당 생산에 미치는 부정적인 영향에도 불구하고, 노동생산성이나 보건에 비해 GDP 영향은 상대적으로 작게 나타났다.<sup>35)</sup>

그림 2-7. 대기오염으로 인한 2060년 GDP 변화 예측(2010년 대비 % 변화)



주: EU 4는 프랑스, 독일, 이탈리아, 영국임.  
 자료: OECD(2016), p. 81.

34) OECD(2016), p. 75.

35) OECD(2016), p. 77.

OECD는 향후 대기오염으로 인한 경제적 비용이 기하급수적으로 증가할 것이며, 따라서 대기오염이 인류를 위협하는 가장 위험한 문제 중 하나임을 지적하고 있다. OECD의 보고서(2016)에 의하면 대기오염으로 인해 발생하는 사회적 비용은 질병과 조기사망으로 인한 피해액만 2060년 최대 20조~27조 달러에 달할 것이며, 노동 생산성 감소, 추가 의료비 지출, 곡식 생산량 손실 등으로 인한 피해를 종합적으로 고려했을 때 2060년 전 세계 GDP의 1%에 해당하는 피해가 발생할 것으로 추정하였다. 이러한 피해는 중국(2.5%), 인도(1.1%) 등 비OECD 국가에서 크게 나타날 것으로 전망되었으며, 특히 노동생산성 분야가 큰 타격을 받을 것으로 예상되었다.<sup>36)</sup> 중국에서의 높은 GDP 성장률 잠식은 향후 급속한 고령화에 따른 추가적인 보건 지출에 기인하며, 인도의 경우 중국에 비해 젊은 인구의 비율이 높아 대기오염이 GDP에 미치는 영향은 상대적으로 적을 것으로 예상된다. 이는 경제적 피해가 고령층이 많은 국가에서 더 크게 발생할 것임을 보여준다.<sup>37)</sup>

대기오염에 따른 노동생산성·의료비·농업 분야의 피해가 경제 성장에 미치는 종합적인 영향을 계산하기 위해서는, 각 분야별 피해가 서로 연계되면서 미치는 영향까지도 고려해야만 한다. 이와 같은 이유로 OECD는 2060년 대기오염에 의한 GDP 변화를 산정할 때 세 분야의 피해가 상호작용함으로써 발생하는 영향을 고려하였다. 그 결과 상호작용으로 인한 영향은 전 세계적인 수준에서 봤을 때는 미미했지만(2060년 GDP의 0.1% 미만), 가장 영향을 많이 받는 지역에서는 상호작용에 의한 GDP 손실이 더 크게 증가할 가능성이 있는 것으로 분석되었다.<sup>38)</sup>

---

36) OECD(2016), pp. 79-82.

37) OECD(2016), p. 81.

38) OECD(2016), p. 82.

## 제3장 | 주요국의 대기오염 대응 정책 및 특징

### 1. 유럽연합

#### 가. 주요 대기오염 정책 및 특징

EU는 2002년 6차 환경 행동계획 프로그램<sup>39)</sup>을 통해 보건 및 환경에 상당히 부정적인 영향이나 위험을 초래하지 않는 수준의 대기질 수준을 목표로 한다고 명시하고 있다.<sup>40)</sup> 이를 토대로 현행 유럽연합의 대기오염 정책은 2005년의 대기오염에 대한 주제별 전략(TSAP)<sup>41)</sup>에 기초하고 있다.

TSAP는 6차 환경 행동계획 프로그램에 명시된 대기질 수준을 위해 2020년까지 달성할 수 있는 보건 및 환경과 관련한 구체적인 목표를 설정하고, 제도적인 체계의 강화를 명시하고 있다. TSAP는 현재의 규정을 보다 현대화하고, 가장 심각한 대기오염 물질에 집중하면서 관련 정책 및 부문과의 통합을 권고하고 있다.<sup>42)</sup>

TSAP는 2000년 대비 2020년까지 달성하기 위한 장기적인 목표로 ① 미세먼지 노출에 따른 기대 수명 손실의 47% 감소 ② 오존 노출에 따른 급성 사망의 10% 감소 ③ 과도한 산성 침적(acid deposition)이 진행된 산림 및 담수호 면적의 축소 ④ 부영양화(eutrophication)에 노출된 생태계 면적의 43% 축소 등을 포함하고 있다.<sup>43)</sup>

39) Sixth Environment Action Programme.

40) EU(2002), p. 10.

41) 2005 Thematic Strategy on Air Pollution.

42) EC(2005), p. 2.

EU는 TSAP의 목표 달성을 위해 배출 저감 관리와 대기질 기준의 이행이라는 두 트랙 접근으로 진행해왔다. 2013년 EU 집행위원회는 청정대기 정책(Clean Air Policy Package)을 채택하였고, 그 일환으로 2001년에 채택된 국가별 배출상한 지침(NECD)<sup>44)</sup>의 개정을 모색하였다.<sup>45)</sup>

2013년 청정대기 정책(Clean Air Policy Package)은 크게 세 가지의 요소를 포함하였다.<sup>46)</sup> 첫째, 새로운 청정 대기 프로그램의 도입이다. 대기오염 개선을 위해 필요한 조치로서 대도시 지역의 대기오염 개선에 집중하고, 관련 연구의 지원 및 국제 협력의 촉진 등을 담고 있다. 둘째, 보다 엄격한 국가별 배출상한 지침을 통해 기존 NECD에서 상한선을 설정한 네 가지 오염물질 외에도 초미세먼지 등을 추가로 배출상한에 포함하였다. 셋째, 중간 규모 발전소에서 배출 저감에 대한 새로운 지침에 대한 제안이다.

표 3-1. 유럽연합의 대기오염 대응 정책

연도	대기오염 저감 관련 정책	주요 내용
2001년	국가별 배출상한 지침 National Emission Ceilings Directive (NECD)	네 가지 오염물질(아황산가스, 질소산화물, 암모니아, 비메탄 휘발성유기화합물)의 2010년 배출상한 설정
2002년	6차 환경 행동계획 프로그램 Sixth Environment Action Programme	인체건강과 환경에 심각한 영향을 미치지 않는 대기질 수준 지향
2005년	대기오염에 대한 주제별 전략 Thematic Strategy on Air Pollution(TSAP)	2020년까지 달성할 수 있는 보건 및 환경 관련 구체적 목표 설정
2013년	청정대기 정책 채택 Clean Air Policy Package	TSAP 목표달성을 위한 배출상한 지침의 개정 검토
2016년	국가별 배출상한 지침(NECD) 개정	기존 네 가지 오염물질 및 초미세먼지에 대한 2020년 이후의 배출상한 설정

출처: 본 절의 내용을 바탕으로 저자 정리.

43) EUR-Lex, "Summary of Legislation"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

44) National Emission Ceilings Directive.

45) EEA(2017), "Emissions of the main air pollutants in Europe"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 6), p. 15.

46) European Commission, 온라인 보도자료(2013. 12. 18, 검색일: 2017. 11. 7).

사실 EU의 대기오염 정책은 1979년 채택된 장거리월경성대기오염협약 (CLRTAP)의 채택과 맞물려 있다. 1999년 채택된 예테보리 의정서는 4가지 대기오염 물질에 대한 국가별 배출상한(ceilings)<sup>47)</sup>을 설정하고, 2012년 개정을 통해 기존 네 가지 오염물질<sup>48)</sup>과 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 2005년 대비 2020년까지의 배출상한을 설정하였다. 예테보리 의정서 채택 이후 EU는 2001년 EU 회원 국가별 배출상한 지침(NECD)을 채택하였고,<sup>49)</sup> 이후 정책적으로 대기오염에 대한 고려 및 장기적인 대기오염 저감을 위해 노력해왔다(표 3-1 참고).

NECD는 대기오염 저감을 위한 EU의 핵심적인 법적 수단으로서, 2016년 개정을 통해 2020년 및 2030년에 대한 새로운 배출상한을 설정하였다. 또한 예테보리 의정서 개정과 맞물려 초미세먼지에 대한 배출상한도 추가하였다. 2001년의 기존 NECD는 2019년까지 유효하며, 그 이후로는 2020년의 새로운 배출상한이 적용된다.<sup>50)</sup>

표 3-2. 유럽연합의 2020년 주요 대기오염 물질 배출 한도

(단위: %)

	2012년 실제 달성한 저감수준	2020년 기존 정책 하에서의 예상 저감 수준	2020년 국가배출상한	2030년 국가배출상한
아황산가스(SO <sub>2</sub> )	48	66	59	79
질소산화물(NO <sub>x</sub> )	27	50	42	63
암모니아(NH <sub>3</sub> )	5	0	6	19
유기화합물(NMVOCs)	24	31	28	40
초미세먼지(PM <sub>2.5</sub> )	12	8	22	49

주: 2005년 대비 2020년 대기오염 물질별 배출한도.  
자료: EEB(2017), pp. 12-14 토대로 저자 작성.

47) 1990년 대비 2010년 배출상한을 설정.

48) 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 암모니아(NH<sub>3</sub>), 비메탄계 휘발성유기화합물(NMVOCs).

49) EEA(2017), "Emissions of the main air pollutants in Europe"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 6), p. 15.

50) EEB(2017), p. 10.

2016년 개정된 NECD에서 2020년 및 2030년 국가배출저감의무(NERCs)<sup>51)</sup> 목표를 구체화하였으나, 이미 기존 시행된 정책의 이행을 통해 상당 부분의 대기오염 물질 저감이 기대되고 있다(표 3-2 참고). 오히려 유럽연합환경국(EEB)<sup>52)</sup>은 2020년의 NERC가 덜 의욕적이며, 22개 회원국은 이미 2012년에 2020년 목표의 하나 이상을 달성하였음을 지적하면서, 2020년까지 초미세먼지로 인한 대기오염으로 30만 명 이상의 조기 사망의 위험을 예상하고 있다.<sup>53)</sup>

유럽연합은 대기오염 물질 배출 총량에 대한 각 회원국의 규제 이외에도 직·간접적인 배출원(sources)에 대한 규제도 진행하고 있다. 배출기준(emission standards)의 설정이나 최고로 가용한 기술의 적용 등을 통해 산업부문의 배출, 도로 및 비도로 운송 수단의 배출 등의 오염원에 대해서도 관리하고 있다. 2001년 유럽의회에서 채택된 지침<sup>54)</sup>은 대규모 연소 공장에서 배출되는 특정 대기오염에 대한 규제를 설정하고 있다. 또한 1973년 해양오염 협약에 기초해 황산화물(SO<sub>x</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 휘발성유기화합물(VOCs), 미세먼지 등에 대한 기준이 설정되어 있으며, 2012년에 보다 엄격한 해운 연료 기준 및 배출 기준을 설정하고 있다.<sup>55)</sup>

## 나. 배출현황

유럽연합에서 주요 대기오염 물질의 배출은 지속적으로 감소하고 있다(그림 3-1 참고). 예테보리 의정서 및 국가별 배출상한 지침(NECD)에 배출한도가 설정된 대기오염 물질은 1990년 이후 상당 폭의 저감을 이루고 있다. 황산화물(SO<sub>x</sub>)은 1990년 대비하여 2015년 배출이 89% 감소하며 주요 대기오염 배출

---

51) National Emissions Reduction Commitments.

52) European Environmental Bureau.

53) EEB(2017), p. 12.

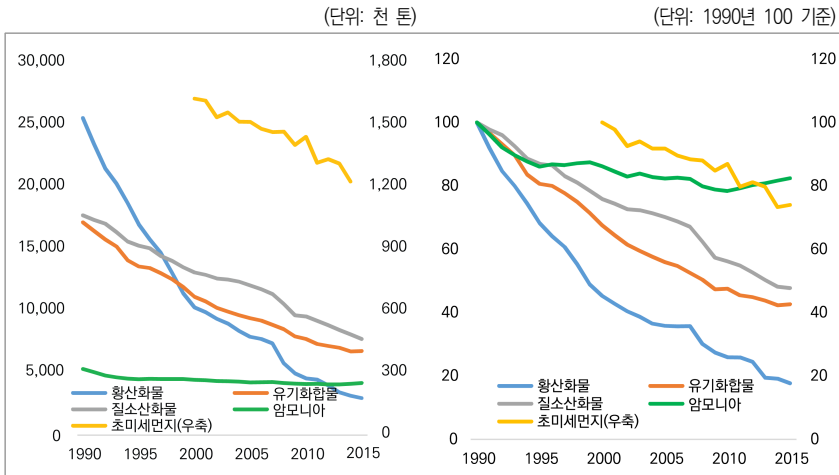
54) Directive 2001/80/EC.

55) EEA(2017), "Emissions of the main air pollutants in Europe"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 6), pp. 16-17.

물질 중에서 가장 큰 저감을 시현하고 있다. 같은 기간에 휘발성유기화합물(VOCs)은 61%, 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 56%, 암모니아(NH<sub>3</sub>) 23% 배출이 감소하고 있다. 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)와 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 배출도 지속적으로 감소하면서 2000년 대비 2015년 배출은 각각 26%와 24% 감소하였다.

황산화물(SO<sub>x</sub>)의 배출 저감은 크게 세 가지 요인에 기초한다.<sup>56)</sup> 첫째, 에너지관련 부문에서 유황 비중이 높은 액체 및 고체 연료로부터 천연가스처럼 유황(sulfur) 성분이 낮은 연료로의 전환이다. 둘째, 산업시설에서 황산화물 저감을 위한 배연탈황 기술의 적용이며, 셋째, 액체연료에서의 유황 성분 함유 저감을 명시하고 있는 EU의 지침에 기인한다.

그림 3-1. 유럽연합의 주요 대기오염 물질 배출 규모 및 배출지수 추이



주: \*좌측 그림은 오염물질 배출량 규모 추세이며, 우측 그림은 기준연도를 100으로 설정할 때의 지수값임.  
 \*\*초미세먼지는 2000년부터 CLRTAP 협약 가입국의 자료 제출을 요구한 관계로 2000년을 기준연도로 설정하여 지수값이 산정되고 있음.  
 자료: EEA(2016), p. 38 및 EEA(2017), p. 40 토대로 저자 작성.

56) EEA(2017), p. 11.

표 3-3. 2014년 유럽연합 내 오염물질 및 미세먼지의 주요 배출부문 비중

(단위: %)

	질소산화물		유기화합물		암모니아		황산화물
도로 수송	39.4	용제 (solvents)	28.2	농축산	57.3	발전	47.0
발전	17.2	산업	22.8	농업 기타	36.5	산업	30.5
산업	15.8	고정배출원	13.7	폐기물	1.6	고정배출원	15.4
비(非)도로	10.9	도로 수송	10.6	도로 수송	1.4	비산 배출	4.2
고정배출원	8.1	농축산	8.3	산업	1.4	해운	1.9
기타	8.7	기타	16.3	기타	1.9	기타	1.0
	PM <sub>2.5</sub>		PM <sub>10</sub>		부유물질		블랙카본
고정배출원	53.4	고정배출원	38.0	고정배출원	23.8	고정배출원	38.8
산업	14.9	산업	19.4	산업	23.7	도로 수송	32.7
도로 수송	13.1	도로 수송	11.5	농업 기타	20.3	비(非)도로	13.2
비(非)도로	4.6	농축산	10.1	도로 수송	9.9	산업	6.6
발전	3.9	농업 기타	7.0	농축산	8.2	폐기물	2.5
기타	10.2	기타	14.1	기타	14.2	기타	6.2

주: 고정배출원은 상업용 및 주거시설 등 고정된 시설에서의 배출을 지칭하며 도로 이외 부문 수송.  
 자료: EEA(2016), Annex A 기초로 저자 작성.

오존(O<sub>3</sub>)을 유발하는 휘발성유기화합물(VOCs), 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 및 일산화탄소(CO)의 배출도 1990년 이후 상당한 감소를 나타내고 있으며, 이러한 저감은 도로 부문에서 차량 배기배출의 저감을 규정한 입법 조치(legislative measures)를 통해 진행되었다. 또한 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출은 전력 및 에너지 발전 부문에서 ① 연소 과정을 단순화하는 기술의 도입 ② 배연 저감 기술의 적용 ③ 석탄에서 가스로의 연료 전환 등과 같은 기술적인 조치를 통해 감소되었다.<sup>57)</sup>

2000년 이후 미세먼지로 분류되는 부유물질(suspended particulate), 블랙카본(BC), 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>), 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 등의 배출 감소도 에너지와 도로 수송, 산업 부문에서 저감 조치의 이행을 통해 이루어졌다. 산업부문에서 유황성분의 함유가 낮은 연료로의 전환과 미세먼지의 이차적 형성에 영향을 미치는 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 황산화물(SO<sub>x</sub>) 및 암모니아(NH<sub>3</sub>)의 저감 또한 미세먼

57) EEA(2017), p. 12.

지 배출 저감에 일조하였다.<sup>58)</sup>

오염물질과 미세먼지별로 주요 배출 부문은 상이하게 나타난다(표 3-3 참고). 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출에서 도로 수송 부문은 1990년부터 2015년까지 60%나 감소되었음에도 여전히 가장 많은 배출 비중을 차지한다.<sup>59)</sup> 휘발성유기화합물(VOCs)은 산업용 처리 및 제품 사용 등에서 발생하고, 황산화물(SO<sub>x</sub>)은 발전 부분의 비중이 높게 나타난다. 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>), 미세먼지(PM<sub>10</sub>), 부유물질의 경우 상업용, 주거 시설 등의 고정 배출원과 산업 부문에서의 배출 비중이 절반 이상을 차지한다.

## 2. 중국

### 가. 현황

중국의 대기오염은 자국뿐 아니라 주변국에까지 영향을 끼치는 중요한 문제이다. 특히 대도시 내 대기오염의 심각성을 인지한 중국 정부는 베이징올림픽(2008년), APEC 정상회담(2014년)과 같은 대규모 국제행사를 개최하기 위해 석탄사용 억제, 노후차량 운행 통제 등의 단기 정책을 실시함으로써 급격히 맑아진 하늘을 선보이기도 하였다. 이는 중국 정부의 의지에 따라 감축 정책이 상당한 효과를 발휘할 수 있음을 입증하는 사례이나, 행사 후 원래의 오염 수준으로 복귀하여 논란이 되었다.<sup>60)</sup>

2015년 중국의 주요 대기오염물질 총배출량은 5,248만 톤으로 전년(5,793만 톤)대비 9.4% 감소하였다. 2007년 이후 가장 높은 배출량을 기록한 해는 2011년이다. 당시 늘어난 에너지와 석탄 소비량, 자동차 배기가스 등의 영향

---

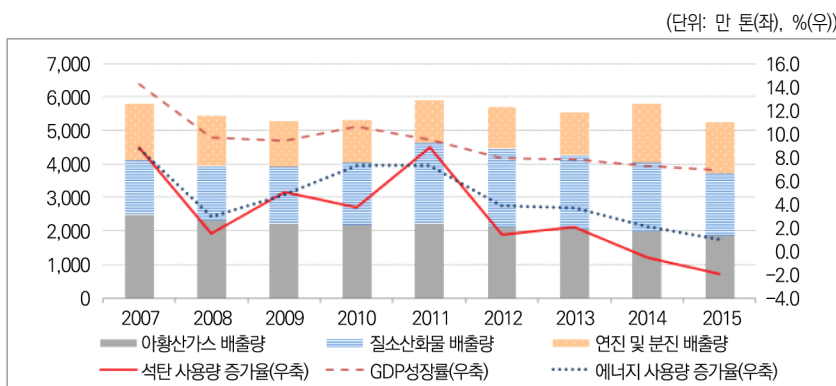
58) EEA(2017), pp. 12-13.

59) EEA(2017), p. 14.

60) "Thick smog kicks out 'Apec blue', November 20"(2014. 11. 20), 온라인 기사(검색일: 2017. 8. 23).

으로 직전 연도보다 11.0% 증가한 5,901만 톤이 배출되었다. 2011년부터 중국이 이동오염원(자동차)에 의한 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출량 집계를 시작했기 때문으로도 분석된다(추장민 외 2016, p. 106). 이후의 총배출량은 2014년을 제외하면 완만한 하락세를 기록하고 있다(그림 3-2 참고).<sup>61)</sup>

그림 3-2. 중국 주요 대기오염물질 총배출량 추이(2007~15년)



주: 주요 대기오염물질 총배출량은 이황산가스(SO<sub>2</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 연진 및 분진 배출량의 합계임.  
 자료: 中国国家统计局 데이터베이스, <http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>(검색일: 2017. 9. 22).

중국에서는 주요 대기오염물질을 크게 △이황산가스(SO<sub>2</sub>) △질소산화물(NO<sub>x</sub>) △연진 및 분진으로 구분한다. 이황산가스(SO<sub>2</sub>)와 질소산화물(NO<sub>x</sub>)은 2011년 이후 배출량이 하락하는 추세이나, 연진 및 분진의 경우 2014년에 전년 대비 36.2% 급증한 후 다음 해 다시 하락하였다.<sup>62)</sup> 특히 전력생산 등을 포함한 공업(산업) 부문에서 오염물질이 다량 배출되고 있다. 2015년 배출량을 기준으로 이황산가스(SO<sub>2</sub>)의 83.7%, 질소산화물(NO<sub>x</sub>)의 63.8%, 연진 및 분진의 80.1%가 모두 해당 부문에서 기인하였다. 자동차 배기가스는 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출량의 31.6%, 연진 및 분진 배출량의 3.6%에 기여하고 있다(표 3-4 참고).<sup>63)</sup>

61) 中国国家统计局 데이터베이스, <http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>(검색일: 2017. 9. 22).

62) 당시 연진과 분진 배출량이 급증한 이유로는 공업(산업)과 생활 부문에서의 배출량이 전년(2013년)대비 각각 33.0%, 83.3%씩 크게 증가했기 때문으로 판단됨(中国环境保护部 2015a, p. 66).

표 3-4. 중국 대기오염물질의 주요 분야별 배출 현황(2015년)

(단위: 백만 톤, %)

오염 물질	주요 분야						총 합계*
	공업(산업)		생활 부문		운송(자동차)		
	배출량	비중(%)	배출량	비중(%)	배출량	비중(%)	
SO <sub>2</sub>	15.57	83.7	2.97	16.0	-	0.0	18.59
NO <sub>x</sub>	11.81	63.8	0.65	3.5	5.86	31.6	18.52
연진 및 분진	12.33	80.1	2.50	16.2	0.56	3.6	15.38

주: 총 합계의 경우 공업(산업), 생활 부문, 운송(자동차) 및 기타(오염처리시설에서의 배출량 등)를 모두 포함함.  
 자료: 中国环境保护部(2016a), pp. 55-56.

2012년 2월 중국 정부는 「대기질기준(GB3095-2012)」<sup>64</sup>을 재정비하고, 「대기질지수 기술규정(HJ633-2012)」<sup>65</sup>과 함께 2016년부터 시행할 것임을 발표하였다. 기준 내에 명시된 주요 대기오염원은 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 일산화탄소(CO), 오존(O<sub>3</sub>), 미세먼지(PM<sub>10</sub>), 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 등 총 6가지이다. 이외에도 필요에 따라 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 총부유미립자(TSP), 납(Pb), 벤조피렌(BaP) 등이 추가된다. 또한 각 오염원별로 관리 기준이 되는 농도 수치를 제시하고, 기간별 관측치를 바탕으로 대기질지수를 총 6단계로 나누어 산정·공표하고 있다(표 3-5 및 3-6 참고).

2016년 중국 내 338개 지급(地級) 이상의 도시<sup>66</sup> 중 84개(24.9%) 지역만이 대기질기준을 달성하였다. 이 구역에서 대기질지수가 0~100이었던 날은 전체 일수의 78.9% 비중을 차지하였는데, 이는 전년도 대비 2.1%p 정도 증가한 수치이다. 대기질이 우수(优)했거나 양호(良)했던 일수의 비중은 각각

63) 中国环境保护部(2016a), pp. 55-56.

64) 中国环境保护部, 国家质量监督检验检疫总局(2012), 「环境空气质量标准(GB3095-2012)」(온라인 자료, 검색일: 2017. 9. 22).

65) 中国环境保护部(2012), 「环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)(HJ633-2012)」(온라인 자료, 검색일: 2017. 10. 12).

66) 중국은 행정 편의상 전국을 주로 4개의 단위 - ①성급(省级): 자치구(自治区), 직할시(直辖市), 특별행정구(特别行政区) 포함 ②지급(地級): 지급시(地级市), 지구(地区), 자치주(自治州), 맹(盟) 등 포함 ③현급(县级): 현급시(县级市), 현(县), 자치현(自治县), 기(旗) 등 포함 ④향급(乡级) 등으로 구분하고 있음. 본문에서 지칭하는 '지급(地級) 이상의 도시'는 직할시, 지급시, 지구, 자치주 및 맹 등을 포함하는 지역임. 네이버 지식백과, 「중국 행정구획 총람」(온라인 자료, 검색일: 2017. 10. 12).

26.0%, 52.9%이었으나, 경도(轻度), 중도(中度), 심각(重度), 매우 심각(严重)한 오염 수준이었던 일수 또한 각각 14.8%, 3.7%, 2.0%, 0.6%순이었다.<sup>67)</sup>

표 3-5. 중국 국가대기질기준(GB3095-2012)






(단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{mg}/\text{m}^3(\text{CO})$ )

종류	기준 시간	대기질 등급	
		1급	2급
SO <sub>2</sub>	연평균	20	60
	일평균	50	150
	시간당평균	150	500
NO <sub>2</sub>	연평균	40	40
	일평균	80	80
	시간당평균	200	200
CO	일평균	4	4
	시간당평균	10	10
O <sub>3</sub>	8시간평균*	100	160
	시간당평균	160	200
PM <sub>10</sub>	연평균	40	70
	일평균	50	150
PM <sub>2.5</sub>	연평균	15	35
	일평균	35	75

주: \*일일 최대 8시간 평균을 의미함.

자료: 中国环境保护部, 国家质量监督检验检疫总局(2012), 「环境空气质量标准(GB3095-2012)」(온라인 자료, 검색일: 2017. 9. 22), p. 3.

표 3-6. 중국 국가대기질지수(HJ633-2012)

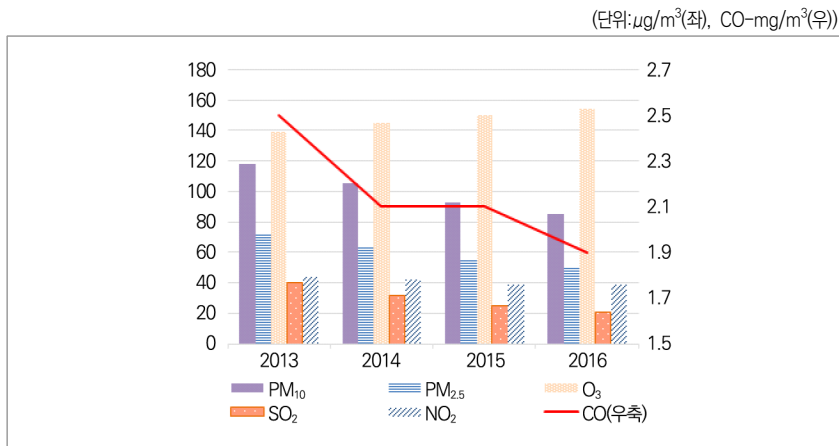
지수	구분		대기질 현황
	등급/색상		
0~50	1급	 (녹색)	우수(优)
51~100	2급	 (황색)	양호(良)
101~150	3급	 (오렌지색)	경도(轻度)
151~200	4급	 (적색)	중도(中度)
201~300	5급	 (자주색)	심각(重度)
>300	6급	 (적갈색)	매우심각(严重)

자료: 中国环境保护部(2012), 「环境空气质量指数(AQI) 技术规定(试行) (HJ633-2012)」, (온라인 자료, 검색일: 2017. 10. 12), pp. 2-3.

67) 中国环境保护部(2017), p. 7.

중점 관리가 필요한 74개 주요 도시의 최근 대기오염별 농도 변화를 살펴보면, 오존(O<sub>3</sub>)을 제외한 주요 대기오염원들은 전반적인 하락세를 기록하고 있다(그림 3-3 참고). 그러나 특히 미세먼지(PM<sub>10</sub>), 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 연평균 농도는 각각 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 국제기준에 비해 다소 느슨한 규정인 자국 대기질기준(1, 2급)도 달성하지 못하고 있다.<sup>68)</sup> 이를 WHO 가이드라인 내 제시된 미세먼지(PM<sub>10</sub>)와 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 연평균 농도 기준(20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )과 비교할 경우 현지의 미세먼지 오염이 상당히 심각한 상태임을 확인할 수 있다.<sup>69)</sup>

그림 3-3. 중국 74개 주요 도시의 대기오염원별 농도 변화(2013~16년)



자료: 추장민 외(2016), p. 104; 中国环境保护部(2014, pp. 20-21, 2015b, pp. 26-27, 2016b, p. 11, 2017, pp. 9-12)를 기초로 저자 작성.

68) *Ibid.*, pp. 9~12.

69) World Health Organization(2006), p. 9.

표 3-7. 중국 중점 오염지역의 대기오염원별 농도(2016년)

(단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{mg}/\text{m}^3(\text{CO})$ )

오염 물질	중점 오염지역(74개 주요 도시)			
	징진지	장강 삼각주	주강 삼각주	지역 평균
CO	3.2	1.5	1.3	1.9
NO <sub>2</sub>	49	36	35	39
SO <sub>2</sub>	31	17	11	21
O <sub>3</sub>	172	159	151	154
PM <sub>10</sub>	119	75	49	85
PM <sub>2.5</sub>	71	46	32	50

자료: 中国环境保护部(2017) pp. 9~14를 토대로 저자 작성.

74개 주요 도시 중에서도 대기오염이 가장 심각한 지역으로 손꼽히는 징진지(京津冀, 베이징-톈진-허베이), 장강(长江) 및 주강삼각주(珠江三角洲) 지역을 집중적으로 살펴보면, 징진지 지역이 자국 내 최고 수준의 대기오염을 경험하고 있다. [표 3-7]과 같이 2016년 징진지 내 미세먼지(PM<sub>10</sub>)와 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)를 비롯한 주요 오염원들의 연평균 농도는 모두 전국 주요 도시의 평균을 상회하고 있으며, 언급된 세 구역 중에서도 가장 높은 수준이었다. 참고로 장강삼각주(상하이 일대)가 주강삼각주(광저우 일대) 지역보다 오염 수준이 좀 더 심각한 상태이다.<sup>70)</sup>

## 나. 대기오염 대응을 위한 법률 및 정책

### 1) 환경보호법

중국은 급격한 경제성장을 달성하는 과정에서 발생한 환경오염 문제를 해결하기 위해 관련 법률과 관리감독을 강화하고 있다. 가장 눈에 띄는 변화는 1989년 제정된 후 개정된 적이 없었던 환경 관련 기본법인 「환경보호법」<sup>71)</sup>을

70) 中国环境保护部(2017), pp. 9~14.

71) 中华人民共和国政府(2014), 「中华人民共和国环境保护法」(온라인 자료, 검색일: 2017. 9. 8).

2014년에 총 7장 70조항으로 증편하고, 이를 근거로 다수의 행정법규, 문건 등<sup>72)</sup>을 추가로 채택함으로써 오염물에 대한 정부의 감독 권한과 규제 수단을 강화하였다는 점이다. 그러나 부당한 행정허가 부여, 위법행위 은폐, 데이터 위조 등을 행한 정부 담당자는 사안에 따라 행정처분이나 형사처분을 받을 수 있도록 규제하는 내용이 구체화되었다(제68~69조). 이 법률을 위반한 기업이나 경영자에 대한 처벌과 벌금 규정 또한 엄격해졌으며, 대중의 알 권리를 위해 환경 관련 정보를 공개하도록 하였다. 민간단체의 환경소송 제기 또한 가능해졌다(제58조).

## 2) 대기오염방지법

1987년 최초로 제정된 「대기오염방지법」<sup>73)</sup>은 나날이 심각해지는 중국 내 대기오염 문제를 해결하기 위해 최근 두 차례의 개정(2000년, 2015년)을 거쳐 시행되고 있으며, 총 8장 129조항으로 구성된다. 중국 역사상 가장 엄격한 환경법 중 하나로 평가받는 해당 법안은 주로 △중앙 및 지방정부의 관리역량 강화 △석탄 사용 및 자동차 배기가스 배출 감축 △중점 오염지역 관리 △법률책임 강화 등을 위한 조항들을 포함한다.

중국은 이 법령을 근거로 정부가 대기오염 물질과 온실가스의 ‘배출총량’을 통제하고자 한다(제2, 21조). 대기질 개선을 위해 현급(县级) 이상의 지방정부는 기획 내에 대기오염 방지 업무계획을 포함해야 하며(제3조), 시급(市级) 이상의 지역은 중점오염배출단위(기업)의 명단을 공포하여 관리해야 한다(제24조). 중앙정부<sup>74)</sup>에는 지역별 대기질 개선목표, 업무 추진현황 등을 심사·평가할 수 있는 권한을 부여한다(제4조). 그러나 중점 대기오염물 배출총량 지표나

72) 「환경보호주관부서의 압류압수 실시방법(环境保护主管部门实施查封、扣押办法)」, 「환경보호주관부서의 생산제한, 생산중지 정돈 실시방법(环境保护主管部门实施限制生产、停产整治办法)」, 「환경보호주관부서의 일일연속처벌 실시방법(环境保护主管部门实施按日连续处罚办法)」 등이 여기에 해당함.

73) 中华人民共和国政府(2015), 「中华人民共和国大气污染防治法」(온라인 자료, 검색일: 2017. 9. 8).

74) 국무원 환경보호주관부서(国务院环境保护主管部门) 및 관련 부처 등이 해당함.

개선 목표를 달성하지 못한 지역은 주요 책임자 면담, 신규 사업에 대한 심사·승인 중단 등 불이익을 받게 된다(제22조).

석탄 사용과 자동차 배기가스 배출을 감축하기 위한 내용을 포함한 것 또한 눈여겨볼 만한 부분이다. 특히 1차에너지 소비에서 석탄이 차지하는 비중을 점차 줄여가고자 하며, 품질표준에 부합하지 않는 석탄 및 석유의 수입, 판매 및 사용을 금지하였다(제32, 35, 37조). 이동오염원인 자동차 배기가스 배출을 줄이기 위해서는 에너지절약형, 신에너지(新能源) 차량<sup>75)</sup> 이용을 독려하고, 이 법령에 의해 제정된 대기오염물질 배출표준에 부합하지 않는 차량의 생산, 수입 또는 판매를 금지한다. 유지보수 후에도 기준에 미달하는 차량은 강제 폐기가 가능하도록 하였다(제50~51조, 제60조).

징진지 등 중점 오염지역 내에서는 앞서 언급한 조항들이 더욱 강조된다. 해당 지역들에 대한 공동 행동계획 및 통제목표 수립(제87조), 환경영향평가(제89조) 등을 시행할 것을 요구하고 있다. 벌금 및 처벌 조치는 2000년도 개정 법령에 비해 보다 엄격해지고 세분화되었다. 위반 기업에 대한 최고 벌금상한액(20만 위안)이 폐지되고, 위법 행위별 벌금액은 최대 100만 위안 이하로 기존 대비 5배 증액되었다(제99, 102조). 법률 책임에 대한 내용도 19개 조항에서 30개 조항(제98~127조)으로 급증하였다.<sup>76)</sup>

### 3) 대기오염방지행동계획

최근 5년간(2013~17년) 시행된 중국의 대기질 개선을 위한 정책에는 「대기오염방지행동계획」,<sup>77)</sup> 「제13차 5개년 계획(2016~20)」,<sup>78)</sup> 「징진지 및 주변지역

75) 신에너지 차량에는 주로 순전기자동차(纯电动汽车), 플러그인 하이브리드 차량(插电式混合动力汽车) 등이 있음.

76) 장현숙, 김정주(2016, pp. 28~30, 재인용).

77) 国务院(2013), 「关于大气污染防治行动计划的通知」, [http://www.gov.cn/zwgg/2013-09/12/content\\_2486773.htm](http://www.gov.cn/zwgg/2013-09/12/content_2486773.htm)(검색일: 2017. 8. 23).

78) 해당 국가규획에서는 대기질 개선을 위한 구속성 지표(도시지역 대기질 양호 일수 비율 80% 이상, PM<sub>2.5</sub> 농도 하락률 18% 달성 의무)를 새롭게 추가하고, 석탄소비 감축, 친환경자동차 생산량 및 판매량 증대

2017년 대기오염 방지 업무방안」<sup>79)</sup> 등이 있다. 지방정부 차원에서도 이러한 국가 계획 등을 바탕으로 지역별 세부 계획을 제시하고 있다. 특히 환경보호부(环境保护部)는 「대기질기준(GB3095-2012)」, 「대기질지수 기술규정(HJ633-2012)」 등을 근거로 대기질 예보 및 모니터링 체계를 강화하고 있으며, 지방정부와 협력하여 중점 오염지역과 배출단위(기업 등)에 대한 현장 단속을 시행한 후 해당 결과를 공개하고 있다.<sup>80)</sup>

위 정책들은 공통적으로 대기오염원 중에서도 미세먼지(PM<sub>10</sub>)와 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 농도 관리, 이동오염원(차량 등) 및 에너지(석탄) 소비에 대한 규제와 점검을 강화하고자 하는 계획을 포함하고 있다. 대표적인 예로 「대기오염방지 행동계획」의 내용을 살펴보면 다음과 같다. 2013년 발표된 이 계획은 전국 지급(地級) 이상 지역의 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 농도를 2017년까지 2012년 대비 10% 이상 감축하여 대기질이 우수·양호한 날의 수를 점차 증가시키고자 한다. 중점 오염지역인 징진지, 장강 및 주강삼각주는 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 농도를 각각 25%, 20%, 15% 정도 감축해야 함을 달성 지표로 제시하고 있다(표 3-8 참고).

---

등을 제시하고 있음. 国务院(2016), 「中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要(2016~20)」, [http://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content\\_5054992.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm)(검색일: 2017. 11. 1).

79) 이는 징진지 등 '2+26 도시'에 대한 세부 계획으로 겨울철 청결난방 추진, 화력발전, 철강 등 중점분야 관리, 자동차 배기가스 관리 등으로 구성되어 있음. 中国环境保护部 외(2016), 「关于印发《京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案》的通知」, [http://dqhj.mep.gov.cn/dtxx/201703/t20170323\\_408663.shtml](http://dqhj.mep.gov.cn/dtxx/201703/t20170323_408663.shtml)(검색일: 2017. 8. 23).

80) 2016년 중국 정부가 시행한 점검 및 단속으로 인해 적발되어 부과된 벌금은 총 8억 1,435만 위안으로 공장 압류·폐쇄가 9,976건, 생산 제한·정지 조치도 5,673건에 이르렀으며, 구속도 4,041명을 기록함. 김윤희(2017), 「중국, 역대 최대 규모의 환경 감독 본격 가동」(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 1).

표 3-8. 중국의 「대기오염방지법」 및 「대기오염방지행동계획」의 주요 내용

법령·정책 주요 항목	대기오염방지법 (2015년 2차 개정, 2016년 시행)	대기오염방지행동계획 (2013~17년)
대기오염원 종합관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대기오염물 배출총량 억제</li> <li>- 주요 지역 대기질 개선목표 할당</li> <li>- 현금 이상 지방정부에 대기오염 방지 업무계획 수립 의무화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PM<sub>10</sub> 및 PM<sub>2.5</sub> 농도 감축목표 '17년까지 '12년 대비 PM<sub>10</sub> 10% (전국 지급), PM<sub>2.5</sub> 15~25% (중점 오염지역) 감축</li> </ul>
이동오염원 (차량) 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 친환경차량 이용 촉구</li> <li>- 대기오염물질 배출표준 제정</li> <li>- 대기오염물질 배출표준에 부합하는 차량만 생산·수입·판매 가능</li> <li>- 기준미달인 이용 중 차량에 대한 강제 폐차 시행 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요 대도시 차량 보유량 통제</li> <li>- 오염물질 과다배출 차량 퇴출 (노후 차량, 황표차 등)</li> <li>- 베이징 등 지역에서 신에너지, 청정연료를 사용하는 신규 버스의 비중을 60% 이상으로 확대</li> </ul>
에너지소비, 산업구조 고도화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중점오염배출단위(기업)의 명단 공표 및 관리 강화</li> <li>- 1차에너지 소비 내 석탄 비중의 점진적 축소</li> <li>- 청정에너지 사용 확대</li> <li>- 품질표준에 부합하는 석탄 및 석유만 수입·판매·사용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지 과다소비·오염물 과다배출 기업에 대한 제재 강화</li> <li>- 1차에너지 소비 내 석탄 비중을 65% 이하로 제한</li> <li>- 천연가스 및 원전 활용 확대</li> <li>- 중점관리 대상인 산업(철강 등)의 낙후된 생산시설 퇴출 추진</li> </ul>
모니터링, 정보공개, 기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지방정부의 대기질 개선 목표, 추진현황 등을 심사 후 개선 촉구</li> <li>- 정보공개 및 신고 장려</li> <li>- 대기질 예보 및 중대 대기오염 발생 시 비상대응책 시행 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대기질 예측 및 경고 체계 건설</li> <li>- 매월 도시별 대기질 순위 공개 (상·하위 10개 도시)</li> <li>- 대기오염 방지 성과를 공직자(간부급)의 업무평가 근거로 반영 등</li> </ul>

자료: 国务院(2013), 「关于大气污染防治行动计划的通知」(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 23); 中华人民共和国政府(2015), 「中华人民共和国大气污染防治法」(온라인 자료, 검색일: 2017. 9. 8)을 바탕으로 저자 재구성.

특히 자동차 배기가스 배출 감축을 위해서는 베이징 등 대도시의 차량 보유량을 엄격히 통제하고, 오염물질을 과다 배출하는 낙후된 차량과 황표차(黄标车)<sup>81)</sup>의 퇴출 등을 추진하고자 한다. 에너지를 과도하게 소비하거나 오염물질을 다량 배출하는 기업과 산업(철강, 시멘트 등)에 대한 제재를 강화하고, 1차 에너지 소비에서 석탄이 차지하는 비중을 65% 이하로 제한하는 등 산업 및 에너지 소비구조 개선을 위한 노력도 촉구하고 있다. 2016년 발표된 환경보호부

81) 황표차(黄标车)는 “오염물질 배출량이 많고, 배출농도가 높으며, 배기가스 배출 안정성이 부족하여 국가 기준에 부합하지 않는 차량으로 황색 라벨이 부착된 차량”을 일컫는 용어임. 추장민 외(2016, p. 110, 재인용).

의 중간평가 결과에 따르면, 2015년 미세먼지(PM<sub>10</sub>)와 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 농도는 2013년 대비 하락세를 기록하였으나, 여전히 대기질 개선이 필요한 상태이다. 전국 338개의 지급(地級) 이상 도시에서 심각(重度) 이상의 대기질을 기록한 일수 중 67.4%가 겨울철에 발생하였으므로 관련 대책이 필요함을 지적하고 있다.<sup>82)</sup>

### 3. 미국

#### 가. 현황

미국은 1970년대부터 연방정부를 중심으로 대기오염 방지 및 배출량 저감을 위해 지속적으로 노력해왔다. 미국 환경보호청(EPA: Environmental Protection Agency)의 분석에 의하면, 2016년 자국 내 주요 대기오염물질<sup>83)</sup>의 총배출량이 1970년 대비 73% 정도 감소한 성과를 달성하였다고 발표하였다(그림 3-4 참고). 이는 같은 기간 인구와 GDP, 에너지 소비량 등이 모두 증가해왔음에도 불구하고 이뤄낸 성과라서 더욱 주목할 만하다.<sup>84)</sup> 환경보호청(EPA)은 고정오염원 및 이동오염원에 대한 연방과 주(州) 정부 차원의 규제 실시와 기술 발전 등의 영향으로 분석하고 있다. IEA(2016) 또한 미국이 오염물 배출통제와 대기질 개선을 위해 노력해왔기에 달성할 수 있었던 결과라고 평가하였으나, 아직 40% 이상의 인구는 적어도 1개 이상의 국가대기질기준(NAAQS)을 미달성한 지역에서 살고 있음을 지적하고 있다.<sup>85)</sup>

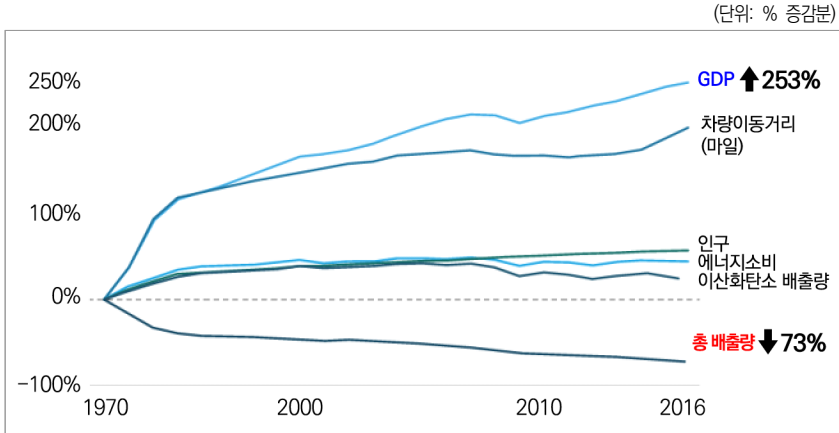
82) 中国环境保护部, [http://www.mep.gov.cn/xxgk/hjyw/201607/t20160706\\_357205.shtml](http://www.mep.gov.cn/xxgk/hjyw/201607/t20160706_357205.shtml)(검색일: 2017. 8. 24).

83) 미세먼지(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 포함), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 휘발성유기화합물(VOCs), 일산화탄소(CO) 및 납(Pb)을 의미함.

84) U.S. EPA(2017), "Our Nation's Air," <https://gispub.epa.gov/air/trendsreport/2017/>(검색일: 2017. 11. 7).

85) *Ibid.*: IEA(2016), p. 125. 참고로 국가대기질기준(NAAQS)에 대해서는 본문 pp. 50~51에서 소개함.

그림 3-4. 미국 경제성장 및 주요 대기오염물질 총배출량 추이 비교(1970년 vs 2016년)



주: 주요 대기오염물질의 총배출량은 미세먼지(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 포함), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 휘발성유기화합물(VOCs), 일산화탄소(CO) 및 납(Pb)의 배출량 합계임.

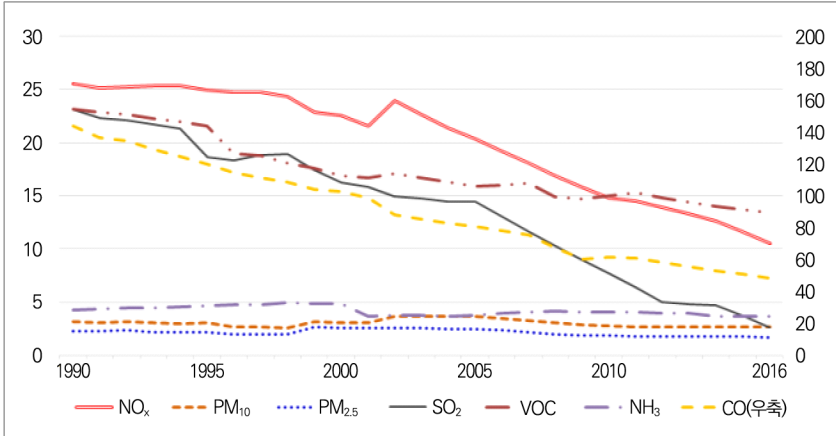
자료: U.S. EPA(2017), "Our Nation's Air," <https://gispub.epa.gov/air/trendsreport/2017>(검색일: 2017. 11. 7).

[그림 3-5]과 같이 2016년 미국의 대기오염물질별 배출량 추이를 1990년 도와 비교하여 살펴보면 전반적인 하락세임을 확인할 수 있다. 그중에서도 아황산가스(SO<sub>2</sub>)가 가장 큰 감소폭을 기록하고 있다. 2016년 아황산가스(SO<sub>2</sub>)의 배출량은 총 264만 톤으로 1990년(2,307만 톤) 대비 89% 정도 감축되었다. 그 외에도 일산화탄소(CO), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 휘발성유기화합물(VOCs), 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>), 미세먼지(PM<sub>10</sub>), 암모니아(NH<sub>3</sub>)의 순으로 배출량이 1990년 대비 다량 감축되었다.<sup>86)</sup>

86) 2016년 해당 오염물질별 배출량이 1990년 대비 각각 66%, 59%, 42%, 25%, 18%, 15%씩 감소함. U.S. EPA, Air Pollutant Emissions Trends Data, <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/air-pollutant-emissions-trends-data>(검색일: 2017. 11. 8).

그림 3-5. 미국 대기오염물질별 배출량 추이(1990~2015년)

(단위: 백만 톤)



주: 산불(wildfires)로 인한 배출량은 제외한 수치임.

자료: U.S. EPA, Air Pollutant Emissions Trends Data, <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/air-pollutant-emissions-trends-data>(검색일: 2017. 11. 8).

미국의 대기오염물질 배출량을 주요 분야별로 살펴보면 [표 3-9]와 같다. 미국은 특히 운송 분야에서 오염물질을 가장 많이 배출하고 있다. 그중에서도 2016년 일산화탄소(CO) 배출량의 36.7%, 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출량의 34.8%가 도로 위 차량 운행으로 인해 발생하였다. 산업 부문은 휘발성유기화합물(VOCs) 배출량의 71.2%, 미세먼지(PM<sub>10</sub>)의 배출량의 48.1% 비중을 차지하고 있으며, 전력생산 등을 위한 연료연소로 인해 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 배출량의 74.8%, 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 배출량의 44.9%가 발생하고 있다.<sup>87)</sup>

87) Ibid.

표 3-9. 미국 대기오염물질의 주요 분야별 배출 현황(2016년)

(단위: 백만 톤, %)

오염 물질	분야								합계
	연료연소		산업 및 연관 프로세스		운송				
					도로 차량		비도로 이동수단		
배출량	비중(%)	배출량	비중(%)	배출량	비중(%)	배출량	비중(%)		
CO	4.13	8.5	13.67	28.1	17.87	36.7	12.99	26.7	48.66
NO <sub>x</sub>	2.78	26.8	1.57	15.2	3.61	34.8	2.42	23.3	10.37
SO <sub>2</sub>	1.97	74.8	0.62	23.4	0.02	0.7	0.03	1.2	2.64
VOC	0.53	4.0	9.56	71.2	1.77	13.1	1.58	11.7	13.43
NH <sub>3</sub>	0.11	3.0	3.49	94.5	0.09	2.4	0.00	0.1	3.69
PM <sub>10</sub>	0.92	34.9	1.27	48.1	0.29	10.9	0.16	6.2	2.64
PM <sub>2.5</sub>	0.78	44.9	0.67	38.7	0.13	7.6	0.15	8.7	1.74

주: 산불(wildfires)로 인한 배출량은 제외된 수치임.

자료: U.S. EPA, Air Pollutant Emissions Trends Data, <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/air-pollutant-emissions-trends-data>(검색일: 2017. 11. 8).

미국의 「국가대기질기준(NAAQS)」<sup>88)</sup>에서는 공중보건과 환경에 악영향을 미치는 기준오염원(criteria pollutants)으로 일산화탄소(CO), 납(Pb), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 오존(O<sub>3</sub>), 미세먼지(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 포함), 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 등 총 6가지를 지정하고, 두 단계로 나누어 배출 기준을 제시하고 있다. 제1기준(primary standards)은 노약자, 기관지 환자 등 민감 그룹을 포함한 대중의 건강(public health)을 보호하고자 하며, 제2기준(secondary standards)은 국민의 공공복리(public welfare)와 생활환경을 보호하기 위해 설정되는 기준이다(표 3-10 참고).<sup>89)</sup>

또한 타 국가와 마찬가지로 거주 지역별 대기질과 건강상의 영향에 대한 정보를 제공하기 위해 「대기질지수(AQI)」를 산출하여 발표하고 있다(표 3-11 참고). 해당 지수는 오존(O<sub>3</sub>), 미세먼지(PM<sub>10</sub>), 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>), 일산화탄소(CO) 및 아황산가스(SO<sub>2</sub>)의 배출량을 기준으로 책정되며, 만일 대기질지수가

88) National Ambient Air Quality Standards(40 CFR part 50).

89) CAA(청정대기법) § 109(b).

100을 초과했을 경우 그 정도에 따라 지방정부가 민감 그룹 또는 모두에게 이 사실을 통지할 의무를 가진다.<sup>90)</sup> 환경보호청(EPA)은 2016년 미국 35개 주요 도시에서 오존(O<sub>3</sub>)과 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 대기질지수가 101 이상을 기록하였던 일수의 합은 총 697일로 2000년(2,076일) 대비 66% 정도 감소하였다고 발표하였다.<sup>91)</sup>

표 3-10. 미국 국가대기질기준(NAAQS)

(단위: ppm, ppb\*,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



종류[단위]	기준 시간	대기질 분류	
		제1기준	제2기준
CO[ppm]	8시간평균	9	-
	시간당평균	35	-
Pb[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	3개월 연속평균	0.15	
NO <sub>2</sub> [ppb]	시간당평균	100	-
	연평균	53	
O <sub>3</sub> [ppm]	8시간평균	0.070	
PM <sub>10</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	일평균	150	
PM <sub>2.5</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	일평균	35	
	연평균	12.0	15.0
SO <sub>2</sub> [ppm]	시간당평균	0.075	-
	3시간평균	-	0.5

주: \*ppm(parts per million)은 ppb(parts per billion)의 1,000배를 표현하는 단위임(1ppm=1,000ppb).  
 자료: U.S. EPA, <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>(검색일: 2017. 8. 25).

90) U.S. EPA(2014a), pp. 2-3.

91) U.S. EPA(2017), "Our Nation's Air," <https://gispub.epa.gov/air/trendsreport/2017>(검색일: 2017. 11. 7).

표 3-11. 미국 대기질지수(AQI)

구분		대기질 현황
지수	색상	
0~50	 (녹색)	좋음(Good)
51~100	 (황색)	보통(Moderate)
101~150	 (오렌지색)	민감 그룹에게 해로움(Unhealthy for Sensitive Groups)
151~200	 (적색)	나쁨(Unhealthy)
201~300	 (자주색)	매우 나쁨(Very Unhealthy)
301~500	 (밤색)	위험함(Hazardous)

자료: U.S. EPA(2014a), p. 2.

## 나. 대기오염 대응을 위한 법률 및 정책

### 1) 청정대기법

미국이 대기오염 문제를 연방정부 차원에서 본격적으로 관리하기 시작한 것은 1970년대부터이다. 현재 시행되고 있는 「청정대기법(CAA: Clean Air Act)」<sup>92)</sup>의 기본 구조는 1970년에 형성되었으며, 환경보호청(EPA)을 설립한 후 해당 기관을 중심으로 대기질을 관리하기 시작하였다. 이 법률은 크게 △대기오염물질에 대한 국가기준 수립 △환경보호청(EPA) 및 주(州) 정부의 권한 및 의무 △오염원 배출허가·관리 △법률책임 및 소송 등에 대한 내용으로 구성되어 있다. 이후 1977년, 1990년 등에 걸쳐 주요 내용들을 개정되었으며, 지속적인 논의를 통해 일부 조항을 보완해가고 있다.

환경보호청(EPA)은 이 법률 제109조에 의거하여 1970년 이후부터 「국가대기질기준(NAAQS)」를 결정·공표하고 있으며, 5년 주기로 재심사를 시행한

92) U.S. EPA, "Clean Air Act," <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/clean-air-act-text>(검색일: 2017. 8. 25).

다.<sup>93)</sup> 무엇보다도 해당 기준을 달성하기 위해 주 정부가 수립한 「주집행계획(SIP: State Implementation Plans)」을 검토·승인할 수 있는 권한을 가지며,<sup>94)</sup> 계획을 제출하지 않거나 시행하지 않은 지역에 대해서는 제재 조치를 취할 수 있다.<sup>95)</sup> 국가대기질기준(NAAQS)을 초과한 지역에 대해서는 미달성지역 프로그램(Non-Attainment Program)을 시행하며, 좀 더 엄격한 배출 기준과 상쇄 조건을 제시함으로써 주 정부의 시행 노력을 촉구하고 있다.<sup>96)</sup> 반면 주 정부는 관할 지역의 대기질 수준이 국가기준에 부합하도록 보장해야 하는 의무와 책임이 있다. 이를 위해 「주집행계획(SIP)」을 수립하고, 환경보호청(EPA)과의 조정 과정 등을 거쳐 시행해야 한다.<sup>97)</sup>

신규 또는 변경된 오염원에 대해서는 별도의 운영기준(NSPS)<sup>98)</sup>을 마련하고, 미달성지역에 위치한 기준치 이상의 온실가스를 배출하는 신규 및 보수 시설에 대해 배출허가제도(NSR Permitting Program)<sup>99)</sup>를 보다 엄격히 시행하도록 규정하였다. 이동오염원(차량 등)에 대한 배기가스 배출 기준 또한 이 법령하에서 제정되며, 미달성 기업에 대한 시정명령을 내릴 수 있다.<sup>100)</sup> 나아가 모든 시민은 누구든 이 법률에 위배되는 행동을 하거나 법적 의무를 다하지 않은 대상(개인, 국가 및 정부기관 포함)에 대해 직접 소송을 제기할 수 있음을 명시하고 있다.<sup>101)</sup>

93) CAA § 109(a), § 109(d).

94) CAA § 110(a)(1), § 110(k); 참고로 「주집행계획(SIP)」 내에는 국가대기질기준 달성 및 오염원 배출저감을 위한 주 정부의 전략, 시행 계획, 대기질 측정·분석, 기준달성에 대한 증명, 규제 방법 등의 내용이 포함되어야 함(현준원 2015, p. 43).

95) CAA § 113; 예를 들어 연방정부는 「청정대기법」 제179조(b)에 따라 「주집행계획(SIP)」을 수립·이행하지 않은 주 정부에 대해 연방도조건설 사업계획 미승인, 자금지원 중단, 강화된 배출 기준 적용 등의 제재를 취할 수 있음(신옥주 2010, p. 102).

96) CAA § 172(c)(5), § 173.

97) CAA § 107, § 110.

98) New Source Performance Standards. 이 기준은 「청정대기법」 제111조에 따라 신규오염원 관리를 위해 최상의 기술 수준(BDT: Best Demonstrated Technology)의 적용을 요구하고 있으며, 기존오염원에 대한 기준보다 엄격하다고 평가됨(신옥주 2010, p. 107).

99) New Source Review Permitting Program (CAA § 172(c)(5), § 173).

100) CAA § 202.

101) CAA § 304(a).

## 2) 국가환경정책법

1969년에 제정된 「국가환경정책법(NEPA: National Environmental Policy Act)」<sup>102)</sup>은 연방정부 기관이 추진하고자 하는 프로젝트나 정책 등을 결정할 때에 경제사회적 요소와 동일한 수준으로 '환경적 요소'를 고려해야 함을 강조하는 법령이다. 해당 기관들은 이 법률 제102조에 따라 의사결정 전에 환경영향에 대한 간의평가(EAs: Environmental Assessments)를 실시해야 한다. 만일 인류 환경에 상당한 영향력을 미치는 사안이라고 판명되는 경우 의무적으로 환경영향평가를 시행하고, 그 결과문서(EIS: Environmental Impact Statements)를 제출해야 한다. 또한 대통령 산하 자문기관으로 환경위원회(CEQ)<sup>103)</sup>를 구성하고, 환경보호청(EPA)과 함께 관련 업무를 관리감독 해야 하며, 주관 부처와의 협의 등을 담당하도록 하였다.<sup>104)</sup> 환경평가 관련 정보는 개인 의견을 수렴하는 과정을 거치기 위해 일반 대중에게도 공개되어야 한다.

## 3) 환경보호청(EPA)의 역할 및 전략계획

앞서 언급된 바와 같이 미국의 대기환경 관련 정책은 주로 연방정부 기관인 환경보호청(EPA)의 지휘 아래 주(州) 단위로 시행되고 있다. 환경보호청(EPA)은 '인류의 건강 및 환경보호(to protect human health and the environment)'라는 본연의 임무를 수행하기 위해 필요한 법안, 정책, 규제 등을 수립·시행하는 역할을 담당한다. 나아가 주 정부가 효과적으로 정책을 이행할 수 있도록 보조하고, 기후변화 등 글로벌 이슈에 대한 국내외 협력을 주관하고 있다.<sup>105)</sup>

---

102) U.S. EPA, "National Environmental Policy Act," <https://www.epa.gov/nepa/what-national-environmental-policy-act>(검색일: 2017. 8. 25).

103) Council on Environmental Quality.

104) NEPA Section 2.

105) U.S. EPA, <https://www.epa.gov/aboutepa/our-mission-and-what-we-do>(검색일: 2017. 8. 25).

2017년 트럼프 대통령이 취임함에 따라 환경보호청(EPA)의 역할에도 여러 변화가 있을 것으로 예상된다. 참고로 오바마 대통령 재임 기간인 2014년에 발표된 「전략계획(EPA Strategic Plan FY 2014~18)」에서는 ‘기후변화 문제 해결 및 대기질 개선’을 최우선 전략 목표로 제시하고, 오염물질별 감축 목표를 제시하였다.<sup>106)</sup> 현재(2017년 10월) 의견수렴 중인 전략계획(안)에서도 대기질 개선을 위해 국가기준 미달성 지역을 축소할 것임을 주요 전략목표로 제시하였으나, 동시에 신속한 허가 결정, 인프라 투자에 대한 민간 재원의 확대 등을 추구할 것임을 명시하였다. 또한 연방정부의 규제 권한 중 일부를 주 정부에 양도하려는 움직임을 보이고 있다.<sup>107)</sup>

---

106) U.S. EPA(2014b), p. 4, pp. 10-13.

107) U.S. EPA(2017), pp. 3-4. 참고로 CNN은 총 38페이지 상당의 전략계획(안) 내에 기후변화, 이산화탄소, 온실가스 배출에 대한 언급이 없으며, 오바마 정부 시절의 전략계획이 총 80페이지였고, 기후변화가 40번 이상 언급되었던 것과는 상당히 비교되는 부분이라고 지적하였음. Marsh and Wallace(2017, 10. 11), 온라인 기사(검색일: 2017. 11. 14).

### 1. 유럽의 장거리월경성대기오염협약(CLRTAP)

#### 가. 설립 배경 및 경과

1967년 스웨덴의 과학자 스반테 오덴(Svante Odén)은 연료 연소에서 배출된 황 성분과 산성비와의 연관성을 발표하면서 전 세계의 주목을 받았다.<sup>108)</sup> 당시 유럽은 급속한 경제성장을 누리면서 대규모 자연자원의 사용을 통해 전례 없는 환경 문제에 직면하던 시기였다. 대기질에 대한 우려는 과학자뿐만 아니라 일반 대중에게도 큰 문제로 인식되었다. 특히 북유럽 국가들은 1972년 스톡홀름에서 개최된 유엔인간환경회의(UNCHE)<sup>109)</sup>에서 산성비의 문제를 제기하려 했으나 유럽의 다른 국가들은 이를 완전히 지지하지 않았다.<sup>110)</sup>

1975년 핀란드에서 개최된 유럽안보협력회의<sup>111)</sup>는 환경 보호에 대한 협력 부분도 최종 의정서에 포함하였다. 이후 소련(USSR)은 유럽경제위원회(UNECE) 체계하에서 유럽안보협력회의 합의의 실행을 추구해왔다. UNECE<sup>112)</sup>의 주도와 UNEP 지원하에 집계된 자료 분석을 통해 1978년 장거리 대기

108) UNECE(2016), p. 26.

109) 1972년 6월 5일부터 16일까지 스톡홀름에서 개최된 유엔 인간환경회의(UNCHE: United Nation Conference on the Human Environment)는 지구환경문제가 국제적인 관심사로 부상하게 된 결정적인 계기가 되었으며, 이 회의의 결과 7개의 선언문과 26개의 원칙으로 구성된 '유엔인간환경선언(The United Nations Declaration on the Human Environment, 스톡홀름 선언)'이 채택되었음. 네이버 지식백과, 「국제개발협력용어집」(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 10).

110) United Nations(2004), p. 8.

111) CSCE: Conference on Security and Cooperation in Europe.

112) United Nations Economic Commission for Europe는 1948년 경제이사회(ECOSOC) 결의로

오염의 영향을 분석한 유럽감시평가프로그램(EMEP)<sup>113)</sup>의 결과가 제시되면서 더 이상 서유럽 국가들도 장거리 대기오염 문제를 외면하기 어려워졌다.<sup>114)</sup> 결국 북유럽 국가의 문제제기와 냉전시대 주도권을 노린 소련의 개입으로 논의가 시작된 셈이다. 1972년부터 1977년 사이에 여러 연구에서 대기오염 물질이 수천 km를 이동할 수 있다는 가설이 확인되면서,<sup>115)</sup> 유럽 국가들은 장거리 대기오염 문제에 대한 개별 국가 차원이 아니라 국제적 수준에서의 협력과 대응의 필요성을 인식하게 되었다.

## 나. 협약 및 후속 의정서의 채택

결국 1979년 11월 13일 환경보호와 관련한 유럽경제위원회 고위급 회의에서 장거리일경성대기오염협약(이하 협약, CLRTAP)<sup>116)</sup>이 채택되었다. 32개국이 협약을 서명하였고, 1983년 발효되었으며 2017년 10월 기준으로 51개국이 가입되어 있다(부록 2 참고). 협약은 광범위한 지역의 대기 오염 문제를 다루는 첫 번째 국제 조약으로서, 대기오염 저감에 대한 국제 협력의 원칙을 제시하고 연구 및 정책에 대한 기구적(institutional) 체계를 설립하였다. 협약은 총 18조로 구성되었으며, 협약의 원칙, 유럽감시평가프로그램(EMEP)의 이행, 집행기구(executive body)와 사무국의 기능, 협약 서명 및 발효 등을 담고 있다.<sup>117)</sup>

협약에서 가장 주목되는 부문은 협약의 원칙이 명시된 조항이다. 협약 2조에 서 당사국은 장거리이동 대기오염을 포함하여 오염물질 배출을 제한하고, 가능

---

창립되었으며, 유럽지역 회원국 간 경제협력을 장려. 위키백과, [https://ko.wikipedia.org/w/index.php?title=유엔\\_유럽\\_경제\\_위원회&oldid=20078274](https://ko.wikipedia.org/w/index.php?title=유엔_유럽_경제_위원회&oldid=20078274)(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

113) Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe(EMEP).

114) United Nations(2004), pp. 9-11.

115) United Nations(2015), p. 11.

116) Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution.

117) UNECE, "Air Pollution: The Convention and its achievements"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

한 점진적으로 대기오염의 감소 및 예방을 노력해야 한다(shall endeavour)로 명시하여 특정 대기오염 물질에 대한 즉각적인 저감을 요구하지 않았다는 점이다. 또한 3조에서 당사국들은 대기오염 배출에 대응할 수단으로서의 정책 및 전략을 지체없이 개발하도록 하였고, 4조에서 장거리이동 오염물질을 포함한 대기오염 저감을 위한 각 당사국의 정책, 과학적 활동 및 기술적 조치에 대한 검토 및 정보를 상호 간에 교환하도록 하였다.<sup>118)</sup>

1984년 처음으로 채택된 제네바 의정서<sup>119)</sup>는 EMEP의 장기 재원에 대한 의정서로서, EMEP에 대한 국제적인 비용 분담 방안을 담고 있다. 미국과 캐나다를 제외하고 39개 국가별로 상이한 의무 비용분담율이 결정되었다.<sup>120)</sup>

1985년 채택된 헬싱키 의정서<sup>121)</sup>는 유황(sulphur) 배출의 규제를 구체화하였다. 의정서 2조에서 당사국들은 자국의 연간 유황 배출 또는 월경성 이동(transboundary fluxes)에 대해 1980년 대비 30%의 저감을 늦어도 1993년까지 줄이도록 하였다. 또한 당사국들은 매년 자국의 유황 배출 수준 및 배출계산 근거를 집행기구에 제공하도록 하였으며(4조), 배출 저감을 위한 수단으로서 국가 프로그램, 정책 및 전략을 고안하고, 목표 달성을 위한 진전 사항을 집행기구에 보고하도록 하였다(6조). EMEP는 집행기구의 연차 회의에 앞서 EMEP 관측 범위의 전년도(previous year) 유황 배출 및 월경성 이동량을 제공하도록 하였다.<sup>122)</sup>

---

118) UNECE, "Air Pollution: The Convention and its achievements"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

119) The 1984 Geneva Protocol on Long-term Financing of the Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe.

120) UNECE, "EMEP Protocol"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

121) The 1985 Helsinki Protocol on the Reduction of Sulphur Emissions or Their Transboundary Fluxes by at least 30 percent.

122) UNECE, "Protocol on the Reduction of Sulphur Emissions"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

표 4-1. CLRTAP 협약 및 후속 의정서 내용

합의 형태	채택 / 발효 시기	가입국	주요 내용
CLRTAP 협약	1979.11/1983.3	51	- 협약 원칙, 집행기구와 사무국 기능, 서명 및 발효 조건
제네바 의정서	1984.9/1988.1	47	- EMEP의 장기재원에 대한 의정서로서 각 국가별 비용분담율을 명시
헬싱키 의정서	1985.7/1987.2	25	- 각 당사국은 유황배출을 이르면 1993년까지 1980년 대비 30% 감축 - EMEP는 전년도 유황배출 및 월경성 이동량을 계산하여 집행기구에 보고
소피아 의정서	1988.10/1991.2	35	- 질소산화물에 대한 배출에 대해 늦어도 1994년까지 1987년 수준을 달성 - 각 당사국의 기존 및 신규 배출원에 각각 오염통제 조치와 국가배출기준을 적용하도록 명시
제네바 의정서	1991.11/1997.9	24	- 1999년의 휘발성유기화합물 배출 적용 방안 세가지를 당사국에 제공하고, 의정서 서명서에 명시하도록 요구
오슬로 의정서	1994.6/1998.8	29	- 유황배출의 추가적인 저감을 요구하면서 ① 에너지 효율성 제고 ② 재생에너지 사용 ③ 연료의 유황 성분 함유 축소 등의 조치를 취하도록 명시
아르투스 의정서	1998.6/2003.12	34	- 카드뮴, 납, 수은 배출을 1990년 수준 이하로 제한하며 산업 부문, 연소과정, 폐기물 소각에서의 중금속 배출저감을 목표
아르투스 의정서	1998.6/2003.10	33	- 잔류성유기오염물질(POPs) 배출을 제한
에테보리 의정서	1999.11/2005.5	26	- 네 가지(아황산가스, 질소산화물, 암모니아, 휘발성 유기화합물) 오염물질의 국가별 배출상한 설정 - 2012년 개정을 통해 초미세먼지까지 포함하여 2005년 대비 2020년 배출상한 설정

자료: UNECE, "Air Pollution: Protocols"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7) 기초로 저자 작성.

1988년 소피아 의정서는 당사국들에 질소산화물(NO<sub>x</sub>)의 배출 또는 월경성 이동의 감축을 요구하면서 늦어도 1994년 12월 31일까지 1987년 수준을 상회하지 않도록 하였다. 또한 당사국들로 하여금 기존의 주요 고정 배출원<sup>123)</sup>에 대해 오염통제조치(pollution control measures)를 도입하고, 신규 고정<sup>124)</sup>

123) 열량 투입이 적어도 100MW 이상인 현존하는 주요 고정 배출원.

124) 열량 투입 50MW 이상.

및 이동 배출원에 대해서는 경제적으로 달성가능한 기술에 기초하여 국가배출 기준(national emissions standards)을 적용하도록 하였다. 집행기구는 1996년 의정서를 개정하였으며, 1999년 예테보리 의정서에도 질소산화물( $\text{NO}_x$ )에 대해 다루고 있다.<sup>125)</sup>

1991년 제네바 의정서는 당사국들의 휘발성유기화합물(VOCs) 배출을 제한하도록 결정하면서, 세 가지 감축 방안 중 하나를 선택하여 제네바 의정서 서명에 명시하도록 하였다. 당사국이 선택할 수 있는 방안으로는 첫째, 1999년까지 휘발성유기화합물(VOCs) 배출을 30% 저감<sup>126)</sup>하거나, 둘째, 대류권오존관리(TOMA)<sup>127)</sup>지역은 1999년까지 총 배출 수준이 1988년 수준을 상회하지 않는 방안, 셋째, 1988년의 배출이 특정한 수준을 상회하지 않는다면, 당사국들은 1999년 배출수준에서 안정화를 선택하는 방안으로 구분하였다.<sup>128)</sup>

1994년 오슬로 의정서는 유황 배출 저감을 규정한 1985년 헬싱키 의정서 및 각국의 채택한 조치를 확인하면서 2010년까지의 유황 배출상한을 설정하였다. 의정서 2조는 배출 저감을 위해 당사국들이 가장 효과적인 조치들을 취하도록 요구하면서 ① 에너지 효율성 제고 ② 재생에너지 사용 ③ 연료에서의 유황 성분 함량의 감소 조치 ④ 최고로 가용한 통제 기술 적용 등을 명시하였다. 또한 의정서는 가장 비용효과적 접근방안으로서 당사국에 경제적 수단(economic instruments)을 적용하도록 권고하였다.<sup>129)</sup>

1998년 아르후스 의정서는 세 가지 중금속(카드뮴, 납, 수은)의 배출을 1990년 수준 이하로 제한하도록 규정하면서, 산업 부문(철강 및 비철 산업), 연소과정(전력 발전, 도로 수송), 폐기물 소각 등에서의 중금속 배출 저감을 목표

---

125) UNECE, "Protocol concerning the Control of Emissions of Nitrogen Oxides"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

126) 저감 기준으로 1988년 배출 또는 1984~90년 사이 연간 배출을 적용.

127) Tropospheric Ozone Management Area.

128) UNECE, "Protocol concerning the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

129) UNECE, "Protocol on Further Reduction of Sulphur Emissions"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

로 하였다. 의정서는 고정 배출원에 대한 엄격한 배출 기준을 적용하면서, 연소 과정에 필터나 집진기(scrubber)를 활용하는 등 최고로 가용한 기술(BAT)<sup>130)</sup>을 권고하였다. 2012년 개정을 통해 중금속에 대해 보다 엄격한 배출 통제를 포함하였다.<sup>131)</sup> 1998년 채택된 또 다른 아르후스 의정서는 16가지의 잔류성 유기오염물질(POPs)<sup>132)</sup>에 대한 배출 저감을 명시하였으며, 2007년 개정을 통해 7가지 물질을 추가적으로 관리 대상으로 포함하였다.<sup>133)</sup>

1999년의 예테보리 의정서는 네 가지 대기오염 물질<sup>134)</sup>에 대한 국가별 배출상한(ceilings)<sup>135)</sup>을 설정하고, 2012년 개정에서 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)까지 포함하여 2005년 대비 2020년까지의 배출상한을 설정하였다. 예테보리 의정서는 기존에 해당 대기오염 물질의 저감을 다룬 의정서에 기초하였으며, 배출상한은 오염 영향의 과학적 평가 및 저감 옵션에 기초한 협상을 통해 결정되었다. 오염물질 배출로 인해 환경 및 보건에 더 민감한 영향을 초래하거나, 상대적으로 배출 저감이 저렴한 경우에 보다 더 많은 배출 저감이 이루어지도록 하였다. 또한 의정서는 특정 배출원(연소 공장, 전력 발전, 드라이클리닝, 자동차 등)에 대해 보다 엄격한 배출상한을 설정하였다. 또한 당사국들은 자국의 배출에 대해 매년 보고하며, 향후 미래 배출 전망도 보고하도록 요구하였다. 2012년 개정된 의정서는 최초로 미세먼지의 배출상한 의무(binding agreement)를 규정하였으며, 블랙카본(BC)을 미세먼지에 포함하였다. 또한 새 의정서는 신규 당사국(동부 및 남동부 유럽, Caucasus, 중앙아시아)에 대한 접근의 용이성을 위해 유연성 메커니즘을 도입하였고, 이를 통해 당사국들은 배출 수준이나 저감 의무에 대한 조정을 제안할 수 있도록 하였다.<sup>136)</sup>

130) Best Available Techniques.

131) UNECE, "Protocol on Heavy Metals"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

132) Persistent Organic Pollutants.

133) UNECE, "Protocol on Persistent Organic Pollutants(POPs)"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

134) 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 암모니아(NH<sub>3</sub>), 비메탄계 휘발성유기화합물(NMVOCS).

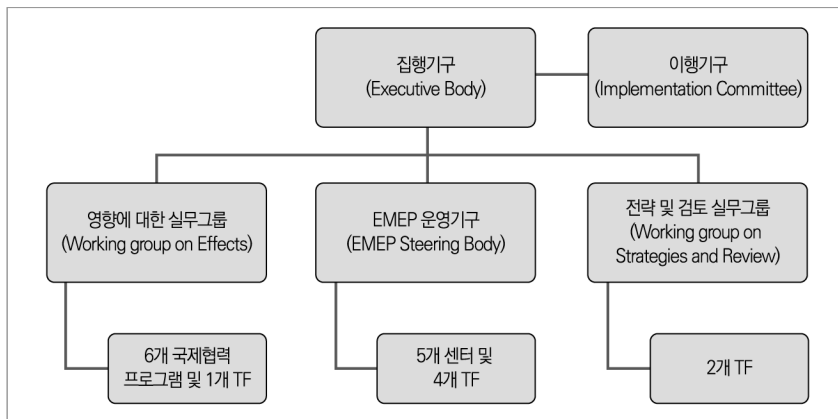
135) 1990년 대비 2010년 배출상한을 설정.

136) UNECE, "Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

## 다. 협약 내 기구<sup>137)</sup>

집행기구(executive body)는 협약의 지배 기구(governing body)로서 협약 당사국의 대표로 구성된다. 협약 10조에 명시된 집행기구의 기능으로 ① 협약의 이행을 검토하며 ② 협약의 이행 및 발전과 관련된 문제를 다루는 실무그룹(working group)을 설립하고 관련 연구 및 문서를 실무그룹에서 준비하고 이를 집행기구에서 검토한다. 이외에도 집행기구는 격년마다 작업계획을 승인하며, 작업 활동과 관련된 재정이슈도 승인한다.

그림 4-1. 장거리월경성대기오염협약(CLRTAP)의 주요 조직 구성



자료: UNECE, "CLRATP Organization Chart"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7) 기초로 저자 작성.

유럽감시평가프로그램(EMEP)은 1977년 유럽경제위원회(UNECE)의 특별 프로그램으로 개시되었으며, 1983년 협약이 발효된 이래로 협약 하에서 (under the Convention) 기능하고 있다. EMEP는 협약에 지원하는 과학적 분야로 ① 대기 모니터링 및 모형화 ② 배출 인벤토리 및 전망 ③ 통합적인 평가 등이 있다. 또한 EMEP는 각 당사국 정부에 제공하는 정보로 ① 대기오염 물질

137) 본 소절의 내용은 UNECE CLRATP 홈페이지의 관련기구 내용을 기초로 정리하였음. UNECE, "Air Pollution"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

의 침전과 농축 ② 장거리이동 대기오염 물질의 수준 및 심각정도를 제공한다. 이러한 정보는 각국의 당사국에 나름의 허용가능한 배출 기준을 설정에 지침 역할을 하게 되며, 대기오염 물질의 침전 및 농축에 대한 정보는 해당 지역의 감축 전략 수립에 기초가 된다.

EMEP 운영기구(steering body)는 EMEP프로그램의 감독기구(supervisory body)로서, 협약당사국의 과학 분야 대표자로 구성된다. EMEP 운영기구는 매년 회의를 개최하고 활동사항을 집행기구에 보고하며, 비용효과적으로 환경 목표 달성을 위한 기술적 지원을 협약에 제공하는 과학 및 기술 부속기구들(subsidiary bodies)을 대표한다. EMEP의 운영은 5개의 프로그램 및 4개의 태스크포스를 통해 조직화되어 있다. 5개 프로그램은 화학조정센터(CCC), 서부와 동부 대기 종합 센터(MSC-W, MSC-E), 배출 목록 및 전망센터(CEIP), 통합평가 모형센터(CIAM)로 구성<sup>138)</sup>되어 있으며, 4개의 태스크포스는 대기오염물질의 이동, 측정 및 모형화, 배출목록 및 전망, 통합평가 모형 분과<sup>139)</sup>로 나뉘어져 있다. 산하 센터 및 태스크포스는 매년 EMEP 운영기구에 보고하며, 운영기구는 다시 협약 집행기구에 보고하게 되어 있다.

이행기구(implementation committee)는 1997년 집행기구에 의해 설립되어 협약 내 의정서에 대한 각 당사국의 준수(compliance)에 대해 검토한다. 이행기구는 각 당사국이 EMEP 운영기구 산하의 배출 목록 및 전망센터(CEIP)에 제출한 배출 자료를 근거로 의정서의 준수여부를 검토하고, 매년 집행기구에 이를 보고한다.

CLRTAP 협약 초기에 당사국들은 오염물질의 부정적인 영향에 대한 이해를 실질적인 오염물질 관리에 대한 합의도출에서 선결과제로 인식하였다. 이에 협

---

138) 각 센터의 공식 명칭은 다음과 같음. Chemical Coordinating Centre, the Meteorological Synthesizing Centre-West, the Meteorological Synthesizing Centre-East, Centre for Emission Inventories and Projections, the Centre for Integrated Assessment Modelling.

139) 4개 태스크포스의 공식명칭은 다음과 같음. Hemispheric Transport of Air Pollution, Measurements and Modeling, Emission Inventories and Projections, Integrated Assessment Modeling.

약은 영향에 대한 실무그룹(working group on effects)을 1980년에 설립하고, 대기오염 영향에 대한 모니터링과 연구에 필요한 국제적인 협력을 개발하도록 하였다. 영향에 대한 실무그룹은 주요 대기오염물질의 보건 및 환경 영향의 정도와 지정학적 범위에 대한 정보를 제공한다. 실무그룹의 산림, 수자원, 모니터링 통합 등에서 6개 국제협력프로그램(ICP)<sup>140)</sup>을 운영하고 있으며, 보건에 대한 태스크포스는 가장 위험한 지역과 육상 및 해상생태계를 확인한다. 실무그룹은 연차 회의를 통해 국제협력프로그램의 결과를 논의하고, 격년으로 향후 작업 및 프로그램을 고려한 작업계획을 준비하여 협약의 집행기구에서 검토되도록 한다. 실무그룹은 국제협력프로그램의 중요한 결과 및 활동 등을 평가한 보고서를 UNECD를 통해 발간한다.

전략 및 검토 실무그룹(working group on strategies and review)는 협약의 주요 협상 기구이다. 실무그룹은 정책과 관련된 문제에서 집행기구를 지원하며 ① 의정서 준비 및 개정과 관련한 과학적 기술적 활동의 평가 ② 기존 의정서 개정 및 신규 의정서 준비 협상 ③ 각 의정서하에서 생성된 지침 안(draft guidance)에 대한 검토 등을 수행한다. 현재 반응성 질소(reactive nitrogen) 및 기술경제 이슈 태스크포스가 실무그룹 내에 운영되고 있다.

## 라. 협약성과와 의미

협약은 장거리이동 대기오염을 관리하고 배출을 저감하는 핵심적인 프레임워크를 개발하여 인체 및 환경에 대한 피해를 줄이고, 국제적인 환경법의 개발에도 큰 기여를 해왔다. UNECE는 정부간 협력을 통해 달성할 수 있는 성공적인 사례로 자평하고 있다. 앞서 3절에서 확인되듯이 유럽지역의 배출저감 성과는 상당하다. 1990년 이래로 유럽지역에서 주요 배출물질이 40~80% 저감되었다. 유황배출의 감소는 유럽의 여러 지역에서 산성화물질의 침전이 기준치

140) International Cooperative Programmes.

이하로 하회하게 되었고, 질소산화물의 배출저감 노력을 통해 납 성분의 배출은 1990년에서 2012년 기간에 약 80% 감소하였다.<sup>141)</sup>

그동안 협약은 EMEP와 효과에 대한 실무그룹에서 진행된 국제협력프로그램을 통해 과학적 근거를 개발해왔다. 세계보건기구 등과 협업하며 대기오염에 대한 인체의 영향 등도 파악해왔으며, 협약 내 기술기구를 통해 배출관리에 대한 가용한 기술에 대한 정보와 데이터베이스도 개발해왔다. 이러한 과학적, 기술적 정보들이 의정서 협상과 개정을 뒷받침하였고, 감축 전략의 고안에도 기여해왔다.<sup>142)</sup>

확고한 과학적 뒷받침이 협약의 성공에 중요한 역할을 하였다. 이는 공동 모니터링 및 모델링 프로그램과 같은 인프라 구축을 통해 공통의 과학적 이해(common scientific understanding)를 통해 가능하게 되었다. 또한 협약은 과학자와 정책 결정자 간의 정보교환을 토대를 제고하였다. 이처럼 과학적 이행 및 지속적인 정보교환과 협상을 통해 대기오염에 대한 접근법도 시간의 경과에 따라 의정서에도 상이하게 기술되고 있다는 점도 특이하다. 초기의 의정서는 대기오염 저감에 대한 기술에 초점이 맞춰진 반면, 1990년대 협상을 통해 채택된 의정서는 효과 중심의 접근을 사용하여 가장 비용 효과적인 방식을 통한 감축 목표 도달을 추구하였다. 또한 다양한 대기오염 물질이 대기 중에서 상호작용하면서 복합효과를 초래한다는 것을 인식하게 되면서, 각각의 오염 물질별 대응보다는 다중 오염물질-다중 효과 접근을<sup>143)</sup> 고안하게 된다. 이러한 다차원 접근의 첫 번째 시도는 1999년 채택된 예테보리 의정서이다. 대기오염에서 국경은 무의미하기 때문에 대기오염 정책에 국제협력이 필수불가결하다는 것을 협약을 통해 확인할 수 있다. 협약의 채택과 이행을 통해 많은 당사국이 단독으로 조치를 취하는 것보다 더 비용 효과적으로 보건 및 환경에 대한 영향을 줄일 수 있다는 점도 의미가 있다.<sup>144)</sup>

---

141) UNECE, "Air Pollution: The Convention and its achievements"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

142) United Nations(2015), p. 11.

143) multi-pollutant-multi-effect approach.

144) UNECE, "Air Pollution: The Convention and its achievements"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

## 2. 북미지역 양자협력

### 가. 미국-캐나다의 대기질 협정(AQA)

미국과 캐나다는 경제사회뿐 아니라 환경 분야에서도 긴밀한 협력 관계를 구축하고 있다. 특히 한 국가가 다른 국가에 대기오염으로 인한 환경적 손해를 끼치지 않아야 한다는 공감대가 확산되기 시작한 것은 1941년 트레일 스멜터 중재재판(Trail Smelter Arbitration) 이후이다. 당시 미국은 캐나다 트레일(Trail)지역의 제련소에서 방출된 오염물질로 인해 환경 피해(특히, 산림)를 입고 있음을 항의하였고, 이에 중재재판소는 “사건이 중대한 결과를 초래하고, 피해가 명백하며, 설득력 있는 증거에 의해 입증되는 경우 국가는 매연에 의해 타 국가 영토 또는 그 안의 사람과 재산에 대해 피해를 야기하는 방법으로 자국의 영토를 사용하거나 그 사용을 허락할 권리를 갖지 않는다”라는 판결을 내린 바 있다.<sup>145)</sup>

1991년에 채택된 「미국-캐나다 대기질 협정(U.S.-Canada Air Quality Agreement, 약칭 AQA)」<sup>146)</sup>은 원래 양국간 산성비 문제를 해결하기 위해 노력해온 결과물이다.<sup>147)</sup> 당시 서문, 16개 조항 및 2개의 부속서(Annex 1, 2)로 협정문을 구성하였으나, 2000년에 개정 과정을 거치면서 지표면 오존(ground-level ozone) 문제를 다루기 위한 부속서(Annex 3)가 추가되었다. 이 협정은 서문을 통해 1972년 합의된 스톡홀름 선언(Stockholm Declaration)의 원칙21(Principle 21)을 재확인하고 있다. 즉 “자국의 관할권이나 통제하의 활동이 그 외의 범주에 있는 영역이나 타 국가의 환경에 손해

---

145) 박병도(2014, p. 155, 재인용).

146) U.S. Government and Canada Government(1991), “Agreement Between the Government of the United States of America and the Government of Canada on Air Quality”(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 23).

147) 미국과 캐나다는 1980년 「의향각서(Memorandum of Intent Concerning Transboundary Air Pollution)」를 체결한 바 있으며 관련 공동연구 등을 수행해왔음(*Ibid.*, p. 1).

를 끼치지 않도록 보장해야 할 책임이 있다”는 점을 분명히 함으로써 이러한 국제적 합의를 존중하고 있음을 강조하였다.

이 협정하의 당사국은 대기오염물질의 배출을 제한하거나 저감하기 위해 필요한 구체적인 대기질 목표(specific air quality objectives)를 수립해야 하며, 이를 이행하기 위해 필요한 실질적인 프로그램 등을 채택해야 한다(제3, 4조). 상당 규모의 월경성 대기오염을 유발할 가능성이 있는 조치(actions), 활동(activities) 및 프로젝트(projects)에 대해서는 환경영향평가를 시행하고, 적절한 감축 조치를 추가해야 하며, 상대 국가에 사전에 통보해야 할 의무가 있다(제3, 5조). 또한 국가간 분쟁 발생 시에는 협의(consultation)와 교섭(negotiation) 과정을 거치며, 그럼에도 해결되지 않은 사안은 1909년 기체결된 바 있는 양국간 「국경수역조약(Boundary Waters Treaty)」의 운영기구이자 이 협약의 지원기관인 국제공동위원회(IJC: International Joint Commission)에 제출할 수 있다(제13조)(표 4-2 참고).

표 4-2. 「미국-캐나다 대기질 협정(AQA)」의 주요 내용

구분	내용
정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ‘월경성 대기오염’이란 오염의 물리적인 원인이 당사국 관할권의 전체 또는 부분적인 영역에서 발생한 것으로, 타 국가의 관할권하에서 부작용을 갖는 대기오염을 의미함.</li> </ul>
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대기오염으로 인해 발생한 공동의 우려를 해소하기 위해 실질적이고, 효과적인 수단을 마련하고자 함.</li> </ul>
대기질 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대기오염물질 배출 제한 또는 저감을 위한 구체적인 목표 수립</li> <li>• 대기질 목표 이행을 위해 필요한 프로그램 및 조치 채택</li> <li>• 부속서(Annex)상에 국가별 구체적인 대기질 목표 명시               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 휘발성유기화합물(VOCs) 배출 관리</li> <li>- 국가별 오염을 배출 관리구역 지정(PEMA: Pollution Emission Management Area) 등</li> </ul> </li> </ul>
협력 범위 /절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경영향평가, 사전공지 및 적절한 감축 조치 시행               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상당한 월경성 대기오염을 유발할 수 있는 조치 등을 평가</li> <li>- 국별 조치 등을 확정하기 전 상대 국가에 신속히 통보 필요</li> <li>- 상대 국가의 요청 시 협의과정 진행</li> <li>- 국별 조치, 활동 등으로 인해 발생하는 잠재적 위험에 대비</li> </ul> </li> </ul>

표 4-2. 계속

구분	내용
협력 범위 /절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학 및 기술 활동에 대한 협력과 경제적 연구 수행</li> <li>• 정보 교환, 진행사항 검토 및 평가, 협의, 자문 등</li> </ul>
조직 /재원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대기질위원회 창설, 협정 지원기관으로 국제공동위원회(IJC) 지정</li> <li>• 협정 실행을 위해 필요한 기금(fund) 조달 필요</li> </ul>
분쟁 해결	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 협정 해석·시행에 대한 분쟁 발생 시 협의(consultation) 진행               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 협의 후 미해결된 건은 최대 90일 이내 교섭(negotiation) 시행</li> <li>- 교섭 후에도 미해결된 건은 국제공동위원회(IJC)에 제출 가능</li> <li>- 당사국의 요청에 따라 합의하에 타 분쟁해결기구에 제출 가능</li> </ul> </li> </ul>

자료: U.S. Government and Canada Government(1991), "Agreement Between the Government of the United States of America and the Government of Canada on Air Quality"(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 23)를 바탕으로 저자 정리.

운영 조직으로는 양국간 대기질 위원회(Air Quality Committee)가 출범하였다. 국가별로 동일한 위원 수로 구성되며, 협정 이행과정을 검토하고, 연 1회의 회의를 개최하는 등의 역할을 담당한다(제8조). 협정 이행을 지원하는 기관으로는 국제공동위원회(IJC)를 지정하였다(제9조). 1996년부터 2년 주기로 협약 이행의 진척도를 평가하는 보고서가 발간되고 있는데, 최근 발표된 보고서(2014)에 따르면, 2012년 미국과 캐나다의 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 배출량은 1990년 대비 각각 78%, 58% 감축되었다. 같은 해 양국 국경지역에서의 질소산화물(NO<sub>x</sub>)의 배출량은 2010년 대비 47%, 45%씩 감축하는 등 지난 20여 년간 상당한 성과를 거뒀다고 평가된다.<sup>148)</sup>

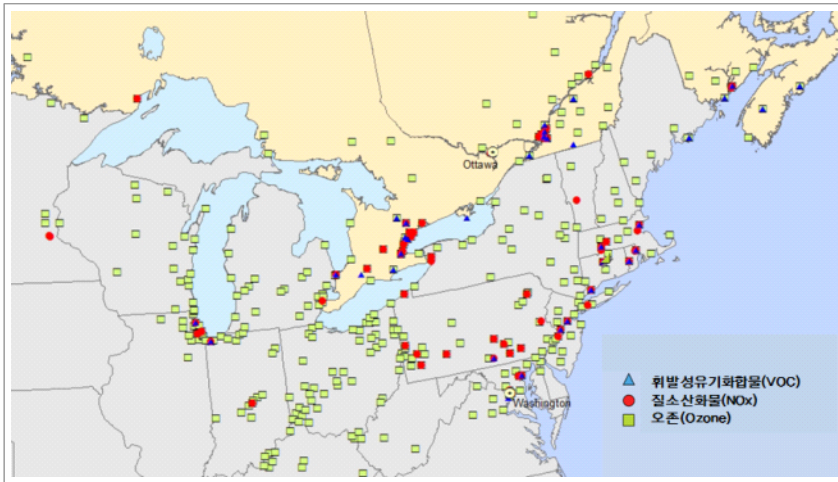
유의해야 될 점은 양국이 협정서 상의 대기질 목표나 대기오염물 배출 기준을 공동으로 수립한 것이 아니라 국가별로 나누어 제시하고 있다는 점이다. 다시 말해 각국이 자국의 환경법을 토대로 작성하는 방식이기 때문에 자국 법령 내 규제 수준 이상의 상향된 목표를 수립할 유인이 없다.<sup>149)</sup> 그러나 동 협정을 통해 월경성 대기오염 문제에 대한 가이드라인을 결정하는 수준에서 나아가 양국

148) U.S. EPA and Environment Canada(2014), p. 1, p. 34.

149) Wang(2017), p. 32 및 구두 발표내용 참고.

이 공동 관리하고자 하는 대기오염물질을 규정한 후 구체적인 배출 기준과 목표를 제시하였으며, 협약의 이행 과정이나 진척도를 정기적으로 모니터링하게 되었다. 새롭게 이슈화된 오존 문제에 대해서는 부속서를 추가로 채택하고, 모니터링 지역을 늘리는 등 당사국간 협력 범위 또한 확장해왔다(그림 4-2 참고).

그림 4-2. 미국-캐나다 국경지대 대기오염물질 모니터링 네트워크 현황



주: 모니터링 대상 오염물질은 실외 오존(ambient ozone), 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 및 휘발성유기화합물(VOCs)임.  
 자료: U.S. EPA and Environment Canada(2014, p. 31, 재인용).

무엇보다도 상대 국가에 상당한 환경적 피해를 끼칠 수 있는 정책 등을 결정하기 전에 신속히 통보하도록 의무화함으로써 당사국 간에 미리 상의하거나 상대 국가가 대비할 수 있는 기회를 제공한다는 점이 주목할 만한 성과로 판단된다. 양국은 그동안 월경성 대기오염의 인과관계를 파악하기 위해 공조해왔고, 중재재판 등 법적 해결방안을 찾는 과정에도 협력해왔다.<sup>150)</sup> 2011년부터는 미세먼지(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 포함) 문제에 대해서도 공동 연구를 지속하며 별도의 부속서로 채택하고자 추진하고 있다.<sup>151)</sup> 이처럼 미국과 캐나다는 이 협정을 바탕

150) 대표적인 예로 트레일-스펠터 사건의 경우 양국 모두 인과관계 규명 및 중재재판 진행에 합의한 건임.  
 151) U.S. EPA and Environment Canada(2012), p. 76.

으로 월경성 대기오염 방지 및 문제해결을 위해 공동 대응하며 상당한 경험과 노하우를 쌓아가고 있다.

## 나. 미국-멕시코 국경지역의 환경협력

### 1) 미국-멕시코 국경지역 환경협정

북미지역의 또 다른 양자협력 사례는 1983년 체결된 「미국-멕시코 국경지역 환경협정(La Paz Agreement)」<sup>152)</sup>이다. 미국과 멕시코 사이의 국경지역(border area)은 동서로 3,141km, 국경선을 기준으로 남북으로 100km에 이르며, 총 1,400만여 명의 인구가 거주하고 있다.<sup>153)</sup> 그러나 양국간 경제협력이 활발해지는 과정에서 늘어난 인구, 공장 설립, 도시화 등으로 인해 발생한 환경 피해에 시달려 온 지역이기도 하다.<sup>154)</sup> 이에 양국은 이 협정을 바탕으로 '국경지역의 환경보호, 개선 및 보존'을 위한 기본적인 협력 체계를 구축하기 시작하였다. 당시 협정문은 서문과 23개의 조항으로 구성되었으며, 이후 5개의 부속서(Annex I-V)를 추가하였다.

당사국인 미국과 멕시코는 이 협정에 따라 오염원 방지, 감축 및 제거를 위해 필요한 적절한 조치를 채택할 의무가 있으며, 국경지역에서의 환경오염 문제 해결을 위한 세부사항을 부속서 내에 포함할 수 있다(제2, 3조). 무엇보다도 각국은 협약 이행을 위해 실질적·법적·제도적 및 기술적 조치와 방법을 모색하도록 요구된다. 대표적인 예로 국가 프로그램의 조정, 과학·교육적 교류, 모니터링, 환경영향평가, 정보 및 데이터의 정기적인 교환 등이 해당한다(제6조). 또

---

152) U.S. Government and Mexico Government(1983), "La Paz Agreement (Agreement Between the United States of America and the United Mexican States on Cooperation for the Protection and Improvement of the Environment in the Border Area)"(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 23).

153) U.S. EPA and Mexico SEMARNAT(2016), pp. 4-5.

154) Sinclair(1986), p. 90; 이순자(2006), p. 2.

한, 각국의 법령, 규제 및 정책에 따라 국경지역에 상당한 환경적 영향을 끼칠 수 있는 프로젝트를 평가하고, 부작용을 회피하거나 완화할 수 있는 조치를 고려하도록 명시하고 있다(제7조).

운영조직으로는 국가조정기구(National Coordinator), 고위급 회담(High Level Meeting), 전문가 회의, 기술작업반 등이 있다. 국가조정기구로는 미국은 환경보호청(EPA), 멕시코는 환경자원국(SEMARNAT)<sup>155)</sup>을 지정하였다. 이들은 이 협약에 대한 조율 및 이행 과정을 모니터링하고 있으며, 권고사항을 당사국에 전달하고, 연 1회의 고위급 회담 및 전문가 회의를 개최한다. 전문가 회의는 자국의 국가 프로그램들을 조정하고, 부속서에 포함될 기술적 내용 등을 작성하는 역할을 수행한다(제8조, 제10~11조).

표 4-3. 「미국-멕시코 국경지역 환경협정(La Paz Agreement)」의 주요 내용

구분	내용
목적	• 국경지역의 환경보호, 개선 및 보존을 위한 협력 추구
협력 범위	• 오염원 방지, 감축 및 제거를 위해 필요한 조치 채택 • 당사국별 실질적·법적·제도적 및 기술적 해결안 고려 • 환경영향평가, 모니터링, 정보 및 데이터 교환 등
조직/재원	• 국가조정기구(미국 EPA, 멕시코 SEMARNAT), 고위급 회담, 전문가 회의, 부속서 내 기술작업반, 자문위원회 등으로 구성 • 협정 관련 소요 비용은 해당 국가가 자체 부담
부속서 I	• 미국 샌디에고-멕시코 티후아나 간 위생 문제(식수 공급 등)
부속서 II	• 유해물질 배출에 의한 내륙 국경지역의 환경오염
부속서 III	• 유해폐기물 및 유해물질의 월경성 이동(수출입)
부속서 IV	• 국경지역 내 구리 제련소로 인한 월경성 대기오염 - 아황산가스(SO <sub>2</sub> ) 배출기준 도입, 대기질 기술작업반 구성 등
부속서 V	• 도시지역 대기오염의 국제적 이동 및 대기질 관리 - 대기질 향상을 위한 공동자문위원회 구성 등

자료: U.S. Government and Mexico Government(1983), "La Paz Agreement (Agreement Between the United States of America and the United Mexican States on Cooperation for the Protection and Improvement of the Environment in the Border Area)"(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 23)를 바탕으로 저자 정리.

155) 1983년 협약 체결 시 멕시코의 국가조정기구는 도시개발생태국(Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología)이었으나, 이후 환경자원국(SEMARNAT: Secretaría del medio ambiente y Recursos Naturales)에서 관련 프로그램을 주관하고 있음.

대기오염에 대한 구체적인 내용은 부속서에 기재되어 있다(표 4-3 참고). 부속서 4(Annex IV)는 구리 제련소로 인한 월경성 대기오염 문제를 다루고 있는데 국경지역에 위치한 구리 제련소의 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 배출량이 6시간 동안 .065%(percent by volume)를 초과하지 못하도록 제한하였다. 각 제련소는 배출량 모니터링, 기록관리 및 보고 체계를 구축해야 하며, 국가조정기구는 전문가들과 함께 대기질 기술작업반<sup>156)</sup>을 운영해야 한다. 부속서 5(Annex V)는 각국이 합의하여 지정한 도시 지역의 오염원별 배출량, 유형, 위치 등을 모니터링한 후 보고서를 출간하도록 요구하고 있다. 엘 파소 카운티(El Paso County), 텍사스(Texas) 등 특정 지역(Study Area A)에 대해서는 7가지 오염물질<sup>157)</sup>을 지정하고, 대기질 향상을 위한 공동자문위원회<sup>158)</sup>를 구성하도록 하였다.

2013년에 체결 30주년을 맞이한 이 협정은 미국과 멕시코 양국간 가장 중요한 환경협정이자 성공적인 협력 사례로 평가된다.<sup>159)</sup> 그동안 국내문제로만 여겨지던 폐수, 대기질 등 환경 이슈를 국제적 차원에서 논의하게 되었으며, 환경영향평가를 시행하고, 당사국을 비롯한 지역정부, 시민단체 등과 협력하는 계기가 되었다.<sup>160)</sup> 그러나 국가간 분쟁해결이나 피해보상에 대한 조항이 없고, 각국이 자국 법령 이상의 규제 기준을 도입하지 않고 있으며, 별도의 펀드 없이 이 협정 시행에 필요한 비용은 각자가 부담해야 하기 때문에 당사국의 경제상황에 따라 재원 조달이 어려울 수 있다는 한계점이 지적되고 있다.<sup>161)</sup>

이 협정을 바탕으로 양국은 국경지대의 환경오염 문제 해결을 위한 구체적인 계획과 프로그램 등을 도입하기 시작한다. 대표적인 예로 1992년 발표된

156) U.S.-Mexico Air Quality Working Group.

157) 지정된 오염물질(selected pollutants)로는 오존(O<sub>3</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 비(非)메탄 탄화수소(non-methane hydrocarbons), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 미세먼지(particulate matter) 및 납(Pb)이 해당함.

158) Joint Advisory Committee for the Improvement of Air Quality.

159) 환경부(1996), 「국가간 환경피해 분쟁사례」(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 20), p. 10, 재인용; Mumme and Collins(2014), p. 303.

160) Mumme and Collins(2014), p. 322.

161) Sinclair(1986, pp. 133-134, 재인용).

「국경지역 통합 환경계획(IBEP)」,<sup>162)</sup> 1994년 NAFTA<sup>163)</sup> 후속 협정문으로 채택된 「북미 환경협력 협정(NAAEC)」,<sup>164)</sup> 국경지역 내 환경인프라 구축을 위해 창설된 국경지대 환경협력위원회(BECC)<sup>165)</sup>와 북미개발은행(NADB)<sup>166)</sup>을 비롯하여 「국경 21 프로그램(1996~2000)」,<sup>167)</sup> 「국경 2012 프로그램(2003~12)」,<sup>168)</sup> 「국경 2020 프로그램(2013~20)」<sup>169)</sup> 등이 있다.<sup>170)</sup> 이 중에서도 가장 최근 발표된 계획인 「국경 2020 프로그램」을 통해 국경지역 대기 오염에 대한 미국과 멕시코의 대응방안을 살펴보고자 한다.

## 2) 국경 2020 프로그램(2013~20)

2012년 발표된 「국경 2020 프로그램(2013~20)」은 지속가능한 발전 원칙에 따라 해당 지역의 환경 및 주민 건강을 보호하기 위해 채택된 미국과 멕시코 간 중·장기 환경계획이다. 기존(국경 2012) 프로그램이 10년간(2003~12년)의 계획이었던 것과는 달리 이 프로그램은 8년간(2013~20년) 시행될 예정이다. 계획 내에 2020년까지의 5대 장기전략목표를 제시하고, 이를 달성하기 위해 필요한 우선과제와 활동을 담은 ‘격년활동계획(Biennial Action Plan)’을 작성하여 시행하도록 하였다. 더불어 중점보고서(highlight report), 중간평가(mid-term assessment), 최종보고서(final report)에 정성적·정량적 성과지표를 반영함으로써 프로그램 이행 과정을 점검하고, 해당 지역 커뮤니티의 관심과 참여를 강화하고자 하였다.<sup>171)</sup>

162) Integrated Border Environmental Plan(1992~94).

163) North American Free Trade Agreement(북미자유무역협정).

164) North American Agreement on Environmental Cooperation.

165) Border Environment Cooperation Commission.

166) North American Development Bank.

167) Border XXI Program(1996~2000).

168) Border 2012 Program(2003~12).

169) Border 2020 Program(2013~20).

170) 이순자(2006), p. 3; Mumme and Collins(2014), pp. 311-316.

171) U.S. EPA and Mexico SEMARNAT(2012), "Border 2020 Program: U.S.-Mexico Environmental Program"(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 23), p. 1, p. 8.

주요 운영 조직은 기존의 국경지역 환경 프로그램과 유사한 방식으로 운영된다. 국가조정기구로는 환경협정(La Paz Agreement)과 동일하게 미국의 환경보호청(EPA)과 멕시코의 환경자원국(SEMARNAT)이 주축이 되어 이 프로그램을 관리감독 하도록 하였다. 이들을 주축으로 소통 및 환경지표 자문위원회,<sup>172)</sup> 특정 지역의 공중보건과 환경이슈에 집중하는 지역실무그룹(Regional Workgroup) 및 산하 태스크포스(T/F)가 조직되었다. 또한 대기, 수자원 등 5가지 분야에 대한 정책대화(Policy Fora)를 운영함으로써 폭넓은 논의가 필요한 국가간 정책 이슈들을 다루고 있다(그림 4-3 참고). 프로그램 이행을 위해 필요한 재원은 주로 연방정부, 지역정부 및 민간 분야의 투자와 북미개발은행(NADB) 등으로부터의 재원을 통해 조달되고 있다.<sup>173)</sup>

이 프로그램은 특히 국경지대의 '대기오염 감소'를 첫째 전략목표(goal 1)로 설정하고, 이를 달성하기 위해 필요한 전략과 계획을 정부(지역, 주(州) 및 연방정부 포함) 및 인디언 자치정부 간의 협의를 통해 2년 단위로 수립·시행하도록 하였다. 대기오염 전략목표 달성을 위한 세부목표(objectives)는 [표 4-4]와 같다. 그중에서도 차량 오염물 배출기준 등 국가기준을 준수하도록 관리감독하고, 2020년까지 에너지효율 또는 대체·재생에너지 사업을 지원하는 등의 실질적 노력을 통해 대기오염 이외에도 에너지, 교통 등과 같은 관련 현안들을 효과적으로 다루고자 하였다.<sup>174)</sup>

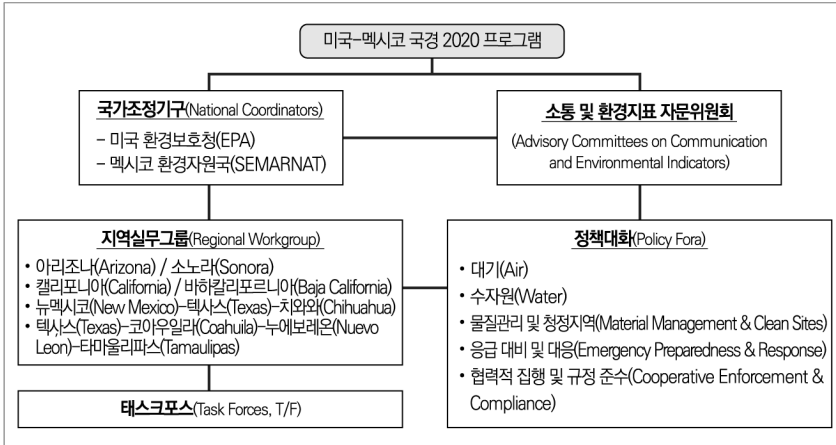
---

172) Advisory Committees on Communication and Indicators.

173) U.S. EPA and Mexico SEMARNAT(2012), "Border 2020 Program: U.S.-Mexico Environmental Program"(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 23), pp. 32-37, p. 39.

174) *Ibid.*, pp. 17-19.

그림 4-3. 「국경 2020 프로그램(2013~20)」 내 주요 조직



자료: U.S. EPA and Mexico SEMARNAT(2012), "Border 2020 Program: U.S.-Mexico Environmental Program"(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 23), p. 32.

표 4-4. 「국경 2020 프로그램(2013~20)」 내 대기오염 감소를 위한 세부목표

연번	달성 기한	세부목표별 내용
1	2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>국경지대 내 차량의 오염물 배출량 감축</li> <li>- NAFTA의 차량 배출기준 미달성 차량 수 감소, 공회전 금지 등 추진</li> </ul>
2	2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가 대기질기준 달성을 위한 샌디에고-티후아나 등 일부 국경지역의 대기오염물 배출량 감축</li> <li>- 달성지표: 국경지역에서 국가 대기질기준을 초과한 날의 수</li> <li>- 달성기준: 오존(O<sub>3</sub>) - 0.075ppm (8시간 평균)</li> <li>미세먼지(PM<sub>10</sub>) - 150<math>\mu</math>g/m<sup>3</sup> (일평균)</li> <li>초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) - 35<math>\mu</math>g/m<sup>3</sup> (일평균)</li> </ul>
3	2018년	<ul style="list-style-type: none"> <li>캘리포니아-바하칼리포르니아 등 일부 지역 내 모니터링 네트워크 구축 및 실시간 대기질 데이터 제공</li> </ul>
4	2015년	<ul style="list-style-type: none"> <li>멕시코 북부 지역(6개 주)의 기후변화 행동계획 완성을 위한 지원 및 역량 강화 추구</li> </ul>
5	2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지효율, 대체·재생에너지 사업을 통한 배출량 감축</li> </ul>

자료: U.S. EPA and Mexico SEMARNAT(2012), "Border 2020 Program: U.S.-Mexico Environmental Program"(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 23), pp. 17-19 및 U.S. EPA and Mexico SEMARNAT(2016), p. 9를 바탕으로 저자 정리.

### 3. 동남아 지역의 월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)

#### 가. 도입 배경

동남아시아 국가들은 화전 방식(slash and burn)<sup>175)</sup>의 농지 개간, 팜 오일 플랜테이션 기업 경영 등을 위해 산림이나 토지를 적극 개발해왔으나, 그 과정에서 산불이나 화재가 자주 발생하였다. 특히 엘니뇨(El Niño) 등으로 인해 대기가 상당히 건조한 상태였거나 이탄지대(peatland)<sup>176)</sup>에서 화재가 발생한 경우가 많아 발화는 쉬우나 진압은 어려운 환경이었고, 미숙한 초기 대응 등 국가 차원의 취약점도 내재되어 있었다. 결국 이렇게 확산된 ‘연무(haze)’로 인해 심각한 대기오염 문제가 나타나기 시작하였으며, 해당 국가뿐 아니라 그 인근 국가에까지 막대한 경제·사회·건강상의 피해를 끼쳤다. 이는 국경을 뛰어넘어 아세안 차원의 대응이 필요하다는 공감대를 형성하는 계기가 되었다.

1990년 6월 아세안(ASEAN)<sup>177)</sup> 회원국들은 제4차 환경장관회의(AMM E)<sup>178)</sup>에서 ‘쿠알라룸푸르 합의서(Kuala Lumpur Accord)’를 채택하고, 월경성 오염(transboundary pollution)에 대한 노력을 기울이기 시작하였다.<sup>179)</sup> 구체적으로는 1995년 「월경성 오염에 관한 협력 계획(ACPTP)」<sup>180)</sup>을 발표하

175) 화전 방식은 경작지 확보, 농장 조성, 벌목 등을 위해 산림(특히 밀림)에 대규모 불을 놓거나 토지 개간(land clearing) 후 발생한 덩굴 등의 쓰레기를 불태워 정리하는 방식으로 가장 저렴하고 손쉬운 방법이기 때문에 인도네시아 등지에서 주로 활용되고 있음(채영근 2007, pp. 371~372).

176) 이탄(泥炭)지대에서 화재가 발생할 경우 탄소와 함께 연무가 대기 중으로 다량 방출되며, 발화는 쉽지만 진화는 어려운 지역임. 실제 동남아시아 지역 내 연무의 80%는 이탄지대에서 발생한 화재로부터 기인하였다는 연구 결과가 있음(위의 책, p. 372; Varkkey 2016, p. 11, 재인용).

177) 아세안(ASEAN: Association of Southeast Asian Nations)은 동남아시아 지역의 국가들이 1967년에 설립한 국제 기구이자 경제·사회 공동체로 현재 브루나이, 캄보디아, 인도네시아, 라오스, 말레이시아, 미얀마, 필리핀, 싱가포르, 타이, 베트남 등 총 10개의 회원국을 보유하고 있음. ASEAN 홈페이지, <http://asean.org/asean/asean-member-states/>(검색일: 2017. 9. 26).

178) ASEAN Ministers Meeting on the Environment.

179) ASEAN 홈페이지, <http://environment.asean.org/the-kuala-lumpur-accord-on-environment-and-development-issued-by-the-asean-ministers-for-the-environment-at-the-fourth-asean-ministers-for-the-environment-meeting/>(검색일: 2017. 9. 27).

180) ASEAN Co-operation Plan on Transboundary Pollution.

고, 이를 시행하기 위한 조직으로 기술 TF(HTTF)<sup>181)</sup>를 창설하였으며, 1997년에는 「지역 연무 행동계획(RHAP)」<sup>182)</sup> 수립을 통해 월경성 연무오염 문제를 해결하고자 하였다. 특히 이 계획(RHAP)에서는 화재 및 연무에 대한 예방(prevention), 감축(mitigation), 모니터링(monitring)을 실행하기 위해 말레이시아, 인도네시아, 싱가포르가 각 분야를 담당할 것임을 명시하고 있다(ASEAN and ADB 2001, pp. 59-61). 이러한 노력에도 불구하고 1997~98년 인도네시아에서 발생한 대형 화재로 인해 칼리만탄(Kalimantan), 수마트라(Sumatra) 등에 분포한 900만 헥타르(ha) 이상의 산림이 불타고, 60억 달러 수준의 경제적 피해가 발생<sup>183)</sup>하자 좀 더 적극적이고 실질적인 노력이 필요함을 깨닫게 되었다.

그 결과 2002년 아세안 회원국들은 「월경성 연무오염 아세안협정(AATHP: ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution)」<sup>184)</sup>을 체결하였다. 그러나 연무가 가장 빈번하게 발생하는 국가인 인도네시아의 의회가 10여년이 넘도록 해당 건을 비준하지 않아 논란이 되었다. 인도네시아는 연무오염 또한 자국 내에서 발생한 국내 문제이기 때문에 아세안의 내정불간섭 원칙에 따라 비준을 거부함을 밝혔으나, 계속되는 화재와 이웃 국가인 말레이시아, 싱가포르 및 국제사회의 설득 등의 영향으로 2014년 10월에서야 비로소 해당 법안을 비준하였다. 그리하여 협정 체결 이후 12년 만인 2015년 1월자로 아세안 회원국 모두가 참여하는 체제로 발동움하게 되었다.<sup>185)</sup>

181) Haze Technical Task Force.

182) Regional Haze Action Plan.

183) ASEAN and ADB(2001), p. xiii, p. xv.

184) ASEAN Secretariat(2002), "ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution"(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 30).

185) 인도네시아가 연무협정에 참여한 이후 2015년에도 인도네시아에서 또다시 최악의 연무오염이 발생하자 해당 정부 자체적으로도 관련 정책과 규제를 시행하여 일정 성과를 거뒀다고 평가되고 있음(엄은희 2017, p. 4).

## 나. 월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)

「월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)」은 동남아시아 지역에서 체결된 최초의 대기오염에 관한 국제 조약으로 총 32개의 조항 및 부속서(Annex)로 구성되어 있다.<sup>186)</sup> 이 협정에 따르면 월경성 연무오염이란 ‘토지나 산림 화재로 인해 발생한 스모그(연무오염)가 근원지를 벗어나 타 회원국의 관할권 내로 이동된 경우’라고 정리할 수 있다(제1조). 주요 내용으로는 월경성 연무오염의 정의, 협정의 목적 및 원칙, 협력 범위, 조직 및 재원 등으로 나누어 살펴볼 수 있다(표 4-5 참고).

이 협정에 의거하여 각국은 타 회원국에 피해를 줄 수 있는 행동을 삼가야 하며, 관련 피해를 최소화하기 위한 예방 조치를 시행해야 한다. 또한 국가, 지역, 국제사회와의 다차원적 협력과 공조를 강화하고, 합리적이고 지속가능한 방식으로 자원을 관리·이용해야 하는 등 시행 원칙을 준수해야 한다(제2~3조). 특히 협약 이행을 위해서는 회원국이 적절한 입법 및 행정 조치 등을 마련하여 시행하고, 화재 취약지역(fire-prone areas)을 선정하여 상시 모니터링 해야 하며, 화재 발생 시 관련 정보를 신속히 공유하는 등의 의무를 수행해야 함을 요구하고 있다(제4, 7, 9조).

표 4-5. 「월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)」의 주요 내용

구분	내용
정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>‘연무오염’이란 토지나 산림 화재로 인해 발생하여 건강을 위태롭게 하고, 생물자원 및 생태계, 물질 자산에 위해를 끼치며, 시설 및 합법적 환경 이용을 방해하는 스모그이며, ‘월경성 연무오염’은 해당 스모그가 다른 국가의 관할권 범위로 옮겨가는 것을 의미함.</li> </ul>
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>토지나 산림 화재의 결과로 발생한 월경성 연무오염을 방지·감시하기 위함이며, 이는 지속 가능한 개발 차원에서 추구되어야 하고, 협정 내 규정들과도 일치해야 함.</li> </ul>

186) AATHP는 동남아시아 내 최초로 법적 구속력(legal binding)을 갖추고 있는 협정이나, 의무사항(‘shall’)과 일부 권고사항(‘should’)이 모두 포함되어 있음.

표 4-5. 계속

구분	내용
원칙	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 타 회원국에 환경과 건강상의 피해를 끼치지 않도록 통제</li> <li>• 월경성 연무오염 방지 및 감시를 위한 협력과 공조 강화</li> <li>• 월경성 연무오염 예측, 방지, 모니터링을 위한 예방조치 시행</li> <li>• 자연 자원(산림 등)의 합리적이고 지속가능한 관리·이용 추구</li> <li>• 지역사회, NGO, 기업 등 이해관계자와의 협력으로 문제 해결</li> </ul>
협력 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모니터링, 평가, 예방 및 대응               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아세안센터(ACC THPC) 설치 및 운영</li> <li>- 국가별 관할 기관, 주요 포인트 설정 및 정보 제공</li> <li>- 화재 취약지역 및 환경, 연무오염 등에 대한 감시, 진입 시행</li> <li>- 국별 감시센터와 아세안센터 간의 협업</li> <li>- 건강 및 환경위험평가 제공</li> <li>- 입법, 규제 개발 및 시행, 모니터링 구획 설정 등의 예방 활동</li> <li>- 연무 위험을 확인·관리·통제하기 위한 전략과 대응계획 수립</li> <li>- 국별 긴급대응 및 연무발생국에 대한 원조 제공, 기술협력 등</li> </ul> </li> </ul>
조직 및 자원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 당사국회의(COP), 위원회(Committee), 사무국(Secretariat), 아세안센터(ACC THPC) 등 조직 구성 및 연무펀드(ATHPCF) 운영</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 당사국회의(COP) 전원합의(consensus)에 의한 프로토콜 채택</li> </ul>

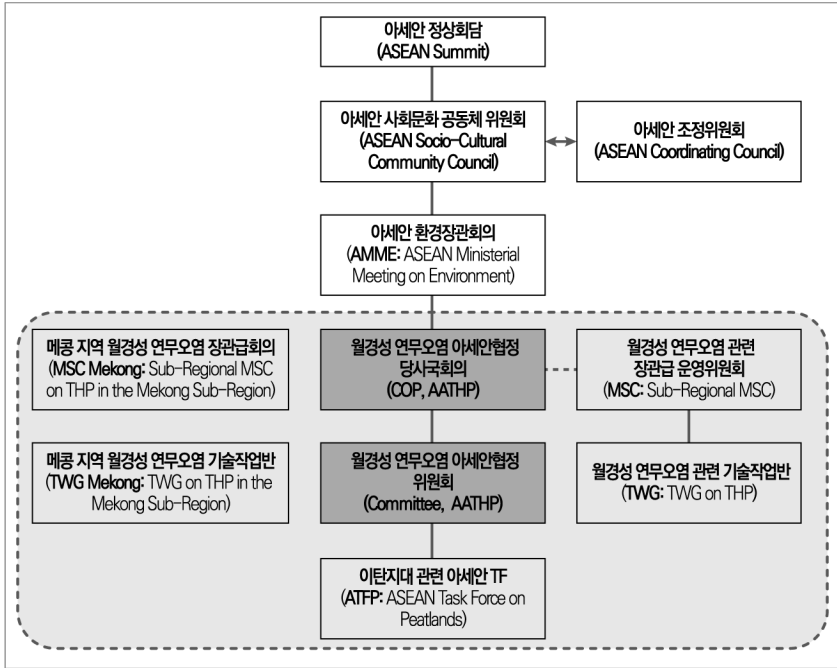
자료: ASEAN Secretariat(2002), "ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution"(온라인 자료, 검색일: 2017. 8. 30)를 바탕으로 저자 정리.

운영 조직으로는 당사국회의(COP: Conference of the Parties), 위원회, 사무국, 기술작업반 등이 있으며(그림 4-4 참고), 주요 재원은 회원국이 자발적으로 마련하는 연무펀드(ATHPCF)<sup>187)</sup>이다. 당사국회의는 연 1회 개최되는 의사결정기구로서 회원국의 고위급 대표들이 참여한다. 사무국은 당사국회의(COP) 주관, 협정 및 정보 관리, 타 국제기구와의 협력 등을 전담하며, 위원회는 국가 기관별 대표들로 구성된다. 특히 협정 내용을 이행하기 위한 모든 활동을 총괄하고, 회원국 간 협력과 공조를 촉진하기 위해 '아세안센터(ACC THPC)'<sup>188)</sup>를 구성하도록 명시하고 있다(제5조). 그러나 아직 아세안센터를 위한 물리적 건물 등이 마련되지 않아 아세안 사무국 내 환경국에서 해당 업무를 담당하고 있다(2017년 9월 기준).<sup>189)</sup>

187) ASEAN Transboundary Haze Pollution Control Fund.

188) ASEAN Co-ordinating Centre for Transboundary Haze Pollution Control.

그림 4-4. 아세안 내 「월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)」 관련 주요 조직



주: COP(Conference of Parties), TWG(Technical Working Group), MSC(Ministerial Steering Committee), THP(Transboundary Haze Pollution); 점선 내 포함된 조직들은 연무 문제를 중점으로 다루는 산하 조직임.  
 자료: ASEAN 홈페이지, <http://environment.asean.org/about-us-2/>(검색일: 2017. 8. 23)를 바탕으로 재구성.

무엇보다도 협정 위반국에 대한 제재를 취할 수 있는 법적 수단이 마련되지 않았고, 피해에 대한 보상이나 분쟁해결 수단<sup>190)</sup>을 제시하지 않았다는 점이 이 협정의 가장 취약한 부분으로 지적되고 있다. 불법 벌목 등 정부의 부실 관리나 부패로 인해 발생하는 문제를 해결하기 위해 어떠한 조치를 취해야 하는지 또한 의무화하지 않았다(Tan 2005, pp. 662-670; 박병도 2014, p. 169). 이는 회원국의 주권(sovereignty)을 최우선시하고, 전원합의(consensus)를 기반으로 운영되는 아세안만의 특수성이 반영된 것이라<sup>191)</sup> 모든 회원국의 참여를

189) ASEAN 홈페이지, <http://asean.org/asean/asean-centres-facilities/>(검색일: 2017. 9. 28).  
 190) 협정 제27조에서는 회원국 간 분쟁 발생 시 '협의(consultation)와 교섭(negotiation)'을 통해 해결해야 함을 명시하였으나, 중재재판 등의 법적 조치는 당사국 간 합의 없이는 시행이 어려운 상황임(채영근 2007, p. 378).

유도하기 위한 전략으로 여겨지고 있으나, 참여국들의 공동 대응을 이끌어내기 어렵게 만드는 원인으로도 지적되고 있다(Tan 2005, p. 668; 박병도 2014, p. 174). 연무펀드(ATHPCF)의 초기 규모도 약 50만 달러(USD) 수준<sup>192)</sup>으로 각 회원국이 동일하게 부담했을 뿐이었다.

이러한 비판적 시각에도 불구하고 해당 협정은 그 자체만으로도 긍정적인 의미를 가지고 있다. 바로 동남아시아 국가들이 연무오염을 단순한 개별국의 문제가 아닌 공동의 과제로 인정하고, 아세안 차원의 협력 기반을 마련하였으며, 회원국의 법적 권한 및 의무를 처음으로 제시하고 있다는 점이다(Tan 2005, p. 649, 재인용). 그중에서도 연무 관련 정보를 서로 교환·공유하기 시작했다는 점이 고무적이다. 나아가 연무 예방 및 공동 대응을 위해 산불이나 화재가 자주 발생하는 기간(건기 등)과 지역(이탄지대 등)에 대한 국가 및 아세안 차원의 관리와 모니터링을 시행·강화하는 계기가 되었다는 점이 주목할 만한 성과일 것이다.<sup>193)</sup>

## 다. 협정(AATHP) 시행을 위한 로드맵 수립

2015년은 1997~98년 이후 동남아 지역에서 가장 심각한 연무오염 피해가 발생한 해 중 하나이다. 당시 인도네시아에서 장기간(7~10월) 발생한 연무로 인해 심혈관질환 등으로 사망한 인원이 약 10만여 명에 이르렀으며, 인근 국가인 말레이시아와 싱가포르에서만 각각 6,500명, 2,200명 정도의 사망자가 발

191) 이러한 이념들은 아세안 헌장(ASEAN Charter)에서 비롯한 것으로 아세안만의 독자적인 운영 방식과 문화를 의미하는 'ASEAN Way'로 일컬어지고 있음. 아세안 사무국은 회원국에 의해 설립된 기관이기 때문에 회원국에 의해 부여받은 권한으로 회원국의 주권을 침해할 수 있는 행동을 취하거나 강요할 수 없다는 것이 기본 입장임. 아세안 사무국 관계자 인터뷰(2017. 10. 23, 인도네시아 자카르타).

192) ASEAN 사무국 온라인 보도자료(2016. 8. 11, 검색일: 2017. 10. 31).

193) 해당 협약으로 인해 수행된 활동 중 가장 성공적인 사례로는 이탄지대 관리를 위해 채택된 'APMS(ASEAN Peatland Management Strategy 2006~20)'와 이를 실천하기 위한 프로젝트인 APFP(ASEAN Peatland Forests Projects 2009~14), SEApeat(Sustainable Management of Peatland Forests in Southeast Asia 2011~15) 등이 있음. 아세안 사무국 관계자 인터뷰(2017. 10. 23, 인도네시아 자카르타).

생하였다는 연구 결과가 발표되어 논란이 되었다.<sup>194)</sup> 싱가포르의 자원환경부장관(Masagos Zulkifli)은 싱가포르에서만 약 7억 달러(SGD)의 경제적 손실이 발생하였음을 호소하며, 인도네시아 정부가 화재발생 지역에 대한 좀 더 구체적인 정보를 공개해야 함을 주장하기도 하였다.<sup>195)</sup>

아세안 회원국들은 2016년 8월에 개최된 제12차 당사국회의(COP)을 통해 2002년에 채택된 연무협정(AATHP)의 중요성을 재확인하고, 이를 실천하기 위한 전략적 프레임워크로서 「이행 수단을 갖춘 월경성 연무오염 통제를 위한 아세안 협력 로드맵, 이하 로드맵」<sup>196)</sup>을 채택하였다. 주요 내용으로는 역내 협력을 강화하여 2020년까지 연무오염을 없애겠다는 의지를 담은 비전인 “Transboundary Haze-Free ASEAN by 2020”과 함께 달성하고자 하는 목표, 달성 지표, 핵심 전략, 행동 계획 등을 제시하였다(표 4-6 참고). 해당 로드맵의 추진 과정 및 성과는 2018년 발표될 중간점검 결과를 통해 판단해볼 수 있을 것으로 보인다.<sup>197)</sup>

표 4-6. 「월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)」 관련 로드맵 내 핵심 전략

구분	내용
전략 1.	연무협정(AATHP) 이행
전략 2.	이탄지대 내 화재 방지를 위한 지속가능한 이탄지대 관리
전략 3.	대규모 화재 방지를 위한 지속가능한 농경지 및 산림 관리
전략 4.	회원국 경험 및 정보 교환 활성화를 포함한 정책, 법률, 규제 및 시행 강화
전략 5.	모든 차원에서의 협력 증진, 정보와 기술 교류 및 기관역량 강화
전략 6.	대중 인식 제고, 부문 간(cross-sectoral) 및 이해관계자의 참여 강화
전략 7.	다양한 이해관계자로부터의 적절한 자원(재정적·인적·기술적 자원) 확보
전략 8.	건강 및 환경 리스크 감소와 글로벌 환경 보호

자료: ASEAN Secretariat(2016), “Roadmap on ASEAN Cooperation towards Transboundary Haze Pollution Control with Means of Implementation”(온라인 자료, 검색일: 2017. 9. 26), pp. 3-24.

194) Vasagar(2016. 9. 19), 온라인 기사(검색일: 2017. 9. 19).

195) “Haze cost Singapore estimated \$700m last year: Minister Masagos”(2016. 3. 16), 온라인 기사(검색일: 2017. 9. 25).

196) ASEAN Secretariat(2016), “Roadmap on ASEAN Cooperation towards Transboundary Haze Pollution Control with Means of Implementation”(온라인 자료, 검색일: 2017. 9. 26).

197) ASEAN 사무국 온라인 보도자료(2017. 5. 17, 검색일: 2017. 9. 18).

• 월경성 연무오염 방지법(Transboundary Haze Pollution Act) 제정

2014년 싱가포르에서 제정된 이 법률은 산불이나 화재를 초래한 개인 및 기업이 자국 또는 국외에서 활동했다라도 이로 인해 싱가포르 내에 연무 피해가 발생했을 경우 일일 10만 달러(SGD), 최대 200만 달러(SGD)까지의 벌금형을 부과할 수 있음을 주요 골자로 한다(Tan 2014, p. 18, 재인용). 따라서 국내법이면서도 역외(extra-territorial) 적용이 가능하여 논란이 되기도 하였다. 이상윤 외(2015, p. 24)는 실제 법안 통과가 확정된 후 머지않아 인도네시아가 협정(AATHP) 체결을 비준하였다는 점에서 이 법안이 일부 긍정적인 영향을 끼친 것으로 분석한다. 인도네시아 등지에서 활약하는 자국 및 다국적 기업에 화재를 유발하는 불법적 활동을 삼가야 한다는 경고(signal)를 보내는 역할을 수행하고 있다고도 평가할 수 있다. 그러나 현재까지 이 법이 실제로 적용된 판례가 없고(2017년 10월 기준), 불법 행위를 입증하는 객관적 증거 수집이 어렵다는 점 등이 법 집행상의 한계로 지적되고 있다.

• ASMC(ASEAN Specialised Meteorological Centre) 설립

ASMC는 1993년 싱가포르 국가환경청(NEA: National Environmental Agency)에 의해 유지·설립되었으며, 「지역 연무 행동계획(RHAP)」에 따라 1997년부터 역내 화재와 연무 발생을 감시·평가하는 아세안 기구로 지정되었다. 현재 관련 정보 및 기상서비스 등을 회원국에 제공하고 있다.

• NGO(Non Governmental Organization) 등 민간 분야의 노력

PM. Haze<sup>198)</sup> 등 싱가포르 내 환경 단체들은 전 국민 캠페인 등을 통해 연무오염에 대한 대중의 인식을 제고하고, 토지나 산림 개간을 위해 고의적인 화재를 일으키는 팜오일 플랜테이션 기업에 대한 경각심을 일깨우고 있다. 주로 RSPO<sup>199)</sup> 인증을 받았거나 친환경 라벨(green label)이 부착된 제품 소비를 적극 권장하는 활동을 펼치고 있으며, 유명 슈퍼마켓 체인에서도 연무를 유발한 것으로 판명된 일부 대기업 제품의 진열을 거부하기도 하였다.<sup>200)</sup> SIA<sup>201)</sup>의 경우 통화당국(Monetary Authority of Singapore)의 지원을 받아 기업의 경영 활동이 환경에 끼치는 영향력에 따라 투자를 제공 또는 지양하도록 이끌기 위한 이니셔티브('Collaborative Initiative for Green Finance in Singapore')를 2017년부터 추진하고 있다.

자료: 싱가포르국립대 법과대학 Alan Khee-Jin Tan 교수 인터뷰(2017. 10. 25, 싱가포르); PM. Haze 및 SIA 관계자 인터뷰(2017. 10. 25, 싱가포르); ASMC 홈페이지, <http://asmc.asean.org/home/>(검색일: 2017. 10. 8).

198) People's Movement to Stop Haze.

199) Roundtable on Sustainable Palm Oil.

200) Lim(2015. 10. 8), 온라인 기사(검색일: 2017. 10. 30).

201) Singapore Institute of International Affairs.

## 4. 동북아 지역 내 협력

현재 동북아시아 지역에서 지속적인 환경협력 프로그램에 대한 필요성의 공감대가 형성되어 대기오염물질과 관련하여 진행되는 국제협력 프로그램은 [표 4-7]과 같다.

표 4-7. 동북아 대기관리를 위한 주요 국제협력

명칭	참여국가(시작년도)	협력의 주요 기능
동북아 환경협력계획 (NEASPEC)	한국·북한·중국·일본·러시아·몽골(1993)	정기간 협의체로 대기오염 등 포괄적인 동북아 환경 보전 전반을 다루는 협의체
동아시아 산성비 모니터링 네트워크 (EANET)	한·중·일을 포함한 13개 동아시아 국가(1993)	동아시아의 산성비 모니터링 및 자료구축
동북아 월경성 대기오염 공동연구(LTP)	한·중·일(1995)	장거리이동 대기오염문제 해결을 위한 과학적 자료 수집과 분석
한·중·일 환경장관회의(TEMN)	한·중·일(1999)	3국 간 동북아 지역의 환경문제 공동대응 및 동북아 지역의 황사, 산성비, 월경성 문제 등 환경산업 협력 분야에 초점
대기오염에 관한 한·중·일 정책대화(TPDAP)	한·중·일(2014)	TEMN의 특별회의 형태의 정책대화를 통해 대기오염에 관한 우수사례, 과학연구 결과 공유
한·중 대기질 공동연구단	한·중(2015)	대기질 개선 협력 강화, 대기오염물질 측정, 대기오염 예보모델 및 고농도 현상의 원인 연구

자료: North-East Asian Subregional Programme for Environmental Cooperation 홈페이지, <http://www.neaspec.org/about-neaspec>; ACID Deposition Monitoring Network in East Asia 홈페이지, <http://www.eanet.asia/eanet/brief.html>(모든 자료의 검색일: 2017. 11. 24); 송창근(2017), pp. 31~37; 환경부 온라인 보도자료(2017. 8. 25, 검색일: 2017. 11. 24) 토대로 저자 작성.

### 가. 동북아 장거리이동 대기오염물질 프로젝트

한·중·일 3국이 참여하는 동북아 장거리이동 대기오염물질 공동조사 사업(LTP)<sup>202)</sup>은 동북아 지역 내 장거리이동 대기오염물질에 관한 공동연구 사업으로

202) Long-Range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia.

로 국가간 배출·이동·침적에 관한 연구 수행, 동북아 장거리 대기오염물질에 대한 모니터링체계 구축, 참여국 간 실질적인 협력체계 구축 등을 통해 효과적인 대응책 마련을 목적으로 한다. 1995년 한국의 제안으로 시작해 1996년 7월 「제1차 전문가회의(1st Expert Meeting for LTP)」에서 장거리이동 오염물질에 대한 모니터링, 모델링 공동 연구, 사무국과 실무자 그룹의 조직 구성에 합의하였으며, 이후 매년 전문가 회의를 개최하고 있다.<sup>203)</sup>

최근 개최된 회의 결과를 간략히 살펴보면, 「제19차 전문가회의」에서는 미세먼지(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)와 지표면 오존(O<sub>3</sub>) 등 장거리이동 대기오염물질에 대한 공동 연구와 협력을 확대하기로 합의하였다.<sup>204)</sup> 특히 3국은 2018년부터 5단계의 공동연구를 통해 각국의 정책이 대기질에 미치는 영향을 추정하기 위한 시나리오 모델링을 수행하고, 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 대기 중 화학 성분 변화에 대한 모니터링 연구를 집중 수행하기로 합의하였다. 또한 2017년 10월에 개최된 「제20차 전문가회의」에서는 그간의 사업 결과를 담은 보고서 발간에 대한 중점적인 논의가 이루어졌다.<sup>205)</sup>

LTP는 동북아 주요 3국의 정부기관이 공식적으로 참여하는 유일한 장거리 이동 대기오염물질 연구 사업이라는 점에서 그 중요성이 남다르다. 또한 대기오염물질 장거리 이동의 원인을 규명하고, 중국발 대기오염물질의 기여율을 확인하는 등의 구체적인 성과를 거두고 있다. 다만 연구의 성과가 각국의 실질적인 대기오염 개선 정책이나 국제협력 정책으로 연결되지 못하고 있다. 또한 배출원-수용지 영향분석 결과에 따르면 한국은 질산염(nitrate), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 자체 기여율이 약 50~70%로 높게 나타나고 있어 대기오염 문제 해결에 국내적인 대기오염원에 대한 대응 방안도 필요함을 보여준다.<sup>206)</sup>

---

203) 이해경(2017a), pp. 1~4.

204) 환경부 온라인 보도자료(2016. 11. 21, 검색일: 2017. 11. 24).

205) 환경부 온라인 보도자료(2017. 10. 11, 검색일: 2017. 11. 7).

206) 이해경(2017b), p. 3.

그럼에도 불구하고 3국이 LTP의 연구 결과를 큰 이견 없이 수용하고 이를 공동 논의의 근거로 채택하고 있다는 것은 공동의 과학연구를 근거로 동북아 대기오염 문제에 대한 탈정치적인 협력 방안을 논의할 수 있음을 보여주는 것으로 향후 동북아 환경 협력에 대한 새로운 가능성을 시사한다.

## 나. 한·중·일 환경장관회의(TEMM)

한·중·일 환경장관회의(TEMM)<sup>207)</sup>는 동북아 지역 환경협력 분야의 국장급 회의체로, 동북아 핵심국가인 한·중·일 3국 간 환경공동체로서의 인식을 높여 황사 및 산성비 등에 의한 장거리이동 대기오염, 황해 및 동해 오염 등과 같은 환경현안에 공동대처하기 위한 회의로, 1998년 5월 뉴욕에서 개최된 유엔지속개발위원회 제6차 회의에서 우리나라의 제안으로 성사되어 1999년 이후 매년 3국에서 교대로 개최되고 있다.

2017년 8월 한국에서 개최된 「제19차 TEMM」에서 한·중·일 3국은 ‘공동합의문(Joint Communique)’의 채택을 통해 대기오염이 각국이 당면한 중대한 문제라는 인식을 같이하며, 대기오염과 기후변화와 같은 지역 및 지구 환경문제의 지속가능한 해결을 위해서는 오염물질의 배출 저감을 통한 예방이 필요함을 강조하였다. 또한 2013년부터 공동으로 실시한 대기오염물질의 관측 및 분석 결과를 담은 보고서를 발간하고 이를 차기 회의에서 검토하기로 결정함으로써, 환경문제에 대한 추가 공동 대응방안 논의를 촉진하고 이를 통해 보다 적극적인 감축이 가능해질 것으로 기대된다. 이외에도 우리나라 환경부 장관은 양국 장관에게 다자간 미세먼지 공동 연구 및 대응을 위한 ‘동북아 청정대기 파트너십(NEACAP)’<sup>208)</sup>의 설립방안을 설명하고 이에 대한 참여와 협조를 요청함으로써 동북아 지역 환경문제에 대한 공동대응체제를 강화할 것임을 밝혔다.<sup>209)210)</sup>

207) Tripartite Environment Meeting.

208) North-East Asia Clear Air Partnership.

209) 환경부 온라인 보도자료(2017. 8. 25, 검색일: 2017. 11. 24).

## 다. 한·중 대기질 공동연구단

2014년 7월 한·중 양국 정상미 미세먼지 대기오염 감소를 위한 협력 강화를 발표한 후, 이에 부응하기 위해 한국 국립환경과학원과 중국 환경과학원 양 기관이 ‘환경협력 양해각서’를 체결하였다. 이듬해 6월 양해각서에 따라 설립된 「한·중 대기질 공동연구단」은 양국간 대기오염 발생원인 규명, 예보 모델 개선, 대기오염물질 배출 저감 등 10개 분야에 대한 공동연구를 진행하고 매년 정기 업무회의를 개최해 연구 결과의 검토 및 다음 연도 연구 계획을 수립할 것을 합의하였다.<sup>211)</sup>

연구단 설립과 함께 개최된 제1차 워크숍에서는 ‘미세먼지 현재 동향과 그 영향’과 ‘미세먼지의 모델링 및 예보’ 두 분야에 대한 발표 및 논의가 이루어졌다. 또한 워크숍 이후 진행된 공동연구 분야 및 주제에 대한 논의를 통해 ① 배출량 산정 고도화 ② 초미세먼지 생성과 변환 특성 파악 ③ 초미세먼지 진단과 거동 파악 ④ 예·경보 모델 개선 ⑤ 위해성 파악 및 평가 등 5가지 주제를 도출하고 향후 2020년까지의 세부과제별 추진계획 로드맵을 작성하였다. 각 주제별 추진 과제는 [표 4-8]과 같다.

표 4-8. 한·중 공동 연구 주제

주제	연번	과제
배출량 산정 고도화	01	중국 초미세먼지 전구물질 배출 인벤토리 고도화-황해 선박 관측 기반
	02	중국 초미세먼지 2차 생성 물질 인벤토리 고도화-중국 스모그 리액터 실험 기반
	03	전구물질 인벤토리 공유 및 비교 검증과 개선
초미세먼지 생성과 변환 특성 파악	04	초미세먼지 생성과 변환기작 모사 가능 리액터 실험 기술 개발
	05	연무 현상의 주요 원인 물질 및 형성 과정 파악
	06	BC 배출원별 노화과정과 이에 따른 초미세먼지 특성 변화 파악

210) 환경부 온라인 보도자료(2017. 8. 24, 검색일: 2017. 11. 24).

211) 환경부 온라인 보도자료(2015. 6. 12, 검색일: 2017. 11. 7).

표 4-8. 계속

주제	연번	과제
초미세먼지 진단과 거동 파악	07	배출량 산정 고도화와 모델 검증을 위한 종합 관측
	08	선상-항공 입체관측 연구 기반 확립
	09	황해 연무 현상과정 규명
	10	북서태평양 대기-기후 환경변화 영향 연구
예·경보 모델 개선	11	장거리이동 영향 정량 평가
	12	한-중 초미세입자 예보 모델 연계
	13	한-중 초미세입자 경보 시스템 구축
위해성 파악 및 평가	14	동북아 대기환경 통합 진단 시스템 구축
	15	위해성 파악
	16	한-중 초미세먼지 피해저감 대책 및 관리방안 수립

자료: 고려대학교, 한국환경공단(2015), p. 20.

2016년 5월 개최된 운영위원회에는 고농도 초미세먼지 발생 및 조성 특징, 중국 내 인벤토리 구축 및 모델 개선, 초미세먼지 생성과 변환 특성 등 3개 과제에 대한 공동연구를 추진하기로 합의하였다. 이후 개최된 제2차 워크숍에서는 1차년도 연구결과를 발표하고 운영위원회에서 합의한 3개 과제에 따른 후속 연구 추진방안을 논의하였다(표 4-9 참고).

표 4-9. 한·중 공동연구단의 향후계획

관련과제	1차년도 연구결과	향후 추진 방안
고농도 초미세먼지 발생 및 조성 특성	고농도 미세먼지(베이징) 시료에 대한 한·중 공동연구단 분석 결과	베이징 외 주변도시 고농도 미세먼지 성분 분석
중국 내 인벤토리 구축 및 모델 개선	중국 대기질의 특성 및 배출원 예측을 위한 주요 모델링	모델 평가 및 개선작업 수행 중국 내 배출원 공유
초미세먼지 생성과 변화 특성	중국 보하이만 창도(Tuojji Island)에서의 장기간 입자상 물질 측정자료	미세먼지 및 가스상 자료 공유 백령도 지역 자료와 비교 분석
	스모그챔버의 예비실험결과	국내 PAM 챔버와의 협업 초미세먼지 형성 과정 연구

자료: 고려대학교, 한국환경공단(2016), pp. 80-83.

## 1. 요약 및 시사점

유럽연합(EU), 중국 및 미국은 그동안 대기질 개선을 위해 다양한 정책 및 규제 수단을 도입·활용해왔다. 그 결과 국가별로 차이는 있으나 모두 일정 수준의 대기오염물 배출 감축 성과를 이루었다. 특히 역내에서 배출한도나 상한이 설정되었거나 관리 대상으로 지정된 오염물질을 중심으로 배출량이 감축되었다. EU와 미국의 주요 대기오염물질 배출량은 지속적으로 감소하고 있으며, 중국 또한 2010년대 이후 배출량이 하락세이긴 하나 2016년 주요 도시 내 미세먼지(PM<sub>10</sub>)와 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 경우 연평균 농도가 자국 및 국제기준 모두를 상회하는 심각한 상태이다.<sup>212)</sup>

이 국가들은 공통적으로 국가 대기질기준 설정, 대기오염물 배출 관리, 모니터링 강화 등의 관리감독 방식을 채택하고 있다. 또한 이를 이행하기 위해 전제되어야 하는 환경 법령과 정책 등을 수립·보완해가고 있다는 특징이 있다. 가장 엄격한 수준으로 환경 문제에 대응하고 있다고 평가되는 지역 중 하나인 EU는 2005년의 대기오염에 대한 주제별 전략(TSAP)을 기초로 2020년까지의 보건 및 환경 관련 목표를 설정하기 시작하였다. 예테보리 의정서 채택 이후 2001년 국가별 배출상한 지침(NECD)을 도입하였으며, 2016년에는 이를 개정하여 국가배출저감의무(NERC) 목표를 구체화하는 등 2020년 이후까지 고려한 감축 노력을 전개하고 있다.

212) 中国环境保护部(2017), pp. 11~12.

중국 또한 대기질 개선을 위해 2010년대부터 환경법을 재정비하고, 관리감독을 강화하기 시작하였다. 특히 1980년대 말 제정된 「환경보호법」과 「대기오염방지법」을 대폭 수정하고, 「대기오염방지행동계획」 등 관련 정책을 도입하고 있다. 이로써 대기오염물질과 징진지 등 중점 오염지역에 대한 정부의 감독 권한, 규제 수단 및 국가대기질기준(GB3095-2012)을 보완하였다. 반면 미국은 연방정부 기관인 환경보호청(EPA)를 중심으로 주 정부와의 협력 체계를 구축하고 있다. 1970년대부터 「청정대기법(CAA)」에 따라 환경보호청(EPA)이 수립한 국가대기질기준(NAAQS), 오염원 배출허가제 등을 바탕으로 주 정부의 주집행계획(SIP)을 추진하고 있다. 또한 「국가환경정책법(NEPA)」에 따라 환경영향평가를 의무화하였다.

국제적으로도 양자 및 다자차원의 장거리이동 대기오염 물질에 대응한 국가 협력이 진행되고 있다. 유럽, 북미 및 동남아 지역은 공통적으로 역내 월경성 대기오염 문제 해결을 위한 별도의 협정을 체결하고, 관련 조직과 모니터링 체계를 정비해왔다. 유럽의 「장거리월경성대기오염협약(CLRTAP)」, 북미의 「미국-캐나다 대기질 협정(AQA)」과 「미국-멕시코 국경지역 환경협정(La Paz Agreement)」, 그리고 동남아 지역의 「월경성 연무오염 아세안협정(AATHP)」은 모두 대기오염 문제가 개별국 차원이 아닌 역내 당사국들이 공동으로 풀어야 할 문제라는 공감대 속에서 채택되었다. 무엇보다도 위의 협약들은 공동 연구 등을 통해 수집된 과학적 근거를 바탕으로 해결책을 모색하고, 국가간 협력 체계를 구축하는 계기가 되었다. 협정체결 이후에도 의정서, 부속서, 로드맵 등을 추가 채택하는 방식으로 미흡한 부분을 보완해왔다.

협정 이행을 위해 유럽과 동남아 국가들은 유럽연합(EU)과 아세안(ASEAN)이라는 역내 국제기구의 체제와 조직을 적극 활용하고 있다. 반면 북미 지역은 각국의 환경 주무부처를 중심으로 한 양자간 협력에 집중하고 있는데, 그중에서도 월경성 환경오염 피해가 자주 발생했던 국경지역을 중심으로 운영된다. 중점 관리하고자 하는 오염물질이나 지역에 대해서는 유럽과 북미 지역의 경우

관련 배출 및 규제 기준을 협정서 내에 명시하고 있다. 그에 비해 동남아 지역은 주로 원칙과 지침(가이드라인)을 제시하는 데 집중하였다. 따라서 해당 협정(AATHP)은 연무오염 피해가 많이 발생하는 지역(이탄지대 등)과 기간(건기 등)에 대한 모니터링과 정보 교환·공유를 강화하기 위한 내용을 다수 포함한다. 유럽이나 북미 지역에 비해서는 느슨한 협정이기는 하나 회원국의 주권과 전원합의 원칙을 중요시하는 동남아 지역의 특수성을 감안한 해결책이라는 점에서 의미가 있다.

앞서 살펴본 유럽, 북미, 동남아 등 주요 지역의 다양한 협력 사례들은 국제적 협력에서 다음과 같은 시사점을 내포한다. 먼저 월경성 대기오염에 대응하기 위해서는 다자차원의 국제적인 협정이 필요하다. 동남아 지역의 연무협정(AATHP)이나 유럽의 협약(CLRTP)에서 확인되듯이, 협약의 첫 출발은 법적 제재보다는 대기오염 예방과 감축을 위한 정보 교환 및 모니터링을 강화하는 방향을 통해 협정 참여에 미온적인 국가의 참여를 유도하는 것이다.

그리고 월경성 대기오염이 가장 빈번하게 발생하는 지역이나 시기에 대한 공동 대응체계 구축을 목표로 지향하고, 협정 내용상의 부족한 부분이나 급부상한 현안 이슈에 대해서는 추가로 협의서나 부속서 등을 채택하는 방식을 통해 점진적으로 국가간 협력을 심화해가야 할 것이다. 미국-캐나다 간 협정(AQA)을 참고하여 인근 국가에 상당한 대기환경상의 피해를 줄 가능성이 있는 정책 추진 시 신속히 통보하도록 하여 최소한 상대국가가 미리 대비책을 마련할 수 있도록 하는 조항이 추가되도록 당사국을 설득할 필요도 있다.

또한 EU 및 북미 지역과 같이 과학적 데이터 마련을 위한 공동연구가 추진되어야 한다. 협약이행 과정에 대한 정기평가(예: 진척도 보고서)를 수행하고, 관련 평가지표를 개발하는 등의 노력이 필요하다.

표 5-1. 유럽, 북미 및 동남아 지역 내 월경성 대기오염 관련 협정 비교

	유럽 (CLRTAP)	미국-캐나다 (AQA)	미국-멕시코 (La Paz Agreement)	동남아시아 (AATHP)
체결 시기	1979년 (1983년 발효)	1991년	1983년	2002년 (2015년*)
참여 규모	51개국 (다자협력)	미국, 캐나다 (양자협력)	미국, 멕시코 (양자협력)	10개국 (다자협력)
협정 구성	협약문 및 8개의 후속의정서 채택	협정서 및 3개의 부속서 채택	협정서 및 5개의 부속서 채택	협정서, 부속서 및 로드맵 채택
체결 목적	역내 장거리이동 대기오염 문제 해결	국경지대 대기오염(산성비, 오존 등) 문제 해결	국경지대 환경문제 (위생문제, 월경성 대기오염 등) 해결	역내 월경성 연무오염 문제 해결
운영 방식	유럽연합(EU)의 체제와 조직 활용	각국의 환경 주무부처 중심 운영 (미국 EPA, 캐나다 환경부)	각국의 환경 주무부처 중심 운영 (미국 EPA, 멕시코 SEMARNAT)	아세안(ASEAN)의 체제와 조직 활용
주요 특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중점오염물에 대한 엄격한 규제기준 (예: 국별 배출상한) 설정</li> <li>• 과학적 데이터 기반의 협정 체결</li> <li>• 유연성 메커니즘 도입(유예기간 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중점오염물 및 오염 지역에 대한 규제기준 명시</li> <li>• 격년도 진척도 보고서 발행</li> <li>• 상대국에 상당한 환경적 피해 유발이 예상된 정책 추진 시 신속통보 의무</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국경지대 내 중점오염물 및 오염지역에 대한 규제기준 명시</li> <li>• 이 협약 기반 프로그램(국경 2020 프로그램 등) 채택 및 운영</li> <li>• 달성지표 개발 및 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주로 협력 원칙 및 지침 위주로 제시</li> <li>• 화재 취약 지역 및 시기에 대한 공동 모니터링/대응 강화</li> </ul>

주: \*AATHP는 2014년 인도네시아의 기준으로 2015년부터 아세안 회원국 전원이 참여하는 체제로 발돋움함.  
 자료: 4장의 내용을 바탕으로 저자 정리.

## 2. 동북아 대기오염 저감을 위한 국제협력 및 대응 방안

동북아 지역에서의 대기 오염문제에 대응한 여러 기존의 연구를 통해 역내 지역의 협력 및 발전방안이 모색되어 왔다. 또한 대기관리를 위해 동북아환경 협력 계획, 한·중·일 3국 환경장관회의 등 다양한 국제협력을 진행해온 것도 사실이다. 그러나 앞서 국제사회의 사례에서 보듯이 국경을 초월하는 장거리이

동 대기오염 문제는 단기간에 특정한 정책의 도입으로 해결될 수 없으며, 장기적인 관점에서 국제간의 협력을 통한 체계적인 접근이 필요함을 시사한다. 본절은 동북아 지역에서의 대기오염 저감을 위한 국제협력 방향과 대응 방안을 제시하고자 한다.

## 가. 장거리월경성대기오염협약(CLRTAP)의 적극적 참여 및 활용

첫째, 국제사회의 대기오염 문제 해결에서 가장 성공적인 사례로 평가되는 장거리월경성대기오염협약(CLRTAP)에 적극적으로 참여하고 활용할 필요가 있다. 최근 정부가 발표한 미세먼지 관리 종합대책은 단계별 이행계획으로 2021년 동아시아미세먼지 협약 체결의 적극 검토를 명시하고 있다. 국제협력 강화의 일환으로 정부는 단기적으로 한·중 공동연구 및 기술지원, 한·중 정상 회담 및 공동선언문을 추진하면서, 2021년 이후 협약 체결을 목표로 하고 있으나 어떻게 중국 등 주변국가의 참여를 유도하고 협약을 체결할 것인지에 대한 세부 전략과 방안 수립은 구체화하지 않았다.

따라서 우리나라는 대기오염 관리에서의 다자협약인 CLRTAP에 참여하여 향후 동북아지역에서 다자협력을 모색하기 위한 기반마련이 필요하다. CLRTAP는 단지 유럽국가의 전유물이 아니며 미국, 캐나다 등의 북미 국가는 당사국으로 서명하였고, 카자흐스탄, 키르기스스탄 등 중앙아시아 국가들도 가입(accession)하고 있다(부록 2 참고). 우리나라 역시 CLRTAP에 가입 또는 다른 형태의 참여가 불가능하지 않으며, 국제사회에 한국의 환경부분 대응 노력을 알리고 국내적인 대기오염 저감을 촉진하는 계기로 활용할 수 있다. 또한 CLRTAP의 주요 의정서는 개정을 통해 새로운 당사국의 가입을 촉진하기 위한 유연성 메커니즘을 도입하였다. 2019년 이전에 예테보리 의정서에 가입하는 협약 당사국은 개정된 의정서 발효 이후 최장 15년까지 배출사항의 적용을

유예받도록 한다는 점에서 당장 우리나라가 가입해도 단기적인 가입의 부담을 완화할 수 있으며, 동북아지역에서 처음 가입하는 국가라는 점에서 추가 유예를 모색할 수도 있다.

또한 우리나라 주변의 동북아 국가들도 단계적으로 CLRTAP에 참여하도록 유도하는 방안을 고려할 수 있다. 향후 정부의 계획대로 2020년 이후에 동북아 지역에서의 미세먼지협약 체결을 위해서는 중국의 참여가 핵심이나, 그동안 중국의 소극적인 태도와 최근 북한 핵실험 및 사드 배치 등 잠재된 한·중 간의 정치적 갈등하에서 동북아 역내 환경협력이 향후에 순탄할지는 장담하기 어렵다. 이러한 점을 고려할 때 다자협력체계인 CLRTAP에 중국의 동참을 유도하는 것이 현실적인 대안이 될 수 있다. 먼저 우리나라가 CLRTAP에 참여하여 나름의 성과를 중국에 설명할 수 있고, EU 및 미국 등 우리나라와 정치, 경제적으로 밀접한 우호국가를 활용하여 중국의 CLRTAP 참여를 촉구한다면, 우리나라가 독자적으로 중국의 대기오염 동참을 요구할 때보다 정치, 경제적 부담을 경감할 수 있다.

## 나. 대기오염에 대한 동북아 차원의 공통된 지식기반 도출

특정 국가에서 발생한 대기오염 문제가 다른 나라의 영향에서 비롯될 수 있다는 인식이 형성되기까지는 오랜 시간이 소요되었음을 유럽 등 국제사회의 사례에서 확인하였다. 장거리월경성대기오염협약(CLRTAP)이 성공할 수 있었던 중요한 요인으로 과학적 인프라를 포함하여 공통된 지식기반의 발전이 지목되고 있다. 이를 통해 공동의 대기오염 모니터링과 모형을 위한 과학적 인프라에 기초하여, 정책당국자 간의 잦은 정보교환 및 상호 이해 증진이 가능하기 때문이다.

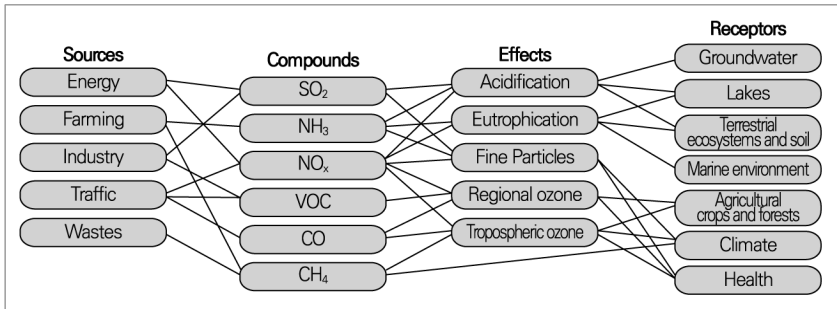
유럽의 CLRTAP는 과학적 인식의 기반하에 1990년대 들어 대기오염 물질이 대기 중에서 상호작용하여 복합적인 영향을 유발하게 된다는 것을 인식하게

되었다(그림 5-1 참고). 즉 단순히 특정 대기오염물질을 규제하는 의정서에서 벗어나 1999년 채택된 예테보리 의정서는 여러 대기오염물질의 저감을 동시에 추진하는 ‘다중 오염물질-다중 효과 접근’<sup>213)</sup>을 시도하게 되었다는 점이다.<sup>214) 215)</sup>

과학적 인식의 기반에는 CLRTAP 협약이 체결되기 이전부터 설립되었던 유럽감시평가프로그램(EMEP)이 중추적인 역할을 담당하였고, 현재는 EMEP 내에 산하의 여러 센터 및 태스크포스 등을 통해 대기오염 부분의 대기 모니터링, 배출모니터 전망 등을 통해 협약을 지원하고 있다. 동남아 연무협정에 앞서 싱가포르도 아세안특별대기센터(ASMC)를 설립한 바 있다.

따라서 우리나라의 대기 오염 문제도 국외에서 얼마나 미세먼지가 유입되고 있는지에 대한 과학적인 연구 결과의 꾸준한 축적과 지역 내 국가와의 공유를 통해 동북아 차원의 공통된 지식 기반(common knowledge base)을 마련하는 것이 필요하다.

그림 5-1. 대기오염의 출처와 영향 부문 간의 연관관계



주: Grennfelt, Hov, and Derwent(1994, p. 425)를 토대로 Maas and Grennfelt(2016)에서 여러 대기오염 출처와 영향간의 연관관계를 기술함.

자료: Maas and Grennfelt(2016), p. 34.

213) multi-pollutant-multi-effect approach.

214) Maas and Grennfelt(2016), p. 34.

215) 심창섭, 노태호, 서지현(2013), p. 44도 Elder *et al.*(2013)에서 언급한 다중 오염물질-다중 효과접근이 동아시아에 매우 유용한 접근 방법으로 평가하였음.

2015년 시작된 한·중 대기질 공동연구단은 동북아지역의 대기오염 문제에 대한 상호 이해를 위한 첫 출발점이 된다는 점에서 의미가 있다. 양국간 공동연구를 기초로 하여 다양한 관계자의 참여가 필요하다. 우리보다 모험 경험이 많은 선진국의 전문기관 및 유럽감시평가프로그램(EMEP) 등의 자문 및 참여를 통해 동북아 지역에서 보다 객관화된 자료의 축적을 추진할 필요가 있다. 과학적 지식의 축적을 통해 정부 정책당국자 및 관련 전문가 간의 공통의 이해를 형성하고, 대기오염 저감을 위한 국제협력을 추진하는 것이 필요하다.

## 다. 대기오염 감축을 위한 민간차원의 노력 지원

추가적으로 정부가 민간 분야에서 주도하는 다양한 대기오염 감축 노력을 지원할 필요가 있다. 정부 차원에서 추진하기에는 다소 민감한 환경 이슈라 하더라도 민간 차원의 대응은 가능하다는 점에 주목해야 한다. 월경성 대기오염을 유발하는 인근 국가를 대상으로 NGO 등 민간단체가 지속적으로 문제를 제기하고, 관련 정보를 공유하는 방안을 고려할 수 있다.

실제 캐나다의 경우 1991년 미국과 대기질 협정(AQA)을 체결하기 10여 년 전인 1980년대 초부터 정부뿐 아니라 산업계에서도 국경지대 산성비 문제 해결 노력에 동참하며 솔선수범하는 자세로 미국을 설득해왔다.<sup>216)</sup> 앞서 소개한 동남아 연무오염의 피해국 중 하나인 싱가포르 또한 환경 단체가 주도하여 인도네시아 등지에서 활약하는 국내외 기업의 배출저감 노력을 요구하고 있다. 환경보호를 위해 인근 국가가 사회적 책임을 다하도록 강조하고 있는 것이다.

역내 경제교류가 활발해질수록 해당 시장을 확보·유지하려는 산업계나 기업들은 이러한 민간 분야의 요구를 무시할 수 없다. 이는 중국 등 우리나라의 대기오염과 밀접한 연관이 있는 국가의 기업들 또한 마찬가지일 것이다. 따라서 민간단체가 주도하는 캠페인 등을 통해 대기오염을 유발하는 산업이나 기업에

---

216) Mulroney(2012. 4. 1), 온라인 기사(검색일: 2017. 11. 28).

대한 인식을 제고하고, 해당 기업의 제품 소비를 자제하도록 유도하여 이 기업들의 경영 활동을 변화시키는 방향으로 이끌어야 할 것이다. 궁극적으로는 월경성 대기오염을 일으키는 인근 국가의 내부적인 변화를 꾀하고자 한다. 우리나라 정책 당국은 정기적인 대화 등을 통해 민간 분야의 요구를 수렴하고, 관련 활동과 역내 기업간 배출저감 기술 연구를 보조하는 방안을 검토해야 한다. 민간 분야가 수행할 수 있는 다양한 역할에 주목하고, 앞으로의 대응 방안을 함께 모색해가야 할 것이다.

## 라. 천연가스를 활용한 한·중·일 3국의 협력 강화

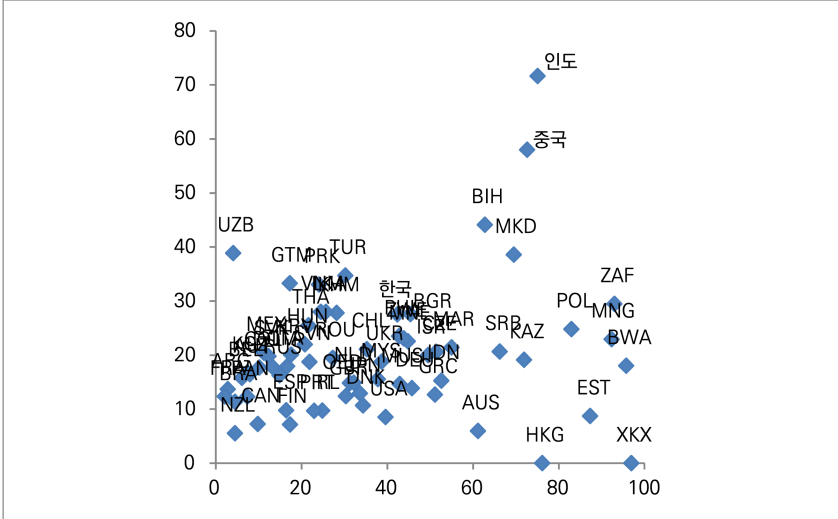
중국의 대기오염 물질은 발전 부문을 포함한 산업 부문에서 배출되고 있다. 또한 석탄이 전력생산에서 차지하는 비중이 높고, 발전을 통해 배출되는 질소산화물과 황산화물 등의 오염물질은 대기 중에서 2차적으로 미세먼지를 유발하는 문제가 있다(그림 5-2 참고). 그러나 중국도 대기오염 문제가 심화하면서 2013년을 정점으로 석탄 소비를 줄이고, 천연가스로 소비가 늘어나면서 액화천연가스(LNG)와 파이프라인을 통한 수입을 증대<sup>217)</sup>하고 있다는 점을 주목할 필요가 있다(그림 5-3 참고).

---

217) 중국의 LNG 수입규모는 2010년 128억 세제곱미터에서 2016년 343억 세제곱미터로 증가하였고, 파이프라인을 통한 수입도 같은 기간 36억 세제곱미터에서 380억 세제곱미터로 증가하면서, 2014년 전체 가스 수입규모는 처음으로 한국보다 많게 나타남.

그림 5-2. 국가별 초미세먼지와 석탄발전 비중

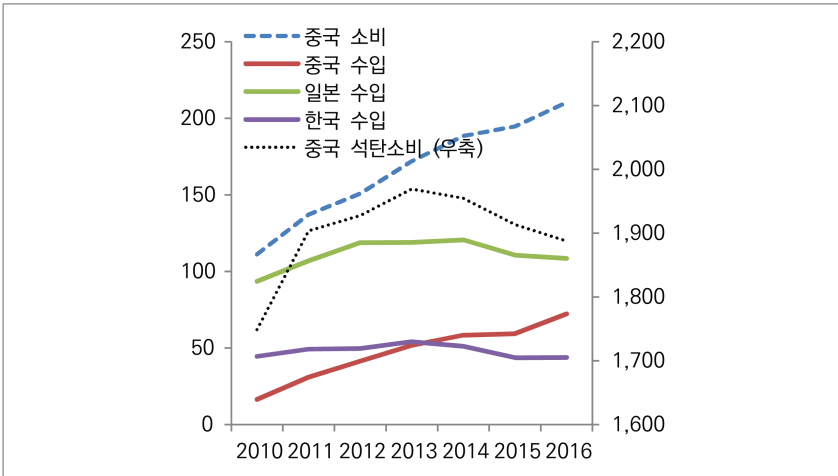
(단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , %(가로축))



주: 가로축은 전력생산에서의 석탄 비중(%), 세로축은 연평균 초미세먼지( $\text{PM}_{2.5}$ ) 수준.  
 자료: World Development Indicators(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 27).

그림 5-3. 한·중·일 천연가스 수요 및 중국의 석탄소비

(단위: 십억 세제곱미터, 석유환산 백만 톤(우축))



주: 좌축은 중국 천연가스 소비 및 수입(LNG 및 파이프라인 합산), 일본과 한국의 천연가스 수입(LNG)규모이며, 우축은 중국의 석탄수요 규모임.

자료: BP(각 연도), "Statistical Review of World Energy"(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7).

중국의 천연가스 수요가 증가하면서, 전 세계 LNG 수입에서 한국·중국·일본 3국의 비중도 53.9%에 이르고 있다. 따라서 한·중·일 3국은 장기적으로 미국과 러시아, 중동 등 주요 천연가스 수출국에 대응하여 공동으로 구매력을 높일 수 있다. 이미 중국은 LNG 이외에도 러시아 등을 통해 파이프라인으로 천연가스를 수입할 수 있어, 한국과 일본에 비해 천연가스 수입국의 다변화가 가능하다는 장점도 있다. 최근 미국은 2000년대 중반 이후 셰일가스 생산을 본격화하고, 트럼프 정부에서 한·중·일 등 주요 교역국가의 대미 무역수지 개선을 요청하고 있다는 점에서 한·중·일 3국이 공동으로 미국산 셰일가스 등을 수입하는 방안도 모색할 수 있다.

중국이 산업 및 수송용 연료뿐만 아니라 석탄 발전을 대체하여 천연가스의 사용을 증대한다면 대기오염 문제를 개선할 수 있다. 따라서 한·중·일 3국이 천연가스의 활용을 증대할 수 있는 방안을 모색하고, 천연가스 사용에서 유발될 수 있는 오염물질 저감 기술에서도 협력한다면, 동북아 전체의 대기오염 문제 해소에도 일조하는 방안이 될 수 있다.

## 부록 1 | 주요 대기오염물질 관련 약어 정리

약어(기호)	국문명	영문명
BaP	벤조피렌	Benzo(a)Pyrene
BC	블랙카본	Black Carbon
CO	일산화탄소	Carbon Monoxide
NH <sub>3</sub>	암모니아	Ammonia
NM VOC	비메탄계 휘발성유기화합물	Non-Methane Volatile Organic Compounds
NO <sub>x</sub>	질소산화물	Nitrogen Oxides
NO <sub>2</sub>	이산화질소	Nitrogen Dioxide
O <sub>3</sub>	오존	ground-level Ozone
Pb	납	Lead
PM <sub>10</sub>	미세먼지	Particulate Matter less than or equal to 10 microns
PM <sub>2.5</sub>	초미세먼지	Particulate Matter less than or equal to 2.5 microns
SO <sub>x</sub>	황산화물	Sulphur Oxide
SO <sub>2</sub>	아황산가스	Sulphur Dioxide
TSP	총부유미립자	Total Suspended Particles
VOC	휘발성유기화합물	Volatile Organic Compounds

자료: U.S. EPA and Environment Canada(2014), pp. 61-62 및 두산백과(온라인 자료, 검색일: 2017. 11. 7)를 바탕으로 저자 정리.

## 부록 2 | CLRTAP 서명 및 비준 현황

국가	서명일	비준 또는 기타(A, AA, a, d)*
Albania	-	2 Dec 2005(a)
Armenia	-	21 Feb 1997(a)
Austria	13 Nov 1979	16 Dec 1982
Azerbaijan	-	3 Jul 2002(a)
Belarus	14 Nov 1979	13 Jun 1980
Belgium	13 Nov 1979	15 Jul 1982
Bosnia and Herzegovina	-	1 Sep 1993(d)
Bulgaria	14 Nov 1979	9 Jun 1981
Canada	13 Nov 1979	15 Dec 1981
Croatia	-	21 Sep 1992(d)
Cyprus	-	20 Nov 1991(a)
Czech Republic	-	30 Sep 1993(d)
Denmark	14 Nov 1979	18 Jun 1982
Estonia	-	7 Mar 2000(a)
European Union	14 Nov 1979	15 Jul 1982(AA)
Finland	13 Nov 1979	15 Apr 1981
France	13 Nov 1979	3 Nov 1981(AA)
Georgia	-	11 Feb 1999(a)
Germany	13 Nov 1979	15 Jul 1982
Greece	14 Nov 1979	30 Aug 1983
Holy See	14 Nov 1979	
Hungary	13 Nov 1979	22 Sep 1980
Iceland	13 Nov 1979	5 May 1983
Ireland	13 Nov 1979	15 Jul 1982
Italy	14 Nov 1979	15 Jul 1982
Kazakhstan	-	11 Jan 2001(a)
Kyrgyzstan	-	25 May 2000(a)
Latvia	-	15 Jul 1994(a)
Liechtenstein	14 Nov 1979	22 Nov 1983

부록 2. 계속

국가	서명일	비준 또는 기타(A, AA, a, d)*
Lithuania	-	25 Jan 1994(a)
Luxembourg	13 Nov 1979	15 Jul 1982
Malta	-	14 Mar 1997(a)
Monaco	-	27 Aug 1999(a)
Montenegro	-	23 Oct 2006(d)
Netherlands	13 Nov 1979	15 Jul 1982(A)
Norway	13 Nov 1979	13 Feb 1981
Poland	13 Nov 1979	19 Jul 1985
Portugal	14 Nov 1979	29 Sep 1980
Republic of Moldova	-	9 Jun 1995(a)
Romania	14 Nov 1979	27 Feb 1991
Russian Federation	13 Nov 1979	22 May 1980
San Marino	14 Nov 1979	
Serbia	-	12 Mar 2001(d)
Slovakia	-	28 May 1993(d)
Slovenia	-	6 Jul 1992(d)
Spain	14 Nov 1979	15 Jun 1982
Sweden	13 Nov 1979	12 Feb 1981
Switzerland	13 Nov 1979	6 May 1983
The former Yugoslav Republic of Macedonia	-	30 Dec 1997(d)
Turkey	13 Nov 1979	18 Apr 1983
Ukraine	14 Nov 1979	5 Jun 1980
United Kingdom and Northern Ireland	13 Nov 1979	15 Jul 1982
United States of America	13 Nov 1979	30 Nov 1981(A)

주: \*A는 수락(Acceptance), AA는 승인(Approval), a는 가입(Accession), d는 승계(succession)를 의미.

자료: UN Treaty Collection, Status of Treaties, CLRTAP, [https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg\\_no=XXVII-1&chapter=27&clang=\\_en](https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-1&chapter=27&clang=_en)(검색일: 2017. 11. 7).

## 참고문헌

### [국문자료]

- 강택구, 심창섭, 추장민, 노태호, 김예화, 정성운, 동잔평. 2013. 「한·중 대기오염 저감 관리 비교와 협력방안」. 『협동연구총서』, 13-45-16. 대외경제정책연구원, 한국환경정책·평가연구원.
- 고려대학교, 한국환경공단. 2015. 「한·중 월경성 미세먼지 저감을 위한 공동연구(I)」.
- \_\_\_\_\_. 2016. 「한·중 월경성 미세먼지 저감을 위한 공동연구(II)」.
- 김용표. 2017. 「미세먼지 문제, 어떻게 해결할까?」. 『세계와 도시』, 제19호. 서울시, 서울연구원.
- 김정인, 김진욱. 2005. 「동북아 환경협력: 실상과 허상」. 2005년 동북아경제학회 정기학술대회 논문집.
- 민병승. 1996. 『동북아지역의 환경문제와 국제협력방안에 관한 연구』. 한국환경기술개발원 연구보고서 KETRI/1996/RE-07.
- 박병도. 2014. 「동남아 연무문제 대응의 국제법적 함의」. 『환경법연구』, 제36권 2호. 한국환경법학회.
- 송창근. 2017. 「동북아시아 대기오염의 핵심기지로써의 한·중 공동연구」. 『세계와 도시』, 제19호. 서울시, 서울연구원.
- 신옥주. 2010. 『환경규제기준의 선진화를 위한 법제 정비방안 연구』. 연구보고 2010-09. 한국법제연구원.
- 심창섭, 노태호, 서지현. 2013. 「동북아 지역의 대기관리를 위한 국제협력 기획 연구」. 한국환경정책·평가연구원.
- 심창섭, 장임석. 2015. 「동아시아 대도시 대기질 개선을 위한 국제 공동 연구」. 한국환경정책·평가연구원.
- 엄은희. 2017. 「연무협정 비준 이후 인도네시아의 변화」. 『EMERiCs 이슈분석』,

- 2017-185. 대외경제정책연구원.
- 이상윤 · 이승민 · 김이진 · 김인경 · 최도현. 2015. 「월경성 대기오염물질 관리를 위한 단계별 대응방안 연구」. 연구보고서 2015-02. 한국환경정책·평가연구원.
- 이수철. 2017. 「일본의 미세먼지 대책과 미세먼지 저감을 위한 한중일 협력」. 『자원·환경경제연구』, 제26권 1호.
- 이순자. 2006. 「초국경적 환경문제 해결을 위한 국가간 협력과 시사점」. 『국토정책 Brief』, 제115호. 국토연구원.
- 이창재, 김성철, 백훈, 한택환, 이재영, 방호경. 2005. 『동북아 경제공동체 실현을 위한 위한 단계적 추진전략』. 대외경제정책연구원 정책연구 05-15.
- 이혜경. 2017a. 「동북아의 대기 오염 문제 해결을 위한 다자협력 현황 및 전망」. 『이슈와 논점』, 제1303호. 국회입법조사처.
- \_\_\_\_\_. 2017b. 「동북아 장거리이동 대기오염물질 공동연구(LTP)」. 『지표로 보는 이슈』, 제89호. 국회입법조사처.
- 장현숙, 김정주. 2016. 「중국 환경규제 강화 내용과 한중 기업의 대응 비교」. 『IIT Trade Focus』, 24호. 한국무역협회 국제무역연구원.
- 채영근. 2007. 「동아시아에서의 초국경환경오염에 대한 국제협력노력: 동남아시아를 중심으로」. 『환경법연구』, 제29권 1호. 한국환경법학회.
- 추장민, 공성용, 이승민, 정성운, 董戰峰. 2016. 「한·중 권역별 대기오염 저감정책 비교 및 협력방안 연구-이동오염원 관리 대책을 중심으로」. 『경제·인문사회연구회 중국종합연구 협동연구총서』, 16-49-07(연구보고서 16-46). 대외경제정책연구원, 한국환경정책·평가연구원.
- 한택환. 2007. 「지역 환경협력 진정 과정의 성격 고찰: 유럽과 동북아의 비교」. 『환경정책』, 제15권 제 1호.
- 현준원. 2015. 『미세먼지오염 저감을 위한 대기관리법제 개선방안 연구』. 연구보고 2015-03. 한국법제연구원.
- 환경부, 국립환경과학원. 2017. 「대기환경연보(2016)」.

[중문자료]

- 中国环境保护部. 2014. 『2013年中国环境状况公报』.  
\_\_\_\_\_. 2015a. 『2014年环境统计年报』.  
\_\_\_\_\_. 2015b. 『2014年中国环境状况公报』.  
\_\_\_\_\_. 2016a. 『2015年环境统计年报』.  
\_\_\_\_\_. 2016b. 『2015年中国环境状况公报』.  
\_\_\_\_\_. 2017. 『2016年中国环境状况公报』.

[영문자료]

- ASEAN and ADB. 2001. *Fire, Smoke, and Haze: The ASEAN Response Strategy*. Asian Development Bank. Manila, Philippine.
- Chiras, Daniel D. 2010. *Environmental Science*, Jones and Bartlett Publishers.
- EC. 2005. “Communication from the Commission to the Council and the European Parliament ‘Thematic Strategy on Air Pollution’ (COM(2005) 0446 final 21.9.2005).”
- EEA(European Environment Agency). 2016. “European Union emission inventory report 1990-2014 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP).” *EEA Report*, No. 16.
- \_\_\_\_\_. 2017. “European Union emission inventory report 1990-2015 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP).” *EEA Report*, No. 9.
- EEB. 2017. *Clearing the Air a Critical Guide to the New National Emission Ceilings Directive*. Brussels, Belgium.
- Elder, M., N. Matsumoto, A. Ogihara, M. Shimizu, A. Boyd, X. Lin, and S. Suk. 2013. “Current Status and Future Potential of the Multi-pollutant Approach to Air Pollution Control in Japan, China, and South Korea.” 18th Annual Meeting of the Society for

- Environmental Economics and Policy Studies(SEEPS). Kobe Japan. (September 21~22)
- EU. 2002. "Decision No 1600/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 22 July 2002 laying down the Sixth Community Environment Action Programme."
- Grennfelt, P., Ø. Hov, and R. G. Derwent. 1994. "Second generation abatement strategies for NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> and VOCs." *Ambio*, Vol. 23, No. 7.
- Heyworth, Rex M. and J. G. R. Briggs. 2007. "Science In Focus Chemistry 'O' Level." Pearson Education South Asia PTE LTD.
- IEA. 2016. *World Energy Outlook Special Report: Energy and Air Pollution*. OECD/IEA. Paris.
- Maas, R. and P. Grennfelt. 2016. *Towards Cleaner Air, Scientific Assessment Report 2016*. EMEP Steering Body and Working Group on Effects of the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, Oslo.
- Mumme, S. and K. Collins. 2014. "The La Paz Agreement 30 Years On." *Journal of Environment & Development*, Vol. 23(3).
- OECD. 2016. *The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution*. OECD Publishing, Paris.
- \_\_\_\_\_. 2017a. *Environmental Performance Reviews: Korea 2017*.
- \_\_\_\_\_. 2017b. *Green Growth Indicators 2017*.
- Sinclair, Mark A. 1986. "The Environmental Cooperation Agreement between Mexico and the United States: A Response to the Pollution Problems of the Borderlands." *Cornell International Law Journal*, Vol. 19(1) Article 4. Cornell University.
- Tan, Alan Khee-Jin. 2005. "The ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution: Prospects for Compliance and Effectiveness in Post Suharto Indonesia." *Environmental Law Journal*, Vol. 13(3). New York University.

- \_\_\_\_\_. 2014. "THE 'HAZE' CRISIS IN SOUTHEAST ASIA: ASSESSING SINGAPORE'S TRANSBOUNDARY HAZE POLLUTION ACT 2014." Faculty of Law Working Paper 2015/002. National University of Singapore.
- UNECE. 2016. *Clean Air for Life*. Geneva, Switzerland.
- United Nations. 2004. *Clearing the Air: 25 years of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*. New York and Geneva.
- \_\_\_\_\_. 2015. *Updated Handbook for the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and its Protocols*. New York and Geneva.
- U.S. EPA. 2014a. *AQI: Air Quality Index: A Guide to Air Quality and Your Health*.
- \_\_\_\_\_. 2014b. *FY 2014~18 EPA Strategic Plan*.
- \_\_\_\_\_. 2017. *FY 2018~22 EPA Strategic Plan Public Review Draft*.
- U.S. EPA and Environment Canada. 2012. *Air Quality Agreement Progress Report*.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Air Quality Agreement Progress Report*.
- U.S. EPA and Mexico SEMARNAT. 2016. *State of the Border Region Indicators Interim Report 2016*.
- Varkkey, H. 2016. *The Politics of Fires and Haze in Southeast Asia*. Oxford Research Encyclopedia of Politics. Oxford University Press.
- Wang, Alex L. 2017. "Regulation of Transboundary Air Pollution: A U.S. Perspective." 국립외교원 외교안보연구소 국제법센터 국제학술회의 [동북아시아 초국경 대기 및 해양오염: 도전과 대응] 발표자료. (November 10)
- World Health Organization. 2006. "WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide." Global update 2005. Summary of risk assessment.

[온라인 자료]

• 국문

- 김윤희. 2017. 「중국, 역대 최대 규모의 환경 감독 본격 가동」. <https://news.kotra.or.kr/user/globalAllBbs/kotranews/album/2/globalBbsDataAllView.do?dataIdx=158782&column=&search=&searchAreaCd=&searchNationCd=101046&searchTradeCd=&searchStartDate=&searchEndDate=&searchCategoryIdxs=&searchIndustryCateIdx=&page=1&row=0>(검색일: 2017. 11. 1).
- 네이버 지식백과. 「중국 행정구획 총람」. <http://terms.naver.com/>(검색일: 2017. 10. 12).
- \_\_\_\_\_. 「국제개발협력용어집」. <http://terms.naver.com/>(검색일: 2017. 11. 10).
- 두산백과. <http://www.doopedia.co.kr>(검색일: 2017. 11. 7).
- 에어코리아. 2013. 대기환경기준(국외) DB. <http://www.airkorea.or.kr/airStandardForeign>(검색일: 2017. 11. 6).
- 위키백과. [https://ko.wikipedia.org/w/index.php?title=유엔\\_유럽\\_경제\\_위원회&oldid=20078274](https://ko.wikipedia.org/w/index.php?title=유엔_유럽_경제_위원회&oldid=20078274)(검색일: 2017. 11. 7).
- 환경부. 1996. 「국가간 환경피해 분쟁사례」. [http://webbook.me.go.kr/DLi-File/F000/078/7893\\_24985.pdf](http://webbook.me.go.kr/DLi-File/F000/078/7893_24985.pdf)(검색일: 2017. 11. 20).
- \_\_\_\_\_. 2015. 「미세먼지 저감 연구 본격 착수를 위한 한·중 미세먼지 공동연구단 발족」. 보도자료. (6월 12일). <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=1&boardId=523480&menuId=286>(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. 2016. 「동북아 장거리이동 대기오염물질 공동연구 확대·강화」. 보도자료. (11월 21일). <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=1&boardId=711990&menuId=286>(검색일: 2017. 11. 24).
- \_\_\_\_\_. 2017. 「한·미 공동연구 결과, 미세먼지 국내영향 52%...국외보다 높아」. 보도자료. (7월 19일). <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=10&maxPageItems=10&maxIndex>

Pages=10&searchKey=title&searchValue=%EB%AF%B8%EC%84%B8%EB%A8%BC%EC%A7%80&menuId=286&orgCd=&boardId=803050&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&decorator=(검색일: 2017. 11. 7)

- \_\_\_\_\_. 2017. 「한·중·일 환경장관, 수원에서 미세먼지 대응과 지속가능발전목표 이행 등 환경현안 중점논의」. 보도자료. (8월 24일). <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?menuId=286&boardId=810540&boardMasterId=1>(검색일: 2017. 11. 24).
- \_\_\_\_\_. 2017. 「한·중·일 환경장관, 동북아 미세먼지 등 환경문제 해결 위해의 기투합」. 보도자료. (8월 25일). <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=1&boardId=810990&menuId=286>(검색일: 2017. 11. 24).
- \_\_\_\_\_. 2017. 「2022년까지 국내 배출량 30% 이상 감축, 나쁨일수 70% 줄인다」. 보도자료. (9월 26일). <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=286&orgCd=&boardId=816230&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=>(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. 2017. 「동북아 장거리이동 대기오염물질 한·중·일 전문가 회의」. 보도자료. (10월 11일). <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?menuId=286&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&boardId=817820>(검색일: 2017. 11. 7).

• 증문

- 国务院. 2013. 「关于大气污染防治行动计划的通知」. [http://www.gov.cn/zwgg/2013-09/12/content\\_2486773.htm](http://www.gov.cn/zwgg/2013-09/12/content_2486773.htm)(검색일: 2017. 8. 23).
- \_\_\_\_\_. 2016. 「中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要(2016~20)」. [http://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content\\_5054992.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm)(검색일: 2017. 11. 1).

- 中国国家统计局 데이터베이스. <http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>(검색일: 2017. 9. 22).
- 中国环境保护部. [http://www.mep.gov.cn/xxgk/hjyw/201607/t20160706\\_357205.shtml](http://www.mep.gov.cn/xxgk/hjyw/201607/t20160706_357205.shtml)(검색일: 2017. 8. 24).
- \_\_\_\_\_. 2012. 「环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)(HJ633-2012)」. [http://kjs.mep.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/jcffbz/201203/t20120302\\_224166.shtml](http://kjs.mep.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/jcffbz/201203/t20120302_224166.shtml)(검색일: 2017. 10. 12).
- 中国环境保护部, 国家质量监督检验检疫总局. 2012. 「环境空气质量标准(GB 3095-2012)」. [http://kjs.mep.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/dqhjbh/dqhjzlbz/201203/t20120302\\_224165.htm](http://kjs.mep.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/dqhjbh/dqhjzlbz/201203/t20120302_224165.htm)(검색일: 2017. 9. 22).
- 中国环境保护部, 财政部, 发展改革委, 能源局, 北京市人民政府, 天津市人民政府, 河北省人民政府, 山西省人民政府, 山东省人民政府, 河南省人民政府. 2016. 「关于印发《京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案》的通知」. [http://dqhj.mep.gov.cn/dtxx/201703/t20170323\\_408663.shtml](http://dqhj.mep.gov.cn/dtxx/201703/t20170323_408663.shtml)(검색일: 2017. 8. 23).
- 中华人民共和国政府. 2014. 「中华人民共和国环境保护法」. [http://www.mep.gov.cn/gzfw\\_13107/zcfg/fl/201605/t20160522\\_343393.shtml](http://www.mep.gov.cn/gzfw_13107/zcfg/fl/201605/t20160522_343393.shtml)(검색일: 2017. 9. 8).
- \_\_\_\_\_. 2015. 「中华人民共和国大气污染防治法」. [http://www.mep.gov.cn/gzfw\\_13107/zcfg/fl/201605/t20160522\\_343394.shtml](http://www.mep.gov.cn/gzfw_13107/zcfg/fl/201605/t20160522_343394.shtml)(검색일: 2017. 9. 8).

• 영문

- ACID Deposition Monitoring Network in East Asia 홈페이지. <http://www.eanet.asia/eanet/brief.html>(검색일: 2017. 11. 24).
- ASEAN 사무국 보도자료. 2016. “12th Meeting of the Conference of the Parties to the ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution.” (August 11). <http://haze.asean.org/2016/08/12th-meeting-of-the-conference-of-the-parties-to-the-asean->

- agreement-on-transboundary-haze-pollution/(검색일: 2017. 10. 31).
- \_\_\_\_\_. 2017. “19th Meeting of the Sub-regional Ministerial Steering Committee on Transboundary Haze Pollution.” (May 17). <http://asean.org/19th-meeting-of-the-sub-regional-ministerial-steering-committee-on-transboundary-haze-pollution/>(검색일: 2017. 9. 18).
- ASEAN 홈페이지. <http://asean.org/asean/asean-member-states/>(검색일: 2017. 9. 26).
- \_\_\_\_\_. <http://environment.asean.org/the-kuala-lumpur-accord-on-environment-and-development-issued-by-the-asean-ministers-for-the-environment-at-the-fourth-asean-ministers-for-the-environment-meeting/>(검색일: 2017. 9. 27).
- \_\_\_\_\_. <http://environment.asean.org/about-us-2/>(검색일: 2017. 8. 23).
- \_\_\_\_\_. <http://asean.org/asean/asean-centres-facilities/>(검색일: 2017. 9. 28).
- ASEAN Secretariat. 2002. “ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution.” <http://haze.asean.org/2016/09/asean-agreement-on-transboundary-haze-pollution-2/>(검색일: 2017. 8. 30).
- \_\_\_\_\_. 2016. “Roadmap on ASEAN Cooperation towards Transboundary Haze Pollution Control with Means of Implementation.” <http://haze.asean.org/2016/08/12th-meeting-of-the-conference-of-the-parties-to-the-asean-agreement-on-transboundary-haze-pollution/>(검색일: 2017. 9. 26).
- ASMC 홈페이지. <http://asmc.asean.org/home/>(검색일: 2017. 10. 8).
- BP. 각 연도. “Statistical Review of World Energy” <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>(검색일: 2017. 11. 7).
- EEA. 2017. “Emissions of the main air pollutants in Europe.” <https://www.eea.europa.eu/downloads/1c9d04ac3f0a4f84b1c5372>

- adb53ed1e/1506687921/assessment-5.pdf(검색일: 2017. 11. 6).
- European Commission. 2013. "Environment: New policy package to clean up Europe's air." Press Release. (12. 18). [http://ec.europa.eu/environment/air/clean\\_air/index.htm](http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air/index.htm) (검색일: 2017. 11. 7).
- EUR-Lex, "Summary of Legislation, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament - Thematic Strategy on air pollution {SEC(2005) 1132} {SEC(2005) 1133}." <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52005DC0446>(검색일: 2017. 11. 7).
- Green Facts. <https://www.greenfacts.org/en/nitrogen-dioxide-no2/level-3/01-presentation.htm>(검색일: 2017. 10. 10).
- "Haze cost Singapore estimated \$700m last year: Minister Masagos." 2016. *ASIAONE*. (March 16). <http://www.asiaone.com/singapore/haze-cost-singapore-estimated-700m-last-year-minister-masagos>(검색일: 2017. 9. 25).
- Lim, J. 2015. "Supermarkets in Singapore pull plug on haze-linked firm's products." *The Straits Times*. (October 8). <http://www.straitstimes.com/singapore/supermarkets-in-singapore-pull-plug-on-haze-linked-firms-products> (검색일: 2017. 10. 30).
- Marsh, R. and G. Wallace. 2017. "EPA makes 'climate change' vanish from four-year plan." *CNN*. (October 11). <http://edition.cnn.com/2017/10/11/politics/epa-climate-report/index.html>(검색일: 2017. 11. 14).
- Mulroney, B. 2012. "Acid rain: A case study in Canada-US relations." *Policy Options*. (April, 1). <http://policyoptions.irpp.org/magazines/harpers-foreign-policy/acid-rain-a-case-study-in-canada-us-relations/>(검색일: 2017. 11. 28).
- NASA Goddard Space Flight Center. "NASA Ozone Watch." <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/SH.html>(검색일: 2017. 10. 19).
- NASA Goddard Media Studios. 2015. "NASA Images Show Human Finger

- print on Global Air Quality - Release Materials.” <https://svs.gsfc.nasa.gov/12094>(검색일: 2017. 10. 10).
- North-East Asian Subregional Programme for Environmental Cooperation 홈페이지. <http://www.neaspec.org/about-neaspec> (검색일: 2017. 11. 24).
- Science alert. 2015. “NASA’s Global Air Quality Map Shows We Have The Power to Reduce Pollution.” <https://www.sciencealert.com/nasa-s-global-air-quality-map-shows-we-have-the-power-to-reduce-pollution>(검색일: 2017. 10. 10).
- “Thick smog kicks out ‘Apec blue’, November 20.” 2014. *South China Morning Post*. (November 20). <https://www.scmp.com/photos/today-photos/gallery/1644367/thick-smog-kicks-out-apec-blue-november-20>(검색일: 2017. 8. 23).
- UNECE. Air Pollution. <http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html> (검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. “Air Pollution: The Convention and its achievements.” <http://www.unece.org/environmental-policy/conventions/envlrtap/welcome/the-air-convention-and-its-protocols/the-convention-and-its-achievements.html>(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. “Air Pollution Convention Bodies.” <http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html>(검색일: 2017. 11. 7)
- \_\_\_\_\_. “Air Pollution: Protocols.” [http://www.unece.org/env/lrtap/status/lrtap\\_s.html](http://www.unece.org/env/lrtap/status/lrtap_s.html)(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. “CLRTAP Organization Chart.” [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2015/AIR/EB/CLRTAP\\_Structure\\_May\\_2015.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2015/AIR/EB/CLRTAP_Structure_May_2015.pdf)(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. “EMEP Protocol.” [http://www.unece.org/env/lrtap/emep\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/emep_h1.html)(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. “Protocol on the Reduction of Sulphur Emissions.” [http://www.unece.org/env/lrtap/sulf\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/sulf_h1.html)(검색일: 2017. 11. 7).

- \_\_\_\_\_. “Protocol concerning the Control of Emissions of Nitrogen Oxides.” [http://www.unece.org/env/lrtap/nitr\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/nitr_h1.html)(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. “Protocol concerning the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds.” [http://www.unece.org/env/lrtap/vola\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/vola_h1.html)(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. “Protocol on Further Reduction of Sulphur Emissions.” [http://www.unece.org/env/lrtap/fsulf\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/fsulf_h1.html)(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. “Protocol on Heavy Metals.” [http://www.unece.org/env/lrtap/hm\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/hm_h1.html)(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. “Protocol on Persistent Organic Pollutants(POPs).” [http://www.unece.org/env/lrtap/pops\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/pops_h1.html)(검색일: 2017. 11. 7).
- \_\_\_\_\_. “Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone.” [http://www.unece.org/env/lrtap/multi\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html)(검색일: 2017. 11. 7).
- UN Treaty Collection. Status of Treaties. CLRTAP. [https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg\\_no=XXVII-1&chapter=27&clang=\\_en](https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-1&chapter=27&clang=_en)(검색일: 2017. 11. 7).
- U.S. EPA. Air Pollutant Emissions Trends Data. <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/air-pollutant-emissions-trends-data>(검색일: 2017. 11. 8).
- \_\_\_\_\_. “Clean Air Act.” <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/clean-air-act-text>(검색일: 2017. 8. 25).
- \_\_\_\_\_. “National Environmental Policy Act.” <https://www.epa.gov/nepa/what-national-environmental-policy-act>(검색일: 2017. 8. 25).
- \_\_\_\_\_. <https://www.epa.gov/aboutepa/our-mission-and-what-we-do>(검색일: 2017. 8. 25).
- \_\_\_\_\_. <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>(검색일: 2017. 8. 25).
- \_\_\_\_\_. <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm>

- basics(검색일: 2017. 10. 30).
- \_\_\_\_\_. <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2>(검색일: 2017. 10. 19).
- \_\_\_\_\_. <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics>(검색일: 2017. 10. 2).
- \_\_\_\_\_. 2015. “Particulate Matter Emissions.” [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PCJhJGtgcuoJ:https://cfpub.epa.gov/roe/indicator\\_pdf.cfm%3Fi%3D19&cd=5&hl=ko&ct=clnk&gl=ph](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PCJhJGtgcuoJ:https://cfpub.epa.gov/roe/indicator_pdf.cfm%3Fi%3D19&cd=5&hl=ko&ct=clnk&gl=ph)(검색일: 2017. 11. 1).
- \_\_\_\_\_. 2017. “Our Nation’s Air.” <https://gispub.epa.gov/air/trendsreport/2017>(검색일: 2017. 11. 7).
- U.S. EPA and Mexico SEMARNAT. 2012. “Border 2020 Program: U.S.-Mexico Environmental Program.” <https://www.epa.gov/border2020>(검색일: 2017. 8. 23).
- U.S. Government and Canada Government. 1991. “Agreement Between the Government of the United States of America and the Government of Canada on Air Quality.” <https://www.epa.gov/airmarkets/us-canada-air-quality-agreement>(검색일: 2017. 8. 23).
- U.S. Government and Mexico Government. 1983. “La Paz Agreement (Agreement Between the United States of America and the United Mexican States on Cooperation for the Protection and Improvement of the Environment in the Border Area).” <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/lapazagreement.pdf>(검색일: 2017. 8. 23).
- Utah Department of Environmental Quality. <https://deq.utah.gov/Pollutants/O/ozone/>(검색일: 2017. 10. 20).
- Vasagar, J. 2016. “Toxic haze in Southeast Asia killed 100,000, study says.” *The Financial Times*. (September 19). <https://www.ft.com/content/925a02d4-7e17-11e6-8e50-8ec15fb462f4>(검색일: 2017. 9. 19).

World Development Indicators. <https://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>(검색일: 2017. 11. 27).

World Health Organization. 2003. "Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen dioxide." [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/112199/E79097.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/112199/E79097.pdf) (검색일: 2017. 10. 10).

\_\_\_\_\_. 2016. "Ambient (outdoor) air quality and health." <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>(검색일: 2017. 11. 22).

[인터뷰 자료]

아세안 사무국 관계자 인터뷰(2017. 10. 23, 인도네시아 자카르타).

싱가포르국립대 법과대학 Alan Khee-Jin Tan 교수 인터뷰(2017. 10. 25, 싱가포르).

PM. Haze 및 SIIA 관계자 인터뷰(2017. 10. 25, 싱가포르).

## International Responses to Transboundary Air Pollution and their Implications

MOON Jin-Young, KIM Eunmi, and CHOI Eun Hye

The recent rise of air pollution, represented by an increase in particulate matters, has grown into an important economic, social and diplomatic issue in Korea amidst growing concerns over a significant proportion of domestic air pollutants coming from neighboring countries. Transboundary air pollution, which causes adverse effects in areas under the jurisdiction of other countries, has become a serious matter that requires the joint response of surrounding countries, not the problem of an individual country. The objective of this study is to propose policy implications to cope with the rise of air pollution in Northeast Asia by analyzing policies and cases of international cooperation in the global society.

Policies and regulatory measures introduced by major countries to improve air quality can be summarized as possessing the following characteristics. The European Union (EU), China and the United States (U.S.) have all established and supplemented domestic environmental laws, policies and regulations. In accordance with improved legal and institutional frameworks, they have been taking practical measures including setting national air quality standards, controlling air pollutant emissions and strengthening monitoring systems. As a result, they have achieved a certain level of air pollutant emission reductions, in particular improvements centered on pollutants for which emission ceilings or

standards have been arranged. In the case of China, it has been strengthening its supervision authority, regulatory measures and management standards for severely polluted areas such as Jing-Jin-Ji (Beijing, Tianjin and Hebei province) since 2010. However, emission levels of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> are still in need of improvement, as their annual means exceeded both national and international standards in 2016.

At the international level, bilateral or multilateral cooperative regimes have been established with the aim of solving transboundary air pollution problems. In Europe, North America and Southeast Asia, official agreements concerning air pollution across countries have been concluded, together with the establishment of relevant organizations and monitoring systems under these agreements. The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) in Europe, the U.S.-Canada Air Quality Agreement (AQA) and the U.S.-Mexico La Paz Agreement in North America, as well as the ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution (AATHP) in Southeast Asia, were all signed with the goal of establishing joint response mechanisms for preventing and reducing air pollution in their regions. Above all, these agreements provided important opportunities for member countries to seek solutions based on scientific evidence or data gathered through collaborative research projects, and to strengthen environmental cooperation. Since then, they have been adopting protocols, annexes, roadmaps and others for supplementing insufficient contents within these agreements or resolving new environmental matters.

The CLRTAP, adopted in 1979, has established a multilateral cooperation mechanism in Europe with a total of 51 parties, and is recognized as the most successful case with the largest scale and longest history among the four agreements reviewed. The AATHP in Southeast Asia is an agreement concluded to solve haze pollution caused by fires originating mainly in Indonesia. Both regions share the characteristic that they have been able to effectively utilize their organizations and systems, i.e. the EU and ASEAN, in implementing the agreements. Meanwhile, the

agreements in North America have focused on solving environmental pollution problems in the border areas, including acid rain, and have contributed to the development of U.S.-Canada and U.S.-Mexico bilateral cooperative relationships.

Agreements between Southeast Asian countries on transboundary air pollution have mainly focused on presenting principles and guidelines for addressing haze pollution, as opposed to setting emission ceilings and regulatory standards for main pollutants, which were the focus of agreements in Europe and North America. Therefore, although the AATHP has achieved several accomplishments through cooperation, such as sharing data collection and enhancing joint monitoring systems on certain areas (mainly peatland) and periods (dry season, etc.) that are most affected by haze pollution, it still lacks legally binding measures to limit air pollutant emissions, unlike other agreements. However, the AATHP is meaningful in that it reflects the ASEAN principles regarding respect for national sovereignty and consensus; thus, one solution might be to induce all ASEAN members to take part in the AATHP.

Taking into consideration the cooperative experiences of other regions as described above, our recommendation is to develop multilateral agreements aimed at addressing transboundary air pollution in Northeast Asia. The AATHP's approach in Southeast Asia and the approach of the CLRTAP in Europe encourage the idea that rather than placing regulations on air pollutant emissions, implementing a more realistic multilateral agreement to exchange information and strengthen air quality monitoring networks will induce Northeast Asian countries to participate. It is fundamentally necessary to establish regional environmental regimes for the areas or periods that are most affected by air pollution, and gradually intensify cooperation among member countries, including the adoption of further protocols or annexes in the agreement. It will also be advisable to refer to the AQA and include a clause suggesting that each country promptly notify neighboring countries in the event of policy action or projects that might cause considerable environmental damage, promote

joint research to provide relevant scientific data, and ensure a periodic evaluation of progress in the implementation of the agreement.

Based on the results of the above analysis, we suggest the following measures to reduce air pollution in Northeast Asia. First, we propose that Korea participate directly in the CLRTAP, which may encourage the participation of other Northeast Asian countries and provide the basis for multilateral cooperation in Northeast Asia in the future. Since the grace period for the value of the emission limit may be extended by up to 15 years, this will alleviate the burdens associated with emission regulations, at least in the short term. Under political conflicts like the Terminal High Altitude Area Defense (THAAD) dispute between South Korea and China, it may also be a realistic alternative to attempt to induce China to participate in a multilateral cooperation system under existing successful mechanisms such as the CLRTAP. Second, it is necessary to accumulate more objective data through consultations and the participation of experts in advanced countries and through the European Monitoring Evaluation Program (EMEP). Third, we recommend that governments support the private sector to take the lead in implementing an initiative that responds to transboundary environmental problems. Lastly, Korea, China, and Japan can explore ways to strengthen their cooperation with respect to natural gas. If Korea, China, and Japan, the world's leading importers of liquefied natural gas, jointly seek ways to increase the utilization of natural gas and develop advanced pollution abatement technology, the three countries will be able to help tackle environmental challenges in Northeast Asia.

# KIEP 연구자료 발간자료 목록

## ■ 2017년

- 17-01 Towards Deeper Integration among China, Japan and Korea /  
CHOI Bo-Young and LEE Seo Young
- 17-02 APEC 경제통합 논의와 정책 시사점 / 김상겸
- 17-03 한국의 비관세조치 현황 분석: NTM-HS코드 연계를 중심으로 /  
김종덕 · 최보영 · 조문희 · 정민철
- 17-04 한국과 중국 연변조선족자치주 경제협력과 향후 발전방안 / 임수호  
· 김준영 · 박중상 · 안국산 · 박일봉
- 17-05 중국의 동남아 경제협력과 시사점 / 오윤아 · 신민이 · 김미림
- 17-06 The EU's Investment Court System and the Prospect of a  
New Multilateral Investment Dispute Settlement System /  
LEE Hye Min and YANG Hyoeun
- 17-07 자유무역협정(FTA)의 금융서비스 규정 및 협상동향 연구: 건전성 조치  
조향을 중심으로 / 엄준현
- 17-08 RCEP 역내 생산 · 무역구조 분석과 시사점 / 라미령
- 17-09 13·5 기획 시기 한국의 중국 동북지역 경제협력 과제와 전략 /  
이현태 · 이상훈 · 김준영 · 윤규섭
- 17-10 국제사회의 공유경제 추진현황과 시사점 / 나승권 · 김은미 · 최은혜
- 17-11 국제사회의 장거리이동 대기오염 대응사례와 시사점 / 문진영 · 김은미  
· 최은혜

## ■ 2016년

- 16-01 한국 중소기업의 글로벌 가치사슬 진입전략 및 정책적 시사점 연구 /  
김주권
- 16-02 주유국의 대베트남 진출전략과 시사점 / 곽성일 · 이재호
- 16-03 신흥국 건설시장 진출 관련 국가리스크와 대응 방안 / 엄준현 · 손성현  
· 권가원
- 16-04 Mega FTA 대응전략 연구: TBT 협정을 중심으로 / 유세별
- 16-05 우크라이나 위기 발발 이후 러시아 경제상황 변화와 정책 시사점 /  
박정호 · 강부균

- 16-06 2000년대 이후 중국의 대북투자 추정 / 임수호 · 김준영 · 홍석기
- 16-07 원화 국제화를 위한 국내 제도개선 방안 / 이장영
- 16-08 WTO SPS 분쟁사례 연구 / 강민지
- 16-09 동북아 초국경 인프라 개발과 자원조달-중국 동북지역을 중심으로 / 최장호 · 김준영 · 이보람 · 张慧智 · 朴英爱 · 王箫轲
- 16-10 일본 전자상거래 시장 현황 분석 및 정책 시사점 / 이형근
- 16-11 한국의 비관세조치 현황 분석: 비관세조치 식별 DB구축을 중심으로 / 김종덕 · 최보영 · 엄준현 · 정민철
- 16-12 대북제재로 인한 북·중 접경지역에서의 무역거래관행 변화 분석 / 이정균 · 김준영 · 임소정 · 안국산 · 미무라 미쓰히로
- 16-13 중국 지역별 창업 생태계 분석 및 시사점: 청두, 우한을 중심으로 / 오종혁 · 박진희 · 김홍원

■ 2015년

- 15-01 중국의 내수용 수입구조 변화와 한국의 대응 / 정지현 · 김부용
- 15-02 북한 경제개혁의 재평가와 전망: 선군경제노선과의 연관성을 중심으로 / 임수호 · 최유정 · 홍석기
- 15-03 The Effect of Changes in the U.S. Monetary Policy on China's Capital Market Stability and Trade between China and Korea / Gang Jianhua, Qian Zongxin, Zhang Chao and Zhang Jiarui

■ 2014년

- 14-01 중국 서부지역 IT제조 클러스터 분석 및 시사점: 충칭(重慶)시, 청두(成都)시, 시안(西安)시를 중심으로 / 오종혁 · 박현정
- 14-02 통상협상에서 Mode 4 논의 동향 및 대응방향 / 강준구
- 14-03 주요 기간산업 관련 WTO 보조금 분쟁 연구 / 이호영 · 엄준현
- 14-04 중국의 지식산업화 분석과 시사점: 대학과 중국과학원의 특허 라이선싱을 중심으로 / 박현정 · 이효진
- 14-05 개성공단의 국제경쟁력 강화방안 연구 / 나승권 · 홍이경
- 14-06 북극이사회의 정책동향과 시사점 / 문진영 · 김윤옥 · 서현교
- 14-07 미국 하원의 통상정책 결정요인과 시사점 / 고희채 · 최호락



---

### 문진영(文鎭永)

고려대학교 농업경제학과 학사·석사  
미국 University of Minnesota 응용경제학 박사  
대외경제정책연구원 아시아태평양본부 전략연구팀장  
(現, E-Mail: jymoon@kiep.go.kr)

#### 저서 및 논문

『국제사회의 재생에너지 사업자금 조달 현황과 시사점』 (공저, 2015)  
『신기후체제하에서의 국제 탄소시장 활용방안』 (공저, 2016) 외

---

### 김은미(金恩美)

고려대학교 국제대학원 국제학 석사  
대외경제정책연구원 아시아태평양본부 전략연구팀 연구원  
(現, E-mail: emkim@kiep.go.kr)

#### 저서 및 논문

『마라케쉬 당사국총회(COP22)의 기후재원 논의와 시사점』 KIEP 오늘의 세계경제  
16-37 (공저, 2016)  
『미국 트럼프 정부의 에너지·환경 정책과 시사점』 KIEP 오늘의 세계경제 17-03  
(공저, 2017) 외

---

### 최은혜(崔恩惠)

KDI국제정책대학원 정책학 석사  
대외경제정책연구원 아시아태평양본부 전략연구팀 연구원  
(現, E-Mail: ehchoi@kiep.go.kr)

#### 저서 및 논문

『The Effects of Transportation Network companies on Traffic Congestion』



## KIEP 발간자료회원제 안내

- 본 연구원에서는 본원의 연구성과에 관심있는 전문가, 기업 및 일반에 보다 개방적이고 효율적으로 연구 내용을 전달하기 위하여 「발간자료회원제」를 실시하고 있습니다.
- 발간자료회원으로 가입하시면 본 연구원에서 발간하는 모든 보고서를 대폭 할인된 가격으로 신속하게 구입하실 수 있습니다.
- 회원 종류 및 연회비

회원종류	배포자료	연간회비		
		기관회원	개인회원	연구자회원*
S	외부배포 발간물 일체	30만원	20만원	10만원
		8만원		4만원
A	East Asian Economic Review			

\* 연구자 회원: 교수, 연구원, 학생, 전문가풀 회원

### ■ 가입방법

우편 또는 FAX 이용하여 가입신청서 송부 (수시접수)  
 30147 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 경제정책동  
 대외경제정책연구원 지식정보실 학술출판팀  
 연회비 납부 문의전화: 044) 414-1179 FAX: 044) 414-1144  
 E-mail: sklee@kiep.go.kr

### ■ 회원특전 및 유효기간

- S기관회원의 특전: 본 연구원 해외사무소(美 KEI) 발간자료 등 제공
- 자료가 출판되는 즉시 우편으로 회원에게 보급됩니다.
- 모든 회원은 회원가입기간 동안 가격인상에 관계없이 신청하신 종류의 자료를 받아보실 수 있습니다.
- 본 연구원이 주최하는 국제세미나 및 정책토론회에 무료로 참여하실 수 있습니다.
- 연회원기간은 加入月로부터 다음해 加入月까지입니다.

## KIEP 발간자료회원제 가입신청서

기관명 (성명)	(한글)	(한문)
	(영문: 약호 포함)	
대표자		
발간물 수령주소	우편번호	
담당자 연락처	전화 FAX	E-mail :
회원소개 (간략히)		
사업자 등록번호	종목	

회원분류 (해당년에 ✓ 표시를 하여 주십시오)

기 관 회 원 <input type="checkbox"/>	S 발간물일체	A 계간지
개 인 회 원 <input type="checkbox"/>		
연 구 자 회 원 <input type="checkbox"/>		

\* 회원번호

\* 갱신통보사항

(\* 는 기재하지 마십시오)

특기사항



# International Responses to Transboundary Air Pollution and their Implications

MOON Jin-Young, KIM Eunmi, and CHOI Eun Hye

최근 국내 대기오염 물질의 상당 부분이 이웃 국가로부터 유입되는 것으로 알려지면서 미세먼지를 비롯한 대기오염 문제가 중요한 경제, 사회, 외교적 이슈로 부각되고 있다. 이에 본 연구에서는 주요국의 대기오염 대응 정책과 국제협력 사례를 분석함으로써 우리나라와 동북아 주변국과의 협력을 위한 정책적 시사점을 도출하고자 하였다. 특히 유럽, 북미 및 동남아 지역이 장거리이동 대기오염 문제 해결을 위해 채택한 협약들을 심층 분석하고, 그동안의 성과와 의미를 고찰하였다. 분석 결과를 토대로 향후 동북아 대기오염 저감을 위한 국제협력 방안으로 장거리월경성대기오염협약(CLR TAP)에의 적극적 참여 및 활용, 대기오염에 대한 동북아 차원의 공동된 지식기반 도출, 대기오염 감축을 위한 민간차원의 노력 지원, 천연가스를 활용한 한·중·일 3국의 협력 강화를 추진할 것을 제안하였다.



ISBN 978-89-322-2446-6  
978-89-322-2064-2(세트)

정가 7,000원