

| 사업보고서 | 2013-06-03 |

# 동북아 지역의 대기관리를 위한 국제협력 기획연구

심창섭 | 서지현 | 노태호

## 연구진

연구책임자      심창섭 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)  
참여연구원      노태호 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)  
                         서지현 (한국환경정책·평가연구원 연구원)

## 산학연정 연구자문위원

이영수 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)  
공성용 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)  
강택구 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)  
박경진 (기상청 대기물리과 사무관)  
우정헌 (건국대학교 신기술융합학과 교수)  
김순태 (아주대학교 환경공학과 교수)

© 2013 한국환경정책·평가연구원

---

**발행인**    이병욱

**발행처**    한국환경정책·평가연구원  
              서울특별시 은평구 진흥로 215 (우편번호) 122-706  
              전화 02)380-7777    팩스 02)380-7799  
              <http://www.kei.re.kr>

**인쇄**      2013년 12월 26일

**발행**      2013년 12월 31일

**출판등록** 제17-254호

**ISBN**      978-89-8464-788-6 93530

---

# 서 언

현재 국내의 대기질 현황은 초미세먼지, 오존 및 오존 전구물질 등으로 인해 대기 오염 정도가 세계 다른 지역에 비해 상대적으로 심각한 수준입니다. 특히 대기오염원의 이동경로에 위치한 한국과 일본은 급증하는 중국의 대기오염원 배출과 황사 등의 영향으로 자국의 지속적인 대기오염 감축 노력에도 불구하고 미세먼지 및 오존의 농도가 증가하는 딜레마를 갖고 있습니다. 이런 상황에서 대기질 관리를 위한 동아시아 국가들의 협력은 가장 시급하고도 우선적인 동아시아 지역의 현안이라고 할 수 있습니다. 대기분야의 환경협력은 그 역사가 짧지 않지만, 시기적으로 급변하는 배출 현황과 이에 따른 정책방향의 목적과 수요에 따라 다양한 국제 환경 협력체가 발생하였으나, 그 성과가 실질적 협약에 근거한 이행으로 발전하지 못하였습니다. 현재 더욱 악화된 대기문제를 해결하기 위해서는 일반화된 과학적 근거를 도출할 수 있고, 이를 정책에 반영할 수 있는 보다 상위개념의, 포괄적인 협력 체계로의 발전이 시급하다고 할 수 있습니다. 본 연구는 이와 관련된 국제협력의 현황을 점검하고 실효적으로 가능한 동아시아의 대기분야 국제협력의 방향을 제시하고 있습니다. 이를 통해 국가차원의 동아시아 대기협력 체계의 활성화에 기여할 수 있기를 희망하며 이 연구를 위해 도움을 주신 국내외 전문가들께 감사의 말씀을 드립니다.

2013년 12월

한국환경정책·평가연구원

원장 이 병 욱



## 국문 요약

현재 동아시아는 세계에서 온실가스 및 대기오염 물질 배출이 가장 많으며 이에 따른 건강 및 사회경제적 손실이 매우 심각해지고 있어 대기관리를 위한 실효적인 국제협력이 가장 시급한 실정이다. 그러나 과거의 과학적 연구를 위한 일련의 공동연구 및 대기관리를 위한 국제협력 프로그램은 지역, 주제별로 산발적으로 생성되었으며 이로 인하여 동아시아 지역의 국제협력은 포괄적이고 정책적 효과를 거둘 수 있는 체제로 발전하지 못하였다. 또한 대기오염의 메커니즘을 규명하고 일반화할 수 있는 과학적 역량이 뒷받침되지 못한 것도 정책적 협의를 이끌어 낼 수 없었던 원인 중 하나였다. 이에 본 연구는 기존 국제협력의 특성을 유지하면서도 동아시아 환경협력이라는 보다 포괄적인 틀 속에서 각국 정상 간의 정치적 합의를 통한 보다 포괄적이고 강력한 대기분야의 국제협력 플랫폼이 필요한 것으로 판단된다. 이런 새로운 틀은 각국 정상에서부터 장관, 실무자급으로 내려오는 소통 시스템을 유기적으로 연결하며, 과학적, 정책적 협의와 역량강화 및 지식공유를 원활하게 할 수 있는 효과적인 운영조직이 매우 중요하다. 이러한 격상된 조직은 상설화와 함께 조직체계를 뒷받침할 각국 정부와 더불어 UN 차원 등의 다양한 국제기구의 참여와 지원을 이끌어내고, 국제기구 차원의 재정지원을 통해 국제협력의 틀을 안정적으로 유지할 수 있도록 만들 필요성이 있다. 무엇보다도 동아시아 지역의 대기관리에 대한 정책적 협의 도출을 위해서는 복잡한 대기오염-기후변화를 연결하는 다양한 주제에 관한 과학적 연구를 활성화하고 이에 대한 일반적 결론을 도출, 당사국의 공감대를 형성하는 것이 매우 중요하며 이를 위한 정책적, 전문가적 참여와 의사소통이 가장 시급하다. 이를 위한 각국의 지속적인 인내가 요구되며 이런 국제협력 틀을 성공적으로 운영할 수 있는 메커니즘이 필요하다고 판단된다.

주제어: 대기환경관리, 국제협력, 동아시아



# | 차례 |

<b>제1장 · 서론</b> .....	1
1. 연구의 배경 및 목적 .....	1
2. 동아시아 지역의 대기질 현황 .....	2
가. 중국 .....	2
나. 일본 .....	7
다. 한국 .....	8
<b>제2장 · 동북아 대기환경 전망 및 관련정책</b> .....	14
1. 동북아 대기환경 전망 .....	14
가. 동북아 에너지 수요 전망 .....	14
나. 동북아 대기오염물질 배출 전망 .....	14
2. 현재 각국의 대기관리 분야 계획 .....	17
가. 중국 .....	17
나. 일본 .....	20
다. 한국 .....	21
<b>제3장 · 동북아 대기관리를 위한 국제협력 현황</b> .....	23
1. 대기정책 및 관리 분야 협력 .....	23
가. NEASPEC .....	24
나. TEMM .....	26
다. EANET .....	27
라. LTP .....	28
마. NEAC .....	30

3. 대기질 과학 분야 연구 협력 .....	32
가. CAREBELJING .....	32
나. IMPACT .....	34
다. PRIDE-PRD .....	35
<b>제4장 · 동북아 대기관리를 위한 국제협력 방안 .....</b>	<b>38</b>
1. 동북아 대기관리를 위한 국제협력의 문제점 .....	38
가. 대기오염의 포괄적, 복합적 역학관계의 과학적 규명 부족 .....	38
나. 협의체의 혼재와 비상설성 문제 .....	39
2. 동북아 대기관리를 위한 국제협력 발전방안 .....	41
가. 국제협력 기구의 격상과 통합, 상설화를 위한 당사국들의 일관된 노력 .....	41
나. 국제기구와의 연계와 다양한 당사자의 참여 .....	42
다. 동아시아의 대기오염과 그 영향에 대한 과학적 원인규명 필요 .....	43
라. 관련 자료의 공유 및 연구결과의 확산을 위한 지식공유 시스템 활용 .....	46
<b>제5장 · 요약 및 결론 .....</b>	<b>49</b>
<b>참고 문헌 .....</b>	<b>53</b>
<b>부록 .....</b>	<b>57</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>83</b>

## | 표 차례 |

〈표 2-1〉 한·중·일 에너지 수요 전망 .....	14
〈표 2-2〉 2000년 및 REF 시나리오 2010~2020년 아시아 지역별 대기오염물질 배출량 요약 .....	16
〈표 3-1〉 동아시아 대기오염 협력 프레임워크 비교 .....	24
〈표 3-2〉 TEMM 목적 및 주요 활동 .....	26
〈표 3-3〉 LTP와 EMEP 협력 프로그램의 비교 .....	30
〈표 3-4〉 2006~2008년 기간 각 캠페인의 목적 .....	33
〈표 4-1〉 동북아시아와 유럽의 대기협력 이슈 .....	40
〈표 4-2〉 환경협력메커니즘에서 기대되는 목표와 원칙 .....	42

## | 그림 차례 |

〈그림 1-1〉 중국 2000~2012년 기간 SO <sub>2</sub> 배출 추이 .....	3
〈그림 1-2〉 중국 NO <sub>x</sub> 배출량과 총 에너지소비량 추이 .....	4
〈그림 1-3〉 중국 NO <sub>x</sub> 배출원별 기여도 .....	4
〈그림 1-4〉 2013년 상반기 중국 주요 3개 지역의 PM <sub>2.5</sub> 농도 .....	5
〈그림 1-5〉 중국 경진기, 창강삼각주, 주강삼각주 위치 .....	6
〈그림 1-6〉 일본의 1985년 이후 NO <sub>x</sub> , O <sub>x</sub> , NHCH의 농도변화 .....	8
〈그림 1-7〉 서울 아황산가스 및 일산화탄소 농도 변화 추이 .....	9
〈그림 1-8〉 서울 이산화질소 및 오존 농도 변화 추이 .....	10
〈그림 1-9〉 서울 연별 오존주의보 발령횟수 .....	11
〈그림 1-10〉 서울 연평균 PM <sub>10</sub> 농도 .....	12
〈그림 1-11〉 자동차 등록대수 변화와 PM <sub>10</sub> 농도 변화와의 관계 .....	13
〈그림 2-1〉 2000~2020년 아시아 지역별 대기오염물질 배출량 비교 .....	15
〈그림 3-1〉 CAREBEIJING의 연구 요소 .....	33
〈그림 3-2〉 IMPACT 메가시티 대기질 연구 시스템 모식도 .....	35
〈그림 3-3〉 PRD 지역 .....	36
〈그림 3-4〉 2004, 2006년 PRIDE-PRD 캠페인 개요 .....	37
〈그림 4-1〉 LRTAP 예테보리 의정서의 MPME 접근법의 개념 .....	45
〈그림 4-2〉 새롭게 제안한 포괄적이고 격상된 동아시아 대기환경 협력 프로그램 도식 .....	47

# | 제1장 · 서론 |

## 1. 연구의 배경 및 목적

오늘날 아시아의 인위적 대기오염물질 배출은 유럽과 북아메리카 지역의 수준을 넘어섰고, 미래에도 계속해서 증가할 것으로 예측된다(Akimoto, 2003). 2005년을 기준으로 오존의 주요 전구물질인 NO<sub>x</sub>의 배출량 중, 동아시아 지역이 차지하는 비율은 약 25%로 유럽과 미국을 추월하였다(HTAP, 2010). 또한 2007년에는 대표적인 온실가스인 이산화탄소의 배출량에서 중국이 미국을 추월하는 등, 동아시아는 온실가스 및 대기오염 배출량이 세계에서 가장 심각한 지역이 되었다(CDIAC, 2009). 미국과 유럽에서는 1990년대 이후 NO<sub>x</sub> 등 오존 전구물질에 대한 꾸준한 감축이 성공하면서 지속적으로 그 배출량이 감소하고 있는 반면, 동아시아 지역에서의 NO<sub>x</sub> 배출은 1990년 이후 약 2배 이상으로 급증하였다(Streets et al., 2003; Richter et al., 2005에서 재인용). 이런 대기오염 물질의 증가에 따라서 동아시아 지역의 오존농도는 지속적으로 상승하고 있으며, 2차오염에 의한 초미세먼지의 농도가 심각한 수준으로, 상시로 대기 중 환경기준치를 초과하는 등 동아시아 전역에 큰 위협으로 다가오고 있다.

이러한 대기오염의 배출과 대기질의 악화는 국경을 초월하여 발생하고 있기 때문에 오래전부터 국제적인 이슈로 취급되고 있으며, 대기오염의 배출과 그 영향에 대한 메커니즘을 파악하고 관리하기 위한 국제협력의 중요성이 크다고 할 수 있다. 한국환경정책·평가연구원은 그동안 아시아 대기관리 분야의 국제협력을 위한 꾸준한 연구 활동을 지속하여 왔다. 특히, 2010년 본원에서 글로벌 전략센터가 설립되면서 증가하는 국제협력에 대한 수요를 충족하고 국제사회의 환경 분야 국제협력 이슈를 선점하고 공동연구 및 협력 사업을 발전시키기 위한 노력을 지속적으로 추진하고 있다. 본 과제는 2013년 글로벌 전략센터의 일반사업인“동아시아 개도국 녹색성장 전략 개발 및 보급”의 세부과제로서 동아시아 지역 대기관리 분야의 국제협력을 발전시키고 공동연구 주제를 발굴할 목적으로 추진하게 되었다. 본 연구를 통해서 본 기관을 포함한 국내에서 대기환경 분야

의 국제공조 활성화를 위한 아이디어를 모색하고, 장기적으로 활성화할 필요성이 있는 연구주제를 조사하고 제안하였다. 본 연구에서는 한·중·일의 국제협력 전문가들과의 교류를 통해 관련 정보를 입수하였고, 한·중·일 중심의 대기질 현황과 향후 배출전망을 살펴보았으며, 그동안 아시아 지역에서 수행되었던 공동 연구 및 대기협력 프로그램을 정리하여 그 성과와 한계를 관찰하였다.

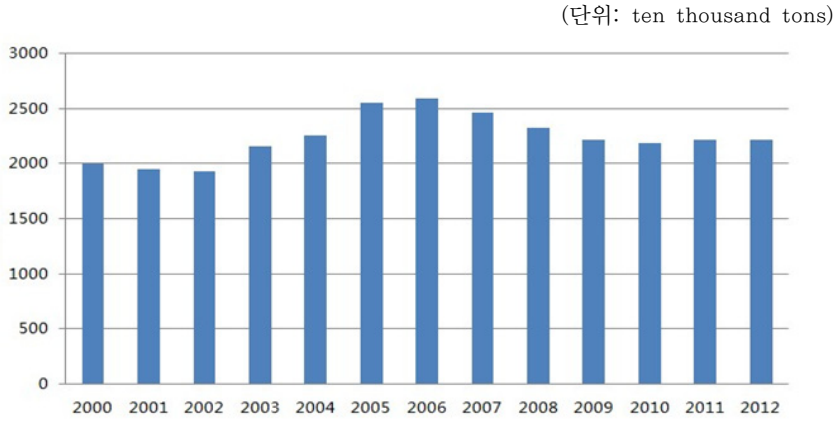
## 2. 동아시아 지역의 대기질 현황

### 가. 중국

중국은 여전히 석탄을 주요 에너지원으로 사용하고 있고, 자동차 배기가스 문제가 매년 심각해지고 있다. 이로 인한 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> 배출량도 세계에서 가장 높은 수준을 나타내고 있다. 특히 도시의 경우 자동차 매연이 매우 심각하여 SO<sub>2</sub>의 기준치를 계속 넘어서고 있다. 미세먼지와 NO<sub>2</sub>도 매우 심각한 상태이다. 또한 주장삼각주 지역의 스모그 현상도 매우 심각해지고 있다(Wang, 2013)(그림 1-5 참조).

〈그림 1-1〉은 2000~2012년 기간 중국의 SO<sub>2</sub> 배출현황이다. 2000~2005년까지 지속적인 증가를 나타내다가 2006년부터 소폭으로 감소경향을 나타내기 시작하였는데, 이는 제11차 5개년 계획기간동안(2005~2010년) 배출총량규제를 시행하였기 때문으로 판단된다(Wang, 2013).

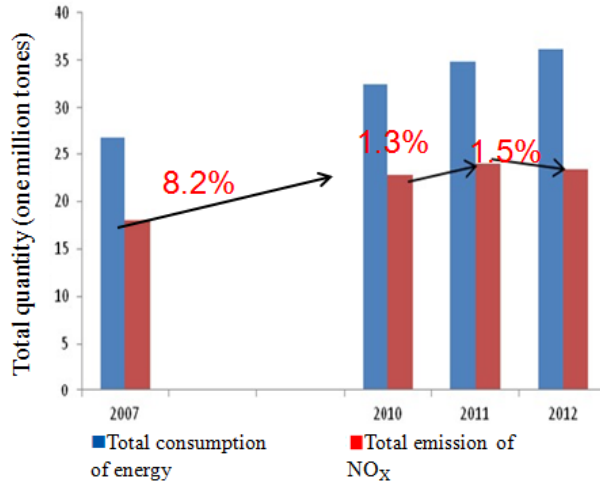
2011년 기준 SO<sub>2</sub> 배출량을 부문별로 나누어 보면 산업부문에서 1천 9백만 톤이 배출되어 총 배출량의 90.3%를 차지하며 가장 주요한 배출원으로 나타났다(Wang, 2013).



자료: Wang(2013, p.3).

〈그림 1-1〉 중국 2000~2012년 기간 SO<sub>2</sub> 배출 추이

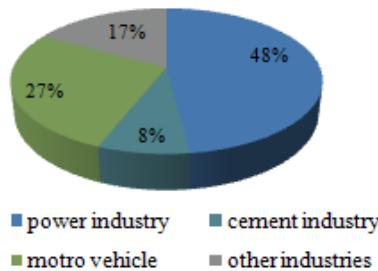
〈그림 1-2〉는 2007~2012년 기간 중국의 NO<sub>x</sub> 배출량을 나타낸 것이다. 2007~2010년 기간 NO<sub>x</sub> 배출량 증가율은 8.2%로 나타났다. 2010년 이후 에너지 소비 증가율의 감소와 배출량 저감 정책의 영향으로 NO<sub>x</sub> 배출량이 감소하는 것으로 나타났다(Wang, 2013). 2008년 이후 소폭의 감소세는 국제 경기하락에 따른 온실가스 배출 증가율의 감소와도 같은 맥락을 하고 있기 때문에(CDIAC, 2009) 정책적 성공이라고 단정하기에는 논란의 여지가 있을 수 있다.



자료: Wang(2013, p.6).

〈그림 1-2〉 중국 NO<sub>x</sub> 배출량과 총 에너지소비량 추이

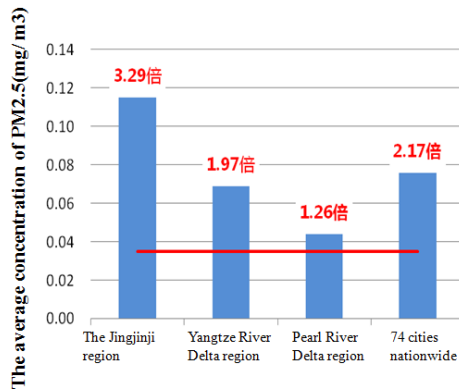
NO<sub>x</sub> 배출의 주요 섹터는 전력 산업, 자동차, 시멘트 산업으로 전력산업에서의 배출량은 전체 배출량의 48%로 가장 크게 나타나고, 자동차로 인한 배출량은 전체 배출량의 27%, 시멘트 산업은 8%를 차지하는 것으로 나타났다(그림 1-3 참조)(Wang, 2013).



자료: Wang(2013, p.8).

〈그림 1-3〉 중국 NO<sub>x</sub> 배출원별 기여도

〈그림 1-4〉는 2013년 상반기 경진기, 창각삼각주, 주강삼각주 3개 지역의 일평균 PM2.5 농도를 나타낸 것이다. 각 지역의 농도를 WHO 기준( $37.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ )과 비교해 보았을 때 경진기 지역은 3.29배, 창각삼각주 지역은 1.97배, 주강삼각주 지역은 1.26배로 나타났다. 중국 대기기준( $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ )을 만족하는 지역은 창각삼각주, 주강삼각주 지역으로 나타났다(Wang, 2013)(그림 1-5 참조).



자료: Wang(2013, p.12).

〈그림 1-4〉 2013년 상반기 중국 주요 3개 지역의 PM2.5 농도

그러나 이런 장기적 평균 농도의 초과보다도 24시간 기준 등에 의한 일시적 오염 현상을 면밀히 관찰하고 감시하는 것이 매우 중요하다. 단기적인 초고농도에 의한 피해가 일시적 건강영향에는 더욱 치명적이기 때문이다.



자료: 외교부(2013) 홈페이지 그림 재이용.

〈그림 1-5〉 중국 경진기, 창강삼각주, 주강삼각주 위치

앞서 살펴본 이러한 중국 대기질의 원인은 크게 5가지로 나누어 설명할 수 있다.

첫째, 빠른 경제성장과 도시화이다. 중국의 GDP 성장속도가 개혁개방이후 빠르게 증가하고 있다. 21세기에 중국 경제가 빠르게 성장하면서 국민경제성장률이 8%대를 유지하고 있으며, 이로 인한 도시화 또한 급격히 진행되고 있다. 1982년 중국의 도시 인구는 전체 인구의 20%를 차지했지만, 2012년에는 50%를 상회하게 되었다. 또한 2000~2010년 기간 중국의 에너지 소모량이 2000년 기준 120%가 증가하였다(Wang, 2013).

둘째, 중국 내의 복잡한 환경문제들은 대기오염의 방지와 제어를 더욱 어렵게 한다. 중국정부는 환경문제를 해결하기 위해 많은 노력을 하고 있다. 중국의 대기오염 원인은 매우 다양하다. 지역 간 오염물질도 매우 복잡다단하며 각 지역 간 경제성장과 에너지 구조의 차이가 크고 이로 인한 환경문제도 다르게 나타나고 있다. 이에 중국정부는 문제 해결을 위해 1차 오염물질 발생을 방지하고, 2차 오염물질도 함께 방지하기 위해 노력하

고 있다(Wang, 2013).

셋째, 중국은 여전히 중공업위주의 산업구조를 가지고 있다. 2차 산업의 국민경제 기여율이 50% 정도 되며, 이 중 중공업의 비율은 40% 정도이다(Wang, 2013). 넷째, 석탄을 주요 에너지원으로 하는 구조 또한 대기오염의 방지와 제어를 어렵게 한다. 세계 선진국 에너지 구조와 비교했을 때 중국의 에너지 구조에서 석탄의 비중은 매우 크며 대기질 개선을 위해서는 그 구조의 변화가 필요하다. 현재 1차 에너지 산업에서 석탄이 차지하는 비중은 70%로 나타나고 있다(Wang, 2013).

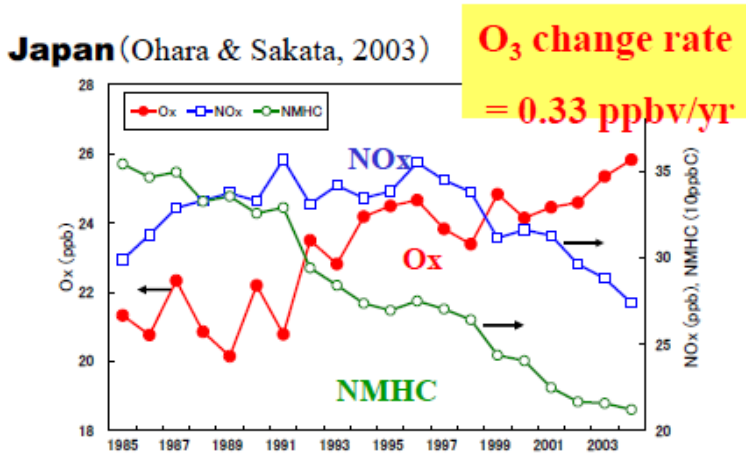
마지막으로 자동차 대수의 빠른 증가는 또 다른 도시 대기오염의 심각한 원인이다. 자동차로 인한 배기가스의 증가와 미세먼지 발생이 가능하다. 2012년 기준 연 자동차 생산과 소비가 각각 19,727,000대와 19,306,000대로 4년 연속 세계 1위를 나타내고 있다. 자동차 보유대수의 증가는 배기량의 증가로 이어지고 도로 정비 등으로 인한 미세먼지 발생의 원인으로 나타나고 있다. 그리고 이로 인한 스모그 현상도 지속적으로 나타나고 있는 실정이다(Wang, 2013).

## 나. 일본

동아시아에서 가장 먼저 산업화를 이룬 일본은 가장 선제적인 대기오염 저감정책을 실시하여 1980년부터 주요 배출원을 감소시키고 있다. 일본 역시 도시화 및 경제규모의 성장에 따른 배출량 저감에 어려운 요소가 있지만, 1980년대 이후 탄소화합물(NMHC)과 2000년 이후 질산화물(NO<sub>x</sub>)의 감축에 성공하고 있다(Ohara and Sakata, 2003). 그러나 이러한 주요 오존 전구물질 감축에도 불구하고 일본에서의 오존 농도는 지속적으로 증가하고 있다. Ohara and Sakata(2003)의 연구에 의하면 일본에서의 오존 농도는 매년 평균 약 0.33ppbv가 증가하는 것으로 나타났으며, 오존 증가의 원인으로는 대도시 권역의 자동차 등에 의한 NO<sub>x</sub>뿐만 아니라 장거리 수송에 의한 영향도 중요한 요소로 작용하고 있는 것으로 나타나고 있다(그림 1-6 참조)(Nagashima et al., 2010).

IEA(International Energy Agency)(2012)에 의하면 일본은 다른 아시아 국가와

달리 2010년에서 2030년 사이에 총 에너지 수요가 594Mtoe(million ton equivalent of carbon)에서 552Mtoe으로 약 7%로 감소할 것으로 예상되고 있다. 이는 약 50% 이상 증가가 예상되는 중국과는 큰 차이를 보이고 있다. 그러나 일본 역시 중국 등 장거리 이동에 의한 오존 및 PM2.5 등이 미치는 영향에 대한 관심사가 더욱 커지고 있으며, 상시적인 감시와 예보 등을 통해 대기질을 관리하고 있다.



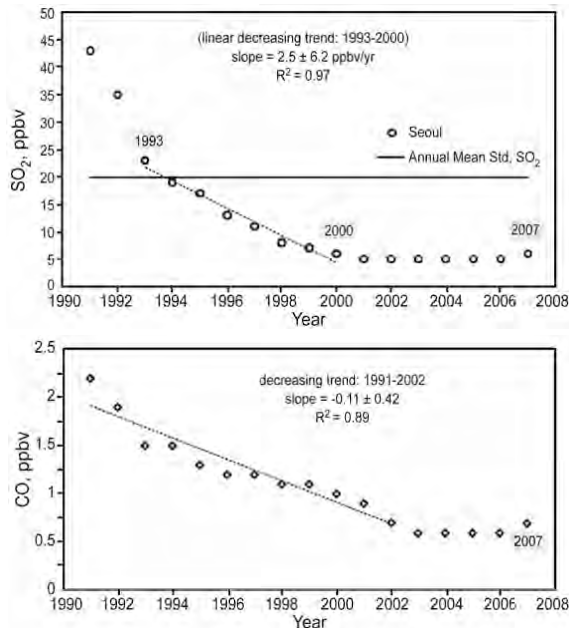
자료: Ohara and Sakata(2003, p.51).

〈그림 1-6〉 일본의 1985년 이후 NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, NHCH의 농도변화

#### 다. 한국

우리나라는 1970~1980년대에 걸쳐 경제개발로 인하여 고농도의 PM10, SO<sub>2</sub>, CO가 나타났다. 이후 산업 및 교통 분야에서 청정에너지 보급, 배출규제 강화 등의 노력으로 주요 도시에서의 SO<sub>2</sub>와 CO 배출량이 현저하게 감소하였다(WMO/IGAC, 2012). 이와 달리 NO<sub>2</sub>, PM10, O<sub>3</sub> 등 2차 대기오염물질은 경유차를 포함한 자동차 배출가스 증가로 악화 추세에 있다(경기도보건환경연구원, 2013). 또한 장거리 수송 등의 영향으로 주기적인 황사와 고농도 미세먼지로 인한 대기오염문제가 야기되고 있다.

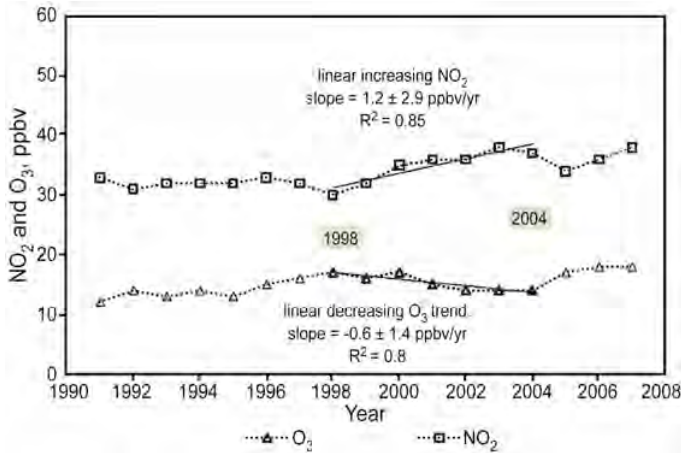
우리나라 대기오염농도를 선진국과 비교해 보면 선진국 평균에 비해 최대 4배 이상 높고, 2002년 기준 도로교통부문에서 총 PM10 배출량의 77%를 차지하는 것으로 나타났다(WMO/IGAC, 2012). 서울의 대기오염 현황과 추세를 보면 SO<sub>2</sub>의 경우 1991~1993년에 걸쳐 20ppbv로 감소하였고, 1993~2000년 동안 2.5ppbv로 감소하였다. 그리고 CO의 경우 1991~2002년 기간 매년 0.11ppbv씩 감소하는 경향을 나타내었다(WMO/IGAC, 2012). 과거 대기질 개선을 위해 저황유 공급, 청정연료사용 의무화, 자동차 배출허용 기준 강화 등의 정책을 추진한 결과로 판단된다(그림 1-7 참조). 2000~2010년 기간은 SO<sub>2</sub>와 CO가 각각 약 0.005ppm, 0.5ppm 정도로 낮은 농도를 일정하게 나타내고 있다(환경부, 2011).



자료: WMO/IGAC(2012, p.115).

〈그림 1-7〉 서울 아황산가스 및 일산화탄소 농도 변화 추이

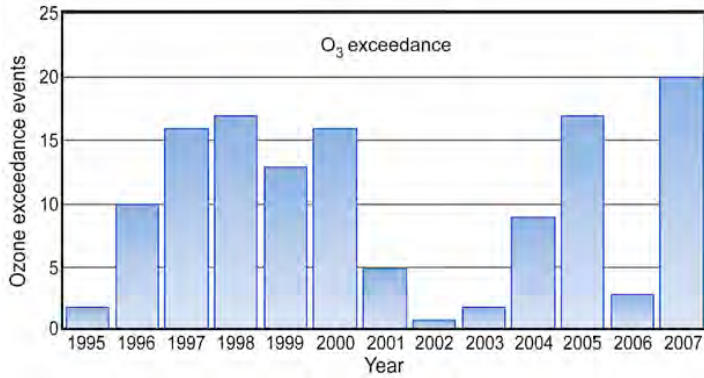
그러나 질산화물(NO<sub>x</sub>) 및 오존 등은 큰 개선이 이뤄지지 않고 있다. <그림 1-8>은 서울의 1990~2008년 기간의 NO<sub>2</sub>와 O<sub>3</sub>의 농도변화추이를 나타낸 그림이다. NO<sub>2</sub>는 1992~1994년 동안 오염도의 변화는 거의 없었으나, 1995~2010년 동안 전반적으로 농도가 증가하다가 이후 감소하고 다시 증가하는 등락을 반복하는 형태를 보이고 있다 (환경부, 2011). 오존은 2차 대기오염물질로 오존주의보는 대기 중 오존의 시간평균농도가 0.12ppm 이상일 때 발령된다. 1998~2004년 기간 동안 연평균 0.57ppbv 감소하는 것으로 나타났지만 NO<sub>2</sub>와 같이 농도의 증가와 감소를 반복하고 있다.



자료: WMO/IGAC(2012, p.115).

<그림 1-8> 서울 이산화질소 및 오존 농도 변화 추이

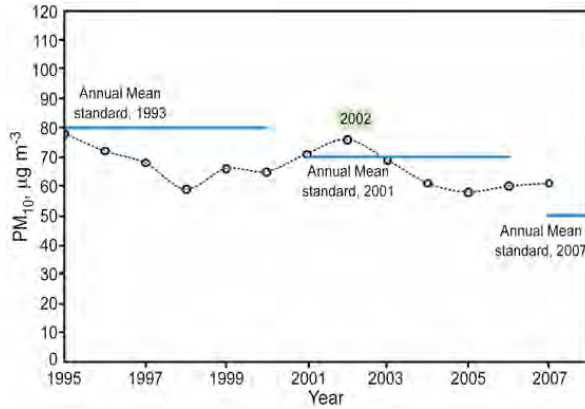
서울의 2001년 대비 2007년 오존주의보 발령횟수는 약 17회 증가한 것으로 나타났다 (그림 1-9 참조). 그리고 전국 기준으로 2001년 대비 2011년 오존주의보 발령횟수는 4회 증가하였다(환경부, 2013a). 이러한 오존은 장거리 이동의 특성과 복잡한 화학적 생성메커니즘의 영향으로 동아시아 지역에서 전반적인 증가세를 보이고 있으며, 국내에서의 오존 농도도 향후 증가할 것으로 전망된다(Ohara, Yamaji and Uno, 2007; Gauss et al., 2007).



자료: WMO/IGAC(2012, p.116).

〈그림 1-9〉 서울 연별 오존주의보 발령횟수

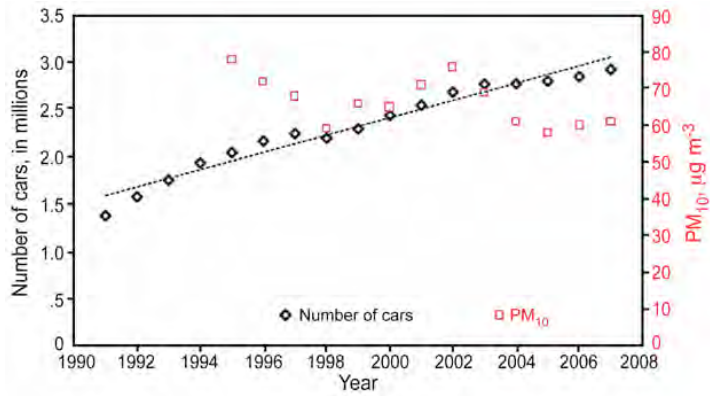
〈그림 1-10〉은 서울의 연평균 PM10 농도를 나타낸 것이다. PM10의 경우 1993년 연평균기준 설정 이후 일련의 규제를 시행하였고, 1993년  $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었던 농도가 2001년  $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2007년  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 감소하였다. 그러나 2001~2002년, 2007년에는 연평균 기준을 미달성하였다. 특히 2002년에는 매우 강한 황사로 인해 1995년과 유사한 농도가 나타났다(WMO/IGAC, 2012). 비록 2007년 연평균 기준을 미달성하였지만 2004~2010년 기간 농도가 점차적으로 감소하여 2010년 기준 약  $49\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 감소를 나타내었다(환경부, 2011).



자료: WMO/IGAC(2012, p.116).

〈그림 1-10〉 서울 연평균 PM10 농도

앞서 살펴본 대기오염물질 농도 변화추이에서 확실한 개선이 나타나지 않는 2차 대기 오염물질 배출의 주요원인을 살펴보았다. 대기오염물질 배출량을 연소부문, 생산 공정, 이동오염부문 등 8개 부문으로 구분하여 산정한 결과 PM10의 배출기여가 가장 높은 것은 제조업(65.1%)으로 나타났다. 제조업 연소의 기여율이 높은 것은 수입무연탄 사용 증가에 의한 것으로 나타났다. NO<sub>x</sub>의 배출기여가 가장 높은 것은 도로이동오염원(36%)으로 나타났으며, 이는 차량의 배출기준 강화 등의 저감 정책 등에도 불구하고 자동차 등록대수와 에너지 사용량의 지속적인 증가로 인한 것이다(WMO/ICAG, 2012)(그림 1-11 참조).



자료: WMO/IGAC(2012, p.117).

〈그림 1-11〉 자동차 등록대수 변화와 PM10 농도 변화와의 관계

## | 제2장 · 동북아 대기환경 전망 및 관련정책 |

### 1. 동북아 대기환경 전망

#### 가. 동북아 에너지 수요 전망

동북아 대기환경 전망을 살펴보기 위해 에너지 수요 전망을 살펴보았다. <표 2-1>의 일본의 경우는 2010~2035년 동안 연평균 증가율이 -0.3%로 나타나 향후 에너지 수요가 감소할 것으로 예측되었고, 중국의 경우는 이와 반대로 같은 기간 연평균 증가율이 2.7%로 나타나 비교적 큰 증가를 나타낼 것으로 예측되었다. 한국의 경우 또한 2010~2030년 동안 연평균 증가율이 1.1%로 나타나 중국과 같이 향후 에너지 수요가 증가할 것으로 나타났다.

〈표 2-1〉 한·중·일 에너지 수요 전망

(단위: Mtoe)

	2010	2015	2020	2025	2030
일본 <sup>1)</sup>	594	569	562	555	552
중국 <sup>1)</sup>	2,859	3,634	4,092	4,384	4,620
한국 <sup>2)</sup>	258.7	286.6	311.6	334.3	342.8

자료: 1) IEA(2012, p.580, 600).

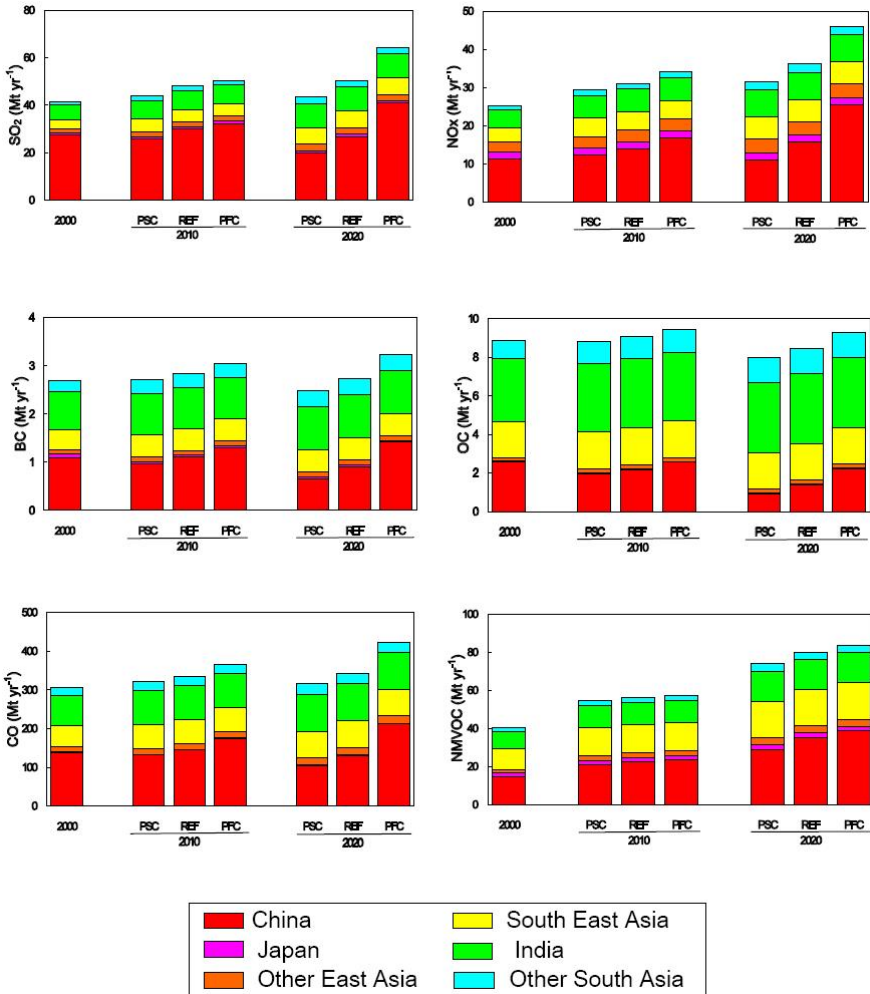
2) 에너지경제연구원: 국가에너지위원회(2008, p.21)에서 재인용.

#### 나. 동북아 대기오염물질 배출 전망

동북아 대기환경 전망은 배출량을 통해 또한 살펴볼 수 있다. Ohara et al.(2007)에서 제시한 아시아 배출 전망을 살펴보면 <그림 2-1>과 같다.

총 세 가지 시나리오에 대한 전망을 나타내었는데, IPCC B1 시나리오와 유사한 가장 대표적 성질을 갖고 있는 REF 시나리오를 살펴보면 아시아 총 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC(Non-Methane Volatile Organic Compounds) 배출량이 2000년 기준 각각 22%, 44%, 99%로 증가하며, CO는 약 12%로 약간 증가하고 BC는 1% 증가 그리고

OC의 경우 약 5% 감소하는 것으로 전망하였다. 또한 아시아 총 배출량은 중국의 배출량 전망에 강한 영향을 받고 있음을 확인할 수 있다(Ohara et al., 2007).



자료: Ohara et al.(2007, p.4437).

〈그림 2-1〉 2000~2020년 아시아 지역별 대기오염물질 배출량 비교

다음 <표 2-2>는 동북아 지역별로 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC 배출량을 REF시나리오에 대해 정리한 내용이다. SO<sub>2</sub> 배출량을 살펴보면 중국의 배출량이 2000년 대비 2010년에 9%, 2020년에 3% 증가함을 확인할 수 있다. 중국을 제외한 동아시아 지역의 경우는 2000년 기준 2020년에 41%가 증가할 것으로 예상된다(Ohara et al., 2007).

NO<sub>x</sub> 배출량을 살펴보면 중국의 배출량이 2000년 대비 2010년에 25%, 2020년에 40% 증가함을 확인할 수 있다. 중국을 제외한 동아시아 지역의 경우는 2000년 기준 2020년에 24%가 증가할 것으로 예상된다(Ohara et al., 2007).

NMVOC 배출량은 중국에서 2000년 대비 2020년에 139%가 증가하며, 중국을 제외한 동아시아에서 2000년 대비 2020년에 67%가 증가할 것으로 예측되었다(Ohara et al., 2007).

**<표 2-2> 2000년 및 REF 시나리오 2010~2020년 아시아 지역별 대기오염물질 배출량 요약**

(단위: kt/year)

시나리오	2000	2010REF	2020REF
SO <sub>2</sub>			
중국	27,555	29,972	26,804
일본	926	913	914
나머지 동아시아	1,642	2,094	2,698
NO <sub>x</sub>			
중국	11,186	13,990	15,619
일본	1,959	1,837	1,837
나머지 동아시아	2,473	3,069	3,651
NMVOC			
중국	14,730	22,424	35,098
일본	1,880	2,153	2,462
나머지 동아시아	1,859	2,724	3,789

자료: Ohara et al.(2007, p.4436)에서 재구성.

이와 같이 동북아 지역의 향후 2030년까지의 에너지 수요와 대기오염물질 배출량 증가 예측을 통해 미래에 배출원 관리가 현재와 같은 수준일 경우, 해당 지역 뿐 아니라 동아시아 지역에 걸쳐 대기질이 더욱 악화될 가능성이 클 것으로 예상된다.

## 2. 현재 각국의 대기관리 분야 계획

### 가. 중국

#### 1) 국가 거시 정책

##### 가) 대기오염방지법(Air Pollution Prevention Act)

중국의 대기오염방지법은 2000년에 마지막으로 개정되었고, 이는 대기오염 개선 노력을 가능하게 하는 법으로 중국의 최초 대기오염방지제도로서 중요한 의미를 갖는다. 대기오염방지법에는 대기오염물질 총량제어 및 배출허가제도, 오염물질 배출기준 관리제도, 배출물질 오염자 부담 제도가 있다(Wu, 2013).

##### 나) 제12차 환경보호 5개년 계획

제12차 환경보호 5개년 계획의 목표는 2015년까지 SO<sub>2</sub> 배출량을 2010년 대비 8% 감축하며, NO<sub>x</sub> 배출량을 10%까지 감축시키는 것이다. 또한 대기환경기준 II를 만족시키는 도시를 8%까지 늘리는 것이다(Wu, 2013).

그리고 미세먼지의 오염관리 및 휘발성유기화합물 및 유독폐기물 관리를 강화하며 도시대기오염방지 관리를 추진하고, 지역 대기질 평가관리 체계 구축을 통해 다양한 오염물질의 합동관리체계를 시행하고자 한다(Wu, 2013).

##### 다) 제12차 주요지역 대기환경보호 5개년 계획

제12차 주요지역 대기환경보호 5개년 계획은 19개의 성을 포함하고 있으며, 제12차 환경보호 5개년 계획에 비해 미세먼지를 포함하여 더 넓은 범위의 오염물질을 다루고 있다(Wu, 2013).

베이징, 텐진, 허베이, 창각삼각주 등 핵심지역간의 협력을 통한 관리감독 체계를 구축하였고 관련 팀도 구성하였다. 또한 중대사업의 평가제도, 환경정보 공유 메커니즘을 구축함으로써 전체 지역의 대기질 관리감독 능력을 제고시키고 있다(Wu, 2013)(그림 1-5 참조).

### 라) 대기오염 예방관리 10대 조치

2013년 9월 국무원에서 발표한 대기오염 예방관리 10대 조치의 목표는 5년간의 노력을 통해서 전국의 대기질을 전반적으로 개선시키고 심각한 오염 날씨를 감소시키는 것이다. 베이징, 텐진, 허베이, 창강삼각주 등 지역의 대기질이 뚜렷이 호전될 것이며, 앞으로 5년 혹은 더 긴 시간을 통해서 오염이 심각한 날들을 점차적으로 줄여나갈 계획이다. 2017년까지 주요 도시의 PM<sub>2.5</sub>를 2012년 대비 10% 감소시키며 맑은 날들을 늘려나갈 것이다. 그리고 베이징, 창강삼각주, 주강삼각주 지역의 PM<sub>2.5</sub> 농도를 각각 25%, 20%, 15%까지 감소시키며, 그 중 베이징 시의 PM<sub>2.5</sub> 농도를 연평균 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 유지시킬 계획이다(Wu, 2013)(그림 1-5 참조).

다음은 대기오염예방관리 10대 조치의 구체적인 내용이다(Wu, 2013).

- 전체적인 관리 강화를 통한 오염물질 배출 저감
- 산업구조의 고도화 및 경제전환
- 기술의 혁신
- 에너지 구조 조정과 청정에너지 공급 강화
- 환경보호 산업 강화, 고 오염산업의 환경 민감 지역 진입 금지
- 시장 메커니즘을 활용한 환경 경제 정책 실행
- 법률 체계 구축, 엄격한 관리감독 체계 구축
- 지역 간 협력 메커니즘 형성
- 긴급경보시스템 및 응급 대응안 마련
- 각 분야의 책임을 명확히 하고 모든 사람의 참여 독려

## 2) 핵심 업계에서의 대기오염방지 정책

### 가) 자동차 오염방지

2015년까지 2005년 이전에 등록된 황색표시차량(Yellow Label Cars)인 노후 자동차를 폐기하는 계획을 갖고 있으며, 자동차의 환경기준을 더욱 강화하여 배기기준 미달 차량의 생산 및 판매, 등록을 금지조치하고 있다. 차량용 연료질의 향상과 신재생에너지 사용을 권장하고 있고 도시의 대중교통 발전을 추진하고 있다(Wu, 2013).

### 나) 전력부문 오염방지

중국 전력부문의 오염방지에는 배출권 거래, 탈황/탈질, 오염물질 배출 요금부과 정책이 있다. 중국의 20개 성과 시에서는 시범적으로 배출권 거래제를 시행하고 있다. 화력발전소에 탈황요구조건 달성시 설비당 0.015Yuan/kWh의 탈황전기로 보조금을 지원하고 있고, 탈질의 경우 설비당 0.008Yuan/kWh의 보조금을 지원하고 있다(Wu, 2013).

## 3) 도시 관리에서의 대기오염방지 정책

요식업 기름, 연기 오염관리와 건설현장의 비산먼지 관리가 있다. 국가차원에서 요식업의 환경보호 기준을 마련하였고 기름정화와 관련된 여러 기술표준을 마련하고 있다. 그리고 상해 등의 지역에서는 야외에서의 취사를 방지하는 등 여러 조치를 취하고 있다. 건설현장의 비산먼지 관리를 위해 도로 청소 등을 시행하고 있다(Wu, 2013).

그러나 이러한 일련의 국가 정책의 추진에도 불구하고 국가적 목표대비 오염물질 저감에 대한 이행은 미약한 실정이다. 특히, 주요 배출 사업장에 대한 저감 기술의 보급과 관리 감독, 시민참여 등 정책의 세부 이행 전략에 대한 자원 및 경험 부족으로 향후 이러한 정책 이행 및 관리에 대한 중국 정부의 해법이 시급한 실정이다. 또한 방대한 지역의 배출시설에 대한 중앙-지방 정부간의 소통과 관리가 중요한 사안이 되고 있다. (Wu, 2013, 개인적 의견교환)

## 나. 일본

일본은 1970년~1980년대에 대기오염배출량을 성공적으로 저감하였고, 그 이후 대기질 수준을 안정적으로 관리하고 있다(OECD, 2010; Elder et al., 2013에서 재인용).

2000년대 초 대기오염기준과 배출기준 등 대기오염물질 배출량 저감 방법들은 기본적으로 단일물질접근법이였다. 그러나 이후 대기 정책에서의 다오염물질접근법 등 새로운 저감 방법의 필요성은 전문가들 사이에서는 논의되기 시작하였지만, 과거 심각한 대기오염이 차차 안정화되면서 새로운 저감 방법의 필요성이 널리 인식되지는 못하였다(Elder et al., 2013).

VOC(Volatile Organic Compounds) 배출 저감은 SPM(suspended particular matter)과 광화학 산화물질의 전구물질로써 점점 관심을 끌었다. 2004년 2월 중앙환경 협의회(Central Environment Council)는 일본 환경부(Ministry of the Environment, Government of Japan)에 점오염원으로부터 배출되는 VOCs를 2000년 배출량 기준 2010년 30%까지 감소시키자는 제안을 포함한 VOCs 배출 제어에 관한 의견을 제출하였다. 그리고 더 나아가 VOC 고정 배출원 제어를 위하여 법적 규제를 이용한 방법뿐만 아니라 적절한 수준에서의 자발적인 행동을 결합한 저감정책을 제안하였다. 이에 따라 Air Pollution Control Law는 159회 의회에서 개정되었고, 공포되었다(Elder et al., 2013).

이러한 계획을 통해 2010년 VOC 배출량은 791,420ton/year로 2000년 1,416,812ton/year와 비교하여 약 44.1%가 저감된 결과를 나타내어 VOC 배출 저감을 성공적으로 이끌었다. 이는 저감 목표였던 30%를 뛰어넘는 수치이다(Elder et al., 2013).

이와 같이 광화학 옥시던트의 전구물질인 VOC 배출량이 크게 저감되었지만, 광화학 옥시던트의 환경기준(environmental quality standards) 달성률은 매우 낮게 나타났다. 이로 인해 일본에서는 다오염물질 접근법이 새로운 정책 추세로 떠오르고 있다. 대기환경위원회(Atmospheric Environment Committee)하의 VOCs 전문가 위원회

에서 VOCs 배출저감을 계획하였었지만, VOC 위원회는 현재 위원회를 마무리하고 VOCs뿐만 아니라 광화학 옥시던트 PM<sub>2.5</sub>와도 관련된 정책을 검토하는 새로운 위원회를 제안하였다(Elder et al., 2013).

이는 VOC, 광화학 옥시던트, PM<sub>2.5</sub> 사이의 복잡한 관련성을 연구할 필요가 있고, 배출저감의 효과와 VOC 배출 현황과 관련된 정보 및 자료 수집 그리고 업무 부담을 줄이기 위한 조사 및 검토가 필요하기 때문이다(Elder et al., 2013).

## 다. 한국

### 1) 수도권 대기환경 관리 대책

우리나라는 2003년 수도권 대기환경에 관한 특별법을 제정하여 10년마다 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, VOCs(휘발성유기화합물), 먼지를 저감하는 정책을 시행하고 있다. 1단계 기본계획의 목표는 미세먼지 및 이산화질소의 오염도를 선진국 수준으로 개선하는 것을 목적으로 하였으나 현재 이를 달성하는 데에는 실패하였다. SO<sub>x</sub>와 CO 등은 연료정책의 성공으로 농도가 큰 폭으로 감소하였으나, NO<sub>x</sub> 등은 국내 자동차 수의 급증에 따라 저감 기술의 발전에도 불구하고 기준치 이하로 저감하기 어려운 상황이다. 또한 먼지(PM)는 장거리 이동에 의한 영향이 강할만큼 증가하는 중국발 오염물질 배출량 추세에 영향을 받고 있다. 우리나라는 1차 수도권 대기환경관리 기본계획(2005-2014)에는 PM<sub>2.5</sub>를 포함시키지 않았으나, 2015년 이후 2차 수도권 대기환경관리 기본계획에 PM<sub>2.5</sub>를 포함시키고 1시간 기준 농도를 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하로 관리할 예정인데 이는 일본의 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비하여 현저히 높은 수준이다. 따라서 기준 농도에 대한 과학적 근거를 제시하고 일반 국민의 공감대를 얻는 절차가 필요한 실정이다(조석연, 2013). 오존의 경우는 NO<sub>x</sub>를 제외한 대부분의 배출량을 감축하였음에도 불구하고 중국발 오존의 장거리 이동 및 오존 전구물질의 장거리 이동 등에 따라 동아시아 전역에서 그 농도가 서서히 증가 추세에 있다(Ohara et al., 2007).

## 2) 향후 대기관리 대책과 과제

향후 국내 대기관리 기본계획의 주요 방향은 온실가스 저감과의 정책연계를 추진하고 있으며 이를 위해 배출량 인벤토리와 이와 관련된 미래 감축 시나리오를 구축, 정책에 관한 편익까지를 고려할 예정이다(환경부, 2013b). 또한 대기오염물질을 인체 위해성을 바탕으로 분류하고 관리하는 방향으로 정책을 추진할 예정이다. 이는 국민 건강에 대한 피해를 우선적으로 고려하는 것으로, 대기질 기준 역시 연평균이 아닌 단기 고농도 현상에 의한 건강영향에 초점을 맞춰 관리할 방침이다(백성옥, 2013). 그러나 위해성에 입각한 대기오염 관리정책은 이를 수반할 수 있는 여러 추가적인 연구와 자료의 뒷받침이 있어야 한다. 특히 위해성에 관련되어 급성질환 이외에도 만성적 효과를 측정할 수 있는 장기적인 연구가 뒷받침되어야 한다. 그리고 오존 및 PM<sub>2.5</sub>의 경우 장거리 이동에 의한 농도증가 요인이 상대적으로 크므로 외부적 요인에 대한 평가와 대책을 동시에 마련해야 한다. 특히, 2015년부터 관리할 예정인 PM<sub>2.5</sub>는 성공적인 정책 수행을 위한 다양한 과제를 안고 있다. 현재 측정 장비에 대한 과학적 표준화 작업이 완료되어야 하며, PM<sub>2.5</sub>의 2차적 발생 원인에 대한 과학적 조사를 통한 규명이 시급하다. 이에 따른 고농도 현상을 조기 감지하고 경보할 수 있는 행정시스템을 완성할 필요가 있다. 마지막으로 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획에 따르면 NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, VOCs를 2014년까지 현재의 각각 50%, 65%, 35% 수준으로 감축할 것을 목표로 하고 있다. 그러나 최근 지식경제부의 미래 전력수급전략 및 에너지 기본계획에 따르면 향후 2027년까지 급증하는 전력수요를 충당하기 위하여 원전 증설을 자제하는 대신 석탄 및 LNG 화력 발전을 증설하는 계획을 확정하였고(지식경제부, 2013), 2030년까지의 증가하는 국가 에너지 수요를 화석연료를 통해 공급하려는 일련의 정책방향은 수도권 대기환경관리 기본계획과 대치되는 문제가 있다. 이렇듯 국가 정책 추진 시에 부처간 사전 협의를 통한 실효성 있는 목표설정과 추진이 시급하다고 사료된다.

# | 제3장 · 동북아 대기관리를 위한 국제협력 현황 |

## 1. 대기정책 및 관리 분야 협력

동아시아 지역에는 여러 대기분야 국제협력 프로그램이 진행 중에 있다. <표 3-1>은 주요 동아시아 대기오염분야 협력 프로그램의 성격을 주요 요소별로 비교한 내용이다. 이중 동북아시아와 관련된 몇 가지 협력프로그램의 목적과 주요 활동 그리고 한계점들을 정리하였다.

〈표 3-1〉 동아시아 대기오염 협력 프레임워크 비교

프레임워크/ 사무국	주요 기능	대상 오염물질	한계점
EANET/ UNEP/RRC, AP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모니터링</li> <li>• 연구</li> <li>• 능력배양</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acid Rain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 활동과 모니터링의 범위를 확대시키는 데 어려움 존재</li> </ul>
ASEAN HAZE/ ASEAN Secretariat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지식 공유</li> <li>• 능력배양</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haze</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 법적 구속력이 있는 조약</li> <li>• 모든 회원들에게 승인받지는 못함</li> <li>• 다루는 주제의 폭이 좁음</li> </ul>
NEASPEC/ ESCAP-SRO (Incheon)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 능력배양</li> <li>• 연구</li> <li>• 정책개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SO<sub>2</sub>(China &amp; Mongolia)</li> <li>• Coal power plants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 활동 범위의 한계</li> <li>• 능력의 한계</li> </ul>
TEMM (China, Japan, Korea)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 황사</li> <li>• 몇몇 공동 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DSS</li> <li>• Ozone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 황사 이외의 다른 대기오염물질로의 확대 어려움</li> </ul>
LTP/ NIER-Korea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모니터링</li> <li>• 모델링</li> <li>• 배출목록</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM10/2.5, O<sub>3</sub>, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단순 연구 프로젝트의 성격</li> <li>• 3개국 참여</li> </ul>
CAA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지식제공</li> <li>• 정책과 이행 촉진</li> <li>• 소통을 용이하게 함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprehensive air pollution</li> <li>• Air/Climate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 여러 이해당사자 파트너십</li> <li>• 정부 간 협력 아님</li> </ul>
CCAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지식공유</li> <li>• 인식제고</li> <li>• 능력배양</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SLCP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 여러 이해당사자</li> </ul>

자료: Elder(2013, p.7).

### 가. NEASPEC

NEASPEC(North East Asian Subregional Programme of Environmental Cooperation)은 정부 간 협의체로 동북아 환경협력 계획을 수립하여 협력 사업을 수행하고 환경보전 전반을 다루는 협력체로서의 기능을 수행한다. 본 협력체는 한국, 북한, 중국, 일본, 몽골, 러시아 및 ESCAP(Economic and Social Commission for Asia and the Pacific), ADB(Asian Development Bank), UNEP(United Nations Environment Programme), UNDP(United Nations Development Programme), 세계은행의 국제기구가 참여한다(추장민 외, 2005).

NEASPEC은 ADB의 지원을 받으며 환경모니터링 및 데이터 수집·분석 사업, 석탄화력발전소 오염저감사업 및 자연보전사업 등을 추진해 왔다. 그리고 동북아환경데이터훈련센터(North East Asian Center for Environmental Data and Training, NEACEDT)를 운영하고 있는데, 이는 환경오염 모니터링 교육훈련과 각국의 환경오염 현황을 수집 및 분석하여 상호 공유하기 위한 것이다(추장민 외, 2005).

최근 활동으로 2012년 7월 러시아에서 동북아시아 월경성 대기오염 NEASPEC 전문가 회의회의가 열렸다. 본 회의에서는 월경성 대기오염 모델링 구역에 러시아 지역을 포함하자는 의견이 제안되었다. 그리고 소구역의 체계를 강화할 수 있고 그들의 지역적 범위를 증가시킬 수 있는 국제협력을 위한 메커니즘 개발을 제안하였다. 이것과 관련하여 본 회의에서는 중장기 관점에서의 소구역 협력의 개발과 관련된 옵션을 검토하였다. 또한 CLRTAP(Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution)와 러시아의 협력 경험에 대해 자세히 검토되었고, 개정된 Gothenburg Protocol(예테보리의정서)의 채택을 포함한 최근 협정의 일들이 알려졌다(UNESCAP, 2012a).

이어서 2012년 12월 중국에서 아시아태평양경제사회위원회의 17번째 고위관리회의가 열렸다. 본 회의에서는 러시아 정부에 의해 월경성 대기오염 평가 및 완화에 대한 기술적, 정책적 체계의 개발이 새로운 과제로 제안되었다. 또한 먼지와 모래폭풍의 예방과 제어에 관한 내용들도 다루졌다(UNESCAP, 2012b).

NEASPEC은 자금 분야에서 각국으로 하여금 핵심기금에 출연하도록 노력한 것과 동북아에서 포괄적 환경협력체의 필요성에 공감대를 형성한 것 등 긍정적인 성과를 나타내었다. 그러나 가장 중요한 동북아지역의 '포괄적 환경협력체' 구축문제는 이해당사자 간의 공감대 형성이 이루어지지 않아 아직까지 성과가 없는 상태이며(추장민 외, 2005), 또한 이로 인하여 협력의 활동 범위 및 역할이 제한적인 상황이다(Elder, 2013).

나. TEMM

TEMM(Tripartite Environment Minister Meeting)은 동북아 지역 환경협력 분야 최고위급 정부 간 회의체로, 황사·산성비 등 동북아 지역의 환경현안에 공동대처하고 동북아 핵심국가인 한·중·일 3국간 환경공동체 인식을 높이고자 설립되었다(추장민 외, 2005).

주요 협력 사업은 중국 서부지역 생태복원사업, 호소수질 개선사업, 환경산업 라운드 테이블, 3국 공동 환경교육 등이 있다(표 3-2 참조).

〈표 3-2〉 TEMM 목적 및 주요 활동

주요활동 내용	중국 서부생태복원사업	중국 내몽고지역 대상으로 현지 조사 및 공무원 연수를 통한 중국 서부지역 환경개선사업 지원 추진
	호소수질 개선사업	중국 내 호소수질 개선을 위한 통합환경관리방안 연구, 호소부영양화관리 공동매뉴얼 작성 및 수질관리시스템 구축을 위한 DB 구축
	환경산업 라운드 테이블	3국 정부·산업체 간 환경산업분야 협력강화와 교류의 장 제공
	3국 공동 환경교육	환경공무원 대상 공동체 의식 함양 및 동북아 환경정보 제공
	3국 공동 홈페이지	TEMM 관련자료, 3국 환경데이터 연결, 동북아 환경협력 진행상황 소개
	환경교육 네트워크(TEEN)	3국의 환경교육 파악 및 네트워크화를 통한 정보 공유, TEMM 프로젝트 중 유일한 민간분야 협력사업

자료: 환경부(2004); 추장민 외(2005, p.24)에서 재인용.

최근 활동으로 2013년 5월 제15회 TEMM이 일본에서 개최되었다. 본 회의에서는 우선 대기오염과 관련하여 미세먼지와 광화학오존과 같은 대기오염물질의 인체 위해성에 대해 논의되었고, EANET이 산성 물질과 그와 관련된 화학물질들에 대한 강화된

모니터링으로 더 나은 대기질 관리에 기여하기를 기대하고 있고 더 나아간 협력에 동의하였다. 또한 관련 정책, 모니터링 기술, 예방 및 제어 기술, 연구, 능력배양, 국제협력과 관련된 정보교환을 위한 Tripartite Policy Dialogue on Air Pollution의 새로운 설립에 대해 합의하였다(TEMM, 2013).

기후변화와 관련하여 미세먼지와 광화학오존과 같은 대기오염물질 저감이 단기 기후변화 완화에 공동 이익 효과가 있으며, 기후변화와 대기오염 두 가지 모두에 대한 노력이 될 것이고, 기후변화 적응의 중요성 인식을 나누고 각 나라들 안에서 적응계획 개발의 노력을 강조하였다(TEMM, 2013).

TEMM의 주관기관인 각국의 환경부문은 높은 대표성을 가지고 실현가능한 소규모 사업을 시작하고 있다. 그리고 동북아 3국의 환경정책 담당자 혹은 부서들의 동북아 환경에 대한 공통된 인식을 공유하는 데 중요한 역할을 맡고 있다. 그러나 참가국의 적절한 투자를 이끌어내지 못하고 있는 상황이며(추장민 외, 2005), 황사문제를 제외한 제한된 범위에서의 대기오염에 초점을 맞추고 있는 한계점이 있다(Elder, 2013).

#### 다. EANET

EANET(Acid Deposition Monitoring Network in East Asia)은 동아시아 지역의 산성강하물에 대한 조사 및 연구와 각 국가 간 협력을 증진하기 위해 구축된 모니터링 네트워크로, 중국, 인도네시아, 일본, 태국, 말레이시아, 몽골, 필리핀, 한국, 러시아, 베트남, 캄보디아, 라오스가 참가하고 있다(추장민 외, 2005).

본 네트워크는 산성강하물의 현황을 파악하고 산성강하물 피해 방지를 위한 대책수립을 위해 지역적 수준의 자료를 제공하고, 모니터링 참가국간 협조체계를 구축하고자 노력하고 있다(추장민 외, 2005).

EANET은 (1) 산성강하물 모니터링 지침서·매뉴얼 정립, (2) 모니터링 계획 수립 및 실시, (3) 네트워크를 통한 모니터링 데이터 수집, 해석, 평가 및 제공, (4) 질 높은 모니터링 데이터 구축을 위한 정도 보증, 정도관리 활동 추진, (5) 동아시아에

있어서 산성비 현황보고서의 정기적인 작성·공표, (6) 산성비문제에 관한 과학적 과제의 조사연구 교육 프로그램 개발·실행 등을 주요 사업의 내용으로 하고 있다(추장민 외, 2005).

장임석(2013)에 따르면 EANET을 주도하는 일본은 2005년을 지역협약 체결을 위한 첫해로 생각하고 체계적인 준비를 하여 왔던 것으로 추측되었다. 첫 번째 단계로 운영비를 참여국이 공동 부담하는 제안을 하였고, 회원국들에게 지역협약체결을 모색할 것을 주장하였다. 이후 사무국 및 일본의 네트워크 센터의 국제화가 일부 진행되었다. 2010년 협정서를 체결하였고 2012년 발표되었다. 그러나 현재 본 협정서는 국가마다 자발적 또는 강제적인 성격으로 받아들이는 입장이 다른 문제가 있다.

최근 활동으로 2012년 11월 미얀마에서 14번째 정부 간 회의가 개최되었다. 본 회의에서는 각 국가들이 사무국과 네트워크 센터로의 재정적 기여 계획을 발표하였고, EANET 강화를 위한 수단의 이행에 대해 논의하였다(EANET, 2012).

EANET은 산성비의 원인 및 현황에 대한 규명이 없는 상태로 참가국 간에 하나의 현상에 대한 공동의 이해가 형성되어 있지 않은 문제점이 있다. 또한 자발적 의사에 기초한 네트워크로 낮은 합의·제도화 수준을 나타내고 있는 상태이며(추장민 외, 2005), 산성비 외의 모니터링을 비롯한 협력 활동의 범위를 확대해나가는 데 어려움이 존재하는 상황이다(Elder, 2013).

## 라. LTP

한국, 중국, 일본 3국이 참여하고 있는 LTP(Long-range transboundary air pollutants in Northeast Asia)는 동북아시아의 장거리이동 대기오염물질에 관한 공동 연구 사업으로, 목적은 다음과 같다(Chang, 2012).

- 각 국가별로 제출하는 국가 보고서의 형태로 전년도의 연구결과를 제시하고 논의
- 지식의 불확실성과 차이를 명확하게 하기 위해 필요한 과학적 연구의 필요성 논의
- 동북아 대기오염물질의 장거리 수송에 대한 이해를 향상

- LTP 연구 기반 마련
- 정책 입안자에게 동북아시아의 환경에 부정적 영향을 방지하거나 줄이기 위한 목적을 갖는 과학기반정보를 제공

LTP의 연구현황은 다음과 같다. 1995년 9월 동북아 월경성 대기오염물질에 대한 국제 워크숍을 시작으로 1996~1997년 정부 관료 및 전문가 그룹 간의 후속회의가 개최되었다. 이후 1999년 제1차 sub-working group 회의가 열림과 동시에 LTP 프로젝트가 시작되었다. 2002~2004년 동안 1단계 LTP 활동이 전개되었고 이를 통해 모니터링, 모델링 및 배출목록에 대한 국제 협력 플랫폼을 구축하였다. 이어 2005~2007년 기간은 2단계 LTP가 수행되었고, 해당 기간 동안 LTP 모니터링 데이터 분석, 황의 월경성 이동에 대한 LTP 배출 인벤토리 및 모델 평가의 개발이 수행되었다. 이어서 3단계가 2008~2012년 동안 진행되었고 모니터링 데이터 분석 및 배출 인벤토리 개발을 지속하고, 모델 간 비교를 통해 각 국가의 모델을 개선하는 노력을 하였다(Chang, 2012).

LTP는 동북아 지역의 대기오염물질 장거리 이동에 관한 연구를 각 국가별 연구기관에서 진행해오고 있다. 이렇듯 각 국가별로 연구를 수행하다 보니 연구결과에 대한 상호 간의 공통된 의견을 만들지 못하고 있는 실정이다. 또한 LTP는 각 국가별 연구기관 전문가들의 자발적 합의를 기반으로 진행되는 공동연구 사업으로, 구체적인 합의나 법적 구속력이 있는 제도화를 이끌어내는 데에는 어려움이 있는 것으로 평가되고 있다. 그리고 3국 협력 사업을 추진하기에 자금조달 및 집행구조가 매우 부족한 것으로 평가되고 있다. LTP는 각 국가별 연구자들이 연구를 진행하는 모니터링 및 모델링 방법이 다르기 때문에 연구자들이 공동으로 이용하는 표준화된 연구방법이 개발되어 있지 않은 상태이다. 따라서 사업의 향후 지속적인 수행을 위해 상호 인정하는 모니터링 및 모델링 방법을 개발하는 등의 노력이 필요할 것으로 판단된다(추장민 외, 2005).

LTP 사업은 전문가 위주로 운영되고 있기 때문에 과학적 연구 성과가 정책결정으로 연결되는 부분이 약하다. 그리고 최근 다양한 월경성 오염문제가 이슈가 되면서 포괄적인 협력의 틀이 필요한 상황이다. 또한 동북아에는 다수의 대기오염관련 프로그램이

존재하여 프로그램 간 중복이 우려되며 이에 따라 LTP 사업의 위상을 제고할 필요가 있다(장임석, 2013).

LTP 사업의 국제 프로그램화가 필요한 상황이지만 유럽의 EMEP(European Monitoring and Evaluation Programme)의 CLRTAP 협약과 같이 법적 강제력이 없으며, 조직도 언제든지 없어질 수 있는 비상설 조직으로 매우 취약한 상태이다(표 3-3 참조)(장임석, 2013).

〈표 3-3〉 LTP와 EMEP 협력 프로그램의 비교

구분	LTP	EMEP
비전	시대에 뒤쳐진 연구, 약한 연구결과 공유기능, 임시 조직, 파트너십의 부재, 공개의 제한	과학, 파트너십, 공개적임, 공유, 조직화
근거문서	의장 요약	CLRTAP(협약)
조직	TEMM	Steering Body
	LTP 사무국, 실무그룹	EMEP 사무국, EMEP 부서
	Sub-working Group, I, II(비상설)	TFMM, TFIAM, TFEIP, THHTAP(비상설) MSC-W, MSC-E, CCC, CIAM, CEIP(상설)
예산	자국 부담이 원칙이며 회의 개최비는 한국이 전액 부담 (2012년 기준 4.6억)	UN scale 재정 부담이 원칙이며 네트워크 센터의 운영비는 현물 출자 일부 포함 (2012년 기준 56억)

자료: 장임석(2013, p.20).

#### 마. NEAC

NEAC(Northeast Asian Conference on Environmental Cooperation)는 한국, 중국, 일본, 몽골, 러시아의 환경부처와 지자체 및 NGOs들 사이의 정책 토론회의 특성을 갖는 회의체로 동북아 국가 간 지역 환경문제에 관한 정보 및 의견교환을 활성화하고, 이를 통해 환경협력을 강화하고자 하는 목적을 가지고 있다(추장민 외, 2005).

2004년 12월 서울에서 제13차 NEAC를 개최하였고 주요의제로 대도시 대기질 관리정책, 각국의 종(species)의 복원, 지방정부의 생태복원, 지속가능한 산업단지 관리 등을

논의하였다. 제13차 회의에서는 2005년 회의 개최지를 확정하지 못하여 2005년 개최 예정이던 제14차 회의가 무산되었다(추장민 외, 2005). 이후 제14차 회의는 2006년 2월 일본 동경에서 개최되었고, 동북아 환경협력 전망 및 NEAC 발전방안에 대해 논의를 전개하였다(녹색경영정보포털, 2009). 그리고 2007년 3월 울산에서 제15차 회의가 열렸고, 각국의 황사 대응 정책을 소개하고 한·중·일 3국이 구성을 합의한 ‘황사 공동연구단’을 통한 황사 문제 해결에 몽골도 적극 동참하기로 하였다(SBS, 2007).

NEAC는 환경과 관련된 주요 관심사항에 대하여 서로 자유롭게 정보를 교환하고 의견을 나누는 성격의 회의체이다. 모든 회의과정은 참가국들의 자발적인 뜻에 따라 진행되기 때문에 법적 강제력을 갖는 합의 및 제도화 수준이 매우 낮다. 그리고 사실상 NEAC에 참여하고 있는 국가 중 일본과 한국을 제외하고는 회의진행에 필요한 자금을 확보할 수 있는 능력이 거의 없는 상태인 것으로 나타나고 있다(추장민 외, 2005).

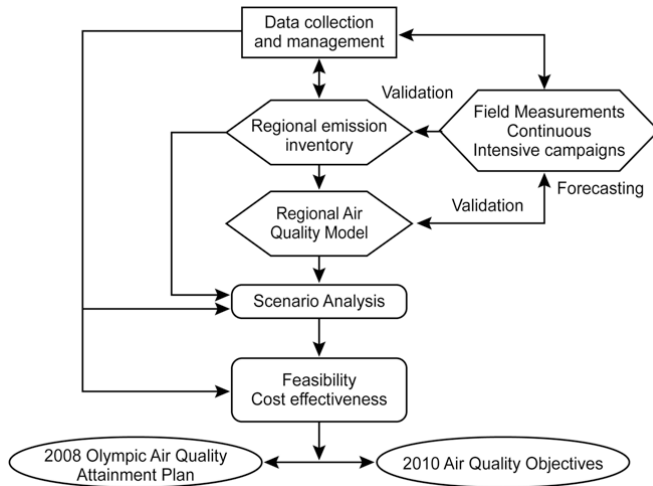
### 3. 대기질 과학 분야 연구 협력

#### 가. CAREBEIJING(Campaigns of Air Quality Research in Beijing and Surrounding Regions)

국제 협동 연구 프로젝트인 CAREBEIJING은 2008 베이징 올림픽을 대비하고 지역 장기 관리 계획 수립을 위한 프로젝트로 베이징 대기오염의 지역적 수송과 변환과정에 관한 연구 및 이를 바탕으로 한 대기오염 관리 계획 수립을 위한 연구이다. 본 프로젝트는 Beijing Council of Science and Technology의 지원을 받고, 2006~2008년 동안 아시아, 유럽, 미국 21개 연구기관 200명의 과학자들, 연구원들과 함께 캠페인을 수행하였다(WMO/IGAC, 2012).

본 캠페인의 목적은 다음과 같으며 캠페인 목적을 달성하기 위해 지상, 항공 그리고 위성 관측을 기반으로 집중 필드 캠페인을 수행하였다. 그리고 캠페인을 통해 수집된 데이터는 배출 인벤토리와 대기질 모델 검증을 위해 사용되었다(그림 3-1 참조)(WMO/IGAC, 2012).

- 지역의 사회적·경제적 요인들, 대기질, 배출원 등에 대한 현황 조사
- 베이징 대기질에 영향을 주는 주변지역의 영향 및 대기오염물질의 수송과 변환 과정에 대한 조사
- 2008년 베이징 올림픽 기간 동안의 대기질 목표 달성을 위한 규제 제정 및 대기오염물질이 인체에 끼치는 영향 분석
- 2010년 베이징 대기질 목표 달성을 위한 규제 제안
- 지역 대기질 관리 체계 개발 및 대기질 규제 제안
- 대기질 규제 정책의 효율성 평가



자료: WMO/IGAC(2012, p.266).

〈그림 3-1〉 CAREBEIJING의 연구 요소

2006년~2008년에 걸쳐 수행된 캠페인 각각의 목적은 〈표 3-4〉와 같다.

〈표 3-4〉 2006~2008년 기간 각 캠페인의 목적

해당 연도	목적
2006	지역적 대기오염의 이동과 변환 과정의 이해
2007	2006년 캠페인 결과를 기반으로 2008년 올림픽을 위해 제안된 대기질 관리 정책의 평가
2008	대기질 제어 정책의 효과와 보전에 미치는 영향 평가

자료: WMO/IGAC(2012)의 재구성.

최종적으로 CAREBEIJING 및 관련 연구들의 결과를 바탕으로 대기질 관리 정책이 수립되었고 최종 시행계획이 중국 중앙 정부에 의해 승인되었다. 실질적인 대기질 개선을 위해 일련의 적극적인 조치가 베이징과 주변 지역에서 2008년 베이징 올림픽과 장애인 올림픽 개최 전과 그 기간 동안 수행되었다. 그 결과 올림픽 기간 동안 NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, BC, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>의 확연한 감소가 관찰되었으며, 오염물질에 따라 감소율이

10~60%까지 나타났다(WMO/IGAC, 2012).

#### 나. IMPACT(Integrated Measurement Programme of Aerosol and oxidant Chemistry in Tokyo)

IMPACT 캠페인은 도쿄 대도시 지역의 대기화학적 특성을 이해하는 것이 목적으로(Kondo et al., 2010; WMO/IGAC, 2012에서 재인용), International Global Atmospheric Chemistry(IGAC) 프로젝트의 일환으로 수행되었다(WMO/IGAC, 2012).

주요 목적은 다음과 같다(WMO/IGAC, 2012).

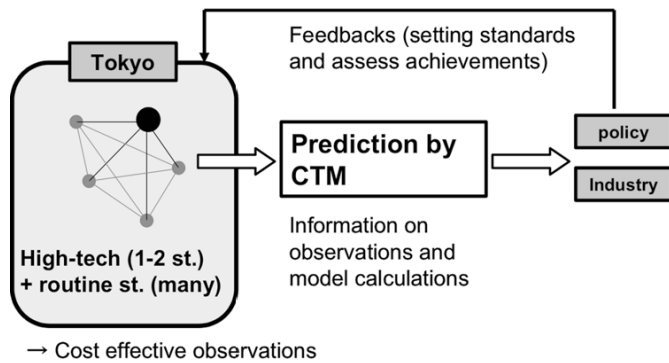
- 산화물질, 전구물질의 시·공간적 특징 연구
- 도심대기 에어로졸의 조성 및 혼합 상태와 물리적 특성 연구
- Trace gases( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , VOCs)의 배출목록 평가

RCAST(Research Center for Advanced Science and Technology), 코마바, 도쿄, CESS(Center for Environmental Science in Saitama), 키사이, 사이타마 현에 위치하고 있는 관측소에서  $\text{HO}_x$ 와  $\text{O}_3$  생성의 화학적 과정(Kanaya et al., 2007; 2008; WMO/IGAC, 2012에서 재인용), 1차 에어로졸의 배출과 이동(Kondo et al., 2006; Shiraiwa et al., 2007; WMO/IGAC, 2012에서 재인용), 2차 에어로졸, 구름응결핵(CCN, cloud condensation nuclei) 활동, 그리고 에어로졸의 흡습성(Kuwata, Kondo and Takegawa, 2009; Kuwata and Kondo, 2009; Mochida et al., 2006; 2008; WMO/IGAC, 2012에서 재인용) 등의 연구를 수행하였다(WMO/IGAC, 2012).

〈그림 3-2〉는 IMPACT에서 사용된 방법론을 도식으로 표현한 그림이며 본 방법론의 장점과 특징은 다음과 같다. 첫째, 대도시 연구에 있어서 제한된 수의 잘 갖춰진 수퍼 사이트와 핵심 물질 관측소의 조합은 비용적인 면에서 효과적인 것으로 나타났다. 둘째, 수직 사운딩 측정을 통해 표면에서 측정된 다양한 물질의 농도변화에 상응하는 경계층

높이에서의 변화를 확인하였다. 셋째, 지역 규모 모델링 결과는 앞서 언급한 측정 시스템에서 얻은 데이터로 평가하였다(WMO/IGAC, 2012).

이러한 IMPACT 체계와 이를 통해 수행된 과학적 연구의 결과들은 향후 연안지역의 메가시티에서의(베이징, 상해, 홍콩, 광저우, 서울 등) 대기화학과 수송을 이해하는 데 큰 도움이 될 것이다(WMO/IGAC, 2012).



자료: WMO/IGAC(2012, p.269).

〈그림 3-2〉 IMPACT 메가시티 대기질 연구 시스템 모식도

다. PRIDE-PRD(The Programme of Regional Integrated Experiments on Air Quality over Pearl River Delta of China)

PRIDE-PRD는 MOST(Ministry of Science and Technology of China)의 지원을 받아 2003~2008년 기간 대기오염문제의 조사와 PRD(Pearl River Delta) 지역에서의 화학적, 복사 과정의 이해를 개선시키기 위한 목적으로 수행되었다(그림 3-3 참조)(WMO/IGAC, 2012).



자료: Wikimedia Commons(2009).

### 〈그림 3-3〉 PRD 지역

PRIDE-PRD의 주요 목적은 다음과 같다(WMO/IGAC, 2012).

- 지표, 항공, 위성 관측을 통해 에어로졸, 옥시던트, 전구물질들의 시·공간적 분포 특징 연구
- 에어로졸의 화학적 조성, 크기 분포, 흡습성, 광학적 특징에 대한 이해
- 측정과 모델링을 통한 옥시던트와 2차 에어로졸 생성에 영향을 미치는 전구물질의 기여 정량화
- 에어로졸과 옥시던트 전구물질의 측정과 모델링을 통한 에어로졸과 가스의 상호작용 연구
- PRD 도시간 배출원-수용지 관계 및 기여도 평가

2004년 10월 1일~11월 4일 동안 PRIDE-PRD 2004 캠페인이 수행되었고, 2006년 7월 4일~31일 동안 PRIDE-PRD 2006 캠페인이 수행되었다. 해당 캠페인에는 중국, 독일, 일본, 한국의 연구팀이 참여하였고 20곳의 연구원에서 100명 이상의 과학자, 스텝 그리고 학생들이 16곳의 루틴 사이트와 잘 갖춰진 수퍼 사이트, 항공기 측정, 기상로켓의 측정에 참여하였다(그림 3-4 참조)(WMO/IGAC, 2012).



자료: WMO/IGAC(2012, p.270).

#### 〈그림 3-4〉 2004, 2006년 PRIDE-PRD 캠페인 개요

본 캠페인은 최종적으로 PRD 지자체의 대기질 관리 시행을 위한 의사 결정과정에 중요한 역할을 하였다. 그 결과로 광둥 지방 정부는 최근 지역 광화학 스모그 및 안개에 초점을 맞춘 중국 최초의 청정 공기 구상 프로그램을 PRD에 시작하였다. 그리고 MOST와 광둥 지방 정부는 PRD 권한을 돕기 위해 지역 대기 오염 제어 정책, 지역 협력 메커니즘 및 관련 공동 행동의 능력을 구축하기 위한 3C-STAR(Synthesized Prevention Techniques for Air Pollution Complex and Integrated Demonstration in Key City-Cluster Region)이라는 주요 프로젝트를 시작하였다(WMO/IGAC, 2012).

## | 제4장 · 동북아 대기관리를 위한 국제협력 방안 |

### 1. 동북아 대기관리를 위한 국제협력의 문제점

#### 가. 대기오염의 포괄적, 복합적 역학관계의 과학적 규명 부족

현재 동아시아 지역에는 다수의 대기오염 국제 프로그램이 혼재해 있다. 일본 주도의 EANET, 한국 주도의 LTP, 6개국 공동의 NEASPEC, ASEAN Haze Agreement, Central Environmental Convention 등이 있으며, 이 프로그램들은 다양한 지역과 관심사에 따라 프로그램이 신설되었기 때문에 공통의 관심사를 이끌어내고 이에 대한 연계를 추진하기가 어려운 상황이다. 공통의 관심사가 상이하기 때문에 다수의 국가가 참여하여 대기오염에 대한 원인 규명과 방향에 대한 전문가적(과학적) 공감대 형성도 어렵다. 이로 인해 공통 관심사에 대한 과학적 합의와 정책결정을 위한 단계로 발전하기가 사실상 불가능한 실정이다. 동아시아에서 현재까지의 대기오염 인과관계 및 원인규명을 위한 과학적, 재정적 역량이 유럽 혹은 미국에 비해 다소 낮은 것도 정책적 합의가 어려운 원인이 되고 있다. 현재 중국을 중심으로 동아시아에서의 대기관리와 관련된 연구자 및 연구 성과들이 급증하는 것은 고무적이라고 할 수 있다. 이는 중국정부가 향후 대기오염 관리에 우선순위를 두고자 하는 정책과도 연결되는 부분이라고 할 수 있다. 그러나 동아시아 대기관리를 위한 국제협력이 성과를 거두기 위해서는 먼저 동아시아의 대기오염과 관련된 주요 논점(예, 장거리 수송에 의한 배출원-수용지 관계 및 대기오염물질 배출량과 사회적 피해비용 산정 등)에 대해 상호 논의를 하고 이에 따라 공통의 연구주제를 도출하여 과학적 근거의 일반적인 동의를 이끌어 내는 노력이 필요하다. 이런 객관적 사실에 대한 사전 공감대 형성 없이는 국제적인 정책 도출을 달성하기 어렵다. 또한 향후 과학적 근거에 대한 공감대가 형성되었을 경우, 이를 동아시아의

당사국 및 이해 당사자들이 서로 모여 정책적 협의를 신속히 진행할 수 있는 메커니즘이 부재하다. 2013년 5월 TEMM의 3국가(한·중·일)는 대기오염에 대해 협력을 강화하는 데에 서로 동의하였다. 그러나 이런 고위급 차원에서의 국제협력 강화가 약속되었음에도 불구하고, 실무진들이 모여 상호 소통하고 의사결정을 할 수 있는 메커니즘이 부재한 실정이다. 기존의 프로그램을 적극 활용하거나, 정부차원의 새로운 실무급 회의를 위한 플랫폼이 필요하다.

#### 나. 협의체의 혼재와 비상설성 문제

앞서 언급하였듯이 아시아 지역 대기오염관련 협력 프로그램이 혼재함으로써 발생되는 프로그램의 중복 문제, 국가별로 우선순위가 상이한 문제가 발생하게 된다. 이런 문제점은 정책협의를 이루기 위한 원인규명 단계에도 이르지 못하는 결과를 초래한다. 유럽이 EMEP를 중심으로 모든 분야와 활동을 통합한 반면, 동아시아에서는 주제별로 프로그램이 각자의 영역을 갖고, 혼재, 중복되어 있는 현상을 <표 4-1>을 통해 잘 파악할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 일본주도로 2006년에 "Joint Forum on the Atmospheric Environment in Asia and the Pacific"을 만들어 기존의 5개의 프로그램을 가입시켜 상호 관심사를 교환하고 프로그램의 통합발전을 꾀하고 있다. 그러나 2년에 한 번씩 개최되는 이 포럼은 여전히 각자의 관심사만을 상호 교환하는 단계에 머물러 있으며, 그 실효성에 의문을 제시하고 있는 상황이다. 즉, 현재까지 아시아 지역의 프로그램은 프로그램 간, 그리고 프로그램 활성화를 위한 운영·조정 능력이 취약하다고 할 수 있다. 한국 주도의 LTP의 경우는 동아시아의 월경성 대기오염 문제를 집중적으로 다루고 있지만, 이러한 아시아 내에서의 국제 프로그램이 혼재되어 있는 현 상황은 월경성 문제에 대해 중국의 주변국들이 포괄적으로 논의해야 하는 플랫폼 형성에 제약조건으로 작용하고 있다. 월경성 문제는 한·중·일 삼국만의 문제가 아니기 때문에 LTP 사업의 성과를 국제적으로 더욱 확산할 필요가 있으나 현재 유럽의 EMEP의 CLRTAP 협약과 같이 프로그램에 법적 강제력이 없으며,

조직도 임의로 무효가 될 수 있는 비상설 조직으로 운영되고 있는 실정이다(장임석, 2013, 개인적 의견교환).

〈표 4-1〉 동북아시아와 유럽의 대기협력 이슈

구분	동북아시아	유럽
1. 산침적 및 부영양화 (모델링, 모니터링)	○(EANET, LTP)	EMEP
2. 광화학 산화물 (모델링, 모니터링)	○(LTP, TEMM 광화학 산화물 사업)	
3. 중금속(모델링, 모니터링)	○(LTP)	
4. POPs(모델링, 모니터링)	△(동아시아 POPs 모니터링)	
5. PM(모델링, 모니터링)	○(LTP)	
6. 통합평가모델링	×	
7. 배출 인벤토리 및 검증	△(LTP, MISC-ASIA)	
8. 배출 처리를 위한 모델링	○(LTP)	
9. 국가 프로그램과의 협력	×	
10. 전구 규모와의 교류	×	

자료: 장임석(2013, p.21).

또한 안정적인 재원이 부족하며 중앙정부 외에 다양한 이해당사자의 참여가 제한적이다. 동아시아의 체계적인 환경협력을 이행하기 위한 공유 목적, 원칙 또는 전략적 계획과 활용의 체계를 갖고 발전하지 못하고 있으며 이러한 부분들이 프로그램의 활성화와 발전에 방해요소로 작용하는 것으로 평가되고 있다(PRCEE, IGES and KEI, 2009). 충분한 소통이 부재하고 특정 국가에 편중된 재정은 결국 다자의 참여를 유도할 수 있는 프로그램을 발전시키는 데에 제약조건으로 작용할 수 있다. 또한 특정 국가 정부의 지원을 받는 경우는 정부의 해외협력 기조 및 시대의 국제여건에 따라 지원에 대한 입장을 달리할 수 있다. 한국의 경우에도 환경 분야의 국제협력의 예산이 담당공무원의 판단에 전적으로 의존하고 있으며 공무원의 순환보직 시스템에 따른 주관적 판단에 따라 국제협력의 정부 지원이 좌우될 수 있다. 이는 장기적으로 협력 상대국들로부터 프로그램에 대한 신뢰를 잃을 수 있는 악재로 작용할 수 있는 요인이 된다(환경부, 2013b, 개인적 의견교환).

## 2. 동북아 대기관리를 위한 국제협력 발전방안

가. 국제협력 기구의 격상과 통합, 상설화를 위한 당사국들의 일관된 노력

성공적인 동아시아 대기관리를 위한 국제협력이 결실을 거두기 위해서는 과거 유럽과 미국의 경험에서 보듯이 혼재되어 있는 국제협력 프로그램 안에서는 그 성과를 기대하기 어려운 측면이 있다. 따라서 동아시아 대기관리의 공통된 목적을 갖는 통합적인 국제협력 협의체를 신설하는 것이 바람직하다고 판단된다. 즉, 해당국 및 당사자들이 공유비전을 확립하고 기본 원칙을 합의한 후, 보다 큰 틀에서 국제협력을 이행하는 형태로 발전하는 것이 필요하다. 기존의 프로그램은 폐지되는 것이 아니라 신설되는 새롭고 통합된 메커니즘안의 세부 분야의 적합도에 따라 편입되는 것이 바람직하다고 판단된다. 다시 말하면 포괄적 메커니즘의 통합이다. 예를 들어 NEAC의 경우 정보공유와 긍정적 성과 전파 측면에서의 성과를 인정하고 발전시켜나갈 필요가 있다. 따라서 TEMM이 지속된다면 NEAC는 높은 수준에서 비교적 양호하게 운영되는 지역 협력메커니즘이기 때문에 TEMM의 부대 협력체로 운영될 수 있다. TEMM 차원의 협력강화 측면에서 NEAC는 정책대화, 각료회의에서의 의견 개진 등의 기능을 계속할 수 있다. TEMM과 NEASPEC의 조화는 이보다는 조금 더 어려울 것이다. 다른 국내 지휘권이 있고 NEASPEC이 TEMM에 비해 3개국을 더 포함하고 있기 때문이다(PRCEE, IGES and KEI, 2009). 따라서 시간이 소요되더라도 국가 정상간의 노력을 통해 상위개념의 환경협의체하에 두 프로그램의 공존 혹은 재편성을 유도하는 것도 해결책이 될 수 있다.

공유비전과 공통의 목표, 그리고 협력체의 기본 원칙에 대한 예는 선행연구(PRCEE, IGES and KEI, 2009)를 참고하여 다음 표와 같이 재구성하였다(표 4-2 참조).

〈표 4-2〉 환경협력메커니즘에서 기대되는 목표와 원칙

일반적인 목표
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 지속가능발전이라는 큰 흐름을 따르는 환경적 질 개선</li> <li>● 환경문제로부터 인간의 건강과 삶의 질 보호</li> <li>● 기후변화 방지를 위한 에너지 효율성과 재생가능에너지원의 개발</li> <li>● 환경협력시스템의 혁신·강화, 효율성 및 협력 수준의 증대</li> <li>● 동북아 환경협력 개발 촉진</li> <li>● 외적 관계의 성장 및 발달을 위한 국제 조직 및 환경 체제, 그리고 지역적 환경협력 메커니즘과의 협력</li> <li>● 이해당사자들의 참여, 환경보호분야의 능력개발</li> </ul>
원칙
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 상호간 이득: 동북아 전체 환경 개선.</li> <li>● 요구 중심: 각 나라들은 서로 다른 사회적, 경제적 상태에 있으며 또한 서로 다른 여러 환경문제에 봉착. 따라서 이들 간의 환경협력을 위해 서로의 공통된 환경이슈를 찾아내는 것이 필요.</li> <li>● 통합: 환경보호는 사회적, 경제적 성장 등 다른 정책 분야의 이행으로 통합되어야 함. 동아시아 경제는 역내무역에 크게 영향을 받기 때문에 환경보호를 다른 섹터로 통합시키는 것은 상호간 강화를 증대시키는 데 중요.</li> <li>● 결과 기반: 행동변화에 영향을 주고자 하는 활동의 이행에 앞서 결과에 기반한 접근방식 고려.</li> <li>● 다른 이슈에 대한 다양한 접근방식: 지역적 환경이슈에서 중요하게 논의되어야 하는 사항들은 다음과 같음. (i) 무엇이 환경적 이슈를 야기하였는지? (ii) 각 국가에서 어떤 식의 재정적, 기술적 그리고 인간능력을 갖고 이슈를 다루어야 하는지? (iii) 어떻게 (i)과 (ii)를 효과적으로 결합시킬 수 있는지?</li> </ul>

자료: PRCEE, IGES and KEI(2009)에서 재구성.

앞서 언급하였듯이 새로운 대기관리를 위한 국제협력 체계는 기존의 TEMM 체제를 근간으로 국가정상 차원의 합의형태로 격상시켜 출발하는 것이 바람직하다. 이에 따라 근본 체계가 해당국 정부의 강력한 의지 아래 출범할 필요가 있으며, 이를 바탕으로 세부적 협의와 Bottom-up 방식의 다양한 당사자, 전문가의 참여를 유도하는 것이 바람직하다.

#### 나. 국제기구와의 연계와 다양한 당사자의 참여

격상된 국제협력의 틀이 갖춰진다면 이를 유지, 발전시키기 위해 더욱 활발한 소통과 관리 체계를 갖춰야 한다. 또한 다자간의 포괄적 프로그램이므로 동아시아의 세부지역에 대한 소통과 관리를 강화할 수 있는 메커니즘을 갖추는 것이 매우 중요하다. 만약 이러한 운영상의 능력배양이 쉽지 않다면 국제기구와의 연계를 통해 보완하는 것도 하나의 방법

이 될 수 있다. 예를 들어 UN 차원의 UNEP 혹은 UNESCAP과의 협력 시스템을 만든다면 협의체의 coordination 이라든지 협의체의 결과물을 전 세계에 홍보하고, 추가적 전문가와의 소통 등 더 많은 관심과 지원을 기대할 수 있을 것이다. 이런 국제기구와의 다각적 소통을 통해 동아시아 대기관리 협의체가 발전할 수 있는 기반을 갖추 수 있다.

동아시아 이외의 국제기구와의 연계를 강화한다면 나아가서 운영비에 대한 지원도 기대해 볼 수 있다. 금융재원의 확보는 환경협력메커니즘의 성공적인 운영을 위해 절대적으로 필요하다. 정부 예산뿐만 아니라 민간 부문, 자금 지원 기관의 참여는 금융재정을 강화하는 효과적인 방법이다.

국내에 유치한 Global Climate Fund(GCF)를 새롭게 파트너로 활용하여 운영 등에서 지원을 받는 것도 생각해 볼 수 있다. 이런 것이 가능하다면 현재 특정국가의 재정에만 의존하는 한계와 단점을 극복할 수 있다.

이해 관계자 참여확대도 필요하다. 비록 환경 협력 메커니즘들이 정부주도이지만, 기업, 민간 사회 조직, 학계 등 사회적 이해당사자들의 참여는 지역사회의 니즈를 반영하여 효과적 정책으로 발전시키기 위해 필요한 것이다.

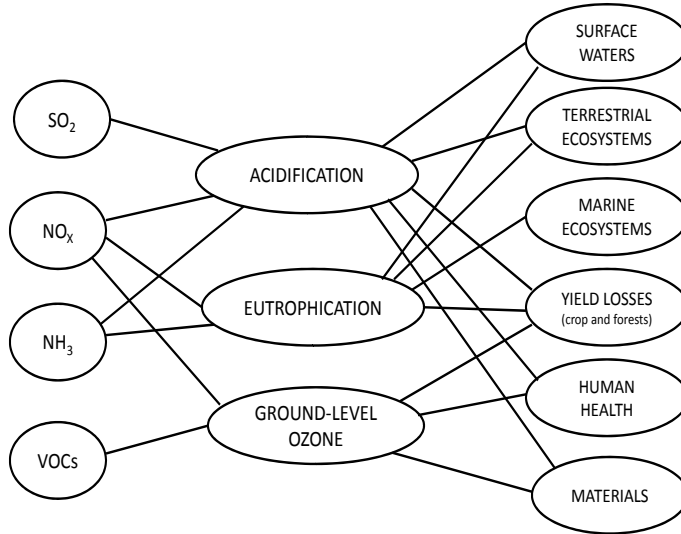
#### 다. 동아시아의 대기오염과 그 영향에 대한 과학적 원인규명 필요

협의체의 공유비전과 행동원칙이 합의되었다면 동아시아 대기관리를 위한 현안을 도출하여 주제에 대한 과학적 연구방향을 설정하고, 대기관리에 필요한 과학적 증거 및 자료의 수집을 위해 전문가 집단으로 구성된 일관적인 프로그램의 추진이 필요하다. 또한 같은 과학적 주제에 대한 국가 간, 이해 당사자 간 이견을 최소화하기 위한 노력도 필요하다. 이는 좀 더 높은 차원의 과학적 증거에 대한 합의와 권위 있는 과학자들 간의 의견일치를 유도하는 방향으로 추진하는 전략을 생각해 볼 수 있다. 예로 최근 일본에서는 Asian Science Panel in Air Quality(ASPAQ)를 제안하였다 (Suzuki et al., 2013, 개인적 의견 교환). 이는 각 지역을 대표하는 과학자들을 모아 과학적 기반과 정책 대화 활성화에 기여하고자 하는 집단이다. 즉, 기후변화의 정부 간 패널(Intergovernmental

Panel on Climate Change, IPCC)과 같이 과학, 기술 및 경제 정보를 리뷰할 수 있는 포럼을 개설하여 과학자들과 정책입안자들간의 공통적 의견일치를 도모하는 것이 필요하다. 이를 통하여 보다 확대된 전문가 집단의 공통된 과학적 의견을 도출하고 이를 기반으로 각국의 정책결정자들에게 영향을 줄 수 있는 것이다.

효과적인 연구 주제를 도출하는 것도 시급한 이슈이다. 현재 동아시아에서는 전통적인 산성비 혹은 오염물질 배출저감 기술에 대한 이슈뿐만 아니라, 산업과 기술의 확장, 발전에 따라 심화되고 다양해진 대기 오염원의 배출과 그 영향이 주요 문제인 것이다. 이는 다양한 대기오염 물질에 의한 복합적 영향을 고려해야 한다는 의미이다. 즉, 다양한 대기오염물질 배출에 의한 2차 오염물질(예, 오존, 2차 에어로졸, PM2.5 등)의 생성에 의한 피해, 그리고 인구밀도가 높은 동아시아에서 다양한 대기오염 물질에 노출되었을 때 환경 및 인체에 미치는 다양한 피해 및 기후변화와의 상호작용 등에 대한 다각적 이슈는 앞으로 동아시아 기후-환경문제에 매우 중요한 요소이다.

일본 IGES(Institute for Global Environmental Strategies)의 Elder et al.(2013)의 연구에서는 MPME(Multi-Pollutant and Multi-Effect) 접근법의 다양한 구상을 제안하였으며, 단일 오염물질 접근법에서 다수 오염물질 접근법으로의 이행을 묘사하기 위해 4단계 분류 시스템을 제안하였다. (1) 단일오염물 관리 (2) 단일오염물관리를 통한 다수의 2차 오염물질들의 포괄적 관리 (3) 다수의 오염물 관리를 통한 단일 2차 오염물의 관리 (4) 다수 오염물질 관리를 통한 다수의 2차 오염물과 독성물질의 관리. 그동안 다오염물질(multi-pollutant) 접근법은 이미 한·중·일에서 서로 다른 규모로 이행되고 있었으며, 이에 따른 정책발전을 확인하였다. 그러나 각 국가들 간 정도의 차이는 존재하겠지만, 과학적, 관리상의 향후 개발과 실행역량을 포함하는 MPME 접근법의 향후 이행에 있어 해결할 문제들이 많다. 그러나 이러한 방법은 포괄적인 대기오염과 기후변화에 노출되어 있는 동아시아에서 매우 유효한 접근 방법이며, 향후 이행의 문제점들을 해결하기 위해 보다 발전된 과학기술과 연구를 통해 해결책을 제시할 필요가 있다. MPME에 대한 개념적 도식을 <그림 4-1>에 나타내었다.



(Source: Secretariat for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution 1999, revised 2002)

자료: IGES(2012, p.6).

#### 〈그림 4-1〉 LRTAP 예테보리 의정서의 MPME 접근법의 개념

일본에서 제안한 MPME 방법 이외의 본 연구에서 제안할 수 있는 추가적 연구주제들의 예는 다음과 같다.

- 장거리 수송에 대한 배출원-수용지 관계에 대한 중국 및 주변국들을 포함한 연구협업체 운영
- 다양한 대기오염물질의 노출과 이에 대한 다양한 건강영향 (배출량 및 농도에 따른 위해성 평가)
- 대기오염물질 측정의 표준화와 저감기술 개발 및 기술보급을 위한 공동사업
- 대기오염물질 배출에 따른 사회경제적 파급효과 분석
- 유해대기오염물질(Hazardous Air Pollutants, HAPs)의 감시 및 위해성 평가

- 2차 대기오염 현상에 관한 (PM<sub>2.5</sub> 및 O<sub>3</sub>) 다각적인 연구
- 관측망 연계를 통한 심각한 대기오염 이벤트의 예·경보 시스템 구축

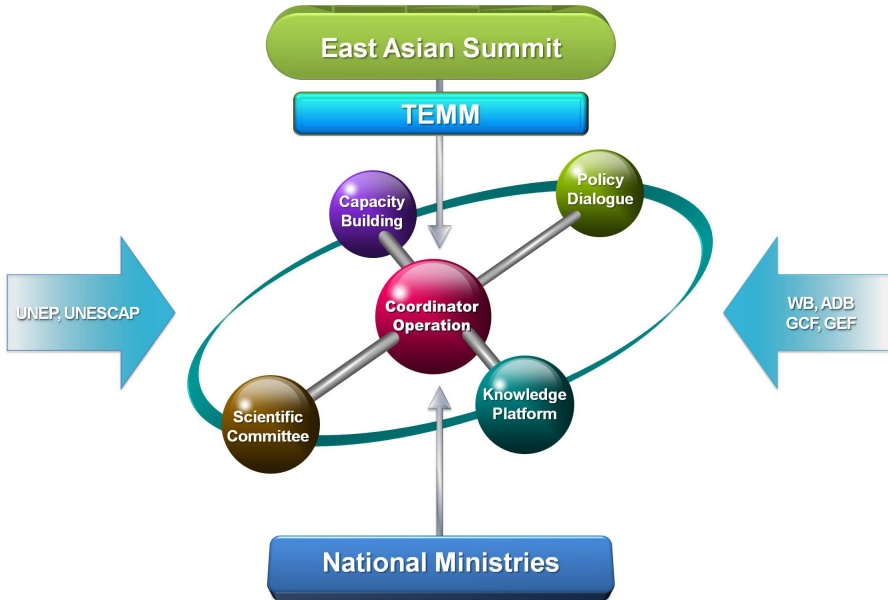
위와 같은 주제에 따른 다국적 과학자간 토론의 플랫폼이 구축된다면 이를 통한 연구 성과의 축적과 고품질의 연구를 통한 과학적 합의를 유도할 수 있을 것이다. 또한 주제별로 기존의 프로그램을 편입시키는 것도 효과적인 방법이다. 예를 들어 한국주도의 LTP는 그동안 장거리 이동에 관한 모델링 연구를 집중적으로 수행하였으므로 장거리 수송에 대한 배출원-수용지 관계와 관련된 과학적 주제를 리드할 수 있을 것이다. 이러한 연구 활동은 비단 아시아지역에만 머무를 필요가 없으며, 미국, 유럽 등의 선진 과학자들과 공동으로 학술회의 등을 개최함으로써 국제사회에 과학적 이슈를 널리 소통한다면 과학적 사실에 대한 합의를 이끌어내는 데에 도움이 될 것이다.

#### 라. 관련 자료의 공유 및 연구결과의 확산을 위한 지식공유 시스템 활용

과학적으로 뒤쳐지는 국가 및 당사자의 참여를 유지하기 위해서는 연구 성과 및 관련 지식의 공유가 필수적이다. 따라서 과학적 연구가 도출된다면 지식 공유 시스템을 만들어 이를 당사국들에게 공유해야 한다. 환경 이슈의 원인과 영향에 관한 종합적인 지식(과학적, 경제적, 사회적, 법적 지식)의 전파는 이해당사자들의 의식을 증대시킬 것이고 더 넓은 범위의 참여자들과 의사결정 과정을 함께할 수 있다. 지식 공유 시스템은 새로 구축해도 좋지만 이것이 필수사항은 아니며, UNEP 등의 국제기구 및 EANET 및 LTP 등 기존의 갖춰진 정보시스템을 활용하는 것도 생각할 수 있다. 이런 시스템을 통한 추가적 능력배양 프로그램이나 정책관련 회의를 추진하는 것도 부수적 효과를 기대할 수 있다.

<그림 4-2>는 본 과제에서 제안한 보다 상위개념의 포괄적이고 운영능력을 강화한 동아시아 대기관리 협력 프로그램의 개념도이다. TEMM을 제외한 기존의 프로그램 등은 지역적 coordination 혹은 Scientific committee 그룹에 편입되어 그 본래의 기능을

유지할 수 있으며 다양한 내외적인 소통과 과학그룹의 역할 강화 및 당사국 및 국제기구의 적극적 지원 등이 필요하다고 할 수 있다. 또한 각국 정상 간의 협의를 토대로 진행되는 만큼 대기관리 이외의 보다 포괄적인 환경협력체의 한 부분으로 기능을 수행할 수도 있을 것이다.



〈그림 4-2〉 새롭게 제안한 포괄적이고 격상된 동아시아 대기환경 협력 프로그램 도식

새롭게 제안한 동아시아 대기환경 협력체는 4가지의 주요 기능을 할 수 있도록 제안되었다. (1) 과학적 사실에 대한 연구와 리뷰 (2) 당사자들의 역량강화 (3) 과학적 사실을 기반으로 한 정책 대화 창구 (4) 관련 정보를 공유할 수 있는 플랫폼이 주요 기능이며, 고위급 레벨에서 협의된 사항을 4가지 기능에 걸쳐 원활히 수행하게 하는 Coordination/Operation파트의 역할이 가장 중요하다고 할 수 있다. 이 Coordination/Operation 파트는 대기환경 협력체의 모든 수평적, 수직적 관계 및 내외

부의 소통을 원활하게 할 수 있는 가장 중요한 기능을 수행한다고 볼 수 있으며, 이 조직의 성장과 역할강화가 협력체의 성공을 좌우할 것이라고 판단된다. 이 조직의 세부 메커니즘에 대해서는 본 연구에서 다루지 않는다.

## | 제5장 · 요약 및 결론 |

현재 동북아 지역은 세계에서 대기오염물질과 온실가스의 배출이 가장 많은 지역이며 이로 인한 환경 및 건강위험이 가장 높은 지역이다. 먼 거리를 이동할 수 있는 대기오염의 특성상 국경을 넘어 영향을 줄 수 있는 대기오염 관리 분야는 국제협력이 가장 중요한 분야 중 하나라고 할 수 있다.

과거 유럽연합의 사례에서 보면 환경오염의 인과관계를 과학적으로 입증하고 이에 대한 상호 인정과 동시에 여러 참여국들의 대의적, 공동 번영을 위한 노력 등을 통해 협력체가 유지, 발전하였으며 이런 일련의 노력들이 공동의 정책보조를 위한 자료의 구축과 대기오염의 법적 규제가 가능하도록 함으로써 과거 10여 년간 눈에 띄는 대기질 개선에 성공하였다. 이는 유럽연합이라는 정치-사회-문화적 공동체의 성공적 운영과 그 맥락을 같이하였다.

현재 동아시아 지역에서는 현재 어떤 나라도 환경오염에 대한 솔선수범적인 정책과 네트워크 발전을 위한 적극적 시도를 하지 않고 있다. 절대적 대기오염의 배출량을 차지하고 있는 중국은 경제발전 우선적 정책에 따라 환경관리에 큰 어려움을 겪고 있으며, 특히 주요 대도시와 인근 지역의 심각한 대기오염은 가장 위협적인 국가 위험 요인이 되어버렸다. 그러나 중국은 최근에는 SO<sub>x</sub> 등 일부 오염물질 배출에 대한 감축성과가 소폭으로 나타날 뿐 전반적 대기오염 배출량은 증가하고 있어, 중국 뿐 아니라 동아시아 전체의 대기질이 위협받고 있는 실정이다. 또한 대기오염의 원인과 메커니즘의 과학적 증거에 대한 입장과 견해도 국가 간, 연구자 간 일치하고 있지 않은 어려움이 있다. 이러한 기초적 정보에 대한 입장차와 그동안 대기관리 분야의 지역적, 주제별로 흩어져 있는 국제협력 프로그램이 정책적 수단으로 성장하지 못하고 서로 상충하는 양상을 보임에 따라 동아시아의 대기관리 국제협력은 많은 난제를 안고 있다.

우리나라의 경우도 LTP 등 대기오염 관리를 위한 국제협력을 지속적으로 추진하고 있으며, 대외적으로 온실가스의 감축을 선언하였음에도 불구하고 이러한 목표를 현재

효과적으로 이행하지 못하고 있다. 향후 전력 수급 대책을 비롯하여 에너지 정책은 오히려 화석연료의 사용을 지속적으로 증가시키는 방향으로 설정되어 있기 때문에 이런 정책은 국제무대의 대기분야 협력에 있어 우리나라의 신뢰를 떨어뜨릴 수 있다. 성공적 국제 협력을 리드하기 위해서는 연구 뿐 아니라 국가 정책 또한 대외적으로 모범이 될 수 있어야 한다. 한국은 중견국으로서 환경 분야의 문제해결을 위해 과학기술을 포함한 전문가의 인적 및 정보 교류를 활성화해야 한다. 이를 통해 환경문제에 있어서 대외적으로 우호적 관계를 발전시킬 필요가 있다. 이는 Bottom-up적인 측면뿐 아니라 정부주도의 Top-down적 지원도 필요하다. 그러나 현재 우리나라의 정책은 담당 공무원의 개인적인 판단에 의존하기 때문에 일관성 있는 국제협력 정책이 사실상 어려운 실정이다. 따라서 일관적인 정부정책에 대한 근본적인 대책을 마련할 필요가 있다.

본 연구를 통하여 동북아 대기관리를 위한 국제협력 발전 방안으로 다음과 같은 제안을 하였다. 첫째, 포괄적이고 국가 정상상을 포함한 high-level에서의 협력 도출과 관련 기구의 통합 및 상설화가 필요하다. 대기환경 문제의 인식을 공유하고 참여국의 이해를 포괄하는 공유비전과 원칙에 대한 합의 도출을 하는 것이 필요하다. 즉, 참여국들이 대기오염 물질의 악영향을 이해하고 감축을 위한 협력이 서로에게 더욱 큰 이익으로 되 돌아온다는 인식전환이 필요하다. 이러한 전제하에 보다 포괄적인 국가 정상 간의 다자간 환경협력 틀에 대한 합의를 이끌어 내어 보다 높은 정치적 결단을 바탕으로 대기 협력의 체제가 새롭게 구축되어야 할 필요가 있다.

둘째, 국제 협력 프로그램이 지속적으로 일관되게 그 효력을 갖고 추진되기 위해서는 다양한 당사자들의 참여를 유도하는 것이 중요하다. 국제협력체의 원활한 운영과 안정적 체제 유지를 위해 필요하다면 국제기구와의 연계를 통해 기존 국제기구의 전문가들을 참여시켜 보다 안정적이고 신뢰 있는 협력체의 운영에 도움을 줄 수 있다. 또한 재정에 있어서도 향후 세계은행, ADB, 혹은 새롭게 추진하고 있는 GCF와의 운영상의 연계를 통해 협력체의 발전을 도모할 수 있다.

셋째, 동아시아 대기오염과 그 영향에 대한 과학적인 원인을 규명하고 이에 대한 공감대가 형성되어야 한다. 이는 동아시아 지역의 연구 역량강화와 연결된다. 현재,

한·중·일 중심으로 대기오염 관련 연구비는 성장추세에 있으며 이를 통하여 삼국이 주축이 되어 동아시아 지역의 대기오염 메커니즘의 과학적인 사실에 대한 동의 이끌어 낼 수 있다. 이런 정량적이고 과학적인 근거를 공유하고 일반적인 결과를 이끌어 낸다면 이것이 정책적인 합의를 이끌어 낼 수 있는 힘으로 작용할 수 있을 것이다.

넷째, 동아시아 지역의 과학, 정책 등 전문가 그룹과 다양한 당사자들의 역량강화는 동아시아 지역의 대기협력 발전을 위해 필수적인 사항이다. 이를 위해서 관련된 과학적, 정책적 정보에 대하여 공유할 수 있는, 인식 제고를 위한 지식 공유의 플랫폼이 시급하다. 이를 통해 관련분야의 역량강화 사업과 학술회의 등을 발전시켜 대기 협력체의 질적인 성장을 추구할 수 있다.

마지막으로 이러한 격상된, 포괄적인 대기관리를 위한 동아시아 협력체는 환경협력이 라고 하는 보다 큰 틀에서 정치적인 합의점을 찾는 것에서 출발하는 것이 바람직하다고 생각된다. 또한 과학적 증거의 일반적 도출과 공감대를 형성하기 위해서는 많은 대기오염 물질의 기후시스템과 대기질 및 건강영향을 연결하는 복잡한 상호관계를 밝혀내야 하므로 중장기적인 노력과 함께 당사국들 간의 인내심이 요구된다.

이런 동아시아 지역의 대의적인 대기환경 협력프레임의 구축에 대한 노력과 별도로 Bottom-up 측면에서 시의적으로 중요한 대기오염에 관련된 연구가 추진되어야 한다. 특히 원인관계가 복잡한 오존과 PM2.5와 같은 2차 대기오염물질에 관한 다양한 공동연구가 추진될 필요성이 있다. 이는 일본에서 추구하고 있는 MPME와 맥락을 같이하며 이로 인한 오염물질 배출과 이동에 의한 대기질-기후변화-건강영향을 잇는 다양한 연구 성과를 도출할 수 있도록 노력하여야 한다. 또한 주요 오염물질 이외에도 메커니즘과 위해성 연구가 먼저 시급한 HAPs에 관한 연구가 시급하다. 특히 중국을 중심으로 하는 석탄화력에 따른 다양한 독성물질에 관한 연구는 향후 동아시아 지역의 대기환경과 건강영향에 중요한 이슈가 될 수 있다. 마지막으로 월경성 대기오염의 피해를 줄이기 위해서 동아시아 지역의 공동의 관측 네트워크를 연계하여 대기 오염 이벤트를 미리 파악하고 경보를 할 수 있는 조기 경보 시스템 구축이 중요한 과제라고 할 수 있다. 이러한 일련의

연구/사업 주제들은 21세기의 지속가능한 동아시아의 발전을 위해 필수적이며, 이러한 연구와 사업들이 성과를 거둘 수 있도록 기관차원의 중장기적 전략과 연구방향을 설정하여 추진해야 할 것으로 사료된다.

## | 참고 문헌 |

## &lt;국문 자료&gt;

- 경기도보건환경연구원. 2013. 「2012년 경기도 대기오염 평가보고서」.
- 국가에너지위원회. 2008. 「제1차 국가에너지기본계획」.
- 녹색경영정보포털. 2009. 「동북아지역 환경협력」.  
[www.gmi.go.kr/?p\\_name=morgue&sub\\_page=consulting&gotopage=23&query=view&unique\\_num=14&intnum=103&gubun=03](http://www.gmi.go.kr/?p_name=morgue&sub_page=consulting&gotopage=23&query=view&unique_num=14&intnum=103&gubun=03) [2013.11.04].
- 백성욱. 2013.5.1. “대기환경 위해성 문제와 향후의 과제”. 「대기환경 선진화 포럼」. 한국 교육문화회관.
- 에너지경제연구원.
- 외교부. 2013. 「중국지도 2: 중국주요省市별 지도」.  
[http://www.mofa.go.kr/webmodule/htsboard/template/read/korboardread.jsp?typeID=24&boardid=11661&seqno=7248&c=&t=&pagenum=1&tableName=TYPE\\_KORBOARD&pc=&dc=&wc=&lu=&vu=&iu=&du=](http://www.mofa.go.kr/webmodule/htsboard/template/read/korboardread.jsp?typeID=24&boardid=11661&seqno=7248&c=&t=&pagenum=1&tableName=TYPE_KORBOARD&pc=&dc=&wc=&lu=&vu=&iu=&du=) [2013.12.04].
- 장임석. 2013.10.30. “동아시아 대기오염 이니셔티브”. 「동아시아 대기질 관련 국제협력 현황과 향후계획」. 한국환경정책·평가연구원.
- 조석연. 2013.5.1. “대기 중 PM2.5 문제와 대책”. 「대기환경 선진화 포럼」. 한국 교육문화회관.
- 지식경제부. 2013. 「제6차 전력수급기본계획」.
- 추장민 외. 2005. 「동북아 환경협력체계 효율화 방안 연구」. 한국환경정책·평가연구원.
- 환경부. 2004. 「제6차 한중일 3국 환경장관회의 자료」.
- 환경부. 2011. 「환경통계 Brief Guide」.
- 환경부. 2013a. 「2012년 환경통계연감」.
- 환경부. 2013b. 11. 7. “온실가스 동시저감 평가모형 (GAINS-Korea) 개발연구(I)”. 「The 2nd International Workshop on Integrated Approach for Climate Change and Air Pollution」. 건국대학교.
- SBS뉴스. 2007.3.14. “[울산]동북아 환경협력회의 울산서 개최”.  
[news.sbs.co.kr/section\\_news/news\\_read.jsp?news\\_id=N100023180](http://news.sbs.co.kr/section_news/news_read.jsp?news_id=N100023180).

<영문 자료>

- Akimoto, H. 2003. "Global Air Quality and Pollution". *Science*, 302(5651): 1716-1719.
- Chang, L-S. 2012.12.7. "LTP Project assessment and future activity". *Better Air Quality 2012*. Hong Kong.
- CDIAC. 2009. *Top 20 Emitting Countries by Total Fossil-Fuel CO2 Emissions for 2009*.  
[http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre\\_tp20.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_tp20.html) [2013.11.12].
- EANET. 2012. *The Fourteenth Session of the Intergovernmental Meeting on the Acid Deposition Monitoring Network in East Asia-Report of the session. 26-27 November 2012, Yangon, Myanmar*. <http://www.eanet.asia/meeting/index.html> [2013.08.05].
- Elder, M. 2013.11.8. "Strengthening International Cooperation on Air Pollution in Asia". *Presentation at the Korea Environmental Institute*. Seoul.
- Elder, M. et al. 2013. "Current Status and Future Potential of the Multi-Pollutant Approach to Air Pollution Control in Japan, China, and South Korea". *the 18th Annual Meeting of the Society for Environmental Economics and Policy Studies(SEEPS)*.
- Gauss, M. et al. 2007. "Changes in Nitrogen Dioxide and Ozone over Southeast and East Asia Between Year 2000 and 2030 with Fixed Meteorology". *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 18(3):475-492.
- HTAP. 2010. *Hemispheric Transport of Air Pollution 2010*.
- IEA. 2012. *World Energy Outlook 2012*.
- IGES. 2012. *Perceptions on Transboundary Air Pollution among Scientists and Policymakers -Results from Interview Surveys in Japan*.
- Kanaya, Y. et al. 2007. "Urban photochemistry in central Tokyo: 1. Observed and modeled OH and HO<sub>2</sub> radical concentrations during the winter and summer of 2004". *J. Geophys. Res. -Atmos.*, 112(D21312), 20.
- Kanaya, Y. et al. 2008. "Urban photochemistry in central Tokyo: 2. Rates and regimes of oxidant(O<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>) production". *J. Geophys. Res. -Atmos.*, 113(D06301).
- Kondo, Y. et al. 2006. "Temporal variations of elemental carbon in Tokyo". *J. Geophys. Res. -Atmos.*, 111(D12205), 17.

- Kondo, Y. et al. 2010. "Formation and transport of aerosols in Tokyo in relation to their physical and chemical properties: a review". *J. Meteorol. Soc. Japan*, 88(4): 597-624.
- Kuwata, M. and Y. Kondo. 2009. "Measurements of particle masses of inorganic salt particles for calibration of cloud condensation nuclei counters". *Atmos. Chem. Phys.*, 9(1): 4653-4689.
- Kuwata, M., Y. Kondo and N. Takegawa. 2009. "Critical condensed mass for activation of black carbon as cloud condensation nuclei in Tokyo". *J. Geophys. Res. -Atmos.*, 114(D20202), 9.
- OECD. 2010. *OECD Environmental Performance Reviews: JAPAN*.
- Ohara, T. and T. Sakata. 2003. "Long-term Variation of Photochemical Oxidants Over Japan". *Journal of Japan Society for Atmospheric Environment*, 38: 47-57.
- Ohara, T., K. Yamaji. and I. Uno. 2007.9.24. "Long-term simulations of surface ozone in East Asia during 1980-2020 with CMAQ and REAS inventory" *IMT 2007*.
- Ohara, T. et al. 2007. "An Asian emission inventory of anthropogenic emission sources for the period 1980-2020". *Atmos. Chem. Phys.*, 7: 4419-4444.
- PRCEE, IGES, and KEI. 2009. *Tripartite Joint Research on Environmental Management in Northeast Asia*.
- Mochida, M. et al. 2006. "Relationship between hygroscopicity and cloud condensation nuclei activity for urban aerosols in Tokyo". *J. Geophys. Res. -Atmos.*, 111(D23204), 20.
- Mochida, M. et al. 2008. "Significant alteration in the hygroscopic properties of urban aerosol particles by the secondary formation of organics". *Geophys. Res. Lett.*, 35(L02804), 6.
- Nagashima, T. et al. 2010. "The relative importance of various source regions on East Asian surface ozone". *Atmos. Chem. Phys.*, 10: 11305-11322.
- Richter, A. et al. 2005. "Increase in tropospheric nitrogen dioxide over China observed from space". *nature*, 437: 129-132.
- Shiraiwa, M. et al. 2007. "Evolution of mixing states of black carbon in polluted air from

- Tokyo". *J. Geophys. Res. -Atmos.*, 34(L16803), 5.
- Streets, D. G. et al. 2003. "An inventory of gaseous and primary aerosol emissions in Asia in the year 2000". *Journal of geophysical Research*, 108(D21), 8809.
- Suzuki, K. et al. 2013.7.23. "Mitigating Air Pollution and Climate Change in Asia: Toward an Integrated Approach". 「International Forum for Sustainable Asia and the Pacific: ISAP」. Yokohama, Japan.
- TEMM. 2013. *The 15th Tripartite Environment Minister Meeting Among Japan, Korea and China*. [www.temm.org/sub03/11.jsp?commid=TEMM15](http://www.temm.org/sub03/11.jsp?commid=TEMM15) [2013.07.25].
- UNESCAP. 2012a. *NEASPEC Expert Consultation Meeting on Transboundary Air Pollution in North-East Asia-Report of the meeting. 9-10 July 2012, St. Petersburg, Russian Federation*. [http://www.neaspec.org/tap\\_jul\\_2012.asp](http://www.neaspec.org/tap_jul_2012.asp) [2013.08.05].
- \_\_\_\_\_. 2012b. *Report of the seventeenth senior officials meeting of the North-East Asian subregional programme for environmental cooperation. 20-21 December 2012, Chengdu, China*. <http://www.neaspec.org/som17.asp> [2013.08.05].
- Wang, H. 2013.10.11. "Air pollution in China". *The 5th Workshop on Korea-China Environment Cooperation*. Seoul.
- Wikimedia Commons. 2009. *File:Pearl River Delta Area.png*.  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pearl\\_River\\_Delta\\_Area.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pearl_River_Delta_Area.png) [2013.11.05].
- WMO/IGAC. 2012. *Impacts of megacities on air pollution and climate*.
- Wu, Q. 2013.10.11. "Air Pollution Prevention Policies in China". *The 5th Workshop on Korea-China Environment Cooperation*. Seoul.

# | 부록 · 전문가 초청 세미나 및 워크숍 결과 |

## 1. 제5차 한·중 환경협력 워크숍

### 가. 워크숍 개요

- 1) 일시: 2013년 10월 11일(금), 13~18시
- 2) 장소: 서울 국도호텔
- 3) 주관·주최: KEI·CAEP
- 4) 참석자: 총 20인 참석

Dong Zhan Feng	중국 환경보호부 환경규획원(CAEP) 박사
Long Feng	중국 환경보호부 환경규획원 박사
Hu Rui	중국 환경보호부 환경규획원 연구원
Wu Qiong	중국 환경보호부 환경규획원 연구원
Wang Hui Jie	중국 환경보호부 환경규획원 연구원
유현석	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 선임연구원
추장민	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구위원
강택구	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 부연구위원
심창섭	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 부연구위원
김예화	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구원
서여진	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구원
서지현	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구원
외 8명	

### 나. 주요 논의 내용

#### 1) 발표내용

#### 1. 중국 대기오염 및 대기질 현황 (Wang Hui Jie, CAEP)

- 중국은 석탄을 주요 에너지원으로 사용하며 자동차 배기가스 문제가 매년 심각해지고 있음. 이로 인한 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> 배출량도 세계에서 가장 높은 수준으로 나타남.

- 2000~2005년 지속적인 SO<sub>2</sub> 증가를 나타내다가 2006년 이후 소폭으로 감소하는 경향을 나타냄. 이는 제11차 5개년 계획기간 동안의 배출총량 규제 시행 때문으로 판단.
- 2007~2010년 NO<sub>x</sub> 배출량 증가율은 8.2%로 나타났고, 2010년 이후 에너지 소비 증가율의 감소와 배출량 저감 정책의 영향으로 배출량이 감소하는 것으로 나타남.
- 2013년 상반기 경진기, 창각삼각주, 주강삼각주 3개 지역의 일평균 PM2.5 농도는 WHO 기준(37.5 $\mu$ g/m<sup>3</sup>)의 각각 3.29, 1.97, 1.26배로 나타남
- 중국의 대기오염 원인으로 빠른 경제성장과 도시화, 중국 내의 복잡한 환경문제들로 인한 대기오염의 방지와 제어의 어려움, 중공업위주의 산업구조, 석탄을 주요 에너지원으로 하는 구조, 자동차수의 빠른 증가를 들 수 있음.

## 2. 중국 대기오염 관리 정책 (Wu Qiong, CAEP)

### 가) 국가거시정책

- 대기오염방지법: 중국 최초 대기오염방지제도로 대기오염물질 총량제어 및 배출허가제도, 오염물질 배출기준 관리제도, 배출물질 오염자 부담 제도가 있음.
- 제12차 환경보호 5개년 계획: 목표는 2015년까지 SO<sub>2</sub> 배출량을 2010년 대비 8% 감축하며 NO<sub>x</sub> 배출량을 10%까지 감축.
- 제12차 주요지역 대기환경보호 5개년 계획: 제12차 환경보호 5개년 계획에 비해 더 넓은 범위의 오염물질을 다루며, 핵심지역간의 협력을 통한 관리감독 체계를 구축.
- 대기오염 예방관리 10대 조치: 2013년 9월 국무원에서 발표, 목표는 2017년까지 주요 도시의 PM2.5를 2012년 대비 10% 감소시키는 것.

나) 핵심 업계에서의 대기오염방지 정책

- 2015년까지 2005년 이전에 등록된 황색표시차량(Yellow Label Cars)인 노후 자동차를 폐기, 자동차 환경기준 강화, 신재생에너지 사용 권장 등의 계획 시행.
- 전력부문의 오염방지를 위해 배출권 거래, 탈황/탈질, 오염물질 배출 요금부과 정책 시행.

다) 도시 관리에서의 대기오염방지 정책

- 요식업 기름, 연기 오염관리와 건설현장의 비산먼지 관리.

### 3. 대기오염 관리 관련 산업 발전현황 (Long Feng, CAEP)

가) 탈황기술의 발전 현황

- 화력발전소 탈황으로 FGD 기술을 가장 많이 활용하고 이어서 CFB 기술, 해수탈황 기술을 활용하고 있음.
- 중국의 화력발전소 탈황설치 현황을 보면 2011년까지 매년 탈황설비가 증가하고 있음을 알 수 있음.
- 철강업계에서는 FGD 기술을 많이 활용하고 있음.

나) 탈질기술의 발전 현황

- 탈질은 15차 5개년 계획에 접어들면서 그 중요성이 대두되어 화력발전소 중 15%에서 탈질을 시작하였음.
- 활용기술로는 중국에서 주로 활용하는 기술인 SCR과 중소형 보일러나 오래된 시설에서 많이 활용하는 SNCR이 있음.
- 중국의 탈질설비 현황을 보면 2011년부터 발전하기 시작하여 성장단계에 접어들.

다) 미세먼지 제거기술의 발전 현황

- 먼지 제거 기술은 화력발전소에서 가장 많이 활용됨.
- 전자 먼지 제거 기술을 주로 활용하며 아직까지는 PM2.5의 제거 효율성이 낮음.
- 이외에도 백타입 먼지 제거기술 및 정전식 백타입 먼지 제거기술도 많이 활용되고 있음.

라) 업계 발전 문제

- 화력발전소에서 사용되는 습식탈황은 석고비가 내려 막히는 단점이 있음. 탈질업계의 현황에 있어 규제 및 표준이 마련되어 있지 않은 문제가 있음.
- 그리고 현재 촉매 환원법 관련기술의 경우 공급과잉문제도 고려 대상임.
- 공업용 보일러의 문제점은 면적이 넓고 양이 많아 탈황시설이 제대로 작동되지 않는 경우가 있음. 그리고 간단한 탈황시설이 많은 편이며 오염수도 무분별하게 배출되고 있음. 일부는 비용을 절감하기 위해 운영 온도를 제대로 지키지 않아 부품 부식 문제 존재함. 또한 실시간 모니터링 구축이 되어 있지 않은 점도 문제임.
- 이에 탈질시설의 경우도 탈황시설의 경우와 마찬가지로 체계화가 필요함.

마) 업계 발전 전망

- 전력산업에서는 12차 5개년 기간 동안 1.8억~2.3억kW의 시설에 모두 탈황시설을 구비할 것이고, 500~600억 위안이 투자될 것으로 추정됨. 또한 탈질에는 500억 위안이 투자될 것으로 추정됨.
- 전력산업에서는 다오염 일체화 기술 프로젝트, 수은제거 시범프로젝트 등을 수행할 계획이며, 총 20억 위안이 투자될 것으로 추정됨.
- 이 밖에도 철강업계, 시멘트 업계 등에서 탈황 및 탈질 그리고 미세먼지 제거와 관련된 투자가 예상됨.

#### 4. 한국 대기오염 현황 및 정책 (심창섭, KEI)

##### 가) 한국의 대기오염 현황

- 한국은 지난 20년간 대기질이 꾸준히 개선되어 왔지만, 여전히 OECD국가와 비교하였을 경우 대기질 개선이 더 필요한 상황임. SO<sub>2</sub>와 CO의 경우 비교적 성공적으로 관리되고 있지만, NO<sub>2</sub>와 PM10의 경우는 자동차 등록대수 증가와 장거리 이동의 영향으로 제어에 어려움이 존재함.
- 오존 연평균 농도는 심각한 수준은 아니지만 꾸준히 증가하고 있음. 또한 고농도 오존 이벤트 횟수가 환경적으로 문제가 될 수 있음. 오존농도 증가의 원인은 단순하지 않으며 인접국으로부터의 영향과 2차 오염이 원인일 수 있음.
- SO<sub>2</sub> 농도는 현재 기준치 이하로 관리되고 있으며, NO<sub>2</sub>는 환경기준치에 근접한 상태로 지속적인 관리가 필요함.

##### 나) 한국의 대기관리 정책

- 수도권에 대한 특별정책의 경우 2005년에 수립되어 계속 시행되고 있음. 현재 1차 관리계획이 끝나가고 있으며 이에 대한 성과를 정리하고 다음 2차연도 계획을 수립하고 추진할 계획임.
- 수도권 지역의 주요정책으로는 자동차 배출원을 지속적으로 줄이고, 먼지 및 NO<sub>x</sub> 배출량 감축정책 시행이 있음.
- 배출시설관리의 경우 배출시설 건설 허가제도, 규제대상 물질의 강력한 정책, 굴뚝 24시간 배출량 모니터링 시스템 가동(주요 시설에 대해 의무적으로), 비산먼지 관리 등을 시행하고 있음.
- VOC의 경우 37개의 VOC 물질에 대해 지정 및 관리 진행 중이며, 페인트 산업의 경우 solvent의 함유량을 줄이는 기술 개발을 진행 중.
- 자동차에 의한 대기오염은 자동차 등록대수의 지속적인 증가추세로 인해

CO, NO<sub>x</sub>, PM의 제어가 쉽지 않은 상황임. 이와 같이 수도권에서는 차량 배출이 주요한 배출원으로 교통수단의 다변화 정책이 필요함.

- 가솔린 엔진차량과 공용차량으로 인한 배출량 감소를 위한 정책 시행중 (EURO5 도입 및 천연가스버스 도입).

## 5. 미래에 중국 대기환경관리가 직면한 도전 분석 (Hu Rui, CAEP)

### 가) 급속한 경제 성장

- 2010년 중국의 산업비중은 46.8%, 서비스업 43%, 농업 10.2%로 2020년~2030년으로 시간이 흐를수록 서비스업의 비중이 증가할 것으로 예측됨.
- 2011년 중국의 도시화율은 51%이며, 2020년에는 60%, 2030년에는 67%로 예상됨.
- 중국의 2010~2020년 경제성장률은 7~8%를 유지할 것으로 보임.

### 나) 에너지 소비 구조 및 에너지 총량

- 2020년 1차 에너지 소비 총량은 석탄기준 46~51억 톤으로 증가할 것으로 예측되었으며, 이러한 에너지 소비의 급격한 증가는 에너지 생산을 앞서 가는 것으로 나타나고 있음.

### 다) 자동차로 인한 오염 증가

- 중국의 자동차 대수는 2015년까지 1억 5천만대 돌파하고 2020년까지 2억대를 돌파할 것으로 예측되고 있음. 이러한 현상은 오염물질 배출 증가의 원인이 되며 과거 2005년에 비해 2.5배 증가한 수준임.

### 라) 대기질 개선의 어려움

- 전체 배출량이 크고 지역적인 영향이 복합적으로 일어나고 있어 개선에

어려움이 있음. 또한 산성비 영향은 확대되고 있으며 유해폐기물도 건강에 위협이 되고 있음.

## 6. 대기오염 저감 한-중 협력방안 (추장민, KEI)

가) 대기오염이슈 측면에서의 협력 수요

- 중국의 대기오염현황: 2006년 이후 NO<sub>x</sub>의 지속적인 증가는 자동차의 빠른 증가와 관련됨. 석탄을 주요 에너지로 하는 소비 구조를 갖고 있으며, 이에 비해 재생에너지의 비율은 낮음. 또한 성 단위로 대기오염의 수준에 차이를 보임.
- 중국 광역도시 대기질: 베이징의 경우 산업, 가정 그리고 자동차가 SO<sub>2</sub>와 NO<sub>x</sub>의 주요 배출오염원이며, 텐진은 산업분야가 주요 배출오염원임. 따라서 각 지역별로 동일한 정책을 사용할 수 없음.
- 한국의 대기오염현황: 2004년 이후 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> 배출은 감소경향을 나타내지만 VOC, TSP, PM10은 2001년 이후 증가하는 경향을 나타냄. 전체 대기오염물질의 28%가 도로이동오염원으로부터 배출되고 있음. 경기도가 전체 대기오염물질의 15%를 차지하고 있음.
- 한국 수도권 대기질: 인구가 작은 면적에 집중되어 있고 노후차량 증가, 에너지 소비 증가로 인한 대기오염이 증가하고 있으며, 장거리 이동으로 인한 대기오염의 영향을 받고 있음.
- 협력수요: 자동차관련 오염방지, 신재생 에너지, 친환경 자동차 개발, 맞춤형 정책 전파, 공동 측정과 데이터 교환 정책 등.

나) 정책 수단 측면에서의 협력 수요

- 중국은 총량규제를 강화하고 있고 대상오염물질도 확대하고 있음. PM2.5를 새로운 규제대상 오염물질로 포함.

- 한국은 2006~2015년 국가환경종합계획에 의해 각각의 지표별 목표를 제시하고 있으며, 2013~2014년 환경정책이행계획에서 PM10 예보제를 시행하고자 함. 수도권외의 경우 페인트, 건설기계에 대한 정책이 강화되고 바이오 디젤의 도입 정책이 강화됨.
- 협력수요: 탈질 기술, 자동차 오염저감 기술, PM2.5와 같은 오염물질에 대한 측정과 예보제, 배출권 거래 시스템 등.

다) 관련 환경산업 측면에서의 협력 수요

- 중국의 환경 분야 투자가 지속적으로 증가하고 있으며, 우리나라보다 더 많은 것으로 확인됨.
- 한국의 경우 수도권 지역에서 디젤, 전기차 기술이 실용화 단계에 있으며 PM2.5 분리 포집기술이 미국 다음으로 개발되어 있음.
- 협력수요: 환경시설에 대한 관리 기술 및 정책 등.

라) 국제 협력 활동 측면에서의 협력 수요

- 기후변화, 황사, 대기오염제어 분야에서 한중일 협력이 이루어지고 있음.
- 협력수요: 장거리 대기오염물질에 대한 협력정책대화 틀 마련, 장거리 대기오염물질의 모니터링 및 예보 시스템 공동 개발 등.

마) 한중 협력 체계

- 목표: 국민들의 삶 개선을 위한 대기질 개선.
- 방향: 양국의 수요를 우선 확인하고 우수 사례를 공유하며 공동개발 및 보급을 시행.
- 협력수요: 대기오염이슈, 대기정책, 관련 산업 그리고 기존 국제 협력에서의 각 수요를 통합한다면 양국 간의 환경협력을 강화할 수 있을 것으로 사료됨.

## 7. 한-중 대기오염 예방 퇴치 영역에서의 협력 건의 (Dong Zhan Feng, CAEP)

### 가) 협력 분야

- 대기오염방지와 제어의 관리 시스템 및 메커니즘
- 대기오염물질의 월경성 이동에 관한 정부차원의 협력
- 대기오염제어 기술 및 서비스
- 배출권거래제 시범운영
- 대중의 참여를 이끌 수 있는 정책 마련

### 나) 협력 방식

- 협력을 위한 적절한 플랫폼 구성
- 공통 관심사에 관한 협력
- 학술교류 강화
- 공동성과 발표

### 다) 협력 메커니즘

- KEI와 CAEP의 협력 모델 구축을 위한 공동연구
- 협력 연구 경비 모색
- 안정적인 인적 교류

## 2) 토의내용

- (유현석 선임연구위원)
  - 중국에서는 도시계획 차원에서 대기저감을 위한 정책을 실시하고 있는가?
- (Dong Zhan Feng 연구원)
  - 중국의 오염관리 체계는 먼저 국가 차원에서 계획을 세움. 다음 지방에서는 세워진 국가 계획에 따라 각 지역의 특징에 맞는 계획을 세워

이행하고 있음. 지방차원에서 국가 계획 목표를 달성하지 않을 시 해당 책임을 져야 함. 현재 중국에서는 대기오염물질 총량제어를 가장 엄격히 관리하고 있음. 따라서 도시계획에 있어 새로운 방안보다는 기업의 대기오염물질 배출 제어가 우선 이행되어야 함.

○ (강택구 부연구위원)

- 중국이 대기오염저감을 위해 구체적인 사업을 이행하는 과정은 어떠한지? 대중교통수단의 배출량을 줄이기 위한 정책에는 어떤 것이 있는지?

○ (Dong Zhan Feng 연구원)

- 국가차원에서 계획이 수립이 된 다음 세부적인 목표를 세우게 됨. 목표를 설정한 뒤 정부에서는 화력발전소, 시멘트 공업 등에 대한 여러 가지 중대 프로젝트를 설정하게 됨. 이러한 프로젝트를 완수하기 위해 예산과 사업능력을 검증함. 다음 지역별 지방정부에서 지역적인 차원에서의 계획을 수립하게 됨. 또한 정부에서는 계획 수립 후 부처별로 각 임무를 할당하고 있음.

○ (Long Feng 연구원)

- 중국에서는 강제성이 높은 오염물 배출 요금부과 제도가 있음. 모든 공업기업이 오염물 배출 시 요금을 지불하게 됨. 요금은 온라인에서 자동적으로 모니터링 되는 양에 따라 부과되고 있음. 대부분의 대기업에서는 실행되고 있지만 중소기업에서는 이행이 쉽지 않음. 또한 요금 부과 기준이 10년 전에 만들어진 것으로 저렴하기 때문에 대기업에게 큰 자극이 되지 않고 있음. 이 부분 역시 앞으로 개선되어야 하며 환경세 등을 연구하고 있음.

○ (Long Feng 연구원)

- 한국의 교통수단 다양화를 위한 정책이 있는지와 관련 경험을 공유하고 싶음.

○ (심창섭 부연구위원)

- 한국의 철도는 주로 전기를 사용하고 있지만 이러한 전기는 화석연료를

사용하여 생산되고 있음. 지하철의 경우 지하의 먼지를 끌어올 수 있기에 한국도 좋은 상황은 아니라고 생각함.

○ (유현석 선임연구위원)

- 예전의 청계천 지역은 교통체증이 심하여 혼잡하였고 이로 인한 대기오염문제가 더욱 심각해질 것이라 예측한 바 있음. 청계천을 복원하고 나서 차량들의 운행 속도가 줄어들었고 교통량 또한 줄어드는 등 여러 가지 환경 정화 작용이 있음. 그밖에 대중교통을 많이 이용하게끔 유도하는 정책을 내세우는 것도 자동차 오염방지의 한 가지 방법이 될 수 있음.

○ (Long Feng 연구원)

- 한국의 실시간 모니터링 방면에서의 기술력은 어느 정도로 발전하였는지 궁금함.

○ (추장민 연구위원)

- 한국은 현재 대기와 수질 방면에서 오염물질 배출 모니터링 시스템이 갖춰졌음. 배출량의 규모에 따라 1종, 2종, 3종으로 분류하고 있는데, 1종 공장에는 TMS 시스템을 가동하고 있음. 모니터링에 의해 측정된 배출농도와 양이 중앙 관측시스템으로 전송되어 기준을 초과하는 기업은 생산을 중단하여 개선 후 운영하게끔 하고 있음. 중국 길림성을 포함한 몇 개 성정부에서는 한국 TMS 시스템의 기술을 활용하기 위해 아주 많은 교류가 있었던 것으로 알고 있음.

○ (Long Feng 연구원)

- 한국은 공업오염 규제에 있어서 중국의 오염물 배출비용징수와 비슷한 제도나 기술, 환경경제수단으로 제어하는 방식이 있는지? 그리고 전체 산업 오염물 규제에 있어서 오염물 배출비용징수는 어떠한 역할을 하고 있으며 실행 효과가 어떠한지 궁금함.

○ (추장민 연구위원)

- 한국은 오염물질 배출 부과금 방식으로 규제하는 것이 아닌, 연료규제

정책과 배출가스 배출기준 정책을 적용하고 있음. 오늘까지 효과를 가장 많이 본 정책은 연료규제정책임. 오염물질 배출부과금은 자동차 관리 정책에서 적용되고 있지만 클린디젤 등 연료기술의 개발에 의해 폐지될 가능성이 있음.

○ (Long Feng 연구원)

- 한국은 모니터링 시스템을 어떻게 관리하고 있는지?

○ (추장민 연구위원)

- 모니터링 시스템 설치 초기에는 많은 투자가 들어가지만 이후 관리는 경비가 많이 들지 않음. 그것은 기업에서 자발적으로 관리기구와 함께 감독 및 관리하는 시스템을 만들었기 때문임. 중국은 아직 사회적인 참여와 공동관리 체계가 잘 이루어지지 않아 관리 방면에서의 비용이 많을 수 있음. 이러한 방면에서 교류를 통해 사례를 공유할 수 있는 협력이 필요하다고 생각함.

○ (심창섭 부연구위원)

- 중국의 대기오염저감 노력으로 수도권 경우 SO<sub>x</sub> 배출량은 1/5수준으로 감소하였음. 따라서 향후 중국의 오염물질 배출 전망에 대한 개인적인 의견이 궁금함.

○ (Dong Zhan Feng 연구원)

- 중국의 대기오염은 사회경제 발전의 흐름에 따라 크게 달라질 것으로 사료됨. 현재 중국의 경제발전 수준은 중등사회로 접어들었으며, GDP는 지속적으로 상승될 것으로 보임. 그리고 현재 도시화율이 약 50%로 계속 증가하는 추세임. OECD 국가의 경험을 보면 도시화율이 70~80%에 도달하였을 때 도시화가 상대적으로 안정됨. 중국의 도시화가 안정되려면 최소 20년이 더 필요함. 산업구조 특징으로 보았을 때 도시화율이 계속 늘어날 것이고, 이에 따른 환경적 부담이 계속 있을 거라 생각함. 따라서 중국에서는 대기오염저감에 관한 정책이 더 많아질 것이며, 이에

대하여 중국정부는 적극적인 자세를 취하고 있음.

○ (추장민 연구위원)

- 중국 GDP 당 SO<sub>2</sub> 배출량과 에너지 사용량의 변화추세로 향후 5년~10년의 전망을 예측해보니 목표 도달이 쉽지 않을 것 같음. 따라서 정책을 제안할 때 회귀분석을 통하여 예측을 한다면 어떠한 부분에서 더 강화가 필요한지 알 수 있으며, 기술적, 정책적인 면에서 더 효과적인 방안을 제안할 수 있을 것임.

○ (Dong Zhan Feng 연구원)

- 국무원에서 발표한 정책에서 대기오염저감에 관한 목표치가 높다는 것을 인식하고 있음. 기술적, 산업구조적인 방면에서 이미 예측연구가 진행되었고, 이에 따라 11차 5개년규획기간 환경보호와 관련하여 1조 6천 위안을 투자하였고 12차 5개년규획기간에는 3조 4천억 위안을 투자하였음.

#### 다. 관련 사진



## 2. 동아시아 대기질 관련 국제협력 현황과 향후계획

### 가. 세미나 개요

- 1) 일시: 2013년 10월 30일(수), 10~12시
- 2) 장소: KEI 글로벌전략센터 5층 회의실
- 3) 주관·주최: KEI
- 4) 참석자: 총 5인 참석

장임석	국립환경과학원 기후대기연구부 대기환경연구과 연구관
심창섭	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 부연구위원
강택구	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 부연구위원
홍지연	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구원
서지현	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구원

### 나. 주요 논의 내용

#### 1) 발표내용

##### 가) 동북아 대기오염관련 협력 현황

- 아시아 지역 대기오염관련 협력 프로그램이 여러 개 존재하지만 이들의 성격이 중복되는 문제.
- 국가별로 우선순위가 다르고 개별 프레임의 강화에 주력하여 최종목표인 대기오염방지에는 도달하지 못하는 실정.
- 이러한 문제를 해결하기 위해 일본주도로 2006년에 5개의 프로그램이 "Joint Forum on the Atmospheric Environment in Asia and the Pacific"에 가입하였고, 2년에 한 번씩 개최되지만 여전히 각자의 관심사만을 논의하는 문제로 시너지 효과가 없는 실정.

## 나) 문제점

- 동아시아 대기협력에서 가장 취약한 부분은 과학-정책의 인터페이스로 어떤 특정 문제에 대해 과학자들이 합의에 도달하기 어렵고 국가에 따라 과학적 견해가 다르기도 함.
- 정부는 과학적 활동과 자문의 범위에 제한을 두어 최신 과학 지식을 제공 받지 못하여 정부 정책과 연관이 없거나 소통이 원활하지 않은 문제가 존재.

## 다) 제안

- 이러한 문제점들로 일본에서는 Asian Science Panel in Air Quality(ASPAQ)를 제안.
- 이는 각 지역을 대표하는 과학자들을 모아 과학적 기반과 정책 대화 활성화에 기여하고자 하는 집단임.
- 과학, 기술 및 경제 정보를 리뷰할 수 있는 포럼을 개설하여 과학자들과 정책입안자들 간의 공통 이해를 나누는 것이 필요.

## 라) EANET

- EANET을 주도하는 일본은 2005년을 지역협약 체결을 위한 첫해로 생각하고 체계적인 준비를 진행해왔던 것으로 추측됨.
- 첫 번째 단계로 운영비를 참여국이 공동 부담하는 제안을 하였고, 회원국들에게 지역협약체결을 모색할 것을 주장함. 이후 사무국 및 일본의 네트워크 센터의 국제화가 일부 진행됨. 2010년 EANET 활동 강화를 위한 협정서를 체결하였고, 2012년 발표됨.
- 그러나 현재 본 협정서는 국가마다 받아들이는 입장이 자발적 또는 강제적인 성격으로 다른 문제가 있음.

마) LTP

- LTP 사업은 전문가 위주로 운영되고 있기 때문에 과학적 연구 성과가 정책결정으로 연결되는 부분이 약함.
- 그리고 최근 다양한 월경성 오염문제가 이슈가 되면서 포괄적인 협력의 틀이 필요한 상황임.
- 또한 동북아에는 다수의 대기오염관련 프로그램이 존재하여 프로그램 간 중복이 우려되며 이에 따라 LTP 사업의 위상을 제고할 필요가 있음.
- 이에 LTP 자체발전 대안으로 모니터링, 모델링, 영향평가, 연구, 배출저감, 능력배양 등 여러 가능한 기능들과 다오염물질, 기후/대기 관련 물질들로 그 옵션을 확대하여 종합적이고 통합적인 접근과 비용효과적인 과학적 모델링을 기초로 하는 협력을 제안.

2) 토의내용

- (심창섭 부연구위원)
  - 과학자들의 연구를 통해 정책적 제안이 나오고 있지만 그에 대한 합의가 없는 상황임. 따라서 과학전문가 패넬을 만들어(예: ASPAQ) 과학적 동의를 이끌어 내고 더 나아가 정책적 합의를 이끌어 내는 것이 필요함.
- (강택구 부연구위원)
  - 중국의 대기환경 협력에 관한 입장이 최근 들어 적극적으로 바뀐 것으로 보임.
- (장임석 연구관)
  - 현재 연구비가 충분하게 확보된 상황이며, 협력에 비협조적이던 이전과 다르게 비공식적으로 중국(CRIS)이 LTP 또는 EANET을 운영하겠다고 정부에 접근하기도 하는 상황임.

- 또한 한중일 과학원장회의에서도 중국에 외국과학자프로그램이 있으니 언제든지 지원 바란다는 내용도 있었음.

○ (심창섭 부연구위원)

- 미국, 유럽 연구자들을 많이 스카우트하는 것으로 알고 있음. ‘온실가스’라는 한 가지 주제에 대해서만 해도 부문별 전문가들을 모두 모아 연구 진행 중임.

○ (장임석 연구관)

- 이렇듯 중국의 입장에서는 연구비도 넉넉하고 연구 인력도 충분하니, 한국의 입장에서는 중국과 협상할 카드가 없음. 최근 한·중 데이터 교류를 제안했지만 반응이 없었음. 반면 영국의 경우는 측정 장비도 무상으로 지원해주고 30명씩 연수시켜주는 조건을 제시했기 때문에 중국은 이러한 더 좋은 조건을 수용함.

○ (심창섭 부연구위원)

- 중국과의 데이터 공유가 어려움.

○ (장임석 연구관)

- 실시간 자료는 공유 중이지만 확정자료는 공유하지 않고 있음. 중국 측정 자료를 공유하는 민간 사이트 존재하며, 현재 중국 스모그 영향을 확인하는 경우 민간사이트를 활용하고 있음.
- 한국과 중국의 환경부 체계가 다르기 때문에 각 분야의 파트너를 찾는 것이 어려워 협력에 문제. 또한 한·중 환경부 장관들이 모여 대기오염 자료 실시간 공개에 합의하였지만 서로 원하는 바가 달라 이행에 어려움 존재.

○ (심창섭 부연구위원)

- 연구 인력이 연구에 집중할 수 있도록 국제협력관련 전담인력이 필요하다고 생각함.

○ (장임석 연구관)

- 동아시아 대기관리 국제협력에 있어서 현재 중요한 시기이기 때문에 KEI와 같은 정책전문가들의 많은 도움이 필요함.

○ (강택구 부연구위원)

- 대기분야를 포함한 더 포괄적인 국제협력이 필요하지 않을까?

○ (장임석 연구관)

- 모두 그런 생각을 하고 있지만 기존 프로그램을 어떻게 할 것인지에 대한 문제점이 존재함.
- LTP와 NEASPEC을 합쳐 회원국을 6개국으로 넓히고, UNESCAP 프로그램으로 만든다면 긍정적인 효과가 있을 것으로 사료됨. 이렇게 된다면 국제화를 위해 사무국을 이전하고, 분담금 만들고, 데이터 센터 설치하는 등의 틀을 갖출 수 있음. 이러한 틀을 갖고 정부대표들이 만나 정책적 협의를 하고, 과학자들이 연구를 수행하면 어느 정도 환경협력의 틀이 구성될 수 있는데 현재 환경부에서 비협조적임.
- 환경연구는 개별연구자들이 할 수 있는 부분은 한정되어 있기 때문에 공동연구가 필요함. 공동연구를 위해 국가에서 정책적으로 지원을 해줘야 하지만 공무원의 설득이 어려움.
- 이러한 협력 프레임을 구성하는 것은 정책연구자들이 나서서 진행해줘야함. 아무리 연구를 수행하더라도 그것이 정책적으로 연결되지 않는다면 문제가 될 수 있음.

## ○ (심장섭 부연구위원)

- 국제협력을 위해서는 큰 틀에서 협의를 해야 가능함. 예를 들어 한·중 협력은 두 국가 간의 협력이므로 그 범위에 한계가 존재.
- 유럽이나 미국은 bottom-up이 강하지만 아시아는 특성상 Top-down이 주도적인 것으로 보임. 따라서 환경협력에 있어서 파워가 있는 사람들이 모여 협의할수록 효과를 더 볼 수 있을 것으로 사료됨.

### 3. 동북아 대기관리 국제협력 전문가 초청 세미나

#### 가. 세미나 개요

- 1) 일시: 2013년 11월 8일(금), 10~12시
- 2) 장소: KEI 글로벌전략센터 5층 회의실
- 3) 주관·주최: KEI
- 4) 참석자: 총 11인 참석

Dr. Mark Elder	IGES 박사
유현석	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 선임연구위원
추장민	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구위원
이윤	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 부연구위원
심창섭	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 부연구위원
임혜숙	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 전문연구원
박준현	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구원
박선규	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 인턴
이수연	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구원
홍지연	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구원
서지현	KEI 글로벌전략센터 국제환경연구실 연구원

#### 나. 주요 논의 내용

##### 1) 발표내용

##### 가) 기존 대기관리 국제협력 프레임워크의 문제점 및 한계

- 너무나 많은 국제협력 프로그램이 존재하며, 각각의 협력들은 서로 다른 scope, 특징, membership을 가짐.
- 기존의 협력프로그램들은 각기 다른 지역적 범위, 기능, 물질종류들을 다룸.
- 몇몇 기존의 프레임워크들은 전반적으로 적극적이지 못하고 다루고 있는 이슈들이 비슷하거나 겹쳐 추가적 비용이 발생하는 문제점이 있음. 또한 scope가 불충분하기 때문에 향후 오염물질을 더 넓게 포함시키거나 대기 오염과 기후변화의 연계성을 다루는 등 그 범위를 넓힐 필요가 있음.

그리고 부족한 자금조달의 해결 및 정책과 이행과의 강한 연계를 반드시 이끌어 내야 함.

- 이러한 네트워크들은 중요한 역할을 수행하고 있지만 대기오염문제는 여전히 해결되고 있지 않기 때문에 다음 단계로 넘어가야 할 상황임.

#### 나) 협력 강화를 위한 과거 노력

- 그동안 동북, 동남아시아의 국제협력을 강화하기 위해 개개의 프레임워크들이 강화를 위한 노력을 해왔지만, 적극적인 분야 확장, 오염저감에 초점을 맞추지는 못하였음.
- 프레임워크들의 합병 가능성도 존재하지만, 이는 지리학적, 목적 등의 상이함으로 인해 어려움이 존재. 이와 같이 국가들은 공통적으로 국제협력의 강화에 동의하지만 그 방법에 대해 서로 다른 관점을 갖고 있음.

#### 다) 국제협력에서 기대되는 기능, 효과 및 목적

- 국제협력 프레임워크의 기능과 범위는 크게 기능, 오염물질 범위, 지리학적 범위로 나누어 볼 수 있는데, 여러 기능들 중 아시아에서 잘 이루어지지 않는 기능은 배출량 저감과 완화임. 오염물질의 범위는 더욱 종합적으로 여러 물질들을 고려, 기후변화-대기오염 연계하여 고려할 수 있으며, 지리학적으로는 전 세계/지역/소구역의 규모로 나누어 생각해볼 수 있음.
- 동아시아는 유럽과 달리 법적 구속력이 약한 문제점이 존재. 다른 국가들 여러 과학자들의 동의가 없는 상태. 불충분한 과학정책 인터페이스.
- 아시아 오염 이슈에 관한 과학 정책 인터페이스의 강화를 위해 기본적으로 과학적 역량을 키워야 하며 협동연구를 수행할 수 있음. 또한 더 나아가 지역적 지식 커뮤니티를 강화하고 대기오염문제에 대한 일반적인 이해를 해야 함. 그리고 정책 입안자에게 과학적 조언을 주기 위한 제도적

프레임워크가 필요.

라) 제안

- ASPAC의 목적: 아시아 과학자들간의 지식 커뮤니티를 설립. 과학자와 정책입안자들간의 일반적인 이해를 높임. 아시아 과학자들의 시각을 반영한 대기오염과 기후변화에 통합적으로 접근하기 위한 국제적 주도권을 높이기 위함.
- 이를 위해서는 몇 가지 고려사항들이 있음. 어떤 기능을 가질 것인지? 특정 프레임워크와 연계할 것인지 구조는? 멤버는? 그리고 자금조달은? 그리고 몇몇 나라의 경우 인재가 부족할 수 있다는 점.

마) 중국

- 중국의 경우 심각한 대기오염과 언론의 집중보도, 국내 그리고 월경성 대기오염의 피해가 분명함. 대기오염은 현재 중국에서 중요하게 다뤄지는 정치적으로 우선시되는 사항임. 중국은 대기오염 정책을 지속적으로 강화하고 있음.
- 이러한 중국은 지방 정부에 의한 지속적인 저항, 이행에 걸리는 시간, 인력의 부족함을 해결해야 하는 상황임. 이에 국제협력은 이행과 역량에 초점이 맞춰져야 할 것임.

바) 일본의 최근 정책 구상

- 대기오염에 관하여 TEMM에서 정책대화
- 중국과의 논의
- 공동의 이익증진을 강조(UNEP과 CAA와 같은 기존 프로그램을 지지, 정보 공유, 정책입안자의 과학적 기초 강화, 개발도상국에 공동이익 능력 구축, 등)

### 마) 결론

- 요즘 동북아에서는 PM2.5와 오존에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이들 물질들은 복잡한 관계를 갖고 있음.
- 한중일 3국 모두 국내 대기환경정책을 강화 중.
- 중국이 대기환경관련 협력에 점점 긍정적으로 나서고 있음. 예를 들어 EANET의 새로운 네트워크센터를 설립하기 위한 계획을 제안하기도 함.
- 과학자들간의 협력도 증가하는 추세를 나타냄.
- 가장 우선시해야 하는 것은 지역의 과학자들의 지식 커뮤니티가 활성화 되어야 한다는 점.
- 그리고 비용적인 면에서 효율적인 MPME 접근법을 강조.

### 2) 토의내용

- (추장민 연구위원)
  - ASPAQ 메커니즘을 말씀하셨는데, 이 메커니즘 또한 다른 메커니즘과 유사해 보임. 이미 많은 메커니즘이 존재하는데, 어떻게 설립할 것인지, 어떤 나라가 이끌어 갈 것인지 궁금함. 한·중·일 정책적 상황과 각 나라의 민족성으로 인하여 유럽의 IIASA와 같은 지식 커뮤니티를 설립하기에 어려움이 있을 수 있음.
- (Dr. Mark Elder)
  - ASPAQ은 아키토모 교수 제안이며 현재 UNFCCC에서 리뷰 중에 있음.
- (심창섭 부연구위원)
  - Dr. Mark Elder의 여러 연구들을 접했으며 모두 중요한 내용이며 거의 대부분의 내용에 동의함. Top-down과 Bottom-up의 조화가 중요한데 동아시아는 비교적 Bottom-up 접근이 약함. 이에 더 강력한 위에

서의 동의가 필요함. 각국 정상들이 대기환경에 대한 종합적이고 자세한 동의를 한다면 Bottom-up보다 더욱 쉽게 성공을 이끌어 낼 수 있을 것으로 사료됨.

- 같은 현상을 다르게 해석하고 있어 과학자간의 동의가 필요한 상황임. high-level 과학자들의 동의가 필요함.
- LTP 담당자에 의하면 협력에 대한 중국의 태도가 변하고 있으며, 국내 오염뿐만 아니라 협력에도 많은 자금을 투자하고 있음. 이러한 적극적인 중국의 태도가 일본입장에서는 어떻게 느껴지는지 궁금함.

○ (Dr. Mark Elder)

- 중국의 적극적인 태도를 일본입장에서 환영함. 그러나 국내 문제 해결에 더 많은 투자를 하고 있는 것으로 알고 있음. 그리고 중국에서 제안하는 것들은 아직 구체적인 것들이 많지 않음.
- 일본의 입장에서는 EANET을 통해 더 많은 오염물질의 모니터링과 모델링을 수행하고자 하며, 중국의 입장에서는 기술적인 협력을 하고자 함. 초점이 다르지만 일본도 기술적 협력에 관심이 있어 긍정적으로 보고 있음.

○ (심창섭 부연구위원)

- 중국으로부터의 공격적인 연구 제안과 투자가 오히려 LTP의 존속을 걱정하게 만드는 요소이기도 하다는 담당자의 의견을 들었음. 이미 LTP의 기능이 줄어들고 있음.

○ (Dr. Mark Elder)

- 중국은 국내 정책, 산업 시설 변형, 연구 등에 일본과 한국보다 더 많이 투자하고 있음. 이러한 투자에는 국제협력 연구를 포함하고 있을 것이

며, 새로운 연구 센터 설립 계획 중, 남동아시아 협력에 많은 투자 시행 중이며 거의 대부분을 국내 정책에 투자하고 있음.

○ (심창섭 부연구위원)

- 과학적 동의는 매우 중요하므로 과학 그룹과 정책 그룹이 노력해야 함. 기후변화와 대기오염관계의 확실한 과학적 동의가 아직은 없는 것으로 판단됨. 다오염물질이 기후변화와 대기오염에 미치는 상관관계를 연구하기 위해 더 많은 노력이 필요할 것임.

다. 관련 사진



# Abstract

## **Planning for International Cooperation to Manage Air Quality over East Asia**

East Asia has the worst air quality with the largest pollutants and greenhouse gases emissions in the world, which leads severe socio-economic damages associated with high population density. Thus the international cooperation to control air quality is very urgent issue. However, the cooperation has not been successful due in part that the government and stakeholder have not reached scientific agreement of the source-receptor relation and due in part that the cooperative programs have been scattered as individual pollution and regional issues. We reviewed the former and existing cooperation programs and roughly evaluated their activities. We found that the inter-governmental cooperation would be more effective if the cooperation is strongly supported by East Asian summit agreement: it can enforce the governmental cooperation with consistent political support. In addition, the scientific facts associated with source-relation of air pollution over East Asia should be clarified and be agreed by international experts. Thus the scientific community should more focus on the rigorous discussions on the scientific mechanisms and socio-economic impacts of Asian air pollution. Based on those agreements, the international cooperation body would be stronger and more effective connecting with other solid international frameworks such as UN, WB/ADB, and GCF. More importantly, the successful cooperation for controlling air pollution over East Asia needs the patience among stakeholder with consistent and long-term

willing to resolve the current hazardous environmental problems.

Keyword : Air Quality, International Cooperation, East Asia