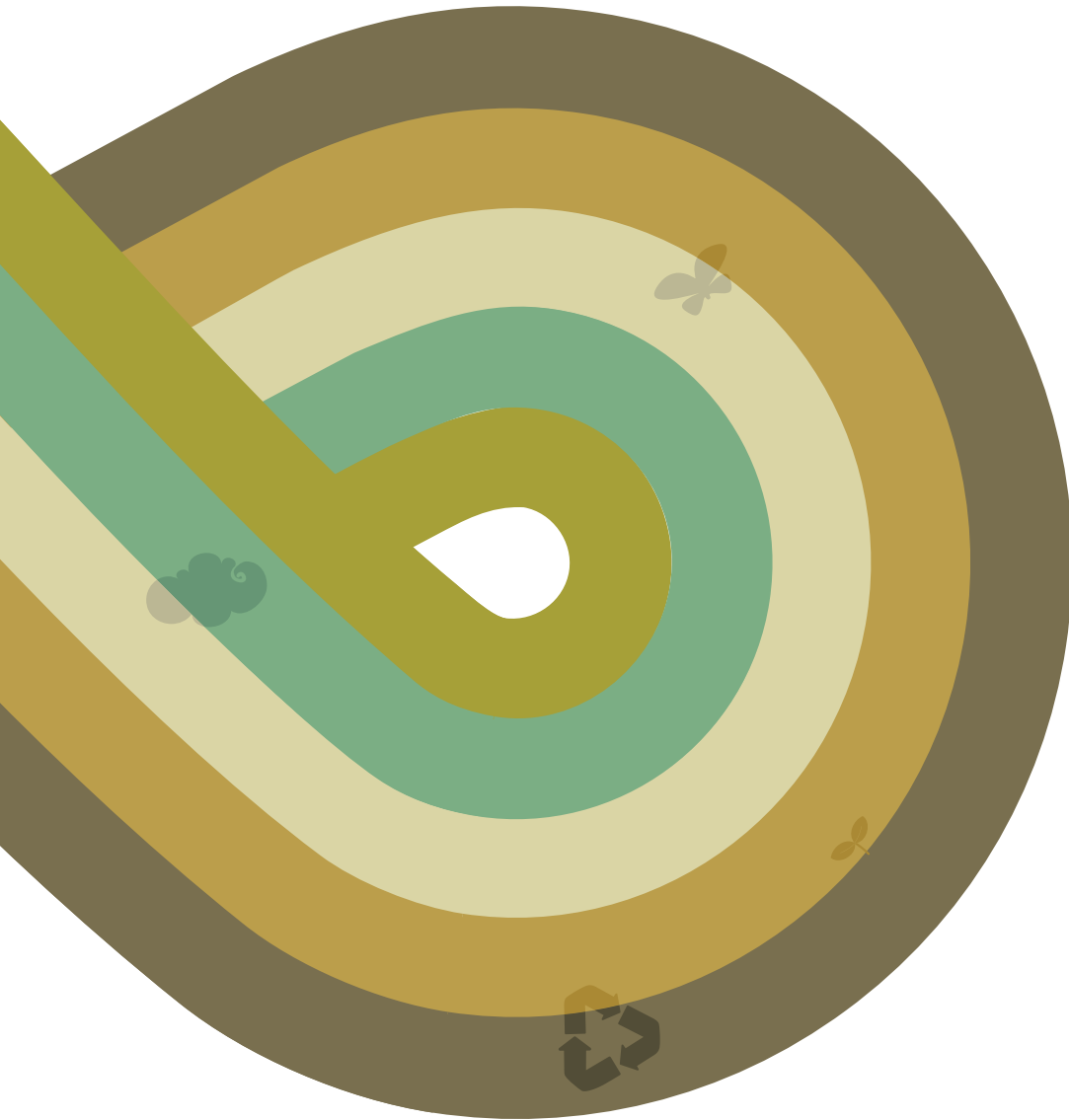


# 동아시아 대도시 대기질 개선을 위한 국제 공동 연구

심창섭 외



연구진

연구책임자      심창섭 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)  
참여연구원      장임석 (국립환경과학원 연구관)  
                    Naohiro Kitano (JICA Research Institute)

내부 연구자문위원

문난경 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)  
이상윤 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)

산학연정 연구자문위원

문진영 (대외경제정책연구원)  
윤대옥 (충북대학교 교수)  
전권호 (환경부 사무관)

© 2015 한국환경정책·평가연구원

---

**발행인**      박광국

**발행처**      한국환경정책·평가연구원

                세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지

                B동(과학·인프라동) (우편번호) 30147

                전화 044)415-7777    팩스 044)415-7799

<http://www.kei.re.kr>

**인 쇄**      2015년 12월 26일

**발 행**      2015년 12월 31일

**등 록**      제17-254호(1998년 1월 30일)

**ISBN**      979-11-5980-007-8 93530

---

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처 표시해 주십시오.

심창섭 외, 2015. 「동아시아 대도시 대기질 개선을 위한 국제 공동 연구」.

한국환경정책·평가연구원.

---

값 5,000원

# 서 언

현재 동아시아 지역은 중국 등 주요 대기오염 배출국의 적극적인 대기오염 정책의 이행노력에도 불구하고, 경제발전을 위한 막대한 화석에너지의 사용이 당분간 불가피할 것으로 예상되어 이에 따른 대기오염 문제가 금세기 중반까지 심각할 것으로 예측되고 있다. 이에 따라 월경성 환경영향이 상대적으로 중요한 대기오염 이슈에 대해 한중일 중심의 동아시아 지역의 관련 기술 및 정책적인 협력이 보다 절실한 상황이라고 할 수 있다.

본 연구는 현재의 동북아 대기오염 대응 방향을 진단하고, 현재까지의 관련 국제협력 프로그램의 성과와 문제점을 점검하였다. 또한 금년에 새로 추진되는 대기오염 대응과 관련된 한국의 각종 국제협력 사업과 그 성과를 조사하고 이를 바탕으로 보다 현실적인 동북아 지역의 대기오염 저감 방안에 대하여 논의하였다. 동북아 지역의 대기오염이 화석 연료에 크게 의존하는 현 상황에서 괄목하게 개선되기에는 상당한 시간이 소요될 것으로 예상되나, 지속적인 대기질 모니터링과 함께 저감기술 등 신기술의 적극적인 교류와 보급을 통해 동북아의 대기질을 개선하기 위한 방안을 고민해 보았다.

본 연구를 수행한 한국환경정책·평가연구원의 심창섭 박사와 참여 연구진들께 감사를 드리며, 박수영 인턴 연구원, 한지혜 씨, 그리고 원내외의 자문위원 분들께도 감사를 드린다.

2015년 12월

한국환경정책·평가연구원

원장 박 광 국



## 국문 요약

동아시아 지역은 지난 십여 년 동안의 지속적인 대기오염 저감 노력에도 불구하고 일부 대기오염 배출량은 여전히 줄어들지 않고 있으며, 오존 등의 일부 대기오염물질의 농도는 여전히 증가하고 있는 상황이다. 현재 건강영향이 큰 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 우리나라 대기환경기준도 국제보건기구(WHO)의 두 배를 상회하는 등, 우리나라의 대기질은 중국 등과 함께 전 세계에서 가장 열악한 수준이다.

동아시아에서는 그동안 대기질 개선을 위한 다양한 국제협력 프로그램 수행되어왔다. 그럼에도 불구하고 대기질 개선을 위한 과학적 조사와 자료에 근거한 합의를 도출한 유럽 등에서의 성과를 기대하기 위해서는 객관적 자료에 근거하여 실천 가능한 사안 등을 순차적으로 합의해야 하는 등 많은 과제들이 해결되어야 한다. 이를 위해서는 대부분의 프로그램이 실질적 국제협력의 체계를 갖추기 위해 당사자 간 조정 기능(coordination)을 강화할 필요가 있다. 즉 조직의 목적과 비전뿐 아니라, 재정과 의견 수렴 절차 및 성과확산과 공유 등에 대하여 특정 국가의 입장에 치우치지 않고 상호 의견조율이 가능한 틀을 형성하는 것이 매우 중요하다. 또한 현재 분산되어 있는 관련 협력 프로그램이 보다 효율적으로 공유되기 위해 특징별로 수평적 연계를 추진하고 이를 보다 강력한 정치적 틀 안에서 장기적으로 통합하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

중국은 이미 중앙정부의 천문학적인 예산을 투입하여 징진지 지역 등 주요 지방정부에서 대기오염 배출의 단속 및 석탄관련 산업의 지속적인 축소정책을 추진하고 있다. 그러나 중국의 저감기술은 현재 탈질, 탈황 분야에서 주로 이행되고 있으며, 지방정부는 아직 대기저감 정책을 이행하기 위한 경험과 자료가 크게 부족한 것으로 알려졌다. 중국 정부는 대기오염 저감을 위한 모니터링 및 관리기술의 도입에 관심을 갖고 있는 만큼, 이에 따른 한국과 일본의 경험을 공유, 도입하는 것이 현실적 협력방안이 될 것으로 판단된다. 중국 정부는 과거에 비해 적극적으로 동북아 대기오염 저감을 위한 국제 협력에 참여하고 있다.

한국과 중국 양국은 올해 미세먼지 공동 연구단을 설립, 실질적 연구를 추진하고 있으며, 한중일 환경장관 회의(TEMM) 차원에서 대기오염 정책 실무회의를 시작하는 등 가시적 성과를 도출하기 위한 노력을 시작하였다. 그러나 중국 측이 현재 동아시아의 가장 중요한 대기오염 현안인 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 연구와 모니터링에 보다 적극적인 참여를 유도하고, 대기오염에 의한 환경피해비용을 연구하는 등 정책지원 활용과 관련된 협력을 이행해야 실질적인 진전을 이룩할 수 있다고 생각된다.

우리나라 정부는 한중, 혹은 한중일 협력 이외에도 환경부와 미국 NASA가 주도하고 있는 한미 대기질 공동 조사 사업(KORUS-AQ)을 지원하고 있다. 한국과 서해를 중심으로 다양하고 입체적인 대기질 측정연구를 수행함으로써, 현재 불확실성이 큰 초미세먼지의 발생원인과 주요 인자를 과학적으로 밝히는 데에 큰 기여를 할 것으로 예상된다. 또한 본 연구는 일본 국제협력단 연구소(JICA-RI)와 함께 동아시아 대기질 저감을 위한 공동 연구에 참여하였다. 이 공동연구를 통해 한중일의 대기오염 정책의 현주소와 함께, 향후 에너지/도시/녹색기술을 포함한 새롭고 큰 틀의 대기오염 저감관련 정책을 점검하고, 대기오염 모니터링 발전방안을 논의할 수 있는 다학제적 연구를 수행하게 되었다.

본 연구는 동아시아 대기질 개선을 위한 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 첫째, 동아시아에서는 초미세먼지 원인규명 등의 핵심 사안에 대한 논의와 합의에 상당한 시간이 필요할 것으로 예상되므로, 유럽의 장거리 대기오염 이동 협의체 (CLRTAP)와 같은 국제적 협의의 도출은 현재 기대하기 어렵다. 따라서 동아시아에서는 대기오염의 정책대화와 함께 경제협력 차원의 저감기술을 공공/민간기업 간 기술 이전과 경제적 이윤을 공유할 수 있는 윈-윈 전략을 수립, 추진하는 것이 보다 효과적일 것으로 판단된다. 둘째, 각국 산업분야의 참여를 이끌어 내기 위해서는 다부처적 협력을 이끌어낼 수 있는 포괄적 협력 체계를 이끌어 낼 필요가 있으며, 민간산업과 공공부문을 연결하여 에너지, 산업기술, 경제협력 차원의 대기오염 저감 기술을 상호 활용할 수 있는 종합적인 틀을 정부차원에서 제공할 필요가 있다고 생각된다. 이를 통해 동북아에서 새로운 에너지의 사용과 기존 화석 연료 사용으로부터의 오염물질 배출을 줄이고 에너지 효율을 높이는 기술의 공유를 통해

에너지/산업 분야의 시장경쟁력을 확보하고 공공분야에서의 대기오염 저감 및 에너지 저감의 혜택을 유도할 수 있는 방안이 논의, 추진되어야 할 것으로 판단된다.

주제어: 동아시아, 대기오염, 국제협력, 에너지 전환



# | 차례 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 제1장 · 서 론 .....                                                         | 1  |
| 1. 연구의 목적 .....                                                         | 1  |
| 2. 연구의 배경 및 필요성 .....                                                   | 1  |
| 제2장 · 동아시아 주요 대도시 대기오염 관리 정책 .....                                      | 4  |
| 1. 한국의 수도권 대기오염 관리 정책 .....                                             | 4  |
| 가. 1차 수도권 대기환경관리 기본계획 개요 및 성과, 한계점 .....                                | 5  |
| 나. 2차 수도권 대기환경관리 기본계획 .....                                             | 7  |
| 2. 중국의 주요도시 대기오염 관리 정책 .....                                            | 10 |
| 가. 목표 및 국가 거시 정책 .....                                                  | 10 |
| 나. 지역별 시행현황 .....                                                       | 18 |
| 3. 소결: 동아시아 대기오염 정책의 특징 .....                                           | 23 |
| 제3장 · 동아시아 대기질 개선을 위한 협력 현황 .....                                       | 25 |
| 1. 배경 .....                                                             | 25 |
| 2. 주요 대기협력 프로그램 .....                                                   | 27 |
| 가. EANET(Acid Deposition Monitoring Network in East Asia) .....         | 27 |
| 나. LTP(Long-Range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia) ..... | 29 |
| 다. NEASPEC .....                                                        | 33 |
| 라. TEMM .....                                                           | 34 |
| 3. 최근 우리나라의 대기오염 대응 분야 협력 동향 .....                                      | 36 |
| 가. 한중 대기협력의 발전 .....                                                    | 36 |

|                                             |           |
|---------------------------------------------|-----------|
| 나. 한미 대기질 공동 조사 사업 (KORUS-AQ) .....         | 39        |
| 다. 일본 국제협력단 연구소와 아시아 대도시 대기질 개선 연구 사업 ..... | 40        |
| <b>제4장 · 동아시아 대기질 개선을 위한 국제협력 방향 .....</b>  | <b>42</b> |
| 1. 기존 주요 대기오염 협력 프로그램의 평가 .....             | 42        |
| 가. 코디네이션 능력 .....                           | 42        |
| 나. 프로그램 기구의 발전 .....                        | 44        |
| 다. 재정균형 및 동원 능력 .....                       | 44        |
| 라. 정보 공유 .....                              | 45        |
| 마. 당사자 참여 유도 .....                          | 45        |
| 2. 에너지 부문과 연계한 대기질 개선을 위한 국제협력 방향 .....     | 47        |
| 가. 대기질 개선과 관련된 에너지 부문 협력 사례 .....           | 50        |
| 나. 대기질 저감 및 관리 부문 협력 사례 .....               | 52        |
| 3. 대기오염 저감을 위한 발전(發電)부문의 협력 방안 예시 .....     | 55        |
| <b>제5장 · 결론 및 정책적 제언 .....</b>              | <b>57</b> |
| <b>참고문헌 .....</b>                           | <b>61</b> |
| <b>부 록 .....</b>                            | <b>69</b> |
| <부록 1> JICA-RI 공동 프로젝트 Concept Note .....   | 69        |
| <부록 2> 한중일 녹색기술 개발 동향 .....                 | 75        |
| <b>Abstract .....</b>                       | <b>87</b> |

## | 표 차례 |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <표 2-1> 분야별 주요 추진 실적 .....                                                             | 6  |
| <표 2-2> 수도권 지역별 대기개선 목표(연평균 기준) .....                                                  | 8  |
| <표 2-3> 입자상물질에 대한 WHO 권고기준과 측정목표 .....                                                 | 8  |
| <표 2-4> 분야별 주요 추진과제 .....                                                              | 9  |
| <표 2-5> 중국 대기환경기준 및 WHO 기준 비교 .....                                                    | 12 |
| <표 2-6> 중국 분야별 발전량 통계자료 .....                                                          | 14 |
| <표 2-7> 산둥 성 주도산업 그룹의 생산 점유율 (2013)<br>(Output share of leading industry groups) ..... | 22 |
| <표 3-1> 최근의 한중일 대기오염 관련 협력 실적 .....                                                    | 37 |
| <표 4-1> 주요 동아시아 대기협력 국제 프로그램의 평가 .....                                                 | 43 |
| <표 4-2> 한중일의 주요 대기질과 관련된 에너지 전환 동향 .....                                               | 48 |
| <표 4-3> 한중일의 주요 에너지 기술 최신 동향 .....                                                     | 49 |

## Ⅰ 그림차례 Ⅰ

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 〈그림 2-1〉 주요 도시 PM <sub>2.5</sub> 의 표준측정결과 추세('08~'12) .....   | 4  |
| 〈그림 2-2〉 상시 PM <sub>2.5</sub> 표준측정 결과('11~'12) .....          | 5  |
| 〈그림 2-3〉 중국 내 PM <sub>2.5</sub> 구성비 .....                     | 17 |
| 〈그림 2-4〉 베이징의 PM <sub>2.5</sub> 발생원인 분석(2012년 초 기준) .....     | 19 |
| 〈그림 2-5〉 허베이 성 주도산업 그룹의 생산 점유율(2013) .....                    | 21 |
| 〈그림 2-6〉 중국의 중앙 및 지방정부의 환경관리 체계 .....                         | 24 |
| 〈그림 3-1〉 JICA-RI 국제 공동 연구사업 워크숍 참여(2015.8.6, 도쿄, 일본)<br>..... | 41 |
| 〈그림 4-1〉 한중일 삼국의 대기오염과 에너지 문제를 연계한 기술보급 및 협력<br>도식 .....      | 54 |
| 〈그림 4-2〉 전력부문의 한중일 삼국의 녹색 기술보급 및 협력 도식 .....                  | 56 |

# | 제1장 · 서론 |

## 1. 연구의 목적

본 연구는 현재 에너지 사용과 대기오염물질 배출이 가장 많은 지역인 동아시아에서의 대기정책과 이행의 현주소를 파악하고, 이미 수행 중인 대기오염 저감을 위한 국제 프로그램의 성과와 한계를 분석하고자 한다. 또한 최근의 추가적 국제 대기협력 동향을 바탕으로 보다 현실적인 동아시아의 대기오염 저감을 위한 국제 협력방안을 논의하고 제안하고자 한다.

## 2. 연구의 배경 및 필요성

현재 동아시아 지역은 온실가스와 대기오염물질의 배출이 가장 많은 지역이다. 현재 한국의 미세먼지( $PM_{10}$ )의 연평균 농도는 약  $40\sim 50\mu g/m^3$  수준으로 국내의 연평균 대기환경기준( $50\mu g/m^3$ )에 근접하는 수치이나, 이것은 국제보건기구(WHO)의 권고 기준( $25\mu g/m^3$ )에 두 배에 해당되는 높은 수치이다(환경부, 2013a; 환경부, 2013b). 2015년부터 정부가 공식적인 관리를 하고 있는 초미세먼지 역시 현재 환경부의 대기오염 예보 기준에 의하면 “보통”으로 표시되는 경우에도 대기 중 농도가 약  $30\sim 80\mu g/m^3$ 에 달하며, 이는 WHO 권고 기준의 2~3배를 초과할 수 있는 높은 농도이다. 이와 같은 상시적 고농도의 초미세먼지 등은 일본에까지 기류를 타고 영향을 미치고 있으며, 이는 일본의 환경관리지수(EPI)를 크게 떨어뜨리는 주요한 원인이 되고 있다(EPI, 2014).

이처럼 동아시아 대기오염의 문제는 국제적인 환경문제로 부각된 지 오래이다. 따라서 지난 이십 년간 동아시아에서는 대기오염 문제를 해결하고자 다양한 프로그램이 추진, 진행되어 오고 있다. 그러나 유럽의 성공적인 대기오염 협력 프로그램(CLRTAP)의 사례와 같이 과학적 원인 규명과 합의를 토대로 한 다국적 협력체제는 동아시아에서 성과를

거두지 못하고 있다.

본 연구는 기존의 동아시아 차원의 대기협력 프로그램의 성과와 한계를 분석하고자 하였다. 특히 기존의 대기협력 프로그램을 보다 객관적인 기준을 설정하여 평가하고 이를 통해 개선방안에 대하여 논의하고자 하였다. 또한 현재 급변하는 중국의 대기오염 관련 정책을 조사하고, 중국 현지 전문가와의 의견교환을 통해 중국의 대기오염 정책의 이행여부와 주요 이슈를 파악하고자 하였다.

또한 금년부터 시행되는 다양한 대기오염 분야의 국제협력 프로그램의 동향을 파악하였다. 특히 우리나라의 중국과 일본을 상대로 한 정책대화의 동향을 분석하고 추가적 협력이슈를 논의하고자 하였다. 본 연구에서는 또한 일본 국제협력단 연구소(JICA-RI)가 추진하는 “아시아 대기질 저감을 위한 협력 연구”에 참여함으로써, 학계-정부-연구소 중심의 한중일 연구 성과를 공유하고자 하였다. 이를 통해 중국의 대기오염 정책 이행의 효과성과 대기오염 저감과 연계한 녹색기술의 활용에 대해 논의하게 될 것이다.

본 연구는 한국환경정책·평가연구원의 일반연구 사업인 “동아시아 환경공동체 전략”의 세부과제로서 지난 2년간 대기 및 기후변화와 관련된 동아시아의 이슈를 종합·진단하고 대기오염 문제의 협력을 위한 발전 전략을 논의해 왔다. 본 연구를 통해 동아시아 차원의 대기오염 저감을 위한 다양한 프로그램을 조사하였으며, 최근에 급변하는 대화논의와 함께 관련 실무 협의의 참여를 통해 환경문제 협력의 가능성과 한계를 동시에 관찰하였다. 이를 바탕으로 동아시아에서의 중요한 환경이슈인 대기오염 저감을 위한 실질적인 방안을 제안하고 논의하고자 한다.

본 연구에서는 동아시아의 대기오염 문제를 비단 환경이슈만으로 해결할 것이 아니라, 에너지, 산업, 경제, 무역을 연계한 보다 큰 다국적 산업-경제 이슈로 포괄적인 측면에서 해결할 수 있는 방안에 대하여 간략한 제안을 하고자 한다. 이는 현재 동북아의 대기오염 정책 대화로는 가시적 성과를 거두기 위해 매우 오랜 시간이 소요될 것으로 판단하기 때문이다. 따라서 동아시아 지역의 대기오염 저감 목표를 달성하기 위해서는, 공공부문뿐 아니라 민간/산업계가 참여할 수 있는 보다 실효적 대기오염 저감 방안

이 필요하다.

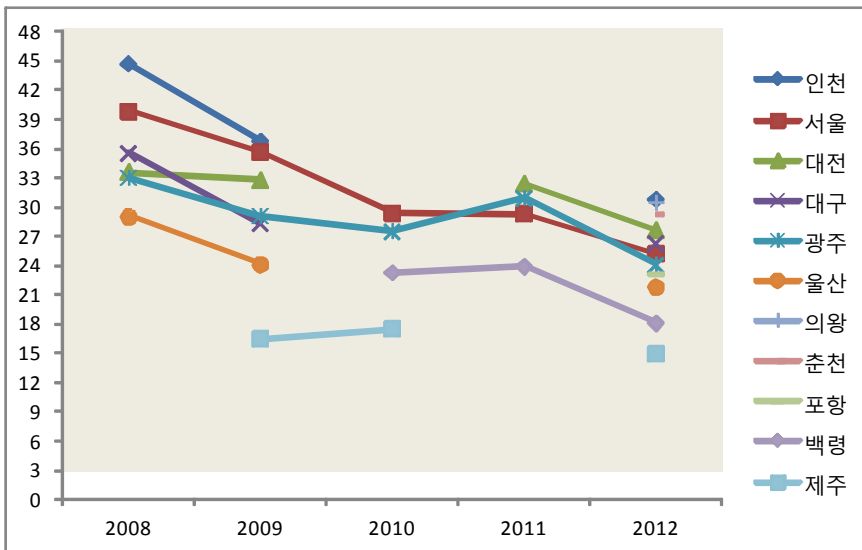
본 연구는 먼저 대기오염에 대한 우리나라와 중국의 최근 정책 방향을 간략히 리뷰하였다. 그리고 기존의 동아시아 대기오염 문제를 다루고 있는 국제협력 프로그램의 성과와 한계를 보다 객관적인 기준에서 평가하였다. 또한 금년부터 빠르게 추진되고 있는 대기오염 저감을 위한 우리나라 정부의 다양한 활동을 분석하고 이에 대한 발전방향을 논의하였다. 마지막으로 본 연구에서는 녹색기술과 에너지, 산업을 연계해야 할 필요성을 제안하였다. 따라서 최근 한중일 관련 분야의 녹색 신기술 동향을 분석하고, 이를 통해 녹색기술과 산업, 에너지, 경제를 묶는 포괄적인 국제 협력의 틀이 필요하다는 점을 제시하였다.

## | 제2장 · 동아시아 주요 대도시 대기오염 관리 정책 |

### 1. 한국의 수도권 대기오염 관리 정책

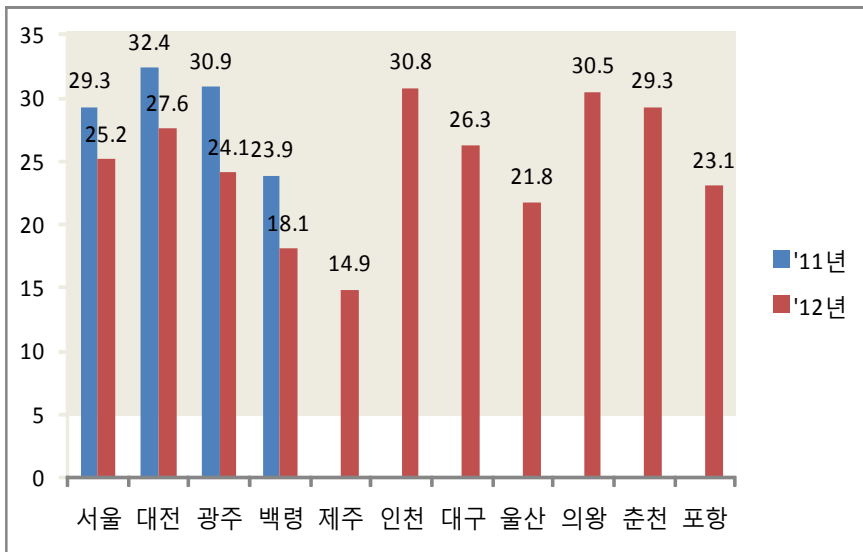
최근 몇 년간 수도권 미세먼지 농도는 전국적으로 소폭 개선되고 있는 추세를 보이고 있음에도 불구하고 여전히  $PM_{10}$  농도는 다른 OECD 국가에 비해 두 배 이상의 높은 수준에 달하고 있으며, 건강 위해성이 더욱 큰  $PM_{2.5}$  농도 또한 대부분의 지역에서 환경 기준을 초과하고 있다(환경부, 2013a; 그림 2-1, 그림 2-2 참조).

수도권 지역의 인구 성장 속도는 타 지역에 비해 매우 빠르며, 각 산업은 연평균 5.2% 성장 추세에 있다. 2025년 수도권의 에너지 소비량은 2010년 대비 14%, 자동차수는 42%, 건설기계는 17.7%, 선박은 14.2% 증가할 전망이다(환경부, 2014a).



자료: 환경부(2013a).

〈그림 2-1〉 주요 도시  $PM_{2.5}$ 의 표준측정결과 추세('08~'12)



자료: 환경부(2013a).

〈그림 2-2〉 상시 PM<sub>2.5</sub> 표준측정 결과('11~'12)

이러한 상황에서 환경부 및 수도권대기환경청, 각 지방자치단체는 수도권의 대기오염을 개선하여 대기오염의 위해로부터 수도권 주민 건강을 보호하고 생활의 질적 향상을 도모하고자 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」을 개정, 수도권 대기환경관리 계획을 추진하고 있다(환경부, 2010).

우리나라는 2015년 현재 1차 수도권 기본계획(2005~2014)을 시행하고 그 성과를 분석, 보완하여 마련한 2차 수도권 기본계획(2015~2024)을 시행 중에 있다. 기본계획은 매 10년마다 환경부장관에 의해 수립·시행되며, 서울특별시 등 7개 시·군(포천시, 광주시, 안성시, 여주시, 인천군, 양평군, 가평군)을 제외한 수도권 전역을 대상으로 시행되었다. 5년마다 시행계획을 수립·시행한다(환경부, 2013b).

#### 가. 1차 수도권 대기환경관리 기본계획 개요 및 성과, 한계점

2005년부터 2014년까지 시행된 1차 수도권 대기환경관리 기본계획은 7개 시·군(포천시, 광주시, 안성시, 여주시, 인천군, 양평군, 가평군)을 제외한 수도권 전역을 대상으로 시행되었다.

관리대상물질은 PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, VOCs로, 2014년 서울시의 대기개선 연평균 농도 목표는 각각 연평균 PM<sub>10</sub> 농도 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NO<sub>2</sub> 농도 22ppb로 설정되었다(환경부, 2013b).

1차 기본계획에서는 자동차 관리, 사업장 관리, 면오염원 관리, 비산먼지 관리 등 분야별로 대책을 선정하고 추진하였으며, 분야별 주요 추진 실적은 다음과 같다.

〈표 2-1〉 분야별 주요 추진 실적

| 분야        | 주요 추진 실적                                                                                 |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 자동차 관리    | 제작차 배출허용기준 신규 도입 및 강화<br>저공해자동차 보급<br>운행경유차 저공해화<br>자동차 연료 황함량 기준 강화                     |
| 사업장 관리    | 대형사업장 총량관리제도 도입<br>중소사업장 관리                                                              |
| 면오염원 관리   | 도로 유기용제 VOCs 함량 제한<br>주유소 유증기 회수설비 설치 의무화<br>킷백아스팔트 사용 제한<br>가정용 저녹스 보일러 설치<br>저황유 사용 확대 |
| 비산먼지 관리 등 | 도로 비산먼지<br>지역난방, 신재생에너지 보급 및 녹지조성                                                        |

자료: 환경부(2013b)를 재구성.

그 결과 2004년부터 2010년까지 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 연간 배출량의 32%, 황산화물(SO<sub>x</sub>) 3%, 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 20%, 그리고 휘발성유기화합물(VOCs) 배출량의 15%가 각각 감소하였다. 미세먼지 연간 평균 농도는 서울시 기준으로 2004년 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 2012년 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 감소하여 당초 목표에 근접하였다. 그러나 기존 22ppb를 목표로 했던 NO<sub>2</sub>는 2004년 37ppb에서 2013년 30ppb로 목표에 미달되었다(환경부, 2013b).

설문조사에 따르면 1차 수도권 대기관리 기본계획은 수도권 대기개선 대책으로서 서울의 시정거리를 개선하고 도로변 오염도를 효과적으로 개선했다는 응답이 평균 84%에 이르렀으나, 당초 목표에 비하여 여러 미비점이 산재해 있다(환경부, 2014a).

현재 대기오염 관리체계는 인체 위해성을 자료에 근거하여 고려하지 않고 있다. 또한 사업장 관리의 일환으로 실시한 대형사업장 총량관리제도에 대해서도 이행 측면에서의 문제점이 지적되었다(환경부, 2014a). 즉 제도 도입 시에 각 사업장에 할당된 양이 과다했고, 운영이 미흡하여 제도의 실효성이 부족했다. 대기오염물질 배출권거래제도 시행 되고 있으나  $\text{NO}_x$ 의 경우 할당량의 4.6%에 불과한 실정이다. 시행 예정이었던 먼지총량제도는 배출량을 비롯한 자료 부족으로 인해 유보되었다(환경부, 2014a).

자료 부족으로 인한 성과 저조는 인쇄소, 도장시설 등을 비롯한 생활오염원에서도 나타나고 있으며 그 결과 VOCs 삭감이 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정이다 (환경부, 2014a). 따라서 대책 수립 시 체계적인 정보관리가 필요하고 생활주변 배출원 및 먼지배출량 등 기초자료를 보완하고, 측정망 확충과 배출계수 개발, 인체 위해성 등에 관한 기초연구가 시급한 것으로 평가되었다(환경부, 2014a).

#### 나. 2차 수도권 대기환경관리 기본계획

2차 수도권 대기환경관리 기본계획은 2015년부터 2024년까지 시행될 예정이며, 1차 수도권 대기환경관리 기본계획에서 누락되었던 7개 시·군(포천시, 광주시, 안성시, 여주시, 인천군, 양평군, 가평군)을 포함, 서울특별시, 인천광역시, 경기도 24개시(광주시 등 7개 시·군 포함)로 그 범위가 확대된다. 관리대상물질로는 기존의  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , VOCs 뿐 아니라 인체 위험성이 큰  $\text{PM}_{2.5}$ 와  $\text{O}_3$ 이 추가되었다(환경부, 2014a).

2차 수도권 대기환경관리 기본계획의 진행방향은 (1)  $\text{PM}_{2.5}$ 와  $\text{O}_3$  등 물질에 노출되는 위험으로부터 시민들을 보호하고 공해자동차 운행제한지역(LEZ) 등 고농도 지역 관리에 집중하고 (2) 생활 주변 배출원에 대한 관리를 강화함으로써 쾌적한 생활환경을 조성하는 한편 (3) 친환경 자동차 보급을 늘리고 교통수요 관리를 강화하는 등 대기오염을 사전에 예방하는 정책을 강화, (4) 인벤토리 정교화, 측정소 확충, 오염 영향분석·평가 등 과학적인 기초 연구 강화를 통해 신뢰성을 제고할 전망이다(환경부, 2014a).

대기개선 목표는 수도권의 배출량 전망과 삭감을 수치 모델링하고, WHO의 권고 기준 및 환경 기준을 고려하여 서울 및 인천, 경기도의 최종 목표농도를 설정하였다 (환경부, 2014a).

〈표 2-2〉 수도권 지역별 대기개선 목표(연평균 기준)

| 구분  | PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | NO <sub>x</sub> (ppb) | O <sub>3</sub> (ppb) |
|-----|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 서울시 | 30                                            | 20                                             | 21                    | 60                   |
| 인천시 | 36                                            |                                                | 20                    | 60                   |
| 경기도 | 37                                            |                                                | 20                    | 70                   |

자료: 환경부(2013b).

〈표 2-3〉 입자상물질에 대한 WHO 권고기준과 잠정목표

|        | PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |      | PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |     | 각 단계별 연평균 기준 설정시 건강영향          |
|--------|------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------|-----|--------------------------------|
|        | 연평균                                            | 일평균  | 연평균                                           | 일평균 |                                |
| 잠정목표 1 | 35                                             | 75   | 70                                            | 150 | 권고기준에 비해 사망위험률이 약 15% 증가 수준    |
| 잠정목표 2 | 25                                             | 50   | 50                                            | 100 | 잠정목표 1보다 약 6%(2~11%) 사망위험률 감소  |
| 잠정목표 3 | 15                                             | 37.5 | 30                                            | 75  | 잠정목표 2보다 약 6%(2~11%)의 사망위험률 감소 |
| 권고기준   | 10                                             | 25   | 20                                            | 50  | 심폐질환과 폐암에 의한 사망률 증가가 가장 낮은 수준  |

자료: 환경부(2013b).

위 2024년 대기개선 목표를 달성키 위한 목표 삭감 배출량은 PM<sub>10</sub> 34%, PM<sub>2.5</sub> 45%, 황산화물(SO<sub>x</sub>) 44%, 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 55%, 그리고 휘발성유기화합물(VOCs) 56%이다.

2024년까지 목표를 달성하게 될 경우 목표 달성 연도의 대기오염으로 인한 호흡기질환, 만·급성 기관지염 발생자수는 73~52% 줄어들고, 이로 인한 조기 사망자 수는 19,958명에서 10,366명으로 약 50% 감소될 전망이다. 그 결과 발생할 편익은 약 5조 9천억 원으로 추정되었다(환경부, 2013b).

위 목표를 달성하기 위해 2차 수도권 대기환경관리 기본계획에서는 각 분야의 추진과제를 강화·확대하는 한편 과학적 관리기반 구축 및 홍보 강화에 힘쓸 전망이다. 수도권 대기환경관리 정책지원시스템을 구축하고 대기측정 및 모니터링 기반을 강화해 기반을 다지고, 중장기 정책 연구(R&D) 및 장거리 이동 국제협력을 강화하고 대국민 홍보에 나서고 있다(환경부, 2014a).

〈표 2-4〉 분야별 주요 추진과제

| 분야                     | 주요 추진과제                                                                                                            |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 자동차 관리                 | 1. 친환경자동차 보급 확대<br>2. 제작차 배출허용기준 및 사후관리 강화<br>3. 노후차 저공해화 및 LEZ제도 정착<br>4. 비도로 이동오염원의 체계적인 관리체계 구축<br>5. 교통수요관리 강화 |
| 배출시설 관리                | 1. 대기오염물질 총량관리 강화<br>2. 총량 사업장 외 배출시설 관리                                                                           |
| 생활오염원 관리               | 1. 생활 주변 VOCs, NOx 배출원 관리<br>2. 생물성 연소시설 등 PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> 대책 마련                              |
| 과학적 관리기반<br>구축 및 홍보 강화 | 1. 수도권 대기환경관리 시스템 구축<br>2. 대기측정망 확충 및 중장기 정책R&D 확대<br>3. 미세먼지 예·경보제 시행 및 국제협력 강화                                   |

자료: 환경부(2013b)를 재구성.

## 2. 중국의 주요도시 대기오염 관리 정책

중국의 경우 최근 자국 내의 대기 오염을 우려하는 내부의 목소리가 높아지고 있다. 중국 내 대기오염의 문제를 다룬 다큐멘터리 ‘Under the Dome’은 1주 만에 2억 회 이상의 조회수를 기록하였으며, 2015년 「차이나 데일리」가 연간 국회 회기를 앞두고 시행한 설문 조사에 따르면 대기오염을 주요한 관심사로 꼽은 응답자가 13%로 부정부패와 소득 불균형을 제치고 1위를 기록한 것으로 나타났다.<sup>1)</sup>

전 세계 각종 온라인 미디어에 공개된 ‘Under the Dome’에 의하면, 중국 내 PM<sub>2.5</sub>의 60%는 화석연료 연소에서 비롯되는 것으로 보고되었다. PM<sub>2.5</sub> 배출량을 줄이기 위해서는 화석연료 연소를 줄이거나, 탄의 세척 및 석탄 고품질화, 석유 품질개선의 장려가 필수불가결하다. 그러나 환경규정에 맞지 않는 불법 차량, 환경보호국의 관리 권한 및 행정능력 부재 등이 대기오염 방지에 있어 가장 커다란 장벽으로 작용하고 있다.

이에 중국 정부는 대기오염에 관련 강경한 입장을 취하기 시작하였으며, 총 1조 7,000억 위안(약 2,700억 달러)의 자금을 투자하여 이를 해결하기 위해 노력하고 있다.<sup>2)</sup> 부처별/지역별 정책 및 이에 따른 이행 사항은 다음과 같다.

### 가. 목표 및 국가 거시 정책

중국의 환경보호부는 지난 1월 1일자로 환경보호법 개정안을 발효, 관련법 위반 시 부과되는 벌금의 상한선을 폐지하고 환경보호부에 차압 및 압류 권한을 부여하는 등 대폭 강화된 법률 집행에 들어간다고 밝혔다.<sup>3)</sup> 이에 따라 환경보호부는 2만 5,000여 개의 기업을 대상으로 대기오염물질 배출상황을 비롯한 집법검사를 실시하였다. 그 결과 환경보호부

1) China Daily 홈페이지 참조.

[http://www.chinadaily.com.cn/opinion/2015-03/03/content\\_19699651.htm](http://www.chinadaily.com.cn/opinion/2015-03/03/content_19699651.htm) [2015.9.9].

2) Xinhua 홈페이지 참조. [http://news.xinhuanet.com/fortune/2013-09/10/c\\_117297108.htm](http://news.xinhuanet.com/fortune/2013-09/10/c_117297108.htm) [2015.9.24].

3) KORTA&Globalwindow 홈페이지 참조.

[http://www.globalwindow.org/gw/overinvest/GWOIFS020M.html?BBS\\_ID=17&MENU\\_CD=M10302&UPPER\\_MENU\\_CD=M10301&MENU\\_STEP=2&ARTICLE\\_ID=5021993](http://www.globalwindow.org/gw/overinvest/GWOIFS020M.html?BBS_ID=17&MENU_CD=M10302&UPPER_MENU_CD=M10301&MENU_STEP=2&ARTICLE_ID=5021993) [2015.9.21].

는 개정안이 시행된 후 2달 동안 26개사에 총 124만 위안의 벌금을 부과, 527개 회사 생산 플랜트를 폐쇄하고 147개 회사의 관리자를 구금시키는 등의 성과를 거두었다.<sup>4)</sup> <표 2-5>에 중국의 대기환경기준을 나타내었다.

#### 1) 제12차 환경보호 5개년 계획 주요 내용<sup>5)</sup>

- 2015년까지 SO<sub>2</sub> 배출량을 2010년 대비 8% 감축
- NO<sub>x</sub> 배출량을 10%까지 감축
- 대기환경기준 II를 만족시키는 도시를 8%까지 늘림
- 미세먼지 및 휘발성 유기화합물, 유독폐기물 관리를 강화하고 도시대기오염을 방지
- 지역 대기질 평가관리 체계 구축을 통해 다양한 오염물질의 합동관리체계를 시행

#### 2) 대기오염 예방관리 10대 조치의 주요 사안<sup>6)</sup>

- 2017년까지 주요 도시 PM<sub>2.5</sub> 농도 2012년 대비 10% 감축
- 베이징, 창강 삼각주, 주강 삼각주 지역 PM<sub>2.5</sub> 농도를 각각 25%, 20%, 15%까지 감소
- 베이징시의 PM<sub>2.5</sub> 농도를 연평균 60μg/m<sup>3</sup>으로 유지

4) China Daily 홈페이지 참조.

[http://usa.chinadaily.com.cn/china/2015-04/11/content\\_20411717.htm](http://usa.chinadaily.com.cn/china/2015-04/11/content_20411717.htm) [2015.6.10].

5) 중화인민공화국중앙인민정부 홈페이지 참조.

[http://www.gov.cn/zwgk/2011-12/20/content\\_2024895.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2011-12/20/content_2024895.htm) [2015.6.28].

6) China News 홈페이지 참조. <http://www.chinanews.com/gn/2014/02-11/5822310.shtml> [2015.9.11].

〈표 2-5〉 중국 대기환경기준 및 WHO 기준 비교

| 오염원               | 평균<br>시간      | 중국 대기환경기준<br>(GB 3095-2012) |       | WHO  |      |      |     | 단위                |
|-------------------|---------------|-----------------------------|-------|------|------|------|-----|-------------------|
|                   |               | 기준 I                        | 기준 II | IT-1 | IT-2 | IT-3 | AQG |                   |
| PM <sub>10</sub>  | 연간            | 40                          | 70    | 70   | 50   | 30   | 20  | μg/m <sup>3</sup> |
|                   | 24시간          | 50                          | 150   | 150  | 100  | 75   | 50  |                   |
| PM <sub>2.5</sub> | 연간            | 15                          | 35    | 35   | 25   | 15   | 10  |                   |
|                   | 24시간          | 35                          | 75    | 75   | 50   | 37.5 | 25  |                   |
| O <sub>3</sub>    | 매일, 최대<br>8시간 | 100                         | 160   | 160  | -    | -    | 100 |                   |
|                   | 시간당           | 160                         | 200   | -    | -    | -    | -   |                   |
| SO <sub>2</sub>   | 연간            | 20                          | 60    | -    | -    | -    | -   |                   |
|                   | 24시간          | 50                          | 150   | 125  | 50   | -    | 20  |                   |
|                   | 시간당           | 150                         | 500   | -    | -    | -    | -   |                   |
| NO <sub>2</sub>   | 연간            | 40                          | 40    | -    | -    | -    | 40  |                   |
|                   | 24시간          | 80                          | 80    | -    | -    | -    | -   |                   |
|                   | 시간당           | 200                         | 200   | -    | -    | -    | 200 |                   |
| CO                | 24시간          | 4                           | 4     | -    | -    | -    | -   | mg/m <sup>3</sup> |
|                   | 시간당           | 10                          | 10    | -    | -    | -    | 30  |                   |

자료: 중국환경보호부(2012).

### 3) 대기오염방지 시행현황-산업별

#### 가) 운송수단 부문 오염방지

2015년까지 2005년 이전 등록된 황색표시차량(Yellow Label Cars) 자동차 폐기  
 중국은 2014년 주요 3개 지역(징진지, 창강삼각주, 주강삼각주)에서 황색표시차량을  
 포함한 기준미달 차량의 폐기 계획을 발표하였다.<sup>7)</sup> 이에 따라 베이징에서는 2011년부터  
 2014년까지 총 144만 대의 차량을 폐기하였다.<sup>8)</sup>

7) China Daily 홈페이지 참조.

[http://www.chinadaily.com.cn/china/2014-09/19/content\\_18630778.htm](http://www.chinadaily.com.cn/china/2014-09/19/content_18630778.htm) [2015.7.3].

8) China Daily 홈페이지 참조.

[http://www.chinadaily.com.cn/beijing/2015-04/09/content\\_20419566.htm](http://www.chinadaily.com.cn/beijing/2015-04/09/content_20419566.htm) [2015.7.3].

### ○ 자동차 환경기준 강화

현재 중국 각 지역의 자동차 환경기준은 상이하다. 베이징은 6월 1일 현재 국가 기준 V에 맞지 않는 대형 디젤 차량의 운행을 금지시켰으며, 이는 유럽 자동차 배출가스 규제 기준 V에 상응하는 기준으로 중국에서 가장 엄격한 기준이다.<sup>9)</sup> 텐진은 오는 9월까지 해당 기준을 도입할 예정이다. 환경보호부는 이러한 각 지역의 환경기준을 조정해 징진지(京津冀) 지역 및 산시 성, 산둥 성, 네이멍구 지역에 통합 적용되는 환경기준을 구성할 계획이다.<sup>10)</sup>

### ○ 신재생에너지 자동차 사용 권장

중국은 신에너지자동차 보급 계획은 당초 2011~2015년 총 50만대 보급을 목표로 하였으나, 2014년까지 약 20만대 보급에 그쳤다. 그러나 2013년 대비 323.8% 증가하여 빠른 상승세를 보이고 있다. 과학기술부는 2015년 중국 전기자동차 백인회 포럼에서 대체에너지 자동차 시장 환경조성 4대 방안을 발표하고 대체에너지 자동차 활성화를 추진할 것이라고 밝혔으며, 앞으로 직접적인 보조금 지원뿐 아니라 충전 편의성 등의 간접 지원을 확대할 예정이다.<sup>11)</sup>

### ○ 도시의 대중교통 발전 추진

공업·신식화부 등 7개 부서는 공동으로 ‘징진지(베이징·텐진·허베이) 지역 공공교통 및 공공서비스 분야에 신에너지 자동차 보급 위한 사업 방안’을 발표, 2015년까지 해당 지역에 신에너지 버스 2만 222대를 보급키로 하였다.<sup>12)</sup>

9) Want China Times 홈페이지 참조.

<http://www.wantchinatimes.com/news-subclass-cnt.aspx? id=20150531000021&cid=1105> [2015.7.3].

10) China Daily 홈페이지 참조.

[http://www.chinadaily.com.cn/business/motoring/2015-06/05/content\\_20917835.htm](http://www.chinadaily.com.cn/business/motoring/2015-06/05/content_20917835.htm) [2015.7.7].

11) KONETIC 홈페이지 참조.

[http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy\\_out\\_view.asp? 1=1&gotopage=25&gotopage2=1&blNm=EUN\\_ENV\\_NEWS&unique\\_num=222862&no=362](http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy_out_view.asp? 1=1&gotopage=25&gotopage2=1&blNm=EUN_ENV_NEWS&unique_num=222862&no=362) [2015.7.9].

12) KONETIC 홈페이지 참조.

[http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy\\_out\\_view.asp? 1=1&gotopage=47&gotopage2=1&blNm=EUN\\_ENV\\_NEWS&unique\\_num=217990&no=705](http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy_out_view.asp? 1=1&gotopage=47&gotopage2=1&blNm=EUN_ENV_NEWS&unique_num=217990&no=705) [2015.7.9].

## 나) 전력 부문 오염방지

### ○ 신에너지발전 적극 추진 및 석유·천연가스 생산량 확대

중국 정부는 신에너지발전을 활성화시키기 위해 보조금 지원을 비롯한 여러 정책을 시행하였다. 그 결과 제12차 환경보호 5개년 계획에서 추진하였던 신에너지발전 및 석유·가스 생산량 확대 분야에서는 목표치에 근접하였다. 2014년 현재 수력 및 태양광 발전 설비용량은 2015년 목표치를 초과하였으며, 석유생산량 또한 2015년 목표치를 달성하였다(에너지경제연구원, 2015).

〈표 2-6〉 중국 분야별 발전량 통계자료

| 구분         | 2015년 목표치   | 2014년 달성치                      | 전년대비 증감률(%) |
|------------|-------------|--------------------------------|-------------|
| 수력발전       | 2억 9,000만kW | 3억 183만kW                      | △7.9        |
| 화력발전       | 9억 6,000만kW | 9억 1,569만kW                    | △5.9        |
| 원자력발전      | 4,000만kW    | 가동 중 1,902만kW<br>건설 중 2,953만kW | △36.1       |
| 풍력발전 계통연계  | 1억kW        | 9,637만kW                       | △26.0       |
| 태양광발전 계통연계 | 2,100만kW    | 2,805만kW                       | △60.0       |

자료: 에너지경제연구원(2015). NEA, NDRC에서 재인용

2012년 12월에는 유럽 위원회에서 중국에서 수입되는 태양 전지에 대한 반보조금 조사를 발표하였다. 풍력 발전에서도 정부의 지나친 간섭 문제, 독과점 구조가 문제로 지적되고 있다.<sup>13)</sup>

### ○ 배출권 거래제 실시

중국은 2016년 후반이나 2017년 전반기에 국가적인 탄소 배출권 거래 시장을 시행할 예정으로, 베이징을 비롯하여 선전(深圳), 상하이, 톈진 및 충칭, 허베이 성과 광둥 성 등 7개 지역을 대상으로 파일럿 프로그램을 실시하였다. 그러나 아직까지 제대로 기능하는

13) Xinhua 홈페이지 참조. [http://news.xinhuanet.com/2013-06/04/c\\_124811755.htm](http://news.xinhuanet.com/2013-06/04/c_124811755.htm) [2015.7.11].

탄소배출권 거래 시장의 부재, 할당량 분배의 부정확함, 미완성된 거래 방식과 법률 제정의 지체 등이 문제점으로 지적되고 있다(Liu et al., 2015). 베이징에서 2013년 11월부터 2014년 7월까지 거래된 탄소량은 누적 2백만 톤, 금액은 9,863만 위안에 그쳤다.<sup>14)</sup>

#### ○ 탈황/탈질

징진지 지역을 비롯한 각 지역당국은 산업계를 대상으로 탈황/탈질 설비의 설치 가동 여부를 관리·감독하였다. 베이징은 시설 및 산업체를 대상으로 탈황/탈질 운용에 관해 점검하였고, 허베이 성은 2013년부터 193개의 탈황 사업 및 81개의 탈질 사업을 실시하였으며, 후난 성은 화력발전, 철강 및 시멘트 분야 산업체들의 탈황 및 탈질 공정이 제대로 이루어지고 있는지 감시하기 위한 감시체계를 마련하였다(TEMM, 2015).

한편 제11차 5개년 계획에 따라 화력발전소에 탈황/탈질 장치를 설치 중에 있으며, 2015년 2월 현재 중국 전체 화력발전소의 약 95%에 탈황 장치가 설치되었다. 중국정부는 이후 탈황/탈질 설비의 개보수를 실시한 발전소를 대상으로 특혜정책을 실시할 예정이다(TEMM, 2015).

#### ○ 오염물질 배출 요금부과 정책

베이징 시는 소음공해, 수질오염, 고형 폐기물 및 대기오염물질에 대해 부과하는 벌금을 최대 2배까지 늘리는 방안을 발표하였다. 이 중 대기오염물질에는 단위당 1.2위안의 벌금을 부과할 예정이다. 예를 들어 황화합물의 경우 0.95kg당 1.2위안이다.<sup>15)</sup>

톈진 시는 공업 분야에서 PM<sub>2.5</sub> 및 PM<sub>10</sub>의 주요 원인인 그을음과 분진에 부과되던 요금을 기존 kg당 0.275위안에서 2.75위안으로 상향 조정하였다. 또한 건설 분야에서의 분진에 부과되는 요금도 기존의 10배인 1.5위안으로 조정하였다.<sup>16)</sup>

14) China Law Insight 홈페이지 참조.

<http://www.chinalawinsight.com/2014/09/articles/dispute-resolution/chinas-pilot-carbon-markets-at-a-glance/> [2015.9.11].

15) South China Morning Post 홈페이지 참조.

<http://www.scmp.com/news/china/policies-politics/article/1820134/china-unveils-plan-pollution-tax> [2015.8.2].

16) Today Morning Express 홈페이지 참조.

[http://jrzb.zjol.com.cn/html/2015-05/19/content\\_3048243.htm?div=-1](http://jrzb.zjol.com.cn/html/2015-05/19/content_3048243.htm?div=-1) [2015.7.15].

### 다) 연료 부문 오염방지

석탄 연소 및 그에 따른 황산화물, 질산화물 배출은 중국 내 PM<sub>2.5</sub>의 가장 주요한 원인으로 꼽힌다(그림 2-3 참조; Deutsche Bank, 2013). 그런데 최근 석탄 공급 과잉에 따른 가격 저하로 인해 중국의 석탄 회사 중 70% 이상이 수익을 내지 못하는 상황이다. 따라서 중국 정부는 석탄 사용량을 줄이기 위해 지난 1월 제13차 환경보호 5개년 계획에서 앞으로 동부 지역 신규 석탄 사업 승인을 금지하는 한편 중국 내에서 석탄을 가장 많이 생산하는 서부 산시(Shanxi) 성의 신규 석탄 사업을 2020년까지 일시 중지한다고 밝혔다.<sup>17)</sup> 중국 정부는 이후 100개의 불법 탄광을 추가로 중지시킬 예정이다. 중국은 지난 2014년 10월 석탄 위주의 에너지 생산 구조에서 재생 가능한 에너지 비중을 높이기 위한 첫걸음으로 소규모 석탄 사업을 중지한 바 있다.<sup>18)</sup>

2014년 중국 내 석탄 생산량은 지난 10년간 처음으로 하락세를 기록해 약 2.5% 떨어졌으며, 소비량도 2.9% 감소하였다. 지난 2000년에서 2012년까지의 생산 및 소비량 그래프를 감안하였을 때 이러한 추세는 계속해서 이어질 것으로 예상된다(ICCG, 2015). 2015년 5월 현재 2015년 첫 1분기 석탄 소비량은 작년대비 6% 감소하였으며, 석탄 수입량은 38% 급락 추세를 보였다.<sup>19)</sup>

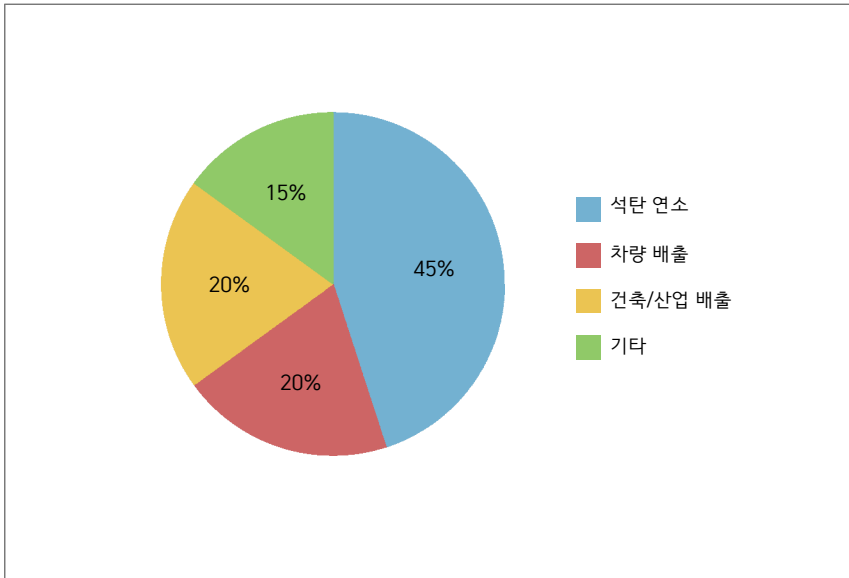
17) Bloomberg 뉴스 참조.

<http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-01-28/china-s-shanxi-halts-new-coal-mine-projects-to-ease-supply-glut> [2015.6.29].

18) CWestC 홈페이지 참조. <http://www.cwestc.com/newshtml/2014-12-26/356254.shtml> [2015.8.3].

19) The New York Times 홈페이지 참조.

<http://www.nytimes.com/aponline/2015/05/26/world/asia/ap-as-china-coal-production.html> [2015.9.24].



자료: Deutsche Bank(2013).

〈그림 2-3〉 중국 내 PM<sub>2.5</sub> 구성비

#### 4) 기타: 인공기상조절 발전계획

중국은 인공기상조절 발전계획(2014-2020)을 추진 중이며, 인공기상조절을 이용해 대기의 질 개선능력의 향상을 목표로 하고 있다. 이를 위해 국가발전개혁위원회와 국가기상국은 베이징 주변 지역에 ‘국가 인공기상조절 구름·안개 물리실험실’을 설립하여 인공기상조절 관련 기초 핵심기술 연구를 추진하고 있다. 중국은 2020년까지 인공기상조절 시스템을 구축, 인공 증우 및 인공우박방지 면적을 확대시키고 인공 미세먼지 제거 시험을 시행할 전망이다.<sup>20)</sup>

20) Konetic 홈페이지 참조.

[http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy\\_out\\_view.asp? 1=1&gotopage=34&gotopage2=1&blNm=EUN\\_ENV\\_NEWS&unique\\_num=222141&no=497](http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy_out_view.asp?1=1&gotopage=34&gotopage2=1&blNm=EUN_ENV_NEWS&unique_num=222141&no=497) [2015.7.9].

## 나. 지역별 시행현황

중국 환경보호부는 2015년 3월 베이징-톈진-하북 등 수도권 지역인 징진지 지역을 대상으로 대기오염 방지 및 정화 특별 조사를 시행하기로 밝혔다. 베이징, 톈진, 허베이 세 곳은 스모그를 방지하기 위한 통합 환경 관리를 시행 중이며, 이를 위해 심한 대기오염 경보, 위기관리 및 관련 정보들을 공유하였다.<sup>21)</sup>

베이징 시, 톈진 시, 허베이 성을 포함하는 징진지 지역은 해당 지역과 맞닿아 있는 발해(渤海)만 주변 지역의 항구에 정박한 배를 대상으로 배출 감소 방안을 강구할 방침이다.<sup>22)</sup> 중국 선전 시 이산화황의 60%는 선박에서 발생하는 것으로 알려져 있다.<sup>23)</sup>

### 1) 베이징시

중국의 수도인 베이징 시는 PM으로 인한 스모그가 빈번하며, 연중 PM<sub>2.5</sub> 농도가 WHO 기준치를 훨씬 초과하는 수치를 보인다. 주요한 PM<sub>2.5</sub> 발생 원인으로는 인접 지역의 영향(25%), 자동차 배기가스(22%) 및 석탄 연료 사용(17%) 등이 있다.

이 중 가장 큰 비중을 차지하는 인접 지역의 영향은 베이징시를 둘러싼 공업 지역인 허베이 성, 톈진, 산둥 성 등에서의 석탄 연소가 그 원인이다. 그 다음으로 대중교통시스템 미비로 인한 과도한 자가용 사용, 교통체증에 따른 비효율적인 차량 운행에서 비롯되는 배기가스가 주요 원인으로 꼽히며, 베이징 시 자체의 과도한 석탄 연료 사용도 적지 않은 비율을 차지한다(KIEP, 2013).

베이징 시는 대기오염 예방관리 10대 조치에 따라 PM<sub>2.5</sub> 농도를 25%까지 감소시키고, 연평균 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 유지하기 위해 다양한 정책을 펼치고 있다. 시설 및 산업체를 대상으로 탈황/탈질 운용에 관해 점검하였고, 소음공해, 수질오염, 고형 폐기물 및 대기오염물질

21) China Daily 홈페이지 참조.

[http://www.chinadaily.com.cn/m/tianjin2012/2015-06/17/content\\_21043824.htm](http://www.chinadaily.com.cn/m/tianjin2012/2015-06/17/content_21043824.htm) [2015.7.9].

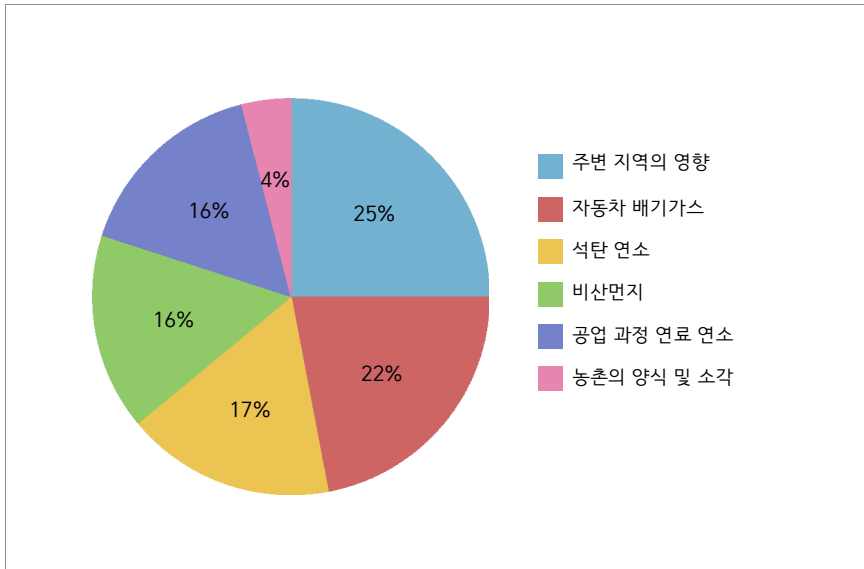
22) China Daily 홈페이지 참조.

[http://www.chinadaily.com.cn/m/tianjin2012/2015-06/17/content\\_21043824.htm](http://www.chinadaily.com.cn/m/tianjin2012/2015-06/17/content_21043824.htm) [2015.7.9].

23) SZNEWS 홈페이지 참조.

[http://www.sznews.com/news/content/2014-11/05/content\\_10640843.htm](http://www.sznews.com/news/content/2014-11/05/content_10640843.htm) [2015.8.23].

에 대해 부과하는 벌금을 최대 2배까지 늘리는 방안을 발표하였으며 이 중 대기오염물질에 는 단위당 1.2위안의 벌금을 부과할 예정이다.<sup>24)</sup>



자료: 대외경제정책연구원(2013)

#### 〈그림 2-4〉 베이징의 PM<sub>2.5</sub> 발생원인 분석(2012년 초 기준)

- 5개년 청정대기행동계획 2013-2017(Five-Year Clean Air Action Plan)
  - 2014년 말까지 화력발전소를 대신하기 위해 4개의 열병합발전소 건설 계획  
베이징 시는 2015년 477억 위안을 투자하여 천연가스 열병합발전소를 4기 건설할 계획이다.<sup>25)</sup>
  - 차량으로 인한 대기오염원 배출을 감축시키기 위해 다양한 수단 마련  
베이징에서는 2011년부터 2014년까지 총 144만 대의 차량을 폐기하고, 지자 체 내 대중교통 비율을 48%까지 늘렸으며 시민들에게 신에너지를 이용한

24) SINA 홈페이지 참조. <http://finance.sina.com.cn/china/20130912/154816745632.shtml> [2015. 8.23].

25) Business Insider 홈페이지 참조.  
<http://www.businessinsider.com/r-beijing-promises-coal-free-power-by-2017-to-fight-pollution-2015-5> [2015.8.18].

운송 수단을 이용할 것을 권고하였다. 또한 2015년 6월 1일 현재 국가 기준 V에 맞지 않는 대형 디젤 차량의 운행을 금지시켰으며, 이는 유럽 자동차 배출가스 규제 기준 V에 상응하는 기준으로 중국에서 가장 엄격한 기준이다.

- 베이징 시 심각한 대기오염 긴급 대응 프로그램(the Beijing Municipal Heavy Air Pollution Emergency Response Program)
  - 베이징에 적색경보가 발령되면 차량은 자동차 번호판 뒷자리에 따라 홀짝제로 운행, 적색-주황색경보 시 도로중 공사 차량 및 공사장 작업 중단을 실시하였다.<sup>26)</sup>

## 2) 톈진 시

2014년 톈진 시가 발표한 오염원 분석결과에 따르면, 톈진 시의 대기 오염원은 분진(30%), 석탄 연소(27%), 자동차 배기가스(20%), 공업 생산(17%) 순으로 영향을 준 것으로 나타났다.<sup>27)</sup>

따라서 톈진 시는 공업 분야에서  $PM_{2.5}$  및  $PM_{10}$ 의 주요 원인인 그을음과 분진에 부과되던 요금을 기존 kg당 0.275위안에서 2.75위안으로 상향 조정하였다. 또한 건설 분야에서 분진에 부과되는 요금도 기존의 10배인 1.5위안으로 조정하였다. 또한 톈진은 2015년 9월까지 자동차 규제에 베이징 시와 동일한 국가 기준 V를 도입할 예정이다. 특히 톈진 시는 1,387기의 석탄 연소기관을 폐지하고 석탄 사용량을 200만 톤까지 감축하였으며, 기업들에게 부과하는 공해세를 10배로 올리는 등의 조치를 취하였다(HKTDC, 2015).

26) CRIENGLISH 홈페이지 참조. <http://english.cri.cn/12394/2015/03/31/3381s872263.htm> [2015.9.11].

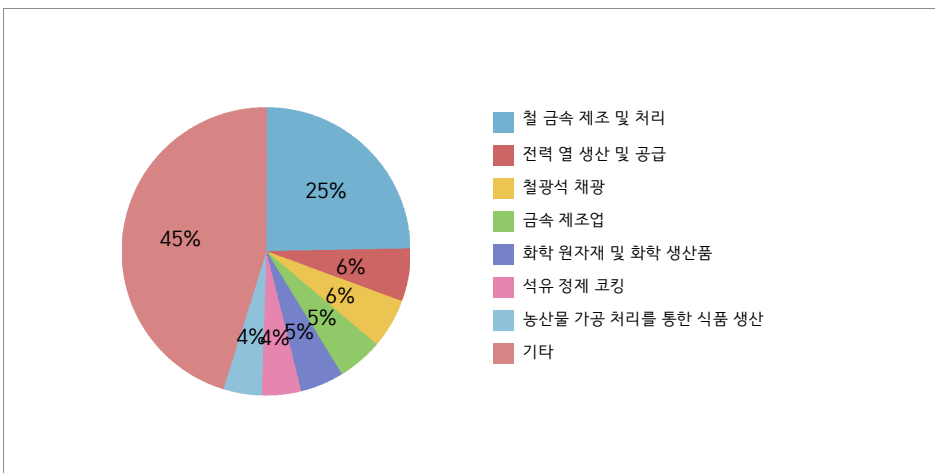
27) China Daily 홈페이지 참조.

[http://usa.chinadaily.com.cn/china/2014-08/26/content\\_18486279.htm](http://usa.chinadaily.com.cn/china/2014-08/26/content_18486279.htm) [2015.9.9].

### 3) 허베이 성

허베이 성은 중국에서 가장 많은 철강을 생산하는 지역으로, 중국 전체 철강 생산량의 약 4분의 1이 허베이 성에서 생산된다. 시멘트, 유리 생산 또한 허베이 성 경제에서 큰 비중을 차지하고 있다. 그러나 이 철강, 시멘트, 유리 공장의 생산량이 과도해지면서 전력 공급을 위한 석탄 소비가 증가하였고, 이는 허베이 성 대기 오염에 지대한 영향을 끼치고 있는 것으로 나타났다(HKTDC, 2015).

- 에너지 소비 효율 향상과 산업 구조 개선을 통해 대기오염 배출을 감소
  - 허베이 성은 지난 2년간 지나친 철강, 유리 및 콘크리트 생산을 줄이기 위해 약 1만개의 공장을 중단시켰으며<sup>28)</sup> 철강 생산량을 3,000만 톤 감축하고 National IV 기준 가솔린을 도입하는 등의 조치를 취했다.<sup>29)</sup> 또한 2013년부터 193개의 탈황 사업 및 81개의 탈질 사업을 실시하였다(HKTDC, 2015).



자료: HKTDC(2015). China Statistics Press, *Hebei Economic Yearbook 2014*에서 재인용

〈그림 2-5〉 허베이 성 주도산업 그룹의 생산 점유율(2013)

28) Xinhua 홈페이지 참조 [http://news.xinhuanet.com/english/2015-05/28/c\\_134279126.htm](http://news.xinhuanet.com/english/2015-05/28/c_134279126.htm) [2015.8.9].

29) China Daily 홈페이지 참조

[http://www.chinadaily.com.cn/beijing/2015-05/20/content\\_20773291.htm](http://www.chinadaily.com.cn/beijing/2015-05/20/content_20773291.htm) [2015.8.28].

#### 4) 산둥 성

우리나라에 지리적으로 가장 가까운 지역 중 하나인 산둥 성은 총 산업생산의 약 70%를 중공업이 점유하고 있어, 해당 업종의 전력 수요를 충당키 위한 석탄 연소 발전이 대기오염의 주요 원인으로 추정된다. MICS-ASIA의 대기오염물질 배출 목록에 따르면 산둥 성의 미세먼지 배출량은 중국 내부에서 연간 최고수준이며(Wang et al., 2014), 이에 따른 국내의 영향이 심각하게 우려되는 상황이다(심창섭 외, 2014). 산둥 성은 최근에 대기오염저감계획을 통해 2017년까지 석탄 소비량을 2012년 대비 200만 톤 감축하겠다고 발표하였다(HKTDC, 2015).

〈표 2-7〉 산둥 성 주도산업 그룹의 생산 점유율 (2013)  
(Output share of leading industry groups)

|                     | 부가가치 산업 생산 점유율(%) |
|---------------------|-------------------|
| 화학 원자재 및 화학 생산품     | 9.8               |
| 농산물 가공 처리를 통한 식품 생산 | 7.9               |
| 직물공업                | 5.9               |
| 범용 기계 제조업           | 5.8               |
| 비금속 무기물 제품 제조업      | 5.7               |
| 비철금속 제품 제조 및 처리     | 4.8               |
| 특수 목적용 기계 제조업       | 4.5               |
| 자동차 생산              | 3.8               |
| 전기장치 및 기계 생산        | 3.7               |
| 철금속 제품 제조 및 처리      | 3.6               |

자료: HKTDC(2015). China Statistics Press, *Shandong Statistical Yearbook 2014*에서 재인용.

### 3. 소결: 동아시아 대기오염 정책의 특징

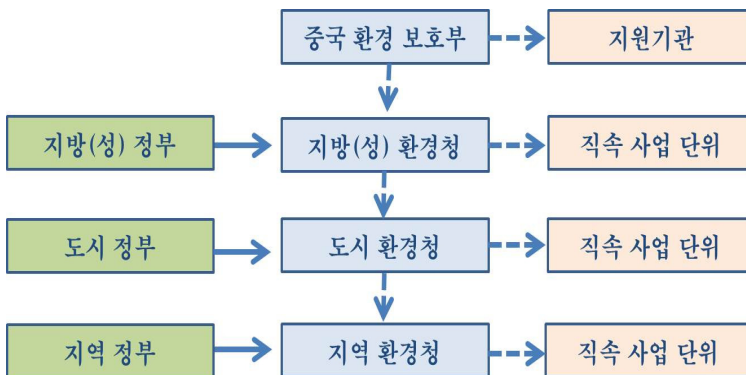
현재 가장 중요한 대기오염 배출국인 중국의 중앙정부와 지방정부 차원의 정책방향을 살펴보았다. 중국은 과거해 비해 매우 공격적으로 대기오염 저감 방안을 수립, 시행하고 있으며, 향후 에너지 부문에서도 석탄의 의존도를 크게 낮추는 등 국가차원의 대기오염 개선을 위해 투자를 아끼지 않고 있다. 그러나 중국 인민 대학의 연구결과에 의하면, 정책의 수립과 이행에 있어 아직까지 상당한 차이가 있는 것으로 알려졌다. 중국의 경우 대기오염 저감 목표 등이 현재 배출거래제도 등과 연계하여 마켓 시스템에 적용되어 있지 않기 때문에 민간 산업 등의 실질적인 참여를 유도하기 매우 어려운 실정이다(Song, 2015). 따라서 현재 중국의 대부분의 저감 촉진 방안은 정부차원의 단속에 주로 의존하고 있는 시스템이라고 할 수 있다.

우리나라 역시 대기오염 배출거래제도를 도입하였으나, 아직까지 민간기업의 자발적 참여가 매우 저조하다는 점에서 유사한 문제를 안고 있다고 평가할 수 있다. 따라서 대기오염에 대한 민간기업의 자발적 참여를 유도하기 위해서는 기술혁신 등을 기반으로 민간차원의 자발적 이윤추구를 가능할 수 있도록 연계하는 방안이 지속적으로 검토되어야 한다. 중국은 한국과 일본과 달리 현재 급속한 경제성장 속에서 환경을 관리해 본 경험이 상대적으로 적기 때문에 이러한 종합적인 환경관리 노하우에 있어서도 역량 부족에 따른 한계를 갖고 있다. 따라서 이러한 문제에 대해 한국과 일본 등의 앞선 경험을 공유함으로써 환경관리 및 정책이행의 향상을 도모할 수 있다.

중국은 또한 수많은 지방자치정부가 환경관리를 위한 기초자료(예를 들어 배출량, 산업, 에너지 통계 등)가 여전히 크게 부족한 실정이며, 이러한 자료를 활용한 정책이행과 관리의 전문성이 전반적으로 부족한 실정이다(Song, 2015). 지방정부는 성단위, 도시단위 이하에서 각각 환경청을 두고 있으며, 이를 지원하는 환경청 산하의 사업단위를 보유하고 있다(Song, 2015; 그림 2-6 참조). 그러나 지방자치정부는 환경관리 성과를 중앙에 실제보다 좋게 보고하여 인센티브를 추구하는 등 제시한 자료는 물론 신뢰도에도 문제가 있는 경우가 발생하고 있으며, 이러한 인식과 역량의 한계가 지방자치정부의 환경관리를 어렵게

하고 있다(Song, 2015). 이러한 문제는 우리나라의 중소 기초자치단체에서도 겪고 있는 상황이다. 지방 자치단체는 상대적으로 적은 예산과 비전문적인 공무원을 활용하여 자체적인 환경관리를 효과적으로 관리·이행하는 데에 어려움을 겪고 있다.

또한 중국은 최근 대기오염과 기후변화에 대해 막대한 예산을 투자하고 있다. 이에 따른 과학적 성과가 매년 급증하고 있으나, 이러한 연구 주제는 정책에 직접적인 도움이 되지 않는 경우가 대부분이다. 즉 배출원의 도시 간 영향이나, 대기오염에 따른 지역별 환경피해 비용 등에 대한 연구가 여전히 부족하다. 따라서 이러한 정책에 직결되는 다양한 연구자료를 확보하여 위해성 및 경제성 자료에 근거한 환경관리 정책을 수립, 이행하는 것이 시급한 것으로 파악되었다(Song, 2015). 현재 우리나라도 대기환경 기준 등 환경관리를 위한 정책 등이 보건학적 기반을 두고 있지 않고 있으며, 에너지 수급 등에서도 인구수 등을 고려하지 않고 여전히 현실성이 떨어지는 근거를 기반으로 하는 정책이 수립, 이행되고 있다. 이러한 부분은 보다 고도화된 자료와 기법에 의한 정책의 수립과 이행이 시급함을 암시하고 있다.



자료: Song(2015).

〈그림 2-6〉 중국의 중앙 및 지방정부의 환경관리 체계

# | 제3장 · 동아시아 대기질 개선을 위한 협력 현황 |

## 1. 배경<sup>30)</sup>

대기오염 문제 해결은 오염 원인과 피해를 파악하는 것으로부터 시작한다. 이로부터 문제의 원인을 제거하기 위해 정부의 배출 규제와 방지 시설 투자가 이루어진다. 이러한 국가 내 오염 문제의 해결 방식을 국제 사회로 확장할 경우 국가가 국제법적인 책임을 지는 것이 중요하다. 그러나 아직 국가 책임 제도는 매우 부실하며(국립외교원, 2014), 환경오염의 책임을 져야 할 원인국의 범위를 정하는 것도 쉽지 않다. 예를 들어 중국의 각종 제조업체들이 막대한 대기오염물질을 배출하고 있는 상황에서 이들 사업에 투자하는 미국과 유럽의 투자자들의 책임이 없다고 할 수 없다. 또한 공동의 배출 규제에 합의하더라도 차별화된 책임에 근거하여 국가별 저감량을 할당하든지, 동일한 저감률을 채택하든지 이행 방법도 매우 다양하여 이의 합의도 쉽지 않다.

결론적으로 현재까지 이를 해결하는 데에 도움을 줄 수 있는 법적 강제력이 있는 국제법은 없다. 그러나 스톡홀름 원칙 21에서는 “각국은 또한 자국의 관할권 내의 활동이 타국의 환경 또는 국가관할권 범위를 벗어난 지역의 환경에 피해를 주지 않도록 조치할 책임이 있다”라고 명시하고 있다(<http://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>). 또한 국제법 위원회의 ILC 2001년 및 2006년 규정 초안에도 심각한 또는 중대한 피해가 발생할 위험성이 있는 경우에 예방과 협력의무를 부과하고, 이를 위반한 경우에는 2001년 국가책임규정에 따라 손해배상을, 그리고 이를 위반하지 않더라도 피해가 발생한 경우에는 2006년 손실분배에 관한 원칙 초안에 따라 피해발생원인 개인에게 피해 보상 책임을 부과하고 있다(국립외교원, 2014).

30) 본 장의 일부는 전문가 원고(장임석, 국립환경과학원)에 기초하여 필자가 필자가 부분적으로 수정·보완하였음.

1990년대부터 동북아는 경제의 압축 성장에 따른 환경 부작용의 피해를 줄이기 위하여 지역 환경 협력의 틀을 모색하기 시작했다. 동북아의 국제 협력은 피해에 대한 사후 보상보다는 예방을 통한 사전 방지에 무게를 두고 있다. 유럽의 경우 스칸디나비아 반도가 유럽 대륙의 황 배출로 인하여 호수가 산성화되고 유럽 전체로 확산되는 문제가 발생하자 1979년 11월 환경 보전에 관한 UNECE장관급 회담에서 월경성 장거리이동 대기오염에 관한 협약을 체결한 반면, 동북아는 산성비로 인한 심각한 피해가 발생하기 이전에 국제 협력 프로그램을 신설하였다.

동아시아에서는 유럽의 환경 국제협력사업을 주요 모델로 삼았다고 할 수 있다. 유럽은 1960년대에 북유럽 호수 산성화와 서유럽의 황산화물 배출이 관련성이 있다는 연구결과가 발표된 이후 1972년 ‘대기오염물질의 측정을 위한 기술 협력 프로그램’을 시작으로 1979년 「월경성 장거리이동 대기오염에 대한 협약(The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, CLRTAP)」을 체결하는 일련의 과정을 거친다. 특히 1979년 제네바에서 체결된 CLRTAP는 지역규모에서 대기오염 문제에 대한 법적 구속력이 있는 세계 최초의 협약이라는 점에서 의의가 크다. 동북아 역시 오염의 원인을 규명하는 기술 협력 프로그램과 대기오염저감에 대한 법적 구속력이 있는 협약을 체결하고자 하였다. 즉 정책과 과학을 결합한 틀을 추구하였다. 그러나 현재까지 대기오염 저감을 위한 구속력 있는 어떠한 합의에도 이르지 못했으며, 프로그램이 주제별로 산재되어 있어 대기오염에 대한 종합적인 논의가 쉽지 않다(심창섭 외, 2013).

본 연구에서는 대기오염 문제와 직접 관련이 있는 네 개의 주요 프로그램 (EANET, LTP, NEASPEC, TEMM)의 특징과 성격을 파악하고 성과에 대한 간단한 평가를 실시하고자 한다. 또한 지난 2년 동안 네트워크를 통한 정보수집과 자료 조사를 통해 파악한 평가와 함께 프로그램의 성격과 한계에 대하여 논의하고자 한다. 이는 향후 보다 효과적인 대기오염 저감을 위한 동아시아 다국적 논의의 새로운 프레임워크의 설정을 위한 제언이라고 할 수 있다.

## 2. 주요 대기협력 프로그램

### 가. EANET(Acid Deposition Monitoring Network in East Asia)

1992년 유엔환경개발회의에서 개최한 지구정상회담에서 유럽 장거리이동 대기오염물질 감시평가 프로그램(EMEP)과 유사한 지역협의체가 타 지역에도 구성될 것을 권장하는 문서가 채택되었다. 이에 일본 내 환경문제 해결과 국제사회에 기여라는 두개의 과제를 동시에 해결하고자 일본이 1993년 10월에 제1차 전문가회의를 개최하면서 EANET 사업이 시작되었다.

EANET은 출범 당시 중국, 인도네시아, 일본, 말레이시아, 몽고, 필리핀, 한국, 러시아, 태국, 베트남 등 10개국이 참여하였다가 이후 캄보디아와 라오스, 미얀마가 새로이 참여하여 참여국이 총 13개국이 되었다. 산성비 문제 현황의 공동 이해, 산성비 대책 수립 지원, 참여국 간의 공동 협력 도모라는 명시적 목적을 표방하고 기술 표준화와 기술 능력 배양 사업, 건습성 침적 측정 사업을 전개하고 있다. EANET 사업은 준비단계(1993년 10월~1997년 2월), 예비단계(1997년 11월~2000년 10월)를 거쳐 2001년 정규 단계로 진입하였다. 일본은 정규 단계에 진입하면서 기본 문안인 「공동선언문(Joint Announcement)」과 「EANET의 잠정 설계문서(Tentative Design of EANET)」를 확정하여 근거를 마련하였다.

산 침적 모니터링은 건습성 침적, 토양 및 식생과 내륙 수환경 4개 분야에서 이루어지며 건습성 침적은 대기에서 지면으로 침적되는 양을, 토양, 식생 및 내륙 수환경은 육상 및 수생태계에 미치는 영향을 평가한다. EANET은 회원국 13개에 50여 개의 산 침적 모니터링 측정소를 운영하고 있으며 이들로부터 측정 자료를 수집하고 측정 자료의 타당성을 평가한 뒤 DB화하여 보관 및 배포하고 있다. 측정 자료는 「동아시아지역의 산 침적에 대한 자료 보고(Data Report on the Acid Deposition in the East Asian Region)」라는 보고서 형태로 출판된다. 이는 2000년도부터 매년 출판되고 있으며 DB화된 측정 자료는 소정의 절차를 거쳐서 참여국은 물론 기타 국가에도 공개되고 있다. EANET은 측정 자료의 정도 관리 목적 만족 여부 검사와 미시시료를 이용한 각국의 측정 및 분석 능력 비교

실험을 통하여 이를 달성하고 있다. 또한 「정도 관리 프로그램(Quality Assurance/Quality Control(QA/QC) Programs)」책자를 발간하여 정도 관리를 매뉴얼화하였다.

EANET은 지역 평가 보고서와 국가 평가 보고서를 정기적으로 발간하여 인식 공유를 강화해 나가고 있다. 지역 평가 보고서는 EANET의 기본 정보와 동아시아 침적 현황을 주 내용으로 하고 국가 평가 보고서는 참가국의 측정 결과에 기초하여 작성한 것이다.

EANET 참여국 대부분이 전문 기술이 낙후되어 산 침적 모니터링 등에 기술 능력 배양이 필요하였다. EANET은 참여국 중 저개발 국가의 요청으로 일본 내 국제협력기관인 일본 국제 협력단(JICA)의 교육훈련 프로그램을 활용하여 단체 훈련 프로그램을 신설하였다.

EANET은 동아시아 지역에 경제 개발이 가속화되고 대기오염에 대한 우려가 현실화될 시점에 지역 협약의 가능성을 타진하였다. 이 시기에 「재정 부담의 근거를 제공할 적절한 기구의 타당성 조사(Feasibility Study on an Appropriate Instrument to Provide a Sound Basis for Financial Contribution)」라는 보고서가 작성되었다. 보고서에는 지역 기초 협약 이면서 포괄적 성격이 강한 다양한 안들이 제시되었다. 예를 들어 행정기관 간 협약, 국회 비준이 필요한 지역 협약 등이 강구되었지만, 과학적 성과 및 재정의 건전성이 미흡하다는 일부 참가국의 의견에 따라 무산되었다. 그러나 일본은 2005년부터 참여국의 재정 부담을 확대하고 EANET 기반을 강화하기 위하여 합의문 협상을 재추진하였다. 2008년에 정부 간 회의에서 일본은 합의문(Instrument)에 법적 지위를 부여하고자 시도하였으나 외교적 절차와 합의문 내용에 대한 재논의가 요구되어 법적 구속력이 없는 합의문에 동의하게 되었다. 중국은 재정적 기여 문제만 명확히 합의문에 규정하는 수준으로 요구하고 기타 국가들도 외교절차로 인해 법적 구속력이 없는 합의문에 동의한 결과였다. 이후 일본은 구속력이 없는 합의문 서명을 추진하여 2010년 정부 간 회의에서 한국을 포함한 7개국이 서명하였으며 이후 5개국이 추가되어 2012년 합의문 발효 시점에서 총 12개국이 공식 참여하였다.

#### 나. LTP(Long-Range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia)

일본은 8년간의 준비회의를 거쳐서 2001년에 10개국 정부가 참여하는 EANET을 출범시켰다면, 한국은 1999년에 한국, 중국, 일본 전문가가 참여하는 LTP를 발족시켰으며, LTP와 EANET 모두 환경 문제에 내재한 과학적 불확실성을 해소하기 위해 노력하였다. 역내 환경 문제에 대하여 참가국들이 공동 모니터링과 평가를 직접 수행하였다.

LTP는 1996년 7월에 제1차 전문가회의(1st Expert Meeting for Long Range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia)를 개최하고, 장거리이동 오염물질에 대한 모니터링과 모델링 공동 연구와 사무국과 실무자 그룹의 조직 구성에 합의하였다.

LTP 사업의 목적은 크게 5가지로 국가 보고서의 발간, 대기오염 관련 불확실성 해소, 장거리이동 대기오염물질의 이해 증진과 연구 기반 조성, 정책입안자에게 장거리이동 대기오염의 방지 및 감소에 필요한 정보 제공으로 요약할 수 있다. LTP는 1996년 7월 제1차 전문가회의를 개최한 이래 2014년까지 총 17차의 전문가회의를 한국 혹은 중국에서 개최하였으며, 2001년도부터 2014년까지 14차례에 걸쳐 연차 보고서와 1차례 평가 보고서를 발간하였다.

대기환경 협력 사업들이 발족되던 1990년대 말에는 동북아시아 지역 대기오염에 대한 이해와 과학적 능력이 크게 부족하였다. 따라서 월경성 대기오염에 대한 이해를 도모하고 연구 능력을 배양하는 것도 중요한 과제였다. 따라서 단계별, 연도별 연구 목표를 수립하고 연차별 회의를 개최하여 연구 진행을 점검하는 방식이 큰 도움을 주었다(김영성, 2012).

LTP의 주요 활동 내역은 다음과 같다.

##### 1단계 사업(1999~2004) : 공동연구기반 구축

- 동북아시아에서 장거리이동 대기오염물질 측정 및 모델링을 위한 협력 시스템 구축(각국 항목별 배출량 구축: 황(S), 질소(N), 암모니아, VOCs 등)
- 한중일 3국에 영향을 주고 있는 장거리 대기오염물질에 대한 대략적인 이동량 추정

*2단계 사업(2005~2007) : 측정요소 및 국가 간 상호영향 산정 연구 수행*

- 3국 국가 간에 상호 미치는 대기오염물질(S)의 영향 연구
- 측정 항목에 휘발성유기화합물(VOCs)을 추가(우리나라)
- 동북아지역의 산성물질에 대한 임계부하량 및 배출량 저감 시나리오를 도출할 수 있는 한중일 협력체제구축

*3단계 사업(2008~2012)*

- (측정) 2단계와 동일하며, 지상 및 항공관측을 한중일이 공동으로 수행
- (모델링) 황(연도별), 질소(사례별)에 대한 배출원·수용지 관계 분석, 생태계에 영향을 미치지 않는 수준의 대기오염도(최적부하량) 산정, 동북아 지역의 배출량 저감 시나리오 도출 등

국제협력 프로그램으로서 각종 자료나 연구 결과의 홍보나 배포 등을 통하여 연구 증진을 도모하는 것도 주요한 역할이다. LTP는 측정 자료, 배출량 데이터베이스, 연간 보고서 등을 LTP 홈페이지(<http://ltp.nier.go.kr>)를 통하여 배포하고 있으나 자료 생성 국가의 승인이 필요하기 때문에 아직까지 매우 제한적으로 공개하고 있다. LTP는 지상, 항공 관측과 배출원-수용지 모델링을 결합하여 대기오염물질의 장거리이동 영향을 조사하고 있다. 이와 같은 LTP 연구 결과는 참여국가의 정책 현안에 답할 수 있는 평가에 기여할 수 있는 연구 수행을 하고 있다.

1) LTP 모니터링 사업

LTP 국가별로 자체 배출이 거의 없는 배경측정소를 선정하여 장거리이동 오염을 감시한다. 모니터링은 기간에 따라 장기와 단기로 구분하며 장기는 기준성 오염물질의 상시 측정, 단기는 미세먼지 성분의 집중 분석에 주력한다. 항공 관측은 한국 위주로 수행되어 전체의 연구 역량을 강화하기는 어려웠지만 중국이 독자적으로 항공관측을 수행하는 데 간접적으로 기여하였다.

국가별 배경지역 오염도는 중국>한국>일본 순으로 나타난다. 이는 편서풍대에 위치한 동북아가 장거리이동에 매우 취약한 구조라는 것을 알 수 있다. 이온성분 중 황산염 농도 역시 중국>한국>일본 순으로 나타나 이를 뒷받침하고 있다.

대기오염물질 측정 방법과 측정 기기가 국가 간에 서로 상이하고 정도 관리 방법도 국가별로 달라 농도 자료를 직접 비교하는 데는 한계가 있다. 예를 들어 한국은 국가 QA/QC를 사용한 반면, 중국과 일본은 EANET의 QA/QC를 사용하였다. 그러나 이를 감안하더라도 국가별 배경 농도의 수준은 장거리이동의 높은 가능성을 시사하고 있다.

LTP는 동북아시아지역 대기오염물질 6종( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , VOC,  $\text{NH}_3$ , CO,  $\text{PM}_{10}$ )의 배출량 자료 구축, 중국 4개 지점, 일본 2개 지점, 한국 4개 지점에서  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ 의 장기 모니터링, 빗물조성, 먼지조성 등의 집중 측정 등의 사업을 성공리에 수행한 연구사업으로 평가된다. 동북아에서 최초로 국제 협력을 통하여 대기오염배출량이 산정된 것도 큰 수확이다. 배출량 산정 방법에 대한 정보 공유, 고유한 배출 계수의 개발이나 검증은 향후 과제로 남아 있다. 또한 배출량, 모니터링 및 모델링에 대한 가이드라인 마련이나 사용자 지침서 작성 등과 같은 국제협력사업의 고유 성과에는 다소 미진한 것도 과제로 남아 있다.

## 2) LTP 모델링 사업

LTP 사업은 유럽의 EMEP 방식을 도입하여 산성 원인 물질인 황과 질소를 대상으로 국가 간 배출원-수용지(source-receptor) 관계를 산정하였다. 그 기간 동안 모델링 검증이 주기적으로 시행되어 모형 개선과 개발의 토대가 되었다. 또한 배출원-수용지 관계에 대한 모형 비교 연구가 활발히 이루어져 종합적인 모형 비교 연구가 발전해 나가고 있다(김영성, 2012).

모형 비교 연구를 통하여 과학적 불확실성에도 불구하고 월경성 대기오염 문제에 대한 인식 공유가 가능해졌다. 한중일 3국은 배출 인벤토리만 제한하고 다른 요소들에 대해서는 재량권을 주었다. 모델 내 물리/화학 옵션, 경계 및 초기 조건, 배출 처리 모델 등 배출원-수

용지 관계 산정에 영향을 미칠 수 있는 많은 요소들이 국가별로 다르게 취급되었다. LTP와 달리 아시아 지역 모델 능력과 불확실성에 대한 공동 이해를 높이기 위해 시작한 모델 비교 연구(MICS-ASIA)에서는 모델 영역, 배출량 자료와 기상 자료, 경계 조건을 모두 통일시킨 것과 대비된다.

오염물질의 장거리이동은 기상 조건에 민감하기 때문에 시간과 장소에 따라 달라진다. 예를 들어 국내에 유입되는 장거리 이동량은 봄철이 여름철보다는 우세하며 지리적으로 인천이 강릉보다 높다. 어느 시기와 장소를 선택하느냐에 따라 결과가 달라질 수 있다. 이와 같은 과학적 불확실성은 국가 간의 합의를 막는 주요한 이유로 자주 활용될 수 있다.

1단계에 3국 전문가가 산정한 황의 배출원-수용지 관계 결과는 예상외로 서로 유사하였다. 모든 악조건 속에서도 배출원-수용지 관계결과에서 국가 간의 차이가 적어 결과적으로 연구 방법의 신뢰성도 확보하게 된다. 1단계 대상 물질인 황의 경우 국내에서는 자체 배출이 70%, 장거리이동이 30%의 기여도를 보여 피해 보상 문제에 대한 국가 간 긴장과 갈등을 유발하지도 않았다. 오히려 황의 경우 월경성 대기오염보다는 자국 배출의 영향이 더 우세하였기 때문에 자국의 배출 관리가 더 시급한 과제가 되었다.

배출원-수용지 관계는 원인 제공국가에 책임과 의무를 부과할 수 있는 과학적인 근거로 활용될 수 있는 것이다. 그러나 LTP 사업은 구속력이 있는 정부 간 협의체가 부재하여 3단계 공동 연구가 종료된 시점에도 환경협력이 개념적인 수준에 머물러 있었다. LTP는 전문가 회의 위주로 운영됨으로써 과학적 연구성과의 국제적 공유 및 정책 결정으로의 연결고리가 취약한 반면, EANET은 환경당국 간 협의체로서 합의문 또는 운영 규정의 미비로 공식 국제기구로서의 제도적 기반이 미흡하였다.

LTP는 한중일 3국으로 참여가 제한됨으로써 황사, ABC, 수은 등 동아시아 전반에 걸친 월경성 대기오염물질으로의 사업 확장이 어려웠다. 이의 해결 방안으로 한일 간에는 LTP와 EANET의 시너지를 창출하고 한중 간에는 기술교류를 원활히 할 수 있는 기술 센터를 설립하고자 하는 방안이 강구되었다. 포괄적인 동아시아 대기환경협력체를 구성하

여 산성비 등 전통적인 대기환경문제뿐만 아니라 오존, ABC 등 새롭게 대두하는 대기환경 문제에도 능동적으로 대처하고자 하였다. 법적 구속력이 있는 협약체결을 목표로 하되, 국제적 합의가능성을 고려하여 법적 구속력이 없는 기관 간 약정 수준에서 단계적으로 접근하는 방식이었다. 법적 구속력이 있는 국가 간 협약(Convention) 또는 법적 구속력이 없는 “기관 간 약정(programme/arrangement)” 모두 가능하다. 중국의 수요를 예상하여 대기오염 방지 기술 이전 및 지원, 대기정책 수립 관련 협력 등의 역할을 수행할 기술 센터를 중국에 신설하는 방안이 강구되었다. 포괄적인 동아시아 대기환경협력체는 다음과 같이 조직을 구성하고 재정을 확보하여 목적을 달성하고자 하였다.

그러나 LTP와 EANET의 주도권 문제와 후쿠시마 원전 사고가 겹쳐 논의가 더 이상 진전되지 못하였다. 일본의 후쿠시마 원전 사고가 정리 국면에 접어들 때쯤 국내에서 2013년을 기점으로 베이징 스모그 문제가 급부상하면서 한중 양자 협력에 치중하게 되었다.

#### 다. NEASPEC

NEASPEC(North East Asian Subregional Programme of Environmental Cooperation)은 동북아 환경문제를 해결하기 위한 포괄적인 정부 간 협의체이다. NEASPEC에 관한 소개는 심창섭 외(2014)에서 소개한 것을 아래에서 재인용하기로 한다. NEASEPC는 1992년에 열린 UN 환경 개발 회의의 후속으로, 이 지역의 환경 협력 증진을 위해 중국, 북한, 일본, 몽골, 한국 및 러시아에 의해 1993년에 설립되었다.<sup>31)</sup> NEASPEC은 지역의 경제 개발을 위한 환경적 지속가능성을 개선시키는 것을 목표로 하며, 동북아 지역 협력에 대한 단계별 및 실제적인 접근 방식을 추진하며, 환경에 미치는 영향을 완화하기 위해 정부, 국가, 동북아 지역 및 국제기구, 민간 부문 및 시민 사회에 대한 다자간 협력체를 제공하는 것을 주요 내용으로 하고 있다. 또한 국가 기관의 기술 및 경영 능력을 강화하고, 동북아 지역과 글로벌 이니셔티브를 국가 전략과 연결하며, 협력을 위한 추가적인 우선순위 영역을 파악하여 시범적으로 우선순위 프로젝트의 이행을

31) NEASPEC 홈페이지 참조. <http://www.neaspec.org/about-neaspec> [2015.8.7].

논의하였다.<sup>32)</sup>

2012년 중국에서 개최된 아시아-태평양 경제사회 위원회의 17번째 고위관리회의에서는 러시아 정부가 월경성 대기오염 평가 및 완화에 대한 기술적, 정책적 체계의 개발을 새로운 이슈로 제안하였다. 또한 미세먼지 및 황사의 예방과 제어에 관한 내용들도 논의되었다.<sup>33)</sup>

2014년 5월에 한국에서 동북아 국가 간 대기오염 평가 및 저감을 위한 기술 및 정책 프레임워크 개발 프로젝트와 관련된 전문가그룹회의가 열렸다. 본 회의에서 러시아 정부 주도로 국가 간 대기오염을 해결하기 위해 회원국들이 공동으로 과학적 평가 및 협의를 촉진하는 것을 논의하였다.<sup>34)</sup> 본 회의에서는 동북아 지역 협력 프레임워크 개념의 수립뿐만 아니라, 데이터 평가, 기술적 접근 그리고 월경성 대기오염의 모델링 방법 개발에 관한 전반적인 이행 계획에 대해 논의하였으며, 본 프로젝트에 대한 각 국가의 이행 기관 및 전문가들의 역할을 논의하였다.<sup>35)</sup>

## 라. TEMM

TEMM(Tripartite Environment Minister Meeting) 역시 심창섭 외(2014)의 소개 내용을 간략히 요약한다. TEMM은 동북아 지역 환경협력 분야 최고위급 정부 간 회의체로, 황사·산성비 등 동북아 지역의 환경현안에 공동대처하고 동북아 핵심국가인 한중일 3국 간 환경공동체 인식을 높이고자 설립되었으며,<sup>36)</sup> 주요 협력 사업으로는 중국 서부지역 생태복원사업, 수질 개선사업, 환경산업 라운드 테이블, 3국 공동 환경교육 등이 있다.

32) NEASPEC 홈페이지 참조. <http://www.neaspec.org/about-neaspec> [2015.8.7].

33) UNESCAP(2012); 심창섭 외(2013)에서 재인용.

34) NEASPEC 홈페이지 참조.

<http://www.neaspec.org/article/expert-group-meeting-development-technical-and-policy-framework-s-transboundary-air-pollution> [2015.8.7].

35) NEASPEC 홈페이지 참조.

<http://www.neaspec.org/article/expert-group-meeting-development-technical-and-policy-framework-s-transboundary-air-pollution> 참조 [2015.8.7].

36) 추장민 외(2005); 심창섭 외(2013)에서 재인용.

2013년 5월 일본에서 개최된 제15회 TEMM 회의에서는 초미세먼지와 광화학 산화물 등의 대기오염물질이 인체에 미치는 위해성에 대해 논의되었고, EANET을 통한 산성 물질과 그와 관련된 화학물질들에 대한 모니터링을 강화하여 더 나은 대기질 관리가 가능하도록 하는 데에 동의하였다.<sup>37)</sup> 기후변화와 문제와 관련하여 미세먼지와 광화학 산화물 등의 대기오염물질 저감이 단기적 기후변화 완화에 공동 이익 효과가 있으며, 기후변화와 대기오염 양쪽에 관한 노력을 계속할 것으로 합의하였다.<sup>38)</sup>

2014년 4월에는 제16회 TEMM이 대한민국 대구에서 개최되었다. 본 회의에서는 TEMM 10대 우선협력분야(2015~2019)를 채택하여 대기질 개선, 생물다양성, 기후변화 대응 등 총 9개 분야를 선정하였다.<sup>39)</sup> 또한 본 회의에서는 미세먼지, 오존, 휘발성 유기화합물 등에 의한 대기오염의 예방 및 저감의 필요성을 강조하였고, 이에 대한 협력을 강화하기로 합의하였다. 그리고 기후변화 관련 글로벌 환경 과제 대응을 위한 협력으로 각국의 기후변화 완화 및 적응정책 발전을 위해 각국의 정책 및 경험에 관한 정보, 지식, 우수 사례들을 교환하기로 합의하였다. 대기오염 문제와 관련해서는 한중일 대기정책 실무자 후속 회담이 실시되어 구체적 공동연구의 로드맵이 논의되는 등 실질적 성과를 거두고 있다.

최근 들어 우리나라의 제안으로 “대기오염 정책대화”라는 새로운 정부 협상 채널이 신설된 것은 한국의 노력과 함께 중국의 보다 전향적인 자세의 전환에 의한 성과라 할 수 있다. 2015년 대기오염 정책대화에서 3국은 기존의 환경 협력사업에서 다루지 않는 휘발성 유기화합물(VOC)과 관련하여 도로·비도로 차량 오염 관리 및 배출원 분석 등 각국의 대기질 관리 현안에 대하여 우수 정책과 사례에 대한 정보 및 연구 성과를 공유하기로 합의하였다. 아직 중국 측은 구체적인 정책협의 보다는 기술적·과학적 협력 방안을 모색한 후 필요시 종합적으로 판단하자는 입장이며 PM<sub>2.5</sub>에 대한 과학적 연구에도 유보적인 입장이어서 관련된 구체적 정책대화가 진전을 이루기에 상당한 시간이 소요될 것으로

37) TEMM(2013); 심창섭 외(2013)에서 재인용.

38) TEMM(2013); 심창섭, 서지현, 노태호(2013), p.27에서 재인용.

39) 환경부(2014b).

생각된다. 또한 공동 연구의 일부 주제가 기존에 수행했던 모델링 및 배출량 평가로 이루어져 있어 기존 사업과의 중복성에 대한 우려가 있으며, 현재까지 대기오염에 의한 건강영향 혹은 이와 관련된 환경비용에 대한 논의가 부족하여, 정책에 직접적인 기여를 피하기 어려운 측면이 있다. 이런 부분에 대해서는 향후 추가적 연구를 제안하고 추진할 필요가 있는 것으로 사료된다.

### 3. 최근 우리나라의 대기오염 대응 분야 협력 동향

#### 가. 한중 대기협력의 발전

최근 들어 한중 환경 협력은 양국이 우호적인 외교 관계를 발전시키면서 단기간에 급물살을 타게 되었다. 양국은 2014년 7월 3일 정상회담에서 2003년 체결한 「한중 환경 협력 양해각서」를 개정하였고 ‘대기오염물질 관측데이터 공유’, ‘대기오염 예보모델 공동연구’, ‘과학기술 인력교류’ 등 대기분야 신규 협력 사업에 합의하였다. 후속 조치로 양국 실무급 회의가 잇따라 열려 양해각서에 근거한 구체적인 실행 합의문이 마련되었다. 주사업 내용은 환경 협력의 첫 단계로 스모그의 현황과 원인을 규명하는 것이다. 양국 대기질 개선 및 동북아시아 장거리이동 대기오염물질 관리를 위해 긴밀하게 협력한다는 문구가 명시적으로 담겨져 있는 것은 진일보한 것이다.

2015년 6월 11일 중국환경과학연구원(CRAES) 내에 설립된 한중 공동 연구단은 미세먼지 예보 모델 공동 개발과 대기오염물질 발생원인 규명을 위한 연구 등 동북아시아 대기오염 감축 기반을 마련하는 것을 목적으로 한다. LTP 사업과 달리 한중 연구단의 목적, 연구 범위, 조직 및 예산 등을 포함한 문서화된 양해각서가 체결되었다. 한중 양국의 동등한 책임과 의무를 바탕으로 실질적인 연구 결과를 도출할 수 있도록 조직도 구성되었다. 양국 환경과학원 전문가 각 1인, 기상분야 전문가를 포함한 민간전문가 각 4인 등 총 10인으로 구성하되, 원활한 연구 교류를 위해 CRAES와 국립환경과학원(NIER)에 각각 사무소를 설치하였다. 한중 공동 연구단은 동북아 국가들이 지속가능발전이라는 공동의

가치관을 통해 보다 심화된 공동체 인식을 갖는데 기여할 것이다. 또한 월경성 대기오염 문제에 대한 인식 차이를 좁히고 이의 해결을 위한 과학적 근거 자료를 마련할 것이며 한중 간의 대기환경분야의 지역환경 정보망 구축과 환경 역량이 강화되고 TEMM 등 제도적 장치를 강화시키는데 기여할 것으로 기대하고 있다. 그러나 기존 LTP와 EANET처럼 주로 과학적 연구를 수행할 것으로 예상되어 이에 대한 과학적 사실의 합의와 정책으로의 연계에 대한 실효성에 대해서는 현재 불투명하다고 판단된다. <표 3-1>에 최근에 추진된 한중일 간의 대기오염 관련 협력사항을 정리하였다.

〈표 3-1〉 최근의 한중일 대기오염 관련 협력 실적

| 일자         | 제 목                                                                                                                                                    | 해당 국가 |   |   |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|---|
|            |                                                                                                                                                        | 한     | 중 | 일 |
| 2013.10.17 | 2013 동북아 대기질 개선 국제세미나<br>주요도시 미세먼지 현황 및 특성, 해결방안 토론<br>동북아 도시네트워크 구성 필요성 인식, 2014 국제포럼으로 확장                                                            | ○     | ○ | ○ |
| 2013.12.17 | 제16차 한일 환경협력 공동위원회 서울에서 개최<br>지역환경협력체를 통한 양국 간 협력방안 등 중점 협의                                                                                            | ○     |   | ○ |
| 2014.04.28 | 제16차 한중일 환경장관회의(TEMM)<br>한/중 대기오염물질 관측데이터 공유, 예보모델 공동연구 등<br>한/일 PM <sub>2.5</sub> 공동대응 협력사업 등                                                         | ○     | ○ | ○ |
| 2014.04.30 | 동북아지역 월경성 대기오염 대응 협력을 위한 라운드테이블 회의<br>동북아 미세먼지/스모그 등 월경성 대기오염 문제 논의<br>한/중/일 및 러시아, 미국, UNECE, CLRTAP, NEASPEC 참여<br>각국 정부의 정치적 결단과 과학적 연구, 정책적 권고가 반영 | ○     | ○ | ○ |
| 2014.07.03 | 한국 환경부-중국 환경보호부 간 환경협력에 관한 양해각서 체결<br>한/중 정상회담 계기로 MOU 체결<br>대기질/공기오염 모니터링, 공기질 예/경보, 모니터링 관리 등<br>국립환경과학원과 중국국가모니터링센터/중국환경과학연구원 협력                    | ○     | ○ |   |
| 2014.11.17 | 미세먼지 저감 위한 한중 협력사업 펼쳐<br>철강분야 대기오염방지 실증협력사업 추진<br>2015년부터 2016년까지 중국 철강기업에 대해 방지시설 설치<br>제철소, 석탄 화력발전소 등 중국 대기분야 주요 오염방지 사업을 대상으로<br>향후 협력이 크게 확대될 것   | ○     | ○ |   |

| 일자         | 제 목                                                                                                                                            | 해당 국가 |   |   |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|---|
|            |                                                                                                                                                | 한     | 중 | 일 |
| 2015.03.12 | 제2차 한중일 대기오염 정책대화<br>대기분야 전문가 참여, 휘발성유기화합물 정책 및 우수사례 발표<br>2013년 5월 제15차 한중일 환경장관회의에서 제안해 신설                                                   | ○     | ○ | ○ |
| 2015.05.01 | 제17차 한중일 환경장관회의(TEMM)<br>한중일 환경협력 비전/계획 담은 공동합의문 채택<br>황사공동연구단 중기 공동연구계획 수립<br>한/중 공동 미세먼지 예보모델 개발, 연구 실시<br>한/일 미세먼지 실시간 자료 공유 및 정확도 향상 위한 협력 | ○     | ○ | ○ |
| 2015.06.04 | 제1차 한/일 대기분야 연구팀 회의 개최<br>미세먼지 연구 공동실행 계획<br>미세먼지 예보 및 배출목록 공유 등 구체적인 협력 사업 논의                                                                 | ○     |   | ○ |
| 2015.06.12 | 미세먼지 저감 연구 위한 한/중 미세먼지 공동연구단 발족<br>대기질 공동연구를 위한 양해각서 체결, 공동연구단 발족                                                                              | ○     | ○ |   |
| 2015.06.23 | 한중일 휘발성유기화합물 관리정책 및 방지기술 세미나<br>3국 관리 정책과 우수 사례 공유/토론                                                                                          | ○     | ○ | ○ |
| 2015.09.24 | TEMM 대기정책 실무자 회의 개최 (WG 1)<br>- 휘발성 유기화합물(VOC) 관련 연구 수행 합의 (~2019)                                                                             | ○     | ○ | ○ |
| 2015.10.16 | TEMM 대기정책 실무자 회의 개최 (WG 2)<br>- PM <sub>2.5</sub> 및 오존 관련 모니터링 모델링 사업 로드맵 협의 (~2019)                                                           | ○     |   | ○ |
| 2015.10.31 | 한중 황사 및 미세먼지 문제에 공동대처하기로 합의<br>- 황사 및 대기질의 측정자료를 실시간으로 양국이 주고받는 내용에 합의                                                                         | ○     | ○ |   |

자료: 환경부 보도 자료([www.me.go.kr](http://www.me.go.kr))를 참고로 연구진 작성.

## 나. 한미 대기질 공동 조사 사업 (KORUS-AQ)

최근 우리나라의 대기질 분야의 연구 역량이 강화됨에 따라서 한국의 국립환경과학원과 미국의 NASA가 중심이 되어 우리나라의 수도권 지역의 오존과 초미세먼지의 대기오염 현상을 과학적으로 이해하기 위해 지상-항공기-해양 측정을 연계한 삼차원적 종합 측정 및 연구 사업을 추진하게 되었다.<sup>40)</sup>

이 공동 조사 사업에서는 오존과 초미세먼지와 이와 관련된 다양한 전구물질(예를 들어 질산화물, 탄소화합물, 할로젠 물질)을 측정하게 되었다. 2015년에는 시범사업으로 5~6월에 집중 관측을 예비적으로 실시하였으며, 2016년과 2017년에 중국대륙의 대기오염 이동을 고려하여 본격적인 종합 측정 캠페인을 실시할 계획이다(국립환경과학원, 2015).

한미 대기질 공동조사 사업을 통해 우리나라의 대기오염의 특성과 발생 및 소멸의 과학적 이해뿐 아니라 중국으로부터의 장거리 수송과 관련된 대륙 대기오염의 발생원인 및 배출원-수용지 관계에 이르는 광범위한 연구의 발전이 기대된다. 이는 향후 정책협의를 위한 중요한 과학적 근거로 활용될 수 있다는 점에서 그 의의가 있다. 그러나 장거리 대기오염의 이동 현상은 간헐적으로 발생하는 것이기 때문에 약 한 달 기간의 관측 캠페인은 전형적인 대기오염 현상을 확인하는 데 다소 불확실성을 포함하고 있다. 실제로 금번 예비 관측 캠페인은 (5월~6월 중순) 엘리뇨와 관련된 이상기상현상으로 중국으로부터의 영향을 거의 받지 않아 평년보다 대기오염 농도 수준이 크게 낮았다(국립환경과학원, 2015). 따라서 이러한 이상 기상에 대한 대기오염 관측의 불확실성에 유연하게 대처하기 위한 조사사업의 전략이 필요할 것으로 보인다.

40) 국립환경과학원 홈페이지 참조.

<http://www.nier.go.kr/NIER/EgovMovePageMain.do?linkPage=nier-nf-02&nId=17440&Command=READ> [2015.9.3].

## 다. 일본 국제협력단 연구소와 아시아 대도시 대기질 개선 연구 사업

본 연구의 주요 협력 활동 중 하나는 일본 국제협력단 연구소(JICA-RI)와의 동아시아 대도시 중심의 대기질 개선 연구 사업에 참여하는 것이다. 이는 국외 연구기관의 참여 제의에 부응하고, 다국적 연구사업의 참여를 통해 대기질 문제와 관련, 동아시아 차원의 전문가교류와 공동 연구 보고서 작성을 목표로 하고 있다(JICA-RI, 2015). 본 프로젝트는 주로 PM<sub>2.5</sub> 중심의 대기오염물질 관리에 초점을 맞추고 있으며, 동남아시아와 중국을 포함하여 그 특성의 분석이 필요한 일부 도시의 측정과 분석을 포함하고 있다. 또한 자연과학적 요소와 사회과학적 요소를 결합하여 정책 및 자료분석을 추구하여 다학제적인 대기오염 저감 방안을 서로 공유하는 것을 목적으로 하였다(JICA-RI, 2015).

지난 2015년 8월 6일에 일본 도쿄에서 JICA-RI 주최의 프로젝트 워크숍을 개최하였다. 이 워크숍에는 주최 측 일본의 학계 및 연구소의 전문가들과 중국과 한국의 전문가들이 참석하여 연구 주제를 공유하고 향후 일정과 목표 등에 대해 논의하였다(그림 3-1 참조). 이 워크숍을 통해 향후 주요 참여 기관이 제안한 주요 연구 주제는 다음과 같다.

- 아시아 대기오염 저감을 위한 지속가능 혁신 차원에서의 대도시 당사자 간 협력을 위한 과제(일본, 동경대학교)
- 일본의 PM<sub>2.5</sub>의 주요 이슈와 지역 차원의 대기질 개선 전략(일본, 국립환경연구원)
- 한국의 대기오염 대응 주요 전략과 동아시아 협력 프로그램의 평가 및 발전 방안(한국, KEI)
- 중국정부의 대기오염 저감 정책의 주요 이행 이슈와 환경피해비용 추산을 위한 연구(중국, 인민대학교)
- 몽골 대도시 지역의 대기질 개선을 위한 프로젝트(일본, JICA-RI)
- 아시아 대도시 개선을 위한 동아시아 지역 내의 협력 개선방안 연구: 유럽연합 사례를 중심으로(일본, JICA-RI)



자료: 저자 작성.

〈그림 3-1〉 JICA-RI 국제 공동 연구사업 워크숍 참여(2015.8.6, 도쿄, 일본)

본 국제 공동 연구사업의 특징은, 각 참여자들의 개별적 주제의 연구수행과 별도로 각 주제의 성격이 자연과학적인 현상의 이해뿐 아니라 스마트그리드 및 에너지 분야의 혁신과 함께 당사자 참여 거버넌스 및 국가 간/기관 간 협력 이슈, 그리고 가장 큰 배출국가인 중국의 내부 정책 이행 제고 방안 등 폭넓고 다학제적 이슈를 공유함으로써, 보다 넓은 시각에서의 논의와 연구 협력을 추구할 수 있다는 점이다. 그러나 2017년 종합 국제 연구 보고서 작성 이후 아직까지 뚜렷한 중장기 계획이 수립되지 않았기 때문에 향후 동아시아 정책 결정자의 협의에 기여할 수 있는 지속적 연구와 교류가 필요하다고 사료된다.

## | 제4장 · 동아시아 대기질 개선을 위한 국제협력 방향 |

### 1. 기존 주요 대기오염 협력 프로그램의 평가

앞 장에서 소개한 동아시아 주요 대기협력 프로그램(TEMM, NEASPEC, EANET, LTP)에 대한 정성적인 평가에 대해서는 그 동안 꾸준히 언급되어 왔다(PRCEE et al., 2013; 추장민 외, 2008; 강택구 외, 2013; 심창섭 외, 2013). 그러나 객관적인 평가 기준에 의한 보다 체계적인 비교 분석을 위해 본 연구에서는 5가지의 대분류 평가지표(코디네이션 능력, 프로그램 기구의 발전, 재정 균형 및 동원 능력, 정보 공유, 당사자 참여)를 중심으로 비교 평가를 실시하였다. 해당 지표에 대해서 공식적인 의지(intention)와 이행(implementation)이 모두 있는 경우는 원호에 색칠을 입혔고(표 4-1 참조), 해당 지표에 대한 의지만 있을 뿐 이행실적이 부재한 경우에는 원호 표시, 그리고 의지와 실적이 모두 부재한 경우에는 공란으로 놔두었다.

#### 가. 코디네이션 능력

모든 프로그램들은 다른 기구와 비회원국가들과의 교류확대를 표방하고 있으나, 실질적인 코디네이션 실적은 상대적으로 미흡하다고 평가할 수 있다(RRCEE et al., 2013; EANET, 2014; 국립환경과학원, 2012). 다만 NEASPEC은 상설 사무국을 UNEPSCAP East and North-East Asia Office(UNESCAP-ENEA)에 설립을 하고(Neaspec 홈페이지: <http://www.neaspec.org/about-neaspec>), 최근 대기오염과 관련된 프로젝트 ADB의 지원을 받았다(PRCEE et al., 2013). EANET은 UNEP-ROAP에 상설 사무국을 설치하여 국제기구화를 표방하고 있으나(EANET, 2014), 전반적으로 타 기구 및 비회원국가들과의 교류 실적은 미흡하다고 평가할 수 있다.

〈표 4-1〉 주요 동아시아 대기협력 국제 프로그램의 평가

| 코디네이션 능력                | TEMM | NEASPEC | EANET | LTP |
|-------------------------|------|---------|-------|-----|
| 다른 조직, 기구와의 소통          | ○    | ○       |       |     |
| 국제기구와의 협력               | ○    | ⊙       | ⊙     | ○   |
| 비회원국가와의 소통              |      |         | ○     | ○   |
| 프로그램 기구의 발전             | TEMM | NEASPEC | EANET | LTP |
| 기본 원칙과 목표의 명료화 및 공유     | ⊙    | ⊙       | ⊙     | ⊙   |
| 지속적 정기회의의 집행            | ⊙    | ⊙       | ⊙     | ⊙   |
| 상설 사무국(Secretariat)의 설치 | ○    | ⊙       | ⊙     | ⊙   |
| 재정 균형 및 동원 능력           | TEMM | NEASPEC | EANET | LTP |
| 회원국의 재정지원 참여            | ○    | ○       | ○     |     |
| 외부 재정 확보 노력             |      | ○       | ○     |     |
| 정보 공유                   | TEMM | NEASPEC | EANET | LTP |
| 과학적 자료의 확보 및 공유         | ○    | ⊙       | ⊙     | ⊙   |
| 지속적 공개 교육 활동            | ⊙    | ○       | ⊙     |     |
| 정기간행물 출간                | ⊙    |         | ⊙     | ⊙   |
| 당사자 참여 유도               | TEMM | NEASPEC | EANET | LTP |
| 당사자 참여를 위한 공개 심포지움 운영   | ⊙    | ⊙       | ⊙     | ○   |
| 시민사회의 참여                | ○    | ⊙       |       |     |

자료: 연구진 작성

## 나. 프로그램 기구의 발전

프로그램 기구의 발전(institutional development)과 관련해서는 모든 프로그램들이 비교적 뚜렷한 주요 원칙과 목적을 갖고 있으며, 현재 지속적인 정기 모임을 갖고 있는 것으로 파악되었다(PRCEE et al., 2013; 환경부, 2015a; NEASPEC 웹사이트; 국립환경과학원, 2012). 그러나 프로그램을 실제로 조직, 운영하는 사무국은 (secretariat)은 TEMM의 경우 해당 개최국이 순환으로 담당하고 있으며, LTP는 주도 국가인 한국의 국립환경과학원에서 사실상 사무국을 계속 담당하고 있기 때문에(국립환경과학원, 2012) 국제적 상설기구라고 판단하기 어렵다.

## 다. 재정균형 및 동원 능력

회원국의 지속적이고 균형 있는 재정부담은 국제협력 프로그램의 매우 중요한 요소라고 할 수 있다. 그러나 이 부분에서 대부분의 프로그램이 취약점을 갖고 있다. TEMM의 경우는 한중일 삼국의 환경부가 주최를 순환하며 공동부담을 하고 있지만(강택구 외, 2013), 장관 회담의 경비를 부담하는 것과 같은 차원이기 때문의 공동의 재정을 마련했다고 평가하기 어렵다. NEASPEC과 EANET은 회원국의 자발적 기여에 의해 재정분담이 이뤄지고 있으나(강택구 외, 2013; PRCEE et al., 2013), NEASPEC은 ADB의 지원이 중요한 재정기여이고, EANET은 일본정부의 재정부담이 여전히 절대적이기 때문에 여전히 공동의 재정 구조가 아닌 특정 주도국의 재정에 의존하고 있다고 평가할 수 있다. LTP는 거의 대부분을 한국의 환경부에서 부담하고 있어서 국제적 재정구조를 갖추지 못한 상태이다. 따라서 조사한 모든 프로그램은 실질적인 국제기구에 상응하는 재정구조를 갖추지 못해 이에 대한 운영 능력을 키우는 것이 필요하다.

## 라. 정보 공유

TEMM의 경우 정보 공유는 그 동안 비교적 활발히 수행되어 왔다고 평가할 수 있다(환경부, 2015). 또한 환경교육과 관련된 워크숍 등을 개최해 오고 있다. NEASPEC도 다양한 기술적, 과학적 방법을 공유하는 등의 노력을 하고 있다(ESCAP, 2014). EANET 은 앞서 설명한 바와 같이 정보 공유에 있어서 가장 오랜 경험을 축적한 프로그램이다. 대기오염 측정자료의 분석과 검증을 2000년 이전부터 지속적으로 수행하고 있으며 (EANET, 2011b), 지속적인 국제 교류를 통해 매년 자료 리포트를 공개하고 관련 교육사업을 실시하고 있다(PRCEE et al, 2013; EANET, 2011a). LTP도 모델링 중심의 사업을 통해 대기오염의 배출원-수용지 관련 정량적 분석결과를 과학적 보고서와 논문 등을 통해 지속적으로 공개해오고 있다(국립환경과학원, 2012; 2015). 따라서 정보 공유는 모든 프로그램에서 비교적 꾸준히 수행해 왔다고 평가할 수 있다.

## 마. 당사자 참여 유도

당사자 참여와 관련해서는 공개 심포지엄을 등을 통해 비교적 꾸준한 대화채널을 만들고 있다. 그러나 시민사회와의 소통과 홍보 등의 노력은 대체로 모든 프로그램에서 아직 미약한 실정이다(표 4-1 참조). 특히 LTP의 경우는 과학적 연구를 중심으로 프로그램의 초점을 맞추고 있기에 이해 당사자인 일반 사회와의 소통이 가장 취약한 것으로 나타났다.

앞서 살펴본 바와 같이 기존의 동아시아 차원의 지역 대기협력 프로그램은 대부분 코디네이션 역량이 부족하기 때문에 참여국의 균형적이고 자발적 참여와 재정기여에 문제점을 보이고 있다. NEASPEC과 같은 프로그램은 국제기구와의 연계를 통해 보다 객관적이고 다국적인 형태를 추구하고 있으나, 이를 기반으로 한 가시적 성과가 상대적으로 크지 않아 실효를 거두는 데에 한계를 갖고 있다. 그러나 일부 프로그램은 이러한 다자간 협력의 성과가 부족함에도 불구하고 전문적 자료의 확보 등 일부 성과와 고유의 특성을 발전시키고 있다. EANET의 경우는 동아시아에서 가장 오랜 기간 동안 대기오염물질을 모니터링하고 있으며, 여러 국가에서 자료를 측정, 수집할 수 있도록 역량강화 사업도 꾸준히 지속하고

있다. LTP의 경우에도 대기질 모델링을 기반으로 국가 간 영향과 배출목록을 꾸준히 검증하는 등 고유사업으로서의 학술적 성과를 쌓아가고 있다. 이런 프로그램들은 여전히 코디네이션과 보다 현실적인 연구의 확장 등에 문제점을 갖고 있지만, 자료의 지속적 확보와 공유란 점에서 가치가 있는 것으로 사료된다. 따라서 이러한 전문성을 확보한 프로그램들을 수평적 차원으로 연계하여 지속적인 자료의 공유와 협력을 장기적으로 유도하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다. 이러한 목표를 달성하기 위해서도 장관급 이상의 정치적 결단과 이행을 위한 추진 체계의 역량이 요구된다고 할 수 있다.

현재 중국은 자국의 대기질 문제 해결이 주요 정치적 현안으로 떠오르고 있으며, 또한 역내에서의 중국의 역할 등이 중요해짐에 따라 점차적으로 동아시아 지역의 대기협력에 보다 적극적인 자세를 보이고 있다. 이에 따른 중장기 부문의 대기오염 실무 협의의 성과가 점차 가시화되고 있다. 또한 일본뿐 아니라 중국과 한국에서도 대기오염과 관련된 연구가 활성화됨에 따라서 각종 연구성과와 자료들이 생산되고 있다. 이들은 차후 과학적 사실을 기반으로 하는 인식공동체의 형성에 밑거름이 될 것으로 예상된다. 또한 녹색기술과 분야별 학술 교류도 점차 활발해지고 차후 협업의 가능성이 높아짐에 따라서 동아시아 차원의 대기질 개선을 위한 논의는 점차 축적되는 객관적 자료를 기반으로 촉진될 여지가 있다고 판단된다.

그러나 앞서 지적한 바와 같이 현재의 협력 틀은 코디네이션 기능의 부족으로 인해 정책과 연계된 성과를 수년 내에 이룩할 가능성은 희박해 보인다. 특히 PM<sub>2.5</sub>의 생성이 이차 대기오염 경로를 통한 다양한 경로를 거치기 때문에 정량적인 배출원 영향에 대해 결론을 내리기 어렵다. 또한 중국정부는 여전히 초미세먼지 등이 타국에 미치는 영향에 대해 과학적 불확실성을 근거로 쉽게 인정하지 않는 자세를 취하고 있다. 이러한 불확실성으로 인해 실질적이고 구속적인 합의가 앞으로도 어려울 전망이다.

## 2. 에너지 부문과 연계한 대기질 개선을 위한 국제협력 방향

본 연구에서는 위에서 지적한 대기협력의 성과를 이루기 위한 여러 한계점 때문에 환경부 등 부처단위에서의 지속적인 대화 추진만으로는 대기질의 개선을 단시간에 이룩하기는 어려울 것으로 판단하였다. 유럽의 사례처럼 과학적 현상에 대한 인식 공유를 통해 인식공동체를 발전시킴으로써 문제를 해결하는 방식은 앞으로도 상당한 시간이 소요될 것으로 판단되기 때문이다. 따라서 보다 현실적으로 대기질 개선의 혜택을 누리기 위해서는 동아시아 지역에서 보다 근본적인 에너지 다변화 정책(에너지 전환 정책)이 이행되어 실질적 성과를 거두는 것이 필요하다고 판단된다. 즉 동아시아에서는 현재의 석탄을 중심으로 하는 화력에너지 발전의 의존도를 크게 낮추는 목표를 설정하고 이를 보다 이른 시간에 달성하기 위한 공유비전을 설정하여 산업과 민간, 지자체 등 핵심 당사자들의 교류와 협력을 촉진시키는 방법을 고민해야 할 것으로 사료된다. 현재 중국은 국가차원에서 석탄에 대한 의존도를 낮추기 위한 정책 전환을 이미 꺾고 있다. 이는 과거에 비해 녹색기술협력과 대기질 문제를 연계하여 동아시아 대기환경 문제를 해결하기 위한 포괄적인 방법의 기반이 형성되고 있음을 보여 주는 것이다.

본 연구에서는 최근 한중일의 대기오염 및 에너지 부문에서의 녹색기술 및 정책동향을 면밀히 분석하였다. 이를 토대로 한중일의 에너지 의존도와 각국의 에너지 기술 등의 상대적인 경쟁력을 분석하였고, 이를 토대로 동아시아에서의 각국의 장점을 활용하여 에너지 전환을 촉진할 수 있는 방안을 생각해 보았다. 현재 한중일의 녹색기술 및 에너지 분야의 정책과 기술을 <표 4-2>와 <표 4-3>에 나타내었다. 녹색 기술 및 에너지 부문 정책에 관련된 정보는 주로 녹색기술센터의 녹색기술정보시스템(<http://www.gtck.re.kr>)을 통해 주로 수집되었다.

〈표 4-2〉한중일의 주요 대기질과 관련된 에너지 전환 동향

| 정책동향                             | 한국                                                                                                 | 중국                                                                                              | 일본                                                                                               |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 대 기 질<br>PM <sub>2.5</sub> 지표 기준 | 한국 환경정책기본법 환경 기준치<br>연간 평균 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하,<br>1일 평균 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 | 중국 환경보호부 환경 기준치<br>연간 평균 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하<br>1일 평균 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 | 일본 환경기준법 환경 기준치<br>연간 평균 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하,<br>1일 평균 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 |
| 에너지부문 주요 정책                      | 수요자 맞춤형 보급 확산 정책,<br>안정적 전력수급기술 ESS, CCS 등                                                         | 석탄 소비량 제한, 청정에너지 공급,<br>스마트그리드 건설 등                                                             | 발전비용 감소, 고효율 석탄<br>화력발전(IGCC, CCS) 등                                                             |
| 신 재 생 에 너 지                      | 신재생에너지 비중 <sup>41)</sup><br>0.7%                                                                   | 9.9%                                                                                            | 6.9%                                                                                             |
|                                  | 재생에너지원별<br>공급비율                                                                                    | 폐기물(65.8%), 바이오(15.8%),<br>수력(9.0%), 태양광(3.5%),<br>풍력(2.5%) <sup>42)</sup>                      | 소수력(33.7%), 태양광(27.05),<br>바이오매스(24.2%), 풍력(10.1%),<br>지열(5.0%) <sup>43)</sup>                   |
|                                  | 문제/한계점                                                                                             | 태양광/풍력발전이 정부지원에<br>의존한 성장, 자생 능력 필요                                                             |                                                                                                  |
| 자동차산업 주요 정책                      | 시장 형성 및 구매자 부담 완화,<br>충전시설 확충 등                                                                    | 신재생에너지 자동차 보급 추진,<br>인프라 및 서비스 기반 마련                                                            | 경제성 확보, 수소스테이션 상업화                                                                               |

자료 : 녹색기술정보시스템([www.greenplatform.re.kr](http://www.greenplatform.re.kr)) [2015.6.17].

41) BP Statistical Review of World Energy June (2015).

42) 통계청. [http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx\\_cd=1171](http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1171) [2015. 9. 7]

43) Japan for Sustainability. [http://www.japanfs.org/en/news/archives/news\\_id035258.html](http://www.japanfs.org/en/news/archives/news_id035258.html) [2015. 9. 8]

〈표 4-3〉한중일의 주요 에너지 기술 최신 동향

| 기술분야 동향                                       | 한국                                       | 중국                                   | 일본                                   |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 대기질                                           | 미세먼지 내 유해성분 검출 기술 등                      | 기체연소 기술 등                            | 고성능/에너지 절약형 집진 필터 등                  |
| 에너지부문 주요 기술<br><br>신<br>재<br>생<br>에<br>너<br>지 | 소규모지역별 전력, 스마트그리드, 에너지저장장치, 리튬 이차전지 기술 등 | 스마트미터, 지능형 발전플랫폼 등                   | 통합 에너지저장시스템, 스마트미터, 지열/파력/바이오매스 기술 등 |
|                                               | 태양전지 분야 기술                               | 태양전지 제조 기술력 신진국 수준, 대규모 태양광 발전 시설 구축 | 변환효율 높은 태양전지 개발 등                    |
|                                               | 풍력발전                                     | 해상풍력 착공 예정                           | 대형 및 해상풍력 발전시설 구축, 풍력 부품 고급 실용화 개발 등 |
|                                               | 자동차산업                                    | 2차 전지 시장 점유율 高                       | 전기차 시장 점유율 高                         |

자료 : 녹색기술정보시스템(2015). [www.greenplatform.re.kr](http://www.greenplatform.re.kr) [2015.6.18].

<표 4-2>에서와 같이 현재 한국은 신재생 에너지 비율이 중국과 일본에 비해 낮은 수준이다. 이는 일본에 비해 상대적으로 부족한 기술적 경험 및 원천기술이 취약하고 중국에 비해 신재생 이용의 인프라를 구축할 수 있는 토대가 부족한 것으로 판단된다. 일본은 발전 비용의 감소와 발전부문의 에너지 효율 향상을 위해 고효율 석탄화력 발전기를 보유, 이를 적극 활용하고 있다. 중국은 상대적인 기술개발 등이 비교 우위에 있지 않지만, 태양광 등 신재생 에너지 분야에 대한 자국 내의 시장과 에너지 인프라를 구축할 수 있는 자국의 환경조성에 상대적으로 매우 유리한 상황이다. 예를 들어 전기차 보급에 있어서도 중국은 거대한 내수시장을 기반으로 시장 메커니즘을 도입할 수 있는 자체 경제 규모를 지녔다고 평가할 수 있다.

대기질 개선에 도움이 될 수 있는 한중일의 녹색기술 보유 현황에 대해 <표 4-3>에 정리하였다. 한국은 상대적으로 이차전지에 대한 기술과 시장 점유율이 비교 우위에 있는 실정이다. 일본은 발전시설과 함께 다양한 신재생 에너지 원천 기술을 확보하고 있고, 상업용 하이브리드 자동차와 관련된 시장 점유율 우위에 있다. 중국은 앞서 설명한 바와 같이 태양전지의 상업화에서 가장 경쟁력이 있는 것으로 평가되고 있으며 막대한 내수 시장의 존재가 비교우위에 있다고 평가할 수 있다. 이러한 한중일 삼국의 에너지 관련 녹색기술의 장점을 시장 메커니즘에서 서로 활용하고 산업 및 에너지 경쟁력 제고를 위해 공공 및 민간차원의 교류가 활성화 된다면 이를 통해 대기오염 배출의 저감이 현실화 될 가능성이 있다고 사료된다. 아래에 대기질 개선과 관련된 에너지 부문의 협력 사례를 소개하도록 한다.

## 가. 대기질 개선과 관련된 에너지 부문 협력 사례

### 1) 고효율 석탄 화력발전 협력 (일본-중국)

중국 내 신재생 에너지에 대한 투자가 활발해지고 발전용량이 증가함에도 불구하고, 늘어나는 전력수요를 감당하기 위해 계속해서 석탄이 주 연료로 쓰이게 될 가능성이 높다. 이러한 점을 극복하기 위해 중국은 계속해서 석탄 발전의 고효율화를 추진해야 할 것이다.

2013년 현재 중국의 석탄 화력 발전소의 효율(the ratio of net thermal electricity production from coal power plants/coal inputs)은 33.8%인 반면, 한국은 38.3%를 기록했으며, 일본은 42.7%를 기록해 오스트리아 다음으로 가장 효율이 높은 것으로 나타났다.<sup>44)</sup>

이러한 상황을 개선시키기 위해 중국과 일본의 환경 협력을 진행, 일본의 환경 정책 경험 및 기술을 전달하는 과정에 있다. 2007년에는 CEC(China Electricity Council)와 JCOAL(Japan Coal Energy Center)이 공동으로 중일협력위원회(Sino-Japanese Joint Committee)를 설립하였다. JCOAL은 저공해석탄 협력추진사업(Clean Coal for the Earth Cooperation Promotion Project)의 한 부분으로 2009년부터 중국 환경 보존을 위한 효율성 제고 사업을 추진하였으며, 양국 관련 기관 및 화력발전 연구 기관이 의견을 교환하는 자리를 만들어 IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle, 석탄가스화복합 발전), A-USC(Advanced Ultra Super Critical, 발전된 초초임계압 발전) 및 CCS 등의 선진 기술에 관한 교류를 펼친 바 있다.

양국은 중국 석탄화력 발전소의 효율 개선 및 환경 개선에 관한 양해각서(Memorandum of Understanding Regrading Upgrading Efficiency of Chinese Coal-fired Thermal Power Stations, and Environmental Improvements)를 체결하고 앞으로의 협력을 약속했다.<sup>45)</sup> 중국과 일본의 이러한 협력 관계는 중-일 탄광 안전기술 훈련사업(China-Japan Coal Mine Safety Technology Training Project)에서도 시행되었다. 양국은 2002년부터 약 10년간 중국내 탄광 안전에 대한 훈련을 실시했다. SAWS(State Administration of Work Safety)가 중국 국무성에 보고한 바에 따르면, 이 사업은 탄광 안전 및 생산에 있어 크게 기여한 것으로 알려졌다.<sup>46)</sup> 이 사례는 중국과 타 국가 간 협력 사업의 좋은 예로 평가할 수 있다.

44) World Energy Council.

<https://www.wec-indicators.enerdata.eu/coal-fired-power-plants-efficiency.html> [2015.9.10]

45) Satoru Matsuyama. Chang Jing. JCOAL Journal vol.28(2014).

46) Bing-rui, Yi. JCOAL Journal vol.28(2014).

또한 에너지 부문뿐만 아니라 대기오염 저감 및 모니터링/관리 기술의 교류도 동아시아 대기오염 배출을 줄일 수 있는 공공분야의 바람직한 협력 이슈가 될 수 있다. 따라서 향후에도 환경부차원에서 기존의 대기분야 정책 및 과학기술 협력을 지속적으로 추진할 필요성이 있다고 판단된다. 아래에는 대기질 저감 및 관리 부분의 협력사례를 들고 있다.

## 나. 대기질 저감 및 관리 부문 협력 사례

### 1) CleanSYS 중국 현지화 사업 추진 (한국-중국)

중국 대기오염의 큰 원인 중 하나인 제조 공정에서의 오염물질 배출은 실시간 감시 시스템의 부재에 기인한 것이다. 이와 관련한 협력 방안으로는 굴뚝원격감시체계인 CleanSYS 활용방안을 통한 교류 협력을 고려해 볼 수 있다. CleanSYS는 주요 배출시설의 대기오염물질 배출을 24시간 실시간으로 원격 관리하는 시스템으로, 해당 시스템의 도입으로 인해 2004~2010년 기간 전국 굴뚝별 대기오염물질 배출은 평균 40% 이상 저감되었다. 측정 항목은 먼지, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HF, HCl, NH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, 유량, 온도 등을 대상으로 한다. CleanSYS의 목적은 다음과 같다.

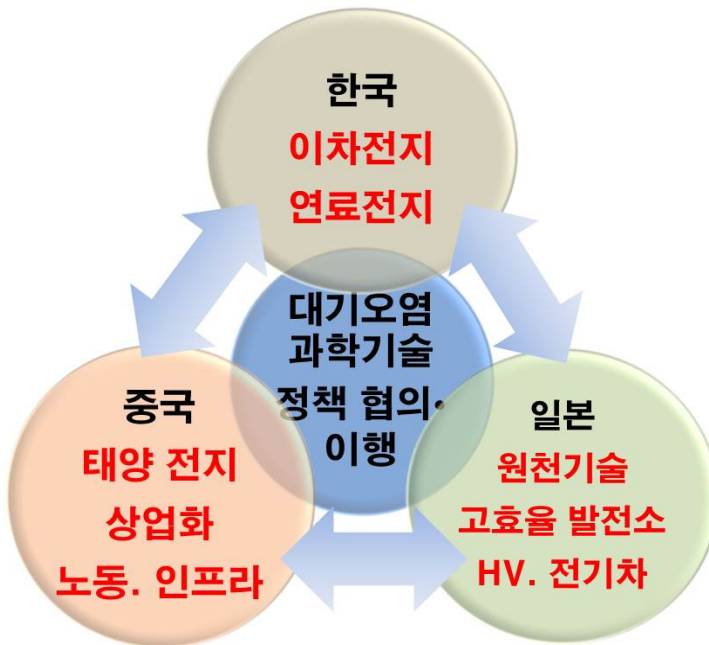
- 실시간 환경관리로 대기오염 저감 및 오염사고 사전예방
- 규제위주의 사후 관리체계에서 자율관리 사전예방체계로 전환
- 과학적인 정책자료를 활용하여 대기오염물질 총량관리 및 배출관리체계 기반 마련
- 오염물질 배출실태 및 부과금 산정자료 등 행정자료로 활용

이와 관련하여 한국환경공단과 중국환경모니터링센터(CNEMC)는 지난 2014년 7월 ‘대한민국 환경부와 중화인민공화국 환경보호부 간 환경협력에 관한 양해각서’의 후속조치로 환경협력에 관한 양해각서를 체결, 환경 모니터링 시스템 분야에서 상호교류 및 협력 관계를 구축하였다. 양 부처는 해당 MOU를 통해 CleanSYS를 비롯한 각 분야 모니터링 시스템에 관한 협력 사업을 진행시켜 나갈 예정이었으나 아직까지 구체적인 이행이나

가시적인 성과는 부재한 상황이다. 따라서 이 분야에서 한중일 정부차원의 협력 방안을 모색하고 공공섹터 부문에서의 상호 이익 공유 모델을 논의하여 실행하는 것이 중요하다고 판단된다.

앞의 두 사례에서와 같이 동아시아에서는 대기문제 해결을 위해 에너지 분야의 혁신기술의 도입과 이를 통한 비즈니스 성장 모델에 대한 개발이 필요하다. 이는 도시, 산업, 발전(發電) 부문에 걸쳐 적용될 수 있으며, 비단 대기 분야뿐 아니라 수자원, 거주, 교통 부문과도 연결 지을 수 있다. 예를 들어 도시차원의 스마트그리드 전략에 대해 한중일의 산학연 관계자들이 서로 최적화 모델에 대하여 공동 연구 및 논의를 할 수도 있다. 또한 이러한 에너지 전환을 위하여 지역차원의 공공부문과 산업부문의 참여 모델을 개발하는 것도 필요하다. 이를 통해 에너지 기술 도입을 위한 관리 및 정책과 기술 도입에 의한 인센티브 등을 포함한 정책개발에 한중일이 협력하는 것도 도움이 될 것이다.

앞서 언급하였듯이 현재 한중일 간에 비교 우위에 있는 녹색기술 및 시장, 인프라를 활용하여 공공 및 민간차원의 녹색기술 보급 확산을 추구하여 대기오염 문제를 해결 하는 방안을 논의해야 할 필요가 있다. 이를 <그림 4-1>에 도식화하여 설명하였다. 즉 한국의 이차전지 분야, 중국의 고효율 발전기술 분야, 그리고 중국의 태양전지 사업화 및 인프라를 삼국이 서로 효율적으로 활용하여 자국의 기업 및 공공 분야의 에너지 효율화와 대기오염 저감을 동시에 추구하는 전략을 생각해 볼 수 있다(그림 4-1 참조). 이는 환경관리 및 규제차원이 아닌 시장 메커니즘상의 환경, 에너지 산업 협력이 중심이 되어야 한다. 따라서 이는 정부차원의 단일 부처의 협동사업이 아닌 다부처가 참여하는 다부처 협동사업의 형태가 된다. 따라서 장관급이 아닌 다부처를 총괄하는 총리급 이상의 대화채널을 통해 논의하는 것이 효율적일 것이다. 이는 심창섭 외(2013)에서도 언급하였듯이 보다 포괄적 협의를 위한 정상급 협의를 통해 실무를 추진하는 것이 실질적인 효과를 기대할 수 있다. 이를 통해 녹색 기술의 교류와 산업발전이 궁극적으로 경제협력의 일부로 인식되어 한중일 시장 메커니즘에서 타 대륙과의 교류에 비해 효율적인 방안을 논의해야 한다. 즉 무역차원의 인센티브를 공유할 수 있도록 유도하는 것이 바람직하다고 생각된다.



자료: 저자 작성.

〈그림 4-1〉 한중일 삼국의 대기오염과 에너지 문제를 연계한  
기술보급 및 협력 도식

### 3. 대기오염 저감을 위한 발전(發電)부분의 협력 방안 예시

앞서 강조하였듯이 대기오염 저감은 에너지 효율화 및 에너지 전환차원에서 동시에 접근하는 것이 보다 효율적이며, 이를 시장 메커니즘에서 공공, 민간이 협력할 수 있도록 정부차원의 틀을 만드는 것이 현실적인 해답이 될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 앞에서 논의한 개념의 한 사례로서 전력생성을 위한 발전분야의 협력 이슈를 제안하고자 한다. 즉 전력부분의 에너지 사용을 위한 석탄 중심의 화력발전에서 이에 대한 고효율 발전기술 및 Carbon Capture and Storage(CCS)기술, 그리고 이와 연계한 스마트기술이 결합된 한중일 삼국의 협력 논의가 공공 및 민간부분에서의 화석 에너지 연소를 줄이고 이와 관련된 대기환경 관리를 개선할 수 있도록 유도할 수 있을 것으로 생각된다. 즉 일본의 고효율 화력 발전기술과 CCS기술, 한국의 CCS기술개발경험, 그리고 일본과 중국의 스마트그리드 기술과 인프라를 삼국이 논의하면서 기술의 효율적 이전과 상호 경제협력을 유도한다면, 발전부분에 있어서 에너지 효율을 획기적으로 높이고 이를 통해 대기오염물질을 저감함으로써 대기환경을 개선할 수 있는 방안을 도출할 수 있을 것이다.

전력산업과 관련된 기술 및 정책과 관련된 종합적 교류의 플랫폼을 정부가 제공할 수 있다고 생각되며, 이는 한 국가의 단일 부처가 아닌, 한국의 경우 환경부, 산업통상자원부, 미래부의 협동사업의 형태가 되어야 효율적 논의가 진행될 수 있을 것이다. 이는 곧 국무총리차원의 주도 아래에 다부처 성격의 실무 논의가 필요하다고 생각되며, 한중일의 시장 메커니즘에서의 윈윈 전략에 대하여 논의가 시작될 수 있다. 이 주제는 궁극적으로 경제협력 이슈로 다뤄지면서 상호 발전을 위한 경제적 법적 장치까지 논의되어야 그 실질적 성과를 기대할 수 있다고 생각된다(그림 4-2 참조).



자료: 저자 작성.

〈그림 4-2〉 전력부문의 한중일 삼국의 녹색 기술보급 및 협력 도식

따라서 위와 같은 에너지와 대기문제를 동시에 해결할 수 있는 정부, 민간, 전문가가 참여하는 거버넌스 체계에 대한 연구도 필요하다고 판단된다. 즉 동북아 시장에서의 차세대 에너지 전환을 위한 정부의 역할, 즉 시장 메커니즘의 개발과 제공, 그리고 권역 내부에서의 협력 및 거래 활성화를 위한 제도적 장치가 논의될 필요가 있다. 여기서 한중일 에너지 혁신 기술의 상호교류를 통한 윈-윈 전략이 필요하다. 또한 도시를 포함한 지방정부와 산업계, 전문가가 참여할 수 있는 소통의 장을 제공할 필요가 있으며, 이는 앞서 언급한 동아시아의 교류 협력을 위한 코디네이션 역량과 직접적인 연관이 있다. 현재 동아시아는 이러한 고효율 에너지 전환의 시대적 수요를 적극 반영한, 대기문제 해결을 위한 폭넓은 협의가 필요한 시점이라고 할 수 있다.

## | 제5장 · 결론 및 정책적 제언 |

현재 동북아시아에서는 심각한 대기오염으로 인해 전 세계에서 가장 높은 수준으로 조기사망자가 발생되어 이에 따른 환경피해비용이 심각한 것으로 평가되고 있다. 본 연구는 2013년 동아시아 대기협력 활성화를 위한 아이디어를 제안한 바 있으며(심창섭 외, 2013), 2014년에는 새롭게 발간된 기후변화를 위한 정부 간 패널(IPCC) 제5차 보고서의 기후대기 부분을 리뷰하고 향후 주목해야 할 동아시아의 대기오염 이슈에 대해 간략히 논의하였다(심창섭 외, 2014). 동아시아 대기오염에 관한 국제협력 이슈를 연구하면서, 중국의 환경계획원, 인민대학, 일본의 IGES, NIES, JICA-RI, 동경대학 등 학계/연구소의 다양한 전문가들과의 교류를 통해 동아시아에서의 대기 오염 문제의 이해와 협력과 관련된 현장 경험을 쌓을 수 있었다.

지난 약 20년 동안 동아시아 차원의 대기오염 프로그램은 여러 형태와 다양한 주제로 추진되어 왔다. 동아시아에서는 과거 유럽의 성공적 협의 모델을 추구하였으나 국가 간 입장 차이를 좁히지 못했고, 다국적 협력 체계를 활성화하고 관계자들의 논의를 효율적으로 추진하기에는 코디네이션 측면의 역량부족을 드러내며 실질적 타협을 위한 협력 프레임 형성에 성공하지 못하였다. 따라서 각 프로그램의 소통역량 강화와 함께 각 프로그램의 특성을 살려 프로그램 간의 수평적 연계를 도모하여 당사자 간 논의를 더욱 활성화 하는 것이 필요하다. 이에 따른 정부차원의 수직적, 수평적 거버넌스 발전의 구체적 논의가 필요한 시점이다.

동아시아는 초미세먼지 및 오존 등 여러 복잡한 대기오염의 원인 규명을 위해 여전히 자료의 공유와 과학적 자료 및 논의가 부족함에 따라서 유럽의 장거리 대기오염 이동 협의체(CLRTAP) 수준의 성과를 거두기에는 상당히 많은 시간이 소요될 것으로 예상되어 현재의 대기협력 프로그램의 실효성이 의문시되고 있다. 이러한 상황에서 최근 중국의 대기오염 문제가 주요 정치적 이슈로 부각되고, 중국의 역내 역할 제고의 내외적 요구에

따라서 중국은 과거와 달리 보다 적극적인 대기오염 이슈와 관련된 전향적인 대화 자세를 보이고 있다. 이는 향후 과학적 자료를 기반으로 한 대기오염 대응을 위한 상호 논의와 대화가 발전할 수 있는 여지를 남기고 있다. 또한 우리나라는 중국과의 양자협력을 활성화하여 보다 적극적인 중국과의 협력을 추진하고 있으며, 미국, 일본 등 선진국과의 과학적 연구사업을 활성화하는 등 동아시아의 대기오염과 관련된 과학적 불확실성 해소에 많은 투자를 하고 있다. 이러한 노력은 장기적으로 과학적 자료를 기반으로 한 다자간 정책대화에 큰 기여를 할 것으로 기대하고 있다.

그럼에도 불구하고 중국정부의 대기오염 저감 노력이 지방정부를 거쳐 이행하는 데는 아직도 지자체의 환경관리를 위한 자료 및 정책 이행 역량부족으로 인해 가시적 성과를 단기간에 기대하기는 어려운 상황이다. 또한 현재 70%에 달하는 석탄에 의존한 경제발전 기조의 근본적인 개선 없이는 석탄사용에 따른 다양한 대기오염원으로 인한 환경영향을 피할 수 없다. 따라서 동아시아 지역에서 보다 현실적인 대기오염 저감을 달성하기 위해서는 차세대 에너지원에 대한 다각화를 빠르게 추진하는 것이 포괄적이지만 보다 현실적인 방안이 될 수 있다.

본 연구에서 한중일의 대기오염과 관련된 에너지-녹색 기술을 분석한 결과 중국은 녹색기술을 보급할 수 있는 자국내부의 거대한 시장과 인력 및 인프라를 보유하고 있으며, 태양광 등 신재생 에너지의 사업화에 있어서 앞서 있는 것으로 판단된다. 한국은 여전히 화석연료의 의존도가 가장 높은 실정이며, 이차전지 및 탄소포집 분야 등에서 세계적 경쟁력을 보유하고 있는 것으로 평가된다. 일본은 기초과학 분야에서 전반적인 비교우위에 있고 녹색원천기술도 상대적으로 앞서 있으며, 특히 고효율 발전시설 제작과 전기 및 하이브리드 차량 제작에 있어서 경쟁력을 보유한 것으로 판단된다.

한중일 삼국의 이러한 장점을 동아시아 차원에서 보다 자유롭게 경쟁하고 시장을 통해 협력할 수 있는 녹색기술-에너지-산업경제-무역을 연계한 보다 포괄적이고 효율적인 경제협력 차원의 플랫폼을 제안하고자 한다. 이는 단순한 대기오염 저감이슈로는 그 실효를 거두기 어렵기 때문에 동아시아의 대기문제는 결국 포괄적인 에너지 전환 정책의 이행

을 적극적으로 추진함으로써 달성될 수 있다고 판단되기 때문이다. 이러한 포괄적인 에너지와 산업 경쟁력 차원의 협력을 추진하기 위해서는 각 국가의 다부처를 포함하는 논의의 장을 마련해야 하기 때문에 총리급 이상의 고위급 협의를 통해서 추진되는 것이 협력의 가능성을 높일 수 있다고 생각된다. 이러한 협력의 틀을 정부가 추진하여 만드는 것은 동아시아의 환경 문제 해결 역량과 에너지 산업에서의 경쟁력을 동시에 강화하는 방향으로 추진해야 한다.

예를 들어 한국의 이차전지 분야가 중국의 전기차 산업의 발전을 촉진하여 국제시장에서의 상호 이익을 기대할 수 있으며, 일본의 차세대 고효율 석탄 발전기술은 향후 중국의 보다 고효율 저비용의 화석에너지 사용을 유도하여 대기질을 개선하고 산업-에너지 분야의 경쟁력을 높일 수 있다. 이러한 협력의 장이 활성화되기 위해서는 상호 경제적 이윤을 공유할 수 있는 기술 분야의 지적 재산권을 보장하고 이윤을 공유할 수 있도록 국가 간 제도적 장치가 뒷받침 되어야 할 것이다. 이러한 녹색기술 교류활성화를 통한 동북아의 차세대 에너지 다변화를 촉진할 수 있는 플랫폼을 구축할 수 있도록 정부차원의 아이디어가 필요하다고 판단되며 이를 대비하고 실천할 수 있는 다양한 주제의 연구가 활성화 되어야 할 것으로 판단된다.



## | 참고 문헌 |

## 〈국문 자료〉

- 강택구 외. 2013. 「한중 대기오염 저감 관리 비교와 협력방안」. 경제인문사회연구회 중국종합연구 협동연구 총서.
- \_\_\_\_\_. 2013. 「시진핑시대 중국의 역내 환경협력 전망」. 한국환경정책·평가연구원.  
[http://library.kei.re.kr/dmme/img/001/014/002/사업보고서\\_2013\\_06\\_02\\_강택구.pdf](http://library.kei.re.kr/dmme/img/001/014/002/사업보고서_2013_06_02_강택구.pdf)  
 [2015.9.4].
- 국립외교원 외교안보연구소 2014, 「미세먼지 문제에 관한 국제법과 정책」.
- 국립환경과학원. 2012. 「동북아 장거리이동 대기오염 사업(LTP) 평가」.  
<http://library.nier.go.kr/search/DetailView.ax?sid=&cid=5528609> [2015.8.20].
- \_\_\_\_\_. 2015. 「한미 대기질 공동 조사사업(KORUS-AQ)」,  
<http://www.nier.go.kr/NIER/EgovMovePageMain.do?linkPage=nier-nf-02&nId=17440&Command=READ> [2015.9.3].
- \_\_\_\_\_. 2015.8.27. 「한미 대기질 공동 조사사업(KORUS-AQ) 데이터 워크숍」. 국립환경과학원.
- 김영성. 2012. 동북아 장거리이동 대기오염 사업(LTP) 평가, 국립환경과학원
- 녹색기술정보시스템. 2015. <http://www.gtck.re.kr> [2015.6.17].
- 심창섭 외. 2013. 「동북아 지역의 대기관리를 위한 국제협력 기획연구」. 한국환경정책·평가연구원.
- \_\_\_\_\_. 2014. 「동아시아 환경변화 분석 및 대응연구(I) - 기후대기 및 생물자원 중심으로」. 한국환경정책·평가연구원.
- 에너지경제연구원. 2015. “중국 에너지부문 12.5계획 평가 및 13.5 계획 전망”. 「세계 에너지 시장 인사이트」. 제15-7호.
- KIEP. 2013. “중국의 대기오염 억제정책 추진동향과 향후 전망”. 「중국 성(省)별 동향 브리핑」 4(4).

- KONETIC. 2015. 「공업·신식화부, 베이징·톈진·허베이 지역에 신에너지 버스 2만대 보급 추진」.  
[http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy\\_out\\_view.asp? 1=1&gotopage=47&gotopage2=1&tblNm=EUN\\_ENV\\_NEWS&unique\\_num=217990&no=705](http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy_out_view.asp? 1=1&gotopage=47&gotopage2=1&tblNm=EUN_ENV_NEWS&unique_num=217990&no=705): [2015.7.9].
- \_\_\_\_\_. 2015. 「베이징 주변지역, 국가급 인공 미세먼지 제거 실험실 구축 예정」.  
[http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy\\_out\\_view.asp? 1=1&gotopage=34&gotopage2=1&tblNm=EUN\\_ENV\\_NEWS&unique\\_num=222141&no=497](http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy_out_view.asp? 1=1&gotopage=34&gotopage2=1&tblNm=EUN_ENV_NEWS&unique_num=222141&no=497)  
 [2015.8.20].
- \_\_\_\_\_. 2015. 「중국 과학기술부장관, 대체에너지 자동차 시장 환경조성 4대방안 발표」.  
[http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy\\_out\\_view.asp? 1=1&gotopage=25&gotopage2=1&tblNm=EUN\\_ENV\\_NEWS&unique\\_num=222862&no=362](http://www.konetic.or.kr/infocenter/marketpolicy_out_view.asp? 1=1&gotopage=25&gotopage2=1&tblNm=EUN_ENV_NEWS&unique_num=222862&no=362) [2015.7.9].
- KORTA&Globalwindow.org. 2014. 「중국 사상 초고강도 환경보호 제도, 2015년 실시예정」.  
[http://www.globalwindow.org/gw/overinvest/GWOIFS020M.html? BBS\\_ID=17&MENU\\_CD=M10302&UPPER\\_MENU\\_CD=M10301&MENU\\_STEP=2&ARTICLE\\_ID=5021993](http://www.globalwindow.org/gw/overinvest/GWOIFS020M.html? BBS_ID=17&MENU_CD=M10302&UPPER_MENU_CD=M10301&MENU_STEP=2&ARTICLE_ID=5021993) [2015.9.21].
- 추장민 외. 2008. 「동북아 환경관리에 대한 한중일 공동연구 II」. 환경부.
- 통계청. 2014. 「신재생에너지 보급현황」.  
[http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do? idx\\_cd=1171](http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do? idx_cd=1171) [2015.9.7]
- 환경부. 2010. 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」. 1-4.
- \_\_\_\_\_. 2013a. 「미세먼지 종합대책」.
- \_\_\_\_\_. 2013b. 「2차 수도권 대기환경관리 기본계획」.
- \_\_\_\_\_. 2014a. 「수도권 대기환경 개선 대책 그 성과와 미래」.
- \_\_\_\_\_. 2014b. 「한·중·일 환경장관, 미세먼지 해결을 위해 공동 노력하기로 첫 합의(16th TEMM 보도자료)」.  
<http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do? menuId=286&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&boardId=347428> [2015.9.5].
- \_\_\_\_\_. 2015b. 「한·중·일 환경장관, 황사 등 향후 5년간의 중점 환경협력방안 마련(17th EMM 보도자료)」.

<http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do? menuId=286&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&boardId=508550> [2015.10.1].

\_\_\_\_\_. 2015c. 「TEMM17 공동합의문」.

<http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do? menuId=286&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&boardId=508550> [2015.10.1].

#### <국외 자료>

중화인민공화국중앙인민정부. 2011. 「国务院关于印发国家环境保护“十二五”规划的通知」.

[http://www.gov.cn/zwggk/2011-12/20/content\\_2024895.htm](http://www.gov.cn/zwggk/2011-12/20/content_2024895.htm) [2015.6.28].

중국환경보호부. 2012. <http://www.mep.gov.cn/image20010518/5298.pdf> [2015.3.10].

Bloomberg Business. 2015. *China's Shanxi Halts New Coal Mine Projects to Ease Supply Glut*.

<http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-01-28/china-s-shanxi-halts-new-coal-mine-projects-to-ease-supply-glut> [2015.6.29.].

BP Statistical Review of World Energy. June. 2015.

Business Insider. 2015. *Beijing promises coal-free power by 2017 to fight pollution*.

<http://www.businessinsider.com/r-beijing-promises-coal-free-power-by-2017-to-fight-pollution-2015-5> [2015.8.18].

China Daily. *Analysis says dust contributes the most to Tianjin's smog*.

[http://usa.chinadaily.com.cn/china/2014-08/26/content\\_18486279.htm](http://usa.chinadaily.com.cn/china/2014-08/26/content_18486279.htm) [2015.9.9].

\_\_\_\_\_. 2014. *End of the road for high-emmission vehicles*.

[http://www.chinadaily.com.cn/china/2014-09/19/content\\_18630778.htm](http://www.chinadaily.com.cn/china/2014-09/19/content_18630778.htm) [2015.7.3].

\_\_\_\_\_. 2015. *Air pollution tops public concerns for the upcoming two sessions*.

[http://www.chinadaily.com.cn/opinion/2015-03/03/content\\_19699651.htm](http://www.chinadaily.com.cn/opinion/2015-03/03/content_19699651.htm) [2015.9.9].

\_\_\_\_\_. 2015. *Beijing, Tianjin, Hebei integrate environment mangement*.

[http://www.chinadaily.com.cn/m/tianjin2012/2015-06/17/content\\_21043824.htm](http://www.chinadaily.com.cn/m/tianjin2012/2015-06/17/content_21043824.htm) [2015.7.9].

- \_\_\_\_\_. 2015. *Beijing to ban high-emission vehicles*.  
[http://www.chinadaily.com.cn/beijing/2015-04/09/content\\_20419566.htm](http://www.chinadaily.com.cn/beijing/2015-04/09/content_20419566.htm) [2015.7.3].
- \_\_\_\_\_. 2015. *Environmental watchdog gets tough over pollution*.  
[http://usa.chinadaily.com.cn/china/2015-04/11/content\\_20411717.htm](http://usa.chinadaily.com.cn/china/2015-04/11/content_20411717.htm) [2015.6.10].
- \_\_\_\_\_. 2015. *Tianjin adopts new emissions standard*.  
[http://www.chinadaily.com.cn/business/motoring/2015-06/05/content\\_20917835.htm](http://www.chinadaily.com.cn/business/motoring/2015-06/05/content_20917835.htm)  
[2015.7.7].
- \_\_\_\_\_. 2015. *Tough measures bring Beijing clearer sky*.  
[http://www.chinadaily.com.cn/beijing/2015-05/20/content\\_20773291.htm](http://www.chinadaily.com.cn/beijing/2015-05/20/content_20773291.htm) [2015.8.28].
- China News. 环保部：将出台22项政策措施落实“大气十条”.  
<http://www.chinanews.com/gn/2014/02-11/5822310.shtml> [2015.9.11].
- China Law Insight. 2014. *China's Pilot Carbon Markets at a glance*.  
<http://www.chinalawinsight.com/2014/09/articles/dispute-resolution/chinas-pilot-carbon-markets-at-a-glance/> [2015.9.11].
- CRIENGLISH.com. *Beijing introduces new air pollution response program*.  
<http://english.cri.cn/12394/2015/03/31/3381s872263.htm> [2015.9.11].
- CWESTC. 川将再关闭100处小煤矿 省委省政府给予各地补助.  
<http://www.cwestc.com/newshtml/2014-12-26/356254.shtml> [2015.8.3].
- Deutsche Bank. 2013. “PM<sub>2.5</sub> in China”. *Asia Economics Special*, pp.6-11.
- EANET. 2011a. *EANET brochure*.  
[http://www.eanet.asia/product/EANET\\_Brochure.pdf](http://www.eanet.asia/product/EANET_Brochure.pdf) [2015.9.16].
- \_\_\_\_\_. 2011b. *Second Periodic Report on the State of Acid Deposition in East Asia: Executivesummary*.  
[http://www.eanet.asia/product/PR SAD/2\\_PR SAD/2\\_PR SAD2.pdf](http://www.eanet.asia/product/PR SAD/2_PR SAD/2_PR SAD2.pdf) [2015.9.16].
- \_\_\_\_\_. 2014. *Report of the Session(16th EANET/IG)*. The Sixteenth Session of the Intergovernmental Meeting on the Acid Deposition Monitoring Network in East Asia.

- November 2014, Jakarta, Indonesia.  
<http://www.eanet.asia/meeting/list.html> [2015.9.16].
- EANET homepage. <http://www.eanet.asia> [2015.9.16].
- EPI(Environmental Performance Index). <http://epi.yale.edu> [2015. 3.15].
- ESCAP. 2014. 「Review of Programme Planning and Implementation(19th SOM)」.  
<http://www.neaspec.org/article/nineteenth-senior-officials-meeting-som-neaspec>
- HKTDC, 2015. <http://research.hktdc.com/> [2015.6.20].
- ICCG. 2015. 「International Climate Policy & Carbon Markets」. N.34. January-February 2015.
- Japan for Sustainability. 2015. *Current Status of Renewable Energy in Japan*.  
[http://www.japanfs.org/en/news/archives/news\\_id035258](http://www.japanfs.org/en/news/archives/news_id035258) [2015.3.25.]
- JCOAL Journal. 2014. “Sixth Japan-China Joint Conference Held”, JCOAL Journal, vol. 28. Satoru Matsuyama, Chang Jing
- \_\_\_\_\_. 2014. “Japan-China Coal mine Safety Technology Training Project”, JCOAL Journal, vol. 28. Bing-rui, Yi.
- JICA-RI, 2015. Workshop for ‘A Study on Urban Air Quality Improvement in Asia’, JICA-RI, Tokyo, Japan, August, 6.
- Liu Liwei et al. 2015. “China’s carbon-emissions tarding: Overview, challenges and future”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49: 254-266.
- NEASPEC homepage. <http://neaspec.org> [2015.8.7].
- PRCEE, IGES, and KEI. 2013. *TEMM Joint Research on Environmental Governance in Northeast Asia*.
- SINA. 2013. 气污染十条公布：2017年北京PM<sub>2.5</sub>浓度降25%.  
<http://finance.sina.com.cn/china/20130912/154816745632.shtml> [2015.8.23].
- Song, G. 2015. “Analysis to Air Pollution Control Policies of Stationary Sources in China”, Workshop for ‘A Study on Urban Air Quality Improvement in Asia’, JICA-RI, Tokyo, Japan, August, 6.

- South China Morning Post. 2015. *China unveils plan for pollution tax*.  
<http://www.scmp.com/news/china/policies-politics/article/1820134/china-unveils-plan-pollution-tax> [2015.8.2].
- SZNEWS. 2014. 忽视的船污：深圳全市二氧化硫排放量66%来.  
[http://www.sznews.com/news/content/2014-11/05/content\\_10640843.htm](http://www.sznews.com/news/content/2014-11/05/content_10640843.htm) [2015.8.23].
- 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].
- \_\_\_\_\_. 2015. *Air pollution mitigation policy in China, Tripartite Policy Dialogue on Air pollution among China, Japan, and Korea(WG I)*. Beijing, China. (2015.9.24).
- The New York Times. 2015. *China Coal Production Falls in First 4 Months of Year*.  
<http://www.nytimes.com/aponline/2015/05/26/world/asia/ap-as-china-coal-production.html> [2015.9.24].
- Today Morning Express. 2015. 签名“撑政改”.  
[http://jrzb.zjol.com.cn/html/2015-05/19/content\\_3048241.htm? div = -1](http://jrzb.zjol.com.cn/html/2015-05/19/content_3048241.htm?div=-1) [2015.7.15].
- UNESCAP. 2012. *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, S. X. et al. 2014. *Emission trends and mitigation options for air pollutants in East Asia, Atmospheric Chemistry and Physics*. 14, 6751-6603.
- Want China Times. 2015. *Beijing to fully implement strict vehicle emissions standard*.  
[http://www.wantchinatimes.com/news-subclass-cnt.aspx? id = 20150531000021&cid = 1105](http://www.wantchinatimes.com/news-subclass-cnt.aspx?id=20150531000021&cid=1105) [2015.7.3.].
- World Energy Council. 2015. *Efficiency of coal-fired power plants*.  
<https://www.wec-indicators.enerdata.eu/coal-fired-power-plants-efficiency.html>  
 [2015.9.8]

Xinhua. 2013. *综述：欧盟宣布对中国光伏产品征收临时反倾销税*

[http://news.xinhuanet.com/2013-06/04/c\\_124811755.htm](http://news.xinhuanet.com/2013-06/04/c_124811755.htm) [2015.7.11].

\_\_\_\_\_. 2013. *1.7万亿元“大气污染治理”投资将全面释放*.

[http://news.xinhuanet.com/fortune/2013-09/10/c\\_117297108.htm](http://news.xinhuanet.com/fortune/2013-09/10/c_117297108.htm) [2015.9.24].

\_\_\_\_\_. 2015. *China Focus: China steps up pollution control*.

[http://news.xinhuanet.com/english/2015-05/28/c\\_134279126.htm](http://news.xinhuanet.com/english/2015-05/28/c_134279126.htm) [2015.8.9.].



# 〈부록 1〉 JICA-RI 공동 프로젝트

## Concept Note

### CONCEPT NOTE

Authors' Meeting on the JICA-RI Research Project

“A Study on Urban Air Quality Improvement in Asia”

### 1. Project Outline

#### (1) Background of the project

Urban airpollution has become a serious environmental issue in many Asian countries, accompanied by their rapid industrial development, urbanization, and motorization. In particular, small particulate matters(PMs) with diameters less than 2.5 micro meters, what is often called  $PM_{2.5}$ , are considered to cause harmful effects on human health including cardiovascular diseases and lung cancer.  $PM_{2.5}$  is generated through various mechanism such as primary emissions from vehicles, power plants and agricultural practices, secondary formation from VOCs,  $NO_x$  and  $SO_x$ , and natural occurrence(from volcanos, etc.).

As a result, the causes of  $PM_{2.5}$  problem vary across locations, and it is often difficult to identify key determinants of pollution levels at a local level. Because of this complexity and uncertainty involved in the phenomena of air pollution, the government needs to take appropriate policies and measures to reduce  $PM_{2.5}$  firmly based on accurate monitoring of air quality and scientific understanding of the

production, diffusion, and distribution of  $PM_{2.5}$ .

While technological innovation, including low-emission technologies, is indispensable in mitigating air pollution, it would also be necessary to implement comprehensive measures, which include not only traditional command-and-control regulations but also policy instruments incorporating economic incentives and societal considerations in a transformation towards sustainability.

## (2) Expected outcomes

We aim to produce high-quality publications with distinct academic contribution, and the papers will thus follow the format of standard academic articles (upto 8,000 words).

The purpose of the research papers will be to document and analyze the experiences and lessons learned from past experiences of fighting against air pollution in different locations and contexts and discuss their implications for designing and implementing policies and countermeasures against air pollution caused by  $PM_{2.5}$ .

Among the aspects which the research papers may focus on what laws and regulations are introduced, what challenges and obstacles are encountered in implementing them, what effects and impacts are observed, and what needs to be done to promote more effective countermeasures.

## 2. The purpose of the workshop

### (1) Outline and purpose of the workshop

This workshop is a scoping meeting for policy recommendation studies on the project and the purpose is drafting a set of research papers dealing with the PM<sub>2.5</sub> problem and policies in Asian countries.

### (2) Style of the workshop(Please see the attached information sheet for further details)

Proposals of papers made by experts will be discussed with each other in the workshop, and the eventual papers will be published as JICA-RI Working Papers, with a scope of submission for further publication in peer reviewed journals so that the findings of the participants will be disseminated widely to researchers and policy makers throughout Asia and other parts of the globe.

**Major points agreed in the 1st Authors' meeting on  
"A Study on urban air quality improvement in Asia"**

August 31, 2015

1. All participants agreed that the working papers will be divided into two components. One component is expected to focus on a policy research on specific countries with a review of scientific evidence, and another component is to focus on more general discussions of policy research such as frameworks of cooperation among countries or stakeholders. The former group includes Dr. Akimoto, Dr. Shim, Dr. Song, Dr. Wakamatsu and Dr. Otsuka, and the latter group consists of Dr. Yarime, Dr. Shobhakar, Dr. Sudo and Mr. Yamada. Dr. Akimoto serves as the editor for the former group of papers, and Dr. Yarime takes the role of the editor for the latter group.
2. Research papers of the former group will discuss the current status of PM<sub>2.5</sub> problem referring to both scientific evidence and policy actions in the respective countries. In drafting papers, each author of the former group is expected to add the following elements to his proposed research outline.
  - (1) Dr. Shim is expected to mention a viewpoint by the Republic of Korea on international cooperation regarding to reduce of air pollution.
  - (2) Dr. Song is expected to add an analysis based on domestic PM<sub>2.5</sub> data.
  - (3) Dr. Otsuka is expected to add a data analysis and the role of JICA.
  - (4) Dr. Wakamatsu is expected to add an analysis of the countermeasures by the Mexican government, improvements precipitated through comparison

between the past and also mention the further details of South-South cooperation.

3. Each author of the latter group is expected to focus on the topics mentioned below.

- (1) Dr. Yarime is expected to focus on the potential of smart city initiatives and the importance of multi-stakeholder involvement.
- (2) Mr. Yamada is expected to follow the proposed outline. In the review process, the methodological details should be carefully examined by an external reviewer.
- (3) Dr. Sudo is expected to focus on correlation between the industrial circles and scientists and discuss implications for Asia taken from the experiences of Europe.

4. The tentative schedule of the research is as follows:

|                  |                                                                                                 |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aug 6, 2015      | Authors' Meeting (this meeting)                                                                 |
| By Aug. 31, 2015 | Sharing the Record of Discussions of the meeting                                                |
| Sep. 30, 2015    | Submission of Abstracts                                                                         |
| Feb. 29, 2016    | Submission of First Drafts                                                                      |
| March. 2016      | Peer Review by two internal referees and feedback<br>(The drafts will be shared by all members) |
| April 30, 2016   | Submissions of revised drafts                                                                   |
| May 2016         | Reviewed by one external referee and feedback                                                   |
| June 30, 2016~   | Submission of second revised drafts                                                             |
| July 2016        | Final review of editors and feedback                                                            |

|                 |                                            |
|-----------------|--------------------------------------------|
| July 31, 2016   | Submission of final drafts for publication |
| Sept. 2016      | Publication as JICA-RI Working Papers      |
| Oct. 17-20 2016 | Habitat III                                |

5. The length of each paper is expected to be up to 8,000 words, though there may be some room for flexibility.
6. Papers aim to be finished by the Habitat III conference in October 2016 and to be made public at that occasion. For the effectiveness of presentation, a synthesis of papers may be made in the form of either a Policy Brief or another format, details of which will be decided later.

## 〈부록 2〉 한중일 녹색기술 개발 동향

### 가. 정책 기술 동향<sup>47)</sup>

#### 〈한국〉

| 날짜         | 제목 및 요약                                                                                                                 | 분야         |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2013.12.27 | [제2차 국가에너지기본계획] 정부안 발표<br>- 화력발전소에 USC, CCS 등 GHG 감축 기술 적용, 에너지복지 추진                                                    | 에너지        |
| 2014.6.2   | 한-영, 한-독, 공동투자를 통한 에너지기술 국제공동연구 추진<br>태양광, 연료전지, 이차전지, 스마트그리드 분야 등에 협력 추진                                               | 신재생<br>에너지 |
| 2014.7.14  | 한-중 환경협력 사업 본격 추진<br>中 미세먼지 저감 등 환경 분야 투자 확대, 시장 진출 기회 커짐<br>집진, 탈질, 자동차 매연저감, 멤브레인 등 7대 유망기술 집중 지원                     | 대기환경       |
| 2014.7.28  | 기후변화 대응 핵심기술 개발전략 및 에너지 신산업 창출방안 수립<br>태양전지, 연료전지, 바이오에너지, 이차전지, 전력 IT, CCS 기술<br>전력수요관리, 태양광 렌탈, 독립 마이크로그리드 등 신사업모델 제안 | 신재생<br>에너지 |
| 2014.9.15  | 한국, 신재생에너지 2035년 11% 달성에 154조원 투자<br>제4차 신재생에너지 기본계획, 수요자 맞춤형 보급확산 정책                                                   | 신재생<br>에너지 |
| 2014.9.29  | 한국, 제4차 신재생에너지 기본계획 발표<br>전체 발전량대비 3.66%, 그 중 폐기물/수력 80%, 태양광/풍력 10%<br>신재생에너지 기술수준 86%, 선진국과 10%, 중국과 5% 기술격차          | 신재생<br>에너지 |
| 2014.12.22 | 한국, 2015년부터 전기자동차 상용화 시대 기반 조성<br>5대 핵심기술 투자, 초기시장 형성 및 구매자 부담완화, 공공급속충전시설 확충,<br>배터리 임대사업 시행 및 유료 충전사업 추진              | 자동차        |
| 2015.3.30  | 미래성장동력-산업엔진 종합실천계획 발표<br>신재생에너지 하이브리드, 직류송배전시스템, 초소형발전시스템 등                                                             | 신재생<br>에너지 |
| 2015.5.11  | 한, ESS 전력시장 참여 허용, 에너지 신시장 커진다.<br>불안정한 신재생에너지 출력보완, 안정적 전력수급 기술인 ESS(Energy Storage<br>System) 시장 확대, 해외진출 경쟁력 확보에 나섬  | 신재생<br>에너지 |
| 2015.5.26  | 전기자동차 충전 표준으로 통한다<br>국제표준을 국가표준으로 도입 제정해 적용할 예정                                                                         | 자동차        |
| 2015.8.3   | 한국, 제7차 전력수급기본계획 확정<br>안정적 전력수급 최우선, 에너지 신산업 적극활용, 신재생에너지 확충                                                            | 신재생<br>에너지 |
| 2015.8.17  | 제주도, 2030년까지 100% 전기차 전환 목표                                                                                             | 자동차        |

47) 정책 기술 동향은 주로 녹색기술센터의 녹색정책기술 동향 정보(<http://www.gtck.re.kr>)를 수집하여 주요 동향을 날짜순으로 정리하였음.

| 날짜         | 제목 및 요약                                                                                                                                                          | 분야         |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2015.8.17  | 한국, 기후변화대응 핵심기술개발에 2015년 516억 원 투자<br>기업 개발 어려운 태양전지, 연료전지, 바이오에너지, 이차전지, 전력IT, CCS 등<br>핵심 분야 중심으로 지원 확대 예정                                                     | 신재생<br>에너지 |
| 2013.12.20 | 국내 최초 전기차 EMS 플랫폼 개발<br>국내 최초로 에너지관리시스템(EMS) 기능 적용한 플랫폼 기술개발                                                                                                     | 자동차        |
| 2014.3.10  | 역구조 양자점 태양전지 세계 최초 개발<br>제작비용 절감, 다양한 분야에 응용 가능                                                                                                                  | 태양광<br>발전  |
| 2014.4.7   | 한국, 세계 최초 양면 박막 태양전지 개발<br>저가 제조공정 기반의 양면 박막 태양전지 개발                                                                                                             | 태양광<br>발전  |
| 2014.5.7   | 한국 재료연구소, 미세먼지 속 극미량의 발암물질 감지기술 개발<br>미세먼지 내 발암물질/인체유해성분 검출 원천기술 개발                                                                                              | 미세먼지       |
| 2014.7.14  | 한국, 세계 최고 효율 페로브스카이트 태양전지 개발<br>기존 상용화 실리콘 태양전지에 필적, 저비용 공정기술 개발                                                                                                 | 태양광<br>발전  |
| 2014.9.29  | 한국, 하이브리드 슈퍼커패시터의 에너지 및 출력 개선<br>차세대 에너지 저장장치로 주목받는 하이브리드 슈퍼커패시터의 용량 및 충전속도<br>높이고 수명을 향상시킬 수 있는 물질 발굴                                                           | 신재생<br>에너지 |
| 2014.10.13 | 에너지기술연구원, 세계 최초 결정질 실리콘 효율 유지 원가절감기술 개발<br>태양전지 제조원가를 절반으로 절감하는 원천기술을 세계최초로 개발<br>우리나라 점유율은 0.9%로, 일본(12%), 중국(60%)에 비해 크게 뒤떨어짐, 제조단가<br>절감이 필요하나 중국에 비해 제조기반 부족 | 태양광<br>발전  |
| 2015.5.11  | 韓 2014년 에너지환경분야 기술수준, 세계최고수준의 77.9%<br>스마트그리드 90.3%, 태양에너지 82.8%, 원자력 82.7%<br>중국과 비교해 1.4년 앞섰으나 2012년 1.9년에 비해 격차 줄어듦                                           | 환경기술       |
| 2015.6.8   | 전력 자급자족, 마이크로그리드 특허출원 급증<br>신재생에너지/에너지저장장치를 이용해 소규모지역별 전력 자급자족<br>해외시장 진출시 현지 전력망, 입지조건 적합한 기술 갖춰야 할 것                                                           | 신재생<br>에너지 |
| 2013.12.20 | 국내 최초 전기차 EMS 플랫폼 개발<br>국내 최초로 에너지관리시스템(EMS) 기능 적용한 플랫폼 기술개발                                                                                                     | 자동차        |
| 2014.3.10  | 역구조 양자점 태양전지 세계 최초 개발<br>제작비용 절감, 다양한 분야에 응용 가능                                                                                                                  | 태양광<br>발전  |
| 2014.4.7   | 한국, 세계 최초 양면 박막 태양전지 개발<br>저가 제조공정 기반의 양면 박막 태양전지 개발                                                                                                             | 태양광<br>발전  |
| 2014.5.7   | 한국 재료연구소, 미세먼지 속 극미량의 발암물질 감지기술 개발<br>미세먼지 내 발암물질/인체유해성분 검출 원천기술 개발                                                                                              | 미세먼지       |
| 2014.7.14  | 한국, 세계 최고 효율 페로브스카이트 태양전지 개발<br>기존 상용화 실리콘 태양전지에 필적, 저비용 공정기술 개발                                                                                                 | 태양광<br>발전  |

| 날짜         | 제목 및 요약                                                                                                                                                     | 분야         |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2014.9.29  | 한국, 하이브리드 슈퍼커패시터의 에너지 및 출력 개선<br>차세대 에너지 저장장치로 주목받는 하이브리드 슈퍼커패시터의 용량 및 충전속도 높이고 수명을 향상시킬 수 있는 물질 발굴                                                         | 신재생<br>에너지 |
| 2014.10.13 | 에기연, 세계 최초 결정질 실리콘 효율 유지 원가절감기술 개발<br>태양전지 제조원가를 절반으로 절감하는 원천기술을 세계최초로 개발<br>우리나라 점유율은 0.9%로, 일본(12%), 중국(60%)에 비해 크게 뒤떨어짐,<br>제조단가 절감이 필요하나 중국에 비해 제조기반 부족 | 태양광<br>발전  |
| 2015.5.11  | 韓 2014년 에너지환경분야 기술수준, 세계최고수준의 77.9%<br>스마트그리드 90.3%, 태양에너지 82.8%, 원자력 82.7%<br>중국과 비교해 1.4년 앞섰으나 2012년 1.9년에 비해 격차 줄어듦                                      | 환경기술       |
| 2015.6.8   | 전력 자급자족, 마이크로그리드 특허출원 급증<br>신재생에너지/에너지저장장치를 이용해 소규모지역별 전력 자급자족<br>해외시장 진출시 현지 전력망, 입지조건 적합한 기술 갖춰야 할 것                                                      | 신재생<br>에너지 |
| 2014.4.7   | 한전 및 발전 6개사, 2020년까지 42조 5,000억 원 투자로 신재생에너지 11.5GW 개발<br>현재 폐기물에너지, 수력 등 일부 에너지원에 편중되어 개편 필요                                                               | 신재생<br>에너지 |
| 2014.4.21  | 한국의 2014년 1분기 신재생에너지산업 동향<br>발전단가 석탄 60~120달러/MWh, 원자력 100~140달러, 풍력 80달러,<br>태양광 150달러로 풍력/태양광 발전단가 하락속도는 가장 빠름                                            | 신재생<br>에너지 |
| 2014.5.19  | 삼성 SDI, 1조원 규모 ESS 일본 수출<br>가정용에너지저장장치(Energy Storage System) 독점공급계약 체결                                                                                     | 에너지        |
| 2014.6.16  | 한국, 신재생산업 활성화를 위한 규제. 제도개선 추진<br>공급의무화제도(RPS), 보급제도 중심으로 제도 재정비                                                                                             | 신재생<br>에너지 |
| 2014.7.14  | 한국의 리튬 이차전지 산업 동향<br>삼성SDI 점유율 세계 1위, 그러나 소재 및 핵심기술 선진국 30~40%                                                                                              | 에너지        |
| 2014.9.29  | 효성, 국내 최초 5MW 해상풍력 국제인증 획득<br>현재 제주도 김명 실증단지에 설치돼 시험 운용 중                                                                                                   | 풍력<br>발전   |
| 2014.10.27 | 산업연구원, 에너지저장시스템(ESS) 활성화 방안<br>ESS에 대한 법적 개념 정립 및 규정 마련, 산업 정책적 지원 필요                                                                                       | 신재생<br>에너지 |
| 2015.4.27  | 한화큐셀, 사상 최대 모듈공급 계약 체결<br>태양광업체 사상최대인 1.5GW 모듈 미국 태양광업체에 공급                                                                                                 | 태양광<br>에너지 |
| 2015.6.8   | 에너지신산업인 전기차 배터리 임대산업 본격 시작<br>민간시장에 의한 전기차 보급에 본격 나서                                                                                                        | 자동차        |
| 2015.6.22  | 한국, 서남해 해상풍력 내년 1월 본격 착공<br>2.5GW 해상풍력 개발사업 변경안을 확정                                                                                                         | 풍력발전       |
| 2015.7.20  | 에너지저장장치(ESS), 한국 시장 본격적으로 열림                                                                                                                                | 에너지        |

## 〈중국〉

| 날짜         | 제목 및 요약                                                                                      | 분야        |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2013.12.30 | 중국의 풍력터빈 개발 정책 강화<br>중국 중앙정부는 풍력발전 강화 정책 발표하지만 지자체 문제<br>에너지 저장, 스마트그리드 기술개발 강조              | 풍력<br>발전  |
| 2014.3.24  | 중국, 2014년 태양광발전 목표 상향 조정<br>태양광 설치 목표 상향조정. 목표 달성할 것으로 보임<br>그러나 산업계 가격책정 상승 압박으로 이어질 것이라 경고 | 태양광<br>발전 |
| 2014.4.7   | 중국, 대기질 지표 오류<br>중국 대기오염지표의 대기질 오염평가에 대한 문제점 제기됨<br>WHO 기준 심각한 수준의 농도가 중국에서는 보통으로 표기         | 미세먼지      |
| 2014.5.19  | 중국, 배출이 적은 청정 지열에너지의 경제성 제고<br>외국투자 유인정책을 통해 지열발전을 활용할 계획 추진                                 | 지열발전      |
| 2014.6.16  | 중국 자동차부품업체, 환경배출기준과 밀접한 관계<br>청정 자동차 사업, 중국 오염기준강화를 이익창출 기회로                                 | 자동차       |
| 2014.7.14  | 중국 베이징시, 향후 5년간 대기오염 대응 투자확대 발표<br>자동차 배기가스, 산업공해/먼지, 석탄화력발전에 중점                             | 대기질       |
| 2014.7.28  | 중국, 정부차량 중 신에너지 차량이 최소 30% 이상 차지해야<br>정부기관/공공기관 친환경자동차 구매 실시방안 발표                            | 자동차       |
| 2014.10.13 | 중국, 기후 변화 대응계획 승인<br>탄소배출 및 청정 에너지를 목표로 달성하는 대응계획 승인                                         | 청정<br>에너지 |
| 2014.11.10 | 중국, 새로운 대기질 검사 착수<br>사전예고 없는 무인정찰기 검사 실시할 것이라고 밝힘                                            | 대기질       |
| 2014.11.24 | 중국, 청정에너지로 인해 옥상이 남아나지 않는다<br>중국 건물 옥상에 태양광 직광판 설치 늘어나                                       | 태양광<br>발전 |
| 2014.12.8  | 중국 2020 에너지 계획, 청정에너지와 에너지 자립에 집중<br>석탄 연간 소비량 한정, 청정에너지 공급목표 설정                             | 청정<br>에너지 |
| 2015.3.16  | 중국, 첫 PV에너지 5년 단독 발전계획 편성<br>전력망 건설, 스마트 전력망 응용 등의 내용 포함                                     | 태양광<br>발전 |
| 2015.3.30  | 중국 교통운수부 신재생에너지 자동차 추진 정책 발표<br>신재생에너지 자동차 인프라 및 서비스업계 기반 완비                                 | 자동차       |
| 2015.3.30  | 중국 국가에너지국 신재생에너지 전면 보장제도 발표<br>각 성/시 정부, 지역 전력 편성 시 청정에너지 발전 분배                              | 청정<br>에너지 |
| 2015.4.13  | 중국 내몽골 재생 에너지 배부할당제 시행<br>재생에너지 장기간 매입보장제도 의견 발표, 재생에너지 점유율 확대                               | 청정<br>에너지 |

| 날짜         | 제목 및 요약                                                                                                                                      | 분야               |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 2015.4.27  | 〈스마트그리드 건설 의견서〉 곧 시행<br>신재생 에너지 액세스, 태양광 에너지, 에너지 저장, 에너지 공급 등                                                                               | 청정<br>에너지        |
| 2015.4.27  | 중국, 바이오매스 에너지 발전촉진 의견서<br>성형연료, 성형설비, 바이오매스 에너지 보일러 출시 가속화 예정                                                                                | 바이오<br>매스<br>에너지 |
| 2015.05.11 | 중국, 신재생에너지 자동차 사용 보급 추진<br>신재생에너지 자동차 보급에 관한 심사 업무 펼칠 예정                                                                                     | 자동차              |
| 2015.5.26  | 중국 에너지국, 20% 초과 지역 새로운 프로젝트 설립 불가<br>전력손실 비율이 20% 초과 지역에는 새로운 프로젝트 설립 제한                                                                     | 풍력발전             |
| 2015.6.8   | 중국 에너지국, 태양광 전기발전 표준화 기술위원회 기획 설립<br>에너지산업 태양광 전기발전 표준화 기술위원회 설립 위한 의견 수렴                                                                    | 태양광<br>발전        |
| 2015.6.8   | 상하이 2015년 제1기 분산식 태양광 전기발전 보조 프로젝트 공표<br>풍력발전, 태양광 등 전문 자금 부지 프로젝트 신청 및 심사 작업                                                                | 청정<br>에너지        |
| 2015.6.22  | 중국 에너지국, 풍력발전을 이용한 난방 확대<br>각 자치주, 현지 상황에 맞는 풍력 난방 공급 작업 전개하도록 통보                                                                            | 풍력발전             |
| 2015.6.22  | 중국 에너지국, 국가차원 에너지 프로젝트 심사 간소화<br>국가 차원의 에너지 프로젝트 심사를 간소화, 청정에너지 발전 박차                                                                        | 청정<br>에너지        |
| 2015.7.20  | 중국: 태양광발전소 스마트운영 새로운 기회 맞아<br>현재 가장 큰 문제인 관리부실과 시설유지 기술 낙후를 해결할 것                                                                            | 태양광<br>발전        |
| 2015.7.20  | 중국 “네트워크+스마트자원” 정책의 4대 전략<br>분산식 자원 네트워크 구축, 새로운 에너지 소비모식 탐색 등                                                                               | 에너지              |
| 2015.8.3   | 중국 태양광발전 산업 유럽·미국보다 10년 낙후<br>태양광분야 차세대 기술 박막 태양광 핵심기술 지원 부족해                                                                                | 태양광<br>발전        |
| 2015.8.3   | 중국 태양광산업이 직면한 3대 문제점<br>1. 무역 장벽, 2. 정부 지원금 부실 지급, 3. 토지 문제가 발전 제약                                                                           | 태양광<br>발전        |
| 2015.8.17  | 중국 친환경보호법 중간 결과 발표<br>환경보호법 엄격 실행하여 62만개 기업체 대상 감사결과,<br>15,839개 기업 영업정지, 9,325개 기업 폐쇄, 23,227개 기업 벌금형<br>온실가스 문제 심각한 도시에 대해 새로운 항목 건설 제한 조치 | 기타               |
| 2014.4.21  | 중국 베이징시, PM <sub>2.5</sub> 오염원 규명<br>28~36% 주변도시 유입, 자동차(31%), 석탄발전(22%) 등                                                                   | 미세먼지             |
| 2014.5.7   | 베이징 IWHR社, H9000 V5.0 지능형 발전플랫폼 신규 적용<br>지속적 수자원 보호와 수력발전의 고도화를 위한 수요에 대응<br>동 플랫폼 개발로 타 발전 통제시스템 및 에너지산업에 응용 전망                             | 수력발전             |

| 날짜         | 제목 및 요약                                                                                              | 분야         |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2014.7.14  | 중국, 신형전기차 감세정책에 따른 외국계 자동차 기술개발 촉진<br>전기차 및 신에너지 자동차 10% 세금 면제 추진                                    | 자동차        |
| 2014.8.25  | 중국, 골칫덩어리 기름때 ‘띠꺼우여우(地沟油)’ 항공유로 탈바꿈<br>폐기 유지 합작 프로젝트에서 성과 달성, 항공 바이오 연료로 개발                          | 신재생<br>에너지 |
| 2014.8.25  | 중국 과학자, 섬유 태양전지 소개                                                                                   | 태양광<br>발전  |
| 2014.9.30  | ABB사와 BYD사, 에너지 저장 기술 협력<br>다국적기업 전력회사 ABB사와 중국 전기자동차 업체 BYD사, 전력망 연계기술, 마이크로<br>그리드, 저장분야 등에서 협력하기로 | 신재생<br>에너지 |
| 2014.10.13 | 중국 칭하이성, 250MW 농업용 태양광 시범지역 구축                                                                       | 태양광<br>발전  |
| 2015.3.16  | 중국, TSL 초박형 태양광 유리 국제 표준 제작<br>국제 표준 통과, 통일된 기술기준으로 사용될 전망                                           | 태양광발<br>전  |
| 2015.3.30  | 중국, 최초 기체연소 기술 연구실 가동<br>순산소 연소 등 연구개발 예정, CO2 및 NOX 배출 감소할 수 있음                                     | 기체연소       |
| 2015.4.13  | 중국 광둥성 잉더시 50MW 분산형 태양광 발전소 계획 건설<br>광산지역을 이용한 분산형 태양광 발전소 건설, 제련공장 주변                               | 태양광<br>발전  |
| 2015.04.27 | 중국 안휘성 제3기 풍력발전소 건설                                                                                  | 풍력발전       |
| 2015.4.27  | 중국 우한 세계에서 가장 큰 태양전지 생산기지 건설<br>미국 태양전지사 매입 후 처음으로 중국 내에 건설되는 생산기지                                   | 태양광<br>발전  |
| 2015.5.11  | 중국 NARI group 새로운 모바일 지능형 변전소 개발에 성공<br>산동성, 랴오닝성, 푸지엔성 등 지역에서 상용화되고 있음                              | 신재생<br>에너지 |
| 2015.6.8   | 장시성 하이커우진 신형 메탄가스 생산기지 건설<br>호저 분변을 메탄가스 생산에 사용할 예정                                                  | 신재생<br>에너지 |
| 2015.7.6   | 차세대 청정에너지와 재생 에너지 고효율 촉매 곧 탄생<br>광전재료, 에너지 전환, 환경촉매 등 영역에서 광범위 응용 예정                                 | 신재생<br>에너지 |
| 2015.8.17  | 중국: 폴리머 태양전지 연구 새로운 성과                                                                               | 태양광<br>발전  |
| 2013.2.4   | 중국, 2020년에 스마트미터 보급률 74%로 확대<br>송전시스템 업그레이드, 스마트그리드 부문 중 가장 빠른 성장세 보여                                | 신재생<br>에너지 |
| 2013.2.6   | 중국, 폐기물 발전 산업 육성 계획<br>고체 폐자원 기술 개발, 재생에너지 발전소 중 35%까지 높일 예정                                         | 신재생<br>에너지 |
| 2013.2.15  | 중국, 풍력발전기용 고성능 윤활유 개발                                                                                | 풍력발전       |

| 날짜         | 제목 및 요약                                                                                                                      | 분야         |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2013.2.25  | 중국, 리튬 공기 배터리의 음극 재료 개발<br>고성능 리튬 공기 배터리를 장착한 전기자동차 개발이 활발해질 전망                                                              | 자동차        |
| 2013.3.15  | 중국, 자동차 연료 표준 및 배출가스 규제 기준 강화<br>자동차 연료 품질 업그레이드 로드맵 발표                                                                      | 자동차        |
| 2013.4.8   | 미국, 박막태양전지 산업 동향<br>- 중국 태양전지 제조회사들이 대규모로 투자하여 태양전지 가격 하락<br>상당수의 태양광발전 회사들이 매각되거나 사업을 접음                                    | 태양광<br>발전  |
| 2013.5.6   | 2013년 세계 태양광발전 산업 동향<br>중국 최대 태양전지 패널 제조회사 파산 신청<br>태양전지 패널의 공급과잉으로 인한 패널 가격 하락, 그러나 화석연료 전력과 가격경쟁력<br>갭추기 위해서는 제조/설치비용 낮아져야 | 태양광<br>발전  |
| 2013.7.26  | 중국, 해상 풍력발전 기술 동향 및 사업 전망<br>12차 5개년 계획을 통해 해상 풍력발전 산업 육성 계획 발표                                                              | 풍력발전       |
| 2013.10.11 | 중국, 태양광발전 기술 동향 및 산업 경쟁력 분석<br>중국 태양전지 제조 기술력 선진국 수준 도달                                                                      | 태양광<br>발전  |
| 2013.10.14 | 중국, '2013년 상반기 풍력발전량 통계 보고서' 발표<br>신규 풍력발전량 2012년 상반기 대비 48% 증가, 중국내 전체 2.8%                                                 | 풍력발전       |
| 2013.11.1  | 세계 스마트미터 시장 동향<br>중국 기업 공격적 스마트미터 도입 노력, 전세계 출하량 89% 차지                                                                      | 신재생<br>에너지 |
| 2013.12.16 | 미국-중국, 태양전지 모듈 생산을 위한 기술 협력<br>태양광 분야에서 협력, 미국 태양전지용 전도성 접착제가 중국 금속 랩 스트루<br>모듈 생산 라인에 사용될 예정                                | 태양광<br>발전  |
| 2013.12.23 | 중국, 태양광발전 동향<br>- 향후 5~10년간 중국 태양광발전 시장은 최대 시장으로 부상 전망<br>정부 지원 없이도 성장이 가능한 산업 자생 능력 확보가 필요                                  | 태양광<br>발전  |
| 2014.1.3   | 중국, 2020년 태양광발전 분야 그리드 패리티 달성 예상<br>정부 지원에 의존하지 않고 성장할 수 있는 환경을 조성할 것                                                        | 태양광<br>발전  |
| 2014.1.10  | 중국, 풍력발전 산업 성장 동향<br>정부지원에 의존한 성장, 비 그리드 풍력발전에 의해 생산한 전력을 그리드에<br>대규모로 송전하지 못하는 문제 지적됨                                       | 풍력발전       |
| 2014.1.20  | 중국, 전기자동차 표준 제정<br>국제 수준에 뒤떨어진 배터리 안전 표준 제정 강화, 표준화 추진<br>기술적인 측면에서 양극 재료와 분리막 핵심 기술 개발 노력 중                                 | 자동차        |
| 2014.6.30  | 중국 태양광사업, EU 무역 분쟁 재가열 조짐<br>중국 제조회사들이 국가 지원을 받아 시장 주도한 것에 징벌적 관세                                                            | 태양광<br>발전  |

| 날짜        | 제목 및 요약                                                                     | 분야        |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2014.7.28 | 중국, 해상풍력 단지조성 3년 늦어진다<br>계획 미달로 목표에 도달하기 어려울 것으로 보여                         | 풍력발전      |
| 2014.8.11 | 베이징, 석탄연료 발전소 닫는다<br>석탄과 석탄 관련 제품 생산 중단, 화력 발전소 등 2020년까지 폐쇄                | 대기오염      |
| 2015.3.16 | 중국 태양광발전 산업 현황<br>핵심 기술설비 및 폴리실리콘은 수입 의존/판매는 해외 시장에 의존                      | 태양광<br>발전 |
| 2015.4.27 | 세계에서 가장 큰 2GW 태양광발전소 건설                                                     | 태양광<br>발전 |
| 2015.4.27 | 2015년 중국은 풍력발전이 투자 하이라이트<br>신재생에너지에서 풍력발전이 주목받을 것으로 예측                      | 풍력발전      |
| 2015.5.11 | 관청대통 리튬 배터리 신재생에너지 분야 20억 위안 투자<br>신재생에너지 자동차 배터리 공급을 시작으로 시장 장악하게 될것       | 에너지       |
| 2015.5.26 | 2015년 1~4월 중국 태양광 발전량 3.82GW 증가<br>1~4월 전력생산 투자액 763억원(RMB), 이중 청정에너지 70.5% | 태양광<br>발전 |
| 2015.7.20 | 중국: 잠재적 육지 태양광에너지 1조 8,600억KW<br>중국 내륙에서 풍력자원 개발 가능한 자원이 50억 KW로 추정         | 태양광<br>발전 |
| 2015.8.03 | 산둥: 계통연계형 신재생에너지 전력 점유율 13.03%<br>풍력, 태양에너지 등 전력이 전체 생산량 13% 차지             | 풍력발전      |
| 2015.8.3  | 2015년 상반기 중국 계통연계형 풍력발전 통계<br>계통연계형 풍력발전이 지난해 같은 시기보다 27.6% 증가              | 풍력발전      |
| 2015.8.17 | 중국: 2015년 상반기 신재생에너지 자동차 판매량 미국 초과<br>세계 가장 큰 신재생에너지 자동차 시장으로 급등            | 자동차       |

## 〈일본〉

| 날짜         | 제목 및 요약                                                                            | 분야         |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2014.3.10. | 일본 경제산업성의 에너지 기본계획<br>- 전력시스템 개혁, 고효율 석탄 화력발전의 유효활용(IGCC, CCS) 등                   | 에너지        |
| 2014.4.7   | 일본, 2014년도 재생에너지 매입가격 및 부과금 결정<br>풍력/중소 수력 분야 추가, 태양광 분야 소폭 축소                     | 신재생<br>에너지 |
| 2014.5.7   | 일본, 연료전지 자동차 보급 촉진을 위한 수소 독립과 압축 천연가스 충전소 기술<br>기준 개정                              | 자동차        |
| 2014.6.16  | 일본, 에너지기본계획 구체화 논의 시작<br>에너지절약, 신에너지, 원자력 등의 분야 구체화                                | 신재생<br>에너지 |
| 2014.6.30  | 일본, 수소/연료전지 전략 로드맵 발표<br>수소 이용 및 활용에 대한 기술적 과제 극복 및 경제성 확보가 목표                     | 자동차        |
| 2014.8.11  | 일본, 재생에너지 발전 설비 도입현황 발표<br>태양광(비거주), 태양광(주택), 풍력, 바이오매스, 중소 수력 순                   | 신재생<br>에너지 |
| 2014.10.13 | NEDO, 태양광 발전 개발 전략 수립<br>신에너지산업기술종합개발기구(NEDO), 발전비용 감소 등 방안 제시                     | 신재생<br>에너지 |
| 2014.11.10 | 일본 총리, 연료전지 자동차 보급 의지 밝혀<br>세계 최초 연료전지자동차/수소스테이션 상업화 예정, 규제철폐 등                    | 자동차        |
| 2015.7.20  | 일본, 2025년 석탄화력 발전효율 55% 향상<br>- 안정적 전력 공급 위해 고효율 석탄화력발전소 개발에 나서                    | 에너지        |
| 2014.3.24  | 도시바, 재생에너지원 확대를 위한 전지에너지저장시스템 발표<br>주파수조정 관리 및 안정적 전력공급 위함, 향후 세계시장 확대 기대          | 신재생<br>에너지 |
| 2014.3.24  | PID에 의한 열화가 발생하지 않는 CIGS 태양전지 모듈 개발<br>CIGS 태양전지 발전 시스템의 도입 및 신뢰성 향상에 기여할 듯        | 태양광<br>발전  |
| 2014.4.7   | 일본, 고성능/에너지 절약형 나노 섬유 필터 개발<br>PM <sub>2.5</sub> 등 입자상 물질을 99.995% 이상 제거한 집진 필터 개발 | 미세먼지       |
| 2014.4.21  | 일본, 잉여 폐열을 활용, 열 발전 튜브 개발<br>활용되지 않던 200°C 이하 저온 미열 활용 연구                          | 신재생<br>에너지 |
| 2014.5.7   | AIST, 상온에서 변환 효율 8%의 필름형 태양전지 개발<br>필름기관 이용한 연료감응형 태양전지로는 최고 수준, 비용 절감할 듯          | 태양광<br>발전  |
| 2014.7.14  | NEDO, 디젤 배기가스 제어용 촉매 제조법 개발<br>내열성 높은 귀금속 나노 입자 담지 촉매의 대량생산이 가능해짐                  | 대기질        |
| 2014.8.25  | 도시바, 박막 태양전지 최고 변환효율 확보<br>세계 최고 에너지변환효율 달성, 본격적 실용화와 시장선점 나서                      | 태양광<br>발전  |

| 날짜         | 제목 및 요약                                                                              | 분야         |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2014.12.22 | 일본, 소형 풍력발전 부품 표준화를 위한 연구개발 착수<br>20KW 이하 소형 풍력발전 시스템 표준화 연구개발 착수                    | 풍력발전       |
| 2015.3.30  | 일본 최대 5MW의 대형 풍력발전 시설 구축<br>풍력 부품 고급 실용화 개발 프로젝트를 통해 연구개발, 설치 완료                     | 풍력발전       |
| 2015.4.27  | 일본 야마가타현에서 파력발전 실증시험 시작<br>해양에너지 기술 연구개발 프로젝트 일환, 공기터빈식 파력발전 개발                      | 신재생<br>에너지 |
| 2015.6.8   | 태양광발전이 도입된 전력시스템의 사이버공격 실시간 감지법 개발<br>안정적인 전력 공급 실현 위한 전력시스템 배전 계통 사이버 보안            | 태양광<br>발전  |
| 2015.7.6   | 일본, 해상풍력 발전용 직류 송전 시스템 개발<br>발생 전력 해상에서 변환하여 육상으로 송전하는 시스템 개발에 착수                    | 풍력발전       |
| 2015.8.17  | 일본, 차세대 CO <sub>2</sub> 회수형 석탄가스화 복합발전 시스템 개발 착수<br>차세대 석탄가스복합발전(IGCC) 시스템 개발에 신규 착수 | 기타         |
| 2014.4.7   | 일본, 재생에너지 발전설비 매월 60만 KW 증가<br>태양광이 압도적, 메가솔라 중심으로 비주력용 성장 주목됨                       | 신재생<br>에너지 |
| 2014.6.16  | 낙도에 일본 최대 430MW의 메가 솔라 착공<br>발전된 전력은 해저 케이블 통해 본토까지 송전                               | 태양광<br>발전  |
| 2014.6.30  | 일본, 풍력발전 도입량 3년 연속 감소, 2001년 이후 최저<br>가장 큰 요인은 2012년 10월부터 시작된 환경영향평가 때문             | 풍력발전       |
| 2014.7.14  | 일본, 최대 100MW의 해상풍력 발전 건설                                                             | 풍력발전       |
| 2014.8.25  | 일본, 재생에너지 20% 돌파, 수력과 태양에너지 세계 5위<br>국가별 도입량 중국이 가장 높고, 태양광은 독일이 최대                  | 신재생<br>에너지 |
| 2014.11.24 | 일본, 풍력시장 규모 확대 전망<br>육상풍력발전 적정지역 감소로 해상풍력발전에 주목                                      | 풍력발전       |
| 2015.3.16  | 일본, 2030년 수력·지열·바이오매스 비중은 15%가 한계, 태양광 및 풍력이 주요 변수                                   | 신재생<br>에너지 |
| 2015.6.08  | 일본 이즈오시마 하이브리드 대형 축전시스템 실증시험 시작<br>방전 출력 변화 완화와 잉여 전력의 재사용, 주파수 안정화 기대               | 신재생<br>에너지 |
| 2015.6.22  | 일본 규슈 지역에서 총 9MW의 태양광 발전소 건설<br>총 9MW의 CIS 태양 박막전지를 공급, 생산 전력은 규슈전력에 판매              | 태양광<br>발전  |
| 2015.7.20  | 일본, 장기에너지 수급전망 발표<br>원자력에 대한 신뢰도 낮으며, 자연재해 등에 안전성 강화 요구                              | 에너지        |
| 2013.1.14  | 일본, 지그비를 활용한 스마트 미터의 보급 확대<br>2016년에 전력 수요의 80%를 스마트 미터로 관리할 계획                      | 에너지        |

| 날짜        | 제목 및 요약                                                                                                              | 분야      |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2013.1.16 | 일본, 대용량 이차전지 시장 동향<br>납축전지가 비상전원 용도로 사용되고 있지만 일상적인 전력수급을 위해 리튬이온 이차전지가 사용될 것으로 예상                                    | 자동차     |
| 2013.2.01 | 일본, 고효율 집광형 태양열발전시스템 개발<br>열병합 시스템 개발, 향후 폭넓은 활용이 기대됨                                                                | 태양열 발전  |
| 2013.2.18 | 일본, 온천 바이너리 발전 현황<br>기존 온천의 열 이용, 온도가 낮은 지열유체 이용 가능                                                                  | 신재생 에너지 |
| 2013.2.22 | 일본, 유압 드라이브 트레인을 탑재한 7MW급 풍력발전설비 개발<br>전력 발전 효율이 향상됨, 2015년 해상 풍력발전 설비 공급 계획                                         | 풍력발전    |
| 2013.4.1  | 일본, 하이브리드 자동차 탑재용 니켈수소전지 시장 확대<br>파나소닉, 하이브리드자동차 탑재용 니켈수소전지 시장 확대 위해 아이들 스톱 시스템 탑재할 에너지 회생 시스템 개발                    | 자동차     |
| 2013.4.12 | 일본, 태양광발전용 파워 컨디셔너 시장 동향<br>잉여전지 매입제도 도입 이후 태양전지 출하량 급격히 증가                                                          | 태양광 발전  |
| 2013.4.15 | 일본, 다나카 프리셔스 메탈스, 연료전지용 촉매 개발<br>- 수송용 연료전지 비롯해 고정형 연료전지 분야로 이용 확대                                                   | 열병합 발전  |
| 2013.5.27 | 일본, 230MW급 태양광 발전소 건설을 위한 환경보호 대책 강화<br>대규모발전소 건설위한 환경보전대책 및 개발인가 취득프로세스 진행                                          | 태양광 발전  |
| 2013.6.10 | 일본, 부유식 해상 풍력발전 실증 프로젝트 실시<br>어업과의 공존 가능성 확인, 설비 활용한 해양목장 활용 가능성 검토                                                  | 풍력발전    |
| 2013.6.17 | 일본, 2040년 에너지 자급률 100% 목표로 재생가능 에너지 확대<br>태양광 발전 도입량 증가 후 풍력발전 증가 계획, 소수력 발전, 지열 발전, 목질계 바이오매스 발전에 의한 스마트 커뮤니티 건설 추진 | 신재생 에너지 |
| 2013.7.1  | 일본, 지열발전 산업 동향<br>원전사고 이후 풍력발전 다음으로 각광받는 기술                                                                          | 신재생 에너지 |
| 2013.7.15 | 일본, 집광형 화합물 태양전지의 광전 변환 효율 44.4% 달성<br>태양전지의 광전 변환 효율 향상은 태양광발전비용 저감에 크게 기여                                          | 태양광 발전  |
| 2013.7.22 | 일본, 2013년 태양광 발전 시장, 세계 1위 전망<br>일본 태양광 관련 시장 규모가 세계 최대 시장을 형성할 전망                                                   | 태양광 발전  |
| 2013.7.29 | 일본, 에너지 저감을 위한 태양열과 도시가스 병용시스템 개발<br>도시가스가 온수 공급용으로 사용 비율 높으므로, 태양열과 도시가스를 병용하는 온수공급 시스템을 개발, 판매 예정                  | 태양열 발전  |
| 2013.8.12 | 일본, 도요타, 지능형 무공해 도시 시스템 구축 프로젝트 참여<br>충전 인프라 필요성 및 교통시스템에 전기자동차와 플러그인 하이브리드 자동차 활용 가능성에 대한 연구 수행 예정                  | 신재생 에너지 |

| 날짜         | 제목 및 요약                                                                                 | 분야         |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2013.8.19  | 일본, 2023년 21.8GW급 에너지저장시스템 도입 전망<br>2023년 풍력 및 태양광발전 통합 에너지 저장 시스템 용량 21.8GW 달할 예정      | 신재생<br>에너지 |
| 2013.8.28  | 일본, 금속-공기 전지용 산화물 전극촉매 개발<br>상용화되면 전기자동차 보급 확대 기여뿐 아니라 풍력 및 태양광발전으로 생산된 전력의 평준화에도 활용 가능 | 신재생<br>에너지 |
| 2013.8.30  | 일본, 태양광 모듈의 발전효율 저하 방지 박막코팅기술 개발<br>태양광발전의 상용화에 크게 기여할 전망                               | 태양광<br>발전  |
| 2013.9.23  | 일본, 2015년 49MW급 목질계 바이오매스 발전소 가동 예정<br>일본 최대 규모의 목질계 바이오매스 발전                           | 신재생<br>에너지 |
| 2013.10.14 | 일본, 연안지역 및 해상의 풍력발전 설비 건설 동향<br>부체식 풍력발전기 설치 및 부체식 해상 풍력발전기 실증시험 추진                     | 풍력발전       |
| 2013.10.18 | 일본, 폴리머 유기 박막 태양전지의 광전변환효율 10% 달성<br>유기 박막 태양전지의 실용화 앞당길 것으로 보여                         | 태양광<br>발전  |
| 2013.10.18 | 일본, 100MW 이상의 메가 솔라 2015년에 운전 개시                                                        | 태양광<br>발전  |
| 2013.11.08 | 일본, 2014년 바다에 띄우는 초대형 풍차 2기 건설<br>2종류의 부체식 설비를 띄워 풍력발전 실용화 프로젝트 실시 예정                   | 풍력발전       |
| 2013.11.11 | 일본, 배터리를 연결한 파워 컨디셔너 개발<br>발전량, 누적 발전량 표시 등, 향후 HEMS와 통합 추진 기대                          | 태양광<br>발전  |
| 2013.11.18 | 일본, 목질계 바이오매스 발전소 2016년에 운전 개시<br>-일본 최대 목질계 바이오매스 발전소 건설 결정                            | 신재생<br>에너지 |
| 2013.11.25 | 일본, 도요타 친환경 자동차 충전기 인증시험 진행<br>전기자동차 충전기 설치사업 활성화시킬 방안 검토                               | 자동차        |
| 2013.11.29 | 일본, 원통형 연료감응 태양전지 개발<br>설치 면적 줄이고 유지 보수 쉽게                                              | 태양광<br>발전  |

# Abstract

## **A cooperative study to enhance urban air quality in East Asia**

East Asia has suffered from severe air quality with the largest pollutants emissions, which causes great concern for environmental health. Despite the international cooperation programs during two decades, the cooperation has not been successful due in part that differences in political standpoints and due in part to lacking of coordination capacity for the programs. The enhanced coordination will be essential for the facilitating dialogues among stakeholder that can lead to an international agreement. Also, there should be the framework that can cover comprehensive agenda including energy efficiency and conversion from coal consumption to cleaner or renewable energy sources. Thus, the technology transfer of green technology by promoting mutual benefit in East Asia could be one of the most important and efficient ways to mitigate air pollution in East Asia because the agreement among the scientific communities will take significant time. Therefore, it is necessary to make more efficient and active dialogue among summit to boost East Asian cooperation that can make the market system to facilitate green technology transfer.

Keywords : Air Quality, International Cooperation, East Asia

## | 저자 약력 |

### 심창섭

미국 조지아공대 대기과학 박사

한국환경정책·평가연구원 연구위원(현)

E-mail : cshim@kei.re.kr

### 주요 논문 및 보고서

「동아시아 환경변화분석 및 대응 연구(I): 기후대기 및 생물자원을 중심으로」 (2014, 한국환경정책·평가연구원)

「동북아 지역의 대기관리를 위한 국제협력 기획연구」 (2013, 한국환경정책·평가연구원)

### 장임석

서울대학교 대기과학 박사

국립환경과학원 연구관(현)

E-mail : lschang@me.go.kr

### Naohiro Kitano

미국 코넬대학교 도시정책학 박사

일본 국제협력단 연구소장 대리 (JICA-RI)

E-mail : Kitano.Naohiro@jica.go.jp