

중국의 최근 대기오염 규제 및 관리 정책에 대한 고찰

최민욱*

요약 : 중국의 고속 경제성장과 도시화·산업화는 생활환경 전반을 급격히 악화시키고 있으며, 특히 대기오염물질은 중국 국내 뿐 아니라 인접국가인 한국의 대기환경 악화의 주요 외부요인으로 작용하고 있다. 최근 중국 정부는 석탄연소로 인한 대기오염에 대한 방지·관리와 대기환경 개선 정책을 대대적으로 시행해 왔다. 본 연구에서는 석탄연소에 따른 대기오염과 석탄화력 발전 대기오염물질 배출에 대한 중국정부의 규제관리 동향을 살펴봄으로써 중국 대기환경 정책의 주요 제도적 배열의 흐름과 상세 현황을 파악하였다. 그 결과, 석탄화력발전 대기오염물질 배출에 대한 중국 정부당국의 규제는 권역별 규제와 발전설비 유형별 규제 실시 등을 통해 이 전보다 세분화된 것을 확인하였고, 대기오염물질 배출허용 기준 역시 강화되고 있으며, 13차 5개년 계획 기간의 목표년도인 2020년에 맞춰 직접적인 규제 및 방지 관리 등이 정책제도 측면에서 더욱 강화될 것으로 파악되었다. 하지만, 중국 대기질 개선 정책의 실질적인 효과와 실행 가능성 여부는 과학적 근거에 기반을 두고 신중하게 평가되어야 하며, 한국 등 인접국가에 미치는 영향이 충분히 고려되지 않은 한계점에는 개선이 요구된다. 이를 위해서는 지속가능한 한·중 환경협력 네트워크를 구축하고 강화시켜 나가는 것이 필수적으로 전제되어야 하며, 비단 중국의 대기오염뿐만 아니라 에너지정책, 산업·기술, 글로벌 환경거버넌스 등 다양한 요인을 고려한 통합적 접근과 중장기적인 연구가 필요하다.

주제어 : 대기오염물질 배출, 초미세먼지(PM2.5), 중국, 석탄연소, 석탄화력발전, 규제·관리 정책

JEL 분류 : O25, Q28, N45, L50

접수일(2018년 5월 31일), 수정일(2018년 8월 6일), 게재확정일(2018년 8월 29일)

* 한국환경정책·평가연구원 기후대기연구부 초빙연구원, 국제정치경제학 박사, 교신저자(e-mail: muchoi@kei.re.kr)

An Overview on China's Recent Air Pollution Regulation and Management Policy

Min Uk Choi*

ABSTRACT : Rapid economic growth, urbanization, and industrialization of China have tremendously degraded the overall quality of living environments, especially the air quality, not only negatively affecting Chinese people but also impacting citizens of neighboring countries, namely Korea. The Chinese government has invested much effort to regulate the air pollution due to burning coal through introducing strict environmental monitoring policies and aggressive implementation. This paper presents an overview of Chinese air pollution prevention policy due to burning coal, and the associated trends and specifics of institutional arrangements regarding air pollutant emission regulations. It turns out that the policies have become stricter than before; some polices are geared towards enforcing extra regulation at the regional level. It is expected that the regulation will become stricter in the future. However, the actual contribution and feasibility of such policies must be analyzed based on sound science. The policies seem to care little about influencing the air quality of Korea, and this has to be improved. In order to do so, it is important to strengthen environmental cooperation between Korea and China, and better yet to research on not only the air quality but also the associated fields, such as energy, industrial technology, and global environmental governance.

Keywords : Air pollutant emission, Particulate Matter 2.5(PM2.5), China, Coal burning, Coal-fired power plant, Regulatory and management policies

Received: May 31, 2018. Revised: August 6, 2018. Accepted: August 29, 2018.

* Invited Research Fellow, Dept. of Atmospheric and Climate Change Research, Korea Environment Institute, Ph.D. in International Political Economy, Corresponding author(e-mail: muchoi@kei.re.kr)

I. 서론

1. 연구 배경과 목적

중국에서는 고속 경제성장과 급격한 도시화·산업화, 자동차 사용 급증 및 공장 매연의 무분별한 배출, 석탄을 이용한 겨울철 난방 급증으로 인한 계절성 오염배출 증대 등에 따라 최근 몇 년 동안 전국의 대기환경 악화가 심각한 문제로 되어 왔다. 특히 중국 징진지(京津冀; 베이징(北京), 톈진(天津)을 비롯하여 허베이성(河北省) 11개 도시를 포괄하는 수도권 지역)를 포함한 중·동부 지역에서는 대기오염물질을 포함한 차가운 공기가 지상 부근에 정체되기 유리한 기상요인, 오염물질의 지상 축적을 가중시키는 분지 형태의 지형구조, 가을철 수확기에 광범위한 야외소각에 따른 대기오염물질 유입, 겨울철 석탄 집중난방 등 요인으로 심각한 대기질 악화 문제가 통례로 인식되고 있다(微小粒子狀物質(PM2.5)に関する専門家会合, 2013).

이러한 중국 발생의 대기오염물질은 장거리 수송효과를 통해 작금 우리나라의 미세먼지 고농도일 발생 및 대기환경의 전반적인 악화에 있어 주요 외부요인으로 작용하고 있다(김종희 외, 2016; 서울연구원, 2016). 우리나라의 미세먼지 고농도 발생에 있어 기여도가 높은 것으로 추정되는 중국의 징진지(수도권) 및 주변지역에 대해 중국 정부당국의 대기환경 개선 정책이 강도 높게 시행되고 있으며, 우리나라 국내 다양한 배출원 부문에서 종합적인 미세먼지 저감 정책이 시행되고 있음에도 불구하고, 미세먼지 고농도 발생일이 연례적으로 발생하고 있어 전 국민의 건강이 우려되는 상황이다.

중국 정부는 최고 권력자와 중국 공산당 당 중앙의 ‘환경보호 추진 및 생태문명 건설을 위한 환경감독 강화’라는 정책기조와 강력한 정책집행의 의지를 기반으로 하여, 제정 후 25년 만에 대폭 개정·강화된 新「환경보호법」을 2015년 1월부터 시행하면서 엄격한 환경법규 제정 및 제도지침 정비를 추진하였다. 이와 동시에, 중국 정부는 지방정부와 환경부처의 감독 및 책임소재 강화를 통한 정부의 환경보호 감독체계 가동, 청정에너지로의 대체 전환을 통한 국가 에너지믹스의 재편, 대기오염 유발의 석탄연소 보일러 퇴출을 통한 석탄사용 제한, 징진지 및 주변지역의 대대적인 환경특별단속 및 현장 순찰을 통해 환경오염유발 업체에 대한 기업 감찰과 직접 규제(영업정지, 이전, 폐쇄 및 퇴출 조치 등) 강

화, 대기오염물질 배출 및 수치 조작 행위에 대한 엄격한 법 집행, 환경감독 정보의 공개 및 투명성의 제고 등 강도 높은 대기환경 개선 정책을 대대적으로 시행해 왔다.

중국 정부에 따르면, 이러한 대기환경에 대한 개선 노력으로 2013년 9월의 「대기오염 방지 행동계획」 10대 조치에서 제시되었던 대기질 개선 및 대기오염물질 저감 목표를 2017년 하반기에는 대부분 달성하는 등 대기환경 개선에 있어 가시적인 성과를 보이고 있다. 지난 2017년 12월 10일에 중국 환경보호부 장관은 중국 환경발전 국제협력위원회 2017년 회의에서, 전국 338개 지급이상 도시¹⁾에서 PM10의 2017년 1~11월 평균농도는 2013년 동기대비 20.4% 하락하여 개선 추세를 보였고, 중국의 3대 경제권역인 징진지, 장강삼각주, 주강삼각주 지역²⁾에서 PM2.5의 2017년 1~11월 평균농도는 2013년 동기 대비 각각 38.2, 31.7, 25.6% 하락하여 모두 개선 추세를 보였으며, 특히 베이징에서 PM2.5의 2017년 1~11월 평균농도는 2013년 동기대비 35.6% 하락하여 개선추세를 보이는 한편, PM2.5 연평균 농도 역시 「대기오염방지 행동계획」에서 제시했던 저감 목표 수치인 $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 통제했음을 표명하였다(Li, 2017).

그러나 중국 환경 통계의 신뢰성에 대한 우려 뿐만 아니라, 미세먼지 고농도 발생을 야기하는 주요 대기오염물질인 PM2.5가 기본적으로 성분과 발생원 및 원인물질이 다양하고 생성과정 역시 복잡하여 정확한 원인규명이 어려운 특성을 가지고 있음을 고려한다면(국립환경과학원, 2013), 중국 정부당국이 최근 시행하고 있는 대기질 개선 정책의 대기오염물질 저감 효과에 대해서 보다 신중한 접근과 과학적이고 객관적인 통계데이터에 근거한 실증적 판단이 필요하며, 나아가 한·중 양국의 관측데이터 정보 공유 및 미세먼지 고농도 발생의 원인규명에 대한 연계강화 역시 향후 구축 및 강화될 필요가 있다고 판단된다. 그에 앞서 본 연구에서는 중국 정부가 최근 들어 시행하고 있는 대기오염 규제·관리에 대한 정책 동향 및 제도적 배열을 살펴봄으로써 중국 대기환경 정책 동향을 우선적으로 파악하고자 한다.

본 연구는 2013년 1월 중국 베이징을 중심으로 발생했던 미세먼지 고농도 에피소드를

-
- 1) 중국의 행정구역 체계는 성(省)급-지(地)급-현(縣)급-향(鄉)급의 4단계로 이루어져, 중국의 지급 도시는 통상 2급 행정구역을 지칭하며, 지구(地區), 자치주(自治州), 맹(盟), 대도시(大市) 등이 있음.
 - 2) 징진지(京津冀)는 베이징, 톈진을 비롯하여 허베이성 11개 도시를 포괄하는 수도권 지역을, 장강삼각주(長三角)는 상하이를 비롯하여 장쑤성 9개 도시, 저장성 8개 도시, 안후이성 8개 도시를 포괄하는 지역을, 주강삼각주(珠三角)는 광둥성 중남부의 9개 도시를 포괄하는 지역을 지칭함.

계기로 더욱 강화되고 있는 중국의 대기오염 규제 및 관리 정책에 대해서 중국의 고농도 대기오염 발생 및 심화의 주요 원인인 석탄연소에 따른 대기오염과 석탄화력발전 대기오염물질 배출에 대한 중국정부의 규제관리 정책 동향과 주요 내용을 살펴봄으로써 중국의 대기환경 정책과 대기오염물질 배출 규제관리 정책의 제도적 배열의 흐름을 고찰하고자 한다. 그리고 13차 5개년 계획 기간 동안(2016~2020년)에 갖춰지는 유관 정책을 기초로 석탄연소 및 석탄화력발전에 대한 규제관리와 함께 중국 대기환경 정책 전반의 향후 방향에 대해서 살펴보고자 한다.

2. 선행연구 검토와 연구의 범위

중국이 최근 대기환경 규제 및 관리를 강화함에 따라 우리나라에서도 중국 대기환경 개선에 관련한 법규 및 정책에 대해 분석과 고찰을 수행하였으며, 추장민 외(2010), 강택구 외(2013), 강택구·조성재 외(2014), 추장민 외(2016; 2017), 이수철(2017), 김윤희·정도숙(2017)의 연구가 대표적이다. 추장민 외(2010)는 중국의 환경정책 현황 및 전망, 한·중 환경협력에 대한 분석을 바탕으로 중점협력분야 및 추진과제 등을 제시하였다. 강택구 외(2013)는 한·중 양국의 대기오염 현황에 대한 비교 분석, 양국 대기오염 관리 정책의 검토, 대기오염 저감 관련한 중국의 국제협력 현황 및 양국의 대기오염 저감 기술 수준 검토 등을 통해 한·중 협력 방안을 도출한 바 있다. 강택구·조성재 외(2014)는 중국 환경오염의 현황과 환경규제 실태 및 방향에 대한 파악과 함께 환경규제 강화 추세 배경 하에서 중국에 진출한 조선, 섬유, 반도체 산업부문의 동북아 기업들의 대응 등을 분석하였다. 추장민 외(2016)는 한·중 양국의 대기오염 현황, 이동오염원의 대기오염 기여율, 대기오염저감 정책 및 협력 현황에 대한 분석을 통해 한·중 이동오염원의 대기오염 저감에 대한 협력방안을 제시하였다. 한편, 추장민 외(2017)에서는 한·중 양국의 권역별 고정 오염원 관리 정책 및 기술에 대한 비교 분석을 통해 권역별 고정 오염원의 대기오염 저감을 위한 한·중 양국의 협력방안을 도출하고 양국 관계변화에 따른 시나리오별 한·중 고정오염원 대기오염 저감 협력방안 등을 제시하였다. 이수철(2017)은 일본의 기존 문헌에 대한 고찰을 통해 미세먼지 발생 현황과 대책에 대해 제시하였고, 한·중·일 환경협력에 있어 지속 가능한 실효성 있는 대책 추진을 위해서 대기오염방지 관련 법

적 효력이 있는 협약을 체결함과 함께, 정부간 정책협력과 도시간 및 기업간 교류가 함께 중요함을 강조한 바 있다. 김윤희·정도숙(2017)은 중국의 환경단속 강화 관련 최근 동향과 환경관련 주요 법규 및 규제강화의 동향을 분석하고 환경감독처별 주요 사례 및 그 시사점을 제시하였다.

중국 발생의 대기오염물질이 장거리 광역이동특성 및 장거리 수송효과를 통해 우리나라의 대기미세먼지 고농도일 발생과 대기환경 악화에 있어 주요 외부요인으로 작용하고 있음을 제시한 연구로는 김종희(2016), 서울연구원(2016) 등이 있다. 김종희(2016)는 서울의 고농도일인 2014년 2월 24~27일에 대한 동아시아 배출원 지역별 일평균 기여율 중에서, 중국의 기여율은 최대 53.19%(2014년 2월 25일)로 가장 높은 기여도를 보였으며, 특히 중국 내 각 지역 중 산둥(山東), 허난(河南) 권역의 기여도가 가장 높으며, 베이징, 톈진, 허베이, 산시(山西) 권역의 기여도가 다음으로 높음을 제시하였다. 서울연구원(2016)은 서울시 오염물질 농도에 대한 평상시 지역별 기여도에 있어, 2015년 8, 10월, 2016년 1, 4월의 4개월을 대상 기간으로 하여 국외(중국, 북한 등) 미세먼지의 기여율이 PM10 54%, PM2.5 55% 임을 분석하였고, 고농도사례에 대한 분석의 경우 2015년 10월 19일~22일을 대상 기간으로 하여 국외(중국, 북한 등) 기여율이 72%이며, 이는 중국 허베이성, 산둥성 발생 대기오염물질의 장거리 수송 효과에 기인한 것으로 제시하였다.

한편, 중국의 정책동향이 한·중 대기질에 미칠 영향, 한국의 정책 환경 또는 국제 에너지 시장에 미칠 영향 등에 대해 객관적이고 경제학적인 분석을 수행한 연구로는 박창원 외(1998), 김정인(2001), 김영미·이명현(2013a; 2013b), 반치·민동기(2017)의 연구가 대표적이다. 박창원 외(1998)는 중국의 에너지소비 관련 시계열 자료를 오차수정벡터모형을 통해 에너지 장기수요를 추정한 결과, 에너지원 별 소비에 있어 석탄이 전체 75%를 차지하고, 원유 및 천연가스는 각각 3%, 2%의 소비 비중을 보일 것으로 전망하였다. 그리고 도출된 에너지원 별 수요량 추정을 근거로 EPA 배출계수를 통해 대기오염 배출량을 추정한 결과, 중국의 공업발전 부문에서 SO₂, NO_x, CO₂ 오염배출량은 총 오염발생량의 60% 이상을 차지할 것(2010년 기준)으로 추정하였다. 김정인(2001)은 중국의 대기오염 현황과 이로 인한 사회적 비용의 추정치를 제시하고, 중국의 에너지 수급현황 및 전망을 검토하는 한편, 중국의 대기오염 배출 저감을 위한 한·중·일 에너지, 환경협력 방안으로 전력계통 연계, 중국 환경산업 진출을 위한 협력, 천연가스 파이프라인의 건설을 위

한 에너지 협력 등을 고찰하였다. 김영미·이명현(2013a)은 중국의 화력발전산업을 대상으로 투입물거리함수를 추정하여 CO₂의 암묵가격을 추산한 결과 1981~2009년 기간에 걸쳐 CO₂ 1톤 감축에 있어 연간 평균 약 3.2달러의 비용이 발생하고, 전력생산과정에서 100%의 기술효율성 제고를 전제로 하여 연간 평균 약 2천 5백만 톤을 달성 가능한 최대 CO₂ 잠재감축량으로 산정하였다. 그리고 투입요소 간 대체탄력성을 측정한 결과, 석탄과 석유 등의 연료와 자본은 상호 대체가능하며 자본이 연료를 더 용이하게 대체하는 것으로 분석하였다. 김영미·이명현(2013b)은 중국의 탄소배출권 거래 시범지역으로 지정된 7개 지역 중 베이징시, 충칭시 제조업을 대상으로 생산의 기술효율성 100% 달성을 전제로 하여 투입물거리함수를 추정한 결과, 각각 516만 톤, 1,704만 톤을 달성 가능한 최대 CO₂ 잠재감축량으로 산정하였다(2010년 기준). 반치·민동기(2017)는 중국의 30개 지역을 대상으로 자료포락분석법을 통해 지역별 탄소배출량 단위당 산출량의 기술적 효율성을 추정한 결과, 하이난성, 베이징시, 톈진시 등의 탄소배출 효율성이 상대적으로 높았고, 중국의 지역별 탄소배출 효율성은 서부, 동북부, 동부, 중부 순으로 지역별 차이가 크게 나타났음을 추정하였다. 그리고 패널자료 분석을 통해 각 지역의 탄소배출 기술적 효율성에 미치는 영향요인을 분석한 결과, 제3차 산업의 비중이 클수록 효율성이 개선되고, 중공업, 석탄소비, 수출입 등의 비중이 클수록 효율성이 악화되는 것으로 추정하였다.

중국 정부가 국내 권역별 광역관리를 통한 대기오염 공동방지 및 지역 간 협력을 강조함에 따라 최근 중국에서는 이와 관련한 연구가 다수 이루어지고 있으며, 대표적인 연구로는 Xie and Chen(2014), Liu and Du(2016), Wang et al.(2017) 등이 있다. Xie and Chen(2014)는 중국 징진지 지역을 사례로 하여, 광범위한 권역에서 발생하는 대기오염에 대응하기 위한 차원에서 제도, 행위자, 메커니즘 등이 연동하는 국가 거버넌스 프레임 하에서의 ‘대기오염에 대한 권역별 연동의 방지관리체계’를 강조하였다. Liu and Du(2016)는 대기오염 연계방지 및 연계관리 체계의 구축을 통해 대기환경 개선에 대한 공동협력의 실천을 강조하였다. Wang et al.(2017)는 중국의 대기오염물질 배출효율 및 배출기술 수준의 제고에 있어 경제발전수준, 산업구조 업그레이드 및 과학기술 혁신 등의 요소는 주로 긍정적 작용을 하는 반면, 석탄소비 비중의 상승과 인구밀도의 과대는 주로 억제 작용을 하는 것을 규명하였다. 그리고 중국 동부지역이 중·서부지역보다 대기오염물질 배

출효율 및 배출기술 수준에 있어 월등한 우위를 보이고 있음을 밝혔다.

기존 선행연구에서는 중국의 고농도 대기오염 발생 및 심화의 주요 원인인 석탄연소에 따른 대기오염과 석탄화력발전 대기오염물질 배출에 대한 중국 정부당국의 규제관리 정책 및 제도적 배월에 대한 주된 고찰과 함께 중국의 국민경제사회발전 5개년 계획에 의거하여 석탄사용 및 석탄화력발전에 대한 향후 규제관리 및 대기환경 정책전반의 방향을 집중적으로 전망한 연구가 다소 부족한 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 2013년 1월 중국 중·동부 다수 지역에서 발생했던 대기오염 고농도 일을 계기로 하여 지금까지 진행되어 온 중국의 대기오염방지 행동계획 10대 조치(2013.9), 대기오염방지법의 전면 개정(2015.8), 징진지 및 주변지역 2017-2018년 가을·겨울철 대기오염 종합관리 행동방안(2017.8), 푸른하늘 보위전 완승 3년(2018~2020) 행동계획(2018.7) 등 석탄연소로 인한 대기오염 방지 및 관리 관련한 중국의 대기환경 정책의 유관 제도적 배열을 살펴보는 한편, 화력발전소 대기오염물질 배출기준(GB13223-2011), 중점지역 대기오염 특별배출제한 기준치와 중점규제지역에 대한 설정, 2020년까지 달성을 목표로 하는 초저배출 기준 이행의 지시 등 석탄화력발전 대기오염물질 배출에 대한 중국정부의 규제관리 정책 양상에 대해 살펴보고자 한다.

본 연구는 연구의 특성상 중국의 대기환경 규제·관리와 관련한 제도적 배열(법률, 행정법규, 부처규정, 환경기준 등)³⁾에 대한 문헌연구 조사 위주로 집중적으로 진행되었으며, 추가적으로 대기환경 관리 및 대기오염물질 배출 규제, 국가 에너지 정책 관련하여 중국 유관부처 홈페이지 조사(환경보호부(현 생태환경부), 국무원, 국가발전개혁위원회, 재정부, 공업신식화부, 국가에너지국 등)와 관련 사례 및 이슈에 대한 언론보도 기사 검색 등을 통해 석탄연소에 따른 대기오염 및 석탄화력발전 대기오염물질 배출에 대한 중국정부의 규제관리 정책의 동향 및 현황, 주요내용, 제도적 배열의 흐름에 대한 상세 조사를 진행하였다.

3) 중국의 환경 법률체계는 「환경보호법」을 환경관리의 기본적인 법률로 하고, 「대기오염방지법」, 「물오염방지법」, 「토양오염방지법」 등 개별 환경 및 자원 관련 법률로 두고 있는 한편, 중앙정부의 행정법규(국무원 제정의 조례, 방안, 실시세칙 등)와 유관 행정부처의 규정(방안, 통지, 의견, 계획 등), 그리고 지방정부 차원의 환경 관련 법규 및 행정규정, 그 밖의 행정명령 등을 시행하고 있음(한국환경정책·평가연구원, 2016).

II. 본 론

1. 석탄연소 관련 대기환경 정책

1) 대기오염방지 행동계획 10대 조치

2013년 1월 중국 베이징을 중심으로 하는 중·동부 다수지역에서 심각한 대기오염이 발생하였는데, 이때 1월 중 환경기준 달성일은 5일에 불과하였다. 베이징 시내의 경우 다수지역이 $700\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 상회하였고 베이징 시즈먼(西直門)북, 남3환, 올림픽체육센터 등 측정국의 PM2.5 실시간 농도는 $900\mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO 기준: $25\mu\text{g}/\text{m}^3$) 를 상회하였으며, 특히 시즈먼북 도로측정국의 PM2.5농도 최고치는 $993\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 기록하는 등 대기오염 고농도 일이 발생하였다(中國東方早報, 2013.1.14.). 또한 베이징의 계속된 대기질 악화로 인해 대기질 지수는 6급⁴⁾의 매우 심각한 오염 수준이었고(中國新京報, 2013.1.13.) 베이징 기상국에서는 기상 예·경보사상 첫 스모그 주황색 예·경보⁵⁾가 발동되었으며, 대기오염이 가장 심각했던 징진지 지역의 베이징, 스자좡(石家莊), 바오딩(保定), 한단(邯鄲), 톈진, 창저우(滄州), 랑팡(廊坊), 탕산(唐山) 등은 모두 스모그 주황색 예·경보를 발동하는 등의 심각한 대기질 악화가 지속적으로 발생하였다.

이에, 중국 국무원은 대기오염방지 관련 특별지침으로서 2013~2017년 5년간 시행을 목표로 하는 「대기오염방지 행동계획(大氣污染防治行動計劃)」 10대 조치(일명 ‘대기 10조’)⁶⁾를 2013년 9월 10일에 공표하였다. 2013년 1월에 발생했던 고농도 대기오염 현상은 전 국민의 건강을 위해하고 국민 생활의 질을 저하시켰을 뿐만 아니라 공장의 생산 정지 및 건설공사의 중지, 교통사고의 다발과 교통 이용 제약 등 경제적·사회적 손실을 가져왔다. 이에 대기질 문제에 대한 중국 전 사회의 관심이 재차 고조됨에 따라 동 조치는 이러한 대기오염 문제를 국가적 차원에서 접근하고 대기질 악화의 근본적인 해결과 개

4) 중국은 주요 대기오염물질인 SO₂, NO₂, PM10, PM2.5, CO, O₃ 농도로부터 환산된 대기질 지수(AQI)를 기준으로 이를 6단계로 구분하여 인체건강영향에 대한 주의판단 및 대기오염 대응조치를 하고 있는데, 6급은 AQI가 300을 초과하는 매우 심각한 오염 단계(적갈색 등급으로 일평균 PM10농도는 $420\mu\text{g}/\text{m}^3$ 상회, 일평균 PM2.5농도는 $250\mu\text{g}/\text{m}^3$ 상회)임(中國國家環境保護標準, 2012; 中國環境保護部, 2012).

5) 중국 스모그 예·경보 신호는 원래 주황색과 황색 2종류로 구분되었으나, 적색이 새로 추가되어 대기오염이 심각한 순서로 적색(매우 심각), 주황색(심각), 황색(중간) 등으로 구분됨(北京市氣象局, 2016).

6) ‘대기10조(大氣十條)’, ‘물10조(水十條)’, ‘토양10조(土十條)’는 중국 환경보호정책의 가장 기본적인 3대 정책임.

선을 도모하고자 제기되었다. 또한 동 조치는 ‘전국, 중점지역, 베이징’으로 권역을 구분하여 각각 명확한 대기오염물질 저감 목표를 제시하였는데 첫째, 전국 지급(地級)이상 도시의 경우 2017년까지 PM10 농도를 2012년 대비 10%이상 저감할 것을, 둘째, 중점지역(징진지, 장강삼각주, 주강삼각주 등 지역)의 경우 PM2.5 농도를 각각 25%, 20%, 15% 저감할 것을, 셋째, 수도인 베이징의 경우 PM2.5 연평균 농도를 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 유지·달성할 것을 목표로 하였다).

한편 대기10조는 대기오염에 대한 실질적인 감축과 대기질의 효과적인 개선을 위해 10대 조치를 제시하고 있다(<표 1> 참조).

<표 1> 대기오염방지 행동계획 10대 조치 주요 내용

10대 조치	주요 내용
① 종합관리 역량 제고 및 대기오염물질 배출 저감	공업오염원, 면오염원 및 이동 오염원에 대한 규제 강화
② 산업구조 고도화를 통한 산업구조 전환 추진	에너지 다소비, 오염물질 다배출 산업의 신규증설에 대한 엄격한 통제, 낙후된 생산시설 퇴출, 생산능력과잉 업종의 건설프로젝트 진행 중지
③ 기업 기술개발 가속화 및 과학기술 혁신능력 강화	과학기술연구의 개발 및 보급 강화, 청정생산 및 순환경제 추진, 에너지절약 및 환경보호산업 육성
④ 에너지 소비구조 개선 및 청정에너지 공급 제고	석탄 소비총량 규제, 청정에너지의 대체이용 확대, 석탄의 청정이용 추진, 에너지 사용효율 제고
⑤ 에너지 절약 및 환경보호 진입장벽 강화	산업구조 조성, 에너지 절약 및 환경보호 지표 제고
⑥ 시장 메커니즘의 작용을 활용한 환경경제정책 개선	세금부과 정책 실시, 투·용자 경로 확대를 통한 대기오염예방에의 민간투자 장려
⑦ 법률법규 정비 및 관리감독 강화	환경감독관리 능력 제고, 환경보호법 집행능력 제고, 환경정보 공개
⑧ 지역 간 협력체계 구축	징진지, 장강삼각주 등 권역에 있어 환경문제 논의, 정보공유 및 예·경보 시스템 확충 등의 대기오염방지조치 공동 실시
⑨ 예·경보 모니터링 긴급 체계 구축	PM2.5 모니터링 시스템 및 정보공개체계 구축, 책임평가제 실시, 오염심각 경보체계 확립
⑩ 정부·기업·사회의 책임소재 명확화 및 전국민 환경보호 참여 유도	지방정부의 통솔책임 명확화, 부처간 협력강화, 기업관리 강화, 사회참여 확대 유도

자료: 中國國務院(2013)을 발췌·참조하여 저자 작성.

7) 리간제(李干傑) 중국환경보호부 장관의 성명(중국환경발전국제협력위원회 2017년 회의, 2017.12.10.)에 따르면 ‘대기 10조’에서 제시했던 목표는 2017년 말에 대부분 달성했음을 알 수 있음(Li, 2017).

2) 개정 대기오염방지법

중국은 대기환경관리 정책의 틀을 마련하기 위해 1987년 9월 5일 「대기오염방지법」(大氣污染防治法)(1988년 6월 시행)을 제정하였다. 동 법에서는 제24조 ‘석유정제, 합성 암모니아 생산, LPG·석탄코크스 연소, 비철금속 제련 등의 과정 중 배출되는 황화물함유 기체에 대해서 반드시 탈황설비를 갖추거나 또는 기타 탈황조치를 취해야 한다’(中國全國人民代表大會常務委員會, 1987)를 통해 석탄연소에 따른 대기오염 방지 및 관리 관련 내용을 다루고 있으나, 세부적인 대책 및 정책수단이 명확하게 제시되지 않아 중국의 산업화 성장과 도시화 발전에서 기인하는 심각한 대기오염 상황을 관리하기에 다소 역부족이라는 비판이 제기되어 왔다.

이에 동 법은 1995년 8월 29일 수정안을 통해 기존 법률에 더해 오염물질 배출에 대한 총량규제의 실시, 기업의 청정생산 실시, 낙후된 공업 및 설비에 대한 퇴출제도의 시행, 석탄연소로 인한 대기오염방지 규제 관련한 대책 및 수단의 제정 추진 등 9개 조항이 추가되었다. 특히 석탄연소로 인한 대기오염 방지에 관련한 규제의 대책 및 수단이 본 수정안을 통해 확립되기 시작하였다(<표 2> 참조).

<표 2> 대기오염방지법(1995년 수정안)의 석탄연소로 인한 대기오염 방지 관련 세부조항

구 분	제3장 석탄연소로 인한 대기오염 방지
제19조	- 국무원 유관 주관부서는 국가 규정의 보일러 먼지배출기준에 따라 보일러제품 품질표준에 상응하는 요구사항을 규정하며, 동 요구사항을 미달하는 보일러는 제조, 판매, 수입을 불허함
제20조	- 신축 공업요로*와 신설 보일러의 먼지배출은 규정된 배출기준을 초과하지 않아야 함
제21조	- 도시건설은 종합적으로 계획을 수립하여, 열원 문제를 통일되게 해결하고 집중난방을 개발함
제22조	- 국무원 유관부서와 지방 각급 인민정부는 도시연료구조 개선, 도시가스 개발, 성형탄의 생산 및 사용 보급 확대 조치를 취함
제23조	- 인구집중지역에 석탄, 석탄맥석, 석탄재, 석탄회분, 석회를 보존할 시 대기오염 방지를 위해 방연(防燃), 방진조치를 취함
제24조	- 국가는 석탄의 세척·선별·가공 공정을 실시하고, 석탄의 유황분과 회분을 저감하고, 고유황분 및 고회분의 저급 석탄 채굴을 제한함 - 고유황분·고회분 석탄이 채굴되는 신규 석탄광산에는 반드시 석탄 세광 및 선광 설비를 갖추어 석탄의 유황분·회분 함량이 규정된 기준에 도달하도록 함. 고유황분·고회분 석탄이 채굴되는 기존 석탄광산에는 국무원 비준의 계획에 의거하여 기한 내에 석탄 세광 및 선광 설비를 갖추도록 함 - 방사성물질, 비소 등 유독·유해물질을 기준초과 수준으로 함유하는 석탄의 개발과 채취를 금지함

<표 2> 대기오염방지법(1995년 수정안)의 석탄연소로 인한 대기오염 방지 관련 세부조항
(Continued)

구 분	제3장 석탄연소로 인한 대기오염 방지
제25조	- 도시 인민정부는 도시지역 내의 민간용 스토브에 대해 고체유황석탄(固硫型煤) 또는 기타 청정연료의 연소사용을 기한 내에 실현, 원탄의 직접 연소사용에 대한 점진적인 대체계획을 수립함
제26조	- 도시지역 내 화력발전의 신규건설은 수요 및 조건에 의거하여 난방공급망의 배치와 함께 열전기병합생산 및 열병합 발전소 건설을 동시 추진함
제27조	- 국무원 환경보호부서는 국무원 유관부서와 함께 기상, 지형, 토양 등 자연조건에 따라 산성비의 기 발생 또는 발생가능 지역 내지 기타 SO ₂ 의 오염이 심각한 지역을 국무원 비준을 받아 산성비 통제지역 또는 SO ₂ 오염 통제지역으로 지정할 수 있음 - 산성비 통제지역 및 SO ₂ 오염 통제지역 내 SO ₂ 을 배출하는 화력발전 및 기타 대·중형 기업은 신설 설비의 경우 저유황탄을 사용할 수 없으면 반드시 탈황, 집진 장치를 구축하거나 SO ₂ 배출 통제 및 분진제거의 기타 조치를 취해야 하며, 기존 설비의 경우 저유황탄을 사용하지 않으면 SO ₂ 배출 통제 및 분진제거 조치를 취해야 함 - 국가는 기업이 탈황, 집진 관련 선진기술을 채택하도록 장려하며 기업은 석탄 연소로 생성된 NO _x 을 통제하기 위한 조치를 점진적으로 취함

주: *요로는 물체에 물리, 화학적 변화를 발생시키도록 하는 가열장치를 총칭함. 요(窯, Kiln)는 요업업종에서 사용하는 공업로이며, 로(爐, Furnace)는 금속업종에 사용하는 공업로임.
자료: 中國環境保護部(1995)을 발췌·참조하여 저자 작성.

중국 정부는 대기질 악화가 더욱 심화되고 있는 상황에서 대기환경 관리체계를 보다 강화하기 위해 2015년 8월 29일 2차 개정을 통해 「대기오염방지법」(2016년 1월 1일부터 시행)을 전면 개정하였다. 동 법의 2차 개정은 2000년 4월 29일 1차 개정 이래, 15년 만인 개정으로 기존 제7장 66개 조항(2000년 1차 개정)을 제8장 129개 조항으로 늘리는 한편, 배출총량역제 책임 강화와 오염배출 허가의 전국 확대, 자동차·선박 등 이동오염원에 대한 관리의 강화, 석탄연료 감축을 통한 대기오염 개선 강화, 중점지역에 대한 권역별 대기오염 관리에 관한 규정 도입을 통해 대기오염 공동방지 및 지역 간 협력 강조, 엄격한 처벌 강화 및 벌금의 상한 폐지, 정보 공개와 신고 장려 등을 중심으로 개정되었다 (<표 3> 참조).

〈표 3〉 대기오염방지법(2015년 8월 2차 개정)의 주요 개정내용

구 분	주요 개정내용
제2조	대기질 개선을 최우선 목표로 설정
제5장	징진지, 장강삼각주, 주강삼각주 등 권역별 광역관리를 통한 대기오염 공동방지 및 지역 간 협력 강조
122조	대기오염 유발기업에 대한 처벌 강화 및 처벌대상 행위의 범위 확대(대기오염사고 발생 기업에 대한 벌금상한의 폐지 및 중대한 대기오염사고 유발 시 직접 손실액의 3~5배 이하의 벌금 부과 규정, 위법행위별 최대 벌금액을 5배 증대, 위법일수에 따라 벌금 가산)
제1절	제1차 에너지소비 중 석탄사용 비중의 단계적 감축, 민간사용 석탄의 관리 강화 (품질표준에 미달하는 민간용 석탄의 판매 금지 등), 청정에너지의 생산 및 사용 확대
제3절	자동차, 선박 등 이동오염원의 관리 강화

자료: 中國環境保護部(2015)을 발췌·참조하여 저자 작성.

특히, 개정된 현행 「대기오염방지법」에서는 ‘석탄연소로 인한 대기오염 방지’ 관련하여 ① 에너지 구조의 조정, 석탄 사용 비중의 감축, 석탄으로 인한 대기오염물질 배출 저감(제32조), ② 석탄의 세척·선별·가공 공정 실시, 고유황분·고회분 석탄 채굴에 대한 제한, 석탄 세광, 선광 설비 설치(제33조), ③ 석탄광산 기업의 기술적 조치 장려, 석탄층 메탄 채취 및 이용 추진(제34조), ④ 품질 표준에 부합하는 석탄의 수입, 판매, 사용 장려(제35조), ⑤ 민간사용 석탄에 대한 관리 강화, 에너지 절약 및 친환경 취사 스토브의 보급(제36조), ⑥ 고오염 연료 사용금지 지역의 공표 및 단계적 범위 확대, 기 건설된 시설의 경우 규정된 기한 내에 청정에너지로 전환 추진(제38조), ⑦ 석탄난방지역에서 열·전기통합 및 집중난방 추진, 배출표준에 미달하는 기존 석탄난방보일러의 철거(제39조), ⑧ 석탄발전 및 기타 석탄사용 사업장의 집진, 탈황, 탈질 등 설비의 설치, 기술개조를 통한 대기오염물질 배출저감 추진(제41조) 등과 같은 강화된 규제 대책의 제정 추진이 강조되었다(〈표 4〉 참조).

〈표 4〉 대기오염방지법(2015년 개정)의 석탄연소로 인한 대기오염방지 관련 규제 세부조항

구 분	제4장 대기오염방지 조치 중 제1절 석탄 및 기타에너지로 인한 오염방지
제32조	<ul style="list-style-type: none"> - 국무원 유관부서와 지방 각급 인민정부는 에너지 구조를 조정하고, 청정에너지의 생산 및 사용을 확대하는 조치를 취해야 함 - 석탄 사용방식의 최적화, 석탄의 청정하고 고효율적인 이용 확대 및 제1차 에너지소비 중 석탄비중의 단계적 감축과 함께, 석탄의 생산, 사용, 전환 과정에서 대기오염물질 배출 저감
제33조	<ul style="list-style-type: none"> - 석탄의 세척·선별·가공 공정 실시, 석탄의 유향분과 회분 저감, 고투황분·고회분 석탄 채굴 제한 - 석탄광산 신설의 경우 반드시 석탄 세광 및 선광 설비를 갖추어 석탄의 유향분과 회분 함량이 규정된 기준에 도달하여 함. 기존 석탄광산에서 채굴된 석탄이 저유향분·저회분에 속하거나 이미 석탄발전소 배출기준 요구에 도달한 경우를 제외하고 기한 내에 세광, 선광 설비를 갖추어야 함 - 방사성물질, 비소 등 유독·유해물질을 기준초과 수준으로 함유하는 석탄의 개발과 채취를 금지함
제34조	<ul style="list-style-type: none"> - 국가는 석탄의 청정하고 고효율적인 이용에 유리한 경제기술정책과 조치를 취하고, 석탄 청정기술의 개발과 보급을 장려하고 지원함 - 국가는 석탄 광산기업 등의 합리적이고, 실행 가능한 기술적 조치를 장려하고, 석탄층 메탄에 대해 채취 및 이용을 추진하고, 석탄맥석(석탄에 함유된 연한 흑색의 암석)의 종합이용을 추진함. 석탄층 메탄의 채취이용에 있어서 석탄층 메탄의 배출은 관련 표준규범에 부합하여야 함
제35조	<ul style="list-style-type: none"> - 국가는 품질표준에 미달하는 석탄의 수입·판매·사용을 금지하고, 양질의 석탄 사용을 장려함 - 석탄, 석탄맥석, 석탄재, 석탄회분 등 물질재료를 보존할 시 기관·사업·기업 단위는 대기오염 방지를 위해 방연(防燃)조치를 취해야 함
제36조	<ul style="list-style-type: none"> - 지방 각급 인민정부는 민간사용 석탄의 관리를 강화하고, 품질기준에 부합하지 않은 석탄의 판매를 금지하며, 주민 연료용 석탄이 양질의 청정한 석탄이 되도록 장려하고, 에너지절약 및 친환경 취사 스토브를 보급하는 조치를 취해야 함
제37조	<ul style="list-style-type: none"> - 석유정제기업은 석유품질표준에 따라 연료를 생산해야 하며 품질표준에 부합되지 않는 석유 코크스의 수입, 판매 및 연료 사용을 금지함
제38조	<ul style="list-style-type: none"> - 도시 인민정부는 고오염 연료 사용금지지역을 정하여 공표하고, 대기질 개선 요구에 근거하여 고오염 연료의 사용금지 지역의 범위를 단계적으로 확대함. 고오염 연료의 목록은 국무원 환경보호 주관부서가 정하며 사용금지 지역 내에서 고오염 연료의 판매 및 연료사용을 금지함 - 고오염 연료 시설의 신설 및 확장을 금지하고, 기존 시설은 도시 인민정부가 규정한 기한 내에 천연가스, 세일가스, 액화석유, 천연오일가스, 전기 또는 기타 청정에너지로 전환함
제39조	<ul style="list-style-type: none"> - 도시건설은 종합적으로 계획을 수립하여, 석탄난방지역에서 열·전기병합생산 및 집중난방을 추진함. 집중난방 공급망 설치지역에는 분산형 석탄난방보일러의 신설 및 확장을 금지하고 배출기준에 미달하는 기존 석탄난방보일러는 도시 인민정부가 규정한 기한 내에 철거해야 함

〈표 4〉 대기오염방지법(2015년 개정)의 석탄연소로 인한 대기오염방지 관련 규제 세부조항
(Continued)

구 분	제4장 대기오염방지 조치 중 제1절 석탄 및 기타에너지로 인한 오염방지
제40조	- 현금 이상 인민정부의 품질감독부서는 환경보호부 주관부서와 협력하여 보일러의 생산, 수입, 판매, 사용에 대해 환경보호표준 또는 요구의 집행상황을 조사 및 감독하며, 해당 표준 및 요구에 부합하지 않을 경우 생산, 수입, 판매, 사용을 불허함
제41조	- 석탄발전소 및 기타 석탄사용 사업장은 청정생산방식을 이용하고, 집진, 탈황, 탈질 설비를 갖추거나 기술개조 등 기타 대기오염물질 배출억제 조치를 취해야 함. 국가는 석탄사용 사업장이 집진, 탈황, 탈질, 탈수는 등 대기오염물질 통합방지의 선진 기술과 장치를 활용하여 대기오염물질 배출을 저감할 것을 장려함
제42조	- 전력배분은 청정에너지발전 전력망에 우선 배치해야 함

자료: 中國環境保護部(2015)을 발췌·참조하여 저자 작성.

3) 징진지 및 주변지역 2017~2018년 가을·겨울철 대기오염 종합관리 행동방안

중국 환경보호부 등 10개 부처·위원회 및 베이징, 톈진, 허베이성, 산시(山西)성, 산둥성, 허난성 등 6개 성·시 정부는 가을·겨울철에 징진지 및 주변지역에서 빈번히 발생하는 심각한 대기오염 문제를 해결하기 위한 대기오염방지 사업의 일환으로 2017년 8월 21일에 「징진지 및 주변지역 2017-2018년 가을·겨울철 대기오염 종합관리 행동방안(京津冀及周邊地區2017-2018年秋季大氣污染綜合治理攻堅行動方案)」(이하 ‘방안’)을 공동 발표하였으며 관리 감독의 강화와 경제적 지원을 통해 대기오염 예방 및 대기질 개선에 주력할 것을 표명하였다. 동 방안은 ‘2+26’(베이징과 톈진, 그리고 허베이성, 산시성, 산둥성, 허난성 지역의 26개 도시) 지역을 대상으로 2017년 10월부터 2018년 3월까지 6개월에 걸쳐, 다음의 세 가지 달성 목표를 내세우고 있다(<그림 1> 참조). 첫째, 징진지 지역의 대기오염 이동통로 도시의 PM2.5 평균농도를 전년 동기대비 15% 이상 낮추고 심각한 오염일수를 전년 동기대비 15% 이상 감축시킨다. 둘째, 베이징, 톈진, 스자좡, 타이위안(太原)은 PM2.5 평균농도를 전년 동기대비 25% 낮추고 심각한 오염일수를 전년 동기대비 20% 감축시킨다. 셋째, 탕산, 바오딩, 송안신구(雄安新區)는 PM2.5 평균농도를 전년 동기대비 22% 낮추고 심각한 오염일수를 전년 동기대비 20% 감축시킨다.

〈표 5〉 징진지 및 주변지역 2017-2018년 가을·겨울 대기오염 종합관리
행동방안 주요 내용

구 분	내 용
목표달성위한 11개 임무	① 대기질 모니터링 네트워크 시스템 완비 ② 산란오(散亂汚) 기업 및 클러스터에 대한 종합관리 가속화 ③ 석탄오염 종합관리 가속화 ④ 석탄보일러 관리 심화 추진 ⑤ 공업기업 배출관리 강화 ⑥ 중점업종 종합관리 전면 추진 ⑦ 배출허가관리 가속화 추진 ⑧ 이동오염원 배출에 대한 엄격한 규제 실시 ⑨ 먼 오염원 오염방지 조치 강화 ⑩ 공업기업 피크타임 생산 및 운송 제한 추진 ⑪ 심각한 오염일수에 대한 적절한 대응
주요 세부 내용	① 2017년 10월 말까지 해당지역 내 327개 구현(區縣)에 SO ₂ , NO ₂ , PM10, PM2.5, CO, O ₃ 를 모두 측정 가능한 측정소의 설치 ② 300만 이상의 가구를 대상으로 석탄연료를 천연가스와 전기로 대체하는 에너지구조 개선 사업의 추진 ③ 전력, 철강, 시멘트 기업에 대해 우선적으로 배출허가증을 발급하여 중점 관리하는 방침의 이행 ④ 난방사용량이 급증하는 난방기간(2017.11.15.~2018.3.15.)에 스자좡, 탕산 등 일부 중점도시의 철강생산 제한 ⑤ ‘先가동중지 後조치’(영업정지, 개선, 이전)와 ‘2단3청’(兩斷三清: 물, 전기의 단절 및 원재료, 제품, 설비의 제거)조치를 통해 대기오염유발 업종 및 사업체에 대한 강도 높은 퇴출정리 및 구조조정의 실시

자료: 中國環境保護部(2017a; 2017b)을 발췌·참조하여 저자 작성.

특히 석탄연소에 따른 대기오염방지 및 규제와 관련하여 동 방안에서는 ‘석탄오염 종합관리의 가속화’와 ‘석탄보일러 관리 심화의 추진’ 등 2개 세부 방안에서 구체적인 대책 및 수단의 추진을 규정하고 있다(<표 6> 참조).

〈표 6〉 징진지 및 주변지역 2017~2018년 가을·겨울 대기오염 종합관리 행동방안 세부 내용 (석탄연소에 따른 대기오염방지 및 규제 관련)

구 분	내 용
석탄오염 종합관리 가속화	① 석탄연료를 전기와 천연가스로 대체하는 작업의 전면 달성(징진지 지역 300만 이상의 가구에 대해 석탄연료 대체사업 추진, 특히 베이징, 톈진, 랑팡, 바오딩은 석탄사용금지 도시로 만들 계획) ② 민간사용 석탄연소에서 발생하는 오염에 대한 감독조사 강화 ③ 석탄 품질에 대한 관리감독 강화(청정석탄의 생산공급 확대, 저급석탄 판매에 대한 단속 시행 등)
석탄보일러 관리 심화	① 석탄연소 보일러 전면 조사를 통한 등록 및 관리목록대장 작성 ② 석탄연소 소형보일러 퇴출기준 강화 및 퇴출범위 확대 ③ 석탄연소 소형보일러 ‘청산(清零)’ 작업의 전면 달성(2017년 10월 말까지 당해년도 정리명단 내에 포함된 4만4,000대의 석탄연소보일러를 전부 폐쇄 및 교체, 이 중 베이징 1,500대, 톈진 5,640대, 허베이 1만 7,000대, 산시 969대, 산둥 1만 5,700만대, 허난 2,914대 등) ④ 보일러 업그레이드 및 저 질소 개조 추진 ⑤ 석탄 소비량에 대한 엄격한 통제(2017년 베이징 260만 톤, 톈진 260만 톤, 허베이성 600만 톤 수준으로 석탄소비량 억제) ⑥ 과잉생산설비 정리업무 조기 달성(2017년 난방기 이전인 11월 15일 전까지, 징진지 지역 총 72기 398만kW의 석탄화력 발전설비 정리 추진)

자료: 中國環境保護部(2017a; 2017b)을 발췌·참조하여 저자 작성.

그 동안 원칙을 내세웠던 기존의 대기오염 방지 업무 및 조치와 달리 동 방안에서는 대기오염 방지 및 대기질 개선을 위한 구체적인 목표와 행동계획을 제시하였으며, 또한 산란오⁸⁾ 기업과 저부가가치 산업의 퇴출을 촉진시킴에 따라 국가 전체의 산업구조 조정 및 고도화 측면에서도 긍정적인 작용을 할 것으로 평가된다.

4) 푸른하늘 보위전 완승 3년(2018~2020) 행동계획

중국 국무원은 2018년 7월 3일에 「푸른하늘 보위전 완승 3년 행동계획(打贏藍天保衛戰三年行動計劃)」(이하 ‘계획’)의 공표를 통해 향후 3년(2018~2020년) 간의 대기오염 예방 및 관리 업무에 있어 달성 목표 및 구체적인 지표, 주요 임무와 보장조치 등을 제시하였다.

동 계획에서는 지난 2013~2017년에 시행되었던 ‘대기 10조’의 대기질 개선 목표 달성의 성과를 기반으로 하여, 향후 3년의 노력을 거쳐 주요 대기오염물질 배출 총량의 대폭

8) 산란오(散亂污) 기업은 도심 주변에 분산되어 환경오염을 유발하는 소규모 사업체를 지칭함.

감축, 온실가스 배출 감축에 대한 협력, PM2.5 농도의 보다 현저한 감소, 고농도 일의 현저한 감소, 대기환경의 현저한 질적 개선, 사람들의 ‘푸른하늘 행복감’의 현저한 향상 등의 기본 목표를 달성할 것을 제시하였다. 또한, 목표연도인 2020년에 다음의 구체적인 지표를 달성할 것을 제시하였다. 첫째, SO₂, NO_x의 배출 총량을 각각 2015년 대비 15% 이상 감축하고, 둘째, PM2.5 기준을 초과하는 지급이상 도시의 PM2.5 농도를 2015년 대비 18% 이상 낮추고, 셋째, 지급이상 도시의 대기질 ‘우수 및 양호’(우수: AQI 1급 0~50, 양호: AQI 2급 51~100 에 해당) 일수의 비율을 80% 로 제고하는 한편, 지급이상 도시의 ‘심각한 오염 및 그 이상 오염’(심각한 오염: AQI 5급 201~300, 매우 심각한 오염: AQI 6급 300 이상 에 해당) 일수의 비율을 2015년 대비 25% 이상 감소시킨다.

동 계획은 상기의 기본목표 및 구체적인 지표의 달성을 위해 <표 7> 과 같이 첫째, 업무 영역에 있어 4개 중점 강조, 둘째, 임무조치에 있어 4대 구조 최적화, 셋째, 제도보장에 있어 4개 지원 강화, 넷째, 실시효과에 있어 4개 현저한 성과 실현 등 정책 프레임에 의거하여 대기오염 예방 및 관리 업무를 향후 지속적으로 추진할 것을 강조하였다.

<표 7> 푸른하늘 보위전 완승 3년(2018~2020) 행동계획의 기본적 사고 프레임

구 분	세부내용
4개 중점 강조 (업무영역)	1) 중점 권역: 징진지 및 주변지역, 장강삼각주 지역, 펀웨이평원 ⁹⁾ 지역 2) 중점 지표: PM2.5 3) 중점 기간: 가을-겨울철 4) 중점 업종 및 분야: 공업(철강, 화력발전, 건축자재 등 업종 및 산란오 기업), 산탄(散煤), 경유화물차, 비산먼지 등의 대기오염원 관리
4대 구조 최적화 (임무조치)	1) 산업 구조 2) 에너지 구조 3) 운송 구조 4) 토지이용 구조
4개 지원 강화 (제도보장)	1) 각 권역이 연계하여 대기오염에 대한 공동 방지 및 규제 추진 2) 환경보호에 있어 엄격한 법 집행과 감독감찰 시행 3) 과학기술 혁신 추진 4) 선전홍보 및 대중참여 유도
4개 현저한 성과 실현 (실시효과)	1) PM2.5 농도의 더욱 현저한 감소 2) 고농도 일의 현저한 감소 3) 대기환경의 현저한 질적 개선 4) ‘푸른하늘 행복감’의 현저한 향상

자료: 中國生態環境部(2018b)을 발췌·참조하여 저자 작성.

한편, 동 계획에서는 정부 유관 부처들이 합동으로 참여하여 첫째, 산업 구조의 조정 및 최적화를 통해 산업의 녹색성장을 추진, 둘째, 에너지 구조 조정의 가속화를 통해, 저탄소 고효율의 청정에너지 시스템을 구축, 셋째, 운송 구조의 적극적인 조정을 통해, 녹색 교통 시스템을 발전, 넷째, 토지이용 구조의 조정 및 최적화를 통해 면오염원 관리를 추진, 다섯째, 주요 특별 행동조치의 실시를 통해 오염물질 배출을 대폭 감축, 여섯째, 권역 연계의 공동 방지 및 규제 강화를 통해 고농도 일에 효과적으로 대응 등과 관련하여 세부적인 정책 및 조치를 이행할 것을 제시하였는데, 특히 석탄연소에 따른 대기오염과 석탄화력발전 대기오염물질 배출에 대한 규제 및 관리에 있어, 동 계획에서는 <표 8> 과 같이 에너지 구조조정 가속화 및 저탄소 고효율의 청정에너지 시스템 구축 관련 행동계획을 이행할 것을 강조하였다.

<표 8> 에너지 구조조정 가속화 및 저탄소 고효율의 청정에너지 시스템 구축 관련 주요 내용

구 분	주요 내용	주관부처
제9조	- 중국 북부지역의 청정 난방을 효과적으로 추진	국가에너지국, 발전개혁위, 재정부, 생태환경부, 주택도농건설부가 주가 되고 시장감독관리총국 등 참여
	- 천연가스의 생산, 공급, 저장설비 건설, 판매의 체계 구축	발전개혁위, 국가에너지국이 주가 되고 생태환경부, 재정부, 주택도농건설부 등 참여
	- 석탄연료보일러를 전기 등 청정에너지 연료보일러로 교체하기 위하여 농촌의 전력망 업그레이드 개조의 가속화 추진	국가에너지국, 발전개혁위가 주가 되고 생태환경부, 자연자원부가 참여

9) 징진지(京津冀) 및 주변 지역은 베이징시, 톈진시, 허베이성의 스자좡(石家庄)시, 탕산(唐山)시, 한단(邯郸)시, 싱타이(邢台)시, 바오딩(保定)시, 창저우(沧州)시, 랑팡(廊坊)시, 형수이(衡水)시 및 송안신구(雄安新区), 산시성의 타이위안(太原)시, 양취안(阳泉)시, 창즈(长治)시, 진청(晋城)시, 산둥성의 지난(济南)시, 쑤보(淄博)시, 지닝(济宁)시, 더저우(德州)시, 랴오청(聊城)시, 빈저우(滨州)시, 허저(菏泽)시, 허난성의 정저우(郑州)시, 카이펑(开封)시, 안양(安阳)시, 허비(鹤壁)시, 신샹(新乡)시, 자오좡(焦作)시, 푸양(濮阳)시를 포괄하고, 장강삼각주(长三角) 지역은 상하이시, 장쑤성, 저장성, 안후이성을 포괄하며, 편웨이평원(汾渭平原) 지역은 산시성의 진중(晋中)시, 윈청(运城)시, 린펀(临汾)시, 뤼량(吕梁)시, 허난성의 뤼양(洛阳)시, 산먼샤(三门峡)시, 산시성의 시안(西安), 퉁촨(铜川), 바오지(宝鸡), 셴양(咸阳), 웨이난(渭南)시 및 양링시범구(杨凌示范区) 등을 포괄함.

〈표 8〉 에너지 구조조정 가속화 및 저탄소 고효율의 청정에너지 시스템 구축 관련 주요 내용 (Continued)

구분	주요 내용	주관부처
제10조	- 2020년에 전국 석탄소비가 에너지 소비총량에서 차지하는 비중을 58% 이하로 감축 - 중점권역에서의 석탄소비 총량제를 지속적으로 시행 - 베이징, 톈진, 허베이성, 산둥성, 허난성 지역의 석탄 소비총량을 2015년 대비 10% 감축, 장강삼각주 지역은 5% 감축, 펀웨이평원 지역은 (-)성장 실현 추진	발전개혁위가 주가 되고 국가에너지국, 생태환경부가 참여
	- 환경보호, 에너지소비, 안전 등의 목표를 미달성하는 300MW 이하의 석탄화력발전소를 대대적으로 폐쇄 및 종료시키는 특별계획 수립	국가에너지국, 발전개혁위가 주가 되고 생태환경부 등 참여
제11조	- 석탄보일러의 종합정비 전개	생태환경부, 시장감독관리총국이 주가 되고 발전개혁위, 주택도농건설부, 공업신식화부, 국가에너지국이 참여
	- 열병합발전설비의 기술개조를 강화하여 난방능력 향상 추진 - 난방공급파이프 네트워크 구축 가속화	국가에너지국, 발전개혁위가 주가 되고 생태환경부, 주택도농건설부 등이 참여
제12조	- 에너지 이용의 효율 제고	발전개혁위, 주택도농건설부, 시장감독관리총국이 주가 되고 국가에너지국, 공업신식화부 등 참여
제13조	- 청정 에너지 및 신재생 에너지 개발 가속화 - 2020년에 비화석 에너지가 에너지소비총량에서 차지하는 비중을 15%에 도달할 것을 목표	국가에너지국, 발전개혁위, 재정부 주관

자료: 中國生態環境部(2018b)을 발췌·참조하여 저자 작성.

2. 석탄화력발전 대기오염물질 배출규제

중국의 석탄화력발전 대기오염물질 배출규제의 경우는 「화력발전소 대기오염물질 배출기준(GB13223-2011)」, 「중점지역 대기오염 특별배출제한 기준치」, 2020년까지 달성 목표의 초저배출 기준 등에 근거하여 그 허용기준이 적용되고 있다. 이에 본 절에서

는 각각의 기준에서 규정하고 있는 내용에 대해 살펴봄으로써 중국 정부가 날로 심화되고 있는 대기환경 악화를 정책적으로 개선하기 위해 석탄화력발전의 대기오염물질 배출에 대해 어떠한 규제를 시행하고 있는지 그 양상 및 동향에 대해 살펴보고자 한다.

1) 화력발전소 대기오염물질 배출기준

먼저, 「화력발전소 대기오염물질 배출기준(GB13223-2011)」(이하 ‘기준’)은 중국 환경보호부와 국가질량감독검험검역총국(AQSIQ)이 2011년 7월 29일에 공동 발표하였으며, 2012년 1월 1일부터 시행되고 있는 기준¹⁰⁾으로 화력발전소의 대기오염물질 배출농도에 대한 허용한도, 측정 및 모니터링에 있어 요구되는 사항, 실시규칙과 관리감독 등의 내용을 규정하고 있다. 동 기준은 종전의 배출기준인 「화력발전소 대기오염물질 배출기준(GB13223-2003)」를 보완 및 개선하여, 주요 오염배출원인 화력발전소를 기존 및 신규로 구분하여 배출규제 기준을 규정하는 한편, 중점지역에 대한 대기오염물질 특별배출제한 수치 역시 별도 규정하였다. 특히 동 기준을 통해서 화력발전소에서 발생하는 대기오염물질인 이산화황, 질소산화물, 연기·먼지에 대한 배출허용량을 하향 조정하였으며, 수은 및 수은화합물에 대한 배출한계치 항목을 별도로 추가하는 등 배출기준을 한층 더 강화시켰다(<표 9> 참조).

동 기준은 화력발전 부문에 대한 환경보호 기준을 더욱 높이고 이에 따라 유관 기업의 진입조건이 까다로워짐에 따라 화력발전 부문의 대기오염물질 배출량 저감 촉진에 기여했을 뿐만 아니라 화력발전 산업의 발전방식 및 산업구조 최적화의 달성을 촉진함에 있어서도 긍정적인 작용을 하고 있는 것으로 평가된다. 한편, 동 기준은 화력발전의 대기오염물질 배출량에 대한 관리사업, 화력발전 건설프로젝트의 환경영향평가사업, 환경보호공정의 설계 및 준공에 대한 검수와 함께 생산투입 이후의 대기오염물질 배출량 관리 등에는 적용되나, 생활쓰레기 및 위험폐기물을 연료로 사용하는 각종 용량의 화력발전에는 적용되지 않는다.

10) 중국 「화력발전소 대기오염물질 배출기준」은 1991년 첫 제정(GB13223-91)되어 1996년 1차 개정(GB13223-1996)과 2003년 2차 개정(GB13223-2003)을 거쳐 2011년에 3차 개정(GB13223-2011)되었음(中國環境保護部, 1991; 1996; 2003; 2011).

한편, 동 기준은 오염물질 배출규제 요건에 있어 신규 설비에 대해서는 엄격한 오염물질 배출기준을 바로 즉시 적용하는 한편, 기존 설비에 대해서는 배출 목표기준 달성을 위한 인프라 구축과 설비 증설 및 개조를 위해서 과도기(2년 6개월)를 부여하고 있는데, 구체적으로 신규 화력발전 보일러 및 가스터빈 장치는 동 기준이 시행되었던 2012년 1월 1일부터 즉시 연기·먼지, 이산화황, 질소산화물 등의 배출농도 제한 수치를 준수할 것이 규정되었던 한편, 기존 화력발전 보일러 및 가스터빈 장치는 2년 6개월의 과도기를 거친 후 2014년 7월 1일부터 연기·먼지, 이산화황, 질소산화물 등의 배출농도 제한 수치를 준수할 것이 규정되었다. 또한 석탄연소 보일러의 경우 2015년 1월 1일부터 수은 및 수은 화합물의 배출농도 제한 수치를 준수할 것이 규정되었다.

〈표 9〉 화력발전 보일러 및 가스터빈 대기오염물질 배출농도 제한 수치
(단위: mg/m³)

구분	연료 및 열에너지 변환설비 유형	오염물질	적용조건	제한수치	오염물질 배출 모니터링위치
1	석탄 보일러	연기·먼지	전부	30	굴뚝 및 연도
		이산화황	신규 보일러	100 200*	
			기존 보일러	200 400*	
		질소산화물	전부	100	
		수은 및 수은화합물	전부	0.03	
2	석유연소 보일러 또는 가스터빈	연기·먼지	전부	30	
		이산화황	신규 보일러 및 가스터빈	100	
			기존 보일러 및 가스터빈	200	
		질소산화물	신규 보일러	100	
			기존 보일러	200	
			가스터빈	120	

〈표 9〉 화력발전 보일러 및 가스터빈 대기오염물질 배출농도 제한 수치 (Continued)
(단위: mg/m³)

구분	연료 및 열에너지 변환설비 유형	오염물질	적용조건	제한수치	오염물질 배출 모니터링위치
3	가스연소 보일러 또는 가스터빈	연기·먼지	천연가스 보일러 및 가스터빈	5	굴뚝 및 연도
			기타가스연료 보일러 및 가스터빈	10	
		이산화황	천연가스 보일러 및 가스터빈	35	
			기타가스연료 보일러 및 가스터빈	100	
		질소산화물	천연가스 보일러	100	
			기타가스연료 보일러	200	
			천연가스 가스터빈	50	
			기타가스연료 가스터빈	120	

주: 광시좡족자치구(廣西壯族自治區), 충칭(重慶)시, 쓰촨(四川)성, 구이저우(貴州)성 소재 화력발전의 석탄 보일러에 적용됨.
자료: 中國環境保護部(2011)을 발췌·참조하여 저자 작성.

2) 중점지역과 중점규제지역에 대한 배출기준

다음으로 「중점지역 대기오염 특별배출제한 기준치」는 지역성 대기오염 문제 해결과 대기질의 효과적인 개선을 위해 「화력발전소 대기오염물질 배출기준」(GB13223-2011)에서 중점지역 소재 화력발전의 대기오염물질 배출규제 요건에 대한 추가적인 규정을 통해 중점지역 화력발전의 보일러 및 가스터빈에 대해 보다 엄격한 대기오염물질 특별 배출 제한 수치를 규정한 것이다(<표 10> 참조). 동 기준에서는 중점지역(key region)을 환경보호 업무의 요구에 따라 국토개발 밀도가 높고 환경수용 능력이 약화하기 시작하거나 또는 대기환경 용량이 작고 생태환경이 취약하며 심각한 대기환경 오염문제가 발생하기 쉬워 대기오염물질 배출을 엄격하게 통제할 필요가 있다고 간주되는 지역을 지칭하고 있으나, 대기오염물질 특별배출 제한 수치의 시행 시기와 지역범위 등 구체적인 내용은 추후 국무원 환경보호행정 주관부서에서 규정함을 당초 명시하였다.

〈표 10〉 대기오염물질 특별배출 제한 수치

(단위: mg/m³)

구분	연료 및 열에너지 변환설비 유형	오염물질	적용조건	제한수치	오염물질 배출 모니터링위치
1	석탄 보일러	연기·먼지	전부	20	굴뚝 및 연도
		이산화황	전부	50	
		질소산화물	전부	100	
		수은 및 수은화합물	전부	0.03	
2	석유연소 보일러 또는 가스터빈	연기·먼지	전부	20	
		이산화황	전부	50	
		질소산화물	석유 보일러	100	
			가스터빈	120	
3	가스연소 보일러 또는 가스터빈	연기·먼지	전부	5	
		이산화황	전부	35	
		질소산화물	가스 보일러	100	
			가스터빈	50	

자료: 中國環境保護部(2011)을 발췌·참조하여 저자 작성.

이에, 중국 환경보호부는 2012년 10월 「중점지역 대기오염 예방 및 관리 12.5계획(重點區域大氣污染防治“十二五”規劃)의 발표를 통해 중점지역의 구획 범위, 12.5계획 기간(2011~2015년)의 대기오염 방지 목표, 중점사업 임무 등을 명확하게 제시하였다(中國環境保護部, 2012). 특히 동 계획에서는 대기오염 예방 및 관리의 중점지역으로 징진지(베이징~톈진~허베이성 도시권), 장강삼각주(상하이(上海)~장쑤(江蘇)성~저장(浙江)성), 주강삼각주(광둥(廣東)성), 랴오닝(遼寧)중부 지역, 산둥성, 후베이(湖北)성 우한(武漢) 및 주변 지역, 후난(湖南)성 창주탄(長株潭) 도시권(창사(長沙)~주저우(株州)~상탄(湘潭) 도시권), 청위(成渝) 지역(쓰촨성 청두(成都)~충칭), 해협 서안 지역, 산시(山西)성 중북부 지역, 산시(陝西)성 관중(關中), 간쑤닝샤(甘肅寧夏), 신장우루무치(新疆烏魯木齊) 도시권 등을 규정하였다(<그림 2> 참조). 이 지역은 19개의 성, 자치구, 직할시 등을 아우르는 총 면적 132.56만km²로 중국 전체 면적의 약 14% 크기이고, 전국 인구의 약 48%가 집중하고 있으며 경제총량의 약 71%를 차지하는 경제활동 수준이 높은 지역인 동시

에, 전국 석탄 총 소비의 52%를 차지하고, 주요 대기오염물질 배출량의 전국 배출량 비중이 각각 SO₂ 48%, NO₂ 51%, 연기·먼지 42%, VOC 50%이며, 단위면적 당 오염물질 배출 강도가 전국 평균수준의 약 2.9~3.6배의 오염물질 배출 고도집중 지역이다.

그리고 중국 환경보호부는 「중점지역 대기오염 예방 및 관리 12.5계획」의 관련 규정에 의거하여 2013년 2월 27일에 「대기오염물 특별배출 제한 수치 집행에 관한 공고(關於執行大氣污染物特別排放限值的公告)」를 발표하였는데, 동 공고에서는 기존 19개의 성, 자치구, 직할시의 대기오염 예방 및 관리의 중점지역 중에서 총 47개 도시를 중점규제지

〈표 11〉 중점규제지역의 범위

권역	중점지역	중점규제지역(도시)
징진지	베이징	베이징시 전역
	톈진	톈진시 전역
	허베이	스자좡, 탕산, 바오딩, 랑팡
장강삼각주	상하이	상하이시 전역
	장쑤	난징(南京), 우시(無錫), 창저우(常州), 쑤저우(蘇州), 난통(南通), 양저우(揚州), 진장(鎮江), 타이저우(泰州)
	저장	항저우(杭州), 닝보(寧波), 자싱(嘉興), 후저우(湖州), 샤오싱(紹興)
주강삼각주	광둥	광저우(廣州), 선전(深圳), 주하이(珠海), 포산(佛山), 장먼(江門), 자오칭(肇慶), 후이저우(惠州), 둥관(東莞), 중산(中山)
랴오닝 중부 도시권	랴오닝	선양(瀋陽)
산둥 도시권	산둥	지난(濟南), 칭다오(青島), 쑤보(濰博), 웨이팡(濰坊), 르자오(日照)
우한 및 주변 도시권	후베이	우한
창주탄 도시권	후난	창사
청위 도시권	충칭	충칭시 도심지역
	쓰촨	칭두
해협 서안 도시권	푸젠	푸저우(福州), 산밍(三明)
산시 중북부 도시권	산시	타이위안
산시관중 도시권	산시	시안(西安), 셴양(咸陽)
간쑤닝샤 도시권	간쑤	란저우(蘭州)
	닝샤	인촨(銀川)
신장우루무치 도시권	신장	우루무치(烏魯木齊)

자료: 中國環境保護部(2013)을 발췌·참조하여 저자 작성.

(全面實施燃煤電廠超低排放和節能改造工作方案)」의 발표를 통해 중국 정부는 2020년까지 달성을 목표로 하는 초저배출기준의 이행을 지시하였다. 동 방안에서는 2020년까지 개조조건을 갖춘 중국 내 전체 석탄화력 발전소가 기준 산소함량 6% 조건 하에서 연기·먼지, 이산화황, 질소산화물의 배출농도를 각각 10, 35, 50mg/m³을 초과하지 않도록 하는 초저배출 기준을 제정하였다. 그리고 동 방안은 석탄화력발전 설비의 유형에 따라 초저배출 기준의 준수 규정을 달리하고 있는데, 신규 설비에 대해서는 초저배출 기준을 즉시 준수할 것을 규정하고 있다. 한편, 기존 석탄화력발전 설비의 경우 2020년까지 초저배출 기준의 계획을 조기 달성하고자 하는 목적에서 베이징, 톈진, 허베이, 랴오닝, 상하이, 장쑤, 저장, 푸젠, 산둥, 광둥, 하이난(海南) 등 11개 성시가 포함된 동부지역은 2017년까지 달성하고, 산시(山西), 지린(吉林), 헤이룽장(黑龍江), 안후이(安徽), 장시(江西), 허난, 후베이, 후난 등 8개 성이 포함된 중부지역은 2018년까지 달성할 것을 목표로 하며, 내이멍구(內蒙古), 광시(廣西), 충칭, 쓰촨, 구이저우, 윈난(雲南), 시짱(西藏), 산시(陝西), 간쑤, 칭하이(青海), 닝샤, 신장(新疆) 등 12개 지역이 포함된 서부지역은 2020년까지 달성할 것을 목표로 규정하였다. 또한, 동 방안에서는 각 성·자치구·직할시의 환경보호 유관부처, 국유전력기업인 국가전망공사(SGCC: State Grid Corporation of China)와 남방전망공사(CSG: China Southern Power Grid), 그리고 5대 국유발전사인 화녕(華能), 다탕(大唐), 화톈(華電), 귀톈(國電), 국가전력투자(國家電投)그룹 등에 초저배출 기준의 순조로운 이행과 조기 달성을 지시하였다.

본 장에서는 「화력발전소 대기오염물질 배출기준(GB13223-2011)」, 「중점지역 대기오염 특별배출제한 기준치」, 2020년까지 달성 목표의 초저배출 기준 등에 근거한 중국의 석탄화력발전 대기오염물질 배출 허용기준과 각각의 기준이 규정하고 있는 세부 내용에 대해 살펴보았다. 이를 통해 석탄화력발전 대기오염물질 배출에 대한 중국 정부당국의 규제는 중점규제지역 설정을 통한 강화된 규제 이행과 동부·중부·서부 등 단계별 규제 이행 등의 권역별 규제의 실시와 함께 발전설비에 대해서 기존건설 및 신축 등으로 구분된 유형별 규제 실시 등으로 보다 세분화되어 왔으며, 대기오염물질 배출허용 기준 역시 더욱 더 강화되고 있음을 확인할 수 있다(<표 12> 참조).

〈표 12〉 중국 석탄화력발전 대기오염물질 배출허용기준의 강화 추이
(단위: mg/m³, 괄호 안은 ppm 환산값)

구분	SO ₂	NO _x	연기·먼지	수은
GB13223-96* (1996년)	1200~2100 (420~734)	650~1000 (317~488)	200	-
GB13223-2003* (2003년)	400~1200 (140~420)	450~1000 (220~488)	50	-
GB13223-2011 (2011년)	200 (70)	100~200 (49~98)	30	0.03
중점지역 대기오염 특별배출제한 기준치(2014년)	50 (17)	100 (49)	20	0.03
2020년까지 달성 목표의 초저배출 기준(2015년)	35 (12)	50 (24)	10	0.03

주: *1996, 2003년의 SO₂, NO_x 배출허용기준은 적용 시기와 지역 분포에 따라 각각 다르게 설정되고 있음.

자료: 中國環境保護部(1996; 2003; 2011; 2013), 中國環境保護部·國家發展改革委·國家能源局(2015)을 기초로 저자 정리.

3. 향후 방향성

중국 정부는 석탄연소를 대기오염의 발생 및 심화의 주요 원인으로 간주하고 있으며, 석탄연소 및 석탄화력발전에 따른 대기오염물질 배출에 대한 직접 규제 및 방지 관리를 지속적으로 강화하고 있다. 이에 본 장에서는 중국이 2020년을 목표연도로 하여 13차 5개년 계획 기간 동안(2016~2020년) 설정하고 있는 유관 정책들에 대한 고찰을 통해 향후 중국의 석탄사용 및 석탄화력발전에서 배출되는 대기오염물질에 대한 규제관리의 방향을 살펴보고자 한다.

1) 에너지 발전 및 구조 개선을 위한 에너지발전전략 행동계획(2014~2020)

중국 국무원은 청정·고효율·안전·지속가능한 현대적 에너지체계 구축의 가속화와 국가 에너지 안전보장 시스템의 완성 등 에너지 발전 및 구조 개선을 도모하고자 2014년 11월 19일에 「에너지발전전략 행동계획(2014~2020)(能源發展戰略行動計劃(2014-2020

年))을 공표하였다(中國國務院辦公廳, 2014). 동 계획에서는 ‘에너지절약 우선의 전략, 국내 에너지공급 달성의 전략, 녹색·저탄소 발전의 전략, 과학기술 혁신추진의 전략’ 등 4대 전략의 중점 실시와 함께 에너지의 자주적인 확보 능력의 강화, 에너지 소비혁명의 추진, 에너지 소비구조의 최적화, 에너지 관련 국제협력의 확대, 에너지 관련 과학기술 혁신의 추진 등 5대 추진과제가 제시되었다. 특히, 2020년까지 1차 에너지에 대한 소비 총량을 약 48억tce¹¹⁾로 제한하고, 1차 에너지 소비 중에서 석탄의 비중을 62% 미만으로 억제하며 에너지 자급률을 85% 수준으로 유지할 것을 목표로 하고 있다. 이에 중국 국무원은 동 계획을 통해 석탄 총 소비의 44%를 차지하고 있는 12개 경제발전지역 및 대·중형 도시의 석탄소비에 대해 중점적으로 제한하고 감축할 것으로 지시하였는데, 2020년까지 베이징, 톈진, 허베이성, 산둥성의 4개 지역 석탄소비 총량을 2012년 대비 1억 톤 감축하고, 국가 전체 석탄소비 총량을 약 42억 톤으로 감축할 것을 지시하였다. 또한 석탄소비의 효율성을 제고하기 위해서 노후 발전설비에 대한 개조 및 업그레이드 행동계획을 통해 기존 석탄화력 발전소의 60만kW(풍냉식 제외) 이상 발전기에서 소비되는 석탄을 5년 내로 약 300gce/kWh 미만으로 억제할 것을 지시하였다.

2) 석탄 청정 고효율 이용 행동계획(2015~2020)

중국 국가에너지국(NEA)은 국무원의 「에너지발전전략 행동계획(2014~2020)」과 국가에너지국, 환경보호부, 공업·신식화부의 「석탄 안전 녹색개발과 청정·고효율 이용 촉진 관련 의견(關於促進煤炭安全綠色開發和清潔高效利用的意見)」의 구체화 추진, 에너지소비혁명¹²⁾의 추진 가속화, 석탄의 청정·고효율 이용 수준의 향상을 통한 환경과 자원에 대한 부하 저감의 달성 등을 도모하고자 2015년 4월 27일에 「석탄 청정 고효율 이용 행동계획(2015~2020년)(煤炭清潔高效利用行動計劃(2015~2020年))」을 발표하였다(中國國家能源局·環境保護部·工業信息化部, 2014; 中國國家能源局, 2015). 동 계획에서는 전국의 신규 석탄화력 발전소의 평균 전력공급용 석탄소모량을 300gce/kWh 이

11) ‘tce(tonnes of coal equivalent, 표준석탄 환산 톤)’, ‘gce(grammes of coal-equivalent, 표준석탄 환산 그램)’는 일반석탄을 표준석탄으로 환산한 값으로 중국에서는 1kg 표준석탄이 함유하는 표준열량을 7,000kcal로 규정하고 있음.

12) 중국의 ‘에너지소비 혁명’은 생산과 생활 과정에서 신기술 수단의 채용 또는 소비행위의 변화 등을 통해서 에너지 소비상황과 인류사회 발전의 형태에 중대한 변화 및 질적인 발전과정을 발생시키는 것을 지칭함.

하로 억제하는 한편 전국 원탄에 대한 선탄¹³⁾ 비율을 2020년까지 80% 이상에 이르게 하는 등의 주요 목표를 설정하였다. 특히, 동 계획은 목표 달성을 위해 7개 중점 업무를 제시하고 있다(<표 13> 참조).

<표 13> 석탄 청정 고효율 이용 행동계획(2015~2020)의 중점업무

목표 달성을 위한 중점 업무
① 석탄의 세광, 선광, 가공의 질적 제고 추진 및 석탄제품의 품질 향상
② 오염물질 초저배출의 석탄화력발전 추진 및 기존 석탄화력발전의 성능개선(리트로핏) 가속화
③ 전통적인 석탄 화공산업의 개선 및 석탄 화공산업의 현대화 추진
④ 석탄연소 보일러 개선 프로젝트의 실시 및 고효율 에너지절약 친환경 보일러의 응용 보급
⑤ 석탄의 품질·등급별 단계식 이용 및 석탄자원의 종합이용 효율의 향상
⑥ 민용 산탄의 청정화 관리 역량의 강화 및 석탄의 직접연소 감축
⑦ 폐기물의 자원화 이용 추진 및 오염물질 배출의 감소

자료: 中國國家能源局(2015)을 발췌·참조하여 저자 작성.

3) 발전원의 달성계획 목표를 제시한 전력부문 13.5계획(2016~2020)과 에너지발전 13.5계획(2016~2020)

중국 국가발전개혁위원회는 2016년 11월 7일에 「전력부문 13.5계획(2016~2020)(電力發展“十三五”規劃(2016-2020年))」을 통해 2020년까지 각 발전원의 달성계획 목표를 제시하였는데, 동 계획에서는 전력공급 능력의 확보, 발전원별 전원구조의 개선, 서전동송¹⁴⁾ 등의 안정적인 전력망 구축, 전력수급 조절기능의 강화, 에너지절약 및 오염물질 배출의 저감, 전력화를 제고를 통한 국민의 전력사용에 대한 보장 등 6대 발전목표의 제시와 함께 수력발전의 개발 및 확대, 신에너지 개발 및 에너지원의 다원화, 원자력 발전의 안전한 운영 및 동부 연해지역의 신규 원전 건설사업의 추진, 석탄화력발전의 고도화 추진 등을 중점과제로 제시하였다(中國國家發展改革委·國家能源局, 2016a). 동 계획은 석탄화력발전에 대한 규제에 있어 석탄화력발전의 고효율화, 청정화, 지속가능한 발전 등을 도모하고자 ‘시장주도와 정부규제’의 기본 원칙을 견지하는 한편, 리스크 예·경보

13) 선탄은 탄광에서 채굴된 원탄을 수요자의 요구에 부합되도록 선별하고 가공 처리하는 작업을 의미함.

14) ‘서전동송(西電東送)’은 중국 서부대개발 4대 공정사업 중 하나로, 중국 서부지역에서 생산된 전기를 동부지역으로 송전하는 것을 지칭함.

기계의 구축과 함께 ‘취소, 심사보류, 건설보류’의 실시를 통해 신규 석탄화력 발전소 건설에 대한 엄격한 통제를 진행할 것을 강조하였다. 특히, ‘취소’(取消一批)의 실시를 통해 2012년 이전에 계획에 편입된 석탄발전소 건설 프로젝트 중 아직 허가받지 않은 프로젝트를 취소하고, ‘심사보류’(緩核一批)의 실시를 통해 중국 13개성(헤이룽장, 산둥, 산시(山西), 네이멍구, 장쑤, 안후이, 푸젠(福建), 후베이, 허난, 닝샤, 간쑤, 광둥, 윈난)에서 2017년 말까지 국민 생활과 관련된 열병합발전을 제외한 자가용 석탄발전소의 비준을 잠시 보류하며, ‘건설보류’(緩建一批)의 실시를 통해 중국 15개성(헤이룽장, 랴오닝, 산둥, 산시, 산시(陝西), 네이멍구, 닝샤, 간쑤, 후베이, 허난, 장쑤, 광둥, 광시, 구이저우, 윈난)에서 국민 생활과 관련된 열병합발전 이외의 자가용 석탄발전소 중 아직 착공되지 않은 발전소를 2017년 말까지 착공 연기할 것을 강조하였다(에너지경제연구원, 2017). 동 계획은 석탄화력발전의 설비용량을 2015년의 900GW 수준에서 2020년까지 1,100GW 이내로 억제하는 한편, 전체 발전설비에서 차지하는 비중을 2015년의 59%에서 2020년까지 55%로 감축할 계획이다. 특히 신규 석탄화력 발전소의 평균 석탄소모량을 2020년까지 300gce/kWh 이하로 억제하고, 기존 석탄화력 발전소의 평균 석탄소모량을 2015년의 318gce/kWh에서 2020년까지 310gce/kWh 미만으로 억제할 계획이다(<표 14> 참조).

〈표 14〉 전력부문 13.5계획(2016~2020년) 주요 목표

구분	지표	2015년	2020년	연평균 변화율(%)	속성
전력 총량	• 총 발전설비 용량(억 kW)	15.3	20	5.5	예상치
	• 서전동송(억 kW)	1.4	2.7	14.04	예상치
	• 총 전력수요(조 kWh)	5.69	6.8~7.2	3.6~4.8	예상치
	• 최종에너지소비 중 전력 비중(%)	25.8	27.0	[1.2%p]*	예상치
	• 1인당 발전설비 용량(kW)	1.11	1.4	4.75	예상치
	• 1인당 전력소비량(kW)	4,142	4,860~5,140	3.2~4.4	예상치
전력 구조	• 비화석에너지 소비 비중(%)	12	15	[3%p]*	구속성
	• 비화석에너지 발전설비용량 비중(%)	35	39	[4%p]*	예상치
	• 기존 수력발전(억 kW)	2.97	3.4	2.8	예상치
	• 양수발전(만 kW)	2,303	4,000	11.7	예상치

〈표 14〉 전력부문 13.5계획(2016~2020년) 주요 목표 (Continued)

구분	지표	2015년	2020년	연평균 변화율(%)	속성
전력 구조	• 원자력발전(억 kW)	0.27	0.58	16.5	예상치
	• 풍력발전(억 kW)	1.31	2.1	9.9	예상치
	• 태양에너지발전(억 kW)	0.42	1.1	21.2	예상치
	• 화석에너지 발전설비용량 비중(%)	65	61	[-4%p]*	예상치
	• 석탄화력발전 설비용량 비중(%)	59	55	[-4%p]*	예상치
	• 석탄화력발전(억 kW)	9	< 11	4.1%	예상치
	• 가스발전(억 kW)	0.66	1.1	10.8%	예상치
에너지 절약 및 배출 감축	• 신규 석탄화력발전의 평균 석탄소모량(gce/kWh)	-	300	-	구속성
	• 기존 석탄화력발전의 평균 석탄소모량(gce/kWh)	318**	< 310	[-8]*	구속성
	• 송전 손실률(%)	6.64	< 6.50	-	예상치
민생 보장	• 충전 인프라 건설	전기차 500만 대 분량 충전 시설		-	예상치
	• 대체 전기에너지 사용량(억 kWh)	-	4,500	-	예상치

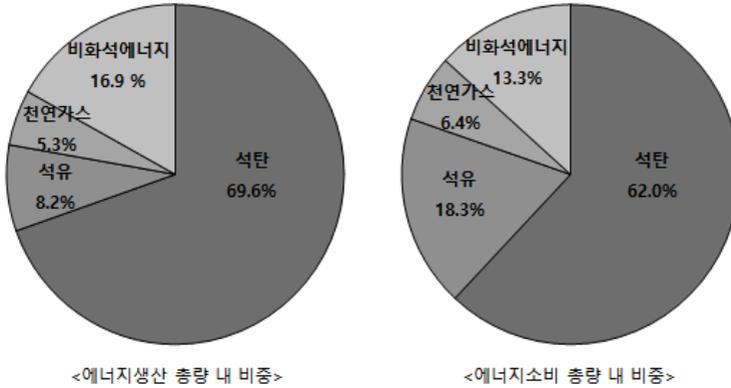
주 1: *[]는 5년간 누적치임.

주 2: **2015년의 기존 석탄화력발전 평균 석탄소모량은 중국전력기업연합회(中電聯)에서 발표했던 화력발전소의 평균 석탄소모량을 근거로 추산한 것임.

자료: 中國國家發展改革委·國家能源局(2016a; 2016b)을 발췌·참조하여 저자 정리.

중국 국가발전개혁위원회와 국가에너지국은 2016년 12월 26일에 「에너지발전 13.5 계획(2016~2020)」을 통해 2020년을 목표연도로 하여 중국의 1차 에너지 믹스 내 발전 원별 비중에 있어서 석탄 소비비중을 58% 이하로 감축하고, 석유 소비비중을 17% 수준으로 유지하는 한편, 천연가스와 비화석에너지의 소비비중을 각각 10%, 15% 이상으로 달성할 것으로 표명하였다(<그림 3, 4> 참조)(中國國家發展改革委·國家能源局, 2016b).

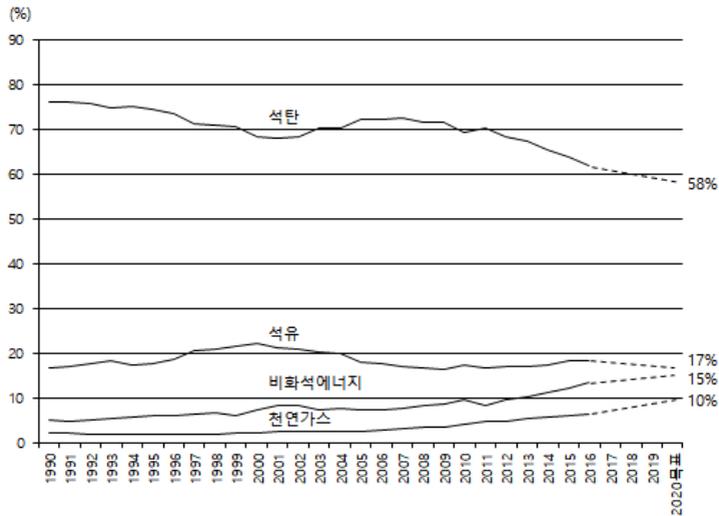
〈그림 3〉 중국의 1차 에너지 믹스 내 발전원별 비중 현황(2016년)



주: 2016년 에너지 생산 총량은 346,000만 톤 표준탄, 2016년 에너지 소비 총량은 436,000만 톤 표준탄으로 집계됨.

자료: 中國國家統計局(2017)의 통계자료를 기초로 저자 작성.

〈그림 4〉 중국의 1차 에너지 믹스 내 발전원별 비중 추이 및 2020년 목표치



주: 1990~2016년 수치는 中國國家統計局(2017)에서, 2020년 목표치는 中國國家發展改革委·國家能源局(2016b)을 참조.

자료: 中國國家發展改革委·國家能源局(2016b); 中國國家統計局(2017)의 통계자료를 기초로 저자 작성.

4. 중국의 대기오염 규제 및 관리 정책에 대한 비판적 고찰

1) 자료기반 검증

중국 환경보호부(현 생태환경부)의 정기 브리핑(中國環境保護部, 2018.1.31.)에 따르면, 지난 ‘대기 10조’(2013~2017년) 에서 제시되었던 대기질 개선 목표는 다음과 같이 전면 달성되었음이 확인 가능하다. 첫째, 2017년 전국 338개 지급이상 도시의 PM10 평균농도는 2013년 대비 22.7% 감소하였고, 둘째, 2017년 3대 중점권역(징진지 지역, 장강삼각주 지역, 주강삼각주 지역)의 PM2.5 평균농도는 2013년 대비 각각 39.6%, 34.3%, 27.7% 감소하였으며, 셋째, 2017년 베이징시의 PM2.5 평균농도는 2013년 89.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준에서 크게 하락하여 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 통제·관리되었다. 또한, 중국 환경당국의 중국환경현황공보(中國環境保護部, 2017c)와 중국생태환경현황공보(中國生態環境部, 2018a)에 따르면, 2013~2017년 최근 5년 동안, 중국의 주요 중점권역인 징진지, 장강삼각주, 주강삼각주 지역의 미세먼지 농도는 <표 15>와 같이 전반적인 감소 추세를 지속적으로 보여 왔다. 이러한 객관적 지표를 통해, 최근 중국이 시행하고 있는 대기질 개선 정책의 대기오염물질 저감 효과가 어느 정도 실효성이 있는 것으로 판단된다.

<표 15> 중국의 권역별 미세먼지 농도 (2013~2017년)

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

연도	징진지 지역 (13개 도시 평균값)		장강삼각주 지역 (25개 도시 평균값)		주강삼각주 지역 (9개 도시 평균값)	
	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5
2013	181	106	103	67	70	47
2014	158	93	92	60	61	42
2015	132	77	83	53	53	34
2016	119	71	75	46	49	32
2017	113	64	71	44	53	34

자료: 中國環境保護部(2017c); 中國生態環境部(2018a)을 기초로 저자 정리.

그러나 미세먼지 고농도 발생을 야기하는 주요 대기오염물질인 PM2.5는 기본적으로 성분과 발생원 및 원인물질이 다양하고 생성과정 역시 복잡하여 정확한 원인규명이 어

렵다(국립환경과학원, 2013). 따라서 미세먼지 고농도 발생에 대한 정확한 이해를 위해서는 대기오염물질의 확산조건에 관련한 기상인자 특성, 배출원 프로파일 및 인벤토리 등을 함께 고려하여 보다 과학적이고 객관적인 사실에 근거한 제반 실증연구가 요구된다. 이에, 중국 정부당국이 최근 시행하고 있는 대기질 개선 정책의 대기오염물질 저감 효과에 대해 보다 과학적인 근거가 필요하다고 판단된다. 즉, 중국의 대기오염물질 농도와 배출량, 배출원 정보에 대해 과학적이고 객관적인 통계데이터 및 이를 근거한 실증연구가 필요하고 이를 통해 중국의 대기오염 규제관리 정책의 대기오염물질 저감 효과를 함께 검증해야 만이 비로소 중국정부의 대기오염방지 정책의 신뢰성이 제고될 수 있을 것이다.

2) 한국의 미세먼지 고농도 발생을 고려한 중점지역 설정

중국 정부는 대기오염 예방·관리 업무의 강화된 기준 설정을 위해 2012년 「환경공기 질량표준(環境空氣質量標準)(GB3095-2012)」의 제정(3차 개정)을 통해 PM2.5, CO, O₃ 등 대상 오염물질을 신규 추가하고 규제기준을 정비하는 한편, 본 표준의 전국적인 시행(2016.1)에 대비하고자 「대기질 신표준 모니터링 실시방안(空氣質量新標準第一·二·三階段監測實施方案)」의 특별제정을 통해 3단계(2012~2014년)에 걸쳐 대기질 신표준 모니터링 실시 대상지역 범위를 74개 중점도시에서 전국으로 확대해 왔다(<표 16>, <그림 5> 참조).

<표 16> 중국의 대기질 신표준 모니터링 실시방안 ('3단계' 방안)

	제1단계	제2단계	제3단계
시기	2012년	2013년	2014년
지역 범위	3대 중점권역(징진지, 장강삼각주, 주강삼각주)의 지급도시 및 직할시, 성정부소재도시, 중앙직속 중앙개발도시* 등 주요 중점도시	1) 국가 환경보호 중점 및 모범도시** 2) 권역 대기질 자동측정소와 3개 중점권역의 대기질 예·경보센터 건설 가동	: 1, 2단계 도시 외의 모든 지급이상 도시 1) '13년 기 투자·건설한 48개 도시의 171개 측정점 2) 그 외, '14년 투자·건설한 129개 도시의 381개 측정점
도시 수	총 74개 지급이상 도시	총 116개 도시(87개 지급, 29개 현급 도시) 추가	총 177개 지급이상 도시 추가
측정 항목	SO ₂ , NO ₂ , PM10, PM2.5, O ₃ , CO 등 6개 대기오염물질		

〈표 16〉 중국의 대기질 신표준 모니터링 실시방안 (‘3단계’ 방안) (Continued)

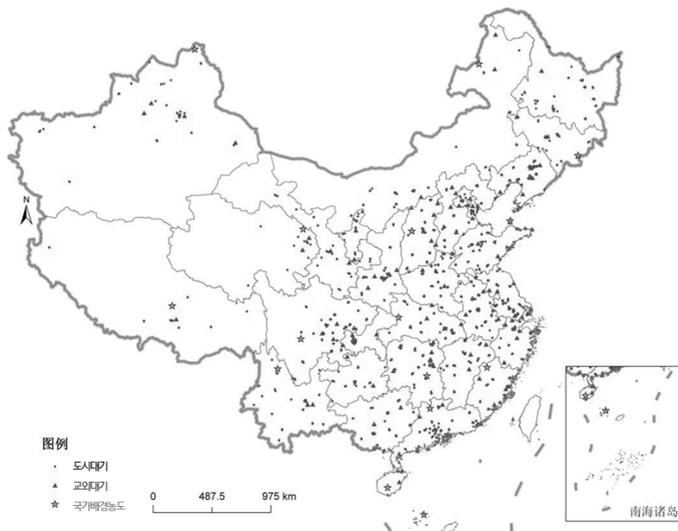
	제1단계	제2단계	제3단계
시기	2012년	2013년	2014년
목표	「GB3095-2012」에서 신규 추가된 항목(PM2.5, CO, O ₃ 등) 및 기준의 우선 시행	「GB3095-2012」에 의거하여 모니터링업무 시행 및 대기질모니터링 결과의 실시간 공표	
공개 내용	모든 측정점의 6개 대기오염물질의 실시간 시간별 농도값, 일평균 농도값, AQI지수 및 해당 측정점의 대표지역 등	제1단계 정보공개 내용에 모든 측정점의 6개 대기오염물질의 24시간 연속측정 농도값, 건강정보제공 등이 추가됨	

주1: *행정체계는 그대로 유지하면서 경제체제와 관리권한은 독립성을 유지한 성급에 준하는 계획단열시(計劃單列市)를 지칭하는 것으로, 광저우, 청두, 우한, 선양, 샤먼, 선전, 다롄 등이 있음.

주2: **국가 환경보호 중점 및 모범도시를 포함한 총 116개 도시의 449개 측정점이 해당됨. 이는 87개 지급도시의 388개 측정점과 29개 현급 국가환경보호 모범도시의 61개 측정점으로 구성되고, 이 중 87개 지급도시의 388개 측정점은 50개 지급도시급 국가환경보호 중점 및 모범도시의 238개 측정점과 2012년에 이미 건설된 37개 지급도시의 150개 측정점으로 구성되어 있음.

자료: 中國環境保護部(2012~2014)를 발췌·참조하여 저자 작성.

〈그림 5〉 중국의 국가급 대기질 모니터링 측정점 위치 분포



자료: 中國環境監測總站(2017)를 기초로 저자 재가공.

그리고 중국 정부는 징진지 및 주변지역과 중점권역들을 중심으로 지역 차원에서도 강화된 대기오염 규제관리 정책을 시행하고 있는 것을 앞서 정책분석을 통해 확인할 수 있었다. 하지만, 징진지 및 주변지역과 중점권역들의 대기오염을 방지하기 위하여 오염물질 배출원을 외부 지역으로 이전하게 되는 경우, 어느 지역으로 그리고 어떤 형식으로 이전하느냐에 따라 한국에 미치는 영향 역시 달라질 수 있다. 현재 시행 중인 중국의 대기오염 규제관리 정책은 징진지(수도권) 및 주변지역, 장강삼각주 및 주장삼각주 경제권역, 내륙 경제권 중점도시 등에 집중되어 있으므로(<그림 1, 2> 참조), 이를 제외한 기타 지역 및 중소도시, 특히 한반도와 인접한 동북3성 지역 내지 동부 연해지역의 중소도시로 대기오염물질 배출원이 이전될 경우, 배출원의 물리적인 거리는 한반도와 더욱 가까워질 수 있다. 물론, 단순히 물리적인 거리만을 통해 중국의 대기오염물질이 한국에 미치는 영향을 성급히 단정지을 수는 없으므로 대기오염물질의 장거리 수송 및 대기확산 특성, 종관기상장 파악 및 다양한 기상인자와의 영향관계 분석, 그리고 PM2.5의 2차 생성 기제 특성 등을 고려하여, 중국 전체의 관점에서 각 지역 도시의 대기오염물질 농도 추이와 우리나라의 대기질 추이와의 상관성 및 영향관계를 지속적으로 검토해야 한다. 가능하다면 공간통계를 비롯하여 다양한 공간방법론을 활용하여 중점지역을 객관적으로 도출하는 것이 바람직하다(김영호, 2012; 이상일 외, 2015; 이상일 외, 2016). 특히, 한반도와 중국 접경지역인 동북3성 노후공업지역과 중국의 동부 연해지역의 중소도시 오염물질 배출원에 대해서도 지속적인 정책모니터링과 실증 연구조사가 필요하다. 한국의 미세먼지 고농도 발생 원인을 정확하게 파악하는 측면에서는 중국 대기오염물질의 장거리 수송효과, PM2.5의 생성 및 이동 메커니즘에 대한 한·중 양국의 관측데이터, 배출원 목록 정보 공유 및 공동연구체계 구축 역시 한·중 환경협력 플랫폼과 프레임워크 하에서 강화될 필요가 있다.

3) 지속적인 실행가능성 검토

중국 정부에서 추진하는 새로운 정책, 규제, 제도 등의 실행 가능성에 대한 여부도 비판적으로 살펴볼 필요가 있다. 실제로 작년에 중국의 석탄연료 사용에 대한 제한 조치는 석탄연소 보일러를 이용한 난방 금지 및 천연가스 또는 전기로의 대체 난방을 계획하였으나 중국 북동부 농촌 지역의 경우 연료수급 문제와 파이프 시설인프라 미비 등으로 인

해 겨울철 난방에 큰 문제점이 노출되어 해당지역에 대한 정부당국의 석탄난방 금지 조치가 철회되기도 하였다.

한편, 중국의 석탄연료 사용에 대한 제한 조치는 중국이 수입하는 LNG에 대한 수요 증가 및 전 세계 연료가격의 상승을 이끌었으며, 이로 인해 상대적으로 가격이 저렴한 전 세계 석탄 수요 역시 증가시키는 등 세계 에너지 시장의 변화를 야기하기도 하였다. 이처럼 중국의 거대한 구매력은 에너지시장에 예상치 못한 큰 영향을 급속도로 미칠 수 있는바 이에 대한 면밀한 고찰이 요구된다.

다른 한편, 중국의 석탄화력발전 대기오염물질 배출허용 기준이 강화됨에 따라 화녕, 화톈, 다탕, 귀톈, 국가전력투자그룹 등 5대 국유 발전 화력발전설비의 초저배출 기준 달성하고자 막대한 노력을 하고 있다. 새로이 제정된 엄격한 기준에 맞추기 위하여 탈황, 탈질, 집진, 중금속 처리 설비의 개조 및 증설 등에 따른 수요 급증과 함께 에너지절약, 대기환경모니터링, 오염물질 여과 및 정화 등 환경보호 기술의 발전, 대기오염방지설비 관련 환경설비 제조업과 환경보호 산업기술 시장의 규모 형성 및 정부지원의 양적 확대, 나아가 중국 전체 산업구조에 대한 재편 및 고도화 등이라는 긍정적인 변화 역시 예상할 수 있다.

III. 결 론

본 연구에서는 석탄연소에 따른 대기오염과 석탄화력발전 대기오염물질 배출에 대한 중국 정부의 대기환경 규제관리 정책제도 동향 및 주요 내용을 살펴봄으로써 중국 정부당국의 대기환경 정책 및 대기오염물질 배출 규제관리 정책의 제도적 배열의 흐름을 확인하였고, 중국 대기환경 정책 전반의 향후 방향에 대해서 살펴보았다. 이를 통해 석탄화력발전 대기오염물질 배출에 대한 중국 정부당국의 규제는 권역별 규제와 발전설비 유형별 규제 실시 등을 통해 이전보다 세분화된 것을 알 수 있으며, 대기오염물질 배출허용 기준 역시 강화되고 있음을 확인하였다. 그리고 석탄연소 및 석탄화력발전으로 인한 대기오염에 대해서 13차 5개년 계획 등 2020년을 목표년도로 하여 추진 중인 중진 국가발전 종합계획들을 통해 직접적인 규제 및 방지 관리 등이 정책제도 측면에서 더욱 강화될 것으

로 예상된다.

최근 중국은 ‘환경보호 추진 및 생태문명 건설을 위한 환경감독 강화’의 정책기조와 강력한 정책집행의 의지를 기반으로 하여, 엄격한 환경법규를 제정하고 정책제도의 정비를 통해 석탄연소로 인한 대기오염 방지 및 관리를 엄격하게 추진해 왔다. 특히, 지방 정부와 환경부처의 감독 및 책임소재 강화를 통한 환경보호 감독체계 가동, 청정에너지로의 대체 전환을 통한 국가 에너지믹스의 재편 등 거시적 관점에서의 관리 정책에 주력하는 한편, 이와 동시에, 대기오염 유발의 석탄연소 보일러 퇴출 및 석탄사용 제한, 징진지 및 주변지역의 대대적인 환경특별단속 및 현장 순찰을 통한 환경오염유발 업체에 대한 기업 감찰과 직접 규제 강화, 대기오염물질 배출 및 수치 조작 행위에 대한 엄격한 법 집행, 환경감독 정보의 공개 및 투명성의 제고 등 강제성과 행정력이 동원된 강도 높은 대기환경 개선 정책을 대대적으로 시행해 오고 있다. 특히, 중국 환경당국의 명칭 변경(환경보호부에서 생태환경부) 및 조직기능·업무권한의 확대와 함께 2018년 7월 3일 「푸른 하늘 보위전 완승 3년 행동계획」의 공표 등을 통해서 대기오염 예방 및 관리 업무에 있어 향후 더욱 실효성 있고 정교한 정책의 추진이 전개될 것으로 판단되며, 이러한 강화된 신규 정책의 수립 및 시행은 인접국인 우리나라의 ‘국의 영향으로 인한 미세먼지’의 저감과 대기질 개선에 있어 어느 정도 긍정적인 역할을 할 수 있을 것으로도 기대되는 바이다.

하지만, 중국 대기질 개선 정책의 실질적인 효과와 향후 지속적인 실행가능성 여부는 과학적 근거에 기반을 두고 신중하게 평가될 필요가 있으며, 한국 등 인접국가에 미치는 영향이 충분히 고려되지 않은 한계점에는 개선이 요구된다. 이를 위해서는 한·중 양국의 환경정책 교류 강화, 다(多)학제적 전문가의 교류 활성화 및 공동연구 추진, 수요 기반의 환경산업 및 기술협력 확대 등을 통해 지속가능한 한·중 환경협력 네트워크를 구축하고 강화시켜 나가는 것이 필수적으로 전제되어야 한다. 비단 중국의 대기오염물질 저감 문제에 대한 고려 뿐만 아니라 한·중 양국의 에너지정책, 산업·기술 방면에서의 협력, 그리고 동북아 지역을 포괄하는 글로벌 환경거버넌스의 국제정치경제적 동인 등 다양한 요인들을 충분히 고려하는 통합적 접근과 중장기적인 연구가 필요하다.

[References]

- 강택구 외, 『한·중 대기오염 저감 관리 비교와 협력방안』, 대외경제정책연구원, 2013.
- 강택구·조성재 외, 『주요 산업의 중국 내 동북아국가들의 경쟁구조 분석(제2권: 중국의 노동 및 환경문제 편)』, 산업연구원, 2014.
- 국립환경과학원, 『PM2.5 생성 및 이동 메커니즘 규명 국제협력 연구를 위한 기획연구』, 국립환경과학원, 2013.
- 김영미·이명현, “중국 화력발전산업의 CO₂ 암묵가격 및 잠재감축량, 연료에 대한 대체가능성 분석”, 『자원·환경경제연구』, 제22권 제1호, 2013, pp. 77~98 (2013a).
- 김영미·이명현, “중국 제조업 부문별 CO₂ 잠재감축량 및 한계저감비용 지역 간 비교 분석”, 『자원·환경경제연구』, 제22권 제3호, 2013, pp. 459~479 (2013b).
- 김영호, “공간데이터의 시공간적 평가방법에 대한 고찰”, 『한국지리학회지』, 제1권 제2호, 2012, pp. 193~204.
- 김윤희·정도숙, 『중국 환경 규제 강화와 대응방안』, KOTRA, 2017.
- 김정인, “중국의 대기오염 배출 저감을 위한 한·중·일 에너지, 환경협력 방안”, 『자원·환경경제연구』, 제10권 제4호, 2001, pp. 591~617.
- 김종희 외, “2014년 2월 서울의 고농도 미세먼지 기간 중에 CMAQ-DDM을 이용한 국내 외 기여도 분석”, 『한국대기환경학회지』, 제32권 제1호, 2016, pp. 82~99.
- 박창원 외, “중국의 대기오염 실태와 오염량 추정에 관한 연구”, 한국환경경제학회 학술 발표논문집, 1998, pp. 299~323.
- 반치·민동기, “중국의 지역별 탄소배출 효율성 추정 및 영향요인 분석”, 『자원·환경경제연구』, 제26권 제2호, 2017, pp. 205~227.
- 서울연구원, 『초미세먼지(PM-2.5) 배출원 인벤토리 구축 및 상세 모니터링 연구』, 서울특별시, 2016.
- 에너지경제연구원, “중국의 전력부문 13.5계획(2016~2020년)”, 『세계에너지시장인사이드』, 17-1, 2017.
- 이상일·조대헌·이민파, “일변량 공간연관성통계량에 대한 비교 연구 (I): 전역적 S 통계량을 중심으로”, 『한국지리학회지』, 제4권 제2호, 2015, pp. 329~345.
- 이상일·조대헌·이민파, “일변량 공간연관성통계량에 대한 비교 연구 (II): 국지적 S 통계량을 중심으로”, 『한국지리학회지』, 제5권 제3호, 2016, pp. 375~396.

- 이수철, “일본의 미세먼지 대책과 미세먼지 저감을 위한 한중일 협력”, 『자원·환경경제연구』, 제26권 제1호, 2017, pp. 57~83.
- 추장민 외, 『중국의 환경문제와 정책에 관한 한·중 공동연구』, 한국환경정책·평가연구원, 2010.
- 추장민 외, 『한·중 권역별 대기오염 저감정책 비교 및 협력방안 연구 - 이동오염원 관리 대책을 중심으로』, 대외경제정책연구원·한국환경정책·평가연구원, 2016.
- 추장민 외, 『한·중 권역별 대기오염 저감정책 비교 및 협력방안 연구 - 고정오염원 관리 대책을 중심으로』, 대외경제정책연구원·한국환경정책·평가연구원, 2017.
- 한국환경정책·평가연구원, 『중국 환경 정책 및 조직 안내서』, 환경부, 2016.
- 微小粒子状物質(PM2.5)に関する専門家会合, “最近の微小粒子状物質(PM2.5)による大気汚染への対応”, 2013.2
- 北京市氣象局, “北京市氣象災害豫警信號與防禦指南”, 2016.3.31.
- 中國東方早報, “北京PM2.5濃度最高達993發首個霾橙色預警信號”, 2013.1.14.
- 中國國家發展改革委·國家能源局, “電力發展“十三五”規劃(2016-2020年)”, 2016.11.8.(2016a).
- 中國國家發展改革委·國家能源局, “能源發展“十三五”規劃”, 2016.12.26.(2016b).
- 中國國家環境保護標準, “環境空氣質量指數(AQI)技術規定(試行)(HJ633-2012)”, 2012.2.29.
- 中國國家能源局, “煤炭清潔高效利用行動計劃(2015~2020年)”, 2015.4.27.
- 中國國家能源局·環境保護部·工業信息化部, “關於促進煤炭安全綠色開發和清潔高效利用的意見”, 2014.12.26.
- 中國國家統計局, “中國統計年鑒2017”, 2017.10.13.
- 中國國務院, “大氣污染防治行動計劃”, 2013.9.10.
- 中國國務院辦公廳, “能源發展戰略行動計劃(2014-2020年)”, 2014.6.7.
- 中國環境保護部, “大氣污染防治法(1995年修正)”, 1995.8.29.
- 中國環境保護部, “火電廠大氣污染物排放標準(GB13223-91)”, 1991.
- 中國環境保護部, “火電廠大氣污染物排放標準(GB13223-1996)”, 1996.
- 中國環境保護部, “火電廠大氣污染物排放標準(GB13223-2003)”, 2003.12.23.
- 中國環境保護部, “火電廠大氣污染物排放標準(GB13223-2011)”, 2011.7.29.
- 中國環境保護部, “環境空氣質量標準(GB3095-2012)”, 2012.2.29.
- 中國環境保護部, “空氣質量新標準第一·二·三階段監測實施方案”, 2012.5.21., 2013.3.22., 2014.5.7.

- 中國環境保護部, “關於執行大氣污染物特別排放限值的公告”, 2013.2.27.
- 中國環境保護部, “大氣污染防治法(主席令第三十一號)”, 2015.8.29.
- 中國環境保護部, “京津冀及周邊地區2017-2018年秋冬季大氣污染綜合治理攻堅行動方案”, 2017.8.21.(2017a).
- 中國環境保護部, “京津冀及周邊地區2017—2018年秋冬季大氣污染綜合治理攻堅行動方案及六個配套方案”, 2017.8.31.(2017b).
- 中國環境保護部, “2016中國環境狀況公報”, 2017.(2017c).
- 中國環境保護部, “環境保護部2018年1月例行新聞發布會實錄”, 2018.1.31.
- 中國環境保護部·國家發展改革委·財政部, “重點區域大氣污染防治“十二五”規劃”, 2012.10.29.
- 中國環境保護部·國家發展改革委·國家能源局, “全面實施燃煤電廠超低排放和節能改造工作方案”, 2015.12.11.
- 中國環境監測總站, “國家環境空氣質量監測網”, 2017.11.08.
- 中國全國人民代表大會常務委員會, “大氣污染防治法(主席令六屆第57號)”, 1987.9.5.
- 中國生態環境部, “2017中國環境狀況公報”, 2018.5.22.(2018a).
- 中國生態環境部, “國務院關於印發打贏藍天保衛戰三年行動計劃的通知”, 2018.7.3.(2018b).
- 中國新京報, “全國多地陷入嚴重霧霾天”, 2013.1.13.
- Li, G., “全面提升生態文明建設人與自然和諧共生的現代化”, 2017.12.10.
- Liu, H. and G. Du, “Spatial Pattern and Distributional Dynamics of Urban Air Pollution in China-An Empirical Study Based on Aqi and Six Sub-Pollutants of 161 Cities”, *Economic Geography*, Vol. 36, No. 10, 2016, pp. 33~38.
- PENGPAL XINWEN(www.thepaper.cn), “京津冀及周邊治霾再發力”, 2017.2.19.
- Wang, K., X. Meng, and B. Yang, “Regional differences and influencing factors of China’s air pollution emission efficiency considering technological heterogeneity”, *China Population Resources and Environment*, Vol. 27, No. 1, 2017, pp. 101~110.
- Xie, B. and R. Chen, “The Study of Air Pollution Regional Linkage Control and Prevention System Under the Vision of National Governance - A Case of Beijing, Tianjin and Hebei”, *China Public Administration*, Vol. 351, 2014, pp. 6~10.