

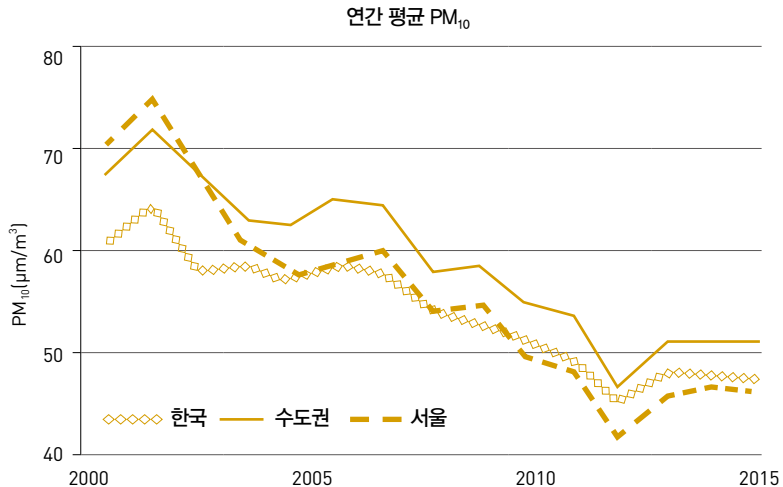
동북아시아 대기오염의 핵심기지로서의 한·중 공동연구

[글] 송창근 교수 cksong@unist.ac.kr
울산과학기술원 도시환경공학부

미세먼지 운명공동체가 된 한국과 중국

최근 3~4년간 국민의 우려가 집중되었던 환경문제는 소위 '중국발 고농도 미세먼지'일 것이다. 1990년대 후반부터 2012년까지 정부의 강력한 대기오염 규제 정책(고체연료 금지, 배출사업장의 규제, 수도권특별대책 등)으로 대기오염이 점진적으로 개선된 것은 사실이다. 그러나 최근 10년간 초고도 성장기를 맞은 중국의 경제·산업 활동이 급증하면서 중국 본토는 물론이거니와 한반도에서도 2013년부터 미세먼지의 고농도 현상이 빈번해지고 있다. 특히 세계보건기구(WHO)가

그림 1 한국, 수도권(SMA), 서울의 미세먼지(PM10) 연평균 농도 변화



자료 Kim et al., 2017

2013년 초미세먼지를 1군 발암물질로 지정하면서, 지정학적으로 '세계의 공장'을 서쪽에 두고 있는 우리나라는 더 이상 대기환경의 안전지대가 아니라는 우려를 넘어 공포로까지 이어지고 있다. 이에 정부는 2014년 '제2차 수도권 대기환경관리 기본계획'에 이어 2015년 '제2차 대기환경개선 종합계획(2016~2025)', 2016년 '6.3 미세먼지 관리 특별대책'을 발표하여 국내 오염원을 관리하기 위한 정책적 역량을 집중하고 있다. 그러나 전문가들은 중국의 협조 없이는 미세먼지 해결이 요원할 것으로 전망하고 있다.

중국도 발등에 불이 떨어진 형국이다. 사회주의 국가에서는 이례적으로, 중국인민들은 대중집회 등을 통해 스모그 해결을 정부에게 강력히 촉구하고 있다. 또한 중국 내 많은 외국계 글로벌 기업에서는 스모그 때문에 직원들이 중국 현지근무를 꺼리거나 주재원조차 중국을 떠나려 하여 추가 인건비 부담과 새로운 인재 확보에 어려움을 겪고 있다. 이에 따라 경제 전문가들은 부동산 거품, 빈부격차와 더불어 환경오염 문제를 중국 경제의 최대 리스크로 꼽고 있다.

다행히도 중국 당국은 대기오염을 개선하기 위해 2013년 '대기오염 방지행동계획'을 수립, 2017년까지 베이징의 초미세먼지(PM2.5) 25% 감축 목표를 제시하는 등 노력을 기울이고 있다. 이에 대한 행동계획으로 소형 석탄보일러(10톤/시 이하) 퇴출, 석탄비중 감축(65% 이하), 청정에너지 보급 등 10대 계획이 추진되며, 5년간(2013~2017) 총 1.7조 위안(약 304조 원)을 투입하는 예산계획이 수립되었다.

한편 한·중 양국은 미세먼지 문제 해결이라는 공동의 이해를 바탕으로, 2014년 7월 한·중 정상회담에서 '한·중 환경협력에 관한 양해각서'를 개정했다. 이를 계기로 대기오염 예보모델 개선 및 미세먼지 문제 원인규명을 위한 실시간 측정자료 공유, 공동연구단 설립·운영을 통한 대기질 개선 연구를 추진하고 있다.

대기오염 해결을 위해 공동연구에 나선 동아시아

한·중·일 동북아 장거리 이동 대기오염물질 프로젝트(LTP)

1995년 9월, 한·중·일 3국은 장거리 월경성 대기오염 물질(Long-range Transboundary Air Pollution, LTP)에 관한 동북아 지역의 공동연구를 추진하기로 합의하였다. 이는 동북아 지역에서 대기오염 물질의 장거리 이동에 관한 이

한중일 동북아 장거리이동 대기오염 물질(LTP) 프로젝트

참여기관

- 한국 : 국립환경과학원(NIER)/환경부(MOE)
- 중국 : 중국환경과학연구원(CRAES)/환경보호부(MEP)
- 일본 : 환경성(MOEJ)/대기오염연구 아시아센터(ACAP), 국립환경연구소(NIES)

기반구축 및 운영

- 1995년, 한중일 '동북아시아 월경성 대기오염물질에 관한 국제회의' 개최 및 LTP 사업 추진 합의
- 1996년, 한국 국립환경과학원을 임시사무국으로 지명, 제1차 실무자그룹 회의에서 정식 사무국으로 승격
- 2000년~현재까지, 매년 LTP 전문가 회의 개최하고 주요 연구결과 공유

주요 연구결과

- Stage 1 : 2000년~2004년(5년), 공동연구 기반 구축
- Stage 2 : 2005년~2007년(3년), 모니터링, 모델링을 통한 국가 간 상호영향 평가
- Stage 3 : 2008년~2012년(5년), 황산화물, 질소산화물에 대한 배출원-수용지 관계 분석, 오존, PM 배출원-수용지 관계 분석을 위한 예비연구
- Stage 4 : 2013년~2017년(5년), 초미세먼지(PM2.5)의 장기관측 결과 분석, 종합보고서 및 정책입안자용 요약 보고서 발간

해를 증진하고 그 연구 기반을 조성하기 위한 노력이다. 이러한 공동연구를 통해 확보한 과학적 정보를 정책 담당자에게 제공하는 것도 본 프로젝트의 주요 설립 목적이다.

그러나 그간의 성과에도 불구하고 LTP 프로젝트는 한계를 지니고 있다. 우선 연구 성과가 정책 마련으로 연계되는 부분이 미흡한 것으로 평가되었다. 장거리 이동의 원인 규명, 중국발 대기오염의 기여율 확인 등의 국제공동 연구 성과가 있었으나, 연구 중심의 활동으로 인해 실질적인 동북아 대기환경 개선정책 및 국제협력 정책에 반영하기에는 충분치 않은 것으로 보인다. 특히 한·중·일 국제협력의 최고 의사결정기구인 3국 환경장관회의(TEMM)에서도 새로운 한·중·일 환경협력이 추진됨에 따라 LTP 프로젝트에 대한 관심 및 중요도가 저하되고 있다. 다만 3국간 장거리 대기오염 물질에 대한 연구에 정부기관이 공식 참여하는 경우는 LTP가 유일하다는 점에서 LTP 프로젝트의 위상을 알 수 있다.(Kim, 2016)

동아시아 산성강하물 모니터링 네트워크(EANET)

앞서 1993년에는 동아시아 지역 산성비 침착과 관련된 현안 해결을 위해 '동

아시아 산성강하물 모니터링 네트워크(EANET)'가 일본의 주도로 설립되었다. 공식 회원국은 우리나라를 비롯한 13개국(한국, 중국, 일본, 러시아, 몽골, 태국, 필리핀, 말레이시아, 베트남, 인도네시아, 캄보디아, 미얀마, 라오스)이다. EANET는 2015년부터 UN 환경계획(UNEP) 소속 기관으로 변경되었으며, 연구 기관인 NC(Network Center)는 일본 니가타 현에 소재하고 있다. 이곳에서 참가국들의 연구 공유 및 관련 전문가 교육이 이루어지고 있다.

EANET은 산성강하물에 대한 모니터링 방법 표준화와 자료 공유에 초점을 두고 NC를 중심으로 지역 협약을 통한 상호협력으로써 산성강하물에 대한 문제해결을 추진해왔다. 그러나 참여국의 일치된 합의가 어렵고, 한국이나 중국과 달리 대기환경 문제가 어느 정도 해결된 일본에서는 정부의 재정적 뒷받침이 소홀해지고 있다. 또한 산성강하물 외의 다른 오염물질로 협력범위를 확대하는 데도 어려움을 겪고 있는 상황이다.(Kim, 2016)

한·중·일 대기오염 정책대화

2013년 5월, 제15차 한·중·일 환경장관회의(TEMM)에서 한국 측의 제안으로 '대기오염 정책대화'가 신설되었다. 이는 동북아시아의 대기문제에 대한 심도 있는 연구개발과 정책 교류를 위해 3국의 실무급 협력체계를 강화한 것이다. 정책 대화 산하에는 2개의 실무 연구그룹을 두었는데, 대기오염 방지·관리에 관한 과학연구를 담당하는 분야와 대기질 감시·예측에 관한 기술 및 정책 연구를 담당하는 분야로 나뉜다. 각 실무그룹에서는 휘발성 유기화합물(VOCs) 저감 및 자동차 등의 이동오염원 배출저감에 관한 정책 교류와 과학연구, 오존(O₃)·미세먼지(PM_{2.5})에 대한 모니터링 기법 및 인벤토리 구축 등에 대한 기술교류 등을 추진한다.

한·중 대기질 공동연구단

2015년 6월, 한국의 국립환경과학원(NIER)과 중국의 환경과학연구원(CRAES)은 한·중 공동연구단 협력 양해각서(MOU)에 서명했다. 이는 2014년 7월 합의된 한·중 정상회담의 후속조치로, 중국 환경과학연구원 내에 연구단 사무실이 설치되었다. 한국과 중국에서 각각 다섯 명씩 파견한 총 열 명의 공무원과 민간전문가가 공동연구단으로 활동하고 있는데, 이들의 공동수행 과제는 대기오염 예보모델 및 고농도 현상의 원인을 규명하는 것이다. 공동연구단은 향후 연구

그림2 한·중 공동연구단 협력 양해각서(MOU) 서명식



자료 국립환경과학원, 2015.6.12

표1 한·중 공동연구단 연차별 연구계획

연도	연구 과제
2015년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 중국의 배출량 산정과 모델 개선 연구 <ul style="list-style-type: none"> • 중국 연안을 따른 황해 선박관측을 통해 중국 배출량과 예측 모델 검증 2. 초미세먼지 생성과 변환 특성에 관한 연구 <ul style="list-style-type: none"> • 스모그 반응기에서 북경 시내 대기를 산화시켜 중국 기원 초미세먼지 생성 과정과 특성 파악 3. 베이징 지역의 초미세먼지 고농도 사례 분석 <ul style="list-style-type: none"> • 북경 초미세먼지 고농도 사례 발생의 기상 특성과 화학 조성 특성 파악
2016년	
2017년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 자동차 배출 특성규명과 인벤토리 고도화 <ul style="list-style-type: none"> • 자동차 이동오염원 배출량 산정 정확도 향상 2. 초미세먼지 생성과 변화기작 모니터링 기술 <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 배출원별 SOC 생성과정 모사 및 관찰을 위한 실험
2018년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 예경보 대기질 모델 성능 개선 <ul style="list-style-type: none"> • 오염물질별 장거리 이동에 대한 정량적 평가, 실시간 측정자료의 모델 변화 시스템 구축 2. 한중 초미세먼지 경보시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> • 실시간 초미세입자 예보를 양국 도메인으로 확장하여 예보정확도 향상 방안 도출
2019년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 초미세먼지 진단과 거동 파악 <ul style="list-style-type: none"> • 한중 지상관측 시스템 간 자료교환 체계 구축 2. 동북아시아 대기환경 진단 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> • 초미세먼지, 오존 등 대기오염 물질의 대기환경 통합 진단시스템 구축
2020년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 건강 위해성 평가 및 노출 평가 기법 개발 <ul style="list-style-type: none"> • 배출원별 위해성 진단을 위한 마커 개발, 초미세먼지 농도별 장기변화 시나리오 개발 2. 한중 초미세먼지 피해저감 대책 및 관리방안 <ul style="list-style-type: none"> • 피해저감 대책 마련을 위한 과학적 접근 방법, 미세먼지 저감기술 개발 방안 등

자료 국립환경과학원

목적과 추진 방향을 더욱 구체화하여 실질적인 연구결과를 도출할 예정이다. 이로써 한·중 간 대기분야 환경협력의 핵심조직으로 발전, 동북아시아 지역의 대기질 개선을 리드하는 국제기구로의 확대를 꾀하고 있다.

한·중 공동연구에서 동북아 국제 공동연구로

최근 들어 새 정부의 국정기조에 따라, 지금까지의 동아시아 대기환경 국제 협력을 바탕으로 하는 ‘한·중 공동연구단’의 향후 발전적 확대가 최근에 논의되고 있다. 그 기본 기조는 기존의 한·중 협력 채널(환경·외교·경제)을 기반으로 대기질 개선을 위한 국제공동 협력을 단계적으로 추진하는 것이다. ‘한·중 공동연구단’을 한국과 중국, 나아가 동북아시아 지역의 대기질 개선을 위한 국제 전문 연구조직으로 확대한다는 목표 아래 1단계에서는 기존 한·중 협력을 2020년까지 더욱 강화하고, 2단계에서는 2025년까지 새로운 동북아 국제 공동연구 기구 창설 및 기금을 조성한다는 계획이다.

1단계에서는 한·중 공동연구 등을 강화하기 위해 한·중 비상채널(HOT Line)을 구축할 예정이다. 이로써 중국에서 비상상황이 발생할 경우(적색경보, 화학사고 등) 중국 현지 오염 및 주요 대응상황 등을 실시간으로 전달받아 국내 대응전략에 활용할 수 있다. 또한 한국과 중국에 한정된 대기질 연구를 동북아시아 지역과 동아시아 전역으로 확대하고, 고농도 미세먼지의 원인 규명을 위한 ‘대기질 공동관측 프로젝트(晴天 Project)’를 추진하여 연구 역량을 강화하고 국제 공동연구 기구로서의 설립 기반을 마련토록 한다.

2016년 ‘한·중 공동연구단’ 연차 워크숍에서 중국측 공동연구단장이 대규모 공동관측 연구 추진계획을 제안한 바, 한국 국립환경과학원에서는 국내 참여연구자를 중심으로 이 프로젝트를 논의하고 있다. 본 프로젝트의 세부 연구내용은 중국 북부지역(베이징·톈진·칭다오 등 6개 도시)를 대상으로 대기성분 측정·분석, 항공입체관측, 모델링 평가 등이 포함되어 있으며, 2020년까지 3년간 한·중 공동연구단(양국 과학원) 및 국내외 전문가가 참여할 계획이다.

2단계에서는 1단계 공동연구 강화를 바탕으로 2025년까지 한·중 정부가 주도하는 ‘동북아시아 대기질 공동연구센터(JRO-AQ)’ 설립을 추진한다. 한국과 중국에서 더 나아가 동북아 지역과 동아시아 전역으로 연구 영역을 확대하고, 일본·몽골·러시아 등 동북아 주변국가의 참여를 도모하는 계획이다. 자세히 말하자

면 현재의 ‘한·중 공동연구단’을 2025년까지 한·중·일·러·몽·북 등 동북아 지역의 국가별 환경과학원 전문 인력과 영국·프랑스 등 국제 연구 인력이 공동 참여하는 형태로 확대하는 것이다.

이러한 야심찬 계획을 추진하는 과정에서 각국의 이해관계가 충돌하는 국제 협상의 특성상 많은 난관이 예상된다. 그러나 동북아의 유관 국가가 이미 고농도 미세먼지를 공통의 문제로 인식하고 있다는 점과 한국 정부의 미세먼지 해결에 대한 강력한 정책 의지를 고려할 때 여러 장애물이 잘 극복될 것으로 보이며, 명실상부한 새로운 동북아 국제 공동연구 기구로 자리 매김하여 미세먼지라는 공통의 문제를 해결할 수 있으리라 낙관해본다. **W**

참고문헌

- 중국환경보호부, 2013, 대기오염방지 행동계획
- 중국환경보호부, 2016, 대기질 공동관측 프로젝트(晴天 Project)
- 환경부, 2014, 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획
- 환경부, 2015, 제2차 대기환경개선 종합계획('16-'25)
- 환경부, 2016, 6.3 미세먼지 관리 특별대책
- Kim, Cheol-Hee, 2016, NEASPEC as a Bridge between Science and Policy: Transboundary Pollutant Issue in East Asia, NEASPEC/SOM(21)/1, Annex IV. Technical paper
- Kim, Hyun Cheol, Soontae Kim, Byeong-Uk Kim, Chun-Sil Jin, Songyou Hong, Rokjin Park, Seok-Woo Son, Changhan Bae, MinAh Bae, Chang-Keun Song, Ariel Stein, 2017, Recent increase of surface particulate matter concentrations in the Seoul Metropolitan Area, Korea, Scientific Reports 7: 4710 DOI:10.1038/s41598-017-05092-8