

심포지움 1) 동북아시아 장거리이동 대기오염물질 국제공동연구 추진 성과

The Performances of International Joint Research for Long-range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia

박일수 · 한진석 · 이석조 · 이덕길

국립환경연구원 대기연구부

1. 서 론

국립환경연구원은 제 1회 동북아시아 장거리이동 대기오염물질에 관한 한·중·일 3국 공동운영위원회 회의를 개최하였으며(1996. 7. 4 - 5), 본 회의에서 동북아 지역의 대기질 개선을 위한 국제공동연구를 수행하며, 이의 성공적 수행을 위해 국립환경연구원에 사무국을 설치하기로 합의되었다.

이후 개최된 공동운영위원회에서 측정 및 모델링 분야에서 실질적으로 연구를 수행할 전문가를 각국 4인씩 총 12인 구성하였고, 기본단계 기간(1999. 9 - 2004. 8)에 수행할 공동연구 내용 및 방법 등을 합의, 도출하였다.

본 국제공동연구는 동북아 청정지역에서 장거리 이동 대기오염물질을 상시 및 집중 감시하며, 동일한 기상 및 배출량 조건에서 국가간 상호 주고, 받는 대기오염영향을 파악하는 모델링에 중점을 두고 있다. 한·중·일 3국 전문가들은 그간 6차례의 전문가회의 등을 통해 긴밀한 협력체계를 유지하며 동북아시아에서 장거리 이동되는 대기오염물질을 감시 및 모델링 할 수 있는 체계를 구축하였으며, 국립환경연구원은 이를 토대로 3차례의 연차보고서를 발간하였다.

기본단계가 마무리되는 차기년도에는 한·중·일 3국간 상호 주고, 받는 대기오염영향이 3국 인정 하에 파악될 전망이다. 기본단계 기간의 최종결과를 토대로 동북아 지역의 대기질 개선을 위한 대기오염물질 배출량 저감시나리오가 도출되어야 하며, 이를 위해 한·중·일 3국은 국제공동연구를 다년간 계속 수행할 예정이다.

2. 추진성과

2. 1 측정 분야

한·중·일 3국 모니터링분야 전문가들은 각국의 청정지역에서 장거리이동 대기오염물질을 상시 및 집중 측정하기위해, 한국에서는 강화, 고산, 태안, 거제, 중국은 Dalian 및 Xiamen, 일본은 Rishiri 및 Oki 등 총 8개 지점에서 기체상 오염물질(SO₂, NO_x, O₃)농도와 에어로졸(PM₁₀, PM_{2.5})의 질량 농도 및 수용성 이온성분을 측정, 분석하기로 합의하였다. 측정은 각국에서 이미 통용되고 있는 검증된 방법을 사용하며, QA/QC는 EANET에 준용하기로 하였다.

상시측정은 8개 측정망에서 2000년 10월부터 계속 실시되고 있으며, 집중 측정은 일년에 두 번씩 현재까지 8차례 한·중·일 3국 공동으로 실시되었다. 또한 집중 측정시 한국 및 일본은 서해, 남해 및 동해에서 항공기에 의해 고도별로 대기오염물질을 측정하였다. 상시측정에서는 기체상오염물질 경우 1시간 주기, 에어로졸의 경우 7일 주기로 수행되며, 집중 측정은 한차례에 7~10일 동안 기체상오염물질 및 에어로졸의 경우 각각 1시간 및 1일 주기로 수행되고 있다.

국립환경연구원은 8개 지점에서 상시 및 집중 측정된 자료를 D/B화하여 한·중·일 각국 모니터링 전문가들에게 배포하고 연구에 활용하고 있다.

2. 2 모델링 분야

한·중·일 3국 모델링분야 전문가들은 동북아시아 북위 20°N~50°N, 동경 115°E~145°E 영역에서 SO₂, NO_x 및 VOC 배출량을 격자별(1°×1°)로 산정하였고, 금년에는 NH₄의 배출량 산정을 완료할 예정이다.

동북아 지역에서 대기오염물질의 장거리 이동 현상을 이해하기위해, 한·중·일 3국은 자체적으로 모델링시스템을 개발하였고, 한국은 CADM(Comprehensive Acid Deposition Model), 중국은 CMAQ(

Community Multi-scale Air Quality), 일본은 RAQM(Regional Air Quality Eulerian Model)시스템을 구축하였다.

3국 전문가들은 동일한 기상, 배출량 및 모델링 조건에서 계절별 1사례에 5일 동안 총 4사례에 대해 모델링을 수행하기로 합의하였다. 동북아 지역에서 각 계절별로 대표성있는 종관기상장을 Cluster 방법에 의해 6개 그룹으로 분류하고, 그 중 가장 우세한 Cluster를 모델링 사례로 선정하였다. 배출량은 원칙적으로 3국 공동으로 산정된 SO₂ 및 NO_x 자료를 이용하며, 기타오염물질(CO, NMVOC, NH₃)의 경우에는 당분간 Carmichael(2000) 교수에 의해 산정된 자료를 사용하였다. 모델링 조건에서 수평 격자 간격은 60km, 연직 첫 번째 격자 간격은 100m로하며, 초기 및 경계조건은 O₃의 경우 각각 40ppb, 기타오염물질은 모두 영으로 처리하기로 합의하였다.

모델링 결과는 동북아 지역에서 지표면 농도(SO₂, SO₄²⁻, NO₂, O₃)에 대한 시·공간분포, 6개 측정망(Dalian, Xiamen, Gosan, Kangwha, Oki, Rishiri)에서 지표면 농도의 시간변화 및 건·습성 침적량(SO₂, SO₄²⁻)등이며, 연직확산과정을 이해하기위해 동북아 내륙 지역(Tangshan, Seoul, Tateno)에서 연직분포 농도(SO₂, NO₂, O₃)를 모델링 하였다. 각국의 모델링 결과는 제 6차 전문가회의 (2003. 11. 4 - 6)에서 비교 분석되며, 집중측정 기간(2002. 3. 5 - 15)동안 모델링 사례를 대상으로 검증도 수행될 예정이다.

3. 향후추진계획

기본단계에서는 한·중·일 3국간 상호 주고, 받는 대기오염영향이 3국 인정 하에 정량적으로 밝혀질 전망이다. 이를 바탕으로 향후 3년(2005 - 2007)동안 각국의 배출량 저감에 효율적인 비용 분석이 이루어지며, 각국의 효율적인 비용 분석을 고려하여 동북아 지역에서 대기환경보전을 위해 최적의 배출량 저감시나리오가 도출되며, 주변 국가에 대한 보상들을 고려한 국가별 보전 비용도 산정될 예정이다.

참 고 문 헌

- Secretariat for LTP (2002) 「The Proceedings of 5th Expert Meeting for the Long-range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia」, National Institute of Environment Research in Korea.
- Secretariat for LTP (2003) 「Annual Report - The 3rd Year's Joint Research on Long-range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia」, National Institute of Environment Research in Korea.