

## 1D3) 2005년 항공관측에 의한 서해상에서의 장거리 대기오염 물질의 공간농도 분포

### The 2005 Aerial Measurement for Spatial Distribution of Long-range Transboundary Air Pollutants over the Yellow Sea

차준석 · 최진수 · 이동원 · 오성남 · 김상균 · 이재범 · 최철우 · 김수연  
한진석<sup>1)</sup> · 공부주<sup>1)</sup> · 김영미<sup>1)</sup> · 이상욱<sup>1)</sup>

국립환경과학원 지구환경연구소, <sup>1)</sup>국립환경과학원 대기환경과

#### 1. 서 론

환경문제는 지역적이거나 한 국가적인 문제를 떠나 이미 지구적인 수준으로 이슈화되었고 특히 국경을 초월하는 장거리이동 대기오염문제는 국가간의 피해 분쟁을 야기시킬 수 있는 중요한 문제로 부각되어 왔다. 중국의 풍하측에 위치한 한반도와 일본은 지정학 상으로 장거리 이동되는 대기오염물질로 인한 피해국이며, 따라서 한·중·일 3국은 자국의 대기질을 관리하기 위하여 자국 내에서 발생하는 대기오염물질의 규제나 관리 뿐 아니라 이 지역에서 장거리 이동되는 대기오염물질의 이동 및 침적에 대한 정확하고도 정량적인 자료의 확보가 필수적이다. 국립환경과학원에서는 이러한 문제와 관련하여 동북아 지역의 대기질 보전대책 수립을 위한 자료를 확보하기 위하여, 1997년부터 항공측정을 수행하여 왔으며 본 연구에서는 항공기를 이용하여 서해, 내륙 및 동해상공에서 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>와 O<sub>3</sub>, 입자상물질의 개수농도 및 미량가스들의 고도별, 경도별 측정을 실시하였다.

#### 2. 연구 방법

측정에 사용된 항공기는 Piper사의 Chieftain 기종이었고 상층비행 중 가스상 및 입자상물질의 채취를 위하여 항공기 하단부에 stainless steel 재질의 노즐을 제작·장착하여 사용하였다. 항공기 내부에 GPS(GARMIN, GPS II)와 THERMO사의 Trace level 43C, 42C, 49C(SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> 분석용)를 설치, 가스상 물질을 경도·위도 및 고도에 따라 실시간으로 측정, 매 5초마다 data logger를 통하여 컴퓨터에 자동으로 저장하였으며 VOCs와 Aldehydes는 포집하여 실험실에서 GC와 LC로 분석하였다.

측정은 '05년 4월 15일~25일과 10월 15~25일의 기간동안 기상조건에 따라 5회와 7회를 실시하였고 경로는 측정목적에 따라 서해상공의 오염물질의 고도별 변화를 보기 위한 F1 경로와 경도 변화에 따른 이동량을 파악하기 위한 F2 경로, 서해와 수도권 상공의 농도 비교를 위한 F3 경로, 서해와 동해 상공의 농도 비교를 위한 F4경로로 나누어 실시하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

항공 관측은 '05년 4월과 10월에 총 12회의 측정을 실시하였는데, 역계적 분석결과 측정기간 동안의 대부분의 기류는 북, 북서 혹은 서쪽 방향으로부터 이동된 것으로 나타났으며 주로 II, III 권역에서 영향을 크게 받은 것으로 나타났다. 4월과 10월의 고도별 측정에서는 일반적으로 혼합고가 형성된 고도까지 농도가 증가하다 혼합층을 경계로 농도가 줄어드는 경향을 보였으며, 경도별 측정에서는 SO<sub>2</sub>의 경우 서해에서 내륙으로 가까이 갈수록 농도가 낮아졌으며 NO<sub>x</sub>의 경우 내륙쪽에서 다시 농도가 증가하는 경향도 나타냈지만 전반적으로 전자의 형태를 나타내었다. 고도별, 경도별로 고농도 현상이 발생한 측정일의 경우 중국 중, 남부의 공업지역을 포함한 II, III 권역을 이동해온 기류가 혼합층내로 유입되고 있어 중국으로부터의 장거리이동의 가능성을 보여주었다.

서해와 내륙의 비교에서 4월의 경우 측정물질 모두 내륙에서 높게 나타났으며 10월의 측정에서는 SO<sub>2</sub>의 경우 전반적으로 서해가 높아 장거리이동에 영향을 받는 것으로 추측되며 NO<sub>x</sub>와 입자개수농도

는 내륙이 높은 농도분포를 보여 국지적인 영향을 더 크게 받는 것으로 추측된다. 동해상공과의 비교에서는 서해상공의 오염물질이 더 높은 농도로 분포하는 것으로 나타났다.

2005년 4월 측정기간동안 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>가 서해상을 통해 유입된 양은 각각 0.31, 0.26, 3.33 ton/km/hr이었으며 유출된 양은 0.01, 0.35, 0.38 ton/km/hr으로 나타나 2004년도 3월에 비하여 NO<sub>x</sub>는 두 배 가량 적게, SO<sub>2</sub>는 약 3배, O<sub>3</sub>는 약 4배가량 많이 유입되었다. 10월에는 유입된 양이 0.01, 0.08, 0.208 ton/km/hr이었고 유출된 양은 0.12, 0.05, 0.76 ton/km/hr으로 나타나 2004년 10월과 비교하여 비슷한 수준을 보였으나 O<sub>3</sub>의 유입량은 약 5배 감소한 것으로 나타났다.

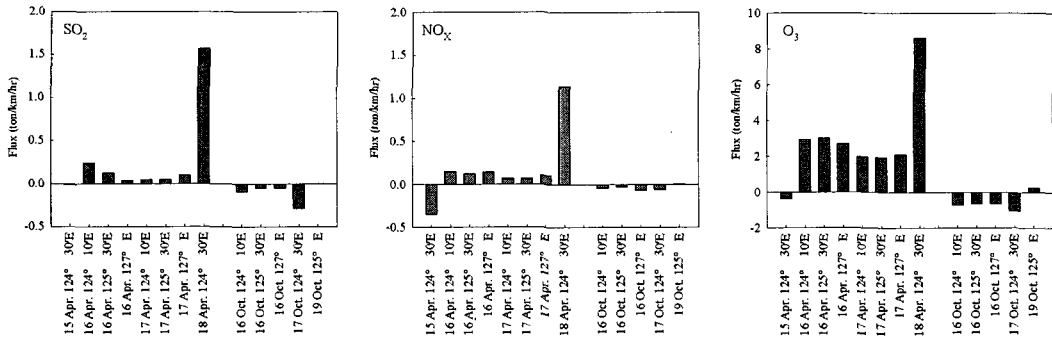


Fig. 1. Transboundary flux during the 2005 aerial measurement.

### 참 고 문 헌

- 김병곤 등 (1997) 항공기를 이용한 서해안에서의 SO<sub>2</sub> 및 NO<sub>x</sub>의 측정, 한국대기보전학회지, 13(5), 361-369.
- 안준영 (2004) 황해상에서 대기오염물질의 공간적 분포와 장거리 이동, 박사학위논문.
- 국립환경과학원 (2004) 동북아대기오염 감시체계구축 및 환경보전 협력사업(V).
- Shiro Hatakeyama, Akinori Takami, Fumio Sakamaki, Hitoshi Mukai, Nobuo Sugimoto, Atsushi Shimisu. (2004) Aerial measurement of air pollutants and aerosols during 20-22 March 2001 over the East China Sea, Journal of Geophysical research, VOL. 109, D13304.
- Kim, B. G., J. S. Han and S. U. Park (2000) Transport of SO<sub>2</sub> and aerosol over the Yellow sea, Atmospheric Environment, 35, 727-737.
- Prinn, R., et al. (1992) Global average concentration and trend for hydroxyl radicals reduced ALE/GAGE trichloroethane(methylchloroform) data for 1978-1990, Journal of Geophysical Research, 97, 2445-2461.