

1F3) 지역적인 규모에서의 PSCF 모형의 적용 및 검증 Application and Verification of PSCF Model for Regional Scale data

정장표 · 이승훈¹⁾ · 장영환¹⁾ · 이승묵²⁾

경성대학교 환경공학과, ¹⁾경성대학교 환경문제연구소, ²⁾서울대학교 환경대학원

1. 서 론

산업의 발달로 인한 대기오염의 심각화 현상은 국지적인 현상을 뛰어넘어 지역적인 문제로까지 확산되고 있다. 황사 현상의 경우만 하더라도 이제는 한국, 중국, 일본 만의 문제가 아닌 미국 서부해안까지도 그 영향을 받는 것으로 보고 되고 있다. 이처럼 국가간 장거리 이동오염물질의 관측 및 평가에 즈음하여 우리나라에서도 중국 및 일본과 함께 동북아시아 지역에서의 장거리 이동오염물질에 대한 연구를 활발히 진행하고 있다. 특히 중국은 최근에 급속한 산업발달과 더불어 많은 양의 대기오염물질을 배출하고 있고, 산성 대기오염물질의 강하량이 크게 증가하고 있는 것으로 평가 되고 있다. 이에 본 연구에서는 오염원의 위치규명을 위해 적용되고 있는 PSCF 모형을 이용하여 동북아시아 장거리 이동오염물질의 거동과 오염원의 위치추적을 행하였다.

2. PSCF 모형

PSCF 모형은 특정 격자를 지나는 역계적분석자료와 농도자료를 결합시켜 잠재적 영향오염원에 관한 공간적인 위치정보를 0과 1 사이의 확률적인 값으로 제시하는 모형으로써, PSCF를 계산하는 방법은 다음과 같다. 격자를 구분하여 행을 i , 열을 j 라고 하고 격자의 이름을 G 라고 준다면 모든 격자는 G_{ij} 로 표시할 수 있다. N 을 분석된 역계적 모형의 전체 endpoint 개수라고 하면 i 행 j 열 격자를 지나는 확률 $P(A_{ij})$ 는 다음 식(1)과 같이 정의된다.

$$P(A_{ij}) = \frac{n_{ij}}{N} \quad (1)$$

그리고, i 행 j 열을 지나는 역계적 분석자료중에서 고농도 측정값을 보이는 endpoint가 i 행 j 열 격자를 지나갈 확률 $P(B_{ij})$ 는 다음 식 (2)와 같이 정의된다.

$$P(B_{ij}) = \frac{m_{ij}}{N} \quad (2)$$

결국 i 행 j 열 격자의 PSCF 값은 다음 식 (3)과 같이 정의 된다.

$$PSCF \text{ Value}(P_{ij}) = \frac{P(B_{ij})}{P(A_{ij})} = \frac{m_{ij}}{n_{ij}} \quad (3)$$

3. 연구 방법

본 연구에 적용되어지는 PSCF 모형의 적용과 검증을 위해 2001년도에 측정된 거제, 강화, 고성 지역의 국가 배경농도의 봄철 측정자료를 이용하였으며, 모형의 검증을 위해, 봄철 측정자료를 황사일과 비황사일로 구분하여 적용된 상관분석결과와 PSCF 모형 결과를 상호 비교 고찰하였다. 이때 검증을 위해 사용된 화학종은 PM2.5, PM10 질량 자료와 그 수용성 이온성분들로서 Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Na^+ , Ca^{2+} 등이며 역계적 분석은 매 시간마다 3일간의 궤적 분석을 하였으며, 궤적분석에는 NOAA의 HYSPLIT 모형을 사용하였다.

4. 결과 및 고찰

그림 1과 2에 거제도 지방에서의 PM2.5 질량 농도, PM10 질량 농도에 대한 결과를 도시하였다. 거제도 지역의 경우 일본쪽에서 돌아 들어오는 장거리 이동영역에서 PM2.5 및 PM10의 경우 모두 높은

PSCF 값을 나타내어, PM10 과 같이 상대적으로 큰 조대입자의 경우에도 장거리 이동을 하고 있음을 알 수 있었다.

미세입자인 PM2.5의 경우에는 Ca^{2+} 성분이 장거리 이동에서 많은 영향을 받음을 보여주고 있으나 상대적으로 조대입자인 PM10의 Ca^{2+} 성분은 장거리 이동이 아닌 비황사일의 궤적에서 주로 나타나고 있어 장거리 이동의 영향보다는 인근 지역에서 비산되는 국지적 영향이 높은 것으로 나타났다.

이러한 경향을 띠는 물질은 Cl 등이 유사한 경향성을 나타내었다. 이는 PM2.5에 속해있는 각 성분들과 PM10에 속해있는 각 성분의 기원이 틀리다는 것을 암시하고 있다.

그러나 상대적으로 조대입자에 많이 포함되어 있으며 그 기원이 해염입자로 알려진 Na 성분의 경우에는 PM2.5 및 PM10 두 경우 모두 비슷한 결과를 보이고 있으며, 해양을 오랜 시간 거치는 궤적의 경우에 PSCF 값이 높게 나타났다. 또한 미세입자영역에 대부분 분포하는 것으로 알려져 있는 SO_4^{2-} 성분의 경우에는 장거리 이동에 의한 영향이 지배적임을 나타내고 있다.

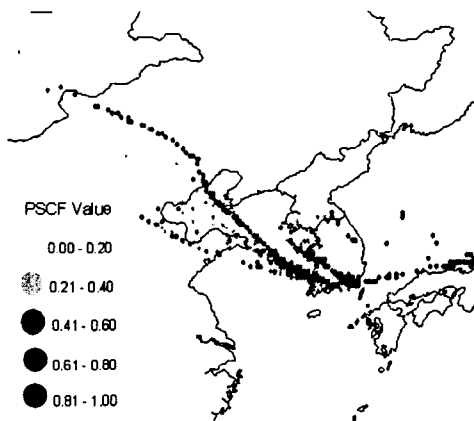


Fig. 1. PSCF results for PM2.5 mass Conc. at Geogje island.

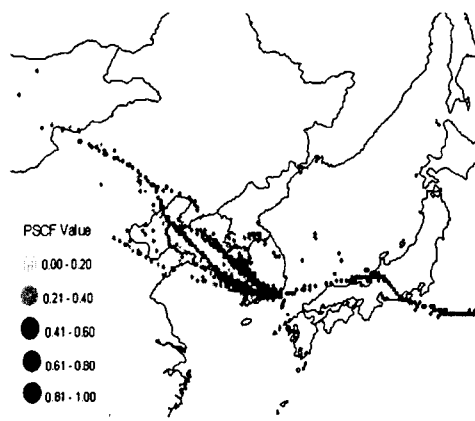


Fig. 2. PSCF results for PM10 mass Conc. at Geogje island.

5. 결 론

PSCF 결과에 대한 지역적인 규모에서의 적용 및 평가를 위해 황사/비황사로 구분하여 PSCF 모형을 적용한 결과, 오염물질별 이동경로와 장거리 이동영향 등을 파악할 수 있었으며, PSCF 모형 적용 결과에서 나타나는 각 오염물질들의 특징적인 현상들과 선행연구에서 조사된 오염물질별 특징들과 잘 부합되는 결과를 나타내었다. 결론적으로 황사와 같은 장거리 이동 오염물질의 이동경로 및 오염원의 위치 추적에 PSCF 모형이 유용하게 사용되어 질 수 있음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- Ashbaugh, L.L., Malm, W.C., Sadeh, W.Z.,(1985) A residence time probability analysis of sulfur concentrations at Grand Canyon National Park. *Atmospheric Environ.* 19, 1263-1270.
- Hopke, P. K.(1991) Receptor Modeling for Air Quality Management, Elsevier, Amsterdam.
- 국립환경연구원 (2001), 배경농도지역 장거리 이동오염물질 집중조사 I.
- 국립환경연구원 (2002), 배경농도지역 장거리 이동오염물질 집중조사 II.
- 이승훈 (2002), 대기오염원의 위치 확인을 위한 PSCF(잠재적오염원기여함수) 모형의 적용, 경성대학교 박사학위논문