한국대기환경학회 2002 추계학술대회 논문집
Proceeding of the 34th Meeting of KOSAE (2002)
Korean Society for Atmospheric Environment

PA29) 제주도 고산에서의 에어로솔 조성 변화 고찰: 1992-2002년 TSP 측정자료

Aerosol Composition Change at Gosan, Jeju: TSP measurement Data between 1992 and 2002

박민하 · 김용표 · 강창희[1)]
이화여자대학교 환경학과, [1)]제주대학교 화학과

1. 서 론

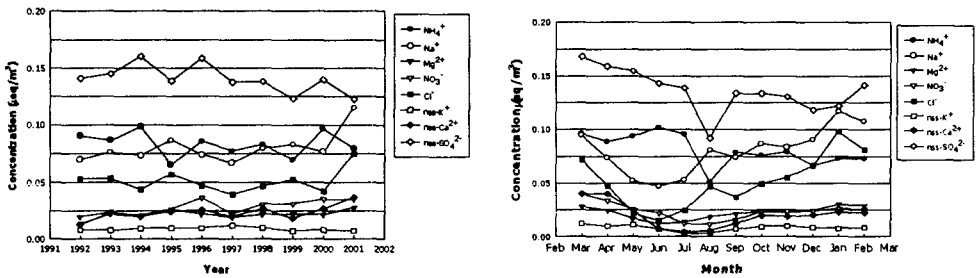
제주도 고산은 지역자체내의 대기오염물질이 거의 없는 우리나라의 대표적인 배경농도지역이며, 지리적 특성상 동북아시아에서 대기오염물질의 장거리이동 특성을 규명하는데 적합한 지역으로 알려져 있다. 고산에 대한 활발한 연구를 통해 장기간 TSP 측정자료가 모아졌으나, 아직까지 그 해석에 대한 통계적인 분석과 이동특성에 관한 해석을 위한 역궤적 분석은 미흡하다. 이에 본 발표에서는 1992년 3월부터 2002년 2월까지 고산에서 측정한 입자상 무기이온 성분의 농도를 장기간의 역궤적 분석결과와 함께 통계적인 방법으로 해석하고자 하였다.

2. 연구 방법

1992년 3월부터 2002년 2월까지 제주도 고산 측정소에서 고유량측정기인 자동입자채취기 (Kimoto Model 195A High Volume Tape Sampler)로 입자를 채취하였고, NH_4^+, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^- 등의 무기이온성분을 분석하였다. 전체 분석자료 중에서 음이온 합에 대한 양이온의 합의 당량 농도비가 30% 이상 차이나는 자료는 제외하였다. 또한, HYSPLIT4 (HYbrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory) 모델을 이용하여 고산에 도달하기 4일전부터의 궤적을 모사하여 분석하였다 (web address: http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html, NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD, USA). 분석된 이온농도를 연별, 이온별 평균농도를 살펴보고 서로간 상관계수를 비교하였다. 비해염 황산염과 질산염의 농도 경향과, 궤적과 이온농도의 관계를 통계적인 방법을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

1992년에서 2002년까지 무기이온농도의 연평균 값과 월평균 값의 변화를 그림 1에 나타내었다. 무기이온성분 중 nss-SO_4^{2-}이 가장 높은 농도를 보였고, NH_4^+, SO_4^{2-}, nss-SO_4^{2-}, NO_3^-는의 농도는 봄에 가장 높고, 여름에는 낮다. Na^+과 Cl^-의 농도는 늦은 봄에서 초여름에 낮아졌다가 가을을 지나면서 높아지다가 겨울에 가장 높다.



(a) (b)

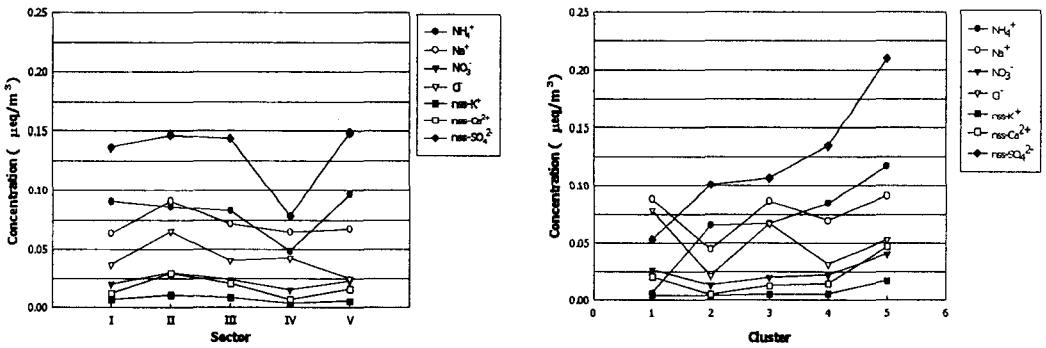
Fig. 1. Variation of (a) annual and (b) monthly mean concentration of inorganic ionic compounds' concentrations measured at Gosan (unit : μeq/m^3).

대표적인 산성대기오염물질인 NO_3^-와 nss-SO_4^{2-}, 이 두 성분비는 정규성과 계절성을 띠는 자료에 적합한 계절 맨-켄달 검정법을 이용하여 경향성의 유무를 확인하고, 이에 수반되는 계절 맨-켄달 기울기 통계량을 구해 경향성의 정도를 확인하였다 (표 1). 이 방법으로 고산에서 관찰된 질산염에 대한 비해염 황산염의 비의 감소는 질산염의 농도가 증가하기 때문이라는 것을 통계적으로 확인하였다.

Table 1. Result of Seasonal Mann-Kendall Test for S/N, nss-sulfate and nitrate.

	Trend	Slope
S/N	Downward (▼)	-0.7047 /yr
Nss-Sulfate	No trend (-)	-0.0016 μeq/m^3/yr
Nitrate	Upward (▲)	0.0017 μeq/m^3/yr

역궤적 분석결과를 Kim et al. (1998)에서 제시한 대로 구역을 나누었고, 이를 토대로 그림 2에 역궤적 분석결과와 이온농도를 군집분석 (Cluster analysis)한 결과를 나타내었다. (a) 이온농도를 그대로 당량농도로 분석한 결과는 궤적에 따라 단순히 분류한 것과 같았고, (b) 이온농도를 로그변환하여 분석한 결과는 이것과 차이가 있었다.



(a) (b)

Fig. 2. Comparison the inorganic ionic compounds' concentration (a) by sector and (b) by cluster.

참 고 문 헌

이종훈 (1999) 동북아시아지역 대기오염물질의 장거리 이동에 관한 연구, 박사학위논문, 건국대학교 대학원.

김주화 (2002) 비모수 통계기법을 이용한 낙동강 수계의 수질 경향분석, 석사학위논문, 이화여자대학교 과학기술대학원.

Arimoto, R., Duce, R. A., Savoie, D. L., Prospero, J. M., Talbot, R., Cullen, J. D., Tomza, U., Lewis, N. F. and Ray, B. J. (1996) Relationships among aerosol constituents from Asia and the North Pacific during PEM-West A, Journal of Geophysical Research, 101, 2011-2023.

Carmichael, G. R., Hong, M.-S., Ueda, H., Chen., L.-L., Murano, K., Park., J. K., Lee, H., Kim, Y., Kang, C. and Shim, S. (1997) Aerosol composition at Cheju Island, Korea, Journal of Geophysical Research, 102, 6047-6061.

Kim, Y. P., Shim, S.-G., and Moon, K. C. (1998) Monitoring of Air Pollutants at Kosan, Cheju Island, Korea, during March-April 1994, J. appl. meteo., 37, 1117-1126.

Lee, J. H., Kim, Y. P., Moon, K.-C., Kim, H.-K. and Lee, C. B. (2001) Fine particle measurements at two background sites in Korea between 1996-1997, Atmospheric Environment, 35, 635-643.