

4E3) 고산에서 측정된 입자상 질산염 농도 특성

Characteristics of Nitrate Concentration Measured at Gosan

김나경 · 김용표 · 강창희¹⁾ · 문길주²⁾

이화여자대학교 환경학과, ¹⁾제주대학교 화학과,

²⁾한국과학기술연구원 대기자원연구센터

1. 서 론

동북아시아 지역은 대기오염물질의 배출량이 증가하고 있는 실정이며, 특히 중국은 이 지역의 SO_x와 NO_x 배출량의 많은 부분을 차지하고 있다. 또한 이 지역은 입자 중 토양 성분의 농도가 높고, 토양 입자의 이동이 활발하다. 주로 중국 동해안에 집중되어 있는 배출원에서 배출된 산성 대기오염물질과 토양성분의 입자가 장거리 이동을 통하여 배출지 이외의 지역을 전달될 가능성이 있는데, 이러한 장거리 이동 중에 SO_x와 NO_x 등의 기체상 산성물질은 SO₄²⁻와 NO₃⁻ 등의 입자상 산성 물질로 변환하여 침적될 수 있다.

이 연구에서는 1998년부터 2002년까지 제주도 고산에서 측정된 PM_{2.5} 및 TSP의 무기이온 성분 자료 중 질산염의 연평균 농도변화와 월평균 농도 변화를 살펴보았다. 또한, 그 중에서도 질산염의 농도가 특히 높았던 68일의 이온 성분 농도 특성을 분석하였다. 그리고 공기의 역궤적 분석을 통하여 질산염의 농도변화와 공기궤적의 이동경로와의 관계를 알아보고자 하였다.

2. 연구 방법

연구자료는 1998년 3월부터 2002년 2월까지 제주도 고산에서 측정된 PM_{2.5} 및 TSP의 무기이온의 일 평균 농도 자료이다. 자세한 측정 및 분석 방법은 김용표 등(1996a, b)에 제시되어 있다. 또한 채취와 분석의 정확성을 검증하기 위해 분석한 양이온과 음이온 농도의 합의 비를 비교하여 정도관리를 수행하였다. 고산 지역 입자성분 중 유기산 이온 등을 고려하여 전체 자료에서 음이온 합에 대한 양이온의 합의 당량 농도 비가 30% 이상 차이나는 자료는 제외하였다(박민하 등, 2002).

이 연구에서는 특히 질산염의 농도가 높게 나타난 68일의 특징을 분석하였는데, 먼저 4년을 다시 각각 1년씩 나누어 질산염 농도의 연평균과 표준편차를 구한 후, 질산염의 농도가 평균에서 표준편차 이상으로 초과하는 날을 질산염의 농도가 유의하게 높은 날로 선정하여 분석 대상으로 하였다.

3. 결과 및 고찰

질산염의 농도 증가 경향은 크게 두 가지로 나누어졌다. 첫째, nss-Ca²⁺, nss-Mg²⁺ 등의 토양성분과 함께 증가하는 경우, 둘째, NH₄⁺, nss-SO₄²⁻ 등의 인위적 오염물질과 함께 증가하는 경우이다. 전자의 경우 주로 TSP에서의 질산염에서 관찰되었으며, 후자는 PM_{2.5}에서의 질산염에서 주로 관찰되었다. 따라서, 전자는 주로 nss-Ca²⁺, nss-Mg²⁺ 등의 토양입자와 NO_x와의 표면반응에 의하여 생성된 질산염으로 생각되며, 후자의 경우 인위적 오염원에서 배출된 NH₄⁺, nss-SO₄²⁻ 등과 같은 인위적 오염물질과 NO_x와의 반응으로 생성된 질산염으로 생각된다.

역궤적 분석 결과 TSP와 PM_{2.5} 모두, 질산염과 nss-Ca²⁺, nss-Mg²⁺가 함께 증가한 경우는 주로 공기궤적이 북쪽 러시아 지역에서 발원하여 몽골을 거쳐 이동해왔고(약 57%), 질산염과 NH₄⁺가 함께 증가한 경우는 주로 공기궤적이 중국 북서부에서 발원하여 중국 북부 지방을 거쳐 이동해 왔으며(약 37%), 일부가 중국 남부 지역을 거쳐 이동해 오는 것을 알 수 있었다(약 15%)(그림 1(a), (b)).

계절별 특징을 살펴보면 특히 봄철에 고농도 질산염이 집중적으로 나타났는데, 질산염이 고농도로 나타난 전체 68일 중 44일로 전체의 약 65%에 해당하였다. 이때의 공기의 역궤적을 살펴본 결과 전체 44일 중 80%에 해당하는 35일의 역궤적이 모두 몽골 및 중국 지역에서 발원 및 이동해 오는 것을 알 수

있었다. 따라서 고산지역에서는 주로 봄철에 고농도의 질산염이 관측되며, 이때의 고농도의 질산염은 중국의 영향을 크게 받는 것으로 보인다(그림 2).

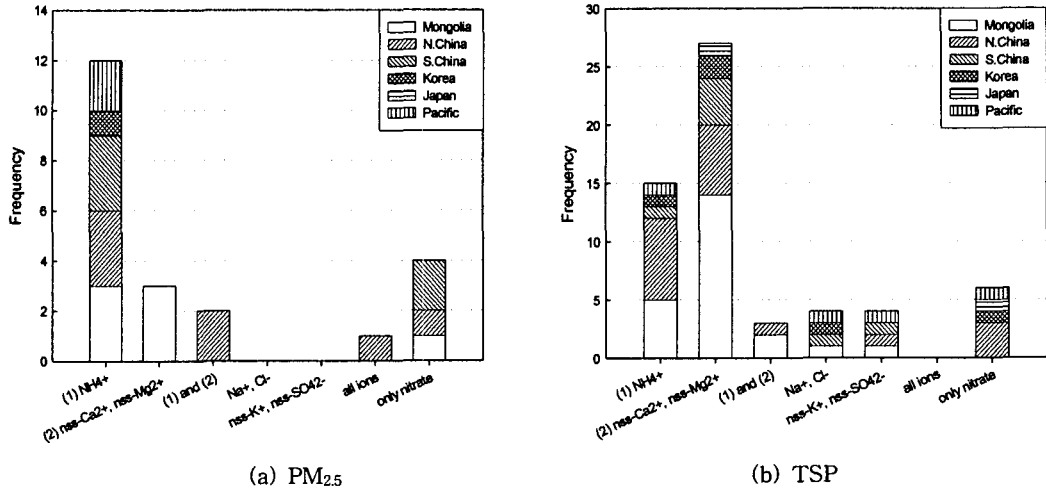


Fig. 1. Frequency of high nitrate concentration cases vs. other major ions' concentrations and backward trajectories.

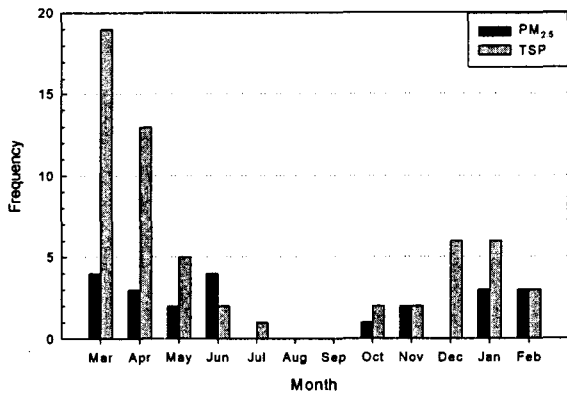


Fig. 2. Monthly high nitrate concentration occurrence frequency.

사 사

이 연구는 환경부와 BK21 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

김용표, 박세욱, 김진영, 심상규, 문길주, 이호근, 장광미, 박경윤, 강창희 (1996a) 고산에서의 1994년 3월~4월 측정연구: (I) 입자상 오염물질의 이동, 한국대기보전학회지, 12(1), 79-90.
 김용표, 김성주, 진현철, 백남준, 이종훈, 김진영, 심상규, 강창희, 허철구 (1996b) 제주도 고산에서의 1994년 여름 측정: (I) 입자 이온 조성, 한국대기보전학회지, 12(3), 297-305.
 박민하, 김용표, 강창희 (2002) 비해염 황산염에 대한 질산염의 비로 살펴본 대기오염물질의 변화: 1992~1999년 고산 측정자료, 한국대기환경학회지, 18(3), 247-252.