

제주지역 대기강하물의 화학적조성 특성

허철구, 이기호, 송문호*, 박응이

제주대학교 해양환경공학과

본 연구는 인위적인 오염원이 거의 없어 청정지역으로 알려진 제주지역 대기강하물의 화학적인 조성을 파악하기 위해 이루어졌다. 강하분진 시료 채취지점은 제주도의 동, 서, 남, 북부 및 북쪽 증산간지역등 총 5개 지점을 선정하였으며 시료채취장치는 Dust jar를 이용하였다. 그리고 시료채취는 1995년 8월부터 1996년 7월까지 1년간 매달 실시하였으며 습성 및 건성강하물을 함께 포집하는 일괄 채취방식으로 대기강하물을 채취하였다.

채취된 대기강하물 시료는 불용성과 수용성성분으로 구분하여 강하량을 측정하고 수용성 음이온(F^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-) 및 수용성 양이온(NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})을 분석하였으며 Cu, Zn, Cd, Pb, Cr, Ni, Al, Fe, Mn, Ca 등의 중금속성분의 분석도 병행하여 실시하였다. 이러한 분석결과를 토대로 제주지역의 대기강하량, 화학적조성 특성, 기상인자와 강하량의 상관관계, 주성분 분석을 행한 결과는 다음과 같다.

1. 제주지역의 대기강하량은 $10.889 \sim 2.493 \text{ ton/km}^2/\text{month}$ 의 범위로 제주도 서쪽에 위치한 고산이 가장 높고 동쪽에 위치한 성산이 가장 낮은 강하량을 보였으며 년평균 강하량은 $4.944 \text{ ton/km}^2/\text{month}$ 로 WHO 환경기준에 크게 미달하는 것으로 나타났다. 또한 시간적 변동특성을 보면 1월이 가장 높았고 7월에 가장 낮은 특성을 보였으며 계절적으로도 약간의 편차를 나타냈다. 그리고 총대기강하량에 대한 수용성 강하량의 기여율은 23.4%~62.9%로 나타났으나 고산을 제외한 대부분의 지역에서 수용성강하량의 기여율이 다소 높은 특성을 보였다.

2. 주요 수용성성분의 강하량 분포비율을 대략적으로 보면 음이온인 경우 SO_4^{2-} 38%, Cl^- 28%, NO_3^- 9%, F^- 0.2%이었고, 양이온인 경우 Na^+ 11.0%, Ca^{2+} 8.0%, Mg^{2+} 3.3%, NH_4^+ 2.4%, K^+ 1.0%로 이들 성분중 SO_4^{2-} , Cl^- 가 수용성성분의 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 또한 불용성성분 중의 중금속성분인 경우 토양기원의 지표성분으로 알려진 Al, Fe, Mn은 각각 8.294, 13.194, 0.253mg/g이었으며 인위기원 성분으로 알려진 Zn, Cd, Pb, Cu등은 0.677 ~ 0.001mg/g으로 극미량 농도를 나타내었다.

3. 총강하분진량과 총수용성 및 총불용성 강하량과 풍속과의 상관성은 비교적 높은 양의 상관성을 보였고 평균상대습도와 강수량은 비교적 약한 음의상관성을 나타냈다.

4. 제주지역 강하분진중의 수용성이온성분과 중금속성분의 분석결과에 대하여 주성분분석(PCA)을 시행한 결과 20개 변수에 대해 6개의 PC그룹으로 분류되었으며 이 분석결과는 전체 분산의 75.4%를 설명할 수 있었다. 첫번째 PC그룹은 Cl^- , Na^+ , K^+ , $SS-SO_4^{2-}$, $SS-Ca^{2+}$ 등으로써 0.61 ~ 0.96 범위의 높은 상관성을 보여 해양기원에 연관된 성분들로 파악되었다. 두번째 PC그룹은 Al, Fe, Mn, Ni, Cr 등의 중금속성분들로 이는 토양기원으로 판단된다. 그리고 세번째 PC그룹은 NO_3^- , $NSS-SO_4^{2-}$, NH_4^+ , Cd 등의 성분으로써 0.54~0.79 정도의 상관성을 나타내는데, 이 성분들은 인위기원으로 추정된다. 한편 나머지 세 개의 PC그룹은 Cu, Zn과 Ca, Mg^{2+} 그리고 Pb, $NSS-Ca^{2+}$ 성분으로 분류되는데 이 그룹들은 각각 전체 분산의 5~8% 정도를 설명하고 있는 그룹으로 구체적인 특정기원으로부터 유래한 것으로 생각된다.