

PA19)

환경대기중 입경별 수용성 무기이온성분의 호흡기
침적부위에 따른 일별농도 특성

Daily Concentration Measurements of Inorganic Ion
Components in the Atmospheric Particulate classified
by its Deposition Region in the Respiratory Tract in
Iksan

강공언¹ · 박승택¹⁾ · 이종훈²⁾ · 양고수³⁾

원광보건대학 보건계열, ¹⁾원광대학교 의과대학, ²⁾Clarkson University

³⁾전북대학교 환경공학과

1. 서 론

대기환경 및 인체의 유해성은 입자의 크기에 따라 상이하고, 발생원 또한 입자 크기에 따라 상이하게 되기 때문에 입도분포 자료는 배출원 해석이나 관리대책수립에도 중요하게 된다. 이러한 이유로 부유먼지중 입자의 분급포집이 가능한 앤더슨샘플러(Andersen sampler; cascade impactor라고도 함)가 많이 사용되어 왔으며 지금까지 다수의 연구결과가 발표되었다. 그러나 장치의 특성상 샘플러로 흡입된 공기중의 부유먼지시료가 입자의 운동특성에 따른 공기동력학적인 직경(aerodynamic diameter)에 따라 9개의 단으로 나누어 포집되기 때문에 각 단에는 소량의 시료만이 포집된다. 따라서 지금까지 수행된 대부분의 연구에서는 시료채취기간이 약 1주일 전후로 장시간 동안 이루어졌다. 그러나 대기중 유해물질의 농도는 수시로 변화하고 있을 뿐만 아니라 인체의 건강 유해도 및 사회·경제적인 악영향에 대한 역학적인 조사에서도 하루를 주기로 한 자료들이 활용되고 있어 하루를 주기로 한 단기적인 자료축적이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 환경대기중 부유먼지의 입도크기에 따른 무기이온성분을 하루를 주기로 정성 및 정량 분석하고자 하였으며, 입도별 무기이온성분들의 농도특성과 함께 인체 호흡기관내 주요 기관별 침착특성을 해석하고자 하였다.

2. 연구 방법

시료채취는 익산지역 미세먼지의 오염도 수준을 대표할 수 있도록 익산시 중심부에 위치하고 있으면서 특정한 오염발생원의 영향을 배제할 수 있도록 고려하여 익산상공회의소 옥상(지상 약 25m)에서 2004년 10월 17일부터 11월 2일까지 16일 동안 오전 8~9시 전후부터 다음 날 오전 8~9시 전후까지 하루를 주기로 이루어졌다. 시료채취는 같이 부유 입자상 물질의 호흡기 침투 부위에 따른 공기먼지중 무기이온성분의 입경별 농도 측정이 가능한 앤더슨샘플러(Andersen Sampler Model KA-200, Koritsu Instruments Co.)를 사용하였다. 이것은 다단의 시료포집부와 순간유량계, 적산유량계 및 펌프로 구성되며, 포집유량은 28.3 l/min이다. 다단의 시료포집부에서 공기동력학적 직경으로 0단은 11 μm보다 큰 입자가 포집되며, 1단은 7~11 μm, 2단은 4.7~7 μm, 3단은 3.3~4.7 μm, 4단은 2.1~3 μm, 5단은 1.1~2.1 μm, 6단은 0.65~1.1 μm, 7단은 0.43~0.65 μm, 그리고 마지막 단인 backup 필터에는 0.43 μm 보다 작은 입자가 포집되도록 설계되어 있다. 대기 중의 공기는 각 단의 다공판을 통과하도록 되어 있으며, 아래 단으로 내려갈수록 유속은 빨라지게 되고 입자는 관성충돌에 의해 스테인레스제 포집판 위의 필터에 포집되게 된다. 1회 측정시 사용된 여지는 총 9장으로 0~7단에는 직경이 80 mm인 polyethylene sheet를 사용하였으며 backup 단에는 직경이 80 mm이고 공극이 0.45 μm인 quartz fiber filter를 사용하였다.

수용성 이온성분의 농도는 이온크로마토그래프(DX-100, Dionex Inc.)를 사용하여 분석하였다. 이온성분분석시 10개의 시료마다 시료의 농도와 비슷한 multi-component 표준물질(AccuStandard Inc.)과 DI

water를 주입하여 분석조건을 검토하였으며 Replicate 시료의 분석결과를 이용하여 분석자료의 오차 (Uncertainties)를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

익산지역에서 2004년 가을철 측정기간 동안 샘플러의 각 단에 포집된 부유먼지 중 수용성 이온성분의 입도별 총농도는 그림 1에서 보는 바와 같다. 부유먼지 중 이온성분의 입경별 농도는 1~2 μm 를 경계로 두개의 봉우리를 갖는 전형적인 Whitby의 이산형 분포(bimodal distribution)를 보이는 것으로 나타났다. 가을철 측정기간 동안 부유물질의 침적부위별 이온성분의 평균농도는 상기도, 기관 및 기관지 부위 그리고 폐포 부위의 3가지로 분류할 수 있다. 상기도와 기관 및 기관지 부위에 침착 가능한 이온성분의 총농도는 1.56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 2.39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 이온성분 중에서는 NO_3^- 가 약 35.1%와 44.8%를 점유하는 주 성분으로 나타났다. 폐포에까지 도달하는 미세영역의 이온성분은 13.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 총이온성분의 77.1%를 점유하였으며 이온성분 중에서는 NO_3^- , SO_4^{2-} 및 NH_4^+ 가 각각 5.26, 3.54 및 2.97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 총이온성분의 39.6%, 26.7% 및 22.3%를 점유하는 주 성분으로 나타났다. 더욱이 이들 이온성분의 경우 폐포에까지 도달하는 양이 총이온성분의 76.5%, 87.3% 및 96.5%인 것으로 밝혀졌다.

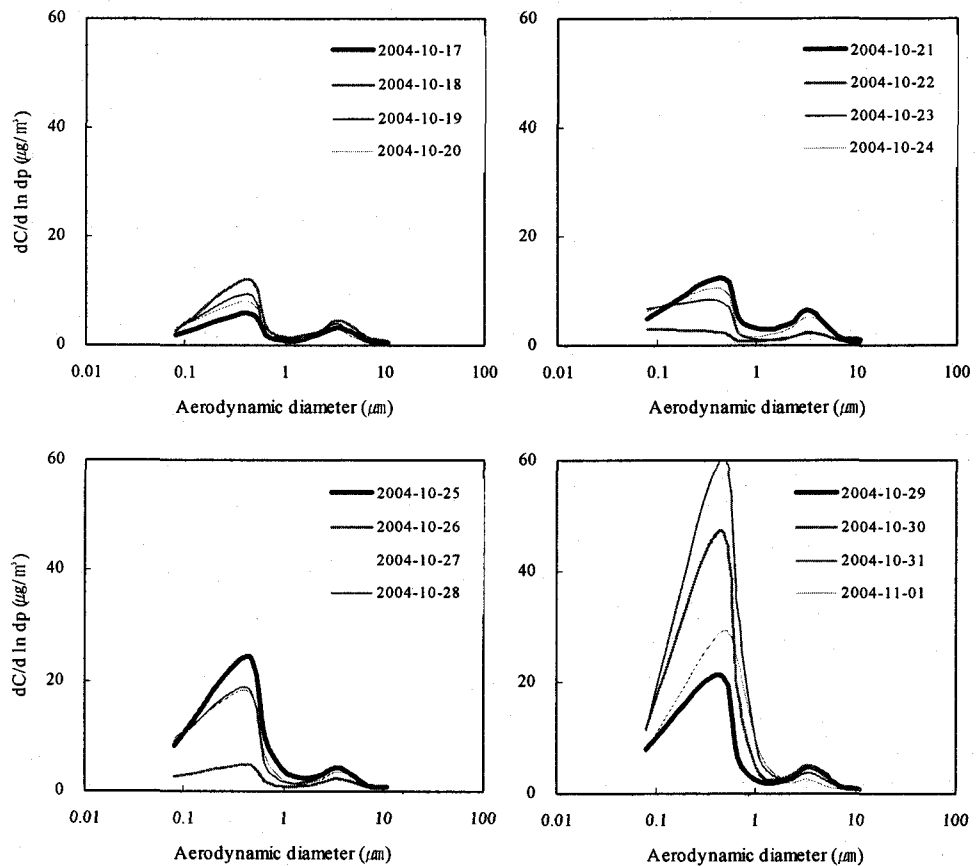


Fig. 1. Normalized mass size distribution of the major water-soluble ionic species.

참 고 문 헌

笠原三紀夫 等 : 大氣中 粒子狀物質の同定と寄與率の推定, 大氣保全學會誌, 19(5), 337-358, 1984.

朝來野國彦, 浮遊粒子狀物質に関する文獻學的調査, 社團法人 日本科學技術情報センター, 1-21, 1982.

坂本和彦 : 浮遊粒子狀物質の生成と舉動, 公害と對策, 25(14), 6-12, 1989.

Godish T. : Air Quality, Lewis Publidhers Inc., 39-44, 1985.

Hinds, W.C. : Aerosol technology-Properties, behavior, and measurement of airborne particles, John Wiley & Sons, 211-232, 1982