

光州市 降下粉塵中 水溶性 이온成分의 降下量에 關한 研究

신대윤 · 조선희 · 문옥란 · 임철수* · 강공언**

조선대학교 환경공학과, *건국대학교 환경공학과, **원광보건전문대학 환경공학과

A Study on the Deposition Amount of Water-soluble Ionic Components in Dustfall in Kwangju City

Dae Yewn Shin, Sun Hee Cho, Ok Ran Moon, Chul Su Lim*, Gong Unn Kang**

Dept. of Environmental Engineering, Chosun University

**Dept. of Environmental Engineering, Konkuk University*

***Dept. of Environmental Industry, Wonkwang Public Health Junior College*

ABSTRACT

In order to investigate the deposition characteristics of water-soluble ionic components in dustfall in Kwangju city, dustfall samples were collected by deposit jar for one year from December 1992 to November 1993. The deposition amount of dustfall and water-soluble ionic components (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , NH_4^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) were measured. The total deposition amount of dustfall was $10.0 \text{ ton/km}^2/\text{month}$ and showed seasonal trend of Summer and Spring > Fall and Winter. The total deposition amounts of water-soluble components showed $2.41 \text{ ton/km}^2/\text{month}$ and seasonal trend of Summer > Fall > Spring > Winter. Deposition amount of SO_4^{2-} was $0.99 \text{ ton/km}^2/\text{month}$ which makes up 41% of water-soluble components. The deposition amounts of dustfall and water-soluble components according to the sampling points were approximately similar to each other. From this result, it can be estimated that the deposition amounts of dustfall and water-soluble components in dustfall were more influenced by the seasonal variation than the regional emission characteristics of pollution source. The content of each ionic component to the deposition amount of water-soluble components showed in order of $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} = \text{K}^+ > \text{NO}_3^- > \text{Mg}^{2+}$, respectively.

Keywords : deposition amount, dustfall, water-soluble components

I. 서 론

대기중 입자상 물질은 그 체류시간에 따라 강하분진(dustfall)과 부유분진(suspended particulate)으로 나눌 수 있다.^{1,2)} 강하분진의 경우 대기중에 존재하는 입자가 비교적 무거워서 그 체류시간이 짧아 침강하기 쉬운 입자상 물질을 말하며, 부유분진은 입자가 미세하고 가벼워서 대기중에 비산, 부유하고 있는 입자상 물질을 의미한다.^{3,5)} 그런데 강하분진은 토양 및 수면에 침적되어 부분적으로 대기중 오염물질이 이들 대체로의 이동에 관여하는 운반자(carrier)의 역할을 하므로 환경학적인 측면에서 중요하다고 하겠다. 대기중 분진은 대기오염물질의 약 9%를 차지하고 있으며^{6,7)}, 분진중 수용성 산성원인물질은 토양

의 산성화로 산림 및 농작물에 피해를 주고 있으며, 호소수 등의 산성화로 중금속이 용출되어 각종 어패류를 감소시키고 있다.^{8,9)} 또한 분진은 대기중에서 운적의 응축핵으로 작용하여 강수량에 영향을 주기도 하며,¹⁰⁾ 태양복사열의 감소 등으로 기상조건 및 식물의 성장율을 변화시키기도 한다. 이외에 옷감이나 의복의 미 또는 강도를 손상시키고 인간의 호흡기관을 통해 인체에 흡입되어 폐에 손상을 주어 기관지 및 폐질환을 유발하기도 하며, 눈의 점막을 자극하거나 머리를 탈색시키는 등 오늘날 자연생태계 및 인간의 생활환경에 많은 피해를 주고 있다.^{11,12,13)} 따라서 지금까지 국내외에서는 이에 대한 연구가 이미 진행되었거나 최근에 활발히 이루어지고 있으나,^{14,15,16,17,18)} 광주 지역의 경우 이에 대한 연구가 거의 없는 실정이다.

더우기, 이러한 연구결과는 그 지역 대기오염도에 대한 기초자료로 활용될 수 있어 향후 대기질 개선 및 대기오염 방지대책 수립에 기여할 수 있다는 측면에서 그 의미가 크다고 하겠다.¹⁹⁾

본 연구에서는 광주시 지역별 강하분진의 강하량 현황을 파악하기 위하여 녹지지역, 주거지역, 공업지역, 상업지역의 4개 지역에서 대기중 강하분진을 데포질 게이지법(deposit gauge method)으로 측정하여 지역별, 계절별 강하분진량을 추정하였으며, 강하분진중의 주요 수용성 이온성분을 정성 및 정량분석하여 그 강하량 특성을 조사하였다.

II. 실험방법

1. 시료채취

강하량 특성을 파악하기 위하여 시료를 각 지역의 특성을 고려하여 녹지지역, 주거지역, 공업지역, 상업지역의 4개 지역에서 포집하였다. 주거지역으로는 봉선동, 우산동, 염주동, 동운동의 4개 지점을, 상업지역으로는 충장상가, 양동상가, 대인상가의 3개 지점을, 공업지역으로는 하남공단, 소촌공단, 송암공단, 본촌공단의 4개 지점을 그리고 녹지지역으로는 소태동, 치평동, 두암동, 매곡동의 4개 지점을 시료채취지점으로 선정하였으며, 각 채취지점의 위치는 Fig. 1과 같다.

시료채취기간은 1992년 12월부터 1993년 11월까지 1년간이며, 매월 1회씩 포집하였다. 강하분진은 지상 10~15 m 옥상에서 1.5 m의 스탠드에 부착된 직경 10.8 cm, 높이 20 cm인 데포질 자(폴리에틸렌제, 용량 3.5 L)를 사용하여 포집하였는데 포집방식은 입

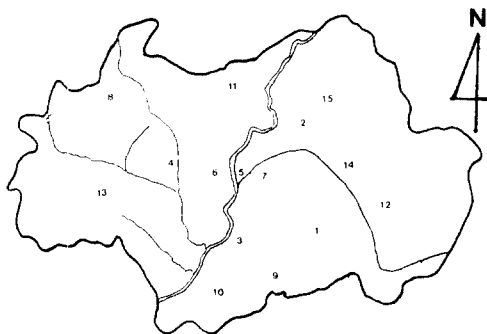
구를 개방한 채 30±2일 동안 대기중에 방치하여 건성강하물과 습성강하물을 동시에 포집하는 일괄채취 방식(bulk sampling method)을 이용하였다.^{19,20)} 통상의 데포질 게이지법에서 사용하는 용기는 30 cm 정도로 되어 있으나 직경 10 cm 이상이면 단위면적당 포집효율은 거의 변하지 않는다고 한다.²¹⁾

2. 분석방법

강하분진 시료는 매일 말일 각 채취지점에서 수거한 후 조선대학교 대기오염 실험실로 운반하여 강하분진 및 수용성 성분의 강하량 그리고 수용성 성분중 각 이온성분의 강하량을 측정하였다. 협잡물과 같은 큰 강하물이 더스트 자에 혼입된 경우에는 20 mesh 체로 여과한 후 분석하였고, 혼입되지 않은 경우에는 이 과정을 생략하였다. 시료의 분석시 먼저 여액의 양을 메스실린더로 측정하여 이중 100 ml을 분취한 후 여과지(Whatman No. 42, Whatman Inc.)로 여과하고 여과지상의 잔류물을 105°C에서 2시간 동안 건조하였다. 그리고 나서 데시케이터에서 방냉하여 하량으로 한 후 여과전후의 여지무게를 각각 칭량하였다. 여기서 구한 건조잔류물의 무게로 시료액량을 곱해서 불용성 성분의 강하량을 산출하였으며, 강하량은 월별 단위 평방킬로미터당 강하하는 분진량($\text{ton}/\text{km}^2/\text{month}$)으로 환산하여 나타내었다. 총강하분진량은 여기에 수용성 성분의 강하량을 더하여 산출하였다. 수용성 이온성분의 농도 측정시 각 성분의 정량한계 범위에 맞추기 위하여 여과지로 여과한 여액을 증류수로 적절히 희석한 후 이것을 분석용 시료로 사용하였다. 수용성 이온성분은 강수중 주요이온성분으로 알려져 있는 SO_4^{2-} , NO_3^- 및 Cl^- 등의 음이온 성분과 NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} 및 Ca^{2+} 등의 양이온 성분을 분석항목으로 하였으며, 분석용 시료는 측정시까지 4°C의 냉장고에서 보관하였다. 수용성 이온성분의 분석시 SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- 의 음이온은 흡광광도계(U.V.-240, Shimadzu Inc.)로, Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} 의 양이온은 원자흡광광도계(AAS 2380, Perkin Elmer Inc.)로 그리고 NH_4^+ 은 인도페놀법(Indophenol blue method)으로 발색시켜 흡광광도계(U.V.-240, Shimadzu Inc.)로 각각 측정하였다.

3. 자료의 분석

본 연구에서는 강하분진의 계절별 및 지역별 강하량 차이가 통계적으로 유의한지 검정하기 위하여 분산분석을 실시하였는데 그 유의수준은 0.001로 하였



Residential Area 1. Bongsun-dong 2. Woosan-dong 3. Yunju-dong 4. Dongwon-dong
Commercial Area 5. Chungjang-ro 6. Yang-dong 7. Taerin-dong
Industrial Complex 8. Hanam 9. Sochon 10. Songam 11. Poncheon
Rural Area 12. Sotae-dong 13. Chupyeong-dong 14. Tooram-dong 15. Maegok-dong

Fig. 1. Sampling sites of dustfall.

으며, 자료의 분석에는 통계소프트웨어인 SAS(statistical analysis system, version 2.0)를 이용하였다. 분산분석기법은 두 집단 이상의 평균간 차이를 검증하는데 이용되는 방법으로 종속변수의 변화(분산)가 어떠한 독립변수에 의해서 어느 정도 일어나는지를 분석하는 방법이다. 즉, 종속변수의 전체분산은 특정한 변수와 함께 변동하는 부분과 그 이외의 부분으로 나누어 볼 수 있는데 이때 집단을 구분해 주는 독립변수의 차이에 따른 종속변수의 변화(집단간 분산)와 동일한 독립변수값을 갖는 집단내에서의 종속변수의 변화(집단내 분산)를 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 갖는지 그 여부를 검정하게 된다.

III. 결과 및 고찰

1. 강하분진의 강하량

측정기간 동안 광주지역의 월별 연평균 강하분진량은 10.0 ton/km²으로 추정되었는데, 이것은 같은 기간 동안 서울지역의 10.4 ton/km²와 거의 유사한 것으로 나타났다.¹⁷⁾ 외국의 경우와 비교해 보면 일본의 4 ton/km²/month 보다 2배 정도 높은 강하량을 나타내었으며, 중국의 25 ton/km²/month 보다는 3배 정도 낮은 강하량을 나타내었다.²⁰⁾ 광주시 총 면적을 501.318 km²으로 하여 광주시에 강하하는 월평균 강하량을 추정하면 4,409 ton/km²으로 그리고 연간 강하량은 52,906 ton/km²인 것으로 추정되었다.

Table 1은 광주지역 월평균 강하분진량을 시료채취 지역별 및 계절별로 요약하여 나타낸 것으로 이 지역 강하분진의 계절별 변화추이를 살펴보면 봄과 여름에 각각 12.4 ton/km²과 12.6 ton/km²으로 다른 계절에 비해 높은 강하량을 나타냈으며, 가을과 겨울에 각각 8.6 ton/km²과 6.5 ton/km²으로 여름과 봄 동안의 평균 강하량의 약 60%인 것으로 추정되었다. 계절별 강하분진량의 차이를 통계적으로 검정

하기 위하여 분산분석을 실시한 결과 F값은 17.01로 유의확률(significant probability; Pr > F)이 0.0001로 유의수준 0.001보다 적어 집단간에 차이가 없다는 귀무가설이 기각된다. 따라서 강하분진량의 계절별 차이가 고도로 유의한 것임을 알 수 있었다. 또한 계절별 강하분진의 평균간에 차이를 비교하기 위하여 유의수준 0.05에서 Duncan 다중검정을 실시한 결과 여름(12.63 ton/km²)과 봄철(12.43 ton/km²) 그리고 가을(8.56 ton/km²)과 겨울철(6.46 ton/km²)의 강하분진량의 경우 통계적으로 유의한 차이가 인정되지 않으나 여름 및 봄철과 가을 및 겨울철의 경우 유의한 차이가 인정되었다. 따라서 계절별 강하분진의 강하량은 가을과 겨울에 비하여 여름과 봄철에 높은 것을 알 수 있었다. 이 지역에서 봄과 여름에 높은 강하량을 나타내는 것은 봄의 경우 겨울에 얼었던 토양이 풀리면서 바람에 의해 토양기원의 먼지가 대기중으로 비산하거나 중국으로부터 장거리 이동된 황사에 의한 영향을 받았기 때문인 것으로 추정되며, 여름에는 강수량이 다른 계절에 비해 많았기 때문인 것으로 사료된다. 즉, 강하분진의 강하량은 수용성 성분의 각 농도에 포집액량을 곱해서 산출되기 때문에 강수량이 많은 경우 포집액량도 증가하여 상대적으로 강하량이 증가하기 때문이다.¹⁷⁾ 이것으로부터 강수량이 이 지역 강하분진량 크기에 상당히 중요한 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

지역별 강하량의 분포를 살펴보면 상업지역이 10.8 ton/km²/month로 가장 높은 강하량을 나타내었으며, 주거지역이 10.7 ton/km²/month, 공업지역이 9.8 ton/km²/month, 녹지지역이 8.8 ton/km²/month의 순으로 나타났다. 지역별 강하분진량의 차이를 통계적으로 검정하기 위하여 분산분석을 실시한 결과 F값은 0.33으로 유의확률(significant probability; Pr > F)이 0.8047로 유의수준 0.001보다

Table 1. Regional and seasonal variations of dust amounts(ton/km²/month)

Region	Spring	Summer	Fall	Winter	Average
Residential	12.51	13.00	8.21	9.00	10.69
Commercial	14.10	14.82	8.80	5.40	10.78
Industrial	11.52	11.71	10.01	6.11	9.83
Rural	11.60	11.00	7.21	5.32	8.78
Average	12.43	12.63	8.55	6.45	10.02

크게 되어 강하분진량의 지역별 차이는 통계적으로 유의하지 않음을 알 수 있었다. 강하분진의 지역별 경향은 일반적으로 산업활동이 활발한 공업지역에서 가장 높은 강하량을 보일 것으로 추정되었으나 연구결과 공업지역보다 상업지역과 주거지역에서 더 높은 강하량을 보이는 것으로 나타났다. 이것으로부터 이 지역 강하분진의 크기에 영향을 미칠 수 있는 오염발생원으로 공업지역의 산업시설에서 배출되는 오염물질보다 주거지역이나 상업지역에서의 밀집된 난방이나 차량의 빈번한 운행으로 배출된 가스상 및 입자상 대기오염물질에 의한 영향이 상대적으로 큰 것으로 생각된다. 그런데 공업지역의 강하량이 다른 지역에 비해 상대적으로 낮게 될 수 있는 이유의 하나로써 광주지역에 위치한 대표적인 공업지역인 하남공단, 광주공단, 소촌공단, 송암공단 및 본촌공단의 대부분이 광주시 외곽지역에 위치하고 있다는 지리적인 조건을 고려할 수 있을 것이다. 더우기, 본 연구에서는 강하분진에 대한 기초적인 연구로서 오염발생원과 주풍향과의 관계를 충분히 고려하지 않고 시료채취지점을 선정하였기 때문에 이 지역의 시료채취지점이 그 지역 강하분진의 특성을 대표하는데 문제가 있을 수 있는 가능성 또한 배제할 수 없을 것이다. 녹지지역의 경우에는 다른 4개 지역에 비해 가장 낮은 강하량을 나타내었는데 이것은 이 지역에 오염발생원이 적을 뿐만아니라 이 지역 대기중의 강하분진이 식물 등에 침착되기 때문인 것으로 생각된다.

2. 강하분진중 수용성 성분의 강하량

측정기간 동안 광주시 강하분진중 년평균 수용성 성분의 강하량은 2.41 ton/km²/month으로 총강하분진량의 24.1% 점유율을 나타내었다. 광주시에 강하하는 년평균 수용성 강하량을 추정하면 1,208 ton/km²/month으로 나타났으며 연간 강하량은 14,498 ton/km²인 것으로 추정되었다.

Fig. 2는 강하분진중 수용성 이온성분의 계절별 강하량을 나타낸 것이다. 여기에서 수용성 이온성분의 계절별 월평균 강하량은 여름에 4.16 ton/km²으로 다른 계절에 비해 가장 높게 나타났으며, 가을에 2.14 ton/km², 겨울에 1.68 ton/km² 및 봄에 1.65 ton/km²의 순으로 나타났다. 그러나 각각의 수용성 이온성분에 따른 계절별 강하량 차이를 통계적으로 검정하기 위하여 분산분석을 실시한 결과 F값은 1.48로 유의확률 (significant probability; Pr > F)이 0.2410으로 유의수

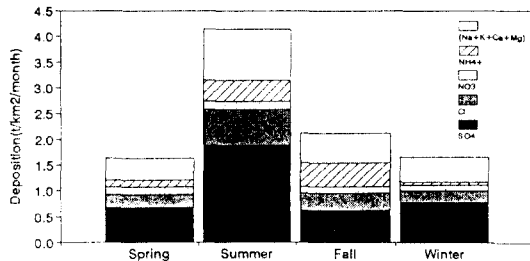


Fig. 2. Seasonal variations of water-soluble components in dustfall.

준 0.001보다 적어 집단간에 차이가 없다는 귀무가설이 수락되게 되어 각각의 수용성 이온성분의 지역별 차이는 통계적으로 유의하지 않음을 알 수 있었다.

총강하분진에 대한 수용성 성분의 계절별 점유율은 여름이 32.9%로 가장 높게 나타났으며, 겨울이 26.0%, 가을이 25.0% 그리고 봄이 13.3%로 각각 나타났다. 여기에서 여름에 수용성 이온성분의 점유율이 다른 계절에 비하여 훨씬 높은 것은 여름에 상대적으로 강우량과 강우빈도가 크기 때문에 주로 불용성으로 이루어진 토양분진의 대기중 비산이 억제되어 수용성 성분의 강하량이 상대적으로 증가한 것으로 사료된다. 반면에 봄에는 총강하분진량이 다른 계절에 비하여 많은데 수용성 성분의 점유율이 낮은 것은 중국으로부터 우리나라로 장거리 이동한 황사의 영향을 상대적으로 강하게 받은 것으로 생각되며, 이것으로부터 황사에는 불용성의 무기질 입자가 다량 포함되어 있음을 알 수 있었다.

수용성 이온성분중 SO₄²⁻의 강하량은 0.99 ton/km²/month로 수용성 성분의 강하량인 2.41 ton/km²/month의 약 41.1%의 점유율을 나타내어 수용성 성분중 가장 높은 비중을 차지하였으며, 이것은 총강하분진량의 약 10%에 해당하였다. 광주시에 강하하는 SO₄²⁻의 년평균 강하량을 추정하면 496 ton/km²/month으로 나타났으며 연간 강하량은 5,955 ton/km²인 것으로 추정되었다. 계절적으로는 여름과 겨울에 수용성 성분의 약 45%에 해당되는 높은 기여율을 나타내었다. Cl⁻와 NO₃⁻의 년평균 강하량은 0.38 ton/km²/month과 0.14 ton/km²/month로 수용성 성분의 15.8%와 5.8%의 점유율을 각각 나타내었으며, Cl⁻의 경우 계절적으로 상당한 차이를 보이는 반면에 NO₃⁻는 거의 일정한 강하량을 갖는 것으로 나타났으나 그 이유는 불분명하다. 수용성 양이온 성분중 NH₄⁺의 강하량은 평균 0.27 ton/km²/month으로 수

용성 성분의 11.2%를 점유하였으며, 계절에 따른 강하량 차이가 큰 것으로 나타났다. 주로 토양기원으로 알려진 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} 및 Mg^{2+} 의 년평균 강하량은 0.62 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{month}$ 으로 수용성 성분의 25.7%인 것으로 나타났다. 계절적으로는 여름에 1.0 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{month}$ 으로 가장 높은 강하량을 나타냈으나 수용성 성분에 대한 기여율은 24%로 다른 계절에 비하여 가장 낮은 것으로 나타났다. 봄과 겨울의 경우 그 강하량은 0.43과 0.49 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{month}$ 으로 낮으나 그 기여율은 다른 계절에 비하여 상당히 높은 것으로 나타났다. 이것은 여름의 경우 강수 발생빈도가 높고 많은 양의 비가 내리기 때문에 지표면의 토양분진이 대기 중으로의 비산이 억제되어 상대적으로 주로 토양기원으로 알려진 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} 및 Mg^{2+} 의 강하량은 낮은 반면에 이 기간 동안에 내린 빗물의 양이 많기 때문에 상대적으로 이들 이온성분의 강하량이 증가한 것으로 추정된다. 봄과 겨울에는 여름에 비하여 강수량이 적어 강하량이 낮은 반면에 다른 계절에 비하여 난방에 의한 화석연료의 사용량이 증가하기 때문에 상대적으로 산성원인물질인 음이온 성분의 강하량이 증가하기 때문으로 판단된다. 측정기간 동안 광주지역 강하분진중 수용성 성분의 총강하량에 대한 각 이온성분의 강하량을 백분율로 요약하여 나타내면 $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} = \text{K}^+ > \text{NO}_3^- > \text{Mg}^{2+}$ 의 순으로 나타났다.

Table 2는 측정기간 동안 광주시 강하분진중 수용성 성분의 강하량 분포를 파악하기 위하여 이온성분의 지역별 강하량을 나타낸 것으로 상업지역이 2.64 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{month}$ 으로 가장 높았으며, 주거지역이 2.55 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{month}$, 공업지역이 2.34 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{month}$ 그리고 녹지지역이 2.10 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{month}$ 으로 가장 낮았다. 상업지역과 주거지역에서 수용성 성분의 강하량이 다른 지역에 비해 다소 높은 것은 밀집된 상가와 주택에서 난방 및 빈번한 차량통행에 의해 배출된

대기오염물질의 영향을 상대적으로 강하게 받았기 때문으로 추정된다. 그러나 이 지역 강하분진중 수용성 성분의 강하량은 지역별 큰 차이를 보이고 있지 않는데 이것은 각 시료채취지역별 오염물질의 배출원 특성이 그 지역의 강하분진중의 수용성 성분에 바로 영향을 주고 있다기보다는 배출된 대기오염물질이 대기중에서 확산, 혼합되어 어느 시간동안 체류하다가 지역적인 기류에 의하여 오염물질이 이동하여 영향을 주기 때문으로 추정된다. 그러나 수용성 이온성분의 지역별 경향을 살펴보면 대부분이 시료채취 지역별로 뚜렷한 차이를 나타내지 않은 것을 알 수 있었으며, 서울지역에서 강등이 측정한 결과치와 일치하였다.¹⁶⁾ 반면에 계절별 수용성 성분의 강하량은 지역적 차이보다 큰 차이를 보이는데 이것은 이 지역 수용성 성분의 강하량 크기가 지역적인 요인보다는 계절적인 요인 특히 기상조건중 강수량에 의한 영향을 상대적으로 크게 받고 있음을 의미한다.

지역별 각 이온성분의 강하량중 SO_4^{2-} 는 주거지역과 상업지역에서 약 1.1 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{month}$ 으로 높게 나타난 반면에, 공업지역과 녹지지역에서 0.9 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{month}$ 으로 낮게 나타났다. 이러한 결과치는 수용성 성분의 경우와 마찬가지로 공업지역의 산업시설에서 배출된 대기오염물질보다 주거지역과 상업지역의 난방연료의 연소 및 빈번한 자동차 운행으로 배출된 황산화물의 영향이 상대적으로 강하게 작용하기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 각각의 이온성분의 지역별 강하량 차이가 유의한지 분석하기 위하여 분산분석을 실시한 결과 F값은 0.08로 유의확률(significant probability; $\text{Pr} > \text{F}$)이 0.9695로 유의수준 0.001보다 크게 되어 그 차이가 통계적으로 유의하지 않음을 알 수 있었다. 이와같이 지역별로 유의한 차이를 보이지 않는 것은 앞에서 지적했던 바와같이 시료채취지점이 각 지역별 오염발생원의 영향을 받고 있다할지라도 상대적으로 다른 지역에

Table 2. Regional deposition amounts of each water-soluble components in dustfall

Comp.	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Average
Region	(ton/km ² /month)								
Residential	1.11	0.40	0.15	0.25	0.22	0.17	0.22	0.03	2.55
Commercial	1.05	0.39	0.17	0.40	0.21	0.18	0.21	0.03	2.64
Industrial	0.93	0.37	0.15	0.20	0.21	0.25	0.20	0.03	2.34
Rural	0.86	0.34	0.12	0.25	0.17	0.19	0.15	0.02	2.10
Average	0.99	0.38	0.14	0.27	0.21	0.19	0.19	0.03	2.41

서 배출된 대기오염물질이 대기중에서 확산, 혼합되어 지역적인 기류에 의해 이동한 대기오염물질의 영향을 상대적으로 강하고 받고 있는 것으로 추정된다. 따라서 이 지역 강하분진중 수용성 이온성분의 강하량 특성은 그 지역 오염물질의 배출원 특성보다 계절적인 변화에 의해 결정되는 것으로 판단된다. 결과적으로 대기중에서 강하하는 오염물질에 대한 연구는 지역적인 연구보다도 광범위한 범위에 걸쳐서 장기간 동안에 이루어지는 것이 매우 바람직하다고 하겠다.

IV. 결 론

광주지역 16개 지점에서 대기중 강하분진을 데포질 케이지법으로 포집한 후 강하분진량 및 주요 수용성 이온성분을 분석하여 그 강하량을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 월평균 강하분진량은 10.0 ton/km²이었으며, 계절별 강하량은 가을과 겨울철에 비하여 여름과 봄철에 높게 나타났으나 지역별로는 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

2. 강하분진중 수용성 성분의 강하량은 2.4 ton/km²/month으로 계절별로는 여름 > 봄 > 가을 > 겨울 순이었다. 지역별로는 상업지역 > 주거지역 > 공업지역 > 녹지지역 순이었다.

3. 수용성 이온성분중 SO₄²⁻의 강하량은 1.0 ton/km²/month로 수용성 성분의 총강하량인 2.4 ton/km²/month의 약 41%의 점유율을 나타내어 수용성 성분중 가장 높은 비중을 차지하였으며, 다음에 Cl⁻ > NH₄⁺ > Na⁺ > Ca²⁺ > NO₃⁻ > Mg²⁺의 순으로 나타났다.

4. 강하분진의 강하량 및 수용성 이온성분의 강하량은 지역별 오염물질의 배출원 특성보다 계절적인 변화에 의해 주로 결정되는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 1) 이민희, 한의정, 한진석, 정해동, 한자경 : 대기중 Aerosol동태에 관한 연구, 국립환경연구 원연구보고서(NIER No. 86-04 170), 18-23, 1986.
- 2) 國際環境研究所 編 : 環境關係法規, 圖書出版 東和技術, 3-7, 1994.
- 3) 朝來野 國彦, 浮遊粒子狀物質に關する文獻學的調査, 社團法人 日本科學技術情報センター, 1-2, 1982.
- 4) 笠原三紀夫, 高橋幹二, 鳥田 學 : 大氣中 粒子狀物質の同定と寄與率の推定, 大氣污染學會 誌, 19(5),

- 337-358, 1984.
- 5) 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.
- 6) 李創浩, 작업장내에서의 포집된 강하분진의 입도분포와 화학조성, 영남대학교 환경공학과 석사학위논문, 1990.
- 7) 서울시립대학교 산업경영연구소: 서천화력발전소 비산분진의 영향조사 연구, 40-43, 1989.
- 8) 강희곤, 여인학, 김영광, 이상열, 김민영 : 서울지역의 산성강우현상에 관한 연구, 서울특 별시보전환경연구원보, 23, 282-313, 1987.
- 9) Prakasa Rao, P. S., Khemani L. T., Monin, G. A., Safai, P. D. and Pillai, A. G. : Measurements of Wet and Dry Deposition at an Urban Location at in India, Atmospheric Environment, 26B(1), 73-78, 1992.
- 10) Shafir, H. and Alpert, P. : On the Urban Orographic Rainfall Anomaly in Jerusalem - A Numerical Study, ibid, 24B(3), 365-375, 1990.
- 11) Hatch, T. F. : Proceeding, of the Pneumoconiosis Conference Johannesburg, J & A. Churchill Ltd., London, 113, 1959.
- 12) Appel, B. R., Tokiwa, Y., HSU, J., Kothny, E. L. and Hann, E. : Visibility as related to Atmospheric Aerosol Constituents, Atmos. Environ. 19(9), 201, 1985.
- 13) Roger, L. T., Brian, P. L. and John D. S. : Acidity of Atmospheric Aerosols, Environmental Science & Technology, 15(10), 1150-1153, 1981.
- 14) 吉明地 哲人, 青木 一幸, 小山 功 : 乾性攸濕性降下物中化學成分成狀降下量, 東京都環境科學研究所年譜, 51-58, 1989.
- 15) 김희강, 이승일, 신은상, 강공언, 김미진 : 대기오염물질의 장거리 이동과 산성비 강하에 관한 연구 (III) - 장거리이동에 의한 입자상물질 강하량 추정-, 과학기술처, 186-187, 1991.
- 16) 이민영, 최재천, 김산, 이선기 : 우리나라 청정지역에서의 강하분진중 수용성 성분 특성, 기상연구소 연구보고서, 1994.
- 17) 이종훈 : 서울지역에서 강하분진의 거동 및 특성에 관한 연구 -수용성 성분을 중심으로-, 건국대학교 석사학위논문, 1991.
- 18) 강병욱, 강공언, 김민영 : 서울시 강하분진중 수용성 성분의 강하량, 한국대기보전학회지, 8(4), 240-246, 1992.
- 19) 박승조 : 대기오염물질조사방법, 동화기술, pp.31-40, 1989
- 20) 環境衛生センター : 大氣污染測定法の標準化に關する研究 (昭和42年度厚生省委託公害調査研究報告), 昭和43年.
- 21) 大氣污染研究全國協議會編 : 大氣污染ハンドブック (1)(測定編), コロナ社, 32-42, 1975.
- 22) 大氣污染研究會 編 : 地球大氣環境問題とその對策 - アジアからの視點- オーム社, 1993.