

SM1) 군산지역에서의 강하분진 및 금속원소의 침착량 및 특성 Deposition flux and Characteristics of Dustfall and Metallic Elements in Kunsan

강달선, 차영희, 송재중, 김성천
군산대학교 해양환경공학과

1. 서론

분진은 그 안에 Pb, Cr, Cd, Zn 등 각종 중금속 및 유해물질을 함유하고 있으며(Jaenicke, R., 1988), 이러한 조성은 분진의 발생원과 밀접한 관련이 있다. 또한, 분진의 물리, 화학적 특징들은 대기로의 배출 정도나 화학적 변형 외에도 기상학적 인자들에 의해 영향을 받는다(Karakas와 Tuncel, 1997). 이러한 분진들은 최종적으로 지상에 낙하할때의 분진으로서 비교적 크기가 큰 강하분진과, 입자가 미세하고 가벼워서 좀처럼 침강하기 어려워 장기간 대기중에 떠 다니는 부유분진으로 나눌수 있으며, 이 중 강하분진은 대기중의 오염물질 중 자기 중량에 의해 또는 우적에 포함되어 침강하는 매연 및 분진과 그의 불순물로서, 그 측정치는 일정지역에 있어서의 오염변동을 나타내고 지역적 비교의 지표로서 이용되고 있다(김은경등, 1996).

본 연구의 목적은 군산시의 공업, 상업, 주거지역에서 강하분진을 조사하여, 지역별, 계절별 강하분진의 침착량 및 분진 특성을 연구함에 있다.

2. 실험 및 연구방법

본 연구는 대기중 강하분진을 포집하기 위해 영국식 deposit gauge를 제작하여 군산시 4개 지역(공업, 공업, 주거지역 포함)에 설치하였으며, 샘플링 기간은 1997년 9월부터 1999년 8월까지 2년 동안으로 하였고, 채취는 한달 전체를 기준으로 하였으나, 경우에 따라 강수량을 고려하여 최소 3주 이상을 채취하였다. 이상과 같이 얻어진 시료는 membrane filter(pore size 0.45 μ m)를 가지고 여과하여 수용성과 불용성으로 구분한 후 질산으로 전처리 하였으며 최종적으로 AAS(Varian SpectrAA 220)를 사용하여 Zn, Cd, Cr, Pb, Fe의 5개 원소를 분석하였다. 또한 측정망 자료를 이용하여, SO₂, NO₂에 대한 강하분진 채취지역의 월평균 오염물질 농도자료를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

군산 지역에서 분진 침착량은 봄철에 평균 52,377 kg/km².season으로 가장 많은 것으로 조사되었으며 여름철에 평균 31,910 kg/km².season으로 가장 낮은 침착량을 보였고 평균 152,339 kg/km².yr로 추정되었다. 금속원소의 경우, 평균 침착량이 Fe는 3,120 kg/km².yr, Cr은 588 kg/km².yr, Zn은 286 kg/km².yr, Pb는 114 kg/km².yr, Cd는 17 kg/km².yr로 조사되었고, Fe, Cr, Zn은 분진 침착량과 일부 유사한 경향을 보였다. 지역별로 볼 때 분진 침착량은 상업지역(168,284 kg/km².yr)>공업지역(158,690 kg/km².yr)>주거지역(130,042 kg/km².yr) 순이었다. 금속원소별로 보면, Zn, Pb의 경우 공업지역(각각 344, 140 kg/km².yr)이 다른 지역에 비해 매우 높았고 주거지역(각각 275 kg/km².yr, 107 kg/km².yr), 상업지역(각각 241, 94 kg/km².yr) 순으로 조사되었다. 그러나, Cd와 Fe는 이와는 대조적으로 상업지역(각각 19.3 kg/km².yr, 3,659 kg/km².yr)> 공업지역(각각 17.3 kg/km².yr, 3,006 kg/km².yr)> 주거지역(각각 13.5 kg/km².yr, 2,694 kg/km².yr) 순으로 분명히 구별된다. 또한, 수용성 분율은 강하분진이 공업지역에서 0.59로 가장 높으며, 상업지역에서 0.42로 가장 낮은 비율을 나타내었으며, 주거지역은 0.53으로 조사되었다. 이는 공업지역에서 Cd, Cr, Pb, Zn, Ni, Mn, Co 등의 인위적 기원이 주류를 이루는 미세영역 입자의 비율이 상대적으로 많음을 시사하고, 상업지역의 경우 Fe, Si, Ca, Al 등의 자연적 기원인 거대입자가 상대적으로 많이 포함됨을 시사한다. 이는 공단지역에서의 Zn, Cr, Pb이 가장 높은 침착량 보이는 것과 상업지역에서 Fe가 가장 높은 침착량을 보이는 것으로 알 수 있다.

이상과 같이 군산지역에서 금속원소의 침착량은 일반적으로 공단지역에서 높은 경향을 보였으나, 단

위분진 질량당 금속원소 함유비(이하 질량비)는 주거 지역에서 가장 높은 것으로 조사되었다. Cd, Cr, Pb의 질량비는 주거지역 >공업지역> 상업지역 순이었고 Pb의 경우 상업지역에서 아주 낮은 비를 보였으며, Fe는 주거지역> 상업지역> 공업지역 순이었으며, Zn은 공업지역> 주거지역> 상업지역 순이었으며 Pb과 마찬가지로 상업지역에서 매우 낮은 비를 보였다. 또한 그림 1에서 볼 수 있듯이 각 지역간 질량비 사이에서 매우 특이한 경향이 보여지는데 즉, Zn을 제외한 Cr, Cd, Pb, Fe는 공업지역과 상업지역에서 매우 유사한 질량비를 가지면서 같은 패턴으로 변화하고 있는 것을 볼 수 있으며, 상대적으로 주거지역은 비교적 유사하나 두 지역보다는 차이가 있는 것을 알 수 있었다. 이는 공업지역과 상업지역이 주풍인 서풍방향과 거의 일직선상에 있어 상업지역이 공업지역의 영향을 많이 받을 수 있고 두 지역의 인근에 바다가 위치해 있어 해양이 영향을 받는다는 점 및 상업지역의 북서방향에 또 다른 공업단지가 위치해 있어 그곳의 영향을 받는다는 점 등의 유사한 지리적 조건과 유사한 오염원에 영향을 받을 수 있다는 점이 주목할만한 점이며, 이 두 지역간의 비슷한 질량비도 이러한 사실 때문일 것으로 사료된다. 이러한 두 지역간의 유사한 오염경향은 강하분진뿐만 아니라 다른 가스상물질 사이에서도 나타난다. 세 지역 각각의 SO₂와 NO₂사이의 상관분석 결과 공업 및 상업지역의 동종 가스상물질의 상관성은 매우 유의한 상관성을 보였으나 주거지역과 다른 지역은 상관성이 매우 낮았다. 이상에서 볼 때 군산시에서 공업지역 및 상업지역간의 오염 경향은 매우 유사할 것으로 보이며, 이는 동일 발생원 및 유사 발생원에 영향을 받기 때문으로 사료된다.

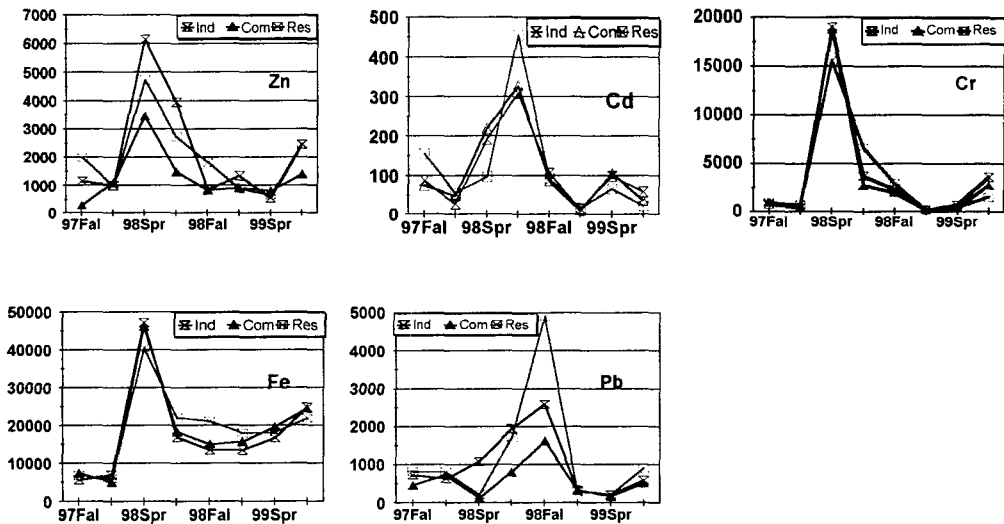


Fig. 1. Variations of mass fraction of metallic elements to dustfall ($\mu\text{g/g}$).

참고문헌

- 김성천(1999) 군산지역에서의 강하분진 및 금속원소의 침착속도 측정, 1999년도 한국대기환경학회 춘계 학술대회 논문집, 278-291
- 김은경, 옥 곤, 김영섭(1996) 부산지역 대기 중 강하분진의 특성에 관한 연구, 한국환경과학회지, 5(4), 463-471
- S.Y. Karakas and S.G. Tuncel (1997) Chemical characteristics of atmospheric aerosols in a rural site of northwestern Anatolia. Atmospheric Environment., 31(11) 2933-2943.
- Jaenicke, R. (1988) Aerosol physics and chemistry. In Landolt-Boernstein: Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwis-senschaften und Technik, V4b (edited by Fischer G.),p. 391. Springer, Berlin.