

배경, 도시 및 산업 지역에서 채취한 PM_{2.5}의 중량 및 무기이온농도의 비교

Comparison of Weight and Inorganic Ion
Concentrations in PM_{2.5} collected from
Background, Urban and Industrial Complex Area

정경미 · 김희갑

강원대학교 환경과학과

1. 서론

최근에 대기오염이 심각해지면서 입자상 물질(particulate matter)의 농도가 증가하고 있으며, 이로 인해 대기의 시정뿐만 아니라 건강상의 문제를 일으킬 수 있다는 보고가 늘어나고 있다. 또한 미세 입자는 화학적 조성에 의해 인체에 미치는 영향이 증가할 수 있다. 중량농도 및 무기이온의 농도는 대부분 겨울철에 높으며, 특히 음이온 중에서는 SO₄²⁻, NO₃⁻이, 양이온 중에서는 NH₄⁺ 이온이 중량농도 중 차지하는 비율이 높다.

이 연구에서는 다른 두 도시에 비해 대기분진에 의한 오염 정도가 적을 것으로 예상되는 춘천과, 교통이 밀집된 전형적인 도시 지역인 서울을 비롯하여, 대규모의 석유화학공업단지가 위치하고 있는 울산에 대해 PM_{2.5}를 채취하여 중량농도 및 무기이온의 농도가 지역별, 계절별로 농도의 차이가 있는지를 알아보려고 하였다.

2. 연구방법

춘천, 서울 및 울산의 각 한 지점에서 약 1주일 정도의 기간 동안 2002-2003년 가을과 겨울에 걸쳐 대기분진 시료를 채취하였다. 춘천은 효자2동 강원대학교 자연과학대학 2호관 옥상(4층 건물)에서, 서울은 성동구 행당동 한양대학교 제2의학관 옥상(4층 건물)에서, 그리고 울산은 남구 선암동 선암초등학교 옥상(2층 건물)에서 이루어졌다.

채취된 분진 시료는 PM_{2.5}를 대상으로 하여, 각 지점마다 MiniVol Air

Sampler(Airmetrics사, 5L/min) 1대와 LowVol Air Sampler(Anderson사, 16.7L/min) 1대를 동시에 작동시켜 24시간 동안 채취되었다. 전자의 sampler에는 Teflon-coated quartz filter(Gelman, 직경 47mm)를, 후자의 sampler에는 Glass fiber filter(Gelman, 직경 47mm)를 사용하였다. Teflon-coated quartz filter의 반은 IC(F, Cl, NO₃⁻, SO₄²⁻)와 AAS(Na⁺, Mg²⁺, K⁺, Ca²⁺)를 이용하여 무기이온에 대해 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

2002년 가을과 2002-2003년 겨울에 대하여 세 지역의 중량농도는, 세 지역 모두 MiniVol portable air sampler로 채취했을 경우가 LowVol Air Sampler로 채취했을 때보다 높았다(Table 1). MiniVol portable air sampler로 채취한 PM_{2.5}의 중량농도를 SPSS 10.0을 이용하여 각 지역에서 가을과 겨울의 중량농도에 대해 비모수검정을 수행했을 때, 춘천 지역만이 신뢰수준 95%에서 계절에 따른 중량농도의 유의한 차이가 있었다. 한편 LowVol Air Sampler로 채취한 중량농도는 춘천과 서울지역에서 계절에 따른 유의한 차이가 있었다.

	Season	Chunchon		Seoul		Ulsan	
		MV	LV	MV	LV	MV	LV
Mean	Fall	32.4	22.3	36.9	30.5	33.3	27.5
	Winter	95.2	76.9	50.7	45.8	63.9	63.2
Median	Fall	30.6	24.6	36.1	30.0	31.9	30.0
	Winter	80.6	77.1	45.8	17.8	67.4	65.2
SD	Fall	12.5	4.9	19.2	6.9	9.2	9.1
	Winter	57.9	50.8	19.2	10.8	24.3	23.1
Min.	Fall	18.1	5.4	19.4	16.7	23.6	18.3
	Winter	26.4	19.6	31.9	36.7	23.6	25.0
Max.	Fall	48.3	35.0	65.3	55.4	45.8	40.0
	Winter	176.4	120.9	87.5	66.7	88.9	87.1

Table 1. Weight concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) of PM_{2.5} collected on Teflon-coated quartz filters and glass fiber filters for 24 hours using the MiniVol portable and LowVol air samplers in three cities in the fall and winter of 2002-2003

다음은 세 지역에서 무기이온의 농도를 비모수검정을 이용하여 계절별로 비교해 본 결과, 춘천지역에서는 F의 농도가 겨울에 유의하게 낮은 반면에 NO_3^- , SO_4^{2-} 는 유의하게 높았다. 또한 모든 양이온(Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+})은 가을에 비해 겨울에 높았다($p < 0.05$). 서울 지역에 대해서는 신뢰수준 95%에서 F, NO_3^- 및 SO_4^{2-} 의 농도와, 모든 양이온이 유의확률이 0.05 이하로 가을과 겨울의 농도가 다른 것으로 나타났다. 울산에서의 음이온은 Cl^- , NO_3^- 및 SO_4^{2-} 이, 양이온은 다른 지역과 마찬가지로 모두 계절에 따른 유의한 차이를 나타내었다.

이른 요약하면 세 지역에 있어서 음이온인 F, Cl^- 의 농도는 계절에 따른 변화가 거의 없거나 겨울에 낮은 경향을 보인 반면에, NO_3^- , SO_4^{2-} 의 농도는 오히려 겨울에 높았다. 이와 같은 결과는 겨울철에 화석연료의 연소 활동이 증가됨에 따른 결과일 것으로 보인다.

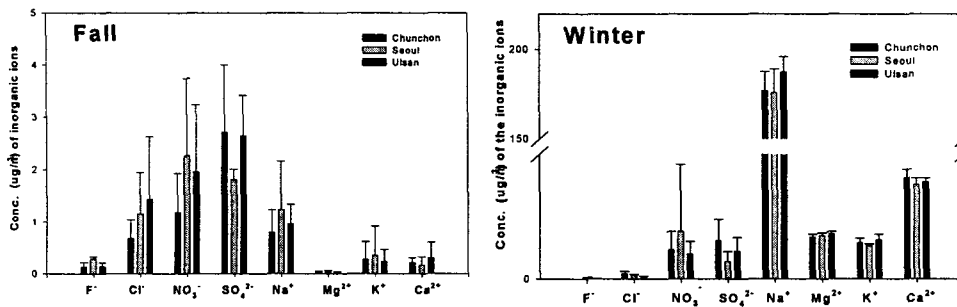


Fig. 1. Comparison of the concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) of inorganic ions in $\text{PM}_{2.5}$ collected from three cities in the fall and winter of 2002-2003.

다음은 계절별로 세 지역간의 무기이온 농도를 비교하기 위해 비모수검정 중 독립 K 표본을 사용하였는데, 가을철에는 F, 겨울에는 Cl^- 만이 신뢰수준 95%에서 유의한 차이를 나타내었다(Figure 1).

결론적으로 가을 및 겨울에 대한 한정적인 데이터를 가지고 배경지역, 도시지역 및 산단 지역간에는 이온성분 농도의 차이가 크게 나타나지 않음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. U.S. Environmental Protection Agency (2001) Review of NAAQS for PM.
2. 김창환, 전보경, 최금찬 (1999) 도시지역의 PM_{10} 과 $PM_{2.5}$ 의 계절농도 및 특성에 관한 연구, 동아대학교 환경문제 연구소, 22(2), 29-37.
3. 나광삼, 김용표, 진현철, 문길주 (1998) 울산 대기 중의 입자상, 기체상 물질의 수용성 이온 성분과 휘발성 유기화합물의 농도 한국대기보전학회지, 14(4), 281-292.