

## 초기 및 후속강우의 pH 영향 인자의 해석

### Interpretation of pH Effect Factors in 1st and 2nd Rainfall

황성욱, 조정구, 최금찬

동아대학교 환경공학과 대기오염연구실

#### I. 서론

우수의 질적변화의 정도는 우수에 용해되어 있는 각종 성분의 농도로써 종합적으로 판단할 수 있다. 이 중 우수에서 검출되는 각종 이온 성분은 대기중 기체상 및 입자상 오염물질이 Rainout 와 Washout 로 생성되는 것으로 알려져 있으며, Harrison(1983)은 이러한 우수의 질적 변화에 대해 대기 Aerosol과 연관시켜 우수중 이온성분의 질적 변화를 보고하고 있다. 또한 우수의 산성화는 해당지역의 대기와 대기오염물질의 장거리 수송으로 인한 영향을 받고 있으며, 오염물질의 배출원과 그 영향을 받는 지역이 서로 다르기 때문에 강우성분에 대한 관심이 더욱 중요시 되고 있다(Hitoshi et al., 1990, 과학기술처, 1989,1990). 따라서, 본연구의 목적은 1993년부터 채취된 시료를 초기(1mm의 강우) 및 후속(1mm 이후의 전강우)강우로 나누어 포집하여 강우의 화학적인 성상을 살펴보았다. 산성비의 원인물질 규명과 pH 저하인자를 파악하여 산성비 연구의 또, 그 자료를 토대로 기초자료를 활용할 수 있도록 함에 있다.

#### II. 실험 및 분석방법

강우의 채취기간은 1993년 9월부터 1996년 5월까지 채취하였고, 채취지점은 부산시 하단동 소재 동아대학교 공과대학 건물 옥상에서 채취하였다. 시료 채취 지점 주변에는 울속도 하구언과 사상, 장림공단이 위치하고 있으며, 낙동강 하구언이 인접하여 바다에서 약 3-4km 의 거리에 위치하고 있다. 4년간 총 시료채취 수는 초기강우가 35개이고, 후속강우 25개 이었다. 채취된 강우 시료는 pH와 전기전도도를 pH 전극(Eutech사제 Cyberscan pII2000)과 전기전도계(YSI사제 Model-33)를 사용하여 시료 채취직후에 측정하였으며, 이온성분은 IC(Ion chromatography, Dionex사제 Model DX-100i)를 사용하여 분석하였다. pH의 평균은 강수량을 가중한 가중평균을 취하였다. 그리고, 각각의 이온성분의 값은 당량농도값으로 계산되어 nss- 값을 계산하였다. 통계적처리는 SAS program(ver.6.04)을 이용하여 강우성분의 주성분 분석을 실시하였다.

#### III. 결과 및 고찰

##### III-1. 초기 및 후속의 월별·계절별 pH 변화

표1에서 알 수 있듯이 전체적으로 우수의 평균 pH값은 후속강우보다는 초기강우가 높게 나타났으며, 예외로 1993년 9월에는 초기강우 5.10 후속강우 5.28이었고, 11월은 초기강우 5.67 후속강우 5.88로 나타나 초기강우 보다 후속강우의 pH가 더욱 더 높게 나타났다. 계절적으로는 93 겨울에 초기강우의 pH값이 4.53, 후속강우 4.22로 나타나 시료채취기간중 가장 낮은 pH값을 보였고, 황사현상이 심했던 95 봄철에는 초기강우 5.84로 가장 높은 pH값을 나타내었다. 또한 초기강우의 월별 pH범위는 4.38 ~ 6.32이었고, 후속강우는 4.09 ~ 5.98로 나타났다.

Table 1 Variance of pH, E.C. in months.

		pH				E.C. ( $\mu\text{S/cm}$ )			
		1st	Ave.	2nd	Ave.	1st	Ave.	2nd	Ave.
'93FAL.	9월	5.10		5.28		49		23	
	10월	5.92	5.27		5.33	46	53		21
	11월	5.67		5.88		82		14	
'93WIN.	12월	4.61	4.53	4.40	4.22	59	55	32	34
	1월	4.38		4.09		42		38	
'95SPR.	3월	6.02				99			
	4월	6.12	5.84	5.11	5.3	80	60	21	24
	5월	5.69		5.48		27		26	
'95WIN.	1월	6.32	5.47	5.98	5.98	82	74	30	30
	2월	5.23				70			
'96SPR.	3월	5.21		4.68		80		20	
	4월	5.43	5.34	5.02	4.84	70	78	80	38
	5월	5.74		5.19		87		31	

### III-2. 초기 및 후속강우의 계절별 이온성분의 조성과 변화

시료채취 전기간에 걸쳐 초기강수 각 이온성분의 당량농도가 후속강수 보다 높으며, 특히 양이온성분들의 당량농도는 음이온 성분에 비해 전반적으로 높게 나타났다. 93년 가을, 95년 봄, 95 겨울에 양이온의 당량농도가 음이온의 당량농도 보다 높게 나타났고, 후속강수에 있어서는 95년 겨울을 제외하고는 모두 음이온의 당량농도가 더욱더 높게 나타나 후속강수의 pH를 낮추는 역할을 하는 것으로 사료된다.

### III-3. pH 영향인자 해석

이온성분의 농도 값을  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{nss-Ca}^{2+}$ ,  $\text{nss-Cl}^-$ ,  $\text{nss-Mg}^{2+}$  값을 계산하여 인자를 계산하여 인위적인 발생원의 양을 추정하였고, SAS program을 통해 각 인자의 주성분 분석을 실시 하였다. 그 결과 초기강우에서 F1(제1주성분)은  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ 가 각각 0.93, 0.90, 0.88, 0.84, 0.78로 높은 인자부하량을 나타내었다. F2(제2주성분)는  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{nss-Cl}^-$ ,  $\text{nss-Mg}^{2+}$ 이 -0.15, -0.71, -0.38의 인자부하량을 나타내었다. 후속강우의 주성분 분석결과 F1에서  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ 이 각각 0.96, 0.95, 0.91, 0.89, 0.78 순으로 높은 인자부하량을 나타내었다. F2는  $\text{nss-Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 이 각각 -0.91, -0.36, -0.31의 순으로 나타났다. 상관계수에 있어서는 초기강우는  $\text{SO}_4^{2-}$ 이  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ 와 0.99, 0.83, 0.79로 높은 상관관계를 나타내었다. 또, 후속강우는  $\text{SO}_4^{2-}$ 이  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ 과의 상관값이 0.99, 0.92, 0.88, 0.80, 0.71의 순으로 높게 나타났다. 추후 pH 저하 인자에 대한 영향은 축적된 data의 해석을 검증하고 있다.

### 참고문헌

1. 박정호, 최금찬, Mikio Kasahara, 강수에 의한 대기 에어로졸 입자의 세정특성, 대기보전학회지 제12권 제2호(1996)
2. 이승일, 김승호, 조기철, 김희강, 삼척지역 우수의 이온농도에 관한 연구, 대기보전학회지 제2권 1호(1996)
3. 심상규 외, 우리나라 산성비 특성과 감시망 현황, 아세아 태평양 지역의 대기질 관리대책 세미나(1996)