

황사 : 산성비의 천연 중화제

이 동수, 이 용근, 허 주원*

연세대학교 화학과

강수의 산성화로 야기되는 호수의 산성화는 국제분쟁 소지가 많은 광역환경문제로 북아메리카의 동북부지역과 유럽의 스칸디나비아 삼국지역이 현재 가장 심각한 곳이다. 이 지역들은 주변에서 방출되는 산성가스 (SO_x 와 NO_x) 를 다량 받고 있을 뿐만 아니라 산성우에 민감한 암석인 화강암으로 되어있기 때문이다.

우리나라, 일본, 황해를 인접한 중국 일부 지역을 포함한 동북아시아도 산성우 유발물질 부하량이나 호수의 지질 특성만을 고려할 때는 산성호수의 출현 가능성이 높은 곳이다. 강수의 산도가 이미 유럽이나 북미에 비교될 정도로 낮으며, 일본과 우리나라 고산지대의 암석들은 대부분 산성우에 민감한 화강암이기 때문이다. 그러나 실제로 이들지역에서는 화산에 인접한 일본에 있는 몇몇 호수를 제외하고는 아직까지 산성호수는 발견되지 않고 있는데 한가지 원인으로 이 지역의 상대적으로 짧은 대기오염 역사를 고려해 볼 수 있다. 비록 현재의 강수 pH는 낮으나 호수가 산성화 되는데에는 상당한 시일이 소요되므로 이 지역의 대기오염 역사가 호수의 산성화가 야기될 정도로 길지 않은 것으로 볼 수 있다.

또 다른 원인으로 이 지역에 특별히 나타나는 황사현상을 들 수 있다. 중국대륙에서 매년 봄철에 부유하여 우리나라와 일본은 물론 북태평양 전역에 강하하는 황사는 그 양이 엄청나게 많을뿐만 아니라 상당량의 알칼리를 함유하고 있기 때문에 황사가 갖는 산의 중화능력은 상당할 것으로 추정된다. 황사때 내리는 강우의 pH가 중성 또는 알칼리성을 띠는 실험적 관측은 최근 국내외에서 다수 이루어졌다. 그러나 황사의 산성우 중화능력에 관한 정량적 연구는 아직까지 수행된 바 없다.

본 연구에서는 우리나라에 강하하는 황사의 중화능력을 평가하기 위하여 1990 - 1991년, 2년간 서울과 태안반도에서 포집한 13개의 황사시료의 알칼리도를 측정된 후 부유황사농도로부터 연간 황사에 의한 알칼리도 부하량을 계산하였다.

황사의 알칼리도는 역적정법으로 측정하였는데 알칼리도와 칼슘간에는 1.5:1의 비례관계(당량비)가 성립하였다 (그림 1). 즉 황사는 칼슘 1당량당 1.5당량의 알칼리도를 함유하는데, 이는 황사중 대부분의 탄산염이 SO_x 와 반응하지 않았음을 의미한다. 그리고 서울과 태안 황사간에 알칼리도의 차이는 발견되지 않았다.

알칼리도 부하량의 산출에는 Duce들의 광물입자 부하량 예측법을 이용하였다. 즉 총 알칼리도 부하량 (F)은 다음식으로 주어지는데

$$F=C_a * V$$

여기서 C_a 는 알칼리농도 ($\mu\text{eq}/\text{m}^3$)이고, V 는 total deposition velocity로 광물입자에 대한 값, $3\text{cm}/\text{sec}$ 를 사용하였다. 계산결과 년중 알칼리도 부하량은 $30\mu\text{eq}/\text{m}^2$ 인데 우리나라 년평균 강수량을 $1,300\text{mm}$ 로 볼때 이는 $\text{pH}=4.7$ 인 산성우를 중화할 수 있는 량에 해당한다. 지난 5년간 서울 강우의 평균 pH가 4.9 임에 비추어 볼때 현재 한반도에 유입되는 황사만으로도 호수의 산성화를 충분히 방지할수 있는 것으로 보인다.

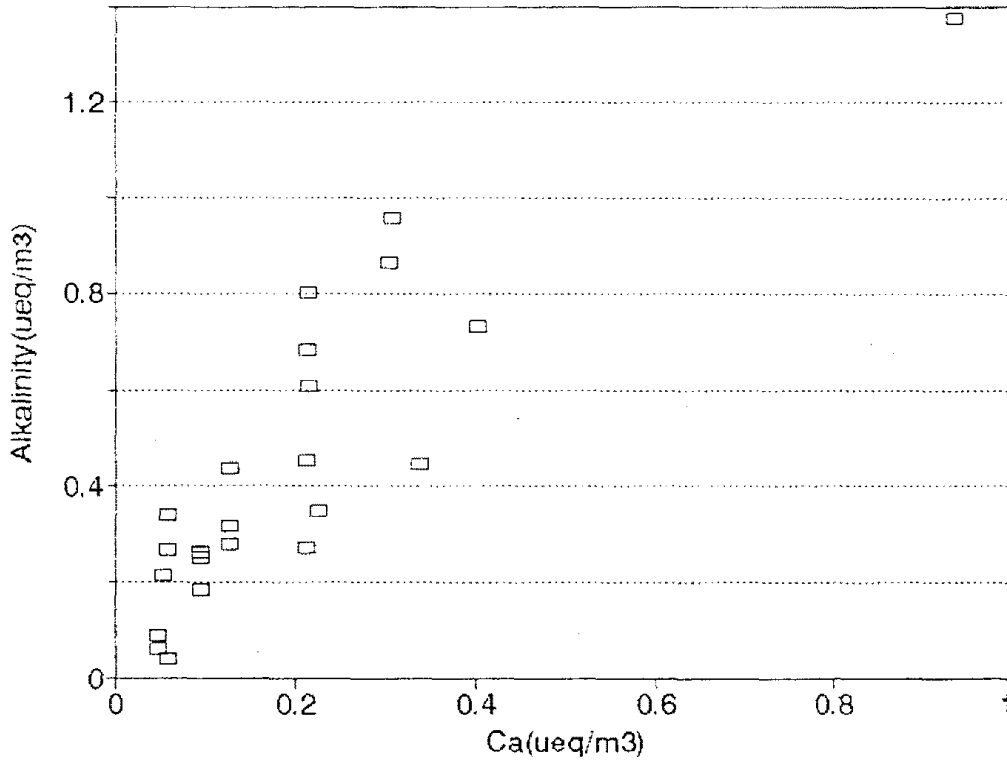


그림 1) Correlation Between Calcium Content and Alkalinity in Loess
Collected at Seoul and Padori (1990-1991)