

# 1C5) 주암호 T-N 농도에 대한 대기침적의 상대적 기여도 평가

## Relative Contribution Assessment of Atmospheric Deposition for T-N Water Concentration of Juam Reservoir

장영환 · 정장표 · 조효정 · 이승훈 · 이승목<sup>1)</sup> · 장남익<sup>2)</sup>

경성대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>서울대학교 보건대학원, <sup>2)</sup>국립환경연구원 영산강물환경연구소

### 1. 서론

대기 중으로 배출된 오염물질들은 기상조건에 따라 다른 지역으로 이동하여 자연계의 표면으로 침적되는데 이러한 대기침적은 토양이나 동·식물 등의 생태계뿐만 아니라 인간의 생활에도 악영향을 끼치고 있다. 특히 해양이나 하천 생태계 및 상수원으로 사용되는 호수나 저수지의 수질 또한 대기침적으로 인해 큰 영향을 받고 있다. 따라서 본 연구에서는 그동안 진행되어 온 대기침적의 국내·외 선행 연구결과를 토대로 전라남도의 주요 상수원 중의 하나인 주암호를 대상으로 주암호 수질에 대한 대기침적의 영향을 종합적으로 분석하고자 하였다. 이를 위해 질소산화물의 침적량을 측정하여 질량수지식을 적용하였으며 주암호의 T-N 수질농도에 대한 대기침적의 상대적 기여도를 평가하였다.

### 2. 실험 및 분석방법

본 연구에서는 1999년 8월부터 2000년 11월까지 약 15개월간 낮과 밤 시간대로 구분하여 입자상과 가스상 건식침적을 동시에 포집할 수 있는 WSS(water surface sampler)를 사용하여 대기건식침적을 측정하였다. 습식침적량의 측정은 본 연구의 시료채취지점에서 1998년에 측정·분석된 강우량의 분석결과를 사용하였다. 또한 주암호 지천을 통한 오염물질의 유출입량은 1997년에 분석된 각 지천들의 수질분석 결과를 적용하여 산정하였다. 주암호의 총 질소(T-N) 오염에 대한 대기침적의 상대적 기여도 평가를 위해  $\text{NO}_3^-$  및  $\text{NH}_4^+$ 를 대상오염물질로 정하여 질량수지모형을 적용하였다. 그리고 시료채취지점의 기상분

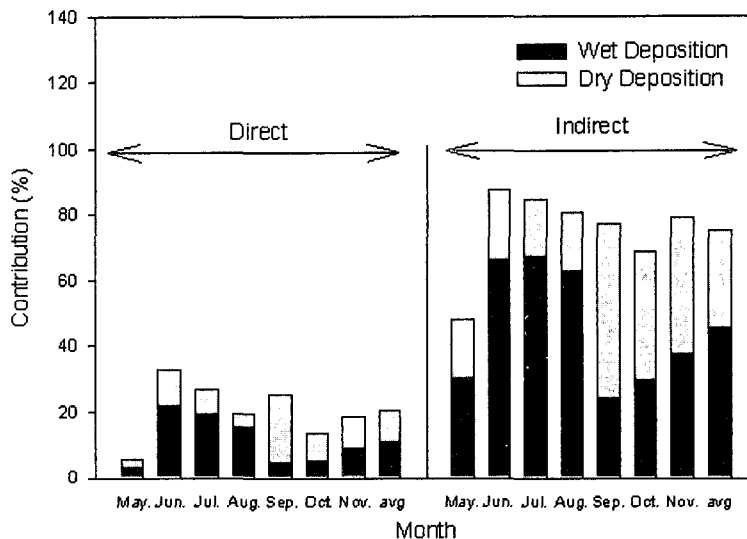


Fig. 1. Atmospheric input of nitrogen into the Juam reservoir.

석을 위해 기상탑을 설치하여 풍향 및 풍속 등 기타 기상현황을 관측하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

주암호에 대한 대기침적의 상대적인 기여도 평가를 위해 측정·분석된 주암호의 유출입 유량과 그에 따른 대상오염물질의 유출입 총량, 그리고  $\text{NO}_3^-$ 와  $\text{NH}_4^+$  대기침적량 분석 결과들을 질량수지 모델에 적용하여 그 결과를 그림 1에 나타내었다.

주암호의 수표면으로 직접 침적되는  $\text{NO}_3^-$ 와  $\text{NH}_4^+$ 의 대기침적량은 주암호의 T-N 농도에 대해 약 20%의 기여도를 나타내었는데 건식침적의 형태로는 약 9%(범위 : 2%~20%), 습식침적의 형태로는 약 11%(범위 : 3%~22%)의 기여도를 나타내었다. 이러한 기여도 결과는 미국의 Long Island Sound(20%) 및 Delaware Inland Bay(21%)와는 비슷한 수준이며 Narragansett Bay(4%~12%)와 Flanders Bay(7%), Delaware Bay(15%)보다는 1.3배~5배 정도 더 높은 수준이었다. 따라서 국내에 소재한 주암호의 경우도 대기침적량 산정시의 적용면적을 수표면적으로만 한정 하더라도 수질오염에 대한 영향정도는 미국의 경우와 비슷하거나 미국의 경우보다 높은 수준임을 알 수 있었다.

그러나 대기침적의 수체에 대한 영향을 조사하고자 할 때는 수표면으로 직접 침적되는 오염물질의 양도 중요하지만 유역면적에 침적되어 비나 눈을 통해서 수체로 유입되는 간접 침적의 형태도 큰 비중을 차지할 수 있다. 오염물질이 유역면적에서 수체로 이동하여 유입되는 경우는 오염물질의 종류, 유역 지표면의 형태 등에 따라 달라질 수 있는데 질소성분의 경우 지류를 통해서 약 90% 정도가 수체로 유입되는 것으로 보고되고 있으며 습지나 숲 그리고 기타 여러 형태의 지표면에 대해 수체로의 유입률을 약 7~14% 정도로 예측하고 있다. 따라서 유역면적으로 침적되는 오염물질의 양에 대한 고려도 상당히 중요하다 할 수 있다. 실제로 우리나라의 경우 수표면적에 대한 유역면적의 넓이가 큰 특징을 가지고 있는데 주암호의 수표면적과 유역면적의 비는 미국 5대호와 비해 5배~10배 정도 커서 미국의 경우보다 상대적으로 유역면적의 영향을 더 크게 받을 수 있음을 알 수 있다.

표 1은 유역면적에 침적된 대기오염물질이 수체에 미치는 영향을 조사한 선행연구결과를 주암호 환경에 적용해 유역면적에 침적되는 대기건식침적의 영향을 고려한 후 기여도를 산정하여 그 결과를 나타내었다.

Table 1. Contribution of nitrogen deposition from Juam reservoir catchment area.

Month	Inflow rate					
	7%			14%		
	Dry	Wet	Total	Dry	Wet	Total
March	9.48	15.73	25.21	12.75	21.16	33.91
April	3.98	12.48	16.46	5.57	17.50	23.07
May	3.23	12.29	15.52	4.55	17.31	21.86
June	11.41	40.63	52.04	13.65	48.63	62.28
July	20.34	9.33	29.66	26.80	12.29	39.09
August	3.95	3.03	6.98	5.81	4.44	10.25
September	14.46	13.25	27.72	19.23	17.62	36.85
October	16.06	22.73	31.44	21.93	42.71	64.65
November	19.34	23.86	23.05	8.04	28.66	29.62
avg	11.36	17.04	25.34	13.15	23.37	35.73
sd	6.66	10.90	12.71	8.00	14.28	18.01

표 1의 유역면적을 고려한 대기침적으로 기여도 산정한 결과를 살펴보면 대기침적에 의한 상대적인 기여도가 25.34%~35.73%의 범위로 산정되어서는 미국의 선행연구결과와 비슷하거나 상회하는 수준으로 나타났다. 따라서 대기침적으로 인한 수질의 기여도 산정을 위한 체계적인 연구가 전무한 우리나라의 경우도 수질과 대기질을 분리시켜 연구하고 통제하기 보다는 미국의 경우와 같이 이 둘을 연계시켜 목적에 맞는 체계적인 시스템을 구축한 후 체계적이고 지속적인 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

- U.S. EPA (2000) Deposition of air pollutants to the Great Waters: Third report to congress, EPA-453/R-93-055.
- 정장표, 장영환, 이승묵, 전의찬, 신상철, 장남익 (2000) 주암호 지역의 대기건식침적 특성에 관한 연구, 한국대기환경학회 2000 춘계학술대회 논문집. pp. 97-99, 2000.
- 장영환 (2004) 「상수원에 대한 대기침적의 영향과 잠재적 오염원의 규명」, 경성대학교 대학원 박사학위논문.