

# 신천의 인 및 질소변화에 관한 연구

최상기\* · 조경진 · 박정문<sup>1</sup> · 김정배 · 박상원  
계명대학교 환경과학과, <sup>1</sup>계명대학교 낙동강환경원

## 1. 서론

최근 국내 대부분의 하천 수계에서 부영양화에 따른 수질악화가 심각한 문제로 대두되고 있다. 부영양화(eutrophication)는 무기 영양염류의 증가로 인하여 조류 등의 식물성플랑크톤이 급증하며 이에 따라 수중 생태계 환경이 변화되는 현상을 말하며 호수와 같이 정체된 수계에서 두드러진다.

신천은 상류 주변 식당과 숙박업소에서 발생한 하수를 정화 처리하는 시설을 설치하지 않은 곳이 대부분이어서 하수가 계곡으로 흘러 들어 물을 오염시키고 있으나, 식당가 주변 계곡에는 오염된 물을 깨끗하게 만드는 많은 수질 정화식물이 서식하고 있다. 상동교 부근부터 고수부지에 콘크리트 시설물이 들어서기 시작하며 강 주변에 자연적으로 자라는 식물이 거의 사라지고 인공적인 잔디밭 등이 조성되었다. 콘크리트로 포장된 하천변, 게이트볼장, 체육시설, 주차장 등 인공물이 뺄뺄이 들어서 있어 하천 생태계가 완전히 파괴되고 있다. 잔디나 몇 그루의 나무가 고수부지에 심겨져 있지만 자연 상태를 유지하고 있는 상류와 비교하여 확연하게 다른 모습을 보이고 있다. 강아지풀 등의 벼과식물들이 많이 자라고 있어 강가 주변에 사막화현상이 일어나고 있는 것으로 추정되고 있다.

상동교 밑쪽부터 신천유지용수 확보 사업이 시행되는 구간인 관계로 다리를 중심으로 아래쪽의 물 양이 갑자기 증가한다. 이것은 대구시의 남·북을 가로질러 도심지 중심부를 흐르는 신천에 물을 흘러 보내자는 취지에서 시행된 사업이다.

메말라 있는 신천에 물을 확보하기 위한 “신천유지용수 확보 사업”은 무태교 입구에 위치한 신천하수종말처리장에서 정화처리된 생활하수의 처리수를 금호강물과 같이 혼합해서 9.1 km 떨어진 상동교 부근까지 퍼올려 다시 방류하고 있으나, 신천 유지수로 사용되는 물에 질소와 인이 많이 포함되어 있어 부영양화를 발생시키고 이로 인해 물 속의 산소가 부족하여 신천에 서식하는 어류와 물풀들의 수가 줄어들고 있는 실정이다.

항상 물이 흐르는 상태를 유지하기 위한 목적으로 신천에 설치된 물막이 보는 물의 흐름을 막아 물이 고이게 하고 보 주변에 퇴적물이 쌓이게 만든다. 기온이 높아지면 고인 물과 퇴적물이 썩어 심한 악취를 발생시킨다.

하천의 수질을 관리하기 위해서는 오염원의 평가와 오염부하량의 정확한 산정이 선행되어야 하며, 이를 토대로 수계 전체에 미치는 영향정도가 큰 지점으로부터 오염부하량을 저감할 수 있는 합리적인 대책이 수립되어야 할 것으로 본다.

따라서 본 연구는 신천 수계의 거리에 따른 인 및 질소부하량을 파악하기 위하여 신천상류 파동교에서 침산교 사이의 총인과 총질소 농도를 측정하였다.

## 2. 실험방법

신천 부영양화 조사를 위해 주 1~2회 시료를 채취하여 T-N, T-P, BOD, Chlorophyll-a를 측정하였다. T-N은 자외선 흡광도법으로 220nm에서, T-P는 아스코르빈산 환원법으로 880nm에서 각각의 흡광도를 분석하였다. BOD 항목은 환경오염공정시험법을 따랐으며, Chlorophyll-a의 분석은 여과지로 여과하여 90%아세톤으로 추출한 후 원심분리하여 파장 750, 663, 645, 630nm에서 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

신천하수종말처리장에 있어서 현재의 처리방식으로는 N, P가 거의 제거되지 않기 때문에 이 방류수를 유지수로 이용하고 있는 신천은 여름철 수온이 상승하게 되면 부영양화로 인하여 조류 및 냄새 발생의 우려가 있으므로 하천조사 결과를 바탕으로 영양단계를 추정해 보았다.

하천에 대한 분류는 자료가 없기에 호소수에 대하여 연구한 Forsberg와 Ryding의 영양단계 분류에 의한 T-N, T-P 및 Chlorophyll-a의 농도를 Table 1에 정리하였다. T-N, T-P 및 Chlorophyll-a농도가 각각 600~1,500, 25~100, 7~40 (mg/m<sup>3</sup>)이상이 되면 부영양단계라고 한다.

신천의 각 지점별, 계절별에 대하여 영양단계를 분석한 결과를 Table 3에 정리하였다. 겨울의 각 측정지점에 대한 영양단계 분석결과, T-N의 경우 8,112~11,136 mg/m<sup>3</sup>, T-P의 경우 123.6~1,330.8 mg/m<sup>3</sup>을 나타내었고, 봄의 각 측정지점에 대한 영양단계 분석결과, T-N의 경우 4,940~16,300 mg/m<sup>3</sup>, T-P의 경우 100~720 mg/m<sup>3</sup>, Chlorophyll-a의 경우 ND~6.51 mg/m<sup>3</sup>로서 Table 1의 과영양단계보다 훨씬 높은 값을 나타내며, 이는 신천의 모든 지점 및 신천이 유입되는 금호강은 과영양단계에 있다고 할 수 있으며, 부영양화의 제한인자가 무엇인지를 고찰하여 보았다.

Table 2에서는 Forsberg와 Sakamoto가 규정하고 있는 부영양화에 따른 제한인자를 정리하였다. 신천의 각 측정지점에 대한 T-N/T-P 중량비를 구하여 Table 3에 정리하였다. T-N/T-P 중량비가 10이하일 때 제한영양인자는 질소,

17이상일 때 인, 10~17사이에는 질소 또는 인으로 분류하고 있다.

신천에 있어서 겨울의 부영양화 제한인자는 질소가 11지점, 인이 5지점, 질소 또는 인이 2지점으로서, 신천은 제한인자의 대부분이 질소로 나타났다. 그러나, 봄의 경우에는 방류수만 질소이고 그 외 전지점은 인으로 나타났다.

신천에 있어서 T-N, T-P 및 Chlorophyll-a농도를 이용하여 영양단계를 분석한 결과, 모든 지점에 있어서 과영양단계를 나타내고 있으며, 그 제한인자의 대부분이 질소 혹은 인으로 나타났다. 이러한 영양단계분류와 제한인자분류는 호소수와 같은 정체된 물에 적용되는 기준이기 때문에 하천에의 적용은 적합하지 않다고 사료된다. 유지수의 체류시간은 약 21시간정도로 1일도 걸리지 않는다는 점 등을 고려한다면 부영양화의 가능성은 크게 감소된다고 할수 있다. 그러나, 질소에 대해서는 철저한 유입방지를 위한 노력이 필요하다고 판단되며, 또한, 여름철에 항상 물이 정체하는 콘크리트 수중보에 있어서 부영양화의 우려가 있기에 여름철 집중적인 조사를 행할 계획이다.

#### 4. 참고문헌

- 대구환경운동연합 / (재)한국환경민간단체진흥회, 신천따라가기
- 허우명, 김범철, 낙동강 주요 지천의 인 및 질소부하량에 관한 연구, 한국환경과학회지 4(3), 187-195, 1995
- 광노태, 안태영, 부영양화의 진행과 그 대책, 미생물학회지 33(1), 72-77, 1997
- 김용환, 인공호수중의 영양염 변화에 관한 연구, 영남대학교 석사학위논문

Table 1. Forsberg와 Ryding에 의한 영양단계 분류

영 양 단 계	T-N(mg/m <sup>3</sup> )	T-P(mg/m <sup>3</sup> )	Chlorophyll-a (mg/m <sup>3</sup> )
빈영양 단계	< 400	< 15	< 3
중영양 단계	400~600	15~25	3~7
부영양 단계	600~1,500	25~100	7~40
과영양 단계	> 1,500	> 100	> 40

Table 2. Forsberg와 Sakamoto에 의한 부영양화 제한영양인자 분류

제한영양물질	Forsberg	Sakamoto
	T-N/T-P 중량비	T-N/T-P 중량비
질소	< 10	< 9~10
질소 또는 인	10	(9~10) ~ (15~17)
인	> 17	> 15~17

Table 3. 신천에 있어서 영양단계분석 및 T-N/T-P중량비 계산결과

지점	겨울			봄			
	TN/TP	T-N (mg/m <sup>3</sup> )	T-P (mg/m <sup>3</sup> )	TN/TP	T-N (mg/m <sup>3</sup> )	T-P (mg/m <sup>3</sup> )	Chl-a (mg/m <sup>3</sup> )
S1	-	-	-	59.00	5,900	100	0.80
S2	-	-	-	56.60	5,660	100	0.67
S3	65.6	8,110	124	59.00	5,900	100	0.65
S4	10.21	10,704	1,049	38.70	5,420	140	1.62
S5	7.25	10,512	1,356	49.40	4,940	100	1.25
S6	8.24	10,848	1,316	59.00	5,900	100	0.88
S7	8.34	10,704	1,284	51.00	5,100	100	ND
S8	8.67	10,848	1,252	40.70	5,740	140	1.05
S9	8.33	11,088	1,331	39.86	5,580	140	1.33
S10	9.24	10,848	1,174	42.14	5,900	140	1.52
S11	10.16	10,848	1,068	38.71	5,420	140	0.83
S12	10.27	10,800	1,051	31.05	5,900	190	0.84
S13	10.99	10,944	996	35.26	6,700	190	1.44
S14	9.10	9,168	1,008	35.26	6,700	190	2.44
S15	10.16	11,040	1,087	25.25	6,060	240	2.47
S16	1.09	10,368	952	31.89	6,060	190	1.41
K1	36.04	8,304	230	50.14	7,020	140	1.11
K2	11.89	10,800	908	29.25	7,020	240	1.22
K3	10.73	10,656	994	34.42	6,540	190	6.51
E1	6.91	11,136	1,613	1.80	16,300	720	0.37