환경영향평가 제10권 제1호(2001) pp.9~19

소하천의 오염부하량이 수질에 미치는 영향에 관한 연구

이상훈 · 조욱상
수원대학교 환경공학과 교수

A Study about the Influence of Pollutant Load on Water Quality in a Small Stream Watershed

Lee, Sang-Hoon · Cho, Wook-Sang
Department of Environmental Engineering, the University of Suwon

Abstract

An intensive watershed survey including water quality measurement of 6 times was carried out in order to find out the relationship between pollutant load and water quality in a small stream watershed where livestock wastewater is the main source of water pollution. The findings from the survey are as follows.

1) The number of livestock showed large disagreement among county office, myon, and in-site survey. It is vital to check the data at the beginning of watershed survey.
2) The fluctuation of streamflow and water quality was so large depending on the day of measurement that it is essential to set up continuous telemetering system to get reliable data about delivery ratio of pollutants.
3) It was helpful for setting the priority of investigation to check water quality and quantity at several points along the stream after dividing the watershed into 5 drainage areas.
4) To control the livestock wastewater, especially in case of cows, it is necessary to have roof system and prevent overland flow from the ground. In case of pig farms, it is recommended to have public treatment system instead of private treatment system.

The exact emission load of livestock wastewater was difficult to estimate, and requires more study.

Keyword: pollutant load, delivery ratio, livestock wastewater

I. 서 론

소하천이란 종전의 하천법에서는 직할하천, 지방하천, 준용하천의 개념에서 제외된 소규모의 하천을 말한다. 건설교통부에서 적용하는 소하천은 유역면적 10km^2 이내, 유로연장 5km 이내로 구분하며, 소하천정비법에서는 최소 평균하폭 2m 이상, 총연장 500m 이상이어야 소하천으로 지정할 수 있다고 규정하고 있다. 소하천 유역은 일부 대도시를 제외하고는 일반적으로 인구가 많지 않고 공장도 많지 않은 지역으로서 가장 큰 오염원은 보통 축산폐수라고 말할 수 있다. 축산폐수는 양은 많지 않아도 고농도이며 소규모 축사는 대표적인 비점오염원으로서 미래의 수질관리에서 가장 어려운 분야로 남을 것이다. 그동안 축산폐수에 관한 연구가 많이 발표되었지만 아직도 축산폐수는 소하천 유역에서 가장 관리하기 힘든 오염원이다.[10] 특히 농촌 지역에 있으면서도 유량자료와 수질자료가 미비한 소하천 유역의 수질관리를 위해서 축산폐수에 관한 연구는 매우 필요하다고 말할 수 있다.

경기도 지역에서 가장 축산이 활발한 지역으로 지목되고 있는 경안천 유역에서 조사한 바에 의하면 축산폐수는 유역 전체 BOD 발생량의 30%, TN의 22%, TP의 39%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다.[3] 안성천 수계 진위천의 지류인 천천은 축산폐수에 의한 오염부하량이 83.7%를 차지하고 있을 정도로 경안천보다도 훨씬 더 축산폐수가 중요한 오염원이 되고 있다.[4] 그러므로 본 연구에서는 축산폐수가 주된 오염원인 천천을 대상으로 수질과 오염부하량과의 관계를 조사 연구하였다.

오염부하량은 유역관리에서 중요한 요소이며, 가정하수, 공장폐수, 축산폐수의 부하량을 추정하는 작업은 수질관리자에게 있어서 매우 중요하다. 오염부하량은 발생부하량, 배출부하량, 유달부하량으로 구별된다. 발생되는 오염물질은 처리시설을 거치면서 감소되고 일부만이 배출되며, 하천과 토양의 자정작용 때문에 배출되는 부하량의 일부만이 하천에까지 도달된다. 그러므로 발생부하량이 모두 수질에 영향을 미치는 것은 아니며, 실제로 수질에 영향을 미치는 오염부하량은 유달부하량이다. 유달부하량은 유역에서 오염물질이 발생, 유출되어 지천을 통해 하천에 유입될 때에 대상지천의 유입부에서 유량과 농도를 측정하여 계산하는데, 유달부하량과 배출부하량과의 비를 유달률이라고 한다.

유달률의 측정을 시도한 연구는 많지 않은데, 한강의 8개 지천에 대해 서울시정개발연구원에서 1993년에 측정한 지천의 유달율은 BOD가 3.2~65%, TN이 23~250%, TP가 32~328%로 매우 범위가 크게 나타났다.[5] 이 연구에서 소의 경우 BOD 111.6g/두/일, 돼지는 BOD 31.4g/두/일 처럼 처리시설에 대한 조사없이 일정한 배출원단위를 적용하였다. TN과 TP의 유달율이 100%를 넘는 지천이 나타난 것은 배출부하량의 원단위가 정확하지 않다는 것을 의미하며, BOD의 유달율도 지천에 따라 너무 큰 차이를 보여주고 있다. 1998년에 한국환경정책.평가연구원에서 강원도 춘천지역의 14개 소하천에서 측정한 영양염류의 유달율은 TN은 4.3~42.9%, 그리고 TP의 유달율은 4.0~35.1%의 범위를 나타내었다.[7] 이 연구에서 유달율은 발생부하량과 유달부하량의 비를 나타내며 비점오염원을 대상으로 하였기 때문에 발생량 모두가 배출되는 것으로 가정하였다.

지금까지 하천의 오염부하량은 원단위를 적용한 발생부하량 위주로 연구되었으며 유달부하량에 대한 연구는 소홀히 하였다고 볼 수 있다. 선행 연구에서 발표된 유달율은 유역마다 너무 범위가 커서 다른 유역에 적용하기가 곤란하다. 본 연구에서는 수질과 유량자료가 미비한 천천을 대상으로 다음과 같은 목표를 가지고 수행되었다.

1) 천천유역의 발생부하량이 수질에 미치는 영향을 조사한다.

2) 소배수구역별로 수질과 유량을 측정하여 유달부하량을 조사한다.
3) 소하천 수질관리의 나아갈 방향을 제시한다.

II. 연구방법

1. 유역조사

천천은 안성천의 제2지류이며 제1지류인 진위천의 상류부에 위치하고 있다. 천천은 유로연장 4.7km, 유역면적 9.88km^{2}의 소하천으로서 화성시 향남면 요리에서 발원하여 남동류 하다가 사창교에서 도로를 통과하여 흐르면서 약간의 사행을 반복하며 흐르다가 진위천 좌향의 제방으로 유입하는 소하천이며, 자세한 천천의 위치도를 그림 1에 나타내었다. 화성시에서 보유하고 있는 자료를 이용하여 토지이용현황과 인구, 축산, 수질오염배출시설에 관한 자료를 조사하였다.

2. 수질조사

천천의 5개 지점과 천천 합류 후의 진위천 1개 지점을 대상으로 수질조사를 1998년 5월부터 10월까지 6회 실시하였다. 수질조사 항목은 일반항목으로서 pH, DO, BOD, COD, SS 그리고 영양염류로서 TN과 TP를 조사하였다.

3. 오염부하량 조사

본 유역은 면적이 넓지 않으므로 축산시설과 폐수배출시설에 대해서 전수조사를 실시하였다. 인구는 향남면에서 보유하고 있는 리별 인구현황을 이용하여 소배수구역별로 인구를 조사하였다. 축산폐수의 발생부하량은 대개 축종별 원단위를 적용하여 계산하는 것이 일반적이다.

종전의 연구에서는 축산폐수의 배출부하량 역시 원단위를 적용하여 계산하였으나, 최근의 연

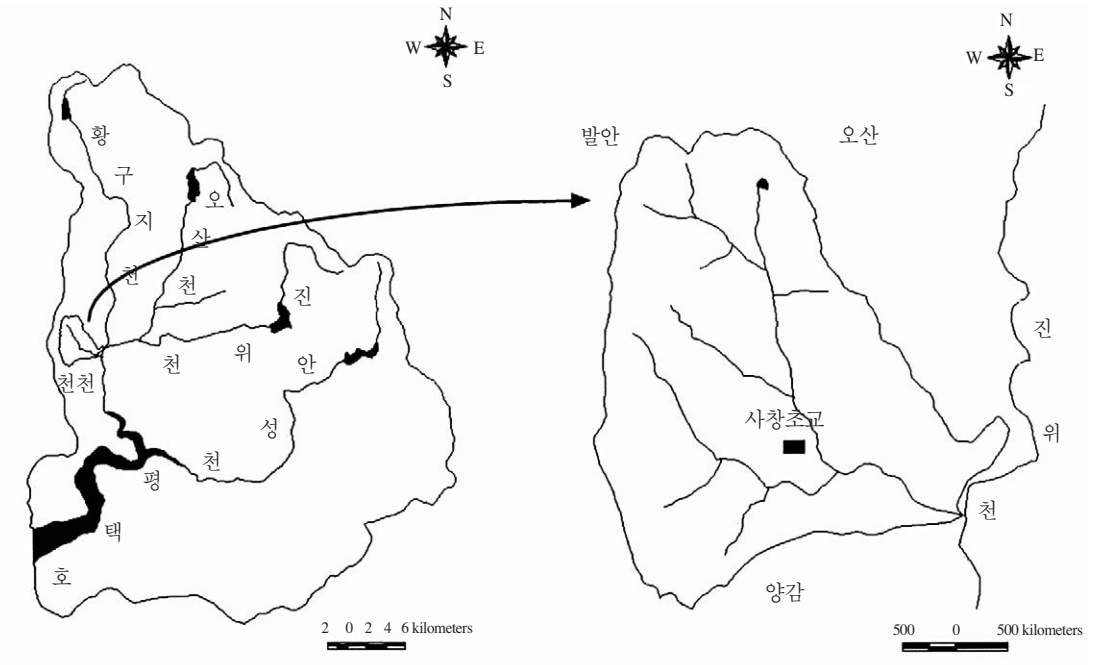

그림 1. 천천 위치도

구에서는 다음과 같이 유역의 배출부하량을 세분하여 계산할 것을 제시하였다.[12)]

배출부하량 = ① + ② + ③ + ④

① 개별축산폐수처리시설을 거쳐 직접 방류하는 배출부하량
- 배출부하량 = 축종별 사육두수×축산폐수발생원단위×(1-기준처리율/100)

② 축산폐수공동처리시설을 거쳐 방류하는 배출부하량
- 배출부하량 = 축산폐수공동처리시설 방류량×방류농도

③ 축산분뇨자원화시설을 거쳐 비점오염원으로 전환되는 배출부하량
- 배출부하량 = [축종별 사육두수×(축산분뇨발생원단위 - 축산폐수발생원단위)×(1-축산분뇨자원화시설 처리율/100) + 관외로부터의 유입량]×농지배출계수×비점오염원배출계수

④ 축산폐수처리시설 슬러지가 비점오염원으로 전환되는 배출부하량
- 배출부하량 = 축종별 사육두수×축산폐수발생원단위×축산폐수배분비×(축산폐수처리시설 처리율/100)×슬러지배출계수×농지배출계수×비점오염원 배출계수

이러한 방법은 이론적으로 매우 좋은 접근이지만 배출부하량 계산식에 포함된 여러 가지 계수를 계산 또는 추정하기가 매우 어렵다는 현실에 부딪힌다. 축산폐수공동처리시설이 설치되어 있다면 관리인력이 상주하고 있으므로 어느 정도 측정 데이터가 얻어질 수 있으나, 천천 유역 같은 소하천에 흩어져 있는 개별 축산시설에서 배출부하량을 측정하는 것은 매우 어려운 일이 될 것이다. 축산폐수의 배출부하량을 조사하기 위하여 유역 내 젖소 목장을 선정하여 강우시 배출되는 폐수의 양과 농도 측정을 시도하였다. 한우는 대부분 지붕이 있는 우사에서 사육하는데 반하여 젖소는 대개 운동장을 필요로 하므로 한우 대신 젖소 농장을 대상으로 배출부하량 조사를 시도하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 결과

가. 오염부하량 조사 결과

천천 유역의 토지이용은 대부분 농경지(47.3%)와 임야(42.4%)로 구성되며 나머지는 대지 및 기타이용의 형태로서 전형적인 농촌형 토지이용형태를 보여주고 있다.

천천 유역내 인구는 모두 1240명으로 조사되었으며 하수처리시설은 없었다. 폐수를 발생하는 공장은 모두 3개소로서 폐수발생 총량은 1일 45톤에 불과하였다.

유역내 중요한 오염원인 축산시설에 대하여 3일 동안 전수조사를 실시하였다. 시에서 보유하고 있는 축산관리대장에는 30개소의 축사가 등재되어 있었으나 6개소는 중복기재, 또는 폐업을 한

표 1. 천천 유역의 토지이용 현황 (1998)

구 분	분야	계	농경지			임야	대지	기타
			전	답	소계			
천 천	면 적(km^2)	9.88	1.00	3.68	4.68	4.19	0.58	0.43
	구성비(%)	100	10.10	37.20	47.30	42.40	5.90	4.40

자료: 화성군, 화성통계연보, 1999.

상태였으며 24개소의 축산농가가 있었다. 가축의 사육두수는 시청과 면사무소에서 관리하는 자료가 실제 조사한 결과와는 상당한 차이가 있었다. 탐문결과 가축수의 증감은 신고사항이 아니며, 시청에서는 축산시설의 최초 허가 후 가축수의 변동을 추적하고 있지 못하고 있었다. 면사무소에서 1년에 2회 가축조사를 실시하지만 정확한 조사는 이루어지지 않고 있었다. 특이할 만한 사실은 일반적으로 원단위는 젖소와 한우를 구별하는데, 시에서 보유한 자료에서는 구별하지 않고 단순히 소라고 표시하였다.

유역의 총 오염부하량을 구하려면 원단위법을 적용하는 것이 일반적이다. 그러나 측정기관별로 연도별로 수치가 달라서 적용하기에 매우 혼란스럽다.[1,2,6,9,10] 본 연구에서는 가장 최근에 환경부 고시 제1999-143호(1999. 9. 15)로서 발표된 오염총량관리계획의 수립지침에 포함된 발생원단위를 적용하여 오염원별 발생부하량을 계산하였다.

천천유역 내에서는 축산이 주요 오염원으로 작용하고 있으며 발생부하량으로 계산하면 BOD 부하량의 92%, TN의 87%, 그리고 TP의 97%가 축산에 기인함을 알 수 있다. 발생부하량에서 처리시설을 거친 후 실제로 배출되는 배출부하량은 선행 연구에서는 배출원단위를 사용하였으나 본 연구에서는 배출실태를 조사하였다.

돈사의 경우, 축산농가에서는 축산폐수를 연속적으로 배출하는 것이 아니고 저장하였다가 액비를 만들거나 위탁처리하고 있었다. 위탁처리업자는 돈사폐수를 수거한 후 톱밥발효시켜서 유기비료를 만들어 판매한다. 축산농가가 양심적으로 위탁처리를 한다면 폐수의 무방류가 이루어져서 하천수질에는 전혀 영향을 미치지 않을 것이다. 그러나 현장조사시 저장조는 대부분 가득 차 있었으며, 강우시 무단방류가 부분적으로 이루어지고 있다고 추측되었다. 무단방류를 한다면 하천의 하류지점에서 수질을 연속적으로 측정하지 않는 한 얼마만큼의 오염발생량이 강우시 배출되었는지를 알아낼 수 없다.

천천유역에서 조사한 바에 의하면, 축산농가가 최초 폐수처리시설을 허가받은 이후 폐수처리시설에 대한 효율성 점검이나 적정한 유지관리가 이루어지지 않았다. 대부분의 돼지 사육 축산농가는 무방류시설을 갖추었다고 말하지만, 액비화 시설을 설치할 경우 현행 환경법에서는 6개월 이상 저장할 수 있는 저장조를 설치하도록 규정하고 있다. 돼지를 1,000마리 기르고 있는 농가의 경

표 2. 가축 사육두수의 차이

가축	군자료	면자료	실제조사	군자료와의 차이
소(두)	1,002	595	651	-351
돼지(두)	8,331	11,063	13,570	+5,239

자료: 화성군과 양감면 내부자료, 1999.

표 3. 오염원별 오염발생부하량

(단위: kg/day)

오염원	BOD(%)	TN(%)	TP(%)
인구	60.8(3.08)	16.4(3.08)	1.9(0.97)
공장	24.5(1.24)	1.1(0.20)	0.3(0.15)
축산	1,827.4(92.42)	463.7(87.16)	189.8(96.69)
토지	64.5(3.26)	50.8(9.55)	4.3(2.19)
합계	1,977(100)	532(100)	196.3(100)

우 발생원단위를 적용하여 계산하면 약 1,500톤 용량의 저장조를 개별 농가에서 설치하여야 한다. 또한 액비를 비료로서 사용하려면 초지나 논밭에 살포하여야 하는데, 환경법에서 요구하는 면적을 적용한다면 돼지를 1,000두 기르는 농가는 10만평의 초지나 12만 7,000평의 밭이 있어야 한다. 액비저장조의 용량과 액비살포에 필요한 농경지면적이 현실적으로 무리한 규정이라고 볼 수 있다. 그러므로 돈사의 경우 개별농가에서 액비저장조를 만들기보다는 시청에서 축산폐수공동처리시설을 설치하여 돈사폐수를 수거하는 것이 바람직하다고 생각된다. 공동처리시설 대신 민간위탁처리를 한다면 위탁처리과정을 철저히 관리하여 무단방류가 이루어지지 않도록 감시하는 것이 필요하다.

우사의 경우 천천유역의 모든 축산농가가 톱밥 퇴비시설을 갖추고 있었다. 폐수와 혼합된 톱밥은 비가 오더라도 씻겨 내려가지 않도록 지붕이 있는 퇴비사에 저장하다가 대개는 옥수수밭으로 반출된다. 젖소 운동장의 경우에 전체 면적에 지붕을 설치하면 비가 오더라도 축산폐수가 발생하지 않을 것이다. 그러나 많은 젖소 농가가 지붕이 없는 운동장을 사용하고 있었다. 지붕이 없는 젖소 운동장에서 강우시 발생되는 축산폐수의 양과 농도를 측정하려고 2회 시도했으나 측정에는 실패하였다. 대부분의 운동장이 흙으로 되어 있었고 비탈면에 자리잡고 있었으며 유출수가 한곳으로 모이지 않았다. 가장 조건이 좋은 젖소농장을 발견하여 유량계(parshall flume)와 수질조사장비를 동원하여 일기예보에 따라 현장에서 기다렸으나 강우강도가 침투율을 넘을 정도로 강한 비가 오지 않았다. 지표면유출이 발생하더라도 소량이었으며 비가 약해지면 금방 멈추었다.

본 연구에서는 수질조사 지점을 기준으로 유역을 5개 배수구역으로 나누어 배수구역도를 작성하여 그림 2에 나타내었다. 배수구역별 오염원 현황을 조사 분류한 결과는 다음과 같다.

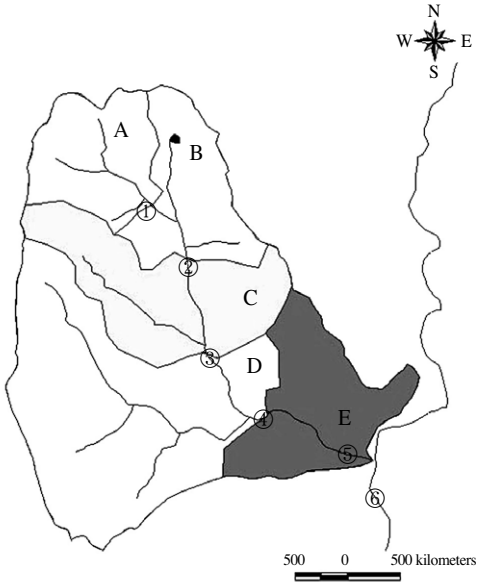

그림 2. 배구수역도와 수질측정지점

표 4. 배수구역별 BOD 발생부하량

배수구역	면 적 (km^2)	인 구 (명)	한 우 (두)	젖 소 (두)	돼 지 (두)	공장 폐수 (톤)	BOD부하량 (kg/day)	부하비율 (%)
A	1.21	154			990		118.17	6.09
B	1.24	72	103			30	76.08	3.92
C	1.94	244	20	17	5,500	12	646.32	33.30
D	3.88	533	255		2,880		483.39	24.90
E	1.58	237	111	145	4,200	3	617.03	31.79
계	9.85	1240	489	162	13,570	45	1977	100

배수구역별 오염부하량을 보면 가장 상류인 배수구역 A에도 돼지로 인한 축산부하량이 상당량 나타나며, 배수구역 B는 상대적으로 오염부하량이 적고, 배수구역 C부터는 다시 축산에 의한 오염부하량이 많아짐을 알 수 있다. 오염부하량만으로 보면 배수구역 C부터 수질이 악화될 것을 예측할 수 있다.

나. 수질조사결과

6개 지점별로 측정한 7개의 수질조사항목 중 BOD와 TN, TP를 중심으로 분석하였다. 6회의 조사 결과와 평균값을 그림 3~8에 나타내었다.

수질은 조사시기마다 매번 큰 차이를 보였다. 이러한 사실은 천천이 매우 작은 소하천으로서 약간만 오염물질이 유입되어도 수질이 금방 변하며, 또한 유량의 변화에도 매우 민감하게 반응함을 알 수 있다. 수질조사 결과를 시기별로 비교하면, 3차와 5차의 수질이 전반적으로 양호하였다. 이것은 조사일 며칠 전에 내린 홍수로 인하여 유역의 오염물질이 다 씻겨 내려간 이후의 수질로

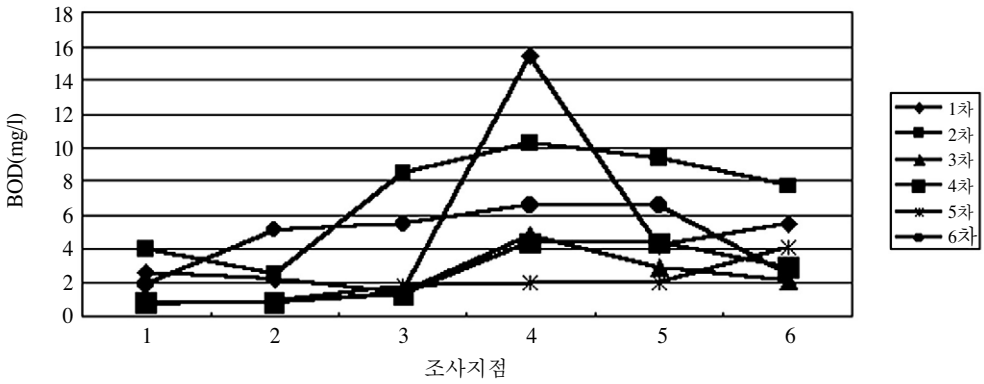

그림 3. 천천의 각 조사지점별 시기별 (6회: 1998년 5월~10월) BOD 농도 변화

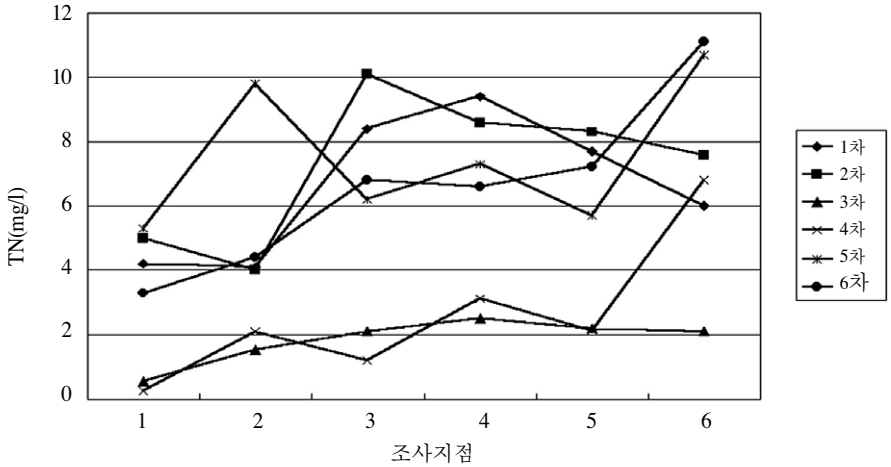

그림 4. 천천의 각 조사지점별 시기별 (6회: 1998년 5월~10월) TN 농도 변화

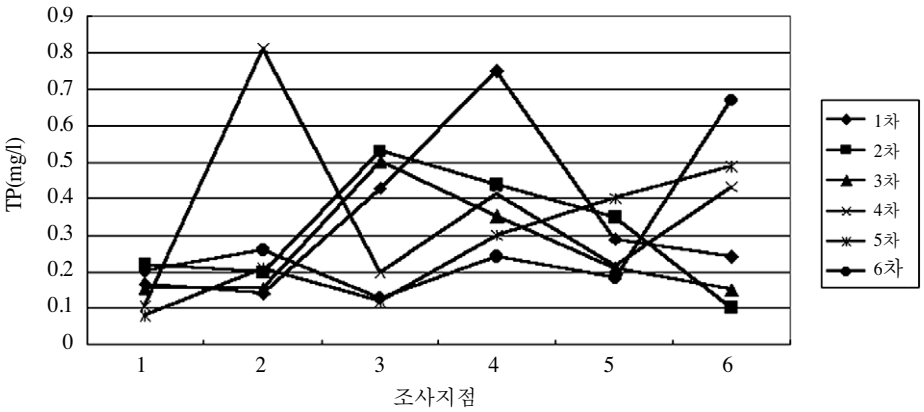

그림 5. 천천의 각 조사지점별 시기별 (6회: 1998년 5월~10월) TP 농도 변화

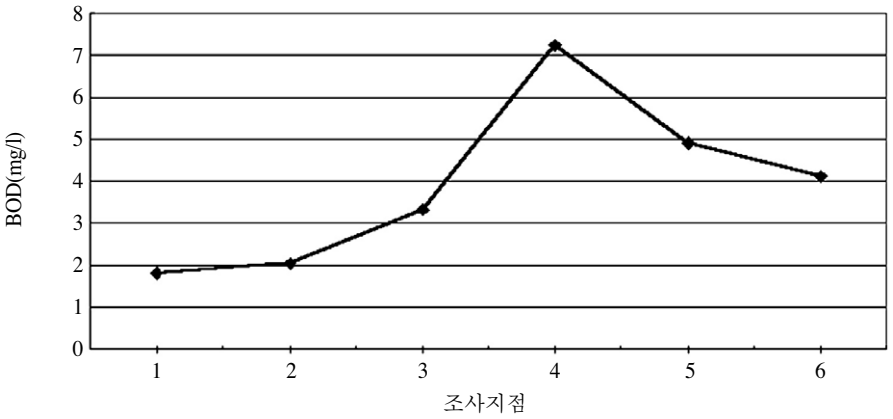

그림 6. 천천의 각 조사지점별 BOD 평균 농도 변화 (6회: 1998년 5월~10월)

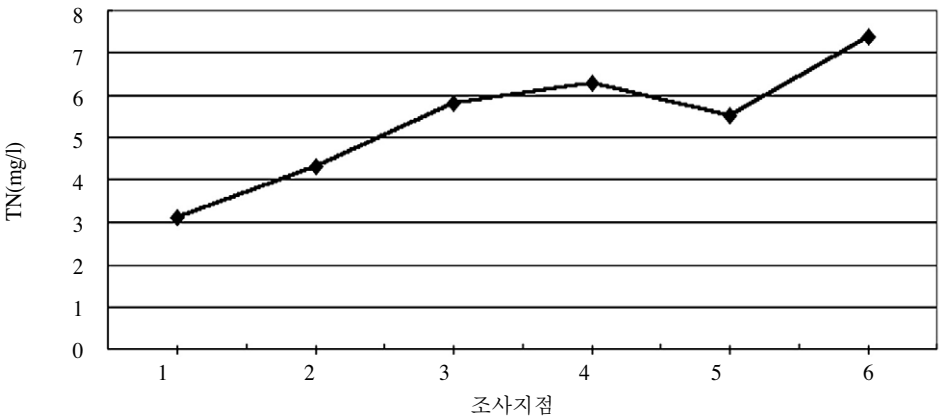

그림 7. 천천의 각 조사지점별 TN 평균 농도 변화 (6회: 1998년 5월~10월)

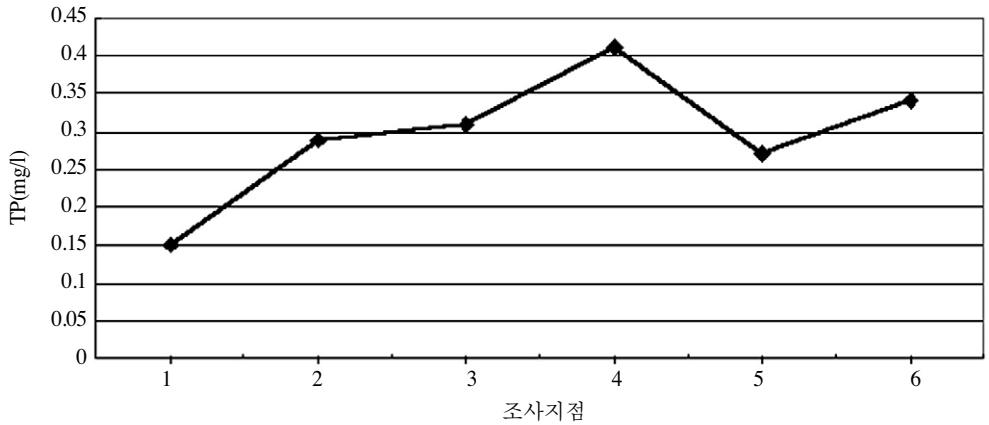

그림 8. 천천의 각 조사지점별 TP 평균 농도 변화 (6회: 1998년 5월~10월)

서, 아마도 수질이 가장 깨끗했던 5차 조사시의 수질이 천천에서 목표로 삼을 수 있는 최상의 수질로 판단된다. 5차조사시의 수질은 지점1과 지점2에서 1등급, 그리고 나머지 지점에서는 BOD가 2mg/L를 넘지 않는 2등급으로 조사되었다. 지점별 평균치를 기준으로 볼 때에 지점1과 지점2는 생활환경기준으로 2등급을 유지하고 있었다. 지점3은 3등급, 지점4는 4등급, 지점5는 3등급을 나타내어 지점4에서 가장 수질오염이 심하였다.

최상류인 지점1에서 평균 수질이 2등급으로 나타난 것은 조사지점1의 상류에 인가와 소규모 공장, 그리고 2곳의 축산농가가 있어서 수질에 영향을 미친 것으로 판단된다. 제1지천 합류 후인 지점2는 비교적 깨끗한 제1지천의 영향으로 판단된다. 제1지천의 상류에는 마을이 거의 없이 농경지에서 흘러나오는 농업배수만이 있을 뿐이므로 2등급이 유지된다. 지점3은 제2지천이 합류된 후의 지점으로 제2지천의 상류에 인가가 있으며 축산농가가 4개소 위치하고 있으므로 수질이 정화되기보다는 악화될 가능성이 높다고 본다. 조사지점4는 제3지천이 합류된 후의 지점이다. 특히 유역조사에서 밝혀진 것은 배수구역C에는 오리농장에서 쌓아두는 음식물쓰레기에서 침출수가 처리되지 않은 채 방류되어 수질을 악화시키고 있었다. 현행 법상 오리는 축사가 필요없이 방사할 수 있으므로 규제대상이 아니다. 이에 대한 법적 보완이 요청된다. 조사지점5는 천천이 진위천에 합류되기 직전 지점으로서 지점4까지 오염된 하천이 자정작용에 의하여 수질이 약간 회복되고 있었다.

TN의 변화는 지점별로 측정회수별로 편차가 심하여 어떠한 경향을 판단하기가 쉽지 않다. 그러나 지점3과 지점4에서 TN농도가 높게 나타난 것은 배수구역 C와 D에 인구와 축사가 많기 때문인 것으로 판단된다. TP 역시 계절별로 편차가 심하고 측정시기별로도 차이가 크다. 그러나 대체적으로 배수구역 C와 D에 집중된 인구와 축사에 의하여 지점3과 지점4에서 TP농도가 높은 것으로 나타났다.

2. 고찰

소배수구역에서 발생되는 오염부하량이 실제로 하천의 수질에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위하여 발생부하량과 배수구역별로 측정한 유량과 수질을 이용하여 계산한 유달부하량을 비교해 보았다.

배수구역 C는 발생부하량은 제일 많으나 유달

표 5. 배수구역별 부하량 기여도 비교

(단위: kg/day)

항 목	구분 \ 배수구역	A	B	C	D	E	계
BOD	발생부하량	118.2	76.1	646.3	483.4	617.0	1977(kg/일)
		6.1	3.9	33.3	24.9	31.8	100(%)
	유달부하량	0.39	0.81	2.47	15.2	5.6	24.5(kg/일)
		1.6	3.3	10.1	62.0	23.0	100(%)
TN	발생부하량	36.0	20.1	17.3	13.8	16.5	531.7(kg/일)
		6.8	3.8	32.5	25.9	31.1	100(%)
	유달부하량	0.67	1.86	3.87	9.89	11.40	27.7(kg/일)
		2.4	6.7	14.0	35.7	41.2	100(%)
TP	발생부하량	12.6	4.6	69.0	46.2	63.7	196.1(kg/일)
		6.4	2.3	35.2	23.6	32.5	100(%)
	유달부하량	0.032	0.137	0.172	0.726	0.283	1.352(kg/일)
		2.4	10.2	12.7	53.7	21.0	100(%)

되는 비율은 그리 높지 않고, 배수구역 D는 발생부하량에 비해서 유달되는 양이 매우 많음을 알 수 있다. 그러므로 천천유역에서는 배수구역 D에 대한 집중적인 관리가 이루어져야 함을 알 수 있다. 실제 조사결과 배수구역 D에서는 인구가 533명으로서 제일 많고(총인구의 43%), 한우 농장과 돼지 농장이 많았다. 돈사 폐수의 무단방류가 이루어지거나 우사의 운동장에서 폐수가 강우시 흘러 넘치면 하상이나 흙에 퇴적되어 수질에 미치는 영향이 지속될 것으로 판단된다. 또한 오리농장의 폐수도 영향을 미친 것으로 판단된다.

본 연구에서 수행한 수질조사는 한달에 한번꼴로 이루어졌는데, 소하천에 미치는 축산폐수의 영향을 알아내기에는 부족하다고 말할 수 있다. 소하천에서 축산폐수의 발생량 중 얼마나 하천으로 흘러들고 얼마나 제거되는지를 알아내기는 매우 어렵다. 현실적으로 가능한 대안은 소하천의 최하류에서 수질과 유량을 연속적으로 측정하는 자동측정시설을 갖추어 유달부하량을 측정하는 것이다. 6회 수질조사의 평균치를 적용하면, 천천의 최하류의 유달부하량은 BOD 24.5 kg/일로서 이 양은 천천유역에서 발생하는 발생부하량 1977 kg/일의 1.24%에 불과하다. TN의 경우에는 5.2%, 그리고 TP의 경우에는 0.69%만이 최하류에 유달된다. 이러한 결과는 기존의 조사결과 보다 매우 적은 비율로서 소하천인 천천 유역에서 축산에 의한 발생 오염부하량이 많지만 유달되는 양은 매우 적다는 사실을 의미한다. 그 이유로서는 첫째, 축산폐수의 대부분은 톱발발효시설이나 저장액비시설을 통하여 유역의 초지나 밭, 또는 유역 외로 반출되고 있으며, 둘째, 유역 내의 토양이나 하천에서 많은 부분이 자정되기 때문이라고 판단된다. 수질이 가장 나쁜 D배수구역의 유달부하량은 축산보다는 인구가 밀집된 취락에서 발생되는 생활하수에 의한 영향이 더 큰 것으로 판단된다. 그러므로 천천을 살리기 위해서는 축산폐수의 관리도 중요하지만 소규모 하수처리시설 등을 설치하여 가정하수를 관리하는 문제도 관심을 가질 필요가 있음을 알 수 있다.

IV. 결 론

축산폐수가 주 오염원인 소하천 천천 유역에서 오염물질의 부하량과 수질과의 관계를 알아보기

위하여 현지조사와 6차의 수질조사를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 유역내 축산시설의 전수조사를 실시한 결과 시청에서 보관하고 있는 통계자료 상의 가축두수와 조사한 두수는 큰 차이가 있었다. 실제 가축수는 소의 경우는 35% 적었고 돼지의 경우는 63% 많았다. 그러므로 원단위를 적용한 발생부하량을 조사할 때에는 통계자료를 최근 현황으로 갱신하는 작업이 절대 필요하다.
2) 소하천의 유량과 수질은 측정시기에 따라 매우 변동이 크므로 지속적인 측정이 이루어지지 않는 한 소하천 유역의 유달부하량을 나타낸다고 보기는 어렵다. 지류인 소하천의 본류 유역에 대한 오염기여도를 조사하기 위해서는 최하류 지점에서 연속적으로 유량과 수질을 측정해야 정확한 유달부하량을 구할 수 있다고 판단된다. 천천의 최하류에서 6회 측정한 BOD, TN 그리고 TP의 유달부하량은 발생부하량의 각각 1.24%, 5.2%, 그리고 0.69%에 불과하였다.
3) 인구와 축산시설이 산재한 유역에서는 배수구역별로 나누어 유역조사와 수질조사를 실시하면 우선적인 관리가 필요한 지역을 확인할 수 있다. 발생부하량에 비해 유달부하량이 많은 비율을 차지하는 배수구역부터 우선적으로 배출원의 관리를 조사하고 적절한 수질관리 대책을 시행해야 한다.
4) 소하천 유역에서 축산폐수의 관리를 위해서는 우사의 경우 운동장과 퇴비저장조에 모두 지붕을 씌워 강우시 폐수유출을 막는 것이 중요하다. 돈사의 경우 각 농가에서 처리시설을 설치하여 개별처리를 하는 것보다는 시청에서 공동처리시설을 운영하거나 철저한 위탁처리를 하는 방향으로 나가야 할 것이다.

본 연구에서 조사한 결과 오염부하량 조사에서 축산폐수의 배출부하량의 조사가 가장 어려운 부분으로 들어났다. 축산폐수의 배출부하량 추정에 대한 후속 연구가 필요하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구의 일부는 경기개발연구원에서 지원한 경기도내 소하천 관리를 위한 기초연구에서 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 국립환경연구원, 1987, 단위수역의 환경용량 산정에 관한 연구.
2. 국립환경연구원, 1989, 수질환경기준 달성 최적화방안에 관한 연구(I).
3. 경기개발연구원, 1998, 축산폐수가 하천의 수질에 미치는 영향분석 및 개선대책의 제시-경안천을 중심으로.
4. 경기개발연구원, 1998, 경기도내 소하천 관리를 위한 정화기술 개발-진위천과 오산천을 중심으로.
5. 서울시정개발연구원, 1994, 한강수질관리 효율화방안 연구.
6. 일본중앙축산회, 1989, 가축뇨 오수처리 이용기술과 사례.
7. 최지용, 신은성, 1998, 농업지역 비점오염원 관리방안 연구, 한국환경정책.평가연구원.
8. 환경관리공단, 1999, 축산폐수관리의 효율성 및 경제성 향상 방안 연구.
9. 환경부, 1994, 수환경정책자료집.
10. 환경부, 1998, 팔당호 등 한강수계 상수원 수질개선 특별종합대책.
11. 환경부, 1999, 오염총량관리계획수립지침(고시 1999-143호).
12. 환경부, 2000, 팔당수계 오염총량관리제 시행방안 연구.
13. USEPA, 1997, Technical Guidance Manual for Developing Total Maximum Loads.