

낙동강 상류유역의 지역별 비점오염부하 특성

Regional Characteristics of Nonpoint Source Pollutant Loads in the Upstream Watersheds of Nakdong River

최 경 숙* 손 성 호**

Choi, Kyung-Sook · Son, Seung-Ho

Abstract

The characteristics of nonpoint source pollutant loads in upstream of Nakdong River were studied through analysis of pollutant loads of 10 sub-watersheds divided based on administrative district. The discharge and pollutant concentration of each sub-watershed were collected from Nakdong-River Water Research Institute and Daegu Regional Environmental Office, respectively. Pollution items analysed in this study were BOD, T-N and T-P. The delivery loads of the nonpoint source pollutions of each sub-watershed were calculated after analysing the concentration of the pollution of each site. Several points were found from the results. Firstly, in general, city areas including Sangju, Andong showed higher degree of nonpoint pollution than country areas including Cheongsong, Yeongyang. The sub-watersheds located upstream side, such as Yeongju, Bonghwa, necessarily show better water quality than the sub-watersheds located downstream side, such as Mungyeong, Uiseong. This result indicates that a given pollution condition within the watershed can be more sensitive than location factor to the level of water quality. Secondly, the delivery load and area of watershed were not necessarily correlated in the sense of water quality, while the discharge was shown to be highly correlated to the delivery load of pollution. Lastly, sewage and waste caused from population and livestock, as well as landuse factor, were found to significantly contribute to the water pollution. Alternative solutions for controlling pollution sources, therefore, should be provided to meet target levels of water quality in these regions.

I. 서론

현재 우리나라는 토지이용의 고도화 및 개발의 가속화 등으로 인한 오염원의 양적 증가와

지역적 집중화로 환경용량을 초과한 오염물질이 수질오염을 상당히 심화시키고 있다. 수질악화의 주요원인은 크게 발생원인과 유출경로 확인이 용이한 점오염원과 넓은 지역으로부터

* 경북대학교 농업토목공학과 교수 (kschoi@knu.ac.kr)

** 경북대학교 농업토목공학과 (lovely-son@hanmail.net)

키워드 : 비점원오염, BOD, TN, TP

발생하여 강우에 의한 유출수에 의해 오염을 전파시키는 비점오염원으로 구분할 수 있다(권, 1998). 비점오염물질은 농지에 살포된 농약, 축사에서 유출물, 도로상 오염물질, 도시지역의 먼지와 쓰레기, 지표상 퇴적오염물질 등이 주로 강우 시 빗물과 함께 유출되면서 발생하는데, 발생지점이 광범위하고 불특정하여 수집이 곤란하기 때문에 비점오염물질이 수계에 미치는 영향을 정량적으로 산출하기가 매우 어렵다(변, 2004).

비점오염부하의 전체 오염부하에 대한 기여도는 하수처리율이 향상되고 토지이용이 고밀도로 이용될수록 높아지고 있으며, 특히 농촌지역의 경우 농업지역에서 발생하는 대부분의 오염물질 농도는 낮지만 그 발생면적이 넓어 총부하량은 크다. 4대강수계에 대한 조사에 의하면 비점오염부하율은 전체 수질오염부하량의 약 22~37%로 추정된다. 또한 기존의 수역으로 유입되는 하·폐수를 배출허용 기준이나 방류수 수질기준에 따라 규제하는 농도규제 중심의 수질관리로서는 규제 미만의 소규모 배출원과 비점오염원을 종합적으로 고려하지 못하기 때문에 오염배출 총량이 환경용량을 초과하는 경우 수질을 효과적으로 관리하지 못하는 단점이 있다. 이러한 실정을 극복하기 위하여 정부는 4대강수계 물관리종합대책을 수립하면서 배출허용 기준 한도에서 개별 배출원을 제어하는 종래의 농도규제에 더하여 목표수질기준한도에서 유역 배출량을 관리하는 오염총량관리제를 도입하였다(공, 2005).

비점오염원 관리방안을 위해 정부는 낙동강수계 물관리종합대책(1999)을 수립하여 수질오염총량관리제도를 실시하도록 하였으며, 수변구역지정 및 수변녹지대조성, 저류시설 등 저감시설 설치, 도시, 농지, 사업장 비점오염물질 최소화 대책 등 다각적 방면으로 수질 개선을 위한

방안들을 제시하였다. 또한 4대강수계별 비점오염원관리를 위한 사업을 계획하여 낙동강수계 비점오염원관리 방안 마련을 위한 조사사업(2003)을 실시하였으며, 비점오염실태를 파악하고 이를 관리하기 위한 기초자료의 필요성에 의해 정부 주도하에 관할기관이 낙동강유역 내 행정구역별로 지정된 지점에 정기적인 수질 및 유량 모니터링을 실시하고 있다.

본 연구는 낙동강 상류지역의 지역별 비점오염부하의 통계 분석을 통해 지역별 비점오염부하의 특성을 파악함으로써 낙동강 상류지역의 비점오염관리 우선 대상지역의 선별 및 개선에 필요한 대책마련의 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 유역

낙동강 물관리 종합대책에서 제안한 4개의 권역 중 낙동강 상류에 해당하는 제 1권역을 대상



Fig. 1. Location of the study area and regional boundary

으로 비점오염부하특성에 대한 연구를 수행하였다. Fig. 1은 연구대상유역의 위치와 행정구역에 따라 10개 소유역으로 분할된 각 지역의 경계를 나타내고 있다.

낙동강 상류 유역에 위치한 행정구역별 면적, 인구수 및 토지이용현황은 Table 1과 같다. 낙동강 상류의 유역면적은 총 9,666km²로써 4개시 6개군 11개읍 102개면 102개 법정동으로 구성되어 있으며, 총 292,511세대에 791,229명이 거주하고 있다. 각 행정구역별 면적은 안동시가 1,520.4km²으로 가장 넓게 차지하고 있으며, 상주시, 봉화군, 의성군이 그 다음을 차지하며, 가장 면적이 작은 곳은 61.4km²의 군위군이였다. 상류유역내의 토지이용현황은 임야가 7,121.4 km²로써 전체면적의 약 74%를 차지하고 있으며, 논은 827.8km²(8.6%), 밭은 823.8km²(8.5%), 그리고

대지는 243.4km²(3%)을 각각 차지하고 있다.

본 연구대상유역의 가축사육 현황은 Table 2와 같으며, 전체적으로 닭이 11,523천여마리로 가장 많았고, 돼지 490천여마리, 한육우 181천여마리 순으로 사육되고 있었다. 상기한 Table 1과 2의 통계자료들은 경상북도 통계연보(2001)의 자료를 기초로 하였다.

2. 조사 방법

우리나라 오염총량제 실시와 더불어 낙동강유역의 비점오염관리 및 대책마련을 위해 환경부에서는 낙동강유역 내 44개 지점을 선정하여 유량 측정 및 수질측정을 8일 간격으로 실시하고 있다. 유량 측정은 2004년부터 낙동강물환경연구소에서 실시하고 있으며, 수질측정은 2003년

Table 1. Area, population, and landuse within the study area

Watershed (Sampling sites)	Household	Population (person)	Land use (km ²)					Total
			Paddy	Upland	Forest	Resident area	Others	
Andong (Nakbon C)	61,667	173,519	97.8 (6.4)	141.1 (9.3)	1075.2 (70.7)	47.7 (3.1)	158.6 (10.4)	1,520.4 (100.0)
Yeongju (Nesung A)	43,423	120,882	77.1 (11.5)	78.9 (11.8)	443.2 (66.3)	32.2 (4.8)	37.4 (5.6)	668.9 (100.0)
Sangju (Nakbon D)	42,900	112,003	187.5 (14.9)	96.3 (7.7)	839.8 (66.9)	43.2 (3.4)	88.0 (7.0)	1,254.8 (100.0)
Mungyeong (Gumcheon A)	29,642	79,052	71.5 (7.8)	64.1 (7.0)	710.2 (77.9)	27.5 (3.0)	38.9 (4.3)	912.2 (100.0)
Gunwi (Wicheon A)	12,035	28,012	45.2 (7.4)	46.9 (7.6)	464.9 (75.7)	17.1 (2.8)	40.1 (6.5)	614.2 (100.0)
Uiseong (Wicheon B)	27,445	65,736	136.0 (11.6)	90.6 (7.7)	835.7 (71.1)	34.4 (2.9)	79.2 (6.7)	1,175.9 (100.0)
Cheongsong (Yongjeon A)	12,611	29,840	32.5 (3.9)	66.4 (7.9)	692.4 (82.2)	14.5 (1.7)	36.7 (4.4)	842.5 (100.0)
Yeongyang (Banbyun A)	8,308	20,093	21.9 (2.7)	56.3 (6.9)	699.1 (85.8)	11.4 (1.4)	26.4 (3.2)	815.1 (100.0)
Yecheon (Nesung B)	18,720	51,825	111.0 (16.8)	86.5 (13.1)	367.4 (55.6)	32.6 (4.9)	63.3 (9.6)	660.7 (100.0)
Bonghwa (Nakbon B)	20,617	37,194	47.3 (3.9)	96.7 (8.1)	993.5 (82.7)	26.0 (2.2)	37.4 (3.1)	1,201.0 (100.0)
Total	292,511	791,229	827.8 (8.6)	823.8 (8.5)	7121.4 (73.7)	243.4 (3.0)	606.0 (6.3)	9,665.7 (100.0)

Table 2. Livestock breeding within the study area

Watershed	Native beef cattle	Dairy cattle	Pig	Chicken	Horse	Goat · Sheep	Deer	Dog
Andong	28,050	1,078	99,187	1,848,558	1	4,377	864	13,163
Yeongju	28,009	1,460	53,408	2,646,154	31	2,167	799	6,774
Sangju	33,461	3,595	49,714	1,850,073	67	2,815	1,708	12,651
Mungyeong	21,007	2,898	42,155	607,371	19	2,836	847	5,586
Gunwi	8,556	1,254	121,014	732,723	0	1,007	288	6,308
Uiseong	17,259	1,117	58,411	1,699,137	0	3,419	803	9,526
Cheongsong	4,581	378	4,369	260,350	0	2,159	192	7,892
Yeongyang	2,586	340	2,288	5,605	2	3,561	300	2,461
Yecheon	27,840	808	29,103	342,218	16	3,867	350	12,169
Bonghwa	10,385	197	30,680	1,531,065	30	2,385	613	4,755
Total	181,734	13,125	490,329	11,523,254	166	28,593	6,764	81,285

부터 대구지방환경청과 낙동강유역환경청에서 권역별로 나누어 실시하고 있다. 여기서 유량은 각 지점별 유속과 수위 조사를 통하여 산정하며, 수질측정의 경우 환경부에서 제시한 수질오염공정시험방법 및 Standard Method에 의거하여 수행된다.

본 연구에서는 낙동강 상류유역인 제1권역의 비점오염부하의 지역별 특성을 알아보기 위하여 대구지방환경청과 낙동강물환경연구소에서 각각 수집한 수질 및 유량자료를 사용하였다. 사용된 자료의 기간은 수질자료의 경우 2003년 1월부터 2005년 4월까지, 유량의 경우 2004년 8월부터 2005년 2월까지의 자료이며, 분석에 이용된 수질 항목은 각 지점별 수질자료의 방대함으로 인해 BOD, T-N, T-P 항목으로 제한하였다. 낙동강 상류 제1권역에서 행해지고 있는 유량·수질 조사의 각 지점별 위치는 Fig 1과 같다.

본 연구에서는 대구지방환경청에서 얻은 수질농도자료를 먼저 통계 분석한 다음, 권역 내 유달부하량을 계산하여 각 지역별 오염부하특성을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수질 농도

2003년부터 측정된 28개월의 수질농도자료를 각 항목별 (BOD, T-N, T-P)로 분석해 본 결과는 다음과 같다.



Fig. 2. Location of sampling sites

가. BOD

유기물질을 수중의 호기성 세균이 산화하는 데 소요되는 용존산소의 양을 mg/l 또는 ppm으로 나타낸 것이 생화학적 산소요구량 (BOD)이다.

권역 내 연도별 BOD의 통계분석자료는 Fig. 3에서 5에 나타낸바와 같다. 연도별 BOD 농도는 2003년에서 2005년으로 갈수록 약간 감소하는 경향을 보였으며, 이는 2005년 자료의 경우 관개 및 여름홍수기간이 포함되지 않은 1월~4월달까지의 자료로서 1년 자료를 다 포함하고 있는 2003년과 2004년보다 적은 BOD 수치를 보여주고 있는 것으로 사료된다. 전체적인 BOD 농도차는 지역별로 혹은 연도별로 많은 차이를 보여주고 있으며, 4개 시지역과 6개 군지역을 구분하여 분석해본 결과 시 지역이 군지역에 비하여 BOD 농도가 대체적으로 낮게 나타나는 경향을 보였다. 최대 BOD 농도의 범위는 0.7mg/L(반변A)~3.9mg/L(내성A)였으며, 최소 BOD의 범위는 0.1mg/L(낙본A)~0.8mg/L(위천B)였다. 전체적인 BOD 농도값은 위천A, 위천B, 내성A 지역이 10개 지역 중 두드러지게 높은 경향을 나타낸 반면, 내성B와 용전A 지역이 낮은 경향을 나타내었다. 하천의 상하류간의 농도차는 대체적으로 상류지역에서 하류지역으로 갈수록 높은 값을 나타내었다. 또한 지역별 월별 BOD 변화는 모내기가 시작되는 4월과 5월경에 관개 및 배수가 시작되고, 8월에는 집중호우 등으로 인하여 배수량이 증가하므로써 BOD 수치도 대체적으로 높아지는 경향을 나타내었다.

나. T-N

T-N은 무기성 질소와 유기성 질소의 총량을 나타낸 것이며, 조류증식에 중요한 원소 중의 하나로서 인과 함께 부영양화의 원인물질로

알려져 호소나 해양 등의 폐쇄성 수역에 수질오염을 일으키므로 수질기준항목으로서 중요하게 취급되고 있다.

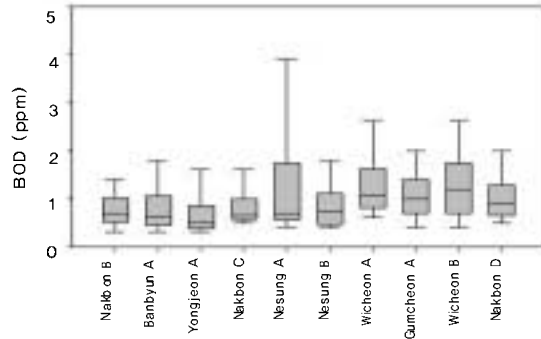


Fig. 3. BOD concentrations (2003)

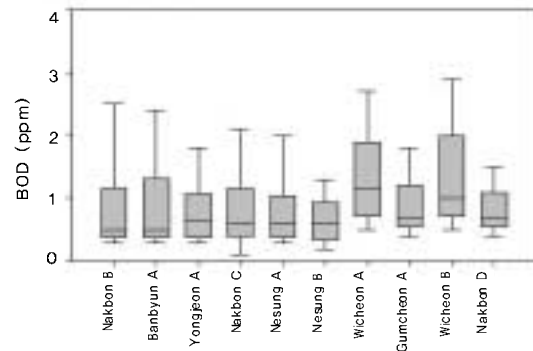


Fig. 4. BOD concentrations (2004)

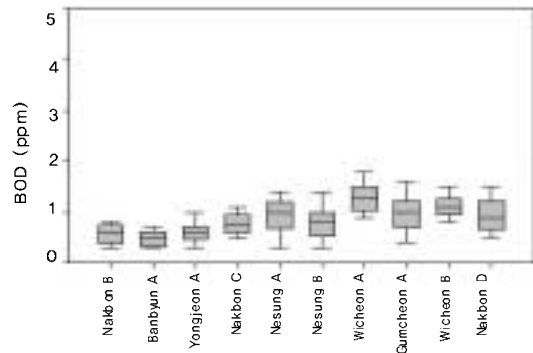


Fig. 5. BOD concentrations (2005)

권역 내 연도별 T-N의 통계분석자료는 Fig. 6에서 8에 나타낸바와 같다. 지역별 그리고 연도별 T-N 농도차는 BOD의 경우보다 더 심한 경향을 보였으며, BOD의 경우와는 달리 4개월 자료를 사용한 2005년도의 농도 범위와 1년 자료를 사용한 2004년과 2003년의 농도 범위의 경향에 큰 차이는 없었다. 전체적인 T-N농도값은 내성A, 내성B, 위천A 지역이 가장 높게 나타난 반면 금천A와 낙본C 지역이 가장 양호하였다. 대체적으로 군 지역이 시 지역보다 T-N농도의 높은 경향을 나타내었으며, 상류지역과 하류지역의 큰 차이는 없었다. 최대 T-N 농도의 범위는 3.0mg/L(낙본B)~6.6mg/L(낙본D)이며, 최소 T-N 농도의 범위는 0.1mg/L(낙본B,C)~3.9mg/L(내성B) 이었다.

T-N의 월별변화분석결과, 대체적으로 연중변화가 고르게 나타나는 편이었다. 군지역의 경우 관개가 활발해지는 5월에서 6월 사이에 영양물질의 농도가 다소 높아지는 경향이 나타났고, 도시지역의 경우 강우시 유량 및 유속 증가에 의해 하상 퇴적물질의 부상으로 부유물질(SS)내에 포함된 난분해성 유기물질들로 인해 때때로 T-N의 농도가 높게 나타나는 경향이 있으나, 강우가 끝난 건기 시에도 기저유출에 의한 질산성질소의 꾸준한 유입으로 연중 T-N농도의 고른 분포를 나타내었다.

다. T-P

T-P는 물속에 포함되어 있는 무기, 유기인 화합물의 총량이며, 하천, 호소의 부영양화를 나타내는 중요한 지표 중 하나이다.

Fig. 9에서 11은 권역 내 연도별 T-N농도의 분석결과를 나타낸다. BOD경우와 마찬가지로 T-P의 농도차도 어느 정도 연도별, 지역별 차이를

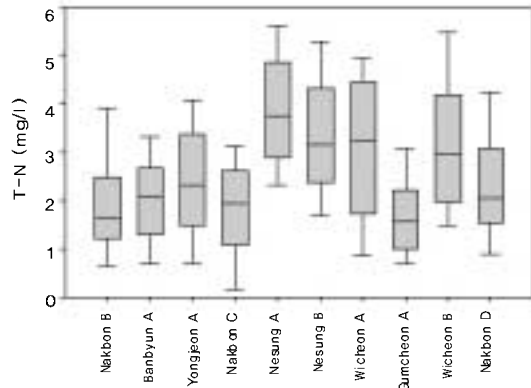


Fig. 6. T-N concentrations (2003)

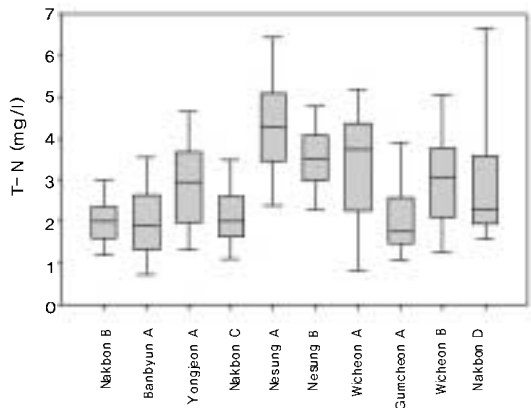


Fig. 7. T-N concentrations (2004)

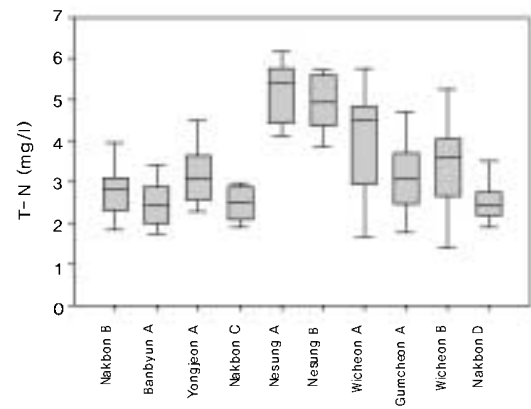


Fig. 8. T-N concentrations (2005)

나타내었으며, 최소치는 연도별로 크게 두드러진 변화 양상을 보이지 않은 반면, 최대치의 차이는 두드러졌다. 전체적인 T-P의 농도는 2003년에 비해 2004년에 감소하는 경향이 있었으며, 4개월 자료를 사용한 2005년 분석 결과는 연자료치의 농도에 비해 월등히 적은 수치를 나타냄으로써 1월부터 4월까지의 수치는 연간 비점오염부하량에 대하여 큰 기여가 없음을 알 수 있었다. 지역별 편차는 낙본C 지역을 제외하고는 대체적으로 고른 분포를 나타냄으로써 시지역과 군지역의 큰 차이는 없었으며, 상류지역과 하류지역 간의 농도 차에도 큰 변화가 없었다. 최대 T-P 농도의 범위는 0.027mg/L(반변 A)~5.097mg/L(낙본C)이며, 최소 T-P 농도의 범위는 0.001mg/L(반변 A, 용전 A, 위천 A, 위천 B, 낙본 D)~0.121mg/L(내성 A)이었다.

권역내 시·군별 T-P의 월별 변화양상을 분석해 본 결과, 질소성분과 마찬가지로 인성분도 비영농기에도 타유역에 비해 높게 나타났으며, 그 이유는 정화되지 않은 생활하수나 축산폐수 등으로부터 유기물과 영양염류의 유입 때문인 것으로 판단되었다.

2. 유달 부하량

유달부하량은 유량과 수질농도로 산정할 수 있다. 낙동강물환경연구소로부터 얻은 7개월간의 유량자료와 대구지방환경청에서 측정하는 이 기간 동안의 수질 자료를 이용하여 유달율을 구하고 이에 따라 계산된 수질항목별 유달부하량은 Table 3과 같다. 또한 유역의 단위면적 당의 오염부하 정도를 파악할 수 있는 중요한 지표인 비유달부하량을 구하기 위하여, 유달부하량을

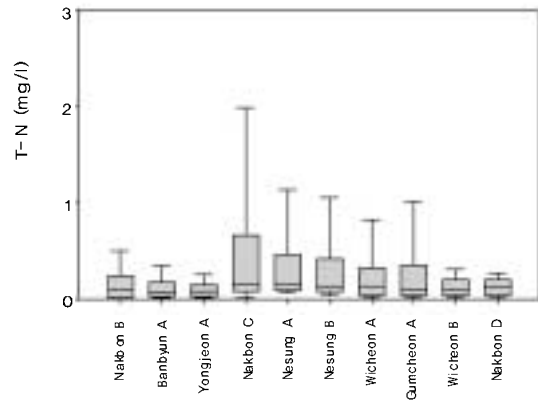


Fig. 9. T-P concentrations (2003)

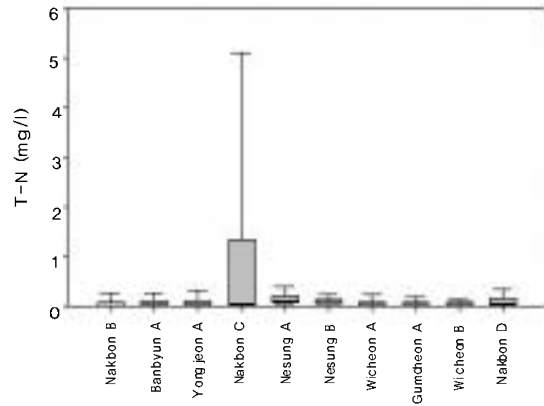


Fig. 10. T-P concentrations (2004)

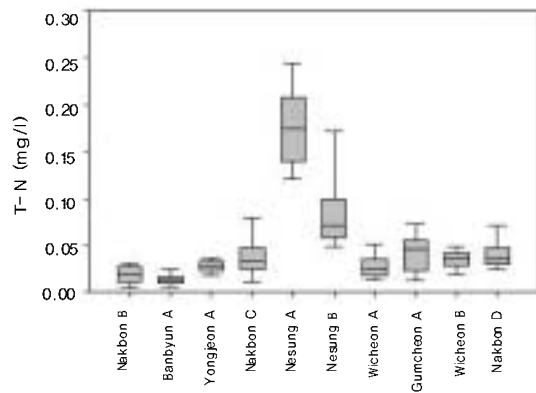


Fig. 11. T-P concentrations (2005)

Table 3. Delivery loads of BOD, T-N and T-P

(unit: kg/day)

	BOD			T-N			T-P		
	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.
Nakbon B	5,931.4	38.9	815.7	18,927.2	221.7	3,335.8	522.0	1.7	54.2
Banbyun A	1,713.6	13.3	282.1	5,037.1	64.7	968.7	297.3	0.3	27.8
Yongjeon A	790.7	14.7	119.6	3,360.6	56.9	536.1	69.2	0.8	7.4
Nakbon C	19,346.6	1,370.5	4,458.3	63,037.6	5,094.6	14,613.2	36,780.2	38.5	2,562.7
Nesung A	7,768.4	99.6	1,044.4	30,814.8	1,051.2	5,124.6	2,110.4	30.6	225.0
Nesung B	19,807.9	142.4	2,103.3	45,657.2	1,000.9	7,979.2	4,753.9	13.9	431.4
Wicheon A	5,112.4	23.9	645.1	9,239.1	119.4	2,192.6	896.6	0.6	67.2
Gumcheon A	5,022.4	60.0	687.4	7,542.1	413.8	1,625.7	575.9	5.6	56.2
Wicheon B	4,963.2	87.4	803.3	23,638.9	422.0	2,866.9	623.9	3.2	59.5
Nakbon D	22,643.7	2,149.2	7,532.2	137,140.0	7,727.5	30,566.2	3,849.4	80.0	935.7

유역면적으로 나눈 단위면적당의 유달부하량은 Fig. 12에 나타내었다.

가. BOD

권역 내 연도별 BOD의 최대 유달부하량의 범위는 790.7kg/day(용전A)~22,643.7kg/day(낙본D)였으며, 최소 BOD유달부하량의 범위는 13.3kg/day(반변A)~2,149.2kg/day(낙본D)였다. 전체적인 BOD유달부하량의 평균값은 낙본D(상주)가 월등히 높았으며, 그 뒤로 낙본C(안동)와 내성B(예천)가 높은 순이었다. 대체적으로 상류지역에서 하류지역으로 갈수록 높은

값을 나타내었다<Table 3>.

Fig. 12에 나타낸 권역내 BOD의 비유달부하량은 낙본D(상주), 내성B(예천), 낙본C(안동), 내성A(영주)순으로 6.00, 3.18, 2.93, 1.56kg/day · km² 로 각각 나타났으며, 용전A(청송)가 비유달부하량이 0.14kg/day · km²로서 권역 내에서 가장 작은 수치를 나타내었다. Table 3과 Fig. 12에 나타난 결과를 통해 유달부하량과 비유달부하량의 지역별 높은 순차이가 크게 상이하지 않음을 알 수 있었다.

낙본D가 위치한 상주는 인간 활동이 활발한 도시지역이면서 주변에 논농사와 더불어 주로 한우 등의 가축사육이 많은 관계로 비점오염부하가 높게 나타난 것으로 사료되며, 청송은 상류지역에 위치하면서 타 지역에 비해 비교적 가축사육 및 농지의 비율이 낮고 산림지가 많은 청정지역인 연고로 오염부하를 적게 배출한 것으로 사료되었다.

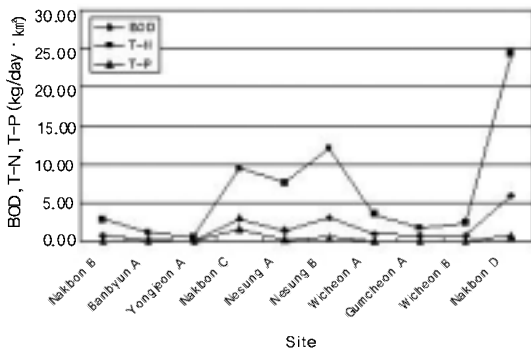


Fig. 12. Unit delivery loads of BOD, T-N and T-P

나. T-N

Table 3에 나타낸 바와 같이, T-N 유달부하량의 최대, 최소 범위는 각각 3,360.6kg/day(용

전 A) ~ 137, 140 kg/day (낙본 D)와 56.9kg/day(용전A)~7,727.5kg/day(낙본D)였으며, 상류지점인 낙본D와 하류지점인 용전A 지점이 각각 최대치, 최소치를 나타내었다. 전체적인 평균치 역시 최대치를 나타낸 낙본D(상주)에서 최고를 나타내었으며 용전A(청송)지점에서 최소치를 나타내었다.

Fig 12의 권역 내 T-N의 비유달부하량은 BOD의 경우와 마찬가지로 낙본D(상주), 내성B(예천), 낙본C(안동), 내성A(영주)순으로 24,36, 12.08, 9.61, 7.66kg/day·km²를 각각 나타내었으며, 이들 지역은 나머지 지역보다 오염부하수치가 월등히 높았다. 여기서도 용전A(청송)의 비유달부하량이 0.64kg/day·km²로 가장 낮았는데, 이는 BOD와 유사한 경향이다.

다. T-P

T-P 유달부하량의 경우는 최대치의 범위가 69.2kg/day(용전A)~36,780.2kg/day(낙본C)로 나타났으며, 최소치의 범위는 0.3kg/day(반변A)~80.0kg/day(낙본D)정도 이었다. 전체적인 평균치에서도 최대치는 낙본C(안동)에서 가장 크게 나타났으며, 최소치는 용전A(청송)에서 가장 적게 나타났다. 유달부하량은 지천에서 본류로 합류되는 지점에서 크게 나타났으며, 주로 하류지역으로 갈수록 그 정도가 심화됨을 볼 수 있었다(Table 3).

T-P의 비유달부하량은 낙본C(안동)가 1.69kg/day·km²로서 타 지역보다 월등히 높은 수치를 보였으며, 그 뒤로 낙본D, 내성B, 내성A순으로 각각 0.75, 0.65, 0.34kg/day·km²의 비유달부하량을 나타내었다. T-P에 대해 가장 낮은 비유달부하량을 보인 곳은 BOD, T-N과 마찬가지로 용전A(청송)지역이었으며, 0.64kg/day·km²의 수치를 나타내었다(Fig. 12).

T-P에서 가장 높은 오염부하량을 나타낸

안동의 경우는 상류지역 제1권역 중 인구가 가장 많은 도시로, 유역면적이 가장 넓고 한우와 돼지 등 가축사육이 꽤 활발히 이루어지고 있는 지역이다. 따라서 이 지역은 생활계, 축산계 오염의 영향이 상당히 컸을 것이라 사료된다.

IV. 결론

본 연구는 BOD, T-N, T-P를 중심으로 낙동강 상류유역인 제1권역의 지역별 비점오염부하의 특성을 알아보고자 하였다. 분석에 사용된 자료는 낙동강물환경연구소와 대구지방환경청의 유량 및 수질농도자료이며, 이를 이용하여 권역 내에 속한 10개 행정구역의 수질농도 분석 및 유달부하량을 산정하였다.

결과를 통해 지역별로 오염부하가 심한 순서로 나열하면, 상주, 안동, 예천, 영주, 군위, 봉화, 의성, 문경, 영양, 청송 순이다. 행정구역별로 시와 군의 비점오염부하량의 정도가 어느 정도 구별되어 나타났으며, 대체적으로 시가 군보다 오염부하정도가 높게 나타났다. 또한 하천의 상류지역에 위치한 지점들이 대체적으로 하류지역의 지점보다 오염부하가 낮게 산정되었으나 몇몇 상류지점(영주, 군위, 봉화)은 하류지역보다 높은 오염부하량을 나타내었는데, 이것은 지점의 위치보다는 그 지역 내 오염발생 여건에 더 강한 상관성을 가지는 것으로 사료된다.

전체적으로 유역면적이 증가하면 상대적으로 유달부하량이 증가하는 것으로 보이나, 유역면적과 오염부하량의 관계가 반드시 비례하는 것은 아닌 것으로 나타났으며, 유량이 증가하면 대체적으로 오염부하량도 증가하는 경향을 나타내었다.

유역의 토지이용 상태와 함께 생활하수나 축산계에 의한 오염발생이 지점별 비점오염부하량에 상당한 기여를 하는 것으로 사료되었다.

따라서 생활하수정화시설과 더불어 가축사육 밀집지역은 축산폐수처리시설을 강화하여야 하며, 농지에서의 적절한 양의 가축분뇨 자원화 및 비료·농약의 절제된 사용은 낙동강 제 1권역의 비점오염 목표수질을 달성하는데 상당한 기여를 할 것으로 사료된다.

끝으로 현재 우리나라의 오염총량제 실시와 더불어 환경부에서 실시하고 있는 지점별 8일 간격의 수질 및 유량조사는 대략적인 수질조사에만 활용될 수 있는 정도이므로 재정적 여건이 허락한다면 조사목적 및 활용분야에 따라 이러한 조사를 다양하게 확대 실시할 필요가 있다고 사료된다. 특히 강우시에는 강우기간에 맞추어 더 많은 양의 샘플조사가 이루어질 필요성이 있으며, 건기에는 건기에 맞추어 조사 시간간격을 조정할 필요성이 있다고 사료된다. 또한 낙동강 유역의 경우 수질측정기관과 유량측정기관이 상이하기 때문에 수질 및 유량조사가 동시에 이루어지지 못하고 있으며, 측정 조사가 두 기관 이상이 참여하고 있기 때문에 일관성 있는 조사 작업이 이루어지기 힘든 상황이다. 이 점 또한 시정을 요하는 바이다.

참고문헌

1. 경상북도, 2004, 경상북도 통계연보.
2. 공동수, 2005, 우리나라의 수질총량관리 현황 및 전망, 한국수자원학회지, 38(3), pp.14-22.
3. 권순국, 1998, 우리나라 비점원 수질오염 관리의 문제점과 개선방안, 대한환경공학회지, 20(11), pp.1497-1510.
4. 변주대, 2004, 비점오염현황과 국내정책, 2004년 춘계전문학술 워크숍 '수질보존을 위한 비점오염원 관리방안', 한국환경농학회, pp.9-15.
5. 환경부, 1999, 낙동강 물관리종합대책.
6. 환경부, 2003, 낙동강수계 비점오염원 관리방안 마련을 위한 조사사업 보고서.

본 논문은 2004년도 경북대학교 연구비에 의하여 연구되었음.