

원단위법을 이용한 홍보유역의 오염부하량 산정

Estimation of Pollutants Loads using Unit Load Method in Hong-Bo Watershed

김 선 주 · 이 석 호 · 허 배 영*(건국대)

Kim, Sun Joo · Lee, Suk Ho · Heo, Bae Young

Abstract

The purpose of this study is to estimation of pollutants loads using unit load method in Hong-bo watershed. In general, because river water quality management have been conducted with point source pollutant in our country, pollutants caused by precipitation have not been managed well so far. Especially the pollutants tends to concentrate in the reservoir of reclaimed land. Therefore, the reservoir of reclaimed land is need to continuous monitoring and update of an accurate data. also, It is need to improvement of environmental pollution. There are divide into nine sub-catchments and made an estimate of pollutants loads using unit load method in Hong-bo basin. The sample of data was during the 10 years.

I. 서론

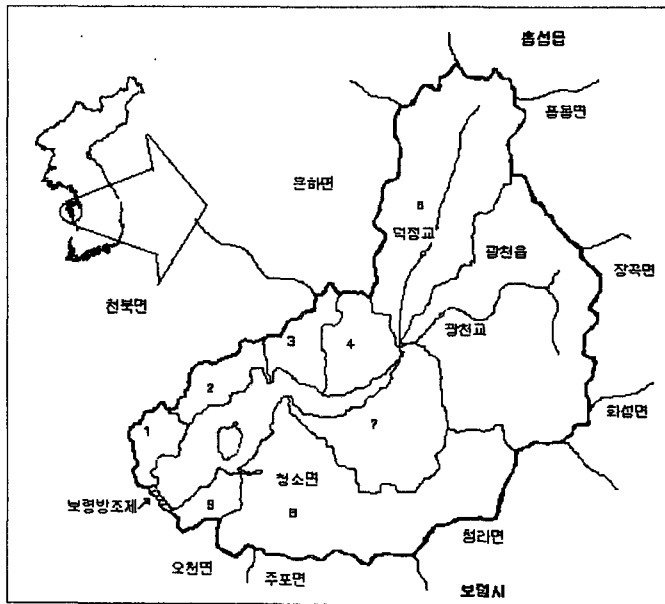
우리나라의 하천 수질관리는 대부분 점오염원을 중심으로 이루어지고 있어 강수에 의해 하천으로 유입되는 오염물질이 제대로 관리되고 있지 않은 실정이다. 특히 서해안에서 시행되고 있는 간척지 담수화와 같은 사업은 지리적, 사업적 특성으로 인해 유역의 오염물질이 담수호에 집중되게 된다. 즉, 하천의 유역에서 발생된 모든 오염물질이 담수호로 유입된다고 볼 수 있으며, 수질이 오염되기 쉬운 조건을 가지므로 각 계에 따른 오염원별 상황과 그에 따른 오염 부하 발생량 및 배출량 등을 명확히 할 필요가 있다. 이러한 담수호의 적절한 관리를 위해서는 담수호로 유입되는 유역의 하천환경 개선과 지속적인 모니터링과 자료의 업데이트가 요구되며, 되도록 체계 있는 관리조직이 구성되어야 하며 전문화가 이루어져야 한다. 본 연구에서는 충청남도 홍성군과 보령시에 걸쳐 위치하는 홍보 간척지구를 연구지역으로 선정하고, 해당 유역을 9개의 소유역으로 분할하였다. 그 중 3개 소유역의 호소 유입구 지점을 택하여 최근 10년간의 기간을 대상으로 배수유역에 대한 인구, 산업, 축산의 현황과 비점원 오염물질의 배출량 등을 고려한 수질 측정 자료를 구비하고 오염원별 원단위를 사용하여 원단위 오염부하량을 산정하였다.

II. 재료 및 방법

1. 대상지구의 현황

가. 대상지역

본 연구의 대상지역은 다음 Fig. 1과 같이 충청남도 홍성군과 보령시에 걸쳐 위치하고 있으며 우리나라 중서부 북위 36° 21' ~ 36° 24', 동경 126° 28' ~ 126° 42' 사이에 간척지 담수호를 두고 있는 유역이다. 총 9개로 구분한 소유역이 있으며 총 면적은 128.38km²이다. 홍성과 보령에 각각 방조제를 건설하여 1999년에 완공하였으나, 아직 담수화가 이루어지고 있지 않는 상태이다. 몬순기후의 영향을 받아 여름에는 고온다습하며, 겨울에는 한랭건조한 기후로서 연평균기온은 12.1℃이며 기왕의 최고 기온은 30.6℃이고 최저기온은 -7.2℃이다. 년 평균 강우는 1,365.1mm로서 전국 평균 1,274mm보다 다소 높게 나타나고 대부분 6-9월의 우기에 집중되며, 보통 연 3-4회의 태풍이 7-9월경에 통과하고 있으며 평균풍속은 2.0m/sec 이고, 최대풍속은 17.0m/sec였다.



<Fig. 1. 홍보지구 유역도>

나. 토지이용현황

본 지구의 유역 내 총면적은 12,838 ha로 토지이용 목적별로 나누어 볼 때 다음 Table 1과 같이 가장 높은 비율을 차지하는 것은 산림으로 전체 유역 면적의 37.8%인 4,763ha이며 전체 유역 면적 중 경작지로 이용되는 비율은 42.7%인 5,384ha인 것으로 나타났다.

Table 1. 토지이용도

(단위 : %)

Forest	Paddy	Resident	Farm	Other
37.8	22.2	0.75	20.5	9.87

다. 가축현황

홍보지구에는 한우, 젖소, 돼지, 가금류, 사슴, 개 등 다양한 축종이 사육되고 있으나, 소와 돼지 외에 상대적으로 사육두수가 적고 가금류는 사육두수가 많으나 세척수의 발생이 거의 없고 폐수 발생량이 극히 미비하며(김석규, 1999), 또한 아직 가금폐수에 대한 연구결과가 많지 않기 때문에 고려 대상에서 제외하였다. 따라서 본 연구에서는 소와 돼지만을 연구대상으로 삼고 있다.

라. 인구현황

1998년 현재 홍보지구내(홍보, 보령시 14개읍면) 총 인구는 홍성군 관내의 농가인구 29,726명으로 이중 정화조를 사용하는 인구는 18,306명으로 61.6%이며, 수거식 화장실을 이용하는 인구는 38.4%로 11,420명으로 조사되었다. 홍보 수계내의 총 가구 수는 홍성군 관내가 농가 9,875호, 비농가 15,915호 계 25,790호이며 보령시 관내 농가 4,405호, 비농가 4,147호 계 8,552호로 합계농가 14,280호, 비농가 20,062호로 구성비는 농가42%, 비농가 58%의 비율로 농가가 분포되어 있다. 본 사업지구의 비농가비율을 살펴보면 홍성군 관내는 62%를 점하는 반면 보령시는 관내는 48%로서 보령시 관내가 농업에 종사하고 있는 비율이 높은 것으로 나타났다.

III. 결과 및 고찰

가. 축산계 오염발생부하량

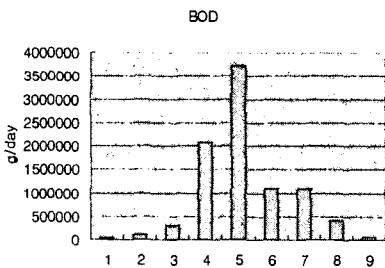
<Table 2. 축산계발생부하량>

구역	BOD 부하량 (kg/day)			T-N 부하량 (kg/day)			T-P 부하량 (kg/day)		
	계	소	돼지	계	소	돼지	계	소	돼지
1	3,027.8	960.9	2066.9	677.7	340.4	337.3	654.9	377.1	277.8
2	1,059.7	173.7	886	180.5	35.9	144.6	140.8	21.7	119.1
3	7264.1	972.5	6291.6	1,226.1	199.3	1026.8	963.5	117.9	845.6
4	3,170.4	916.5	2253.9	553.2	185.4	367.8	409.9	107	302.9
5	2,315.1	1694.2	620.9	449.3	348	101.3	290.6	207.2	83.4
6	6,015.7	2421.2	3594.5	1,082.7	496.1	586.6	776.9	293.8	483.1
7	4,252.5	1062.1	3190.4	753.8	233.1	520.7	585.9	157.1	428.8
8	1,159.6	726.5	433.1	238.4	167.7	70.7	180.6	122.4	58.2
9	1,553.1	25	1528.1	254.4	5	249.4	208.2	2.8	205.4
합계	29,818.1	8952.7	20865.4	5,416.1	2010.9	3405.2	4,211.3	1,407	2,804.3

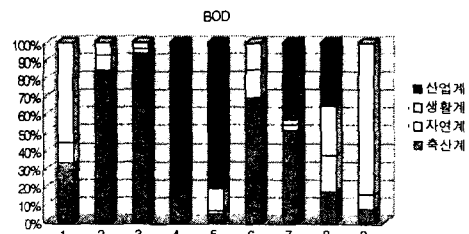
나. 축산계 오염배출부하량

<Table 3. 축산계배출부하량>

유역	BOD 부하량 (kg/day)			T-N 부하량 (kg/day)			T-P 부하량 (kg/day)		
	계	소	돼지	계	소	돼지	계	소	돼지
1	37.65	16.65	21	6.75	2.55	4.2	0.351	0.348	0.03
2	124.39	82.39	42	17.65	12.65	5.0	2.52	1.72	0.82
3	298.38	65.65	232.73	51.59	10.08	41.50	15.44	1.37	14.08
4	319.91	70.91	249.02	55.30	10.89	44.40	16.54	1.48	15.06
5	158.85	98.09	60.75	25.90	15.06	10.83	5.72	2.05	3.67
6	758.03	226.90	531.13	129.57	34.85	94.72	36.88	4.74	32.13
7	560.52	118.47	442.04	97.03	18.19	78.83	29.22	2.47	26.74
8	66.91	64.40	2.51	10.34	9.89	0.448	1.49	1.34	0.152
9	4.51	3.73	0.785	0.713	0.573	0.140	0.125	0.078	0.047
합계	2,329.15	747.19	1,581.96	394.843	114.733	280.068	108.325	15.596	92.729



<Fig. 2. 소유역별 BOD 부하량>



<Fig. 3. 소유역별 BOD의 발생원별 기여도>

IV. 결론

오염 발생원 조사는 최종적으로 연단위의 통계를 필요로 하나 구체적인 하천 수역의 수질 관리 목적을 달성하기 위해서 오염발생원별 원단위의 자료가 요구된다. 본 연구에서는 이러한 원단위가 절실하게 요구되는 폐쇄성의 호수인 충청남도 홍보지구 간척지에 적용하였으며, 유역 내에서 각 계의 생산활동으로 인하여 발생하는 폐수발생량과 배출부하량을 원단위를 이용하여 산출, 오염 발생량의 실태를 파악하였다.

그 결과 축산폐수에 의한 오염발생부하량은 BOD 29,818.1 kg/일, 총질소부하량 T-N 5,416.1 kg/일, 총인부하량 T-P 4,211.3 kg/일 이었으며 배출부하량의 BOD는 2,329 kg/day, 총질소부하량 T-N은 395 kg/day, 총인부하량 T-P는 108kg/day로 나타났다. 이 부하량의 산출은 개별농가에서 설치·운영하고 있는 축산폐수 처리시설의 방류수 수질에 대한 연구가 정확히 되어있지 않아서 수질오염에 미치는 영향이 제대로 파악되고 있지 않지만 현재 홍보 유역 내 직접적인 공공처리시설이 없는 상태이므로 이러한 수치의 오염원이 계속적으로 축적이 된

다면 심각한 오염이 될 것으로 판단된다. 설사 처리시설을 거쳐 배출되는 방류수라 할지라도 현 상태의 축산폐수 방류수 수질 기준은 호소 수질기준의 현실과 너무 동떨어져 맞지 않는 점도 문제점으로 인식된다.

자연계 소유역별 배출오염부하량을 산출한 결과 BOD 부하량은 409 kg/day, COD 부하량은 333kg/day, 총질소부하량 T-N은 418kg/day, 총인부하량 T-P는 34kg/day로 나타났다. 이는 유역면적이 넓고 상대적으로 경작지의 비율이 높은 6번 소유역에서 각 항목에 걸쳐 큰 부하량을 보이고 있다. 다른 소유역에 비해 토지이용상 축산농가의 비율이 상대적으로 적은 분포를 보이는 점도 자연계에서 큰 부하량을 나타내게 하는데 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

생활계 소유역별 배출오염부하량을 산출한 결과 BOD 부하량은 1,342kg/day, COD 부하량은 832kg/day, 총질소부하량 T-N은 322kg/day, 총인부하량 T-P는 48kg/day로 나타났다. 다른 소유역에 비해 인구수가 많은 5번, 6번, 8번 소유역에서 상대적으로 큰 값이 나타났다. 비 시가지의 경우 단독 정화조를 설치하여 운영하는 방식이므로 시가지의 수거 방식보다 배출물이 크게 나타났다.

산업계 소유역별 배출오염부하량을 산출한 결과 BOD 부하량은 5,399kg/day, COD 부하량은 7,199kg/day, 총질소부하량 T-N은 1,944kg/day, 총인부하량 T-P는 107kg/day로 나타났다. 산업계는 다른 계보다 부하량이 크게 나타났다. 그러나 지역적으로 편중된 5번, 7번, 8번 소유역에 집중적으로 단지가 조성되어있으므로 유입되는 지점에서의 부하율 조절이 용이할 것으로 판단된다. 다른 소유역의 산업시설은 미비하였으므로 그 영향이 적게 나타났다.

실측치에 의한 부하량의 비교 분석을 위해 홍보유역의 지천에서 호소로 유입되는 지점 세 곳을 선정하여 샘플링을 하였다. 온도 및 용존산소량을 현장에서 측정하였으며, 각 오염항목을 실험으로 그 값을 얻어내었다. 농업 유역에서의 평상시와 강우시에 따른 유량의 변화율에 대한 연구에서 강우에 의한 유량의 증가가 질소와 인 부하량의 증가를 가져오기 때문에 강우시와 평상시로 나누어 샘플링을 하고 수질을 측정하여 보다 정확한 예측을 해야할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김우영, 1993, 축산폐수처리이용과 대책, 오성출판사
- 안미희, 1995, 비점오염원의 원단위 오염부하량에 대한 실험적 연구, 서울대학교 보건대학원
- 류재근, 1993 팔당호 수질관리 효율화 방안, 수자원학회
- 김영진, 1997, 축산폐수 관리정책 및 행정지원 방향, 부산대학교 환경문제연구소
- 환경부, 1998, '97수질오염원현황, 영산강환경관리청
- 농어촌진흥공사, 1998, 홍보지구 농업종합개발사업 사후환경영향조사보고서
- 건국대학교, 2000, 간척지 담수호 수질관리시스템 개발 2차년도 보고서
- 충청남도 홍성군, 2000, 충청남도 홍성군 공장별 총괄표
- 충청남도 보령시청, 1999, 통계연보
- 농어촌진흥공사, 1999, 자연정화기법에 의한 시화지구 탄도담수호 수질개선 방안 최종보고서