

수질오염총량관리에 따른 청주시 오염부하량 산정에 관한 연구

A Study on Calculation of Pollution Load of Cheongju in Total Water Pollution Load Management Plan

이상길*, 권준희**, 배명순***, 하성룡****

Sang Kil Lee, Jun Hee Kwon, Myoung Soon Bae, Sung Ryoung Ha

요 지

수질오염총량관리제는 오염원에 대한 농도규제 방식에서 탈피하여 수계전체의 환경용량을 감안하여 원하는 목표수질을 유지하기 위해 허용할 수 있는 오염총량을 해당 배수구역에 할당하고 초과량은 적정수준으로 삭감토록 하는 광범위한 유역관리 기반의 수질정책이다. 금강수계에서는 1차 수질오염총량관리 기본계획(2004~2010)하에 시행계획 및 이행평가가 진행 중에 있으나, 시행초기부터 현재에 이르기까지 제도정착을 위한 현안 문제점들이 제기되어 왔다. 지자체간 갈등을 줄이고 지역균형발전과 광역적 수질관리정책을 합리적으로 수행하기 위해서는 제기되어온 문제점들이 해결되어야 한다.

본 연구에서는 합리적인 오염배출부하량 산정을 위하여 2007년 청주시의 모든 동단위 오염원자료를 구축하고 오염부하량을 배출특성을 분석하였다. 또한 강우배출특성을 적용하기 위하여 하수발생유량 실측자료와 오염원자료에 반영된 자료를 기초로 산정한 하수발생유량을 비교분석 하였다. 청주시 지역의 강우배출특성을 고려하여 보다 과학적이고 합리적인 방법으로 오염부하량을 산정함으로써 현상을 보다 정확히 반영하여 수질오염총량관리 시행상의 실용적인 오염부하량 산정 방안을 모색하고자 한다.

핵심용어 : 수질오염총량관리, 오염부하량 산정, 유역관리

1. 서론

수질오염총량관리제는 오염원에 대한 농도규제 방식에서 탈피하여 수계전체의 환경용량을 감안하여 원하는 목표수질을 유지하기 위해 허용할 수 있는 오염총량을 해당 배수구역에 할당하고 초과량은 적정수준으로 삭감토록 하는 광범위한 유역관리 기반의 수질정책이다. 우리나라는 낙동강 수계를 시작으로 2004년부터 2010년까지 금강 및 영산·섬진강수계에 대하여 수질오염총량관리제가 본격적으로 시행되고 있다. 수질오염총량관리제는 시행초기부터 현재에 이르기까지 제도정착을 위한 현안 문제점들이 나타나고 있다. 오염부하량 산정에 관련되어 제기된 문제점으로는 오염원자료 수집의 어려움과 부정확성 문제, 지역특성을 반영하지 못하는 통합적인 원단위적용으로 인해

* 비회원 · 충북대학교 석사과정 · E-mail : rocker7x@naver.com

** 비회원 · 충북대학교 석사과정 · E-mail : kjhbbc@naver.com

*** 정회원·충북개발연구원 연구위원 · E-mail : bms1409@hanmail.net

**** 정회원·충북대학교 교수·E-mail : simplet@chungbuk.ac.kr

오염부하량이 과다 또는 과소 산정되는 문제, 기본계획이나 시행계획에 있어서 오염원 예측시 개발로 인한 오염부하량이 포함되어 예측되는 문제, 토지계 오염부하량 산정시 강우사상의 반영문제 등이 제기되어 왔으나 현실적인 해결방안이 제시되지 못하고 있는 실정이다. 지역적 특성이나 현상을 충분히 반영하지 못한 채 통합적인 수계관리 체제하에서 규제는 지역적으로 해야 하는 점이 가장 근본적인 문제라고 할 수 있겠다. 오염부하량 산정에 관한 문제는 지자체별 개발용량과 직접적인 관련이 있기 때문에 주요한 지자체간 갈등을 줄이고 지역균형발전과 광역적 수질관리정책을 합리적으로 수행하기 위해서는 제기되어온 문제점들이 해결되어야 한다. 본 연구에서는 수질오염총량관리제도를 보다 원활히 시행할 수 있도록 청주시에 오염부하량 배출특성을 분석하고 강우배출특성 적용을 통해 오염부하량을 산정한 결과를 비교분석하여 실용적인 오염부하량 산정방안을 모색하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 오염부하량 산정 및 배출특성 분석

오염부하량 산정은 수계오염총량관리기술지침(2004, 국립환경구원)에 따라 산정하였다. 오염원 자료는 2007년 전국 오염원 조사(2008년, 청주시) 자료를 바탕으로 추가 조사 및 검증 작업을 거쳤다. 토지계 오염부하량 산정을 위한 유효강우일수 및 유효강우고 유효강우일수비 등은 기본계획시 기준(2002년)에 따랐으며, 환경기초시설에 적용되는 건기 및 우기 구분은 2007년 해당 년도의 기상청 강우자료를 적용하였다. 오·폐수 발생유량 및 발생부하량 산정시 적용되는 발생원단위는 실측자료를 우선하였으며 실측자료가 없는 경우는 수질오염총량관리기술지침에서 제시하는 발생원단위를 적용하였다. 본 연구에서 계산된 오염배출부하량은 일최대 배출부하량으로써 환경기초시설의 경우 일별 배출 BOD₅를 이용하여 금강법 시행규칙 별표4에 의하여 기준배출수질을 산정하여 평균유량을 곱한 부하량으로 하였다. 또한 청주시가 포함하고있는 해당 구역에서 배출되는 오염부하량을 보다 효율적으로 저감할 수 있는 관리방안을 모색하기 위하여 단위유역별·오염원별 배출특성을 분석하였다.

2.3 강우배출특성의 반영과 실측자료와의 검증

합리적인 강우배출특성 반영을 위해 환경기초시설에 적용되는 건기 및 우기 구분에 임의의 강우유달시간 및 영향일을 적용하여 오염배출부하량을 산정한 후, 각각의 경우에 적용된 관거유입유량과 청주시 용암동 지역의 관거유입유량 실측자료와 비교하여 실제 강우사상 반영여부를 검증하였다. 청주시 전체를 대상으로 산정한 결과와 청주시 용암동 실측데이터와의 비교를 위해 산정된 배출유량비를 각각의 오염원별 특성에 따라 배분하였다.

2.4 하수배출특성 적용에 따른 오염배출부하량

본 연구에서 적용한 강우배출특성에 따른 오염배출부하량을 산정하였다.

3. 결과 및 토의

3.1 연구 대상지역 및 범위

연구 대상지는 그림 1과 같이 금강수계에 해당하는 청주시 지역이다. 청주시에 포함된 금강수계

단위유역은 금본G, 무심A, 미호B유역이 해당된다.

주요하천으로는 미호천과 무심천이 흐르고 있으며, 청주하수종말처리장과 청주산업단지폐수종말처리장 등의 환경기초시설이 있다.

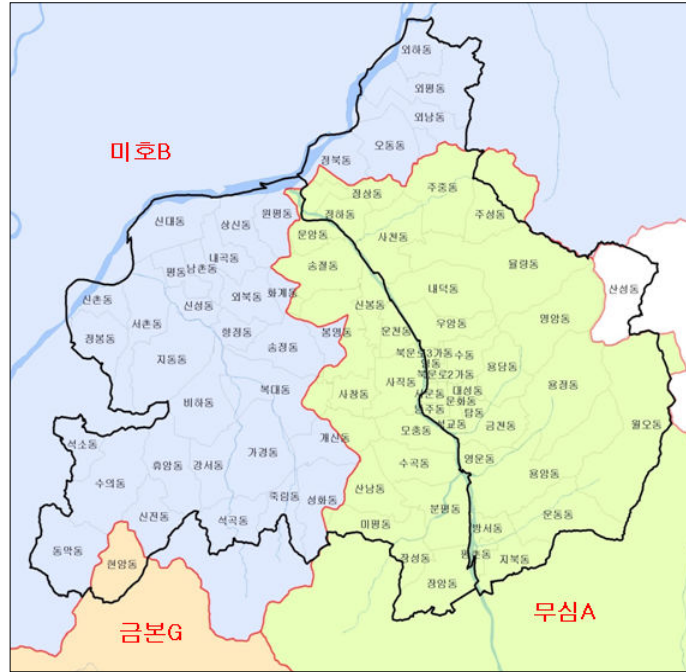


그림 1. 연구대상지 : 청주시 오염총량관리 단위유역도

3.2 청주시 오염부하량 배출특성 분석

주요하천으로는 미호천과 무심천이 흐르고 있으며, 청주하수종말처리장과 청주산업단지폐수종말처리장 등의 환경기초시설이 있다. 표 1과같이 2007년 청주시는 총인구 633,043인, 축산두수 41,309두, 산업폐수발생량 56,680 m³/일, 토지면적 153.4 km², 매립장 침출수 228.2 m³/일의 현황을 보였으며, 양식계 사업장은 없는 것으로 조사되었다. 표 2와 그림 2와 같이 총배출부하량은 7798.06 kg/일로 산정되었고 생활계 4,779.76 kg/일, 축산계 247.44 kg/일, 산업계 382.31 kg/일, 토지계 2,388.64 kg/일, 매립계 4.91 kg/일로 산정되었다. 또한 총 오염배출부하량중에서 생활계가 차지하는 비중이 61%로 가장 높았으며, 토지계에서 차지하는 비중이 31%로 나타났고, 산업계 5%, 축산계 3%의 순으로 나타났다. 그리고 매립계는 0.1% 미만의 극히 작은 비중을 차지했다. 단위유역별로는 미호B유역이 56%, 무심A유역이 44%, 금본G유역은 전체 배출량에 비해 미미한 것으로 보였다. 미호B유역과, 무심A유역은 생활계에서 가장 많은 부하량이 배출되는 것으로 나타났지만, 금본G는 토지계가 차지하는 비율이 높은 것으로 나타났다.

표 1. 2007년 청주시 오염원 현황

오염원 구분		2007년 현황
생활계 인구(인)		633,043
축산두수(두)		41,309
산업폐수 발생량(m ³ /일)		56,680
토지면적 (km ²)	계	153.4
	전	17.3
	답	28.8
	임야	45.8
	대지	44.5
	기타	16.7
매립장침출수 방류량(m ³ /일)		228.2

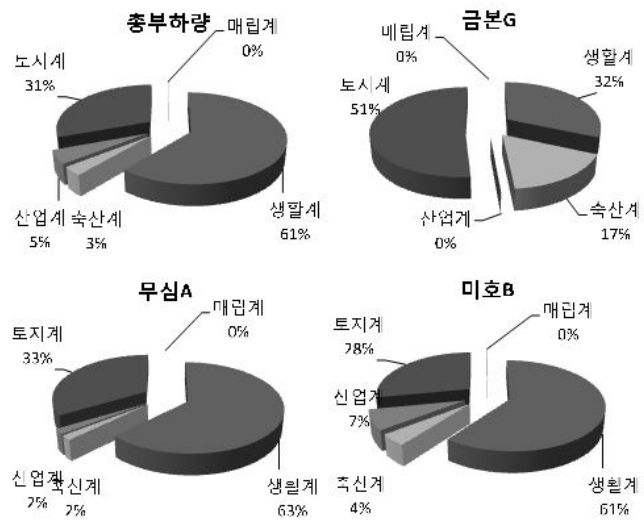


그림 2. 단위유역별 오염원 형태별 구성비

표 2. 단위유역별 배출부하량 산정결과

(단위 : BOD₅:kg/일)

단위유역	생활계	축산계	산업계	토지계	매립계
금본G	8.93	4.81	0.00	14.55	0.00
무심A	2,144.14	59.39	64.45	1,151.07	0.01
미호B	2,626.68	183.24	317.87	1,218.01	4.90
합계	4,779.76	247.44	382.31	2,383.64	4.91

3.2 하수배출특성의 반영과 실측자료와의 비교

청주시 용암동지역의 건기시 및 우기시 하수발생유량 실측자료와 오염배출부하량 산정에 반영된 자료를 기초로 하수발생량을 비교하였다. 표 3에서는 건기시의 하수발생량을 비교하고 있는데, 영향일을 2일로 적용하였을 경우에 실측자료와 가장 근사한 값이 산출되었다. 표 4와 같이 우기시에는 영향일을 1일로 적용하였을 경우에 가장 근사한 값이 산출되었다. 실측자료의 제한으로 인해 비교대상이 용암동에 국한되어 있긴하나, 오염배출부하량 산정시 강우의 유달시간과 영향일을 적용하는 것이 하수배출특성을 보다 현실적으로 반영할 수 있음을 보여준다.

표 3. 건기시 하수발생량 비교

구 분		관거유입량	관거이송유량
실측 DATA		17,106.10	19,033.90
기존 방식	유량	24,333.09	20,442.55
	비교	142.2%	107.4%
유달 시간 1일	유량	24,333.09	20,561.06
	비교	142.2%	108.0%
영향일 1일	유량	24,333.09	20,234.20
	비교	142.2%	106.3%
영향일 2일	유량	24,333.09	20,069.23
	비교	142.2%	105.4%

표 4. 우기시 하수발생량 비교

구 분		관거유입량	관거이송유량
실측 DATA		30,918.20	23,869.50
기존 방식	유량	21,256.15	24,629.03
	비교	68.7%	103.2%
유달 시간 1일	유량	21,256.15	23,712.12
	비교	68.7%	99.3%
영향일 1일	유량	21,256.15	23,781.79
	비교	68.7%	99.6%
영향일 2일	유량	21,256.15	23,253.86
	비교	68.7%	97.4%

3.3 하수배출특성 적용에 따른 오염배출부하량 비교

하수배출특성을 적용하여 오염배출부하량을 산정한 결과를 표 5에 나타내었다. 기존방식에 비해 유달시간 이나 강우 영향일을 적용하였을 때에 배출부하량이 다소 높게 산정되는 것으로 나타났다. 이는 기존방식에 의한 배출부하량이 다소 적게 산정되었음을 의미한다.

표 5. 하수배출특성에 따른 오염배출부하량 비교

구 분	생활계	축산계	산업계	토지계	매립계	합 계
기존방식	4,779.76	247.44	382.31	2,383.64	4.91	7,798.06
유달시간1일	4,475.24	247.44	378.01	2,317.58	4.97	7,423.25
영향일1일	4,790.94	247.44	382.48	2,389.75	4.99	7,815.61
영향일2일	4993.18	247.44	385.35	2410.10	5.02	8,041.09

4. 결론

본 연구에서는 청주시의 오염부하량 배출특성을 분석하고 기존방식의 강우배출특성을 개선하여 적용하는 방안을 제안하였다. 오염배출부하 저감방안을 도출하기 위해 오염원별·단위유역별 배출 특성을 분석하고 강우배출특성 적용방안을 모색하기 위해 청주시 용암동 하수발생량 실측자료와 비교분석하였다. 연구 대상지역의 오염배출특성은 오염원별로는 생활계와 토지계에 오염배출부하량이 집중되어있으며, 단위유역별로는 미호B와 무심A에 집중되어있는 것으로 나타났다. 따라서, 청주시의 오염배출부하량의 저감을 위해서는 대부분의 비중을 차지하고 있는 생활계와 토지계 오염원에 대한 관리가 시급하다며, 생활계와 토지계 오염부하량을 보다 현실적으로 관리하기 위해서는 하수 및 강우 배출특성을 정확히 반영하는 것이 필요하다. 본 연구의 결과는 비교대상이 청주시 용암동 하수발생량 실측자료에 국한되어 있는 단점이 있으나, 실측자료의 범위가 청주시 하수처리구역 전역으로 확대된다면, 청주시의 오염배출구조를 보다 현실적으로 반영할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 환경부(2004). 수질오염총량관리업무편람.
2. 국립환경과학원(2004). 수계오염총량관리기술지침.
3. 충청북도(2005). 충청북도 금강오염총량관리 기본계획.
4. 청주시(2008). 청주시 수질오염총량관리 시행계획 이행평가.
5. 금강물환경연구소(2007). 하수관거 유입오염물질의 배출경로별 오염부하 조사 분석, 연구보고서.
6. 권준희, 이상길, 하성룡(2008). 수질오염총량관리제도 적용을 위한 도시유역의 하수발생량 분석, 2008년도 한국습지학회 정기 학술발표대회 논문집, pp. 29-39.
7. 임수빈, 이재근, 정우혁, 정환도(2007). 수질오염총량관리에 따른 대전광역시 오염부하량 배출 특성에 관한 연구, 한국물환경학회·대한상하수도학회 공동총회 학술발표회 논문집, pp. 893-899.
8. 배명순, 하성룡(2006). 분포형 공간정보를 이용한 유역단위 오염원정보 구축, 한국지리정보학회 지, 9권 4호, pp. 215-223.
9. 김옥선, 김종오(2003). 진주시의 수질오염총량관리에 관한 기초연구, 박사학위 논문, 충북대학교.
10. 김영일, 이상진 (2008). 수질오염총량관리 계획수립의 개선방안에 관한 연구, 한국물환경학회 지, 제22권 제6호, pp. 977-981.