

서낙동강 유역에서의 오염부하량 산정기법 연구

A Study on Pollutant Loading Estimation in Seonakdong Basin

김영도*, 황진영**, 권재현***

Young Do Kim, Jin Young Hwang, Jae Hyun Kwon

요 지

최근 3대강특별법에 의하여 시행되고 있는 환경부의 수질오염총량관리를 위해 서낙동강 유역인 낙본N 단위유역에 대한 해당 지자체의 기본계획과 시행계획이 수립된 바 있다. 낙본N 단위유역은 서낙동강을 중심으로 좌측의 대부분이 경상남도 김해시이고, 우측과 하류부는 부산광역시 강서구이다. 서낙동강은 평상시에는 주요 농업용수 공급원과 철새도래지로서 홍수시에는 거대한 유수지 역할을 하고 있다. 서낙동강 유역내에는 분뇨처리장, 하수처리장, 농업 및 축산활동, 내수면 양식업, 오염원 배출공장 등의 점, 비점오염원이 있으며 대저수문과 녹산수문에 의해 조절되는 정체수역으로서 오염부하강도가 높은 유입지천들로 인하여 상승적인 녹조 발생수역으로 수질개선의 필요성이 매우 높은 지역이다. 본 연구에서는 대표 유역으로 낙본N유역의 소유역 중 배출부하량이 가장 큰 지류에 해당하는 조만강 유역인 낙본N06 소유역의 오염원 조사결과를 이용하여 오염부하량 산정기법을 검토하였다. 장래 오염부하량 예측은 자연증가, 개발계획, 삭감계획에 의해 산정하는데, 이와 같은 과정에서 과거 오염원조사, 부하량산정, 폐수 배출부하량 모니터링 과정에서의 불확실성이 따르게 된다. 본 연구에서는 이와 같은 오염부하량산정 과정에서의 정확도를 높이고자 오염원 자료의 증감에 따른 오염부하량 산정결과의 민감도 분석을 통하여 신뢰도 평가를 수행하였다. 방대한 오염원자료를 이용한 오염부하량 산정은 한국환경정책평가연구원(KEI)에서 개발한 데이터베이스관리 프로그램(Access Program)을 이용하였으며, 각 오염원별 오염원 현황 및 전망 결과와 환경부의 수계오염총량관리기술지침에서 제시한 각 오염원별 오·폐수발생원단위, 배출원단위, 전환계수, 배출계수 등을 이용하여 각 오염원별 배출부하량을 산정하였다. 본 연구에서는 오염원 조사나 장래 오염원 예측에서 있을 수 있는 오차에 대한 전체 배출부하량의 변화를 살펴봄으로써 방대한 양의 오염원 조사시에 정확성 및 효율성을 높이고자 하였다. 본 연구의 결과를 통해 할당부하량을 개별 오염원별로 할당하고 적정한 개발계획과 실현가능한 삭감계획 및 이행방안을 수립하기 위한 오염원조사를 수행함에 있어 기초자료의 효율적인 관리를 통해 오염부하량 산정의 정확성을 높이고자 한다.

핵심용어 : 수질오염총량관리, 오염부하량, 배출부하량, 민감도 분석, Access Program

1. 서 론

1970년대 이후 산업발달과 도시팽창으로 인하여 오·폐수 발생량이 증가하고 하천과 호수수질은 악화되기 시작하였다. 1990년대 이후 국내에서는 4대강 수질문제가 상수원수의 수질을 위협하는 요인이 되면서 사회적 관심을 일으키게 되었다. 특히 조류 발생으로 인한 부영양화 현상이 일반화되었고 강우가 부족한 갈수기에 수질이 악화되는 시점에 이르러서는 국내 수자원 확보와 수질문제는 동시에 대두되었다. 이러한 시기에 4대강 물관리종합대책이 1998년 한강수계부터 시작하여 시차를 두고 3년에 걸쳐 수립되었다. 수질오염총량관리

* 정희원 · 인제대학교 환경공학부 전임강사 · E-mail : ydkim@inje.ac.kr

** 정희원 · 인제대학교 환경공학부 석사과정 · E-mail : hbanjang@naver.com

*** 정희원 · 인제대학교 환경공학부 부교수 · E-mail : envkwon@inje.ac.kr

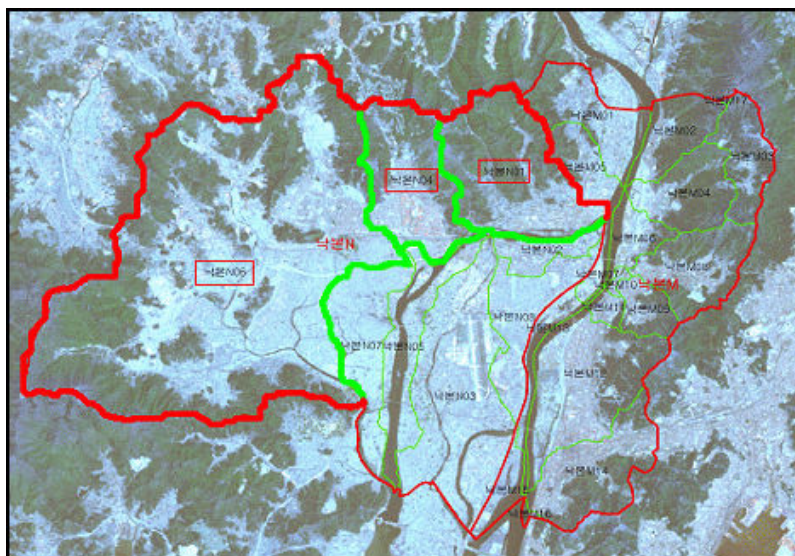
제도는 1980년대 후반 이후 수질오염의 근원적 해결을 위하여 끊임없이 제기되어 왔던 제도로서 1998년 팔당호 등 한강수계 상수원 수질관리 특별대책을 수립하는데 처음 반영되었다.

오염총량관리제도는 관리대상 하천의 목표수질을 설정하고 그 기준을 달성하는데 있으며 수질을 지속적으로 유지하기 위하여 오염물질의 허용부하량(허용총량)을 산정하여 해당 유역에서 배출되는 오염물질의 부하량(배출부하량)을 허용부하량 이하로 규제 또는 관리하는 제도이다. 우리나라가 현재까지 추진해온 여러 가지 수질개선 노력과 투자에 비하여 효과가 미미한 것은 1차적으로 물 소비량이 증가하고 그에 따라 오폐수 발생량이 증가해 왔기 때문이다. 최근 10년간 도시인구에 의한 오폐수 발생량은 2배 증가하였다. 그러나 국내에서는 물의 사용용도와 생태계의 서식지 보전을 위한 수질기준이 설정되어 있지 않으며 수계의 목표수질을 정하고 이를 달성하기 위하여 모든 배출자에게 동일한 농도규제가 가해지는 형식이었다. 여름에 강우가 집중되고 그 외 기간에는 장기간 갈수기가 지속되고 유량부족으로 수질오염도가 높아지는 점과 수량관리에 대한 적절한 대책이 없었던 점은 수질관리를 어렵게 하는 요인이 되고 있다. 이러한 문제에도 극복하고자 환경부에서는 과거 농도 중심의 수질관리에서 부하량 기준의 오염총량관리제로 진입하였다.

본 연구에서는 총량관리단위유역의 목표수질을 달성하는 범위에서 오염총량관리 기본계획상 할당부하량을 개별 오염원별로 할당하고 적정한 개발계획과 실현가능한 산감계획 및 이행방안을 수립함에 있어 오염원 조사나 장래 오염원 예측에서 있을 수 있는 오차에 대한 전체 배출부하량의 변화를 데이터베이스관리 프로그램(Access Program)과 민감도 분석을 통해 살펴봄으로써 방대한 양의 오염원 조사시에 정확성 및 효율성을 높이고자 하였다.

2. 대상유역 현황

대상 하천인 조만강은 낙동강의 파천인 서낙동강에 유입되는 준용하천으로 유역의 형상은 대체적으로 선형을 이루고 있으며, 유역경계는 동쪽으로는 서낙동강, 북쪽으로는 낙동강 제1지류인 화포천유역과 대포천유역, 서쪽으로는 화포천 및 창원시를 관류하는 남천, 남쪽으로는 진해시와 접경을 이루고 있다. 조만강은 김해군 주촌면 덕암리의 골짜기에서 발원하여 남동쪽으로 유하하다가 주동국교 앞에서 유향을 남쪽으로 바꾸면서 비교적 안정된 하상을 이루며 완만한 사행을 하고 유하천, 부곡천, 대청천, 요하천의 지류와 합류하면서 유향을 동쪽으로 바꾸고 김해시 삼계동에서 발원한 해반천과 합류후 유향을 동남쪽으로 바꾸어 유하하면서 조만강교를 거쳐서 낙동강 우안측에 유입한다. 김해시 오염총량관리 시행계획에 의한 유역구분으로 낙본N단위유역은 낙본N01, 낙본N04, 낙본N06의 3개 소유역으로 구분 되는데 그 중 총 면적이 175.8km² 로서 낙본N06 조만강 유역은 131km² 를 차지하고 있다.



<그림> 연구대상지 유역도 (김해시, 2006)

3. 연구의 내용 및 방법

1) 오염원 조사

오염원 조사를 위한 오염원의 구분은 점오염원과 비점오염원으로 구분하고 점오염원에서는 생활계, 축산계, 산업계로 비점오염원에서는 토지계 및 기타오염원으로 분류하였다. 그리고 기술지침에 따라 생활계 행정구역별·배출원별, 축산계 행정구역별·배출원별, 산업계 행정구역별·배출원별, 토지계 행정구역별·배출원별 오염원 자료와, 환경기초시설현황 등에 대해서 조사하였다.

2) 오염부하량 산정

오염부하량 산정을 위한 ACCESS 프로그램상에는 낙본N 단위유역 김해시 전체에 대하여 오염원 자료를 구축하였으며 각 소유역별로 1% 미만의 읍면동 지역에 대해서도 점유율을 고려하여 오염부하량을 산정하였다. 오염원 조사기간은 2000년에서 2004년으로 과거 5년간의 행정구역별 오염원 현황을 파악하여 추이를 분석하고 주요 변화상황을 반영하여 향후 1차 오염총량관리 시행기간에 대한 오염원을 전망하였다. 오염물질 배출부하량 산정은 낙본N 단위유역내 김해시의 각 오염원별 현황 및 전망자료와 각 오염원별 배출원단위, 배출계수 등을 한국환경정책평가연구원(KEI)에서 개발한 Microsoft사의 Access Program(D/B Program)을 이용하여 각 오염원별 오염물질 배출부하량을 산정하였다.

본 연구에서의 오염물질 배출부하량은 자연증감 및 개발사업에 따라 배출부하량과 제 1차 오염 총량관리 제 최종년도인 2010년까지의 삭감시설 설치계획을 고려하여 오염물질 배출부하량을 산정하였다. 낙본N 단위유역내 김해시의 오염원별, 소유역별 오염물질 배출부하량은 개별배출부하량, 관거배출부하량, 환경기초시설 방류부하량, 직접정화량, 총배출부하량으로 구분하여 나타내었다. 배출부하량은 일최대배출부하량으로 일최대점배출부하량은 환경기초시설의 경우 월별 방류부하량 중 가장 많은 부하량을 적용하였고, 사업장의 경우 배출허용기준을 적용한 배출부하량으로 산정하였다.

오염물질 배출부하량 현황 및 전망으로는 낙본N 단위유역내 김해시의 자연증감에 따른 배출부하량은 2004년에 총 7863 kg/일이 배출되었고 오염원별로는 생활계 4535 kg/일, 토지계 2839 kg/일, 축산계 399 kg/일, 산업계 90 kg/일의 순으로 산정되었다. 2010년에는 오·폐수 배출량은 10776 kg/일이 배출될 것으로 전망되었으며 오염원별로는 생활계 7212 kg/일, 토지계 3030 kg/일, 축산계 410 kg/일, 산업계 124 kg/일의 순으로 전망되었다.

표 1. 김해시 시행계획 부하량 총괄표

단위 유역	소유역	기존 배출 부하량	삭감부하량			기존오염원 최종배출 부하량	할당 부하량	지역개발할당부하량				최종년도 배출량
			합계	계획 삭감량	자연 감소			합계	자연 증가	개발 계획	잔여 용량	
낙본N	낙본N01	339	58	58	-	281	466	185	168	0	17	466
	낙본N04	1,217	168	168	-	1,049	1,463	414	343	20	51	1,463
	낙본N06	6,307	5,235	5,235	-	1,072	5,846	4,774	2,402	786	1,586	5,846
합계		7,863	5,461	5,461	-	2,402	7,775	5,373	2,913	806	1,654	7,775

표 2. 오염물질 배출부하량 현황 및 전망 총괄표

단위구역	오염원	오염원 그룹별 BOD 배출부하량(kg/일)						
		2004 (기준년도)	2005 (수립년도)	2006	2007	2008	2009	2010 (최종년도)
낙본N06	생활계	3,705	3,208	3,571	3,081	3,145	1,641	1,266
	축산계	367	368	368	368	369	369	369
	산업계	55	58	61	64	67	70	73
	양식계	0	0	0	0	0	0	0
	토지계	2,180	2,198	2,239	2,429	2,477	2,509	2,559
	매립계	0	0	0	0	0	0	0
총계		6,307	5,832	6,239	5,942	6,058	4,589	4,267

4. 결 론

본 연구에서는 총량관리단위구역의 목표수질을 달성하는 범위에서 오염총량관리 기본계획상 할당부하량을 개별 오염원별로 할당하고 적정한 개발계획과 실현가능한 삭감계획 및 이행방안을 수립함에 있어 오염원 조사나 장래 오염원 예측에서 있을 수 있는 오차에 대한 전체 배출부하량의 변화를 데이터베이스관리 프로그램(Access Program)과 민감도 분석을 통해 살펴봄으로써 방대한 양의 오염원 조사시에 정확성 및 효율성을 높이고자 하였다. 민감도 분석을 수행함에 있어서는 오염원자료와 장래 전망치를 기준하여 표준편차 ± 0.5 까지 조정하여 오염부하량을 산정한 후, 각 오염원 자료에 의한 오염부하량 변화를 비교·분석하였다.

참 고 문 헌

- 김해시 (2006). 낙동강수계 낙본N 단위구역 오염총량관리 시행계획
- 건설부 (1993). 낙동강 하천정비기본계획