

# 낙동강 수질오염총량관리 개요 및 기준유량 산정 개선방향



신현석 >>

부산대학교 공과대학 토목공학과 부교수  
hsshin@pusan.ac.kr



강두기 >>

부산대학교 토목공학과 박사과정  
dookee1@naver.com

## 1. 머리말

수질오염 총량 관리제도란 과학적 토대 위에서 수계 구간별 목표수질을 설정하고, 그 목표수질을 달성·유지하기 위한 허용부하량을 산정하여, 해당 총량관리단위 유역내에서 배출되는 오염물질의 총량이 목표수질을 달성할 수 있는 허용부하량 이내로 규제 또는 관리하는 제도이다(환경부, 2004).

수질오염총량관리제의 효율적인 운영을 위해서는 과학적, 기술적인 기술의 지속적인 개발 및 연구가 필요하며, 이는 충분히 신뢰성이 있는 절차와 기법의 기반으로 하여야하고 지역의 동의가 필요하다. 그러나 현실점은 수질총량관리 제도의 태동기로서 기술적인 기반이 아직 확립되어 있지 않으며, 또한 미국 및 일본과 같은 선진국에서도 적용의 상황 및 여건이 상이하여 우리나라의 유역, 수문 및 수질, 그리고 지역 상황에 적합한 기술 및 기법의 개발이 시급한 실정이다.

따라서 이러한 현실적인 상황에서 수질오염총량관리를 위한 신뢰성있는 분석을 위해서는 유역 자료의

부족 및 신뢰성 제고, 관리 대상물질 선정을 위한 과학적 기반 확충, 그리고 선진 모형화 기술을 통한 통합오염총량관리 시스템의 구축 등의 다각적이고 목표지향적인 개선 방향의 제시 및 지속적인 수정이 필요하다.

본 기고에서는 일반적인 수질오염총량관리 제도에 대한 상세한 사항들은 참고 문헌 및 기타 기고의 내용으로 돌리고, 수문 및 수자원 공학적인 측면에서의 유량자료 및 기준유량 산정의 문제점과 개선 방향에 대하여 실제로 현재 기본계획 및 시행계획 수립단계에 있어 가장 선도적으로 진행되고 있는 낙동강 오염총량관리의 사례에 대한 과학적인 조사 및 분석을 통하여 제시하고자 한다. 본 기고는 우선 낙동강 수질오염총량관리 제도의 개요를 정리하여 독자들로 하여금 현재 진행상황을 파악할 수 있도록 하였으며, 다음 기존관측망(건교부)을 통한 수위자료의 불확실성 분석 결과를 제시하였으며, 마지막으로 기존의 기준유량의 산정에 따른 문제점의 분석을 통한 개선방향을 제시하고자 한다.

## 2. 낙동강 오염총량관리제도 개요

### 2.1 낙동강 오염총량관리 연혁

낙동강수계의 오염총량관리제도의 연혁을 살펴보면, 의무제 오염총량제 도입을 골자로 하는 낙동강수계 물관리종합대책(1999)에서 시작하여, 낙동강물이용 조사단의 조사·연구(2000)에서 오염총량관리 대상물질 및 목표수질 설정원칙과 목표수질을 제시하였다. 이를 기반으로하여 3대강 수계물관리 및 주민지원등에 관한 법률이 제정되어 제도의 법률적인 기반

이 마련되었다. 이의 시행을 위한 3대강오염총량관리 조사·연구반의 설치(2002), 오염총량관리 기본방침 및 기술지침이 제정되었다(2002). 2003년 낙동강 시·도경계 8개 지점에 대한 목표수질이 설정되었으며, 이후 강원도, 경상북도, 대구광역시, 경상남도, 부산광역시의 오염총량관리 기본계획이 수립되어 환경부의 승인을 득하여 시행단계로 접어들었다(2004년 시행계획의 수립).

오염총량관리제도의 시행절차는 오염총량관리 기본방침의 수립, 목표수질의 설정, 시·도지사가 오염총량관리 기본계획을 수립하여 최종적으로 환경부장관의 승인 절차를 거치며, 기본계획을 수립 단위유역별 오염총량관리 시행계획을 수립하여 각 단위유역별, 소유역별 오염부하량의 할당, 불이행 오염자의 제재 및 이행평가보고서의 제출, 불이행 지자체의 제재의 강제규정에 의해 시행되고 있으며 자세한 진행 상황은 표 1과 같다.

## 2.2 낙동강 오염총량관리 개요

제1차 낙동강 오염총량관리 계획기간은 2004년부터 2010년까지이며, 이후 5년 단위의 계획기간으로 구분되어 시행될 계획이다. 제1차 낙동강 오염총량관리의 대상물질은 생물화학적 산소요구량(BOD<sub>5</sub>)이며, 기준유량은 10년 평균저수량을 기준으로 설정되어 있다. 이와 같은 대상물질 및 기준유량의 산정을 위한 합리적인 방안 마련을 위한 연구가 제2차 오염총량관리를 위하여 수행 중에 있다.

## 2.3 낙동강 오염총량관리 지점 등급화

낙동강수계 오염총량관리를 위한 합리적인 사업 우선 순위(안)의 도출 및 체계적, 계획적인 유량측정망 구축, 경제적인 유지관리 등의 목적으로 오염총량관리 지점에 대한 등급화를 수행하였다. 낙동강 오염총

표 1. 낙동강 오염총량관리 연혁 및 시행절차

낙동강 오염총량관리 연혁		오염총량관리 시행절차
1999.12.30	낙동강수계물관리종합대책수립 (의무제 오염총량제 도입)	<div style="text-align: center;"> <p>3대강변 기준</p> </div>
2000.02 ~ 2001.02	낙동강수계물이용조사단 조사연구 (대상물질, 목표수질 설정원칙, 목표수질 제시)	
2002.01.14	3대강수계물관리및주민지원등에관한법률 제정	
2002.09.17	3대강오염총량관리조사연구반설치	
2002.10	오염총량관리기본방침 및 기술지침제정	
2002.10 ~ 2003.08	낙동강수계 오염총량관리 목표수질(안) 협의	
2003.02 ~ 2004.02	낙동강수계 5개광역시도 오염총량관리 기본계획 수립	
2003.09.03	낙동강수계 광역시도경계지점 목표수질 고시	
2004.01.07	낙동강수계 오염총량관리 목표수질 달성 유지인정을 위한 평가규정제정 (환경부예규)	
2004.01.10	낙동강수계 오염부하량 할당대상자가 설치해야하는 측정기기 등에 관한 규정고시	
2004.01 ~ 08	낙동강수계 부산, 대구광역시 오염총량관리 시행계획 수립	

\* 오염총량관리조사연구반: 특별법 제9조 제5항의 규정에 의해 시·도지사의 추천을 받아 구성된 총량제 전문위원회

량제 41개유역에 대한 유량관측망 등급화 기준항목은 정책적이고려 항목과 수문학적고려 항목으로 나누어 다음과 같이 선정하였다. 정책적인 고려에서 목표수질 확정지점 및 기존관측망과의 연계성 항목을 선정하였으며, 수문학적 고려 항목은 유역 전체의 물수지 파악을 위한 물수지 측면에서의 등급화와 본류하천의 중요성을 감안한 하천등급에 따른 등급화, 각

지류 유역의 대표성을 나타내는 유역의 대표성에 의한 등급화로 제시하였다. 표 2는 낙동강 오염오염총량관리 지점을 등급화 하기 위한 기준 항목을 보여주고 있으며, 표 3에서는 지점을 관리 중요도에 따른 A, B, C, D의 4개의 등급으로 분류한 결과를 GIS 낙동강 유역도상에 보여주고 있다(국립환경연구원, 2004).

표 2. 등급화 기준항목 선정

유량관측망 등급화 기준	등급화 기준 항목	비고
정책적 고려	목표수질 확정 지점 여부에 따른 등급화	
	기존 관측망과의 연계성 측면에 의한 등급화	
수문학적 고려	물수지 측면에 의한 등급화	
	유역의 대표성 측면에 의한 등급화	
	하천 등급에 따른 등급화	

표 3. 낙동강 오염총량관리 지점 등급화 결과

연번	지점명	등급	연번	지점명	등급
1	낙본A	B	25	회천A	B
2	낙본B	C	26	황강A	C
3	반변A	D	27	황강B	A
4	용전A	D	28	낙본H	A
5	길안A	D	29	남강A	B
6	반변B	B	30	남강B	C
7	미천A	D	31	남강C	B
8	낙본C	B	32	남강D	C
9	내성A	C	33	남강E	A
10	내성B	A	34	낙본I	C
11	금천A	C	35	낙본J	B
12	영강A	C	36	밀양A	B
13	이안A	D	37	밀양B	B
14	병성A	B	38	낙본K	A
15	위천A	D	39	낙본L	A
16	위천B	B	40	낙본M	B
17	낙본D	C	41	낙본N	B
18	감천A	B	1	황지A	D
19	낙본E	B	2	가야A	D
20	낙본F	A	3	묘산A	D
21	금호A	C	4	이연A	D
22	금호B	A	5	석천A	D
23	금호C	A	6	백천A	D
24	낙본G	A	7	임천A	D

<범례>

- A등급
- B등급
- △ C등급
- D등급

### 3. 낙동강 유량측정 현황 및 문제점

#### 3.1 낙동강 유량측정 현황

오염총량관리제도의 시행을 위한 자료 및 기술적 여건은 아직 미흡한 실정으로, 수질, 유량, 생태 등 기초 환경자료의 부족과 기 생산된 각종 자료들이 체계화, 종합화가 되어있지 않음은 앞서 언급한 바 있다. 이러한 기초자료의 제약성으로 인하여 2004년부터 현재 낙동강물환경연구소에서는 환경기초조사사업의 일환으로 저갈수기 유량 측정 및 수질 측정을 모든 오염총량관리 지점에 대하여 수행하고 있으나 아직 수집된 자료는 양적, 질적인 측면에서 부족한 면이 있다.

따라서, 우선 제1차 오염총량관리 계획을 위한 기준유량산정을 위한 유량자료는 기존의 건설교통부 등의 자료를 활용하여 기반자료가 구축되었다. 오염총량관리를 위한 유량자료는 계절적으로는 홍수기 유량보다는 저수기 유량 자료의 양적, 질적인 신뢰성이 우선되어야 하며, 또한 자료 계측의 연속성 및 표준화를 통하여 수문 및 수질 모형의 검증, 그리고 지점별 기준유량의 선정을 위한 기반이다. 따라서 기존의 관측 자료를 이용하는 경우에는 필수적으로 이들 자료에 대한 현황 및 신뢰성의 평가를 수행해야 한다.

현재 건설교통부는 5대강 홍수통제소에서 수위관측소를 운영하고 있으며, 주로 대규모 하천의 본류와 주요 지류 상에 배치되어 있다. 이는 주로 하천의 홍수예경보 및 치수관리를 위한 목적으로 사용되어왔으며, 매년 수위-유량관계를 개선하고 있다. 또한, 한국수자원공사 수위관측소들의 분포를 살펴보면, 주로 다목적댐의 운영을 위해 주요 다목적댐의 상류에 집중적으로 설치, 운영하고 있으며, 농업기반공사 수위관측소는 주로 대규모 농업용 저수지 부근과 평야 지역에 배치되어 있다(한강홍수통제소, 2001).

현재 오염총량관리제도의 시행과 더불어 환경부에서는 낙동강수계 오염총량관리 41개 지점에 대한 유량 및 수질측정을 매8일에 1회씩 측정을 수행하고 있어 이들 자료의 검보정 및 기준유량 산정에의 활용과

관련된 연구 또한 필수적일 것이다.

#### 3.2 기존 관측망에 의한 유량자료 평가

본 절에서는 기존 수위관측망의 운영실태, 자료구축상황, 측정기간별 변동요소 조사를 종합적으로 수행한 후, 향후 오염총량관리를 위한 유량관측 계획 수립시 활용 가능성 등을 검토하기 위하여 기존 관측망의 자료의 신뢰성을 조사 및 검토를 하여 보았다. 이때 분석 항목으로는 2002년 및 2003년의 낙동강 주요지점의 수위 및 유량자료를 이용하여 홍수기 및 갈수기의 결측률 현황을 조사하였으며, 또한 불확실성 분석 기법을 이용하여 각 수위관측지점 유량자료의 불확실도를 정량적으로 분석 검토하여 보았다. 이때 계절적으로 홍수기 및 갈수기, 그리고 지역적으로 낙동강 상류, 중류 및 하류 지역의 수위관측지점의 유량자료 불확실성을 부류하여 분석하였다. 그림 1에서는 이와 같은 기존 유량자료를 이용한 기존관측망 평가의 개요를 보여주고 있으며, 평가결과는 표 4 및 그림 2와 같다.

낙동강 주요 관측지점들에서의 결측율을 산정하여 본 결과 2002년의 경우 홍수기의 결측율은 46.78%, 비홍수기의 결측율은 46.58%로 산정되었으며, 2003년의 경우 홍수기는 8.79%, 비홍수기는 42.37%로 산정되었다. 결과적으로 2년 동안의 평균 결측율은 홍수기, 비홍수기 동안 각각 22.12%, 43.85%로 산정되었다. 이는 비록 제한적인 최근 연도에 대한 개략적인 분석이기는 하지만 오염총량관리에 필요한 저갈수기의 유량자료의 결측이 40%가 넘는다는 것은 기존 수위관측망의 성능개선, 특히 저갈수기 자료의 확충을 위한 노력이 필요함을 의미한다. 또한, 결측 및 이상치 자료의 개선을 위한 과학적인 자료관리시스템의 구축을 통하여 자료의 품질개선을 위한 더 많은 노력이 있어야 함을 말한다.

다음, 낙동강 기존 수위관측소를 상류, 중류, 하류로 구분하여 각각 홍수기 및 비홍수기의 불확실도 산정을 수행한 결과, 대체로 비홍수기가 홍수기보다 불확실도가 높게 나타나고 있으며, 비홍수기의 경우

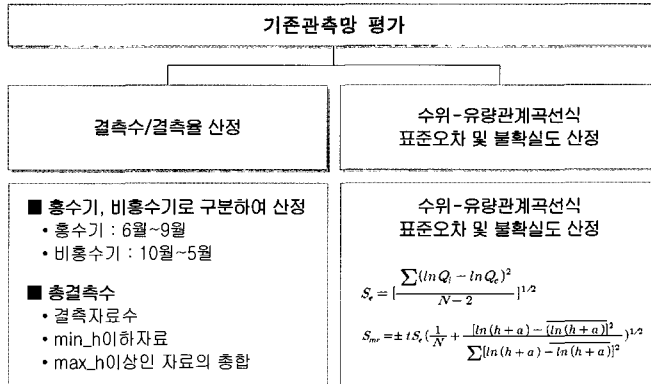


그림 1. 기존 관측망 평가의 개요

표 4. 결측율 산정결과

구 분	홍 수 기	비홍수기
2002년	46.78%	46.59%
2003년	8.79%	42.37%
전 체	22.12%	43.85%

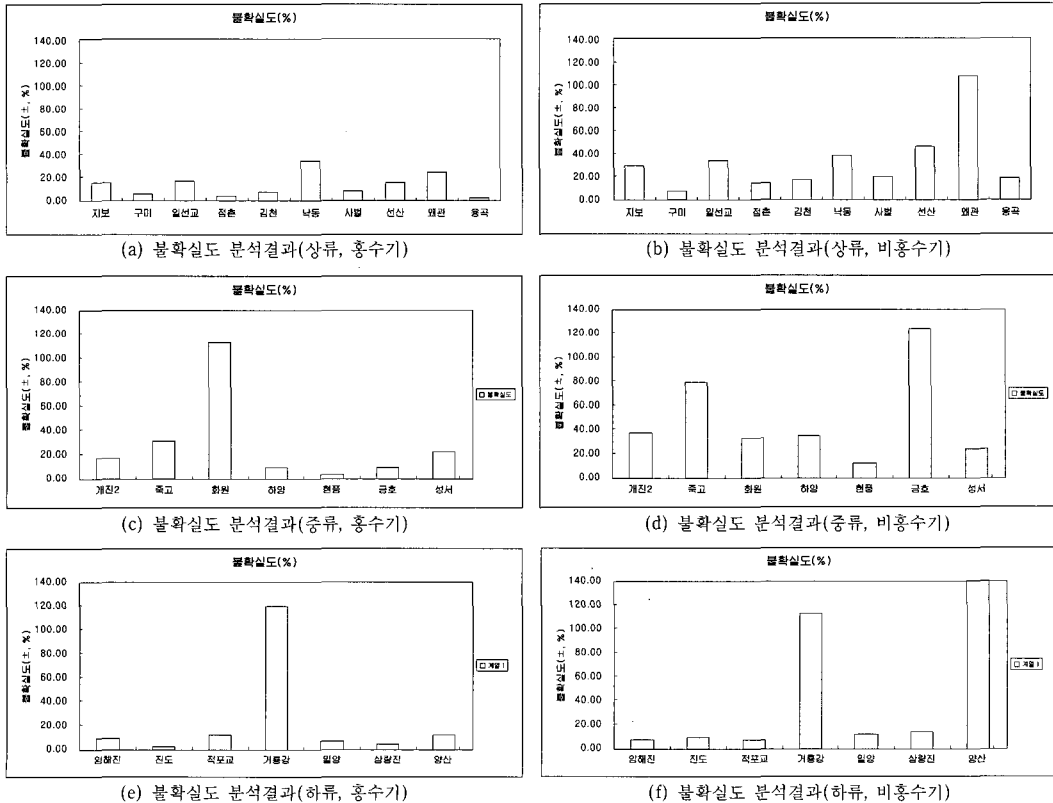


그림 2. 기존 유량관측망 불확실도 분석결과

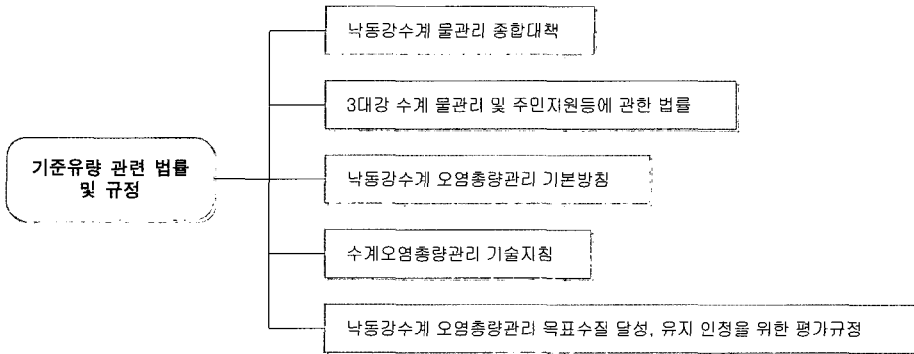


그림 3. 기준유량 산정 관련 법령 및 규정

표 5. 기준유량 산정 관련 법규 및 규정 발취

구 분	세 부 내 용
낙동강수계 오염총량관리 기본방침	제3조(오염총량관리대상 오염물질의 종류) ① 2004년부터 2010년까지 기간(제1차오염총량관리기간) 동안의 오염총량관리대상오염물질은 생물화학적산소요구량으로 한다. ② 2011년부터 2015년까지의 기간(제2차오염총량관리기간)동안의 오염총량관리대상 오염물질은 조사,연구반의 연구,검토를 거쳐 환경부장관이 법제37조규정에 의한 낙동강수계관리위원회와 협의하여 2005년 말까지 정한다.
	제11조(기준유량) ① 총량관리단위유역 및 소유역별 오염부하량 할당의 기준이 되는 유량은 과거 10년간 평균저수량으로 한다. 다만, 제2차 총량관리계획기간에 적용되는 기준유량은 조사,연구반의 연구,검토를 거쳐 환경부장관이 오염총량관리기본방침으로 정한다.
	② 제1항의 규정에 의한 기준유량은 유역변경실태, 측정된 유량자료를 바탕으로 산정하되, 구체적 방법은 기술지침으로 정함. 제25조(오염총량관리기술지침) ① 국립환경연구원은 오염부하량의 산정,기준유량의 산정, 수질모델 등 기본계획과 시행계획 수립에 필요한 기술지침을 조사,연구반의 연구,검토를 거쳐 정하고, 관계기관의 장에게 통보한다.
	제28조(제2차 오염총량관리 추진일정) ② 국립환경연구원은 제2차총량관리기간 적용할 오염총량관리 기본방침안, 기준유량설정안과 목표수질설정안을 조사,연구반의 연구,검토후 2006.6까지 장관에게 제출. ③ 국립환경연구원장은 제11조의 규정의 기준유량연구,검토를 거쳐 유량측정계획을 2003.6까지 제출.
수계 오염총량관리 기술지침	① 오염물질 거동분석, 유량-수질상관분석,수질모델링 입력자료 구축을 위한 유량측정은 수질조사지점과 동일 지점에서 수행하는 것을 원칙으로 함. ② 실제유량측정이 곤란한 지점에 한하여 가장 인접한 하류의 유량측정 자료나 수위로부터 추정된 자료를 바탕으로 비유량과 회수수량을 고려하여 유량 추정할 수 있다. ③ 조사지점에 수위표를 설치하여 수위-유량관계곡선식 도출, 측정시기 외의 자료 추정할수 있다. ④ 유량측정은 수질오염공정시험법을 따른다. ⑤ 기본계획 및 시행계획의 수립을 위하여 기본방침 제11조의 기준유량을 산정하는 시점에서 해당 유역에 대한 과거 10년 평균저수량에 대한 자료가 확보되지 않았을 경우, 가장 인접한 하류지점에서 측정된 유량자료 및 하천법제17조와 제20조에 의한 하천정비기본계획상의 하천유수이용현황과 하천유지유량 자료의 취수량과 회귀수량을 고려하여 과거 10년 평균저수량을 산정할 수 있다. ⑥ 제 ⑤항의 과거10년 평균저수량은 모형의 입력자료가 확보된 경우 물수지모형으로도 추정할 수 있으나, 이경우 반드시 모형의 보정과 함께 보정시와 상이한 조건에서의 검증과정을 거쳐야한다.

상류의 왜관지점, 중류의 금호지점, 하류의 거룡강 지점 등의 주요 지점의 불확실도가 높게 나타나고 있으며, 기준유량 산정의 기준지점으로 사용하고 있는 하류의 진동지점의 경우 비교적 홍수기 및 비홍수기의 불확실도가 낮게 나타나고 있다. 이와 같이 자료의 높은 불확실성은 기존 홍수관리 목적을 위한 관측자료를 직접 오염총량관리를 위한 기준유량의 산정이나 이행평가를 위한 자료로 활용하는 데는 제약이 있음을 보여주고 있다. 결론적으로 저갈수기 유량을 적정하게 관측할 수 있는 기준 유량관측망의 개선 뿐만 아니라 합리적인 확충 방안의 마련이 필수적이다.

로 진동지점을 이용하여 유황분석, 평균저수량의 산정, 면적비 기준유량 산정, 강우가중 기준유량의 산정, 물수지 요소(인위적요소)를 고려한 기준유량의 산정 방식을 이용하여 설정한 바 있다. 또한, 현재 낙동강 수계의 오염총량관리를 위한 기본계획은 경상남도, 경상북도, 강원도, 부산시, 대구시에서 수립하여 환경부의 승인 절차를 이미 거친 상황이며, 부산시 및 대구시의 시행계획 수립이 완료되었으며, 각 단위 유역별 시행계획 수립 중이다. 본 고에서는 표 6에 수록한 기 수립된 제1차 오염총량관리 기준유량 및 기본계획과 시행계획에서 적용되고 있는 기준유량에 대한 면밀한 분석과 검토를 수행하여 문제점 및 개선 방향을 수립하고자 하였다.

#### 4. 낙동강 기준유량 산정 문제점 및 개선방향

#### 4.3 기존 기준유량 산정 문제점 및 개선방향

##### 4.1 기준유량 산정 관련 법령 및 규정

낙동강 오염총량관리를 위한 기준유량 산정과 관련된 법률 및 규정에 대한 조사를 수행하여 개선방향의 도출시 규정에 적합한 기준유량 설정에의 기초자료로 활용하였다. 의무제 오염총량제 도입을 낙동강 수계 물관리 종합대책에서 수립하여, 3대강 물관리 및 주민지원등에 관한 법률에서 법률적인 기반이 마련되어 현재까지 낙동강수계 오염총량관리제도가 시행되고 있다. 낙동강수계 오염총량관리 기본방침 제 11조, 수계오염총량관리 기술지침 및 낙동강수계 오염총량관리 목표수질 달성, 유지 인정을 위한 평가규정에서 오염총량관리 기준유량을 10년 평균저수량으로 규정하고 있다. 다음 기준유량 관련하여 제정된 법률 및 규정들을 나열하고 있으며, 표 5에서는 관련 내용을 발췌하여 보여주고 있다.

기존의 제1차 낙동강 오염총량관리를 위한 기준유량 설정 및 낙동강 오염총량관리 기본계획과 시행계획에서의 기준유량 산정기법상의 문제점과 산정 단계별 문제점 분석결과는 그림 4와 같다. 이와 같은 문제점분석을 통하여 과학적, 합리적인 오염총량관리를 위한 기준유량 산정방향은 기존의 비유량법의 문제점을 개선할 수 있는 기법의 개선이 필요하며, 신뢰성 있는 기준유량 산정 방향의 설정과 수문-물수지-수질 연계 모의 방향 설정과 연구의 필요성이 요구된다.

##### 4.2 낙동강 기준유량 산정현황

낙동강 제1차 오염총량관리 기간(2004년~2010년) 동안 적용을 위한 기준유량안 설정은 기준지점으

#### 5. 낙동강 기준유량 산정 개선방향 제시

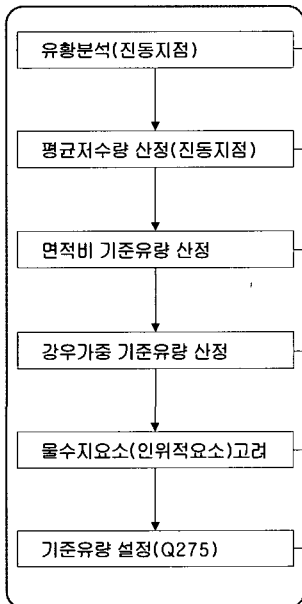
##### 5.1 기준유량 산정 원칙의 설정

제1차 낙동강 오염총량관리 기준유량안의 설정, 낙동강 오염총량관리 기본계획 및 시행계획에서의 기준유량 산정 기법 및 각 단계별 분석을 통한 문제점 분석을 통해 앞서 개선 방향을 도출하였다. 그 내용으로는 우선, 자연유량 산정을 위한 수문모형화

표 6. 낙동강 기준유량 산정 현황

구 분	수행기관	수립일자	기준유량 산정지점	지점수
제1차 오염총량관리 기준유량 설정	환경정책평가연구원	2003. 11	낙본A 등 오염총량관리 41개 단위유역	41
광역시·도별 오염총량관리 기본계획	강 원 도	2004	낙본A	1
	경상북도	2004	낙본B, 낙본C, 낙본D, 낙본E, 낙본F, 낙본G, 내성A, 내성B, 금천A, 영강A, 이안A, 병성A, 반변A, 반변B, 미천A, 용전A, 갈안A, 위천A, 위천B, 감천A, 금호A, 금호B, 금호C, 회천A, 밀양A	25
	대구광역시	2004	낙본F, 낙본G, 금호B, 금호C	4
	경상남도	2005. 2	낙본G, 낙본H, 낙본I, 낙본J, 낙본K, 낙본L, 낙본M, 낙본N, 황강A, 황강B, 회천A, 밀양A, 밀양B, 남강A, 남강B, 남강C, 남강D, 남강E	18
	부산광역시	2004	낙본L, 낙본M, 낙본N	3
단위유역별 오염총량관리 시행계획	대구광역시	2005. 3	낙본F, 낙본G, 금호B, 금호C	4
	부산광역시	2004. 9	낙본N	1

▶ 기준 산정기법 및 절차



▶ 문제점 및 개선방향

① 기준지점의 문제점: 강원도는 왜관지점을 기준지점으로 요구하여 적용하고 있음.  
 ② 유황분석은 진동T/M 지점 일수위 관측자료를 이용하여 산정하고 있으나, 여기에는 이미 취수량, 방류량, 유역변경 수량 등 물수지 요소가 고려된 수량이었으므로, 인위적 요소 고려와 상충되는 면이 있음. 즉, 자연유량 산정이 요구됨.

■ 적용값은 81.44CMS이지만, 근거자료 불명확(최종보고서 148 및 150P 참조)  
 - 전기간평균(31년) : 80.4CMS, 최근10년평균 : 69.7CMS, 최근20년 : 80.0CMS  
 최근 11년평균 : 85.74CMS로 제시되어 있음.

■ 면적비기준유량(Q)=A/A0\*Q0  
 여기서, A0:기준유역면적, Q0:기준유역유량

■ 강우가중 기준유량=강우가중값×면적비유량  
 강우가중값=단위유역별 DAD해석 강우값/전유역30년평균강우값  
 그러나, 산정제시된 강우가중값과 제시된 강우가중기준유량/면적비기준유량 값이 불일치하며, 근거자료 불명확, 관리 강우관측망 및 적정 가중치 산정 필요  
 예, 낙본B : 강우가중값=0.97, 면적비유량/강우가중유량=0.99(최종보고서 157P)  
 낙본C : 강우가중값=0.85, 면적비유량/강우가중유량=0.88(최종보고서 160P)

■ 최종보고서(149P)에서는 4개댐 방류량(2000~2002년), 취수량(5000TON/DAY 이상) 및 하수처리시설 방류량이 고려되었다고 언급되어 있으나, 미고려된 것으로 파악되며, 근거자료 불명확

■ 인위적인 요소 등 물수지 요소 고려 필요

■ 제1차 기준유량안 설정시에는 면적비 및 강우가중을 고려한 기준유량 산정  
 단위유역별 기준유량=진동지점 기준유량(81.44)(A/A0)×(P/P0)

그림 4. 기준유량 산정 절차 및 문제점 분석

기법의 적용의 필요, 물수지 모형을 이용한 인위적 요소의 체계적인 고려, 총량관리 시행의 전 과정에

미치는 고려요소별 불확실성 분석의 필요성, 관측 자료의 확충, 모형화 연구의 지속적 수행과 체계적



표 7. 제2차 낙동강 오염총량관리 기준유량 산정 개선방향 및 세부내용

구분	상세내용
개선방향	① 비합리적인 기준유량 산정 기법의 과학적 개선.
	② 신뢰성 있는 기준유량 산정 방향의 설정.
	③ 수문-물수지-수질 연계모의 방향 설정 및 연구.
세부적인 개선내용	① 자연유량 산정을 위한 수문모형화 기법.
	② 낙동강 유역 전체를 시스템화할 수 있는 물수지모형.
	③ 총량관리 시행의 전과정에 미치는 고려 요소별 불확실성 분석.
	④ 관측자료 확충, 모형화 연구 지속적 수행, 체계적인 부하량 조사.
	⑤ 우수기 비점오염원 유출특성을 고려한 기준유량안 설정 기법.
	⑥ 유역관리를 위한 강우관측망, 유량관측망 및 관측자료 조사, 연구.
	⑦ 대상물질 특성을 고려할 수 있는 기준유량안의 설정에 관한 연구.

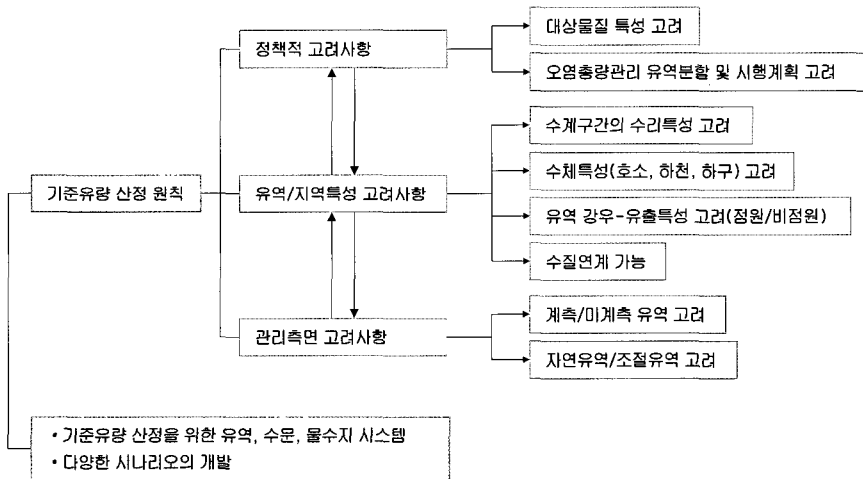


그림 5. 기준유량 산정 원칙

인 부하량 조사의 필요, 그리고 비점오염원 유출특성 등을 고려하여 기준유량안 설정을 위한 방안을 제시하는 것이 필요한 것으로 사료된다. 또한, 본 고에서는 문제점 분석과 법률 및 규정을 만족하며, 합리적, 과학적 오염총량관리 제도 시행의 의의를 달성할 수 있는 기준유량 산정 원칙을 도출하였다. 기준유량 산정의 원칙은 정책적 고려사항, 유역/지역특성 고려사항, 관리측면의 세가지 고려사항을 합리적으로 만족할 수 있는 기준유량 산정이 필요하며, 그림 5에 기준유량 산정 원칙을 체계적으로 정리하였다.

### 5.2 기준유량 산정 방안 제시

기준유량 산정 원칙을 반영할 수 있는 제2차 낙동강 오염총량관리 기준유량 산정 방향을 기존의 보고서 및 낙동강 오염총량관리 기본계획과 시행계획 그리고, 미국 등 다양한 국내의 사례 검토를 통해 설정하였다. 설정된 기준유량 산정 방향은 수문모형화 기법을 포함한 낙동강 오염총량관리유역 기준유량 설정 통합수문모형 시스템으로, 여기에는 낙동강 GIS/DB 시스템, 강우분석 시스템, 수문모의 모형시스템 및 유역통합 물수지시스템이 포함된다. 그림 6는 설정된 기준유량 산정 방향의 세부내용을 제시하고 있다.

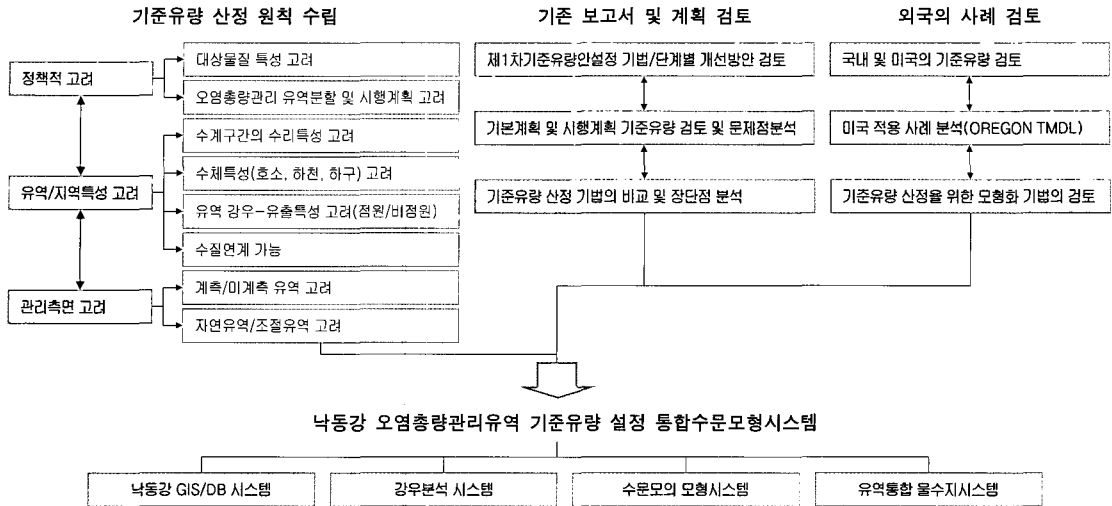


그림 6. 기준유량 산정 방안

## 6. 맺음말

본 고에서는 오염총량관리제도의 개요를 살펴보고, 오염총량관리제도 시행을 위한 유량자료 및 기준유량 산정의 문제점 분석을 통해 개선방향을 도출하였으며, 결론적으로 오염총량관리를 위한 기준유량 산정방안으로 통합수문모형시스템을 제시하였다. 향후 기준유량 관리 방안 및 기준유량 관리 효과 분석을 통한 최적인 도출을 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한, 오염총량관리제도의 주요한 축을 이루고 있는 수문모형, 수리모형, 수질모형을 연계한 각 요소별 불확실도 분석을 통한 안전율의 합리적인 산정과 제시를 위한 연구가 필요하다.

## 참고문헌

건설교통부(1996). 수자원관리기법개발 연구조사  
 건설교통부(1997). 1996년도 수자원 관리기법 개발 연구조사  
 건설교통부, 한국수자원공사(1999). 낙동강수계 수자원 개발계획 수립조사 보고서

경상남도(2004). 낙동강수계 경상남도 오염총량관리 기본계획  
 경상북도(2004). 낙동강수계 경상북도 오염총량관리 기본계획  
 건설교통부(1997). 낙동강수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정보고서  
 낙동강물이용조사단(2001). 낙동강물이용조사단보고서  
 낙동강수계관리위원회(2004). 낙동강 하천 수리특성 분석 및 수리모의 예측기법 개발(1차년도) 최종보고서  
 한국환경정책평가연구원(2003). 낙동강 오염총량관리를 위한 기준유량 설정 최종보고서  
 낙동강수계관리위원회, 국립환경연구원(2004). 낙동강수계 주요지점 유량측정망 구축을 위한 세부추진계획  
 대구광역시(2004). 대구광역시 낙동강 오염총량관리 기본계획  
 부산광역시(2004). 부산광역시 낙동강수계 오염총량관리 시행계획(안)  
 부산광역시(2004). 부산광역시 낙동강수계 오염총량관리 기본계획  
 한국수자원공사(1996). 낙동강수계 실시간 최적저수관리시스템 개발(분석모델부분)보고서  
 환경부(2004). 수질오염총량관리 업무편람