

연구논문

수질오염 총량관리계획과정의 오염부하량 할당에 관한 연구
- 경기도 광주시를 사례로 -

김시현* · 임재명

한국환경정책·평가연구원*, 강원대학교 환경공학과
(2005년 8월 25일 접수, 2005년 10월 7일 승인)

A Study on the Allocation of Permissible Water Pollution Load in the Total
Water Pollution Load Management Plan
- A Case Study of Gwangju, Gyeonggi Province -

Sie-Heon Kim* · Jay-Myung Rim

Korea Environment Institute*, Department of Environmental Engineering, Kangwon National University
(Manuscript received 25 August 2005; accepted 7 October 2005)

Abstract

Pollution load allocation can likely be much controversial, which is essential to formulate the total water pollution load management plan.

Existing rules(or guidances) in Korea, can provide no specific criteria for load allocation. Therefore, this paper studied(comprehensively) possible standards how or why to choose any particular allocation method, which was applied in the Gwangju City's load allocation for the satisfaction of set water quality goal.

This load allocation is basically focused on the load reduction of domestic wastewater rather than industrial wastewater, because the land-use is strictly regulated and larger sources of pollution are few in the Gwangju City.

This paper recommends the city to increase the capacity of sewage treatment plants, promote sewerage maintenance, and set higher effluent standards.

Key words : pollution load allocation, total water pollution load management plan, load reduction, land-use, sewerage maintenance, effluent standards

1. 서론

1. 연구의 배경과 연구의 목적

우리나라는 그 동안 팔당호 수질개선 등 수질관리 대책으로 1993년에 ‘맑은물 공급대책’을, 1996년에 ‘물관리 종합대책’을 수립·추진하였고, 팔당호 인근지역에 대하여 1975년에는 상수원 보호구역으로, 1982년에는 수도권정비 기본계획법에 의하여 자연보전권역으로, 1990년에는 팔당상수원 수질보전 특별대책지역으로 지정하여 엄격한 토지이용규제를 시행하였다. 그러나 이러한 대책을 추진해왔음에도 불구하고 1998년 수질조사에 의하면 팔당호의 수질이 급격하게 악화되었는 바, 이는 팔당상수원대책이 일정 규모 이상의 오염원 입지를 제한하는 규모에 따른 규제를 추진함에 따라 규제규모 미만의 소규모 음식점, 숙박시설, 축사 등이 대량으로 설치되어서, 개별오염원에서 배출허용기준을 준수하더라도 오폐수배출량이 많아져 하천에 배출되는 오염물질의 양이 늘어나기 때문이다.

따라서 배출농도 규제방식의 수질관리로는 상수원 수질개선이 어려워 4대강 특별법 제정과 함께 오염총량관리제도를 시행하게 되었다. 수질오염총량관리제도를 시행할 때에 중요한 문제는 자치단체 간에 또는 자치단체지역 내 오염원 간에 어떻게 오염부하량을 합리적으로 형평성에 맞게 할당하느냐이므로, 우리나라에서 최초로 시행한 경기도 광주시를 사례지역으로 하여 할당방법과 적용에 대하여 연구하였다.

2. 연구의 범위

그 동안 국내외에서 제안된 오염부하량 할당방법으로는 동일물 처리법, 동일농도 배출법, 1일 동일배출량 할당법, 1인당 1일 동일배출량 할당법, 동일발생부하량 삭감할당방법, 동일한 방류수역수질을 위한 할당방법, 동일한 단위처리비용 할당방법, 단위생산에 대한 동일처리비용할당방법, 단위원료사용량에 대한 동일배출량 할당방법, 유효소득에 비례한 제거

율 할당방법, 배출량에 따른 비용부과방법, 비용효과에 기초한 계절별 한도 할당방법, 최소처리비용법, 적용처리기술에 따른 할당방법, 환경용량 달성을 위하여 모든 배출자에게 균등의무 부과방법, 배출량에 비례한 제거율 할당 등 여러 가지가 있다(환경부, 2000, USEPA, 1991). 그러나 이러한 할당방법은 오염부하량 할당에 영향을 미치는 주요 변수인 대상오염물질의 종류와 현 규제정도, 오염인식 정도, 토지이용규제 정도, 점오염원과 비점오염원의 종류와 수, 대상구역의 면적과 특성, 할당과정에 있어서의 경제적인 이해관계 등과 종합적으로 연관하여 할당방법을 분석하여야 할 것이다. 이러한 주변상황은 지역에 따라 상이한 바, 이 논문에서는 특정한 지역상황의 경기도 광주시를 사례로 하여 부하량 할당방법을 연구하였다.

3. 연구의 방법

지금까지 오염부하량 할당과 관련한 주요 선행연구로, ①“한강수계 오염총량관리제 시행방안 연구보고서(환경부, 2000)” ②“수계오염총량관리 기술지침(국립환경연구원, 2002)” ③“팔당호수질보전을 위한 오염총량관리제의 효율적인 시행방안(경기개발연구원, 2000), ④“수질총량규제방식의 활용방안에 관한 연구(한국환경기술개발연구원, 1993)” ⑤“특정지역에서의 수질총량규제 시행방안연구(한국환경기술개발연구원, 1995)” ⑥“특정수계권역의 수질총량규제 방안 연구(한국환경정책평가연구원, 1997)” 등을 검토하여 참고하였다. 그러나 이들 연구는 부하량 할당방법의 내용설명이 추가되었고 할당과 관련된 주요 변수와 종합적으로 연관시켜 분석하지 못하였다. 구체적인 연구방법으로는 BOD를 기준으로, ①광주시 관내 경안천 유역의 환경조사, ②오염원 조사 및 예측, ③오염원별 부하량 산정, ④QUALKO를 사용한 수질예측모델 구축 및 수질예측, ⑤허용총량을 산정하고 ⑥부하량 할당 과정을 할당기준 제시와 함께 분석하였다.

II. 경기도 광주시의 수질오염총량관리 계획과 부하량 할당에 관한 사례연구

1. 경안천유역 환경조사

1) 총량관리대상지역의 선정

광주시 관할지역 중 총량관리 대상지역은 경안천 본류와 제1지천을 중심으로 광주시에 속하거나, 일부가 속하는 배수구역으로 하되, 광주시 관내 상수원 보호구역과 개발제한구역은 매우 엄격한 규제가 적용되어 총량관리의 실효성이 없으므로 총량관리 대상지역에서 제외하였다.

2) 유역 환경조사

수계 조사자료는 총량관리 대상물질이 BOD이므로, 주로 이와 관련하여 조사하되 환경부 수질측정망 자료를 이용하였고, 이것으로 미흡하여 추가조사(20개 지점)도 실시하여 유달을 산정, 모델의 보정 및 검증자료 등으로 사용하였다.

2 오염원조사 및 예측

1) 오염원 조사방법

오염원은 인구, 산업, 축산, 토지, 양식장, 매립장 계로 분류하여 오염총량관리계획수립지침(환경부고시 제1999-143호, 1999.9.15)에 따라 조사하되, ① 모든 오염원 현황은 2002년을 기준으로 조사하고, 시간적 변화를 파악하기 위하여 과거 5년 이상의 자료를 확보하고 ② 모든 오염원은 행정리·동별로 파악하며 ③ 행정단위별로 조사된 오염원을 소유역별로 부하량산정에 이용할 수 있도록 소유역-행정구역 대비목록을 작성하였다.

또한 오염원은 이 지역에서 하수처리장이 가장 큰 처리시설이면서 큰 점오염원이므로 4개 하수처리권역 등(광주·경안·매산권역, 곤지암·만선권역, 오포권역, 도척권역, 처리구역 외)으로 구분하여 조사하였다.

2) 목표연도(2007년)의 오염원 예측

과거 5년간(1998~2002) 증가율을 고려하여 2007년까지 예측하였는바, 인구는 자연증가율 3.3%와 상승인된 공동주택인구를 합산하였고(228천 명), 산업계 오염원의 폐수발생량과 배출량은 각각 연 5.6%, 4.1%씩 증가하는 것으로 예측되었다(폐수발생량은 11,052m³/일, 폐수배출량은 7,152m³/일). 축산계 오염원은 2007년까지 2002년 수준을 유지하는 것으로 전망된다(소: 4,487마리, 돼지: 6,057마리, 닭: 647,916마리).

3 오염원별 부하량 산정

1) 부하량 산정방법

오염원별 부하량 산정은 오염총량관리계획수립지침(환경부고시 제1999-143호, 1999. 9. 15)에 따랐으며, 하수종말처리시설 등 환경기초시설의 처리효율은 실측치를 사용하였고, 오수처리시설 등 개별처리시설의 처리효율은 실측치를 사용하되 실측치가 없는 경우에는 기준처리율, 방류수수질기준, 배출허용기준을 적용하였다. 축산에 의한 발생부하량은 축종별 사육두수에 원단위를 곱하여 산정하고 배출부하량은 축산두수에 의한 규모별 기준(허가/신고, 신고미만)과 폐수처리시설의 종류와 축분처리방법을 고려하여 동 지침에 따라 계산하였다.

또한 토지계 오염의 배출 부하량은 평수가를 기준으로 토지원단위와 강우배출비로 산정하였다(환경부, 2003, 광주시, 2003). 양식장의 부하량 산정은 시설면적과 처리시설의 효율을 적용하였으며, 매립장 침출수는 처리시설 운영실적 자료를 이용하여 부하량을 산정하였다. 그 결과 총량관리대상지역 내에서의 예상발생부하량과 예상배출부하량은 다음과 같다(표 1).

위 표 1에서 보면광주시 총량관리대상지역 내에서 2007년의 예상발생부하량(26,471.4kg/일)을 2002년 당시의 기존삭감시설로 삭감한 후의 예상배출부하량은 4,113.1kg/일 이다.

표 1. 총량관리 대상지역 내 예상발생 부하량 및 예상배출부하량

(단위: BOD, kg/일)

구 분		2003	2004	2005	2006	2007
예상발생 부하량	생 활(인구)	11,039.3	12,000.2	12,532.9	13,035.4	13,639.9
	축 산	6,095.7	6,095.7	6,095.7	6,095.7	6,095.7
	산 업	3,310.3	3,494.2	3,688.4	3,893.3	4,109.6
	토 지	2,253.9	2,343.2	2,430.8	2,518.5	2,606.3
	양식장	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9
	매립장	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	소 계	22,720.5	23,953.2	24,767.7	25,562.8	26,471.4
기존 삭감부하량	생 활	9,454.8	9,933.0	10,398.1	10,790.2	11,254.6
	축 산	6,012.7	6,012.7	6,012.7	6,012.7	6,012.7
	산 업	3,253.0	3,434.6	3,626.4	3,828.8	4,042.5
	토 지	900.8	937.4	972.3	1,007.4	1,042.6
	양식장	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
	매립장	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	소 계	19,627.2	20,323.6	21,015.4	21,645.0	22,358.3
예상배출 부하량	생 활	1,584.5	2,067.2	2,134.8	2,245.2	2,385.3
	축 산	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0
	산 업	57.3	59.6	62.0	64.5	67.1
	토 지	1,353.1	1,405.8	1,458.5	1511.1	1563.7
	양식장	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	매립장	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	소 계	3,093.3	3,629.6	3,752.3	3,917.8	4,113.1

이 부하량과 서하보에서의 목표수질을 유지할 수 있는 총량관리 대상지역에서의 배출이 허용되는 허용총량과 비교해 보아야 한다. 만약에 광주시에서 추가적으로 개발사업을 추진하려면 2007년의 예상 배출부하량(4,113.1kg/일)을 허용총량보다 적게 되도록 삭감하여야 할 것이다.

다음은 허용총량을 산정하기 위하여 QUALKO 수질예측모델의 구축, 유량·수질관련 자료의 구축, 모델의 보정·검증절차를 거친다.

4. 수질예측모델의 구축

1) 수질예측모델의 선정

모델은 각각 장단점이 있으나 QUALKO 모델이 QUAL2E 모델에 비하여 조류에 의한 BOD 내 생산과 $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 질산화에 의한 BOD 변화를 반영할 수

있는 등의 상대적인 유리한 점을 고려하여 QUALKO 모델을 선정하였다.

2) 수질예측 모델의 모식도와 오염원

경안천 상류에 위치한 광주시와 용인시의 행정경계 부근의 파담보에서 경안천 하류의 서하보(서하교 하류1.5km)까지 약 18.8km에 대하여 모델을 적용하였다. 경안천 본류로 유입되는 지류 중 오산천과 곤지암천은 모델구간을 구분하여 각각의 하천에 대해 수질변화를 모의할 수 있도록 하였다. 오산천은 왕림교에서 오산천 하구에 이르는 약 7.4km 구간으로 구분하였고, 곤지암천은 만선교에서 곤지암천 하류까지 약 20.6km 구간을 모형구간에 포함하였다.

경안천 본류에서는 모산양수장, 매산하수종말처리장, 고산천, 오폐대교옆지류, 양벌양수장, 고산양수장, 롯데칠성공장, 양벌 제1취수장, 중대천, 역리양수

표 2. 경안천 유역 주요지점의 평균유달율

구 분	BOD	TN	TP
오포대교옆지류	0.446	0.487	0.951
중대천	0.199	0.237	0.220
직리천	0.209	0.218	0.392
목현천	0.261	0.269	0.532
무갑천	0.110	0.164	0.312
번 천	0.285	0.298	0.566
우산천	0.177	0.168	0.342
학동천	0.369	0.358	0.910
노곡천	0.176	0.252	0.498
신촌천	0.212	0.356	0.577
곤지암천최상류	0.193	0.271	0.359
광주평균	0.255	0.290	0.511
곤지암천평균	0.275	0.363	0.459

장, 목현천, 광주하수종말처리장, 신월천, 서하양수장과 무갑천 등 총 15개 점오염원을 고려하였고, 곤지암천은 만선하수종말처리장, 상열미천, 수평양수장, 신촌천, 노곡천, 늑현양수장, 산리천, 학동천, 곤지암하수종말처리장, 지월양수장 등 총 11개 점오염원을 고려하였고, 오산천은 능평천2, 문형리와 매산

천 등 4개 지점 등 총 30개 점오염원을 고려하였다.

점오염원들에 대한 부하량은 각 하천으로 유입되는 주요 지류별로 산정하였고, 부하량 계산은 인구, 산업, 축산, 비점오염원 등의 항목별로 계산되어진 값의 각 지류별 합계를 사용하여 수질농도(mg/L)값을 계산하였다. 이 경우에 수질 미측정 지류와 본류구간의 잔류유역(지류를 통하지 않고, 본류로 직접 유입되는 구간의 유역)에 대해서는 유역 평균 유달율을 적용하였다.

3) 유량 및 수질자료의 구축

실측자료가 있는 경우에는 실측자료의 해당기간 평균값을 사용하였고, 향후 수질예측을 위한 유량은 “경안천 하천정비 기본계획(보완)(건설교통부, 1998)”의 여주수위표지점의 충주댐 설치전 유황자료를 이용하여 유량-면적비 관계에 의하여 산정하였고 경안천 유역내 경안 수위관측소(경안1교)의 자료는 측정성과 부족으로 보완자료로 사용하였다.

또한 수질예측시 하수종말처리장으로부터의 방류량은 경기도 “광주하수도정비 기본계획(변경)(광주시, 1999)”의 신·증설계획량을 고려하여 산정하였다.

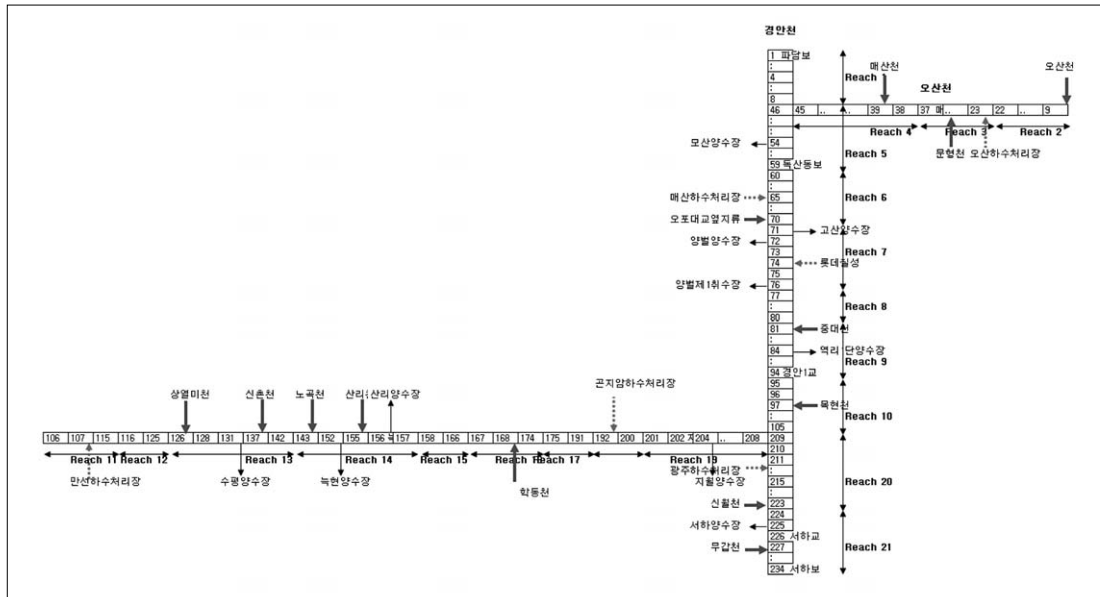


그림 1. 경안천, 곤지암천, 오산천 전구간 수질모델 모식도

양·취수장은 “경안천 하천정비 기본계획(보완) (건설교통부, 1998)”, “경안천 하천정비 기본계획(경기도, 1987)”, 경기도의 “곤지암천 하천정비 기본계획(경기도, 1987)”에 있는 곳으로서 광주시의 취수량 자료를 기본으로 하여 양·취수량을 결정하였고, 회귀율도 결정하였다. 모델의 보정·검증과 유달을 산정을 위하여는 경안천 배수구역에서 20개 지점에 대한 2000년도 실측자료를 이용하였고, 환경부 수질측정망자료도 보완적으로 이용하였다.

4) 모델의 보정과 검증

모델의 보정시에 2000년 실측자료(유량·수질)를 사용하였으나, 실측자료가 없는 경우에는 경안천 하구지점의 유량을 이용하여 유역면적대비 유량과 유역적 특성이 비슷한 지역의 유달율과 1999년 배출부하량 자료를 사용하여 경안천 유입농도를 계산하여 모델에 적용하였다.

모델의 검증 시에는 2002년의 배출부하량 자료와

표 3. 모델의 보정·검증에 사용된 경안천 본류 및 지류의 기준유량(평수량) (단위: m³/sec)

구 분		면적(km ²)	평수량
Head-water	광주, 용인경계	149.020	2.037
	오산천최상류	14.632	0.200
	곤지암천최상류	38.470	0.526
주요지류	문형천	7.145	0.098
	오포대교옆지류	2.524	0.035
	중대천	28.561	0.390
	목현천	17.482	0.239
	곤지암최상류	38.470	0.526
	상열미천	3.814	0.052
	신촌천	13.571	0.186
	노곡천	49.791	0.681
	산이천	2.935	0.040
	학동천	10.886	0.149
	신월천	4.575	0.063
	무갑천	12.525	0.171
	번천	33.702	0.461
	우산천	40.351	0.552

2000년의 실측자료 및 유달율을 사용하여 각 오염원의 경안천 유입농도를 계산하여 모델에 적용하였다. 이 모델보정과 검증 시 적용한 기준유량(평수량)은 표 3과 같다.

5. 기준배출부하량과 허용총량의 산정

총량으로 수질을 관리하고자 하는 경안천 하단부인 서하보(목표수질관리지점)에서의 목표수질 5.5mg/L을 만족하기 위하여 유역에서 배출할 수 있는 BOD 총량을 보정·검증을 끝낸 수질예측모델을 이용하여 목표지점에서 산정한 것을 기준배출부하량이라고 한다. 이때 유달부하량은 목표수질 평수량이 된다.

이 유달부하량에 안전율을 감안한 것이 실제로 유역에서 배출할 수 있는 허용총량으로 볼 수 있다.

서하보에서의 목표수질을 만족하는 기준배출부하량을 산정하기 위하여 구분하여 적용한 인구증가율, 부하량 삭감방안적용전후, 토지자료 보완 전후 등의 상황을 달리하여 6개의 사례로 나눠서(표 4) 서하보 상류의 배출부하량과 서하보에서 예측된 수질을 QUALKO 모델을 사용하여 조사하였다.

여기에서 고려한 부하량 삭감방안으로는 ①하수종말처리장 증설, ②방류수질 강화, ③하수관거 정비에 의한 오염 삭감, ④산업폐수의 하수종말처리장 연계처리, ⑤비점오염 저감시설 설치를 모두 적용하였다. 또한 인구증가율의 경우에는 ①기본증가율(3.3%/년 + 기 허가된 공동주택에 의한 인구증가), ②기본증가율에 광주시의 지역개발사업을 추가한 경우의 인구증가율, ③②에 추가개발사업까지 고려한 경우의 인구증가율로 구분하여 사례를 구성하였다.

토지자료 보완의 경우 「보완 전」이라 함은 토지지목변경허가시의 토지지목에 따라 부하량을 산정한 경우이고, 「보완 후」라 함은 토지지목변경허가 이후에 실제로 허가된 지목대로 토지이용이 되고 있는 상태에서 부하량을 산정한 경우이다.

위와 같이 부하량 계산에 적용된 6개 사례별로 배출부하량과 서하보 수질을 조사하면 표 4와 같다.

표 4. 기준배출부하량 산정을 위한 수질예측 6개 사례

구분	부하량 계산에 적용된 방안				배출부하량 (BOD, kg/일)	서하보 수질 (BOD, mg/L)
	대상년도	삭감방안 적용전후	토지자료 보완	적용한 인구증가율		
사례 1	2007	적용 후	보완 후	기본증가	2,708.6	4.98
사례 2	2007	적용 전	보완 후	기본증가	3,404.8	5.84
사례 3	2007	적용 전	보완 후	기본+ 지역개발 + 추가개발	4,213.8	6.57
사례 4	2007	적용 전	보완 전	기본+ 지역개발	3,709.0	6.12
사례 5	2007	적용 전	보완 전	기본증가	3,278.8	5.73
사례 6	2007	적용 후	보완 전	기본증가	2,627.5	4.91

경안천 수질이 용인시의 영향을 받으므로 광주시와 용인시의 경안천 경계지점(경안3지점)의 수질은 서하보의 목표수질 BOD 5.5mg/L과 똑같이 적용하였다.

표 4의 6개 사례를 회귀분석을 하여 그래프로 표시하면 그림 2와 같다. 이 경우에 회귀방정식은 $y=925.12x-1941.9$ 이고 $R^2=0.9898$ 로서 거의 1차식이다.

그림 2 또는 회귀방정식에서 서하보 수질이 5.5ppm인 경우의 기준배출부하량 값을 계산하면 3,146.3kg/일이다.

3대강 수계의 경우 안전부하량을 최소 10%로 하고 있음을 고려하여, 광주시 총량관리 계획의 경우에는 목표수질 설정시에 5%의 안전율을 감하고, 다시 기준배출부하량(3,146.3kg/일)에서 기본적인 오염원 증가로 인한 부하량(2,684.7kg/일)의 5%(134.2kg/일)를 감하여 허용총량(3,012.1kg/일)으로 하였다.

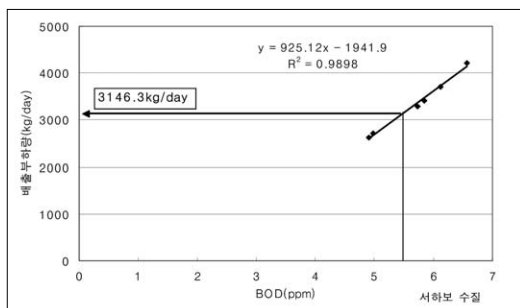


그림 2. 서하보 기준배출부하량산정을 위한 그래프

6. 삭감부하량의 할당방안

광주시의 토지이용규제상황을 보면 팔당호 수질 보전과 수도권 정비 등의 목적으로 퇴촌면, 중부면, 남종면, 초월면 일부는 1975년에 상수원보호구역(82.4km²)으로 지정되었고, 초월면, 퇴촌면 등은 1972년에 개발제한구역(106.49km²)으로 지정되어 있다. 또한 한강법에 의하여 1999년에 광주시 일부 지역이 수변구역(9.611km²)으로 지정되었고, 광주시 전역은 수도권정비기본계획법에 의하여 1982년에 자연보전권역으로 지정되었고, 환경부고시 90-15호에 의하여 팔당호상수원수질보전특별대책지역 I 권역으로 지정되어 있다. 따라서 광주시는 인구증가와 수질오염을 유발할 우려가 큰 오염원이나 대규모 개발사업의 입지가 제한되고 있다.

이러한 상황에서는 추가적으로 사전오염대책인 토지이용규제를 하면 이미 상당한 토지이용규제가 있으므로 부하량삭감의 효과도 미약하고, 지역주민의 반발만 초래할 수 있으므로 사전적인 오염대책보다는 하수종말처리장 확충 등 사후처리대책에 우선하여 부하량을 삭감하여야 할 것이다. 또한 토지이용규제 때문에 대규모 배출업소가 없으므로 전체 오염부하량 중 생활계 오염부하량의 비중이 상당히 크므로 이의 삭감을 위하여 우선적으로 하수종말처리장에 부하량을 할당하고 처리장 증설, 하수관거 정비, 방류수 수질개선을 계획에 반영하였다. 이러한 경우에는 정부에서 하수종말처리장 건설비를 과격적으로 지원함으로써 재원조달문제가 해결되어 총량관리계

획의 집행 가능성이 높고, 일반 주민과 산업체간에는 부하량 삭감에 따른 비용 부담의 공평성이 유지되어 동 계획을 공론에 부쳤어도 할당에 따른 큰 문제제기가 없다(Gerald W. Boese, 2002). 또한 그곳의 3층 이상 배출업소(롯데칠성, 빙그레)와 하수처리장 간의 방류수 기준을 똑같이(5ppm) 함으로써 형평성도 유지하였다. 또한 삭감에 소요되는 처리비용의 지불능력 관점에서 보더라도 정부의 재정지원과 하수도사용료의 형태로 주민에게 공평한 방법으로 전가되므로, 별로 문제될 것이 없고, 하수종말처리장에 고도처리시설을 적용하는 것도 기술적으로 가능하므로 기술적 실현가능성도 문제가 없을 것이다.

만약에 소수의 소규모 산업시설에 삭감부하량을 조금씩 할당한다면 산업시설마다 지불능력 등 처한 상황이 상이함으로 처리시설 설치에 따른 비용부담과 삭감량 배분의 형평성 문제 등이 제기되어 동 계획의 집행가능성, 공평성의 관점에서 문제가 제기될 수 있다. 또한 대부분이 소규모 산업시설이므로 전체적으로 삭감의 효과도 적을 것이다.

다음은 비점오염원보다 점오염원에 우선하여 삭감부하량을 할당한 것은 비점오염원의 삭감효과 불

확실성과 주로 지방예산으로 비점삭감시설을 설치함에 따른 재원조달문제 등으로 삭감계획의 집행가능성, 기술적인 실현가능성을 고려한 것이다.

물론 전체적인 관점에서 삭감부하량을 더 늘려야 하는 경우에는 또다른 점오염원, 비점오염원의 삭감방안을 강구하여야 할 것이다.

이러한 관점에서 삭감부하량 할당의 우선순위는 ①사전오염대책보다는 사후오염대책에 할당우선순위를 두고 ②사후오염대책 중 비점오염원보다 점오염원에 할당우선순위를 두고 ③점오염원 중에서는 비중이 큰 생활계오염원에 우선 할당하고, 연계처리함으로써 산업계 오염원에 부차적으로 할당하였다. 삭감부하량을 할당한 결과는 표 5과 같다.

따라서 삭감부하량 할당은 여러 오염원 중에서 생활(인구)계 부하량 삭감이 제일 크고(1,267.9kg/일), 산업계 부하량 삭감(25.7kg/일)은 소규모 배출업소를 하수종말처리장에 연계처리함으로써 이루어진다. 3종 이상 대형산업계오염원은 롯데칠성(3,400m³/일), 빙그레(6902m³/일), 우진산업이 있으나, 우진산업은 기 하수처리장에 연계처리중이므로 할당할 필요가 없고, 롯데칠성, 빙그레에 대하여는 하수처리장

표 5. 오염원별 삭감부하량 할당(추가삭감) 및 그로 인한 허용배출부하량 (단위: BOD, kg/일)

구 분		2003	2004	2005	2006	2007
오염원별 추가삭감 부하량 할당	생활(인구)	0.0	633.7	817.6	1,037.8	1,267.9
	축산	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	산업	0.0	0.0	0.0	0.0	25.7
	토지	0.0	0.0	0.0	5.6	27
	양식장	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	매립장	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	소계	0.0	633.7	817.6	1,043.4	1,320.6
그 결과 허용배출 부하량	생활	1,584.5	1,433.5	1,317.2	1,207.4	1,117.4
	축산	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0
	산업	57.3	59.6	62.0	64.5	41.4
	토지	1,353.1	1,405.8	1,458.5	1,505.5	1,536.7
	양식장	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	매립장	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	소계	3,093.3	2,995.9	2,934.7	2,874.4	2,792.5

과 같이 목표연도까지 5ppm으로 배출허용기준을 정하여 할당하였다. 또한 토지(비점)계 오염원은 삭감 효과의 불확실성을 감안하여 80%는 유보하고, 일단 20%인 27kg/일을 삭감량으로 인정하였다.

그 결과 경기도 광주시 수질오염총량관리계획에서 삭감부하량이 할당되는 과정을 보면, 2007년 발생부하량은 총 26,471.4kg/일이고 이 중에서 기존삭감량(2002년의 삭감시설용량 및 삭감방법에 의한 연차별 삭감량) 22,358.3kg/일을 감하고, 추가삭감량(2003년 이후 추가삭감시설 용량 및 삭감방법에 의한 추가적인 삭감량) 1320.6kg/일을 감하면 2007년에 배출할 수 있는 총 배출부하량은 2,792.5kg/일이 된다.

7. 개발 부하량의 할당방안 강구

추가 삭감부하량을 할당하고 난 후에 남는 부하량은 2,792.5kg/일이고, 허용총량은 3,012.1kg/일이므로 나머지 실제로 개발에 사용할 수 있는 부하량은 표 6과 같이 219.6kg/일이 된다.

우선적으로 고려할 개발 부하량 할당의 우선순위는 ①광주시에 제시한 지역개발사업으로 주민 전체에 이익이 되는 공공성이 강하거나 지역경제활성화에 도움이 되는 주민숙원사업으로서 상호 협의에 의하여 선정된 23개 사업(부하량 80.7kg/일)이다. ②나머지 개발부하량(138.9kg/일)은 광주시에 제시한 추가개발사업(공동주택 8,000세대 건설-130.7kg/일)에 할당하였고 그 나머지 부하량(8.2kg/일)은 급격한 오염원 증가 등에 대비한 여유부하량으

로 남겨두었다.

공동주택 8,000세대를 건설하는 추가개발사업의 광주시 내부에서의 부하량 재할당(위치선정 등)은 합리적이고 형평성 있는 부하량 할당 사례를 고려하고, 광주시의 도시기본계획 등 행정계획과 민원사항 등을 검토하며 각계의 의견을 수렴할 수 있는 위원회에서 우선순위를 정하여야 할 것이다.

III. 결론

본 연구에서는 특정지역인 경기도 광주시의 수질오염 총량관리계획 수립과정에서의 부하량 할당사례를 검토하여 다음과 같이 정하였다.

1) 경기도 광주시는 개발제한구역과 상수원보호구역 지정 등 많은 토지이용 규제로 인하여 인구증가와 수질오염을 유발할 우려가 큰 오염원 또는 대규모 개발사업의 입지가 제한되고 있다.

이러한 상황에서는 추가적인 토지이용규제는 부하량삭감의 효과도 미약하고 지역주민의 반발만 초래할 수 있으므로 사전적인 오염대책보다는 하수종말처리장 확충 등 사후처리대책에 우선하여 부하량을 삭감하여야 하되, 토지이용규제 때문에 대규모 배출업소가 없고 전체 오염부하량 중 생활계 오염원의 비중이 매우 높으므로 생활계 오염부하량의 삭감을 위하여 점오염원 중에서 우선적으로 하수종말처리장에 부하량을 할당하였고, 처리장 증설, 하수관거 정비, 방류수수질개선을 총량관리계획에 반영하였다. 이러한 경우에는 정부에서 하수종말처리장 건설비를 지원함으로써, 재원조달문제가 해결되어 총량관리계획의 집행 가능성이 높고 삭감효과도 크며, 주민 또는 기업 간에는 부하량 삭감에 따른 비용 부담의 공평성이 유지되어 동 계획을 공론에 부치더라도 할당에 따른 문제제기가 없을 것이다.

만약에 소수의 소규모 산업시설에 삭감부하량을 조금씩 할당한다면 처리시설 설치에 따른 비용부담과 삭감량 배분의 형평성 문제가 제기되어 동 계획의 집행가능성, 공평성의 관점에서 문제가 제기될 수 있

표 6. 개발부하량 할당우선순위 (단위: BOD, kg/일)

구 분	부 하 량
2007년 허용총량	3,102.1
2007년 삭감 후 잔여부하량	2,792.5
개발에 사용가능 부하량	219.6
① 광주시 지역개발사업	80.7
② 광주시 추가개발사업(공동주택 8,000세대)	130.7
③ 여유부하량	8.2

다. 또한 소규모 산업시설이므로 삭감의 효과도 적을 것이다.

2) 다음은 비점오염원보다 점오염원에 우선하여 삭감부하량을 할당한 것은 비점오염원의 삭감효과 불확실성과 지방예산으로 비점삭감시설을 설치함에 따른 재원조달문제 등으로 삭감계획의 집행가능성, 기술적인 실현가능성을 고려한 것이다. 물론 전체적인 관점에서 삭감부하량을 더 늘려야 하는 경우에는 또 다른 점오염원, 비점오염원의 삭감방안을 강구하여야 할 것이고, 이때에도 배경상황과 그에 맞는 할당방법을 강구하여야 할 것이다.

참고문헌

광주시, 1999, 하수도정비기본계획(변경), 1-579.
 광주시, 2004, 경기도 광주시 수질오염총량관리계획, 1-1~6-28.
 건설교통부, 1998, 경안천 하천정비기본계획(보완).
 경기도, 1987, 경안천 하천정비기본계획, 1-691.
 경기도, 1987, 곤지암천 하천정비기본계획, 1-577.

경기개발연구원, 2000, 팔당호 수질보전을 위한 오염총량관리제의 효율적인 시행방안, 1-139.
 국립환경연구원, 2002, 수계오염총량관리 기술지침.
 환경부, 2000, 한강수계 오염총량관리제 시행방안 연구 최종보고서, 1-1~6-2.
 환경부, 2003, 경기도 광주시 오염총량관리계획 시행방안, 51.
 한국환경기술개발원, 1993, 수질총량규제방식의 활용방안에 관한 연구, 1-284.
 한국환경기술개발원, 1995, 특정지역에서의 수질총량규제 시행방안연구, 1-164.
 한국환경정책·평가연구원, 1997, 특정수계권역의 수질총량규제방안 연구, 1-244.
 Gerald W. Boese, 2002, Approaches to the allocation of loads in TMDLs, 1-24.
 USEPA, 1991, Guidance for Water Quality-based Decisions: The TMDL Process. EPA 440/4-91-001.