

발간등록번호
11-1480523-001683-01

NIER NO. NIER-RP2013-273

수질오염총량제의 민간참여 효과분석과 활성화 방안

물환경연구부 수질총량연구과

김홍태, 신동석, 박지형, 박배경, 박재홍, 정제호, 김용석,
황하선, 오승영, 최문수, 정유진

The effect analysis of private participation and
activation method in the TMDL system parts.

H.T. KIM, D.S. SHIN, J.H. PARK, B.K. PARK, J.H. PARK, J.H. JEONG, Y.S. KIM,
H.S. HWANG, S.Y. OH, M.S. CHOI, Y.J. JEONG

Water Environment Research Department
Water Pollution Load Management Research Division

2013



국립환경과학원

National Institute of Environmental Research

목 차

목차	i
표목차	ii
그림목차	iii
Abstract	iv
I. 서 론	1
II. 연구내용 및 방법	2
III. 연구결과 및 고찰	3
1. 수질오염총량제 민감참여현황	3
가. 법적근거	3
나. 현황	3
다. 문제점	5
2. 민간참여 국내·외 사례분석	7
가. 수질분야	7
나. 대기분야	12
4. 민간할당 잠재량 및 삭감효과 분석	17
가. 4대강수계 삭감대상시설 범위	17
나. 개별배출시설의 현황조사 결과	18
다. 개별배출시설 저감잠재량 분석절차	21
라. 개별배출시설 저감잠재량 분석결과	22
마. 개별시설 할당에 따른 수질 개선효과 분석	23
바. 비용편익 분석	25
5. 민간참여 활성화방안 검토	29
가. 제도적측면	29
나. 기술적측면	30
다. 경제적측면	33
라. 인센티브 및 배출권거래 도입	34
마. 결과고찰	37
IV. 결 론	38
참 고 문 헌	39

표 목 차

<표 1> 3 major river basins 2nd stage TMDL allocation facilities	4
<표 2> Private group T-P allocation loads and water quality monitoring results	4
<표 3> Inter-local public development allocation load exchange examples	8
<표 4> WQT's kinds of trading programs	11
<표 5> Private discharge facility control volume and range	17
<표 6> Direct discharge facilities of whole private sewage disposal facilities	20
<표 7> Scenario of BOD reduction potential analysis results	22
<표 8> Scenario of T-P reduction potential analysis results	23
<표 9> Nakdong river water quality improvement effect analysis results	23
<표 10> Private allocation facilities water quality improvement effect	24
<표 11> Scenario1 reduction potential vs. water quality improvement effect	24
<표 12> Scenario1 reduction potential vs. working expense	25
<표 13> Mean inflow water quality per category	26
<표 14> BOD design water quality vs. inflow water quality ratio	26
<표 15> Major STP disposal method vs. expense function analysis results	26
<표 16> Small STP disposal method vs. expense function analysis results	27
<표 17> Small STP facilities(whole 486) statistical results	27
<표 18> Small STP facilities construction expense estimation function	27
<표 19> Public STP reduction load and new construction expense analysis	28
<표 20> Private sewage facilities reduction potential vs. expense analysis	28
<표 21> BOD, T-P reduction potential analysis results	32
<표 22> Comparison of water quality and air TMDL in Korea	36

그림 목 차

<그림 1> Special management watershed development load exchange procedure.	8
<그림 2> Basic policy's development loads exchange and control guide. ...	9
<그림 4> USA's state WQT trading programs(Map).	12
<그림 5> Incentive for air allocation industry.	13
<그림 6> Air TMDL portal and emission right trading WEB.	14
<그림 7> CO2 gas emission right trading and allocation process.	15
<그림 8> STP direct or connected disposal facilities.	18
<그림 9> Private sewage facilities(above 200m ³ /day).	19
<그림 10> Industry direct and connected disposal facilities(above 200m ³ /day). ..	19
<그림 11> Direct discharge facilities of whole private sewage disposal facilities. 20	
<그림 12> Procedure of private sewage facilities reduction potential.	22
<그림 13> Scenario1 reduction potential vs. working expense(million won). ...	25

Abstract

Korea TMDLs are controlled by BOD, T-P in 4 major river basins with defined target water quality limit and exceeded TMDL standard, Performance act programs are begun.

But, most actions to satisfy with TMDL allocation loads are confined public treatment facilities and action plan and mainly performed by Public groups. It's indicated with Korea TMDL's limits.

So, to activate performance by private group is necessary for incentive acts for voluntary participation TMDL programs. And it must offer various benefits, tax reduction and exemption, water quality trading, and so on.

This study investigated various cases about private group allocation and Korea private discharge facilities control volume and available reduction potential load required to improve river water quality

The results, target water quality item T-P are about 1,118kg/day available reduction potential load in private group allocation using whole 20% reduction scenario at legal discharge water quality criteria. It's similar to 42% of whole reduction potential load. And comparison with Nakdong river 2st state TMDL management plan, improved 0.012mg/L in river water quality.

I. 서 론

현재, 우리나라에서 시행중인 수질오염총량제는 대상물질 BOD, T-P에 대해 수계구간별 목표수질을 전구간을 대상으로 설정하고 목표기준 초과시 시행계획을 수립하도록 하고 있다. 3대강수계는 2단계(2011~2015년) 총량계획을 진행하고, 한강수계는 의무제 총량제 1단계를 시행 계획기간은 2013년 6월부터 2020년까지이며 강원, 충북을 제외한 서울, 인천, 경기도 지역을 대상으로 시행계획 수립 중에 있다. 3대강 1단계 수질오염총량제 시행성과평가(2011)¹에서 '10년 오염물질 배출량(BOD기준)은 기준년도('02년) 대비 60.4% 수준으로 감소하였으나, 주로 환경기초시설을 통한 오염물질 저감으로 국한되어 있어, 오염물질 배출원에 대한 추가적인 관리대책이 필요한 실정이다.

또한, 현행 수질오염총량제 제도하에서 오염물질 저감의 책임은 지자체에만 부여되고 있고 지정할당시설의 관리도 3대강 2단계 총량제 상에서 전국 286개 할당시설 중 공공부분 276개, 민간부분 10개로 개별시설의 관리도 공공시설위주의 제도시행으로 진행되고 있다. 할당부하량 준수를 위한 삭감수단이 환경기초시설 등 관 주도 이행수단이 주로 반영되어 수질개선 노력에도 한계가 있다.

따라서, 개별배출시설 중 민감시설의 규모를 파악하고 민간참여시 추가적으로 확보가능한 삭감량과 수질개선 및 경제적 효과 등의 분석이 필요하며 민간참여 활성화를 위해 인센티브 부여 방안 강구 및 민간할당 관리방안 마련이 필요한 실정이다. 이와 같이 민간주도 수질개선사업 참여를 통해 공공위주 정책으로 인한 제도의 한계성과 수질개선효과의 정체성을 벗어나 수질오염총량제의 지속가능한 확대 및 안정적 제도 정착을 유도하여야 한다.

본 연구에서는 국내·외 민감참여 유도시 적용된 인센티브 및 배출권거래제의 검토를 통해 국내 수질오염총량제 적용 및 활성화 방안을 모색하였다. 또한 개별배출시설 조사를 통해 민간참여 대상시설의 규모를 판단하고 다양한 삭감 시나리오 적용을 통해 삭감잠재량 및 수질개선효과를 분석하고 추가삭감량에 대해 인센티브 부여 및 배출권거래제 도입을 위한 제도 및 기술적 방안을 검토하였다.

II. 연구내용 및 방법

본 연구는 수질오염총량제 현 법령 및 규정상의 할당대상시설 기준에서 민간 시설을 합리적 기준으로 할당시 저감잠재량을 추정하고 이로 인한 수질개선 효과를 분석함으로써 제도 및 기술적 적용가능성을 민간 및 공공 인센티브 부여와 배출권거래제 도입방안의 타당성과 방법론을 검토하였다.

우선, 현재 국내에서 시행되는 수질오염총량제의 민간참여에 대한 법적근거와 3대강 2단계 총량계획에 반영된 민간할당시설을 조사하고 제도상의 문제점 등을 검토하였다.

그리고 민간참여 인센티브와 배출권거래제 적용방안 마련을 위해 국내·외 수질 및 대기분야 인센티브 적용사례, 배출권거래 제도 및 시행사례 등을 조사하였는데, 특히 미국의 배출권거래제도에 대한 도입목적, 적용방법, 거래방법, 관련제도 등의 사례를 검토하였다.

또한, 전국오염원조사(2011년)² 자료 상의 개별배출시설 조사자료를 이용해 BOD, T-P 대상물질별로 저감잠재량 산정시나리오를 적용하고 개별배출시설 중 민간시설의 삭감잠재량과 수질개선효과를 분석하였다. 삭감효과에 따른 비용저감효과와 공공시설 적용대비 비용편익분석도 수행하였다.

위와 같이 국내외 사례조사와 민간시설 삭감잠재량 분석등을 통해 민간참여 대상 시설규모를 판단하고 민간참여 및 배출권거래제도 도입을 위한 제도적, 기술적 방안과 인센티브 및 배출권거래제도 국내도입을 위한 시장구성 및 활성화 방안을 검토하였다.

아울러 민간참여제도 도입을 위한 제도적 인센티브 적용방안 마련을 위해 선행되어야 제도적, 기술적 기반조성과 유역특성별 교환비율(유달율), 시행범위, 삭감량 산정방식, 시장구성방안 등의 후속 연구방향을 제시하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 수질오염총량제 민감참여현황

가. 법적근거

개별배출시설 지정의 법적근거는 3대강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률(2012)³(이하 “수계법”) 시행규칙 제20조(오염부하량의 할당 대상 등) 법 제12조제1항 각 호 외의 부분 전단에서 “환경부령으로 정하는 자”란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설을 설치·운영하는 자로 명시되어 있다. 현 제도하에서 공공뿐만 아니라 민간개별배출시설도 할당대상시설로 지정가능함을 알 수 있다.

1. 영 별표1에 따른 시설

1. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제48조에 따른 폐수종말처리시설
2. 「하수도법」 제2조제9호에 따른 공공하수처리시설
3. 「하수도법」 제2조제10호에 따른 분뇨처리시설
4. 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제24조에 따른 공공처리시설

2. 오수 또는 폐수를 1일 200m³ 이상 배출하거나 방류하는 시설로서 시행계획에서 정하는 시설

3. 그 밖에 목표수질을 달성하기 위하여 오염부하량의 할당이나 배출량의 지정이 특히 필요하다고 인지되는 시설로서 시행계획에서 정하는 시설

나. 현황

(1) 개별배출시설 할당사례

3대강 수계 2단계 총량관리 할당현황은 ‘11년기준 전국오염원자료 중 할당 대상이 되는 시설은 3,227개소이며, 환경부(2013)⁴에 따르면 3대강 수계 2단계 할당시설은 286개소로 공공부문은 276개소, 민간 부문은 10개소에 해당하며 민간할당시설 10개소는 “산업1” 3개소, “오수1” 4개소, “오수2” 3개소이다.

여기서, 할당시설로 지정된 민간시설은 “산업1” 3개소(화명정수사업소, (주)올품, 안동천연가스발전소), “오수1” 4개소(한국마사회1,2, (주)대한항공1,2), “오수2” 3개소(나전, 내삼, 안하농공단지 오수처리시설)로 총 10개소(안동 천연가스 발전소는 신설예정)로 민간시설의 할당현황은 아래와 <표 1>, <표 2>와 같다.

III. 연구결과 및 고찰

<표 1> 3 major river basins 2nd stage TMDL allocation facilities

pub./pri.	category ²⁾	allocation target num.(A)	allocation num.(B)	ratio(%) (B/A)	BOD num.	T-P num.
public facilities	sewage water1	134	166 ¹⁾	124	85	122
	sewage wate2	997	55	6	21	47
	waster water	68	46	68	31	24
	animal · human waste	63	10	16	7	5
	소계	1,261	276	-	144	198
private facilities	industry1	339	3	1	0	3
	industry2	529	0	0	0	0
	sewage1	194	4	2	0	4
	sewage2	904	3	0	0	3
	소계	1,966	10	-	0	10
총합계		3,227	286	-	144	208

1) including new plant

2) sewage water1: public sewage treatment plant (beyond 500ton/day)

sewage water2: public sewage treatment plant (less than 500ton/day)

waster water: industry or agricultural waste water treatment plant

animal · human waste: human or animal waste treatment plant

industry1: 1day discharge or output volume more than 700m³industry2: 1day discharge or output volume more than 200m³ and below 700m³sewage1: 1day discharge or output volume more than 700m³sewage2: 1day discharge or output volume more than 200m³ and below 700m³

<표 2> Private group T-P allocation loads and water quality monitoring results

sec.	name	design volume X legal water quality(A) (kg/일)			'11year avg disch. X criteria wat. qual.(B) (kg/일)			'15year allocation load(C) (kg/day)	ratio(%) (B/C)
		design vol. (m ³ /day)	legal wat. qual. (mg/L)		avg. disch. (m ³ /일)	criteria wat. qual. (mg/L)			
indu stry 1	Wha-myeong	2000	2.0	4.40	2019	0.053	0.107	2.20	4.9
	(Inc.)Allfum	5000	8.0	40.00	2,586	4.450	11.531	8.00	144.1
	Andong gas plant (2014year planning)	-	-	-	-	-	-	1.69	-
sew age 1	KRA1	700	2.0	1.40	245	1.131	0.277	0.60	46.2
	KRA2	650	2.0	1.30	170	1.290	0.219	0.75	29.2
	(Inc.)Koreanair1	360	4.0	1.44	128	0.172	0.022	0.80	2.8
	(Inc.)Koreanair2	280	4.0	1.12	1244	0.172	0.214	0.80	26.8
sew age 2	Najeon farm	500	8.0	4.00	112	2.988	0.335	0.30	111.7
	Naesam farm	210	8.0	1.68	94	3.696	0.348	0.37	94.1
	Ahnha farm	260	8.0	2.08	41	0.535	0.022	0.11	20.0

다. 문제점

(1) 현행 수질오염총량제 민간할당사례별 문제점

수계법 상 개별배출시설 할당에 대한 강제성이 불명확하며 시행계획을 수립하는 자가 주관적으로 할당시설을 결정하므로 민간할당시설 비율이 아주 낮다. 현재 배출량이 민간시설 지정할당부하량 보다 월등히 낮게 할당 되는 사례 발생하는데 T-P 민간할당시설 중 3개소((주)올품,나전·내삼농공)을 제외하고 현재배출량이 할당부하량의 4.9~46.2% 수준이다.

공공시설 위주의 할당으로 2단계 할당 대상시설 286개소 중 276개소가 공공시설이며, 97%를 차지한다. 일부 민간시설의 할당의 경우 할당방법 미정립에 따른 할당량 초과 우려도 있는데 (주)올품의 경우 기업 활동 특성상 여름에 최대유량 발생하나 지정할당량 산정시 평균유량을 일괄 적용하므로 하절기 지도·점검시 할당량초과가 발생하였다.

(2) 민간할당 제도 및 기술적 측면 문제점

우선, 제도적 측면 개별배출시설은 할당 후 지도·점검 주체가 (광역)시장·군수이므로 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(2012)⁵(이하 “수생태법”)시행규칙 제16조의 모니터링 및 지도·점검 규정 적용시 재정·인력문제 및 지도점검 자료에 대한 신뢰도 문제 발생우려가 있다. 시행계획을 수립하는 주체로서 배출오염측정시설로서 모니터링을 실시하되 할당시설로는 관리하지 않고 있다(낙동강수계법 제12조). 따라서 환경부장관 관할사업장을 제외한 민간사업장은 할당에 대한 의무조항이 없으므로 법 집행에 대한 의지가 낮음(“할 수 있다 → 하여야 한다”) 조정이 필요하다. 또한 우리나라의 수질오염총량관리제 민간할당의 인센티브란 배출량을 줄이면 해당지역에서 개발량이 커져 해당 지자체의 개발량 확보 인센티브로 돌아온다는 개념이며 개별배출시설에 직접 지원되는 혜택은 없다.

한편, 기술적 측면은 민간할당을 유도하기위한 경제적 인센티브는 삭감량에 대한 금전적보상과 초과삭감한 여유분을 배출권거래 등을 통해 이윤을 추구할 수 있는 시장 및 기술적 기반이 전무하다. 배출권거래제도를 구성하는 주요 항목은 배출한도 이행 기간, 총량배출한도의 수준, 배출규제의 적용대상 오염

III. 연구결과 및 고찰

물질 및 오염원, 배출한도에 해당하는 배출권의 할당방법, 배출권 거래 규칙(이월, 차입, 가격규제 등), 배출권 확보의무 위반시 벌칙, 배출량측정방법 등이며 이 중에서 배출권 할당방법은 가장 핵심적인 설계변수이다.

과거 배출량을 배출 권리로 인정해 주는 방법으로 비규제자의 반대를 최소화 한다는 실행상의 용이성(정치적 수용성)이 있지만 시행 이전 단계에서의 배출 삭감노력에 대한 역(逆)인센티브의 초래 가능성 높다. 개별배출시설 운영실적 등을 기준으로 배출계수를 적용하여 할당할 경우에는 과거 삭감노력에 대해 일부 보상이 가능하지만 업종 및 업체 간 일률적인 기준 마련이 어렵기 때문에 구체적인 기준 설정이 어렵다.

(3) 민간할당의 인센티브 적용시의 예상문제점

우선, 공간적 관점에서 깨끗한 환경을 유지하고 있는 지역에는 악화방지 원칙에 의해 높은 수준의 목표수질이 설정되어 지역개발의 기회가 원천봉쇄 될 우려가 있다. 난개발로 인해 열악한 환경에 놓인 지역은 낮은 수준의 목표수질로 삭감 가능량이 크고 삭감도 쉬워 적은 노력으로 인센티브를 확보한다.

둘째, 시간적 관점에서 현재는 수질개선의 가능성이 많아 인센티브의 잠재량이 크지만 목표수질에 근접할수록 단위 삭감량 당 소요비용은 기하급수적으로 늘어나고 삭감량은 줄어들므로 인센티브 유인력 약화된다.

셋째, 혜택대상은 지역에서 할당받은 총량을 주민이 공평하게 나누어 가지는 것은 현실적으로 불가능하고 결국 실제 편익은 극소수의 대규모 개발사업자가 차지한다.

2. 민간참여 국내·외 사례분석

가. 수질분야

(1) 수질오염총량제

(가) 인센티브

우리나라 수계관리기금은 “물이용부담금”으로 조성되는 4대강 수계별 재원이라는 공동의 기금을 조성하고 4대강수질개선 및 상수원 보호를 위해 긴요한 상류지역 지방자치단체의 환경기초시설의 설치 및 운영비 지원, 주민지원사업, 수변구역 토지 매수 용도로 사용된다.

또한, 소규모 건축물에 대한 오수배출 기준은 있으나 초과배출에 대한 사후관리가 미흡하여 하천오염부하 증가요인으로 작용하며 하수처리 외지역 소규모 건축물의 평균 배출수질은 법정기준보다 2배이상 높은 등 하천부하 증가 요인으로 작용하고 있어 특대지역 내 환경공영제 도입 등을 통해 월1회 이상 측정자료가 있는 오수시설에 대하여는 수질 개선만큼 법적 기준과의 차이를 인정하여 여유부하량 인정하는 인센티브 등을 부여할 계획이다.

(나) 배출권거래

지역개발 및 삭감량 점·비점 전환이 이뤄지는데 수질오염총량관리기본방침(2012년)6(이하“기본방침”) 제30조(지역개발사업 사후관리)에 따라 해당지자체 총량단위유역 지역개발 및 삭감부하량 최종잔여량에 한하여 대상물질별 전환기준에 따라 점·비점 전환하여 사용가능하다

또한, 단위유역내 지자체간 이동이 가능한데 낙동강수계 2단계 총량계획에서 단위유역내 지자체간 이동 사례로 경주시와 청도군은 동일 단위유역 내 속한 지자체로 개발량을 할당받지 못한 경주시는 개발계획 시행에 필요한 부하량 만큼 청도군에 할애를 요청하였다. 이에 경상북도가 중재와 협의를 나서 청도군은 경주시에게 10kg/일을 최종적으로(2007.5.9) 할애하는데 합의하였다. 영산강수계 영본B 단위유역의 함평군 및 영본D 단위유역의 장성군은 개발할당부하량이 없거나 적어서 개발사업 추진이 곤란하여 상호 지자체간 개발부하량의 조정의 필요성이 제기되어 전라남도 및 영산강유역환경청의 중재·협의를 거쳐 장성군

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

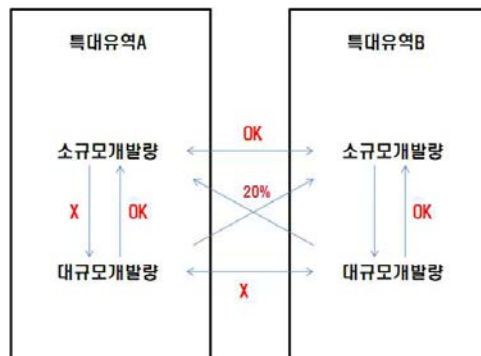
및 함평군 기본계획 개발할당부하량 변경(조정)에 대해 환경부가 최종 승인(2009.8.19)하였는데 동일 단위유역내 할당부하량의 변경없이 지자체간(장성군, 함평군) 개발할당부하량을 <표3>과 같이 상호교환 하였다.

그리고 계획기간 종료후 선할당이 이뤄지는데 기본방침 제28조(지역개발사업 부하량 할당)에 따라 계획기간외 지역개발부하량은 삭감계획을 마련하여 동계 획기간의 지역개발부하량의 60% 범위내에서 선할당할 수 있으며 제30조(지역 개발사업 사후관리)에 의거 <그림2>와 같이 점·비점 전환하여 사용가능하다.

특히, 특대유역은 소규모개발사업을 관리함으로써 대규모사업의 소규모개발 사업 이동하도록 하였는데 기본방침 제28조의2(특대유역 지역개발부하량의 이동 등)에서 주민의 기본권과 직결되는 소규모 개발사업(400/800㎡ 미만)에 대하여는 특대유역간 부하량 이동을 제한적 범위(20%)내에서 허용하되 특대유역간 대규모 개발부하량간에 전환은 <그림 1>과 같이 불허하였다.

<표 3> Inter-local public development allocation load exchange examples

basin	unit watershed	local public	exchange loads			adjust condition
			develop. allocation load (kg/day)	adjust (kg/day)	inc. and dec.	
Nakdong river	Milyang -A	Keongju	0	10	(+10)	- 경주시의 개발사업의 주요내용제공 및 오염최소화 조치함 - 개발부하량 확보 시 즉각적인 반환함 - 2단계 수질오염총량관리계획 수립 시 청도군에 개발부하량 확보 지원함
		Cheongdo	77	67	(-10)	
yeonsan river	Yeongb on-B	Jangseong	186.6	181.6	(-5)	장성군 및 함평군 시행계획에 반영·변경
	Yeongb on-D	Hampyeong	0.0	5.0	(+5)	
		Hampyeong	91.6	86.5	(-5)	
		Jangseong	0.3	5.3	(+5)	



<그림 1> Special management watershed development load exchange procedure.

제28조(지역개발사업 부하량 할당) ① 오염총량관리지역의 시행청은 제27조에 의한 지역개발사업을 추진하고자 하는 자에게 지역개발부하량 범위 내에서 오염물질 배출부하량을 할당할 수 있다.
 ② 시행청은 기본계획 기간 종료 후에 오염물질이 배출되는 지역개발사업에 대하여는 동 계획기간의 지역개발부하량의 60% 범위 내에서 오염물질 배출부하량을 할당할 수 있다. 이 경우 할당하고자 하는 개발부하량 만큼의 삭감량을 확보할 수 있는 기존 오염원에 대한 삭감계획을 마련하여 특별시장·광역시장·도시사를 경유하여 지방환경관서의 장과 협의를 거쳐야 한다.

제28조의2(특대유역 지역개발부하량의 이동 등) ① 특대유역의 지역개발부하량의 변경은 원칙적으로 제한하되, 제2항에 따라 특대유역의 지역개발부하량을 조정하는 경우는 허용한다.
 ② 시행청은 소규모개발부하량에 대해서 「오염총량관리시행계획 이행평가기준」에 따라 시행계획에 대한 전년도 이행사항을 평가하여 연차별 소규모 개발할당부하량이 초과된 경우에는 다음 각 호에 따른 지역개발부하량 조정, 허가의 제한 등 필요한 조치를 이행하여야 한다. 다만, 제2호에 해당하는 경우에는 특대유역의 소규모개발부하량의 20% 범위내에서 증가시킬 수 있다.
 1. 동일한 특대유역의 소규모개발부하량 이외의 지역개발부하량을 감소시켜 소규모개발부하량을 증가시키는 경우
 2. 안전율을 고려하여 다른 특대유역의 지역개발부하량을 감소시켜 소규모 개발부하량을 증가시키는 경우

제30조(지역개발사업 사후관리) ⑤ 시행청은 기본계획 상 승인된 삭감부하량 및 지역개발부하량을 점배출부하량과 비점배출부하량으로 구분하여 사용(또는 삭감)하여야 한다. 다만, 최종 잔여량에 한하여 **점배출부하량과 비점배출부하량을 전환하여 사용(또는 삭감)**하고자 하는 경우 별표6 “오염총량관리 지역개발부하량(점·비점) 전환기준”에 따라 전환되는 배출부하량을 산정하고 환경부장관의 승인을 받아야 한다.

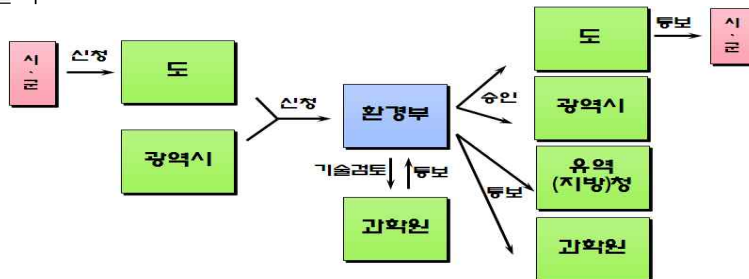
[별표 6]

오염총량관리 지역개발부하량(점·비점) 전환기준(제30조제5항 관련)

1. 전환기준

구 분		전환기준	
		점 → 비점	비점 → 점
BOD	저수기	점 = 비점×0.15	비점 = 점÷0.15
	평수기	-	-
T-P	저수기	점 = 비점×0.15	비점 = 점÷0.15
	평수기	점 = 비점×0.5	비점 = 점÷0.5

2. 전환절차



<그림 2> Basic policy's development loads exchange and control guide.

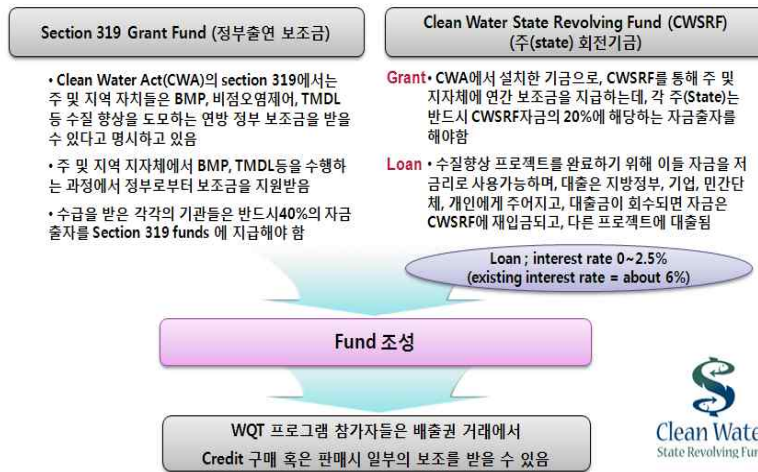
(2) 수생태법

2000년 「수질환경보전법」 개정을 통해 폐수를 재이용하는 사업장에 대해 기본부과금을 감면하는 인센티브제도 도입(「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행령」 제52조 1항에 명시됨)하고 있다.

(3) 미국 TMDL 배출권거래

(가) 인센티브

미국 EPA(2003,2004)^{7,8}에 따르면 EPA, CWF, DEP 등의 기관에서 시중 금리보다 낮은 이자율로 사업자들에게 Loan을 발행해 주고, 이에 따른 이윤으로 자금을 마련하고 기금을 조성한다. 조성된 기금은 배출권거래 프로그램 참여자들에게 성과에 따른 <그림3>과 같이 인센티브로 개별적으로 지급된다.



<그림 3> EPA funding and incentive payment.

(나) 배출권거래

미국 EPA(2007,2008)^{9,10}에서 배출권거래제 대표적사례로 WQT(water quality trading)를 운영하는데 할당시설 또는 개별 점배출시설이 보다 저비용의 다른 점 또는 비점오염삭감과 거래(구매)하고, 삭감량(거래단위) 및 거래소(clearinghouse) 등은 주단위로 운영하며, 현재 Arizona 등 26개 주에서 <표4>, <그림4>와 같이 48개의 거래프로그램(trading program)이 운영 중이다.

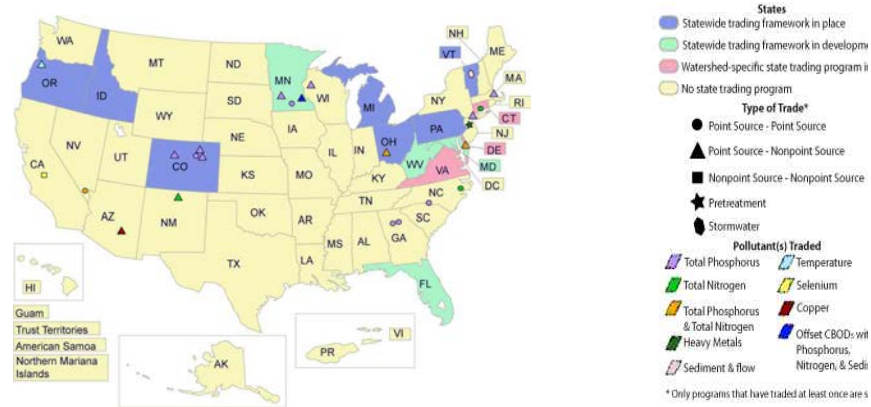
Ⅲ. 연구결과 및 고찰

<p>(1) 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> · TMDL의 목표수질과 오염원 감소를 조기 달성 · 유연한 접근방법을 통하여 TMDL 및 수질목표 달성에 필요한 비용 감소 · 자발적 참여자들에 경제적 인센티브 제공 · 생태계회복이나 추가적인 시설개발을 지원함으로써 환경적 이득을 가져옴 · 환경과 경제적 이익을 가져올 수 있는 생태계적 서비스 통합 <p>(2) 수질오염물질 거래의 성립</p> <ul style="list-style-type: none"> · 수질환경기준 유지를 위한 거래 : 환경기준을 달성한 지역에서 추가적 오염원의 증가에 이용되는 거래 · 수체가 손상된 지역에서의 pre-TMDL의 거래 : 수질기준의 달성과 수질개선을 위해 이용 · 개별오염원의 감소 및 유역단위의 오염원 감소를 통해 가능 · TMDL 거래 : TMDL이 수립 및 승인된 지역에서 TMDL승인사항 준수를 위해 거래 · 과학기술에 근거한 수질오염물질의 거래 : 연방정부 규정에 의해 인증 받은 것에 국한됨 · Intra-Plant Trading : 하나의 시설이 동일한 수계로 방류하는 여러 개의 방류구를 가진 공장에 대해서 각 방류구간의 거래 허용 <p>(3) WQT를 위한 시장의 조성 및 기능</p> <ul style="list-style-type: none"> · 관련법(Clean Water Act) 및 주(state)와 지역적 요구에 부합 · 판매가능한 저감량의 정의(Defining) · 거래의 수질등가성에 대한 보증 · 구매자와 판매자 사이의 의사소통 · 거래감시자 역할 · 당사자들 사이의 거래위험관리 · 대중 및 이해당사자들에게 정보제공

<표 4> WQT's kinds of trading programs

Type	Special feature
Managed Trading Program	<ul style="list-style-type: none"> · 오염원을 통제하는 활동과 credit의 교환이 엄격하게 관리 · 거래에서의 융통성, 자발적 참여, 시장에 대한 고려, 폐수처리시설의 선택권 등이 충분히 보장됨 · 형평성의 문제가 심각하게 제기될 수 있지만, 비용 재할당 없이도 오염원의 감소가 가능 · 다른 배출권거래제도와와의 차이점 : 폐수처리시설과 독립된 조직들이 중요한 역할을 수행 · 대표적인예-LongIsland해협의Connecticut주질소거래프로그램
Trading Associations Program	<ul style="list-style-type: none"> · 각 개별시설들이 협회를 구성하여 협회에서 오염원감소 방법을 모색 · 각 개별 할당량을 통합할 수 있고, 관련 업체들 간의 협력과 제휴가 가능하여 적절한 운영을 위한 정보와 지식을 공유
Markettlike Trading Program	<ul style="list-style-type: none"> · 대기 및 SO₂배출권거래제도의 개념에 근거 · 각 개별 배출업자가 개별배출부하를 감소시키거나 credit을 구매하여 할당량을 달성 · Credit의 구매 또는 판매는 시장과 유사한 환경에서 운영, 각 사업자들이 교환 및 가격에 대해 협상하고 책임을 짐 · 다양한 형태로의 변형이 가능→상품거래소(commodityexchange)의 이용, 경쟁입찰 제도 등의 도입 등 다양
Small-Scale Offset Program	<ul style="list-style-type: none"> · 배출부하량이 증가하거나 또는 할당량을 달성할 수 없는 배출업소에 적용 · 유연성이 매우 커서 다수의 프로그램이 존재함

III. 연구결과 및 고찰



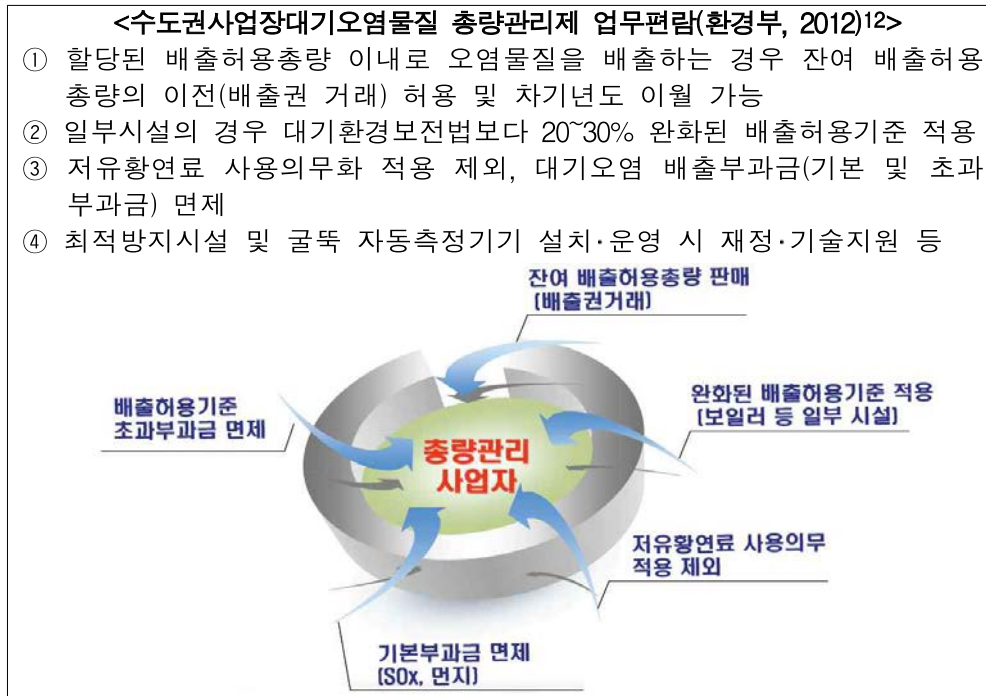
<그림 4> USA's state WQT trading programs(Map).

나 대기분야

(1) 대기총량제

(가) 인센티브

자발적 협약을 통한 대기오염저감분야 배출량 저감방안으로 '98년 '국가에너지 절약 추진위원회'에서 산업체와 에너지절약과 온실가스 배출감축을 위해 자발적 협약제도 도입을 의결하였다. 환경부분 인센티브 부여방안으로 자발적협약을 체결하여 참여하는 기업 중 배연탈황시설 설치 등 대기오염저감계획을 수립하여 추진하고자 하는 경우에는 자발적 협약과 함께 "대기오염저감분야 협약내용"을 추가하여 저황유 사용의무를 일정기간 완화해 주는 인센티브를 부여한다. 여기서 자발적 협약이란 에너지 절약과 이산화탄소 저감을 위해 기업이 자발적으로 실행방안을 수립하고 기업대표와 정부가 협약(VA)을 체결하여 이행하는 제도이며 수도권 대기환경개선에 관한 특별법(2013)¹¹(이하 "수도권특별법") 제22조(자발적 협약체결기업에 대한 특례 등) 규정에 총량관리사업자가 총량관리 대상오염물질의 배출을 그 배출허용총량보다 더 줄이기 위한 계획을 수립하여 환경부장관과 협약(이하 자발적 협약)을 체결한 때에는 <그림5>와 같이 자발적 협약의 이행을 위하여 필요한 재원의 지원 및 부과금을 부과하는 경우 전년도에 할당된 배출허용총량보다 더 줄인 양에 해당하는 금액의 감액하는 등 별도의 인센티브 조항에 대해 규정하고 있다.



<그림 5> Incentive for air allocation industry.

(나) 배출권거래

수도권 대기오염총량제와 관련하여 총량관제 및 총량관리프로그램에 관한 총량포털사이트와 배출권전자거래시스템을 <그림6>과 같이 웹상에서 운영 중이며 할당된 배출허용총량 이내로 오염물질을 배출하는 경우 잔여 배출허용총량의 이전(배출권 거래) 허용 및 차기년도 이월된다(환경부 배출권전자거래 시스템 ; www.emissiontrade.go.kr)¹³.

III. 연구결과 및 고찰



<그림 6> Air TMDL portal and emission right trading WEB.

(2) 온실가스배출권거래

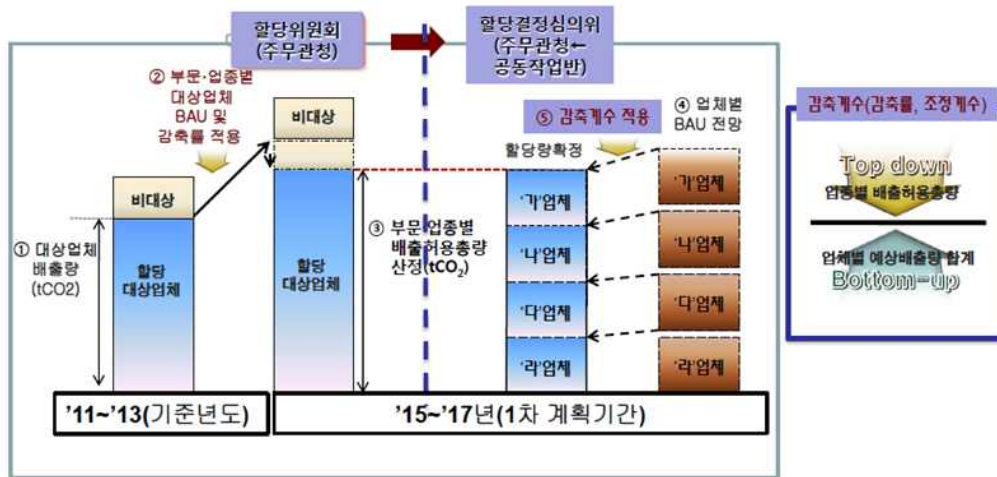
(가) 배출권거래

할당과정은 목표관리제로 운영되는데 국가 목표와 정합성 등을 고려하여 부문, 업종별 ETS 배출허용총량 등에 관한 계획 수립 후 배출허용총량 범위 내에서 업체별 할당량을 확정한다.

배출권거래제 추진사항은 2009년 4월 발효된 저탄소녹색성장 기본법(이하 녹색법)과 시행령은 국가 온실가스 감축목표를 2020년 BAU(business as usual, 통상배출량) 대비 30%로 설정하였으며 이를 달성하기 위해 시장기능을 활용한 정책수단으로 총량제한 배출권거래제의 도입 가능성을 명시한다.

제도 실시의 세부조건으로는 '기후변화 관련 국제협상을 고려할 것'과 '국제 경쟁력이 현저하게 약화될 우려가 있는 업체에 대해 필요한 조치를 강구할 것'을 규정하고 있다. 배출권거래제 법안은 '2013년부터 실시, 초기 90% 수준의 무상할당 이후 2021년부터 전면 경매에 의한 유상할당'을 주된 내용으로 하고, 할당방식, 총량 설정 등 제도설계와 관련된 기타 중요한 사항들은 대통령령으로 정해질 예정이다.

III. 연구결과 및 고찰



<그림 7> CO₂ gas emission right trading and allocation process.

(3) 네덜란드 NO_x배출량거래제도

(가) 인센티브

많은 에너지를 사용하는 배출원은 많은 질소산화물 배출권을 받게 되나, 반면에 그 배출원에서는 실질적으로 많은 질소산화물을 배출하게 되므로 주어진 배출권에 대한 실질적인 질소산화물 감소를 유도하는 직접적인 인센티브로 작용한다.

(나) 배출권거래

EMA(environmental management act)에 배출권 거래 및 이전 등을 위한 법률적 구조를 명시하고 CO₂, NO_x 배출권 거래제의 할당, 모니터링, 보고와 관련한 세부 사항들은 하위 법령으로 규정한다.

NO_x 배출권 거래제도는 배출시설의 "활동도 수준(activity level)"과 관련이 있어서 시설의 생산량이 증가하거나 투입 에너지량이 증가하면, 기준(baseline) 배출량도 증가한다.

NO_x에 대한 배출권 할당은 2010년까지 점점 감소되는 PSR(performance standard rate) 계수를 이용하여 산출하며, 배출시설의 해당년도 배출권은 배출시설의 전체 연료 사용량 또는 생산량에 PSR 계수를 곱함으로써 자동적으로

계산된다. 여기서 PSR 계수는 단위 연료사용량 또는 제품생산량에 따른 질소 산화물 배출허용량의 비율이다.

(4) 루마니아 배출권 거래제도

(가) 인센티브

배출허용총량은 먼저 조기이행(early action), 에너지 효율적인 열병합발전시설에 대한 혜택을 줌으로써 에너지 효율적인 시설에 자발적인 투자를 유도한다. 신규 시설은 일반적으로 예상 배출량의 95%만을 할당받게 되나, 신규 열병합발전시설에는 예상 배출량의 99%를 할당함으로써, 보다 효율적이고 에너지를 절감할 수 있는 기술의 개발을 유도한다.

(나) 배출권거래

2007년에 EU-ETS(배출권 거래제도)에 참여가 의무화 된 후 NAP- I 마지막 해인 2007년과 2008 ~ 2012년(NAP-II)에 대한 국가할당계획에 따라 배출허용총량을 Top-down 방식으로 산정한다.

(5) 미국지역청정대기인센티브시장

(가) 인센티브

미국의 SCAQMD(south coast air quality management district)에 의해 도입된 지역청정 대기인센티브시장(RECLAIM: regional clean air incentive market)은 산업체가 배출 삭감기준을 만족하고 준수 비용을 줄이는데 최대한의 유연성을 주기 위한 혁신적인 프로그램이다. 해당지역의 대기질 관리계획(AQMP: air quality management plan)에 따른 배출 삭감목표를 달성할 수 있도록 설계하여 배출권의 배분은 AQMP와의 일관성, 형평성 그리고 공정성의 세 가지 원칙을 기초로 하여 과거 실적 기준 무상 분배방식을 채택하였다.

RECLAIM 시행 첫 해인 1994년의 배출권할당은 1989년~1992년 중 가장 높은 가동률을 보인 해를 기준으로 그 해의 활동량에 배출계수를 곱하여 결정하며 시행과정에서 중요한 문제점이 발생할 경우 개정토록 되어있다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

특히, 배출할당량보다 실제배출량이 5% 이상 높게 발생할 경우, 기술개발에 따라 기술별 배출계수가 크게 변화 할 경우 AQMP의 수정으로 배출한도 목표치가 변화 할 경우 등에는 프로그램을 개정하도록 명시하고 있다.

RECLAIM의 시행은 산업체에 대하여 다양하고 자율적인 감축방법을 선택할 수 있도록 함으로써 주어진 배출한도를 달성함에 있어서 소요되는 비용을 크게 줄일 수 있는 것으로 평가되며 기존의 직접규제(command-and-control)에 비하여 평균 42%의 비용 절감효과가 있는 것으로 추정된다.

4. 민간할당 잠재량 및 삭감효과 분석

가. 4대강수계 삭감대상시설 범위

현재 우리나라의 점/비점의 구분은 기술적으로 강우의 영향 여부에 따라 구분되나 미국의 TMDL의 경우 법적으로 규제 가능여부에 따라 점/비점 오염원을 구분하고 있는 점을 고려하여, 본 과제에서 개별배출시설의 범위는 법적규제를 받고 있는 시설로 규정하였다.

오염총량관리시행계획 이행평가기준(2012)¹⁴(이하 “이행평가기준”) <별표 1> (수질 유량의 조사대상 및 주기) 상의 시설을 기준하여 <표5>와 같이 환경기초시설, 오수처리시설, 산업폐수배출시설로 크게 분류하였고, 공공하수1, 공공하수2, 폐수종말, 축분뇨, 오수1, 오수2, 산업1, 산업2로 구분하였다.

개별배출시설의 현황은 '11년 전국오염원조사(환경기초시설, 물사용량, 오수처리시설, 산업계자료)를 기준으로 파악하였다.

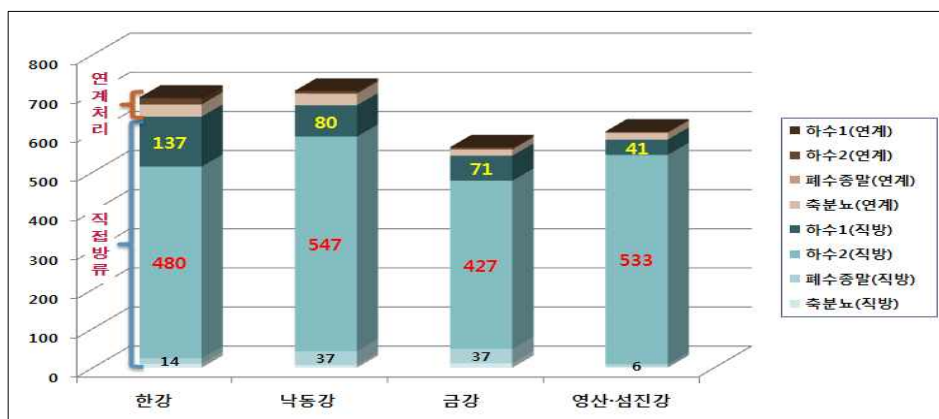
<표5> Private discharge facility control volume and range

section	category	investigation targets	etc
Public facilities	Sewage water1	public sewage treatment plant (beyond 500ton/day)	
	Sewage water2	public sewage treatment plant (less than 500ton/day)	
	Waster water	industry or agricultural waste water treatment plant	
	Animal · human waste	human or animal waste treatment plant	
Sewage water treatment	Sewage1	1day discharge or output volume more than 700m ³	
	Sewage2	1day discharge or output volume more than 200m ³ and below 700m ³	
Industry water treatment	Industry1	1day discharge or output volume more than 700m ³	
	Industry2	1day discharge or output volume more than 200m ³ and below 700m ³	

나. 개별배출시설의 현황 조사 결과

(1) 환경기초시설 현황

4대강 총량권역의 수계별 총 환경기초시설현황 <그림8>과 같이 한강 690개소, 낙동강 708개소, 금강 568개소, 영산·섬진강 604개소 중 직접 방류하는 시설은 한강641개소, 낙동강 671개소, 금강 546개소, 영산·섬진강 583개소이며 나머지는 연계처리하는 시설이다.



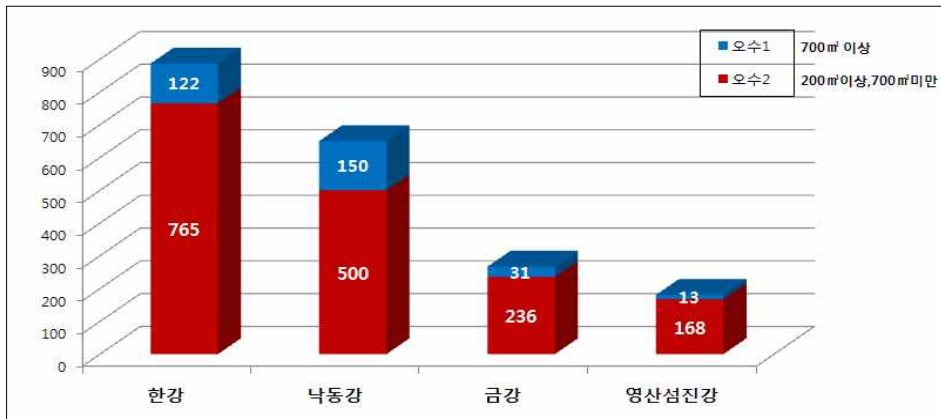
<그림 8> STP direct or connected disposal facilities.

(2) 오수배출시설 현황

4대강 총량권역의 수계별 총 민간 오수처리시설현황은 <그림9>와 같이 한강 96,921개소, 낙동강 55,777개소, 금강 37,998개소, 영산·섬진강 20,407개소로 나타났다.

4대강 총량권역 수계별 총 민간 오수처리시설을 시설용량별 오수1, 오수2, 규모이하(200m³/일 미만)를 기준으로 분류하였을 때, 시설수는 한강이 가장 많았으며, 200m³/일 이상의 오수처리시설 또한 한강이 가장 많은 비율을 차지한다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

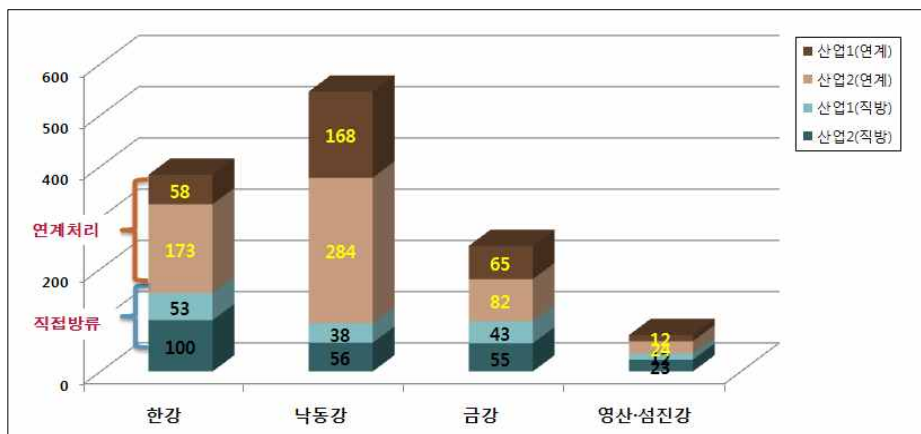


<그림 9> Private sewage facilities(above 200m³/day).

(3) 산업체 현황

4대강 총량권역의 수계별 총 산업체 현황(위탁처리시설 제외)은 <그림10>과 같이 한강 9,111개소, 낙동강 5,232개소, 금강 4,065개소, 영산·섬진강 1,770개소이며 시설용량 200m³/일 이상(규모이하 제외)의 산업체 중 연계처리하는 시설은 낙동강수계가, 직접방류하는 시설은 한강수계가 가장 많은 것으로 나타났다.

여기서, 규모이하(200m³/일 이하)시설 중 직접방류 되는 산업체 수는 한강, 낙동강, 금강, 영산·섬진강 수계별로 각 4,431개소, 1,462개소, 1,733개소 ,851개소로 나타났다.



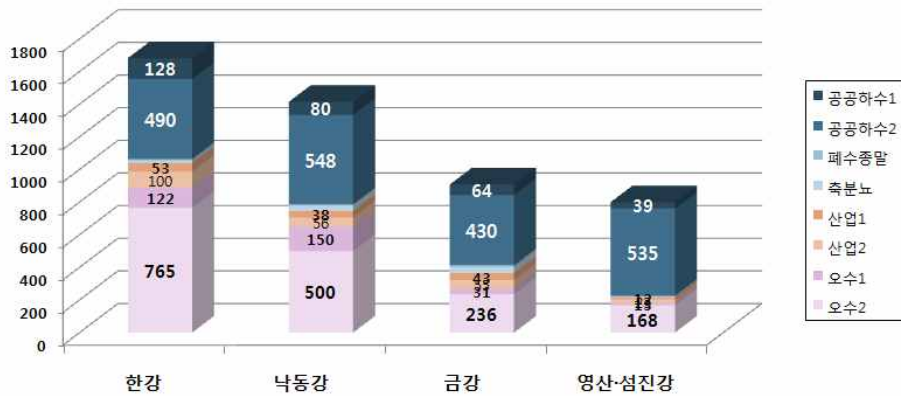
<그림 10> Industry direct and connected disposal facilities(above 200m³/day).

(4) 총 개별배출시설 현황

개별배출시설 중 할당대상으로 고려되는 시설은 직접방류되는 시설로서, 각 수계별로 환경기초시설, 산업체현황, 오수처리시설에서 직접방류 시설을 <표 6>, 정리하였다. 각 수계별 개별배출시설 중 직접방류 시설현황(규모이하 제외)은 4대강 모두 공공하수1,2를 제외하고 “오수2”가 가장 많은 비율을 차지하는 것으로 나타났으며, 수계별 오수처리시설은 한강이 가장 많고, 다음으로 낙동강, 금강, 영산·섬진강 순으로 나타났다.

<표 6> Direct discharge facilities of whole private sewage disposal facilities

river	Sewage water1	P.Sewage water2	Waste water	Animal · human waste	Industry1	Industry2	Sewage1	Sewage2	sum
Han riv.	137	480	14	10	53	100	122	765	1,681
Nakdong riv.	80	547	37	7	38	56	150	500	1,415
Geum riv.	71	427	37	11	43	55	31	236	911
y.san·S.jin riv.	41	533	6	3	12	23	13	168	799
총합계	329	1,987	94	31	146	234	316	1,669	4,806



<그림 11> Direct discharge facilities of whole private sewage disposal facilities.

다. 개별배출시설 저감잠재량 분석절차

(1) 저감잠재량 분석 절차

저감 가능량은 1, 2, 3 으로 구분하였으며, 저감 가능량의 산정은 EPA에서 제시한 여러 할당원칙 중 ①동일률 수질개선, ②적용처리기술에 따른 저감법, ③환경용량 균등배분에 의한 저감법을 선택하였다.

특히, 동일률 삭감 방법은 수질 측면에서 삭감량을 달성할 만큼의 기술 수준 이라면 가장 효과적이라 할 수 있으며, 할당시설의 2015년 할당량과 2011년 할당시설 배출량의 차이가 20~30%로 나타나, 동일률 삭감 시 20%를 기준하였다.

1. 동일률 수질개선 (20%) ; 모든 시설이 현재조건에서 동일한 비율로 저감
2. 적용처리기술에 따른 저감 (그룹 최소 방류수질) ; 모든 시설이 그룹내 최소수질로 배출(기술적최대)
3. 환경용량 균등배분에 의한 저감 ; 오염원별 배출구분 없이 모니터링 일최대값의 20%를 일괄저감

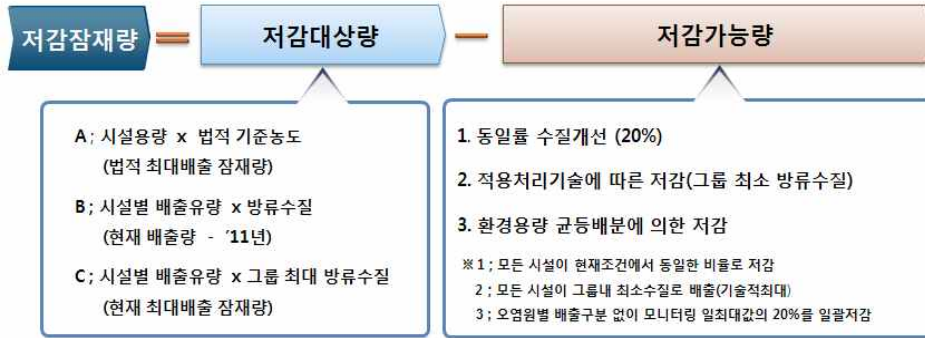
(2) 개별 총량 할당의 저감 잠재량 시나리오

개별 총량 할당의 저감 잠재량은 저감 대상량 중 저감 가능량을 제한 값이 되며, 저감 잠재량을 분석하기 위한 방법은 시나리오 I, II, III으로 구분하였으며, 시나리오별 산정방법은 아래 <그림 12>와 같다.

- 시나리오 I = A(저감 대상량) — 1, 2, 3(저감 가능량)
 - 시나리오 II = B(저감 대상량) — 1, 2, 3(저감 가능량)
 - 시나리오 III = C(저감 대상량) — 1, 2, 3(저감 가능량)
- ※ A ; 시설용량 x 법적기준농도 (법적 최대배출 잠재량), B ; 시설별 배출유량 x 방류수질 (현재 배출량 '11년 기준), C ; 시설별 배출유량 x 그룹 최대 방류수질 (현재 최대배출 잠재량)

III. 연구결과 및 고찰

시나리오	배출량	비고
I	A - 1, 2, 3	저감 대상량(A)와 저감가능량(1-3) 비교
II	B - 1, 2, 3	저감 대상량(B)와 저감가능량(1-3) 비교
III	C - 1, 2, 3	저감 대상량(C)와 저감가능량(1-3) 비교



<그림 12> Procedure of private sewage facilities reduction potential.

라. 개별배출시설 저감잠재량 분석 결과

(1) BOD

시나리오 I, II, III의 BOD 저감 대상량은 <표7>과 같이 각각 177,561kg/일, 96,606kg/일, 187,658kg/일로 나타났으며, 시나리오 중 적절하다고 판단된 시나리오 II의 BOD 저감 잠재량(동일률 수질개선 20% 적용)의 우선순위는 “공공하수1 > 산업1 > 오수2 > 폐수종말 > 오수1 > 산업2 > 공공하수2 > 축분뇨” 순으로 나타났다.

<표 7> Scenario of BOD reduction potential analysis results

	저감 대상량	저감잠재량			저감 대상량	저감 잠재량			저감 대상량	저감 잠재량		
	A	1	2	3	B	1	2	3	C	1	2	3
공공하수1	132,916	26,583	114,900	65,742	73,790	14,758	62,952	37,592	133,249	26,650	122,412	37,592
공공하수2	1,477	295	1,322	625	1,046	209	925	506	1,634	327	1,513	506
산업1	20,831	4,166	20,626	3,612	7,784	1,557	7,595	3,414	14,785	2,957	14,596	3,414
산업2	5,155	1,031	5,060	1,246	1,444	289	1,359	1,112	2,439	488	2,354	1,112
오수1	6,941	1,388	6,029	5,017	2,919	584	2,544	2,067	7,213	1,443	6,837	2,067
오수2	5,537	1,107	4,838	4,002	4,327	865	3,925	2,307	15,440	3,088	15,037	2,307
축분뇨	128	26	121	29	34	7	28	23	576	115	570	23
폐수종말	4,575	915	3,633	1,436	4,262	852	3,671	958	12,321	2,464	11,730	958
합계	177,561	35,512	156,529	81,709	95,606	19,121	82,998	47,980	187,658	37,532	175,049	47,980

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

(2) T-P

시나리오 I, II, III의 T-P 저감 대상량은 <표8>과 같이 각각 13,245kg/일, 19,116kg/일, 37,544kg/일로 나타났으며, 시나리오 중 적절하다고 판단된 시나리오 I의 T-P 저감 잠재량(동일률 수질개선 20% 적용)의 우선순위는 “공공하수1 > 산업1 > 오수1 > 오수2 > 산업2 > 공공하수2 > 폐수종말 > 축분뇨” 순으로 나타났다.

<표 8> Scenario of T-P reduction potential analysis results

	저감 대상량	저감잠재량			저감 대상량	저감 잠재량			저감 대상량	저감 잠재량		
	A	1	2	3	B	1	2	3	C	1	2	3
공공하수1	6,994	1,399	3,938	5	15,887	3,177	14,049	3	22,478	4,496	20,640	3
공공하수2	363	73	311	155	254	51	214	124	432	86	391	124
산업1	2,568	514	2,563	412	884	177	879	391	1,562	312	1,558	391
산업2	523	105	520	80	132	26	130	72	641	128	638	72
오수1	1,388	278	1,153	810	693	139	596	334	1,746	349	1,649	334
오수2	1,107	221	554	646	776	155	457	372	1,991	398	1,671	372
축분뇨	34	7	34	1	3	1	3	1	88	18	88	1
폐수종말	268	54	233	8	486	97	464	4	8,607	1,721	8,585	4
합계	13,245	2,649	9,306	2,117	19,116	3,823	16,792	1,301	37,544	7,509	35,220	1,301

마. 개별시설 할당에 따른 수질 개선효과 분석

(1) 삭감량 대비 수질개선효과 및 사업비용 시범지역 분석

낙동강수계 2단계 오염총량관리 기본계획상의 물금지역 T-P 목표수질을 0.119mg/L에서 0.074mg/L로 0.045mg/L 수질개선시 적용된 삭감량, 사업비용을 통해 개별배출시설의 삭감에 따른 수질개선효과를 <표9>와 같이 추정하였다. 낙동강수계의 경우 T-P 1000kg/일 삭감시 물금지역의 수질개선효과는 0.01mg/L, 소요비용은 약 450,800백만원으로 산정되었다.

<표 9> Nakdong river water quality improvement effect analysis results

TMDL goal and plan			T-P 1000kg/day reduction	
reduction target water quality (T-P, mg/L)	reduction target load (kg/day)	total expense (million won)	water quality improvement effect(mg/L)	required money (million won)
0.045	4,356	2,028,581	0.010	450,800

(2) 4대강수계 삭감시설별 저감잠재량에 따른 수질개선효과 및 사업비용 분석

수질개선효과 분석에서 민간시설(산업1·2, 오수1·2)의 시나리오별 저감잠재량을 바탕으로 분석한 결과 <표10>과 같이 동일률수질개선(20%)의 시나리오1은 0.012mg/L의 수질개선이 가능할 것으로 판단되며 이는 낙동강 전체 기본계획 수립 시 저감하고자 하였던 0.045mg/L의 26.7%에 이르는 것으로 산정되었다.

시나리오1 저감잠재량 대비 수질 개선효과는 <표11>,<그림13>과 같이 공공하수1이 0.014mg/L로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 산업1 0.005mg/L, 오수1 0.003mg/L, 오수2 0.002mg/L, 산업2 0.001mg/L 순으로 산정되었다.

본 연구에서는 삭감량이 수질 개선에 미치는 영향을 단순히 산술적으로 분석하였으며, 향후 수질모델 분석을 통한 개별할당시설의 공간적 저감효과 분석을 통하여 정확한 산정이 필요하다.

사업비용 분석은 <표12>,<그림13>과 같이 시나리오1 저감 잠재량 대비 소요되는 사업비(백만원)는 공공하수1이 651,378로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 산업1 239,177, 오수1 129,294, 오수2 103,136, 산업2 48,671 순으로 산정되었다.

<표 10> Private allocation facilities water quality improvement effect

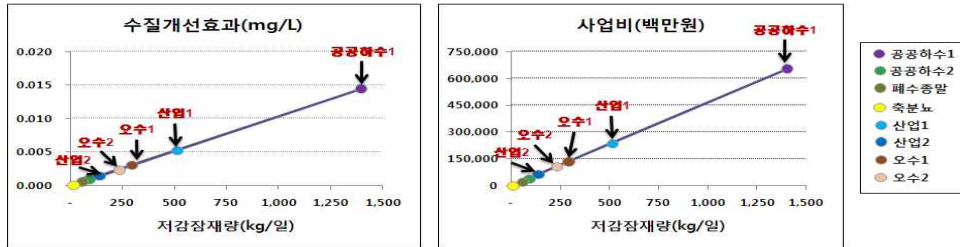
구분	scenario			비고
	1	2	3	
reduction potential(kg/day)	1,117	4,790	1,948	
water quality improvement effect (mg/L)	0.012	0.049	0.020	
expense (million won)	520,277	2,230,293	907,305	

<표 11> Scenario1 reduction potential vs. water quality improvement effect

section	Sewage water1	Sewage water2	Waster water	Animal · human waste	Industr y1	Industr y1	Sewag e1	Sewag e2
reduction potential (kg/day)	1,399	73	54	7	514	105	278	221
water quality improvement effect(mg/L)	0.014	0.0007	0.0006	0.0001	0.005	0.001	0.003	0.002

<표 12> Scenario1 reduction potential vs. working expense

sec.	Public					Private				
	Sewage water 1	Sewage water 2	Waste water	Animal · human waste	sum	Industry 1	Industry 1	Sewage 1	Sewage 2	sum
reduction potential (kg/day)	1,399	73	54	7	1,533	514	105	278	221	1,118
money (million)	651,378	33,786	24,935	3,181	713,282	239,177	48,671	129,294	103,136	520,278



<그림 13> Scenario1 reduction potential vs. working expense(million won).

바. 비용편익 분석

(1) 공공하수처리장 운영관련 문헌연구

환경부(2012)¹⁵에 의하면 지속적인 하수관거 정비사업 등으로 평균유입수질 농도는 2010년에 비해 증가하는데 <표13>과 같이 BOD의 경우 '10년 141.2mg/L에서 '11년 143.3mg/L로 2.1mg/L 증가하였다.

또한 분류식 하수관거 정비사업으로 BOD 계획수질 대비 유입수질이 전년 대비 100% 이상 달성한 시설이 <표14>와 같이 35.7%로 전년대비 4.1% 증가하였다.

환경부(2012) 자료에 의하면, 487개 하수처리시설(용량 24,922천톤/일)의 유입하수량은 19,578천톤/일(하수처리량 일평균 18,667천톤, 연평균 68억톤)이며, 가동율은 78.6%로 적정하게 평가되었다. 일반적으로 가동율은 '계획1일 평균 오수량'은 일반적인 하수량의 일간변화를 고려하여 중소규모의 경우 '계획1일 최대오수량'의 70%, 대규모의 경우 80%를 적용한다.

환경부(2008a)¹⁶ 보고서 상에 하수처리시설의 처리장공사비 기준으로 5개의 처리공법(표준활성슬러지, 산화구, A2/O, SBR, Media공법)으로 구분하고

III. 연구결과 및 고찰

그 이외의 공법을 기타공법으로 분류하여 <표15>에 제시하였다.

소규모하수도의 처리장 공사비를 기준으로 처리공법별(집축산화법, 고효율 합병정화시설, 모관침윤트랜치법, 활성슬러지법, A2/O법, 담체 및 막공법, SBR공법, 기타공법)로 구분하여 <표16>에 제시하였다.

환경부(2008b)¹⁷ 보고서 상에 486개 마을하수도를 대상으로 처리장 건설비를 추정하였으며, 건설비 비용함수 추정에 적용된 시설들의 통계적 특성은 <표17>에 제시하였다.

개량 시설에 비해서 신설 시설의 평균 처리용량이 더 컸으며, 처리용량 당 평균건설비용도 2배 정도 더 높으며 이에 따라 위 데이터를 이용하여 처리장 용량과 건설비와의 관계를 추정하면 <표18>과 같다.

<표 13> Mean inflow water quality per category

section	2011year				2010 year			
	BOD	SS	T-N	T-P	BOD	SS	T-N	T-P
design W.Q.(mg/L)	150.9	150.3	33.4	4.3	150.0	149.6	32.3	4.2
Inflow W.Q.(mg/L)	143.3	141.3	36.7	3.8	141.2	139.5	33.8	3.8
inflow/design(%)	94.9	94.0	109.9	88.4	94.1	93.2	104.7	90.5

<표 14> BOD design water quality vs. inflow water quality ratio

section	sum	below 20%	20~50%	50~100%	above 100%
'11	487	8 (1.6%)	54 (11.1%)	251 (51.6%)	174 (35.7%)
'10	465	9 (1.9%)	53 (11.4%)	256 (55.1%)	147 (31.6%)

< 표 15 > Major STP disposal method vs. expense function analysis results(X: design vol.(ton/day),Y:expense(million won))

section	function	R ²	number
공법 미구분시	$Y=106.19X^{0.5827}$	0.773	231
표준활성슬러지	$Y=40.445X^{0.6645}$	0.742	69
산화구공법	$Y=10.745X^{0.6114}$	0.727	17
A₂/O공법	$Y=111.75X^{0.58}$	0.829	52
SBR공법	$Y=127.26X^{0.5646}$	0.682	68
Media공법	$Y=78.97X^{0.6204}$	0.738	18
기타공법	$Y=336.5X^{0.5039}$	0.860	7

<표 16> Small STP disposal method vs. expense function analysis results(X: design vol.(ton/day),Y:expense(million won))

section	function	R ²	number
공법 미구분시	$Y=16.695X^{0.6527}$	0.466	1,122
접촉산화법	$Y=25.63X^{0.5401}$	0.435	255
고효율합병정화시설	$Y=9.5349X^{0.5401}$	0.434	170
모관침윤트랜치공법	$Y=19.63X^{0.5903}$	0.415	43
활성슬러지법	$Y=21.738X^{0.5815}$	0.536	53
A2/O공법	$Y=13.4X^{0.7347}$	0.503	126
담체 및 막공법	$Y=20.555X^{0.6322}$	0.423	127
SBR공법	$Y=7.4681X^{0.885}$	0.802	23
기타고도처리공법	$Y=11.142X^{0.7612}$	0.550	214
기타공법	$Y=28.572X^{0.4491}$	0.303	111

<표 17> Small STP facilities(whole 486) statistical results

section	mean	STD	min.	max.
whole (n=486)				
design vol.(m ³ /day)	92.7	73.3	16.0	500.0
constr. expense(million won)	541.5	415.3	1.3	4,165.0
mean constr. expense(million/m ³ /day)	7.0	3.8	0.0	21.0
new(n=300)				
design vol.(m ³ /day)	95.9	72.2	50.0	500.0
constr. expense(million won)	712.2	408.1	333.7	4,165.0
mean constr. expense(million/m ³ /day)	8.5	2.9	2.4	21.0
modify(n=186)				
design vol.(m ³ /day)	87.5	75.0	16.0	400.0
constr. expense(million won)	266.3	243.8	1.3	1,522.0
mean constr. expense(million/m ³ /day)	4.4	3.7	0.0	16.9

<표 18> Small STP facilities construction expense estimation function(Q:design volume(ton/day))

section	whole	new	modify
constr. expense (million won)	$30.5215 \cdot Q^{0.6437}$	$30.1840 \cdot Q^{0.6982}$	$36.5049 \cdot Q^{0.4591}$

(2) 개별시설 할당에 따른 저감비용 분석

공공하수처리장 관련 문헌연구를 통하여 도출한 유입수질, 가동율, 처리장 공사비에 대한 기준값을 적용하여, 이에 따른 공공하수처리장의 삭감량 및

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

신설 비용을 <표19>와 같이 분석하였다. 공공하수1과 공공하수2의 삭감량은 260kg/일, 0.283kg/일로 산정되었으며, 100kg/일 삭감 시 소요되는 공사비는 공공하수1은 34,175백만원, 공공하수2는 510,438백만원으로 나타났다.

공공하수처리장 삭감량 및 신설 비용 분석결과를 바탕으로 민간시설(산업1·2, 오수1·2)별 개별할당 1개소에 대한 저감 잠재량을 마을하수도의 삭감량과 그에 따른 건설비용 및 실제 시설의 처리비용을 제외하여 각 시설별 저감비용을 산출하였다. 각 시설별로 처리비용은 여러 가지 변수들이 작용하여 일괄적으로 제시하기 어려워 공공시설의 응집침전법 유지시 필요한 비용으로 산정하였다.

산업1의 경우 개별할당 1개소에 대한 저감잠재량은 3.52kg/일로 이는 마을하수도(200톤/일) 12개소 신설시 삭감효과와 같으며, 전체 산업1시설에 대한 저감비용은 17,678백만원으로 산출되었다. 그 외 산업2, 오수1, 오수2 시설에 대한 저감비용도 같은 방법으로 각각 2,250백만원, 4,386백만원, 653백만원으로 산출되어 <표20>에 제시하였다.

<표 19> Public STP reduction load and new construction expense analysis

sec.	design vol.(A) (m ³ /d)	inflow W/Q (mg/L)	outflow W/Q (mg/L)	work rate (%)	reduc. load (kg/d)	STP constr. expense (million won)	STP constr. exp. (백만원)	100kg/d required STP (num.)	100kg/d required money (million)
Sewage water1	100,000	3.8 ¹⁾	0.5	78.6 ¹⁾	260	$Y=111.75 \cdot A^{0.58}$ ²⁾	88,766	0.385	34,175
Sewage water2	200	3.8	2	78.6	0.283	$Y=38.7741 \cdot A^{0.6830}$ ³⁾	1,446	353	510,438

1) 2011년도 공공하수처리시설 운영관리실태 분석결과(환경부, 2012.7)

2) 공공하수 처리시설 투자계획 수립에 관한 연구 보고서 (환경부, 2008.1)

3) 하수도 계획시 경제성 평가 방안에 관한 연구(환경부,2008)

<표 20> Private sewage facilities reduction potential vs. expense analysis

section	Industry1	Industry1	Sewage1	Sewage2
reduction potential (A, kg/d)	514	105	278	221
number (B)	146	234	316	1669
reduction potential per private 1 plant (A/B, kg/d)	3.52	0.45	0.88	0.13
additional disposal expense per private 1 plant(C, million)	310	43	109	24
new small STP needed (num.)	12.4	1.6	3.1	0.5
new small STP construction cost(D, million)	17,988	2,293	4,495	677
reduction cost(D-C, million)	17,678	2,250	4,386	653

5. 민간참여 활성화방안 검토

가. 제도적측면

① 공공 및 민간지정할당시설 규모지정 강제조항 신설

지정할당시설의 기준규모는 현행 시행계획 지정기준 및 이행평가 모니터링 규모에 해당하는 오수 또는 폐수를 1일 200m³ 이상 배출하거나 방류하는 시설로 지정하되 공공처리시설의 경우 시행계획 및 수질개선사업 모두 시설규모 200m³/일 이상은 지정할당시설로 관리하고 민간시설의 경우 시행계획지역에 한해 시설규모 200m³/일 이상은 지정할당시설로 관리한다.

② 지정할당시설은 모니터링비용 수계기금 지원확대

지정할당권한이 지자체 시장·군수인 200톤/일 이상 개별배출시설에 대해 모니터링비용 지원하되 산업시설(1,2,3)종 TMS 일부자료는 상관성분석 등을 통해 활용방안 검토가 필요하다. 지자체 시장·군수가 200톤/일 미만 개별배출시설에 대해 공영제 등으로 지정할당 관리하고 모니터링시 계획대비 삭감분에 대해 삭감량 인정 및 개발량 전환가능(모니터링비용 미지원)하도록 한다.

③ 지도점검 권한 일부를 유역(지방)청에서 시·도지사로 위임

시행청이 시·군이고 승인권자가 도지사인 지역에 한해 지정할당시설 지도점검권한을 위임한다.

④ 개별배출시설 지정할당에 따른 지자체 및 민간 인센티브방안 마련

지자체의 경우, 민간할당에 따른 추가삭감량에 대한 개발량전환 인센티브 부여 및 초과부과금 지방세로 편입토록 규정마련하고 민간시설의 경우, 지정할당 대상 시설로 선정하여 성실히 이행시 기존시설은 세금감면 또는 지도점검 면제 등을 제공하고 신규시설은 취·등록세 할인 등의 인센티브를 제공하되 불이행시 벌금 부과 등 페널티 조치한다.

⑤ 계획대비 초과삭감한 삭감량에 대해 공공-공공, 공공-민간, 민간-민간 간의 배출권거래가 가능하도록 관련규정 마련한다. 수질오염총량제 시행의 기본적인 원칙을 만족하는 범위내에서 인센티브 및 배출권거래 관련 기본방침, 기술지침, 이행평가기준 등 가이드라인을 마련해야 한다.

나. 기술적측면

(1) 단위유역 목표수질 달성을 위한 삭감계획에 민간할당시설 적용

기준삭감율을 공공처리시설 및 민간개별배출시설에도 적용하여 목표수질 달성여부 평가하고 시행계획시 개별배출시설이 지정할당시설로 관리되도록 계획을 수립해야 한다.

(2) 배출량 지정 방법

개별배출시설 지정시기는 지방환경관서의 장 또는 지자체장은 시행계획 승인일 부터 30일 이내에 시행계획에 따라 오염부하량을 할당하거나 배출량을 지정한다. 시행계획이 승인된 후의 설치시설은 허가·인가·승인·신고 등을 할 때에 오염부하량을 할당하거나 배출량을 지정한다. 할당대상자는 이행시기 60일 전까지 최종방류구별 오염부하량의 할당 또는 배출량의 지정에 관한 사항 및 이행시기에 관한 사항 등의 관련자료를 관리청에 제출해야한다.

지정할당부하량은 할당대상시설의 이행시기별 계획배출유량과 계획배출수질의 곱으로 산정한다. 여기서, 계획배출유량은 과거 3년 산술평균유량 및 이행시기별 예측 평균유량의 합으로 산정하고 계획수질은 할당대상시설의 법적방류수질, 과거 3년간 기준배출수질, BAT 등 허가 농도 중 가장 낮은 수질을 기준수질로 지정하고 할당율을 곱하여 산정한다.

※ 계획배출유량= A+B+C

(A: 과거 3년간의 산술평균유량, B: 이행시기별 예측된 자연증감에 따른 예상유입량, C: 이행시기별 계획된 지역개발사업 등에 따른 예상유입량)

※ 계획수질=기준수질×할당율

할당율=1-기준삭감율(α_m)×(1-(최대삭감수질/기준수질))

(여기서, 기준삭감율(α_m): 최대삭감가능량 중에 목표수질을 만족하는 삭감량의 비, 최대삭감수질: 기술적으로 낮출수 있는 최대삭감 가능수질)

(3) 삭감가능량

저감대상량에서 수질개선 저감가능량을 산정하되 기존연도 개별배출시설 부하량 산정방식을 최대한 준용하여 현실적인 기준으로 산정하였다. 저감대상량은 BOD는 이미 기준강화되어 운영되므로 현재배출량(시설별 배출유량×방류수질)으로 지정하고, T-P는 '12년 이후 법적수질기준이 대폭 강화되므로 법적배출량(시설용량×법적기준수질)으로 지정하였다. 여기서, 저감가능량은 동일률 수질개선 20%를 적용(BOD 10mg/L를 8mg/L로 처리하는 할당율에 상당함)하고 저감잠재량은 저감대상량에서 저감가능량을 제외한 차이를 말하며 동일률 수질개선 20%적용시의 실제삭감량을 나타낸다.

(예시)※ 오수처리시설 BOD 할당율=1-0.4×(1-5/10)=0.8
 (여기서, 기준삭감율=0.4, 최대삭감수질: BOD 5mg/L, 기준수질: BOD 10mg/L)
 ※ 오수처리시설 T-P 할당율=1-0.4×(1-1/2)=0.8
 (여기서, 기준삭감율=0.4, 최대삭감수질: T-P 1mg/L, 기준수질: T-P 2mg/L)

민간개별시설의 저감잠재량이 전체 저감대상량 중 <표21>과 같이 BOD 17%, T-P 42%로 T-P가 상대적으로 삭감 기대효과가 크게 나타난다. BOD 저감잠재량은 “산업1(47%)>오수2(26%)>오수1(18%)>산업2(9%)” 순으로 삭감효과가 나타나고 T-P 저감잠재량은 “산업1(46%)>오수1(25%)>오수2(20%)>산업2(9%)” 순으로 삭감효과가 나타났다.

상대적으로 삭감효과가 큰 대상물질 T-P를 기준으로 민간배출의 91%를 차지하는 개별배출시설(산업1, 오수1, 산업2)을 지정할당시설로 관리함으로써 수질개선효과 유도가 필요할 것으로 판단된다.

<표 21> BOD, T-P reduction potential analysis results

target		BOD			T-P				
section		reduc. target (kg/d)	reduc. potential (%)	rate (%)	reduc. target (kg/d)	reduc. potential (%)	rate (%)	cost (million)	
redu. target load	public	sewage water1	73,790	14,758 (93%)	77%	6,994	1,399 (91%)	53%	651,378
		sewage wate2	1,046	209 (1%)	1%	363	73 (5%)	3%	33,786
		waster water	4,262	852 (5%)	4%	268	54 (4%)	2%	24,935
		animal · human waste	34	7 (0%)	0%	34	7 (0%)	0%	3,181
		sum	79,132	15,826 (100%)	83%	7,659	1,533	58%	713,280
	private	industry1	7,784	1,557 (47%)	8%	2568	514 (46%)	19%	239,177
		industry2	1,444	289 (9%)	2%	523	105 (9%)	4%	48,671
		sewage1	2,919	584 (18%)	3%	1,388	278 (25%)	10%	129,294
		sewage2	4,327	865 (26%)	5%	1,107	221 (20%)	8%	103,136
		sum	16,474	3,295 (100%)	17%	5,586	1,118 (100%)	42%	520,278
	total		95,606	19,121	100%	13,245	2,649	100%	1,233,558

(4) 수질개선효과

낙동강수계 2단계 오염총량관리 기본계획 물금지역 T-P 수질개선효과(T-P, 0.119mg/L→0.074mg/L(0.045mg/L 개선))의 사례로 본 <표25>의 민간개별 배출시설의 T-P 저감잠재량 1,118kg/일 0.012mg/L의 수질개선 효과가 있는 것으로 추정된다(1,000kg/일 삭감시 0.010mg/L 수질개선효과적용).

수질모델은 부하량외에 오염원의 공간적위치와 하천유달특성, 수리계수, 수질반응계수 등 다양한 인자가 적용되므로 추후 면밀한 검토가 필요하다.

(5) 인센티브 및 배출권거래를 위한 삭감량 산정시 고려사항

① 거래지역 및 오염원

단위유역 내 또는 단위유역 간 거래하며 점·비점간의 거래가 가능하도록 하며, 점·비점간 전환방법 및 전환량은 현 제도를 적용하는 방향으로 검토하였다.

III. 연구결과 및 고찰

점-비점오염원 거래는 추가적 저감이 용이하지 않은 점오염 저감방법을 대체하는 비점오염 저감사업의 실행하면 비점저감이 촉진되도록 유도해야한다.

② 삭감량의 가치

거래비율을 결정짓는 인자(유달률, 오염원의 위치, 수체에 미치는 영향)들에 따라 다르게 산정된다.

유달률(delivery ratio)은 오염원이 직접적으로 해당 수체로 배출될 경우에 적용되며, 예를 들어, 상-하류에 위치한 거래자들 간에 “a : 1”의 유달률을 적용하면, 하류 오염원이 1단위 오염저감 달성을 위해서 상류 오염원의 a단위 오염 삭감량을 구입해야 한다.

위치 비율(delivery ratio)은 오염원이 수체의 상류에 위치해 있을 경우에 적용되며, 각 오염원은 목표로 하는 수체에 대한 상대적인 영향을 반영한 고유의 위치 비율을 가지게 되는데, 예를 들어 A 오염원의 위치 비율이 “a : 1” 이고, B 오염원은 “b : 1”이면, 거래비율은 “a : b”로 설정된다.

등가성 비율(Equivalency ratio)은 동일한 오염물질의 상이한 형태의 거래를 조정하며, 하나의 오염물질은 상이한 형태로 존재할 수 있고, 어떤 두 오염원이 동일한 오염물질을 배출하더라도 배출의 구성은 오염물질의 형태 측면에서 많이 다를 수 있으나, 상이한 오염원으로부터 배출된 오염물질이 수체에 미치는 영향이 동일하거나 어떤 요소로 그 영향이 관계될 수 있으면 거래가 가능하다.

③ 거래삭감량=계획삭감량 × 유달률

거래삭감량(kg/일)과 화폐단위(원)로 거래를 하며, 거래삭감량은 삭감계획에 따른 삭감량(kg/일)과 삭감량이 하천 수질에 미치는 영향(유달률, 위치비율, 등가성 비율 등)을 고려하여 산정한다. 거래삭감량(kg/일)의 가치(원)는 지역 및 시기마다 달라지므로 국가가 일괄 책정하기 보다는 삭감시설 설치·운영비 등에 따라 그 가치를 시장경계 원리에 따라 자율적으로 책정하도록 유도한다.

다. 경제적측면

(1) 삭감비용

낙동강수계 2단계 오염총량관리 기본계획 물금지역 T-P 수질개선에 따른 삭감시설의 사업비용은 민간개별배출시설에 적용시 520,277백만원이 소요되는

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

것으로 추정된다(1,000kg/일 삭감시 450,800백만원 삭감비용적용).

그리고 법적배출량 기준에서 일괄 20% 삭감시 전체 저감잠재량 사업비의 약 42%이고 4대강 전체민간개별시설의 사업비는 낙동강수계 2단계기본계획 T-P 삭감비용 2,028,581백만원에 비하면 약 25.6%수준이다.

(2) 비용편익

민간개별배출시설을 지정할당시설로 관리시 마을하수도 설치대비 비용편익 발생하는데 산업1의 경우 개별할당 1개소에 대한 저감잠재량은 3.52kg/일로 마을하수도(200톤/일) 12개소 신설시 삭감효과와 17,678백만원으로 비용저감효과 발생하였다.

또한 개별배출시설의 할당관리만 유지될 경우 할당농도 이행을 위해 소관 사업장 내 자체적인 수질저감 방안(비용 고정발생)만 추진할 수 있으나, 배출권 거래제는 시장에서 보다 저렴한 감축수단을 구매·상쇄(비용선택)할 수 있어 수질 저감에 따른 경영부담 완화 가능하다. 그리고 비용 효과적인 방법으로 오염배출량 감소 유도하는데 배출권거래제도 하에서 오염원인자는 ①부여된(할당 받은)배출권량 준수, ②배출권 잉여분의 판매, ③초과배출을 위한 매수 등의 방안을 선택하며, 개별오염원들로 하여금 여러 방안 중 가장 적은 비용이 소요되는 방안을 선택하게 함으로써 자연스럽게 비용경제적인 결과를 실현할 수 있다.

라. 인센티브 및 배출권거래 도입**(1) 인센티브****(가) 개별사업자**

① 저감시설 확충 등에 대한 우선 재정지원(환특 또는 기금)

개별사업자가 오염물질의 배출을 줄이기 위하여 저감시설 등을 확충할 때 환특 또는 기금을 이용하여 우선적으로 재정을 지원해준다.

② 하수도법 및 수생태법 등 관련법에 의한 배출기준 적용 제외

배출권 거래제에 참여한 개별사업자는 할당량을 준수하거나 할당량 초과 시 이에 상응하는 배출권을 구입해야하므로, 하수도법[별표3]의 오수처리시설의 방류수수질기준 및 수생태법[별표 13]의 폐수배출시설의 배출허용기준 적용대상

에서 제외한다.

③ 배출허용총량 이전 허용(배출권거래)

개별사업자가 개별배출시설에 할당 된 배출허용총량의 범위 내로 오염물질을 배출하는 경우 잔여 배출허용총량의 이전(배출권거래)을 허용하거나, 차기 년도로 이월 가능하도록 한다.

④ 해당 시설의 지도점검 완화

현재 「환경오염물질배출시설 등에 관한 통합지도·점검규정」(환경부훈령 제1052호)에서 자율적인 환경관리역량을 갖춘 환경오염물질 배출 사업자(자율 점검업소)에 대하여 정기점검을 면제하는 대신 배출시설 및 방지시설등을 스스로 점검하여 그 결과를 보고하도록 하고 있다.

※ 환경오염물질배출시설 등에 관한 통합지도·점검규정(환경부훈령 제1052호) 제36조(자율점검업소에 대한 지도·점검 면제) 점검기관의 장은 자율점검업소에 대하여 지정기간 중에는 제6조제1항에 따른 정기지도·점검을 실시하여서는 아니 된다.

(나) 지자체

① 민간할당에 따른 총량부과금을 지방비로 귀속

현재 할당된 오염부하량 또는 지정된 배출량을 초과하여 배출한 자에게 총량초과부과금을 부과·징수하고 있으며, 이를 지방비로 귀속시키면, 각 지자체에게 민간할당에 따른 인센티브로 작용할 수 있을 것으로 판단된다.

② 재정지원 우선순위 결정 시 민간할당시설 반영

민간할당시설을 할당시설로 지정하여 관리하고 있는 지자체에게 우선적으로 재정을 지원한다.

(2) 배출권거래

① 배출권거래조건

총량관리권역 내에서는 민간시설이 대상오염물질을 총량관리계획 보다 추가 삭감한 경우 그 삭감량을 판매하되 구매는 공공 및 민간 모두 가능하지만 공공 부분은 저감 특성상 국고지원 등의 사유로 판매는 제외한다. 현 오염총량관리 시행계획 상황에서는 공공부분에 오염저감량이 주로 할당되어 삭감량 구매의

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

주요 수요자는 지자체가 될 것이다. 향후 민간시설의 할당을 통하여 다른 효율적인 공공부문이나 산업계 등 개별오염원이 삭감량을 생성·판매하는 방향으로 적용 가능하다.

② 배출권거래제 지침개발

배출권거래제 지침을 개발하기 위해서는 미국의 수질거래제와 우리나라 대기총량제를 바탕으로 조합된 방법을 개발하는 것을 기본방향으로 설정한다.

수질오염총량제는 대기오염총량제와는 달리 점-비점간의 거래가 필요하는 등의 다른 사항들이 존재하므로, 우리나라에서 시행되고 있는 수질총량제와 대기총량제를 비교 분석 필요하다. 대기총량제와 달리 수질총량제에서는 할당관리 면에서 점-비점 간의 거래 프로그램이 필요하며, 관리의 중심이 지자체와 개별 배출시설 사업자 모두에 해당하므로 공공과 민간의 거래 원칙의 설정이 필요하다.

<표 22> Comparison of water quality and air TMDL in Korea

sec.	water quality TMDL	air TMDL
legal	<ul style="list-style-type: none"> 「한강수계상수원수질개선및주민지원등에관한법률」 「낙동강(금강,영산강·섬진강)수계물관리및주민지원 등에 관한 법률」 	<ul style="list-style-type: none"> 「수도권대기환경개선에관한특별법」
area	<ul style="list-style-type: none"> 한강, 낙동강, 금강, 영산·섬진강수계 	<ul style="list-style-type: none"> 서울특별시, 인천광역시(옹진군영흥면제외), 경기도24개시
alloc. man.	<ul style="list-style-type: none"> 유역할당-점/비점구분관리 일최대 배출부하량 기준 유역할당내수질관리필요시개별배출시설 할당 	<ul style="list-style-type: none"> 개별배출시설할당-점오염원 연간배출량기준 대상오염물질을 다량 배출하는 1~2종 사업장에 할당
target mater.	<ul style="list-style-type: none"> BOD, T-P 	<ul style="list-style-type: none"> 질소산화물, 황산화물, 먼지
alloc. time	<ul style="list-style-type: none"> 시행계획 기간 내 5년 단위 할당 	<ul style="list-style-type: none"> 5년 단위 연간 배출허용총량할당
annu. alloc. disch.	<ul style="list-style-type: none"> 기준은없으며, 목표수질을만족할수있는범위내 	<ul style="list-style-type: none"> 연도별배출허용총량=총량관리대상오염물질별
method	<ul style="list-style-type: none"> 관계기관의 협의를 통해 할당량 산정 	<ul style="list-style-type: none"> 총량할당계수×할당계수단위량
target	<ul style="list-style-type: none"> 시군 등 지방자치단체 지자체, 개별배출시설 모두 초과부과금 대상 	<ul style="list-style-type: none"> 개별사업장규제 지자체에 대한 제제조치 없음

마. 결과고찰

위와같이 민간할당시설의 삭감대상규모 분석과와 국내외 사례분석을 통해 국내적용가능성 검토시 아래와 같은 항목과 분야가 선행 연구되어야 할 것으로 판단되어 정리하였다.

① 수질기준 및 지리학적 요소, 수문학적 요소 등을 고려한 시행범위 도출
민간참여활성화를 위해서는 인센티브 및 배출권 거래제도가 조기 정착이 필요하며 수질기준, 지리학적 요소, 수문학적 요소, 사회적인 요소 등이 고려된 과학적인 조사 및 시행범위 도출이 필요하다.

② 민간참여활성화를 위한 제도적, 기술적 기반조성
민간개별시설 지정할당을 위한 법적근거가 마련되어야 하며 동시에 인센티브 및 배출권 거래제도를 유인책으로 제시하여야 하고 민간참여의 규모와 대상이 지정되어 삭감량 및 수질개선효과 정량적 검토필요하다. 아울러 인센티브 및 배출권거래 도입을 위한 민간시설 종류별 가중치 및 공간적 유달율 등 정량적 평가방법 및 분석자료가 구축되어야한다.

③ 현실여건을 반영한 인센티브 및 배출권거래 관계자 및 거래 범위 도출
인센티브 및 배출권 거래제 시행에 앞서 삭감량에 대한 명확한 산정 기준에 대한 연구 필요한데 EPA(2009)¹⁸에 의하면 일반적으로 삭감량은 구매자 또는 판매자가 오염물질을 배출하는 위치에서 산정되므로 현 총량제의 삭감량 산정 방식과 비교검토 필요하다.

④ 유역특성 및 총량관리 여건을 고려한 교환비율(유달율) 개발
삭감량거래를 위해 EPA(2009)는 유달률, 위치비율, 등가성비율 등을 고려하는데 거래비(trading ratio)는 구매자와 판매자간에 1:1비율이 성립되지 않고 수계별 특성과 주변 환경에 의존하기 때문에 거래비 개발이 필요하며 삭감계획에 따른 삭감량(kg/일)과 삭감량이 하천 수질에 미치는 영향인자(유달률, 위치비율, 등가성비율 등)를 고려하여 거래비의 산정 및 가이드라인을 마련 필요하다.

⑤ 인센티브 부여 및 배출권거래제 구성방안
삭감량의 적정성평가 및 단위유역내 또는 단위유역간의 할당량의 이전 등은 현제도 추진 중이나 인센티브부여 구체적 방법 검토와 배출권거래 시장구성 및 거래활성화 방안의 검토도 필요하다.

IV. 결 론

본 연구에서는 개별배출시설에 대해 조사하고 저감잠재량 분석을 통해 지정할당시설 규모 및 삭감효과를 분석하였고 국내외 민간참여 사례조사를 통해 국내 수질오염총량제 적용방안에 대해 검토하였다.

1. 지정할당의 적정규모는 저감잠재량 분석, 관련법 조사시 산업 및 오수처리 시설의 200톤/일 규모 이상의 할당이 타당한 것으로 판단되었다.

2. 개별배출시설 지정할당에 따른 삭감량 및 수질개선효과는 T-P 법적기준 일괄 20%삭감시 전체 저감잠재량 약 42%, 0.012mg/L 수질개선효과가 있었고 민간개별배출시설을 지정할당시설로 관리시 마을하수도 등 신설대비 비용편익 효과 발생하였다.

3. 민간참여 활성화 방안에서 개별배출시설 지정할당에 따른 지자체 및 민간 인센티브방안을 제시했는데 지자체는 민간 추가삭감량의 개발량전환 및 초과 부과금 지방세로 편입 규정 마련 등이 필요하며 민간시설은 성실히 이행시 기존시설은 세금감면 또는 지도점검 면제 등을 제공하고, 신규시설 취·등록세 할인 등의 인센티브와 불이행시 벌금부과 등 페널티 조치가 필요한 것으로 판단된다.

또한, 계획대비 초과 삭감량 공공-공공, 공공-민간, 민간-민간 간의 배출권 거래 허용 법적근거 마련이 필요한데 총량계획 기본방침, 기술지침, 이행평가 기준 등에 인센티브 및 배출권거래관련 가이드라인 마련이 후속과제 등을 통해 선행되어야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 국립환경과학원, 3대강수계 제1단계 수질오염총량제 시행성과 평가, **2011**.
2. 국립환경과학원, 2011년 전국오염원조사, **2011**.
3. 환경부, 3대강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 및 시행규칙, **2012**.
4. 환경부, 개별배출시설에 대한 합리적 총량관리방안 및 경제성 분석 연구, **2013**.
5. 환경부, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률, **2012**.
6. 환경부, 수질오염총량관리기본방침, **2012**.
7. USEPA, Water Quality Trading Policy Statement, **2003**.
8. USEPA, WATER QUALITY TRADING ASSESSMENT HANDBOOK, **2004**.
9. USEPA, Water Quality Trading Toolkit for Permit Writers - Appendix A, **2007**.
10. USEPA, Water Quality Trading Evaluation Final report, **2008**.
11. 환경부, 수도권 대기환경개선에 관한 특별법, **2013**.
12. 환경부, 수도권사업장대기오염물질 총량관리제 업무편람, **2012**.
13. 환경부, <http://www.emissiontrade.go.kr>(배출권전자거래시스템).
14. 환경부, 오염총량관리시행계획 이행평가기준, **2012**.
15. 환경부, 2011년도 공공하수처리시설 운영관리실태 분석결과, **2012**.
16. 환경부, 공공하수처리시설 투자계획 수립에 관한 연구, **2008a**.
17. 환경부, 하수도계획 시 경제성 평가 방안에 관한 연구, **2008b**.
18. USEPA, Water Quality Trading Toolkit for Permit Writers, **2009**.