

한강수계 의무적 수질오염총량관리제 시행 지원을 위한 조사·연구의 우선순위 설정¹⁾

이창희^{1)*}·이범연¹⁾·이수웅²⁾

Research Priorities to Support Mandatory Implementation of a Total
Pollutant Load Management System (TPLMS) in the Han River Basin

Lee, Chang-Hee · Lee, Bum-Yeon · Lee, Su-Woong

1) 명지대학교 환경생명공학과 유역시스템공학연구소(Watershed System Engineering Laboratory, Department of
Environmental Engineering and Biotechnology, Myongji University)

2) 국립환경과학원 수질총량연구과(Water Pollution Cap System Research Division, National Institute of Environmental Research)

제 출 : 2009년 4월 29일 승 인 : 2009년 11월 26일

국 문 요 약

지금까지 한강수계에서 임의적으로 시행되던 수질오염총량관리제도가 의무적 시행으로 전환될 예정이다. 본 연구에서는 껍분석과 계층화분석 등의 객관적인 접근을 통해 이러한 의무적 시행을 지원할 수 있는 조사·연구 방향 및 우선순위를 제시하였다. 껍분석 결과 아직까지 우리나라의 총량관리는 새로운 제도를 정착시키기 위한 규제에 초점을 두는 제도시행의 초기적 특성을 보이고 있어, 향후에는 배출권거래의 도입, 배출허가시스템의 개선 등 시행의 유연성 및 실효성을 제고하는 제도개선 분야에 대한 조사·연구가 필요한 것으로 나타났다. 계층화분석 결과를 보면 특정 분야보다는 제도개선 및 과학적 불확실성 해소를 위해 전 분야의 조사·연구가 병행될 필요가 있는 것으로 나타나 아직 제도의 시행이 안정화 단계에 이르고 있지 못함을 반영하고 있다. 세부분야 별 조사·연구의 필요성은 목표수질 설정의 타당성 확보가 가장 큰 것으로, 기술적 측면에서는 부하량 및 수질예측 모델의 신뢰성 제고 및 획기적인 부하량 삭감방안의 개발이 강조되어야 할 것으로 나타났다.

■ 주제어 ■ 수질오염총량관리제, 수질관리, 조사·연구, 한강유역, 계층화분석

1) 본 연구는 국립환경과학원의 “한강수계 교해상도 영상자료를 이용한 부하량 변동 산정방안 시범사업” 중 ‘한강수계 오염총량 의무제 도입 대비 중장기 R&D 계획 수립’을 통하여 수행하였음.

Abstract

The Total Pollutant Load Management System(TPLMS) in the Han River basin is being changed from a voluntary to a mandatory system. Accordingly, this study suggests directions and priorities for research that can support implementation of TPLMS through an objective approach that deploys gap analysis and analytic hierarchy processes (AHP). Gap analysis indicated that TPLMS in Korea is still focused on compliance with regulations, and that implementation of TPLMS is still in its early stage. Improvements are thus needed in flexibility and effectiveness, including introduction of emissions rights trading, and upgrading to a renewable emissions permit system. The AHP study indicated that R&D will need to proceed in parallel in multiple areas to improve systems and resolve scientific uncertainties. Balanced R&D will be needed in both the institutional and technical groups. Subgroup analysis indicated that developing a reasonable process to establish water quality management targets is of the highest priority in the institutional group. In the technical group, higher priority will need to be given to improving model reliability and developing innovative pollution load reduction technologies.

Keywords Total Pollutant Load Management System (TPLMS), Water Quality Management, Research and Development, Han River Basin, Analytic Hierarchy Process

I. 서 론

1999년 「한강수계상수원수질개선및주민지원등에관한법률」(이하 한강수계법)에 의해 한강수계에 수질오염총량관리제(이하 총량관리) 시행근거가 마련되었다. 그러나 타 수계와는 달리 임의적 시행이라는 제도적 불안전성으로 인해 제도 도입 후 10년 지난 지금까지도 광주시, 용인시 등 일부 시·군을 제외하면 총량관리의 시행이 부진한 상황이다. 이는 총량관리를 통해 사후처리 위주의 기존 수질관리의 한계를 극복하고 수질개선을 담보하려는 환경부와 팔당호 상류 규제지역의 지역개발을 위한 합법적인 여지를 확보해 보려는 자치단체 간의 이해가 대립될 수밖에 없는 지역여건을 고려할 때 이미 예견된 일이었다(김경민, 2007; 강상규, 2008).

최근 팔당호 상류 자연보전권역에 대한 규제완화를 전제로 경기도가 총량관리의 의무적 시행에 합의하면서 한강수계에서도 경기도 지역부터 총량관리를 의무적으로 시행하게 되었다. 이에 따라 환경부는 이미 총량관리를 의무적으로 시행하고 있는 3대강 수계와 더불어 한강수계에서도 총량관리의 의무시행을 규정한, 기존의 수계별로 제정되었던 수계법을 하나로 통합한 「4대강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률안」을 입법예고하였다. 한강수

계 총량관리의 의무적 시행은 타 수계와의 형평성을 확보하고, 지지부진했던 총량관리의 시행을 담보할 수 있으며, 불합리한 규제를 완화할 수 있는 안전판을 제공함으로써 궁극적으로 수질개선과 합리적 지역개발의 접점을 찾고자 하는 제도의 취지를 구현할 수 있다는 점에서 바람직한 방향으로 보인다(경기도, 2008). 그러나 개발압력이 매우 높고, 지역적으로 사회·경제적인 여건이 매우 상이한 수도권 지역의 특성과 이미 총량관리의 시행경험을 통해 제도가 가지는 한계점을 충분히 인지한 상태이기 때문에 의무적 시행과정에서 논란과 갈등을 최소화하기 위해서는 과학적·기술적·제도적 문제점에 대한 보완이 선행될 필요가 있다(박준대, 2009).

총량관리 시행을 지원하기 위한 조사·연구(이하 “연구”)는 총량관리의 도입, 관련 방침·지침의 개발 및 목표수질의 설정을 지원하기 위한 일련의 정책연구(환경부, 2000; 2001; 2002)와 총량관리 시행을 기술적으로 지원하기 위한 환경기초조사사업(국립환경과학원, 2006)을 통해 이루어져 왔다. 이러한 연구는 총량관리가 도입된 이후 시행초기에 제기되었던 제도적 문제를 보완하거나 단기간에 해결 가능한 기술적 문제를 해결하기 위한 기초연구에 초점을 둘 수밖에 없었다. 따라서 지금까지 총량관리 시행과정에서 제기된 다양한 문제를 보완하고, 향후 총량관리의 확대 시행을 포함한 물환경관리기본계획(한강물환경연구소, 2003; 환경부, 2006)에 반영된 정책을 지원하기 위해서는 지속적인 연구가 요구된다. 따라서 본 연구는 총량관리 시행과 관련하여 제시된 국가정책과 한강수계 총량관리 의무적 시행을 실질적으로 지원하기 위해 추진해야 하는 연구사업의 방향 및 그 우선순위를 제시하고자 한다.

II. 연구방법

연구는 한강수계 수질오염총량관리제의 의무적 시행에 대비하여 향후의 연구방향을 파악하기 위한 갭분석(Gap Analysis)과 여러 연구 분야 중 우선순위를 결정하기 위한 계층화 분석(Analytic Hierarchy Process) 등을 통해 수행하였다. 체계적인 분석을 위해 수질오염총량관리기본방침, 수계수질오염총량관리기술지침(환경부, 2007) 및 물환경기본계획(환경부, 2006) 등에 규정되었거나 반영된 총량관리 내용을 토대로 연구 분야를 제도부문과 과학기술부문(이하 ‘기술부문’) 2개 부문으로 크게 구분하고(계층1), 각각에 대해 5개 및 6개의 연구분야로 세분하였다(계층2). 기술적 부분은 지금까지 총량관리 시행과정에서 제기된 기

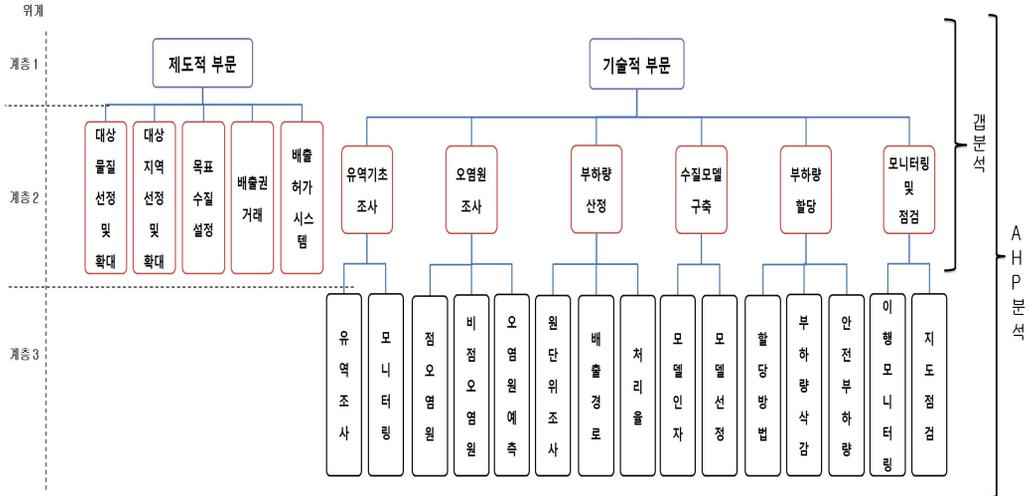
술적 문제점을 고려하여 각 부문별로 2~3개씩 세분하여 총 15개 분야로 하였다(계층3).

갭분석은 우리나라 총량관리 지원을 위해 지금까지 추진되었거나 진행 중인 국내목록과 Total Maximum Daily Load(이하 TMDL)를 위해 1990년 이후 미국에서 추진된 연구목록의 비교를 통해 수행하였다. 국내목록은 총량관리 관련 연구내용이 임의제로 시행하는 한강수계나 의무제로 시행하는 3대강 수계 간에 큰 차이를 보이지 않는다는 점을 고려하여 환경부, 국립환경과학원(물환경연구소 포함), 4대강 유역환경청 등에서 발주, 수행했거나 수행 중인 총량관리와 직·간접적으로 연결된 185 건의 사업 모두를 포함하였다. 미국의 TMDL에 대한 연구목록은 미국환경보호청(USEPA), 지역환경청, 주정부에서 운영하는 웹사이트에 제공된 285 건의 연구목록을 포함하였다. 단, 웹사이트에서 제공되는 미국의 연구목록은 전체 연구의 일부에 지나지 않고, 민감한 사안과 연관된 자료는 통상 제공되지 않으며, TMDL의 연구는 수질관리와 연관되는 거의 모든 분야에서 이루어지므로 TMDL를 위한 연구와 구분하기 어렵다는 근본적인 한계를 고려하여 세부적인 분야(계층3)보다는 계층2 분류군별로 비교하였다.

AHP(Analytic Hierarchy Process)는 요소 간의 쌍대비교에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하는 의사결정 방법론의 하나로 최근 환경부문의 우선순위 결정에 많이 사용되고 있다(이지현 등, 2004; 조인성 등, 2007; 남정호 등, 2007; 환경부, 2008). AHP를 위한 설문은 <그림 1>에 제시된 계층구조에 따라 1차적으로 제도적 부문과 기술적 부문의 상대적인 중요성, 2차적으로 제도적, 기술적 각 분야별 세부 연구분야의 상대적 중요성, 3차적으로 기술적 분야의 세부적인 연구내용 간의 우선순위 설정을 직접 대면을 통해 수행하였다. 설문조사는 환경부, 국립환경과학원 등의 환경부 관련 공무원(7명), 실제 총량관리를 시행하고 있는 한강수계의 지방자치단체 공무원(3명) 및 수질오염총량 관련 연구를 수행한 경험이 있거나 수행하고 있는 대학 및 연구기관 전문가(19명), 시민단체(1명) 등 총 30명에 대해 실시하였다.

조사된 설문은 Expert Choice 2000 소프트웨어를 사용하여 분석하였다. AHP 분석은 답변에 일관성이 있다고 판단되어지는 일관성비율(consistency rate)이 0.1 미만인 설문만을 대상으로 하였는데 전체 대상 30명 중 23명이 여기에 속했다. 설문대상의 해당 분야 경험은 모두 1년 이상의 경험을 가졌으며 1년 이상 5년 미만이 9명, 5년 이상 10년 미만이 7명, 10년 이상이 7명의 분포를 보였다.

그림1 한강수계 조사·연구 방향 설정을 위한 위계구조



Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 개념분석

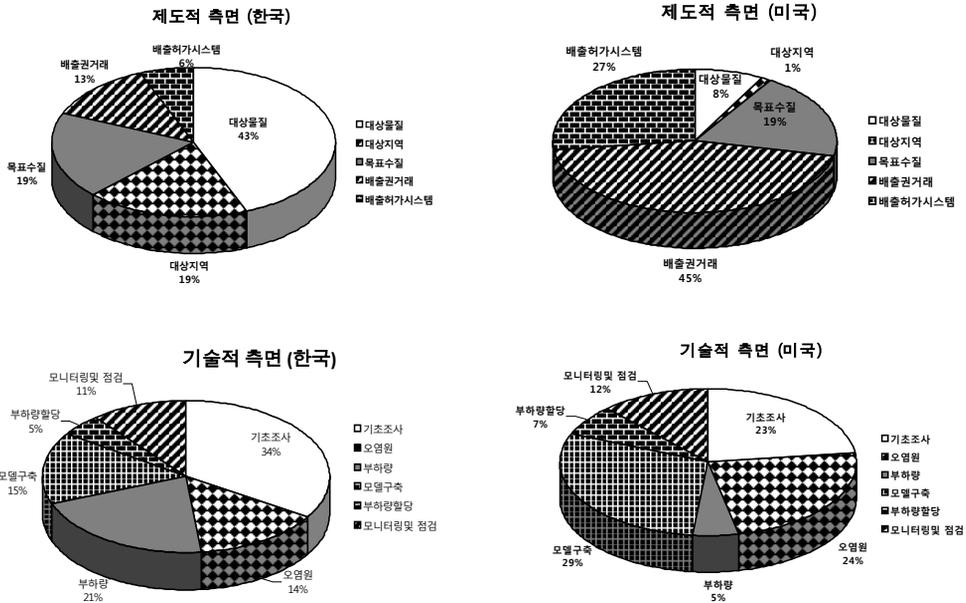
한국의 총량관리와 미국의 TMDL과 관련된 연구 사업을 제도적 부문과 기술적 부문으로 분류하여 비교해 본 결과, 한국의 총량관리 경우 기술적 측면이 약 93%, 제도적 측면이 약 7%로 기술적 측면의 연구가 주로 이루어진 것으로 나타났다. 미국의 TMDL 경우에도 기술적 측면이 약 72%, 제도적 측면이 약 28%로 기술적 측면의 연구가 주를 이루고 있지만 상대적으로 우리나라에 비해 제도적 측면에 대한 연구비율이 높았다. 총량관리가 기존의 규제제도와는 달리 목표수질 설정, 오염원 조사, 부하량 산정, 부하량-수질과의 정량적 관계 분석, 부하량 할당, 모니터링 및 평가 등에 대한 기술적 이해가 선행되지 않으면 시행이 현실적으로 어렵다는 점을 고려하면 기술적 부문에 대한 연구가 상대적으로 큰 것은 당연한 결과이다.

제도적 부문의 세부 연구 분야를 보면 우리나라는 대상물질 선정 및 확대(43%), 목표수질 설정(19%) 순으로 연구가 수행되었고, 미국은 배출권거래(45%), 배출허가시스템(27%) 순으로 수행되어 큰 차이를 보이고 있다. 반면 기술적 부문을 보면 우리나라는 유역기초조

사(33%), 부하량 산정(22%), 수질모델구축(16%) 순으로, 미국은 수질모델구축(29%), 오염원조사(24%), 유역기초조사(23%) 순으로 연구가 수행되어 미국의 경우 수질모델의 구축에 대한 연구가 상대적으로 많은 부분을 차지하지만 제도부문에 비해 세부분야별 차이는 크지 않은 것으로 나타났다(<그림 2>).

이러한 내용적 차이는 특히 2000년 이후에 명확하게 나타나는데 이는 제도의 시행시기와 연관하여 해석할 수 있다(<표1>). 우리나라의 총량관리는 1999년 한강수계법에 의해 도입된 이후 최초로 2004년 경기도 광주시의 총량관리계획이 승인되면서(광주시, 2004) 본격적인 시행에 들어간 반면 TMDL은 91년 개정된 청정수법(Clean Water Act)에 의해 시행이 시작되어 1995년 TMDL 개발을 위한 기술지침이 제시되면서 본격적으로 확대되었다. 즉, 우리나라의 총량관리 연구는 2000년 이후에 시작되었으며 내용적으로는 제도시행을 직접적으로 지원할 수 있는 대상물질 및 대상지역 설정, 유역 실태 조사, 오염 부하량 조사 및 배출특성 조사 등 분야에 집중되었음을 알 수 있다.

그림2 중그룹 비교(제도적 측면(상), 기술적 측면(하))



반면 TMDL의 경우에는 이미 90년대에 제도가 정착되면서 제도적 측면에서는 제도의 경직성과 비효율성을 보완하는 방향의 연구가 상대적으로 많았던 것으로 볼 수 있다(<표 1>). 여기에는 배출권 거래에 대한 정책연구, 거래에 따른 식감방안, 배출권거래에 따른 수질 영향, 유역관리를 통한 TMDL 시행방안 등의 연구가 포함된다. 기술적 부문에서는 제도의 정착에 따라 기초조사는 물론 TMDL 추정 시 포함되는 기술적인 불확실성을 해결하기 위해 보다 정확한 수질모델 및 유역모델의 구축 및 운영에 대한 연구가 상대적으로 많이 수행된 것을 볼 수 있다.

기간별로 연구 내용의 차이는 시행시기와 더불어 근본적으로 상이한 시행체제에서도 비롯되는 것으로 보인다. TMDL의 경우 점오염원에 대한 할당은 National Pollutant Discharge Elimination System(NPDES) 허가체제를 통해 이루어지기 때문에 TMDL과 NPDES와의 효과적인 연계방안의 개발이 제도적 부문의 주요 연구대상이 되었다. 그러나 우리나라는 NPDES 형태의 배출허가시스템이 부재하고 총량관리계획을 수립하는 과정에서 개별 오염원에 대한 할당이 직접 이루어지므로(환경부, 2004) 배출허가시스템과 연관된 연구수요가 적을 수밖에 없다. 또한 TMDL의 경우에는 수질환경기준이 설정된 전 항목에 대해 지정된 기준을 초과하는 전 수계구간을 대상으로 하지만 총량관리는 생물학적 산소요구량(Biological Oxygen Demand; BOD) 단일 항목에 대해 연안 수계를 제외한 4대강 수계(한강수계는 팔당호 상류의 일부 수계)를 대상으로 하고 있어 연구범위 자체에 매우 큰 차이를 보인다.

이와 같이 비록 총량관리와 TMDL를 직접 비교하는 데 적지 않은 문제가 있지만 적어도 본 분석을 통해 향후의 연구방향에 대해 몇 가지 시사점을 도출할 수 있다. 첫째, 규제적 특성을 가지는 총량관리가 정착되면 향후 시행의 유연성과 효율성을 확보하기 위해 배출권 거래제도의 도입이 필요하므로 이에 대한 연구가 강화될 필요가 있다. 둘째, 총량관리계획에서 직접 부하량을 할당하는 현재의 할당방법은 민간시설에 대해 적용이 용이하지 않으므로 제도의 실효성 제고를 위해 미국의 NPDES처럼 배출허가시스템을 도입하는 방안에 대한 연구가 요구된다. 셋째, 기술적 측면에서는 부하량과 수질과의 정량적인 관계를 보다 명확히 예측할 수 있는 수질모델(수체모델 및 유역모델)의 개발과 적절한 운영을 지원할 수 있는 연구가 추진되어야 한다.

표1 기간에 따른 총량관리 연구내용 분류군별 분포 (괄호 안은 미국 TMDL의 경우)

(단위: %)

분류		~1995	1996~2000	2001~2005	2006~2010
제도적 측면	대상물질 선정 및 확대	0(0)	0(0)	40.0(4.6)	6.7(4.6)
	대상지역 선정 및 확대	0(0)	0(0)	6.7(1.5)	6.7(0)
	목표수질 설정	0(0)	0(0)	6.7(4.6)	13.3(13.8)
	배출권거래	0(1.6)	0(3.1)	6.7(33.8)	6.7(7.7)
	배출허가시스템	0(1.5)	0(9.2)	0(10.8)	6.7(3.1)
	합계	0(3.1)	0(12.3)	60.0(55.4)	40.0(29.2)
기술적 측면	유역기초조사	1.2(0)	0(0.5)	19.8(18.6)	12.3(3.8)
	오염원조사	0(0)	0(4.4)	7.4(12.6)	6.8(7.7)
	부하량산정	0.6(0.5)	0(0.5)	10.5(0.5)	9.9(3.8)
	수질모델구축	0(1.1)	0.6(1.1)	7.4(9.8)	8.0(15.8)
	부하량할당	0(0)	0(0)	2.5(3.3)	1.9(3.8)
	모니터링 및 점검	0(0.5)	0(0.6)	5.6(6.6)	5.6(4.4)
	합계	1.8(2.2)	0.6(7.1)	53.1(51.4)	44.5(39.3)

2. AHP분석

AHP분석을 위한 설문결과 제도적 부문과 기술적 부문과에 대한 연구의 중요성이 47:53로 조사되어 두 부문에 대한 균형 있는 연구가 추진될 필요가 있음을 나타냈다. 그러나 세부분야 별로 구체적인 내용을 살펴보면 제도적 부문에 대한 연구도 대부분 기술적 해결이 전제되지 않고는 추진될 수 없는 사항이 많아 실제 기술적 부문에 대한 연구의 필요성은 조사된 것보다 클 것으로 보인다.

예를 들어 세부분야 별 연구의 우선순위를 살펴보면 제도적 부문의 경우 목표수질 설정에 대한 연구의 필요성이 타 분야에 비해 월등하게 크고 그 다음으로 대상지역 선정 및 확대, 대상물질 선정 및 확대 순으로 조사되었다. 목표수질설정에 대해 가장 높은 가중치를 나타낸 것은 총량관리 시행 시 지역개발의 여지가 목표수질에 의해 결정되기 때문에 이에 대한 관심이 매우 큰 상황임에도 불구하고 목표수질에 대한 과학적 근거에 대해 많은 이해당사자가 여전히 공감하지 못하고 있으며 따라서 총량관리 시행에 있어 이와 관련된 갈등이 적지 않음을 반영한다. 따라서 수계별 목표수질과 용수이용 목적 간의 불합치, 지역적으로 세분화되지 못한 목표수질, 수질의 시간적 변화를 적절히 고려할 수 있는 합리적인 수질 평가방법의 부재 등 합리적인 목표수질의 설정과 관련하여 지적된 문제점의 해결을 위한 연구가 우선적으로 추진될 필요가 있는 것으로 보인다.

대상지역의 선정 및 확대, 대상물질의 선정 및 확대 등에 대한 연구의 필요성은 그간 3대 강 수계에서 총량관리를 시행해본 결과 총량관리 대상지역이 너무 포괄적이기 때문에 불필요한 지역에도 총량관리가 적용되고, 수질문제가 대상물질로 지정된 BOD 이외의 물질에 기인하는데도 불구하고 BOD 위주의 관리계획을 추진해야 하는 등 제도의 경직성에서 비롯되는 문제를 극복해야 한다는 관점에서 제기된 것으로 보인다. 또한 주목할 점은 배출권 거래의 도입 및 배출허가시스템의 개선 등에 대한 연구의 필요성은 상대적으로 낮아 겹분석 결과에 나타난 바와 같이 미국과는 상당한 차이를 보이고 있는데, 이는 총량관리 시행의 초기단계에 있기 때문에 일부 정책담당자 이외에는 총량관리 시행과정에서 직면했던 당면한 문제의 해결을 위한 제도 개선에 관심이 집중되고 있음을 반영한 것으로 해석된다.

기술적 부문에서는 오염원 조사, 수질모델 구축, 부하량 산정 순으로 연구가 필요한 것으로 나왔지만 각 부문 별 차이가 크지 않아 전반적으로 고른 연구가 필요한 것으로 보인다. 각 부문별 세부적인 분야를 살펴보면 오염원 조사는 점오염원, 비점오염원, 오염원 예측 각 항목별로 고른 연구가 필요한 것으로, 부하량 산정은 원단위, 배출경로, 처리율 중 원단위 조사에 가장 관심을 두어야 할 것으로 나타났다. 이는 부하량 산정을 위해 수계 수질오염 총량관리 기술지침(환경부, 2007)에 제시된 원단위가 제한된 자료에 근거하여 개발된 전국 평균치로서 지역 차원에서 부하량 산정, 특히 지역의 자연적, 사회경제적 여건에 따라 크게 좌우되는 비점오염부하량의 산정 시 상당한 불확실성이 존재하기 때문으로 판단된다.

수질모델 구축의 경우 모델선정보다는 모델인자에 대한 연구의 중요성이 강조되고 있다. 이는 외국에서 개발된 다양한 모델을 국내에 적용하는 현 상황에서 모델의 신뢰성을 제고하기 위해서는 모델의 선정보다는 우리나라 수계의 특성을 반영할 수 있는 모델인자에 대한 연구가 강화될 필요가 있기 때문이다. 부하량 할당은 부하량 삭감과 할당방법에 대한 연구가 상대적으로 중요한 것으로 나타났는데, 총량관리 하에서 지역의 개발여지를 최대한 확보하기 위한 새로운 삭감수단의 개발이 요구되고 한정된 부하량을 공평하게 배분하기 위한 합리적 방법의 개발이 필요함을 반영하는 것으로 보인다.

AHP 결과를 설문 대상자의 해당분야 근무기간을 기준으로 구분해 보면 제도적 부문은 기간에 상관없이 목표수질 설정에 가장 높은 우선순위가 있으나, 기술적 부문에서는 근무기간에 따라 우선순위에 차이를 보이고 있다. 즉 오염원 조사와 유역기초조사 부분은 근무기간이 늘어날수록 가중치가 감소하는 반면 수질모델구축의 경우에는 반대로 근무기간이 길수록 큰 가중치를 두고 있다. 이는 근무기간에 따라 총량관리 시행 시 역할 및 관심이 다를 수 있음을 반영하는 것으로, 근무기간이 길수록 기초조사를 다루는 실무보다 관리자의 역할을

담당하므로 지역개발을 결정하는 허용총량을 추정하는 데 사용되는 모델의 신뢰성 제고에 더 큰 관심이 있다는 사실을 반영하는 것으로 보인다.

AHP설문 결과로부터 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다. 첫째, 성공적인 총량관리 시행을 위해서는 제도적 부문과 기술적 부문에 대한 균형 잡힌 연구가 요구된다. 둘째, 연구는 총량관리 시행과정에서 가장 큰 논란이 되었던 목표수질 설정에 있어 객관성을 확보하는 분야가 강조될 필요가 있다. 셋째, 기술적 부문은 오염원 조사, 부하량 산정, 수질모델 등 전 분야에 걸친 연구가 요구이나 특히 지역개발을 좌우하는 허용총량 추정의 신뢰성 제고를 위한 수질모델 인자 추정 및 현실적으로 사용 가능한 부하량 삭감방안의 개발에 초점을 둘 필요가 있다.

표2 AHP 설문조사 결과

(단위:%)

제도적 측면(47.1)					기술적 측면(52.9)														
대상물 질 선 정	대 상 지 역 선 정	목 표 수 질 선 정	배 출 권 거 래	배 출 허 가 시 스 템	유역기초 조사 (12.4)		오염원조사 (20.9)			부하량 산정 (19.1)			수질모델 구축 (19.3)		부하량 할당 (16.8)			모니터링 및 점검 (11.6)	
					유역 기초 조사	모니 터링	점오 염원	비점 오염 원	오염 원예 측	원단 위조 사	배출 경로	처리 율	모델 인자	모델 선정	할당 방법	부하 량사 감	안전 부하 량	이행 모니 터링	지도 점검
17.5	21.6	42.3	8.2	10.5	37.5	62.5	34.7	32.9	32.5	45.4	32.9	21.7	61.4	38.6	38.3	44.0	17.7	69.9	30.1

그림3 AHP 설문 분석 결과

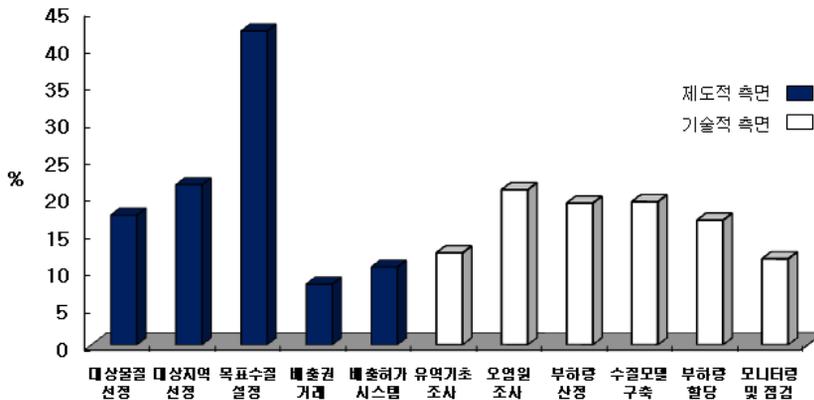
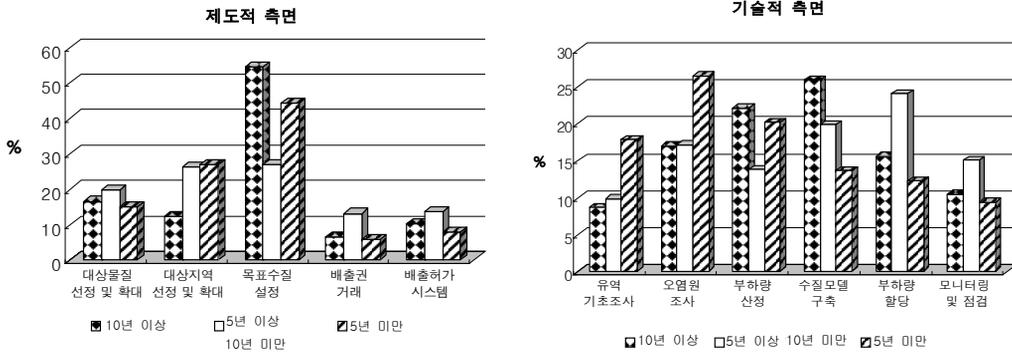


그림4 해당분야 근무기간별 AHP 결과



IV. 결 론

한강수계에서 시행될 예정인 총량관리를 지원하기 위한 연구 방향의 설정 및 연구의 우선순위 설정을 위해 꺾분석 및 계층화분석을 수행하였다. 우리나라 총량관리와 미국의 TMDL을 비교한 결과 향후 제도적 부문에서는 현행 규제적 특성을 갖는 총량관리의 경직성을 보완하고 제도의 실효성을 확보하기 위한 배출권거래제도 및 배출허가시스템의 도입 등에 대한 연구가 필요하고, 기술적 부문에서는 부하량 추정의 신뢰성 제고를 위한 다양한 수준의 모델 개발이 더욱 필요한 것으로 보인다.

계층화분석 결과 향후 연구는 전체적으로 제도적 개선과 기술적 개발에 대한 균형 있는 연구가 필요한 것으로 나타났다. 제도적 부문에서는 제도의 시행과정에서 가장 논란이 되는 목표수질 설정의 타당성 확보를 위한 연구가 가장 중요한 것으로 나타났으나, 시행시기와 시행체제의 차이로 인해 미국 TMDL에서 강조된 배출권 거래 및 배출허가시스템에 대한 연구의 우선순위는 상대적으로 낮은 것으로 보인다. 기술적 부문에서는 총량관리 시행과 관련된 기술적 불확실성 해소를 위해 전 부문에 걸친 연구가 필요하며, 부문별로는 부하량 추정을 위한 모델의 신뢰성 확보를 위한 모델인자의 추정, 부하량 삭감에 실제 적용될 수 있는 다양한 부하량 삭감방안의 개발 등에 대한 연구가 강조될 필요가 있는 것으로 판단된다.

참고문헌

- 강상규. 2008. 「팔당유역 수질오염총량관리제 관련 갈등 관리방안, 팔당상수원 수질정책의 패러다임 전환」. 경기개발연구원.
- 경기개발연구원. 2006. 「오염총량관리제 의무제 시행에 따른 경기도의 대응방안」.
- 광주시. 2004. 「경기도 광주시 수질오염총량관리계획」.
- 국립환경과학원. 2006. 「4대강수계 환경기초조사사업 2단계기본계획(안)」.
- 김경민. 2007. “한강수계 오염총량관리제도와 지역갈등” 「분쟁해결연구」 5(1): 79-98.
- 남정호, 육근형. 2007. “AHP를 이용한 연안·해양보호구역 지정기준 개선 연구” 「환경정책연구」 6(3): 57-89.
- 박준대. 2009. 3. 5. “수질오염총량관리 제도의 그 간 성과 및 중장기적 과제” 「제6회 수질오염총량관리 워크숍 자료집」 제주도 오리엔탈호텔. pp.69-83.
- 이지현, 최지용, 박석순. 2004. “상수원 보호를 위한 유역기반 토지관리 우선순위 모델 적용” 「한국물환경학회지」 20(5): 397-408.
- 이창희. 2007. “기술적 한계를 고려한 팔당호 상류유역에서의 단계적 수질오염총량관리제 시행방안” 「경기논단」 9(2): 93-107.
- 이창희. 2009. 3. 5. “외국의 총량관리 최근동향” 「제6회 수질오염총량관리 워크숍 자료집」 제주도 오리엔탈호텔. pp.86-94.
- 조인성, 오재일, 박규홍. 2007. “전문가 그룹별 AHP 기법을 활용한 폐기물매립지 입지선정 인자의 가중치 분석” 「한국폐기물학회지」 24(2): 95-106.
- 한강물환경연구소. 2003. 「한강수계 환경기초조사사업 기본계획」.
- 환경부. 2000. 「한강수계 총량관리제 시행방안연구」.
- 환경부. 2001. 「낙동강수계 총량관리제 시행방안 연구」.
- 환경부. 2002. 「금강, 영산강수계 총량관리제 시행방안 연구」.
- 환경부. 2004. 「오염총량관리제도의 해설」.
- 환경부. 2006. 「물환경관리기본계획」.
- 환경부. 2007. 「수질오염총량관리제 고시·훈령·규정집」.
- 환경부. 2008. 「국제경쟁력 강화를 위한 상하수도서비스 평가기준 개발 연구」.