

# 수자원관리 혁신을 위한 IWRM



이 동 울 |

한국건설기술연구원 수자원연구부 수석연구원  
dryt@kict.re.kr



최 시 중 |

한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원  
sjchoi@kict.re.kr

## 1. 서론

많은 수자원 개발에도 21세기 출발시점에서 수십 억의 인구가 기본적인 물 서비스를 받지 못하고 있으며, 개도국의 약 10억 명이 안전한 식수를 음용하지 못하고 있어 거의 30억 명은 수인성 질병을 줄이기에 충분한 위생시스템을 가지고 있지 못한 실정이다. 20세기의 국제사회의 수자원 정책에서 가장 큰 실패는 개도국에서 인간의 권리로서 기본적인 필요수량 조차도 확보하지 못했다는 것이며, 다음의 실패는 물과 생태계 건전성의 관계 및 자연생태계의 건전성과 인간의 복지와 연계성을 이해하는데 실패했다는 것이다 (Gleick, 2000). 국제사회는 경제성장 과정에서 발생한 대기, 물, 동·식물 종과 생태계의 급속한 파괴 및 자연자원 남획의 문제들이 과학적으로 확인됨에 따라 경제발전과 함께 환경보호의 문제를 이슈화하고 있다. 1987년 UN의 환경과 발전에 관한 Bruntland 위원회의 보고서에서 세계는 경제성장 과정에서 발생한 심각한 지구의 환경문제에 의해 위협받고 있다고

보고하였다. 21세기 지구 인구는 전세기의 두 배가 될 것으로 예상하고 있다. 결과적으로 인류발전을 지속하기 위해서는 새로운 발전모델이 요구되고 있다. Bruntland위원회는 “지속가능한 발전”의 개념을 경제발전과 환경경악화의 대립적인 형태의 논쟁으로 전 세계에 등장시켰다. 지속가능한 발전은 개도국의 경우 기본적인 수준의 인간의 건강과 존엄성을 얻기 위한 수자원 개발 과정에서 나타나는 환경파괴를 피하고, 선진국의 경우는 자연자원의 고갈, 대기, 물과 자연환경의 파괴에 의한 환경재앙을 막기 위하여 모두에게 필요하다.

IWRM(Integrated Water Resources Management)은 지속가능한 발전 방향으로 수자원을 관리 및 개발하기 위한 기존의 정치, 사회, 경제, 행정 및 기술 시스템의 혁신과정이다. IWRM의 개념은 1992년 더블린 선언과 리우 지구정상회담에서 Agenda 21을 채택한 후부터 많은 관심을 끌고 있다. 그러나 IWRM은 개념의 추상성과 어떻게 실행할 것인가에 대한 의문성으로 인하여 혼란을 주고 있다. 우리나라의 수자원 환경은 반복되는 물 부족, 지속되는 홍수 피해, 수자원 개발과 환경보전의 대립, 수질 개선의 미흡, 수요관리의 요구 증대, 물 관리기관간의 제휴력 취약, 참여에 의한 수자원 관리 행정 미흡, 물 관리 재정 악화 등을 들 수 있다. 이런 현안들을 해결하기 위한 새로운 패러다임으로 IWRM에 대한 필요성과 관심이 집중되고 있다. 그러나 IWRM의 실행을 위한 진전은 더디게 진행되고 있고, 이런 결과는 IWRM개념 이해의 부족도 하나의 원인이 될 수 있다.

본고에서는 IWRM을 물 관리의 새로운 혁신 입장에서 살펴보았다. 다대한 장애물을 가지고 있는 혁신은 한번에 모든 주요한 개혁을 수행하는 것보다 일단

변화를 촉진시키기 위하여 쉽고 실행 가능한 첫 출발이 중요하다. 본고는 IWRM의 이해도를 높일 수 있는 개념을 조사 분석하고, 우리나라의 수자원 정책의 변천, 성과 및 과제의 제시와 함께 수자원 문제를 해결하고자하는 국내 IWRM의 실행 노력을 살펴보았다.

## 2. IWRM의 개념과 목표

지역, 국가 및 국제사회는 사회의 발전 과정에서 발생한 대기, 물, 동·식물 종과 생태계의 급속한 파괴 및 자연자원 남획의 문제들로 인한 자원의 고갈, 환경계앙으로 인한 지속가능한 발전의 파괴를 방지하기 위한 새로운 발전 모델을 요구하고 있다. Bruntland 위원회는 1987년 새로운 발전의 패러다임으로 “지속가능한 발전”의 개념을 정립하였다. 이 위원회의 “우리 공동의 미래”의 보고서에서 지속가능한 발전의 개념을 “미래세대가 가지게 될 요구를 스스로 충족시킬 수 있는 역량을 저해시키지 않으면서 현세대의 요구를 충족시키는 개발”로 정의하고 있다. 지속가능한 발전은 미래를 고려하고 있으며, 그 원칙은 경제적 효율성, 사회적 공정성 및 환경적 건전성을 추구하고 있다. 따라서 지속가능한 발전은 경제, 사회 및 환경 지속가능성의 상호 균형과 연계성을 가지고 조화롭게 지속적으로 개선되는 과정을 말한다(WECD, 1987; 이동률, 2003).

IWRM은 “생태계의 지속가능성을 저해하지 않으면서 사회·경제적 복지를 극대화할 하기위하여 물, 토지 및 관련 자원들의 조화로운 개발과 관리를 촉진하는 과정”으로 정의하고 있다(GWP, 2000). 이와 같은 정의는 지속가능한 발전의 정의에서 기술된 사회, 경제, 환경의 지속가능성을 지원하기 위하여 물, 토지 및 관련 자원을 어떻게 관리할 것인가의 전략을 제시한다고 할 수 있다. 또한, IWRM은 다음과 같은 3가지의 전략적 목표(GWP, 2003)를 가지고 있는데 이는 목표를 달성하기 위하여 이용되는 자원들이 물, 토지 및 관련된 자원에 있다는 점을 제외하면 지속가

능한 발전의 3가지 원칙과 동일하다.

- 1) 효율성 : 효율성은 희소한 자원의 배분이 제대로 이루어졌는가를 측정하는 기준이다. 물, 자연, 재정, 인력 자원들은 한정되어 있기 때문에 이들 자원의 최적 배분을 통하여 경제·사회 복지를 최대화하기 위한 노력이 중요하다.
- 2) 공정성 : 다양한 경제, 사회 그룹에 대한 한정된 수자원과 서비스의 공평한 배분은 갈등을 최소화하고 지속가능한 발전을 사회적으로 촉진하는데 필수적이다.
- 3) 환경적 건전성 : 수자원과 생태계의 조화를 추구하지 않고 우리의 생존을 좌우하는 물 시스템을 위험한 상태로 방치한다면 궁극적으로 물 관리 혁신의 모든 노력은 실패할 것이다.

## 3. 수자원 정책의 변천, 성과 및 과제

1910년대 이후 1945년 해방이전의 수자원정책은 하천조사를 통한 치수사업의 실시와 수력에너지의 개발에 집중되었으며, 해방 이후 1960년까지 수자원 정책은 국가차원에서 종합적인 계획보다는 농업용수와 수력에 의한 에너지 확보라는 단일목적의 이수에 집중되었다. 그러나 1960년대에 이후 국토개발에 의한 경제발전의 인프라 구축을 위하여 하천법의 제정과 함께 본격적인 이수, 치수를 위한 수자원 개발이 추진되었다. 1980년대 까지 많은 다목적댐이 건설되고, 5대 수계를 중심으로 치수목적의 하천개수 사업이 본격적으로 추진되었으며, 1974년 한강홍수통제소를 시발로 5대 유역에 홍수통제소가 설립 운영되기 시작하였다. 1980년대는 수자원관리에서 수질관리의 필요성이 부각되면서 공공수역의 수질관리 업무가 시작되었다. 1990년대는 가뭄과 홍수의 빈번한 발생과 하천의 수질사고로 인하여 20세기에 가장 심각한 수자원 문제를 일으킨 시기였으며, 수자원 개발 사업에 대한 시민단체의 참여와 하천 환경에 대한 관심이 크게 나타나기 시작하였다. 또한, 수량과 함께 수질관

리의 중요성이 크게 강조되기 시작하였다. 2000년대 이후의 수자원 문제는 공급위주의 정책에 대한 비판과 함께 수요관리 정책이 중요한 이슈로 등장하였으며, 이해관계자들의 참여에 의한 수자원 계획과 사업 시행의 기반이 정착되어가고 있는 상황이다. 또한, 하천제방 중심의 홍수방어에 대한 비판과 함께 유역의 저류능 확대, 토지의 이용 규제 등에 의한 유역홍수관리의 개념에 실무에 도입되고 있다. 이와 함께

1990년대 수질관리대책에 의한 수질개선 효과의 미흡으로 인하여 오염총량제의 정책이 실행되기 시작하였다(이동률 등, 2004).

우리의 수자원 정책의 가장 큰 성공은 저수지 건설, 광역 용수 공급망 구축을 통하여 안정적인 수자원 공급체계와 홍수조절 능력을 갖추어 경제발전의 원동력으로 되었다는 것이다. 그림 1은 OECD 및 아시아 개발도상국의 연평균유출량에 대한 저수지 저류

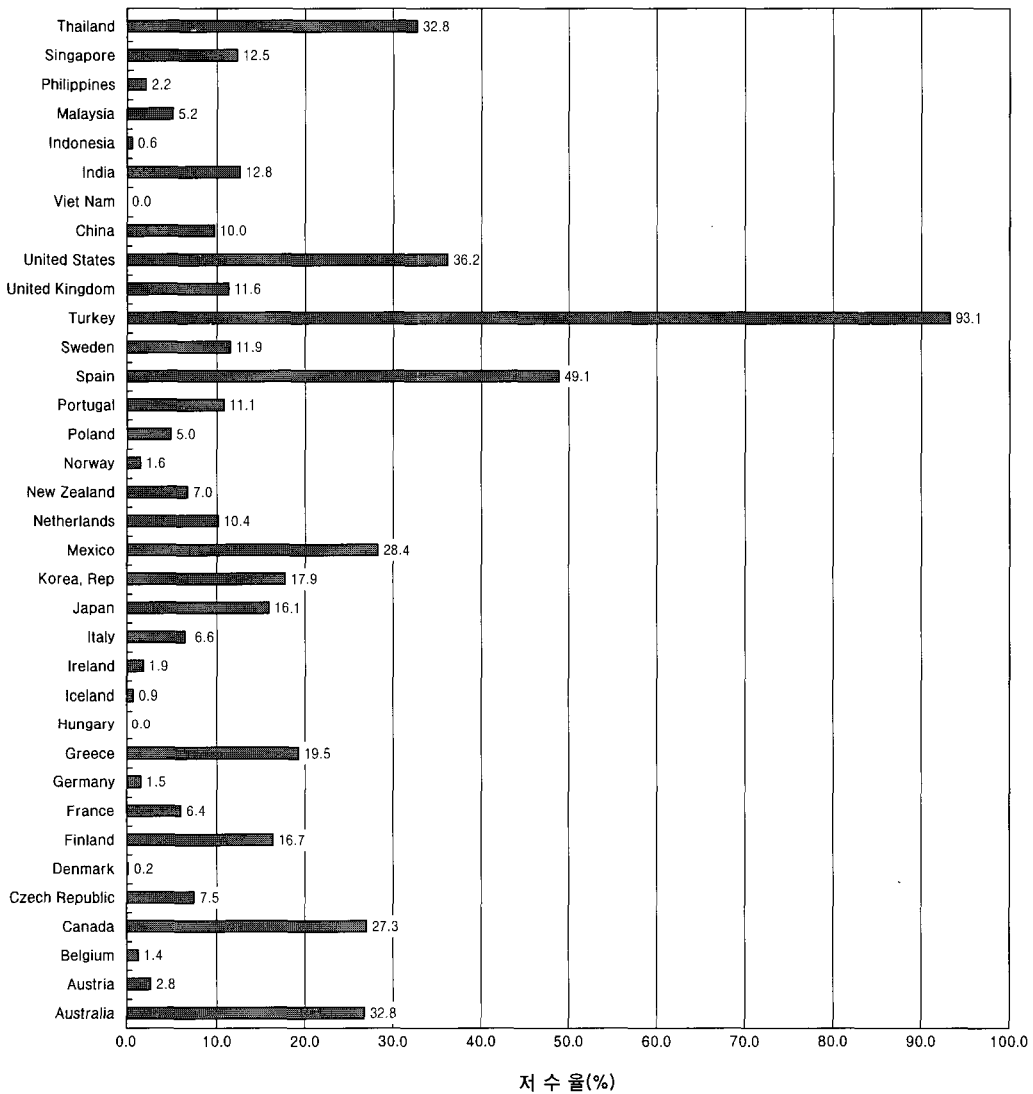


그림 1. 각국의 연평균유출량의 저류능력

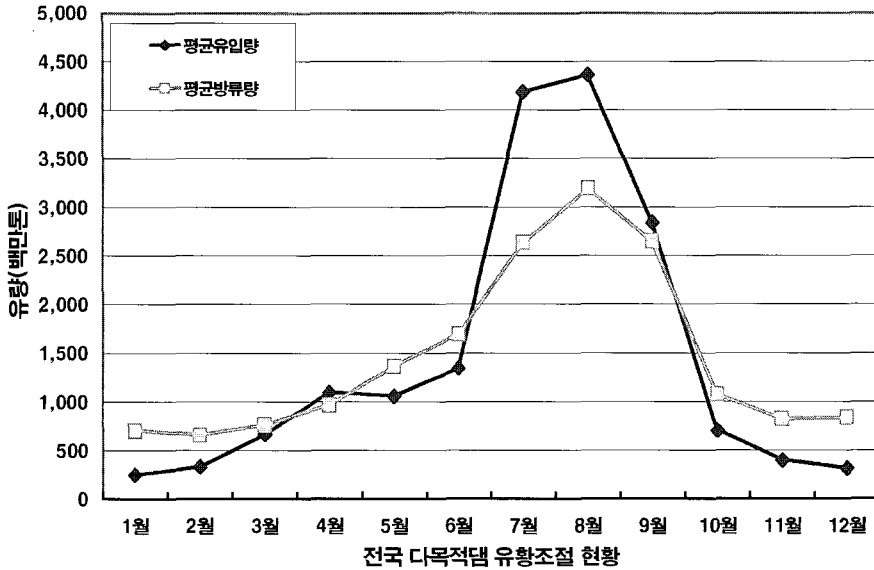


그림 2. 전국다목적댐 유황조절 현황

표 1. 전국 수질환경기준 달성률

구 분	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03
전 국	12.8	17.4	22.1	13.8	13.8	20.0	21.0	31.8	29.9	27.8	29.4	37.6	49.0
한 강	9.6	19.2	26.9	11.5	19.2	32.7	28.8	38.5	38.5	38.5	42.3	53.8	57.7
낙동강	20.0	15.0	25.0	17.5	10.0	17.5	10.0	25.0	30.0	20.0	22.5	32.5	55.0
금 강	13.2	13.2	15.8	15.8	15.8	21.0	31.6	55.3	36.8	34.2	26.3	31.6	44.7
영산강	8.3		8.3		16.7		8.3	16.7	8.3	8.3	25.0	25.0	41.7

능력으로서 우리나라는 상대적으로 높은 비율을 가지고 있어 가뭄과 홍수에 대한 높은 대응력을 가지고 있다(Raskin, 1997). 그림 2는 우리나라 다목적 댐의 홍수 조절량과 갈수시 유황의 개선을 보여주는 것으로서 연평균 30억m<sup>3</sup>의 홍수를 조절하였으며, 갈수시 28억m<sup>3</sup>의 물을 추가로 공급함으로써 홍수조절, 안정된 용수공급과 함께 하천의 수질개선에 크게 기여하고 있음을 알 수 있다.

대규모 다목적댐과 농업용저수지 및 상수도 시설의 보급이 이루어지면서 연간 수자원 이용량은 '65년 51억m<sup>3</sup>에서 '98년 331억m<sup>3</sup>으로 확대되었다. '66년 당시 상수도 보급률은 약 22%로서 '70년 32%, '85년 67%, '99년 86%로 향상되었으며, 2000년 말 현재 전체 급수인구 중 49%를 광역상수도에서 공급하

고 있다. 또한, 공업용수도도 13개소가 건설되어 하루 378만m<sup>3</sup>을 공급하고 있다. 수력발전은 '65년 248천kW에서 '00년은 1백만kW로 '65년 대비 4배로 확대되었다(건교부, 2001). 이상과 같은 전통적인 수자원 공급 정책의 많은 성과는 '65년 인구 2,870명에서 '00년 47,01명의 인구성장에 따른 식량생산과 1인당 국민소득 106\$에서 10,840\$의 100배의 경제성장의 원동력이 되었다.

우리나라의 전통적인 홍수관리는 제방위주의 하천 정비와 홍수조절용량을 확보하기위한 댐의 건설이 중심이 되었다. '99년 말 현재 국가하천의 경우 94%의 하천 개수율, 지방 1급 하천 85%, 지방 2급 하천 68%의 개수율을 달성하였다. 또한, 2001년 현재 다목적댐에 의하여 25억m<sup>3</sup>의 홍수조절용량을 확보하

고 있다(건교부, 2001). 전국 하천 194개 구간의 수질환경 기준달성률(달성구간수/목표설정구간)은 표 1과 같이 '91년에 12.8%, '02년 37.6%, '03년 49%로 매년 개선되고 있으며, '03년 현재 수계별 달성률은 한강(58%), 낙동강(55%), 금강(45%), 영산강(42%), 섬진강(33%)이다(환경부, 2004).

수자원정책에서 가장 성공적인 사업은 용수공급의 안정적인 인프라구축으로서 OECD국가와 비교하여 상대적으로 가뭄과 홍수에 대한 큰 물리적인 적응력을 가지고 있다. 그러나 IWRM의 목표인 물이용의 공평성에서 도서·산간 및 해안지역에서의 용수공급은 아직도 취약성을 가지고 있으며, 환경의 건전성에서는 자연이 필요로 하는 수량에 대한 고려 없이 우리 사회·경제의 복지만을 위한 수자원 관리가 이루어져 왔다. 이는 지천과 도시지역의 건전화를 초래하였고 하천의 수질을 악화시켜 하천의 생태계의 황폐화로 이어졌다. 결국 이수정책의 성공의 이면에는 환경의 훼손이라는 손실을 낳았으며 이는 국제사회가 이야기 하는 것과 같이 우리에게도 가장 큰 실패의 하나라고 할 수 있다. 또한, 향후 일정기간 용수수요의 급격한 증가는 없겠지만 완만한 증가 추세는 예상된다. 그러나 종래와 같은 공급위주의 정책은 개발적지의 부족, 개발비용의 상승, 환경에 대한 사회적 관심의 증가로 현실적으로 어려움이 예상된다. 따라서 개발을 지연 또는 최소화하기 위한 수요관리 정책의 추진이 강조되어가고 있다. 우리사회는 고도의 물 활용 사회라고 할 수 있다. 이런 환경은 극한 가뭄과 홍수와 같은 기후변동에 대한 취약성이 상대적으로 크다는 것을 의미한다. 따라서 극한 기후변동에 대한 사회적 적응력을 확대 시켜야할 것이다.

하천제방 위주의 홍수관리정책은 많은 농지 확보, 토지이용의 고도화의 기반 구축의 성공을 이루었으나, 최근 홍수의 피해는 '70-'80년대에 비해 4.5배 증가하고, 침수면적은 감소하였으나 하천변의 도시화 등으로 침수면적당 피해액은 '70-'80년대의 7배에 달하는 등 기하급수적으로 증가하고 있어 종래와 다른 새로운 홍수관리정책을 요구하고 있다. 하천관리

에서는 목표 수질을 기준의 중심으로 관리하고 있으며, 점오염원관리를 위한 하수처리장의 증설 등을 통하여 매년 개선되고 있으나 하천의 생태계를 고려한 하천관리가 이루어지고 있지 못하고 있다. 또한, 수량과 수질의 연계관리는 제도적 차원의 정비 미흡으로 진행이 어려운 상황이다. 향후 종래의 정책에 의한 수자원과 하천환경에 대한 개선은 이미 성공의 효과가 정점에 달해 있고, 이들 정책에 대한 사회적 수요도가 아주 낮고, 환경·경제·물리적으로도 지속적인 추진은 어려울 것이다. IWRM의 추진은 이런 한계를 종래와 다른 새로운 접근방식으로 해결하기 위한 혁신과정이다.

#### 4. 수자원 관리혁신을 위한 IWRM의 실행

수자원의 지속가능한 관리를 위한 IWRM 실행은 물리적·인적 자원들을 보다 통합 연계하여 개발·관리하고 합리적이고 투명한 정책 수립과 계획을 하는 것이다. 물리적인 자원의 통합에서는 상호 인과관계를 가지고 있는 자원의 조화로운 관리를 추구하는 것으로 토지와 물 연계, 지표수와 지하수 연계, 하천유역-하구-해양 환경의 연계, 상류와 하류의 공동 이익이 강조되고 이들 자원으로부터 지속가능하고 공평한 이익을 얻을 수 있는 능력을 배양하기 위한 인적 시스템의 혁신도 필요하다. IWRM에서 정책 수립과 계획에서는 다목적 물이용과 물에 대한 요구를 고려하며, 이들 과정에서 이해관계자들의 의견이 반영되어야 한다. 또한 수자원 계획과 전략은 보다 폭넓은 사회, 경제 및 환경목표로 통합되어야 한다.

최근 우리나라에서 실행되고 있는 수자원 계획과 사업에서 위와 같은 IWRM의 접근방법에 의한 사례를 찾아 볼 수 있다. 먼저 IWRM적 수자원 계획수립 과정의 사례는 현재 건설교통부가 추진 중인 "수자원 장기종합계획"보완의 수립과정이다. 본 보완계획의 가장 큰 특징은 정부부처, 시민단체 등이 추천하여 구성된 협의체 구성과 운영(그림 3), 수요와 공급량

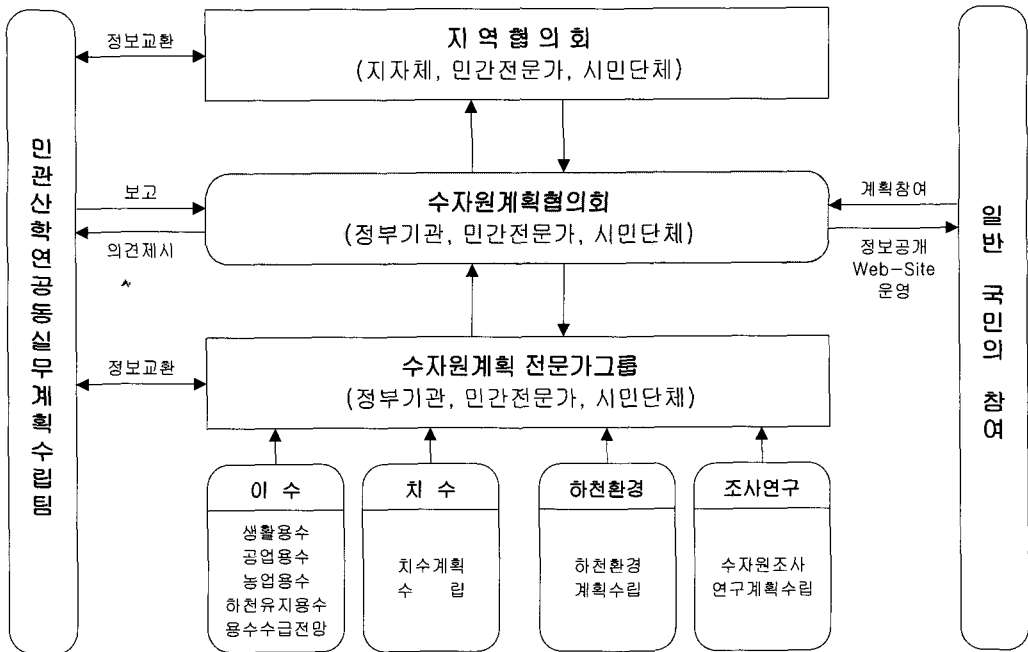


그림 3. 수자원장기종합계획 협의체 구성도

추정에 대한 방법론과 이용자료 제시 및 이해관계자와 추정과정의 공유, 인터넷 홈페이지(<http://www.waterplan.go.kr>)를 통한 보완계획 수립과정 공개 및 의견 수렴에 따른 계획과정과 결과에 대한 투명성 확보와 참여의 기반구축에 있다. 치수사업에서도 기존과 다른 상당한 변화가 이루어지고 있다. 하천제방 위주의 치수사업에서 물과 토지를 통합 연계한 “유역 종합치수계획”이 수립되고 있으며, 이수-치수-하천 환경이 조화된 친화적 하천정비계획이 수입되고 있으며, 이 사업은 지역주민, 시민단체, 지자체 등의 의견 수렴에 의해 이루어지고 있다. 수질개선사업으로서는 4대강 물관리종합대책을 들 수 있다. 이 사업은 수질과 하천환경개선을 목표로 유역의 상·하류의 공동의 이익을 추구하면서, 토지이용의 효율적 관리, 오염총량제, 물이용부담금제도 등을 수행하고 있다. 또한 지속가능한 수자원 관리기법의 혁신을 위한 연구사업으로서 과학기술부와 건설교통부가 추진하고 있는 프

론티어 사업 “수자원의 지속적 확보기술개발”은 향후 IWRM의 실행의 유용한 기술적 기법들을 제공할 것이다.

### 5. 결론

IWRM의 개념은 점점 구체화되어가고 실행을 위한 가이드라인들이 제시되고 있다. IWRM은 지속가능한 발전 방향으로 수자원을 관리 및 개발하기 위한 기존의 정치, 사회, 경제, 행정 및 기술 시스템의 혁신기법이다. IWRM은 제도의 혁신, 조직의 혁신과 관리기법의 혁신을 필요로 한다. 이런 광범위한 개념과 대상들은 IWRM에 대한 추상성과 성공에 대한 의문을 갖게 하여 실행에 대한 회의적인 시각을 주고 있다. 그러나 기존 방식에 의한 수자원 개발과 관리는 더 이상 성공 효과를 주지 못하는 단계에 도달하

여 효율성이 저하되고 있다. 수자원 현안을 보다 다른 시각으로 진단하고 새로운 패러다임으로 수자원을 관리되어야 할 것이다. IWRM은 수자원의 지속가능한 발전을 위한 대안이 될 것이며, 우리나라는 이미 이를 시작하고 있다. 그러나 보다 실천력을 높이기 위해서는 IWRM의 개념을 담은 법, 제도의 정비가 선행되어 IWRM의 수행환경을 더욱 크게 조성해야 할 것이다.

#### ※ 감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발 사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제 번호 1-5-2)에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- 건설교통부(2001). 수장원장기종합계획, 건설교통부  
이동률(2003). 지속가능한 수자원 관리를 위한 수자원계  
획, 농어촌과 환경, No. 81, 농업기반공사, pp.31-38.  
환경부(2004). 환경백서.  
Raskin, P.(1997). Comprehensive Assessment of  
the Freshwater Resources of the World, SEI.  
GWP(2000). Integrated Water Resources  
Management, Global Water Partnership.  
GWP(2003). Toolbox: Integrated Water Resources  
Management, Global Water Partnership.