

## 국가 미래 수자원 전략에 대한 제언(II)



**심 순 보**

충북대학교 명예교수  
한국수자원학회 원로회원  
K-Water 원로정책자문위원  
shimbs2100@dreamwiz.com

### 3. 세부 전략과제별 추진방안

#### 3.1 물관련 법체계 정비를 통한 선진적 수자원관리 기반 구축

##### 가. 물관리 기본법 제정

1961년 하천법이 제정된 이후 관련법의 지속적인 제·개정을 통해 수자원 관리를 위한 기본적 법·제도는 어느 정도 구비되었다. 그러나 법제간의 조화나 부처 간의 협의가 부족한 상태에서 국가정책이나 사회적 필요에 따라 단편적으로 제·개정이 이루어져 왔고, 여러 관련부처에서 국토개발, 재해방지, 환경보전 등 고유기능 수행을 위한 수단으로써 분산 관리해 왔기 때문에 법령들 상호간에 유기적인 연결이나 통일성 및 일체성이 취약할 수 밖에 없다.

이러한 문제점은 수량이 한정되어 있는 수자원의 효율적 개발·이용 등을 위해 필요한 종합적 관리를 어렵게 하고, 수자원 관리를 둘러싼 관계기관간의 업무혼신, 중복투자 등으로 비효율 등 많은 부작용이 발생할 소지를 안고 있어 개선이 절실하다. 특히, 기후변화로 인해 갈수록 악화되는 수자원 관리의 여건 변화에 능동적으로 대처하기 위한 수자원 법령체계의 개선은 시급한 과제라 할 수 있다.

제정하고자 하는 기본법이 수자원의 관리에 관한 기본법으로서 역할을 다하기 위해서는 최소한 다음

과 같은 요건을 갖추어야 한다.

첫째, 수자원관리의 기본방향과 원칙을 제시해야 한다. 이는 수자원의 이용과 보전에 관한 관계 법령들이 상호 모순됨이 없이 통일성과 일체성을 유지하도록 하고, 구체적인 정부시책 등이 일관성 있게 추진될 수 있도록 하기 위하여 반드시 필요하다.

둘째, 다원화되어 있는 정부의 수자원관리 기능이 상호 조화를 이루어 효율적으로 추진될 수 있도록 하기 위한 제도적 기반이 마련되어야 한다.

셋째, 수자원을 관리하는 기관 간에 분쟁이 생길 경우 소송에 이르기 전에 간편한 절차를 통해 쉽게 해결할 수 있는 분쟁조정기구가 필요하다. 수자원의 관리주체는 추구하는 목적이 서로 다른 개발·이용, 재해방지, 환경보전 등 기능별로 다원화되어 있어 관리주체 간에 분쟁이 발생할 수 있는 문제점을 안고 있다. 따라서, 관계기관 상호 타협 등을 통한 자율적인 해결을 적극 끌어내기 위해서는 전문적인 조정기구가 필요하다.

##### 나. 물관련 조직체계 정비

오늘날 물관리체계의 중요성은 그 어느 때 보다 강조되고 있는데, 심지어 “오늘날의 전세계 물 위기(water crises)는 수자원 자체나 기술의 문제가 아니라, 대부분 잘못된 물관리체계(water management governance)에서 비롯된다”는 평가도 있다. 우리나라도 수량과 수질관리의 통합이라는 불필요한 소모적 논쟁에서 벗어나 유역별로 흩어진 관리체계를 유역 차원에서 어떻게 통합적으로 관리해 나가느냐가 관건으로 물관리 효율화는 물론 기후변화 적응을 위한 물관리체계 전반의 정비가 시급히 요구되고 있다. 선진국의 경우, 아래와 같이 물관리기본법 제정

시 위원회 설립을 명시하고, 독립적 조직의 구성으로 부처의 압력이나 갈등에서도 조정자의 지휘를 보장하고 있다.

이에 우리나라에서도 물관리기본법에 위원회 설립을 명시하고, 독립적 조직의 구성으로 부처의 압력이나 갈등에서도 조정자의 지휘를 보장할 수 있도록 하여야 하며, 물이용부담금 등을 통한 재원마련으로 재정적 독립성을 부여해야 할 것이다. 또한 국가물관리계획을 관련 부처들과 협의하고 하위 계획들을 고려하여 종합적이고 효율적인 계획의 수립에 대한 조정자 역할을 담당해야 할 것이다.

#### 다. 물대책 다원화를 위한 법·제도 정비

대체불가능한 물이라는 특수성에도 불구하고, 수자원 SOC 사업에 대한 주민 체감도는 낮아 댐건설 필요성에 대한 국민 이해·동의 등 공감대 형성에는 한계가 있으며 다양한 사회적 갈등을 촉발하는 등 국가 주도의 댐건설은 한계에 봉착하여 정부는 댐건설을 둘러싼 사회적 갈등을 미연에 방지하고자 댐건설 추진절차를 개선(13.6)하여 지역민, 이해관계자의 사전 이해·동의 없이는 사업추진이 어렵게 되었다. 반면 기후변화 영향 등으로 지역적인 가뭄이 심화되고 발생 빈도증가에 따라 이들 지역에 대한 안정적인 수자원 확보의 필요성은 커져가고 있다.

따라서, 지역 간의 댐 활성화, 수원다변화 및 수요절감 노력 등의 실질적인 성과를 위해서는 국가적인 관심과 제도적인 뒷받침이 필수적으로 다음과 같은 대책 추진이 필요하다.

### 3.2 유역기반 통합 수자원관리 및 계획 체계 확립

#### 가. 통합물관리 및 거버넌스 확립

물위기 극복과 물복지 확대를 위해 통합물관리가 필요한 시점이다. 통합물관리(IWRM)는 현재 우리나라의 물문제 해결에 가장 적합한 개념으로서 국가 정책으로 채택하고 실천하는 것이 절실하다. 우리나라에서 통합물관리의 본격 추진을 위해서는 효율성,

공평성 및 지속가능성 측면에서의 다양한 혁신적 정책 실현이 요구되며, 이 세가지 전략 목표 달성을 위한 세부 과제를 정리하면 다음과 같다.

- ① (효율성) 물이용 효율 극대화, 물관리 원칙 정립
- ② (공평성) 소외지역 물복지 확대, 생태계 배려
- ③ (지속성) 체계적 기후변화 대응, 시설안전, 건강한 물환경 조성

#### 나. 유역단위 통합계획 체계 개편

현행 수자원 계획은 계획별 목적 및 특성에 따라 개별적으로 수립되어 계획간 상하 관계 및 연계성이 불분명하고 중복성이 있는 등 여러 문제점이 제기되고 있어 각종 수자원 계획체계에 대한 전반적인 검토 및 위상관계 재정립이 필요한 상황이다.

이러한 문제점들의 개선을 위해서는 부처 및 기능별 개별법으로 인한 다양한 계획들을 물관리기본법에 근거하여 국가 및 유역별 위원회가 IWRM 개념을 실천할 수 있는 국가 및 유역 단위의 실행계획 수립이 이루어져야 할 것이다.

먼저 기존의 수량중심의 수자원장기종합계획(국토부)과 수질중심의 수질 및 수생태계 보전계획(환경부)을 통합하여 국가 물관리기본계획을 수립해야 할 것이다. 국가 물관리기본계획은 국가 물관련 계획의 비전, 목표를 제시하는 선언적 전략과 함께 계획간의 위상 및 연계성 강화에 대한 역할을 수행하고, 유역별 물관리기본계획은 Master Plan으로써의 역할, 치수관리계획의 핵심인 하천기본계획, 이수관리계획의 댐건설장기계획과 수도정비기본계획, 지하수관리기본계획 등은 Action Plan으로써의 역할을 수행함으로써 효율적인 계획수립 및 시행이 가능할 것으로 생각된다(국가 미래수자원 전략 보고서에서 인용).

#### 다. 지역주도의 상향식 계획 체계로 개편

수자원장기종합계획은 수자원부문의 국가 최상위 정책계획으로서 물수급전망을 통한 수자원정책 방향을 제시하고 있으나 해소방안 및 실행을 담보할 대책은 없다. 하위 실행계획인 댐장기 및 수도정비

의 경우 개별 목적별 계획수립으로 인하여 댐 및 광역수도 중심의 개발계획으로 대체수자원 확보 등 지역내 물 현안 해결을 위한 종합적인 검토·접근이 어려운 현실로, 앞으로는 지자체 주도로 지역수자원계획 수립을 통하여 지역내 물문제 해결을 위한 종합적 대안검토를 시행하고 이를 바탕으로 대정부건의를 통한 사업시행을 유도하는 Bottom-up 방식<sup>1)</sup>의 수자원정책 추진이 필요한 시점이다.

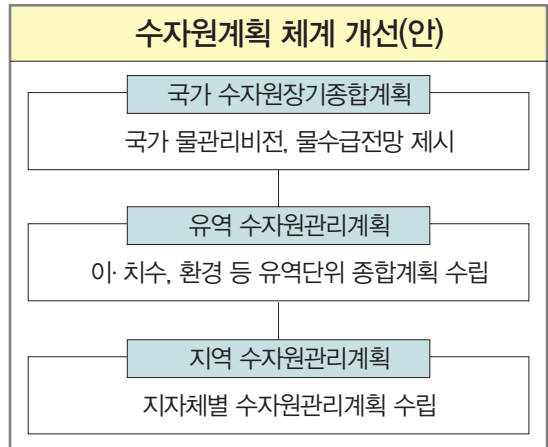
다행히도 현재 국회(국회스마트물포럼)를 통한 물관리기본법이나 정부(국토교통부)를 통한 수자원의 조사·계획 및 관리 등에 관한 법률 제정이 추진되고 있으며, 두 법안 모두 지역계획 수립을 통해 지역의 물현안에 대한 종합적인 대안을 검토하여 이를 국가계획(유역단위, 국가단위)에 반영하도록 체계화하고 있다.

이러한 법제화 노력과 함께 계획수립 필요성에 대한 공감대 형성 등 지자체의 인식 전환을 유도하기 위한 홍보 등의 노력이 지속적으로 필요하다.

### 3.3 기후변화 능동적 대응을 통한 물안보 강화

#### 가. 대규모 홍수 및 이상가뭄 대처능력 제고

2011년 서울에 104년만의 홍수 발생, 2012년 중



남도에는 104년만의 가뭄 발생, 2015년 현재 가뭄은 진행형에 있다. 앞으로 기후변화의 영향으로 극단적 홍수와 가뭄은 더 자주, 더 크게, 국지적으로 발생하는 등 물관련 재해가 급증하고 물관리 리스크 증대 등 기후변화로 인하여 물관리 여건은 더욱더 어려워질 것으로 전망됨에 따라 新 정부의 “재해 걱정 없는 안심국토 실현”국정과제의 정책실현에 부응하고 기후변화에 따른 홍수·가뭄 등 물재해에 선제적으로 대비하기 위하여 대규모 홍수 및 이상가뭄 대처능력 제고에 대한 수자원 정책 추진이 필요하다.

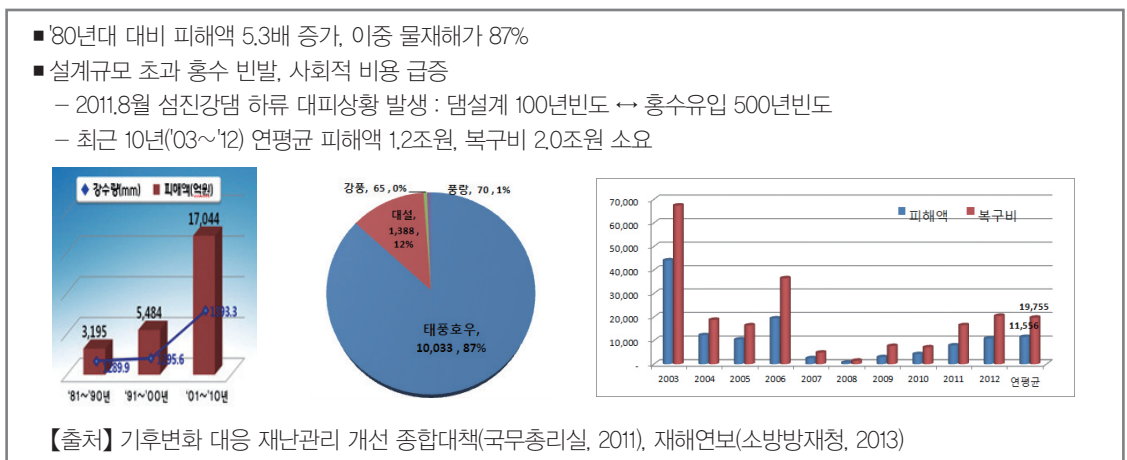


그림 1. 자연재해 발생 현황

1) 지역(광역시도) 수자원 계획을 국가 계획에 반영하는 상향식(Bottom-up) 수자원 계획 체계

첫째, 기후변화로 인한 가뭄·홍수 영향을 객관적으로 평가하여 재해위험지역을 선정하여 지역별 맞춤형 대책을 마련해야 한다.

둘째, 기후변화를 고려한 수자원 설계기준의 마련이 필요하다. 기후변화로 인한 극한 사상에 대비할 수 있는 방안을 마련하여 기후변화 적응역량을 강화할 수 있는 제도를 마련하는 것이 필요하다.

셋째, 기후변화의 불확실성을 고려한 수자원 예비율 도입이 필요하다. 최근 들어 반복되는 홍수와 가뭄피해는 기후변화의 전형적인 모습이며 이런 기후변화에 따른 자연환경의 변화는 주로 하천수를 수원으로 하여 생활용수, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수를 이용하고 있는 현재의 용수시스템에 많은 문제점을 발생시키고 있다. 따라서 물공급에 대한 취약성 평가와 이에 대한 대책으로 생활 및 경제활동에 필수적인 물의 적정 예비율 도입을 위한 지역별·시설별 기준 마련이 필요하다.

#### 나. 지자체 재해통합관리체계 구축

지역 홍수재난관리체계는 국민안전처(구. 소방방재청) 및 국토교통부(홍수통제소)와 해당 지자체에서 주로 현장 재난관리 업무를 담당하고 있으나 지자체의 물 관리기술 부족으로 홍수예측 및 모니터링, 재난대처 등 체계적 재난관리가 어려운 실정이다. 또한 지자체는 재난 및 안전관리기본법에 의거하여 홍수 예보·경보체계 구축 종합계획을 5년마다 수립·시행하여야 하나 피해조사 및 위험지구 점검 위주의 단순 업무 수행에 그치고 있다. 아울러, 홍수의 예보·경보, 각종 수문정보 등을 홍수통제소의 협조를 받도록 되어 있으나 지방하천 및 소하천에 대해서는 정보자체가 제한적으로 지원이 미약하다. 재난관리 제1선 책임기관으로서의 지자체의 신뢰도 높은 홍수재해 예측 및 신속한 상황전파 체계 구축이 요구되며 이를 위해서는 지자체 물재해 관리체계의 대대적인 정비가 필요하다.

#### 다. 도시침수 방지시스템 강화

최근 100mm/hr 수준의 국지적인 집중호우가 빈번해지고 난개발로 인한 불투수면적 증가로 도시 홍수 피해는 지속적으로 증가하고 있다. 우수집중, 관거경사 불량, 하천수위 상승으로 저지대 홍수피해가 반복되는 등 보다 적극적인 홍수방어 대책 도입이 필요한 시점이다.

도시하천의 경우 주변지역의 기 개발로 인해 제방확충, 하도정비 등 기존 치수대책 적용이 곤란하여 방수로 등이 대안으로 부각되고 있다. 서울시의 경우 중장기 대책으로 교통난 해소를 위한 지하도로(U-Smartway) 계획과 연계한 다목적 대심도 터널 건설, 대심도 빗물배수터널 확충 계획을 수립 추진하고 있다. 국토교통부는 도시침수 예방을 위한(지하)방수로 추진계획을 유역종합치수계획에 반영하여 중장기 홍수방어 대책으로 추진하고 있다. 아울러 도시침수 방지시스템 강화를 위한 정책 추진이 필요하다.

### 3.4 물관리 효율화를 통한 전국토 물복지 실현

#### 가. 스마트 기술의 접목을 통한 지능형 물관리 도입(SWMI)

숲 세계적으로 물 문제 심각성이 증가함에 따라 기존의 물 관리를 보완할 수 있는 혁신적 물관리 방안의 모색이 필요한 시점이다. 빗물, 해수 등 다양한 수원을 활용하여 물을 효율적으로 배분·관리·운송하여 수자원의 불균형을 해소해야 한다. 이러한 요구에 부합할 수 있는 기술로서 스마트 수자원 관리가 있다.

스마트 물관리의 실현, 즉 수원에서 수도꼭지까지 통합 관리하기 위해서는 댐 및 상하수도 등의 수자원 인프라(Infrastructure), 이를 효과적으로 제어하기 위한 ICT 시스템, 축적된 물 관리 노하우가 필수적이다. 이를 통해 취수원에서부터 생산, 공급, 소비자, 재사용까지 모든 물 순환 체계에 대한 정보가 통합되어 적재적소, 필요한 곳에 활용할 수 있으며,

기존 수자원 중심의 물 관리 관점을 물 흐름 순 영역으로 확장하게 되어 물관리의 안정성, 효율성을 확보할 수 있도록 한다. 이러한 스마트 물관리를 통해 ①자연재해로 인한 피해 최소화 ②한정된 수자원 활용도 극대화 ③물 절약 및 에너지 절감 촉진 ④완벽한 모니터링으로 누수 및 사고 예방을 기대해 볼 수 있을 것이다.

나. 도서·산간지역 지하수자원 활용 확대

도서지역은 사면이 바다로 둘러싸여 있고, 육지로부터 지리적으로 분리되어 있으며 면적이 상대적으로 협소한 특성상, 내륙지역에 비해 지표수 발달이 미약하고 용수공급원의 개발이 어렵다. 또한 대다수의 도서지역에서는 식수원을 단일 용수공급원에 의존하여, 내륙지역에 비하여 단기간의 가뭄에도 생활용수가 고갈되는 등 매년 상습적인 식수난을 겪고 있다. 산간 내륙지역의 경우도 지리적 여건상 상수도 공급이 어려워 마을상수도 등 간이급수시설에 의존하는 등 물공급 안전성 측면에서 가뭄 및 수질사고에 매우 취약하다. 따라서 내륙지역과 도서·해안지역의 지형, 지질, 가뭄상황, 수자원 여건 등을 고려한 특화된 용수공급방안이 필요하다. 현재 국토부에서는 웅진군 대이작도 및 영광군 안마도를 대상으로 지하담 설치를 통한 지하수자원 확보 시범사업을 추진중으로 시범시설 운영 및 설치효과 검증을 통해

전국적으로 확대 설치할 계획을 가지고 있다.

내륙지역은 근본적인 물문제 해결을 위한 상시대책과 극심한 가뭄시 비상대책으로 구분하여 대책을 수립해야 한다. 상시대책으로는 농업용 저수지 보수 및 증설, 지방상수도와 광역상수도 연계공급 체계를 구축하는 등 유역별 물공급시설 평가를 통한 용수공급 네트워크를 구축하여야 한다. 극심한 가뭄발생에 대비하여 지하수를 이용하여 공급이 가능한 지점을 선정하여 공공관정 및 방치공 정비를 통한 긴급지하수 지원체계를 구축하는 등 비상대책을 수립하여야 한다. 현재 국토교통부는 가뭄시 공공관정을 활용하여 생활용수 부족 등 재난에 신속하고 효율적으로 대처하기 위한 지하수 지원체계 구축을 위해 나눔지하수사업을 시행하고 있다.

다. 미급수지역 광역상수도 직접공급 확대

우리나라의 상수도보급률은 전국 평균 95.1%이나, 농어촌 지역은 62.6%로서 도·농간 상수도 서비스 격차가 심한 수준이다. 환경부는 농어촌 물 소외지역 상수도 공급확대를 위하여 '94년부터 「농어촌·도서지역 상수도 확충사업」을 시행하고 있으나 국고지원의 한계 및 지방재정 부족 등으로 사업추진이 지연되고 있다. 농어촌 물 소외지역 물 복지 조기 실현을 위해서는 광역·지방간 협업강화 및 기존제도의 한계를 극복하는 광역상수도의 역할 강화가 필요

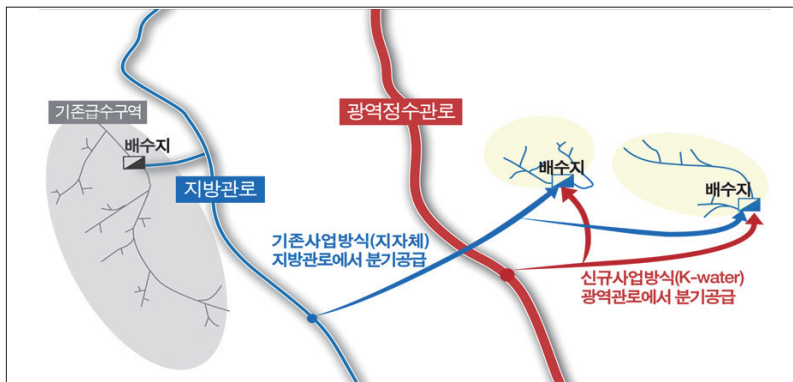


그림 2. 광역상수도 활용 물복지 확대 시범사업 기본개념

【출처】한국수자원공사 내부 분석자료(2015) 인용

하다.

이를 위하여 기존 환경부 주도의 농어촌 미급수 해소사업에서 탈피, 정부 관계부처간 협업을 통해 광역상수도 인근 물 소외지역 중 지방상수도보다 광역상수도에서 직접 공급이 유리한 경우 광역에서 공급하는 방안 추진이 필요하다.

### 3.5 기존 수자원시설 최적활용과 노후시설 개선 및 재개발

#### 가. 기존댐 재평가를 통한 댐의 효율적 활용

현재는 신규댐의 건설이 어려워지고 환경개선용수 및 여가용수 등 새로운 용도의 용수발생, 국민들의 맑은 물에 대한 욕구가 증가함에 따라 지속가능성과 통합수자원관리를 위한 기존댐의 효율적 이용이 절실히 필요하게 되었다. 또한, 국내의 기존 다목적댐 중 일부는 건설 후 이미 많은 기간이 경과하여, 건설 당시와 비교할 경우 수문상황의 변화, 용수 수요 및 에너지 수요의 변화, 홍수터의 개발, 인근의 댐건설, 댐 용수 이용목적 우선순위 등에 많은 변화가 발생하였기 때문에 이를 반영하기 위한 하나의 대안으로써 기존댐을 재평가하여 용량 및 용수를 재

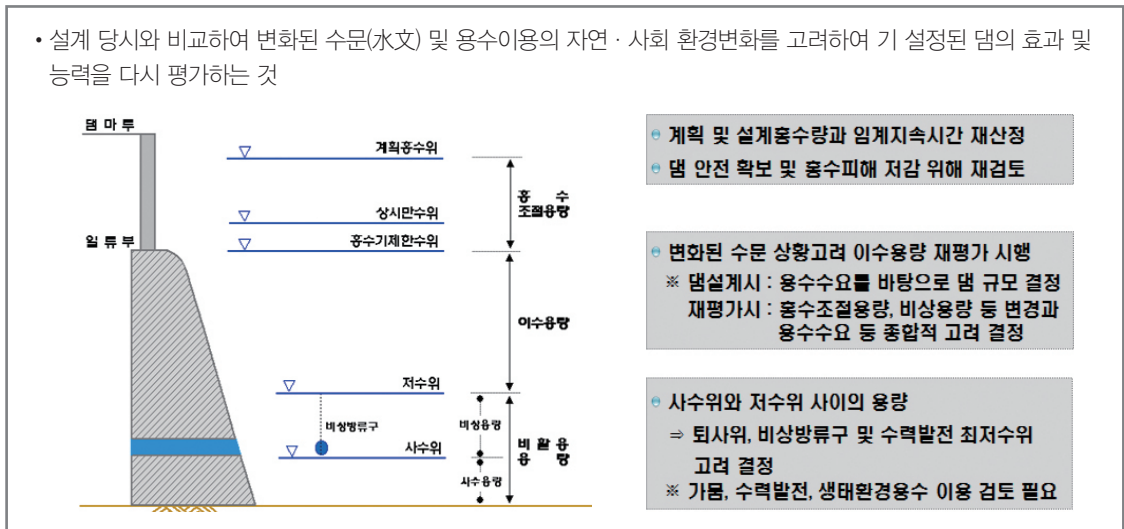


그림 3. 기존댐 재평가 개요

【출처】한국수자원공사 내부 분석자료(2015) 인용

배분할 필요가 있다.

일반적으로 댐은 설계단계에서 결정된 이용계획에 따라 용량이 배분되고, 방류량의 조절로 운영정책이 확립된다. 이렇게 수립된 용량배분 계획은 댐의 증고 또는 용도변경과 같은 특별한 사항이 발생하기 전까지는 변화되지 않는다. 그러나 시간이 경과함에 따라 설계당시 대비 유입량이 변화하고, 공공의 물이용에 대한 필요성과 목적에 변화가 발생하고, 댐 건설 당시 용수공급목적의 변화와 새로운 목

적에 용수를 공급하기 위해 할당량과 운영정책이 변경될 수 있으며 용수 사용량과 댐 사용 우선권이 변할 수도 있다. 따라서 이러한 변화를 반영하기 위해 댐을 재평가하고 용량을 재배분하는 등 기존댐의 효율적 운영관리를 위한 기존댐 재평가가 주기적으로 이루어져야 한다. 이를 위해 재평가의 법적근거를 명확히 하고 객관적인 재평가가 이루어지도록 평가 기준 정립도 필요하다. 아울러 앞서 언급했듯이 현 댐건설장기계획을 종합계획으로 확대하여 댐재평가

부분도 포함시켜야 할 것이다. 또한 재평가 결과에 따른 용수재배분 및 재산권 처리방안에 대한 검토·정립도 함께 이루어져야 할 것이다.

#### 나. 단일목적댐의 다목적화 추진

‘09년초 가뭄으로 광주광역시 제한급수 위기상황에도 보성강댐은 발전을 위해 83백만 $m^3$ 를 유역외로 방류하는 등 수력댐의 발전위주 운영으로 물이용 효율 저하 및 용수공급기능 미비로 가뭄시 물공급 안정성의 확보가 곤란하며, 수력댐의 홍수조절기능 미비로 피해저감 역할도 미흡하다.

댐운영 현황의 경우, 아래 표와 같이 목적별로 다수의 운영주체가 개별적으로 운영하고 있으며 다목적댐 저수용량이 전체의 66%를 차지하고 있다. 이러한 개별운영은 신규 수자원 확보가 매우 어려운 여건에서 기 개발된 수자원의 이용 및 운영관리 상의 비효율을 초래하고 있다.

현재 제도적인 댐통합 운영을 실시하고 있으나, 이수측면에서는 다목적댐과 수력댐의 제도적 통합 운영에 대한 실적평가결과, 목표 대비 28% 수준으로 효과달성에 한계가 있다. 2000~2009년 통합운영 효과는 연평균 1.3억 $m^3$  증대로 최대 가능량 4.6억 $m^3$ 에 훨씬 못 미치는 실정이다. 이는 댐 통합운영 계획과 달리 발전위주의 불규칙적인 방류가 원인이다. 치수측면에서는 홍수통제소에서 댐 운영을 통제하고 있으나, 체계적이고 신속한 홍수조절이 현실적으로 곤란하다. 예측이 어려운 집중호우 등을 고려, 홍수조절용량 추가확보를 위해 춘천·의암·청평댐 제한수위를 저수위로 변경운영 등이 필요하다. 또한, 규정을 통한 댐관리 일원화는 분쟁소지가 다분하고, 용수공급 위주와 홍수조절용량 확보를 위해 댐 수위 하향 조정운영 등을 강제적용시 국가에 발전 손실보상 요구 등이 예상된다.

위와 같은 제약으로 단일목적댐을 다목적댐으로 전환하여 용수공급 및 홍수조절 기능 중심으로 기존 다목적댐과의 통합운영이 필요하다. 우선, 대상 댐은 아래와 같이 비교적 규모가 큰 한강 및 섬진강 수

계의 수력발전 전용댐 10개를 다목적댐으로 전환 추진한다. 정부가 보유한 기관별 지분을 활용하여 수력발전 댐을 매수한 후 다목적댐으로 전환하여 단일 기관에서 통합 운영하는 방안을 강구해야 한다.

다. 노후시설 성능개선 및 유지관리 고도화와 재개발  
기후 변화, 지진, 노후화 등에 따라 시설물에 대한 안전 위협요인이 지속적으로 증가하고 있는 실정으로 수자원시설물 관리의 중요성이 대두되고 있다. 또한 30년 이상 경과한 대형 SOC가 10% 정도인데, 향후 10년간 2배이상 증가할 전망이다. 저수지를 포함한 댐의 고령화율은 55.9%에 이르러 모든 SOC 가운데 가장 고령화가 심각하다. 댐은 구조적으로 안정한 시설물이나, 문제 발생 시 사회, 경제적으로 미치는 파급효과가 막대하여 철저한 안전관리가 필요하다.

또한 수도시설의 경우도 마찬가지로 30년 이상 경과된 노후관이 2010년 415km(9%)에서 2020년 1,063km(22%)로 증가할 것으로 전망된다. 노후 관로는 수도물 품질의 신뢰저하 및 사고발생시 대규모 단수를 유발하여 사회적, 경제적으로 큰 영향을 미친다. 따라서, 노후관로를 적기에 개량하여 안정적인 용수공급 시설을 구축하는 것은 국가적 인프라 측면에서 매우 중요하다. 따라서, 수자원 시설의 성능과 수명, 안정성을 효과적으로 연장 및 유지하기 위해 예방중심의 성능개선, 유지관리 고도화 및 어메니티(Amenity) 개념을 도입한 재개발 투자전략 마련이 시급하다.

### 3.6 바람직한 하천관리

#### 가. 국가의 하천관리 역할 강화

우리나라 하천은 총 3,875개소로써 연장은 29,701km이며, 하천관리는 행정구역별·등급별·분야별로 구분되어 관리하여 유역 차원의 일관된 관리가 곤란한 실정이다. 또한, 자연적으로 하나인 하천을 등급에 따라 국가와 지자체가 나누어 관리하여 국가 하천의 비율이 적다(관리주체(하천연장 기준) : 국가

(4.6%), 지자체(40.8%), 행안부(54.6%)). 행정구역 단위로 다수의 지자체가 관리하고 있으며, 하나의 하천에 둘 이상의 관리청이 관할하는 중복하천이 전체의 약 12%를 차지하고 있다. 또한 관리청이 같은 경우에도 조사 계획·공사·유지관리 업무별로 시행주체도 상이하다.

행정구역을 넘나드는 하천을 국가하천과 지방하천으로 인위적으로 구분하여 관리하는 국가는 우리나라와 일본뿐이며, 일본의 경우 이러한 문제점 극복을 위해 1964년 구간관리에서 수계관리로 전환하고 국가하천 비율을 대폭 확대(일본 70%, 한국 10%)하였다. 유역 차원의 일관된 하천관리를 위해서는 적어도 중요 하천구간에 대해서는 국가 차원의 관리체제로 전환이 필요하다.

우선, “하천법 제7조”에 의한 국가하천 지정기준을 만족하는 지방하천을 모두 국가하천으로 승격해야 한다. 이 경우, 국가하천의 연장비율이 현행 10%(3,001km)에서 39.2% (11,680km)로 확대되며, 유역의 일관된 관리를 위해서는 선진국 수준인 70%까지 상향할 필요가 있다.

또한, 국가 차원의 계획에 의거 국가하천-지방하천-소하천에 걸쳐 유역 단위의 일관된 하천관리가 이루어질 수 있도록 제도개선을 추진해야 하며, 홍수 대비, 물 확보, 수질개선과 생태복원, 강과 주변 지역의 체계적 정비 등을 포괄적으로 아우르는 유역 단위의 물관리계획 수립이 필요하다.

장기적으로는 보다 효율적인 하천관리를 위해서는 몇 단계에 걸쳐 국가하천과 지방하천의 구분을 폐지하는 것도 고려할 필요가 있고, 모든 하천은 국가의 직접 관리대상임을 분명히 하되, 각 주체간 역할을 아래와 같이 명확히 구분해야 한다.

#### 나. 하천 유량관리를 통한 하천 기능 회복

우리나라는 높은 하천수 취수율과 인구밀도, 여름철 강우 집중 등 수자원의 확보와 이용에 불리한 여건에 있으며, 대하천 본류를 제외한 지류하천의 건천화<sup>2)</sup>가 진행되고 있는 상황이다. 하천의 건천화는 필연적으로 수질을 악화시키며 수질개선을 위해서는 공공하수처리시설 확충 및 비점오염원 대책과 함께 유량확대 정책을 병행하여 추진함이 필요하다. 한국수자원공사 내부 연구사례를 살펴보면 지천 수질악화시 수량증가(수원확보)가 오염원 제거 보다 2.5배 경제적인 것으로 보고되고 있다.

따라서 하천의 정상적인 상태 및 기능 유지를 위한 하천유지유량을 균형적으로 확보하고 건천화 완화를 실현할 수 있는 목표의 설정과 추진이 필요하다.

#### 다. 댐(저수지)-보 연계 운영 강화

댐-보 연계운영의 기본원칙은 하천의 갈수량 증대를 통해 물 수급 안정성을 제고해야 하고, 수질을 고려한 방류 조절로 하천생태계의 활성화를 도모해야 하며, 하천수면 확대를 통해 하천경관을 유지해야 함에 있다. 다만 전 세계적으로 댐을 제외하고 4대강의 다기능보와 같은 대규모 하천횡단시설물은 찾아보기 쉽지 않고, 어느 정도 이상의 저류량을 갖는 시설이어야 댐(저수지)과 연계운영을 통해 효과를 얻을 수 있기 때문에 댐(저수지)과 보의 연계운영 사례 또한 찾아보기 쉽지 않은 상황이다.

연계운영의 효과는 두 개 이상의 저류공간을 공동으로 활용하여 저류량 활용 효과를 최대화하는 것인데, 다기능보는 그 목적과 기능이 일반적인 댐(저수지)과는 다르고 다목적댐의 저수용량과 다기능보의 저수용량의 차가 매우 크기 때문에 이러한 효과를 얻기는 어려울 것으로 판단되며<sup>3)</sup>, 단지 하류 보에서 용수공급 후 일정수위를 유지하도록 상류 다목적댐에서 방류하는 운영이 적절할 것이다. 하류에 위치

2) 하천건천화 평가 및 개선방안연구(국토해양부, 2009)에 따르면 지방하천 14.6%가 건천화 되었음.

3) 18개 다목적댐의 평균 유효저수용량은 496.4백만<sup>3</sup>m로 16개 다기능보의 관리수위와 하한수위 사이의 평균 저수용량인 24.9백만<sup>3</sup>m의 약 20배에 달함



하는 다기능보는 자체 저류용량을 활용하여 상류의 다목적댐과 연계운영을 수행하기 보다는 상류댐에서 방류하는 수량과 자기유역에서 유입되는 수량을 그대로 용수공급에 이용하는 기능을 담당해야 한다.

“댐과 보 등의 연계운영규정(국토교통부, 2013)”에서는 댐과 보를 연계하여 운영하기 위한 기본원칙을 제시한 것이므로, 이를 어떻게 달성할 것인가에 대한 세부 운영지침이라든지, 각 댐과 보의 연계운영률에 대한 내용은 포함되어 있지 않다. 이를 위해서는 먼저 보의 운영 자료가 축적되어 보의 거동이 주변 환경에 미치는 영향에 대한 평가가 먼저 이루어져야 하며, 필요하면 하한수위, 관리수위, 상한수위 등 관리수위를 평가하여 이의 변동도 고려할 수 있다.

### 3.7 환경·생태계를 고려한 하천관리 강화

#### 가. 4대강 하천변화 모니터링 강화

4대강 사업 이후 하상세굴로 인한 보의 안전성 문제, 녹조발생 등 수질 문제 등 4대강 살리기 사업 구간에 대한 관리와 모니터링에 대한 지속적인 문제 제기가 일어나고 있다. 4대강 사업이후 준공된 보의 운영시 어떠한 문제가 얼마나 큰 규모로 발생하는지 양적으로 예측할 수 없기 때문에 장기간의 하천관리가 이루어져야 할 것이다. 이를 위하여 4대강 사업 이후 하천, 시설물, 환경 등의 변화 및 추이의 지속적인 모니터링이 필요하다. 모니터링 분야별로 주요 개선방안을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 하도지형 모니터링의 경우, 하천시설물 상하류 지형에 대한 평면, 종단 및 횡단 자료를 관리하고 하도지형 DB 구축, 기왕의 자료를 사용하여 하도변화를 예측할 수 있는 모델과 적용 기술이 필요하고 이들을 관리할 수 있는 하도지형 모니터링 정보관리시스템 개발, 보의 영향을 고려한 보 상·하류의 유량과 유사계측 기술의 개선 및 개발이 필요할 것이다.

둘째, 수리특성 모니터링의 경우, 각 기관별로 달

리 운영·관리하고 있는 수리특성 자료의 표준화를 위한 기술개발, 보로 인한 지하수위 상승에 따른 내수배제 기술과 이를 통합 관리할 수 있는 시스템 개발이 필요하다.

셋째, 물이용 모니터링의 경우, 하천시설물내 물이용 자료관리를 위한 표준화 기술 개발, 실시간으로 용수이용현황 및 하천의 유지유량을 모니터링 할 수 있는 기술 개발, 상기의 사항을 통합 관리할 수 있는 정보시스템의 개발이 필요하다.

넷째, 하천내 수질현황 모니터링의 경우, 하천시설물 상·하류의 오염현황 자료관리를 위한 표준화 기술, 본류의 수질은 지류의 수질에 영향을 받기 때문에 지류 수질 감시 모니터링 기술개선, 점오염원 및 비점오염원, 즉 하수처리장과 하수의 발생 상황을 모니터링 할 수 있는 기술 개발이 필요하다.

다섯째, 공간환경 모니터링의 경우, 별도의 기준이 없는 공간환경의 고도화를 위해 자료관리의 표준화 기술 개발, 하도내 식생, 고수부지의 수목현황을 모니터링하는 기술 개발, 주민편의시설 즉 산책로, 자전거도로, 체육시설을 관리하기 위한 모니터링 기술 개발이 필요하다.

여섯째, 하천시설물로 인한 생태계의 인위적인 교란을 방지하기 위한 생물환경 자료 관리 표준화 기술개발, 하천시설물 상하류간 생태 단절 방지를 위한 동물과 어류 등 생물 모니터링 기술 개발, 동물, 어류, 수생식물 등을 모니터링 할 수 있는 종합적인 생물환경 모니터링 정보관리 시스템 개발이 필요하다.

마지막으로 각종 모니터링 정보를 통합관리 할 수 있도록 자료 표준화 체계 기술개발, 모니터링관련 자료의 신뢰성 확보와 지속성 유지를 위해 모니터링 정보자료의 검수기술개선, 하천과 관련된 모든 모니터링 자료의 통합 시스템 기술 개발 등이 필요하다.

#### 나. 유역 오염원 통합관리 강화

대다수의 국민들은 깨끗하고 안전한 물, 건강한 수생태계와 쾌적한 친수환경 조성 및 삶의 질 향상

을 희망하고 있으며 이를 위해 수질오염원에 대한 통합유역관리 추진 및 과학적인 대응체계 강화, 수계별 오염원 관리 대책 및 환경 기초시설·비점오염원 저감시설 등의 수질개선 사업에 대한 합리적 투자정책 수립이 필요하다. 유역별로 다음과 같은 비점오염원 관리 및 저감대책 추진이 필요하다.

첫째, 축산단지의 비점오염원 관리를 위해 다음과 같은 정책추진이 필요하며 이의 실천을 위하여는 주무부처인 농림축산식품부와와의 협력이 무엇보다 중요하다. 먼저 4대강 본류 및 지류지천의 주요 구간에 대한 가축사육 제한구역 지정이 필요하다. 이를 위해 우선 수계내 이해당사자들로 협의체를 구성하여 가축사육으로 인한 오염물질 수계 배출 현황 공동조사를 실시하고 제한구역 지정에 대한 공감대 형성 노력이 필요하다. 이와는 별도로 4대강 본류와 지류지천에 대한 인공습지 조성 확대가 필요하다. 하천별 축사로 인한 오염물질 현황을 조사하고 이를 바탕으로 영양염류 유입이 높은 하천을 대상으로 인공습지 조성을 추진해야 한다. 하천내 인공습지 조성과 병행하여 축산단지내 인공습지, 식생수로 및 식생여과대 조성을 확대해야 한다. 축산단지내 비점오염물질 유출 저감시설 설치를 위한 정책적인 지원책 마련이 필요하다.

둘째, 농업지역의 과도한 퇴·액비 살포로 인한 영양염류 축적과 유출이 4대강 녹조발생의 직접적인 원인이 되기에 농림축산식품부와 부처 협의를 통하여 다음의 정책 추진이 필요하다. 농업 비점오염원 유출을 근본적으로 차단하거나 유출을 제어할 수 있는 다양하고 복합적인 대책을 추진해야하며 이를 확대하기 위해 정책지원 및 적극적인 영농 지도가 필요하다.

셋째, 도시지역 비점오염원 관리를 위하여 불투수면을 줄이고 자연적 물순환을 회복하는 방향으로 비점오염원 관리가 필요하다. 개발사업 저영향 개발(Low Impact Development, LID) 및 그린인프라(Green Infrastructure, GI) 도입이 필요하다. 각종 도시계획 및 도시설계 과정에 LID를 전면적으로 도

입하여야 하며 이를 위해 필요시 관련 법·지침을 개정토록 한다. 또한 개발 주무부처인 국토교통부내 비점오염 관리를 위한 담당부서를 설치하여 LID 정책을 적극 지원하고 환경부와의 원활한 협력을 기대할 수 있다.

마지막으로 수리-수질-생태 연동 모델링 기술을 개발하여 수질예보의 정확도를 향상하고 유역 오염원 예측기술을 확보해 나가야 한다.

### 3.8 국가 수자원조사 및 물 정보관리 선진화

#### 가. 전문조사체계 확립 및 전문인력 육성

우리나라는 물관련 부처·기관별로 고유 업무의 목적에 따라 수문 및 수자원 기초조사를 수행하고 있어 기관별 조사목적과 인프라·기술 수준이 달라 생산된 자료의 품질편차가 크고 일관성 확보가 어려워 자료의 활용성이 저하되는 문제를 내포하고 있다. 다원화된 조사체계를 극복하기 위해 조사지점의 조정·중복방지, 자료공유, 표준화 및 신뢰도 확보 노력이 함께 필요하다.

수문자료의 가장 중요한 특성은 정확성과 연속성이며, 이를 위해서는 훈련된 인력과 항구적인 조직이 필수적이다. 현재의 유량조사사업단은 한시적인 비법정 임시조직으로 예산 확보와 체계적 전문인력 확충 및 신기술 개발 활용에 한계가 있다. 따라서 유량조사사업단이 단기적으로는 국가 수문 및 수자원조사 기관으로서 역할을 다 할 수 있도록 독립된 기관으로 발전되어 수문 및 수자원조사에서 신뢰성 있는 자료를 생산하여 종합된 물 정보관리가 선진화되어 질 높은 물 정보를 제공 할 수 있는 전문기관으로 확고한 위상정립과 법적 제도적 장치가 마련된 법정상설조직으로 발전되어야 할 것이다.

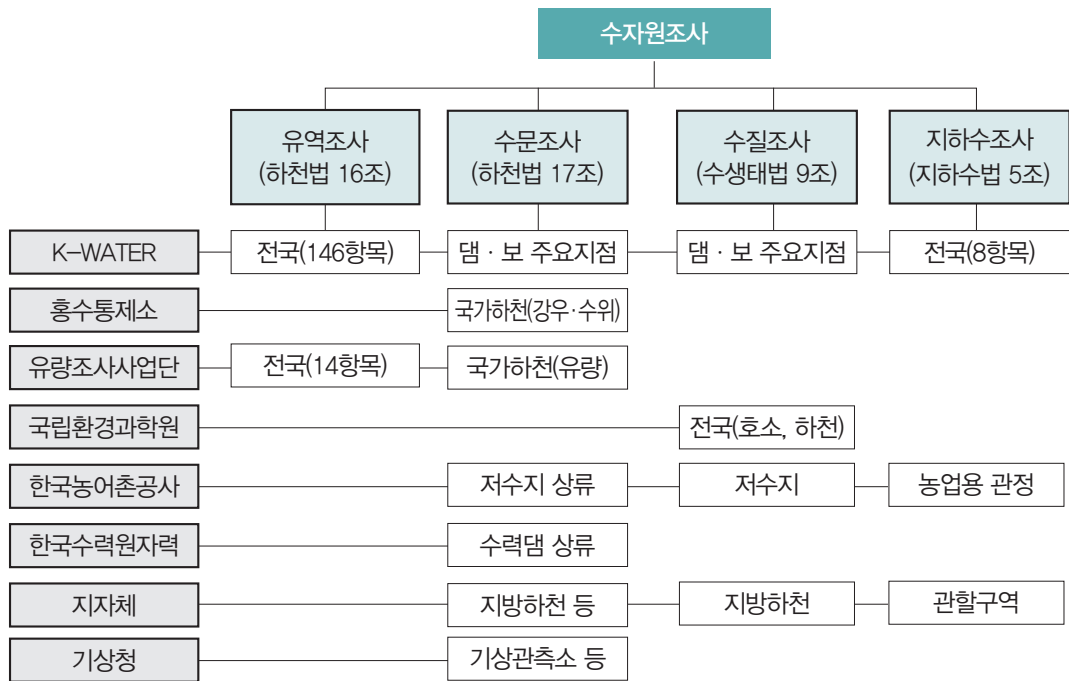


그림 4. 기관별 수자원조사 현황

【출처】각 기관 홈페이지 활용 내용(2015) 정리

중장기적으로는 미국의 USGS<sup>4)</sup>와 같은 국가 수자원조사 전문기관을 설립하여 국가 차원의 일관된 조사를 통해 자료의 일정한 품질을 확보하고 독립기관에서 조사함으로써 자료의 신뢰성도 함께 확보할 수 있다. 또한 각 기관에서는 시설 관리·운영을 위한 최소한의 조사만 시행함으로써 중복을 피해갈 수 있다.

수자원조사 전문기관의 설립과 함께 전문인력 육성이 뒤따라야 한다. 먼저 조사-분석-평가 전반에 걸친 기술수준을 진단하고 세계 수준의 전문역량 확보를 위한 중장기 마스터플랜을 수립하여야 한다. 또한 USGS와 같은 전문기관과의 협력체계를 구축하여 인력교류 및 공동연구 등의 프로그램을 통해 전문화를 촉진시킬 수 있다.

#### 나. 통합물관리기반 수자원조사 확대

유역 통합물관리를 위해서는 충분한 양질의 조사가 선행되어야 하나 물순환 해석에 필요한 유역특성인자 및 하천수 사용량 조사 등이 미흡하여 이에 대한 수자원조사 확대가 필요하다. 이를 해결하기 위해 부족한 관측소를 확충하고 시설을 개선해야 하며, 현장조사 기반의 유역조사 확대가 필요하다. 또한 하천수 사용허가관리의 강화를 통해 실시간으로 정확한 하천수 사용량 현황 파악이 필요하다.

실행방안으로 물순환 해석을 위한 유역 특성인자 조사 확대, 유역단위 조사기술 확보 및 확대, 수문관측소 확대 및 시설 개선이 필요하고, 하천수 사용에 대한 계측 및 사용량 보고 등에 대한 기준을 강화하

4) USGS(U.S. Geological Survey, 미국지질조사소)는 미국 국립 연구기관으로 수자원을 포함한 천연자원의 상태·이슈·문제에 대한 조사, 모니터링 및 분석 수행, 연구결과는 미국은 물론 전세계에 제공 함

고 일정규모 이상 유량계 설치를 의무화하는 등 자료의 신뢰도 향상방안이 마련 되어야 할 것이다.

다. 첨단기술 및 위성과 드론을 활용한 선진형 수자원조사 기술 개발

광범위한 하천·유역의 직접조사에는 많은 비용과 시간, 인력이 소요되므로 무인·자동화된 미래형 조사기술 개발이 필요하며 선진국을 중심으로 이와 관

련한 기술개발 및 시장확대를 주도하고 있어 국내 원천기술 확보 및 시장 대응을 위하여 아래와 같은 기술개발 정책이 필요하다.

첫째, 첨단 기술 기반의 무인, 자동측정 장비 관련 시장 확대에 대응하기 위해서는 IT 및 IoT센서 기술을 응용하여 국내 하천상황에 맞는 첨단, 지능형 계측 기술을 개발하여야 한다.

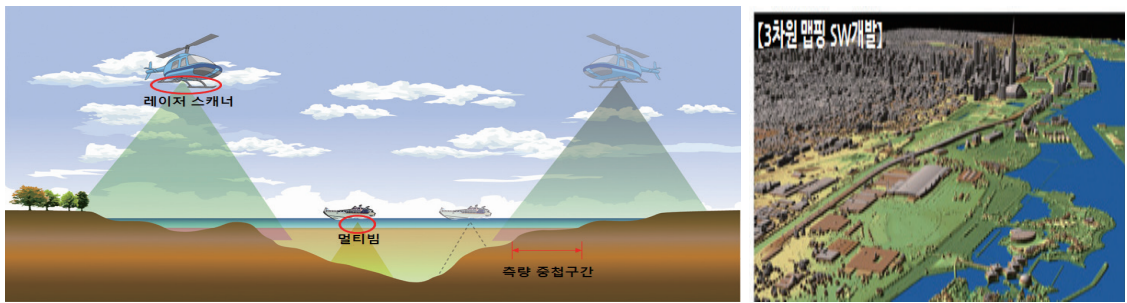


그림 5. 미래형 하천조사기술 개념도  
【출처】한국수자원공사 내부자료 (2015)인용

둘째, 위성·항공 영상과 드론(Drone)을 활용한 하도, 식생 등 하천환경 변화를 모니터링하고, 가뭄·홍수·녹조 피해상황 조사 및 재해 예방 등 리모트센싱(RS)기반의 모니터링 조사기술 개발이 필요하다.

셋째, 4대강의 준설 하도를 유지하고 효율적으로 관리하기 위해서는 유역으로부터 하도까지 연계되는 유사거동 계측, 해석 및 관리 기술 개발이 필수적이다. 아울러 실규모 하천실험장 등을 응용한 하상변동 실험 및 해석 기술을 개발하여 기존에 개발된 2차원 전역 및 국부적인 3차원 하상변동 수치해석 기술을 검증하고 보완함으로써 4대강의 유사거동과 하상변동을 해석 및 예측하고 적절한 준설량을 예측할 수 있는 기술로 발전시켜야 한다.

라. 빅데이터기반 물정보 통합운영 기술 개발

우리나라는 다원화된 물관리체계 만큼이나 다양

한 기관에서 물정보를 생산하고 있으나 해당기관 필요 위주의 자료생산 및 제한된 정보 공개로 유관기관간 정보 공유가 미흡하다. 또한 각 기관마다 관리수준의 차이로 자료의 신뢰도 차이가 심하여 공동활용에 제약이 따른다.

기관간 물정보 공동활용을 통해 물관리 정확도를 높이고 대국민 물정보 공유를 위해 빅데이터 기술을 활용한 물정보 통합체계 구축이 시급하다. 빅데이터 기술은 SNS정보, 위성영상과 같은 대용량의 비정형데이터의 수집, 저장, 분석을 신속하고 효율적으로 수행 가능하게 하고, 다양한 관측기에서 수집된 수자원 정보의 통합 분석·활용, 장기간의 경시변화 파악·예측 등에 효과적이며, 이를 위해 기술개발 추진이 필요하다.

〈표-1〉 분야별 물정보 생산기관 현황

분야		자료 생산기관
기상 · 수문	기상	홍수통제소, 기상청, 지자체, K-water
	수문	홍수통제소, 지자체, K-water, 한국농어촌공사, 한국수력원자력
하천	국가하천	국토교통부
	지방하천	지자체
댐	생공용수	홍수통제소(하천), 지자체(저수지), K-water(다목적, 용수댐)
	농업용수	지자체, 한국농어촌공사, K-water
	발전용수	한국수력원자력(발전용댐), K-water(다목적댐, 보)
상수도	광역상수도	국토교통부(K-water)
	지방상수도	환경부(지자체)
지하수		지자체, K-water, 한국농어촌공사
하수도		환경부(한국환경공단), 국립환경과학원

【출처】각 기관 홈페이지 활용 내용(2015) 정리

### 3.9 수자원가치 및 물관리 기술 고도화

#### 가. 물 가치 및 수자원 편익 평가기술 개발

합리적인 수자원 관련 정책을 수립·실행함에 있어 수자원의 용도별 가치, 특히 경제적 가치에 관한 적절한 정보가 필요불가결한 것이지만 이와 관련된 국내 연구는 매우 제한되어 있다. 이러한 한계를 극복하고 보다 과학적인 수자원 관련 정책 수립에 필요한 정보를 얻기 위해서는 각 용도별 수자원 이용에 따른 편익은 어디에서 발생하며, 이들 편익은 어떤 구조를 가지고 있고, 실제로 발생하는 편익이 어느 정도인지를 경제적 가치로 환산할 필요가 있다.

용수의 이용형태 가운데서도 특히 농업용수와 여가용수, 그리고 환경용수의 경우 그 경제적 가치를 평가하고자 하는 시도 자체가 거의 이루어지지 않았다. 공업용수나 생활용수와 달리 이들 용도의 용수들은 기본적으로 그 가격<sup>3)</sup>이 존재하지 않으며, 사용량이 어느 정도인지를 정확히 계측하기도 어렵고, 또한 용수자체의 소유권이나 사용권을 한정하는 것도 매우 어렵다. 이런 특성으로 인해 특히 이들 3가

지 용수에 대한 경제적 분석이 거의 이루어지지 않고 있다.

수자원 경제성분석에서 수자원개발로 인한 긍정적인 영향인 직접편익은 사업주체를 중심으로 비교적 정교하게 개발되어 제도화가 되었으나, 부정적 영향인 외부비용은 피해지역 지자체를 중심으로 활발히 연구되고 있으나 간접적 편익에 대한 비용범위 확대 및 계량화의 어려움으로 제도화에 한계를 가지고 있다. 물의 가치의 명확한 정립을 위해 비용을 수익자부담, 원인자부담, 공공부담의 원칙에 맞게 적용 가능한 평가 제도와 기준을 마련해야 한다.

#### 나. BIM 기술 융합형 댐 건설기술 개발

국내의 경우 신규 댐 개발이 정체상태이나 댐 개발 필요성이 완전히 사라진 것은 아니며, 해외 댐건설 수요증가에 대비한 차세대 댐건설 기술 확보가 필요하다. 그러나 국내 댐 건설기술은 과거부터 일본기술에 치중해왔고 자체 기술역량 부족 등으로 선진국 수준 대비 중위권 정도로 평가할 수 있다. 사회적·기술적 여건 및 건설 패러다임의 변화에 발맞춘

BIM 기술 융합형 댐 건설기술 개발이 필요하다.

첫째, 선진기술 응용 등을 통해 중·소규모 댐에 적합한 경제·시공·경관성있는 기술융합 축조기술 확보가 필요하다.

둘째, 사업관리(도면, 공정관리, 공사계획 등)의 시행착오 및 설계변경 다수 발생으로, 정확한 사업관리를 위한 다차원(3D~5D) 건설정보화 환경이 필요하다.

셋째, 분석모형 고도화 및 자체 브랜드화가 필요하다. 지금까지 외국 선진모형을 도입하여 자체 실정에 맞게 수정·활용 중에 있으나 향후 물관리기술 해외진출 등을 위해서는 자체기술 확보가 필수적이다.

넷째, 통합물관리 표준모형 구축 및 공동활용체계 구축 개발이 필요하다. 이수·치수·수질 등을 종합적으로 고려한 One-Stop 분석체계 구현을 목표로 유역단위(댐-보-하천)의 「기상예측-유출모의-홍수조절-용수공급-수질예측」 일괄모의를 지원하고 수량·수질 통합관리를 위해 국가시스템으로의 단계적 확산이 필요하다.

마지막으로 유역 오염원 예측기술 강화가 필요하다. 이를 통해 수질예보의 정확도를 높이고 댐·보 등의 시설운영과 연계하여 수량·수질 통합관리를 실현토록 한다.



그림 6. 통합물관리 표준모형 구축방안

【출처】바람직한 통합물관리(WRM) 방안(한국수자원공사, 2014)

#### 4. 요약 및 제언

현행 우리나라의 수자원관련 법제, 행정조직과 관리체계의 획기적 개선을 위한 중앙정부의 조직과 지방정부의 조직을, 유역통합수자원관리가 실현 될 수 있도록 크게 발전 시켜야 할 중요한 시점에 있다.

4대강 살리기사업 이후 하천의 하도 지형태와 흐름상태는 근본적으로 변하여 하천 환경과 수생태계에는 많은 개선점이 제기되고 있다.

또한, 당면 과제로서 핵심 사항은 기후변화가속화 대응 방안, 유역통합수자원 관리 실현, 물관리

갈등의 심화 조정, 수변공간 이용육구 증대 방안, 노후화 댐의 성능 개선과 재개발 추진, 수자원시설 안전도 및 성능 강화, 도시방재 대책 강화, 세계 물 시장의 급속 성장에 능동적 대응, 인공위성과 3차원 공간정보 및 IoT센서 네트워크 기반 최신 탐측기술을 활용한 선진적 유역 수자원조사 등 다양한 국가적 전략 과제와 추진 방안을 제시 하였다.

이에 미래수자원 전략별 추진과제 실현을 위하여 다음과 같이 제언한다.

1. 물관리 원칙과 체제정비를 위하여 물관리기본법 제정과 조직체계 정비,

2. 유역기반 통합 수자원관리(IWRM)와 지능형 물 관리 체제(SWMI) 확립 시행,
3. 기후변화 능동적 대응과 물안보 강화를 위한 선 제적 수자원 정책 추진;  
대규모 홍수 및 이상 가뭄 대처 능력 제고와 도시 침수 방재 능력제고,
4. 물환경 하천생태계를 고려한 하천관리 실현을 위한 4대강 하천변화 지속적인 모니터링과 유역통합 오염원 관리 강화,
5. 지속가능한 수변구역 개발과 생활 밀착형 건강한 수변공간 조성 추진,
6. 기존 수자원시설 최적활용과 노후시설 성능 개선 및 재개발 촉진,
7. 국가 수자원조사 및 물정보관리 선진화와 물관리 기술 고도화; 위성 및 드론 등 리모트센싱기술을 활용한 유역과 하천조사, 빅데이터기반 물정보 통합은 영 기술개발
8. 물산업 육성 및 국제협력 강화를 위한 KWP(Korea Water Partnership) 확대
9. 통일 대비 남북 수자원협력 체제 구축; 공유하천 공동관리, 북한 수자원조사 협력사업 발굴 강화
10. 수자원 전문가 양성을 위한 교육체제와 프로그램 개발; E-Learning System 도입과 수자원 전문 대학원 확대 강화
11. 수자원관리를 위한 전문 컨설팅 강화; ICT 융복합과 통합관리 민관 협력 체제 구축으로 국제 협력 강화

**참고문헌**

1. 한국수자원학회(2012). 국가 미래 수자원 전략.
2. 국토해양부(2010). 기후변화 대응 미래 수자원전략.
3. 국토해양부(2011). 수자원장기종합계획(2011~2020).
4. 국토해양부(2012). 지하수관리기본계획(2012~2021).
5. 국토해양부(2012). 수자원계획체계 개선방안 연구보고서.
6. 국토해양부(2012). 댐건설장기계획.
7. 국토교통부·한국수자원공사(2015). 물과 미래.
8. 국토교통과학기술진흥원(2014). 창조경제 R&D 중장기전략(물관리세미나 자료집).
9. 심순보 (2013)“기후변화대응 국가 수자원 전략”, 한국대담회지 37권, 특별기고문.
10. 심순보 (2014)“노후화 댐 재개발사업의 국가적 정책제언”, 수자원정책비전.
11. 심순보 (2014)“통합물관리 실현을위한 물관리시스템 혁신방안”, 수자원정책비전.
12. 심순보 (2013)“ 수자원 댐 조사, 계획, 설계를 위한 BIM-Portal System”.
13. 심순보 (2014)“ BIM 기법을 활용한 노후댐 재개발” 제8차동아시아 댐 컨퍼런스.
14. 심순보, 김종원 (2015)“수자원개발 100년의 평가, 교훈, 전망과 미래”2015년 한국수자원학회 학술발표회, 시니어 세션 발표문(PPT)과 미래 전략 의견 수렴).
15. 한국수자원공사(2014) 용수댐 안전성 강화 마스터플랜.
16. 한국물학술단체연합회(2015) 제7차 세계물포럼 물관리기본법 제정 토론회 자료집.
17. 한국수자원공사(2014) 바람직한 통합물관리(IWRM) 방안 정책제안서.
18. 한국수자원학회(2014) Smart한 하천관리를 위한 미래전략 및 기술제안.
19. 한국수자원공사(2014) 댐운영 실무편람.

- 
20. 한국대담회(2013). 2013년도 댐기술 심포지움 발표자료.
  21. 한국수자원학회 홈페이지 및 문헌정보 ;<http://www.kwra.or.kr/>
  22. 한국수자원학회 자료실;[http://www.kwra.or.kr/Contents/Data.aspx?menu=01&left\\_menu=03](http://www.kwra.or.kr/Contents/Data.aspx?menu=01&left_menu=03)
  23. 한국수자원공사 홈페이지;[http://www.kwater.or.kr/main.do?s\\_mid=1](http://www.kwater.or.kr/main.do?s_mid=1)
  24. K-Water, 정부3.0 정보 공개홈페이지;[http://www.kwater.or.kr/gov3/sub01/gov3/gov01Page.do?s\\_mid=15](http://www.kwater.or.kr/gov3/sub01/gov3/gov01Page.do?s_mid=15)
  25. K-Water 사업소개 홈페이지;[http://www.kwater.or.kr/busi/swmi01Page.do?s\\_mid=1506](http://www.kwater.or.kr/busi/swmi01Page.do?s_mid=1506)
  26. K-Water 물 정보관 홈페이지;[http://www.kwater.or.kr/info/sub01/sub01/contPage.do?s\\_mid=88](http://www.kwater.or.kr/info/sub01/sub01/contPage.do?s_mid=88)
  27. K-Water 수자원 분석 도구 홈 페이지;[http://www.kwater.or.kr/info/sub03/khitView.do?seq=67678&brdId=KO66&orderByField=&orderByDirection=&s\\_mid=101#this](http://www.kwater.or.kr/info/sub03/khitView.do?seq=67678&brdId=KO66&orderByField=&orderByDirection=&s_mid=101#this)
  28. K-Water, 통일물연구회, “Water Detente”대 토론회 자료집, 2015.
  29. 한국수자원공사, 내부 정책 자문자료(2014-2015)
  30. 한국수자원공사, 내부 기술 자문자료(2014-2015)
-