

제2절 통합물관리 체계 구축

1. 물관리일원화 완성

1991년 발생한 낙동강 폐놀 오염사고 등으로 인해 1994년 건설부의 상·하수도 기능이 환경부로 일부 이관된 이후에도 물관리는 큰 틀에서 국토부가 수량관리를, 환경부가 수질관리를 각각 맡아왔다. 이로 인해 분절된 물관리체계를 일원화해야 한다는 요구가 계속되어 왔다. 20여 년간 지속 논의되어 왔던 물관리일원화는 제19대 대통령 선거에서 주요 정당 공약으로 채택되었고, 문재인 정부 첫 조직개편안에 포함되어 추진되었다. 2018년 6월 8일 물관리일원화 정부조직법이 공포·시행됨에 따라 하천관리를 제외한 수량, 수질, 재해예방 등 대부분의 물관리 기능이 환경부로 일원화 되었으며, 국토교통부에서 환경부로 188명의 인력(본부 36명, 소속기관 152명)과 약 6,000억원의 예산이 이관되었다. 과거 분리된 수질 및 수량 관리 업무가 환경부로 일원화됨으로써 물관리 정책이 하나의 일관된 체계에서 균형적으로 결정될 수 있도록 하고 이를 통해 물 관리의 효율성을 제고할 수 있게 되었다.

2. 물관리일원화 추진경과

가. 김영삼 정부(1993~1997)

낙동강 수질 오염사고('91년 폐놀, '94년 유기용제)로 수질 관련 물관리 기능이(건교부 상하수도국 및 보사부 음용수관리과) 환경처로 이관('94년)됨에 따라 환경부의 물관리 기능이 강화되었고 환경처는 환경부로 승격하였다. 하지만 광역상수도 업무는 건교부에 존치하였다. 이에 환경부는 물관리위원회 신설, 수리·수문조사, 수질관리, 물공급과 수요관리의 내용을 담은 물관리기본법 제정안을 마련하였으나, 수량과 수질 관리는 별개 사무로 별도 기본법 제정이 필요 없다는 건교부 반대 입장으로 무산('96년)되었다. 이후, 15대 국회에서 물관리기본법 제정안이 발의('97.6월)되었으나, 임기만료로 폐기되었다.

나. 김대중 정부(1998~2002) ~ 노무현 정부(2003~2007)

지속가능발전위원회 논의('98~'05년)로 물관리체계 개선안을 확정('03년)하였으나, 환경부-건교부 이견으로 더 이상 진전되지 못하였다. 국조실 주관으로 상수도 업무 우선 통합방안을 논의·추진하였으나, 부처간 이견으로 합의가 무산되었다('05년).

이후 환경부로 물관리 기능을 통합하기로 합의('06.4~5월)하였으나, 부처간 이견으로 인해 환경부로의 기능 통합은 보류되었다.

정부 입법으로 보류되었던 물관리기본법 제정을 추진('06.8월)하여 환경부-건교부 공동 물관리기본법안을 국회에 제출('06.10월)하였다. 또한 국회에서도 광역상수도와 지방상수도 업무를 환경부로 일원화하는 수도법 개정안을 발의('06.9월, 우원식 의원 등 110명)하였다. 하지만 다음해 한노위 공청회('07.2월) 및 법안소위('07.4월, 6월)에서 물관리기본법안에 실질적인 통합 내용이 미흡하고 수도법 개정안과 상충된다는 점을 지적하며 양 법 모두 심사보류 후 임기만료 폐기되었다.

다. 이명박 정부(2008~2012) ~ 박근혜 정부(2013~2017)

정부 내에서 환경부로의 일원화가 검토되었으나, 부처간 이견으로 논의가 진전되지 못하고('08년~'10년), 국회 물관리기본법 제정 추진을 중심으로 논의가 진행되어 18~19대 국회에서 물관리기본법이 발의(7건)되었으나, 임기만료 폐기되었다.

또한, 20대 국회에서도 물관리기본법을 의원발의(7건)하였으나, 국토위에 계류되었다. 이후, 20대 대선에서 더불어민주당, 자유한국당, 국민의당, 정의당 모두 수량과 수질의 통합 관리를 선거 공약으로 제시하였다.

라. 문재인 정부(2017~)

수량과 수질, 재해예방을 통합적으로 관리하여 종합적이면서도 미래지향적인 물관리정책의 추진을 위하여 국토부 수자원정책국(지방청 하천국, 홍수통제소, 수공 포함)을 환경부로 이관하는 물관리일원화 정부방침을 확정('17.5.22)하고 물관리 일원화 내용을 포함한 정부조직법 개정안을 발의('17.6.9, 우원식 의원 등 120인)하였으나, 이견을 좁히지 못하고 물관리일원화를 제외한 정부조직법 개정안이 통과('17.7.20.)되었다.

그 이후 '17.11월 말까지 원노위·국도위를 중심으로 물관리일원화 8인 협의체를 구성하여 운영하였으나 합의를 도출하지는 못하였다. 협의체 종료 후 협의체 위원장인 주승용 의원의 대표발의로 여야 142명의 의원이 정부조직법 개정안을 공동 발의하였으며, 국회에서 수차례 협의 끝에 결국 여야 합의로 하천관리 기능을 제외한 물관리 업무를 환경부로 일원화하는 정부조직법 개정안이 통과('18.6.8.)되었다.

3. 물관리일원화 주요내용

가. 체계정비 : 통합물관리 로드맵 마련 및 국가물관리기본계획 수립 추진

1) 통합물관리 로드맵 마련

물관리일원화 이후 국민이 공감하는 새로운 물관리 정책방향 및 로드맵 수립을 위하여 수량, 수질 분야의 전문가, 공공기관, 시민단체 등 총 200여명이 참가하는 통합물관리 비전포럼을 발족하였다. 포럼은 2017년 7월부터 2018년 12월까지 총 100여 차례 이상의 회의, 정책토론 및 간담회를 거쳐 2018년 12월 "인간과 자연이 함께 누리는 생명의 물"을 국가통합물관리 비전으로 물의 안전성, 형평성, 효율성, 민주성, 책임성을 핵심가치로 하는 로드맵(안)을 완성하였다.

통합물관리 로드맵(안)은 ① 물순환 건전성 확보, ② 수요와 공급의 조화로운 통합, ③ 유역기반의 통합적인 물관리, ④ 거버넌스 체계 확립, ⑤ 지속가능 행정·재정 체계 구축의 5대 비전목표와 15개 핵심전략 및 45개 정책과제로 구성되어 있다. 이 로드맵은 그동안 서로간의 소통이 미흡했던 수량과 수질 분야의 많은 전문가들의 논의를 통해 함께 도출해낸 공동의 결과물이라는데 그 의미가 크다.

그림 2-1-2-2 통합물관리 로드맵(안)



2) 국가물관리기본계획 수립

물관리기본법과 통합물관리를 고려하여, 지속가능한 물순환체계 구축을 위한 국가 물관리의 큰 그림을 제시함으로써 각 부처로 분산된 물관리 계획의 중복을 해소하고 연계성을 강화하기 위한 물관리 최상위계획인 국가물관리기본계획을 수립한다(「물관리기본법」 부칙에 따라 '19.6월 법 시행 후 2년 내 수립). 기존 물관리 정책을 통합·연동하여 수량-수질-수생태 통합관점에서 물이용 및 물환경 정책이 조화를 이루고, 전 유역이 공평한 물 서비스 혜택을 누릴 수 있도록 하는 지속가능한 물관리의 정책방향을 제시하게 된다. 국가물관리기본계획은 기존 수자원장기종합계획, 물환경관리기본계획, 지하수관리기본계획, 수도종합계획, 하수도정비기본계획 등을 바탕으로 그동안 우리나라의 물관리 정책 방향 및 성과를 평가하고 미래의 전망을 고려한 물관리의 장기적인 비전과 목표를 제시할 계획이다.

나. 법·제도정비 : 물관리기본법 제정

물관리위원회는 2018년 6월 5일 국무회의에서 물관리위원회 관련 3법인 「정부조직법」, 「물관리기본법」, 「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률(이하 “물산업진흥법”）」과

환경부·국토교통부 직제 등 물관리일원화 관련 법령이 심의·의결되어 물관리일원화 3법이 2018년 6월 8일 및 6월 12일에 각각 공포됨에 따라 시작되었다.

물관리일원화 관련 3법의 주요 제·개정내용은 다음과 같다. 첫 번째로 「정부조직법」 개정(6월 8일 공포·시행)에 따라 정부조직법상 국토교통부의 '수자원의 보전·이용 및 개발'에 관한 사무와 이에 따른 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」, 「댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률」, 「지하수법」, 「천수구역활용에 관한 특별법」 및 「한국수자원공사법」 등 수자원 관련 5개 법률도 환경부로 이관되었다.

국토교통부 수자원정책국에서는 수자원 정책·개발, 수자원산업육성, 천수구역 조성, 홍수 통제·예보 및 수문조사 등의 기능이 이관되어, 환경부에 수자원정책국(수자원정책과, 수자원개발과, 수자원관리과)을 설치하였으며, 홍수·갈수 예보·통제, 댐·보 연계운영 등을 담당하는 홍수통제소(한강 등 4개소)의 전체 기능·조직의 이관과 함께 환경부가 한국수자원공사의 감독 및 주무관청으로 되었다. 다만, 여야 합의사항으로 '하천' 관리 기능 및 「하천법」, 「하천면입토지보상법」 등 2개 법률은 국토교통부에 남게 되었으나, 「하천법」 상 하천수사용허가, 하천유지유량 결정, 댐·보 연계운영, 하천수 사용·관리, 하천수 분쟁조정 등 수량 관련 기능은 환경부로 이관되었다.

두 번째로 지속가능한 물관리 체계 확립을 위해 물관리 기본이념 및 원칙, 국가·유역 물관리위원회의 설치, 국가·유역물관리기본계획 수립 등을 규정한 「물관리기본법」(18.6.13. 제정, '19.6.13. 시행)을 제정하였다.

마지막으로 물관리기술의 체계적인 발전기반을 조성하고 물산업 진흥을 통한 국민의 삶의 질 향상과 지속가능한 물순환 체계 구축을 위해 「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」(18.6.12. 제정, '18.12.13 시행)을 제정하였다. 물산업진흥법을 통해 물관리기술 발전 및 물산업 진흥을 위한 기본계획(정부)과 지역적 특성을 고려한 시행계획(지자체)을 수립·시행하고, 물관리기술 개발·보급을 촉진하기 위한 물기술종합정보시스템 구축, 우수제품 등의 사업화 지원, 혁신형 물기업의 지정 및 지원 근거 등을 마련하였으며, 물산업 실증화시설 및 집적단지의 조성·운영과 입주기업 지원, 물기술인증원의 설립 근거 등도 포함하였다.

표 2-1-2-8 「정부조직법」 개정 주요사항

구분	기존 (국토부)	변경	
		환경부 이관	국토부 존치
소관 법률 (7개)	<ul style="list-style-type: none"> · 하천법 · 하천면입토지보상법 · 수자원법 · 댐건설 · 한국수자원공사법 · 지하수법 · 친수구역법 	<ul style="list-style-type: none"> · 수자원법 · 댐건설법 · 한국수자원공사법 · 지하수법 · 친수구역법 	<ul style="list-style-type: none"> · 하천법 · 하천면입토지보상법
기능	<ul style="list-style-type: none"> · 하천 점용허가 · 하천공사 및 유지보수 · 하천시설 관리 · 홍수통제(수량결정) · 수문조사 · 수자원산업 육성 · 댐 운영관리 · 광역상수도 	<ul style="list-style-type: none"> · 수문조사 · 수자원산업 육성 · 댐 운영관리 · 광역상수도 · 홍수통제(수량결정) 	<ul style="list-style-type: none"> · 하천 점용허가 · 하천공사 및 유지보수 · 하천시설 관리
조직	<ul style="list-style-type: none"> · (본부) 수자원정책(4과 1팀) · (소속) 지방국토청(5개) 홍수통제소(47개) · (산하) 수자원공사 	<ul style="list-style-type: none"> · (본부) 수자원정책국 (3개과) · (소속) 홍수통제소(47개) · (산하) 수자원공사 	<ul style="list-style-type: none"> · (본부) 하천계획과 존치 · (소속) 지방국토청(5개)

* (참고) 하천면입토지 보상 등에 관한 특별조치법(약칭 : 하천면입토지보상법), 수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률(약칭 : 수자원법), 댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률(약칭 : 댐건설법), 친수구역활용에 관한 특별법(약칭 : 친수구역법)

표 2-1-2-9 「물관리기본법」 주요 제정내용

구분	내용
목적	· 지속가능한 물순환 체계 확립을 위해 ①물관리의 기본이념 및 원칙, ②국가·유역물관리위원회의 설치 등을 규정
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> · (물관리 기본원칙) 물의 공공성, 건전한 물순환, 수생태환경의 보전, 유역별 관리, 통합 물관리 등(제8부터 제19조까지) · (물관리위원회) 물관리에 관한 중요 사항의 심의·의결을 위해 국가·유역물관리위원회의 구성·운영(제20조부터 제31조까지) · (물분쟁의 조정) 이해관계자는 수자원의 개발·이용·관리에 관해 물관리위원회에 분쟁의 조정을 신청할 수 있음(제32조) · (물문화 육성 등) 국가와 지방자치단체는 물문화 육성, 물관리 국제협력 추진, 남·북한 간 물관리 협력 등을 위해 노력(제35조)

표 2-1-2-10 「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」 주요 제정내용

구분	내용
목적	· 물관리기술의 체계적인 발전 기반 조성과 물산업 진흥을 통해 국민의 삶의 질 향상과 지속가능한 물순환 체계 구축
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> · (계획수립) 체계적인 물관리기술 발전 및 물산업 진흥을 위한 기본계획(정부), 지역적 특성을 고려한 시행계획(지자체) 수립·시행(제5조) · (물관리기술 개발 촉진) 물기술종합정보시스템 구축, 물산업지원센터 설치, 표준화기반 조성, 혁신형 물기업 지정·지원(제7-9조 등) · (우수제품의 사업화 지원) 우수제품 도입 실적에 우수한 지자체에 대한 보조율 우대 적용 및 국고보조사업 우선 보조 등(제10조) · (실증화 시설 및 집적단지) 국가 또는 지자체의 연구·진흥시설, 실증화시설, 기업집적단지 조성·운영(제15조) · (물기술인증원) 물기술·제품의 위생안전, 품질 및 성능 등을 확보하고 기술개발을 촉진하기 위한 물기술 인증 전문기관 설립(제19조) · (물산업협의회 설립) 물기업의 해외진출 지원 및 물산업 진흥을 위한 민·관 협력체계 구축(제22조)

아울러 물관리의 최상위 법률인 물관리기본법이 시행됨(19.6월)에 따라 물관리기본법에서 위임한 세부사항을 다루는 물관리기본법 하위법령을 제정하여 물관리기본법 체계를 완성하고 통합물관리의 이행체계를 마련하였다.

물관리기본법 시행령에서는 국가·유역물관리위원회 위원이 되는 공무원, 공공기관 및 위촉위원 등을 규정한다. 그리고 물관리위원회 심의·의결 안건에 대한 사전 검토 등을 수행하는 분과위원회와 물관리위원회 운영 지원 등을 담당하는 사무국에 관한 사항도 제시한다. 또한 물관리 정책의 방향성을 제시할 국가물관리기본계획과 유역물관리종합계획에 맞추어 수립되어야 하는 주요 물관리 관련 법정계획의 종류를 다루고 있다.

또한, 물분쟁 조정을 위한 조정신청 절차와 조정업무의 처리절차 등을 규정하고, 공익에 중대한 피해를 발생시키는 물분쟁에 대하여 물관리위원회가 직권으로 조정할 수 있도록 하였다. 이 외에도 물관리 협정의 체결에 관한 사항, 물문화 육성, 물관련 조사·연구 및 물관리 국제협력 등에 대한 국가와 지방자치단체의 업무 일부를 관련 전문기관, 비영리단체 등에 위탁 가능하도록 하는 근거를 마련하였다.

다. 거버넌스 구축 : 국가·유역 물관리위원회 구성

국가물관리기본계획 심의·의결, 유역간 물분쟁 조정 등 중요한 국가 물관리 정책의 심의·의결을 위한 '국가물관리위원회'가 '19.6월 출범했다. 위원회는 국무총리와 민간

전문가 1인을 공동위원장으로, 물관리 관련 부처 장관, 공공기관의 장과 학계·법조계·시민단체의 민간분야 전문가 등 30~50인으로 구성된다.

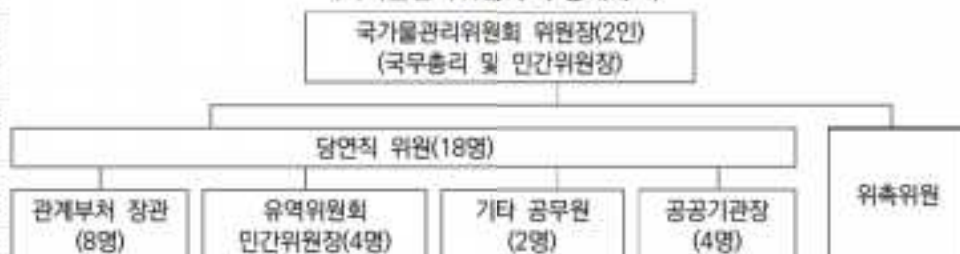
‘국가물관리위원회’는 「물관리기본법」 제27조에 따른 ‘국가물관리기본계획’을 수립·변경하고, 동법 제29조에 따른 ‘유역물관리종합계획’의 ‘국가물관리기본계획’과의 부합여부를 심의한다. 또한, 물의 적정배분을 위한 유역간의 물 이동을 심의·의결하고 관계 중앙행정기관이 제출한 물관리 관련 계획과 ‘국가물관리기본계획’과의 부합여부를 심의하는 역할을 하게 된다.

‘유역물관리위원회’는 유역단위의 물관리 종합계획, 유역 내 물분쟁 조정 등을 위해 환경부 장관과 민간전문가 1인을 공동위원장으로 관계 시도지사와 학계·법조계·시민단체의 민간분야 전문가 등 30~50인으로 구성된다. ‘유역물관리위원회’는 동법 제28조에 따른 ‘유역물관리종합계획’을 수립·변경하고, 동법 제30조에 따라 지방자치단체의 장이 제출한 유역 내 물관리 관련 계획과 해당 유역계획과의 부합여부를 심의한다. 물의 적정배분을 위한 유역내의 물 이동을 심의·의결하고 유역 내에서 발생한 물분쟁을 조정하는 역할을 하게 된다. 지역주민·전문가 등 이해관계자가 참여하는 국가·유역 물관리위원회 구성·운영을 통해 유역중심의 물관리 체계를 구축하게 되었으며, 물의 안정적 확보, 물환경의 보전, 가뭄·홍수 등 재해예방이라는 통합 물관리 정책의 목표를 지속 가능하게 관리할 수 있는 유역거버넌스를 실현하게 되었다.

국가물관리위원회 개요

- ▶ (설치) 물관리기본법 제20조에 따라 대통령소속으로 구성
- ▶ (구성) 국무총리 및 민간위원장을 공동위원장으로 하고, 관계부처 장관 등 당연직(18명)위원과 민간위원(30명 내외)으로 위원 구성

〈국가물관리위원회 구성체계도〉



- (민간위원장) 국가물관리위원회 민간위원 중 대통령이 임명하는 사람
- (관계부처) 기재부, 향안부, 농림부, 산자부, 환경부, 국토부, 해수부, 국무조정실
- ▶ (기능) 국가물관리기본계획의 수립 및 변경, 수계별 유역 범위의 지정, 물분쟁 조정 등에 관한 심의·의결

제3절 물환경 건강성 및 자연성 회복

1. 물환경 관리정책

가. 물환경 정책의 기본구조

1) 오염 사전예방 정책

오염 사전예방 정책은 특정지역에 대하여 오염을 야기하는 일정 행위를 제한하는 입지제한 정책이 대표적이다. 환경법제에 의한 것으로는 「환경정책기본법」에 의한 상수원 수질보전 특별대책지역, 「수도법」에 의한 상수원보호구역, 「한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 등 4대강수계법에 의한 수변구역, 「물환경보전법」에 의한 폐수배출시설 설치제한지역이 있다. 이중 수변구역 지정제도는 규제지역을 최소화하면서 수질과 하천생태계에 민감한 지역을 집중적으로 관리하기 위해 도입되었다.

토지법제에 의한 것으로는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 의한 자연환경보전지역과 개발제한구역, 「수도권정비계획법」에 의한 자연보전권역, 「농어촌정비법」에 의한 저수지 상류지역, 「산림보호법」에 의한 산림보호구역 등이 있다.

2) 오염물질의 지정과 배출기준의 설정

공공수역 수질을 사람의 건강과 동·식물의 생육에 안전한 수준으로 관리하기 위해 「물환경보전법」 제2조에 따라 관리대상 오염물질을 지정하고 있다. 2019년 10월 현재 수질오염물질로는 유기물질, 유류, 불소화합물 등 58종이 지정되어 있으며, 그 중 위해를 줄 우려가 높은 수은, 페놀 등 32종은 특정수질유해물질로 추가 지정되어 있다.

또한, 수질관리목표의 달성 수단으로써 생활하수, 산업폐수, 가축분뇨 등에 대한 오염물질 배출허용 기준을 규정하고 있다.

산업폐수의 배출허용기준은 지역에 따라 '청정' 지역, '가' 지역, '나' 지역, '특례' 지역의 4단계로 차등화하여 구분 적용하고 있다.

가축분뇨의 방류수 기준은 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」에 의해 축사의 규모(허가대상과 신고대상), 지역에 따라 차등적으로 설정되어 있으며 오염물질의 증가와 환경기술의 발전수준 등을 고려하여 단계적으로 강화된다.

3) 모니터링 및 평가

공공수역 수질상태 조사를 위해 2019년 12월 현재 전국 2,249개 지점에 수질측정망을 설치·운영하고 있으며, 오염사고를 효과적으로 관리하기 위해 70개소의 수질자동측정망을 운영하고 있다.

또한, 퇴적물의 수질에 대한 영향을 파악하기 위해 2011년 하반기부터 수저퇴적물 측정망을 운영하고 있으며, 2018년 12월 현재 306개 지점의 수저 퇴적물 측정망을 운영하고 있다.

수질측정망은 조사지점 별로 매월 1회 이상 측정·분석을 실시하며 주요 지점에 대해서는 주 1회 조사를 실시하고 있다. 수질조사결과는 매월 관보에 공표하며 인터넷(물환경정보시스템, <http://water.nier.go.kr>)에도 공개하고 있다. 매년 초 전년도 수질조사결과를 종합하여 환경기준 달성여부 등을 평가하여 수질개선계획 수립 등에 반영하고 있다.

2007년부터는 4대강과 전국 주요 하천의 수생태계 건강성을 조사·평가하고 있다. 이는 하천과 공공수역을 수생태계 건강성의 관점에서 평가·관리하기 위해 모니터링 분야를 이·화학적 수질 항목에서 하천 내외의 동·식물, 서식환경으로 확대한 것이다. '수생태계 건강성'은 물환경정책이 지향하는 핵심 개념으로 깨끗한 수질, 하천 내에 서식하는 생물종의 다양성과 풍부성, 생물의 번식·성장·적응에 적합한 서식환경을 종합적으로 나타낸다.

2008년부터 하천(314곳, 640개 지점), 하구(5곳, 9개 지점)를 시작으로 부착돌말, 저서성대형무척추동물, 어류, 서식 및 수변환경 항목에 대한 수생태계 현황 및 건강성 평가를 실시하였고 조사결과를 토대로 계량화된 지수를 통해 2015년까지 4등급(최상, 양호, 보통, 불량)으로 건강성을 평가해 왔다.

2016년에는 수생태계 현황 및 건강성 평가체계를 생물측정망에 반영하고 평가등급을 4등급에서 5등급(매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 매우나쁨)으로 세분화하였으며 현재 하천(2,036곳, 3,035개 지점), 하구(325곳, 668개 지점)에 대하여 수생태계 현황조사 및 건강성 평가를 실시하고 있다.

나. 물환경 관리정책 추진

1) 맑은물 공급종합대책과 4대강 물관리종합대책

전국 단위의 수질보전대책 수립은 1989년 '맑은물 공급종합대책'을 시적으로 '제1차 물환경관리기본계획('06~'15)' 및 '제2차 물환경 관리기본계획 ('16~'25)'에 이르고 있다. 1990년대 상반기까지의 수질보전대책은 주로 대형오염사고에 대한 후속조치의 일환이었다. 유역특성에 대한 분석과 수질예측기법을 활용한 과학적인 대책의 수립은 1998년 '한강대책'과 1999년 '낙동강대책'이 시초라고 할 수 있다.

1989년 초 수도물 수질오염이 사회문제화 되면서 총리실 주관으로 수립된 '맑은물 공급종합대책('89.9)'은 최초의 전국 단위의 수질보전대책이다. 이는 1996년까지 2조 1,600억 원을 투자하여 하수처리장 등을 건설하고, 1990년 7월 팔당호·대청호 지역을 특별대책지역으로 지정하는 등의 대책을 담고 있다. 이후 1991년 폐놀오염사고 및 낙동강, 영산강 수질악화를 계기로 기존 대책을 전면 수정('93.7)하게 되었고, 1994년 초 낙동강 유기용제 사고를 계기로 1996년부터 2005년까지 약 27조 원을 투입하는 '수질관리개선대책'('94.1, 국무총리실)을 수립했다.

이러한 종합대책 추진에도 불구하고 1990년대 후반 들어 사회호문제, 새만금호문제, 4대강 식수원 오염문제 등 환경 현안은 끊이지 않았고, 수도권 식수원인 팔당호를 비롯하여 4대강 수질은 개선될 기미를 보이지 않았다. 이에 정부는 1998년부터 2002년까지 5년간 지역주민, 시민단체, 전문가 및 자치단체 등과 총 420여회의 각종 토론회 및 공청회 등을 거쳐 '4대강 물관리종합대책'을 완성('02년)했다.

'4대강 물관리종합대책'은 그간의 수질관리대책에 대한 철저한 자기반성과 상하류 공영(win-win)정신을 바탕으로 수립되었다. 이러한 목표달성을 위해 오염총량관리제도, 수변구역제도, 물이용부담금제도, 상수원지역 주민 자원 및 토지매수제도 등 강력하고 선진적인 물관리정책이 도입되었다.

그러나 '4대강 물관리종합대책' 등은 생태적으로 건강하고 유해물질로부터 안전한 물 환경 조성을 원하는 국민들의 변화된 욕구를 충분히 반영하지 못하여 이에 대한 보완 필요성이 제기되어 왔다.

2) 물환경관리 기본계획

이에 따라 정부는 BOD 등 아·화학적 오염물질 관리 위주의 물환경정책에서 탈피, 국민 건강과 생태계 건강성을 정책의 최우선에 두고 '생태적으로 건강한 하천과 유해물질로부터 안전한 물환경 조성'을 목표로 2006년부터 10년간의 정책방향을 담은 '물관리기본계획'을 수립('06.9.25)하였다.

동 계획에서는 2015년까지 전국 하천의 85% 이상을 좋은물 이상으로 개선하고, 훼손된 모든 하천의 25%를 생태(자연) 하천으로 복원하며, 상수원 수변지역 30%를 수변생태벨트로 조성한다는 목표를 설정하였다. 이의 달성을 위해 주요 정책과제를 추진하였으며, 그 주요내용은 다음과 같다.

우선 수생태계 중심의 물환경관리체계를 확립하였고, 수생태계 건강성 복원사업을 강화하였다. 또한, 수질오염총량관리제도를 확대하여 유역중심의 수질관리체계를 강화하는 한편, 비점오염원 설치 신고제도를 도입하고 관계부처 합동 "제2차 비점오염원관리 종합대책"('12.5)을 수립·추진하는 등 비점오염원 관리 방안을 확대하였다. 환경기준 등급을 5등급에서 7등급으로 세분화하고 COD, T-P, TOC 항목을 추가하는 등 위해성 관리를 강화하였으며, 물순환 구조개선을 추진하는 한편, 노후수도관 개량, 물절약 등 물수요 관리의 기반을 마련하였다. 이러한 정책성과를 달성하기 위해 지난 10년간 총 33조 4천억 원이 투입되었다.

표 2-1-2-11 분야별 투자실적

(단위 : 억원)

구분	계	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
합계	334,107	23,784	23,655	26,150	35,831	32,708	32,712	35,819	39,471	41,510	43,206
수생태복원	44,188	2,844	2,575	3,268	5,276	3,709	3,546	3,946	6,636	6,311	6,816
위해성관리	33,521	1,790	2,024	2,131	2,702	3,034	3,023	4,846	5,034	4,743	4,194
비점오염원	5,408	95	90	250	261	348	544	749	825	1,209	1,037
축산폐수처리장	8,563	239	195	453	943	1,023	949	1,231	1,330	1,294	906
하수도	242,405	18,816	18,771	20,047	26,649	24,594	24,651	25,048	25,645	27,953	30,231

이러한 제1차 물환경관리기본계획이 2015년 종료됨에 따라, 2016년부터 10년간의 물환경 정책방향을 담은 '제2차 물환경관리 기본계획('16~'25)'을 수립하였다. 제2차

물환경관리 기본계획의 비전은 “방방곡곡 건강한 물이 있어 모두가 행복한 세상”으로, 제1차 기본계획의 추진성과 및 물환경 여건 변화를 분석하여 향후 10년간(2016-2025년)의 정책방향을 담은 물환경 정책의 청사진을 제시하고 있다. 특히, 이번 기본계획은 기존 1차 기본계획과는 달리 대권역 물환경관리계획을 분리하여 국가물환경관리정책의 최상위 계획으로서 대·중·소권역 계획 및 수질오염총량제 등 주요 물환경관리대책의 지침서가 되도록 역할을 재정립하였다. 이와 더불어 중·소권역 물환경관리계획은 관리가 필요한 권역에 한하여 수립함으로써 계획의 수립과 이행이 내실화될 수 있도록 물환경보전법을 개정하였다.

제2차 물환경관리 기본계획에서는 향후 10년간 기본계획에 따른 정책 수립·추진 과정 전반을 지탱하는 가치 기준을 정립하였다. 자연과 인간의 상생, 환경과 경제의 선순환, 환경정의 세 가지의 핵심가치를 기반으로 하여 5대 핵심전략과 3대 기반강화 전략을 설정하고 다음과 같은 정책 추진체계를 마련하였다.

그림 2-1-2-3 제2차 물환경관리 기본계획의 체계



가) 건강한 물순환 체계 확립

환경생태유량을 산정하여 이를 하천유지유량에 반영하는 등 수질 및 수생태계를 위한 수량확보를 제도화하고, 갈수기 기저유출에 의한 지표수의 영향을 파악하는 모니터링 체계를 구축하여 지표수·지하수 연계관리를 추진할 계획이다. 또한, 물순환 선도도시를 선정하여 지원하고, '물발자국'이 낮은 제품을 지원하는 등 물 수요 관리에 경제적 유인책을 도입할 예정이며, 이를 위한 관계부처 협업도 강화해 나갈 것이다.

나) 유역통합관리로 깨끗한 물 확보

제2차 기본계획의 핵심적인 방향성은 기본계획 목표를 달성할 수 있는 수준으로 총량목표를 강화하여 기본계획과 오염총량제를 통합해 나가는 것이다. 수질개선의 핵심수단인 오염총량제로 지역 현안물질을 관리하기 지류총량제를 시범운영하였고, 차기단계 총량관리계획과 함께 지류총량제를 확대해 나갈 예정이다.

환경부는 목표수질을 설정하고 유역(지방)환경청은 목표 달성을 위한 지류·지천 중심 수질개선 대책을 수립하여 통합집중형 투자를 추진하는 방식으로 목표수질을 달성하는 방안을 추진할 계획이다. 이는 유역특성을 반영한 지류·지천 중심 수질관리에 유역(지방)환경청과 지자체의 권한과 책임을 강화하기 위한 것이다.

이와 함께 농·축산업 분야를 중점적으로 관리할 계획이다. 양분관리제(질소, 인 등)를 도입하여 초과발생된 가축분뇨 중 일정량은 공공처리를 확대해나가고, 기업형 농가의 가축분뇨 관리를 단계적으로 강화할 예정이다.

또한, 최적영농기법 적용 시 보조금을 지급하는 교차준수제도를 도입하는 등 비점오염관리에 경제적 유인책을 도입하는 방안과 비구조적 비점관리방안(친환경농법, 도로청소 등)도 총량 식감량으로 인정하는 방식도 검토 중이다. 또한, 농업용호소의 이용목적 변화에 따라 용도별로 목표를 차등화(주민친화형은 Ⅱ등급, 농업용+주민친화형은 Ⅲ등급)하여 주민 물서비스 향상을 도모하고, 인공하구호(새만금, 화옹호)는 관계부처와 협력하여 수질관리 대책을 추진하는 한편, 하구의 생태환경조사 및 생태복원을 위한 관계부처 협업체계를 마련할 계획이다.

다) 수생태계 건강성 제고로 생태계 서비스 증진

수질 및 수생태계를 위한 수량확보를 제도화하여 환경생태유량을 선정하고 이를 하천유지유량에 반영할 수 있도록 「물환경보전법」을 개정하였다. 또한, 갈수기 기저유출에 의한 지표수의 영향을 파악하고 모니터링 체계를 구축할 계획이다.

전국 하천의 수생태계 현황 및 건강성을 5등급(매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨)으로 평가하고 평가결과를 토대로 수생태계 건강성이 훼손 여부를 진단할 수 있도록 제도를 마련하였다. 더불어 수생태계 연속성 측면에서 하천의 종·횡적으로 생물이 이동가능하고 물질의 순환이 원활할 수 있도록 수생태계 연속성을 조사할 수 있는 법적기반을 마련하였고 인공구조물의 개선 등의 조치를 통해 연속성을 확보할 수 있도록 조사방법 등에 대한 세부 절차 등을 마련 중이다. 멸종위기 담수어류 보전계획에 따라 멸종위기종의 인공증식 및 방류, 서식처 보호·복원 등 생물다양성 증진과 수생태계 건강성 회복을 위한 사업도 지속 추진할 계획이다.

라) 안전한 물환경 기반 조성

수질오염물질 외에 위해 우려가 있는 물질을 '우선순위물질'로 지정하여 공공수역 배출현황 등을 관리할 계획이다. 또한, 환경영향을 고려한 배출기준을 설정하고, 각 사업장별 허가 시 배출허용기준을 검토하여 승인하는 등 통합환경관리체계의 사업장별 맞춤형 규제로 전환한다. 업종별 오염물질 배출목록 작성, 최적가용기법(BAT) 적용 가이드라인을 마련하는 등 제도적 기반도 구축할 계획이다. 한편, 수질오염사고 감시 및 미량화학물질 모니터링 고도화를 위한 집중측정센터를 설치하여 오염사고에 대한 대응력을 강화해 나갈 예정이다. 영양물질 유입차단 및 적정유속 확보 등 녹조 발생을 사전예방하고, 실시간 녹조발생상황 공개 및 친수경보제 운영으로 소통을 강화하는 등 통제가능한 수준으로 녹조를 관리할 계획이다. 이와 함께 기후변화에 대비하여 기후변화 취약성 평가 및 지도 작성, 환경기초시설별 관리 매뉴얼 제작 및 실시간 제어시스템 도입도 추진할 예정이다.

마) 물환경의 경제·문화적 가치 창출

물산업 활성화를 위해 부품, 소재 부문 R&D를 강화하여 중견·중소기업의 수출경쟁력을 제고할 수 있도록 하고, 환경기초시설 자산관리제를 시범 도입할 계획이다. 또한, 친수활동(물놀이, 수상레저, 낚시 등) 지역과 관련 시설의 수질 정보를 공개하고, 수질 기준 및 가이드라인을

마련하여 친수활동 안전 및 쾌적함을 확보하기 위한 기반을 구축해 나갈 예정이다. 또한, 물의 생태적·문화적 가치와 지역경제 활성화가 융합된 에코도시하천을 시범 조성하는 등 물문화 체험 공간을 확대하는 방안도 검토 중이다.

바) 기반 및 역량 강화

5대 핵심전략을 추진하기 위한 기반 및 역량을 강화하기 위해 거버넌스 활성화, 과학기술 고도화, 재정관리 효율화의 3대 전략을 추진할 계획이다. 수계관리위원회의 기능을 강화하고, 지역주민의 의사결정과정 참여와 정보공개를 확대해 나감으로써 유역거버넌스를 확립해 나간다. 이와 더불어, 하천 목표기준에도 TOC를 적용하여 하천·호소 수질환경기준의 통합 기틀을 마련하고 건강보호항목 확대(20→30개)와 수생생물보호기준 신규 도입을 추진하는 등 환경기준을 강화하는 한편, 물순환 등 신규 분야 R&D와 정부합동 융합연구를 확대할 계획이다. 성과분석을 체계화하고 투자 우선순위를 재정립하며, 비용부담의 원칙을 확립하여 재정관리 또한 효율화해 나갈 예정이다.

2. 4대강 유역관리

가. 개요

우리나라의 물관리정책은 「공해방지법」(’63년), 「환경보전법」(’77년) 및 「수질환경보전법」(’90년) 시기를 거쳐 현재 4대강수계법(’99.2월 제정된 「한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 및 ’02.1월 제정된 「낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」, 「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」, 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」)에 의한 유역관리 기반의 정책을 추진 중에 있다.

유역관리 이전의 물관리정책은 행정구역을 중심으로 한 오염물질의 사후처리 차원에서 배출시설 허가, 배출허용기준의 농도규제, 배출부과금, 상수원보호구역 지정 등이 주된 내용이었다.

1990년 초 한강수계 팔당호 수질 악화, 낙동강 페놀오염사고(’91년)와 유기용제 유출사고(’94년)의 발생에 따라, 사후처리 위주의 수질정책을 사전예방적 물관리정책, 행정구역을 초월한 유역단위 차원의 물관리정책으로 개선할 필요성이 제기되었다.

이에 따라, 범정부 차원의 '4대강물관리종합대책' 수립(02년)과 이를 뒷받침할 4대강수계법이 마련되었고 수질오염총량관리제, 수변구역지정, 토지매수와 물이용부담금에 의한 수계관리기금 조성, 수계관리위원회 운영 등이 이루어지고 있다.

나. 물이용부담금 및 수계관리기금

개인 재산권행사 제한 및 각종 행위규제로 피해를 받는 상수원관리지역 내 주민과 자치단체에 대한 지원, 상수원 수질에 큰 영향을 주는 토지 등의 매수사업 등에 필요한 재원을 마련하기 위하여 1999년 한강수계를 시작으로 물이용부담금제도를 도입했다.

물이용부담금은 '사용자부담원칙(The User Pays Principle)'에 따라 공공수역으로부터 취수된 원수의 최종사용자에게 물사용량에 비례하여 부과한다.

물이용부담금의 톤당 부과율은 수계관리위원회에서 2년 주기로 조정·결정하며, 2019년 4대강 수계(한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강) 공통 170원이다. 2019년 기준 물이용부담금은 한강수계에서 4,765억 원, 낙동강수계에서 2,389억 원, 금강수계에서 1,119억 원, 영산강·섬진강 수계에서 870억 원 등 총 9,243억 원이 징수되었다.

표 2-1-2-12 물이용부담금 징수실적

(단위 : 백만원)

구분	계	2010년 이전	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
총 계	13,539,512	5,737,121	810,775	828,161	833,344	837,688	866,158	886,699	890,801	925,493	924,272
한 강	7,528,126	3,425,372 (80~160원)	430,860 (170원)	443,187 (170원)	444,701 (170원)	443,462 (170원)	457,664 (170원)	462,307 (170원)	466,519 (170원)	477,535 (170원)	476,519 (170원)
낙동강	3,324,299	1,307,483 (100~150원)	212,033 (160원)	210,641 (160원)	210,615 (160원)	214,094 (160원)	223,877 (170원)	234,304 (170원)	229,267 (170원)	243,108 (170원)	238,887 (170원)
금 강	1,529,088	563,389 (110~180원)	94,637 (160원)	99,184 (160원)	101,932 (160원)	102,600 (160원)	105,766 (160원)	108,719 (160원)	111,823 (160원)	119,178 (170원)	121,860 (170원)
영산강	1,157,999	440,877 (110~170원)	73,245 (170원)	75,149 (170원)	76,096 (170원)	77,542 (170원)	78,851 (170원)	80,369 (170원)	83,192 (170원)	85,672 (170원)	87,006 (170원)

※ ()는 톤당 부과 금액임

이러한 물이용부담금을 재원으로 하는 수계관리기금은 1999년 8월 한강수계에서 최초로 설치되었고 2002년 7월 3대강에도 기금이 설치됨으로써 2003년부터 본격적으로 수계관리기금에 의한 수질개선사업과 주민지원사업이 시행되었다. 기금은 수질개선 및 상수원 보호를 위한 상수원 상류지역 지방자치단체의 수질개선사업비, 규제지역 주민지원사업, 수변구역 토지매수 등에 사용한다.

1999년부터 2019년까지 주민지원사업 2조 4,083억 원, 환경기초시설 설치·운영사업 6조 5,427억 원, 토지매수 및 수변구역관리사업 3조 31억 원, 기타수질개선사업 1조 9억 원, 오염총량관리 2,709억 원, 친환경청정사업 2,534억 원, 기금운영비 2,262억 원 등 총 16조 252억 원의 수계관리기금이 운용되었다.

다. 오염총량관리

오염총량관리제는 과학적 근거를 바탕으로 하천구간별 목표수질을 정하고, 그 목표수질을 달성하기 위한 오염물질의 배출총량을 산정하여 유역에 속한 지방자치단체별로 할당함으로써 각 구간 내에서 배출되는 오염물질의 총량을 허용총량 이내로 관리하는 제도이다.

각종 개발사업의 지속적인 증가로 하천에 유입되는 오염물질 총량이 증가함에 따라, 그간 농도중심의 오염원 관리방식으로는 수질개선에 한계가 있어 오염총량관리제를 도입하게 되었으며, 4대강수계법 제정 등을 통해 제도적인 기반을 구축하고, 2004년 7월 5일 한강수계의 경기도 광주시 등 팔당지역 7개 지자체 임의제 시행을 시작으로 2020년 1월 현재까지 전국 124개 지자체에서 오염총량관리제를 실시하고 있다.

오염총량관리제의 이행을 강제하기 위해 매년 단위유역별로 할당된 오염부하량의 초과여부를 평가하고 있으며 최종년도에는 할당된 오염부하량을 초과한 지역에 대해 신규 개발사업 승인·허가 등 제한조치를 하고 있다. 또한, 오염물질 배출이 높은 시설에 대해서는 오염부하량을 별도로 할당하여 관리하고, 정기적으로 시설을 점검하여 오염부하량을 초과하는 경우에는 오염총량초과과징금을 부과하고 있다.

한강수계의 경우, 당초 경기도 내 7개 지자체³⁾를 대상으로 임의제(2004년~2012년, BOD)를 추진하여 오염물질배출량을 당초보다 27.5% 저감하는 등 제도시행 효과를 거두었고,

3) 광주시·용인시·남양주시·영평군·이천시·가평군·여주군

2013년 6월부터는 서울·인천·경기지역에 대해 의무제(2013년~2020년, BOD·T-P)를 실시하고 있으며, 2021년 1월부터 강원·충북·경북지역으로 확대 시행할 예정이다.

낙동강, 금강, 영산강·섬진강 수계에서는 2004년 8월부터 순차적으로 의무제를 시행하여 2010년까지 BOD만 대상으로 1단계 오염총량관리제를 시행하였고, 1단계 평가 결과 오염배출량을 시행 전 대비 약 39.6% 저감하였다. 2011년부터 2015년까지 시행된 제2단계 오염총량관리제는 BOD뿐만 아니라 T-P⁴⁾까지 대상물질을 확대하였으며, 2단계 평가 결과 오염배출량은 할당 대비 BOD는 약 25.3%, T-P는 약 30% 저감하였다. 2016년부터 시작된 제3단계 오염총량관리제는 2020년말 완료 예정이고, 2021년부터 2030년까지 시행될 4단계 오염총량관리제는 2020년 상반기 목표수질을 설정하여 기본계획 수립 중에 있다.

4대강 수계에 포함되지 않은 기타수계에서도 수질개선이 필요한 하천에 대해서 지자체와 협의를 거쳐 제도를 시행하고 있다. 최초로 진위천수계 8개 지자체(수원시, 화성시, 오산시, 의왕시, 군포시, 평택시, 안성시, 용인시)를 대상으로 2012년부터 오염총량관리제(BOD)를 실시하고 있으며, 삼교호수계(천안시, 아산시, 당진시)로도 확대 시행하고자 2017년 12월 목표수질을 고시하였고, 2019년 1월부터 오염총량관리제(BOD)를 본격 시행 중이다.

표 2-1-2-13 오염총량관리제 시행 현황

대상 수계	대상 지자체	시행시기	비고
낙동강수계	광역시	2004. 8월부터	의무제
	시	2005. 8월부터	
	군	2006. 8월부터	
금강·영산강수계	광역시	2005. 8월부터	
	대청·주임호 유역 군	2006. 8월부터	
	기타 군	2008. 8월부터	
한강수계	서울·인천·경기	2013. 6월부터	의무제
	강원·충북·경북	2021. 1월부터(예정)	
진위천수계	수원시, 오산시, 용인시, 평택시, 화성시, 의왕시, 군포시, 안성시	2012. 1월부터	협의제
삼교호수계	천안시, 아산시, 당진시	2019. 1월부터	

4) 금강수계에서 T-P는 대청호 상류지역에서만 적용(3단계부터는 하류까지 확대)

아울러, 4대강 수계 및 기타수계 중에서 현행 오염총량관리제 관리대상 물질(BOD, T-P) 외에 지역 주민이 일상생활에서 직접 접하는 지류의 수질문제를 해결하기 위한, 지류총량제 시범사업(단장천, 계성천 : T-N / 대기천 : SS)을 실시하였으며, 차기단계 오염총량관리계획과 함께 점차적으로 지류총량제 시행지역을 확대할 계획이다.

오염총량관리제가 시행되면서 각종 개발사업으로 인한 발생부하량은 증가하였음에도 불구하고 하천으로 유입되는 배출부하량은 크게 감소하였다. 이는 오염총량관리제의 도입에 따른 적극적인 오염물질 저감기술의 개발과 적용, 오염물질 저감시설 설치 및 방류수질 개선, 친환경 개발 유도 및 장려 등에 의한 결실로 평가할 수 있다.

라. 수변구역제도

하천에 인접한 지역에서 발생하는 오염물질은 자정작용을 거치지 않고 바로 유입되기 때문에 수질을 악화시킬 우려가 크다. 따라서 하천으로부터 주변 일정구간을 수변구역(Riparian Buffer Zone)으로 설정하고, 음식점, 숙박시설, 목욕탕, 공장, 축사 등의 고농도 수질오염원의 신규입지를 제한⁵⁾하여 집중관리하고 있다. 현재 수변구역으로 지정된 4대강수계의 토지는 총 1,197.4km²로 한강수계 186.9km², 낙동강수계 338.3km², 금강수계 372.8km², 영산강수계 299.4km²가 수변구역으로 지정되어 있다.

표 2-1-2-14 수변구역 지정기준

계	범위	하천경계로부터의 거리		
		1 km	500 m	300 m
한강	남한강, 북한강, 경안천	특별대책지역과 중북 지역	특별대책지역과 중북되지 않는 지역	-
낙동강	상수원으로 이용되는 댐 및 그 상류	-	⊙	-
금강	상수원으로 이용되는 댐 및 그 상류	댐 및 특별대책지역 내 금강분류	특별대책지역 외 금강분류	금강분류의 제1지류(주민동의 필요)
영산강	상수원으로 이용되는 댐, 호소 및 그 상류의 분류와 제1지류	-	⊙ (제1지류는 주민동의 필요)	-

5) 다세대주택, 노인복지주택, 노인영양·요양시설, 청소년수련시설, 공장 등 입지제한 시설추가(16.1.1 시행)

마. 토지매수제도와 수변생태벨트 조성

토지매수제도는 수변구역 지정 등 행위제한으로 불이익을 받는 주민들의 재산권 회복과 수질개선을 위해서 수계관리기금을 이용하여 수변구역 등 상수원 수질영향이 큰 지역과 수변생태계 복원에 필요한 지역의 토지나 건축물⁶⁾을 매수하는 제도이다. 매수 토지는 기존 건축물 등 오염원을 없애고 생물서식지, 습지, 식생호안, 수림대 조성 등 하천생태계와 육상생태계를 연결하는 완충지대인 수변녹지(Riparian Buffer Forest)로 복원하여 맑은 물과 건강한 하천생태계를 보전하는데 이용된다.

한강수계는 2000년부터, 나머지 3대강수계는 2003년부터 토지매수를 시작하였으며, 2019년 말 기준으로 2조 3,874억원을 투자하여 총 65,564천㎡의 토지를 매수하였고 임야 포함 50,706천㎡ 면적의 수변생태벨트를 조성하였다. 토지매수 및 수변생태벨트 조성사업은 오염원의 입지를 근본적으로 차단함과 동시에 주변지역에서 유입되는 비점오염원을 저감할 수 있는 중요한 정책으로 상수원보호를 위해 장기적인 추진이 필요하고, 그 효과는 영구적인 사업이다.

표 2-1-2-15 토지매수 및 수변생태벨트 조성현황('19년 말 기준)

구 분	토지매수		수변생태벨트		
	면적(천㎡, A)	금액(억원)	면적(천㎡, B)	금액(억원)	B/A(%)
합 계	65,564	23,874	50,706	2,125	77.3
한 강	14,797	14,308	12,559	624	84.9
낙동강	16,031	3,645	11,893	545	74.2
금 강	15,659	2,248	12,857	414	82.1
영산강	19,077	3,673	13,397	542	70.2

바. 상수원관리지역 지원제도

상수원관리지역에 대한 지원은 주민지원과 지방자치단체 지원으로 구분된다. 주민지원 제도는 상수원관리지역에서 각종 규제로 불이익을 받는 지역주민들의 생활환경을 개선하고 소득수준을 향상시킴으로써 규제에 따른 불이익을 최소화하는 한편 상수원 수질보호에 적극적인 협조와 참여를 유도하기 위해 도입되었다.

6) 매수 대상은 「한강 등 4대강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」에 따라 상수원보호구역, 수변구역 및 상수원 수질보전을 위해 필요한 지역의 토지와 부속시설

주민지원사업은 소득증대사업, 육영사업, 복지증진사업 등 일반지원사업, 장학금, 주택개량사업 등 직접지원사업으로 구분하되, 수계관리위원회가 토지면적, 행위제한정도, 주민 수 등에 따라 사업비를 배분한다. 지난 10여 년간 실시해온 주민지원사업의 문제점을 개선하기 위하여 직접지원비 배분방식 변경, 특별지원비율 확대, 일반지원사업 광역사업 확대 등 지원방식을 지속적으로 개선 추진 중이다.

한편, 상수원지역 지방자치단체 지원책으로 환경기초시설 설치·운영비 중 일부를 수계관리기금에서 지원하는데, 이는 환경개선특별회계에서 지원하는 하수처리시설, 고도처리시설, 하수관거 등의 시설설치·운영사업 지방비 부담분을 수계관리기금으로 지원함으로써 자치단체의 재정부담 완화와 환경기초시설의 설치·운영 촉진을 통해 상수원 수질개선을 도모한다. 수계관리기금의 지원정도는 시설 설치비의 경우 지방비 부담분의 10~90%, 시설운영비는 전체 운영비의 30~90%를 수계별로 차등 지원한다.

표 2-1-2-16 상수원관리지역 주민지원사업 현황

(단위: 백만원)

구분	합계	2010년 이전	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
총계	2,355,904	1,208,794	123,248	123,248	127,733	127,805	129,941	130,301	129,708	128,964	126,172
특별지원	270,375	76,893	18,155	18,162	22,276	21,932	22,337	23,084	21,207	21,720	24,609
간접지원	1,711,826	940,022	85,902	85,928	85,747	85,563	87,449	86,899	88,328	85,845	80,143
직접지원	373,733	191,879	19,191	19,158	19,710	20,310	20,155	20,318	20,173	21,419	21,420

사. 수계관리위원회

수계관리위원회는 4대강 유역관리를 위한 대표적 의사결정기구로서 다수의 자치단체에 걸치는 유역의 효율적 관리를 위해 수계별로 설치되어 있다. 환경부차관을 위원장으로, 수계별 관계 시·도의 부시장·부지사, 한국수자원공사 사장 등 물관련 기관의 장을 위원으로 구성된 공법인으로서, 수질개선을 위한 오염물질 삭감계획, 물이용부담금의 부과·징수, 기금의 운용·관리, 토지매수, 주민지원사업 계획 및 민간수질감시활동의 지원에 관한 사항 등 주요 유역관리 정책에 대하여 유역 주민들의 합리적인 의사가 반영되도록 합의·조정하는 역할을 수행한다.

이는, 상수원관리를 위한 수계기금 용도와 배분 등 민감한 문제를 'Shared Water, Shared Responsibility' 정신을 바탕으로 지속적인 대화와 타협을 통해 "갈등의 강"을 "상생의 강, 화합의 강"으로 변화시키는데 기여하였다.

중앙정부와 지자체는 분권적 의사결정 시스템인 수계관리위원회에서 쌍방향 논의와 합의를 통해 지자체의 참여를 확대하고, 물이용부담금이 더욱 공정하고 투명하게 운영될 수 있도록 함으로써 서로 상생하는 방향으로 문제를 해결하고 있다.

아. 민간수질감시활동 지원제도

민간부문의 자발적 참여와 파트너십에 기초한 유역관리를 위해 수계관리기금에서 민간수질감시활동을 지원하고 있다. 지원대상은 각 수계별로 지역 기반을 두고 활동하는 비영리민간단체 중 환경보전을 위한 활동을 주목적으로 하는 단체로서 지역 주민들이 쉽게 인지하고 신뢰할 수 있는 단체, 환경보전활동 실적과 경험이 풍부하고 환경문제 해결을 위하여 국가 또는 사회에 기여한 바가 큰 단체를 대상으로 한다.

지원대상사업은 상수원 수질보전 홍보·교육 및 각종 캠페인 등 대국민 환경의식고취 사업, 유역주민의 참여 유도를 위한 교육프로그램 개발 및 시행, 오염물질 배출감시 및 모니터활동, 기타 상수원 수질개선에 도움이 된다고 인정되는 사업 등이다.

자. 유역관리 성과

이러한 4대강 수계기금의 투자 등 유역관리 정책 및 투자를 통해 한강수계 팔당호 상류에 위치해 있으면서도 대표적인 오염하천으로 분류됐던 경안천은 1998년 한강물환경종합대책 이후 오염원의 지속적인 증가에도 불구하고 BOD 농도가 2002년 8.8mg/L에서 2019년 2.0mg/L로 낮아지는 성과를 얻었다.

또한, 낙동강수계인 대구 금호강 유역은 1989년 BOD 농도가 47.5mg/L에 이르렀으나, 계속된 투자 및 유역관리 정책으로 2019년에는 BOD 농도 3.1mg/L로 12배 이상 개선되었다.

3. 4대강 자연성 회복

가. 4대강 자연성 회복을 위한 조사·평가단 및 기획·전문위원회 구성·운영

4대강 사업 이후 16개 보로 인한 녹조, 수생태계 영향 등에 대한 사회적 논란이 지속되어 온 상황에서, 문재인 정부는 4대강 사업을 둘러싼 사회적 논란에 대한 해법을 찾기 위하여 2017년 5월 22일 보 개방과 그 영향에 대한 모니터링을 통해 보 처리방안을 결정하기로 발표하고, 관계부처 합동으로 국무조정실에 통합물관리상황반을 설치하고 환경부에도 2017년 5월 29일 보 개방·모니터링 상황실을 설치하였다. 이후 보 개방·모니터링을 확대하고 보 평가 및 처리방안 마련을 위하여 2018년 8월 17일 대통령 훈령 제393호에 따라 '4대강 자연성 회복을 위한 조사·평가단'(이하 "조사·평가단")을 구성하였다.

이후 11월 16일에는 조사·평가 전 과정에 전문가와 시민사회가 참여하는 '조사·평가 기획위원회'(이하 "기획위원회")와 물환경, 수리·수문, 유역협력, 사회·경제 등 4개 분과의 전문위원회가 구성되었다. 기획위원회는 민간위원과 7명의 당연직 공무원을 포함하여 15인의 위원으로 구성되고, 4개 분과의 전문위원회는 민간위원 43명으로 구성되었다.

대통령 훈령에 따라 전문위원회는 해당 분야에 대한 검토 기능을 수행하는 역할을 하였고, 기획위원회는 조사·평가단의 주요 업무에 대한 조정·평가하는 역할이 주어졌다.

나. 보 개방 추진 경과

2017년 6월 1일 낙동강수계 강정고령보·달성보·합천창녕보·창녕함안보, 금강수계 공주보, 영산강수계 죽산보 등 6개 보에 대한 최초 개방과 모니터링을 시작으로, 2017년 11월 13일에는 낙동강 수계 합천창녕보·창녕함안보, 금강수계 세종보·공주보·백제보, 영산강수계 송촌보·죽산보를 추가 개방하는 등 2017년 총 9개의 보를 개방하여 모니터링 하였다.

2018년에 들어서 보 개방과 모니터링을 확대하였는데, 낙동강수계 합천창녕보는 1월 3일에 수문을 완전 개방하였으며, 금강수계의 세종보와 공주보는 각각 1월 24일, 3월 15일에, 영산강수계의 송촌보와 죽산보는 각각 4월 6일, 10월 31일 수문을 완전 개방하였다.

금강수계 3개 보는 10월 16일에서 11월 1일, 영산강수계 2개 보는 10월 31일부터 11월 15일의 기간 동안 완전 개방에 이르기도 하였다. 또한, 낙동강수계 상주보는 3월 9일에, 한강수계 이포보는 10월 4일에 보 설치 이후 수문을 최초로 개방하였으며, 취수·농업용수 등 공급을 위해 상주보는 4월 3일에, 이포보는 11월 13일에 관리수위를 회복하였다. 이후 동절기 지하수를 이용한 영농(수막재배) 피해를 막기 위해 3개보(창녕함안보, 백제보, 송촌보) 수위를 회복하였다. 낙동강수계 상주보는 3월 9일에, 한강수계 이포보는 10월 4일에 보 설치 이후 수문을 최초로 개방하였으며, 취수·농업용수 등 공급을 위해 상주보는 4월 3일에, 이포보는 11월 13일에 관리수위를 회복하였다.

2019년 금강수계 2개보(세종보, 공주보)는 완전개방 상태를 유지하였으며, 백제보는 녹조기에 완전개방을 시행(8.12~10.21)하여 모니터링을 시행하였고, 영산강 수계 송촌보와 죽산보는 양수장 이용에 문제가 없도록 양수가능수위로 개방을 유지하였다.

낙동강은 주민·지자체·관계기관간 업무협약(MOU)을 체결(구미보, 1.24 / 상주·낙단보 2.18)하여 낙단보, 구미보를 최초로 개방을 추진하였으며, 지하수 이용 및 양수장 가동시기를 고려하여 짧은 기간이지만 3개보(구미보 2.16~2.23, 달성보 2.20~2.27, 합천창녕보 '18.12.25~'19.2.7) 완전개방을 추진하였다.

표 2-1-2-17 보 개방 추진 경과

- ◆ (1차) [최초] 강정고령, 달성, 합천창녕, 창녕함안, 공주, 죽산보(17.6.1.)
- ◆ (2차) [최초] 세종, 백제, 송촌 / [중복] 공주, 죽산, 합천창녕, 창녕함안(17.11.13.)
- ◆ (3차) [최초] 낙동강 최상류 상주보(18.3.9~4.3.)
- ◆ (4차) [최초] 한강 이포보(18.10.4.) / [완전] 금강수계 3개 보(10.16.), 영산강 수계 2개 보(10.31.)

다. 물이용 대책 및 지역사회 소통·협력

취·양수장 시설을 개선 한 후 개방을 추진하였고, 보 주변에 지하수위 관측정을 추가 설치하였다. 또한, 보 개방에 따른 지하수 이용 장애 최소화 및 선제적 대응을 위해 금강수계 백제보 등 57개보 주변 지역에 대해 정밀조사를 실시(18~19년) 하였고, 4대강 주변 지역에 대한 지하수 이용현황 실태조사를 실시(18~19년) 하였으며, 수막재배 농가가 많은 보(이포보, 백제보, 송촌보, 창녕함안보 등)는 동절기 수위를 일시적으로 회복하는 등 탄력적으로 운영하였다.

보 개방·모니터링을 지역사회, 주민과 논의하고 협력하면서 추진하였는데, 2018년 8월 24일 개최된 금강수계 민·관협의체 회의에서는 백제문화제 기간인 8월 31일부터 9월 27일까지 공주보의 수위를 한시적으로 높이기로 결정하였고, 백제보의 완전 개방 추진을 위하여 지역 농민, 지자체 등과 지속적으로 협의하면서 9월 11일에 업무협약을 체결하기도 하였다. 이외에도 보 개방·모니터링을 확대하면서 지역사회와의 소통 또한 확대되었는데, 수계별 민·관협의체 50회, 보별 민·관협의체 55회, 설명회·면담 247회, 모니터링 민간참여단 운영 21회 등 지역주민 등 이해관계자들과 총 373회의 소통기회를 가졌다.

라. 모니터링 주요 결과

보 개방을 시작한 2017년 6월부터 2019년 12월까지 4대강 16개 보 중 13개 보를 개방하여 모니터링 한 결과, 보별 최대 개방시기를 기준으로, 보 개방 후 체류시간이 19~86% 감소하고 유속이 13~813% 증가하는 등 물흐름이 개선되었다. 또한, 보 개방으로 모래톱은 4.1㎢(축구장 574배 면적), 수변공간은 14.2㎢(축구장 1,989배 면적)가 넓어진 것으로 나타났다.

표 2-1-2-18 보 개방 후 체류시간 및 유속 변화

구 분	체류시간(day)			유속(cm/s)			
	개방전 ¹⁾	개방후	증감율	개방전 ²⁾	개방후	증감율	
금강	세종보	1.5	0.3	80% ↓	10.4	18.7	80% ↑
	공주보	2.9	0.4	86% ↓	6.5	18.6	186% ↑
	백제보	3.5	1.3	63% ↓	4.0	10.8	170% ↑
영산강	승촌보	8.6	2.8	67% ↓	1.6	14.6	813% ↑
	죽산보	18.3	2.9	84% ↓	2.9	12.6	334% ↑
낙동강	상주보	7.5	6.1	19% ↓	2.7	4.4	63% ↑
	낙단보	8.2	5.6	32% ↓	2.5	4.6	84% ↑
	구미보	13.6	2.8	79% ↓	2.5	7.7	235% ↑
	강정고령보	17.5	14.2	19% ↓	3.1	3.5	13% ↑
	달성보	12.6	4.3	66% ↓	2.7	4.4	63% ↑
	함천창녕보	10.3	2.7	74% ↓	3.2	7.9	147% ↑
	창녕함안보	6.5	3.4	48% ↓	5.5	8.9	62% ↑
한강	이도보	1.4	0.8	42% ↓	6.7	13.1	96% ↑

1) 개방전 : 관리수위를 가정한 단계별 개방기간 평균(관리수위용량/단계별 개방기간 평균 총방류량)

2) 개방전 : '13-'16년 일자로의 평균

* 홍수에 의한 영향 배제를 위해 '13-'18년 평균홍수량(95일/365일) 이상기간 제외

표 2-1-2-19 보 개방 후 수변공간 면적변화 현황

구분		수위저하(m, ↓)	하천 수면적(k㎡, ↓)	모래톱(k㎡, ↑)	수변공간(k㎡, ↑)
금강	세종보	3.45	0.479	0.292	0.187
	공주보	5.07	0.867	0.235	0.632
	백제보	2.49	1.65	0.463	1.187
영산강	승촌보	4.73	0.656	0.07	0.586
	죽산보	4.72	1.984	0.094	1.890
낙동강	상주보	3.4	1.324	0.203	1.121
	낙단보	1.75	0.064	0.064	-
	구미보	6.95	2.845	0.443	2.402
	강정고령보	1.21	0.439	-	0.439
	달성보	3.51	2.75	0.724	2.026
	합천향녕보	5.59	2.682	0.698	1.984
	향녕함안보	2.69	2.076	0.733	1.343
한강	이포보	1.76	0.492	0.086	0.406

수질의 경우 세종보, 승촌보 등 완전·부분 개방된 보를 중심으로 녹조(유해남조류) 및 저층 빈산소 발생이 감소하는 등 수질 개선 가능성을 확인하였다. '19년 여름철(6~9월) 개방 폭이 큰 금강·영산강 보에서 개방 이전('13~'16)과 비교하여 녹조가 대폭 감소하였다. 이는 보가 건설된 2013년 이후 7년 중 최저치에 해당한다.

반면 '19년도에 개방이 제한적으로 이루어진 낙동강의 경우 8개 보 평균 녹조 발생이 개방 이전 평균값보다 30% 이상 증가하여 부분개방 효과가 뚜렷하지 않았다. '19년은 수문·기상학적 조건이 보 건설 이후 7년 중 중간 수준에 해당하여 보 개방에 따른 녹조 발생 감소 효과를 상대적으로 확인하기에 적합하였으나, '18년 여름철에는 높은 기온과 긴 일조시간, 짧은 장마로 인한 유량 감소 등으로 녹조 발생이 개방 이전보다 대부분 높게 나타났다.

표 2-1-2-20 보 건설 이후 여름철(6-9월) 유해남조류세포수(cells/mL) 변화

수계	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년
낙동강	5,929	12,554	34,146	12,725	15,698	29,261	21,329
금강	2,113	4,157	8,452	6,035	3,243	10,599	263
영산강	698	503	3,448	5,488	13,328	13,189	162

'18년 여름철 완전 개방된 승촌보와 '19년 완전 개방 후 백제보에서 개방 이전 관측되던 저층 빈산소 현상이 나타나지 않았고 부분 개방으로 수심이 낮아진 낙동강 달성~합천청녕보에서도 빈산소 발생 빈도가 감소하였으나, 구미~강정고령보 구간에서는 저층 빈산소 현상이 지속되었다.

표 2-1-2-21 영산강 승촌보 저층 빈산소 발생 현황

구분	5월				6월					7월					8월				9월				10월				
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5
'15																											
'16																											
'17																											
'18																											
'19																											

• □ : 저층 빈산소 상태(DO≤2mg/L) 미발생, □ : 저층 빈산소 상태 발생

개방 기간 중 관측된 일반 수질(BOD, T-P, 클로로필-a) 농도는 개방 이전 동 기간 관측값과 비교할 때 증감 경향이 수계별 또는 개방 시기별로 다소 상이하였다. 특히 완전·부분 개방된 일부 보 구간에서의 유기물, 영양물질 및 조류(클로로필-a) 농도 변화는 인접 지류의 수질 변화 경향성과 대체로 유사하였다. 예년 대비 유입 지류 오염물질 농도가 높았던 금강과 영산강 보 구간에서는 개방 이후 대체로 증가 경향을 보였으나, 예년 대비 금호강 수질이 좋았던 낙동강 하류 보 구간에서는 대체로 감소하는 경향을 보였다.

또한, 보 개방 시에는 모래톱 등 생태공간이 확대되면서 다양한 물새류와 표범장지뱀, 멧꿩, 삿, 수달, 흰수마자과 같은 멸종위기 야생생물의 서식환경이 개선된 것으로 나타났다.

마. 보 평가체계

4대강 자연성 회복을 위한 조사·평가 기획위원회는 보 설치 전·후의 하천 상황을 면밀히 검토하고, 보 개방에 따른 수질, 수생태, 수리수문, 지하수, 물이용, 경관, 농어업 영향, 퇴적물, 구조물 하상, 지류하천 등 14개 부문의 모니터링 결과를 토대로 금강과 영산강 5개 보의 처리방안을 모색해 왔다.

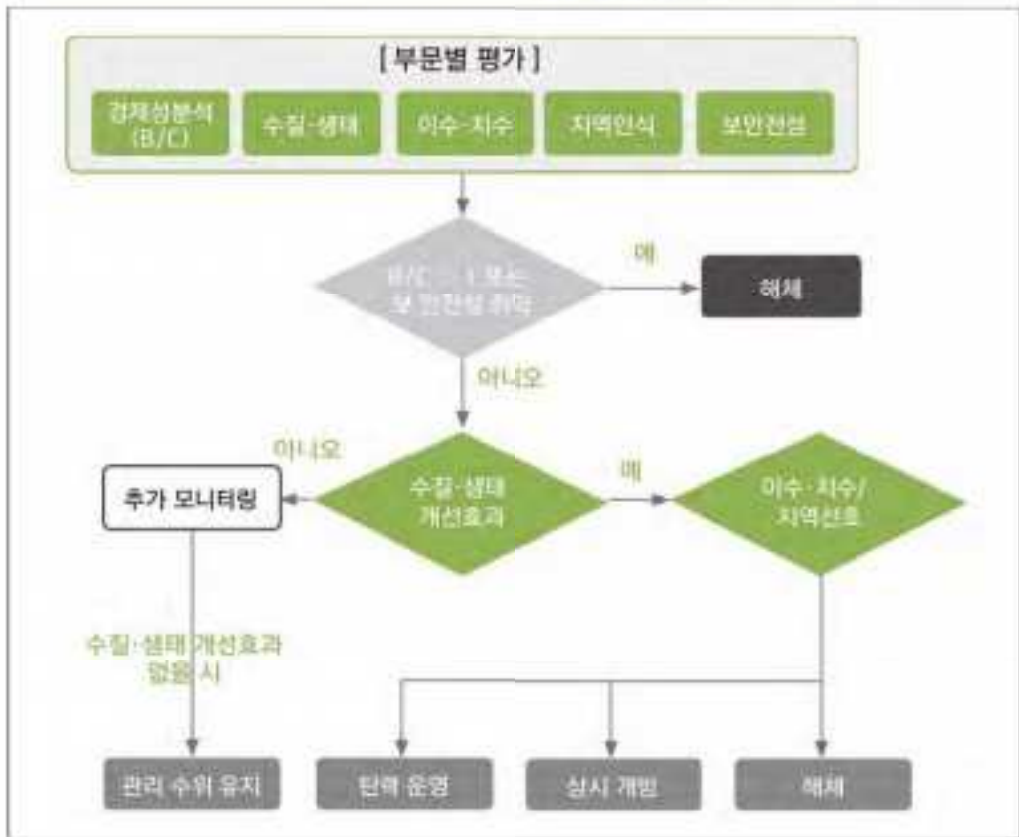
2018년 5월 10일 금강과 영산강의 보 안전성 평가를 위한 사전조사를 시작으로, 경제성 분석, 국민과 지역 주민 인식 조사, 수질·생태, 이수·치수 등 각 부문별로 연구를 착수했으며, 40여 차례 이상의 연구진 간 논의, 전문가 자문, 4대강 조사·평가 전문위원회 검토 등을 거쳐 4대강 16개 보에 적용할 보 공통 평가체계(안)를 마련하였다.

보 처리방안을 제시하기 위해서는 먼저 보 시설물 안전성에 문제가 있는지 판단하고, 보 유지와 보 해체 대안을 두고 비용편익분석에 입각한 경제성 분석을 수행했다. 더불어 금강과 영산강의 수질과 생태 개선 여부, 물이용과 홍수대비 효과, 지역 선호와 국민 인식을 종합적으로 검토하여 최선의 대안이 도출될 수 있도록 하였다.

표 2-1-2-22 5개 부문별 평가요소

부문	항목	지표
편익/비용 (경제성 분석)	비용 편익	비용: 보 해체, 물이용 대책 편익/불편익: 수질, 생태, 이수, 치수, 유지관리비 절감 등
	수질	녹조 발생 빈도, Chl-a, 저층 빈산소(DO) 빈도, COD, 퇴적물 오염도
수질·생태	생태	서식 및 수변환경 지수, 체류시간 및 유속변화, 수변공간 면적변화, 어류 건강성 평가, 저서성 대형무척추동물 건강성 평가
	이수	보 주변 물 부족 해소량, 보 저류용수 순수 이용량, 지하수 활용성 변화
이수·치수	치수	보 설치에 따른 제방여유고 변화, 하상변화에 따른 홍수안전성
	지역인식	설문조사(전국, 수계 및 보 주변)
보 안전성		안전성 등급평가

그림 2-1-2-4 5개 부문별 평가 체계도



금강, 영산강은 2017년 6월부터 일부 기간을 제외하고 수계 전체에 걸쳐 보 수문을 개방하여 꾸준히 실측 데이터가 확보되었다. 이를 토대로 4대강 조사평가기획위원회는 그간의 부문별 연구결과를 종합·검토하여 “금강·영산강 보 처리방안 제시안”을 제4차 기획위원회에서 심의·의결하고, 이를 2019년 2월 22일 발표하였다.

보 처리방안 제시안은 지역주민 의견수렴 결과 등 후속조치 내용과 함께 물관리기본법에 따라 구성된(19.8) 국가물관리위원회에 제출되었으며, 현재 보 처리방안 결정을 위한 논의가 진행중에 있다.

국가물관리위원회에서 보 처리방안이 확정되고 나면 그 결과에 따라 예비타당성 조사, 관련 법정계획 변경 등 행정절차, 기본·실시설계, 물이용 대책 추진 등의 처리방안 별로 필요한 절차를 거쳐 시행될 예정이다.

4. 호소수질 관리대책

가. 호소 현황

우리나라에는 17,433개의 호소가 있으며 대부분 댐 건설로 조성된 인공호소로서 농업용 저수지가 대부분이다. 호소는 대부분 폐쇄성 또는 준폐쇄성 수역공간인 구조적 특성 때문에 하천에 비해 자체정화 능력이 떨어지며 영양염류가 쉽게 축적되어(부영양화, eutrophication) 일단 오염이 되면 녹조가 대발생하는 등 2차 오염의 우려가 크다.

표 2-1-2-23 호소현황

(단위 : 개소)

계	다목적댐	발전 전용댐	생공공수 전용댐	농업용 저수지	하구호	석호
17,433	21	15	54	17,289	12	18

따라서 부영양화의 방지가 중요하며, COD, 총인 및 총질소에 대한 환경기준을 두고 있다. 현재 49개 주요 호소에 대해 목표수질 기준과 달성기간을 설정하여 관리하고 있다.

나. 호소수질 관리대책 추진현황

1) 호소 환경조사 실시 및 보호

호소의 수질 관리와 수생태계 보전을 위해 1일 취수량 30만 톤 이상 또는 만수위 면적 0.5km² 이상인 호소 등에 대하여 호소수의 이용상황, 수질 및 수생태계 현황, 수질오염원 분포상황 및 수질오염물질 발생량 등을 정기적(매년 또는 3년)으로 조사 및 측정하여 호소수질 관리정책수립을 위한 기초자료로 활용하고 있다.

또한 상수원으로 이용되거나 하류에 취·정수장이 있는 호소에는 가두리양식장의 신규 면허 및 면허연장을 금지하고 있으며, 시장·군수·구청장이 낚시금지구역 또는 낚시제한구역으로 지정하여 정해진 방법과 시기에만 낚시행위를 허용하고 있다.

표 2-1-2-25 중점관리저수지 지정현황(2019.12월)

저수지명	기흥(산강)	왕송	동왕(홍부)	양전	업상	덕진
위치	경기 용인시	경기 의왕시	경기 시흥시	충남 천안시	충남 천안시	전북 전주시
지정시기	'14.10.6.	'14.10.6.	'14.10.6.	'14.10.6.	'16.5.26.	'18.8.7.
시설관리자	농어촌공사	농어촌공사	농어촌공사	농어촌공사	농어촌공사	전주시
저수 용량	11,659천㎥	2,078천㎥	1,873천㎥	385천㎥	952천㎥	88천㎥
유역 면적	53㎢	15.50㎢	13.20㎢	3.60㎢	5.07㎢	3.94㎢
기존수질 (COD)	V등급	V등급	V등급	VI등급	VI등급	V등급
목표수질 (COD, T-P)	II등급	II등급	II등급	IV등급	II등급	II등급

다. 하구 및 석호 관리대책

1) 하구 및 석호 현황

5대강 하구를 비롯하여 국가하천 규모 14개소, 지방하천 규모 449개소 등 463개의 하구가 있으나, 공간적, 기능적으로 환경부(물환경보전법), 해수부(연안관리법), 국토교통부(하천법) 등 각 부처에서 분산 관리되고 있으며, 부처간 협업 등을 통해 관리를 강화하고 있다.

석호는 강릉 경포호 등 동해안에만 18개가 분포되어 있으며 이중 화진포, 송지호 등 7개 석호는 보존이 잘되어 있으나, 풍호, 쌍호 등 일부 석호는 인근지역의 난개발 등으로 심각하게 훼손되어 형태를 알아보기 힘들거나 석호로서의 기능을 많이 상실한 상태이다.

표 2-1-2-26 지역별 석호⁷⁾ 현황

구 분	석호수	석 호 명
강릉시	4	경포호, 향호, 순포개, 풍호
양양군	5	매호, 쌍호, 가평리습지, 염개호, 군개호
속초시	2	영랑호, 청초호
고성군	7	화진포호, 송지호, 광포호, 봉포호, 천천호, 봉포습지, 선유담

7) 석호(Coastal lagoon)란 만안류의 작용으로 형성되는 사주(모래톱), 사취 등이 만의 입구를 막아 바다와 분리되어 형성된 호수를 일컫

2) 하구 및 석호 관리방안

2008년부터 국내 주요 하구를 대상으로 수생태계 건강성 조사 및 평가를 실시하고 있으며 2018년부터 325개소(열린하구 201, 닫힌하구 124), 668개 지점에 대해 3년주기로 조사를 실시하고 있다. 조사 분야는 부착돌말류, 저서성 대형무척추동물, 어류, 식생으로 조사결과를 토대로 5등급(매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨)으로 평가하고 있다.

집중 호우 시 하천·하구로 유입되는 다량의 부유쓰레기 문제를 근본적으로 해결하기 위해 상·하류 지자체간 비응담협약을 체결하고 이를 이행하는 지자체에 대해 부유쓰레기 수거·처리비 및 차단막 설치비 등의 일부를 국고에서 지원하고 있다.

한편, 동해안에 산재되어 있는 석호의 적정관리를 위해 7개의 중점관리 대상 석호에 대해서는 2007년부터 2008년까지 동식물상, 어류분야 등 생태계 전반에 대한 정밀조사를 2회 실시하였으며, 기타 11개 석호에 대해서는 개괄조사를 실시하였다. 아울러 2010년에는 석호 생태계 복원기술 개발을 토대로 석호별 적절한 보존 및 관리정책인 '동해안 석호 보전 및 복원 기본계획'을 수립하였고, 2015년 동 기본계획에 따라 '동해안 석호 복원·관리 실행계획'을 수립하여 추진 중이다.

5. 녹조 관리대책

가. 개요

녹조(綠潮)현상은 강이나 호수에 남조류가 과도하게 성장하여 물의 색깔이 짙은 녹색으로 변하는 현상을 말한다. 이는 부영양화, 체류시간, 수온, 광도 등 여러 가지 요인의 복합적인 작용으로 발생한다. 녹조를 일으키는 남조류는 잠재적인 독성을 지니고 있으며⁸⁾, 인간이나 동물에게 직·간접적인 위험물질로 노출될 수 있다. 남조류의 대량증식은 경제적(정수처리 비용의 증가), 사회적(위락행위 제한) 및 환경생태학적(생물다양성 및 건강성 감소)으로 영향을 미친다. 이에 환경부는 관계기관과 협력하여 조류 발생 현황을 모니터링 하고, 사전예방을 위한 제도를 운영하고 있다.

8) 우리나라는 특히 독성물질을 생산할 수 있는 것으로 알려진 마이크로시스티스(*Microcystis*), 아나베나(*Anabaena*), 아파니조메논(*Aphanizomenon*), 오실라토리아(*Oscillatoria*)의 4개 속(屬)을 유해남조류로 지정하여 관리하고 있다.

나. 녹조 관리대책 추진현황

1) 조류경보제

조류 발생을 주기적으로 모니터링하여 적절한 사전 대응을 하기 위해 주요 상수원으로 이용되는 팔당호·대청호·충주호·주암호의 4개 호소를 대상으로 1998년부터 조류경보제를 시행하였다. 2006년도에는 한강 하류 5개 취수장 등 6개 시·도의 호소 및 하천까지 조류경보제를 연차적으로 확대했으며, 2016년부터 상수원으로 사용되는 하천구간과 친수활동 구간을 추가하여 그 목적과 범위를 확대해 가고 있다. 2019년 말 현재 28개 하천 및 호소에서 조류경보제를 실시하고 있다.

조류경보제는 주기적으로 하천 및 호소에서 채수 및 분석을 실시하여(평시 주1회) 일정 기준을 초과하는 경우 신속한 조치와 더불어 관계기관 및 국민에게 알리는 제도이다.

그 기준은 2015년까지는 클로로필-a 농도와 남조류 세포수를 기준으로 발생정도에 따라 주의보-경보-대발생의 단계로 구분하여 발령하였으나 녹조에 대한 국민적 관심과 요구를 반영하고, 제도 운영상 나타난 문제점을 보완하기 위해 2015년 말 발령기준 변경 등 제도개선을 추진하였다.

표 2-1-2-27 2015년 이전 조류경보제 발령기준⁹⁾

구 분	조류주의보	조류경보	조류대발생
chl-a 농도(mg/m ³)	15 이상	25 이상	100 이상
남조류세포수(세포/ml)	500 이상	5,000 이상	1,000,000 이상

2016년부터는 조류경보제 운영을 위한 모니터링 항목을 남조류 세포수로 일원화하고, 대상지역도 기존 호소뿐만 아니라 상수원으로 이용되는 하천과 친수활동 구간까지 확대하였다. 상수원 구간은 관심-경계-조류대발생의 3단계, 친수활동 구간은 관심-경계의 2단계로 구분하였다.

9) 발령기준 : 2회 연속 측정하여 chl-a 농도와 남조류세포수 모두가 기준에 해당할 때 발령
해제기준 : 2회 연속채취 시 chl-a 농도 15mg/m³ 미만이거나, 남조류 세포수 500세포/ml 미만인 경우

표 2-1-2-28 2016년 이후 조류경보제 발령기준

구 분	관 심	경 계	조류대발생
상수원 구간(남조류세포수, 세포/ml)	1,000 이상	10,000 이상	1,000,000 이상
친수용 구간(남조류세포수, 세포/ml)	2,000 이상	100,000 이상	-

수도권 상수원인 팔당호는 2018년 3년 만에 조류경보가 발령되었으나, 2019년에는 발령되지 않았고, 충주호도 발령되지 않았다. 광교지의 경우 2018년(77일)에 이어 2019년(97일)에도 경보가 발령되었다. 중부권의 대표적인 식수원인 대청호의 경우 1999년과 2004년을 제외하고 매년 조류경보가 발령되고 있으며, 2019년에는 총 117일간 조류경보가 발령되었다. 한편, 경남 진주시, 남해시, 통영시 등의 식수원인 진양호의 경우 총 35일간 조류경보가 발령되었으며, 그 외 영천호(13일)에서도 경보가 발령되었다.

한편, 상수원으로 이용되는 하천에 대해서도 조류경보제 적용 필요성이 제기됨에 따라 2013년 2월부터 낙동강 8개 보 중 하천수를 직접 상수원으로 취수하는 칠곡보(해평취수장 상류 2km), 강정고령보(고령광역취수장 상류 2km), 창녕함안보(칠서취수장 상류 4km)의 3개 보 구간을 대상으로 '낙동강 조류경보제'를 시범운영하였고, 2016년부터는 한강(강천구간)을 포함하여 상수원으로 이용되는 4개 하천구간에 대하여 조류경보제를 운영하였다.

2019년도에는 낙동강(칠곡)구간에서 34일, 낙동강(강정고령)구간에서 97일, 낙동강(창녕함안)구간에서 99일간 경보가 발령되었다. 2019년도에는 6월 20일에 낙동강(창녕함안)구간에서 최초 조류경보 "관심" 단계가 발령되었다.

2019년 한 해동안 총 7개소에서 경보가 발령되었고, 경보는 6월말 최초 경보(창녕함안, 6.20)를 시작으로 12월말(대청호, 12.23)까지 총 492일이 발령되었다.

표 2-1-2-29 상수원 구간 조류 발원 단계별 조치사항

단계	관계기관	조치사항
관심	4대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강)을 말한다. 이하 같다) 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자)	1) 주 1회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필 a) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보
	수면관리자 (수면관리자)	취수구와 조류가 심한 지역에 대한 방어막 설치 등 조류 제거 조치 실시
	취수장·정수장 관리자 (취수장·정수장 관리자)	정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리)
	유역·지방 환경청장 (시·도지사)	1) 관심경보 발령 2) 주변오염원에 대한 지도·단속
	홍수통제소장, 한국수자원공사사장 (홍수통제소장, 한국수자원공사사장)	댐, 보 여유량 확인·통보
	한국환경공단이사장 (한국환경공단이사장)	1) 환경기초시설 수질자동측정자로 모니터링 실시 2) 하천구간 조류 예방·제거에 관한 사항 지원
경계	4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자)	1) 주 2회 이상 시료 채취·분석(남조류 세포수, 클로로필 a, 냄새물질, 독소) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보
	수면관리자 (수면관리자)	취수구와 조류가 심한 지역에 대한 방어막 설치 등 조류 제거 조치 실시
	취수장·정수장 관리자 (취수장·정수장 관리자)	1) 조류증식 수심 이하로 취수구 이동 2) 정수처리 강화(활성탄처리, 오존처리) 3) 정수의 독소분석 실시
	유역·지방 환경청장 (시·도지사)	1) 경계경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보 2) 주변오염원에 대한 단속 강화 3) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용, 가축 방목 등의 자제 권고 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등)
	홍수통제소장, 한국수자원공사사장 (홍수통제소장, 한국수자원공사사장)	기상상황, 하천수문 등을 고려한 방류량 산정
	한국환경공단이사장 (한국환경공단이사장)	1) 환경기초시설 및 특수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원 2) 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원 3) 환경기초시설 수질자동측정자로 모니터링 강화
조류 대발생	4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자)	1) 주 2회 이상 시료 채취·분석(남조류 세포수, 클로로필 a, 냄새물질, 독소) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보

단계	관계기관	조치사항
조류 대발생	수면관리자 (수면관리자)	1) 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시 2) 횡도 등 조류제거물집 살포, 조류 제거선 등을 이용한 조류 제거 조치 실시
	취수장-정수장 관리자 (취수장-정수장 관리자)	1) 조류증식 수심 이하로 취수구 이동 2) 정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리) 3) 정수의 독소분석 실시
	유역·지방 환경청장 (시·도지사)	1) 조류대발생 경보 발령 및 대중대체를 통한 홍보 2) 주변오염원에 대한 지속적인 단속 강화 3) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용, 가축 방목 등의 자제 금지 및 이에 대한 공자(현수막 설치 등)
	홍수통제소장, 한국수자원공사사장 (홍수통제소장, 한국수자원공사사장)	댐, 보 방류량 조정
	한국환경공단이사장 (한국환경공단이사장)	1) 환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원 2) 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원 3) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화

※ 관계기관 간의 괄호는 시·도지사가 조류경보를 발령하는 경우의 관계기관을 말한다.

2) 수질예보제

4대강 사업으로 인한 하천환경변화 및 기후변화에 따른 기온 상승 등 하천에서의 조류발생 가능성이 증대됨에 따라 장래의 조류발생 상황을 미리 예측하고 발표하는 수질예보제를 2012년부터 실시하고 있다. 수질예보제는 오염원, 하천 유량, 기상관측 자료 등을 토대로 IT 기반의 수치모델링 기법을 활용해 수온, 클로로필-a 농도 등 수질 정보를 1주일 간격으로 예측하여 관계기관에 예보하는 제도이다.

2012년 최초 시행 당시 4대강 본류 구간의 16개 보를 대상으로 시작하였으나, 2013년부터 조류경보제 시범운영 대상이 된 낙동강의 칠곡보, 감정고령보, 창녕함안보 구간과 2016년 조류경보제 운영 대상이 된 한강의 강천보에 대해서는 중복으로 인한 혼란을 방지하기 위하여 수질예보를 발령하지 않는다. 이에 2019년 말 기준으로 4대강 본류구간 12개의 보를 대상으로 운영 중에 있다.

수질개선조치가 필요할 정도로 조류 발생이 예측될 경우 국립환경과학원장은 그 정도에 따라 관심, 주의, 경계, 심각한 4단계로 예보를 발령하고 관계기관은 단계별로 대응조치를 취하게 된다. 대표적으로 인근 취·정수장 운영 강화와 상하류 댐·보·저수지의 방류조치를 들 수 있다. 수질관리 단계별 발령기준과 조치사항은 아래 표와 같다.

표 2-1-2-30 수질관리단계 발령 기준

클로로필-a 예측 농도(mg/m ³)	남조류 세포수(세포/mL)	10,000 미만 ¹⁾	10,000 이상	50,000 이상	2×10 ⁵ 이상
35mg/m ³ 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지		-	관심단계 ²⁾	주의단계	경계단계
70mg/m ³ 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지		관심단계	주의단계	경계단계	심각단계
105mg/m ³ 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지		주의단계	경계단계	심각단계	심각단계
140mg/m ³ 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지		경계단계	심각단계	심각단계	심각단계
175mg/m ³ 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지		심각단계	심각단계	심각단계	심각단계

- 1) 남조류 세포수는 유해남조류인 *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria* 속 세포수의 합으로 한다.
- 2) 클로로필-a 농도가 70 mg/m³을 초과하여 수질관리 단계 최초 발령 시에는 초과한 날 이후 전반적으로 농도 상승이 예상될 경우 발령한다.
- 3) 1)남조류 세포수가 10,000 미만일 경우, 수질관리 단계 발령을 위한 클로로필-a 농도 기준은 각각 70mg/m³, 120mg/m³, 160mg/m³, 200mg/m³ 초과 시로 완화한다.
- 4) 2)남조류 세포수가 10,000 초과 시에는 클로로필-a 예측 농도 값과 관계없이 '관심' 단계를 발령한다.

표 2-1-2-31 수질관리단계별 조치사항

구분	관심단계	주의단계	경계·심각단계
국립환경과학원장	- 수질관리 강화 홍보 - 하천수질 변화 모니터링 강화 - 수질관리 강화기준 원인 및 실태조사	- 관심단계 조치사항 이행	- 수질개선방안 및 수질개선효과 분석
유역·지방환경청장	- 수질관리협의회 운영 - 수질오염물질 배출원 점검 - 관계기관 대응조치 점검 및 총괄	- 관계기관 유량조절 사전 협의 - 수질오염물질 점검강화 및 합동 점검 실시	- 관계기관에 유량조절 요청 및 협의
지방자치단체	- 수질오염물질 관리강화 - 취·정수장 수질 모니터링 강화	- 취·정수장 시설·장비 점검 - 취·정수장 운영강화	- 상수도시스템 위기상황 대응 시행
관계기관	- 댐·보·저수지 감시활동 강화 - 취·정수장 관리 강화	- 적정 방류량 산정 - 상수도 위기평가 및 예방조치 시행	- 댐·보·저수지 방류량 조정 - 댐·보·저수지 조류제거 실시

2019년의 경우 한강을 제외한 낙동강, 금강, 영산강 수계에 위치한 보에서 수질관리단계가 발령되었으며, 대부분은 6월 초 ~ 8월 하순 사이에 집중되었다. 이 중 40일 이상 수질관리단계가 발령된 구간은 낙동강의 달성보와 합천창녕보, 금강의 공주보, 영산강의 죽산보이다. 단계별로는 금강 공주보에서는 주의단계가 14일동안 발령되었고, 그 외 지점은 관심수준에 머물렀다.

3) 과학적 녹조 대응 체계 구축

환경부는 녹조발생의 원인중 하나인 질소, 인 등 영양염류의 유입을 사전에 차단하기 위해 하·폐수처리시설 등 환경기초시설의 방류수 수질기준을 강화해 왔으며, 하수처리장 등에 질소·인 제거를 위한 고도처리시설의 단계적 확충, 비점오염저감 등을 추진하고 있다.

녹조 발생의 근본적 해결을 위한 관계부처(국립환경과학원, 한국환경산업기술원, 한국과학기술연구원, 수자원공사, 농어촌공사, 생명공학연구원) 협업 R&D를 통해 녹조 예측 및 모니터링, 사전 녹조 관리 및 사후 제거와 관련된 기술을 연구·개발하는 사업을 2013년부터 2018년까지 추진하였다.

국립환경과학원에서는 항공기에서 촬영하는 초분광영상 정보를 이용하여 하천과 호수 전체 구간의 녹조 발생 상황을 한눈에 확인할 수 있게 하는 조류 원격 모니터링 연구를 지속적으로 수행하고 있으며, 이는 조류가 지니고 있는 고유분광특성을 기반으로 조류농도를 추정하는 모형을 개발하여 수계별로 확대 적용하는 등 모니터링의 정확도 제고를 위한 연구로서 현재 녹조 발생 우심 구간에서 지도 형태로 제작된 녹조 발생 정보는 물환경정보시스템을 통해 공개되고 있다.

6. 오염원별 관리대책

가. 개 요

오염원은 오염물질의 배출형태에 따라 점오염원(point source)과 비점오염원(non-point source)으로 구분된다. 점오염원은 생활하수·산업폐수·축산폐수 등 일정한 배출경로를 가진 오염원이며, 비점오염원은 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등 불특정 장소에서 불특정하게, 주로 빗물과 함께 수질오염물질을 배출하는 배출원을 말한다.

이렇게 발생된 오·폐수는 오염원별로 환경기초시설 또는 자체 처리시설에서 정화처리하고 있다. 즉, 생활하수는 공공하수처리시설 또는 오수처리시설에 의하여, 산업폐수는 공공폐수처리시설 또는 개별공장의 자체 수질오염방지시설에서 처리하고 있다.

나. 산업폐수 관리대책

1) 폐수배출시설 및 배출사업장 현황

폐수배출시설의 종류 및 규모는 「물환경보전법」에 따라 지정·관리되고 있다. 폐수배출시설의 종류는 초기에는 시설단위로 분류하였으나, 1996년부터 한국표준산업 분류체계를 도입하여 141개의 공정단위시설로, 2000년부터는 82개의 공정단위시설로 분류하고 있다.

폐수배출시설의 규모는 1일 폐수배출에 따라 1~5종으로 구분하여 관리하고 있으며, 1종은 1일 폐수배출량이 2,000㎥/일 이상, 2종은 700~2,000㎥/일, 3종은 200~700㎥/일, 4종은 50~200㎥/일, 5종은 50㎥/일 미만이다.

폐수배출시설은 '08년 46,860개소에서 '18년 51,991개소로 최근 10년간 5,131(약 10.9%)가 증가하였다.

표 2-1-2-32 최근 5년간 폐수배출업소수 추이

(단위 : 개소)

구분	계	1종	2종	3종	4종	5종
2016('14.12)	50,965	363	544	1,363	2,433	46,262
2017('15.12)	50,375	414	583	1,282	2,298	45,798
2018('16.12)	51,644	414	625	1,374	2,656	46,575
2019('17.12)	54,823	423	645	1,337	2,379	50,039
2020('18.12)	51,991	424	647	1,348	2,287	47,285

※ ()는 통계작성기준 시점임

2018년 12월 말 기준 폐수배출업소는 51,991개소이며, 2017년 대비 2,832개소(5.2%)가 감소하였다. 사업장 규모별 폐수배출업소 현황은 5종 사업장이 47,285개소(90.9%), 4종 사업장이 2,287개소(4.4%), 3종 사업장이 1,348개소(2.6%) 순으로 높게 나타났으며, 전체 시설규모에서 전년 대비하여 1종(1개소), 2종(2개소), 3종(11개소)은 증가한 반면 4종(92개소), 5종(2,754개소) 사업장은 감소하였다.

2) 산업폐수 관리체계

「물환경보전법」에서 정하고 있는 주요 산업폐수 관리수단은 ① 사전 배출시설 설치허가 및 신고제도, ② 수질오염물질의 배출허용기준 설정, ③ 법적 규제기준의 이행여부 확인을 위한 지도·점검 및 처분, ④ 경제적 규제수단인 배출부과금제도, ⑤ 산업단지 등 오염원 밀집지역의 폐수를 효과적으로 처리하기 위한 공공폐수처리시설 설치·운영 등으로 구분된다.

가) 폐수배출시설 설치 허가 및 신고

폐수배출시설을 설치하고자 할 경우 사전에 허가 또는 신고를 해야 한다. 1971년 6월 「공해방지법」이 개정되어 화학공업 등 9개 제조시설을 배출시설로 규정하면서 배출시설 허가제도가 처음 시행되었다.

이후 1990년 「수질환경보전법」 제정으로 허가제도가 구체적, 체계적으로 발전했고, 1995년 기업 경쟁력 강화와 보다 효과적인 배출사업장 관리를 위해 동일 배출시설이라도 폐수배출시설 설치가 제한되는 지역에 설치되거나 특정수질유해물질을 배출하는 경우 등은 허가를 받도록 하고, 그 외의 시설은 신고만 특해도 되도록 규제를 합리화했다.

나) 배출허용기준

배출허용기준은 공공수역의 환경기준 달성을 위한 규제수단의 하나로 배출사업장의 배출수 농도를 환경기준과 하천의 자정능력 등을 고려하여 설정·규제한다. 「물환경보전법」에 유기물질(BOD, COD), 부유물질 및 폐놀류 등 51개 항목에 대한 폐수배출허용기준을 설정하고 있으며, 수역별 수질등급 등을 고려하여 '청정', '가', '나', '특례지역'의 4단계로 구분하여 적용하고 있다.

유기물질 및 부유물질 항목은 지역별로 사업장 규모에 따라 차등 적용한다. 즉, 폐수다량배출 사업장(2,000㎥/일 이상 배출)에는 소규모 사업장보다 엄격한 배출허용기준을 적용하여 농도 규제방식에 양적 규제방식을 병행하고, 산업단지나 농공단지 공공폐수처리시설로 폐수를 유입하는 사업장은 공공폐수처리시설 처리능력 등을 고려하여 환경부장관의 승인을 받아 고시되는 별도 배출허용기준을 적용받을 수 있다. 1997년부터 호소의 부영양화 방지를 위해 팔당호, 대청호, 낙동강 및 낙동강하구연 유역에 입지한 사업장을 대상으로 질소 및 인에 대한 배출허용기준을 적용하였고 2003년부터 전국으로 확대·적용하였다. 한편,

화학물질 사용량 증가로 통합독성에 대한 관리 필요성이 제기됨에 따라 '생태독성(TU)'을 배출허용기준 및 공공 하·폐수처리시설 방류수수질기준 항목으로 추가(시행규칙 개정, '07.12.28)하여 2011년부터 단계적으로 시행하고, 수질오염물질 배출허용기준 항목 확대를 위해 아크릴아미드 등 5개 항목을 새롭게 추가(시행규칙 개정 '17.1.19, 시행 '19.1.1)했다. 또한, '20년부터 신규 폐수배출시설에 대해서는 유기물질 측정지표를 COD에서 TOC로 전환하였다.(시행규칙 개정 '19.10.17, 시행 '20.1.1)

표 2-1-2-33 허가 및 신고대상시설 구분

폐수 배출 시설		기타 수질오염원
허가 대상	신고 대상	
① 특정수질유해물질이 환경부령으로 정하는 기준 이상으로 배출되는 배출시설 ② 특별대책지역 안에 설치하는 배출 시설 ③ 배출시설 설치제한 지역 안에 설치 하는 배출시설 ④ 상수원보호구역 및 그 경계로부터 상류로 유효거리 10km이내에 설치 하는 배출시설 ⑤ 상수원보호구역이 지정되지 아니한 지역 중 상수원 취수시설로부터 상류로 유효거리 15km이내에 설치 하는 배출시설 ⑥ 설치신고를 한 배출시설에서 ①에 따른 기준 이상으로 새로 특정수질 유해물질이 발생하는 배출시설 ⑦ 폐수무방류배출시설	① 허가대상 외의 배출시설 ② 허가대상 중 폐수를 전량 위탁처리 하는 배출시설 ③ 허가대상 중 특정수질유해물질이 환경부령이 정하는 기준 미만으로 배출되는 폐수를 전량 공공하·폐수 처리시설에 유입처리하는 배출 시설 ④ 녹색기업 지정사업장 중 허가대상의 ①,⑥항에 해당하는 배출시설	① 수산물 양식시설 ② 굴프장시설 - 면적 3만㎡ 이상 또는 3출 이상 ③ 운수장비·정비 또는 폐차장시설 ④ 농·축·수 농산물 단순 가공시설 ⑤ 사진처리 또는 X-Ray 시설 - 무인자동식 현상·인화·정착 시설(1대 이상) - 사진처리시설 중에서 폐수를 전량 위탁처리하는 시설 (1대 이상) ⑥ 금은판매점의 세공시설이나 안경점 ⑦ 복합물류터미널 시설

한편, 상수원보호구역의 상류지역, 특별대책지역 및 그 상류지역, 취수시설이 있는 지역 및 그 상류지역 등 배출시설로부터 배출되는 수질오염물질로 인해 환경기준의 유지가 곤란하거나 주민의 건강·재산, 동·식물의 생육에 중대한 위해를 가져올 우려가 있는 경우는 특정수질유해물질 배출시설 설치가 제한된다. 다만, 당해 사업장 안에서 처리하거나 재이용함으로써 폐수를 공공수역으로 배출하지 않는 폐수 무방류배출시설은 상수원 보호에 미칠 수 있는 영향 등을 고려하여 그 설치절차, 설치기준, 운영기준 등을 엄격히 정해 배출시설 설치제한 지역에 설치할 수 있도록 하고 있다.

표 2-1-2-34 특정수질유해물질 배출시설 설치제한지역 현황

구 분	대 상 지 역
한강유역	경기 11시·군 63읍·면, 강원 1시7읍·면, 충북 1군5읍·면
임진강 유역	경기 3시1군, 20읍·면, 강원 1군2읍
낙동강 상·중류 유역	대구 2군·구 13읍·면·동, 경북 9시·군 22읍·면·동
낙동강 하류 유역	경남 13시·군 68읍·면·동
금강 유역	대전 2구 19동, 충북 4군 32읍·면, 충남 1군 8읍·면, 전북 3군 19읍·면, 경북 1시 6면
영산강·섬진강 유역	주암호(전남 3시·군 10면), 상사호(전남 1시 3읍·면) 동북호(전남 2군 5면), 수어호(전남 1시 1면)

아울러, 허가·신고된 폐수배출시설의 배출허용기준 준수여부 등 확인을 과학화하기 위해 일정규모 이상의 폐수배출시설 및 공공 하·폐수 처리시설 등에 5종(PH, BOD/ COD, SS, T-N, T-P)의 수질오염물질 배출농도를 상시 측정할 수 있도록 측정기기의 부착을 의무화(「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」(현 물환경보전법) 개정, '07.5.17.)했다.

2019년 말 기준 수질자동측정기기(TMS) 부착사업장은 폐수배출업소 254개소, 공공 하수처리시설 598개소, 공공폐수처리시설 132개소 등 총 984개소이며, 이들 사업장의 수질오염물질 데이터는 수질원격감시체계 관제센터(한국환경공단)로 전송되어 실시간 모니터링된다.

다) 배출부과금 제도

배출업소의 배출허용기준 준수 유도를 위한 경제적 규제수단으로 오염물질 배출정도에 따라 부과금을 징수하는 '배출부과금 제도'를 두고 있다. 배출부과금은 배출허용기준을 초과하는 경우 부과하는 초과배출부과금과 배출허용기준 이내라도 공공폐수처리시설의 방류수수질기준을 초과할 경우 부과하는 기본배출부과금으로 구분된다. 부과대상 오염물질은 초과배출부과금은 유기물질, 부유물질, 카드뮴, 시안 등 19종이며, 기본배출부과금은 유기물질과 부유물질에 대해서만 부과되, 5종 사업장이나 공공하·폐수처리시설에 유입 처리하는 시설, 폐수를 재이용하는 시설 등은 감면 또는 면제된다.

라) 공공폐수처리시설 설치·운영

산업단지 또는 공장밀집지역에서 배출되는 다량의 산업폐수 처리를 위해 공공폐수처리 시설을 설치하고 있다. 2019년 말 현재 가동 중인 산업단지 공공폐수처리시설은 131개소, 처리시설용량은 일일 1,802천톤이다.

한편, 농어촌 소득증대사업의 일환으로 추진된 농공단지개발로 인해 발생한 산업폐수의 효율적 처리를 위해 1988년부터 농공단지 공공폐수처리시설을 설치하고 있다. 이 사업은 농어촌 중소기업자의 생산 활동과 투자의욕 고취를 위해 산업발달정도에 따라 일반지원·우선지원·추가지원 농어촌으로 구분하여 처리시설 설치비용의 50~100%를 국고보조로 차등 지원하고 있다. 2019년 말 현재 가동 중인 농공단지 공공폐수처리시설은 87개소, 처리시설용량은 일일 69천톤이다.

마) 폐수처리업 등록제도

폐수배출량이 1일 50㎥ 미만인 사업장이나 수질오염방지시설 설치를 면제받은 사업장은 발생한 폐수를 전문업체에 위탁처리할 수 있도록 폐수처리업 등록제도를 두고 있다. 50㎥ 미만의 소규모 사업장(5종)은 전체 폐수배출사업장의 90% 이상이나, 폐수발생량은 5~6%에 불과하다. 따라서 폐수처리업 등록제도는 소규모 사업장의 폐수처리에 대한 경제적 부담 완화와 폐수의 효과적 관리를 위해 필요한 제도라 할 수 있으며, 2019년 말 기준 97개 폐수처리업체(폐수수탁처리업 49, 폐수재이용업 48)가 등록되어 있다.

바) 수질오염사고 대응

수질오염사고를 실시간으로 감시하기 위해 주요 하천·호소에 수질자동측정망 70개소를 구축·운영하고 있다. 지자체, 유역(지방)환경청, 한국환경공단, 한국수자원공사 등 유관기관과 현장 및 도상훈련과 방제교육을 실시하고 있으며, 비상연락체계를 상시 점검하여 신속한 대응체계를 유지하고 있다. 한편, 수질오염사고 대응예측시스템 운영으로 오염물질의 확산범위와 농도 등을 예측하여 최적의 방제방안을 도출하기 위한 각종 정보를 사고대응기관에 신속하게 제공하고 있다.

그림 2-1-2-5 수질오염사고대응예측시스템 구동 과정



다. 비점오염원 관리대책

비점오염원은 점오염원에 대한 상대적 개념으로, 농지에 살포된 농약, 축사에서의 유출물, 도로상 오염물질, 도시지역의 먼지와 쓰레기, 지표상 퇴적오염물질 등이 빗물과 함께 유출되어 수질오염을 유발하는 것을 말한다.

일반적으로 비점오염원은 배출지점이 불특정하여 제어가 어렵고 오염원의 배출량이 강우량에 크게 좌우되어 계량적 관리에 어려움이 있다. 또한 강우 시 고농도의 강우유출수가 하천으로 유입됨에 따라 관리 필요성이 매우 높으며, 개발연적 증가, 도시지역 확대, 농업활동 대형화 등에 따라 향후에도 지속 증가할 것으로 전망된다.

이에 따라 국무총리실 및 환경부 등 7개 부처 합동으로 '4대강 비점오염원관리 종합대책'(04.3)을 수립하여 ① 제도 개선, ② 비점오염물질 처리시설 시범설치 및 관리, ③ 조사·연구 및 홍보 등으로 나누어 국가 차원의 다각적이고 체계적인 비점오염원 관리를 본격 추진하였다.

동 대책에 따라 환경부는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」을 개정(05.3)하여 국가 및 지방자치단체에 비점오염원 관리책무를 부여하고, 대규모 개발사업 및 폐수배출시설에 대한 비점오염저감시설 설치를 의무화하는 비점오염원 설치신고 제도를 도입했다. 아울러, 환경영향평가, 도시기본계획, 산림법령 등과 관련된 27개 법규 및 지침에 비점오염원관리규정을

지속적으로 반영함으로써 개발 및 토지이용사업의 초기 단계부터 친환경적인 토지이용을 촉진토록 했다.

그림 2-1-2-6 비점오염원 개념



국내 토지이용 및 강우패턴에 적합한 비점오염원 최적 관리방안 마련을 위해 한강 등 4대강에 47개 비점오염저감시설을 시범 설치하였다. 한강은 2004년부터(28개소), 낙동강은 2005년부터(5개소), 금강(7개소)·영산강(7개소)은 2006년부터 비점오염저감시설을 시범 설치하고, 시설 준공에 따라 연차적으로 모니터링을 실시하고 있다. 이러한 모니터링 결과를 기반으로 국내에 적용 가능한 다양한 형태의 저감시설을 검증하고 각 시설 형태별 설계 및 유지관리를 위한 '비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼'을 마련하는 등 일부 성과가 있었다. 또한, 각 저감시설 형태별 기준효율을 제시하고, 수질분석 및 효율산정방법 등을 정립하여 수질오염총량제도 내에 비점오염저감시설의 식감효율 조정자료로 활용 중이다.

비점오염원 설치신고제도, 국고보조사업 등으로 비점오염저감시설의 설치가 증가하고 있으나, 저감시설의 성능을 담보하는 정책수단이 부족하여 이를 보완하기 위해 '18.10월 「물환경보전법」의 개정으로 비점오염 저감시설의 성능검사제도가 도입되어 '20.10.17부터 시행될 예정이다.

아울러 비점오염원에서 유출되는 강우유출수로 인해 하천·호소 등의 이용목적, 주민의 건강·재산이나 자연생태계에 중대한 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 소양호, 도암호, 임하호 유역과 광주광역시 4개 지역을 비점오염원관리지역으로 지정('07년)하였고, 경기도 수원시('10년), 새만금유역 및 굴지천유역('13년)을 추가로 지정해 관리지역별로 비점오염원관리대책을 수립·시행하고 있다. 선택과 집중을 통한 정책효과 극대화를 위해 소양호, 임하호 유역은 고령지 발이 밀집된 3개 지구(만대·가아·자운)로 관리지역의 범위를 축소하였다('15.10월). 또한 2017년에 양산시 양산천 유역 및 대전광역시 갑천 유역을, 2018년에는 안동시 안동댐하류 유역, 김해시 서낙동강 유역, 용인시 신갈천·탄천 유역, 강릉시 송천유역 대기지구를, 2019년 울산광역시 태화강·동천유역을 비점오염원 관리지역으로 추가 지정하여 총 15개 지역을 지정·관리 중이다. 앞으로도 비점오염원관리 지역 지정을 지속적으로 확대할 계획이다.

'4대강 비점오염원관리 종합대책('04.3월)'의 제1차 추진기간이 2011년 종료됨에 따라 2012년 5월 관계부처 합동으로 '제2차 비점오염원관리 종합대책('12~'20년)'을 마련했으며, 현재 제2차 종합대책에 따라 도시·농촌·산림 등 토지이용별 특성에 맞는 비점오염저감대책을 추진 중이다. 도시지역은 강우유출수로 인해 발생하는 비점오염의 사전예방적 관리를 위해 도시계획단계에서부터 비점오염의 발생을 고려하여 계획·설계하는 저영향 개발(LID: Low Impact Development) 기법 등을 적용하고, LID 기법의 적용 활성화를 위한 가이드라인 마련, 관련 지침 개정 등을 추진했다.

그간 저영향개발 기법 적용 확산을 위해 LID 기술요소 소개, 요소별 설치 및 유지관리 기준, 적용위치 및 선정기준 등을 제시하기 위한 '건강한 물순환체계 구축을 위한 저영향개발 기술요소 가이드라인'을 마련('13.4)하였다. 또한, 개발사업의 단계별(전략영향평가, 환경영향평가, 사후관리) LID 기법 적용방안을 포함한 '환경영향평가시 LID 기법 적용 매뉴얼'을 마련('13.7)하고, 「환경영향평가서 작성 등에 관한 규정」을 개정('13.12)하여 수질오염 저감방안으로 저영향개발 기법을 적용하도록 하였다.

2014년 12월에는 비점오염원 설치신고자가 비점오염저감계획서 및 비점오염저감시설 설치계획 등을 제출할 때 반드시 저영향개발 적용 방안을 포함하도록 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙」을 개정하였다. 2015년 3월에는 행복도시 6생활권 조성 시 저영향개발 기법을 적용토록 행복도시건설청과 양해각서를 체결하였으며, 이를 통해 저영향개발 설계 가이드라인을 공동으로 마련('16.12)하였고, 주민친화적인 저영향개발 기법의 조경·경관 가이드라인을 마련('19.12)하였다.

또한 도시화로 인한 물문제에 대비하여 저영향개발기법 적용을 통해 빗물의 유출량을 줄이고 침투능력을 증대시켜 가뭄·홍수 등 기상변화 적응과 삶의 쾌적성을 높일 수 있도록 '물순환 선도도시 선정 및 조성사업'을 2016년부터 본격적으로 추진 중에 있다. 2016년 6월에는 대전광역시, 광주광역시, 울산광역시, 김해시, 안동시의 5개 도시를 물순환 선도도시로 선정하여 물순환 선도도시 조성을 위한 업무협약을 체결한 바 있다.

그림 2-1-2-7 '속속한 도시' 개념도



※ 주요 시설 설치 방안

- (주택단지) 단지 내 빗물정원 설치, 옥상 녹화 등
- (도로) 가로수와 침투기능을 겸한 나무여과상자, 식생수로, 침투측구 설치
- (상업지역) 식물재배화분, 투수 보도블럭, 옥상녹화·식생체류지 등

성공적인 물순환 선도도시('축축한도시') 조성을 위해 도시별 물순환 관리목표(안)과 물순환 개선을 위한 표준조례를 2016년 말 마련하였으며, 각 도시별로 물순회복 조례 제정(18.4)과 물순환 목표를 포함한 마스터플랜을 수립(18.4)하였다. 물순환 선도도시는 수질오염물질 저감 및 자연계 물순환 개선을 위해 옥상녹화, 빗물정원, 나무여과상자 등 저영향개발기법(LID)를 적용하여 조성하고 있다.

2020년 제3차 비점오염원관리 종합대책('21~'25)을 수립하여 시도별, 소관역별 중장기 불투수면적률, 물순환율 등 물순환 관리 목표를 설정하고, 비점오염저감과 동시에 물순환을 개선하기 위해 유역기반 강우유출수 관리를 통한 비점오염물질 배출량 저감을 중점적으로 추진해 나갈 예정이다.

7. 수생태계 건강성 회복 사업

가. 생태하천 복원사업 추진현황

생태하천이란 '하천이 지닌 본래의 자연성과 생태적 기능을 최대한 갖고 있는 하천'을 의미하며 생태하천 복원이란 하천 내·외의 인공적인 생태계 교란요인을 제거하여 자연에 가깝게 복원하고 건강한 생태계가 유지될 수 있도록 관리해나가는 활동을 의미한다.

생태하천복원사업은 하천유역 통합관리 차원에서 수질개선 및 수생태계 연결, 수질개선을 위한 자정기능, 동·식물 서식처로서 생태적 기능, 심미적 공간으로서 친수기능의 향상을 위한 자연형 하천으로의 복원 등을 통해 '자연과 사람이 공존하는 하천'을 조성함을 목적으로 한다.

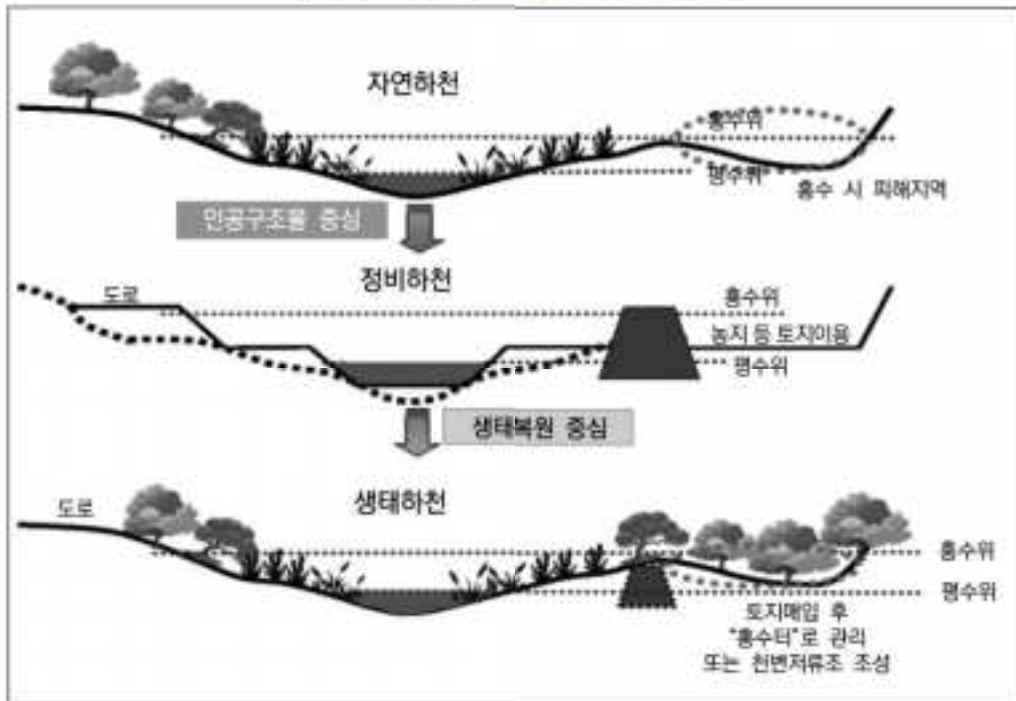
생태하천복원사업은 1986년 7월, 88올림픽 요트경기장으로 사용될 부산수영만의 수질정화사업(퇴적오니 준설)을 계기로 1987년 6월 한국수질보전학회에서 오염하천정화사업의 타당성조사를 실시하고, 이 연구결과에 따라 전국 44개 하천을 대상으로 하천정화사업을 본격 추진한 것이 시초이다.

생태하천복원사업은 처음에는 국고보조사업으로 추진되었으나, 「지방양여금법」 개정('91.12.21)으로 1992년부터 지방양여금사업으로, 「국가균형발전특별법」 제정('04.1.16)으로 2005년부터 다시 국고보조사업(환경개선특별회계)으로 전환되었으며, 2013년에는 「광역발전

특별회계 '광역발전계정'으로, 2015년부터는 '지역발전특별회계 생활기반계정'으로 전환되었고, 2019년부터는 '국가균형발전특별회계 지역자율계정'으로 추진되었으며, 2020년부터는 정부의 재정분권에 따라 지방이양되어 지방자치단체 일반사업으로 추진되고 있다.

1987년부터 2019년까지 611개 하천에 2조 9,185억 원의 예산(국비 기준)을 투입하여 총 1,621km를 생태하천으로 복원하였다.

그림 2-1-2-8 생태하천 복원도 개념도



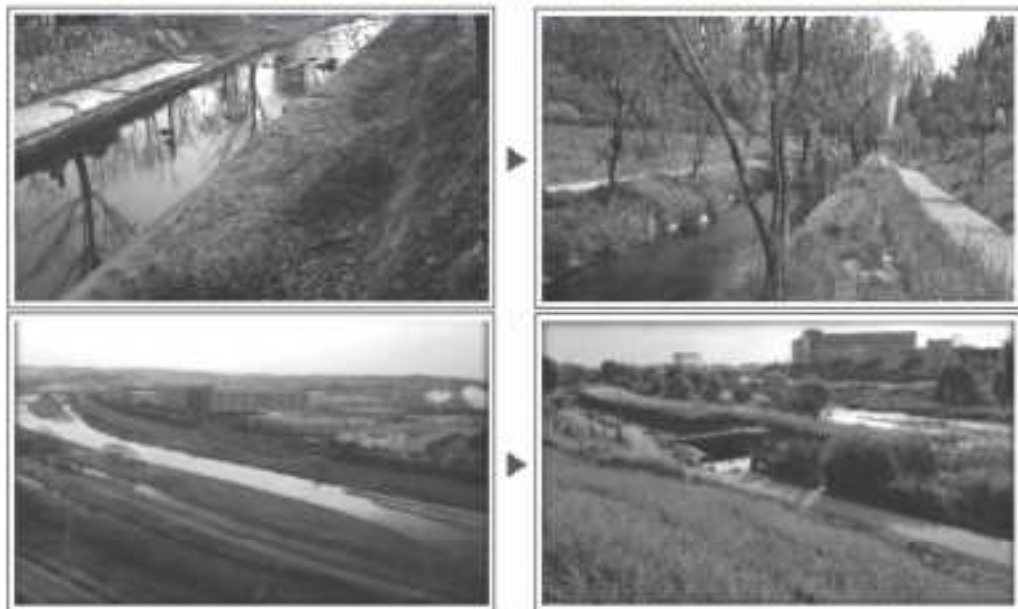
나. 생태하천 복원사업 효과

생태하천 복원사업 추진으로 수질개선 및 수생태계 복원은 물론, 생태 친수 문화공간의 제공, 일자리 창출 등 경제적 효과, 도시 온도 저감으로 인한 기후변화 적응 효과 등 다양한 효과가 확인되었다.

표 2-1-2-35 하천복원 후 어류 서식현황(사례)

하천명	사업 전	사업 후
서호천	〈2005년 : 4종〉 붕어, 청붕어, 미꾸리 등	〈2018년 : 13종〉 꽂자구, 밀어, 얼룩동사리, 가물치, 붕어, 피라미 등
오산천	〈2013년 : 7종〉 붕어, 잉어 등	〈2018년 : 17종〉 붕어, 뱀붕어, 감준치, 모래무지, 얼룩동사리 등
경포천	〈2005년 : 19종〉 자료 없음	〈2018년 : 46종〉 큰가시고기, 흰발망둑, 전어, 황어, 송어, 종개, 벼들개 등

그림 2-1-2-9 생태하천 복원 전 후의 모습, 수원 서호천(상), 오산 오산천(하)



8. 새만금유역 수질개선종합대책

가. 목표 및 추진전략

환경부는 '새만금 내부개발 기본구상 및 종합개발실천계획(10.1.28)'을 근거로 강과 호소, 해양을 잇는 "깨끗한 물"의 확보를 새만금 수질관리계획의 목표로 설정하였다. 이에 따라, 새만금을 세계적 명품 '물의 도시'로 구현하기 위해 '새만금유역 2단계(11~'20) 수질개선 종합대책'을 마련하고 토지이용계획에 부합하는 목표수질 설정과 이를 달성·유지하기 위한 수질보전대책 시행을 추진 전략으로 수립하였다.

나. 목표수질 설정 및 관리방향

1) 목표수질 설정

새만금 지역의 토지이용계획, 수생태 건강성, 인체 건강, 쾌적한 수변환경, 외해의 영향 및 목표수질 달성 가능성 등을 종합적으로 고려하여 목표수질을 설정하였다.

토지이용계획, 용지별 용수목적(도시 : 관광·레저 등 친수활동, 농지 : 농업용수 공급) 등을 고려하여 공간별 목표수질 등급을 차등화하였다. 새만금호 중·상류의 농업용지 구간은 IV등급으로, 관광·레저 등 적극적 친수활동을 보장하고 쾌적한 수변환경 조성이 필요한 새만금호 하류의 도시용지구간은 III 등급으로 목표수질을 설정하였으며, 수치적 목표등급의 한계를 보완하기 위해 심미적 수질기준을 추가하였다.

표 2-1-2-36 새만금 담수호 목표수질 설정

구분		새만금호 목표수질 설정	
		농업용지구간(중·상류)	도시용지구간(하류)
수치적 기준	생활환경 기준	<ul style="list-style-type: none"> · IV 등급 · COD : 8.0mg/ℓ 이하 · T-P : 0.10mg/ℓ 이하 등 	<ul style="list-style-type: none"> · III 등급 · COD : 5.0mg/ℓ 이하 · T-P : 0.05mg/ℓ 이하 등
	인체건강 보호	<ul style="list-style-type: none"> · 카드뮴, 비소, 수은, 시안, 유기인, PCB 등 17개 항목 	
심미적 기준		<ul style="list-style-type: none"> · 쓰레기, 기름성분, 하수 찌꺼기, 배설물 등 친수활동에 제약은 주는 이물질이 없을 것 · 불쾌한 냄새·색깔·거품 등이 없을 것 · 친수활동에 제한을 주는 어패류의 집단폐사 등이 발생하지 아닐 것 	

2) 목표수질 관리방향

가) 농업용지 구간

농업용지구간의 상류 오염원 저감 및 오염원의 호 내 유입 차단 대책을 통해 관리한다. 새만금 내부개발이 본격화됨에 따라 일정기간 수질 악화가 불가피할 전망이다.

나) 도시용지구간

농업용지구간 관리대책(상류 오염원 저감 및 오염원 호내 유입을 차단)과 배수갑문의 개·폐를 통한 현재 수질관리상태 유지(관리수위 (-)1.5m)를 통해 관리할 계획이다.

다. 목표수질 달성 대책

1) 주요 오염원 저감대책

「새만금 간척사업 정부조치계획(2001.5)」에 따른 1단계 대책(2001~2010)과 연계하여 하천·호소·해양 등 새만금 전체 유역을 아우르는 2단계('11~'20)대책을 마련하였다.

2단계 대책은 '물의 도시' 브랜드 제고를 위한 깨끗한 물 확보 전략이자 향후 10년간 새만금유역 수질개선 및 관리를 위한 구체적인 사업계획으로서의 위상을 지니고 있다.

표 2-1-2-37 새만금유역 제2단계 수질개선대책 연차별 투자계획

대책	구분	주요 과제(과제수)	사업비(억원)			
			계	국비	지방비	민자준
계		45개	29,502	21,456	6,439	1,607
상류		소계(24개)	25,865	17,819	6,439	1,607
	점오염원(5)	총인·미흡하수도·공공하수·폐수처리시설, 하수관거 확충	11,724	6,916	3,502	1,306
	비점오염원(7)	CSOs, 생태하천, 강변저류지, 농업비점 오염원 관리 등	8,326	6,196	2,130	-
	가속분노(6)	왕궁대책, 공공처리시설, 축사시설 현대화 등	2,130	1,169	660	301
	유지용수(5)	어우보 운영개선, 저수지 증고 등	3,685	3,538	147	-
	기타(1)	총인 총량제	-	-	-	-
		소계(19개)	3,635	3,635	-	-

대책	구분	주요 과제(과제수)	사업비(억원)			
			계	국비	지방비	민자등
호내	유입수(4)	침전지, 인처리시설, 금강호 희석수 도입 등	3,320	3,320	-	-
	호소(3)	적·녹조대책, 준설·폭기 등	-	-	-	-
	내부개발(11)	LID, 하폐수 처리수 대책 등	-	-	-	-
	연구사업(1)	환경 모니터링 및 수질개선 연구사업	315	315	-	-
해양	소계(2개)		2	2	-	-
	모니터링(1)	해양수질 및 해양변화 모니터링	-	-	-	-
	해양대책(1)	해양환경보전대책 R&D	2	2	-	-

※ 가축분뇨 공공처리 확대 등 3개 추가대책 마련 추진중

새만금유역의 하천, 호소 및 해양의 수질관리를 위하여 상류 점·비점오염 저감사업, 호내 관리대책, 해양대책 등을 포함한 총 48개 과제를 마련하여 추진 중이며 총 2조 9,502억원이 소요될 예정이다.

2) 새만금유역 수질관리체계 강화방안

가) 지속적 수질 모니터링 및 수질관리대책 평가

물환경 모니터링을 통해 수질, 수생태계, 자연환경 및 퇴적물 등 새만금 상류, 호소에 대한 환경변화 추이 파악 및 환경개선사업 평가를 위한 기초자료를 확보하고 있다. 총 201개 지점에서 수질, 수생태계, 자연환경, 퇴적물 등 4개 분야를 대상으로 모니터링하고 있다.

표 2-1-2-38 수질 모니터링 현황

구분	대상지역	측정지점수	측정기관	측정항목 및 주기	
4개분야	합 계	201			
수질	소 계		46	-	1회/월 또는 1회/주
	상 류	만경강	9	환경부	
			8	전북도	
		동진강	9	환경부	
			7	전북도	
	호 소	만경수역	7	환경부	
동진수역		6			
수생태계	소 계		115	환경부	3년 주기 (1~4회/년)
	만경강 유역		73		
	동진강 유역		42		

구분	대상지역	측정지점수	측정기관	측정항목 및 주기
자연환경	소 계	23	환경부	4회/년
	만경강 유역	12		
	동진강 유역	11		
퇴적물	소 계	17	환경부	2회/년
	새만금호(만경수역)	9		
	새만금호(동진수역)	8		

수질개선측면에 중점을 둔 지표 개발, 사업 추진, 달성도 평가 및 결과 환류 등을 위해 민간전문가를 중심으로 평가단을 구성하여 매년 평가를 통해 수질개선대책의 실효성을 도모하고 있다.

나) 새만금유역 통합환경관리시스템 구축·운영

새만금 상류에서 호소·외해를 아우르는 유역 내 오염원, 수질, 수생태계 등 관련정보를 종합 제공하는 지식기반의 통합환경관리시스템을 구축·운영하고 있다. 새만금 내 다양한 환경정보를 쉽고 빠르게 제공하도록 할 수 있도록 2010년부터 총 5단계의 고도화 사업을 거쳐 운영 중이다.

다) 수질관리 거버넌스 구축

새만금 유역 수질개선대책 추진상황 점검을 위한 '새만금 수질보전 지역협의회'와 개발사업 등에 따른 수질영향을 관리·저감하기 위한 '새만금호 수질관리 운영협의회'를 구축·운영하고 있다.

라) 수질개선을 위한 교육 및 홍보 활성화

새만금 유역 탐방 프로그램 등 지역주민, 학생, 시민단체 등이 실천적으로 참여하는 교육·홍보 프로그램을 개발하여 새만금 환경정책 홍보 및 환경보전 의식을 고취하기 위한 지속적인 노력을 하고 있다.

3) 내부개발과정에서 수질 및 환경피해 최소화 방안

새만금호 내부 개발과정에서 불가피하게 오염물질이 유입되며 정체수역 구간에서는 적조·녹조 발생 가능성이 높아지게 된다. 또한, 노출지의 증가와 육지화의 진행으로 인해 조류 서식지 훼손, 유해곤충의 발생 등의 환경피해가 발생한다.

수질 및 환경피해 최소화 방안을 위해 친환경 준설 및 이송 공법 적용, 오타방지막 및 다단계 침사지 설치, 적조·녹조 모니터링 및 방재체계 구축, 배수갑문 조작을 통한 수질개선, 철새 대체서식지 조성, 웅덩이 매움 등 유해곤충 산란지 제거와 영생식물 군락지 조성 등을 시행하고 있으며, 유류오출 등 오염사고에 대비한 신속한 대응체계를 마련하였다.

부처간 역할을 살펴보면 환경부는 수질관리를 주관하고, 농림축산식품부는 용지별 매립권한이 양도양수되기 전까지 노출간척지를 관리하게 된다. 기관별 주요역할은 아래와 같다.

표 2-1-2-39 관련기관별 수질관리 역할

기 관	주요역할
환경부 (전북지방환경청)	<ul style="list-style-type: none"> 호 내 수질대책 총괄, 호 내 수질개선 관련 사업 시행 환경영향평가 등 각종 개발계획 협의시 수질관리방안 점검 적·녹조 모니터링 시범운영 및 조류예보 발령 호 내 오염사고 및 적·녹조 발생 시 방재활동 총괄 공사현장 지도·점검 등 환경감시 업무
용지별 주관부처	<ul style="list-style-type: none"> 용지별 수질관리대책 수립·이행 사업시행자 관리·감독
공유수면관리자 (농림축산식품부, 농어촌공사)	<ul style="list-style-type: none"> 새만금호 배수갑문 운영계획 수립 및 운영 오염사고 및 적·녹조 발생시 방재 지원·협조
전라북도 시·군	<ul style="list-style-type: none"> 상류 오염물질 배출원 관리(지도·점검 등) 관내 수질정화활동 및 지원, 수거 쓰레기 운반처리
사업시행자 및 시공사	<ul style="list-style-type: none"> 사업 시행과정에서의 자체 수질감시활동 실시 환경영향평가 협의의견 이행 및 사후환경영향조사 <ul style="list-style-type: none"> - 오염방지막·침사지 설치, 부유물질 모니터링 등 오염사고 및 적·녹조 발생시 초동조치, 방재 지원·협조

라. 새만금 유역 제2단계 수질개선종합대책 추진현황

1) 투자현황

가) 투자실적

2011년부터 2019년까지 새만금유역 2단계 수질개선 종합대책을 위해 2조 7,958억원을 투자하여 공공하수처리 및 총인처리시설, 하수관거, 생태하천복원, 하천 퇴적토 준설 등 상류·호내·해양대책 48개 과제를 추진 중이다.

표 2-1-2-40 연도별 투자현황

(단위 : 억원)

구분	계	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
계	27,968	2,277	3,008	4,119	4,320	3,875	3,019	3,134	2,506	1,700
상류대책	26,961	2,236	2,971	4,085	4,263	3,759	2,880	2,961	2,293	1,513
호내대책	995	39	37	34	57	116	139	173	213	187
해양대책	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-

2) 수질현황

가) 새만금 유역

새만금 유역 만경강·동진강 수질은 수질개선대책의 효과로 '09년 이후 전반적으로 개선 추세를 보였으나, '16년 이후 댐 방류량 감소 등으로 상승하였다. 2019년도 만경강 상류(고산 지점)는 BOD 기준 Ⅰa등급 수준이나 하류(김제 지점)는 Ⅲ등급 수준으로 나타났으며, 동진강 수계도 상류(동진강1 지점)는 Ⅰ등급 수준이나 하류(동진강3 지점)는 Ⅲ등급 수준으로 나타났다.

표 2-1-2-41 새만금 유역 수질현황

수 계		'09년	'10년	'11년	'12년	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년
BOD (mg/L)	만경강	7.9	5.9	5.2	4.4	4.8	5.3	4.2	4.3	5.1	5.6	4.8
	동진강	3.8	2.8	2.8	2.3	2.3	3.0	2.6	2.8	2.9	3.4	3.2
T-P (mg/L)	만경강	0.539	0.511	0.376	0.318	0.313	0.355	0.099	0.115	0.134	0.142	0.142
	동진강	0.242	0.172	0.159	0.124	0.083	0.099	0.074	0.128	0.093	0.125	0.126

* 측정지점 : 만경강(김제), 동진강(동진강3)

나) 새만금호

새만금호는 내부개발에 따른 준설 및 정체수역 발생, 강우에 의한 오염물질 유입, 해수유통량 변화 등 다양한 수질변동 요인이 상존하므로 지속적인 추이 분석이 필요하다.

2019년도 새만금호 수질은 동진강 수역 농업용지 구간 T-P는 목표수질 이내로 확인되었으나, 이를 제외한 전 구간에서 목표수질을 초과하는 것으로 나타났다.

현재 방조제 배수갑문을 통한 해수유통 등으로 호내수질을 관리하고 있다.

제4절 수자원 관리를 통한 물 안전 관리

1. 재해에 안전한 물환경 기반 구축

가. 기후변화에 따른 가뭄·홍수피해 증대

최근 들어 기후변화에 따라 전 세계적으로 집중호우·태풍 등에 의한 피해가 증가되고 있으며, 우리나라도 예외가 아니다. 특히, 우리나라의 최근 홍수피해는 과거와 달리 좁은 지역, 단기간 집중호우에 의해 발생하는 특징을 보이고 있으며, 태풍의 발생빈도도 증가하고 있다. 예를 들어, 2010년 광화문 침수, 2011년 우면산 산사태, 올림픽대로 및 강남도로 침수, 2014년 부산지역 홍수, 2017년 충청지역 및 부산지역 홍수피해, 2018년 중랑천 동부간선도로 등 모두 국지성 집중호우에 의해 피해가 발생하고 있으며, 2019년에는 60년만에 최다 태풍(7개)이 내습하여 동해안 지역에 많은 피해가 발생하였다.

또한, 대하천 중심의 치수대책으로 분류 범람위험은 감소한 반면, 기후변화에 따른 국지성 집중호우 발생으로 지방 및 소하천의 피해는 증가하고 있고, 특히 도시화, 산업화 등으로 인해 도시 홍수위험에 대한 취약성은 계속 증대되고 있으며, 불투수면적 증가, 하천변의 저지대 개발 및 지하생활공간 등이 증가하면서 내수배제 불량에 따른 침수위험성은 지속적으로 증가하고 있다.

표 2-1-2-42 주요 태풍피해 현황

태풍명	중심 기압 (hPa)	발생기간	인명 피해 (명)	이재민 (명)	재산피해액 (백만원)	주요피해지역
THELMA (셀마)	955	1987.7.15~7.16	345	99,156	(391,298)	남부, 영동지방
DINAH (다이너)	962	1987.8.30~8.31	73	12,486	(110,603)	남부지방
JUDY (쥬디)	975	1989.7.28~7.29	20	22,103	(119,193)	영호남, 중부지방
ABE (에이브)	995	1990.9. 1~9. 2	8	46	(1,256)	전국
CAITLIN (캐틀린)	970	1991.7.28~7.30	2	154	(8,006)	부산, 영호남, 제주

태풍명	중심 기압 (hPa)	발생기간	인명 피해 (명)	이재민 (명)	재산피해액 (백만원)	주요피해지역
GLADYS (글래디스)	975	1991.8.22~8.26	103	20,757	(235,722)	영남
TED (테드)	985	1992.9.19~9.25	-	433	(5,245)	강원, 전남, 경북
ROBYN (로빈)	955	1993.8.8~8.12	6	2,500	(87,839)	전국 (서울, 경기, 제주 제외)
FAYE (페이)	950	1995.7.23~7.24	42	4,524	(91,896)	영호남지방
JANIS (제니스)	992	1995.8.19~8.30	65	24,146	(456,252)	전국(부산, 광주제외) 호우와 동시발생
OLIWA (올리와)	915	1997.9.15~9.17	11	368	(5,369)	영호남, 제주
YANNI (예니)	965	1998.9.29~10.1	57	4,827	(274,872)	영호남지방
OLGA (올가)	970	1999.7.23~8.4	67	25,327	(1,049,049)	전국
PRAPIROON (프라피룬)	965	2000.8.27~9.1	28	1,927	(252,050)	전국
SAOMAI (시오마이)	925	2000.9.12~9.16	2	990	(146,249)	전국
RUSA (루사)	950	2002.8.30~9.1	246	63,085	(5,147,917)	전국
SOUDELOR (소델로)	955	2003.6.18~6.19	2	-	(10,905)	부산, 울산, 경북, 경남
MAEMI (메미)	910	2003.9.12~9.13	131	61,844	(4,222,486)	전국
MEGI (메기)	970	2004.8.17~8.20	7	4,712	(250,812)	강원, 전북, 전남, 경북, 경남
EWINIAR (에위니아)	920	2006.7.9~7.29	62	2,790	(1,834,428)	전국
NARI (나리)	960	2007.9.13~9.18	16	478	(159,175)	전국(서울, 부산, 인천, 울산, 경기 제외)
KOMPASU (곤파스)	960	2010.9.1~9.3	18	1,339	(167,385)	전국(부산, 대구, 대전, 울산 제외)
MUIFA (무이파)	930	2011.8.6~8.10	1	3,358	(218,314)	전국(부산, 대구, 울산, 강원 제외)
BOLAVENT, TEMBIN (볼라벤 및 템빈)	965, 975	2012.8.25~8.30	11	3,830	(636,471)	전국

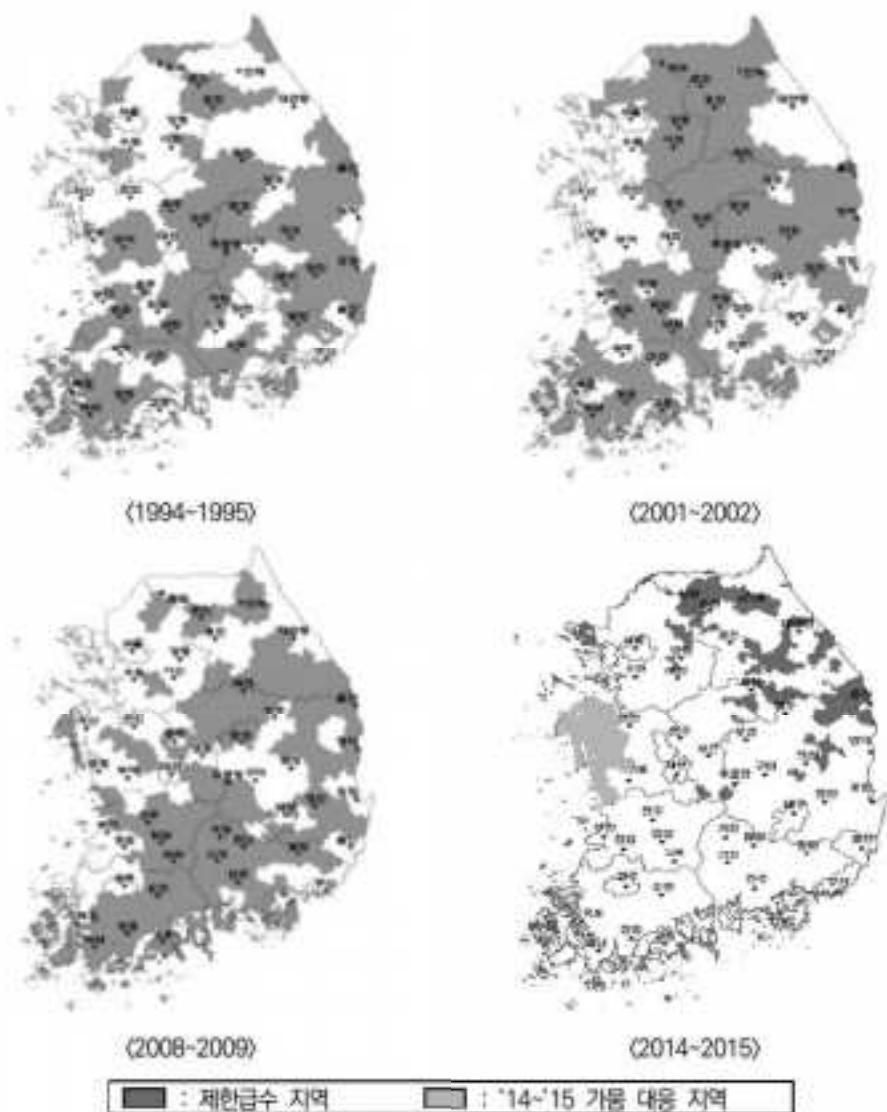
태풍명	중심 기압 (hPa)	발생기간	인명 피해 (명)	이재민 (명)	재산피해액 (백만원)	주요피해지역
SANBA (산바)	965	2012.9.15.-9.17	2	3,843	(365,716)	전국(서울, 인천 제외)
CHABA (차바)	970	2016.10.3.-10.6	6	6,714	(214,464)	부산, 울산, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주
PRAPIRRON (프라피론)	975	2018.7.3-7.4	1	20	6,416	부산, 대전, 울산, 경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주
SOULIK (솔릭)	950	2018.8.22-8.25	-	39	9,251	강원, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주
KONG-REY (콩레이)	975	2018.10.4-10.7	2	2,381	54,949	부산, 대구, 광주, 대전, 울산, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주

※ 2018 재해연보(행정안전부 복구지원과, 2019), () 내는 당해년도 금액임

기후변화에 따른 피해는 비단 홍수에 국한되는 것은 아니다. '15년에는 기상관측망을 전국적으로 확충한 '73년 이후 역대 3위의 최저강수량을 기록하였으며, '15년 충남서부권의 용수공급을 담당하는 보령댐은 역대 최저 저수율(18.9%, '15.11)을 기록하여, 수도 보급지역임에도 불구하고 물부족 사태가 발생하기도 하였다.

표 2-1-2-43 최근40년간 국한가뭄 발생 및 피해현황

가뭄년도	피해현황	출처
'67~'68	'67 가뭄연적 420,547ha, 피해액 6,266억원	가뭄기록조사보고서 (건설교통부, 2002)
	'68 가뭄연적 470,422ha, 피해액 7,009억원	
'81~'82	'81 가뭄연적 145,457ha, 피해액 2,167억원	가뭄기록조사보고서 (건설교통부, 1995)
	'82 가뭄연적 231,244ha, 피해액 3,445억원	
'94~'95	86개시군 가뭄연적 173,269ha	가뭄기록조사보고서 (건설교통부, 2002)
'01~'02	'01 86개시군 304,815명 제한급수	2001년 가뭄기록조사보고서 (건설교통부, 2002)
	'02 23개 시군 92,838명 제한급수	
'08~'09	77개시군 1,227개 마을 제한급수 228,068명, 운반급수 51,800명	2008-2009 가뭄극복추진 성과보고서 (소방방재청, 2009)
'14~'15	26개시군 51,241세대 제한급수 6,365명, 운반급수 111,107명	2015년 가뭄기록조사 (국토교통부, 2016)
'16	34개시군 제한급수 및 운반급수 22,230명	2019년 가뭄 기초조사 보고서 (K-water, 2019)
'17	51개시군 제한급수 및 운반급수 42,530명	
'18	20개시군 제한급수 및 운반급수 111,473명	
'19	15개시군 제한급수 및 운반급수 9,789명	국가가뭄정보포털 (환경부, www.drought.go.kr)



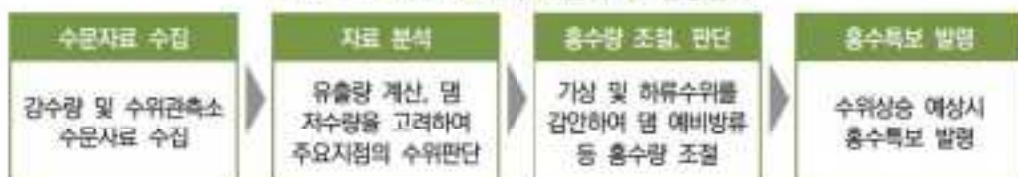
나. 홍수대응

2017. 7월 시행된 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」에 따라 환경부장관은 하천에서의 홍수로 인한 피해가 예상될 때 홍수예보를 시행하여야 한다.

홍수예보는 관측된 기상상태, 강수량 및 하천 주요지점에서의 수위 또는 유량으로부터

예보대상지점의 수위의 시간적 변화를 예보하고 이에 따른 적절한 대응책을 강구토록 하는 것으로, 홍수예보를 적절하게 시행하기 위해 환경부는 4개의 홍수통제소(한강·낙동강·금강·영산강)를 운영하고 있다.

표 2-1-2-44 홍수특보 분석 및 발령절차



홍수예보는 홍수특보와 홍수정보로 구분되며, 홍수특보는 홍수주의보와 홍수경보로 다시 구분할 수 있다. '19.12.31일 기준 홍수특보 제공지점은 전국 60개소(국가하천 50개소, 지방하천 10개소)로서, 매년 점진적으로 확대해 나가고 있으며, 중·장기적으로 214개 지점까지 확대하여 홍수피해 저감을 위해 지속적으로 노력할 계획이다.

그림 2-1-2-10 홍수특보 전달체계(한강홍수통제소 사례)

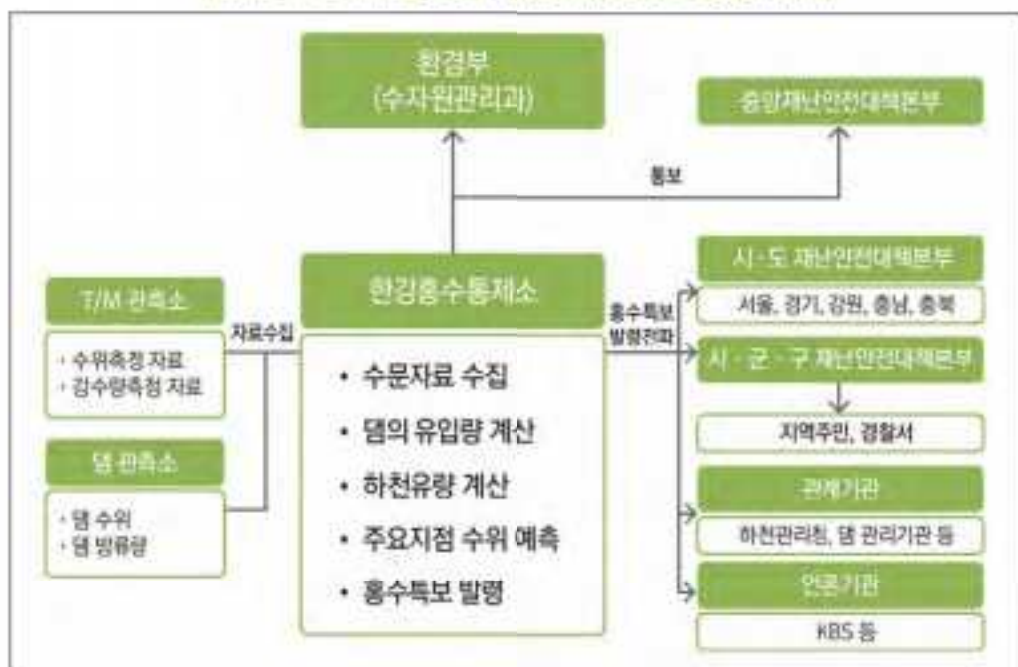


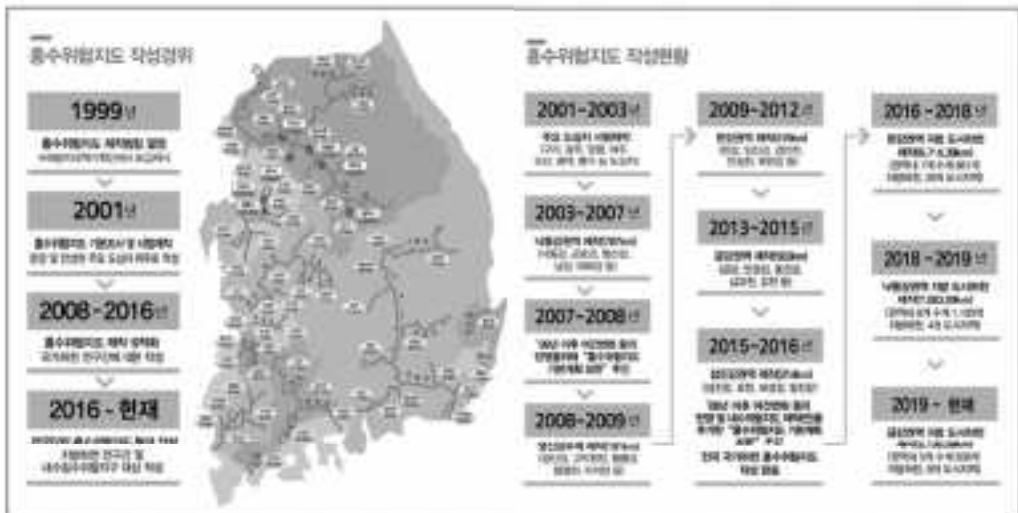
표 2-1-2-45 수계별 홍수특보 지정현황('19.12.입)

구분	계	한강 홍수통제소	낙동강 홍수통제소	금강 홍수통제소	영산강 홍수통제소
계	60	18	18	10	14
국가하천	50	10	16	10	14
지방하천	10	8	2	-	-

이와는 별도로, 하천수위를 실시간으로 관측하여 하천 내 공원, 주차장 등 취약지점의 단계별 침수위험을 제공하는 홍수정보는 '19년 319개 지점에서 제공되고 있으며, 이를 통해 하천 내 친수지구의 이용과 지방자치단체의 방재업무 등을 지원하고 있다.

홍수통제소에서는 홍수피해 최소화를 위해 비구조적 홍수대책의 일환으로서 홍수 범람으로 예상되는 침수범위, 침수깊이 등을 표시한 홍수위험지도를 제작하여 배포하고 있다. 이는 지자체 자연재해저감종합계획 수립, 재해지도, 보험 및 수해방지대책의 기초자료로 활용되고 있다.

대상지역은 국가하천(범 수몰지 제외) 및 주요 지방하천으로, 국가하천은 '16년까지 2,332km 구간에 대해 완료하였고 이후 지방하천 3,774개(26,822km) 및 44개 도심지역을 대상으로 작성 중이다.



환경부가 관리 중인 전국 37개 댐(다목적댐 20개, 용수댐 14개, 홍수조절용댐 3개)의 경우, 매년 홍수기(6.21~9.20)가 도래하기 전에 철저한 사전준비를 하여 홍수대응능력을 강화하고 있다. 댐 상·하류의 침수 우려지역 등 댐 운영에 영향을 주는 제약사항을 사전에 조사하고, 관계기관 협의를 통해 적극 해소함으로써 홍수기 중에 탄력적으로 댐을 운영할 수 있도록 사전준비를 철저히 하고 있다. 또한, 정부-지자체-관련기관 간의 정기적인 회의 및 합동훈련을 통해 홍수대응체계를 상시 점검하고 있다.

그림 2-1-2-11 댐 상하류 제약사항 예시



홍수기에는 '댐 관리규정'에 따라 댐별 홍수기 제한수위를 철저히 준수하여 홍수조절용량을 확보하는 등 홍수에 대비한 댐 운영을 실시하고 있다. 홍수기 초에는 집중호우에 대비하여 댐의 저수량을 충분히 비워두고, 홍수기 말에는 길수기 용수공급을 위한 저수량을 확보하기 위해 유입량을 댐에 최대한 저류하여 댐을 운영한다. 집중호우 등으로 댐의 수문방류가 필요할 때는 댐 하류 하천의 홍수피해를 최소화할 수 있는 시기를 고려하여 방류하고 있다.

또한 환경부에서는 홍수대응을 위한 구조적 대책의 일환으로 범부처 합동으로 특정하천유역 치수계획 수립을 추진 중에 있다.

그간 도시침수대책은 환경부, 행안부, 국토부 등 여러 개 부처에서 기관별 목적에 따라 추진되어 체계적 홍수대응에 한계가 있었다. 이에 따라, '17.1월 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제정 시 도시침수에 대한 종합대책(특정하천유역 치수계획)을 수립할 수 있는 근거를 마련하고, 범부처 협업으로 '21년까지 26개 도시하천유역에 대한 특정하천유역 치수계획 수립을 국정과제로 추진해 나아가고 있다.

다. 가뭄대응

최근 기후변화 등으로 가뭄의 발생빈도와 강도가 증가되는 추세이나 가뭄 대응은 사후 피해 최소화 위주의 대응이 대부분이었다. 이에 정부는 가뭄에 선제적으로 대응하여 피해를 최소화하기 위해 국가정책조정회의('15.9.24)에서 가뭄 예·경보 시행을 확정하였다. 또한 물관리협의회 3차 회의('16.2.24)를 통해 가뭄 예·경보의 시행방안을 확정하였고, 2016년 3월 10일 가뭄 예·경보를 최초로 발표하였다. 가뭄 예·경보는 각 기관별로 생산되는 분야별 가뭄정보(기상, 농업, 생공 등)를 통합·분석하고, 전국 가뭄상황을 모니터링하여 현재, 1개월, 2개월, 3개월 전망을 발표한다.

이를 위해 물 정보 공동 활용을 목적으로 운영 중인 '물관리정보유통시스템 (WINS; Water Management Information Network System)'을 고도화하여 산재된 가뭄정보를 효과적으로 통합관리·활용할 수 있는 기반을 마련하였으며, 2016년 3월 한강홍수통제소의 하천정보센터를 「수자원정보센터」로 확대 개편하였다.

가뭄 예·경보를 위한 전문기술 지원을 위해서 2015년 한국수자원공사 내에 「국가가뭄정보분석센터」를 신설하여 실시간 물이용 상황을 모니터링하고, 관련 부처, 지자체 및 물 관리 기관에 제공함으로써 신속한 가뭄대응 의사결정을 지원하게 되었다. 이로써 전 국민 대상으로 물 공급 현황과 가뭄상황을 공유하게 되어 자율적인 물 절약 참여가 기대된다.

표 2-1-2-46 가뭄 통합운영 흐름도



표 2-1-2-47 가뭄 예·경보 기준

구분	가뭄 예·경보 기준
관심 (약한 가뭄)	• 기상현황 : 최근 6개월 누적강수량을 이용한 표준강수지수 -1.0이하(평년대비 약 65%이하)로 기상전망이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음
	• 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율의 70% 이하인 경우 [밭] 영농기 토양 유효 수분율이 60% 이하
	• 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설의 수위가 평년에 비해 낮아 정상적인 용수공급을 위해 생활 및 공업용수의 여유량을 관리하는 등 가뭄대비가 필요한 경우
주의 (보통 가뭄)	• 기상현황 : 최근 6개월 누적강수량을 이용한 표준강수지수 -1.5이하(평년대비 약 55%이하)로 기상전망이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음
	• 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율의 60% 이하, 비영농기 저수율이 다가오는 영농기 모내기 용수공급에 물 부족이 예상되는 경우 [밭] 영농기 토양 유효 수분율이 45% 이하
	• 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설의 수위가 낮아 하천의 하천유지용량이 부족하거나 염·저수지에서 하천유지용수 공급 등의 제한이 필요한 경우
경계 (심한 가뭄)	• 기상현황 : 최근 6개월 누적강수량을 이용한 표준강수지수 -2.0이하(평년대비 약 45%이하)로 기상전망이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음
	• 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율 50% 이하, [밭] 영농기 토양 유효 수분율 30% 이하
	• 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설에서 생활 및 공업용수 부족이 일부 발생하였거나 발생이 우려되어 하천유지용수, 농업용수 공급의 제한이 필요한 경우
심각 (극심한 가뭄)	• 기상현황 : 최근 6개월 누적강수량이 이용한 표준강수지수 -2.0이하(평년대비 약 45%이하)가 20일 이상 기상전망이 지속되어 전국적인 가뭄 피해가 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음
	• 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율 40% 이하, [밭] 영농기 토양 유효 수분율 15% 이하
	• 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설에서 생활 및 공업용수 부족이 확대되어 하천 및 염·저수지 등에서 생활 및 공업용수 공급 제한이 발생하였거나 필요한 경우

기후변화로 가뭄 빈도와 강도가 증가하여 과거에 비해 가뭄 위험도는 높아지고 있으며, '90년 이후 2~3년마다 크고 작은 가뭄이 발생하고 있다. 하지만 가뭄 피해를 최소화하기 위한 대책은 가뭄발생 이후 긴급복구(물차지원, 관정개발, 절수홍보, 양수 장비구입 등) 위주의 대응으로 사전에 피해를 예방하기 위한 근본적 대책은 미흡한 실정이다. 사전적인 가뭄대책 수립을 위해서는 지역별 가뭄 취약특성, 원인분석 등의 기초정보가 필요하다. 국가차원의 선제적이고 효율적인 가뭄대응 의사결정 지원을 위해 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률(제정 '17.1.17)」 제7조에 가뭄취약지도 작성에 관한 내용이 반영되었으며, 그 첫 단계로 '18년 가뭄취약성 평가 기준 및 취약지도 작성 지침 수립을 위한 과제가 수행되었다.

일반적인 개념에서 가뭄 취약성은 기후변화에 따른 부정적인 영향에 쉽게 영향을 받고 대처할 수 없는 정도로 정의된다(IPCC, 2007). 취약성은 노출도, 민감도 및 대응능력을 고려하여 아래와 같이 평가한다.

표 2-1-2-48 가뭄 취약성 평가 및 취약지도 작성절차



2018년도에 수행된 1차년도 과업의 내용은 가뭄 취약성 평가기준 정립을 통한 가뭄 취약지도 작성지침 수립 및 시범평가를 통한 평가기법 검증이다. 1차년도('18년)에 개발된 취약성 평가기법 및 취약지도 작성지침을 바탕으로 2~4차년도('19~'21년)까지 전국에 걸쳐 가뭄 취약지도를 구축할 계획이다.

가뭄 취약지도 구축을 통해 가뭄 고위험지역의 취약 가중요인을 효과적으로 해소시키는 대책사업(신규수원, 대체수원, 기존시설 연계 등)을 발굴하기 위한 기초정보를 제공하고, 사업의 가뭄 피해저감 효과에 대한 정량적 분석으로 사업의 효과 검증에 활용할 수 있을 것이다. 또한 사업별 우선순위 등을 설정하여 중장기 가뭄대책 등 정부정책 수립에 기여할 것으로 판단된다.

댐의 경우 2015년 극심한 가뭄 발생을 계기로 다목적댐에 대하여 「댐 용수공급 조정기준」 수립하였고, 2018년도에는 용수댐까지 확대 수립하여 가뭄에도 생활 및 공업용수 공급에 지장이 없도록 운영하고 있다. 「댐 용수공급 조정기준」에 따라 다목적댐은 관심-주의-경계-심각 4단계로, 용수댐은 관심-주의-심각 3단계로 관리한다. 평상시에는 댐의 저수량에 따라 댐에서 공급해야 하는 수요량 이상으로 탄력공급하고, 관심단계에서는 가뭄상황에 대비하기 위하여 수요량만큼만 공급한다. 주의, 경계, 심각단계에서는 단계별로 하천유지용수, 농업용수, 생공용수를 순차적으로 줄여 댐 저수량을 최대한 비축하여 가뭄에 대비하고 있다.

표 2-1-2-49 다목적댐 용수공급 조정기준

대응단계	용수공급 조정기준
평 상 시	수요량 이상 탄력 공급 가능 (수계별 댐과 보 등의 연계운영계획 준수하는 범위 내)
관심단계	수요량 공급 (생활·공업용수 계약량 + 농업용수 배분량 + 하천유지용수 배분량)
주의단계	하천유지용수 최대 100% 감량 및 농업·생활·공업용수의 실사용량 공급
경계단계	농업용수 실사용량 중 4-6월은 20%, 7-9월은 30% 추가 감량
심각단계	생활·공업용수 실사용량의 20% 추가 감량
정상회복	모든 감량 조치 해제 및 수요량 이상으로 탄력 공급 가능

향후에는 댐의 가뭄이 발생할 경우 실행할 수 있는 대안들을 선제적으로 검토한 '댐 가뭄대응 실행계획'을 수립하여 보다 체계적으로 대응할 예정이다.

2. 극한강우·지진·노후화 대비 댐 안전성 강화

최근 지진 및 댐 노후화 등 댐의 안전 위협요인이 증가되고 있어 댐 시설물 안전관리의 중요성이 더욱 대두되고 있다. 댐은 구조적으로 안전한 시설물이지만, 붕괴와 같은 사고 발생 시에는 댐 하류의 대규모 침수피해와 수원 기능 상실로 인한 장기간의 용수 공급 중단 등 대형재난으로 이어지므로, 철저한 댐 안전관리가 필요하다.

가. 댐 안전 위협요인

우리나라 대부분의 SOC시설은 1970년대를 전후하여 경제개발과 함께 건설되어 노후화가 진행되면서 체계적인 안전관리의 필요성이 증대되고 있다. 특히, 댐은 타 SOC 시설에

비해 노후화가 심각한 수준이다. *인프라 고령화의 실태와 개선과제(2013, 현대경제연구원)에 따르면 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」에 의해 관리되는 시설물 가운데 30년이 넘는 댐은 무려 55.9%로 사회 기반시설 중 노후화 정도가 가장 심각하다. 환경부에서는 37개 댐을 관리하고 있으며, 이중 46%인 17개 댐이 준공후 30년 이상 경과하여 노후화가 심각한 수준이다.

표 2-1-2-50 관리중인 댐 노후화 현황(2020년 1월 기준)

구분	합계	30년 이상	20-29년	10-19년	10년 이하
합계	37(100%)	17(46%)	7(19%)	6(16%)	7(19%)
다목적댐	23	7	6	3	7
용수전용댐	14	10	1	3	-

* 다목적댐에 홍수조절댐 3개(평화의댐, 군남댐, 한탄강댐) 포함

이러한 노후화는 비단 우리나라만의 문제가 아니다. 일본은 댐의 45%가 준공 50년을 넘어섰으며, 미국 댐의 평균 연한은 56년으로 2016년 고위험군 댐은 1만 5,500여개에 이른다. 2017년도에 발생한 오로빌댐 사고는 1968년에 완공되어 50년 가까이 경과된 노후댐으로, 10여 년 전부터 보강이 필요하다는 의견이 있었으나 예산부족으로 보강이 이뤄지지 못해 발생하였다. 오로빌댐은 기후변화 및 노후화에 대비한 댐 안전대책 마련의 필요성과 시급성을 잘 보여주는 사례이다.

그림 2-1-2-12 美 Oroville Dam 사고사례



시설물의 노후화와 함께 최근 지진발생의 빈도 및 규모 또한 증가하였다. 국내에서 지진관측을 시작한 1978년 이후로 규모 2.0 이상의 지진이 1978년부터 1998년까지는 연평균 약 20회가 발생하였으나, 1999년부터 2016년까지는 연평균 약 70회가 발생하는

등 지진 발생 횟수가 약 3배 증가하였다. 더욱이 2016년 9월 경주에서는 관측 이래 최대 규모인 5.8의 지진이 발생하였고, 2017년 11월 포항에서 역대 2위인 규모 5.4, 2018년 2월 규모 4.6의 지진이 발생하는 등 3년 연속 강진이 발생하였다.

그림 2-1-2-13 국내 지진발생 현황



댐 붕괴 사례를 보면, 댐이 무너지는 주요 원인으로 월류, 지진, 노후화 등이 있다. 월류로 인한 붕괴는 예상을 뛰어넘는 많은 비가 내려 댐이 넘치면서 붕괴되는 것을 말한다. 두 번째 지진으로 인한 붕괴는 일시에 무너지는 경우와 균열·누수 등 피해부가 점차 확대되면서 붕괴되는 경우로 구분된다. 노후화로 인한 붕괴는 건설 이후 시간이 지남에 따라 취약부가 발생하고 확대되면서 붕괴에 이르는 경우이다. 댐 붕괴는 여타 인프라에 비해 그 피해가 더욱 치명적일 수밖에 없다.

나. 댐 안전성 강화 대책

정부는 시설노후화 및 지진 등의 댐 안전위험요인 증가에 대비하여 2000년 이후 3차례 댐 설계기준을 개정하였고, 2009년 「지진·화산 재해 대책법」을 제정하여 시설물의 안전성 확보를 위해 노력하였다. 또한 2019년 1월 재현주기 상향 및 국내 여건을 반영한 지반분류체계 세분화 등을 반영하여 댐 설계기준을 개정·강화하였다.

이러한 개정·강화된 기준 및 법령에 맞춰 환경부는 일상적 유지보수가 아닌 장기적인 관점에서 시설물의 안전성 강화 및 성능개선을 위한 대규모 시설개선의 댐 안전성 강화사업을 추진 중에 있다. 대상은 댐설계기준 개정(2011년) 이전 준공된 14개 용수댐과 15개 다목적댐으로, 주요내용은 댐 비상 상황 발생 시 빠른 시간내에 안전하게 배수하기 위한 비상방류시설 설치 의무화, 국민들의 안전한 물사용을 위한 취수탑의 내진보강과 노후화에 따른 댐 심벽보강, 계측기기 설치, 댐 사면 보강 등이 있다.

비교적 노후화가 심한 용수댐에 대해 1단계로 우선 추진 중으로 취수탑 내진보강이 필요한 6개 댐에 대해 2018년 설계에 착수하여 2020년까지 취수탑 내진 안전성을 확보하는 등 2024년 사업을 완료할 계획이다. 다목적댐은 2015년 소양강댐을 시작으로 2019년 15개 댐에 대한 안전성강화 통합 마스터플랜을 수립하여 2021년부터 우선순위에 따라 순차적으로 사업에 착수할 예정이다.

표 2-1-2-51 댐 안전성강화 사업 추진현황

구 분	1단계(14개 용수댐)	2단계(15개 다목적댐)
추진현황	<ul style="list-style-type: none"> · (14.12.) 마스터플랜 수립 · (15. 8.) 수도정비기본계획(2025) 반영 · (16. 8.) 정부 예타면제(재해예방사업) · (17. 8.) KDI검토 및 총사업비 확정 · (17. 9.) 6개댐 기본계획(변경) 고시 · (18. 1.) 사업착수(국고 82억원) 	<ul style="list-style-type: none"> · (15.~'17.) 5개댐 마스터플랜 수립 <ul style="list-style-type: none"> * 소양강·대형·안동·임하·주암댐 · (18.~'19.12.) 잔여 10개댐 및 전체 15개댐 통합 마스터플랜수립 中 <ul style="list-style-type: none"> * 충주·합천·남강·성진강·부안·보령·홍성·용담·장흥·말양댐
예산	3,522억원(국고 100%)	마스터플랜 수립 완료 후 확정
기간	'18년 ~ '24년	(마스터플랜수립 예산 국고 16억원)

다. 치수능력증대사업

최근 기후변화로 인한 집중호우의 영향으로 2002년 태풍 '루사' 때 강릉지역에 871mm/일의 기록적인 폭우가 내려 농업용댐인 동막댐과 장현댐이 붕괴하는 등 홍수피해가 크게 발생하였다. 이와 같은 극한홍수 등 변화된 기상에 대비하여 댐 안정성 확보가 시급하였다.

환경부가 관리하는 37개 댐의 수문학적 안정성을 검토한 결과('03-'04년), 극한홍수가 발생할 경우 24개 댐에서 붕괴위험이 있는 것으로 검토되었다. 이에 따라 댐 안정성을 확보하여 국민의 생명과 재산을 보호하기 위해 2003년부터 치수능력증대사업을 추진하였다.

보강이 필요한 24개 댐 중 19개 댐은 댐 증고, 제체 보강, 비상여수로 설치 등 구조적 보강을 완료하였고 나머지 5개 댐은 기본 및 실시계획 수립 등 순차적으로 사업을 추진 중이다.

표 2-1-2-52 댐 치수능력증대사업 추진현황(2020년 1월기준)

완 료(19)	추진 중(4)	추진 예정(1)
광동댐, 영천댐, 수어댐, 연초댐, 소양강댐, 대암댐, 임해댐, 대청댐, 안동댐, 삼진강댐댐, 운문댐, 평화댐, 달방댐, 구천댐, 함천댐, 보령댐, 밀양댐, 무안댐, 주암댐	충주댐, 인계댐, 남강댐, 선암댐	사연댐

3. 공유하천 관리

가. 총론

공유하천이란 두 개 이상의 국가에 걸쳐 흐르는 하천을 말하며, 하천이 흐르는 방식에 따라 다음과 같은 3가지 유형으로 구분할 수 있다.

그림 2-1-2-14 남북한 공유하천 현황



우리나라의 북한강과 임진강은 상류 북한지역에서 발원하여 하류 남한으로 흐르는 첫 번째 유형의 공유하천이다. 북한강은 강원도 금강군에서 발원하여 경기도 가평군에서 한강과 합류하여 필당댐으로 유하한다. 임진강은 강원도 법동군 두류산에서 발원하여 파주시 탄현면 부근에서 한강에 합류한다.

그림 2-1-2-15 남북한 공유하천 지도



표 2-1-2-53 남북한 공유하천 현황

유역명	구분	전체	남한	북한
북한강	유역면적(km ²)	10,124	7,787 (76.9%)	2,337 (23.1%)
	유로연장(km)	291.3	158.8	132.5
임진강	유역면적(km ²)	8,118	3,009 (37.1%)	5,109 (62.9%)
	유로연장(km)	273.5	91.1	182.4

주) 유로연장은 본·지천의 총 연장을 의미

북한강과 임진강은 남북 관계의 특수성으로 인해, 그간 효율적인 수자원의 이용과 관리에 어려움을 겪어왔다. 북측의 물 이용현황이 달라짐에 따라 남측으로 흐르는 하천수가 크게 줄어드는 등 영향을 받고 있다. 특히 2009년 황강댐 무단방류와 같이 북측에서 무단으로 댐 방류를 실시하여 인명피해가 발생하는 경우도 있다.

이러한 남북 공유하천 이용의 문제를 해결하고 안전하게 수자원을 관리하기 위해 남북은 90년대 초반 이후 노력해오고 있으나, 남북관계의 영향을 받아 지속적인 교류와 협력에는 어려움이 있었다.

나. 남북 공유하천의 관리방안

북한은 댐의 노후화와 발전 위주의 댐 운영으로 홍수조절과 용수공급 능력에 어려움을 겪고 있다. 또한 기후변화에 따라 홍수와 가뭄이 반복되고 있다. 이와 같은 북한강·임진강 상류의 불안정한 수자원 관리로 인해 하류에서 재해 발생 위험이 커지고 있다.

재해를 예방하기 위해 남측에 군남·한탄강 홍수조절댐, 평화의 댐을 건설하였으며, 남북 공유하천의 공동관리를 위하여 중앙정부, 지자체, 군부대 등이 참여하는 남북 공유하천 재해 모니터링 시스템이 운영중이다.

그러나, 남북 공유하천을 안전하고 효율적으로 관리하기 위해서는 상생발전을 기반으로 한 남북간 교류와 협력 확대가 필요하다.

4. 수자원확보 및 배분

가. 수자원총론

우리나라의 연평균 강수량은 약 1,300mm(1986~2015)로 세계 평균(813mm)의 1.6배이나, 높은 인구밀도로 인해 1인당 강수량은 연간 2,546㎥로 세계 평균(15,044㎥)의 약 1/6에 불과하다.

표 2-1-2-54 주요 국가별 강수량 및 1인당 강수량 (물과 미래, 2020)

구분	한국	일본	미국	영국	중국	캐나다	세계 평균
연평균강수량 (mm/년)	1,300	1,668	715	1,220	645	537	813
1인당강수량 (㎥/년)	2,546	4,964	21,791	4,663	4,345	150,929	15,044

1인당 이용가능한 수자원량은 1,488㎥으로 수자원 부존량에서 증발산 등의 손실량을 제외한 것으로, 국제인구행동연구소(PAI)는 2003년 연구보고서를 통해 우리나라를 물스트레스국가로 분류하였으며, 인구증가에 따라 가용수량의 영향이 예상된다.

또한, 우리나라는 국토의 65%가 산악지형이고, 동고서저의 지역 특성상 하천의 경사가 급하여 홍수시 일시에 유출되는 특성이 있다. 이러한 특성은 홍수가 매우 급하게 발생하며, 상대적으로 갈수기 유출량은 매우 적은 상황으로 가뭄에 대한 대비가 필요하며, 물관리에 어려움 여건이다.

이처럼 물관리 여건은 좋지 않으나 지속적인 수자원 개발로 물이용 접근률은 향상되었으며, 기후변화 및 지형적 특성 등을 극복하기 위한 지속적인 노력이 필요하다.

나. 우리나라 수자원 현황

1) 수자원 부존량

우리나라의 연평균 이용가능한 수자원량은 760억톤으로 수자원 총량¹⁰⁾ 1,323억톤의 57%이며, 나머지는 증발산 등으로 손실된다. 5대강 권역별로 보면 한강의 경우 연평균 이용가능한 수자원량이 296억톤으로 가장 많으며, 영산강권역은 58억톤으로 5대강 권역 중 가장 적다

10) 수자원총량 : 남한 국토면적(99.7㎢) × 연평균강수량 1,299.7㎜(86~15) + 북한지역 유입량(23억㎥)

표 2-1-2-55 주요 국가별 강수량 및 1인당 강수량 (물과 미래, 2020)

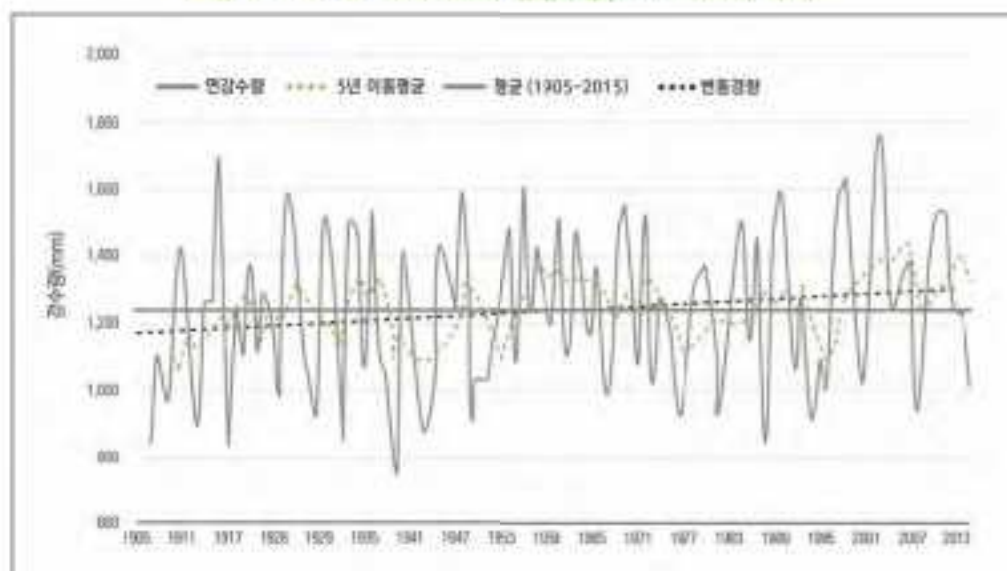
구분	한국	일본	미국	영국	중국	캐나다	세계 평균
연평균강수량 (mm/년)	1,300	1,668	715	1,220	645	537	813
1인당강수량 (㎡/년)	2,546	4,964	21,791	4,663	4,345	150,929	15,044

2) 강수 및 유출 특성

가) 강수 특성

1900년대부터 2010년대까지 10년 평균 강수량의 변화는 증가추세(1970년대 이후 약 4%)에 있으며, 강수량의 변동폭은 점진적으로 증가하고 있으며, 연평균 강수량은 최저 754 mm(1939년)에서 최고 1,756 mm(2003년)까지 변화폭이 크다. 10년 평균값은 최근 10년(2002-2011년)에 1,425 mm로 가장 많은 것으로 나타난다. 주요 유역별 평균 강수량은 한강 1,292 mm, 낙동강 1,250 mm, 금강 1,240 mm, 섬진강 1,423 mm, 영산강 1,293 mm, 제주도 1,729 mm인 것으로 나타났다(수자원장기종합계획, 2016).

그림 2-1-2-16 우리나라의 연강수량(1905-2015) 추이



나) 유출 특성

연평균 강수량에 국토면적을 고려한 강수총량과 북한지역 유입량을 포함한 수자원총량은 연간 1,323억 톤으로 이 중 이용 가능한 수자원량 760억 톤 중 72%인 548억톤은 홍수기에 편중되어 있으며, 평상시 유출량은 212억 톤에 불과하다. 또한 가뭄시에는 강수량이 줄어들어 과거 최대 가뭄상황에서는 이용 가능한 수자원량이 평년 46% 수준인 351억 톤으로 대폭 하락하였다. 물 이용량의 증가와 함께 계절별로 편중된 가용 수자원 분포 특성(수요와 공급의 시간적 불균형)은 물 수급을 더욱 악화시키는 요인이다.

3) 수자원 이용 현황

가) 수자원 총량과 이용가능한 수자원량

우리나라의 수자원 총량은 1,323억톤이고, 이용가능한 수자원량은 760억톤 이나, 총 이용량은 수자원 총량의 28%인 372억톤으로, 이는 평상시 유출량의 1.7배 수준으로 홍수시 유출량을 댐 등의 저류시설을 통해 저장하였다가 이용하고 있다. 총 이용량은 하천 122억톤, 댐 209억톤, 지하수 41억톤을 통해 공급하고 있으며, 용도별로는 생활·공업용수 99억톤, 농업용수 152억톤, 하천유지용수 121억톤을 이용 중이다. (수자원장기 종합계획, 2016).

표 2-1-2-56 용도별 수자원 이용현황

구 분	이 용 량 (억 m^3 /년)	비율(%)
생활·공업·농업용수	251	100
- 생활 용 수	76	30
- 공 업 용 수	23	9
- 농 업 용 수	152	61
하 천 유 지 용 수	121	-
합 계	372	-

나) 댐, 저수지 등 용수공급 능력

댐, 저수지, 보 등 기존 수자원시설의 용수공급 능력은 총 209억 m^3 /년을 확보하고 있으며, 새만금호 건설이 완료되면 2020년까지 219억 m^3 /년으로 증가 전망이다.

표 2-1-2-57 댐, 저수지 등 주요 수자원시설 용수공급량

구분	총저수량 (백만 m^3)	유효저수용량 (백만 m^3)	물 공급능력** (백만 m^3 /년)	비고
총 계	23,383.7	14,689.9	20,963.6	-
다목적댐 ¹⁾	12,923.0	9,170.0	11,281.5	소양강댐 등 20개
발전전용댐	1,844.0	992.8	1,335.0	화천댐 등 15개
생공용수전용댐	609.0	536.3	880.5	광동댐 등 54개
하구둑, 담수호	1,259.3	807.1	2,930.0	아산호 등 12개
농업용 저수지 ³⁾	3,142.4	3,009.1	4,093.0	성주호 등 17,401개
다기능보	626.3	174.6 ⁴⁾	463.6	16개 보
홍수전용댐·조절지	2,979.7	-	-	평화외댐 등 5개

* '20년 기준 자료이며, 다목적댐에는 영주댐(20년 준공), 성덕댐(21년 준공) 포함

** 댐 기본계획 고시용량 또는 유효저수용량 등 기준

*** 농업생산기반정비 통계연보, 2015 기준

**** 보 관리수위와 지하수 제약수위 사이의 저수용량

표 2-1-2-58 새만금호 사업 현황

구분	권역명	명칭	유역 면적 (km^2)	채원		총저수량 (백만 m^3)	유효 저수용량 (백만 m^3)	물 공급 (백만 m^3 /년)	공 사 기 간
				높이 (m)	길이 (m)				
담수호	금 감	새만금호	3,319.0	3,319.0	36.0	535.4	354.7	994.0	'91-'20

다) 지하수 이용량

지하수 이용량은 29억 m^3 /년('18 기준)이며 전반적으로 증가하고 있다.

표 2-1-2-59 연도별 지하수 이용량 현황¹⁾

(단위 : 백만 m^3 /년)

구분	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
전 국	3,096	3,210	3,468	3,749	3,878	3,717	3,725	3,784	3,807	3,807	3,907	3,990	4,071	4,085	4,094	4,043	3,384	2,914

※ 수자원장기종합계획(국토교통부, 2016)

※ 2016-2018 지하수조사연보(환경부·K-water, 2017-2019)

1) 본 이용량은 "3) 수자원 이용 현황" 통계의 일관성을 위해 수자원장기종합계획 제3차 수정계획('16.12)의 자료를 인용

표 2-1-2-60 지역별 지하수 이용량 현황('18년 말 기준)

(단위 : 백만㎥/년)

지역	전국	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종
이용량	2,914	20	29	22	41	17	25	24	22
지역	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	강남	제주
이용량	406	186	259	364	234	376	360	288	242

라) 대체 수자원

대체수자원이란 하천수, 저수지, 댐 및 지하수 등 일반적으로 쉽게 이용이 가능하거나 주로 사용되고 있는 수자원 이외에 주 수자원의 확보가 곤란한 도서해안 및 산간지역에서의 수원 확보, 물이용의 효율 증대, 인위적인 수자원의 증대, 특수용도 등을 위하여 개발되고 있는 수자원으로서, 우리나라에서는 해수담수화, 지하수저류지, 중수도, 빗물이용, 인공강우, 녹색댐, 강변여과, 해양심층수 등이 대표적이다.

다. 안정적인 수자원 공급 및 확보

1) 지속적인 수자원 확보

수자원계획이 수립되기 이전인 1960년대 초반까지는 농업용수 확보와 전력개발 목적의 단일목적댐을 주로 건설하였다. 1960년대는 4대강유역 종합개발을 위한 '수자원개발10개년계획'을 수립('65)하고, 최초 다목적댐인 섬진강댐을 건설('65)하였으며, 1970~1980년대는 사회 및 경제발전 기반구축을 위하여 대규모 다목적댐(소양강 '73, 안동 77, 대청 '81, 충주 '86, 합천 '89)을 활발하게 건설하였다.

1990년대는 신규 수자원 확보를 위해 중규모 다목적댐(임하 '93, 부안 '96)을 건설하였으며, 2000년대 이후에는 환경과 조화를 이루는 중소규모댐 건설(횡성 '02, 밀양 '02, 대곡 '05, 장흥 '06, 감포 '06, 평림 '07, 군위 '10)을 추진하였다.

또한, 생활·공업·농업·환경개선 등의 하천수 사용을 고려하여 하천의 정상적 기능 및 생태를 유지하기 위해 5대강 수계(60개 지점)에 도입('06)한 하천유지유량을 71개 하천(114개 지점)으로 확대하고 하천 유량확보의 기준을 마련('15)하였다.

표 2-1-2-61 경제 개발기(1970~1980년대) 다목적댐 건설 현황

댐 명	자원 (m)		사업 기간	총저수량 (백만 m^3)	사업효과			비고
	높이	길이			용수조절 (백만 m^3)	용수공급 (백만 m^3 /년)	발전량 (GWh/년)	
소양강댐	123	530	67-73	2,900	500	1,213	363	한강
안동댐	83	612	71-77	1,248	110	926	99	낙동강
대청댐	72	495	75-81	1,490	250	1,649	240	금강
송주댐	98	447	78-86	2,750	616	3,380	844	한강
함천댐	96	472	82-89	790	80	599	232	낙동강
합계	5개소		-	8,854	1,508	7,518	1,718	-

2) 안정적인 생·공용수 공급

가) 공업용수도 및 광역상수도 건설

1960~1970년대 경제개발계획과 더불어 울산 공업용수도(62)를 시작으로 수원·안양(74), 대덕(77), 광양(78), 청원(80) 공업용수도를 건설하였고, 수도권 I 단계(73), 수도권 II 단계(77), 금강(79) 광역상수도를 건설함으로써 댐 건설로 확보된 용수를 도시지역과 산업단지에 효과적으로 공급하여, 상수도 보급률이 1960년 16.9%에서 1980년 54.6%로 약 4배 증가하였다.

1980~1990년대는 유역간 용수 수급 불균형 해소를 위해 광역상수도 25개소 및 공업용수도 4개소를 건설하여 '16년 기준 급수인구 47%, 112개 지자체가 광역상수도의 혜택을 받고 있으며, 1980~2000년 기간 동안 산업단지는 303개에서 990개로 3배 이상 증가하였다.

나) 급수체계 조정 및 비상연계체계 구축

2000년대 이후에는 물공급 안정성 및 형평성 개선을 위해 '03년 금강남부권 급수체계 조정사업을 시작으로 '15년까지 10개 사업을 완료하여 권역별 급수체계를 조정하였고, '15년까지 광역-광역간(183개소, 35.8km), 광역-지방간(38개소, 12.0km) 연결사업을 추진하여 비상연계체계 구축을 완료하였다. 지역별 물수급 불균형 개선과 비상시 안정된 용수공급을 위하여 현재 추진되는 급수체계조정 사업 등은 5질(깨끗하고 안전한 먹는 물 공급)에서 다루도록 한다.

3) 수자원시설 간 연계 운영으로 효율적 물관리 도모

1999년 한강수계 댐 통합운영규정(건설교통부 훈령)을 제정하여 한강수계 다목적댐(한국수자원공사) 및 수력발전댐(한국수력원자력)의 연계운업을 위한 댐 관리자(한국수자원공사) 및 관계기관(정부, 지자체)이 참여하는 댐 통합운영위원회를 구성하여 '99.12월 1차 협의회를 시작으로 '11.12월까지 분기별 1회 운영하였고, 최초 4개댐(소양강, 충주, 화천, 팔당댐)에서 2001년 규정 개정을 통해 10개댐(충주(조), 황성, 춘천, 의암, 청평, 괴산댐 추가)으로 확대하였다.

2011년 댐과 보 등의 연계운영규정 제정(국토부 훈령)으로, 중앙협의회(정부, 시설관리자) 및 수계별 댐·보 연계운영협의회(한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강)로 구분하여 다목적댐, 수력발전댐, 다기능보, 독농임농업용저수지, 주요 물사용시설(취수시설)에 대하여 운영을 해왔으며, 이후 2016년에는 규정개정을 통해 적용범위를 12대 수계¹²⁾로 추가 확대하고 용수공급 및 홍수조절능력 등을 극대화 시켰다.

2015년 이후에는 신속히 댐의 용수공급을 조정하여 강수량 부족으로 인한 댐 용수 부족에 대비하기 위해 댐별 가뭄대응 기준저수량을 일자별, 단계별로 사전에 설정하고, 저수량이 이에 미달할 경우 댐·보 연계운영중앙협의회 의결을 통해 용수공급을 감축하여 비축 가능토록 한 「댐 용수공급 조정기준」을 수립하였고, 실제로 2015년부터 2019년까지 가뭄 발생으로 12개 다목적댐(소양강, 충주, 황성, 안동, 임하, 합천, 밀양, 용담, 대청, 주암, 부안, 보령)을 댐·보·하구둑으로 연계운영하여 46.2억 톤의 용수를 비축한 실적이 있다.

표 2-1-2-62 2015~2019 가뭄 시 다목적댐 용수비축 실적

수 계	해당 댐	비축물량	비 고
계		4,617백만㎥	
한 강	소양강, 충주, 황성	3,506백만㎥	하천유지용수 감축, 수력댐 연계 등
낙동강	안동, 임하, 합천, 밀양	565백만㎥	하천유지용수 감축, 댐·보·하구둑 연계 등
금 강	용담, 대청	275백만㎥	하천유지용수 감축, 댐·보·하구둑 연계 등
섬진강	주암	183백만㎥	하천유지용수 감축, 수력댐 연계 등
기 타	부안, 보령	88백만㎥	하천유지용수 감축, 급수체계조정 등

12) 대상수계 : 한강, 안성천, 낙동강, 황산강, 태화강, 금강, 삼고천, 영산강, 섬진강, 만경강, 동진강, 땃진강

4) 하천수 이용 및 관리 체계화를 통한 수자원의 효율적인 배분

하천법 제정('61) 당시부터 하천점용의 한 형태로서 하천수를 사용하고자 하는 자에게 사전허가를 받도록 규정하였다. 하천수 허가주체는 국가하천은 국가(홍수통제소)가, 지방하천은 시·도(시·군·구)가 담당하였다. 그러나 국가 발전에 따라 상·하류를 연계한 하천수 관리 중요성이 부각되어, '08년 「하천법」 전면개정 시행에 따라 국가와 지방하천 모두 국가(홍수통제소)에서 허가를 담당하고 있다.

최근 수자원 수요가 증가함에 따라 제도개선을 통해 효율적인 하천수 사용환경을 구축하고 있다. 2017년에는 허가량에 비해 사용량이 저조한 경우 홍수통제소장 직권으로 허가량을 조정할 수 있게 법령을 개정했다. 2020년에는 하천수 허가량을 연간 고정하던 것에서 시기별로 필요한 만큼 허가받을 수 있게 개선했다. 또한, 허가량을 기본으로 하되 사용량 적용을 허용하여 사용자의 여건에 따라 선택할 수 있게 하였다. 다만, 사용량 기준 적용 시기는 1년 유예하기로 했다. 이를 통해 일부 사용자의 과도한 비용부담을 완화하고 수자원 배분의 효율성도 증가할 것으로 예상된다.

현행 하천수 사용·관리는 갈수·가뭄 시를 기준으로 배분·관리하고 있어 평상시 하천수를 많이 이용하지 못하고 있는 상황으로, 평상시 가용수량을 모니터링하고 다양한 이용 수요에 적정 수량을 합리적으로 배분할 수 있는 수자원관리체계를 구축할 필요성이 제기되고 있다. 이에 환경부에서는 실시간 가용수량 관측을 통한 물 배분관리 체계를 마련하기 위하여 우선 한강본류 가용수량 통합 모니터링 시범사업('20년)을 추진하고 있으며, 이후 타당성 평가 등을 통해 전국 확대 방안도 검토할 계획이다.

5) 통합물관리 측면에서의 발전댐의 다목적 활용 제고

지속가능한 댐 정책의 새로운 패러다임으로서 기존 이원화에 따른 수자원관리의 비효율을 개선하고 공공적인 하천수를 최대한 효과적으로 사용하고 기후변화로 인한 재해에 적극 대응하기 위해서 다목적댐과 발전댐의 연계 관리가 필요하다.

최근 기후변화에 대응하기 위해서는 물그릇을 추가적으로 확보하는 것이 중요하지만 환경 및 사회적 갈등으로 인해 신규댐을 건설하는 것이 현실적으로 어렵기 때문에 댐간 연계운영이 효과적인 대응 정책으로 제시될 수 있다. 이는 최종적으로 통합물관리 체계를 구축하여

과잉·중복 개발을 막고 물의 기능적인 활용성을 확대함으로써 가뭄시에는 용수의 손실을 최소화하고 홍수시에는 댐 하천유지용수의 공급을 감량하여 댐 저수량을 추가하기 위함이다.

환경부와 산업통상자원부는 발전댐의 관리개선을 위한 공동 연구용역 결과(20.1)를 바탕으로 한강수계 발전댐을 용수공급과 홍수조절 등 다목적으로 운영하는 방안을 마련하였고, 환경부 한강홍수통제소와 한국수력원자력(주) 한강수력본부 간 업무협약 체결(2020.4.1.)을 통해 발전용댐의 구체적인 용수공급량과 홍수조절 효과를 분석을 위한 시범운영(2년)을 2020년 5월부터 실시 중이다.

6) 하천유지유량 확대고시

1990년대 하천유지유량의 법적 근거 마련(하천법 반영, '99) 및 수계별 하천유지유량 산정 연구('99)를 수행하였으며, 2000년대 이후 「하천유지유량 산정요령」을 제정('00)하고, 25개 하천의 60개 지점 하천유지유량을 고시(국가하천 위주, '06), '15년에 66개 하천(주요지류) 76개 지점으로 고시를 확대 하였다.

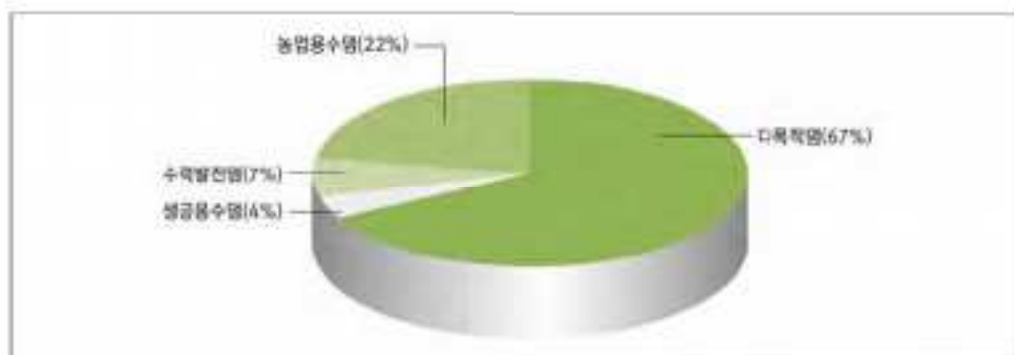
5. 댐(Dam)관리

가. 총론

우리나라 경제성장에서 수자원개발은 매우 중요한 역할을 수행하였으며 특히 댐건설을 통한 수력발전, 용수공급, 홍수조절 등의 기여는 산업발전의 기반이 되었다. 하지만 환경문제 등 사회적인 갈등으로 댐 건설 및 운영에 대한 정책적인 방향이 변화되고 있다. 기존댐의 재평가에 의한 용수의 재배분, 자연친화적인 댐(녹색댐) 건설, 유역 간 댐운영 연계 등을 통해 지속가능한 수자원을 마련하기 위한 댐 정책을 제시하는 것이 필요하다. 특히 유역 간 댐연계 운영은 전국 수자원의 네트워크화를 통해 기 확보된 수자원의 최적화 활용으로 신규댐 건설을 대체하고 기후변화 등으로 인해 국지적으로 심각한 가뭄의 발생 시 지역별로 이용 가능한 수자원량의 불균형을 해소함으로써 사회적인 갈등을 최소화하고 효율은 극대화할 수 있다.

나. 우리나라 댐 현황

1) 댐별 개소 및 유효저수량 비율



구분	합계	다목적댐	생공용수댐	수력발전댐	농업용수댐
개소	17,490	20	54	15	17,401
유효 저수량(백만㎥)	13,708.2	9,170.0	536.3	992.8	3,009.1
		66.9%	3.9%	7.2%	22.0%

(주) 1. 유효저수량은 이수목적으로 활용·이용될 수 있고 유효공간으로, 저수위에서 상시만수위까지의 용량임
2. 율령도를 제외한 전국의 댐 시설 및 저수지(기본계획고시된 계획시설 포함) 개수

2020년 기준 우리나라의 댐 및 저수지 총 개수는 17,490개소이며, 유효저수량을 기준으로 보면 20개 다목적댐이 66.9%를 차지해 다목적댐을 제외한 나머지 타 댐의 저수량의 2배에 달하는 것으로 나타났다.

이외에도 급변하는 기후변화에 대비하여 홍수조절전용댐 3개(평화의댐, 군남홍수조절댐, 한탄강홍수조절댐) 및 홍수조절지 2개(담양홍수조절지, 화순홍수조절지)를 운영 중에 있다.

2) 하천별 다목적댐 현황

2019년 전국 다목적댐의 총저수량은 약 129억㎥ 규모이며, 발전시설용량 약 106만kW, 홍수조절 능력은 약 23억㎥, 연간 용수공급능력은 약 113억㎥이다.

댐별로는 소양강댐의 저수량이 29억㎥로 가장 많으나 연간용수능력은 12억㎥으로, 충주댐의 34억㎥보다 적다. 발전시설용량 규모는 충주댐이 41만kW로 가장 크다.

수계명	댐명	유역면적	제원		총저수량 (백만㎥)	유출 저수용량 (백만㎥)	발전시설 용량 (천kW)	사업효과		사업기간	
			높이 (m)	길이 (m)				홍수조절 (백만㎥)	용수공급 (백만㎥/년)		
계					12,923	9,170	1,064.6	2,296	11,282		
한강	소양강	2,703	123	530	2,900	1,900	200	500	1,213	'67-'73	
	충주	6,648	97.5	447	2,750	1,789	412	616	3,380	'78-'86	
	횡성	209	48.5	205	86.9	73.4	1.3	9.5	119.5	'90-'02	
낙동강	안동	1,584	83	612	1,248	1,000	91.5	110	926	'71-'77	
	임하	1,361	73	515	595	424	51.1	80	591.6	'84-'93	
	성덕	41.3	58.5	274	27.9	24.8	0.2	4.2	20.6	'02-'21	
	영주	500	55.5	400	181.1	160.4	5.0	75.0	203.3	'09-'20	
	군위	87.5	45	390	48.7	40.1	0.5	3.1	38.3	'00-'11	
	김천부항	82.0	64	472	54.3	42.6	0.6	12.3	36.3	'02-'14	
	보현산	32.6	58.5	250	22.1	17.9	0.2	3.5	14.9	'10-'15	
	함천	925	96	472	790	560	101.8	80	599	'82-'89	
	남강	2,285	34	1,126	309.2	299.7	18	270	573.3	'87-'03	
밀양	95.4	89.5	535	73.6	69.8	1.3	6	73	'90-'02		
금강	용담	930	70	498	815	672	27.0	137	650.4	'90-'05	
	대청	3,204	72	495	1,490	790	91.7	250	1,649	'75-'81	
성전강	성진강	763	64	344.2	466	429	36.7	32	435	'61-'65	
	주암	본댐	1,010	58	330	457	352	1.5	60	270.1	'84-'92
		초철지댐	134.6	99.9	562.6	250	210	22.5	20	218.7	'84-'92
직소천	부안	59	50	282	50.3	35.6	0.2	9.3	35.1	'90-'96	
웅천천	보령	163.6	50	291	116.9	108.7	0.7	10	106.6	'90-'00	
합천강	창흥	193	53	403	191	171	0.8	8	127.8	'96-'07	

3) 건설중인 댐 현황

다목적댐인 영주댐과 성덕댐은 2016년도에 본댐 공사를 완료하였고 현재 잔여공정(문화재 이전·복원, 잔여지 매수 등)을 추진 중이다. 지역 건의에 의해 추진 중인 소규모댐(원주천댐, 봉화댐)은 설계를 완료하여 2019년부터 공사를 진행하고 있다. 원주천댐 및 봉화댐이 완공되면 연간 홍수조절 능력 약 3.88백만㎥, 연간 용수공급능력 약 1.26백만㎥를 추가

확보하게 되어 지류하천에 대한 기후변화 대응력 제고와 물수요 증가에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

수계명	댐 명	유역면적 (km ²)	재원		총저수량 (백만m ³)	유효 저수용량 (백만m ³)	발전시설 용량 (천kW)	사업효과		공사기간
			높이 (m)	길이 (m)				용수조절 (백만m ³ /년)	용수공급 (백만m ³ /년)	
한강	원주천댐	7.5	50	265	1.8	-	-	1.8	-	'19~'22
	영주댐	500	55.5	400	181.1	160.4	5,000	75.0	203.3	'09~'16
낙동강	성덕댐	41.3	58.5	274	27.9	24.8	230	4.2	20.6	'02~'16
	봉화댐	27.8	41.5	266	3.1	-	-	2.08	1.26	'19~'24

다. 댐 건설·관리 방향

1) 댐에 대한 정책 패러다임을 건설에서 유지·관리로 전환

'60년 이후 국가 주도의 댐 건설로 주요 유역들은 용수공급과 홍수예방 기반은 갖춰졌으나, 기존에 건설한 댐의 노후화가 급속도로 진행됨에 따라 댐에 대한 패러다임을 건설에서 유지·관리로 전환할 필요성이 대두되고 있다.

또한, 「댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률」이 건설 및 운영·관리에 대한 기능과 성격을 모두 가지고 있으나, 현행법은 댐의 건설에 중점을 두고 있어 댐관리 기능 강화를 위한 입법적 보완이 필요한 상황이다.

이·치수, 환경, 수량, 수질 등을 포괄하는 종합적인 댐관리 계획 수립을 통해 실질적이고 지속가능한 통합물관리 체계를 구현하고, 유역 내 체계적이고 효율적인 통합물관리를 위해서는 기관별로 관리하고 있는 댐간의 효율적인 연계를 통한 기능 및 역할 극대화를 위한 법률 개정 등 후속조치를 진행 중이다.

2) 댐 재평가에 의한 용량 및 용수 재배분

댐 능력과 변화된 환경을 고려하여 댐의 고유기능 및 능력을 재검토하는 댐 재평가는 댐의 운영실적 및 건설 효과, 물이용 환경 변화, 댐 수문 현황, 용도별 수요 추정, 용수공급능력 등을 분석하여 평가하게 된다.

2017년에는 운문댐 유역 가뭄으로 인한 대규모 용수 부족을 예방하기 위해 금호강 물을 취수하여 대체 공급할 수 있는 금호강 계통 비상공급시설을 긴급 설치하여 2018년에 본동수를 개시하였다. 운문댐 저수량이 금호강 비상공급시설 가동 기준저수량에 진입할 경우 가동하고 주의단계 기준저수량에 도달할 경우 가동을 종료하며, 최대 12.7만㎥/일을 금호강에서 취수하여 운문댐 광역상수도 관로를 통해 고산정수장으로 공급할 수 있다. 실제로 2018년 2월부터 6월까지 총 16.2백만㎥을 대체 공급하여 운문댐 가뭄 극복에 기여한 사례가 있다.

물이송을 위한 수계연결은 수문학적 장기분석을 통한 과부족과 지형적 여건을 함께 고려해야 한다. 현재로서는 소양강댐과 황성댐을 연결하여 소양강댐 여유량을 홍천군과 황성댐에 상시공급하는 안, 대청댐-충주댐-안동댐을 연결하여 낙동강상류의 가뭄대비 비상용수공급망을 확보하는 안, 장흥댐과 주암본댐을 연결하여 장흥댐여유량을 주암본댐과 광양공업용수도에 상시공급하는 안, 남강댐과 수어댐을 연결하여 남강댐 비활용용수를 수어댐에 공급하는 안 등을 검토해 볼 수 있다.

이밖에도 2017년과 같이 홍수와 가뭄이 공간적으로 동시에 발생하는 경우 홍수지역의 다목적댐 무효방류량을 가뭄지역에 공급할 수 있게 된다면 상시공급량을 배분하는 과정에서 해결해야하는 수리권의 문제를 피할 수 있는 대안이 될 수 있다.

4) 통합물관리 측면에서의 발전댐의 다목적 활용 제고

지속가능한 댐 정책의 새로운 패러다임으로서 기존 이원화에 따른 수자원관리의 비효율을 개선하고 공공적인 하천수를 최대한 효과적으로 사용하고 기후변화로 인한 재해에 적극 대응하기 위해서 다목적댐과 발전댐의 연계 관리가 필요하다.

최근 기후변화에 대응하기 위해서는 물그릇을 추가적으로 확보하는 것이 중요하지만 환경 및 사회적 갈등으로 인해 신규댐을 건설하는 것이 현실적으로 어렵기 때문에 댐간 연계운영이 효과적인 대응 정책으로 제시될 수 있다. 이는 최종적으로 통합물관리 체계를 구축하여 과잉·중복 개발을 막고 물의 기능적인 활용성을 확대함으로써 가뭄시에는 용수의 손실을 최소화하고 홍수시에는 댐 하천유지용수의 공급을 감량하여 댐 저수량을 추가하기 위함이다.

환경부와 산업통상자원부는 발전댐의 관리개선을 위한 공동 연구용역 결과(20.1)를 바탕으로 한강수계 발전댐을 용수공급과 홍수조절 등 다목적으로 운영하는 방안을 마련하였고, 환경부 한강홍수통제소와 한국수력원자력(주) 한강수력본부 간 업무협약 체결(2020.4.1.)을

통해 발전용량의 구체적인 용수공급량과 홍수조절 효과를 분석을 위한 시범운영(2년)을 2020년 5월부터 실시 중이다.

6. 국가수문(水文)관측망

가. 정의와 비전

국가수문관측망이란 우리나라 수자원을 이수, 치수, 환경 등의 목적으로 활용하기 위한 수문자료를 수집·제공하는 국가차원의 수문조사 기반 네트워크이다.

국가수문관측망의 비전은 "수재해와 물부족에 안전하고 자연과 공존하는 국가미래의 토대 구축"을 위한 국가차원의 수문조사 네트워크의 구축 및 활용이다.

국가수문관측망의 목적은 홍수관리, 수자원공급과 관리계획, 생태 및 환경, 수문설계계획, 사회적 물 갈등, 방재, 연구지원, 국민여가 생활 지원 등 다양한 목적으로 활용되는 수문자료를 객관적이고 공정한 국가수문자료로 제공하는 것으로서 이는 홍수피해절감, 효율적 댐 운영, 생태보전 및 하천수 오염관리, 정확한 기반설계, 수자원 기술력 제고 및 국민들의 삶의 질을 높이는 국가 기초자료가 될 것이다.

이러한 목적달성을 위하여 수문조사 선진화 5개년 계획(2005), 하천법 개정(2008), 수문조사기본계획(2009) 수립을 통하여 국가 계획 및 법체계를 개정·정비하여 국가수문 관측망의 구축기반을 마련하였고, 이를 구체화하는 국가유량측정망 구축(2007)과 국가 수위, 자동유량측정시설, 유사량, 토양수분, 증발산량 관측망을 구축(2010)하는 연구가 수행되었다. 이를 통하여 국가수문관측망은 2011년부터 운영을 시작하여 지속적으로 국가수문자료를 국가, 기관 및 국민에게 공공기초자료로서 제공하고 있다.

나. 목표 및 기대효과

국가수문관측망은 다음과 같이 다양한 목적으로 활용되는 수문자료를 객관적이고 공정한 국가자료로 제공하여 불필요한 수문조사 중복 등을 방지하고 효율적인 수문조사의 기반을 구축하고자 하는 것이다.

국가수문관측망에서 생산된 자료는 사회의 각 분야에서 홍수피해절감, 효율적 수자원관리, 생태보전 및 하천수오염관리, 정확한 기반시설 설계, 수자원 관련기술 및 국민의 삶의 질을 제고하기 위한 중요한 공공기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

1) 홍수관리

국민과 공공의 홍수피해저감을 위한 홍수예보 등의 홍수관리를 위한 기초자료로서의 수문정보 제공

2) 수자원 계획 및 관리

생활·농업·공업 등 분야의 수자원 사용자와 관리자가 효율적인 운영계획을 수립할 수 있도록 하는 수문정보의 제공

3) 생태계 및 환경 보전

하천 주변과 하천 내에서의 생태계 환경변화와 수질개선 및 관리 등 환경 분야에서의 기초자료로서 수문정보의 제공

4) 수문설계 및 계획

수공구조물의 설계, 홍수방재시설의 설계, 중장기 유역개발 계획 등의 수문학적 기초자료로서의 수문정보의 제공

5) 수자원 갈등 해소

수자원 할당과 배분에 관련한 업무를 지원할 수 있는 신뢰할 수 있고 객관적인 중요지점의 수문정보의 제공

6) 방재

도시침수, 댐 방류에 의한 홍수 등 기타 재난저감 및 관리를 위한 방재 목적의 중요지점에서의 수문정보의 제공

7) 수리·수문분야와 수자원 관련 연구지원

수리·수문분야와 기타 수자원 관련 연구의 기초자료로서 활용 가능한 수문정보의 제공

8) 기타 국민여가생활 지원

하천 주변과 하천 내에서의 여가활동에 참고할 수 있는 수문정보의 제공



다. 기본 운영원칙

국가수문관측망은 다음과 같은 기본원칙에 의해 운영된다.

- 1) 국가수문관측망은 안정적이고 지속적으로 운영하기 위해 국가예산 또는 공익목적의 기관 예산으로 운영한다.
- 2) 국가수문관측망의 모든 관측설비는 원격전송이 가능하며, 관측시설은 계획홍수량 이상에 견딜 수 있도록 견고하여야 한다.

- 3) 국가수문관측망에서 제공되는 자료는 신뢰성과 공정성을 확보하기 위하여 '국가수문관측망의 운영방안'에 따라 생산하고 제공한다.
- 4) 국가수문관측소의 수문자료는 공인과정을 거쳐 '한국수문조사연보' 자료로 매년 발간한다.
- 5) 국가수문관측소의 수문자료는 공공 기초자료로서 모든 국민과 기관에 무료로 제공한다.
- 6) 국가수문관측망은 국가와 관련기관 및 국민의 요구에 맞는 수문자료를 장기적이며 지속적으로 생산할 수 있도록 운영되고 발전시켜야 한다.

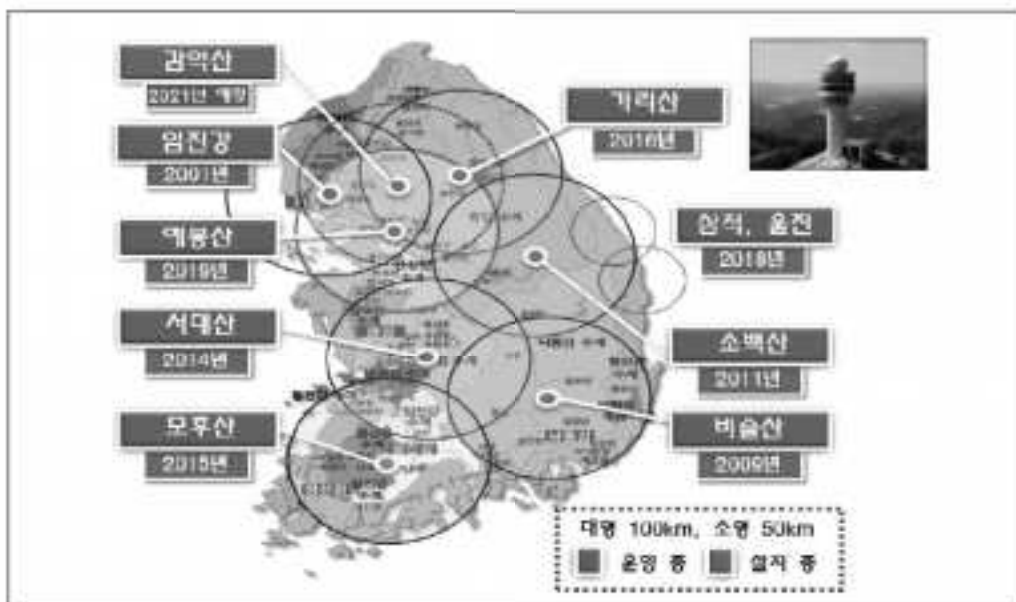
권역	국가수문관측망						
	수위	유량		유사량	토양수분	증발산량	
		유량	자동유량				
합계	645	380	97	138	25	25	
한강	200	133	32	44	9	9	
낙동강	206	115	29	37	8	8	
금강	148	79	22	33	4	4	
섬진강	44	27	3	12	2	2	
영산강	47	26	11	12	2	2	

라. 수문조사시설 첨단화

1) 강우레이더 관측망 구축

강우레이더는 전파를 이용한 첨단 강우 관측시설로서 국지성 집중호우, 도시침수 및 돌발홍수의 빈번한 발생으로 단순한 지점 관측이 아닌 공간 강우 관측을 통해 하천유역의 정확한 강수량을 관측함으로써 홍수피해를 저감하고 돌발홍수를 예방하기 위해 도입되었다.

최초로 임진강 유역의 북한지역 강우 감시를 위해 임진강(강화, '01) 레이더를 설치하였으며, '전국강우레이더 기본계획('01-'04)'에 따라 국내 최초의 이중편파 레이더인 비슬산(청도, '09) 레이더를 포함하여 소백산(단양, '11), 모후산(화순, '13), 서대산(금산, '14), 가리산(홍천, '16)을 연차적으로 설치하였고, 한강유역의 강우를 집중적으로 감시하기 위한 예봉산(남양주 '19) 레이더와 동해안 지역 강우 감시를 위한 울진·삼척('18) 소형 레이더 2기의 설치로 전국적인 강우레이더 관측망(대형 7기, 소형 2기) 구축을 완료하였다.



수도권 도심지의 돌발호우로 인한 피해 예방과 신속한 대응을 위해 2012년부터 서울시에 소형 강우레이더 2기를 설치하여 도심 홍수에도 활용할 수 있도록 연구를 진행 중에 있으며, 도시홍수 피해 증가에 따른 대하천 중심의 홍수예보에서 인구밀도가 높은 대도심 중심의 재해 재난 피해 저감 방안과 수위관측이 어려운 산악지역 돌발 및 국지 홍수에 효과적인 대응을 위해 규모가 작으면서 성능이 우수한 고품질 소형 강우레이더 설치를 위하여 2021년 초까지 '소형 강우레이더 설치 기본계획'을 수립하여 도심 및 산악지역 홍수 대응체계를 구축해 나갈 예정이다.

또한, 체계적인 강우레이더 관측·운영, 자료분석, 활용을 위한 강우레이더 종합관제센터를 신설하여 전국 강우레이더 자료를 통합관리하고 정확도 높은 레이더강수량을 활용하여 대하천, 도시침수, 산지, 접경지역에 대한 즉각적인 홍수정보를 제공할 예정이다.

2) 수자원/수재해 전용 위성 개발

전 세계적으로 물관리 패러다임이 통합 수자원관리 개념으로 전환됨에 따라 홍수, 가뭄 등의 재해에 대하여 사후 대응이 아닌 사전 대비가 가능한 고품질 정보 제공 요구가 증대함에 따라, 기후변화로 빈번하게 발생하는 홍수, 가뭄 등에 대비한 '적응형 물관리(Adaptive Water Management)' 도입 등 위성 기반 국민 체감형 예측 및 대응 서비스 제공이 필요하다.

수자원/수재해 전용 위성은 주야 및 기상 조건에 상관없이 홍수 및 가뭄 등 수자원/수재해 감시에 필요한 광역적인 국토 및 수자원 관련 인자를 관측하고 산출할 수 있는 센서가 탑재된 위성으로 정의할 수 있다. 수자원/수재해 위성은 수문인자별 관측 가능한 탑재체를 특화 개발 및 운영을 통하여 기후변환 관측, 홍수 및 가뭄 감시 등 수자원과 수재해 대응에 활용이 가능하여야 한다.

수자원/수재해 감시를 위한 위성의 기능적 필요 사항으로 크게 공간해상도는 10m 이상(하천폭, 지형변화 등 고려), 시간해상도는 2회/일(수재해 실시간 광역 모니터링 고려), 분광해상도는 주야, 악천후 등 투과 가능 센서(홍수, 가뭄, 지표면 특 성 등 관측) 등이 요구된다.

이러한 수재해 특성을 고려하고 물관리 분야에 활용하기 위한 수자원/수재해 전용 위성 탑재체 선정은 관련 부처 및 전문가 등의 의견 수렴 과정을 거쳐 영상레이더 위성 탑재체로 선정되었다. 이를 통해 선진국 수준의 관측 인프라 및 원천 기술을 확보하고 물산업 선도를 위한 수자원/수재해 전용 위성 탑재체 개발을 위한 국제협력 체계를 구축하고 성공적인 사업추진을 위해 방향을 설정하였다

수자원/수재해 중형 위성사업은 2017년 예비타당성 조사를 통과하고 2018년 국가우주위원회에서 사업계획안을 확정하여 총사업비 약 1,427억원(환경부 880억원, 과기부 547억원 분담)을 투입하여 추진하는 위성개발 사업으로 2025년 발사를 목표로 2019년부터 핵심기술 개발에 본격적으로 착수를 시작했다.

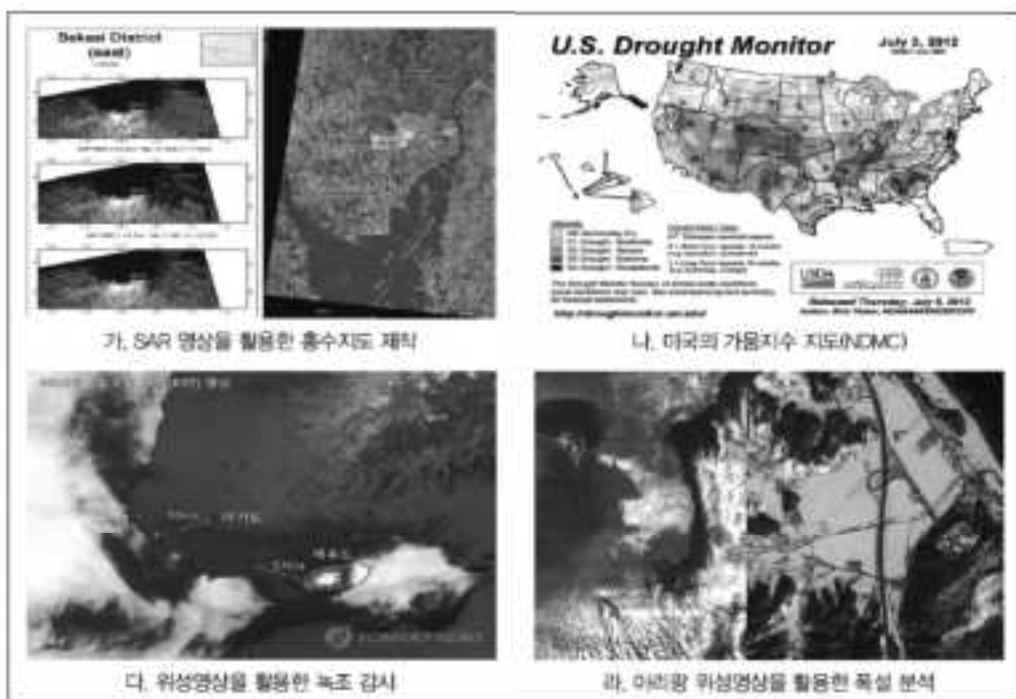
위성 사업의 성공적인 완수를 위해 2019년 핵심기술 개발을 위한 선행연구사업을 시작하였으며, 2020년도에는 C-밴드 영상레이더 지상모델 활용 알고리즘 시범 개발, 반사판 기반 C-밴드 영상레이더 지상모델 개발을 위한 시제품 제작 설계 및 조립 등을 추진하여 2021년까지 3년간 위성개발에 필요한 추진전략을 수립하고 위성발사 이후 정보를 효율적으로 활용할 수 있도록 정책 및 기술기준, 운영시스템 등을 마련할 예정이다. 주요 연구내용으로는 ① 반사판 기반 영상레이더 고성능 빔포밍 기술 개발, ② 고성능 빔포밍 기술 기반 C-밴드 영상레이더 지상모델 조립 및 시험, ③ 홍수, 가뭄 등 재해감시 탑재체 사양 및 개발 전략 도출이 있다.

현재 우리나라에서는 국내 수자원 및 물 재해 뿐 만 아니라 물 산업 해외진출에 필요한 글로벌 수문정보 요구가 기하급수로 증가하고 있으며, 이러한 수요를 충족할 수 있는 맞춤형 수문정보 제공 체계 구축은 매우 시급한 실정이다.

또한 글로벌 및 지역적인 수재해 관리체계 구축에 있어 상시적으로 생산하는 다양한 종류의 자료를 처리하여 수재해 대응 정보를 실시간으로 제공하기 위 해서는 독자적인 위성 관측시스템 확보와 함께 글로벌 위성과 연계한 운영체계 구축은 수재해 대응 체계 구축에 있어 매우 중요하다 할 수 있다.

수자원/수재해 전용 위성은 이·치수·생태환경 등 물 관리 분야에서 광역적 범위의 실시간 정보를 주기적으로 제공하는데 활용 가능하며, 위성 운영을 통해 수자원 정보 획득 범위를 한반도 전역으로 확대할 수 있어 통일 대비 물관리 기반 마련 지원도 가능하다.

또한, 홍수, 가뭄 등 수재해 현상을 지속 모니터링하여 기후변화에 따른 리스 크 관리에도 체계적으로 대비하는 데 기여 가능할 뿐 만 아니라, 해수 담수화 플랜트 및 통합물관리 사업 등 해외 물 관련 사업 수주를 위한 전략 국가 수자원 정보 모니터링에 활용하는 등 물 산업 해외 진출 지원에 핵심적인 솔루션이 될 것으로 사료된다.



7. 수변지역 개발

가. 친수구역조성사업

1) 목적 및 개발방향

강은 과거부터 삶과 문화가 교류하는 통로였고 동시에 생산 활동이 일어나는 삶의 터전이었으나, 우리의 하천은 그동안 접근성이나 활용성이 결여되면서 도시공간에서 분리되는 등 친수공간으로서의 적극적인 활용이 부족하였다.

하천 정비를 통해 경작지, 비닐하우스 등으로 방치되던 하천구역이 생태공원으로 조성되고, 강의 수량이 증가하고 풍광이 수려해지는 등 강의 가치가 증가함에 따라 강을 활용한 친수형 도시 및 수변마을 조성 여건이 마련되었다.

이렇게 개선된 환경 여건을 토대로 국가하천 주변지역을 체계적으로 개발하여 난개발을 방지하고, 하천이라는 공유 자원을 공공의 목적에 맞도록 관리할 목적으로 2010년 12월 「친수구역 활용에 관한 특별법」을 제정하였다.

이에 따라, 국가하천의 경계로부터 양안 2km내의 지역을 50% 이상 포함한 지역(최소 10만㎡, 낙후지역은 3만㎡ 이상)을 친수구역으로 지정할 수 있으나, 이 경우에도 상수원보호구역은 제외하고, 수변구역 등 수질 보전이 필요한 지역은 최대한 배제하는 등 수질 등 환경에 미치는 영향을 충분히 검토하도록 하였다.

이러한 친수개발을 통해 강을 중심으로 국토·지역을 재창조하고, 강 영향권 내에서 주변지역의 발전을 선도할 수 있는 새로운 성장거점을 조성하고, 역사와 문화가 흐르는 여유롭고 풍요로운 여가 환경을 제공하려는 것이다.

2) 사업 추진현황

현재 친수사업은 부산광역시, 나주시, 부여군, 대전광역시 등 4개 지역에서 추진 중이다. 한국수자원공사에서 부산광역시, 나주시, 부여군 사업을 추진하고 있으며, 대전광역시는 지자체에서 직접 사업을 추진하고 있다.

그 중 부산의 낙동강 하구 에코델타시티는 난개발이 진행되고 개발압력이 높은 상황에서 친수 개념의 친환경적 도시를 조성하는 것으로 '12년 12월에 지구 지정 이후 '14년 9월 실시계획이 승인 고시되어 '15년부터 본격적으로 사업을 추진 중이며, 대전 도안 갑천지구는 난개발로 오염된 하천을 복원·정비하고 시민들의 휴식공간(호수공원)과 친환경 주거단지를 조성하는 것으로 '14년 1월 지구 지정 이후 '15년 11월 실시계획이 승인 고시되고, '17년 4월 착공하여 본격적으로 사업을 추진 중이다. 나주 노안지구는 강을 활용하는 소규모 생태전원마을, 휴양·문화마을을 조성하는 것으로 '14. 1월 지구 지정 이후 '19년 3월 착공하였으며, 부여 규암지구는 교육·연수·레포츠 체험형 수변마을을 조성하는 것으로 '14년 1월에 지구 지정 이후 '19년 6월 착공하여 지역 개발의 신 모델로 정착해 나갈 계획이다.

구분	부산 에코델타시티	나주 노안지구	부여 규암지구	대전 갑천지구
면적(천㎡)	11,770 (360만평)	105 (3만평)	110 (3만평)	934 (28만평)
사업비(억원)	66,050	248	249	5,958
사업기간	2012~2023	2012~2020	2012~2020	2012~2021
개발컨셉	주거, 산업·물류	생태전원주거	휴양·문화	생태호수공원, 주거
시행사	한국수자원공사			대전시

3) 부산 에코델타시티 조성사업 현황

서낙동강, 평강천, 맥도강의 3색 물길이 만나는 에코델타시티는 상시 일정유량을 가지는 3개 국가하천의 친수여건을 활용하여 새로운 친환경 수변도시를 조성, 소규모 난개발 방지 및 미래지향적 수변도시 구현을 목표로 하고 있다.

이는 내륙 중심의 단조로운 근대화 공간에서 탈피하여, 국가하천 중심의 다양한 기능이 어우러지는 수변 문화·레저 도시 및 신항만, 김해국제공항, 신항배후철도, 남해고속도로 등의 우수한 광역교통체계와 지정학적 위치를 활용한 국제비즈니스·산업·물류 중심 기반 구축으로 지역 경제 활성화에 기여할 것으로 기대하며, 서부산의 중심지로서 고품격의 도시기능(주거, 산업, 상업·업무, 문화·레저)과 경관을 갖춘 친수형 복합도시로 개발할 계획이다.



정부는 4차 산업혁명 대응 및 신 성장동력 육성을 위해 스마트시티 조성을 국정과제에 포함하여 중점 추진하고 있으며, 스마트시티의 전략적 추진을 위해 대통령직속의 4차 산업혁명위원회를 통해 '18년 1월 부산 에코델타시티 세물머리 주변(277만㎡)을 스마트시티 국가 시범도시로 지정하였다. 이를 통해 부산 에코델타시티는 수열에너지 시스템, 분산형 정수시스템, 친환경 수처리 테스트베드, SWC(Smart Water City) 등 혁신적 물관리 기술을 도입하고, LID(저영향개발) 적용을 통한 도시 물순환 확대, 신재생 에너지 적용, 자율주행, 운전자에게 교통상황, 사고위험 정보를 실시간으로 제공하는 C-ITS(지능형 교통체계)를 도입하여 물, 에너지, 교통과 같은 기존 도시의 문제를 스마트기술을 기반으로 해결 할 계획이다. 또한 5G 고속통신망, 지능형 CCTV, 도시정보 제공을 위한 스마트 키오스크

그림 2-1-2-17 사업지구 전체조감도



2) 사업추진 경위 및 성과

급속하게 도시화가 진행된 굴포천 상류지역(인천시 계양구, 부평구, 부천시 등)은 하천 범람으로 해마다 홍수피해가 발생하던 지역이었으나, 경인 아라뱃길로 인해 굴포천 유역은 더 이상 홍수피해 걱정 없는 안전한 생활터전으로 탈바꿈하였다.

2011년 7월, 2012년 7월, 2013년 7월 굴포천 유역에 많은 비가 내렸으나, 기존의 한강을 통한 홍수량 배제 대신 경인 아라뱃길을 통해 전량 서해로 배제함으로써 유역 저지대 홍수피해를 원천적으로 차단하였다.

이는 평상시 주운수로로 활용하고, 홍수시 방수로로 활용하는 아라뱃길의 홍수처리 역할을 충분히 해낸 것으로 평가되고 있으며, 이후 2014년부터 현재까지(2018년) 총 59회 홍수조절을 시행하여 하천범람으로 인한 피해를 예방하였다.

3) 아라뱃길 운영실적과 기능재정립 추진

아라뱃길의 홍수피해 경감을 위한 굴포천 방수로 기능과 문화·관광·레저 기능은 유지되고 있으나 물류·여객 실적은 예상수요에 비해 저조하여, 국토교통부 관행혁신위원회에서는 아라뱃길 기능전환 방안을 새로운 연구용역을 통해 검토할 것을 권고하였다.(18.3.29)

〈 경인 아라뱃길 운영실적 〉

- (치수) 개동(12.5월) 이후 굴포천 홍수피해 전무(과거 2년에 1번 발생)
 - * 개동(12.5월) 이후 아라뱃길을 통해 굴포천 유역 홍수량을 총 69회 배제
- (물류) 누적(12.5~19.12) 화물 519만톤 처리, 사업계획 대비 8.2% 수준

(단위 : 천톤)

구분	개동 1년차 (12.5~ 13.5)	개동 2년차 (13.5~ 14.5)	개동 3년차 (14.5~ 15.5)	개동 4년차 (15.5~ 16.5)	개동 5년차 (16.5~ 17.5)	개동 6년차 (17.5~ 18.5)	개동 7년차 (18.5~ 19.5)	개동 8년차 (19.5~ 19.12)	누계 (12.5~ 19.12)
예측	6,767	7,164	7,590	8,047	8,537	9,064	9,629	6,181	62,979
실적	521	492	689	884	762	681	743	416	5,188
비율	7.7%	6.9%	9.1%	11.0%	8.9%	7.5%	7.7%	6.7%	8.2%

- (여객) 누적(12.5~19.12) 932천명 이용, 사업계획 대비 20.2% 수준

(단위 : 천명)

구분	개동 1년차 (12.5~ 13.5)	개동 2년차 (13.5~ 14.5)	개동 3년차 (14.5~ 15.5)	개동 4년차 (15.5~ 16.5)	개동 5년차 (16.5~ 17.5)	개동 6년차 (17.5~ 18.5)	개동 7년차 (18.5~ 19.5)	개동 8년차 (19.5~ 19.12)	누계 (12.5~ 19.12)
예측	599	601	604	606	609	611	614	373	4,617
실적	215	105	45	84	130	132	135	86	932
비율	35.9%	17.5%	7.5%	13.9%	21.4%	21.6%	21.8%	23.1%	20.2%

이에 따라, 환경부에서는 4개 분야(물환경, 거버넌스, 물류, 관광레저) 민간전문가(16명)로 공론화위원회를 구성하여(18.9), 기능재정립 방안 권고시 까지 운영할 예정이며, 이와 함께 "아라뱃길 공론화 및 기능개선 연구" 용역을 실시하여 기능별 대안을 마련하고 사회적 합의 없이 추진되어 논란이 된 아라뱃길의 기능을 재정립하기 위해 공론화 과정을 거쳐 기능 재정립 방안을 마련하여 수질 개선 및 친수기능 강화 등 국민의 여가 편익과 만족도를 제고할 계획이다.

제5절 깨끗하고 안전한 먹는 물 공급

1. 상수도

가. 상수도 시설현황

1) 상수도 관리체계

상수도는 일반수도와 공업용수도, 전용수도로 구분된다. 일반수도는 지방자치단체가 공급주체가 되는 지방상수도와 마을상수도 그리고 국가(한국수자원공사에 위탁)가 공급하는 광역상수도로 구분된다. 지방상수도는 지방자치단체가 관할 지역주민·인근 지방자치단체 또는 그 주민에게 원수 또는 정수를 공급하는 일반수도이며, 광역상수도는 둘 이상의 지방자치단체에 원수 또는 정수를 공급하는 일반수도를 말한다.

국가는 수도에 관한 종합적인 계획수립과 시책강구 그리고 수도사업자에 대한 기술 및 재정적 지원의 역할을 한다. 통상 수도사업은 지방상수도와 광역상수도로 구분되는 데 공급체계를 도식화하면 <그림 2-1-2-18>과 같다.

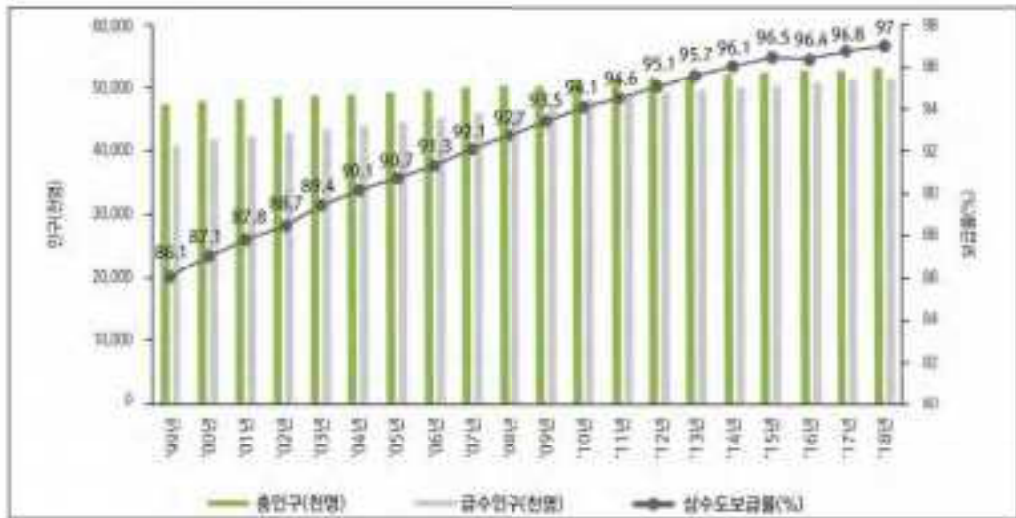
그림 2-1-2-18 상수도 공급 체계도



2) 상수도 보급률 현황

가) 연도별 상수도 보급률 현황

2018년말 급수인구는 51,499천명으로, 이를 총인구 53,073천명으로 나눈 상수도 보급률은 97.0%로 1999년 이후 약 10.9%p 가량 증가했다.



연도	총인구(천명)	급수인구(천명)	상수도보급률(%)
1999	47,543	40,948	86.1
2000	47,977	41,774	87.1
2001	48,289	42,402	87.8
2002	48,518	43,021	88.7
2003	48,824	43,633	89.4
2004	49,053	44,187	90.1
2005	49,268	44,671	90.7
2006	49,599	45,270	91.3
2007	50,034	46,057	92.1
2008	50,394	46,733	92.7
2009	50,644	47,336	93.5
2010	51,435	48,395	94.1
2011	51,717	48,938	94.6
2012	51,881	49,354	95.1

연도	총인구(천명)	급수인구(천명)	상수도보급률(%)
2013	52,127	49,910	95.7
2014	52,419	50,373	96.1
2015	52,672	50,804	96.5
2016	52,858	50,971	96.4
2017	52,960	51,247	96.8
2018	53,073	51,499	97.0

※ 마을상수도 및 소규모 급수시설 이용인구 제외

나) 소규모수도시설(마을상수도 및 소규모급수시설) 현황

수질·수량적 문제가 있는 소규모시설 급수지역에 지방상수도 공급 지원으로 깨끗하고 안전한 먹는 물 공급을 추진 중이다.

2018년말 기준 마을상수도 및 소규모급수시설은 총 14,342개소(마을상수도: 5,213개소, 소규모급수시설: 9,129개소), 급수인구는 1,154천명(마을상수도: 750천명, 소규모급수시설: 404천명)으로, 그간의 지방상수도 공급 사업을 통해 최근 10년간 소규모시설 급수인구 약 41.3%가 감소하는 등 지역에 관계없이 안전하고 깨끗한 수돗물을 공급받을 수 있도록 환경복지를 확대하였다.

지방상수도 확충 과정에서 최근 10년간 약 3조 6,400억원이 투자되었으며, 이중 국비는 약 2조 5,512억원(70.1%)이 지원되었다.

연도	소규모수도시설		상수도 확충 국비지원액 (억원)
	시설수(개)	급수인구(천명)	
2009	20,617	1,966	2,023
2010	19,849	1,870	2,251
2011	19,228	1,700	2,456
2012	18,383	1,551	2,594
2013	17,821	1,415	2,539
2014	17,253	1,339	2,567
2015	16,640	1,241	2,831
2016	15,692	1,288	2,682
2017	15,038	1,221	2,729
2018	14,342	1,154	2,840

다) 지역별 상수도 보급률 현황

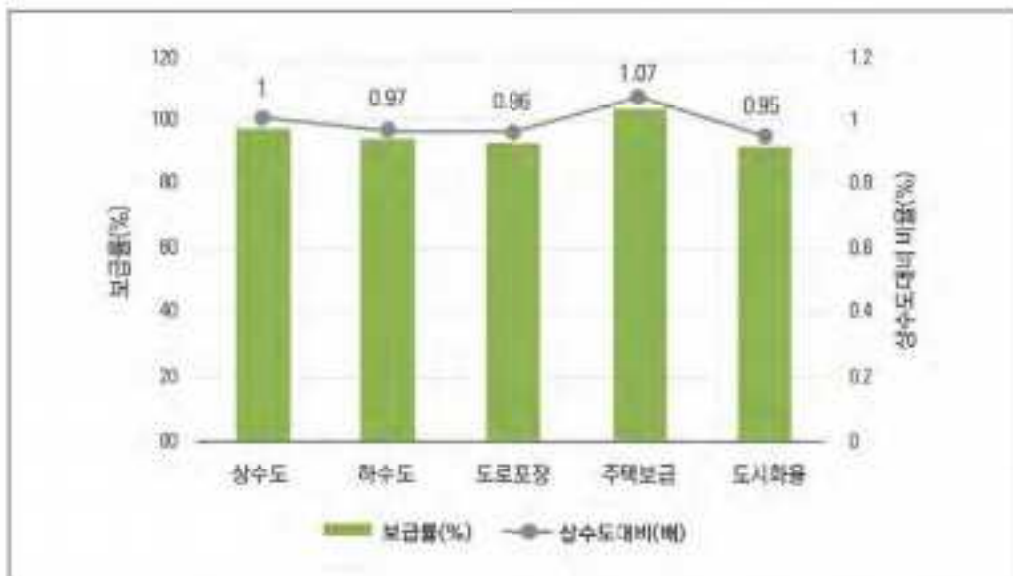
2013년 우리나라의 상수도보급률을 지역별로 보면 서울, 부산, 대구는 100%로 나타나 있으나 타 지역의 보급률이 상대적으로 낮은 수준이다. 특히 2012년에 출범된 세종(95.6%)과 충남(89.8%), 전남(89.8%) 등은 전국 평균(97.0%)에 비해 다소 낮은 수준이다. 한편 1일 1인당 급수량(L)은 인천(354L), 강원(454L), 충북(467L), 충남(374L), 전북(407L), 전남(377L), 경북(443L), 경남(350L), 제주(694L)는 전국 평균 348L에 비해 높은 것으로 나타났다.

구분	총인구(명)	급수인구(명)	상수도보급률(%)	1인당 급수량(L)
전국	53,072,685	51,499,438	97.0	348
서울	10,049,607	10,049,607	100	308
부산	3,487,191	3,487,191	100	286
대구	2,489,802	2,489,156	100	310
인천	3,022,511	2,986,455	98.8	354
광주	1,482,151	1,480,864	99.9	338
대전	1,508,120	1,506,903	99.9	336
울산	1,175,625	1,157,532	98.5	309
세종	319,066	304,953	95.6	281
경기	13,485,679	13,277,377	98.5	330
강원	1,561,313	1,437,201	92.1	454
충북	1,638,789	1,510,702	92.2	467
충남	2,194,516	1,970,665	89.8	374
전북	1,868,179	1,813,506	97.1	407
전남	1,916,012	1,721,157	89.8	377
경북	2,733,800	2,530,593	92.6	443
경남	3,448,292	3,254,025	94.4	350
제주	692,032	521,551	75.4	694

※ 마을상수도 및 소규모 급수시설 이용인구 제외

라) 다른 공공재와의 보급률 비교

2018년을 기준으로 한 우리나라의 상수도보급률은 97.0%로 주택보급률(104.2%)에는 미치지 못하나, 하수도 보급률 및 도로포장율, 도시화율 등 다른 공공재 보급률보다는 높게 나타났다.



구분	상수도	하수도	도로포장	주택보급	도시화율
보급률(%)	97.0	93.9	93.2	104.2	91.8
상수도대비(배)	1.00	0.97	0.96	1.07	0.95
기준년도	2018년	2018년	2018년	2018년	2018년

3) 광역상수도·공업용수도 현황

가) 연도별 광역상수도 및 공업용수도 공급 현황

2019년말 한국수자원공사가 관리하는 광역상수도 및 공업용수도 시설용량은 17,709천㎥/일로서 1980년 광역상수도·공업용수도 공급개시 후 비약적인 발전을 거듭하여 시설용량 약 12배, 공급량 약 14배로 증가하였다.

연도	시설용량(천㎥/일)				공급량(천㎥/일)			
	소계	원수	정수	침전수	소계	원수	정수	침전수
1980	1,507	1,345	162	-	779	744	35	-
1991	7,016	5,300	1,761	-	5,548	4,332	1,216	-
1992	8,295	5,798	2,037	460	5,799	4,318	1,336	145
1993	8,370	5,641	2,072	657	6,373	4,246	1,824	303
1994	10,461	7,080	2,609	772	6,966	4,896	1,729	341
1995	10,687	7,141	2,644	902	7,189	4,911	1,876	403
1996	10,882	7,050	2,769	1,063	7,632	5,080	2,094	467
1997	11,082	7,046	2,833	1,203	7,825	5,066	2,236	523
1998	11,704	7,295	3,446	963	7,360	4,811	2,226	323
1999	13,904	8,584	4,357	963	7,410	4,719	2,332	359
2000	14,574	8,874	4,388	1,313	7,357	4,623	2,332	403
2001	14,824	8,874	4,638	1,313	7,186	4,286	2,483	417
2002	15,090	8,975	4,803	1,313	7,255	4,213	2,611	431
2003	15,042	8,948	4,881	1,313	7,307	4,084	2,761	462
2004	16,632	8,997	6,106	1,529	7,756	4,259	2,970	527
2005	16,482	8,764	6,246	1,472	7,894	4,190	3,149	555
2006	16,482	8,764	6,246	1,472	8,142	4,226	3,350	565
2007	17,176	9,349	6,316	1,511	8,395	4,340	3,465	590
2008	17,200	9,670	6,334	1,196	8,437	4,247	3,605	585
2009	17,682	9,889	6,597	1,196	8,622	4,305	3,706	611
2010	17,682	9,889	6,597	1,196	9,112	4,464	3,901	747
2011	17,462	9,889	6,547	1,026	9,607	4,674	4,094	839
2012	17,462	8,856	6,917	1,689	9,843	4,734	4,183	926
2013	17,553	8,856	7,008	1,689	10,162	4,853	4,309	1,000
2014	17,553	8,856	7,008	1,689	10,191	4,721	4,440	1,030
2015	17,559	8,856	7,014	1,689	10,427	4,790	4,579	1,058
2016	17,559	9,027	6,893	1,639	10,644	4,819	4,747	1,078
2017	17,609	9,027	6,943	1,639	10,951	4,979	4,869	1,103
2018	17,709	9,027	6,943	1,739	11,164	4,956	5,104	1,104
2019	17,709	9,027	6,943	1,739	11,278	5,047	5,166	1,065

나) 지역별 광역상수도 공급 현황

2019년 기준 운영중인 광역상수도는 35개 시설(한국수자원공사 위탁관리)로 시설용량을 지역별로 보면 수도권계동(수도권 I~VI, 일산권)이 8,535천㎥/일로 전체 시설용량의 60.9%를, 기타 지역이 39.1%를 차지한다. 급수량 측면에서는 전체 급수량 8,707.0천㎥/일 중 수도권계동(수도권 I~VI, 일산권)에 55.6%를, 기타 지역에 44.4%를 공급하고 있다.

사업명	시설용량(천㎥/일)				공급량(천㎥/일)			
	소계	원수	정수	심전수	소계	원수	정수	심전수
광역상수도	14,015.9	6,488.2	6,646.2	881.5	8,707.0	3,313.7	4,960.5	432.8
수도권계동(I~VI)	8,285.0	5,246.0	2,688.0	351.0	4,701.6	2,324.2	2,182.8	194.6
구미권광역(I, II)	400.0	33.0	218.5	148.5	198.5	-	179.6	18.9
태백권광역(광동, 달방)	110.0	40.0	70.0	0.0	37.1	10.8	26.3	-
대청권광역(I, II)	1,010.0	0.0	754.0	256.0	840.2	148.3	532.0	159.9
남강댐광역(I, II)	325.0	0.0	325.0	0.0	197.5	-	197.5	-
일산권광역	250.0	0.0	250.0	0.0	140.3	3.5	136.8	-
삼진강광역	90.0	0.0	90.0	0.0	39.7	-	39.7	-
부안댐광역	87.0	0.0	87.0	0.0	63.5	-	63.5	-
금호강광역	376.0	320.0	56.0	0.0	302.5	260.4	42.1	-
주암댐광역(I, II)	596.0	496.0	100.0	0.0	331.5	274.0	57.5	-
보령댐광역	285.2	0.0	285.2	0.0	229.4	-	229.4	-
전주권광역	700.0	0.0	700.0	0.0	487.6	-	487.6	-
송주댐광역	250.0	0.0	250.0	0.0	230.9	-	226.3	4.6
밀양댐광역	150.0	0.0	150.0	0.0	101.0	-	101.0	-
포항권광역	161.2	99.3	61.9	0.0	138.1	86.9	51.2	-
김포댐광역	4.5	4.5	0.0	0.0	1.8	1.8	-	-
동화댐광역	52.0	0.0	52.0	0.0	32.1	-	32.1	-
원주권광역	100.0	0.0	100.0	0.0	77.8	-	77.8	-
울산권광역	220.0	220.0	0.0	0.0	184.1	184.1	-	-
전남남부권광역	200.0	0.0	200.0	0.0	142.0	-	142.0	-
전남서부권광역	30.0	0.0	30.0	0.0	31.0	-	31.0	-
영남내륙권광역	44.0	0.0	18.0	26.0	35.2	-	20.1	15.1
충남중부권광역	163.0	29.4	133.6	0.0	50.2	19.7	30.5	-
금강광역	100.0	0.0	0.0	100.0	90.0	-	50.3	39.7
금산무주광역	27.0	0.0	27.0	0.0	23.4	-	23.4	-

다) 건설중인 광역상수도 사업 현황

2019년 현재 광역상수도 건설사업은 12개 사업에 전체 24,506억원을 투입, 1일 1,232.6천㎥의 공급능력을 증대시켜 급수 필요지역에 적기 용수공급을 추진하고, 노후관 개량 92.1km 및 복선화 18km를 통해 시설안정성을 강화하는 등 국민 복리증진 향상에 기여할 것으로 기대된다.

	사업명	사업내용	총사업비	사업기간	취수원	급수지역
용수공급	충남서부권 광역	84.6천㎥/일	2,600억원	'18-'22	대청댐	서산시 등 5개 시·군
	한강하류권(4차) 급수체계	(273천㎥/일)	1,694억원	'19-'24	말당댐	파주시 등 5개 시
	한강하류권(2차) 급수체계	(540천㎥/일)	2,691억원	'09-'19	말당댐	화성시 등 4개 시, 송선그린시티
	대청댐(Ⅱ) 광역	443천㎥/일 (247천㎥/일)	6,806억원	'11-'21	대청댐	세종시 등 7개 시·군
	영남내륙권(2차) 광역	22천㎥/일	126억원	'16-'19	부항댐	대구광역시, 고령군, 성주군, 청녕군
	낙동강 감변여과수	683천㎥/일	6,221억원	'11-'21	낙동강	부산광역시, 양산시
	한강하류권(3차) 급수체계	(107천㎥/일)	924억원	'14-'20	말당댐	동두천시, 양주시, 포천시
안정화	수도권(Ⅱ) 신뢰성제고	57km 개량	2,286억원	'14-'21	말당댐	서울시 등 5개 시
	구미권(Ⅰ) 신뢰성제고	16km 개량	491억원	'13-'20	낙동강	구미시, 김천시, 칠곡군
	수도권(Ⅲ) 복선화	7.5km 복선화	266억원	'15-'21	말당댐	광명시, 부천시, 시흥시
	수도권(Ⅳ) 복선화	10.5km 복선화	213억원	'18-'21	말당댐	시흥시, 안산시
	금강광역 노후관개량(2차)	19.1km 개량	187억원	'19-'22	용담댐	전주시, 군산시

* ()은 급수체계 조정사업으로 시설용량 집계시 제외

라) 공업용수도 현황

2019년말 한국수자원공사가 관리하고 있는 공업용수도는 13개 시설로 시설용량 3,693.8천㎥/일, 공급량 2,571.5천㎥/일이다. 시설별로는 울산계통의 시설용량이 1,325.3천㎥/일, 광양계통의 시설용량이 1080.0천㎥/일로 전체 공업용수도 시설용량의 35.9%, 29.2%를 차지하고, 공급량에서는 울산, 광양계통이 각각 전체 공업용수량의 32.8%, 34.9%를 차지하는 것으로 나타났다.

사업명	시설용량(천㎡/일)				공 급 량(천㎡/일)			
	소계	원수	정수	침전수	소계	원수	정수	침전수
공업용수도	3,693.8	2,539.3	296.5	858.0	2,571.5	1,733.5	205.7	632.3
울산공업(Ⅰ,Ⅱ)	1,325.3	1,044.3	0.0	281.0	843.1	592.5	-	250.6
창원공업	285.0	165.0	120.0	0.0	117.1	58.0	59.1	-
포항공업	295.0	295.0	0.0	0.0	210.5	210.5	-	-
광양공업(Ⅰ-Ⅲ)	1,080.0	1,035.0	45.0	0.0	896.2	872.5	23.7	-
거제공업	36.0	0.0	36.0	0.0	37.8	-	37.8	-
대불공업	57.5	0.0	0.0	57.5	14.2	-	-	14.2
군산공업	130.0	0.0	0.0	130.0	64.6	-	-	64.6
아산공업(Ⅰ,Ⅱ)	421.0	0.0	71.0	350.0	352.9	-	60.6	292.3
구미공업	64.0	0.0	24.5	39.5	35.1	-	24.5	10.6

마) 건설중인 공업용수도 사업 현황

2019년 현재 공업용수도 건설사업은 7개 사업에 전체 8,438억원을 투입, 1일 328.5천㎡의 공급능력을 확충, 이천, 서산, 포항 등의 국가·지방산업단지 적기용수 공급을 추진하고, 노후관 개량 123.9km을 통해 시설안정성을 강화하는 등 국가경쟁력 제고 및 지역경제 발전에 기여할 것으로 기대된다.

사업명		사업내용	총사업비	사업기간	취수원	급수지역
용수공급	충주댐계통공업(광역Ⅱ단계)	200천㎡/일	2,388억원	'12~'21	충주댐	이천시 등 6개 시·군
	대산임해산업지역 공업용수도(해수담수화)	100천㎡/일	2,405억원	'19~'22	해수(서해)	대산임해산업지역 8개 社
	포항볼루벨리 국가산업단지	28.5천㎡/일	541억원	'15~'21	영천댐	포항볼루벨리 국가산업단지
안정화	울산공업(3차) 노후관개량	54.9km 개량	853억원	'17~'21	낙동강, 대암댐, 선암댐	울산시, 양산시, 온산공단
	거제공업 노후관개량	3.3km 개량	58억원	'17~'19	연초댐	거제시
	광양(Ⅰ)공업 노후관개량	51.6km 개량	1,688억원	'18~'22	수어댐, 섬진강	광양시 등 3개 시 여수산단, 광양제철
	포항공업 노후관개량	14.1km 개량	556억원	'16~'21	영천댐	포항시, 경주시, 영천시

4) 수도물 요금 현황

2018년 전국 평균 수도요금은 736.9원/㎥으로 생산원가 914.3원/㎥의 80.6% 수준으로 전년대비 0.1%p 증가하였다.

그림 2-1-2-19 연도별 수도물 생산원가와 요금



연도별	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
생산원가(원/㎥)	730.7	761.6	777.2	813.4	814.7	849.3	876.5	881.7	867.7	898.2	914.3
요금(원/㎥)	609.3	609.9	610.2	619.3	649.1	660.4	666.9	683.4	703.4	723.3	736.9
현실화율(%)	83.4	80.1	78.5	76.1	79.7	77.8	76.1	77.5	81.1	80.5	80.6

나. 상수도 주요정책

1) 상수도시설 확충 및 정비

가) 고도정수처리시설 확충

산업의 첨단화 및 생활환경 도시화 등에 따른 신규 유해물질 및 병원성미생물의 지속적 검출, 기후변화에 따른 강우의 지역 편차 증가, 이상 고온현상 및 하천의 체류시간 증가 등으로 인한 조류 증가 등 먹는물 안전성 확보를 위한 고도정수처리방식 도입의 필요성이 지속적으로 증대되고 있다.

1994년 초에 발생한 낙동강 등의 수질오염사고를 계기로 정부는 유역 특성상 생활하수와 산업폐수 등으로 인해 원수수질이 나쁜 한강수계 3개소, 낙동강수계 16개소, 금강수계 2개소 등 총 21개 정수장에 고도정수처리를 도입하였다(국고 50% 지원).

고도정수처리시설 도입기준 및 절차를 명확히 하고 사업을 효율적으로 추진하기 위해 '고도정수처리시설 도입 및 평가지침'과 '국가균형발전특별회계 용자금 지원조건'을 제정·운영하고 있으며, 2009년부터 막여과 처리방법 등을 추가하여 국가균형발전특별회계로 지방고도정수처리시설 설치 사업을 지원하고 있다.

이러한 결과로 2019년 지방정수장 고도처리 도입률 49.3%를 달성하였으며 2025년까지 70.0%를 목표로 확충·지원을 계속할 예정이다.

나) 소규모수도시설(마을상수도 및 소규모급수시설) 개선

2018년 기준 전국에 5,213개소의 마을상수도를 설치·운영 중으로, 전국 인구의 1.5%인 약 750천 명이 이용하고 있으며 소규모급수시설은 9,129개소, 404천 명의 인구가 이용 중이다.

소규모수도시설은 1980년대 이전에 설치한 시설이 전체의 40%로 노후시설 개량이 필요하나 예산부족으로 적극적 개선이 어려운 실정이다. 이에 소규모수도시설 개량사업을 통해 수질기준 초과시설 및 장기 노후시설을 개량하여 농어촌 주민들에게 안전하고 깨끗한 먹는물을 공급해 나가고 있다.

다) 강변여과수 개발

강변여과는 하천표류수 취수 방식이 갈수기 수질악화 및 오염사고 등에 취약한 점을 개선하기 위해 강변 대수층을 통해 여과된 지하수를 취수하여 상수원으로 활용하는 간접취수방식으로써 독일, 프랑스, 네덜란드 등지에서는 1870년대부터 널리 활용되고 있다. 환경부는 1995년부터 1996년까지 낙동강 하류지역을 대상으로 강변여과수 개발 방안에 대하여 타당성 조사를 실시하고, 조사결과에 따라 경상남도 김해시 용산지구와 경상남도 함안군 이용지구에 총 55억 원의 사업비를 투자하여 각각 5천 톤/일 규모의 시범개발사업('96.12-'99.3)을 추진하였다. 2000년부터는 시범개발 성과를 바탕으로 강변여과수 개발사업을 추진하여 현재 경남 창원시, 함안군, 김해시에서 4개소가 가동 중(440천 톤/일)이며, 경남 의령군, 강원 춘천시, 동해시 등 3개소가 공사 중에 있다.

2) 상수도 관리제도

가) 상수원보호구역제도

상수원보호구역제도는 깨끗한 상수원수를 확보하고 각종 오염과 유해물질의 유입을 원천적으로 차단하여 상수원수의 수질을 보호하기 위해 1961년부터 「수도법」에 근거하여 운영하는 핵심 제도로서, 상수원을 오염시킬 수 있는 물질을 버리거나 사용하는 행위 일체가 금지되며, 보호구역에 거주하는 주민의 소득기반 및 생활환경 개선을 위한 최소한의 범위에서 행위허가가 가능하다.

상수원보호구역은 시·도지사가 지정 및 변경하고 시장·군수·구청장이 관리한다. 2018년 말 기준 상수원보호구역은 서울시 잠실상수원보호구역 등 283개소(1,131㎢)가 지정되어 있다. 또한, 2010년부터 상수원보호구역 상류 또는 상수원보호구역 미지정 취수시설 상류·하류 일정지역에 공장설립을 제한하기 위해 공장설립제한·승인지역(2019년말 기준 15,016㎢)을 지정하여 공장 배출 오염물질이나 사고 등에 의한 상수원 오염을 예방하고 있다.

토지이용 규제 등 재산권 행사 제한을 감내해야 하는 상수원보호구역내 거주민을 위해 국가와 지방자치단체는 복지증진, 소득증대, 육영사업 등 주민지원사업을 실시하고 있다. 사업비는 팔당상수원보호구역 등 4대강 및 그 지류에 위치한 상수원보호구역은 4대강수계법에 따라 수도물 사용자가 부담하는 물이용부담금으로 조성된 수계관리기금에서 충당하고 있으며, 그 외 상수원보호구역은 「수도법」에 따라 수도사업자의 출연금, 지방자치단체 전입금 등과 국고보조(사업비의 30% 이하)의 재원으로 충당하고 있다. 2019년도 「수도법」에 의한 주민지원사업에 투입된 사업비는 80.8억원(국고보조 20.5억 원)이며, 2개 시·도 및 27개 시·군·구에서 보호구역별로 사업계획을 수립하여 소득증대, 복지증진, 육영사업을 실시하였다.

나) 저수조 관리

「수도법」상 5천㎡ 이상의 대형건축물 및 아파트 등의 소유자나 관리자는 저수조청소 및 위생점검을 정기적으로 실시하여야 하며 매년 먹는물 수질기준 중 탁도 등 일정항목을 검사하도록 의무화하였다. 또한, 소규모 저수조에 대해서도 지방자치단체 조례로 청소 및 위생점검, 구조 및 재질기준 등을 규정하여 관리할 수 있도록 하였다.

다) 옥내급수관 관리

건축연면적 6만㎡ 이상의 다중이용건축물은 이용주인의 건강에 미치는 영향을 고려하여 준공 5년 후부터는 2년 주기로 급수관 검사를 실시토록 하고 있다. 검사 결과 수도물 수질이 먹는물 수질기준을 초과할 경우에는 급수관의 세척·갱생·교체 등 개선조치를 의무화하여 관리 미비로 인한 피해를 예방할 수 있도록 하였다.

이와 더불어, '17년 이후 검사대상을 확대(건축연면적 6만㎡ 이상 아파트, 5천㎡ 이상 병원, 학교, 국·공립 도서관)함으로써 시민에게 안전하고 깨끗한 먹는물을 공급할 수 있도록 노력하고 있다.

라) 위생안전기준 인증 시행

정수장에서 정수된 수도물이 공급과정에서 오염되는 것을 방지하기 위하여 수도용 자재와 제품으로부터 용출될 수 있는 유해물질에 대하여 위생안전기준을 설정·시행하고 있다('06년 「수도법」 시행령 개정, '09년 시행).

아울러, 위생안전기준의 실효성 확보 및 수도용 자재와 제품의 품질관리를 위해 2010년 「수도법」을 개정, 2011년 5월부터 '위생안전기준 인증제도'를 도입하여 운영하고 있다. 이에 따라, 수도용 자재와 제품을 제조·수입하려는 자는 미리 환경부장관으로부터 위생안전기준 적합여부를 인증 받아야 하며, 2019년 12월 말 기준 총 1,908건의 인증서를 발급하였다.

이와 더불어 2014년 7월부터 정기검사제도(2년마다)가 도입되어 인증기업 및 제품의 관리를 강화하고, 또한 시중에 유통되는 인증제품 시판품 조사를 통해 불량 수도용제품의 유통을 근절하고 있다.

마) 정수시설 운영관리사

정수처리기술의 선진화에 따라 정수장 운영인력의 능력향상과 기능별 전문성 확보 등 엄격한 수질관리가 요구되어 정수장 운영의 전문성 강화를 위해 정수시설 운영관리사 국가자격을 신설('06.7)하여 시설용량 500톤/일 이상인 정수장에 대하여 그 규모에 따라 일정 인원수 이상의 정수시설 운영관리사를 배치토록 하였다. 2018년말 기준 전국 500톤/일 이상의 지방 정수장 405개소 630명, 광역 정수장 38개소 252명의 정수시설 운영관리사가 근무하고 있다.

바) 물수요 관리

공급위주의 물 관리 정책을 수요 관리 패러다임으로 전환, 2000년 3월 '물 절약 종합대책('20~'06)을 수립·추진하였으며, 2007년 9월 동 대책을 보완하여 '국가 물 수요관리 종합대책('07~'16)'을 수립하고 2007년부터 2016년까지 1,021백만 톤의 수돗물 절약 계획을 수립·추진하였다. 또한 2018년 12월에 '25년 누수량 절감 1억톤/년 달성 및 일인당 물사용량 270L('16년 287L→'25년 270L)로 저감하는 국가 물 수요관리 종합대책('16~'25)을 수립하였다. 또한, 2018년 「수도법」 개정('19.6월 시행)을 통해 절수형 변기에 대해 절수성능 등급을 표시할 수 있도록 함으로써, 소비자의 선택권을 보장하고 우수 절수제품 기술개발을 유도할 수 있도록 하였다.

이와 더불어 2014년 7월부터 절수기설치의 활성화를 도모하고 물 다량 사용업자의 절수기기 설치 시 과도한 비용 소요 문제를 해소하기 위해 물절약전문업(WASCO, WAter Saving COmpany) 등록제도를 운영하고 있으며 3개 군부대에 시범사업을 추진한 이래 국방부와 사업 확대를 지속 협의하고 있다.

물절약전문업이란 절수기 업체가 누수저감, 절수기 설치사업 등에 자기자본을 선 투자 후 물 절감액으로 투자금을 회수하는 사업으로써 2018년 말 기준으로 81개 업체가 등록하였고, 투자재원 문제로 어려움을 겪었던 물 사용자는 초기 투자비용 부담문제를 상당부분 해소할 수 있어 물 절약에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 먹는물 관리

가. 먹는물 수집관리

1) 먹는물 수집기준 운영

먹는물이란 통상 먹는데 사용하는 자연 상태의 물과 자연 상태의 물을 먹는데 적합하게 처리한 수돗물, 먹는샘물, 먹는해양심층수 등을 말한다. 먹는물 수집기준은 인체에 미치는 영향을 고려하여 안전한 수준의 함량을 설정한 것으로 우리나라는 2019년 기준으로 일반세균 등 61개 항목으로 운영(WHO 90개, 미국 89개, 일본 51개, EU 45개)하고 있으며, 미규제

미량 유해물질 모니터링 결과 등을 토대로 수질기준 항목을 확대하는 등 관리를 하고 있다.

산업 발달에 따라 상수원수 중에 존재할 수 있는 미량유해물질은 물론 바이러스 등 병원성 미생물을 안전한 수준까지 처리하여야 할 필요성이 증가하고 있어 지속적으로 정수처리기준을 개정·운영하고 있다. 미량유해물질인 포름알데히드에 대해 수질기준 신설('11.12. 개정, '14.1. 시행), 브롬산염에 대한 기준을 신설('16.10. 개정, '17.1. 시행)하였으며, 지하수를 원수로 하는 수도시설에 대해 우라늄 수질기준을 신설('18.12.26. 개정, '19.1 시행) 하는 등 변화하는 환경에 적합하게 수돗물의 수질기준을 강화하고 있다.

매년 전국 70개 정수장(원수 24개소 포함) 수돗물의 미량유해물질 60개 항목을 조사하여 위해관리방안을 마련하는 등 지속적으로 수돗물의 수질상태를 관리하고 있으며 그 결과를 토대로 감시항목을 지정하거나 우리 실정에 맞도록 수질기준을 강화해 나가고 있다.

2) 먹는물 수질감시항목 운영

먹는물 수질감시항목이란 전국적으로 먹는물에서의 검출수준이 매우 낮아 현재로서는 먹는물 수질기준으로 관리할 필요는 없으나, 먹는물의 안전성 확보를 위해 체계적이고 조직적으로 검출상태 등을 감시하는 항목을 말한다.

감시항목으로 선정되면 광역시 이상의 정수장을 중심으로 정기적(분기 1회 이상)으로 일정기간 동안 수질검사를 실시하고 그 검사결과를 토대로 검출빈도, 위해성 및 외국의 관리실태 등을 종합적으로 고려하여 먹는물 수질기준으로 설정여부를 결정하게 된다. 2019년 현재 2개 항목의 상수원수, 31개 항목의 정수, 3개 항목의 먹는샘물 수질감시항목을 지정·운영하고 있다.

3) 먹는물 수질검사 현황

먹는물 수질의 안전성 확보를 위해 먹는물 공급시설의 유형에 따라 검사항목과 검사주기를 구분한 수질검사체도를 마련하여 수도사업자 등 관리주체로 하여금 수질검사를 실시하도록 하고 있다. 현재 수도사업자가 실시하는 법정검사 외에, 2014년 3월부터 '우리집 수돗물 안심확인제'를 시행하여 지역주민의 신청에 따라 각 가정에서 먹는 수돗물에 수질검사를 실시함으로써 안심하고 수돗물을 음용할 수 있도록 하는 등 수돗물 인식개선에 기여하고 있다.

표 2-1-2-63 먹는물 수질기준

구분	수질항목	수돗물	먹는샘물	먹는 해양심층수	생물	먹는물공동시설 (약수터 등)	
미생물	일반세균	저온일반세균(21℃)	-	100CFU/mL	100CFU/mL	20CFU/mL	-
		중온일반세균(35℃)	100CFU/mL	20CFU/mL	20CFU/mL	5CFU/mL	100CFU/mL
		총대장균군	ND/100mL	ND/250mL	ND/250mL	ND/250mL	ND/100mL
		분원성면핵상구균	-	ND/250mL	ND/250mL	ND/250mL	-
		녹농균	-	ND/250mL	ND/250mL	ND/250mL	-
		아황산환원함기성포자형성균	-	ND/50mL	ND/50mL	ND/50mL	-
		살모넬라	-	ND/250mL	ND/250mL	ND/250mL	-
		슈겔라	-	ND/250mL	ND/250mL	ND/250mL	-
		분원성대장균군	ND/100mL	-	-	-	ND/100mL
		대장균	ND/100mL	-	-	-	ND/100mL
		여시니아균	-	-	-	-	ND/2L
건강상 유해영양 무기물질	납	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	
	불소	1.5mg/L	2.0mg/L	2.0mg/L	2.0mg/L	1.5mg/L	
	비소	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.05mg/L	0.01mg/L	
	셀레늄	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	
	수은	0.001mg/L	0.001mg/L	0.001mg/L	0.001mg/L	0.001mg/L	
	시안	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	
	크롬	0.05mg/L	0.05mg/L	0.05mg/L	0.05mg/L	0.05mg/L	
	암모니아성 질소	0.5mg/L	0.5mg/L	0.5mg/L	0.5mg/L	0.5mg/L	
	질산성 질소	10mg/L	10mg/L	10mg/L	10mg/L	10mg/L	
	카드뮴	0.005mg/L	0.005mg/L	0.005mg/L	0.005mg/L	0.005mg/L	
	붕소	1.0mg/L	1.0mg/L	1.0mg/L	1.0mg/L	1.0mg/L	
	브롬산염	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	-	-	
	스트론튬	-	-	4mg/L	-	-	
	우라늄	0.03mg/L	0.03mg/L	-	0.03mg/L	0.03mg/L	
	폐놀	0.005mg/L	0.005mg/L	0.005mg/L	0.005mg/L	0.005mg/L	
	1,1,1-트리클로로에탄	0.1mg/L	0.1mg/L	0.1mg/L	0.1mg/L	0.1mg/L	
	테트라클로로에틸렌	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L	0.03mg/L	0.03mg/L	0.03mg/L	0.03mg/L	
	디클로로에탄	0.02mg/L	0.02mg/L	0.02mg/L	0.02mg/L	0.02mg/L	
	벤젠	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	0.01mg/L	
	톨루엔	0.7mg/L	0.7mg/L	0.7mg/L	0.7mg/L	0.7mg/L	
	에틸벤젠	0.3mg/L	0.3mg/L	0.3mg/L	0.3mg/L	0.3mg/L	
	크실렌	0.5mg/L	0.5mg/L	0.5mg/L	0.5mg/L	0.5mg/L	
	1,1-디클로로에틸렌	0.03mg/L	0.03mg/L	0.03mg/L	0.03mg/L	0.03mg/L	
	시염화탄소	0.002mg/L	0.002mg/L	0.002mg/L	0.002mg/L	0.002mg/L	
	1,4-다이옥산	0.05mg/L	0.05mg/L	0.05mg/L	0.05mg/L	0.05mg/L	
	다이아지논	0.02mg/L	0.02mg/L	0.02mg/L	0.02mg/L	0.02mg/L	
	파라티온	0.06mg/L	0.06mg/L	0.06mg/L	0.06mg/L	0.06mg/L	
	페니트로티온	0.04mg/L	0.04mg/L	0.04mg/L	0.04mg/L	0.04mg/L	
	카바릴	0.07mg/L	0.07mg/L	0.07mg/L	0.07mg/L	0.07mg/L	
	1,2-디브로모-3-클로로프로판	0.003mg/L	0.003mg/L	0.003mg/L	0.003mg/L	0.003mg/L	

환경
법
규
제

표 2-1-2-63 먹는물 수질기준

표 2-1-2-63 먹는물 수질기준

구분	수질항목	수돗물	먹는샘물	먹는 해양심층수	생물	먹는물공중사업 (약수터 등)
소독제 및 소독부산물	유리잔류염소	4.0mg/L	-	-	-	-
	총트리할로메탄	0.1mg/L	-	-	-	-
	브로모디클로로메탄	0.03mg/L	-	-	-	-
	디브로모클로로메탄	0.1mg/L	-	-	-	-
	클로로포름	0.08mg/L	-	-	-	-
	클로로하이드레이트	0.03mg/L	-	-	-	-
	디브로모아세트니트릴	0.1mg/L	-	-	-	-
	디클로로아세트니트릴	0.09mg/L	-	-	-	-
	트리클로로아세트니트릴	0.004mg/L	-	-	-	-
	할로아세틱에시드	0.1mg/L	-	-	-	-
	포름알데히드	0.5mg/L	-	-	-	-
심미적 영양물질	경도	300mg/L	1,000mg/L	1,200mg/L	-	1,000mg/L
	과망간산칼륨소비량	10mg/L	10mg/L	10mg/L	10mg/L	10mg/L
	냄새(소독외의 맛)	없음	없음	없음	없음	없음
	맛(소독이외의 맛)	없음	-	없음	-	-
	동	1mg/L	1mg/L	1mg/L	1mg/L	1mg/L
	색도	5	5	5	5	5
	세제음이온계면활성제	0.5mg/L	불검출	불검출	불검출	0.5mg/L
	수소이온농도	5.8-8.5	4.5-9.5	5.8-8.5	4.5-9.5	4.5-9.5
	아연	3mg/L	3mg/L	3mg/L	3mg/L	3mg/L
	염소이온	250mg/L	250mg/L	250mg/L	250mg/L	250mg/L
	중금전류물	500mg/L	-	500mg/L	-	-
	철	0.3mg/L	0.3mg/L	0.3mg/L	-	0.3mg/L
	망간	0.05mg/L	0.3mg/L	0.3mg/L	-	0.3mg/L
	탁도	0.5	1	1	1	1
	황산이온	200mg/L	250mg/L	200mg/L	250mg/L	250mg/L
알루미늄	0.2mg/L	0.2mg/L	0.2mg/L	0.2mg/L	0.2mg/L	

그림 2-1-2-20 국가별 수질기준 항목수 비교



나. 먹는샘물 관리

1) 먹는샘물의 수질기준

먹는샘물의 수질기준은 대부분 먹는물(수돗물) 수질기준을 적용하지만 염소소독 등 화학적 처리가 허용되지 않는 먹는샘물 처리과정의 특수성을 고려하여 미생물 등에 관한 기준을 보완하고 있다. 2019년 현재 먹는샘물의 수질기준은 51개 항목을 운영 중이다.

2) 먹는샘물 제조업 허가

먹는샘물 제조업을 영위하기 위해서는 먼저 시·도지사의 샘물개발허가를 받은 후 먹는샘물 제조업 허가를 받아야 한다. 이 때 샘물개발로 인하여 주변환경에 미치는 영향과 주변 환경으로부터 발생하는 해로운 영향을 줄이기 위해 허가신청 시 환경영향조사서를 작성하여 함께 제출하여야 한다. 샘물개발허가신청서를 제출받은 시·도지사는 유역(지방)환경청장의 종합의견을 들어 허가여부를 결정하며, 샘물개발허가의 유효기간은 5년이다.

먹는샘물의 수입판매업을 하고자 하는 자는 시·도지사에게 등록하여야 하며, 매 수입시마다 시·도지사에게 신고하여 수질검사를 실시하고 수질검사결과 기준이내인 제품에 대하여만 수입을 허용하고 있다.

표 2-1-2-64 시도별 먹는샘물 제조업체 현황

(19년 말 기준)

지역	총계	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
업체수	59	2	1	16	8	5	6	3	2	4	10	2

먹는샘물 제조업체는 1995년 「먹는물관리법」 시행 당시 14개소에서 2019년 말 현재 59개소로 국민소득과 생활수준의 향상에 따라 먹는샘물 판매량도 꾸준히 늘어나고 있는 추세이다.

다. 수질개선부담금 부과

수질개선부담금은 공공의 지하수자원을 보호하고 먹는물의 수질개선을 위해 1995년 「먹는물관리법」의 시행으로 도입되었다. 부담금 부과 대상은 샘물을 개발하여 이를 원료로

제품을 제조·판매한 먹는샘물 제조업자 및 먹는샘물 수입판매업자, 기타 1일 300톤 이상의 샘물을 개발하여 원수의 일부를 음료류·주류 등의 원료로 사용하는 자이다.

2008년 「먹는물관리법」 개정('08.3.21)에 따라 먹는샘물 제조 및 기타샘물 개발자는 취수량에, 수입판매업자는 수입량에 대하여 각각 부과하고 있으며, 2011년도 부과금액은 먹는샘물 제조업자가 취수한 샘물과 수입판매업자가 수입한 먹는샘물의 경우에는 2,800원/㎥을, 기타샘물 개발업자가 취수한 샘물은 1,900원/㎥을 부과하였고, 2012년부터는 먹는샘물과 기타샘물 모두 2,200원/㎥을 부과하고 있다.

라. 먹는물 공동시설 관리

1) 현 황

2019년 말 현재 약수터 등 전국 시·군·구에서 지정한 먹는물 공동시설은 1,554개소이며, 이용인구는 1일 22만여 명에 이르고 있다.

전국의 먹는물공동시설에 대한 수질검사 결과, 수질 부적합률이 지속적으로 증가하고 있으며, 그 원인으로는 먹는물공동시설 대부분이 지표수와 유사한 시설로서 오염원에 쉽게 노출됨에 따라 시설 주변의 청결상태 불량과 관리 소홀로 나타나는 미생물(일반세균, 대장균군 등) 기준초과 등이 90% 이상인 것으로 밝혀져 환경부에서는 '16년부터 먹는물공동시설 시설개선을 위한 국고보조사업을 시행하고 있다.

표 2-1-2-65 먹는물공동시설 수질검사 결과

(단위 : 개소)

구분	2007	2008	2009	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018
부적합률(%)	24.3	21.9	22.8	22.0	28.3	30.08	28.4	32.8	24.1	34.6

2) 관리대상 및 방법

2015년부터 먹는물공동시설에 대하여 맞춤형관리제(관리등급 분류 및 등급별 수질검사 횟수 차등)를 도입하여 기존 6회에서 최대 8회까지 수질검사를 확대 실시하는 등 수질관리를 강화하고 있다. 시장·군수·구청장은 수질검사결과 부적합시설에 대하여는 1개월 간격으로 2회 이상 재검사를 실시하고, 계속 부적합 시에는 '사용금지'토록 하고 있다.

또한, 전국 먹는물공동시설에 대한 수질검사정보를 '15년부터 토양지하수정보시스템 (sgis.nier.go.kr)을 통해 일반 국민들에게 공개하고 있다.

마. 정수기 관리

우리나라에는 현재 약 700만 대 이상의 정수기가 보급되어 있으며, 연간 판매대수는 약 200만 대 수준으로 추정된다. 2019년 12월 말 현재 정수기 제조·수입판매업체는 제조업 160개소, 수입판매업 37개소 등 총 197개 업체에 이르고, 정수기 시장규모는 약 2조 원에 이르는 것으로 추산된다.

정수기의 기준과 규격은 환경부 고시로 정하고 있으며, 정수기를 수입·제조판매 하고자 하는 자는 정수기품질검사기관의 품질검사를 받아 합격한 제품에 대해 시·도지사에게 신고 후 판매하도록 하고 있다.

표 2-1-2-66 정수기 시장 현황

(단위 : 개소, 대, 백만원)

연 도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
업체수	수입	24	23	25	24	31	34
	제조	186	194	193	192	197	187
	계	210	217	218	216	228	221
판매대수	1,790,380	1,875,000	1,879,000	2,006,289	2,000,566	2,228,000	2,505,000
판매금액	1,792,052	1,915,287	1,948,684	2,014,159	2,003,027	2,297,400	2,519,480

※ 판매금액은 임대(rental)를 포함한 금액임.

3. 하수도

가. 하수도 관리체계

하수도는 크게 공공하수도와 개인하수도로 구분된다. 2017년 말 기준 하수도 보급률이 90%를 상회하고 있어 개인하수도의 비중은 지속적으로 축소되고 있다. 아울러 최근 기후변화로 인한 집중호우 빈도가 증가하면서 도심침수 예방 등 공공하수도의 기능 중 우수 배제 기능이 강화되고 있다.

표 2-1-2-67 연도별 보급률 추이

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
총인구(천명)	51,881	52,127	52,419	52,672	52,858	52,950	52,073
처리인구(천명)	47,538	48,016	48,506	48,925	49,275	49,546	49,834
처리시설(개소)	546 (3,067)	569 (3,130)	597 (3,160)	625 (3,282)	649 (3,314)	660 (3,412)	671 (3,442)
보급률(%)	91.6	92.1	92.5	92.9	93.2	93.6	93.6
시설용량(천톤/일)	25,297	25,330	24,999	25,398	25,671	26,107	26,124

※ ()는 500톤/일 미만 시설수임.

표 2-1-2-68 규모별 하수도 보급률

(단위 : %)

구분	2017년 하수도 보급률					2018년 하수도 보급률				
	시군 전체	시지역	군 지역			시군 전체	시지역	군 지역		
			전체	읍	면			전체	읍	면
총계	93.6	95.8	70.0	85.8	51.9	93.9	96.0	71.8	87.3	54.1
특광역시	98.9	99.4	84.1	-	-	99.0	99.5	85.0	-	-
도 지역	89.2	92.5	67.3	85.8	51.9	89.8	92.9	69.2	87.3	54.1

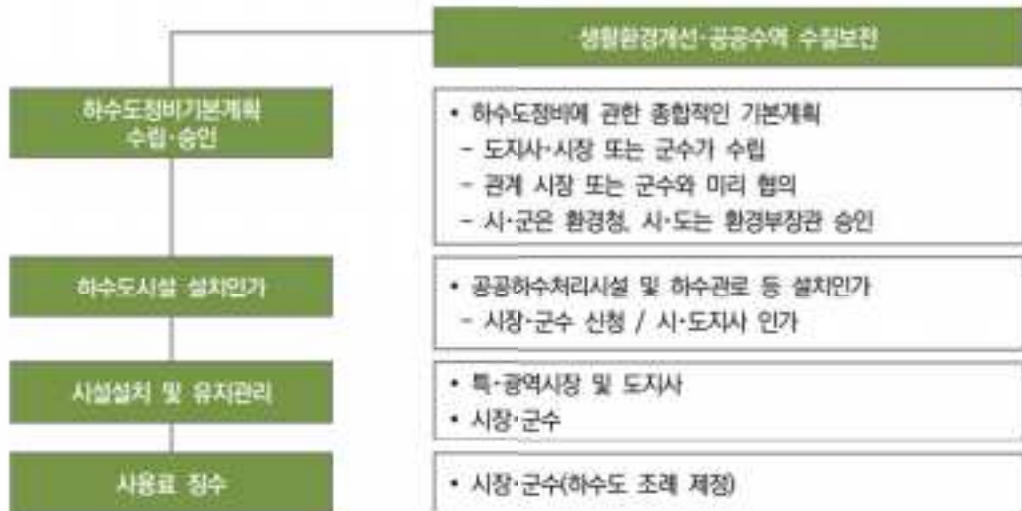
1) 공공하수도

관할구역에서 발생하는 하수를 적정 처리하는 것은 지방자치단체의 고유한 책무로서 하수도시설은 지방자치단체가 설치·관리한다.

지방자치단체는 관할구역 내 하수처리를 위해 20년 단위로 하수도정비기본계획을 수립하고 5년 마다 타당성여부를 검토하여 이를 계획에 반영하며, 하수도정비기본계획에 따라 하수도시설을 설치하여야 한다.

공공하수도 사업의 기본적인 업무체계는 <그림 2-1-2-21>과 같다.

그림 2-1-2-21 하수도 업무체계



2) 개인하수도 및 분뇨

농어촌지역 등 오염원이 산재되어 하수관로 설치비가 과다하게 소요되는 등의 사유로 공공하수도가 미 보급된 지역에 대해서는 개인하수처리시설을 설치하여 처리하고 있다.

수거식화장실 분뇨와 정화조 및 오수처리시설의 청소과정에서 발생하는 찌꺼기 등의 대부분은 분뇨처리시설(18년, 186개소)에 유입·처리하고 있는데, 전체 분뇨처리시설 중 83.3%인 155개소는 공공하수처리시설과 연계 처리하는 체계로 되어있다. 아울리 산간·오지 등 수집이 어려운 일부지역에서 발생하는 분뇨는 자체 처리되고 있다.

나. 하수도 주요정책

1) 하수도시설 확충 및 정비

가) 공공하수처리시설

공공하수처리시설 설치사업은 하수처리시설 신·증설, 개량, 슬러지처리시설 설치 사업 등으로 구성된다. 2018년 기준, 연간 3,374억 원을 투자하여 전국 169개 하수처리장의 신설과 개량을 지원하였다.

나) 농어촌마을하수도 정비

2018년 기준 도시지역의 하수도보급률은 96.0%이나 농어촌지역의 하수도 보급률은 71.8%에 불과한 실정이다.

이에 2025년까지 농어촌 지역 하수도보급률 80% 달성을 위해 3,654개소 신·증설 및 개량에 약 6.9조 원을 투자할 계획이다(2050 마을하수도 정비기본계획, '12.12). 이에 따르면 1단계로 2020년까지 신·증설 1,033개소, 개량 1,901개소를 통해 농어촌 하수도보급률 77%를 달성하고, 2단계로 '25년까지 80%를 달성할 계획이다.

다) 하수관로 정비

하수도정비기본계획('18년 말 기준) 상 하수관로 설치계획은 191,025km인데 2018년 말 현재 156,257km가 설치되어 계획대비 관로보급률이 81.8%를 나타내고 있다. 광역자치단체를 기준으로 할 때 서울시의 하수관로보급률은 100%인 반면, 농어촌지역이 많은 전라남도의 경우 76.5%로 지역별로 차이가 있다.

한편, 기후변화에 기인한 집중호우 빈도가 증가하는 등 기상재해가 빈번히 발생하여 공공하수도의 빗물관리기능 강화 필요성이 대두됨에 따라, 공공하수도의 빗물관리기능을 강화한 '도시침수예방 하수도정비 종합대책'('12.5)을 수립하였다. 종합대책에 따라 시설설치 및 정비에 연도별로 국고를 지원하고 있으며, 하수저류시설 및 대심도 하수저류터널 설치 등 시설의 확충, 빗물 배제를 위한 첨단 설계·운영기법의 도입, 침수예방을 위한 제도개선 방안 마련, 하수도정비 중점관리지역 지정제도 도입(하수도법 개정, '12.2) 등 하수관거의 우수 관리 기능을 강화하고 있다.

표 2-1-2-69 연도별 하수관로 보급현황

(단위 : km)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
계획연장	162,633	165,479	170,472	171,803	178,951	184,770	191,025	
시설연장	총계	123,309	126,606	132,680	137,193	143,168	149,030	156,257
	합류식	45,683	45,415	44,601	44,228	43,738	43,210	43,826
	분류식	77,627	81,191	88,079	92,966	99,430	105,820	112,431
하수관거보급률(%)	75.8	76.5	77.8	79.9	80.0	80.7	81.8	

라) 분뇨처리시설 확충

분뇨는 하수관로의 확충에 따라 대부분 공공하수처리시설과 연계하여 처리를 유도하고 있어 분뇨 단독처리시설 수요는 거의 없으나, 이전 및 노후시설 개량 등에 일부 국고를 지원하고 있다.

2018년도 말 현재 전국적으로 운영중인 분뇨처리시설은 총 186개소(41,370톤/일)이나 대부분의 시·군에 공공하수처리시설이 설치되고 있으므로 분뇨처리시설을 신설하여 단독적으로 운영하기보다 기존처리시설에서 1차 처리 후 공공하수처리시설에 유입·처리하거나 공공하수처리시설 부지 내에 분뇨처리시설을 설치하여 공공하수처리시설과 연계하는 체계로 사업을 추진하고 있다.

마) 개인하수처리시설

2018년도 말 현재 설치·운영 중인 오수처리시설은 490,324개소로 설치의무가 강화된 2002년부터 급격히 증가하여 효율적 유지관리시스템 구축이 필요함에 따라 「하수도법」 개정·시행(07.9.28)을 통해 일정 규모 이상 오수처리시설에 대해서 전문관리인을 지정토록 하는 제도를 도입하고, 오수처리시설 설치 시 전문업체에 의한 시공을 의무화하는 등 오수처리시설 설치 및 유지관리를 강화해 오고 있다.

2) 하수 및 물 재이용 정책

가) 하수도 정책 발전 단계

우리나라는 1988년 서울올림픽, 1989년 맑은물 공급 종합대책 등을 계기로 하수처리장 건설에 집중 투자하여 2018년 말 기준으로 하수도보급률이 93.9%에 이르고 있다.

하수도시설은 오수와 우수를 배재하는 하수관로, 오수를 정화하는 하수처리장, 하수찌꺼기를 처리하는 하수슬러지처리시설 등으로 구성된다. 일반적으로 하수도 발전단계별로 1세대는 오수·우수배제, 2세대는 유기물질처리, 3세대는 영양염류처리, 4세대는 자원재활용, 5세대는 미량유해물질처리로 구분되며, 하수도의 역사가 길고 투자가 많이 이루어진 하수도 선진외국은 4세대에서 5세대에 진입 중이나, 우리나라는 2세대와 4세대에 걸쳐있는 상황이다.

표 2-1-2-70 하수도 발전단계

관거미흡	대비필요			
	보급저조(농어촌)	보급저조	초기단계	5세대 하수도
			4세대 하수도	미량유해물질처리
	2세대 하수도	3세대 하수도	자원재활용	자원 재활용
1세대 하수도	영양염류처리	영양염류처리	영양염류 처리	영양염류 처리
오수·우수배제	유기물질처리	유기물질 처리	유기물질 처리	유기물질 처리
	오수·우수배제	오수·우수배제	오수·우수배제	오수·우수배제

나) 하수도사업 운영선진화

공공하수도 운영·관리의 전문성 제고, 자율경쟁을 통한 일자리 창출 및 물산업 육성을 위해 「하수도법」을 개정하여 기술진단 업무를 민간으로 개방함(12.5)으로써 2018년도 말 현재 74개 업체가 등록되었다. 또한, 기술인력·운영장비 등록기준 등 하위법령을 마련(12.12)하여 공공하수도 관리대행업 등록제를 도입·시행(13.2)하였다.

2018년도 말 기준 설치·운영 중인 공공하수처리시설 중 민간업체에 관리대행하여 운영하고 있는 시설은 <표 2-1-2-71>와 같다.

표 2-1-2-71 공공하수처리시설(500㎡/일 이상)의 민간업체 관리대행현황(18)

구 분	처리시설(개소)	시설용량(천톤/일)
설치·운영 중인 공공하수처리시설	671	26,124
민간업체 위탁관리 공공하수처리시설	560	19,636

다) 유역단위 하수도 정비계획

하수도의 설치·운영·관리가 행정구역 단위로 추진됨에 따른 비효율을 개선하고자 「하수도법」을 개정(12.2), '유역하수도정비계획' 제도를 도입하여 전국 29개 단위유역에 대해 유역하수도정비계획 수립을 완료한 후 유역내 여건변화를 반영하기 위하여 2017년 미호천 단위유역을 시작으로 2018년 3개 단위유역(안성천, 영산강 상류, 서부 경남)에 대해 변경계획을 수립중에 있다.

라) 물 재이용

한정된 물 자원과 기후변화로 인해 앞으로 물 수급의 지역적인 불균형이 나타날 것으로 전망되고 있어, 기존 물 자원에 대한 의존도를 줄이고 그동안 버려졌던 빗물, 오수 및 하·폐수처리수를 생·공용수, 농업용수 등 각종 용수로 재이용함으로써 물 자원을 효율적으로 이용하고 기후변화로 인한 물 부족에 능동적으로 대처하기 위하여 「물의 재이용 촉진 및 자원에 관한 법률」을 제정·시행(2010.6.8.)하고 물의 재이용 기본계획을 수립하여 물 재이용 확대를 위한 제도적 기반을 마련하였으며, 2020년까지 25.1억 톤의 물 재이용을 목표로 하수처리수 재이용 및 빗물 이용, 중수도 설치 등을 확대해 나가고 있다.

- (빗물이용) 기후변화에 따른 가뭄·홍수의 빈발 및 급격한 도시화로 불투수면 증가에 따른 물순환 건전성 확보를 위해 수질이 양호한 빗물을 초기우수 배제 또는 간단한 여과처리만으로 청소용수 및 조경용수 등으로 사용
- (중수도) 개별시설물·개발사업지역에서 발생하는 오수를 공공하수처리시설로 배출하지 않고 별도로 중수도 시설에서 처리하여 각종 용도로 재이용
- (하수처리수 재이용) 버려지는 하수 등을 재이용함으로써 심화되는 기후변화로 인한 가뭄에 선제적으로 대응하고 재이용수를 하천유지용수, 조경용수, 농업용수, 공업용수 등으로 공급하고 당초 각종 용도로 쓰일 용수는 생활용수 등으로 활용

4. 수돗물 안전관리 종합대책

가. 추진 배경

'19.5월 발생한 인천시 적수사고 등 연이어 발생한 수돗물 사고로 수돗물 공급과 관리 전반에 대한 개선요구가 확대되었다. 또한 노후관로 정비사업 추진 대상 선정을 위해 수행한 전국 수도관 대상 노후도 조사('15.3-'15.12)에 따르면 전국 수도관의 7.5%(약 1.5만km)가 노후된 것으로 나타나, 이로 인한 적수사고 가능성이 상존함이 확인되었다. 환경부는 깨끗한 물을 공급받고자 하는 국민의 기대에 부응하기 위해 '19년 11월 수돗물 안전관리 종합대책을 수립하고, 현재 후속조치를 추진 중이다.

나. 주요 내용

1) 시설의 선진화

수도시설에 대한 진단·관리를 강화하고, 개량사업을 확대하는 등 수도시설 선진화를 추진한다. 노후한 상수도 관로를 정비하는 사업을 속도감 있게 수행하고 있으며, 사업 대상 산정을 위한 정밀조사 대상을 전 지자체로 확대할 예정이다. 또한 상수관망에 대한 관망진단 시 현장조사 의무대상을 현재 시(市) 단위에서 군(郡) 단위로 확대할 예정이다.

아울러, 수질사고나 민원이 많은 곳이나 관로 노후화 정도가 심각하여 관리가 필요한 지역 등에 대해서 노후지역 중점관리지역으로 선정하여, 지자체로 하여금 집중적으로 관리토록 할 예정이다. 수도시설에 대한 자료체계 구축을 통해, 시설물의 전 생애에 걸친 위험요소를 미리 파악하여 최적의 교체, 정비시기를 예측하고 의사결정을 돕는 생애주기 관리기법의 도입도 추진 중에 있다.

2) 관리·운영의 고도화

취수원부터 수도꼭지까지 수돗물 공급 순과정을 실시간으로 감시하고 사고 발생시 신속히 자동 관리가 가능한 스마트상수도관리체계 구축하고 있다. 스마트 관리체계란 수질·수량·수압 모니터링 장치, 수질사고시 자동배수설비, 정밀여과장치 등을 관망에 설치하여 수돗물 공급과정에 대한 모니터링과 자동 관리가 가능한 체계이다. 선도 지자체에 우선적으로 도입하고 전 지자체를 대상으로 확대 추진 예정이다.

또한 관리·운영 인력의 전문성을 제고하기 위해 상수도관망운영관리사 제도 등을 신설할 예정이다. 또한 적수사고의 원인으로 지적된 수계전환 등은 관련 교육 이수지만 실시토록 제한하고, 현재 법적으로 정해진 관련 교육 이수 인력 배치 기준을 적정하게 준수하고 있는지에 대한 여부를 감독하는 등 수도시설 운영·관리 종사자의 전문성 제고를 도모하고 있다.

3) 사고대응의 체계화

수도사고가 발생할 경우, 신속한 문제 대응이 가능하도록 효율적이고 즉각적인 사고대응 체계를 구축할 필요가 있다. 이에 따라 사고대응 전문기관인 유역수도지원센터를 권역별로

설치하고, 평시에는 수도 관리를 위한 기술지원을 실시하고 사고 발생 시, 해당 지자체에 출동하여 사고 원인을 분석하고 대응 방안을 제시하는 등 수도사업자인 지자체와의 긴밀한 협력체계를 구축하고 있다. 또한 다양한 유형의 수도사고에 대응할 수 있도록 '수도물 사고 대응 매뉴얼(20.1.22.)'을 제정하여 배포하였다.

4) 국민소통 확대

수도물 관련 정보를 투명하게 소통하여 수도물에 대한 국민의 신뢰를 제고하기 위한 방안도 대책에 포함되어 있다. 스마트 상수도 관리 시스템을 통해 확보된 정보를 찬광판, 인터넷을 통해 실시간으로 국민들에게 제공할 계획이다. 또한 신청 가구를 직접 방문하여 수도물 수질을 검사하고 수질 기준 위반 시 원인분석 등 컨설팅을 제공하는 '안심확인제' 서비스의 전국 확대 도입을 유도할 예정이다.

제6절 토양 및 지하수 관리

1. 토양오염 현황

현재 전국 토양오염조사는 환경부장관이 설치·운영하는 측정망과 시·도지사(시장·군수·구청장)가 실시하는 토양오염실태조사의 두 가지 경로를 통하여 이루어지고 있다.

환경부는 지난 1987년도에 250개 지점의 토양측정망(전국망)을 설치하고 토양오염도를 상시 측정하기 시작한 후 운영의 내실화를 위해 2014년부터는 2,000개 지점으로 확대하여 출수년도와 짝수년도로 나누어 격년제 형태로 매년 1,000개 지점씩 운영 중이며,

시장·군수·구청장은 산업단지 및 공장지역, 공장폐수유입지역, 원광석, 고철 등의 보관·사용지역 등 토양오염이 우려되는 지역을 대상으로 매년 토양오염실태조사(2,000지점 이상)를 실시하고 있으며, 2018년도에는 2,512개 지역에 대한 토양오염실태조사를 실시하였다.

가. 토양오염측정망 운영

1) 토양측정망 현황

환경부정관은 농경지, 산업지역 등 토양의 용도별로 전국을 일정단위로 구획한 측정망(2,000개)을 설치하여 농경지는 3~4월에, 기타지역은 5~6월에 시료 채취한 후 중금속(Cd 등 8개 항목), 일반항목(PCB 등 13개 항목) 및 토양산도(pH) 등 총 22개 항목에 대하여 매년 오염도를 측정하여 전국 토양에 대한 오염추세를 파악하고 있다.

표 2-1-2-72 토양측정망 조사지점 현황('18년)

계	한강형	낙동강형	금강형	영신강형	원주형	대구형	전북형
1,000	178	143	151	159	132	150	87

표 2-1-2-73 토지용도별 토양측정망 현황('18년)

계	임야	답	전	과수원	목장용지	집종지	대(도)	공장용지	학교용지	공원	체육용지	유원지	도로용지	철도용지	하천부지	종교부지
1,000 (100%)	223 (22.3)	171 (17.1)	95 (9.5)	7 (0.7)	5 (0.5)	12 (1.2)	136 (13.6)	36 (3.6)	139 (13.9)	19 (1.9)	39 (3.9)	10 (1.0)	36 (3.6)	9 (0.9)	21 (2.1)	44 (4.4)

2) 토양측정망 운영결과

2018년 토양오염 측정결과 전체 1,000개 지점에서 토양오염우려기준 이내였으며, 항목별 평균오염도는 불소가 우려기준의 53.5% 범위로 기준 대비 가장 높게 검출되고, 카드뮴 등 중금속류는 우려기준의 0.8(수은)~31.3(아연)% 범위로 검출되었다.

또한, 유기인, PCB, 에틸벤젠, PCE는 모든 지점에서 불검출되었으며, pH 범위는 4.1~9.3로 평균값은 6.5이었다(자연토양은 pH 5.7).

조사대상 및 조사항목은 전, 답, 유원지 등 16개 토지용도별로 pH, Cd, Cu, As, Hg 등 총 22개 항목을 조사하였다.

표 2-1-2-74 전국 평균 토양오염도 현황

(단위 : mg/kg)

구분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ₆₊	Zn	Ni	F	유기탄	PCB	CN	중금속	무기					TCE	PCE	비오염 지점	
														비	유기	중금속	유기	TH				
2018 평균	0.148	22.128	5.484	0.031	21.256	0.161	93.762	16.370	214.110	0.000	0.000	0.001	0.016	0.021	0.021	0.019	0.021	92.736	0.009	0.014	0.022	
우려기준 (지점)	4	150	25	4	200	5	300	100	400	10	1	2	4	1	20	50	15	500	8	4	0.7	

※ 출처 : 2018년도 토양측정망 및 토양오염 실태조사결과

※ 1. 2018년 pH의 범위는 4.1~9.3(평균 6.5)

2. 『토양환경보전법』 하위법령 개정(09.6월)에 따라 BTEX 항목이 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌으로 세분화되어 기준이 설정

카드뮴 등 중금속 5종의 경우, 2006~2009년에 비해 측정방법이 전함량법으로 변경된 2010년 이후 농도가 크게 증가하였다.

나. 토양오염실태조사

1) 토양오염실태조사 현황

시장·군수·구청장은 산업단지 및 공장지역, 공장폐수유입지역, 원광석, 고철 등의 보관·사용지역 등 토양오염이 우려되는 지역을 대상으로 매년 토양오염실태조사(2,000지점 이상)를 실시하고 있다.

토양오염실태조사는 오염지역을 적극 발굴하여 정확하기 위한 것으로 매년 조사지점을 달리한다는 점에서 환경부장관이 운영하는 토양측정망과 차이가 있다.

토양오염실태조사결과 토양오염우려기준을 초과한 지역에 대해서는 오염원인자가 토양정밀조사를 실시하고 오염토양을 정확하도록 하고 있다.

표 2-1-2-75 토양오염실태조사 지역 현황('18년)

계	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
2,512	317	104	116	89	95	85	65	15	293	222	134	199	155	158	250	165	50
100(%)	12.6	4.1	4.6	3.5	3.8	3.4	2.6	0.6	11.7	8.8	5.3	7.9	6.2	6.3	10.0	6.6	2.0

※ 출처 : 2018년도 토양측정망 및 토양오염 실태조사결과

표 2-1-2-76 오염우려지역별 현황(16개 지역)

계	산업단지 및 공장지역	공장복수지역	원광석·고철 등 보관·사용지역	금속재질소지역	폐기물처리·재활용관련지역	지하수오염지역	교통관련시설지역	철도관련시설 등	산지용 배구, 공유수면 해당지역	도랑오염정화·정화도랑사용지역	사고·방류 등 발생지역	산업단지 주변 등 주거지역	어린이놀이시설지역	사격장관련시설	도양오염우려기준강화변경지역	도지개발지역
2,512	433	36	349	14	276	33	575	67	8	26	77	96	423	34	2	63
100(%)	17.2	1.4	13.9	0.6	11.0	1.3	22.9	2.7	0.3	1.0	3.1	3.8	16.8	1.4	0.1	2.5

※ 출처 : 2018년도 토양측정망 및 토양오염 실태조사 결과

2) 토양오염실태조사 결과

2018년 전국 2,512개 지역의 토양오염실태를 조사한 결과 50개 지점(2.0%)에서 토양오염우려기준을 초과하였으며 초과율은 부산, 경기, 서울, 광주 순으로 높게 나타났고, 대구, 대전, 울산, 세종, 경북, 경남, 제주 지역은 초과지역이 나타나지 않았다.

표 2-1-2-77 토양오염우려 기준초과 건수

구분	계	서울	부산	인천	광주	경기	강원	충북	충남	전북	전남
초과지역	50	10	9	2	3	17	3	1	2	1	2
토양오염 발견율	2.0	3.2	8.7	2.2	3.2	5.8	1.4	0.7	1.0	0.6	1.3

※ 출처 : 2018년도 토양측정망 및 토양오염 실태조사결과

토양오염우려기준을 초과한 50개 지역은 교통관련시설지역(15개소, 30.0%), 원광석·고철 등의 보관·사용지역(9개소, 18.0%), 산업단지 및 공장지역(8개소, 16.0%) 순으로 나타났다. 조사항목별로는 Zn 18개, TPH 및 F 12개, Pb 11개 순으로 우려기준을 초과하였다.

2. 토양오염 방지대책

가. 특정토양오염관리대상시설 관리

1) 특정토양오염관리대상시설의 종류 및 현황

가) 특정토양오염관리대상시설의 종류

「토양환경보전법」 시행규칙 제1조의3 별표2에서 규정하고 있는 특정토양오염관리대상시설은 「위험물안전관리법」에 의한 2만 리터 이상 석유류 제조 및 저장시설, 「화학물질관리법」에 의한 유해화학물질 제조 및 저장시설, 「송유관안전관리법」에 의한 송유관 시설, 기타 환경부장관이 고시한 시설 등이다.

나) 특정토양오염관리대상시설 현황

2018년 말 현재 전국의 특정토양오염관리대상시설 설치신고 업소수는 20,769개소이다. 저장시설 종류별로는 석유류가 20,396개소(98.2%)를 차지하고 있고, 유독물은 373개소로 1.8%에 불과하다. 석유류 저장시설 중에서는 주유소가 13,214개소(64.8%)로 가장 많고 산업시설 4,813개소(23.6%), 기타(난방시설 등) 2,369개소(11.6%) 순이다.

지역별로는 경기도가 4,184개(20.1%)로 가장 많았으며, 경북 2,501개(12.0%), 경남 2,097개(10.1%), 충남 1,908개(9.2%), 전남 1,670개(8.0%)순이었다.

2) 토양오염검사

특정토양오염관리대상시설을 설치한 자는 정기적으로 시·도지사가 지정한 토양관련 전문기관으로부터 토양오염검사를 받아야 한다. 토양오염검사는 토양 중의 시료를 직접 채취하여 오염물질 함유정도를 검사하는 토양오염도검사와 저장시설의 누출여부를 검사하는 누출검사로 구분하여 실시한다.

토양오염도검사는 저장시설의 설치연수 등에 따라 1년~5년 주기로 검사를 받고, 자연환경보전지역, 지하수보전구역, 상수원보호구역, 특별대책지역(대기보전과 관련된 특별대책지역은 제외) 내에 있는 특정토양오염관리대상시설은 매년 토양오염도검사를 받도록 하고 있다. 다만, 자연환경보전지역과 특별대책지역에 설치된 시설에 대한 토양오염도검사

결과 토양오염물질이 불검출로 확인된 경우 해당 시설은 다음 연도 토양오염도검사를 받지 않을 수 있다.

검사결과 토양오염우려기준을 초과한 경우 의무적으로 누출검사를 실시하여야 하고, 시장·군수·구청장의 조치명령 등에 따라 시설의 개선이나 정밀조사의 실시 및 오염토양 정화를 하여야 한다. 한편, 2006년 7월 1일부터는 토양오염도검사만으로는 오염물질 누출을 사전에 예방하는 한계가 있어 누출검사제도를 도입하여 토양오염의 사전예방 기능을 강화하였다.

3) 특정토양오염관리대상시설에 의한 오염현황

2018년도에 석유류의 제조 및 저장시설 전체 20,396개소 중 7,230개소를 수시 또는 정기검사한 결과 134개 업소(1.9%)가 토양오염우려기준을 초과하였다. 시설별로는 주유소가 5,022개 업소 중 88개 업소가 초과하였고, 산업시설은 1,455개업소 중 30개 업소, 기타시설은 605개 업소 중 20개 업소가 초과하는 것으로 조사되었다. 누출검사는 1,459개 업소에 대한 검사 결과 총 7개소(0.5%)가 부적합 판정을 받은 것으로 조사되었다.

4) 토양환경보전을 위한 자발적 협약

환경부는 2002년 12월 26일에 SK에너지, GS칼텍스, S-Oil, 현대오일뱅크 등 국내 정유사와 2006년 12월 27일에는 한국석유공사와 자율적인 토양오염도검사와 정확책임 이행을 핵심으로 하는 자발적 협약을 최초 체결하여 운영하였다.

기존 협약의 유효기간 10년이 경과됨에 따라, 2013년 3월 4대 정유사와의 협약과 한국석유공사와의 협약을 통합하여 갱신 체결하였다. 지난 2002년 4대 정유사와 체결한 자발적 협약의 10년간 이행성과를 분석한 결과, 오염식별 척도라 할 수 있는 토양오염우려기준 초과율이 토양환경보전법에 의한 법적검사에 비해 업체의 자율검사 시 약 2.1배(0.76→1.63%) 높은 것으로 나타났다. 또한 업체의 토양오염 관련시설 투자비 증가(11→114억 원), 환경관리인력 증가(5→26명) 등 석유업계의 토양오염 정화 및 예방노력이 증가한 것으로 나타나 협약대상 사업장의 자율적 관리가 토양환경보전에 효과적이라 평가되었다.

5) 토양오염 사전예방을 위한 클린주유소¹³⁾ 지정

주유소는 특정토양오염관리대상시설의 60% 이상을 차지하고, 유류저장탱크를 지하에 매설하여 토양오염에 매우 취약할 뿐만 아니라 오염이 되더라도 뒤늦게 확인되어 오염의 예방 및 확산 방지에 한계가 있다. 또한, 대부분 강철재질의 탱크 및 배관을 사용, 부식에 매우 취약하여 시설물의 부식, 노후로 인한 누출이나 유출뿐만 아니라 넘침이나 흘림 등 관리부주의로 인해 토양오염을 유발하게 된다.

그림 2-1-2-22 클린주유소 기본모형



환경부는 이러한 오염 발생요인을 사전에 차단하고자 2006년 이중벽탱크, 이중배관, 탱크 및 주유기 펌프 등을 설치하여 오염예방기능을 강화한 '클린주유소' 5개소를 시범 지정한 이래 2019년 말 기준으로 총 1,006개를 지정·운영하고 있다. 클린주유소로 지정된 주유소에 대하여는 15년간 토양오염검사의 면제, 지정현판 수여, 방지시설 설치자금 용자 및 세액공제 등 인센티브를 제공함으로써 설치확산을 유도해 가고 있다.

13) 이중벽탱크, 이중배관, 흘림 및 넘침방지시설 등 오염물질의 누출·유출을 방지하는 시설을 갖추어 토양오염을 사전에 예방하고, 만일의 누출 시에도 감지장치에 의한 신속한 확인으로 오염의 확산을 방지할 수 있는 체계를 갖춘 주유소를 의미한다.

나. 폐광산 토양오염 방지대책

1) 폐광산 현황

우리나라 광산은 크게 석탄광산과 금속광산, 비금속광산으로 구분되며, 비금속광산에는 석면광산, 석회석광산 등이 포함된다. 금속광산은 광석에 포함되어 있는 중금속성분과 제련과정에서 사용되는 시안(CN)등 화학약품, 갱구에서 유출되는 갱내수 등이 토양오염을 유발하며, 석면광산은 채굴과 가공과정에서 발생한 석면이 광산 주변지역의 토양오염원으로 작용한다.

전국의 폐광산 현황은 2019년 기준으로 폐금속광산 2,428개소, 폐석탄광산 423개소, 폐석면광산 38개소로 파악되었으며, 대부분 1940년대 이전에 개발되었으나 경제성 저하 등의 이유로 방치되고 있는 상태이다.

2) 폐광산 정밀조사 및 토양오염방지사업 추진

토양오염을 유발하는 광산은 폐금속광산과 폐석면광산, 폐석탄광산이 대표적이다.

환경부는 1992년부터 전국의 폐금속광산에 대해 토양오염실태 개황조사와 정밀조사를 실시하여 오염이 확인된 광산은 관계부처와의 협조를 통해 광해방지사업, 농경지 토양개량 등 토양오염방지사업을 실시하여 오고 있다.

표 2-1-2-78 전국 폐금속광산 및 토양오염실태조사(개황) 현황('19년까지)

전국 폐금속 광산 수	토양오염실태조사 완료 광산수											미조사 광산 수	
	계	'92-'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18		'19
2,428	1,956	906	30	20	60	110	140	125	145	140	140	140	472

2019년까지 1,956개 폐금속광산 토양오염실태조사결과 964개소의 폐금속광산 및 주변 토양에서 비소, 카드뮴 등의 중금속이 토양오염우려/대책기준을 초과하여 정밀조사가 필요한 것으로 나타났으며, '19년 말까지 546개소에 대해 정밀조사를 실시하였다.

조사결과 오염이 확인된 광산 중 346개소에 대해 산업통상자원부 등이 토양오염방지사업 등 광해방지사업을 시행하였으며, 오염이 확인된 광산에 대해 지속적으로 광해방지사업이 추진될 예정이다.

한편 2009년에 충남 광천과 보령지역 폐석면광산 주변지역 주민에게서 석면피해사례가 발생하고 탈크(활석) 완제품 등에 의한 석면문제가 제기되어 관계부처 합동으로 석면관리 종합대책이 수립되었다. 2009년부터 2010년까지 전국 38개 폐석면광산에 대한 기초환경조사를 실시하였으며, 2015년까지 환경부와 산업통상자원부는 조사가 필요 없는 9개소를 제외한 29개소에 대한 정밀조사를 완료하였다.

토양정밀조사 실시 결과, 석면함유량이 1%를 넘는 등 정화대상 오염지역에 대해서는 한국광해관리공단이 광해방지사업을 통해 토양오염개량사업을 추진하도록 조치하고 있다.

폐석탄광산 주변지역은 방치된 석탄찌꺼기와 산성광산배수 등으로 인해 하천생태계와 지하수, 농경지의 환경 위해요인이 높은 편이다. 이에 따라 지난 2010년부터 2014년까지 423개 폐석탄광산에 대한 기초환경조사를 모두 완료하였다.

기초환경조사에서 토양기준을 초과한 폐석탄광산에 대해서는 2014년 7개 광산을 시작으로 정밀조사 우선순위에 따라 광산 주변지역에 대한 토양정밀조사를 연차적으로 추진하고 있으며, 2019년 기준 53개소에 대해 정밀조사를 완료하였다.

3) 폐광산의 효율적인 관리대책

폐광산지역이 위치한 자치단체 대부분은 재정자립도가 매우 열악한 실정으로 과거 환경부에서 지원하던 국고보조를 50%로는 폐광 관리사업 추진이 어렵고 산업통상자원부에서도 광해방지사업을 실시하고 있어 유사한 사업이 중복 추진되는 등 업무조정 필요성이 제기되었다. 이에 따라 국무조정실은 폐금속광산 관련 토양오염방지사업을 효과적으로 추진하기 위해 부처별 업무를 조정('03.11.17)하여 환경부는 휴·폐금속광산에 대한 정밀조사를 실시, 그 결과를 산업통상자원부, 농림축산식품부 등 관계기관에 통보하고, 산업통상자원부는 토양오염방지사업을 포함한 광해방지사업을 추진하게 되었다.

환경부, 산업통상자원부, 농림축산식품부 등 관계부처는 정확한 토양오염실태와 폐광산지역 주민피해 여부 및 토양오염방지사업 완료 후 사후관리체계 미흡 등의 문제점을 해소하기 위해 조사·복원사업, 사후관리, 주민건강조사, 농작물 오염 등 종합적인 관리체제로 전환하여 관계기관별 상호협조체계를 구축·운영하고 있다.

특히 2005년 5월 31일에는 「광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률」이 제정되었으며

동 법률에 근거하여 2006년 6월에 '광해방지사업단'이 발족(現.한국광해관리공단)함으로써 폐광산에 대한 광해방지사업을 본격적으로 수행하게 되었다. 아울러 환경부는 효율적인 폐광산 관리를 위해 2010년 12월부터 환경부·산업통상자원부·농림축산식품부·식품의약품안전처 등 4개 부·처로 구성된 '정책협의회'를 구성하여 운영하고 있다.

동 정책협의회를 통하여 각 부처가 추진하는 사업의 결과 및 계획을 공유하고 상호 연계방안을 논의하고, 실무자간 수시회의를 개최하여 협의회에서 논의된 안건을 세부적으로 조율·협력하고 있다.

또한, 환경부는 폐광산에 대한 광해방지사업 완료 후에도 지속적인 사후관리의 필요성에 따라 2005년 7월에 '광해방지사업이 완료된 사업장 주변 환경오염영향조사 지침'을 마련하여 광해방지사업 종료 후에도 5년간 시설물 관리실태, 토양, 수질 오염도 현황, 광미 등 오염물질 유실 여부 등에 대한 사후환경영향조사를 추진하고 있다.

표 2-1-2-79 폐광산 관련 부처별 업무분담 현황

기관별	업 무 내 용
환경부	토양오염실태 조사, 주민건강영향조사, 농경지 오염실태 조사
산업통상자원부	광해방지사업, 오염농경지 휴경·보상, 토양개량
농림축산식품부	농산물 안전성 조사, 오염농산물 수매·폐기 등 유통방지
식품의약품안전처	농산물 중금속 잔류허용기준 마련('06.12월)

※ 출처 : 국무조정실 업무조정(03.11. '10년) 및 농산물관련 정부합동대책('06.9)

2019년에는 전국의 175개 폐광산 주변지역의 오염원 및 광해방지사설물 등에 대한 사후 환경오염영향조사를 실시하였으며, 조사결과 중 오염이 확인된 농경지 등에 대해서는 지속적으로 광해방지대책 등이 추진될 예정이다.

다. 토양오염원 인벤토리 및 토양오염평가 기반 구축

1) 배경 및 목적

토양오염을 유발하는 점오염원의 실태를 파악하고 전국의 토양오염물질 배경농도를 조사하여 토양환경지도를 구축함으로써 토양 및 지하수 환경관리체계 선진화를 도모하고자 2012년부터 「토양오염원 인벤토리 및 토양오염평가 기반 구축」 사업을 추진하고 있다.

이렇게 조사한 각종 오염원자료와 배경농도를 기반으로 토양 및 지하수 오염 취약성에 근거한 우선관리지역 평가를 수행함으로써 오염우심지역에 대한 환경관리를 체계적으로 추진할 계획이다.

2) 전국 토양오염원 조사

잠재적 토양오염시설에 대한 관리체계 수립과 토양오염지역의 지속적 관리를 위해 2011년 12월에 전국 토양·지하수 오염원 조사 중·장기 계획을 수립하였으며, 2012년부터 2019년까지 전국 토양오염원 조사 및 인벤토리 구축사업을 추진하고 있다.

조사대상 오염시설은 위험물시설, 광산지역 등 20종으로, 연차별 조사대상 오염원 현황은 다음과 같다.

표 2-1-2-60 연차별 조사대상 오염원 현황

조사연도	2014	2015	2016	2017	2018
조사대상 오염원	금속제련소 원광석(고철) 보관소 폐광산지역 교통철도관련시설 토양정화지역	골프장 사격장 가축 매몰지 폐수배출(처리)시설 축산폐수배출 (처리)시설 하수(분뇨)처리시설	농약저장시설 비료저장시설 목재가공 처리업 화력발전소 및 전력관련시설 토양오염방지 조치명령지역	오염토양 반입정화시설 세탁업시설 재철 공장 금속제련소 원광석 보관소 유독물시설	산업단지 석유관련시설 토양오염물질검출지역 토양오염 조치명령지역 사격장

※ 2019년은 12종 토양오염관리대상시설* 12년~'18년 기간중 기초사된 시설) 현행화

2012년에서 2015년까지 전국의 위험물·유독물시설과 송유관시설, 폐기물 보관(처리) 시설, 금속제련소, 원광석(고철)보관소, 폐광산지역, 교통·철도 관련시설, 토양정화지역, 농약·비료저장시설, 목재가공 처리업, 화력발전소 및 전력관련시설 등 약 355,000개 시설을 대상으로 데이터베이스를 구축하였으며, 2019년에는 오염토양 반입정화시설, 토양오염 방지조치명령지역(토양정밀조사, 토양정화명령, 토양정화완료 등), 폐기물처리(보관)시설 등 293,380개의 데이터베이스를 구축하였다.

조사방법은 사전검토, 시·군·구 및 환경청, 소방서 등 방문조사, 취합자료 검·보정 및 추가 방문조사, 속성자료 분류 및 데이터베이스 구축 등 4단계로 추진되었다.

조사 내용은 시설의 위치와 상호명, 관리자 등 일반현황, 시설의 설치연도, 부지면적, 저장탱크 수, 저장물질 등 시설현황, 누출방지시설, 확산방지시설 등 방지시설현황, 시설이력 등 기타 이력현황 등으로 목록화 하였다.

3) 토양환경지도 제작

전국 토양의 배경농도를 조사하여 토양환경 정책 수립에 활용하고자 2012년부터 토양환경지도 제작을 추진하고 있다. 2011년 12월 중장기계획을 수립하여 2012년부터 추진하고 있는 이 사업은 전국을 10개 구역으로 구분하여 2021년까지 총 10년간 추진될 예정이다. 조사는 지질정보를 가장 잘 반영하는 토양시료를 채취·분석하며, 분석항목은 「토양환경보전법」에서 정한 토양오염물질로 선정하였다. 시료의 채취지점은 전국을 도심지 및 오염원 존재지역과 비도심지 및 오염원 비존재지역으로 양분하고 4km×4km 격자로 나눈 후 격자 중심지점으로 선정하였다.

토양환경지도 제작을 위한 배경농도 조사는 2019년 말 현재 10권역에 대한 조사가 추진되었으며, 전 국토 대비 약 95%에 대한 조사를 완료하였다.

라. 기타 토양오염유발시설 관리대책

1) 골프장 농약사용제한

환경부는 농약사용의 오남용을 방지하고, 골프장 내 토양·지하수오염 및 주변하천에 미치는 환경피해를 사전에 예방·감시하여, 골프장에서 사용되는 농약으로부터 자연환경 및 국민건강을 보호하기 위해 골프장에서 사용되는 농약 사용량 및 잔류량 검사를 추진해오고 있다.

2009년 12월 국무총리실 규제개혁위원회 권고에 따라 문체부와 환경부에서 이원화 수행되던 전국 골프장 농약 사용량 및 잔류량 조사가 환경부로 일원화됨에 따라, 문화체육관광부 소관 법령에서 관련 규정이 삭제(10.7)되고, 환경부는 기존 관련제도를 개선하여 '골프장의 농약사용량 조사 및 농약잔류량 검사방법 등에 관한 규정'(환경부고시 제2011-4호)으로 전면 개정하여 '전국 골프장에 대한 농약사용량 및 잔류량 조사'를 추진하고 있다.

「물환경보전법」에서는 골프장을 설치·관리하는 자는 골프장내에서 맹독성 및 고독성 농약의 사용을 금지하고, 수목의 해충·전염병 등의 방제를 위해 관할 행정기관의 장이

2019년에 전국 상수원 유역 중 14개 지역을 선정하여 조사한 결과 4개 지역에서 미량의 농약 성분이 검출되어 해당 지자체 등 유관기관에 결과를 통보하는 등 사후관리에 만전을 기하고 있다.

3. 지하수 관리

가. 우리나라 지하수 현황

1) 지하수 관리체계

우리나라는 지하수의 적절한 개발·이용과 효율적인 보전·관리를 위하여 1993년 지하수법 제정 및 개정(12회)을 거쳐 지하수의 적절한 개발·이용을 도모하고 오염을 예방하도록 하였다. 지하수는 환경부, 국토교통부, 행정안전부, 농림축산식품부 등 주요 10개 중앙부처 및 지자체에서 소관 업무와 관련법률에 따라 관리되고 있으며, 최근 물관리일원화(18.6)에 따라 환경부에서 지하수 수량·수질 업무를 총괄하여 관리하고 있다.

표 2-1-2-82 기관별 지하수 업무 담당 현황

부 처	관 장 업무	관 련 법 률
환경부	(지하수 총괄) · 지하수관리기본계획 수립 · 지하수 기초조사, 지하수 개발·이용 관리 · 지하수 관측·측정, 지하수 보전·관리 · 지하수정보 종합관리 · 지하수 수질기준 및 수질검사 · 지하수 수질오염방지 · 먹는샘물 및 상수원용 지하수 관리	· 지하수법 · 지하수 수질보전 등에 관한 규칙 · 먹는물관리법, 수도법
국토교통부	· 하천 인접지역 지하수개발·이용 · 공동주택 비상급수시설	· 하천법 · 주택법
행정안전부	· 온천 개발 및 관리 · 민방위 비상급수시설 관리	· 온천법 · 민방위기본법
농림축산식품부	· 농·어업용 지하수 관리	· 농어촌정비법 · 친환경농어업법
해양수산부	· 양식장용수 관리	· 해양수산부소관 친환경농어업법 시행 규칙

부처	관할업무	관련법률
국방부	· 군사목적의 지하수시설 관리	· 국방·군사시설사업에 관한 법률
교육부	· 학교용용수 수질관리	· 학교보건법
기획재정부	· 양조용 용수관리	· 주세법
문화체육관광부	· 물놀이형 유기사설 및 유기기구용 용수관리	· 관광진흥법
보건복지부	· 목욕장 용수 관리 · 어린이집 용수 수질관리	· 공중위생관리법 · 영유아보육법
식품의약품안전처	· 식품관련 용수 수질관리	· 식품위생법

2) 지하수관리기본계획

지하수법 제6조에 따른 10년 단위의 법정계획이며 지하수의 개발·이용 및 보전·관리에 관한 국가 최상위 계획으로서 일선 관계기관의 기본지침으로 활용되고 있다. 2017년에 수립된 제3차 지하수관리기본계획 수정계획은 '지속가능한 지하수 활용으로 국민의 삶의 질 향상과 물복지 실현'을 목표로 지하수법 개정 등 제도 변화, 제4차 수자원장기종합계획 수정계획('16.12) 중 가뭄 심화 등 지하수 개발·이용 환경변화를 반영한 정책방향을 제시하고 있다.

주요내용으로는 지하수의 활용가치 극대화를 위한 개발·이용계획, 지하수의 미래가치 확보를 위한 보전·관리계획, 지하수의 지속적 조사·관측·연구 통합·확대를 위한 조사·관측·연구개발계획, 과학적이고 체계적인 수질관리계획, 지하수분야 시장 확대 및 해외진출, 부가가치 창출을 위한 산업화계획 등을 포함하고 있다.

표 2-1-2-83 지하수관리기본계획 추진경위

추진내용	수립년도	계획기간	계획기조
지하수법 제정(법률 제4599호)	1993. 12.	-	-
1차 지하수관리기본계획 수립	1996. 12.	'97 ~ '11	관리기반 마련
2차 지하수관리기본계획 수립	2002. 12.	'02 ~ '11	적극적 보전
2차 지하수관리기본계획 보완	2007. 12.	'07 ~ '11	보전관리 기반 강화
3차 지하수관리기본계획 수립	2012. 12.	'12 ~ '21	지속가능한 지하수 활용
3차 지하수관리기본계획 수정	2017. 12.	'17 ~ '26	보전과 활용의 조화 및 산업 육성

표 2-1-2-84 지하수관리기본계획 주요내용

구분	주요내용
개발·이용계획	· 지하수자원확보시설, 강변여과수 등 취수원 다변화, 나눔지하수 전국 확대 등 효율적인 지하수 개발·이용으로 지하수 활용가치 증대
보전·관리계획	· 마들록시설 등특전한 등 체계적인 지하수 시설관리, 보전구역 확대 및 장애 관리 강화를 통한 지하수의 미래가치 확보
조사·관측·연구계획	· 이용량 신뢰도 제고, 관측망 통합관리체계 구축, 4차 산업혁명 연계 정보관리, 연구개발 추진 등 조사·관측·연구 확대
수질관리 계획	· 과학적인 관리체계 구축을 통한 지하수 수질 청정성과 안정성 확보로 국민의 건강과 환경보호
관리기반강화계획	· 지하수법 위상 강화, 시·도 역할 확대, 지하수 이용부담금 확대, 교육·홍보 강화 등 인프라 구축·강화를 통한 지하수 관리 선진화
산업화계획	· 지하수산업 육성 기반 마련, 미래 지하수산업 발굴, 국제협력 강화 및 해외시장진출 등을 통한 지하수산업 부가가치 창출

3) 지하수 용도별 이용현황 및 이용가능량

2018년 말 기준 전국의 지하수 이용현황은 약 164만공에서 총 29.1억 m^3 /년을 사용하는 것으로 집계되었다. 시설수는 생활용(50.7%), 농·어업용(48.3%), 공업용(0.8%), 기타(0.2%)의 순으로 생활용이 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 이용량은 농·어업용14.9억 m^3 /년(51.0%), 생활용12.3억 m^3 /년(42.1%), 공업용1.7억 m^3 /년(6.0%), 기타(0.9%)의 순으로 농·어업용이 가장 큰 비중으로 차지하는 것으로 나타났다.

표 2-1-2-85 용도별 지하수 이용현황

구분		개	생활용	공업용	농·어업용	기타
시설	관정(공)	1,640,374	831,675	13,234	792,321	3,144
	비율(%)	100	50.7	0.8	48.3	0.2
이용량	연이용량 (백만 m^3 /년)	2,914	1,229	174	1,485	26
	비율(%)	100	42.1	6.0	51.0	0.9

※ 2019 지하수조사연보(환경부·한국수자원공사, 2019)

한편, 제3차 지하수관리기본계획 수정계획에 따르면 우리나라의 연간 이용가능한 지하수량은 129.9억 m^3 /년으로 지역별로 강원 22.6억 m^3 /년, 경북 22.0억 m^3 /년 등의 순이다.

전국 이용가능량 대비 이용량 평균은 22.4%로 지역별로는 충남, 경기 지역에서 30%이상의 이용률을 보이며, 지하수를 주 수원으로 하는 제주도의 경우 개발가능량 대비 이용량은 33.1%로 나타났다.

표 2-1-2-86 지하수 이용가능량 대비 이용량

(단위 : 백만㎥/년)

구분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	특·광역시
이용가능량	12,989	1,326	2,264	894	1,006	1,008	1,523	2,197	1,343	730	699
이용량	2,914	406	186	259	364	234	376	360	288	242	199
비율(%)	22.4	30.6	8.2	28.9	36.1	23.2	24.7	16.4	21.5	33.1	28.5

※ 제3차 지하수관리기본계획 수정계획(국토교통부, 2017)

※ 2019 지하수조사연보(환경부·한국수자원공사, 2019)

4) 연도별 지하수 이용실태

연도별로 지하수 현황을 보면 시설수는 2018년 말 기준으로 약164만공으로 집계되었다. 한편, 이용량은 국가 지하수 이용량 통계자료의 신뢰성 제고를 위해 '찾아가는 지자체 기술지원' 등의 노력으로 이용량 자료를 보완·개선하여 전년 대비 4.7억㎥/년 줄어든 약 29.1억㎥/년으로 집계되었다.

그림 2-1-2-23 연도별 지하수 이용현황



※ 2019 지하수조사연보(환경부·한국수자원공사, 2019)

표 2-1-2-87 연도별 지하수 이용현황

구분	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
시설수 (천공)	1,270	1,304	1,323	1,345	1,364	1,381	1,447	1,475	1,506	1,563	1,627	1,658	1,690	1,640
이용량 (백만㎥/년)	3,717	3,749	3,725	3,764	3,807	3,807	3,907	3,990	4,071	4,085	4,094	4,043	3,384	2,914

※ 2019 지하수조사연보(환경부·한국수자원공사, 2019)

※ 2018년 이후 '지하수 이용량 신뢰성 제고'를 위한 지자체 기술지원을 통해 지하수이용량 감소

5) 지역별 지하수 이용현황

지역별 지하수 이용현황을 살펴보면 이용량은 경기도가 4.06억㎥/년(전국대비 13.9%)으로 가장 많고, 전라남도 3.76억㎥/년, 충청남도 3.64억㎥/년 순으로 많으며, 시설수는 충청남도가 285천공(전국대비 17.4%)으로 가장 많고, 경기도 258천공, 전라남도 251천공 순으로 집계되었다.

표 2-1-2-88 지역별 지하수 이용현황

구분	이용량(㎥/년)	비율(%)	시설수(공)	비율(%)
전국	2,913,531,315	100.0	1,640,374	100.0
서울특별시	20,006,914	0.7	7,742	0.5
부산광역시	28,558,796	1.0	6,972	0.4
대구광역시	22,144,645	0.8	5,484	0.3
인천광역시	40,607,641	1.4	13,892	0.8
광주광역시	17,360,815	0.6	11,973	0.7
대전광역시	25,223,220	0.9	20,699	1.3
울산광역시	23,804,630	0.8	5,601	0.3
세종특별시	21,531,502	0.7	21,175	1.3
경기도	406,171,007	13.9	257,991	15.7
강원도	186,143,863	6.4	116,707	7.1
충청북도	258,601,461	8.9	173,050	10.5
충청남도	363,662,909	12.5	284,718	17.4
전라북도	233,634,529	8.0	233,212	14.2
전라남도	376,400,152	12.9	251,262	15.3
경상북도	359,677,004	12.3	125,268	7.6
경상남도	288,426,013	9.9	99,871	6.1
제주도	241,577,214	8.3	4,757	0.3

※ 2019 지하수조사연보(환경부·한국수자원공사, 2019)

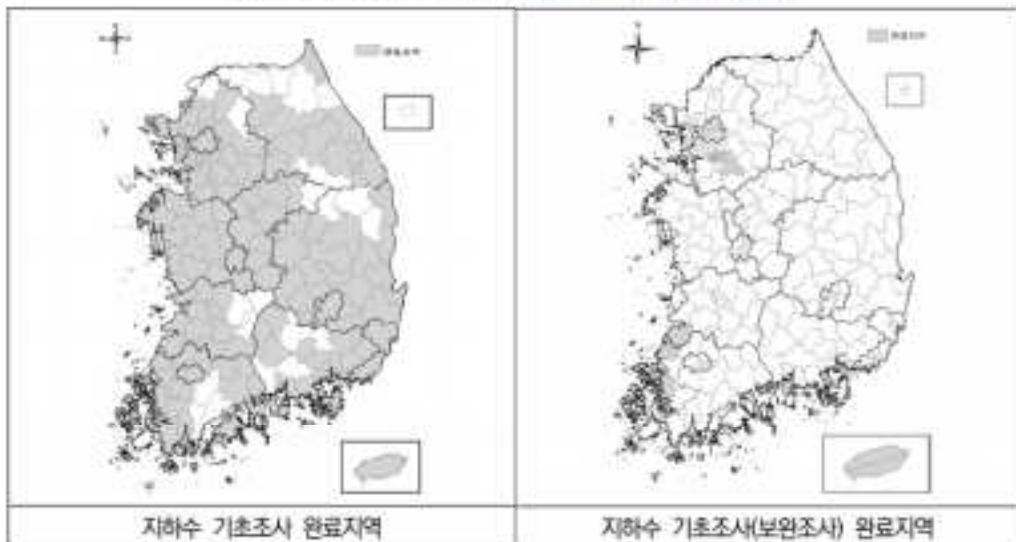
나. 지하수 관리

지하수법 제5조에서는 전국의 지하수에 대하여 지하수의 부존 및 산출 특성 등에 대한 기초적인 조사를 하도록 규정하고 있다. 지하수 기초조사는 광역 지하수 기초조사와 정밀 지하수 기초조사로 수행되고 있으며, 광역 지하수 기초조사는 한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강의 4대 권역별로 1997년부터 2006년까지 시행하였다. 정밀 지하수 기초조사는 전국 167개 시·군을 대상으로 1997년부터 조사를 시작하여 2019년 남양주, 구리 등을 포함한 143개 시·군의 조사를 완료하였다.

지하수 기초조사에는 행정구역·유역별 대수층 분포 및 산출특성, 지하수 수위분포 및 유동체계, 지하수 수질현황 및 지하수 이용가능량 등이 포함되어 있으며, 이를 수문지질도 및 주제도로 작성하여 행정기관, 연구기관 등에 배포하여 기초자료로 활용하고, 지하수관련 산업계와 지하수를 이용하는 일반인을 위해 국가지하수정보센터 홈페이지(<http://www.gims.go.kr>)의 웹서비스를 통해 분석결과를 제공하고 있다.

지하수 기초조사는 전국 167개 시·군의 조사를 계획하고 있으며, 기 조사 완료지역은 내·외부 지하수 환경변화 등 제반 여건변화를 반영하기 위해 10년 주기로 보완조사를 실시하고 있다. 2019년말 현재 수원, 고창, 제주 등 7개 지역의 보완조사를 완료하였다.

그림 2-1-2-24 지하수 기초조사 완료 현황(2019)



* 167개 시·군 : 광역시(7), 경기(31), 강원(18), 충청(27), 전라(37), 경상(43), 제주(4)

1) 국가지하수측정·관측망 설치·운영

국가지하수측정·관측망은 지역적으로 분산되어 있는 관측정을 연계하여 장기적으로 지하수위 및 수질관측을 실시하고 이를 토대로 지하수의 부존 및 유동특성과 배경 수질을 파악하여 지하수의 수위저하, 수원고갈, 수질오염 등의 지하수 장애를 사전에 방지하고, 지하수자원의 효율적인 이용과 관리를 위한 합리적인 개발계획과 보전계획을 수립하는 데 그 목적이 있다.

그림 2-1-2-25 지하수 측정망 설치·운영체계(- 2019)



※ 국가지하수수질전용측정망은 2007년부터 구축, 농촌지하수관리관측망은 2010년부터 편입·운영, 2020년부터 '지하수수질전용측정망'과 '국가지하수관측망'은 통합 설치 및 운영 예정

최근 물관리일원화에 따라 지하수관리가 일원화(환경부)됨에 따라, 측정망과 관측망을 통합 관리하기 위해 '국가지하수 통합감시망 표준모델 개발' (18.10-'19.6)을 추진하였으며, 이에 따라 단계적으로 연계·통합하여 운영할 예정이다.

가) 국가지하수관측망

1995년 제1차년도 관측망 사업에 착수하여 15개를 설치한 이래로 2019년까지 440개를 설치하였다. 국가지하수관측망에서는 수위, 수온, 전기전도도를 하루 24회 관측하고 있으며, 연 2회 지하수 수질기준(생활용수, 20개 항목)에 의한 수질검사를 실시하고 있다.

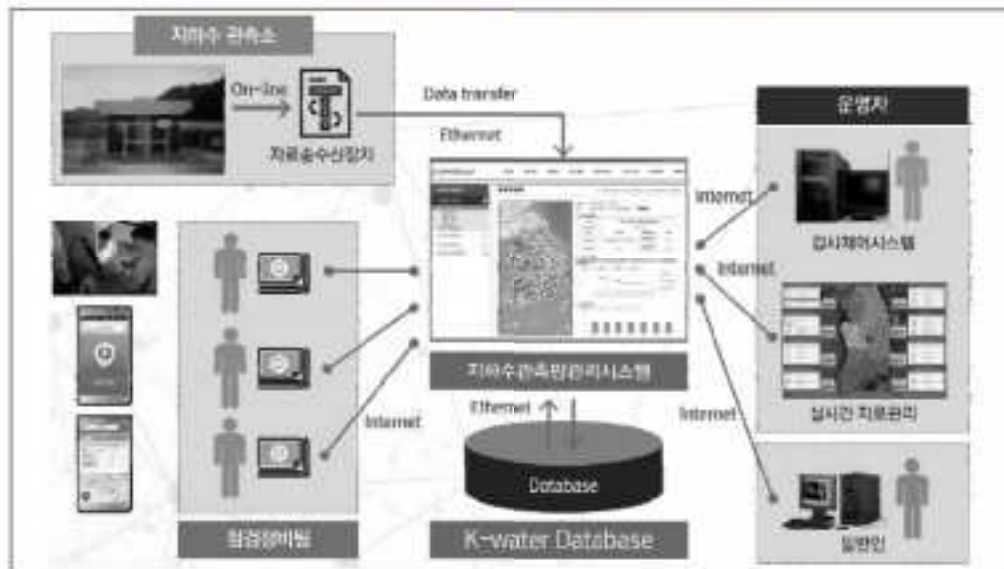
표 2-1-2-89 연도별 국가 지하수 관측망 설치 현황

구분	총계	'95~'05	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
개수	440	320	7	8	13	13	13	12	16	10	16	12	-

표 2-1-2-90 시·도별 국가 지하수 관측망 설치 현황

구분	전국	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	특·광역시
개소수	440	59	58	34	50	42	54	69	46	4	24

그림 2-1-2-26 국가지하수관측망 운영 체계도(2018 지하수 관측연보)



나) 국가지하수수질측정망

지하수 수질측정망은 2008년부터 국가측정망 및 지역측정망으로 구분·운영하고 있다. 국가측정망은 환경부가 직접 설치한 수질전용측정망, 지하수관측망, 농림축산식품부가 고유 목적으로 설치한 지하수관측망으로, 지역측정망은 유역(지방)환경청과 시·도에서 운영하는 지하수수질측정망으로 구성되어 있다.

2018년 12월 말 현재 지하수수질측정망은 총 2,872개소를 운영하고 있으며 측정망별 운영현황은 다음 표와 같다.

표 2-1-2-91 측정망별 운영현황

구분	국가지하수측정·관측망				지역지하수 수질측정망	
	지하수수질전용 측정망		국가지하수 관측망	타기관 측정망 농촌지하수관리관측망	오염우려 지역	일반지역
	배경수질 전용측정망	오염감시 전용측정망				
관리주체	환경부	환경부	환경부	농식품부	환경부 (유역·지방청)	지자체
측정 항목	기본항목, 먹는물 수질기준 항목 등 69개 항목*	기본항목, 먹는물 수질기준 항목 등 69개 항목	생활용수 수질기준 (20개 항목) 및 EC 등 21개 항목	생활용수 수질기준 (20개 항목) 및 EC 등 21개 항목	생활용수 수질기준 (20개 항목) 및 EC, 지하수 후보 물질 등	생활용수 수질기준 (20개 항목) 및 EC 등 21개 항목
목적	지하수 배경수질의 관측	산업단지 등 대규모 지하수 오염원 감시	수위·수질 변동 실태 파악 및 분석	농촌지하수 관측, 염수 침입 관측	관할 지역내 지하수 오염감시	관할 지역내 지하수 수질 현황 파악
측정주기	분기1회	분기1회	분기1회	분기1회	분기1회	분기1회
운영현황	271개소	80개소	440개소	60개소	781개소	1,240개소

* 설치 후 1년, 6년, 11년이 도래되는 측정망은 69개 전 항목을 측정하고, 이외의 측정소별 관심항목 등 측정

조사항목은 지하수 수질기준(생활용수, 20개항목), 현장측정항목인 전기전도도 등 21개 항목이고, 측정망으로 지정된 지하수 관정의 용도 및 위치, 지역에 따라 약간의 차이가 있다. 조사는 매년 상·하반기 2회 이상 실시하고 있다.

2018년도 지하수 수질측정망 운영결과, 총 조사시료8,112개(2,872개소, 3,502개 지점, 연 2~4회 조사)중 10.4%인 844개가 수질기준을 초과하였다.

표 2-1-2-92 연도별 수질기준 초과율

연 도	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
조사시료(A)	4,828	4,827	4,847	4,901	4,879	4,952	6,073	6,540	6,900	6,657	7,573	8,112
기준초과(B)	260	335	296	256	392	322	484	514	584	593	733	844
초과율(B/A)	5.4%	6.9%	6.1%	5.2%	8.0%	6.5%	8.0%	7.9%	8.5%	8.9%	9.7%	10.4%

* '06-'12년 자료는 국가지하수수질전용측정망 자료 미반영

2) 지하수 수위·수질 장애 관리

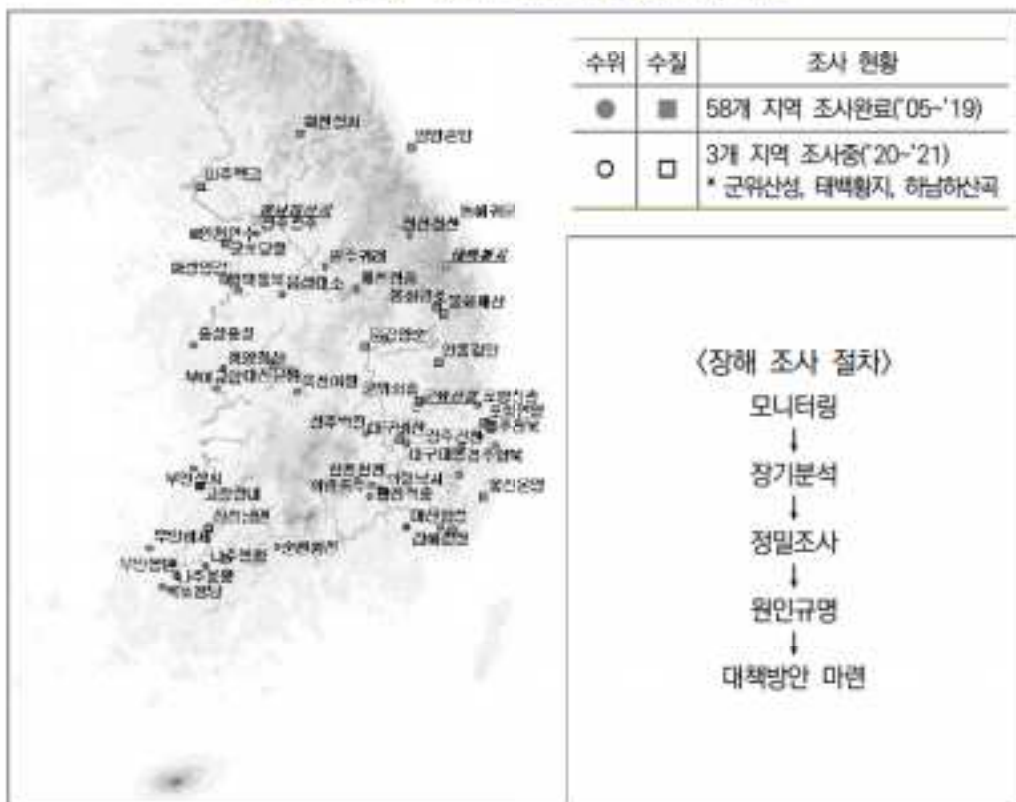
지하수 장애는 자연적(가뭄, 자연적 오염 등) 혹은 인위적(지하수 과다 사용, 인위적 오염 등) 요인에 의해서 지하수 수위 및 수질이 평년 또는 이전과는 매우 다르게 나타나 지하수

이용에 문제가 발생한 경우를 말한다. 지하수 장애의 발생 원인과 형태에 따라 지하수 수위 장애는 지하수 수위 저하 또는 상승으로 인한 수원 부족/고갈·지반침하·침수 등으로, 지하수 수질 장애는 지하수 수질 오염, 염수침입 등의 유형으로 나타난다.

지하수 장애 발생시 지하수는 수자원으로서의 가치를 상실하여 이를 대체 또는 복원하기 위하여 많은 시간과 경제적 손실을 가져다 줄 뿐만 아니라 인간에게 질병, 사망 등의 직·간접적인 해를 가할 수 있다. 우리나라는 지하수법 제17조 및 제18조에 따라 지하수 수위·수질 장애 조사를 실시하며, 전국 주요 지점에 설치·운영 중인 국가지하수관측소 중 이상지점에 대하여 정밀조사, 원인규명, 대책방안을 마련하여 지하수 보전구역 지정을 유도하는 등 효율적인 지하수 관리 방안을 모색해왔다.

2005년부터 2019년까지 총 58개소 지역을 대상으로 수위변동지역 34개소, 수질 오염지역 26개소(중복 2개소)에 대하여 정밀조사, 원인규명, 대책방안을 제시하였다.

그림 2-1-2-27 지하수 수위·수질 장애 조사 현황



3) 지하수 수질기준 및 수질검사

지하수 수질기준은 지하수를 이용하기 위한 목적 이외에도 지하수 오염방지 및 오염된 지하수를 정화하기 위한 목적에 적합하도록 지하수를 관리하기 위하여 총 20개 항목(19년 현재 일반오염물질 4개, 특정유해물질 16개)이 설정되어 있다.

지하수의 개발·이용을 허가받거나 신고한 자는 '지하수의 수질보전 등에 관한 규칙'에 규정된 지하수 수질기준에 적합한지 여부를 판정하기 위해 지하수 관련 수질검사를 받아야 한다. 지하수 수질기준을 초과할 경우 지하수 개발·이용시설의 오염 방지를 위해 필요한 조치를 취하도록 하고 있다.

4) 지하수오염방지시설

「지하수법」에서는 취수정예의 오염물질 유입방지 및 부대시설의 보호를 위해 지표상부에 상부보호공을 설치하고 지표하부에는 보호벽(케이싱)을 암반선 이하까지 설치하여야 하며, 토지굴착 후 토지와 보호벽 사이의 공간에는 차수용 재료를 주입하여 그라우팅을 실시하도록 하고 있다.

5) 가축매몰지 환경관리 추진

환경부는 AI, 구제역 등 가축질병 발생에 따른 가축매몰지의 환경관리를 위해 '가금류 매몰에 따른 환경오염영향조사계획'(08.4), '가축매몰지 환경관리계획 수립지침'(09.11), '가축매몰지 환경관리지침'(10.11)을 수립·제정하였다. 특히, 2010년 11월부터 전국적으로 발생한 구제역으로 인해 가축매몰지가 대규모(4,799개소)로 생겨났고, 이로 인한 침출수 등 2차 환경오염 발생 우려가 확산됨에 따라, 범정부 차원의 '가축 매몰지 관리 종합대책'(11.2.15, 중앙재난안전대책본부)을 마련하였다.

이후 지속적으로 매몰지 환경관리 관련 지침을 개정하여 사후관리를 강화하고자 하였다. 2012년 2월에 '가축매몰지역 환경조사지침'을 개정하여 매몰지 관측정 수질측정 및 보고에 대한 내용을 신설하였고, 2013.11월, 관측정 및 지하수 판정 조사기간 연장이 필요한 경우를 구체화하였다. 2015년 10월에는 매몰지 지하수 확산범위를 고려하여 매몰지 주변 지하수관정 수질조사 대상범위를 합리화(300→150m)하고, 관측정 단계별 해석요령을 기존 4단계에서 3단계로 정비하였다.

또한, '3년 경과 매물지 사후관리 지침'(13.6, 농림축산식품부)을 마련하여 환경영향 우려 매물지의 경우 관리기간(3년) 이후에도 2년 범위 내에서 발굴금지 및 사후관리를 지속토록 하는 한편, '가축매물지 사후관리지침'(15.9, 농림축산식품부)을 개정하여 사체분해가 완료되어야만 매물지 관리가 해제될 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라, '구제역 긴급행동지침'(15.10, 농림축산식품부), 'AI 긴급행동지침'(16.6, 농림축산식품부)을 개정하여 10톤 이상의 매물지(밀폐형 매물지 제외)의 관측정 설치를 의무화하는 등 관계부처와 협업하여 제도개선을 추진하였다.

아울러 매물지 주변 환경관리와 지역주민에 대한 먹는물 안전대책을 추진하고 있다. 해빙기 등 취약시기 매물지 환경·안전 관리실태 관계부처 합동점검을 정기적으로 실시하고, 유역·지방환경청 관내 매물지 순찰을 연중 실시하고 있다. 매물지 150m 이내 지하수 관정 수질 모니터링을 실시(12~16, 13,408개소, 국립환경과학원)하여 기준초과 관정(3,983개소, 29.3%)은 음용중지, 지역주민에게 병입수나 정수기를 지원하고, 매물지 경계부 5m 이내에 설치된 관측정의 침출수 수질변화 등 환경영향조사(12~16년 총 505개소)를 실시하여 매물지 침출수 관리강화단계(1단계)에 해당하는 매물지(21개소)는 이설 또는 침출수 수거 확대 등의 조치를 하도록 하고 있다.

2016.11월 대규모 AI 발생 이후, 환경부는 지자체 조사와 별개로 가축 매물지 관측정 전수조사 및 침출수 유출이 의심되는 매물지에 대해서는 정밀조사를 실시(17~)하였고, 정밀조사결과 정화조치가 필요한 가축매물지에 대해서는 적극적으로 정화사업을 추진(18~)하는 등 가축 매물지 주변의 먹는물 안전성 확보와 지하수 수질 관리를 강화해 나갈 계획이다.

또한, 가축매물지지역의 환경부하 감소를 위해 매물지 주변 환경조사, 정밀조사 및 정화조치 등의 내용을 반영하는 법제화를 추진하였다.(18.12.31, 가축전염병 예방법)

6) 지하수 불용공 관리

불용공이란 지하수개발·이용시설물 또는 조사공, 관측공 등의 용도로 사용되지 않는 시설로서, 적절한 방법으로 되메움한 처리공과 적절하게 처리가 되지 않은 방치공 등으로 분류 된다.

불용공은 2018년까지 전국에 246,131공이 발생하였다. 이 중 132,855공이 처리가 된 것으로 집계되고 있으며, 85,574공은 허가·신고 취소시설에 해당한다. 불용공이 발생하는

원인으로는 취소시설을 제외하고 사용중지가 가장 많으며, 뒤를 이어 수량부족, 상수도 대체 등이 있다.

그림 2-1-2-28 지역별 지하수 불용공 발생 및 처리 현황(취소시설 제외)

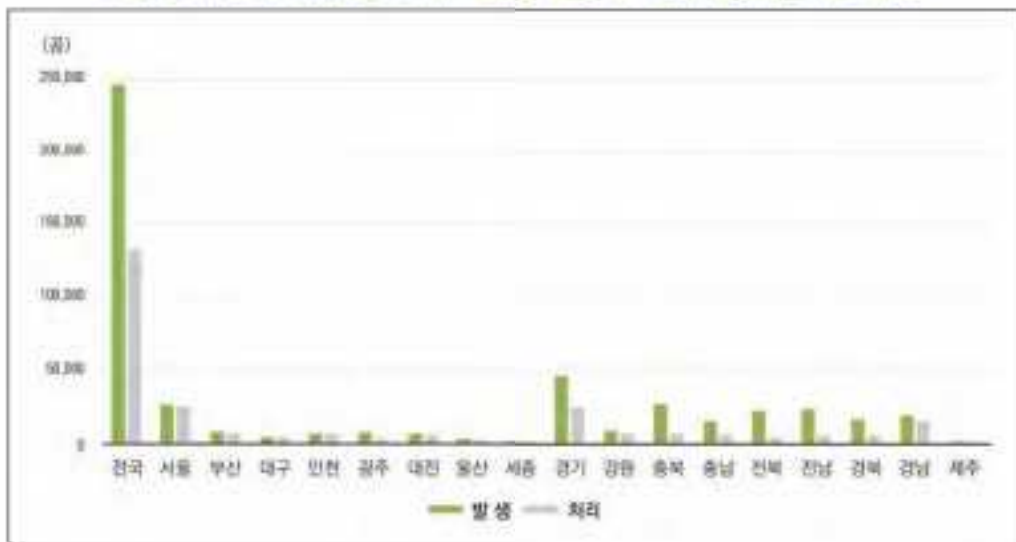


표 2-1-2-93 불용공 발생 원인별 현황

(단위 : 공)

발생원인	총계	수량 부족	수질 악화	상수도 대체	토지형질 변경	소유주 변경	음도 변경	사용 중지	염분 증가	기타	취소 시설
발생 수량	246,131	20,294	3,096	14,235	6,681	576	2,016	40,391	168	73,100	85,574

※ 원삼복구 등 처리가 완료된 시설과 미처리 시설이 모두 포함된 것임

※ 자료 2019 지하수조사연보(환경부·한국수자원공사, 2019)

또한 적절하게 되메움 되지 않은 전국의 은닉된 방치공을 발굴하여 지하수 수질오염을 사전에 예방하고자 지자체 및 국민과 함께 '방치공 찾기운동'을 시행하여 매년 신규 발생 방치공을 발굴·처리하고 있다.

표 2-1-2-94 연도별 방치공 찾기운동 실적

연도	신고기간	신고건수
계	-	82,207건
2001년	8.20 - 12.19	839건
2002년	5. 1 - 11.15	931건
2003년	4.21 - 11.21	1,303건
2004년	4. 9 - 11. 9	1,858건
2005년	1. 1 - 12.31	4,069건
2006년	1. 1 - 12.31	5,463건
2007년	1. 1 - 12.31	6,289건
2008년	1. 1 - 12.31	9,777건
2009년	1. 1 - 12.31	9,432건
2010년	1. 1 - 12.31	4,503건
2011년	1. 1 - 12.31	6,277건
2012년	1. 1 - 12.31	6,904건
2013년	1. 1 - 12.31	8,673건
2014년	1. 1 - 12.31	4,171건
2015년	1. 1 - 12.31	4,156건
2016년	1. 1 - 12.31	3,314건
2017년	1. 1 - 12.31	2,854건
2018년	1. 1 - 12.31	1,404건

아울러 재정여건이 열악한 지자체를 대상으로 2012년부터 국고를 지원하는 '원상복구 지원사업'을 지속적으로 추진하여, 처리가 시급한 방치공의 즉각적인 원상복구를 통해 지하수 오염을 사전예방하고 있다.

표 2-1-2-95 연도별 원상복구 지원실적

구분	합계	2012	2013	2014	2015	2016	2018
원상복구	2,627	136	517	373	596	602	403

7) 지하수 정보화

지하수 정보의 허브역할을 담당하고 있는 국가지하수정보센터는 지하수법 제5조의2(지하수보전·관리의 정보화) 및 국가지하수관리기본계획에 근거하여 (舊)국토교통부에서 관계부처(환경부, 농림부, 행안부)와의 협의를 거쳐 2003년 11월 한국수자원공사에 설치하여 운영하고 있다.

2003년 국가지하수정보센터 설치 이래 전국 164만공(20.5 현재)에 이르는 시설물을 DB로 구축하고, 약 6천개소에 이르는 국가·보조관측망·타기관 관측망에서 시간 단위로 측정하는 관측자료를 수집, 저장, 분석하며, 이외에도 시추·양수시험 정보, 각종 조사자료 및 보고서, 정책자료를 보유하는 등 국내 최고의 지하수 자료 보유기관으로 자리매김 하였다. '18년 6월 정부의 물관리 일원화 정책과 더불어 국립환경과학원이 운영·관리 중이었던 수질측정망 자료를 이관 받아 지하수 수량·수질 통합 DB로 구축 완료하여 국내에서 생산되는 모든 지하수 정보를 국가지하수정보시스템에서 볼 수 있게 하였으며, '19년부터 수질측정망 입력시스템에서 국가·지역 수질측정망, 지하수 수질 검사 자료도 직접 국가지하수정보센터가 운영·관리하고 있다.

표 2-1-2-96 국가지하수정보 DB 구축 현황

구분	수량	세부내용	구분	수량	세부내용
지하수 개발 이용시설	164만공	관정위치, 재원 이용량	조사자료	140만건	시추/착정 대수성시험
지하수 정보지도	133지역	수위, 수질조사 지하수지도	관측자료	1.35억건	수위, 수온, EC, 수질
국가지하수 관측망	440개소	위치, 시설재원 정검정보비역	수질자료	1,280만건	수질검사 결과
수질측정망 해수침투관측망 농촌관측망 보조관측망	2,853개소 446개소 181개소 2,428개소	위치, 시설재원	기타		최신기사, 임할정보, 관리계획, 특허정보, 보고서, 법령/지침

새롭게 지하수를 개발하고자 하는 이용자를 위하여 'One-Stop 지하수개발 도우미'를 서비스 중이고, 야외에서도 간편하게 지하수 시설이나 영향범위 검토, 지하수 개발업체 및 영형조사 기관의 연락처 조회 등을 위하여 모바일용 "지하수 길잡이" 앱을 개발하여 정보를 이용하는 사용자의 편의성을 제고하였다.

그림 2-1-2-29 국가지하수정보시스템 개요



한편, 기관별로 상이하게 관리되고 있는 지하수 정보의 표준화를 위하여 국가지하수정보 협의체를 구성하여 '지하수정보 관리표준'을 마련하고 타 기관에서 생산되는 지하수 자료를 동일한 기준으로 생산·관리토록 하고 있으며, 표준화된 정보는 '지하수 공동활용정보 유동시스템'을 통해 관계기관과 공동으로 활용하고 있다.

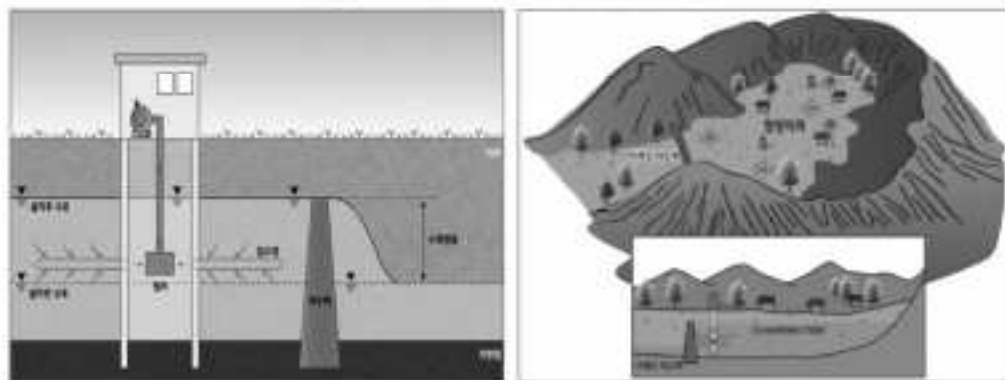
다. 지하수 활용

1) 지하수저류지 설치

지하수저류지란 지하수가 유동하는 대수층 내에 인공 물막이벽(차수벽)을 설치하여 지하수를 대수층 내에 저류시켜 취수하는 친환경적 수자원 확보 시설이다. 현재 우리나라에는 6개의 지하수저류지가 설치되어 1일 약 15만^m의 공급능력을 갖추고 있으며, 지하수법 개정(12.1)으로 안정적인 수자원의 확보와 가뭄 등에 대비하기 위해 지하수저류지를 설치할 수 있는 법적 근거가 마련되었다. 이에 환경부에서는 도서해안 등 물복지 소외지역의 안정적인 용수확보와 염수침입 방지를 위해 8개 대상지점을 선정하고 지하수관리기본계획 수정계획(제3차 지하수관리기본계획 수정계획 일부 변경, '20.1)에 중장기 추진계획을 반영하여 단계별로 추진할 예정이다.

지하수저류지는 일반 저수지에 비해 증발 손실과 수몰 면적이 없고 구조물 붕괴 등이 없는 안전한 시설로 평가되고 있다. 따라서 요즘처럼 급격한 기후변화에 따른 가뭄 발생 시 지표수 증발 손실 및 오염 문제에 따른 대안으로 땅 속에 물을 저장하는 친환경 기술인 지하수저류지에 많은 연구자들이 관심을 기울이고 있다.

그림 2-1-2-30 지하수저류지 개념도



환경부와 지방자치단체(인천광역시 옹진군/영광군)는 지하수저류지 설치사업 업무협약을 체결(18.12)하여, 2019년부터 도서지역 최초로 옹진군 대이적도, 영광군 안마도에 지하수저류지 설치공사를 시행하고 있다. 본 사업은 정부와 지자체의 상호협력을 통해 단계적으로 물 소외지역의 물 복지를 실현하는 한 축을 담당할 것으로 기대된다.

표 2-1-2-97 도서해안지역 지하수저류지 가능지점 현황

우선순위	지하수저류지 가능지점	
1	서해권(도서)	인천 옹진군 대이적도
2	서해권(도서)	전남 영광군 안마도
3	남해권(도서)	전남 원도군 보길도
4	서해권(도서)	전북 군산시 계야도
5	남해권(도서)	전남 원도군 청산도
6	서해권(도서)	전남 신안군 우이도
7	서해권(도서)	전남 신안군 대둔도
8	서해권(도서)	충남 보령시 삼시도

※ 제3차 지하수관리기본계획 수정계획 일부 변경(환경부공고 제2020-11호, 2020)

2) 가뭄대비 나눔지하수

최근 기상이변에 따라 가뭄 등 자연재해가 빈번하게 발생하고 있어 가용 수자원을 활용한 원활하고 신속한 물 공급이 시급한 국가과제가 됐다. 특히, 극심한 가뭄으로 허덕일 때 지하수는 생명수와도 같은 역할을 하는 만큼 물 취약지역의 생활여건 개선을 통한 물 복지 실현을 위해서도 지하수의 체계적인 관리와 효율적 이용이 더욱 필요한 상황이다.

이에 환경부에서는 공공 지하수관정을 대상으로 생활용수 부족 등 가뭄에 효과적으로 대처하기 위하여 2010년부터 전국 152개 시·군을 대상으로 공공 지하수관정 실태조사 및 진단·보수, 지하수지원계획을 수립하는 '가뭄대비 나눔지하수사업'을 시행하고 있으며, 2019년까지 46개 시·군을 완료하였다. 2020년에는 가평, 음성 등 8개 시·군을 대상으로 사업완료가 예정되어 있으며 2031년까지 단계적 추진을 통해 물 부족 지역의 용수공급능력을 향상시키고 가뭄 발생 시 비상용수로 활용할 수 있도록 지원하는 등 지역주민의 용수이용에 큰 기여할 것으로 기대된다.

제7절 물산업 육성

1. 급성장하는 세계 물시장

세계경제포럼(WEF)에서 'Global Risks'의 영향력 측면에서 물위기를 2015년 1위, 2016년 3위로 선정하였으며, 물 관련 문제의 중요성에 대한 인식도 높아지고 있다. 물 문제는 기후변화, 극심한 이상 이변 등과도 밀접한 관련성이 있다. 최근 물 위기는 기존의 '환경 문제'에서 '사회 문제'로 그 범주가 확대되고 있으며 에너지-식량-건강-생태-문화 등 인간의 삶의 질을 포함한 사회 전반에 연관된 문제로 확대되고 있다. 이처럼 물 위기가 급격히 부각됨에 따라 이의 해결방안이 국제 사회의 중요한 이슈로 등장하고 있다.

물 순환체계의 급격한 변동을 가져오는 기후변화의 불확실성, 지속적인 인구증가 및 거대 도시(메가시티)의 형성, 급속한 산업화 등은 물관리의 어려움을 증가시키고 있다. 기후변화로 인한 홍수와 가뭄의 변동성 확대는 물의 공급과 물관리 측면에서, 인구의 증가와 산업화-급격한

대도시화는 물의 수요측면에서 물의 안정적 사용에 어려움을 가중시키고 있기 때문이다. 이러한 물환경 변화에 따라 자연적인 물공급의 한계와 급증하는 수요를 해결하기 위한 물산업의 중요성이 증가하고 있다.

이처럼, 글로벌 물시장은 성장 가능성에 대한 긍정적 전망과 함께, 미래의 성장 동력으로서 물 산업에 대한 기대가 더욱 높아지고 있다. 또한 4차 산업혁명에 따라 미래의 초고속 혁신기술, ICT 등을 활용한 스마트 물관리, 고도처리, 분리막, UV 등 기술 중심의 물 분야 기술을 융합하여 새로운 가치 창출에 대한 기회 증가를 전망하고 있다. 이러한 기술 중심 물 시장(스마트 관리, 고도처리, 분리막, UV 등)은 연 15%의 높은 성장세를 보이고 있다(GWI, 2017).

글로벌 물시장은 2017년 기준 약 7,252억 달러(한화 약 870조원)이며, 2020년까지 연평균 4.0%로 지속 성장할 것으로 전망하였다(GWI, 2017). 상수도 및 하수도 분야는 각각 2,908억 달러, 2,750억 달러로 전체 시장의 약 78%이며, 산업용수 수요, 담수화 시장도 성장할 것으로 보이며, 그 중 산업용수 시장은 원유 및 자원 개발 용수 수요, 반도체 산업분야, 초순수 용수 수요 등으로 시장이 성장 할 것으로 전망된다.

그림 2-1-2-31 글로벌 물시장 규모 전망



표 2-1-2-98 분야별 글로벌 물시장 전망

(단위: 억\$)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2030
합계	7,252	7,555	7,840	8,184	8,520	12,032
상수도	2,908	3,018	3,121	3,237	3,349	4,588
수자원개발	195	214	229	246	262	405
해수/기수담수화	44	49	53	54	60	217
하수도	2,750	2,878	2,975	3,114	3,234	4,582
산업용수	1,354	1,397	1,461	1,533	1,615	2,241

* 수력발전, 수상태양광, 수열 등 물 에너지 분야는 글로벌 물시장 조사에 미포함

또한, GWI(2017)에 따르면, 글로벌 물시장 중 한국의 물시장은 규모 기준으로 12위에 해당하는 것으로 아래의 나타났다.

표 2-1-2-99 글로벌 물시장 국가별 규모, GWI 보고서 재구성

2016년			2017년		
순위	국가	백만달러	순위	국가	백만달러
1	미국	156,707	1	미국	150,000
2	중국	99,678	2	중국	109,000
3	일본	85,734	3	일본	86,700
4	프랑스	37,226	4	독일	26,200
5	독일	26,416	5	프랑스	24,800
6	브라질	21,234	6	브라질	22,700
7	영국	19,968	7	러시아	21,200
8	러시아	19,765	8	인도	21,200
9	인도	17,275	9	영국	19,700
10	이탈리아	13,373	10	호주	16,400
11	호주	12,648	11	캐나다	14,300
12	한국	12,539	12	한국	13,200
13	캐나다	12,500	13	스페인	12,300
14	스페인	10,478	14	이탈리아	12,000
15	남아공	9,543	15	사우디아라비아	9,670
16	사우디아라비아	8,062	16	남아공	9,460
17	멕시코	7,732	17	네덜란드	7,640
18	네덜란드	7,604	18	멕시코	7,150
19	폴란드	5,594	19	폴란드	5,790
20	터키	5,468	20	터키	5,600
전체 물시장		713,916	전체 물시장		725,210

세계적으로 진행 중인 도시화와 산업화, 그에 따른 인구증가로 인해 물에 대한 수요는 점점 증가하고 있다. 반면, 기후변화에 따른 지구 온난화는 높은 증발량과 극한 가뭄 등 물 공급의 감소를 야기하고 있다. 물 수요 증가와 공급 감소에 따라 물 관리에 대한 중요성 물 인프라 투자 수요는 증가할 것으로 예측된다.

OECD, World Bank 등이 예측한 미래 연간 물 인프라 재정소요액은 대상 범위에 따라 차이가 있지만 2025년 경 연간 600조원(US\$ 500 Billion) 규모로 나타났다. OECD는 OECD와 BRICs(브라질, 러시아, 인도, 중국) 국가들의 물 인프라 투자규모가 2025년경 연간 약 1,000조원까지 증가할 것으로 예상했으며, 글로벌 컨설팅 회사인 McKinsey는 전세계 국가들을 대상으로 2030년경 연간 약 600조원 규모의 물 인프라 투자를 예측하였다. 아래의 표에서 제시된 것처럼 예측기관, 대상의 범위, 추정방식, 물 인프라의 정의에 따라 차이는 있을 지라도 대부분 향후 멀지 않은 미래에 물 인프라에 대한 재정 소요는 크게 늘어날 것으로 전망된다.

표 2-1-2-100 미래 물 인프라 재정수요 전망

출처 (예측년도)	대상	연간 금액 (US\$ Billion)
World Water Council (2000)	Non-OECD	180 (2025)
OECD (2006)	OECD and BRICs	1,037 (2025)
David Lloyd Owen (2011)	Global	205 (2050)
McKinsey (2013)	Global	500-600 (2030)
Booz Allen Hamilton (2007)	Global	900 (2030)
World Bank (2010)	Developing Countries	75-100 (2050)

물산업에 대한 정의 역시 범위와 내용이 달라지고 있다. 기존의 물산업에 대한 정의는 상·하수도를 중심으로 공업용수, 생수, 설비시장 등의 관점에서 한정되어 왔으나 기후변화에 따른 가뭄·홍수에 대한 대응, 삶의 질 개선 등을 포함한 보다 광의의 개념(물 순환 전 과정을 포함)으로써 물산업의 정의가 확장되고 있다.

기존 상·하수도 시장 중심에서 벗어나 수자원개발·관리와 친수·생태사업을 포함하는 통합물관리(IWRM), 즉 물순환체계 전 과정을 인간과 자연이 공유하는 지속가능한 물자원 관리로 기후변화에 따른 물문제 해결과 동시에 신성장동력으로서의 그 기능이 확장되고 있다.

물산업은 과거와 달리 시장의 범위를 새롭게 인식하여 상하수도는 물론 대체수자원 개발 그리고 이수와 치수, 생태를 포함한 유역종합개발 사업 등 포괄적 관점에서의 접근이 요구된다. 또한, 물산업의 가치사슬은 제조, 건설, 운영서비스 단계로 구성되며, 수자원과 수도사업은 별도의 가치사슬이 존재한다.

표 2-1-2-101 새로운 물산업 정의

구분	유역종합개발	상·하수도	대체수자원
Hardware (건설, 제조)	- 댐건설, 친수도시 - 발전설비, 수문 등	- 정수장, 관로 등 - Plant, 부속설비	- 해수담수화 등 - 빙제조, 부속설비
Software (엔지니어링, IT)	- PM, 공정기술 등 - Smart River	- PM, 공정기술 등 - Smart Water Grid	- PM, 공정기술 등 - Smart Water Grid
Operation (운영·관리)	- 하천운영관리	- 상하수도 운영	- 단위시설운영

- 자료 1. McKinsey(2009), Charting Our Water Future
 2. Helmut Kaiser Consultancy(2007), www.sitra.
 3. Netherlands Water Partnership(2005), Een wereld om water, &
 4. Netherlands Water Partnership(2011), Water 2020 | Wereldleiders in water

그림 2-1-2-32 물산업 가치사슬



물산업은 물순환체계 전 과정(Water Cycle)에서의 접근이 필요하다. 물산업 분야는 크게 Hardware, Software, Operation으로 나누어질 수 있다. 첫째, Hardware분야는 건설·제조관련 부문으로 수원 개발이나 홍수 조절, 신재생에너지, 정수장, 친수도시 등이 포함된다. 둘째, Software분야는 엔지니어링·ICT에 관련 부문으로 유역조사, 공정관리 및 Smart Water Grid(SWG) 등이 있다. 마지막으로 Operation분야는 운영·관리에 관한

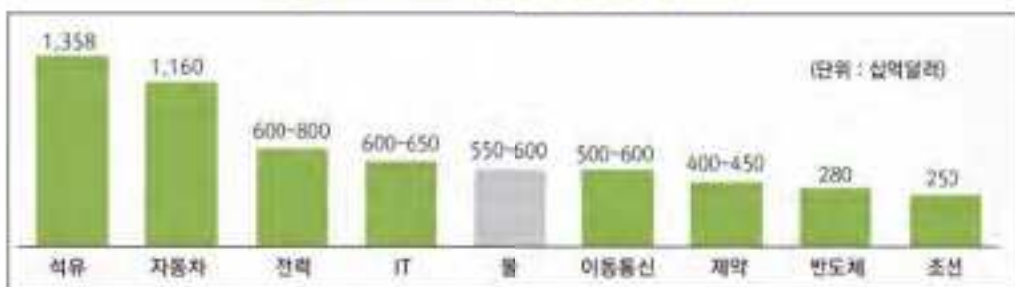
부문으로 상하수도 운영, 하천 운영·관리, 유역통합관리 등이 포함된다. 우리나라의 물산업 관련 분야는 주로 Hardware분야에 편중해 왔다.

물산업은 '규모의 경제'와 '범위의 경제'가 동시에 발생하는 자본집약적인 장치산업이다. 물산업에는 토목, 기계, 생물, 화학, 전기, 전자, 통신 등 다양한 연관산업이 존재한다. 또한 국가별, 지역별로 다양한 법, 제도적 규제와 함께 사회, 환경, 경제적 요건을 동시에 충족시켜야 하는 난이도가 높은 산업이다.

물산업은 사업 특성상 대형 및 장기사업의 특성을 가지므로 금융과 제조업간의 유기적인 협력이 경쟁력 강화에 필수적이다. 공공적 성격이 강한 물산업은 프로젝트 발주 및 운영 측면에서 공공기관이 주도하는 경향이 있으며, 수요 독점성이 매우 큰 산업이다.

물을 경제행위의 객체(재화)라는 관점에서 보면 과거 물산업은 사회 간접자본 및 공공성 측면이 강조되었으나, 현재는 물 관련 산업이 성장하고 경제재로서인식이 전환됨에 따라 반도체나 조선 시장을 능가하는 핵심 산업의 하나로 주목받고 있다. 물에 대한 가치 역시 20세기 블랙골드였던 석유를 대신할 21세기 블루골드로 인식되고 있다.

그림 2-1-2-33 타산업과 물산업 규모 비교



2. 세계 물산업의 트렌드

전 세계의 물산업은 다음과 같은 세가지 경향이 뚜렷하게 나타나고 있다. 첫째, 광역화 경향이다. 지자체 중심으로 분절된 영세한 사업구조 하에 비효율적 운영을 해소하기 위해 주요 선진 국가들은 상·하수도사업의 통합 및 광역화를 추진하고 있다. 통합의 규모 및 범위, 그리고 진행방식은 국가별로 상이하게 이루어져 왔다. 특히, 프랑스는 36,000여

개의 지자체 운영에서 전문기관 위탁 운영으로 전환하여 약 80% 정도를 3개 전문기관에서 운영하고 있다. 영국은 기존의 지자체별 사업 구조를 1973년 10개의 유역중심의 사업구조로 광역화하였다. 이탈리아는 1994년 Galli법이라는 물법을 제정하고, 13,000여개에서 91개 사업자로 통합·광역화하였으며, 네덜란드는 수도법 개정(1975년)을 통해 200여개가 넘는 수도사업자를 2009년까지 10개의 수도사업자로 통합하였으며, 현재까지 10개의 사업자가 네덜란드 전역에 수도서비스를 시행하고 있다.

둘째, 소비자의 요구수준이 높아지면서 물기업의 전문화 경향이 빠르게 확산되고 있다. 베올리아, 수에즈 등 다국적 물기업과 더불어 브라질의 SABESP, 이탈리아의 ACEA 등 대형 전문 물기업의 약진뿐만 아니라, 중국의 경우, Beijing Enterprises Water, Beijing Capita, China Water Affairs 등과 같은 물서비스 기업의 등장은 전문 물기업에 의한 민간기업의 참여를 확대시키고 있다. 오늘날 전문 물기업에 의한 상·하수도 서비스 인구는 세계 인구의 약 14%이며, 서유럽 47%, 북미 23%, 동남아 20% 등이며, 향후 2025년에는 세계 인구의 21%로 확대될 것으로 전망된다.¹⁴⁾

그림 2-1-2-34 상·하수도사업의 통합·광역화 트렌드







전문화 과정에서 나타나는 주요 특징은 기업간 협력이다. 물기업에 있어 핵심 경쟁요인은 토털솔루션 역량이나, 물산업은 다양한 전공 분야의 기술을 요구한다. 개별기업이 모든 역량을 내부화하는 것은 현실적으로 매우 어렵기 때문에, 많은 기업들이 타 기업과의 제휴 및 아웃소싱 등을 통해 토털솔루션 역량을 확보하는데 주력하고 있다. 베올리아 등과 같이

14) GMI 2016

그럼 내부적으로 설계·제조·건설·운영 등 토털솔루션 역량을 갖춘 물기업의 경우에도 국내·외 프로젝트 수주를 위해 대부분 컨소시엄을 구성하고 있다.

특히 물산업 선도국가들은 해외시장 진출 및 선점을 위해 자국기업의 경쟁력을 높이고, 국가와 기업간의 협력 및 동반성장의 기틀을 마련하기 위해 많은 노력을 해왔다. 이를 위해, 물선진국가는 다양한 협력체계 구축 및 기술의 브랜드화, 해외파트너십을 활용하고 있다.

그림 2-1-2-35 물산업 선도국가의 협력체계 구축, 브랜드화, 해외파트너십 활용

	네덜란드	<ul style="list-style-type: none"> • 델타기술 개발, 브랜드 구축, 국제 파트너십 - Deltares(수자원), KWR(물순환), Wetsus(수처리)와 같은 분야별 지식기반 R&D 혁신체계 구축 - 해외파트너십의 강화를 도모하기 위해 'World Water Forum,' 'Aquatec Amsterdam,' 'International Water Week' 등 개최 - 공공기관 등 200여 기업을 결집한 NWP 설립을 통하여 물산업 육성 및 해외진출 전략 수립
	일본	<ul style="list-style-type: none"> • 정부 주도의 물산업 육성 + 민간(자본, 기술) - 물 비즈니스 해외진출 연구회 및 해외 물 인프라 PPP협의회 설립 * 물산업 해외진출 활성화 방안을 통한 2025년 세계 물시장 6% 점유 목표 - 정부와 민간 공동참여 방식(공동펀드 설립)으로 해외 물기업 M&A * 2010년 호주 물기업(United Utilities) 및 칠레 물기업(Aguas Nuevas) 인수
	싱가포르	<ul style="list-style-type: none"> • 국가 공기업 PUB + 민간기업 - 자회사 PUBC 운영함으로써 민간기업 해외진출 및 신기술 개발지원 - 물산업 클러스터 운영을 통해 해외진출, 신기술 테스트 및 실증 운영 지원 - 대규모 담수화 프로젝트에 민간(hydroflux)을 참여시켜 경험축적을 통한 국내기업 육성 도모
	이스라엘	<ul style="list-style-type: none"> • 국가 공기업 Mekorot + 벤처기업 - 국제 경쟁력 제고를 위해 Mekorot을 지주회사 체제로 전환 (Water, Infrastructure, Projects) - 해수담수화 및 하수재이용과 같은 대체수자원 적극개발 - Mekorot 산하에 Mekorot WaTech설립하여 기술 벤처기업들과 클러스터를 통한 협업

셋째, 세계적 선도 물기업들이 해외시장 진출 시 다른 물기업들과의 차별화된 경쟁력 확보를 위해 PPP¹⁵⁾ 또는 M&A 등을 통한 현지 기업들과의 다양한 제휴·협력을 확대하고 있다. 지난 글로벌 금융위기 이후 침체된 글로벌 물시장의 신성장 방안으로서 '국가 對

15) PPP(Public-Private Partnership): 공공인프라 구축을 위해 공공부문과 민간부문이 용이하게 협력할 수 있도록 공식적인 계약 프레임워크를 마련하여 공동으로 프로젝트를 수행하는 방식

국가' 또는 '정부-민간-금융', 그리고 '민간 對 민간' 사이에 다양한 협력과 제휴방식이 활용되고 있다. 현재 글로벌 물시장에는 민간기업의 진출이 점차 확대되고 있으며, 그 중심에는 다국적기업들을 대상으로 하는 PPP 형태의 프로젝트 발주가 증가하고 있다. 이는 위험요인을 분산시키고 또는 공유하는 Risk-taker 역할인 정부, 민간, 그리고 금융기관¹⁶⁾의 win-win 전략으로 다국적 물기업의 역할 또한 중요해지고 있다. 현재 빠르게 성장하고 있는 물시장은 PPP를 지원하는 정책을 활용하고 있는 국가들이 이에 속해있다. 예를 들어, 베트남, 인도 및 사우디아라비아는 국가차원에서 정책적으로 다국적기업들과의 PPP 방식을 통해 국가 물인프라 사업의 개선 및 자국의 공공·민간기업의 성장을 꾀하고 있다. 특히 베트남은 수처리 분야의 개선을 위해 대표적으로 BOT 모델을 주로 선택하고 있고, 인도는 DBO 방식을 선호하고 있다. 사우디아라비아의 경우는 주요 도시에서 공공서비스 확대를 위해 다국적기업과의 PPP 합작 투자를 계획하고 있으며, 담수화 분야는 민간 금융 모델을 통해 투자가 이루어질 예정이다.

마지막으로, 막(membrane)을 기반으로 하는 수처리 기술혁신과 ICT를 활용한 물공급의 Smart화이다. 수처리는 상수도의 경우 응집-침전-여과 등 물리화학적 공정이며, 하수도의 경우 미생물 등을 활용한 생물화학적 공정이 주류를 이루었으나, 최근에는 MF, UF, NF, RO 등 다양한 막이 개발되었고, 막의 제조비용도 낮아져 상수, 하·폐수처리, 해수담수화에 전통적 수처리 방식을 빠르게 대체해 가고 있다.

또 다른 기술의 혁신으로, ICT를 기반으로 한 물산업 인프라의 Smart화가 진행되고 있다. 수요자와 공급자간의 쌍방향 정보교류를 통해 물의 이용을 효율화하고, 깨끗한 수질을 유지하며, 가뭄·홍수 등 재해에 대응하는 등 통합수자원관리의 최적화를 추구하고 것이다. 이를 위해, 많은 ICT기업들이 미래 물산업 시장의 선점을 위해 경쟁하고 있다. IBM은 첨단 ICT 기술을 물관리에 활용하는 사업을 신전략사업으로 선정하여 Smarter Water Management(SWM)라는 물시장의 영역을 개척하고 있으며, EU는 아쿠아 네트워크(@qua network) 프로젝트를 추진하여 IT기반의 통합물관리를 추진하고 있다.

16) 금융기관의 예로써, WB, ADB, AfDB 등 다자간개발은행(MDB)뿐만 아니라, 우리나라의 수출입은행이 이에 속한다.

3. 국내 물산업 육성

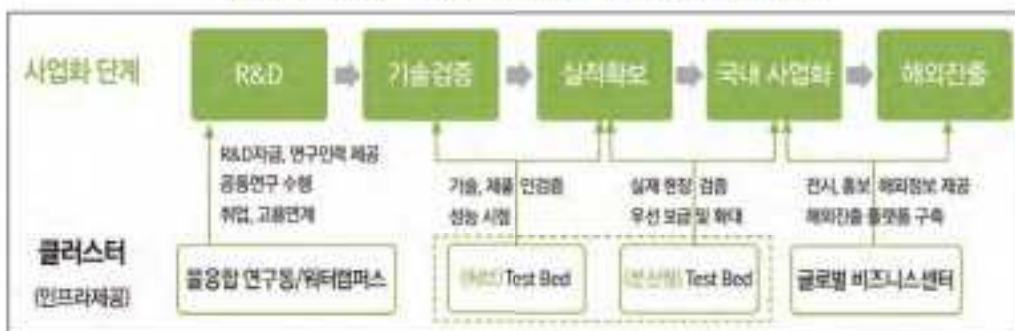
물산업을 미래전략산업으로 집중 육성하기 위해 2006년 2월 환경부 등 관계부처 합동으로 '물산업 육성방안'을 수립하였다.

이후 물산업 육성계획이 구체화되면서 2009년부터 물산업 분야의 국내외 물관련 프로젝트 수주 및 개발 등을 담당하는 기초인력 양성사업을 매년 추진하고 있으며, 국내 물기업에 대한 정확한 통계 조사·분석을 통해 물산업 육성정책에 활용코자 2012년부터 물산업 통계 조사를 실시하고 있다.

세계 물시장이 2020년 8,341억 달러로 연평균 3% 성장할 것으로 예상(GWI, 2017)되고, 4대 기반시설 산업(교통, 통신, 전기, 물) 중 물산업이 향후 20년간 최대투자 시장으로 전망(OECD 세계 기반시설 투자전망)되고 있으나, 국내 물기업은 약 70%가 10인 미만 소기업으로 사업구조가 영세해 기술경쟁력과 해외진출을 위한 역량 확보가 미흡하여 정부의 적극적인 지원이 요구되고 있는 실정이다.

이에 따라, 대구 국가산업단지 내 물산업진흥시설, 실증화단지, 기업 집적단지를 조성하여 국내 물기업의 기술개발에서부터 해외진출까지 전주기를 지원하는 국가물산업클러스터(145천㎡, 2,409억원)를 구축(19.6.)하였다. 2019년 7월 국가물산업클러스터 운영 개시를 시점으로, 운영위탁기관 한국환경공단과의 긴밀한 협력을 바탕으로 하여 새싹기업 창업화 및 강소기업 기술·제품 사업화 지원, 해외 판로개척 등 물산업 진흥기반 마련 및 글로벌 물시장 진출을 위한 지원사업을 적극적으로 추진하고 있다.

그림 2-1-2-36 국가물산업클러스터 전주기 지원 체계



또한, 국내 물기업의 해외진출 플랫폼으로서 국내 물기업의 해외진출 지원 및 물산업 집중 육성을 위해 산·학·연·관이 결집한 '한국물산업협회(KWP)'를 발족('15.4)하였고, 환경부, 특·광역시, 한국환경공단, 한국수자원공사 등 13개 물관련 공공기관이 상호협력하여 물산업 기반강화, 관련 중소기업 육성 지원, 국민 물복지 향상 도모하기 위한 협의기구로 「물산업기술발전협회」를 발족('16.12)하였다. 또한, 제7차 세계 물포럼('15.4.12~17, 대구·경주)을 계기로 물산업 네트워크 형성을 위한 특별세션을 개최하여 대구시, 밀워키시, 미국 물위원회, 한국물산업협회(KWP) 간 물산업 협력 MOU를 체결함으로써 물산업 활성화 및 지원 기반을 마련하였다.

2016년 11월 관계부처 합동으로 '스마트 물산업 육성전략'을 수립하여 글로벌 물산업 강국으로 도약을 위한 물기업 기술경쟁력 강화, 물 신시장 창출, 물산업 혁신 기반 조성 전략을 마련하였다.

「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」이 제정('18.6.12 공포)됨에 따라 물관리기술 개발 및 사업화 촉진과 물기업 해외진출 지원 등 물산업 진흥 정책의 실행력이 강화되었다.

제3장

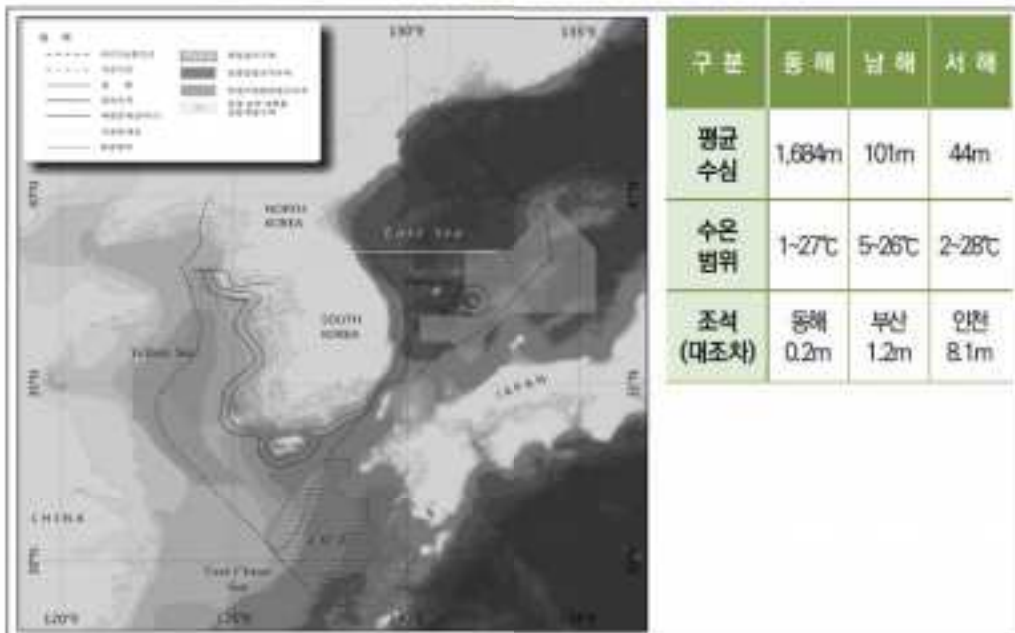
깨끗한 해양환경 제공

제1절 해양환경정책 인프라 강화

1. 개요

국제환경규범의 다각화와 기후변화 대응 등 국내외 해양환경 여건의 변화로 해양환경정책에 대한 수요가 크게 증가하고 있다.

표 2-1-3-1 우리나라 관할해역 범위 및 해역별 특성



해양수산부는 2001년부터 5년 단위로 해양환경보전종합계획을 수립하여 왔으며, 지난 2011년부터는 이를 '해양환경종합계획(11~20)'으로 변경하여 수립·시행하는 등 해양환경 관리를 강화하고 있다.

우리나라 관할해역은 약 438,991km²이고, 해안선은 14,962km, 유·무인도서는 3,348개가 있으며, 해역별 특성이 뚜렷이 구분되는 특징이 있어 해양환경정책을 추진함에 있어 세심한 주의를 필요로 한다.

2. 해양환경관리 법·제도의 체계적 관리

가. 해양환경관리 법·제도의 합리적 개선

우리나라 해양환경관리법령의 효시는 1977년 제정된 「해양오염방지법」이다. 「해양오염방지법」은 국제해사기구(IMO)에서 제정한 '선박에서 기인하는 기름오염을 방지하기 위한 협약(OILPOL, '54)'의 국내 이행을 위한 법률로서 제정되었다. 또한 '선박으로부터 해양오염 방지를 위한 국제협약(MALPOL)'의 전면적인 수용과 '폐기물 해양투기로 인한 해양오염 방지협약(London Convention)'의 수용을 위해 1990년에 전면적인 개정이 있었다. 이 법은 주로 선박과 해양시설로부터의 오염배출에 대하여 규제하였다.

이후 해양환경보전의 중요성 증가에 따라 환경관리해역제도 도입 등 해양환경관리 요소가 대폭 증가하였다. 국제적으로 해양자원의 지속가능한 개발과 보전 및 자원관리에 관한 연안국의 의무가 계속 강화되었고, 국내적으로는 해양환경보전에 대한 자발적 참여와 해양유입 오염물질의 제거·관리를 위한 연근해 폐기물 수거 및 해양오염퇴적물의 제거사업이 확대되었다.

이러한 국내외의 상황 변화 대응을 위해 해양환경관리제도 전반에 대한 정비 필요성이 제기됨에 따라, 주로 선박과 해양시설로부터 배출되는 오염물질 규제 중심이었던 「해양오염방지법」을 제정 30년 만에 전면적으로 개정하여 2007년 1월 「해양환경관리법」을 제정하게 되었다.

「해양환경관리법」은 해역이용영향평가제도 도입, 해역이용협의제도 확대 및 강화, 폐기물 및 해양시설관리제도 도입, 국가긴급방제계획 수립 등 새로운 규정을 신설하고, 기존 규정을 확대 개편 또는 강화하는 등 수정, 보완을 거듭하여 오늘에 이르고 있다.

최근에는 「해양환경관리법」 제정 이후 약 10년간의 운용과정에서 1개의 법률이 해양환경정책의 기본법 역할과 집행법 역할을 동시에 수행함에 따른 과도한 이질성 및 포괄성의 문제를 해결하고, 기후변화, 연안재해, 해양공간계획, 생물다양성 보존 등 다양한 해양환경 정책 수요를 수용하기 위해 해양환경 분야의 기본법 역할을 수행할 수 있는 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」을 제정¹⁾하게 되었다.

「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」에서는 오염원인자의 식별이 쉽지 않고, 오염원인과 오염결과 간의 인과관계 규명이 어려운 해양환경의 특성을 반영하여 '오염원인자 책임원칙'에서 나아가 해양환경에 심각한 오염이 발생할 가능성이 있는 경우 확실한 증거가 없더라도 선제적으로 위험행위를 금지시킬 수 있는 '사전배려의 원칙'을 도입하였다.

또한 해양건강성과 해양환경질(質)에 대한 평가 제도를 신규로 도입하여 우리 해양환경의 상태와 지속적인 활용가능성 등을 평가하도록 하는 한편, 해양공간관리 및 해양공간계획 수립 관련 조항을 포함하여 해역에 대한 종합적인 공간관리가 가능하도록 하였다. 그 밖에도 해양기후변화대응, 해양환경교육진흥에 관한 내용 등도 새롭게 규정하였다.

앞으로 보다 세부적인 규율이 필요한 분야에 관하여 「해양공간계획 및 관리에 관한 법률」, 「(가칭)해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법안」 등 추가적인 법률제정을 추진할 예정이다.

최근에는 우리나라 전 해역을 체계적·과학적으로 관리하기 위한 「해양공간계획 및 관리에 관한 법률」을 제정하여 해양공간 관리에 선(先)계획, 후(後)이용 방식을 도입하기 위한 기반을 마련하였다.

또한 2019년 12월에는 전 세계적 이슈로서 다양한 경제적·사회적 문제를 유발시키고 있는 해양폐기물을 종합적으로 관리하기 위한 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」을 제정하여 기존의 해양환경관리법에서 규정하고 있던 내용을 이전하여 체계화하는 한편, 하천을 통한 유입 저감조치 및 원인자 책임 강화 등에 관한 규정을 추가하였다.

아울러, 항만 인근 지역 주민의 "맑은 공기, 숨쉬 권리" 확보를 위해 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」을 제정하여 항만미세먼지 배출원의 체계적 관리를 위한 기반을 마련하였다.

1) 법률 제14746호, 2017.3.21. 제정

「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」에서는 항만지역등의 주요 배출원인 선박·항만하역장비·자동차 등을 관리대상으로 규정하고 배출규제해역 및 선박저속운항해역 지정, 항만하역장비 배출가스 허용기준 신설, 5등급 경유차 항만구역 출입제한, 관공선의 환경친화적 선박 조달의무, 육상전원공급설비 설치의무 등을 규정하였다.

나. 해양공간 통합관리 체계 구축

국토 면적의 4.5배에 이르는 바다는 지속적으로 아끼고 보전해야 할 공유재산이지만, 지금까지는 먼저 선점하여 이용하면 되는 공간으로 인식되어 온 측면이 있다. 그러다 보니 바다의 이용과 개발을 둘러싸고 다양한 갈등이 반복되어 왔고, 해양공간에 대한 난 개발도 지속되고 있다. 이에, 우리나라는 바다에 대한 선점식 이용을 지양하고, '선(先)계획 후(後)이용 체제'로의 패러다임 전환을 위하여 2018년 '해양공간의 통합관리와 계획적 이용체계 구축'을 국정과제로 채택하였다. 같은 해 「해양공간계획 및 관리에 관한 법률」을 제정하여 2019년 4월부터 법이 시행되었고, 7월에는 해양공간관리 정책방향을 담은 「제1차 해양공간기본계획(2019~2028)」을 수립한 바 있다.

「해양공간계획 및 관리에 관한 법률」의 핵심은 시·도별 해양공간관리계획의 수립이다. 또한, 해양공간관리계획의 핵심 내용은 우리 바다를 이용 현황과 특성에 따라 9개의 해양용도구역²⁾으로 구분하는 것이다. 해양용도구역은 해양공간에서의 이용과 개발, 보전 활동의 유지·증진에 대한 가치의 우선순위를 규명하는 것으로, 해양공간을 관리하는 실질적 기반이 된다.

해양용도구역은 해양공간특성평가와 의견수렴 과정 등 2가지 단계를 거쳐서 지정하게 된다. 먼저, 해양공간특성평가는 과학적 데이터와 자료를 기반으로 해양공간의 자연적 특성, 입지 및 활용 가능성을 진단·평가하는 과정이다. 이후 특성평가 결과를 토대로 지역협의회, 공청회, 관계기관 협의, 심의회 등 여러 단계의 의견수렴을 거쳐 최종적으로 해양용도구역을 지정한다.

2020년 2월, 처음으로 부산 및 인근 EEZ 해역에 대한 해양공간관리계획이 수립되었고, 2020년 5월 현재, 경상남도, 경기도, 인천광역시, 전라남도, 제주특별자치도, 울산광역시에 대한

2) 어업활동보호구역, 공재·공물자원개발구역, 에너지개발구역, 해양관광구역, 환경·생태계관리구역, 연구·교육보전구역, 항만·항행구역, 군사활동구역, 인천관리구역

계획 수립이 진행 중이다. 해양수산부는 2021년까지 우리나라 전 해역에 대한 해양공간관리계획을 마련하여, 2022년부터는 우리나라 모든 해역에 대한 해양공간 통합관리를 본격적으로 시행할 계획이다.

한편, 해양수산부는 해양공간 통합관리를 체계적으로 지원하고 해양수산정보의 공동 이용을 위해 2018년부터 “해양수산 빅데이터 플랫폼”의 구축을 본격적으로 시작하여 2019년에는 47개 기관에서 수집한 245종의 원형(原形) 정보(25억3천만여 건)와 852종의 소재정보를 품질기준 및 표준에 따라 정비하여 공동으로 활용할 수 있도록 하였다.

2020년도에는 해양수산 빅데이터 활용의 원년으로 삼고 “해양수산 빅데이터 플랫폼”을 기반으로 정부부처, 지자체, 국민이 공동 활용할 수 있는 업무지원 프로세스를 완성하는 한편, 해양공간에서 발생하는 각종 현상·활동 등의 다양한 정보를 한눈으로 볼 수 있도록 “해양공간 종합지도” 서비스(www.vadahub.go.kr)를 제공한다.

그리고 시간적·공간적으로 단절된 해양수산 데이터(수온, 염분, 해산물)의 현실적인 한계를 해소하기 위하여 인공지능 등을 활용, 시간적(연·월·일)·공간적(해역별)으로 연속적이고 균일한 정보를 생산·제공할 계획이다.

다. 해역이용협의 및 영향평가체계 개선

해역이용협의 제도는 해양을 이용·개발하는 행위를 포함하는 사업계획을 수립함에 있어 해당 행위로 인해 해양환경에 미치는 영향을 사전에 예측·분석하여 부정적 환경영향을 저감하도록 하는 사전예방적인 해양환경관리 정책 수단이다. 이 제도는 과거 환경청 시절의 「해양오염방지법 시행령」(시행 '82.9.15)에서 특별관리해역에서의 행위제한 등을 위해 최초로 법제화되어 운용되기 시작하였다.

이후 환경부의 「해양오염방지법」 시행령('96.6.30일 시행)에 처음으로 ‘해역이용협의’라는 법적용어가 등장하였으며, 당시의 법적 틀은 「해양오염방지법」이 폐지되기 전까지 크게 변화되지 않고 운용되었다. 1996년 해양수산부가 출범하면서 해역이용협의 제도 주관부처가 환경부에서 해양수산부로 변경되었고, 해양수산부에서 해양과 해양환경에 대한 법적, 제도적 기반을 강화하면서 2000년에 해역이용협의 제도의 법적 지위가 시행령에서 「해양오염방지법」으로 격상되었다.