

지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향

상수원보호구역과 취수시설 중심으로

Developing a Policy Direction of Sustainable Quality of Sources Water in Korea:
Source Water Protection Zone and Water Intake

김익재 | 한대호 | 이승수 | 전동진 | 김수빈 | 김용삼

K O R E A
E N V I R O N M E N T
I N S T I T U T E

■ 저 자 김익재, 한대호, 이승수, 전동진, 김수빈, 김용삼

■ 연구진

연구책임자 김익재 (한국환경연구원 선임연구위원)
참여연구원 한대호 (한국환경연구원 책임연구위원)
이승수 (한국환경연구원 연구위원)
전동진 (한국환경연구원 연구위원)
김수빈 (한국환경연구원 전문연구위원)
김용삼 (주)KE건설링 본부장)

■ 연구자문위원 (가나다순)

강형식 (한국환경연구원 선임연구위원) 김영일 (충남연구원 선임연구위원)
김호정 (한국환경연구원 선임연구위원) 박배경 (국립환경과학원 연구관)
이진희 (한국환경연구원 연구위원) 장 감 (환경부 사무관)
최지용 (서울대학교 교수)

© 2024 한국환경연구원

발행인 이 창 훈
발행처 한국환경연구원
(30147) 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 과학·인프라동
전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799
<http://www.kei.re.kr>
인 쇄 2024년 03월 26일
발 행 2024년 03월 31일
등 록 제 2015-000009호 (1998년 1월 30일)
ISBN 979-11-5980-939-2 93530
인쇄처 (사)아름다운사람들 02-6948-9650

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처를 표시해 주십시오.
김익재 외(2024), 「지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향: 상수원보호 구역과 취수시설 중심으로」, 한국환경연구원.

값 9,000원

서 언

상수원 수질 보전은 우리 사회의 건강, 경제적 발전, 그리고 생태계의 지속 가능성에 깊은 영향을 미치는 중요한 과제입니다. 특히 물부족 우려가 기후변화로 인하여 지역적·국가적 사안으로 고조되고 이로 인한 하천과 호소에 서식하는 생물의 서식지와 다양성이 크게 교란될 우려가 커지고 있습니다. 특히, 증가하는 산업 및 개인 건강 보호물질로 인하여 상수원 수질을 감시해야 할 정부 정책의 무게감도 늘어났습니다.

본 연구는 상수원 수질 보전의 중요성을 깊이 인식하고, 효과적인 정책 및 전략 방향을 모색하는 데에 중점을 두었습니다. 또한 그동안 학계와 전문가 중심으로 회자되었던 전국 상수원보호구역 해제의 구체적 현황과 원인 및 결과가 본 연구의 분석을 통해 최초 규명되었으며, 기후위기 시대에 지속가능한 상수원 정책 마련에 일조를 할 것으로 판단됩니다. 또한 본 연구에서는 여전히 분산되어 있는 상수원 수질관리 지침의 개선방향을 진단하였으며, 상수원보호구역 해제 후의 환경적 영향에 대한 기초 분석을 수행하며 향후 과제도 제안하였습니다. 아울러 상수원 관리 규제에 대한 대안 정책으로 지류 수질오염총량제도의 장단점을 검토하였으며, 규제 합리화에 대한 시나리오 구성과 기본원칙, 그리고 상수원 증장기 연구 과제를 제시하여, 정책의사결정자의 새로운 주목을 이끌 것으로 의심치 않습니다.

본 연구의 결과를 통해 우리 사회가 상수원의 수량 및 수질 보전에 대한 인식을 높이고, 이를 구체적으로 실행가능한 방안이 마련되기를 기대합니다. 상수원은 우리의 삶의 질 향상과 생태계의 지속가능성을 위한 순환되면서도 유한한 모두의 자원입니다. 이 연구를 통해 상수원 관리에 대한 심도 있는 논의와 협력이 이루어져, 건강하고 지속 가능한 미래를 위한 물관리 정책 기반이 보다 확고해 지기를 희망합니다.

2024년 3월

한국환경연구원

원장 이창훈

■ 요약

I. 서론: 연구 배경 및 목적

□ 연구 배경

- 물관리 정책의 사결정자가 지속가능한 상수원 보전 정책에 관심을 두어야 하는 이유는 시민과 자연에 부족하지 않은 양호한 수질의 수자원을 확보·공급하는 것이 지역 균형 발전과 자연환경 관리의 초석이기 때문임
- 상수원 보전 정책의 지속성 확보 측면에서 직면한 이슈는 다음의 3가지임
 - 저성장과 인구절벽 및 지방소멸과 같은 사회경제적 여건이 상수원 또는 물이용 수요와 공급에 미치는 영향은 무엇인가?
 - 기후 위기로 인하여 상수원 정책의 이행과 계획 수립의 불확실성이 전례 없이 고조되어 기존 정책 성과 지표(상수도 보급률 등)의 기능이 무력해질 수 있다는 우려에 어떻게 대응할 것인가?
 - 위 2가지 이슈에 대하여 현행 제도로 효과적으로 대응가능할 것인지, 미래 변화에 대비하여 신규 제도의 발굴이 부족하거나 법적 기반 구축이 미흡하지는 않은지 진단할 것인가?
- 본 연구에서는 상수원 보전 정책의 3가지 이슈와 관련한 정책 방향을 모색하기 위해 '상수원', '상수원보호구역', '취수시설', '상수원 규제'에 대한 과거와 현재까지의 현황과 문제점을 파악함
- 「수도법」 제3조에 따른 상수원(上水源, Source water)의 법적 정의는 '음용·공업용 등으로 제공하기 위하여 취수시설을 설치한 지역의 하천·호소·지하수·해수 등'임
 - 그러나 「물관리기본법」의 물순환, 수자원의 정의와 접목한다면, '상수원이란 물순환 전과정에서 국민 생활과 경제 활동에 대체할 수 없는 자원으로서의 물'로 볼 수 있음

- 상수원 정책의 기능은 생활용수 및 공업용수의 경계선에서 머무르지 않고, 다른 목적별 용수활용의 지속성은 물론 생태계의 건강성 증진까지 고려해야 함
- 국내 최초 상수원보호구역은 당시 국토건설청장이 지정한 ‘포항 제2수원지(지정일: 1962년 3월 24일)’이며, 약 62년이라는 오랜 세월이 흘렀음에도 불구하고 여전히 유지·운영되고 있음
 - 「수도법」 제정 당시 조항의 내용 순서는 상수원보호구역 지정 목적(제3조), 상수원 수질 기준(제4조), 수도시설 기준(제5조)임
 - 「수도법」 전부 개정(1991년 12월) 전까지 상수원보호구역의 지정과 수질 기준에 관한 권한은 국토건설청장, 건설부장관, 건설교통부장관에게 있었으며, 전부 개정에 따라 상수원보호구역의 개념에 제정 당시 ‘상수원의 수질 보전’ 외에도 ‘상수원의 수량 확보’ 기능이 추가·확대되었음
- 국내 제1호 상수원보호구역이 1962년에 지정된 후 1989년에는 전국 상수원보호구역이 총 327개소로 증가했으나, 2022년에는 총 284개소(지자체 명칭 기준)로 감소함
- 본 연구는 과거부터 최근까지 전국적 상수원보호구역 증감 현황과 그 원인 및 배경, 상수원보호구역 감소 또는 해제로 인한 영향, 그리고 기후 위기 시대에 상수원보호구역 증감이 상수원 혹은 물이용 정책 전반에 미치는 영향에 관한 시사점을 도출하고자 기획됨
 - 2022년 중하반기부터 2023년 상반기까지 광주광역시는 극심한 상수원 부족을 경험하였는데, 광주광역시의 상수원보호구역 5개소 중 3개소가 최근(2022년 9월) 까지 해제됨. 반면에 광주광역시는 상수원 부족을 우려하여 양호한 수질이 아닌 하천수를 임시 취수하여 상수원으로 활용함
 - 2015년 충청남도 서부권 8개 시군에서 발생한 상수원 부족 사태(전면 제한급수)를 통해 이 지역의 상수원보호구역도 거의 대부분 소멸한 것으로 나타남 (2000년 총 12개소; 2013년 총 1개소, 예당 상수원보호구역). 이는 취수시설 감소와 취수시설의 설계용량 감소에도 큰 영향을 미친 것으로 분석됨
- 전국 상수원보호구역 증감과 그 영향에 대한 연구가 필요한 가운데, 보호구역 해제의 대표적 원인 중 하나는 상수원 규제일 것으로 추측됨

- 2020년 10월에는 경기도 남양주 당시 시장과 조안면 주민 일부가 「수도법」 제7조(상수원보호구역 지정 등)와 「상수원관리규칙」의 ‘팔당호 상수원보호구역 규제’가 「헌법」이 보장하는 직업선택의 자유와 평등권 및 재산권을 침해한다고 주장하며, 헌법소원심판을 청구함
- 이처럼 상수원보호구역에 거주하는 일부 주민과 관할하는 지자체장이 정부와 헌법재판소를 상대로 과도한 상수원 규제의 완화 또는 철폐를 주장하는 소송을 제기하는 것으로 볼 때, 상수원 규제 현황을 정확히 파악하고 합리적인 시나리오를 구성하는 연구가 필요함
- 또한 상수원 규제로 인한 피해 인식이 높은 지역의 주민들이 상수원보호구역 해제와 관련해 목소리를 키우는 것에는 일정 부분 공감하지만, 마치 대형 신규 댐 개발이 사회적·자연환경적 여건으로 인해 쉽지 않은 것처럼 상수원보호구역 해제 후 재지정은 지역적 부담을 유발할 수 있음. 따라서 보호구역 해제에 관해 이해관계자들이 동의하고 수긍할 수 있는 규제 합리화의 기본원칙을 제시할 필요가 있음
- 본 연구의 배경은 상수원 수질 보전에 필요한 ‘체계적 사전예방대책’과 ‘철저한 감시체계’ 방안을 모색하는 것임
- 수질오염사고의 증가, (신규)미량오염물질의 배출 증가 등을 고려할 때 현행 상수원 수량 및 수질 보전을 위한 사전예방대책의 개선점과 상수원 수질에 대한 ‘상시적 감시’ 체계 구축 방안 검토가 필요함

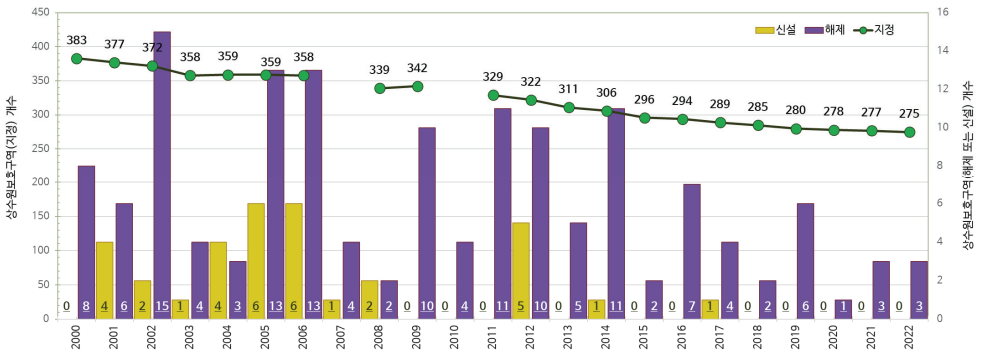
□ 연구 목적

- 본 연구의 목적 2가지는 지방상수원과 광역상수원의 운용을 고려한 균형있는 상수원 보전 정책의 방향성을 제시하고, 상수원 규제에 대한 합리적인 시나리오 구성과 대안에 관한 적용성을 검토하여 지속가능한 상수원 수질 보전 정책에 기여하는 것임

II. 상수원보호구역(취수시설) 증감 현황과 해제 원인 및 영향 분석

- 지난 23년간(2000~2022년) 상수원보호구역의 147개가 해제되었고 33개가 신설된 것으로 분석됨(114개소, 28.2% 감소)

- 2000년 대비 2022년 상수원보호구역이 가장 크게 감소한 광역지자체는 충남 (76.9%) > 충북(60.9%) > 전북(54.5%) 순이며, 전남(15.3%)이 가장 낮게 감소함
- 상수원보호구역 해제의 주된 원인과 배경은 취정수장의 노후/운휴/폐쇄로 분석되었으며, 해제로 인한 결과는 광역상수도 공급(55.5%), 지방상수도 통합(6.3%), 불상(37.9%, 대부분 데이터/통계 부족)으로 나타남
- 상수원보호구역 지정 및 변경(해제) 실태를 파악할 수 있도록 공개된 자료가 매우 부족한 실정임. 수도정비기본계획 변경 실태 조사도 필요한 것으로 사료됨
- 향후 기초지자체 단위 수준에서 ‘연도별 상수원보호구역/공장입지제한 해제 면적 변화’ 대비 ‘공장설립 증가, 산업구조 변경’ 등이 지역 경제에 미치는 영향에 대한 추가 분석이 필요할 것으로 판단됨(본 연구의 사례 분석)

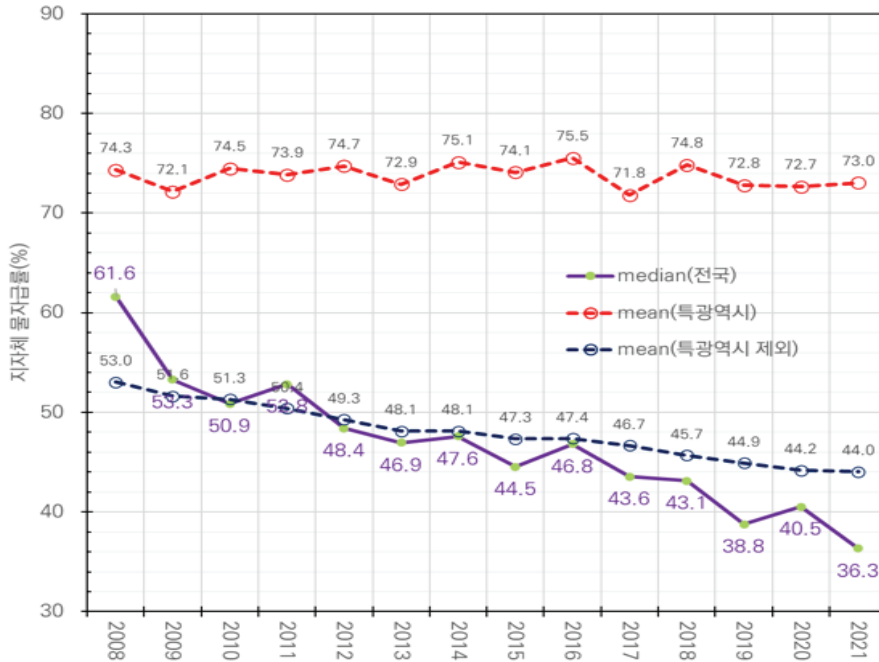


주: 1) 2007년, 2010년 자료는 원자료 확보하지 못하여 분석에서 제외.
 2) 2008년, 2019년 자료는 환경부 내부자료 활용.
 자료: 환경부(2008, 2019b), 내부자료; 환경부(2001~2023), “상수원보호구역 지정 현황(2000~2022)”, 검색일: 2023.8.2를 활용하여 저자 작성.

〈그림 1〉 전국 상수원보호구역(신설, 해제, 지정) 증감 추세

- 상수원보호구역(취수시설) 감소는 상수원 취수시설의 집중화, 지자체 물자급률 감소 등에도 직간접적 영향을 줄 수 있는 것으로 판단됨
- 향후 지자체 물자급률을 ‘급수 자급률(2019년 시범지표, 유수률 연동)’과 ‘취수 자급률(상수원, 취수량 중심)’로 구분하여 신규 지표 개발을 검토하고 이를 모니터링/공개하며,

적정 수준의 ‘지자체 물자급률’을 의무화하는 방안 모색



자료: 국가상수도정보시스템, “상수도 통계(2008~2021)”, 검색일: 2023.10.4를 활용하여 저자 작성.

〈그림 2〉 전국 지자체 물자급률 추이(2008~2021년)

- 현재 상수원에 관한 정부의 사무가 지자체 중심으로 운영되어 관련 상수원 통계가 부재하거나 매우 부족한 실정이며, 이를 개선하기 위해 상수도(시설) 통계와 연계 또는 상수원 데이터 및 통계 신규 구축 방안(예: 상수원보호구역 명칭 코드화 등)이 시급한 것으로 고찰됨
- 현재 상수원에 관한 정부의 사무가 지자체 중심으로 운영되어 관련 상수원 통계가 “지방상수도 경제성 평가”, “수도 경영효율성”이 취정수장 시설(개량)에 머물지 않고, “양호한 수질의 상수원 확보” 측면의 상수원보호구역(취수시설) 정책이 경제성평가와 경영효율성 도모에 재조명되어야 할 시점임

- 결론적으로 하나의 수원, 하나의 상수도 시스템에 대한 과도한 집중화와 의존도에서 벗어나 물이용 또는 상수원(상수도) 정책 방향을 모색해야 하며, 이를 위해 기후위기 및 사회 여건 변화에 유연하게 대처할 수 있도록 취약성/회복력 분석이 필요함

III. 상수원 물환경의 현황 분석과 수질 보전 정책의 개선 방향

- 상수원 수질 현황
 - 상수원 수질 추이 분석 결과, COD와 TOC 농도는 감소하기보다 다소 증가하는 경향을 보이며, BOD와 T-P 농도는 2010년 초중반까지 감소하는 경향을 보이다가 이후에는 다소 증가하면서 유지하는 경향을 보임
- 상수원지역의 수생태 건강성 현황
 - 분석가능 상수원보호구역 10곳을 대상으로 수생태 건강성을 살펴본 결과, 저서성 대형 무척추 동물의 건강성은 상수원보호구역이 입지한 하천의 상류 혹은 하류 지역에 비해 좋은 것으로 나타남
 - 다만, 부착돌말류의 건강성은 상수원보호구역 유무에 따른 차이를 보이지 않음
- 수질오염사고 발생 현황
 - 최근 5년간 수질오염사고의 발생빈도는 증가하는 경향을 보이고 있으며, 본류보다는 지류에서 대부분의 수질오염사고가 발생
 - 본류보다는 지류를 중심으로 수질오염사고에 대비하는 상수원 관리 및 감시 체계를 마련하는 것이 시급함
- 상수원 수질 관리 및 감시 정책 현황
 - 상수원의 수질관리를 위한 수질기준, 감시, 정보공개, 특별조치 등에 관한 사항은 「환경정책기본법」, 「수도법」, 「물환경보전법」으로 다원화돼 있음

- 상수원의 수질관리체계는 「환경정책기본법」의 수질기준에 근거하나 사람의 건강 보호 항목만을 포함함. 상수원의 관리, 감시, 정보공개 등에 관한 사항은 「수도법」에 포함돼 있고, 상수원의 수질 보전과 개선을 위한 특별조치는 「물환경보전법」에 포함돼 있음
- 공공수역의 수질관리와 비교할 때 상수원수의 수질관리는 법령체계, 수질감시 항목, 사고대응능력에서 보완이 필요해 보임

□ 소결

- 지류를 중심으로 빈번히 발생하는 수질오염사고와 산업발전에 따른 수질오염물질의 다양화를 고려해, 상수원 관리를 위한 감시대상물질과 감시주기를 시급히 개선할 필요가 있음
 - 그러나 모든 수질오염물질을 실시간으로 감시하는 체계를 갖추기에는 현실적으로 한계가 있으므로, 현행 수질측정망과 고도화된 생물반응 기반 수질측정 기술을 활용하는 방안을 검토할 필요가 있음
- 상수원 수질 중심의 상시 감시체계 구축을 위해 조사대상, 조사주체, 조사방법 등 일관성과 연계성을 확보할 수 있는 상수원 수질 관리 통합 지침 마련을 모색해야 함

IV. 상수원 규제 합리화 시나리오와 지류 수질오염총량제 적용성

□ 상수원 수질 보전 규제 현황

- 상수원 보전 및 보호에 필요한 최소한의 규제를 위해 상수원보호구역 설정과 그에 따른 행위 규제와 함께 상류지역에 공장설립 제한 등 입지규제를 추진함
 - 상수원 영향지역에 따라 취수시설 취약지역에 상수원보호구역을 설정하고, 그 상류 지역의 영향을 최소화하기 위한 공장설립 제한 및 승인지역 설정을 운영함
 - 금지, 허가 및 신고 행위제한을 통해 영향을 최소화하고 위해물질의 유입을 차단하기 위한 공장입지제한 제도를 병행하여 추진함
 - 행위 및 거리·면적 규제 등의 정도에 따라 규제대상과 갈등이 발생할 소지가 많음

□ 지류총량제의 적용성 검토

- 상수원보호구역 지정기준의 근거가 되는 유기물과 대장균의 농도 반감기(12시간) 산출에 적용한 갈수기 평균유속 0.1m/s는 과거와 유사한 것으로 분석되었으며, 추가 자료 수집과 여건 변화의 판단이 필요함
 - K-water에서 수행한 2020년 댐 상류 58개 지점 유량측정 자료를 이용해 분석한 결과 평균 유속은 0.10m/s, 최대 유속은 0.45m/s, 최소 유속은 0.0m/s, 표준편차는 약 0.092m/s로 분석됨
- 지류총량제를 상수원보호구역의 대안으로 활용하는 경우, 제도 시행의 강제성과 관리 주체의 명확성이 선행되어야 함
 - 오염물질의 유입을 원천적으로 차단하는 상수원보호구역제도와 하천의 자정능력 범위 안에서 오염물질의 유입을 허용하자는 지류총량제의 전제조건은 상호 모순됨
 - 지역 주민의 자발적 참여를 기반으로 시행 중인 지류총량제의 실효성을 높이기 위해서는 제도 시행의 강제성과 관리 주체의 명확성이 필요함
- 지류총량제는 현행 상수원의 원수를 보다 안전하게 확보하기 위한 보조 대책으로 검토할 필요가 있을 것으로 판단됨
 - 지류총량제 적용의 기반을 마련한다고 하더라도 먹는물 수질기준의 달성 유무를 파악하기 위한 수질감시 항목이 방대함
 - 동시에 관리목표를 달성하지 못하거나 수질오염사고가 발생한 경우, 물 공급에 대한 대응방안 마련이 현재로서는 매우 곤란할 것으로 판단됨

V. 결론 및 제언: 지속가능한 상수원 수질 보전을 위한 정책 방향과 과제

1. 상수원 부족 리스크 대응으로 정책 패러다임 전환

- 현재 「수도법」은 주로 수도시설의 보급률과 확충에 초점을 맞추고 있으므로 상수원 부족 리스크에 효과적으로 대응하기 위한 정책 패러다임 전환과 「수도법」 등 관련 법령 정비가 필요함

- 본 연구는 충청남도(2015년)와 광주광역시(2022~2024년)에서 발생한 극심한 상수원 부족 사례를 통해, 상수원 보호구역과 취수시설의 변화의 영향(지자체 물자급률 등)을 분석하고, 상수원 부족 문제가 전국적으로 확대될 가능성을 제시함
- 상수원 부족에 대응하기 위해서는 상수원 정책을 다각적인 관점에서 검토하고, 지역별 상수원의 균형있는 활용을 중시해야 함
 - 상수원 확보 취약성에 대응하려면 시설 보급만으로는 부족하며, 상수원의 근원적 기능과 다양성을 고려한 정책이 필요함
 - 「수도법」에 명시된 내용이 상수원 부족 대응에 부족하므로, 상수원 확보와 관련된 법령의 개선이 필요함
- 상수원보호구역 지정과 해제에 대한 절차와 관련 법령 및 제도의 개선 요구에 부응할 수 있는 ‘(가칭) 상수원보호구역 지정·변경(해제) 업무 매뉴얼’을 마련해야 함

2. 상수원 수질의 상시 감시체계 구축

- 하천이나 호소에 위치한 전국 상수원보호구역의 장기간(1997~2022년) 수질 경향을 전국 수질 측정망 데이터를 이용하여 분석한 결과, 난분해성 물질을 대표하는 COD가 과거 대비 전반적으로 증가하고 호소의 질소도 증가하는 경향을 보임
 - 이러한 경향은 일반 공공수역에서 나타나는 추세이며, 점오염 처리율 대비 비점오염 저감율이 낮고 강수 및 난분해성 오염의 유출 변동 등의 이유로 발생할 수 있음. 시민들의 먹는물로 활용되는 상수원 수질 보전에 대한 경각심이 필요함
- 본류보다 지류의 수질오염사고 발생 비중이 높은 공간적 특성은 상수원보호구역(취수 시설)의 특성과 거의 동일하며, 상수원에서 발견된 오염물질을 현행 정수처리 기술로 제거하지 못할 경우 심각한 문제가 될 수 있음

- 이에 따라 최소한 중대규모 상수원을 공급하는 취수시설의 상류를 중심으로 상시적 감시체계를 구축해야 할 필요가 있음
- 먹는물의 중요성을 고려할 때 상수원을 위한 감시 대상과 조사 주기를 개선해야 하므로, 수질 자동측정망과 연계가 필요하며, 생태독성 기반의 상수원 수질 감시체계를 주요 상수원 지역을 포함한 감시 대상으로 확대해야 함
- 공공수역, 상수원, 먹는물 등에 분산된 수질오염물질 감시항목 지정 등에 관한 지침의 개정이 필요하며, '(가칭)공공수역 및 상수원 수질 관리·감시 통합 지침' 마련을 위한 검토가 필요함

3. 상수원 통계 구축과 신규 및 종합 지표의 개발

- 상수원 통계와 데이터·정보시스템 구축
 - 환경부는 매년 '상수도 통계'를 발간하여 상수도 시설 설치와 운영에 관한 매우 다양한 지표들을 제공하고, 상수원보호구역 지정에 대한 자료를 매년 업데이트하고 있음. 그러나 4~5개(명칭, 지자체명, 최초 지정일, 지정면적, 소재지) 항목 정도만 공개하는데 그치는 실정임
 - 상수원 통계를 '상수도 통계'와 연계하거나 별도로 '신규 상수원 통계'를 구축하여 지속가능한 상수원 정책을 위한 정보를 제공하는 것이 필요함
 - 「수도법」 제7조의3에 따른 상수원 정보 관리체계의 현황을 점검하고, 관리체계를 발전시켜 '상수원 정보시스템'을 구축하는 것이 필요함
 - 상수원보호구역과 취수시설 등에 관한 정보를 유역별 또는 지역별로 코드화하여 품질을 관리하는 것이 중요하며, 상수원보호구역 지정 현황 데이터의 일관성과 정확성을 높이기 위해 코드 부여를 통한 일관성 있는 자료 생산이 필요함

□ 상수원 리스크 및 정책 모니터링을 위한 신규 지표의 개발

- 상수도 통계에서 제시한 물자급률 지표의 한계를 보완하여 상수원 ‘취수 자급률’과 ‘급수 자급률’을 분리-연계하여 개발하고, 상수원 수질을 고려한 종합 지표를 개발하고 매년 산정하여 공표하는 것이 필요함
- 개발한 신규 및 종합 지표는 상수원 관리의 통합적 모니터링에 도움이 되며, 지자체의 자체적인 역량 파악에도 활용될 수 있음
- 지역 주민들은 물관리 역량과 물이용에 대한 안정성 등의 정보를 제공받을 수 있고, 중앙정부는 상수원보호구역 해제에 대한 규제 수단으로 활용할 수 있음
- 극한 가뭄 발생빈도 증가에 대응하려면 상수원 관리의 지속가능성을 평가하고 개선하기 위한 관리 방안이 필요한데, 상수원 정책 모니터링을 위한 신규 지표의 개발과 적용은 정책의사결정 과정의 합리성을 높여주고 정부 정책에 대한 국민들의 신뢰를 증진할 수 있음

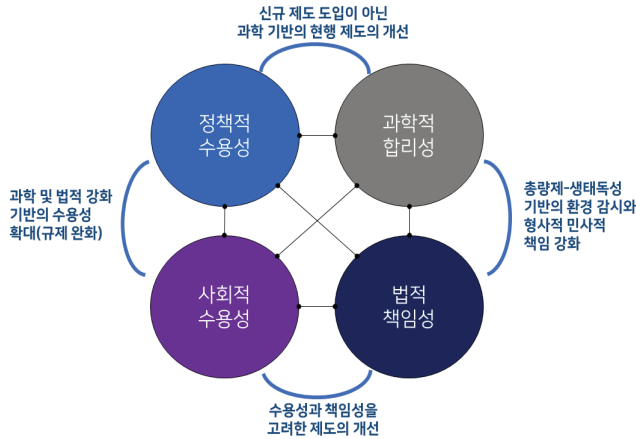
4. 상수원 규제 합리화의 기본원칙 설정

□ 상수원 규제 합리화 시나리오 구성과 기본원칙 설정 필요성

- 상수원 규제 합리화 시나리오(유지, 완화, 강화) 구성과 같이 이해관계와 결과에 대한 후속 영향이 복잡하게 얽혀 있는 상황에서 ‘게임의 법칙(Rule of the Game)’ 또는 ‘기본원칙(principle)’이 부재한 실정임
- 상수원 규제가 과도하다는 주장을 이해하되 사회환경적 피해를 최소화하기 위해서는 검증된 과학적 합리성이 필요함. 상수원보호구역과 수변구역 등 각 지역의 특성을 고려하여 규제 차이점을 분석하고, 규제 정책을 조정하는 것이 필요함
- 중앙정부와 지자체의 사무가 형식적이거나 고착된 규제 행정 절차의 제약을 받지 않도록 사회적 자율성을 강화해야 하고, 모든 이해관계자의 합의와 인정된 규정을 위반할 경우 책임지는 원칙을 도입하여 규제의 효과성을 높이는 것이 중요함
- 과학적으로 증명된 사실을 기반으로 한 규제 개선은 사회적 수용성을 최적화할 수 있음. 공론절차를 거친 합리적인 규제 변경은 상수원 정책의 지속가능성을 높이고, 법적 책임을 강화하여 규제 위반을 방지할 수 있음

□ 상수원 규제 합리화 기본원칙 설정

- 본 연구에서는 상수원 규제의 4가지 기본 원칙(과학적 합리성, 정책적 수용성, 사회적 수용성, 법적 책임성)을 제시하고 ‘과학적 합리성’에 해당하는 기초적이고 공통적인 사항을 검토함



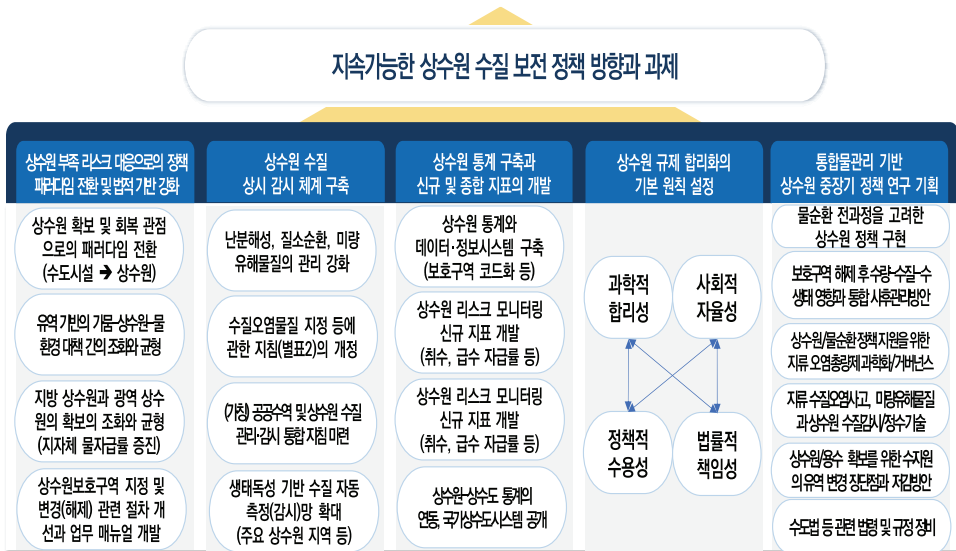
자료: 저자 작성.

〈그림 3〉 상수원 규제 합리화의 기본원칙

5. 통합물관리 기반 상수원 정책 중장기 연구의 기획과 추진

- 본 연구에서는 기후 위기와 경제사회적 변화에 대응하여 지속가능한 상수원 정책의 개선 방향을 모색하기 위해 노력하고, 광범위한 자료 수집과 분석을 실시함
- 그러나 ‘지속가능한 국가 상수원 정책 구현’이라는 목표를 완벽히 달성하기에는 한계가 있었기에 중장기적인 관점에서 필요한 연구 주제를 정리하고 제안함
- 중장기 연구의 주요 과제로 상수원 정책 패러다임 전환과 「수도법」 개정, 상수원 수질 상시 감시체계 구축, 상수원 통계 구축과 신규 지표 개발, 규제 합리화 기본원칙 설정 등을 제안함

- 또한 물순환 전과정, 상수원보호구역 해제 영향에 대한 추가 조사, 건전한 거버넌스 구축, 수질오염물질의 거동 분석, 수질환경적 위해성의 영향 분석, 총량관리를 위한 발생 부하량 산정 기법 등의 세부 과제를 제안함



자료: 저자 작성.

〈그림 4〉 지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향과 과제

주제어: 상수원보호구역, 취수시설, 상수원 규제, 상수원 맞춤형 지류 수질오염총량제

| 차례 |

요 약	i
제1장 서론	1
1. 연구 배경 및 목적	1
2. 주요 연구 내용 및 수행 체계	11
제2장 상수원보호구역(취수시설) 증감 현황과 해제 원인 및 영향 분석	12
1. 전국 상수원보호구역 증감 현황(2000~2022년)	12
2. 상수원보호구역 해제 유형화	18
3. 상수원보호구역 해제 전후 물자급률 변화	28
4. 상수원보호구역 해제 영향 사례 분석	40
5. 시사점	61
제3장 상수원 물환경의 현황 분석과 수질 보전 정책의 개선 방향	64
1. 상수원의 물환경 현황 분석 방법	64
2. 상수원의 수질 현황 분석	66
3. 상수원의 수생태계 건강성 현황	71
4. 상수원 수질 보전(관리·감시) 정책의 현황과 개선 방향	75
5. 소결 및 시사점	96
제4장 상수원 규제 합리화 시나리오와 지류 수질오염총량제 적용성	97
1. 상수원 규제의 현황	97
2. 상수원 규제의 합리화 시나리오 구성	106

3. 상수원 규제 합리화 측면의 지류 수질오염총량제의 적용성 검토	116
4. 소결	125
제5장 결론 및 제언: 지속가능한 상수원 수질 보전을 위한 정책 방향과 과제	126
1. 상수원 부족 리스크 대응으로 정책 패러다임 전환	126
2. 상수원 수질의 상시 감시체계 구축	129
3. 상수원 통계 구축과 신규 및 종합 지표의 개발	134
4. 상수원 규제 합리화의 기본원칙 설정	138
5. 통합물관리 기반 상수원 정책 중장기 연구의 기획과 추진	140
참고문헌	143
부 록	153
I. 지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향 전문가 의견조사 문항	155
II. 지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향 전문가 의견조사 결과	162
Executive Summary	171

| 표차례 |

〈표 1-1〉 광주광역시 상수원보호구역 지정 및 해제 현황	7
〈표 2-1〉 물자급률 산정식	29
〈표 2-2〉 주요 조사 내용 및 자료의 기준연도	41
〈표 2-3〉 안성 상수원보호구역의 배출부하량	46
〈표 2-4〉 고양 상수원보호구역의 배출부하량	50
〈표 2-5〉 상동 상수원보호구역의 배출부하량	54
〈표 2-6〉 양산 상수원보호구역의 배출부하량	59
〈표 3-1〉 수생태 건강성 분석이 가능한 상수원보호구역(하천) 현황	72
〈표 3-2〉 저서성 대형 무척추동물 건강성 좋음(B) 이상 비율	73
〈표 3-3〉 부착돌말류 건강성 좋음(B) 이상 비율	74
〈표 3-4〉 상수원 원수의 측정항목 및 측정횟수	78
〈표 3-5〉 수질측정망 종류와 주요 운영 내용	79
〈표 3-6〉 생태독성관리제도 적용 기준 및 행정처분 기준	81
〈표 3-7〉 수질자동측정망과 연계 가능한 상수원보호구역 현황	84
〈표 3-8〉 수질오염감시경보 발령, 해제 기준	85
〈표 3-9〉 수질오염감시경보에 따른 기관별 조치사항	87
〈표 3-10〉 수질관리를 위한 제도별 수질측정항목	93
〈표 4-1〉 상수원보호구역의 행위규제 현황	98
〈표 4-2〉 상수원보호구역 외 지역의 공장설립 제한 규정	102
〈표 4-3〉 공장설립승인 지역에 설립하는 공장의 승인요건	103
〈표 4-4〉 공장설립승인 지역에 설립하는 공장의 준수사항	104
〈표 4-5〉 공장설립승인 지역에서 영위할 수 있는 제조업의 범위	105
〈표 4-6〉 상수원 수질 보전을 위한 규제 합리화 시나리오 구성	108
〈표 4-7〉 상수원보호구역의 취수원별 지정기준	109

〈표 4-8〉 표준거리 가감기준 평정표	110
〈표 4-9〉 하천에서의 상수원보호구역 거리조정	110
〈표 4-10〉 댐 상류 지점별 갈수기 유속 산정(K-water 측정지점)	112
〈표 4-11〉 공장입지 설립 승인의 합리화 선행 요건: 세부 검토 사항	115
〈표 4-12〉 농도규제와 총량관리의 개념 비교	117
〈표 4-13〉 유역 관리 단위	118
〈표 4-14〉 수질오염총량제와 지류 수질오염총량제의 특징 비교	119
〈표 4-15〉 지류 수질오염총량제 시범사업 하천의 삭감계획과 목표수질	120
〈표 4-16〉 지류 수질오염총량제의 장단점 분석	121
〈표 4-17〉 지류 수질오염총량제와 상수원보호구역의 특징 비교	122
〈표 4-18〉 특정수질유해물질 폐수배출시설 적용기준	123
〈표 4-19〉 먹는물 수질기준	124
〈표 5-1〉 상수원 수질 감시를 위한 관련 지침 개정(안)	132
〈표 5-2〉 환경부 2022년 상수도 통계 개요(상수도 운영 현황)	136

| 그림차례 |

〈그림 1-1〉 우리나라 상수도 보급률, 시설용량, 급수량(1961~2003년)	2
〈그림 1-2〉 우리나라 제1호 상수원보호구역(포항 제2수원지) 주변	6
〈그림 1-3〉 하천 차수 및 연장 기반의 전국 상수원보호구역 위치 분석	9
〈그림 1-4〉 주요 연구 내용과 수행체계	11
〈그림 2-1〉 전국 상수원보호구역(신설, 해제, 지정) 증감 추세	14
〈그림 2-2〉 전국 지역별 상수원보호구역 지정 현황(2000년, 2022년)	17
〈그림 2-3〉 지역별 상수원보호구역 해제·신설 현황(2000~2022년)	17
〈그림 2-4〉 상수원보호구역 해제 유형화 절차	19
〈그림 2-5〉 상수원보호구역 연도별 현황(지정·해제·신설) 분석	21
〈그림 2-6〉 상수원보호구역 해제 원인 유형화 절차	21
〈그림 2-7〉 상수원보호구역 해제 원인 분석 자료: 고시·공고(좌), 정보공개청구(우)	22
〈그림 2-8〉 상수원보호구역 해제 원인 분석 과정: 해제 원인 근거자료 기록	23
〈그림 2-9〉 상수원보호구역 해제 원인 분석 기반 유형화 결과	24
〈그림 2-10〉 상수원보호구역 해제 원인 분석 기반 유형화 결과(해제 원인 중심)	25
〈그림 2-11〉 상수원보호구역 신설 원인과 유형화	27
〈그림 2-12〉 상수원보호구역 신설 원인과 유형화 결과(신설 원인 중심)	27
〈그림 2-13〉 전국 지자체 물자급률 추이(2008~2021년)	31
〈그림 2-14〉 전국 지자체 물자급률 상·중·하위 지역(2008~2021년 평균)	31
〈그림 2-15〉 전라북도 시군 지역 물자급률 변화 추이(2008~2021년)	32
〈그림 2-16〉 전북 순창군 물자급률 추이, 물자급률 관련 지표 변화 추이(2008~2021년) ..	34
〈그림 2-17〉 충청남도 시군 지역 물자급률 변화 추이(2008~2021년)	35
〈그림 2-18〉 충남 공주시 물자급률 추이, 물자급률 관련 지표 변화 추이(2008~2021년) ..	37
〈그림 2-19〉 충남 청양군 물자급률 추이, 물자급률 관련 지표 변화 추이(2008~2021년) ..	38
〈그림 2-20〉 검토 대상인 해제 상수원보호구역	41

〈그림 2-21〉 안성 상수원보호구역의 해제 이전 및 이후의 오염원 변화	43
〈그림 2-22〉 안성 공장설립제한 및 승인지역의 공장 변화 현황	43
〈그림 2-23〉 안성 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(지적도)	44
〈그림 2-24〉 안성 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(토지피복도)	44
〈그림 2-25〉 안성 상수원보호구역의 공업시설 면적 변화(토지피복도)	45
〈그림 2-26〉 안성 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 부하량 및 수질 변화 추이	47
〈그림 2-27〉 안성 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 수생태 건강성 변화	48
〈그림 2-28〉 고양 상수원보호구역의 해제 이전 및 이후의 오염원 변화	49
〈그림 2-29〉 고양 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(지적도)	49
〈그림 2-30〉 고양 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(토지피복도)	50
〈그림 2-31〉 고양 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 부하량 및 수질 변화 추이	51
〈그림 2-32〉 고양 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 이전 및 이후의 수생태 건강성 변화 ..	52
〈그림 2-33〉 상동 상수원보호구역의 해제 이전 및 이후의 오염원 변화	53
〈그림 2-34〉 상동 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(지적도)	53
〈그림 2-35〉 상동 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(토지피복도)	54
〈그림 2-36〉 상동 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 부하량 및 수질 변화 추이	55
〈그림 2-37〉 상동 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 이전 및 이후의 수생태 건강성 변화 ..	56
〈그림 2-38〉 양산 상수원보호구역의 해제 이전 및 이후의 오염원 변화	57
〈그림 2-39〉 양산 상수원보호구역의 토지이용 현황(지적도)	58
〈그림 2-40〉 양산 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(토지피복도)	58
〈그림 2-41〉 양산 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 부하량 및 수질 변화 추이	60
〈그림 2-42〉 양산 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 이전 및 이후의 수생태 건강성 변화 ..	60
〈그림 3-1〉 하천(Ri)과 호소(Re) 상수원보호구역의 BOD, COD, TOC 변화	67
〈그림 3-2〉 하천(Ri)과 호소(Re) 상수원의 T-P, Chl-a 변화	68
〈그림 3-3〉 하천(Ri)과 호소(Re) 상수원의 T-N, Chl-a 변화	69
〈그림 3-4〉 하천(Ri)과 호소(Re) 상수원의 COD, EC 변화	70
〈그림 3-5〉 수질오염사고 발생 현황	76
〈그림 3-6〉 수질오염사고 발생의 유형과 원인	76

〈그림 3-7〉 4대강 유역별 수질오염사고 발생 현황	77
〈그림 3-8〉 수질오염감시 경보 시스템	83
〈그림 3-9〉 생물감시에 활용되는 생물	83
〈그림 3-10〉 물환경 및 상수원 수질 조사 관련 법령과 규정	89
〈그림 3-11〉 수질 감시에 관한 현행 법령 체계	92
〈그림 4-1〉 상수원보호구역의 금지행위와 제외 현황	99
〈그림 4-2〉 상수원보호구역의 허가행위 대상과 범위	100
〈그림 4-3〉 상수원보호구역의 신고행위 대상과 범위	101
〈그림 4-4〉 공장설립 제한 및 승인 지역에 따른 규제 영향 범위	106
〈그림 4-5〉 상수원 수질 보전을 위한 규제의 분류	107
〈그림 4-6〉 댐 상류 유량측정 지점과 상수원보호구역	111
〈그림 5-1〉 물환경 및 상수원 수질 조사 관련 법령 및 규정의 현행과 개선안	133
〈그림 5-2〉 상수원 규제 합리화의 기본원칙	139
〈그림 5-3〉 지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향과 과제	141

제1장

서론

1. 연구 배경 및 목적

물관리 정책의 사결정자가 지속가능한 상수원 보전 정책에 관심을 두어야 하는 이유는 지역 균형발전과 자연환경 관리의 초석이기 때문이다. 시민과 자연에 부족하지 않은 양호한 수질의 수자원을 확보·공급하기 위해 과거로부터 현재까지 상수원의 정책 효과와 한계를 진단하고, 새로운 상수원 정책으로 개선과 향후 방향 설정이 시급한 실정이다.

한국 상수도 100년사¹⁾와 상수도 통계(환경부, 2023)에 따르면 상수도 보급률은 1961년에는 17.1% 수준으로 미약하였지만, 2017년(99.1%)에는 99.0%를 최초로 초과한 뒤 6년이 지난 후 2022년 현재 99.4%로 소폭 상승하였다. 정수시설 용량도 600천 m³/일(1961년)에서 27,468m³/일(2022년)로 크게 증가하였고, 하루 1인당 급수량도 약 3.5배(1961년, 102L; 2022년, 355L)까지 각각 올라갔다(그림 1-1 참조).²⁾

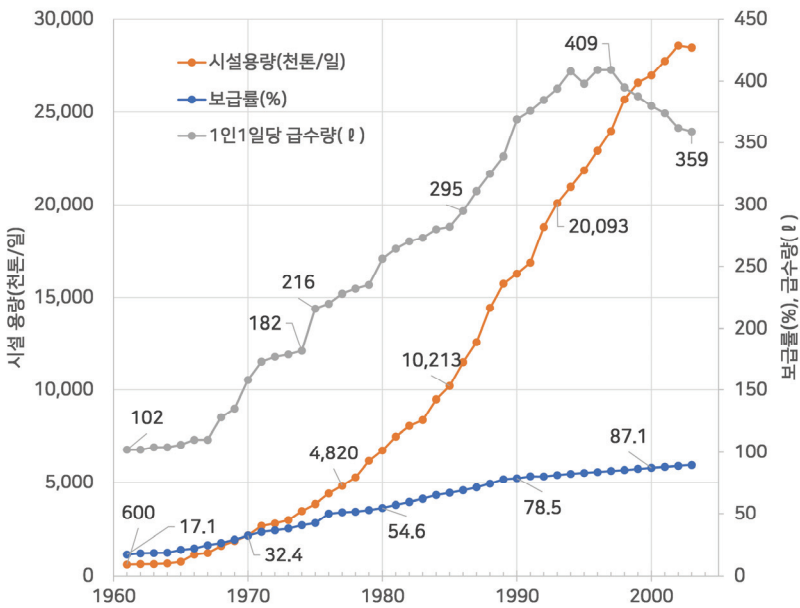
이처럼 상수도 보급률, 수도시설, 급수량은 개선과 발전을 거듭하며 61년이라는 길지 않은 기간에 급성장했다. 이는 낙동강 폐늘 유출사고(1991년 3월과 4월) 후 물관리위원회(2018.6) 이전까지 20년 이상 광역상수도 및 공업용수도에 관한 사무는 건설교통부(국토교통부)가 담당하고, 지방상수도에 관한 사무는 환경부가 담당해 온 이원화 체제에서 이룩한 국가적이고 가시적인 자산일 수 있다.

하지만, 그동안 환경부와 국토교통부로 분산된 관리 체제의 역기능이 물관리위원회 후에도 상수원 정책 지속성의 발목을 잡는 것은 아닌지, 광역과 지방 상수도 간 수도시설과 운영

1) 환경부(2008), p.169.

2) 이는 전체 인구 변화인 약 2.0배(1961년, 25.8백만 명, 1961년; 2022년, 52.6백만 명)를 초과하는 수준임.

및 유지관리 시스템에 대한 중복 투자와 낮은 수도 음용률 등과 같은 보이지 않는(invisible) 성장통이 사라졌는지, 끝으로 상수원 보전 정책에 미친 영향 등에 관한 면밀한 회고가 필요하다. 특히, 상수도 보급률이 100%를 초과할 수 없는 현황에서, 이제 정책의사결정자가 직면한 과제를 체계적으로 도출하는 것이 중요한데, 크게 3가지 이슈가 현행 상수원 보전 정책에 도전한다고 볼 수 있다.



자료: 김익재, 김수빈(2023), p.48.

〈그림 1-1〉 우리나라 상수도 보급률, 시설용량, 급수량(1961~2003년)

첫 번째 이슈는 저성장과 인구절벽 및 지방소멸과 같은 경제사회적 여건이 상수원 보전 또는 물이용 수요와 공급에 미치는 영향이다. 예를 들어, 인구 감소로 인하여 생활용수의 수요가 일부 감소할 수 있지만, 1인 가구가 증가하는 지역에서는 인구사회적 변화로 인한 물이용은 현 상태를 유지하거나 오히려 증가될 수도 있고 상수원 확보 및 수요 전망과 하수 처리계획에도 영향을 줄 수 있다.

두 번째 이슈는 기후 위기로 인하여 상수원 정책의 이행과 계획 수립의 불확실성이 전례 없이 고조된다는 점이다. 2015년 충청남도 서북권과 2022년 중하반기부터 2023년 초까지 광주광역시와 전라남도에도 나타난 상수원 부족은 물 위기가 기후 위기와 ‘동일어’로 인식될 만큼 크게 사회적 경종을 울렸다고 볼 수 있다. 이는 특정 지역의 상수도(원) 시설용량이 전국 1위이고 상수도 보급률이 100%여도, 기후 위기로 인한 상수원 부족 앞에서는 기존 정책 성과 지표가 무력해질 수도 있음을 뜻한다.

상수원 보전에 관한 정책의사결정자가 반드시 고민해야 할 마지막 이슈는 앞에서 지적한 2가지 이슈(경제사회적 여건 변화와 기후 위기 대비 상수원 부족)에 대하여 현행 제도가 효과적으로 대응 가능할 것인지, 미래 변화에 대비하여 신규 제도의 발굴이 부족하거나 법적 기반 구축이 미흡하지는 않은지, 또는 현행 제도의 효과가 역행하면서 과거에는 유효했지만 경제사회적 변화와 기후 위기로 인하여 정책 기능이 뒷걸음질할 우려가 있지는 않은지 의심하고 진단하는 것이다. 특히 상수원 수질에 관한 감시망이 부족한 가운데 증가하는 신규 난분해성물질 출현과 증가 등에 관한 제도적 개선사항, 그리고 상수원보호구역 규제에 관한 갈등과 해소를 위한 원칙 마련과 지류오염총량 등과 같은 대안 검토가 기존 상수원 제도의 개선과 신규 제도의 발굴에 필요할 것으로 판단된다. 본 연구에서는, 이러한 상수원 보전 정책의 3가지 이슈에 대한 과거와 현재까지의 문제점 파악하고 개선방향을 도출하기 위하여 본 연구에서는 ‘상수원’, ‘상수원보호구역’, 그리고 ‘취수시설’ 등을 연구 주제로 채택하였다.

사실, 현행 상수원 수량 및 수질 보전의 지속성을 담보하기 위한 정책적 개념과 제도적 도구는 「물관리기본법」, 「수자원법」, 「물환경보전법」, 「수도법」, 「먹는물관리법」, 「물재이용법」 등의 다양한 법률과 각 하위 법령에서 찾을 수 있다. 하지만 가장 대표적인 상수원 관련 제도는 「수도법」에 따른 연구 주제(상수원, 상수원보호구역, 취수시설)에 부합한다고 볼 수 있으므로,³⁾ 관련 제도를 개선하는 정책 수요가 크다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 이러한 연구 주제의 과거 및 현재 현황을 이해할 수 있는 현장 데이터(수질측정망, 보호구역 지정 현황 등)와 관련 정책 시행(물자급률, 상수원 규제 등)의 경과를 수집하여 면밀하게

3) 비록 「수자원법」 혹은 「자연재해대책법」 등에 따른 가뭄(수량) 관련 제도가 있지만, 이용자(시민과 산업계)에게 보급되는 생활 및 공업 용수는 「수도법」에 따른 수도시설(취수장, 정수장, 송배수장 등)이 없이는 불가능함. 상수원 원수를 확보(저장)·취수·정수·공급·이용하는 전과정에서 상수원보호구역과 취수시설을 시작 단계로 볼 수 있음.

진단하고, 체계적이고 과학적인 방법(유형화, 경향 분석, 오염부하량 산정 등)으로 결과를 해석하여 상수원 보전 정책의 미래 방향을 제안하고자 계획하였다. 위의 논거를 토대로 본 연구 수행의 배경과 목적에 대한 이해를 돕기 위해 상수원과 상수원보호구역의 개념(법적 정의 등)과 현황 등을 아래에 간단히 소개하고자 한다.

「수도법」 제3조에 따른 상수원(上水源, Source water)의 법적 정의는 ‘음용·공업용 등으로 공급하기 위하여 취수시설⁴⁾을 설치한 지역의 하천·호수·지하수·해수 등’이므로, 상수원 보전 정책은 생활용수 및 공업용수뿐만 아니라 하천유지용수를 포함한 지하수와 농업용수, 발전용수 등과 같은 수자원의 타 부문의 물이용 정책과 밀접한 관련이 있다고 볼 수 있다. 또한 「물관리기본법」 제3조(정의)에서는 수자원이란 “인간의 생활이나 경제활동 및 자연환경 유지 등을 하는 데 이용할 수 있는 자원”으로 규정하며, 동 법 제14조에서는 “국가와 지방자치단체는 물의 편익을 골고루 누릴 수 있도록 물을 합리적이고 공평하게 배분하여야 하며, 이 경우 동·식물 등 생태계의 건강성 확보를 위한 물의 배분도 함께 고려”하는 수자원 배분의 기본원칙을 강조하고 있다. 따라서 물관리일원화(2018.6) 후 물 분야 최상위 법으로 시행 중인 「물관리기본법」 제정 취지 측면에서 상수원의 법적 개념과 정책 방향을 다른 법령과 연계해야 할 필요성이 크다고 볼 수 있다.

상수원의 포괄적 정의를 탐색하기 위해 먼저 「물관리기본법」의 내용을 더 살펴보면 다음과 같다. 물순환을 “강수가 지표수와 지하수로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름(제3조)”으로 정의하고, 건전한 물순환 체계 마련의 목적으로 “지구상의 생명을 유지하고, 국민생활 및 산업활동에 중요한 역할을 하고 있는 점을 고려하여 생태계의 유지와 인간의 활동을 위한 물의 기능이 정상적으로 유지(제9조)”되어야 한다고 상시하고 있다. 따라서 「물관리기본법」에는 ‘상수원’이란 용어는 없고 대부분 ‘물의 이용’, ‘물의 배분’과 같은 용어를 사용하지만 물순환, 수자원, 물이용, 물배분 등과 같이 상수원과 관련하여 유사한 개념과 내용을 통해 상수원의 포괄적 정의와 기능을 다음과 같이 각각 도출할 수 있다. ‘상수원이란 물순환 전과정에서 국민 생활과 경제 활동에 대체할 수 없는 자원으로서의 물’로 볼 수 있고, 상수원 수량과 수질의 보전 정책 기능은 생활용수 및 공업용수의 경계선에서 머무르지 않고 다른 목적별 용수활용의 지속성은

4) 「수도법」 제3조(정의)에서는 취수시설을 별도로 정의하지 않으며, 수도시설 중 하나로 명시하고 있음.

물론, 생태계 건강성의 증진까지 고려되어야 할 정책적 목표가 있는 것이다.

1961년 12월 31일 최초 제정된 「수도법」(5장, 36개 조항)은 우리나라 정부가 출범한 이래 역사가 가장 오래된 법령으로, 본 연구의 핵심 주제 중 하나인 ‘상수원보호구역’은 「수도법」 제정 당시부터 반영된 제도이다. 「수도법」 제3조에 따르면 상수원보호구역은 “국토 건설청장은 각령의 정하는 바에 의하여 수질 보전상 필요하다고 인정되는 지역”이며, “수질의 오염을 초래할 우려가 있는 행위를 금지하거나 제한할 수 있다”로 되어있다. 그 다음 제4조에서는 상수원 수질(유독물질, 중금속, 색도 등)에 관한 기준을 제시한 뒤 이어서 제5조에 수도시설의 기준이 설명되었다. 「수도법」은 1961년 마지막 날 제정된 후 하루가 지난 1962년 1월 1일부터 시행되었다. 상훈 외(1989)의 연구보고서에 따르면 「수도법」 시행 후 약 3개월 만인 1962년 3월 24일 ‘포항 제2수원지(그림 1-2 참조)’가 국내 제1호 상수원 보호구역으로 지정되었다(이상훈 외, 1989, p.3). 최근까지도 상수원보호구역으로 지정⁵⁾되어 포항시의 생활 및 산업용수 확보에 큰 역할을 하고 있다(2023년 12월 기준).⁶⁾ 또한 1989년 당시 전국에서 상수원보호구역으로 지정된 곳은 총 328개소이다(이상훈 외, 1989, p.3).

「수도법」에 따른 상수원보호구역 지정에 관하여 우리가 주목해야 할 교훈은, 첫째 수도법 제정 당시 상수원보호구역 지정 목적(제3조)과 상수원 수질 기준(제4조)에 관한 정책적 우선 순위가 수도시설 기준(5조)보다 앞섰다는 점과, 둘째 수도법 시행(1962년) 후 전부 개정(1991년 12월)되기 전까지 상수원보호구역의 지정과 수질 기준에 관한 권한은 국토건설청장, 건설부장관, 건설교통부장관에게 있었다는 점이다.⁷⁾ 이 후자의 교훈을 한 걸음 더 나아가서 평가하면, 소위 환경부는 규제해야 하는 부처가 아니라는 사실과 수도법 개정⁸⁾을 통해 소관 부처가 건설(교통)부에서 환경처로 바뀌면서 상수원보호구역 지정 목적이 기존 ‘상수원의 수질보전’ 외에도 ‘상수원의 수량 확보’ 기능이 추가·확대되었다는 사실이다.

5) 환경부(2024.3.27), “상수원보호구역 지정현황(2023년 12월 기준)”, 검색일: 2023.8.4.

6) 환경부 수도도 통계에 따르면, 포항시가 운영하는 6개의 취수시설 중에서 ‘제2수원지 상수원보호구역’의 취수시설(복류수) 설계용량(전체의 53.5%)과 연간 취수량(전체의 67.4%)이 가장 큰 것으로 파악됨.

7) 1967년 당시의 보건사회부 환경위생과(공무원 4인)가 환경청(1980년 1월)-환경처(1990년 1월)-환경부(1994년 12월) 발족 및 승격되었으므로 약 29년 동안 상수원보호구역과 수질규제 권한은 건설개발 부처에서 운용되었음.

8) “제5조(상수원보호구역지정 등) 환경처장관은 상수원의 확보와 수질보전상 필요하다고 인정되는 지역을 상수원보호를 위한 구역(이하 상수원보호구역이라 한다)으로 지정하거나 이를 변경할 수 있다.”(「수도법」 법률 제4429호).

그리고 1962년에 최초 지정되어 국내 상수원보호구역의 아이콘과 같은 ‘포항 제2수원지’ 보호구역은, 약 62년이라는 오랜 세월이 흘렀음에도 불구하고 여전히 유지·운영되는 시사성을 놓치지 않아야 하고, 무엇보다 과거부터 최근까지 전국적 상수원보호구역 증감의 현황과 원인 및 배경, 상수원보호구역 감소 또는 해제로 인한 영향은 무엇인지, 기후 위기 시대에 상수원보호구역 증감이 상수원 혹은 물이용 정책 전반에 시사하는 고민을 도출하는 것이 미래 정책 방향 설정에 있어서 반드시 검토되어야 할 사항이라고 판단된다.



자료: 저자 촬영.

〈그림 1-2〉 우리나라 제1호 상수원보호구역(포항 제2수원지) 주변

상수원보호구역 해제의 직간접적인 영향에 관한 최근 사례는, 앞서서 설명한, 광주광역시와 충청남도 서북권 8개 시군의 사례에서 찾아볼 수 있다. 언론을 통해 잘 알려진 것과 같이 2022년 중하반기부터 2023년 상반기까지 광주광역시는 극심한 상수원 부족을 경험하였다. 그런데 과거 광주광역시는 상수원보호구역 5개소가 지정·운영하면서 상수원을 확보하였지만, 그 중 2개소(황룡, 송정 보호구역)는 2005년과 2008년에 각각 해제되었고, 그리고 1개소(제4수원지 보호구역)는 2022년에 해제되었다(표 1-1 참조).

광주광역시의 상수원 확보에 대한 우려는 2022년 중반기부터 시작되어 영산강·섬진강

유역 일대에 강수량이 적게 발생하였고, 같은 해 하반기까지 평년 수준으로 회복되지 않으며 심화되었다.⁹⁾ 특히 광주광역시 자체 운영하는 동북댐(전라남도 화순군 소재)뿐만 아니라, 광역상수도 등의 용수를 다수의 지역에 공급해 온 주암댐의 저수율도 낮아지면서 상수원 수량 확보의 위기가 확산되었다.

〈표 1-1〉 광주광역시 상수원보호구역 지정 및 해제 현황

보호구역명	면적(km ²)	취수장	취수시설용량 (천 톤/일)	지정일자	해제일자
동북수원지	12.65	동북	320.0	1973.5.21.	
송정	3.11	송정	20.0	1976.11.15.	2008.11.3.
제2수원지	4.63	제2	20.0	1981.5.8.	
제4수원지	9.70	제4	20.0	1981.5.8.	2022.9.5.
황룡	0.62	황룡	30.0	1988.1.26.	2005.2.10.

자료: 환경부(2001.4.18), “2000 상수원보호구역 현황”, 검색일: 2023.8.4; 장성군민신문(2005.1.21), “황룡강 상수원 보호구역 일부해제”, 검색일: 2023.8.4; 워터저널(2008.11.10), “[광주광역시] 송정 취수장 주변 상수원 보호구역 해제”, 검색일: 2023.8.4; 연합뉴스(2022.9.6), “광주 제4수원지 상수원 보호구역 41년 만에 공식 해제”, 검색일: 2023.8.4를 활용하여 저자 작성.

광주광역시의 1일 물 사용량은 약 50만m³이며, 이 중 약 30만m³의 상수원이 섬진강 유역의 주암댐으로부터 공급되어 왔다. 기존 상수원보호구역이 해제되고 취수시설이 폐쇄되면서 광주광역시의 물자급률은 낮아지는 반면에 광역상수도 의존율은 올라가는 결과를 초래한 것으로 추정된다.¹⁰⁾ 이처럼 광주광역시가 전시(戰時) 수준으로 상수원 수량에 대한 대안을 검토하고 1인당 20% 물 절약, 대체수자원 개발, 노후 상수관 교체 등과 같은 대책들을 시급하게 검토 및 추진했던 바로 그 시기에 역설적으로 제4수원지 상수원보호구역이 해제되었다.

비록 제4수원지 상수원보호구역 해제를 위해 광주광역시가 이해관계자와 함께 수도시설의 경제적 타당성 등을 여러 번 논의하고, 행정 절차의 타당성과 해제 후 후속조치를 검토했다고는 하지만, 한번 해제된 상수원보호구역을 재지정하려면 사회적 비용과 갈등이 발생할

9) 영산강과 섬진강 유역의 강수량은 평년의 60~70% 수준(약 400~600mm)으로 보고됨(환경부, K-water, 2023, p.130).

10) 전국 상수원보호구역 해제와 지자체 물자급률 산정과 변화는 본 연구보고서 제2장 ‘전국 상수원보호구역(취수 시설) 증감 현황과 해제 원인 및 영향 분석’에서 상세하게 분석하였음.

수 있다. 이 사례는 기후 위기로 인한 상수원 확보 리스크 대응 역량 강화 측면에서 보다 신중한 보호구역 해제 논의와 추진이 필요하다는 교훈을 시사한다.¹¹⁾

2015년 충청남도 서부권 8개 시군에서 발생한 상수원 부족 사태로 전면 제한급수가 실시되었는데, 상수원보호구역 지정 현황 자료를 분석하면 해당 8개 시군의 지역 관내 상수원보호구역도 거의 대부분 소멸한 것으로 나타난다(2000년 총 12개소; 2013년 총 1개소, 예당보호구역). 이 지역의 상수원보호구역 해제는 상수원 취수시설 감소와 그의 설계용량 감소에도 큰 영향을 미친 것으로 조사되었다.¹²⁾ 또한 2015년 물부족 사태 당시 보령댐으로부터 광역상수를 공급받는 예산군 일부 지역의 공급량도 무려 20%나 감소했지만, 관할 상하수도 사업소가 지역 유일의 예당 상수원보호구역으로부터 공급되는 지방상수원을 활용하여 광역상수 급수체계에 공급하여 상수원 리스크를 완화하는 역설도 발생하였다.¹³⁾¹⁴⁾

환경부는 거의 매년 전국 상수원보호구역 지정 현황을 공개하는데, 2022년 12월 기준 지정 자료¹⁵⁾를 분석하면 지자체 관할구역 기준으로 전국에 총 284개소의 상수원보호구역이 분포한다. 즉, 1989년에 보고된 상수원보호구역 327개소가 관할구역 기준이라면, 해당 기간에 상수원보호구역 43개소(13.1% 감소)가 사라졌다고 해석이 가능하다. 다만, 상수원보호구역 구분이 관할구역 기준인지 보호구역 명칭 기준인지에 따라 신규 지정과 변경(축소 혹은 해제)에 관한 통계가 달라지는데, 관련 선행 연구가 거의 부재한 실정이므로 연도별 상수원보호구역의 증감 분석이 매우 시급한 실정이다.¹⁶⁾¹⁷⁾

예를 들어, 앞에서 살펴본 제4수원지 상수원보호구역 해제 사례가 전국적으로 얼마나

11) 상수원 수질이 양호한 제4수원지 상수원보호구역(취수시설용량 약 2만톤/일)이 2022년 9월에 해제되고 광주광역시는 물부족에 대처하기 위하여 영산강(덕홍보) 일대에서 크게 악화된 수질의 하천수를 임시 취수(약 3만톤/일)하여 관할 정수시설에 공급하였으며, 이를 위해 적지 않은 공공재정을 투입한 것으로 알려졌다.

12) 해당 지역의 2013년 취수시설 및 취수용량은 1998년 대비, 79.2%(24개소 → 5개소)로 감소했으며, 설계용량도 72.2%(117,210톤/일 → 32,600톤/일)로 감소한 것으로 분석됨.

13) 대전투데이(2015.10.7), “예산군 가뭄극복 ‘선제적 대응’ 나서”, 검색일: 2024.1.22.

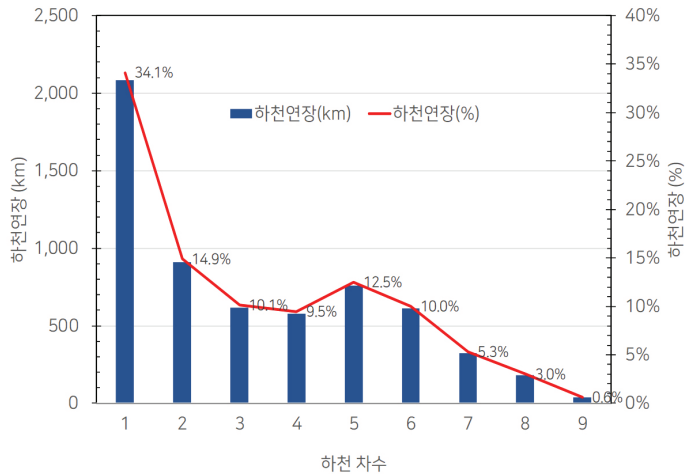
14) 아주경제(2015.10.9), “예산군 상하수도사업소, 절수기 보급 및 상수원수 추가공급 실시”, 검색일: 2024.1.22.

15) 환경부(2023.3.20), “상수원보호구역 지정현황(2022년 12월 기준)”, 검색일: 2023.8.2.

16) 예를 들어 환경부 상수원보호구역 지정 현황(2022년 12월 말)에서 팔당 상수원보호구역은 명칭 기준으로는 1개소이나, 지자체 관할구역 기준으로는 4개소(팔당-남양주/광주/하남/양평)로 구분됨.

17) 본 연구계획 제안서 작성 과정 및 수행 기간에서 매년 상수원보호구역 통계를 수집하고 그 증감을 분석하는데 상당한 연구 시간이 소요되었고, 충청남도 사례 분석에서 알 수 있듯이 취수시설에 관한 분석은 현황 자료를 수집하여 그 추세를 살펴보고 취수시설 증감의 상세한 원인 분석은 상수원보호구역 증감과 다소 유사할 것으로 추정·간주하였음.

발생해 왔는지, 상수원보호구역 해제 또는 감소가 지자체의 물자급률, 물환경 건강성, 환경 생태유량, 물 재이용, 유역물관리 등에 미치는 영향은 무엇인지 조사하는 물관리 정책 연구가 필요하다. 예를 들어, <그림 1-3>과 같이 대부분의 상수원보호구역이 하천 유역의 중상류에 위치하므로¹⁸⁾ 유역 물관리 특성과 밀접한 관계에 놓여있다고 볼 수 있다.



자료: 디지털 트윈국토(2016.12.15), “상수원보호”, 검색일: 2023.8.2; 국가수자원관리종합정보시스템, “하천치수도(1:24,000)”, 검색일: 2023.8.2를 활용하여 저자 작성.

<그림 1-3> 하천 차수 및 연장 기반의 전국 상수원보호구역 위치 분석

광주광역시와 충청남도 서북권 지역 등의 사례분석 결과를 살펴보면, 과거 상수도 보급률을 개선하기 위해서 설치되었던 상수원보호구역과 취수시설이 최근 감소하는 대표적 원인 중 하나는 상수원 규제일 것으로 추측된다. 예를 들어 2020년 10월에는 경기도 남양주 당시 시장과 조안면 주민 일부가 「수도법」 제7조(상수원보호구역 지정 등)와 ‘상수원관리규칙’의 ‘팔당호 상수원보호구역 규제’가 헌법이 보장하는 직업선택의 자유와 평등권 및 재산권 침해를 주장하며, 헌법소원심판을 청구하였고¹⁹⁾ 현재 3년 넘게 판결이 진행 중이다. 이처럼 상수원보호구역에 거주하는 일부 주민과 관할하는 지자체장이 정부와 헌법재판소를 상대로

18) 2018년 기준 상수원보호구역의 약 81.1%가 하천 차수(1:25,000) 1~5차에 분포하는 것으로 분석됨.

19) 머니투데이(2020.10.27), “남양주 조안면 주민들 상수원보호구역 규제 헌법소원 청구”, 검색일: 2024.1.22.

과도한 상수원 규제의 완화 또는 철폐를 주장하는 소송을 제기하는 것으로, 상수원 규제 현황을 정확히 파악하고 합리적인 시나리오를 구성하는 것이 필요하다.

이와 더불어 비록 상수원 규제에 따른 민원 발생 건수의 정확한 통계는 집계되지 않지만, 입법기관의 소속 의원, 행정부 및 지방자치단체의 대표를 선출하는 해당 기간에 또는 해당 기간에 관계없이 규제 해소를 위한 상수원보호구역 해제를 추진하는 사례가 전국적으로 적지 않을 것이다. 따라서 상수원 규제로 인한 피해 인식이 높은 지역의 주민들이 상수원보호구역 해제와 관련해 목소리를 키우는 것에는 일정 부분 공감하지만, 마치 대형 신규 댐 개발이 쉽지 않은 사회적·자연환경적 여건처럼 상수원보호구역 해제 후 재지정은 지역적 부담을 유발할 수 있으므로, 보호구역 해제에 관해 이해관계자들이 동의하고 수공할 수 있는 규제 합리화의 기본원칙을 제시할 필요가 있다.

또한 설사 다수 유해물질들이 고도 정수 공정에서 제거되어 수돗물 안정성은 확보되더라도, 단일 법규의 허점을 악용하여 상수원 수질 보전에 필요한 “체계적 사전예방대책”과 “철저한 감시체계”를 무력화하는 심각한 사태를 방지하는 데 상수원보호구역 입지 및 수질 규제의 목적이 있음을 이해하는 것도 중요하다. 그러므로 상수원보호구역 규제 완화 수용도를 정책적·사회적으로 높이기 위해서는 현행 상수원 수량 및 수질 보전을 위한 사전예방대책과 함께, 상수원 수질 변화에 대한 보다 확고한 관리체계 및 상수원 수질 보전 관련 제도적 개선이 수반되어야 상호보완적 공감대가 형성되고 관련 법규 정비까지 가능할 것으로 파악된다. 따라서 본 연구에서는 상수원 규제의 현황을 정확히 이해하면서 규제 합리화를 ‘유지/강화’ 또는 ‘완화’, 그리고 대안적 측면에서 ‘지류 수질오염총량제’ 등 총 3가지 시나리오를 구성한²⁰⁾ 뒤에, 특히 ‘완화’ 시나리오에 필요한 검토 사항과 ‘대안(지류 수질오염총량제)’에 대한 적용성을 검토하였다.

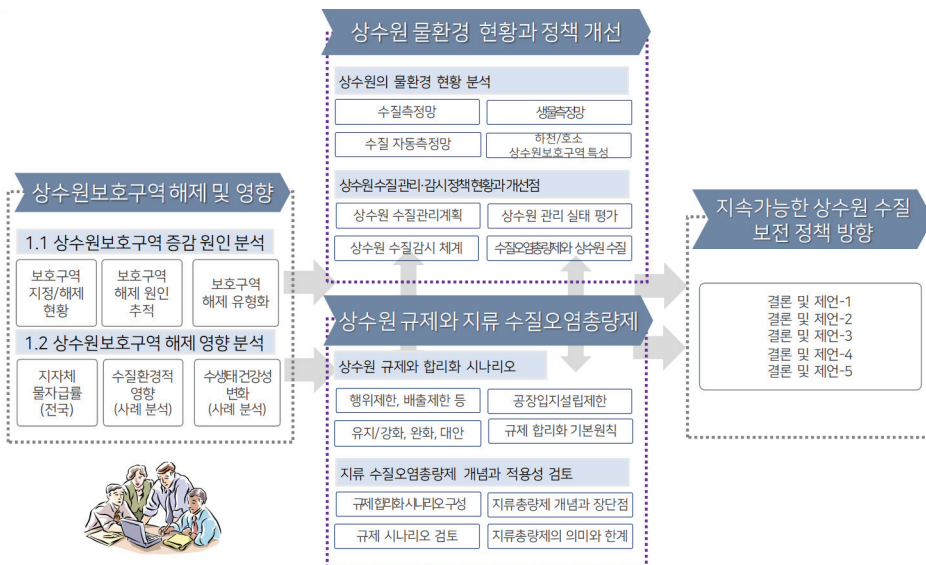
이상의 연구 배경을 토대로 본 연구의 목적 2가지는 지방상수원과 광역상수원의 운용을 고려한 균형있는 상수원 보전 정책의 방향성을 제시하고, 상수원 규제에 대한 합리적인 시나리오 구성과 대안에 관한 적용성을 검토하여 지속가능한 상수원 수질 보전 정책에 기여하는 것이다.

20) 상수원 규제 합리화 시나리오와 지류 수질오염총량제는 본 연구보고서 제4장 ‘상수원 규제의 합리화 시나리오와 지류 수질오염총량제 적용성’에서 그 배경과 세부 내용을 소개함.

2. 주요 연구 내용 및 수행 체계

앞에서 연구 배경 및 목적을 설명한 것처럼, 상수원 수질 보전 정책은 중앙정부와 수도 경영자의 중요한 책무이지만 관련 선행연구가 크게 부족한 실정이다. 본 연구는 주요 연구 내용으로 크게 세 가지인 ① 상수원보호구역 등의 증감 분석, ② 상수원 수질 감시체계, ③ 상수원 규제 합리화 등을 주제로 구성하였다. 각 주제에 대한 추가 설명은 다음과 같다.

첫째, 지역별 상수원보호구역 및 취수시설의 전국적인 증가·감소 현황 및 그 원인을 종합적으로 분석하고, 상수원보호구역 또는 취수시설 해제 사례 지역의 물환경/부하량/수생태 건강성 등을 종합적으로 분석하였다(제2장). 둘째, 상수원 수질과 수생태 현황을 진단하고, 상수원 수질에 대한 상시 감시체계 구축 방향을 소개하였다(제3장). 셋째, 상수원 규제 합리화에 관한 시나리오(완화, 강화, 대안 모색)와 지류 수질오염총량제 측면의 규제 합리화 적용성을 검토(제4장)한 뒤 미래 상수원 정책 방향에 대한 종합적인 결론과 제언(제5장)을 도출하였다.



자료: 저자 작성.

〈그림 1-4〉 주요 연구 내용과 수행체계

제2장

상수원보호구역(취수시설) 증감 현황과 해제 원인 및 영향 분석

본 연구보고서 제1장에서 살펴본 것처럼 “수도의 설치 및 관리의 적정과 합리화를 도모하여 공중위생의 향상과 생활환경의 개선에 기여함을 목적”으로 하는 「수도법」이 1961년 제정되었다.²¹⁾ 이는 수질 보전상 필요하다고 인정되는 지역에 상수원보호구역을 지정하고, 수질의 오염을 초래할 우려가 있는 행위를 금지하거나 제한하는 법적 근거가 되었다.

이에 본 장에서는 전국 상수원보호구역 및 취수시설 감소에 대한 종합적인 분석을 통해 증감 현황, 해제 원인 및 해제에 따른 영향 분석을 수행하고자 한다. 이는 지속가능한 상수원 수질 보전 정책을 마련하기 위한 기반이 될 것이다.

1. 전국 상수원보호구역 증감 현황(2000~2022년)²²⁾

전국에 지정된 상수원보호구역은 2022년 기준으로 총 275개소이다. 이는 2000년 기준 지정된 상수원보호구역 총 383개소 대비 28.2%가 감소한 수치이다. 「수도법」 제78조와 「수도법 시행령」 제67조 등 관련 규정에 따라 상수원보호구역 지정 및 변경(해제) 신청의 주체는 기초지자체장에게, 신청에 대한 승인의 권한은 광역지자체장에게 위임²³⁾되어 있으므로 상수원보호구역 증감 현황을 전국적으로 파악하는 것은 매우 중대한 과업이다. 그와

21) 국가법령정보센터, “수도법”.

22) 본 장에서는 환경부 홈페이지에 게시된 ‘상수원보호구역 지정 현황(2000~2022년)’ 데이터를 활용하여 연구진이 분석한 결과가 계속해서 제시되고 있음(자료 부재로 인하여 2007년, 2010년은 분석에서 제외). 이에 데이터를 활용하여 분석한 결과에 대한 출처는 표와 그림에는 표기하되, 본문에는 별도로 표기하지 않음. 다만 분석을 위하여 활용한 데이터에 대해서는 참고문헌에서 본인의 「출판업무편람」에 따라 표기하였음.

23) 국가법령정보센터, “수도법”, “수도법 시행령”.

동시에 필수 자원이자 공공자원인 상수원의 보호구역 해제가 타당한 근거를 토대로 진행되었는지 살펴보는 것은 사회적 갈등을 예방할 수 있는 의미있는 연구 주제이다.

전국 상수원보호구역 증감 현황에 적용한 데이터 수집과 분석 방법은 다음과 같다. 매년 발간되는 ‘상수도 통계’와 같이 상수원보호구역 현황 관련 데이터는 국가승인통계가 아니다. 환경부의 환경공간정보서비스에서도 상수원보호구역은 ‘토지이용규제지역지구’ 주제도로 분류되며, 그 주제도는 폴리곤(polygon) 속성 정보만 제공되어 지정일, 면적, 관리자 등의 정보는 없으며, 국토교통부·국토지리정보원이 공간정보시스템(디지털 트윈국토)을 통해 제공하는 상수원보호구역도 관련 속성 정보는 부재하다. 현재 상수원보호구역 관련 정보에 대한 전국 자료는 매년 환경부 홈페이지를 통해서 공개되는 ‘전국 상수원보호구역 지정 현황’이다.

따라서 본 연구에서는 20년 이상의 장기간 상수원보호구역 증감을 분석하기 위해 환경부 홈페이지에서 상수원보호구역 지정 현황 데이터를 조사하여, 수집가능한 최초 자료는 2000년 지정 현황(자료 등록일자: 2001.4.18), 마지막 연도는 2022년 지정 현황(자료 등록일자: 2023.3.20)으로 파악되었다. 또한 일부 제공되지 않은 연도의 지정 현황은 환경부 내부 자료를 활용하였지만, 여전히 연도(2007년, 2010년)의 지정 현황은 부재한 것으로 파악되어 본 분석 기간은 2000~2022년 중 21개 연도의 지정 현황 데이터를 분석에 활용하였다. 따라서, 일부 연도의 자료가 없으므로 본 연구의 해제 연도는 실제 해제 연도와 최대 1년에서 2년까지 차이가 있을 수도 있다.²⁴⁾

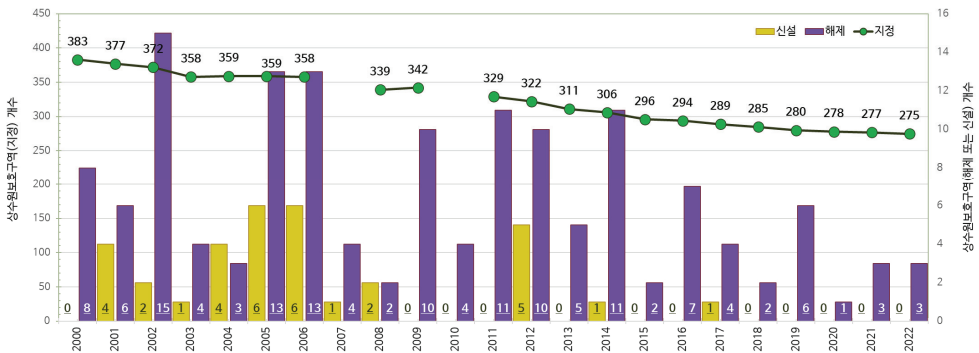
상수원보호구역 지정 현황 데이터는 먼저 스프레드시트(엑셀)에 각 연도별로 정리한 뒤에 보호구역 명칭 순으로 정렬한 다음에 보호구역의 명칭을 일관성 있게 정리하였다. 왜냐하면, 서로 다른 지역이지만, 보호구역 명칭의 같거나, 같은 지역이지만, 보호구역의 명칭은 변경될 수도 있으며, 취수시설 명칭이 보호구역의 명칭과 혼용될 수 있기 때문이다. 그리고 본 연구는 보호구역의 명칭을 행정구역 단위가 아닌 보호구역 명칭으로 최대한 단순화하도록 수정하였다. 예를 들어 팔당 상수원보호구역은 행정구역 기준으로 4개로도 볼 수도 있지만, 본 연구에서는 명칭 기준으로 1개로 산출하였다. 상수원보호구역 명칭을 일관성있게 통일한

24) 또한, 매년 환경부 홈페이지에 연도별 상수원보호구역 지정 현황과 각 제공되는 시기의 격차가 크고 일정하지 않으므로 일부 상수원보호구역 해제 분석의 오차가 있을 수 있음(예시: 2000년 지정현황, 2001년 4월 등록; 2003년 지정현황, 2003년 5월 등록; 2006년 지정 현황, 2007년 7월 등록; 2015년 지정 현황, 2018년 1월 등록; 2016년 지정 현황, 2018년 7월 등록; 2017년 지정 현황, 2018년 12월 등록).

뒤 연도별 지정 현황으로 재배치하고 수작업 대조(visual detection and comparison)를 실시하였으며, 차년도 지정 현황에 누락된 보호구역은 해제된 것으로 추정하고 증감을 분석하였다.

가. 전국 상수원보호구역 현황(신설, 해제, 지정) 분석

〈그림 2-1〉은 2000년부터 2022년까지 전국 상수원보호구역의 신설, 해제, 지정에 따른 증감 현황을 보여준다. 구체적으로 살펴보면 2000년 기준 상수원보호구역으로 지정된 곳은 총 383개소, 신설 구역은 0개소, 해제 구역은 8개소였다. 이후 신설, 해제, 지정 개소 수의 증감이 반복적으로 나타났고, 2022년 기준 상수원보호구역으로 지정된 곳은 총 275개소, 신설 구역은 0개소, 해제 구역은 3개소로 나타났다. 상수원보호구역 지정 개수 현황을 살펴보면 2000년부터 2009년까지는 증감을 반복하고 있으나, 2011년부터는 계속해서 감소하는 추세이다. 상수원보호구역이 가장 많이 해제된 연도는 2002년으로 전국에서 총 15개소가 해제되었고, 가장 많이 신설된 연도는 2005년, 2006년으로 각각 6개씩 신설되었다.



주: 1) 2007년, 2010년 자료는 원자료 확보하지 못하여 분석에서 제외.

2) 2008년, 2019년 자료는 환경부 내부자료 활용.

자료: 환경부(2008, 2019b), 내부자료; 환경부(2001~2023), “상수원보호구역 지정 현황(2000~2022)”, 검색일: 2023.8.2를 활용하여 저자 작성.

〈그림 2-1〉 전국 상수원보호구역(신설, 해제, 지정) 증감 추세

가장 많은 상수원보호구역이 해제된 2002년에는 울산광역시, 충북(충주시, 영월군, 청원군, 괴산군), 전북 임실군, 전남 곡성군, 경북(문경시, 청도군), 경남 양산시에 지정되어 있던 상수원보호구역들이 해제된 것으로 나타났다. 이들이 상수원보호구역으로 지정된 연도는 대부분 1970년대 말에서 1980년대 말까지로, 20여 년간 지정된 채로 있다가 2002년에 해제되었다. 해제 원인을 살펴보면 전남·전북 지역에는 동화댐, 충북 지역에는 충주댐, 경남 지역에는 밀양댐 계통의 광역상수도가 공급되면서 해당 지자체가 지정되어있던 보호구역을 해제한 것으로 분석되었다. 이 외 지역들의 경우 지방상수도 개편(현대화 사업), 취·정수장 폐쇄, 취수원 변경(암반관정수) 등이 보호구역 해제 원인으로 나타났다.

반면 상수원보호구역이 가장 많이 신설된 연도 중 2005년에는 전남(장흥군, 고흥군, 완도군), 경북 문경시에서 총 6개가 신설된 것으로 나타났는데 장흥군의 경우 장흥댐 상수원 수질 보전을 위해 댐과 그 주변 일부 지역을 광역상수원보호구역으로 지정하였다. 고흥군에서는 지방상수도 공급에 필요한 식용 저수지 확보·관리를 위해 3개의 보호구역을 지정하였다. 완도군의 경우 정확한 신설 원인을 파악하기에는 한계가 있었으며, 경북 문경시의 경우 인근 정수장의 취수원에 대한 상수원 확보와 수질 보전 차원에서 보호구역으로 지정되었다. 이어 2006년에도 총 6개의 상수원보호구역이 신설되었는데 전남 완도군, 경북 영양군에서 각각 4개, 2개가 지정된 것으로 나타났다.

전남 완도군의 경우 「수도법」 제7조를 근거로 상수원보호구역을 지정하였으나 정확한 원인을 파악하는 것에 한계가 있었으며, 경북 영양군은 지방상수도 보급으로 인해 상수원보호구역을 신설한 것으로 나타났다. 이상의 내용을 최종 정리하면, 2000~2022년까지 전국 상수원보호구역에서 ‘해제’된 지역은 총 147개, ‘신설’된 지역은 총 33개로 나타났다. 이는 약 28.2%의 상수원보호구역이 해제된 것으로, 사실상 매년 최소 1개의 보호구역이 해제되었다고 볼 수 있다. 또한 상수원보호구역이 가장 많이 해제된 연도와 가장 많이 신설된 연도의 해제·신설 원인을 살펴보면, 해제 지역에서는 주로 광역상수도가 보급된 반면 신설 지역에서는 지방상수도가 보급된 것을 알 수 있다.

본 과제에서 논의하고자 하는 지속가능한 상수원 수질 보전 정책을 마련하기 위해서는 상수원보호구역이 급격하게 감소하는 원인을 파악하고, 보호구역 해제가 주는 영향을 세부적으로 살펴볼 필요가 있다. 이는 무조건적인 상수원보호구역 규제 완화 또는 규제 집행이

아닌, 합리적이고 효과적인 제도운영과 함께 해당 제도로 인한 사회적 갈등관리 측면에서도 중요한 기초작업으로 판단된다.

나. 지역별 상수원보호구역 해제·신설 현황 분석

우리나라 상수원보호구역 ‘해제’ 현황을 지역별로 살펴보면, 특·광역시시의 경우 광주광역시(2000년 5개 → 2022년 3개), 대구광역시(2000년 4개 → 2022년 3개) 순으로 감소하였으며 나머지 지자체인 서울특별시, 부산광역시, 대전광역시, 울산광역시의 경우 2000년에 지정되어 있던 보호구역이 2022년에도 유지되고 있는 것으로 나타났다(그림 2-2 참조).²⁵⁾

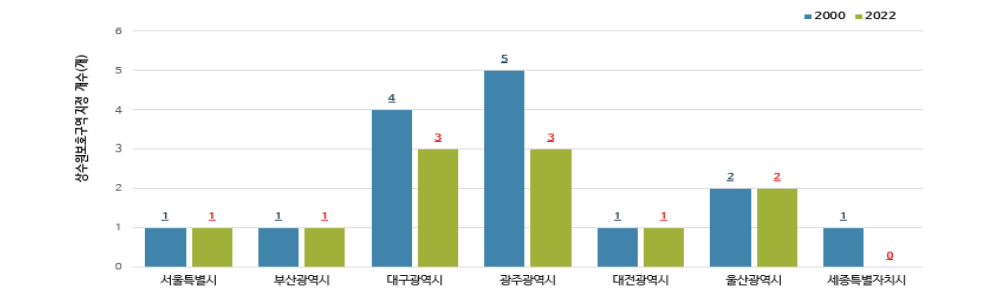
한편 도(道) 단위 지역의 경우 상수원보호구역 지정 개수 변화가 가장 크게 나타난 지역은 경상북도와 전라남도였다. 경상북도의 경우 30개 해지, 10개 신설이 발생하였으며, 전라남도는 25개 해지, 13개 신설이 발생하였다. 2000년 대비 2022년 상수원보호구역 감소율로 보면 <그림 2-2>와 같이 충청남도 지역이 76.9%로 가장 높은 감소율을 보였으며, 전라남도가 15.3%로 가장 낮은 감소율을 보였다.

<그림 2-3>은 지역별 상수원보호구역 해제·신설 현황을 보여주고 있다.²⁶⁾ 2000년부터 2022년까지 해제된 지역을 보면 경북(30개), 전남(25개), 충남(20개), 강원(16개), 충북(15개), 경남(14개), 전북(13개), 경기(4개), 제주(4개), 광주광역시(3개), 대구광역시(1개), 세종특별자치시(1개), 울산광역시(1개) 순이다. 신설된 지역의 경우 전남(13개), 경북(10개), 경남(6개), 강원, 전북, 충북, 울산광역시가 각각 1개씩 상수원보호구역을 신설한 것으로 나타났다.

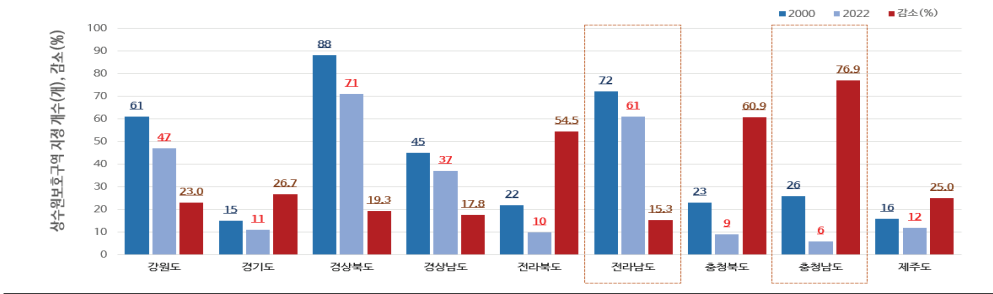
25) 상수원보호구역 ‘금남’은 1994년 지정 당시에는 충청남도 금남면에 속했으나, 2016년 해제 당시에는 세종특별자치시에 해당하였다. 본 과제에서는 분석 결과 제시의 편의를 고려하여 해제 현황 분석 과정에서 ‘금남’ 상수원보호구역을 세종특별자치시로 분류하였다.

26) 연도별 상수원보호구역 지정 현황 원자료의 공개 시점이 일부 상이하므로, 이번 해제·신설 분석에 관한 결과에 최대 1~2년의 격차가 내포되어 있다고 볼 수 있다.

전국 7개 특·광역시 상수원보호구역 지정 현황(2000년, 2022년)



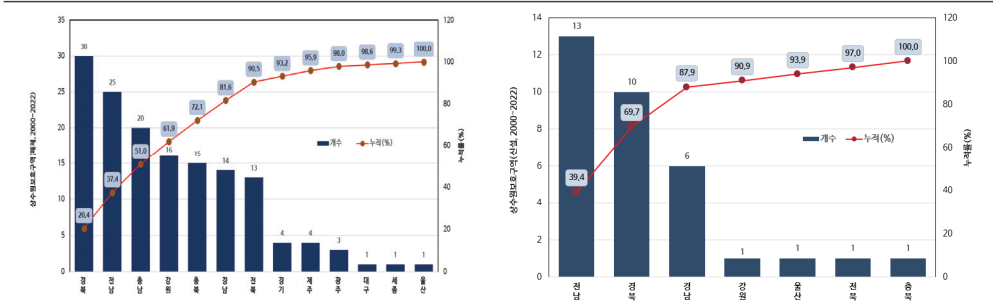
전국 8개 도(道) 상수원보호구역 지정 현황(2000년, 2022년)



주: 1) 2007년, 2010년 자료는 원자료 확보하지 못하여 분석에서 제외.
 2) 2008년, 2019년 자료는 환경부 내부자료 활용.
 자료: 환경부(2008, 2019b), 내부자료: 환경부(2001~2023), “상수원보호구역 지정 현황(2000~2022)”, 검색일: 2023.8.2를 활용하여 저자 작성.

〈그림 2-2〉 전국 지역별 상수원보호구역 지정 현황(2000년, 2022년)

지역별 상수원보호구역 해제 현황(2000~2022년) 지역별 상수원보호구역 신설 현황(2000~2022년)



주: 1) 2007년, 2010년 자료는 원자료 확보하지 못하여 분석에서 제외.
 2) 2008년, 2019년 자료는 환경부 내부자료 활용.
 자료: 환경부(2008, 2019b), 내부자료: 환경부(2001~2023), “상수원보호구역 지정 현황(2000~2022)”, 검색일: 2023.8.2를 활용하여 저자 작성.

〈그림 2-3〉 지역별 상수원보호구역 해제·신설 현황(2000~2022년)

2. 상수원보호구역 해제 유형화

가. 상수원보호구역 해제 원인 기반 유형화 분석 절차

본 절에서는 앞서 살펴본 전국 상수원보호구역 증감 분석을 토대로, 총 147개 해제 지역을 대상으로 그 원인을 분석하고, 해제 원인을 유형화하고자 한다. 유형화는 지역별 특성에 지리적, 경제적, 사회적 여건에 따라 상이한 원인으로 상수원보호구역이 해제된다는 점에 주목하여 단일범주식 접근을 지양하고 다양한 차이를 체계적으로 살펴보려는 데 목적이 있다. 특히 유사한 특성을 유형화해서 살펴봄으로써 연구 대상의 구체적인 특성을 파악할 수 있게 한다.

그러나 유형화 작업 자체가 현상을 환원시키기 때문에 지나치게 극단화되는 경우 구체적인 정보를 상실할 수 있으며, 유형화가 제대로 이루어지지 않으면 여러 유형에 걸쳐 있는 원인이 배제되거나 유사한 원인이 서로 다르게 유형화되어 정보를 왜곡할 가능성이 있다. 이러한 점을 고려하여 상수원보호구역 해제 원인 분석을 통한 유형화 작업은 <그림 2-4>와 같은 절차를 통해 수행하였다.



자료: 저자 작성.

〈그림 2-4〉 상수원보호구역 해제 유형화 절차

1) 상수원보호구역 연도별 현황 분석

먼저 상수원보호구역 연도별 현황 분석을 수행하였다. 현황 분석을 위해 환경부 홈페이지에 매년 게시되는 ‘상수원보호구역 지정 현황’(2000~2022년) 자료를 활용하여 전국 지자체 대상 상수원보호구역의 지정, 해제, 신설 현황을 조사하였다.

<그림 2-5>와 같이 지역별로 구분하여 2000년부터 2022년까지 당해연도 기준 상수원보호구역 현황을 정리하였다. 분석 시작 시기인 2000년 전부터 상수원보호구역으로 지정되었던 곳이 해제된 경우 붉은색으로 표시하였으며, 분석 시기에 상수원보호구역으로 신설된 지역의 경우 초록색으로 표시하였다.

다음으로 <그림 2-6>과 같이 시도, 시군구, 상수원보호구역명을 기준으로 기존부터 보호구역이었던 지역, 신설된 지역, 해제된 지역을 표시하였으며, 2000년도 지정 면적 대비 변화된 면적, 지정일자, 신설일자, 해제 일자를 정리하였다. 이 과정에서 상이한 2개의 지자체에 동일한 상수원보호구역명이 존재하는 경우가 있어 지역을 앞에 붙여 라벨화하는 작업을 수행하였다. 예를 들어, 상수원보호구역 ‘옥계’의 경우 강원도 강릉시와 동해시에 동일한 보호구역명으로 존재한다. 이에 ‘옥계강릉(1983년 지정)’, ‘옥계동해(1987년 지정)’와 같이 지역명을 추가하여 라벨화하여 분석 결과를 도출하였다.

2) 상수원보호구역 해제 원인 분석

앞에서 정리한 연도별 상수원보호구역 현황 자료 중 해제된 것으로 나타난 총 147개 지역에 대하여 그 원인을 분석하고자 하였다. 이때 해제 원인을 분석하기 위해 공식 자료인 지역별 고시·공고 내용이 게재된 「대한민국 전자관보」, 해당 지방자치단체 홈페이지 내 고시·공고 자료, 관련 부처 언론 보도자료 등을 통해 원인을 추적하였다. 공식 자료를 통해 해제 원인을 찾기 어려운 지역의 경우 지역 신문과 그 외에 온라인 신문, 논문, 연구기관 보고서 등을 활용하였다. 그리고 이 과정에서 추적 과정을 그대로 기록하거나 해당 기록을 확인할 수 있는 링크를 정리하였다.

지역별	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	해제	신설	
서울특별시	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	0	0
부산광역시	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	0	0
대구광역시	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	강원	0	0
대전광역시	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	0	0
광주광역시	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	전라	0	0
울산광역시	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	충청	0	0
경북도	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	0	0
경남도	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	0	0
경기도	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	경기	0	0
충청북도	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	충북	0	0
충청남도	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	충남	0	0
전라북도	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	전북	0	0
전라남도	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	전남	0	0
경상북도	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	경북	0	0
경상남도	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	경남	0	0
제주특별자치도	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	제주	0	0
합계	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	경상	0	0

자료: 저자 작성.

〈그림 2-5〉 상수원보호구역 연도별 현황(지정·해제·신설) 분석

시도, 시군구, 상수원보호구역명	기존보호구역, 신설보호구역, 해제보호구역			2000년 기준 면적 - 변화면적			면적증가	면적감소	면적유지	기정일자	기정연도	현행연도	제정연도	신설일자	해제일자
	기존보호구역	신설보호구역	해제보호구역	2000년도 면적(㎡)	변화면적(㎡)	신설면적(㎡)									
서울특별시	경북	경북	경북	6,850	9,243	6,483	0.003								
부산광역시	충청	충청	충청	93,380	88,502	88,502		-4,778							
대구광역시	강원	강원	강원	40,654	40,654	40,654		0.000							
대전광역시	충청	충청	충청	1,017			해제	해제	해제	1972.12.21	1972	2023		2006.06.21	
광주광역시	전라	전라	전라	9,526	3,477	3,477		-0.649	0.000	1983.01.10	1983	2023	40		
울산광역시	충청	충청	충청	3,535	3,535	3,535				1972.02.02	1972	2023	51		
경북도	경북	경북	경북	0.620			해제	해제	해제	1988.01.26	1988	2023		2005.02.10	
경남도	경남	경남	경남	4,630	4,630	4,630		0.000		1981.05.08	1981	2023	42		
경기도	경기	경기	경기	9,700			해제	해제	해제	1981.05.08	1981	2023		2022.09.05	
충청북도	충북	충북	충북	3,108			해제	해제	해제	1976.11.15	1976	2023		2009.01.01	
충청남도	충남	충남	충남	12,850	12,656	12,656	0.006			1973.05.21	1973	2023	50		
전라북도	전북	전북	전북	78,193	77,707	77,707		-0.486		1980.11.24	1980	2023	43		
전라남도	전남	전남	전남	4,374	5,892	5,892	1,518			1991.06.08	1991	2023	32		
경상북도	경북	경북	경북	2,097			신설	신설	신설	1982.06.30	1982	2023		2002.04.10	
경상남도	경남	경남	경남	5,185			신설	신설	신설	2004.12.01	2004	2023	19	2004.12.01	
경기도	경기	경기	경기	83,627						1975.07.09	1975	2023	48		
경기도	경기	경기	경기	42,377						1975.07.09	1975	2023	48		
경기도	경기	경기	경기	157,300	25,713	158,817	1,517			1975.07.09	1975	2023	48		
경기도	경기	경기	경기	7,100						1975.07.09	1975	2023	48		
경기도	경기	경기	경기		1,776					1982.09.22	1982	2023		2009.11.27	
경기도	경기	경기	경기	4,330			해제	해제	해제	1983.12.26	1983	2023		2007.11.12	
경기도	경기	경기	경기	8,377			해제	해제	해제	1981.11.14	1981	2023			
경기도	경기	경기	경기	10,279	10,198	10,198				1971.06.10	1971	2023	53		
경기도	경기	경기	경기	1,577	1,578	1,578	0.001	-0.081		1981.06.26	1981	2023	42		
경기도	경기	경기	경기	4,862	4,810	4,810		-0.052		1992.12.14	1992	2023	31		
경기도	경기	경기	경기	2,347	2,347	2,347		0.000		1988.12.15	1988	2023	35		
경기도	경기	경기	경기	2,833	2,833	2,833		0.000		1995.05.19	1995	2023	28		
경기도	경기	경기	경기	10,874	0,332	0,332		-10.542		1992.08.10	1992	2023	31		

자료: 저자 작성.

〈그림 2-6〉 상수원보호구역 해제 원인 유형화 절차

충청남도 공고 제2011 - 756호

상수원보호구역지정 변경(해제)공고

수도법 제7조 및 시행령 제11조의 규정에 의하여 다음과 같이 상수원보호구역지정 변경(해제)하여 이를 공고합니다.

2011년 8월 30일
충청남도지사

가. 상수원보호구역의 명칭 : 공주 상수원보호구역
나. 상수원보호구역 변경 위치 및 면적

보호구역명	위 치	지정일자	지정면적(㎡)		수도사업자
			변경전	변경후	
공주 상수원 보호구역, 상수원 신관, 칠송, 무룡, 소락, 상왕동		1982. 6. 21	1,559,989	0	공주시장

다. 상수원보호구역의 수도설치자 명칭 및 주소

- 명 칭 : 공주시장
- 주 소 : 충남 공주시 봉황동 319(봉황로 1)

라. 상수원보호구역 변경(해제) 사유

- 취수원(금강) 수질악화로 인한 취수원 변경(광역상수도) 및 관련취수장(옥룡·왕촌)의 시설폐지로 상수원 보호구역 존치 필요성 상실
- 상수원보호구역 변경(해제)하여 행정제한 및 각종 규제 등으로 인한 해당지역 주민들의 불편 해소

마. 열람기간 및 장소

- 열람기간 : 공고일로부터 1개월
- 열람장소 : 충청남도 수질관리과(전화 042-220-3554)
공주시청 수도과 (전화 041-840-2532)

(첨부서류)

- 지적이 명시된 축척 5천분의 1의 지형도(게시생략)

다중기관청구	민원제도분자	결정통시영원번호	공공채취영원번호	총 22건	2014연도	상수원제출	조회
접수번호	접수일자	제목	처리기관명	처리상태	처리일자	결정상태	비고
1180621 6	2024.01.29	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	충청남도 문경시	부서소재지 지참	2024.01.30		
1180621 2	2024.01.29	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	충청남도 상주시	결재중	2024.01.30		
1180619 0	2024.01.29	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	충청남도 청도군	처리지사 지참	2024.01.30		
1180618 4	2024.01.29	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	충청남도 영덕군	결재중	2024.01.30		
1180614 1	2024.01.29	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	충청남도 계천시	동지환보 (공개)	2024.01.30		
1180613 5	2024.01.29	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	충청남도 충주시	부서소재지 지참	2024.01.30		
1180612 8	2024.01.29	상수원 보호구역 해제원인 자료 요청	충청남도 서산시	결재중	2024.01.30		
1180295 5	2024.01.29	상수원보호구역 해제원인 자료 요청	전라남도 장성군	부서소재지 지참	2024.01.30		
1179138 6	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	제주특별자치도	동지환보 (공개)	2024.01.29	결	결
1179138 4	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	충청남도 합천군	동지환보 (공개)	2024.01.26	결	결
1179137 8	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	충청남도 동행시	동지환보 (공개)	2024.01.29	결	결
1179133 2	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	충청남도 진주시	동지환보 (공개)	2024.01.29		
1179132 4	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	전라북도 임실군	부서소재지 지참	2024.01.24		
1179131 7	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	충청남도 괴산군	부서소재지 지참	2024.01.29		
1179130 6	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	울산광역시	동지환보 (공개)	2024.01.26	결	결
1179129 9	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	전라남도 영광군	동지환보 (공개)	2024.01.26	결	결
1179127 3	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	전라남도 영광군	부서소재지 지참	2024.01.26		
1179126 0	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	전라남도 보성군	동지환보 (공개)	2024.01.24	결	
1179125 6	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	전라남도 곡성군	결재중	2024.01.25		
1179124 7	2024.01.23	상수원보호구역 해제 원인 자료 요청	전라남도 여수시	동지환보 (안종재)	2024.01.25	결	

주: 정보공개청구포털에 지역별 상수원보호구역 지정 변경(해제)와 관련하여 근거자료(원인)를 요청하여 담당자에 제공받은 자료.
 자료: 충청남도 공주시(2011.8)(좌); 정보공개청구포털 캡처화면(우).

〈그림 2-7〉 상수원보호구역 해제 원인 분석 자료: 고시·공고(좌), 정보공개청구(우)

상수원보호구역 해제 원인 근거자료 정리

지역명	지구명	상수원보호구역명	해제 사유	해제 일자	해제 면적	해제 대상	해제 지역	해제 사유	참고사항
전주시	남원	전남남원 1호 상수원보호구역	1. 전주시 상수원보호구역 지정 당시 미개발 지역이었던 40여 필지	1975-02-11	209-95-1	수도용정수	2차	-	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313
광주광역시	해운대	1. 동수원정수장 건설에 따른 해운대 상수원 보호구역 지정	1988-01-28	209-04-16	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
광주광역시	해운대	1. 동수원정수장 건설에 따른 해운대 상수원 보호구역 지정	1981-08-09	202-08-05	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
광주광역시	해운대	1. 동수원정수장 건설에 따른 해운대 상수원 보호구역 지정	1978-11-15	208-04-01	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
광주광역시	해운대	1. 동수원정수장 건설에 따른 해운대 상수원 보호구역 지정	1983-08-20	208-04-01	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1996-08-09	209-03-01	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	2006-12-01	209-03-01	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1981-08-09	202-08-05	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1983-12-20	2007-11-27	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1981-11-14	2002-10-13	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1979-08-31	205-05-00	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1982-06-21	201-08-20	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1990-06-29	2007-02-28	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1990-06-29	2007-02-28	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1990-06-29	2007-02-28	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1989-07-18	205-11-05	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1990-12-28	2008-10-20	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1979-06-14	2008-12-19	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1987-11-01	2008-03-20	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1981-11-21	2008-11-27	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1989-04-14	2013-08-28	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1988-08-29	2013-08-28	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1989-11-04	2011-12-30	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1989-02-22	2011-07-11	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1989-09-01	2011-08-21	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1981-01-27	2005-03-29	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1990-08-10	2003-04-21	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	
충청남도	공주시	1. 공주시 상수원보호구역 지정에 따른 공주시 상수원 보호구역 지정	1990-08-10	2003-12-01	수도용정수	2차	1차(2004년 7월 29일), 2차(2005년 10/29일)	http://www.kado.net/.../news/articleView.html?idxno=23313	

상수원보호구역 해제 원인 근거자료 취합

(해제) 고성군 거진 상수원보호구역

강원도민일보, 2001.5.15 상수원 보호구역 확대

- https://www.kado.net/news/articleView.html?idxno=23313
- 그러나 고성군이 실시한 상수원보호구역 변경 용역 중간보고에 따르면 일부 하천에서 측사 시설, 관광객들의 물놀이, 지역개발 등으로 하천 오염원의 증가가 우려되고 있어 상수원 보호구역을 하천 상황에 맞게 확대 지정해야 한다는 의견이 제출됐다. 보고서에는 거진 상수원구역의 경우 자산천의 민통선 경계지역 및 사복천의 사복리 지역까지를 포함, 4.8km를 상수원보호구역 지정거리로 설정했다.

고성군 의회 회의록 제5대-제163회-제5차-행정사무감사특별위원회, 2006.12.11 월요일

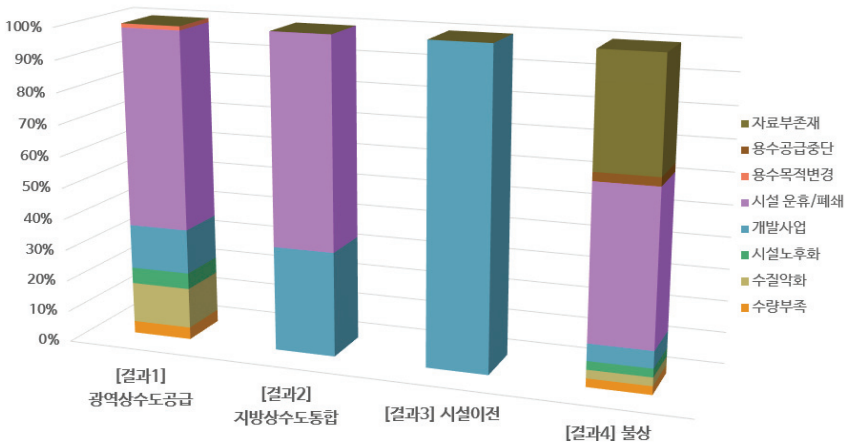
- https://152.99.176.24/document/retrieval/dis_frame1.php?nameFile=05pz200600051.html&daesu=5&th=163&cha=5&totalPage=61&n=1
- 축왕·토성 놓여준 지방상수도 시설사업입니다. 5개읍면에 2만 9,500톤인 지방상수도를 폐쇄시켜 버리고 통합상수도를 만들어서 맑은 물 공급에 기여를 할려고 축왕놓여준 지방상수도 사업을 추진하고 있습니다. 위치는 간성읍 금수리 산 54-1번지에 신규 정수장을 만들어서 북천 취수장에서 1일 1만 4천톤, 남천 저수지에서 1일 7천톤을 취수해서 행내면을 제외한 간성, 거진, 축왕, 토성까지 급수공급이 되겠습니다. 2006년 10월 20일날 시공사를 선정해서 극동건설이 착수준비를 하고 있습니다. 총 사업비는 418억이 되겠습니다. 소규모 수도시설 개량사업입니다.

자료: 저자 작성.

<그림 2-8> 상수원보호구역 해제 원인 분석 과정: 해제 원인 근거자료 기록

3) 상수원보호구역 해제 원인 유형화 전문가 의견조사

상수원보호구역 해제 원인 유형화(안)에 대하여 물관리 전문가 총 18인을 대상으로 의견 조사를 수행하였다. 조사 기간은 2024년 1월 4일부터 10일까지 7일간이었으며, 조사 대상은 해당 과제의 내·외부 자문위원 6인, 물관리 전문가 12인(학계, 국회, 유관기관, 언론 등)으로 구성하였다. 총 18인에게 의견조사 관련 자료를 송부하였고(부록 I 참조), 이 중 14인으로부터 응답을 회수하였다. 조사 문항은 크게 2가지로 (1) 상수원보호구역 해제 유형(초안)에 대한 수정 의견, (2) 상수원보호구역 정책 개선에 관한 의견이었다. 취합한 전문가 의견조사 결과를 기반으로 이후 연구진 논의를 통해 최종적으로 정리한 유형화 결과²⁷⁾는 <그림 2-9>와 같다.



자료: 저자 작성.

<그림 2-9> 상수원보호구역 해제 원인 분석 기반 유형화 결과

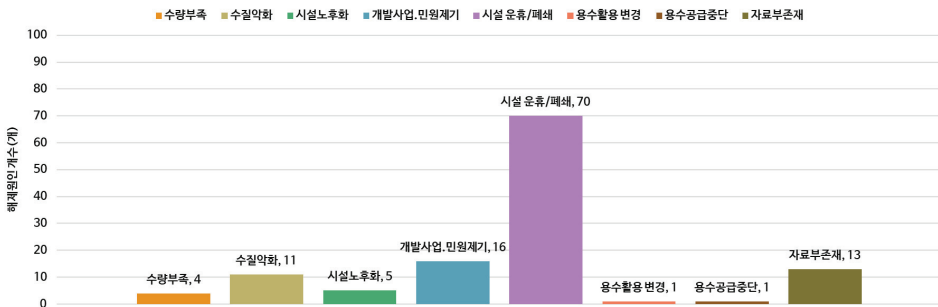
27) 본 과제에서 수행한 상수원보호구역 해제 원인 유형화 분석 과정에서는 원인, 결과가 2개 이상으로 도출되는 경우 중복으로 카운팅(over-counting)을 하였다. 예를 들어 A 지자체의 상수원보호구역 해제 원인이 시설 노후화, 수질 악화로 조사되었다면 해당 지자체의 상수원보호구역 해제 원인을 시설 노후화, 수질 악화의 2개로 산정하였다. 상수원보호구역 해제 결과도 역시 중복으로 카운팅을 하였다. 다만 해제 결과의 경우 광역상수도 공급, 지방상수도 통합, 해제 후 결과 불상은 중복으로 나타날 수 없으며, 광역상수도 공급과 시설이전(1개), 지방상수도 통합과 시설이전(3개)이 중복으로 나타났다.

나. 상수원보호구역 해제 유형화 분석 결과

〈그림 2-9〉와 같이 상수원보호구역 해제 원인 유형화를 8개 원인과 4개 결과로 구분하여 정리하였다. 결과는 ‘광역상수도 공급’, ‘지방상수도 통합’, ‘시설 이전’, ‘결과 불상’의 4가지, 해제 원인은 수량 부족, 수질 악화, 시설 노후화, 개발사업·민원 제기, 시설 운휴·폐쇄, 용수 목적 변경, 용수공급 중단, 자료 부존재로 구분하였다.

기존에 해제 원인으로 정리하였던 광역상수도 공급, 지방상수도 통합, 시설 이전을 결과로 구분하여 정리한 이유는 원인과 결과를 구분하는 과정에서 연구진 간에 상반된 의견이 나타났기 때문이다. 다만 연구진의 자의적인 해석이나 주관적인 의견으로 상수원보호구역 해제 원인과 결과를 구분하기에는 한계가 있었기에, 이 부분에 대하여 전문가 의견을 적극적으로 활용하고자 하였다. 대다수 물관리 전문가는 해당 요인들이 원인으로 작용하여 나타난 결과로 보는 것이 적합하다는 의견을 제시하였으며,²⁸⁾ 이러한 의견에 대하여 연구진 회의를 통해 최종적으로 결과를 정리하였다.

유형화 결과를 살펴보면, 해제 지역 총 147개 중 보호구역으로 해제되고 나서 광역상수도 공급을 받은 경우는 72개(47.7%), 지방상수도로 통합된 경우는 25개(16.6%), 시설 이전이 된 경우는 17개(11.3%), 해제된 후 결과가 어떻게 되었는지를 알 수 없는 경우는 37개(24.5%)에 해당하는 것으로 나타났다(그림 2-10 참조).



자료: 저자 작성.

〈그림 2-10〉 상수원보호구역 해제 원인 분석 기반 유형화 결과(해제 원인 중심)

28) 〈부록 II〉 전문가 의견조사 결과 참조.

〈그림 2-10〉과 같이 상수원보호구역 해제 원인을 중심으로 정리한 결과를 보면, 시설 운휴·폐쇄 70개(57.9%), 개발사업·민원 제기 16개(13.2%), 자료 부존재 13개(10.7%),²⁹⁾ 수질 악화 11개(9.1%), 수량 부족 4개(3.3%), 용수활용 변경 1개(0.8%), 용수공급 중단 (0.8%) 순으로 나타났다.

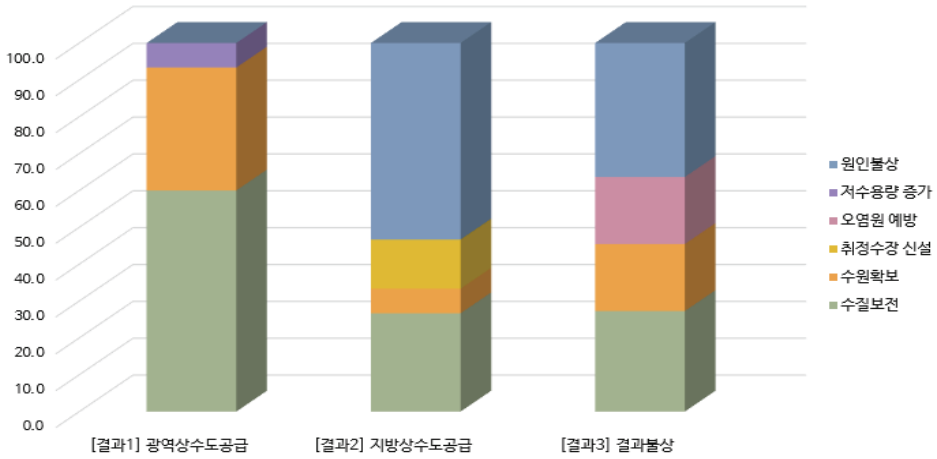
상수원보호구역 해제 원인 현황 및 유형화 분석 결과를 정리하면, 2000년부터 2022년까지 전국적으로 상수원보호구역은 점차 해제되는 경향을 보이고 있으며 해제 원인은 대부분 시설 운휴 또는 시설 폐쇄로 나타났다. 그리고 상수원보호구역이 해제된 지자체들의 경우 47.7%가 광역상수도 공급을 받는 것으로 나타났다. 이는 상수원보호구역 해제 과정에서 지자체가 안정적인 공급과 유지·관리를 위해 선택한 정책적인 의사결정에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있음을 보여준다.

다. 상수원보호구역 신설 유형화 분석 결과

상수원보호구역 신설에 대한 원인 분석을 통해 해제 분석 결과와 비교하여 살펴봄으로써 분석 결과가 내포한 의미를 심도 있게 추론하고자 하였다. 이에 상수원보호구역 해제 원인 분석 및 유형화 과정에서 도출된 구조를 적용하여 상수원보호구역 신설 지역 총 33개를 대상으로 신설 원인 분석 및 유형화하는 작업을 수행하였다. 이에 「정보공개청구」 및 『수도 정비기본계획』을 통해 조사한 보호구역 신설 원인에 대하여 ‘광역상수도 공급’, ‘지방상수도 통합’, ‘결과 불상’이라는 3가지 결과로 분류하여 원인을 정리하였다. 분석 결과 상수원보호구역 신설 지역에 대한 원인 분석 및 유형화 결과는 〈그림 2-11〉과 같다.

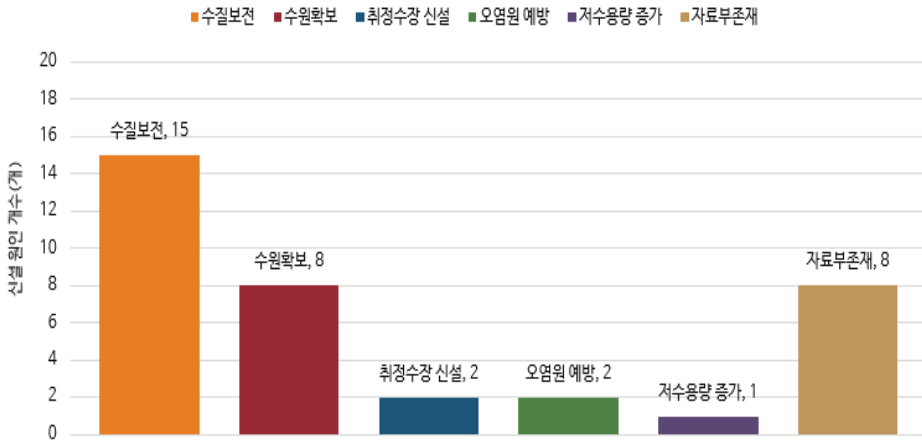
구체적으로 보면, 상수원보호구역이 신설된 후 해당 보호구역 내에서는 광역상수도 공급 9개(27.3%), 지방상수도 공급 14개(42.4%), 결과 불상 10개(30.3%)의 결과가 나타났다. 예를 들어 광역상수도 공급이 결과에 해당하는 A 지자체의 경우 댐과 그 주변 지역의 수질 보전 등을 위해 상수원보호구역이 신설되었고, 그 결과 광역상수도를 공급받는다.

29) 자료 부존재의 경우 공식적·비공식적 자료를 통해 명확한 원인 판단이 어려우며, 정보공개청구 결과 해당 지자체에도 관련 문서가 남아있지 않아 파악하기 어려운 경우에 해당함.



자료: 저자 작성.

〈그림 2-11〉 상수원보호구역 신설 원인과 유형화



자료: 저자 작성.

〈그림 2-12〉 상수원보호구역 신설 원인과 유형화 결과(신설 원인 중심)

신설 원인의 경우 <그림 2-12>와 같이 수질보전 15개(41.7%), 수원확보 8개(22.2%), 자료 부존재 8개(22.2%), 취·정수장 신설 2개(5.6%), 오염원 예방 2개(5.6%), 저수용량 증가 1개(2.8%)순으로 나타났다.

상수원보호구역 신설 원인 현황 및 유형화 분석 결과를 정리하면, 2000년부터 2022년까지 상수원보호구역이 신설된 총 33개 지역의 42.4%가 신설 이후 지방상수도를, 27.3%가 광역상수도를 공급받고 있었다. 그리고 상수원보호구역이 신설된 원인으로는 수질 보전이 가장 많은 비중을 차지했는데 이는 앞서 수질 보전을 위해 상수원보호구역을 해제하고 광역상수도를 공급받는 지자체와 대조적인 의사결정으로, 향후 지자체별 여건을 고려한 분석이 필요할 것으로 판단된다.

3. 상수원보호구역 해제 전후 물자급률 변화

가. 자급률 개념

물자급률은 「수도법」에 따라 공급하는 수돗물 총량 가운데 자체 취수원에서 공급하는 수돗물의 비율을 의미하며, 동법 제12조 (수도사업의 경영 원칙) 제4항에서는 “지방자치단체인 수도사업자는 다른 수도사업자와의 연계 운영 등을 통하여 경영 효율성을 높이고, 관할 구역 내 취수원 확보와 보전을 통하여 물 자급률을 향상하기 위하여 노력해야 한다.”라고 명시하고 있다.³⁰⁾

물자급률은 기후변화로 인해 물관리 여건이 변화하는 상황에서 지방자치단체가 지역별 특성을 반영하여 상수원을 지속적이고 안정적으로 이용할 수 있는 역량을 확보하고 있는지를 보여주는 것으로 해석할 수 있다. 이에 상수원보호구역 해제와 물자급률을 연계하여 살펴보는 것이 필요하다. 그 이유는 상수원보호구역 해제 과정에서 지자체가 기후변화에 대한 물 부족 대응의 중요성을 고려하고, 지역 주민들에게 안정적인 수준으로 물을 확보·제공할 수 있는 역량을 확보한 후 상수원보호구역을 해제하고 있는지를 직간접적으로 보여주기 때문이다.

이와 관련하여 『제1차 국가물관리기본계획』에서는 ‘지속가능한 물이용 체계 확립’을 위한

30) 국가법령정보센터, “수도법”.

차세대 지표로 유역 물자급률을 제시한 바 있으며(관계부처 합동, 2021, p.141), 공급시설 효율화와 수원 다변화를 통한 수자원 확보 전략을 위한 추진 과제로 ‘물자급률을 고려한 지역별 맞춤형 신규 수자원 확보’를 제시하였다(관계부처 합동, 2021, p.88). 이에 환경부가 「수도법」에 ‘물자급률’ 개념을 명시하고 「2019 상수도통계」에 시범지표로 포함하여 다음의 <표 2-1>과 같은 산정식을 통해 지자체별로 산정한 바 있다.

<표 2-1> 물자급률 산정식

물 자급률 = (자체취수량/연간총처리수량 x 연간총생산량)/총급수량 x 100
<p>주: 1) 연간 총처리수량: 수원별 연간 총 처리수량의 합 = 자체 취수량과 원수 수입량의 총량, 정수처리를 위해 정수장으로 유입되어 처리 대상이 되는 원수의 수량 자체 취수량: 당해 수도사업자가 관리하는 취수장으로부터 정수장에 유입되는 수량 원수·침전수 수입량: 인근 지자체의 수도사업자 또는 광역수도사업자로부터 수입하여 정수장에 유입되는 수량 2) 연간 총생산량: 정수처리 후 정수지에서 송수 시점에 설치된 유량계를 통과하여 유출되는 수량 3) 총급수량: 유효수량+무효수량① 유효수량: 총 급수량 중에서 사용상 유효로 인정되는 수량, ② 무효수량: 사용상 무효로 인정되는 수량</p> <p>자료: 환경부(2020), p.630.</p>

이는 기후변화 심화에 따라 가뭄 등으로 인해 안정적인 물 공급이 어려워지는 여건에 대응하기 위해서는 지자체가 스스로 물자급률 제고를 위해 노력해야 한다는 역할과 책임을 명시하고 있다는 측면에서도 물자급률 지표의 중요성과 효용성을 잘 보여준다.

나. 물자급률 분석³¹⁾

<표 2-1>의 산정식을 통해 전국 지자체 대상 2008년부터 2021년까지 물자급률을 산정한 결과 전국 지자체 물자급률은 전반적으로 증감을 반복하는 양상을 보이고 있으며, 특·광역시 지자체의 물자급률이 전국 평균에 비하여 높은 것을 알 수 있다(그림 2-13 참조). 특히 특·광역시 지자체 물자급률 평균과 나머지 시군 단위 지자체들의 물자급률 평균이 2008년

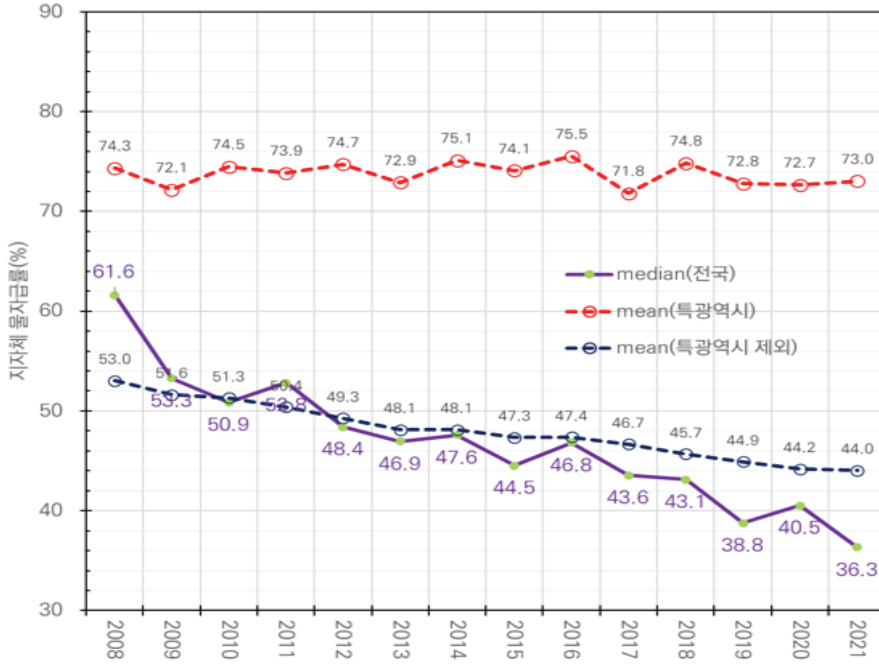
31) 본 절에서의 물자급률은 국가상수도정보시스템, “상수도통계(2008~2021)” 자료를 활용하여 분석함. 이에 분석에 활용된 상수도통계 출처는 참고문헌에 정리하였으며, 본문에서 제시하는 물자급률 수치는 연구진 분석 결과로 별도의 출처 표기 없음.

21.3%에서 2021년 36.7%로 15.4% 차이를 보이는 등 기초 지자체들의 물자급률이 계속해서 감소하는 것으로 나타났다.

다만 <그림 2-14>와 같이 전국 지자체 물자급률 평균(2008~2021년)을 분석하여 16개 시도 기준으로 정리한 결과 광주광역시(59.2%)와 울산광역시(40.7%), 세종특별자치시(4.6%)가 중하위로 나타나 특·광역시외의 경우 물자급률이 높은 지자체와 낮은 지자체 간에 격차가 컸다. 이에 상수원보호구역 해제 분석과 연계하여 살펴보면, 물자급률이 높은 부산광역시, 대전광역시, 서울특별시, 대구광역시의 경우 상수원보호구역이 거의 해제되지 않았음을 알 수 있다. 그러나 12년 동안 상수원보호구역 해제 변화가 적었던 울산광역시의 경우 해제 개수는 1개에 불과하지만 물자급률은 40.7%로 하위 지역에 속하는 것으로 나타나 물자급률 외에도 물관리 여건에 영향을 미치는 다양한 변수들을 함께 살펴보아야 할 것으로 판단된다.

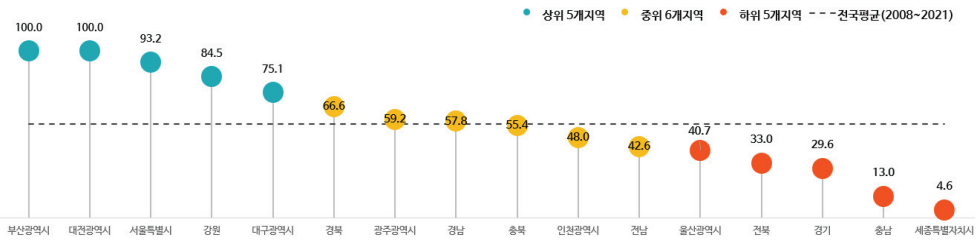
특히 상수원보호구역 해제·신설 변동이 가장 많이 나타났던 경상북도의 물자급률은 상대적으로 높은 반면 해제·신설 변동이 가장 적게 나타났던 전라남도의 물자급률이 상대적으로 낮은 점은 물자급률 지표에 대한 검토가 필요함을 보여준다(그림 2-15 참조). 현재 환경부에서 시범지표로 제시한 물자급률 지표는 급수공정(정수장)을 고려한 산정 방법(급수자급률)으로, 광역상수원으로부터 공급받는 원수·정수의 수량이 포함되어 있다. 이에 해당 지표가 정확한 물자급률 산정을 통해 상수원보호구역 보전을 위한 정책 지표로 활용되기 위해서는 지자체가 관할하는 상수원 원수(취수량)만을 고려한 신규 지표(취수자급률)에 대한 검토가 이루어져야 한다.

상수원보호구역 해제와 물자급률 간의 관계를 구체적으로 살펴보기 위해 상수원보호구역 해제가 2000년 대비 2022년 가장 많이 나타난 지역(충청남도)과 적게 나타난 지역(전라북도)을 대상으로 시군 단위 지역의 물자급률 변화를 살펴보았다.



자료: 국가상수도정보시스템, “상수도 통계(2008~2021)”, 검색일: 2023.10.4를 활용하여 저자 작성.

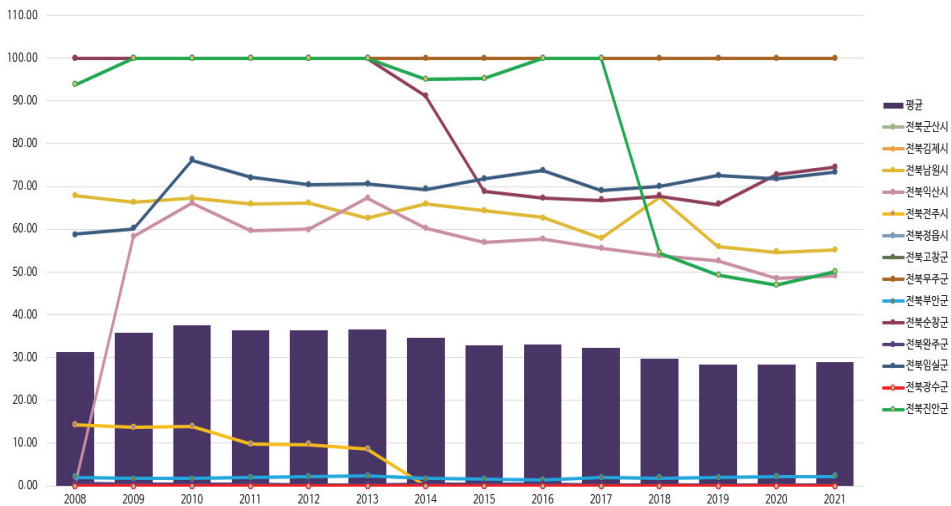
〈그림 2-13〉 전국 지자체 물자급률 추이(2008~2021년)



자료: 국가상수도정보시스템, “상수도 통계(2008~2021)”, 검색일: 2023.10.4를 활용하여 저자 작성.

〈그림 2-14〉 전국 지자체 물자급률 상·중·하위 지역(2008~2021년 평균)

먼저 상수원보호구역 해제 변동이 가장 적었던 전라북도의 경우 전북도 물자급률 (2008~2021년) 평균은 33.0%로 낮은 편에 속하지만, 14년 동안 도 전체 평균이 큰 변화를 보이지는 않았다. 전라북도 내 지자체 중 총 8개 지역[군산시(1개 해제), 전주시(4개 해제), 정읍시(2개 해제), 고창군(1개 해제), 순창군(1개 해제), 임실군(1개 해제), 장수군(2개 해제), 진안군(1개 해제)]에서 상수원보호구역 13개가 해제되었다. 이들 지역의 물자급률 변화를 보면, 가장 많은 상수원보호구역이 해제된 전주시의 경우 물자급률이 2008년부터 계속해서 감소하다가 2014년부터는 0%로 나타나고 있다. 전주시 전미 상수원보호구역의 경우 생활용수 공급이 중단되면서 보호구역이 해제되고 공업용수만 공급해 왔으며, 나머지 상관, 삼천, 원당 상수원보호구역은 광역상수도로의 급수 전환에 따라 가동이 중단되었고, 수도시설이 폐쇄되며 보호구역이 해제되었다(그림 2-15 참조).



자료: 국가상수도정보시스템, “상수도 통계(2008~2021)”, 검색일: 2023.10.4를 활용하여 저자 작성.

〈그림 2-15〉 전라북도 시군 지역 물자급률 변화 추이(2008~2021년)

군산시, 정읍시, 고창군, 장수군의 경우 2008년부터 2021년까지 물자급률 0%를 기록하였는데 장수군에서 해제된 ‘장수 상수원보호구역’과 ‘장계 상수원보호구역’은 동화댐 광역상수도 공급으로 인한 수도시설 폐쇄가 원인이며, 고창군 ‘운곡 상수원보호구역’은 영광원전

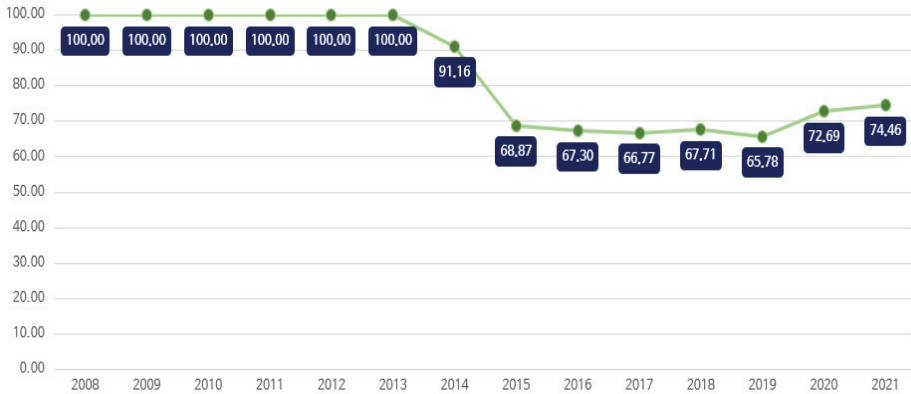
본부가 식수원으로 사용해 오다가 부안댐 광역상수도 공급으로 전환되면서 해제하게 되었다. 정읍시의 '상동 상수원보호구역'과 '내장 상수원보호구역'의 경우 기존 내장저수지 물을 이용하여 상동 정수장에서 취수해 일부 공급해 오고 있었으나, 광역상수도 체계로 전환되면서 옥정호 광역 상수원수 공급으로 인해 해제된다. 군산시에 지정되어있던 '군산제2 상수원보호구역'은 비상급수시설로의 기능이 상실됨에 따라 정수장이 폐지되면서 해제되었는데, 군산제2정수장의 장기간 휴지로 비상시 재가동을 위한 시간과 비용이 많이 소요된다는 지자체의 판단에 의한 것으로 분석된다.

전라북도 내에서 상수원보호구역이 해제된 지역 중 물자급률 증감 변동이 크게 나타난 곳은 진안군, 순창군이였다. 진안군의 경우 2008년부터 2017년까지 90% 이상 물자급률을 유지하다가 2018년에 급격하게 54.4%로 감소했다. 진안군은 정수장인 용담댐 담수로 시설 폐지가 허가됨에 따라 상수원보호구역 지정이 해제된 사례이다. 진안군은 용담댐 건설로 인한 수몰 지역으로, 2013년부터 추진한 진안계통 광역급수체계 조성사업이 2017년에 완공되어 진안군, 금산군 일원에 금산정수장으로부터 광역상수도를 공급³²⁾받았는데, 이것이 2018년부터 물자급률이 급격하게 감소한 원인으로 보인다.

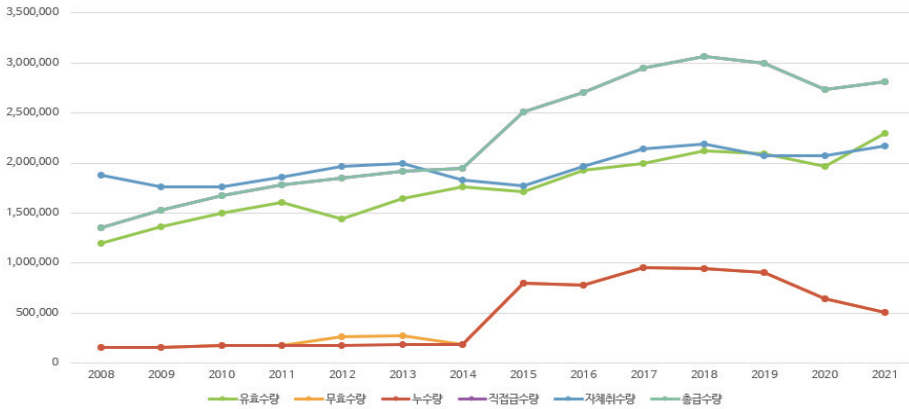
순창군은 2013년까지 100.0%라는 물자급률을 보였으나, 2014년부터 서서히 물자급률이 하락하면서 2015년에는 68.9%로 나타났다. 그러나 순창 상수원보호구역은 상수원수의 취·정수장 이전 및 용도 폐지로 인해 2005년 해제된 것으로 분석되었으며, 당시 상수원보호구역이 해제된 이후에도 자체 취수량이 급격하게 감소하거나 관련 지표들의 변동이 크게 나타나지는 않았다. 다만 물자급률이 급격하게 하락하는 2015년에는 총 급수량 중 무효수량에 해당하는 누수량이 크게 증가하고 있었다(그림 2-16 참조). 이는 물자급률 감소가 누수율 등의 시설관리 효율과도 관련이 있으므로 지역별로 보호구역 해제 전후로 면밀한 검토가 필요함을 보여주고 있는 사례이다.

32) 전북일보(2014.11.17), “진안군, 2017년부터 광역상수도 공급 방침”, 검색일: 2024.3.2.

전라북도 순창군 물자급률 추이 변화(2008~2021년)



전라북도 순창군 물자급률 관련 지표 변화 추이(2008~2021년)



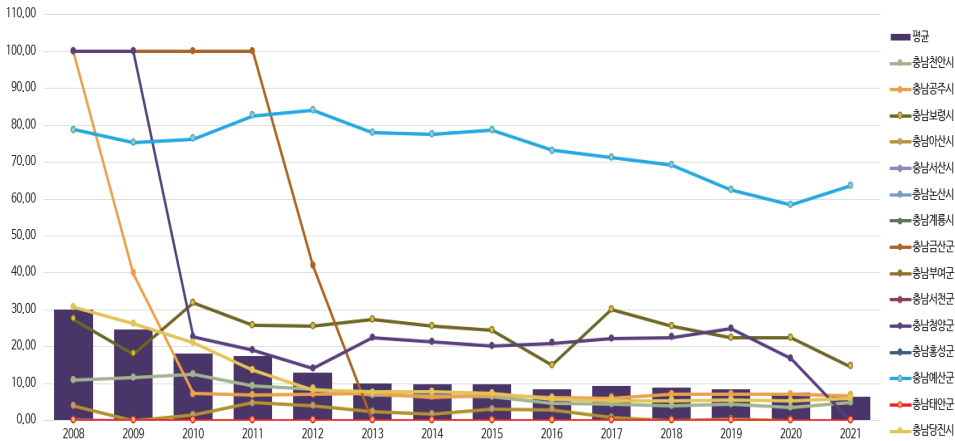
자료: 국가상수도정보시스템, “상수도 통계(2008~2021)”, 검색일: 2023.10.4를 활용하여 저자 작성.

〈그림 2-16〉 전북 순창군 물자급률 추이, 물자급률 관련 지표 변화 추이(2008~2021년)

다음으로 상수원보호구역 해제가 가장 많이 일어났던 충청남도의 물자급률 변화 추이를 살펴보았다(그림 2-17 참조). 충청남도의 물자급률(2008~2021년) 평균은 13.0%로 전국 16개 시도 중 세종특별자치시를 제외하고 가장 낮은 편에 해당하며, 2008년 30.2%였던 물자급률이 계속해서 감소하여 2021년 6.4%로 나타났다.

충남 지역 내 공주시(1개 해제), 보령시(2개 해제), 서산시(3개 해제), 논산시(3개 해제), 금산군(2개 해제), 부여군(1개 해제), 청양군(1개 해제), 홍성군(3개 해제), 태안군(1개 해제), 당진시(2개 해제)의 총 10개 지자체에서는 19개의 상수원보호구역이 해제되었다. 충남 지역 물자급률 추세를 보면 서산시, 계룡시, 부여군, 서천군, 홍성군, 태안군의 총 6개 지역의 경우 2008년부터 2021년까지 물자급률이 0.0%를 계속 유지 중이다.

반면 특정 시군 단위 지자체들의 물자급률은 급격한 감소 추세를 보였다. 공주시, 청양군 이 대표적인데, 공주시의 경우 2008년 100.0%였던 물자급률이 2021년 6.8%까지 감소하였다. 청양군과 금산군의 경우에도 2008년 100.0%였던 물자급률이 2021년에는 0.0%를 기록하였다.



자료: 국가상수도정보시스템, “상수도 통계(2008~2021)”, 검색일: 2023.10.4를 활용하여 저자 작성.

〈그림 2-17〉 충청남도 시군 지역 물자급률 변화 추이(2008~2021년)

이에 공주시에서 해제된 옥룡(공주) 상수원보호구역의 해제 원인을 보면, 취수원인 금강의 수질 악화로 인해 취수원을 광역상수도로 변경하면서 2011년 해제된 것으로 파악된다. 청양군(청양 상수원보호구역 해제)과 금산군(금산, 추부 상수원보호구역 해제)의 경우도 취수원 수질 불안정과 수량 부족으로 인해 관련 취·정수장 시설폐지 후 광역상수도 공급을 받으면서 모두 2013년에 해제된 것으로 나타났다.

구체적으로 살펴보기 위해 공주시와 청양군의 물자급률과 구성지표의 변화 추이를 함께 살펴보았다(그림 2-18, 그림 2-19 참조). 먼저 물자급률이 100%였던 2008년 대비 2009년을 기점으로 물자급률이 급격하게 감소한 공주시의 경우 자체 취수량이 줄어들며 원수·침전수 수입량이 증가하였다. 이에 2009년 ‘상수도 통계’를 살펴본 결과(광역) 공주정수장이 신설되었으며 이후 2011년에는 옥룡(공주) 상수원보호구역이 해제되었다. 이는 1999년 착공된 ‘충남 중부권 광역상수도 사업’이 2009년 완공되면서 공주시가 대청호 물을 원수로 사용하는 공주정수장을 통해 용수를 공급받게 되면서 자체 취수량이 감소한 것으로 보인다.³³⁾³⁴⁾

같은 충청남도 내 청양군의 경우에도 물자급률이 100.0%였던 2008년 대비 2010년 22.6%로 급격하게 감소하였다가 2021년에는 0.0%를 나타내고 있다. 청양군의 경우에도 물자급률이 급격하게 하락하는 2010년부터 자체 취수량이 크게 감소했는데, 기존에 있던 청양군의 정산 정수장(시설용량: 1,800m³/일)과 청양 정수장(시설용량: 4,000m³/일) 중 청양 정수장이 운휴에 들어간 것이 영향을 준 것으로 보인다.³⁵⁾ 또한 2001년부터 추진되었던 ‘금강북부권 급수체계 구축사업’이 완공됨에 따라 2010년부터 보령댐 광역상수도로부터 공급³⁶⁾받게 된 것도 물자급률 감소에 영향을 준 요인으로 보인다.

주의 깊게 살펴봐야 하는 부분은 광역상수도 공급이 시작된 2010년부터 누수량이 조금씩 증가하다가 2014년부터는 자체 취수량보다 누수량이 많아졌다는 점이다. 이는 충남 서북부 지역의 경우 2015년 극심한 가뭄으로 당시 8개 시군에서 제한 급수, 공장 가동 중단, 농작물 피해 등을 경험하였는데, 그 시기에도 버려지는 물의 양이 많았음을 의미한다. 따라서 광역상수도 변경 전후 수도사업 운영관리 측면에서 지역별 물자급률을 면밀하게 살펴볼 필요가 있다(그림 2-19 참조).

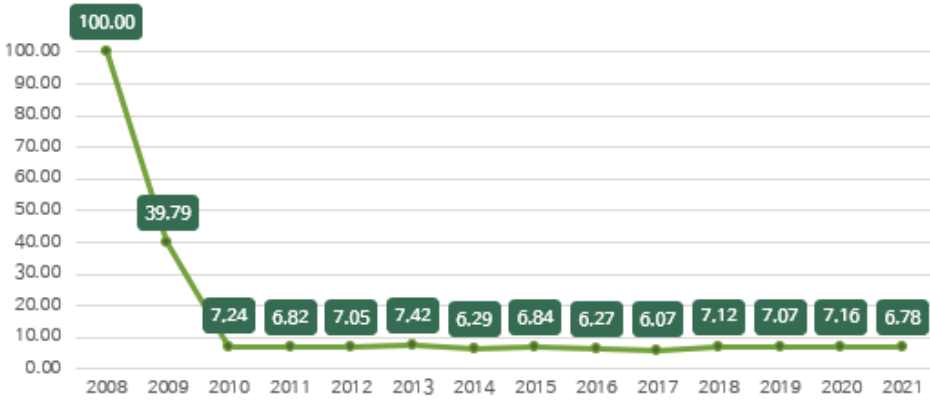
33) 대한민국 정책브리핑(2009.10.30), “충남 중부권 광역상수도사업 준공식 치사”, 검색일: 2024.3.2.

34) 국토일보(2009.11.7), “Kwater, 중부권 상수도 사업 ‘준공’”, 검색일: 2024.3.2.

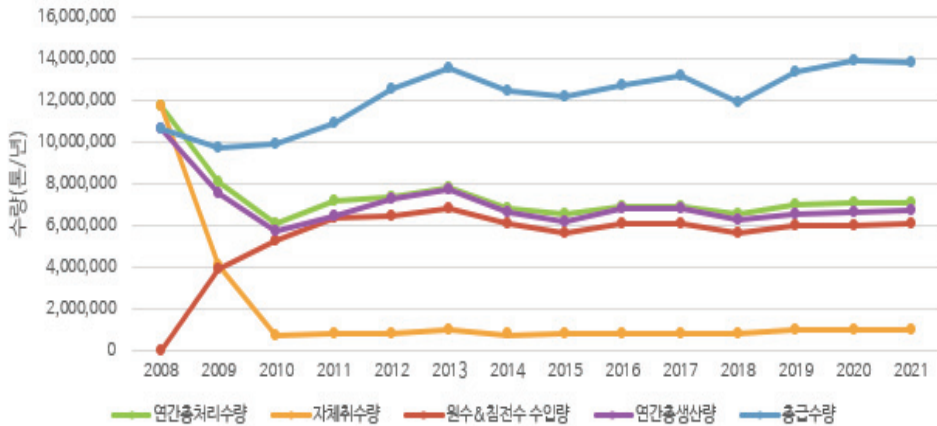
35) 국가상수도정보시스템(2013.1.7), “2010 상수도 통계”, 검색일: 2023.10.4.

36) 충청타임즈(2009.10.16), “내년부터 보령댐 광역상수도 공급”, 검색일: 2024.3.2.

충청남도 공주시 물자급률 추이 변화(2008~2021년)



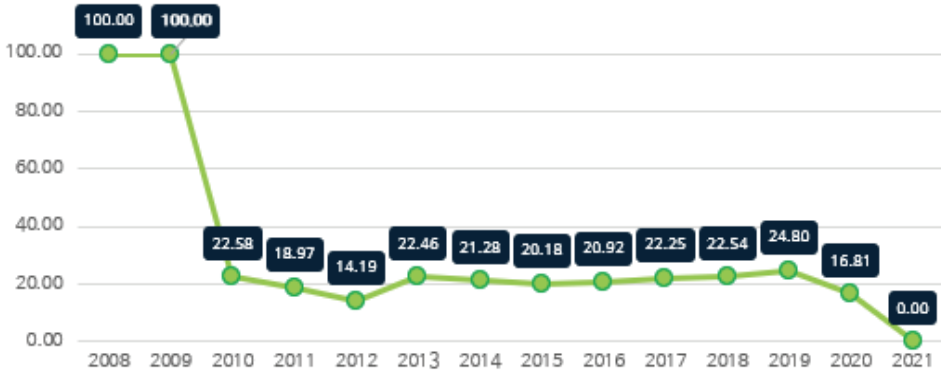
충청남도 공주시 물자급률 관련 지표 변화 추이(2008~2021년)



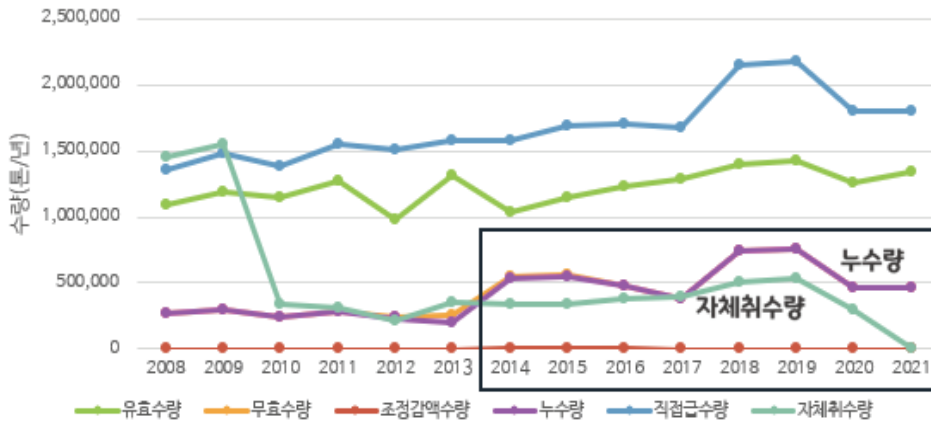
자료: 국가상수도정보시스템, “상수도 통계(2008~2021)”, 검색일: 2023.10.4를 활용하여 저자 작성.

<그림 2-18> 충남 공주시 물자급률 추이, 물자급률 관련 지표 변화 추이(2008~2021년)

충청남도 청양군 물자급률 추이 변화(2008~2021년)



충청남도 청양군 물자급률 관련 지표 변화 추이(2008~2021년)



자료: 국가상수도정보시스템, “상수도 통계(2008~2021)”, 검색일: 2023.10.4를 활용하여 저자 작성.

〈그림 2-19〉 충남 청양군 물자급률 추이, 물자급률 관련 지표 변화 추이(2008~2021년)

다. 소결

상수원보호구역 해제 현황을 물자급률이라는 지표를 통해 살펴보았다. 분석 결과 상수원 보호구역 해제 지역 중 해제 전후로 물자급률이 급격하게 변화하는 지역들이 다수 존재하는 것으로 나타났다. 이에 수원확보와 수질 보전을 위해 지정하는 상수원보호구역의 해제 여부가 지자체의 물자급률에 영향을 주고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

상수원보호구역 해제 전후 물자급률 변화 분석의 의의는, 지자체가 기후변화로 인해 미처 예상하지 못한 가뭄 등으로 물이 부족해진 상황에서 대규모 댐을 통한 안정적인 물 공급이 어려워질 수 있음을 예상하여 대응 방안 체계를 구축하였는지를 보여주는 지표라는 점이다. 이는 지자체가 용수 부족 등의 비상 상황이 발생할 경우 등을 고려하여 물을 자체적으로 확보할 수 있는 자체 취수량을 일정 수준 확보해야 함을 시사하며, 지자체들이 경제적·정치적 이유로 무분별하게 취·정수장을 폐지하고 상수원보호구역을 해제하는 것은 아닌지, 정부로서 갖추어야 할 역할과 책임을 제대로 수행하고 있는지에 대한 논제를 제공한다.

그러나 해당 과제에서 물자급률 분석을 위해 활용한 지표는 정수장 중심으로 산정되어 있기에 취수자급률을 고려해야 한다는 점, 물자급률 지표 자체가 수질 측면을 반영하지 못한다는 점, 상수도 통계 자료의 한계(자료의 안정성)로 인해 분석 시기를 2008년부터 2021년으로 설정하여 지자체별 상수원보호구역 해제 시기가 다른 부분 및 2008년 이전에 보호구역이 해제된 지역에 대해서는 실질적으로 전후 비교가 어려웠다는 점이 분석의 한계로 남아있다.

4. 상수원보호구역 해제 영향 사례 분석³⁷⁾³⁸⁾

가. 개요

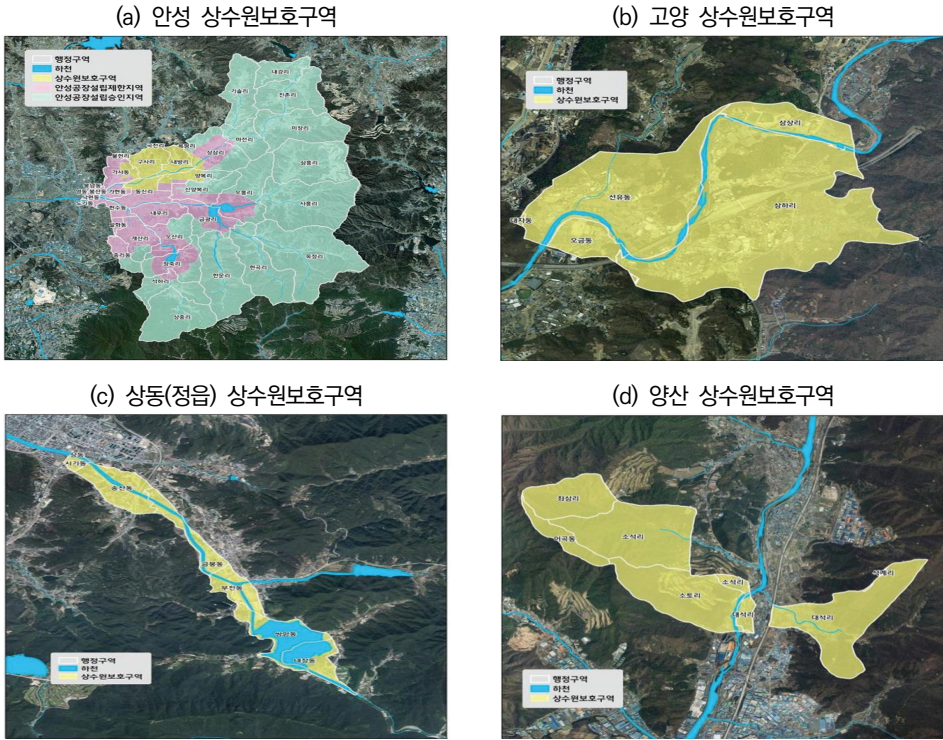
앞 절에서는 상수원보호구역 해제가 지자체 물자급률 변화에 어떠한 영향을 주는지 분석하였다. 본 절에서는 상수원보호구역 해제 후 수질오염 발생 및 배출부하량과 수질농도 변화, 수생태 건강성의 변화, 토지이용 변화 등과 같은 다양한 환경적 영향을 분석하였다. 2000년부터 2022년까지 해제된 전국 상수원보호구역 147개의 환경적 영향을 분석하기에는 막대한 연구예산과 장기간의 시간이 소요된다.

따라서, 본 연구에서는 분석 데이터의 가용성 등을 고려하여 상수원보호구역 4개 사례 지역을 대상으로 해제 전후의 환경적 영향을 검토 및 진단하였다. 검토 및 진단 대상 보호구역은 안성 상수원보호구역(2005년 해제), 고양 상수원보호구역(2007년 해제), 상동(정읍) 상수원보호구역(2006년 해제), 양산 상수원보호구역(2003년 해제)의 4개 지역이다(그림 2-20 참조).

조사 대상 지역의 취수지점, 상수원보호구역, 행정구역, 하천현황, 유역현황, 환경기초시설, 토지이용 현황, 물환경측정망 등의 현황을 전국오염원조사 자료 및 각종 환경부 통계 자료, 통계청 통계 자료, 물환경정보시스템 등을 통해 확보하였다. 확보한 자료를 토대로 대상 지역의 오염원 현황 자료를 작성하고 오염원·토지이용 변화 비교 및 검토를 수행하였다. 또한 오염총량관리기술지침(국립환경과학원, 2022)을 기준으로 국립환경과학원의 전국 오염원조사 자료를 이용하여 대상 지역의 오염부하량을 산정 및 분석하였고, 대상 지역의 물환경측정망(수질 및 생물측정망 등) 및 운영 현황 조사 결과를 토대로 수질 및 수생태 변화 추이 분석과 함께 최종적으로 오염부하량 변화와 물환경 상관관계 분석을 수행하였다. 대상 지역의 주요 조사 자료 및 기준연도는 <표 2-2>와 같다.

37) 해당 절의 상수원보호구역 해제 영향 사례분석 내용은 ㉸ KE 컨설팅에서 위탁연구사업(상수원보호구역 해제 지역(유역) 오염부하량 산정 및 물환경 영향 분석 연구, 사업기간: 2023.7.1.~2024.3.31)으로 수행한 결과를 기반으로 연구진이 재구성·재작성함.

38) 해당 절의 표와 그림은 본 연구의 위탁연구사업(수행기관: ㉸ KE 컨설팅)을 수행하는 과정에서 도출된 것이며, 분석과정에서 KEI 연구진이 함께 참여함. 또한 위탁연구사업 수행자가 본 과제의 연구진(저자)으로 포함되어 있음. 이에 해당 절의 표와 그림은 '저자 작성'으로 통일하여 표기함.



자료: 안성시(2004), p.102; KE컨설팅(2005a, 2005b, 2007, 2007.11.17)을 활용하여 저자 작성.

〈그림 2-20〉 검토 대상인 해제 상수원보호구역

〈표 2-2〉 주요 조사 내용 및 자료의 기준연도

구분	시군	해제연도	오염원	지적도	토지피복도	비고
안성	안성시	2005년	2003/2016/2021년	2016/2021년	2001/2012/2021년	전국오염원 조사자료, 환경공간 정보서비스, 디지털 트윈 국토 등
고양	고양시 양주시	2007년	2006/2013/2021년	2006/2021년	2007/2012/2021년	
상동	정읍시	2006년	2005/2013/2021년	2006/2021년	2007/2014/2021년	
양산	양산시	2003년	2002/2012/2021년	2021년	2003/2010/2021년	

자료: 저자 작성.

나. 분석 결과

1) 안성 상수원보호구역

안성 상수원보호구역(이하, 안성 보호구역)은 경기도 안성시 내 위치하며 안성천을 포함한 9개 하천에 면적은 6.48km²이다. 안성 보호구역은 2005년 상수원보호구역에서 해제되었으며, 이에 상수원보호구역 해제 전('03년), 해제 후 중간연도('16년)와 현재('21년)를 기준으로 오염원 및 오염부하량, 토지이용 변화, 오염부하량 변화에 따른 수질 및 수생태계 변화를 살펴보았다. 안성 상수원보호구역은 공장설립제한지역(21.82km) 및 승인지역(81.50km²)의 해제가 늦게 이루어진 것이 특징이다.³⁹⁾

가) 오염원 변화

상수원보호구역 해제 전후를 기준으로 유역의 생활계, 축산계, 산업계, 토지계 오염원 분포 변화 조사를 시행하였다. 조사 결과, 안성 보호구역의 인구는 '03년 1,092명, '16년 1,139명, '21년 1,223명으로 증가했으며 단독주택 단지 조성 등에 따른 인구 증가와 함께 하수처리 인구가 증가함에 따라 하수처리시설 등의 개선이 함께 이루어지는 것을 확인할 수 있었다.⁴⁰⁾

또한 축산농가 및 사육두수의 증가로 인해 축산계 오염원이 증가하는 것으로 나타났다. 보호구역의 산업계 오염원을 살펴보면 큰 변화는 없었으나 공장설립제한 및 승인지역의 사업장 수(10 → 14, 14 → 17) 증가와 함께 규모가 큰 사업장이 입주함에 따라 폐수발생 및 폐수량이 '16년 대비 '21년에 크게 증가한 것으로 나타났다.⁴¹⁾ 이를 통해 상수원보호구역 해제 시 공장 설치 증가 가능성이 높아짐을 파악할 수 있다. 마지막으로 토지이용 중 대지면적이 보호구역 해제 이후 증가하는 것도 확인할 수 있다.

39) KE컨설팅(2017), 활용하여 저자 분석·작성.

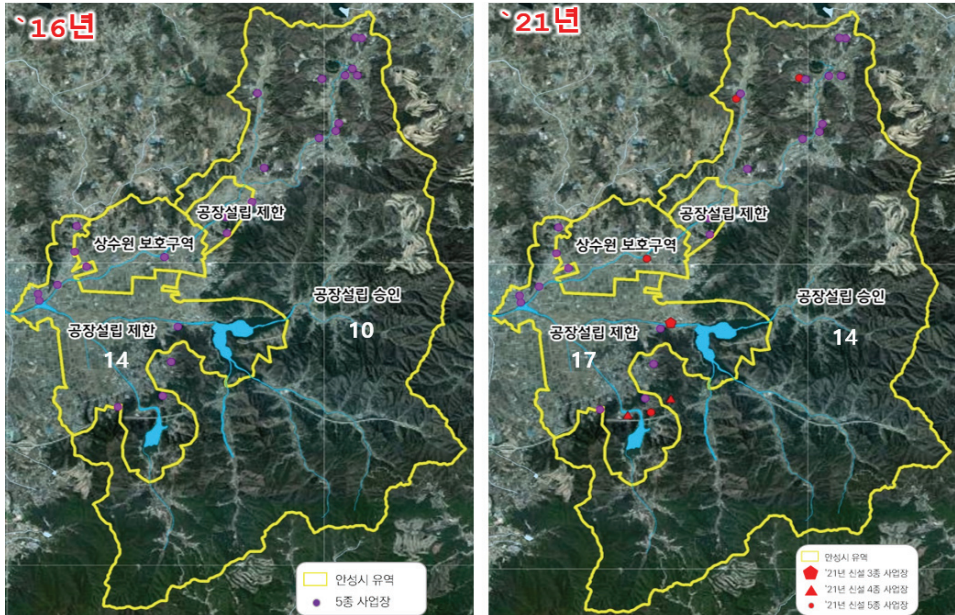
40) KE컨설팅(2006.9, 2016a, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

41) KE컨설팅(2006.9, 2016a, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

구분	시군구	동리	총인구(명)	가축사육능가(개소, 마리)					사업장(개소, m ² /일)			토지이용(km ²)		
				농가	소(관우+젖소)	돼지	기금	개	사업장	폐수 발생량	폐수 배출량	계	대지	
'03년	안성시	가사동	29	-	-	-	-	-	-	-	-	0.57	0.038	
			8	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.003	
		금광면	신양북리	50	-	3	-	-	-	-	-	-	0.01	0.003
			죽전리	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.000
		보개면	구사리	322	-	91	255	41,201	17	-	-	-	2.18	0.189
			내방리	212	-	74	-	-	-	-	-	-	1.60	0.151
		안성읍	동신리	145	-	1	-	-	-	-	-	-	0.72	0.093
			복평리	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.000
		상삼리	88	-	169	613	8,378	9	1	24.0	24.0	0.39	0.062	
			양북리	238	-	6	-	-	-	-	-	-	0.92	0.100
계			1,092	-	344	868	49,579	26	1	24.0	24.0	6.48	0.638	
'16년	안성시	가사동	24	1	-	-	-	300	1	11.5	11.5	0.56	0.045	
			6	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.002	
		금광면	신양북리	48	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.003
			죽전리	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.000
		보개면	구사리	317	2	274	-	-	-	-	-	-	2.13	0.141
			내방리	286	3	110	-	34,830	-	-	-	-	1.55	0.182
		안성읍	동신리	147	-	-	-	-	-	-	-	-	0.85	0.071
			복평리	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.001
		상삼리	104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.38	0.058
			207	2	-	-	83,720	-	1	20.0	20.0	0.89	0.135	
계			1,139	8	384	-	118,550	300	2	31.5	31.5	6.48	0.638	
'21년	안성시	가사동	111	1	-	-	-	300	1	11.5	11.5	0.56	0.049	
			6	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.003	
		금광면	신양북리	41	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.003
			죽전리	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.000
		보개면	구사리	278	9	512	-	28,900	287	-	-	-	2.13	0.164
			내방리	393	7	127	-	158,330	-	-	-	-	1.55	0.250
		안성읍	동신리	112	-	-	-	-	-	-	-	-	0.85	0.077
			복평리	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.002
		상삼리	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.38	0.066
			177	3	7	-	83,720	-	1	11.0	1.0	0.89	0.167	
계			1,223	20	646	-	270,950	587	2	22.5	12.5	6.48	0.779	

자료: KE건설팅(2006.9, 2016a, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-21〉 안성 상수원보호구역의 해제 이전 및 이후의 오염원 변화

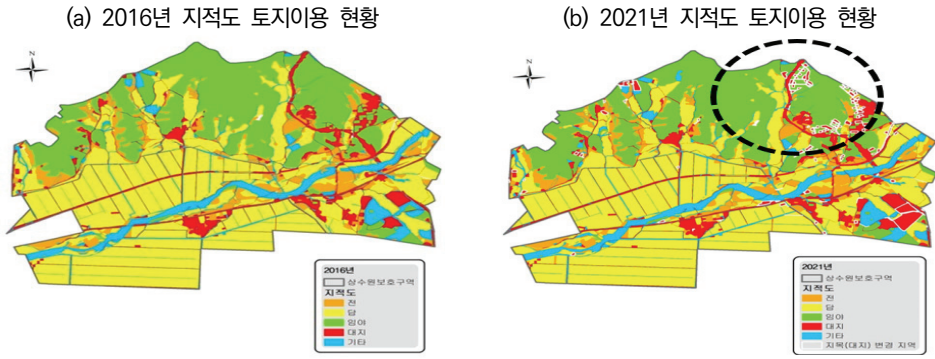


자료: KE건설팅(2016a, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-22〉 안성 공장설립제한 및 승인지역의 공장 변화 현황

나) 토지이용 변화

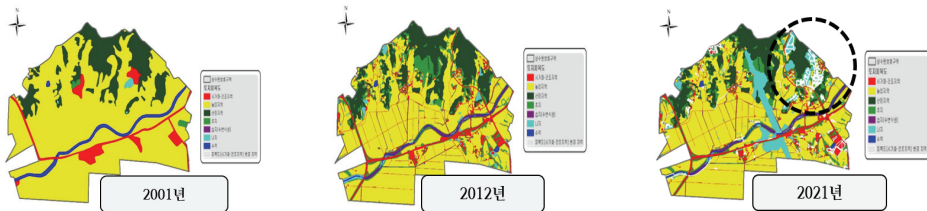
지적도와 토지피복도 자료를 활용하여 토지이용 변화를 분석하였다. 다만 해당 자료의 경우는 구축 시기가 일치하지 않아 유사한 기간 내 제공되는 자료로 검토하였다. 우선 지적도를 통한 보호구역 해제 이후의 면적변화를 살펴본 결과, 대지를 제외하고 다른 용도의 면적은 감소한 것으로 나타났다.



자료: KE컨설팅(2016b, 2021b)을 활용하여 저자 분석·작성.

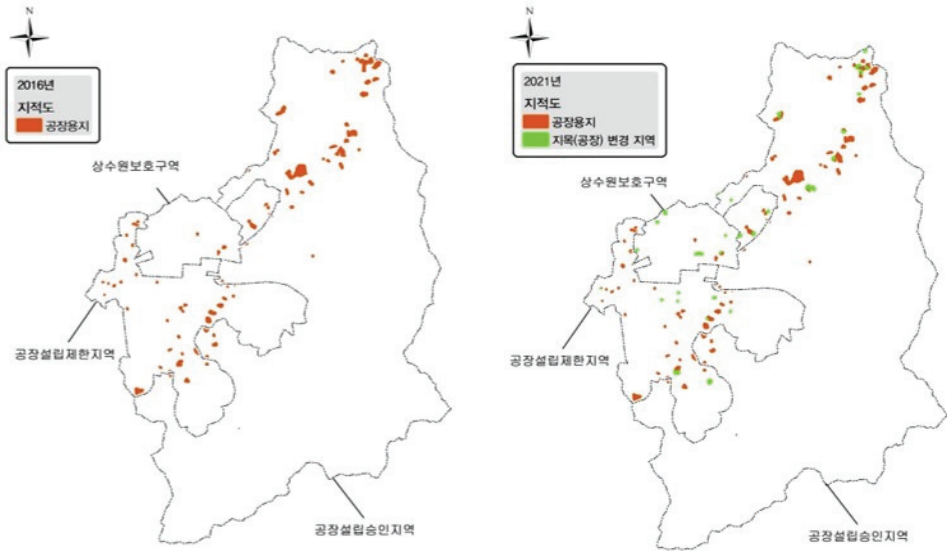
〈그림 2-23〉 안성 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(지적도)

토지피복도를 이용한 검토 결과, 초지 및 교통지역 등 일부 면적증가가 나타났다. 또한 보호구역 내에서 용도별로 급격한 토지이용 면적변화가 나타나지는 않았지만, 공장설립제한 및 승인지역에서 공업시설 면적이 증가한 것으로 나타났다.



자료: KE컨설팅(2001, 2012b, 2021c)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-24〉 안성 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(토지피복도)



자료: KE건설팅(2016b, 2021b)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-25〉 안성 상수원보호구역의 공업시설 면적 변화(토지피복도)

다) 오염부하량 변화

배출부하량을 기준으로 상수원보호구역 해제(2005년) 이전과 이후의 변화를 살펴보았다. 오염원별로 살펴보면 생활계 부하량의 경우는 지속적으로 감소하고 있으나, 축산계 부하량의 증가와 토지계 및 산업계의 증가와 감소에 따라 상수원보호구역 해제 이전(2003년)보다 감소하는 경향을 보이다가 최근(2021년)에는 증가하는 경향을 보이고 있다. 이는 보호구역 해제 이후 오염원들의 증가가 장기적으로 지속되면 오염도가 증가할 수 있음을 보여준다.

〈표 2-3〉 안성 상수원보호구역의 배출부하량

(단위: kg/일)

시군구	2003년			2016년			2021년			
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	
가사동	2.0	1.756	0.183	3.4	2.958	0.259	3.1	2.893	0.251	
가현동	0.2	0.174	0.025	0.3	0.213	0.027	0.3	0.197	0.025	
금광면	신양북리	0.8	0.910	0.096	0.0	0.045	0.005	0.0	0.046	0.005
보개면	곡천리	0.1	0.067	0.008	0.1	0.076	0.010	0.1	0.079	0.010
	구사리	50.9	27.407	3.098	20.5	14.259	1.480	45.9	29.237	3.035
	내방리	20.2	10.851	1.296	29.9	18.237	2.066	89.1	49.208	5.557
	동신리	11.0	4.709	0.575	3.6	2.651	0.380	3.6	2.659	0.380
	북평리	0.0	0.051	0.005	0.1	0.072	0.006	0.1	0.073	0.006
	상삼리	24.3	14.267	1.643	5.3	3.338	0.326	5.4	3.792	0.377
	양북리	16.9	7.196	0.812	43.5	26.168	3.016	44.0	26.356	3.027
계	126.4	67.4	7.7	106.7	68.0	7.6	191.6	114.5	12.7	

자료: KE건설팅(2006.9, 2016a, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

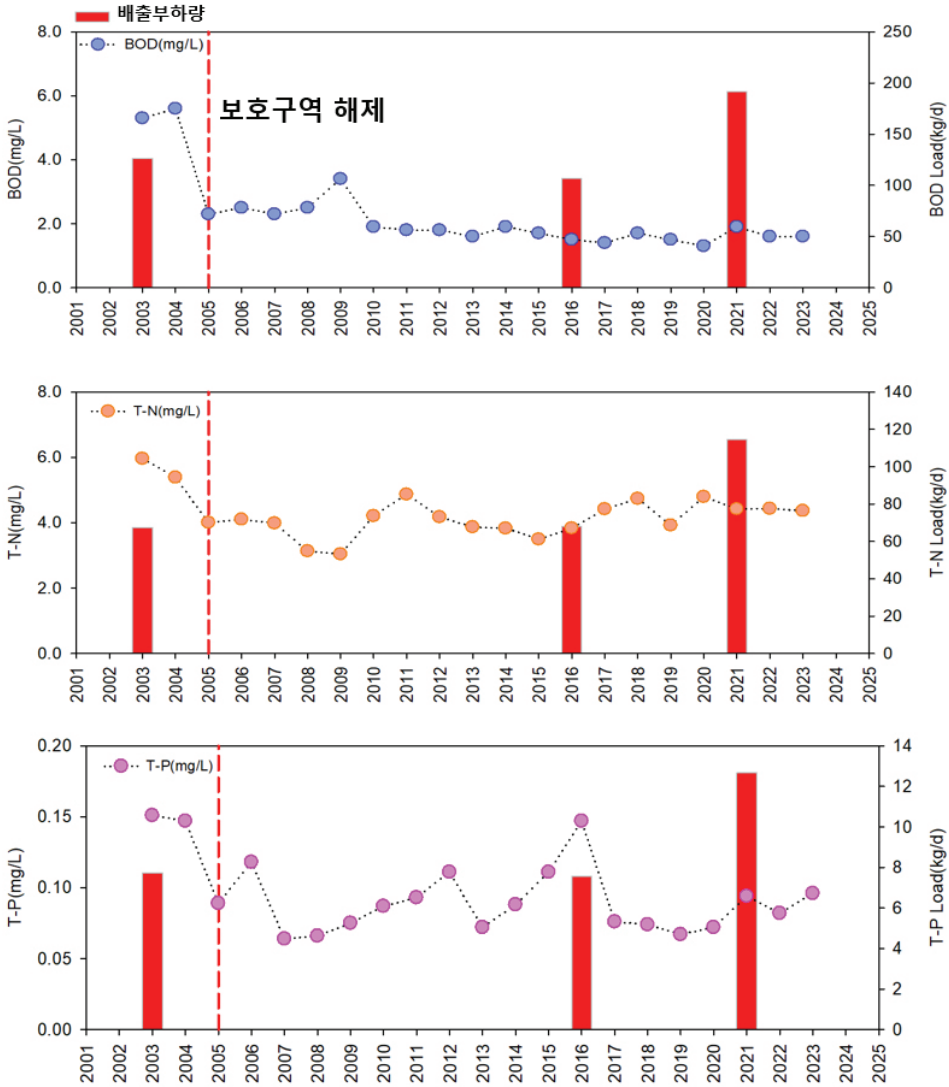
라) 수질 및 수생태계 변화

상수원보호구역의 해제로 그간 제한받던 오염원의 입지가 가능해져 그 수가 증가하고 이로 인해 오염원 배출이 증가함에 따라, 수질 변화와 함께 상수원보호구역에 의해 보전되고 유지되던 수생태계의 건강성에 영향을 미칠 수 있어 이에 대한 검토를 수행하였다.

수질측정망 데이터는 안성천1 지점과 생물측정망 데이터는 안성천-1 지점을 수집하여 안성시 상수원보호구역 해제에 따른 자료를 검토하였다.

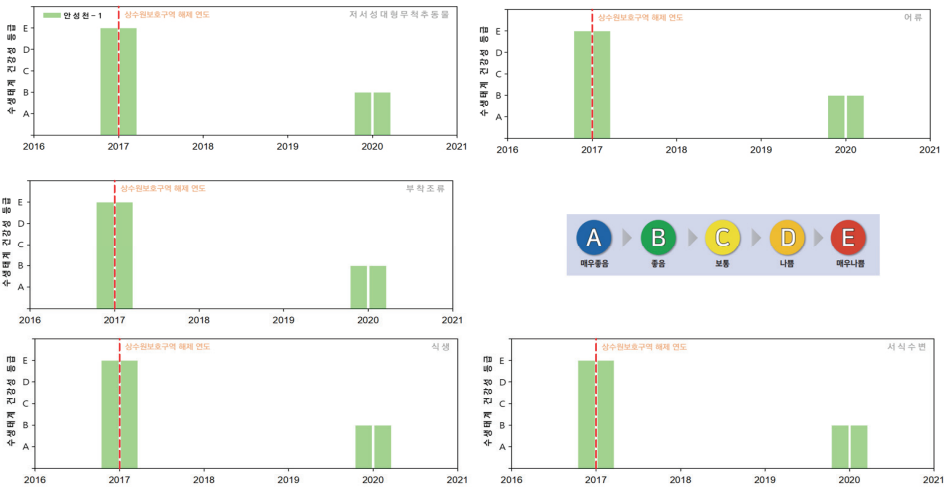
검토 결과 수질의 경우는 해제 이전까지 오염원이 감소하다가 일정 수준으로 계속 유지되는 것으로 나타났다. 이는 오염원이 증가하고 있으나 환경기초시설 설치 및 처리 증가 등 지속적인 관리를 이행하고 있고, 보호구역과 같이 일부 지역보다는 유역 전체에 대한 부하량 감소가 크기 때문으로 판단된다.

또한 수질 악화와 주변 환경의 변화가 상대적으로 크지 않아서 수생태계 모니터링 결과는 '17년 대비 개선된 것으로 나타났다. 그러나 상수원보호구역 해제의 영향으로 보기에는 보다 장기간의 충분한 측정자료가 필요하다고 판단되었다.



자료: 물환경정보시스템(2022.8.31), “전국 수질측정자료(1997~2022년) 일자료”, 검색일: 2023.10.31; KE 건설청(2013, 2016a, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-26〉 안성 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 부하량 및 수질 변화 추이



자료: KE컨설팅(2016~2021), 물환경정보시스템 생물측정자료를 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-27〉 안성 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 수생태 건강성 변화

2) 고양 상수원보호구역

고양 상수원보호구역(이하, 고양 보호구역)은 경기도 고양시, 양주시를 포함하며 공릉천 포함 2개 하천⁴²⁾에 면적은 4.30km²이다. 2007년 상수원보호구역에서 해제되었는데, 해제 전('06년), 해제 후 중간연도('13년), 현재('21년)를 기준으로 오염원 및 오염부하량, 토지이용 변화를 분석하고 오염부하량 변화에 따른 수질변화와 수생태계 변화를 살펴보았다.

가) 오염원 변화

고양 보호구역의 인구는 해제 이전인 '06년 3,284명에서 '13년 1,171명, '21년 993명으로 급격하게 감소한 것으로 나타났으나,⁴³⁾ 하수처리 인구가 상대적으로 크게 증가하지 않아 하수도 보급 등이 일정 수준으로 유지된 것으로 판단된다. 또한 축산계도 다른 지역보다 사육두수가 매우 적고 산업계 오염원이 많지 않아서 오염원 증감 여부를 평가하기 어렵다. 다만, 해제 이후 대지면적의 증가폭이 컸지만 추가적인 증가가 제한되고 있음을 알 수 있다.

42) KE컨설팅(2021d)을 활용하여 저자 분석·작성.

43) KE컨설팅(2006a, 2013, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

구분	시군구	동리	총인구(명)	가족사육농가(개소, 마리)				사업장(개소, m ³ /일)			토지이용(km ²)	
				농가	소(원우+젖소)	돼지	가금	사업장	폐수 발생량	폐수 배출량	계	대지
'06년 고양 상수원보호구역	고양시	대자동	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	
		선유동	2,559	-	-	-	-	-	-	1.29	0.08	
		오금동	45	-	-	-	-	-	-	0.20	0.001	
	양주시	장흥면	삼상리	7	-	-	-	-	-	-	0.30	0.02
		삼하리	673	-	-	-	-	-	-	-	2.50	0.19
	계	3,284	-	-	-	-	-	-	-	4.30	0.29	
'13년 고양 상수원보호구역	고양시	대자동	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	
		선유동	342	-	-	-	-	-	-	1.30	0.09	
		오금동	2	-	-	-	-	-	-	0.20	-	
	양주시	장흥면	삼상리	21	-	-	-	-	-	-	0.30	0.02
		삼하리	806	1	30	-	-	1	0.047	0.047	2.49	0.31
	계	1,171	1	30	-	-	1	0.047	0.047	4.30	0.42	
'21년 고양 상수원보호구역	고양시	대자동	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	
		선유동	268	2	-	-	35	-	-	1.30	0.08	
		오금동	8	-	-	-	-	-	-	0.20	0.002	
	양주시	장흥면	삼상리	17	-	-	-	-	-	-	0.30	0.02
		삼하리	700	1	36	-	-	-	-	-	2.49	0.31
	계	993	3	36	-	35	-	-	-	4.30	0.42	

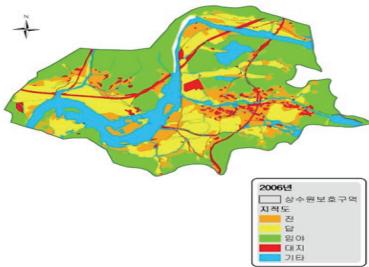
자료: KE컨설팅(2006a, 2013, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-28〉 고양 상수원보호구역의 해제 이전 및 이후의 오염원 변화

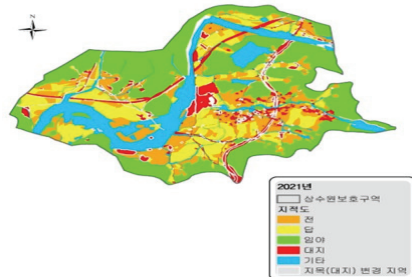
나) 토지이용 변화

지적도 면적을 살펴보면 대지 및 밭은 증가하고 논 등의 경우는 감소한 것으로 나타났는데, 시설재배단지의 증가가 그 원인으로 파악된다. 토지피복도의 경우에는 시가화·건조화 지역이 증가하는 것으로 나타났다.

(a) 2006년 지적도 토지이용 현황

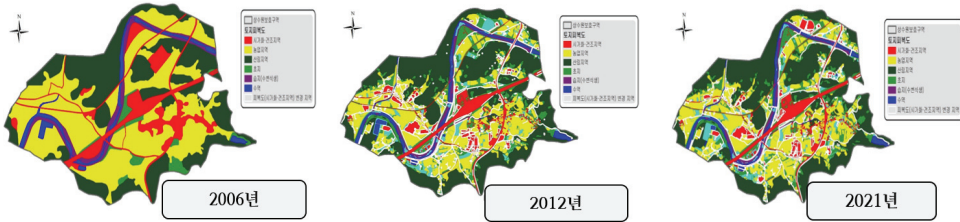


(b) 2021년 지적도 토지이용 현황



자료: KE컨설팅(2006b, 2021b)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-29〉 고양 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(지적도)



자료: KE컨설팅(2006c, 2012b, 2021b)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-30〉 고양 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(토지피복도)

다) 오염부하량 변화

배출부하량은 해제 이후에 급격하게 줄어든 것을 확인할 수 있다. 이는 인구수 감소와 축산 및 산업계 오염이 적어서 나타난 결과로 볼 수 있다. 그러나 장기적으로 양주시 등 인근의 개발 여부에 따라서 부하량 증가가 예상된다.

〈표 2-4〉 고양 상수원보호구역의 배출부하량

(단위: kg/일)

시군	동리	2006년			2013년			2021년			
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	
고양	대자동	0.01	0.015	0.001	0.02	0.02	0.001	0.02	0.02	0.001	
	선유동	1,982.1	3,961.4	396.1	9.1	6.5	0.6	9.6	6.9	0.7	
	오금동	76.3	61.8	6.2	0.6	0.6	0.1	0.7	0.8	0.1	
양주	장흥면	삼상리	1.1	1.0	0.1	4.0	12.0	0.6	5.2	17.6	0.2
		삼하리	45.2	19.6	2.0	14.0	9.6	0.9	12.2	10.8	1.0
계		2,104.7	4,043.8	404.4	27.7	28.7	2.2	27.8	36.0	2.0	

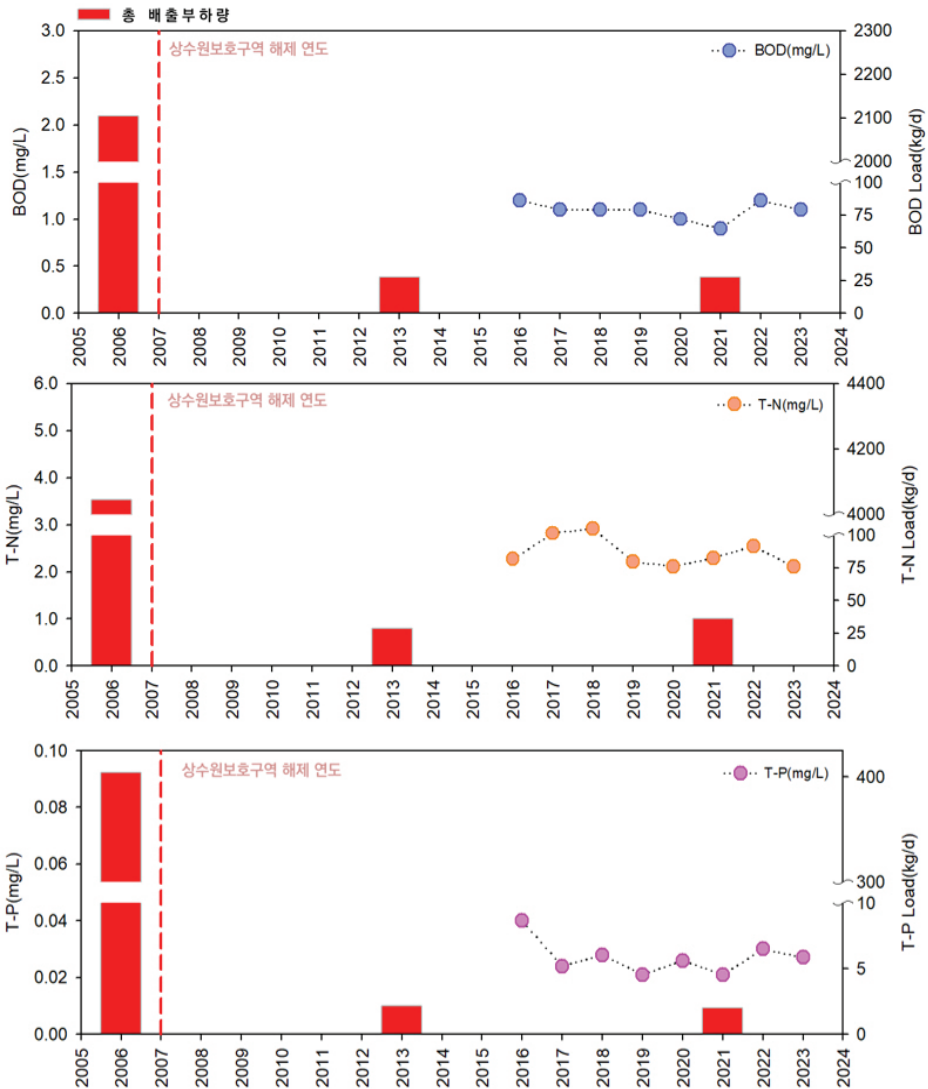
자료: KE컨설팅(2006a, 2013, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

라) 수질 및 수생태계 변화

고양 보호구역의 수질측정망으로는 공릉천1지점이 있으며 생물측정망의 경우는 선유천 지점이 위치하여 이에 대한 자료를 검토하였다.

검토 결과, 수질 및 수생태계 측정망 모두 해제 이후 설치되어 실질적인 영향을 정확하게

파악하기 어려웠으며 현재 수준까지는 추이 변화 없이 일정한 수질과 수생태계 건강성을 나타내고 있다고 판단된다. 따라서 상수원보호구역 해제 후의 영향을 체계적이고 충분하게 파악하려면 물환경의 측정은 지속되어야 할 것으로 판단된다.



자료: 물환경정보시스템(2022.8.31), “전국 수질측정자료(1997~2022년) 일자료”, 검색일: 2023.10.31을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-31〉 고양 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 부하량 및 수질 변화 추이



자료: KE건설링(2016~2021), 물환경정보시스템 생물측정자료를 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-32〉 고양 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 이전 및 이후의 수생태 건강성 변화

3) 상동(정읍) 상수원보호구역

상동 상수원보호구역(이하, 상동 보호구역)은 전라북도 정읍시 내 위치하며 정읍천 포함 3개 하천⁴⁴⁾에 면적은 3.03km²이다. 2006년 상수원보호구역에서 해제되었는데, 해제 전('05년), 해제 후 중간연도('13년)와 현재('21년)를 기준으로 오염원 및 오염부하량, 토지이용 변화를 분석하고 오염부하량 변화에 따른 수질 및 수생태계 변화를 살펴보았다.

가) 오염원 변화

상동 보호구역의 인구는 해제 이전인 '05년 340명에서 '13년 941명으로 정점을 찍은 후 '21년 906명으로 감소한 것으로 나타났으며 '21년에는 하수연계처리가 100% 되는 것으로 나타났다.⁴⁵⁾ 축산계는 해제 이전보다는 증가하였으나 상대적으로 사육두수와 사육농가 수가 적은 것을 볼 수 있고 산업계 오염원은 없는 것으로 나타났다. 토지이용의 경우는 해제 이후 대지면적의 증가폭이 컸지만 추가적인 증가가 없었다.

44) KE건설링(2021d)을 활용하여 저자 분석·작성.

45) KE건설링(2005c, 2013, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

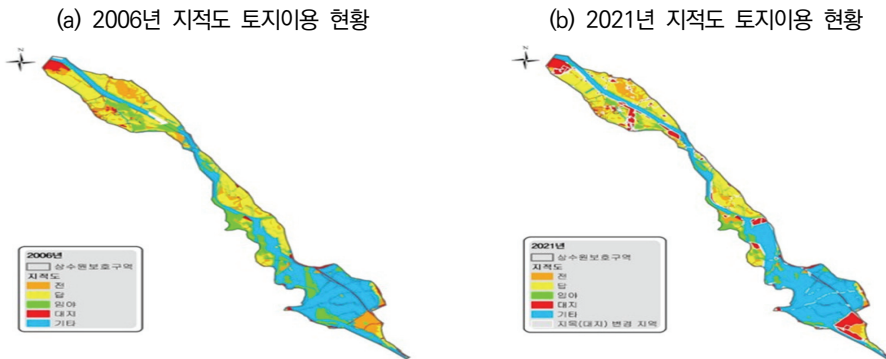
구분	시군구	동리	총인구(명)	가족사육농가(개소, 마리)				사업장(개소, m ³ /일)			토지이용(km ²)	
				농가	소(원우+젖소)	돼지	사슴·양	사업장	폐수 발생량	폐수 배출량	계	대지
`05년 상동 상수원보호구역	정읍시	금봉동	14	-	-	-	-	-	-	0.51	0.01	
		내장동	7	-	-	-	-	-	0.57	0.04		
		부전동	16	-	-	-	-	-	0.47	0.01		
		상동	-	-	-	-	-	-	0.001	-		
		송산동	111	-	-	-	-	-	0.83	0.04		
		시기동	190	-	-	-	-	-	0.10	0.04		
		쌍암동	2	-	-	-	-	-	0.81	0.04		
계	340	-	-	-	-	-	-	3.30	0.18			
`13년 상동 상수원보호구역	정읍시	금봉동	47	-	-	-	-	-	0.54	0.06		
		내장동	18	-	-	-	-	-	0.57	0.14		
		부전동	92	-	-	-	-	-	0.46	0.04		
		상동	-	-	-	-	-	-	0.00	-		
		송산동	219	1	13	-	-	-	0.82	0.08		
		시기동	511	-	-	-	-	-	0.10	0.07		
		쌍암동	27	-	-	-	-	-	0.81	0.06		
계	914	1	13	-	-	-	-	3.30	0.46			
`21년 상동 상수원보호구역	정읍시	금봉동	49	-	-	-	-	-	0.54	0.06		
		내장동	15	-	-	-	-	-	0.57	0.12		
		부전동	76	-	-	-	-	-	0.46	0.04		
		상동	-	-	-	-	-	-	0.004	-		
		송산동	196	2	39	-	104	-	0.81	0.12		
		시기동	546	-	-	-	-	-	0.10	0.06		
		쌍암동	24	-	-	-	-	-	0.81	0.06		
계	906	2	39	-	104	-	-	3.30	0.46			

자료: KE건설팅(2005c, 2013, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-33〉 상동 상수원보호구역의 해제 이전 및 이후의 오염원 변화

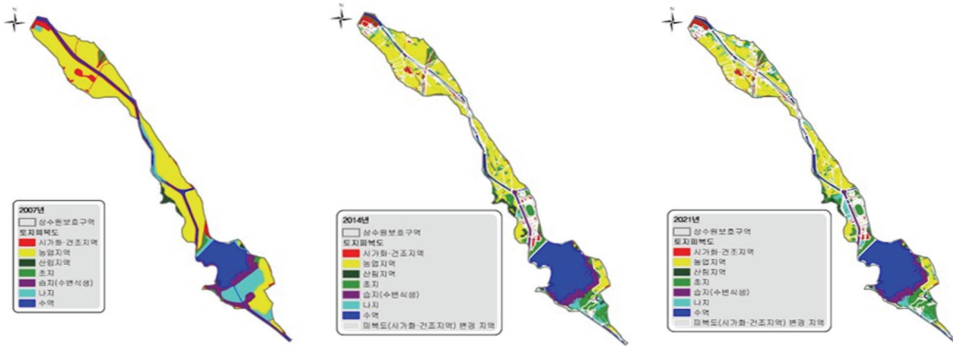
나) 토지이용 변화

지적도 면적은 대지 면적이 증가(아파트 및 주택단지 조성)하고 다른 지목의 경우는 감소한 것으로 나타났다. 또한 토지피복도의 경우도 시가화·건조화 지역이 증가한 것으로 나타났다. 특히, 해제 후 기존 보호구역에 박물관 및 캠핑장, 체육시설이 조성된 것을 볼 수 있었다.



자료: KE건설팅(2006b, 2021b)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-34〉 상동 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(지적도)



자료: KE건설링(2007, 2014, 2021c)을 활용하여 저자 분석·작성

〈그림 2-35〉 상동 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(토지피복도)

다) 오염부하량 변화

배출부하량은 해제 이후에 증가한 것으로 조사되었는데 여기에 축산농가 및 가축 사육 두수 증가 등에 의한 영향이 일부 있는 것으로 나타났다. 그러나 현재는 인구감소 등의 영향으로 해제 이전 수준의 부하량을 유지하는 것으로 나타났다.

〈표 2-5〉 상동 상수원보호구역의 배출부하량

(단위: kg/일)

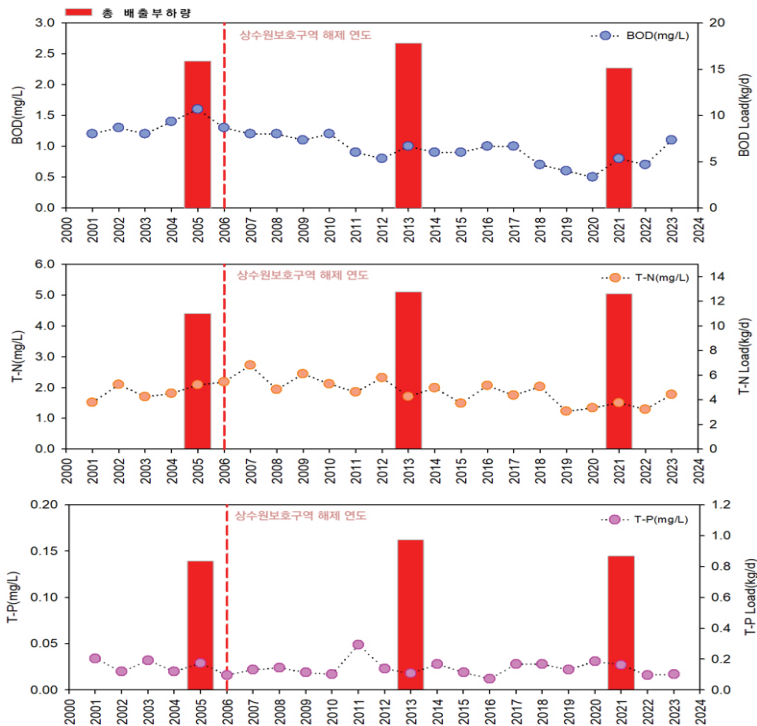
시군구	동리	2005년			2013년			2021년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
정읍	금봉동	1.8	1.6	0.1	2.5	2.0	0.2	2.0	1.9	0.1
	내장동	1.3	1.6	0.1	1.2	1.5	0.1	1.2	1.6	0.1
	부전동	1.4	1.3	0.1	3.1	1.9	0.1	1.4	1.4	0.1
	상동	0.1	0.02	0.003	0.1	0.04	0.004	0.1	0.1	0.004
	송산동	4.7	3.0	0.3	6.8	4.1	0.4	5.6	4.1	0.3
	시기동	4.8	1.4	0.1	2.2	0.9	0.1	2.9	1.4	0.1
	쌍암동	1.8	2.1	0.1	1.9	2.3	0.1	1.9	2.2	0.1
계		15.9	11.0	0.8	17.8	12.8	1.0	15.2	12.6	0.9

자료: KE건설링(2005c, 2013, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

라) 수질 및 수생태계 변화

상동 보호구역의 수질측정망으로는 정읍천1지점이 있으며 생물측정망의 경우는 정읍천-1지점(상류)과 정읍천1(하류) 지점이 운영되고 있어 이에 대한 자료를 검토하였다.

검토 결과, 수질의 경우 BOD, T-P는 개선되었고 T-N는 약간 증가했으나 농도변화는 크지 않은 것으로 나타났다. 또한 수생태계 건강성의 결과를 살펴보면, 서식 수변 항목의 경우는 2011년 대비 건강성이 낮아진 것으로 나타났으나, 다른 항목의 경우는 개선 또는 유지를 나타내고 있어 해제의 영향이 크지 않은 것으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 다른 해제 지역과 유사하게 이번 분석보다 장기간의 자료와 연간 강우량 등과 같은 추가 분석이 필요할 것으로 사료된다.



자료: 물환경정보시스템(2022.8.31), “전국 수질측정자료(1997~2022년) 일자료”, 검색일: 2023.10.31을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-36〉 상동 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 부하량 및 수질 변화 추이



자료: KE컨설팅(2011~2022), 물환경정보시스템 생물측정자료를 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-37〉 상동 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 이전 및 이후의 수생태 건강성 변화

4) 양산 상수원보호구역

양산 상수원보호구역(이하, 양산 보호구역)은 경상남도 양산시 내 위치하며, 양산천을 포함하여 3개 하천⁴⁶⁾이 있고 면적은 8.29km²이다. 2003년 상수원보호구역에서 해제되었는데, 상수원보호구역 해제 전('02년), 해제 후 중간연도('12년)와 현재('21년)를 기준으로 오염원 및 오염부하량, 토지이용 변화를 분석하고 오염부하량 변화에 따른 수질 및 수생태계 변화를 살펴보았다.

가) 오염원 변화

양산 보호구역의 인구는 해제 이전인 '02년 1,900명에서 '13년 2,805명으로 정점을 찍은 후 '21년 2,178명으로 감소하는 추세로 대부분 하수연계처리가 되는 것으로 나타났다.⁴⁷⁾ 축산계는 해제 이전보다('12년)는 증가하였으나 최근('21년)에는 사육두수와 농가가 매우 줄어든 것을 볼 수 있으며, 산업계 오염원은 1곳을 제외하고는 없는 것으로 나타났다. 다만, 보호구역

46) KE컨설팅(2021d)을 활용하여 저자 분석·작성.

47) KE컨설팅(2002, 2012a, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

상류지역의 경우 해제 이전인 '02년에는 소규모 사업장이 39개 위치하고 있었으나 '21년에는 사업장 수가 57개 사업에 폐수발생 및 배출량이 각각 '02년보다 1.6배 증가한 것으로 나타나 보호구역 해제의 영향이 보호구역보다는 상류 지역에 더 크게 미칠 수 있음을 확인할 수 있었다.⁴⁸⁾ 토지이용의 경우는 큰 변화 없이 동일한 면적이 유지가 되는 것으로 나타났다.

유역	시군구	동리	총인구(명)	가축사육농가(개소, 마리)				사업장(개소, m ³ /일)			토지이용(km ²)		
				농가	소(원우+윗소)	가금	개	사업장	폐수 발생량	폐수 배출량	계	대지	
'02년 양산 상수원보호구역	양산시	상북면	대석리	1,300	-	-	-	-	-	-	2.41	0.14	
			석계리	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	
			소석리	6	1	-	32,000	-	-	-	2.56	0.02	
			소토리	594	-	-	-	-	-	-	1.85	0.18	
			좌삼리	-	-	-	-	-	-	-	1.04	-	
			어곡동	-	-	-	-	-	-	-	0.42	-	
		계	1,900	1	-	32,000	-	-	-	8.29	0.33		
'12년 양산 상수원보호구역	양산시	상북면	대석리	2,341	6	1	124,526	-	-	-	2.38	0.12	
			석계리	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	
			소석리	6	3	50	50,000	50	-	-	2.62	0.02	
			소토리	458	-	-	-	-	1	127.0	2.0	1.83	0.20
			좌삼리	-	-	-	-	-	-	-	1.03	-	
			어곡동	-	-	-	-	-	-	-	0.42	-	
		계	2,805	9	51	174,526	50	1	127.0	2.0	8.29	0.33	
'21년 양산 상수원보호구역	양산시	상북면	대석리	1,812	1	-	31	-	-	-	2.38	0.08	
			석계리	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	
			소석리	5	-	-	-	-	-	-	2.62	0.04	
			소토리	361	1	-	45	-	-	-	1.83	0.21	
			좌삼리	-	-	-	-	-	-	-	1.03	-	
			어곡동	-	-	-	-	-	-	-	0.42	-	
		계	2,178	1	-	76	-	-	-	8.29	0.33		

자료: KE컨설팅(2002, 2012a, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-38〉 양산 상수원보호구역의 해제 이전 및 이후의 오염원 변화

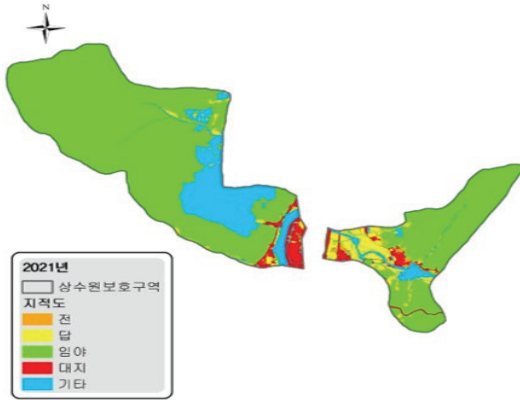
나) 토지이용 변화

양산 보호구역의 지적도 자료가 2021년 이외에는 제공되지 않아 해당연도의 주요 지목별 현황을 살펴본 결과, 임야가 전체의 75%를 차지하고 기타가 15% 그리고 논이 5%, 대지가 4%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 토지피복도의 경우도 산림지역이 73%, 초지가 15% 등 큰 면적비를 차지하고 시가지·건조화 지역 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.⁴⁹⁾ 다만, 골프장(체육시설)이 조성되어 초지 등에 변화가 있었던 것으로 판단된다.

48) KE컨설팅(2002, 2012a, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

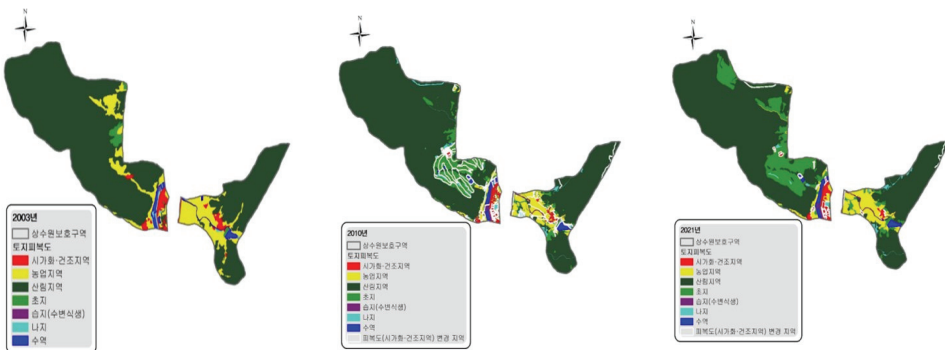
49) KE컨설팅(2021a, 2021c)을 활용하여 저자 분석·작성

2021년 지적도 토지이용 현황



자료: KE컨설팅(2021b)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-39〉 양산 상수원보호구역의 토지이용 현황(지적도)



자료: KE컨설팅(2003, 2010, 2021c)을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-40〉 양산 상수원보호구역 해제 이후의 토지이용 변화(토지피복도)

다) 오염부하량 변화

배출부하량은 해제 이후에 증가한 것으로 조사되었다. 이는 축산농가 및 가축사육 두수 증가 등에 의한 영향이 일부 있는 것으로 나타났다. 그러나 현재의 경우는 인구감소, 처리 시설의 확충 등의 영향으로 해제 이전 수준의 부하량을 유지하는 것으로 나타났다.

〈표 2-6〉 양산 상수원보호구역의 배출부하량

(단위: kg/일)

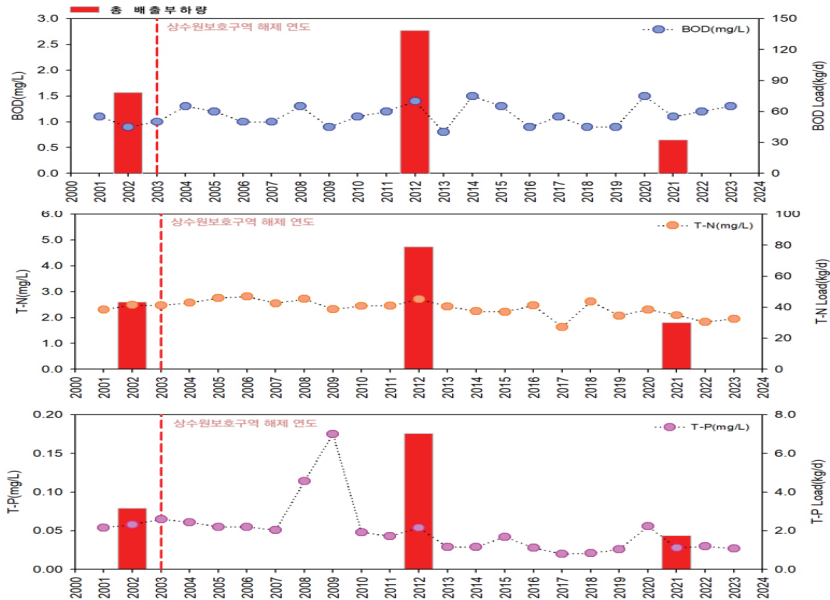
시군구	동리		2002년			2012년			2021년		
			BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
양산	상북면	대석리	30.4	13.3	0.9	80	44.5	4.4	7.6	8.8	0.4
		석계리	0.1	0.04	0.003	0.04	0.04	0.003	0.1	0.1	0.003
		소석리	6.4	8.0	0.4	33	18.9	1.6	8.1	9.0	0.6
		소토리	24.2	10.3	0.9	23.2	12.2	0.9	14.0	8.8	0.7
		좌삼리	2.1	3.1	0.1	2.3	3.2	0.1	2.5	3.3	0.1
	어곡동	1.4	1.4	0.1	1.7	1.5	0.1	1.8	1.6	0.1	
계		64.6	36.1	2.3	140.2	80.3	7.1	34.1	31.6	1.9	

자료: KE건설팅(2002, 2012a, 2021a)을 활용하여 저자 분석·작성.

라) 수질 및 수생태계 변화

양산 보호구역의 수질측정망 및 생물측정망은 양산천1지점에서 동시에 이루어지고 있어서 이에 대한 자료를 검토하였다.

검토 결과, 수질의 BOD는 약간 증가한 경향이 있었고 T-N과 T-P는 개선이 이루어진 것으로 나타났다. 이는 처리시설 및 처리구역 확대 등을 통해 오염부하량이 전반적으로 감소한 결과로 평가할 수 있다. 수생태계 건강성은 측정자료의 제한과 증감이 있어 정확하게 경향을 판단하기 어려우나 2011년에 비하면 수변환경 지표를 제외하고 등급을 유지하거나 더 양호해졌다고 판단된다. 그러므로 양산 상수원보호구역 해제 영향 분석에도 보다 많은 시간의 자료와 다른 요인에 대한 분석이 필요할 것으로 사료된다.



자료: 물환경정보시스템(2022.8.31), “전국 수질측정자료(1997~2022년) 일자료”, 검색일: 2023.10.31을 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-41〉 양산 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 부하량 및 수질 변화 추이



자료: KE컨설팅(2011~2022), 물환경정보시스템 생물측정자료를 활용하여 저자 분석·작성.

〈그림 2-42〉 양산 상수원보호구역 해제 이전 및 이후의 이전 및 이후의 수생태 건강성 변화

5. 시사점

가. 상수원보호구역 현황과 해제 원인 유형화 분석 시사점

수질 보전 정책의 지속가능성이라는 측면에서 상수원보호구역 제도는 상수원의 확보와 수질 보전을 위해 필요하다고 인정되는 지역에 대한 경제활동을 규제한다는 점에서 그 의의가 크다. 특히 환경권과 재산권이라는 두 가지의 중요한 가치 갈등 문제를 내포하고 있다는 점에서 기후변화, 인구 위기, 지방소멸 시대를 맞아 지속적인 논의가 필요한 부분이다. 이러한 측면에서 상수원보호구역 현황 분석과 해제 원인 유형화, 상수원보호구역 해제 전후 물자급률 변화 분석이 주는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 상수원보호구역 현황에 대한 자료구축과 정보제공이 미흡하다. 「수도법」 제7조에 따라 상수원보호구역을 지정하거나 변경할 수 있으며, 제7조의3에 따라 환경부장관은 상수원 정보관리 체계를 구축·운영해야 함에도 지역별 상수원보호구역의 연도별 현황 자료 구축조차 제대로 이루어지지 않고 있었다. 또한 동 법 제8조, 제8조의2에 따라 해당 지자체 내의 상수원보호구역을 관리해야 하는 지방자치단체(특별자치시장, 특별자치도지사, 시장, 군수, 구청장)가 관련 현황 자료를 구축했는지 여부를 파악하기에도 한계가 있었으며, 자료를 체계적으로 관리·제공하고 있지 않은 것으로 파악되었다. 이렇듯 지역 주민들의 경제적 생존과 환경적 생존 모두와 연계된 문제에 대해 자료구축이 미흡함은 물론 정보제공도 제대로 이루어지지 않는다는 점에서 체계적인 정보체계 구축방안 마련이 필요하다.

둘째, 상수원보호구역 해제·신설 과정에 대한 절차적 제도 개선이 필요하다. 분석 결과 상수원보호구역 해제 비율은 지역별로 차이가 있으나, 2000년부터 2022년까지 해마다 최소 1개 이상의 보호구역이 해제되었다. 이는 상수원보호구역 제도가 상수원 확보와 수질 보전을 위해 만들어진 제도라는 점에서 그 해제가 합리적, 체계적 평가를 통해 이루어지고 있는지에 대한 검토가 필요하다는 점을 시사한다.

현재 상수원보호구역 해제 절차는 크게 2가지로, 해당 지자체가 환경부(청)의 검토의견서를 첨부하여 ① 해제 신청을 하는 방안, ② 수도정비기본계획의 승인을 받는 방안이다. 2가지 방안 모두 환경부(청)의 검토 의견을 반영해야 한다는 점은 공통적이거나, 보호구역 해제를 신청할 경우에는 취·정수장 폐지 및 상수원보호구역 해제 내용 등을 제시해야 하는 반면

수도정비기본계획 승인을 받는 방안에는 상수원보호구역 변경에 대한 기준이나 관련 내용이 없다는 점에서 일부 차이가 있다. 이 2가지 방안 모두 해당 지자체가 상수원보호구역을 해제하는 과정에서 체계적인 검토 기준이 마련되어 있지 않아 무분별한 취·정수시설의 폐지로 인한 상수원보호구역 해제가 이루어지지 않도록 절차적인 측면에서 법·제도적인 개선이 필요하다.

셋째, 상수원의 지속가능한 관리를 위해 종합적인 물자급률 지표 체계가 필요하다. 앞에서 언급한 바와 같이 해당 과제에서 물자급률 분석에 활용한 지표는 정수장 중심으로 산정되어 있기에 지자체별 취수 자급률을 고려해야 한다. 또한 물자급률 지표 자체가 수질 측면을 반영하지 못하는 한계가 있다. 예를 들어 서울특별시와 부산광역시의 경우 물자급률은 (2008~2021년 평균 기준) 각각 93.2%, 100%로 상당히 높은 편이다. 그러나 한강의 물을 공급받는 서울과 낙동강의 물을 공급받는 부산의 수질에 대한 만족도는 상이할 수 있다. 이에 물자급률 지표의 의미를 고려하여 수질 관련 요인을 추가함으로써 종합적인 상수원 관리 지표 체계를 구축할 필요가 있다.

나. 상수원보호구역 해제 영향 사례분석 시사점

4개 상수원보호구역 해제 사례 전체 분석 결과, 상수원보호구역 해제가 오염원 및 수질 변화에 직접적으로 영향을 미친다고 판단하기에는 한계가 분명하였다. 이는 대상 지역 모두가 오염원 증가 및 개발 정도가 낮은 지역이다 보니 실질적으로 상수원보호구역 해제가 개발유도 등에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 판단되었다. 또한 상수원보호구역 해제 이후에도 보호구역 이전보다 더 많은 기호환경시설 확충과 공원으로의 전환 등 토지이용 변화를 통해 오염부하의 증가를 최소화하기 위한 노력이 지속된 것이 수질 변화 등을 최소화하고 유지하는데 도움이 되었다는 것을 확인할 수가 있다.

보호구역 해제 이후 수질 및 수생태계가 안정적으로 유지된 것을 통해 해제 이전부터 수질 및 환경관리가 안정되어 해제 이후에도 개발이나 오염원 증가가 크지 않도록 계획적 유도가 가능했으며, 기존 환경 상태 유지와 주변 환경 개선에 보호구역이 큰 역할을 하였다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 난개발 억제와 안정적인 수질 및 수생태계 유지에 보호구역이

큰 역할을 할 수 있음을 알 수 있었다.

본 사례분석을 통해 상수원보호구역 해제 이후 단순 오염원의 변화보다는 직접적으로 평가하기 어려운 생태계나 경관 가치 그리고 지속가능한 환경 여건을 부여하는 역할을 상수원 보호구역이 해왔기에, 해제 이후에도 동일하거나 유사한 수준의 관리로 새로운 환경가치 서비스 창출이 가능한 것으로 판단된다. 또한 상수원보호구역의 해제를 위해 지역 주민이 모두 참여하는 거버넌스를 형성하는 좋은 기회를 제공한다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 상수원보호구역 해제가 행정구역이 동일한 지역에서 주로 가능하고, 환경보호 유지 가능성이 높은 이유는 지역의 관심과 노력이 뒷받침되기 때문이다.

본 분석은 일부 사례이므로 상수원보호구역 해제가 미치는 환경영향에 대한 보다 심층적이고 상세하며 장기적 모니터링 데이터의 구축과 영향 분석(유량 변화, 수생태건강성 취약성 등)가 반드시 수행되어야 온전한 평가가 가능할 것이다. 또한 기후변화(연도별 강수량 증감 등)에 의한 수질적 영향(특히 비점오염유출수, 수온/열 오염) 등 외부요인에 대한 평가를 종합적으로 고려해야 하며, 도시계획 및 다양한 평가자료 확보와 그에 대한 장기적인 모니터링이 필요하고, 중장기 변화를 모니터링할 수 있는 측정망 확대 또한 필요하다.

제3장

상수원 물환경의 현황 분석과 수질 보전 정책의 개선 방향

본 장에서는 먼저 환경부 물환경정보측정망에서 주기적으로 조사하는 우리나라 연도별 상수원 수질(7개 항목) 및 수생태 건강성(2개 항목)의 추이를 수질 항목 간 그리고 수생태 건강성 항목 간의 종합적인 상호관계를 면밀하게 살펴보았다. 그리고 상수원 수질의 '상시적 감시' 측면에서 수질오염사고 발생 추세, 수질자동측정망 분포와 기능, 미량수질오염물질 측정 등과 연계하여 현행 상수원 수질 보전 정책의 한계와 개선점을 파악하였다.

1. 상수원의 물환경 현황 분석 방법

과거부터 최근까지 상수원의 물환경(수질 및 수생태) 현황을 파악할 수 있는 제도는 크게 2가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 「물환경보전법」 제22조(환경상태의 조사·평가 등)와 『물환경측정망 설치·운영 계획』에 따라 환경부가 구축한 물환경측정망인데, 현재 6개50)의 서로 다른 목적 아래 측정망이 운영되고 있다. 각 측정망은 운영 목적에 따라 시료 채취의 지점, 조사 주기, 분석 항목이 다르다. 6개 측정망에서 분석한 수질 또는 수생태 건강성 데이터는 현재 국립환경과학원이 운영하는 '물환경정보시스템(water.nier.go.kr)'에 공개 되어 있다.

상수원 수질을 파악할 수 있는 다른 제도는 사업자가 실시하는 상수원의 원수와 정수를 분석하는 것으로 「수도법」 제29조(수질검사와 수량분석), 동 법의 하위 규정인 「상수원관리 규칙」 제24조(원수의 수질기준), 그리고 「먹는물관리법」 제5조(먹는물 등의 수질관리)와

50) 물환경 조사를 위한 환경부의 6개 측정망은 수질측정망, 자동측정망, 생물측정망, 비점오염물질측정망, 수질오염총량측정망, 퇴적물측정망임.

동 법의 하위 규정인 「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」 제4조(수질검사의 횟수) 등이 해당 근거 법령이다. 이 제도를 통해 조사한 상수원 수질 데이터는 현재 ‘국가상수도정보 시스템(www.waternow.go.kr)’에 공개된다.

이처럼 2가지 제도는 상수원(원수) 수질을 조사하는 유일한 정책이라는 공통점이 있지만, 다음과 같이 2가지 큰 차이점도 있다.

첫째, 「수도법」 등에 따른 수질 조사의 대상 또는 지점은 광역, 지방 상수도 또는 소규모(마을, 전용상수도) 정수시설로 공급되는 원수와 취수시설이며, 수질 조사 항목은 대부분 월별 주기로 조사하는 pH, SS, TOC, BOD, 대장균군 등과 같은 기초 수질 항목이다.⁵¹⁾ 그러나 「물환경보전법」에 의거한 수질 조사의 대상은 공공수역이고 조사 지점도 하천과 호소의 주요 지점은 물론 농업용수와 그 외 저수지, 4대강 16개 보, 중권역 유역 대표지점 등으로 세분화되어 있다. 공공수역 수질 조사의 최소 주기는 대부분 매주에서 매일 간격이지만, 수질 자동측정망의 경우 몇 분에서 몇 시간 간격으로 주요 항목이 검출된다.

둘째, 데이터의 검증 체계 유무와 과정이다. 현재 ‘국가상수도정보시스템’을 통해 제공되는 상수원 원수와 정수의 수질 데이터는 단순히 수도사업자 또는 공인분석기관이 분석한 후 자체 검증 절차를 거쳐 공개하지만, 물환경정보시스템을 통해 제공되는 공공수역의 수질 데이터는 통상적으로 1차 검증(측정기관 자체)과 2차 검증(국립환경과학원) 절차와 관보를 통해 공개된 후에야 최종 확정 및 공개된다.⁵²⁾ 다시 말해서 물환경측정망의 수질 자료는 정부(환경부)가 2단계에 걸쳐 품질을 관리하고, 수도시설 운영의 일환으로 조사하는 수질 자료는 수도사업자(지자체, 한국수자원공사 등)가 스스로 데이터를 검증한다.

따라서 본 연구에서는 조사 데이터의 품질이 체계적으로 검증되는 수질측정망과 생물측정망을 이용하여 상수원 수질과 수생태 건강성 현황을 분석하였다. 먼저 상수원 수질 현황을 파악하는 데는 공간지리정보시스템(GIS: Geographic Information System) 도구인 ESRI ArcGIS(version 10.1)를 활용하였으며, 2022년 기준으로 국립환경과학원이 제공하는 수질측정망과 생물측정망 지점 자료(1D)와 광역자치단체가 제공하는 상수원보호구역 위치

51) 조류경보 발령 기간에는 Microcystin-LR, 냄새물질의 2개 항목을 매주 조사함.

52) 자동측정망으로 분석되는 수질 데이터는 한국환경공단의 별도 전문인력이 1차/2차 선별과정을 거쳐 특이값을 판별하는 데이터 검증 체계로 품질을 관리하고 있음.

자료(2D)를 수집하여 중첩 후 분석 지점을 추출하였다.⁵³⁾⁵⁴⁾

상수원 수질 추이 분석은 공공수역의 수질 특성을 고려하여 하천과 호소로 구분하였는데, 하천에 위치한 상수원보호구역의 수질 측정 지점은 최소 30개소(1997~2001년)에서 최대 48개소(2021~2022년), 호소의 경우 최소 50개소(1997~2000년)에서 최대 67개소(2010~2022년)가 추출되었다.⁵⁵⁾ 연평균(1997~2022년) 수질 분석 항목[BOD, COD, TOC, T-P, T-N, Chl-a, 전기전도도(EC) 등] 중 TOC(하천 및 호소)는 2008년부터, Chl-a(하천)는 2001년부터 해당 데이터가 가용한 것으로 파악되었다.

그리고 본 연구에서 분석한 수생태 건강성 조사 지점(생물측정망)은 총 3,017개소였으며 이 중 상수원보호구역(2022년, 총 275개) 위치와 중첩되는 동시에 각 보호구역의 상류 혹은 하류에도 생물측정망 조사 지점이 있는 상수원보호구역을 추출한 결과, 총 20개소의 상수원 보호구역(하천)이 추출되었다.⁵⁶⁾ 그러나 생물측정 지점은 매년 반기마다 정기적으로 조사하거나 3년 주기로 조사하는 지점들도 다수 존재해, 건강성 데이터의 비교 분석이 가능한 상수원보호구역(하천)은 총 10개소에 불과한 것으로 나타났다.

2. 상수원의 수질 현황 분석

<그림 3-1>~<그림 3-4>는 1997년부터 2022년까지 상수원보호구역 내부에서 주기적으로 조사하는 하천 또는 호소의 상수원 수질 추이를 분석한 것으로 종합적 진단을 설명하면 다음과 같다. 먼저 하천 상수원 수질의 BOD는 2010년도 초반까지 감소하는 추세를 보이다

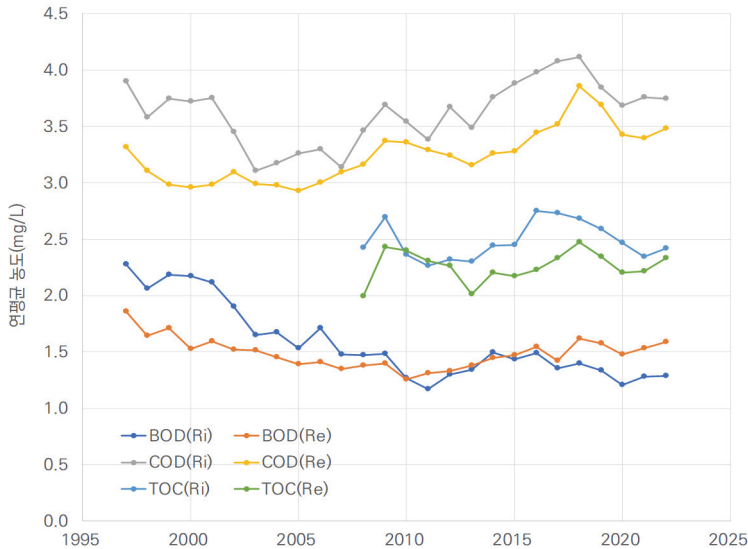
53) 수질측정망과 상수원보호구역 공간정보 데이터는 국가공간정보포털(www.nsd.go.kr)을 통해 수집되었음. shape file 형식으로 제작된 상수원보호구역 데이터는 보호구역 개별 단위가 아닌 polygon(총 2,197개) 구성되어 있었음.

54) 디지털 트윈 국토(2016.12.15), “상수원보호” 자료의 경우 shape file 형식으로, 보호구역 개별 단위가 아닌 polygon(총 2,197개)으로 구성되어 있었음

55) 이 자료의 전체 수질측정망 지점은 하천 918개소와 호소 192개소이므로 상수원 수질 분석에 적용된 지점은 하천의 경우 5.2% 수준이며, 호소의 경우 34.9% 수준임(하천의 6.7배). 따라서 2022년 현재 전국 상수원보호구역(총 275개, 명칭 기준)의 41.8%가 수질 분석에 적용된 것으로 추정할 수 있음. 그러나 일부 상수원보호구역 내부에 수질측정망 지점이 다수 존재하므로, 본 상수원보호구역 개별 수질 현황보다는 수질측정망 조사 기반 전국 상수원 수질의 평균 현황으로 이해하는 것이 필요함.

56) 본 연구에서는 상하류 수생태 건강성을 평가하고자 하천에 위치한 상수원보호구역을 중심으로 분석하였으며, 호소에 위치한 상수원보호구역은 분석에서 제외하였음.

이후에는 다소 증가하다 다시 감소하는 추세를 보였는데, 2002년 이후부터 2022년까지 ‘매우 좋음(Ia)’ 또는 ‘좋음(Ib)’ 수준으로 양호한 것으로 분석되었다. 반면에 호소 상수원 수질의 BOD는 2012년을 전환점으로 감소에서 소폭 증가하는 추세로 나타나, 하천 상수원 수질과 다른 양상을 보였다(그림 3-1 참조).



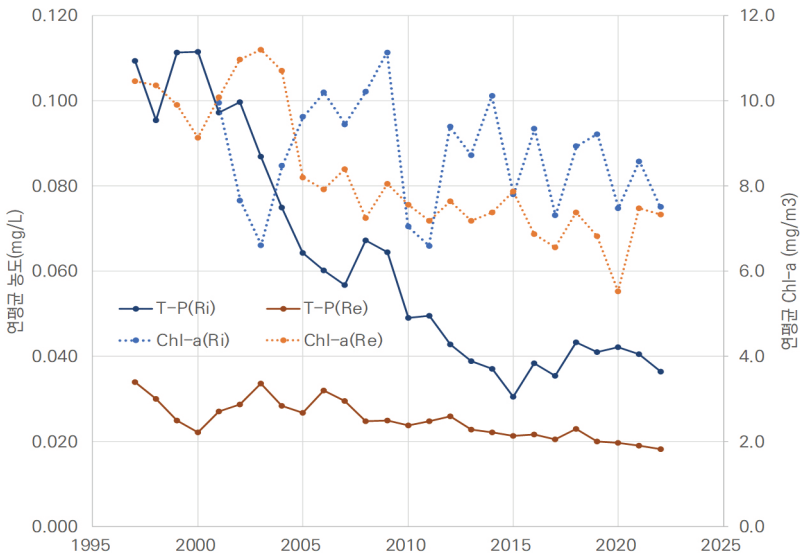
자료: 물환경정보시스템(2022.8.31), “전국 수질측정자료”, 검색일: 2023.10.31을 이용하여 저자 작성.

〈그림 3-1〉 하천(Ri)과 호소(Re) 상수원보호구역의 BOD, COD, TOC 변화

COD는 하천과 호소 상수원에서 모두 과거 대비 점차 증가하는 경향을 보였는데, 특히 2013년부터 2018년까지 큰 폭으로 증가하였다가 감소한 뒤 최근 3년(2020~2022년) 동안 다시 증가하는 패턴을 보였다. 하천 상수원 수질(BOD)이 ‘매우 좋음(Ia)’ 또는 ‘좋음(Ib)’ 수준인 반면에, 이처럼 COD의 증가 경향으로 호소 상수원은 2005년 이후 2022년(17년간) 까지 ‘약간 좋음(II)’ 수준에서 개선되지 못하는 것으로 나타나 생분해성(bio-degradable) 수질오염물질보다는 난분해성(non-degradable) 수질오염물질로부터 상수원 수질을 보호하는 데 더 많은 관심과 연구 조사가 필요하다는 결과를 도출할 수 있었다. 2008년부터 측정된 TOC는 증감은 하천과 호소의 상수원에서 유사한 증감 패턴을 보이며 전체적으로

중간값을 유지하는 경향을 보이지만 보다 장기간의 측정자료가 필요한 것으로 파악된다.

영양염류(T-P, T-N)는 연도별로 크고 작은 변동이 있지만(그림 3-2, 그림 3-3 참조), 하천과 호소 상수원에서 전반적으로 감소하는 추세이고, 점진적으로 감소하는 경향을 보이는 호소보다 하천의 T-P가 상당한 수준으로 낮아진 것으로 나타났다. 이는 점오염원으로부터 발생한 T-P 관련 수질오염부하에 대한 공공하수처리장의 시설 확충 효과로 추정된다. 다만, 하천 상수원보호구역의 T-P 농도는 2000년을 기점으로 2015년까지 지속적으로 감소하였으나, 이후에는 다소 증가하면서 유지하는 경향을 보였다. 그리고 하천 상수원보호구역의 T-N 농도는 큰 폭으로 증가한 2012년을 제외하면 1997년 약 3.5mg/L에서 2022년 약 2.0mg/L로 지속적인 감소 추이를 보였다.



주: 1997년부터 2022년까지의 전국 수질측정자료를 활용하여 분석.
 자료: 물환경정보시스템(2022.8.31), “전국 수질측정자료(1997~2022년)”, 검색일: 2023.10.31을 활용하여
 저자 작성.

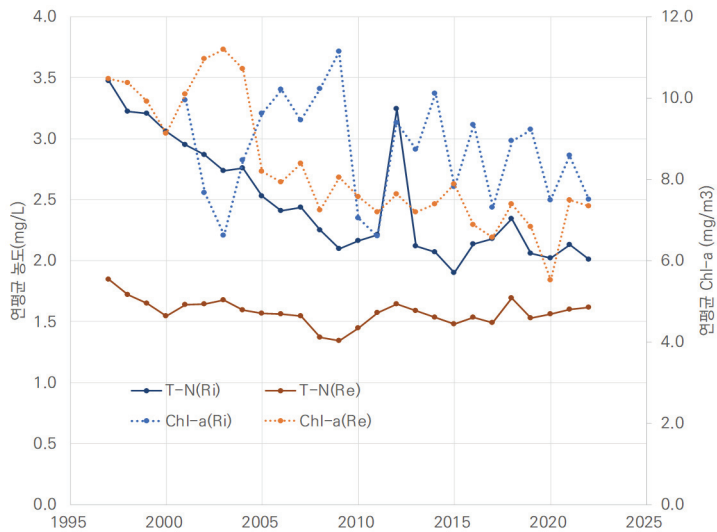
〈그림 3-2〉 하천(Ri)과 호소(Re) 상수원의 T-P, Chl-a 변화

영양염류의 수질오염 부하량 또는 농도에 직간접적으로 영향을 받는 Chl-a는 하천 상수원의 경우 연도별 변화폭이 과거 대비 최근까지 감소하는 특성을 보였고, 호소 상수원의

경우에도 2021년을 제외하면 2005년 이후 대체로 지속적으로 감소하는 특성을 보였다.

다만, 앞에서 설명한 것처럼 호소 상수원의 T-N은 2009년까지 감소하다가 최근까지 점차 증가하는 추세로 분석되었기에, 현행 조류 발생 관리 인자가 T-P 부하량 저감이었다면, 향후에는 호소 상수원 관리의 방향을 T-N 부하량 저감으로 전환할 것을 대비하고 이를 위해 질소 순환계에 대한 물질 흐름의 상세한 진단과 대책이 필요하다고 판단하였다.

끝으로, 앞에서 난분해성 수질오염을 대표하는 COD가 하천과 호소 상수원에서 2003년 또는 2005년 후부터 증가하고 있다고 분석했는데, 이러한 경향과 전기전도도(EC: Electric Conductivity)의 경향을 대조한 결과, 매우 흥미롭게도 유사한 패턴으로 파악되었다.



주: 1997년부터 2022년까지의 전국 수질측정자료를 활용하여 분석.

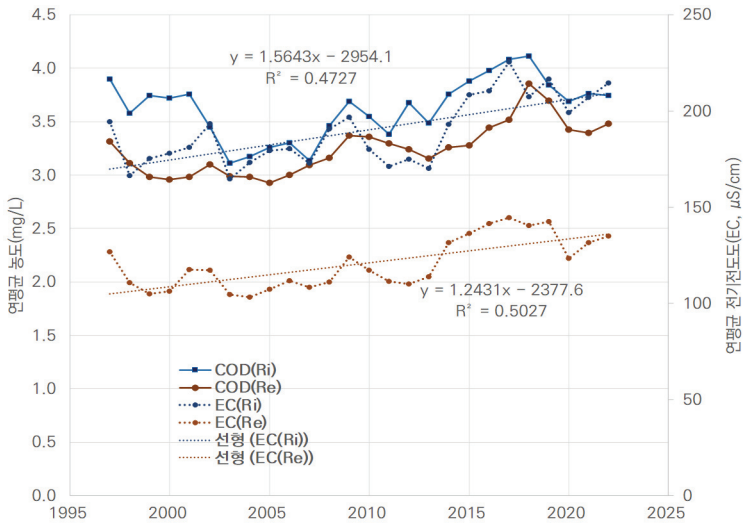
자료: 물환경정보시스템(2022.8.31), “전국 수질측정자료(1997~2022년)”, 검색일: 2023.10.31을 활용하여 저자 작성.

〈그림 3-3〉 하천(Ri)과 호소(Re) 상수원의 T-N, Chl-a 변화

일반적으로 EC는 전기저항성을 증가시키는 용해 혹은 부유 물질이 순수(純水, H₂O) 수체에 가해질 때 증가하는데, 본 COD-BOD-EC 항목 간 분석 결과에 따르면 하천과 호소의 각 상수원에서 생분해성(bio-degradable) 그리고/또는 전기저항성이 큰 물질은 감소하는 추세

이지만, 난분해성(non-degradable) 그리고/또는 전기저항성이 큰 물질은 증가하는 추세임을 발견하였다.

이러한 분석 결과는 비록 수질측정망 기반의 전국 상수원(보호구역) 수질의 평균값을 대표하며, 개별 상수원(보호구역) 수질의 특성을 세밀하게 진단하는 데는 한계가 있고, 전국 상수원 보호구역(2022년 기준 275개)의 최대 약 42% 수준의 대표성을 가진다는 제약도 있다. 그러나 향후 상수원 수질을 단순한 조사(monitoring) 혹은 분석(analyzing)의 개념이 아닌 상시적 감시(real-time detecting)의 개념으로 전환해야 한다는 큰 시사점을 준다.



주: 1997년부터 2022년까지의 전국 수질측정자료를 활용하여 분석.

자료: 물환경정보시스템(2022.8.31), “전국 수질측정자료(1997~2022년)”, 검색일: 2023.10.31을 활용하여 저자 작성.

〈그림 3-4〉 하천(Ri)과 호소(Re) 상수원의 COD, EC 변화

3. 상수원의 수생태계 건강성 현황

상수원의 확보와 수질 보전을 위해 상수원보호구역에서 레저, 양식, 세차, 야영 또는 야외 취사 등 오염물질을 배출하거나 주변 환경을 훼손하는 행위는 금지된다. 또한 상수원 수량을 적정하게 유지하기 위해 상수원보호구역과 그 취수시설 주변에는 하천 횡단 구조물인 보(洑, weir)가 종종 설치된다. 따라서 상수원보호구역의 종횡적 공간은 인간의 접근과 활동이 제한되어 생태계 훼손이나 교란의 가능성이 낮고, 설치된 취입보로 인해 상수원보호구역 주변에는 상대적으로 수량이 풍부하다. 이를 기반으로 여기에 양호한 수질까지 확보한다면 하천의 수생태계를 양호하게 유지할 수 있다. 이러한 연구적 가설을 토대로 본 절에서는 상수원보호구역의 수생태계 건강성 현황을 살펴보았다. 본 장 1절 ‘상수원의 물환경 현황 분석 방법’에서 설명한 것처럼 생물측정망 지점 기준으로 상하류 수생태 건강성 현황 분석이 가능한 상수원보호구역(하천) 총 10개소는 <표 3-1>과 같다.

〈표 3-1〉 수생태 건강성 분석이 가능한 상수원보호구역(하천) 현황

보호구역명	하천	상류	보호구역	하류	관측시기 중복여부	비고
적중	황강	○	○	○	2011~2016년, 2019년	분석 대상
화천	화천천		○	○	2016년, 2019년	
탑동	형산강	○	○	○	2011~2016년, 2019년(상류 제외)	
송탄	진위천		○	○	2011~2016년, 2019년	
영덕	오십천	○	○	○	2011~2016년, 2019년(상류제외)	
영월	한강	○	○	○	2011~2016년, 2019년	
풍양	낙동강	○	○	○	2016~2021년	
점곡	미천	○	○	○	2017년, 2020년(하류 제외)	
단월	달청	○	○	○	2011~2016년, 2019년(상류 제외)	
강정	낙동강	○	○	○	2016~2021년	
원덕	호산천		○	○	중복시기 없음	분석 미대상
평창	평창강	○	○	○	중복시기 없음	
월라	요천	○	○	○	중복시기 없음	
봉양	쌍계천	○	○	○	중복시기 없음	
무주	남대천	○	○	○	조사 자료 없음	
단양	남한강	○	○	○	중복시기 없음	
안강	안강	○	○		중복시기 없음	
달지	금천	○	○		중복시기 없음	
천안	곡교천	○	○	○	중복시기 없음	
생초	남강	○	○	○	중복시기 없음	

자료: 물환경정보시스템, “물환경 지리정보”, 검색일: 2024.1.17을 참고로 저자 정리.

또한 본 연구에서는 수생태 건강성을 대표하는 항목 중에서 하천의 수량과 수질 변화와 상관성이 큰 ‘저서성 대형 무척추동물’과 ‘부착돌말류’의 건강성 등급을 점수화하여 분석한 뒤 다음과 같이 정리하였다. 건강성 등급의 점수는 수생태 건강성 조사 기간 동안 건강상태가 ‘ 좋음(B) ’ 수준 이상인 조사 결과의 비율로 산정하였다.

가. 저서성 대형 무척추동물 건강성

수생태 건강성의 비교분석이 가능한 10개의 상수원보호구역(하천)을 대상으로 상수원보호구역 지정이 저서성 대형 무척추동물 건강성에 미치는 영향을 살펴보았다. 그 결과, 7개의 하천에서 상수원보호구역의 저서성 대형 무척추동물 건강성이 보호구역의 상류 또는 하류 지점보다 좋은 것으로 나타났다(표 3-2 참조).

화천과 영월 상수원보호구역은 상류 또는 하류 지점을 포함해 모두 동일하게 나타났으며, 적중 상수원보호구역이 위치한 황강은 상류에서 하류로 갈수록 건강성이 좋아지는 양상을 보였다. 이처럼 분석 가능한 사례 중 다수는 상수원보호구역 내에서 저서성 대형 무척추동물의 건강성이 동일한 하천의 상류 혹은 하류에 비해 높게 나타났다. 물론 분석 사례의 수가 적어 해당 결과만으로 상수원보호구역이 저서성 대형 무척추동물의 건강성에 유의하게 기여한다고 결론을 내리긴 어려울 수 있다. 그러나 상수원보호구역 지정에 따른 주변 오염원 관리 및 서식 환경 보전과 보 설치로 인한 안정적인 수량 확보는 수생태 건강성 증진에 일정 부분 기여할 수 있음을 시사한다.

〈표 3-2〉 저서성 대형 무척추동물 건강성 좋음(B) 이상 비율

(단위: %)

보호구역명	하천	상류	보호구역	하류	보유무
적중	황강	28.6	35.7	71.4	×
화천	화천천	-	100	100	○
탑동	형산강	-	66.7	8.3	○
송탄	진위천	-	7.1	0.0	○
영덕	오십천	-	91.7	50	○
영월	한강	100	100	100	×
풍양	낙동강	0	16.7	8.3	×
점곡	미천	25.0	100	-	○
단월	달천	-	91.7	8.3	○
강정	낙동강	0	16.7	8.3	○

자료: 물환경정보시스템(2022.4.15), “생물측정망 건강성평가등급”, 검색일: 2024.1.17을 참고로 저자 정리.

나. 부착돌말류 건강성

부착돌말류의 건강성은 저서성 대형 무척추동물의 건강성과 달리 보호구역의 여부에 따른 차별성이 없었다. 분석 대상 지점 상수원보호구역(하천) 10개소 중 화천, 송탄, 단월 상수원 보호구역에서만 하류보다 부착돌말류의 건강성이 높았으며, 이 외에 상수원보호구역은 상류 또는 하류보다 건강성 점수가 같거나 낮은 경향을 보였다. 부착돌말류의 건강성은 상수원보호 구역 지정 여부와 상관성이 거의 없는 것으로 보이며, 따라서 추가 사례와 부착돌말류군집 특성을 분석해 수생태 건강성 증진에 기여할 수 있는 상수원보호구역 관리방안을 고찰할 필요가 있을 것으로 보인다.

〈표 3-3〉 부착돌말류 건강성 좋음(B) 이상 비율

(단위: %)

보호구역명	하천	상류	보호구역	하류	보 유무
적중	황강	57.1	50.0	42.9	×
화천	화천천	-	100	50.0	○
탑동	형산강	-	60.0	60.0	○
송탄	진위천	-	7.1	0.0	○
영덕	오십천	-	100	100	○
영월	한강	92.9	85.7	92.9	×
풍양	낙동강	50.0	50.0	58.3	×
점곡	미천	25.0	25.0	-	○
단월	달천	-	50.0	21.4	○
강정	낙동강	25.0	16.7	50.0	○

자료: 물환경정보시스템(2022.4.15), “생물측정망 건강성평가등급”, 검색일: 2024.1.17을 참고로 저자 정리.

본 연구보고서 제2장 4절 상수원보호구역 해제의 환경적 영향(사례 분석)의 결과와 시사점을 이 분석 결과와 연계해서 살펴보면 다음과 같다. 적어도 하천에서 수리시설물, 규제 등으로 유지·보전되고 있는 상수원보호구역의 환경적 기능과 생태적 가치는 부재하지 않다는 것이다. 본 연구에서는 상수원보호구역의 환경적 기능과 생태적 가치를 정량화하지 않았고, 더 나아가서 생활용수와 산업용수 서비스를 안정적으로 유지시켜 주는 상수원보호구역의 화폐적 혜택을 산정하지는 않았지만, 유역 및 하천 생태계 서비스와 보전 측면에서 상수원

보호의 정책적 효과는 긍정적인 것으로 나타났다. 다만, 호소에 위치한 상수원보호구역과 어류, 서식 및 수변식생 등과 같은 수생태 건강성 지표들이 분석 대상에 포함되지 않은 것은 본 연구의 한계점이라고 할 수 있다.

4. 상수원 수질 보전(관리·감시) 정책의 현황과 개선 방향

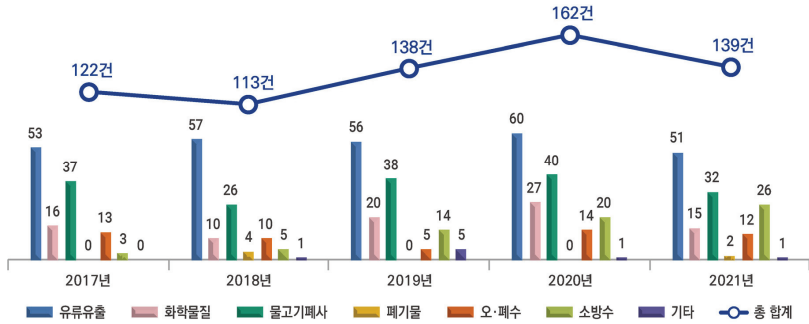
본 절에서는 상수원 수질 보전에 관한 정책(수질오염사고 발생과 대응, 상수원 수질 관리 실태 평가, 물환경측정망 등)의 현황을 소개 및 진단하고, 상수원 수질의 상시적 감시체계 구축 등과 같은 정책 개선 방향을 분석·정리하였다.

가. 수질오염사고 발생 현황

환경부(2022)의 최근 5년간 수질오염사고 발생 현황을 살펴보았다. 최근 5년간(2017~2021년) 우리나라의 수질오염사고는 총 674건으로 유형별로는 유류 유출(36.6%), 물고기폐사(25.7%), 화학물질유출(13.1%)의 순으로 발생하였다.⁵⁷⁾

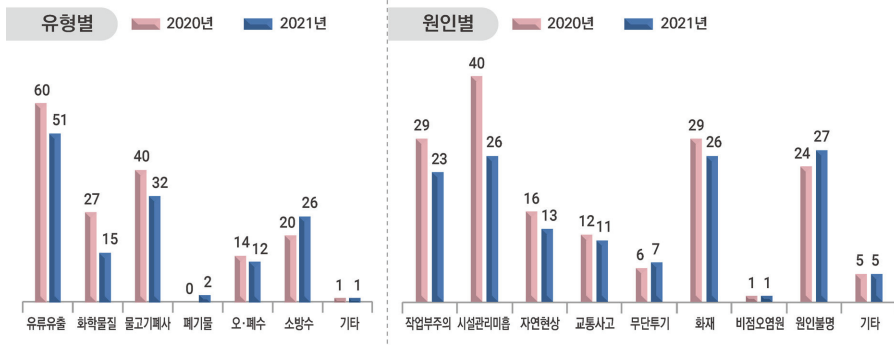
연도별로 살펴보면, 2021년에는 139건으로 다소 감소하였으나 최근 5년간 수질오염 사고가 증가하는 추세를 보였다. 원인별로 살펴보면 원인불명, 화재, 시설관리 미흡 등으로 인한 사고가 다수를 차지하였으며, 그 외에도 다양한 발생 원인이 있다. 수질오염사고의 발생 장소도 다양한 것으로 나타났는데, 상수원 보호구역이나 취수시설 지역에서 사고가 발생할 경우, 사후 처리의 천문학적 비용과 사회적 혼란을 피할 수 없다. 따라서 수질오염사고 발생이 증가하고 사고 발생 직후 상수원 수질 대응의 시급성을 고려할 때, 일반적 수질관리의 개념보다는 상수원 수질 감시 체계와 조기 경보가 무엇보다 중요하다고 볼 수 있다.

57) 환경부(2022), p.3.



자료: 환경부(2022), p.6.

〈그림 3-5〉 수질오염사고 발생 현황

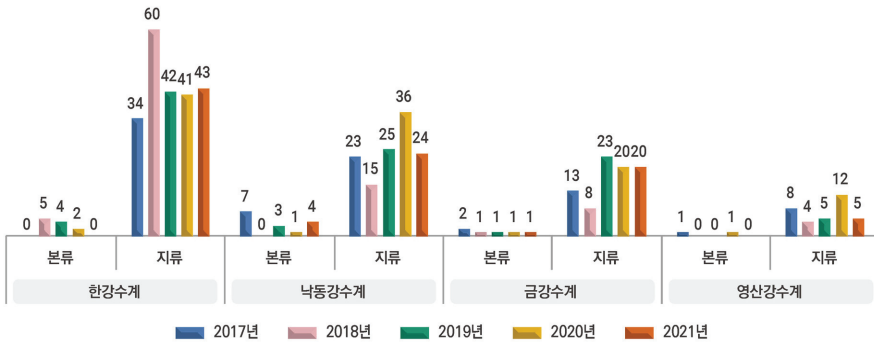


자료: 환경부(2022), p.6.

〈그림 3-6〉 수질오염사고 발생의 유형과 원인

수질오염사고 발생의 공간적 특성을 분석하면, 유역 전체에서 광범위하게 나타나는 동시에 특히 사고의 대부분이 본류가 아닌 지류에서 발생한다는 것을 알 수 있다. 이는 하천 지류 주변에 입지한 산업시설과 농가시설 등에서 수질오염물질이 유출되면서 사고가 발생하기 때문으로 보인다.⁵⁸⁾ 따라서 이러한 상수원 감시 체계 또는 조기 경보와 관련하여 본류보다는 지류를 중심으로 체계를 개선하고 마련하는 것이 시급한 것으로 판단되며, 상수원 지역에서 발생하는 수질오염사고의 데이터를 수집하여 상수원 수질에 미치는 영향과 특성을 향후 분석해야 할 것이다.

58) 환경부(2022), p.29.



자료: 환경부(2022), p.6.

〈그림 3-7〉 4대강 유역별 수질오염사고 발생 현황

나. 상수원보호구역의 관리 실태 평가

취수 원수의 수질 보전을 위해 지정된 상수원보호구역의 관리는 「수도법」 제8조에 따라 상수원보호구역을 관할하는 지자체장이 해야 하며, 환경부장관은 상수원보호구역의 관리 상태를 매년 평가하고 관계 행정기관의 장에게 그 구역의 적정한 관리를 위한 조치를 요청할 수 있다.⁵⁹⁾ 관리 실태의 평가 항목으로는 인구 현황, 폐수배출시설 현황, 축산폐수배출시설 현황, 오수·폐수를 배출하는 시설 현황, 용도지역별·지목별 토지이용 현황, 취수 현황이 있으며, 유역환경청이나 지방환경청장은 해당 자료를 참고하여 보호구역의 관리상태를 평가하고 그 결과를 관리청에 통보해야 한다.

또한 「수도법」 제8조의2에 따라 지자체장은 5년마다 관할 상수원보호구역에 대한 수질 관리계획을 수립하고 시행하고 있다.⁶⁰⁾ 수질관리계획의 목표는 깨끗한 상수원을 확보하고 이를 보전·개선하기 위한 계획을 수립·시행함으로써 국민을 건강하게 하고 삶의 질을 높이는 데 있으며, 계획수립의 범위는 상수원보호구역이 지정·공고된 경우 상수원보호구역과 공장설립제한지역 및 승인지역을 대상으로 수립하고 상수원보호구역이 지정·공고되지 아니한 경우는 공장설립제한지역 및 승인지역에 한하여 계획을 수립하도록 한다. 계획에 포함되어야 할 사항은 계획수립 대상구역 내의 일반현황, 계획구역 내 오염원 현황 및 발생부하량, 계획

59) 국가법령정보센터, “수도법”.

60) 국가법령정보센터, “수도법”.

구역에 대한 일반 관리계획 및 오염원별 세부 관리계획, 계획 추진에 필요한 재원확보에 관한 사항, 상수원 정보관리체계 구축에 관한 사항 등으로 구성된다.

다. 상수원 원수의 수질 검사와 감시

일반수도사업자, 전용상수도설치자 및 소규모급수시설을 관할하는 시장·군수·구청장은 「상수원관리규칙」 제25조에 따라 상수원(취수) 원수의 수질을 원수 종류에 따라 측정횟수와 측정항목을 설정하여 주기적으로 검사한다.⁶¹⁾ 예를 들어 하천수, 복류수, 강변여과수는 pH, BOD, TOC, T-P, TSS, DO, 대장균군을 월 1회 이상 측정하도록 하고 있으며, 중금속 등은 매 분기마다 측정하도록 하고 있다. 호소수는 하천수 등과 측정횟수와 측정항목은 거의 유사하지만, 지하수는 주로 반기마다 질산성질소와 중금속 등을 측정하며 해수는 분기 또는 연 단위로 취수 원수의 수질을 측정하도록 하고 있다.

그러므로 현행 관련 제도와 규정에 따라 원수의 수질 검사는 유기물과 영양염류 오염 정도만을 월 단위 수준으로 검사하는 데 그쳐 미량유해오염물질, 미규제관리물질 등과 같이 상수원 수질의 위해성을 높일 수 있는 물질에 대한 감시 체계가 상당히 미흡하므로 정책 패러다임의 전환이 필요하다고 볼 수 있다.

〈표 3-4〉 상수원 원수의 측정항목 및 측정횟수

구분		측정횟수	측정항목
광역·지방상수도	하천수 복류수 강변여과수	매월 1회 이상	- pH, BOD, TOC, T-P, TSS, DO, 대장균군
		분기별 1회 이상	- 카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 크로뮴, 유기인, 질산성질소 등 총 32종
	호소수	매월 1회 이상	- pH, TOC, T-P, Chl-a, TSS, DO, 대장균군
		분기별 1회 이상	- 카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 크로뮴, 유기인, 질산성질소 등 총 30종
	지하수	반기별 1회 이상	- 카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 크로뮴, 질산성질소 등 총 21종
	해수	분기별 1회 이상	- pH, TOC, 대장균군, 노말헥세인추출물질
		매년 1회 이상	- 카드뮴, 비소, 보론, 수은, 납, 크로뮴

자료: 국가법령정보센터, “상수원관리규칙”, [별표 6]을 참고하여 저자 정리.

61) 국가법령정보센터, “상수원관리규칙”.

라. 물환경측정망과 상수원 수질 조사·감시

물환경을 조사하기 위한 측정망의 종류는 7가지로 구분된다.⁶²⁾ 물환경 중 수질을 중심으로 운영되는 측정망은 수질측정망, 총량측정망, 수질 자동측정망, 비점오염물질측정망이다. 수질측정망은 하천과 호소 등 공공수역의 수질 현황과 추세를 파악하기 위해 운영되며, 주요 환경정책의 효과를 분석하고 정책수립의 기초자료로 활용되는데 1,953개소의 지점⁶³⁾이 정해져 있다. 총량측정망은 오염총량관리 시행지역의 수질 현황과 수질오염총량제 이행사항을 평가하기 위해 운영되며 373개소⁶⁴⁾로 분포돼 있다.

수질 자동측정망은 수질오염사고 시 신속한 대응조치에 필요한 수질오염감시 경보체계를 운영하기 위해 연속적인 수질 변화 모니터링을 수행하고 있으며 74개소에서 작동되고 있다. 비점오염물질측정망은 강우 시 발생하는 비점오염물질의 실측자료를 확보하고 추세를 파악하는 것이 목적으로, 비점오염저감대책에 대한 효과 평가를 수행하는 데 활용되고 있다. 이처럼 다양한 목적에 의해 수질측정체계를 만들어 운영 중이나, 상수원 수질 관리(감시)에 목적을 둔 측정체계는 미흡한 실정으로 보인다.

〈표 3-5〉 수질측정망 종류와 주요 운영 내용

구분	배경, 목적 및 주요 운영 내용	주요 근거 법령
수질 측정망	- 하천·호소 등 공공수역의 수질 실태를 파악 - 전국 주요하천 및 호소에 수질측정망을 설치·운영하여 수질 현황 및 추세를 파악(1,953개소)	- 「환경정책기본법」 제22조(환경상태의 조사·평가 등), 물환경보전법 제9조(수질의 상시측정 등)
총량 측정망	- 오염원의 밀집 분포 다양한 오염원 기후변화에 대한 체계적 관리 방안 - 수질오염총량관리 시행지역의 수질현황과 단위유역의 수질 등에 대한 기초자료 확보와 이행평가(373개소)	- 「환경정책기본법」 제4조(수질오염물질의 총량관리), 오염총량관리 기본방침 제7조(목표수질지점의 수질측정)
자동 측정망	- 수질오염사고의 조기 발견과 신속한 대응조치를 위한 상수원 및 오염원 등 수질관리(74개소)	- 「환경정책기본법」 제22조(환경상태의 조사·평가 등), 물환경보전법 제9조(수질의 상시측정 등), 물환경보전법 제21조(수질오염경보제)

62) 환경부(2023), pp.3-4.

63) 물환경정보시스템, “수질측정망: 운영현황”, 검색일: 2023.10.15.

64) 물환경정보시스템, “총량측정망: 운영현황”, 검색일: 2023.10.15.

〈표 3-5〉의 계속

구분	배경, 목적 및 주요 운영 내용	주요 근거 법령
퇴적물 측정망	- 퇴적물 수질관리 일환으로 오염도 조사 실시 - 수저 퇴적물의 환경질(Sediment Quality) 현황 조사 및 평가 - 퇴적물이 수질과 수생태계에 미치는 영향에 대한 기초자료 확보(327개소)	- 「환경정책기본법」 제22조(환경상태의 조사·평가 등), 물환경보전법 제9조(수질의 상시측정 등)
방사성 물질 측정망	- 전국 호소 및 하천등의공공수역의 방사성물질 현황 및 유입여부 실태를 파악 - 주요 하천 및 호소 등에 유입되는 방사성물질에 대한 기초자료 확보(90개소)	- 「물환경보전법」 제16조의2(방사성물질 등의 유입 여부 조사)
생물 측정망	- 하천 수생태계 현황 조사, 건강성 평가를 수행 - 하천, 하구, 호소 등에 대한 수생태계 현황 및 추세 파악(3,856개소)	- 「환경정책기본법」 제22조(환경상태의 조사·평가 등), 물환경보전법 제16조의3(수생태계 현황 조사 및 건강성 평가)
비점오염 물질 측정망	- 도시화, 기후변화 등으로 다양한 오염물질이 강우시 하천으로 유입, 수질악화를 유발하고 있어 비점오염물질의 정확한 양과 주요 원인을 파악 - 비점오염물질 하천유입 정도, 특성 기초자료 축적	- 「물환경보전법」 제9조(수질의 상시측정 등), 물환경보전법 시행규칙 제22조 제1항 제1호(비점오염원에서 배출되는 비점오염물질 측정망)

자료: 환경부(2023), pp.3-4를 참고로 저자 정리.

마. 생태독성 기반의 수질감시

1) 생태독성관리제도

생태독성관리제도는 산업폐수 방류수에 생물체를 넣고 생태독성 여부를 측정하여 하·폐수를 통해 배출되는 미지의 독성물질을 통합 관리하기 위한 제도이다. 유해화학물질 종류의 급격한 증가에 따른 개발 대응의 한계, 이화학적 기준을 만족하는 방류수에서도 생태독성의 발생에 따른 수생태계 손상 우려로 인하여 미지의 유해화학물질의 통합관리 필요성이 대두되었다(환경부, 2019a, p.5). 이에 따라 정부는 2007년 「수질수생태법」 시행규칙을 개정하여 수질오염물질의 배출허용기준 및 방류수 수질 기준에 생태독성 항목을 추가하였으며, 2011년 배출수의 생태독성을 관리하고 개별물질에 의한 수질평가 한계를 극복하기 위한 생태독성관리제도를 아시아 최초로 도입하였다(환경부, 2019a, p.7).

생태독성관리 대상시설로는 폐수배출시설, 공공하수처리시설, 공공폐수처리시설이 있으며, 생태독성의 방류수 수질 기준은 물벼룩에 대한 급성독성 시험을 기준으로 한다(환경부, 2019a, p.7). 공공하수처리시설과 공공폐수처리시설의 방류기준은 1TU 이하이며, 폐수배출

시설의 기준은 청정지역의 경우 1TU 이하, 가, 나, 특례 지역의 경우 2TU 이하이다(환경부, 2019a, p.9). 이를 위반할 경우 공공하수처리시설은 1년 범위에서 개선기간을 갖거나 개선기간 연장이 가능하고, 방류수 수질 기준 초과에 따라 500만 원 이하의 과태료를 내야 한다. 공공폐수처리시설의 경우 1년 범위에서 개선명령 및 6개월 범위에서 개선기간 연장이 가능하다. 폐수배출시설에는 8개월 이상 개선명령이 주어지고 만약 개선명령을 미이행할 경우 조업이 정지된다.

2) 취·정수장의 생물감시장치 운영

「수도법 시행령」 제29조에 따라 일반수도사업자는 원수의 질과 양 및 지리적 조건과 그 수도의 종류 및 시설의 규모에 따라 기준에 맞는 취수, 저수, 도수, 정수, 송수 및 배수 시설을 갖추어야 한다.⁶⁵⁾ 수도시설의 세부 시설기준을 살펴보면, 「수도법 시행규칙」 [별표 3]에 따라 취수장의 시설용량이 10,000m³/일 이상인 정수시설에서는 상수원에 유해 미생물이나 화학물질 등이 투입되는 것에 대비하기 위하여 지표수의 취수장·정수장에 원수를 측정하는 생물감시장치를 설치하여야 한다.⁶⁶⁾

〈표 3-6〉 생태독성관리제도 적용 기준 및 행정처분 기준

구분	지역	방류기준	자가측정기준	행정처분 내용
폐수배출시설	청정	1TU 이하	자율사항	- 8개월 이상 개선명령 - 개선명령 미이행 시 조업정지 ※ 위반횟수 2차 이상의 경우 1단계 낮은 차수의 기준 적용
	가, 나, 특례	2TU 이하		
공공하수처리시설	I~IV	1TU 이하	방류수월 1회 이상	- 1년 범위 개선명령 - 500만 원 이하 과태료 ※ 개선명령 미이행 시 1년 이하 징역 또는 1천만 원 이하 벌금
공공폐수처리시설	I~IV	1TU 이하	방류수월 1회 이상	- 1년 범위 개선명령 ※ 개선명령 미이행 시 1년 이하 징역 또는 1천만 원 이하 벌금

주: 1) 폐수배출시설의 지역은 청정, 가, 나, 특례로 구분되며, 수질 보전 기준이 다름.

2) 공공하수·폐수처리시설의 지역은 상수원관리지역 및 물환경목표기준 달성 여부에 따라 구분되며, 상수원보호구역은 I지역에 속함.

3) 생태독성관리를 위한 법정분석수수료는 시료 1건당 45만 5,000원임.

자료: 한국환경공단 생태독성관리부(2020).

65) 국가법령정보센터, “수도법 시행령”.

66) 국가법령정보센터, “수도법 시행규칙”.

다만, 다른 지천 등이 유입되지 않는 같은 수계 상류에 「물환경보전법」 제9조에 따라 측정망이 설치되어 그 측정자료를 공동으로 이용할 수 있는 경우 또는 동일한 원수를 사용하는 취수장의 측정자료를 공동으로 이용할 수 있는 경우에는 생물감시장치를 설치하지 않을 수 있다. 여기서 말하는 측정망이란 일반 수질측정망부터 각각의 다양한 목적에 따라 운영되는 기타 수질측정망들을 모두 포함하는 것으로 사료된다. 따라서 대부분의 취·정수장에서 생물감시장치를 설치하여 운영하는지에 대해서는 각 수도사업자별로 추가로 조사할 필요가 있다.

서울시의 경우 아리수 취·정수장에 생물감시장치를 설치하여 취수 원수의 수질을 실시간으로 감시하는 것으로 파악된다. 한지선 외(2016)⁶⁷⁾에 따르면 아리수 원수관리에 사용되는 생물감시장치의 현장실험을 통해 적정 생물유지 조건, 운영기준 및 정도관리용 감시대상 물질의 선정을 위한 실험을 현장에서 수행하고 효율적인 생물감시장치 운영방안을 마련하는 연구를 수행한 바 있다. 서울시에서 관리하는 4개 취수장(강북, 암사, 풍납, 자양)에 설치된 3종(물벼룩, 반달말 및 전기화학적 활성미생물)의 생물감시장치를 대상으로 암모니아, 구리, 페놀, 시안, 납 및 염산을 실험 농도로 투입 후 반응도를 확인하였으며, 그 결과에 따라 생물감시 매뉴얼을 작성하였다.

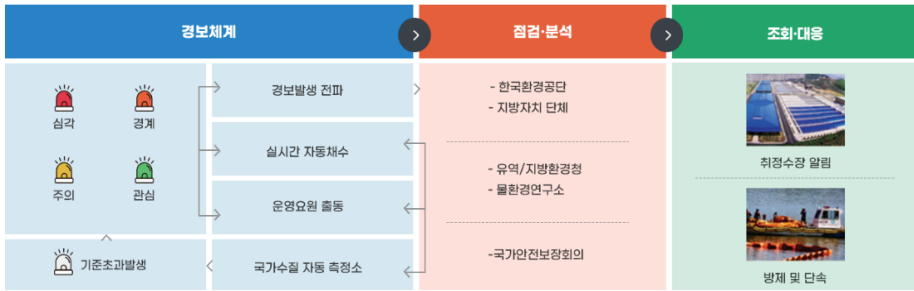
3) 수질오염감시 경보시스템

가) 수질자동측정망의 생물감시장치

2023년 기준 전국 74개소에서 수질자동측정망이 운영 중이다.⁶⁸⁾ 수온, pH, DO, EC, TOC 항목은 공통 측정항목이며, 탁도, 질소, 암모니아성질소, 질산성질소, 총인, 인산염인, 페놀, Chl-a, 중금속, VOCs, 생물감시는 선택적으로 측정한다. 수질오염감시 경보시스템의 대응으로 취수장 알림을 포함하고 있으나, 취수장 운영보다는 주요 산단에서 배출하는 오염 물질 감시를 주목적으로 배치되는 것으로 보인다.

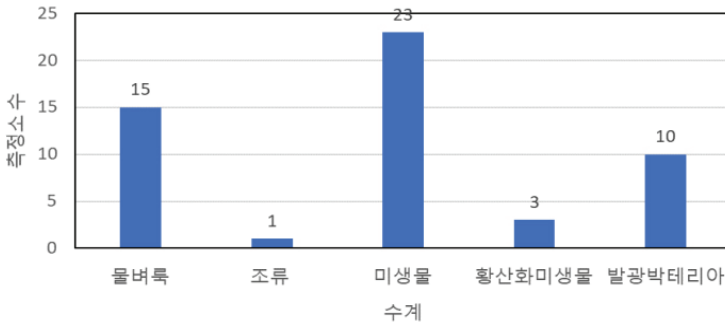
67) 한지선 외(2016), pp.44-45.

68) 환경부(2023), p.6.



자료: 한국환경공단 부산울산경남 환경본부(2024.1.15), “수질오염감시 경보시스템”, 검색일: 2024.2.29.

〈그림 3-8〉 수질오염감시 경보 시스템



자료: 국가법령정보센터, “수질오염감시경보를 위한 측정소별 측정항목과 항목별 경보기준”을 참고하여 저자 작성.

〈그림 3-9〉 생물감시에 활용되는 생물

수질자동측정소의 선택 측정사항인 생물감시 현황을 살펴보면, 74개소의 수질자동측정망 중 생물감시장치를 설치하여 운영 중인 곳은 50개소로 나타났다.⁶⁹⁾ 수계별로 살펴보면 낙동강이 23개소로 가장 많이 설치되었으며 한강 11개소, 금강 8개소, 섬진강 5개소, 영산강 3개소 순으로 나타났다. 자동측정망에서 생물감시에 활용하는 생물로 미생물을 쓰는 곳이 23개소로 가장 많았으며, 그 뒤를 이어 물벼룩을 쓰는 곳이 15개소, 발광박테리아를 쓰는 곳이 10개소로 나타났다.

수질자동측정망과 연계가 가능한 상수원보호구역 한강 9개, 낙동강 5개, 금강 2개, 영산강·섬진강 4개로 총 20개로 나타났다. 즉, 수질자동측정망이 주요 하천을 중심으로 운영됨에

69) 국가법령정보센터, “수질오염감시경보를 위한 측정소별 측정항목과 항목별 경보기준”.

따라 지방 소규모 상수원의 수질 보호 및 수질오염사고 감시에 대한 기능은 다소 부족한 것으로 보인다.

〈표 3-7〉 수질자동측정망과 연계 가능한 상수원보호구역 현황

권역	하천	상수원보호구역	수질자동측정망	위치
한강	임진강	문산	미산	상류
	북한강	용산	서상	보호구역 내
	한강	팔당	가평, 양평, 경안천	보호구역 내(경안천) 상류(가평, 양평)
	한강	잠실	구리	보호구역 인접
	남한강	여주	여주	보호구역 내
	섬강	원주제2	원주	보호구역 내
	평창강	쌍용 남면(영월)	평창강	보호구역 인접
				상류
	남한강	단양	단양	상류
달천	단월	달천	보호구역 내	
낙동강	낙동강	지보	안동	상류
	내성천	용궁	내성천	보호구역 인접
	낙동강	풍양	풍양	상류
	낙동강	구미광역시	해평	보호구역 내
	낙동강	강정(달성)	다산	보호구역 인접
금강	금강	옥천	이원	보호구역 인접
	금강	대청호	현도, 대청호	보호구역 내(현도) 상류(대청호)
영산강·섬진강	동북천	동북수원지	동북호	보호구역 내
	보성강	주암댐	주암호	보호구역 내
	탐진강	장흥댐	탐진호	보호구역 내
	섬진강	하동	구례	상류

자료: 물환경정보시스템, “물환경 지리정보”, 검색일: 2024.1.17을 참고하여 저자 정리.

나) 수질오염경보기준

수질자동측정망에서 상시로 측정하는 수질항목별 농도값과 생물감시 측정값은 수질오염 감시경보의 발령과 해제에 활용된다. 수질자동측정망의 측정항목별 경보기준 설정은 측정소의 제반 특성에 부합되도록 측정소별, 항목별로 설정되며, 수질자동측정소 채수위치에 따라 상수원, 하천, 공단방류수 유입하천으로 구분하여 측정항목별로 경보기준을 설정한

다.70) 「물환경보전법 시행령」 [별표 3]에 따른 수질오염감시경보 단계는 관심, 주의, 경계, 심각, 해제로 구성된다.71) 관심단계는 수질항목 중 2개 이상 항목이 측정항목별 경보기준을 초과하는 경우와 생물감시 측정값이 생물감시 경보기준 농도를 30분 이상 지속적으로 초과하는 경우에 발령된다. 주의단계는 수질감시 항목 중 2개 이상 항목이 측정항목별 경보기준을 2배 이상 초과하는 경우 또는 생물감시 측정값이 생물감시 경보기준 농도를 30분 이상 지속적으로 초과하고, 수질 항목에 따라 1개 이상의 항목이 경보기준을 초과하거나 경보기준을 2배 이상 초과하는 경우에 발령된다. 경계단계는 생물감시 측정값이 생물감시 경보기준 농도를 30분 이상 지속적으로 초과하고 특정 수질 항목 중 1개 이상의 항목이 경보기준을 3배 이상 초과하는 경우에 발령된다. 종합해 보면, 관심단계를 제외한 주의단계와 경계단계에서 생물감시 측정값은 단일지표로서 경보를 발령하는 데 활용되기보단 보조지표로 활용되는 것으로 보인다.

〈표 3-8〉 수질오염감시경보 발령, 해제 기준

경보단계	발령해제기준
관심	가. 수소이온농도, 용존산소, 총 질소, 총 인, 전기전도도, 총 유기탄소, 휘발성유기화합물, 페놀, 중금속(구리, 납, 아연, 카드뮴 등) 항목 중 2개 이상 항목이 측정항목별 경보기준을 초과하는 경우 나. 생물감시 측정값이 생물감시 경보기준 농도를 30분 이상 지속적으로 초과하는 경우
주의	가. 수소이온농도, 용존산소, 총 질소, 총 인, 전기전도도, 총 유기탄소, 휘발성유기화합물, 페놀, 중금속(구리, 납, 아연, 카드뮴 등) 항목 중 2개 이상 항목이 측정항목별 경보기준을 2배 이상(수소이온농도 항목의 경우에는 5 이하 또는 11 이상을 말한다) 초과하는 경우 나. 생물감시 측정값이 생물감시 경보기준 농도를 30분 이상 지속적으로 초과하고, 수소이온농도, 총 유기탄소, 휘발성유기화합물, 페놀, 중금속(구리, 납, 아연, 카드뮴 등) 항목 중 1개 이상의 항목이 측정항목별 경보기준을 초과하는 경우와 전기전도도, 총 질소, 총 인, 클로로필-a 항목 중 1개 이상의 항목이 측정항목별 경보기준을 2배 이상 초과하는 경우
경계	생물감시 측정값이 생물감시 경보기준 농도를 30분 이상 지속적으로 초과하고, 전기전도도, 휘발성유기화합물, 페놀, 중금속(구리, 납, 아연, 카드뮴 등) 항목 중 1개 이상의 항목이 측정항목별 경보기준을 3배 이상 초과하는 경우
심각	경계경보 발령 후 수질 오염사고 전개속도가 매우 빠르고 심각한 수준으로서 위기발생이 확실한 경우
해제	측정항목별 측정값이 관심단계 이하로 낮아진 경우

자료: 국가법령정보센터, “물환경보전법 시행령”을 참고로 저자 정리.

70) 국가법령정보센터, “수질오염감시경보를 위한 측정소별 측정항목과 항목별 경보기준”.

71) 국가법령정보센터, “물환경보전법 시행령”.

다) 수질오염감시경보에 따른 조치사항

환경공단이사장, 수면관리자, 취정수장 관리자, 유역지방 환경청장, 4대강 물환경연구소장, 국립환경과학원장, 환경부장관은 수질오염감시경보 단계별로 상응하는 조치를 취해야 한다.⁷²⁾ 수질오염 발생에 따른 취정수장 관련 조치는 취정수장 관리자, 유역지방 환경청장, 4대강 물환경연구소장, 국립환경과학원장 등이 맡아서 수행한다.

관심단계에서는 취·정수장 관리자가 정수 처리 및 수질분석을 강화하는 수준으로 조치한다. 주의단계에서 취정수장 관리자는 정수의 수질분석을 평소보다 2배 이상 실시하면서 취수장 방제 조치 및 정수 처리를 강화하고, 4대강 물환경연구소장은 주의단계부터 심각단계까지 새로운 오염물질에 대한 정수처리 기술을 지원한다. 다음으로 경계단계에서 취정수장 관리자는 정수처리 강화, 정수의 수질분석을 평소보다 3배 이상 실시, 취수중단과 취수구 이동 등 식용수 관리대책을 수립하고, 유역지방 환경청장은 정수처리 기술을 지원한다. 마지막으로 심각단계에서는 국립환경과학원장이 정수처리 기술을 지원하는 형태로 조치를 취한다.

72) 국가법령정보센터, “물환경보전법 시행령”, [별표 4].

〈표 3-9〉 수질오염감시경보에 따른 기관별 조치사항

경보단계	환경공단이사장	수면관리자	취정수장 관리자	유역지방 환경청장	4대강 물환경연구소장	국립환경과학원장	환경부장관
관심	1) 측정기기의 이상 여부 확인 2) 유역·지방환경청장에게 보고 - 상황 보고, 원인 조사 및 관심 경보 발령 요청 3) 지속적 모니터링을 통한 감시	물환경변화 감시 및 원인 조사 + 차단막설치 등 오염물질 방제 조치	정수 처리 및 수질분석 강화	1) 관심경보 발령 및 관계 기관 통보 2) 수면관리자에게 원인 조사 요청 3) 원인 조사 및 주변 오염원 단속 강화			
주의			1) 정수의 수질분석을 평소보다 2배 이상 실시 2) 취수장방제 조치 및 정수 처리 강화	1) 주의경보 발령 및 관계 기관 통보 2) 수면관리자 및 4대강 물환경연구소장에게 원인 조사 요청 3) 관계 기관 합동 원인 조사 및 주변 오염원 단속 강화	1) 원인 조사 및 오염물질 추적 조사 지원 2) 유역·지방환경청장에게 원인 조사 결과 보고 3) 새로운 오염물질에 대한 정수처리 기술 지원		
경계	+ 오염물질 방제 조치 지원	+ 사고 발생 시 지역사고대책본부 구성·운영	1) 정수처리 강화 2) 정수의 수질분석을 평소보다 3배 이상 실시 3) 취수 중단, 취수구 이동 등 식용수 관리대책 수립	1) 경계경보 발령 및 관계 기관 통보 2) 수면관리자 및 4대강 물환경연구소장에게 원인 조사 요청 3) 원인조사대책반 구성·운영 및 사범기관에 합동단속 요청 4) 식용수관리대책 수립·시행총괄 5) 정수처리 기술 지원			

〈표 3-9〉의 계속

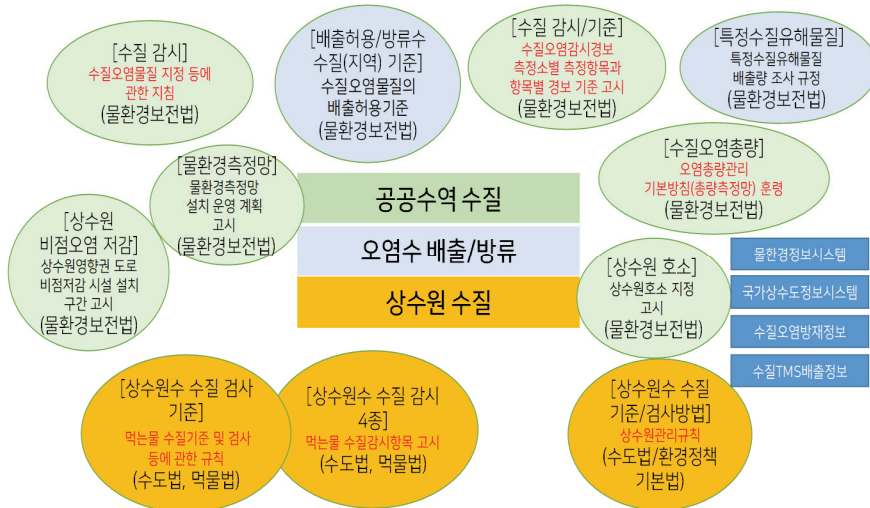
경보단계	환경공단이사장	수면관리자	취정수장 관리자	유역지방 환경청장	4대강 물환경연구소장	국립환경과학원장	환경부장관
심각			취정수장 관리자 + 중앙합동대책반 구성·운영시 지원	1) 심각경보 발령 및 관계 기관 통보 2) 수면관리자 및 4대강 물환경연구소 장에게 원인 조사 요청 3) 필요한 경우 환경부장관에게 중앙합동대책반 구성 요청 4) 중앙합동대책반 구성 시 사고수습 본부 구성·운영		1) 오염물질 분석 및 원인 조사 등 기술 자문 지원 2) 정수처리 기술 지원	중앙합동대책반 구성·운영
해제	관심 단계 발령 기준 이하 시 유역·지방환경청장에게 수질오염감시경보 해제 요청			수질오염감시경보 해제			

자료: 국가법령정보센터, “물환경보전법 시행령”, [별표4]를 활용하여 저자 정리.

바. 상수원 수질의 상시적 감시체계 구축을 위한 법령 정비 방향

본 절에서 살펴본 상수원 또는 공공수역 수질 조사와 관련된 현행 법령과 규정을 요약하면 <그림 3-10>과 같다. 비록 상수원(하천, 호소 등)이 공공수역에 공간적으로 포함된다고 볼 수 있으나, 지금까지 이 장에서 살펴본 바와 <그림 3-10>에서 알 수 있듯이, 현행 물환경측정망의 조사 지점은 전국 상수원보호구역(취수시설) 위치의 수질을 대표하기에는 한계가 있었다. 또한 수질악화, 특히 상수원 관점에서 잠재적 위해성이 있는 미규제물질의 지속적 출현과 증가하고 있는 수질오염사고에 대해 상시적 감시체계를 운영할 수 있는 법적 근거가 불충분하거나 매우 분산된 것으로 파악되었다.

이에 본 절에서는 해당 법령과 규정 중 수질감시항목 등의 내용을 집중적으로 검토하고, 상수원 수질의 상시적 감시체계 관점의 법령 정비 방향을 정리하였다.



자료: 국가법령정보센터, “먹는물관리법”, “먹는물수질기준 및 검사 등에 관한 규칙”, “물환경보전법”, “상수원 관리규칙”, “수도법”, “환경정책기본법”을 참고하여 저자 작성.

<그림 3-10> 물환경 및 상수원 수질 조사 관련 법령과 규정

1) 수질감시항목 지정 및 측정

「물환경보전법」은 수질오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 하천·호소 등 공공수역의 물환경을 적정하게 관리·보전함으로써 국민이 그 혜택을 널리 누릴 수 있도록 함과 동시에 미래의 세대에게 물려줄 수 있도록 함⁷³⁾이 목적이므로, 공공수역의 수질관리 전반에 관한 사항뿐 아니라 상수원의 수질관리, 배출원에 대한 관리 사항 등을 포함하고 있다. 공공수역의 수질감시를 위해 동 법 제9조(수질의 상시측정 등), 시행규칙 제3조(수질 오염물질), 제4조(특정수질오염물질)에서는 수질오염의 요인이 되거나 사람의 건강, 재산이나 동식물의 생육에 직접 또는 간접으로 위해를 줄 우려가 있는 수질오염물질을 지정하고 있다. 또한 수질오염물질을 배출하는 폐수배출시설의 배출수 관리를 위한 측정기기의 부착, 수질 오염물질의 측정, 특정수질유해물질 배출량조사 및 조사결과의 검증에 관한 사항을 담고 있다.

「수도법」은 수도에 관한 종합적인 계획을 수립하고 수도를 적정하고 합리적으로 설치 및 관리하여 공중위생을 향상시키고 생활환경을 개선하는 것을 목적으로 한다. 「수도법」에 따라 원수와 정수에 대한 수질감시가 이루어지는데⁷⁴⁾ 원수에 관한 사항을 중심으로 살펴보면, 제26조(수질기준)에 따라 수질관리가 필요하다고 판단되는 경우 원수 중의 미량유해물질 등 감시가 필요한 항목을 먹는물 감시항목으로 지정할 수 있다.

「먹는물관리법」의 먹는물 수질감시항목 운영 등에 관한 고시에 따른 감시항목은 부식성 지수, 마이크로시스틴, 지오스민, 2-MIB이다.⁷⁵⁾ 또한 「수도법」 제29조(수질검사와 수량분석) 및 「상수원관리규칙」 제25조(원수의 수질검사방법)에 의해 검사대상 수질항목과 검사주기가 결정되며, 원수의 종류와 측정항목에 따라 매월 혹은 분기 단위로 측정해야 한다.⁷⁶⁾

73) 국가법령정보센터, “물환경보전법”.

74) 국가법령정보센터, “수도법”.

75) 국가법령정보센터, “먹는물 수질감시항목 운영 등에 관한 고시”.

76) 국가법령정보센터, “상수원관리규칙”, “수도법”.

2) 수질감시항목의 수질기준

「물환경보전법」 제10조의2는 중권역별 물환경목표기준에 관한 사항을 담고 있다.⁷⁷⁾ 생활환경기준과 건강보호항목의 목표기준은 「환경정책기본법 시행령」 제2조(환경기준)를 따르고 있다.⁷⁸⁾ 생활환경기준의 경우 중권역별로 BOD와 T-P 항목에 대해 연간산술평균값을 기준으로 목표를 제시하고 있으며, 건강보호항목의 목표기준은 전체 중권역이 동일하다. 배출원에 대한 배출허용기준과 관련해서는 「물환경보전법」 제32조, 동 법 시행규칙 제34조에서 폐수 배출시설의 수질감시 기본항목 및 수질오염물질의 배출기준을 정하고 있다.

「수도법」에서는 상수 원수의 수질기준에 관한 사항을 담고 있다. 「상수원관리규칙」 제24조에는 원수의 수질기준에 관한 사항이 포함돼 있으며, 지하수를 제외한 하천수 및 호소수, 복류수 및 강변여과수, 해수가 원수일 경우 「물환경보전법」과 마찬가지로 「환경정책기본법 시행령」 제2조(환경기준)를 따르고 있으나, 생활환경기준에 대한 사항은 적용되지 않는 것으로 판단된다.

3) 수질감시정보 및 수질관리

「물환경보전법」에서는 공공수역의 수질관리를 위해 측정된 수질모니터링 결과를 제5조(물환경종합정보망의 구축·운영 등)에 의해 관리하고 있다. 공공수역의 수질오염관리를 위해 수질오염경보제와 수질오염방제센터를 운영하고, 수질오염방제정보시스템을 구축하여 운영하고 있다.⁷⁹⁾ 수질오염이 발생할 경우 물환경 보전조치를 권고하거나 오염된 공공수역에서의 행위제한을 권고할 수 있으며, 상수원 관리와 관련하여 상수원의 수질 보전을 위한 통행 제한과 상수원의 수질개선을 위한 특별조치에 관한 사항을 포함하고 있다. 배출원 관리에 관해서는 폐수배출시설 및 방지시설의 운영, 배출허용기준을 초과한 사업자에 대한 개선명령, 특정수질유해물질 배출량 조사 결과의 공개 등을 통하여 관리하고 있는 것으로 파악된다.

77) 국가법령정보센터, “물환경보전법”.

78) 국가법령정보센터, “환경정책기본법 시행령”.

79) 국가법령정보센터, “물환경보전법”.

「수도법」에서는 상수원의 수질관리를 위해 상수원보호구역을 지정하고 관리하고 있으며, 상수원 정보관리체계 구축 및 운영, 상수원보호구역의 관리상태평가, 상수원보호구역 외 지역의 공장설립 제한에 관한 사항을 담고 있다.

4) 상수원 수질관리 한계점

지금까지 <그림 3-11>을 기반으로 상수원 수질 감시 측면에서 분석한 내용을 재정리 및 종합해 보면, 공공수역의 수질관리체계는 「환경정책기본법」의 수질기준에 근거하면서 「물환경보전법」에 의해 수질감시항목의 지정, 수질모니터링, 수질오염사고 관리, 정보공개, 수질오염에 대한 사후조치, 배출오염원 관리를 아우르는 것으로 분석된다. 상수원의 수질관리 체계 또한 「환경정책기본법」의 수질 기준에 근거하나 사람의 건강보호 항목만을 포함하고 있고, 상수원의 관리, 상수원수의 감시 및 정보공개 등에 관한 사항은 「수도법」에 포함돼 있으나 상수원의 수질 보전과 개선을 위한 특별조치에 관한 사항은 「물환경보전법」에 포함돼 있다.



자료: 국가법령정보센터, “먹는물관리법”, “물환경보전법”, “수도법”, “환경정책기본법 시행령”을 참고하여 저자 작성

<그림 3-11> 수질 감시에 관한 현행 법령 체계

본 절에서는 수질관리를 위해 지정하는 수질오염물질과 특정수질오염물질, 수질오염경보를 위한 수질감시물질, 원수 수질관리를 위한 상수원수 검사 항목, 원수 수질의 위해성을 감시하는 먹는물수질검사물질 등에 대해 살펴보았다.

감시대상물질의 종류는 수질오염물질이 61종, 특정수질오염물질이 33종, 수질오염경보물질이 13종, 원수수질감시물질이 31종, 먹는물수질검사물질이 4종이었으며, 운영 목적에 따라 감시대상물질이 다소 상이하였다. 수질오염경보제를 위한 감시물질 중 수질오염물질과 중복되는 물질은 납, 아연, 카드뮴, 페놀, 트리클로로에틸렌, 벤젠, 사염화탄소, 디클로로메탄, 톨루엔, 자일렌으로 총 10종이었으며, 1,1,1-트리클로로에탄, 에틸벤젠, 폴리카르복실산염은 수질오염물질에 포함되지 않는 것으로 파악된다. 상수원수 수질감시 항목의 경우 26종이 수질오염물질과 중복되나, 1,1,1-트리클로로에탄, 음이온 계면활성제, 카바릴, 헥사클로로벤젠, 분원성대장균군 등 총 5종이 별도 감시물질로 포함돼 있었다. 마지막으로 먹는물 수질 기준 상수 원수의 감시물질은 수질오염물질과 중복되지 않는 것으로 파악된다.

결과적으로 상수 원수에 대한 수질관리의 경우 공공수역의 수질관리와 비교해 법령 체계, 수질감시 항목, 사고대응능력에 대한 보완이 필요할 것으로 보인다.

〈표 3-10〉 수질관리를 위한 제도별 수질측정항목

수질측정항목	수질오염물질	특정수질 오염물질	수질오염 경보제	원수수질 측정물질	먹는물 수질검사
법령	물환경보전법	물환경보전법	물환경보전법	환경정책기본법	먹는물관리법
항목 수	61	33	13	31	4
구리와 그 화합물	○	○			
납과 그 화합물	○	○	○	○	
니켈과 그 화합물	○				
총 대장균군	○			○	
망간과 그 화합물	○			○	
바륨화합물	○				
부유물질	○				
비소와 그 화합물	○	○		○	
산과 알칼리류	○				
색소	○				

〈표 3-10〉의 계속

수질측정항목	수질오염물질	특정수질 오염물질	수질오염 경보제	원수수질 측정물질	먹는물 수질검사
세제류	○				
셀레늄과 그 화합물	○	○		○	
수은과 그 화합물	○	○		○	
시안화합물	○	○		○	
아연과 그 화합물	○		○		
염소화합물	○				
유기물질	○				
유류	○				
인화합물	○				
주석과 그 화합물	○				
질소화합물	○			△	
철과 그 화합물	○			○	
카드뮴과 그 화합물	○	○	○	○	
크롬과 그 화합물	○			○	
불소화합물	○			○	
페놀류	○				
페놀	○	○	○	○	
펜타클로로페놀	○	○			
황과 그 화합물	○				
유기인 화합물	○	○		○	
6가크롬 화합물	○	○			
테트라클로로에틸렌	○	○		○	
트리클로로에틸렌	○	○	○	○	
폴리클로리네이티드바이페닐	○	○		○	
벤젠	○	○	○	○	
사염화탄소	○	○	○	○	
디클로로메탄	○	○	○	○	
1,1-디클로로에틸렌	○	○			
1,2-디클로로에탄	○	○		○	
클로로포름	○	○		○	
생태독성물질	○				
1,4-다이옥산	○	○		○	
디에틸헥실프락레이트	○	○		○	

〈표 3-10〉의 계속

수질측정항목	수질오염물질	특정수질 오염물질	수질오염 경보제	원수수질 측정물질	먹는물 수질검사
염화비닐	○	○			
아크릴로니트릴	○	○			
브로모포름	○	○			
퍼클로레이트	○				
아크릴아미드	○	○			
나프탈렌	○	○			
폼알데하이드	○	○		○	
에피클로로하이드린	○	○			
톨루엔	○		○		
자일렌	○		○		
스티렌	○	○			
비스(2-에틸헥실)아디페이트	○	○			
안티몬	○	○		○	
과불화옥탄산	○				
과불화옥탄술폰산	○				
과불화헥산술폰산	○				
1,1,1-트리클로로에탄			○	○	
음이온 계면활성제				○	
카바릴				○	
헥사클로로벤젠				○	
분원성대장균군				○	
에틸벤젠			○		
폴리카르복실산염			○		
부식성지수					○
마이크로시스틴					○
지오스민					○
2-MIB					○

자료: 국가법령정보센터, “먹는물관리법”, “물환경보전법”, “환경정책기본법”을 활용하여 저자 정리.

5. 소결 및 시사점

상수원보호구역의 지정과 관리는 상수원 수질 보전에 기여하고 나아가 생태적 가치를 보전하는 데 기여한다고 볼 수 있다. 그러나 지류를 중심으로 수질오염사고 발생 빈도가 증가하고 있는 상황에서 불특정한 수질오염사고가 발생할 경우 이를 효과적으로 감시하고 관리하는 체계는 매우 미흡한 실정이다.

앞서 살펴본 바와 같이 공공수역, 오염원 배출, 상수원에 대한 수질기준, 모니터링, 검사 및 감시체계가 여러 법령에 분산된 상황에서 공공수역과 오염원 배출관리에 비해 상수원의 수질 보전을 위한 관리체계가 상대적으로 뒤쳐져 있는 것으로 보인다. 특히 급속한 산업 발전에 따른 수질오염물질의 종류가 늘어나는 상황에서 먹는물의 중요성을 생각하면 상수원을 위한 감시대사물질과 감시주기를 시급히 개선할 필요가 있다.

그러나 하천 및 상수원별로 모든 수질오염물질을 실시간으로 감시하는 것은 현실적인 측면에서 한계가 있으므로 현행 수질측정망과 연계가 필요하며, 특히 생물반응 기반의 신뢰도와 정확도를 향상하여 생태독성 기반 상수원 수질 감시체계 수립을 모색할 필요가 있다. 이와 더불어 상수원 수질 중심의 상시 감시체계 구축을 위해 조사대상, 조사주체, 조사방법 등 일관성과 연계성을 확보할 수 있는 ‘(가칭) 상수원 수질 관리/감시 통합 지침’ 마련을 모색해야 할 것이다.

제4장

상수원 규제 합리화 시나리오와 지류 수질오염총량제 적용성

1. 상수원 규제의 현황

상수원의 수량 확보와 함께 상수원의 수질 보전을 위한 규제는 ① 상수원보호구역을 지정하여 상수원의 수질을 악화시키는 일정한 행위를 규제하는 행위규제와 ② 상수원보호구역 및 취수시설에 영향을 미치는 일정 구간의 상·하류에 공장 등 상수원 수질의 안전성에 영향을 크게 미치는 오염원 및 시설 등의 설치를 제한하는 것이다. 이를 더 상세하게 설명하면 다음과 같다.

가. 행위제한, 배출제한

상수원의 수질 보전을 위해서 「수도법」에서는 필요에 따라 일정한 지역을 “상수원보호구역”으로 지정하여 관리할 수 있으며 해당 구역 내에서 수질오염을 초래할 우려가 있는 행위를 금지하거나 제한 또는 배출을 엄격하게 관리하도록 하고 있다. 상수원보호구역은 「수도법」 제7조와 동 법 시행령 제11조, 「상수원관리규칙」 제4조에 규정되어 있으며, 「수도법」 제7조 제1항에서 “환경부장관은 상수원의 확보와 수질 보전을 위하여 필요하다고 인정되는 지역을 상수원 보호를 위한 구역으로 지정하거나 변경할 수 있다”는 상수원 보호구역 지정의 법적 근거를 제공하고 있다. 또한 「수도법」과 동 법 시행령에 상수원보호구역의 지정·관리에 관한 사항을 규정하고 있고 보호구역 세부 지정기준과 절차 등에 관하여 위임된 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항은 「상수원관리규칙」에 규정하고 있다.

상수원보호구역 내 행위 규제는 크게 ① 금지행위, ② 허가행위, ③ 신고행위로 구분하며 관련 사항은 「수도법」 및 동 법 시행령에 상세하게 규정하고 있다.

〈표 4-1〉 상수원보호구역의 행위규제 현황

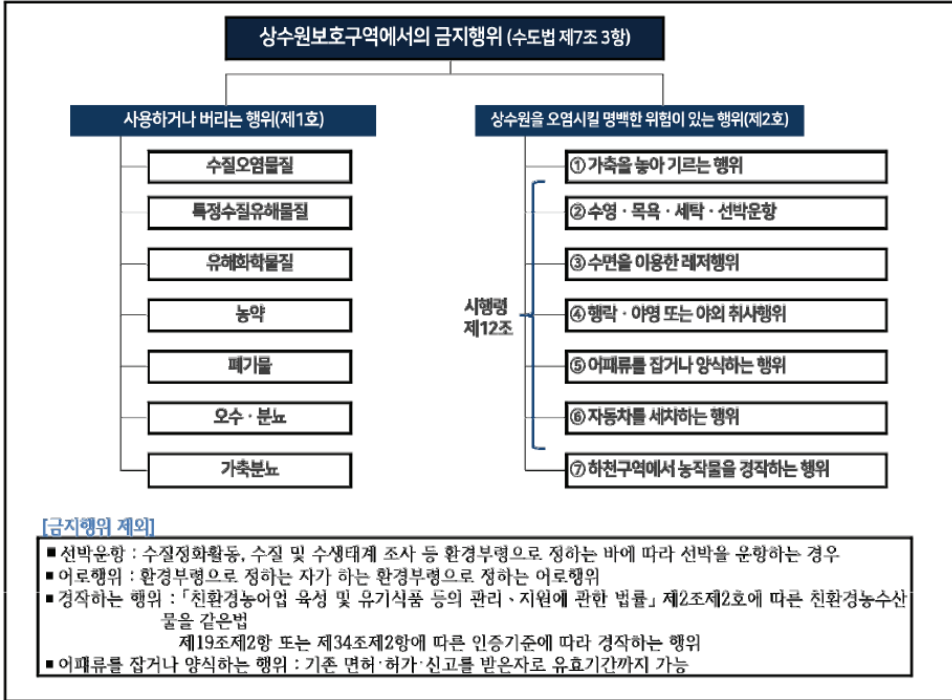
관계 법규	조항	규제내용
수도법	제7조 제3항 (금지행위)	- 수질오염물질, 특정수질오염물질, 유해화학물질, 농약, 오수 및 분뇨, 가축분뇨를 사용하거나 버리는 행위 - 그 밖에 상수원을 오염시킬 명백한 위험이 있는 행위
	제7조 제4항 (행위허가 및 신고)	- 허가를 받아야 하는 행위 · 건축물 기타 공작물의 신축, 개축, 재축, 이전·변경 또는 제거 · 임목 및 대나무의 재배 또는 벌채 · 토지의 굴착·성토 기타 토지의 형질변경 - 경미한 행위인 경우는 신고
수도법 시행령	제12조 (금지행위)	- 가축을 놓아기르는 행위 - 수영·목욕·세탁 또는 뱃놀이를 하는 행위 - 행락·야영 또는 야외 취사행위 - 어·패류를 잡거나 양식하는 행위 - 자동차를 세차하는 행위 - 농작물을 경작하는 행위
	제14조 (신고행위)	- 상하수도시설·환경오염방지시설 및 상수원보호구역 관리시설을 제외한 건축물이나 그 밖의 공작물의 제거 - 주택지에서의 나무의 재배·벌채 - 농업개량시설의 보수나 농지개량 등을 위한 복토 등 토지의 형질변경 - 수해 등 천재지변으로 손괴된 건축물과 공작물의 원상복구 - 공장·숙박시설·일반음식점의 주택·창고시설로의 용도변경

자료: 국가법령정보센터, “수도법”, “수도법 시행령”을 활용하여 저자 작성.

행위제한에서 금지행위의 경우 상수원보호구역 내 “오염물질의 사용·배출 및 오염 발생 행위”에 대한 금지, 허가행위는 “상수원보호구역의 지정목적에 지장 및 영향”을 미칠 수 있는 행위의 제한을 하고, 신고행위는 “허가행위와 비교하여 상대적으로 경미한 행위”의 제한을 의미한다.

각 행위의 내용을 구체적으로 알아보면 다음과 같다.

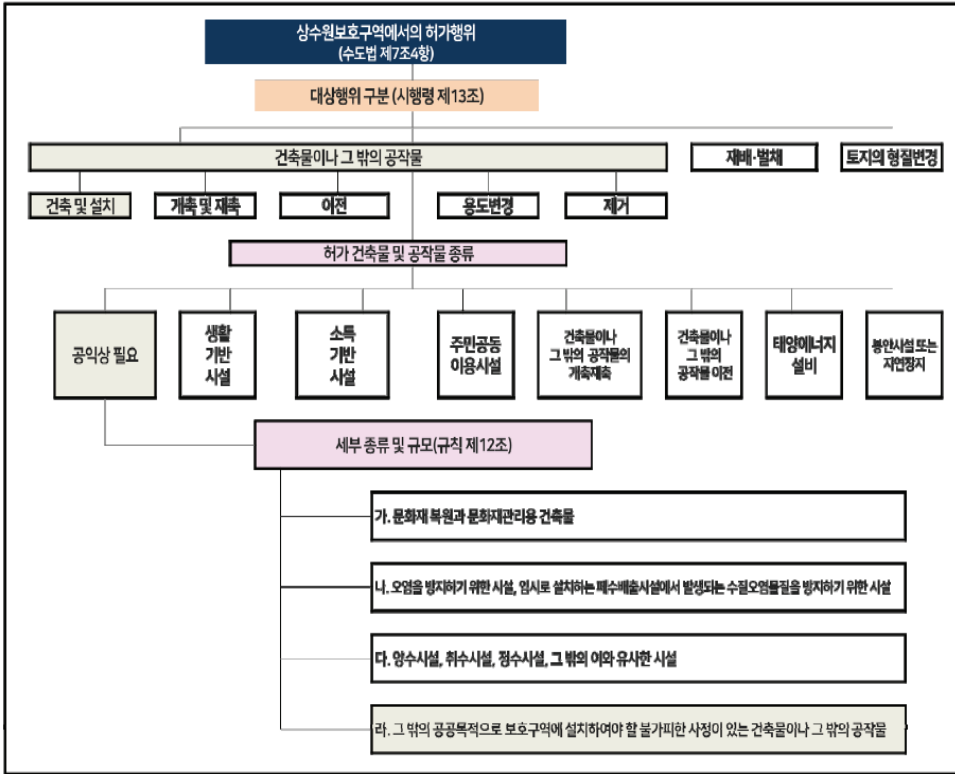
첫째, 금지행위는 「수도법」 제7조 제3항에 규정되어 있으며, 동 법 시행령 제12조에 상수원보호구역 내 금지행위의 7가지 유형과 제외되는 경우에 대해 제시하고 있다.



자료: 한대호 외(2022), p.50.

〈그림 4-1〉 상수원보호구역의 금지행위와 제외 현황

둘째, 허가행위는 「수도법」 제7조 제4항 및 동 법 시행령 제13조(상수원보호구역에서의 행위허가 기준), 「상수원관리규칙」 제12조(건축물 등의 종류 및 규모)에 구체적인 대상과 범위에 대해 자세하게 제시하고 있다. 상수원보호구역에서 허가되는 건축물의 구분은 ① 공익상 필요한 건축물이나 그 밖의 공작물, ② 생활기반시설, ③ 소득기반시설, ④ 주민 공동이용시설, ⑤ 건축물이나 그 밖의 공작물의 개축, 재축, ⑥ 건축물이나 그 밖의 공작물의 이전, ⑦ 태양에너지 설비, ⑧ 전기자동차 전기충전시설 또는 수소가스 충전시설, ⑨ 봉안시설 또는 자연장지 등으로 보다 구체적이고 상세한 사항도 함께 규정하고 있으며, 인허가시에는 해당 시설의 규모와 대상여부를 반드시 확인하고 그에 따른 조치를 이행하여야 한다.



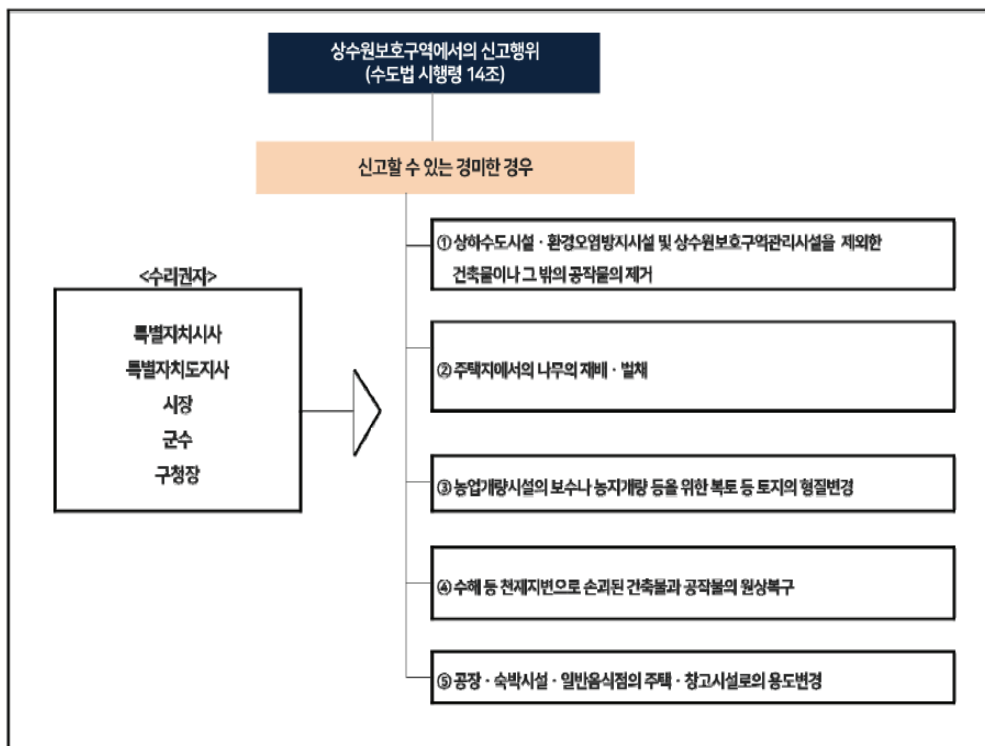
자료: 한대호 외(2022), p.51.

〈그림 4-2〉 상수원보호구역의 허가행위 대상과 범위

셋째, 허가행위와 비교하여 상대적으로 경미한 신고행위는 「수도법 시행령」 제14조에서 제시하고 있다. 신고행위에 포함되는 사항⁸⁰⁾은 ① 상하수도시설·환경오염방지시설 및 상수원 보호구역관리시설을 제외한 건축물이나 그 밖의 공작물의 제거, ② 주택지에서의 나무의 재배·벌채, ③ 농업개량시설의 보수나 농지개량 등을 위한 복토(覆土) 등 토지의 형질변경, ④ 수해 등 천재지변으로 손괴된 건축물과 공작물의 원상복구, ⑤ 공장·숙박시설·일반음식점의 주택·창고시설로의 용도변경이며 이에 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 신고할 수 있다. 허가와 신고 허용범위는 허가권자의 대상 해석과 적용에 따라 차이가

80) 국가법령정보센터, “수도법 시행령”.

발생할 수 있고 지역적 특성을 고려할 필요가 있기 때문에 인허가시 신중한 고려가 필요하다.⁸¹⁾



자료: 한대호 외(2022), p.52.

〈그림 4-3〉 상수원보호구역의 신고행위 대상과 범위

상수원보호구역의 행위제한 제도는 오염 가능성에 대한 사전예방적 적용을 통해 상수원의 확보와 수질 보전을 이행함으로써 깨끗하고 안전한 상수원 보호를 목적으로 하지만, 규제 행위의 범위와 대상이 넓고, 포괄적이며 다수의 유형이 존재하여 현장의 적용과 제외에 혼선을 유발한다는 한계점이 있다. 또한 지역과 여건, 유형에 따라 허가 및 신고 행위 승인의 적합성, 형평성, 합리성 등에 대한 불명확성이 대두되며, 행위규제의 이행과 집행에 따른 기본권, 재산권 침해 여부에 대한 갈등이 발생한다는 점에서 논란이 지속되고 있다.

81) 국가법령정보센터, “수도법 시행령”.

나. 공장설립제한 및 승인

1) 공장설립제한 지역

「수도법」에서는 상수원 보호와 보전을 위해 상수원보호구역을 지정하여 직접적인 관리를 수행하는 수단과 함께 취수원과 상수원보호구역에서 일정거리 내에 공장설립⁸²⁾을 제한하는 규정과 수질에 미치는 영향이 미미한 경우 공장설립을 승인해 주는 공장설립 승인제도를 운영하고 있다. 이는 상수원의 안정성 및 수질에 미치는 영향이 가장 큰 공장에 의해 발생할 수 있는 다양한 위해성을 예방하기 위해 마련된 것이다.

해당 사항을 자세히 살펴보면, 「수도법」 제7조의2(상수원보호구역 외의 지역에서의 공장설립의 제한)에 상수원보호구역 상류 지역이나 취수시설 상류 및 하류 일정 지역에 대해 공장입지를 제한하는 규정이 마련되어 있다.⁸³⁾

〈표 4-2〉 상수원보호구역 외 지역의 공장설립 제한 규정

-
- 제7조의2 ① 상수원보호구역의 상류지역이나 취수시설(광역상수도 및 지방상수도의 취수시설만을 말한다)의 상류·하류 일정지역으로서 대통령령으로 정하는 지역에서는 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 공장을 설립할 수 없다.
- ② 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장은 관할구역에서 제1항의 취수시설이 설치되거나 변경되는 경우에는 환경부령으로 정하는 바에 따라 지체 없이 공고하여야 한다.
-

자료: 국가법령정보센터, “수도법”을 활용하여 저자 작성.

공장입지가 제한되는 지역의 범위는 첫째, 상수원보호구역이 지정·공고된 경우는 ① 취수시설의 용량이 1일 20만 m³ 미만인 경우에는 상수원보호구역의 경계구역으로부터 상류로 유하거리 10km 이내인 지역에 해당하며 ② 취수시설의 용량이 1일 20만 m³ 이상인 경우에는 상수원보호구역의 경계구역으로부터 상류로 유하거리 20km 이내인 지역에 해당한다. 다만, 수원을 취수하여 광역상수원으로 공급하는 경우에는 10km 이내 지역으로 한다.

82) “공장의 설립”이라 함은 공장을 신설 또는 증설하는 것을 말하며 “신설”은 건축물(공작물 축조 포함)을 신축하거나 기존 건축물의 용도를 공장용도로 변경하여 제조시설 등을 설치하는 것이고, “증설”은 등록된 공장의 공장건축면적 또는 공장부지면적을 넓히는 것을 말함.

83) 국가법령정보센터, “수도법”.

둘째, 상수원보호구역이 지정·공고되지 않은 경우는 취수시설(환경부령으로 정하는 수원을 취수하여 광역상수원으로 공급하는 경우로서 환경부장관이 고시로 정하는 취수시설은 제외한다)로부터 상류로 유하거리 15km 이내인 지역 및 하류로 유하거리 1km 이내인 지역으로 한다.

셋째, 「지하수법」 제2조제1호에 따른 지하수를 원수로 취수(取水)하는 경우에는 취수 시설로부터 1km 이내인 지역이다.

2) 공장설립승인 지역

「수도법」 제7조의2제3항에 따라 시장·군수·구청장은 공장설립이 제한되는 지역 중 상수원에 미치는 영향 등을 고려하여 일정한 지역에는 공장의 설립을 승인하여 제한된 공장이 입지할 수 있도록 하고 있다. 승인지역은 2개의 지역으로 구분하고 있다. 첫째, 취수시설로부터 7km 초과 지역인 제1호 승인지역과 둘째, 취수시설로부터 4km 초과 7km 이내 지역으로 하천·호소 경계 500m 이내는 제외한 제2호 승인지역이다. 이들 공장설립승인 지역에 설립하는 공장의 승인요건은 「수도법 시행규칙」 제2조의3에 규정하고 있다.

〈표 4-3〉 공장설립승인 지역에 설립하는 공장의 승인요건

구분	제1호 승인지역	제2호 승인지역
		폐수배출시설(폐수전량 위탁, 폐수무방류배출시설 제외)을 설치한 사업장 및 유해화학물질 영업허가를 받아야 하는 사업장은 제외
요건	<p>가. 「하수도법」의 하수처리구역에 설립되는 공장으로서 발생하는 오수를 전량 공공하수처리 시설로 유입·처리하는 공장</p> <p>나. 「4대강 수계법」에 따라 오염총량관리시행 계획 또는 수질개선사업계획을 수립·시행하는 지역에서 설립되는 공장으로서 개인하수처리 시설의 방류수수질기준 중 1일 처리용량이 50m³ 이상인 오수처리시설의 방류수수질기준이 계속하여 유지될 수 있다고 인정하는 공장</p> <p>다. 취수시설의 취수방법이 강변여과수인 지역에 설립되는 공장</p> <p>라. 1일 오수 발생량이 10m³ 미만인 공장</p>	<p>가. 「화학물질관리법」 제2조 2호, 4호, 5호의 유독물질, 제한물질 또는 금지물질을 사용 및 발생시키지 아니하는 공장</p> <p>나. 「물환경보전법」 또는 「대기환경보전법」에 따른 배출시설의 설치허가 또는 설치신고 대상이 아닌 공장</p> <p>다. 광유류(석유 등 광물성원료로부터 얻어진 기름)가 포함되지 아니한 폐수를 공공하수처리 시설 또는 개인하수처리시설로 유입하여 처리하는 공장</p> <p>라. 공장에서 사용하는 연료가 전기 또는 가스인 공장</p> <p>마. 공장으로 사용하는 건축물의 바닥면적 합계가 500m² 미만인 공장</p> <p>바. 공장 설립지역에 6개월 이상 실제 거주한 주민이 설립하여 운영하는 공장</p>

자료: 국가법령정보센터, “수도법 시행규칙”을 활용하여 저자 작성.

승인지역의 경우는 공장의 설립의 제한이 일부 완화되어 자칫 상수원의 확보와 수질보전에 부정적인 영향을 미칠 수가 있기 때문에 이를 고려하여 해당 지역내 승인 공장에서 준수사항을 지키도록 시행규칙으로 부여하고 있다.

〈표 4-4〉 공장설립승인 지역에 설립하는 공장의 준수사항

-
1. 승인1지역(영 제14조의3제1호의 지역)
 - 가. 폐수배출시설에서 배출되는 오수·폐수 등을 2일 이상 담아둘 수 있는 완충저류시설을 설치할 것
 - 나. 오염사고에 대비하여 오수 및 폐수의 외부 유출을 차단하는 시설 및 집수시설을 설치할 것
 - 다. 그 밖에 오염사고에 대비한 우회 배수로의 설치, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제2조제13호의 비점오염저감시설의 설치 등 공장의 규모, 오수·폐수의 발생량 또는 설립하는 지역의 주변여건을 고려하여 환경부장관이 필요하다고 인정하여 고시하는 사항을 지킬 것

 2. 승인2지역(영 제14조의3제2호의 지역)
 - 가. 원료, 부원료 및 첨가물이 보관·이송과정에서 공장외부로 유출되지 아니하도록 할 것
 - 나. 오염사고에 대비하여 오수 및 폐수의 외부유출을 차단하는 시설 및 집수시설을 설치할 것
 - 다. 별표 1에 따른 제조업 외의 업종을 영위하지 아니할 것
-

자료: 국가법령정보센터, “수도법 시행규칙”을 활용하여 저자 작성.

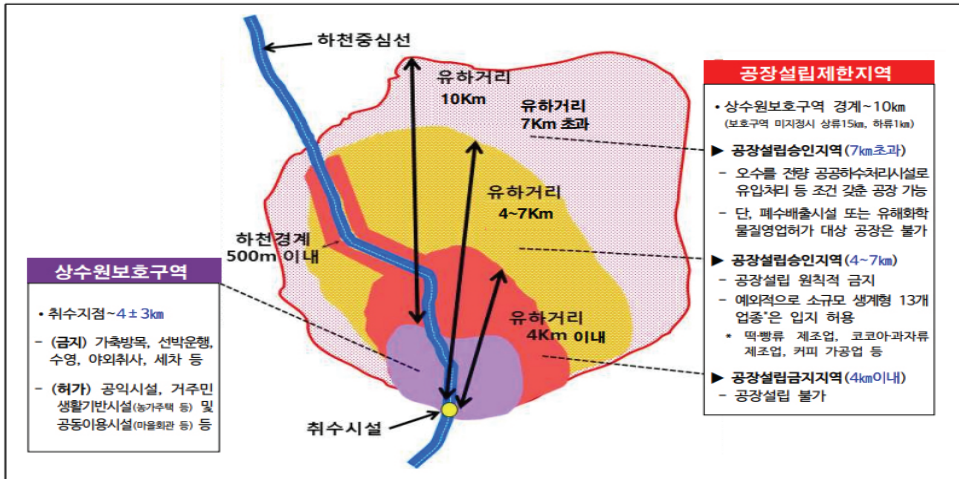
특히, 공장설립 승인 2호 지역(4~7km)은 상수원과 더 인접하여 영향이 더 크기 때문에 이를 예방 및 차단하기 위해서 ① 유독물질, 제한물질 또는 금지물질을 사용 및 발생시키지 아니하는 공장, ② 배출시설의 설치허가 또는 설치신고 대상이 아닌 공장(대기배출시설 포함), ③ 광유류(석유 등 광물성원료로부터 얻은 기름)가 포함되지 아니한 폐수를 공공하수처리시설 또는 개인하수처리시설로 유입하여 처리하는 공장, ④ 공장에서 사용하는 연료가 전기 또는 가스인 공장, ⑤ 공장으로 사용하는 건축물의 바닥면적 합계가 500m² 미만인 공장, ⑥ 공장설립지역에 6개월 이상 실제 거주한 주민이 설립하여 운영하는 공장폐수가 발생할 가능성이 낮은 업종에 대해서만 입지 할 수 있도록 하고 있으면 현재 13개 업종이 이에 해당한다.

〈표 4-5〉 공장설립승인 지역에서 영위할 수 있는 제조업의 범위

제조업	한국표준산업분류	비고
곡물 도정업	10611	도정시설의 동력이 52.5kW 미만인 경우
곡물 제분업	10612	제분과정에서 물을 사용하지 않고, 제분시설의 용적이 3m ³ 미만이며, 동력이 7.5kW 미만이고, 처리능력이 시간당 100kg 미만인 경우
기타 곡물 가공품 제조업	10619	제조과정에서 물과 액상첨가물을 사용하지 않는 빵튀기를 제조하는 경우
떡류 제조업	10711	폐식용유를 유출하지 않고 전량 재활용하는 경우
빵류 제조업	10712	폐식용유를 유출하지 않고 전량 재활용하는 경우
과자류, 코코아 제품 제조업	10713	폐식용유를 유출하지 않고 전량 재활용하는 경우
면류, 마카로니, 유사식품 제조업	10730	수프 등 첨가물을 제조하지 않고, 면류(라면은 제외한다)를 제조하는 경우
장류 제조업	10743	산분해 제조공정은 제외
커피 가공업	10791	제조과정에서 물을 사용하지 않는 볶은 커피, 분쇄 커피 제조공장만 해당
차류 가공업	10792	건조된 상태의 차류를 생산하거나 단순 소분 또는 포장하는 경우만 해당
인삼식품 제조업	10795	1차 가공된 홍삼을 이용하여 농축 또는 추출 등 2차 가공하는 경우 또는 농축된 인삼액을 단순 희석하여 포장하는 경우
그 외 기타 전자 부품 제조업	26299	물리적·화학적 처리공정이 없는 단순 조립인 경우만 해당
간판, 광고물 제조업	33910	세척 및 도장 작업이 없는 간판을 제조하는 경우만 해당

자료: 국가법령정보센터, “수도법 시행규칙”, [별표 2]를 활용하여 저자 작성.

취수시설 및 상수원보호구역을 기준으로 공장설립제한 및 승인지역(1지역과 2지역)에 대한 거리 제한을 구분하면 다음과 같다.



자료: 환경부(2022.6).

〈그림 4-4〉 공장설립 제한 및 승인 지역에 따른 규제 영향 범위

2. 상수원 규제의 합리화 시나리오 구성

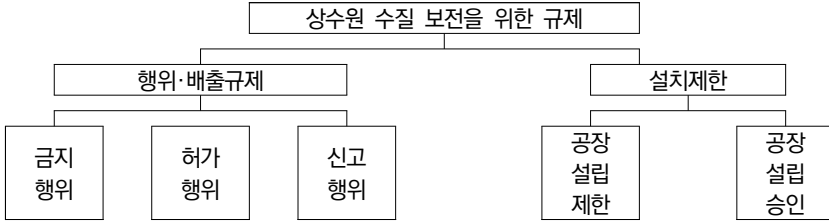
본 절에서는 상수원 수질 보전을 위한 규제의 합리화 시나리오를 검토한 후, 현재 활용하고 있는 유하거리 지정 방식에 근거해 실측자료를 기반으로 유하거리 지정의 적정성 여부를 검토하였다. 이후 앞에서 검토한 규제합리화 시나리오로서 상수원 수질 보전을 위한 규제의 대안으로 지류 수질오염총량제의 적용성을 검토하였다.

앞에서 살펴본 바와 같이 상수원 수질 보전을 위한 규제는 〈그림 4-5〉에서 보듯 행위·배출제한 규제와 설치제한 규제로 구분할 수 있다. 행위·배출제한 규제는 금지, 허가, 신고행위로 구분되며, 설치제한의 경우 상수원보호구역 내 취수원으로부터 일정거리 내에 특정 시설의 입지를 제한 또는 승인하는 방식으로 구분할 수 있다.

가. 상수원 수질 보전을 위한 규제 합리화 시나리오

앞서 살펴본 바와 같이 상수원 수질 보전을 위한 규제는 〈그림 4-5〉와 같이 행위·배출제한 규제와 설치제한 규제로 구분할 수 있다. 행위·배출제한 규제는 금지, 허가, 신고행위로

구분되며, 설치제한의 경우 상수원보호구역 내 취수원으로부터 일정거리 내에 특정시설의 입지를 제한 또는 승인하는 방식으로 구분할 수 있다.



자료: 저자 작성.

〈그림 4-5〉 상수원 수질 보전을 위한 규제의 분류

상수원 수질 보전을 위한 규제 합리화 시나리오를 생성하기 이전에 현행 상수원 수질 보전을 위한 규제의 목적성을 살펴볼 필요가 있다. 현행 상수원 수질 보전을 위한 규제는 상수원보호구역 내로 유입될 가능성이 있는 오염물질을 원천적으로 차단하기 위해 오염물질의 직접적인 배출이나 오염물질의 발생이 가능한 행위를 금지, 허가, 신고하도록 하거나 오염물질을 배출하는 공장 또는 업종의 설립을 제한·승인토록 하고 있다.

즉, 현행 규제는 상수원보호구역으로 유입되는 오염물질을 차단함으로써 원수의 수질을 유지하도록 하는 데 그 목적이 있다고 할 수 있으며, 이는 오염물질이 적게 유입될수록 상수원의 수질이 유지 또는 개선될 수 있다는 가정을 기반으로 하고 있다고 볼 수 있다.

따라서 가장 기본적으로 현행 규제의 유지 또는 보다 강력한 규제를 통해 상수원의 수질을 보전하는 시나리오를 고려해 볼 수 있다. 그러나 현행 규제보다 강력한 규제를 시행하는 것은 비록 현재보다 상수원의 수질을 개선할 수 있다고 할지라도 이미 상수원 수질 보전을 위한 규제가 과도하다는 주장이 다수 있는 상태에서 현실성이 다소 떨어지는 것으로 판단된다. 반대로 현행 상수원 수질 보전 규제의 목적성이 오염물질 유입 차단이라는 측면에서 단순히 현행 규제보다 느슨한 행위·배출 규제 또는 설치제한 규제를 고려하는 것 역시 타당하지 못하다.

그러나 적정수준의 원수 수질 확보를 규제의 목적으로 하는 시나리오는 고려해 볼 수 있다. 현행 「상수원관리규칙」 제24조에서는 상수원의 형태(하천수 및 호소수, 복류수 및

강변여과수, 해수, 지하수)에 따라 「환경정책기본법 시행령」 [별표 1]의 환경기준과 「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」 [별표 1]의 먹는물의 수질기준을 따르도록 하고 있다. 따라서 현행 상수원 수질 보전을 위한 규제로 인해 기본권, 재산권 침해 여부에 대한 갈등이 빈번하게 발생하고 있는 상황에서 현행 규제 대신 개별 상수원별 또는 유역단위 상수원별 원수의 목표 수질 확보를 목적으로 한 시나리오를 생각해 볼 수 있다.

상수원 수질 보전을 위한 규제의 목적성을 ‘상수원 원수의 목표수질 달성을 통한 상수원 수질 보전 및 개선’으로 상정한다면 이를 달성할 수 있는 수단으로 지류 수질오염총량제의 적용성을 검토해 볼 수 있을 것이다. 앞에서 언급한 상수원 수질 보전을 위한 규제 합리화 시나리오 구성을 정리하면 <표 4-6>과 같다.

다음 절에서는 현행 상수원 수질 보전을 위한 규제의 합리성을 검토한 후, 본 절에서 상수원 수질 보전을 위한 규제 합리화 시나리오의 적용 수단으로 도출한 지류 수질오염총량제의 적용성을 검토하고자 한다.

<표 4-6> 상수원 수질 보전을 위한 규제 합리화 시나리오 구성

합리화 시나리오	목적성	장점	단점
현행 규제 완화	오염물질 유입 차단을 통한 상수원 수질 보전, 개선	과도한 기본권, 재산권 침해 논란 방지	상수원 수질 악화 가능성 상승
현행 규제 강화		상수원 수질개선 효과 기대	과도한 기본권, 재산권 침해 논란 증가
신규 대안 (지류 수질 오염총량제)	상수원 수질보전 및 목표수질 달성을 위한 오염총량 기반 제도 적용	기본권, 재산권 침해 논란 감소	시행에 앞서 세밀한 적용 가능성 검토 필요 및 지역 주민의 적극적인 협조 필수
규제 합리화 시나리오의 검토 주제와 본 연구의 검토			
· 상수원보호구역 표준/유하거리 지정의 합리성 근거 검토		본 연구에서 기초 분석 실시	
· 상수원보호구역 표준/유하거리 증가(규제 강화) 또는 감소(규제 완화)가 상수원 수량 및 수질에 미치는 영향		모델링 등 중장기 연구로 수행 필요	
· 공장입지 설립 승인의 합리화 선행 요건		본 연구에서 향후 검토 사항 제시	
· 신규 대안(지류 수질오염총량제) 적용성 검토		본 연구에서 기초 분석 제안	
· 상수원 규제(강화/완화) 설정의 기본원칙		본 연구에서 기본방향 제안	

자료: 저자 작성.

나. 유하거리 지정의 합리화(유하거리 감소 또는 실측 유량 기반으로 산정)

1) 상수원보호구역 거리 지정 방식과 근거

「상수원관리규칙」(환경부령 제994호, 시행 2022.7.12) 제4조(보호구역의 지정기준) 제2항에서는 상수원보호구역의 취수원별(하천수와 복류수, 호소수, 지하수와 강변여과수)로 보호구역을 구분하여 유하거리를 제시하고 있다.

하천수와 복류수의 경우 취수지점을 기점으로 유하거리 4km를 표준으로 하되, 수질오염 상태, 취수량, 취수비율, 주변 지역의 개발잠재력 등을 고려하여 표준거리가감기준 평정표(「상수원관리규칙」 별표 1)에 따라 표준거리를 가감할 수 있도록 한다. 호소수의 경우 하천수나 복류수의 경우와 동일한 기준으로 따라 지정하되, 상수원전용댐과 취수량, 지역의 특성상 필요한 경우 거리를 가감할 수 있도록 한다. 지하수와 강변여과수의 경우에는 취수지점을 기점으로 지하수는 반경 200m, 강변여과수는 유하거리 2km를 표준거리로 하되, 취수지점의 지하 깊이, 수질, 취수량 인접 지역의 토지이용상태, 토양의 투수계수, 지층의 구조, 지하수맥 등을 고려하여 지정하도록 하고 있다.

〈표 4-7〉 상수원보호구역의 취수원별 지정기준

구분	표준거리	고려항목	기점 및 가감거리
하천수 복류수	4km	수질오염상태, 취수량, 취수비율, 주변지역 개발잠재력	취수지점(±3km)
호소수	4km	상수원전용댐 유무, 1일 취수량 10만 톤 이상, 그 밖의 특역의 특성상 인정되는 경우	호수 만수위선(±3km) ⁸⁴⁾
지하수	반경 200m	지하깊이, 수질, 취수량, 인접지역 토지이용상태, 토양 투수계수, 지층 구조, 지하수맥 등	취수지점
강변여과수	유하거리 4km		

자료: 국가법령정보센터, “상수원관리규칙”, 제4조 제2항을 이용해 저자 작성.

상수원보호구역의 취수원별 지정기준 가감거리는 해당 지역의 수질등급, 취수량, 취수비율, 개발잠재력을 기준으로 계산하며 그 기준은 〈표 4-8〉과 같다.

84) 만수구역에서 유하거리가 10km를 초과하고 집수구역의 면적이 150km² 초과 시 취수지점에서 유하거리 10km를 초과하는 지역에 대해서는 지역특성을 고려해 폭을 따로 정할 수 있음(「상수원관리규칙」, 제4조 제2항 제2호).

〈표 4-8〉 표준거리 가감기준 평정표

평가항목	평점		
	-3	0	3
1. 수질등급	상수원수 I 등급	상수원수 II 등급	상수원수 III 등급
2. 취수량	1일 3천 톤 미만	1일 3천 톤 이상 1만 톤 미만	1일 1만 톤 미만
3. 취수비율 (호소수의 경우)	0.1 미만 (0.01 미만)	0.1 이상 0.5 미만 (0.01 이상 0.02 미만)	0.5이상 (0.02 이상)
4. 개발잠재력	없음	보통	있음

자료: 국가법령정보센터, “상수원관리규칙”, [별표 1].

즉, 상수원보호구역의 거리지정은 취수원의 특성과 수질현황, 지역적 환경을 고려해 결정 되는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 상수원보호구역 표준거리인 유하거리 4km의 결정 근거를 알아보기 위해 선행 문헌조사를 수행하였으며, 이상훈 외(1989)에서는 유기물질과 대장균이 일반하천으로 유입된 후 약 12시간 후 전체의 50%가 감소된다는 조건과 국내 주요 하천의 갈수기 평균 유속을 조사한 결과, 0.1m/s로 파악되어 취수원 상류 4km를 상수원보호구역의 표준 거리로 제시하였다. 다만, 우리나라 하천의 갈수기 평균 유속이 지역 별로 다소 상이할 수 있으며 갈수위 원수수질, 취수량, 상류의 개발잠재력, 취수비율이 각기 다를 수 있으므로 보호구역을 설정하고자 하는 지역의 개별적 특성을 고려하여 평점을 산정 하여 ±3km에 대한 거리를 조정할 수 있도록 하였다.

〈표 4-9〉 하천에서의 상수원보호구역 거리조정

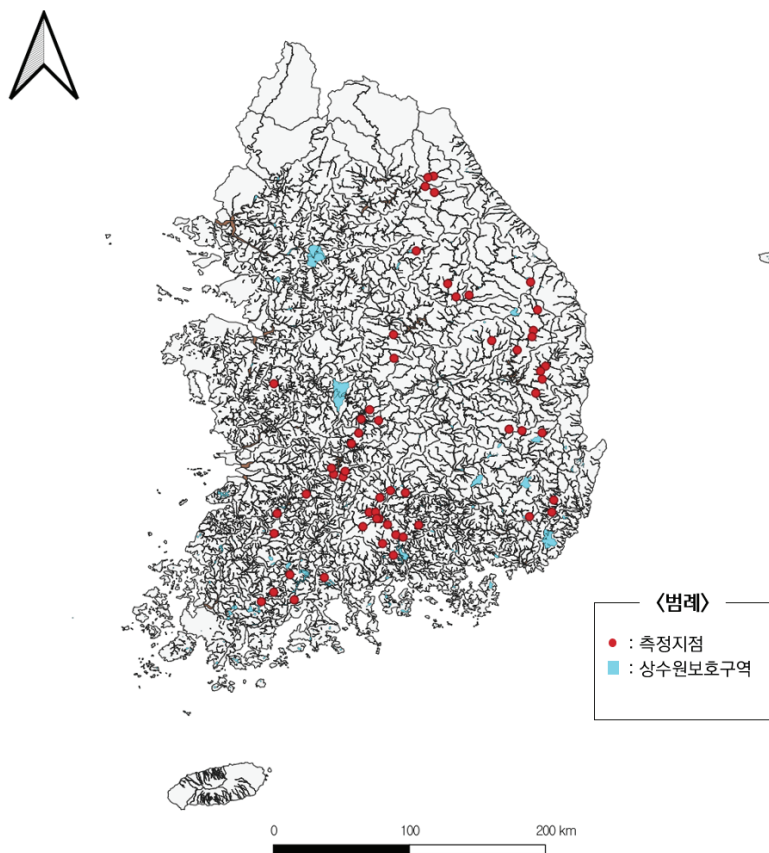
검토항목	평점		
	-3	0	3
상수의 원수수질	1등급	2등급	3등급
취수량(천 톤/일)	3 이하	3 ~ 10	10 이상
상류의 개발잠재력	없다	거의 없다	있다
취수비율(취수량/갈수량)	0.10 이하	0.1~0.5	0.5 이상

자료: 이상훈 외(1989), p.191.

본 연구에서는 당시 지정기준으로 제시한 갈수기 평균 유속 0.1m/s의 적정성을 검토하기 위해 댐 상류 유량실측 자료를 기반으로 갈수기 평균 유속을 검토하고자 한다.

가) 실측기반 갈수기 유속 산정

원수의 수질에 가장 큰 영향을 미치는 인자로 유량을 선택하고, 하천의 유량이 가장 감소하는 갈수기를 기준으로 하여 하천의 유기물질과 대장균의 반감기를 적용해 산출한 상수원 보호구역의 유하거리 4km는 매우 적정한 것으로 판단된다.



자료: K-water 물수요공급분석부(2020)를 활용하여 저자 작성.

〈그림 4-6〉 댐 상류 유량측정 지점과 상수원보호구역

다만, 유하거리 산정 시 하천의 갈수기 평균 유속 산정을 위한 수문조사 자료가 최근에 비해 다소 열악했던 것을 감안할 때 갈수기 평균 유속에 대한 검토는 필요한 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 한국수문조사연보(2022)의 수위-유량 관계 곡선식을 이용해 수문 조사를 시행 중인 전국 모든 지점에 대한 갈수기 유속을 산정하려고 했으나 한국수문조사연보(2022)에는 측정지점의 갈수위에 해당하는 하천의 단면적 자료가 존재하지 않아 유속을 계산하는 것이 불가능하였다. 이에 댐 상류지역에서 유량측정을 수행하고 있는 K-water의 유량 측정 야장자료를 이용해 우리나라 댐 상류 58개 지점의 수위-유량-단면적 자료를 이용해 갈수기 평균 유속을 산정하고자 하였다. 다만, K-water에서 2020년 측정된 자료 역시 정확하게 갈수위에 해당하는 수위-유량-단면적 자료가 존재하지 않아 관측된 자료 중 최저 수위를 갈수위로 가정해 자료를 산정하였으며 그 결과는 <표 4-10>과 같다.

<표 4-10> 댐 상류 지점별 갈수기 유속 산정(K-water 측정지점)

번호	관측소명	수심(m)	평균 유속(m/s)
1	태백시(무사교)	0.26	0.03
2	영월군(삼옥교)	1.24	0.16
3	영월군(판운교)	0.31	0.19
4	영월군(북쌍리)	1.36	0.06
5	충주시(팔봉교)	0.74	0.09
6	횡성군(포동2교)	0.24	0.13
7	인제군(어두원교)	0.81	0.034407
8	인제군(월학리)	0.46	0.2
9	인제군(원대교)	1.11	0.11
10	인제군(사구미교)	0.4	0.18
11	태백시(루사교)	0.47	0.09
12	봉화군(현동교)	0.6	0.02
13	봉화군(임기리)	0.47	0.15
14	봉화군(양삼교)	0.25	0.21
15	영양군(양평교)	0.19	0.11
16	영양군(임천교)	0.61	0.01
17	영양군(홍구교)	0.43	0.1
18	청송군(덕천교)	0.59	0.04
19	영주시(이산교)	0.37	0.11
20	군위군(동곡교)	0.11	0.04
21	포항시(논골교)	0.25	0
22	영천시(굽이교)	0.39	0.01
23	거창군(의동교)	0.68	0.08

〈표 4-10〉의 계속

번호	관측소명	수심(m)	평균 유속(m/s)
24	거창군(거열교)	0.56	0.08
25	거창군(지산교)	0.68	0.08
26	함양군(금천리)	0.48	0.04
27	함양군(용평리)	0.66	0.05
28	함양군(대응교)	0.6	0.16
29	함양군(의탄리)	0.72	0.11
30	함양군(화촌리)	0.93	0.02
31	산청군(경호교)	1.25	0.07
32	산청군(수산교)	0.81	0.11
33	합천군(소오리)	1.24	0
34	산청군(하정리)	0.4	0.28
35	산청군(원리교)	0.94	0.03
36	산청군(창촌리)	2.92	0.01
37	하동군(대곡리)	1.14	0.02
38	양산시(대리)	0.08	0.28
39	울산시(왕방교)	0.16	0.05
40	울산시(반구교)	1.03	0.04
41	장수군(연화교)	0.41	0.13
42	진안군(송대교)	0.19	0.08
43	진안군(성산리)	0.23	0.17
44	진안군(석정교)	0.24	0.05
45	금산군(적벽교)	0.48	0.45
46	영동군(호탄리)	0.41	0.22
47	영동군(울리)	0.43	0.18
48	옥천군(이원대교)	0.33	0.39
49	옥천군(산계리)	0.4	0.15
50	공주시(평소리)	0.6	0.02
51	임실군(호암교)	0.47	0.04
52	순창군(운암교)	0.65	0.01
53	보성군(가장교)	0.59	0.01
54	화순군(용리교)	0.37	0.1
55	순천시(송전교)	0.44	0.11
56	담양군(장천교)	0.34	0.09
57	화순군(세청교)	0.39	0.01
58	장흥군(동산교)	0.39	0.02
평균 유속	-	-	0.10
표준편차	-	-	0.092
최소유속	-	-	0.0
최대유속	-	-	0.45

자료: K-water 물수요공급분석부(2020)를 활용하여 저자 작성.

58개 지점을 대상으로 갈수기 평균 유속을 산정한 결과 평균 유속은 0.10m/s, 최대 유속은 0.45m/s, 최소 유속은 0.0m/s, 표준편차는 약 0.092m/s로 산정되었다. 따라서 상수원보호구역 산정 시 오염물질의 반감기 12시간에 해당하는 거리 산정시 평균 유속을 0.1m/s로 적용한 것은, 본 분석에 활용된 자료의 범위 내에서는, 타당한 것으로 판단된다. 그러나 표준편차가 0.092로 넓게 분포하여 경우에 따라서는 상수원보호구역이 더 증가하거나 줄어드는 지역도 상당수 존재할 것으로 판단되므로, 향후 하천 및 호소의 유황별 유속 현황에 대한 추가 데이터 수집과 분석이 반드시 필요할 것으로 사료된다.

다. 공장입지 설립 승인의 합리화

상수원의 수질과 안전성을 보장하기 위해서는 1차적으로 이를 유발하는 물질이 유입되지 않는 것이 가장 안전한 방법이며, 이를 위해서 해당 유해물질을 배출하는 시설의 입지를 차단하거나 해당 시설이 설치되지 않도록 시설설립을 제한하는 방법이 가장 효과적이다.

이를 반영하여 현행 「수도법」에서는 상수원보호구역 및 취수시설을 중심으로 상류지역의 공장설립을 제한하고 있으며 일부 폐수 및 유해화학물질을 배출하지 않는 시설로 여러 가지 안전 요건을 만족시키는 경우에는 승인지역 내에 공장 등을 설치할 수 있도록 하고 있다.

이런 효과적인 제도에도 불구하고 공장입지 제한이 유하거리를 기반으로 한 배수구역을 기준으로 적용되다 보니 그 규제 면적이 크고, 그로 인해 지역 내 개발이 제한되는 문제로 인해 지역적 갈등으로 확대되는 경우가 다수이다. 특히, 취수한 원수를 사용하는 지역과 원수를 사용하지 않고 규제만 받는 지역이 서로 다른 지자체로 구분되는 경우에는 이에 대한 합리적 해결방안을 끊임없이 요구하고 있다.

이 문제를 해결하기 위해서는 우선 현행 입지된 시설에 대한 정확한 현황 파악이 필요하다. 실제 「수도법」의 규정에 따라 관리가 적절하게 시행되는지 또는 규제에 맞게 운영되고 있는지에 대한 정확한 판단이 필요하다. 「수도법」에서 규제하고 있는 공장의 경우는 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률(이하, 산업집적법)」에 따라 설립 및 관리가 되다 보니, 폐수를 배출하는 시설을 관리하는 환경 관련 법령과 그 대상과 수단에 차이가 발생하기 때문에 실질적으로 완벽한 관리가 미흡할 수밖에 없다. 특히, 500m² 크기 미만의 제조업소

(제2종 근린생활시설) 중 일부가 폐수를 배출하며 운영하는 경우가 다수가 있어, 이를 효과적으로 관리하기 위한 방법과 폐수를 배출하지 않도록 되어 있는 공장이 실제로 폐수를 배출하지 않는지에 대한 현황 파악과 관리수단이 미비한 점 등 공장과 폐수배출시설의 관리범위에 대한 개선도 함께 필요하다.

공장규제와 관련해 가장 큰 이슈 중에 하나는 처리기술 및 관리수단 발전 등으로 효과적으로 처리하여 배출하는 경우에는 이를 수용해야 하는 것이 아니라는 문제를 제기하는 경우이다. 현행 승인지역 조건에서도 하수처리구역 등을 통해 하수를 적정하게 처리하면 승인지역으로 허가가 되는 것처럼 폐수배출시설의 경우에도 산업단지 등의 처리구역내로 입지시키고 공공폐수처리장을 통해 효과적으로 처리하여 유해성이 없는 수준까지 낮추거나 방류되는 처리수를 관로를 통해 하류로 또는 다른 수계로 변경하여 처리하고 완충저류지 설치, 비상차단 시설, TMS 등 감시시설을 설치하는 경우에는 이를 허용해주거나 규제 거리를 조정해 달라는 요구들이 지속되고 있다. 따라서, 이런 요구사항을 고려해서 현행 승인제도의 개선이 가능한지를 결정 또는 판단하기 위해 고려 및 검토되어야 할 사항은 <표 4-11>과 같다.

<표 4-11> 공장입지 설립 승인의 합리화 선행 요건: 세부 검토 사항

-
1. 공장(폐수배출, 화학물질 누출사고 등)에 대한 관리가 실제 가능한가? 관리주체의 일원화가 가능한가?
 2. 허가 및 신고 제도를 통해 영향을 미칠 수 있는 공장을 완전하게 규제할 수 있는가?
 3. 공장에서 배출되는 물질에 대한 과학적이고 정확한 파악과 보고가 가능한가?
 4. 공장에서 실제 배출되는 물질을 적정하게 기술적으로 처리 가능한가?
 5. 집적화(계획관리, 산업단지 조성)를 통해 적정관리 및 처리가 가능한가? 집적화 시 발생하는 폐수를 상수원 수질 악화는 효과적이고 충분하게 방지할 수 있는가?
 6. 처리된 폐수를 관로이동 또는 수계변경으로 처리하면 영향을 줄일 수 있는가?
 7. 비정상시 이를 효과적으로 대비할 수 있는 방법이 있는가?
 8. 현행 상수원보호구역 기본 거리(4km)가 상류지역의 오염을 효과적으로 제어 가능한가?
 9. 상수원 상류지역 규제를 완화하는 것이 상수원의 보호와 보전에 긍정적인 효과를 가져올 수 있는가?
 10. 상수원 수질 악화 및 정수 불가능 사태 발생 시 누구에게 책임이 있는가?
 11. 공장입지 합리화에 소요되는 각종 비용은 누가 부담할 것인가?
 12. 공장입지 합리화로 인한 갈등을 예방하고, 사회적 수용성을 촉진하여 분쟁을 조정할 수 있는 법적 기반 현황 및 사회적 인식은 성숙되어 있는가?
-

자료: 저자 작성.

지금까지 「수도법」 및 관련 규제를 기준으로 현재 여건을 평가하였다면 합리적인 개선 여부를 결정하기 위해서는 실질적인 현장의 여건 분석과 그에 따른 영향을 평가하는 노력이 필요한 것으로 판단이 된다. 따라서 합리적인 공장승인제도 개선을 위해 필요한 다양한 시나리오 작성 및 관련 연구, 제도, 대책을 살펴봄으로써 타당성을 검토할 필요가 있다.

3. 상수원 규제 합리화 측면의 지류 수질오염총량제의 적용성 검토

가. 지류 수질오염총량제의 개념과 장단점

1) 수질오염총량제의 개념과 한계점

과거 우리나라는 점오염원을 중심으로 농도규제를 시행했다. 점오염원 중심의 농도규제는 지역별 기준농도만을 제시하므로 기준설정이 용이하고 순간의 채수에 의한 농도검사만 수행하므로 제도 운영 및 단속이 용이하고 관리비용이 저렴하다는 장점을 가진다. 그러나 농도규제는 오염물질의 전체량 관리가 불가능해 규제의 효과가 미흡하고 배출량에 관계없이 농도만을 규제하므로 소규모 사업장에는 불리한 제도로 인식되었다. 이러한 점오염원 중심 농도규제의 단점을 개선하고자 총량관리 개념이 등장했다.

총량관리제도는 농도에 상관없이 폐수 중 오염물질의 총량을 규제하는 방식으로, 환경기준이 달성할 수 있는 허용부하량 이내로 오염물질의 배출 총량을 할당하고 이를 규제하는 방식이다. 이는 배출용량을 환경용량 이하로 설정하므로 규제의 효과가 매우 높고 배출량에 따라 부담을 배분하여 오염자 간 형성평이 높다는 장점을 가진다. 그러나 유역별 오염원 현황, 하천의 유량, 자연정화율, 환경기준(목표수질 등) 등에 방대한 정보를 이용해 허용오염총량을 설정하다 보니 시간과 예산 투입이 상대적으로 많이 소요될 뿐만 아니라 고려해야 하는 사항이 많아짐에 따라, 모델링 정확도 및 허용총량 배분방법 등에 대한 논란의 소지가 많고 단속이 어렵다는 단점을 가진다.

〈표 4-12〉 농도규제와 총량관리의 개념 비교

구분	농도규제	총량관리
규제방식	- 폐수 중 오염물질농도를 규제 - 농도(C) = 오염부하량(L)/폐수량(Q)	- 폐수 중 오염물질의 총량을 규제 - 오염부하량(L) = 농도(C)×폐수량(Q)
환경기준과 관계	- 폐수배출시설에만 환경기준에 따라 3단계의 차등기준 적용 - 하수처리장 등에는 환경기준과 관계없이 전국에 일률적인 기준을 적용	- 환경기준을 달성할 수 있는 허용부하량 이내로 배출 오염물질의 총량을 할당, 규제
장점	- 지역별 기준농도만 제시하면 되므로 기준 설정 용이(업소별 차등적용 없음) - 순간의 채수에 의한 농도 검사만 수행하므로 제도 운영 및 단속이 용이하고 관리 비용 저렴	- 배출용량을 환경용량 이하로 설정하므로 규제의 효과가 높음 - 배출량에 따라 부담을 배분하므로 오염자간 형평성 유지
단점	- 오염물질의 전체량 관리가 불가능해 규제 효과 미흡 - 배출량에 관계없이 농도만 규제하므로 소규모 배출자에게 불리	- 수역별 오염원 현황, 하천유량, 자연정화율, 환경기준(목표수질)등 방대한 정보를 이용해 허용 오염총량을 설정하게 됨에 따라 시간과 예산 투입이 상대적으로 많이 소요됨 - 고려해야 하는 사항이 많아짐에 따라 모델링 정확도 및 허용총량 배분방법 등에 대한 논란의 소지가 많고 단속이 어려움

자료: 환경부 낙동강유역환경청, “수질오염총량제도란?”, 검색일: 2024.2.29를 참고하여 저자 작성.

그럼에도 불구하고 점오염원 규제의 한계를 극복하고 효과적인 비점오염원 관리를 위해 도입된 유역단위 수질오염총량제는 제도 시행 이후 10여 년 만에 성공적으로 안착해 우리나라 물환경 개선에 큰 역할을 담당했다. 수질오염총량제의 기본 개념은 단위유역별로 목표 수질을 설정하고 이를 달성하기 위한 오염부하량을 산정한 후, 이를 초과 달성하게 되면 초과 달성한 오염 오염부하량만큼 개발을 허용해 유역별로 지속가능한 발전과 물환경 보전이라는 두 마리 토끼를 잡을 수 있도록 했다는 점에서 큰 의의가 있다. 그러나 목표수질지점이 단위유역 말단에 위치함에 따라 상류에서 오염물질이 다량 배출되는 경우 하류 지자체의 수질달성 여부와 무관하게 목표수질 달성이 실패하는 경우가 발생하며 이러한 경우 지자체 간 책임 소재 및 향후 대응방안 마련이 곤란하다는 단점이 지속적으로 지적되었다.

또한 수질오염총량제의 목표수질지점이 하천 본류를 기준으로 유역 말단에 위치하게 되면서 소규모 유역의 지역단위에서는 물환경 개선에 따른 효과를 실질적으로 체감하기 어렵

다는 점 역시 수질오염총량제의 큰 단점으로 지적되었다. 이러한 수질오염총량제의 단점을 극복하고 물환경 개선에 따른 지역단위 주민들의 효용성을 높이고자, 보다 작은 규모에서 물환경 개선이 이루어지도록 하는 지류오염총량제 개념이 등장하였다.

가) 지류 수질오염총량제의 개념과 장단점

수질오염총량제가 표준유역을 기준으로 오염물질을 특정하고 관리 목표를 설정한 후 자연 정화 용량을 초과하지 않는 수준에서 오염부하량을 관리하는 제도라고 한다면, 지류 수질오염 총량제는 공간적 범위를 단위유역에서 지류단위 소유역으로 줄이고 관리해야 하는 오염 물질을 소유역의 특성에 적합하게 선정한 후 관리하는 제도로 요약할 수 있다.

〈표 4-13〉 유역 관리 단위

유역 관리 단위	일반적인 규모(km ²)	지역 주민 관심	관리사례
대유역(basin)	2,500 ~ 25,000	매우 약함	대유역 계획
중유역(subbasin)	250 ~ 2,500	약함	대-중유역 계획
소유역(watershed)	25 ~ 250	보통	소유역 기반한 계획 (지류총량)
단위유역(subwatershed)	2.5 ~ 25	강함	단지계획 (지류총량)
집수구역(catchment)	0.15 ~ 1.5	매우 강함	단지/필지계획

자료: 최지용 외(2016), p.10.

이러한 지류 수질오염총량제의 특성을 반영해 최지용 외(2016)에서는 지류오염총량제를 다음과 같이 정의한 바 있다.

“소유역이라는 한정된 범위 내에서 이해당사자인 주민이 주도적으로 참여하여 수질과 수환경에 영향을 미치거나 영향을 받는 모든 인간 활동과 자연현상을 통합적으로 고려하여 해결방안을 모색하는 수단이다.”

지류 수질오염총량제는 수질오염총량제와 비교했을 때 지역 주민의 참여를 기반으로 하는 동시에 공간적 범위가 작고 대상오염물질을 지류의 특성에 맞게 선정할 수 있으며 다양한

유량조건에 따라서 관리기준을 설정할 수 있다는 특징을 가진다. 수질오염총량제와 지류 수질오염총량제의 특징을 정리하면 <표 4-14>와 같다.

<표 4-14> 수질오염총량제와 지류 수질오염총량제의 특징 비교

구분	수질오염총량제	지류 수질오염총량제
공간범위	- 수계 내 모든 지역	- 특정 지류 지역
대상오염물질	- BOD, T-P	- 지류별 관리가 필요한 오염물질(유기물, 영양물질, 유해물질 등)
목표수질	- 주요 상수원의 목표달성을위한 단위구역별 목표수질 설정(지류포함)	- 지류 내 문제 오염물질별 수질개선을 위한 목표설정
관리기준	- 단일 공통 유량조건(저수·평수)	- 다양한 유량조건
지역참여	- 의무제	- 자발적 참여
패널티	- 개발	- 없음
관리주체	- 지자체	- 지역 주민

자료: 환경부 보도자료(2015.4.27), p.7.

본 연구에서는 지류 수질오염총량제의 장단점을 분석하고 상수원보호구역의 규제 완화 시 대안으로 지류 수질오염총량제의 적용성을 검토하기 위해 과거 지류 수질오염총량제를 시행했던 단장천, 대기천, 계성천 사례의 분석을 수행하였다.

먼저, 울주군 상북면 이천리에서 발원하여 밀양시 산외면에서 밀양강으로 합류하는 단장천은 유역면적 76.7km², 유로연장 13.7km로 개발에 의한 오염물질보다는 향락객에 의한 수질오염이 문제가 된 지역이었다. 수질개선을 위한 대상물질로는 T-N을 선정했으며 부하지수곡선(LDC) 기법을 이용하여 목표수질을 설정한 후 1년간 8일 간격으로 모니터링한 자료를 이용해 목표수질을 만족하는 자료가 과반수 이상이면 목표수질을 달성한 것으로 평가하여 연속 3회 이상 달성할 경우 지류 수질오염총량제 대상에서 제외하였다. 또한 오염물질 관리를 위해 생활하수 이송처리, 개인하수처리시설 수거, 공중화장실 설치, 취사 및 야영금지 등의 대책을 마련하였다.

대기천은 유역면적 56.28km², 유로연장 8.2km로 강원도 강릉시 왕산면 대기리 일대에 위치하고 있다. 평상시 수질은 양호한 편이나 강우시 유출되는 비점오염원이 문제가 되어 지류 수질오염총량제 시범사업이 시행되었다. 따라서 관리대상물질은 SS였고 상류 고령지

밭에서 강우 시 유출되는 토사 관리를 위해 완충식생대 설치, 사방댐 준설 등의 대책을 마련했으며 지역 주민, 관련단체, 지자체, 환경부가 참여하는 협의체를 구성하고 연구기관에서 지속적인 이행 모니터링을 수행하였다.

계성천은 유역면적 96.0km², 유로연장 31.1km로 경상남도 창녕군, 계성면, 남지읍, 영산면에 속하는 하천이다. 계성천은 여름철 녹조 저감을 위한 수질개선 대책이 요구되던 지역으로 유기물과 영양염류 관리가 필요하여 시범사업으로 선정되었다. 대상물질로는 T-N이 선정되었으며, T-N 관리를 위해 토양검정 시비 확대, 퇴비야적장 관리, 농배수로 정화, 가축분뇨공공처리시설 가동률 확대 등의 대책을 마련하였다. 대책 이행을 위해 창녕군과 지역 주민을 중심으로 협의체를 구성했으며, 역시 지속적인 수질 모니터링을 통해 이행 여부를 파악하였다.

〈표 4-15〉 지류 수질오염총량제 시범사업 하천의 삭감계획과 목표수질

하천	유역면적 (km ²)	대상 물질	삭감계획	목표수질
단장천	76.7	T-N	- 생활하수 이송처리, 개인하수처리 시설 수거, 공중화장실 설치, 취사 및 야영금지 등	- 부하저수곡선(LDC) 기법 적용 - 0.79mg/L(Q=0.150m ³ /s, Load=10.31kg/일)
대기천	56.28	SS	- 완충식생대 설치, 사방댐 준설 등	- 25.0mg/L(강우시 평균)
계성천	96.0	T-N	- 토양검정 시비 확대, 퇴비야적장 관리, 농배수로 정화, 가축분뇨 공공처리시설 가동률 확대 등	- 저유량기(70~100%)에 T-N 6.450mg/L

자료: 최지용 외(2016), pp.14-22를 활용하여 저자 작성.

사례분석 결과 지류 수질오염총량제는 지역특성(오염 정도, 오염물질 발생 현황 등)에 맞는 대상물질을 선정하고 환경용량을 고려해 목표수질을 설정한 후, 지역 주민을 포함한 유역관계자들의 참여를 기반으로 목표수질 달성을 위한 계획을 수립한다. 이후 지속적인 모니터링을 통해 사업의 성과를 판단하는 것을 알 수 있다. 사례를 통해 분석한 지류 수질오염 총량제의 장단점은 〈표 4-16〉과 같다.

〈표 4-16〉 지류 수질오염총량제의 장단점 분석

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> · 유역 특성에 기반한 관리 대상 물질 선정 · 유역 단위 오염물질 관리 · 지역 주민 참여를 기반으로 함에 따라 주민 참여도가 높음 · 사업 효과의 체감성 높음 	<ul style="list-style-type: none"> · 지역 주민의 의지에 따라 사업 시행이 불가할 수 있음 · 관리 대상 물질 선정을 위한 기초자료 미비 · 지속적인 모니터링의 어려움 · 사업 시행 효과 저조시에도 강제 수단 미비

자료: 저자 작성.

분석결과 지류 수질오염총량제는 유역의 특성에 기반해 관리 대상물질을 선정하므로 지역 맞춤형 관리가 용이하다. 또한 지역 주민의 니즈를 반영한 현안을 해결할 수 있는 대책을 수립함에 따라 지역 주민의 참여도가 높고 사업 효과에 대한 지역 체감성이 높음을 알 수 있다. 그러나 지류 수질오염총량제 자체가 지역 주민의 참여를 기반으로 하므로 지역 주민의 의지에 따라 사업 여부가 결정되고, 과학적인 관리대상 물질의 선정과 삭감계획 수립을 위한 기초자료가 미비하여 관리대상 물질 선정과 삭감계획 수립에 어려움이 있으며, 사업의 효과를 판단하기 위한 모니터링에 많은 예산과 인력이 필요하다는 단점이 있다. 또한 지류 수질오염총량제가 아직 제도화되어 있지 않기 때문에 사업 시행 이후 지역 주민의 참여 또는 사업의 효과가 저조해도 이를 독려하기 위한 제도적 수단이 미약하다는 것도 단점이다.

2) 상수원보호구역에 대한 지류 수질오염총량제 적용성 검토

가) 상수원보호구역과 지류 수질오염총량제의 개념 고찰

앞서 살펴본 바와 같이 최지용 외(2016)에서는 지류 수질오염총량제에 대해서 “소유역이라는 한정된 범위 내에서 이해당사자인 주민이 주도적으로 참여하여 수질과 수환경에 영향을 미치거나 영향을 받는 모든 인간활동과 자연현상을 통합적으로 고려하여 해결 방안을 모색하는 수단이다.”라고 정의한 바 있다. 따라서 지류 수질오염총량제의 범위는 소유역, 관리의 주체는 해당 지역주민, 제도의 목표는 수질개선과 건강한 물환경 관리라 할 수 있을 것이다. 보다 세부적인 사항을 살펴보면 지류 수질오염총량제는 관리계획을 통해 현재와 미래 물환경에 미칠 개발계획과 토지이용 추세를 고려해 총량의 관점에서 관리방안을 마련하고 지속적인 관리와 모니터링을 통해 적정 수준의 수질을 유지하는 것이라 할 수 있다.

〈표 4-17〉 지류 수질오염총량제와 상수원보호구역의 특징 비교

구분	지류 수질오염총량제	상수원보호구역
공간범위	- 특정 지류 지역	- 취수원 기준 특정 면적
대상 오염물질	- 지류별 관리가 필요한 오염물질 (유기물, 영양물질, 유해물질 등)	- 특정 수질 유해물질(「물환경보전법 시행규칙」 별표 13의2), 먹는물 수질 기준(「환경정책기본법 시행규칙」 별표1 먹는물 기준)
목표수질	- 지류내 문제오염 물질별 수질개선을 위한 목표설정	
관리기준	- 다양한 유량조건	- 다양한 유량조건
지역참여	- 자발적 참여	- 의무제
패널티	- 없음	- 폐쇄(허가취소 포함)
관리주체	- 지역 주민	- 지자체

자료: 환경부 보도자료(2015.4.27), p.7을 참고하여 저자 작성.

반면, 상수원보호구역은 먹는물의 수질을 안정적으로 유지관리하기 위해 시행되고 있는 제도로 원수가 오염되는 것을 원천적으로 차단하는 것을 원칙으로 하고 있다. 이러한 원칙은 「수도법」 제7조(상수원보호구역 지정 등)에서는 상수원보호구역의 지정 목적에 대해 상수원의 확보와 수질 보전(保全, 온전하게 지킴)을 명시하고 있는 것에서도 확인할 수 있다.

이상훈 외(1989)에서는 상수원을 오염으로부터 보호하기 위해 가능한 모든 수단이 동원되어야 함을 언급하며, 처리수준 강화를 통해 오염된 원수의 처리가 가능하다는 논리는 24시간 수질감시가 가능한 상황에서 오염물질을 적시에 탐지하고 처리할 수 있는 능력이 있어야 설득력이 있다고 설명한다(이상훈 외, 1989, p.169). 즉, 상수원이 오염될 경우 즉시 탐지 및 처리가 가능하지 않다면 상수원으로 오염물질이 유입되는 것을 원천적으로 차단하는 것이 가장 효과적인 수단임을 강조한 것으로 풀이할 수 있다.

〈표 4-18〉 특정수질유해물질 폐수배출시설 적용기준

순번	물질명	기준농도 (mg/L)	순번	물질명	기준농도 (mg/L)
1	구리와 그 화합물	0.1	17	1, 2-디클로로에탄	0.03
2	납과 그 화합물	0.01	18	클로로포름	0.08
3	비소와 그 화합물	0.01	19	1, 4-다이옥신	0.05
4	수은와 그 화합물	0.001	20	디에틸헥실프탈레이트(DEHP)	0.008
5	시안화합물	0.01	21	염화비닐	0.005
6	유기인 화합물	0.0005	22	아크릴로니트릴	0.005
7	6가크롬 화합물	0.05	23	브로모포름	0.03
8	카드뮴과 그 화합물	0.005	24	페놀	0.1
9	테트라클로로에틸렌	0.01	25	펜타클로로페놀	0.001
10	트리클로로에틸렌	0.03	26	아크릴아미드	0.015
11	폴리클로리네이타티드바페닐	0.0005	27	나프탈렌	0.05
12	세레늄과 그 화합물	0.01	28	폼알데하이드	0.5
13	벤젠	0.01	29	에피클로로하이드린	0.03
14	사염화탄소	0.002	30	스티렌	0.02
15	디클로로메탄	0.02	31	비스(2-에틸헥실)아디페이트	0.2
16	1, 2-디클로에틸렌	0.03	32	안티몬	0.02

자료: 국가법령정보센터, “물환경보전법 시행규칙”, [별표 13의2].

관리대상 오염물질의 관점에서 살펴보면 지류 수질오염총량제의 경우 지류별 관리가 필요한 오염물질에 대해서 관리 목표를 설정하고 관리 목표를 벗어나지 않는 수준의 부하량 내에서 관리가 이루어지는 반면, 상수원보호구역은 특정수질유해물(「물환경보전법 시행규칙」, [별표 13의2])과 먹는물 수질 기준(「환경정책기본법 시행규칙」, [별표 1])의 조건을 만족하는 원수를 확보·보전하기 위해 시행되는 것을 알 수 있다. 따라서 상수원보호구역의 대안으로 지류 수질오염총량제를 적용하기 위해서는 지류 수질오염총량제의 관리 대상 오염물질로 특정수질유해물질(32종)을 상정하고, 먹는물 수질기준(51종)에 적합한지에 대한 상시 모니터링과 사고 발생 시 대처방안을 마련해야 할 것으로 판단된다.

〈표 4-19〉 먹는물 수질기준

구분	수질항목	개수
미생물	일반세균, 총대장균군, 분원성연쇄상구균, 녹농균, 살모넬라, 쉬겔라, 아황산환원혐기성포자형성균	7
건강 유해영향 무기물질	납, 불소, 비소, 셀레늄, 수은, 시안, 크롬, 암모니아성 질소, 질산성 질소, 카드뮴, 보론, 우라늄	12
건강상 유해영향 유기물질	페놀, 다이아지논, 파라티온, 페니트로티온, 카바릴, 1.1.1-트리클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌, 디클로로메탄, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 1.1디클로로에틸렌, 사염화탄소, 1,2-디브로모-3-클로로프로판, 1,4-다이옥산	17
심미적 영향 물질	과망간산칼륨소비량, 냄새(소독외의 냄새), 맛(소독외의 맛), 동, 색도, 세제(음이온계면활성제), 수소이온농도, 아연, 염소이온, 탁도, 황산이온, 알루미늄	12
방사능	세슘, 스트론튬, 삼중수소	3

자료: 국가법령정보센터, “먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙”, [별표 1]을 참고하여 저자 작성.

나) 검토 결과

상수원보호구역의 규제 완화를 가정하고 기존의 상수원보호구역에 지류 수질오염총량제를 적용하는 방안을 검토해 본 결과, 기본적으로 오염물질이 유입되는 것을 원천적으로 차단하는 것을 원칙으로 하는 상수원보호구역 도입 취지와 하천의 자정능력 범위 안에서 오염물질의 유입을 허용하지는 지류 수질오염총량제의 전제조건이 상호 모순되는 것을 확인할 수 있었다. 상수원보호구역의 규제를 완화하는 지류 수질오염총량제를 적용할 경우 제도 시행의 강제성, 관리주체의 명확성이 확보된다고 하더라도 먹는물 수질기준의 달성 유무를 파악하기 위한 수질감시 항목이 방대하여 직접적인 적용이 곤란할 것으로 판단된다. 또한 상수원보호구역에 지류 수질오염총량제를 도입한 경우 관리목표를 달성하지 못하거나 수질오염사고가 발생할 경우 먹는물 공급에 대한 대응방안 마련이 매우 곤란한 상황이 생길 우려가 높아 이에 대한 검토가 추가적으로 요구된다. 따라서 현재로서는 지류오염총량제를 상수원 보호구역 상류에서 유입되는 오염물질 관리 및 저감을 위해 현행 상수원 보호구역 상류지역에 적용하여 보다 안전하고 깨끗한 먹는물 원수 확보를 보조하는 대책으로서 강구할 필요가 있을 것으로 판단된다.

4. 소결

본 장에서는 상수원 수질 보전 규제 현황을 기반으로 상수원 수질 보전 규제 합리화 시나리오를 완화, 강화, 신규 대안(지류 수질오염총량제)으로 구성하고 검토하였다. 이를 위해 먼저 현행 상수원보호구역 지정기준의 근거가 되는 유기물과 대장균이 하천으로 유입된 경우 50%가 감소하는 12시간의 근거가 된 국내 주요 하천의 갈수기 평균 유속 0.1m/s의 적절성에 대해 검토하였다. 이후 시범사업 사례를 기초로 지류 수질오염총량제의 개념과 특징 그리고 장단점을 살펴본 후, 특정수질유해물질 폐수배출시설 적용기준과 먹는물 수질 기준을 참조해 상수원보호구역의 대안으로 지류 수질오염총량제의 적용성에 대해 검토하였으며, 소결은 다음과 같다.

첫째, 2020년 한국수자원공사가 실측한 우리나라 댐 상류 58개 지점의 유량 자료를 기반으로 평균 유속을 산정한 결과 평균 유속은 0.10m/s, 최대 유속은 0.45m/s, 최소 유속은 0.0m/s, 표준편차는 약 0.092m/s로 분석되었다. 따라서 1989년 선행연구에서 제시한 상수원 보호구역 표준거리 지정기준의 근거로 평균 유속(0.1m/s)을 적용한 것은 본 연구 데이터 분석에서는 타당한 것으로 판단된다. 다만, 표준편차가 약 0.092m/s이므로 상수원보호구역의 지역적 특성에 따라 실제 적용 거리 및 면적이 상이할 것으로 판단됨에 따라, 향후 호소(저수지)를 포함하여 많은 하천 상하류 유량 데이터 분석을 실시하고 이에 대한 추가 검증이 필요할 것으로 사료된다.

둘째, 오염물질의 유입을 원천적으로 차단하는 상수원보호구역제도와 하천의 자정능력 범위 안에서 오염물질의 유입을 허용하지는 지류 수질오염총량제의 전제조건이 상호 모순되는 상황에서 지역 주민의 자발적 참여를 기반으로 시행 중인 지류 수질오염총량제를 상수원보호구역의 대안으로 활용할 경우, 제도 시행의 강제성과 관리주체의 명확성이 선행되어야 한다.

끝으로, 만약 지류 수질오염총량제가 현행 상수원 규제의 대안으로 준비되더라도 먹는물 수질기준의 달성 유무를 파악하기 위한 수질감시 항목이 방대하고, 그와 동시에 관리목표를 달성하지 못하거나 수질오염사고가 발생한다면 상수원 확보 및 공급에 대한 불확실성이 커질 것이므로 충분한 검토와 보다 많은 제도적 개선 준비가 필요할 것으로 사료된다. 따라서 지류 수질오염총량제를 적용하려면 보다 안전한 상수원의 수질을 확보하기 위한 보조적 대책으로 검토하거나 시범사업을 통해 그 효과를 온전히 검증해야 할 것으로 판단된다.

제5장

결론 및 제언: 지속가능한 상수원 수질 보전을 위한 정책 방향과 과제

본 장은 본 연구보고서의 마지막 순서로 앞에서 수행한 현황 파악, 개념 소개, 데이터 수집 및 분석 결과 등을 요약하고 도출한 소결을 토대로 지속가능한 상수원 정책 구현을 위한 5개 분야의 결론 및 제언을 제시하였다.

1. 상수원 부족 리스크 대응으로 정책 패러다임 전환

본 보고서 제1장에서 '상수원'의 포괄적 법적 정의를 살펴보았지만, 「수도법」이 1961년 제정된 후 2022년 현재 100%에 가까운 상수도 보급률, 인구 증가율(1961~2022년) 약 2.0배를 초과하는 정수 시설용량 증가율 약 3.5배 등과 같은 높은 성과를 거둔 것은 부인할 수 없다. 그러나 이러한 관련 정책 지표가 세계적으로도 인정받을 만큼 빠르게 성장한 반면에, 꾸준한 상수원보호구역 감소율(28.2%, 2000~2022년)과 취수시설 감소율(13.6%, 2013~2022년)이라는 본 연구의 분석 결과 대비 총급수량은 오히려 10.5%(2013~2022년)로 증가하여 특정 취수시설에 대한 집중화 혹은 의존도가 올라가 '상수원 부족 리스크'는 증폭되었다는 경각심에 도달한다.

이뿐만 아니라 2015년 중하반기와 2022년 중반기부터 2023년 초반기까지 극심한 상수원 부족을 각각 경험했던 충청남도과 광주광역시와 광역·지방 수도보급률은 93.8%와 99.9%이며, 특히 보령댐 광역상수도 계통의 상수가 보급되는 충청남도 서부 지역에서는 생활 및 공업 용수 가뭄 예경보가 반복적으로 발령되고 있고, 광주광역시와 충청남도에서도 상수원보호구역 감소, 물자급률의 저하 등으로 상수원 부족 사태가 벌어진 것은 우리나라 중앙정부는 물론, 모든물관리·물이용 정책의사결정자가 큰 울림이 있는 교훈으로 받아들여야 할 사안이다. 총

청남도의 평균 물자급률을 전국에서 가장 낮은 수준으로 분석한 본 연구 결과가 지협적 견해라고 간주할 수도 있겠지만, 무엇보다 기후 위기로 인해 기존에 경험하지 못한 메가 가뭄이 수도권을 포함한 전국에 지속적으로 발생할 불확실성이 상존하며 점점 더 커지고 있다.

그러므로 상수원 취약성 대응력을 획일화된 시설 보급이나 시설 간 연계만의 대책 위주로 준비할 것이 아니라 상수원의 근원적 기능(수량, 수질 그리고 그 편익)을 적절하게 확보해야 하고, 단일화된 상수원과 집중화된 수도시설을 다면화 및 분산화하며, 지방상수원(도)과 광역상수원(도) 간 쏠림 현상이 아닌 적정 비중으로 균형 잡힌 상수원 정책을 마련해야 하고, 위기 상황에 따라 생활 및 공업 용수의 수원과 농업용수, 발전용수의 수원 수량과 수질에 대한 본질적인 물이용 정책 전환이 필요하다.

양질의 충분한 상수원 부족에 대응하기 위한 법령으로는 「물관리기본법」, 「수자원법」, 「하천법」, 「물환경보전법」, 「물재이용법」 등이 있지만, 역시 「수도법」과 그 하위 법령이 상수원 정책의 핵심 법적 근거이다. 현재 가뭄 대응이나 상수원 확보에 대해 「수도법」에 명시된 내용은 ‘가뭄 등의 비상시 농어촌용수를 상수원 원수로 본다’(제3조 정의), ‘상수원의 확보 및 관리, 대체수원의 확보계획’(제4조 국가수도기본계획의 수립), ‘대체수원의 확보, 상수원의 확보’(제5조 수도정비계획의 수립), ‘상수원의 확보와 수질 보전’(제7조 상수원보호구역 지정 등), ‘관할구역 내 취수원 확보 및 보전’(제12조 수도사업의 경영 원칙) 등이다. 그러나 국가물관리기본계획에도 상수원과 상수원보호구역의 변화에 대한 분석이 부족하고, 정작 가뭄 대책에도 상수원의 수량과 수질 확보에서 정수처리 및 보급 단계까지의 연계가 분명하지 않으며, 국가수도기본계획과 수도정비기본계획 상의 주요 내용도 수도시설(광역상수도로 전환, 지방상수도 통합, 시설이전 등)의 확충이나 변경에 대한 검토 위주로 추진되어 상수원 부족 리스크에 대한 관점이 부족하다.

따라서 지금까지는 「수도법」의 주요 기능이 수도보급률, 시설확충 등과 같은 수도시설에 집중되어 왔으나, 이제부터는 상수원 부족 리스크에 보다 신속하고 효과적으로 대응할 수 있도록 「수도법」의 법적 기능이 제자리를 찾고 현재보다 강화되어야 할 것이다. 이를 바탕으로 필요한 과제를 종합적으로 정리하면, 먼저 상수원 정책은 물순환 전과정의 관점에서 가뭄-상수원-물환경의 여러 가지 대책들이 상하류 간에 조화와 균형을 이루어야 할 것이다.

또한 지자체 물자급률을 증진하고 상수원/취수시설의 집중화를 완화하며 물부족 리스크에

대응하기 위해, 지방상수원과 광역상수원이 조화와 균형을 이루도록 상수원보호구역과 취수 시설의 변경(해제) 등과 같은 상수원보호구역 제도를 보다 신중하게 운영할 필요가 있다. 상수원보호구역 제도의 보다 합리적인 운영을 위해서는 보호구역 변경 과정에 대한 타당성이 확보되어야 한다. 특히 상수원보호구역 해제는 지역 주민들이 마시는 식수원 안정성 및 수생 생태 건강성과 관련된 사항으로, 상수원보호구역의 잘못된 해제로 인해 문제가 발생했을 때 그 피해는 지역 주민들이 감당해야 하기 때문이다.

현재 상수원보호구역 변경 관련 법·제도적 절차는 크게 2가지로 구분되는데, 첫째, 「수도법」 제5조, 동 법 시행령 제6조(수도정비기본계획의 변경 승인 사항) 제5호(상수원의 확보 및 상수원보호구역의 지정·관리)를 근거로 상수원의 확보 및 상수원보호구역의 지정·관리에 대해 「수도정비기본계획」 수립 과정에 해당 내용을 반영하게 된다. 계획수립권자는 기본계획(초안)에 대하여 환경부(청)의 검토 의견을 반영하여 수정한 기본계획(본안)을 제출해야 하며, 환경부(청)의 검토 의견을 첨부할 필요는 없다. 이때 「상수원관리규칙」 제4조에서는 보호구역의 지정 기준과 관련하여 보호구역 지정 대상, 취수원별(하천수·복류수, 호소수, 지하수·강변여과수) 지정 기준을 구체적으로 제시하고 있으며, 제6조에서는 보호구역 지정신청에 대해 타당성 여부를 검토한 후 보호구역 지정을 할 수 있게 제시하고 있다. 둘째, 「수도법」 제78조, 동 법 시행령 제67조에 따라 상수원보호구역 지정·관리 업무가 시·도지사에게 위임됨에 따라 시장·군수·구청장은 보호구역 변경이 필요할 경우 환경부(청)의 검토의견서를 첨부하여 시·도지사에게 해제 신청을 할 수 있다.

위의 2가지 절차 과정에는 상수원보호구역 지정에 대한 구체적인 대상과 기준, 타당성 검토 절차, 보호구역 지정 대장 작성·비치 의무, 보호구역 지정에 대한 시·도지사의 협의가 이루어지지 않을 경우⁸⁵⁾ 보호구역 지정 추진 경위서, 미협의 사유서 자료 제출 등의 체계적·의무적인 절차가 마련되어 있다. 반면 상수원보호구역 해제에 대해서는 환경부(청)의 검토 의견을 받아 수도정비기본계획 내에 반영 또는 시·도지사에게 해제 신청이라는 절차만 제시되고 있다. 이는 상수원보호구역 해제 과정에서 해당 지자체가 개발사업을 위해 취·정수 시설을 폐쇄한 후 보호구역을 해제하더라도 법·제도적으로 관리할 수 없음을 의미한다. 게다가 환경부장관이 선출직인 시·도지사에게 권한을 위임한 상황을 고려할 때 상수원보호구역

85) 「상수원관리규칙」 제6조(보호구역의 지정 등), 제7조(협의불성립 시의 결정) 참고.

해제에 대한 절차적 제도 개선은 중요하게 논의해야 할 문제이다.

이에 본 과제에서는 ‘(가칭) 상수원보호구역 지정·변경(해제) 업무 매뉴얼’ 개발과 함께 특히 해제 절차 과정에서 ‘보호구역 해제에 대한 타당성 검토 절차의 고도화 방안’을 제안한다. ‘(가칭) 상수원보호구역 지정·변경(해제) 업무 매뉴얼’의 경우 실제 보호구역 지정·변경(해제) 업무를 진행하는 지자체에서 확인해야 하는 지정·변경(해제) 가능 대상, 면적, 산정기준, 보호구역 위치와 현황을 고려하여 지정·변경(해제) 후 추진이 가능한 업종 등에 대해 세부적인 내용이 반영되어야 한다. 한번 해제된 지역을 상수원보호구역으로 재지정하거나 신규로 상수원 보호구역을 지정하려면 여러 의견을 청취해야 하고 시간 또한 소요될 수 있으므로 보호구역의 해제에는 더 많은 정책적 검토와 영향 분석이 필요한 것이 사실이다. ‘보호구역 해제에 대한 타당성 검토 절차의 고도화’를 위해서는 「수도법」 등의 관련 법령 또는 하위 규정에 상세한 조항을 담아야 하며, 이에 대한 검토도 필요하다.

또한 현재 지자체가 보호구역 해제에 대한 상수원 확보의 대안, 보호구역 해제 후 물환경 관리 사후조치 등의 상세한 계획 자료를 제출하고 관련 전문가, 담당자, 지역 주민 등으로 위원회를 구성하여 제출된 계획에 대한 검토서를 작성하고 검토하는 절차가 필요할 수도 있다. 지자체에서 작성해야 하는 검토서에는 상수원보호구역 해제 후 해당 지역 내에서 추진하고자 하는 사업에 대한 구체적인 계획, 해제 후 수질 보전계획(단기·중기·장기), 물이용 리스크 측면에서 보호구역 해제 후 물부족 발생 시 지자체 내에서 확보가 가능한 상수 원수의 양과 세부적인 확보 방안 등에 대한 내용을 반영할 필요가 있다.

이상 상수원 부족 리스크 대응으로 정책 패러다임 전환 및 법적 기반 강화에 필요한 과제 수준의 제안을 정리하였다. 결론적으로 한 번 더 강조한다면, 본 연구에서 제기하는 문제점의 해소방안과 분석한 연구결과 및 제언이 정책 현장에 효과적으로 적용되려면, 상수원 정책 패러다임 전환과 더불어 그 초석과 기둥이 되는 「수도법」의 개정과 강화가 필요하다.

2. 상수원 수질의 상시 감시체계 구축

본 연구에서는 전국 수질 측정망 데이터를 이용하여 하천 또는 호소에 위치한 전국 상수원 보호구역의 수질 경향을 장기간(1997~2022년) 분석하였다(보고서 제3장). 생분해성 물질을

대표하는 BOD는 1등급 수준(‘매우 좋음’~‘좋음’)으로 관리되고 있지만, 난분해성 물질을 대표하는 COD는 과거 대비 전반적으로 증가하는 경향을 보였다.

비록 이러한 경향은 일반 공공수역에서 나타나는 것으로 점오염 처리율 대비 비점오염 저감율이 낮고, 강수 및 난분해성 오염의 유출 변동 등의 원인으로 인해 발생할 수 있지만, 시민들의 먹는물로 활용되는 상수원 수질 보전 측면에서 더욱 경각심을 가져야 한다. 무엇보다 17년 동안(2005~2022년) 다목적 댐, 용수 전용 댐 등과 같은 대규모 호소 상수원(보호구역)의 COD가 2등급 수준에서 벗어나지 못하고, T-N도 2009년부터는 증가 추세인 상황 속에서 전기전도도(EC)는 2005년 이후 평가된 모든 상수원에서 지속적으로 상승하는 사실은 현행 상수원 수질관리 정책의 효과에 의구심을 가질 만한 근거로 볼 수 있다.

그 외에도 수질오염사고가 증가하는 가운데 본류보다 지류의 사고 발생 비중이 높다는 공간적 특성은 상수원보호구역(취수시설)의 공간적 특성과 거의 동일하다. 지류에서 사고로 유출된 치명적 유해화학물질로 심각하게 오염된 상수원 수질을 현존하는 어떤 정수처리 기술로도 개선할 수 없는 사태가 발생할 것을 짐작한다면, 중·대규모 상수원을 공급하는 취수시설의 상류를 중심으로 상시적 감시체계를 구축할 필요성이 크다. 그리고 낙동강의 경우 미량 수질오염물질 280종 중 182종이 검출되었는데 이 중 140종은 전 세계적으로도 관리 기준이 없는 미량 물질로 보고되었다.⁸⁶⁾ 사실 환경부는 공공수역에서 미량 수질오염 물질을 지속적으로 추적하기 위해 유역별로 최소 1개의 수질측정센터를 확대 설치하려는 계획을 가지고 있다. 따라서 상수원 수질에 미치는 난분해성 질소순환물질, 미량 유해물질의 영향은 사회적으로 민감한 사항이므로 상수원 수질에 관한 상시적 감시체계 마련은 서둘러 검토해야 할 정책 현안이다.

앞서 살펴본 바와 같이 공공수역, 오염원 배출, 상수원에 대한 수질 기준, 모니터링, 검사 및 감시체계가 여러 법령에 분산된 상황에서 공공수역과 오염원 배출 관리체계에 비해 상수원의 수질 보전을 위한 관리체계는 상대적으로 뒤처져 있는 것으로 보이며, 특히 급속한 산업 발전에 따른 수질오염물질의 종류가 늘어나는 상황에서 먹는물의 중요성을 생각하면 상수원을 위한 감시대상 물질 항목과 조사 주기를 시급히 개선할 필요가 있다.

그러나 하천 및 상수원별로 모든 수질오염물질을 실시간으로 감시하는 것은 현실적인

86) 환경부 보도자료(2023.6.1).

측면에서 한계가 있으므로 현행 수질측정망과 연계가 필요하며, 특히 생물반응 기반의 신뢰도와 정확도를 향상하여 생태독성 기반 상수원 수질 감시체계를 모색할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 이에 대한 상수원 수질의 상시적 감시체계 구축을 위한 정책 개선안으로 다음의 3가지를 제언하고자 한다.

첫째, ‘수질오염물질 지정 등에 관한 지침’(환경부 훈령 제1558호, 2022.7.27)의 개정이 필요하다는 것이다. 이 지침의 운용 목적은 “수질오염물질의 지정 및 배출허용기준의 설정과 수질오염물질 이외에 감시 항목의 지정 및 관리 등을 위한 절차와 방법을 규정”하는 것으로 감시 항목 수질오염물질을 선정하는 근거가 된다. 그러나 이 지침의 별표 2(실태조사 및 수질분석 방법)에 따르면 수질감시 조사는 3개 지역(개별사업장, 공공하·폐수처리시설, 공동천)으로 제한되어 있다. 즉, 아무리 상수원에 빈번하게 검출되고 위해도가 높은 수질오염물질이 출현하고 신규 수질감시 항목으로 선정되더라도, 이 지침의 개정이 없으면 상시적이고 주기적인 상수원 수질 감시가 불가능하다. 따라서 현행 지침에 수질오염물질 감시 항목의 조사대상에 <표 5-1>과 같이 ‘주요 상수원 지역’을 포함하는 개정안이 수반되어야 상수원 수질 감시의 본격적인 착수가 가능할 것이다.

둘째, 「물환경보전법」과 물환경측정망 설치·운영계획에 따라 시행되는 수질 자동측정망을 상수원 수질의 상시적 감시체계의 일환으로 확대하는 것이다. 본 연구보고서 제3장에서 분석한 것처럼 현재 운영 중인 수질자동측정망 지점과 상수원 수질을 감시 가능한 지점은 총 20개 수준(한강이 9개, 낙동강 5개, 금강 2개, 영산강·섬진강 4개)으로 파악된다. 2022년 현재 전국 상수원보호구역은 총 284개소(지자체 관할구역 기준)이며 취수시설은 총 509개소로 상수원 수질 감시는 턱없이 부족한 수준이다. 앞에서 제언한 ‘수질오염물질 지정 등에 관한 지침’의 개정과 함께 현장에서 집행되어야 할 정책은 주요 상수원 지역을 대상으로 매년 점진적으로 수질 자동측정망을 확대하고 측정자료의 품질을 적정하게 관리하는 것이다.⁸⁷⁾

87) 다만, 자동측정망의 점진적 설치에는 적지 않은 재정이 소요되므로, 지점 및 감시항목의 범위와 감시 주기 설정의 타당성이 선행될 필요가 있음.

〈표 5-1〉 상수원 수질 감시를 위한 관련 지침 개정(안)

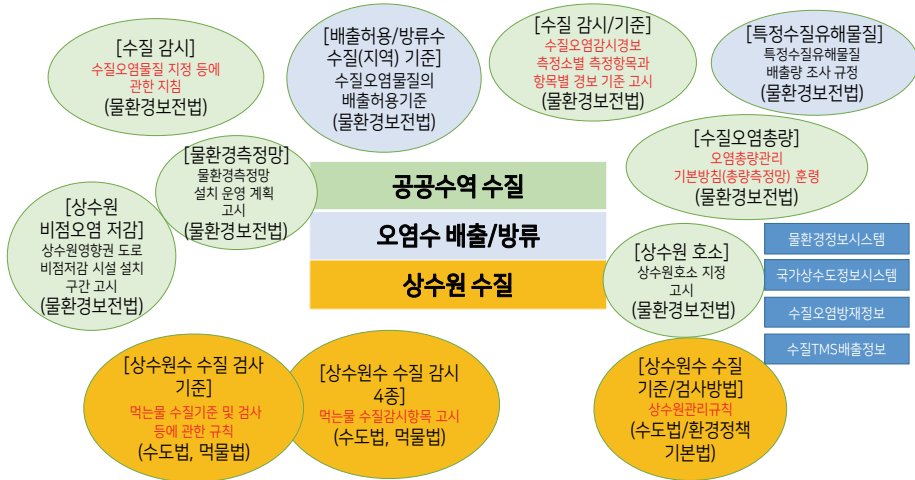
수질오염물질 지정 등에 관한 지침 별표 2(실태조사 및 수질분석 방법)	
현행	개정안
① 개별사업장: 조사대상 물질의 제조, 사용, 취급 등으로 해당 물질 배출가능성이 높은 업종 및 이에 속한 시설 ② 공공하·폐수처리시설: 조사대상 개별사업장의 폐수를 직간접적으로 처리하는 등 연관성이 있는 공공폐수처리시설 또는 공공하수처리시설 ③ 공공수역(공단천): 조사대상 개별사업장 및 공공하·폐수처리시설의 방류수가 직간접적으로 유입되거나, 해당지역의 대표성이 있는 지점	(좌동)
(없음)	④ 주요 상수원 지역(상수원보호구역 등): 상하류 인접한 구간에 하·폐수 방류 및 배출 시설 또는 유해화학물질 저장소 등이 위치하여 상수원 수질을 감시할 필요가 있는 지역

자료: 저자 작성.

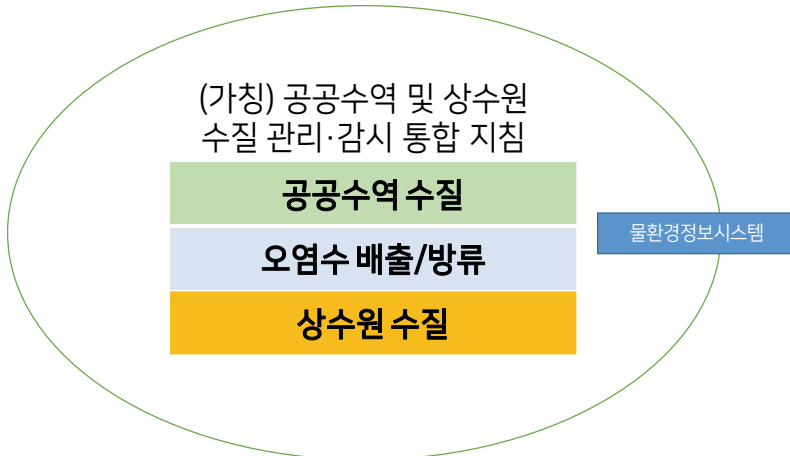
첫 번째 제언과 이 두 번째 제언이 통합적으로 동시에 가시화되면 시너지가 클 것으로 전망되나, 설사 독립적으로 개선되어 시간이 걸리더라도 연계-연속 반응으로 이어질 것으로 추측된다.

셋째, 첫 번째 제언을 확대한 내용으로 ‘(가칭)공공수역 및 상수원 수질 조사·감시 통합 지침’을 마련하는 것이다. 본 연구보고서 제3장에서 살펴보았듯이 환경부에서는 체계적인 물환경(수질 및 수생태) 조사를 통해 관련 법령과 규정을 제·개정하여 왔지만, 상수원 수질 감시와 관련된 법령과 규정은 매우 넓게 분산되어 있고 그 효율성도 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 공간적 분석 대상인 ‘상수원’과 현행 ‘공공수역’에 대한 수질 감시를 통합 관리할 수 있는 지침 마련은 전향적인 제도 개선사항이 될 것이다. 그리고 신규 지침 마련 시 상수원의 수생태 건강성 조사와 생태 독성 기반의 감시까지 고려한다면, 지침의 명칭은 ‘(가칭)공공수역 및 상수원 물환경 조사·감시 통합 지침’으로 명명할 수 있을 것이다. 다만, 생태독성 기반의 상수원 수질을 실시간 수준으로 감시하려면 관련 분석 기술의 신뢰도와 대응에 대한 추가 지원과 검토가 필요할 것으로 판단된다.

〈현행〉



〈개선안〉



자료: 국가법령정보센터, “먹는물관리법”, “먹는물수질기준 및 검사 등에 관한 규칙”, “물환경보전법”, “상수원 관리규칙”, “수도법”, “환경정책기본법”을 참고하여 저자 작성.

〈그림 5-1〉 물환경 및 상수원 수질 조사 관련 법령 및 규정의 현행과 개선안

3. 상수원 통계 구축과 신규 및 종합 지표의 개발

본 절에서는 이와 같은 ‘상수원 정책의 패러다임 전환’과 ‘상수원 수질의 상시 감시체계’라는 큰 틀의 제언 속에서 정책 전환을 착수·촉진할 수 있는 정책 개선 세부사항 2가지(상수원 통계 구축과 취수·급수 자급률 지표 개발)를 다음과 같이 제안한다.

가. 상수원 통계와 데이터·정보시스템 구축

현재 환경부는 국가 승인 통계인 ‘상수도 통계’를 매년 통계집(본보고서)과 원데이터(raw data, 엑셀 파일)로 구분하여 발간한다. 상수도 통계 본보고서에는 보급률, 설계용량, 상수원 형태별, 연간 취수량, 물 급수량, 물 이용량 등 수도시설 설치와 운영에 관련된 지표가 분석되어 있고(예시: 표 5-2), 원데이터 파일에는 이를 뒷받침하는 매우 상세한 데이터가 정리되어 있다. 또한, 이 2가지 자료는 환경부 디지털도서관, 국가상수도정보시스템 등을 통해 매년 체계적으로 모두 공개·제공된다.

본 연구보고서의 제2장에서 상수원보호구역 지정 현황과 해제 원인 유형화 분석 과정에서 제시한 바와 같이 상수원보호구역 지정에 대한 자료는 해마다 업데이트되고 있으나, 신규 지정이나 변경 해제, 그리고 명칭 변경에 대한 자료나 분석은 없는 것으로 조사되어 개선이 필요하다. 그 이유는 상수원과 상수원보호구역 및 취수시설의 합리적인 관리를 위해서는 기존에 보호구역으로 지정된 대상이나 범위 등이 변화된 여건들을 고려하였을 때 현재에도 그 상태로 유지되는 것이 타당한지, 상수원보호구역 해제로 인해 해당 지역의 상수원 확보와 수질 보전에 문제가 발생하지 않는지에 대해 객관적으로 검토하려면 <표 5-2>와 같은 ‘상수도 시설 통계’ 외에도 ‘상수원 기초-상세 통계’가 절실하기 때문이다.

현행 「수도법」 제7조의3에서는 환경부장관이 상수원보호구역 및 공장설립이 제한되는 지역의 수질관리를 위해 상수원 정보 관리체계를 구축·운영해야 한다고 명시하고 있다. 데이터(정보) 구축의 상세 내용으로는 ① 취수·정수 등 수도시설 및 급수 현황 등에 관한 정보, ② 상수원보호구역의 지정 현황, 토지이용 실태, 수질 및 오염물질 발생 현황 등에 관한 정보, ③ 공장설립의 제한 지역 및 공장입지 현황 등에 관한 정보, ④ 그 밖에 상수원 수질관리를 위하여 필요한 정보가 구축·운영되어야 함을 명시하고 있다.

이 중에서 수도시설 관련 데이터는 상수도 통계에서 상대적으로 충분히 공개·제공되는데, 최근 환경부 홈페이지를 통해 제공되는 ‘상수원보호구역 지정 현황(2022년 말 기준)’ 파일의 데이터 항목은 4~5개(명칭, 지자체명, 최초 지정일, 지정면적, 소재지) 정도에 머물고 있어서 상수원보호구역에 설치된 취수시설은 무엇인지, 과거 변경 이력은 어떠한지, 하천 또는 호소에 위치하는지 등에 대한 파악은 불가능한 형편이다.⁸⁸⁾

결론적으로, 지속가능한 상수원 정책의 패러다임 전환을 위해서 상수원 통계를 현재 매년 발간되는 ‘상수도 통계’ 구축 과정에 연계하여 포함시키거나, 별도의 ‘신규 상수원 통계’ 구축을 제안한다. 재정이나 인력 등의 현실적인 여건을 고려하면 실질적인 이행을 위해서는 ‘상수도 통계’ 내에 상수원과 상수원보호구역에 대한 데이터를 연계 생산하여 관리하는 방안이 효과적일 것이다. 「수도법」 제7조의3(상수원 정보 관리체계 구축 및 운영)에 따른 정보 관리체계의 현황을 점검하고, 관리체계에 관련 기초-상세 데이터를 구축하면서 ‘상수원 정보시스템 구축’ 등으로 발전하는 방안을 제안한다.

이렇게 개선하는 과정에서 전국에 분포한 약 300개의 상수원보호구역과 약 500개의 취수 시설 등에 관한 정보를 ‘구역별’ 또는 ‘지역별’로 반드시 ‘코드화’하고, 공간정보(GIS) 파일로 제작하여 정보의 품질을 관리해야 한다. 상수원보호구역 분석 과정에서 활용한 현행 ‘상수원 보호구역 지정 현황’ 데이터는 ‘상수원보호구역명’과 ‘취수장명’이 바뀐 경우, 상수원보호 구역명이 통일되지 않은 경우, 지역별로 중복되는 보호구역명이 존재하는 경우 등으로 인해 현황 파악에 긴 분석 기간과 검증 과정이 반복되었다. 향후 상수원 또는 상수원보호구역 데이터에 대한 코드가 부여되면, 일관성 있는 자료 생산으로 구역 코드 또는 행정구역 코드와 시스템적으로 연계되어 자료관리자(중앙부처, 지방자치단체 등)와 자료활용자(일반 국민, 연구자, 기업 등) 모두에게 자료의 유용성과 정책 흐름 이해의 편리성을 제공할 수 있을 것이다.

88) 아마도 「수도법」에는 비록 의무사항이지만 상수원 ‘통계 구축’, 상수원 정보 ‘시스템 구축’이 아닌 상수원 정보 ‘관리체계 구축’이라는 용어로 명시되어 있고, 「수도법」에 따라 광역·기초지자체장에게 위임되는 상수원보호구역 지정과 변경에 대한 권한과 사무, 지자체의 인력 및 예산 부족 등의 원인이 복잡하게 얽혀 상수원 통계 구축이 미진한 것으로 추측됨.

〈표 5-2〉 환경부 2022년 상수도 통계 개요(상수도 운영 현황)

구분	단위	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
총 인구	천 명	52,127	52,419	52,672	52,858	52,950	53,073	53,122	52,975	52,733	52,629
급수인구	천 명	51,325	51,712	52,045	52,259	52,468	52,653	52,747	51,624	52,397	52,322
시설용량	천m ³ /일	27,168	27,141	26,824	27,125	27,545	27,323	27,416	27,400	27,395	27,468
정수장 개소수	개소	515	508	499	484	483	484	490	485	482	478
취수장 개소수	개소	589	587	592	470	500	503	504	507	514	509
보급률	%	98.5	98.6	98.8	98.9	99.1	99.2	99.3	99.3	99.4	99.4
1인1일급수량	L/인/일	335.3	334.9	335.2	339.1	340.6	347.9	346.9	345.5	352.9	355.1
1인1일물사용량	L/인/일	281.8	279.9	282	287.1	289.2	294.7	294.9	295.3	302.4	305.6
총급수량	백만m ³ /년	6,159	6,214	6,279	6,419	6,492	6,656	6,667	6,651	6,765	6,808
유수율	%	84.2	83.7	84.3	84.8	85.2	84.9	85.2	85.7	85.9	86.3
누수율	%	10.7	11.1	10.9	10.6	10.5	10.8	10.5	10.4	10.2	9.9
관로 총인장	도수	3,331	3,328	3,382	3,379	3,451	3,505	3,514	3,559	3,617	3,677
	송수	10,925	11,050	11,221	11,479	11,702	11,877	12,217	12,468	12,852	13,098
	배수	100,121	104,260	108,444	112,237	115,726	122,174	125,306	130,523	135,154	139,921
	급수	71,401	72,263	74,488	76,764	78,155	79,595	81,222	81,773	82,078	84,143
생산원가	원/m ³	849.3	876.5	881.7	868	898	914.3	944.6	976.6	989.2	1027.5
평균수도요금	원/m ³	660.4	666.9	683.4	703.4	723.3	736.9	738.6	718.9	720.8	747.8
현실화율	%	77.8	76.1	77.5	81.1	80.5	80.6	78.2	73.6	72.9	72.8
부채액	억 원	10,146	8,437	7,324	5,967	4,321	3,290	2,567	2,277	2,699	4,200
직원 수	명	13,565	13,235	13,407	13,482	13,264	14,138	14,528	14,551	14,741	14,588

자료: 국가상수도정보시스템(2023.12.27), 검색일: 2023.10.4.⁸⁹⁾

89) 매년 데이터 수집 및 검증되며 발견되는 상수도 통계에는 정작 상수원보호구역 등 상수원에 관한 통계는 매우 미흡한 실정으로 정책 개선이 필요한 사안임.

나. 상수원 리스크 및 정책 모니터링을 위한 신규 지표의 개발

기후변화로 인해 극한 가뭄 발생빈도가 잦아지고, 그 피해 범위와 규모가 확대되는 여건에 대응하기 위해서는 상수원 관리의 지속가능성을 평가하고 개선하기 위한 관리 방안 마련이 중요하다. 이에 본 보고서의 제2장에서는 상수원보호구역 해제 전후 지자체 물자급률, 오염원, 토지이용, 오염부하량, 수질 변화, 수생태계 변화 등에 대해 조사·분석을 수행하였다. 이러한 객관적 데이터 기반의 분석 결과는 상수원 관리 정책 방향과 정책결정권자의 의사결정과정에서 합리성을 높여주고, 국민들로 하여금 정부 정책에 대한 신뢰성을 증진시킬 수 있다.

예를 들어 2019년 상수도 통계에서 시범지표로 제시된 물자급률 지표의 경우 데이터 확보와 산정 방식의 한계가 존재하나, 상수원 리스크 관리 측면에서 지표가 갖는 의미와 관련하여 향후 상수원 관리의 지속가능성을 측정하는 지표로서는 한계가 있는 것으로 파악되었다. 구체적으로, 제시한 물자급률 시범지표의 산정에 있어서 취수와 정수는 물론 원수 수입량, 침전수 수입량 등이 계산 변수(parameters)로 적용되어 급수(보급)시설 운영자 측면에서는 유효하지만, 상수원 확보 측면에서 지자체의 실제 자체 취수량 현황이 직접 반영되지 못하는 한계가 있었다. 따라서 상수원 취수(수량) 현황 외에도 상수원의 수질 측면이 이 시범지표 산정에는 고려되지 않았다.

이러한 한계점들을 보완·발전시켜 본 연구는 2019년 상수도 통계의 시범지표는 ‘수도 급수 자급률’ 지표로 명명할 수 있었으며, ‘상수원 취수 자급률’ 지표를 신규 개발하여 이 2개 자급률 지표를 상수원 통계 구축 또는 상수도 통계 생산에 매년 산정하여 공표할 것을 제안한다. 상수원 수질 현황에 대한 지표 개발은 다수의 상수원 수질 가운데 해당 지역 상수원의 수질특성이 반영된 지표가 적절하므로, 위의 2개 자급률 지표가 시범 적용되면서 개발 되면, 통합적 지표로서의 상수원 정책 모니터링에 상당한 도움이 될 것으로 예상된다.

이러한 개별 및 종합 지표의 개발과 적용은 지자체 스스로가 상수원 관리 과정에서 정책적 의사결정을 할 때 기후변화로 인한 가뭄과 같은 상수원 부족 상황에서 중앙정부의 지원 정책이나 대규모 댐을 통한 물 공급에만 의존하지 않고, 자체적으로 가지고 있는 역량을 파악할 수 있는 근거자료로 활용할 수 있다. 지역 주민들은 거주지역의 물관리 역량과 물 이용에 대한 안정성 등의 정보를 제공받을 수 있을 것이다. 중앙정부는 지자체가 무분별하게 취·정수 시설을 폐지하여 상수원보호구역을 해제하는 상황에 대한 규제 수단으로 활용할 수 있다.

4. 상수원 규제 합리화의 기본원칙 설정

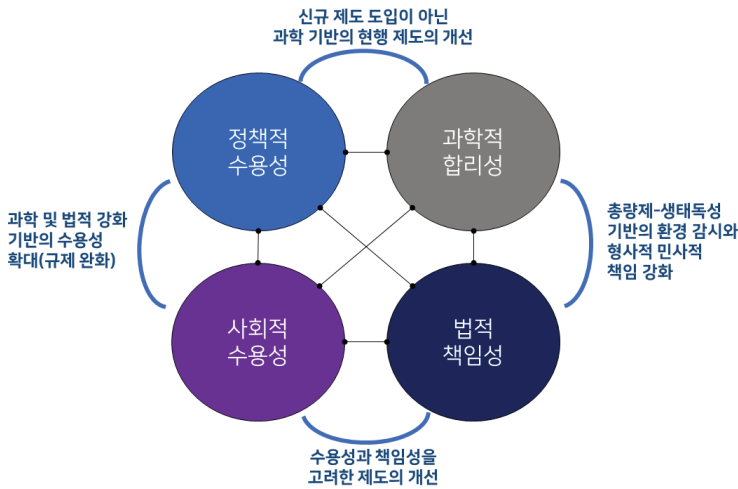
본 연구가 종료되는 2024년 3월 말 현재, 국민을 대표하는 제20대 국회의원 선거 과정이 진행되고 있다. 본 연구보고서 제1장과 제4장에서 상세하게 소개한 것처럼 상수원 규제에 대한 찬반 의견이 팽팽하고, 정치 지도자를 선출하는 과정에서 상수원 규제 완화에 대한 공약들이 언론을 통해 거의 매일 보도될 만큼 상수원 규제는 정책적·사회적으로 큰 사안이다.

양호한 수질의 풍부한 상수원을 시민과 자연에 안정적으로 공급하는 것이 국가의 책무이자 지역균형 발전의 기반이라는 사실은 아무리 강조해도 지나치지 않는다. 상수원 정책이 지속 가능하려면 적정 수준의 규제는 필수불가결하다. 따라서 규제를 유지하거나 기후 리스크 적응과 위해성이 높은 미규제 수질오염물질 대응 측면에서라도 상수원보호구역을 존치해야 한다는 의견과 최근 제기되고 있는 팔당호·대청호 상수원보호구역과 특별대책지역에 대한 규제 완화를 포함하여 상수원 규제로 인한 재산권 침해를 주장하며 규제를 완화해야 한다는 의견이 대립하고 있다. 이처럼 상수원 규제의 필요성과 적정 수준의 설정에 대한 대립과 논의 과정에서 규제 합리화에 대한 ‘게임의 법칙(Rule of the Game)’ 또는 ‘기본원칙(principle)’을 설정하면 갈등과 분쟁을 해소하는 데 크게 유익하지만, 현재 상수원 규제 합리화에 대한 기본원칙은 없는 실정이다.

예를 들어, 상수원보호구역에 거주하는 일부 주민과 관할 지자체가 정부와 헌법재판소를 상대로 상수원 규제가 과도하다고 주장하는 것을 이해하고, 규제 완화 시 사회환경적 피해를 예방·최소화하며, 과학적·정책적으로 지속가능한 상수원 정책 대안을 마련하기 위해서는 검증된 과학적 합리성과 더불어 상수원보호구역, 수변구역, 특별대책지역 간 규제 차이점을 비교하여 규제 정책 조정의 수용성을 증진하는 것이 매우 필요하다. 또한 중앙정부와 지자체의 사무가 다소 형식적이거나 고착된 규제 행정 절차에 제약받지 않도록 상수원 규정의 합리화에 대한 시민, 전문가, 공공기관 그리고 행정부 등의 사회적 자율성을 높이고, 그와 동시에 모두가 인정하고 합의한 약속 또는 규정을 위반하면 상수원 정책을 훼손한 것과 같은 무게의 법률적 책임성을 부가하는 원칙이 필요하다. 그리고 옥상옥(屋上屋)과 같은 현행 상수원 규제에 신규 제도와 규제를 추가하기 위해서는 과학 기반의 합리성 속에서 정책적

수용성을 높이고, 과학적 합리성과 검증을 토대로 상수원 수질 감시와 법적 위반 사항을 조사하여 형사적·민사적 책임을 강화하는 연계가 필요하다. 또한 과학적으로 증명된 사실에 기반하여 규명된 과도하거나 불필요한 규제는 완화하거나 철폐하는 공론 절차적 타당성을 갖춘다면 사회적 수용성을 최적화할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 위와 같은 분석을 통해 '상수원 규제 합리화의 기본 원칙'을 <그림 5-2>와 같이 제안한다.



자료: 저자 작성.

<그림 5-2> 상수원 규제 합리화의 기본원칙

이 4가지 기본 원칙 중에서 절대적 원칙에 가장 근접한 원칙은 '과학적 합리성'일 것이다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 과거 1980년 후반에 상수원보호구역 표준거리 기준에 적용된 유하거리 산정의 타당성과 신규 대안으로 '지류 수질오염총량제' 적용의 장단점을 검토하였다. 그 결과, 유하거리 산정의 근거(갈수기 유속 등)의 경우 추가 연구와 조사가 반드시 필요하겠지만, 현재와 유사한 것으로 상수원 목표수질 달성을 위한 지류 수질오염총량제의 개념적 구조는 타당한 것으로 나타났다. 그러나 상수원의 '목표수질'의 구체성을 검토한 결과 현행 수질오염물질 총량관리의 제도적·과학적 한계가 선명하게 드러났다. 예를 들어, 상수원보호구역이 지정된 특정 지역의 입지 규제가 기존에는 상류 10km였지만 지류 오염

총량제가 시행된 후에는 5km로 완화되었는데 유하거리 규제가 절반으로 줄어들어 그동안 개발이 제한되었던 토지에 폐수 무방류 시스템을 갖춘 첨단 산업단지가 설립된다면, 해당 지역 주민의 의견은 반반으로 나뉠 것이다.

본 연구에서는 4가지 기본원칙 중 기초 검토조차 하지 못했던 상수원 규제의 정책적 수용성, 사회적 자율성과 법률적 책임성에 대한 검토의 경우 향후 추가 연구에서 수행할 것을 제안한다.

5. 통합물관리 기반 상수원 정책 중장기 연구의 기획과 추진

본 연구에서는 우리 사회가 직면한 기후 위기와 경제사회적 여건 변화 속에서 지속가능한 상수원 정책의 개선 방향을 모색하기 위해, 10개월이라는 짧은 연구 수행 기간과 크지 않은 연구 예산이라는 제약을 뛰어넘고자 광범위한 연구 자료를 수집하고, 수집한 데이터를 집요하게 분석하고 최대한 검증하였다. 그러나 ‘지속가능한 국가 상수원 정책 구현’이라는 대명제를 달성하기에는 연구 수행 여건의 한계를 완전히 극복하지 못했다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 지속가능한 상수원(수량·수질) 보전 정책의 개선을 위해 필요한 중장기 연구 주제를 <그림 5-3>과 같이 정리 및 제안하고자 한다. 중장기 연구의 제도적 틀은 앞에서 분석·소개한 것처럼 상수원 정책 패러다임 전환과 「수도법」 개정, 상수원 수질 상시 감시체계 구축, 상수원 통계 구축과 신규 지표 이다. 이와 더불어 규제 합리화 기본원칙 설정의 세부 과제 수행을 기획하고, 그 외에도 물순환 전과정, 상수원보호구역 해제 영향에 대한 추가 조사, 상수원보호구역 해제에 관한 건전한 거버넌스 구축, 하천 및 호소 유역마다 유출 및 배출되는 모든 수질오염물질의 거동 분석, 이에 대한 생태독성과 수질환경적 위해성의 영향 분석, 모든 수질오염물질의 총량 관리를 위한 원 단위 발생 부하량 및 저감·배출 부하량의 산정 기법, 상수원 취수 후 정수시설로 이동될 때 도수로 흡착 및 부식 작용과 같은 기작 규명, 그리고 정수시설의 전과정에서 잔류 수질오염물질의 검출 및 저감 방법 등에 대한 과학기술의 검증이 중장기 연구를 통해 필요할 것으로 보인다.



〈그림 5-3〉 지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향과 과제

자료: 저자 작성.

| 참고문헌 |

[국내문헌]

- 관계부처 합동(2021), 「국가물관리기본계획(2021~2030)」.
- 김익재, 김수빈(2023), “상수원보호구역이 물이용 리스크에 미치는 영향 고찰”, 「물과미래」, 56(12), 한국수자원학회, pp.47-54.
- 안성시(2004), 「안성시 수도정비기본계획」.
- 이상훈 외(1989), 「上水保護區域의 指定과 管理에 관한 研究」, 국토개발연구원.
- 최지용 외(2016), 「지류총량제 시행을 위한 물환경관리기법 및 적용 지침개발」, 환경부.
- 충청남도 공주시(2011.8), 「상수원보호구역지정 변경(해제) 공고」, 내부자료.
- 한국환경공단 생태독성관리부(2020), 내부자료.
- 한대호 외(2022), 「상수원보호구역 발전방안 마련 연구」, 환경부.
- 한지선 외(2016), 「생물감시장치의 효율적 운영방안 연구」, 서울물연구원, p.44-45.
- 환경부 한강홍수통제소(2006), 내부자료.
- 환경부(2008), 「한국 상수도 100년사(통사·부문사편)」.
- 환경부(2008), 내부자료.
- 환경부(2019a), “생태독성관리제도 정책방향 및 향후계획”, 「2019년 수질TMS 생태독성 합동 연찬회」, 6월 27일, 전북 부안: 환경부, pp.5-7.
- 환경부(2019b), 내부자료.
- 환경부(2020), 「2019 상수도통계」.
- 환경부(2022), 「2021년도 수질오염사고와 대응 연차보고서」, p.6.
- 환경부(2022.6), 내부자료.
- 환경부(2023), 「물환경측정망 설치·운영 계획」, pp.3-6.
- 환경부, K-water(2023), 「영산강·섬진강 유역 가뭄백서(2022~2023)」.
- 환경부, 한국환경공단(2016), 「생태독성관리 가이드북: 기술지원 사례」.

KE컨설팅(2001), 「토지피복도」, 내부자료.

KE컨설팅(2002), 「전국오염원조사자료」, 내부자료.

KE컨설팅(2003), 「토지피복도」, 내부자료.

KE컨설팅(2005a), 「경상남도 낙동강 오염총량관리 기본계획」, 내부자료.

KE컨설팅(2005b), 「전라북도 금강 오염총량관리 기본계획」, 내부자료.

KE컨설팅(2005c), 「전국오염원조사자료」, 내부자료.

KE컨설팅(2006.9), 「물환경관리기본계획: 4대강 대권역 수질보전 기본계획('06~'15)」, 내부
자료

KE컨설팅(2006a), 「전국오염원조사자료」, 내부자료.

KE컨설팅(2006b), 「연속지적도」, 내부자료.

KE컨설팅(2006c), 「토지피복도」, 내부자료.

KE컨설팅(2007), 「토지피복도」, 내부자료.

KE컨설팅(2007.11.17), 「장흥 일대 상수원보호구역 전면 해제」, 내부자료.

KE컨설팅(2010), 「토지피복도」, 내부자료.

KE컨설팅(2011~2022), 「물환경정보시스템 생물측정자료」, 내부자료.

KE컨설팅(2012a), 「전국오염원조사자료」, 내부자료.

KE컨설팅(2012b), 「토지피복도」, 내부자료.

KE컨설팅(2013), 「전국오염원조사자료」, 내부자료.

KE컨설팅(2014), 「토지피복도」, 내부자료.

KE컨설팅(2016a), 「전국오염원조사자료」, 내부자료.

KE컨설팅(2016b), 「연속지적도」, 내부자료.

KE컨설팅(2017), 「안성시 공장설립제한·승인지역 변경」, 내부자료.

KE컨설팅(2021a), 「전국오염원조사자료」, 내부자료.

KE컨설팅(2021b), 「연속지적도」, 내부자료.

KE컨설팅(2021c), 「토지피복도」, 내부자료.

KE컨설팅(2021d), 「한국하천일람」, 내부자료.

K-water 물수요공급분석부(2020), 내부자료.

[온라인 자료]

국가법령정보센터, “먹는물 수질감시항목 운영 등에 관한 고시”, [https://www.law.go.kr/행정규칙/먹는물 수질감시항목 운영 등에 관한 고시/\(2023-149,20230630\)](https://www.law.go.kr/행정규칙/먹는물 수질감시항목 운영 등에 관한 고시/(2023-149,20230630)), 검색일: 2024.2.29.

국가법령정보센터, “먹는물관리법”, [https://www.law.go.kr/법령/먹는물관리법/\(20172,20240130\)](https://www.law.go.kr/법령/먹는물관리법/(20172,20240130)), 검색일: 2024.2.29.

국가법령정보센터, “물환경보전법 시행령”, <https://www.law.go.kr/법령/물환경보전법시행령>, 검색일: 2024.2.29.

국가법령정보센터, “물환경보전법”, <https://www.law.go.kr/법령/물환경보전법>, 검색일: 2024.2.29.

국가법령정보센터, “상수원관리규칙”, <https://www.law.go.kr/법령/상수원관리규칙>, 검색일: 2024.1.17.

국가법령정보센터, “수도법 시행규칙”, <https://www.law.go.kr/법령/수도법시행규칙>, 검색일: 2024.1.17.

국가법령정보센터, “수도법 시행령”, [https://www.law.go.kr/법령/수도법시행령/\(33883,20231121\)](https://www.law.go.kr/법령/수도법시행령/(33883,20231121)), 검색일: 2024.1.17.

국가법령정보센터, “수도법”, [https://www.law.go.kr/법령/수도법/\(20172,20240130\)](https://www.law.go.kr/법령/수도법/(20172,20240130)), 검색일: 2024.1.17.

국가법령정보센터, “수질오염감시경보를 위한 측정소별 측정항목과 항목별 경보기준”, [https://www.law.go.kr/행정규칙/수질오염감시경보를 위한 측정소별 측정항목과 항목별 경보기준/\(2023-295,20231227\)](https://www.law.go.kr/행정규칙/수질오염감시경보를 위한 측정소별 측정항목과 항목별 경보기준/(2023-295,20231227)), 검색일: 2024.2.29.

국가법령정보센터, “환경정책기본법 시행령”, <https://www.law.go.kr/법령/환경정책기본법시행령>, 검색일: 2024.2.29.

국가상수도정보시스템(2013.1.7), “2010 상수도 통계”, <https://www.waternow.go.kr/web/board/STAT/32754/?page=2&pMENUID=9>, 검색일: 2023.10.4.

국가상수도정보시스템(2018.2.27), “2016 상수도 통계”, <https://www.waternow.go.kr/>

- web/board/STAT/33935/?pMENUID=9, 검색일: 2023.10.4.
- 국가상수도정보시스템(2019.3.18), “2017 상수도 통계”, <https://www.waternow.go.kr/web/board/STAT/34057/?pMENUID=9>, 검색일: 2023.10.4.
- 국가상수도정보시스템(2020.1.17), “2018 상수도 통계”, <https://www.waternow.go.kr/web/board/STAT/34145/?pMENUID=9>, 검색일: 2023.10.4.
- 국가상수도정보시스템(2021.1.11), “2019 상수도 통계”, <https://www.waternow.go.kr/web/board/STAT/34288/?page=1&pMENUID=9>, 검색일: 2023.10.4.
- 국가상수도정보시스템(2021.12.30), “2020 상수도 통계”, <https://www.waternow.go.kr/web/board/STAT/34514/?page=1&pMENUID=9>, 검색일: 2023.10.4.
- 국가상수도정보시스템(2022.12.28), “2021 상수도 통계”, <https://www.waternow.go.kr/web/board/STAT/34696/?pMENUID=9>, 검색일: 2023.10.4.
- 국가상수도정보시스템(2023.12.27), “2022 상수도 통계”, <https://www.waternow.go.kr/web/board/STAT/35388/?pMENUID=9>, 검색일: 2023.10.4.
- 국가수자원관리종합정보시스템, “하천차수도(1:24,000)”, <http://www.wamis.go.kr/watermap/>, 검색일: 2023.8.2.
- 국토일보(2009.11.7), “Kwater, 중부권 상수도 사업 ‘준공’”, <https://www.ikld.kr/news/articleView.html?idxno=8524>, 검색일: 2024.3.2.
- 대전투데이(2015.10.7), “예산군 가뭄극복 ‘선제적 대응’ 나서”, <https://www.daejeontoday.com/news/articleView.html?idxno=379835>, 검색일: 2024.1.22.
- 대한민국 정책브리핑(2009.10.30), “충남 중부권 광역상수도사업 준공식 치사”, <https://www.korea.kr/briefing/speechView.do?newsId=132019091#speech>, 검색일: 2024.3.2.
- 디지털 트윈국토(2016.12.15), “상수원보호”, https://www.vworld.kr/data/v4dc_svcdata_s002.do?pageIndex=1&datId=DAT_0000000000000145&ctmCde=&searchCondition=&searchKeyword=%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90, 검색일: 2023.8.2.
- 머니투데이(2020.10.27) “남양주 조안면 주민들 상수원보호구역 규제 헌법소원 청구”, <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2020102715522771619>, 검색일: 2024.1.22.

- 물환경정보시스템(2022.4.15), “생물측정망 건강성평가등급”, https://water.nier.go.kr/web/board/36/?pMENU_NO=587, 검색일: 2024.1.17.
- 물환경정보시스템(2022.8.31), “전국 수질측정자료(1997~2022년) 일자료”, https://water.nier.go.kr/web/board/29/?pMENU_NO=572, 검색일: 2023.10.31.
- 물환경정보시스템, “물환경 지리정보”, http://211.114.21.35/GIS/?droneMode=Y&pMENU_NO=34, 검색일: 2024.1.17.
- 물환경정보시스템, “생물측정망”, https://water.nier.go.kr/web/waterMeasure?pMENU_NO=571, 검색일: 2023.8.2.
- 물환경정보시스템, “수질측정망”, https://water.nier.go.kr/web/waterMeasure?pMENU_NO=571, 검색일: 2023.8.2.
- 물환경정보시스템, “수질측정망: 운영현황”, https://water.nier.go.kr/web/contents/contentView/?pMENU_NO=53, 검색일: 2023.10.15.
- 물환경정보시스템, “총량측정망: 운영현황”, https://water.nier.go.kr/web/contents/contentView/?pMENU_NO=58, 검색일: 2023.10.15.
- 아주경제(2015.10.9), “예산군 상하수도사업소, 절수기 보급 및 상수원수 추가공급 실시”, <https://www.ajunews.com/view/20151009093424922>, 검색일: 2024.1.22.
- 연합뉴스(2022.9.6), “광주 제4수원지 상수원 보호구역 41년 만에 공식 해제”, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20220906063100054>, 검색일: 2023.8.4.
- 워터저널(2008.11.10), “[광주광역시] 송정 취수장 주변 상수원 보호구역 해제”, <https://www.waterjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=7284>, 검색일: 2023.8.4.
- 장성군민신문(2005.1.21), “황룡강 상수원 보호구역 일부해제”, <http://www.jsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=54499>, 검색일: 2023.8.4.
- 전북일보(2014.11.14), “진안군, 2017년부터 광역상수도 공급”, <https://www.domin.co.kr/news/articleView.html?idxno=1046663>, 검색일: 2024.3.2.
- 충청타임즈(2009.10.16), “내년부터 보령댐 광역상수도 공급”, <https://www.cctimes.kr/news/articleView.html?idxno=170841>, 검색일: 2024.3.2.

한국환경공단 부산울산경남 환경본부(2024.1.15), “수질오염감시 경보시스템”, <https://www.keco.or.kr/group03/lay1/S298T617C626/contents.do>, 검색일: 2024.2.29.

환경부 낙동강유역환경청, “수질오염총량제도란?”, <https://www.me.go.kr/ndg/web/index.do?menuId=3504>, 검색일: 2024.2.29.

환경부 보도자료(2015.4.27), “녹조 관리 위해 전국 지류·지천 18곳 수질관리 강화 추진”, <https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=142283>, 검색일: 2024.3.4.

환경부 보도자료(2023.3.20), “낙동강 미량오염물질, 안전한 먹는물 생산에 우려 없는 수준 확인”, <http://27.101.216.209/home/web/board/read.do?sessionId=RvJ7ymya66i8M2KcnvJQKL6I.mehome1?pagerOffset=510&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=&orgCd=&boardId=1604570&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&decorator=>, 검색일: 2024.3.4.

환경부(2001.4.18.), “2000상수원보호구역현황”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=2000%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90%EB%B3%B4%ED%98%B8%EA%B5%AC%EC%97%AD%ED%98%84%ED%99%A9&menuId=10264&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=378, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2002.2.4), “02년 전국 상수원보호구역 현황(01.12.31기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=30&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90%EB%B3%B4%ED%98%B8%EA%B5%AC%EC%97%AD&menuId=10264&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=546, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2003.5.16), “2003년 전국상수원보호구역지정현황”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=30&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90

%EB%B3%B4%ED%98%B8%EA%B5%AC%EC%97%AD&menuId=10264&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=1220, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2004.2.18), “2004년 전국상수원보호구역 현황”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=30&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90%EB%B3%B4%ED%98%B8%EA%B5%AC%EC%97%AD&menuId=10264&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=1527, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2005.2.23.), “2004상수원보호구역지정현황”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=20&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90%EB%B3%B4%ED%98%B8%EA%B5%AC%EC%97%AD&menuId=10264&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=2097, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2006.5.30), “상수원보호구역 현황”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=20&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90%EB%B3%B4%ED%98%B8%EA%B5%AC%EC%97%AD&menuId=10264&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=2707, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2007.7.6), “전국상수원보호구역 현황(2006년말 기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=20&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90%EB%B3%B4%ED%98%B8%EA%B5%AC%EC%97%AD&menuId=10264&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition

- n.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=3415, 검색일: 2023.8.4.
- 환경부(2010.5.26), “상수원보호구역 지정 현황”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=10&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90%EB%B3%B4%ED%98%B8%EA%B5%AC%EC%97%AD&menuId=10264&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=4506, 검색일: 2023.8.4.
- 환경부(2012.11.22), “상수원보호구역 지정현황”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=10&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90%EB%B3%B4%ED%98%B8%EA%B5%AC%EC%97%AD&menuId=10264&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=4919, 검색일: 2023.8.4.
- 환경부(2013.2.15), “상수원보호구역지정현황(12년말)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=4985, 검색일: 2023.8.4.
- 환경부(2015.2.4), “상수원보호구역 지정현황(13년말 기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=6451, 검색일: 2023.8.4.
- 환경부(2016.3.24), “상수원보호구역 지정현황(14년말 기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=6693, 검색일: 2023.8.4.
- 환경부(2018.1.24), “상수원보호구역 지정현황(2015년말 기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=7067, 검색일: 2023.8.4.
- 환경부(2018.12.28), “상수원보호구역 지정현황(2017년 기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=7249, 검색일: 2023.8.4.
- 환경부(2018.7.19), “상수원보호구역현황(2016년 기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=10&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%81%EC%88%98%EC%9B%90

&menuId=10264&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=7166, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2019.12.27), “상수원보호구역 지정현황(2018.12월 기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=7437, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2020.12.30), “상수원보호구역 지정현황(2020.9월)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=7617, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2022.5.30), “상수원보호구역 지정현황(2021년 10월 기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=7917, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2023.3.20), “상수원보호구역 지정현황(2022년 12월 기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=8052, 검색일: 2023.8.4.

환경부(2024.3.27), “상수원보호구역 지정현황(2023년 12월 기준)”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=8249, 검색일: 2023.8.4.

부 록

- I. 지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향 전문가 의견조사 문항
- II. 지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향 전문가 의견조사 결과

부록 I. 지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향 전문가 의견조사 문항

지속가능한 상수원 수질보전 정책 방향 전문가 의견 조사

안녕하십니까?

한국환경연구원(KEI)에서는 「지속가능한 상수원 수질보전 정책 방향: 상수원보호구역과 취수시설 중심으로」 내부 과제를 수행하고 있습니다. 본 연구 내용 중 한 주제인 상수원보호구역의 지정 필요성과 해제 원인에 대한 종합적 분석과 정책적 시사점을 도출하는 것은 국가의 중대한 책무이자, 지속가능한 상수원 관리 정책 방향을 설정하기 위한 근간이 될 수 있습니다. 이에 저희 연구진은 2000년부터 2022년까지 전국 상수원보호구역 지정·변경(해제) 현황을 정리하고, 지방자치단체 홈페이지, 전자 관보, 지역신문 등을 활용하여 상수원보호구역 해제의 배경과 원인을 분석하였으며, 이를 해제 원인으로 유형화하였습니다.

본 조사의 목적은 연구진이 초안 분석한 상수원보호구역 해제 원인 유형화를 전문가 의견을 기반으로 보다 합리적으로 검토 및 확정하고, 상수원보호구역 정책 의견을 2회에 걸쳐 조사·청취하고자 합니다. 전문가분들의 응답은 연구의 전문성을 확보하고, 정책 수립을 위한 귀중한 기초자료로 활용되오니 바쁘시더라도 협조를 부탁드립니다. 해당 조사와 관련하여 문의 사항이 있으신 분은 본 조사의 담당자에게 연락해 주시면 됩니다. 감사합니다.

2024년 1월

한국환경연구원 통합물관리연구실: 김익제 선임연구위원 (TEL : 044-415-7453)

■ 기본 개인정보 수집 • 활용 • 제3자 제공 동의

개인정보의 항목	개인정보의 수집·이용의 목적	개인정보 이용기간 및 보유기간
성명, 소속, 휴대폰	데이터 검증	용도 완료 시까지 활용, 완료 후 3개월 이내 폐기

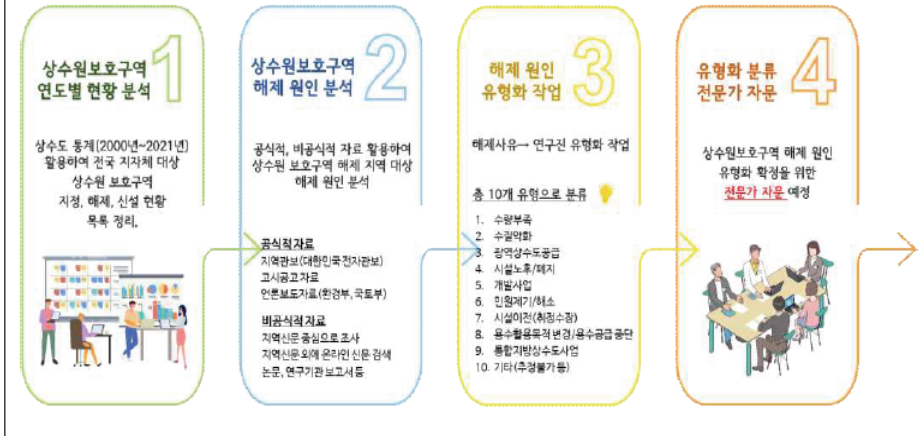
※ 개인정보 제공자가 동의한 내용 외의 다른 목적으로 활용하지 않으며, 제공된 개인정보의 이용을 거부하고자 할 때에는 개인정보 관리책임자를 통해 열람, 정정, 삭제를 요구할 수 있음

※ 「개인정보보호법」 등 관련 법규에 의거하여 상기 본인은 위와 같이 개인정보 수집 및 활용에 동의함

상수원보호구역 해제 원인 유형화를 위한 작업은 다음의 <그림1>과 같은 절차로 진행되었습니다.

- ① 환경부 홈페이지에 게시된 '상수원보호구역 지정 현황' 자료¹⁾를 활용하여 전국 지자체 대상 상수원보호구역 연도별 지정, 해제, 신설 현황 목록을 정리하였습니다.
- ② 상수원보호구역 해제 원인을 분석하고자, 공식적 자료(지역 관보, 고시·공고 자료, 언론 보도자료 등)와 비공식적 자료(지역신문 중심으로 조사, 지역신문 외 온라인 신문 검색, 논문, 연구기관 보고서 등)를 활용하여 해제 원인을 정리하였습니다. (※ 해제 원인 정리 과정에서 연구진의 주관어 개입될 수 있기에 해당 자료에 제시된 단어 또는 문장을 그대로 가져와 정리함)
- ③ ②번에서 취합·정리한 자료를 기반으로, 연구진이 모여 bottom-up 방식으로 해제 원인을 분류하였고 그 결과 총 10개 유형으로 정리하였습니다.
- ④ 현재 본 과제의 연구진이 초안으로 정리한 '상수원보호구역 해제 원인 유형화' 내용에 대하여 금회 실시하는 전문가 조사를 통해 3가지 자문 의견을 구하고자 합니다.

<그림1> 상수원보호구역 해제 원인 유형화 작업 절차

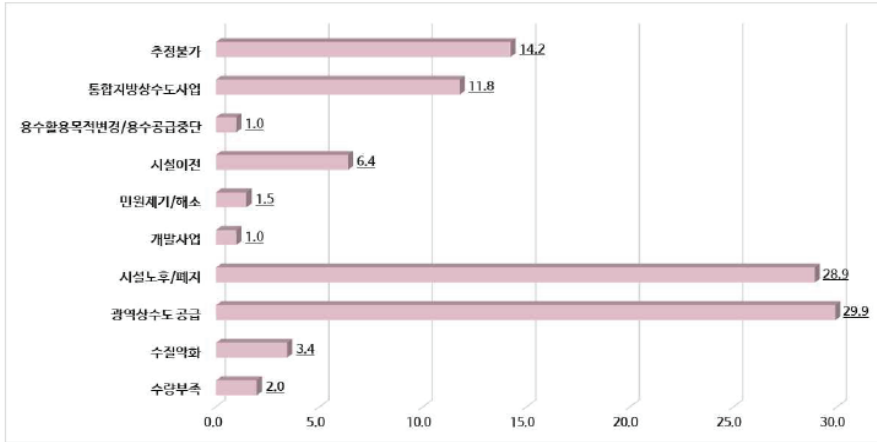


위와 같은 절차를 통해 현재까지 연구진이 정리한 유형화 및 결과는 <그림2>와 같습니다. 해제 원인 분석 유형화 과정에서 1개 상수원보호구역에서 해제 원인이 여러 개로 파악되었을 경우 모두를 해당 원인으로 분류하였습니다. (예. A 상수원보호구역에서 수질 악화, 개발사업이 해제 원인으로 제시되었으면, 2개 유형 모두에 해당하는 것으로 분석함)

아래 결과를 보시고, 다음의 3개 문항에 대한 귀하의 의견을 주시면 감사하겠습니다.

<그림 2> 상수원보호구역 해제 원인 유형화 분석 초안 결과

(단위: %)



구분	해제 유형	해제 유형 (예시)
1	수량부족	<ul style="list-style-type: none"> 취수원 수량 부족으로 인한 취수원(광역상수도) 변경
2	수질악화	<ul style="list-style-type: none"> 취수원 수질 악화로 인한 취수원(광역상수도) 변경 기존 정수장 취수원 수질 악화, 시설 노후화로 인해 타 정수장에서 생활용수 공급 A취수장 수질악화로 인한 취수원 변경(대청댐), 관련 시설 용도 전환(공업용수) → 존치 필요성 상실
3	광역상수도 공급	<ul style="list-style-type: none"> 취수원 수량 부족으로 인한 취수원(광역상수도) 변경 취수원 수질 악화로 인한 취수원(광역상수도) 변경 기존 정수장 취수원 수질 악화, 시설 노후화로 인해 타 정수장에서 생활용수 공급
4	시설노후/폐지	<ul style="list-style-type: none"> 기존 정수장 취수원 수질 악화, 시설 노후화로 인해 타 정수장에서 생활용수 공급
5	개발사업	<ul style="list-style-type: none"> 대학교 캠퍼스 개발로 인한 A읍/B면 통합상수도 사업 추진 해양경찰학교 유치(C시, D시)
6	민원제기/해소	<ul style="list-style-type: none"> 주민들의 경제적인 피해 (재산권 문제) 규제 조치, 소득원 상실로 인한 해당 지역 주민 불편 해소
7	시설이전	<ul style="list-style-type: none"> 수원지 변경, 신녕정수장 준공 대체수원 지방상수도 취수원이 상류로 이전
8	용수활용목적변경/용수공급 중단	<ul style="list-style-type: none"> A취수장 수질악화로 인한 취수원 변경(대청댐), 관련 시설 용도 전환(공업용수) → 존치 필요성 상실
9	통합지방상수도사업	<ul style="list-style-type: none"> 대학교 캠퍼스 개발로 인한 A읍/B면 통합상수도 사업 추진 예천 정수장 현대화 사업 상수도 개량/확충 사업, 지방상수도 확대공급
10	추정 불가	<ul style="list-style-type: none"> 관련 자료가 없거나 원인이 불분명한 경우 추정 불가 유형으로 분류

※ 1) 해제 원인이 다수일 경우: 상수원보호구역은 각각을 원인 횟수에 포함함

※ 2) "추정 불가" 유형은 해제 원인 자료가 없거나 구체성이 부족할 경우임

문항 (1) 상수원보호구역 해제 유형에 대한 수정 의견

구분	해제 유형	수정 의견
1	수량부족	(예시) 수량부족으로 인한 광역상수도 공급은 1개 유형으로 합치는 것이 좋을듯함 (예시) 걱정함 (예시) 2번(수질악화)과 병합하는 것이 걱정함
2	수질악화	
3	광역상수도 공급	
4	시설노후/폐지	
5	개발사업	
6	민원제기/해소	
7	시설이전	
8	용수활용	
9	통합지방상수도사업	
10	추정불가	

문항 (2) 상수원보호구역 해제 유형 관련 기타 의견

(예시) 해제 유형들 10개로 분류하는 것은 많으므로, 5개 정도로 줄이는 것이 걱정함. 왜냐하면...

(예시) 해제 유형 방법에 A를 추가/제거하는 것이 걱정함

문항 (3) 상수원보호구역 정책 개선에 관한 의견

(예시) 상수원보호구역 정책(행위제한, 입지규제, 수질보전, 수질감시, 취수시설, 기후변화 등)에 관한 어떤 의견 제시도 좋습니다.

3. 상수원보호구역 지정, 해제, 신설 현황 분석

시도, 시군구, 상수원보호구역명		기본 보호구역, 신장보호구역, 해지보호구역				2000년 기준 면적 - 변화현황		지정일자, 해제일자, 신설일자, 해제일자						
시도	시군구	기본보호구역	신장보호구역	해지보호구역	2022년도 면적	2000년도 면적(㎡)	면적변화(㎡)	변화율(%)	변화유지	지정일자	해제일자	신설일자	신설일자	해제일자
서울특별시	강남	서울특별시	1		7,209	8,353	6,453	0.003		1972.01.01		1972.01.01		
부산광역시	북면	부산광역시	1		93,380	88,502	88,502	-4.778						
대구광역시	가정동	대구광역시	1		40,654	40,654	40,654	0.000		1972.12.21	1972.01.01			
대구광역시	삼동	대구광역시		1	0.197	0.197	0.197	0.000		1972.12.21	1972.01.01			2006.08.21
대구광역시	감전동	대구광역시		1	9,528	3,477	3,477	-6.569		1983.01.15				
대구광역시	감전동	대구광역시	1		3,535	3,535	3,535	0.000		1972.02.02	1972.02.02		51	
경주광역시	동흥	경주광역시		1	0.620	0.620	0.620	0.000		1988.01.28	1988.01.28			2005.02.10
경주광역시	계곡수원지구(계곡)	경주광역시	1		4,630	4,630	4,630	0.000		1981.05.08	1981.05.08		42	
경주광역시	계곡수원동	경주광역시		1	9,700	9,700	9,700	0.000		1981.05.08	1981.05.08			2022.09.05
경주광역시	동흥	경주광역시		1	3,108	3,108	3,108	0.000		1976.11.15	1976.11.15			2009.01.01
경주광역시	동해수원지구(동해)	경주광역시	1		12,650	12,656	12,656	0.006		1973.05.21	1973.05.21			50
대전광역시	대전동	대전광역시	1		78,193	77,707	77,707	-0.486		1986.11.24	1986.11.24			43
대전광역시	화양동(구 화양동)	대전광역시	1		6,376	5,892	5,892	-1.518		1991.06.08	1991.06.08			32
대전광역시	남학	대전광역시		1	2,097	2,097	2,097	0.000		1983.06.30	1983.06.30			2002.04.10
대전광역시	대덕(사면동)	대전광역시		1	5,185	5,185	5,185	0.000		2004.12.01	2004.12.01		19	2004.12.01
경기도	광명	광명시	1		83,827	83,827	83,827	0.000		1975.07.09	1975.07.09			48
경기도	광명	광명시	1		42,377	42,377	42,377	0.000		1975.07.09	1975.07.09			48
경기도	광명	광명시		1	197,300	25,713	198,817	1.517		1975.07.09	1975.07.09			48
경기도	광명	광명시	1		7,100	7,100	7,100	0.000		1975.07.09	1975.07.09			48
경기도	의정부	의정부시	1		0.347	0.347	0.347	0.000		1982.05.25	1982.05.25			41
경기도	의정부	의정부시		1	3,873	3,873	3,873	0.000		1982.05.25	1982.05.25			41
경기도	의정부	의정부시		1	3,859	2,287	3,859	0.000		1979.03.09	1979.03.09			44
경기도	의정부	의정부시	1		1,972	1,972	1,972	0.000		1979.03.09	1979.03.09			44
경기도	의정부(구 의정부)	의정부시	1		0.982	0.982	0.982	0.000		1979.07.02	1979.07.02			44
경기도	의정부(구 의정부)	의정부시		1	1,341	0.956	1,938	0.597		1979.07.02	1979.07.02			44
경기도	광명	광명시		1	1,778	1,778	1,778	0.000		1982.09.22	1982.09.22			2009.11.27
경기도	고양	고양시	1		4,330	4,330	4,330	0.000		1983.12.28	1983.12.28			2007.11.12
경기도	광주	광주시	1		8,377	8,377	8,377	0.000		1981.11.14	1981.11.14			
경기도	광주	광주시	1		10,279	10,198	10,198	-0.581		1991.06.10	1991.06.10			52
경기도	과천	수원시		1	1,577	1,578	1,578	0.001		1981.06.26	1981.06.26			42
경기도	과천	과천시	1		4,862	4,810	4,810	-0.552		1992.12.14	1992.12.14			31
경기도	여주	여주시	1		2,347	2,347	2,347	0.000		1988.12.15	1988.12.15			39
경기도	여주	여주시		1	2,833	2,833	2,833	0.000		1995.05.19	1995.05.19			28
경기도	여주	여주시	1		10,874	0.332	0.332	-10.542		1992.08.10	1992.08.10			31

부록 II. 지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향 전문가 의견조사 결과

1. 상수원보호구역 해제 유형에 대한 수정 의견

구분	해제유형	수정 의견
1	수량부족	<ul style="list-style-type: none"> · 상류지역의 취수 확대 등으로 상수원으로 유입되는 수량이 감소한 사례인지, 혹은 해당 지자체의 전체적인 개발과 인구 산업 증가로 물 수요가 크게 증가한 경우인지 확인할 필요가 있음 · 해제 원인으로 고려 · 취수시설 변경(시설폐지, 시설이전, 광역상수도로의 대체 등과 같은 결과물)의 원인의 하나로 생각됨. · 통합물관리 차원에서 수질악화와 통합 검토할 필요가 있음 · 수량부족은 근본적인 원인이 될 수 있으므로 너무 광범위한 유형이 되므로 본 연구 목적에 부합하지 않으며, 아래 유형들과 중복성이 높아질 수밖에 없음 · 수량부족으로 인한 해제 유형은 없애고, 광역상수도 공급은 1개 유형으로 합치는 것을 추천함 · 수량부족이 상수원보호구역 해제 원인이 될 수는 없을 것 같음. 즉, 수량부족이 광역상수도 공급을 유도하게 되었고, 광역상수도가 공급되면 해당 지역의 상수원 보호구역은 해제되어야 함. 즉, 광역상수도 공급이 상수원보호구역 해제의 원인이지 수량부족이 원인은 아님 · 수량부족, 수질악화 유형은 광역상수도 공급과 합치는 것이 좋을 듯함. 단, 비상급 수원으로서의 활용은 가능토록 시설 운영 요건 명시 및 운영 방안 마련 필요 · 개발사업과 차별화 필요(개발사업으로 용수수요량이 증가한 사례가 수량부족인지, 개발사업인지 정리) · 수량부족의 경우, 지자체 “내”와 “외”로 구분하여 조사, 지자체 ‘외’의 경우, 광역상수도 공급과 중복 여부 검토 필요 · 수량부족보다는 지방상수도를 폐기하고 광역상수도 공급을 추진하는 경우가 많으므로 수량부족과 합치는 것이 좋을 듯함
2	수질악화	<ul style="list-style-type: none"> · 민원 제기나 개발사업 등으로 인한 해제 사유와 구별하기 위해 녹조 발생이나 수질 오염 사고 발생, 상수원 상류 지역의 개발 등 구체적인 상수원 수질 악화 혹은 악화 우려에 대한 근거를 제시할 필요가 있음 · 5번 개발사업은 수질악화에 포함하여 원인으로 고려 · 취수시설 변경(시설폐지, 시설이전, 광역상수도로의 대체등과 같은 결과물)의 원인의 하나로 생각됨 · 수질악화 원인 파악이 필요하며 수질악화로 인한 상수원보호구역 해제는 타당하다고 보기 어려움 · 수질부족은 근본적인 원인이 될 수 있으므로 너무 광범위한 유형이 되므로 본 연구 목적에 부합하지 않으며, 아래 유형들과 중복성이 높아질 수밖에 없음 · 수질악화로 인한 해제 유형은 없애고 광역상수도 공급, 노후시설, 시설이전 유형으로 분산해서 통합할 것을 제안함 · 수질부족이 상수원보호구역 해제 원인이 될 수는 없을 것 같음. 즉, 수량부족이

구분	해제유형	수정 의견
		<p>광역상수도 공급을 유도하게 되었고, 광역상수도가 공급되면 해당 지역의 상수원 보호구역은 해제되어야 함. 즉, 광역상수도 공급이 상수원보호구역 해제의 원인이지 수질부족이 원인은 아님</p> <ul style="list-style-type: none"> · 노후화로 인해 타 시설에서 유입하는 경우는 아래 노후화 해제 원인 유형에 통합 · 취수원 이전에 의한 해제는 시설 이전의 일환으로 통합하는 것을 제안함 · 수질악화는 해제 시점 정수처리공정으로 처리가 불가능한 경우로 한정 필요 · 수질악화의 경우, 지자체 “내”와 “외”로 구분하여 조사, 지자체 ‘외’의 경우, 광역상수도 공급과 중복 여부 검토 필요 · 수질 악화로 광역상수도를 공급하거나 타 용수를 활용하여 해제하는 경우가 많으므로 용수활용과 합치는 것이 좋을 듯함
3	광역상수도 공급	<ul style="list-style-type: none"> · 상수원보호구역 해제의 원인이 될 수도 있지만, 다른 원인으로 인해 보호구역이 해제된 이후 그 대책으로 혹은 그 결과로 나타날 수도 있음 · 광역상수도 공급을 해제의 원인으로 분류하기 위해서는 해당 지역 혹은 인근지역에서 광역상수도 공급 계획이 확정된 후에 보호구역 해제 논의가 시작된 경우인지 확인할 필요가 있음. 자체 정수장 폐쇄를 통해 정수장 운영 예산 절감이 목적인 경우 광역상수도 공급을 보호구역 해제의 원인으로 볼 수 있음 · 광역상수도 공급은 대체수단이므로 원인에서 제외 · 취수시설을 변경한 결과로 광역상수도 수수가 된 것임 · 생활용수에서의 광역상수도 공급은 지양할 필요가 있으며 통합지방상수도 사업 방향성이 효과적이라고 판단됨 · 현재 해제 유형을 그대로 사용한다면 “취수원 변경”으로 변경 필요 · 광역상수도 공급 결정이 1, 2, 4, 5, 6 등 다른 원인에 의한 것일 수 있음 · 유형으로 부적합[※수량부족, 급수구역 확대, 수질악화를 사유로 기존 취(정)수장 대신 광역상수도 공급과 취수장 폐쇄/상수원보호구역 해제 사례는 있으나, 광역상수도 공급을 위해 상수원보호구역 해제사유는 없음] · 1. 수량부족, 2. 수질악화, 5. 개발사업, 6. 민원제기/해소의 원인 해소를 위하여 광역상수도 공급(결론)을 통해 상수원보호구역이 해제되었으므로 3번은 해제유형의 분류에 부적합 · 수량부족보다는 지방상수도를 폐기하고 광역상수도 공급을 추진하는 경우가 많으므로 수량부족과 합치는 것이 좋을 듯함 · 광역상수도 공급으로 상수원보호구역이 해제되는 것은 수량부족이나 수질악화, 지역 개발 등의 원인으로 인한 정책결정일 경우 원인보다는 정책수단에 가까워 상수원 보호구역 해제유형으로 적합하지 않음
4	시설노후폐지	<ul style="list-style-type: none"> · 노후 시설 폐지 후 다른 곳의 상수원으로 대체했다면, (7) 시설 이전으로 분류할 필요가 있음. 대신 수도물 등 인구 감소 등으로 물 수요가 감소해서 시설을 폐지한 것이라면, 별도로 ‘수요감소’ 혹은 ‘수요변화’로 분류하는 것도 필요함 · 시설노후는 해제 원인, 시설폐지는 결과이므로 원인에서 제외 · 취수시설을 변경한 결과로 시설이 폐지된 것임 · 시설이전과 함께 병합하여 논의가 필요함 · 시설 관련 내용(④시설노후/폐지, ⑦시설이전, ⑨통합지방상수도사업)의 명칭을 모두 “시설 변경”으로 변경하여 통합

구분	해제유형	수정 의견
		<ul style="list-style-type: none"> · 시설통합/폐지로 유형 이름 변경(노후, 폐지, 통합 등 시설원인으로 인한 유형 통합 하여 명칭 제시) · 조정 필요(취수장 노후 폐쇄로 보호구역 해제) · 시설노후와 통합지방상수도사업의 연계성 검토 필요(필요시 병합) · 시설이 노후하거나 수질이 악화되어 시설을 이전하여 해제하는 경우가 많아, 시설 이전과 합치는 것이 좋을 듯함
5	개발사업	<ul style="list-style-type: none"> · 상수원 보호구역 자체 혹은 인접 지역의 개발사업으로 인해 보호구역 자체가 존속 하기 어려운 경우인지를 확인해야 할 것으로 판단됨 · 취수시설변경의 원인 중의 하나로 판단됨 · 대규모 개발로 인한 상수원보호구역 해제는 타당함 · 다른 유형과 다른 차원의 이야기임 · 민원 제기나 개발사업을 이유로 상수원보호구역 해지가 가능한지 의문이며, 1, 2, 3, 4 등을 명분으로 보호구역을 해제할 것으로 판단됨 · 공공성 개발사업으로 국한해서 유형의 범위를 제한하였으면 함 · 기타 유형으로 분류 검토, 특이한 사례를 개발사업의 원인으로 유형화하는 것은 부적절 · 수량부족 유형과 명확한 차별화 필요(개발사업으로 용수수요량이 증가하여 취수장 용량이 부족한 경우에 수량부족인지, 개발사업인지 판단되도록) · ※ (참고) 평택시는 상수원보호구역 인접지역에 산업단지(공장) 유치를 위해 취수 장을 일부 상류로 이전하고 보호구역을 조정하였음 · 각종 개발사업은 공적 사업보다는 지역경제 활성화를 위한 주민들의 민원에 따른 경우가 많으므로 민원제기/해소와 합치는 것이 좋을 듯함
6	민원 제기 해소	<ul style="list-style-type: none"> · 주민의 재산권 행사를 위해, 행위 제한을 풀어주기 위해 보호구역을 폐지하게 되는데, (5) 개발사업과 구별하기 위해서는 아직 대규모 개발사업이 예정되지 않은 상태인 경우로 한정해야 할 것임 · 민원해소로 고려 · 많지 않은 경우여서, 개발사업과 묶어서 사회·인문적 원인으로 고려해도 될듯함 · 상수원보호구역에 대해 타당한 해제 이유가 아닌 민원 해소용 해제는 지양할 필요가 있음 · 다른 유형과 다른 차원의 이야기임 · 민원 제기나 개발사업을 이유로 상수원보호구역 해지가 가능한지 의문이며, 1, 2, 3, 4 등을 명분으로 보호구역을 해제할 것으로 판단됨 · 민원제기 자체가 해제의 원인이 될 수는 없다고 판단됨. 삭제를 제안함 · 민원 제기·해소의 경우, 지자체 “내”와 “외”로 구분하여 조사: 지자체 ‘외’의 경우, 광역상수도 공급과 중복 여부 검토 필요 · 각종 개발사업은 공적 사업보다는 지역경제 활성화를 위한 주민들의 민원에 따른 경우가 많으므로 민원제기/해소와 합치는 것이 좋을 듯함 · 개발사업과 통합하는 것을 추천
7	시설 이전	<ul style="list-style-type: none"> · 광역상수도가 아닌 대체 상수원을 개발해 이전한 사례 · 시설이전은 결과이므로 원인에서 제외 · 취수시설을 변경한 결과로 시설이 폐지된 것임

구분	해제유형	수정 의견
		<ul style="list-style-type: none"> · 시설이전으로 인한 취수원 이전은 상수원보호구역 해제 사유에 해당함 · 시설 관련 내용(④시설노후/폐지, ⑦시설이전, ⑨통합지방상수도사업)의 명칭을 모두 “시설 변경”으로 변경하여 통합 · 1, 2, 4, 5, 6 등 다른 원인에 의한 것일 수 있음 · 시설의 범위를 정의하기 바람. 취수원(장) 등을 포괄적으로 포함하는 물관리 시설로 범위를 설정할 것을 제안함 · 수량부족/수질악화 등으로 시설을 이전한 경우 수질악화와 시설이전 간 정리 필요 · 시설이전과 통합지방상수도사업의 연계성 검토 필요(필요시 병합) · 시설이전의 경우 수원지 변경, 신설정수장 준공, 대체수원, 지방상수도 취수원이 상류로 이전 중 · 수원지 변경, 신설정수장, 대체수원의 경우, 지자체 “내”와 “외”로 구분하고 지자체 “외”의 경우 광역상수도와 중복 여부 검토 · 시설이 노후하거나 수질이 악화되어 시설을 이전하여 해제하는 경우가 많아, 시설 이전과 합치는 것이 좋을 듯함
8	용수활용	<ul style="list-style-type: none"> · (4) 수요 변화 혹은 수요 감소와 통합할 필요가 있음 · 이수 목적 변경은 결과이므로 원인에서 제외 · 경우의 수가 많지는 않아서, 근본적인 원인인 수질악화와 함께 고려해도 될 듯함 · 용수의 활용 변화가 상수원보호구역 해제와 무관하다고 판단됨 · 현재 해제 유형을 그대로 사용한다면 “활용목적 변경”으로 변경 필요 · 의미 불명확(예시로 든 수질악화에 따른 취수원 변경이라면 2번과 중복) · 시설통합/폐지로 명칭 변경 검토(4번 내용 참조) · 공장신설, 유치 등 공업용수 공급이 필요하여 기존시설을 용도전환(생활→공업)한 사례로 한정 · (취수장/정수장 폐쇄가 바로 불가하여 공업용/비상용 전환한 사례 제외) · 수질악화로 광역상수도를 공급하거나 타 용수를 활용하여 해제하는 경우가 많으므로 용수활용과 합치는 것이 좋을 듯함 · 용수활용의 경우, 수질악화로 인한 것으로 수질악화와 통합하는 것을 추천함
9	통합 지방 상수도 사업	<ul style="list-style-type: none"> · 광역상수도가 아니라는 점에서 (7) 시설 이전과 통합할 필요도 있음 · 통합지방상수도사업은 대체수단이므로 원인에서 제외 · 취수시설변경의 원인 중의 하나로 판단됨 · 지방상수도의 통합 논의가 필요하며 이로 인해 상수원보호구역의 재정립을 논의할 필요가 있음 · 시설 관련 내용(④시설노후/폐지, ⑦시설이전, ⑨통합지방상수도사업)의 명칭을 모두 “시설 변경”으로 변경하여 통합 · 현재 해제 유형을 그대로 사용한다면 “시설 통합”으로 변경 필요 · 지방상수도 통합이 아니라 지방상수도 취수원 통합 또는 공동 사용에 해당하는 것으로 보임
10	추정불가	<ul style="list-style-type: none"> · 상수원보호구역 설정이 명확하지 않은 경우 해제 원인 자료도 구체적이지 않을 수 있음 · 현재 해제 유형을 그대로 사용한다면 “기타”로 명칭 변경 필요 · 삭제(필요시 기타로 정리) · 추정불가 사유가 14.2%로 너무 많음. 추가 분석 필요

2. 상수원보호구역 해제 유형 관련 기타 의견

- 수량부족, 수질악화, 광역상수도 공급, 시설이전, 수요변화(수요감소), 개발사업, 민원제기, 기타(추정불가) 등 8개 유형으로 정리하면서 카테고리별로 명확한 분류기준을 정할 필요가 있다고 판단됨
- 상수도 보호구역 해제라는 결과물이 생기게 된 것은 여러 가지 원인이 있을 수 있다고 생각됨. 예를 들어, 수질악화가 하나의 이유일 수 있고, 이 원인을 해결하기 위한 방안으로 시설을 폐지하거나 이전하거나 광역상수도로 교체하거나 등을 고려할 수 있음
- 현 과제의 경우, 원인을 수량부족, 수질악화, 지역개발사업, 지방상수도사업통합화로 구분할 수 있고, 이 때문에 결과적으로 시설이전, 시설폐지, 광역상수도공급이용 등이 나타난 것으로 보임. 따라서 서로 원인과 결과를 매치해 보면 수량부족에 따른 시설이전, 수질악화에 따른 시설이전, 지역개발에 따른 시설이전, 지방상수도통합화에 따른 시설이전 등과 같은 형식으로 12개로 구분하고, 그중 미미한 것을 제외하는 형식을 제안함
- 해제 유형을 10개로 분류하는 것은 과도함. ①통합물관리, ②개발사업, ③시설이전, ④통합적인 상수도 사업, ⑤추정불가로 통합하는 방안을 제시함
- 통합물관리 차원에서 수량부족과 수질악화를 통합할 필요 있음
- 생활용수 공급을 위한 상수원보호구역 관리 측면에서는 광역상수도 공급을 확대될 필요는 지양할 필요가 있으며 추후 통합지방상수도업 측면에서 검토할 필요가 있음
- 시설노후/폐지는 시설이전과 함께 병합 논의할 필요가 있음
- 민원제기와 용수활용을 위한 해제는 검토할 필요가 없어 보임
- 대규모 개발로 인한 상수원보호구역 해제는 타당함
- 기존에 분류된 해제 유형 구분이 너무 많고 해제 유형 구분별로 유사한 내용들이 서로 포함되어 명확하게 구분이 어렵기 때문에 전체 해제 유형을 아래와 같이 3~5개 내외로 재분류하는 방안을 검토하기 바람
- 기존 10개 해제 유형 구분을 5개로 통·폐합
 - 1. 활용목적 변경: ③광역상수도 공급(취수원 변경), ⑧용수활용
 - 2. 운영 측면: ①수량 부족, ②수질 악화
 - 3. 시설 측면: ④시설노후/폐지, ⑦시설이전, ⑨통합지방상수도사업
 - 4. 지역 여건 변화: ⑤개발사업, ⑥민원제기/해소
 - 5. 기타: ⑩추정불가
- 기존 10개 해제 유형 구분을 3개로 통·폐합
 - 1. 활용목적 변경(광역상수도 공급으로 인한 취수원 변경)
 - 2. 시설 및 운영(시설노후화 및 이전, 수량부족, 수질악화 등)
 - 3. 외부요인(민원 등)
- 해제 요인의 재구분이 필요함. 현재 유형은 (1) 취수원 자체의 문제(수량·수질), (2) 취수시설 문제(노후화), (3) 물 수급 구조의 변화, (4) 수도사업 구조의 변화(광역화 등), (5) 사회적 쟁점(개발사업, 민원) 등이 혼재되어 있음
- 또한 해제 요인이 서로 중첩되는 부분이 있음(mutually exclusive 하지 않음). 상수원 문제가 기술적·사회적·정치적으로 복잡한 사안이라 연구의 불가피한 어려움으로 생각되지만, 가능한 한 중첩되는 부분이 최소화되기를 기대함
- 해제 유형의 건수가 작은 것들은 '기타'로 분류할 것을 제안함

원인		대체 수단
주요원인	세부 원인	
수량부족	- 유역 내 불순환 왜곡 - 대규모 유역 변경	- 광역상수도, 통합지방상수도, 취수원(정수장) 이전 등
수질악화	- 오염원 자연증가	- 광역상수도, 통합지방상수도, 이수목적 변경, 취수원(정수장) 이전 등
	- 대규모 개발사업	
	- 유량 감소 등	
시설노후	-	- 광역상수도, 통합지방상수도, 취수원(정수장) 이전 등
민원해소	-	- 광역상수도, 통합지방상수도, 취수원(정수장) 이전 등
공급체계 개선	- 상기한 요인 외의 물공급 확대(광역상수도 등)에 의한 시설 이전/폐지	- 광역상수도, 통합지방상수도, 취수원(정수장) 이전 등

- 해제 목적에 따른 해제 유형 분류 원칙을 다시 한번 검토해 줄 것을 제안함
- 해제의 목적이 지역의 상수원 보호를 개발보다는 중시하지만 무의미하거나 효과가 없는 지역의 보호규제는 유연하게 완화하는 것이라면 지역통합상수도, 수량부족, 수질악화, 노후시설/폐쇄 등이 분류 유형이 될 수 있음. 반면, 해제의 목적이 필요에 따라서는 상수원 보호보다는 개발 촉진을 위한 것이라면 용수공급, 개발사업 등이 분류 유형이 될 수 있을 것 같음. 본 연구의 목적과 취지에 따라서 분류 원칙을 재점검해야 함
- 만약 본 연구의 취지가 해당 상수원 보호구역의 개발주체가 우수한 수처리기술이나 비용부담으로 상수원 수질 보호를 책임질 경우(예: 오염자부담원칙) 상수원보호구역을 해제할 수 있도록 제도 개선을 하려는 것이라면, 지자체의 우수한 수처리기술 역량이 해제 유형으로 할 수도 있음(물론 이 내용은 기존 법/제도의 개정 없이는 불가능하고 국내 환경에 대한 인식을 볼 때 실현 가능성이 낮음)
- 수량부족, 수질악화, 노후시설 광역상수도, 지역통합상수도를 해야 하는 원인들이 되고 광역상수도와 지역통합상수도가 되면 해당 지역의 상수원보호는 의미가 없어지므로 광역상수도 및 지역통합상수도가 해제의 원인이 됨. 따라서 수량부족, 수질악화, 시설노후화는 광역상수도, 지역통합상수도와 통합해서 중복을 줄일 것을 제안함.
- 해제 유형은 5개로 분류하고 기타는 초기 자료에만 제시하고 여타 자료에서는 언급하지 않으면 5개 유형으로 분류 가능
- 상수원보호구역 해제 원인은 해당 상수원의 취수장/정수장과 연계하여 분석 필요
- 상수원보호구역 해제 시점은 취수장 운휴 이후 시간이 경과한 후에 해제한 경우가 많기 때문에 상수원 보호구역 해제 유형 구분 시 취수장 운휴 사유를 고려할 필요가 있음
- 해제 유형 구분 시 유형이 복합되는 경우도 고려 필요
- 수량부족/수질악화, 수질악화/시설이전 등 해제 원인이 복합적 유형의 구분 방법 마련
- 상수도 보호구역 해제 원인과 해제 후 대안은 명확히 구분하여야 함
- 최초 도심(읍, 면 소재지 등) 중심 소형 정수장이 도심지 확대(인구 집중, 개발사업), 급수구역 확대(면지역 상수도 확충 등)로 기존 취수장, 정수장 용량 부족으로 대안 마련(폐쇄 후 신설, 광역(신설 광역) 및

인접 광역 여유량 공급, 통합정수장 설치]→ 기존 취수장 미사용(경제성사유-총 수요량 대비 해당 시설 공급량이 적어 경제성 낮음)→보호구역 해제(해제가 용이하도록 기존시설을 공업용으로 전환, 비상전환, 운휴 후 시설 노후로 재사용 시 비용과다 사유 등)가 다수

- 문항 1에서 언급한 바와 같이 상수원보호구역은 수질악화, 수량부족 등의 문제가 발생하여 광역상수도 공급의 대체수원이 마련됨으로써 상수원보호구역이 해제되었다는 분석이 타당함. 따라서 광역상수도 공급이 해제사유가 되는 것은 재검토 필요
- 시설노후화에 따른 통합지방상수도사업을 통해 취수시설이 이전되어 상수원보호구역이 해제되는 사례가 있으므로 이를 고려하여 분류체계 검토 필요
- 즉, 보호구역 해제의 다양한 원인이 있지만, 광역상수원 공급 등 대체상수원이 확보되지 않으면 상수원 보호구역이 해제될 수 없으므로 이를 고려한 분석이 필요함
- 해제 유형을 상기와 같은 구분으로 분류하되, 구체적 원인 분석을 위해 지자체 '내'와 '외'로 구분이 가능토록 고려
- 해제 유형을 광역상수도 공급(으로 인한 지방상수원 보호구역 해제), (수질악화로 인한) 타 지역 용수 활용(으로 인한 해제), (시설노후에 따른) 시설이전(으로 해제), (지역경제 활성화를 위한) 지역개발(사업에 따른 해제), 통합 지방상수도 사업하고, 추정불가는 유형으로 구분하기보다는 기타로 구분
- 상수원보호구역 해제의 원인인지 결과인지를 기준으로 재정리가 필요함
- 광역상수도를 도입하거나, 통합지방상수도를 도입할 경우 기존 상수도보호구역 지정과 자체 정수장 운영 등과 비교했을 때 지방 상수도 재정, 지자체 재정에 어떤 영향을 주는지, 그것이 상수도 보호구역 해제와 어떤 관련이 있을 수 있는지 파악할 필요도 있음
- 기후변화로 인한 수량 감소와 유해 조류 대발생, 화학물질 누출사고 등에 대비한 지역별 비상 대체 상수원 확보와 송수관 시설 확보 방안에 대한 연구가 필요함
- 예를 들어, 팔당호에서 10일 동안 취수하지 못하는 상황이 발생했을 때 서울 등 수도권에서 최소한의 생활용수를 어떻게 공급할 것인지 대책을 수립할 필요가 있음
- 상수원보호구역의 지역적 범위를 변경하는 것은 새로운 상·하류 갈등을 조장할 수 있으므로 행위제한 또는 입지규제의 개선(완화)을 중점으로 검토 필요
- 행위제한 또는 입지규제의 개선(완화)은 수질오염총량관리, 공장폐수관리, 자연보전관리 등의 여건을 반영하여 이수의 안전성 및 자연환경이 악화되지 않는 범위에서 검토 필요
- 상수원보호구역은 수돗물, 정수기물 등 먹는물의 건강성과 안전성을 확보하는 데 아주 중요한 정책수단임. 최근 수질이 좋지 않은 낙동강 등을 대상으로 취수방법을 하천수 직접취수에서 강변여과 혹은 인공습지 이용 등 다양한 간접취수 방법이 시도되고 있음. 강변여과 등과 같은 간접취수의 경우, 공장시설 입지 제한과 같은 규제를 어떻게 적용해서 상수원을 보호할 것인지에 대해 많은 논의가 진행되었음. 이를 잘 반영해서 간접취수시의 상수원보호구역 정책이 나오기를 희망함
- 최근 화성평택의 수질사고와 같은 사고가 상수원 상류에서 일어났을 때를 가정해서 입지규제나 행위제한 등을 재검토해 볼 필요도 있다고 판단됨
- 상수원보호구역 지정 사유가 사라진 경우 관련 조사를 통해 규제범위를 재조정할 필요가 있음. 다만, 이 경우 규제범위를 재조정하는 결정이 환경부가 임의대로 정하는 것이 아니라 재조정의 사유를 구체적으로 정함으로써 지역 주민들이 보편타당하고 예측 가능한 방법으로 규제에 접근할 수 있도록 하여야 함. 왜냐하면 조사를 통해 재조정이 결정되었음에도 불구하고 환경부 담당자가 바뀔 경우 뚜렷한 이유 없이 다시 재조정을 검토하는 사례가 반복적으로 벌어지고 있음

- 추후 상수원으로 추가 지정하는 것은 국민의 재산권 침해 및 과도한 규제로 인해 현실적으로 불가능할 수 있음. 따라서 상수원을 해제할 때는 기후변화 등으로 발생할 수 있는 미래 변화를 최대한 수용하여 지정 해제를 검토할 필요가 있음. 이에 재조정 사유를 정할 때 기후변화, 기후 대응 등의 영향 변화를 반영하여 검토하여야 함
- 국내 상수원보호구역의 행위제한 및 입지규제가 너무 엄격하기 때문에 국외사례(유럽, 미국 등)에서와 같이 상수원보호구역을 구역별로 세분화하는 방안을 도입하기 위한 정책 방향 설정 및 관련 연구의 추진이 필요함
- 상수원보호구역 정책의 일관된 유지도 중요하지만, 앞으로 다가올 기후위기 시대에 취수원의 안정적인 운영에 문제가 발생할 수 있기 때문에 상수원보호구역 정책(제도)도 기후변화 등을 고려한 취수원의 안정적인 운영 차원에서 상수원보호구역 정책(제도)의 변화를 고민하는 것이 필요함
- 상수원보호구역의 취수원을 포함하여 수질 보전 및 관리를 위한 정책도 중요하지만, 수질감시체계(기존 자동물환경측정망 연계 등 포함)를 보다 체계적이고 과학적으로 갖추고 기존 상수원보호구역의 기능을 유지할 수 있는 제도 및 정책을 마련하는 것이 필요함
- 상수원보호구역 주변 지역의 토지이용 변화에 대한 분석이 가능한지 궁금함. 예를 들어, 천안시 상수원 보호구역인 병천 지역을 둘러보면 과거에 비해 팬션, 식당 등이 늘어나고 소규모 공장이 여전히 많은 것으로 보임. 팔당 상수원 지역과 마찬가지로 지방의 중소도시에서도 상수원 보호구역 지역의 개발 압력이 높아지는 것이 아닌지 궁금
- 상수원보호구역 정책에 대해 고려해야 할 중요한 두 가지 추세는 (1) 기후변화 가속화에 따른 수질 악화에 대한 위협, (2) 수처리기술 발전과 국내 수준의 현격한 향상임. 기후변화 가속화는 기온상승 등으로 인한 조류발생의 빈도와 강도를 증가시키고 있음. 최근 연구결과들이 정수 과정에서 전염소처리 과정에서 THM (tri-halo-methane)과 같은 방광암 발생 전구물질 생산이 증가하고 있다고 밝히고 있으므로 이는 실존하는 위협임. 이러한 추세는 상수원보호구역 정책의 규제를 더욱 강화하는 것이 필요함을 시사함. 반면, 최신 수처리기술의 발전과 국내 물산업기술 수준의 향상으로 상수원지역으로 방류되는 오염물질을 충분히 저감할 수 있기 때문에 획일적으로 상수원 지역의 개발을 허용하지 않는 것은 분명 비합리적인 규제임. 따라서 지역 활성화와 더불어서 상수원 수질을 보호하는 유연한 정책이 필요함. 이러한 한 이유로 기후변화에 의한 상수원보호 강화와 최근 수처리기술의 발전에 따른 지역활성화 동반하는 상수원보호 제도의 유연화는 얼핏 보면 상호 충돌하는 상반된 개념일 수 있음. 이 두 가지 개념 중 하나를 선택하려는 프레임에서 벗어나 이 두 가지를 모두 만족시키려는 정책 방향을 모색할 것을 제안함. 즉, 기후변화에 따른 상수원 수질 악화를 방지할 수 있는 오염저감 기술 역량과 실천력(재정 건전성)을 보유한 지자체(지역)에는 개발을 허용해 주고(상수원보호구역에서 해제) 그와 동시에 배출기준을 강화함으로써 상기 두 가지 개념을 모두 만족시킬 수 있음. 유출오염 기준 초과로 수체에 악영향을 주는 경우에는 오염자부담원칙에 따라서 막대한 벌금을 물리는 제도 마련의 필요하다고 제안한다.
- 상기에서 제안한 제도와 정책은 스위스에서 이미 구현되고 있음. 유럽의 주요 알프스 산맥의 상수원 지역에 호텔이나 저택 개발을 허용해 주고 있고 대신 발생오염의 환경배출을 엄격히 규제하고 있음. 이로 인해서 발생하는 비용은 개발자들이 부담함. 이러한 스위스의 제도적 환경은 물산업기술 발전에도 기여하고 기술 발전은 비용저감의이라는 선순환이 되고 있다. 이러한 선진정책과 제도를 국내에도 도입 할 시점이 되었다고 생각함
- 광역상수도가 양적·질적으로 충분한 유역과 그렇지 못한 지역, 광역상수도의 보급보다 지방상수도나 여타 대체 수자원이 취수원으로 중요한 지역에서의 상수원보호구역 해제 조건의 차별화 검토 필요
- 대체수자원의 대안이 없는 곳에서는 취수원의 양이나 질이 미흡하더라도 취수원으로서의 관리를 통해 취수원을 복원하는 사업의 중요성을 강조해야 함

- 기후위기 등을 고려하여 절대적인 취수원의 양이 문제가 되는 유역에서의 취수원 보호 정책에 대한 고민이 필요하기 때문임
- 수질이 악화되었다는 이유로 상수원보호구역을 해제하는 사례가 많을수록 취수원의 질적 관리에 관심을 두거나 정책적 의지를 작동할 유인책이 없어지게 되는 악영향을 감안해야 함
- 상수원보호구역 지정 제도는 유지하되, 행위 및 입지제한의 완화 필요
- 현재 폐수무배출시설은 특대지역 등에 입지가 가능함
- 따라서 상수원보호구역 내 개발사업, 건축 등은 완화하되 모두 폐수, 대기오염물질 미배출, 실시간 수질/대기질 감시, 완충저류설비 등 의무화와 지도점검을 강화하는 정책 필요(엄격한 방류수 수질기준 마련)
- 기존 상수원의 훼손을 최대한 억제
- 수량부족/수질악화로 수원 이전 시 기존 수원은 보호구역 해제가 아닌 비상취수원으로 존치
- 전국 획일적인 입지 규제에서 상수원 특성에 따라 기존 수질을 개선하는 방향으로 규제 개선
- 상수원보호구역은 취수원의 수질을 보전하고 안전한 수돗물을 공급하는 데 크게 기여하였음. 그러나 지역 주민 등의 민원과 자치단체의 개발 욕구에 따라, 지방상수원은 폐지되고 대부분 광역상수도로 정책이 선회하면서 양질의 수자원이 부족해짐
- 기존의 농업용 저수지나 수질이 양호한 지방상수원을 발굴하여 보호구역으로 지정하고 관리할 필요성이 있음
- 또한 「수도법」상 상수원보호구역 지정 당시의 여건(낮은 주민인식, 저조한 환경기초시설)이 매우 개선된 상황으로 상수원보호구역 내 행위 규제 개선에 대한 목소리가 높아지면서 새로운 갈등이 형성되고 있음
- 상수원보호구역 내 규제와 오염의 관계를 객관적으로 분석하여 규제를 강화해야 하는지, 규제를 일부 개선해야 하는지에 대한 연구 필요
- 이와 더불어 상수원보호구역 내에서 행해지는 다양한 불법행위가 목인, 방지되는 이유를 분석하고 개선방안을 제시해야 하며, 상수원보호구역 내에서 합법적인 활동을 통한 경제 활성화 방안도 검토해야 함
- 상수원보호구역은 주민참여가 전제되지 않으면 관리에 한계가 있으므로, 상수원보호구역 내 주민들의 삶의 질 개선과 주민참여형 거버넌스 구축을 통한 수질 보전과 감시활동도 함께 모색했으면 함
- 우리나라는 국토가 좁고 최근 지역소멸 등 지역발전이 민감함에 따라 지역발전 저해의 원인으로서 상수원보호구역에 대한 부정적 인식이 높음
- 지역발전을 위해 신규 수자원 확보가 필요함에도 불구하고 상수원보호구역에 대한 저항으로 인해 수자원 개발이 어려운 상황임
- 따라서 지역의 수자원 개발을 위해서는 상수원보호를 위한 상수원 지역의 자발적인 참여를 유인하는 정책으로 전환할 필요성이 있음
- 첫째, 상수원보호구역의 원래 목표(깨끗한 수질)를 달성하기 위한 규제 외 정책수단 고려(규제로만 목표가 달성할 수 있는 지역인 경우에는 규제정책 유지. 그러나 그렇지 않은 지역에 대해서는 다른 수단을 고려할 필요가 있음)
- 둘째, 상수원보호구역이 위치한 지자체의 지역개발계획과 연계한 상수원보호 정책을 수립하여야 함
- 셋째, 상수원을 타 지역과 공유하는 경우, benefit sharing하는 방안 마련(코즈이론에 근거한 지자체 간 협상)
- 넷째, 상수원이 위치한 지자체와의 신뢰관계하에서 상수원보호구역의 완화(위반 시 엄격한 페널티 적용)

Executive Summary

I. Introduction: Background and Objectives

□ Background

- The reason why decision-makers in water management policies should focus on sustainable water resource conservation policies is because securing an ample supply of clean water, which is not lacking for citizens and nature, is the cornerstone of regional balanced development and natural environmental management.
- There are three major issues facing the sustainability of water resource policies: What impact do economic and social conditions such as low growth, population decline, and regional extinction have on water demand and supply, including water use?, How to deal with the increased uncertainty in implementing and planning water resource policies due to climate crises, which may render existing policy achievements and indicators (such as water supply rates) ineffective? Does the current system effectively address these issues, and is there a lack of exploration of new systems to prepare for future changes?
- This study aims to explore policy directions for three issues in water resource conservation policies by examining the past and present status and problems of “water resources,” “water protection areas,” “water intake facilities,” and “water resource regulations.”
- According to Article 3 of the Water Supply Act, the legal definition of ‘Source water’ is “rivers, lakes, groundwater, and seawater in areas where

water intake facilities are installed for drinking, industrial use, etc.”

- However, if we combine it with the definition and concept of water circulation and water resources in the Basic Water Management Act, “water source” can be considered as “water that cannot be replaced in people’s lives and economic activities as a resource throughout the entire water circulation process,” and
- The function of water resource policies should not only be limited to the boundary between domestic and industrial water use but also consider the sustainability of water use for other purposes and the enhancement of ecosystem health.
- The first designated water protection area in Korea was the “Pohang Second Water Source” designated by the head of the Ministry of Land and Construction Affairs at the time (designated on March 24, 1962), and it has been maintained and operated for about 62 years to date.
- The content order of the provisions at the time of the enactment of the Water Supply Act was the purpose of designating water protection areas (Article 3), water quality standards for water sources (Article 4), and standards for water supply facilities (Article 5).
- Until the entire revision of the Water Supply Act (December 1991), the authority to designate water protection areas and set water quality standards was vested in the head of the Ministry of Land and Construction Affairs, the Minister of Construction, and the Minister of Construction and Transportation. With the entire revision, the concept of water protection areas was expanded and enlarged to include not only “water quality preservation” but also the function of “securing water quantity” as originally intended.

- After the first water protection area was designated in 1962, the number of water protection areas nationwide increased to a total of 327 in 1989, but as of 2022, it decreased to a total of 284 (based on local government names).
- This study is planned to examine the current status, causes, backgrounds, and implications of the nationwide increase and decrease in water protection areas from the past to the present. It is designed to derive implications for water policies overall in the era of climate crises.
- From the mid-2022 to the first half of 2023, Gwangju Metropolitan City experienced severe water shortages. However, three out of five water protection areas in Gwangju Metropolitan City were lifted recently (until September 2022). Conversely, Gwangju Metropolitan City temporarily used river water, which was not of good quality, as a water source due to concerns about water shortages.
- In 2015, a water shortage incident (full-scale water rationing) occurred in eight cities and counties in the western part of Chungcheongnam-do Province. It was found that most of the water protection areas in this region had almost disappeared (from a total of 12 in 2000 to only one in 2013, the Yeondang water protection area). This was analyzed to have had a significant impact on the reduction in water intake facilities and their design capacities.
- While research is needed on the nationwide increase and decrease in water protection areas and their impacts, one of the representative causes of protection area deregulation is speculated to be water resource regulations.
- In October 2020, the mayor of Namyangju, Gyeonggi-do Province, and some residents of Jo-an-myeon filed a constitutional appeal against the “Paldang Lake water source protection area regulation” under Article 7

of the Water Supply Act (designation of water source protection areas, etc) and the “Water Source Management Regulations,” claiming that it infringed on the constitutional rights of freedom of occupation, equality, and property rights guaranteed by the constitution.

- Therefore, research that accurately understands the current status of water resource regulations and constructs rational scenarios is necessary when lawsuits are filed by some residents in water protection areas and local government heads against the government and the Constitutional Court.
- Moreover, while it is partially understandable that there is a loud voice for the deregulation of water protection areas from residents in areas where damage perception due to water resource regulations is high, similar to the social and natural conditions that make it difficult to develop large-scale new dams, the re-designation of water protection areas after deregulation can impose regional burdens. Therefore, there is a need to present basic principles of regulation rationalization that all stakeholders can agree on and accept.
- Lastly, the background of this study is to search for “systematic preventive measures” and “thorough monitoring systems” necessary for water quality conservation of water sources.
- Considering the increase in water pollution accidents and the increase in (new) trace pollutants, it is necessary to review the improvements in preventive measures for water quantity and quality conservation and the establishment of a “continuous monitoring” system for water quality.

□ Research Objectives

- The two main objectives of this study are to propose the direction of balanced water resource conservation policies considering the operation

of local and metropolitan water sources and to contribute to sustainable water quality conservation policies by examining the applicability of rational scenarios and alternatives for water resource regulations.

II. Analysis of the Increase/Decrease Status of Source Water Protection Areas

- Over the past 23 years (2000-2022), 147 water source protection areas were canceled and 33 were newly established (114 places, 28.2% decrease).
 - The metropolitan local governments with the greatest decrease in water supply source protection areas in 2022 compared to 2000 are Chungnam (76.9%) > Chungbuk (60.9%) > Jeonbuk (54.5%), with Jeonnam (15.3%) showing the lowest decrease.
 - The main cause and background of the removal of water source protection zones was analyzed as the old/suspension/closure of the water source, and the results of the removal were the supply of regional water supply (55.5%), integration of local water supply (6.3%), and Buddha statues (37.9%, most of them). (lack of data/statistics)
 - There is a severe lack of publicly available data that can identify the status of designation and change (revocation) of water source protection areas. It is believed that an investigation into the status of changes to the basic plan for water supply maintenance is also necessary.
 - In the future, it is judged that additional analysis of the impact of “increased factory establishment and changes in industrial structure” on the local economy compared to “changes in the area of water source protection zones/factory location restrictions lifted by year” at the basic local government unit level will be necessary (this study case analysis)

- It is believed that the decrease in water source protection areas (water intake facilities) can have a direct or indirect effect on the concentration of water source water intake facilities and a decrease in local government material supply rates.
 - In the future, the local government material sufficiency rate will be divided into “water supply self-sufficiency rate” (2019 pilot indicator, linked to water flow rate) and “water intake self-sufficiency rate (centered on water source and water intake volume)” to review the development of new indicators and monitor/disclose them, and establish an appropriate level of local government Exploring ways to make ‘materials sufficiency rate’ mandatory

- Currently, government affairs related to water sources are operated by local governments, so related water source statistics are absent or very insufficient. To improve this, plans are being made to connect with water supply (facility) statistics or to establish new water source data and statistics (e.g., names of water source protection zones). Coding, etc) is considered urgent.

- Currently, government affairs related to water sources are centered around local governments, so related water source statistics are focused on “local water supply economic feasibility assessment” and “water management efficiency” not limited to water treatment facilities (improvements), but rather in terms of “securing water sources of good water quality.” It is time to reexamine the water source protection zone (water intake facility) policy for economic evaluation and management efficiency.

- In conclusion, it is necessary to explore water use and water policy directions to avoid excessive concentration and dependence on one water source and one water system. To this end, vulnerability/resilience analysis is needed to flexibly respond to climate crises and changes in social conditions. necessary

III. Analysis of Current Status of Water Environment in Water Source Areas and Improvement Directions for Water Quality Conservation Policies

- Current Status of Water Quality in Water Source Areas
 - Analysis of the trend in water quality of water sources shows that COD and TOC concentrations tend to increase rather than decrease, while BOD and T-P concentrations showed a decreasing trend until the early to mid-2010s, followed by a slight increase and maintenance thereafter.
- Aquatic Ecosystem Health Status in Water Source Areas
 - Results of examining the aquatic ecosystem health of 10 analyzable water protection areas revealed that the health of benthic macroinvertebrates in the water source areas was better in the upstream or downstream areas of rivers where water protection areas were located compared to other areas.
 - However, there was no significant difference in the health of attached diatoms depending on the presence of water protection areas.

□ Current Status of Water Pollution Incidents

- The frequency of water pollution incidents in the past five years has shown an increasing trend, with most incidents occurring in tributaries rather than the main streams.
- Establishing a systematic management and monitoring system focusing on tributaries is urgently needed to prepare for water pollution incidents.

□ Current Policy Status of Water Quality Management and Monitoring in Water Source Areas

- Matters related to water quality standards, monitoring, information disclosure, and special measures for water quality management in water sources are diversified under the Environmental Basic Act, the Water Supply Act, and the Water Environment Conservation Act.
- The water quality management system for water sources is based on the water quality standards of the Environmental Basic Act, which only include human health protection items. Matters related to the management, monitoring, and information disclosure of water sources are included in the Water Supply Act, and special measures for water quality conservation and improvement are included in the Water Environment Conservation Act.
- Water quality management for water sources appears to require improvement compared to the legal system, monitoring items, and accident response capabilities of water quality management in public waters.

□ Conclusion

- Considering the frequent occurrence of water pollution incidents in tributaries and the diversification of water pollution substances due to

industrial development, there is an urgent need to improve the monitoring targets and monitoring cycles for water source management.

- However, it is unrealistic to monitor all water pollution substances in real-time, so it is necessary to consider using the current water quality measurement network and advanced biological response-based water quality measurement technologies.
- Efforts should be made to establish integrated guidelines for water quality management in water sources that ensure consistency and coordination in terms of investigation subjects, investigation entities, and investigation methods to build a water quality-centered continuous monitoring system for water sources.

IV. Rationalization Scenarios for Water Source Regulation and Applicability of River Water Quality Total Load Control

- Current Status of Water Quality Conservation Regulations for Water Sources
 - In order to minimize regulation for water source conservation and protection, efforts are made to designate water protection areas and regulate activities accordingly, as well as restrict the establishment of factories in upstream areas.
 - Water protection areas are designated in areas vulnerable to water intake facilities according to their impact areas, with restrictions on factory establishment and operation to minimize upstream influences.
 - Alongside prohibitions, permits, and reporting restrictions, a system of factory site restrictions is implemented to minimize impacts and block the inflow of pollutants.

- Depending on the degree of regulation such as activities and distance/area, conflicts with regulated subjects are likely to arise.
- Assessment of Applicability of River Total Load Control
 - The average flow velocity of 0.1m/s used to calculate the decay rate (12 hours) of organic matter and E. coli, which forms the basis for designating water protection areas, is deemed appropriate.
 - Analysis of flow rate measurement data from 58 points upstream of dams conducted by Kwater in 2020 yielded an average flow velocity of 0.10m/s, maximum velocity of 0.45m/s, minimum velocity of 0.0m/s, and a standard deviation of approximately 0.092m/s.
 - In utilizing river total load control as an alternative to water protection areas, enforcement of the system and clarity of the responsible entities must precede.
 - There is a fundamental contradiction between the water protection area system, which aims to block the inflow of pollutants at the source, and river total load control, which allows the inflow of pollutants within the self-purification capacity of rivers.
 - To enhance the effectiveness of river total load control, which is currently based on voluntary participation of local residents, enforcement of the system and clarity of responsible entities are necessary.
 - River total load control should be considered as a supplementary measure to secure safer source water for current water sources. Even if the foundation for applying river total load control is established, the extensive nature of water quality monitoring items required to determine compliance with drinking water quality standards poses a challenge.

- At the same time, it would be extremely difficult to devise response measures for water supply in case management goals are not achieved or water pollution incidents occur.

V. Conclusion and Recommendations: Policy Directions and Challenges for Sustainable Water Source Quality Conservation

1. Paradigm Shift in Policy for Responding to Water Source Shortage Risks

- Current legislation mainly focuses on the distribution and expansion of water supply facilities, indicating the need for a paradigm shift in policies and revisions to relevant laws to effectively address water source shortage risks.
- Analysis of severe water source shortage cases in Chungcheongnam-do (2015) and Gwangju Metropolitan City (2022-2024) demonstrates the potential nationwide expansion of water source shortage issues due to changes in water protection areas and water supply facilities (e.g., municipal water self-sufficiency rates).
- To address water source shortages, it is proposed to review water source policies from various perspectives and emphasize balanced utilization of water sources in different regions.
- Policy responses to water source vulnerability require consideration of the fundamental functions and diversity of water sources, beyond facility distribution.

- Criticisms regarding the inadequacy of the Water Supply Act in addressing water source shortages highlight the need for improvements in legislation related to water source acquisition.
- Proposal for the development of a manual for the designation and modification (release) of water source protection areas to meet the demands for improving legislation and systems related to procedures for designating and releasing water source protection areas.

2. Establishment of a Continuous Detection Monitoring System for Water Source Quality

- Analysis of the long-term (1997-2022) water quality trends in national water source protection areas located in rivers or lakes, using nationwide water quality monitoring network data, reveals an overall increase in COD representing non-biodegradable substances and an increase in nitrogen in lakes.
- Such trends, commonly observed in general public water areas, underscore the need for awareness regarding water source conservation for drinking water supply.
- The spatial characteristic of a higher proportion of water pollution incidents occurring in tributaries than in the main stream is similar to that of water source protection areas (water intake facilities), posing a significant issue if pollutants found in water sources cannot be removed by current water treatment technologies.

- Consequently, there is a need to establish a continuous monitoring system, particularly focusing on the upstream areas of large-scale water intake facilities supplying drinking water.
- Improvements in monitoring targets and frequency for water source surveillance are necessary, considering the importance of drinking water, and integration with automatic water quality monitoring networks, as well as the expansion of an ecological toxicity-based water source quality monitoring system to include major water source areas.

3. Development of Water Source Statistics and New Comprehensive Indicators

- Establishment of water source statistics and data/information systems
 - While the Ministry of Environment publishes annual “Water Supply Statistics” containing various indicators related to water facility installation and operation, data on the designation of water source protection areas are updated annually, but only limited information (such as name, local government name, initial designation date, designated area, location) is disclosed.
 - Connecting water source statistics with “Water Supply Statistics” or developing a separate “New Water Source Statistics” to provide information for sustainable water source policies is necessary.
 - Checking the status of the water source information management system according to Article 7-3 of the Water Supply Act and developing a “Water Source Information System” are necessary steps.
 - It is crucial to code information about water source protection areas and water intake facilities by watershed or region to ensure data quality management, and consistent data production through coding to enhance

the consistency and accuracy of data on the status of water source protection area designation.

- Development of new indicators for water source risk and policy monitoring
 - Separately developing and linking water source “self-sufficiency rates” and “supply self-sufficiency rates” and developing comprehensive indicators considering water source quality is essential.
 - Developed new and comprehensive indicators can aid in the integrated monitoring of water source management, be used to assess the capacities of local governments, and provide information on water management capabilities and water usage stability to local residents.
 - The development and application of new indicators for water source policy monitoring can enhance the rationality of policy decision-making processes, increase public trust in government policies, and aid in assessing and improving the sustainability of water source management policies.

4. Establishment of Framework Principles for Rationalizing Water Source Regulations

- Need for scenario construction and establishment of basic principles for rationalizing water source regulations
 - In situations where relationships and subsequent impacts on results are complex, such as constructing scenarios for rationalizing water source regulations (maintenance, relaxation, strengthening), the absence of “Rules of the Game” or “basic principles” is evident.
 - Understanding arguments for excessive water source regulations requires verified scientific rationality to minimize social and environmental

damage. Analyzing differences in regulatory policies by considering the characteristics of each region, such as water source protection areas and riparian zones, and adjusting regulatory policies accordingly, is necessary.

- Strengthening social autonomy to avoid formal or entrenched administrative procedures for central government and local government affairs and introducing principles where all stakeholders agree and acknowledge the regulations is crucial to enhancing the effectiveness of regulations.
- Scientifically proven regulatory improvements based on facts can optimize social acceptance. Rational changes in regulations through public deliberation processes can increase the sustainability of water source policies and prevent regulatory violations by strengthening legal responsibilities.

□ Establishment of basic principles for rationalizing water source regulations

- This study presents four framework principles for water source regulations (scientific rationality, policy acceptance, social acceptance, legal accountability) and reviews fundamental commonalities related to “scientific rationality.”

5. Planning and Implementation of Medium to Long-Term Research on Water Source Policy Based on Integrated Water Management

- The authors of this study have made efforts to explore directions for improving sustainable water source policies in response to climate crises and socio-economic changes, conducting meticulous data collection and analysis.

- However, they acknowledge limitations in achieving the goal of “implementing sustainable national water source policies” and propose and organize research topics needed from a medium to long-term perspective.

- The major tasks of medium to long-term research include paradigm shifts in water source policy, revisions to water supply laws, establishment of a continuous water source quality monitoring system, development of water source statistics and new indicators, and setting basic principles for rationalizing regulations.

 - Additionally, they propose detailed tasks such as investigating the entire water cycle process, studying the effects of releasing water source protection areas, establishing sound governance, analyzing the behavior of water pollutants, analyzing the environmental hazards of water quality, and calculating the load generation for total management.

Keywords: Sustainable Development, Water Management, WASH, Water Governance

■ 저자약력

김익재 (연구책임)

미국 Kansas State University 박사
한국환경연구원 선임연구위원(현)
ijkim@kei.re.kr

주요 연구실적

- 통합물관리를 위한 물 관련 법령 및 계획 정비 실행방안 (2021)
- 물 분야 주요 국제동향 연구 (2018-2020)
- 물관리 발전을 위한 하천 및 농업용수 등의 통합관리 연구 (2020)
- 하천 및 호소의 물환경에 미치는 미세플라스틱 영향 연구 (2019)

한대호

한국환경연구원 책임연구위원(현)
dhhan@kei.re.kr

이승수

한국환경연구원 연구위원(현)
seungsoo@kei.re.kr

전동진

한국환경연구원 연구위원(현)
dijeon@kei.re.kr

김수빈

한국환경연구원 전문연구위원(현)
sbkim@kei.re.kr

김용삼

☎ KE컨설팅 본부장(현)
kysamenv@nate.com

※ 본 책자는 환경표지 인증을 받은 용지로 인쇄되었습니다.



지속가능한 상수원 수질 보전 정책 방향

상수원보호구역과 취수시설 중심으로

KEI 한국환경연구원
Korea Environment Institute

(30147) 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 B동(과학 인프라도)
전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799 <http://www.kei.re.kr>



ISBN 979-11-5980-939-2