

사용 단계의 물 수요관리 강화 방안

물 다소비시설을 중심으로

Strengthening Water Demand Management at the Usage Phase:
Focusing on High Water-Consumption Facilities

오명진 | 김수홍 | 문현주



저자

오명진, 김수홍, 문현주

연구진

연구책임자 오명진 한국환경연구원 부연구위원

참여연구원 김수홍 한국환경연구원 연구원
문현주 한국환경연구원 명예연구위원

연구자문위원(가나다순)

강형식 한국환경연구원 선임연구위원
구자용 서울시립대학교 환경공학부 교수
김호정 한국환경연구원 선임연구위원
류문현 한국수자원공사 경영연구소장
이병국 한국환경연구원 명예연구위원
이정용 환경부 물이용정책과 과장
장기복 한국환경연구원 선임연구위원

| 정책보고서 2025-02 |

사용 단계의 물 수요관리 강화 방안: 물 다소비시설을 중심으로

Strengthening Water Demand Management at the Usage Phase: Focusing on High Water-Consumption Facilities

© 2025 한국환경연구원

발행인 김 홍 균

발행처 한국환경연구원
(30147) 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 B동(과학·인프라동)
전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799
www.kei.re.kr

인 쇄 2025년 4월 25일

발 행 2025년 4월 30일

등 록 제 2015-000009호(1998년 1월 30일)

ISBN 979-11-5980-994-1 93530

인쇄처 세일포커스(주) 02-2275-6894

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처를 표시해 주십시오.

오명진 외(2025), 「사용 단계의 물 수요관리 강화 방안: 물 다소비시설을 중심으로」, 한국환경연구원.

값 7,000원

서 언

‘샤워실의 바보’라는 말이 있습니다. 샤워기 물 온도를 조절할 때, 물이 더워지거나 차가워지는 데 시간이 걸리는 것을 인지하지 못하고 손잡이를 반복해 돌리며 온도를 맞추지 못하는 사람을 비유하는 말입니다. 당장 물이 부족하지 않다고 안심하다가 수급 불안정에 직면해서야 허둥지둥 대책을 마련하는 것은 샤워실의 바보와 다르지 않습니다. 기후변화로 강수 패턴이 급변하고, 물 수요가 증가하는 등 우리가 체감하는 ‘물의 온도’는 계속 변하고 있습니다. 따라서 미래 불확실성에 대비한 선제적이고 현명한 정책 설계는 더 이상 미룰 수 없는 과제입니다.

이러한 문제의식하에 본 연구는 대한민국이 직면한 물 수급 불확실성 증대 대응방안을 모색하였습니다. 특히, 댐 건설 등 전통적 공급 위주의 물관리정책이 한계에 다다른 현시점에서, 그동안 상대적으로 주목받지 못했던 ‘수요관리’, 그중에서도 최종 사용 단계에서의 효율성을 높이는 전략에 집중하였습니다. 효율적인 수요관리를 위해서는 물 사용량의 상당 부분을 차지하지만 관리 대상에 포함되지 않았던 ‘물 다소비시설’을 과학적으로 정의하고 관리하는 체계를 마련하는 것이 선행되어야 합니다.

이를 위해 본 연구는 국내외 물 수요관리 및 에너지 수요관리 사례를 비교 분석하고, 실제 생활용수 및 공업용수 데이터를 심층 분석하여 물 사용량 집중 현상과 규모 및 밀도 지표 적용 필요성을 실증적으로 검토하였습니다. 분석결과를 토대로 물 다소비 시설 관리 및 사용 단계 수요관리 강화를 위한 장단기 전략을 구체적으로 제시합니다. 본 연구가 미래 물 위기 대비와 지속가능한 물관리체계 구축에 기여하기를 바랍니다.

끝으로 본 연구를 수행한 한국환경연구원 오명진 박사, 김수홍 연구원, 문현주 박사에게 감사를 표합니다. 바쁘신 와중에도 자문을 통해 연구에 도움을 주신 박민영 사무관, 류문현 박사, 구자용 교수에게 깊은 감사를 드립니다. 또한 우리 원의 이병국 박사, 강형식 박사, 김호정 박사, 장기복 박사의 자문에도 감사를 표합니다.

2025년 4월
한국환경연구원
원장 김홍균

사용 단계의 물 수요관리 강화 방안

물 다소비시설을 중심으로

오명진 외

본 보고서는 기후변화 심화 및 물 다소비 산업 성장으로 인해 증가하는 대한민국의 물 수급 불확실성에 대응하기 위한 정책 방안을 제시한다. 전통적인 공급 위주 물관리 방식의 한계를 지적하며, 특히 그간 논의가 미흡했던 ‘사용 단계’의 수요관리 강화 필요성을 강조한다. 이를 위해 국내외 물 수요관리 현황 및 에너지 분야 수요관리 사례를 분석하고, 생활용수 및 공업용수 사용량 데이터를 분석하여 물 사용량 집중 현상(소수 사용자의 다량 소비)과 ‘사용 밀도’ 지표 도입의 중요성을 확인했다. 분석 결과를 토대로, ‘물 다소비시설’을 효과적으로 정의하고 관리하기 위한 단기 및 장기 전략 방향을 제언한다. 단기적으로는 물 사용량 의무 공개, 물 효율 의무 진단, 물 효율 제고계획 수립 등 물 다소비시설 법제화 후 즉각 실행 가능한 방안을 제시하며, 장기적으로 전국 물 사용량 DB 구축, 벤치마크 지표 개발, 워터 포지티브 관련 제도 도입, 물 효율 네트워크 사업 등 데이터 및 인센티브 기반의 지속가능한 수요관리 체계 구축을 제안한다.

1. 서론

최근 대한민국은 기후변화로 인한 강수 패턴 변화, 가뭄 빈발 등 환경적 요인과 생활용수의 수요 증가 및 대도시 인구밀집으로 인한 지역 편중 심화, 반도체 등 물 다소비 산업의 급격한 성장으로 심각한 물 수급 불확실성에 직면해 있다. 국가 산업 경쟁력 유지와 국민 생활 안정을 위해서는 댐 건설 등 전통적 공급 확대 정책에서 나아가 수요관리 관점의 물관리 패러다임 도입이 필요하다.

본 연구는 에너지 수요관리 사례에 주목하여 물 분야에서도 ‘사용 단계’의 수요관리를 강화하는 방안을 모색하고자 한다. 현재 국내 물 수요관리 정책은 공급 및 재이용 단계에 집중되어 있고, 사용 단계 관리는 절수설비 보급 등 제한적인 수준에 머물러 실질적인 효과가 미미하다. 따라서 본 보고서는 사용 단계의 수요관리 방안을 강화하기 위하여 ‘물 다소비시설’ 관리의 필요성과 구체적인 정책 방향을 제시하는 것을 목적으로 한다.

2. 국내외 수요관리 현황

2.1 국내 현황

우리나라는 「수도법」에 근거하여 물 수요관리 종합계획을 수립·이행하고 있다. 공급 단계에서는 노후관 개량, 유수율 제고 등을, 재이용 단계에서는 중수도·빗물이용시설·하수처리수 재이용 등을 추진한다. 사용 단계에서는 절수설비 보급이 주로 이루어지고 있으며, 물 다소비시설 관리나 수도요금 체계 개편 등은 사용 단계가 아닌 물 문화 개선 계획에 포함되는 등 실질적인 사용 단계 물 수요관리가 이루어지지 않고

있다. 또한 가뭄 위기 단계별 대응 조치에 물 다량 사용자에 대한 내용이 마련되어 있으나, 어떤 사용자가 물 다량 사용자인지를 제시하는 명확한 기준이 부재하다.

2.2 국외 현황

호주, 대만, 싱가포르 등 물 부족을 경험한 국가들은 선제적으로 강력한 수요관리 정책을 시행하고 있다.

호주는 ‘밀레니엄 가뭄’ 이후 물관리체계를 개편하여 지역 맞춤형 수요관리를 강화했다. 구체적으로 댐 수위 연동 수도요금(60/70트리거), 물 효율 라벨링 제도(WELS), 물 다소비 사업체 정의(퀸즐랜드 연 100만 리터 이상, 서호주 연 2,000만 리터 이상) 및 물 효율 관리 계획(WEMP) 의무화 등을 시행한다.

대만은 농업 및 반도체 산업의 물 의존도가 높아 가뭄에 취약하다. 물 절약 제품 인증제(강제 인증 포함), 월 9,000m³ 이상 사용자 대상 건기 물 소비세 부과 등 규제를 도입했다.

싱가포르는 국가수도국(PUB) 주도로 물 효율 관리 전략을 통합 운영하며, 고품질 재생수(NEWater) 활용, 물 효율 펀드(WEF) 운영, 물 효율 라벨링 및 벤치마크 제공, 물 다소비시설(연 60,000m³ 이상) 대상 WEMP 제출·개별 계량기 설치·물 효율 관리자 임명 의무화 등을 시행한다. 특히 반도체 등 특정 산업은 재활용률 목표(50%)를 설정했다.

표 1 주요 국가 물 관련 법률 및 대규모 물 사용자 관리방안

구분	주요 정책/법률	대규모 물 사용자 정의	의무 조치
호주	- 물 법 (Water Act 2007) - 국가 물 이니셔티브 (National Water Initiative)	- 연 1,000, 10,000m³ 이상(퀸즐랜드) - 연 20,000m³ 이상 (서호주)	물 효율 관리 계획 (WEMP) 수립 및 보고
대만	물 자원 관리 기본 계획	월 9,000m³ 초과	물 소비세 부과(건기)
싱가포르	공공사업국 규정	연 60,000m³ 이상	- 물 효율 관리 계획 (WEMP) 제출 - 개인 수도 계량기 설치 - 물 효율 관리자 임명
대한민국	- 물관리기본법 - 물 수요관리 종합계획	-	-

2.3 에너지 분야 현황

「에너지이용 합리화법」은 ‘에너지다소비사업자’(연간 2,000TOE 이상)를 지정하여 에너지 사용량 신고, 절약 계획 수립, 정기 에너지 진단(사용량 따라 3~5년 주기), 개선명령 등의 의무를 부과한다. 또한 기업 간 협력을 통한 ‘지역 에너지 효율 네트워크(LEEN)’ 사업을 운영한다. 일본(벤치마크 제도, 사업자 등급 평가), 미국(REEO), 독일(EEN), 스웨덴(ENIG) 등 국외에서도 유사한 네트워크 기반의 자발적 효율 개선 프로그램을 운영 중이다. 이는 물 분야 수요관리 정책 설계에 중요한 참고 모델을 제공한다.

3. 물 사용량 자료 분석결과

생활용수(청주시, 나주시)와 공업용수(광역상수도, 산업폐수) 데이터를 분석한 결과, 공통적으로 소수의 사용자가 전체 물 사용량의 대부분을 차지하는 ‘파레토 분포’ 현상이 뚜렷하게 나타났다.

생활용수를 분석한 결과 청주시와 나주시 모두 상위 10% 가정용 수용가가 전체 가정용 사용량의 약 76~79%를 차지했다. 상위 1%는 약 65~68%를 소비했다. 하지만 이는 주로 대규모 아파트 단지 단위 집계적 영향으로, 가구 수(세대수)를 고려한 '세대당 사용량'으로 분석하면 사용량 편중이 크게 완화되었다. 세대당 사용량 기준 상위 10% 세대군은 전체 사용량의 약 20~23%를 차지하는 것으로 나타났다. 이는 생활용수 다소비시설 정의 시 절대량을 적용하는 것은 적합하지 않으며, 세대 수 등 밀도 요인을 고려해야 함을 시사한다.

공업용수를 분석한 결과 집중 현상이 생활용수보다 훨씬 심각한 것으로 나타났다. 광역상수도 및 산업폐수 발생 데이터 모두에서 상위 10% 산업시설(사업자)이 전체 산업용수의 98% 이상을 사용했으며, 상위 1%가 65~92%가량을 소비했다. 산업 기준으로 봤을 때는 광역상수도 자료에서는 화학, 1차 금속, 석유 정제, 에너지 공급, 제지 산업이 절대 사용량 기준 상위 5대 물 다소비 업종으로 나타났다. 자산, 매출액, EBITDA, 종업원 수 대비 물 사용량 등 밀도 지표로 분석 시, 절대량 기준과는 다른 물 다소비 산업(예: 에너지 공급업, 비철금속, 섬유·플라스틱 제조업 등)이 두드러졌다. 이는 물 다소비시설 정의 및 관리 정책 수립 시 절대량과 함께 밀도 지표를 복합적으로 고려하는 것이 중요함을 시사한다.

4. 정책제언

4.1 물 다소비시설 정의방안

먼저 생활용수는 현행 데이터 관리체계 하에서 물 다소비시설 지정이 어렵다고 판단된다. 생활용수는 물 사용량 수용가 단위가 아파트 단지로 관리되는 곳이 많아 사용량 규모지표 기준으로 물 다소비 수용가를 지정할 경우 대규모 공동주택 단지를 지목할 뿐 실제 물 낭비 여부를 판단하기 어렵다. 따라서 물 다소비 시설 지정 대상에서 생활용수는 제외하거나, 데이터 품질 수준을 가정 단위로 강화한 뒤 다소비 기준을 판단 후 적용하는 것이 타당하다.

물 다소비시설은 평상시에는 밀도 지표를 포함한 복합 기준을 적용하여 효율 개선을 유도하고, 가뭄 등 비상시에 한정하여 신속한 대응을 위해 사용량 규모 지표 적용을 검토할 수 있다. 예를 들어, 산업폐수 자료 분석결과 연간 24만 톤 기준은 주요 제조업(화학, 전자, 금속, 제지) 및 유틸리티 산업에서 90% 이상의 높은 용수 사용량 포괄성을 유지하면서 관리 대상 시설 수를 5~15% 내외로 최소화하여 관리에 유리한 측면이 있다. 반면, 연간 10만 톤 기준은 더 넓은 범위의 시설(산업별 7~46%)을 관리 대상에 포함시켜 대부분 산업에서 95% 이상의 사용량을 포괄하며, 특히 건설업이나 비금속 광업 등 일부 산업 관리 효율성을 높일 수 있으나 행정적 부담 증가를 고려해야 한다. 이러한 사용량 규모 지표는 가뭄 단계별 대응 같은 특정 상황에서 물 사용 제한 조치를 시행하는 데에 효과적으로 활용될 수 있다.

따라서, 장기적으로는 단순히 연간 사용량 규모 지표만으로 물 다소비시설 정의하기보다, 산업별 특성을 반영하고 실질적인 효율 개선을 유도하기 위해 밀도 지표(예: 자산/매출액/EBITDA/종업원 수 대비 사용량, 업종 내 상대적 효율 수준 등)를 병행하는 복합적인 정의방안을 마련해야 한다.

4.2 단기 전략

물 다소비시설이 법제화될 경우, 현행 제도 내에서 상대적으로 빠르게 적용 가능한 관리방안을 우선 검토할 수 있다. 해당 제도는 물 여건이 좋지 않은 호주와 싱가포르에서도 유사하게 도입된 제도이다. 아래에 언급하는 제도는 장기 전략 중 데이터베이스 구축과도 연계될 수 있다.

가장 기본적인 방안으로 물 사용량 의무 공개를 논의할 수 있다. 정의된 물 다소비시설을 대상으로 연간

물 사용량을 정기적으로 보고 및 공개하도록 의무화한다. 이러한 사용량은 수도를 통한 물뿐만 아니라, 장기적으로 용수원별, 재이용량 포함 여부 등 단계적 확대를 고려할 수 있다. 해당 제도 시행은 물 사용 정보 투명성을 제고하며, 이를 통해 기업의 자발적 개선 노력과 사회적 관심을 유도할 수 있다.

다음으로 강한 규제로 물 효율 의무 진단제도를 논의할 수 있다. 물 다소비시설에 주기적인(예: 3~5년) 물 효율 진단을 의무화하여 누수, 저효율 공정 등 개선 잠재량을 파악하도록 한다. 진단 결과 보고서를 제출받아 정부의 맞춤형 지원 정책 설계에 활용하고, 기업의 관리 역량 강화를 지원한다. 하지만 이러한 규제는 기업의 부담으로 작용할 수 있으므로, 진단 비용 부담 완화를 위한 재정 지원 방안 마련을 함께 검토할 필요가 있다.

가장 강한 규제로는 물 효율 제고계획 수립 의무화가 있다. 진단 결과를 바탕으로 물 다소비시설이 자체 절감 목표와 신기술 도입, 공정 개선, 재이용 확대 등 구체적인 실행계획을 수립하여 제출하도록 의무화한다. 이를 진행하기 위해서 공공 부문은 계획 수립 가이드라인 제공, 우수 사례 공유, 이행 성과에 따른 인센티브 연계 등을 검토하며, 실효성을 확보해야 한다.

4.3 기반 구축 중심 장기 전략

체계적이고 과학적인 물 수요관리를 위한 가장 근본적인 선결 과제는 신뢰성 높은 전국 단위 물 사용량 통합DB를 구축하는 것이다. 현재 물 사용량 정보는 각 지자체 수도사업자(지방상수도), 한국수자원공사(광역상수도) 등 다양한 주체에 의해 각기 다른 기준과 형태로 수집·관리되고 있어 중앙에서 통합적으로 현황을 파악하기 어렵다. 분산된 물 사용량 정보를 통합하고 표준화하여 접근성을 높인 국가 물 사용량 DB는 정부의 효과적인 정책 수립 및 평가, 기업의 자발적 효율 개선 노력 촉진, 관련 연구 및 기술 개발 활성화 등 다방면에 걸쳐 필수적인 공공 인프라 역할을 수행할 것이다.

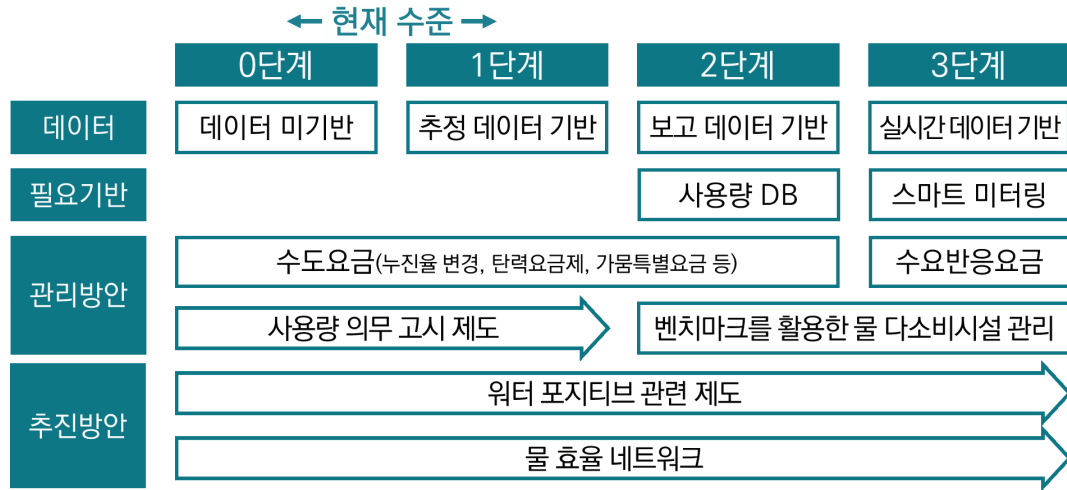
따라서 중앙 DB 구축을 위해서는 환경부를 중심으로 지자체와 수자원공사와 협력체계를 구축하고, 각 기관의 데이터를 정기적으로 수집하여 통합 관리할 수 있는 전산 플랫폼을 구축해야 한다. 이때 상수도 용도 분류체계를 통일하는 것이 필요하다. 청주시와 나주시 사례만 보더라도 가정용, 일반용, 공업용 등 대분류는 유사하나 세부 분류에서 차이가 있다. 따라서 전국 지자체 현행 분류를 전수 조사하고, 국가 표준 물 사용 용도 분류체계를 개발, 확정해야 한다. 이에 따라 각 지자체 분류를 표준분류로 합칠 수 있는 매핑 테이블을 제공하고, 시스템 연계를 통해 자동 변환 및 전송이 가능한 인프라를 구축해야 한다.

DB에서 공업용수는 매출액 등 경영정보 연계가 가능하도록 사업자등록번호를 포함해야 한다. 생활용수는 가구 수 정보를 필수적으로 포함해야 하며, 장기적으로는 가구원 수 정보를 표시하는 방안을 검토해야 한다. 또한 일부 지자체에서 관리 중인 가구 수 정보의 정확성을 높이기 위한 노력이 병행되어야 한다. 또한 이를 위해 「수도법」이나 「물관리기본법」 일부를 개정하고, 전담 운영기관을 지정하는 등 관리체계 확립 역시 필요하다.

DB가 구축된다면 업종별 시설 규모별 물 사용량 벤치마크 지표를 개발하고 활용할 수 있다. 이를 통해 기업은 자신의 효율 수준을 객관적으로 파악하고 개선 목표를 설정할 수 있으며, 정부는 정책 목표 설정, 기술 개발 방향 제시, 인센티브/규제 연계 등에 활용할 수 있다.

워터 포지티브 관련 제도 도입과도 함께 연계할 수 있다. 기업이 소비한 물보다 더 많은 양을 자연에 환원(절수, 재이용, 수질개선, 생태복원 등)하는 복원활동을 정량적으로 평가하고 인증하는 제도 도입은 워터 포지티브 개념을 확산시킬 것이며, 이는 기업의 ESG 경영을 지원하고 자발적인 물관리 노력을 촉진하는 강력한 인센티브가 될 수 있다.

물 효율 네트워크 사업은 에너지 분야 LEEN 사업 모델을 벤치마킹한 것으로, LEEN은 동일 지역 또는 업종의 기업이 협력하여 물 효율 개선 목표를 설정하고 공동 프로젝트를 추진하는 네트워크 사업을 지원·확산한다. 이는 집단 학습 효과, 혁신 투자 촉진, 비용 절감, 자발적 협력 문화 조성 등에 기여할 수 있다.



자료: 저자 작성.

그림 1 물 수요관리 장기 전략 방향 요약

5. 결론

대한민국이 직면한 물 문제 해결을 위해서는 공급 위주의 전통적 방식에서 벗어나 수요관리, 특히 사용 단계의 효율성을 높이는 방향으로 정책적 전환이 필요하다. 본 보고서에서 제안한 물 다소비시설 정의 및 관리방안, 단기적 규제 전략과 장기적 데이터·인센티브 기반 구축 전략은 실효성 있는 수요관리 중심 물관리로 전환을 위한 구체적인 로드맵을 제시한다. 특히, 전국 단위의 표준화된 물 사용량 DB 구축은 물 다소비시설 관리뿐만 아니라 모든 수요관리 정책의 효과성을 담보하는 핵심 기반이 될 것이다. 이러한 정책들이 유기적으로 추진될 때, 우리나라는 기후변화 시대의 물 위기에 선제적으로 대응하고 지속가능한 물 안보를 확보할 수 있을 것이다.

CONTENTS

사용 단계의 물 수요관리 강화 방안:
물 다소비시설을 중심으로

국문요약	i
제1장	서론
	1. 연구배경 1
	2. 연구목적 6
제2장	수요관리 현황 조사
	1. 국내 물 수요관리 현황 7
	2. 국외 물 수요관리 현황 12
	3. 에너지 수요관리 현황 21
제3장	물 다소비시설 자료분석 및 정의방안
	1. 사용 규모 기준 가용자료 분석결과 30
	2. 사용 밀도 기준 가용자료 분석결과 45

제4장	다소비시설 관리방안	
	1. 정의 방안	55
	2. 단기 전략	60
	3. 장기 전략	64
제5장	결론	
	1. 요약 및 정책제언	77
	2. 연구한계 및 향후 연구	78
참고문헌		79
부록	I. 산업폐수발생 세부분석결과	87
Executive Summary		91

■ 표차례

표 1-1	분야별 에너지다소비 건물 현황(2021년)	5
표 2-1	물 수요관리의 종류	8
표 2-2	공급 및 재이용단계 절약 목표량 산정 주요내용 및 유관계획	9
표 2-3	가뭄 위기 단계별 수요관리 수단	11
표 2-4	싱가포르 물 효율 벤치마크	17
표 2-5	싱가포르 개별 계량기 설치구역	18
표 2-6	싱가포르 Water Efficiency Fund 지원 유형 및 자격 기준	19
표 2-7	주요 국가 물 관련 법률 및 대규모 물 사용자 관리방안	20
표 2-8	에너지다소비사업자의 에너지 진단 의무	22
표 2-9	일본의 에너지 절약 공동지표 선정방법	24
표 2-10	일본 에너지 사업자 등급 평가제도	25
표 3-1	청주시 용수 사용량 통계량(2022~2024년)	31
표 3-2	청주시 가정용 용수 사용량 상위 20개 수용가(2024년)	32
표 3-3	나주시 용수 사용량 통계량(2022~2024년)	34
표 3-4	나주시 가정용 용수 사용량 상위 20개 수용가(2024년)	36
표 3-5	광역시상수도 용수 사용량 통계량(2023년)	39
표 3-6	광역시상수도, 기업 데이터상 한국표준산업분류 적용 통계	39
표 3-7	광역시상수도 및 기업 데이터 매칭 자료 기반 상위 5개 물 사용 산업	40
표 3-8	산업폐수발생 자료 기반 용수 사용량 통계량(2021년)	42
표 3-9	가구 수를 고려한 청주시 용수 사용량 통계량(2024년)	46
표 3-10	가구 수를 고려한 청주시 가정용 용수 사용량 상위 20개 수용가(2024년)	47
표 3-11	가구 수를 고려한 나주시 용수 사용량 통계량(2024년)	48
표 3-12	가구 수를 고려한 나주시 가정용 용수 사용량 상위 20개 수용가(2024년)	49
표 3-13	밀도를 고려한 광역상수도 및 기업 데이터 매칭 자료 기반 상위 물 사용 산업	51
표 4-1	산업폐수발생 자료 기반 물 다소비 기준당 사용량 및 수용가의 산업별 비중	56
표 4-2	국가 표준 용수 사용용도별 분류체계 예시	66
표 4-3	워터 포지티브 활동 유형	71
표 4-4	워터 포지티브 활동별 복원량 지표 및 계산법	73

■ 그림차례

그림 1-1	국내 급수량 추이	2
그림 1-2	국내 가정용 용수 부과량 추이	3
그림 1-3	국내 주요 반도체 공장 소재지 하루 용수 사용량 추이	4
그림 3-1	시설별 광역상수도 용수 사용량 분포도(2023년)	37
그림 3-2	산업폐수 발생과 처리 자료 기반 시설별 용수 사용량 분포도(2021년)	41
그림 3-3	산업폐수발생 자료 기반 상위 5개 물 다소비 산업	43
그림 3-4	자료별 상위 10% 수용가의 물 사용량 비중	44
그림 3-5	나주시 가구당 물 사용량 1, 2위 수용가	48
그림 3-6	밀도를 고려한 산업폐수발생 자료 기반 물 다소비 산업	52
그림 4-1	물 관련 용어 설명자료	54
그림 4-2	물 다소비시설 설정 기준 요약	59
그림 4-3	물 수요관리 장기 전략 방향 요약	64
그림 4-4	국가 표준 용수 사용용도별 매핑 테이블 예시	66
그림 4-5	물 사용량 DB 구축 추진 전략	69
그림 4-6	물 수요관리 장기전략 순환 연계 체계	76

■ 약어

CDP	Carbon Disclosure Project
DR	Demand Response (수요자 반응)
DSM	Demand Side Management (수요측면 관리)
ENIG	Energy Network In Group
FSEK	Föreningen Sveriges Regionala Energikontor (스웨덴 에너지 전문 기업)
GRI	Global Reporting Initiative
IEEKN	Initiative for Energy Efficiency and Climate Action Networks
IEEN	Initiative Energieeffizienz-Netzwerke (에너지효율 네트워크 이니셔티브)
IPART	Independent Pricing and Regulatory Tribunal
PUB	Public Utilities Board (싱가포르 수자원청)
LEEN	Learning Energy Efficiency Networks (에너지 효율 학습 네트워크)
SDP	Sydney Desalination Plant (시드니 담수화 플랜트)
SSM	Supply Side Management (공급측면관리)
WEF	Water Efficiency Fund (물 효율 펀드)
WELS	Water Efficiency Labelling and Standards
WEMP	Water Efficiency Management Plan (물 효율 관리 계획)

제1장 서론

1. 연구배경
2. 연구목적

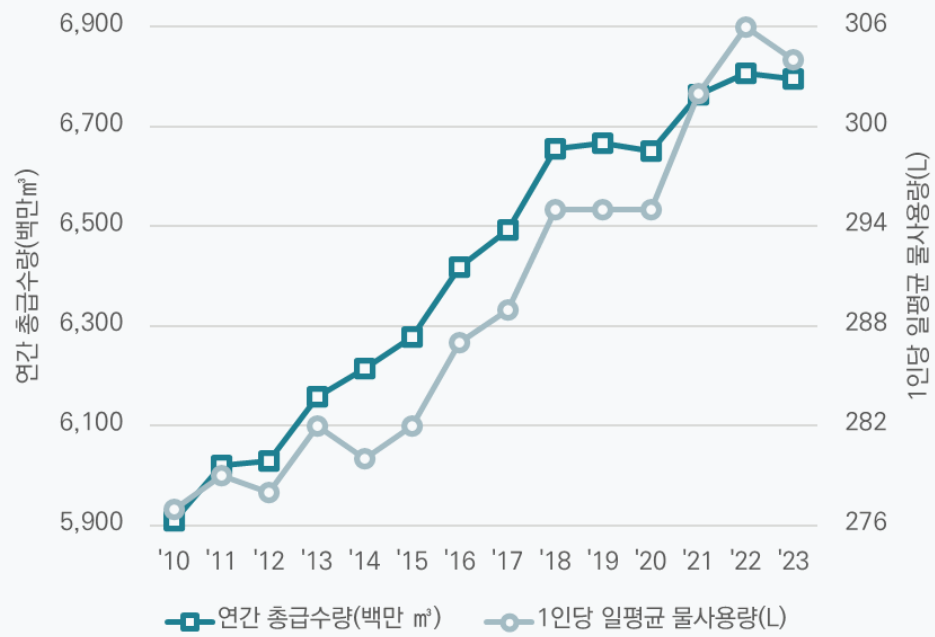
1. 연구배경

최근 대한민국 물 수급 불확실성이 크게 증가하고 있다. 먼저, 기후변화로 인한 강수 패턴 변화, 가뭄 빈도 증가 등 환경적 여건이 악화되고 있다. 과거 우리나라는 연평균 강수량이 비교적 충분하다고 여겨졌으나, 최근에는 강우 일수가 줄어들면서도 한 번에 많은 비가 집중되는 경향이 강해지고, 지역별 편차도 심해지고 있다.¹⁾ 그 결과 평년보다 강수량이 적은 해에는 가뭄 발생 사례가 늘고 있으며, 이러한 가뭄은 국지적이 아니라 광역상수도에 발생할 정도로 피해 범위가 넓어지고 있다. 2022년에는 남부지방 기상가뭄 발생일수가 227.3일에 달하는 기록적 수준을 보였으며, 가뭄 직후 집중호우가 발생하는 등 강우 변동성이 커지고 있다.²⁾ 이러한 까닭에 전통적 물관리 방식만으로는 안정적인 용수 공급을 담보하기 어려워지고 있다.

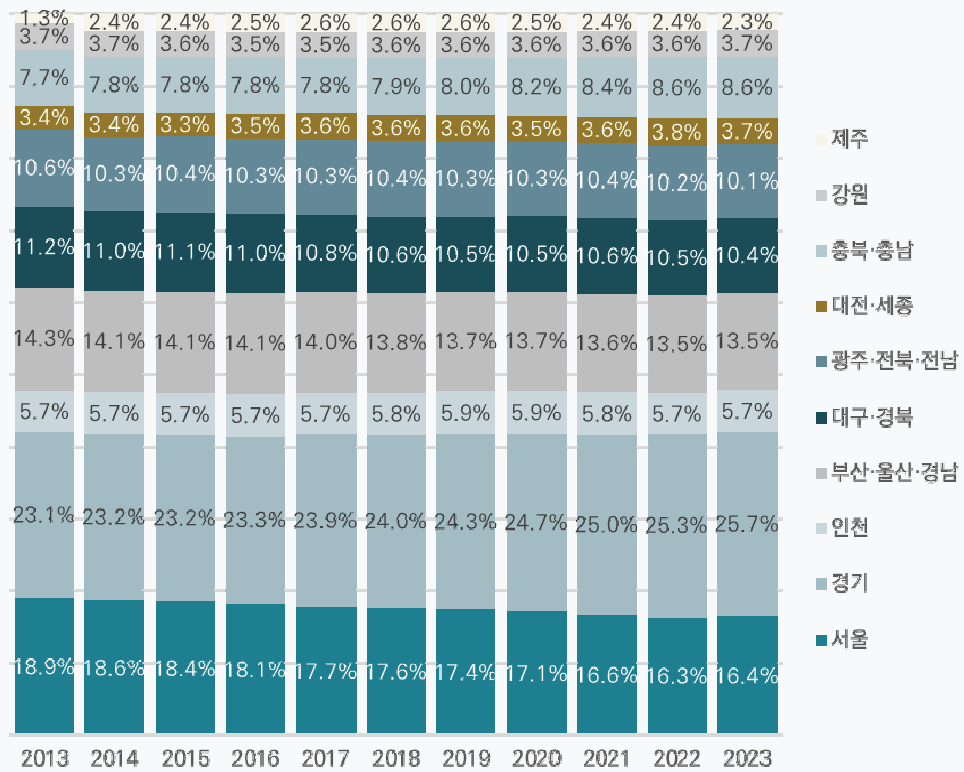
생활·공업용수 수요 증가와 지역 편중화도 물 수급 불확실성 심화 요인이다. 용수 사용량은 연간 총 급수량과 1인당 물 사용량 모두 증가 추세이며, 수도권·대도시로 인구가 밀집하면서 지역별 수요 편차 역시 커지고 있다(그림 1-1 참조). 최근 9년간(2014~2023년) 총 급수량은 9.3% 증가했으며, 새로 집계된 세종시(132.9%)를 제외하면 경기도(21.0%), 인천시(10.2%), 충청북도(26.1%), 충청남도(16.9%), 전라남도(14.9%)에 집중되었다. 지역 편중 현상은 심해질 것으로 보이는데, 문제는 해당 지역이 빈번히 가뭄을 겪는다는 점이다. 2023년 기준 전국 가뭄 발생일수는 충청남도 1위(51.3일), 충청북도 3위(42.7일)이며, 전라남도는 2위이자(45.0일), 상술한 가뭄 피해지역이다.³⁾ 즉, 물 공급과 물 수요 불균형이 동시에 현실화되는 양상이다.

1) 관계부처합동(2024), pp.33-38, pp.40-47.

2) 기상청 보도자료(2024.4.29), p.1.



(a) 국내 연간 총 급수량 및 1인당 일평균 물 사용량(2010~2023년)

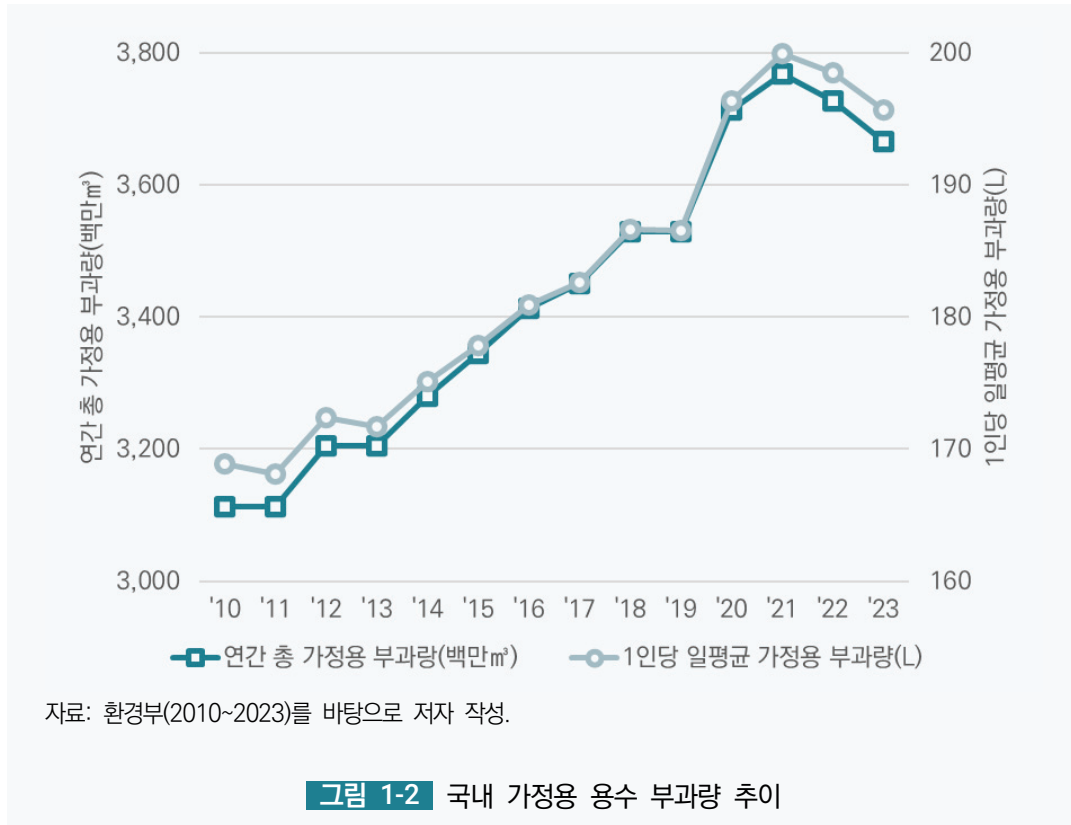


(b) 지역별 급수량 비중(2014~2023년)

자료: 환경부(2010~2023)를 바탕으로 저자 작성.

그림 1-1 국내 급수량 추이

이를 생활용수에 한정해도 동일한 양상을 보인다. <그림 1-2>는 연간 가정용 용수 부과량과 이를 인구로 나눈 1인당 일평균 가정용 부과량을 보여준다. <그림 1-1(a)>와 마찬가지로 생활용수 역시 전체 사용 총량(규모)과 1인당 평균 사용량(밀도) 모두 증가 추세가 나타난다.

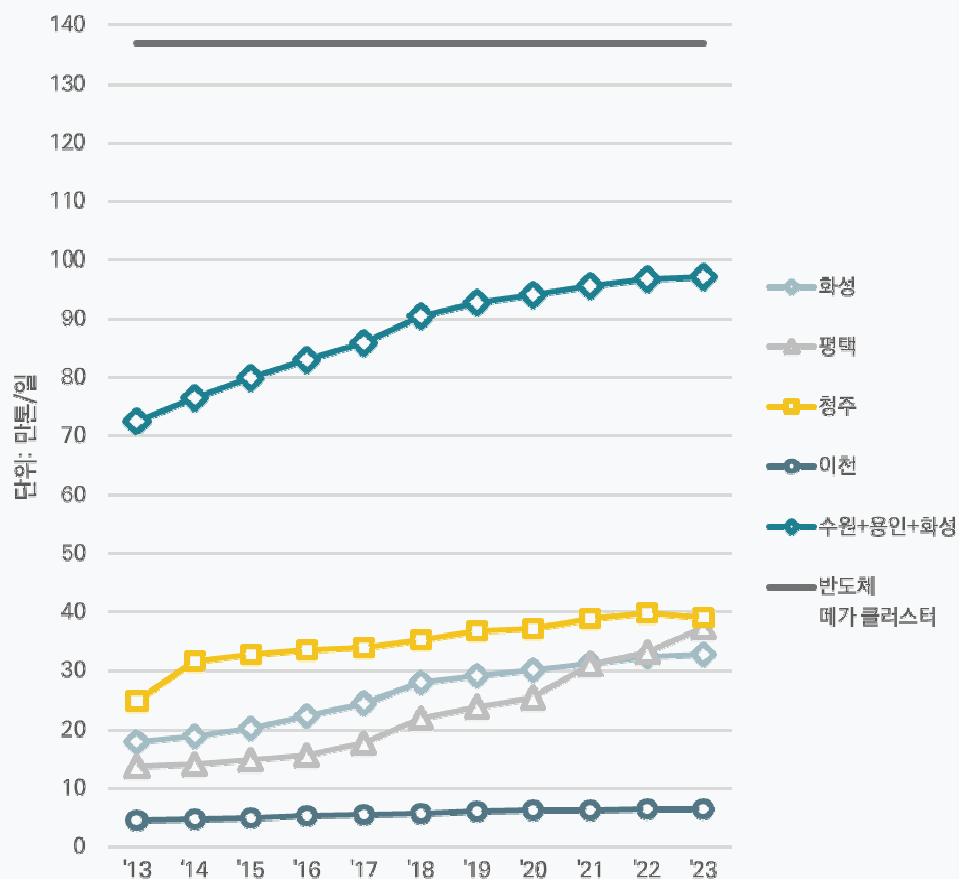


더욱 우려되는 점은 물 다소비 산업⁴⁾이 빠르게 성장하고 있다는 사실이다. 특히, 반도체 산업은 다량의 초순수를 필요로 한다. 국내 반도체 공장이 소재한 화성·평택·청주·이천시 용수 사용량은 지속적인 증가 추세를 나타내고 있으며(그림 1-3 참조), 향후 건설 예정인 용인 반도체 메가 클러스터가 요구하는 용수량은 하루 133만 톤 수준으로,⁵⁾ 인근 수원·용인·화성시 총 용수 사용량(97만 톤)의 137%에 육박한다. TSMC의 2023년 물 소비량은 1억 1,361만 463m³에 달한다.⁶⁾

4) 본 보고서에서는 물 다소비는 지표수 및 지하수의 자체 취수량, 상수도를 통한 급수량을 포함함. 소비는 물 취수량과 물 방류량의 차로 오독될 여지가 있으나, 후술할 ‘물 수요관리 종합계획 작성지침’에서 물 다소비시설이라고 명칭하였으므로, 혼동을 방지하기 위해 다소비라는 단어 사용을 준용하였음.

5) 한국일보(2024.11.27), “정부, 반도체 클러스터 전력망 구축 지원…고가 R&D 장비 세액공제 확대”, 검색일: 2025.4.2.

6) TSMC(2024), p.116.



자료: 환경부(2010~2023)를 바탕으로 저자 작성.

그림 1-3 국내 주요 반도체 공장 소재지 하루 용수 사용량 추이

데이터센터 역시 국제적으로 물 수요가 빠르게 증가하고 있다. 마이크로소프트 데이터센터 물 사용량은 2020년에서 2022년 사이 34% 증가했고, 2022년 기준 마이크로소프트·구글·메타의 물 사용량 합계는 2억 2,000만 톤이며, 2027년까지 세계 AI 기업 물 수요는 최대 66억 톤으로 전망된다.⁷⁾ 미국 버지니아주 데이터센터의 2023년 물 사용량도 2019년 대비 63.7% 증가한 70억 리터이며,⁸⁾ AI 데이터센터 하루 물 소비량이 5만 명 규모 도시와 비견된다는 분석도 나올 정도다.⁹⁾ 현재 국내 데이터센터 물 사용량은 제조업에 비하면 현저히 적은 편이다. 하지만 AI 발전과 함께 데이터센터의 에너지 다소비 문제가 심화되는 것에 미루어봤을 때(표 1-1 참조), 반도체 및 데이터센터 산업 규모 확대가 동시에 진행된다면 양 산업 모두의 물 수급 리스크도 함께 확대될 가능성을 간과할 수 없다.

7) Li et al.(2023), p.10.

8) Financial Times(2024.8.18), "US Tech Groups' Water Consumption Soars in 'Data Centre Alley'", 검색일: 2024.12.3.

9) Innovation Origins(2025.3.4), "Major Concerns Water Use Big Tech and Semiconductors", 검색일: 2025.3.16.

표 1-1 분야별 에너지다소비 건물 현황(2021년)

구분	계	데이터 센터	병원	연구소	학교	호텔	공공 건물	백화점	업무·기타
건물 수	316	19	30	11	24	21	21	45	145
총 에너지 사용량(천toe)	1,975	289	287	98	211	134	117	196	645
단위 면적당 사용량(toe)	0.069	0.386	0.071	0.058	0.031	0.058	0.040	0.043	0.049

자료: 서울특별시 보도자료(2022.11.22).

종합해보면, 생활 부문과 산업 부문 모두에서 물 수요가 급증하는 상황에서 기후변화로 공급 여건마저 악화되어 대한민국은 국가적 물 위기에 직면할 위험이 높다. 이는 개별 기업 차원을 넘어 국가 산업경쟁력뿐만 아니라 국민 생활 전반에 큰 불편과 비용을 초래할 수 있다. 이러한 상황에 선제적으로 대응하기 위해서는 대응 방안을 다각화하여 실효성을 확보해야 한다. 과거에는 댐 건설, 우수수량 증대 등 공급 확충으로 대응해왔고, 현재는 물 재이용이나 해수담수화 등 대체수자원 개발 같은 여러 방안이 논의되고 있으나, 수요관리에 대한 논의와 실행은 상대적으로 더디게 진행되는 실정이다.

한편, 에너지 분야에서는 이미 공급 중심에서 수요관리로 패러다임을 바꿔 에너지 수급 안정과 기후변화 대응을 동시에 모색했다.¹⁰⁾ 물 분야에도 유사한 접근을 적용할 수 있다. 급변하는 물 수급 환경 대응에 공급만으로 한계가 있다면, 수요관리를 통해 물 사용을 줄이고 효율을 높이는 대안이 필요하다는 논리이다. 가뭄 등 국가재난 상황 시 피해를 최소화하고, 장기적으로 댐 건설 부담과 환경 훼손을 줄이는 지속가능한 친환경 물관리로 나아가기 위해서는 수요관리 방안을 조명할 필요가 있다.

그러나 현재 국내 수요관리 정책은 여전히 공급 단계와 재이용 단계 위주로 이루어지고 있으며, 사용 단계는 절수설비 보급만 다루어지고 있는 수준이다. ‘제5단계 물 수요관리 종합계획 작성지침’에서도 물 다소비시설 관리나 수도요금 개편이 사용 단계임을 인정하면서도, 기타 수단으로 간략히 언급할 뿐 구체적인 추진전략을 제시하지 않고 있다.¹¹⁾ 결과적으로 사용 단계 대책이 미흡하여 관련 물 수요관리 효과는 크지 않은 상황이다.

10) 에너지경제연구원(2013), pp.2-3.

11) 환경부(2025), p.69.

2. 연구목적

이러한 배경 하에, 본 연구는 대한민국 물 수급 문제 해소를 위해 효율적인 물 수요관리 전략 및 정책 방향을 제시하는 데에 목적이 있다. 특히 그동안 논의가 미흡했던 ‘사용 단계’ 수요관리를 실질적으로 강화하기 위한 방안을 도출하는 데에 목표를 둔다. 구체적으로 다음 세 가지 측면에서 연구를 진행한다.

첫째, 국내외 수요관리 현황 조사를 통해 시사점을 도출한다. 먼저, 우리나라 물 수요관리 정책과 현황을 정리한다. 이어서 호주, 싱가포르, 대만 등 물 부족을 겪었거나 극복해 온 주요 국가 정책을 살펴보고, 물 수요관리 정책이 어떤 역할을 했는지 검토한다. 이를 통해 국내에 적용 가능한 시사점을 발굴한다. 또한 에너지 수요관리 사례(에너지다소비 지정 등)와 비교함으로써 물 분야 수요관리 정책에 활용할 아이디어를 모색한다.

둘째, 자료분석을 통해 물 다소비시설 관리 필요성 및 정의 방안을 제시한다. 후술할 에너지 다소비사업자 사례에서 알 수 있듯이 물 분야 역시 대형 소비자 소수가 전체 소비의 상당 부분을 차지할 가능성이 존재한다. 그러나 국내 물 분야에서는 아직 ‘물 다소비시설’이라는 개념을 제도적으로 공식화하지 않았다. 본 보고서에서는 생활용수와 공업용수 데이터를 분석하여 물 사용량 현황을 확인하고, 이를 바탕으로 물 다소비시설 선별 기준안과 관리 필요성을 논의한다.

셋째, 효율적인 사용 단계 수요관리 정책 방안 및 방향을 제시한다. 현황조사 및 자료분석 결과를 종합하여, 단기적으로 실현 가능한 전략과 장기적으로 지향해야 할 방향을 제안한다. 이를 통해 향후 ‘제6단계 물 수요관리 종합계획’에서 사용 단계 대책으로 활용할 수 있는 정책적 시사점을 제공하고자 한다.

제2장

수요관리 현황 조사

1. 국내 물 수요관리 현황
2. 해외 물 수요관리 현황
3. 에너지 수요관리 현황

본 보고서는 물 수요관리 수단 중 사용 단계에 해당하는 물 다소비시설 관리방안을 집중 조명하고자 한다. 이를 위해 본 장에서는 물 다소비시설 선별방안과 관리에 참고할 수 있는 전반적인 물 수요관리 현황, 그리고 타 분야 수요관리 현황을 조사하고 파악한다.

1. 국내 물 수요관리 현황

대한민국은 수도사업 효율성 향상과 물 수요관리 강화를 위해 「수도법」 제6조에 따라 물 수요관리 종합계획을 수립한다. 2000년 물절약 종합대책이 최초로 추진되었으며, 이후 2단계(2012년), 3단계(2016년), 4단계(2019년)를 거쳐 현재 『5단계 물 수요관리 종합계획(2006-2030)』을 수립·이행 중에 있다. 해당 계획은 정책 시행 주체인 시·군·구가 물 수요관리 정책을 체계적으로 수립하고 시행하는 데에 필요한 지침을 제시하기 위해 작성되며, 지자체 단위 물 사용 실태와 수요 특성을 고려하여 수립된다.¹²⁾ 물 수요관리 종합계획을 작성하기 위한 지침 역시 함께 제시되고 있는데, 해당 작성지침은 수립방향에서 물 수요관리를 공급측면 관리(SSM), 수요측면 관리(DSM), 수요자 반응(DR)으로 구분한다(표 2-1 참조).

공급측면 관리는 공급자가 물 수요량 조절을 위해 누수 저감, 유수율 향상을 목표로 하는 방식으로, 수도정비계획과 물 재이용 관리계획 등 유관계획과 연계성을 고려하여 설계된다.¹³⁾ 여기에는 중수도 보급, 빗물이용시설 설치, 하·폐수 재이용 등 재이용 방안도 포함된다.

12) 환경부(2019), p.1.

13) 환경부(2025), p.22.

수요측면 관리와 수요자 반응은 공급측면 관리 대비 본질적인 수요관리 전략이다. 수요측면 관리는 절수기기 설치와 같은 기술적 방법을 통해 물 사용 패턴을 변경·유도하는 방식으로, 경제적 유인책을 활용한 절수설비 및 절수제품 리베이트 제도, 물 다소비시설 관리, 해수열 교환시스템 도입 등이 포함된다. 절수설비 및 절수제품 리베이트 제도는 소비자 초기 투자 부담을 완화해 물 사용량 감축을 유도하며, 장기적으로 적용 범위를 확대할 수 있다.¹⁴⁾ 수요자 반응은 가격 등 정책수단 적용에 수요자가 반응하는 방식으로 물 수요를 관리하는 방식이다. 수도요금을 높이는 방식으로 물 사용량을 저감하는 방안과 WASCO(WATER Saving COmpany) 사업 등이 포함된다.

표 2-1 물 수요관리의 종류

구분	설명	이행수단 사례
공급측면 관리(SSM) (Supply Side Management)	공급자가 공급자 측면에서 수요자의 물 수요를 조절하는 관리 방식	• 노후수도관 개량 • 하·폐수 재이용 • 불량 계량기 교체 등
수요측면 관리(DSM) (Demand Side Management)	공급자가 수요자의 물 사용 패턴 변화 유도를 통해 물 수요를 조절하는 관리 방식	• 절수설비·기기 설치 • 물 사용량 표시제
수요자 반응(DR) (Demand Response)	물 공급 상황, 수도요금, 물 절약에 따른 인센티브 도입 등에 따라 수요자가 반응해 스스로 물 소비 패턴을 변화시키도록 하는 관리 방식	• 제한급수 • 수도요금 체계 고도화 • WASCO 사업

자료: 환경부(2025), p.3.

이러한 물 수요관리 수단을 바탕으로 물 수요관리 종합계획은 다시 공급 단계, 재이용 단계, 사용 단계, 물 문화 개선 단계로 추진계획을 구분한다. 정책 시행주체는 종합계획 수립 시 각 단계에 해당하는 수단의 정량적 목표를 설정해야 한다.

먼저, 공급측면 관리는 공급 단계와 재이용 단계로 구분하여 추진계획이 구성된다(표 2-2 참조). 공급 단계는 유수율 제고와 적정 공급 수압 유지를 목적으로 하는 수단이 포함된다. 상수관로 정비사업이 주요 수단 중 하나이다. 이를 위해서 추진계획에는 상수관로 사용연수 및 현 유수율에 대한 기초조사 실시, 상수관로 개량 공사비 산정 내용 등이 포함된다. 또한, 불량 계량기 교체 및 스마트 계량기 보급을 통한 정확한 수돗물 계량체계 구축과 블록별 유량 관리 사업을 병행, 누수 탐지 시스템 미비나 고장으로 인한 유수율 제고의 어려움 등 진단 내용을 포함한다. 이러한 수단 특성으로 물 수요관리 종합계획 작성지침은 공급 단계 수단 중 누수량 저감과 유수수량 증대 목표 설정에 수도정비계획 내용 우선 활용을 권고하고 있다.¹⁵⁾

14) 환경부(2025), p.68.

재이용 단계는 중수도시설, 빗물이용시설, 하폐수처리수 재이용시설과 같은 수단이 해당한다. 공급 단계가 수도정비계획 내용 우선 활용을 권고했듯이 재이용 단계도 마찬가지로 물 재이용 관리계획 내용을 우선 활용하도록 권고하고 있다. 물 재이용 관리계획은 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」에 근거한다.

「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」은 “물의 재이용을 촉진하여 물 자원을 효율적으로 활용하고 수질에 미치는 해로운 영향을 줄임으로써 물 자원의 지속가능한 이용을 도모하고 국민의 삶의 질을 높이는 것을 목적으로” 하는 법이다.¹⁵⁾ 특기할 만한 점은 물 다소비시설 관리와 유사한 방식으로 면적에 따른 재이용 의무를 부과한다는 점이다.¹⁷⁾ 빗물이용시설과 중수도 적용 의무사항이 해당되는데, 구체적으로 종합운동장, 실내체육관 등 공공체육시설, 공공업무시설 및 공공청사를 포함하여, 아파트·연립주택·다세대주택·기숙사 등 연면적 1만m² 이상인 공동주택, 5,000m² 이상인 초·중·고·대학교, 10만m² 이상 규모의 골프장, 대규모점포 등에 빗물이용시설을 의무 설치해야 한다. 중수도는 대규모점포, 물류·운수시설, 업무시설, 교정시설, 방송국·전신전화국, 숙박업, 목욕업 등 연면적 6만m² 이상인 시설에 적용되며, 폐수배출량이 1,500m³/일 이상인 공장·발전시설, 공기업 개발사업(관광·도시·산업단지·택지 등)에 의무사항으로 적용된다.¹⁸⁾

표 2-2 공급 및 재이용단계 절약 목표량 산정 주요내용 및 유관계획

항목		주요 내용	자료 목록
공급 단계	유수율 제고	목표 유수율 결정 - 목표 유수율에 따른 물 수요관리 목표량	수도정비기본계획 등
	중수도 시설	중수도 설치현황 및 관리실적 조사 중수도 설치에 따른 물 수요관리 목표량	시도별 물재이용 관리계획 등
재이용 단계	빗물이용 시설	빗물이용시설의 설치현황 및 용도별 사용량 조사 빗물이용시설 설치에 따른 물 수요관리 목표량	
	하폐수 처리수	하·폐수처리 재이용시설 설치현황 및 용도별 사용량 조사 하·폐수처리 재이용시설 설치에 따른 물 수요관리 목표량	

자료: 환경부(2025), p.26.

15) 환경부(2025), p.3.

16) 국가법령정보센터, “물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률”.

17) 국가법령정보센터, “물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령”, 제14조.

18) 국가법령정보센터, “물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령”, 제14조.

다음으로, 수요측면 관리와 수요자 반응 수단은 추진계획에서 사용 단계로 구분된다. 사용 단계는 본 보고서의 제목에서도 알 수 있듯이 본고에서 중점적으로 다루고자 하는 단계이다. 상술했듯이 사용 단계는 그동안 논의가 미흡했는데, 이를 드러내는 대표적인 문제가 물 사용 단계 추진계획이 절수설비(기기) 중심으로 구성되어 있다는 점이다.¹⁹⁾ 절수설비(기기) 관련해서는 시·군·구 단위의 절수설비(기기) 보급계획 및 과거 보급사업에 대한 전반적인 검토, 설치현황 조사계획 수립, 재정 및 인력 확보 여부, 사업 추진 여건 등을 종합적으로 고려하는 등 상세한 내용이 반영되어 있다. 하지만 서론에서 언급한 것처럼 그 외 다른 사용 단계 수요관리 수단은 추진계획에 구체적으로 포함되어 있지 않다는 한계점이 존재한다. 특히 수요자 반응 수요관리 수단에 포함된 수도요금 관련 내용은 정량적 목표 제시가 어렵다는 이유로 물 문화 개선 단계에 포함되어 있는 실정이다.

물 문화 개선 단계는 시민 인식 변화와 행동 유도를 통해 지속가능한 물 사용 문화 정착에 주안점을 둔 추진단계이다. 구체적으로 물 절약 교육·홍보, 물 수요관리 제도 홍보, 물 절약을 위한 추가수단 발굴이 주요수단으로 포함되어 있다. 수도요금은 사용 단계 추진계획으로 포함됨이 바람직하나, 해당 작성지침에는 정량적 산정이 어렵다는 이유로 정성적 수단인 물 문화 개선에 포함되어 있다. 이 외에도 수요자 반응(DR) 측면에서 핵심 전략으로 제시된 물 사용량 표시제, 제한급수, WASCO 사업은 계획상 포함되어 있지만 실제 적용 및 제도화는 미흡한 수준이다. 이러한 수단은 물 사용 인식 개선과 자발적 행동 변화를 유도할 수 있는 중요한 정책 도구이나, 제대로 추진되지 않아 실질적인 성과를 내지 못하고 있는 것이다. 따라서, 물 수요관리 종합계획이 선언적 계획 수준에 그치지 않고, 현장에서 실효성 있게 작동하기 위해서는 수단별 적용 현황에 대한 정기적인 점검, 법적·재정적 이행 기반 마련, 수도요금 체계 고도화 등의 체계가 마련되어야 한다.

이러한 물 수요관리 전략은 비상시 물 수요 대응계획에 활용되기도 한다. 정부는 가뭄 위기 단계(관심 - 주의 - 경계 - 심각)별로 수요관리 수단을 차등운영하고 있다(표 2-3 참조).²⁰⁾ 먼저 ‘주의’ 단계에서는 조경용수, 친수용수, 수영장 등 중요도 및 시급성이 낮은 물 사용을 제한하는 조치를 시행하며, 공공 부문을 중심으로 물 사용 저감조치를 우선 추진한다.

‘경계’²¹⁾ 단계에 진입하면 지자체와 수도사업자 주도로 절수설비(기기) 보급을 적극 추진한다. 인력과 예산을 투입하여 자가설치용 키트 무상 배포, 할인·리베이트 제공, 기축건물 대상 보급사업 등을 추진하여 절수설비 설치를 유도한다. 또한 가정·산업 부문에서 물 다량 사용자를

19) 환경부(2025), p.7.

20) 환경부(2025), pp.32-33.

21) 『제5단계 물 수요관리 종합계획』에서는 ‘경계’와 ‘심함’을 같은 의미로 쓰고 있는 것으로 추정되나, 본 보고서에서는 오독을 막기 위해 ‘심함’ 단계를 모두 ‘경계’ 단계로 표기하였음.

대상으로 물 사용 실태조사와 낭비성 물이용 여부를 조사하여 물 절약 방안을 마련한다. 이때 물 다량 이용자는 가정용의 경우 물 사용량이 상위 10%에 해당하는 가구를 의미하며,²²⁾ 업무용 및 공업용수의 경우 물 다량 사용 업체 및 사업장에 대한 수치적인 기준은 언급되어 있지 않다. 즉, 물 다소비시설을 파악할 필요성이 있으나 ‘제5단계 물 수요관리 종합계획 작성지침’에서도 물 다소비시설에 대한 구체적인 기준이 제시되지 않고 있는 실정이다.

가장 높은 수준의 ‘심각’ 단계에서는 기존의 자율·강제 급수 조정, 영업시간 단축, 제한급수 등의 조치를 유지하면서, 요금 할증제(drought surcharge) 및 우선순위 요금제 도입(priority price)을 검토한다. 극심한 가뭄 시 물 공급 비용을 충당하고, 수요 감축을 유도하기 위한 수단으로서, 비상상황에서만 한시적으로 적용되는 것이다. 또한 우선순위 요금제도의 경우 가뭄 발생 시 공급 여건을 고려하여 제한급수 우선순위에 따라 요금을 차등화²³⁾하여 설정한다. 또한, ‘경계’ 단계에서 물 다량 사용자의 물 이용량을 보고하는 것에서 나아가 물 다량 영업장 영업시간을 단축하거나 조업을 정지시키는 수단까지 검토된다. 하지만 ‘경계’ 단계와 마찬가지로 구체적인 수치나 기준은 제시되지 않았다.

표 2-3 가뭄 위기 단계별 수요관리 수단

단계	기존 수요관리 수단		활용가능한 수요관리 수단
	부처 조치사항	국민행동요령	
관심	• 징후관심활동 • (가뭄상황 파악 등)	• 물 낭비 점검	• 가뭄취약지역의 가뭄대책장비 점검·정비
주의	• 비상/대체급수 점검	• 물 낭비 점검 • 가정, 학교 등 물 절약 실천	• 물이용 제한
경계	• [주의] 단계 대책 + • 물 절약 운동 등 대국민 홍보	• 절수용품 설치 • 빗물, 재활용수 이용	• 절수기기·설비 보급 확대 • 낭비성 물이용 조사 • 물 다량 사용자 보고
심각	• [경계] 단계 대책 + • 물 절약 운동 등 대국민 홍보 • 생활/공업용수 감량	• 제한급수 등 대응요령 적극 동참	• 자율·강제급수 조정 • 물 다량 영업장 영업시간 단축 및 조업정지 • 제한급수 • 요금 할증제, 우선순위 요금제

자료: 환경부(2025), p.32.

국가가뭄정보포털 역시 가뭄 시 물 수요관리를 위하여 가뭄 단계에 따라 부처별 조치사항을 제시하고 있으며, 여기에도 수돗물 다량사용업소 관련 내용이 포함되어 있다.²⁴⁾ 먼저,

22) 환경부(2025), p.33.

23) 비상시 평상시에 우선순위가 낮은 용도의 물 사용량을 줄이는 조건으로 평상시 할인된 요금을 적용하되, 비상시 사용량 절감 여부에 따라 추가할인 또는 페널티 부과.

물 절약 대책추진으로 “일정 규모 이상 건축물 및 물 다량 사용업소에 대한 중수도 및 절수기 설치 의무화”를 제시하였다.²⁵⁾ 생활용수 분야의 심함 단계에서 조치사항으로 지방상수도 30% 미만 감량 공급 시 물 다량 사용업소의 영업시간 단축을, 30~50% 감량 공급 시 자율 휴무 실시와 공장 조업 단축이 고려된다. 매우심함 단계에서 지방상수도 60% 이상 감량 공급 시에는 수도물 다량사용업소 격일제 영업을 제시하고 있다.²⁶⁾

물 수요관리 종합계획과 국가가뭄정보포털에서 제공하는 가뭄대응 가이드북에서 확인할 수 있듯이 물을 많이 소비하는 시설이나 사용자를 식별하는 것은 중요하다. 하지만 종합계획과 가이드북 모두 물 다소비시설을 관리하라는 말만 제시할 뿐, 어느 기준부터 다소비시설인지 아닌지를 구체적으로 제안하지 않는다. 물 다량 사용자나 물 다소비시설 기준을 제시하고 평상시에 이를 관리한다면 절수대책이 보다 실효성 있는 작용할 수 있을 것이다.

2. 국외 물 수요관리 현황

국외의 경우, 이미 물 부족 문제를 겪은 국가에서 물 정책을 수요관리 중심으로 선제 대응한 사례가 존재한다. 이들 국가는 물 절약을 법제화하거나, 대규모 물 사용자를 정의한 뒤 이를 대상으로 규제를 도입하여 물 사용 효율 향상과 수요관리를 꾀하고 있다. 본 장에서는 호주와 대만, 싱가포르 등 대표적인 가뭄 경험 국가의 물 수요관리 정책을 살펴보고자 한다. 이러한 사례는 물 수요관리 관련 논의가 부족한 우리나라에 필요한 참고 자료로 활용될 수 있으며, 정책 설계에도 시사점을 제공할 수 있다.

가. 호주

호주는 물관리를 위하여 강력하고 체계적인 국가 차원의 법·정책 기반이 구축되어 있다. 2000년대에 발생한 ‘밀레니엄 가뭄’을 겪으면서 물관리체계가 대대적으로 개선되었다. 호주는 지역마다 기후와 지형이 달라 지역 맞춤형 가뭄관리체계가 요구되는데, 이에 대응하기 위해서 물 수요관리를 핵심 전략으로 채택하여 물 안보 강화에 노력을 기울이고 있다.²⁷⁾ 구체적으로 물 사용 제한, 고효율 가전제품 구매 시 보조금 지급, 물 효율 관리 계획 수립 의무화, 가뭄 상황에 따른 특별요금 부과 등 다양한 물 수요관리 정책을 시행하고 있다.

좀 더 상세한 예시를 살펴보면, ‘60/70 트리거’ 제도가 존재한다. ‘60/70 트리거 제도’란

24) 국가가뭄정보포털, “가뭄대응 조치사항 - 수도물 다량사용업소 격일제 영업”, 검색일: 2024.4.2.

25) 국가가뭄정보포털, “가뭄대응 조치사항 - 수도물 다량사용업소 격일제 영업”, 검색일: 2024.4.2.

26) 국가가뭄정보포털, “가뭄대응 조치사항 - 수도물 다량사용업소 격일제 영업”, 검색일: 2024.4.2.

27) 국립재난안전연구원(2017), pp.18-19.

시드니의 뉴사우스웨일스주 규제기관인 IPART(Independent Pricing and Regulatory Tribunal)²⁸⁾가 지역 수자원 관리를 위해 댐 수위와 수도요금을 연동하여 운영 중인 제도이다. 가뭄 시기와 비가뭄 시기를 구분하여 수도요금을 차등화하는 방식으로 수도 사용자의 효율적인 수자원 사용을 유도한다. 저수율이 60% 이하로 하락한 경우 트리거 조건이 적용되어 해당 시점으로부터 가뭄 요금(drought usage price)이 적용된다. 이후 댐 수위가 70%를 초과한 상태로 회복된 경우, 해당 시점으로부터 31일 이후 다시 비가뭄 요금(non-drought usage price)이 적용되는 방식으로 제도가 운영된다.²⁹⁾

물을 많이 쓰는 고객을 대상으로 적용되는 제도 역시 존재한다. 그레이터 시드니(Greater Sydney) 지역에 대형 고객을 대상으로 적용되는 수도요금 체계에는 IPART의 요금 결정문에 명시된 두 가지 핵심 요소가 포함된다. 첫째, 고정 이용가능 요금(fixed availability charge)은 대형 고객이 하나뿐이라는 전제하에 설계되었으며, 이는 대표적으로 Sydney Water Corporation³⁰⁾을 기준으로 한다. 그러나 요금 결정기간 동안 대형 고객 추가 유입 시, 해당 고정 요금은 그레이터 시드니 유역 전체 대형 고객에게 공급된 물의 총량 대비 각 고객이 공급받은 물의 비율에 따라 분담하게 된다. 이 방식은 요금 부담의 공정성과 합리성을 확보하기 위함이다. 둘째, 시드니 담수화 플랜트(SDP: Sydney Desalination Plant)를 통한 기준 요금은 SDP가 월 최대 생산량인 7,980ML를 공급한다고 가정하여 산정한다.³¹⁾ 그러나 실제 공급량이 기준보다 적을 경우, 요금은 실제 공급량과 비례조정된다. 월 종료 후 5 영업일 이내에 SDP의 공급 실적을 WaterNSW³²⁾에 보고해야 한다. 이 방식은 실제 사용량 기반 요금 정산이므로 고객 간 형평성을 유지할 수 있다.

한편, 호주는 2004년 제정된 『국가물관리계획(National Water Initiative)』에 따라, 2005년 7월 1일부로 강제적 물 효율 라벨링 제도인 WELS(Water Efficiency Labelling and Standards)가 시행되었다. 이 제도는 식기세척기, 세탁기, 샤워기, 변기, 소변기, 수도꼭지, 유량 조절기 등 상수도를 사용하는 주요 제품에 대해 최대 6스타 등급의 물 효율 라벨을 부착하도록 의무화한 것이다.³³⁾ 소비자에게 물 사용량 정보를 명확하게 제공함으로써 물 효율이 높은 제품을 선택하도록 유도하고, 국가 차원의 절수 효과를 달성하는 데 목적이 있다. WELS 제도는 5년마다 평가를 거치며, 최근 평가 결과에 따르면 이 제도는 저렴한 비용으로 효과적인 절수 성과를 달성한 것으로 보고되었다.³⁴⁾

28) 물, 에너지, 요금 등에 대한 법적 의무 이행 여부를 감독, 필요시 제재 조치를 취할 수 있는 권한을 가진 규제기관임.

29) WaterNSW, "Fees and Charges", 검색일: 2025.3.31.

30) 시드니 및 인근 지역에 생활·산업용 물을 공급하고 하수 처리를 담당하는 공기업.

31) WaterNSW, "Fees and Charges", 검색일: 2025.3.31.

32) 뉴사우스웨일스주의 댐과 수원지 관리, 원수를 공급하는 공공기관임.

33) 국가기술표준원(2021), pp.7-10.

퀸즐랜드주에서는 연간 100만 리터 이상의 물을 사용하는 사업체를 물 다소비 사업체로 규정하고, 이들을 대상으로 절수설비 설치를 의무화하고 있다.³⁵⁾ 연간 100만 리터 이상의 물 다소비 사업체가 비거주용 물 소비의 90%를 차지한다는 사실에 기반하여 시작된 규제로, 물 다소비시설 집중관리가 효율적이라는 판단에 따른 것이다. 연간 1,000만 리터 이상의 물 사용 사업체는 특별 관리 대상으로 분류되어 물 효율 관리계획(WEMP)을 의무적으로 수립하고 승인받아야 한다.³⁶⁾ 이 계획에는 물 사용 효율 기준을 달성하기 위한 구체적인 목표와 방안이 반드시 포함되어야 한다.

서호주에서도 시행 중인 유사 정책이 존재한다. 서호주에서는 연간 2,000만 리터 이상의 물을 사용하는 사업체를 대상으로 ‘Waterwise Business Program’을 운영하는데, 이를 통해 기업의 체계적인 물 수요관리 도입을 적극적으로 지원하고 있다.³⁷⁾ 한 광산 회사가 해당 프로그램에 참여하여 최적화된 물 사용과 물 절약을 실천한 대표 사례로, 금 채굴 및 처리 과정에서 다량의 물을 소비하는 산업적 특성을 가지고 있음에도 불구하고, 연간 약 1,300만 리터 이상의 물을 절약했다고 홍보되고 있다.³⁸⁾

나. 대만 물 수요관리 현황

대만은 기후변화 심화에 따라 수자원 관리 중요성이 더욱 커지고 있다. 대만은 경제 구조상 농업과 반도체 산업 등 첨단 산업 물 의존도가 매우 높다. 이에 대응하기 위하여 대만은 지하수 활용, 해수 담수화, 재활용수 활용 등 다양한 수요관리 전략을 적극추진하고 있다. 또한 농업용수 효율 증대, 상수도관 누수율 감소, 수도요금 개편 논의 등 다각적인 노력을 기울이고 있다. 특히 현재 대만의 수도요금은 톤당 NT\$11, 한화 약 488.4원으로 매우 낮은 수준인 점,³⁹⁾ 반도체 등 첨단산업이 소재한다는 점 등 우리나라와 유사한 특징이 있다.

대만 정부는 물관리를 위한 대만의 3대 주요 이니셔티브를 다음과 같이 밝히고 있다.⁴⁰⁾ 먼저, 종합 유역 관리(comprehensive watershed management)에서는 상류에서 자연 경관을 통해 물이 모이는 집수지역 보존을 강화하고, 토사 유입을 줄여 저수지 저수 용량을 늘리는 데에 힘쓰고 있다. 중류에서는 인공 호수, 지하수, 재생수, 해수 담수화 플랜트 등 다양한 수자원 개발 인프라를 구축하여 안정적 용수 공급 기반을 마련하고 있다. 하류에서는

34) 국가기술표준원(2021), p.10.

35) Queensland Water Commission(2010), p.63.

36) Queensland Water Commission(2010), p.63.

37) Water Corporation, “Waterwise Business Program”, 검색일: 2025.3.31.

38) Water Corporation, “St Ives Gold Mining Co”, 검색일: 2025.3.31.

39) EARTH-ORG(2022.4.8), “The Taiwan Water Shortage Dilemma”, 검색일: 2025.3.31

40) Executive Yuan(2025.1.12), “Securing the Water Supply Amid Extreme Weather Challenges”, 검색일: 2025.3.25.

일반 대중의 물 절약 의식을 고취하고 농업용수 절약 기술을 개선하며, 2032년까지 누수율을 9.77%로 낮추는 것을 목표로 상수도관 누수 최소화에 주력하고 있다.

다음으로, 서부 회랑 물 공급망(western corridor water supply network)은 대만 서부 회랑을 따라 물 공급 인프라를 연결하여 지역 간 안정적인 물 공급을 보장하고, 필요에 따라 유연하게 물을 배분할 수 있는 시스템을 구축하는 계획이다. 예를 들어, 이미 완료된 반신(Banxin) 지역 상수도 개선 프로젝트 2단계 사업, 타오위안(Taoyuan)의 스먼(Shihmen) 저수지와 신주(Hsinchu) 지역을 연결하는 보조 파이프라인, 타이난(Tainan)-가오슝(Kaohsiung) 통합 물 자원 프로젝트 등을 통해 하루 최대 131만 톤의 물을 이동시키는 것을 목표로 한다. 마지막으로, 인공 수원 개발(artificial water source development)을 통해 산업용수로 재생수 사용을 적극 장려하고, 해수 담수화를 추진하여 강우 의존도를 줄이고 있다. 이는 비상시와 건기에도 안정적으로 물을 공급하는 데에 기여한다.⁴¹⁾

또한, 대만은 세계 최고의 칩 제조업체로 부상했으나, 이 같은 우세에도 불구하고 2030년과 2040년까지 현재 운영 중인 칩 공장의 40%, 건설 중인 공장의 24~40%, 2021년 초 이후 발표된 공장의 40~49%가 물 스트레스 위험(water stress risk)이 높거나 매우 높은 지역에 위치하게 될 것이라는 의견이 존재한다.⁴²⁾ 향후 21세기 말까지 중남부 지역에서 비가 안 오는 날이 최대 50%까지 증가할 수 있으며, 북부 지역 저수지의 강수량 또한 최대 25%까지 감소할 수 있다는 전망 역시 존재한다.⁴³⁾

이에 수요관리 전략으로 대응하기 위하여 대만은 24년 1월부터 월 9,000m³ 초과 사용 물에 추가 요금을 부과하였다.⁴⁴⁾ 물 사용량이 월 1,000m³(약 1,000톤) 이상 공업용수 사용자를 대상으로 물 낭비 요금을 차등 부과하는 방안으로, 월 1,000~3,000m³ 사용자는 m³당 수도요금의 10%를, 6,000m³ 초과 시 30%를 추가 징수하는 방식이다.⁴⁵⁾ 또한, 2016년 4월 「수도법」 개정안을 의결하여 세탁기, 변기 등 11개 용수 설비에 대한 물 절약 제품 인증제도를 실시했다. 2018년 4월부터 세탁기, 변기를 강제 인증 품목으로 지정하였고, 2021년 5월부터는 소변기도 강제 인증 대상에 포함하였다. 강제 인증 품목은 인증 마크를 취득해야 판매할 수 있고, 위반할 경우 최고 20만 대만달러(약 800만 원)의 벌금이 부과된다.⁴⁶⁾

41) Executive Yuan(2025.1.12), "Securing the Water Supply Amid Extreme Weather Challenges", 검색일: 2025.3.25.

42) 뉴스타운경제(2024.9.23), "대만 반도체 산업 위협 요소, 물 부족", 검색일: 2025.3.31.

43) 뉴스타운경제(2024.9.23), "대만 반도체 산업 위협 요소, 물 부족", 검색일: 2025.3.31.

44) 뉴스타운경제(2024.9.23), "대만 반도체 산업 위협 요소, 물 부족", 검색일: 2025.3.31.

45) 해외시장뉴스(2016.4.19), "대만, 절수형 제품 의무화 예고", 검색일: 2025.3.31.

46) 해외시장뉴스(2020.11.26), "대만, 태풍 없는 여름 보내고 물 부족에 '갈증'", 검색일: 2025.3.31.

또한 대만에서는 대규모 물 사용자를 대상으로 물 소비세를 부과하는 제도를 시행하고 있다. 월 9,000m³ 이상 물을 사용하는 사업체가 적용대상으로, 2023년 1월 6일에 물 소비 부과금 징수 조치가 발표되었다. 물 소비세는 건기(대략 11월 ~ 4월)에 적용되며, 1m³당 3NT\$(한화 약 133원)의 세액이 부과된다. 다만, 부과 대상 사업체의 물 회수율(water recovery rate)이 개별 산업 기준 범위를 충족하는 경우 1m³당 2NT\$, 상한 범위를 초과하는 경우에는 1m³당 1NT\$로 세액이 감면된다.⁴⁷⁾ 이러한 감면 혜택을 받기 위해서는 대만인증재단(Taiwan Accreditation Foundation)의 인증이 필요하다. 또한 해수 담수화와 재생수 사용 총량이 6,000m³에 도달하는 경우 10%에서 30%의 추가 할인을 받을 수 있다.⁴⁸⁾

다. 싱가포르 물 수요관리 현황

싱가포르는 제한된 수자원 환경에도 불구하고, 뛰어난 물관리기술과 적극적인 수요관리 정책을 통해 물 자립도를 향상시키고 있다. 이러한 노력의 중심에는 싱가포르 수자원청(PUB: Public Utilities Board)이 있으며, ‘물 수요관리 전략(Water Demand Management Strategy)’ 하에 모든 관련 프로그램을 통합적으로 운영하고 있다. 기술적 접근 측면에서 싱가포르르는 고품질 재생수인 NEWater를 생산하여 산업용수로 공급하거나 음용수로 간접 활용하고 있으며, 빗물 활용 등 다양한 재활용 기술을 적용하여 재활용률을 높이고 있다. 더불어 해수담수화 기술의 지속적인 개발을 통해 공급 능력을 확충하는 한편, 가정용 및 상업용 제품에 물 효율 등급을 표시하는 물 효율 라벨링 및 표준을 설계하여 소비자들이 물 효율이 높은 제품을 선택하도록 유도하고, 산업별 물 효율 벤치마크를 제공하여 기업들이 자발적으로 물 사용량을 줄이도록 장려하고 있다(표 2-4 참조).

47) LIU Yake(2023.2.16), “Taiwan Starts Rules on Water Consumption Levy From Large Water Consumers”, 검색일: 2025.4.2.

48) 經濟部：臺北市福州街15號, “法規內容”, 검색일: 2025.4.2.

표 2-4 싱가포르 물 효율 벤치마크

Sector	Median Value
Office Buildings (with Water-Cooled Cooling Tower)	0.9 m ³ / m ² / year
Retail Malls	1.2 m ³ / m ² / year
	2.2 L / p / d
4-star Hotels (with Water-Cooled Cooling Tower)	0.68 m ³ / Guestnight
5-star Hotels (with Water-Cooled Cooling Tower)	0.99 m ³ / Guestnight
Primary Schools	10.5 L / p / d*
Secondary Schools	12.2 L / p / d*
Junior Colleges	12.7 L / p / d*
Data Centres	2.2 m ³ / MWh
Commercial Laundries	13.3 m ³ / tonne
Average Recycling Rates	
Wafer Fabrication Plants	45%
Semiconductors (excluding Wafer Fabrication Plants)	27%
Electronics	44%
Biomedical Manufacturing	15%

자료: PUB, "Sectoral Water Efficiency Benchmark", 검색일: 2025.3.31.

특히 싱가포르는 산업 부문의 물 수요관리에 중점을 두고 있는데, 이는 비가정 부문의 물 사용량 비중이 기존 55%에서 향후 60%까지 증가할 것으로 예상되기 때문이다.⁴⁹⁾ 이에 따라 2024년 1월부터는 새로운 산업별 특별 요구사항을 신설하여 시행하고 있다. 연간 물 소비량이 6만m³ 이상인 반도체 제조공장, 전자 및 생물의학 공장이 이 요구사항의 적용 대상이 되며, 이들 산업은 싱가포르 전체 비거주용 물 수요의 약 17%를 차지한다.⁵⁰⁾ 새로운 요구사항에 따라 반도체 전 공정 제조공장은 물 재이용률 50%를 달성해야 하며 (현재 싱가포르 반도체 공장의 평균 물 재이용률은 약 43% 수준), 전자 및 생물의학 분야에서는 특정 폐수 스트림(specified waste streams)의 재활용이 의무화되었다. 싱가포르 정부는 이러한 기업들을 위해 시설 설계를 위한 기술적 조언 및 운영 계획을 지원하고 있으며, 50% 이상의 재이용률을 달성하는 기업에게는 인센티브 제공을 검토하고 재정적인 지원도 제공하고 있다.⁵¹⁾

이에 더하여, 싱가포르는 이미 2015년 1월부터 대규모 물 사용자를 대상으로 물 효율 관리 의무사항(WEMP: Water Efficiency Management Plan)을 부과하고 있다.⁵²⁾ 연간 물 소비량이 6만m³ 이상인 사업자가 해당 의무 적용대상으로, 이들은 물 효율 관리 계획을

49) PUB, "Singapore's Water Loop", 검색일: 2025.4.3.

50) PUB(2015), p.3.

51) 워터저널(2023.6.13), "[싱가포르] PUB, 지속가능한 물관리 지원 위한 물 효율화 기금 확충", 검색일: 2025.4.3.

52) PUB(2015), p.3.

제출해야 하며, 각 사업장의 물 소비량이 기준을 충족하는지 확인하여 이를 싱가포르 수자원청(PUB)에 통지해야 한다.⁵³⁾ 최소 3년 연속으로 관리 계획을 제출해야 하며, 주요 물 사용 구역에는 개별 계량기를 설치하고, 물 효율 관리자를 최소 1명 이상 임명해야 하는 의무도 지닌다.

표 2-5 싱가포르 개별 계량기 설치구역

분야	냉각탑	화장실	주방	샤워실	세탁실	보일러	수영장	기타
산업	●	●	●			●		공정, 스크러버
호텔	●		●		●	●	●	객실, 매장
교육·군사·교정	●	●		●			●	
병원	●					●		병동, 수술실
회사 기숙사		●	●	●	●			
건설현장·콘크리트 배치 공장		●						건설 활동, Recharge well, 콘크리트 생산, 차량 세척
스포츠·관광·레크리에이션	●	●		●			●	전시구역, 매장, 관개
사무실·소매 건물	●	●						

자료: PUB(2015), p.5.

제도적 지원책으로는 물 효율 펀드(WEF: Water Efficiency Fund)를 운영하여 기업의 물 효율 평가, 재활용 프로젝트 지원, 효율적인 설비 도입 지원 등 다양한 사업을 통해 물 효율성을 높이려는 노력이 존재한다.⁵⁴⁾ 이 제도는 물의 효율적 사용을 유도하고, 절수 기술과 재이용 설비의 도입을 장려하기 위한 재정적 인센티브 프로그램으로, 특히 물 사용량이 많은 사업장을 대상으로 기술적 접근을 통한 적극적인 물 수요관리를 목표로 한다.

물 효율 펀드(WEF)는 크게 세 가지 영역에 대해 재정적 지원을 제공한다.⁵⁵⁾ 첫째는 물 소비 구조 진단, 재이용 가능성 평가, 기술 타당성 조사 등 사전 조사 및 분석 활동이며, 둘째는 절수형 기기나 재이용수 처리 시스템, 스마트 미터기 등의 절수설비를 개선하거나 새롭게 설치하는 프로젝트이다. 셋째로는 물 절약에 대한 인식 제고 및 실무 능력 강화를 위한 교육과 워크숍 운영 등 역량 강화 활동도 지원 대상에 포함된다. 싱가포르 수자원청(PUB)은 해당 사업에 총 사업비의 최대 50%까지 재정 지원을 제공하며, 물 절약 효과에 따라 절감된 식수 1m³당 0.60 싱가포르달러, 재이용수는 0.30 싱가포르달러의 성과 인센티브를 별도로

53) PUB(2015), p.3.

54) PUB(2024.4.2), “Water Efficiency Fund”, 검색일: 2025.3.31.

55) PUB(2024.4.2), “Water Efficiency Fund”, 검색일: 2025.3.31.

지급한다(표 2-6 참조).⁵⁶⁾ 다만, 이 제도를 활용하기 위해서는 신청자가 물 효율 관리 계획(WEMP)을 기반으로 실질적인 절수 효과를 입증해야 하며, PUB의 사전 심사를 통해 적합성 평가를 받아야 한다.

표 2-6 싱가포르 Water Efficiency Fund 지원 유형 및 자격 기준

프로젝트명	내용	지원 대상 요건
물 효율 진단 (water efficiency assessment)	시설 내 물 사용 현황을 점검하고 물 효율 개선 기회를 식별하기 위한 물 감사(audit) 수행	월간 물 사용량이 최소 1,000m ³ 이상인 시설
파일럿 연구 (pilot study)	전면 도입을 위한 기술 또는 프로젝트의 타당성을 검토하기 위한 소규모 파일럿 재활용 설비 설치	월간 물 사용량이 최소 1,000m ³ 이상인 시설
재이용/대체수자원 활용 (recycling/use of alternate sources of water)	물 절약 실현을 위한 실제 규모의 재이용수 처리 설비 설치	다음 중 하나 이상 충족: ① 최소 10%의 물 절약 ② 연간 물 절약량이 최소 6,000m ³ 이상
절수형 설비 도입 (adoption of water efficient equipment)	절수형 설비 또는 물 효율 공정을 도입하여 물 절약 실현	다음 조건 모두 충족: ① 월간 물 사용량 1,000m ³ 이상 ② 연간 물 절약량 1,200m ³ 이상

자료: PUB(2024.4.2), “Water Efficiency Fund”, 검색일: 2025.3.31.

2024년 1월부터 일부 물 다소비 산업에 대한 의무적 물 재활용 요구사항 준수를 효과적으로 지원하기 위해, 싱가포르 수자원청(PUB)은 2023년 7월 1일부로 물 효율 펀드(WEF) 사업 예산을 기존 100만 싱가포르달러에서 500만 싱가포르달러로 크게 증액했다.⁵⁷⁾ 이러한 적극적인 정책에 힘입어 싱가포르 산업계는 물 재이용 및 절수 정책에 적극 대응하고 있으며, 실제로 산업 부문 기업의 60% 이상이 일정 형태의 재이용수 시스템을 도입한 것으로 나타났다. 이 수치는 최근 몇 년간 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 반도체 및 바이오 제조 분야에서는 2018년부터 2022년 사이에 재이용률이 2%p에서 13%p까지 상승한 것으로 조사되었다.

이는 물 재이용이 단순한 규제가 아닌, 기업들이 물을 효율적으로 사용하기 위한 전략적 경쟁력으로 인식하기 시작했음을 보여준다. 실제로 기존 반도체 시설 재이용률은 45%에 달하고 있어, 싱가포르 수자원청이 제시한 새로운 절수 기준인 50% 달성이 실현 가능할 것으로 판단된다. 대표적인 성공 사례로, Hoya Electronics는 마스크 블랭크(mask blank) 생산 공정 전반에 걸쳐 혁신적인 물 절약 기술을 도입하여 재이용률을 75%까지 끌어올렸고, 연간 물 사용량을 기존 19만m³에서 7만 5,000m³로 대폭 감소시키는 성과를 거두었다.⁵⁸⁾

56) PUB(2024.4.2), “Water Efficiency Fund”, 검색일: 2025.3.31.

57) PUB(2025.3.21), “Singapore’s Industrial Water Revolution”, 검색일: 2025.3.31.

58) PUB(2025.3.21), “Singapore’s Industrial Water Revolution”, 검색일: 2025.3.31.

싱가포르의 물 효율 펀드(WEF)는 단순히 물 절약 설비를 지원하는 데 그치지 않고, 사업체의 자발적 참여를 기반으로 한 지속가능한 수자원 관리체계를 구축하고 있다는 점에서 의미가 크다고 할 수 있다.

라. 국내 물 수요관리 현황과 종합 비교

국내외 물 수요관리 현황을 종합적으로 검토한 결과, 국내 물 수요관리는 「수도법」에 따른 물 수요관리 종합계획을 통해 정책적 기반은 갖추고 있으나, 본 보고서의 핵심 주제인 물 다소비시설에 대한 구체적인 기준 및 관리방안은 미흡하다. 현행 계획은 물 다소비시설의 중요성을 인지하고 관리 필요성을 언급함에도 불구하고, 이들 시설을 명확히 구분하는 기준이나 실효성 있는 관리 수단이 부재하다. 특히, 사용 단계에서의 수요관리는 절수설비(기기) 보급 중심으로 논의되어 왔으며, 물 다소비시설에 대한 체계적인 접근이나 규제, 적극적인 인센티브 제도는 부족한 상황이다. 가뭄 단계별 대응에서도 물 다량 사용자에 대한 언급은 있으나, 업무용 및 공업용수의 다량 사용 기준이 부재하여 효과적인 관리에 한계가 있다.

반면, 호주, 대만, 싱가포르 등 국외 주요 국가들은 물 부족 문제에 선제적으로 대응하며 물 다소비시설 관리를 핵심 전략으로 채택하고 있다(표 2-7 참조). 해당 국가는 물 다소비 시설에 대한 명확한 정의와 기준을 마련하고, 이를 바탕으로 규제와 인센티브를 포함한 맞춤형 관리 프로그램을 운영하고 있다.

표 2-7 주요 국가 물 관련 법률 및 대규모 물 사용자 관리방안

구분	주요 정책/법률	대규모 물 사용자 정의	의무 조치
호주	- 물 법 (Water Act 2007) - 국가 물 이니셔티브 (National Water Initiative)	- 연 1,000, 10,000m³ 이상 (퀵랜드) - 연 20,000m³ 이상 (서호주)	물 효율 관리 계획 (WEMP) 수립 및 보고
대만	물 자원 관리 기본 계획	월 9,000m³ 초과	물 소비세 부과(건기)
싱가포르	공공사업국 규정	연 60,000m³ 이상	- 물 효율 관리 계획 (WEMP) 제출 - 개인 수도 계량기 설치 - 물 효율 관리자 임명
대한민국	- 물관리기본법 - 물 수요관리 종합계획	-	-

자료: Queensland Water Commission(2010), p.63; PUB(2015), p.3; 뉴스타운경제(2024.9.23), “대만 반도체 산업 위협 요소, 물 부족”, 검색일: 2025.3.31을 토대로 저자 작성.

호주는 주별로 물 다소비 사업체에 대한 명확한 기준(예: 퀵랜드 주 연간 100만 리터 이상, 서호주 연간 2,000만 리터 이상)을 설정하고, 물 효율 관리 계획(WEMP) 수립 의무화, 절수

설비 설치 의무화 등 규제적 접근을 시행하고 있다. 대만은 월 9,000m³를 초과하는 물 사용 사업장에 대해 건기에 물 소비세를 부과하고, 공업용수 다량 사용자를 대상으로 사용량에 따라 차등적인 요금을 적용하는 등 경제적 유인을 적극 활용한다. 싱가포르의 연간 60,000m³ 이상 물 사용 사업자를 ‘대규모 물 사용자’로 지정하여 물 효율 관리 계획(WEMP) 제출을 의무화하고, 주요 물 사용 구역에 개별 계량기 설치 및 물 효율 관리자 임명을 강제하고 있다. 더 나아가 산업별 특성을 고려한 재활용률 목표를 설정하고, 물 효율 펀드(WEF)와 같은 적극적인 재정 지원책도 병행하여 기업의 자발적 참여와 기술 도입을 유도하고 있다.

이러한 국외 사례는 국내 물 수요관리 정책, 특히 사용 단계에서 물 다소비시설의 효율적 관리를 위한 구체적인 기준 설정, 의무화된 관리계획 도입, 그리고 경제적 인센티브 및 규제 강화 방안 마련에 중요한 시사점을 제공한다. 현재 국내 정책이 주로 공급 관리와 일반적인 절수설비 보급에 초점을 맞추고 있는 반면, 국외에서는 물 다소비시설을 특정하여 보다 직접적이고 강제성 있는 관리 수단을 적용하고 있다는 점에서 차이를 보인다. 따라서 국내에서도 물 다소비시설에 대한 정의를 명확히 하고, 이들 시설에 대한 사용량 보고, 효율 개선 목표 설정, 미이행 시 불이익 및 우수사례에 대한 인센티브 제공 등과 같은 정책 사례를 물 수요관리 정책으로 고려할 수 있다.

3. 에너지 수요관리 현황

에너지와 물은 모두 인간 생활과 산업 활동에 필수적인 자원이지만, 가용량이 무한하지 않다는 공통점을 지닌다. 공급 확대만으로 자원의 유한성을 극복하기 어렵기 때문에 수요관리가 그만큼 중요하다. 에너지 분야에서는 이미 오래전부터 공급 중심 정책의 한계를 인식하고, 물 분야보다는 한 발짝 먼저 수요 측면에서의 효율 향상과 절약을 위한 다양한 정책적 논의를 진행하며 제도적 장치를 마련하였다. 따라서 국내외 에너지 수요관리 현황을 조사하고, 정책적 시사점을 도출하여 향후 물 다소비시설을 중심으로 한 사용 단계 물 수요관리 강화 방안을 모색하는 데 활용하고자 한다.

가. 국내 에너지 수요관리 현황

서울시의 에너지 소비 상위 0.1% 건물은 전체 온실가스 배출량 15%를 차지한다.⁵⁹⁾ 이 같은 현황은 「에너지이용 합리화법」이 필요하다는 근거로 작용한다. 「에너지이용 합리화법」은 에너지의 효율적 이용 촉진과 수요관리를 목적으로 하며, 특정 조항과 시행령을 통해 에너지 다소비사업자의 지정 기준과 의무를 규정하고 있다.

59) 서울특별시, “에너지다소비사업자 - 에너지다소비건물 개요”, 검색일: 2024.10.14.

구체적으로 해당 법 시행령 제35조에 따르면 에너지다소비사업자는 연료·열·전력의 연간 사용량 합계가 2,000TOE 이상인 사업자로 규정된다.⁶⁰⁾ 에너지다소비사업자로 지정되면 해당 법과 시행령 조항에 따라 여러 의무를 수행해야 한다. 대표적으로 에너지 사용 실태보고, 절약 계획 수립 및 이행, 정기적인 에너지 진단 실시 등 의무를 이행하게 되어 있다.

구체적으로, 에너지다소비사업자는 매년 1월 31일까지 해당 시설이 있는 지역을 관할하는 시·도지사에게 전년도 분기별 에너지 사용량, 해당 연도의 분기별 에너지 사용 예정량, 에너지 사용 기자재의 현황, 전년도 분기별 에너지이용합리화 실적 및 해당 연도의 분기별 계획을 신고해야 한다.⁶¹⁾

이러한 에너지사용량 신고 도입은 에너지이용 합리화법 제정과 함께 1980년부터 시행되었다. 초기 에너지사용량 신고 기준은 1980년 250TOE에서 1993년 500TOE로 완화되었고, 1997년 1,000TOE로, 1999년 2000TOE로 확장되어 현재까지 유지되고 있다.⁶²⁾

또한, 에너지다소비사업자로 지정된 사업장은 「에너지이용 합리화법」 제32조 및 「에너지 진단 운용규정」에 따라 정기적인 에너지 진단 의무를 이행하게 된다. 에너지 소비 실태를 점검하고 개선 가능성을 파악하여 효율적 에너지 관리를 유도하기 위한 제도적 장치로, 에너지 진단 주기는 사업장의 연간 에너지 사용량에 따라 차등 적용된다. 연간 1차 에너지 사용량이 2,000TOE 이상인 일반 에너지다소비사업자는 5년마다 전체 에너지 진단을 의무적으로 실시해야 하며, 20만 TOE 이상 대규모 사업장은 5년마다 전체 진단과 함께 3년마다 주요 공정과 설비를 대상 부분 진단도 병행 실시해야 한다(표 2-8 참조).

표 2-8 에너지다소비사업자의 에너지 진단 의무

구분	에너지 사용량 기준	진단 주기	내용
일반 에너지 다소비 사업장	2,000TOE 이상	5년마다 전체 진단	「에너지이용 합리화법」 제32조에 따른 의무
대형 사업장	20만 TOE 이상	3년마다 부분 진단, 5년마다 전체 진단	산업부 고시에 따른 의무 (부분진단은 고효율 설비, 주요 공정 등)

자료: 국가법령정보센터, “에너지이용 합리화법”.

에너지다소비사업자는 에너지 사용 실태 보고 및 진단 외에도 에너지 효율 개선을 위한 추가적인 관리 대상이 될 수 있다. 「에너지이용 합리화법」 제34조에 따르면, 에너지 이용 효율이 10% 이상 개선될 것으로 기대되고, 그 개선이 경제성이 있다고 판단되는 경우 산업통상자원부

60) 국가법령정보센터, “에너지이용 합리화법 시행령”.

61) 국가법령정보센터, “에너지이용 합리화법”, 제31조.

62) 산업통상자원부(2021), pp.3-4.

장관은 해당 사업자에게 에너지이용 효율의 개선을 명령할 수 있다.⁶³⁾ 개선 명령을 받은 사업자는 명령일로부터 60일 이내에 개선계획을 수립하여 제출해야 하며, 개선 기간이 종료된 후 15일 이내에 이행결과를 산업통상자원부 장관에게 통보해야 한다.⁶⁴⁾ 이처럼 에너지 관리지도 및 개선명령 제도는 에너지다소비사업자의 자발적인 에너지 절약 활동을 유도함과 동시에, 필요시 정부가 직접 개입하여 실질적인 에너지효율 개선을 유도하는 수단으로 이용되고 있다.

이러한 에너지 수요관리 방안은 물 다소비시설 관리체계 마련 시 참고 사례로 활용될 수 있다. 한국에너지공단은 「에너지이용 합리화법」에 따라 지정된 에너지다소비사업자의 에너지 사용 실태를 매년 수집·관리하고 있으며, 이를 바탕으로 사업장별 전력소비 현황을 분석하고 통계화하여 공개하고 있다. 해당 자료는 에너지 사용량 신고업체의 에너지 사용현황, 절약동향, 에너지 사용설비현황, 건물현황 및 제품별 에너지 사용량 등을 수집·분석함으로써 에너지이용 합리화업무의 기초자료로 활용된다.

그 외에도 지역 에너지 효율 네트워크(LEEN: Local Energy Efficiency Networks) 제도 역시 사용 단계 수요관리에 활용할 수 있다. 한국에너지공단은 「에너지이용 합리화법」 제14조에 근거하여 산업 및 지역 단위에서 에너지효율 자발적 개선을 위해 LEEN을 운영하고 있다.⁶⁵⁾

LEEN 사업의 주요 내용은 동일 산업단지 내의 기업 5~10개를 하나의 네트워크로 구성하여, 공동의 에너지 효율 향상 목표를 수립하고 이를 달성하기 위한 설비 교체, 개선 활동을 추진하는 것이다. 참여 기업들은 정기적 기술 정보 교류와 상호 학습을 통해 에너지 절감 방안을 도출하며 이를 지역 차원으로 실현함으로써 전반적인 에너지 효율을 개선하는 데 기여한다. LEEN은 지역 에너지 효율 네트워크로서 단순 개별 기업 지원을 넘어 산업단지 단위의 공동 대응체계를 구축한다는 특징이 있다. 주요 대상은 에너지 절약 및 온실가스 감축을 실현하고 싶지만 정보가 부족한 중소 산업체로, LEEN에 참여하여 에너지 진단, 기술 지원, 정책 정보 제공 등의 혜택을 받을 수 있고 궁극적으로 비용 절감과 에너지효율을 향상시킬 수 있다. LEEN 사업은 『제3차 에너지기본계획(2019년 6월)』과 『제6차 에너지이용합리화 기본계획(2020년 8월)』을 통해 정책적으로 기반이 마련되었다. 특히 제6차 계획에서는 ‘지자체 중심 에너지효율 향상 촉진’이라는 추진과제를 명시하며, 지역 주도의 에너지효율화 전략이 강조되었다. 이러한 정책 방향에 따라 2021년에는 LEEN 사업이 시범적으로 실시되었으며, 이후 2022년부터는 ‘에너지효율시장 조성사업(특화형)’으로 확대되어 보다 많은 기업과 지자체가 참여할 수 있도록 추진되었다.⁶⁶⁾

63) 국가법령정보센터, “에너지이용 합리화법”, 제34조.

64) 국가법령정보센터, “에너지이용 합리화법”, 제40조.

65) 한국에너지공단, “에너지효율향상-지역 에너지효율 네트워크(LEEN) 구축 지원”, 검색일: 2025.4.3.

나. 국외 에너지 수요관리 현황

1) 일본

일본은 1979년 「에너지절약법(Energy Conservation Law)」 개정을 통해 기업들이 에너지 소비를 줄이기 위한 구체적인 목표를 설정하고 이를 달성하도록 의무화하였다. 이후 공장 또는 사업장에서 연간 1,500kl(원유 환산) 이상 사업자에게 5년간 연평균 1% 이상의 에너지 원단위 개선 의무를 부여하는 에너지원단위 관리제도를 시행한다.⁶⁷⁾ 이미 에너지 절약을 위해 다양한 방안을 마련한 우수사업자의 경우 지속적으로 에너지원단위를 개선하는 것은 한계가 있으므로, 제도를 보완하기 위해 벤치마크 제도가 도입되었다.

벤치마크 제도는 특정 업종 및 분야에 속하는 사업자가 중장기적으로 달성해야 할 에너지 절약 기준을 의미한다. 동종 업계 타 기업들과 에너지 효율 절약 수준을 비교할 수 있으므로 사업자의 에너지 절약 수준을 공정하게 평가할 수 있고, 에너지 저효율 사업자의 노력을 촉구할 수 있다.⁶⁸⁾ 즉, 벤치마크 지표는 에너지 절약 상황이 유사한 사업자와 비교하여 어느 정도의 수준인지 명확하게 파악할 수 있기에 지향해야 할 적절한 목표를 수립하는 데 효과가 있다.⁶⁹⁾ 사업자의 에너지 절약 방안에 대해 업종별 공동지표를 선정하기 위해, 적용 대상 업종·제품, 공통의 벤치마크 지표, 중장기적 지향 수준의 3가지 사항을 고려하여 벤치마크 지표를 설정한다(표 2-9 참조).

표 2-9 일본의 에너지 절약 공동지표 선정방법

업종	벤치마크 지표	목표
동일 혹은 유사한 방법으로 에너지를 소비하는 업종·업태 설정	대상 사업자에 공통으로 설정하는 평가지표는 대상 사업의 특수성을 감안하여 설정	대상 사업자가 중장기적으로 지향하는 높은 수준 (대상 업종의 상위 10~20%로 설정)

자료: 에너지경제연구원(2021), p.78.

일본은 2016년부터 에너지원단위 관리 및 벤치마크 제도를 사업자 등급 평가제도를 통해 체계적으로 운영하고 있다. 이 제도는 사업자의 에너지 절약 실천 여부를 ‘이행-평가-검증’하는 체계를 기반으로 하며, 사업자가 제출하는 정기보고서를 바탕으로 정부가 사업장의 에너지 효율성과 절약 노력 수준을 S, A, B, C의 네 등급으로 평가하는 방식이다.

66) 한국에너지공단, “에너지효율향상-지역 에너지효율 네트워크(LEEN) 구축 지원”, 검색일: 2025.4.3.

67) 에너지경제연구원(2021), p.74.

68) 이성인 외(2016), p.73.

69) 에너지경제연구원(2021), p.75.

이러한 등급 평가는 전체 산업계의 에너지 절약 실천 의욕을 높이는 데 목적이 있으며, 특히 우수 사업자와 정체된 사업자를 구분하여 이들에 대한 인센티브 및 관리·지도를 차등적으로 제공한다.⁷⁰⁾ 에너지 절약 공동지표 선정방법은 <표 2-10>에서 찾아볼 수 있다. 해당 표에서 ‘에너지 사용 합리화에 관한 사업자의 판단기준’이란, 에너지를 사용하는 모든 사업자가 효율적이고 체계적으로 에너지 절약을 실천하기 위해 따라야 하는 기준을 의미하며, 정부 고시로 공표된다.

각 사업자는 이 기준을 기반으로 하여 보유한 에너지 사용설비에 대해 운전관리, 계측 및 기록, 보수·점검, 신설 시 조치 등과 관련된 관리표준을 자체적으로 설정해야 하며, 이를 토대로 실제 에너지 소비 절감 노력을 지속적으로 이행해야 한다. 이러한 기준 준수 여부는 등급 평가에 결정적인 영향을 미치며, 미이행 시 행정지도의 대상이 된다.

표 2-10 일본 에너지 사업자 등급 평가제도

	평가	기준	조치
S등급	에너지 절약이 우수한 사업자 (목표 달성 사업자)	노력 목표 달성 또는 벤치마크 목표 달성	경제산업성 홈페이지에 사업자명, 등급 공표, 연속 달성 연수 표시
A등급	에너지 절약의 노력이 기대되는 사업자	S등급과 B등급에 해당하지 않는 사업자	에너지 절약 지원정책 등에 관한 정보 메일 발송
B등급	에너지 절약이 부진한 사업자	에너지원단위 목표 미달 + 최근 2년 연속 전년 대비 증가 또는 5년 평균 원단위 5% 이상 증가	주의 문서 송부, 현지조사 중점 실시
C등급	주의가 필요한 사업자	B등급 사업자 가운데 특히 판단기준 준수 상황이 불충분	「에너지절약법」 제6조에 근거한 지도 실시

자료: 에너지경제연구원(2021), p.80.

이 외에도 일본은 산업 부문의 에너지 수요관리를 위해 다양한 재정 지원 제도를 운영하고 있다. 그중 하나가 ‘에너지 절약 설비 투자 이자 보조금 지원 사업’이다. 이 제도는 에너지 절약 설비의 신규 도입이나 기존 설비의 증설 등을 추진하는 사업자에게 이자 보조를 통해 자금 조달을 지원함으로써, 에너지 절약 투자를 촉진하는 것을 목표로 한다.⁷¹⁾ 특히, 에너지 소비 효율이 높은 보일러를 기존 공장에 증설하거나, 신축 건물에 고효율 조명 및 공조 시스템을 도입하는 등의 설비 투자 사례가 지원 대상에 포함된다.

또한 일본은 설비 중심 지원뿐만 아니라 소프트웨어 기반 절약 활동도 적극 장려하고 있다.

70) 에너지경제연구원(2021), p.79.

71) 経済産業省・資源エネルギー庁, “省エネルギー投資促進に向けた支援補助金”, 검색일: 2025.3.25.

예를 들어, 에너지 관리 시스템이나 클라우드 서비스를 활용한 에너지 소비를 진단·분석, 최적화 방식을 통해 에너지 절감 효과를 도모한다.⁷²⁾ 이처럼 일본은 민간사업자의 자발적인 에너지 절약 노력을 재정적으로 뒷받침함으로써 산업 전반의 에너지 수요관리를 체계적으로 추진하고 있다.

2) 미국

미국은 에너지 수요관리를 위해 지역 네트워크를 활용한 체계적인 접근을 하고 있다. 미국 에너지부(DOE: Department of Energy)의 재정 지원을 받아 운영되는 지역 에너지 효율기구(REEO: Regional Energy Efficiency Organizations)는 6개 지역 에너지효율 네트워크를 통해 주 및 지방정부의 에너지 효율을 지원한다.⁷³⁾ 해당 네트워크는 각 지역의 정책 및 프로그램을 기반으로 공통 분야의 우수사례를 관계자 간에 공유하여 에너지 효율 향상 촉진을 목표로 한다. 이러한 REEO의 운영은 지역별 특성을 반영하면서도 국가 차원의 에너지 절감 및 지속가능한 에너지 전환을 효과적으로 유도하는 데 기여한다.

3) 독일

독일은 에너지 수요관리를 위해 다양한 정책 수단을 운영하고 있으며, 그중 에너지효율 네트워크(EEN: Energy Efficiency Network)는 산업계의 자발적 참여를 기반으로 에너지효율 향상 성과를 도모하는 대표적인 협력 플랫폼이다.⁷⁴⁾ EEN은 기업 간에 에너지 효율 투자, 기술 적용, 운영 성과 등을 공유하며 학습하는 구조로, 기기 단위에서부터 공정, 공장, 사업장 수준까지 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 참여 기업들은 유사한 업종, 지역 또는 에너지 사용 특성에 따라 구성되어 공동 목표를 설정하고 전문가의 지원하에 에너지 절감 방안을 모색하고 실천한다.⁷⁵⁾

자발적 네트워크 활동은 여러 성공 사례를 통해 에너지 절감과 온실가스 감축 효과를 통해 정책 연계 가능성을 보여주었고, 2014년 독일 정부는 ‘국가 에너지 효율 행동 계획(NAPE)’에 기반하여 에너지효율 네트워크 이니셔티브(IEEN: Initiative Energieeffizienz-Netzwerke)를 공식 출범시켰다.⁷⁶⁾ IEEN은 연방정부와 주요 산업단체(BDI, DIHK 등) 간의 자발적 협약에 따라 추진되었으며, 2020년까지 500개의 네트워크를 구축하고 500PJ의 에너지 절감목표를 설정하였다.⁷⁷⁾ 이는 에너지 전환(Energiewende) 정책의 일환으로, 산업계의 참여를 유도

72) SII, “令和6年度 省エネルギー設備投資利子補給金”, 검색일: 2025.3.24.

73) 에너지경제연구원(2021), p.30.

74) OECD/IPEEC(2017), p.2.

75) 에너지경제연구원(2021), p.24.

76) BMWK(2015), p.34.

77) BMWK(2015), p.8.

하여 에너지효율 향상 목표로 하는 실행 수단이다.

이후 전통적인 대규모 산업체 중심의 LEEN 네트워크 외에, 에너지 비용이 연 3~50만 유로 수준인 중소기업 네트워크, 호텔·레스토랑 등 에너지 비용 측면에서 경쟁하지 않는 업종별 네트워크, 하나의 기업 내 여러 사업장이 참여하는 내부 네트워크, 인구 20만 명 이하 도시나 지역을 대상으로 한 지자체 네트워크 등 다양한 형태의 에너지효율 네트워크를 도입하며 수요관리의 폭을 넓혀왔다.⁷⁸⁾ 특히 ‘500개 에너지 효율 네트워크 이니셔티브’를 통해 기업 규모와 네트워크 구성 다양성 및 유연성 확보를 목표로 하고 있다. 2021년부터는 기후 보호 및 지속가능성까지 범위를 확대한 IEEKN(Initiative for Energy Efficiency and Climate Action Networks)으로 발전하였으며, 2025년 말까지 300~350개의 신규 네트워크 설립을 목표로 하며, 이를 통해 최종 에너지 9~11TWh, 온실가스 500~600만 톤의 감축을 목표로 하고 있다.⁷⁹⁾ 이러한 네트워크 기반 접근은 정부와 산업계 간 협력을 통해 자발성과 실효성을 동시에 확보한 수요관리 전략으로 평가받고 있으며, 이는 EU 에너지효율 지침(EED)에서도 중소기업의 에너지 진단과 이행을 지원하는 모범 사례로 언급되고 있다.⁸⁰⁾

4) 스웨덴

스웨덴은 ENIG(Energy Network In Group)라는 에너지효율 네트워크를 운영한다. 2009년 6월 설립된 ENIG는 에너지효율 향상, 산업, 에너지 관련 기관 전문가로 구성되며, 스웨덴 에너지청(Swedish Energy Agency)의 재정 지원과 Swecast, Swerea IVF 및 스웨덴 에너지 전문 기업(FSEK: Föreningen Sveriges Regionala Energikontor)⁸¹⁾으로 운영된다.⁸²⁾ 네트워크 주요활동은 벤치마킹 데이터베이스와 중소기업용 에너지 관리 시스템을 개발하여 참여 기업의 에너지 효율 개선에 대한 체계적 지원으로,⁸³⁾ ENIG는 에너지 효율 증진을 위해 기업 간 정보 공유와 상호 학습을 촉진한다. 이를 통해 에너지 절감 활동에 대한 자발적인 참여와 실질적인 행동 변화를 유도한다. 또한 정기적인 워크숍과 교육을 통해 기업들의 정보 공유와 학습 참여를 적극적으로 강화하고 있다.

다. 국내외 에너지 수요관리 현황과 시사점

검토된 국내외 에너지 수요관리 사례는 물 다소비시설 관리방안에 시사점을 제공한다. 특히 국내 「에너지이용 합리화법」에 따른 에너지다소비사업자 관리 제도와 지역 에너지효율 네트

78) Schlomann, McCullough, and Gerdes(2016), pp.2-4.

79) Adelphi consult(2024.8.26), p.16.

80) Adelphi consult(2024.8.26), p.16.

81) Swedish Regional Energy Office Association.

82) Noda(2013), p.47.

83) 에너지경제연구원(2023), p.48.

워크(LEEN) 사업, 그리고 일본, 미국, 독일, 스웨덴 등 국외 국가들의 선진적인 에너지 효율 개선 노력은 물 분야 정책 설계에 효과적으로 적용될 수 있는 구체적인 모델과 아이디어를 제시한다.

첫째, 국내 「에너지이용 합리화법」에 따른 에너지다소비사업자 지정 및 관리 제도는 향후 물 다소비시설을 정의하고 단기적 규제 중심의 관리 방안을 수립하는 데 직접적인 참고 모델이 될 수 있다. 연간 2,000TOE 이상 사용 사업자를 에너지다소비사업자로 지정하여, 에너지 사용량 신고, 절약 계획 수립, 정기 에너지 진단 등의 의무를 부과하는 국내 제도는, 물 다소비시설에 대한 물 사용량 의무 공개, 물 효율 의무 진단, 물 효율 제고계획 수립 의무화와 같은 접근 방식의 현실적인 적용 가능성을 시사한다.

둘째, 국내 LEEN 사업과 독일의 EEN, 미국의 REEO, 스웨덴의 ENIG 사례는 향후 ‘물 효율 네트워크 사업’과 같은 협력적 프로그램의 국내외적 성공 가능성과 구체적인 운영 방안을 구상하는 데 유용한 사례를 제시한다. 국내 LEEN 사업은 동일 산업단지 내 기업들이 공동 목표를 설정하고 협력하여 에너지 효율을 개선하는 모델로 운영되고 있고, 국외 사례 역시 기업 간 자발적 협력과 정보 공유를 통해 에너지 효율을 성공적으로 개선하고 있다. 이는 물 효율 네트워크 사업이 단순한 구상이 아니라, 국내외적으로 검증된 효과적인 정책 수단이 될 수 있음을 시사한다.

셋째, 일본의 에너지원단위 관리 및 벤치마크 제도는 장기적으로 물 사용량 벤치마크 지표를 개발하고 이를 물 다소비시설 관리에 활용하는 정책 방향의 필요성 강조에 활용될 수 있다. 일본은 업종별 특성을 고려한 벤치마크를 설정하고, 사업자의 에너지 절약 노력을 등급화하여 차등 관리함으로써 기업의 자발적 효율 개선을 유도하고 있다. 이는 전국 물 사용량 DB 구축을 통해 업종·시설 규모별 물 사용량 벤치마크 지표를 개발하고, 이를 물 다소비시설 관리 및 인센티브/규제와 연계하는 정책의 실효성 향상에 기여할 수 있다.

제3장

물 다소비시설 자료분석 및 정의방안

1. 사용 규모 기준 가용자료 분석결과
2. 사용 밀도 기준 가용자료 분석결과

본 장은 생활용수와 공업용수 가용자료를 토대로 물 다소비시설과 관련된 현황을 분석하고 시사점을 도출한다. 활용자료는 생활용수의 경우 청주시와 나주시의 지방상수도 자료이며, 공업용수의 경우 한국수자원공사의 광역상수도 자료와 국립환경과학원의 산업폐수 발생과 처리 자료이다. 청주시는 인구 85만 명의 대도시이며, SK하이닉스와 LG에너지솔루션 등 제조업이 위치한 도시로 향후 데이터 구축에 유용한 데이터셋이다. 나주시는 서론에서 밝힌 가뭄을 겪은 도시 중 하나로 가뭄 관련 연구 확장 가능성을 내포하므로, 청주시와 나주시를 시범 분석대상으로 지정하였다. 광역상수도 자료는 지방상수도에 포함되지 않는 기업의 물 사용량을 분석하기 위해 필수적이며, 산업폐수의 발생과 처리 자료는 시설 단위로 물 사용량을 보고하는 자료로 현지점에서 물 사용량을 전체적으로 파악하기 용이한 자료이므로 분석 대상으로 설정되었다.

청주시와 나주시는 2022~2024년 자료를 수집하였으며, 2024년을 중심으로 자료를 분석하였다. 각각 수용가 수는 2024년 기준 9만 7,403개, 3만 1,826개이다. 광역상수도 자료는 2023년 단일 연도를 수집, 분석하였으며, 이때 수용가 수는 총 1,695개이다. 마지막으로 산업폐수발생 자료는 2018~2021년 자료를 수집하였으며, 분석은 2021년 자료를 중심으로 적용하였다. 분석에는 싱가포르에서 적용 중인 6만 톤과 호주 퀸즐랜드에서 특별 관리 대상으로 적용 중인 1만 톤을 기준으로 활용하였다.

1. 사용 규모 기준 가용자료 분석결과

가. 생활용수 분석결과

1) 청주시 상수도 분석결과

본 장에서는 가정용을 기준으로 생활용수를 분석한다. <표 3-1>은 2022년부터 2024년 사이 청주시 상수도 생활용수 사용량 분포와 통계치이다. 분석결과에 따르면 청주시 가정용 물 사용량은 수용가 소수에게 집중되는 경향을 보인다. 2024년 청주시 전체 수도물 사용량은 약 1억 4,700만 톤으로, 이 중 가정용은 6,500만 톤 가량으로 전체의 44.2%를 차지한다. SK하이닉스, LG에너지솔루션 등 대기업으로 대표되는 몇몇 수용가가 일반용, 전용공업용 등으로 포함되었기 때문에 후술할 나주시보다 비중이 낮은 것으로 유추할 수 있다. 가정용 수용가 수는 6만 6,533개로 전체 수용가의 약 68%를 구성하고 있다.

가정용 수용가의 사용량 분포를 보면, 연간 6만 톤 이상의 대규모 사용자는 2024년 268개로 가정용 전체 수용가의 0.4%에 불과하다. 하지만 이들이 사용하는 물의 총량은 3,711만 톤으로 가정용 사용량의 57.0%에 달해 상당히 높은 집중도를 보인다. 연간 1만 톤 이상 사용하는 수용가는 503개(0.8%)로 다소 늘어나지만 여전히 전체의 1% 미만이며, 이들이 소비하는 물은 4,340만 톤(66.6%)으로 가정용 사용량의 3분의 2 가까이 차지한다.

이러한 물 사용량 상위 수용자의 사용량 비중은 2022년과 2023년에 비해 2024년에 다소 증가하는 추세를 나타낸다. 예를 들어 상위 10% 수용가의 가정용 물 사용량 비중은 2022년 78.3%에서 2024년 79.0%로 소폭 상승하여 상위 수용가에 의한 소비 집중이 점차 커지고 있다. 특히 상위 1%의 최다소비 수용가들이 가정용 물 사용량의 약 67.8%를 차지하고, 상위 0.1%에 해당하는 극소수 수용가가 전체 가정용 사용량의 23.4%를 담당하는 등 상위 수용가일수록 사용량 비중이 기하급수적으로 커지는 분포를 보인다.

한편, 가정용 수용가의 평균 물 사용량은 2024년 기준 연간 1,023톤인데 비해 중위값은 연간 203톤으로, 평균값이 중위값의 5배에 달할 정도로 편중되어 있다. 이러한 불균형 분포는 2022년(평균 1,027톤 vs 중위 211톤)부터 지속되는데, 이는 극소수의 수용가가 매우 많은 물을 사용하고 다수의 수용가는 비교적 적은 양을 사용하는 긴꼬리 분포(long-tail distribution)의 특성을 보이는 것으로, 청주시 생활용수 사용에서 상위 10% 수용가가 80% 가까운 물을 소비하는 전형적인 파레토 분포 양상이 관찰된다.

표 3-1 청주시 용수 사용량 통계량(2022~2024년)

연도	분류	기준(톤)	물 사용량		수용가	
			톤	비중	개소	비중
2022년	전체		144,389,203		96,075	
	일반용+전용공업용+혼합용+중소제조		79,261,504		29,888	
	대중탕용		100,623		37	
	가정용		65,027,076	100.0%	66,150	100.0%
	60,000톤 이상	60,000	36,526,566	56.2%	262	0.4%
	10,000톤 이상	10,000	42,643,650	65.6%	490	0.8%
	상위 20%	535	55,480,299	85.3%		20.0%
	상위 10%	934	50,934,014	78.3%		10.0%
	상위 1%	3,185	43,444,729	66.8%		1.0%
	상위 0.1%	170,397	15,101,398	23.2%		0.1%
	평균	1,027				
	중위	211				
2023년	전체		142,409,727		96,864	
	일반용+전용공업용+혼합용+중소제조		77,704,205		30,441	
	대중탕용		121,820		35	
	가정용		64,583,702	100.0%	66,388	100.0%
	60,000톤 이상	60,000	36,295,876	56.2%	264	0.4%
	10,000톤 이상	10,000	42,519,237	65.8%	493	0.8%
	상위 20%	529	55,163,875	85.4%		20.0%
	상위 10%	913	50,679,586	78.5%		10.0%
	상위 1%	3,195	43,315,916	67.1%		1.0%
	상위 0.1%	167,272	14,910,470	23.1%		0.1%
	평균	1,016				
	중위	206				
2024년	전체		147,476,446		97,403	
	일반용+전용공업용+혼합용+중소제조		82,197,894		30,838	
	대중탕용		153,536		32	
	가정용		65,125,016	100.0%	66,533	100.0%
	60,000톤 이상	60,000	37,118,179	57.0%	268	0.4%
	10,000톤 이상	10,000	43,405,059	66.6%	503	0.8%
	상위 20%	520	55,868,479	85.8%		20.0%
	상위 10%	898	51,436,068	79.0%		10.0%
	상위 1%	3,142	44,165,839	67.8%		1.0%
	상위 0.1%	171,400	15,223,264	23.4%		0.1%
	평균	1,023				
	중위	203				

자료: 청주시(2022~2024)를 토대로 저자 작성.

〈표 3-2〉는 청주시 가정용 상수도에서 2024년 기준 물 사용량 상위 20개 수용가의 명단과 그 연간 사용량을 나타낸 것이다. 이 표에 따르면 청주시에서 가장 많은 물을 소비하는 상위 수용가들은 모두 연간 25~52만 톤 수준의 막대한 물을 사용하는 것으로 나타난다. 특히 최대 수용가의 경우 연간 51만 9,676톤에 달하는 물을 사용하여 단일 수용가로서는 매우 두드러진 소비량을 보였다.

상위권 수용가의 소재지를 보면 대부분 대단위 아파트 단지나 대규모 주거단지로 추정되는 주소지(예: 오창읍 중부로 760, 흥덕구 대농로 일대의 지웰아파트 등)가 다수를 차지하고 있다. 이는 청주시에서 상수도를 통해 가장 많은 생활용수를 소비하는 이용자는 개별 가정이나 아파트 단지 내 공동주택 단지임을 시사한다. 상위 20위 수용가의 연간 사용량 범위는 약 25만 톤에서 52만 톤 사이로 분포하고 있으며, 청주시 전체 가정용 수용가 중 0.03% 내외에 불과한 이 20개 수용가가 수십만 톤 단위의 물을 소비하고 있다. 이러한 상위 20개 수용가의 존재와 그 사용량 규모는 앞서 〈표 3-1〉의 분석과 맥락을 같이하며, 청주시 생활용수 소비가 일부 큰 단지들에 집중되어 있음을 구체적인 사례를 통해 보여준다.

표 3-2 청주시 가정용 용수 사용량 상위 20개 수용가(2024년)

소재지	연간 물 사용량(톤)
청주시 청원구 오창읍 중부로 760	519,676
청주시 흥덕구 옥산면 오송가락로1056	483,693
청주시 흥덕구 대농로 17	482,440
청주시 흥덕구 대농로 55(지웰2차관리사무소)	407,803
청주시 청원구 오창읍 오창중앙로 65	377,351
청주시 청원구 오창읍 오창중앙로 94(한라비발디APT)	347,869
청주시 서원구 예체로 68(사직2동, 푸르지오캐슬아파트)	333,846
청주시 상당구 단재로 312(방서동, 중흥S클래스)	324,842
청주시 상당구 단재로 316(청주센트럴자이)	305,417
청주시 흥덕구 덕암로 108번길 44(봉명2동, 봉명아이파크아파트)	305,013
청주시 흥덕구 오송읍 오송생명7로 151	300,113
청주시 흥덕구 2순환로 1106(비하동, 서청주파크자이)	291,344
청주시 청원구 오창읍 오창중앙로 32(중앙하이츠APT)	268,926
청주시 흥덕구 증안로 77(북대1동, 현대2차아파트)	268,820
청주시 서원구 월평로 24(분평동, 현대대우아파트)	268,561
청주시 상당구 무농정로 90(용암동, 세원한아름아파트)	261,354
청주시 서원구 창직로 50 푸르지오캐슬A(사직2동)	260,773
청주시 서원구 쌍샘로 22(모충LH트릴로채)	258,642
청주시 서원구 1순환로1137번길 19(분평동, 분평주공6단지)	253,881
청주시 상당구 동남로 2(방서동)	253,310

자료: 청주시(2022~2024)를 토대로 저자 작성.

2) 나주시 상수도 분석결과

〈표 3-3〉은 나주시 상수도의 2022년부터 2024년까지 생활용수 사용량 통계치를 나타낸다. 청주시와 비교하면 규모는 작으나 유사한 분포 특성을 보인다. 2024년 나주시 전체 상수도 사용량은 약 1,327만 톤으로 그중 가정용이 792만 톤이며 나주시 지방상수도의 59.7%를 차지하고 있다.

나주시 가정용 수용가 수는 2024년 2만 5,245개로 청주시의 38% 수준이며, 시영량 편중 양상은 청주시와 마찬가지로 뚜렷하다. 연간 6만 톤 이상 가정용 수용가는 2024년 30개로 전체의 0.2% 수준에 불과하나, 소비한 물의 합계는 413만 6,417톤으로 가정용 총 사용량의 52.2%에 이른다(2022년 기준 31개 수용가가 53.7%, 2023년 기준 28개 수용가가 50.3% 차지). 1만 톤 이상을 소비한 가정용 수용가는 51개(0.3%)로, 이들이 사용하는 물은 478만 2,728톤으로 가정용의 60.3%를 차지하여, 청주시와 유사하게 극소수 수용가가 절반 이상의 물을 사용하는 구조임을 보여준다.

2024년 기준 5,049개의 상위 20% 수용가는 가정용 물 사용량의 82.9%에 해당하는 657만 476톤을 사용하였고, 상위 10% 수용가는 607만 1,026톤을 사용해 76.6%를 차지하였다. 청주시의 79.0%보다 약간 낮지만, 여전히 사용량 4분의 3 이상이 상위 10%에 집중되는 양상이다. 상위 1% 수용가가 차지하는 비중은 65.3%로 청주시와 비슷하며, 상위 0.1%에 해당하는 최상위 그룹의 비중은 40.7%로 나타났다. 해당 비중은 2022년과 2023년에도 큰 차이 없이 유지되었는데(상위 10% 기준 2022년 76.6% → 2023년 76.3% → 2024년 76.6%), 이는 나주시 생활용수의 소비 구조가 지속적으로 극소수에 집중되어 있음을 의미한다.

나주시 가정용 수용가의 평균 연간 사용량은 2024년 402톤으로, 중위값 102톤의 약 4배 수준이며 3년간 평균값(약 403톤 → 397톤 → 402톤)과 중위값(105톤 → 104톤 → 102톤)에 거의 변화가 없었다. 평균값이 중위값보다 훨씬 크고 상위 몇 퍼센트 수용가의 사용량 비중이 높다는 점은 청주시와 마찬가지로 나주시에서도 생활용수 사용량 편중이 크다는 것이며, 이러한 편중 특성은 인구 규모나 수용가 수와 무관하게 나타나는 경향임을 유추할 수 있다.

표 3-3 나주시 용수 사용량 통계량(2022~2024년)

연도	분류	기준(톤)	물 사용량		수용가	
			톤	비중	개소	비중
2022년	전체		12,782,005		31,849	
	일반용		4,984,078		6,312	
	원정수판매용		10,805		1	
	임시용		8,288		279	
	가정용		7,778,757	100.0%	25,252	100.0%
	60,000톤 이상	60,000	4,179,442	3.7%	31	0.2%
	10,000톤 이상	10,000	4,733,989	60.9%	51	0.3%
	상위 20%	221	6,454,345	83.0%		20.0%
	상위 10%	312	5,957,807	76.6%		10.0%
	상위 1%	1,571	5,092,953	65.5%		1.0%
	상위 0.1%	117,480	3,125,563	40.2%		0.1%
	평균	410				
	중위	105				
2023년	전체		12,781,928		31,849	
	일반용		5,042,466		6,312	
	원정수판매용		9,057		1	
	임시용		4,552		279	
	가정용		7,705,084	100.0%	25,252	100.0%
	60,000톤 이상	60,000	3,875,444	50.3%	28	0.2%
	10,000톤 이상	10,000	4,618,241	59.9%	51	0.3%
	상위 20%	216	6,374,856	82.7%		20.0%
	상위 10%	304	5,880,598	76.3%		10.0%
	상위 1%	1,601	4,997,174	64.9%		1.0%
	상위 0.1%	114,685	3,119,425	40.5%		0.1%
	평균	397				
	중위	104				
2024년	전체		13,272,079		31,828	
	일반용		5,337,001		6,298	
	원정수판매용		9,157		1	
	임시용		1,110		279	
	가정용		7,924,647	100.0%	25,245	100.0%
	60,000톤 이상	60,000	4,136,417	52.2%	30	0.2%
	10,000톤 이상	10,000	4,782,728	60.3%	51	0.3%
	상위 20%	217	6,570,476	82.9%		20.0%
	상위 10%	303	6,071,026	76.6%		10.0%
	상위 1%	1,610	5,171,082	65.3%		1.0%
	상위 0.1%	115,272	3,225,959	40.7%		0.1%
	평균	402				
	중위	105				

자료: 나주시(2022~2024)를 토대로 저자 작성.

〈표 3-4〉는 나주시 가정용 상수도에서 2024년 물 사용량 상위 20개 수용가 목록과 각각의 연간 사용량을 보여주고 있다. 나주시 상위 20위 수용가는 연간 11~25만 톤의 많은 물을 사용하는 것으로 나타났으며, 1위 수용가는 25만 1,974톤, 2위는 23만 6,315톤, 3위는 23만 3,872톤을 사용하는 등 최상위 그룹의 사용량 수준이 청주시보다는 낮지만, 여전히 매우 큰 것을 알 수 있다.

이 상위권 수용가들의 주소지를 살펴보면 빗가람동 일대(예: 빗가람동 1, 303, 135 등)가 다수를 차지하고 있고, 그 외에도 남평읍 등 비교적 신규 택지개발지구나 도시지역으로 추정되는 곳들이 포함되어 있다. 이는 나주시에서도 대규모 공동주택 단지나 신도시 아파트 등이 생활용수 다소비 수용가의 상위를 차지하고 있음을 시사하며, 이러한 상위 20개 수용가의 최저 사용량이 11만 3,100톤(20위)임을 감안할 때 이들 극소수 수용가 집단이 나주시 전체 생활용수 사용에서 차지하는 비중이 상당함을 알 수 있다.

특히 청주시와 비교해 보면, 청주의 1위 수용가(51만 9,676톤)가 나주의 1위 수용가 사용량의 2배에 달하고 상위 20위 기준 사용량도 청주가 훨씬 높지만, 나주 역시 규모의 차이만 있을 뿐 상위권 수용가들이 수십만 톤의 물을 소비한다는 점에서 맥락을 같이한다. 이는 도시 규모와 관계없이 상수도 생활용수 분야에서 상위 소수 수용가의 영향력이 크다는 사실을 구체적인 데이터로 보여주는 것이다.

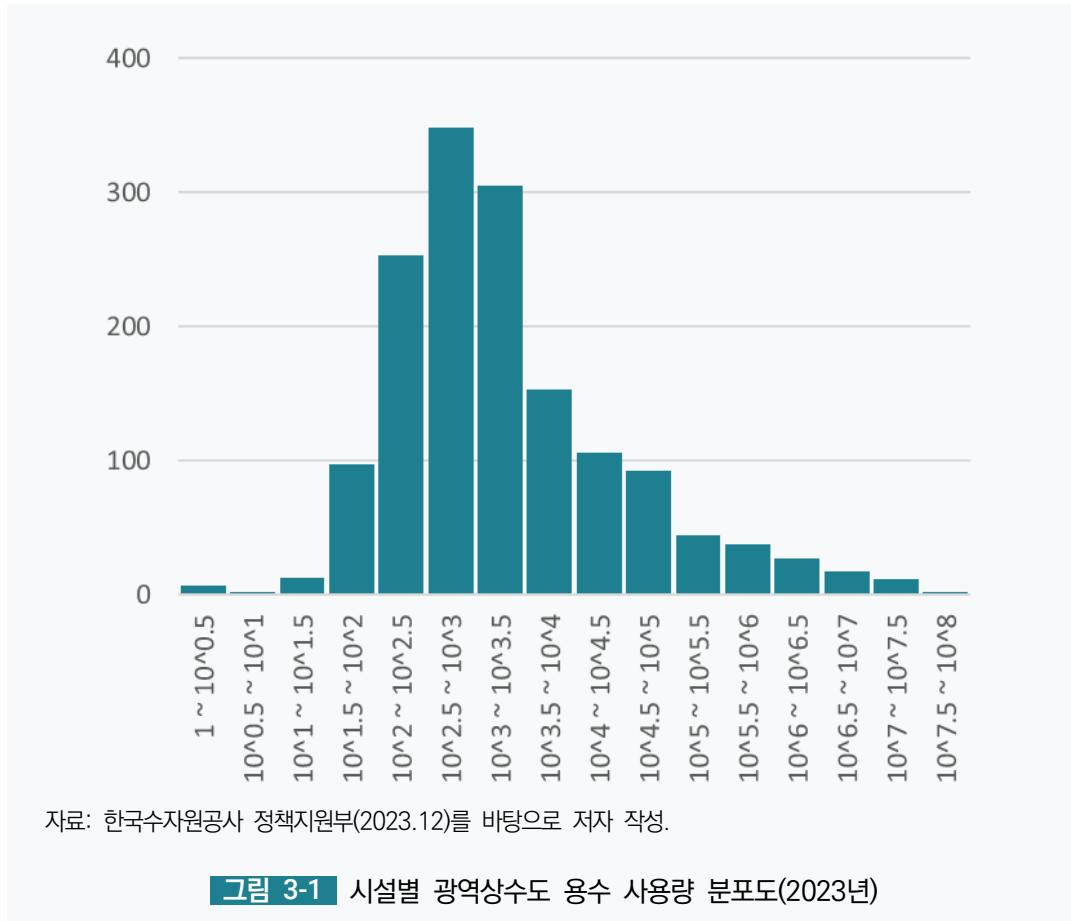
표 3-4 나주시 가정용 용수 사용량 상위 20개 수용가(2024년)

소재지	연간 물 사용량(톤)
빛가람동1	251,974
빛가람동303	236,315
금천면석전리341-19	233,872
빛가람동135	213,142
대호동1020	208,524
빛가람동118	197,389
빛가람동600	187,035
빛가람동325	175,308
빛가람동394	161,124
빛가람동114	156,950
송월동1122	153,806
남평읍 동사리409	146,153
빛가람동 624	141,840
남평읍 동사리421	134,945
삼영동355	131,512
송월동659	128,255
빛가람동558	124,638
빛가람동3	122,402
빛가람동551	120,775
빛가람동381	113,100

자료: 나주시(2022~2024년)를 토대로 저자 작성.

나. 공업용수 분석결과

1) 광역상수도 분석결과



〈그림 3-1〉은 2023년 한국수자원공사의 광역상수도 공급자료를 시설별로 분류한 공업용수 사용량 분포로, 이에 대응하는 구체적인 수치는 〈표 3-5〉에 정리되어 있다. 본 장에서는 시설별로 제시되는 원본 광역상수도를 사업자 단위로 변경하여 분포를 작성하였다. 즉, ○○산업 △△공장과 ○○산업 □□공장이 공존할 경우, ○○산업 하나로 통합하여 새로 사업자 기준 표를 작성하였다. 〈그림 3-1〉은 시설 단위, 〈표 3-5〉는 사업자 단위를 나타낸다.

여기서 광역상수도는 생활용수를 제외한 산업 및 대량공급 용도로, 2023년 전체 광역상수도 물 공급량은 약 5억 9,000만 톤에 달하고 총 1,341개 사업자에 물을 공급하였다. 이 중 산업단지나 공장 등 산업용으로 분류된 사업자가 1,257개(93.7%)로 대부분을 차지하며, 이들이 소비한 물의 총량은 5억 2,100만 톤이다. 아파트 단지나 국가기관, 조합 등 산업용 이외 용도의 광역상수도 수용가는 84개로, 6,940만 톤을 사용하였다. 하지만 본 장에서 다룰 산업분류에 적용하기 어려워 분석은 사업자 수용가 1,257개에 대한 분포를 중점적으로 다룬다.

분석결과 산업용 수용가의 연간 물 사용량 분포는 극도로 편중되어 있다. 물을 연간 6만 톤 이상 사용하는 대규모 사업자는 전체의 11.5%에 해당하는 145개에 지나지 않으나 이들이 사용한 물은 5억 1,600만 톤으로 산업용 전체 사용량의 99.0%를 차지한다. 이를 달리 말하면, 나머지 약 88.5%에 해당하는 1,000여 개의 소규모 산업용 수용가가 소비하는 물의 양은 전체의 1%에도 미치지 못한다는 뜻으로, 산업 분야에서는 사용량 상위 그룹이 사실상 거의 전부의 물을 사용하는 초집중 현상이 나타난다. 1만 톤 이상을 사용하는 수용가로 범위를 넓혀도 산업용에서는 상위 22.1%의 사업자 278개가 99.7%의 사용량을 점유하고 있으며, 상위 20% 수준만 되어도 이미 전체 사용량의 거의 100%에 접근함을 알 수 있다.

더욱이 상위 10% 사업자 126개가 98.8%에 이르는 물을 사용하며, 상위 1%에 불과한 12개 초대형 산업시설들이 전체 산업용수의 67.9%에 해당하는 약 3억 5,300만 톤을 소비한다. 최상위 0.1%에 해당하는 극소수의 산업시설 단 1개 사업자의 물 사용량 비중도 16.1%로 확인되며, 이는 단일 사업자가 광역상수도를 통해 수십억 톤 규모의 물을 사용하고 있음을 의미한다. 이러한 결과는 산업 분야의 물 사용이 소수의 거대 수요처에 심하게 쏠려 있으며, 대다수 산업용 수용가는 상대적으로 미미한 양을 소비하고 있다는 점을 분명하게 보여준다.

산업용 수용가 평균 사용량은 약 41만 4,558톤으로 계산되어 상당히 크지만, 중앙값은 1,073톤에 불과하여 평균값이 중위값의 400배 가까이 되는 심각한 비대칭 분포를 보인다. 이는 산업용 수용가 중 절반 이상이 연간 1,000톤 이하를 쓰는 매우 영세한 사용량 수준인 반면, 평균치를 끌어올리는 소수의 초대형 사용자가 존재함을 의미한다. 정리하면 광역상수도 산업용수 데이터에서는 상위 10% 산업체가 98% 이상을 소비하는 등, 상수도 생활용수보다 훨씬 더 편중된 소수 수용가의 다소비 구조를 확인할 수 있다.

이러한 구조는 정책적으로 도전적인 동시에 기회가 크다고 해석할 수 있다. 상위권 물 사용 사업자에 대한 관리가 곧 국가 전체 산업용수 관리 성패를 좌우할 수 있기 때문이다. 하지만 해당 사업은 대부분 국가 기간산업이며, 지역경제에 미치는 영향이 막대하여 규제 접근에 신중하여야 한다.

표 3-5 광역상수도 용수 사용량 통계량(2023년)

분류	기준(톤)	물 사용량		수용가	
		톤	비중	개소	비중
전체		590,499,309		1,341	
아파트, 국가, 조합 등		69,400,243		84	
산업		521,099,066	100.0%	1,257	100.0%
60,000톤 이상	60,000	516,050,723	99.0%	145	11.5%
10,000톤 이상	10,000	519,759,076	99.7%	278	22.1%
상위 20%	13,896	519,433,982	99.7%		20.0%
상위 10%	89,050	514,619,874	98.8%		10.0%
상위 1%	12,301,803	353,678,133	67.9%		1.0%
상위 0.1%	72,887,844	83,662,282	16.1%		0.1%
산업 산술평균	414,558	414,558			
산업 중위	1,073	1,073			

자료: 한국수자원공사 정책지원부(2023.12)를 바탕으로 저자 작성.

본 분석에서는 연간 사용량 1만 톤 이상 사업자에 전자공시시스템의 업종 분류를 매칭했다. <표 3-6>은 광역상수도 산업용 수용가 1,257개를 기업 데이터와 대조하여 산업 분류 매칭 여부에 따라 구분한 통계이다. 이 결과에 따르면, 산업용 수용가 중 약 52.3%에 해당하는 657개 사업자에 한국표준산업분류를 적용하여 특정 산업 부문으로 분류하였다. 사업자 기준으로만 본다면 약 절반에 불과하나, 매칭된 사업자의 물 사용량 합계는 5억 1,200만 톤으로 산업용 전체의 98.4%를 차지하였다. 따라서 매칭된 광역상수도 자료를 통해 주요 물 다소비 산업 부문을 파악할 수 있다.

표 3-6 광역상수도, 기업 데이터상 한국표준산업분류 적용 통계

분류	사용량(톤)	비중	개수	비중
산업	521,099,287	100.0%	1,257	100.0%
매칭	512,589,946	98.4%	657	52.3%
비매칭	8,509,341	1.6%	600	47.7%

주: 금융감독원은 전자공시시스템에 공시된 공시보고서를 오픈API로 제공하며, 이를 “OPEN DART”라 명명.
 자료: 한국수자원공사 정책지원부(2023.12); 전자공시시스템, “OPEN DART”, 검색일: 2025.2.20을 바탕으로 저자 작성.

<표 3-7>은 매칭된 기업 데이터를 활용하여 광역상수도 물 사용량 상위 5개 산업을 추출한 결과이다. 이에 따르면 2023년 기준으로 화학 물질 및 화학제품 제조업(의약품 제외)이 약 1억 4,200만 톤의 물을 사용하여 28.1%의 비중으로 가장 큰 물 소비 산업으로 나타났다.

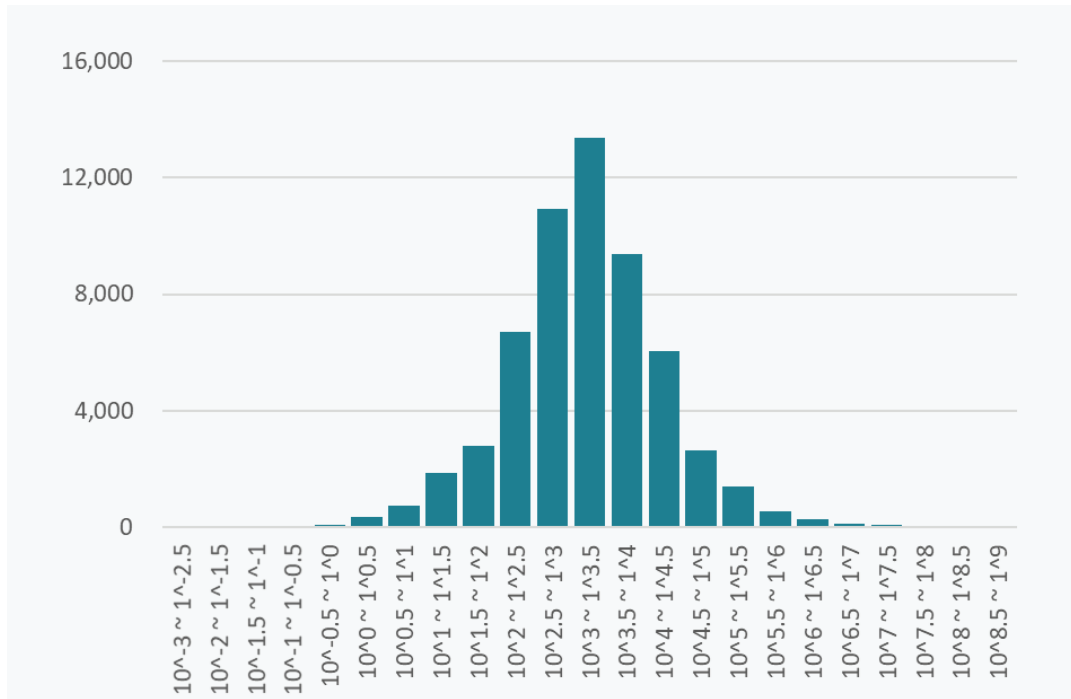
그다음으로 1차 금속 제조업(제철 및 비철금속 등)이 약 1억 700만 톤(21.3%), 코크스 및 석유정제품 제조업이 약 9,178만 톤(18.1%)으로 그 뒤를 이었다. 또한 전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업(발전 및 에너지 공급)이 약 4,550만 톤(9.0%), 펄프, 종이 및 종이제품 제조업이 약 2,417만 톤(4.8%)을 사용하여 그다음 순위를 차지하였다. 이 상위 5개 업종이 전체 산업용수 사용량의 약 81.3%를 차지하고 있어, 광역상수도 기반으로 볼 때 화학, 금속, 석유정제, 에너지, 제지 등의 부문이 한국 산업 분야의 대표적인 물 다소비 산업임을 알 수 있다. 이는 곧 대규모 수자원을 소비하는 산업 활동이 특정 업종에 집중되어 있으며, 물관리 정책 수립 시 상위 산업 부문에 대한 효율 향상과 절약 대책이 중요함을 시사한다.

표 3-7 광역상수도 및 기업 데이터 매칭 자료 기반 상위 5개 물 사용 산업

산업명	연간 물 사용량(톤)	비중
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	142,429,984	28.1%
1차 금속 제조업	107,851,259	21.3%
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	91,783,799	18.1%
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	45,506,557	9.0%
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	24,172,275	4.8%

주: 금융감독원은 전자공시시스템에 공시된 공시보고서를 오픈API로 제공하며, 이를 “OPEN DART”라 명명.
 자료: 한국수자원공사 정책지원부(2023.12); 전자공시시스템, “OPEN DART”, 검색일: 2025.2.20을 바탕으로
 저자 작성.

2) 산업폐수발생 분석결과



자료: 국립환경과학원 수자원연구과(2024.6)를 바탕으로 저자 작성.

그림 3-2 산업폐수 발생과 처리 자료 기반 시설별 용수 사용량 분포도(2021년)

〈그림 3-2〉는 산업폐수 발생과 처리 자료를 활용하여 2021년도 산업 분야 용수 사용량 분포를 나타낸 그림이다. 환경부에서 공표하는 ‘산업폐수 발생과 처리’ 통계자료는 국내 산업체에서 발생하는 폐수 발생량, 처리 방식, 처리시설 현황 등을 종합적으로 파악할 수 있는 통계자료이다. 해당 자료에서는 업종별, 지역별, 폐수 배출시설 유형별 폐수 발생량과 직·간접 배출 여부, 공공처리시설 처리 여부, 폐수처리 현황 등을 확인할 수 있다. 또한 연도별, 지역별 자료 수집을 통해 지자체 간 배출 특성 및 변화를 분석할 수 있다. 광역상수도 자료와 마찬가지로 산업폐수 발생과 처리 자료를 활용하여 정리된 통계량은 〈표 3-8〉과 같다. 해당 통계량에서 물 사용량에 해수를 제외하였으며, 평균값 등 계산에 있어서 물 사용량이 0인 시설은 제외하였다.

2021년 기준 전체 산업 부문 용수 사용량은 약 11조 4,262만 톤으로 5만 9,370개 산업시설에 의해 사용되었다. 사용량 분포를 살펴보면, 연간 6만 톤 이상의 물을 사용하는 대규모 산업 시설은 전체의 약 6.1%로, 소수에 불과하나 사용한 물의 양은 약 11조 1,613만 톤으로 전체의 97.7%를 차지한다. 이는 광역상수도 공급 자료와 마찬가지로 산업 부문에서 상위 몇 퍼센트의 대형 시설이 물 대부분을 사용하고 있음을 의미한다. 연간 1만 톤 이상 사용 시설은 약 1만 1,258개로 19.6% 수준인데, 이들에 의한 사용량 비중은 99.2%에 달해 상위 20% 미만의 범위에서 사실상 전체 사용량을 차지하는 분포 특성을 보였다.

또한 상위 10% 5,937개 시설이 98.5%, 상위 1% 약 594개 시설이 약 92.1%의 사용량을 점유하는 등, 상위 비중 지표들은 앞서 본 광역상수도 통계와 매우 흡사한 양상을 보였다. 특히 상위 0.1%에 해당하는 소수의 최상위 시설 59개는 무려 65.0%에 달하는 엄청난 양의 물을 사용하고 있는 것으로 나타나, 산업폐수 기준으로도 극심한 소비 집중이 확인된다.

평균 시설당 추정 물 사용량은 약 19만 8,000톤인 반면, 중앙값은 2,000톤 정도로 추산되어 평균이 중위값보다 100배 가까이 큰 극단적 편중 분포임을 알 수 있다. 이는 광역상수도 공급 자료에서 본 값(평균 41만 4,588톤 vs 중위 1,073톤)과 방향은 같지만, 정도에서는 약간의 차이가 있다. 그 이유는 산업폐수 자료가 전국 모든 산업체를 포괄하면서도 해수 사용 등을 제외하는 등 데이터 성격의 차이로 일부 수치가 상이할 수 있으며, 지방상수도를 포함하기 때문에 발생한 결과일 수 있다. 그럼에도 불구하고 산업 전반에서 소수 시설이 절대 다수의 물을 소비한다는 결론은 일치하며, 나아가 이러한 산업폐수 기반 분석을 통해 도출된 물 다소비 산업 상위 5개 업종도 광역상수도 자료와 유사하게 정의될 수 있다.

표 3-8 산업폐수발생 자료 기반 용수 사용량 통계량(2021년)

분류	기준(천 톤)	물 사용량		수용가	
		천 톤	비중	개소	비중
전체		11,426,256	100.0%	57,580	100.0%
60,000톤 이상	60	11,161,356	97.7%	3,499	6.1%
10,000톤 이상	10	11,337,951	99.2%	11,258	19.6%
상위 20%	10	11,340,697	99.3%	11,539	20.0%
상위 10%	27	11,252,453	98.5%	5,768	10.0%
상위 1%	997	10,527,734	92.1%	575	1.0%
상위 0.1%	40,100	7,421,779	65.0%	57	0.1%
산업 산술평균	198	10,955,211	95.9%	1,609	2.8%
산업 중위	2	11,412,405	99.9%	29,822	51.8%

자료: 국립환경과학원 수자원연구과(2024.6)를 바탕으로 저자 작성.

2021년 기준 산업폐수 자료에 따르면 해당 연도의 물 다소비 산업으로 화학제품 제조업, 1차 금속(철강) 제조업, 석유정제 산업, 에너지 공급 산업, 제지 산업 등을 꼽을 수 있으며, 이는 앞서 <표 3-7>에서 도출한 광역상수도 기반 상위 산업들과 큰 차이가 없다. 결국 산업 폐수 통계와 광역상수도 공급 통계 모두 소수 산업시설이 특정 산업 분야에서 막대한 양의 용수를 소비하고 있음을 거듭 확인해주는 자료라 할 수 있다.

산업명	물 사용량 (합계)
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	1위
전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	2위
1차 금속 제조업	3위
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	4위
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	5위

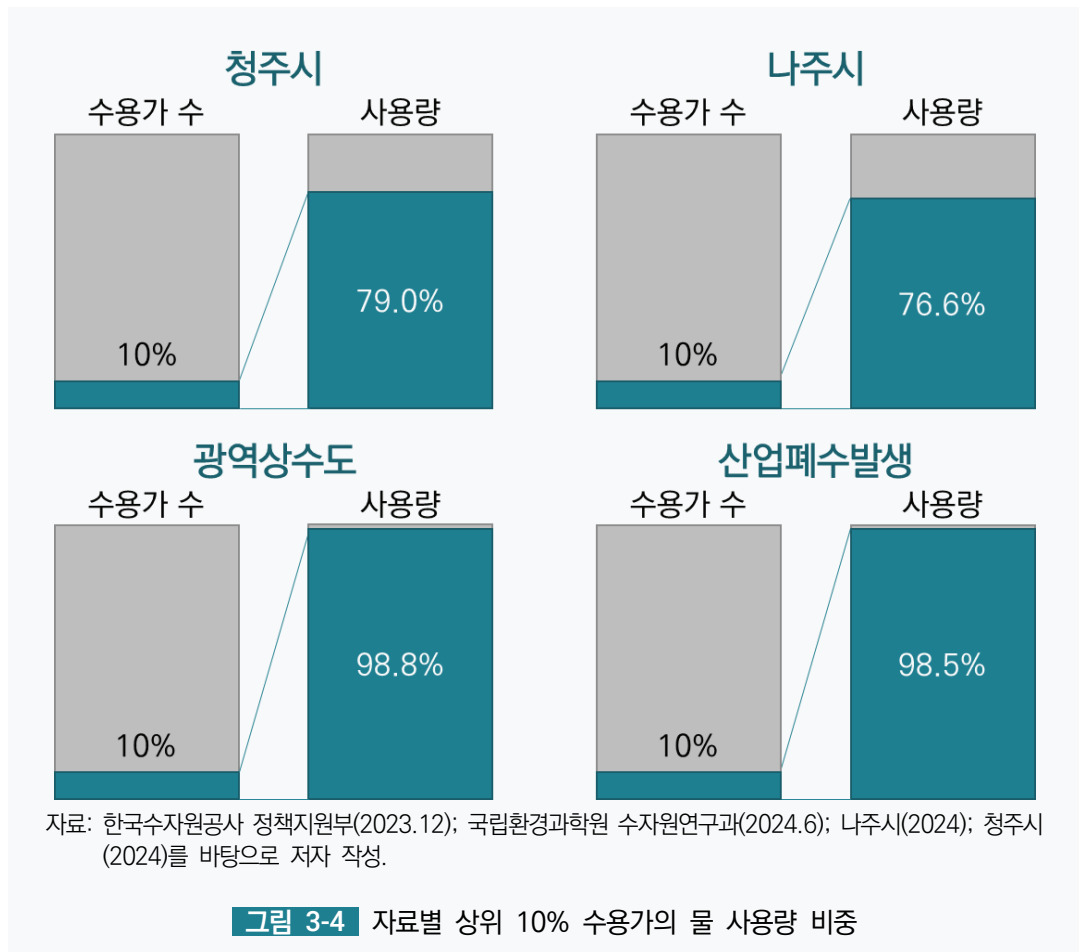
자료: 국립환경과학원 수자원연구과(2024.6)를 바탕으로 저자 작성.

그림 3-3 산업폐수발생 자료 기반 상위 5개 물 다소비 산업

다. 분석결과 종합 및 시사점

위의 생활용수와 공업용수 부문 자료들을 종합하면, 물 사용량 상위 수용가들이 전체 사용량 대부분을 차지하는 공통적인 현상이 두드러진다. <그림 3-4>는 자료별 상위 10% 수용가가 차지하는 물 사용량 비중을 나타내는데, 생활용수는 청주시가 약 79.0%, 나주시가 76.6%로 나타나 상위 10% 가정용 수용가가 전체의 4분의 3 이상을 사용하고 있음을 보여준다. 공업용수의 경우 집중도가 더욱 심화되어, 광역상수도 산업용수에서는 상위 10%가 98.8%를, 산업폐수 자료에서는 98.5%에 달해 물 대부분이 극소수 시설에 공급되고 있음을 알 수 있다.

이는 마치 80:20 법칙으로 유명한 파레토 법칙이 적용된 듯한 분포로서, 생활용수의 경우 상위 20% 수용가가 80~85%를, 산업용수는 상위 10~20% 수용가가 99%에 육박하는 사용량을 차지하는 형태이다. 이러한 결과는 효율적인 물관리 정책 설계 시 상위 다소비 수용가에 대한 관리가 얼마나 중요한지를 시사하며, 다음 단계로 이러한 다소비시설을 어떻게 선별·정의하고 제도화할지에 대한 근거를 제공해준다.



이러한 물 사용량 집중 현상은 수요관리 방안에 시사점을 제공하지만, 동시에 현행 데이터 관리의 한계점 또한 내포하고 있다. 현재 수용가 정보는 계량기 단위로 관리되기 때문에 생활용수와 산업용수 모두 사용량을 파악하는 데 어려움이 존재한다. 생활용수의 경우 개별 가구 단위의 정확한 사용량 파악이 불가능하고, 아파트 단지 단위로만 집계된다. 산업용수 역시 개별 기업 단위가 아닌 산업단지 단위로만 사용량이 파악되는 실정이다.

따라서 본 장에서 분석한 통계자료는 가구 수, 매출액, 종업원 수 등 다른 변수를 고려할 경우, 물 사용량 분석결과에 영향을 미칠 수 있다는 점을 시사한다. 가구 수가 많은 아파트 단지는 물 사용량이 높게 나타날 수밖에 없으며, 물 사용량이 높은 산업은 물을 많이 사용하기 때문이 아니라 산업 규모가 크기 때문에 도출되었을 가능성이 있다. 따라서 다음 단계에서는 이러한 요인들을 반영하여 통계표를 재해석하고, 보다 정밀한 분석을 통해 다른 결과를 도출할 필요가 있다. 다음 절에서는 가구 수, 매출액, 종업원 수 등 전체 사용량을 해당 수용가가 가지는 특징으로 나누어 분석을 진행하고자 하며, 이를 밀도 지표 분석으로 정의한다. 이는 단순 물 사용량 집중 현황을 파악하는 것을 넘어, 실질적인 다소비 주체를 규명하고, 이를 바탕으로 효율적인 물관리 정책을 수립해야 보다 효과적일 것이다.

2. 사용 밀도 기준 가용자료 분석결과

가. 생활용수 분석결과

1) 청주시 상수도 분석결과

〈표 3-9〉는 2024년 청주시 가정용 수용가를 가구 수 고려 여부에 따라 구분한 통계치이다. 표 좌측은 가구 수를 고려하지 않은 사용량 분포(〈표 3-1〉 2024년 가정용 분포와 동일)이고, 우측은 각 수용가별 연간 가구당 평균 물 사용량을 산출하여 이를 기준으로 한 분포이다. 이때 가구 수가 많은 수용가의 경우 평균 물 사용량을 활용하였다.

가구 수를 고려하지 않은 경우, 앞서 논의한 바와 같이 상위 10% 수용가가 가정용 사용량의 79.0%를 차지하고 상위 0.1%가 23.4%를 차지하는 등 극심한 편중이 나타난다. 그러나 가구 수를 고려하여 각 수용가의 사용량을 세대수로 나누면 분포 양상이 크게 달라진다. 연간 가구당 사용량이 6만 톤 이상인 수용가는 거의 존재하지 않는 수준인 0.4%로, 전체 이들의 사용량 합계는 약 27만 9,471톤으로 나타나며, 가구당 1만 톤 이상인 경우도 전체의 0.6%에 불과하였다. 이는 대형 아파트 단지의 경우 수용가 단위 기준으로는 10만 톤 이상 대규모 사용자이지만 이는 여러 세대의 물 사용량 합계로 계산된 값이므로 세대당 사용량 환산 시 상대적으로 평범한 수준이 되는 사례가 많기 때문이다.

실제로 가구당 사용량 기준 상위 10% 수용가 그룹(즉, 세대당 물 소비가 가장 많은 상위 10%의 수용가들)의 총 물 사용량은 약 1,275만 5,029톤으로 전체의 19.6%를 차지하여, 가구 수 미고려 상위 10% 비중(79.0%) 대비 4분의 1 정도로 크게 감소한다. 상위 20% 수용가의 경우도 가구당 기준으로는 33.1%로 낮아져, 가구당 사용량에 기초하면 생활용수 소비 분포의 불균형이 상당 부분 완화됨을 볼 수 있다. 이는 곧 가구당 물 사용량이 매우 높은 일부 특이 수용가를 제외하면 대다수 공동주택 단지는 세대당 사용량으로 볼 때 큰 차이가 없어서, 수용가 단위 편중이 세대 단위에서는 완화효과가 나타난다는 의미이다.

요약하면, 청주시의 경우 가구 수를 감안하지 않으면 수용가 간 물 사용 격차가 극심하지만, 세대당 사용량으로 보면 상위 10% 세대군이 약 20% 사용으로 줄어들어 보다 완만한 분포를 보인다. 그럼에도 불구하고 세대당 기준 상위 20% 세대군이 전체 물의 3분의 1 정도를 사용하고 있어 세대별로도 사용량 편차가 없지는 않음을 알 수 있으며, 2024년 기준 청주시 가정용 수용가의 평균 가구당 연간 사용량은 168톤으로 중앙값 171톤과 유사해 비대칭성도 사라짐을 알 수 있다. 이는 청주시에서 세대당 연간 100~200톤 수준이 보편적 소비량 범위이며(월평균 세대당 8~16톤 수준), 이 범위를 크게 상회하는 세대당 다소비 수용가가 일부 존재함을 의미한다.

표 3-9 가구 수를 고려한 청주시 용수 사용량 통계량(2024년)

분류	가구 수 미고려					가구 수 고려		
	기준(톤)	물 사용량		수용가		기준(톤)	물 사용량	
		톤	비중	개소	비중		톤	비중
가정용		65,125,016	100.0%	66,533	100.0%			
60,000톤	60,000	37,118,179	57.0%	268	0.4%	60,000	279,471	0.4%
10,000톤	10,000	43,405,059	66.6%	503	0.8%	10,000	360,229	0.6%
상위 20%	520	55,868,479	85.8%		20.0%	236	21,570,583	33.1%
상위 10%	898	51,436,068	79.0%		10.0%	325	12,755,029	19.6%
상위 1%	3,142	44,165,839	67.8%		1.0%	1,013	3,330,214	5.1%
상위 0.1%	171,400	15,223,264	23.4%		0.1%	1,866	981,296	1.5%
평균	1,023					168		
중위	203					171		

자료: 청주시(2022~2024)를 토대로 저자 작성.

〈표 3-10〉은 청주시 가정용 상위 20개 수용가(2024년)의 세대수 정보를 고려한 자료로서, 각 수용가의 연간 총 사용량과 함께 세대수 및 세대당 물 사용량을 제시하고 있다. 앞선 〈표 3-2〉와 동일한 상위 20개 아파트 단지가 나열되어 있지만, 여기에 세대수가 추가되어 이들 단지별 가구당 물 사용량 수준을 비교할 수 있다.

예를 들어 청원구 오창읍 중부로 760 소재 단지의 경우 연간 총 사용량 51만 9,676톤으로 1위를 차지하나 2,500세대 단지이므로 세대당 연간 약 208톤, 월평균 약 17.3톤을 소비한다고 할 수 있다. 반면 흥덕구 대농로 17에 소재한 단지(연간 48만 2,440톤, 2,164세대)의 세대당 연간 사용량은 223톤으로 청주시 평균을 상회하며, 흥덕구 봉명2동 아이파크아파트(연간 30만 5,013톤, 1,222세대)의 세대당 사용량은 250톤으로 이 목록 중 가장 높았다. 흥덕구 오송생명7로 151 소재 단지의 경우 총 사용량 30만 113톤으로 상위권에 속하지만 2,415세대 대단지로 세대당 사용량은 상위 20위 내에서는 가장 낮은 수준인 124톤으로 비교적 절약적인 소비 수준이 나타났다.

이처럼 〈표 3-10〉을 통해 살펴보면, 청주시 상위권 수용가인 대규모 아파트 단지 사이에도 세대당 물 사용량의 편차가 존재하여 어떤 단지는 세대당 소비량이 연 200톤 미만인 반면 다른 단지는 200톤 이상으로 높아, 단지별 관리나 거주민 특성에 따라 물 사용 효율에 차이가 있음을 알 수 있다. 그러나 상위 20개 수용가의 세대당 사용량(약 124~250톤/세대·연)은 대체로 이질적이지 않으며, 이들 대형 단지들의 막대한 총 사용량은 주로 세대수 규모의 영향임을 다시 확인시켜 준다.

표 3-10 가구 수를 고려한 청주시 가정용 용수 사용량 상위 20개 수용가(2024년)

소재지	연간 물 사용량(톤)	가구 수	연간 가구당 물 사용량(톤)
청주시 청원구 오창읍 중부로 760	519,676	2,500	208
청주시 흥덕구 옥산면 오송가락로1056	483,693	2,529	191
청주시 흥덕구 대농로 17	482,440	2,164	223
청주시 흥덕구 대농로 55(지웰2차관리사무소)	407,803	1,903	214
청주시 청원구 오창읍 오창중앙로 65	377,351	1,602	236
청주시 청원구 오창읍 오창중앙로 94(한라비발디APT)	347,869	1,529	228
청주시 서원구 예제로 68(사직2동, 푸르지오캐슬아파트)	333,846	1,602	208
청주시 상당구 단재로 312(방서동, 중흥S클래스)	324,842	1,595	204
청주시 상당구 단재로 316(청주센트럴자이)	305,417	1,502	203
청주시 흥덕구 덕암로 108번길 44(봉명2동, 봉명아이파크아파트)	305,013	1,222	250
청주시 흥덕구 오송읍 오송생명7로 151	300,113	2,415	124
청주시 흥덕구 2순환로 1106(비하동, 서청주파크자이)	291,344	1,484	196
청주시 청원구 오창읍 오창중앙로 32(중앙하이츠APT)	268,926	1,338	201
청주시 흥덕구 증안로 77(북대1동, 현대2차아파트)	268,820	1,464	184
청주시 서원구 월평로 24(분평동, 현대대우아파트)	268,561	1,179	228
청주시 상당구 무농정로 90(용암동, 세원한아름아파트)	261,354	1,530	171
청주시 서원구 창직로 50 푸르지오캐슬A(사직2동)	260,773	1,219	214
청주시 서원구 쌍샘로 22(모충LH트릴로체)	258,642	1,692	153
청주시 서원구 1순환로1137번길 19(분평동, 분평주공6단지)	253,881	1,120	227
청주시 상당구 동남로 2(방서동)	253,310	1,215	208

자료: 청주시(2022~2024)를 토대로 저자 작성.

2) 나주시 상수도 분석결과

나주시 또한 청주시와 유사하게 가구 수(세대 수) 고려 여부에 따른 가정용 물 사용 통계를 도출하였다. <표 3-11>은 동일한 방법으로 2024년 나주시 자료를 재정리한 것이다. 가구 수를 고려하지 않은 경우(좌측) 이미 살펴본 바와 같이 상위 10% 수용가가 76.6%, 상위 0.1%가 40.7%의 물을 사용하는 편중된 분포이다. 그러나 가구 수를 고려한 세대당 사용량 기준으로 보면, 세대당 6만 톤 이상의 수용가는 전무하여 해당 기준 구간의 물 사용량은 0%로 나타났고, 세대당 1만 톤 이상의 수용가도 사실상 없어 2024년 자료에서는 유의미한 값을 보이지 않는다. 이는 나주시에서는 청주시보다 소규모 단지 비중이 높고 세대당 극단적 다소비 사례가 거의 없음을 의미한다.

상위 10% 세대당 사용량 구간을 보면 이들이 전체 물 사용량의 23.0%를 차지하여 청주시(19.6%)와 유사한 비중을 보이고, 상위 20% 세대군은 36.0%로 3분의 1 이상을 차지하여 청주시(33.1%) 대비 약간 높았다. 절대치로 보면 청주와 큰 차이는 아니며 여전히 이전의 수용가 단위 편중보다는 많이 완화된 수준이다.

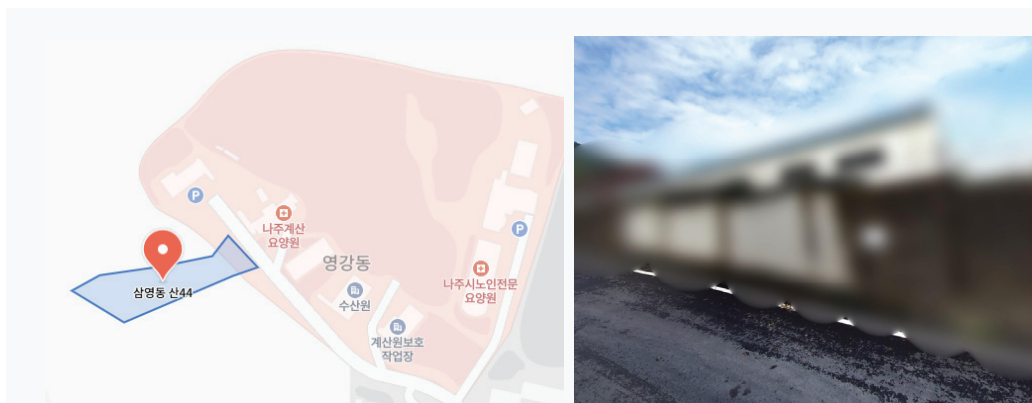
2024년 기준 나주시 가정용 수용가의 평균 세대당 사용량은 연간 161톤, 중위값은 162톤으로 청주시의 연간 168톤, 171톤보다 다소 낮다. 이는 나주시의 세대당 물 소비가 청주시에서 드러난 것처럼 편차가 적으면서 상대적으로 더 고른 분포를 보인다는 점을 시사한다.

표 3-11 가구 수를 고려한 나주시 용수 사용량 통계량(2024년)

분류	가구 수 미고려					가구 수 고려		
	기준(톤)	물 사용량		수용가		기준(톤)	물 사용량	
		톤	비중	개소	비중		톤	비중
가정용		7,924,647	100.0%	25,245	100.0%			
60,000톤	60,000	4,136,417	52.2%	30	0.2%	60,000	-	0.0%
10,000톤	10,000	4,782,728	60.3%	51	0.3%	10,000	13,040	0.2%
상위 20%	217	6,570,476	82.9%		20.0%	206	2,856,347	36.0%
상위 10%	303	6,071,026	76.6%		10.0%	280	1,820,931	23.0%
상위 1%	1,610	5,171,082	65.3%		1.0%	749	485,917	6.1%
상위 0.1%	115,272	3,225,959	40.7%		0.1%	2,554	147,296	1.9%
평균	402					161		
중위	102					162		

자료: 나주시(2022~2024)를 토대로 저자 작성.

세대당 물 사용량 분석에서 특기할 만한 부분 역시 발견되었다. 2024년 나주시의 가구당 물 사용량 1위 수용가는 연간 1만 3,040톤을 사용했고, 2위 수용가는 9,774톤을 사용했다(그림 3-5 참조). 하지만 해당 가구는 각각 장애인요양시설과 군사시설로, 지역상수도 자료상 가구 수는 1로 관리되고 있다. 정량적이고 과학적인 사용 단계 수요관리를 위해 지역상수도 자료 역시 개선할 부분이 존재한다는 것을 알 수 있다. 해당 데이터가 개선된다면 수용가 단위 편중은 현재 수준보다 더 완화될 것으로 보인다.



(a) 연간 13,040톤 사용 장애인요양시설

(b) 연간 9,774톤 사용 군사시설

자료: 네이버지도, “삼영동 산44”, 검색일: 2025.4.2.

그림 3-5 나주시 가구당 물 사용량 1, 2위 수용가

〈표 3-12〉는 나주시 가정용 상위 20개 수용가의 세대수와 세대당 물 사용량을 나타낸다. 전체적으로 나주시 상위 20개 수용가의 세대당 연간 사용량 범위는 130~224톤으로 나타나 청주시 상위 20개(124~250톤)와 유사하거나 조금 낮은 수준이며, 이는 지역간 생활용수 소비 패턴이 세대 기준으로는 큰 차이가 없다는 점을 보여준다. 다만 나주시 상위 수용가는 대다수가 신도시인 빛가람동에 집중되어 있고 이들 단지의 세대당 소비량도 대체로 150~200톤 수준에서 수렴하고 있어서, 해당 지역의 생활용수 수요 특성이 균일하게 관리되고 있음을 시사한다.

전반적으로 세대수 보정을 거친 나주시 자료는 청주시와 동일한 결론을 뒷받침하는데, 즉 물 사용량이 가장 많은 상위 수용가는 세대수가 많은 아파트 단지로 개별 세대당 사용량은 상대적으로 평이하다는 것이다. 따라서 수용가 단위의 절대 사용량 순위는 세대수 규모에 크게 영향을 받기 때문에, 생활용수 다소비시설을 정의할 때 세대수 등 규모 요인을 함께 고려하는 것이 중요함을 알 수 있다.

표 3-12 가구 수를 고려한 나주시 가정용 용수 사용량 상위 20개 수용가(2024년)

소재지	연간 물 사용량(톤)	가구 수	연간 가구당 물 사용량(톤)
빛가람동1	251,974	1,383	175
빛가람동303	236,315	1,472	156
금천면석전리341-19	233,872	1,122	191
빛가람동135	213,142	954	214
대호동1020	208,524	917	214
빛가람동118	197,389	1,341	143
빛가람동600	187,035	872	210
빛가람동325	175,308	770	224
빛가람동394	161,124	821	200
빛가람동114	156,950	1,019	155
송월동1122	153,806	769	195
남평읍 동사리409	146,153	736	194
빛가람동 624	141,840	650	204
남평읍 동사리421	134,945	800	162
삼영동355	131,512	814	156
송월동659	128,255	970	130
빛가람동558	124,638	571	217
빛가람동3	122,402	653	179
빛가람동551	120,775	641	182
빛가람동381	113,100	510	219

자료: 나주시(2022~2024)를 토대로 저자 작성.

나. 공업용수 분석결과

1) 광역상수도 분석결과

산업 부문 물 사용 역시 밀도 지표 분석을 수행하였다. 상술한 한국수자원공사의 2023년 광역상수도 산업용수 자료를 전자공시시스템에 공시된 기업 재무 데이터와 매칭하여 업종별 물 사용 밀도를 산출하였으며, 산출결과는 <표 3-13>과 같다. 이 표에서는 업종별 연간 물 사용량과 함께, 밀도 기준 지표에 활용되는 변수를 '자산', '매출액', '이자, 세금, 감가상각비, 무형자산상각비 차감 전 이익(EBITDA: Earnings Before Interests, Tax, Depreciation and Amortization)', '종업원 수'로 구분하여 제시된다. <표 3-7>에서 상술했듯이 전체 광역상수도 용수 사용은 소수 산업에 편중되어 있다. 화학, 금속, 석유정제, 전기·가스·증기 공급 등 주요 업종이 전체 산업용수 사용량 중 높은 비중을 차지하고 있으나, 밀도 지표를 적용하였을 때는 다소 다른 양상을 보인다.

세부적으로는 <표 3-7>에서 확인된 바와 같이, 화학 물질 및 화학제품 제조업(의약품 제외)은 연간 약 1억 4,243만 톤의 물을 사용하여 최대 소비량을 기록한 산업이었는데, EBITDA 대비 물 사용량은 34,871톤/억 원으로 나타나 다른 산업과 비교 시 2위로 높게 나타났다. 이는 화학 업종이 기업 이익에 비해 절대적인 물 소비가 큰 산업임을 의미하며, 소비량뿐 아니라 물 의존도 측면에서도 높음을 보여준다. 반면 사용량 4위였던 전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업(발전 등 에너지 공급)은 4,551만 톤으로 비중은 9.0% 수준이지만, 종업원 1인당 물 사용량이 87,786톤/명으로 전 산업 중 가장 높고 EBITDA 대비 물 사용량도 62,114톤/억 원으로 최상위를 기록하였다. 고용인원과 수익에 비해 많은 물을 소비한다는 의미로, 규모가 크진 않지만 물 집약도 측면에서 정책적 고려가 필요한 산업임을 시사한다.

1차 금속 제조업(철강 등)은 절대량 2위(1억 785만 톤, 21.3%)로 많은 물을 쓰는 동시에 종업원 수 대비 물 사용량이 9,354톤/명으로 높아, 생산액에 비해 물 투입이 큰 산업으로 평가됐다. 특히 1차 비철금속 제조업의 경우 연간 사용량은 상위 5위권 밖이지만 EBITDA 대비 수치가 1만 6,301톤/억 원으로 나타나, 부가가치 대비 물 사용이 가장 높은 산업으로 나타났다. 이는 금속 제련과 같은 산업이 매출 규모에 비해 많은 물을 요구함을 보여준다. 또한 펄프·종이 제조업은 절대 사용량은 약 2,417만 톤(5위, 4.8%)에 그쳤으나, 종업원 수 대비 물 사용량이 8,621톤/명으로 높게 나타나 고용인원 대비 물 효율이 떨어지는 산업으로 볼 수 있다. 한편 합성섬유 제조업과 합성고무·플라스틱 제조업은 절대 사용량 기준으로는 상위 소비 업종에 들지 않지만, 자산 및 매출액 대비 물 사용량은 각각 상위 3위, 4위를 기록하였으며, 종업원 1인당 물 사용량 지표/인원으로 상위에 위치하였다. 이는 해당 업종들이 자산규모 및 노동력 대비 물 투입이 큰 공정을 가지고 있음을 의미한다.

이처럼 물 사용 밀도 지표 기준에서 보면, 기존 사용량 지표 기준 물 다소비 산업 명단에 포함되지 않았던 에너지 공급, 비철금속, 섬유·플라스틱 제조 등이 새롭게 조명되는 것을 알 수 있다. 다시 말해, 밀도 지표를 적용하면 산업별 물 사용 특성에 대한 해석이 달라지며, 물관리 우선순위에 대한 다양한 관점을 확보할 수 있다. 자산 대비 지표는 설비 규모 대비 물 의존도를 보여주고, 매출 대비 지표는 경제적 부가가치에 대비한 물 소모도를 드러내며, EBITDA 대비 지표는 이윤 창출 대비 물 효율성을 나타내고, 종업원 대비 지표는 인력 대비 물 집약도를 나타내는 등 지표별로 부각되는 업종이 상이하다. 따라서 절대량만 볼 때는 간과될 수 있는 숨은 물 다소비 업종들을 밀도 지표 분석을 통해 식별할 수 있다. 이를 통해 효율 개선 여지가 크거나 물 공급망상 취약도가 높은 부문을 정책적으로 선별할 수 있게 되므로, 물 다소비시설 선정 시 밀도 지표를 고려해야 한다는 것을 시사한다.

표 3-13 밀도를 고려한 광역상수도 및 기업 데이터 매칭 자료 기반 상위 물 사용 산업

산업명	연간 물 사용량(톤)	÷ 자산 (천 원)	÷ 매출액 (천 원)	÷ EBITDA	÷ 종업원 (명)
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	142,429,984			34,871	
1차 금속 제조업	107,851,259			4,873	9,354
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	91,783,799				
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	45,506,557	3,139	2,077	62,114	87,786
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	24,172,275	540	862		8,621
화학섬유 제조업		412	461		9,788
합성고무 및 플라스틱 물질 제조업		381	282		7,275
토사석 광업		233	277		
1차 비철금속 제조업				16,301	
비료, 농약 및 살균, 살충제 제조업				7,408	

주: 금융감독원은 전자공시시스템에 공시된 공시보고서를 오픈API로 제공하며, 이를 “OPEN DART”라 명명. 자료: 한국수자원공사 정책지원부(2023.12); 전자공시시스템, “OPEN DART”, 검색일: 2025.2.20을 바탕으로 저자 작성.

2) 산업폐수의 발생과 처리 자료 분석결과

물 사용 밀도 지표 분석은 산업폐수의 발생과 처리 자료를 통해서도 수행되었다. 규모 지표 분석과 마찬가지로 2021년 자료를 활용하여 업종별 물 사용 특성을 파악하였다. 사용량 측면에서는 화학제품 제조업(의약품 제외)과 전자부품·컴퓨터·영상음향 통신장비 제조업이 연간 약 5,381만 7,000톤과 5,151만 7,000톤의 물을 사용하여 큰 규모를 보였고, 1차 금속 제조업이 약 4,236만 2,000톤 수준으로 나타나(부록 표 1-1 참조), 광역상수도 자료와 마찬가지로 화학, 전자, 철강 분야가 절대적인 물 소비량이 크다는 점을 보여준다.

그러나 밀도 지표로 보면 해석이 달라진다. 예를 들어 전자산업의 경우 화학 업종과 거의 맞먹는 물을 쓰지만, 업종 매출이나 자산 규모 측면에서는 화학 업종보다 훨씬 큰 비중을 차지하므로 매출 대비 물 사용량 등 밀도 지표는 상대적으로 낮을 것으로 추정된다. 반면 석유정제 등은 매출 대비 물 사용 밀도가 높아 사용량 대비 부가가치가 낮은 산업으로 평가될 수 있다. 실제 <그림 3-6>의 밀도 분석결과, 물 사용 절대량 상위 업종이 모두 밀도 지표 상위에 오르지는 않으며 일부 중소 규모 업종도 물 집약도가 높아 밀도 기준 물 다소비 산업으로 분류됨을 확인하였다.

산업명	물 사용량 (합계)	물 사용량 (평균)	1인당 물 사용량
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	1위		
전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	2위		
1차 금속 제조업	3위		
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	4위	3위	
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	5위	2위	5위
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업		1위	
하수, 폐수 및 분뇨 처리업		5위	1위
석탄, 원유 및 천연가스 광업		4위	
종합 건설업			2위
광업 지원 서비스업			3위
비금속광물 광업; 연료용 제외			4위

자료: 국립환경과학원 수자원연구과(2024.6)를 바탕으로 저자 작성.

그림 3-6 밀도를 고려한 산업폐수발생 자료 기반 물 다소비 산업

즉, 산업 전반을 놓고 보더라도 물 사용량 총합 관점과 밀도 관점에서 선정되는 물 다소비 업종에는 차이가 존재한다. 이러한 경향은 부록 I의 세부 분석을 통해 추가로 확인할 수 있는데, 밀도 지표를 고려하면 산업폐수 자료상 물 다소비 산업의 순위나 범주가 절대 사용량 기준과 상당 부분 달라지는 것으로 분석되었다. 이를 정리하면, 산업 부문 물 다소비시설 식별에 있어 산업폐수발생 등 다른 자료원을 적용한 경우에도 밀도 중심의 해석이 보다 좋은 시사점을 제시하는 것을 알 수 있다.

제4장

다소비시설 관리방안

1. 정의 방안
2. 단기 전략
3. 장기 전략

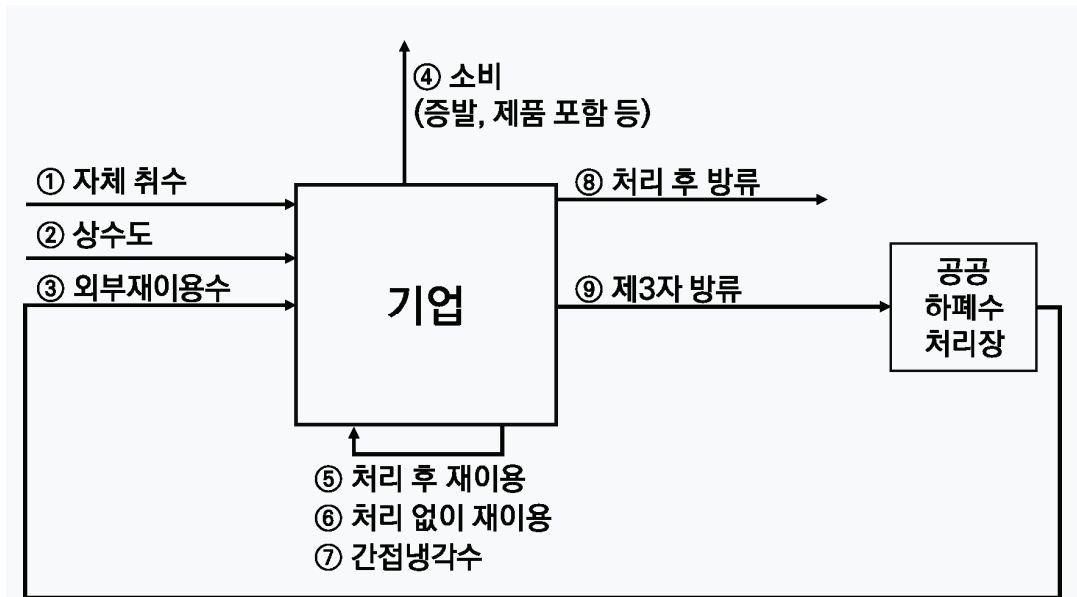
본 장에서는 관리방안을 본격적으로 논의하기에 앞서, ‘물 다소비시설’이라는 용어 자체에 대한 근본적인 고찰을 먼저 제시한다. 본 보고서는 현행 물 수요관리 종합계획과의 일관성을 위해 물 다소비시설이라는 용어를 사용하였다. 그러나 물관리에서 ‘사용(use)’과 ‘소비(consumption)’는 구분될 필요가 있다. ‘다소비’라는 용어는 ‘에너지다소비사업자’ 사례와 같이 투입된 자원이 공정 등에 사용되어 소멸하는 에너지 분야에서 유래했을 가능성이 크다. 하지만 에너지는 한번 사용하면 다른 형태로 전환되어 사라지는 반면, 물은 순환자원이기 때문에 사용된 후에도 폐수 형태로 처리되어 수계로 다시 돌아오는 양이 상당하다.

GRI(Global Reporting Initiative)⁸⁴⁾ CDP(Carbon Disclosure Project)⁸⁵⁾ 등 국제 ESG 정보공개 표준은 물 관련 용어를 다음과 같이 규정한다. 먼저, 물 사용량은 시설 내 공정 등에 실제로 필요한 양을 의미한다. <그림 4-1>과 같이 도식화하여 설명하면, 취수량 $(①+②+③)$ ⁸⁶⁾과 내부재이용량 $(⑤+⑥+⑦)$ 의 합이라고 할 수 있다. 다음으로, 물 소비량은 취수량 중 증발, 제품 포함 등으로 인해 수계로 다시 방류되지 않는 물의 양(④)을 뜻하며, 달리 말하면 유역에서 순수하게 사라지는 물의 양을 나타낸다.

84) GRI(2018), pp.10-16.

85) CDP Worldwide(2022), “CDP Water Security 2022 Reporting Guidance”, 검색일: 2025.7.11.

86) 취수량은 분야에 따라 기업의 자체 취수량을 일컫는 곳도 있으나, 본 문단에서 인용한 GRI, CDP는 Water withdrawal을 모든 용도를 위해 지표수·지하수·해수·제3자로부터 끌어온(drawn) 물, 조직(시설) 경계 내로 끌어온(drawn) 물의 합계로 정의하였으며, 이에 따라 취수량으로 번역하였음.



자료: 저자 작성.

그림 4-1 물 관련 용어 설명자료

이러한 정의에 따르면, ‘다소비시설’이라는 용어는 모호함을 내포한다. 예를 들어, 한 시설이 막대한 양의 물을 ‘사용’하더라도, 효율적인 폐수처리와 재이용을 통해 대부분을 방류하거나 재이용한다면 실제 ‘소비량’은 적을 수 있다. 반면, 물 ‘사용량’은 적지만 증발량이 많다면 ‘소비량’은 매우 높을 수 있다. 따라서 만약 정책이 회수되지 않는 ‘소비량’을 줄이는 데 초점을 맞춘다면 그에 맞는 접근이 필요하며, 인프라에 부담을 주는 전체 ‘사용량’을 줄이는 것이 목표라면 용어 또한 이를 반영해야 한다.

현재 우리나라 수요관리 정책은 시설·기업에 공급되는 물의 총량에 초점이 맞춰져 있다. 즉, 사용량 관리에 더 가깝다. 따라서 향후 보다 정밀하고 실효성 있는 수요관리를 위해서는 용어 개편 논의가 필요하다. 정책 목표가 인프라에 부담을 주는 전체 물의 양을 관리하는 것이라면, ‘물 다사용시설’ 같은 명확한 용어를 쓰는 것이 바람직하다. 이는 수자원 특성을 정확히 반영하고 정책목표를 명확히 하여, 국제 기준과 정합성은 물론 기업 혼란 저하, 관리 효율성 제고 등에 기여할 것이다.

다만, 본 보고서의 후속 논의에서는 현행 계획과 통일성을 맞추기 위해 ‘다소비시설’ 용어를 유지하되, 그 개념은 실질적으로 ‘많은 양의 물을 사용하는 시설’에 초점을 맞춰 전개한다. 앞선 분석결과를 활용하여 사용량 규모 지표와 밀도 지표를 중심으로 검토하며 정의방안 관련 시사점을 도출한다. 또한 정의방안과 함께 물 다소비시설에 대한 실질적인 수요관리 전략을 제시한다.

1. 정의 방안

규모 지표를 활용하는 방안은 적용이 간편하다는 장점이 있다. 즉, 연간 사용량이 일정 기준(예: 5만 톤, 10만 톤, 20만 톤 등)을 초과하면 자동으로 물 다소비시설로 분류하는 식으로, 법령 및 지침을 제정할 경우 행정 현장에서 이해하기 쉬우며 당장 시행할 수 있다. 특히 가뭄 등 재난 상황 시 신속하게 물 사용량을 제한하거나 우선순위를 부여해야 할 필요성이 있을 때, 이해관계자 혼선을 최소화하고 빠르게 조치하기에 적합하다.

다만 앞선 분석에서도 보았듯이, 생활용수 관점에서 물 다소비 수용가는 물을 낭비하는 것이 아니라 단지 세대수가 많은 대단위 아파트 단지가 주를 이룬다. 생활용수 수용가 데이터 개편 없이 현행 데이터 수준으로 규모 기준을 이용하여 생활용수 수용가에 물 다소비 수용가를 지정하고 평시에 물 다소비 수용가에 규제를 적용하는 것은 부적절하고 비효율적이다.

공업용수에도 유사한 유의점이 있다. 일괄적인 사용량 지표 적용은 산업 특수성을 반영하지 못하기 때문에 물 사용이 많을 수 밖에 없는 특정 산업만 물 다소비시설이 분포되는 등 불합리한 결과가 초래될 우려가 있다. 다만, 공업용수는 생활용수와 다르게 물 사용량 의사결정이 단일 주체에 포함되어 있다는 차이점이 존재하므로, 생활용수에서 수용가 단위 물 사용량을 활용하여 물 다소비시설을 정의하는 것만큼 부적절하지는 않다고 할 수 있다. 앞서 에너지 분야에서도 살펴봤듯이 에너지다소비사업자 지정은 전체 에너지 사용량을 관리하기 위해 일괄적인 사용량 지표 기준을 적용한다. 따라서 본 절에서는 공업용수를 중심으로 적절한 사용량 규모 지표 기준을 검토하고자 한다.

적절한 규모 지표 기준을 제시하기 위한 추가 분석 자료는 <표 4-1>과 같다. 해당 표는 <그림 3-6>에서 도출된 산업만을 대상으로 물 다소비 규모 지표 기준별 사용량에 해당되는 물 사용량과 수용가 비중을 분석한 자료이다. 기준은 앞서 활용한 싱가포르 기준인 6만 톤, 호주 기준인 10만 톤, 이보다 보수적으로 잡은 20만 톤과 24만 톤으로 설정하였다.

사용량 기준값을 상향할수록(연간 6만 톤에서 24만 톤으로), 관리 대상 시설 수 비율은 현저히 감소하는 반면, 용수 사용량 비중은 상대적으로 완만히 감소하는 패턴이 공통적으로 나타났다. 가령, '1차 금속 제조업'은 6만 톤 기준은 전체 시설 10.0%를 포함하여 산업 물 사용량 97.5%를 차지하나, 기준을 24만 톤으로 높이면 전체 시설 4.8%가 물 사용량의 94.4%를 차지하는 결과가 나타난다.

표 4-1 산업폐수발생 자료 기반 물 다소비 기준당 사용량 및 수용가의 산업별 비중

산업명	상위 10% 시설 물 소비량(천 톤)	기준(톤)	물 사용량		수용가	
			천 톤	비중	시설 수	비중
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	59.9	24만	464,872	92.3%	197	5.1%
		20만	468,154	92.9%	212	5.5%
		10만	478,685	95.0%	285	7.4%
		6만	484,340	96.1%	359	9.3%
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	199.0	24만	479,321	95.6%	114	8.1%
		20만	482,319	96.2%	128	9.0%
		10만	489,358	97.6%	178	12.6%
		6만	493,252	98.4%	228	16.1%
1차 금속 제조업	76.6	24만	379,960	94.4%	90	4.8%
		20만	382,365	95.0%	101	5.3%
		10만	389,094	96.7%	150	7.9%
		6만	392,292	97.5%	190	10.0%
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	1,141.5	24만	248,557	98.8%	57	13.3%
		20만	248,974	99.0%	59	13.8%
		10만	249,420	99.2%	62	14.5%
		6만	249,669	99.3%	65	15.2%
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	1,895.5	24만	230,302	96.8%	118	36.8%
		20만	232,239	97.6%	127	39.6%
		10만	235,513	98.9%	149	46.4%
		6만	236,452	99.3%	161	50.2%
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	81.0	24만	129,449	99.4%	15	9.1%
		20만	129,449	99.4%	15	9.1%
		10만	129,614	99.5%	16	9.7%
		6만	129,694	99.6%	17	10.3%
석탄, 원유 및 천연가스 광업	2,980.9	24만	10,061	97.8%	7	36.8%
		20만	10,061	97.8%	7	36.8%
		10만	10,061	97.8%	7	36.8%
		6만	10,134	98.5%	8	42.1%
하수, 폐수 및 분뇨 처리업	311.4	24만	51,360	90.9%	13	9.2%
		20만	51,360	90.9%	13	9.2%
		10만	53,370	94.4%	29	20.4%
		6만	55,065	97.4%	51	35.9%
종합 건설업	237.3	24만	13,557	41.6%	30	6.6%
		20만	18,155	55.7%	51	11.1%
		10만	24,657	75.7%	94	20.5%
		6만	28,713	88.1%	148	32.3%
광업 지원 서비스업	220.1	24만	0	0.0%	0	0.0%
		20만	0	0.0%	0	0.0%
		10만	551	82.3%	4	18.2%
		6만	551	82.3%	4	18.2%
비금속광물 광업; 연료용 제외	109.9	24만	6,143	52.1%	9	3.2%
		20만	6,554	55.6%	11	4.0%
		10만	8,070	68.5%	22	7.9%
		6만	9,499	80.6%	42	15.2%

자료: 국가상수도정보시스템(2022.12.28), “2021년 환경부 통계자료”, 검색일: 2025.4.3을 기준으로 저자 작성.

주요 산업별로 용수 다소비시설 기준치(연간 6만 톤, 10만 톤, 20만 톤, 24만 톤) 적용에 따른 효과를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. ‘화학 물질 및 화학제품 제조업’에서는 연간 24만 톤 기준 적용 시 전체 시설의 5.1%(197개소)가 산업 내 사용량의 92.3%를 차지하며, 10만 톤 기준에서는 시설 비중 7.4%(285개소)가 사용량의 95.0%를 포괄한다. ‘전자부품, 컴퓨터, 영상/음향 및 통신장비 제조업’은 24만 톤 기준 시 시설의 8.1%(114개소)가 사용량의 95.6%를, 10만 톤 기준 시 시설의 12.6%(178개소)가 물 사용량의 97.6%를 차지한다. ‘1차 금속 제조업’은 24만 톤 기준에서 시설의 4.8%(90개소)가 전체 물 사용량의 94.4%를, 10만 톤 기준에서 시설의 7.9%(150개소)가 산업 전체 물 사용량의 96.7%를 차지한다.

‘펄프, 종이 및 종이제품 제조업’은 물 사용량 집중도가 매우 높다. 24만 톤 기준에서 시설의 13.3%(57개소)가 사용량의 98.8%를 차지하며, 10만 톤 기준으로 낮춰도 시설 비중(14.5%, 62개소)과 사용량 비중(99.2%)에 큰 변화가 없어 소수 대규모 시설 중심의 사용 패턴을 명확히 보여준다. ‘전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업’은 타 제조업 대비 다소비시설의 비중 자체가 높아, 24만 톤 기준에서도 시설의 36.8%(118개소)가 포함되며 산업 전체 물 사용량의 96.8%를 차지한다. 10만 톤 기준에서 시설 비중은 46.4%(149개소)까지 증가하고 사용량 비중은 98.9%에 달해, 다수의 물 다소비시설이 존재하는 산업 특성을 드러낸다. ‘코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업’ 역시 물 사용량 집중도가 높으며, 24만 톤 기준 시설의 9.1%(15개소)가 사용량의 99.4%를 차지하며, 기준을 6만 톤까지 낮춰도 시설 비중은 10.3%(17개소)로 큰 변동이 없다. 반면, ‘종합 건설업’과 ‘비금속 광물 광업’은 용수 사용 집중도가 상대적으로 낮아, 24만 톤 기준 각각 시설의 6.6%(30개소)와 3.2%(9개소)만이 포함되며 사용량 비중도 41.6%와 52.1%에 그친다. 이들 산업에서는 10만 톤(종합건설업: 시설 20.5%, 사용량 75.7% / 비금속광업: 시설 7.9%, 사용량 68.5%) 또는 6만 톤 기준(종합건설업: 시설 32.3%, 사용량 88.1% / 비금속광업: 시설 15.2%, 사용량 80.6%)으로 기준을 낮추어야 상당 부분의 용수 사용량을 관리 범위에 포함시킬 수 있다.

이를 통해 도출 가능한 시사점은 관리 목표와 효율성 사이에 상충관계가 존재한다는 점이다. 연간 10만 톤 기준은 더 넓은 범위의 시설(산업별 7~46% 수준)을 포함하여 대부분 산업에서 95% 이상의 높은 사용량 포괄성을 확보하고, 특히 건설업 및 비금속 광업 등 관리 효율성을 높일 수 있으나, 전체 관리 대상 시설 수 증가에 따른 행정적 부담을 고려해야 한다. 반면, 연간 24만 톤 기준은 주요 제조업 및 유틸리티 산업에서 90% 이상의 사용량을 포괄하면서 관리 대상 시설 수를 5~15% 내외(유틸리티 산업 제외)로 줄여 집중 관리에 유리하지만, 건설업 등 일부 업종의 포괄성은 낮을 수 있다는 단점이 있다.

이러한 상황에서 물 다소비시설 기준을 정하고 이를 법제화하는 상황이라면 좀 더 관리하기 쉬운 기준 적용이 보다 실효성 있다고 판단된다. 앞서 언급한 것처럼 연간 24만 톤 기준을

적용해도 대부분 산업에서 사용량 90% 이상을 포괄한다. 물 다소비시설은 한정된 행정력을 이용해 선제적으로 물 절약 효과가 높은 대상을 선별하는 데에 주목적이 있는데, 연간 24만 톤도 이러한 목적에 부합한다고 할 수 있다. 또한, 물 사용량 규모 지표 적용은 산업 특수성을 고려하지 않는다는 우려점이 존재하는데, 처음부터 강한 기준을 적용하는 것에 대한 사회적 반발 역시 고려할 필요가 있다.

또한, 우리나라는 싱가포르와 호주만큼 물 여건이 나쁘지 않다. 물 여건이 유사한 대만도 일부 기간에만 다소비 기준을 적용한다. 따라서 물 다소비시설 기준을 규모 지표로 정하고 관련 시설에 규제를 적용하는 방안은 앞서 설명한 것처럼 가뭄 단계에서 적용하기에 적합한 전략이다. 제2장에서 살펴본 것처럼 가뭄이 ‘심함’ 단계나 ‘심각’ 단계에 진입하는 경우, 가뭄을 극복하기 위한 수단으로 적용하는 것이 바람직하다. 평상시 수요관리 전략을 위해서는 보조적 기준으로 활용하여 다른 정교한 기준(예: 밀도 지표)을 보완적으로 적용하는 것이 보다 실용적이라고 판단된다.

다음으로, 밀도 지표 기준을 활용하는 방안은 사용량 규모 지표 일괄적용에 비해 상대적으로 합리적이고 공정하다 장점이 있다. 자산·매출·EBITDA·종업원 수 등 산업별 이질성을 고려한 밀도 지표는, 실제 자원 효율이 낮은 곳이나 부가가치 대비 물 투입이 과도한 산업·시설을 선별하는 데 유리하다. 혹은 『제5단계 물수요관리 종합계획』에서 가뭄 심함 단계의 수요 대응에서 제시한 것과 유사하게 상위 10%에 해당하는 시설을 대상으로 지정하는 방안 역시 고려할 수 있다.

다만, 이를 제도적으로 안착시키기 위해서는 정확하고 표준화된 데이터 기반이 필요하고, 업종별·규모별로 세부 벤치마크를 설정하는 과정이 선행되어야 한다. 이러한 기반 형성에는 상당한 시간과 비용이 들지만, 구축 작업이 완료되면 평상시에 제도적 수요관리를 통해 산업 전반의 물 효율을 점진적으로 향상시킬 수 있다는 점에서 의의가 크다.

이를 종합하면, 물 다소비시설을 정의하고 관리하는 방안에는 물 사용량 규모 지표와 밀도 지표를 병행하는 접근이 요구된다. 다른 국가와 마찬가지로 연간 사용량이 일정 기준 이상인 시설을 단순히 물 다소비시설로 분류할 수 있으나, 이러한 규모 지표 적용만으로는 기업 규모나 산업별 차이를 반영하기 어려워 정책 효율성이 떨어질 수 있다. 따라서 정의 기준 설계에는 총 사용량과 함께 자산 대비, 매출 대비, EBITDA 대비, 종업원 대비 물 사용량 등 밀도 지표를 병행하거나 산업 내 상대적인 물 사용량을 고려하여 물 낭비 시설 식별을 목표로 해야 한다. 예를 들면, 연간 물 사용량이 일정 수준 이상이면서 매출액 대비 물 사용량이 상위 10%에 속하는 기업을 물 다소비시설로 지정하는 등 절대량 + 밀도 지표 복합 기준을 도입하는 것이 가장 바람직하다.

복합적인 접근법을 제도적으로 적용한다면, 국가 전체 물 사용 규모와 더불어 물 효율이 취약한 시설까지 포괄적으로 관리 대상에 포함시킬 수 있다. 나아가 업종별 특성을 고려하여 벤치마크를 산정하고, 해당 업종 평균 대비 현저히 높은 물 사용 밀도를 보이는 사업장을 다소비시설로 정의하는 방식도 유용할 것이다. 이처럼 밀도를 고려한 물 다소비시설 정의 체계를 확립하면 자원생산성을 제고하고 물 위험을 선제적으로 관리하는 효과를 거둘 수 있다. 다만 이 경우 표준 데이터 구축 등이 선행되어야 한다는 특징이 있다. 관련 내용은 장기 전략에서 더 다루도록 한다.

	장점	단점	활용방안
규모	적용이 간편 (당장 적용 가능)	불합리함 존재 (산업 특성 반영 X, 시설 파편화 유발)	재난 시 수요관리 (가뭄한정 규제 등) 우선순위 활용
밀도	합리적 적용 산업별 이질성 고려	기반 형성 필요	평상시 제도적 수요관리

자료: 저자 작성.

그림 4-2 물 다소비시설 설정 기준 요약

2. 단기 전략

단기 전략은 물 다소비시설을 법제화했다고 가정했을 경우, 추가 기반 조성 없이 즉각 시행 가능한 수요관리 수단이라고 할 수 있다. 즉, 물 사용량 규모 지표 기준 적용한다고 했을 때, 가뭄 상황 시 활용할 수 있는 물 수요관리 수단이라고도 볼 수 있다. 물 사용량 공개, 물 효율 진단 및 물 효율 제고계획 수립을 기업에 요구하여 기업 스스로 현재 물이용 수준과 개선 여력을 파악하고 효율 향상 노력을 시작하도록 유도하는 전략이 포함된다. 제2장에서도 살펴봤듯이 국외에서도 물 다소비 사업장을 대상으로 이와 유사한 수단을 적용하여 물 효율 향상을 도모한 사례가 존재한다. 이러한 조치는 규제의 형태를 따지지만 강제적인 사용량 삭감 보다는 정보 공개와 계획 수립을 통한 자율 개선을 목표로 할 수 있다.

가. 물 사용량 의무 공개

기업의 물 사용량 의무 공개는 투명성 제고를 통해 사회적 압력 해소와 기업 내부의 자율 개선을 동시에 유도하는 전략이다. 정보 공개는 이해관계자들이 기업의 자원 소비 실태를 인지하게 하며, 이는 기업으로 하여금 평판 관리 차원에서라도 물 절약 노력을 기울이도록 만드는 효과가 있다. 환경 경영 분야에서는 “측정되지 않는 것은 관리될 수 없다”는 격언이 통용될 정도로 데이터 공개의 중요성이 강조된다. 상술했듯이 에너지뿐만 아니라 온실가스 분야에서도 정보 공개 제도를 운영하고 있으며, 싱가포르의 연간 6만 톤 이상을 사용하는 모든 비가정용 수용가를 ‘대량 소비자’로 규정하고 정부(공공사업국, PUB)에 물 사용량과 관련 지표를 매년 보고하도록 의무화하였다. 호주 역시 퀸즐랜드는 1만 톤, 서호주는 2만 톤 이상을 대규모 사용자로 규정해, 물 사용량을 의무적으로 공개하도록 정책을 시행하고 있다.

물 사용량 의무 공개 시행에 따른 몇 가지 기대효과는 다음과 같다. 먼저 기업 내부적으로 물 절약 동기 부여가 강화될 수 있다. 공개 정보가 동종 업계 평균이나 최우수 기업과 비교될 경우 평판 경쟁 압력이 작용하여 자발적 설비 투자나 공정 개선 추진에 유인이 생긴다. 다음으로, 정책 입안자와 공공에 유용한 정보를 구축할 수 있다는 장점이 있다. 물 사용량 공개 확대는 우리나라에서도 체계적인 물 사용량 데이터 구축에 초석으로 활용될 수 있으며, 누적 데이터를 통해 업종별 물 소비 특성과 효율 수준을 파악할 수 있어, 어떤 업종에 물 절약 기술 지원이 필요한지 등 향후 맞춤형 정책 설계에 근거 자료로 활용할 수 있다.

하지만 제도 시행에 따른 우려사항도 존재한다. 물 사용량 규모를 고려하지 않고 일괄 적용하는 것은 사업 경영에 규제사항을 추가하는 것으로, 기업의 경제활동 의지를 위축시킬 수 있으며, 행정 측면에서도 난이도를 상승시켜 데이터 품질이 악화될 여지가 있다. 에너지 분야에서도 에너지사용량 신고 기준 개선의견에 기준 근처 경계 수준의 산업·건물에는

에너지 관리 담당자 부재나 신고역량 부족으로 전체 에너지사용 신고 데이터 품질이 낮다는 의견이 존재한다.⁸⁷⁾ 즉, 모든 기업에 일괄 적용하기보다는 싱가포르나 호주, 대만 사례처럼 일정 규모 이상의 다소비시설에 한정하여 시행하는 것이 효율적이며, 과도하게 낮은 기준을 적용하지 않도록 유의해야 한다. 적절한 기준 적용이 앞서 분석결과에서 살펴본 것처럼 제도 실효성은 높이면서 중소 영세기업에 불필요한 부담을 주지 않을 수 있을 것이다.

다음으로 공개 수준과 방식을 명확히 해야 한다. 단순히 연간 총 사용량만 공개할지, 상수도나 지하수 같은 용수원별 사용량, 혹은 재이용량까지 포함할지, 시설이나 공정 수준까지 사용량을 공개할지 등을 결정해야 한다. 이해 가능성과 기업의 영업 비밀을 고려하여 총량 위주의 지표 공개를 우선하되, 장기적으로는 물 사용 효율 지표까지 공개하여 성과를 비교할 수 있게 전략을 구축할 수 있다. 또한 데이터 검증과 정확성 확보가 중요하다. 기업이 제출한 수치를 신뢰할 수 있어야 하므로, 표준화된 측정 방법과 필요 시 현장점검을 하는 등의 주기적 검증이 병행되어야 한다. 마지막으로, 공개된 정보를 활용하는 방안도 함께 마련해야 한다. 단순 공개에 그치지 않도록 우수 기업은 포상하거나 홍보하고, 취약 기업에는 컨설팅 지원을 제공하는 등 선택적 인센티브를 연계하면 자발적인 기업 참여를 촉진할 수 있다.

현재 우리나라에는 관련 제도가 도입되지 않았으나, 향후 ESG 공시 확대로 물 사용량 공개 흐름이 가속화될 가능성도 존재한다. 2023년 금융위원회는 2025년 이후 국내 자산 2조 이상 상장사 대상 ESG 공시 의무화 시행 예정을 발표하기도 했다.⁸⁸⁾ 하지만 이후 2024년 발표에 의하면 의무 공시화는 2026년 이후로 연기하고 구체적 의무화 시기는 협의 후 결정한다고 밝힌 바 있다.⁸⁹⁾ 하지만 의무화가 시행된다 하더라도, 본 보고서에서 다룬 물 다소비 시설 기준을 포괄하지 않으며, 공개 수준도 정해지지 않았기 때문에 물 사용량 의무 공개의 상세사항 결정 절차는 ESG 공시 확대와 별개로 논의될 필요가 있다.

나. 물 효율 의무 진단 제도

물 효율 의무 진단 제도는 기업의 물 사용 현황과 효율성을 전문적으로 점검받도록 의무화하는 제도이다. 물 사용량 의무 공개와 마찬가지로 전체 기업에 적용하는 것은 적절하지 않으며, 물 다소비시설이 법제화된다면 이러한 제도 적용을 검토할 수 있다.

물 효율 의무 진단 제도의 목적은 대형 시설일수록 복잡한 공정과 설비로 인해 물 낭비 원인 자체 파악이 어려우므로, 제3자 진단을 통해 누수 요인이나 저효율 공정, 개선 가능성을 찾아내는 데에 있다. 특히 우리나라는 물 공급이 비교적 안정적이었으므로 기업이 물 절감

87) 산업통상자원부(2021), p.43.

88) 조선일보(2023.5.12), “2025년부터 자산 2조 이상 코스피 상장사, ESG 공시 의무화”, 검색일: 2025.4.2.

89) 금융위원회 보도자료(2024.4.24), p.1.

요인 파악에 대한 우선순위를 낮게 두는 경향이 있을 수 있다. 따라서 물 효율 진단을 통해 효율성을 정량화한다면 국가 차원에서는 물 수요관리에 기여할 수 있으며, 기업 차원에서는 관리역량 강화라는 효과가 있다. 진단 보고서를 정부에 제출하게 되면 공공 영역에서는 업종별 공통 개선사항 파악 역시 가능해 맞춤형 지원 정책을 설계할 수 있고, 내부적으로는 물관리 역량이 향상될 수 있다.

앞서 살펴본 싱가포르가 물 효율 진단을 제도화한 대표 사례이다. 싱가포르는 물 대규모 수용가에게 수도계량 외에 시설 내 주요 용도별 자체 계량기 설치를 의무화하고, 물 효율 관리자를 선임하도록 규정하였다. 이는 사실상 상시적인 자체 진단체계를 구축한 것으로 해석할 수 있다. 호주 역시 물 다소비 사용자에게 물관리감사(water audit) 정책을 시행하는 대표적인 국가이다. 이처럼 국제적으로 물 효율 진단은 물 다소비시설 관리의 주요 수단으로 활용되고 있다.

의무 진단 도입은 누수와 비효율 제거를 통한 물 사용량 절감 등 단기적인 효과가 기대된다. 진단 과정에서 발견된 관로 누수, 밸브 불량, 과잉 냉각수 사용 등 문제를 파악 가능하기 때문에 즉각적으로 물을 절약할 수 있다. 호주의 상업용 건물 사례는 연 2,500만 리터의 절수를 목표로 화장실 소변기에 대한 물 효율 개선조치를 도입했는데, 진단 후 저수세 변기 및 급수체계 개선을 통해 실제로 연간 6,110만 리터의 물 절약 달성 사례도 존재한다.⁹⁰⁾

하지만 의무 진단 제도 도입 역시 몇 가지 유의사항이 존재한다. 물 효율 진단을 의무화할 때는 실효성 확보 방안과 기업 부담 완화 사이에서 균형을 잡아야 한다. 진단 주기와 범위 설정에 따라서 실효성과 부담이 크게 달라질 수 있기 때문이다. 향후 이에 대한 세부적인 연구 역시 필요하다. 초기에는 일회성 진단과 일부 공정 및 설비에 한정하는 등 단계적 접근 역시 검토해야 한다. 또한 진단 방식의 표준화 역시 필요하다. 어떤 항목을 어떤 방식으로 진단하는지 기준이 제대로 확립되지 않으면 기업별 편차가 커져 산업간 비교나 정책 활용이 어려우므로, 향후 진단 매뉴얼 역시 연구되어야 있다.

또한 진단 의무화를 시행 시 발생할 수 있는 기업 비용 부담 역시 고려할 필요가 있다. 싱가포르는 월 물 소비량이 월 1,000톤인 시설을 대상으로 물 효율 기금을 통해 보조금을 지급하여 자발적인 참여를 독려하고 있다. 우리나라에도 이러한 제도를 도입할 경우 전문가 인건비, 계측기 설치비 등 진단 소요 비용에 일부 재정 투입을 고려해볼 수 있다.

90) NSW, "Water Efficiency Case Studies", 검색일: 2025.4.2.

다. 물 효율 제고계획 의무화

앞서 제시한 물 사용량 공개제도나 물 효율 진단 제도 같은 기반이 마련된다면, 미래 계획에 해당하는 물 효율 제고계획 수립·제출 의무화를 고려할 수 있다. 즉, 기업 스스로 절감 목표와 실행방안을 계획하는 내용이다. 앞선 두 가지 제도보다 더 강한 규제 성격을 가지고 있으며, 그에 맞게 물 절감 여력이 높은 제도이다. 물 효율 제고계획 의무화 제도가 실행되면 기업이 신기술 도입, 공정 혁신, 재이용 확대 등 일률적 규제보다는 계획 수행 주체인 기업 스스로가 효율적인 개선 수단을 담을 가능성이 있다. 또, 성과 측정과 피드백이 용이해질 수 있다. 마찬가지로 정부는 성과에 따른 보상이나 미흡한 기업에 대한 지원 등이 용이해진다.

본 제도 역시 마찬가지로 앞서 서술한 것처럼 싱가포르와 호주에 적용 사례가 존재한다. 제도 적용을 위해서는 전년도 물 사용 실적, 주요 물 집약 공정, 향후 절감 조치 및 목표 등을 설정할 필요가 있다. 정부는 제출계획을 검토하고 우수 계획을 모범사례로 공유하는 등 성과 확산 전략을 함께 적용할 수도 있다.

하지만 물 효율 제고계획 의무화 정책을 설계할 때는 계획의 실효성과 기업 실행력을 담보할 수 있는 방안을 고민해야 한다. 먼저, 다른 제도와 마찬가지로 실행계획 가이드라인을 제공해야 한다. 수립 지침을 명확하게 제시하지 않는다면 형식적인 계획이나 지나치게 낮은 기준을 제시할 가능성이 있으며, 반대로 실현 가능성이 떨어지는 계획을 제시할 수 있다. 따라서 업종별 참고가 가능한 절감기술 리스트나 유사 사업장 절감 사례, 후술할 벤치마크 지표를 제공함으로써 현실적인 목표를 계획에 담도록 유도해야 한다.

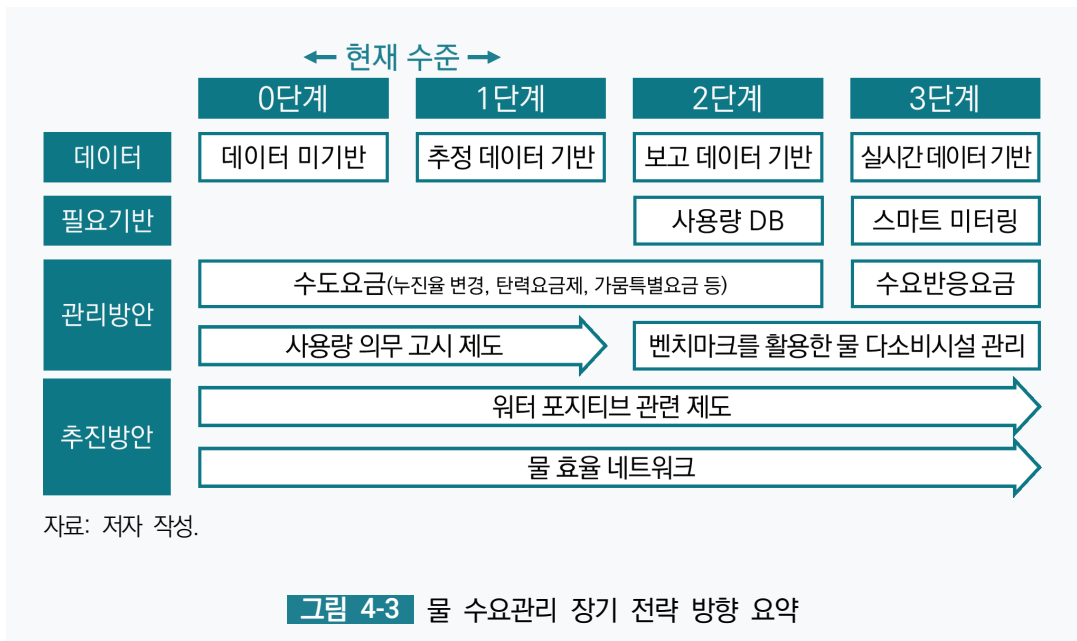
다음으로, 계획 이행 인센티브 및 미이행 조치 방안 결정이 필요하다. 예를 들어, 호주는 효율 개선으로 절약된 물을 제3자에게 판매할 수 있도록 허용하는 방식도 인센티브로 포함하고 있다.⁹¹⁾ 국내의 경우 수리권 거래가 어렵기 때문에 이러한 인센티브를 제시하기 어려우나, 이를 참고하여 인센티브 방안을 수립해야 한다.

마지막으로, 적절한 계획 기간과 제출 주기를 결정해야 한다. 너무 짧은 주기는 기업에 부담을 주고 장기적인 투자를 위축시킬 가능성이 있으며, 반대로 너무 긴 주기는 개선 노력에 지연이 발생할 수 있으므로, 적절한 계획 기간과 제출 주기에 대한 검토가 필요하다.

91) Department of Water and Environmental Regulation(2020), p.2, p.9.

3. 장기 전략

물 수요관리를 지속할 수 있게 하면서도 고도화시키기 위해서는 데이터 구축이 토대가 되어야 한다. 따라서 전국 규모 물 사용량 데이터베이스 구축이 선행되어야 하며, 물 효율 벤치마크 지표 개발을 통한 성과 관리, 워터 포지티브 관련 물 복원량 인증제도 도입을 통한 물 사용량 관리 참여 유도, 물 효율 네트워크 사업을 통한 기업간 협력 등을 목표로 할 수 있다. 이러한 방안은 장기 전략으로서 전반적인 수요관리에 해당하는 내용이자, 물 다소비시설 관리 강화방안이라고 할 수 있다. 장기 전략 방안을 요약하면 <그림 4-3>과 같다.



가. DB 구축

1) DB 구축 필요성

물 사용량 DB 구축은 과학적이고 지속가능한 수요관리를 위해 반드시 선행되어야 할 기반 작업이다. "현재 국내 물 사용량 정보는 여러 기관에 분산되어 통합적 관리가 부재한 실정이며, 이는 과학적 물 수요관리의 근본적인 제약으로 작용하고 있다. 이러한 데이터 공백은 물 관련 정책 수립 시 예측 불확실성을 증대시켜 정책 효과를 반감시키고, 잠재적인 물 부족 위기에 대한 선제적 대응을 어렵게 만드는 주요원인이다.

DB는 물 효율 벤치마크 지표 개발, 정책 효과 모니터링, 연구 지원 등 다목적으로 활용될 수 있어 그 편익이 크다. 전국 물 사용량 DB가 구축된다면, 업종·지역·시설규모별 단위 생산당 물 사용량, 재이용률 등의 통계치를 산출할 수 있고, 이는 기업별 물 사용 수준을 객관적으로 진단하는 자료가 된다. 아울러 정부는 물 사용량 DB와 기존 물 수급 연구를 연계하여 어느

지역·어느 업종이 물 위험에 가장 노출되었는지 파악하여 선제적으로 대응책을 마련할 수 있다. 학계나 산업계에서는 해당 DB를 활용해 절수기술 개발의 우선순위를 선정하거나, 물 생산성 향상과 경제성과의 상관관계 등을 연구하여 정책 환류가 가능할 것이다.

이처럼 물 사용량 DB는 민관 모두에게 이익을 가져다줄 수 있으며, 수요관리 정책 정밀도 향상에 핵심 기반이 된다. 앞서 물 다소비시설 정의를 위한 자료분석 역시 정밀한 데이터 아래에서 밀도 지표를 도입할 수 있는 등 보다 정교한 정의방안 도출이 가능할 것이며, 아래 장기 전략 정책 모두 데이터가 구축되어야 비로소 정밀하고 합리적인 실행이 가능할 것이다.

2) DB 구축 방안

현재 물 사용량 데이터는 지방상수도의 경우 상수도사업자인 개별 지자체에서 관리하며, 광역상수도의 경우 한국수자원공사에서 관리되고 있다. 따라서 이러한 데이터를 중앙 관리 체계 내 통합하는 것은 기술적으로 어려운 과제가 아니다. 다만 현재 조사한 사례에 따르면 몇 가지 개선해야 할 사항이 존재한다. 따라서 본 절에서는 실질적인 데이터 통합 및 활용을 위해서 해결해야 할 과제를 단계별로 제시하고자 한다.

1단계 과제는 데이터 표준화 기반 마련이다. 먼저, 지방상수도의 경우 상수도 용도 분류를 통일해야 한다. 전국 단위 비교분석 가능성을 확보하고, 정책 대상을 명확화하기 위하여 통합된 지방상수도 용도 분류 통일은 반드시 진행해야 하는 과업이다. 지자체 요금체계에 따라 가정용, 일반용, 대중목욕탕용, 전용공업용 등과 같이 용도 분류가 다르기 때문이다. 본 연구에서 사용된 청주시는 데이터를 가정용, 대중탕용, 일반용, 전용공업용, 중소제조업체, 혼합용으로 구분하며, 나주시는 가정용, 원정수판매용, 일반용, 임시용으로 구분한다. 즉, 활용된 두 지자체 사례만 보더라도 용도 분류가 다르다는 것을 알 수 있다. 따라서, 전국 지자체의 현행 용수 용도 분류를 전수 조사하여 공통점과 차이점을 파악하는 작업이 선행될 필요가 있다.

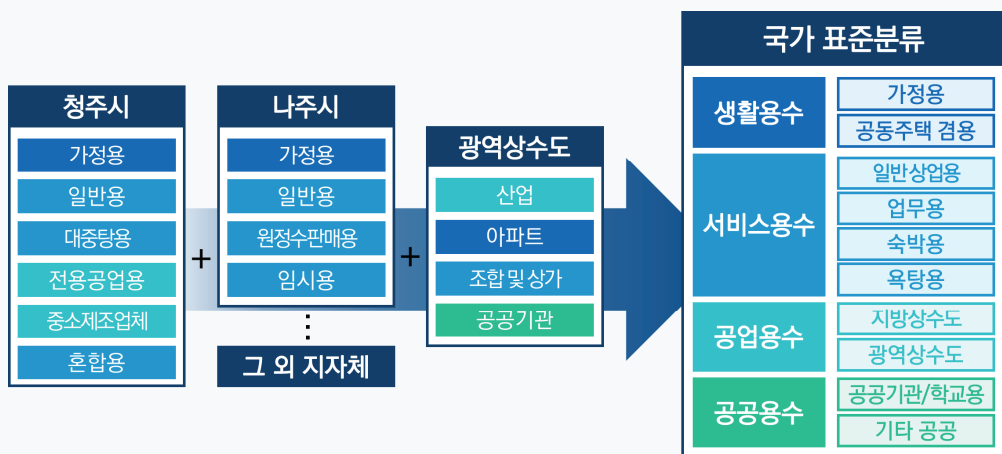
다음으로 표준분류(안)을 개발해야 한다. <표 4-2>는 표준분류에서 세부기준 설명을 위해 본 보고서에서 임의로 작성한 국가 표준 물 사용 용도별 분류체계 예시이다. 기본적으로 가정용을 포함하며, 공동주택 비중이 높은 한국 특성을 고려하여 공동주택 공용 용수를 따로 분류할 수 있다. 또한 일반용은 다양한 용도가 모호하게 포함되는 경우가 많고, 특히 숙박이나 욕탕은 일반 상업시설과 수요 양상이 다를 수 있으므로 <표 4-2>와 같은 예시를 참고할 수 있다.

표 4-2 국가 표준 용수 사용용도별 분류체계 예시

대분류	중분류	정의 및 주요 예시
생활용수	가정용	주거 시설(단독주택, 아파트, 연립주택 등) 내 취사, 세탁, 음용, 위생 등 순수 가구 생활 목적 사용
	공동주택 공용	공동주택(아파트 등) 내 공용 공간(청소, 조경, 공동시설 등)에서 사용 (세대별 계량기와 별도 계량)
서비스 용수	일반 상업용	소매점, 음식점, 개인 사무실 등 소규모 상업 및 서비스 활동 목적 사용
	업무용	공장, 공공기관 외 기업 본사/지사 등 주로 사무 공간에서 사용
	숙박용	호텔, 콘도, 모텔 등 숙박시설 등에서 사용
	욕탕용	대중목욕탕, 찜질방, 사우나 등에서 사용
공업용수	지방상수도	기업이 공장 등에서 제조, 가공, 생산 공장에서 사용 (광역상수도, 지방상수도 구분)
	광역상수도	
공공용수	공공기관/학교용	관공서, 학교, 도서관, 국공립 병원 등 공공 목적 시설에서 사용
	기타 공공	도로 청소, 공원 조경, 소방용수, 공중화장실 등 공공 서비스 및 환경 유지 목적 사용

자료: 저자 작성.

실제 표준분류(안) 개발에는 수도정비계획 등 기존 국가계획간 용어 통일성, 국제 표준과의 연계성, 미래 변화 수용 가능성, 이해관계자 및 전문가 의견 수렴 등 과정을 거칠 필요가 있다. <표 4-2>는 완결된 형태가 아니라 하나의 예시이며, 실제 개발 과정은 복잡할 수 있기 때문에 추가적인 연구가 필요하다.



자료: 저자 작성.

그림 4-4 국가 표준 용수 사용용도별 매핑 테이블 예시

매핑 테이블 구축 작업 역시 필요하다. 각 지자체는 자체 조례에 따른 업종분류를 국가표준 분류체계로 재분류해야 하므로, 이에 대한 명확한 가이드라인을 제시할 필요가 있다 (그림 4-4 참조). 이때 <표 4-2>의 예시처럼 분류체계가 자세하게 분류되어 있지 않거나 과도하게 세밀할 경우 매핑 테이블 작성 및 매핑 작업에 행정력을 소모할 수 있다. 더 나아가, 각 지자체의 관리 시스템에서 변환된 데이터가 중앙 DB로 자동 전송될 수 있도록 표준 API(Application Programming Interface)를 개발하고 보급하는 것이 중요하다. 이는 인적 오류로 인한 데이터 품질 저하를 방지하고, 불필요한 행정력 소모 없이 효율적인 통합 DB를 구축하는 핵심 요소이다.

2단계 과제는 데이터 품질 향상과 항목 확대라고 할 수 있다. 지방상수도에 포함된 공업용수 자료는 사업자를 명확히 식별할 수 없다는 문제점이 있다. 따라서, 공업용수는 사업장의 특성을 정확히 파악하기 위해 사업자등록번호를 포함해야 한다. 이를 통해 기업재무 정보와 연계하여 각 사업체의 재무 정보나 생산 규모 등과 연계하여 물 사용량의 효율성을 정밀하게 분석할 수 있다. 사업자등록번호는 기업을 식별할 수 있는 중요한 정보로, 데이터 중복 및 오류를 최소화하며 향후 통계자료 및 정책 지원 체계와의 연계를 용이하게 할 수 있다. 물론 사업자등록번호와 같은 기업 정보를 포함할 경우, 정보보안 문제를 반드시 고려해야 하므로, 데이터 비식별화 조치, 접근 권한 차등화 등 보안 시스템 구축 방안이 함께 마련되어야 한다.

또한 지방상수도의 생활용수 역시 단순한 총 사용량 외에도, 해당 지역이나 단지의 물 사용 특성을 보다 면밀하게 파악하기 위해 최소 가구 수를 포함하고, 이를 최대 가구원 수로 확대 하는 것이 필요하다. 현재 청주시와 나주시의 경우 가구 수를 정보에 포함하고 있다. 하지만 <그림 3-5>에서 보듯이 가구 수가 제대로 반영되지 않는 등 몇몇 개선사항 역시 존재한다. 가구 수 정보는 각 주거단지나 지역의 규모를 반영하며, 가구원 수 정보는 개별 세대의 평균 사용량을 산출하는 데 중요한 자료로 활용될 수 있다. 이를 통해 단순 총 사용량뿐 아니라, 세대당·인당 물 소비량과 같은 정밀지표를 산출하여 향후 관리 및 연구 자료로서의 활용 가치를 높일 수 있다.

마지막 3단계 과제는 지속가능한 운영을 위한 제도적 기반 구축이라고 할 수 있다. 논의한 내용이 장기적으로 지속되기 위해서는 법제화 및 지침 마련, 데이터 보고 시스템 연계 등과 같은 추진 전략 역시 포함해야 한다. 앞서 제시된 분류체계를 반영하여 지자체 및 수자원공사의 물 사용량 보고 의무를 「수도법」, 「물관리기본법」에 근거를 마련하는 것이 고려될 수 있다.

구체적으로 「수도법」 제74조의3은 국가수도정보센터를 통해 “수도에 관한 통계자료 등 효율적인 관리 및 활용을 위해 국가수도정보센터를 구축 운영할 수 있다.”라고 적시되어 있으며,⁹²⁾ “환경부장관은 센터의 운영에 필요하다고 인정하는 경우에는 수도사업자에게

관련 자료의 제출을 요구할 수 있다.”라고 명시하고 있다. 이러한 기존 조항을 자료 제출 요구를 넘어 정기 제출을 의무화하도록 강화하거나 조항을 신설할 수 있다. 하위 법령에 “제출 데이터에는 국가 표준 용도 분류체계에 따른 월별 용도별 사용량을 포함해야 한다.”와 같은 앞서 논의한 사항을 구체적으로 명시할 수 있다.

다만, 장기적으로 상수도 외에 자체 취수, 지하수, 재이용수, 대체수자원 등 수도 외 모든 물 사용량을 포괄하는 통합물관리를 지향하기 위해서 「수도법」보다는 적용 범위가 더 넓은 「물관리기본법」에 근거 조항을 마련하는 것이 장기적으로 효과적이라고 판단된다. 「물관리기본법」의 경우 제41조(물관리 자료의 정보화 등)에 국가가 체계적으로 관리해야 할 물 정보를 ‘표준 용도 분류에 따른 물 사용량 정보’라고 명시하는 방안 역시 고려될 수 있다.⁹²⁾ 또한 제5조(국가와 지방자치단체의 책무)의 표준화된 물 사용량 정보에서도 마찬가지로 ‘표준화된 물 사용량 정보의 수집, 관리에 대한 협력 의무’를 명시할 수 있다. 여기에는 앞서 논의한 것처럼 제출 주기와 데이터 형식, 검증 절차 등이 포함되어야 한다.

마지막 4단계는 효율적인 운영 및 관리체계 확립이라고 할 수 있다. 이러한 데이터의 운영 및 관리주체 역시 논의할 필요가 있다. 기본적으로 환경부는 국가 물관리정책을 총괄하는 주무 부처이므로, 운영 주체에 포함될 필요가 있다. 하지만 별도의 전담 기구를 설정해 실무 운영을 담당하는 방안 역시 고려할 수 있다.

한국환경연구원도 실무기관 예시가 될 수 있다. 한국환경연구원은 국무조정실 산하의 환경 분야 정책 연구기관으로서 공정성을 담보하고 물 수요관리 연구의 포괄성, 적시성, 효과성을 높이는 장점이 있다. 특히, 향후 DB의 관리 범위를 현재 환경부 외 농림축산식품부의 농업용수까지 포괄적으로 확대하는 시나리오를 고려할 때, 중립적인 전문 연구기관이 데이터 통합 허브 및 분석 플랫폼 역할을 수행한다면, 부처 간의 기능적 연계와 협력을 강화하여 시너지를 창출할 수 있다. 이는 각 부처의 고유 기능을 존중하면서도, 대규모 조직 개편이라는 부담 없이 실질적인 통합 물관리의 효율성을 제고할 수 있는 현실적인 방안이 될 수 있다. 다만, 이는 하나의 예시로, 한국환경연구원(KEI) 외에도 자료 운영기관 및 관련 부처 간 역할 분담과 협력체계 구축에 대한 심도 있는 논의가 중요하다.

92) 국가법령정보센터, “수도법”.

93) 국가법령정보센터, “물관리기본법”.



나. 물 사용량 벤치마크 지표 설계

물 사용량 벤치마크 지표란 개별 시설의 물 사용 효율 수준을 객관적으로 평가하기 위해 비교 기준을 설정한 성과지표이다. 일반적으로 동일 산업/업종/규모 내 다른 시설과 비교 시 상대적 위치를 나타내는 데에 활용된다. 벤치마킹은 측정 대상의 특성을 보정한 후 비교함으로써 단순 사용량 비교의 한계를 극복할 수 있다.⁹⁴⁾ 즉, 앞서 제시한 밀도 지표 기준 사용량과 유사성이 존재한다.

예를 들어, 어느 특정 산업 공장의 연간 용수 사용량 1,000만 톤은 수치 자체만으로는 물 사용이 효율적인지 과다한지 판단하기 어렵다. 그러나 생산량 대비 사용량이나 동종업계 백분위 수준 등의 지표로 전환하면 그 효율성을 가늠할 수 있다. 미국 EPA는 상업용 건물의 물 효율을 평가하기 위해 물 사용 강도(WUI: Water Use Intensity) 지표를 활용하는데, 이는 건물 면적당 연간 물 사용량으로 정의되며 업종별 평균치와 비교해 점수화한다.⁹⁵⁾ 이러한 지표는 개별 시설이 업계 평균과 비교하여 어느 수준의 효율을 보이는지 직관적으로 제시하므로, 기업 경영진에게 효율 개선의 동기를 부여할 수 있다.

94) EPA Water Sense(2024.3).

95) EPA Water Sense(2024.3).

물 사용량 벤치마크 지표를 설계하기 위해서는 먼저 분류체계 정의가 선행되어야 한다. 이를 위해서는 업종별 특성을 고려해야 하며, 각 분류 내에서 비교할 기준 변수를 선정해야 한다. 가령, 제조업은 생산량 또는 매출액 대비 사용량, 건물의 경우 연면적 대비 사용량, 발전소의 경우 발전량 대비 취수량 등 밀도 지표에 활용할 적절한 분모를 정해야 한다. 다음으로 데이터 수집 및 통계분석을 통해 기준치를 도출할 수 있다. DB가 구축되었다면, 과거 몇 년간 해당 분류 내 시설들의 지표값을 산출하고 목표 벤치마크를 설정할 수 있다. 이때, 지나치게 단순한 지표 한두 개로 효율을 평가하면 현실을 왜곡할 위험이 있으므로, 다각적 지표군 구성이나 보조지표를 함께 제공하여 종합 판단을 가능하도록 해야 한다. 예를 들어 재이용수율이 높은 기업은 원단위 사용량이 높아도 실질적인 외부 수자원 소모는 적을 수 있으므로, 이러한 맥락을 반영하는 지표체계가 필요하다.

벤치마크 지표 도입은 기업 간 물 효율 개선 경쟁을 유도하고 기술 혁신을 제시하며, 정부의 전략적 정책 목표에도 활용될 수 있다. 벤치마크 분석을 통해 어떤 업종의 어떤 공정이 특히 물 집약적인지 드러나면, 산업계와 학계는 자연스럽게 그 부분의 효율 향상 기술 개발에 집중할 수 있다. 이는 자원배분의 효율성 측면에서도 유익하여 한정된 연구개발 자원이 가장 필요한 분야에 투입되도록 도울 수 있다. 또, 정부는 인센티브 및 규제 연계 여부를 정할 수 있다. 벤치마크 지표는 정보 공개 차원을 넘어 일정 수준 미만인 시설에 대해 추가 진단을 의무화한다든지, 우수 시설에 대해 인증 가점이나 수도요금 할인 등의 혜택을 주는 방안을 고려할 수 있다. 이러한 연계는 제도의 실효성을 높일 수 있으나, 자칫 지나친 경쟁 심화나 지표에 치중해서 운영되는 상황을 초래할 수 있으므로, 신중한 설계와 단계적 도입이 바람직하다.

다. 워터 포지티브 인증제도

UN Global Compact에 따르면, ‘워터 포지티브’란 물 자원에 순기능적인 기여를 수행하는 모든 전략 활동을 포괄하는 개념이다. 단순 수자원 보존을 넘어, 기업이 지속가능한 수자원 관리 및 복원 활동을 통해 물 소비를 최소화하고, 수질을 개선하며, 물의 가용성을 강화하는 것을 주요 목표로 한다.⁹⁶⁾ 워터 포지티브는 기업의 물 소비량보다 더 많은 물을 자연에 환원·복원하여, 전반적인 수자원 순환에 긍정적인 영향을 미치는 상태를 지향한다. 이는 기업의 사회적 책임과 지속가능경영 차원에서도 중요한 전략으로 인식되고 있으며, 국내외 많은 기업이 워터 포지티브를 달성하기 위해 목표를 제시하고 여러 복원사업을 진행 중에 있다.

이러한 흐름에 맞게 정부 역시 워터 포지티브 관련 제도를 설계할 수 있다. 기업이나 시설에 투입된 물의 양보다 더 많은 수자원을 지역사회와 환경에 환원함으로써 순이익(positive)

⁹⁶⁾ UN Global Compact(2024).

상태를 달성했다는 주장에 정부가 근거 등을 제시할 수 있다. 즉, 물 분야의 탄소중립 개념을 도입하는 것으로, 단순히 물 발자국을 0으로 만들거나 절약하는 차원을 넘어, 순공급자(net producer)가 되는 것을 목표로 할 수 있다.

워터 포지티브는 기업의 물 자원 관리 활동을 정량화하고, 그 순기능적 기여를 평가할 수 있는 통합적 개념으로, 향후 국내 기업의 ESG 경영 및 지속가능 전략 수립에 있어 핵심적인 지표로 작용할 수 있다. 이에 따라, 국내에서도 기업의 워터 포지티브 활동을 정량적으로 인증할 수 있는 제도적 틀이 요구되고 있다.

워터 포지티브에 포함되는 복원 활동은 많은 내용을 포괄한다. 국제사회에서는 물 복원량 산정을 위해 여러 가이드라인이 제시되고 있는데, Reig et al.(2019),⁹⁷⁾ Pacific Institute (2023),⁹⁸⁾ Rozza et al.(2013)⁹⁹⁾에서 제시된 주요 연구 검토결과, 워터 포지티브 관련 활동 유형을 <표 4-3>과 같이 세 가지 범주로 구분할 수 있다. 첫째, 물 정화 활동은 오염된 물을 정화하여 안전한 상태로 되돌리는 과정을 의미한다. 둘째, 물 복원 활동은 인간의 활동으로 훼손된 자연환경, 수자원, 수생태계를 복원하는 활동을 포함한다. 셋째, 물 보전 활동은 물 사용량을 절감하고, 불필요한 낭비를 방지하는 것을 목적으로 한다.

표 4-3 워터 포지티브 활동 유형

1. 물 정화 (water purification)	2. 물 복원 (water restoration)	3. 물 보전 (water conservation)
1.1 수질 개선을 위한 물리적 정화 시설 구축 • 녹색 인프라 시설 • 회색 인프라 시설 • 수질 개선 빗물 정원 및 습지 조성	2.1 서식지 보전 및 회복 • 농업 최적 관리방안(BMPs) 적용 • 습지 및 수변 복원 및 보호 • 산림 및 초지 복원 및 보호 • 재식림 및 훼손 지역 녹화	3.1 물 소비 절감 및 효율성 개선 • 기반 시설 업그레이드를 통한 물 취수량 감소 • 운영 효율성 증대 및 수자원 거래 • 폐수 재활용 • 누수 탐지 및 보수
1.2 오염원 차단 및 유출 저감 • 오염 물질 차단 필터/완충대 설치	2.2 물 순환 및 저장 기능 복원 • 하천 구조물 제거 • 강우 유출 및 배수 관리 • 빗물 저장 및 지하수 재충전	
	2.3 수생태계 연속성 복원 • 하천 및 습지 복원 • 수체 재연결 및 유량 관리 • 환경 유량 보호를 위한 수자원 이전	3.2 수자원 보전 및 보호 • 지속가능한 수자원 관리 활동 • 빗물 저장 및 활용

자료: Rozza et al.(2013), pp.41-51; Reig et al.(2019); Pacific Institute(2023)를 토대로 저자 작성.

97) Reig et al.(2019).

98) Pacific Institute(2023).

99) Rozza et al.(2013), pp.41-51.

즉, 워터 포지티브를 국가에서 인정하게 된다면, 워터 포지티브 비율을 검증하기 위해 기업의 물 사용량을 파악할 수 있어 사용량 데이터베이스 구축에 기여할 수 있으며, <표 4-3>에서 볼 수 있듯이 복원량 산정에 물 소비 절감 및 효율성 개선이 포함되어 있어 수요관리 역시 고도화될 가능성이 있다. 즉, 전반적인 수요관리 내용과도 상호 시너지가 있는 연계사업일 수 있다.

하지만 워터 포지티브 인증제도 도입에는 필요한 검토사항이 많다. <표 4-4>와 같이 다양한 개별 활동에 대한 산정식이 존재하며, 산정방법 적용에 따라 복원량이 상이할 수 있으므로 과학적 접근방법 도입이 필요하다. 따라서 다양한 물 복원활동의 복원량을 정량화하는 표준 방법론을 우선적으로 개발하고 사회적 합의를 거쳐야 한다. 이후, 워터 포지티브 상태를 인증하거나 인정하는 방향으로 제도를 확대하는 절차가 필요하다. 이러한 이유로 워터 포지티브 관련 제도는 물 사용량 파악을 위해 단기 활용은 어려우나 장기적으로는 물 수요관리에 기여할 수 있다.

표 4-4 워터 포지티브 활동별 복원량 지표 및 계산법

활동			지표	계산법	출처
물 정화	수질 개선을 위한 물리적 정화 시설	녹색 인프라 시설 구축	유입 유량	유입 유량 산정 방법	VWBA(2024)
		회색 인프라 시설 구축	유입 유량	유입 유량 산정 방법	VWBA(2024)
		수질 개선 빗물정원 및 습지 조성	정화된 유량	정화 유량 산정 방법	VWBA(2024), Pacific Institute(2023)
	오염원 차단 및 유출 저감	오염 물질 차단 필터/완충대 설치	-	SWAT 유역 모형	Rozza et al.(2013)
물 복원	자연 보전 및 회복	농업 기반 자연기반해법 적용	유출량 감소	Curve number 방식	Pacific Institute(2023)
		습지 및 수변 복원	유입 유량	유입 유량 산정 방법	VWBA(2024)
		산림 및 초지 보호	유지된 유량	유입 유량 산정 방법	VWBA(2024)
		재식림 및 훼손된 지역 녹화	유출 회피량	Curve number 방식	Pacific Institute(2023)
	물 순환 및 저장 기능 복원	하천 구조물 제거	범람 증가	범람 산정 방식	VWBA(2024)
		강우 유출 및 배수 관리	유입 유량	유입 유량 산정 방법	VWBA(2024)
			-	SWAT 유역 모형	Rozza et al.(2013)
		빗물 저장 및 지하수 재충전	지하수 함양 증가	지하수 함양 산정 방식	VWBA(2024)
	수생태계 연속성 복원	하천 및 습지 복원	유입 유량	유입 유량 산정 방법	VWBA(2024)
		수체 재연결 및 유량 관리	범람 증가	범람 산정 방식	VWBA(2024), Rozza et al.(2013), Pacific Institute(2023)
		환경 유량 보호를 위한 수자원 이전	이동 유량	이동 유량 직계측	Rozza et al.(2013)
물 보전	물 소비 절감 및 효율성 개선	기반 시설 업그레이드를 통한 물 취수량 감소	취수량 감소	취수 및 소비 산정 방식	VWBA(2024)
		운영 효율성 증대 및 수자원 거래	취수량 감소	취수 및 소비 산정 방식	VWBA(2024)
		폐수 및 빗물 재활용	제공된 유량	제공 유량 산정 방식	VWBA(2024), Rozza et al.(2013)
		누수 탐지 및 보수	취수량 감소	취수 및 소비 산정 방식	VWBA(2024), Rozza et al.(2013)
	수자원 보전 및 보호	지속가능한 수자원 관리 시설 설치	범람 증가	범람 산정 방식	VWBA(2024), Rozza et al.(2013)
		빗물 저장 및 활용	지하수 함양 증가	지하수 함양 산정 방식	VWBA(2024), Pacific Institute(2023)

자료: Rozza et al.(2013), pp.41-51; Reig et al.(2019); Pacific Institute(2023)를 토대로 저자 작성.

라. 물 효율 네트워크 사업

물 효율 네트워크 사업은 지리적으로 인접하거나 동일 업종에 속한 기업들이 협의체(Network)를 구성하여, 정보 공유와 상호 학습을 통해 참여자 전체의 물 효율 향상을 도모하고자 하는 협력적 제도이다. 이러한 접근 방식은 에너지 분야에서 운영되고 있는 에너지 효율 네트워크의 사례를 참고한 것으로, 유사한 모델을 물관리 영역에 적용하는 개념이다.

에너지 효율 네트워크는 참여 기업 간 경험 공유, 공동 목표 설정, 개선 활동 공동 추진 등을 통해 에너지 절감 효과가 나타난 사례가 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 접근 방식은 물 부족 심화, 환경 규제 강화 등의 상황에 있는 물 분야에서도 적용 가능성을 검토할 수 있다. 즉, 동일 지역 또는 업종의 기업들이 자발적으로 협의체를 구성하여 물 사용 현황 분석, 개선 목표 설정, 기술 및 노하우 공유, 공동 투자 등을 협력적으로 추진하여 개별 기업 운영의 한계를 보완하고 효율성을 높이는 방안이다.

협력적 물관리 접근 필요성은 국제적으로도 논의되고 있다. 2023년 UN 세계 물개발보고서는 지속가능한 물 자원 이용을 위해 사업자 간 파트너십과 공동 대응의 중요성을 제시하고 있다. 보고서에서 언급된 ‘물 운영자 파트너십(Water Operation’s Partnerships)’은 운영 역량이 상대적으로 높은 사업자와 개선이 필요한 사업자를 연결하여 기술과 노하우를 교류하는 모델을 포함하며, 산업 부문에서도 단독 대응보다는 연대와 공동 대응을 통해 물 지속가능성을 확보할 필요가 있음을 시사한다.¹⁰⁰⁾ 이는 기업들이 공동 목표를 위해 협력 구조를 구축하는 방안을 고려할 수 있음을 보여준다.

물 효율 네트워크 사업을 통해 기대할 수 있는 효과는 크게 네 가지로 요약된다. 첫째, 집단 학습을 통한 시너지 발생 가능성이다. 개별 기업의 절수 노력은 정보나 자원의 제약을 받을 수 있다. 반면, 네트워크 내에서 물 사용 현황, 절수 기술, 운영 사례 등을 공유·교환함으로써 상호 학습 효과를 도출할 수 있다. 특히 유사 설비나 공정을 가진 기업 간에는 아이디어나 기술 교류를 통해 효율 개선에 영향을 미칠 수 있다.

둘째, 공동 투자를 통한 투자 효율 증진 및 비용 부담 완화이다. 재이용수 생산시설, 통합 폐수처리 시스템 등 초기 투자 규모가 큰 설비 도입은 개별 기업에 부담으로 작용할 수 있다. 네트워크 참여 기업 간 공동 투자는 재정적 부담을 분담하여, 단독으로 추진하기 어려운 수자원 관리 인프라 구축을 가능하게 하고 투자 효율성을 높이는 데 기여할 수 있다.

셋째, 지역사회 및 환경에 미칠 수 있는 영향이다. 네트워크를 통한 참여 기업 전체의 물 사용량 변화는 기업 내부의 효율 관리를 넘어, 해당 지역의 용수 사용 및 폐수 배출량 변화

100) UN Water(2023), p.5.

등을 통해 지역 수자원 관리에 영향을 줄 수 있다. 이는 지역의 물 순환 과정이나 수질 관리에 영향을 미치며, 참여 기업의 사회적 책임 활동의 일환으로도 검토될 수 있다.

넷째, 자발적 협력 문화 조성 및 관련 정책과의 연계 가능성이다. 규제 중심의 접근과 달리, 민간 주도의 자발적 참여와 상호 협의를 기반으로 운영될 경우, 물 효율 네트워크는 기업의 물 절약 활동을 지속하는 데 긍정적 요인으로 작용할 수 있다. 이러한 협력적 분위기는 향후 물 관련 정책에 대한 기업들의 이해도를 높이고, 정책 추진 과정에서 참고 요소로 활용될 수 있다.

다만, 에너지와 물 자원의 근본적인 특성 차이를 고려할 때, 에너지 효율 네트워크 모델을 물 분야에 성공적으로 적용하기 위해서는 몇 가지 주요 차별점과 잠재적 한계를 인지하고 보완전략 구상 병행이 필요하다.

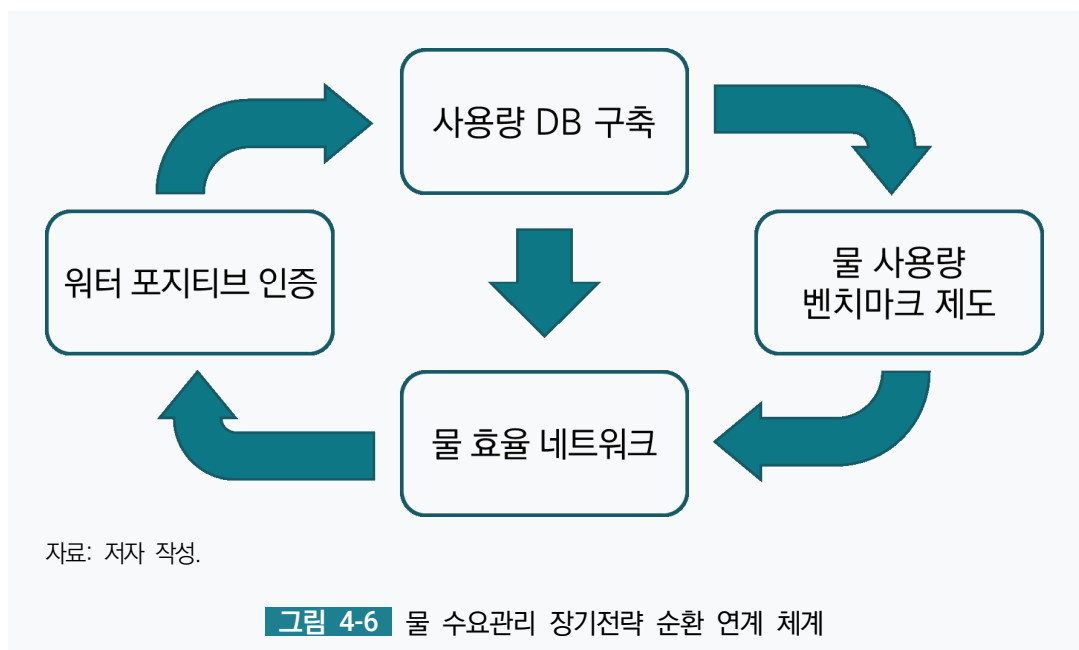
첫째, 에너지는 전력, 가스 등 비교적 동질적인 형태로 생산, 거래, 소비되어 효율 개선 목표 설정이나 기술 적용이 상대적으로 표준화될 수 있는 반면, 물은 사용 용도(원수, 정수, 순수, 초순수 등)가 매우 다양하고, 취수원, 수질, 지역적 가용성, 계절적 변동성 등 고려해야 할 요소가 훨씬 복잡하다. 이는 물 효율 네트워크 구성 및 운영, 공동 목표 설정 과정에는 에너지 분야보다 더욱 세분화되고 유연한 접근 방식이 요구됨을 시사한다.

둘째, 에너지 절감은 연료비 절감과 직접적으로 연결되어 참여 기업의 경제적 유인이 비교적 명확하지만, 국내 수도요금이 생산원가에 미치지 못하는 경우가 많아 물 절감에 따른 직접적인 경제적 편익이 상대적으로 작을 수 있다. 이는 기업의 자발적이고 적극적인 참여를 유도하는 데 있어 한계로 작용할 가능성이 있다.

이러한 차이점과 한계를 고려하여 물 효율 네트워크 사업을 운영하기 위해서는, 에너지 분야 운영 사례를 검토하되 물관리의 특성을 반영한 운영 전략을 마련할 수 있다. 예를 들어, 네트워크 참여 기업의 다양성을 감안하여 업종별·공정별 특성에 따른 목표 설정이 이루어지도록 지원하는 방안이 있다. 또한 단순 물 사용량 절감 목표 외에 재이용률 향상, 특정 유해 물질 저감, 수질 개선 기여도, 생태계 복원 활동 참여 등 다양한 성과 지표를 도입하여 참여 기업의 활동을 평가하는 방안을 검토할 수 있다.

마. 장기 전략 요약

장기 전략은 사용량 DB 구축, 물 사용량 벤치마크 제도, 워터 포지티브 제도, 물 효율 네트워크의 네 가지 요소가 상호 유기적으로 연결되어 운영되는 구조를 지향한다. 먼저, 체계적으로 구축된 사용량 DB를 통해 기업·시설별 물 사용 현황이 투명하게 파악되면, 이를 바탕으로 업종·규모별 물 벤치마크 지표가 개발되어 객관적인 효율 수준과 개선 여건이 도출된다. 벤치마크 지표는 기업들이 스스로 목표를 설정하거나 서로 간의 비교를 통해 절감 의지를 높이는 데 기여하며, 이러한 자발적 개선 노력은 물 효율 네트워크에서 더욱 강화될 수 있다. 네트워크 내에서는 여러 기업이 정보와 기술을 교류하고, 공동 프로젝트를 추진함으로써 규모의 경제와 혁신 투자 효과를 극대화한다. 이러한 네트워크 성과는 물 복원량 인증제도에서 인정하는 방안 역시 검토할 수 있다. 워터 포지티브는 사용량이 비율 계산에 포함되므로 사용량 DB 구축 정교화에도 기여할 수 있다. 이처럼 네 가지 전략 요소가 순환 연계되면, 데이터 기반 정책 지원과 민간 자발적 협력이 결합되어 장기적으로 지속가능한 물관리체계가 정착될 것으로 기대된다.



장기적으로 가장 근본적인 물 수요관리 방안은 요금을 통한 가격 정책이다. 이를 위해서는 현재 수도 현실화율에도 미치지 않는 수도요금을 인상할 필요가 있다. 사회적 압력으로 기본 수도요금 인상이 어렵다면, 대만 사례처럼 가뭄특별요금 형태로 수도요금을 통한 수요관리가 필요하다. 이와 관련된 내용은 <그림 4-3>에는 기입했으나 본 보고서에는 자세히 다루지 않았다. 해당 내용에 대한 상세 논의는 강형식 외(2025)에서 확인할 수 있다.

제5장

결론

1. 요약 및 정책제언
2. 연구한계 및 향후 연구

1. 요약 및 정책제언

본 보고서는 기후변화로 인한 물 수급의 불확실성과 변동성, 그리고 인구의 도시 집중 및 산업 발전에 따른 물 수요 증가에 효과적으로 대응하기 위한 전략 필요성을 강조하고 있다. 특히, 현재 우리나라 물 수요관리는 「수도법」 제6조에 근거하여 지속적인 계획을 수립하고 있으나, 그 내용은 주로 공급 확대 및 재이용 중심으로 이루어져 있어 실제 사용 단계에서의 수요관리는 상대적으로 미흡한 실정이다. 이에 따라 본 연구에서는 사용 단계의 수요관리 강화를 위한 일차적인 과제로서 ‘물 다소비시설’을 중심으로 이를 선별하는 방안과 관리하는 방안을 중점적으로 논의하였다.

이를 위해 국내외 물 수요관리 및 유사 분야 수요관리 현황을 조사하였으며, 현황조사를 토대로 자료분석을 진행하였다. 자료분석은 생활용수의 경우 청주시와 나주시 지방상수도 자료를 활용하였으며, 공업용수의 경우 한국수자원공사 광역상수도 자료와 한국환경공단 산업폐수의 발생과 처리 자료를 활용하였다.

분석결과를 토대로 물 다소비시설 정의안을 도출하였으며, 정의된 물 다소비시설 기준을 토대로, 수요관리 정책은 단기적 접근과 장기적 전략으로 나누어 제시하였다. 시설 정의 후에 바로 적용 가능한 단기 전략으로는 물 사용량 의무 공개, 물 효율 의무 진단, 물 효율 제고계획 제출 의무화 등으로, 즉각적인 행동을 유도할 수 있는 방안을 제시하였다. 효과적인 물 다소비시설 관리 기반 조성을 위해 필요한 내용이 담긴 장기 전략에서는 전국의 물 사용량 데이터베이스(DB) 구축을 바탕으로, 물 사용량 벤치마크 제도 도입, 워터 포지티브 제도

운영, 그리고 물 효율 네트워크 형성과 같은 지속가능한 제도 기반의 수요전략을 제시하였다. 이러한 단기 및 장기 전략은 서로 보완적으로 작용하여, 단기적 위기 대응과 함께 장기적인 물 자원 효율 개선 및 국가 물 위기 대응체계 강화에 기여할 것으로 기대된다.

특히 데이터 기반의 물 수요관리는 향후 모든 정책의 출발점이자 핵심 요소라 할 수 있다. 통합적이고 체계적인 물 사용량 데이터 수집과 분석 없이는 물 수요관리 정책의 실효성을 확보하기 어렵다. 전국 단위의 물 사용량 DB가 구축될 경우, 보다 정밀한 물 다소비시설 분류 기준과 벤치마크 지표 설정이 가능해지고, 이를 토대로 관련 정책의 설득력과 실행 가능성을 높일 수 있을 것이다.

대한민국이 직면한 물 문제 해결을 위해서는 공급 위주의 전통적 방식에서 벗어나 수요관리, 특히 사용 단계에서의 효율성을 높이는 방향으로 정책적 전환이 필요하다. 본 보고서에서 제안한 물 다소비시설 정의 및 관리방안, 물 사용량 및 효율 진단과 같은 단기적 전략과 장기적 데이터·인센티브 기반 구축 전략은 이러한 전환을 위한 구체적인 로드맵을 제시한다. 특히, 전국 단위의 표준화된 물 사용량 DB 구축은 모든 수요관리 정책의 효과성을 담보하는 핵심 기반이 될 것이다. 이러한 정책들이 유기적으로 추진될 때, 우리나라는 기후변화 시대의 물 위기에 선제적으로 대응하고 지속가능한 물 안보를 확보할 수 있을 것이다.

2. 연구한계 및 향후 연구

본 과제는 공업용수 분석에 있어 사용량 규모, 밀도 지표 기준으로 물 다소비 산업을 선별하고 제시하였다(표 3-13, 표 4-1, 부록 표 1-1, 부록 표 1-2, 부록 표 1-3 참조). 그러나 본 보고서는 업종별 특성에 기반한 맞춤형 물 절감 대책을 충분히 제시하지 못하고, 주로 개괄적 수준에서 효율 제고 계획 수립만을 언급하였다. 이는 본 연구의 한계로, 관리 효율을 확보하기 위해서는 산업별 특징을 중심으로 보다 구체적이고 실효성 있는 전략이 마련되어야 한다. 향후 연구에서는 산업별 또는 업종별 시설 특성, 물 사용 패턴, 계절 및 생산량 변화 등을 보다 세분화하여 반영하고, 이에 기반한 맞춤형 절감 대책을 체계적으로 제시할 필요가 있다. 예를 들어 반도체, 식음료, 섬유, 화학 등 물 사용 특성이 상이한 업종에 대해 각각 다른 방식의 절감 전략을 수립하고, 해당 전략의 실효성을 사전에 검토하여 효과를 검증하는 단계가 요구된다. 이러한 후속 연구가 병행된다면, 국가 차원의 물 수요관리 정책은 보다 정교하고 실효성 있는 방향으로 발전할 수 있을 것이다.

참고문헌

[국내문헌]

- 강형식 외(2025), 「극단적 홍수 및 가뭄 발생으로 인한 워터리스크의 전략적 대응 방안 연구」, 한국환경연구원.
- 관계부처합동(2024), 「2023 이상기후 보고서」, pp.33-38, pp.40-47.
- 국가기술표준원(2021), 「글로벌 물 효율 규제동향 분석 보고서」, pp.7-10.
- 국립재난안전연구원(2017), 「가뭄 예·경보 평가 기술 개발(I)」, pp.18-19.
- 국립환경과학원 수자원연구과(2024.6), 내부자료.
- 기상청(2024), 「2023 기상가뭄 발생 특성」, p.5.
- 나주시(2022~2024), 내부자료.
- 산업통상자원부(2021), 「『에너지사용량통계』 통계정보보고서」, pp.3-4, p.43.
- 에너지경제연구원(2013), 「산업부문의 전력수요관리정책 추진방향에 대한 연구」, pp.2-3.
- 에너지경제연구원(2021), 「산업부문 에너지효율 성과공유 및 평가체계 구축방안(1/3)」, p.24, p.30, pp.74-75, pp.78-80.
- 에너지경제연구원(2023), 「산업부문 에너지효율 성과공유 및 평가체계 구축방안(3/3)」, p.48.
- 이성인 외(2016), 「기후변화 대응 수요관리 총괄방안 연구」, 에너지경제연구원, p.73.
- 청주시(2022~2024), 내부자료.
- 한국수자원공사 정책지원부(2023.12), 내부자료.
- 환경부(2010~2023), 「상수도 통계」
- 환경부(2019), 「제4단계(2021~2025) 물 수요관리 종합계획 작성지침」, p.1,
- 환경부(2025), 「제5단계(2026~2030) 물 수요관리 종합계획 작성지침」, p.3, p.7, pp.22-23, pp.26-29, p.30, pp.32-33, pp.68-69.

[국외문헌]

- Adelphi Consult(2024.8.26), *Global Guide Global Guide Energy Efficiency Networks*, p.16.
- BMWK(2015), *National Action Plan on Energy Efficiency*, p.8, p.34.
- Department of Water and Environmental Regulation(2020), *Water Conservation/Efficiency Plan: Achieving Water Use Efficiency Gains Through Water Licensing*, Government of Western Australia, p.2, p.9.
- EPA Water Sense(2024.3), *Water Use Monitoring 2.3 Benchmarking*.
- Global Reporting Initiative: GRI(2018), *GRI 303: Water and effluents 2018*, pp.10-16.
- Li, P. et al.(2023), *Making ai Less “Thirsty”: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of ai Models*, arXiv preprint arXiv:2304.03271, p.10.
- Noda, F.(2013), “The Networks for Energy Management Activity around the World”, *IEEE Energy Journal*, 8(2), p.47.
- OECD/IPEEC(2017), *Energy Efficiency Networks: Towards Good Practices and Guidelines*, p.2.
- Pacific Institute(2023), *Nature-based Solutions for Watersheds: A Guide to Project Benefits (NBS2)*.
- Public Utilities Borad: PUB(2015), *Guide on Water Efficiency Management Practices*, p.3, p.5.
- Queensland Water Commission(2010), *South East Queensland Water Strategy*, p.63.
- Reig, P. et al.(2019), *Volumetric Water Benefit Accounting (VWBA): A Method for Implementing and Valuing Water Stewardship Activities*.
- Rozza, J. P. et al.(2013), “Water Footprint and Corporate Water Management: A Case Study of Nestlé”, *Journal of Management and Sustainability*, 3(4), pp.41-51.
- Schlomann, B., A. McCullough, and J. Gerdes(2016), “Energy Efficiency Networks”, *Policy Brief*, 2016(11), ODYSSEE-MURE Project, pp.2-4.
- TSMC(2024), *TSMC ANNUAL REPORT 2023 (I)*, p116.
- UN Global Compact(2024), *Net Positive Water Impact*.
- UN Water(2023), 「물을 위한 파트너십과 협력」, p.5.

[온라인 자료]

- 국가가물정보포털, “가물대응 조치사항 - 수도물 다량사용업소 격일제 영업”, https://www.drough.go.kr/menu/m60/m61_2.do, 검색일: 2024.4.2.
- 국가법령정보센터, “물관리기본법”, <https://www.law.go.kr/법령/물관리기본법>, 검색일: 2025.4.3.
- 국가법령정보센터, “물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률”, <https://www.law.go.kr/법령/물의>

- 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률, 검색일: 2025.3.31.
- 국가법령정보센터, “물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령”, <https://www.law.go.kr/법령/물의재이용촉진및지원에관한법률시행령>, 검색일: 2025.4.3.
- 국가법령정보센터, “수도법”, <https://www.law.go.kr/법령/수도법>, 검색일: 2025.4.3.
- 국가법령정보센터, “에너지이용 합리화법”, [https://www.law.go.kr/법령/에너지이용 합리화법/\(16801,20191210\)](https://www.law.go.kr/법령/에너지이용 합리화법/(16801,20191210)), 검색일: 2025.4.3.
- 국가법령정보센터, “에너지이용 합리화법 시행령”, <https://www.law.go.kr/법령/에너지이용 합리화법시행령>, 검색일: 2025.3.30.
- 국가상수도정보시스템(2022.12.28), “2021년 환경부 통계자료”, <https://www.waternow.go.kr/web/board/STAT/34696/?pMENUID=9>, 검색일: 2025.4.3.
- 금융위원회 보도자료(2024.4.24), “ESG 공시 의무화 시기는 확정된 바 없습니다”, p.1, <https://www.fsc.go.kr/no010102/82162>, 검색일: 2025.4.2.
- 기상청 보도자료(2024.4.29), “기상청, 정부 합동 「2023년 이상기후 보고서」 발간”, p.1, <http://www.climate.go.kr/home/bbs/list.php?code=93&bname=abnormal>, 검색일: 2025.4.3.
- 네이버지도, “삼영동 산44”, <https://naver.me/xHmWNGRt>, 검색일: 2025.4.2.
- 뉴스타운경제(2024.9.23), “대만 반도체 산업 위협 요소, 물 부족”, <https://www.newstown.co.kr/news/articleView.html?idxno=616595>, 검색일: 2025.3.31.
- 서울특별시 보도자료(2022.11.22). “서울시, 에너지다소비건물 순위 공개…에너지 위기에도 대형건물 에너지 소비↑”, p.2, https://www.seoul.go.kr/news/news_report.do#view/375317, 검색일: 2025.4.3.
- 서울특별시, “에너지다소비사업자 - 에너지다소비건물 개요”, <https://news.seoul.go.kr/env/eco/eco-building/energy-building>, 검색일: 2024.10.14.
- 워터저널(2023.6.13), “[싱가포르] PUB, 지속가능한 물관리 지원 위한 물 효율화 기금 확충”, https://www.waterjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=68025&utm_source=chatgpt.com, 검색일: 2025.4.3.
- 전자공시시스템, “OPEN DART”, <https://opendart.fss.or.kr/>, 검색일: 2025.2.20.
- 조선일보(2023.5.12), “2025년부터 자산 2조 이상 코스피 상장사, ESG 공시 의무화”, https://biz.chosun.com/stock/stock_general/2023/05/12/XVLCWQ2ZQZHDVPLT22BF2GLCYE/, 검색일: 2025.4.2.
- 한국에너지공단, “에너지효율향상-지역 에너지효율 네트워크(LEEN) 구축 지원”, <https://www.energy.or.kr/front/conts/105002001011000.do>, 검색일: 2025.4.3.
- 한국일보(2024.11.27), “정부, 반도체 클러스터 전력망 구축 지원…고가 R&D 장비 세액공제 확대”, <https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2024112619300005841>, 검색일: 2025.4.22.
- 해외시장뉴스(2016.4.19), “대만, 절수형 제품 의무화 예고”, <https://dream.kotra.or.kr/kotrane>

- ws/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?CONTENTS_NO=1&MENU_ID=90&SITE_NO=3&bbsSn=244&pNttSn=149594, 검색일: 2025.3.31.
- 해외시장뉴스(2020.11.26), “대만, 태풍 없는 여름 보내고 물 부족에 ‘갈증’”, https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=185858, 검색일: 2025.3.31.
- 經濟部：臺北市福州街15號, “法規內容”, <https://law.moea.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL001384>, 검색일: 2025.4.2.
- 經濟産業省・資源エネルギー庁, “省エネルギー投資促進に向けた支援補助金”, https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/support/, 검색일: 2025.3.25.
- CDP Worldwide(2022), “CDP Water Security 2022 Reporting Guidance”, <https://guidance.cdp.net/en/guidance?cid=35&ctype=theme&idtype=ThemeID&incchild=1µsite=0&otype=Guidance&tags=TAG-597%2CTAG-607%2CTAG-599>, 검색일: 2025.7.11.
- EARTH·ORG(2022.4.8), “The Taiwan Water Shortage Dilemma”, <https://earth.org/the-taiwan-water-shortage-dilemma/>, 검색일: 2025.3.31.
- Executive Yuan(2025.1.12), “Securing the Water Supply Amid Extreme Weather Challenges”, <https://english.ey.gov.tw/News3/9E5540D592A5FECD/b3c97c28-89a6-440d-b19f-916f71fab17d>, 검색일: 2025.3.25.
- Financial Times(2024.8.18), “US Tech Groups’ Water Consumption Soars in ‘Data Centre Alley’”, <https://www.ft.com/content/1d468bd2-6712-4cdd-ac71-21e0ace2d048>, 검색일: 2024.12.3.
- Innovation Origins(2025.3.4), “Major Concerns Water Use Big Tech and Semiconductors”, <https://ioplus.nl/en/posts/major-concerns-water-use-big-tech-and-semiconductors>, 검색일: 2025.3.16.
- LIU Yake(2023.2.16), “Taiwan Starts Rules on Water Consumption Levy from Large Water Consumers”, https://enviliance.com/regions/east-asia/tw/report_9368, 검색일: 2025.4.2.
- NSW, “Water Efficiency Case Studies”, <https://water.dpie.nsw.gov.au/our-work/projects-and-programs/water-efficiency/water-saving-tips/water-efficiency-case-studies>, 검색일: 2025.4.2.
- PUB(2024.2.4), “Water Efficiency Fund”, <https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop/Water-Conservation/Incentives-and-Grants/Water-Efficiency-Fund>, 검색일: 2025.3.31.
- PUB(2025.3.21), “Singapore’s Industrial Water Revolution”, <https://www.pub.gov.sg/Resources/News-Room/Featured-Stories/2025/Singapore-Industrial-Water-Revolution>, 검색일: 2025.3.31.
- PUB, “Sectoral Water Efficiency Benchmark”, <https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop>

/Water-Conservation/Resources-on-Water-Efficiency-Measures/Sectoral-Water-Efficiency-Benchmark, 검색일: 2025.3.31.

PUB, “Singapore’s Water Loop”, <https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop>, 검색일: 2025.4.3.

Sustainable open Innovation Initiative: SII, “令和6年度 省エネルギー設備投資利子補給金”, <https://sii.or.jp/rishihokyu06/>, 검색일: 2025.3.24.

Water Corporation, “St Ives Gold Mining Co”, <https://www.watercorporation.com.au/Help-and-advice/Waterwise/Business/St-Ives-Gold-Mining-Co>, 검색일: 2025.3.31.

Water Corporation, “Waterwise Business Program”, <https://www.watercorporation.com.au/Waterwise/Waterwise-programs/Waterwise-Business-Program>, 검색일: 2025.3.31.

WaterNSW, “Fees and Charges”, <https://www.watarnsw.com.au/customer-services/water-pricing/fees-and-charges>, 검색일: 2025.3.31.

부록

I. 산업폐수발생 세부분석결과

I. 산업폐수발생 세부분석결과

부록 표 1-1 산업폐수발생자료 기반 산업별 평균 물 사용량

산업명	연간 물 사용량 합계(천m ³ /연)			
	2018년	2019년	2020년	2021년
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	471,372	473,515	464,616	503,817
전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	492,309	422,635	463,274	501,517
1차 금속 제조업	452,179	471,838	527,643	402,362
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	280,404	268,326	239,071	251,494
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	207,140	201,335	216,151	238,018
식료품 제조업	152,515	151,049	176,117	138,235
비금속 광물제품 제조업	121,801	138,571	156,477	136,511
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	88,842	117,643	125,593	130,274
개인 및 소비용품 수리업	83,847	80,138	81,667	95,579
섬유제품 제조업; 의복 제외	142,081	147,997	137,294	92,958
금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	97,429	123,578	118,026	90,303
하수, 폐수 및 분뇨 처리업	56,716	55,387	56,683	56,532
음료 제조업	48,830	55,672	51,996	48,386
보건업	31,312	48,364	37,448	46,661
고무 및 플라스틱제품 제조업	36,389	40,706	41,238	36,082
폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업	30,877	39,508	45,084	34,914
종합 건설업	57,458	45,339	30,835	32,580
연구개발업	32,409	40,341	37,414	32,291
의료용 물질 및 의약품 제조업	15,695	19,641	20,877	17,129
전기장비 제조업	22,439	29,627	20,370	16,933
비금속광물 광업; 연료용 제외	14,750	17,397	17,017	11,785
석탄, 원유 및 천연가스 광업	16,917	14,919	19,239	10,288
기타 개인 서비스업	9,781	10,411	8,729	8,026
목재 및 나무제품 제조업; 가구 제외	2,417	2,998	3,351	4,191
기타 제품 제조업	4,681	7,843	7,090	3,823
산업용 기계 및 장비 수리업	5,196	4,740	3,313	2,341
가죽, 가방 및 신발 제조업	5,543	5,580	4,392	2,266
담배 제조업	1,424	1,892	1,662	1,189
인쇄 및 기록매체 복제업	928	2,327	3,391	1,123
도매 및 상품 중개업	1,018	1,140	1,478	1,062
의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업	1,720	398	355	680
광업 지원 서비스업	1,536	1,542	1,352	670
가구 제조업	281	188	1,489	248
금속 광업	242	202	243	220
출판업	195	193	123	134
소매업; 자동차 제외	39	104	40	32
기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	121	121	159	18

자료: 국립환경과학원 수자원연구과(2024.6)를 바탕으로 저자 작성.

부록 표 1-2 산업폐수발생자료 기반 산업별 평균 물 사용량

산업명	연간 물 사용량 평균(천m ³ /연)			
	2018년	2019년	2020년	2021년
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	630.1	768.9	854.4	789.5
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	726.8	708.9	737.7	741.5
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	704.5	645.0	573.3	589.0
석탄, 원유 및 천연가스 광업	1,127.8	828.8	1,131.7	541.5
하수, 폐수 및 분뇨 처리업	420.1	436.1	404.9	398.1
전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	405.2	325.4	343.9	354.4
1차 금속 제조업	238.1	261.8	281.4	212.8
담배 제조업	237.3	189.2	207.8	148.6
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	148.9	131.3	122.0	130.0
음료 제조업	122.7	133.5	125.0	118.3
종합 건설업	111.6	94.3	69.1	71.1
섬유제품 제조업; 의복 제외	100.2	99.7	94.5	67.4
보건업	39.0	51.9	40.3	50.5
비금속광물 광업; 연료용 제외	55.5	64.7	63.5	42.5
의료용 물질 및 의약품 제조업	43.1	46.8	43.2	35.4
비금속 광물제품 제조업	35.3	37.9	40.6	34.9
가죽, 가방 및 신발 제조업	77.0	69.8	54.2	33.3
광업 지원 서비스업	109.7	90.7	84.5	30.4
목재 및 나무제품 제조업; 가구 제외	17.9	23.6	23.3	28.7
식료품 제조업	32.3	30.6	35.1	27.6
도매 및 상품 중개업	24.2	35.6	37.9	27.2
연구개발업	33.8	35.5	30.2	25.6
전기장비 제조업	43.2	51.9	32.4	24.3
폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업	20.8	27.4	30.5	21.4
기타 개인 서비스업	25.7	25.3	21.9	18.2
고무 및 플라스틱제품 제조업	20.1	21.0	20.8	17.1
의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업	26.1	15.3	10.8	14.2
금속 광업	18.6	11.9	12.8	10.0
금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	12.4	14.2	13.0	9.5
산업용 기계 및 장비 수리업	14.4	19.5	15.4	8.9
기타 제품 제조업	9.3	13.2	11.7	6.5
소매업; 자동차 제외	9.9	14.9	6.6	5.4
개인 및 소비용품 수리업	4.3	4.0	4.1	4.8
출판업	1.3	4.6	3.1	3.6
가구 제조업	3.1	2.9	17.7	2.7
인쇄 및 기록매체 복제업	1.0	2.1	3.3	1.1
기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	20.2	15.1	3.8	0.4

자료: 국립환경과학원 수자원연구과(2024.6)를 바탕으로 저자 작성.

부록 표 1-3 산업폐수발생자료 기반 산업별 1인당 평균 물 사용량

산업명	1인당 물 평균 사용량(m ³ /연)			
	2018년	2019년	2020년	2021년
하수, 폐수 및 분뇨 처리업	34.5	30.5	27.5	28.1
종합 건설업	15.0	16.8	9.6	19.4
광업 지원 서비스업	28.6	25.1	22.4	16.9
비금속광물 광업; 연료용 제외	14.3	14.0	10.0	9.4
전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업	10.7	10.8	10.9	9.1
의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업	4.7	1.2	1.6	6.0
음료 제조업	3.3	4.0	3.9	5.6
담배 제조업	27.7	3.2	3.5	5.3
산업용 기계 및 장비 수리업	8.8	13.3	13.6	5.0
비금속 광물제품 제조업	6.2	5.4	5.0	4.8
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	5.7	7.3	4.5	4.0
기타 개인 서비스업	4.7	4.3	4.0	3.8
식료품 제조업	2.6	2.2	2.1	3.7
섬유제품 제조업; 의복 제외	7.8	6.2	6.9	3.7
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	1.2	1.3	3.8	3.5
금속 광업	8.7	1.0	5.1	3.5
석탄, 원유 및 천연가스 광업	3.8	3.2	4.6	3.5
개인 및 소비용품 수리업	1.7	1.7	1.6	3.0
폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업	4.0	4.1	4.1	2.0
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	4.6	2.3	2.5	1.8
1차 금속 제조업	1.9	2.0	1.8	1.4
목재 및 나무제품 제조업; 가구 제외	0.9	1.6	1.2	1.3
도매 및 상품 중개업	2.1	3.8	1.5	1.3
고무 및 플라스틱제품 제조업	2.1	1.8	1.9	1.3
출판업	1.6	1.5	0.3	1.2
보건업	1.2	1.3	1.2	1.2
가죽, 가방 및 신발 제조업	2.1	2.5	2.0	1.1
전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	1.6	1.3	1.2	0.9
의료용 물질 및 의약품 제조업	1.5	1.1	1.0	0.9
전기장비 제조업	2.2	2.0	1.5	0.8
연구개발업	1.2	1.7	1.1	0.8
소매업; 자동차 제외	0.5	1.1	1.3	0.7
금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	0.8	0.8	0.8	0.7
인쇄 및 기록매체 복제업	0.3	0.8	0.7	0.4
기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	0.1	0.1	0.9	0.3
가구 제조업	0.9	0.7	0.8	0.2
기타 제품 제조업	5.8	3.8	4.0	0.2

자료: 국립환경과학원 수자원연구과(2024.6)를 바탕으로 저자 작성.

Strengthening Water Demand Management at the Usage Phase Focusing on High Water-Consumption Facilities

Oh, Myoungjin et al.

This report proposes policy measures to address increasing uncertainties in South Korea's water supply and demand, driven by intensifying climate change and the expansion of water-intensive industries. It highlights the limitations of traditional supply-oriented water management approaches and underscores the urgent need to strengthen demand-side management, particularly during the "usage phase," which has received relatively little policy attention.

To this end, the report analyzes the current status of water demand management both domestically and internationally, as well as relevant cases from the energy sector. It also examines water consumption data for residential and industrial use, confirming the prevalence of concentrated water use by a small number of users and the importance of introducing the concept of "usage density."

Based on these analyses, the report presents short- and long-term policy directions to effectively define and manage "high water-consuming facilities." In the short term, it recommends actionable, regulation-based measures such as mandatory disclosure of water usage, mandatory efficiency audits, and the development of efficiency improvement plans. In the long term, it suggests establishing a sustainable, data- and incentive-based demand management system through the development of a national water usage database, benchmarking indicators, a "Water Positive" certification program, and a water efficiency network initiative.

1. Introduction

South Korea is currently facing severe water supply and demand uncertainties driven by a combination of environmental and socio-economic factors, including changes in precipitation patterns due to climate change, frequent droughts, increasing demand for residential and industrial water, and growing regional imbalances. These challenges are further exacerbated by the population concentration in large metropolitan areas and the rapid expansion of water-intensive industries such as semiconductors.

To safeguard national industrial competitiveness and public well-being, there is a pressing need to move beyond traditional supply expansion measures, such as dam construction, and to adopt a new paradigm of water management centered on demand-side strategies.

This study focuses on successful demand-side management practices in the energy sector to explore how similar approaches can be applied in the water sector, particularly during the “usage phase.” Currently, Korea’s water demand management policies are heavily concentrated on the supply and reuse phases, while management at the usage phase remains limited, primarily involving the promotion of water-saving devices, which has shown minimal impact. Accordingly, the primary objective of this report is to highlight the necessity of managing “high water-consuming facilities” and to present specific policy directions as a first step toward strengthening demand-side management at the usage stage.

2. Overview of Water Demand Management in South Korea and Abroad

2.1 Domestic Status

In South Korea, a Comprehensive Water Demand Management Plan has been established and implemented based on the Water Supply and Waterworks Installation Act. At the supply stage, efforts focus on improving aging water pipelines and enhancing water supply efficiency. In the reuse stage, initiatives include the use of graywater systems, rainwater harvesting, and the reuse of treated wastewater. At the usage stage, the primary focus has been on promoting water-saving fixtures. Although the plan includes provisions for managing high water-consuming facilities and reforming the water pricing system, actual implementation has been limited. Furthermore, while response measures have been outlined for each drought alert level, there remains a lack of clear criteria for identifying major water users.

2.2 International Status

Countries that have experienced water scarcity—such as Australia, Taiwan, and Singapore—have proactively implemented strong demand-side water management policies.

In Australia, following the “Millennium Drought,” the country restructured its water management system to strengthen region-specific demand management. Key measures include dam-level-linked tiered water pricing (60/70 trigger levels), the Water Efficiency Labelling and Standards (WELS) scheme, the designation of high water-consuming businesses (defined as over 1 million liters per year in Queensland and over 20 million liters per year in Western Australia), and mandatory Water Efficiency Management Plans (WEMPs).

Taiwan, with its high water dependency in agriculture and the semiconductor industry, is highly vulnerable to droughts. In response, it has introduced regulatory measures such as a certification system for water-saving products (including mandatory certifications) and a dry-season water consumption tax for users exceeding 9,000 square meters per month.

Singapore, under the leadership of the Public Utilities Board (PUB), operates an integrated water efficiency management strategy. This includes the use of high-quality reclaimed water (NEWater), the Water Efficiency Fund (WEF), water efficiency labelling and benchmarking, and mandatory WEMP submissions, individual water meter installations, and designation of water efficiency managers for high water-consuming facilities (defined as over 60,000 square meters per year). Notably, specific industries such as semiconductors are subject to recycling rate targets, set at 50%.

Table 1 Water-Related Legislation and Management Strategies for Large-Scale Water Users in Major Countries

Country	Key Policies / Legislation	Definition of Large-Scale Water Users	Mandatory Measures
Australia	- Water Act 2007 - National Water Initiative	- Queensland: $\geq 1,000 \text{ m}^3/\text{year}$ (general); $\geq 10,000 \text{ m}^3/\text{year}$ (special management) - Western Australia: $\geq 20,000 \text{ m}^3/\text{year}$	Submission of Water Efficiency Management Plans (WEMPs)
Taiwan	Master Plan for Water Resources Management	Over $9,000 \text{ m}^3/\text{month}$	Water consumption tax imposed during the dry season
Singapore	Public Utilities Board (PUB) Regulations	Over $60,000 \text{ m}^3/\text{year}$	- Submission of WEMPs - Installation of individual water meters - Appointment of Water Efficiency Managers
South Korea	- Framework Act on Water Management - Comprehensive Water Demand Management Plan	–	–

2.3 Demand Management in Other Sectors

South Korea's Rational Energy Utilization Act designates "high energy-consuming businesses" (defined as those consuming 2,000 TOE or more annually) and imposes obligations such as reporting energy usage, developing energy-saving plans, undergoing regular energy audits (every 3–5 years depending on usage), and complying with improvement orders. In addition, the country operates the Local Energy Efficiency Network (LEEN) program, which promotes collaboration among companies to enhance energy efficiency. Similar network-based voluntary efficiency improvement programs exist internationally—for example, Japan's benchmarking and business

grading systems, the U.S. REEO initiative, Germany's EEN, and Sweden's ENIG.

These energy sector models offer valuable references for designing effective demand-side management policies in the water sector, particularly in fostering both regulatory compliance and voluntary participation through structured collaboration and benchmarking.

3. Analysis of Water Usage Data

An analysis of residential water use (in Cheongju and Naju) and industrial water use (based on regional water supply and industrial wastewater data) revealed a clear Pareto distribution, with a small number of users accounting for the vast majority of total water consumption.

For residential water use, in both Cheongju and Naju, the top 10% of household users accounted for approximately 76–79% of total household consumption, while the top 1% consumed around 65–68%. However, this pattern was largely influenced by aggregated data from large apartment complexes. When adjusted for the number of households (i.e., analyzed on a per-household basis), the disparity in usage was significantly reduced. The top 10% of households by per-unit usage accounted for only about 20–23% of total consumption. This suggests that applying absolute consumption thresholds alone is not appropriate for defining high water-consuming facilities in the residential sector; density factors, such as the number of households, must also be considered.

In contrast, industrial water use exhibited far more extreme concentration. In both the regional water supply and industrial wastewater datasets, the top 10% of industrial users accounted for over 98% of total industrial water use, and the top 1% consumed approximately 65–92%. In terms of industry sectors, the top five highest water-consuming industries based on absolute volume were chemicals, primary metals, petroleum refining, energy supply, and paper manufacturing. However, when analyzed using density indicators—such as water use per unit of assets, revenue, EBITDA, or number of employees—different high water-consuming industries emerged, including energy supply, non-ferrous metals, and textile/plastic manufacturing. These findings indicate the importance of using both absolute and density-based indicators when defining and developing policies to manage high water-consuming facilities.

4. Policy Recommendations

4.1 Defining High Water-Consuming Facilities

First, it is necessary to exclude the residential water sector from the definition of high water-consuming facilities. The analysis revealed that, in the residential sector, identifying facilities based solely on absolute water consumption tends to highlight large apartment complexes,

without accurately reflecting actual water inefficiency. Therefore, residential users should either be excluded from designation as high water-consuming facilities or assessed using separate criteria—such as per-household water use benchmarks. For industrial sectors, a combined approach incorporating both absolute usage and density-based indicators is recommended. Under normal conditions, density-based indicators should be emphasized to encourage long-term efficiency improvements. In contrast, during emergencies such as droughts, absolute consumption thresholds can be applied to enable rapid and targeted interventions.

For example, an annual consumption threshold of 240,000 tons—based on industrial wastewater data—effectively encompasses over 90% of water usage in major manufacturing and utility sectors (such as chemicals, electronics, metals, and paper), while limiting the number of target facilities to around 5–15%, making intensive management more feasible. Alternatively, a threshold of 100,000 tons per year broadens the scope to include 7–46% of facilities across industries, covering over 95% of usage in most sectors and improving management in underregulated areas like construction and non-metallic mining. However, the broader scope also increases administrative burdens. Therefore, absolute usage thresholds should be selectively applied in specific situations, such as implementing water restrictions during drought response stages. In normal circumstances, these thresholds are better used as supplementary criteria or in combination with density indicators.

In the long term, high water-consuming facilities should not be defined solely by annual consumption volumes. Instead, a more sophisticated approach is needed—one that reflects industry-specific characteristics and promotes genuine efficiency improvements. This includes incorporating density-based indicators such as water usage per unit of assets, revenue, EBITDA, or number of employees, as well as relative efficiency levels within each industry.

4.2 Regulation-Oriented Short-Term Strategy

A set of regulation-based management measures that can be implemented relatively quickly under current institutional conditions should be considered. Similar measures have already been adopted in water-stressed countries such as Australia and Singapore. Furthermore, these strategies can be linked to long-term policy objectives, such as the development of a national water usage database. A soft regulatory approach would be to mandate the disclosure of water usage. High water-consuming facilities, as defined, would be required to regularly report and publicly disclose their annual water consumption. Over time, the scope of disclosure could expand to include not only water supplied through municipal systems but also source-specific data and volumes of reused water. This measure is expected to enhance transparency, thereby encouraging voluntary improvement efforts by companies and increasing public awareness.

A stronger regulatory approach would involve mandatory water efficiency audits. High water-

consuming facilities would be required to conduct periodic (e.g., every 3 to 5 years) water efficiency assessments to identify potential areas for improvement, such as leakage or inefficient processes. Audit results would be submitted to the government, serving as a basis for designing targeted support policies and enhancing corporate water management capabilities. However, as such audits may impose a financial burden on companies, financial support mechanisms should also be considered to offset audit costs.

The strongest regulatory measure would be to require the submission of Water Efficiency Improvement Plans. Based on audit results, high water-consuming facilities would be mandated to develop and submit detailed action plans outlining specific targets for water savings, adoption of new technologies, process improvements, and expansion of water reuse. To support this process, the public sector should provide clear planning guidelines, share best practices, and explore the use of incentives based on implementation performance to ensure the effectiveness of the program.

4.3 Infrastructure-Oriented Long-Term Strategy

The most fundamental prerequisite for systematic and scientific water demand management is the establishment of a reliable, nationwide water usage database (DB). Currently, water consumption data in South Korea is collected and managed by various entities—such as local governments (for municipal water) and the Korea Water Resources Corporation (for regional water supply)—each using different standards and formats. This fragmentation makes it difficult for central authorities to obtain a comprehensive understanding of the national water use status. A national water usage database that integrates and standardizes dispersed information while improving accessibility would serve as essential public infrastructure. It would support effective policy formulation and evaluation by the government, facilitate voluntary efficiency improvements by businesses, and promote related research and technological development.

To build this centralized DB, the Ministry of Environment should lead a coordinated framework in collaboration with local governments and K-water. A digital platform must be established to collect and manage data from each institution on a regular basis. It is also necessary to unify the classification system for water usage purposes. For example, while Cheongju and Naju both broadly categorize use as residential, general, and industrial, their subcategories differ. A comprehensive review of current classification systems across all municipalities should be conducted, followed by the development and adoption of a national standard classification system for water usage. A mapping table should then be provided to align local classifications with the national standard, along with a system that allows automatic conversion and transmission.

For industrial water use, data must include business registration numbers to enable linkage with management indicators such as revenue. For residential water use, the number of households

should be a mandatory data point, and in the long term, consideration should be given to including the number of household members. Efforts to improve the accuracy of household data, which is currently managed by some municipalities, must also be pursued. In addition, institutional frameworks should be established by amending relevant laws, such as the Water Supply and Waterworks Installation Act or the Framework Act on Water Management, and by designating a dedicated managing organization.

Once the DB is in place, it will be possible to develop benchmark indicators for water use by industry and facility size. These benchmarks would enable companies to objectively assess their efficiency and set improvement goals, while the government could use them for setting policy targets, guiding technology development, and linking with incentive or regulatory schemes. The DB could also support the introduction of a “Water Positive” certification system. Under this system, companies would be certified based on their net positive water impact—returning more water to nature than they consume through activities such as conservation, reuse, water quality improvement, or ecosystem restoration. This would serve as a powerful incentive to encourage voluntary water management efforts and support corporate ESG initiatives. Furthermore, a water efficiency network initiative could be launched, modeled after the LEEN (Local Energy Efficiency Network) program in the energy sector. In this model, companies in the same region or industry would collaborate to set shared efficiency goals and implement joint projects. Such a program could generate group learning effects, stimulate innovation investments, reduce costs, and foster a culture of voluntary cooperation.

5. Conclusion

To address South Korea’s growing water challenges, a shift in policy direction is required—from traditional supply-oriented approaches toward demand management, with a particular emphasis on improving efficiency at the usage stage. This report presents a concrete roadmap for this transition by proposing clear definitions and management strategies for high water-consuming facilities, regulation-focused short-term measures, and long-term strategies based on data infrastructure and incentives.

Among these, the establishment of a standardized, nationwide water usage database stands out as a foundational element. It is not only essential for the effective management of high water-consuming facilities, but also serves as the cornerstone for all water demand management policies.

When these strategies are pursued in an integrated and coordinated manner, South Korea will be better positioned to proactively respond to the water crises of the climate change era and to ensure sustainable water security for the future.

Keywords

Water Demand Management, Demand Management at the Usage Stage, High Water-Consuming Facility

저자약력

오명진(연구책임)

경희대학교 공학박사
한국환경연구원 부연구위원(현)
mjoh@kei.re.kr

주요 연구실적

- Does Eco-Innovation Drive Sales and Technology Investment? Focusing on Eco-Label in Korea (2020)
- Influence of Noise Exposure on Cardiocerebrovascular Disease in Korea (2019)

김수홍

한국환경연구원 연구원(현)
kimsh@kei.re.kr

문현주

한국환경연구원 명예연구위원(현)
hjmoon@kei.re.kr

※ 본 책자는 환경표지 인증을 받은 용지로 인쇄되었습니다.



사용 단계의 물 수요관리 강화 방안

물 다소비시설을 중심으로