기후위기와 통합물관리: 새로운 축, 탄소

강성규 KICT 수자원하천연구본부 연구위원

들어가며

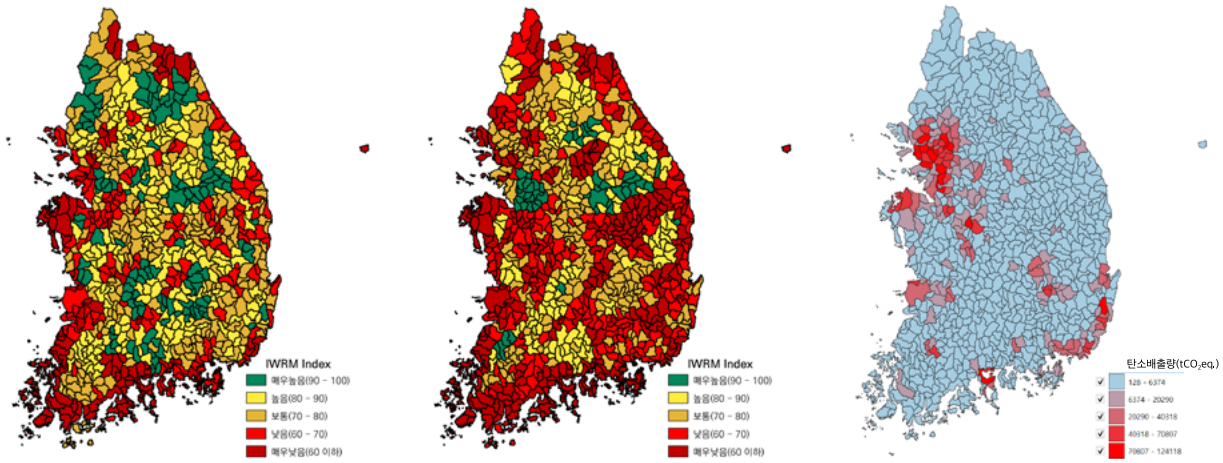
통합물관리(Integrated Water Resources Management, IWRM)의 개념은 국제 정의에서 출발한다. Global Water Partnership(GWP, 2000)은 통합물관리를 "생태계의 지속가능성을 훼손하지 않으면서 경제·사회적 복지를 공평하게 극대화하기 위해 물·토지 및 관련 자원의 개발과 관리를 조화시키는 과정"으로 정의하여 자원 간 조정, 형평성, 지속가능성을 핵심 가치로 제시하였다. 우리나라에서는 환경부(2017)가 "수질·수생태·수량·재해예방을 일관된 체계에서 균형적이고 지속 가능하게 관리"하는 것으로, 정부(2018)는 "수자원의 효율적 배분과 환경을 고려한 지속가능한 물관리로의 전환점"으로 IWRM을 규정함으로써, 국제 정의에 재해예방과 수생태 등 국내 여건을 반영한 4대 축을 확립하였다. 통합물관리는 ①수량·수질·수생태계·재해의 4대 부문을, ②조화롭고 형평성 있게, ③생태계의 지속가능성을 훼손하지 않는 방식으로 통합 관리한다는 점으로 모인다. 한국건설기술연구원은 「디지털뉴딜 기반 통합물관리 기술 융합 플랫폼(IWRM-K) 개발」 과제의 일환으로 ① 통합물관리 지표 개발, ② 물순환 과정의 에너지·탄소 분석, ③ 에너지 절감형 물 배분 시스템 구축을 추진하고 있으며, 이는 통합물관리의 정도를 계량하고 물관리 개념을 기후위기 대응을 감안하여 확장, 전환하기 위한 시도이다.

통합물관리 평가 기술

UNEP는 중앙부처·지방정부·NGO·학계 등 다부문 이해관계자 의견을 수렴·통합하는 설문조사를 수행하여 각국의 이행 수준을 0~100점으로 계량화한다. 평가는 단순한 수질·수량 관리 차원을 넘어, ①조성 환경(정책·법·제도), ②기관 및 참여, ③관리 수단(기술·모니터링), ④재정 이라는 네 가지 핵심 차원으로 구성된다. 우리나라의 경우 2023년을 기준으로 81점이며, 이는 "높음" 등급에 해당한다. 접경 수역(북한) 관리 등의 항목이 있는 설문 구조의 제약으로 특정 지표에서 어쩔 수 없는 한계를 감안할 때 우리나라의 물관리는 양호한 수준으로 볼 수 있다. 설문의 결과는 다만 정책 시행 결과와 기술적 측면에서의 정량적 평가와는 거리가 있다.

한국건설기술연구원은 통합물관리 정량 평가체계를 마련하기 위해 통합물관리 지표를 개발하여 적용하고 있다. 핵심 가치인 지속가능성·공정성·효율성을 균형 있게 반영하기 위해 수량 측면의 물수요충족률, 하천환경 측면의 하천유지유량 달성률과 목표수질 달성률, 재해 측면의 개수율을 가중치 배분 방식으로 통합하는 지표체계를 구축하였다. 물스트레스 지표, 물빈곤지수 등 다양한 국내외 지표들을 참

[그림 1] 전국 통합물관리 지표(평년, 최대갈수기) 및 2030 물순환 탄소지도(사례)



고하되, 국가정책, 자료 체계 등을 감안하여 다양한 유역 범위별 수치를 도출하였다. 다만 이 지표체계는 수량·수질·수생태계·재해 중심이며, 기후위기 시대에 요구되는 에너지·탄소 평가 축은 포함되어 있지 않다.

물순환 과정의 에너지 사용과 탄소배출

통합물관리 개념 중 기술적 측면에서의 핵심 요소는 수량과 수질, 수생태계인 반면 물 분야 탄소배출은 이미 국제사회에서 물관리에 있어 새로운 요소로 부상하고 있다. 국제에너지기구(IEA)와 국제수협회(IWA)에 따르면 전 세계 물 분야는 2014년 기준 전체 사용 전력의 약 4% (820 TWh, 204 MtCO2eq.)를 차지하며, 이 수치는 2040년에는 1,473 TWh 까지 50% 이상 증가할 전망이다. 미국 캘리포니아에서 물 관련 간접 배출량을 2015년 약 1,809만 tCO2eq./년에서 2035년 1,411만 tCO2eq./년으로 감축 가능하다고 전망(NEXT 10, 2021)하였고, 영국 환경청(EA, 2008)은 물 산업 분야 탄소배출을 503만 tCO2eq./년으로 추정하였다. Water UK는 이 배출량이 2018/19년 약 240만 tCO2eq./년으로 45% 줄어든 것을 배경으로 2020년 세계 최초로 물 산업 전반에 걸쳐 「Net Zero 2030 Routemap」을 발표하였다. 우리나라는 국가물관리위원회(2022)에서 연간 물 분야의 탄소배출량을 1,287만 tCO2eq.으로 추정하였다.

최근에는 Water UK, European water services association(EurEau), US Water Alliance, Water Services Association of Australia(WSAA), Water New Zealand가 공동 성명을 통해 N2O·CH4 등 물 순환과정 중 하·폐수 처리 과정에서의 탄소 직접배출 관리의 중요함을 강조하였다.

통합물관리 핵심 요소의 다축화와 연구 방향

2015년 파리협정에서 195개국이 합의한 "산업화 이전 대비 1.5℃ 이내 기온 상승 억제" 목표는 IPCC가 제시한 '2030년 온실가스 45% 감축(2010년 대비)'과 '2050년 탄소중립'이라는 구체적 이정표로 이어졌다. 그러나 2024년 단일 연도 전 지구 평균기온이 산업화 이전 대비 1.55℃ 상승해 175년간의 관측 사상 처음으로 1.5℃를 초과하였고, 파리협정의 판단 기준인 20~30년 장기평균 기준의 1.5℃ 도달 시점도 당초 예측(2042년)보다 13년 앞당겨진 2029년 3월로 전망되면서, 모든 부문에서 감축 속도를 빠르게 해야 할 필요성이 절박해지고 있다. 물 분야 역시 예외가 아니다. 물 이용 순환과정은 전 세계 전력 소비의 약 4%를 차지하고, 하·폐수처리 공정에서는 메탄(CH4)·아산화질소(N2O) 등 직접 배출이 발생한다. 따라서 수량·수질·수생태계 중심의 전통적 통합물관리(IWRM)만으로는 2030·2050년 감축 목표 달성에 충분히 기여하기 어려우며, 에너지 소비와 탄소배출(간접·직접)을 새로운 핵심 축으로 포함하도록 IWRM의 개념과 평가체계를 확장하는 일은 매우 중요하다.

한국건설기술연구원은 통합물관리 지표를 개발하여 물관리 수준을 평가하고, 정책결정의 결과를 미리 예측할 수 있는 기술을 개발, 적용하고 있다. 또한 기후위기 대응을 위한 물순환 해석을 위해 물이용과 순환 전과정에서 단위 수량 당 에너지 관계를 정량화 하여 탄소배출량을 예측할 수 있는 체계를 구축하였다. 이는 에너지절감형 물배분 시스템을 통해 여러 공간 단위와 물순환 과정, 용수 목적 등 다양한 단계에 적용할 수 있는 기반이 되며, 최적 물배분과 물관리 의사결정을 위한 영향 예측을 가능하도록 한다. 궁극적으로 2050 탄소중립 목표 달성에 기여할 수 있어야 하며, 수량·수질·수생태계 중심의 전통적 통합물관리의 범위를 에너지·탄소까지 포괄하는 새로운 패러다임으로 확장하는 데 기여하는 기초가 될 것으로 기대된다. **KICT**

참고자료

- 국가물관리위원회(2022). 물 분야 2050 탄소중립 이행을 위한 로드맵 구축 연구.
- 관계부처 합동(1018). 물관리일원화 정부조직법 개정, 통합물관리 개시. 보도자료(2018. 6. 5.)
- 관계부처 합동(2021). 제1차 국가물관리기본계획(2021-2030).
- 환경부(2017). 지속가능한 통합물관리 비전, 국민과 함께 만든다. 보도자료(2017. 7. 10.)
- Global Water Partnership(2000). Intergrated Water Resources Management
- IEA(2016), Water-Energy Nexus: World Energy Outlook 2016 Special Report, Paris.
- IWA(2022), Reducing the Greenhouse Gas Emissions of Water and Sanitation Services. London.
- NEXT 10(2021), California's Water and Climate Future. San Francisco.
- UNEP(2024), Progress on Integrated Water Resources Management: Mid-term Status of SDG 6.5.1.
- Water UK(2020), Net Zero 2030 Routemap. London.
- Water UK (2021), "Water industry joins forces in global call for investment to tackle process emissions." Water UK News, 보도자료(2021. 11. 5.)