

시나리오 분석을 통한 지역수자원계획 평가

Evaluation of Regional Water Resources Based on Scenario Analysis

최시중 Choi Sijung	한국건설기술연구원 전임연구원(제1저자) Research Specialist, Water Resources Research Division, Korea Institute of Construction Technology(Primary Author) (sjchoi@kict.re.kr)
강성규 Kang Seongkyu	한국건설기술연구원 전임연구원 Research Specialist, Water Resources Research Division, Korea Institute of Construction Technology (skkang@kict.re.kr)
문장원 Moon Jangwon	한국건설기술연구원 수석연구원 Senior Researcher, Water Resources Research Division, Korea Institute of Construction Technology (jwmoon@kict.re.kr)
서재승 Seo Jaeseung	한국건설기술연구원 전임연구원 Research Specialist, Water Resources Research Division, Korea Institute of Construction Technology (jsseo@kict.re.kr)
이동률 Lee Dongryul	한국건설기술연구원 연구위원 Research Fellow, Water Resources Research Division, Korea Institute of Construction Technology (dryi@kict.re.kr)

목 차

I. 서론

II. K-WEAP 모형

III. 지역수자원계획 평가

1. 지역선정
2. 물수급 네트워크 구축
3. 수량-수질 연계모의 결과

IV. 정책시나리오 개발 및 분석

1. 정책시나리오 개발
2. 정책시나리오 분석
3. 가뭄관련 대책 수립

V. 결론

I. 서론

우리나라에서는 지금까지 거시적으로 전국단위, 미시적으로 지자체별로 수자원계획평가가 이루어져 왔으며 이는 수량만을 고려한 수자원계획평가라고 할 수 있다. 최근 들어 수량뿐만 아니라 수질에 대한 관심이 증가함으로써 수량-수질이 연계된 수자원 계획평가가 이루어져야 한다는 사실에 모든 연구자들이 공감하고 있다. 또한 권역별 수자원계획뿐만 아니라 지역적인 수자원계획평가도 매우 중요한 사항이다. 하지만 지역수자원계획은 필요에 의해 임시적으로 이루어져 왔으며 주로 개발 위주로 진행되었다고 할 수 있다. 서로 다른 물 사용자들에게 적정한 물을 배분하기 위한 수자원계획의 주요 목표는 물 배분의 효율성, 지속가능성과 형평성 사이의 균형을 보장하는 것이라고 할 수 있다(Levité and Sally, 2002).

지역적 물이용 순환시스템 분석 및 수자원계획평가 연구는 통합물수지 분석을 위한 모형 적용 시 기본 자료를 제공하기 위한 연구라고 할 수 있으며, 이를 통해 현 시스템의 문제점을 파악할 수 있고, 이를 개선하기 위한 방향제시가 가능하다. 수자원관리 및 계획은 기후, 지형, 토지이용, 수문, 지하수, 토양, 수질, 생태계, 인구, 제도 및 시설 등을 포함한 물리적, 생물학적, 사회경제적 요인들의 집합에 의해 영향을 받는다(Louks, 1995; Zalewski, 2002). 따라서 다양한 요인들을 고려한 수자원관리 및 계획이 수반되어야 한다.

Levité et al.(2003)은 합리적인 물 배분을 위해 여러 요인을 고려하여 다양한 시나리오를 개발하고 이에 대한 분석을 통해 가능하다고 강조하였다. 또한 시나리오 분석을 위해 모형의 적용이 필요하며, 이는 이해관계자들의 수자원 관리 및 계획에 적극적인 참여를 이끌 수 있다고 하였다. 장래의 수자원 관리 및 계획을 수립하기 위해서는 새로운 제도를 도입해야 하

며 지역수자원계획과 관리 과정에서 전문가, 이해관계자 및 기관 간의 수직 커뮤니케이션이 무엇보다 중요하다(Earle and Blacklocke, 2008). 따라서 수자원 계획 및 관리를 위해서는 이를 뒷받침해줄 수 있는 도구가 필요하다고 할 수 있으며 이러한 상황을 고려하여 과학기술부와 건설교통부가 공동으로 지원하는 21세기 프론티어사업인 수자원의 지속적 확보기술 개발사업단의 연구비 지원에 의해 SEI-B(Stockholm Environment Institute-Boston Center)와 공동연구로 K-WEAP(Korea-Water Evaluation And Planning System) 모형을 개발하였다.

김태철(1989)은 수자원 개발 계획의 기본방향으로 수자원확보 및 효율적 이용은 지역의 토지이용계획, 인구계획, 산업계획에 기초를 두어야 하며, 모든 상황을 고려한 종합적인 물수지 분석이 동반되어야 하고, 수질을 고려하여 용수 재이용 등을 제고하여야 한다고 하였다. 특히 다양한 요인들을 고려한 통합관리 개념은 수자원뿐만 아니라 환경 관리 등에 폭넓게 자리잡아가고 있다(Margerum and Hooper, 2001; Braga, 2001).

본 연구에서도 현재까지 구축된 지역별 미시적인 수량, 수질 DB를 활용하여 수량뿐만 아니라 수질까지 종합적으로 고려한 지역수자원계획을 수립하는 과정을 제시하고 수량-수질 연계평가를 통해 장래 물수급 및 수질변동을 분석하였다. 또한 장래 발생할 수 있는 다양한 변화를 정책시나리오로 개발하여 분석함으로써 지역 수자원계획 수립 시 최적 대안 도출을 지원할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다. 이를 위해 수량-수질 연계평가가 가능하며 다양한 시나리오를 동시에 평가할 수 있는 K-WEAP 모형을 이용하였다.

또한 효율적인 가뭄관련 대책을 마련하기 위해서는 현재의 상황에 대해 지속적인 모니터링이 이루어져야 하며, 이를 정확하게 해석할 수 있는 지표의 적

용이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 현재 국내에서 적용되고 있는 물공급능력지수(WSCI)와 표준물공급능력지수(SWSCl) 등의 가뭄지수를 이용한 수자원계획 및 관리 방안을 제시하고자 하였다.

II. K-WEAP 모형

K-WEAP 모형은 지역의 물이용 순환체계를 컴퓨터 프로그램으로 구현하고, 수량, 수질, 환경, 수요관리 등을 종합적으로 고려하여 통합수자원계획 수립을 지원하는 전문 모형이다. 대부분 기능은 SEI-B가 개발한 WEAP에 기반을 두고 있지만 여러 부분에서 기존의 WEAP와는 다르게 국내 실정에 맞도록 수정·보완한 후, 단계적으로 그 기능을 개선해 나가고 있어 사용이 편하다. 수자원계획과 관련된 다양한 분야에 적용이 가능하도록 개선하고 있어 향후 수자원계획을 위한 종합적인 도구로서 활용이 기대된다(최시중 외, 2010).

K-WEAP 모형의 특징은 직관적인 GIS 기반 그래픽 인터페이스로 계획자가 컴퓨터 화면 지도상에서 손쉽게 물수급 네트워크를 구축하고 수정할 수 있으며, 그래프를 포함한 강력한 문서작성 기능을 이용하여 수자원평가 결과를 한눈에 알아볼 수 있다는 것이다. 또한 K-WEAP 모형의 모든 구성항목에 대해 이용자의 이해를 돕기 위한 한글 도움말을 제공하고 있다. 사회, 경제변수, 수요추정, 자료입력 등을 위한 사용자 정의가 가능한 수식편집기능을 가지고 있으며, 용도별 수요량에 대해 상위용도부터 최종용도까지 다단계 수요 데이터베이스를 제공한다. 입출력자료는 스프레드시트와 다른 모형과의 동적연계가 가능하며 자료를 엑셀로 저장하여 지속적으로 활용할 수 있다. 지표수-지하수-대체수자원의 연계운명을 지원할 수 있으며, 공급우선순위 시스템과 내장된 선형계획 모듈을 통한 합리적인 용수 배분을 모의할 수

있다. 다양한 시나리오의 구축과 평가가 가능한 것도 K-WEAP 모형의 장점이라 할 수 있다.

K-WEAP 모형은 꾸준한 개선을 통해 최근에는 용수 재이용 반영기능, 수온 모의, 보고서 작성 기능 향상, 신뢰성 평가 분석기능 개선 및 경제성 분석, 수요처 최소수질 기준 설정기능, 수질모의결과 검정기능도 포함시켰다. 또한 앞으로 수질모형과의 연계시스템을 개발하고, 시나리오 간의 결과 비교가 가능토록 개선할 계획이다. 이렇게 개선된 기능을 통해 사용자는 보다 편리한 환경에서 모형을 구동하고 구동결과를 평가할 수 있을 것이다. K-WEAP 모형의 가장 큰 특징은 수자원계획과 평가의 모든 과정을 종합적으로 수행할 수 있는 구조를 갖고 있다는 점이다.

III. 지역수자원계획 평가

기존의 지역수자원계획은 단일 목적으로 수립되어 왔다. 수량 차원에서의 수도정비 기본계획 및 수질 차원의 하수도정비기본계획이 대표적이라 할 수 있다. 기존 계획들이 장래에 지역 개발계획 및 여러 사항 등을 고려하고 있으나 수량, 수질을 별도의 개념에서 접근한다는 점과 공급시설 위주의 계획이라는 문제점을 가지고 있다. 특히 물사용은 생활, 공업용수 이외에 농업용수, 하천유자유량이 있으며 이들 모두를 고려하여 수원인 하천, 댐 및 저수지, 지하수 등에서 연중 공급이 가능한지를 평가하여야 하나 기존의 수도정비 기본계획과 같은 지역수자원계획에서는 이를 충분히 고려하지 못하고 단지 시설물에 대한 평가 및 계획만을 포함하고 있다는 것이 가장 큰 문제점이라 할 수 있겠다.

지역수자원계획을 수립함에 있어 수량뿐만 아니라 수질, 지역의 다양한 계획을 포함한 통합적인 접근이 필요하며 이를 위해서는 수량-수질 연계평가 및 계획수립이 반드시 필요하다고 할 수 있다. 또한 장

래에 발생할 수 있는 여러 상황들에 대한 대안들의 가정을 통해 하나 이상의 정책 시나리오를 개발하여 분석함으로써 지속가능한 지역수자원계획을 위한 최적 대안 도출을 지원해야 할 것이다. <그림 1>은 지역수자원계획의 수립 및 분석 과정을 도식한 것이다.

1. 지역선정

서산시는 구 서산시와 서산군의 통합 및 서해안 고속도로, 당진-대전 간 고속도로 등의 확충에 따라 서해안 중부권 중추도시로 성장하고

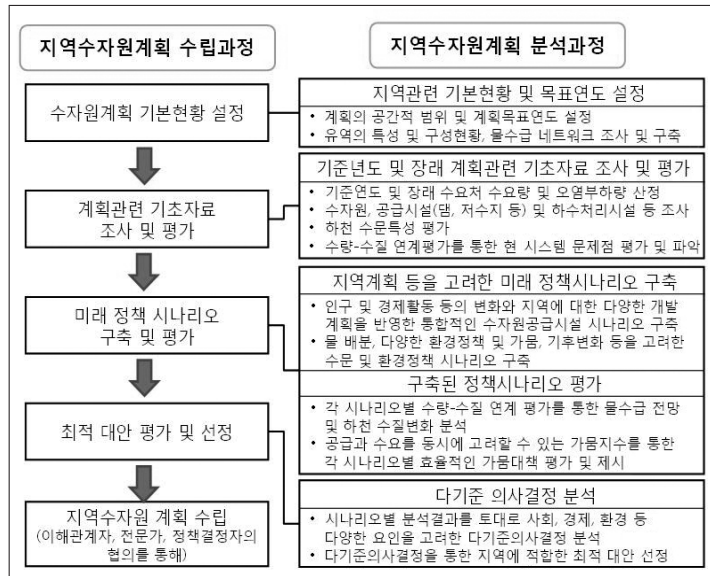
있으며, 중국 및 태평양 진출의 전진기지로 발전하고 있다. 이에 따라 도시 구역 내 미개발지가 급속히 개발되어 도시화가 이루어지고 있고, 도시화에 따른 인구증가, 공장입지의 증가 등 기업도시로 조성될 예정이라 발전 가능성이 큰 지역이라고 할 수 있다. 또한 부남, 간월호 등 철새도래지로 자연생태계에 미치는 영향이 크다고 할 수 있다. 그러나 간월호와 부남호의 수질이 악화되고 있어 수질개선을 위한 관련 사업들이 진행되고 있으며, 이로 인한 서산지역 수자원에 대한 영향 분석 및 장래 수자원계획이 필요하다고 판단되어 연구대상 지역으로 선정하였다.

2. 물수급 네트워크 구축

1) 목표연도 설정

연구대상지역으로 선정된 서산지역에 대한 수자원계획을 평가하기 위해 2003년 자료를 기준으로 장래 2016년에 대한 수자원계획을 수립하고 이에 대한 평

그림 1_ 지역수자원계획의 수립과 분석 과정



가를 수행하였다.

수요량 중 읍면별 농업용수 수요량을 산정한 결과는 건설교통부(2006)에서만 제시하고 있으며 지역수자원계획 평가를 위한 수요처 구성에 있어 이를 활용하기 위해 2003년을 기준연도로 선정하였다. 목표연도를 2016년으로 선정한 것은 수자원장기종합계획에서 2016년에 전국적으로 가장 큰 물부족이 발생할 것이라는 결과에 따라 서산시에서도 2016년에 물수급에 가장 큰 어려움이 있을 것으로 예상하였으며 기 수립된 서산시의 지역수자원계획의 목표연도가 2016년이므로 자료 활용 차원에서 목표연도를 결정하였다.

2) 수요량

국내에서는 용수를 주로 용도별로 생활용수, 공업용수, 농업용수로 구분하고 있다(건설교통부, 2006). 본 연구에서도 물수급 네트워크를 구성하는 수요처로 3개의 용수수요량을 산정하였으며, 보다 상세한 분석

을 위해 면단위의 하부 행정조직인 리별로 구성하였다. 서산시 행정구역은 5개의 동지역과 1개의 읍지역, 9개의 면지역으로 구성되어 있으며, 이를 다시 125개의 리와 5개의 동으로 구분하여 수요처를 구성하였다. 생활용수의 경우 리별 생활용수원단위를 인구수에 곱하여 수요량을 추정하였다. 2003년 서산시의 총인구는 15만 2,494명이며, 목표연도인 2016년 수요량 및 오염부하량 산정을 위해 장래 인구 추정이 필요하다. 서산시(1999)는 2016년 장래 인구를 대단위 공업단지 조성 등의 외부적 요인으로 인해 40만 명으로 추정한 바 있으나 현재 인구가 감

소하고 있는 추세라는 점을 감안할 때 현실성이 떨어지는 추정결과라 판단되어 서산시(2003)가 자연적 증가 인구에 단계별 사회적 유입인구를 고려하여 리별로 추정한 19만 7,099명을 2016년 서산시 인구로 이용하였다. 또한 상수도를 이용하여 물을 공급받는 지역에 대해서는 누수율 자료를 이용하여 누수에 의해 손실되는 양을 분석에 포함하였다.

공업용수의 경우 서산지역에는 몇 개의 큰 산업단지가 있어 이를 물수급 네트워크에 따로 반영하여 공업용수 수요량을 산정하였으며, 산업단지 이외 공업용수를 추정하기 위해서 환경부에서 제시하고 있는 e-DACS 2005(전국오염원조사인증프로그램)를 이용하여 각 읍면별 공업용수 수요량을 추정하였다. 보다 자세한 수자원계획을 위해서는 생활용수 추정과 마찬가지로 리별로 산정해야 하나 관련 자료 획득의 어려움으로 인해 읍면별 용수수요량을 산정하였다.

농업용수의 경우도 마찬가지로 각 리별 관련 자

표 1_ 서산시 용수수요량 산정결과(2016년)

지역	생활용수(천m ³ /년)	농업용수(천m ³ /년)	공업용수(천m ³ /년)
동지역	17,926	33,996	4,624
고북면	1,481	26,639	210
대산읍	4,096	32,578	57,396
부석면	1,198	23,217	1
성연면	936	14,458	11
운산면	1,092	24,500	21
음암면	2,176	24,434	32
인지면	1,479	14,888	15
지곡면	1,699	21,020	22
팔봉면	624	12,854	119
해미면	1,521	22,193	71
대산공단	-	-	75,190
대죽공단	-	-	5,366
독곶지구	-	-	69,131
서산지방산업단지	-	-	7,008
성연농공단지	-	-	1,314
총계	34,227	250,777	220,531

료 획득이 불가능하여 건설교통부(2006)에서 제시한 농업용수 수요량 자료를 활용하여 각 읍면별 수요량을 산정하였으며, 서산지역의 용수 수요량 산정 결과 산정된 수요량 자료는 <표 1>과 같다.

3) 공급원과 공급시설

주요 공급원인 자연유출량 자료는 수자원장기종합계획에서 이용하고 있는 강우-유출모형인 4단 탱크모형을 통해 일별로 산정하였으며, 건설교통부(2002), 건설교통부·한국수자원공사(2004)에서 제공하는 각 읍면별 용도별 지하수 이용량 자료와 최대 지하수 개발가능량 자료를 활용하여 물수급 네트워크를 구축하였다.

생활용수의 주요 공급시설은 보령댐광역상수도이며, 이 외에도 5개의 배수지를 이용하여 급수지역에 상수를 공급하고 있다. 또한 3개의 정수장에서는

하천 및 지하수를 취수하여 정수한 후 배수지로 물을 공급하고 있는 실정이며, 하루에 9만 8,000m³의 상수를 공급하고 있다. 서산시에서는 단계별로 배수지를 신설하고 증설함으로써 장래 물 부족에 대비할 계획을 세우고 있다.

현재 구성된 대산공단, 대죽공단, 서산지방산업단지, 성연농공단지는 아산공업용수도도를 통해 공업용수도를 공급받고 있어 이를 물수급 네트워크에 포함하였다. 농업용 저수지의 경우 한국농어촌공사의 DB를 활용하여 서산시에 위치한 총 46개의 저수지 자료를 구축하였으며, 하천상에 위치한 큰 저수용량을 가진 7개의 저수지를 제외하고는 읍면별로 산재해 있는 농업용 저수지를 하나의 대표 저수지로 통합하여 각 읍면별로 물수급 네트워크를 구축하였다.

물수지 분석을 위한 회귀율 산정에 있어 수자원 장기종합계획에서는 생활용수와 공업용수 수요처에 대해 동일한 회귀율 65%를 적용하고 있다. 하지만 보다 합리적인 분석을 위해서 수요처에서 발생한 하수 및 폐수의 이동경로를 명확히 파악하고 그 양을 산정함으로써 하류에 위치한 수요처에서 이용할 수 있는 수량을 보다 현실적으로 반영하고 수질 분석을 위한 기초자료로 활용하기 위해 구축되어 있는 기초자료 및 장래 예측자료를 활용, 수요처의 회귀율을 별도로 산정하여 물수지 분석을 수행하였다. 생활용수에 대해서는 하수발생원단위와 인구를 이용하여 각 리별 회귀수량을 결정하였으며, 공업용수의 경우 e-DACS에서 제시한 폐수발생량을 이용하여 회귀율을 산정하였다. 또한 제시된 공단지역의 용수 재이용 관련 자료를 물수급 네트워크에 반영하였다.

농업용수의 경우 회귀율 산정에 어려움이 있어 수자원장기종합계획에서 제시하고 있는 순물소모량 개념을 이용하여 전체 수요량의

65%만 공급하는 것으로 고려하였다. 축산용수의 경우 농업용수와는 다른 회귀율을 적용하기 위해 별도의 수요처로 고려하였으며 축종별 발생유량원단위와 목표연도별 가축사육두수를 곱하여 회귀수량을 산정하였다.

4) 오염부하량

수량-수질 연계분석을 위해 오염부하량 자료를 물수급 네트워크에 입력하였다. 생활하수의 경우 각 수요처의 인구와 오염원단위의 곱으로 오염부하량을 산정하였으며, 2016년에 계획된 하수처리장과 마을 하수도를 추가로 고려하였다. 하수처리장 또는 마을 하수도가 건설 혹은 계획되어 있지 않은 수요처는 가까운 하천으로 하수를 직접 방류하는 것으로 고려하여 수질모의를 수행하였다. 공업용수 사용에 따른 폐수 관련 자료는 e-DACS 2005를 통해 각 읍면별로 산정하였으며, 주요 산업단지 관련 자료는 서산시(2003)에서 제공하고 있는 오염부하량 자료를 활용하였다. 축산 폐수는 가축사육두수에 국립환경과학원(2002)의 수계오염총량관리기술지침에서 제시하고 있는 축종별 일오염부하량을 이용하여 산정하였다.

수질 분석에 있어 중요한 요소인 비점오염원 부하량 관련 자료는 김영철 외(2003)가 서산시 유역에 대한 실측자료를 바탕으로 <표 2>와 같이 산출한 EMC 경험식을 이용하였으며 서산시 유역의 농지 비율, 유역 경사, 유효우량, 건기일수 등을 조사, 분석하여 경험식에 대입

표 2_ 경험적인 EMC 값 산출공식

항목	제안공식
SS(mg/L)	$EMCSS = 1.3 \cdot AGRO^{1.3} \cdot DRYDAY^{0.5} \cdot SLOPE \cdot (Re)^{0.7}$
COD(mg/L)	$EMC_{COD} = 1.5 \cdot DRYDAY^{0.17} \cdot AGRO^{0.34} \cdot Re^{0.32}$

주: AGRO-유역면적대비 농지 비율(% 아님), SLOPE-유역 경사(비율), Re-유효우량(일강우, mm), DRYDAY-건기일수(일)
 자료: 김영철 외(2003).

함으로써 일별 비점오염원 배출 현황을 산정하였다.

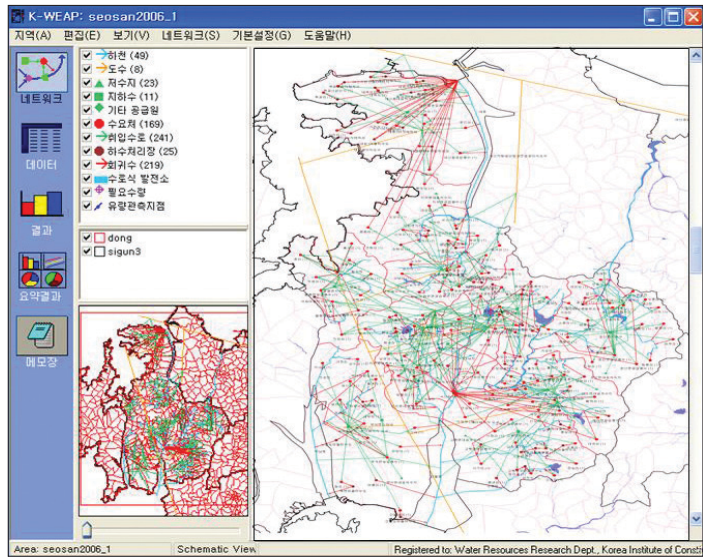
5) 물수급네트워크 구축

위와 같이 산정된 수요처와 수요량, 공급원과 공급시설, 오염부하량 관련 자료를 입력하여 K-WEAP 모형을 통해 서산지역의 물수급 네트워크를 <그림 2>와 같이 구축하였다.

김현영 외(1998)는 우리나라 서남부지역의 하구담수호를 공급원으로 간주하고 물수지 분석을 수행하여 각 담수호를 개별운영할 때보다 이를 연계운영할 경우 추가로 19억m³의 용수공급이 가능하며, 담수호는 해안지역의 중요한 용수공급원이라 언급한 바가 있다. 서산지역에 위치한 담수호의 경우 농업용수 및 공업용수로 활용될 경우 지역 경제에 큰 기여를 할 수 있으나 농업용수 공급하한선인 4급수 수질, 공업용수 공급 하위수질인 5급수보다 낮은 수질을 나타내고 있어 용수로서 활용도가 저조한 상태다. 또한 철새도래지로 자연생태계에 미치는 영향이 크게 부각되고 있으나 수질악화로 인해 수질개선이 절실한 상황이다.

본 연구에서는 물수지 분석에 있어 담수호의 용수 공급 능력을 평가하기 위해 수질악화로 인해 담수호를 활용하지 못하는 경우와 수질개선으로 인해 담수호를 용수공급원으로 이용하였을 경우로 구분하여 분석을 수행하였다.

그림 2_ 서산시 물수급 네트워크 구축



3. 수량-수질 연계모의 결과

구축된 서산지역의 물수급 네트워크 자료를 수량-수질 연계모의가 가능한 K-WEAP 모형에 입력하여 분석을 수행하였다. 모의기간은 1967년부터 2003년의 하천유량 시계열이 장래에 반복된다는 가정하에 해당 공급 조건에서의 목표연도인 2016년 수요량에 대한 수급 상황을 평가하였다. 분석 결과는 <표 3>과 같으며 이는 수질악화로 담수호의 용수를 이용하지 못할 경우에 대한 분석결과다.

장래에 배수지를 신설 및 증설하고, 급수지역을 넓힌다는 서산시의 장래 수자원계획에 의해 생활용수의 경우 큰 부족이 발생하지는 않을 것으로 예상되었다. 하지만 대산읍의 경우 상수로 지하수를 많이 사용하기 때문에 장래에 생활용수 부족이 예상되며 이에 대한 별도의 대책이 필요할 것으로 판단되었다.

서산시의 경우 공장입지의 증가 및 기업도시로의 조성 예정으로 인해 공업용수 수요량이 크게 급증할 것으로 예상되어 수립했던 수자원계획의 변경이 절실한 상황이다. 현재 공급 중인 아산호공업용

표 3_ 서산시 장래 물 부족량 산정 결과(2016년)

지역	생활용수(천m ³ /년)	농업용수(천m ³ /년)	공업용수(천m ³ /년)
동지역	0	4,363	306
고북면	1	2,507	0
대산읍	296	12,662	36,222
부석면	1	1,442	0
성연면	0	5,489	0
운산면	0	0	0
음암면	2	3,183	0
인지면	2	1,377	0
지곡면	3	5,618	0
팔봉면	27	3,357	14
해미면	1	2,896	0
대산공단	-	-	11,522
대죽공단	-	-	913
독곶지구	-	-	43,628
서산지방산업단지	-	-	3,059
성연농공단지	-	-	572
총계	332	42,894	96,237

수만으로는 서산시(1997)의 지방산업단지 조성계획에 대산지방산업단지, 대죽지방산업단지 등의 산업단지 및 공단이 조성될 계획이라고 제시된 대산읍에 공업용수를 원활히 공급하기 어려울 것으로 판단되며, 장래 공업용수 수요량의 43.6%인 9,600m³가 부족할 것으로 분석되어 공업용수 공급에 대한 별도의 계획을 수립할 필요가 있다.

수원확보 차원에서 이용된 지하수량을 살펴보면 2016년에 3,200만m³/년으로 서산시의 지하수개발 가능량 6,300만m³/년보다는 적은 양의 지하수를 사용하기 때문에 더 많은 지하수 양수를 기대할 수 있겠으나 지하수 개발 여건상 대규모 개발에 어려움이 있어 급수구역별로 부분적인 수원만으로 이용 가능할 것으로 판단된다. 또한 수질악화, 수량감소 등 통합적 수자원 체계 및 유지관리상의 어려움이 있어 지하수 이외의 대체수자원을 고려해야 할 것이다.

서산시에서 생활용수와 공업용수를 공급하기 위

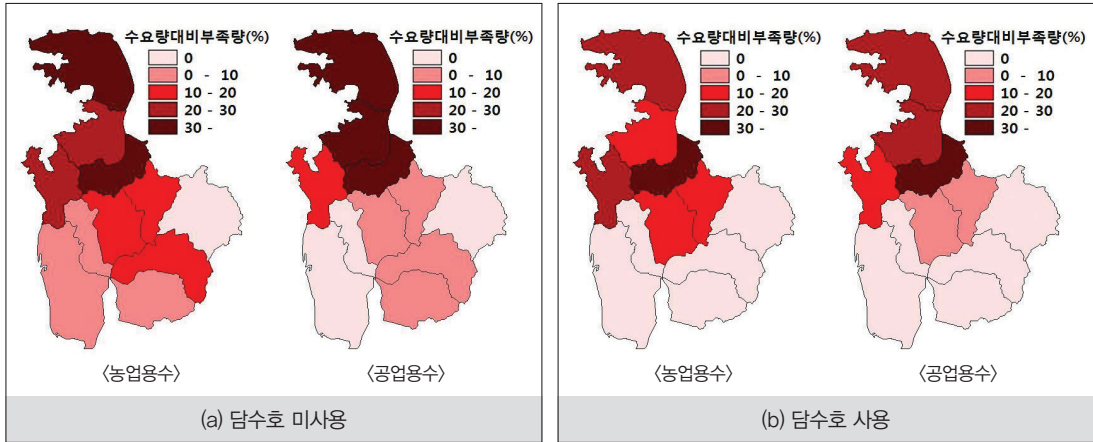
해 수립된 수자원계획 중 장래 지장, 예천배수지를 신설해 물을 공급하기 위해서는 보령댐광역상수도 이외의 수원을 확보해야만 한다. 담수호는 수질악화로 인해 수원으로 적절하지 못한 상황이며, 보령댐광역상수도도 각 지자체의 물수요 급증에 따른 구체적인 배분량 조정이 불투명한 실정이고, 지천댐을 개발하여 광역 및 공업용수도 개발계획을 가지고 있으나 서산지역은 공급지역에서 제외되어 보다 세밀한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

농업용수의 경우 일부 농업용저수지를 통해 물을 공급받고 있으나 대부분 하천 및 지하수를 이

용하고 있기 때문에 장래 최대갈수년의 하천유량이 재현된다는 가정하에 4,300만m³의 농업용수 부족이 예상되었다. 특히 대산읍의 경우 인근에 큰 하천이 없어 더욱 극심한 물 부족을 겪을 것으로 나타났다.

또 다른 분석으로 담수호를 생활용수로 이용하기에는 부적합하나 수질을 개선해 농업용수와 공업용수로 활용이 가능할 경우에 대해 분석을 수행하였다. <그림 3>은 담수호를 용수공급원으로 이용할 경우와 하지 못할 경우의 용수별 수요량 대비 부족량을 도식한 것이다. 대호, 부남호, 간월호를 이용할 수 있는 부석면, 해미면, 고북면, 인지면, 지곡면의 농업용수 및 공업용수의 부족량이 현저히 줄어든 것을 알 수 있다. 부석면, 해미면, 고북면, 인지면의 농업용수와 공업용수의 물 부족량이 부남호와 간월호의 유효저수량보다 적기 때문에 물 부족을 해소할 수 있지만 대곡면과 지곡면의 경우 농업용수와 공업용수의 물 부족량이 많기 때문에 대호의 유효저수량만으로는 부

그림 3_ 용수별 수요량 대비 부족량



족량을 다 해소할 수 없기 때문에 별도의 수원을 확보하여 물공급 계획을 수립하여야 함을 알 수 있다.

K-WEAP 모형은 수량뿐만 아니라 수질을 동시에 모의할 수 있으며 산정된 오염부하량 자료를 입력자료로 활용하여 모형을 통해 분석한 수질결과와 수질측정망을 통해 측정된 값을 <그림 4>와 같이 비교하였다.

서산시의 청지천에 대한 비교 결과 모의치가 실측치보다 낮은 수질결과를 나타내고 있다. 이는 청지천 상류에 위치한 잠홍저수지에 대해 4월과 10월의 실측자료만 존재하여 이를 정확히 반영할 수 없는 문제점과 함께 경험식에 의한 비점오염원 산정의 오차 및 각 수요처에서 방류하는 오염부하량의 양 및 위치의 부정확 등에 기인한 것이라 판단된다. 수질자료 특성상 정량적인 모의의 신뢰성은 낮지만, 정성적인 경향은 잘 모의하였다고 볼 수 있다.

서산시의 여러 담수호 중 간월호로 유입되는 오염부하량을 산정하였으며 결과는 <표 4>와 같다. 2003년과 2016년의 산정결과가 큰 차이를 보이지 않으며, 인구 증가, 축산폐수의 증가, 공장폐수의 증가 등으로 인해 오염부하량이 증가할 것으로 예상되나 장래마을 하수도 및 하수처리장 등을 신설 또는 증설할 계획이기 때문에 이와 같은 결과가 나타났다. 월별 변

그림 4_ 실측치와 모의치의 수질비교(청지천)

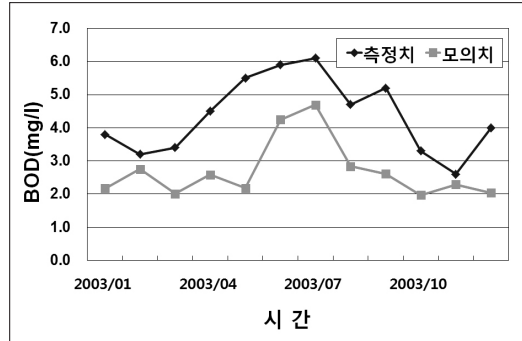


표 4_ 간월호 유입 오염부하량

항목	2003년	2016년
BOD(ton/년)	1,352.00	1,375.91

화를 살펴보면 강우가 많은 7~9월에 집중적으로 유입되는 것을 알 수 있으며, 이는 간월호 주위가 대부분 농경지로서 강우로 인한 비점오염원이 대량으로 유입되는 것에 의한 것으로 판단된다.

간월호는 호수 주변에 관광지가 조성되어 있으며 철새도래지로서 자연보호상 역할이 막중하고, 인근의 농업용수와 공업용수 공급원으로서 국민경제에 미치는 영향이 크다고 할 수 있다. 하지만 앞에서도 언급하였듯이 수질 등급이 낮아 주변 생태계는 물론

국민 건강에 악영향을 미칠 것이 우려되며, 시급히 수질개선을 보완하여 추진해야 할 필요성이 있다. 현재의 상태로 간월호를 유지할 경우 간월호의 수질개선은 현상유지 수준에서 크게 벗어나기는 어려울 것으로 예상되며, 공단의 조성 등으로 인해 유역 내 오염원이 증가될 경우 담수호 내 오염부하량 증가를 초래하기 때문에 이에 대한 대책이 필요하다. 또한 간월호의 오염물질 부하는 대부분 7~9월에 집중적으로 유입되므로 이 시기의 많은 유입물량을 소화할 수 있는 처리방법을 강구하여 수질개선에 노력해야 할 것이다.

IV. 정책시나리오 개발 및 분석

지역수자원계획에 있어 장래에 발생할 수 있는 다양한 상황 등을 고려하여 정책시나리오를 개발하여 분석함으로써 계획의 불확실성을 최대한 줄일 필요가 있다. 또한 개발된 정책시나리오 분석 결과는 향후 사

회, 경제, 환경 등 다양한 분야를 고려하여 여러 대안들 중 그 지역에 적합한 최적 대안을 선정하는 데 정보를 제공해 줄 수 있다. 본 연구에서 제시한 정책시나리오의 서산시의 지역수자원계획에 있어 장래 발생할 수 있는 상황을 모두 고려하지는 못하였다는 단점도 있지만 향후 다양한 전문가 및 이해관계자들 간의 협의를 통해 보다 합리적이고 타당한 정책시나리오 개발이 가능하다고 판단된다.

1. 정책시나리오 개발

합리적인 수자원계획 및 관리를 위해서는 사회, 경제, 환경 등 여러 요인을 고려한 다양한 시나리오를 개발하고 이에 대한 분석이 이루어져야 하며 이를 통해 이해관계자들이 적극적으로 참여하고 정책결정자에게 올바른 정보를 제공해줄 필요가 있다.

본 연구에서는 서산시의 수자원 관련 다양한 정책시나리오를 개발하여 이에 대한 분석을 수행하였다. 시

표 5_ 정책시나리오 개발

정책시나리오명	시나리오 설명	선정 이유
수요관리	• 수요처의 생활용수 수요량이 장래에 10% 감소한다는 시나리오	• 정부의 상수도 시책방향 중 수도물 10% 절약시책을 반영하여 선정
아산공업	• 서산시 공업용수의 주된 공급원인 아산호로부터 용수공급이 불가능하다는 시나리오	• 최근 들어 아산호 수질이 악화되고 있음. 따라서 아산호로부터 공업용수 공급이 중단되었을 경우 서산시의 공업용수 관련 장래 물수급 변화를 살펴보기 위해 선정
인구변화	• 서산시의 장래 인구가 40만 명으로 증가한다는 시나리오	• 서산시(1999)는 공업단지 조성 등의 외부적 요인에 의해 2016년 장래 인구를 40만 명으로 추정하고 이에 대한 수도정비 기본계획을 수립한 바 있음. 따라서 이 경우에 대한 기존 계획의 타당성을 확인하기 위해 선정
배수지	• 기존 계획에서 수립된 2개의 배수지(지장, 예천배수지)를 건설하지 않는다는 시나리오	• 서산시(1999)는 2016년 장래 인구가 40만 명으로 증가할 경우를 대비하여 2개의 배수지가 필요하다고 제시하였음. 하지만 건설교통부(2006) 및 서산시(2003)의 장래 인구 추정 결과는 20만 명을 넘지 않고 있어 배수지 건설이 꼭 필요하다고 판단되지 않아 이에 대한 검토를 위해 선정
축산폐수	• 읍면별로 축산폐수처리장을 건설한다는 시나리오	• 서산시 주위의 담수호 수질 개선의 일환으로 장래 계획된 하수처리시설 이외에 축산폐수처리장을 건설할 경우 수질 변화에 미치는 영향을 분석하고자 선정
토지변화	• 서산시의 장래 농지면적이 현재의 20% 정도 감소한다는 시나리오	• 건설교통부(2006)는 수자원장기종합계획에서 수요량 산정 시나리오 중 저수요 시나리오의 경우 2003년에 비해 2016년에 전국적으로 경지면적이 184만 6,000ha에서 147만 8,900ha로 19.9% 감소할 것으로 전망. 따라서 서산시의 현재 농지면적의 20%가 감소할 경우에 대한 물수급 및 수질 변화를 분석하고자 선정

나리오는 모두 6개를 개발하였으며, 이에 대한 장래 수량-수질 분석을 통해 그 변화를 파악하였다. <표 5>에 개발된 정책시나리오의 명칭과 내용 및 선정근거 등을 제시하였다.

2. 정책시나리오 분석

장래에 대해 각 정책시나리오별로 수량-수질 연계모의를 통해 분석을 수행하였다. 수량에 대한 분석결과 는 <표 6>과 같이 용수별 물 부족량을 산정하여 제시 하였으며 간월호 유입 오염부하량 산정결과를 시나리오별로 <표 7>과 같이 나타내었다.

표 6_ 시나리오별 용수별 물 부족량 산정

지역	생활용수(천m ³ /년)						농업용수(천m ³ /년)						공업용수(천m ³ /년)					
	수요 관리	아산 공업	인구 변화	배수 지	축산 폐수	토지 변화	수요 관리	아산 공업	인구 변화	배수 지	축산 폐수	토지 변화	수요 관리	아산 공업	인구 변화	배수 지	축산 폐수	토지 변화
동지역	0	0	2,087	372	0	0	4,426	4,385	4,455	4,514	4,388	4,347	313	309	322	321	309	304
고북면	1	0	695	1	1	1	2,571	2,508	2,059	2,612	2,506	2,508	0	0	1	1	0	0
대산읍	264	95	602	297	297	295	12,728	14,157	12,685	12,722	12,725	12,605	36,338	43,974	36,099	36,305	36,312	36,144
부석면	1	1	400	2	1	1	1,477	1,442	1,504	1,517	1,444	1,442	0	0	0	0	-	-
성연면	0	0	190	0	0	0	5,518	6,035	5,499	5,516	5,517	5,464	0	0	0	0	-	-
운산면	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-
음암면	1	2	240	45	2	2	3,229	3,200	3,243	3,291	3,201	3,171	0	0	0	0	0	0
인지면	1	2	154	27	2	2	1,412	1,377	1,132	1,434	1,376	1,377	0	0	0	0	-	-
지곡면	3	0	319	3	3	3	5,657	6,685	5,641	5,653	5,655	5,583	0	0	0	0	-	-
팔봉면	24	27	101	35	27	27	3,357	3,359	3,383	3,359	3,359	3,357	14	14	14	14	14	14
해미면	0	0	678	7	1	1	2,938	2,911	2,950	2,993	2,912	2,885	0	0	1	1	0	0
대산공단	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,590	51,850	11,353	11,556	11,554	11,488
대죽공단	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	919	4,111	900	916	916	911
독곶지구	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,768	52,965	43,479	43,728	43,736	43,535
서산지방 산업단지	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,099	1,041	2,627	3,070	3,076	3,050
성연농공단지	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	581	244	493	574	577	570
총계	295	127	5,466	788	333	331	43,312	46,060	42,550	43,612	43,082	42,740	96,622	154,507	95,290	96,487	96,495	96,016

표 7_ 시나리오별 간월호 유입 오염부하량

정책 시나리오	월별 BOD 유입량(ton)												총계
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
수요관리	20.6	33.9	19.3	119.1	89.4	28.4	623.8	205.1	141.5	16.7	28.2	15.6	1341.5
아산공업	21.3	35.0	20.0	119.7	90.0	28.8	628.5	212.1	147.5	20.2	31.4	16.3	1370.6
인구변화	186.7	179.1	179.8	267.8	224.9	117.5	768.1	350.0	267.1	163.9	174.2	166.9	3046.1
배수지	21.3	35.0	20.0	119.7	90.0	27.5	627.2	212.1	146.8	20.1	31.3	16.3	1367.4
축산폐수	20.9	34.6	19.6	119.4	90.0	28.3	628.2	212.1	147.4	19.9	31.1	16.0	1367.6
토지변화	21.0	33.5	19.6	111.9	84.1	28.5	583.8	198.0	138.1	19.8	30.2	16.1	1284.6

수요관리 시나리오의 경우 2016년 기준시나리오와 비교하였을 경우 물 부족량이 4만 7천 m^3 가량 감소하는 것으로 분석되었으며, 간월호 오염유입량도 연간 34ton 감소하는 것으로 분석되었다. 아산공업 시나리오의 경우는 아산공업용수도로부터 공급받던 공업용수에 대한 추가수원이 확보되지 못할 경우 공업용수 부족량이 4,117만 8천 m^3 추가로 발생할 것으로 분석되었으며, 담수호를 이용하더라도 공업용수와 농업용수가 부족한 것으로 나타났다. 간월호 유입 오염부하량에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 인구변화 시나리오의 경우 약 500만 m^3 의 생활용수 부족이 추가로 발생되었다. 간월호로의 오염유입량도 생활용수 수요량 증가에 따른 하수발생량 증가로 인해 2배 이상 증가하므로 이 경우 기존의 상수도 공급 계획을 재수립할 필요가 있으며 수질개선을 위한 별도의 대책이 수립되지 않는다면 간월호의 수질은 지속적으로 악화될 것으로 예상된다. 배수지 시나리오의 경우 생활용수 부족량이 다소 증가하지만 2016년에 인구가 갑자기 급증하거나 새로운 공단 조성 계획이 없을 경우 수요관리 등의 여러 대책을 통해서 충분히 물 부족을 해소할 수 있다고 판단되어 지장, 예천배수지의 추가건설에 대한 신중한 검토가 요구된다. 아산공업 시나리오와 마찬가지로 오염부하량 변화는 기준시나리오와 대동소이한 것으로 분석되었다. 축산폐수 시나리오의 경우는 하천유량 변화에 크게 영향을 미치지 않기 때문에 물 부족량은 변화가 거의 없으며 축산폐수처리장으로부터 처리된 오염부하량 때문에 연간 8ton 정도의 오염 유입부하량이 감소하는 것으로 나타나 큰 효과를 예상하기 힘들 것으로 판단되었다. 토지변화 시나리오의 서산시의 농지면적의 감소로 인해 농업용수 부족량이 크게 감소할 것으로 예상되었으나 15만 m^3 의 부족량 감소만을 나타내고 있다. 이는 수요량이 감소

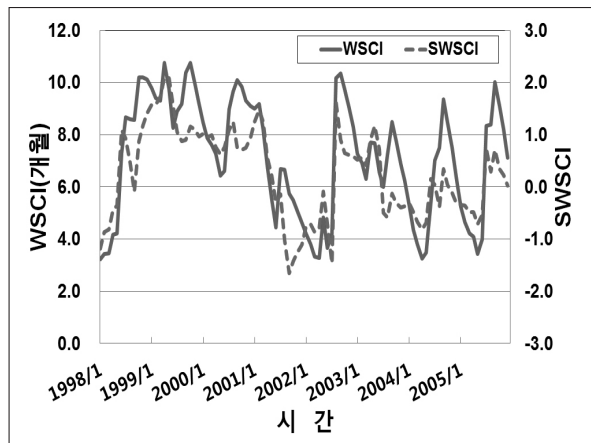
하더라도 모의단위인 일별 수요량은 크게 변화하지 않으며 농업용수 부족기간이 길지 않고 갈수기에 집중되어 있기 때문에 이와 같은 결과가 나타났다. 하지만 농지면적 감소로 인한 비점오염원 유입이 감소할 것으로 예상되어 연간 91ton 정도의 오염 부하량이 적게 간월호로 유입될 것으로 분석되었다.

3. 가뭄관련 대책 수립

미래에 예상되는 물 부족의 위험도를 경감하기 위한 대책으로 기상학적 인자만을 고려한다면 실제 물 이용자가 느끼는 물 부족을 반영하기는 어렵다. 따라서 공급과 수요를 동시에 고려할 필요가 있다. 이에 이동률 외(2006)가 개발한 물공급능력지수(WSCI)와 표준물공급능력지수(SWSCl)를 이용하였다.

서산지역의 대표적 용수공급원인 보령다목적댐에 이를 적용하였으며, 보령다목적댐은 광역상수도 공급망을 통해 서산지역에 대규모의 용수공급을 담당하고 있는 댐으로서 서산지역에 대한 가뭄대책 수립 시 이에 대한 검토가 반드시 필요하다고 할 수 있다. <그림 5>는 보령다목적댐에 대해 산정된 물공급능력지수와 표준물공급능력지수의 시계열을 나타내

그림 5_ 보령댐의 WSCI와 SWSCI 산정결과



고 있다.

물공급능력지수 산정결과 보령다목적댐은 3~10개월 정도의 범위에 지수가 분포되어 있음을 알 수 있다. 그림을 통해 댐의 용수공급능력이 가장 낮게 나타나는 시기는 4~6월로 나타나고 있으며, 이 시기 보령다목적댐의 WSCI는 약 3개월 정도의 값을 나타내고 있다. 따라서 보령다목적댐은 월별로 계획된 수요량에 대한 용수공급능력이 비교적 안정적이라고 판단할 수 있다.

표준물공급능력지수의 변화 양상을 살펴보면 보령다목적댐은 2001년 9월에 가장 낮은 지수 값을 나타내고 있으므로 이 시기가 가뭄정도로 볼 때 가장 심각한 상황이었음을 의미한다. 그러나 이 시기의 물공급능력지수는 5개월 이상의 수준을 나타내고 있어 물공급능력지수상으로는 크게 심각한 상황으로 표현되지는 않으나 해당 월의 평균적인 수준을 고려할 경우 5개월이라는 공급능력이 상대적으로 낮은 수준에 해당한다고 볼 수 있다. 이러한 결과로부터 2001년 9월은 다른 해에 비해 댐 저수량이 낮은 수준에 위치하고 있으며, 운영자 입장에서는 향후 기상상황 등에 보다 많은 관심과 주의를 기울일 필요가 있음을 알려주는 결과라 하겠다.

따라서 본 연구에서 제시된 물공급능력지수와 표준물공급능력지수는 독립적인 의미로 이용되기보다는 두 가지 지표가 상호보완적으로 기능하게 되므로 두 가지 지표를 함께 고려하여 댐 운영 및 가뭄 모니터링에 이용하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

V. 결론

지금까지 K-WEAP 모형을 이용하여 서산지역의 수자원계획을 평가하였다. 이를 통해 기 수립된 계획에 대한 검토를 수행하였으며 기존 계획의 문제점을 도출하였다. 또한 지역수자원계획의 수립과 분석과정

을 제시하였다. 계획 수립 과정에 있어 기존의 시설물에 대한 여러 대안 평가보다는 장래에 발생할 수 있는 여러 상황을 시나리오로 개발하여 이에 대한 대책을 수립하여야 하며 이를 통해 향후 그 지역 수자원 현황에 맞는 최적 대안을 선정하는 것이 올바른 계획수립 방향이라 판단된다.

최근 들어 용수수요의 지속적인 증가에 따른 물부족 예상, 수자원에 대한 다양한 이해관계자들의 증가, 하천수질 및 생태환경의 악화 및 기후변화와 환경에 대한 관심이 증대됨에 따라 개발과 환경보전에 대한 논쟁이 심화되고 있다. 이는 지역수자원계획에 있어서 피할 수 없는 상황일 것이다. 지금까지의 공급관리 위주의 수자원 관리 정책으로는 앞서 기술한 여러 문제점들을 해소하기에는 한계가 있다는 것을 인정하고 다양한 수원의 통합이용, 다양한 정책 시나리오 개발 및 분석, 수자원 계획에 있어 사회, 경제, 환경 등 다양한 분야에 대한 고려, 장기적인 물수급 및 수질 변화 예측 및 이해관계자들의 공감대 형성을 이끌어낼 수 있는 보다 합리적인 지역수자원계획을 수립해야 한다. 특히 지역의 수자원계획평가를 위해서는 수량뿐만 아니라 수질에 대한 고려가 함께 이루어져야 하며 다양한 시나리오를 분석할 수 있는 모형 및 도구가 절실한 상황이다.

K-WEAP 모형은 일반대중의 물 수급에 대한 이해력을 높일 수 있고, 수량뿐만 아니라 수질에 대한 연계모의가 가능하며, 누구나 쉽게 구축된 네트워크를 이용하여 수정, 보완을 수행할 수 있다는 장점을 제공할 수 있으리라 판단된다.

또한 가뭄관련 대책도 함께 고려하였다. 가뭄관련 대책은 한정된 수자원에서 공급의 안정성을 최대한 향상시키기 위한 사회·공학적 노력으로 현재의 상황에 대한 지속적인 모니터링이 필요하며, 이를 정확하게 해석할 수 있는 지표의 적용이 필요하다고 할 수 있다. 본 연구에서 이용한 두 가지 지표는 공급과

수요를 동시에 고려한 지표로서 두 가지 지표가 상호 보완적으로 가능하게 되므로 두 가지 지표를 함께 고려하는 것이 효과적이며 이를 통해 지역수자원계획을 수립할 경우 갈수에 대한 대책을 수립할 수 있으리라 판단된다.

현재 국내에서는 지역별로 미시적인 다양한 수량, 수질 자료가 조사, 수집되어 DB화되어 있다는 점을 고려할 때 이를 적극적으로 활용한다면 보다 합리적이고 타당한 지역수자원계획을 수립할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌 •••••

건설교통부. 2002. 지하수관리기본계획.
 _____. 2006. 수자원장기종합계획(2006~2020).
 건설교통부 · 한국수자원공사. 2004. 지하수조사연보.
 국립환경과학원. 2002. 수계오염총량관리기술지침.
 김영철 · 김건하 · 이동률. 2003. “농촌 소유역에서의 EMC를 이용한 오염물질 부하량 산정기법의 개발”. 한국수자원학회 논문집 제36권 제4호. pp667-679.
 김태철. 1989. “서남해안개발과 수자원계획”. 한국농공학회지 제31권 제7호. pp13-16.
 김현영 · 서영제 · 최용선 · 문종원. 1998. “우리나라 서남부지역 담수호의 효율적 이용방안”. 한국수자원학회논문집 제31권 제4호. pp385-396.
 서산시. 1997. 2016 서산 도시기본계획 보고서.
 _____. 1999. 서산시 수도정비 기본계획 보고서.
 _____. 2003. 서산시 통합하수도정비기본계획 변경보고서.
 이동률 · 문장원 · 이대희 · 안재현. 2006. “저수지 가뭄감시를 위한 물공급능력지수의 개발”. 한국수자원학회 논문집 제39권 제3호. pp199-214.
 최시중 · 이동률 · 문장원 · 강성규. 2010. “통합수자원평가계획모형 K-WEAP의 적용성”. 한국수자원학회 논문집 제43권 제7호. pp625-633.
 Braga, B. P. F. 2001. “Integrated Urban Water Resources Management: A Challenge into the 21st Century”. *Water Resources Development* vol.17, no.4. pp581-599.
 Earle, R. and Blacklocke, S. 2008. “Master Plan for Water Framework Directive Activities in Ireland Leading to River Basin Management

Plans”. *Desalination* vol.226, no.1-3. pp134-142.
 Levité, H. and Sally, H. 2002. “Linkages Between Productivity and Equitable Allocation of Water”. *Physics and Chemistry of the Earth* vol.27, no.11-22. pp825-830.
 Levité, H., Sally, H. and Cour, J. 2003. “Testing Water Demand Management Scenarios in Water-Stressed Basin in South Africa: Application of the WEAP Model”. *Physics and Chemistry of the Earth* vol.28, no.20-27. pp779-786.
 Louks, D. 1995. “Developing and Implementing Decision Support Systems: A Critique and a Challenge”. *Water Resources Bulletin* vol.31, no.4. pp571-582.
 Margerum, R. D. and Hooper, B. P. 2001. “Integrated Environmental Management: Improving Implementation through Leverage Point Mapping”. *Society and Natural Resources* vol.14, no.1. pp1-19.
 Zalewski, M. 2002. “Ecohydrology—the Use of Ecological and Hydrological Processes for Sustainable Management of Water Resources”. *Hydrological Sciences Journal* vol.47, no.5. p823.

-
- 논문 접수일: 2012. 7. 20
 - 심사 시작일: 2012. 7. 31
 - 심사 완료일: 2012. 9. 7

Evaluation of Regional Water Resources Planning Based on Scenario Analysis

Keywords: K-WEAP, Regional Water Resources Plan, Water Budget, Drought Severity Index

There has not been any study on a comprehensive water circulation and usage in terms of regional work in Korea; the academic scrutiny on the topic has been made mostly on individual cycle elements. Evaluation and planning of water resources for a region requires a thorough analysis of the water circulation system followed by the provision of key materials of the basin, the study of the circulation structure and existing problems, and the improvement of the system. This study ran a survey and an analysis on the water usage and circulation system of Seosan region. It further tested the feasibility of future plans for the region, named related problems, and made suggestions on preparation measures. Potential water quantity and quality changes were plotted into a scenario for more analysis in depth to better facilitate the water resources planning in linkage with the future water quantity and quality. In addition, the drought severity index (water supply capacity index, standard water supply capacity index) on Boryeong Dam, which is one of the primary water sources for Seosan region, is analyzed to improve the dam management and drought monitoring.

시나리오 분석을 통한 지역수자원계획 평가

주제어: K-WEAP, 지역수자원계획, 통합물수지, 가뭄지수

국내에서는 아직까지 종합적으로 지역적 물순환 및 물이용에 대해 제시된 연구결과는 거의 없으며, 각 물 순환 요소에 대한 개별적인 연구가 수행된 경우가 있다. 지역의 수자원계획을 평가하기 위해서는 그 지역의 물이용 순환 시스템을 정확히 파악해야 하며, 이를 통해 지역의 다양한 정보를 제공할 수 있을 뿐만 아니라 순환구조 및 현황 문제점 파악, 시스템 개선 등을 제시할 수 있다. 본 연구에서는 서산지역의 물이용 순환시스템을 조사하여 분석함으로써 기 수립된 서산지역 장래 계획들의 타당성을 검증하고, 이에 대한 문제점 및 대책을 제시하고자 하며 장래에 발생할 수 있는 수량 및 수질 변화에 대해 다양한 시나리오를 개발하여 분석함으로써 미래 수량-수질을 연계한 수자원계획을 수립하고자 한다. 또한 서산지역의 안정적인 대표 수원인 보령댐의 댐운영 및 가뭄 모니터링에 이용할 수 있도록 보령댐에 대한 가뭄지수를 분석하여 제시하고자 한다.