

K-WEAP을 적용한 관개용담의 효율적 용수이용 검토

Study of the Effective Water Use Applying K-WEAP in Irrigation Dam

이상윤*, 김선주**, 이주용***, 강승묵****

Sang Yoon Lee, Sun Joo Kim, Joo Yong Lee, Seung Mook Kang

요 지

K-WEAP은 수자원 지속적 확보기술개발사업의 일환으로 개발된 프로그램으로 용수이용에 대한 정책 시나리오 설정과 용수관리가 용이하게 설계되어 사용자와 정책결정자가 이해할 수 있는 일반적인 과정과 합리적인 결과를 제공한다. 본 연구에서는 경상북도 성주군에 위치한 성주담 유역을 대상으로 각 수요처의 용수 수급요인을 데이터베이스로 구축하고 증발산량, 유효수량, 토양수분 등 실제 현장의 여러 여건을 고려한 농업용수 산정 값과 용수수요 및 공급에 영향을 주는 경제, 인구 등의 시나리오 구성 구동인자를 K-WEAP에 적용하여 2002년~2011년까지 총 10개년 대상유역의 수요-공급량의 변화를 모의·분석하였다. 그 결과 성주담 유역의 모든 수요처는 약 98.45%의 용수충족률이 나타났으며, 이 결과가 발용수의 공급원을 지하수가 아닌 성주담으로써 K-WEAP에 적용하였음을 감안할 때 각 대상 수요처에서 만족된 용수충족률이 100% 가능한 것으로 분석되었다. 또한 K-WEAP에 적용한 기준시나리오에 새로운 수요처의 추가와 하천유지용수의 증가 등 수요관리에 변화를 주어 10개년 대상유역의 물수지 변화를 모의·분석하였으며, 그 결과 각 대상 수요처들은 수원공인 성주담으로부터 충분한 용수공급이 가능한 것으로 분석되었다.

핵심용어 : K-WEAP, 농업용수량, 시나리오 구성 구동인자

1. 서 론

물은 인간이 생활을 영위함에 있어서 가장 근원적인 자원으로서 모든 경제·사회·문화 활동에서 가장 필수적인 요소이다. 하지만 지속적인 인구의 증가와 경제성장으로 인한 물 수요의 증가, 수질 및 생태계환경 악화는 세계적으로 현재와 미래에 물 부족에 대한 우려를 매우 크게 하고 있으며 효율적이고 정확한 수자원관리를 필요로 한다. K-WEAP은 유역의 물이용 순환체계를 컴퓨터 프로그램으로 구현하고, 수량, 수질, 환경, 수요관리 등을 종합적으로 고려, 통합수자원계획 수립을 지원하는 전문 모형으로 수자원 지속적 확보기술개발사업의 일환으로 개발된 프로그램이다. 생활용수나 공업용수뿐만 아니라 수자원 이용량 중 가장 많은 비중을 차지하는 농업용수에 대해서도 정책 시나리오 설정과 용수관리가 용이하게 설계되어 사용자와 정책결정자가 이해할 수 있는 일반적인 과정과 합리적인 결과를 제공한다.

본 연구에서는 경상북도 성주군에 위치한 성주담 유역을 대상으로 각 수요처의 용수 수급요인을 데이터베이스로 구축하고 증발산량, 유효수량, 토양수분 등 실제 현장의 여러 여건을 고려한

* 정회원 · 건국대학교 생명환경과학대학 사회환경시스템공학과 대학원 · E-mail : sygogo79@hanmail.net
** 정회원 · 건국대학교 생명환경과학대학 사회환경시스템공학전공 교수 · E-mail : sunjoo@konkuk.co.kr
*** 정회원 · 건국대학교 생명환경과학대학 사회환경시스템공학과 대학원 · E-mail : ljyclub@paran.com
**** 정회원 · 건국대학교 생명환경과학대학 사회환경시스템공학과 대학원 · E-mail : mk3894@hanmail.net

농업용수 산정값과 용수수요 및 공급에 영향을 주는 경제, 인구 등의 시나리오 구성 구동인자를 K-WEAP에 적용하여 2002년~2011년까지 총 10개년 대상구역의 수요-공급량의 변화를 모의·분석하였다. 또한 K-WEAP에 적용한 기준시나리오에 새로운 수요처의 추가와 하천유지용수의 증가 등 수요관리에 변화를 주어 10개년 대상구역의 물수지 변화를 모의·분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 대상구역

본 연구에서는 물관리 자동화사업의 대표적 관개용 댐인 경북의 성주댐을 연구 대상지구로 선정하였다. 성주댐은 1읍 9개 면의 논 3,160ha의 관개뿐만 아니라 용수원을 활용하여 소수력발전용을 가동하며 성주읍과 인근지역(인구 52,322명, 2002년 기준)의 생공용수 공급이 가능하게 됨으로써 다목적 용수원으로 활용되고 있다. 그림 1과 표 1은 성주댐의 위치와 구역, 저수현황이다.

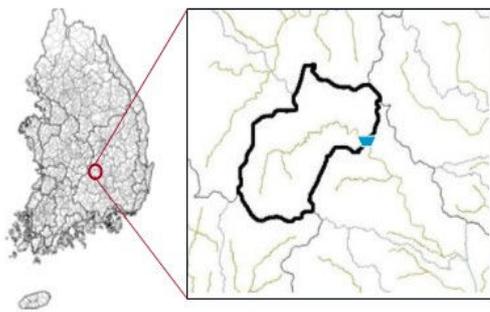


그림 1. 성주댐의 위치와 구역

표 1. 성주댐 현황

구 분		성주댐
유역면적		14,960ha
관개면적		3,160ha
저수량		3,824ha·m
만수면적	하계	183ha
	동계	205ha
만수위	하계	EL.184.7m
	동계	EL.187.9m
사수위		EL.162.0m

2.2 농업용수 산정

성주지구의 기준년도 시스템 현황에 필요한 수요량 중 농업용수를 산정하기 위하여 본 연구에서는 증발산량, 유효수량, 토양수분 등 실제 현장의 여러 여건을 최대한 고려하였다. 성주지역의 농업용수량은 논용수량과 밭용수량으로 구분하여 각각 포장 물수지 분석법과 수정 Penman 법, Penman-Monteith 법, 일별토양수분 추적법과 현장의 여러 여건을 고려하여 산정하고, 원단위산정을 통하여 구한 축산용수량을 합하여 산정하였다.

2.3 K-WEAP의 적용

2.3.1 수자원 현황 네트워크 구성

수요처는 1개읍, 9개면과 하천유지용수를 단일 공급원인 성주댐에서 공급받는 대가천으로 총 11개로 단순화하여 구성하였다. 그림 2는 K-WEAP 적용을 위한 성주군 수자원 네트워크이다.

1읍과 9개면은 농업용수, 생활용수, 공업용수로 분류하여 구성하였으며, 대가천은 하천유지용수(친환경용수)로 구성하였다. 공급원은 성주댐 이외에 지하수와 소하천 등이 있으나 그 양이 적어 성주댐을 단일 공급원으로 하여 분석하였다.

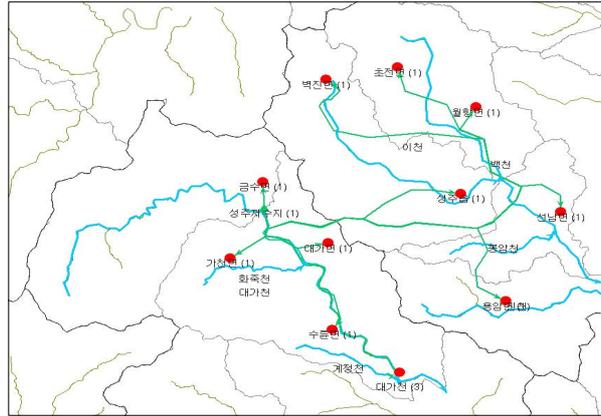


그림 2. K-WEAP 적용을 위한 성주군 수자원 네트워크

2.3.2 계획 기준년과 시나리오 적용

기준년도 시스템은 현재 존재하는 수자원 시스템의 기본 체계로 모든 시나리오의 시작년도로 가정된다. 본 연구에서는 계획 기준년을 2001년으로 하였다. 또한 K-WEAP을 시뮬레이션하기 위한 목표연도를 2011년으로 정하고 용수공급 우선순위는 성주댐이 관개용 댐이므로 농업용수 1순위, 하천유지용수 2순위, 생·공용수를 3순위로 하여 적용하였다. 표 2와 표 3은 K-WEAP에 적용한 계획 기준년 현황, 시나리오이다.

표 2. 계획 기준년 현황

구 분		적 용	
수요량	농업용수	농용수량	수정 Penman법
		발용수량	Penman-Monteith 법
		축산용수량	대표축종 별 원단위
	생·공용수	0.306m ³ /day/person	
	하천유지용수	0.54m ³ /sec : 대가천	
공급원	저수지	성주댐의 공급량 : 2001년	
기 타	인 구	51,617명 : 2001년*	
	경지면적	3,160ha : 2001년*	
	GDP	409,767억원 : 2001년*	

* : 2004년 성주통계연보

표 3. 시나리오 적용

구 분	인 구	경 지	GDP
증가율	-0.05%	-0.4%	2%

주) 자료출처 : 2004년 성주통계연보

2.3.3 기준 시나리오에 수요관리 변화 적용

국민들의 물에 대한 사회·문화·환경적 측면의 인식변화에 따라 성주댐에서 대가천에 공급되

는 천유지용수량의 계속되는 증가를 가정하였으며, 기준시나리오의 모의·분석 결과를 바탕으로 성주댐으로부터의 수요처의 수에 변화를 주었다. 표 4는 수요관리 변화 내용이다.

표 4. 수요관리 변화 적용

구 분		적 용
수요량	농업용수	1읍, 1개면 추가 (총 2개읍, 10개면)
	하천유지용수	0.54m ³ /sec → 0.60m ³ /sec: 대가천(2011년)

3. 결과 및 고찰

3.1 농업용수 산정

표 5는 2001년 성주지구의 농업용수 산정결과이다. 성주지역의 용수수요량은 수요처별 논과 밭의 관개면적, 축산용수 산정 시 고려하는 대표축종에 비례하여 선남면, 용암면, 수륜면 순으로 많이 산정되었다.

표 5. 기준년 성주지구 농업용수 산정결과 (2001년) (단위: 10⁶m³)

구 분	금수면	가천면	수륜면	대가면	용암면	벽진면	초전면	월항면	선남면	성주읍
논용수	1.438	1.689	3.675	2.291	3.766	2.921	3.168	2.778	4.221	3.057
밭용수	0.116	0.158	0.248	0.141	0.248	0.224	0.268	0.143	0.382	0.375
축산용수	0.040	0.030	0.070	0.040	0.190	0.040	0.170	0.130	1.230	0.090
농업용수	1.594	1.877	3.993	2.471	4.203	3.184	3.606	3.051	5.833	3.522

3.2 K-WEAP 적용결과

표 5의 농업용수 산정결과를 이용하여 K-WEAP을 모의하였다. 모의기간은 2002년~2011년까지 총 10개년이며, 1개읍, 9개면 별로 용수수요량을 적용하였다. 표 6은 K-WEAP 결과 값이다. 성주지역 각 수요처의 논과 밭의 전체적인 관개면적이 소폭으로 감소하는 추세에서 수요용수량의 증가는 GDP의 증가, 공공시설과 주택의 현대화, 높은 상하수도 보급률 등 생활수준의 질적 향상으로 인한 생활용수의 증가와 경지 면적 중 밭 면적의 증가로 인한 것으로 판단된다.

표 6. 성주지역 용수수요량 및 용수충족률 (단위: 10⁶m³, %)

구 분	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
용수수요량	57.612	57.623	57.635	57.648	57.662	57.677	57.693	57.711	57.729	57.748
충족률	98.462	98.460	98.459	98.457	98.454	98.452	98.449	98.446	98.443	98.440

또한 성주댐 유역의 각 수요처는 약 98.45%의 용수충족률이 나타났다. 밭용수의 공급원을 지하수가 아닌 성주댐으로하여 K-WEAP에 적용하여 나온 결과임을 감안할 때 각 대상 수요처에서 만족된 용수충족률이 100% 가능한 것으로 판단되며, 실제로 지하수를 밭의 용수공급원으로 하는 성주지구 각 수요처는 100%의 용수충족률을 나타낸다. 이러한 결과를 근거로 K-WEAP에 적용한 기준시나리오에 새로운 수요처의 추가와 하천유지용수의 증가 등 수요관리에 변화를 주었다.

위 수요관리의 변화 후 결과는 수요처별 용수충족률이 약 2% 줄어들었으나 본 연구에서는 성주댐을 발용수의 공급원으로 설정했으므로, 각 수요처는 수원공인 성주댐으로부터 충분한 용수공급이 가능한 것으로 판단된다. 표 7, 그림 3은 수요관리 변화 적용 후 용수충족률이다.

표 7. 수요관리 변화 후 용수충족률 (단위: %)

구분	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
충족률	97.414	97.414	97.411	97.380	97.379	97.375	97.372	97.368	97.366	97.363

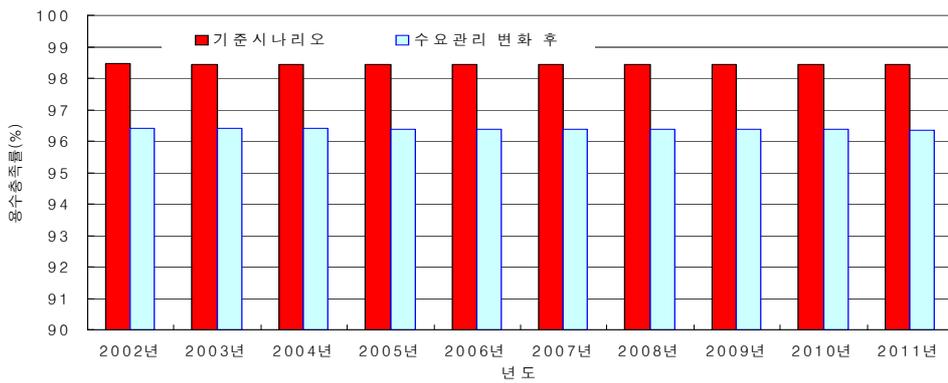


그림 3 기준시나리오와 수요관리 변화 후의 용수충족률

4. 결론

본 연구는 통합 수자원 평가계획 모형인 K-WEAP을 이용하여 2011년까지 성주댐 유역 각 수요처의 물수지 변화를 모의·분석한 것으로 결론은 다음과 같다.

1. 용수수요량이 목표연도 2011년까지 꾸준한 소폭 상승을 보였다. 이는 GDP의 증가, 공공시설과 주택의 현대화 등 생활수준의 질적 향상으로 인한 생활용수의 증가와 경지 면적 증발 면적의 증가로 인한 것으로 판단된다.
2. 각 수요처의 용수충족률이 약 98.45%로 성주댐을 발용수의 공급원으로 가정하여 나온 결과임을 감안하면, 100%의 용수충족률이 가능하며 추가적 여유수량이 남는다고 판단된다.
3. K-WEAP의 기준시나리오에 새로운 수요처(1읍, 1개면)의 추가와 하천유지용수의 증가 등 수요관리에 변화를 준 결과, 용수충족률이 기존에 비해 약 2% 줄어들었으나 성주댐에서 충분한 물이 공급된다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. 문장원 외 4명, 2005, 국가 수자원 계획의 수립을 위한 K-WEAP의 적용, 2005년 한국수자원학회 학술발표회 발표논문
2. 한국건설기술연구원 통합수자원평가계획연구팀, 2004, K-WEAP 통합수자원평가계획모형 사용자 안내서
3. 고령군, 2001, 고령군통계연보
4. 성주군, 2004, 성주군통계연보