

# 실용적 농업용수산정기법을 이용한 K-WEAP의 적용

Application of K-WEAP using Practical Calculation of Agricultural Water

이주용\*·김선주·김필식 (건국대)

Lee, Joo Yong\*·Kim, Sun Joo·Kim Phil Shik

## Abstract

The agricultural water demand that is calculated in present is difference with practical one by various situations in field. And, by various change, agricultural water demand can not estimate by agricultural land area simply. Considering various situations in field, calculated practical agricultural water demand and applied it to Korea Water Evaluation And Planing System (K-WEAP) in this study. The studied area is Seongju. The studied results showed that agricultural water demand calculate about 5.8 percent higher than existing one, and the agricultural water demand that is applied to K-WEAP calculate about 4~5.5 percent higher. Total Agricultural water demand increased about 0.5 percent until 2011.

## I. 서론

우리나라 이용 수자원 중 농업용수 사용량에 대한 내용을 보면 341억톤 중 약 47%인 159억톤이다. 이러한 농업용수에 대해 경지의 감소 현실에서 농업용수의 사용량 또한 점차 줄여야 한다는 주장이 있으며, 90년 54%, 94년 50%, 98년 48%, 2001년이 47%로 농업용수의 사용율이 실제 감소하고 있는 실정이다. 그러나 이는 용수사용이나 효율을 일반 수치화 하여 적용한 것으로 실제 현장에서는 여러 가지 여건의 차이로 인하여 산정기법에 의한 필요수량과는 다소 차이가 있는 것으로 조사되었다.<sup>2)</sup> 또한 최근에 들어 농촌인구의 생활수준 향상, 발작물 재배 면적의 증가, 친환경용수 증가 등으로 용수의 수요가 꾸준히 증가하고 있어 미래의 농업용수에 대한 사용량을 단순히 면적 대비 감소로만 볼 수 없을 것이다.

본 연구에서는 실제 현장의 여러 가지 여건을 고려하여 농업용수를 산정한 후 K-WEAP<sup>4)</sup>에 적용하였다. K-WEAP은 통합수자원 평가계획 시스템으로 수자원 계획을 지원하기 위하여 우리나라의 현실에 맞게 개발된 프로그램이다. 생활용수나 공업용수뿐만 아니라 수자원 중 가장 큰 비중을 차지하는 농업용수에 대해서도 정책 시나리오 설정과 용수관리가 용이 하도록 설계되었다. 이를 통하여 향후 용수 이용량의 변화에 대해 분석하고, 현재 산정되어 있는 농업용수량의 이용량 변화와 비교분석하였다.

## II. 재료 및 방법

### 2.1 대상지구

본 연구에서는 경북의 대표적 관개용 댐인 성주 댐과 성주지구를 대상으로 하였다. 낙동강의 지류인 대가천 상에 위치하며, 유역면적은 14,960ha이다. 성주댐은 1읍 9개 면의 논 3,160ha의 관개뿐만 아니라 성주읍과 인근지역의 주민 51,617명(2000년 현재)에게 생활용수를 공급하고 있으며, 취수탑과 취수로를 통하여 발전용수로 활용된 후, 용수로로 분기된다.

댐의 총 저수량은 3,824 ha·m이며 이중 농업과 생활용수 및 하천유지용 필요저수량은 2,815 ha·m이다. Fig. 2.1과 Table 2.1은 성주댐 유역과 저수 현황이다.

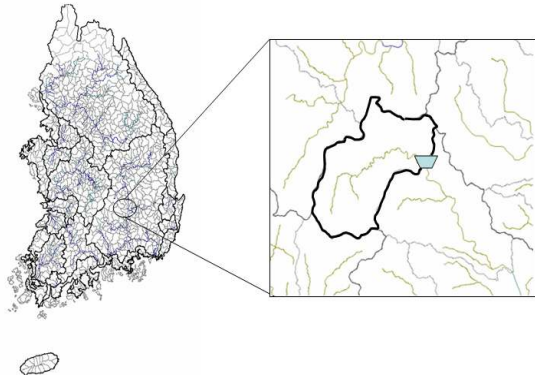


Fig. 2.1 The Watershed of Seongju dam

Table 2.1 The present storage condition

Classification		Seongjudam
Watershed area		14,960ha
Irrigation area		3,160ha
Full supply level	Summer	EL. 184.7m
	Winter	EL. 187.9m
Deadstorage level		EL. 162.0m
Spillway elevation		EL. 182.4m

## 2.2 농업용수 산정

K-WEAP은 농업용수를 직접 산정하여 분석하지 않으며, 산정된 용수량을 적용하여 분석한다. 본 연구에서는 실제적인 농업용수를 적용하기 위하여 현장의 여러 여건을 최대한 고려하여 산정하였다. 논 관개용수의 경우 수정 Penman 법을 이용하여 증발산량을 산정하였으며, 밭 관개용수는 합리적이고 적용성이 뛰어난 Penman-Monteith 법을 사용하였다.

논의 경우 이앙기간은 성주가 영남지방임을 고려해 5월 20일~6월 15일로 하였으며, 대부분이 콘크리트 수로인 성주지역의 수로손실은 13%로 하였다. 또한 배분관리 용수율은 11%를 적용하여 산정하였다. 밭의 경우 작물 재배기간은 남부지방임을 고려하여 작물의 특성별로 적용하였으며, 적용효율은 스프링 클러관개 75%, 드립관개 96%, 고랑관개 44%로 하였으며, 운송효율은 90%로 하여 산정하였다. 축산용수는 통계청의 가축두수를 이용하여 가축별 용수 수요량을 적용하여 산정하였다. 작물계수 및 뿌리깊이는 FAO에서 제시한 수치를 이용하였다.

## III. K-WEAP의 적용

### 3.1 K-WEAP의 적용과정

용수이용의 변화량 및 예측을 위한 K-WEAP의 적용과정은 Fig. 2.2와 같으며, 다양한 시나리오 분석을 통해 수자원 계획을 평가 할 수 있다.

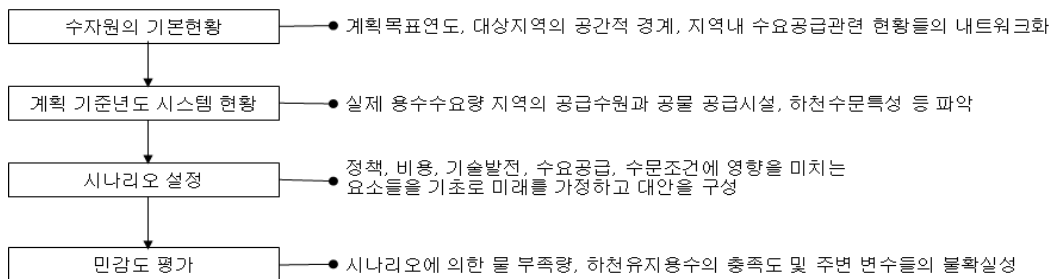


Fig. 2.2 Flowchart of K-WEAP application

### 3.2 수자원 현황 네트워크 구성

성주군의 용수 수요처와 공급원을 단순화하여 구성하였다. 수요처는 성주댐의 주 관개 지역인 1개읍 9개면과 대가천으로 하였다. 1개읍과 9개면은 농업용수, 생활용수, 공업용수로 분류하여 구성하였으며, 대가천은 하천유지용수(친환경용수)로 구성하였다. 공급원은 성주댐 이외에 지하수와

소하천이 등이 있으나 양이 적어 성주댐을 단일 공급원으로 하여 분석하였다. 용수공급 우선순위는 농업용수 댐으로 농업용수 1순위, 하천유지용수 2순위, 생·공용수를 3순위로 하여 적용하였다.

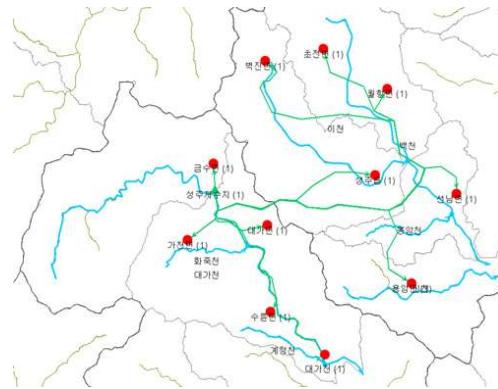


Fig. 2.3 The organization of water resources network in Seongju

### 3.2 계획 기준년과 시나리오의 적용

K-WEAP을 시뮬레이션하기 위한 목표연도는 2011년으로 정하고, 이를 위한 계획 기준년도는 2001년으로 하였다. 계획 기준년의 용수수요량, 공급수원, 하천수문특성, 인구, 경지면적 등과 목표 연도까지의 시나리오는 Table 2.2와 같이 적용하였다. 계획 기준년에 대한 목표연도 용수량 예측에 함수 적용은 1997~2001년까지 인구, 경지, GDP 등의 변화를 분석한 결과, K-WEAP에 제시된 함수 중 growthform이라는 함수를 적용하였다.

Table 2.2 Application data of standard year and scenario

Classification		Application	
Demand	Agricultural water	Paddy irrigation water	Modified Penman method
		Upland irrigation water	Penman-Monteith method
		livestock water	the unit loading factor by domestic cattle
	Domestic and industrial water	0.306m <sup>3</sup> /d/person	
	Environment friendly water	0.54m <sup>3</sup> /s : Daega stream	
Supply	Reservoir	Practical supply water of Seongju dam in 2001	
etc.	Population	Population in 2001 : 51,617	
	Agricultural land	Irrigation area in 2001 : 3,160ha	
	GDP	GDP in 2001 : 6,221,226 billion won	
scenario	Population	Increase and decrease ratio of population -0.05% (1999~2001)*	
	Agricultural land	Increase and decrease ratio of agricultural land -0.4% (1999~2001)*	
	GDP	Increase and decrease ratio of GDP +2% (1999~2001)*	

\* : 2004년 성주통계연보

#### IV. 결과 및 고찰

##### 3.1 농업용수 산정

Table 2.3은 성주지역의 농업용수를 산정한 것이다. 1개읍과 9개면의 농업용수를 산정하였으며, 총 수량은 약 122백만 $m^3$ 으로 산정되었다. Fig. 2.4는 본 연구에서 산정된 값과 농촌용수 수요량 조사 종합보고서<sup>9)</sup>에서 산정한 값을 비교 한 것이다. 비교 결과 벽진면과 초전면에서 낮은 값이 산정 되었으나, 전체적으로 농촌용수 수요량 조사 종합보고서의 115.8백만 $m^3$ 보다 약 5.8%이상의 농업용수가 산정 되었다.

Table 2.3 Agricultural water of Seongju area in 2001 (unit :  $10^6 m^3$ )

Classification	Geumsu	Gacheon	Suryun	Da6ega	Yongam	Byukjin	Chojeon	Wolhang	Seonnam	Seongju
Paddy	7.392	6.402	14.268	8.558	14.480	10.049	10.422	10.668	17.017	13.428
Upland	0.441	0.638	0.956	0.624	0.928	0.861	1.029	0.916	1.456	1.428
Livestock	0.040	0.030	0.071	0.040	0.192	0.040	0.172	0.131	0.192	0.091
Agricultural water	7.873	7.071	15.294	9.222	15.600	10.950	11.623	11.715	18.665	14.947

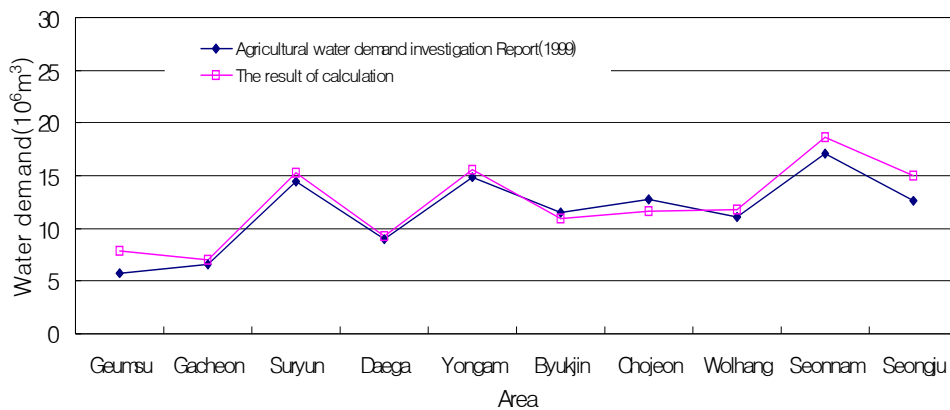


Fig. 2.4 Calculated and investigated agricultural water demand

##### 3.2 K-WEAP 적용결과

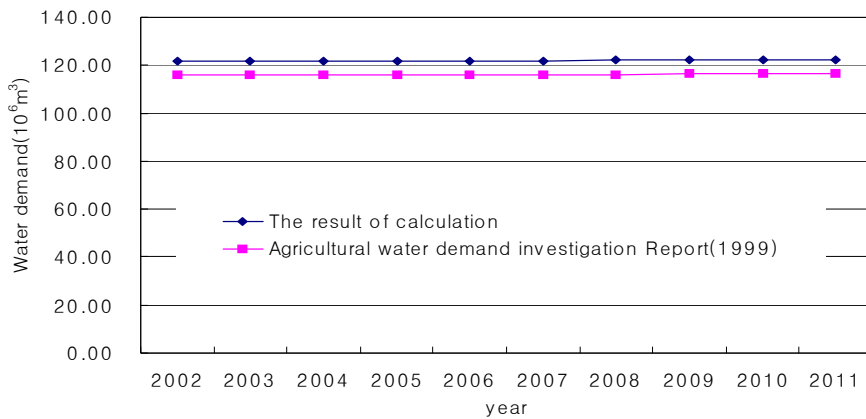
Table 2.3의 결과를 이용하여 K-WEAP을 모의 하였으며, 1개읍, 9개면 별로 용수수요량을 적용 하였다. Table 2.4는 K-WEAP 결과 값을 나타낸 것이다.

전체적인 경지면적과 인구수가 소폭 감소하였지만, 용수수요량은 2011년 까지 약 0.5%의 증가 율을 보였다. 이는 GDP의 증가 등으로 인한 생활수준 향상과 경지 면적 중 밭면적의 증가로 인한 것으로 판단된다.

또한 농촌용수 수요량 조사 종합보고서의 수요량을 적용하여 산정된 K-WEAP 결과 값과도 비교분석하였다. Fig. 2.5는 농업용수의 산정에 의해 적용한 값과 농촌용수 수요량 조사 종합보고서의 수요량을 적용하여 모의한 K-WEAP의 결과값을 비교한 것이다. 본 연구에서 산정하여 적용한 값이 연도별로 약 4~5.5%이상의 값을 보였다. 재배 현장의 각 효율 및 손실을 등 여러 여건을 고려했을 때, 농업용수 수요량은 더 높은 값이 산정되었으며, 미래의 용수 수요량 또한 점차 증가하는 것을 알 수 있다.

**Table 2.4 The result of K-WEAP using Calculated agricultural water demand (unit :  $10^6\text{m}^3$ )**

Classification	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Geumsu	5.70	5.78	5.86	5.94	6.02	6.10	6.19	6.27	6.36	6.45
Gacheon	6.37	6.42	6.46	6.50	6.54	6.59	6.63	6.68	6.72	6.77
Suryun	13.65	13.75	13.84	13.93	14.03	14.13	14.22	14.32	14.42	14.52
Daega	8.01	8.00	8.00	7.99	7.98	7.98	7.97	7.96	7.96	7.95
Yongam	13.37	13.35	13.33	13.30	13.28	13.26	13.23	13.21	13.19	13.17
Byukjin	9.60	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.62	9.62
Chojeon	10.29	10.29	10.29	10.29	10.29	10.29	10.29	10.29	10.29	10.29
Wolhang	10.08	10.01	9.95	9.88	9.82	9.76	9.70	9.63	9.57	9.51
Seonnam	16.69	16.59	16.49	16.39	16.29	16.19	16.09	16.00	15.90	15.80
Seongju	14.11	14.13	14.16	14.19	14.21	14.24	14.27	14.30	14.32	14.35
Daega stream	13.81	13.81	13.81	13.81	13.81	13.81	13.81	13.81	13.81	13.81
Total	121.69	121.73	121.78	121.84	121.89	121.95	122.02	122.08	122.16	122.23



**Fig. 2.5 The comparison with K-WEAP simulation**

#### IV. 결론

본 연구는 통합 수자원 평가계획 모형인 K-WEAP에, 현장의 여러 여건을 고려한 농업용수 수요량을 산정, 적용한 것으로 결론은 다음과 같다.

1. 현장의 여러 여건을 고려하여 성주지역의 농업용수를 산정한 결과,  $122 \times 10^6 \text{m}^3$ 의 농업용수 수요량이 산정되었으며, 이는 농촌용수 수요량 조사 종합보고서의  $115.8 \times 10^6 \text{m}^3$ 보다 5.8%이상의 값을 보였다.

2. 농업용수 수요량 산정값을 K-WEAP에 적용한 결과 목표연도 2011까지 약 0.5%의 상승률을 보였다. 이는 GDP의 증가 등으로 인한 생활 수준 향상과 경지 면적 중 발면적의 증가로 인한 것으로 판단된다.

3. 농촌용수 수요량 조사 종합 보고서의 수요량 값을 K-WEAP에 적용시켜 산정한 값을 비교했을 때, 본연구의 값이 약 4~5.5%이상의 값을 나타내어 현장의 여러 여건을 고려했을 때, 더 많은 용수가 사용된다고 판단된다.

## 참고문헌

1. Kim, Sun Joo, Lee Joo Yong and Phil Shik Kim, 2005, Securement of Upland Irrigation Water in Small Dams through Periodical Management of Storage Level, *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers*, Vol.47(2): pp.3-12.
2. Lee, Yong Jig, 2005, An Investigative Study for the Estimation of Irrigation Water Requirement in Paddy Land, Ph.D thesis : Konkuk University
3. Lee, Weon Hee, 2004, Development of Analysis System of Watershed Using Hydraulic and Hydrologic Models, Ph.D thesis : Konkuk University
4. Korea Institute of Construction Technology, 2005, K-WEAP(Korea Water Evaluation And Planning System), Technology for integrated basin-wide water budget analysis and water resources planning
5. Korea Agricultural and Rural Infrastructure Corporation, 1996, Seongju Basin TM/TC Work Plan Report
6. Korea Agricultural and Rural Infrastructure Corporation, 1999, Agricultural water demand investigation Report