

# 영농방식변화에 따른 관개용수량 산정방법 연구

## Study on the Calculation Method of Irrigation Water Considering Farming Conditions in Paddy Field

이용직\*, 김선주\*\*, 김필식\*\*\*, 지용근\*\*\*\*, 이주용\*\*\*\*

Yong-Jik Lee, Sun Joo Kim, Phil-Shik Kim, Yong Geun Jee, Joo Yong Lee

### 요 지

국내의 수자원장기종합계획(건교부, 2001년)에 의하면 농업용수는 우리나라 수자원의 48%를 차지하고 있으며 하천유지용수를 제외한 이용량으로 보면 62%에 해당하는 최대 용수이용 부문이다. 그러므로, 농업용수의 효율적인 계획과 관리는 우리나라 수자원의 효율적인 이용에 있어서 매우 중요하다.

우리나라의 농촌은 1970년 이후 급격한 도시화, 산업화로 농업인구의 격감과 노동력의 부족에 따른 농업용 기계가 보급되게 됨에 따라, 과거의 주로 인력에 의한 벼농사의 영농방식에 변화가 생기게 되었다. 그러한 영농전반의 변화들은 직파재배, 집단육묘, 비닐하우스를 이용한 못자리, 어린모 이앙법 등 다양한 방식으로 벼재배 방식에서도 나타나고 있다. 이러한 영농상황의 변화는 농업용수공급 현황에도 영향을 미쳐 물이용 형태가 과거와 많은 차이를 보임을 알 수 있다. 이러한 차이는 최근의 연구결과에서도 나타나고 있는데 2002년 농어촌연구원 “용수수급의 안정성 제고 연구 및 종합시험지구 운영”에 의하면 3개 저수지지구의 계획공급량과 용수공급량 비율이 0.7~1.3이며, 영농초기 4~5월에 특히 차이가 큼을 알 수 있었다. 2001년 한국건설기술연구원의 “물관리 효율성 제고기술 연구보고서”에 의하면 4~5월에 큰 차이를 보이는 등 농어촌연구원과 비슷한 결과를 나타내었다.

본 연구는 중부지방인 경기 남부지역을 대상으로 영농방식에 대한 조사를 하고 농업용수 공급량을 측정하여 현행 농업용수량 산정기준에 의한 농업용수량과 비교함으로써 변화된 영농환경을 고려한 적절한 관개용수량 산정방법을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다.

**핵심용어 : 관개용수량, 영농방식, 증발산량, 소비수량**

### 1. 서 론

국내의 수자원장기종합계획(건교부, 2001년)에 의하면 농업용수는 우리나라 수자원의 48%를 차지하고 있으며 하천유지용수를 제외한 이용량으로 보면 62%에 해당하는 최대 용수이용 부문이다. 그러므로 농업용수의 효율적인 계획과 관리는 우리나라 수자원의 효율적인 이용에 있어서 매우 중요하다.

근래, 우리나라의 농촌은 1970년 이후 급격한 도시화, 산업화로 농업인구의 격감과 노동력의 부족에 따른 농업용 기계가 보급되게 됨에 따라, 과거의 주로 인력에 의한 벼농사의 영농방식에

\* 정회원 · 한국농촌공사 정보관리실 시스템운영팀장·E-mail : leeyj@karico.co.kr  
\*\* 정회원 · 건국대학교 생명환경과학대 사회환경시스템공학전공 교수 · E-mail : sunjoo@konkuk.ac.kr  
\*\*\* 정회원 · Auburn university Post Doc. · E-mail : kimps92@empal.com  
\*\*\*\* 정회원 · 건국대학교 생명환경과학대 사회환경시스템공학과 대학원·E-mail : ykjee77@konkuk.ac.kr  
\*\*\*\* 정회원 · 건국대학교 생명환경과학대 사회환경시스템공학과 대학원·E-mail : ljyclub@paran.com

변화가 생기게 되었다. 노동력이 풍부하던 1970년대 전반까지는 손이앙재배가 이루어졌으나 1970년대 후반부터는 다수성인 통일벼 품종이 보급되고 산업구조의 변화 등으로 농촌 노동력 부족이 심화되면서 1977년부터는 이앙노력 절감을 위하여 중묘 기계이앙재배 기술체계 확립, 농가에 보급하여 1988년에는 전국 벼 재배면적의 50% 이상이 기계이앙재배가 실시되었다. 1988년부터는 육묘 자재 및 육묘노력을 절감할 수 있는 어린모 기계이앙재배에 대한 기술체계를 연구 보급하여 1994년에는 기계이앙재배가 벼 재배면적의 90.8%가 되었고 이 중 어린모 재배면적이 50.5%를 차지하였다. 또한 1990년부터 건답직과 및 답수직과기술이 개발 보급되고 있으며 직과재배 면적도 늘어가고 있는 추세이다. 이러한 영농상황의 변화는 농업용수공급 현황에도 영향을 미쳐 물이용 형태가 과거와 많은 차이를 보임을 알 수 있다.

본 연구는 중부지방인 경기 남부지역을 대상으로 영농방식에 대한 조사를 하고 농업용수 공급량을 측정하여 현행 농업용수량 산정기준에 의한 농업용수량과 비교하였다. 각각 변화된 영농환경을 고려한 적절한 농업용수량 산정방법을 제시하여 농업용수의 효율적인 계획과 관리를 목적으로 하고 있다.

## 2. 현행 농업용수량(논) 산정기준

논에서의 작물생육과 영농에 필요한 농업용수량은 강우량, 증발산량 등 기상요건에 따라 크게 좌우된다. 현재 농업용수량의 산정은 공급수로시스템과 기상, 작물 및 영농용소 등에 의해 일단위로 계산되고 있는데 일단위로 포장에서의 물수지를 분석하여 부족한 양을 해당일의 용수량으로 산정한다. 농업용수량 산정에 영향을 미치는 주요인자는 작부시기, 수로손실, 작물계수, 증발산량 산정방법 등 많은 인자가 있지만 영농방식과 관련이 있는 인자는 작부시기와 형태이다. 현재 농업용수량 산정에 있어서 논물가두기의 경우 이앙기간에 동시 실시하며 중간낙수는 고려하지 않고 있다.

또한 송수손실수량과 용수배분관리용수량, 시설기능유지용수량을 포함하는 시설관리손실량은 주로 “농업생산기반정비사업계획설계기준(관개편)”에서 제시하는 수치를 이용하고 있으나, 이 중 용수배분관리용수량은 실제 적용하지 않는 경우가 많다.

증발산량 산정 공식으로 Blaney & Criddle 법과 Penman 법을 사용하여 왔으며, 작물 계수는 각 방법에 따라 제시된 계수를 적용하였다. 그러나 이러한 계수는 연구자에 따라 그 편차가 크게 나타나며, 실제 조사된 작물 계수와도 차이가 나는 경우가 많다.

## 3. 재료 및 방법

### 3.1 연구 대상지구

영농방식에 따른 농업용수량 산정 방법을 개선하기 위하여 연구 대상지구로 경기도 평택시의 이동저수지를 주수원공으로 하고 있는 이동지구를 선정하였다. 대상시설물은 이동, 용덕 및 미산저수지로서 경기도 남동부인 용인시 이동면과 남사면에 위치하고 있다.

대상지구의 주수원공인 이동저수지 유역은 그림 1과 같이 상류 유역내에 용덕저수지와 미산저수지가 있으며 3개의 하천을 통해 유역에서의 유출량이 유입되고, 방류수는 진위천을 통하여 평택호에 유입된다. 본 연구에서는 이중 이동 저수지 지역을 대상지구로 하였으며, 저수지의 주요 제원은 표 1과 같다. 이동저수지는 관개면적에 대한 유역면적의 비인 유역배율이 4.5로 수자원 확보 측면에서 양호한 편이며 단위저수량이 834mm로 용수공급안전도가 상당히 높은 저수지이다.

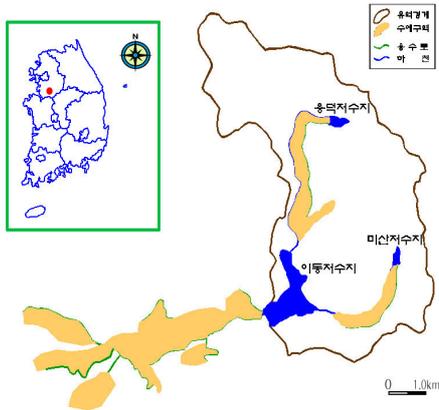


그림 1. 연구 대상지역

표 1. 대상 저수지 제원

구분	이동 저수지	비고
유역면적 (ha)	9,300	A
관개면적 (ha)	2,063	B
유역배율	4.5	A/B
유효저수량(천 m <sup>3</sup> )	17,200	C
단위저수량(mm)	834	C/B

### 3.2 연구 방법

물관리 현장의 관개용수공급 방식이나 시설관리손실, 증발산량 등을 적용하여 새로운 방식에 의한 조용수량을 산정하였다. 그리고 그 결과를 현행 관개용수량 산정기준의 표준값을 적용하여 산정한 결과(CASE-E)와 실측치에 의한 용수공급량을 비교하였다.

각 요소별 영향을 분석하기 위하여 우선 작부시기 및 물가두기 등의 관개방식과 낙수시기를 변경 적용하고 기타 요소는 기존 기준에 의한 조건과 동일하게 하는 경우(CASE-I), 다음은 CASE-I의 경우에 시설관리손실률을 추가로 변경하는 경우(CASE-II), 마지막으로 작물계수 및 잠재증발산량 산정방식을 추가로 변경하는 경우(CASE-III) 등 3가지 경우에 대하여 비교 분석하였다. 작물계수의 경우 지금까지 Penman 식의 작물계수를 사용하였으나 본 연구에서는 1998년 FAO에서 제시한 값을 우리나라 중부지역의 기후에 맞게 보정하여 적용하였다. 표 2~3은 현행 산정기준과 실제 조사·분석한 영농방식을 고려한 산정 요소를 적용한 것이다. 연구 기간은 2003년과 2004년이다.

표 2. 적용된 작부시기

구 분	작부시기	
	CASE-E	CASE-I
묘대기	4월 17일 ~ 5월 31일	4월 15일 ~ 5월 18일
이앙기	5월 21일 ~ 6월 10일	5월 11일 ~ 5월 25일
본답기	6월 11일 ~ 9월 11일	5월 26일 ~ 9월 11일
논물가두기	5월 19일 ~ 6월 10일	4월 19일 ~ 5월 18일
중간낙수	-	6월 25일 ~ 7월 15일

표 3. 적용된 시설관리 손실률

구 분	연장(km)	수로형태	시설관리손실률(%)	
			CASE-E	CASE-II
이 동	52.3	혼 합	15	40

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 용수 공급량

농업용수량 산정 값과 비교를 위해 2003년~2004년에 이동 저수지에서 공급하는 관개용수의 단위수량을 측정하였으며, 그 결과 값은 표 4와 같다. 2003년은 장마이후 강우가 많았기 때문에 2004에 비하여 용수공급량이 적었다. 용수공급량은 5월에 가장 많았는데 우리나라가 봄철에 강우가 적은 이유도 있지만 논물가두기와 이앙을 실시함에 따라 많은 용수를 소비하기 때문이다.

표 4. 농업용수 공급량 (단위 : mm)

기간	2003년							2004년						
	4월	5월	6월	7월	8월	9월	합계	4월	5월	6월	7월	8월	9월	합계
공급량	227.6	464.0	304.1	131.0	198.4	0.0	1,325.1	201.0	419.3	279.0	111.0	339.5	83.2	1,433.0

#### 3.2 영농방식에 따른 농업용수 산정

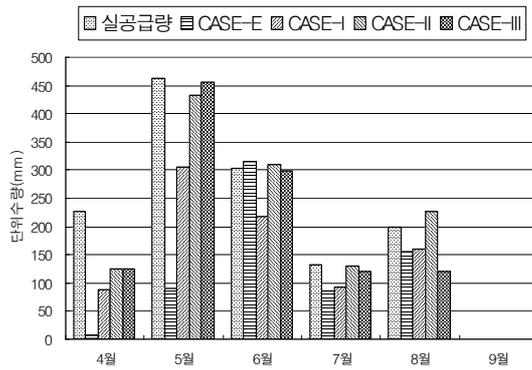
물관리 현장의 관개용수 공급 방식이나 시설관리손실, 증발산량 등의 차이들에 대해서 그 적용성을 검토해 보기 위하여 각 요소에 따라 조용수량을 산정하다. 이를 현행 관개용수량 산정기준의 표준값을 적용하여 산정한 결과(CASE-E) 및 실측치에 의한 용수공급량과 비교하였다.

표 5. 농업용수 산정값 (단위 : mm)

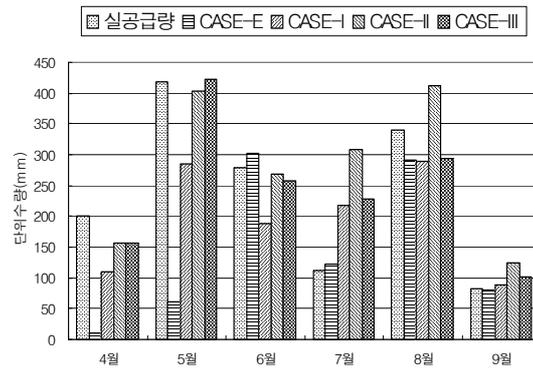
기간	2003년							2004년						
	4월	5월	6월	7월	8월	9월	합계	4월	5월	6월	7월	8월	9월	합계
공급량	227.6	464.0	304.1	131.0	198.4	0.0	1,325.1	201.0	419.3	279.0	111.0	339.5	83.2	1,433.0
CASE-E	7.1	91.0	314.2	85.3	154.3	0.0	651.9	10.8	62.0	302.8	122.4	290.7	79.3	868.1
CASE-I	88.0	305.2	218.6	91.5	160.1	0.0	863.4	110.2	285.4	188.9	217.7	290.4	87.9	1,180.6
CASE-II	124.7	432.3	309.7	129.6	226.8	0.0	1,223.1	156.2	404.3	267.6	308.3	411.5	124.5	1,672.4
CASE-III	125.4	457.1	297.5	120.2	120.8	0.0	1,121.1	156.9	422.1	258.8	228.7	293.1	101.1	1,460.7

2003년의 경우 표 4와 같이 실제 연간 공급량은 1,325mm로써 CASE-E의 필요수량 652mm의 두배나 되는 많은 양을 공급한 것으로 되어있다. 그러나 이앙용수의 공급시기 등을 변경한 CASE-I의 경우는 필요수량이 863mm로 분석되어 CASE-E의 경우보다 211mm 증가하였다. 그러나 CASE-I의 경우도 여전히 실제공급량의 비가 1.5에 달하고 있다. 시설관리손실량을 약 25% 증가시킨 CASE-II의 경우는 1,223mm로 산정되어 실제공급량과의 비가 1.1로 매우 개선된 결과를 보이고 있다. 증발산량 산정방식을 변경한 결과인 CASE-III는 CASE-II보다 102mm 적은 1,121mm로서 비가 1.2로 나타나고 있다. CASE-III는 CASE-II보다 8%정도의 감소를 나타내고 있어 7~8월의 순별 증발산량이 30~50% 감소해도 전체 조용수량의 변화는 증발산량 변화폭의 20% 정도에 불과한 것으로 나타나고 있어 증발산량 산정방식 및 작물계수의 영향이 전체 관개수량에 미치는 정도가 생각보다 적음을 보여주고 있다. 2004년의 경우도 2003년의 경우와 크게 다르지 않은 결과를 보여주고 있다.

월별 공급량과 필요수량을 비교한 그림 2를 보면 시기별 용수공급량과 각 방법별 필요수량의 차이가 잘 나타나고 있으며 CASE-II나 CASE-III이 CASE-E보다 실제공급량에 아주 가까워지고 있음을 확인할 수 있다.



(a) 2003



(b) 2004

그림 2. 농업용수 수요량

#### 4. 결론

본 연구는 각각의 영농방식에 따라 관개용수 산정방법을 연구한 것으로 결론은 다음과 같다.

1. 경기 남부의 이동저수지를 대상으로 2003년과 2004년의 실제 농업용수 공급량을 측정한 결과 5월에 논물가두기와 이앙을 실시함에 따라 많은 용수를 소비하는 것으로 나타났다.

2. 각 영농방식에 따라 조용수량을 산정하고, 이를 현행 관개용수량 산정기준의 표준값을 적용하여 산정한 결과 및 용수공급량과 비교하였다. 그 결과 시설관리용수량의 조사값을 적용하여 산정한 경우(CASE-II)와 증발산량 산정방식을 추가로 변경(CASE-III)하는 경우가 실제 농업용수 공급량에 가까운 값이 나타났다.

3. 연구 결과 물관리 방식과 시설관리손실량, 증발산량 산정 방식 등 실제 현장에 맞게 조정할 필요가 있는 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

1. 김진택, 주옥중, 박기욱, 이종남, 2005, 영농방식변화에 따른 논용수수요량의 산정 -직파재배, 이앙방법 중심-, 한국수자원학회 학술발표회 논문집
2. 김철기, 김재휘, 1984. 논벼의 최대용수시기와 순단위용수량의 결정에 대하여, 한국농공학회지, 제26권 제4호, pp. 37 ~ 51.
3. 농림부, 농어촌진흥공사, 1997, 영농방식 변화에 따른 필요수량 변화 연구
4. 농업기반공사, 2004, 영농환경 변화를 고려한 농업용수 적정공급방안 정립 연구(I)
5. 이용직, 논 관개용수량 산정을 위한 실증적 연구, 2005, 건국대학교 박사학위 논문
6. 주옥중, 김진택, 박기욱, 오승태, 2004, 지역별 이앙시기에 따른 용수수요 특성, 한국농공학회 학술발표회 논문집