

# 물수지분석 기법에 의한 양수장 동리구역내 농업용수 회귀율 연구

## A Study on Return Flow Ratio of Irrigation for a Paddy Field in Pumping Station by Water Balance Method

추 태 호\*  
Choo, Tai Ho

### Abstract

To investigate the return flow ratio of irrigation water, lots of observations were made during the irrigation periods in 2003 crop year. This Area is a portion of Dae-Am pumping station basin which is located in Changryung-gun, Gyeongnam province.

A water balance analysis was performed for a paddy field in Dae-Am pumping station in the Nakdong river basin, which is constructed for irrigation water supply. Daily rainfall data in the this area were collected and irrigation water flow rate, drainage water flow rate, infiltration and evapotranspiration were measured in field area. Irrigation water flow rate and drainage water flow rate were continuously observed by water level logger(GTDL-L10) during the growing season. The infiltration and evapotranspiration were measured by cylindrical 300mm depletion meter and cylindrical 200mm infiltrometer, respectively.

Total irrigation and drainage flows were 654.7mm and 281.2mm in 2003. Total infiltration and evapotranspiration were 36.0mm and 160.0mm respectively. The mean of the daily evapotranspiration rate was 4.3mm/d. The prompt return flow and retard return flow ratio were 43.0% and 5.5%, respectively. Total return flow ratio was 48.5%.

Therefore, it can be concluded that the amount of irrigation water was much higher than design standard or reference in this study. It means that this was caused by the inadequate water management practice in the area where water was oversupplied on farmers' request rather than following sound water management principles, and design standard should be changed in the future.

**Keywords** : irrigation water, return flow ratio, irrigation flows, drainage flows, infiltration, evapotranspiration

### 요 지

농업용수 회귀율을 조사하기 위하여 2003년 관개기 동안 많은 실측을 수행하였다. 본 연구지역은 경상남도 창녕군에 위치한 대암양수장 유역일원이다. 관개용수를 공급하기 위하여 건설된 대암 양수장 유역 내 논에 대하여 물수지 분석을 실시하였다. 본 연구지역에서의 일 강우량 자료를 수집하였으며, 또한 관개율, 배수율, 침투 및 증발산을 실측하였다. 관개량과 배수량은 기록형수위계(GTDL-L10)를 설치하여 관개기 동안 지속적으로 관측하였다. 침투 및 증발산은 직경 300mm PVC 감수심계 및 직경 200mm PVC 침투계를 이용하여 측정하였다. 총관개량 및 총 지표배수량은 654.7mm와 281.2mm로 나타났으며, 총 침투량과 총증발산량은 각각 36.0mm 및 160.0mm였고, 일평균 증발산량은 4.3mm/d 였다. 신속회귀율과 지연회귀율은 각각 43.0% 및 5.5%로 전체회귀율은 48.5 %로 나타났다.

따라서, 본 시험지구에서 공급된 관개용수량이 설계기준보다 훨씬 많은 양의 관개용수를 공급하고 있음을 알 수

\* 밀양대학교 토목공학과 전임강사

있었다. 이는 적정한 용수관리원칙 보다는 지역주민들의 요구에 의한 과다공급으로 인한 부적절한 용수관리에 기인하는 것으로, 추후에 농업용수설계기준을 현실에 맞게 변경해야함을 의미한다.

**핵심용어** : 농업용수, 회귀율, 관개량, 배수량, 침투, 증발산

## 1. 서론

농업용수는 타 용도 용수에 비해 유효수량의 비중이 높다는 것과 회귀수량이 반복 이용됨으로써 반복 이용 효율이 높으며 물의 소비기구가 복잡하여 기상, 토양, 작물의 종류, 생육조건, 수원공의 종류 등의 인자에 크게 영향을 받는다는 것이다.

이와 같은 이유로 조사된 회귀율은 조사자와 연구방법에 따라 편동 폭과 그에 따른 편차도 매우 심한 것을 알 수 있다. 특히, 낙동강하류 지역은 거의 대부분지역이 저수지가 아닌 대형 양수장을 통해 취수된 용수를 논농사에 사용함에도 불구하고 이에 관한 농업용수 회귀율 조사는 전혀 이루어지지 않았다. 국토의 균형적인 발전에 필수적인 합리적 수자원 수요와 공급계획 수립 등을 위해서 본 지역에 대한 회귀율 조사가 절실히 요구되어왔다.

본 연구는 농업용 저수지가 아닌 대형 양수장을 통해 취수된 용수를 사용하고 있는 낙동강 하류 경남 대암 지구에 대해 물수지 분석기법을 적용하여 보다 정확한 양수장 논 대지의 농업용수 회귀율을 조사 분석하여, 향후 국가의 장단기 수자원종합개발계획 등에 반영할 필요가 있다.

우리나라의 경우 안세영(1989)이 경남 밀양군 제대천 유역의 평야지 담지대의 회귀율을 1986년부터 1987년 2년간 측정된 자료를 이용하여 약 22% 임을 산정하였다. 임상준과 박승우(1997)은 물수지 모형을 적용하여 일별 유출량 범위를 추정하였다. 정운태 등(1998)은 물수지 분석을 통해 경남 진주시 일대의 회귀율을 산정하였다. Chung(1998,2000)은 경북 청도 운문면 일대에서 물수지 분석을 실시하여 3년간의 평균회귀율이 35% 임을 산정하였다. 아울러, 1997년부터 건설교통부 주관으로 지방국토관리청과 한국건설기술연구원에서 4대강 유역 하천수 사용실태 조사의 일부분으로 농업용수 회귀율 조사를 실시한 것이 체계적인 조사의 시작이라고 할 수 있으며, 본 실태조사 중 농업용수 회귀율 조사는 안세영과 이후근(1990,1991), 정상옥 등(1997), 정운태 등(1998), 김영식 등(1999), 정상옥과 손성호(2001), 김태철(2002)에 의하여 수행되었다.

또한, 한국수자원공사(1990)는 낙동강 유역조사보고서에서, 건설교통부 등(1997)은 수자원 계획의 최적화

연구(I)에서, 농업기반공사(1999)는 농촌용수 수요량조사 종합보고서에서 농업용수 회귀율에 대한 조사를 부분적으로 수행하였다. 한편, 일본에서는 주로 광역 관개 지구에 대하여 회귀율 연구를 수행하였으며, 미국에서의 관개 회귀수 관련연구는 주로 유역 또는 밭에 대하여 수행되었고, 이 분야의 연구는 크게 두 가지 관심 분야로 구분되는데 첫째는 관개회귀수가 갈수기 때 하천 유량에 얼마나 기여하는가 이고, 둘째는 관개회귀수가 수질에 미치는 영향에 관한 것이다. 외국의 연구성과는 우리와 실정이 다르고 특히 미국의 경우에는 밭과 지하수를 주 대상으로 하기 때문에 우리나라에 적용하기는 어렵다.

앞에서도 언급하였듯이 많지 않은 기 조사된 회귀율도 조사자와 연구방법에 따라 최소 1.34%에서 최대 130.2%까지 다양하며 그편차가 매우 심하기 때문에 농업용수 회귀율에 대한 체계적인 연구가 아직도 미흡한 실정이라고 볼 수 있으며 지금까지의 연구 결과로부터 어떤 결론을 도출하기는 어렵다고 하겠다.

## 2. 대상 지구현황 및 분석방법

### 2.1 대상지구 현황

#### 2.1.1 대상지구 선정기준 및 현황

본 연구에서는 소규모 필지단위에 대한 회귀율 조사를 수행하였으며, 지구 선정기준은, 첫째 용수로와 배수로 조직이 단순하여 관개 및 배수량을 안정적으로 측정할 수 있는 경지정리지역, 둘째 영농방식과 물관리방법이 동일한 시험지구, 셋째 외부유역으로부터의 지표수 유입이나 지하수유출이 없는 시험지구, 끝으로 구역내에 마을이나 특수영농단지 등이 없는 시험지구이다. 상기 선정기준 조건을 만족시킬 수 있는 유역은 거의 없으며, 특히 유역면적이 커질수록 선정기준 조건을 만족시키기 어려우므로, 가급적 지구의 면적이 적은 단일영농지구인 경남 대암지구를 선정하였다. 그림 1과 그림 2는 본 시험지구의 위치평면도 및 용배수 계통도를 나타내고 있다.

위치는 경남 창녕군 대합면 합리이며, 면적은 1.5 ha 이고, 용수원은 조사구역에서 북서쪽으로 약 8.0km지점인 경북 달성군 구지면 대암리 지내 낙동강 변에 위치한 대암 양수장이다. 조사구역 특성으로는 낙동강 유역의 소규모 농경지대로 관개용수의 측정이 용이한 유역



그림 1. 위치평면도

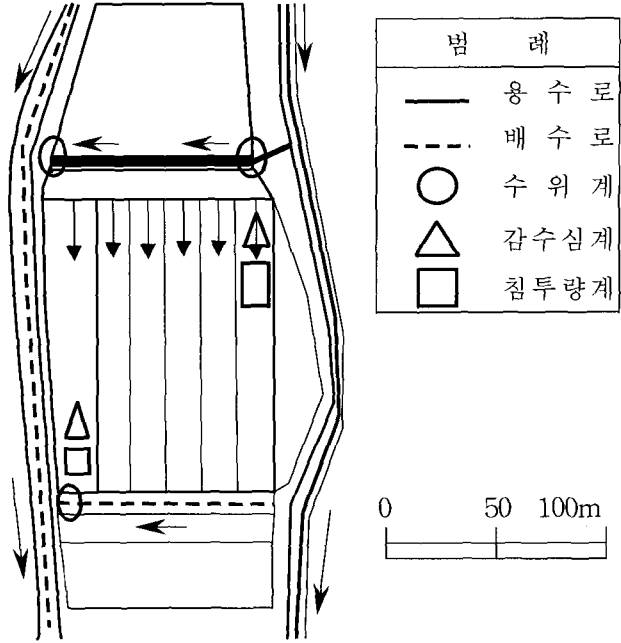


그림 2. 용배수 계통도

이며, 용수로 및 배수로는 모두 콘크리트수로이고, 논구획크기는 0.3 ha(30×100m)의 소구획 지구로 용·배수가 분리되어 있다. 관개수는 용수로를 통해 공급되며 배수된 물은 소하천으로 유입하여 지방2급 하천인 용호천으로 유하하여 낙동강으로 합류한다.

### 2.1.2 토성 및 토지이용현황

조사지구의 주요 재배 벼 품종은 주남과 일품이며, 본 시험지구의 상,하류 두 지점 모두가 모래가 14% 내외, 실트가 52% 전후를 나타냈으며 점토는 34% 내외를 차지하고 있었다. 따라서 두 지점의 토양은 매우 유사한 토성을 갖는 것으로 나타났으며, 미국 농무성(USDA)의 삼각분류법에 의하여 분류한 결과, 토성은 실트질 점토 롬(Loam)에 해당하는 것으로 분석되었다.

### 2.1.3 용배수 조직현황

시험지구의 농경지는 경리정리가 아주 잘되어 있으며, 용배수 계통은 모두 콘크리트수로로 용배수로 분리가 역시 잘되어있어 본 연구 목적에 맞는 시험지구로 대암양수장 하류 대암리를 선택하였다. 본 구역의 용수원은 조사구역으로부터 약 8.0km 떨어진 지점인 경북 달성군 구지면 대암리 지내 낙동강변에 위치한 대암양수장에서 양수하여 조사구역 우측까지 용수공급되며, 조사구역 용수로에 유입된 물은 용수로를 따라 흐르면서 좌측의 경지로 공급되고, 경지로 유입된 물은 구역 좌측의 배수지선을 통하여 배수된다.

## 2.2 물수지 분석 방법

그림 2는 논에서의 물수지 요소를 보여주고 있다. 물

관리가 안정된 논 유역의 물수지는 식(1)과 (2)과 같이 표시할 수 있다.

$$(R + G_1 + D_1) - (ET + G_2 + D_2) = \Delta S \quad (1)$$

$$D_1 - D_2 = ET - R + (G_2 - G_1) + \Delta S \quad (2)$$

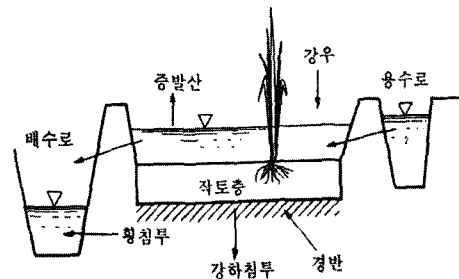


그림 3. 논에서의 물수지요소

여기서, R은 강우량(mm), ET는 증발산량 그림 3 논에서의 물수지요소(mm), G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>는 지하수 유입량과 유출량(mm), D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>는 지표수 유입량과 유출량(mm), 그리고 ΔS는 저류량의 변화(mm)를 나타낸다. 즉, 안정된 논 지역에서의 소비수량 (D<sub>1</sub> - D<sub>2</sub>)는 증발산량 ET와 심층침투량 P = (G<sub>2</sub> - G<sub>1</sub>)을 더한 값과 같으므로 안정된 논 지역의 물 수지는 그 지역의 (G<sub>2</sub> - G<sub>1</sub>)에 많은 영향을 받는다. 이 (G<sub>2</sub> - G<sub>1</sub>)은 논외의 침투량 중에서 지구내의 배수로나 하천 등으로 유출되지 않는 심층침투량에 해당된다. 식(2)의 (G<sub>2</sub> - G<sub>1</sub>)을 P로 바꾸면 식(3)과 같

게 된다.

$$D_1 - D_2 = ET - R + P + \Delta S \quad (3)$$

$$D_1 - D_2 - ET = P \quad (4)$$

여기서, P는 심층침투량 ( $G_2 - G_1$ )이다. 강우가 없는 날이면  $R=0$ 이 되며 물관리가 안정된 때 논의 저류량은 일정하므로 이때의 물수지는 식(4)와 같이 된다. 즉, 강우가 없는 논에서 관개량과 지표배수량의 차이에서 증발산량을 빼면 심층침투량을 얻을 수 있다.

물수지 분석을 위한 조사 분석항목은 기상자료, 관개량 및 배수량, 침투량, 증발산량, 수로손실량, 회귀수량 등이며, 증발산량은 감수심과 침투량 관측치로부터 계산하였다.

### 2.2.1 기 상

강우량은 시험지구에서 인접한 창녕군 성산면사무소의 자기우량계에 의해 관측된 강우자료를 이용하였으며, 이들 강우 자료의 검정을 위해 시험구역에다 별도의 간이우량계를 설치하였다. 강우 자료 이외에 기온, 일사량, 풍속 등의 기상자료는 시험지구에서 가장 가까운 거리에 위치한 밀양기상대의 자료를 이용하였다.

### 2.2.2 관개량, 유말유량(Tail Water) 및 배수량

관개량은 용수간선 상단에, 유말유량은 용수간선 말단에, 배수량은 시험지구 배수간선 말단부에 압력식 수위계(GTDL-L10)를 각각 설치(3개소)하여 수위를 10분 간격으로 측정하여 관개량, 유말유량 및 배수량을 산정하였다. 환산된 유량은 일관개량, 일유말유량과 일배수량으로 요약하여 물수지와 회귀를 계산에 사용하였다. 유속은 공히 수위계가 설치지점에서 전자식 유속계(MODEL 104 Self Recording Flow meter)를 이용하여 수위별 유속을 관개기간동안 약 1주일 간격으로 측정하여 총12회를 측정하였으며, 각각의 수위 측정자료를 이용하여 각각 수위-유량관계식을 도출하고 관측 수위로 부터 필요한 관개량, 유말유량 및 배수량을 계산하였다.

### 2.2.3 침투량 및 증발산량

본 연구에서는 논에서 증발산량 산정에 일반적으로 이용되는 감수심법을 사용하였으며 일별 감수심 관측치에서 침투량 관측치를 빼어서 증발산량을 계산하였다. 직경 300mm PVC 감수심계를 직경 200mm PVC 침투계와 같이 조사 구역의 상·하류부 논 2개소를 선정 설

치하여 매일 오전 8시경에 관측하여 일별 침투량과 증발산량을 계산하였다.

또한 시험지구 인근인 밀양기상대의 기상자료를 이용하여 관개기간 중의 증발산량을 FAO 수정 Penman 식을 이용하였으며 Utah State University(1991)에서 개발한 REF-ET 모형을 이용하여 계산하였으며, 이를 감수심계와 침투계 관측치로부터 구한 증발산량과 비교하였다. FAO 수정 Penman 식의 잠재증발산량 산정식은 다음과 같다.

$$PET = c \cdot [ w \cdot Rn + (1-w) \cdot f(u) \cdot (ea-ed) ] \quad (5)$$

PET = 잠재증발산량 (mm/d)

c = 주야간의 기상상태의 차이에 대한 보정계수

w = 온도와 고도에 따른 무게 계수

Rn = 증발 수심으로 환산한 순복사열 (mm/d)

f(u) = 풍속함수 =  $0.27 \cdot (1+U_z/100)$ ,

ea = 평균기온에서의 포화수증기압 (mb)

ed = 평균기온에서의 수증기압 (mb)

### 2.2.4 회 귀 율

본 연구에서는 지표배수량( $D_2$ )을 신속회귀수량으로 보고, 심층침투량(P) 전량이 언젠가는 하천으로 유출한다고 보고 지연회귀수량으로 간주하였다. 따라서 신속회귀율은 식(6), 지연회귀율은 식(7)로 구하며 총 회귀율은 신속회귀율과 지연회귀율을 합한 값이다. 시험지구의 회귀율은 순별, 월별 및 관개기간 전체에 대하여 구하였다.

$$\text{신속회귀율} = \frac{D_2}{D_1} \times 100 (\%) \quad (6)$$

$$\text{지연회귀율} = \frac{P}{D_1} \times 100 (\%) \quad (7)$$

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 관개량 및 배수

본 시험지구의 관개수로, 유말수로 및 배수로의 수위 유량관계식은 식(8)~(10)과 같다.

$$Q = 0.00288 + 0.00352H \quad (R = 0.85) \quad (8)$$

$$Q = 0.000896 + 0.004608H \quad (R = 0.86) \quad (9)$$

$$Q = 0.003948 + 0.00317H \quad (R = 0.91) \quad (10)$$

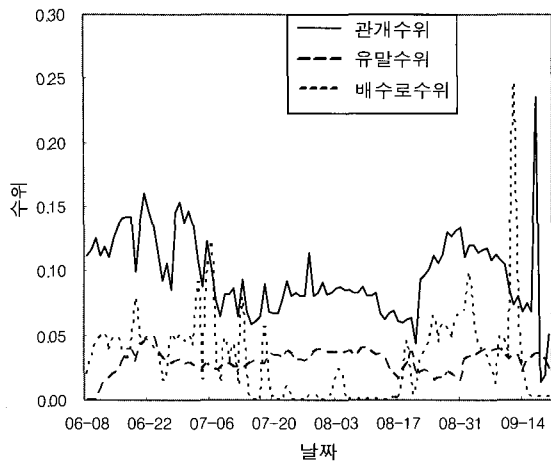


그림 4. 수위관측결과

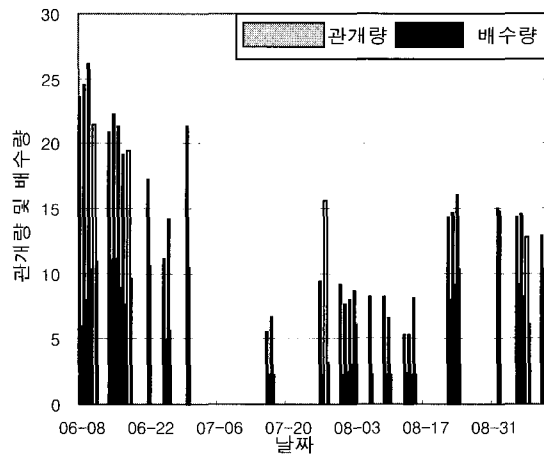


그림 5. 일별 관개량과 배수량

표 1. 잠재증발산량과 논증발산량(mm)

월	순	잠재증발산량 (수정 Penman)	논 증발산량 (수정Penman × Kc)
5	상순	43.4	24.3
	중순	48.3	27.0
	하순	39.6	29.7
6	상순	54.4	51.7
	중순	35.3	37.4
	하순	30.9	33.7
7	상순	22.0	25.7
	중순	34.4	47.8
	하순	43.2	66.1
8	상순	46.6	73.6
	중순	33.3	49.0
	하순	35.5	50.4
9	상순	28.8	38.0
	중순	31.6	41.7
합계		527.3	596.1

표 2. 순별침투량과 증발산량(mm)

월	순	침투량	증발산량		분석기간
			실측값	수정 펜만	
6	상	5.0	15.0	24.7	6~10일
	중	4.5	16.0	21.3	11,14~18일
	하	5.0	30.0	31.1	21~22, 25~26,30일
7	상	-	-	-	장마기
	중	2.5	9.0	13.3	16~17일
	하	5.5	17.0	35.0	27~28,31일
8	상	3.5	28.5	41.1	1~3,6,9~10일
	중	3.5	15.5	28.5	13~15일
	하	2.5	12.5	14.2	22~24일
9	상	4.0	16.5	18.0	1,5~7,10일
	중	-	-	-	"태풍매미"
합계		36.0	160	227.2	

그림 4은 관개수로, 유말수로 및 배수로 수위관측 결과를 보여주고 있다. 그림 5는 그림 4은 관개수로, 유말수로 및 배수로 수위관측 결과를 보여주고 있다. 그림 5는 일별 관개량과 배수량을 나타내고 있다. 관개량은 654.7mm, 배수량은 281.2mm이다. 관측기간 중의 일최대 순관개량은 26.2mm/day이었다. 본 시험지구는 강우시기를 제외하고는 관개량은 비교적 고르게 분포하고 있는데, 이는 관개수로의 공급량이 비교적 일정한 수준으로 유지되었기 때문이며, 중간낙수는 실시하지 않은 것으로 조사 되었다.

### 3.2 침투량 및 증발산량

증발산량과 침투량은 포장에서 실측하였고 증발산량 실측값을 공식으로 계산한 값과 비교하였다. 논의 증발

산량을 계산하는데 사용한 순별 작물계수(Kc)는 농림부(1998)에서 제시한 값을 사용하였다. 표 1은 조사기간(5월~9월) 동안 밀양기상대 자료를 이용한 본 시험지구 잠재증발산량과 논증발산량을 나타낸 것으로 수정 Penman 공식으로 구한 기준잠재 증발산량에 농림부에서 제정한 벼의 작물계수를 곱하여 논의 증발산량을 계산하였다. 표 2는 침투량과 증발산량을 나타낸 것이다. 조사기간(6월~9월)중 무강우기간동안 본 시험지구의 침투량은 36.0mm로써 일평균값은 1.0mm/d로 나타났으며 실측 증발산량은 160.0mm로써 일평균값은 4.3mm/d로, 수정 Penman 공식으로 구한 증발산량은 227.2mm로써 일평균값이 6.1mm/d로 나타나 수정 Penman 공식으로 구한 증발산량의 값이 실측값보다 42%크다는 것을 나타내고 있으며 이는 일반적으로 알

표 3. 물수지분석결과(mm)

월	순	관개량 (A)	배수량 (B)	침투량	증발산량	
					실측값	수정판단법
6	상	247.7	80.6	5.0	15.0	24.7
	중	124.2	59.2	4.5	16.0	21.3
	하	64.0	31.4	5.0	30.0	31.1
7	상	-	-	-	-	-
	중	12.2	4.5	2.5	9.0	13.3
	하	31.0	7.0	5.5	17.0	35.0
8	상	47.0	18.2	3.5	28.5	41.1
	중	18.6	6.7	3.5	15.5	28.5
	하	40.6	25.0	2.5	12.5	14.2
9	상	69.4	48.6	4.0	16.5	18.0
	중	-	-	-	-	-
합계		654.7	281.2	36.0	160.0	227.2

표 4. 회귀율 분석결과(mm)

월	순	관개량 (mm)	배수량 (mm)	침투량 (mm)	회귀율 (%)		
					신속	지연	계
6	상	247.7	80.6	5.0	32.5	2.0	34.5
	중	124.2	59.2	4.5	47.7	3.6	51.3
	하	64.0	31.4	5.0	49.1	7.8	56.9
7	상	-	-	-	-	-	-
	중	12.2	4.5	2.5	36.9	20.5	57.4
	하	31.0	7.0	5.5	22.6	17.7	40.3
8	상	47.0	18.2	3.5	38.7	7.4	46.1
	중	18.6	6.7	3.5	36.0	18.8	54.8
	하	40.6	25.0	2.5	61.6	6.2	67.8
9	상	69.4	48.6	4.0	70.0	5.8	75.8
	중	-	-	-	-	-	-
합계		654.7	281.2	36.0	43.0	5.5	48.5

려져 있는 것과 같이 농립부의 작물계수 값이 크다는 것을 나타낸다.

### 3.3 물수지분석 및 회귀율

본 시험지구의 무강우시 물수지 분석결과는 표 3과 같으며, 관개총량은 654.7mm, 지표배수량은 281.2 mm, 침투량은 36.0 mm, 그리고 증발산량은 160.0mm이었다. 회귀율 분석결과는 표 4와 같으며, 신속회귀율은 43.0%, 지연 회귀율은 5.5%로 총회귀율은 48.5%로 나타났다. 순별 최대 회귀율은 9월 상순에 75.8%로 나타났다.

## 4. 결론 및 고찰

본 시험지구의 농업용수 회귀수량을 현장 표본조사하기 위한 연구를 2003년 영농기(5월~9월)에 수행하였다. 시험지구의 상류와 하류부에 각각 2곳의 논을 선정하고 수문모니터링을 실시하여 농업용수 물수지를 분석하고 회귀율을 산정하였다. 또한 지하수의 유입과 유출, 수로 손실 등의 실측이 매우 어려워 이는 기타손실로 취급하였으며 지연회귀율은 침투량의 100%로 가정하였다.

- (1) 무강우시 물수지 분석결과 총관개량은 654.7 mm, 총지표배수량은 281.2 mm, 총침투량은 36.0 mm, 총증발산량은 160.0 mm이었으며 일평균 증발산량은 4.3 mm/d이었다.
- (2) 무강우시 회귀율 분석결과 신속회귀율이 43.0% 및 지연회귀율 5.5%로 전체 회귀율은 48.5%로 나타났다.

농업용수 회귀율은 토양 및 지형에 따라서 회귀율은 크게 다르게 나타날 수 있으며 동일한 지구에서도 당해 연도의 기상상태와 관개관행에 따라서 회귀율은 크게 차이가 날 수 있기 때문에 최소 3년 이상의 장기간에

걸친 조사 연구가 필요하다. 특히, 지연회귀수량을 정확하게 예측하기 위해서는 인근 하천 수계를 포함한 지역을 대상으로 최소 4~5년 이상의 장기모니터링은 필수적이다. 따라서 이 분야에 대한 심도 깊은 연구가 산·학·연 합동으로 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 한국수자원공사 및 유신 코퍼레이션의 지원과 경북대 정상욱 교수님의 학술적 조언으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다

## 참 고 문 헌

- 건설교통부 등(1997). 수자원계획의 최적화연구(I): 용수 수요 추정시스템 개발연구.
- 건설교통부 부산지방국토관리청(1997) 낙동강수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정보고서 : 하천수사용실태조사. 정부발행번호 42000-58710-67-9711
- 건설교통부 서울지방국토관리청(1998). 한강수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정보고서 : 하천수사용실태조사. 정부발행번호 42000-58710-57-9815
- 건설교통부 대전지방국토관리청(1999). 금강수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정보고서 : 하천수사용실태조사. 정부발행번호 11-1500239-000001-01
- 건설교통부 익산지방국토관리청(1999). 영산강·섬진강 수계 하천수 사용실태 조사 및하천유지유량산정보고서: 하천수사용실태조사. 정부발행번호 42000-58170-57-99923
- 김영식,박정남,암병기,김태철(1999). "금강유역 양수장 지

구의 농업용수 회귀량 산정.” 한국농공학회 학술발표회 논문집. 한국농공학회. pp.105-110.

김태철,김병천,이성희(2002). “논 관개용수 절수와 유역 생태계 보전의 양면.” 한국농촌환경연구회 학술심포지움 논문집 pp.1-21.

농림부, 농업기반공사(전신농어촌진흥공사)(1999). **농촌용수 수요량조사 종합보고서.**

농림부(1998). **농업생산기반정비사업 계획 설계기준 (관개편).** pp.562.

농수산부(1983). **농지개량사업계획설계기준 (관개편)**

안세영(1989). **답지대의 물수지와 용수의 반복이용에 관한 연구.** 박사학위논문. 경상대학교

안세영,이근후(1990). “제대천 유역 답지대의 물수지.” **한국농공학회지.** 한국농공학회, 32(3): 56-66.

안세영,이근후(1991). “제대천 유역 답용수의 반복이용.” **한국농공학회지.** 한국농공학회, 33(3): 63-72.

임상준, 박승우(1997). “논의 유출곡선번호 추정.” **한국수자원학회 논문집.** 30(4), pp.379-387

임상준(2000). **농업유역의 논 관개회귀수량 추정모형의 개발.** 박사학위논문. 서울대학교

정상욱,오창준,남효석(1997). “저수지 농업용수 회귀율 조사연구.” **한국농공학회 학술 발표회논문집.** 한국농공학회. pp.46-51.

정상욱, 손성호(2001). “물수지분석 기법에 의한 논에서의 회귀율 조사분석.” **한국농공학회지.** 한국농공학회, 43(2): 59-68.

정운태,이근후,이인영(1998). “양수장 용수공급 논 지대의 물수지.” **한국농공학회 학술 발표회논문집.** 한국농공학회. pp.1-7.

최중대, 최예환(2002). “북한강 유역 춘천지역의 논 농업용수 회귀율 산정.” **한국관개배수** 9(2): 68-77.

한국수자원공사(1990). **낙동강유역 조사보고서.**

Chung, Sang Ok.,(1998). “A Study on the Return Flow of Irrigation Water in Paddy Fields” *Journal of the*

*KSAE*, Vol. 40, pp. 1-6.

Chung, Sang Ok.,(2000). “Water Balance Analysis of an Irrigated Paddy Field”, *Asian Regional Workshop on Sustainable Development of Irrigation and Drainage for Rice Paddy Fields*, Japanese National Committee of ICID, pp.276-280.

Marvin, R.K.(1997). “Irrigation return flow model for an idealized portion of the upper Big Hole basin, Southwest Montana”. *1997 Montana Section of the American Water Resources Association and Montana University System Water Center.* Abstract with Program, Butte, Montana, October 2-3, 1997.

Marvin, R.K. and Voeller, T.(1999). “Irrigation return flows in the Big Hole basin, Southwest Montana”. *1999 Montana Section of the American Water Resources Association and Montana University System Water Center.* Abstract with Program, Great Falls, Montana, October 4-5, 1999.

Oad, R., Lusk, K. and Podmore, T.(1997). “Consumptive use and return flows in urban lawn water use”. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ASCE, 123(1): 62-69.

Solley, W.B., Pierce, R.P. and Perlman, H.A.(1998). “Estimated use of water in the United States in 1995, U.S”. *Geological Survey Circular 1200.*

Utah State University.(1991). “REF-ET”. *Reference evapotranspiration calculation software.* 40pp.

Yashima, S. (1982). “Water balance in low and flat paddy land-A case study in the Muda irrigation project area.” Malaysia, *JARQ* 16: 151-157.

(논문번호:04-17/접수:2004.02.25/심사완료:2004.02.29)

### 바로 집습니다

우리 학회 논문집 2003년 12월호(VOL.36 NO.6)에 실린 논문(하천 보의 형태에 따른 공기유입의 수리학적 연구, pp.971-984)의 감사의 글 “본 논문은 2003년도 중앙대학교 학술연구비에 의해 수행되었습니다.”를 “본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의지속적확보기술개발사업단의 연구비지원(2-5-1)에 의해 수행되었습니다.”로 정정합니다.