

# 담수심처리가 논의 물수지에 미치는 영향

The Effects of ponding depth treatment on Water balance in paddy fields

손 성 호\* · 정 상 옥(경북대)

Son, Seung Ho · Chung, Sang Ok

## Abstract

The purpose of this study is to investigate the effects of ponding depth treatment on water balance in paddy fields. The ponding depth treatments were very shallow, shallow and deep. The experimental plots were three 80m×25m rectangular plots.

Daily values of rainfall amount, ponding depth, irrigation water, drainage water, evapotranspiration, infiltration, and piezometric head were measured in the field.

The ponding depth was continuously observed by water level logger during the growing season. The ET was measured in 1m diameter PVC lysimeters. Irrigation water volume was measured by 75mm pipe flow meter and the drainage water volume was measured by 25mm and 75mm pipe flow meters and a recording Parshall flume. PVC pipe piezometers with 12mm diameter were used.

The results of the water balance showed that irrigation water of 881.1mm, 735.4mm, and 832.6mm in very shallow, shallow, and deep ponding, respectively. The effective rainfall was 182.6mm(44.6%), 254.7mm(62.2%), and 188.6mm(46.0%) in very shallow, shallow, and deep ponding, respectively.

The results show that the shallow ponding depth looks the best of the three treatments.

## I. 서론

우리 나라 용수수요는 연간 321억<sup>3</sup>m<sup>3</sup>으로 그 중 약 50%가 농업용수로 이용된다. 농업용수는 다른 부분의 용수에 비해 그 이용량이 고르지 못하여 주로 6월부터 9월 중순까지 소요량이 가장 많다. 또한 우리나라의 연강우량 중 많은 부분이 여름에 집중되며 지역적 공간적 불균일한 분포로 인하여 관개가 필요하다. 농업용수에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 논벼의 물관리는 주로 심수관개가 행해지고 있으며 이는 관개효율을 저하시키고 과도한 농업용수를 필요로 하게 된다.

본 연구의 목적은 담수심처리에 따른 물수지의 변화를 살펴봄으로써 논에서의 관개용수 공급량을 줄일 수 있는 논관개기법을 개발하여 농업용수의 절약과 쌀 생산량의 증가를 도모하고 나아가 한정된 수자원을 효율적으로 이용하기 위한 기초자료를 조사하는데 있다.

농진공(1972~74) 시험사업에서는 간단관개가 17~25%의 용수절약효과가 있는 것으로 나타났다.

Chung(1998, 2000)은 청도 운문면 일대 약 110ha에 대하여 물수지 분석을 실시하였는 바, 총 관개량은 3,844mm, 배수량은 1,299mm로 나타났다.

강 등(2001)은 건답직파조건에서 포화수 재배기술을 이용하여 규산시용을 하게 되면 56.2%의 절수효과를 얻을 수 있다고 하였으며 고랑에 5일 간격으로 관개하면 수량은 5% 감소하지만 58%의 절수효과를 얻을 수 있다고 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 대상지역 및 관측방법

본 시험은 대구시 북구 동호동 소재 경북농업기술원 담작포 실험포장에서 실시하였다. 25m × 80m 크기를 3구간으로 나누어 극히 천수-간단관개, 천수간단관개, 심수관개의 3가지 담수심 처리를 하였으며 관개량, 배수량, 증발산량, 침투량, 강우량 등을 측정하였다.

또한, 논과 논사이의 횡침투를 방지하기 위하여 논둑내에 비닐차단막을 설치하였다.

실험구의 배치와 주요관측시설의 배치는 Fig. 1과 같다.

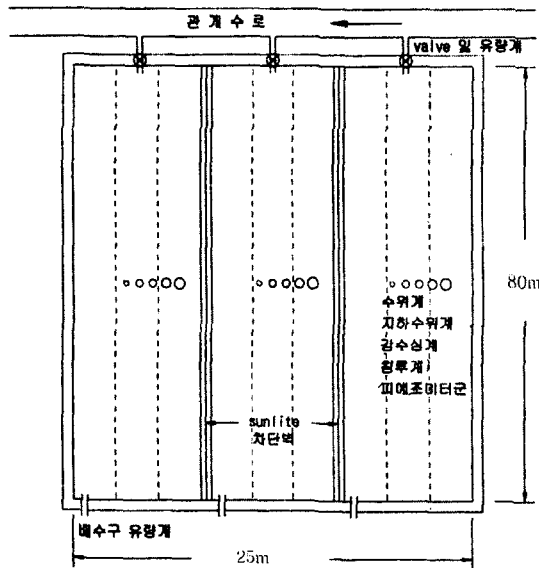


Fig. 1. 실험구 및 관측시설 배치도

관개용수의 공급량은 관개수로에 75mm 수도용 유량계를 연결하여 시험구마다 관개량을 관측하였다. 배수구에는 25mm 유량계와 75mm 유량계를 함께 설치하였으며 극히 천수-간단관개 시험구에는 좀 더 정확한 관측을 위하여 파살수로를 설치하여 배수량을 관측하였다. 또한 각 시험구마다 직경 1m인 라이시미터를 설치하여 증발산량을 관측하였으며, 침투계를 각 구획에 설치하여 일별 관측을 실시하였으며, 일련의 피에조미터를 매설하여 연직방향의 수리수두 경사를 관측하였다. 또한 WL14 level logger를 이용하여 관개기간동안 1시간 간격으로 담수심을 관측하여 담수심 추적을 이용한 유효우량을 산정하는데 이용하였고<sup>2)</sup>, 목측용 staff를 매설하여

담수심 관리용으로 사용하였다. 이들 관측자료를 이용하여 물수지를 분석하였다. 논지대의 물수지식은 다음과 같다.

$$(R + Q_1) - (ET + DP + Q_2) = \Delta S \quad (1)$$

여기서,  $R$  : 강우량,  $Q_1$  : 관개량,  $ET$  : 증발산량,  $DP$  : 침투량,  $Q_2$  : 배수량,  
 $\Delta S$  : 저류량의 변화량

실험구에 적용된 담수심 처리는 Fig. 2와 같다.

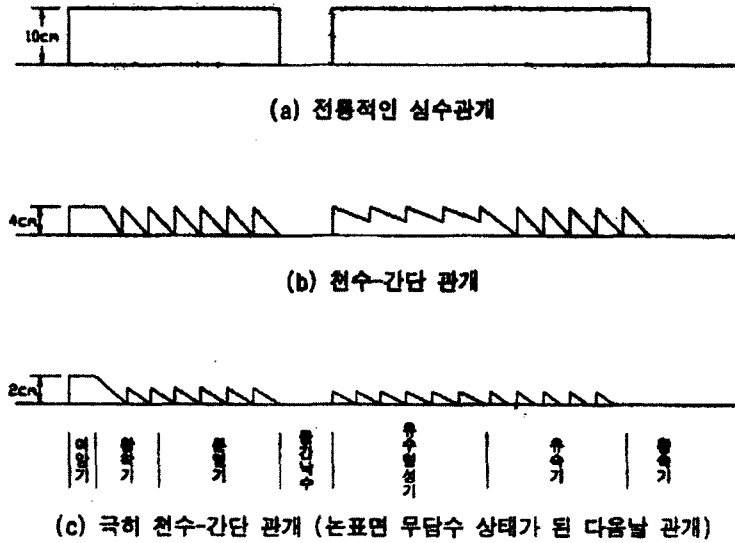


Fig. 2. 본 연구에 이용된 담수심처리

## 2. 토성

Table 1. 깊이별 토성

성분 흙의 깊이	모래 (%)	실트 (%)	점토 (%)	토성
0-20cm	31.4	30.2	38.4	점토질 롬
20-40cm	35.1	27.7	37.2	점토질 롬
60-80cm	38.5	24.6	36.9	점토질 롬

시험지구의 논에서 채취한 깊이별 토양시료의 토성을 국제토양학회분류를 사용하여 분석하였다. Table 1은 깊이별 토성을 보여주며 점토질 롬으로 나타났다.

## 3. 생육단계 및 용수량

Table 2는 시험구의 벼의 생육단계를 나타낸다.

벼 생육단계별 용수량은 벼의 무효분얼기와 결실기때에는 용수량이 많이 필요하지 않으나 착근기와 유수형성기와 출수기는 물이 가장 많이 필요하다.

Table 2. 벼의 생육단계

영양생장기	이앙기		5월 28일
	착근기		5월 28일 ~ 6월 4일
	분얼기	유효분얼기	6월 4일 ~ 7월 8일
		유효분얼종지기	
		무효분얼기	
최고분얼기		7월 8일	
생식생장기	신장기	유수형성기	7월 15일 시작
		수잉기(감수분열기)	8월 3일 시작
	출수기		8월 9일 시작
	결실기	유숙기	8월 하순 ~ 10월 초순
		호숙기	
		황숙기	
		완숙기	
고숙기			

### III. 결과 및 고찰

이앙용수량은 처리구 별로 각각 222.2mm, 249.7mm, 235.1mm이다. 시기별 용수량 비율을 살펴보면 이앙후 6월 상순경에 가장 많은 용수가 소모되고 7월 중순이후 중간낙수가 끝나는 시점부터 용수소모량이 증가하는 것을 알 수가 있다. 실제로 어린 이삭이 생길때부터 이삭이 나오는 시기까지 약 15일간은 벼 생육기간 중에 물이 가장 많이 필요로 하는 시기이다. 중간낙수 이후에 관개는 담수용량과 더불어 논 토양을 포화시키는데 용수가 필요하게된다.

7월 10일에서 7월 19일까지 중간낙수를 실시하였다. Table 2는 담수심처리별 물수지를 나타낸다. 세 가지 담수심처리 중 관개량을 살펴보면 극히 천수-간단관개가 881.1mm로 가장 많은 용수량이 소모되었고, 심수관개와 천수간단관개가 각각 832.6mm와 735.4mm로 천수간단관개가 가장 적은 용수량을 필요로 하였다. 극히 천수-간단관개의 경우 실험구 정지작업이 제대로 이루어지지 않아 배수구쪽에는 담수가 되어있음에도 관개유입구쪽의 땅은 건조한 현상이 발생하였으며, 4cm나 10cm 담수심처리 논보다 자주 물을 대어 주어야 했으며 이같은 현상이 관개용수 소모량이 증가하는데에 영향을 끼친 것으로 생각된다.

유효수량의 산정은 일별담수심을 측정하여 강우발생시 증가한 담수심을 유효수량으로 하고 나머지는 배수된다고 보았다. 관개기간중 총 강우량은 409.7mm이었으며, 유효수량은 천수간단관개가 254.7mm로 유효율은 62.2%로 가장 높았고, 극히 천수-간단관개와 심수관개가 각각 182.6mm(44.6%), 188.6mm(46.0%)로 극히 천수-간단관개의 유효율이 가장 낮게 나타났다.

증발산량도 천수간단관개가 405.2mm로 가장 높게 나타났으며, 세가지 담수심처리구 중 벼의 생육이 가장 활발한 것을 알 수가 있다.

Table 2. 담수심처리별 물수지

(단위 : mm)

처리	월	순별	관개량	배수량	강수량	유효우량	증발산량	침투량	저류량의 변화량
극히 천수- 간단관개	6	상순	156.1	0.0	0.5	0.5	75.0	44.8	36.9
		중순	37.0	105.0	126.2	20.6	39.0	50.9	-32.3
		하순	62.2	108.2	150.6	41.8	39.2	30.6	34.8
	7	상순	49.5	0.0	16.1	16.1	56.3	45.0	-35.6
		중순	-	-	-	-	-	-	-
		하순	166.0	0.0	21.9	21.9	64.0	61.2	62.7
	8	상순	43.0	12.7	75.3	62.6	39.0	47.7	18.9
		중순	80.5	0.0	8.4	8.4	36.3	41.7	10.9
		하순	64.5	0.0	10.7	10.7	43.8	48.7	-17.3
합 계			658.9	226.5	409.7	182.6	392.5	370.6	78.9
천수간단 관개	6	상순	175.8	0.0	0.5	0.5	76.3	40.0	59.9
		중순	24.0	93.2	126.2	33.0	32.0	25.9	-0.9
		하순	22.0	59.5	150.6	91.1	39.8	24.4	48.9
	7	상순	37.0	0.0	16.1	16.1	59.3	25.0	-31.1
		중순	-	-	-	-	-	-	-
		하순	127.8	0.0	21.9	21.9	56.0	50.3	-43.4
	8	상순	14.7	2.3	75.3	73.0	39.0	42.3	6.4
		중순	42.3	0.0	8.4	8.4	46.0	31.4	-26.7
		하순	42.1	0.0	10.7	10.7	56.8	37.9	-41.9
합 계			485.7	155.0	409.7	254.7	405.2	277.2	57.9
심수 관개	6	상순	174.6	0.0	0.5	0.5	59.3	45.4	70.3
		중순	29.7	81.8	126.2	44.4	37.8	39.1	-2.8
		하순	23.7	110.0	150.6	40.6	28.8	20.3	15.1
	7	상순	31.7	0.0	16.1	16.1	44.6	23.5	-20.3
		중순	-	-	-	-	-	-	-
		하순	197.5	0.0	21.9	31.9	58.1	59.4	104.9
	8	상순	16.6	29.3	75.3	46.0	39.0	27.6	-4.0
		중순	47.6	0.0	8.4	8.4	38.0	40.0	-22.0
		하순	76.3	0.0	10.7	10.7	40.6	38.4	8.0
합 계			597.7	221.1	409.7	188.6	346.2	293.9	146.1

\* 2001. 5. 28 이양, 이양용수량은 제외.

Fig. 3은 극히 천수-간단관개 실험구의 토층깊이별 piezometric head를 보여주고 있다. 이양기때 많은 양의 관개용수가 공급되면서 30cm와 50cm 깊이의 piezometric head가 증가하였고 6월 상순부터는 논의 담수를 2cm로 유지하므로써 일정하게 유지되는 것을 알 수가 있다. 이는 지하수위 상승에 영향을 끼치는 심층침투가 많이 이루어지지 않았기 때문으로 판단된다.

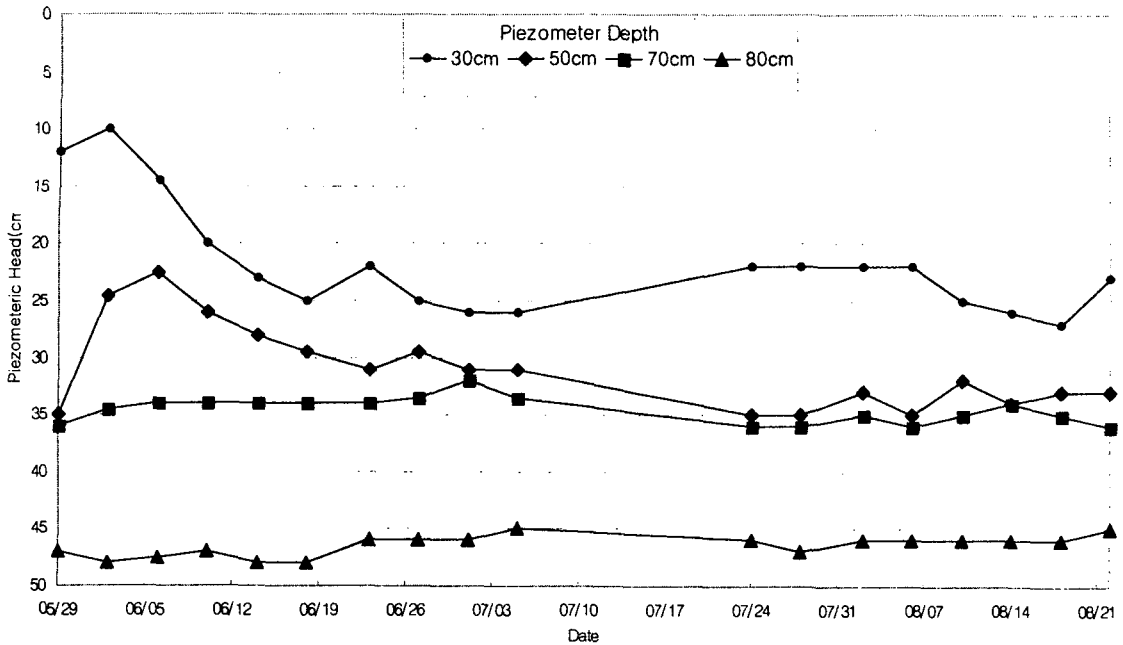


Fig. 3. 극히 천수-간단관개 실험구의 piezometric head

#### IV. 결론

담수심 처리가 논의 물수지에 미치는 영향을 조사하여 물절약 및 관리의 효율성을 높이기 위해 수행한 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 총관개량은 극히 천수-간단관개, 천수간단관개, 심수관개가 각각 881.1mm, 735.4mm, 832.6mm로 나타났고 천수간단관개의 관개량이 가장 적었다.
2. 유효우량은 극히 천수-간단관개, 천수간단관개, 심수관개가 각각 182.6mm(44.6%), 254.7mm(62.2%), 188.6mm(46.0%)로 천수간단관개의 유효율이 가장 높게 나왔다.
3. 증발산량은 천수간단관개가 401.2mm로 가장 높게 나타났으며, 극히 천수-간단관개와 심수관개는 각각 390.5mm, 342.1mm로 세 가지 담수심처리구 중 천수간단관개가 벼의 생육이 가장 활발한 것을 알 수가 있었다.
4. 극히 천수-간단관개에서 Piezometric head는 30cm와 50cm 깊이의 piezometric head가 이양기때 증가하다가 논의 담수심을 2cm로 유지하면서 일정하게 유지되었다.

본 실험에 의하면 용수절약형 논관개기법으로는 천수간단관개가 가장 적합하며, 이후 벼생육 및 수확량 자료를 수집하여 용수효율도 높고 생산량도 많은 논 관개기법을 도출하고자 한다.

## V. 참고문헌

1. 김시원의. 1986. 신고 농업수리학. 향문사.
2. 김현영. 1998. 농업용수 수요량의 새로운 추정기법. 농공기술. pp. 101-112.
3. 안세영. 1989. 답지대의 물수지와 용수의 반복이용에 관한 연구. 박사학위논문. 경상대학교.
4. 정운태. 1998. 양수장 용수공급 논 지대의 물수지. 한국농공학회 학술발표회 논문집. pp. 1-7.
5. 한국건설기술연구원. 1997. 낙동강유역 농업용수 회귀율조사. pp. 4-33.
6. 강양순. 2001. 벼농사에서 절수재배기술. 농어촌과 환경. pp. 70-76.
7. Chung Sang-Ok. 2000. Water Balance Analyses 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.