

운문댐 하류 논지역에서의 냉수피해 조사연구

정 상 옥 · 오 창 준

경북대학교 농과대학 농업토목공학과

A Study on Cold-water damage on paddy field at the Downstream of the Unmoon Dam

Chung Sang-Ok, Oh Chang-Jun

Dept. of Agricultural Civil Engineering, Kyungpook National University

Abstract

In 1996, a cold-water damage occurred in the paddy field at the downstream of the Umoon dam. To study the cause and the preventive measures of the cold-water damage a field study was performed during the growing season of 1997. Field measurements such as water temperatures at reservoir, irrigation canal and in the paddy field were made. As a result, there was no cold-water damage due to the right irrigation water management practice in 1997. The cold-water damage is possible to happen, however, and the preventive measures were provided.

Keyword : Cold-water damage, Paddy field

서 론

운문댐의 준공이후 취수탑에서 공급하는 관개용수의 수온저하로 1996년도에 4.6ha에서 냉수피해가 발생함에 따라 발생원인과 대책에 대해 조사연구하였다.

운문댐 취수탑에서 용수가 취수되어 하류

의 농경지에 공급되는데 불가피한 경우에 저온의 심층수 취수로 인하여 일부 지역에서 냉해가 발생하였다. 따라서 냉수피해의 원인과 그 정도를 조사하여 앞으로 냉수피해의 재발방지대책을 수립하기 위한 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

수도작과 수온

벼는 아열대성 작물로 논에 공급되는 관개 용수의 수온이 적당하지 않을 경우 생육과 수확량에 있어 큰 영향을 받는다. 일반적으로 생육 전 기간에 걸쳐 논수온의 적정온도는 평균적으로 30~32℃ 정도이다. 이는 벼의 생육 전기간에 걸쳐 주야의 수온을 일정하게 유지하였을 때의 기준이고 수온의 영향

은 벼의 생육시기와 주야에 따라 달라질 수 있다. <표 1>은 벼의 생육시기별로 최저, 최고, 최적수온을 보여주고 있다.

벼의 저수온에 의한 냉수피해가 발생하는 때는 관개기간의 평균 논수온이 약 20℃이하 일 때이며 벼의 생육기중 특히 저수온에 대해 피해가 심한 시기는 유수분화기에서 출수직전까지의 시기이며 이 때의 냉수피해가 가장 심각하다.

Table 1. The maximum, minimum and optimum water temperature standard with respect to the growing stage of paddy rice. (unit : °C)

growing stage	minimum	optimum	maximum
germinating	10~13	30~34	40~44
growing(young rice)	-	32	-
growing(stam)	7~8	31	45
growing(stature)	15~16	30~32	40
tillering	14	28~34	40
booting	15	-	40
heading	17~20	-	-
flowering	15~19	28~40	30~40
ripening	10~20	30 내외	40

Table 2. Land use of the study area. (unit : ha)

group	paddy				orchard			upland	green house	total
	dry field	trans plant	double cropping	sub total	grape	pear, apple peach	sub total			
1st main	17.8	33.1	3.2	54.1	9.3	7.0	16.3	1.5	1.6	73.5
2nd main	4.7	8.6	0.0	13.3	1.3	13.0	14.3	0.0	0.4	28.0
drainage	1.0	1.8	0.0	2.8	0.8	5.6	6.4	0.3	0.0	9.5
total	23.5	43.5	3.2	70.2	11.4	25.6	37.0	1.8	2.0	111.0

재료 및 방법

1. 현장기초조사

1.1 토지이용현황

대상지역의 토지이용현황은 직접 각 필지

를 답사하여 조사하였고 각 토지이용별 면적은 국립지리원 발행 5,000 분지 1 지형도를 기초로 하여 산정하였다. 토지이용현황은 <표 2>와 같다. 대상지역의 전체면적은 111ha이며 이 중 62%인 70.2ha가 수도작이 차지하고 있다.

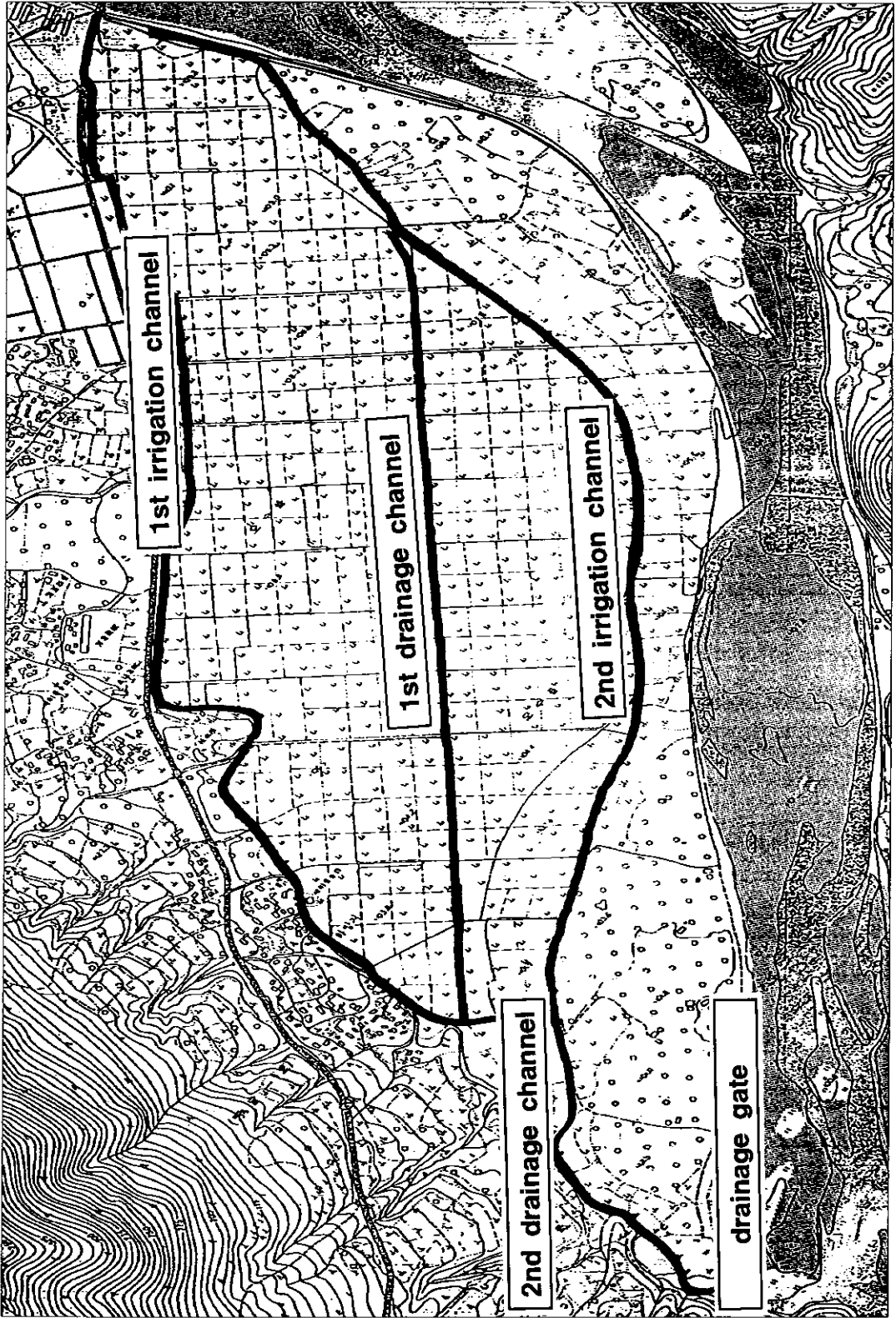


Fig. 1. The canal system of the study area.

1.2 용배수 조직현황

대상지역에 공급되는 용수는 상류 운문댐의 취수탑에서 취수되어 공급되고 있으며 취수탑에서 취수되는 용수는 농업용 뿐만 아니라 상수원수로도 이용된다. 대상지역의 용배수로계통은 용배수로가 비교적 잘 분리되어 있다. 또한 대부분의 수로가 토공수로로 되어 있으며 일부 지역에서만 콘크리트 암거로 되어 있다.

대상지역의 용배수로 조직은 2개의 간선용수로, 2개의 간선배수로 및 다수의 용배수지거로 구성되어 있다. 용배수로 조직은 <그림 1>과 같으며 구성현황은 <표 3>과 같다.

2. 수온조사

수온조사는 저수지 수심별 수온, 용배수로 수온 및 논 수온 조사를 실시하였다. 저수지 수심별 수온은 운문댐 사무소자료를 이용하

Table 3. The composition of canal. (unit : m)

group	earth	concrete	total
1st main	1,676.1	303.6	1,979.7
2nd main	1,982.0	-	1,982.0
1st drain	1,342.1	-	1,342.1
2nd drain	686.7	-	686.7
lateral	6,349.7	142.9	6,492.6
total	12,036.6	446.5	12,483.1

였으며 수로수온과 논수온은 Hugrun사의 Seamon mini 수온센서 및 logger를 이용한 장기 자동관측과 디지털식 수온계를 이용한 현장방문관측으로 조사하였다. 장기 자동관측의 경우에는 관개기간인 5~9월에 걸쳐 1시간 간격으로 측정하고 매월말에 Notebook PC를 이용하여 자료를 download 받았다. 수온센서의 설치위치는 수로의 경우 상,중,하류 각 1개소에 설치하였고 논은 논둑의 경우 냉수피해가 가장 많으리라 예상되는 상류지역 대표답 1개소에 설치하였다.

현장방문관측은 매주 2~3회씩 실시하였으며 수로는 10개지점에서 관측하였고 논은 논둑의 경우 상·중류의 대표 답 3~4개소에서 실시하였다. 각 논에서는 물꼬지점과 물꼬에서 가장 멀리 떨어진 지점에서 관측하였다. 또한 매회 관측시 오전(10~11시경)과

오후(14~15시경)로 나누어 2회씩 관측하였다.

3. 벼 생육 및 수확량조사

생육조사는 일반적으로 작물의 초장, 간장, 엽수, 지엽의 장폭비, 분얼수, 중량, 엽면적지수 등을 조사하는데 본 조사에서는 가장 대표적인 항목인 초장과 분얼수를 대략 10일 간격으로 조사하였다.

수확량은 냉수피해 여부의 판단기준으로 생육상태와 함께 중요한 지표이다. 최종적인 작물의 생육 및 수확량 조사를 위해 대표답에서의 벼 간장, 줄기당 이삭수, 이삭줄기수, 주당 이삭수, 천립중, 1m² 당 포기수 등을 조사하였다. 벼 생육 및 수확량 조사는 수온관측과 마찬가지로 대표 답에서 물꼬지점과 반대지점에서 관측하였다.

결과 및 고찰

1. 수 온

1.1 저수지 수심별 수온

97년도 관개기간에 있어서 운문댐의 수심별 수온변화는 <그림 2>에서 보는 바와 같이 표층에서 5m깊이까지의 수온변화는 5월 중순까지와 9월 중순이후에는 1°C에 불과하였으나 6월 초순부터 8월 중순까지에는 수심 5m에서의 수온 저하가 6~7°C정도로 크게 나타나는 것을 볼 수가 있다.

1.2 수로수온

앞에서 설명한 Seamon mini를 이용한 관개용수 시점수온의 장기관측에서는 관개기간인 5월 상순부터 9월 하순까지 평균수온은 20.7°C로 나타났다. <그림 3>은 1997년 5월부터 9월 하순까지의 용수간선 시점수온의 변화를 보여주고 있다. 대체적으로 수온의 일변화는 그리 크지 않게 나타났고 6월 하순과 7월 초순의 경우는 많은 강우로 인해 용수공급이 중단되고 강우의 수온과 수로수온이 비슷하게 되어 저하현상이 나타난 것으로 사료된다. <표 4>는 용수간선 시점

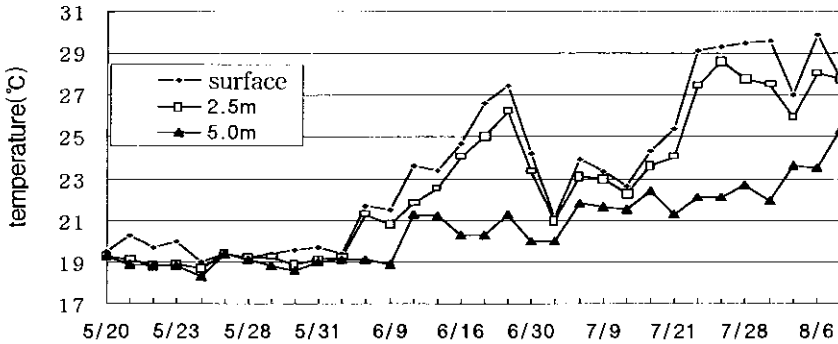


Fig. 2. Variation of water temperature at the Unmoon reservoir during the 1997 growing season with respect to the depth.

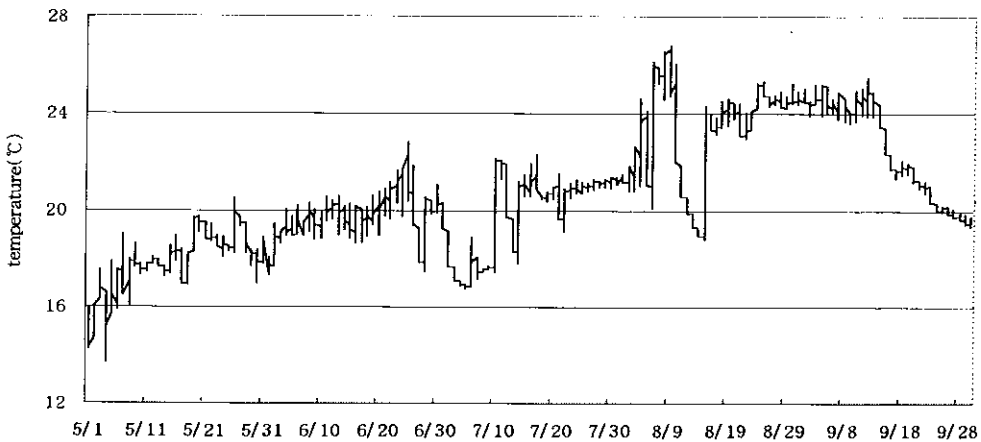


Fig. 3. Variation of water temperature at the beginning point of the main canal during the 1997 growing season.

Table 4. The maximum, minimum and mean water temperature at the beginning point of the irrigation canal with respect to time. (unit : °C)

month	10days	maximum	minimum	mean
5	F	19.0	13.7	16.8
	M	19.8	16.9	18.1
	L	20.5	17.0	18.7
6	F	20.3	17.3	19.2
	M	20.8	16.6	19.7
	L	22.8	17.5	20.2
7	F	22.1	16.8	17.9
	M	22.3	17.8	20.7
	L	21.5	19.1	20.9
8	F	26.8	20.1	23.3
	M	24.6	18.8	22.0
	L	25.3	23.0	24.3
9	F	25.2	23.6	24.3
	M	25.5	21.2	22.8
	L	21.2	19.4	20.2

Table 5. The measured water temperature data in the paddy field. (unit : °C)

data	upper		middle		beginning point of main canal	note
	in	out	in	out		
6. 19	31.4	34.7	31.2	34.4	20.0	
6. 30	27.4	32.7	30.9	32.8	20.1	
7. 03	29.4	29.2	30.5	31.8	19.4	
7. 14	29.1	31.3	30.7	32.8	21.2	measured at
7. 24	32.2	33.6	31.3	33.1	21.0	
8. 08	27.7	28.3	25.5	28.0	24.8	2~3 p.m.
8. 18	25.0	26.7	24.5	26.0	24.3	
8. 28	26.2	27.0	28.0	28.5	24.9	
9. 06	26.1	24.7	23.0	23.2	24.6	
9. 21	20.7	19.8	19.0	19.1	20.8	

에서의 순별 최저, 최고, 평균수온을 보여주고 있다.

1.3 논수온

논수온조사는 주로 현장답사시 디지털 수온계로 직접 관측하였고 상류측 논 1개소의

물꼬에만 수온센서를 설치하였다. <표 5>는 논에서 직접 관측한 수온자료를 보여주고 있다. 관개 수온에 의해 물꼬에서의 수온이 물꼬 반대쪽 수온보다 일반적으로 낮은 것을 알 수 있으며 그 값의 차이는 오후 2~3시 경에 가장 크게 나타났다.

2. 벼 생육 및 수확량

2.1 벼의 생육상태

냉수피해의 한 기준으로 생육단계별 생육상태를 조사하였다. 하지만 벼의 생육상태의 변화가 전적으로 냉수피해에 따른 것으로 보기가 어려우며 하나의 지표로서 이용하였다.

〈표 6〉은 생육기별 초장과 분얼수를 보여주고 있다. 대상지역의 상·중류에서 각각 3~4개의 대표 답을 선정하여 조사하였고 이들 값을 평균하여 사용하였다. 일반적으로 물꼬부근의 1~2m이내의 지점에서만 차이

가 나는 것을 알 수 있었으며 그이상 떨어진 곳에서는 생육상태의 차이를 식별할 수가 없었다.

2.2 수확량

대상지역 상·중·하류 지역에서 각각 3개 소씩 대표 답을 선정하여 각 논외 물꼬부근과 반대측 부근에서 조사하였으며 그 결과를 평균한 값은 〈표 7〉에서 보는 바와 같다. 일반적으로 물꼬가까이의 주당 이삭수가 물꼬 반대측 부근보다 적은 것을 볼 수가 있다. 그러나 물꼬에서 2~3m 안쪽의 논에서는 수확량의 차이를 발견할 수가 없었다.

Table 6. The height and tiller of the rice with respect to the growing stage.

time	height (cm)				tiller (ea)			
	upper		middle		upper		middle	
	in	out	in	out	in	out	in	out
6. 27	33.2	38.5	37.5	38.2	-	-	-	-
7. 03	47.7	55.5	45.8	54.2	-	-	-	-
7. 11	63.2	66.9	61.3	64.8	-	-	-	-
7. 20	72.8	76.5	66.2	71.1	23	26	17	22
7. 29	75.4	79.7	69.9	75.9	23	26	18	22
8. 13	82.0	82.7	75.3	82.5	22	22	24	26
9. 04	101.7	103.0	94.5	98.8	22	22	24	26
9. 23	109.0	111.3	97.8	101.0	22	22	25	26

3. 냉수피해 분석과 방지대책

수로 및 수온조사와 벼 생육 및 수확량 조사를 바탕으로 1997년 청도 운문댐 하류지역인 오수들에서는 전반적으로 냉수피해가 발생하지 않은 것으로 나타났다. 이는 운문댐 사무소의 표층수취수 공급, 농업용수의 적절한 공급관리, 그리고 냉해방지를 위한 물꼬 관리요령등을 농민들에게 홍보함으로써 효과적인 물관리가 이루어졌기 때문인 것으로 사료된다.

앞으로 발생가능한 냉수피해 방지를 위한 대책에는 다음과 같은 것이 있다.

1) 물관리 방법 개선

① 토공수로의 콘크리트 개거화 및 아스팔트 라이닝

② 연속관개를 지양하고 간단관개 실시하는 방법

③ 관개시각을 새벽녘으로 조절하는 방법

④ 객토나 밀다짐을 통해 침투량을 감소시키는 방법

2) 표면수 취수 pontoon 설치

취수공의 간격이 운문댐의 경우 5m로 되어 있어 때에 따라 저온의 심층수를 취수할 수가 있으므로 수면에 떠있는 pontoon에 펌프장치를 설치하여 표면수를 취수하는 방법이다.

3) 동창천 기준보 이용

대상지역 우안에 수심 1.5m 로 보가 설치되어 약 60,600m² 정도의 소규모 저수지형태를 이루고 있으므로 이를 이용하여 공급용수의 수온을 상승시키는 방법이다.

4) 온수지 설치

결 론

1997년 운문댐 냉수피해의 정도와 원인에 대해 조사, 분석하였다. 댐건설이후 댐하류 지역에 공급되는 저온의 공급원수로 인해 야기되었던 냉수피해는 1997년 당해 연도에는 발생하지 않았다. 이는 효과적인 물관리와 용수절약 및 관개시간 조정등에 의한 결과로 생각된다.

하지만 이런 냉수피해의 조사분석은 특정년도 1년간 조사관측에 의해 다른 해에 적용시키는 것은 매우 위험한 일이며 이는 수문기상환경, 영농조건 및 물관리조건에 따라 변화될 수 있기 때문이다. 따라서 보다 일반적인 냉수피해 발생원인과 그 대책에 대하여 수년간에 걸친 장기적인 연구가 필요하다고 하겠으며 이를 통해 냉수피해 발생원인 규명과 피해저감대책을 수립하는데 기초자료로 이용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 김시원, 김철기, 이기춘. 1986. 신고 농업수리학. 향문사. 363pp
2. 이은용외. 1995. 수도작. 향문사. 353pp
3. 한국수자원공사. 1994. 주암 조절지댐 하류 냉해방지 대책보고서. 168pp
4. 농수산부. 1983. 농지개량사업 계획설 계기준(관개편). 733pp
5. 이문희. 1995. 벼농사의 용수량과 합리적인 물관리방법. 농지개량 통권 제 136호. pp.18-21.