

관개수온과 벼의 냉수피해

Irrigation water temperature and cold water damage of paddy rice

정 상 옥 · 오 창 준* (경북대)
Chung, Sang Ok · Oh, Chang Jun

Abstract

In 1996, a cold-water damage occurred in the paddy field at downstream of the Unmoon 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.

I. 서 론

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

운문댐 취수탑에서 용수가 취수되어 하류의 농경지에 공급되는데 불가피한 경우에 저온의 심층수 취수로 인하여 일부 지역에서 냉해가 발생하였다. 따라서 현장 자료 관측과 분석을 통하여 냉수피해의 원인과 그 정도를 조사하여 앞으로 냉수피해의 재발방지대책을 수립하기 위한 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

벼는 아열대성 작물로 논에 공급되는 관개용수의 수온이 적당하지 않을 경우 생육과 수확량에 있어 큰 영향을 받는다. 일반적으로 생육 전기간에 걸쳐 논수온의 적정온도는 평균적으로 30~34℃ 정도이다. 이는 벼의 생육 전기간에 걸쳐 주야의 수온을 일정하게 유지하였을 때의 기준이고 수온의 영향은 벼의 생육시기와 주야에 따라 달라진다.

벼의 냉수피해는 논에 도수된 물의 평균 온도가 약 23℃이하 일 때 발생하며, 벼의 생육기중 특히 유수분화기에서 출수직전까지의 기간에는 냉수피해가 가장 심각하다.

1998년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (1998년 10월 24일)

II. 재료 및 방법

1. 토지이용현황과 용배수 조직

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

<표 1> 토지이용현황 (ha)

구 분	수도작				과수원			밭	하우 스	계
	건답 재배	이앙 재배	이모 작	소 계	포 도	배,사과, 복숭아	소 계			
1호용수간선	17.8	33.1	3.2	54.1	9.3	7.0	16.3	1.5	1.6	73.5
2호용수간선	4.7	8.6	0.0	13.3	1.3	13.0	14.3	0.0	0.4	28.0
배수간선	1.0	1.8	0.0	2.8	0.8	5.6	6.4	0.3	0.0	9.5
계	23.5	43.5	3.2	70.2	11.4	25.6	37.0	1.8	2.0	111.0

대상지역에 공급되는 용수는 운문댐의 취수탑에서 공급되고 있으며 취수탑에서 취수되는 용수는 농업용 뿐만 아니라 상수원수로도 이용된다. 대상지역의 용배수로계통은 용배수도가 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 2>와 같다.

<표 2> 수로조직현황 (m)

구 분	토공수로	콘크리트 암거	계	비 고
1호용수간선	1,676.1	303.6	1,979.7	
2호용수간선	1,982.0	-	1,982.0	
1호배수간선	1,342.1	-	1,342.1	
2호배수간선	686.7	-	686.7	
용배수지거	6,349.7	142.9	6,492.6	
계	12,036.6	446.5	12,483.1	

2. 수온조사

수온조사는 저수지 수심별 수온, 용배수로 수온 및 논 수온에 대하여 실시하였다. 저수지 수심별 수온은 운문댐 사무소의 관측자료를 이용하였으며, 수로수온과 논수



<그림 1> 대상지역의 토지이용과 수로조직

은은 Hugrun사의 Seamon mini 수온센서 및 logger를 이용한 장기 자동관측과 디지털식 수온계를 이용한 현장방문관측으로 조사하였다. 장기 자동관측의 경우에는 1997년 관개기간인 5~9월에 걸쳐 1시간 간격으로 측정하고 매월 말에 Notebook PC를 이용하여 자료를 download 받았다. 수온센서의 설치위치는 수로의 경우 상·중·하류 각 1 개소씩 설치하였고 논외의 경우 냉수피해가 가장 많으리라 예상되는 상류지역 대표답 1개소에 설치하였다.

현장방문관측은 매주 2~3회씩 실시하였으며 수로는 10개지점에서 관측하였고 논외의 경우에는 상·중류의 대표답 3~4개소에서 실시하였다. 각 논에서의 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 수확량 조사

생육조사는 일반적으로 작물의 초장, 간장, 엽수, 지엽의 장폭비, 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 대표답에서 물꼬지점과 반대지점에서 관측하였다.

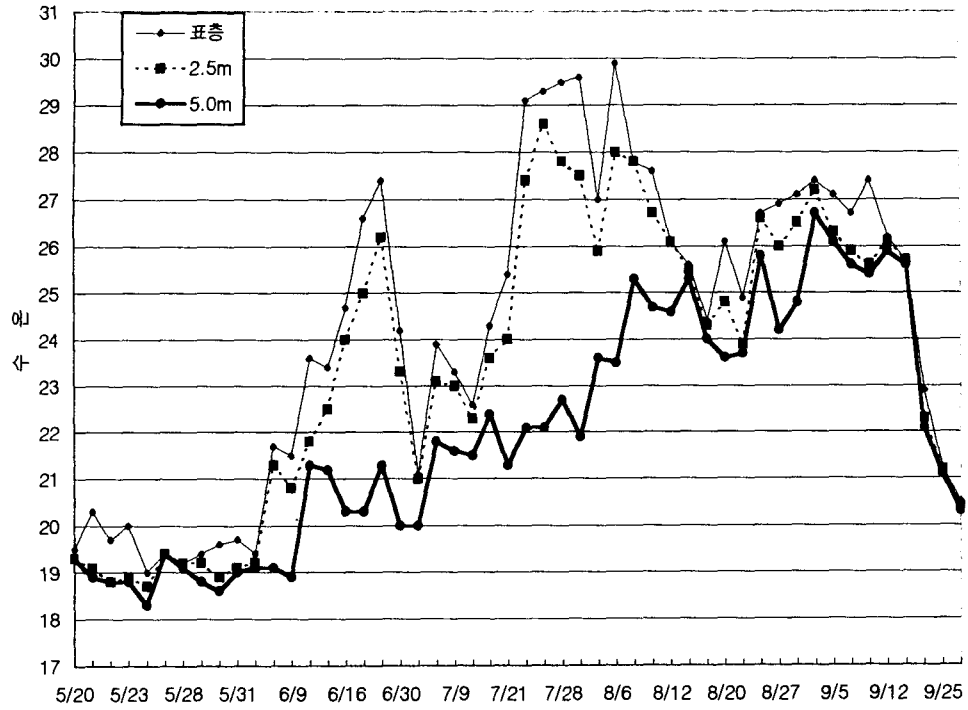
III. 결과 및 고찰

1. 수 온

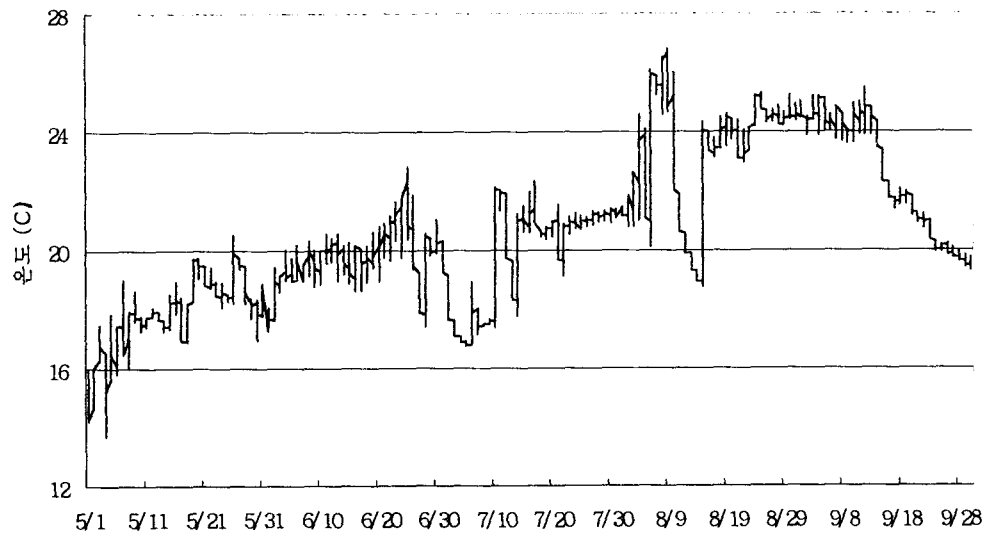
1997년도 관개기간에 있어서 운문댐의 수심별 수온변화는 <그림 2>에서 보는 바와 같이 표층에서 5m깊이까지의 수온변화는 5월 중순까지와 9월 중순이후에는 1℃에 불과하였으나 6월 초순부터 8월 중순까지에는 수심 5m에서의 수온 저하가 6~7℃정도로 크게 나타나는 것을 볼 수가 있다. 따라서 이 저수지의 변수층은 4~5m 깊이에 있는 것으로 추정되며, 취수구 깊이와 수위가 잘 맞지 않을 경우에도 변수층 이하의 냉수를 취수하지 않기 위하여는 취수구 간격을 3m 정도로 하는 것이 적당하다.

수로에서의 수온관측 결과를 보면, 앞에서 설명한 Seamon mini를 이용한 관개수로 시점에서의 관개기간인 5월 상순부터 9월 하순까지 평균수온은 20.7℃로 나타났다. <그림 3>은 1997년 5월부터 9월 하순까지의 용수간선 시점 수온의 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 3>는 용수간선 시점

에서의 순별 최저, 최고, 평균수온을 보여주고 있다.



<그림 2> 1997년 운문댐의 수심별 수온변화



<그림 3> 1997년 관개기간동안의 용수간선 시점에서의 수온변화

<표 3> 용수간선 시점에서의 순별 최고, 최저 및 평균수온 (°C)

월	순	최고	최저	평균	비고
5	상	19.0	13.7	16.8	
	중	19.8	16.9	18.1	
	하	20.5	17.0	18.7	
6	상	20.3	17.3	19.2	
	중	20.8	16.6	19.7	
	하	22.8	17.5	20.2	
7	상	22.1	16.8	17.9	
	중	22.3	17.8	20.7	
	하	21.5	19.1	20.9	
8	상	26.8	20.1	23.3	
	중	24.6	18.8	22.0	
	하	25.3	23.0	24.3	
9	상	25.2	23.6	24.3	
	중	25.5	21.2	22.8	
	하	21.2	19.4	20.2	

논수온조사는 주로 현장답사시 디지털 수온계로 직접 관측하였고 상류측 논 1개소의 물꼬에만 수온센서를 설치하였다. <표 4>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 2~3시경에 가장 크게 나타났다.

<표 4> 논에서의 수온 관측치

일시	논				용수간선시점	비고
	상류		중류			
	입구	출구	입구	출구		
6. 19	31.4	34.7	31.2	34.4	20.0	오후 2-3시경 관측
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	
7. 24	32.2	33.6	31.3	33.1	21.0	
8. 08	27.7	28.3	25.5	28.0	24.8	
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	

2. 벼 생육 및 수확량

냉수피해의 한 기준으로 생육단계별 생육상태를 조사하였다. 하지만 벼의 생육

상태의 변화가 전적으로 냉수피해에 따른 것으로 보기가 어려우며 하나의 지표로서 이용하였다.

대상지역의 상·중류에서 각각 3~4개의 대표답을 선정하여 생육기별 초장과 분얼수를 조사한 결과 일반적으로 물꼬부근의 1~2m이내의 지점에서만 차이가 나는 것을 알 수 있었으며 그 이상 떨어진 곳에서는 생육상태의 차이를 식별할 수가 없었다.

수확량은 대상지역 상·중·하류 지역에서 각각 3개소씩 대표답을 선정하여 각 논외의 물꼬부근과 반대측 부근에서 조사하였으며 그 결과를 평균한 값은 <표 5>에서 보는 바와 같다. 일반적으로 물꼬가까이의 주당 이삭수가 물꼬 반대측 부근보다 적은 것을 볼 수가 있다. 그러나 물꼬에서 2~3m 안쪽에서 부터는 수확량의 차이를 발견할 수가 없었다.

<표 5> 벼의 성장과 수확량

구 분	상 류		중 류		하 류	
	입 구	출 구	입 구	출 구	입 구	출 구
간장(cm)	75.4	73.4	73.5	72.8	68.3	68.2
줄기당이삭수(개)	87.4	102.7	90.4	92.1	93.8	99.5
이삭줄기수(개)	16.7	17.2	17.3	20.1	17.5	16.4
주당이삭수(개)	1459	1794	1571	1853	1646	1631
천립중(g)	26.5	27.3	27.2	26.2	26.2	26.4
1m ² 당 포기수	28.0	24.0	28.5	29.0	26.5	25.5

3. 냉수피해 원인 분석과 방지대책

1996년도 취수탑 조작일지와 저수지 수심별 수온 자료를 분석한 바, 생활용수 공급과 농업용수 공급을 같은 관로를 이용함으로써, 농업용수로 수온이 낮은 물이 공급되므로써 4.6ha에 대하여 냉수피해가 발생하였다.

그러나 조사기간인 1997년도에는, 수온과 벼 생육 및 수확량 조사를 바탕으로 분석한 결과 전반적으로 냉수피해가 발생하지 않은 것으로 나타났다. 이는 운문댐 사무소의 표층수취수 공급, 농업용수의 적절한 공급관리, 그리고 냉해방지를 위한 물꼬 관리요령등을 농민들에게 홍보함으로써 인해 효과적인 물관리가 이루어졌기 때문인 것으로 사료된다.

그러나 앞으로 혹시 발생가능한 냉수피해 방지를 위한 대책을 제시하면 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 밑다짐을 통해 침투량을 감소시키는 방법

2) 표면수 취수 pontoon 설치

취수공의 간격이 운문댐의 경우 5m로 되어 있어 그에 따라 저온의 심층수를 취수할 수가 있으므로 수면에 떠 있는 pontoon에 펌프장치를 설치하여 저수지의 표면수를 취수하는 방법이다.

3) 동창천 기존보 이용

대상지역에 인접한 동창천에 보가 설치되어 있어 수심 1.5m 면적 6ha 정도의 소규모 저수지형태를 이루고 있으므로 이를 온수지로 이용하여 관개용수의 수온을 상승시킬 수 있다.

4) 온수지 설치

댐하류의 적당한 위치에 온수지 시설이 가능하겠으나, 이는 경제적 측면에서 최후에 고려할 대안이라고 하겠다. 용수간선 시점에서의 수온을 평균 2.0℃ 높이려면 약 2.0 ha의 온수지가 필요한 것으로 나타났다.

IV. 결론

1997년 운문댐 하류의 논의 냉수피해의 정도와 원인에 대해 조사, 분석하였다. 1996년에는 저온의 과개용수 공급으로 인해 조사지역의 4.6ha에서 냉수피해가 발생하였으나, 1997년도에는 냉수피해가 발생하지 않았다. 이는 효과적인 물관리와 용수절약 및 관개시간 조정 등에 의한 결과로 생각된다.

그러나 이런 냉수피해의 조사분석은 특정년도 1년간 조사관측에 의한 것으로 다른 해에 적용시키는 것은 매우 위험한 일이며 이는 수문기상환경, 영농조건 및 물관리조건에 따라 변화될 수 있기 때문이다. 따라서 보다 일반적인 냉수피해 원인과 그 대책에 대하여 수년간에 걸친 장기적인 연구가 필요하다고 하겠으며 만약 발생할 수도 있는 냉수피해에 대한 대책으로는 물관리 방법 개선, 저수지 표면수 취수 pontoon 설치, 인근 동창천의 기존보 이용, 및 최후의 대안으로서 온수지 설치를 생각할 수 있겠다.

V. 참고문헌

1. 김시원, 김철기, 이기춘. 1986. 신고농업수리학. 향문사. 363pp
2. 한국수자원공사. 1994. 주암 조절지댐 하류 냉해방지 대책보고서. 168pp
3. 농수산부. 1983. 농지개량사업 계획설계기준(관개편). 783pp
4. 정상욱. 1997. 운문댐 하류 냉해방지대책 용역보고서. 한국수자원공사. 208pp.