

# 유희농지를 이용한 수질관리방안 연구

A Study on the Water Quality Management using Fallow Paddy

김형중\*·안열(농업기반공사)·김선주·김필식(건국대)

Kim, Hyung Joong\*·An, Yeul·Kim, Sun Joo·Kim, Phil Shik

## Abstract

Fallow paddy has been increased in disadvantageous farming condition area because of importation of foreign agricultural products, labor cost and the imbalance between farming cost and agricultural products price since 1990. The fallow paddy that has gradually increased needs to be prevented from the devastation by weed breeding for re-cultivation.

In this study, two fallow paddies that manage with different water depth from the experimental field were selected for observation, and analysis of water quality, water balance and plant body change. The managed fallow paddy was more effective in water quality purification and plants growth control than non-managed fallow paddy. And the fallow paddy managed with a some degree water depth was the most effective field on weed control.

## I. 서론

휴경지는 토양 비옥도 증진과 사회 경제적으로 생산량 조절을 위하여 의도적으로나, 일시적으로 농사를 짓지 않고 쉬고있는 농경지(윤, 1998)를 의미하였으나, 1990년대에 들어와서는 외국으로부터 값싼 농산물의 수입과, 농촌 인거버, 제반 영농비와 농산물 가격의 불균형으로 인하여 영농여건이 불리한 지역에서 경작을 포기하는 휴경지가 많아지고 있다(윤, 1998). 이와 같이 점차로 증가되고 있는 휴경지는 필요에 따라 다시 농경지로 활용해야 할 필요성이 있으므로 잡초 등의 번식으로 인한 황폐화를 방지하는 것이 바람직하다.

한편 휴경지에서는 부착, 여과, 침전 등의 물리적 작용, 산소 공급, 유기물 분해, 질소·인 제거 등의 생물학적 작용에 의한 수질정화기능이 있다. 따라서 휴경지는 적절한 물관리를 통하여 잡초번식을 방지하는 동시에 수질개선효과도 발휘될 수 있도록 관리할 필요가 있다.

본 연구에서는 휴경지의 물관리를 통하여 잡초의 번성에 의한 농경지의 황폐화를 방지하고, 수질을 개선하기 위한 방안을 모색하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

연구시설은 충남 당진군 고대면 슬항리 석문간척지구에 설치하였으며, 용수는 석문담수호 유입부의 물을 양수하여 공급하였다. 본 연구를 위한 시험포는 <그림-1>과 같이 휴경지 1 (3,100 m<sup>2</sup>)과 휴경지 2 (3,100 m<sup>2</sup>)로 구분하여 조성하였다.

휴경지에서 물관리방법에 따른 수질변화특성을 분석하기 위하여 휴경지 1은 수심을 평균 30 cm로 유지하고, 휴경지 2는 10 cm 이하로 유지하면서 수질정화효과 및 식물천이 특성을 조사하였다. 수질조사는 현장에서 유입수 및 유출수를 채취하고, 수온, pH, EC, DO를 측정하였다. 실내분석을 위하여 채취한 시료를 전처리하고 신속히 실험실로 운반하여 수질항목을 수질오염공정시험법에 의거하여 분석하였다.

물관리에 따른 식물의 번식특성을 분석하기 위하여 휴경지 1에는 6개의 방형구 (1m × 1m)를 설치하고, 휴경지 2에는 8개의 방형구를 설치하여 식물의 피도를 조사하였다.

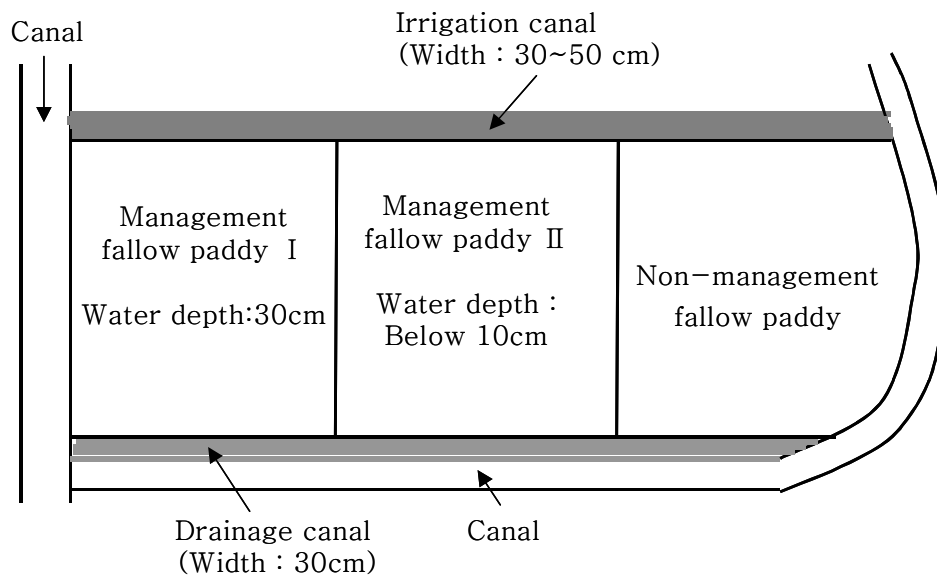


Fig. 1 System of experimental field

### III. 결과 및 고찰

#### 3.1 수질조사

수온은 유입수의 경우 시험기간인 2004년 6월부터 12월까지 <표-1> 및 <그림-2>와 같이 평균 23.3 °C였고, 8월 6일의 수온은 29.7°C로 가장 높았으며, 12월 10일은 9.2°C로서 가장 낮았다. 유출수는 휴경지 1과 휴경지 2 모두 유입수와 큰 차이가 없었다.

Table 1 Water quality analysis in fallow paddy I and II

Contents		Temp. (°C)	pH	EC (µs/cm)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
Inflow		23.3	7.8	475	6.4	27.9	8.0	3.6	0.26
Fallow paddy I	Ave.	24.5	8.2	442	6.5	38.7	7.7	1.32	0.11
	Max.	31.1	8.6	847	11.0	84.5	13.8	4.16	0.24
	Mim.	10.3	7.6	260	3.4	3.0	5.9	0.40	0.04
	Standard deviation	5.9	0.4	192	2.8	27.0	2.5	1.26	0.06
	Coefficient of variation	23.9	4.4	43	43.7	69.7	32.0	95.17	56.89
Fallow paddy II	Ave.	24.8	8.4	464	7.5	42.8	8.2	1.33	0.09
	Max.	32.7	9.7	983	13.6	94.5	10.9	3.15	0.15
	Mim.	11.5	7.8	286	3.7	8.0	4.4	0.45	0.03
	Standard deviation	5.8	0.7	213	3.7	31.0	2.0	0.95	0.03
	Coefficient of variation	23.3	8.0	46	50.2	72.4	24.2	71.48	37.97

pH는 일반적으로 관개수나 토양이 산성일 경우에는 토양중의 Al, Fe, Mn 등의 유해물질농도가 높아져서 작물의 영양물질흡수에 장애를 주며 인산질 비료를 불용화 시킨다. 반면 알카리성일 경우에는 점토를 분산시키고 토양 물리성을 악화시키며 인산을 불용화한다. 시험기간 중 pH는 <표-1> 및 <그림-2>와 같이 유입수는 7.8로서 중성을 나타냈다. 유출수는 휴경지 1이 8.2, 휴경지 2가

8.4로서 비슷한 값을 나타냈으며, 농업용수 수질기준인 6.0~8.5를 대부분 만족하고 있었다.

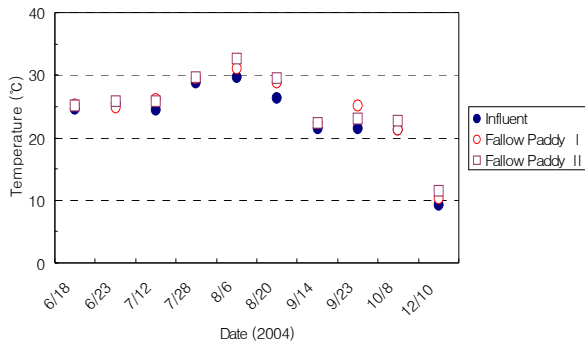


Fig. 1 Changes of Temperature

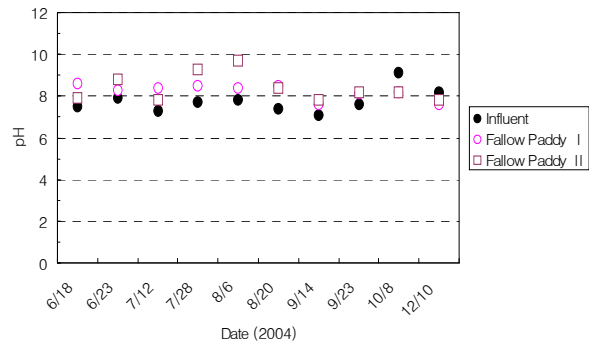


Fig. 2 Changes of pH

EC의 경우 방류수 수질기준은 없지만 미국 캘리포니아 대학교 대외 협력국(UCCES)이 개발한 농업용수 수질기준지침에는  $700\mu\text{S}/\text{cm}$  이하에서는 문제가 없는 것으로,  $700\sim 3,000\mu\text{S}/\text{cm}$ 에서는 오염우려,  $3,000\mu\text{S}/\text{cm}$  이상에서는 작물생육에 큰 영향을 미치는 것으로 분류하고 있다. EC는 <표-1> 및 <그림-3>과 같이 유입수가  $220\sim 813\mu\text{S}/\text{cm}$ 로서 평균  $475\mu\text{S}/\text{cm}$ 를 나타냈다. 휴경지 1, 2 유출수는  $442\sim 983\mu\text{S}/\text{cm}$ 로서 평균  $453\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 낮아졌으며, 이 농도 범위에서는 농업용수로 이용되어도 문제가 없을 것으로 판단된다.

DO는 <표-1> 및 <그림-4>와 같이 유입수가  $3.2\sim 13.4\text{ mg/L}$ , 평균  $6.4\text{ mg/L}$ 였는데, 유출수는 휴경지 1이 평균  $6.5\text{ mg/L}$ , 휴경지 2가 평균  $7.5\text{ mg/L}$ 로서 약간 증가되었는데, 이는 공기중에서의 재폭기와 식물의 통기조직을 통하여 산소가 수중에 공급되었기 때문으로 판단된다. DO가 농업용수 수질기준인  $2.0\text{ mg/L}$  이상을 만족하므로 농업용수로 재이용하여도 문제가 없을 것으로 판단된다.

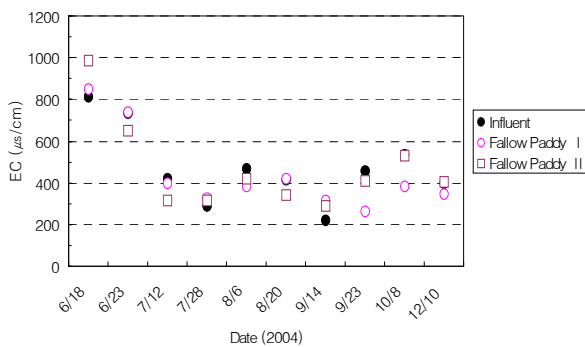


Fig. 3 Changes of EC

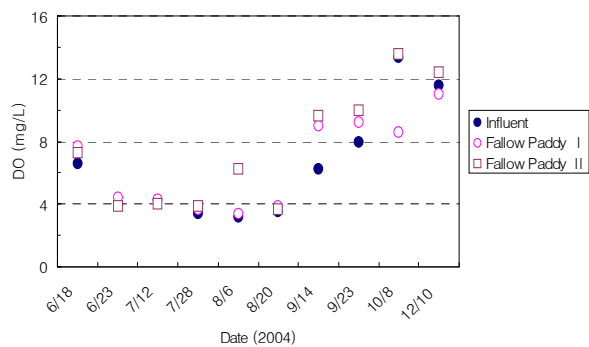


Fig. 4 Changes of DO concentration

SS는 <표-1> 및 <그림-5>와 같이 유입수가  $11.5\sim 59.5\text{ mg/L}$ 로서 평균  $27.9\text{ mg/L}$ 이었는데, 휴경지 1 유출수는 평균  $38.7\text{ mg/L}$ , 휴경지 2 유출수는 평균  $42.8\text{ mg/L}$ 로 농도가 높아졌다. 이는 시험포의 토양이 세립질의 미사질 양토로서 바람 및 강우 등에 의해 바닥의 세립질이 부유하여 유출되었기 때문으로 판단된다. SS는 하천의 농업용수 수질기준인  $100\text{ mg/L}$  이하는 만족하지만, 호소의 농업용수 수질기준인  $15\text{ mg/L}$ 는 만족하지 못하는 것으로 나타났다.

COD는 <표-1> 및 <그림-6>과 같이 유입수가 4.5~16.6 mg/L, 평균 8.0 mg/L였는데, 유출수는 휴경기 1이 평균 7.7 mg/L로서 유입수에 비해 농도가 낮아졌고, 휴경기 2는 평균 8.2 mg/L로서 유입수와 비슷한 값을 나타냈다. 유출수는 농업용수 수질기준인 8.0 mg/L를 만족하는 경우도 있고, 만족하지 못하는 경우도 있었다.

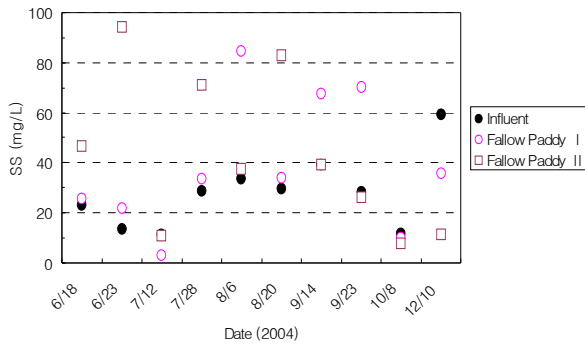


Fig. 5 Changes of SS concentration

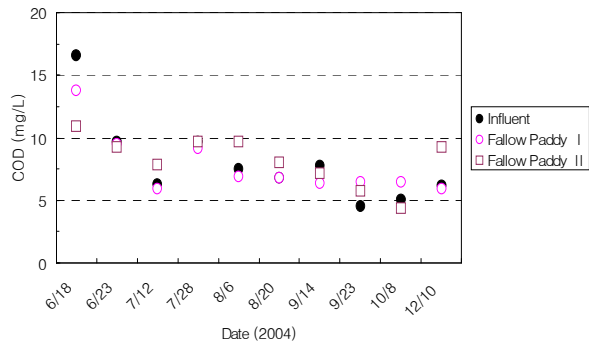


Fig. 6 Changes of COD concentration

TN의 경우 <표-1> 및 <그림-7>과 같이 유입수는 0.58~5.69 mg/L, 평균 3.64 mg/L이었으나, 유출수는 휴경기 1과 2가 각각 1.32, 1.33mg/L로 낮아졌다. 휴경기 유출수가 농업용수 수질기준인 1.0 mg/L를 조금 상회하지만 휴경지는 질소와 인을 제거하는 정화능력을 갖고 있다는 것을 알 수 있다. 이는 휴경기에서 침전·분해 및 식물의 흡수에 의해 제거되었기 때문이다. 따라서 휴경지를 수질정화공간으로 이용한다면 효과를 볼 수 있다는 것을 보여주는 결과이다.

TP의 경우 <표-1> 및 <그림-8>과 같이 유입수는 0.07~0.41 mg/L, 평균 0.26 mg/L으로서 농업용수 수질기준인 0.1 mg/L를 상회하지만, 유출수는 휴경기 1과 2가 각각 평균 0.11, 0.09 mg/L로 낮아져 대부분 농업용수 수질기준을 만족하는 것으로 나타났다.

제거율을 살펴보면 유기물 제거율은 COD의 경우 휴경기 1과 2가 각각 9.8%와 4.2%로서 낮게 나타났다. 이에 비해 영양염류 제거율은 높게 나타났는데, TN의 경우 휴경기 1과 휴경기 2가 각각 63.7%와 63.4%로서 비슷하였고, TP는 각각 58.4%와 64.1%로서 휴경기 2가 다소 높게 나타났다. 이상의 결과 휴경기 1과 2는 수질정화효율 면에서 큰 차이가 없었다.

이상과 같이 농업용수원의 부영양화 물질인 TN, TP는 유입수에 비하여 유출수에서 지속적으로 낮은 것으로 나타나 영양염류 제거효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 농지배수 등을 휴경지를 이용하여 수질을 정화한다면 질소와 인이 제거되어 주요 농업용수원인 저수지의 부영양화에 의한 조류발생을 방지하는데 큰 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

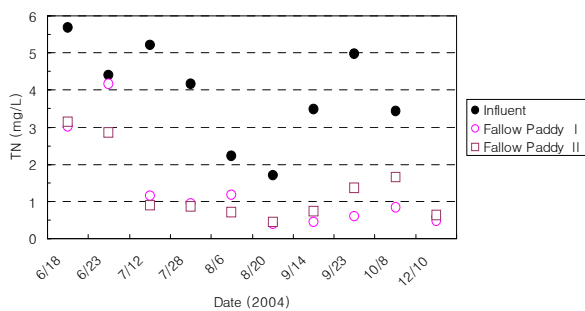


Fig. 7 Changes of TN concentration

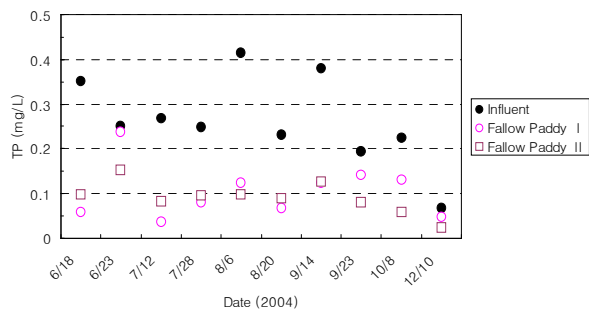


Fig. 8 Changes of TP concentration

### 3.2 식물상조사

휴경지 1은 6개의 방형구 (1 m × 1 m)를 대상으로 조사를 실시하였는데, 25~30%의 낮은 피도를 나타내고 있다. 이는 봄부터 수심 30 cm로 담수상태를 유지하여 식물의 성장이 억제되었기 때문이다. 대상지에서 발견된 식생종은 갈대, 물피, 부들 3종으로 종다양성이 낮았으며, 갈대와 물피가 우점하고 있는 것으로 조사되었다. 담수가 오랫동안 진행된 상태이기 때문에 갈대나 물피 등의 호수성 식생종 이외의 식생은 미미한 것으로 조사되었다. 쌀생산조정제 농지의 경우 계약기간이 만료되는 3년 후에 농지로 다시 이용하기 위해서는 식물의 성장을 억제할 필요가 있으므로 수위관리를 통하여 논이 황폐화되는 것을 방지할 필요가 있다.

휴경지 2는 방형구 8곳에 대하여 식물상 조사를 실시하였다. 식생의 피도는 50~55%를 나타내고 있으며, 부들, 갈대, 개구리밥, 세모고랭이, 돌피, 미국개기장, 차풀, 미국가막살이, 고마리여뀌, 나자스말, 물달개비 등 총 11종이 발견되어 휴경지 1보다는 많은 종이 발견되었다. 우점하고 있는 식물은 부들, 갈대, 세모고랭이, 돌피 4종이며, 개구리밥은 진지역에 대해 발견되었으나 그 밀도는 낮은 것으로 조사되었다. 위에서 살펴본 바와 같이 휴경지 1과 2사이에 수질정화효율에 큰 차이가 없는 것을 감안한다면 식물의 번식에 의한 논외 황폐화를 막기 위해서는 가능하면 일정수위로 담수를 유지하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

## IV. 결론

휴경지의 물관리를 통하여 잡초의 번성을 방지하고, 수질을 개선하기 위한 방안을 모색하고자 본 연구를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

SS농도만이 유입수에 비하여 휴경지 1과 휴경지 2 유출수의 농도가 높아진 반면, 그 외 EC, COD, TN, TP는 대부분 유출수의 농도가 낮아져 수질개선효과가 있는 것으로 나타났다. 제거율은 COD의 경우 휴경지 1과 2가 각각 9.8%와 4.2%로서 낮게 나타났다. 이에 비해 영양염류 제거율은 높게 나타났는데, TN의 경우 휴경지 1과 휴경지 2가 각각 63.7%와 63.4%로서 비슷하였고, TP는 각각 58.4%와 64.1%로서 휴경지 2가 다소 높게 나타났다. 이상의 결과 휴경지 1과 2는 수질정화 효율 면에서 큰 차이가 없었다.

휴경지 1은 25~30%의 낮은 피도를 나타내고 있는데, 이는 봄부터 수심 30cm로 담수상태를 유지하여 식물의 성장이 억제되었기 때문이다. 반면 수심을 10cm 이하로 관리하는 휴경지 2의 피도는 50~55%를 나타내고 있으며, 부들, 갈대, 개구리밥, 세모고랭이, 돌피, 미국개기장, 차풀, 미국가막살이, 고마리여뀌, 나자스말, 물달개비 등 총 11종이 발견되어 휴경지 1보다는 많은 종이 발견되었다.

따라서 휴경지에서 적절한 물관리가 이루어진다면 수질개선효과 뿐만 아니라 잡초의 번성을 억제하여 농경지가 황폐화되는 것을 방지하고, 따라서 다시 농경지로 재이용하는 경우 유리할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 나영은, 노기안, 이상범, 한민수, 박무언, 1996, 휴경답 생태계의 토양특성 변화와 식생의 생태 천이, 한국토양비료학회지, 29(2): 199-206.
2. 윤정희, 1998, 토양화학성, 한국토양비료학회지, 31(S.I): 45-55.
3. 성기영, 구자옥, 한성옥, 손보균, 박태동, 2001, 휴경 진전에 따른 논 토양의 화학성 및 미생물상의 변화연구, [http://altair.chonnam.ac.kr/~scrdc/image/re\\_2001/hwp/rice\\_2.hwp](http://altair.chonnam.ac.kr/~scrdc/image/re_2001/hwp/rice_2.hwp).