

농업용수 재이용을 위한 논벼 생육시험

Cultivating Rice with Reclaimed Wastewater

김 학 관* · 박 승 우 · 김 상 민 (서울대)
Kim, Hak-Kwan* · Park, Seung Woo · Kim, Sang-Min

Abstract

This paper presents a recent finding from the progressed research efforts on the application for wastewater reclamation and reuse for agricultural uses. Reclaimed effluents from the Suwon municipal sewer treatment plant has been used to irrigate paddy rice at experimental plots. Three levels of reclamation treatments, filtration, disinfection, and the both, and one treatment to apply heavily polluted stream flow are compared to the control which uses groundwater for irrigation. The rice growth indicated by plant height and tiller number, and the yields were compared statistically among the five treatments. The results showed that the rice yields from polluted stream were greatest, and the control showed the lowest yields. And the first year experiment indicated that the agricultural reuse is promising.

I. 서론

생활하수는 수자원의 지속적 확보 측면에서 세계적으로 생활하수의 재이용에 대한 관심과 노력이 계속되고 있다. 재이용수의 활용분야는 그 목적에 따라 중수도, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수 등으로 다양하다. 실제로 물부족을 겪는 많은 국가에서는 하수재이용을 주요한 수자원으로 간주하고, 다양한 형태의 이용방법을 채택하고 있다.

하수재이용은 부족한 수자원의 보충, 하천의 건천화 방지, 용수이용효율의 제고 등의 효과 이외에도 농경지의 비료성분의 공급, 양어양식의 영양분 공급 등을 기대할 수 있다. 하지만 재이용에 따른 고비용시설과 운영비용 문제, 환경영향, 보건위생상의 위협, 주민들의 정서적 저항과 반대 등 경제 사회, 문화적 측면에서 선행되어야 할 과제가 많은 것도 사실이다. 하수의 농업용수 재이용은 기술적, 경제적, 환경적 측면에서 활용가능성이 높음에도 불구하고, 수질기준의 미비와 농업용수로의 활용을 위한 기반기술의 부족으로 인하여 실현되지 못하고 있는 것이 현실이다.

본 연구에서는 하수의 농업용수재이용의 타당성을 제고하기 위하여, 하수처리장을 선정하여 시험포장을 조성하고, 각 처리구에 따른 벼 재배시험을 통하여 수질, 논벼의 생육특성, 수량구성요소, 수확량 등을 평가함으로써, 하수의 농업용수 재이용의 활용을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

생활하수의 농업용수 재이용을 위한 비 재배시험포장은 경기도 화성시 태안읍 진안리에 소재하고 있는 수원시 환경사업소 하수처리장으로 선정하였고, 논벼 생육시험을 위한 시험포장은 인근 논에 조성하였다. 작물생육시험을 위한 하수재이용처리수는 1) 지하수 (TR#1), 2) 관행 관개수 (TR#2), 3) 하수처리장 방류수 (TR#3), 4) 방류수의 완속모래여과수 (TR#4), 5) 완속모래여과 후 UV살균처리수 (TR#5) 등으로 구성하였다. Fig. 1은 시험포장의 설계도면과 현장에 조성된 시험포장의 전경을 보여주고 있다.



Fig. 1. The pilot system and layout of study area for wastewater reuse experiment

논벼 생육시험의 공시품종은 수원지방에서 널리 재배되는 심추청으로 하였으며, 1차 생육시험은 2002년 5월 24일에 인력 이앙을 실시하여 2002년 10월 31일에 수확하였다. 재배 및 물관리 방법 등은 작물시험장의 표준영농법을 적용하였다. 2003년 5월 22일 2차 실험을 위하여 인력 이앙을 실시하였으며, 2002년도와 같은 방법으로 재배시험 중이다.

하수처리수의 논 관개용수 재이용을 위한 수질 및 미생물 특성을 평가하기 위하여 2002년부터 5개의 처리구별 관개 유입수와 30개 시험포장의 담수수질, 간접적인 비교를 위하여 농업용수 수질기준을 만족하는 관개수를 이용하고 있는 기천지구를 월별로 샘플링하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수질 및 미생물 모니터링

Fig. 2와 Fig. 3은 영양물질인 총인(TN)과 총질소(TP)에 대하여, 기천지구 및 각 처리구별 유입관개수와 논 담수수질을 비교하여 보여주고 있다. 총질소와 총인은 기천지구와 지하수(TR#1)에서는 비슷한 경향을 보였으나, 나머지 처리구에서의 관개유입수와 담수농도는 큰 값을 보였다.

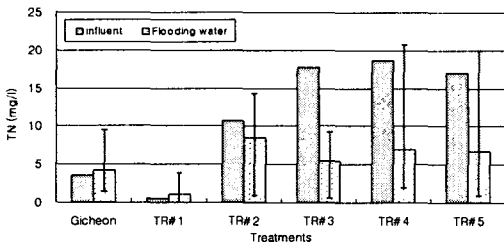


Fig. 2. Total N (2003)

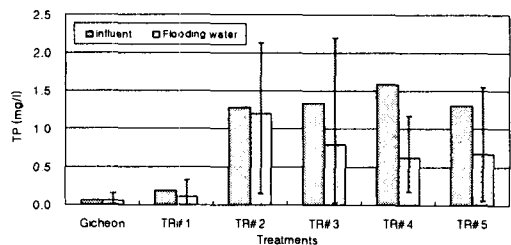


Fig. 3. Total P (2003)

Fig. 4는 대장균에 대한 기천지구와 처리구별 관개유입수와 담수농도의 변화를 비교하여 보여주고 있다. 오염이 심한 황구지천의 하천수를 관개수로 사용하는 TR#2의 유입수와 담수상태의 대장균수가 가장 큰 것으로 나타났다.

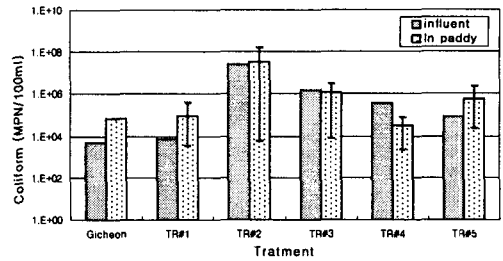


Fig. 4. Coliform between treatments(2003)

2. 논벼 생육시험

처리구별 생육특성은 초장(plant height), 분얼수(tiller number) 등을 시기별로 조사하였다. Fig. 5~8은 2002년과 2003년 생육시기별 초장, 분얼수를 보여주고 있다. 생육기간동안의 초장, 분얼수의 변화는 TR#1이 다소 낮게 나타났다.

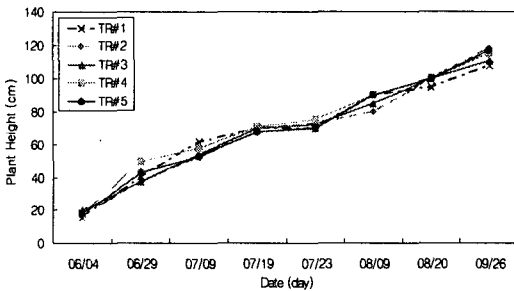


Fig. 5. The Plant Height (2002)

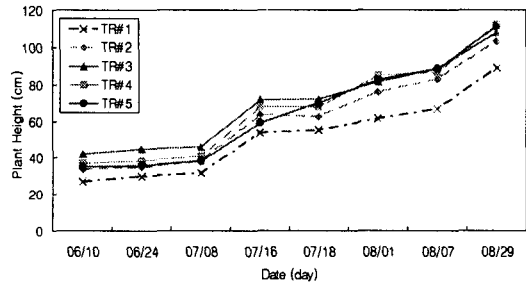


Fig. 6. The Plant Height (2003)

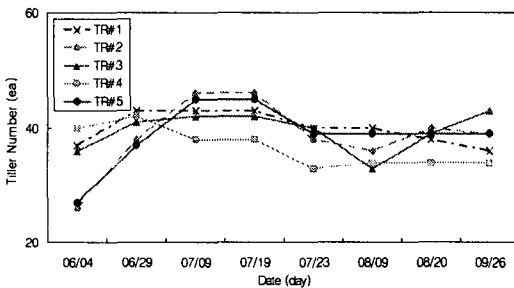


Fig. 7. The Tiller Number (2002)

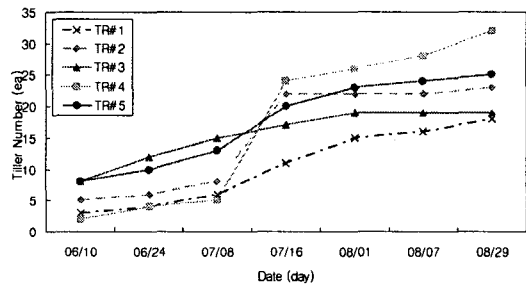


Fig. 8. The Tiller Number (2003)

3. 수량구성요소 및 수확량 분석

하수재이용을 위한 논 재배시험의 수량 및 수확량 특성은 수량구성요소인, 단위면적당 이삭수 (panicle number per unit area, PU), 영화당 이삭수 (mean of spikelet number per panicle, MS), 천립중 (thousand grain weight, TW), 그리고 등숙률 (percentage of ripened grains, PG)을 조사하였고, 식물체 길이를 나타내는 간장 (clum length, CL), 이삭

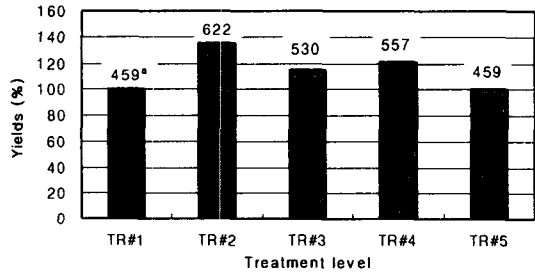
의 길이를 나타내는 수장 (panicle length, PL)과 수확량 (yields, YD)을 조사하였다. 표 1은 처리구별 수량관련요소의 평균과 표준편차를 나타내고 있다. TR#2 처리구가 대부분의 수량관련요소에서 큰 값을 나타냈다.

Table 1. Mean of yield component and grain yield between treatments

Item	TR#1		TR#2		TR#3		TR#4		TR#5		Byungjum	
	Mean	STD ^a	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD
PL (cm)	21.5	3.90	22.7	3.06	23.4	3.35	22.4	2.92	22.0	2.79	22.8	3.09
CL (cm)	70.5	6.87	83.6	5.84	79.8	6.35	81.3	6.04	73.4	5.91	69.6	5.22
PU (ea)	8.7	2.11	8.8	1.91	8.9	2.19	8.8	2.06	8.7	1.56	8.0	1.88
MS (ea)	75.6	14.26	92.1	20.14	87.0	18.33	83.5	20.52	81.7	14.90	82.2	12.52
TW (g)	22.3	2.79	22.3	3.67	23.4	3.66	23.7	4.47	22.3	2.73	22.4	4.02
PG (%)	93.5	4.08	92.6	3.90	91.5	3.36	94.0	3.82	92.7	3.59	95.0	1.80

^a STD denotes standard deviation

Fig. 9는 처리구별 수확량에 대하여 대조구인 TR#1의 수확량을 100으로 하였을 때, 다른 처리구의 수확량을 상대적으로 나타낸 값을 보여주고 있다. 처리구별 수확량은 TR#2>TR#4>TR#3>TR#5의 순으로 나타났고, 459.4~621.9 kg/10a의 범위를 보였으며, 대조구인 TR#1이 가장 작았고 오염된 하천수를 관개한 TR#2 처리구가 가장 큰 값을 나타냈다.



* means yields (kg/10a)

Fig. 9. The rice yields between treatments(2002)

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 생활사수의 농업용수재이용의 타당성을 제고하기 위하여, 수원 하수처리장을 선정하여 인근 논에 시험포장을 조성하여 논벼 생육시험을 실시하였다. 하수처리수의 논 관개용수 재이용을 위한 수질 및 미생물 특성을 평가하기 위하여 수질을 분석하였으며, 처리구별로 생육특성을 분석하기 위하여 초장(plant height), 분얼수(tiller number) 등을 시기별로 조사하고, 처리구별 벼의 수량구성요소와 수확량 등을 분석하였다. 수량구성요소와 수확량 분석에서 오염된 하천수를 관개한 TR#2가 가장 큰 값을 보였고, 대조구인 지하수를 관개한 TR#1이 가장 작은 값을 나타냈다.

사사

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 4-5-1)에 의해 수행되었습니다.