

생활하수의 농업용수재이용을 위한 생활하수 오염지구 수질 모니터링

Water quality monitoring at irrigation districts polluted with wastewater
for the wastewater reuse for agriculture

김 상 민* · 박 승 우 · 강 문 성 (서울대)
Kim, Sang Min* · Park, Seung Woo · Kang, Moon Sung

Abstract

Two irrigation districts, Maekok and Byungjum 1 which are irrigated with polluted stream flow, and one control district Kichun, that is supplied from a reservoir complying with the water quality standard are selected for water quality monitoring to identify the effects of polluted irrigation on crop yields, environments, and health hazards for farmers. The water quality at Maekok and Byungjum 1 districts are worse than the control district, and continuous water quality monitoring are needed for the wastewater reuse for agriculture.

I. 서론

우리나라의 용수수요량은 1998년 기준 생활용수 73억 m^3 , 공업용수 29억 m^3 , 농업용수 158억 m^3 , 하천유지용수 71억 m^3 등 총 331억 m^3 으로 추정하고 있으며 용수수요량은 1998년 이후 10년간 총 33%가 증가하였다 (건설교통부, 2001). 현재의 추세로 볼때 2006년부터 물부족이 전국적으로 시작되고 2011년에는 18억 m^3 에 이르러 사회·경제적 손실과 혼란이 우려되며 이를 극복하기 위해 용수수요관리, 연계운영, 친환경적 신규개발, 대체수자원 개발 등이 요구된다.

한편, 우리나라의 연간 하수발생량은 87.7억 m^3 으로 이중 49.5억 m^3 의 하수처리용량을 보유하고 있다 (국무조정실, 2000). 1999년말 현재 하수종말처리시설의 연 유입하수량은 54.5억 m^3 이었다. 그러나 현재까지 하수처리장 방류량은 별도의 목적으로 이용되지 않고 하천으로 유입되고 있다.

세계적으로 용수부족을 극복하기 위하여 생활하수 재이용에 대한 관심과 노력이 계속되고 있으며, 우리나라의 경우 2000년 현재 중수도 이용량은 연간 약 2억 m^3 으로 추정하고 있으며, 하수처리수의 농업용수나 하천유지용수 재이용을 위한 시도가 이루어지고 있다. 현재 일부 지방자치단체에서 하수처리수를 농사에 이용하도록 하고 있으나, 아직 재이용의 수질기준조차 마련되지 못한 실정이며, 하수재이용을 위한 기반기술을 개발하고 재이용 수질기준의 제시 등 관련 기술개발이 필요하다.

본 연구는 지금까지 생활하수 등으로 오염된 하천수를 농업용수로 취수 관개하고 있는 지역을 대상으로 용수이용으로 인한 문제 등은 없는지를 조사하기 위한 것이다. 본 조사에서는 시험지구를 선정하고, 수질 모니터링을 통한 하수의 농업용수 재이용과 관련한 영향을 수치적으로 구명하기 위한 것이다.

II. 연구방법

1. 시험지구의 선정

현재 이용되고 있는 농업용수 중 생활오수에 의해 오염된 물을 이용하여 농업용 수자원으로 활용하고 있는 현황을 조사하고 농업용수 이용에 문제가 있는지의 여부를 검토하여 향후 생활오수의 농업용수 재이용에 대한 기초자료로 활용하기 위해 생활오수가 유입되고 있는 시험지구를 2개소를 선정하였다. 또한, 관행 관개지구와의 비교를 위해 대비지구로 저수지 관개지구 1개소를 선정하였다.

시험지구를 선정하기 위하여 후보지역을 현장답사하고, 용수 및 배수 조직을 조사하였으며, 접근성, 물사용량 조사 등의 가능성 등 여러 요소들을 파악하여 발안천수계의 매곡양수장지구와 시험포장이 위치하고 있는 황구지천수계의 병점1양수장지구를 대상지구로 선정하였다. 그리고, 농업용수 수질기준을 충족하는 대비구로서 발안천수계의 기천저수지지구를 선정하였다. 오수오염지구와 대비구의 개황은 다음과 같다.

가. 매곡 양수장 지구 (생활오수오염지구)

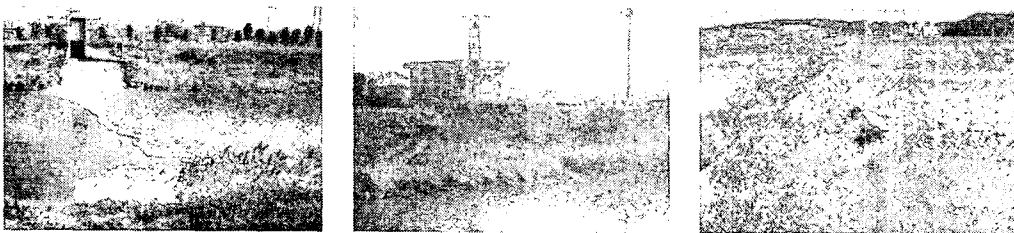
경기도 화성시 팔탄면 제암리에 소재한 발안천 수계의 양수장 지구로서, 매곡 양수장 지구의 관개면적은 30ha이며, 양수량은 0.103 m³/s이다. <그림1>은 매곡 양수장 지구의 양수장과 선정된 시험포장의 전경을 보여주고 있다.



<그림1> 매곡 양수장 지구의 양수장과 시험포장 전경

나. 병점1 양수장 지구 (생활오수오염지구)

병점1 양수장은 경기도 화성시 태안읍 진안리에 소재한 황구지천 수계의 양수장 지구로서 수원시 하수처리장 인근에 위치하고 있다. 병점1 양수장의 관개면적은 73ha이고, 양수량은 0.219 m³/s이다. <그림2>는 수원시 하수처리장 인근에 위치한 병점1 양수장 지구의 양수장과 선정된 시험포장의 전경을 보여주고 있다.

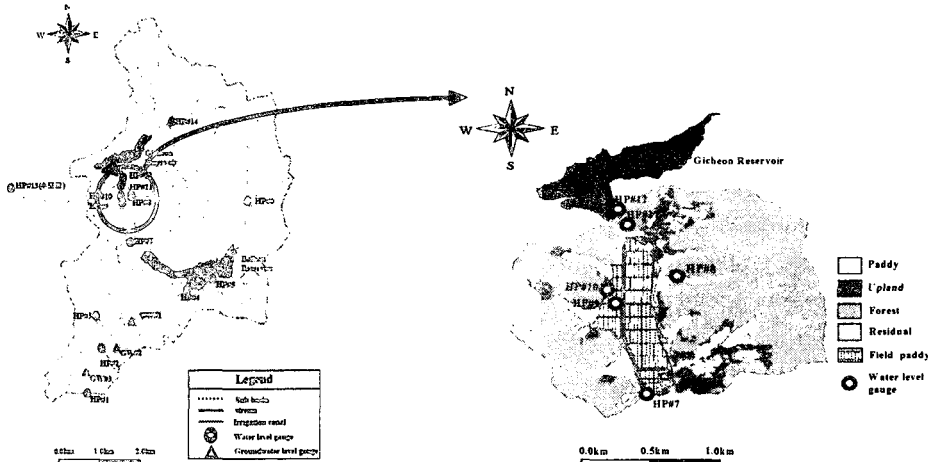


<그림2> 병점1 양수장 지구의 양수장과 시험포장 전경

다. 기천저수지 지구 (대비구)

발안저수지 지구는 경기도 화성시 발안면에 위치한 기천저수지의 관개지구이다. 기천저수지는 2

조의 용수간선을 통하여 관개용수를 공급하고 있으며, 유역면적은 313ha이고 관개면적은 61.5ha이다. <그림3>은 대비구 시험지구인 기천저수지 지구를 보여주고 있다.



<그림3> 대비구 시험지구 (기천저수지 지구)

2. 수질 모니터링 시스템

생활오수 오염지구인 매곡과 병점1 양수장의 수질 모니터링은 해당 수계의 정상적인 수질 평가를 위하여 수계의 상하류 구간에 대하여 조사하였다. 생활오수 유입지구의 수질 모니터링은 비영농기에 월 1회 샘플링을 수행하였고, 영농기와 홍수시에는 수시로 샘플링을 수행하였다. 수질 분석방법은 논벼 재배시험에서와 동일한 방법으로 수행하였다. 대비구인 기천저수지 유역은 정량적인 수질 평가를 위하여 수문 및 수질 모니터링을 실시하였다.

생활오수를 관개수로 이용하고 있는 매곡과 병점1 양수장 지구와 대비구인 기천저수지 의 시험포장을 선정하여 영농 및 수질 모니터링을 수행하였다. 병점1 양수장지구의 시험포장은 추후에 농업용수 재이용 수문/수질 모델링을 위한 적용지구로 선정하였다.

병점1 양수장 지구의 시험포장에는 강우량, 관개량, 담수심, 침투량, 배수량 등을 10분 간격으로 측정할 수 있도록 각각의 측정 장비를 설치하였다. 관개량과 배수량은 H-flume을 설계 제작하여 설치하였고, 각각의 수위 측정은 독일의 OTT MESSTECHNIK GmbH & Co. KG사의 부차식 자기 수위계를 이용하였다. 또한, 주 1회 수질 샘플링을 수행하고 있다.

Ⅲ. 연구결과

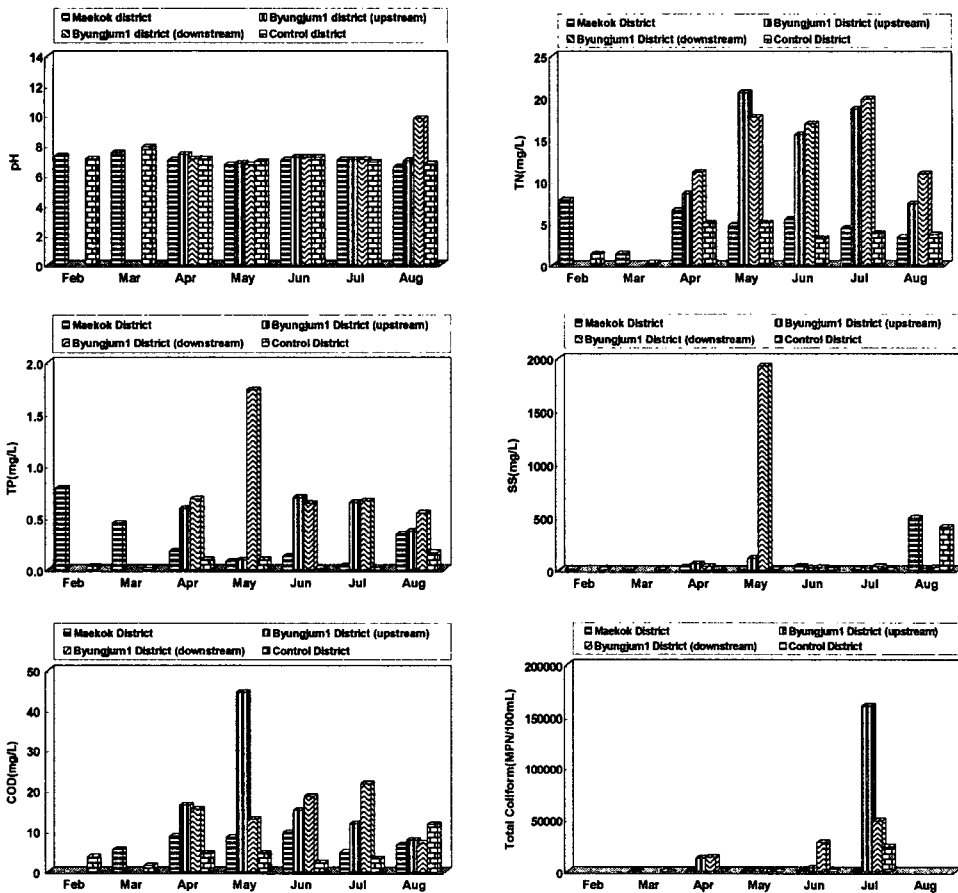
1. 수질 모니터링 결과

생활오수 오염지구와 대비지구의 pH, TN, TP, SS, COD, 대장균군수 등의 수질 및 미생물 모니터링 결과는 <그림4>에서 보는 바와 같다.

생활하수가 유입되고 있는 오염지구인 매곡양수장과 병점1양수장 지구의 월별 수질 변화는 <그림4>에서와 같이, 대비구인 기천저수지 지구에 비하여 오염정도가 큰 것으로 나타났다.

지구별 하천의 대장균군수는 대비지구에 비하여 오염지구인 매곡과 병점1양수장의 값이 매우 큰 값을 나타냈다. 특히, 병점1양수장의 상류와 하류의 대장균수의 값은 매우 큰 것으로 나타났다.

이상의 결과를 볼 때, 하수처리장의 상하류에 위치한 병점1양수장 지구가 가장 오염이 심한 하천으로 나타났으며, 지속적인 모니터링을 통하여 환경영향평가가 이루어져야 할 것으로 보인다.



<그림4> 대상지구 수질 항목별 분석 결과

사사

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

참고문헌

건설교통부, 2001. 수자원장기종합계획
 국무총리 수질개선기획단, 2000. 물관리백서
 Mara, D. and S. Cairncross, 1989. Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture, WHO