

# 간척농지에서의 오염물질 유출특성

## Runoff of Pollutants in a Reclaimed Paddy Field

최 인 옥\* · 박 병 훈 · 권 순 국(서울대)

Choi, In Uk · Park, Byung Heun · Kwun, Soon Kuk

### Abstract

In order to control the water quality of freshwater lake in tidal reclaimed land, it is needed to evaluate accurate amount of pollutant loadings from reclaimed paddy field. This study was carried out to investigate the pollutant loading from a reclaimed paddy field. Site of the study was a paddy field located in Taeho reclaimed land, with an areas of 38.5 hectares. The runoff loadings of Total-Nitrogen, Total-Phosphorus, and Chemical Oxygen Demand were 49.5 kg/ha/yr, 3.2 kg/ha/yr and 154.0 kg/ha/yr, respectively. The runoff loadings in Total-Nitrogen and Total-Phosphorus from this study were much higher values than the pollutant load factor of Total-Nitrogen and Total-Phosphorus from the paddy field published by the Ministry of Environment.

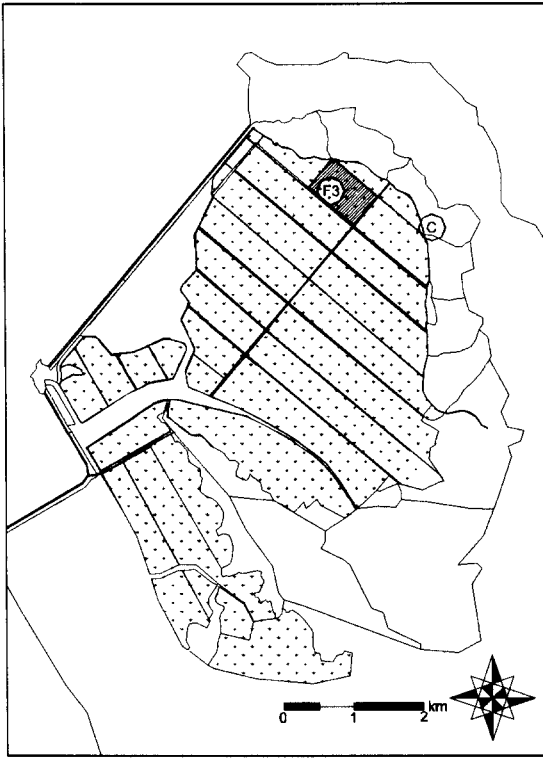
### I. 서론

농업유역에서의 오염물질은 비점원의 형태로 강우나 관개에 따른 지표유출이나 침투, 배수를 통해 유역 밖으로 배출된다. 이들 오염물질은 독성을 지니고 있지는 않으나 부영양화의 원인이 되는 물질로 주요 수질오염원으로 작용하기도 한다. 따라서 간척을 통해 농지를 조성할 때 간척농지에서 배출되는 유기물과 영양염류는 농지의 주요 용수 공급원이 되는 간척지내 담수호의 수질에 큰 영향을 미치는 요인으로 작용하게 된다. 간척농지는 연속관개방식을 채택하고있어 간단관개 방식을 택하고 있는 일반농지와는 다르게 배출수의 수문 및 수질 특성을 보일것으로 추정된다. 따라서 본 연구에서는 간척농지에서의 유기물과 영양염류의 유출특성을 분석하여 담수호 수질개선대책의 기초자료로 활용하고자 한다.

### II. 재료 및 방법

간척농지의 오염물질 유출특성을 파악하기 위하여 대호지구(충남 당진군) 제2호 방조제에 의해 조성된 간척농지를 선택하였다. Fig. 1과 같이 대호 간척농지중 F3 지점의 배수로와 용수로

C지점에 압력식수위계를 설치하고 수질과 유량을 측정하였다. F3지점의 배수로는 간척농지의 농경배수만 유입되는 곳이다. F3지점의 유역은 논으로만 구성되어있으며 면적은 38.5ha이다. 용수로 C1지점의 관개면적은 312.7ha이다.



○ : 수질측정 및 수위계설치지점  
Fig. 1. 수질 및 유량 측정지점

곡선을 유도하고, 부하량-유량관계식과 배수로의 일별유량자료를 이용하여 수질 항목별 일별 유출부하량을 계산하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 용수공급량

##### 가. 수위-유량관계곡선

용수로(C1지점)에 설치한 압력식 수위계 수위 자료와 실측 유량을 이용하여 다음 Fig. 2와 같이 수위-유량관계곡선을 유도하였다. 수위-유량관계식의 결정계수 값은 0.99로 매우 높은 값을 나타내었는데, 이는 용수로 단면이 콘크리트 사각형으로 되어 있어 유량 측정을 정확하게 할 수 있었기 때문이라고 생각된다.

##### 나. 일별 용수공급량

수위-유량관계식과 압력식 수위계로부터의 연속적인 수위자료를 이용하여 일별 용수공급

유량 조사는 용수로 C지점과 농경배수로 F3지점에 압력식 수위계를 설치하여 연속적인 수위 자료를 구하였다. 각 수위에 대한 유량을 측정하여 수위-유량관계식을 유도하였다. C지점의 관개용수량은 수위자료에 수위-유량관계곡선식을 곱하여 구하였다. 배수로 F3지점유역에 해당되는 농지에 공급된 관개용수량은 C지점의 단위면적당 관개용수량을 F3지점의 농지면적에 곱하여 계산하였다. F3지점의 배수량은 C지점과 같이 측정된 수위자료에 수위-유량관계곡선식을 곱하여 계산하였다.

배수로의 수질조사는 관개기에 조사를 하였으며 이 기간중 평상시에는 월 2회, 강우시에는 유량크기를 고려하여 2~3시간 간격으로 조사하였다. 수질조사방법은 수질오염공정시험방법에 따라 분석하였다.

농경지에서 배출되는 오염원의 유출부하량을 계산하기 위하여 유량 조사와 병행하여 실시한 수질 조사 자료로부터 부하량-유량관계

량을 계산하였다.(Fig. 3) 관개기(4월~9월)의 총 용수공급량은 약 1,083mm이다.

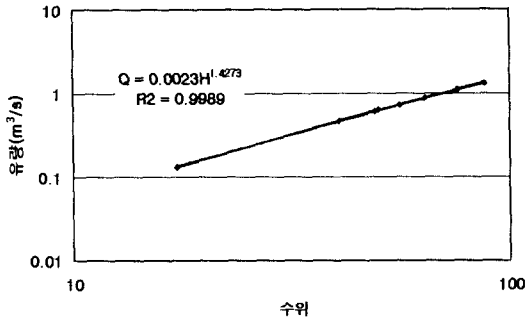


Fig. 2 용수로 수위-유량관계곡선

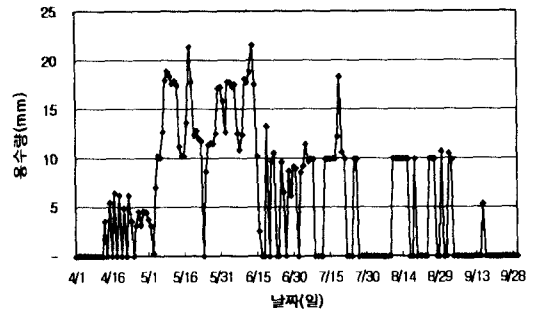


Fig. 3 일별 용수량

## 2. 실측 유출량

### 가. 수위-유량관계곡선

F3지점에서 실측한 수위 자료와 유량자료를 이용하여 저수위와 고수위로 구분하여 수위-유량관계곡선을 유도하였다.(Fig. 4) 수위 측정에 있어서 평상시 농경지 배수로의 유량이 적기 때문에 저수위 측정을 용이하게 하기 위해 농경 배수로의 반을 바닥에서 60cm높이로 막아 수위를 강제 상승시켰다. 물이 합관을 월류하는지 여부에 따라 저수위와 고수위로 수위-유량관계곡선을 구분하였다

### 나. 일별 유출량

Fig. 4의 수위-유량관계식과 실측 수위 자료를 이용하여 실측 일유량을 계산하였다.

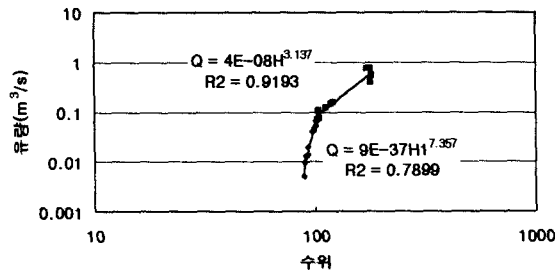


Fig. 4 F3지점의 수위-유량관계곡선

비 관개기간의 배수로 유출량은 미국 코넬대학에서 개발한 GWLF(Generalized Watershed Loading Function)모형을 이용하여 추정하였다. 모형의 보정은 1999.4 ~ 1999.9월의 실측유량 자료를 이용하였다. 모의 발생한 일별 유출량은 Fig. 5와 같으며, 모의치와 실측치를 비교한 결과 실측치 1,376mm 모의치 1,380 mm로 매우 비슷한 값을 나타내고 있고, 부분적으로 모의치

와 실측치가 일치하지 않는 것은 관개수의 일부가 논으로 들어가지 않고 직접 배수로에 들어와 나타나는 현상으로 생각된다.

보정된 매개변수를 이용하여 실측되지 않은 비 관개기의 유량을 추정하여 보완한 1999년의 F3지점의 농경배수로의 일별 유출량은 Fig. 6과 같다. 연간 농경지에서 유출율은 강우량만 고려한 경우는 75.1%이고, 공급된 용수량과 강우량을 고려한 경우는 47.8%이다.

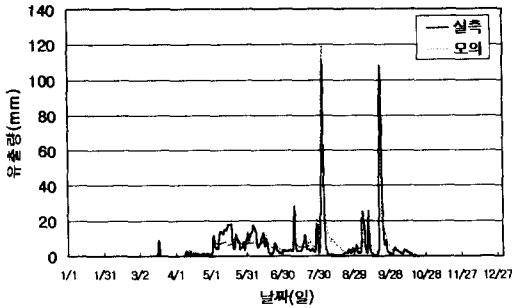


Fig. 5 일별유출량의 모의결과

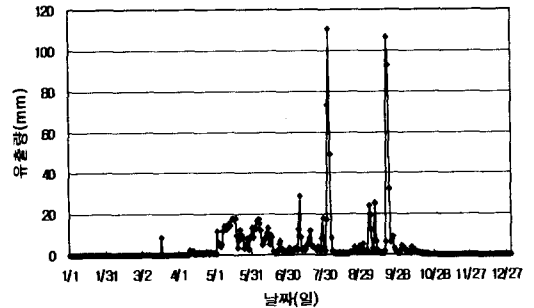


Fig. 6 농경배수로의 일별 유출량

### 3. 간척농지 오염원 유출부하량 계산

#### 가. 부하량-유량관계식

관개기간에 측정된 유량과 수질 자료로부터 F3지점의 COD, T-N, T-P의 부하량(L)과 유량(Q) 관계곡선식을 유도하면 Fig. 7 ~ 9 과 같다. 각 관계식의 결정계수는 0.77 ~ 0.87로 나타나 오염물질량과 유량의 상관관계는 매우 높은 것으로 분석되었다.

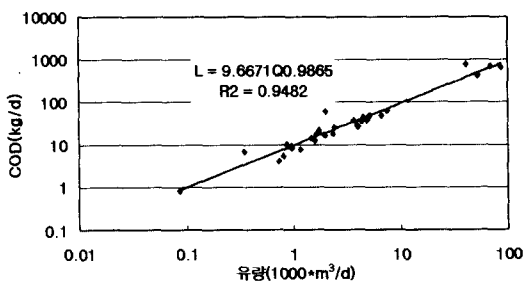


Fig. 7 F3지점 부하량-유량 관계곡선(COD)

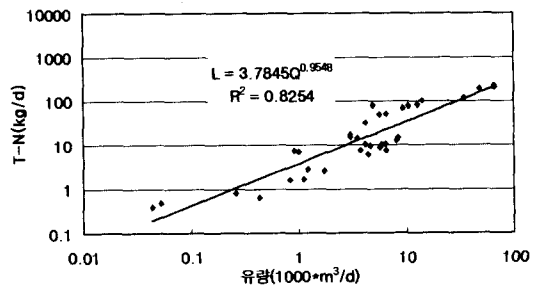


Fig. 8 F3지점 부하량-유량 관계곡선(T-N)

#### 나. 오염원 유출부하량

실측 유량과 부하량-유량 관계식으로부터 F3지점의 일별 각 오염원의 유출부하량을 계산하였다. 일별유출부하량은 Fig. 10 ~ 12와 같다. 연간 총부하량은 COD 5,929kg/yr, T-N 1,907kg/yr, T-P 121kg/yr이며, 단위 면적당 부하량은 COD 154.0 kg/ha/yr, T-N 49.5 kg/ha/yr, T-P 3.2 ka/ha/yr 으로 나타났다.

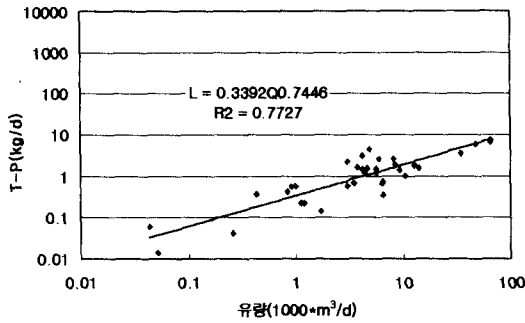


Fig. 9 F3지점 부하량-유량 관계곡선(T-P)

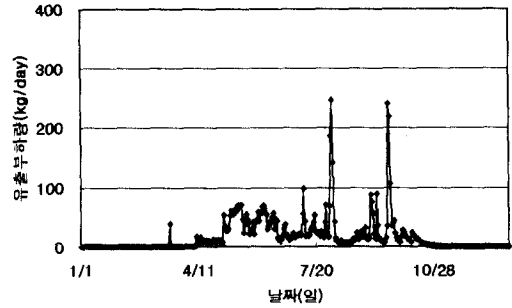


Fig. 10 F3지점의 일별 유출부하량(COD)

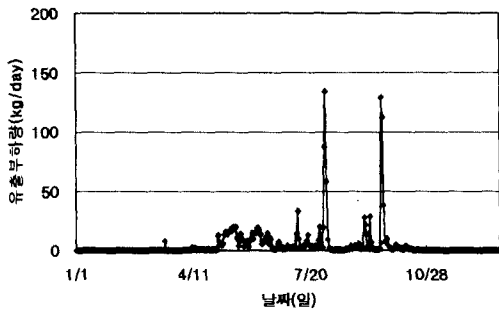


Fig. 11 F3지점 일별 유출 부하량(T-N)

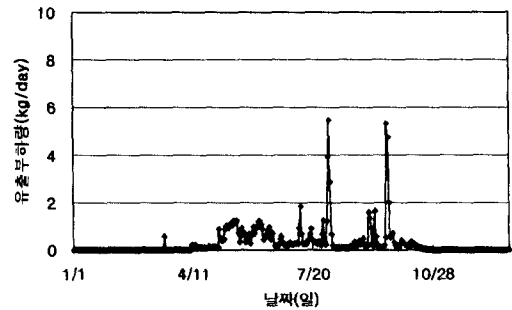


Fig. 12 F3지점의 일별 유출부하량(T-P)

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 대호지구 간척농지를 대상으로 유출수의 년중 T-N, T-P 및 COD의 유출특성에 대해 고찰하였다. 여기서 얻은 결과를 요약해보면 다음과 같다.

1) 수위-유량관계식과 압력식 수위계로부터의 연속적인 수위자료를 이용하여 일별 용수공급량을 계산하면 관개기(4월 ~9월)의 총 용수공급량은 약 1,083mm이다.

2) 조사기간(1999년)의 강우량에 대한 유출율은 75.1%이고, 공급된 용수량과 강우를 합친 경우의 유출율은 47.8%이다.

3) 관개기간에 측정된 유량과 수질 자료로부터 유도된 COD, T-N, T-P의 부하량(L)과 유량(Q) 관계곡선식의 결정계수는 0.77 ~ 0.87로 나타나 오염물질량과 유량의 상관관계는 매우 높은 것으로 분석되었다

4) 실측유량, 부하량-유량 관계식을 이용한 간척농지에서의 연간 총부하량은 COD 5,929kg/yr, T-N 1,907kg/yr T-P 121kg/yr 이며, 단위 면적당 부하량은 COD 154.0 kg/ha/yr, T-N 49.5 kg/ha/yr, T-P 3.2 ka/ha/yr 으로 나타나, 환경부에서 발표한 논외 발생원단위 T-N 23.94 ka/ha/yr, T-P 2.22 ka/ha/yr 보다 훨씬 높은 것으로 나타났다.

## V. 참고문헌

1. 권순국, 유명진, 방기웅, 고덕구, 1990, 담수호 수질예측 및 부영양화 방지에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, 10(4), pp. 159~171
2. 김진수, 오승영, 김규성, 1998, 광역논에서의 질소와 인의 오염부하량 특성, 1998년도 한국농공학회 학술발표논문집, pp. 527-532.
3. 오승영, 김진수, 이종진, 오광영, 1999, 강우시 광역논으로부터의 유출부하 특성, 1999년도 한국농공학회 학술발표논문집, pp. 753-758.
4. 농림부/농어촌진흥공사, 1998, 화옹지구 수질개선대책사업 '98년도 중간보고서.
5. 농어촌진흥공사, 1999, 자연정화기법에 의한 시화지구 탄도담수호 수질개선 방안 최종 보고서.
6. 日本土木學會, 1985, 水理公式集.
7. Doublas, A. Haith, 1992, GWLF : Generalized Watershed Loading Function Version 2.0 User's Manual, Dept. of Agricultural and Biological 37. Engineering in Cornell Univ.