

# 소규모 축산농가에 의한 담수호의 수질오염특성

## The Water Quality Characteristics of Fresh Water Lake by Small-scale Dairy Farm

김 선 주 · 이 석 호\*(전국대)

Kim, Sun Joo · Lee, Suk Ho

### Abstract

In general, wastes of livestock are covered 1% in the total wastes in Korea. But, actual pollutant loading rates by an organic material are 18% which will be serious problem in fresh water lake.

An aim of this study is analyzing water quality in Bo-Ryeong fresh water lake which are surrounded by a lot of small livestock area, so that look for how to manage water quality of fresh water lake.

### I. 서론

우리 나라의 가축분뇨 발생량은 국내 전체 폐수 발생량의 1%에 불과하나, 70년대 중반이후 농후사료에 의한 집약축산과 화학비료의 과다사용으로 유기물의 순환고리가 파괴되었고, 따라서 더 이상 가축분뇨가 유효 비료원이 아닌 처리대상으로 다루어지고 있는 실정이다. 또한 본 연구대상지인 보령담수호의 경우 심한 부영양화로 인해 농업용수로서의 사용에도 문제가 될 것으로 판단되어지고 있다.

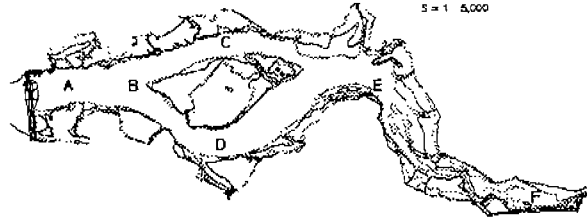
따라서 본 연구에서는 소규모의 축산농가에서 무분별하게 방류되어지는 하수 및 축산폐수가 담수호 수질에 미치는 영향을 분석 그 특성을 평가하기 위하여 담수호의 유입지천에서부터 바다로의 유출지점까지의 수질오염도를 측정하였다. 그리고 오염원을 판단하기 위한 지표로서 호소수질기준항목인 pH, COD, SS, DO, 총인(TP), 총질소(TN)를 비롯하여 BOD, 온도, 엽록소(Chl-a)등의 수질항목을 선택하여 분석하고자 하였다.

### II. 재료 및 방법

#### 2.1 보령담수호 관측망도

보령담수호의 관측지점은 <Fig. 1>에서와 같이 3, 4월에는 A, C, D, E, F 지점의 5지점을 선택하여 수심별로 상·중·하를 구분하여 샘플링을 하여 수질분석을 실시하였다가, 5월부터

수심저하로 F 지점의 샘플링이 어려워 A, B, C, D, E의 다섯 지점을 선정하여 수질분석을 실시하였다.



<Fig. 1> Sampling Point of Bo-Ryeoung Fresh Water Lake

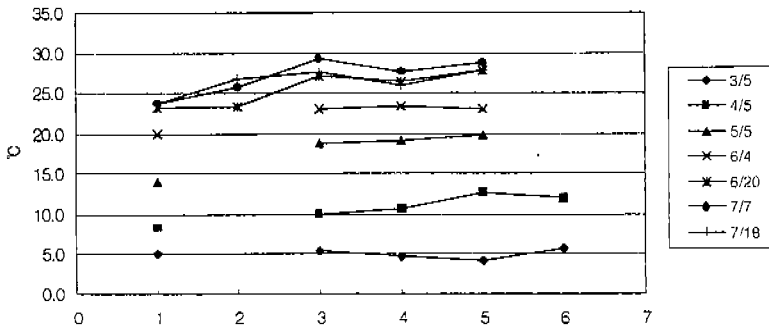
### 2.2 측정 방법

수질측정은 앞에서 언급한 바와같이 담수호의 5개 지점을 선정하여 수심별로 상·중·하의 세 개로 나누어 지점별 수심별로 나누어 샘플링을 하였다. 수질시험항목은 온도, pH, DO, BOD<sub>5</sub>, COD, SS, React-P, TP, org-N, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, TN, chl-a 등 총 14개 항목이었다. 대부분의 경우 standard method를 따랐으며 COD의 경우 현재 수질기준이 망간법이었기 때문에 크롬법보다 산화력이 약한 망간법으로 실시하였다. TN의 경우 org-N, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N을 각각 구하여 합한 값으로 하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 3.1 수온

수온은 수질환경에 있어 중요한 인자중의 하나로서 DO의 온도에 따른 변화, 유기물질 분해 속도, 조류의 번식, 총리현상과 같은 호소내 수질변화에 많은 영향을 미친다. <Fig. 2>에서 나타나듯이 수온은 대기온도와 밀접한 관계를 가지고 있다. 그러므로, 7월 현재 계속 증가하는 추세이다.

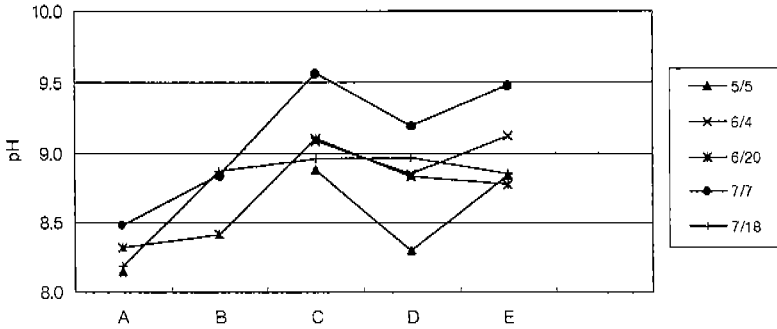


<Fig. 2> Variety of Temperature by Each Defermination

### 3.2 pH

pH는 수질환경에 있어 화학적·생물학적 영향을 미친다. 높거나 낮은 pH값은 동식물상의 성장을 제한하고 수질을 악화시킬 수 있다. 예를 들어 호소가 높은 pH값을 띄게 되면, Al과 결합된 인이 용출되어 부영양화를 가속화시킨다.

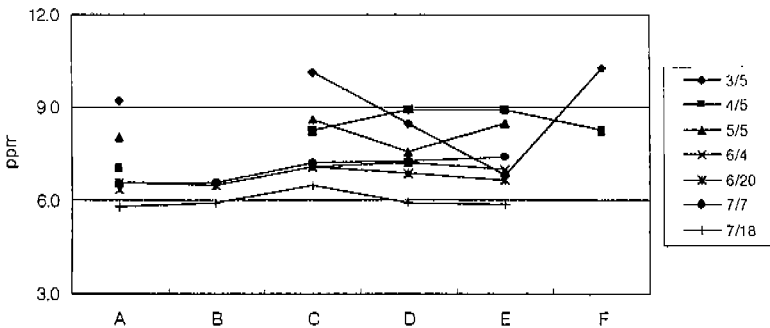
<Fig. 3>를 보면 총 평균 pH는 약 8.78으로서 약간의 알칼리성을 나타내고 있으며, 농업용 하천 및 호소의 수질기준인 6.0 - 8.5를 초과하고 있다.



<Fig. 3> Variety of pH by Each Defermination

### 3.3 DO

DO는 수질환경에서 중요한 인자로서 유기물이나 기타 물 속의 산소를 소비하는 물질에 의한 오염을 나타내는 좋은 지표가 된다. 자연상태에서 DO는 미생물이 유기물을 분해함으로써 소모되며 대기중의 산소유입이나 식물의 광합성 작용에 의해 증가하는데 전자의 경우를 탈산소라 하며 후자의 경우는 재폭기라 한다. DO의 재폭기는 온도의 영향을 받게 되는데 온도가 낮을수록 DO의 재폭기가 높아지므로 일반적으로 하천의 경우 겨울철 DO의 농도가 여름철의



<Fig. 4> Variety of DO by Each Defermination

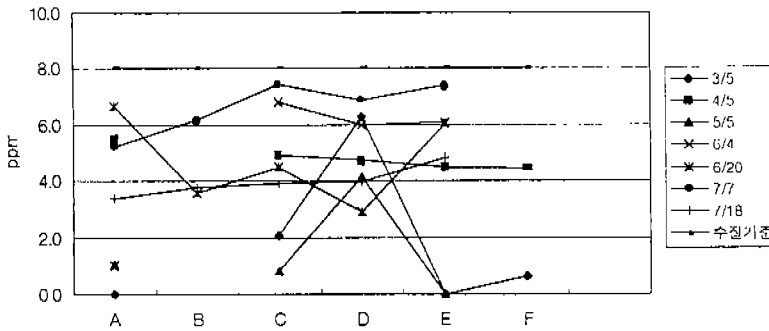
DO농도 보다 높은 편이다. DO값이 낮게 되면 물고기의 호흡에 지장을 줄뿐 아니라 혐기성 상태가 되면 악취가 발생하며 호소의 경우 침전층이 무산소층이 되면 Al과 Fe와 결합된 인이

용출되어 부영양화를 촉진시킨다.

<Fig. 4>을 보면 DO의 총평균농도는 7.58mg/L로서 농업용 하천 및 호소의 수질 기준인 2mg/L를 훨씬 상회하는 값을 나타내었다. 거의 모든 지점에서 겨울철동안 높은 DO를 나타내다가 봄철로 들어오면서 DO값이 저하되는 현상이 나타났다. 이는 수온의 상승으로 인해 산소의 용존성이 저하되었기 때문으로 생각된다.

### 3.4 COD

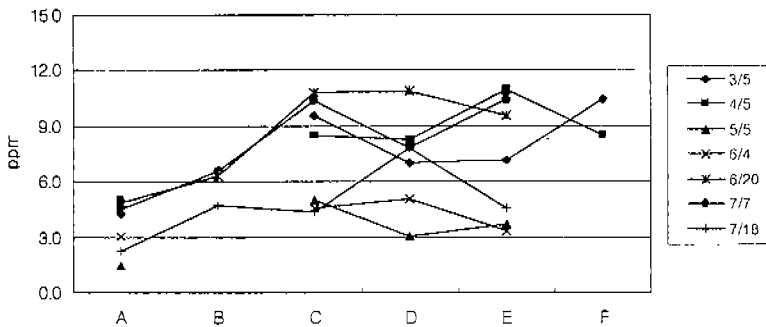
COD는 유기물함량을 표현하는 항목으로서 생분해가 가능한 유기물과 난분해성 유기물을 모두 포함한다. COD는 농업용수에 해당하는 호소의 수질기준에서는 8mg/L이하로 규정하고 있다. 호소에서의 유기물은 단순히 유입된 유기물뿐 아니라 호소내의 영양물질에 의해 생성된 식물성 플랑크톤 (내부생산 COD)에 의해 호소에서의 COD가 결정된다. <Fig. 5>를 보면 COD의 총 평균값은 4.096mg/L이었다.



<Fig. 5> Variety of COD by Each Defermination

### 3.5 BOD<sub>5</sub>

BOD<sub>5</sub>는 수질을 나타내는 항목 중에서 가장 흔히 사용되는 항목으로서, 물 속의 시료의 유기물함량을 표현하는 지표이다. BOD<sub>5</sub>는 유기물이 수중에서 분해될 때 소모되는 용존산소량을 측

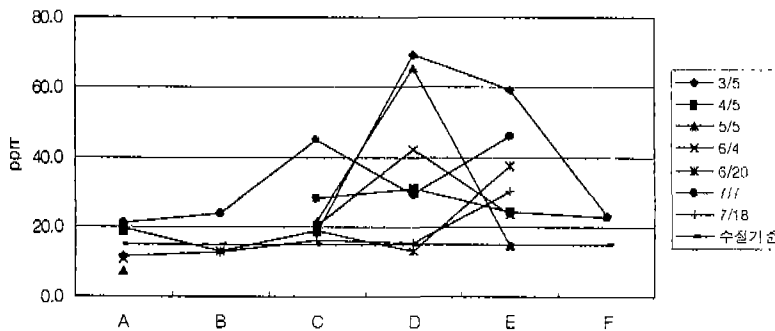


<Fig. 6> Variety of BOD<sub>5</sub> by Each Defermination

정하는데, COD와 달리 생분해가 가능한 유기물함량만을 나타내는데, 수중에서 미생물의 작용에 의하여 분해되는 유기물함량이 실질적으로 수중 DO에 직접적으로 영향을 미치기 때문에 매우 중요하게 취급하는 항목이다. <Fig. 6>에서 보면 총평균 농도는 6.9mg/L로서 거의 대부분 농업용 하천수질기준 (호소수질기준 없음)인 8mg/L를 대부분 만족하였으나 8mg/L를 상회하고 있는 지점도 적지 않다. 이 정도 BOD 수준은 담수호의 수질에 영향을 미칠 것으로 예상되며 담수호로 유입되기 전에 유기물을 제거하는 과정이 필요할 수도 있다.

### 3.6 SS(Suspended Solid)

SS는 수중에 함유된 부유물질함량을 나타내는 항목이다. SS가 많으면 탁도 증가로 인해 광투과도가 감소되어 수중 식물의 광합성에 영향을 미친다. 또한 부유물질등에 부착된 영양물질들이 호소바닥에 침전되어 호소의 내용적을 감소시킬 뿐 만 아니라 계속적으로 영양물질의 용출이 일어나 호소의 수질이 악화된다. 특히, 유기성 침전물의 경우 SOD (sediment oxygen demand)를 증가시켜 침전층을 무산소층으로 만들어 인의 용출을 증가시킨다.



<Fig. 7> Variety of SS by Each Defermination

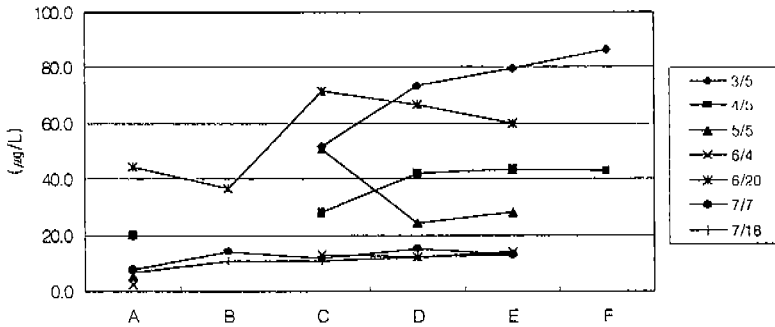
<Fig. 7>을 보면 총평균 농도 25.6mg/L로서 호소수질기준인 15mg/L를 거의 모두 초과시켰다. 이러한 수질의 유입수는 담수호수질에 악영향을 미치므로 담수호로 유입되기 전에 감소시켜야 할 것으로 본다.

### 3.7 TP(Total Phosphorus)

인은 하천수질기준에는 명시되어 있지 않지만 호소의 부영양화에서 매우 중요한 요소이다. 식물성 플랑크톤이 필요로 하는 영양분은 질소와 인이며 조류의 성장에 필요한 질소와 인의 비율은 7.2이다. 따라서 생물성장은 가장 결핍되는 성분에 의해 지배된다는 Leibig의 최소량의 법칙(Leibig's law of minimum)에 의해 성장제한인자가 결정되며 일반적으로 질소의 경우 대기로부터 유입이 용이하기 때문에 인이 성장제한인자가 되기 쉽다. 따라서 호소의 인(외부에서 유입되는 인과 내부에서 생산되는 인)을 통제할 수 있다면 부영양화를 억제할 수 있다.

TP의 경우 총평균농도는 0.198mg/L로 수질기준인 0.1mg/L 보다 거의 2배이상으로 높은 농도를 나타내고 있다. 이 상태의 수질이 계속적으로 호소내로 유입되어 큰 부영양화를 나타내

것으로 판단된다.

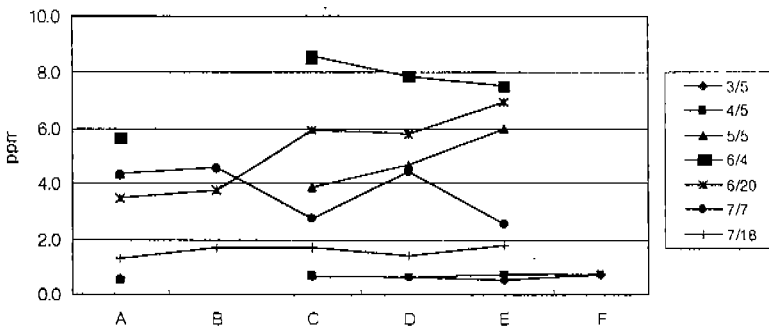


<Fig. 8> Variety of TP by Each Defermination

### 3.8 Nitrogen

질소는 위에서도 잠깐 언급하였지만 하천수질기준에는 포함되어 있지 않지만 호소의 부영양화에 영향을 주는 중요한 인자이다. 수질환경에서의 질소의 거동은  $org-N \rightarrow NH_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NO_3$ 로 변하는 질산화 과정을 거쳐 다시  $NO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow N_2$ (가스)의 탈질화를 거쳐 가스형태로 대기중으로 발산한다. 특히 축산분뇨가 부적절하게 처리되면 높은  $NH_3$  농도를 나타내며 다량의 질소비료를 사용하는 농촌지역의 경우 비의 성장기와 함께 높은  $NO_3$  값을 나타낼 것으로 예상된다.

총 질소의 경우 총평균 농도는 3.122mg/L이었으며 암모니아성질소와 질산성 질소가 매우 높은 비중을 차지하였다. 농업용 호소 수질기준인 1mg/L을 훨씬 상회하는 값을 나타내었다.



<Fig. 9> Variety of TN by Each Defermination

## IV. 결론

지금까지의 수질분석결과를 요약하면 다음과 같다.

호소수질기준에서의 농업용수 4단계를 기준으로 했을 때 COD, DO를 제외하고는 거의 모든

실험항목이 호소수질기준을 초과하고 있다. 담수호의 수질을 살펴보면 심한 녹조현상이 나타나는데 이는 총인은 0.198mg/L으로 기준치 0.1mg/L의 약 2배를, 총질소는 3.122mg/L으로 기준치 1mg/L의 약 3배를 나타내므로 이로 인해 심한 부영양화가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

또한 SS도 25.58mg/L으로 기준치인15mg/L을 초과하고 있다.

이러한 부영양화의 결과로 호수에서 일어나는 생물학적 변화는 유입되는 영양물질의 증가로 인한 조류성장의 촉진처럼 직접적인 영향을 나타내게 되고 침수식물의 경우 부유성 조류와의 빛에 대한 경쟁으로 인해 영양물질의 증가 상태에서도 성장이 억제 될 수 있다. 이로 인해 수생 식물의 사체가 쌓이고 부패됨에 따라 수계의 산소 농도가 낮아져 어패류에 치명적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

아직까지 DO, BOD, COD의 값이 기준치에 합당하기는 하나, 이 상태로 호소를 방치할 경우에는 수질도, 수생생물도 큰 피해를 줄 수 있다고 판단된다. 그러므로 이 지역의 주된 오염원인 축산폐수를 효과적으로 처리하여 호소로 유출시킬 수 있는 방법이 모색되어야 할 것으로 본다.

## V. 참고문헌

1. 최홍림 · 한수연. 1997. 구릉지에 밀집한 소규모 낙농가의 축산폐수가 지천의 수질환경에 미치는 영향. 서울대학교 농업생명과학대학 동물자원학과.
2. 농업용수 수질관리지침. 1997. 농림부.
3. 이명규 · 이재일. 1995. 축산분뇨에 의한 환경오염현황과 대책. 상지대학교 이공과대학 환경공학과.
4. 서울대학교 농업생명과학대학 부속 농업개발연구소. 1993. 농어촌용수 환경관리에 관한 연구(Ⅱ). 농림수산부 · 농어촌진흥공사.
5. 김형석. 1972. 한강해 있어서 Fecal Coliform과 Fecal Streptococci의 위생화학적 고찰. 한국육수학회지.
6. 류재근, 이희수, 이원곤, 김태종, 이백종, 이택주, 1986a. 축산폐수가 하천오염에 미치는 영향에 관한 연구. -세균학적 조사를 미치는 영향에 관한 연구.-세균학적 조사를 중심으로, 제한수의 사회지. 22(4):238-244.