

## 군산시 호소수에서의 수질특성과 THMs 생성에 관한 연구

황갑수<sup>†</sup> · 김강주 · 이영남\* · 여성구 · 김진삼

군산대학교 환경공학과  
\*군산시 상수도사업소

## A Study on Water Quality and THMs Formation in Lake-Waters at Kunsan

Gap Soo Hwang<sup>†</sup>, Kang Joo Kim, Young Nam Lee\*, Seong Koo Yoe and Jin Sam Kim

Dept. of Environmental Engineering, Kunsan National University

\*Institute of Drinking Water Enterprise, Kunsan city

(Received 2 February 2001 ; Accepted 23 February 2001)

### ABSTRACT

This study was carried out to investigate characteristics of water quality and THMs formation in lake-waters at kunsan. Of the parameters examined for water quality, pH, alkalinity,  $SO_4^{2-}$  and Cl- reflected the characteristics according to the origin, geography and water source of lakes while COD, SS, T-P, T-N and chlorophyll-a corelatively reflected well the influence of pollution factors around lakes. The result of water quality analysis showed that most lakes in Kunsan area have the severe eutrophication problem, especially in summer. In lake-waters, THMFPP overallly continued to increase until 48 hour with the reaction time and THMs formation was largely achieved within 24 hour of the reaction time. The average formation ratio were 68.2% for  $CHCl_3$ , 23.6% for  $CHCl_2Br$ , 7.6% for  $CHClBr_2$  and 0.6% for  $CHBr_3$ , respectively and much difference depending on the reaction time was not shown. Overallly, 96h-THMFPP levels in lakes were high during June ~ September and showed higher tendency in lakes where could be regarded more contaminated on the whole. These results suggest that THMFPP may be available for the management of lake-water quality as one of the usefull parameters for the general evaluation of contamination. 96h-THMFPP failed to show the strong corelation individually with pH, TOC, COD and chlorophyll-a.

**Keywords :** Lake-water, Eutrophication, THMFPP, Management of water quality, Kunsan

### I. 서 론

호소는 수계상에서 해양에 도달되기까지 중간에 존재하는 담수의 저장고로서 인간생활에 다목적으로 이용되어 각종 생활용수로 사용될 뿐 아니라 수산, 관광, 레크리에이션으로서 다양하고 중요한 기능을 갖고 있다. 이와 함께 호소는 반폐쇄성 수역을 형성하여 생활 폐수, 축산폐수, 양식, 농업활동등에 기인하는 각종 오염물의 유입부하를 받게 되므로 소중한 수자원으로서의 수질관리를 위한 지역사회에서의 정책적인 관리가 요구된다. 호소의 특성은 유역의 지질적, 지형적조건과

호소의 나이등에 의해 다양화되며 호소의 수질오염방지를 위해서는 발생원, 처리과정, 유입수, 환경수의 각 단계에서 호소의 특성에 부응한 종합적 대책이 강구되어야 한다.<sup>1)</sup>

주변에 농경지를 끼고 있는 군산지역에는 크고 작은 저수지들이 많이 분포하고 있으며 이들 저수지들은 주로 농업용수를 조달하기 위해 건설된 것이 대부분이고 군산시민의 생활용수와 공단의 공업용수를 위하여 유지, 관리되고 있는 저수지도 3개가 있다(군산 제1수원지, 군산 제2수원지, 옥구저수지). 이들과는 달리 미세저수지는 농업용수조달을 위하여 조성되었지만 지금은 호변을 따라 유원지가 함께 조성되어 시민들의 휴식공간으로 이용되고 있다.

트리할로메탄(THMs)은 자연계에 존재하는 부식질(Humic substances)을 전구물질로 하여 산화제 및 소독

<sup>†</sup>Corresponding author : Department of Environmental Engineering, Kunsan National University  
Tel: 063-469-4763, Fax: 063-469-4964  
E-mail: gshwang@ks.kunsan.ac.kr

제로서의 염소처리시 생성되는 휘발성 할로겐화유기화합물들<sup>2)</sup>로서 체체에 대한 발암성과 변이원성등으로 인해 많은 관심의 대상<sup>3,5)</sup>이 되어왔다. 이러한 위해성문제를 반영하여 그간의 THMs관련연구들은 대부분 인간의 건강과 밀접한 관계를 갖는 음용수에 대해 이루어져 왔으며 환경수와 관련된 연구보고는 극히 미미한 실정이다. 그러나 각종 산업공정 및 수처리공정에서의 염소처리에 의해 생성되는 THMs는 인간의 건강뿐만 아니라 수중생물에도 위해성을 나타내어 수중 생태계의 교란을 야기할 것으로 우려<sup>6)</sup>되어 왔으며 펄프공장 방류수중의 CHCl<sub>3</sub>와 발전소로부터 유출되는 CHBr<sub>3</sub>등이 해류 흐름을 파악하기 위한 유용한 추적자로서 제시<sup>7)</sup>되는등 THMs에 대한 보다 다각적인 연구노력의 필요성이 제기되고 있다.

본 연구에서는 호소의 기능적 역할 및 이에 따른 호소 수질관리의 중요성을 인식하여 지리적 특성 및 저수지 수원에 따라 다양한 화학적 수질특성을 보일 것으로 예상되어지는 군산지역 호소수에 있어 수질특성과 일부 상수원으로서의 호소수에 대해 정수처리시의 THMs 관련 위해수준을 평가하고 아울러 THMs의 생성특성 및 수질오염지표들과의 상관성을 규명함으로써 이를 통한 효율적인 호소수질관리에 기여함을 도모하고자 하였다.

**II. 실험방법 및 재료**

**1. 시료 채취**

시료채취는 Fig. 1에서와 같이 군산지역 8개 호소 9개 지점에 대해 1999년 1월~9월중 수행하였다(96h-THMFP의 분석을 위한 시료는 11월도 포함). 시료채취

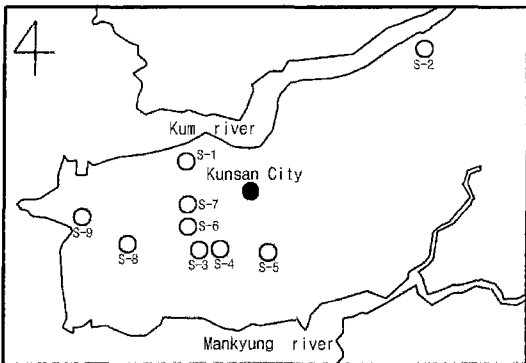


Fig. 1. Sampling site(S-1: The 1st reservoir, S-2: Napo, S-3: Sangpyong, S-4: Beaksuk, S-5: The 2nd reservoir, S-6: Mije(1), S-7: Mije(2), S-8: Okku, S-9: Oknye).

지점은 호소의 전체 규모 및 주변 오염원의 분포등을 고려하여 최대한 각 호소의 수질을 대표할 수 있는 지점들을 선정하였으며 매회 동일 지점에서 일반 수질항목 분석을 위한 시료와 96h-THMFP분석을 위한 시료를 채취하였다. 일반수질항목 분석을 위한 시료는 2l polyethylene병을 사용하여 채수하였고 THMFP분석을 위한 시료는 glass병을 사용하여 채수하였다. 호소수에 있어 THMFP 관련특성을 알아보기 위한 시료들(실험결과중 R지점으로 표기됨)은 S-7지점 내에서 역시 glass병을 사용하여 채수하였다.

**2. 분석방법**

실험실로 운반된 모든 채취시료들은 냉장보관하였으며 아래의 실험방법들에 따라 가능한 빠른 시간내에 분석이 수행되었다.

**1) THMFP의 분석**

상수시험 방법<sup>8)</sup>에 따라 시료 200 ml를 수개의 300 ml 비이커에 취해 2,000 mg/l 차아염소산나트륨용액을 단계적으로 가하고 pH값을 7.0±0.2로 조정한다. 20°C에서 측정 반응 시간(2시간, 24시간, 48시간, 96시간)에 따라 유리잔류염소가 약 1 mg/l 잔류할 염소주입량을 각각 구한다. 염소주입량을 구한 시료에 2,000 mg/l 차아염소산나트륨용액 해당량을 가하여 20°C의 반응온도에서 정해진 시간 후 유리잔류염소를 측정하고 유리잔류염소 1~2 mg/l의 시료에 대하여 THMs분석을 Headspace법에 의해 다음과 같이 수행하였다. 용량 20 ml의 Headspace vial에 시료 10 ml를 정확히 취하여 Teflon-lined silicone septum으로 막고 그 위를 Aluminium cap으로 고정시킨다. Vial을 격렬히 흔들어 혼합한 후 40°C조건으로 오븐내에서 1시간동안 방치하여 시험용액으로 하고 기상 1 ml를 취하여 즉시 G.C (Hewlett Packard 5890 Series Plus II, Detector : ECD)에 주입하였다. 표준용액으로는 Supelco사의 THMs mixture용액을 사용하였으며 분석 column으로는 HP-1 capillary column, 30 m×0.53 mm×0.5 μm를 사용하였다.

**2) 일반항목 분석**

pH와 DO는 채수 현장에서 pH meter(Orion 250A)와 DO meter(YSI model 57)로 즉시 측정하였고 알칼리도와 KMnO<sub>4</sub> 소비량은 상수시험법<sup>8)</sup>에 따라 분석하였다. TOC는 Ionic 1505 TOC analyzer, UV<sub>254</sub>는 Shimadzu 1601 UV/visible spectrophotometer를 각각 사용하여 측정하였으며 COD, T-N, T-P 및 chlorophyll-a등은 수질공정법<sup>11)</sup>상의 흡광광도법에 따라 측정하였다.

### III. 실험결과 및 고찰

#### 1. 군산지역 호소수질

본 연구에서 조사된 군산지역 저수지들은 지리적 특성 및 저수지 수원에 따라 1) 순수하게 집수구역에 내린 빗물을 가두고 있는 저수지(S-1, S-2, S-3, S-4), 2) 다른 곳에서 물을 송수받고 있는 저수지(S-5, S-6, S-7), 3) 간척지 위에 존재하고 있는 저수지(S-8, S-9)등으로 분류될 수 있는데 본 연구에서의 호소수질의 조사결과는 전반적으로 이러한 지리적 및 수원특성을 잘 반영하고 있는 것으로 나타났다.

실험기간중 군산지역 호소수질의 조사결과는 Fig. 2와 같다. 조사된 군산지역 주요 호소수의 평균 pH는 6.77

~8.77의 범위로 나타났는데 호소별로는 S-5, S-7, S-8, S-9지점들에서 8이상의 높은 값을 나타내었으며 나머지 지점들에서는 6.77~7.45범위의 중성값을 나타내었다. S-5와 S-7지점들에서의 높은 pH수준은 송수되는 수질의 영향에 기인하고 S-8, S-9의 높은 pH수준은 간척지 저질로부터의 염기성물질의 용출에 기인하는 것으로 볼 수 있으며 또한 이들 지점들에서의 pH 변화가 5월 이후 전반적으로 큰 증가를 보인 점으로부터 조류 광합성에 의한 영향이 있을 것으로 판단된다. S-6지점은 S-7지점과 동일한 저수지내에 존재함에도 평균 pH값이 6.98로 나타나 이는 인근 아파트단지로부터 호소내로 유입되는 생활하수의 유입부에 위치하여 생활하수의 영향을 지속적으로 받는데 기인하는 결과로 판단된다.

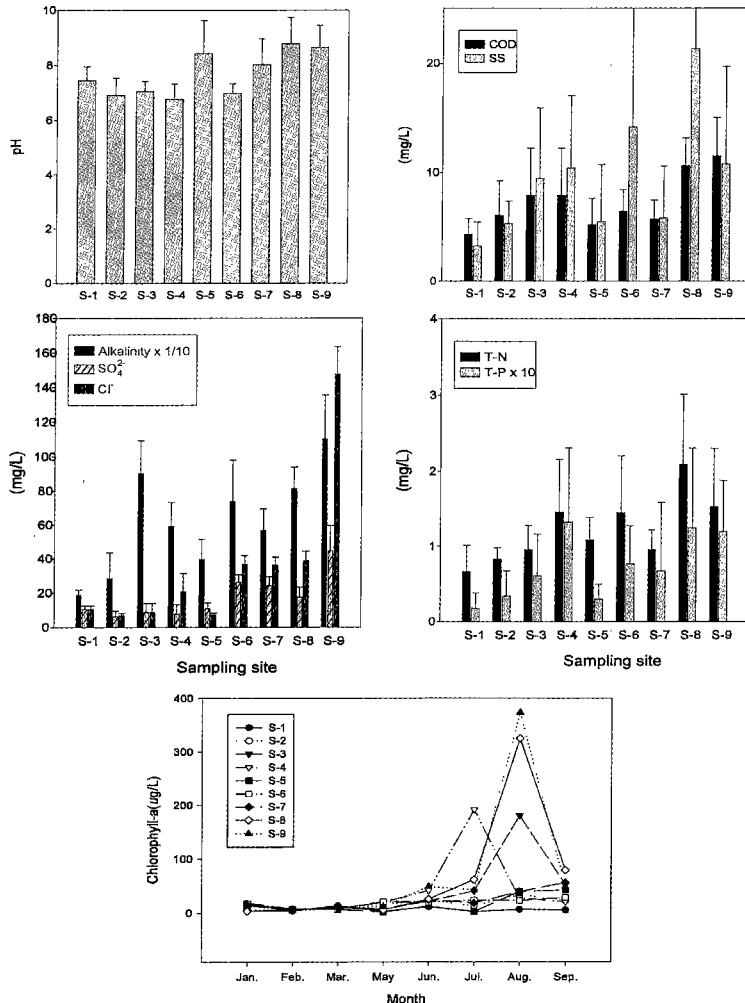


Fig. 2. Water quality of lake-waters at Kunsan.

알칼리도는 조사된 호소수중 S-9, S-3, S-8, S-6지점 들 순으로 높은 수준을 나타내었으며 S-1, S-2, S-5지 점들에서는 상대적으로 낮은 수준을 나타내었다. 인근 유역의 강우를 차집, 양수하여 수량을 유지하고 있는 S-9, S-8지점들에서 아주 높은 알칼리도를 보여주고 있 는 것은 이들 저수지들이 과거에 뺏이었던 매립지에 위 치하고 있다는 지역적인 영향에 의해 다른 광물들에 비 하여 용해성이 뛰어난 탄산염광물이 용해되는데 기인 하며 역시 수원을 빗물만으로 의지하고 있는 S-1, S-2, S-3, S-4지점들의 경우 S-3, S-4지점들에서 S-1, S-2지 점들에 비해 높은 수준의 알칼리도를 나타내어 물의 알 칼리도가 유기물의 산화 환원에 의해서도 많은 영향을 받을 수 있지만, 이들의 영향이 상대적으로 미약할 때 는 땅속의 광물질이 녹아 나온 양과 강한 상관관계를 보인다는 점을 고려할때 이들지점들에서 지하수가 저 수지의 수량유지에 상당히 큰 역할을 하고 있는 것으 로 판단된다.  $SO_4^{2-}$  및  $Cl^-$ 은 S-9, S-6, S-7, S-8지점 들에서 상대적으로 높은 수준을 나타낸 바 S-9, S-8지 점들에 있어서는 이들 저수지들이 간석매립지 위에 위 치하는데 기인하는 현상인 반면 S-6, S-7지점들의 경우 는 송수의 수질 및 인근 하수의 유입이 주요 원인인 것으로 판단된다.

호소수들의 COD, SS, T-N 및 T-P의 조사결과는 하절기 부영양화를 반영하는 큰 편차와 함께 전반적으 로 S-8, S-9, S-4, S-6지점들에서 높은 수준의 공통된 경향을 보여 주어 이들 지점들이 송수 수질 및 집수구 역내의 오염원들로부터 적지 않은 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 또한 군산지역 주요 호소들에 있어서는 간척지 위에 존재하고 있는 S-9과 S-8지점들에 대한 수질관리가 매우 미흡한 것으로 판단되며 순수하게 집 수구역에 내린 빗물을 가두고 있는 저수지인 S-1, S-2, S-3, S-4지점들에 있어서는 집수구역내 오염원이 비 교적 적은 S-1과 S-2지점은 비교적 양호한 수질을 보 여주고 있는 반면 집수구역내에 적지 않은 오염원이 분포하고 있는 S-3, S-4지점들은 상대적으로 불량한 수질을 나타내었다. 부영양화와 관련하여 군산시 인근 호소수들의 조사기간중 T-N농도수준을 Forsberg & Ridging에 의해 제시된 호소 영양도 구분기준<sup>1)</sup>과 비교 할 때 S-2와 S-8지점들의 일부 조사시기를 제외하고는 전체적으로 eutrophic state에 해당하는 수준(0.6~ 1.5 mg/l)이었으며 S-3, S-5, S-6지점들의 하절기를 중 심으로한 일부 조사시기들에 있어서는 보다 영양도가 큰 hypertrophic state에 해당하는 수준이었다. 또한 T-P농도수준을 동기준과 비교할 때 S-3~S-6지점들에 있 어서는 3월부터 전반적으로 eutrophic state에 해당하

는 T-P농도수준(0.025~0.1 mg/l)을 나타내었으며 7월 부터 S-5, S-6지점들을 시작으로 8월, 9월에는 모두 hypertrophic state에 해당하는 농도수준을 나타내었다. Chlorophyll-a농도 조사결과는 조사대상 호소들중 S-2 지점을 제외한 나머지 호소들에서 부영양화에 의한 조 류발생이 심각함을 보여주었다. COD, SS, T-N, T-P 등의 전반적인 오염수준을 반영하며 특히 S-5, S-6, S-4, S-3지점들에서 하절기를 중심으로 매우 높은 chlorophyll-a농도수준을 나타냈으나 그 월별 변화에 있 어서 S-5, S-6, S-4지점들에서는 8월중에 180~ 370 mg/m<sup>3</sup>, S-3지점에서는 7월중에 190 mg/m<sup>3</sup>의 가장 높은 peak수치를 나타내는등 다소 다른 차이를 나타내 었으며 이에 대한 요인들에 대해서는 향후 면밀한 연 구검토가 요구된다.

이상의 호소 수질조사 결과로부터 군산시 주요호소에 있어서는 S-1, S-2, S-5지점들에서 비교적 양호한 수질 을 유지하고 있었으며 다른 지점들에 있어서는 호소수 질 환경기준에 비추어 볼 때 전반적으로 매우 열악한 수질을 나타내고 있어 앞으로 각 호소의 특성을 고려 한 호소수질 관리를 위한 많은 노력이 필요할 것으로 사료된다. 또한 간척지 위에 존재하고 있는 S-8과 S-9 지점의 저수지들은 위치하고 있는 곳이 가까운 과거에 는 조간대이었기 때문에 이들 저수지의 수질은 과거에 퇴적된 퇴적물들에 강하게 영향을 받고 있는 독특한 수 질양상을 보여주고 있어 이의 지속적인 연구는 군산시 외는 밀접한 관계가 있는 새만금 사업에 비추어 볼 때 저수지에 대한 연구라는 학술적 가치뿐 아니라 사업수 행시 넓고 두꺼운 뺏 위에 조성되는 새만금호의 수질 예측 및 유지에 대한 실마리를 제공할 수 있는 큰 실 용적 가치를 가지고 있는 것으로 생각된다.

## 2. 호소수에 있어 THMF 관련특성

THMF는 대상수에 있어 실험실내 염소처리시의 THMs생성수준을 예측함으로써 시료의 수질특성을 파악하고 THMs의 유해성과 관련하여 이를 보건위생학적 으로도 유용하게 활용할 수 있는 수질지표로서 인식되 어 왔다.

호소수 시료에 대해 반응시간에 따른 THMF의 변 화를 알아보고자 수행한 실험결과는 Fig. 3과 같이 대 상시료들에 있어서 대체적으로 48시간까지의 반응시간 에 따른 THMF의 증가를 나타내었으나 96h-THMF는 48h-THMF에 비해 R-1-SW, R-2-SW, R-3-SW 및 R-5-SW에 있어서는 증가를 나타낸 반면 다른 시료 들에 있어서는 거의 동일한 수준이거나 또는 약간 감 소하는 경향을 나타내었다. 모든 대상시료들에 있어 반

응개시후부터 24시간이내의 THM생성비중이 가장 큰 것으로 나타났고 동일지점에서 상층수와 저층수간의 THMFP는 R-1지점과 R-3지점에서는 모든 반응시간에 있어 상층수의 경우가 심층수에 비해 높았으나 R-2지점에서는 24h- 및 48h-THMFP는 저층수에서, 96h-THMFP는 상층수에서 높게 나타났다. 호소 시료수들에 있어 THMFP의 성분별 평균조성비는  $\text{CHCl}_3$  68.2%,  $\text{CHCl}_2\text{Br}$  23.6%,  $\text{CHClBr}_2$  7.6%,  $\text{CHBr}_3$  0.6%등으로 나타났으며(Fig. 4) 반응시간 및 상층수와 저층수간의 유의할만한 차이는 보여지지 않았다. 호소 시료수들에 있어 이러한 THMFP의 성분별 평균조성비는 국내외에서 호소수에 대한 관련연구의 부재로 호소수끼리의 비교는 어려우나 수원시 정수장에서 생성된 음용수내 총 THMs중  $\text{CHCl}_3$ 의 생성비중이 76%,  $\text{CHCl}_2\text{Br}$ 의 생성비중이 16~18%,  $\text{CHClBr}_2$ 의 생성비중이 3~5%의 수준으로 브롬 치환된 THMs농도는 전체 THMs농도의 1/5미만으로 분포하며 이는 국내 THMs관련 연구 결과들<sup>10,11</sup>과 일치한다고 보고한 윤등<sup>12</sup>의 보고와 비교할 때 본 연구에서의 호소 시료수들에 있어 THMFP의 성분별 평균조성비는  $\text{CHCl}_3$ 의 생성비중은 상대적으로 낮은

수준인 반면  $\text{CHCl}_2\text{Br}$ 와  $\text{CHClBr}_2$ 등의 Br치환체의 생성수준은 상대적으로 높은 수준으로 나타났다. 이는 THMs생성의 특성은 어디까지나 원수 수질의 특성 및 반응조건등에 따라 달라질 수 있음을 반영하는 결과라 할 수 있으며 또한 이와 관련하여 황등<sup>13</sup>은 군산시 J정수장에서 THMs의 성분별 평균생성비중이  $\text{CHCl}_3$  64.8%,  $\text{CHCl}_2\text{Br}$  28.4%,  $\text{CHClBr}_2$  6.5%,  $\text{CHBr}_3$  0.3% 수준인 것으로 보고한 바 있어 본 연구의 결과는 이와 비슷한 수준임을 보여주었다.

3. 군산지역 호소수의 THMFP현황 및 그 특성

1) 군산지역 호소수의 THMFP현황

상기 2항의 호소수에 있어 반응시간에 따른 THMFP 변화에 관한 실험결과로부터 THMFP는 조사된 반응시간중 96시간후의 THMFP(96hr-THMFP)에 의해 가장 종합적으로 반응이 됨을 알 수 있어 군산지역 호소수중의 THMFP현황을 조사하기 위한 본 연구에 있어서도 모든 시료에 대한 96hr-THMFP를 측정 비교하였다. Fig. 5는 조사 호소수들에 있어 월별 96h-THMFP 변화에 대한 결과로서 조사기간중 모든 대상 호소수들에 있어 5월부터 96h-THMFP가 증가하여 6월~9월 사이의 하절기에 높은 96h-THMFP 수준을 나타내는 유사한 pattern을 보여주었다. 구체적으로 1월의 96hr-THMFP는 0.01 mg/리만, 2월의 96hr-THMFP는 0.01~0.05 mg/리범위의 매우 낮은 수준이었으나 3월의 96hr-THMFP는 0.03~0.12 mg/리범위의 수준으로 생성량의 증가폭이 점차 커지기 시작하였으며 아울러 호소간의 차이에도 보다 큰 분별력이 제공되기 시작하였다. 이후 9월까지 높은 생성수준에서 호소수에 따라 증가와 감소의 다른 월별변화를 보이다 11월에 있어 S-9

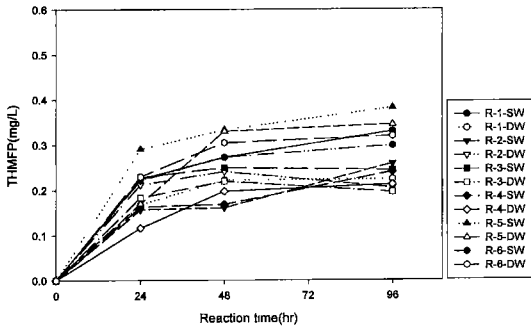


Fig. 3. Time course change of THMFP in lake-waters.

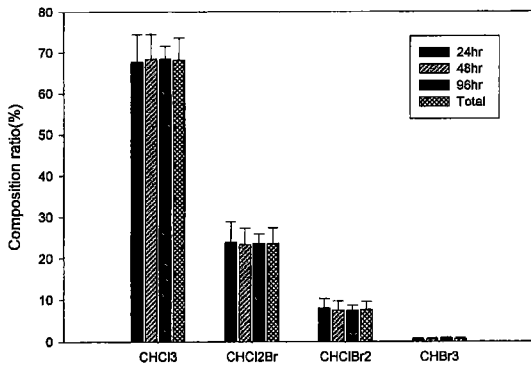


Fig. 4. Distribution of individual THMs for 96h-THMFP of lake-waters.

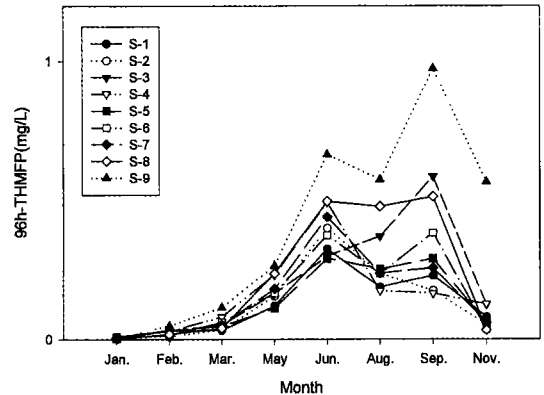


Fig. 5. Monthly variation of THMFP levels in lake-waters at kunsan.

를 제외하고는 0.03~0.13 mg/l 범위의 3월과 비슷한 생성수준을 나타내었다. S-9에서는 9월 96h-THMFP가 0.97 mg/l에 이르는 등 대상 호소수중 전반적으로 가장 높은 월별 생성수준을 보였다. 이러한 호소수에 따른 96h-THMFP의 월별변화의 다양한 차이에 대해서는 우선적으로 각 호소수의 수질특성변화를 가장 주요한 요인으로 생각할 수 있을 것이며 특히 하절기를 중심으로 THMFP를 유용한 수질지표로서 효율적인 호소 수질관리에의 응용을 위한 앞으로의 이에 관련된 심도있는 검토노력이 필요할 것으로 사료된다. 이와 관련하여 조사기간중 호소별 96h-THMFP의 평균을 비교해보면 (Fig. 6) S-9, S-8, S-3지점등에서 상대적으로 높은 평균수준을 보인 반면 S-1, S-2, S-5지점등에서는 상대적으로 낮은 평균수준을 보였는데 이는 상기의 호소수질 결과와 연관하여 볼 때 전반적으로 수질이 불량한 호소수들의 96h-THMFP 평균수준이 높고 수질이 양호한 호소수들에서 96h-THMFP의 평균수준이 낮은 경향을 시사하고 있다. 일반적인 수질지표 및 96h-THMFP등과 관련하여 현재 군산지역에서 가장 양호한 수질을 유지하고 있는 호소는 S-1(제 1수원지)으로 평가되며 정수처리에 의해 가정에 음용수로서 공급되고 있는 S-5(제 2수원지)에서는 조사기간중 96h-THMFP가 0.010~0.289 mg/l의 범위로 다른 호소수들에 비해 전반적으로 양호한 생성수준을 나타내었다. 6~9월 사이에 있어 다른 측정시기들에 비해 8월에 THMFP수준이 다소 감소한 이유는 역시 시료채취 시점에 있어 COD등과 관련된 수질특성을 고려할 수 있을 것이며 아울러 이에 대해서는 유기물 오염상상 및 부영양화와 관련하여 향후의 지속적인 연구검토가 필요한 것으로 사료된다.

2) 호소 수질특성과 THMFP의 상관성  
호소수에 있어 THMFP를 호소관리를 위한 유용한

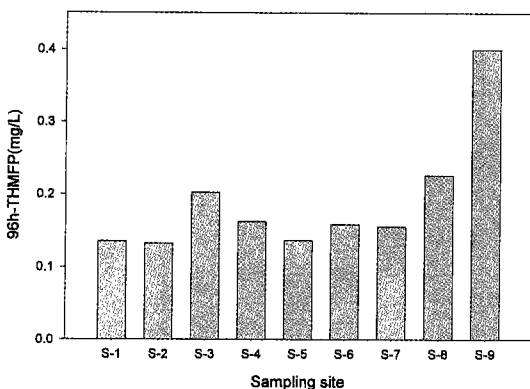


Fig. 6. Comparison of the mean THMFP levels in lake-waters at kunsan.

수질지표로서 활용할 수 있는지에 대한 보다 구체적 검토를 위해 호소수 시료들(N=57)에 대해 수질특성과 THMFP의 상관성을 파악한 결과는 Table 1과 같다. 본 연구에서 조사대상으로 선정된 주요 수질지표들(pH, COD, TOC, chlorophyll-a)과 96hr-THMFP의 상관성은 0.17~0.32 범위의 R<sup>2</sup>값으로서 비교적 낮은 상관수준을 나타내었으며 대상 주요 수질항목별로는 TOC가 96hr-THMFP와의 상관성이 가장 큰 것으로 나타났고 COD와 pH가 거의 동일한 수준이었으며 chlorophyll-a가 96hr-THMFP와의 상관성이 가장 낮은 수준으로 나타났다. THMFP와 TOC, COD 및 pH와의 상관성은 THMs는 부식질등의 수중 유기물과 염소와의 반응에 의해 생성되고 pH가 높을수록, 부식질등의 수중 유기물 함량이 클수록 THMs생성에 유리하다는 THMs생성기전<sup>2)</sup>을 반영하게 되며 수중 algae는 주요한 THMs의 전구물질로서 algae에 관련된 THMs생성능은 종(species)에 따라 다르고<sup>15)</sup> algae의 THMs생성능은 분해산물로서 수중 부식질의 증가 및 TOC의 증가에 기인<sup>16)</sup> 되는 것으로 알려져 왔다. 이러한 개별 수질지표들과 THM생성과의 이론적 상관성에도 불구하고 본 연구결과에서 낮은 상관수준을 보인 바 이에 대해서는 비특이적 유기물 측정지표들인 TOC, UV<sub>254</sub>등이 음용수에 있어 실제 THMs생성과의 높은 상관성을 보여주지 못하는 것으로 지적한 Suffer<sup>14)</sup>의 보고를 상기할 수 있다. 따라서 실제 현장에서는 THMFP가 다양한 수질인자들의 보다 많은 복합적인 영향들에 의해 결정되며 상기의 군산시 호소수질 및 96h-THMFP의 결과로부터 전반적으로 수질이 불량한 호소수들의 96h-THMFP 평균수준이 높고 수질이 양호한 호소수들에서 96h-THMFP의 평균수준이 낮은 경향을 보인바 THMFP는 종합적인 수질오염상태를 평가함에 유용한 지표로 제시될 수 있을 것으로 사료된다.

#### IV. 결 론

군산지역 호소수에 있어 수질특성과 THMs생성특성 및 수질오염지표들과의 상관성을 규명함으로써 효율적

Table 1. Correlation between water quality and 96hr-THMFP in lake-waters at kunsan(N=57)

Parameters for water quality	R <sup>2</sup> value
pH	0.26
COD	0.25
TOC	0.32
Chlorophyll-a	0.17

인 호소수질관리에 기여함을 도모하고자 수행한 본 실험의 결과는 다음과 같다.

1. 군산지역 호소수질결과는 pH, alkalinity,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$  등에 있어 호소 형성기원, 지리적 및 수원특성을 잘 반영하였으며 COD, SS, T-N, T-P, chlorophyll-a 등이 주변 오염영향을 상관성 있게 반영하고 있음을 알 수 있었다. 조사대상 호소들중 S-2지점을 제외한 나머지 호소들에서 하절기를 중심으로 부영양화문제가 심각함을 보여주었다.

2. 호소수의 반응시간에 따른 THMF의 변화에서는 대상시료들에 있어 반응개시 24시간이내의 THMs생성 비중이 가장 컸으며 대상시료들 모두에서 48시간까지의 반응시간에 따른 THMF의 증가를 나타내었다. 호소 시료수들에 있어 THMF의 성분별 평균조성비는  $CHCl_3$  68.2%,  $CHCl_2Br$  23.6%,  $CHClBr_2$  7.6%,  $CHBr_3$  0.6% 등으로 나타났으며 반응시간에 따른 유의할 만한 차이는 보이지 않았다.

3. 군산지역 호소수의 96h-THMF는 조사기간중 6월~9월에 높은 수준을 나타내었으며 호소수질결과와 연관하여 볼 때 전반적으로 수질이 불량한 호소수들의 96h-THMF가 높고 수질이 양호한 호소수들에서 96h-THMF가 낮은 경향을 나타내 호소수에 있어 96h-THMF가 수질변화 및 오염평가를 위한 호소수질지표로서 호소수질관리에 유용하게 활용될 수 있음을 시사하였다. 호소수의 96hr-THMF는 pH, TOC, COD 및 chlorophyll-a 등의 개별 수질지표들과는 낮은 상관성을 보였다.

## 참고문헌

- 1) 조규승외 공역 : 호소환경조사법, 동화기술, 1999.
- 2) 임제빈 : 환경화학, 동화기술, 1999.
- 3) Kanarek M. S., and Young, T. B.: Drinking water treatment and risk of cancerdeath in Wisconsin, *Health Perspective*, **46**, 179-186, 1982.
- 4) Jorgenson, T. A., Meierhenry, E. F., and Robinson, M.: Carcinogenicity of chloroform in drinking water to male Osborne Mendel rats and female B6C3F1 mice, *Fundam. Appl. Toxicol.*, **5**, 760-769, 1985.
- 5) Doull, J., Klassen C. D., and Amdur, M. O.: Toxicology, Macmillan Publishing Co., New York, 1997.
- 6) Hileman, B.: The chlorination question, *Environ. Sci. Tech.*, **16**(1), 15A-18A, 1982.
- 7) Fogelqvist, E., Josefsson, B., and Roos, C.: Halocarbons as tracer substances instudies of the distribution patterns of chlorinated waters in coastal areas, *Environ. Sci. Tech.*, **16**(8), 479-482, 1982.
- 8) 환경부 : 수질 공정시험법, 동화기술, 2000.
- 9) 김남천, 이진하譯 : 상수시험법, 동화기술, 1997.
- 10) 정 용, 신동천, 장재연, 이보영, 조성준 : 음용수중 유독성 미량 유기오염물질의 오염도와 위해성, 연세대학교 환경공해 연구소, 환경과 공해, **1**, 377-388, 1991.
- 11) 권숙표, 조희제, 정 용 : 서울지역 수도수 중의 Trihalomethane 조사연구, 연세대학교 환경공해 연구소, 환경과 공해, **2**, 77-85, 1991.
- 12) 윤제용, 송명석 : 기존 정수처리 공정에서 트리할로메탄 생성 및 제거 특성에 관한 연구, 한국 수질 보전 학회지, **12**(2), 159-166, 1996.
- 13) 황갑수, 이장훈 : J정수장의 하절기 THMs생성현황과 분말활성탄 처리에 의한 저감효과, 한국 환경위생학회지, **25**(3), 1-6, 1999.
- 14) Suffet, I. H., Brenner, L., Coyle, G. T., and Cairo, P. R.: Evaluation of the capability of GAC and XAD-2 resin to remove trace organics from treated drinking water, *Environ. Sci. Technol.*, **12**(12), 1315-1322, 1978.
- 15) Hoehn, R. C., Barnes, D. B., Thompson, B. C., Randall, C. W., Grizzard, T. J., and Shaffer, P. T. B.: Algae as sources of trihalomethane precursors, *JAWWA*, **76**(6), 344-350, 1980.
- 16) Chung, P. G.: The effect of algae on THM formation, *J. of Kor. Soc. Wat. Qual.*, **10**(3), 243-256, 1994.