

論 文

紫外部吸光度를 이용한 Trihalomethane (THM) 生成量 豫測  
**Prediction of Trihalomethane (THM) Formation By Using  
 Ultraviolet Absorbance**

황용우\* · 조봉연\*\* · 김형수\*\*\*

Hwang Yong Woo · Cho Bong Yun · Kim Hyung Soo

**Abstract**

In-pipe formation of THM in water distribution systems was simulated by using the continuously and easily measurable parameters such as water temperature, residual chlorine and soluble organic compounds. The concentration of miscellaneous organics which could be the precursor of THM, was measured and represented as the absorbance of ultraviolet at wave length 260 nm. As the results, the developed equation in this study showed a more reliability on the change of THM than the normally regressed equation. In addition, the simulation was successfully fitted in the actual water treatment and distribution systems. Of the THM components, dibromochloromethane was the main cause dropping the overall reliability in the simulation.

1. 序 論

飲用水中에 發癌性 物質 로 시 Trihalomethane (THM)이 존재한다는 것이 알려지고 約 20年이 경과했다. 1) 日本에서는, 1991年度까지의 파기 10年間, 上水供給水中의 總 THM (以下 TTHM) 濃度가 水質의 暫定 目標值 100 $\mu$ g/l를 초과한 적이 있는 淨水施設이 19곳 있었던 것으로 報道되었다. 2)

1993年 12月, 日本에서는 「水道法을 기본으

로 한 水質基準」이 改定되어 THM에 대한 보다 엄격한 監視가 요구되게 되었다. 이 改定으로 THM에 대한 濃度基準이 지금까지의 「暫定 基準」 대신에 「水質基準」으로 바뀌었으며, THM 4 成分 (Chloroform:  $\text{CHCl}_3$ , Bromodichloromethane:  $\text{CHBrCl}_2$ , Dibromochloromethane:  $\text{CHBr}_2\text{Cl}$ , Bromoform:  $\text{CHBr}_3$ ) 各各의 物質에 대해 濃度基準值가 정해지고, 그 위에 TTHM의 基準值가 60 $\mu$ g/l로 낮게 策定되었다. 3)

잘 알려진 바와 같이, 上水에 있어서 THM의 前驅物質은 휴민質 (Humic substances) 등의 微量有機物質로, 이 物質들이 消毒 등의 目的으로 사용되고 있는 염소와의 反應에 의해 THM 등의 有機 염소化合物로 變化하게 된다. 그리

\* 인하대학교 환경공학과

\*\* 일본통산성 (사) 조수축진센터 주임연구원

\*\*\*성균관대학교 토목공학과

나, 현재 가장 널리 이용되고 있는 凝集沈殿과 急速濾過에 의한 淨水處理方法은 溶解性的 前驅物質의 完全除去를 目的으로 하는 工程은 아니기 때문에, 어느 정도의 THM의 生成을 피하는 것은 거의 不可能한 실정이다. 이에 대한 대책으로, 오존, 活性炭吸着 등을 이용한 高度淨水處理의 도입이 검토되고는 있지만,<sup>4)</sup> 給配水管內의 再汚染 防止를 목적으로 한 後염소處理를 행하는 限, 給水栓에 도달하기까지의 滯留時間동안 水中의 THM은 서서히 증가하게 된다. 그러므로, 供給水の THM 濃度を 需要者の 측면에서 監視·制御하기 위해서는 迅速하고 簡便하게 生成量을 精確하게 豫測할 필요가 있다. 본 연구에서는, 現場에서 간편히 測定할 수 있는 項目만을 파라메터로 이용한 THM 生成의 모델式 및 生成量의 豫測式을 導出하여, 이 豫測式의 有效性 및 信賴度에 대하여 檢討를 행하였다.

## 2. 實驗方法

### 2.1 實驗의 概要

먼저, THM 生成에 대하여 모델式을 설정하고, THM 生成에 미치는 諸因子의 조건을 室內實驗에 의해 定量化했다.

THM 生成에 영향을 미치는 因子로서 THM 前驅物質濃度, 殘留염소濃度, 水溫의 세가지 項目을 들어서, 모델化를 시도했다. 그리고, 일반적으로 실제의 水道原水로 사용되는 河川水 및 湖沼水는 中性附近에서 큰 변화가 없음을 고려하여, pH에 관한 項目은 모델에서 제외했다. THM 前驅物質濃度の 指標로서는 波長 260nm에서의 吸光度(以下  $E_{260}$ )를 이용했다.  $E_{260}$ 은, 有機物質量의 指標 中에서 THM 生成能(Trihalomethane Formation Potential; 以下

THMFP)과의 一次相關性이 높으며,<sup>5)</sup> 瞬間 그리고 連續測定이 가능하여 실제의 計測에 쉽게 적용할 수 있다는 점에서 본 모델의 THM 濃度指標로서 사용했다.

다음 단계로, 설정한 모델式을 이용하여, 任意의 時間에 있어서의 THM 生成量의 豫測式을 導出하고, 그 위에 式의 導出에 이용했던 것과는 다른 水系의 河川水에 대해서도 各 THM 成分을 測定하여, 豫測式의 適用性 및 信賴性에 대하여 檢證했다.

### 2.2 試料水

본 實驗에서는, 試料水로서 실제 上水原水로 공급되는 두 종류의 河川水(以下 試料水 A, 試料水 B)를 이용했다. 兩試料水의 대표적인 水質을 表 1에 나타낸다.

試料水 A는, A 淨水場의 실제 原水를 供給水에 가까운 水質로 하기 위해, 凝集沈殿後 No.5A 여과지로 여과시킨 것이고, 試料水 B는 B 淨水場原水를 파일로트 實驗플랜트를 사용하여 凝集沈殿 및 모래여과를 행한 것이다.

試料水 A에 대해서는, 殘留염소濃도와 水溫을 各 3段階(計 9가지)로 設定하여, 시간의 경과에 따라 TTHM濃度を 測定했다. 다음으로 각기 다른 조건하에서  $E_{260}$ 과의 관계를 산정하기 위하여, 1年間을 통하여 定期的(月 4회 以上)으로 採水하여, 各 水溫에 있어서의 THMFP 量  $E_{260}$ 을 測定했다. 일반적으로, THMFP에 대하여는 殘留염소濃도가 約 1mg/l의 상태에서 24時間後에 生成된 THM 濃度로 定義되어 있지만 東京과 같은 大都市에서는 水道水가 各 가정의 給水栓에 도달하기까지 실제로 수배 이상 소요되는 경우도 있기 때문에, 본 연구에서는 THMFP를 72時間後의 TTHM生成濃度로 設定했다. 또 試料水 B에 대해서도 역시, 1年

表 1. 試料水의 水質

Samples	pH	Turbidity	$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/l)	Alkalinity (mg- $\text{CaCO}_3$ /l)	$E_{260}$
A	7.1~7.7	< 0.5	0.03~0.13	32.2~51.9	0.029~0.087
B	6.9~7.5	< 0.5	0.00~0.78	22.5~47.0	0.046~0.130

의 期間을 통하여 定期的으로 採水하여, 殘留 염소  $Cl_2 = 0.5 \sim 2.0 mg/l$ , 溫度  $T = 20^\circ C$ 로서  $E_{260}$ 와 24時間後의 TTHM濃度( $TTHM_{24}$ ), 및 THMFP를 測定했다.

2.3 分析方法

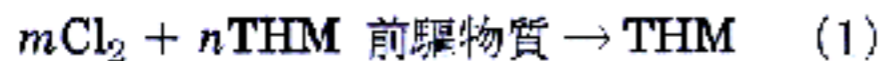
일반적인 水質의 分析方法은 上水試驗方法<sup>6)</sup>에 준하였고, THM의 각 성분에 대해서는 機器分析을 이용하였다. 본 실험에 사용한 주요한 分析機器를 다음에 나타낸다.

$E_{260}$ : 吸光光度計 Hitachi Model 200-20

THM: Gaschromatography Shimadzu Ge-14A

2.4 THM 生成의 모델化

THM의 生成反應은 다음의 (1) 式과 같이, 그리고, 反應速度式은 (2) 式과 같이 나타낼 수 있다.



$$d[THM]/dt = k \cdot [Cl_2]^m \cdot [THM \text{ 前驅物質}]^n \quad (2)$$

[ ]: 各物質의 濃度

t: 時間

$Cl_2$ : 殘留염소

m, n: 反應次數

k: 反應速度定數

위의 式에서

THM 前驅物質은 (3) 式과 같이 THM 濃度로서 置換할 수 있다.

$$[THM \text{ 前驅物質}] = \alpha[THMFP - THM_t] \quad (3)$$

$\alpha$ : 換算係數

THMFP: THM 生成能

$THM_t$ : 時間 t에서의 THM 生成量

(3) 式을 (2) 式에 代入하면 (4) 式과 같이 된다.

$$\begin{aligned} & d[THM]/dt \\ & = \alpha^n \cdot k \cdot [Cl_2]^m \cdot [THMFP - THM_t]^n \end{aligned} \quad (4)$$

여기에서, 溶存基質의 THM 生成特性이 크게

변하지 않는 同一水系라고 생각한다면  $\alpha$ 는 一定하다고 볼 수 있게 된다. 또 殘留염소濃度  $[Cl_2]$ 를 一定한 것으로서 가정한다면, (4) 式은 (5) 式이 된다.

$$d[THM]/dt = K' \cdot [THMFP - THM_t]^n \quad (5)$$

$$K' = K \cdot [Cl_2]^m$$

$$K = \alpha^n \cdot k$$

(5) 式을 積分하면 (6), (7) 式이 되고, THM 前驅物質에 대하여 反應次數 n을 결정할 수 있다.

n = 1의 경우

$$\ln[THMFP - THM_t] = -K' \cdot t + A_0 \quad (6)$$

t = 0의 경우  $A_0 = \ln[THMFP]$

n ≠ 1의 경우

$$[THMFP - THM_t]^{1-n}/(1-n) = -K' \cdot t + A_0 \quad (7)$$

t = 0의 경우  $A_0 = [THMFP]^{1-n}/(1-n)$

그 위에, 殘留염소를 變數로 한 경우의 K를 구하는 것에 의해, 殘留염소에 대한 反應次數 m을 결정할 수 있다.

反應速度定數는 溫度에 의해 변하며, (8) 式을 이용하여 近似했다.

$$K_T = K_{20} \cdot \theta^{(T-20)} \quad (8)$$

$K_T, K_{20}$ :  $T^\circ C, 20^\circ C$ 에 있어서 反應速度定數.

T: 溫度 $[^\circ C]$

$\theta$ : 溫度補正係數

(8) 式의 定數  $K_{20}, \theta$ 는 실험을 통하여 구하였고, 이들 값을 이용하여 任意의 溫度에 있어서 THM 生成速度를 해석했다.

3. 結果 및 考察

3.1 試料水의 TTHM測定結果

試料水 A의 상이한 殘留염소濃度 0.6~2.0mg/l에 있어서, 水溫 $20^\circ C$ 에서의 방치 시간 경과에 따른 TTHM濃度變化의 例를 表 2에 나타낸다. 또, 表 2와는 다른 시기에 採水

表 2. 時間經過에 따른 TTHM濃度 測定結果(1) 試料水A, 20°C

Residual Chlorine concentration (mg/l)	Reaction time (h)							Unit(mg/l)
	0	0.8	2	4	7	25	72	
0.6	5.1	7.4	7.3	8.7	10.7	12.3	11.5	
1.2	5.3	8.2	7.4	8.0	10.4	13.0	12.4	
2.0	5.3	7.7	8.9	9.2	10.2	12.9	15.4	

表 3. 時間經過에 따른 TTHM濃度 測定結果(2) 試料水 A, 20°C

Reaction time (h)	4	8	24	48	72
TTHM( $\mu\text{g/l}$ )	4.1	5.4	8.2	10.0	11.6

表 4. 水溫 및 殘留염소濃度 變化에 따른 THMFP 測定結果(試料水 A)

Water temp. (°C)	Residual chlorine (mg/l)	THMFP ( $\mu\text{g/l}$ )
8	0.6	10.5
	1.1	11.0
	2.1	8.6
20	0.6	11.5
	1.2	12.4
	2.0	15.4
30	0.6	16.8
	1.0	20.4
	2.0	21.0

表 5.  $E_{260}$ 이 다른 경우의 THMFP(試料水 A)

Water temp.(°C)	$E_{260}$				Unit ( $\mu\text{g/l}$ )
	0.029	0.035	0.046	0.064	
8	-	7.0	11.9	11.0	
20	13.0	14.5	21.7	26.7	
30	-	24.1	41.0	45.7	

한 試料水 A의 水溫 20°C에 있어서 TTHM의 經時測定結果를 表 3에 나타낸다. 水溫 및 殘

表 6.  $E_{260}$ 이 다른 경우의 TTHM<sub>24</sub>과 THMFP의 測定例(試料水 B)

$E_{260}$	Unit ( $\mu\text{g/l}$ )			
	0.051	0.055	0.069	0.090
TTHM <sub>24</sub>	23	18	23	31
CHCl <sub>3</sub>	7	7	8	6
CHBrCl <sub>2</sub>	10	7	9	12
CHBr <sub>2</sub> Cl	6	4	6	11
CHBr <sub>3</sub>	0	0	0	2
THMFP	29	25	29	43
CHCl <sub>3</sub>	10	11	11	10
CHBrCl <sub>2</sub>	12	9	11	16
CHBr <sub>2</sub> Cl	7	5	7	14
CHBr <sub>3</sub>	0	0	0	3

留염소濃度를 變化시킨 경우에 있어서의 THMFP를 表 4에 나타낸다. 試料水A의 각  $E_{260}$ 과 水溫에 있어서 THMFP의 測定結果를 表 5에 나타낸다. 試料水 B의 각  $E_{260}$ 과 THM 성분들의 測定結果의 例를 表 6에 나타낸다.

### 3.2 THM 모델式的 導出

위에서 측정한 試料水 A의 TTHM生成量의 變化에서, 앞에 기술한 THM 生成因子에 대한 係數를 구하고, 豫測式을 導出했다.

1. 前驅物質의 反應次數( $n$ ), 反應速度定數( $K'$ ), 初期值( $A_0$ )의 決定

實驗時의 水溫에 있어서 가장 높은 TTHM生成量을, 이 水溫에서의 THMFP로 했다. 20°C의 경우의 [THMFP-TTHM<sub>t</sub>]과 反應時間  $t$ 의 關係를 그림 1에 나타낸다.

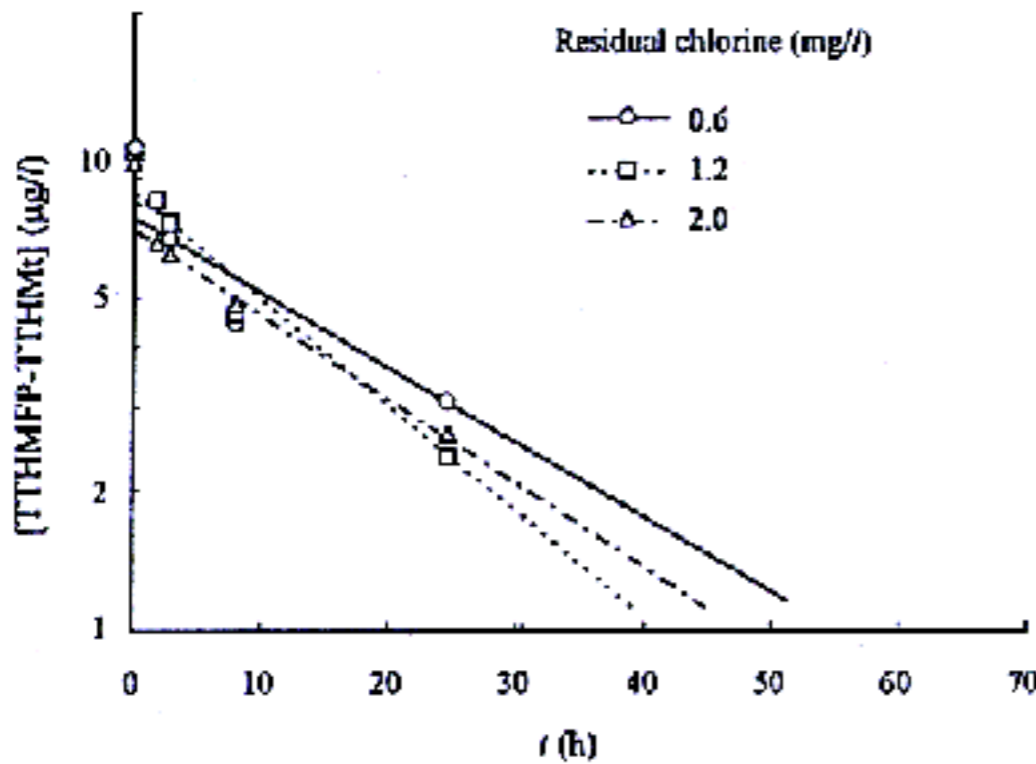


그림 1. 20°C에 있어서 反應時間  $t$ 와 [THMFP - TTHM $_t$ ]의 關係

$\ln[\text{THMFP} - \text{TTHM}_t]$ 과  $t$ 는, 방치 시간 2時間以後에는 거의 直線을 나타내고 있다. 이것으로 (6), (7) 式에 있어서 THM 前驅物質에 대한 反應次數  $n$ 은 1이 된다.

또, (6) 式에 있어서  $K'$ ,  $A_0$ 는, 各各 그림 1에 있어서 直線의 기울기와 切片에 該當한다. 같은 방법으로 各 水溫에 있어서 殘留염소濃度에 대한  $K'$ 와  $A_0$ 를 구한 結果를 表 7에 나타낸다.

2. 염소의 反應次數( $m$ )의 決定

$K' = K \cdot [\text{Cl}_2]^m$ 에 있어서,  $K'$ 는 表 7에 나타난 것과 같이 殘留염소濃度변화에 상관성을 거의 보이고 있지 않다. 이로부터, 본 연구에

서 적용한 殘留염소濃度 2.0mg/l 以下에 있어서는  $K'$ 는 殘留염소濃度에 關係없이 일정하며, 反應次數  $m$ 은 0이 된다.

3. 溫度補正係數( $\theta$ )의 決定

$K_T = K_{20} \cdot \theta^{T-20}$ 은,  $\ln K_T = \ln K_{20} + (T - 20) \cdot \ln \theta$ 와 바꿔 쓸 수가 있다. 위의 測定結果를 이용하여  $\ln K$ 와 水溫( $T - 20$ )의 關係를 直線 近似한 結果, 기울기에서  $\theta = 1.003$ , 切片에서  $K_{20} = 0.020$ 임을 나타냈다.

4. TTHM生成速度式

反應次數 및 初期值를 이용하여 구한 TTHM 生成速度式은 다음과 같이 된다.

$$\frac{d[\text{TTHM}]/dt = 0.020 \cdot (1.003)^{(T-20)} \cdot [\text{Cl}_2]^0 [\text{THMFP} - \text{TTHM}_t] \quad (9)$$

즉

$$\text{TTHM}_t = \text{THMFP} \cdot (1 - e^{-K't}) + \text{TTHM}_0 \quad (10)$$

$$K' = 0.020 \cdot (1.003)^{(T-20)}$$

$t$ : 시간(h),  $t \geq 2$

TTHM $_0$ : TTHM 初期值( $t = 2$ )

5. 前驅物質과 THMFP의 關係

表 5의 結果를 이용하여,  $E_{260}$ 이 0일 때 THMFP도 0이라 하여, 原點을 示하는 直線으로

表 7. 實驗으로부터 구한 各 조건의  $K'$  및  $A_0$

Water temp. (°C)	Residual chlorine (mg/l)	Reaction velocity constant $K'$	Initial value $A_0$
8	0.6	0.019	5.3
	1.1	0.020	4.9
	2.1	0.013	5.0
20	0.6	0.016	7.9
	1.2	0.022	7.0
	2.0	0.018	8.7
30	0.6	0.011	13.0
	1.0	0.016	12.0
	2.0	0.028	16.0

로 水溫 별로 近似했다. 이 때의 水溫  $T$ 에 대 한 세가지 式의 기울기( $THMFP/E_{260}$ )을 直線 近似하면 (11) 式을 얻는다.

$$THMFP = (26.15 \times T - 30.09) \cdot E_{260} \quad (11)$$

$T$ : 水溫( $^{\circ}C$ )

### 6. 初期值의 補正

앞에서 언급한 바와 같이, 본 豫測式은 反應 時間  $t \geq 2$  즉 送水管의 滯留時間이 2時間以上 인 경우에 있어서 有效하기 때문에, 初期值  $TTHM_0$ 로서  $t = 2$ 에 있어서  $TTHM$ 值 ( $TTHM_2$ )를 이용했다.

또한,  $TTHM_2$  濃度는 上記의 實驗에 있어서 의 實測值에서  $THMFP$  濃度の 35%임을 알았 고, 이에 따라 본 式에서는  $TTHM_2$  즉  $TTHM_0$ 의 값으로  $0.35 \cdot THMFP$ 을 이용했다. 이를 (10) 式에 代入하면 (12) 式이 얻어진다.

$$TTHM_t = THMFP \cdot (1.35 - e^{-Kt}) \quad t \geq 2 \quad (12)$$

### 7. 生成速度式의 檢證

$TTHM$ 生成速度式의 檢證을, 表 3의 結果를 이용해서 行하였다. 본 시뮬레이션結果를 實測 值와 함께 그림 2에 나타낸다. 豫測值는 實測 值와 거의 致하고 있으며, 양호한 結果를 보 이고 있다.

#### 3.3 一般性的의 檢證

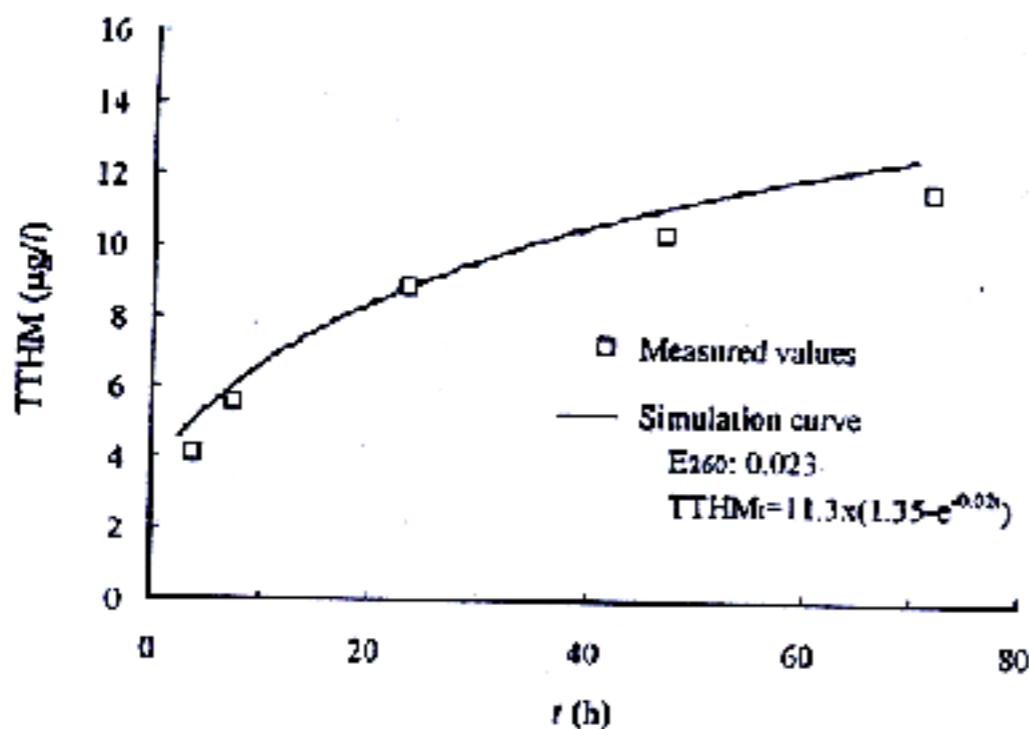


그림 2. 試料水 A의  $TTHM$ 生成量의 豫測( $20^{\circ}C$ )

豫測式의 一般性에 대해서, 성질이 다른 試 料水 B의  $THM$ 生成量의 값을 이용하여 檢證을 行하였다.

#### 1. 回歸式의 算出

$E_{260}$ 과  $TTHM_{24}$ 의 關係를 그림 3에,  $E_{260}$ 과  $THMFP$ 의 關係를 그림 4에 나타낸다. 原点을 지나는 式으로 이들의 回歸分析( $n = 45$ )을 行 한 結果를 (13), (14) 式에 나타낸다.

$$TTHM_{24} = 353 \cdot E_{260} \quad (r = 0.72) \quad (13)$$

$$THMFP = 479 \cdot E_{260} \quad (r = 0.76) \quad (14)$$

$r$ : 相關係數

#### 2. 豫測式의 算出

試料水 B의  $THM$  測定值는 水溫  $20^{\circ}C$ 의 것

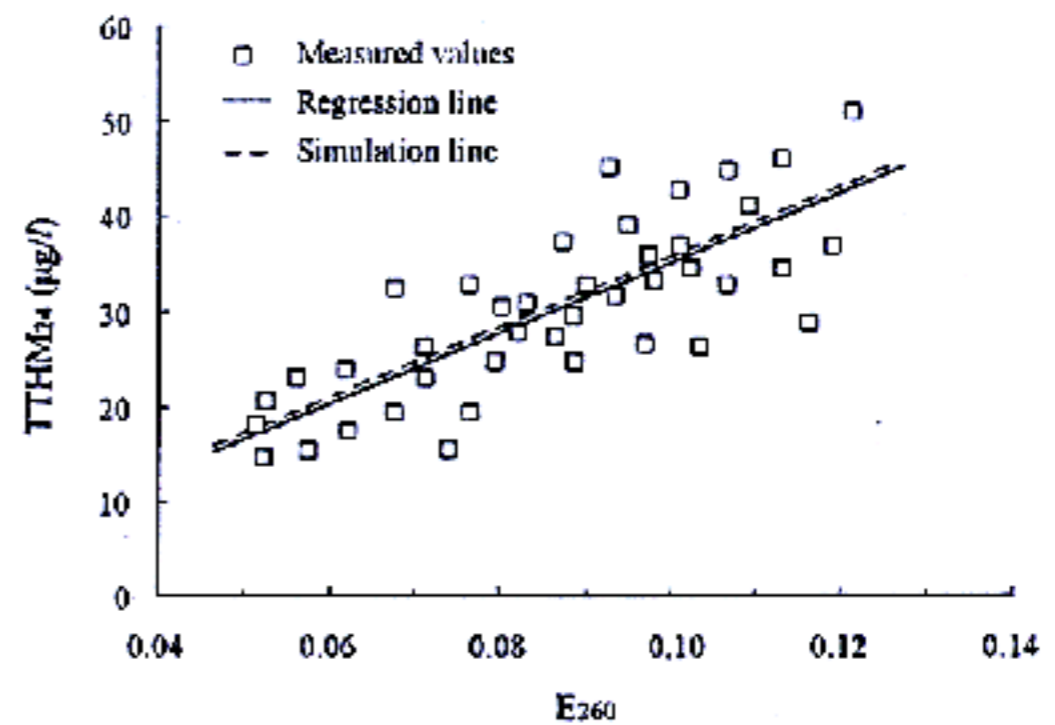


그림 3. 試料水 B의  $E_{260}$ 과  $TTHM_{24}$ 의 關係( $20^{\circ}C$ )

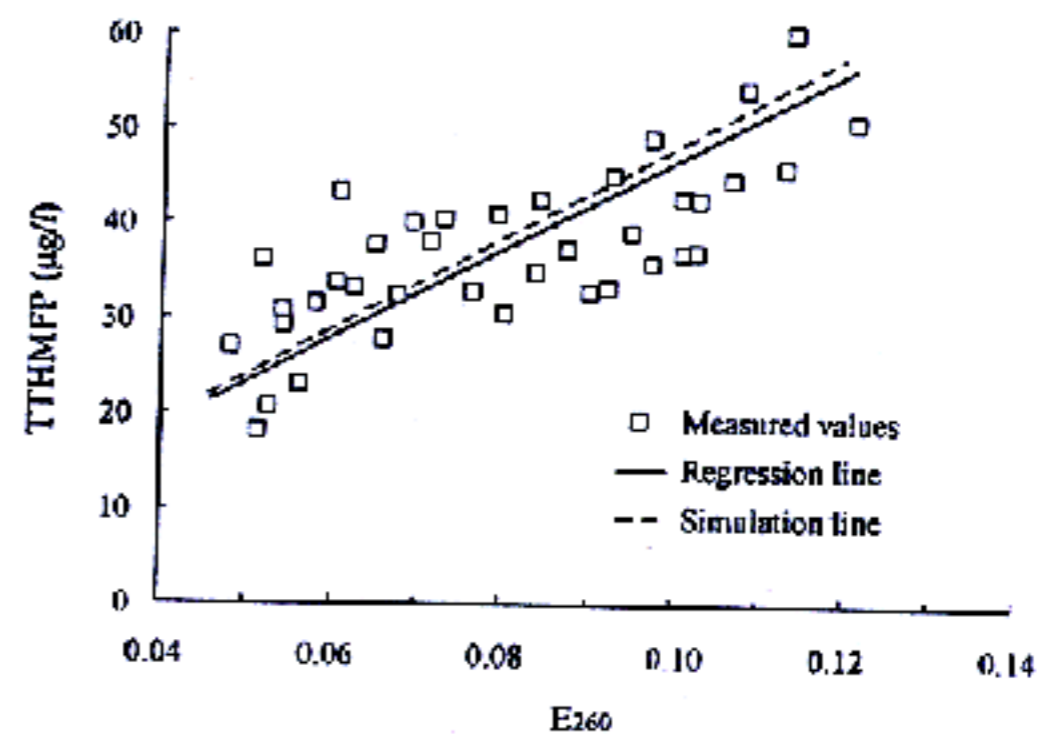


그림 4. 試料水 B의  $E_{260}$ 과  $THMFP$ 의 關係( $20^{\circ}C$ )

이므로 (11), (12) 式 및  $TTHM_{24}$ 는 각각 다음과 같이 된다.

$$THMFP [\mu g/l] = 493 \cdot E_{260} \quad (11)'$$

$$TTHM_t [\mu g/l] = 493 \cdot E_{260} (1.35 - e^{-0.020t}) \quad (12)'$$

$$TTHM_{24} [\mu g/l] = 357 \cdot E_{260} \quad (12)''$$

### 3. 豫測式의 有效性

그림 3, 4에 각 豫測式을 併記했다. 豫測式에 의한 TTHM을  $TTHM_S$ , 回歸式에 의한 TTHM을  $TTHM_R$ 로 하여, 이들을 비교하면 다음과 같이 된다.

$$THMFP_S / THMFP_R = 1.03$$

$$TTHM_{24S} / TTHM_{24R} = 1.01$$

實測值의 回歸式과 豫測式과의 차이는, THMFP에서는 3%,  $TTHM_{24}$ 에서는 1%로, 豫測式이 有效하다고 나타났다. 그러나, 試料水 B의  $E_{260}$ 과 TTHM의 相關係數는  $TTHM_{24}$ , THMFP 동시에 0.7 정도로 낮기 때문에, 豫測式에 數值의 폭을 두는 것이 필요하다. 여기에서,  $TTHM_S$ 와  $TTHM_R$ 의 차이는  $E_{260}$ 에 의존하지 않고  $TTHM_{24}$ 에서  $-11 \sim 12 \mu g/l$ ,  $TTHM_{72}$ 에서  $-19 \sim 9 \mu g/l$  정도였다. 이로서, (15), (16) 式과 같이 나타내면 前의 데이터가 式에 包括된다.

$$THMFP [\mu g/l] = 493 \cdot E_{260} \pm 12 \quad (15)$$

$$TTHM_{24} [\mu g/l] = 357 \cdot E_{260} \pm 19 \quad (16)$$

### 3.4 試料水 B에 있어서 $E_{260}$ 에 대한

#### TTHM의 精度 檢討

위에서 기술한 바와 같이, 試料水 B의  $E_{260}$ 對 TTHM의 相關係數는  $TTHM_{24}$ , THMFP 모두 0.7 정도로 낮았다. 豫測式의 精度를 높이기 위해서, 이 分散의 要因에 關係서 檢討했다.

#### 1. THM 成分別의 影響

成分別로 구한  $E_{260}$ 과 THM의 關係를,  $TTHM_{24}$ 를 例로 들어 그림 5~8에 나타낸다.

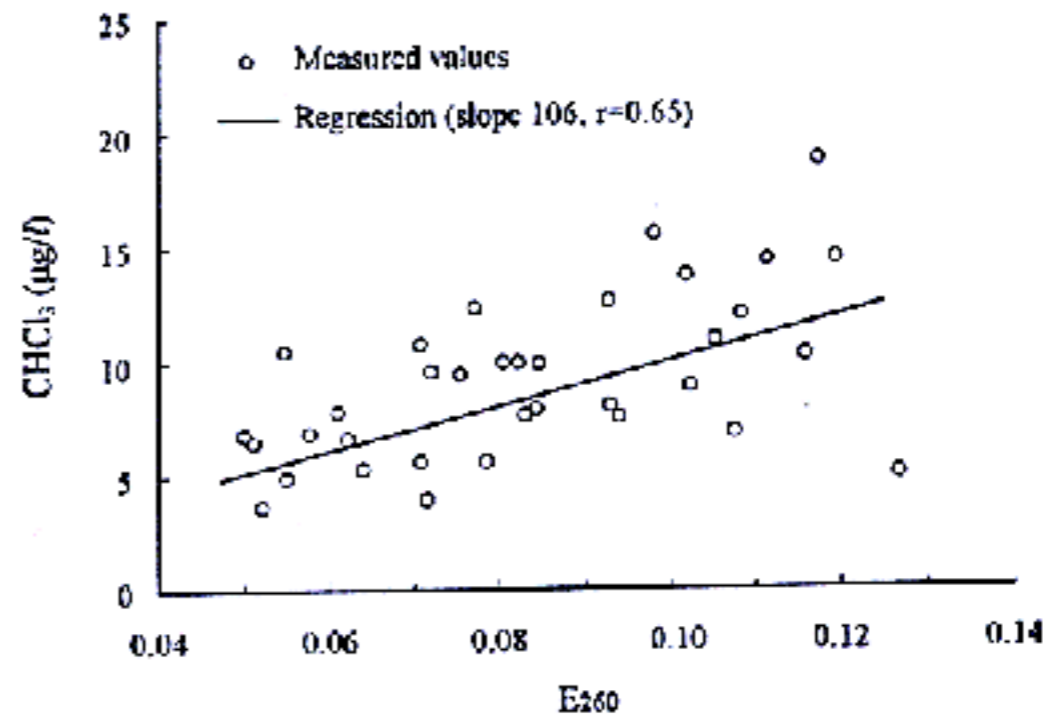


그림 5. 試料水 B의  $E_{260}$ 과  $CHCl_3$  (20°C, 24h)

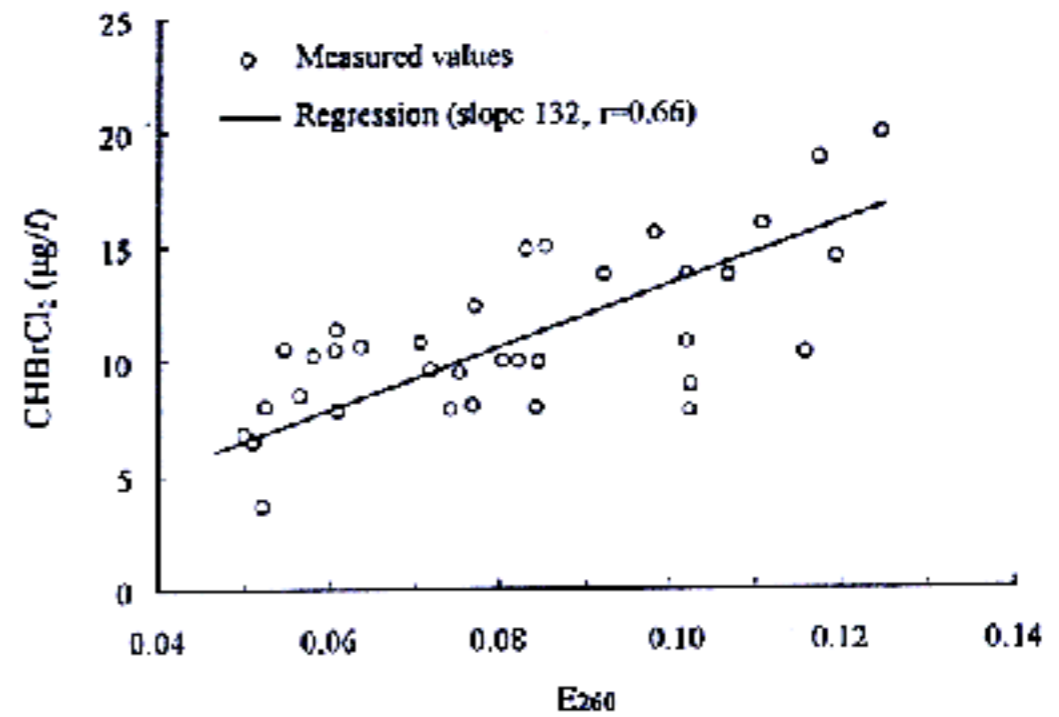


그림 6. 試料水 B의  $E_{260}$ 과  $CHBrCl_2$  (20°C, 24h)

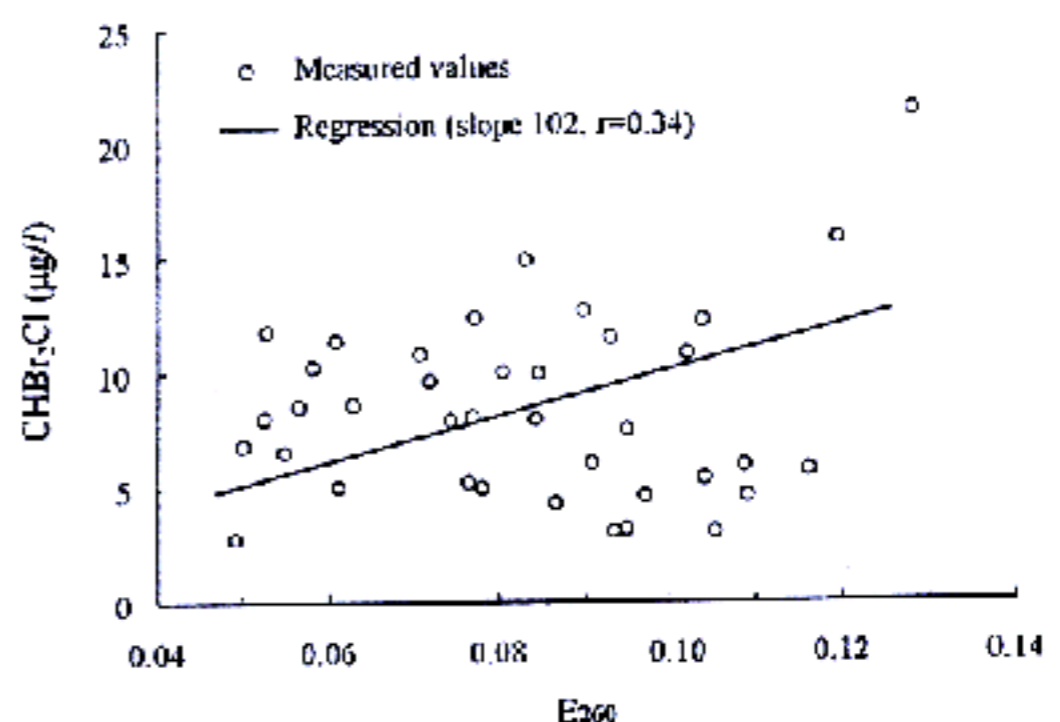


그림 7. 試料水 B의  $E_{260}$ 과  $CHBr_2Cl$  (20°C, 24h)

$E_{260}$ 과 THM의 相關係數를 表 8에 나타낸다. 그 결과, 單一成分의 相關係數는 0.21~0.66으로, 어느 成分도 TTHM의 相關係數 0.72보다 낮다. 成分 別로 비교하면,  $CHCl_3$ 와

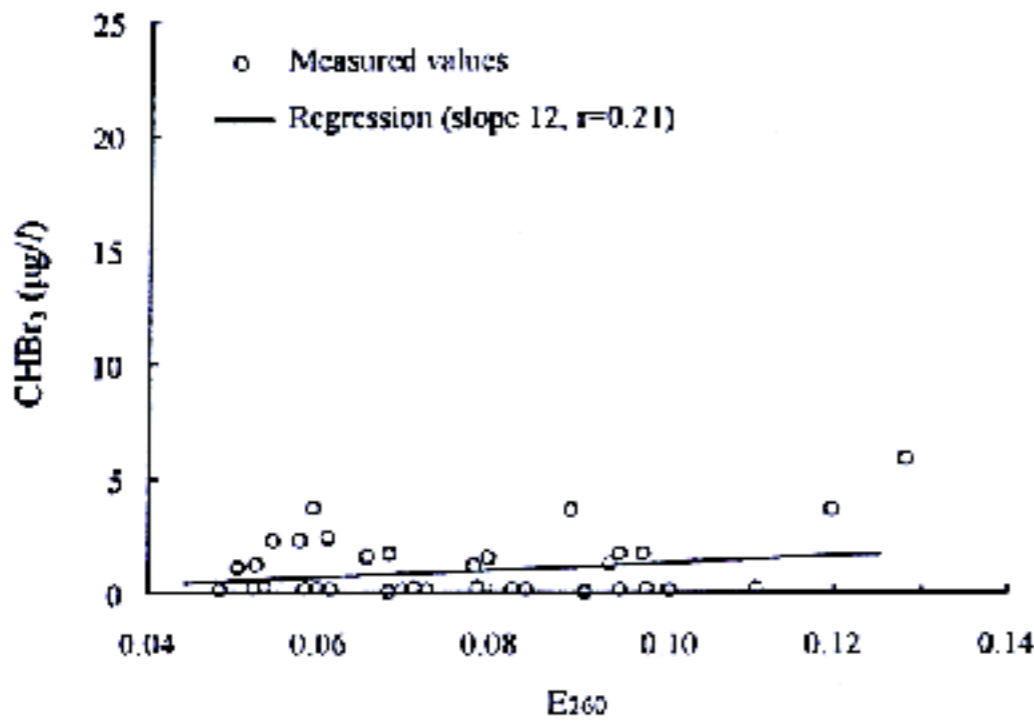


그림 8. 試料水 B의  $E_{260}$ 과  $CHBr_3$  (20°C, 24h)

表 8. THM과  $E_{260}$ 의 相關係數

Compounds	Correlation coef.	
	THM24	THMFP
TTHM	0.72	0.76
$CHCl_3$	0.65	0.67
$CHBrCl_2$	0.66	0.71
$CHBr_2Cl$	0.34	0.31
$CHBr_2$	0.21	0.15
$CHCl_3 + CHBrCl_2 + CHBr_2Cl$	0.75	0.80
$CHCl_3 + CHBrCl_2 + CHBr_3$	0.82	0.87

$CHBrCl_2$ 는 相關係數가 0.65~0.66으로 비교적 높으며, 이에 반해  $CHBr_2Cl$ 와  $CHBr_3$ 는 相關係數가 0.21~0.34로, 前者에 비하면 낮은 값을 보이고 있다. 또 TTHM으로부터  $CHBr_3$ 을 제외한 세가지 成分의 合計( $CHCl_3 + CHBrCl_2 + CHBr_2Cl$ )를 비교하면, 後者의 相關係數가 높아지고 있다. 이 결과로부터,  $E_{260}$ 과 THM의 相關係數를 가장 低下시키는 要因은  $CHBr_2Cl$ 이라고 생각되어진다.

브롬화 THM( $CHBrCl_2$ ,  $CHBr_2Cl$ ,  $CHBr_3$ )이 TTHM에 차지하는 비율과  $Br^-$  濃度와의 사이에 높은 相關이 존재한다고 하는 報告例<sup>7)</sup>도 있듯이, 위의 데이터 分散에는  $Br^-$ 가 關與하고 있는 可能性이 높다.

## 2. 암모니아 性窒素, 알칼리度 및 濁度의 影響

그밖에, 암모니아性窒素, 알칼리度 및 濁度

에 대하여  $E_{260}$ 과 TTHM의 關係를 조사했다. 그 결과, 이들 水質의 변화에 있어서  $E_{260}$  및 TTHM과의 相關性은 보여지지 않았다. 즉 상기의 水質은  $E_{260}$ 과 TTHM의 相關係數 低下와는 關係가 없다고 판단된다.

## 4. 結論

간단히, 迅速히 그리고 連續으로 測定할 수 있는 水質項目으로  $E_{260}$ , 殘留염소濃度, 水溫을 변수로서 水道水中의 THM 生成에 관한 豫測式을 導出했다. 또 이 豫測式의 有效性에 대해서 他水系의 물을 이용하여 檢證을 행한 결과, 다음의 식견을 얻을 수 있었다.

(1) TTHM生成反應은, TTHM前驅物質에 대해서는 1次反應, 殘留염소濃度 0.6~2.0mg/l에 있어서, 殘留염소에 대해서는 0次反應이었다. 이것에서 다음과 같은 豫測式이 산출되었다.

$$TTHM[\mu g/l] = THMFP \cdot (1.35 - e^{-Kt})$$

$$THMFP[\mu g/l] = (26.15 \cdot T - 30.09) \cdot E_{260}$$

$$K = 0.020 \times 1.003^{(T-20)}$$

T: 수온 [°C]

t: 시간 [h],  $t \geq 2$

(2) 豫測式과, 他水系의 20°C에 있어서 TTHM實測值의 回歸式과의 차이는, THMFP에서는 3%, TTHM<sub>24</sub>에서는 1%정도로, 豫測式이 有效하다는 사실이 나타났다. 하지만, 豫測值의  $E_{260}$ 과 TTHM의 相關係數가 TTHM<sub>24</sub>, THMFP 모두 0.7 정도로 낮기 때문에, 豫測式에 적용數値의 폭을 늘 필요가 있다.

(3)  $E_{260}$ 과 TTHM의 相關係數를 低下시키는 成分은 주로  $CHBr_2Cl$ 이었다.

(4) 암모니아 性窒素, 알칼리度 및 濁度は,  $E_{260}$ 과 TTHM과의 相關關係를 나타내지 않았다.

豫測式을 實用化하기 위해서 課題로서, 溫度에 관한 有效性의 檢討과, 다른 數種의 水系에 의한 一般性의 檢討 및 成分 별로 有效한 豫測式의 導出이 필요하리 할 수 있다.



## 参考文献

1. 丹保憲仁, 水道とトリハロメタン, 技報堂出版, 1983
2. 朝日新聞, 1993年 10月 6日
3. 厚生省令第69號, 平成4年 12月 21日
4. 丹保憲仁, 伊藤雅喜, トリハロメタンと全有機鹽素化合物生成の前駆物質となるフミン質類の活性炭吸着特性 水道協會雜誌, Vol. 56, 25-38
5. 中西成子, 野野隆信, 中山和好, 成富武治, トリハロメタン生成能と水質との関連, 第20回水質汚濁學會講演集, 1986
6. 日本水道協會, 上水試験方法, 1988
7. 佐藤雄典, 半野田幸隆, 川崎照夫, トリハロメタンの低減化に関する調査実験, 第44回全國水道研究發表會講演集, 1993