

上水中的 THMs 및 前驅 物質 除去方案研究

廢棄物分析科

崔誠文 · 錢大榮 · 崔圭相 · 裴基哲

A Study on the THMs and Removal of their precursors from drinking Water

Industrial waste Analysis Division.

S. M. Choi, D. Y. Jeon, K. S. Choi, K. C. Bae

Abstract

This study was carried out to determine the formation and absorption of THMs in chlorinated drinking water.

The subject of investigation of THMs formation were raw water, treated water and tap water at Duk San water treatment plant and humic substances.

The absorbed removal of THMs measured on the activated carbon and activated carbon attached bacteria using the sequential Fluidized Bed.

The result were as follows.

1. The mean value of the formation of THMs were N.D, 10.12 μ g/ ℓ , 13.10 μ g/ ℓ in raw water, treated water and tapwater respectively.
2. The amount of the formation of THMs increased when temperature, pH the amount of chlorine and contact time increased.
3. The formation of THMs of linear regression equation was $Y=1.74x-4.50(r=0.88)$
4. Adsorption coefficient β of activated carbon and activated carbon attached bacteria were 0.35, 0.32 respectively and constant K were 0.095, 0.18 respectively.
5. The mean removal rate of THMs on activated carbon and activated carbon attached bacteria were 88.1%, 91.1% respectively.

I. 緒 論

飲用水는 化學的으로나 細菌學的으로 安全하게 供給되어야 한다. 그러나 各種下水 및 廢水가 수계로 多量 排出되어 上水源水의 汚染이 심각해 지면서 飲用水의 安定性에 對한 關心이 높아져 가고 있다.

물은 再生될 수 있는 自然資源이지만 用途에 맞도록 잘 淨水하고 管理하여야만 한다. 그러므로 모든 家庭 및 産業施設을 徹底히 管理하여 汚·下水 및 廢水排出을 抑制하여야 하고 效果的인 啓蒙과 水資源에 對한 持續的인 對策이 要求된다.

특히 飲用水 中の 腐蝕物(humic substances)은 飲用水 供給은 물론 水處理에서도 主要한 問題가 된다. 理由는 多量의 色度를 惹起할 뿐만 아니라 鹽素 消毒劑와 作用으로 因해 有害한 微量有機汚染物質을 生成시키기 때문이다.

腐蝕物은 生物, 特別히 植物(包括的이지는 않지만)이 썩어서 分解될 때 生成된다.(Josephson, 1982) 그러므로 많은 腐蝕物은 土壤에서 生成되고 결국 호수, 강과 바다에서 發見된다.

腐蝕物은 河川水의 有機物質中 40~50%를 차지하고 酸과 알칼리에 對한 熔解度 및 分子量의 差異에 따라 humic acid, humatomelanic acid 및 fulvic acid 등으로 分類된다. humic acid는 腐蝕物의 酸性 部分으로 열기에 溶存되나 酸에는 沈澱하며 fulvic acids는 열기와 酸性에 溶解되는 腐蝕物의 酸性分子들이다.(Trussell과 umphres, 1978) 汚染된 上水源水中的 腐蝕物은 trihalomethanes(以下 THMs라 함)의 前驅物質(precursors)로 알려져 있다.

水因性 傳染病을 豫防 하기 爲해 上水處理 課程에서 가장 널리 使用되는 消毒劑는 鹽素(chlorine: Cl_2)이지만 이러한 할로젠(鹽素 또는 브롬, 불소)은 上水源水가 汚染되면서 여러 汚染物質 및 腐蝕物과 反應하여 Chloroform($CHCl_3$)을 包含한 다른 THMs類 등 有害한 수많은 鹽素 化合物을 生成시키므로 이에 對한 減少 方案이 研究되어 왔다. 이에 本 研究院에서는 前驅物質로 作用하는 腐蝕物의 添加에 따른 THMs生成, 活性炭 吸着劑에 依한 THMs除去, 박테리아 附着 活性炭 吸着劑에 依한 THMs除去 및 吸着劑의 吸着能 效果, 吸着計數 및 吸着除去物을 算定하고 比較分析하여 完全한 飲用水를 供給하기 爲한 基礎 資料를 提供하고자 本 研究를 實施하였다.

II. 研究方法 및 裝置

1. 調査對象

廣南 金海郡 大東面 積산리에 所在하고 있는 德山淨水潭水, 處理水 및 家庭水道水を 對象으로 하였다.

2. 實驗對象

가. 吸着劑

吸着劑는 粒床炭(granular activated carbon; 日本 OSAKA藥理化學 製品)을 使用하였다. 입상탄 粒子는 크기가 均一하도록 체(SIEVE: 25×50mesh)로 거른 後(直徑: 0.297~0.71mm) KNO₃와 HNO₃를 混合한 세척수 용액 및 증류수를 利用하여 20℃에서 3회 초음파 세척기를 利用하여 미세한 物質과 不純物을 除去시켰다. 세척된 입상탄은 103~105℃에서 24時間 동안 含水量이 쪼뻛까지 乾燥시킨 후 데시케이터에 保管하고 使用하였다.

나. 腐蝕物

THM의 전구물질인 腐蝕物 원액은 humic acid시약(Fluka 製品, Switzerland)을 NaOH(pH 12)용액에 다음과 같이 溶解시켜 製造하였다. 증류수에 溶解된 腐蝕物은 하루밤동안 實溫에서 교반시킨후 여과하여 不溶性 物質을 除去하고 2N HCl용액으로 중성(pH7)이 되도록 調整하였다. 腐蝕物 添加 試料水는 一定量의 이농交換水를 오존 發生機로 15分 동안 20ℓ/min 速度로 殺菌處理한 후 腐蝕物과 無機營養소(Table 1)을 添加하여 製造하였다.

Table 1. Composition of trace salts in water added with humic acid

compounds	concentration(mg/ℓ)
phosphate buffer	
KH ₂ PO ₄	8.5
K ₂ HPO ₄	21.75
Na ₂ HPO ₄	33.4
NH ₄ Cl	1.7
MgSO ₄ · 7H ₂ O	22.5
CaCl ₂	27.5
FeCl ₃ · 6H ₂ O	0.25

3. 實驗方法 및 裝置

가. 박테리아 附着 活性炭의 製造

(1) 박테리아源 및 酸化培養

박테리아源은 덕산정수장 流入源水의 浸出物을 採取하여 하루밤동안 정치시킨 後 상등수를 使用하였다. 酸化培養은 實溫($20 \pm 1^\circ\text{C}$)에서 好氣的으로 培養시킨 後 3ℓ容器를 利用하여 glucose와 無機營養素를 利用하여 腐蝕物 添加 試料水로 전환하는 方法에 의거 50mg/ℓ까지 醇化시켰다. 이때 培養槽는 光合成 微生物(algae)의 增殖을 抑制시키기 爲하여 aluminium-foil로 빛을 遮斷 하였다.

(2) 박테리아 附着

박테리아 附着은 一定量의 醇化 培養되고 세척된 박테리아를 미리 把握된 增殖曲線에 의거 대수 增殖機 동안 一定量을 活性炭 表面에 混入하여 얇게 附着시켰다. 이때 부착된 박테리아의 量은 67mg viomass/g activated carbon 이었다.

나. 非連續 實驗

腐蝕物 添加 試料水의 平衡 吸着 等溫性을 決定하기 爲하여 非連續 實驗이 實施되었다. 腐蝕物 添加 試料水 各各 1ℓ에 活性炭 및 박테리아 附着 活性炭을 各各 넣고 Jartester(Model : YJ-6)를 利用하여 10R.P.M.으로 攪拌하면서 接觸時間 變化에 따라 腐蝕物 濃度를 調査하였다. 이때 다음 實驗條件이 使用되었다.

- (1) 腐蝕物 濃度 : 10mg/ℓ
- (2) 接觸時間 : 15日
- (3) pH : 7.2 ± 0.1
- (4) 水溫 : $24 \pm 0.1^\circ\text{C}$

다. 連續實驗

(1) 實驗裝置

活性炭 및 박테리아 附着 活性炭을 채운 流動層 連續 實驗裝置가 使用되었으며 直徑 2.0cm, 總體積 60ml, 總높이 45cm로 유리 材質로 製作되었다.(Figure 1)

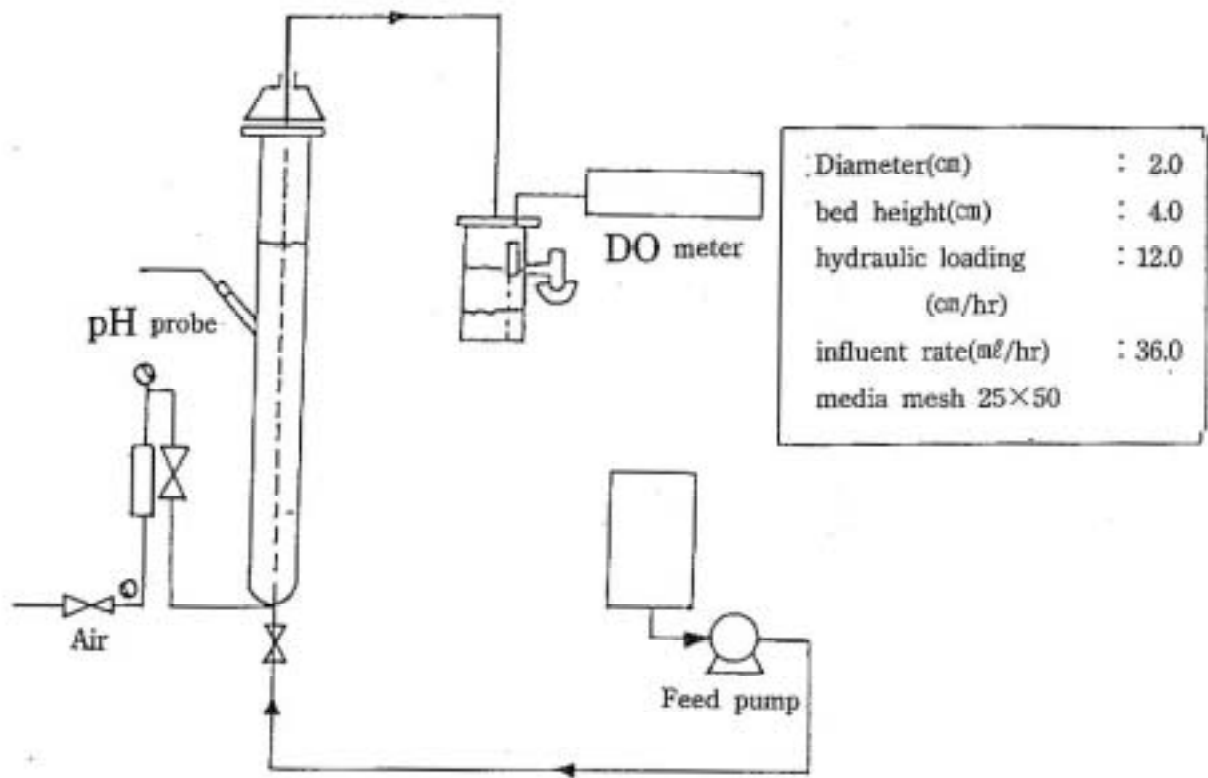


Figure 1. Schematic of the fluidized bed experimental system

(2) 運轉方法

腐蝕物 添加 試料(10mg/l)가 micro tube pump(TOKYO RIKAKIKA CO.)를 利用하여 上향류로 流入되었다. 또한 流出水의 溶存酸素 濃도를 5mg/l以上으로 維持하고 媒질層이 30% 정도 流動되도록 포기裝置를 利用하여 역시 上향류로 3ℓ/min 速度로 空氣를 連續적으로 注入시켰다. 이때 流量은 산출 平均 36ml/hr로 流入시켰고 水理學的 부하量은 12.0cm/hr이었으며 pH는 7.2 ± 0.4 水溫은 $24 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 이었다. 모든 實驗裝置는 光合成 微生物(algae)의 增殖을 抑制시키기 爲하여 aluminium-foil로 빛을 遮斷하였다.

라. 消毒實驗

消毒은 표정된 鹽素源額을 利用하여 水溫(20±1℃)에서 非連續 反應槽를 利用하여 實施하였고 이때 殘留鹽酸의 濃도는 初期殘留鹽酸 濃도가 0.5mg/l가 되도록 調整하였다.

마. THMs 測定

試料의 THMs 定量은 液液抽出法(Liquid/Liquid Extraction Method)으로 抽出하여 gas chromatography(Varian3700)를 利用하여 分析하였으며 THMs 標準液(Supelco製品)과 試料의 gas chromatogram을 比較하여 試料中の THMs을 定量하였다. GC의 分析條件은 Table 2와 같다.

Table 2. Condition of gas chromatography

GC	Condition
column size	0.53mm×30m
column packing material	DB 624
injection temperature	220 °C
oven temperature	120 °C
final temperature	250 °C
carrier gas	N ₂ , 30ml/min
detector	ECD

바. 資料分析

(1) 吸着能效果

活性炭 吸着能效果는 Freundlich 등은 吸着式에 의거 非連續實驗으로 다음과 같이 算定하였다.

$$q = KC^{\beta}$$

q ; 活性炭 單位質量當 平衡 吸着量

K ; 常數

C ; 平衡狀態에서의 吸着質濃度

β ; 吸着指數

(2) 吸着除去速度

流動層 連續實驗 裝置를 利用한 活性炭 吸着除去 速度는 다음식을 利用하여 算定하였다. (Holladay 等, 1978)

$$DR = Q_L(C_i - C) / V_R \epsilon$$

DR ; 除去速度(g/day.ℓ)

Q_L ; 流入水量(ℓ/day)

C_i ; 流入水濃度(mg/ℓ)

C ; 流出水濃度(mg/ℓ)

V_R ; 反應槽 體積(ℓ)

ϵ ; 孔隙률

III. 研究結果 및 考察

1. 淨水場 源水, 處理水 및 家庭水道水 中の THMs 生成量

洛東江 德山淨水場 源水, 處理水 및 家庭水道水를 對象으로 10個月 동안 THMS生成을 把握한 結果는 Table 3과 같다.

Table 3. THMs concentration of treated and domestic tap water samples at Duk-San Water Plant in Pusan

Month	1990. 6.~1991. 3. unit : $\mu\text{g}/\ell$			
	CHCl_3	CHBrCl_2	CHBr_2Cl	CHBr_3
6	6.52 ± 0.63	0.24 ± 0.05	ND	ND
	(7.06 ± 0.70)	(0.33 ± 0.04)	(ND)	(ND)
7	14.32 ± 1.43	3.85 ± 0.76	0.47 ± 9.08	ND
	(26.68 ± 2.42)	(6.83 ± 0.07)	(0.66 ± 0.77)	(ND)
8	6.73 ± 0.46	0.73 ± 0.08	ND	ND
	(12.27 ± 1.30)	(1.57 ± 0.05)	(0.32 ± 0.02)	(ND)
9	11.56 ± 0.95	2.29 ± 0.23	2.06 ± 0.21	ND
	(13.42 ± 1.43)	(2.59 ± 0.32)	(2.16 ± 0.20)	(ND)
10	11.53 ± 0.87	0.89 ± 0.10	0.10 ± 0.03	ND
	(11.90 ± 1.91)	(1.11 ± 0.09)	(0.29 ± 0.03)	(ND)
11	9.36 ± 0.96	0.24 ± 0.03	ND	ND
	(9.30 ± 0.09)	(0.32 ± 0.04)	(ND)	(ND)
12	7.50 ± 0.08	1.01 ± 0.02	ND	ND
	(8.61 ± 0.07)	(1.01 ± 0.02)	(ND)	(ND)
1	7.89 ± 0.08	0.48 ± 0.05	ND	ND
	(8.44 ± 0.08)	(0.59 ± 0.06)	(ND)	(ND)
2	6.33 ± 0.07	0.30 ± 0.04	ND	ND
	(5.61 ± 0.06)	(0.22 ± 0.02)	(0.06 ± 0.01)	(ND)
3	6.43 ± 0.06	0.38 ± 0.04	ND	ND
	(8.44 ± 0.08)	(1.20 ± 0.01)	(ND)	(ND)

ND : not detected

Treated water : Tap water : ()

淨水場源水の THMs 生成量은 調査期間 동안 檢出되지 않았으며 淨水場 處理水의 경우 月別 THMs 生成量은 6.63(2月)~18.64(7月) $\mu\text{g}/\ell$ 의 範圍였고 7月, 9月, 10月이 各各 산술平均 18.64 $\mu\text{g}/\ell$, 15.91 $\mu\text{g}/\ell$, 12.52 $\mu\text{g}/\ell$ 로 10 $\mu\text{g}/\ell$ 以上이었다. 10個月에 걸쳐 調査한 處理水의 全體 THMs 生成量의 산술平均은 $10.12 \pm 4.21 \mu\text{g}/\ell$ 이었다.

또한 淨水場 處理水의 季節別 THMs 生成量을 보면 봄철(3月)은 산술平均 6.81 $\mu\text{g}/\ell$ 이었고 여름철(6~8月), 가을철(9~11月) 및 겨울철(12~2月)은 各各 산술平均 10.96 $\mu\text{g}/\ell$, 12.68 $\mu\text{g}/\ell$ 및 7.84 $\mu\text{g}/\ell$ 이었다. 家庭水道水의 경우 THMs 生成量은 7月이 산술平均 34.17 $\mu\text{g}/\ell$ 로 가장 높았고 8月, 9月 및 10月이 各各 산술平均 14.16 $\mu\text{g}/\ell$, 18.17 $\mu\text{g}/\ell$ 및 13.30 $\mu\text{g}/\ell$ 로 10 $\mu\text{g}/\ell$ 이상이었다. 10個月에 걸쳐 調査한 家庭水道水의 THMs 生成量의 全體 산술平均은 $13.10 \pm 8.22 \mu\text{g}/\ell$ 이었다.

또한 家庭水道水의 季節別 THMs 生成量을 보면 봄철(3月)은 9.64 $\mu\text{g}/\ell$ 이었고 여름철(6~8월), 가을철(9~11月) 및 겨울철(12~2月)은 各各 산술平均 18.57 $\mu\text{g}/\ell$, 13.70 $\mu\text{g}/\ell$ 및 8.18 $\mu\text{g}/\ell$ 이었다.

2. 淨水場源水 및 腐蝕物添加 試料水의 THMs 生成

가. 淨水場源水의 THMs 生成量

(1) 水溫變化에 따른 THMs 生成量

水溫 變化에 따라 鹽素 處理한 淨水場源水의 接觸時間 變化에 따른 THMs 生成量은 Figure 2와 Table 4와 같다.

THMs 生成量은 水溫이 높을수록 接觸時間이 길어질수록 增加하였다. THMs 生成量은 鹽素가 注入된 後부터 18時間까지는 急速히 增加하였으나 그 以後부터는 緩慢히 增加하였고 48時間 以後에는 變化가 거의 없었다.

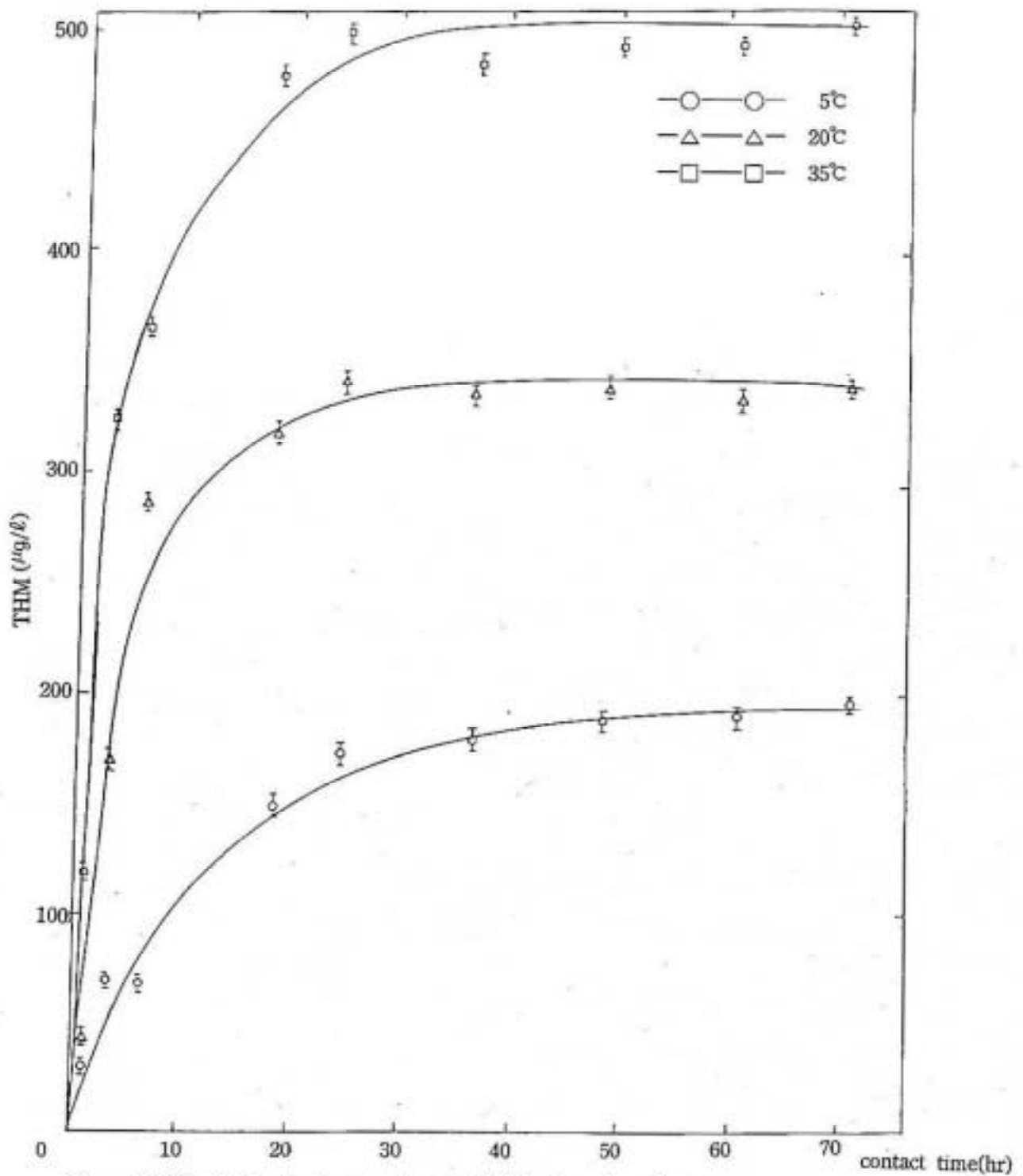


Figure 2. Effect of water temperature on THMs formation from raw water samples at Duk-San water plant in Pusan October, 1990

Table 4. THMs concentration by water temperature variations from raw water samples at duk-San water plant in Pusan

		October 1990								unit : $\mu\text{g}/\ell$
temp($^{\circ}\text{C}$)\time(hr)		1	3	6	18	24	36	48	60	70
5		31.7	70.3	68.8	150.4	175.2	180.9	188.6	190.6	195.3
		± 2.32	± 3.01	± 2.88	± 4.47	± 3.24	± 4.90	± 4.76	± 3.04	± 3.45
20		46.1	173.1	290.1	322.7	346.4	338.9	338.5	334.1	338.4
		± 2.06	± 3.78	± 6.12	± 4.67	± 6.43	± 3.33	± 3.85	± 3.43	± 3.84
35		121.3	328.5	369.3	488.7	512.5	494.0	501.4	500.7	510.7
		± 2.31	± 2.85	± 3.96	± 3.67	± 2.78	± 3.98	± 4.61	± 4.62	± 4.11

Mean \pm S.D.

Table 5. THMs Concentration by pH Variations from Raw Water Samples at Duk-San Water Plant in Pusan

		October 1990								unit : $\mu\text{g}/\ell$
pH\time(hr)		1	3	6	18	24	36	48	60	70
5		33.0	61.9	80.3	143.6	198.1	214.7	226.7	219.0	224.0
		± 1.32	± 1.43	± 2.54	± 2.87	± 2.16	± 2.67	± 2.34	± 3.78	± 3.12
7		42.7	140.0	190.7	263.5	281.4	304.8	306.6	300.5	304.0
		± 1.90	± 2.01	± 2.12	± 2.59	± 2.12	± 2.07	± 3.00	± 2.96	± 2.09
9		68.4	179.6	210.4	303.5	320.7	331.4	330.8	333.4	328.5
		± 0.87	± 2.68	± 3.51	± 4.70	± 2.50	± 3.53	± 3.60	± 2.09	± 1.82

Mean \pm S.D.

(2) pH變化에 따른 THMs 生成量

pH 變化에 따라 鹽素 處理한 淨水場源水의 接觸時間 變化에 따른 THMs 生成量은 Figure 3과 Table 5와 같다. THMs 生成量은 pH가 높을수록 接觸時間이 길어질수록 增加하였다. THMs 生成量은 鹽素가 注入된 後부터 24時間까지는 急速히 增加하였으나 그 以後부터는 緩慢히 增加하였고 48時間 以後에는 變化가 거의 없었다.

(3) 鹽素 投入量 變化에 따른 THMs 生成量

鹽素 投入量과 接觸時間 變化에 따른 THMs 生成量은 Figure 4와 Table 6과 같다. THMs 生成量은 鹽素 投入 濃도가 높을수록 接觸時間이 길어질수록 增加하였다. THMs 生成量은 鹽素가 注入된 後부터 18時間까지는 急速히 增加하였으나 그 以後 부터는 緩慢히 增加하였고 48時間 以後에는 變化가 거의 없었다.

나. 腐蝕物 添加 試料中の THMs 生成量

淨水場 源水 및 處理水中의 腐蝕物의 濃도를 豫測하기 위하여 鹽素 處理한 腐蝕質 첨가 試料水를 利用하여 接觸時間 24時間에 THMs의 生成量を 把握하였다. 腐蝕物 添加 試料水의 濃度變化에 따른 THMs 生成量은 Table 7과 같다. 腐蝕物 添加 濃도에 따른 THMs 生成量은 1mg/l에서 10.7 μ g/l, 5mg/l에서는 73.1 μ g/l, 10mg/l에서는 185 μ g/l가 生成되었다.

3. 活性炭 吸着劑에 依한 THMs 除去

가. 批連續 實驗

活性炭 吸着劑의 平衡 吸着 等온선을 把握하기 위해 非連續實驗을 實施하였다. 接觸時間에 따른 活性炭의 單位g當 腐蝕物 COD(KMnO₄法) 殘留濃도와 COD除去率は Figure 5와 Table 8과 같다.

活性炭의 吸着除去率は 10日 接觸時間 동안에 5.4~31.5% 範圍이었고 산술平均 20.7 \pm 11.5% 이었다. 특히 活性炭의 吸着除去率は 接觸時間 10日 以後부터 거의 變化하지 않았고 平衡 狀態에 到達하였다. 活性炭의 吸着計數 β 와 常數 K를 算定한 結果 $\beta=0.35$ 와 $K=0.095$ 이었다.(Figure 6)

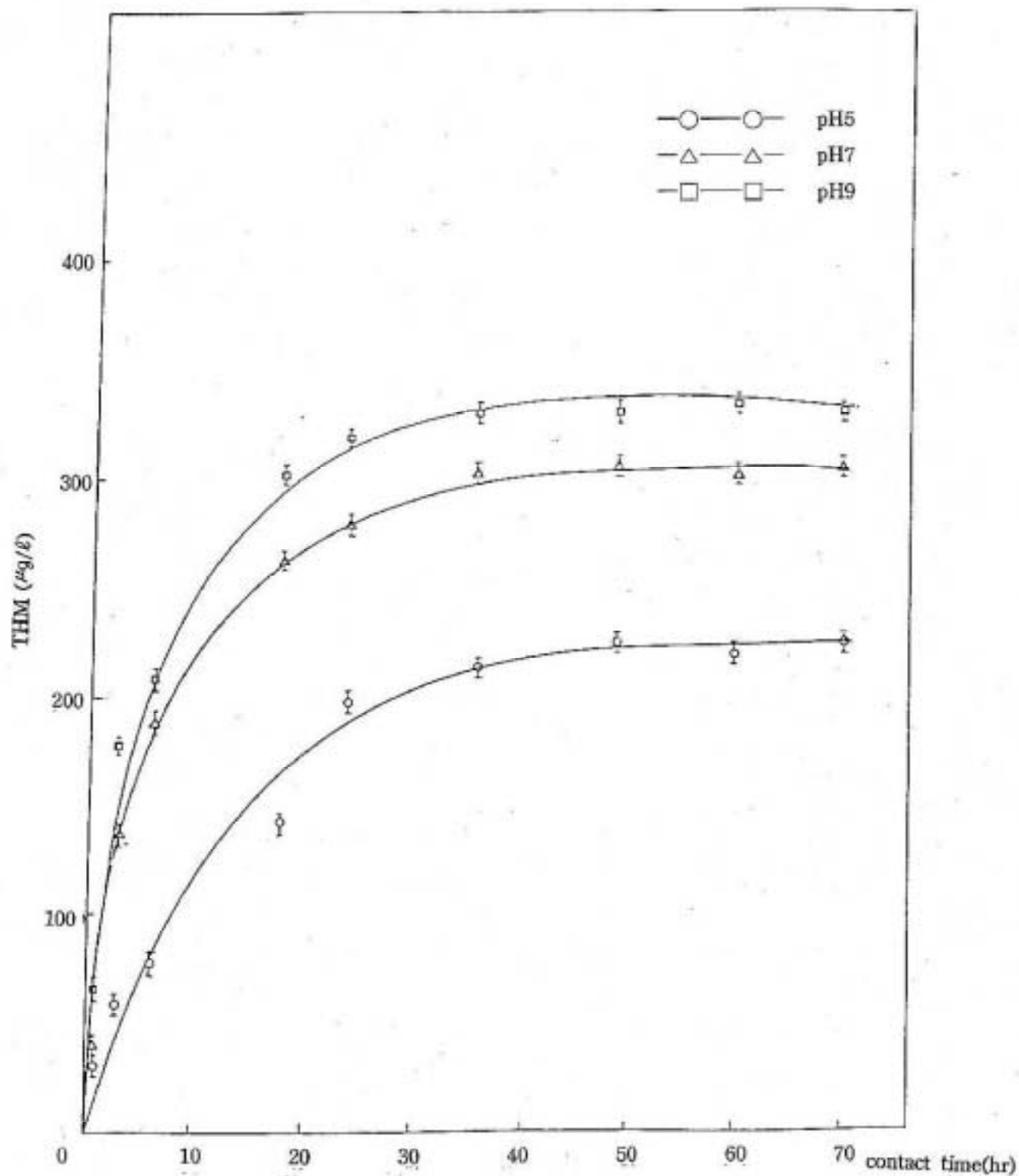


Figure 3. Effect of pH on THMs formation from raw water samples at Duk-San water plant in Pusan, October 1990

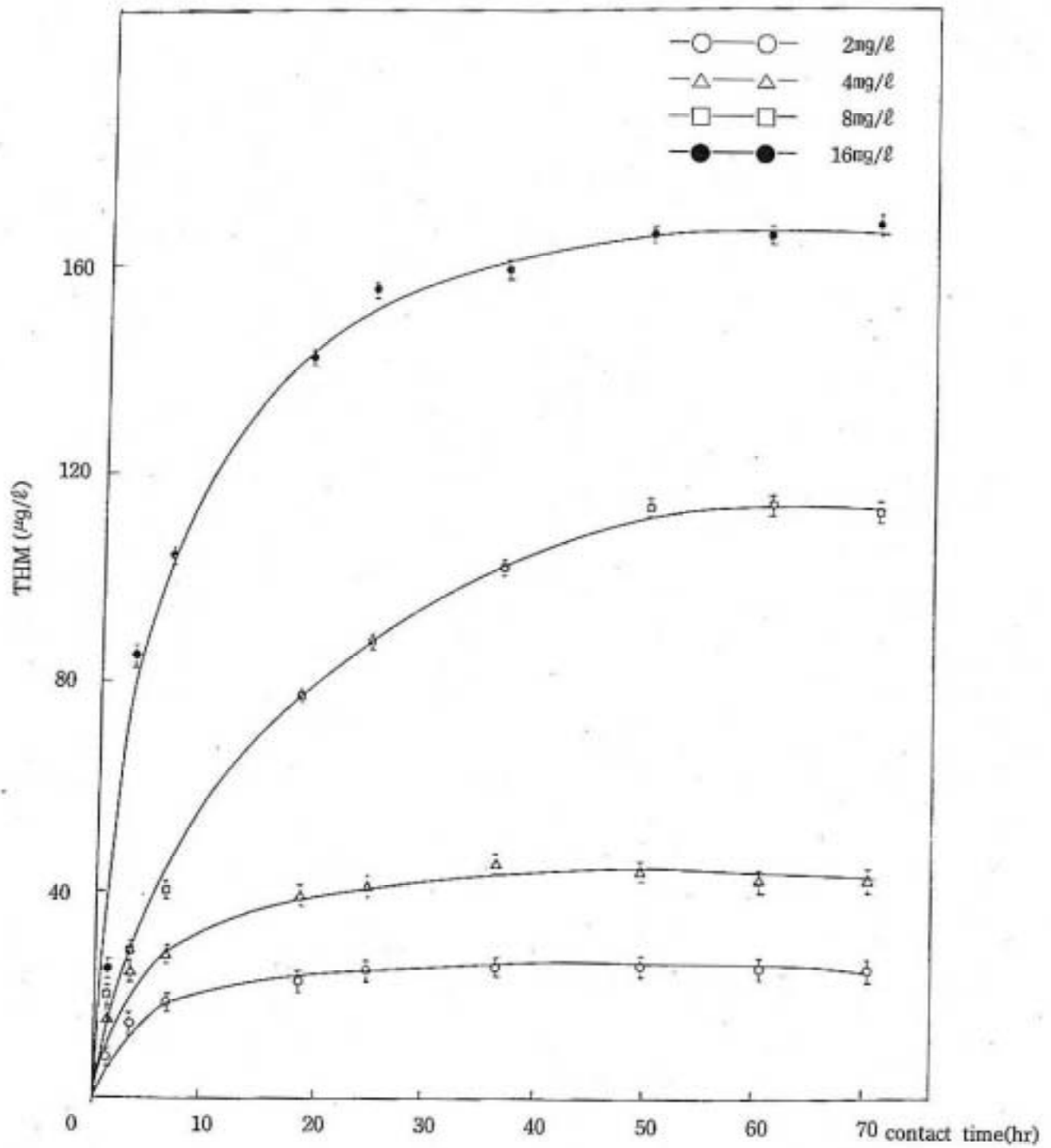


Figure 4. Effect of chlorine dose on THMs formation from raw water samples at Duk-San water plant in Pusan, October 1990

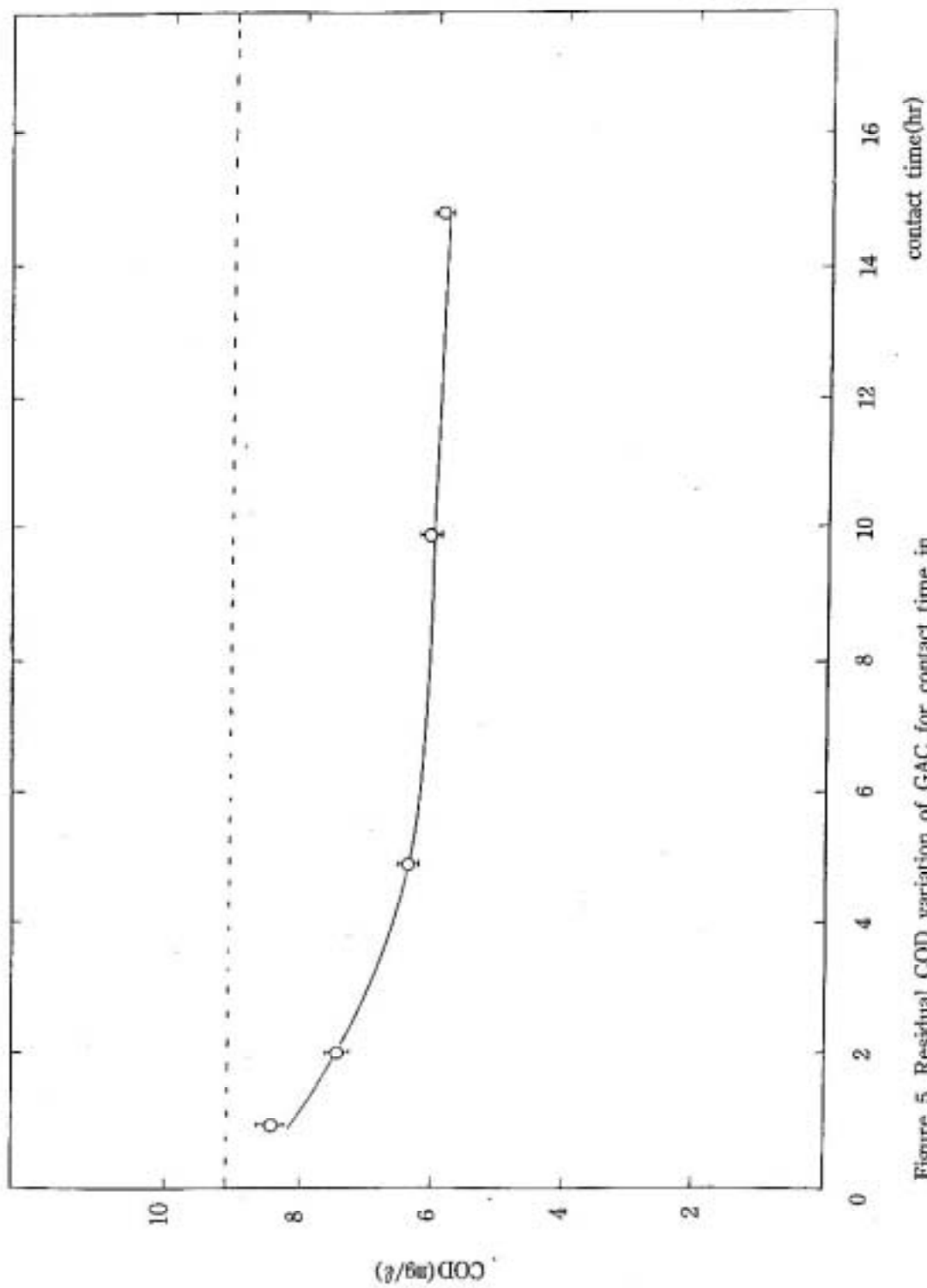


Figure 5. Residual COD variation of GAC for contact time in water added with humic acid

Table 6. THMs concentration by chlorine dose variations from raw water samples at Duk-San water plant in Pusan

		October 1990								unit : $\mu\text{g}/\ell$
dose \ time (mg/ℓ) (day)		1	3	6	18	24	36	48	60	70
2		9.6	15.6	19.9	23.3	24.7	25.6	25.0	24.4	23.8
		± 0.06	± 0.51	± 0.91	± 0.32	± 0.71	± 0.67	± 0.24	± 0.20	± 0.80
4		16.4	25.2	28.3	39.1	41.7	44.9	43.2	40.8	41.4
		± 0.16	± 0.56	± 0.23	± 0.18	± 0.43	± 0.40	± 0.21	± 0.06	± 0.19
8		21.5	28.6	39.7	75.1	85.6	98.3	109.9	110.4	108.0
		± 0.52	± 0.28	± 0.37	± 0.17	± 0.68	± 0.09	± 1.99	± 1.97	± 0.89
16		24.5	83.4	100.8	136.6	149.1	152.6	159.4	158.7	161.3
		± 0.15	± 1.35	± 1.80	± 2.61	± 1.57	± 2.57	± 2.96	± 2.59	± 2.48

Mean \pm S.D.

Table 7. THMs concentration on 24hr in ater added with humic acid disinfected with chlorine

		unit : $\mu\text{g}/\text{ml}$			
dose(mg/ℓ)/THMs		CHCl_3	CHBrCl_2	CHBr_2Cl	CHBr_3
1		10.6 ± 1.2	0.1 ± 0.0	ND	ND
5		72.5 ± 2.6	0.6 ± 0.1	ND	ND
10		184.1 ± 12.5	1.3 ± 0.2	ND	ND

Mean S.D.

Table 8. Residual COD of GAC for contact time in water added with humic acid

contact time(day)	0	1	2	5	10	15
residual conc. (ppm COD/g carbon)	9.2	8.7	7.5	6.7	6.3	6.2
	± 0.4	± 0.3	± 0.2	± 0.3	± 0.2	± 0.2
removal rate(%)	—	5.4	18.5	27.2	31.5	32.6

Mean \pm S.D.

나. 連續實驗

運轉期間에 따른 活性炭 吸着劑 流出水를 鹽素處理한 結果 THMs生成 變化는 Figure 7과 같다.

이때 運轉期間이 길어질수록 THMs의 生成量은 漸次로 增加하여 28日 以後에는 거의 $30\mu\text{g}/\ell$ 濃度の 平衡狀態에 到達하였다. 이때 活性炭 吸着劑의 THMs除去率은 산술平均的으로 約 $88.1\pm 4.3\%$ 이었다.

4. 박테리아 附着 活性炭 吸着劑에 의한 THMs 除去

가. 非連續實驗

박테리아 附着 活性炭의 平衡 吸着 等은성을 把握하기 위하여 非連續 實驗을 實施하였다. 接觸時間에 따른 박테리아 附着 活性炭의 單位g當 腐蝕物의 吸着 除去率 變化는 Figure 8과 Table 9와 같다.

박테리아 附着 活性炭의 吸着除去率은 10日 接觸時間 동안에 25.0~62.0% 이었다. 특히 박테리아 吸着 活性炭의 除去率은 活性炭의 接觸와는 달리 吸着 平衡狀態에 到達된 以後에도 吸着除去가 서서히 일어나고 있었다. 박테리아 吸着 活性炭의 吸着計數 β 와 常數K를 算定한 結果 $\beta=0.32$ 와 $\alpha=0.18$ 이었다.(Figure 9)

나. 連續實驗

運轉期間에 따른 박테리아 附着 活性炭 吸着劑 流出水를 鹽素處理한 結果 THMs 生成 變化는 Figure 10과 같다.

이때 運轉期間이 길어질수록 THMs의 生成量은 漸次로 增加하여 28日 以後에는 거의 $28\mu\text{g}/\ell$ 濃度の 平衡 狀態에 到達하였다. 이때 박테리아 附着 活性炭의 THMs 除去率은 平均的으로 約 $91.1\pm 2.9\%$ 이었다.

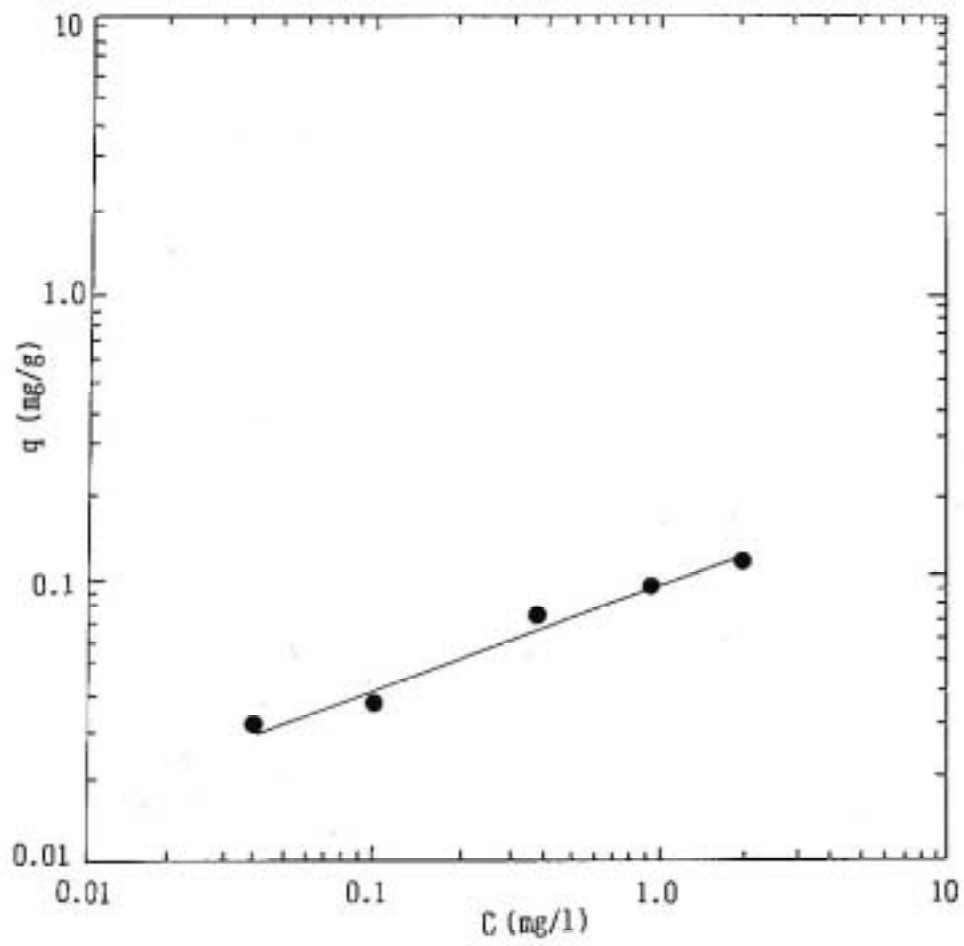


Figure 6. Adsorption isotherms of GAC for water added with humic acid

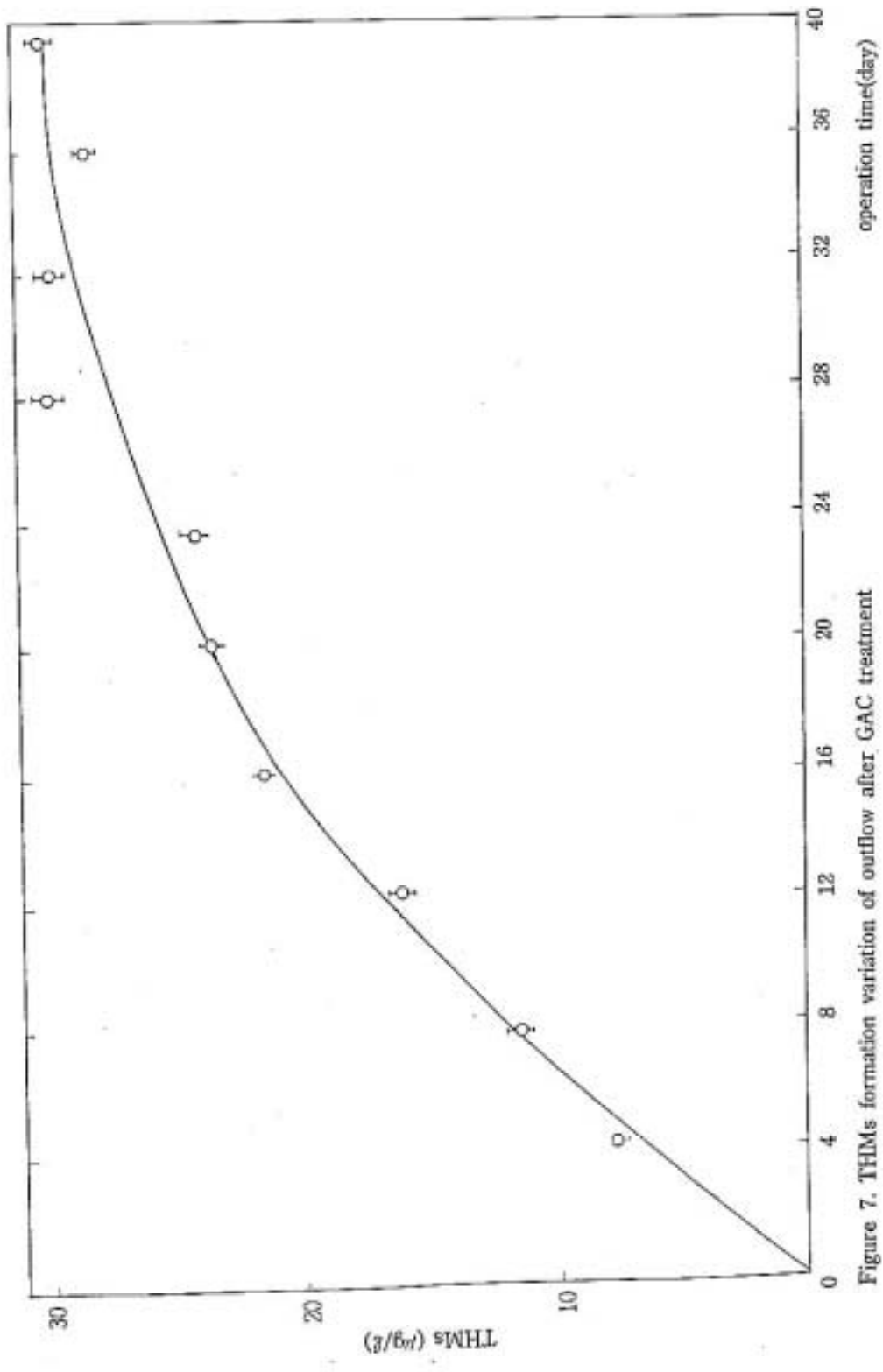


Figure 7. THMs formation variation of outflow after GAC treatment by fluidized bed system

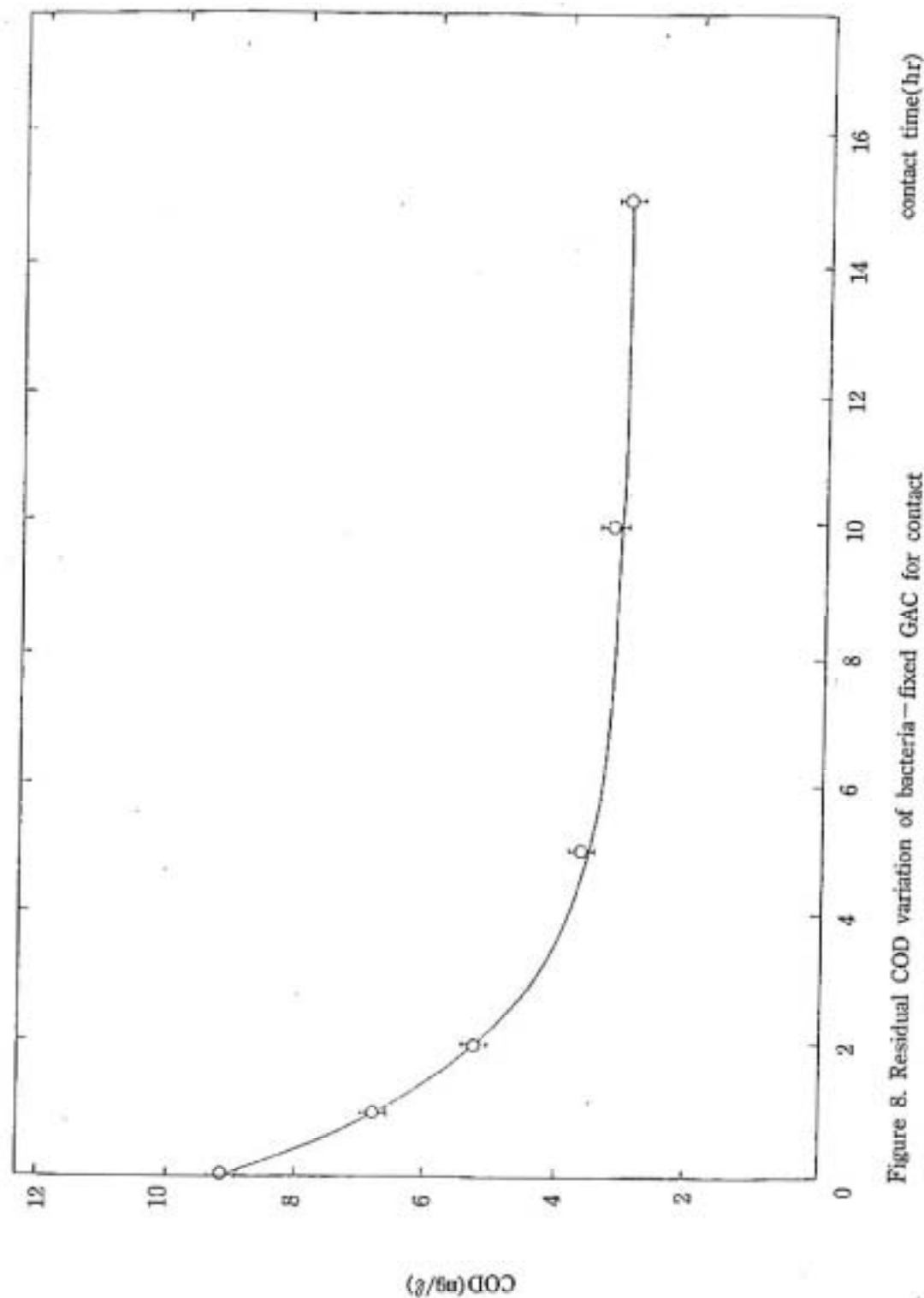


Figure 8. Residual COD variation of bacteria-fixed GAC for contact time in water added with humic acid

Table 9. Residual COD of bacteria-fixed GAC for contact time in water added with humic acid

contact time(day)	0	1	2	5	10	15
residual conc. (ppm COD/g carbon)	9.2 ± 0.4	6.9 ± 0.3	5.2 ± 0.3	3.8 ± 0.2	3.5 ± 0.2	3.3 ± 0.3
removal rate(%)	—	25.0	43.5	58.7	62.0	64.1

Mean ± S.D.

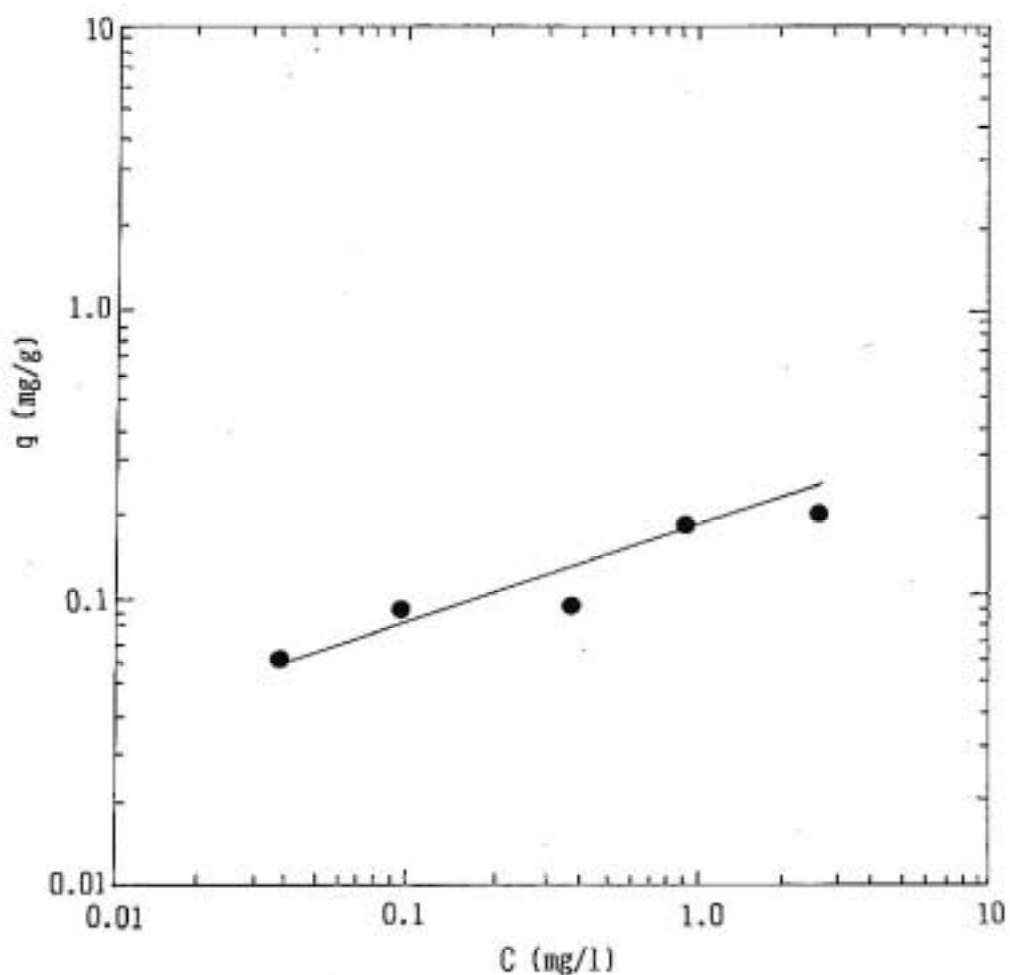


Figure 9. Adsorption isotherms of bacteria-fixed GAC for water added with humic acid

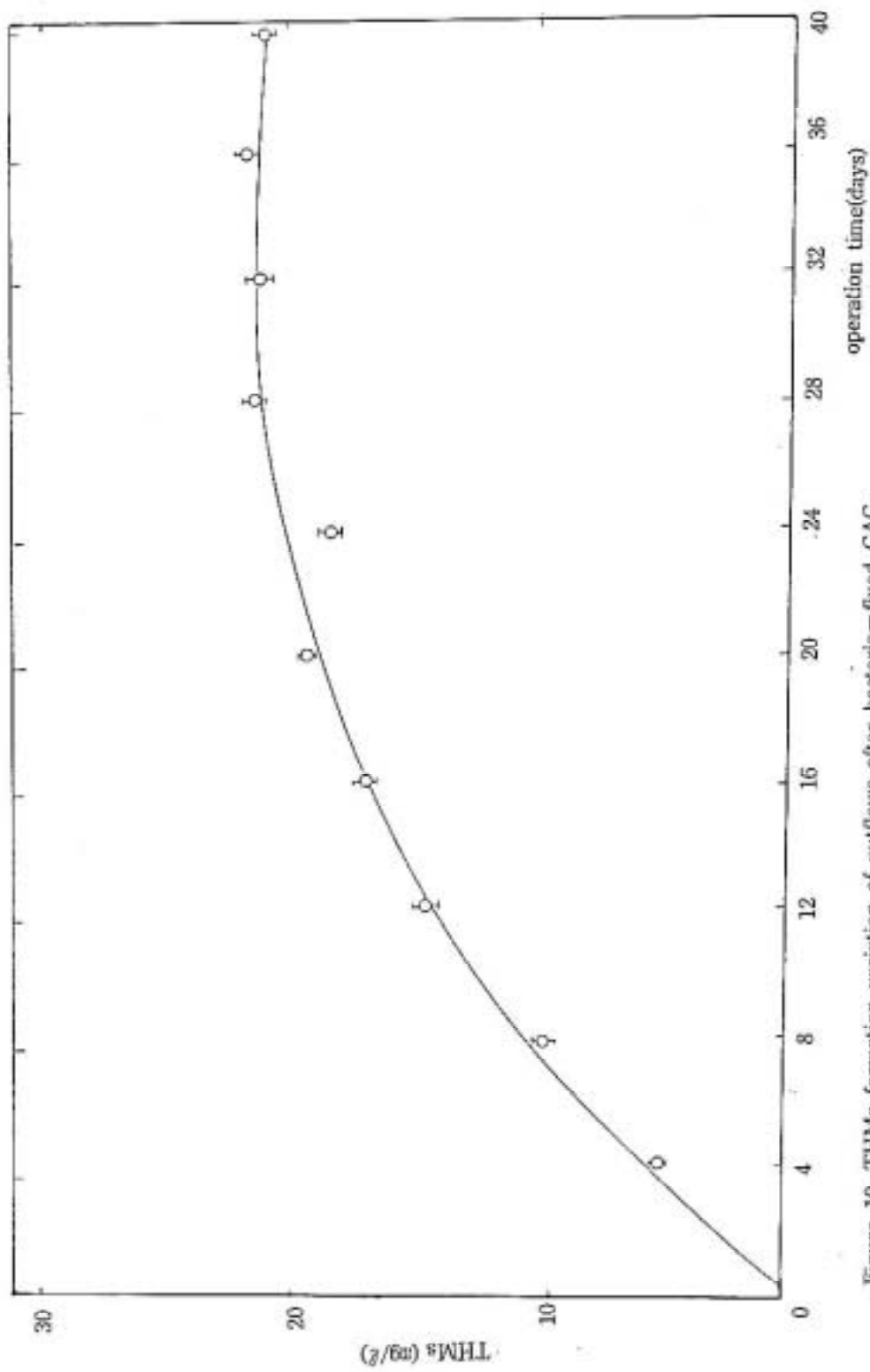


Figure 10. THMs formation variation of outflows after bacteria-fixed GAC treatment by fluidized bed system

IV. 結 論

飲用水의 鹽素消毒에 따른 Trihalomethanes(THMs)의 生成 및 吸着에 關하여 把握하고자 釜山 市民에게 飲用水를 供給하는 洛東江 德山淨水場의 源水, 處理水 및 家庭 水道水 그리고 腐蝕物 添加 試料를 對象으로 THMs生成을 調査하고 流動層 連續 實驗裝置를 利用하여 THMs의 吸着除去率을 活性炭과 박테리아 附着 活性炭에 對하여 測定하였으며 研究結果는 다음과 같다.

1. 釜山市 德山淨水場 源水, 處理水 및 家庭水道水の THMs生成量은 全體 산술 平均的으로 源水는 檢出되지 않았고, 處理水는 $10.12\mu\text{g}/\ell$, 家庭 水道水는 $13.10\mu\text{g}/\ell$ 이었다.
2. 德山淨水場 源水의 水溫, pH, 鹽酸投與量 變化에 따른 THMs生成量은 水溫, pH, 鹽素 投與量이 높을수록, 接觸時間이 길어질수록 增加하였다.
3. 月別에 따른 德山淨水場 處理水와 家庭水道水の THMs生成을 家庭水道水를 $Y(\mu\text{g}/\ell)$ 處理水를 $X(\mu\text{g}/\ell)$ 로 하여 直線 회귀分析을 한 結果 $Y=1.74x-4.50(r=0.88)$ 이었다.
4. 活性炭 및 박테리아 附着 活性炭의 吸着計數 β 는 各各 0.35와 0.32 常數K는 0.095와 0.18 이었다.
5. 活性炭 및 박테리아 附着 活性炭의 THMs除去率은 산술 平均的으로 各各 $88.1\pm 4.3\%$ 및 $91.1\pm 2.9\%$ 이었다.

參 考 文 獻

1. 보건사회부, 음용수관리업무편람, 보건사회부 위생국 음용수관리과편(1991).
2. 보건사회부, 통계연보, 보건사회부편(1991).
3. 옥치상 등, 염소 및 이산화염소에 의한 상수의 소독처리(1989).
4. 정용 등, 상수중 Trihalomethane 제거에 관한 연구(1982).
5. 정용 등, 상수오염에 따른 Trihalomethane 생성능에 관한 연구(1987).
6. 환경처, 환경오염 공정시험법, 환경치편(1990).
7. 조광명, 상수의 삼균과 Trihalomethane의 제거(1979).
8. Josephson, D., "Humic Substances," Environ. Sci. Technol., Vol.16, NO.1(1982).
9. Trussell, R. R., Umphres, M. D. "An Overview of the Analysis of Trace Organics in Water," Jorunal AWWA, Vol.70, 595-607(1978).
10. White, G. C., Handbook of Chlorination, Van Nostrand Reinhold Co. (1989).