水源汚染에 따른 高度 淨水處理 시스템 開發에 관한 硏究

－낙동강 수원을 중심으로－

東亞大學校 敎授
姜 龍 太

1. 序 論

釜山, 嶺南地域의 上水源인 낙동강 수원은 1970년대 이후 급속한 산업의 발달과 인구의 급증으로 유역내의 인접지역으로부터의 家庭下水, 産業廢水 및 農.畜産廢水 등이 수원내의 流入으로 인하여 수원오염이 날로 深化되고 있는 실정이다.

이에 반하여 旣存 淨水시스템은 凝集, 沈澱, 여과 등에 의해 주로 탁질과 浮遊性 colloid 質만을 除去하는 急速濾過方法에 주력해 왔다.

따라서 各種 하.폐수의 流入으로 인한 NH_4－N, BOD, SS, ABS, THM 전구물질 등을 除去할 수 있는 새로운 淨水시스템이 요구되어진다. 이에 대하여 國內外의 硏究는 生物學的 處理에 관한 연구가 Rittmann 과 Sneoyink[1], Jodellah 와 Weber[2], Fujita[3], Dahab[4] 등에 의해서 보고되었고 姜[5]등에 의해서 凝集沈澱에 관한 연구가 보고되었다.

그러므로 본 연구는 전처리방법으로서 生物膜濾過의 處理特性을 평가하고, 또한 전처리하지 않은 원수와 전처리수를 이용하여 凝集劑량에 따른 最適攪拌強度와 攪拌時間을 파악하였다. 또한 傾斜板의 有無에 의한 沈澱水의 수질조사 및 濾過實驗에서는 有效粒徑이 다른 單層濾過池의 濾過繼續時間에 따른 殘留濁度와 損失水頭를 調査하였고, 여층깊이를 달리한 2층여과지의 경우 여과지속시간에 따른 잔류탁도 및 여과속도와 손실수두를 조사하여 最適濾材構成에 관하여 연구하였다.

2. 實驗裝置 및 方法

Fig.1은 實驗에 使用된 Pilot－Plant의 계통도로서 본 시스템을 大別하면 生物膜濾過 工程(Biofilm Filtration Process), 凝集. 沈澱 工程(Flocculation－Sedimentation Process), 濾過 工程(Filtration Process), 오존處理 工程(Ozonation Process), 오존－吸着工程(BAC Process)의 5工程으로 나누어진다.

Pilot－Plant는 정도 높은 실험적 연구를

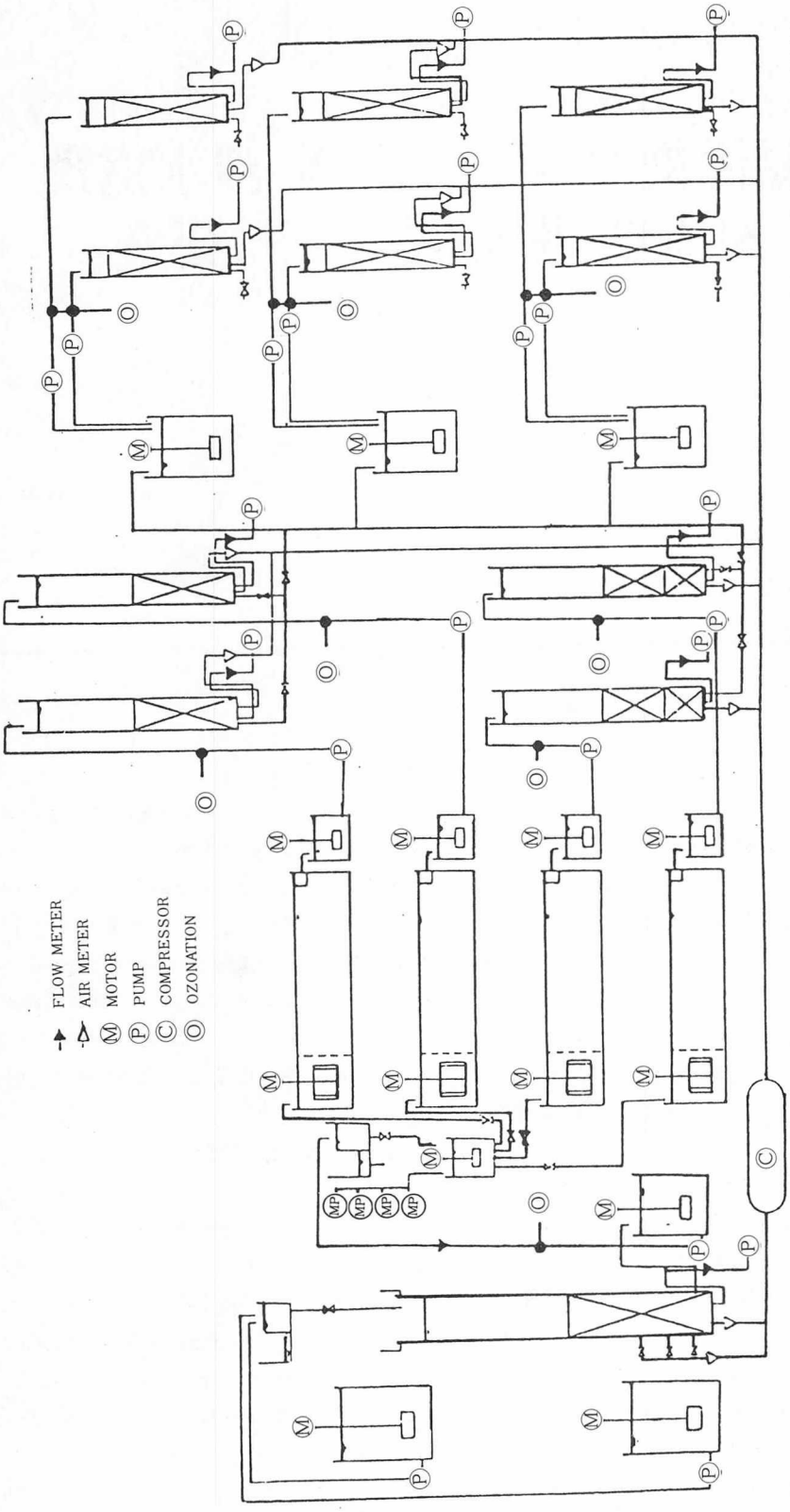


FIGURE 1. SCHEMATIC DIAGRAM OF PILOT PLANT

Table 1. Operational characteristics of biofilm reactor

Parameter	Measurement
Water folw(m^3/day)	0.82
Retention time (min)	10.6
Flow rate (m/day)	60 to 150
Air flow (N1/min)	1.8 to 2.3
Backwash frequency	per 2 weeks
Backwash conditions	Air Suppy:3.5LPM Water supply:4LPM

Table 2. Operational characteristics of flocculatio-nsedimentation basin

Sedimentation basin					Filtration Basin			
	I	II	III	IV	1	4	2	3
G $^{-1}$ (sec)	20	30	40	50	0.53mm sand 60cm	0.85mm anth. 40cm 0.84mm sand 20cm	0.84mm sand 60cm	0.85mm anth. 40cm 0.53mm sand 20cm
*To (min)	38	38	38	38				
**T_1 (hour & min)	4h 7m	4h 7m	4h 7m	4h 7m	single medium	dual media	single medium	dual media

*To : Flocculation Time
**T_1 : Sedimentation Time

Table 3. Water Quality Characteristics by the Biofilm Filter

Parameter	Aug. -Sept.			Jan. -Feb.		
	Influent	Effluent	Removal Rate(%)	Influent	Effluent	Removal Rate(%)
Water Temp.(° C)	13-18	13-19	-	2-5	2-6	-
pH	6.9-7.5	7.1-7.6	-	7.5-7.6	7.5-7.6	-
DO (mg/1)	7-9	8-10	-	11-12	12-13	-
Turbidity(mg/1)	5-10	3-6	35-50	-	-	-
Alkalinity(mg/1)	-	-	-	48-52	44-50	-
SS (mg/1)	5-11	2-6	40-60	-	-	-
BOD(mg/1)	3.2-5.9	2.3-2.9	35-60	-	-	-
KMn0 (mg/1)	14-20	10-14	27-30	-	-	-
NH_4-N (mg/1)	0.2-0.5	0-0.02	90-100	0.80-1.69	0.11-0.52	70-90
ABS (mg/1)	-	-	-	0.91-1.57	0.23-0.52	54-76
Mn (mg/1)	0.04-0.06	N	100	0.031-0.062	0.012-0.031	50-61
Color	18-23	13-18	20-30	8-13	7-11	2-25

위하여 釜山 화명정수장에 設置되어 現場의 실제조건들과 거의 동일한 조건하에서 운영되었다.

원수는 낙동강 물금취수장에서 침사지를 거친 후 전염소처리를 행하지 않은 물을 原水로 사용하였다.

PILOT-PLANT 실험은 Table 1과 Table 2의 실험조건하에서 수행하였다.

3. 實驗結果 및 考察

Fig.2는 NH_4-N의 30 g/m.day부하에서 여층깊이에 따른 NH_4-N, SS,濁度의 除去特性을 나타낸 것으로 여층깊이가 600㎜정도에서 NH_4-N의 除去效率이 80-90%이고, 여층깊이 1100-1200㎜사이에서 各各의 除去效率이 90% 以上으로 거의 일정함을 알 수 있었다.

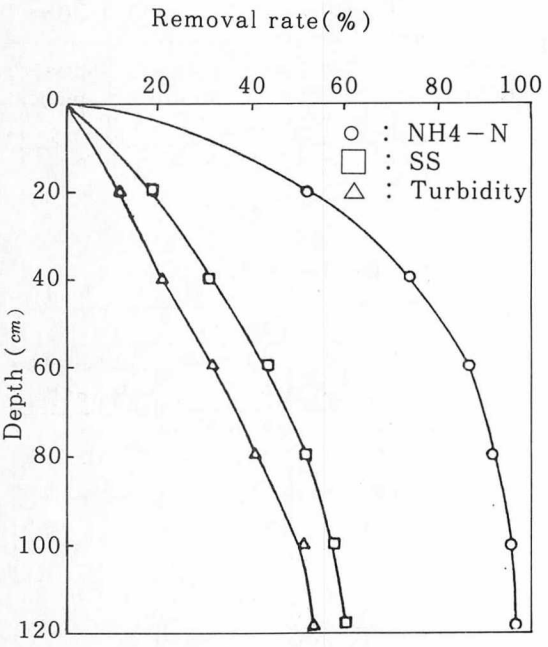


Figure 2. Relationship between depth and removal rate for biofilm reactor

Fig.3은 계절별 濾過速度에 따른 NH_4-N과 ABS의 제거율을 나타내었다.

濾過速度 50-150 m/day에서 암모니아性 窒素의 제거율을 夏季의 경우 濾過速度 120 m/day 以下에서 90%의 除去效率을 나타냈고, 冬季의 경우 여과속도 100 m/day 이하에서 80-90%의 良好한 제거효율을 나타내었으나 여과속도가 夏季에 비해 다소 減速하는 것을 알 수 있었다.

ABS의 경우 冬季(水溫 2-5℃)일 때 濾過速度 100 m/day 이하에서 48-72%의 比較的 良好한 처리효율을 나타내었다.

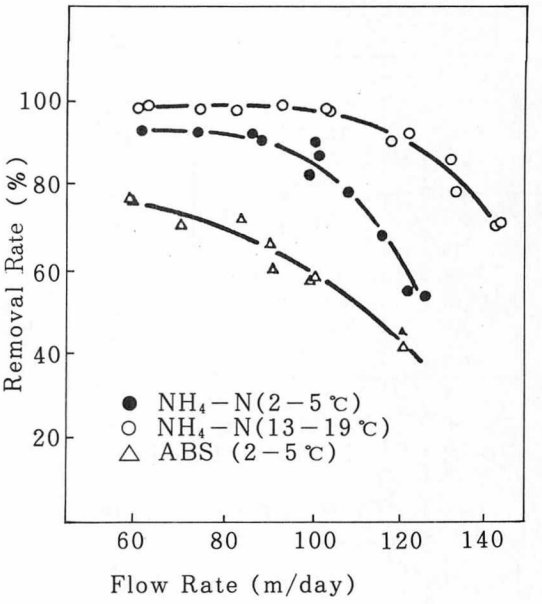
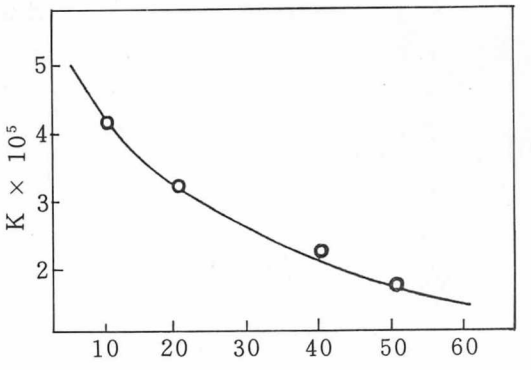


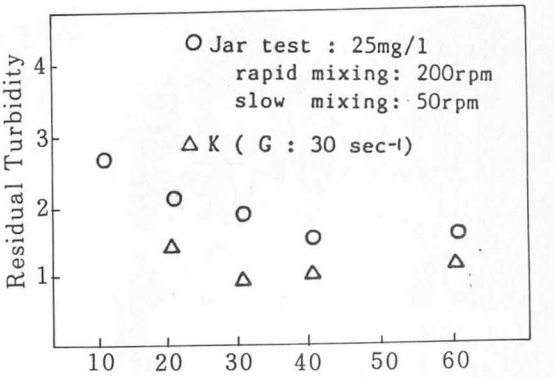
Figure 3. Flow rate versus removal rate of NH_4-N and ABS for biofilm Filtration

Fig.4는 K 와 알루미늄 凝集劑 注入量의 關係를 나타낸 것으로 Alum량 10-50 ㎎/l 에서 K값은 各各 4.1×10^5, 1.6×10^5 이었다. Fig.4로부터 알 수 있는 바와 같이 Alum량이 增加함으로써 最適 攪拌強度 G값은 감소함을 알 수 있었다. 따라서 K값이 주어지면 藥品注入量을 決定 할 수가 있다.



Alum. Concentration (㎎/1)

Figure 4. Relationship between K values and aluminum concentration for flocculation basin



Flocculation time(min)

Figure 5. Comparison between Jar－test and K value for residual turbidity

Fig.5는 JAR－TEST에 의해 決定된 약품량과 K에 의해 구한 약품량을 일정조건하에서 탁질제거효율을 比較하였다. 그 결과 藥品注入量은 C G T로 K값을 결정 한 후 K값에 의해 결정하는 것이 JAR－TEST에 의한 것보다 25－30%의 양호한 濁度除去効率을 나타냄을 알 수 있었다.

Fig. 6은 濾過池의 각 여층별 여과지속시간에 따른 損失水頭의 濁度의 관계를 도시화한 것이다. 이때 濾過速度는 105－230m/day 이며 여층구성은 Table2와 같다.

濾過池 1,2,3,4를 比較實驗한 결과 濾過池 4가 0.3NTU 以下로 良好한 濁度를 나

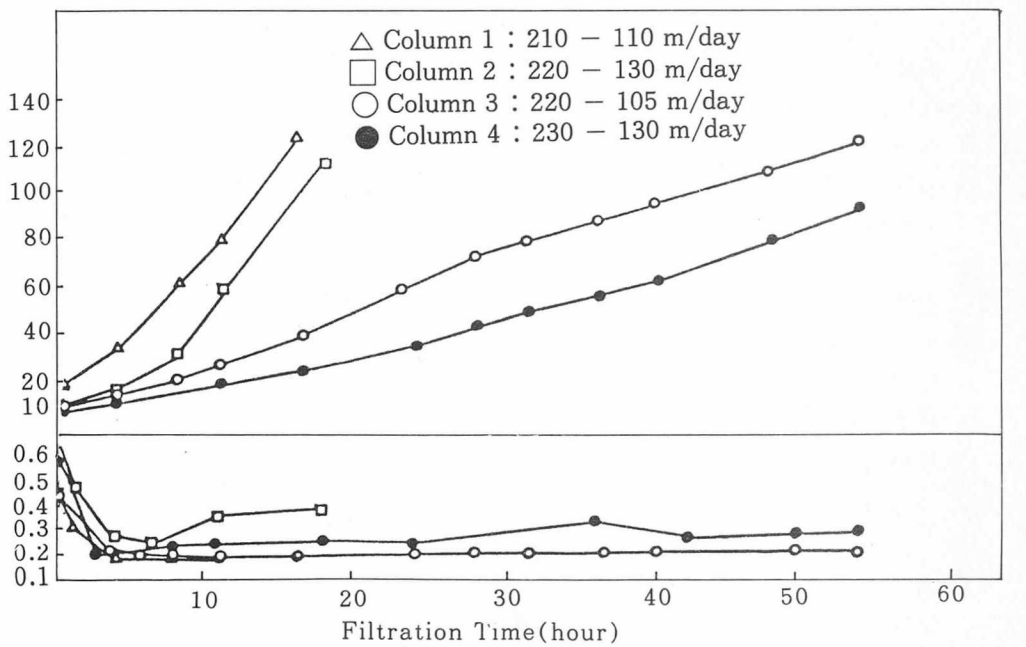


Figure 6. Headloss versus turbidity with filtration time for each filter layer

타내었고 여과지속시간도 50시간 이상으로 됨을 알 수 있었다.

따라서 여과수 濁度는 有效粒徑이 작을수록 양호하고, 여과지속시간은 2층여과가 單層濾過보다 2배 이상의 濾過時間을 持續시킬 수 있음을 알 수 있었다.

4. 結 論

낙동강 수원을 原水로 사용하여 淨水시스템의 PILOT－PLANT 실험결과를 다음과 같이 요약할 수 있었다.

1) 前處理工程인 生物膜濾過法은 濾過速度 100～120m/day 에서 여층깊이 1100－1200㎜로 構成하였을 때 水溫이 7℃ 以下인 경우 NH－N의 제거율이 90～100%이었고, 동계 (水溫 7℃ 以下)인 경우 濾過速度 70～100m/day에서 NH－N와 ABS의 제거율이 각각 70～90%, 50～70%로서 제거효율이 良好함을 알 수 있었다.

2) 藥品注入量의 決定은 JAR－TEST에 의한 결정보다 C G T의 변화에 따라 K 값을 결정한 후 K에 의해 결정하는 것이 25～30% 정도로 濁度除去效率이 양호함을 나타내었다.

3) 濾過池는 單層濾過에 비해 다층여과의 경우가 良質의 處理水(濁度 0.3NTU以下)를 얻을 수 있었고, 여과지속시간도 50시간 以上가 됨으로써 單層濾過보다 여과지속시간이 2배 이상이 됨을 알 수 있었다.

4) 前處理로서 生物膜濾過法, 오존처리 등에 의한 THM 전구물질, 色度, NH－N, 臭氣物質, ABS 등의 제거특성을 考察하고, 後處理 過程炭吸着으로서 오존－活性炭 吸着 (BAC), 소독약품변경으로 인한 高度 淨水效果에 관한 硏究를 계속하고 있다.

參考文獻

1. Rittmann B.E. & Snoeyink V.L. ; Achieving Biologically Stable Drinking Water, Jour. Of Am. Wat. Wks. Ass., pp. 106－113, 1984
2. Jodellah A.M. & Weber Jr W.J. ; Removing Humic Substances by Chemical Treatment and Adsorption, Jour. of Am. Wat. Wks. Ass., pp. 132－137, 1985
3. Fujita Kenji ; Effect of Turbidity on Nitrification Performance in Biofilm Filter, the 39th Sym. of Ja. Wat. Wks. Ass., pp. 206－208, 1988
4. Mohamed F. Dahab, Young Woon Lee ; Nitrate Removal from Water Supplies Using Biological Denitrification, Jour. of WPCF, Vol. 60, pp. 1670－1674, 1988
5. Kang Yong Tae, Chun Yoo Chan, Hyun Kil Soo ; Study on the Improvement of the Clean System by Water Resource Pollution － with regard to the Water Resource in the Nakdong River, the 7th Regional Conference of Asia－Pacifi (IWSA), pp. 45－53, 1989