

# 경기도 지역 내 NOM(Natural Organic Matter) 및 녹조발생에 따른 정수처리공정 염소주입 방안수립과 소독부산물 제어에 관한 연구

< 경기대학교 주 현 중 >

## I. 연구의 목적 및 필요성

최근 기후변화에 따라 조류가 빈번히 발생되고 있으며 이로 인해 NOM에 대한 문제가 제기되고 있다. 소독부산물은 현재 먹는물 수질기준으로 규제하고 있으며, NOM 문제로 인해 소독부산물 제어방안이 필요한 실정이다. 따라서 합리적인 NOM 제거를 위한 고도정수처리공정 적용의 타당성 검토 및 대처방안 수립이 필요하다. 조류발생에 따른 NOM의 문제점과 고도 정수처리공정 적용의 필요성에 따라 본 연구는 조류의 대량 발생에 따른 NOM 제거효율 향상을 위해 경기도 수계 내 적용 가능한 고도정수처리공정 개발 및 적용성 평가에 목적을 두었다.

## II. 연구의 내용 및 범위

본 연구에서는 경기도 내 수계를 대상으로 NOM 및 조류발생 특성을 조사하고, 실험실 규모 테스트와 Test bed 운전을 통해 NOM 제거와 염소주입 위치 및 다양한 조건에 따른 소독부산물 발생을 통해 중소규모 정수처리장 특성에 맞는 고도정

수처리공정의 적용가능성을 평가하고자 한다.

□ 연구의 범위

- 시간적 범위 : 2014년 4월 1일 ~ 2014년 12월 31일 (9개월)
- 공간적 범위 : 경기도 양평군 양서면 양수리 112 (양서정수장)
- 내용적 범위
  - 기본조사 및 현지답사
  - 기존 정수장 운영현황 및 관련자료 조사
  - NOM 및 조류발생 기간을 고려한 합리적인 연구범위와 실험조건 수립
  - 계절별 NOM과 조류발생특성에 대한 상관관계 도출
  - 조건별 NOM과 염소주입에 따른 소독부산물 생성의 상관관계 도출
  - 실험실 규모 실험결과를 통한 실 정수처리공정 적용
  - 정수처리공정에서 소독부산물 제어를 위한 염소주입 방안 수립 및 적용성 평가

□ 연구의 절차 및 목표

1 연구배경 및 문헌고찰	2 정수처리공정의 문제점 제시	3 해결방안수립 고도정수처리 적용	4 Lab test 및 Test bed 운전
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 정수관련 규정</li> <li>▶ 수돗물 관리 지침 현황</li> <li>▶ 최근 국내 정수처리 현황</li> <li>▶ 국내외 먹는 물 수질기준</li> <li>▶ 하천, 호소 등 수질 현황</li> </ul> <p style="text-align: center; color: red;"><b>조류발생 현황 분석</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ NOM 특성 조사</li> <li>▶ NOM의 문제점</li> <li>▶ 소독부산물의 특성 및 정수처리공정 영향</li> </ul> <p style="text-align: center; color: red;"><b>문제점 분석</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 고도처리공정 조사</li> <li>▶ 공정별 비교검토 및 평가</li> <li>▶ 연구주제 부합 공정 선정</li> <li>▶ 공정선정의 당위성 제시</li> <li>▶ 부지, 유지관리, 공사비 등</li> </ul> <p style="text-align: center; color: red;"><b>해결방안 수립</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 실험실 규모 Test 수립</li> <li>▶ 실제 정수처리공정 적용</li> <li>▶ 공정별 처리효율 평가</li> <li>▶ 소독부산물 제어</li> <li>▶ 수질기준 확보</li> </ul> <p style="text-align: center; color: red;"><b>최적 제거방안 도출</b></p>



**조류와 NOM 제거를 위한 최적 해결방안 및 고도처리공정 수립**  
**소독부산물 제어방안 수립 및 먹는물 수질감시항목기준 만족 : 0.1 mg/L 이하 만족**

III. 연구결과

NOM 제거효율을 평가하기 위해 PAC를 조건별로 주입하였으며, 소독부산물 발

생특성을 도출하고자 조건별 Humic acid와 Cl<sup>-</sup>농도를 설정하여 Lab. test를 실시하였으며, 현장 Test bed를 구축하여 NOM 제거효율과 소독부산물 제어방안을 수립하였다. NOM 제거를 위한 실험실 규모 실험 및 운전조건을 표 1,2에 나타내었으며, 소독부산물 발생특성을 평가하기 위한 실험 및 운전조건을 표 3,4에 나타냈다.

**표 1** 실험실 규모 PAC Jar-test 실험조건

Influent NOM conc.	PAC dosage	Temperature
Humic acid <sup>a)</sup>	30 <sup>b)</sup>	5-30 <sup>c)</sup>

a) Influent concentration (mg/L)

- Humic acid : 1, 2, 3, 4, 5, 6 (여름철 북한강 수계 평균 TOC, DOC 농도)

b) PAC dosage (mg/L) : 2013년도 연구 (Geosmin, 2-MIB 제거 최적 PAC 주입농도)

c) Temperature (°C) : 5, 10, 20, 30

**표 2** 실험실 규모 PAC Jar-test 운전조건

Volume, L	Reaction time, min	pH	Rapid velocity, RPM
4	30 <sup>a)</sup>	7.0~7.5	150

a) Reaction time : 2013년도 연구 (Geosmin, 2-MIB 제거 최적반응시간 25분 이상)

**표 3** 실험실 규모 소독부산물 발생 Jar-test 실험조건

Influent NOM conc.	NaOCl dosage	Temperature
Humic acid <sup>a)</sup>	5	5-30 <sup>c)</sup>

a) Influent concentration (mg/L)

- Humic acid : 1, 2, 3, 4, 5, 6 (여름철 북한강 수계 평균 TOC, DOC 농도)

b) NaOCl (%) : 유효염소농도 5~6%, 상수도시설기준, 2010

c) Temperature (°C) : 5, 10, 20, 30

**표 4** 실험실 규모 소독부산물 발생 Jar-test 운전조건

Volume, L	Reaction time, min	pH	Rapid velocity, RPM
4	20 <sup>a)</sup>	7.0~7.5	150

a) Reaction time : 염소 반응시간

#### □ Lab. scale NOM 흡착 실험결과

Lab. scale NOM 흡착 실험을 위해 Humic acid (ALDRICH, CAS:1415-93-6)를 이용하여 초기 원수를 제조하였으며, Humic acid 농도별로 TOC와 DOC농도를 측정하였다. Humic acid 농도별로 PAC 30 mg/L를 주입하였으며, 반응시간 30분 후 각 운전조건에 따라 TOC와 DOC의 제거특성을 확인하였다. 그 결과를 표 5에

나타내었다.

표 5 Lab. scale NOM 흡착실험결과

Influent Humic, mg/L			Experiment conditions : PAC dosage 30 mg/L, React time 30 min			
			Temperature, °C			
			5	10	20	30
1	TOC	0.349	0.041	0.039	0.035	0.032
	DOC	0.312	0.033	0.033	0.028	0.025
2	TOC	0.762	0.042	0.038	0.036	0.033
	DOC	0.712	0.031	0.036	0.029	0.027
3	TOC	1.025	0.035	0.033	0.031	0.030
	DOC	0.995	0.027	0.024	0.023	0.021
4	TOC	1.318	0.031	0.029	0.025	0.021
	DOC	1.262	0.024	0.021	0.020	0.019
5	TOC	1.525	0.048	0.043	0.043	0.041
	DOC	1.507	0.039	0.035	0.034	0.030
6	TOC	1.830	0.551	0.528	0.516	0.487
	DOC	1.778	0.504	0.478	0.452	0.407

Lab. scale NOM 흡착실험 결과 수온이 증가할수록 TOC, DOC가 PAC에 흡착되어 제거효율이 증가하는 것으로 나타났다. Humic acid 5 mg/L의 경우 초기 TOC와 DOC 농도가 1.525, 1.507 mg/L로 나타났으며, 수온별 5, 10, 20, 30°C에서 TOC의 경우 96.8 ~ 97.3%의 제거효율을 보였으며, DOC의 경우는 97.4 ~ 98.0%의 제거효율을 나타냈다. 반면 Humic acid 6 mg/L의 경우 초기 TOC와 DOC 농도가 1.830, 1.778 mg/L로 나타났으며, 수온별 5, 10, 20, 30°C에서 TOC 제거율은 69.9 ~ 73.4%, DOC 제거율은 71.7~77.1%로 제거율이 감소한 것으로 나타났다. 이는 Humic acid 5 mg/L에서 활성탄 흡착이 대부분이 이루어져서 Humic acid 6 mg/L에서 활성탄 제거효율이 감소한 것으로 판단된다.

□ Lab. scale 소독부산물 실험결과

Lab. scale 소독부산물 발생 실험을 위해 Humic acid (ALDRICH, CAS:1415-93-6)를 이용하여 초기 원수를 제조하였으며, Humic acid 농도별로 TOC와 DOC 농도를 측정하였으며 실험결과를 표 6에 나타내었다. Lab. scale 소독부산물 발생 특성 결과 수온이 증가할수록 소독부산물의 대표적인 물질인 THMs와 HAAs 농도가 증가하는 경향을 보였다. Humic acid 3 mg/L에서 TOC, DOC는 1.015, 0.965 mg/L로 나타났으며, 수온별 THMs, HAAs는 0.072 ~ 0.094, 0.050~ 0.071 mg/L로 소독부산물 먹는물 수질기준을 만족하였다.

표 6 Lab. scale 소독부산물 발생 실험결과

Experiment conditions : NaOCl dosage 5 %, React time 20 min							
Influent	Humic, mg/L	DBPs, mg/L	Temperature, °C				
			5	10	20	30	
1	TOC	0.322	THMs	0.033	0.037	0.040	0.048
	DOC	0.310	HAAs	0.014	0.016	0.017	0.022
2	TOC	0.718	THMs	0.052	0.067	0.069	0.075
	DOC	0.688	HAAs	0.042	0.048	0.052	0.056
3	TOC	1.015	THMs	0.072	0.084	0.086	0.094
	DOC	0.965	HAAs	0.050	0.061	0.064	0.071
4	TOC	1.336	THMs	<b>0.101</b>	<b>0.110</b>	<b>0.112</b>	<b>0.119</b>
	DOC	1.158	HAAs	0.079	0.086	0.092	0.096
5	TOC	1.548	THMs	<b>0.114</b>	<b>0.128</b>	<b>0.134</b>	<b>0.140</b>
	DOC	1.461	HAAs	<b>0.100</b>	<b>0.104</b>	<b>0.108</b>	<b>0.110</b>
6	TOC	1.804	THMs	<b>0.129</b>	<b>0.136</b>	<b>0.138</b>	<b>0.139</b>
	DOC	1.622	HAAs	<b>0.107</b>	<b>0.115</b>	<b>0.121</b>	<b>0.124</b>

그러나 Humic acid 4 mg/L 조건에서는 THMs는 수온별로 수질기준인 0.1 mg/L를 초과하였으며, Humic acid 5 mg/L 조건에서 THMs, HAAs 모두 소독부산물 수질기준인 0.1 mg/L를 초과하는 것으로 나타났다. 따라서 염소소독 전 TOC, DOC 농도는 1.015, 1.158 mg/L 이하로 제거가 필요하며, 안전성을 고려할 때 TOC, DOC 농도가 1 mg/L 이하로 충분히 제거가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

□ Test bed 운전결과

○ 북한강 수계의 원수 성상

Test bed 반응기가 설치된 양서정수장 인근 북한강 수계 원수 성상결과를 표 7에 나타내었다. 조사결과 수온은 평균 21.5°C를 보였고, pH 8.1, DO 9.9 mg/L, 탁도 3.17 NTU의 평균값을 나타냈다. 또한 Geosmin은 평균 72.2 ng/L, Chl-a 9.2 mg/m<sup>3</sup>, TOC, DOC, UV254은 각각 평균 0.643, 0.577, 0.026 mg/L를 나타냈다.

표 7 북한강 수계 원수성상 현황(2014.04~2014.07)

Parameter	Min.	Max.	Ave.
수온 (°C)	10.7	28.3	21.5
pH	7.7	9.5	8.1
DO (mg/L)	8.7	12.5	9.9
탁도 (NTU)	1.17	6.82	3.17
Geosmin (ng/L)	1.0	802.0	72.2
Chl-a (mg/m <sup>3</sup> )	1.6	40.9	9.2
유해남조류 세포수 (cell/mL)	-	13,958	1,287
TOC (mg/L)	0.011	2.021	0.643
DOC (mg/L)	0.008	1.950	0.577
UV254 (ABS)	0.001	0.096	0.026

○ 현장 Test bed 운전 결과

양서정수장을 대상으로 재래식 정수처리공정과 F/A공정, PAC, 막 여과장치와 F/A가 결합된 복합공정을 구성하여 녹조발생에 따른 NOM과 맛·냄새물질의 제거 특성을 평가하였다. 기존 재래식 정수처리공정의 경우 탁도와 클로로필은 제거되는 것으로 나타났으나 맛·냄새물질과 NOM은 제거효율이 낮은 것으로 나타났다. F/A 공정을 적용한 결과 탁도, 클로로필 외 맛·냄새물질인 2-MIB와 Geosmin은 제거효율이 높으나, NOM의 경우 제거가 이루어지지 않는 것으로 나타났다.

PAC, 막 여과장치와 F/A를 결합한 복합공정 적용의 경우 탁도, 클로로필, 2-MIB, Geosmin 및 NOM 물질인 TOC와 DOC까지 높은 제거효율을 보는 것으로 나타났다.

표 8 후염소 주입에 따른 소독부산물 발생특성 평가

Parameter	TOC, mg/L			DOC, mg/L			THMs, mg/L		
	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.	Ave.
모래여과지	0.973	1.543	1.284	0.887	1.530	1.164	-	-	-
정수지	0.964	1.515	1.260	0.874	1.415	1.120	0.012	0.064	0.030

따라서 녹조 발생에 따른 맛·냄새물질 외에 소독부산물 전구물질인 NOM 제거를 고려하였을 경우 PAC, 막 여과장치와 F/A가 결합된 복합공정의 적용이 적합할 것으로 판단된다.

한편, 소독부산물 제어를 위해 후염소 주입방안을 수립하여 모래여과 처리수에 후염소를 주입을 통해 소독부산물의 종류 THMs의 발생특성을 평가한 결과 Test bed 운전기간 중 먹는물 수질기준인 0.1 mg/L 이하를 모두 만족하였다. 따라서 녹조발생에 따른 PAC, 막 여과장치와 F/A가 결합된 복합공정의 적용은 최근 북한강 수계 내 문제가 되고 있는 맛·냄새물질과 NOM 제거 뿐만 아니라 후염소 주입방안 도출을 통해 염소주입 시 반드시 발생되는 소독부산물 발생까지 동시에 제어할 수 있는 고도정수처리공정으로 판단되며, 안전성을 고려하였을 경우 적용이 매우 적합한 고도처리공정으로 판단된다.

#### IV. 연구결과의 활용계획

- 향후 경기도 지역 수계에서 발생하는 자연유기물에 대한 기초자료 확보
- 조류 방지 대책에 대한 기초자료로 활용 가능
- Humic acid 농도별 TOC, DOC 발생농도를 도출함으로써 자연유기물에 대한 Lab. test 기초자료로 활용 가능
- 소독부산물 제어를 위한 자연유기물 농도 Dead point 수립 및 제시 가능
- 중소규모 정수처리장 소독부산물에 대한 관리 지침 및 제어방안으로 활용

**A study on establishment of  
chloride infusion scheme in the  
water treatment process and control  
of by-products of disinfection due  
to occurrence of water bloom and  
NOM(natural organic matter) inside  
Kyeonggi province**

*< kyonggi Univ. Hyun jong Joo >*

**I. Objectives and Importance**

Recently, current is frequently occurring due to the climate change, due to which NOM-related problems are being raised. Currently, the by-products are being regulated based on the drinking water standard and the situation is that disinfection by-product control scheme is needed due to the NOM problems. Thus, review of validity of the application of the advance water treatment process for reasonable NOM removal and establishment of coping scheme need to be established. Because of the problems of NOM according to the occurrence of currents and necessity of the application of advanced water treatment process, this study has the purpose of developing and assessment of the applicability of advance water treatment process which can be applied in Kyeonggido in order to improve the NOM removal efficiency according to

the mass occurrence of currents.

## II. Research scope

This study intends to survey the characteristics of the occurrence of currents and NOMs on the water system in Kyeonggido and assess the applicability of the advanced water treatment process which suits the characteristic of the small or medium size water treatment plant through occurrence of disinfection by-products according to the various conditions like chloride injection location and NOM removals through laboratory size test and test bed operation.

## III. Results

The PAC was injected by each condition to assess NOM removal efficiency, the condition-specific Humic acid and Cl<sup>-</sup> densities were set and lab test was performed to deduce the characteristics of occurrence of disinfection by products and by establishing the on-site test bed, the NOM removal efficiency and disinfection byproducts control scheme were established. The lab size test and operation condition for NOM removal are displayed in Table 1 and 2 and the experiment and operation condition for the assessment of occurrence characteristic of byproducts were displayed in table 3 and 4.

**Table 1** Experiment condition of lab. scale PAC Jar-test

Influent NOM conc.	PAC dosage	Temperature
Humic acid <sup>a)</sup>	30 <sup>b)</sup>	5-30 <sup>c)</sup>

a) Influent concentration (mg/L)

– Humic acid : 1, 2, 3, 4, 5, 6

b) PAC dosage (mg/L) : research of 2013

c) Temperature (°C) : 5, 10, 20, 30

**Table 2** Operation condition of lab. scale PAC Jar-test

Volume, L	Reaction time, min	pH	Rapid velocity, RPM
4	30 <sup>a)</sup>	7.0~7.5	150

a) Reaction time : research of 2013

**Table 3** Experiment condition DBP's lab. scale Jar-test

Influent NOM conc.	NaOCl dosage	Temperature
Humic acid <sup>a)</sup>	5	5-30 <sup>c)</sup>

a) Influent concentration (mg/L)

- Humic acid : 1, 2, 3, 4, 5, 6

b) NaOCl (%) : 5~6%

c) Temperature (°C) : 5, 10, 20, 30

**Table 4** Operation condition DBP's lab. scale Jar-test

Volume, L	Reaction time, min	pH	Rapid velocity, RPM
4	20 <sup>a)</sup>	7.0~7.5	150

a) Reaction time

The initial raw water was produced using the Humic acid (ALDRICH, CAS:1415-93-6) in order for the lab scale NOM absorption experiment and the TOC and DOC densities were measured by each humic acid density. PAC 30 mg/L has been injected for each humic acid density and the TOC and DOC removal characteristics were verified on each operation condition after 30 minute from the reaction time. The result is shown in table 5.

**Table 5** Results of lab. scale NOM adsorption

Influent Humic, mg/L		Experiment conditions : PAC dosage 30 mg/L, React time 30 min				
		Temperature, °C				
		5	10	20	30	
1	TOC	0.349	0.041	0.039	0.035	0.032
	DOC	0.312	0.033	0.033	0.028	0.025
2	TOC	0.762	0.042	0.038	0.036	0.033
	DOC	0.712	0.031	0.036	0.029	0.027
3	TOC	1.025	0.035	0.033	0.031	0.030
	DOC	0.995	0.027	0.024	0.023	0.021
4	TOC	1.318	0.031	0.029	0.025	0.021
	DOC	1.262	0.024	0.021	0.020	0.019
5	TOC	1.525	0.048	0.043	0.043	0.041
	DOC	1.507	0.039	0.035	0.034	0.030
6	TOC	1.830	0.551	0.528	0.516	0.487
	DOC	1.778	0.504	0.478	0.452	0.407

According to the lab size NOM absorption experiment result, as the water temperature increases, the TOC and DOC are absorbed in the PAC and the removal efficiency increased. In the case of the Humic acid 5 mg/L, the initial TOC and DOC densities were 1.525 and 1.507 mg/L each, and at different temperatures like 5, 10, 20, 30°C, the TOC showed 96.8%~97.3% of removal efficiency and DOC showed 97.4%~98% of removal rate. On the other hand, in the case of the Humic acid 6 mg/L, the initial TOC and DOC densities were 1.830 and 1.778 mg/L each and at different water temperatures like 5, 10, 20, 30°C, the TOC's removal rate decreased to 69.9 ~ 73.4% and DOC's removal also decreased to 71.7~77.1%. This is judged to be because absorption of the most of the activated carbon was made in the Humic acid 5 mg/L and thus the activated carbon removal efficiency decreased in the Humic acid 6 mg/L.

The initial raw water was produced using the Humic acid (ALDRICH, CAS:1415-93-6) in order for the lab scale disinfection byproduct occurrence experiment, the human acid-specific TOC and DOC densities were measured and the experiment result is shown in table 6. According to the lab scale disinfection byproduct occurrence characteristics result, as the water temperature increased, the representative disinfection byproducts, densities of the THMs and HAAs showed an increasing trend. In the Humic acid 3 mg/L, the TOC and DOC were 1.015 and 0.965 mg/L, and the water temperature-specific THMs and HAAs were 0.072 ~ 0.094 and 0.050~ 0.071 mg/L and thus the disinfection byproduct satisfied the edible water criteria.

Table 6 Results of DBP's Lab. scale test

Experiment conditions : NaOCl dosage 5 %, React time 20 min							
Influent	Humic, mg/L	DBPs, mg/L	Temperature, °C				
			5	10	20	30	
1	TOC	0.322	THMs	0.033	0.037	0.040	0.048
	DOC	0.310	HAAs	0.014	0.016	0.017	0.022
2	TOC	0.718	THMs	0.052	0.067	0.069	0.075
	DOC	0.688	HAAs	0.042	0.048	0.052	0.056
3	TOC	1.015	THMs	0.072	0.084	0.086	0.094
	DOC	0.965	HAAs	0.050	0.061	0.064	0.071
4	TOC	1.336	THMs	<b>0.101</b>	<b>0.110</b>	<b>0.112</b>	<b>0.119</b>
	DOC	1.158	HAAs	0.079	0.086	0.092	0.096
5	TOC	1.548	THMs	<b>0.114</b>	<b>0.128</b>	<b>0.134</b>	<b>0.140</b>
	DOC	1.461	HAAs	<b>0.100</b>	<b>0.104</b>	<b>0.108</b>	<b>0.110</b>
6	TOC	1.804	THMs	<b>0.129</b>	<b>0.136</b>	<b>0.138</b>	<b>0.139</b>
	DOC	1.622	HAAs	<b>0.107</b>	<b>0.115</b>	<b>0.121</b>	<b>0.124</b>

However, in the Humic acid 4 mg/L condition, the THMs exceeded the water quality standard of 0.1 mg/L for each water temperature and in the Humic acid 5 mg/L condition, both the THMs and HAAs exceeded the water quality criteria for disinfection by products of 0.1mg/L. Thus, the TOC and DOC densities before the disinfection of chloride are 1.015 and 1.158 mg/L thus need removals, and it is judged that considering the safety, the densities of TOC and DOC should be amply removed to be under 1 mg/L.

The raw water density result of the water system in Bukan river close to Yangseo filtration plant installed in the test bed reactor has been shown in table 7. According to the survey result, the average water temperature was 21.5°C, pH 8.1, DO 9.9 mg/L and turbidity 3.17 NTU on average. Also, the Geosmin was 72.2 ng/L on average, Chl-a 9.2 mg/m<sup>3</sup> and the TOC, DOC and UV254 values were 0.643, 0.577 and 0.026 mg/L each on average.

**Table 7** Characteristic of Bukhan river(2014.04~2014.07)

Parameter	Min.	Max.	Ave.
Temperature (°C)	10.7	28.3	21.5
pH	7.7	9.5	8.1
DO (mg/L)	8.7	12.5	9.9
Turbidity (NTU)	1.17	6.82	3.17
Geosmin (ng/L)	1.0	802.0	72.2
Chl-a (mg/m <sup>3</sup> )	1.6	40.9	9.2
Algae counts (cell/mL)	–	13,958	1,287
TOC (mg/L)	0.011	2.021	0.643
DOC (mg/L)	0.008	1.950	0.577
UV254 (ABS)	0.001	0.096	0.026

A complex process which combined the conventional water treatment process, F/A process, PAC and membrane filtration unit and F/A with the Yangseo filtration plant as the object was composed and the NOM according to the occurrence of water bloom and the removal characteristic of flavor and smell substances were assessed. In the conventional water treatment process, the turbidity and chlorophyll were removed, but the taste and smell substances and NOM showed low removal efficiency. According to the application result of the F/S process, the taste and smell substances other than the turbidity and chlorophyll, the 2-MIB and Geosmin had high removal rate but in the NOM, the removal did not appear.

When PAC, in the case of the application of complex process combining PAC, membrane filtering device and F/S, the turbidity and chlorophyll and 2-MIB and Geosmin and NOM substances, the TOC and DOC showed high removal rate.

Thus, it is judged that the application of the complex process which combines the PAC, membrane filtering device and F/A will be appropriate when considering the removal of NOM, the precursor of disinfection byproducts other than taste and odor substances caused by occurrence of water-bloom.

**Table 8** Characteristics Evaluation of DBP's generated after chlorine injection

Parameter	TOC, mg/L			DOC, mg/L			THMs, mg/L		
	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.	Ave.
sand filter	0.973	1.543	1.284	0.887	1.530	1.164	–	–	–
water supply	0.964	1.515	1.260	0.874	1.415	1.120	0.012	0.064	0.030

On the other hand, post chloride injection scheme was established to control the disinfection byproducts and the occurrence characteristic of the THMs the disinfection byproduct type was assessed through the injection of post chloride into the sand filtering treatment water and according to the result, it satisfied all the water quality standards of less than 0.1 mg/L for edible water during the test bed operating period. Thus, it is judged that the application of the complex process where the PAC, membrane filtering device and F/A are combined due to the occurrence of water-bloom can not only remove the taste and odor substances and NOM, but also control the occurrence of disinfection byproducts occurring inevitably during injection of chloride. Thus it is judged to be an advanced treatment process which is very suitable for the application when considering the safety.

## **VI. Application plan**

- This can settle the existing civil complaints(45 cases in Gyeonggido in 2012) completely (possible to maintain the concentration of taste and odor-causing substances at less than 10 ppt)
- This can establish countermeasures against the occurrence of algae by identifying the distribution of algae and the causes of occurrence in Gyeonggido.
- This can be used as the basic data for establishing algae-preventive measures.
- This can be used as the policy data for establishing the drinking water quality criteria regarding algae.
- This can be used as the basic data for developing full scale algae removal facilities by investigating the validity of activated carbon and sand filtration

facilities and reduce the period of commercializing the technique without additional researches.

- This can be used for drinking water treatment processes in local governments by optimizing the removal of algae and drawing the plans to remove algae in a stable way.