

北海道大学工学部 正員 亀井 翼  
正員 丹保 寛仁

## 1. はじめに

水中の溶質を各種処理プロセスと関連させて一定のスケール上（本報ではクロマトグラム）に表示できれば、処理プロセス群の最適組み合わせ、運転管理、放流水域における挙動の予測などの工学的な水質管理の為の尺度となしうる。前年度までにG-15ゲルクロマトグラフィーにより、生物処理、凝集処理、活性炭吸着処理などの除去特性評価をおこない各プロセスの負荷配分を明らかにした。今回はバッチ実験とパイロットプラント実験から凝集処理が活性炭吸着プロセスに与える影響を確認し、更にゲルクロマトグラフィーと有機イオン交換クロマトグラフィーを併用して溶質各個成分について活性炭吸着の選択的除去の有無を検討した。

## 2. 実験

札幌市創成川処理場に設置した2系列の高度処理プラントのA系列を無炭注急速砂ろ過+固定層活性炭吸着、B系列を凝集(Alum, 70PPM)沈殿砂ろ過+固定層活性炭吸着とし、活性炭処理水と原水として同時運転をおこなった。両系列の諸元運転条件は昨年と同じである。試水の水質表示と処理特性評価の為のクロマトグラム作成手順を表1に示す。またゲルクロマトグラフィーにおける試水濃度(濃縮倍率)、展開液、ゲルの種類、溶質の構造とクロマトグラムとの関係についても更に検討した。有機イオン交換クロマトグラフィーは強塩基型イオン交換樹脂Dowex 1-X8 (100~200 mesh)を2N-NaOH, 2N-HCl, 水, 含水アセトンで十分に洗い、不純物の溶離がないことを確認後、ゲルクロマトグラムの画素と減圧濃縮したサンプルを段階溶出法(①水, ②0.1N-HCl+0.1M-NaCl, ③0.1N-NaOH+0.1M-NaCl)でおこなった。

## 3. 結果と考察

### 3-1. 凝集処理が吸着プロセスに与える影響

原水と両系列の水質を表2に、G-15ゲルクロマトグラムを図1~4に示す。凝集処理を省いたA系列活性炭吸着第4筒採水には通水直後から0.45μm以上の濁度成分と0.45μm~1μm, 500成分の漏出が認められる。凝集処理が活性炭吸着プロセスに与える影響は表3に示される。A系列の吸着筒からの漏出が早いのは活性炭のMicro Pore

表-1 処理プロセス評価のためのクロマトグラフィックな操作手順

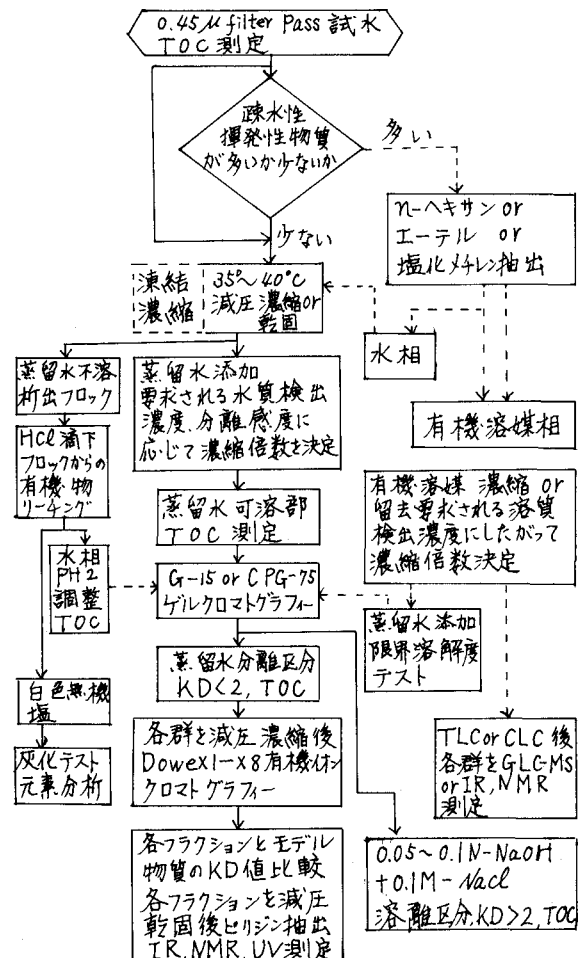


表2 原水と処理水の水质

|                                    | 生物<br>処理 | A系列(Alum) |           | B系列(Alum/TP) |        |
|------------------------------------|----------|-----------|-----------|--------------|--------|
|                                    |          | 砂ろ過       | 吸着        | 砂ろ過          | 吸着     |
| 濁度                                 | 7~20     | 1.5~3.0   | 1.0~2.0   | 0.2~0.5      | <0.5   |
| E260 (0.45μPass)                   | 0.1~0.12 | 0.1~0.12  | 0.01~0.03 | 0.05~0.08    | <0.005 |
| TOC mg/L                           | 7~9      | 7~8       | 2~3       | 4~7          | <1     |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/L | 0.25     | 0.10      | 0.04      | 0.01         | 0.00   |

表3 凝集処理が吸着筒容量に与える影響

|             | C/C <sub>0</sub> (0.45μPass E260) | E420 (X500x) |
|-------------|-----------------------------------|--------------|
| A系列吸着筒 45cm | 0.68                              | 1.90         |
| " 75cm      | 0.52                              | 0.72         |
| B系列吸着筒 45cm | 0.34                              | 0.52         |
| " 75cm      | 0.19                              | 0.07         |

の吸着容量が充分あるにもかかわらず Macro Pore が濁度成分、高分子成分により閉塞されるためなのか、わずかではあるが濁度成分、高分子成分が除去されているので、A系列の吸着筒の方の物質負荷が高いためなのか、現時点ではさだかでない。

### 3-2 ゲルクロマトグラム画群における吸着適用容量

生物処理水のクロマトグラム(図1)と生物処理水をB系列プラントにおいて凝集処理後、活性炭第1筒の活性炭層30cmの部分から採水して得られたゲルクロマトグラム(図2)を対比すると、Zone 2、Zone 4成分がほとんど漏出している時点でもZone 5成分はよく除去され、Zone 5に対する活性炭の吸着適用容量が大きいことが明らかである。前年度までの結果も考慮すると固定層活性炭からの漏出は、①Zone 1とZone 3、②Zone 2とZone 4、③Zone 5の順になる場合が多いと思われる。

### 3-3 ゲルクロマトグラム内部における選択的吸着除去の有無

図5の上図と下図にB系列活性炭第1筒中間部採水と第4筒採水の濃縮水(1,000倍)のゲルクロマトグラムを示す。ゲルクロマトグラム各Zone内部には分子サイズはほぼ同じであるが構造の異なる多数の溶質の存在が推定される。図5の上図と下図に示したゲルクロマトグラムのZone 4-1の内部の溶質が吸着筒でどのように変化するかを図6の上図と下図の有機イオンクロマトグラムと比較することによって知り得る。

活性炭第1筒のゲルクロマトグラムZone 4-1の内部の各溶質の減少率には大きな差がないことが図から明らかである。

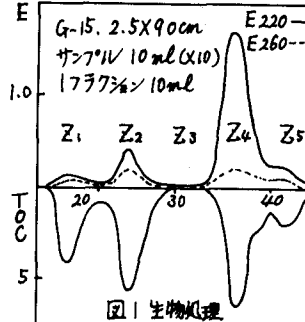


図1 生物処理

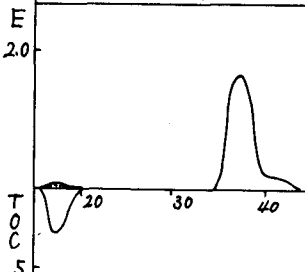


図2 B系列第4筒

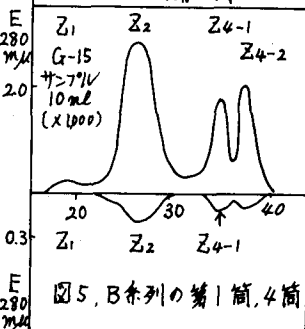


図3 A系列第4筒

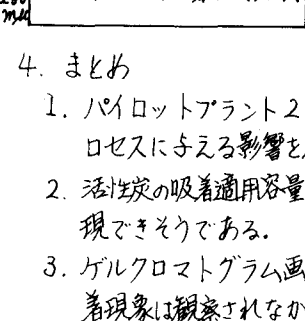


図4 B系列第4筒

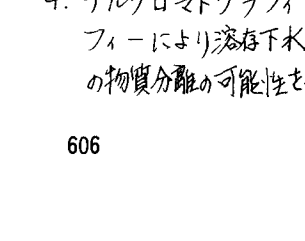


図5 B系列の第1筒、4筒

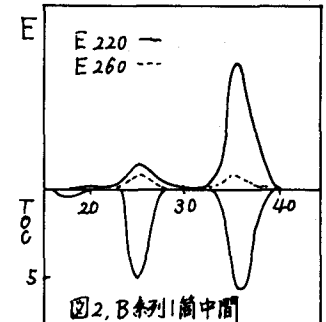


図6 B系列第4筒

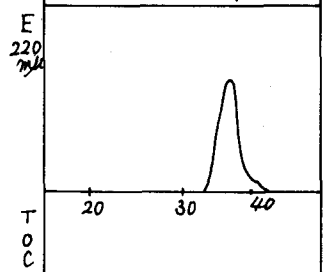


図7 A系列第4筒

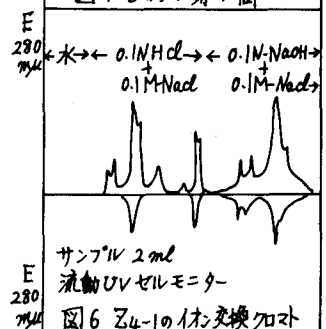


図8 B系列第4筒

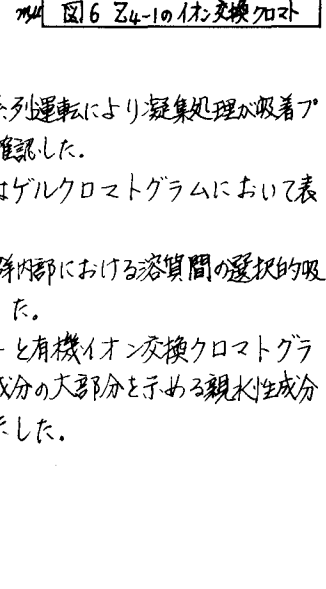


図9 A系列第4筒

### 4. まとめ

1. パイロットプラント2系列運転により凝集処理が吸着プロセスに与える影響を確認した。
2. 活性炭の吸着適用容量はゲルクロマトグラムにおいて表現できそうである。
3. ゲルクロマトグラム画群内部における溶質間の選択的吸着現象は観察されなかった。
4. ゲルクロマトグラフィーと有機イオン交換クロマトグラフィーにより溶存下水成分の大部分を示める親水性成分の物質分離の可能性を示した。