

1. はじめに

水中藻類はもとより異臭水問題のほか、ろ過池の閉塞問題は、効率的な水処理観点からみて不都合な問題である。その原因生物の大量発生が、一般に凝集効果の悪い低水温、低濁度として低アルカリ度の時期と符合する場合は、特に深刻である。閉塞に対しては、原因生物の特徴の把握、凝集処理性および急速ろ過による処理性を総合的に検討してしるべき方策をたてる必要があると考えている。そこで、本報告は、まず、その原因生物として指摘されている針珪藻のシネドラをとり上げ、急速ろ過システムのうちの凝集処理性について検討を加えたものである。

2. 実験方法 (1) シネドラの培養 実験に供したシネドラは、S市水道局で純粋培養していたものを譲り受け、それをヒキフキ BG-11 培地中で液体静置培養したものである。培養条件は、水温 20℃、照度 200~700 lx である。シネドラの増殖は、ロジスティック曲線で近似することができ、実験に供したシネドラは減衰増殖期のもので体長は概ね 65~85 μm である。

(2) 凝集試験 凝集処理性の判定は、通常のジャーテストで行ない、攪拌条件は、予備実験の結果、急速 80 rpm 2分、緩速 30 rpm 12分、静置 10分と決定した。10分間静置後、表面から水深 2.5 cm までの上澄水をサイフォンで静かに抜き取り、シネドラ個数濃度、濁度、pH、アルカリ度をそれぞれ測定した。なお、原水にはシネドラ個数濃度が 2000 個/ml に相当するように蒸留水で希釈し、pH を 7.0 に調整した。また、アルカリ度調整には炭酸ナトリウムを用いた。シネドラ個数濃度は、試料をよく攪拌したのち、マイクロピペットで 50 μl を正確に採り、その中の総個数を顕微鏡下で直接計数し、それを 1 ml あたりに換算した。なお、ジャーテストの実験条件を表-1 にまとめて示した。

表-1 実験条件

凝集剤	硫酸アルミニウム(Alum) ホリ塩化アルミニウム(PAC)
目利	PL ガン酸ナトリウム
PH 調整	10, 30, 50, 70, 90 mg/l
濁度	カオリン
シネドラ	2000 個/ml
PH	原水 7.0
水温	18.0 ± 3.0, 5.0 ± 0.5℃

3. 実験結果 および考察

実験結果を図1~12 に示した。まず、原水のアルカリ度 50 のちがひによる凝集処理性の変化に着目してみよう。

図1~6 は、ジャーテストの結果をまとめて示したものである。図中の黒丸(●)は、各実験条件での葉注量で、それに付している数字は、その条件での除去率を示している。これらのデータを内、外挿して結んだのが図中に示した実線で、これは等除去率曲線を表わし、除去率を丸(○)の中に記した。この曲線のほぼ筆に相当する部分を連ねた曲線が破線で示しており、これは各アルカリ度に対する最適注入量を示している。原水のアルカリ度が高くなると、最適量までの凝集剤量が少くなることは周知の通りで、シネドラの除去についても同様のことがいえる。この傾向は、凝集剤として硫酸アルミニウム(Alum)を用いた場合には顕著であるが、ホリ塩化アルミニウム(PAC)を用いた場合にはそれほどではない。ただし、PAC を用いても、原水の水温が 5℃ 前後と低下すると、アルカリ度が高くなるにつれて凝集剤の消費量は増加するようである。アルカリ度が高い場合、沈降性

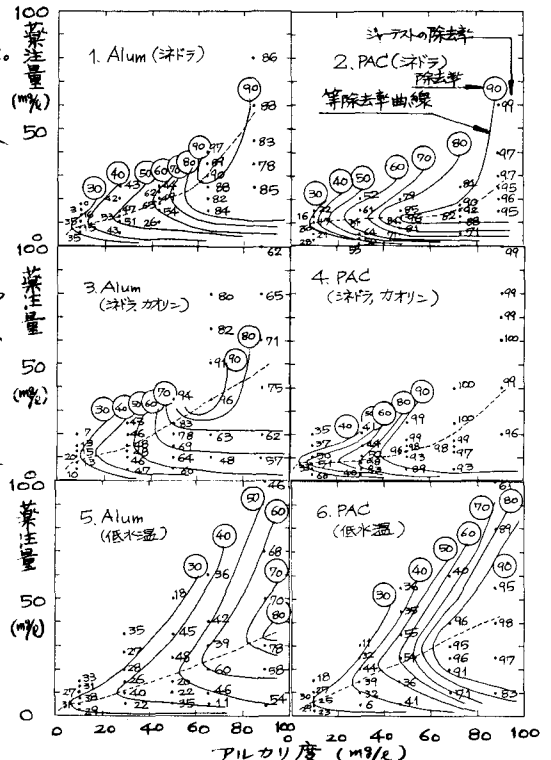


図1~6 各凝集条件における除去率(等除去率曲線)

の良好なフロックが形成されることが実験中の観察により明らかで、そのことにより、除去率は非常に高い値が得られ、しかも注入量の広い領域でこの高除去率が維持されることが図7～11をみても明らかである。これらのことは、アルギン酸凝集剤の加水分解生成物としての不溶性アルミニウムの存在とその量、および高分子電解質の存在による架橋作用の働きにより、シネドラののような大型の懸濁物が凝集し、大型フロックに成長して、沈降性を増すという機構を表わしているものと考えることができる。濁質としてカオリン10^{mg}% (通常の浄水場での原水濃度レベル) が共存していた場合のシネドラの除去率には、期待したほどの効果はなく、Alumの場合、むしろカオリンの存在によって除去率が低下するケースもみられた。これはシネドラの他にカオリンという懸濁物が混入したことにより、架橋物質としての不溶性アルミニウムが双方の一部に働き、それぞれがその架橋物質を介して、さらに大型化する場合にはフロックの沈降性は良くなるが、フロック形成がうまくいかなかった (たとえば接触の機会が少くない) 場合には、逆に小型のフロックばかりがたくさんできて大型化せず、むしろ懸濁粒子が多い分だけ架橋物質がむだに吸着していることによる結果と考えられる。

さて、低水温の場合、除去率の低下は著しく、特にpHが低い場合は、ほとんど除去されなくなる。しかし、この低下もpHが高い場合は、その被害は小さくすむようである。Alumの場合、pHが9.0^{mg}%以上、PACの場合7.0^{mg}%以上で常温と同程度の除去率を示す。PACといえども、pHが30^{mg}%以下ではAlumとほぼ同程度の能力しかもたなくなるようである。低水温における凝集助剤としてアルギン酸ナトリウムを注入した場合の結果の一例を図-12に示した。pHが10.4^{mg}%で低水温の場合、助剤を使用しないときには、20～30%の除去率しか得られなかったが、図-12に示すように、Alum 7.5^{mg}%に対し、ほぼ同量 (5～7.5^{mg}%) のアルギン酸ナトリウムを注入すると除去率は90～95%と飛躍的に増加するようである。これは負電性ポリマーとしてのアルギン酸ナトリウムがシネドラ表面に架橋吸着し、さらにフロック同志の接触後、高分子の鎖によってお互いに吸着しあい大型化する結果であると思われる。しかしながら、凝集剤量と助剤量との比率には適当な値が存在するようであり検討を要する。

4. おわりに

ろ過残渣とおこすシネドラはむしろ大きいという報告もあるが、今後は、シネドラのその性質も考慮に入れながら、傾斜板などの効果もあわせて凝集処理性を検討するとともに、ろ過での除去性や逆洗効果について、さらに検討していきたい。最後に、本実験に協力してくれた当院東北工大学生 小向智之氏、佐藤英典氏に対し感謝するとともに、資料の提供に情報を御提供下さった仙台市水道局の各位および本研究は文部省科研費に一部費用の補助を受けたことに対し感謝します。

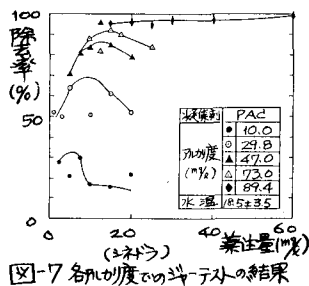


図-7 各pHでのシネドラの結果

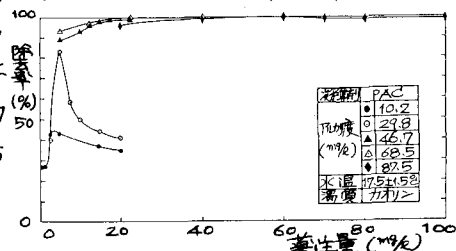


図-8 各pHでのシネドラの結果 (シネドラ、カオリン)

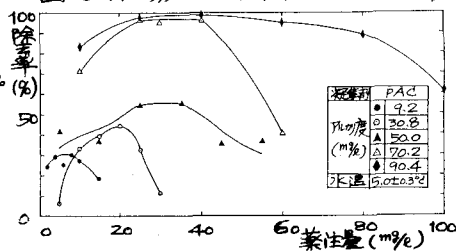


図-9 各pHでのシネドラの結果 (低水温)

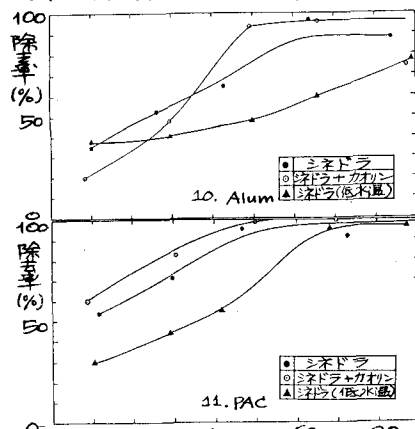


図-10, 11 (a) 図-10: Alum 7.5^{mg}% (b) 図-11: PAC 7.5^{mg}% 各pHでの最適注入時の除去率 (シネドラ、カオリン)

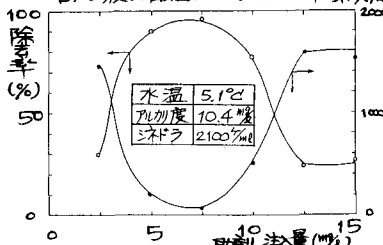


図-12 PAC・アルギン酸ナトリウムの効果 (Alum 7.5^{mg}%, 濁度 1.8度)