

藻類生産有機物との反応により生成する溶解性成分の凝集剤注入濃度に対する残留比率

東北大学 ○学生員 高荒智子, 正員 大村達夫
東北工大 正会員 今野 弘, 水尻真人

1.はじめに

現在、ダムや湖沼などの閉鎖水域を主な水道水源とする日本では、富栄養化による藻類増殖が長年に渡って問題になっている。原水に藻類が大量に流入すると浄水処理過程でさまざまな問題を引き起こすが、中でも藻類の生育過程で放出する有機物と凝集剤が錯体を形成することで生じる凝集阻害¹⁾は、凝集剤の注入量を増加さるばかりでなく、錯体を形成した凝集剤は、溶解成分として浄水中に残留してしまうため、人体への影響も懸念されている。藻類由来有機物には、細胞内有機物と細胞外有機物に分類されると考えられ、藻類の種類や増殖時期によって分子量などの性質が異なる²⁾。

本研究では、ニッチアを対象としてアルミニウムおよび鉄系の凝集剤と藻類の細胞外有機物の反応によって生産し、処理水中に残留する溶解性濃度について考察した。

2.実験条件

藻類は宮城県釜房湖から採取し、遠心分離機で濃縮後寒天培地で単離した後、BG-11培地を用いて培養を行った。培養条件は19℃(気温)、2000Lxである。実験には単離に成功した珪藻類のニッチアを用いた。培養状況を図-1に示した。実験1では蒸発に伴う培養液の現象を考慮していないが、実験2では蒸発水量分に相当する50cc/dを加えてある。

実験は2種類行い、その実験条件を表にまとめた。実験手順は、培養中のニッチアとpH緩衝液、および活性炭を通した水道水を加えてpHとアルカリ度を条件のように設定した。培養液と試水の容量比はいずれの実験とも1:4である。実験1は培養液を0.45μmのメンブレンろ紙でろ過し、実験2はろ過せず、所定の凝集剤を注入し、アルミニウム(アルミン法)、鉄(TPTZ法)濃度を測定した。なお、TOC(DOC)および紫外外部吸光度(E260)は培養液をろ過後に測定した。

3.実験結果および考察

3.1 藻類による生産される総有機炭素(DOC)と紫外外部吸光度成分

図-3にニッチアによって生産されたE260/DOCの変化状況を示した。E260は初期値からの増分であり、DOCは培地そのものに含まれる値を測定値から差し引いた値を用いた。有機物生産(E260、DOC)は、図-1の増殖時期と比較すると藻類の対数増殖期から徐々に増加していき、個数濃度の安定する定常期以降に大きな増分を示した。しかしながら、図-3をみると、凝集阻害の原因とされている不飽和結合有機物は、実験2では、対数増殖期において大きな生産を示しており、E260の増分は少ないが、DOCに対する比は大きく、DOC成分中のE260分が多い。一方、実験1の対数増殖期では大きな生産は見られなかった。双方とも定常期後期においては、徐々に増加する傾向が見られる。

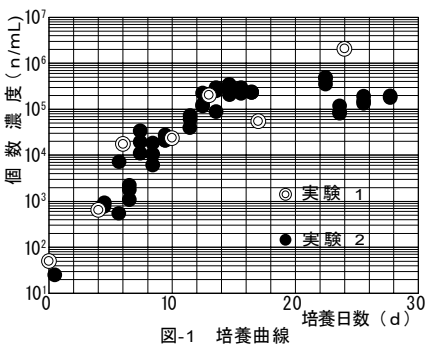


図-1 培養曲線

表 実験条件

		実験1	実験2
原水	藻類	ニッチア	
	個数(n/mL)	1000~2100000	
	pH	7.0付近	
	アルカリ度(mg/L)	50付近	
凝集剤	濾過	あり	なし
	種類	Al2(SO4)3, PAC, FeCl3	
	濃度(mg/L)	Al,Fe濃度としてそれぞれ3~15	
	攪拌時間(min)	2(急速)	
	接触時間(min)	0	15以上

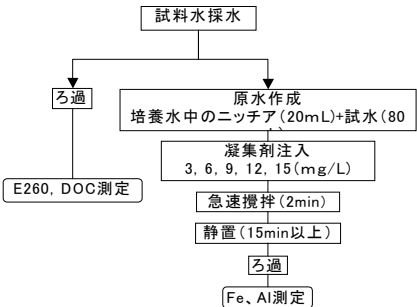


図-2 測定および実験の流れ

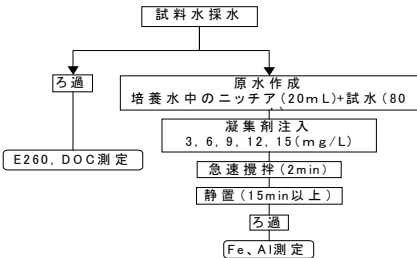


図-2 測定および実験の流れ

3.2 アルミニウム系凝集剤の残留アルミ濃度比率

図-4、5は実験1,2における硫酸アルミニウムを使用した場合の注入濃度に対する残留アルミ濃度の割合を培養日数の関係で示した。実験1ではニッチアがない原水での結果であるのに対し、実験2は原水中にニッチアがある状態での結果である。実験1のケースでは所定のアルカリ度に対する凝集剤の過剰注入によって10%以上の残留が見られる。実験1では、フロックを形成する物質が現水中に存在していないため、残留アルミが実験2に比べ高く見られる。どちらの実験でも残留比率は、注入濃度3mg/Lにおいては対数増殖期から定常期初期に高く、注入濃度15mg/Lでは対数増殖期初期と定常期後期で高い。

図-6、7にPACの場合での注入濃度に対する残留アルミの比率を示した。実験2では残留比率は、どの増殖時期においても低く、実験1の藻類のない場合、定常期である17日目だけ1.6~13.5%の残留比率を示している。定常期のある一時期に存在し、細胞が破壊されて培養液中に溶出してきたかのようなある種の有機物がPACと反応して溶解性成分のアルミニウムを生成するとも考えられ興味深い。

3.3 鉄系凝集剤の残留鉄比率

図-8、9は凝集剤として塩化第二鉄を使用した場合の残留鉄注入濃度と残留鉄の比率を示した。どちらの実験においても注入濃度が低い場合ほど、残留鉄の比率が高い。これは、鉄系凝集剤の水酸化物フロックは注入濃度が低いほど小さい³⁾という結果とも考えられる。いずれにせよ、対数増殖期初期と定常期において残留比率が高く、この時期に生産された有機物との反応が富む傾向が見られる。

4. おわりに

珪藻のニッチアを対象にして、アルミ系、鉄系凝集剤とニッチアの細胞外有機物との反応性を検討した。アルミニウム系凝集剤ではPACの残留比率が低いのに対し、硫酸アルミニウムの残留比率が高く、対数増殖期の E_{260}/DOC の大きな成分及び定常期ごとの有機物との反応が良い。また鉄系凝集剤でも対数増殖期から定常期にかけての生産有機物との反応がよいこと等が明らかになった。本研究では細胞外有機物としてDOCと紫外部吸光度との関係で表したが、藻類由来有機物は増殖時期あるいは藻類種等により成分が異なると考えられ、それによって凝集阻害の程度も異なると考えられる。今後は有機物の分子量の解析など、詳細な検討を重ねていく予定である。

なお、本研究にあたり東京都水道局受託研究(アルミニウム代替凝集剤に関する調査；代表北大真柄教授)から一部費用の補助を受けた。記して感謝する。

参考文献

- 1) Bernhardt, H etc (1982); Proc of Japanese and German Workshop on Waste Water and Sludge Treatment, pp.583~637, 2) 菅原他(1995); 水協誌 64(5), pp.2~11, 3) 岡本亮; 東北工大 (2000) 修士論文

注入量 (mg/L)	3	6	9	12	15
マーク	○	◎	◐	◑	●

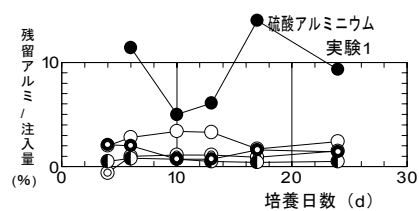


図-4 硫酸アルミ注入量に対する残留アルミの割合

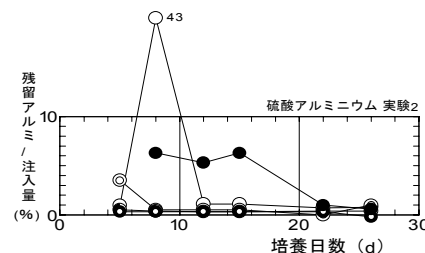


図-5 凝集剤注入量に対する残留アルミの割合

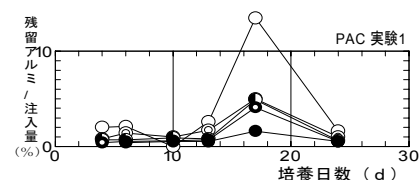


図-6 PAC注入量に対する残留アルミの割合

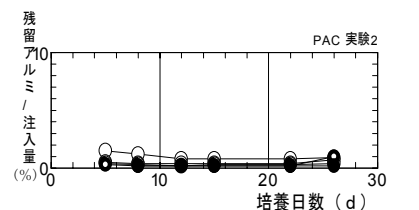


図-7 PAC注入量に対する残留アルミの割合

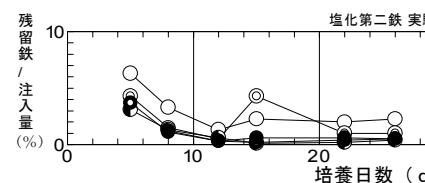


図-8 塩化第二鉄注入量に対する残留鉄の割合