

藻類増殖過程における藻類代謝有機産物の特性と
ゼータ電位に及ぼす影響について

東北大学工学部 境 潔
秋葉道宏
後藤光亀

1、はじめに : 藻類が増殖過程で産出する細胞外有機産物による凝集阻害は浄水処理における障害の1つとして知られている。Bernhardtらは、細胞外代謝産物の懸濁粒子への吸着による負の荷電量の増加を阻害機構の1つとして明らかにしたが、これらに関する研究例は少なく、特に前塩素処理時に及ぼす凝集の影響についての検討例は少ない。

本研究では、各増殖時期における藻類細胞外有機産物及び塩素処理後の細胞破壊による有機物の増加がカオリン懸濁粒子の凝集に及ぼす影響について検討した。すなわち、藻類細胞内外有機産物をゲルクロマトグラフィーの手法を用いて分画し、各分子量の大小及び塩素処理の有無が懸濁粒子のゼータ電位に及ぼす影響を検討したものである。

2 実験方法 : 供試藻類は宮城県釜房ダムより単藻分離したchlorella sp.を用いた。培養条件は温度25℃、照度2.5kluxとし、スターラで90回転/分の回転振とうを行った。なお、培地は表-1に示す改変M-11培地を用い培養瓶は3lのものを使用した。増殖過程はクロロフィル-aの結果より判断した。なお、培養液のTOCも同時に測定した。増殖期、死滅期の培養液を塩素処理の有無に分け、それぞれ0.45μmのメンブレンフィルターでろ過し、ろ液をゲルクロマトグラフィーにより分画した。ゲルクロマトグラフィーはセファデックスG-25(分画範囲M.W. 1000~5000)を用い、カラムφ2.6×90cm、展開液として蒸留水を使用し、あらかじめ凍結濃縮法より25倍濃縮した試水10mlを展開速度75ml/hr.で押し出し、溶出液を10mlずつフラクションコネクターで採取した。凍結濃縮操作は、培養液250mlをナス型フラスコに入れ、-15℃の冷却液中(冷却液としてエチルアルコールを使用)にフラスコ半分を浸漬し最初は毎分100回転で回転させ、結水し始めたら50回転に落として、試料を10mlまで濃縮した。各フラクションコネクターより採水した各溶出液のTOC、E-260を測定した。残った溶出液(1フラクション5ml)の2フラクション分(計10ml)にカオリンを用いて懸濁濃度20mg/lになるように添加し、混合攪はん後カオリン粒子のゼータ電位を測定した。

3 結果及び考察 : 図-1に増殖日数によるクロロフィル-a、TOCの変化を示す。chlorella sp.の増殖の状態(クロロフィル-a量)は、接種後急激に増殖が始まり、約55日~65日目に最大に達し、それ以降減少した。このことより、増殖期として培養日数24日目、死滅期として81日目の培養液を試水として分子量分画を行った。培養日数によるTOCは培養日数の増加にしたがって増加する。特に対数増殖期から定常期に移る頃、約40日目からの増加が大きい。このことは、細胞の活性の低下にともない細胞内の有機物が大量に培養液中に排出されたことと考えられる。すなわち、増殖過程での細胞外代謝産物よりむしろ分解産物がろ過液のTOCの増加に寄与していることを示唆している。

図-2に各増殖日数の塩素処理の有無における溶解性有機物のゲルクロマトグラムを示した。各増殖期におけるTOC濃度は異なるが、経日変化をみるために濃縮倍率は一定(25

表-1 改変M-11培地

NaNO ₃	100 mg
K ₂ HPO ₄	10
MgSO ₄ ·7H ₂ O	75
CaCl ₂ ·2H ₂ O	40
Na ₂ CO ₃	20
Fe-citrate	6

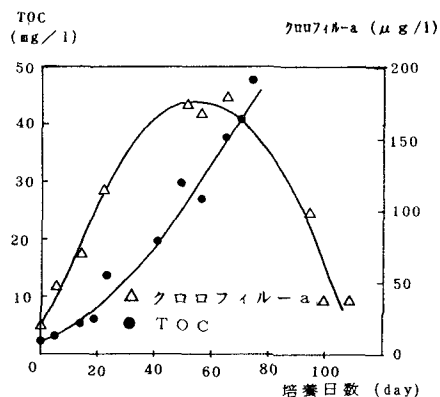


図-1 培養日数によるTOC、クロロフィル-a

倍)にした。増殖期と死滅期、未処理と塩素処理のTOCのピークの出現位置は変わらないが、塩素処理を行った場合、増殖期のTOCの濃度はフラクション番号38の低分子の領域では濃度差が2倍以上になる。死滅期では、未処理と塩素処理のTOC濃度差はほとんど認められない。また、増殖期と死滅期のピークのTOC濃度を比べると、死滅期では高分子物質の占める割合が増加する。ゲルクロマトグラムに出現したおよその分子量を知るために通常、標準物質として使用されているブルーデキストラン(分子量200万)とビタミンB12(分子量1350)の混合標準液を分画し、その出現位置を求めた。

この結果、ブルーデキストランはフラクション番号19、ビタミンB12はフラクション番号38の位置に出現した。このことより、本ゲルクロマトグラムでの高分子物質のピークはブルーデキストラン、低分子物質のピークはビタミンB12の出現位置とほぼ一致している。丹保らの知見より、分子量1500以下は凝集処理を行っても処理できない成分である。したがって、本ゲルクロマトグラムにおいて存在比の高い低分子物質は、凝集では処理が困難な物質であると考えられる。

増殖期では塩素処理を行うことにより、フラクション番号38付近のTOCが増加することから、凝集によって処理できない物質の存在比が増加することがわかった。また、増殖期と死滅期におけるE260はほとんど差が認められないが、塩素処理を行った場合、E260はほとんど出現しなくなる。なお、E-260は無機成分の妨害をほとんど受けることなく不飽和結合を有する有機物を低濃度領域において測定しうるものである。

一方、フラクションのカオリン粒子のゼータ電位をブルーデキストランの出現位置(フラクション番号19)を基準として考えるならば、増殖期、死滅期共に、フラクション番号40付近までカオリン懸濁粒子のゼータ電位を中和させる方向に働きそれ以降低下させる方向に働いている。死滅期では、増殖期に比べて各フラクション共にカオリン懸濁粒子の負の荷電量が增加させる傾向が認められた。また、塩素処理の有無による差はそれほど小さくなく、むしろ有機物の分子量による影響が大きかった。

参考文献

- 1) 福島博 他: 「藻類増殖過程で生成されるトリハロメタン前駆物質の評価」水質汚濁研究、Vol 6 No. 3

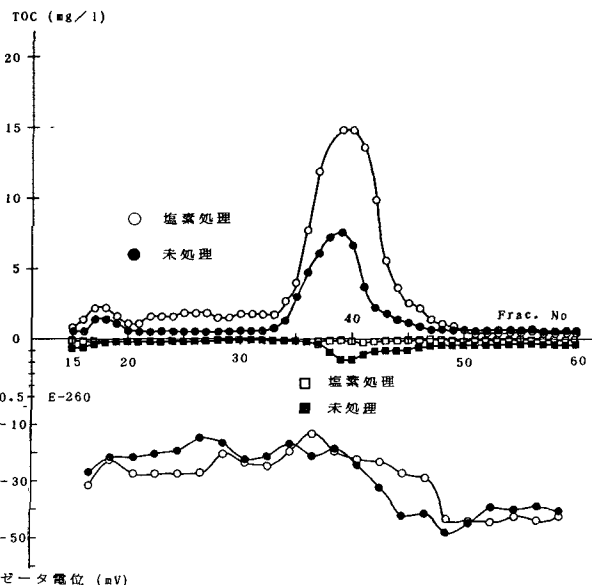


図-2 増殖期における分子量分画に伴うTOC, E-260, ゼータ電位

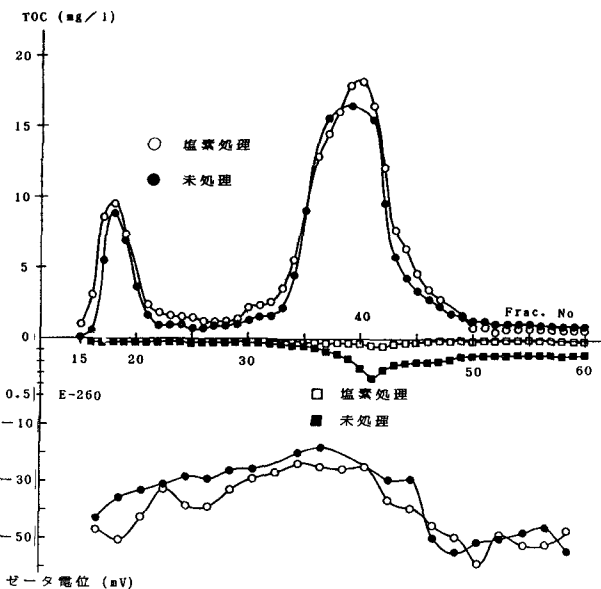


図-3 死滅期における分子量分画に伴うTOC, E-260, ゼータ電位