

藻類細胞内外有機物質の懸濁物質除去に及ぼす影響について

東北大学工学部 学生員 ○村岡克明
" 正 員 秋葉道宏
" " 後藤光亀

1. はじめに:藻類細胞外有機物質(EOM)と同様に塩素処理のため細胞破壊による細胞内有機物質(IOM)は、凝集処理に多大な影響を及ぼしている¹⁾。EOMによる凝集阻害は、Bernhardt, Narkisらが示しているように濁質、Al、EOMの共存系ではAlがEOMと優先的に反応して溶存錯体を形成し濁質に有効働くAlの減少と説明している。

本研究は、アルミニウムフロックを吸着剤とみなしてEOM, IOMの吸着特性を吸着等温式を求め、検討を加えた。

2 実験方法: 供試藻類としてChlorella sp.を用いて改変M-11培地で培養した。試料は(1)培養日数39日目の安定期の培養液を0.45μmメンブレンフィルターでろ過したろ液(EOM)と(2)培養液を3000rpm, 15分間遠心濃縮後、蒸留水で洗浄を行い、細胞を超音波破碎器で破壊し、0.45μmメンブレンフィルターを通過したろ液(IOM)を用いた。各試料100mlを200mlのビーカーに採取し、pH7、アルカリ度(NaHCO₃)40-50mg/lに調整後、それぞれ所定量(30-200mg/l)の硫酸アルミニウムを添加しジッターで100rpm、50分間攪はんをおこなった。この検水を0.45μmメンブレンフィルターでろ過し、DOC, 残留Al量(オキシ法)を測定した。不溶解性Al量=注入Al量-残留Al量とした。

一方、塩素処理は次亜塩素酸ナトリウムを用いて有効塩素濃度35mg/lとなるように添加し、直ちにpH7に調整後、20℃で24時間反応させた。塩素処理前後のEOM, IOMのゲルコロマトグラムはセファテックスG-25(分画範囲M.W.1000~5000)、カラムφ2.6×90cm、展開液として蒸留水を使用して求めた。試料は、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、DOC, E-260を測定した。

3. 結果及び考察: 培養日数39日(安定期SS:18mg/l, Chl-a:38μg/l)の培養液を用いた塩素処理接触時間によるTOC, DOCの変化を図-1に示す。DOCは塩素処理後12分でほぼ終了する。このことは、塩素処理によるChlorella sp.の細胞はただちに破壊されIOMが溶出し、その増加量は約2倍となる。著者らの研究において、塩素処理によるIOMの増加がDOC除去率をEOMと比べ約30%減少(pH7、硫酸アルミニウム100mg/l添加)させることが示されている。そこで、EOM, IOMの除去機構を解明してゆく上でEOM, IOMのAlへの吸着特性を考えることが重要となる。

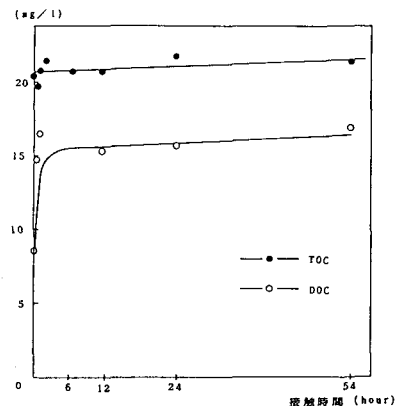


図-1 塩素接触時間による培養液のTOC, DOC

Alフロックを吸着剤とみなして、EOM, IOMをほぼ同じ濃度(7.1, 8.4mg/l)に調整し、吸着実験をおこなった結果を図-2に示す。1/qと1/Cの関係はEOM, IOMともにほぼ直線上並ぶ傾向を示した。ここで、AlフロックによるEOM, IOMの吸着反応がLangmuirの吸着等温式に従うものとみなせば、図中の直線式は次式で表すことができる。

$$q = \frac{a \cdot b \cdot C}{1 + b \cdot C} \quad \dots \dots (1)$$

式(1)を書き直すと

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{a \cdot b} \cdot \frac{1}{C} + \frac{1}{a} \quad \dots \dots (2)$$

C: DOC残存量 a, b: 定数

q: 単位Alフロックあたりの有機物吸着量 (DOC除去量/不溶解性Al量)

EOM, IOMの定数 $1/a \cdot b$ を表-1に示す。IOMはEOMに比べ2倍以上の値を示した。このことは、IOMはEOMに比べAlフロックに吸着されにくく処理水中に残存することがわかった。ここで、培養日数(培養日数24日目)は異なるが、EOM, IOMの分子量分布をゲルコロマトグラフィーの手法により求めた(図-3)。未処理(EOM)と塩素処理(EOM+IOM)のTOCのピークの出現位置は変わらずEOMとIOMの分子量分布はほぼ同じであることがわかった。ゲルコ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フルテキストラン(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、フルテ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。塩素処理を行うことにより、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。このことより、本ゲルコロマトグラムでの高分子物質のピークはフルテキストラン、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以下は凝集処理が困難な成分である。その凝集機構は、分子量が小さくなるにしたがいその表面積はが大きくなり中和すべき電荷量が多くなり、濃度が同じであれば多くのAl量が必要となる。また、低分子量の成分はアルミニウムフロックに比べ非常に小さく、アルミニウムに吸着するためには分子量が大きなものに比べ多くのAl量が必要となる。したがって、塩素処理を行った場合、IOM溶出による低分子物質の増加がEOM, IOMのAl吸着量の差に結びついたと考えられる。

4.おわりに: 本研究で得られた知見は次のようにまとめられる。(1)塩素処理をおこなった場合、*Chlorella* sp.の細胞破壊によるIOMの溶出は塩素処理後12分でほぼ終了し、その増加量は約2倍となる。(2)このIOMはEOMに比べAlフロックに吸着が困難であり、そのため、除去には多量のAlを必要とし、その必要量をLangmuirの吸着等温線で整理できる。

参考文献: 秋葉道宏他(1987)第42回土木学会年講pp768-769

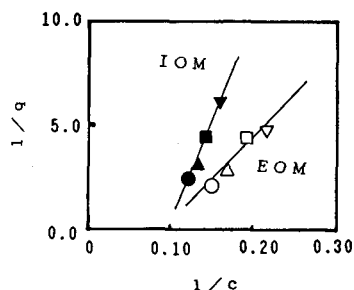


図-2 AlフロックのEOM, IOMの吸着量
吸着バンド注入量 (mg/l)

●○ 30 ■□ 100
▲△ 50 ▼▽ 200

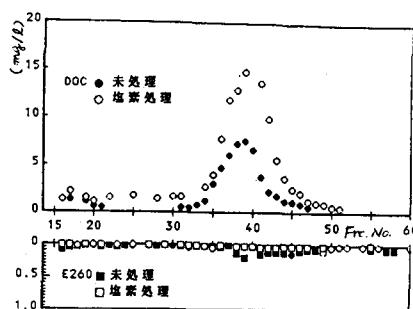


図-3 培養日数24日のゲルコロマトグラム

表-1 EOM, IOMにおける
(1)式の定数

	$1/ab$
EOM	41.00
IOM	96.94