

過剰な栄養塩供給による植物プランクトンの生長変化について

徳島文理大学 正会員 ○三好 真千
徳島文理大学 非会員 佐藤 昂
徳島文理大学 非会員 大西 俊介

1. 背景と目的

近年、瀬戸内海東部にある備讃瀬戸では、栄養塩不足が原因による水産種の漁獲量低下の問題が深刻化している。海域によって海水中の欠乏している栄養塩は異なり、東京湾ではリン不足、有明海では窒素不足であると報告されている¹⁾²⁾。また、浅海域ではリン、外海域では窒素が栄養塩の制限因子、陸棚海域では季節によって制限栄養塩が変化することが明らかにされている³⁾。備讃瀬戸東部では、陸域からの栄養塩供給策として、下水処理緩和運転による取り組みが実施されている。実海域にて窒素制限あるいはリン制限かを特定すれば、より具体的な方法を見出すことが可能になる。そこで、本研究では、備讃瀬戸東部に位置する志度湾海域を対象に MBOD 分析を行い、制限因子の特定を試みた。MBOD 分析は BOD の考え方を発展させたもので、過剰に窒素、リンなどの栄養塩を試水に添加し、微生物の生長、増殖が制限されない条件下で、微生物が消費する酸素量を生物利用可能栄養塩量と対応した微生物(植物プランクトン)増殖量として測定するものである。MBOD 分析の結果より炭素消費量を換算して、実海域における全窒素 (TN) 濃度、全リン (TP) 濃度を求め、実測値との比較を行ったので、その結果を報告する。

2. 研究方法

志度湾は南北に約 6 (km)、東西に約 5 (km)、平均水深約 9 (m) の閉鎖性の内湾である。内湾の貧栄養化に伴い、ノリの色落ち、養殖カキ漁獲量低下が生じている。調査は 2012 年 3 月～2015 年 12 月の期間、図 1 に示す St.1, 2 にて、表層 0.5 (m) の海水を採取し、蒸留水と 1:4 あるいは 2:3 の割合で希釈混合し、10 分間ばっ気したものを MBOD 分析の試水とした。MBOD 法は BOD 試験に準じ、ウィンクラー法で分析し、培養温度は 20 (°C)、培養期間は 5 日間とした。希釈するのは、海水に含まれる微生物量と炭素、窒素、リンの添加量を調節し、5 日目の酸素量が 0 (mg/l) になるのを防ぐためである。

試水に添加した栄養塩濃度を表 1 に示す。0 日目あるいは 5 日目の試料として、それぞれの実験系で 3 組の同一試料を平均して、酸素濃度を求めた。植物プランクトンの体組成比の目安であるレッドフィールド比 C:N:P=106:16:1 を基に、5 日間の酸素消費量から炭素、窒素、リンの各栄養塩成分の消費量を求めた。なお、実海域の TN 濃度、TP 濃度は公共用水域調査結果を用いた。

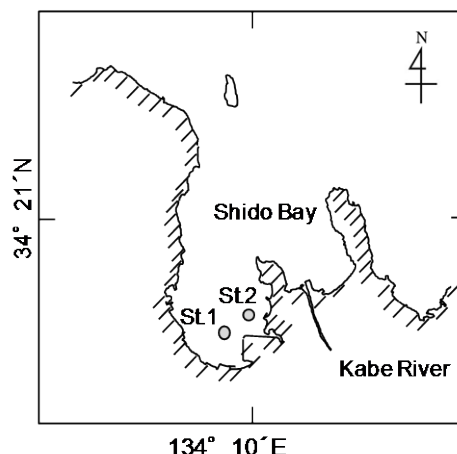


図1 志度湾調査地点

表1 各実験系の栄養塩添加量

Case	Nutrient added
1	C (2ml)
2	C (2ml), N (1ml)
3	C (2ml), P (1ml)
4	C (2ml), N (1ml), P (1ml)

C: グルコース($C_6H_{12}O_6$) 4.5 (gC/l)

N: 硝酸カリウム(KNO_3) 7.3 (gN/l)

P: リン酸二水素カリウム(KH_2PO_4) 6.0 (gP/l)

キーワード MBOD, 貧栄養海域, 植物プランクトン

連絡先 〒769-2193 香川県さぬき市志度 1314-1 徳島文理大学理工学部機械創造工学科

T E L 087-899-7277

3. 研究結果

1) 窒素, リン制限の特定 全調査期間で, 窒素あるいはリンが過剰, 欠乏していた調査時において, Case4 に対する Case1~3 の MBOD 値の比率を図 2 に示す. MBOD 分析では, 炭素, 窒素, リンの 3 種を添加した Case4 が最も栄養バランスが良く, 消費量が多い, つまり MBOD 値が高くなることが考えられることから, Case4 を基準にした. Case4 よりも MBOD 値が低くなる Case2 (炭素と窒素を添加), Case3 (炭素とリンを添加) を比較し, 実海域にてどちらが制限因子になっているかを調べた. 図 2 中の No. 2, 4, 9, 12, 14, 15, 16, 17 のように Case2 の MBOD 値が Case3 よりも高い場合は, 実海域にリンは存在し, 窒素によって制限されていることが示された. 図 2 中の No. 7, 8 のように炭素のみを添加した Case1 よりも Case2 あるいは Case3 の MBOD 値が低い場合は, 実海域に窒素あるいはリンが過剰に存在し, 他方が欠乏していることが示された. 窒素制限であった調査時は 8~12 月であった. この時期はカキ養殖の漁獲時期と重なっており, 窒素制限により植物プランクトンが増殖せず, カキの餌資源が不足していることが考えられた.

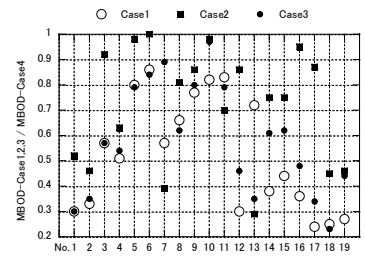


図2 MBOD分析結果

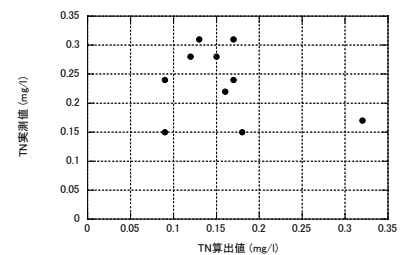


図3 TN濃度

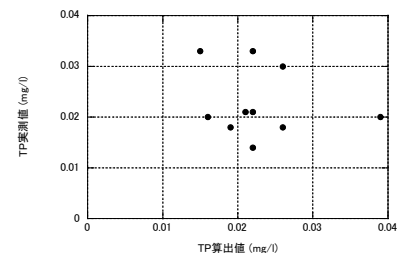


図4 TP濃度

2) MBOD 分析より算出した TN, TP 濃度と実測値との比較 本実験は実海水に含まれている元の各種栄養塩にさらに過剰に炭素, 窒素, リンを添加していることから, Case3 より実海水に含まれている元の TN 濃度, Case2 より TP 濃度を求めた. これにより算出した TN 濃度, TP 濃度と公共用水域調査結果との比較した結果, TN 濃度では, 算出値は実測値よりも低めに見積もられていることが示された (図 3, 4). レッドフィールド比による N/P 比では算出値では平均 6.18, 実測値では平均 10.23 となり, いずれも窒素制限であることが示された. このことから, 本方法では, 制限因子を特定することは可能であったが, 不足している栄養塩の程度を示すまでには至らなかった.

4. まとめ

本研究では, 志度湾海域を調査対象とし, MBOD 分析を用いて, 植物プランクトン増殖の制限因子の特定と実海域の栄養塩濃度の推定を行った. その結果, 炭素と窒素を過剰に添加した実験系の MBOD 値が高かったことから, 実海域にて, 窒素源を添加すれば, 微生物 (植物プランクトン) の生長, 増殖が促進されることが示された.

参考文献

- 1) 石井光廣, 長谷川健一, 松山幸彦, 東京湾のノリ生産に影響を及ぼす環境要因: 栄養塩の長期変動および最近の珪藻赤潮発生の影響, 水産海洋研究, 72, 22-29, 2008
- 2) 川口修, 山本民治, 松田治, 橋本俊也, 水質の長期変動に基づく有明海におけるノリおよび珪藻プランクトンの増殖制限元素の解明, 海の研究, 13, 173-183, 2001
- 3) 大森義暢, 八木宏, 足立久美子, 二平章, 鹿島灘沿岸域における栄養塩及びクロロフィル a 量の時空間変動特性, 海岸工学論文集, 第 48 巻, 1271-1275, 2001