

旋回型曝気を付与した貧酸素底泥海水の牡蠣殻による改善

千葉工業大学 生命環境科学科 学生会員 ○普久原 朝之
 千葉工業大学大学院 工学研究科 非会員 相澤 由花
 オーラテック株式会社 非会員 江口 俊彦
 千葉工業大学 生命環境科学科 正会員 矢沢 勇樹

1. はじめに

高度に発展した科学技術と資源やエネルギーの多量消費によって現代社会は支えられている。これらの人類活動に助長されながら、広域かつ多様な環境問題を引き起こし、その改善策を含めて大きな社会問題となっている。現在、早急に解決すべき問題のひとつとして、生活排水、工業排水などによる湖沼や内湾の水質汚濁が挙げられる。水質汚濁が進むことによって、湖沼や内湾の富栄養化が進行する。富栄養化とは、上記の各種排水に含まれる窒素・リンが、湖沼・干潟・内湾等の閉鎖系水域環境に過度に流入し起きる現象である。富栄養化によって内湾ではアオサ、湖沼ではアオコが大量発生し、水中の溶存酸素が低下することにより食物連鎖の乱れ、悪臭、魚の変死などが次いで起こる。また、流入した窒素およびリンはこのような嫌気環境下では半永久的に底泥に固定され、自然浄化は非常に困難な状態におかれている。

このような現状の中、貝類は呼吸中に汚染の原因となっている物質を吸収し浄化する性質を有しており、その中でも優れた浄化能力を持つとしてマガキが注目されている。また、牡蠣の殻の主成分は炭酸カルシウムであり、中性以上の pH 条件下において溶液中のリン酸と無機反応を起こし、炭酸アパタイトになるという報告がされている。そこで本研究では牡蠣殻のリン酸吸着能評価を行うと同時に、水中においても装置内の閉塞性を改善し、微生物の繁殖・目詰まりを防ぐことで半永久的にエアレーションが可能な旋回型エアレーター(Aura Tec 社製)を使用し、窒素のガス化およびリンの遊離と平行して牡蠣殻へのリンの取り込みを試みた。本研究の調査項目としてマガキによる自然浄化に加えて旋回型曝気によって海泥からの脱窒素、脱リン効果を水質および牡蠣殻の組成より水質改善評価を行った。

2. 実験操作・装置

2.1 牡蠣殻のリン酸吸着能評価

50mL 遠心管に塩分濃度 3%, リン酸濃度 24mg/L, pH 8.0 に調整した水溶液を 45mL 入れた。そこへ牡蠣殻を 2 または 16g 入れて 95rpm で振とうした。所定の時間毎にリン酸(PO_4^{3-})濃度および pH を、モリブデン青法, pH メーターによりそれぞれ測定した。

2.2 旋回型曝気を付与した三番瀬海水の牡蠣殻による水質改善

4 本の 10L 容円筒曝気槽に、2008 年 7 月 17 日に採取した三番瀬の猫実川河口の水 9L および泥 9.0L を入れた。このうち、①エアレーション+牡蠣殻、②エアレーションのみ、③牡蠣殻のみ、④未処理の条件で 32 日間実験を行った。その際、旋回型エアレーターからの給気量を 12L/min とし、牡蠣殻は江戸川河口で採取してきたもの 20g を使用した(表 1, 図 1)。4 日毎に下部の排水口より採水し、リン酸(PO_4^{3-})濃度および DO を、モリブデン青法, DO メーターによりそれぞれ測定した。

2.3 谷津干潟における旋回型曝気による底泥のリン酸濃度変化

4 本の 10L 容円筒曝気槽に 2008 年 10 月 14 日に採水した谷津干潟の水 8L と、泥 1.85 または 3.75L を入れた。2 本の槽に対して 2.2 と同様に旋回型エアレーターを用いて 12L/min の給気量で空気を供給した(表 1, 図 1)。また、全ての槽に対して植物プランクトンの影響を除外するため暗幕を使用し、光を遮断した。実験は 40 日間行い、4 日毎に下部の排水口より採水し、リン酸濃度および DO をモリブデン青法, DO メーターによりそれぞれ測定した。

表 1 実験条件		
実験 2.2		給気量
採水地	三番瀬猫実川河口	
エアレーション	あり, なし	
牡蠣殻	あり, なし	
実験日数	32日間	
実験 2.3		12L/min
採水地	谷津干潟	
エアレーション	あり, なし	
海泥	1.85L, 3.75L	
実験日数	40日間	

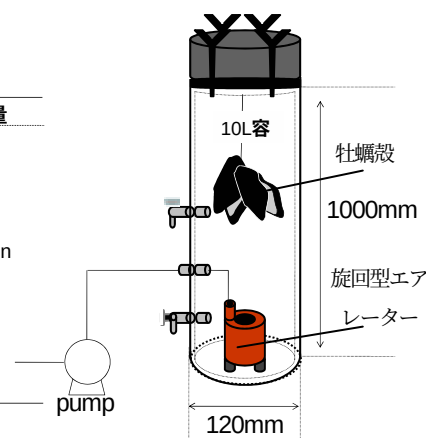


図 1 実験装置概略図

キーワード 貧酸素底泥水 牡蠣殻 リン酸 曝気 サイクロンエアレーター

連絡先〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 TEL047-478-0409 E-mail yuuki.yazawa@it-chiba.ac.jp

3. 結果

3.1 牡蠣殻のリン酸吸着能

牡蠣殻の経時変化にともなうリン酸溶液濃度および牡蠣殻へのリン酸単位吸着量の変化（図2-a, b）を示す。a 図より，牡蠣殻 16g の条件では反応開始 10min でリン酸が急激に減少し，その後は，緩やかに減少し続けた。48h 後にはほぼすべてのリン酸を吸着した。一方 2g の条件では 24 時間後によくリン酸濃度の減少が確認でき，48h 後にはリン酸濃度は約 1/3 になった。これより牡蠣殻に短時間でリン酸を吸着させるにはある程度の量が必要であると考えられる。

b 図より，牡蠣殻へのリン酸単位吸着量は 2g の方が大きく，また希薄溶液になるほどその吸着量は増加することがわかった。この結果は，16g の牡蠣殻はまだリン酸吸着能を十分にもっていること，牡蠣殻とリン酸との反応が顕著になるまでに時間を要することを示していると考えられる。

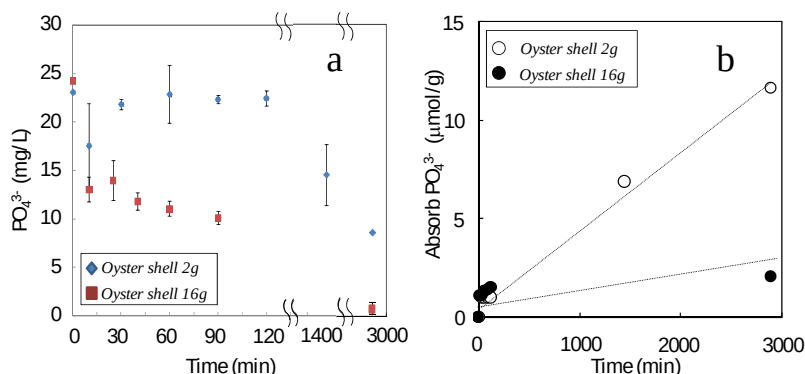


図2 牡蠣殻のリン酸吸着量の経時変化 (a) および単位吸着量 (b)

3.2 三番瀬海水の DO がおよぼすリン酸濃度への影響

DO がおよぼすリン酸濃度への影響を図3に示す。図より，エアレーターを付与した条件と付与していない条件で明らかな DO の差が得られ，エアレーターを付与した条件では DO は 6 前後に保たれた。また，その中の好気環境でみられた 2 点の高 PO_4^{3-} 値を除いて，DO の低い条件ほど海水中へのリン酸溶出が顕著になっていると示唆された。これは，リン蓄積細菌が嫌気環境下ではリンを放出するという特性によるものと考えられる。未処理の条件に比べて，牡蠣殻のみを添加した条件において特に DO が低くなる傾向がみられ， $\text{DO}=4\text{mg/L}$ 以下の点も確認された。これは，牡蠣殻の表面は凹凸が多いため，繁殖が盛んに起こり，酸素を多く消費したためと考えられる。

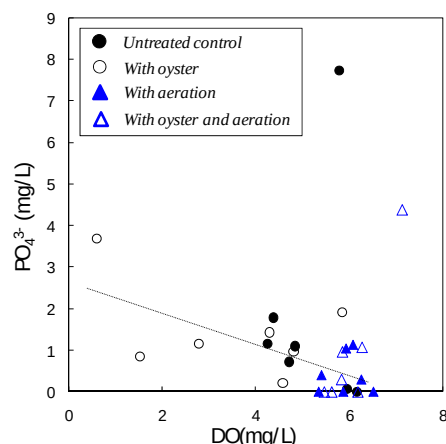


図3 三番瀬海水における DO がおよぼすリン酸濃度への影響

3.3 谷津干潟海水の DO がおよぼすリン酸濃度への影響

図4に谷津干潟における DO がおよぼすリン酸濃度への影響を示す。3.2の実験同様 DO が低いほどリン酸の溶出が多くなった。一方，3.2の結果と比べて，エアレーターを付与した条件と付与していない条件における DO の差は小さいことがわかった。これは，植物プランクトンの光合成を抑制する目的で装置に暗幕を用いていたが，斜光されたことにより微生物の繁殖が制限され，酸素消費量が減少したと考えられる。また，わずかながら底泥量の多い条件においてリン酸濃度が低いことが確認された。これは，リン酸蓄積細菌が泥中に多く生息していることを示していると示唆される。

図3および図4より，エアレーターを付与した条件において同 DO 値における谷津干潟のリン酸溶出量は三番瀬に比べて多いことがわかった。これは谷津干潟の海泥中により多くの有機態リンが含有されているためと推測できる。

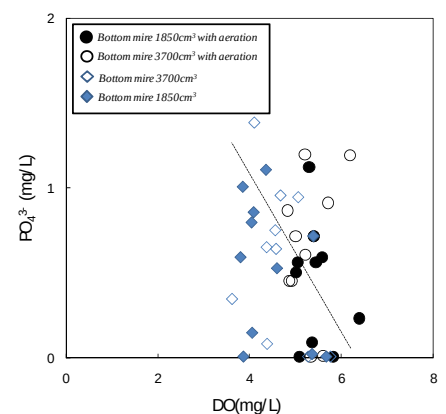


図4 谷津干潟における DO がおよぼすリン酸濃度への影響

参考文献

- ・竹内均著，(2003) "地球環境調査計測辞典"， pp. 14,61,171,172,205,444，(株)フジ・テクノシステム（東京）
- ・村上仁土著，(2007) "環境工学～持続可能な社会とその創造のために～"， pp. 89,101,143，理工図書株式会社（東京）
- ・山下栄次著，(2006) "環境科学概論"， pp. 22,33,119，(株)大学教育出版（岡山）

謝辞

本研究は，日本科学会笹川研究助成によりおこなわれた。