

B-39 地域未利用資源（貝殻）による 汽水池の底質改善の検証

○吾妻 咲季¹・村上 和仁¹・天野 佳正²

¹千葉工業大学工学部生命環境科学科（〒275-8588 千葉県習志野市津田沼2-17-1）

²千葉大学工学部共生応用化学科（〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33）

* E-mail: kaz_murakami@sky.it-chiba.ac.jp

1. はじめに

千葉県九十九里浜に位置している蓮沼海浜公園は、夏季にはディズニーランド・ディズニーシーを上回る集客数を誇る県立の一大レジャー施設である。本公園の北端にあるボート池では貸しボートが営業されていたが、ここ数年は夏季の水の華（アオコ）発生による景観の悪化が原因で利用客が激減し、事実上、貸しボートは休業している。従来の研究により、蓮沼海浜公園ボート池はN/P比が5程度とP過多の水質であるにもかかわらず、夏季のアオコ形成藻類の優占種交代が生じる二段階発生機構を有することがわかっている。

本研究では、蓮沼海浜公園ボート池の水質改善の一助として、海浜エリアに位置する汽水湖における水の華発生機構とその抑制手法に関する基礎的知見の集積を目的として、地域未利用資源の活用によるマイクロコズムによる検討を行った。

2. 方法

(1) マイクロコズムのデザイン

湖沼生態系の示す生物的現象の発現過程とそれに関わる要因を知るための方法として、現場における調査、試験管やフラスコを用いた培養実験、計算機を用いたシミュレーション実験などが通常用いられている。これらの方法はそれぞれの有効性と同時に限界性を持ち合わせている。個々の方法の限界性を克服するために、これらの方法を効率よく相補的に用いる努力が従来からなされてきたが、なかでも閉鎖系隔離水塊、すなわち実験生態系は、現場現象をエコシステムレベルで再現可能なことから、有力な解析方法として着目することができる。この実験系としての閉鎖系隔離水塊は一般にマイクロコズムとよばれる。マイクロコズムとは、小さい（micro）、



図-1 蓮沼海浜公園の概要

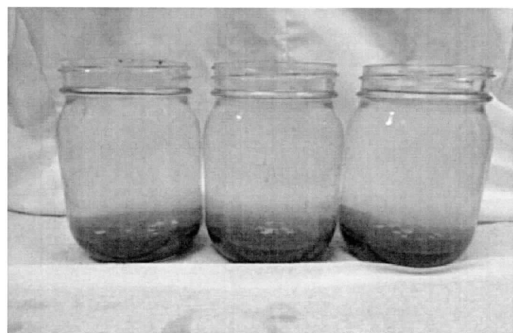


図-2 水-底質系マイクロコズム（500ml容）

宇宙（cosm）を語源とし、制御環境条件下で個体群または生物群集をある容器内で培養した系である。本研究で用いた隔離水塊は、規模では室内培養型、群集構成では Naturally-derived型のマイクロコズムに分類される、水-底質系マイクロコズムである。

(2) 室内培養型マイクロコズム

本実験では、470mL容ガラス容器に蓮沼海浜公園ボート池の底泥または底質改善材散布処理（CRM処理）を施した湿泥100gを容器に平坦になるように入れ、蓮沼海浜公園ボート池の水370mLを静かに底泥を乱すことなく充填した水・泥質系フラスコマイクロコズムにより評価を試みた。培養期間は30日間とし、培養条件は定温インキュベータにより、20℃、静置培養、明暗周期（明期12hr/暗期12hr）、照度2,800luxとした。

(3) 底質改善材

地域未利用資源を活用した底質改善材（Chemical Remediation Material）として、隣接する九十九里浜に無数に存在する貝殻（主にサトウガイ *Scapharca satowi*、チョウセンハマグリ *Meretrix lamarckii*）を採取し、1～3mm程度の粒状に破碎して、マイクロコズム内の底泥表面に均一になるよう散布した。散布量は従前の研究成果を参考に、5、10、50、100g/m²とした。貝殻は主成分であるカルシウムが底泥から溶出してくるリンと結合して水中への移行を抑制することで、水中のリン濃度を低減し、植物プランクトンの異常増殖を防止することが期待される。

(4) 分析項目

分析項目は、栄養塩類としてT-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-P、PO₄-P、生物相として植物プランクトン相とした。栄養塩類はJIS K0102に準じて、生物相は光学顕微鏡にて、経日的に分析を行った。



図-3 貝殻を破碎処理した底質改善材（粒径1～3mm）

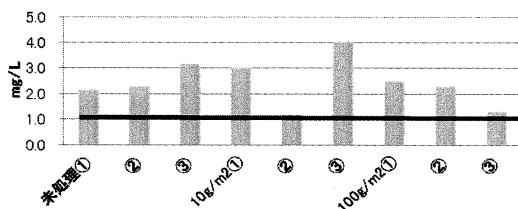


図-4 T-Nの抑制効果（30日目）

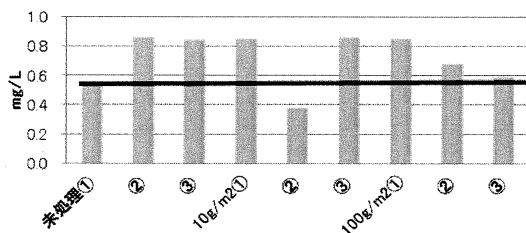


図-5 NH₄-Nの抑制効果（30日目）

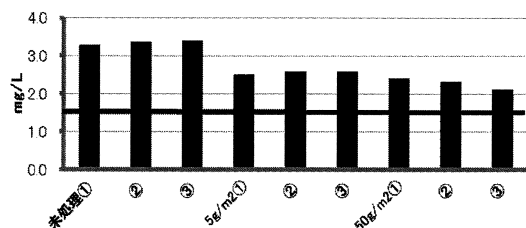


図-6 T-Pの抑制効果（30日目）

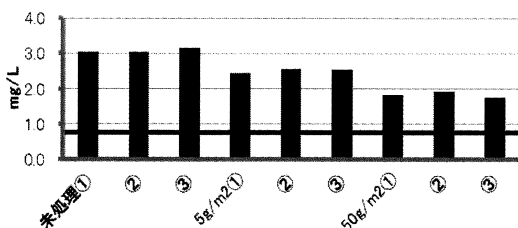


図-7 PO₄-Pの抑制効果（30日目）

3. 結果および考察

(1) 水質

粒状の貝殻を散布した結果、PO₄-Pは対照系（非散布系）に比べて減少したが、NH₄-NおよびNO₃-Nは大きな変化はみられなかった。抑制率を算出したところ、T-Pについては散布量5g/m²、10g/m²、50g/m²、100g/m²でそれぞれ23.4%、30.9%、32.3%、32.7%、PO₄-Pについてはそれぞれ0.5%、19%、20%、41%となり、散布量に比例して抑制率が高くなる傾向にあった。一方、T-Nではそれぞれ0%、2%、6%、-1%となり、高い抑制率は得られなかった。NP比については、PO₄-P減少に伴い、P過多の状態から適正とされるNP=10程度に改善された。

マイクロコズム培養終了時の水質についてみると、窒素においては全体的に原水より高い値となったが、これは、底泥からの溶出もしくはプランクトンの死骸により値が高くなったものと考えられる。また、リンにおいても同様に散布系の値が原水より高い値となったが、これはPO₄-Pでは培養開始時の原水の値が通常より低か

ったことと、貝殻によりリンは吸着されてはいるが、散布量が少ないうえに吸着しきれていないことによるものと考えられる。

(2) プランクトン相

プランクトン相については、マイクロコズムの培養経過とともに緑藻および珪藻の優占度が上昇し、藍藻類によるアオコは抑制された。培養期間中、主に観察された植物プランクトンは、珪藻類 *Melosira varians*, *Aulacoseira italica*, *Navicula* sp., *Cocconeis* sp., *Nitzschia* sp., *Synedra* sp., 緑藻類 *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella* sp. であり、中心となる優占種は緑藻類 *Chlorella* sp. であった。これらを生物学的な水質汚濁指標に当てはめると、水質は α -ms (中腐水性) ~ ps (強腐水性) と評価された。

(3) 今後の課題・展望

従来より、底質改善材として MgO や CaO によるモデルエコシステムでの実験研究が検討されており、生態系に及ぼす影響など処理特性や効果について知見が蓄積されている。今後は、底質改善材として実績のある MgO や CaO との効果比較により地域未利用資源としての貝殻の適正散布条件などの検討を行うと同時に、現場設置規模のメソコズムや実湖沼への散布など、スケールアップ規模での実証を目指すこととしている。

4. まとめ

- 1) 地域未利用資源としての貝殻を粒状に破碎して散布することにより、底泥から溶出する $PO_4\text{-P}$ を吸着除去することができた。
- 2) $NH_4\text{-N}$, $NO_3\text{-N}$ については貝殻散布に伴う吸着除去は確認されず、 P 過多から適正 N/P 比へと改善された。
- 3) プランクトン相について、すべての系において優占種は *Chlorella* sp. であった。
- 4) 今後は、底質改善材として実績のある MgO や CaO との効果比較により適正散布条件などの検討を行い、現場設置規模のメソコズムや実湖沼への散布など、スケールアップ規模での実証を目指すこととしている。

追記：

本研究は、日本学術振興会平成24-26年度科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）（挑戦的萌芽研究）「（課題番号24651029）移入種生物がもたらす生態系影響評価のためのモデルエコシステムの汎用化に関する研究」の一環として実施された。



図-8 野外設置型モデルエコシステム

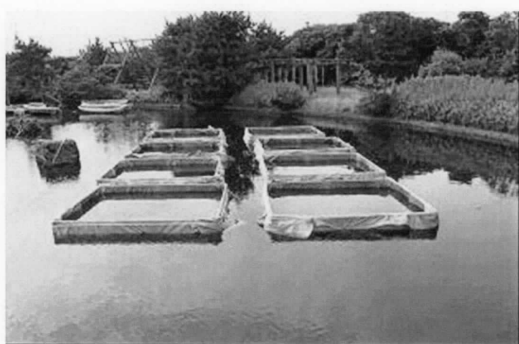


図-9 現場設置型モデルエコシステム（メソコズム）

参考文献

- Agatsuma, S., Murakami, K., Gomyo, M., Amano, Y. (2012) Nutrients Elution Control from Eutrophicated Sediment using Shell as Regional Unused Resources, *Proceedings of 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference (APYWP2012)*, CD-ROM.
- Amano, Y., Taki, K., Murakami, K., Ishii, T., Matsushima, H. (2002) Sediment Remediation for Ecosystem in Eutrophicated Lakes, *The Scientific World*, Vol.2, pp.885-891.
- Inamori, Y., Murakami, K., Sudo, R., Kurihara, Y., Tanaka, N. (1992) Environmental Assessment Method for Field Release of Genetically Engineered Microorganisms using Microcosm Systems, *Water Science and Technology*, Vol.26, No.9-11, pp.2161-2164.
- 村上和仁, 石井俊夫, 瀧 和夫, 松島 眸 (2006) 富栄養化湖沼における季節変遷を考慮した底泥処理の検討, *環境情報科学論文集*, Vol.20, pp.37-42.
- 村上和仁, 吾妻咲季, 五明美智男, 中村明彦 (2012) 地域未利用資源を活用した海浜公園池の底質・水質改善, 第15回日本水環境学会シンポジウム講演集.