

マイクロコズムを用いた底質改善材 (Mg) の生態リスク影響解析

千葉工業大学・生命環境 村上和仁
 福島大学・共生システム 稲森隆平 稲森悠平
 相模女子大学・栄養科学 杉浦 桂

1. はじめに

Mg は富栄養化水域の底質改善材として有望視されており、各種実験研究が実施され¹⁾、分野によっては実用化もされている²⁾。Mg はもともと海水中や底質土壤中に存在しており、生物毒性がそれほど高くないため、環境改善のための化学散布材として広く用いられる可能性がある。しかしながら、Mg をはじめとする金属類の生態リスクについては十分な知見が得られていないのが現状であり、個々の生物種に対する毒性リスク評価ではなく、複雑な生物間相互作用を有する生態系システムに対する生態リスクを評価する上では、生産者・消費者・分解者からなるモデル微生物生態系であるマイクロコズムが有用なツールとなり得る。

本研究では、金属類の生態リスク影響評価に供するための基礎的知見の集積を目的として、Mg の添加（負荷）がマイクロコズム生態系の P/R 比（生産量/呼吸量の比）および生物相の推移に如何なる影響を及ぼすかについて検討をおこなった。

2. 方法

2.1 供試マイクロコズム

分解者として4種の細菌類 *Bacillus cereus*, *Pseudomonas putida*, *Acinetobacter* sp., coryneform bacteria、生産者として2種の緑藻類 *Chlorella* sp., *Scenedesmus* sp., 1種の糸状藻類 *Tolypothrix* sp., 捕食者として1種の原生動物繊毛虫類 *Cyclidium glaucoma*, 2種の後生動物輪虫類 *Lecane* sp., *Philodina erythrophthalma*, 1種の後生動物貧毛類 *Aelosoma hemprichi* の組合せからなる Gnotobiotic 型マイクロコズムを用いた。なお、このマイクロコズムは高い安定性と再現性を有するモデル微生物生態系であり、定常期に達した培養液を種として新たな培地に植継ぐと繰り返し同様な増殖曲線が得られる³⁾。

2.2 金属負荷

底質改善材として広く用いられている Mg を対象とした。添加量（負荷量）は、0（対照系）、0.1、0.2、0.5、1.0、5.0、10mg/l とし、マイクロコズム培養開始後 16 日目の安定期に添加した。

2.3 培養方法及び測定項目

マイクロコズムの培養は、ポリペプトン濃度を 100mg/l となるよう調整した TP 培地 (Taub + polypeptone) 200ml を 300ml 容三角フラスコに入れ、2 ヶ月間継代培養しているマイクロコズムを種として 5ml 接種した後、25、2,800lux (明 12hr / 暗 12hr.) 静置条件とした。DO センサーによりマイクロコズム内の DO 変化を経時的に連続測定し、P (生産量) R (呼吸量) および P/R 比の推移を求めた。同時に、培養開始後、0、2、4、7、14、16、18、20、23、30 日目にマイクロコズム構成微生物の個体数を計測した。

2.4 影響評価方法

Mg がマイクロコズム生態系に及ぼす影響について、P/R 比からの評価：添加後 14 日間の P/R 比の挙動パターンを対照系（非添加系）と比較して評価、添加後の挙動パターンからの評価：添加後 14 日間の各構成微生物の挙動パターンを対照系（非添加系）と比較して評価、安定期の個体数 (N₃₀) からの評価：培養開始後 30 日目（添加後 14 日目）における各構成微生物の個体数を対照系（非添加系）と比較して評価、および添加後の現存量 (B₁₆₋₃₀) からの評価：添加後 14 日間の各構成微生物の現存量（面積個体数密度）を対照系（非添加系）と比較して評価、から解析評価することとした。

キーワード： マイクロコズム 底質改善材 Mg 生態リスク評価 P/R 比 生物個体数

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学生命環境科学科 TEL 047-478-0455 FAX 047-478-0474

3. 結果および考察

3.1 Mgの生態リスク評価

Mg添加後14日間のP/R比の挙動パターンを対照系(非添加系)と比較して、Mgの生態リスク影響を評価した。その結果、Mg = 10mg/lで特に呼吸量に対して影響が生じ、P/R比が減少したが、その後、P/R比 = 1程度(安定系)に回復した。これより、Mg = 10mg/lは一時的に毒性を示すが、慢性的な毒性ではないと考えられた。添加後の挙動パターンからの評価では、Mg添加後14日間の各構成微生物の挙動パターンを対照系と比較したところ、マイクロコズムを構成する代表的な種の挙動を比較してみると、特に原生動物 *C.glaucoma* と水生ミミズ *A.hemprichi* が Mg = 10mg/l で大きな影響を受けていることがわかる。すなわち、共存系においても生物種によって影響の大きさが異なることが示された。安定期の個体数 (N_{30}) からの評価では、Mg添加後14日目(培養開始30日目)における各構成微生物の個体数を対照系と比較したところ、対照系と添加系における生物個体数の比をとると、対照系に比べて個体数が増加している生物群(微細藻類・細菌類)と減少している生物群(微小動物)に区分されることがわかった。添加後の現存量 (B_{16-30}) からの評価では、Mg添加後14日間の各構成微生物の現存量(面積個体数密度)を対照系と比較したところ、対照系と添加系における現存量(面積個体数)の比をとると、 N_{30} と同様に、生物群が二分された。

3.2 Mgの生態系機能に及ぼすリスク評価

マイクロコズムを用いたP/R比からの生態系リスク評価については、パターン : 生物活性に影響が生じてもP/R比は一定に保たれるという「系が維持」されるパターン、パターン : 一時的にP/R比が上昇または低下しその後元の生物相による安定系が構築されるという「系が回復」するパターン、パターン : 一時的にP/R比が上昇または低下しその後異なる生物相による安定系が構築されるという「系が転移」するパターン、パターン : PあるいはRが増大し続け系が回復しないまま崩壊するという「系が崩壊する」パターン、に分類される。Mgの添加に伴うP/R比の変化は、Mg = 10mg/lでパターン に相当すると考えられた。すなわち、Mg = 10mg/l添加により、*C.glaucoma* と *A.hemprichi* が系から消失したものの、他の生物がその機能を補完して系全体としてP/R比 = 1の安定系を維持したのと考えられた。このことは、異なる生物相による安定系への転移を意味している。

3.3 生態リスク評価におけるマイクロコズムシステムの有効性

従来の単種生物試験と比較して複数種共存系であるマイクロコズム試験の利点は、生態系回復過程の評価が可能になるという点である。例えば、界面活性剤LASのように生態系内で分解され系が再生する過程を評価することができる。また、同一の評価対象物質での無影響濃度の精度(バラツキ)を比較すると、単種生物試験 > マイクロコズム試験となり、得られるリスクは同程度である場合、バラツキの小さいマイクロコズムでの高精度な生態リスク評価が重要となる。これらについては今後、文献調査等により、更なる情報収集を行い、精査する必要がある。また、本マイクロコズムを複数種共存系システムのスタンダードとして位置づけ、評価試験の規格を標準化することで、従来、湖沼や河川等の自然環境水を用いて実施されてきた評価試験に伴っていた未知の共存微量物質や生物種の差異による影響といった問題が排除される利点がある。

4. まとめ

- 1) マイクロコズム試験によるMgの生態無影響濃度(m-NOEC)は、Mg 10mg/lと見積もられた。
- 2) Mg添加に伴うP/R比の変化はパターン に相当し、「系の転移」が生じたのと考えられた。
- 3) マイクロコズムを活用したP/R比からの生態リスク評価は、精度や規格の標準化の点から、有効な手段となることが示された。

追記: 本研究は、環境省平成21年度環境研究・技術開発推進費(戦略指定)課題「マイクロコズムを用いた生態系リスク影響評価システム手法の開発」の一環として実施された。

参考文献

- 1) 村上和仁、石井俊夫、瀧 和夫、松島 眸: 底泥処理による湖沼内部生産の抑制効果、環境情報科学論文集、22巻、pp.487-492 (2008.11.)
- 2) 宇部マテリアルズ株式会社 HP、<http://www.ubematerials.co.jp/>
- 3) Y.Kurihara: Biological analysis of the structure of microcosm with special reference to the relations among biotic and abiotic factors, *Science Report of Tohoku University*, Vol.26, No.4, pp.269-296 (1960).