

論文要旨

平成25年12月17日

環境生命学 専攻	氏名	柴田 賢一
論文題名	マイクロコズムを用いた化学物質の生態系影響評価	
<p>生態系影響評価は緑藻・甲殻類・魚類のうち1から3種について各1種の培養・飼育系に化学物質を加えて行われている。しかし、生態系には食物網や物質循環などの機能があり、生態系機能を含めた生態系影響評価が必要である。マイクロコズムは生産者・消費者・分解者からなり食物網などの生態系機能の一部を有すること及び制御可能なシステムであることなどから生態系影響評価に有用と考えられる。本研究では淡水マイクロコズムを用いて、生態系機能を含めた生態系影響評価手法の確立を目指して微量化学物質の生態系影響評価を行う事を目的とした。</p> <p>淡水マイクロコズムを用い、富栄養湖に自然発生する藍藻毒マイクロシスチンLR (MC-LR) と人為由来の抗生物質オキシテトラサイクリン (OTC) について、生物量と群集呼吸量 (CR) 及び総生産量 (GPP) による生態系影響評価を行った。</p> <p>MC-LR は本マイクロコズムにおいて1 mg/L で慢性的な影響を与える事が明らかになった。MC-LR 添加 30 日後に藍藻 (<i>Tolypothrix</i> sp.) が減少しワムシ (<i>Philodina</i> sp.) とミミズ (<i>Aeolosoma hemprichi</i>) が増加した。ワムシとミミズは藍藻の死骸を餌として増えたと考えられ、間接的な影響を捉えられたと考えられる。MC-LR 1 mg/L の添加によって CR が高くなり GPP は低くなった。この結果は、ワムシ及びミミズの増加と藍藻の減少との関連があると考えられる。本マイクロコズムを用いる事で、微小生物でも MC-LR の1ヶ月もの長期間におよぼ慢性影響がある事が明らかになった。</p> <p>OTC の無影響濃度は本マイクロコズムでは7 µg/L 未満であり、米国環境保護庁の掲載している生態影響評価結果の中で最も低い無影響濃度 20 µg/L (オオカナダモ) よりも更に低い事が分かった。本マイクロコズムにおいて繊毛虫 (<i>Cyclidium</i> sp.) が大幅に減少し、ワムシ (<i>Lecane</i> sp.) は増加する傾向を示した。これは、共通の生物 (細菌) を餌とする <i>Cyclidium</i> sp. の減少により <i>Lecane</i> sp. のニッチが拡大したためだと考えられ、OTC の間接的な影響を捉えられたと考えられる。CR は OTC 700-7000 µg/L で対照群の約 70%まで減少した。</p> <p>生物量で評価した NOEC (無影響濃度 No Observed Effect Concentration) は <i>Cyclidium</i> sp. と <i>Lecane</i> sp. において 7 µg/L 未満であったのに対し、CR では 70 µg/L であった。これは、7-70 µg/L において群集構造の変化に伴う生態系機能 (CR) の低下を構成生物が補完したために、CR への影響が現れなかったと考えられた。OTC は実環境中の表層水 (湖沼や河川) においては、一般的に 0.1 µg/L であることが多く、このような条件では OTC の生態系への影響は限定的で、影響はほとんどないと言える。しかし、豚農場の近くの河川で 100 µg/L に近い濃度で検出される場合がある。このような条件では、高い確率で原生生物の生物量への影響およびそれに伴う間接的な影響が生じていると考えられ、また、生態系機能にも影響が出ている可能性もある。</p>		

生物量と CR の関係を明らかにするために、各従属栄養生物の 1 個体当たりの呼吸量を体の大きさ（細胞の体積又は乾燥重量）から予測し、生物量と 1 個体当たりの呼吸量の予測値（代謝速度一定と仮定）から従属栄養生物の個体群の呼吸量を見積もった。全従属栄養生物の個体群の呼吸量の予測値を合計し、従属栄養生物群集の呼吸量の理論値（ HR_{theo} ）とした。一方、藻類の呼吸量（AR）は $0.35 \times GPP$ で求められると言われている。そこで、CR から AR を差し引くことで、従属栄養生物群集の呼吸量の実験値（ HR_{exp} ）を求めた。次に、測定値から計算した従属栄養生物の呼吸量との比（ HR_{exp}/HR_{theo} ）をとった。 HR_{exp}/HR_{theo} は、 HR_{theo} が単位生物量当たりの呼吸量が一定であると仮定したときの呼吸量であるから、代謝に変化がないと仮定したときに予想される呼吸量を基準としたときの、実際の単位生物量当たりの代謝速度の変化を示している。これを RCM（相対群集代謝 Relative Community Metabolism）と呼ぶことにする。

OTC 7–70 $\mu\text{g/L}$ においては、OTC 添加 4 日後までは急激に RCM が低下したものの、7–10 日後には対照群と同じ水準まで回復した。これは OTC が分解されて濃度が低下したことが原因であり、数 $\mu\text{g/L}$ 程度まで達したために RCM が回復したと考えられた。OTC 700–7000 $\mu\text{g/L}$ においては、対照群の約 44% まで RCM が抑制され、従属栄養生物の代謝に対する影響は、CR から予想されるよりも遥かに大きかった事が明らかになった。この影響は生物量や CR 及び GPP だけからでは予想不可能であり、RCM を求めることで初めて明らかにできる事を見出した。

以上より、マイクロコズムを用いることで MC-LR と OTC について生態系機能（生物間相互作用と CR 及び GPP）を含めた生態系影響評価を行えることを明らかにした。特に、個別に測定した生物量と呼吸量の関係を生物 1 個体当たりの代謝速度を考慮して解析することで RCM を求めることができ、生態系としての代謝機能の影響評価を行えることを初めて見出した。