

マイクロコズムにおける高次捕食者外来生物侵入の生態系影響解析

千葉工業大学	生命環境科学科	学員	○田部井佑成
千葉工業大学	生命環境科学科		林 秀明
千葉工業大学	生命環境科学科	正員	村上和仁
国際科学振興財団バイオエコ研究所			稲森悠平

1 目的

生態系・生物多様性に深刻な影響を及ぼす要因の一つとして、微生物農薬、バラスト水、ペットの遺棄などによる既存の生態系への外来生物の侵入が挙げられる。これらの外来生物の中には遺伝子の攪乱、食物連鎖のバランスの崩壊により既存の野生生物の減少や絶滅の原因となり、第一次産業への被害の原因となる侵略的外来種が存在し、近年問題となっている。しかし、自然生態系では複雑な関係が成り立っているため、これらの問題のすべての影響をみるのが困難であるという現状がある。本研究では、一般湖沼の基礎的な生態系構造を構築できる微生物生態系（マイクロコズム）を用いて生物相と P/R 比から生態系の機能に着目し、ミジンコ（*Moina macrocopa*）をブラックバスなどの湖沼生態系外から侵入する高次捕食者としての外来種に見立てて評価を行い、生態的影響を評価することを目的とした。

2 方法

2.1 マイクロコズム

マイクロコズムとは自然生態系の一部を切り抜いた模擬生態系のことであり、分解者、生産者、捕食者の三つの役割からなるため安定した生態系を構築できる。今回用いた Gnotobiotic 型マイクロコズムは構成種が既知のものであり、生産者として 2 種の緑藻類 *Chlorella* sp. *Scenedesmus* sp. 1 種の藍藻類 *Tolypothrix* sp. 捕食者として 1 種の原生動物絨毛虫類 *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*、分解者として 4 種の細菌類 *Bacillus cereus*、*Pseudomonas putida*、*Acinetobacter* sp. coryneform bacteria の計 11 種で構成されている。



図1 マイクロコズム

2.2 培養方法

本実験では Gnotobiotic 型マイクロコズムを用い、300ml の三角フラスコに TP 培地 (Taub+pepton 培地) を 200ml 注ぎ、マイクロコズムの種 10ml を添加した系を用い、温度 25℃、照度 2,400lux (明暗周期 12hr) の静置条件で 30 日間培養を行った。

2.3 導入生物

導入生物である *Moina macrocopa* はミジンコ目に属するろ過摂食性の微小甲殻類で、通常は雌のみの単為生殖であるが水質汚染などによる環境の悪化により雄が現れ耐久卵をつくるという性質を有している。また、観賞用魚類の生餌、薬品の毒性試験での有用性、バイオマニピュレーション導入種としての着目など生物としての有用性は多岐にわたる。本研究ではマイクロコズム内での既存の最上位捕食者である *Aelosoma hemprichi* との競争関係に着目し、*Aelosoma hemprichi* の 1 倍、5 倍、10 倍の導入量で *Moina macrocopa* を添加し生態系の構造と機能に与える影響の評価を行った。

2.4 評価方法

評価項目は個体数(構造パラメータ)、溶存酸素:DO(機能パラメータ)の 2 項目とし、個体数は光学顕微鏡を用い培養開始から 0, 2, 4, 7, 14, 16, 18, 20, 23, 30 日目に観察した。その結果から対照系との 30 日目の生物の個体数比である N₃₀ の評価を行った。DO は 16 日目から連続的に測定し、生産量(P)、消費量(R)から P/R 比を算出し評価を行った。

3. 結果および考察

3.1 個体数(構造パラメータ)による評価

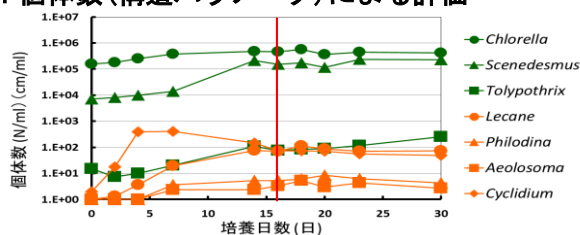


図2 対照系における経日変化

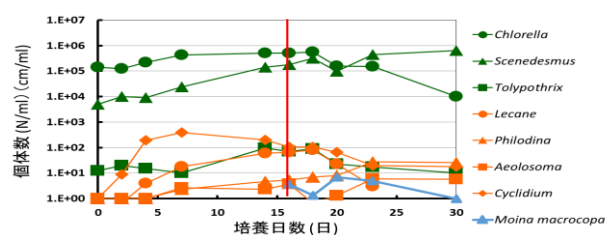


図3 1倍添加系における経日変化

キーワード: マイクロコズム P/R 比 外来生物 最上位捕食者 構造パラメータ 機能パラメータ NOEC

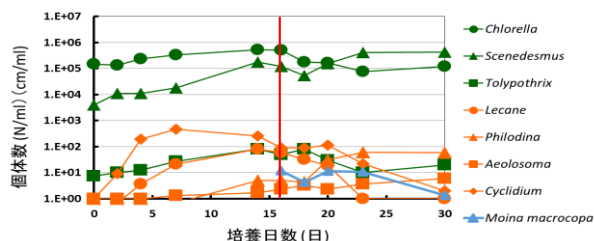


図4 5倍添加系における経日変化

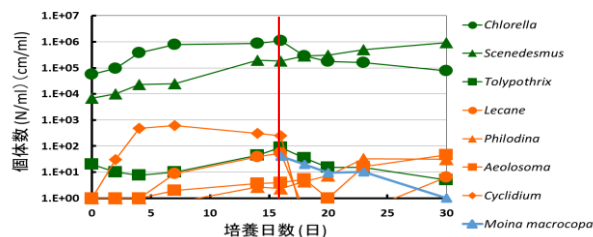
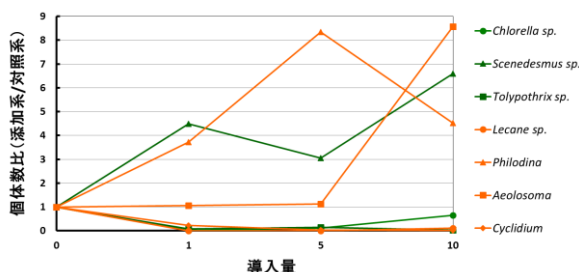


図5 10倍添加系における経日変化

図2～5を比較すると全ての添加系において生物導入直後より生産者である *Chlorella* sp. *Tolypothrix* sp. の2種が減少した。原因として前者は *Moina macrocopa* の侵入による捕食圧の増大、後者は *Moina macrocopa* の遊泳行動により十分に生長できなかったためであると考えられる。また、捕食者では *Lecane* sp. *Cyclidium glaucoma* が減少傾向を示し、10倍添加系では添加直後の18日目で死滅が確認された。これは、マイクロコズム内の消費者の競争関係が *Moina macrocopa* の捕食圧によって苛烈となり捕食能力の優劣に差が生じたためであると考えられる。また、すべての添加系で外来生物として添加した *Moina macrocopa* は30日目の計測時までには個体数が収束した。さらに大量の外来生物の侵入を想定した10倍添加系では30日目に既存の系内最上位捕食者である *Aeolosoma hemprichi* の個体数が大幅に増大していることが図6よりみてとれる。これは *Moina macrocopa* の遺骸や脱皮により発生する代謝産物の存在が、ろ過摂食性動物プランクトンが捕食行動を行う上での物理的障害となり開口摂食性である *Aeolosoma hemprichi* だけが有利に緑藻類 *Chlorella* sp. を捕食できるようになったためではないかと考えられる。

図6 各系における N_{30}

3.2 DO(機能パラメータ)による評価

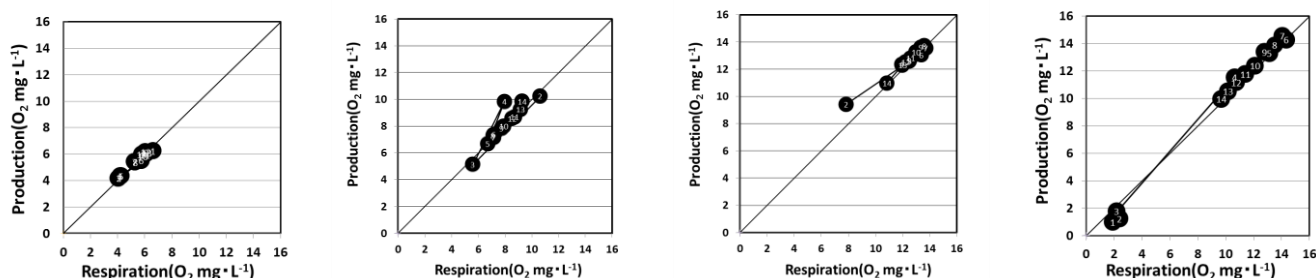


図7 各系におけるP/R比 (左から対照系、1倍、5倍、10倍添加系)

図7より溶存酸素の生産量と消費量の比であるP/R比では、*Moina macrocopa* の添加量が増えることで溶存酸素(DO)の消費活性が増大し、10倍添加系では連続測定開始直後から約70時間DO値が減衰した後安定する結果となった。このため10倍量の導入は構造パラメータの構成種の変動と、機能パラメータのDO値の減衰から生態系に影響ありと判断し、マイクロコズムにおいて高次捕食者が侵入したときの最大無影響濃度は既存の最上位捕食者の5倍から10倍量の間にあると評価した。さらに、構造パラメータから5倍添加系において *Lecane* sp. が大幅に減少しているためm-NOECは5倍から10倍量の間でも比較的低濃度にあると考えられる。

4 まとめ

- 1) 構造パラメータにおいては生産者2種、捕食者2種の減少傾向がみられ5倍添加系で *Lecane* sp. が大幅に減少したが死滅はみられなかった。10倍添加系では捕食者2種の死滅が確認され、高次捕食者となるような外来生物の侵入により既存の最上位捕食者が増加してしまう危険性が示された。
- 2) 機能パラメータでは10倍添加系で測定直後から減衰がみられた。よって機能パラメータから評価される最大無影響濃度(m-NOEC)はマイクロコズム最上位捕食者の10倍未満にあると考えられる。
- 3) 構造パラメータと機能パラメータから、モデルエコシステムレベルでの高次捕食者外来生物の侵入に対する最大無影響濃度(m-NOEC)は、既存の最上位捕食者の5倍から10倍量の間にあると評価された。

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。

