

マイクロコズムによるネオニコチノイド殺虫剤 (イミダクロプリド・ジノテフラン・クロチアニジン) の生態系影響評価における比較

千葉工業大学 生命科学科 学員 ○田中美波
千葉工業大学 生命科学科 正員 村上和仁

1. 目的

ネオニコチノイド殺虫剤とは、有機リン及びカーバメート殺虫剤に代わる殺虫剤として 1990 年代に登場した新しい (neo) ニコチンを由来とする殺虫剤の総称である。選択的に昆虫に毒性を示し、近年、ミツバチの大量死や赤トンボの激減の原因としてネオニコチノイド殺虫剤があげられ、また、地球表層水への流出による水生生物への影響が懸念されている。我が国では、11 種のネオニコチノイド殺虫剤が登録されているが、これらの物質の評価データは単一生物試験によるものがほとんどであり、生態系への影響については不明な部分が多い。

本研究ではフラスコサイズの培養モデルであるマイクロコズムを用いて、ネオニコチノイド殺虫剤の有効成分の一つであるイミダクロプリドの m-NOEC (マイクロコズム最大無影響濃度) を算出することを目的とした。また、先行研究で検討したネオニコチノイド殺虫剤であるジノテフラン¹⁾およびクロチアニジン²⁾との比較を行った。

2. 方法

2-1 マイクロコズム

マイクロコズムとは、生態系における物理、化学、生物的要因とそれらの相互作用の一部を包含しており、現場現象をエコシステムレベルで解析できる模擬生態系である。本研究で用いた Gnotobiotic 型マイクロコズムは生産者として植物プランクトン (3 種)、分解者としてバクテリア (4 種)、捕食者として動物プランクトン (4 種) から構成されており、目的に応じて培養条件の実験操作が可能であり、再現性が高く、環境の影響評価に適している。

2-2 培養方法

300mL フラスコに TP 培地 (Taub+Pepton 培地) 200mL とマイクロコズムの種 10mL を添加し、温度 25℃、照度 2400lux、明暗周期 12 時間で 30 日間静置培養を行った。

2-3 添加物質

対象物質をイミダクロプリド (Imidacloprid) とした。イミダクロプリドを有効成分とする殺虫剤の代表的なものとしてアドマイヤーフロアブル (バイエルクロップサイエンス (株)) があり、コナジラミやアブラムシの防除に用いられている。本研究ではイミダクロプリド標準品 (和光純薬) を純水に溶かし、マイクロコズムが安定する 16 日目に添加した。また、添加濃度は添加後のマイクロコズム内の濃度が 0mg/l (対照系系), 0.1mg/l, 0.2mg/l, 0.4mg/l, 0.8mg/l, 1.6mg/l, 3.2mg/l になるように設定した。

2-4 評価方法

評価項目は、顕微鏡観察によるプランクトン個体数 (構造パラメータ) と DO 計測 (機能パラメータ) とした。顕微鏡観察は培養開始から 0、2、4、7、14、16、18、20、23、30 日目に行った。DO は 16 日目の農薬添加後から連続的に測定し、生産量 (P) と消費量 (R) より P/R 比を算出し、枝分かれ型分散分析を行った。

3. 結果及び考察

3-1 構造パラメータによる評価

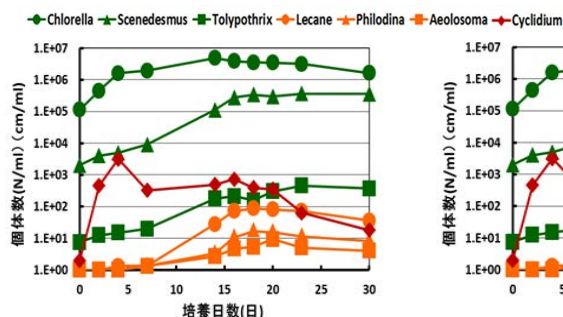


図2 対照系の個体数変遷

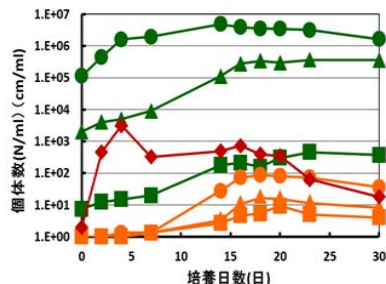


図3 0.1mg/l 添加系の個体数変遷

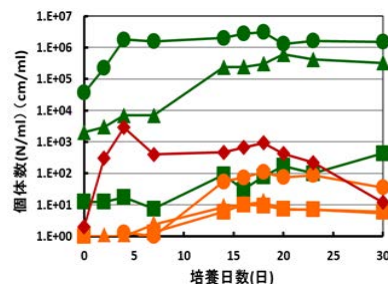


図4 3.2mg/l 添加系の個体数変遷

プランクトン観察より、すべての添加系において死滅した生物種はみられなかった。

キーワード: マイクロコズム ネオニコチノイド殺虫剤 イミダクロプリド m-NOEC 農薬登録保留基準

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 (千葉工業大学生命科学科) TEL:047-478-0455 FAX:047-478-0455

3-2 機能パラメータによる評価

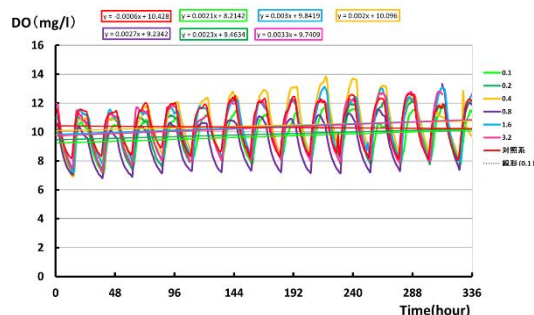


図5 各添加濃度における DO の経時変化

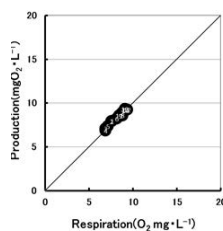


図6 P/R 比
(対照系)

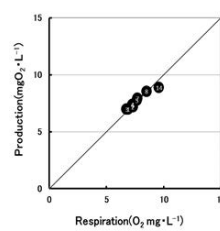


図7 P/R 比
(0.1mg/l 添加系)

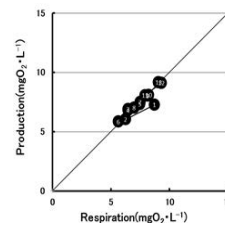


図8 P/R 比
(3.2mg/l 添加系)

各添加濃度における DO の経時変化より、すべての添加系で DO 値は対照系と同様の曲線を示した。P/R 比とはマイクロコズム内の酸素の生産と消費の比を表したものであり、マイクロコズムの P/R 比は自然生態系と同様の 1 となる性質を有する。すべての添加系において P/R 比が 1 付近で安定しているため、生態系としての機能は保たれていると考えられる。

3-3 先行研究との比較

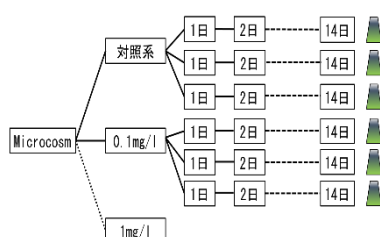


図9 枝分かれ型分散分析イメージ

表1 イミダクロプリド枝分かれ型分散分析

添加濃度 mg/l		P/R比	呼吸量	生産量	
0.1	群	○	○	○	○
	交互作用	○	○	○	○
0.2	群	○	○	○	○
	交互作用	○	○	○	○
0.4	群	○	○	○	○
	交互作用	○	○	○	○
0.8	群	○	○	○	○
	交互作用	○	○	○	○
1.6	群	○	○	○	○
	交互作用	○	○	○	○
3.2	群	○	○	○	○
	交互作用	×	×	×	×

○…影響なし ×…影響あり

表2 ジノテフラン枝分かれ型分散分析

添加濃度		P/R比	呼吸量	生産量	評価
1.0	群	○	○	○	○
	交互作用	○	○	○	○
1.75	群	○	○	×	×
	交互作用	×	×	×	×

表3 クロチアニジン枝分かれ型分散分析

添加濃度		P/R比	呼吸量	生産量	評価
7.5	群	○	○	○	○
	交互作用	○	○	○	○
10	群	○	○	○	○
	交互作用	○	×	×	×

枝分かれ型分散分析とは、フラスコ間差を確率変数とみなした分散分析のことである。添加系や対照系を振り分け、時間を含めた実験条件を考慮した検定方法である。すべての値の平均による分散分析を群といい、時間ごとの分散分析を交互作用という。

枝分かれ型分散分析より、イミダクロプリドの m-NOEC は $1.6\text{mg/L} \leq \text{m-NOEC} < 3.2\text{mg/L}$ の範囲と評価された。先行研究のジノテフランの m-NOEC は $1.0\text{mg/L} \leq \text{m-NOEC} < 1.75\text{mg/L}$ の範囲、クロチアニジンの m-NOEC は $7.5\text{mg/L} \leq \text{m-NOEC} < 3.2\text{mg/L}$ の範囲であった。

イミダクロプリドおよびジノテフランは、m-NOEC を自然生態系試験（メソコズム試験）への安全係数 200³⁾ および基準値への不確実係数 10 で除すと、農薬登録保留基準値⁴⁾ 以下の値となり、適正に評価できていると考えられる。イミダクロプリドの農薬登録保留基準値は $1.9\mu\text{g/L}$ であり、ジノテフランは $12\mu\text{g/L}$ 、クロチアニジンは $2.3\mu\text{g/L}$ である。一方、クロチアニジンは光分解されやすい性質を有するため、イミダクロプリドやジノテフランと比べて m-NOEC が高い値を示したものと考えられた。

4. まとめ

イミダクロプリドのマイクロコズム試験において、全ての添加系において種の死滅はみられなかった。P/R 比からすべての添加系で生態系としての機能は保たれていると評価された。枝分かれ型分散分析の結果より、イミダクロプリドの m-NOEC は $1.6\text{mg/L} \leq \text{m-NOEC} < 3.2\text{mg/L}$ の範囲と評価された。イミダクロプリドおよびジノテフランは、m-NOEC を自然生態系試験（メソコズム試験）への安全係数 200 および基準値への不確実係数 10 で除すと、農薬登録保留基準値以下の値となり、適正に評価できていると考えられる。一方、クロチアニジンは光分解されやすい性質を有するため、イミダクロプリドやジノテフランと比べて m-NOEC が高い値を示したものと考えられた。

参考文献

- 1) 吉野翔平ら：マイクロコズムによるネオニコチノイド殺虫剤(ジノテフラン)の生態系影響解、第 45 回土木学会関東支部技術研究会講演要旨集(2018)
- 2) 波多待子ら：マイクロコズムによるネオニコチノイド殺虫剤(クロチアニジン)の生態系影響解、第 46 回土木学会関東支部技術研究会講演要旨集(2019)
- 3) Yuhei Inamori ed.: Microcosm Manual for Environmental Impact Risk Assessment-From Chemicals to Whole Effluent Toxicity(WET)- (2019)
- 4) 環境省 HP：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準として環境大臣が定める基準の設定に関する資料