

# ネオニコチノイド系殺虫剤(イミダクロプリド)が ミジンコの繁殖に与える影響



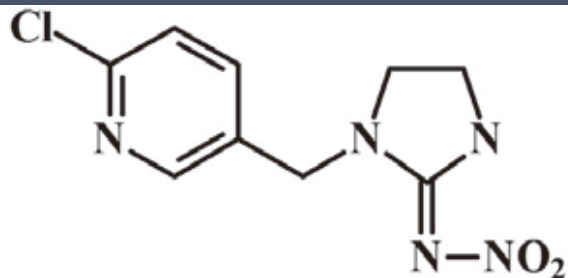
メンティー 都立戸山高校 森永 康寛



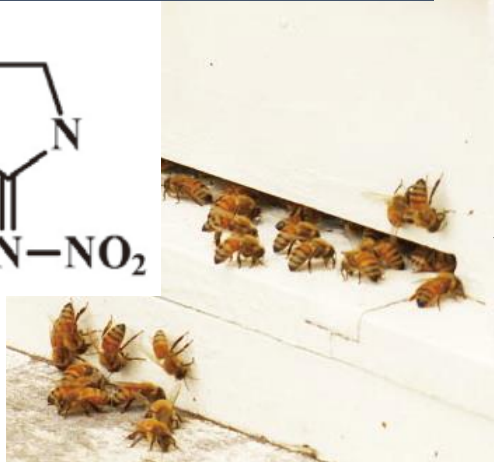
メンター 富山県立大学 坂本 正樹

# 背景と目的

## ネオニコチノイド系殺虫剤



イミダクロプリド  
C<sub>9</sub>H<sub>10</sub>ClN<sub>5</sub>O<sub>2</sub>



### <神経毒性>

⇒蜂群崩壊症候群の原因物質である可能性が指摘されている

### <水圏生態系への影響>

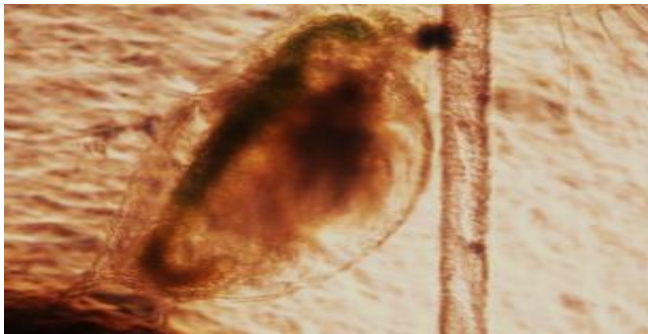
⇒標準試験生物では多くの報告  
・藻類、ミジンコ類、魚類

標準試験生物以外の生物への毒性評価はほとんどなされていない

イミダクロプリドを対象とし、以下の点を明らかにすることを目的とした

- ・ミジンコにおける種間の感受性の違い
- ・環境ストレスとの複合的な影響の有無  
餌不足、水草由来のアレロパシー物質

# 実験1 ミジンコ種間での感受性の比較



## オオミジンコ (*Daphnia magna*)

- ・生態毒性試験における標準試験生物
- ・日本には分布していない



## カブトミジンコ (*D. galeata*)

- ・北半球に広く分布
- ・日本の湖沼でも一般的に観察される

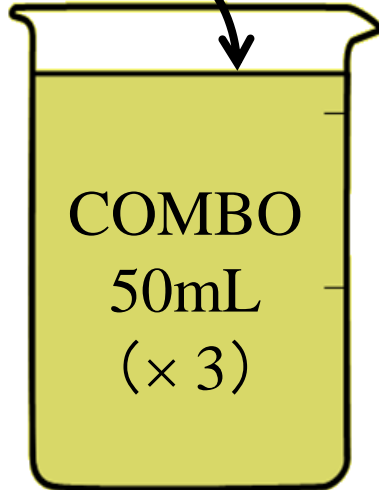


## ミジンコ (*D. pulex*)

- ・北半球に広く分布
- ・水田やため池でよく観察される

# 実験1 ミジンコ種間での感受性の比較

- 1) 対照区
- 2) イミダクロプリド 5 mg/ L
- 3) イミダクロプリド 10 mg/ L



・クロレラ (*Chlorella vulgaris*)  
5.0 × 10<sup>5</sup> cells/ mL



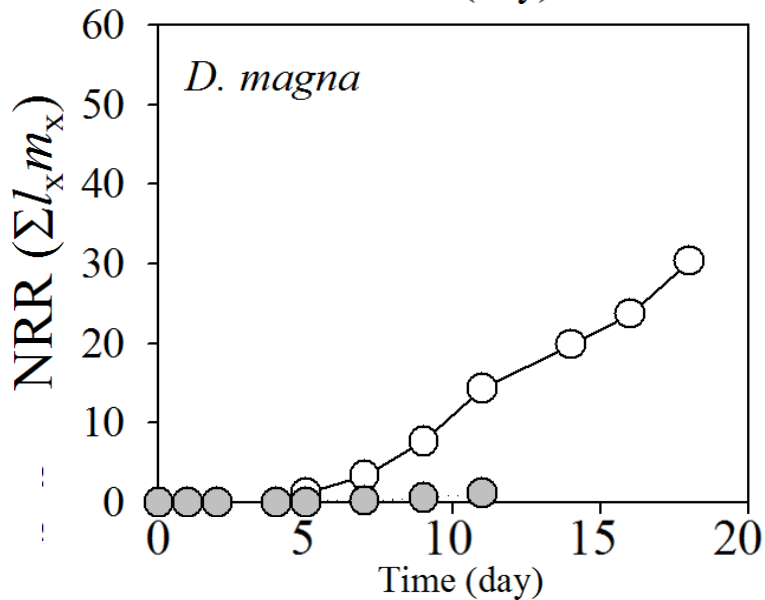
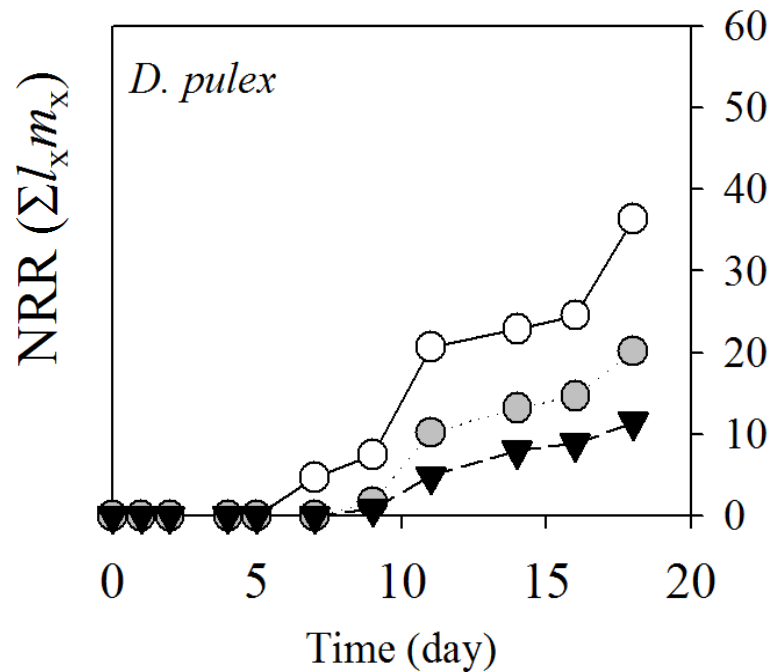
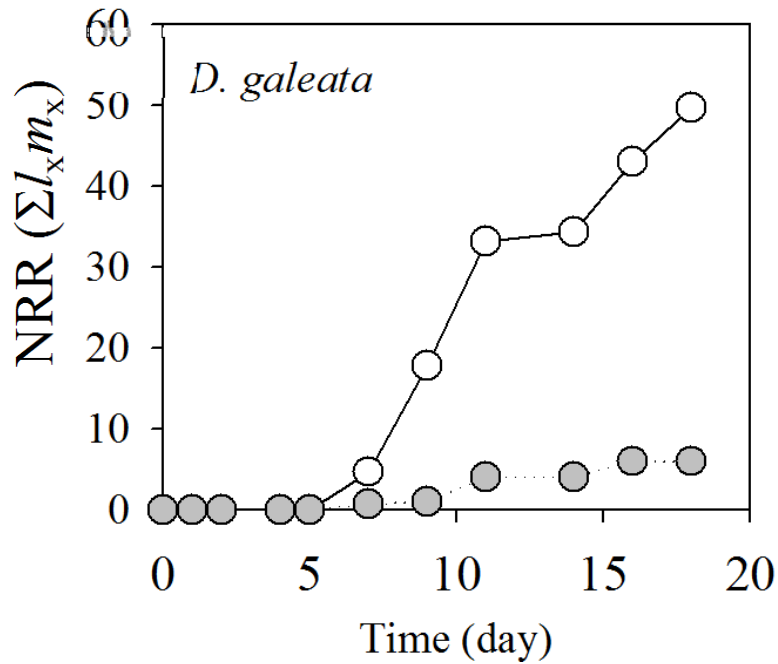
・オオミジンコ (*Daphnia magna*)  
・カブトミジンコ (*D. galeata*)  
・ミジンコ (*D. pulex*)  
2 inds./ 50-mL

16-h 明:8-h 暗、水温 20 ± 1 °C、2-3日に1度換水

21日間観察

・試験個体の生死と産仔数

# 実験1 ミジンコ種間での感受性の比較



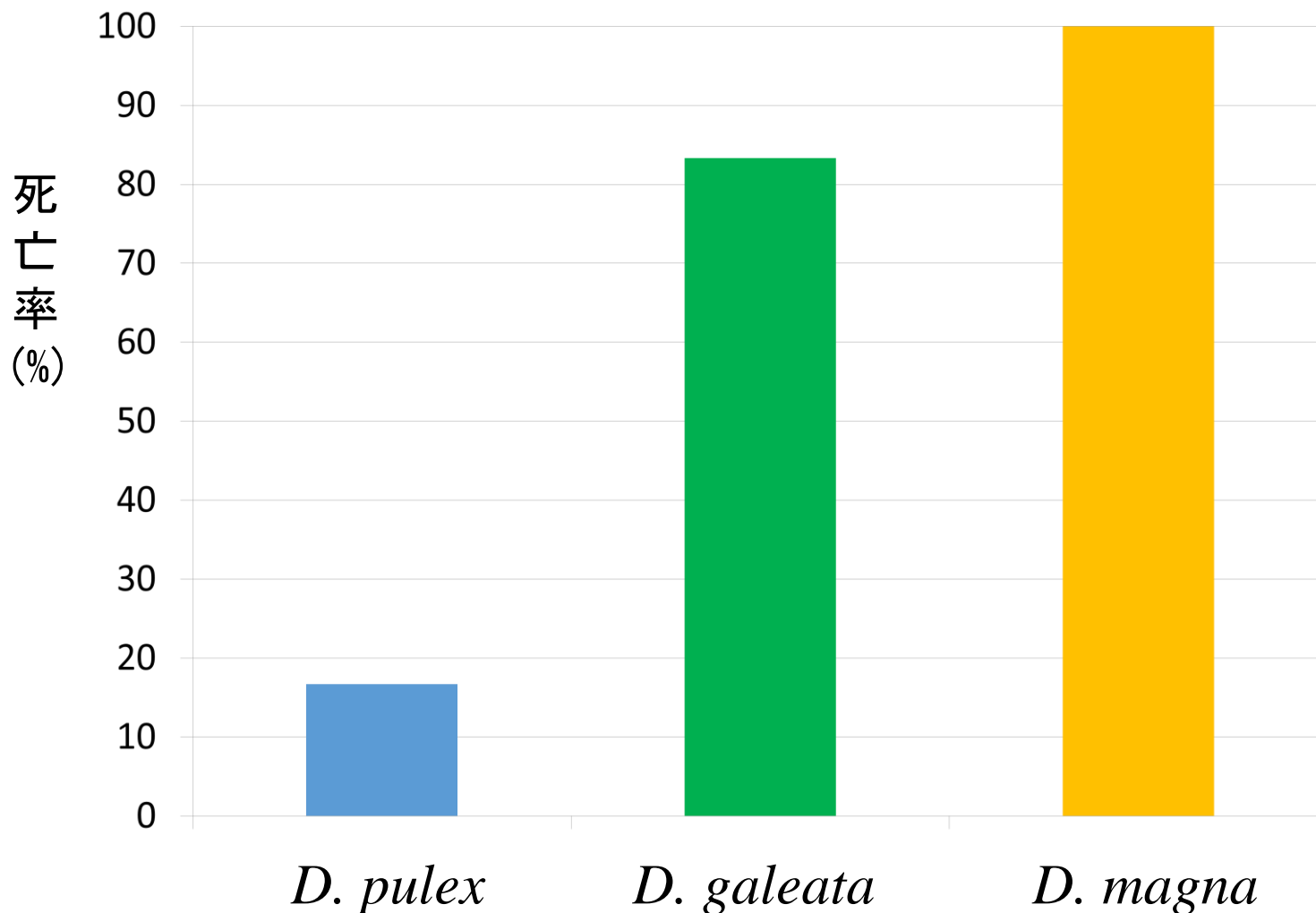
- Control
- 5.0 mg/ L
- ▼ 10 mg/ L

*D. galeata* と *D. magna*

5.0 mg/ LでNRR(純増殖率)がゼロに近い値まで低下した

# 実験1 ミジンコ種間での感受性の比較

イミダクロプリド(5.0 mg/ L)への曝露による死亡率



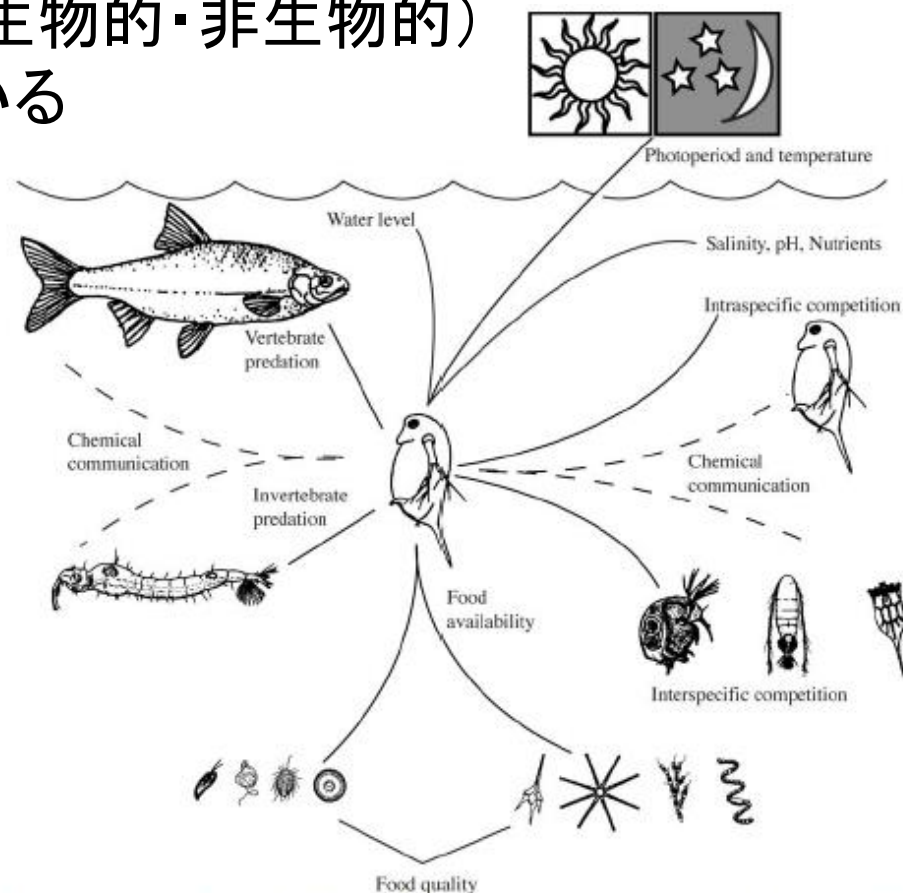
*D. pulex*は他の2種と比べて感受性が低かった。

# 実験2 環境ストレスとの複合的な影響

実環境中では  
ミジンコの生活史特性は様々な(生物的・非生物的)  
要因によってコントロールされている

・餌不足

・水草由来のアレロパシー物質

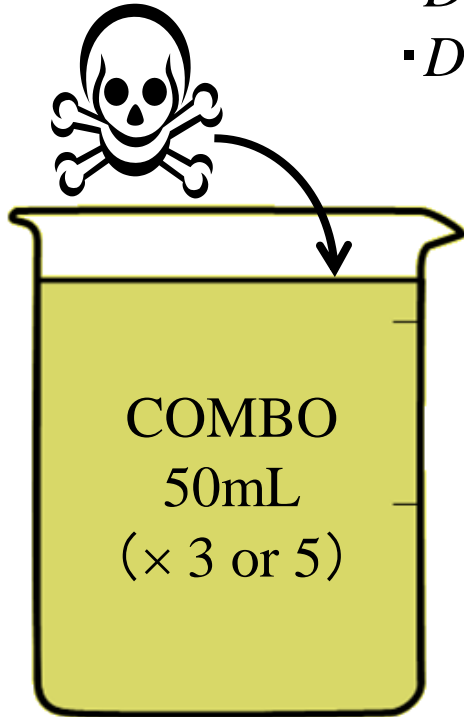


Gyllström & Hansson (2004)  
Aquatic Sciences, 66: 274-295

## 実験2 環境ストレスとの複合的な影響 (餌不足)

イミダクロプリド濃度

- *D. galeata* 2.5 mg/ L
- *D. pulex* 5.0 mg/ L



- 1) クロレラ  $3.0 \times 10^5$  cells/ mL
- 2) クロレラ  $5.0 \times 10^5$  cells/ mL



- カブトミジンコ (*D. galeata*)
- ・ミジンコ (*D. pulex*)
- 2 inds./ 50-mL

※ *D. pulex* については  $2.0 \times 10^5$  cells/ mL も実施

16-h 明 : 8-h 暗、水温  $20 \pm 1$  °C、2-3日に1度換水

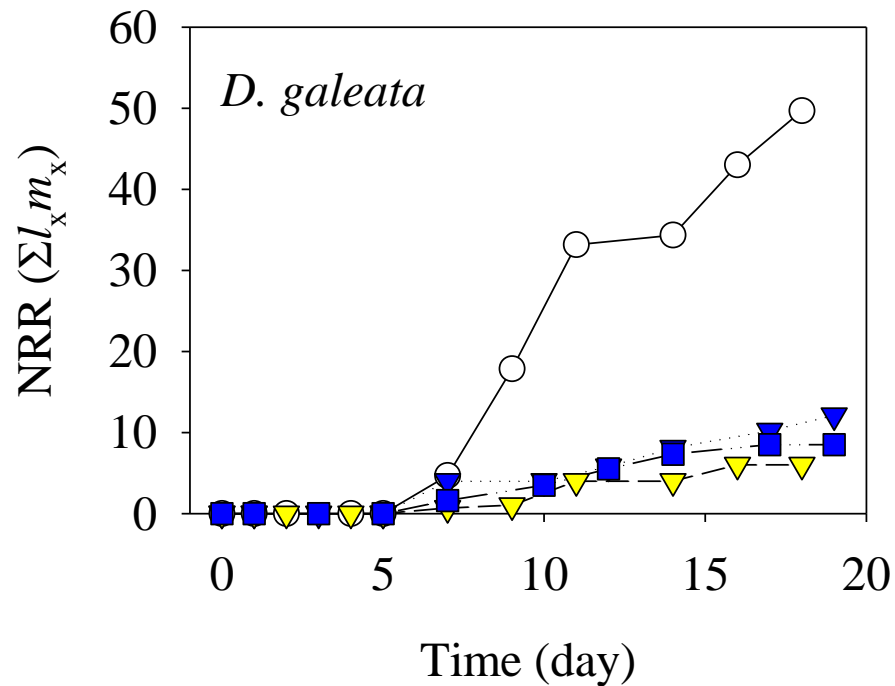
21日間観察

- 試験個体の生死と産仔数

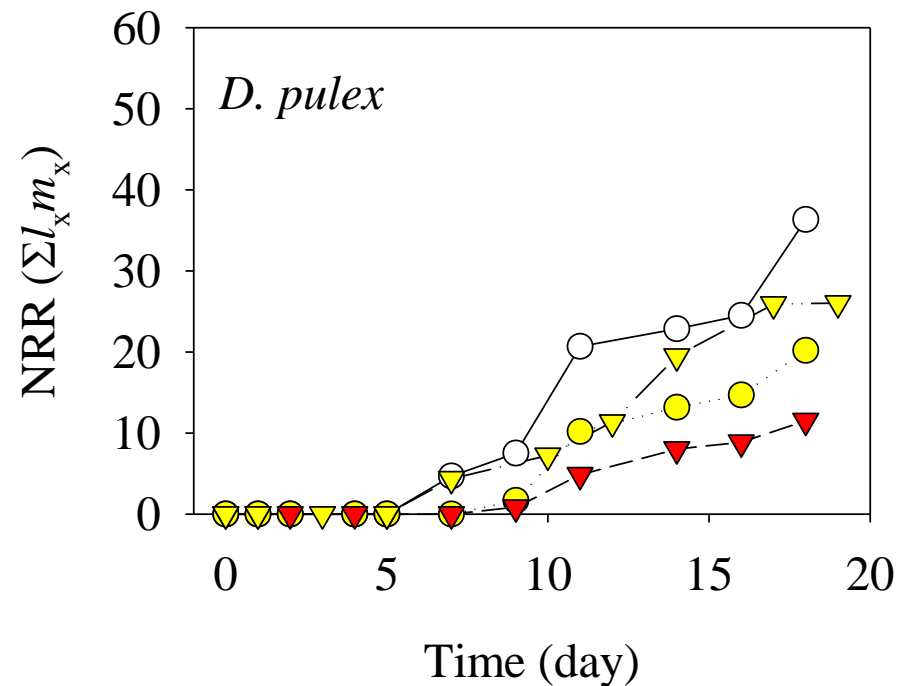


# 実験2 環境ストレスとの複合的な影響 (餌不足)

## 各ミジンコの純増殖率



- 0 mg/ L, high food
- ⋯▼⋯ 2.5 mg/ L, high food
- - ▼ - - 5.0 mg/ L high food
- - ■ - - 2.5 mg/ L, low food

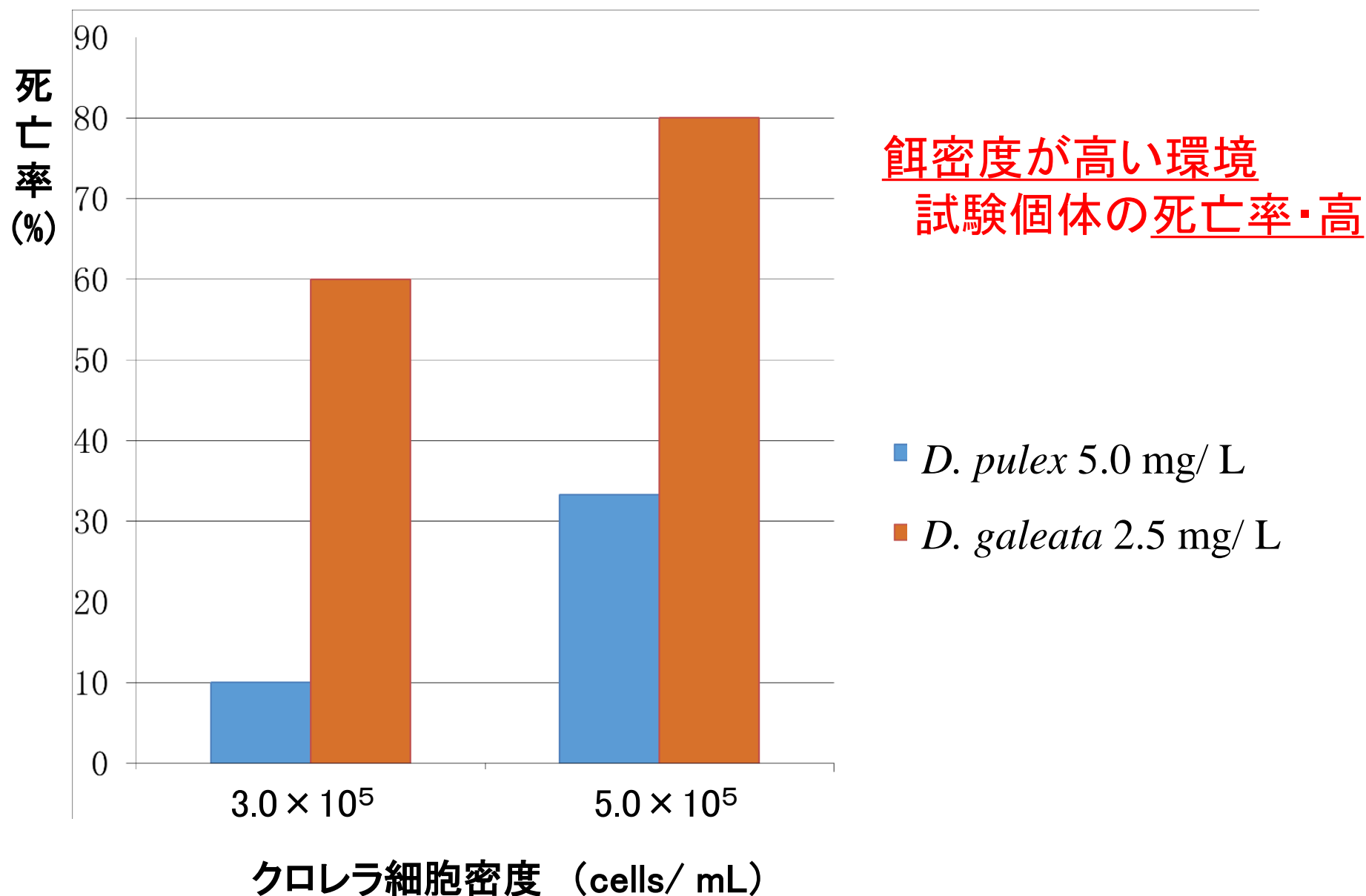


- 0 mg/ L, high food
- ⋯●⋯ 5 mg/ L, high food
- - ▼ - - 10 mg/ L, high food
- - ▼ - - 5 mg/ L, low food

NRRに対する餌密度の影響は顕著でなかった。

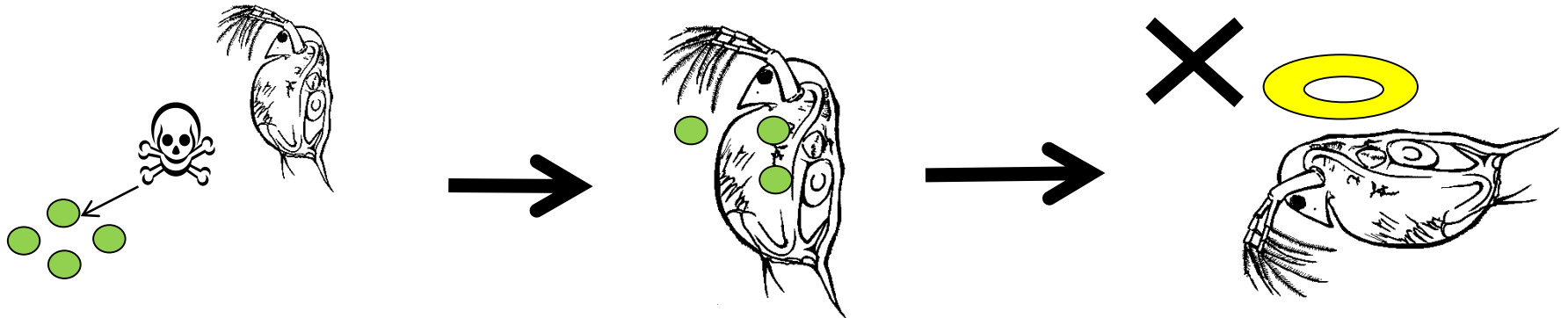
## 実験2 環境ストレスとの複合的な影響（餌不足）

### 試験個体の死亡率



## 実験2 環境ストレスとの複合的な影響（餌不足）

餌密度が高い条件で試験個体の死亡率が上昇



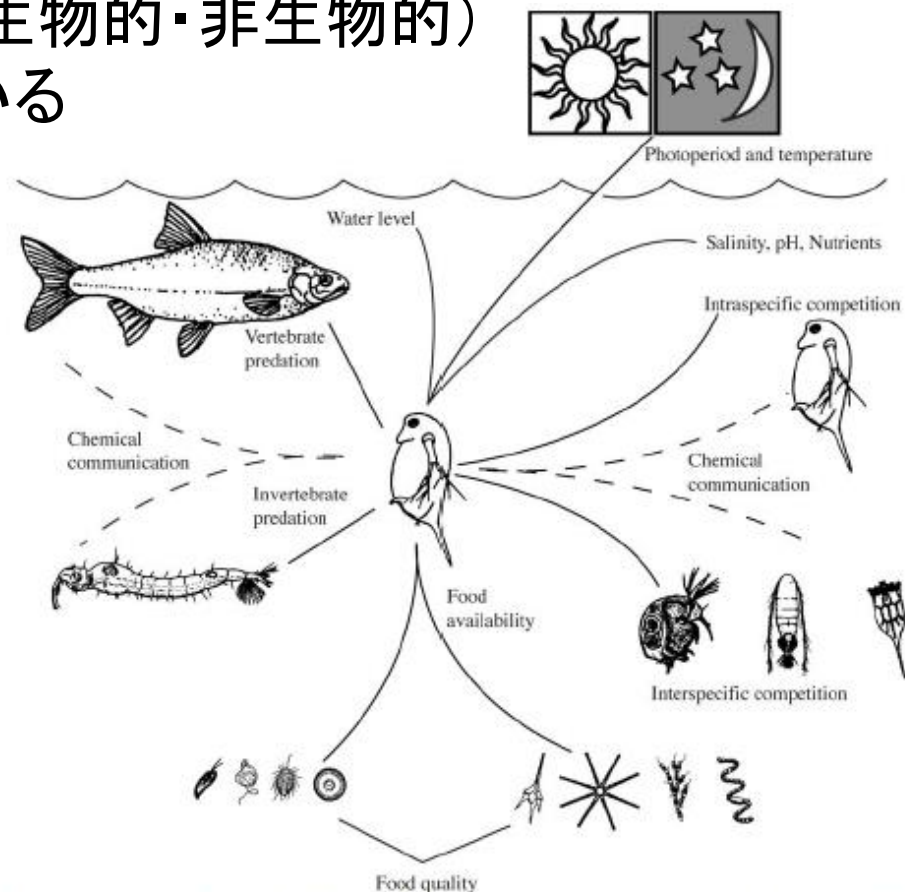
イミダクロプリドを取り込んだクロレラをより多く摂食した結果？

# 実験3 環境ストレスとの複合的な影響

実環境中では  
ミジンコの生活史特性は様々な(生物的・非生物的)  
要因によってコントロールされている

・餌不足

・水草由来のアレロパシー物質



Gyllström & Hansson (2004)  
Aquatic Sciences, 66: 274-295

# 実験3 環境ストレスとの複合的な影響 (アレロパシー)

イミダクロプリド

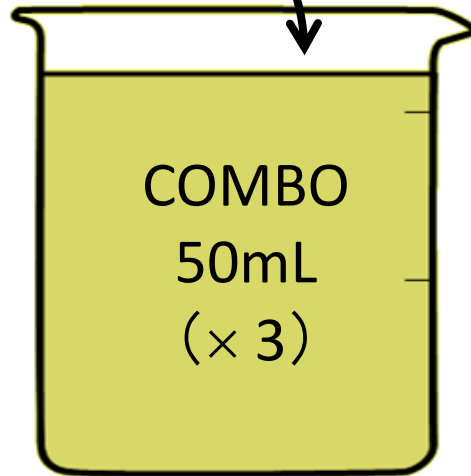
0 mg/ L or 5.0 mg/ L



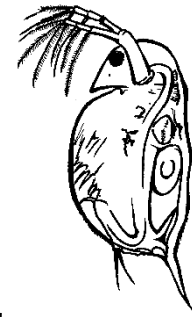
1) COMBO培地

2) アレロパシー有

※オオカナダモ由来



・クロレラ (*C. vulgaris*)  
5.0 × 10<sup>5</sup> cells/ mL



・カブトミジンコ  
(*D. galeata*)  
・ミジンコ  
(*D. pulex*)  
2 inds./ 50mL

16-h 明:8-h 暗、水温 20 ± 1 °C、2-3日に1度換水

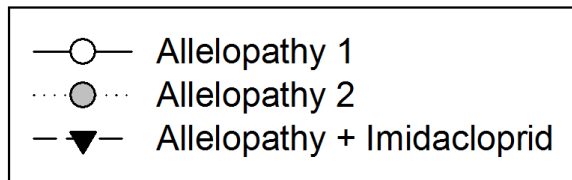
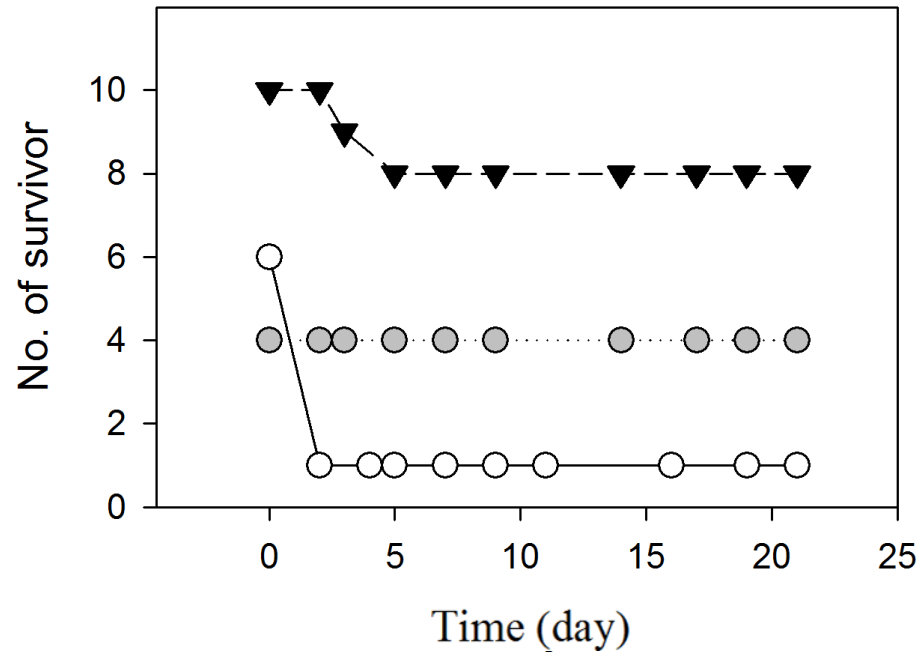
21日間観察

・試験個体の生死と産仔数

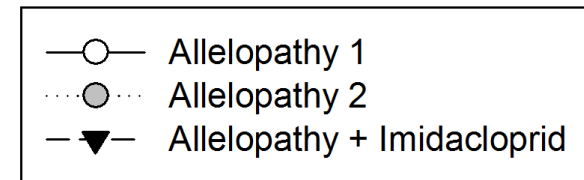
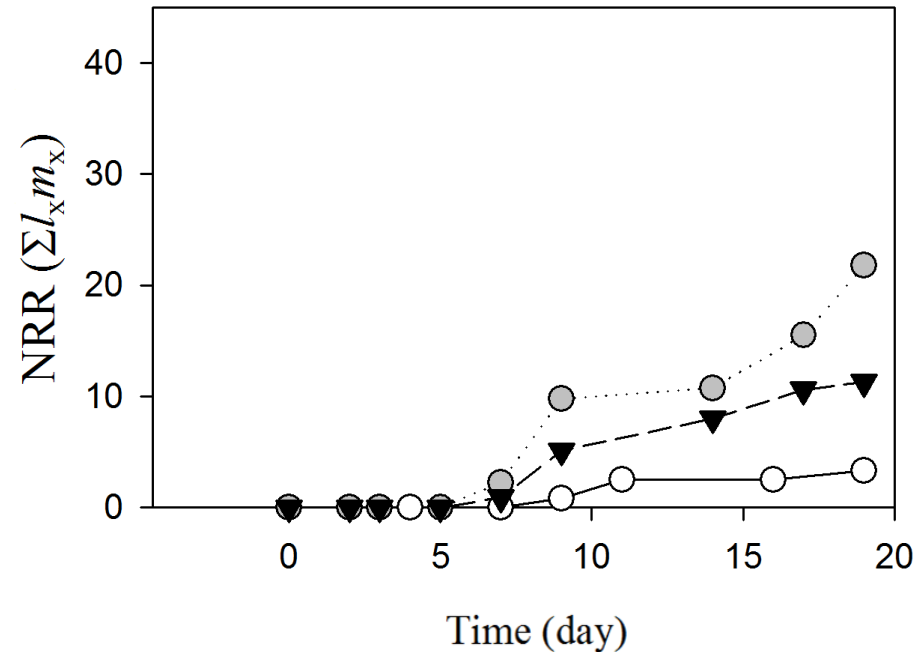
# 実験3 環境ストレスとの複合的な影響 (アレロパシー)

試験個体の生存率と純増殖率への影響 (*D. galeata*)

*D. galeata*



*D. galeata*

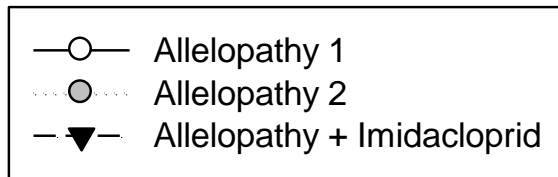
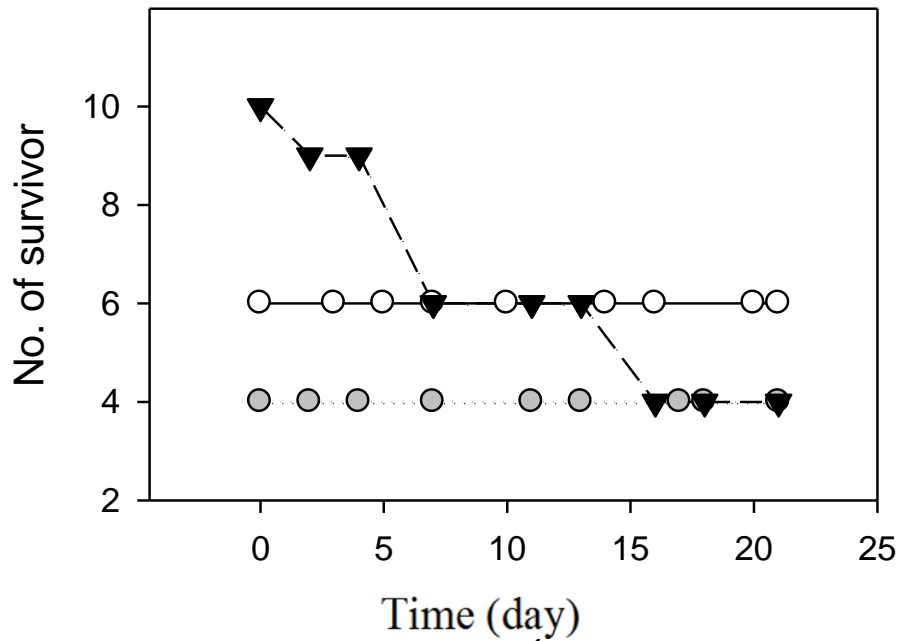


アレロパシー物質との明らかな複合影響は検出されなかった。

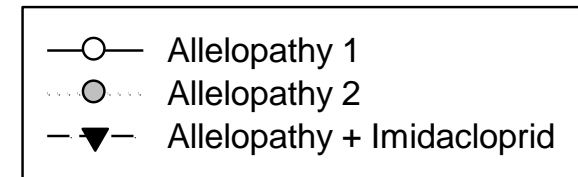
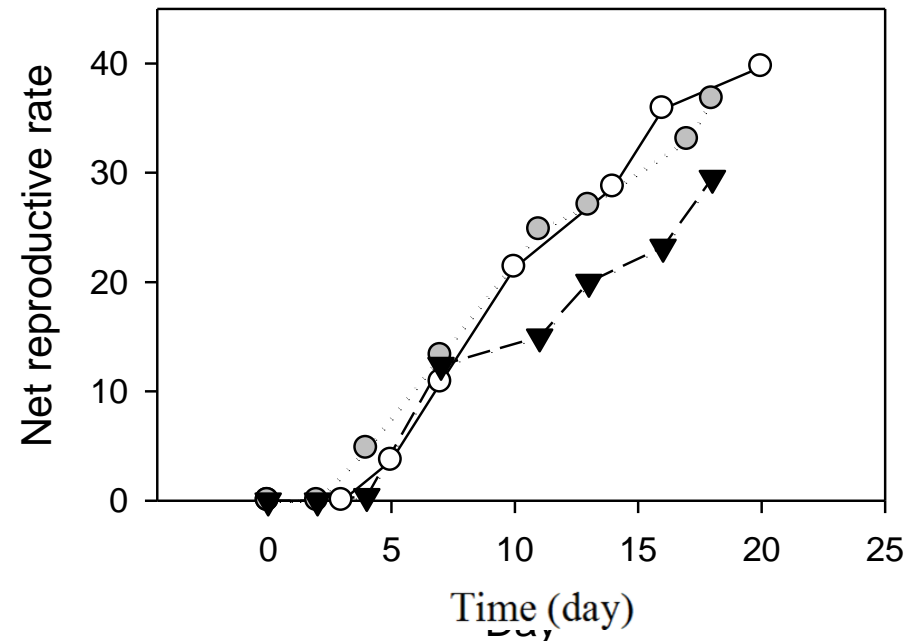
# 実験3 環境ストレスとの複合的な影響 (アレロパシー)

## 試験個体の生存率と純増殖率への影響 (*D. pulex*)

*D. pulex*



*D. pulex*



定量的なデータはとっていないが

アレロパシー水に曝した時にのみ、休眠卵を作る個体があった。

# 研究の成果と課題

## 本研究により明らかになったこと

- ✓ ミジンコ種間で感受性が大きく異なった。
- ✓ 餌密度が高い場合に試験個体の死亡率が上昇した。  
⇒餌のクロレラと一緒にイミダクロプリドを取り込んだため？
- ✓ アレロパシー物質とイミダクロプリドの複合影響は認められなかった。
- ✓ アレロパシー物質が休眠卵形成を誘導する可能性が示唆された。

## 今後の課題と希望

1. 機器分析によるイミダクロプリド濃度の測定が必要。
2. 表面張力でミジンコが水面にトラップされるのを防ぐ必要がある。
3. アレロパシー物質の影響に関する研究を深めたい。



# 謝辞

本研究の実施にあたって、公益財団法人日本科学協会サイエンスメンター制度の支援のもとご助言をくださった富山県立大学工学部環境工学科の坂本正樹先生をはじめ、実験で使用したミジンコを送っていただいた国立環境研究所の方々、戸山高校生物科の先生方に感謝致します。

ご清聴ありがとうございました。



# 実験3 環境ストレスとの複合的な影響 (アレロパシー)

Gyllström & Hansson (2004)  
Aquatic Sciences, 66: 274-295

## 休眠卵(耐久卵)

乾燥, 無酸素, 消化に対する耐性があり, 不適な環境を乗り切ることが出来る

## 報告されている誘導要因

- ・水温の変化
- ・光周期の変化
- ・捕食者の存在

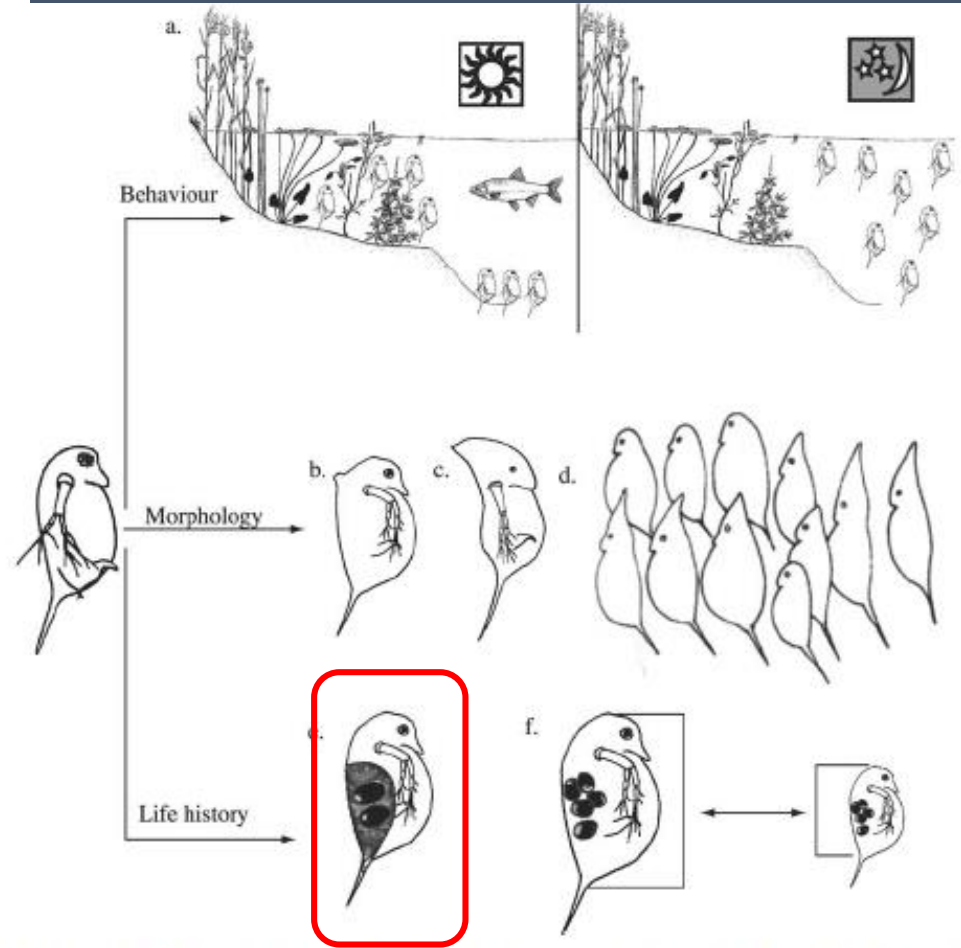


Figure 2. Types of zooplankton responses to perceived threats or constraints. a) Swarming behaviour and diel vertical and horizontal migration. b) Neck teeth. c) Helmet. d) Cyclomorphosis. e) Diapausing egg formation. f) Variable size at first reproduction (SEF). Some art.

アレロパシー物質(オオカナダモ由来)も休眠卵の形成を誘導する可能性が示唆された

# ネオニコチノイド系殺虫剤

▪ ウンカ・ヨコバイ類、アブラムシ類などを対象として使用されている。

## <神経毒性>

⇒ 蜂群崩壊症候群の原因物質である可能性が指摘されている。

▪ アセチルコリン受容体に結合し、神経が興奮し続け、昆虫を死に至らしめる。

▪ 2013年12月より、EU全域では使用が原則禁止

## ミジンコ類急性遊泳阻害試験 (*D. magna*) 結果

48h- EC50=25mg/L、48h-LC50=86mg/L  
(49回水環境学会年報より)

## 個々の残留基準値について

○ 残留基準は、農作物ごとに設定。

= 同じ農薬であっても、農作物ごとに基準値が異なる。

	農薬の基準値mg/L (ppm)	残留値測定例(mg/kg)
米(玄米)	1mg/L	0.01mg/kg , 0.05mg/kg
大豆	3mg/L	0.01mg/kg , 0.115mg/kg
ホウレンソウ	15mg/L	0.095mg/kg
デラウェア	4mg/L	0.459mg/kg , 1.21mg/kg

(飼料の基準値設置に関わる評価書-農林水産省)

(2007年6月食品安全委員会より)

## ★環境中予測濃度(PEC)

水田PECTier1による算出結果…………… 4.5  $\mu$ g/L

非水田PECTier1(地表流出)による算出結果…0.19  $\mu$ g/L