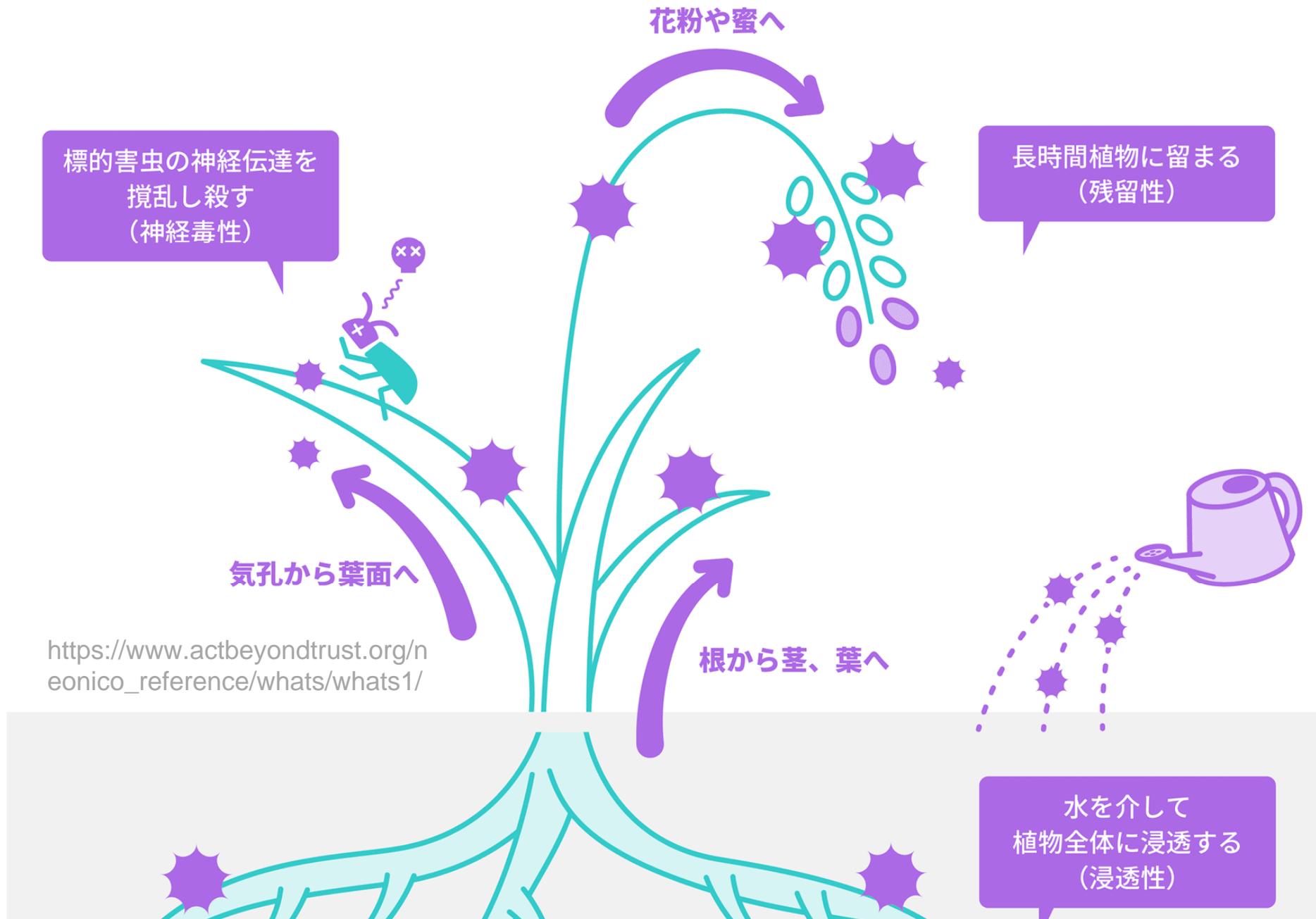


魚が減った河川の  
ネオニコチノイド濃度

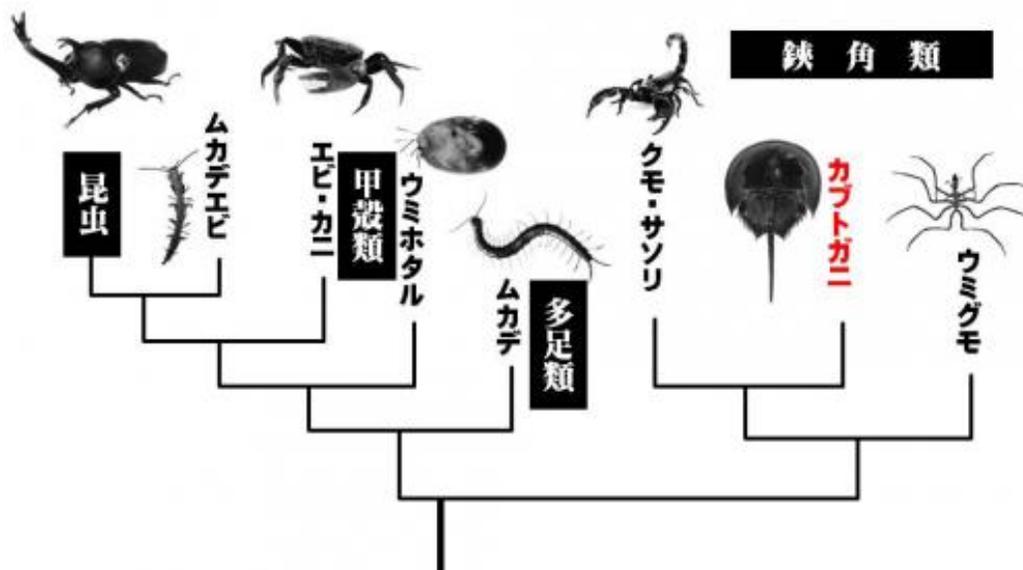
山室真澄・高宮俊諦  
(東大院新領域・日本釣振興会)

# 環境影響からみたネオニコチノイド系殺虫剤



# 殺虫剤は魚の餌として重要な節足動物にも影響

## 節足動物の系統樹



岡山県笠岡市ホームページ  
<https://www.city.kasaoka.okayama.jp/site/kabutogani/13178.html>

ネオニコチノイドは殺虫剤なので、水生昆虫にも影響を及ぼすだけでなく、同様の神経系を有する他の節足動物にも影響を及ぼす。

ミジンコやエビ・カニ類を含む甲殻類は魚の餌として重要



ウィキペディア「甲殻類」より

# ネオニコチノイド系の作用機構からの位置づけ

IRAC (Insecticide Resistance Action Committee: 殺虫剤抵抗性対策委員会)の定義

IRACの作用機構分類 (v.10.3、2022年6月)		
サブグループに関する情報は7.4を参照、分類表における作用機構情報の表現は7.3を参照		
主要グループと 一次作用部位	サブグループまたは 代表的有効成分	有効成分
<b>4</b> ニコチン性アセチルコリン受容体 (nAChR)競合的モジュレーター  神経作用  (本クラスの単一あるいは複数のタンパク質に対する作用が殺虫効果を示す明らかな根拠が有る)	4A ネオニコチノイド系	アセタミプリド クロチアニジン ジノテフラン イミダクロプリド ニテンピラム チアクロプリド チアメトキサム
	4B ニコチン	硫酸ニコチン(ニコチン)
	4C スルホキシイミン系	スルホキサフロル
	4D ブテノライド系	フルピラジフロン
	4E メソイオン系	トリフルメゾピリム
	4F ピリジリデン系	フルピリミン

# ネオニコチノイドは日本人が発明した全く新しい殺虫剤

それは、殺虫剤開発の分野で、過去30年間で最大の発明と言われているものです。画期的な新農薬として現在世界で一番普及している殺虫剤『イミダクロプリド』を世界で初めて合成した利部教授は、「その日は眠れませんでした」と1985年の発明当時に振り返ります。



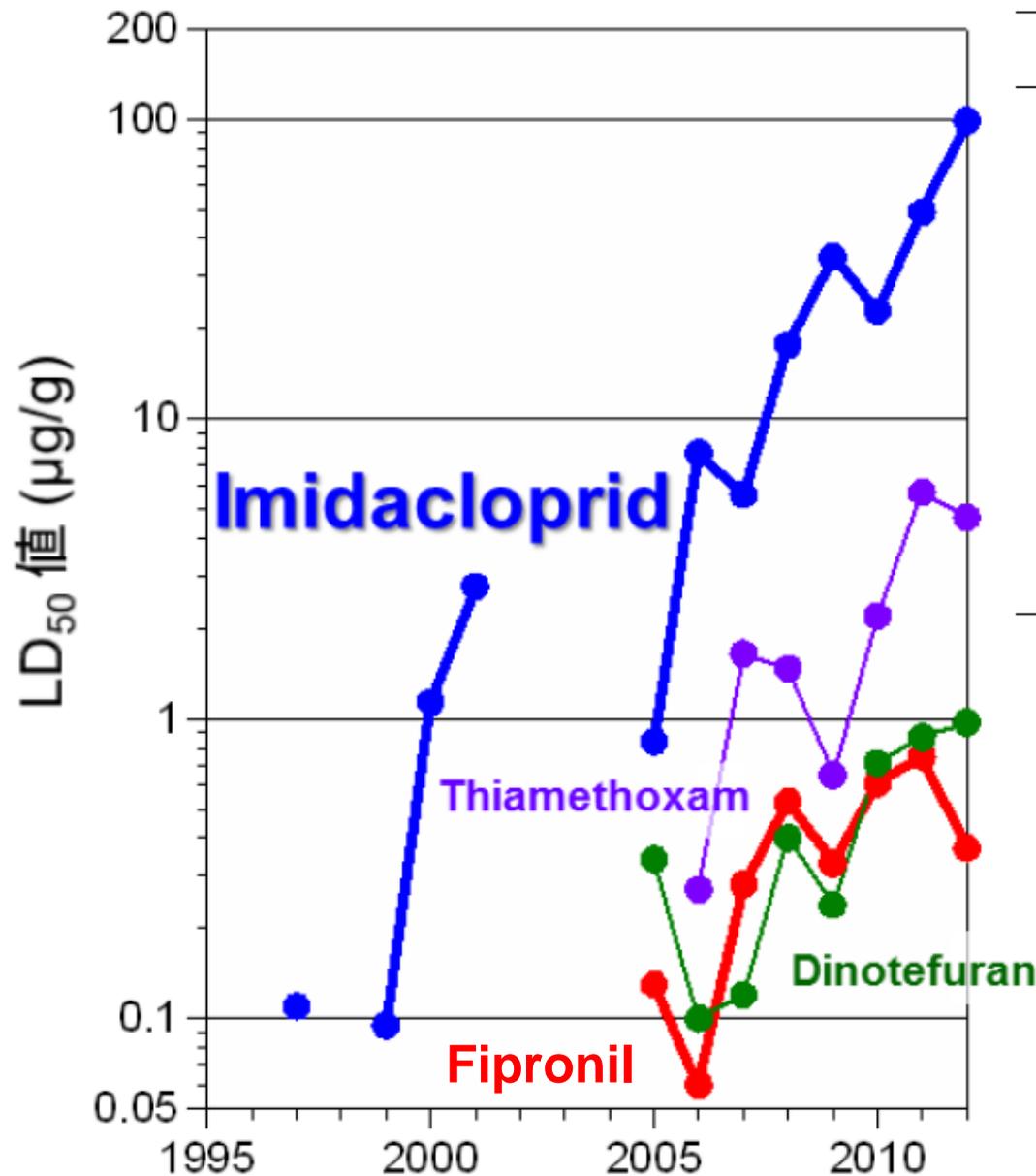
米国化学会賞の盾を手にする利部先生

利部教授が殺虫剤の研究を開始したのは1979年。当時は有機リン剤、カルバメート剤、ピレスロイド剤の3薬剤群が市場の80%以上を占めており、同種の薬剤を使用していたために抵抗性害虫の出現が問題になっていました。有効な害虫防除のためには、これら3薬剤群とは異なる新しい作用で効果を発揮する殺虫剤の開発が緊急の課題でした。

岐大のいぶき19号(2010年4月発行)

<https://www.gifu-u.ac.jp/images/02/ibuki/19/p12-14.pdf>

# 1993年使用開始時点のネオニコチノイド耐性はゼロだった



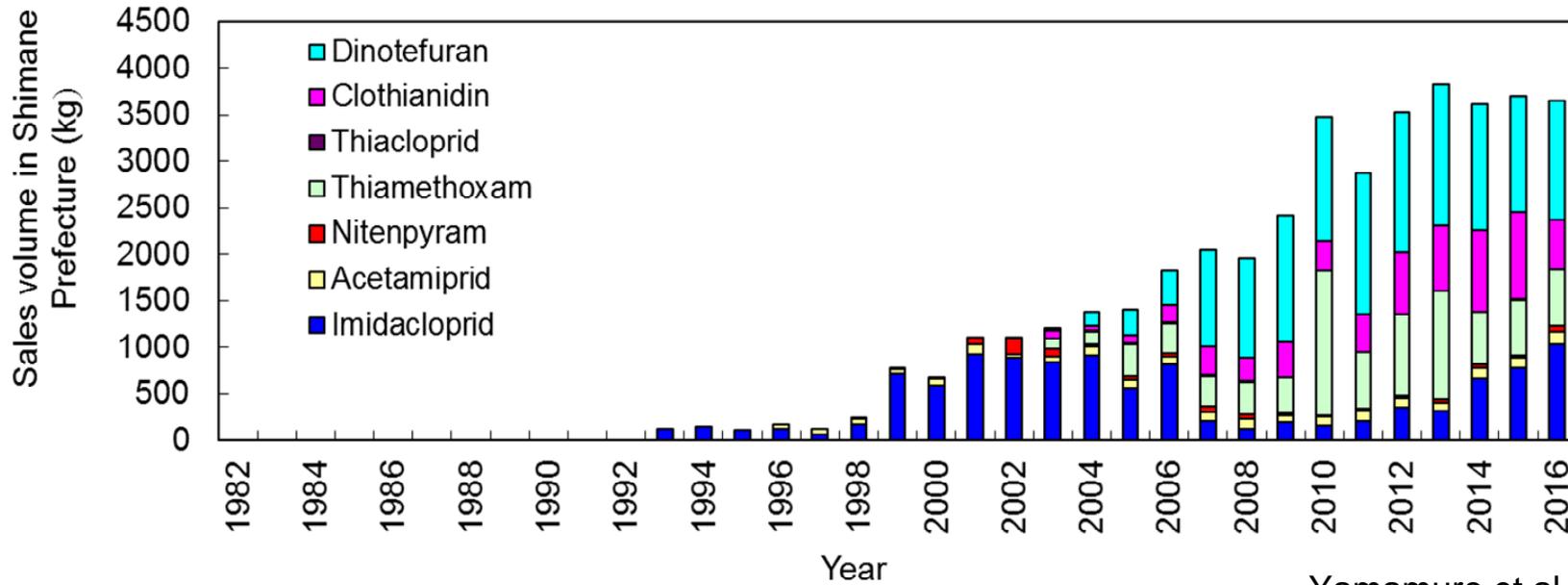
一般名	日本での農薬登録日
<u>イミダクロプリド</u>	1992/11/4
アセタミプリド	1995/11/28
ニテンピラム	1995/11/28
<u>チアメトキサム</u>	2000/8/15
チアクロプリド	2001/4/26
クロチアニジン	2001/12/20
<u>ジノテフラン</u>	2002/4/24

日本に飛来したトビイロウンカのネオニコチノイド剤に対するLD<sub>50</sub>値(50%致死量)の推移

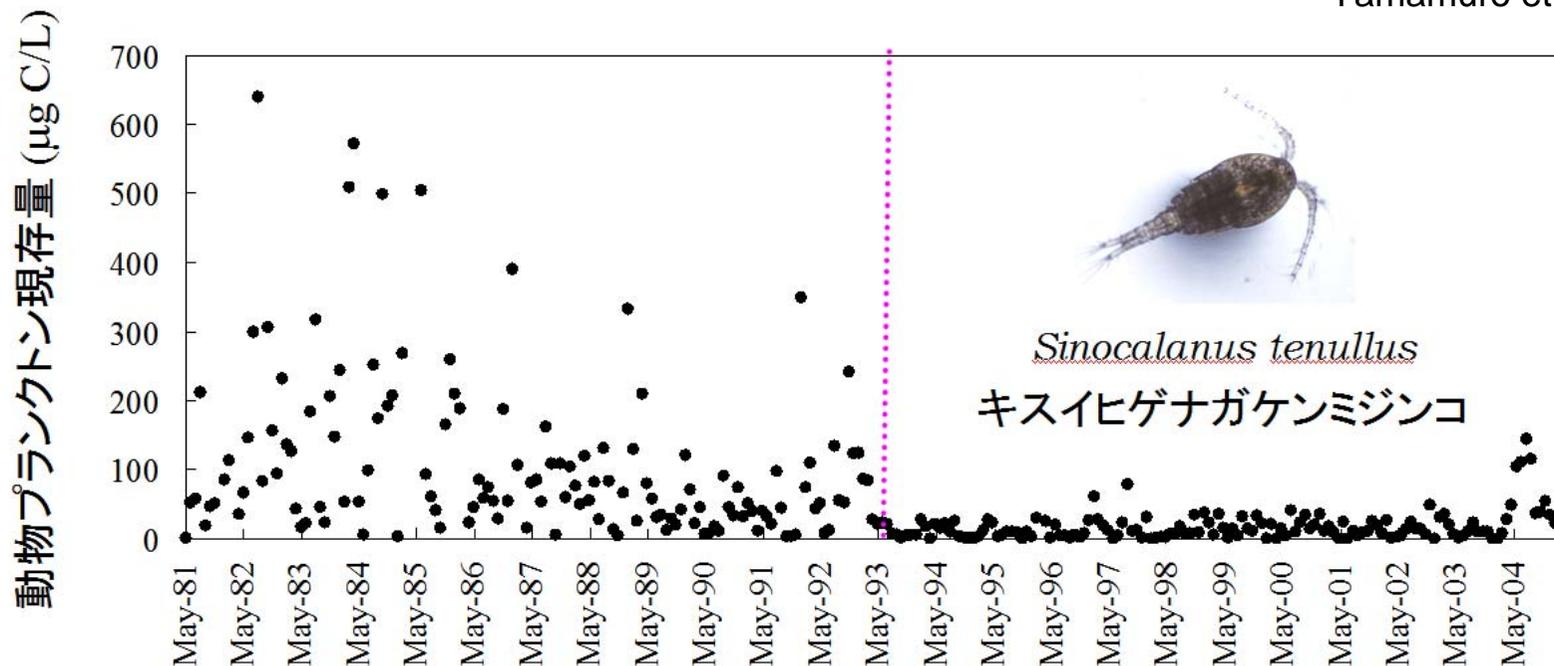
松村・真田(2013)

[http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/boujyo/pdf/250226\\_kyuoki2.pdf](http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/boujyo/pdf/250226_kyuoki2.pdf)

# なぜ1993年はイミダクロプリドだけで激減した？

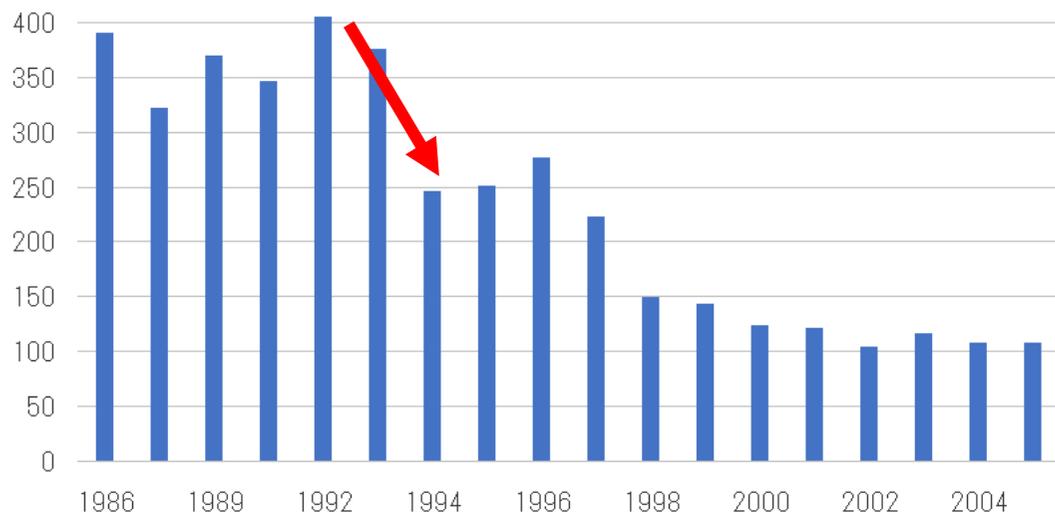


Yamamuro et al. 2019



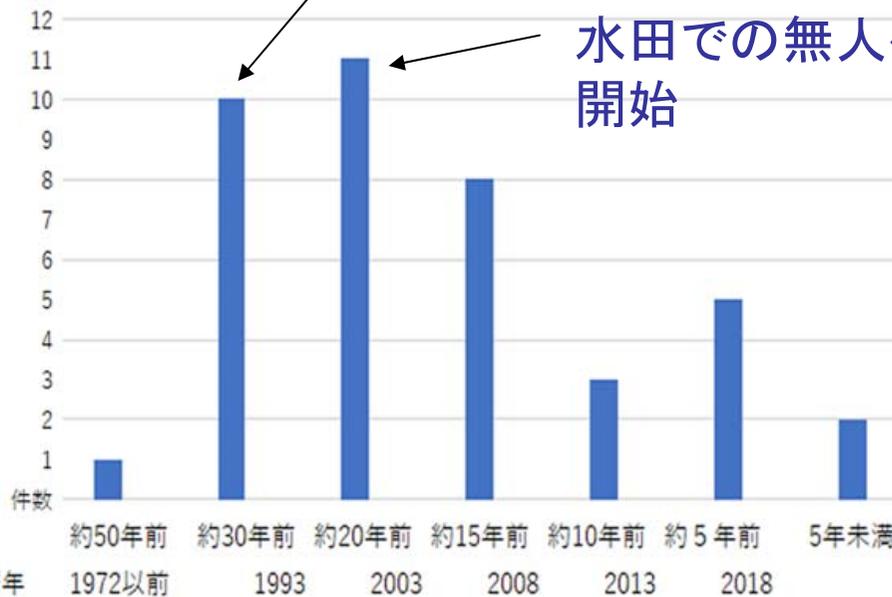
# 川の魚がネオニコチノイドによって減っているのではないか？

渓流・清流釣り竿の売上本数の推移(単位:千本)



(一社)日本釣用品工業会 釣り用品の国内動向調査報告書より、日釣振作成。

## ネオニコチノイド系殺虫剤導入



水田での無人ヘリによるネオニコチノイド空中散布開始

日釣振によるアンケートの設問  
「昔と比べて淡水魚が減少したと感じますか。そうであるとすればいつ頃からになるのでしょうか。」

## 調査地と調査時期

- 既報 (Kamata et al. 2020) では、日本の平野部では水田にまかれる農薬が水道水から高濃度に検出されていた。
- 鳥取県千代川の上流と下流で毎月1年間ネオニコ濃度を調べたところ、両地点とも最も濃度が高かったのは8月で、カメムシ・ウンカ対策として水田で空中散布されたものが流出したと考えられた (山室ほか、投稿中)。
- そこで採水は8月中に行うことを目標としたが、実際は8月29日～10月23日となった (29地点が9月採水)。
- 調査地点は北海道から九州に至る、釣り人が「魚が減った」と感じていた21都道府県40地点 (36河川)。

# 調査対象とした殺虫剤(1)

IRACの作用機構分類 (v.10.3、2022年6月)			
サブグループに関する情報は7.4を参照、分類表における作用機構情報の表現は7.3を参照			
主要グループと 一次作用部位	サブグループまたは 代表的有効成分	有効成分	農薬登録年
<b>4</b> ニコチン性アセチルコリン受容体 (nAChR)競合的モジュレーター  神経作用  (本クラスの単一あるいは複数のタンパク質に対する作用が殺虫効果を示す明らかな根拠が有る)	4A ネオニコチノイド系	アセタミプリド クロチアニジン ジノテフラン ← <b>2002年</b> イミダクロプリド ← <b>1992年</b> ニテンピラム チアクロプリド チアメトキサム	
	4B ニコチン	硫酸ニコチン(ニコチン)	
	4C スルホキシイミン系	スルホキサフロル	<b>2017年</b>
	4D ブテノライド系	フルピラジフロン	<b>2015年</b>
	4E メソイオン系	トリフルメゾピリム	<b>2018年</b>
	4F ピリジリデン系	フルピリミン	

[https://www.jcpa.or.jp/assets/file/labo/mechanism/mechanism\\_irac02.pdf](https://www.jcpa.or.jp/assets/file/labo/mechanism/mechanism_irac02.pdf)

グループ4から10種類

## 調査対象とした殺虫剤(2)

主要グループと 一次作用部位	サブグループまたは 代表的有効成分	有効成分
2 GABA作動性塩化物イオンチャネル ブロッカー  神経作用 (本タンパク質に対する作用が殺虫 効果を示す明らかな根拠が有る)	2A 環状ジエン有機塩素系	クロルデン ベンゾエピン(エンドスルファン)
	2B フェニルピラゾール系 (フィプロロール系)	エチプロロール フィプロニル <b>2005年</b> <b>1996年</b>
28 リアノジン受容体モジュレーター  神経および筋肉作用 (本タンパク質複合体に対する作用が殺 虫効果を示す明らかな根拠が有る)	ジアミド系	<u>クロラントラニリプロール</u> シアントラニリプロール シクラニリプロール フルベンジアミド テトラニリプロール <b>2009年</b>
29 弦音器官モジュレーター 標的部位 未特定  神経作用  (弦音器官機能のモジュレーションは 明瞭に示されている。ただし、生物活 性に関与する特異的標的タンパク質 はグループ9のものとは異っており、 未特定のみである)	フロニカミド	<u>フロニカミド</u> <b>2006年</b>

## 結果(1)

### 検出地点数と検出地点での平均濃度と最大濃度(単位:ng/L)

チアクロプリド・ニテンピラム・フルピラジフロンは全地点で検出されなかった。

	アセタミ プリド	イミダク ロプリド	クロチア ニジン	ジノテフ ラン	チアメト キサム	スルホキ サフロル	トリフル メゾピリ ム	エチブ ロール	フィプロ ニル	プロニカ ミド	クロラン トラニリ アロール
検出地点数	2	16	27	37	12	12	1	15	1	1	6
検出地点での 平均濃度	183	14	25	88	13	141	31	13	2	285	54
最大濃度	300	144	326	517	44	1386	31	57	2	285	100

- EUの飲用水は、個々の農薬が100ng/Lを超えてはならない。40地点中9地点で、この規制値を超える濃度だった。
- 全40地点の中でジノテフランが検出されなかったのは3地点だけで、うち1地点では別の殺虫剤が検出されたので、対象とした殺虫剤が全て検出されなかったのは2地点だけだった。

## 結果(2)

検出地点数と検出地点での平均濃度と最大濃度(単位:ng/L)

	アセタミ アリド	イミダク ロアリド	クロチア ニジン	ジノテフ ラン	チアメト キサム	スルホキ サフロル	トリフル メゾピリ ム	エチプ ロール	フィプロ ニル	フロニカ ミド	クロラン トラニリ ポール
検出地点数	2	16	27	37	12	12	1	15	1	1	6
検出地点での 平均濃度	183	14	25	88	13	141	31	13	2	285	54
最大濃度	300	144	326	517	44	1386	31	57	2	285	100

➤ 同じグループの中では、新しく開発されたものほど多地点で使用されていた。

ネオニコチノイド系: ジノテフラン(2002年)、クロチアニジン(2001年)

フィプロール系: エチプロール(2005年)、フィプロニル(1996年)

➤ 検出された殺虫剤の種類数は最も多い地点で8種類、平均は3種類。

# 考 察

Morrissey et al. (2015) は種の感受性分布 (Species Sensitivity Distribution, SSD) という概念を用い、各ネオニコの分子量を使ってイミダクロプリド濃度に換算したネオニコ総濃度が  $200 \text{ ng L}^{-1}$  を水生無脊椎動物に急性毒性基準値とした。

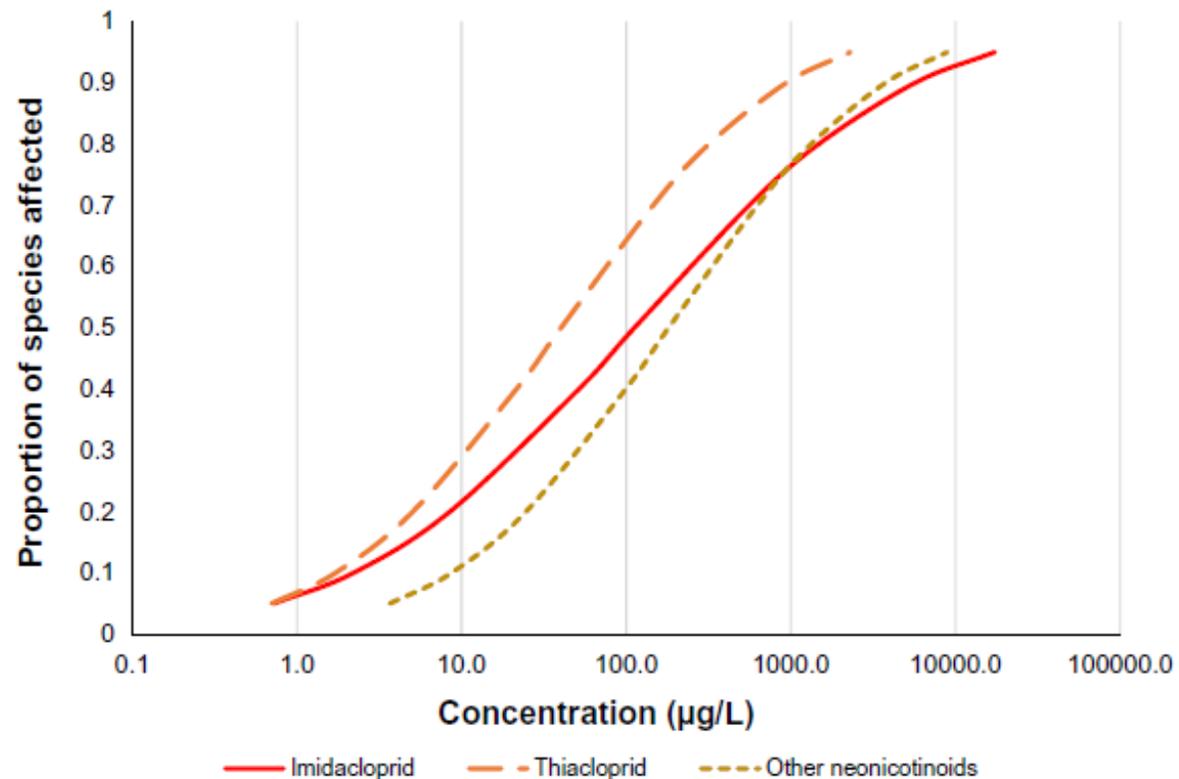
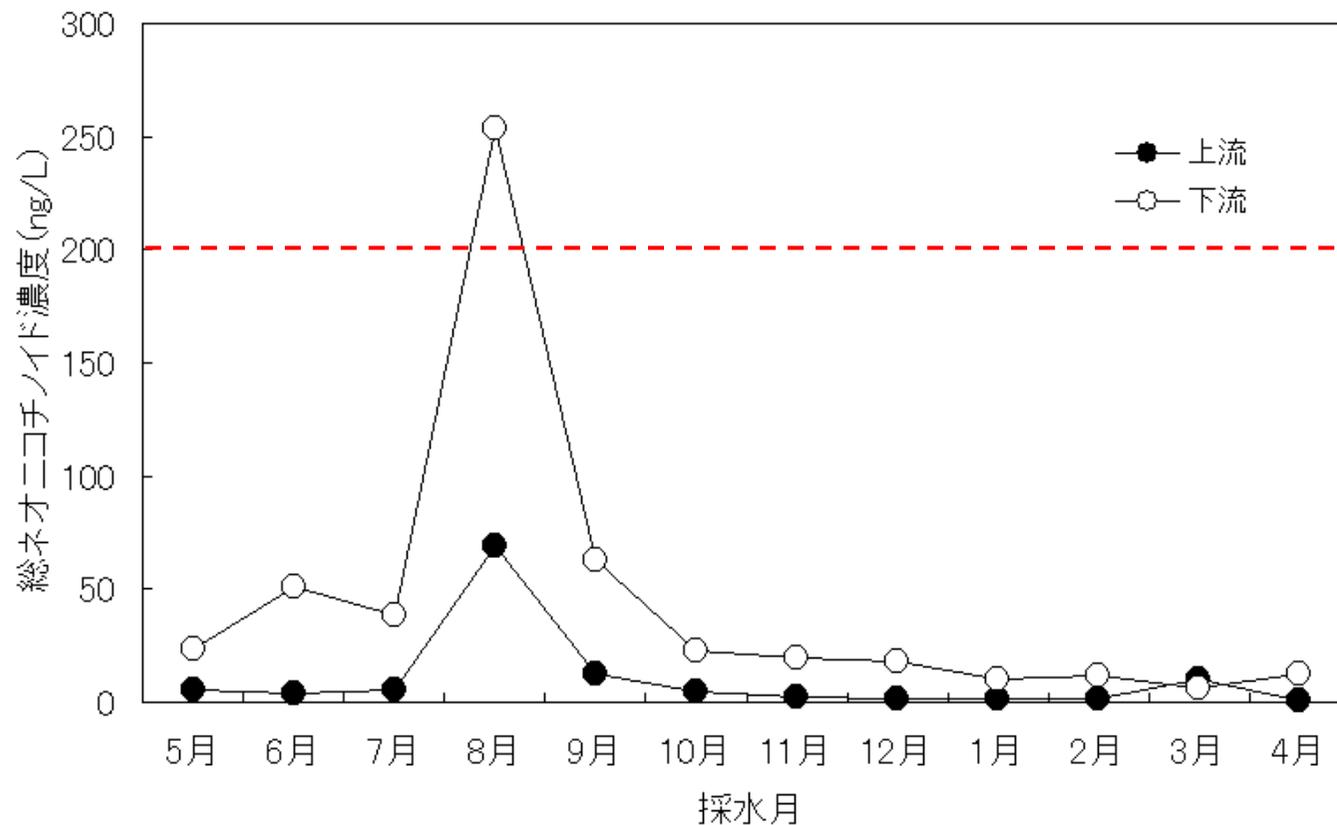


Fig. 4. Comparison of acute LC50 species sensitivity distribution curves of imidacloprid with thiacloprid and other neonicotinoids (acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, thiamethoxam) combined. Data were insufficient to compare all individual neonicotinoids separately.

# 考 察

- 総ネオニコチノイド濃度を計算したところ、200ng/Lを超える地点が40地点中8地点と2割に達した。
- 鳥取県千代川では、9月の総ネオニコチノイド濃度は8月の5分の1に低下していた。各地のカメムシ・ウンカ対策散布時期に採水していれば、より多くの地点で急性毒性基準値(= 200 ng L<sup>-1</sup>)を超えていた可能性がある。



## まとめ

- ▶ 浸透性殺虫剤が最も多くまかれる時期を逃した可能性が高いにも関わらず、95%の地点で複数の浸透性殺虫剤が検出された(複合影響の懸念)。
- ▶ 害虫が耐性をつけることにより、新規開発された浸透性殺虫剤へ移行する傾向が見られた。
- ▶ より新しい殺虫剤が使われることで、害虫より耐性が小さい(そもそも害虫になり得ない)、魚の餌となっている水生無脊椎動物が、耐性をつける前に殺傷されている可能性は否定できない。
- ▶ 従って、魚が減少している地域では、水田で散布される殺虫剤の影響も考慮に値する。

**【技術マニュアル】**  
**農薬の生態リスク評価のための**  
**種の感受性分布解析**

2016年3月

国立研究開発法人 農業環境技術研究所

化学物質動態解析・影響評価リサーチプロジェクト

欧米諸国では、統計学的な手法を活用して毒性評価や環境中濃度の予測の課題に対応するため、定量的かつ信頼性の高い高度評価手法が検討され、リスク管理施策への活用が進められている。幅広い生物種への影響を評価できること、影響を定量化できること、これまで行われてきた室内毒性試験の結果を有効活用できること、等の点から種の感受性分布 (Species Sensitivity Distribution, SSD) という概念を用いて生物多様性への影響を評価することが有効であると考えられた。

本技術マニュアルは、この種の感受性分布を活用して解析を積み重ね、手法論的な検討を行ってきた結果を、技術的な観点からまとめたものである。

SSD の解析に当たっては最低限感受性の高い群(殺虫剤であれば節足動物)において5 種類以上の毒性値が必要と判断した。そこで、殺虫剤のSSD 解析に際し、このIpod-5のデータを用いて推定したSSD を標準SSD とすることができないかを検討した。

*Daphnia magna* (a)、*Cheumatopsyche brevilineata* (b)、*Hyalella azteca* (c)、*Paratya improvisa*ヌカエビ、*Chironomus yoshimatsui*セスジユスリカ

