

【4-1701】農薬によるトンボ類生態影響実態の科学的解明および対策



国立環境研究所
五箇公一

1990～浸透移行型殺虫剤ネオニコチノイドの登場

- 浸透移行性 systemic property
- 幅広い殺虫スペクトル Effects to various pests
- 高い殺虫効果 Hyper effectiveness at low dose
- 低い生態リスク Low ecological risk

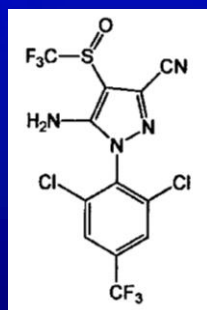


コイ急性毒性
96hLC50 = 161ppm

フェニルピラゾール系

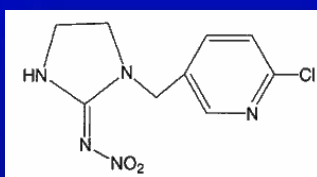


エチプロール

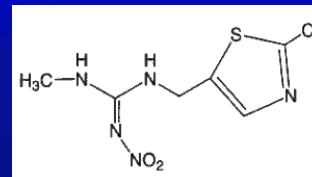


フィプロニル

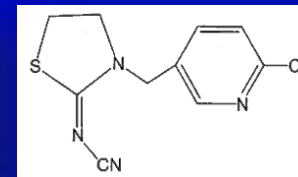
クロロニコチニル系



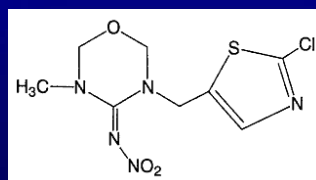
イミダクロプリド



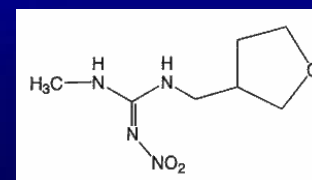
クロチアニジン



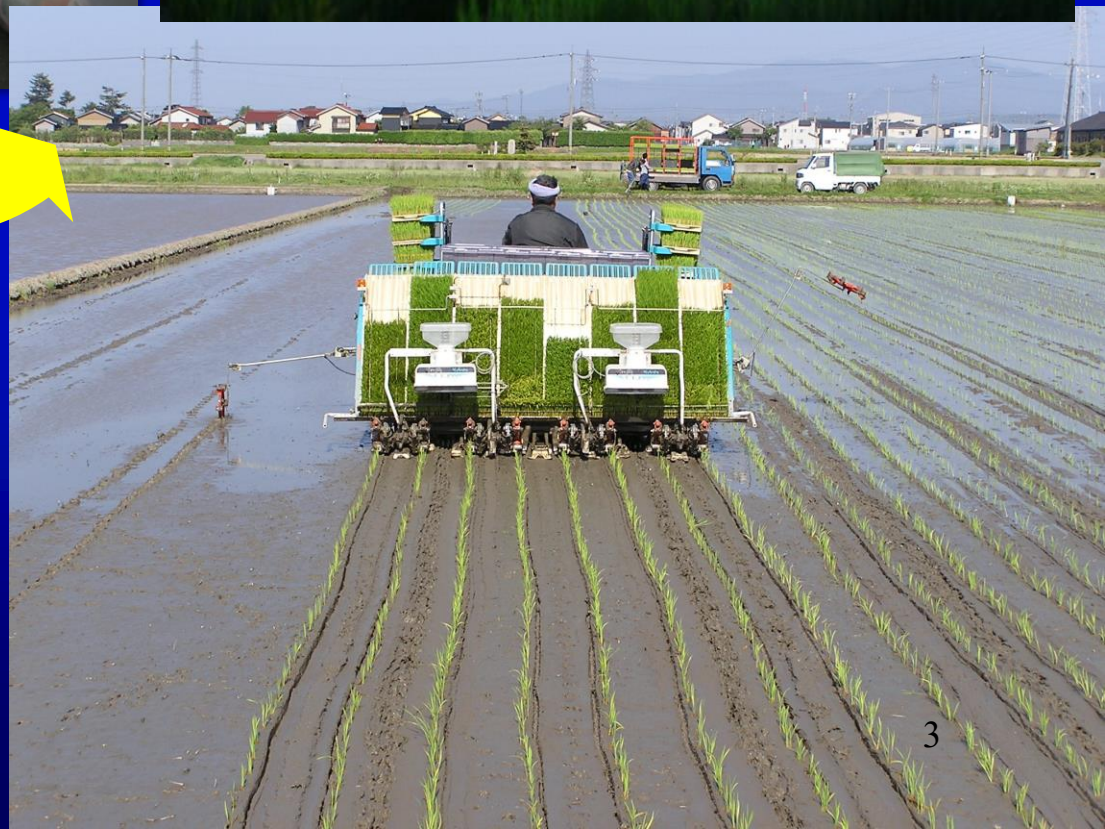
チアクロプリド



チアメキサム



ジノテフラン



そのまま苗を植えれば
ワンシーズン殺虫剤要らず！

省力化！

赤トンボなぜ減少 休耕田増加・新しい農薬…指摘も

2008年10月19日14時5分 [ソーシャルブックマーク](#) [印刷](#)



激減が懸念されるアキアカネ=中原正登さん提供

赤トンボの姿を見なくなった。そんな声が全国各地で上がっている。特に、水田地帯を中心に繁殖するアキアカネの減少が著しいようだ。稲作の変化が一因として浮上している。

研究者らでつくる「赤とんぼネットワーク」事務局の上田哲行・石川県立大教授は昨年、24都道府県64人の会員を対象にアキアカネの個体数に関するアンケートをした。回答した52人のうち40人が「最近、急減した」と答え、うち24人が「00年前後から減少が始まった」とした。



トンボ減 佐賀「王国」に異変 2016/12/31(土) 10:43 掲載

「トンボ王国」に異変 15年間で4割減少なぜ 赤トンボは10分の1以下に

生息環境が整っていることから「トンボ王国」と言われてきた佐賀市で、トンボの主な種類の個体数が15年間で4割減少していることが、佐賀大農学部の徳田誠准教授（昆虫学）研究室の定点調査で分かった。赤トンボは10分の1以下に激減しており、農薬などに加え、川やクリークの外来植物の繁殖や護岸整備による環境変化が要因とみている。国立環境研究所は「多種類のトンボの生息減少を示すデータは国内にほとんどなく貴重」として2017年度から佐賀大と共同研究に乗り出す方針。（西日本新聞）

赤トンボ、飛び交う秋に赤信号 全国でレッドリスト入り

香取啓介、小堀龍之 2015年10月21日16時18分

シェア 1144 コメント 118 ブックマーク 38 メール 印刷



夕暮れに群れ飛び姿が郷愁を誘う、日本を代表する赤トンボ・アキアカネ。だが最近、地域によってはほとんど見られなくなってきた。農薬の影響との因果関係が疑われており、継続的な調査や、保護する取り組みが始まっている。

委員会・調査会・憲法審査会質疑項目

第190回国会 農林水産委員会 平成28年3月10日(木) 第2回

1. 農林水産に関する調査（平成28年度の農林水産行政の基本施策に関する件）

- 【質疑者】
- 山岡 俊男 君（自民）
 - 中泉 伸司 君（自民）
 - 小川 勝也 君（民主）
 - 郡司 彰 君（民主）
 - 平木 大作 君（公明）
 - 紙 智子 君（共産）
 - 盛岡 光男 君（維新）

- 【主な質疑項目】
- ・ T P Pによる米の輸入増加と国内消費減少に対応した米政策の在り方
 - ・ T P Pの影響試算について、G T A Pモデルによる農林水産物の試算及び牛肉・豚肉の調製品を含めた試算の必要性
 - ・ T P Pに関する国会審議を米大統領選後に先送りすることについての大臣所見
 - ・ チェックオフ制度導入の検討状況
 - ・ 輸出の拡大が生産者の所得向上に寄与するための方策
 - ・ 農林水産物の輸出促進と食料自給率向上との関係
 - ・ 国家戦略特区における企業の農地所有要件の緩和に対する農林水産省の見解
 - ・ 農地中間管理事業の進捗状況と取組方針
 - ・ 農協組合員の組合の事業利用規制の在り方について検討するための事業利用実態調査の方向性
 - ・ 農協監査の公認会計士監査への移行に向けた監査費用に関する調査及び関係団体協議の方向性
 - ・ 我が国の畜産業におけるアニマルウェルフェアの現状に対する大臣所見
 - ・ 飼料用米の作付転換の進捗状況及び離島における飼料コストの軽減等の支援策
 - ・ 安倍総理の掲げる2020年までに無人トラクターを実用化する目標の意義とスケジュール
 - ・ ネオニコチノイド系農薬の禁に対する影響評価と代替農薬の研究推進に対する取組方針
 - ・ 国内におけるG A P、H A C C P及びフードチェーンの普及についての大匠所見
 - ・ コメ及び牛以外へのトレーサビリティ導入の検討状況
 - ・ 東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う日本産農産物の輸入規制解除についての政府方針
 - ・ 福島イノベーション・コースト構想における農林水産業プロジェクトの進捗状況
 - ・ 東日本大震災からの復旧・復興に向け、従来と比べとらわれない支援の必要性
 - ・ 東京電力福島第一原子力発電所事故による農地及び森林の放射性物質汚染状況及び除染作業の取組方針

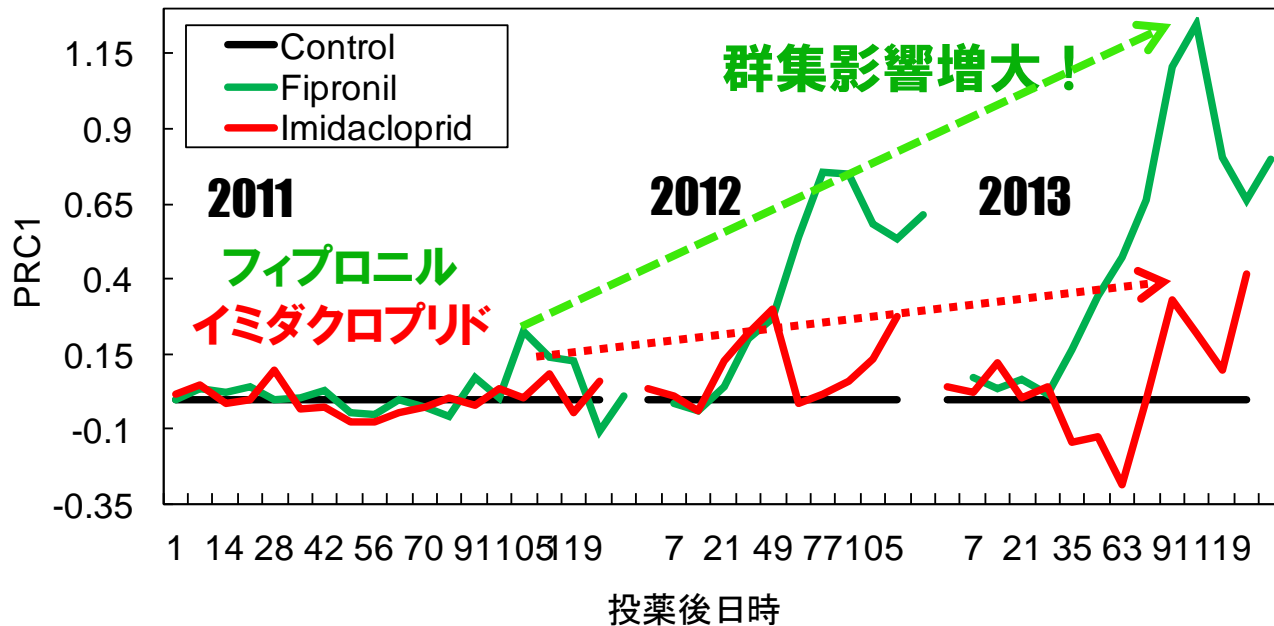
水田メソコズムによる生態影響評価(2004年～)



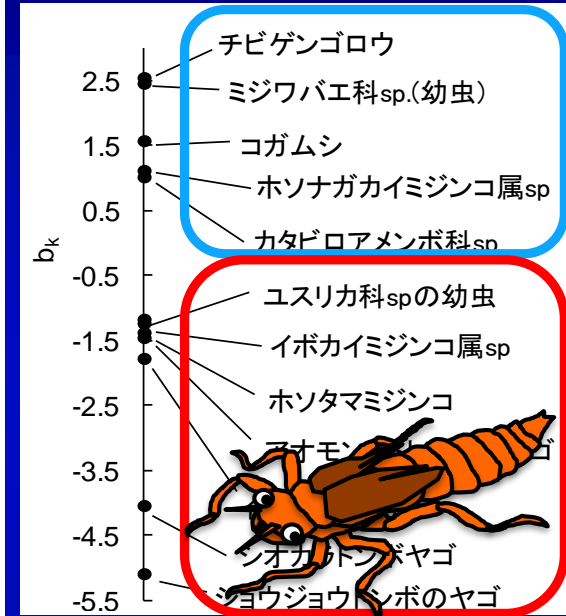
環境省「農薬による生物多様性影響調査」(2010～2015)

環境研究総合推進費「農薬による水田生物多様性影響の総合的評価手法の開発」(2012～2015)

フィプロニル・イミダクロプリド連続投与による 水田生物群集の影響肥大化



処理後増える種



処理後減る種

※1モンテカルロtest ($P > 0.05$)
 ※2 個体数は $\ln(10x+1)$ で補正

- 群集構造は年々変化。特にフィプロニル区の影響は甚大
- イミダクロプリドの群集への影響は相対的に小さい
- トンボのヤゴや底生生物は特に影響を受けやすい

では、野外におけるネオニコチノイド農薬の残留とトンボの生息数の関係は・・・？

環境省「農薬による環境影響調査業務」(2014年～)

全国7地点の水田周辺環境における農薬濃度とトンボ類ヤゴ数の調査



野外トンボ類影響調査事業(2015)

Survey of dragonfly diversity around paddy fields



北海道
空知地方

石川県

兵庫県

茨城県

佐賀県

広島県

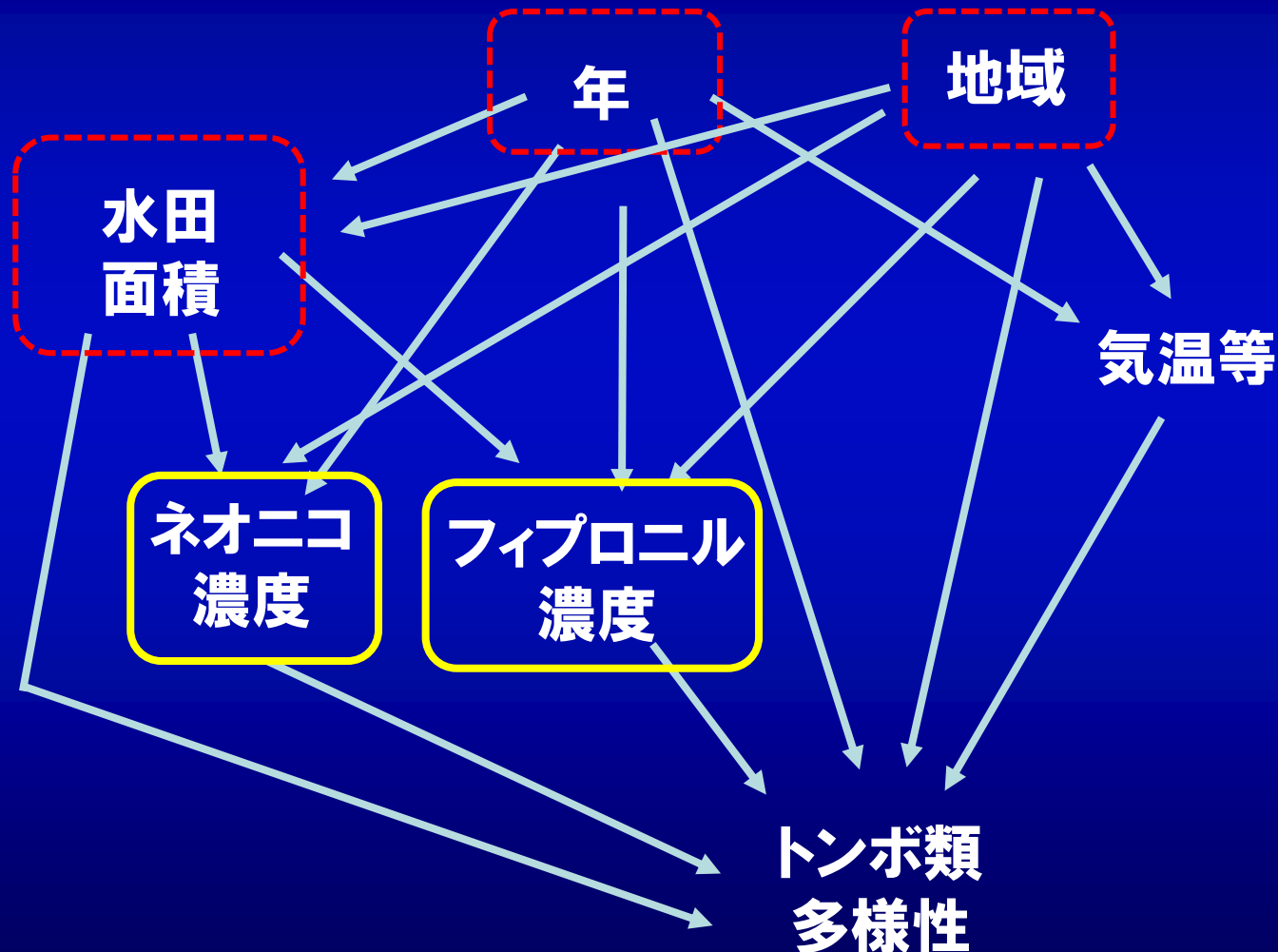
奈良県

**H27年度水田周辺環境におけるトンボ類調査
(用水路やため池)**

様々な環境因子がトンボ个体群・群衆に影響する

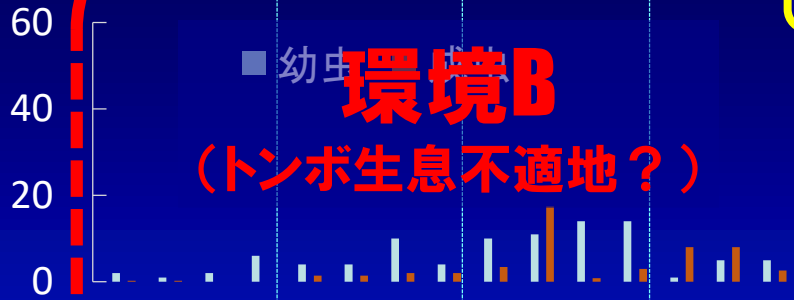
想定された要因間の因果的繋がりモデル

農薬のせいにする前に・・・交絡要因を考慮する必要がある



個体数
Individuals No.

幼虫(匹)



トンボ個体数
Dragonfly number

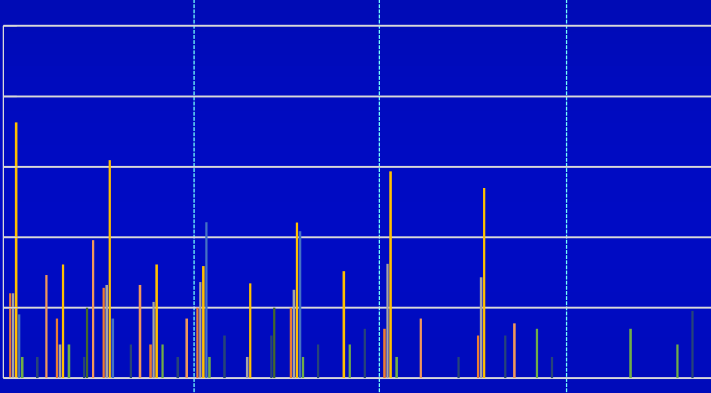
成虫(匹)

環境A
(トンボ生息適地?)

水中濃度
Concentration in water

農薬濃度(μg/L)
Insecticide conc.

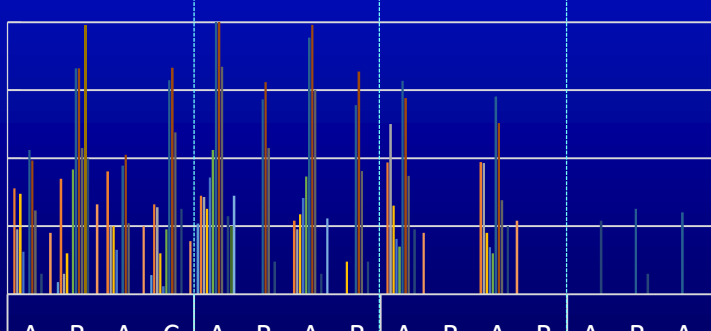
100
10
1
0.1
0.01
0.001



土壌中濃度
Concentration in soil

農薬濃度(μg/L)
Insecticide conc

100
10
1
0.1
0.01



佐賀

広島

兵庫

奈良

茨城

石川

北海道

- 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
- フィプロニル
- フィプロニル-スルホン
- フィプロニル-スルフィド
- フィプロニル-デスルフィニル
- MEP
- BPMC
- エトフェン
- ブロックス
- シラフル
- オフェン
- クロラントラニリ
- プロール

明らかにすべき命題＝国民が知りたいこと・行政が答えに困っていること

『ネオニコ農薬でトンボは本当に減っているのか？』

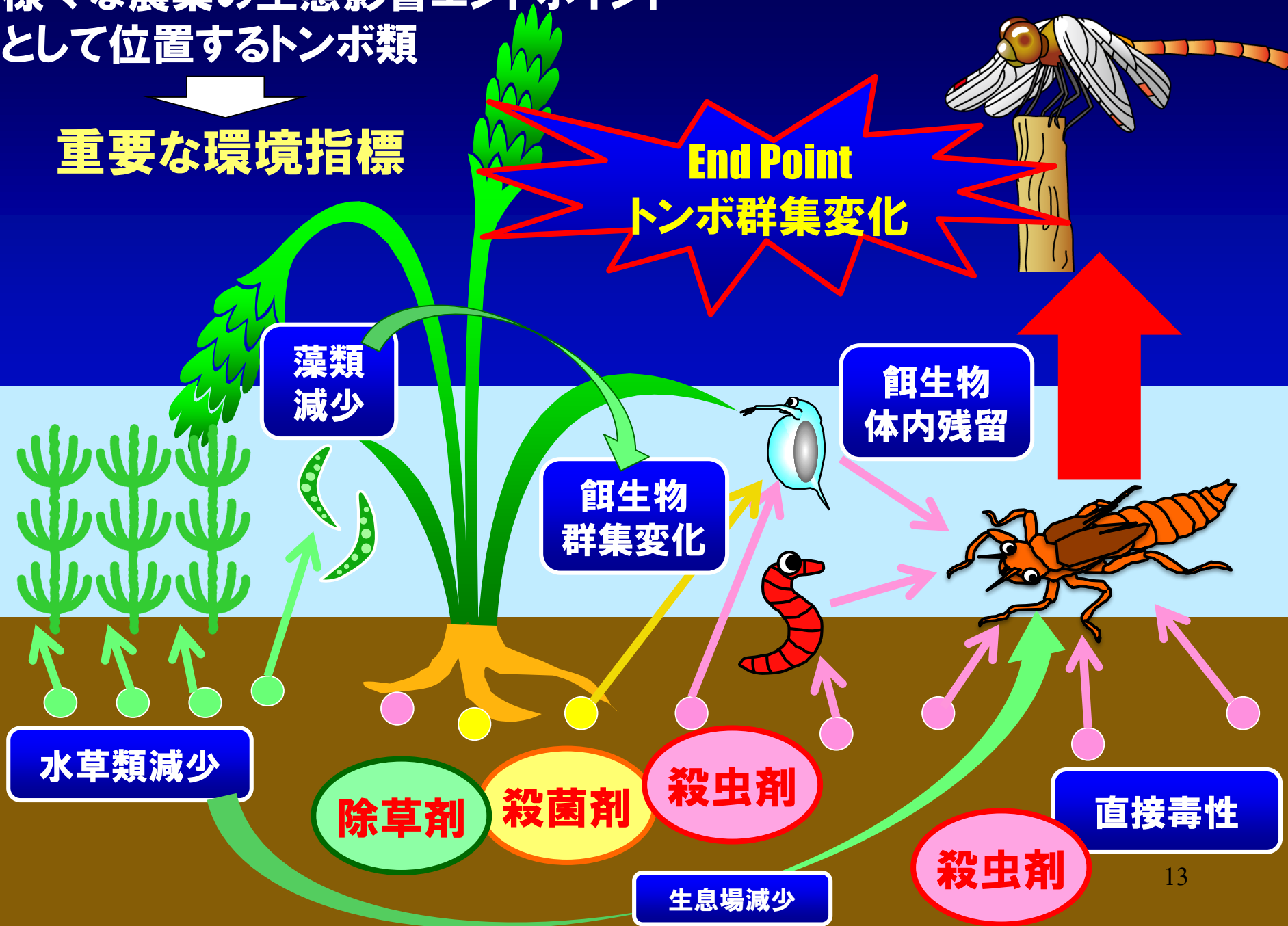
- トンボ類はいつから、どの程度減っているのか？
- 生息地環境・土地利用・植生・気候の影響は？
- 他の薬剤(殺虫剤・除草剤・殺菌剤)の影響は？
- 日本のトンボの未来は？



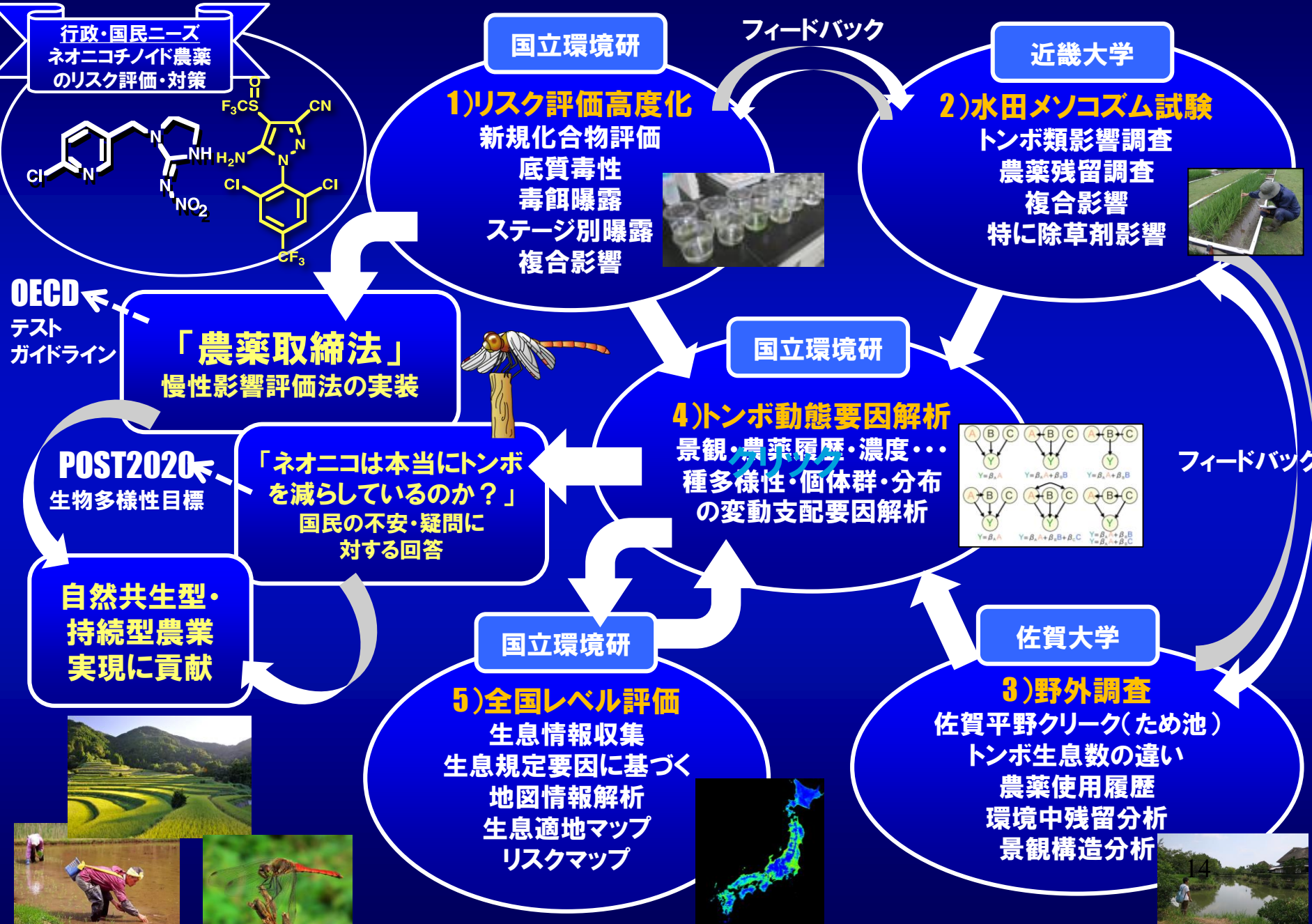
様々な角度からトンボ類の動態要因を解明し
ネオニコチノイド農薬の今後の管理方針を議論すべき

様々な農薬の生態影響エンドポイントとして位置するトンボ類

重要な環境指標



農薬によるトンボ類生態影響実態の科学的解明および対策



サブテーマ1: 生態リスク評価のための毒性試験高度化

ビーカー試験でのEC50



羽化率低下をもたらす野外環境中濃度



野外では急性影響濃度よりはるかに低い濃度で影響が出ている

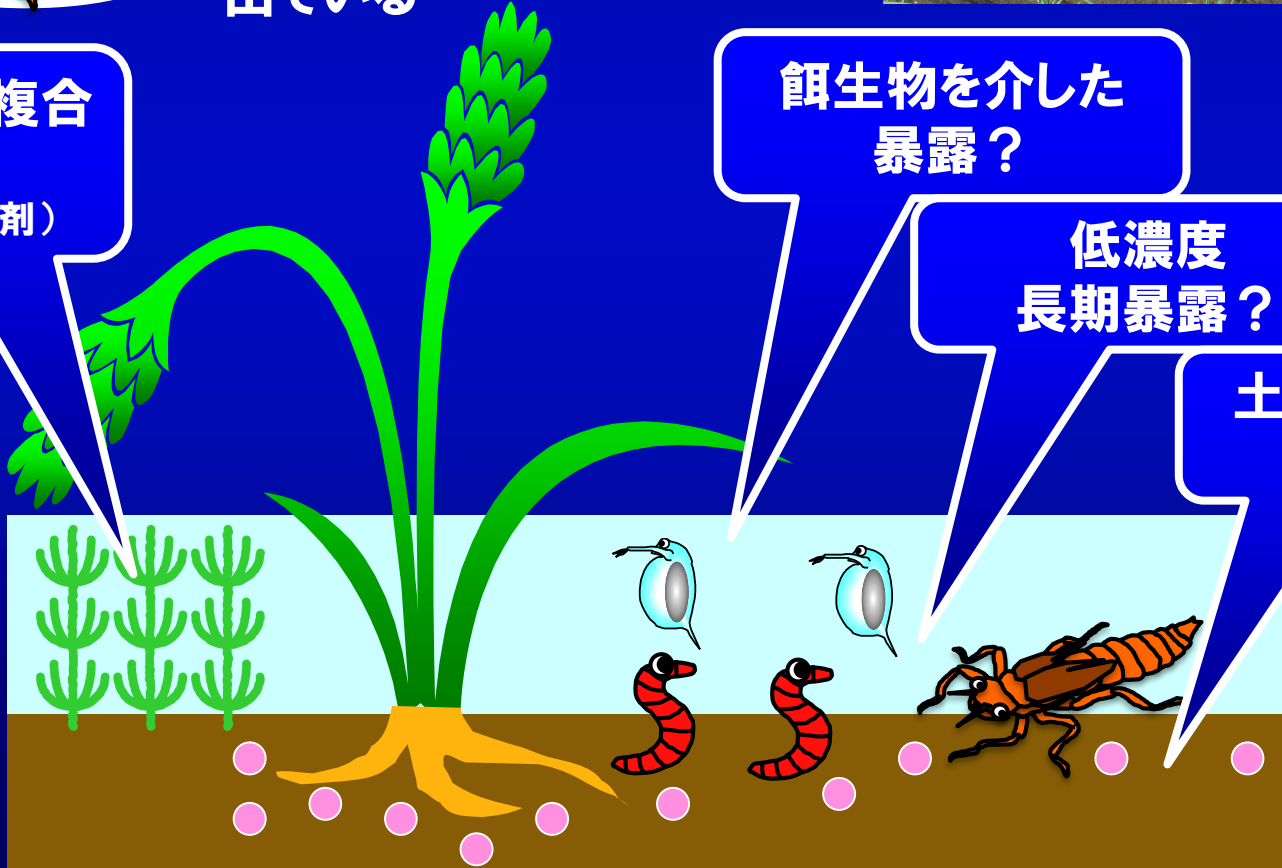


他薬剤との複合影響？
(殺虫剤・除草剤)

餌生物を介した暴露？

低濃度長期暴露？

土壌を介した暴露？



目標：実環境における暴露プロセスを反映した毒性試験法の開発

●試験生物としての恒久的供試システム(室内累代飼育法)の開発

●トンボ類の感受性種間差の把握



●餌を介した暴露試験法開発



●土壌を介した暴露試験法開発



●複合影響試験法開発



サブテーマ2
水田メソコズム試験

情報フィードバック

サブテーマ3
野外水域調査

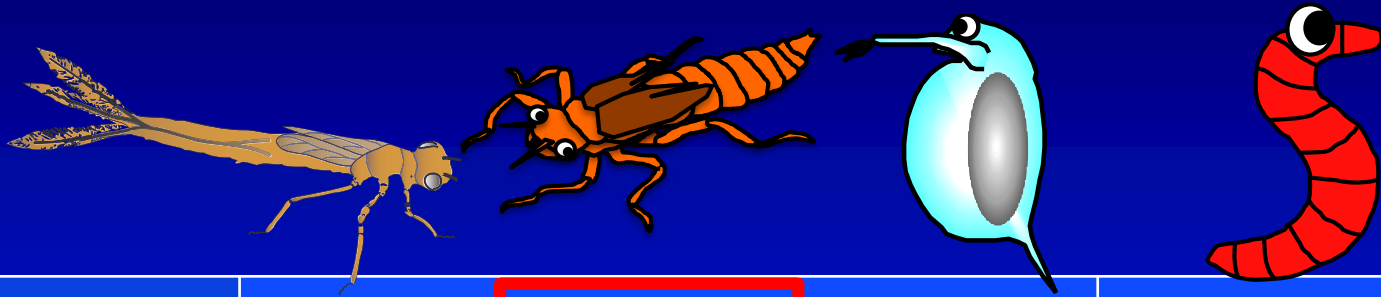
●各種毒性データ取得

●試験法マニュアル作成



急性毒性試験による感受性比較

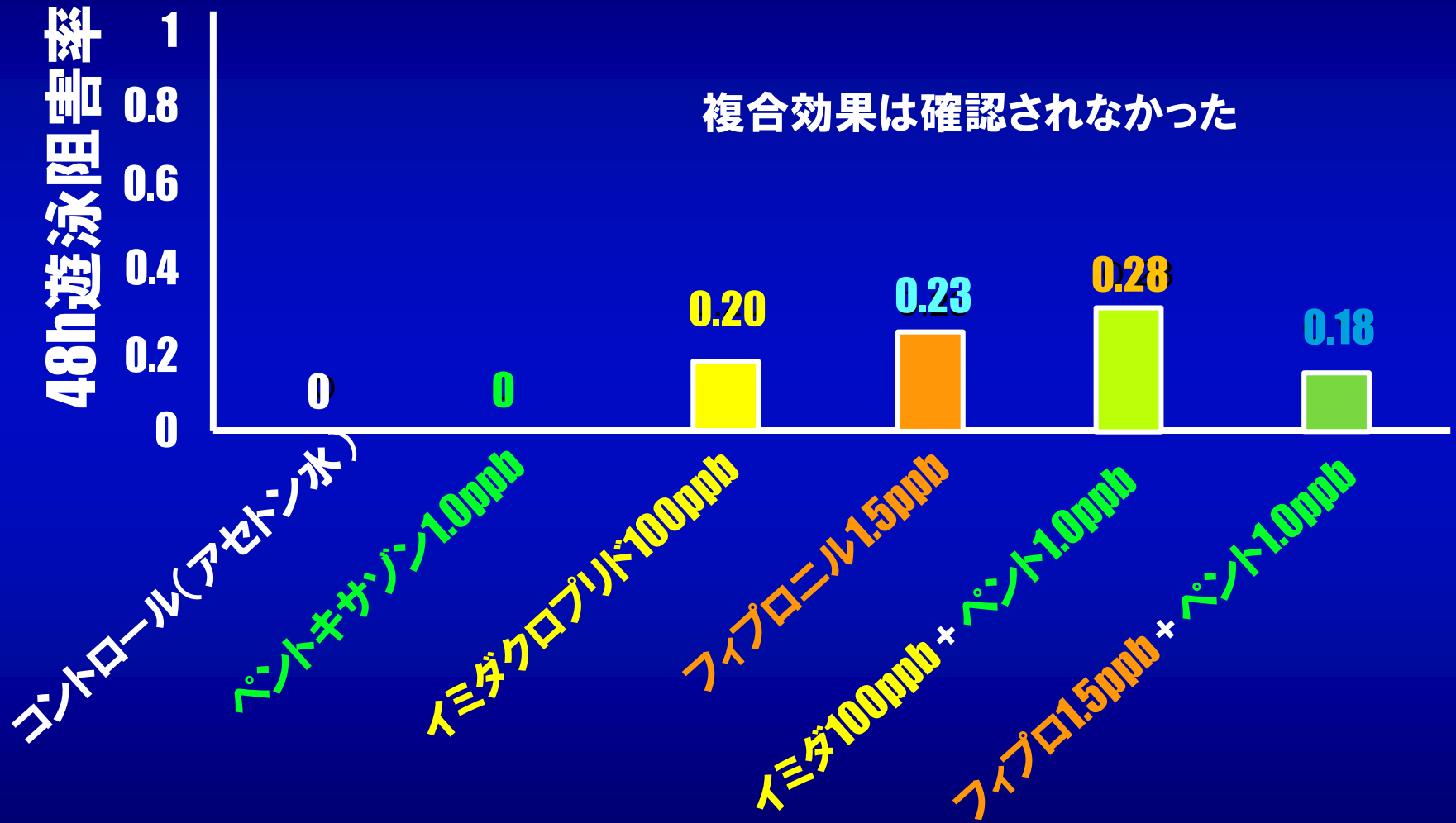
半数影響濃度(遊泳阻害、 $\mu\text{g/L}$)



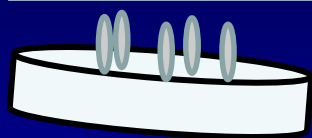
	アオモン	アキアカネ	オオミジンコ	ユスリカ
イミダクロプリド	18.7	36.7	85000	19.7
フィプロニル	0.766	1.368	190	0.0300-0.0500
フィプロニルスルホン	0.422	0.815	データなし	0.0075-0.0079
フィプロニルスルフィド	0.264	0.644	データなし	0.0093-0.0105
フィプロニルデスルフェニル	1.036	2.601	データなし	データなし
エチプロール	9.946	23.452	> 8330	データなし

急性毒性ではアキアカネは意外とタフ・・・
 ユスリカの感受性が一番高い
 フィプロニルは分解物の方が毒性が高い

殺虫剤と除草剤による複合暴露試験



長期暴露慢性毒性試験



シャーレ内、25℃下でアオモンイトトンボ卵を維持



48時間以内に孵化したヤゴを試験に用いる

各濃度のフィプロニル・イミダクロプリド処理区および薬剤濃度0の試験水それぞれに対し、餌生物(ツボフムシ)を加えた試験水を準備する

試験期間は4週間とし、その間、毎日試験水の交換と観察を行った

処理区

コントロール(水)

コントロール(アセトン)

Imida 2.5 ppb

Imida 5.0 ppb

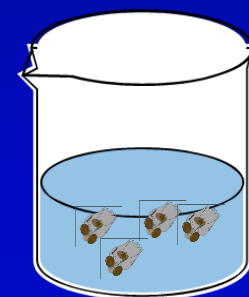
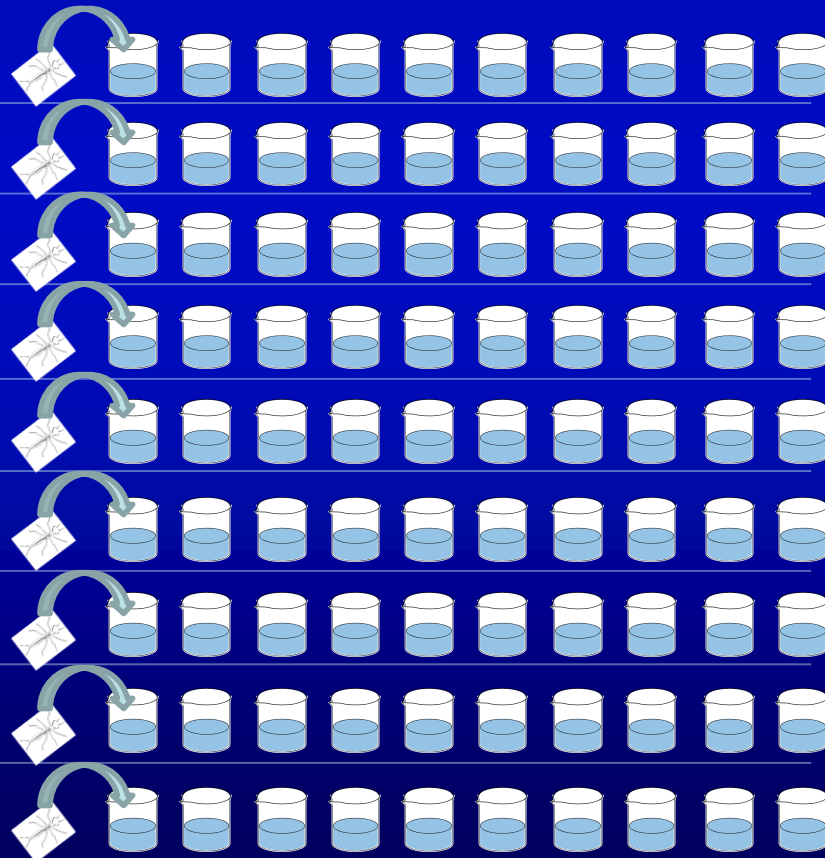
Imida 10 ppb

Imida 20 ppb

Fiplo 0.25 ppb

Fiplo 0.50 ppb

Fiplo 1.0 ppb

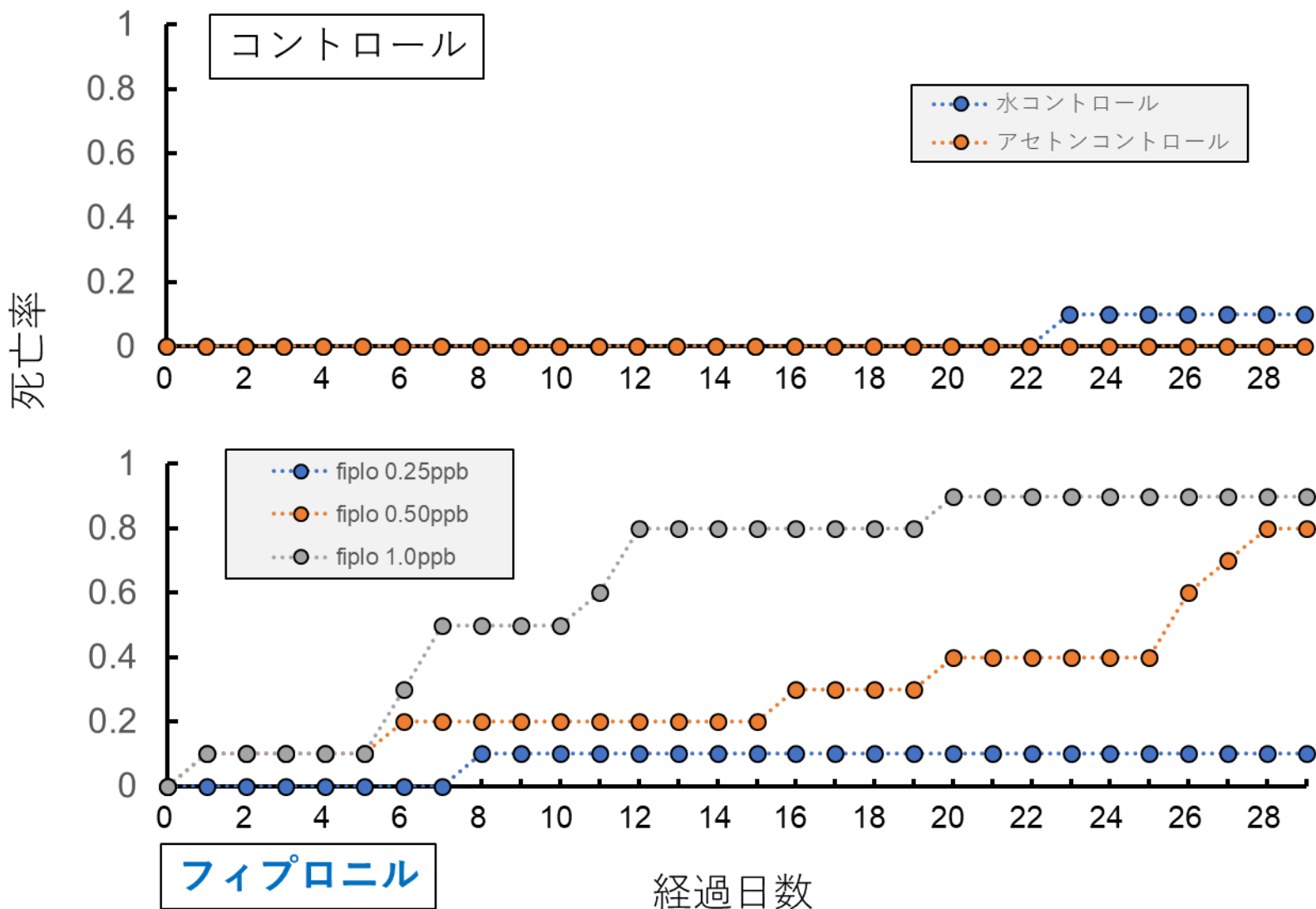


餌生物はツボフムシを利用
~100匹/1日
を加えた

餌生物を含む各試験水は24h毎に交換し、生存・遊泳・脱皮有無を確認した。

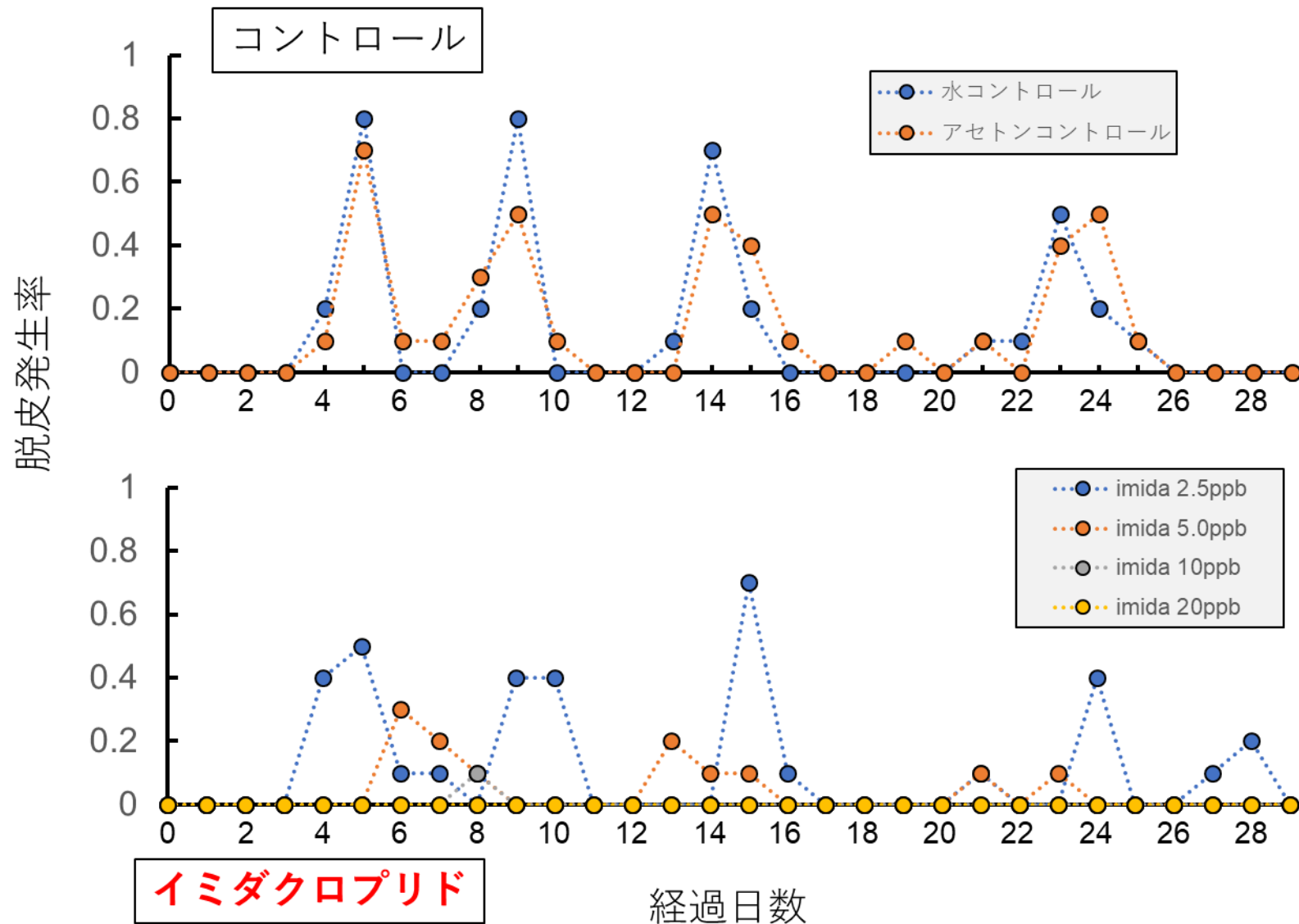
長期暴露慢性毒性試験

死亡率の暴露経過日数に伴う変化



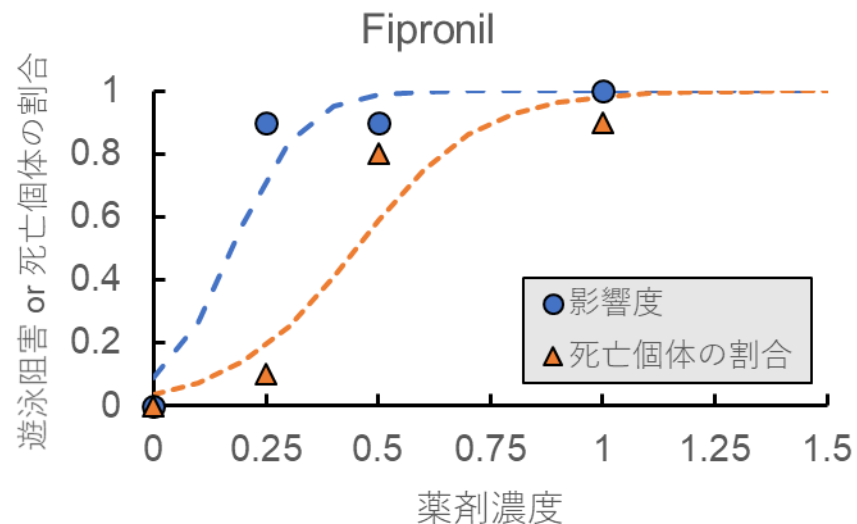
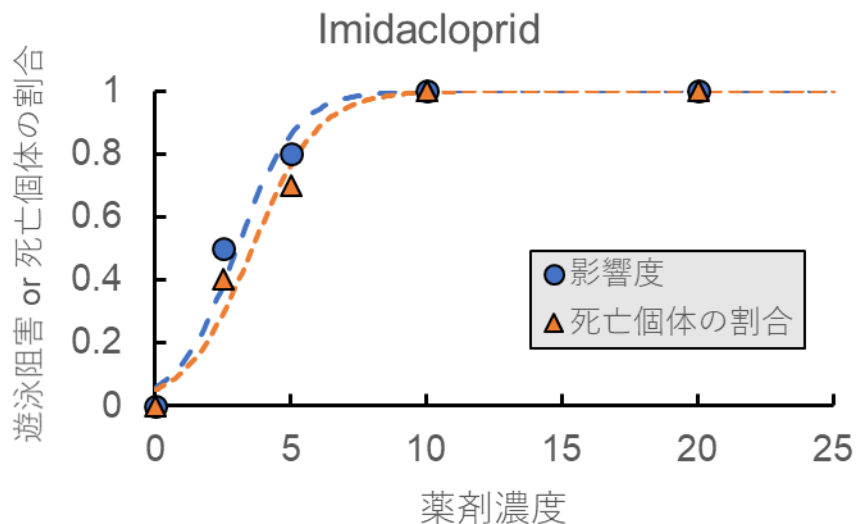
長期暴露慢性毒性試験

脱皮発生率の暴露経過日数に伴う変化



長期暴露慢性毒性試験

4週間後の影響度および死亡個体の割合と薬剤濃度の関係



	48h EC ₅₀	4wk EC ₅₀	4wk LC ₅₀
Imidacloprid	112	3.02	3.58
Fipronil	1.84	0.177	0.449



長期暴露慢性毒性試験

生存・遊泳個体であっても、
形態異常、脱皮失敗および動きが鈍いなどの様子が見られた。



アセトンコントロール



形態異常

イミダ 5.0 ppb



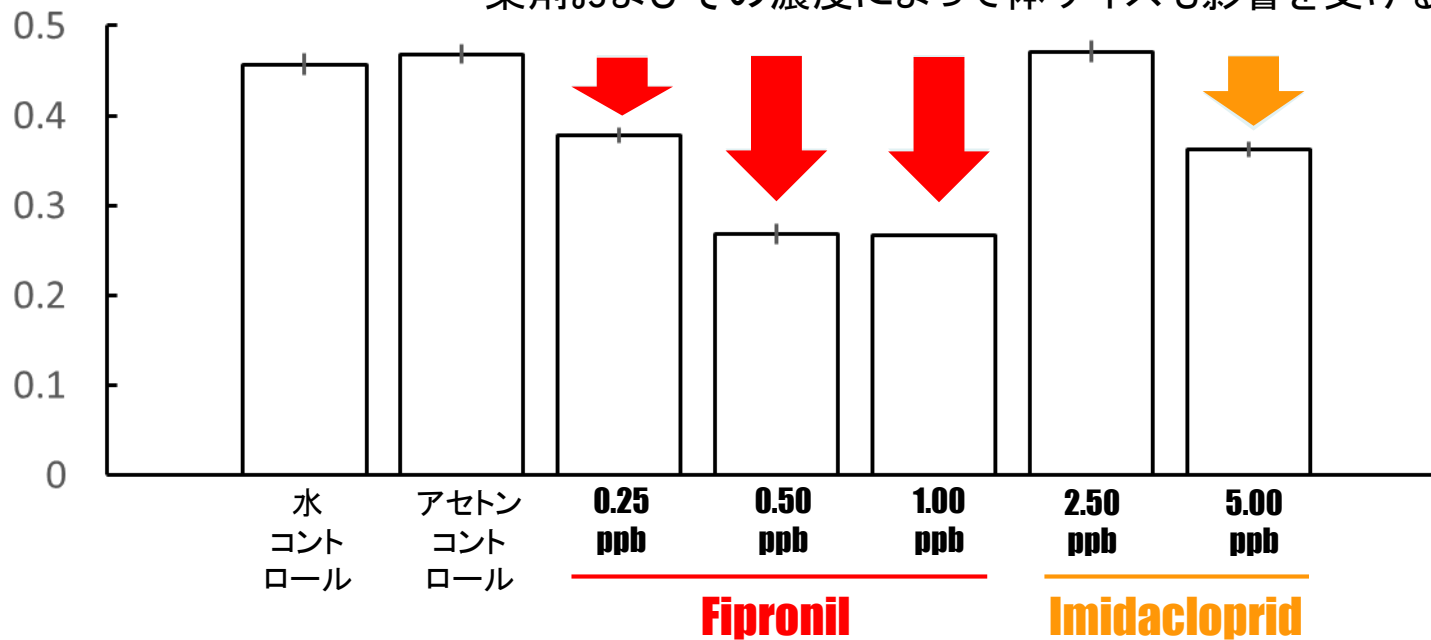
脱皮失敗

フィプロ 0.25 ppb

長期暴露慢性毒性試験

試験期間終了後の生存個体の平均体長 (cm) の比較

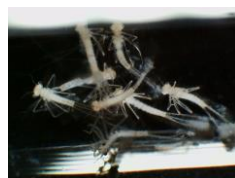
薬剤およびその濃度によって体サイズも影響を受ける



水
コントロール



アセトン
コントロール



0.25
ppb



0.50
ppb



1.00
ppb



2.50
ppb



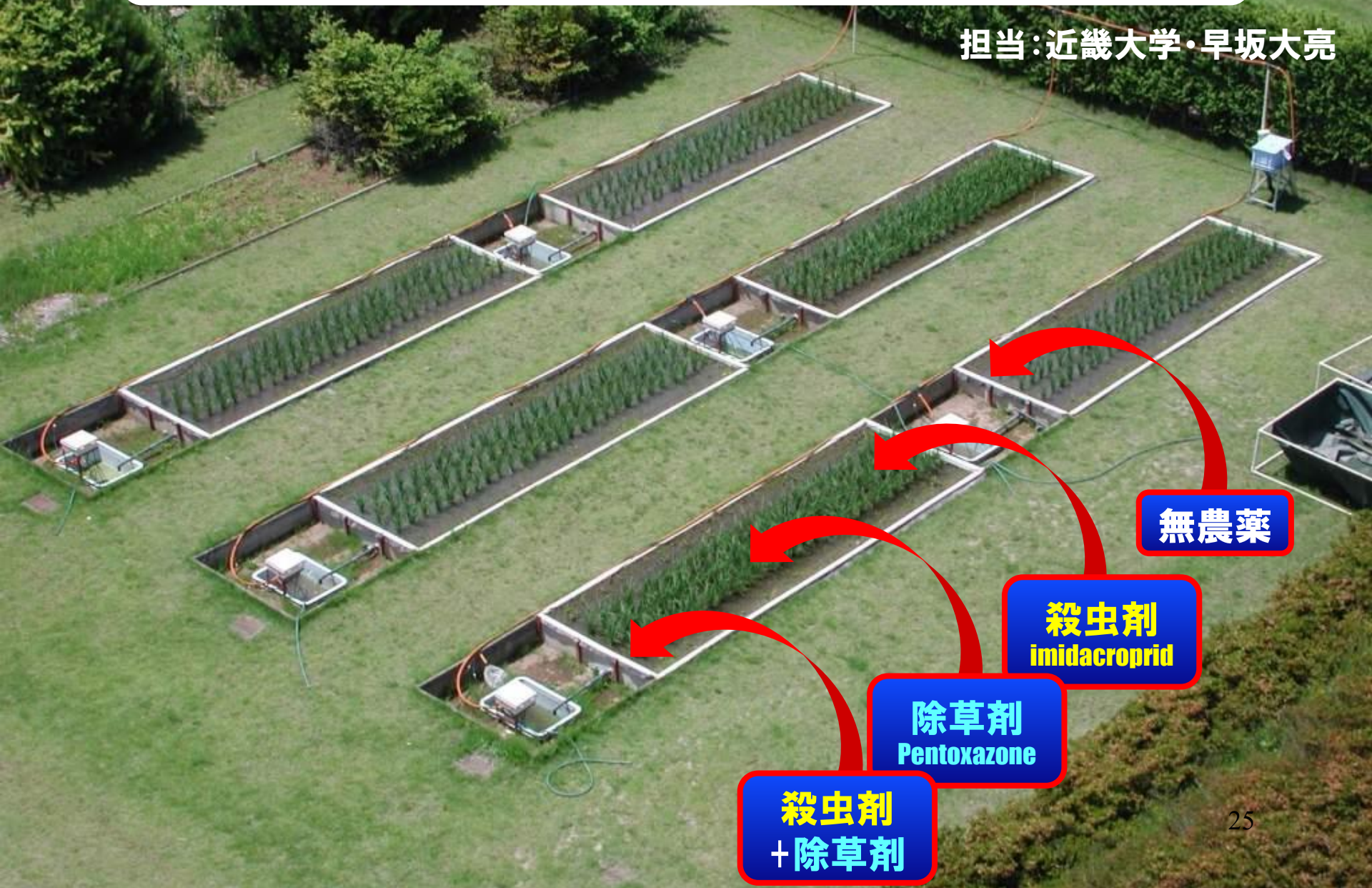
5.00
ppb

Fipronil

Imidacloprid

サブテーマ2「メソコズム試験による生態影響評価」

担当：近畿大学・早坂大亮



無農薬

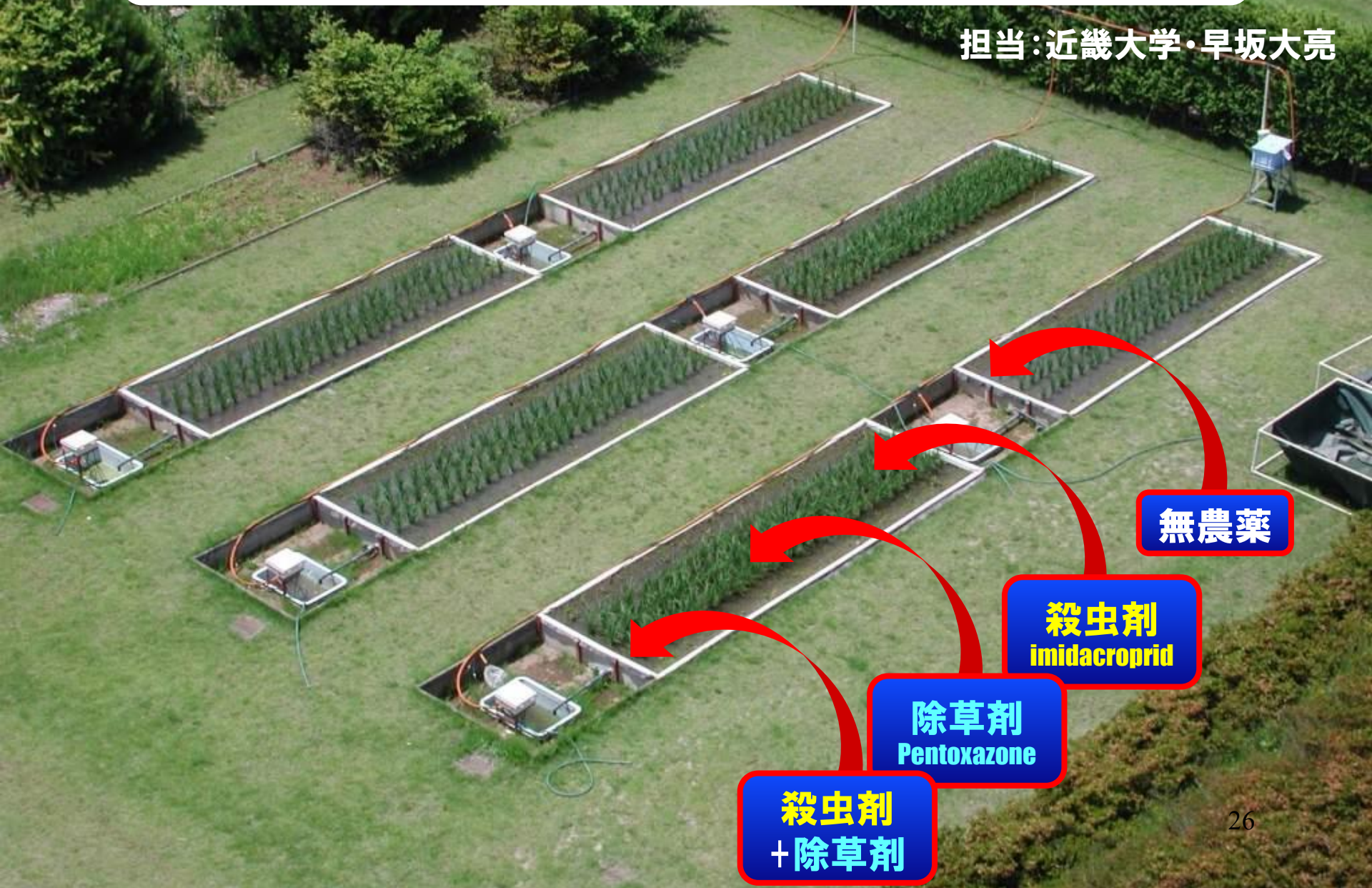
殺虫剤
imidacproprid

除草剤
Pentoxazone

殺虫剤
+ 除草剤

サブテーマ2「メソコズム試験による生態影響評価」

担当：近畿大学・早坂大亮



無農薬

殺虫剤
imidacproprid

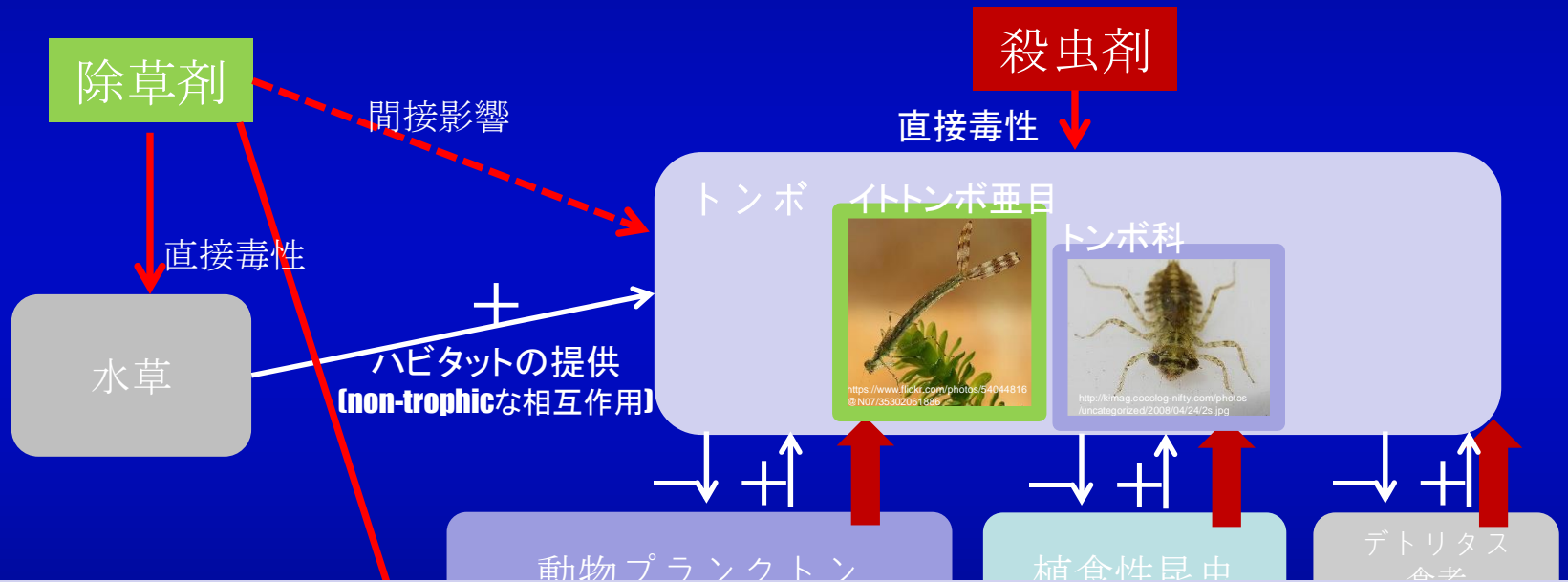
除草剤
Pentoxazone

殺虫剤
+ 除草剤

トンボに対する殺虫剤と除草剤の直接的・間接的な影響に注目

水田のトンボ類の減少は、殺虫剤（特にフィプロ）がもたらした？ (Nakanishi et al. 2018)

しかし、除草剤もトンボに対して間接的に影響する可能性は否定できない



水草上で生活するイトトンボ亜目の方が
水底で生活するトンボ科よりも
除草剤による負の間接影響を受けやすい？

メソコズム試験により、除草剤と殺虫剤が トンボに与える影響を検証

デザイン：除草剤と殺虫剤の有無を組み合わせた要因実験
試験期間：2017～2019年 5月末～10月中旬（約140日間）

除草剤：ペントキサゾン

殺虫剤：フィプロニル

●ペントの特徴

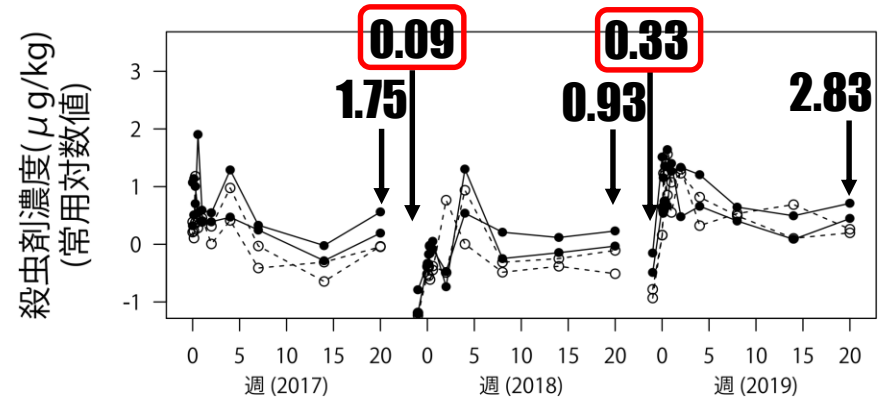
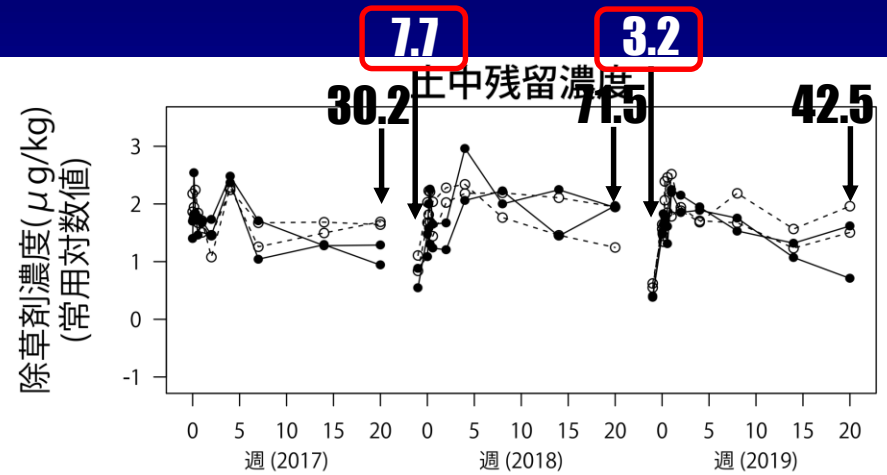
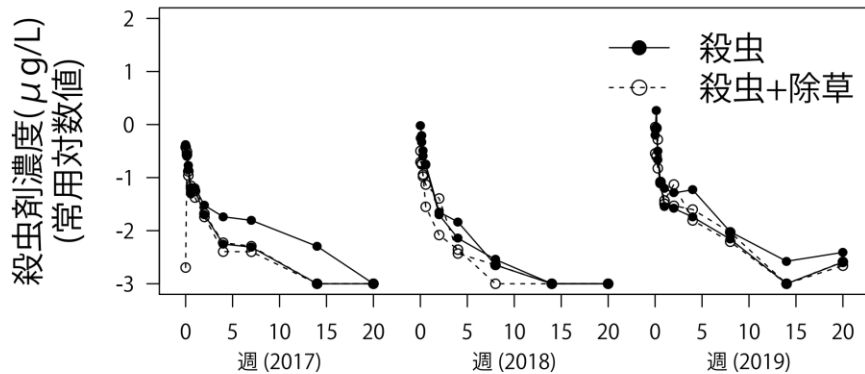
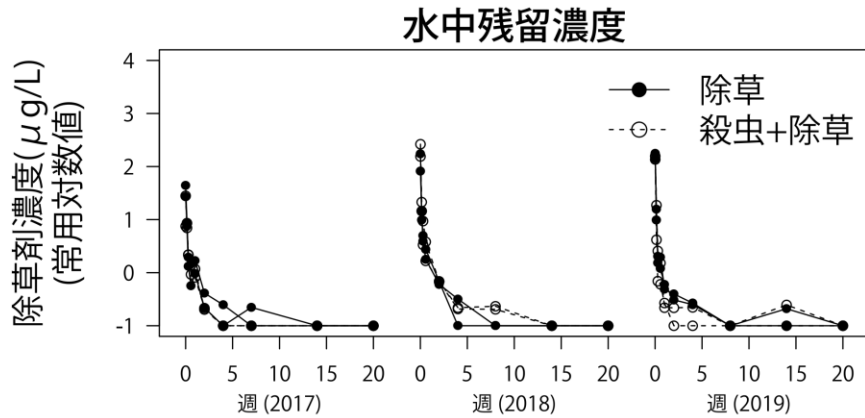
- 土壌吸着性が高い
- 残効性が高い
- 疎水性

●フィプロの特徴

- 土壌吸着性が高い
- 即効性と残効性がある
- 疎水性



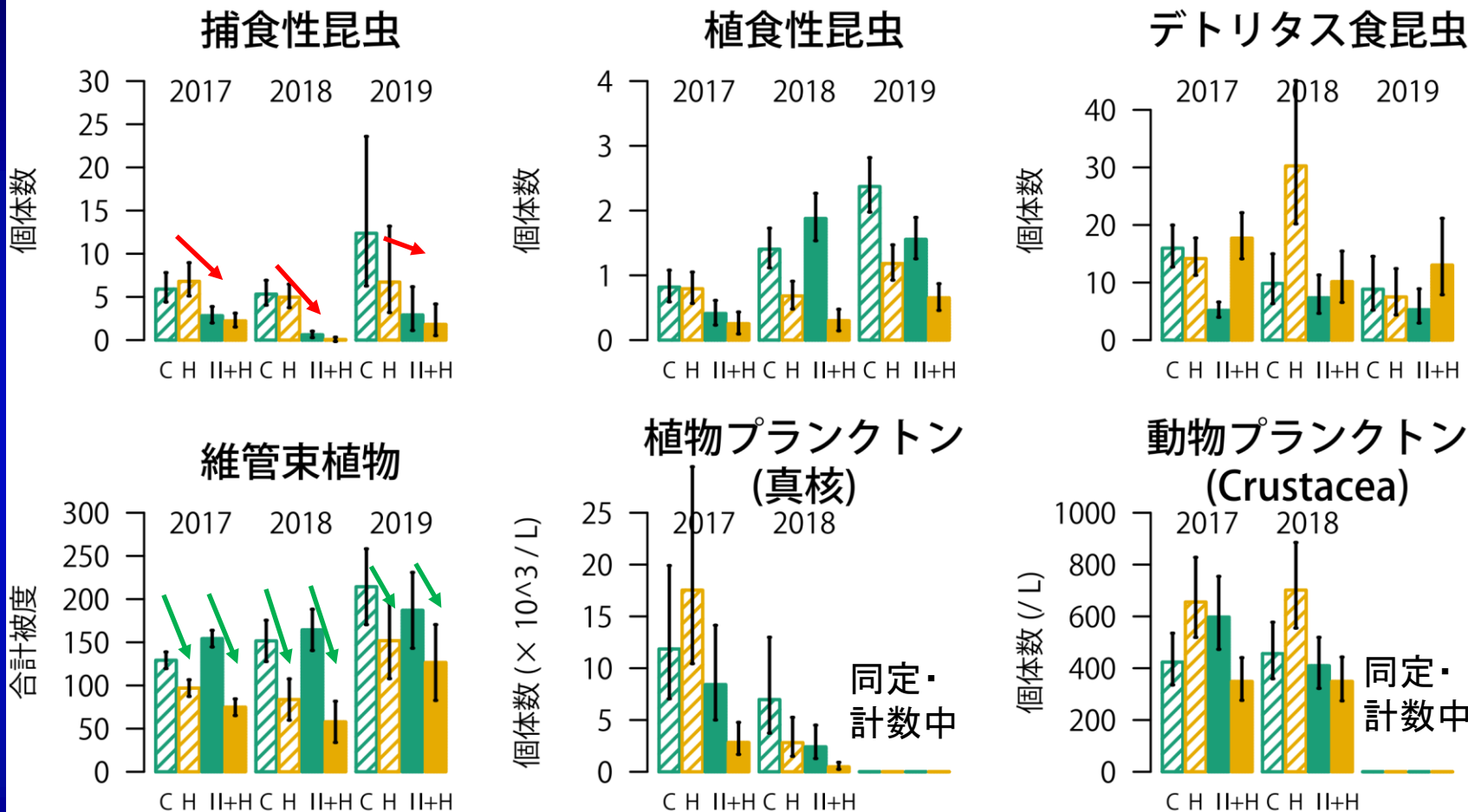
農薬の環境中動態



● 18年と同様、19年も実験開始時、土中に前年の薬剤が残留

● 殺虫剤は年を追うごとに土中で増加傾向？ しかしばらつきも大きい

農薬が各生物群のアバンダンスに与える影響



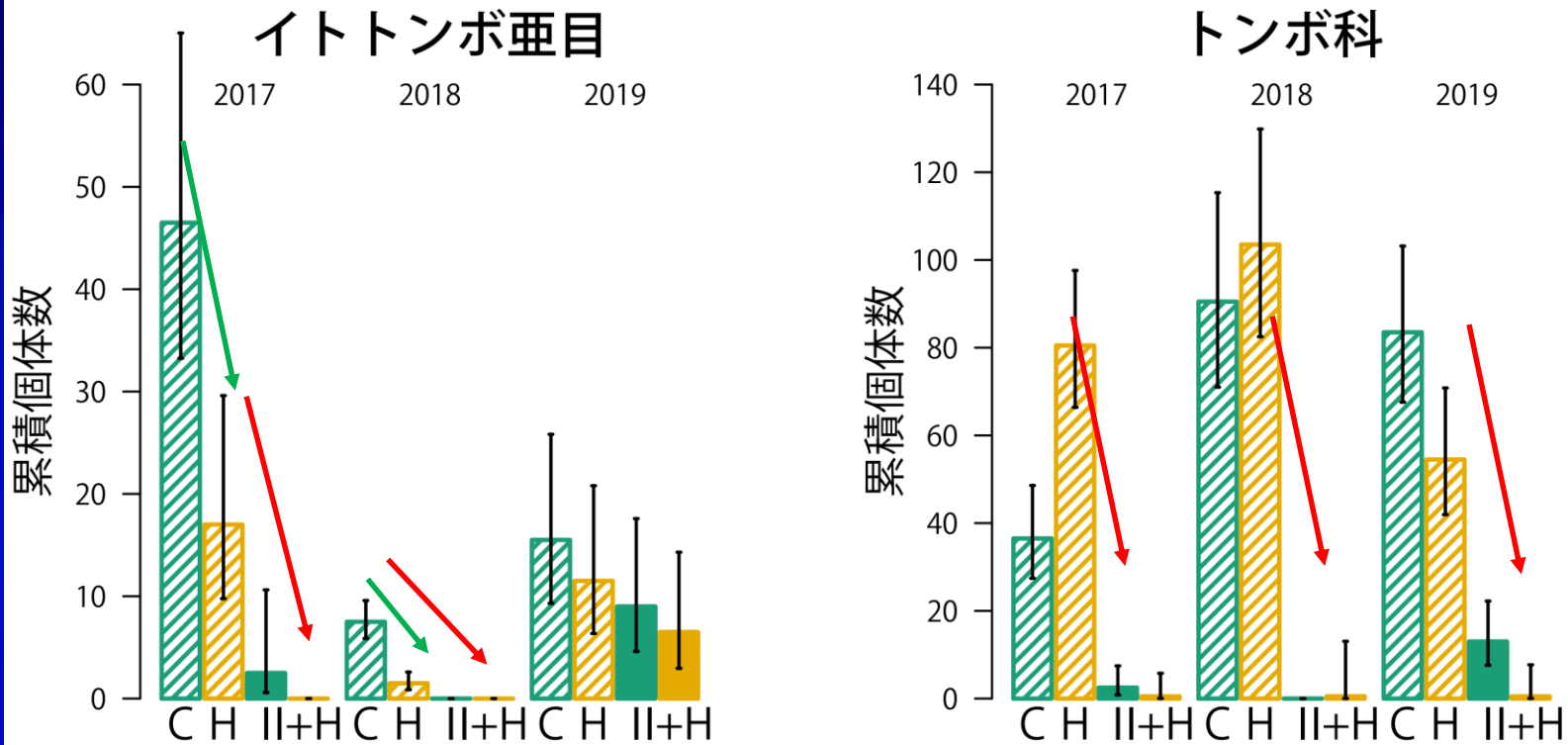
※ 実験期間通しての平均値

※ C: 対照区, H: 除草剤処理区, I: 殺虫剤処理区, I+H: 殺虫+除草剤処理区

● 捕食性昆虫が殺虫剤によって減少傾向

● 水草は除草剤で減少傾向だが、2019年は減少幅が小さい

農薬がイトトンボ亜目・トンボ科に与える影響

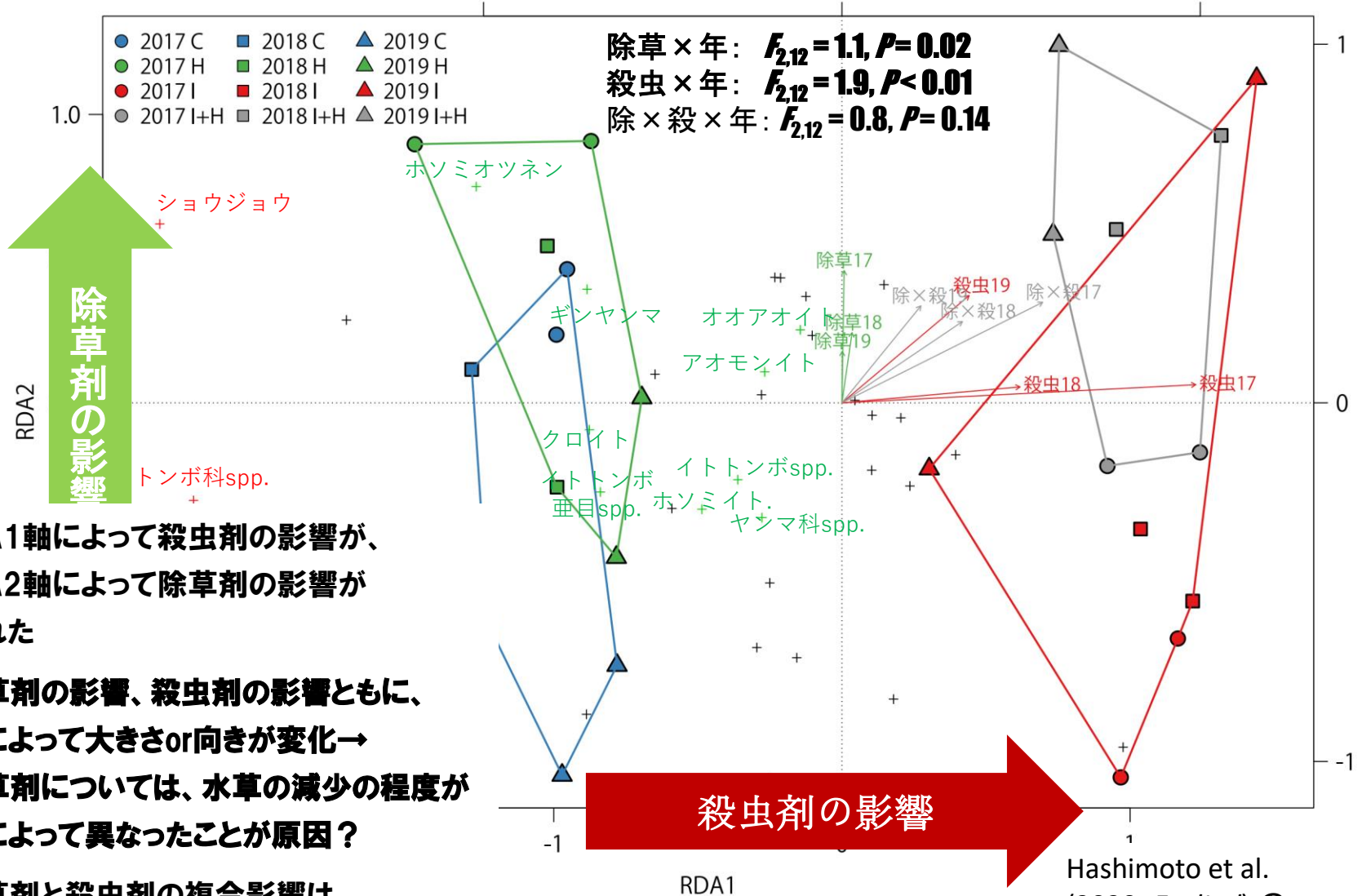


※ 実験期間通しての累積値

※ C: 対照区, H: 除草剤処理区, I: 殺虫剤処理区, I+H: 殺虫+除草剤処理区

- イトンボ亜目は除草剤によって減少傾向だが、トンボ科への影響は顕著でない
- 両グループ共に殺虫剤で顕著に減少し、複合影響は認められず
- ただし、2019年のみイトトンボが除草剤でも殺虫剤でも減少せず
(除草剤→水草の影響が小さかったことを反映?)

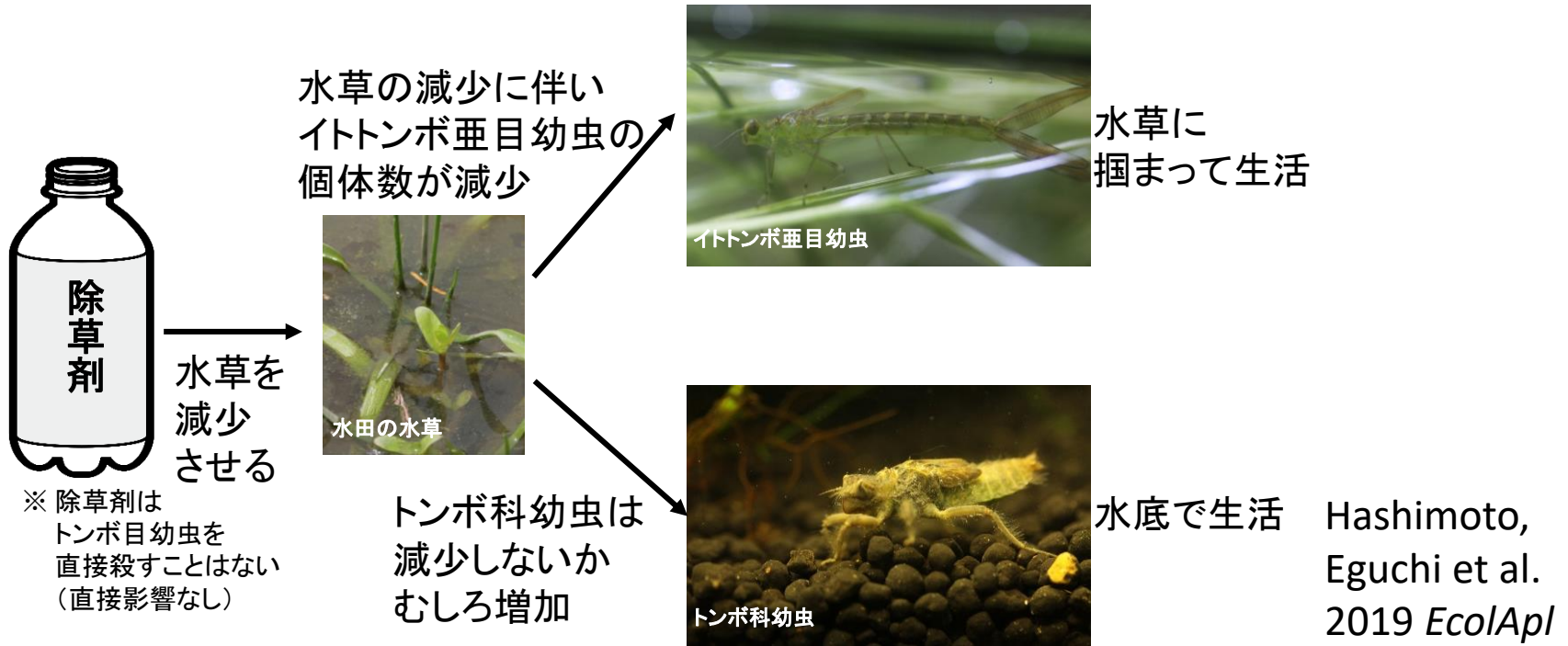
農薬が昆虫の群集組成に与える影響 (partial RDA)



Hashimoto et al.
 (2020; *EcolInd*) の
 手法を応用したもの

- RDA1軸によって殺虫剤の影響が、RDA2軸によって除草剤の影響が表れた
- 除草剤の影響、殺虫剤の影響ともに、年によって大きさor向きが変化→除草剤については、水草の減少の程度が年によって異なったことが原因？
- 除草剤と殺虫剤の複合影響は年によって変化せず

除草剤による間接影響のプロセス



- **水草上と水底捕食者で除草剤の影響が異なる**
→ **生活史形質が除草剤の間接影響を左右することが明らかになった**
- **ただし、殺虫剤(フィプロニル)が撒かれた場合は双方とも壊滅的被害を受け、除草剤の間接影響も打ち消されることも示された**

サブテーマ3「野外調査による生態影響評価」

担当：佐賀大学・徳田誠

佐賀平野の特徴：日本有数の水田地帯

総延長2,000kmに及ぶクリークと社寺林、多数のため池があり、

トンボをはじめとする水生生物の宝庫



ため池を改修した
市内の公園



佐賀平野のクリーク



社寺林



調査地点の概況

金立いこいの広場

久保泉工業団地

多布施川河畔公園

横武クリーク公園

ざわざわ池

白石原湿原

大門村中遺跡

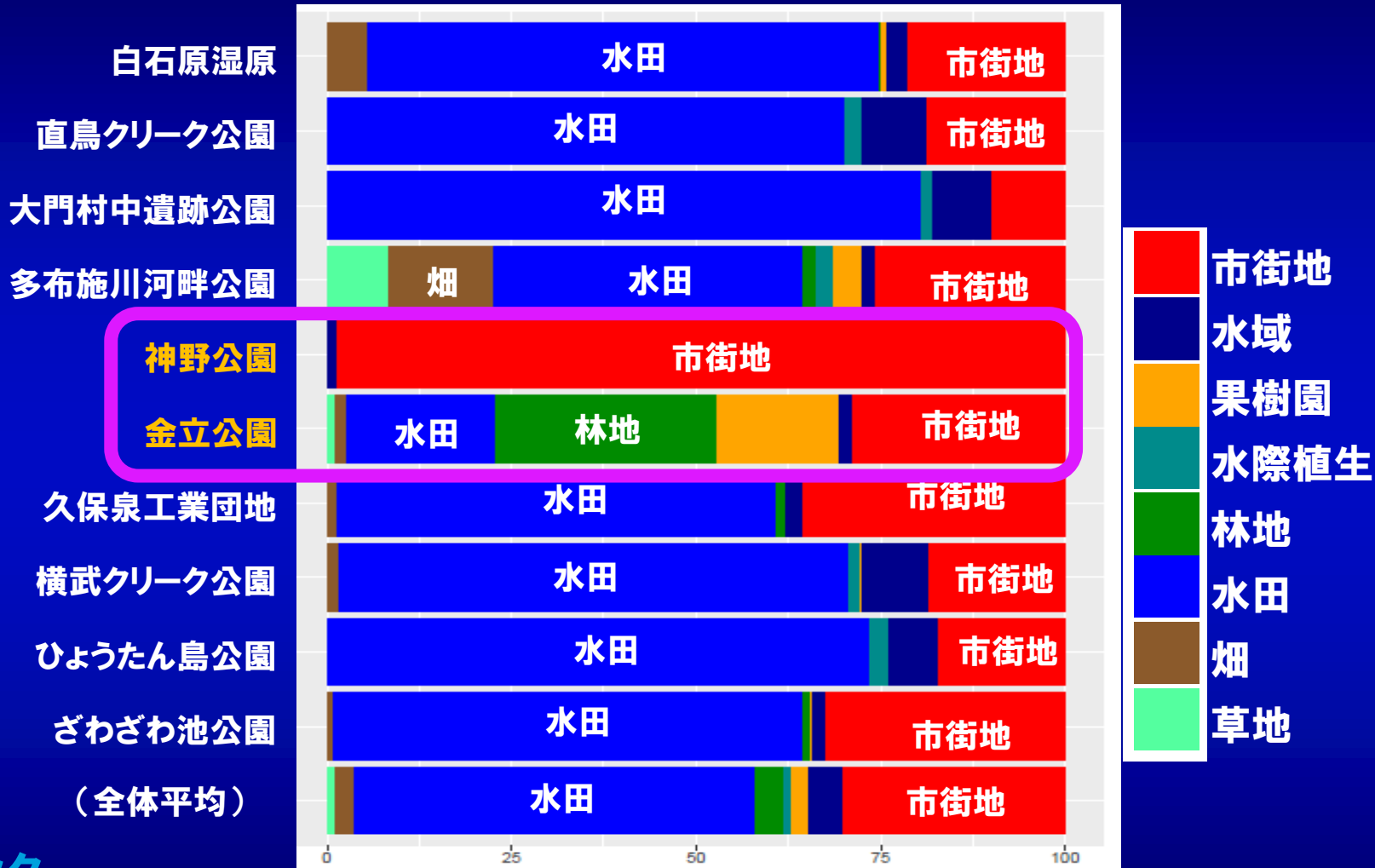
ひょうたん島公園

直鳥クリーク公園

神野公園トンボ池



各調査地周辺の土地利用状況

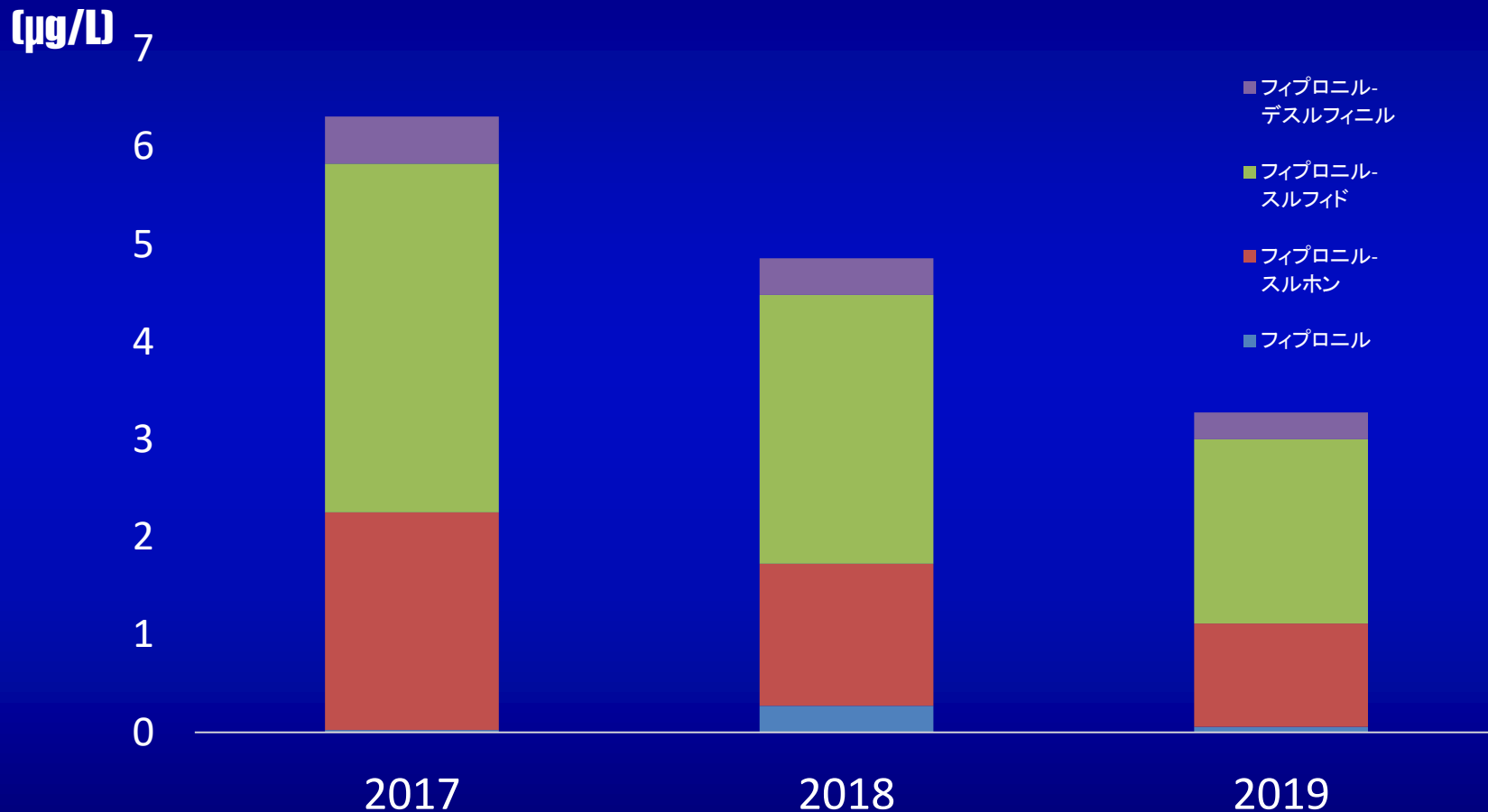


クリック

神野公園、金立公園では周囲に水田が少ない

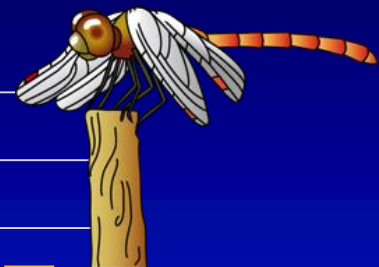
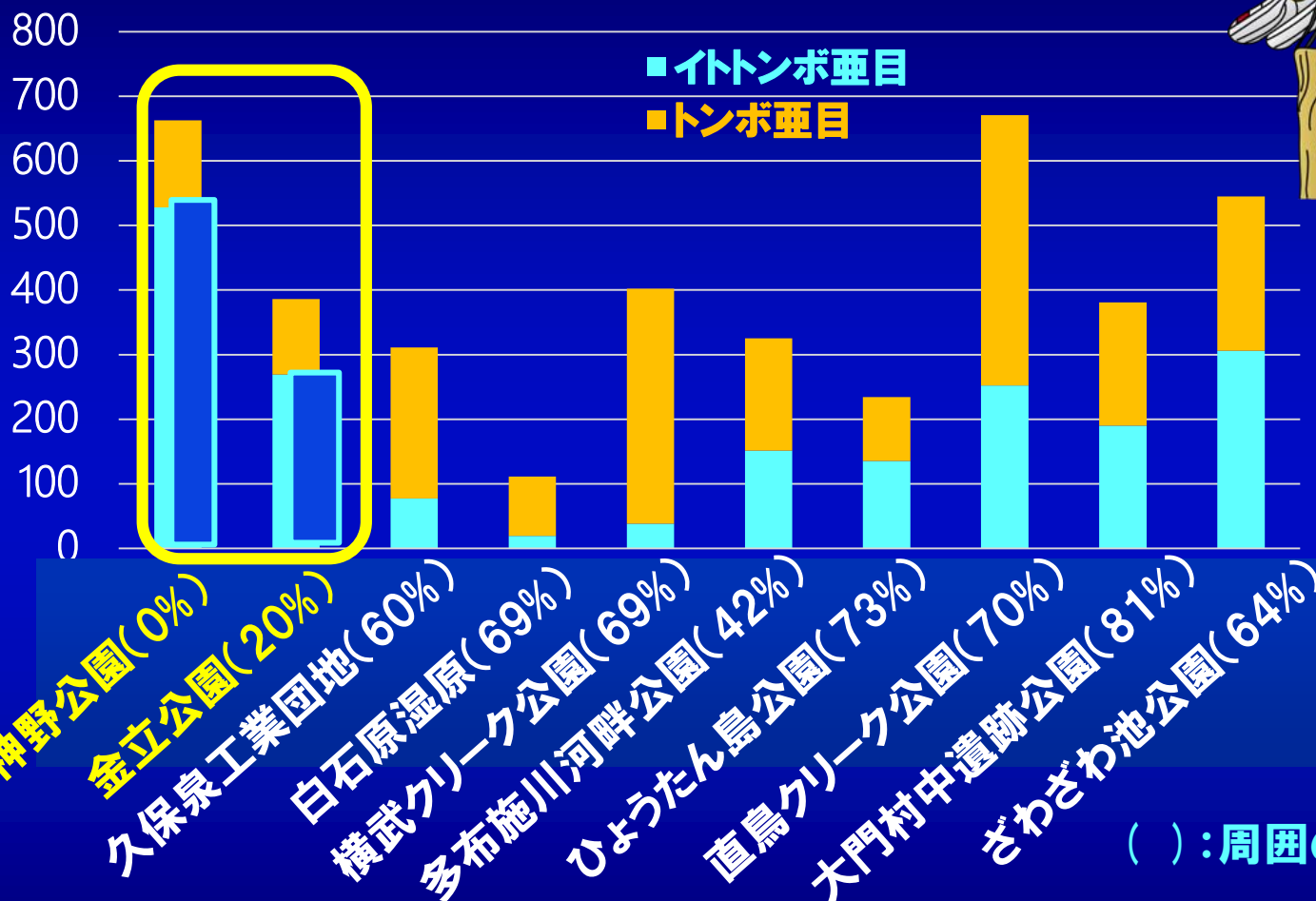
フィプロニルおよび代謝産物濃度の年次推移

10地点における11月の底質中濃度の平均



フィプロニルの代謝産物が底質に残留

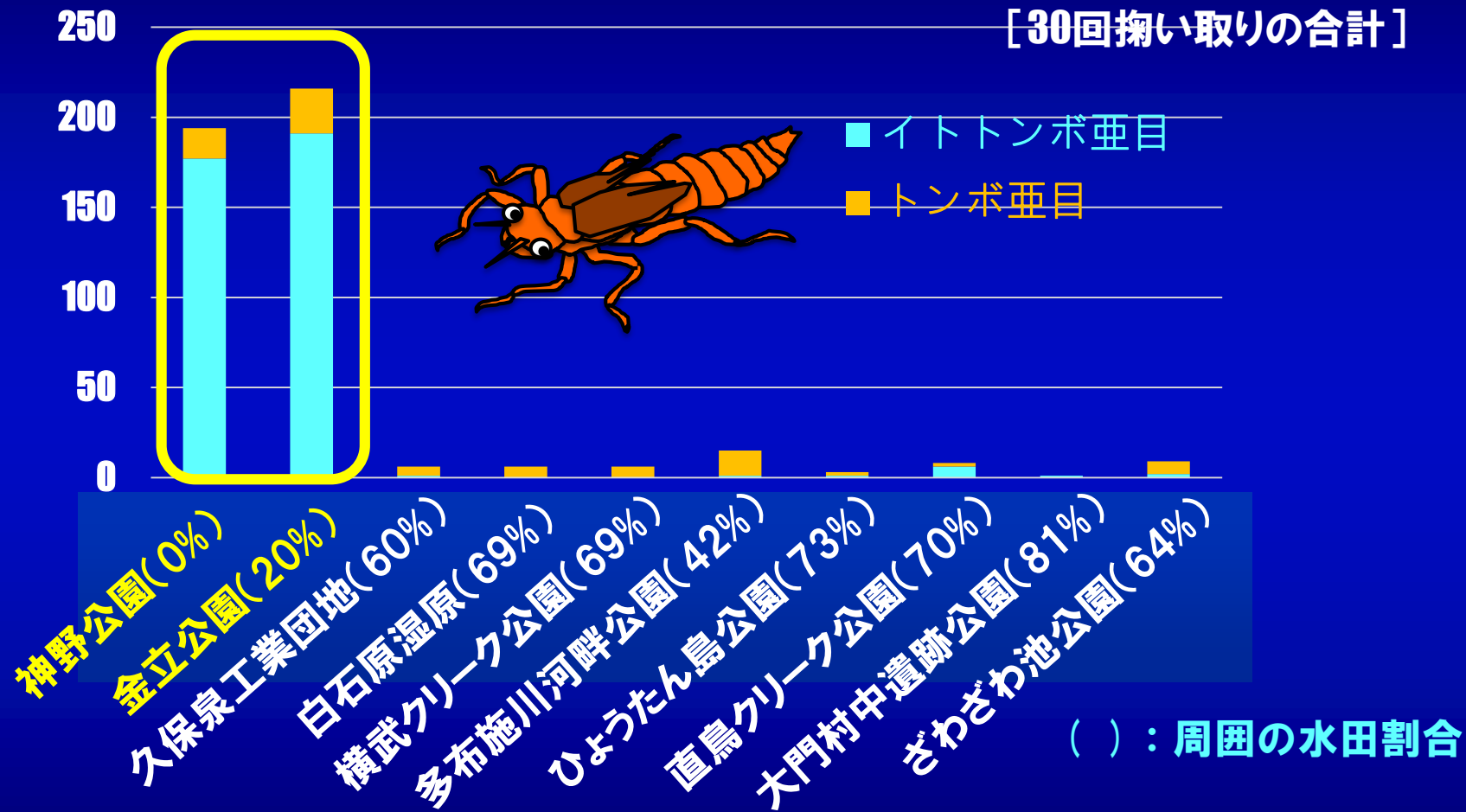
2017年7月～2018年6月の成虫個体数



クリック

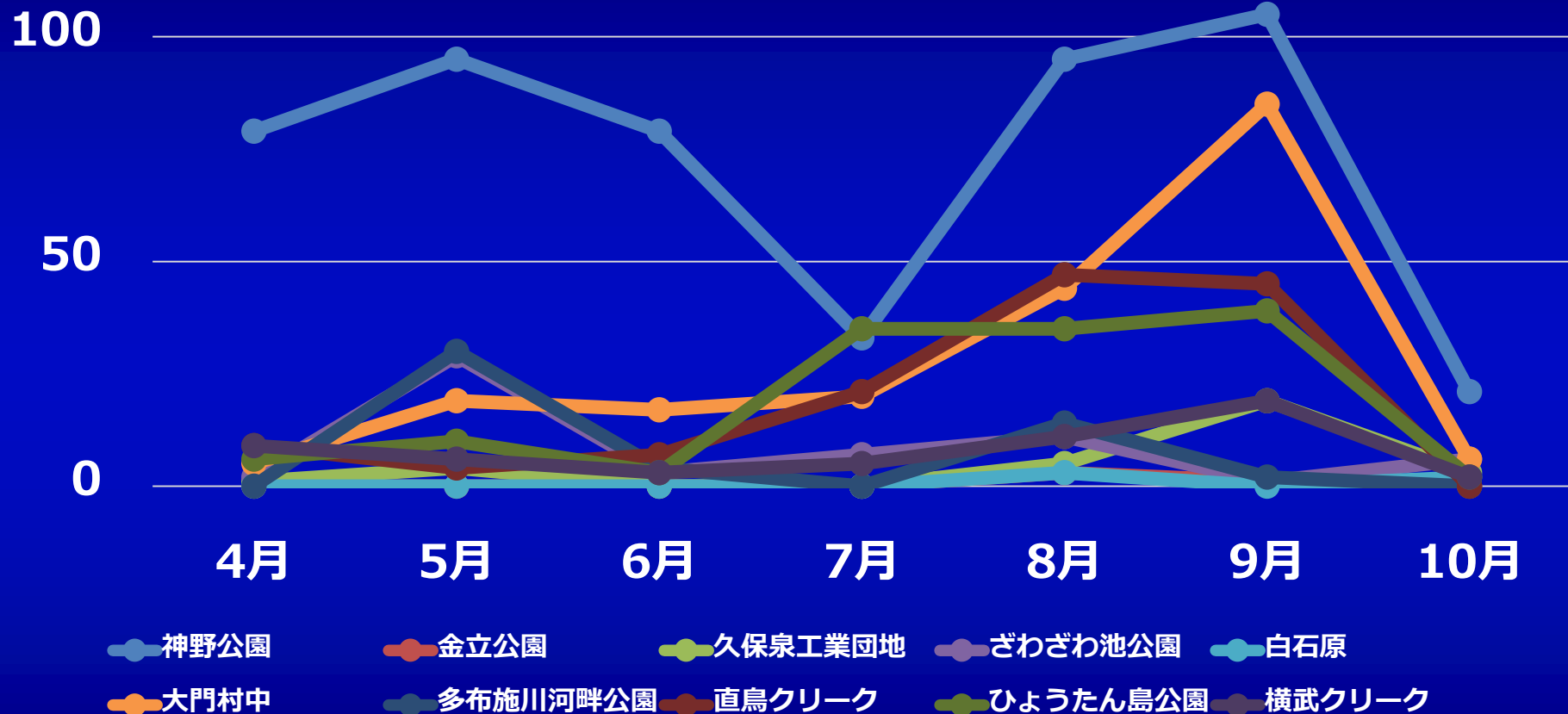
神野、金立でイトトンボ亜目が多い傾向

2018年3月および5-6月のヤゴ個体数



神野、金立で圧倒的に個体数が多い

アオモンイトンボの発生消長(2018年)



春は神野公園など、特定の場所でのみ多い
→水田が多い地点では越冬できていない？

アオモンイトンボの密度規定要因の解析

世代間のlog個体数差分を用いた解析

- ・ 春世代→当年秋世代 (18春～19秋データ)

$$\text{増殖率} = \log((1 + (t\text{年の秋個体数})) / (1 + (t\text{年の春個体数})))$$

→様々な環境要因の中で、

フィプロニル濃度のみが有意に影響

- ・ 秋世代→翌年春世代 (17秋～19春データ)

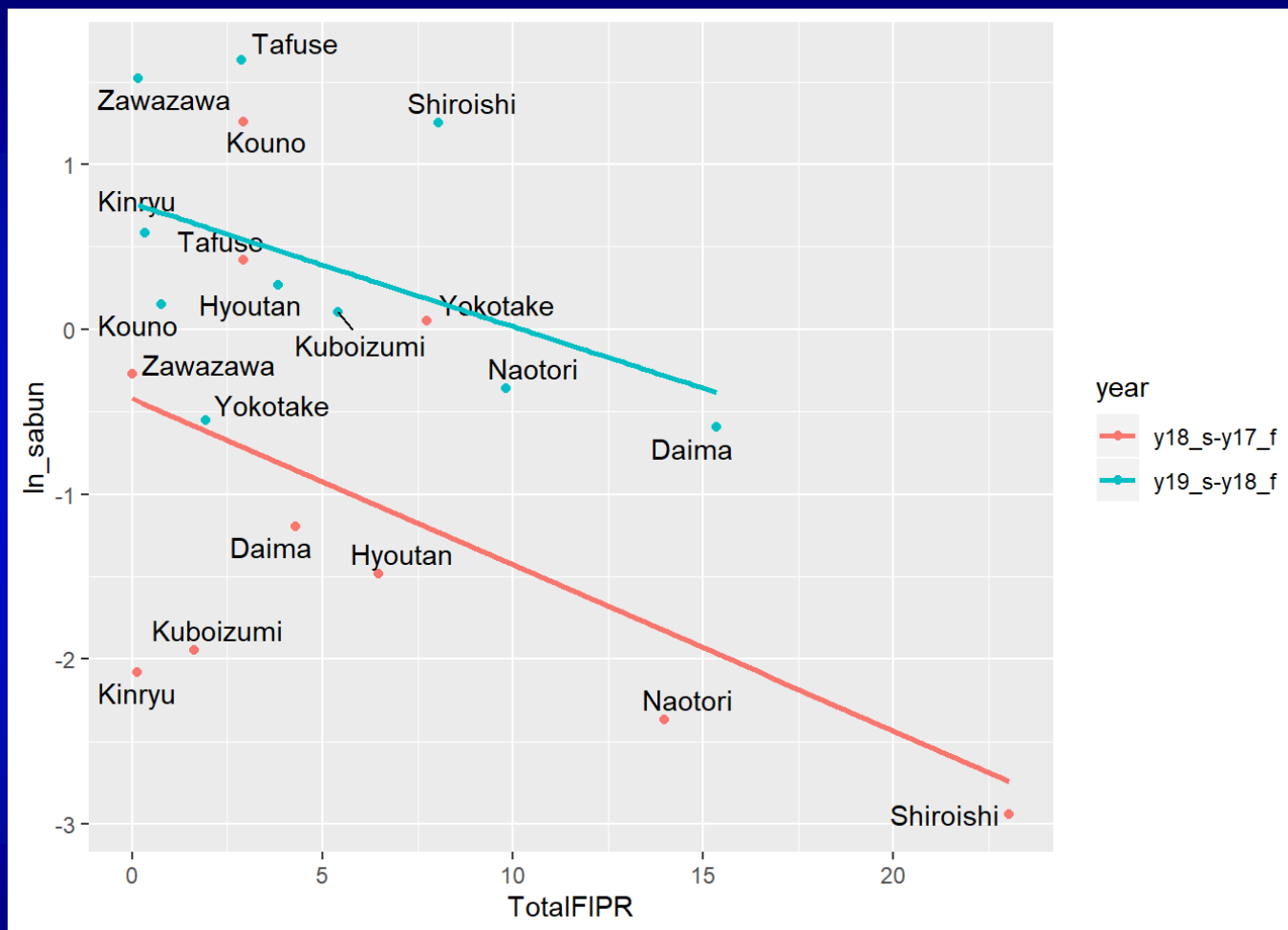
$$\text{増殖率} = \log((1 + (t\text{年の春個体数})) / (1 + (t-1\text{年の秋個体数})))$$

→様々な環境要因の中で、

フィプロニル濃度のみが有意に影響

どちらの世代にもフィプロ濃度が影響

フィプロニル濃度とアオモン差分(秋→翌春)



フィプロ濃度が高い地点→春の発生量が少

その他の種の密度規定要因(地点間比較)

・ チョウトンボ、ベニイトトンボなど

(ヤゴが水生植物に生息)

植物被度がプラス、フィプロ濃度がマイナス

・ オオヤマトンボ、タイワンウチワヤンマ、
ギンヤンマなど (ヤゴが底質に生息)

植物被度がマイナス、フィプロ濃度はNS

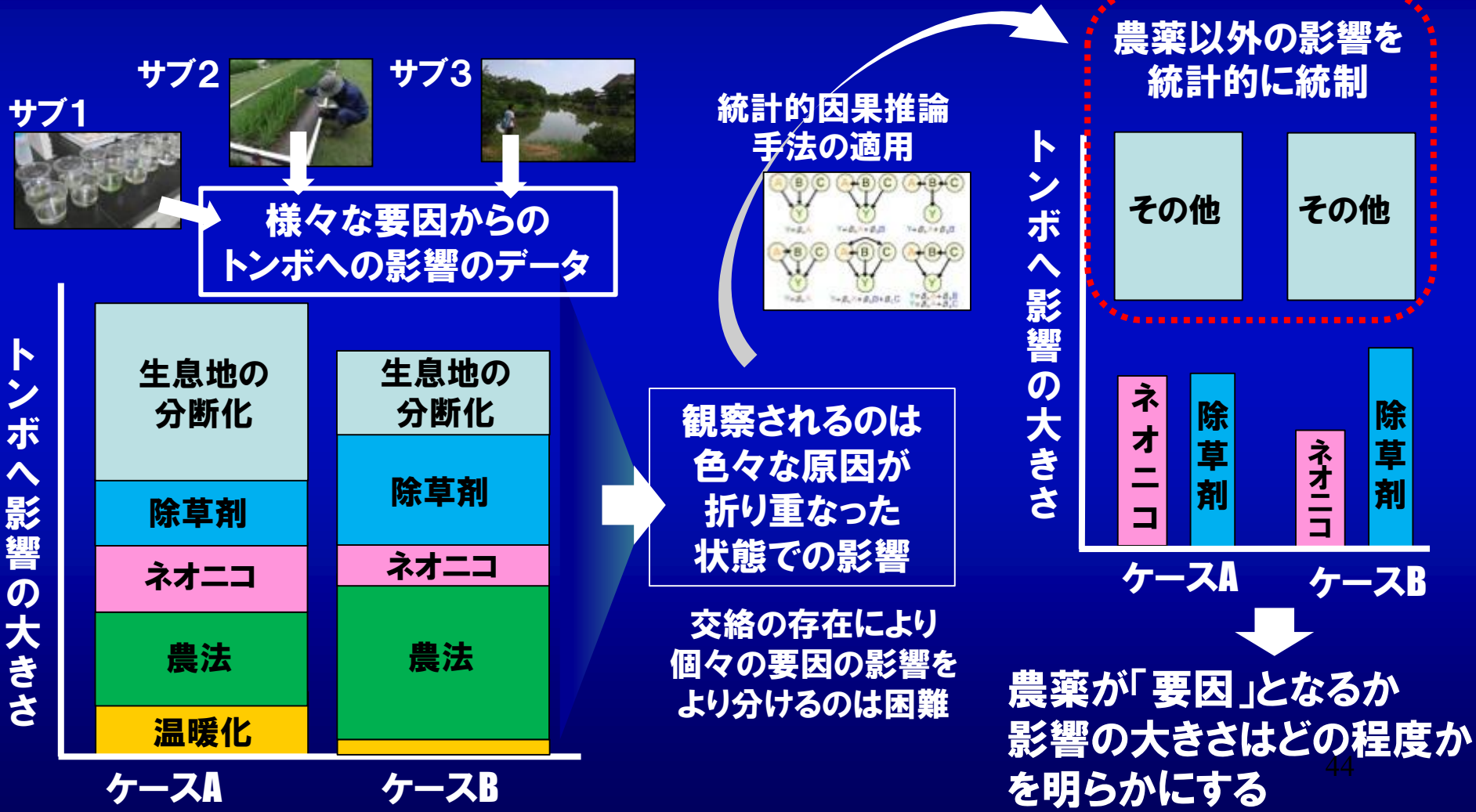
ただしマユタテアカネ (アカネ属) では
植物被度NS、フィプロ濃度がマイナスに作用

フィプロの影響は、種によって異なる
(アカネ属への負の影響が検出)

サブテーマ4「生態影響の因果推論手法開発」

担当：国立環境研究所・林岳彦・横溝裕行・中西康介

サブテーマ1～3までの成果を統合し、**農薬以外の影響を統計的に統制**することにより、農薬がトンボ類への減少に与える因果的影響を定量的に評価する



本サブテーマにおける研究内容

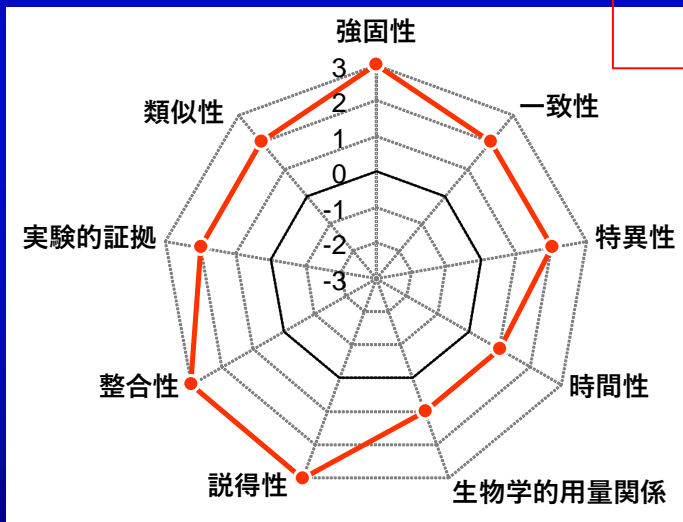
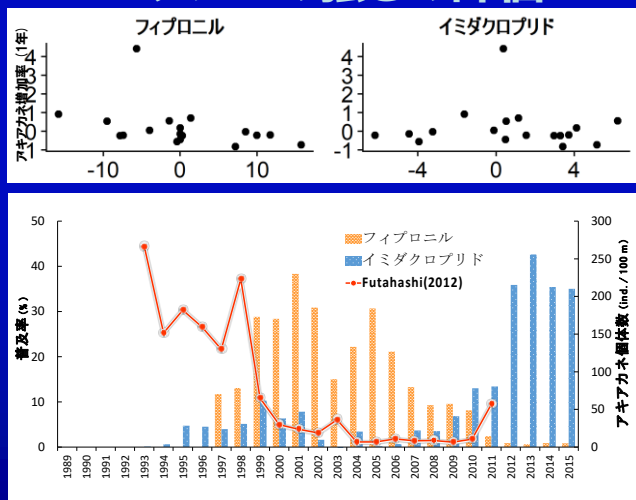
- H29 | (1) 90-00年代の激減についての既往知見に基づく因果影響のHill基準による分析
- H30 | (2) 2009-16年のトンボ観測データ整備 & 統計的因果推論手法に基づく因果的影響の分析
- (3) 温暖化原因説(箱剤原因説の主要競合仮説) についての統計データに基づく検証
- R1 | (4) アキアカネ個体群モデルの構築による箱剤と中干し等の因果的影響の推定

(1) 90-00年代の激減についての既往知見に基づく因果影響のHill基準による分析

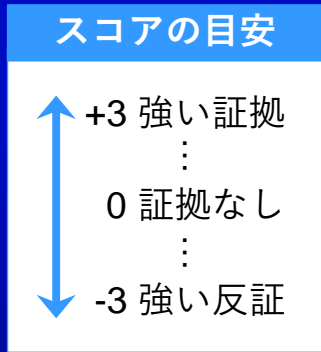
Nakanishi et al. (2018) in *Environ Sci Pollut Res*

トンボ類等へのネオニコ等農薬影響の文献123件, 農薬出荷量データ等を収集し「証拠としての強さ」について、**Hillの因果性基準**に基づくスコア付けで判断

エビデンスの強さの評価



因果関係の判断のために疫学研究で利用されてきた包括的基準



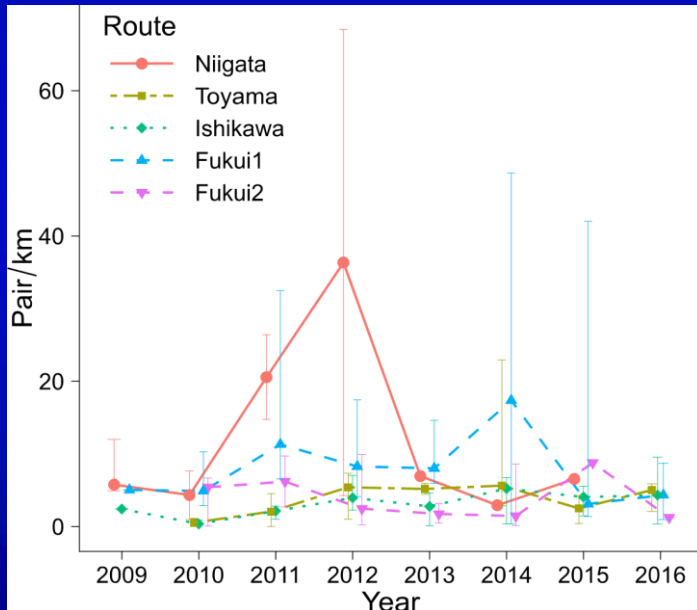
既往知見の分析から、フィプロニルをはじめとしたネオニコチノイド系等農薬がアキアカネ激減の主要因である可能性が高いことを示した

(2) 2009-16年のトンボ観測データ整備 & 統計的因果推論手法に基づく因果的影響の分析

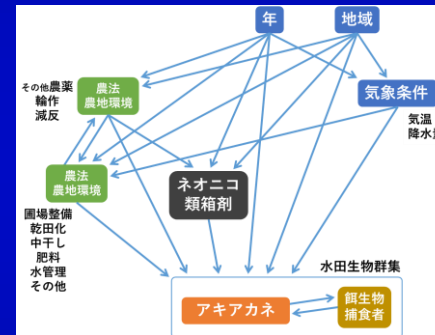
Nakanishi et al. (2020) in *Sci Total Environ*

北陸四県での2009-2016年の観測データから箱剤の使用量とアキアカネ個体数の増減の因果関係を統計的に解析

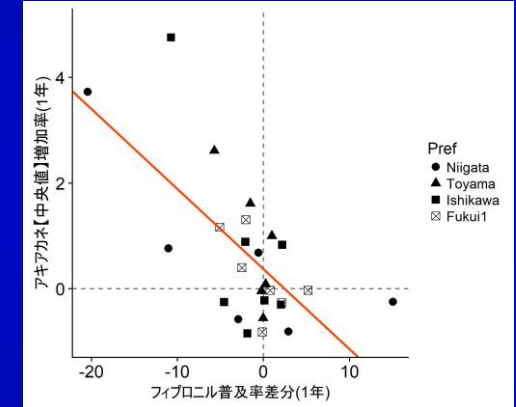
個体数のモニタリングデータ



因果ダイアグラム



回帰分析



交絡要因を調整した重回帰分析

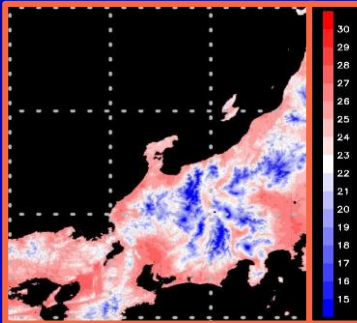
農薬施用が個体数増加率に有意に影響

農薬の施用が個体数増加率を低下させていることを実測データに基づき統計的に示した

(3) 温暖化原因説(箱剤原因説の主要競合仮説)についての統計データに基づく検証

Nakanishi et al. (submitted to *Sci Rep*)

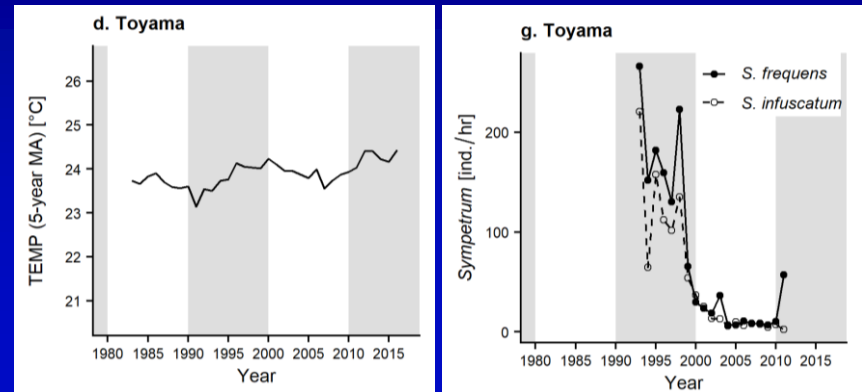
① 夏期気温値の計算



●アカネ個体数データ



② 変動パターンの比較



結果 気温の変動幅と個体群の激減のパターンには関連がみられない

③ 回帰分析

結果 気温と動態に相関はあるが、短期間での影響は限定的である

温暖化の影響は短期的には限定的であり、90年代後半からの激減の主要因ではないことを示した

(4) アキアカネ個体群モデルの構築による ネオニコ系等箱剤と中干し等の因果的影響の推定

アキアカネ個体群モデル

Hayashi et al. (in prep), Nakanishi et al. (in prep)

“自然”増殖率

$$N_t = N_{t-1} \times r$$

乾田化・中干し等での死亡率

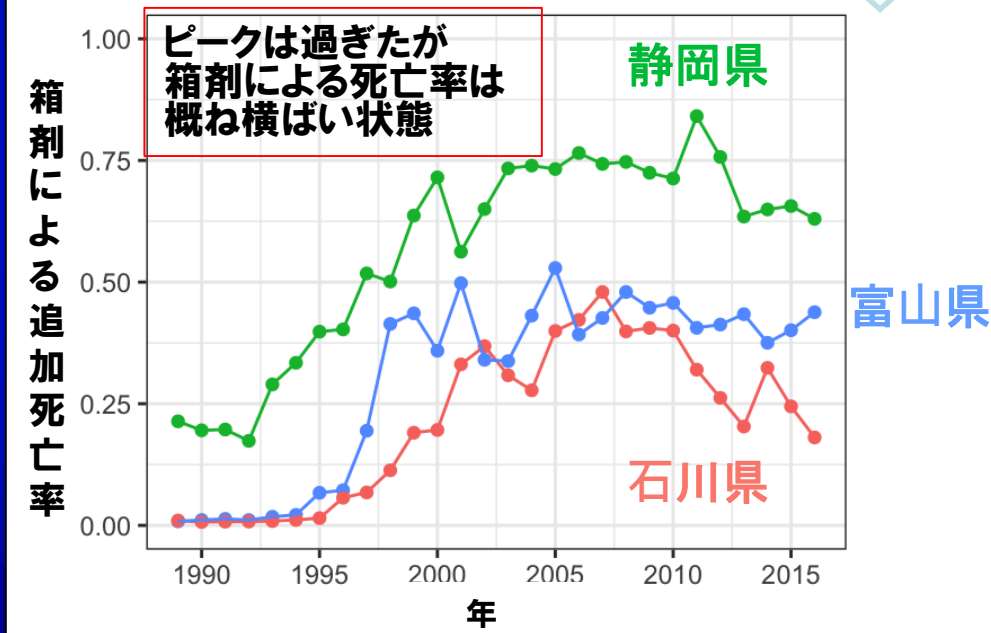
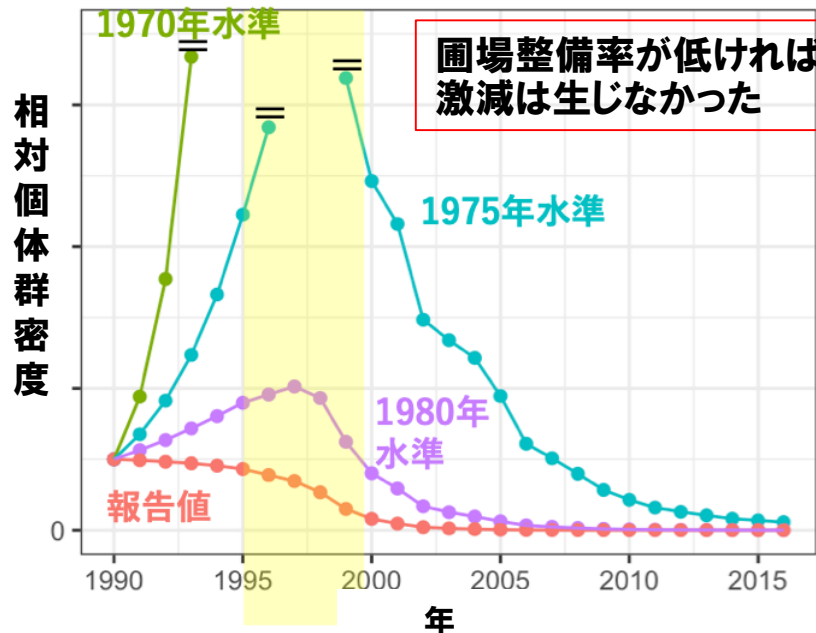
$$\times (1 - M_{DRY} \times CR_t)$$

箱剤による死亡率

$$\times (1 - \sum[UR_{i,t} \times TOX_i])$$

乾田化等の影響がなくとも激減は生じたか？

現在も箱剤の影響は大きいのか？



フィプロニル使用量は減少したが、箱剤全体からの影響は概ね横ばい状態であり、2010年代以降も箱剤が個体数減少の主要な要因であることが示唆された

サブテーマ4の主要な結論

■ **ネオニコ等箱剤は90年代後半からのトンボ激減の主要因の一つである** Nakanishi et al. (2018)

- 90年代の激減はネオニコ等箱剤の影響(と80年代以前の圃場整備と乾田化による死亡率増加の相乗効果)により生じた Hayashi et al. (in prep)
- 温暖化の影響は短期的には限定的であり、90年代後半からの激減の主要因とは考えられない Nakanishi et al. (submitted)

■ **箱施用殺虫剤は90年代の激減期以降においてもトンボの減少要因となっている** Nakanishi et al. (2020)

- 最も影響の大きいフィプロニルの使用量は減少したものの、箱剤全体からの影響は横ばい状態である Hayashi et al. (in prep)

生態影響の因果推論手法開発としての成果

Hill基準
(エビデンスレビューベース)

Nakanishi et al. (2018) in *Environ Sci Pollut Res*



箱施用剤のアカアカネ個体群への因果的影響



統計的因果推論
(野外調査ベース)

Nakanishi et al. (2020) in *Sci Total Environ*

個体群モデル
(メカニズムベース)

Hayashi et al. (in prep)

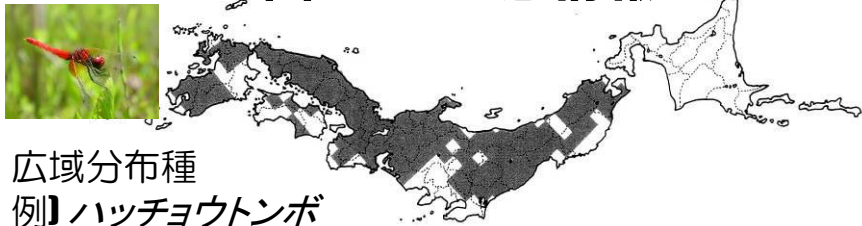
**情報の限られた中で農薬の因果的な影響を多角的に
分析する統合的アプローチを開発・提示できた**

サブテーマ5「全国レベルのトンボ類分布実態調査」

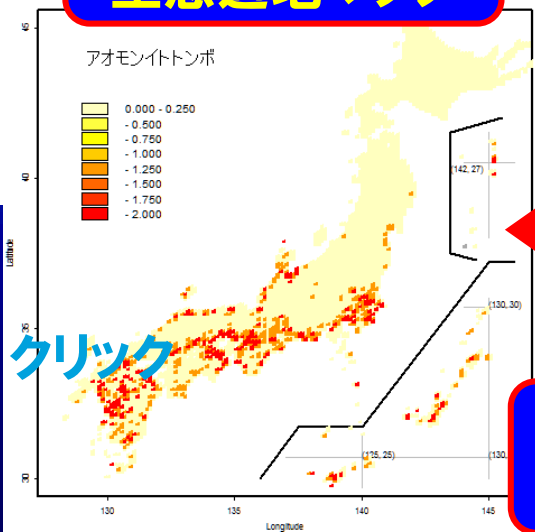
担当: 国立環境研究所・角谷拓・池上真木彦

国立環境研究所荷おける地図情報整備実績

全国トンボ生息情報

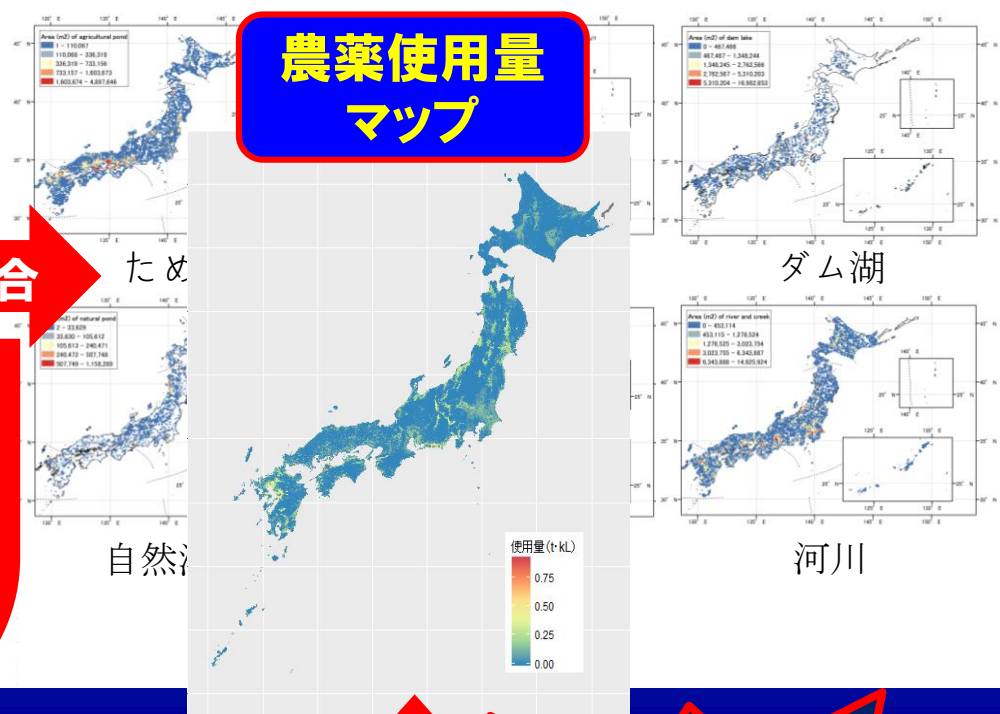


各種トンボの
生息適地マップ



統合

全国環境情報



サブテーマ4: 因果推論
トンボ分布にかかる地域性評価

トンボ類減少に
かかる
農薬影響評価

トンボ生息適地マップ作成

空間分布モデリング: GJAM

Clark et al 2017

Generalized Joint Attribute Modeling

応答変数のスケール変換(link関数)を用いない:

観測データは隠れ正規変数からのサンプリングと考える

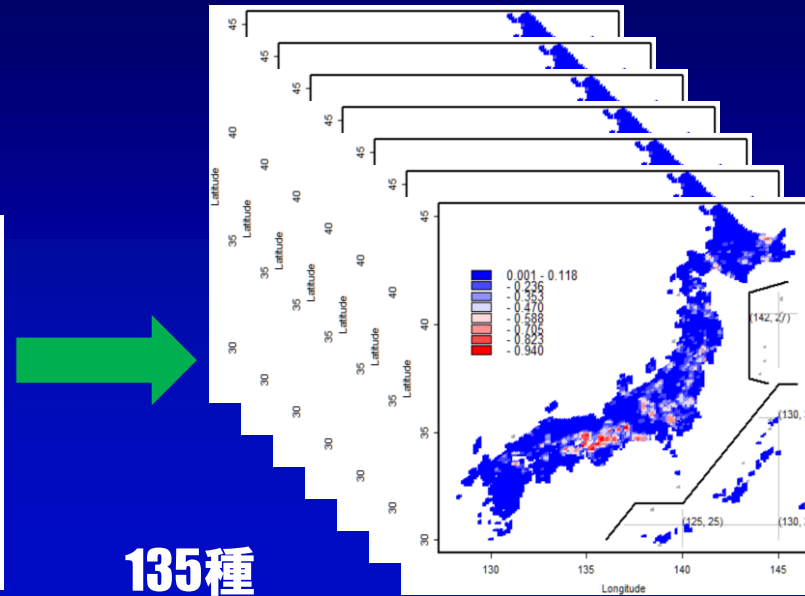
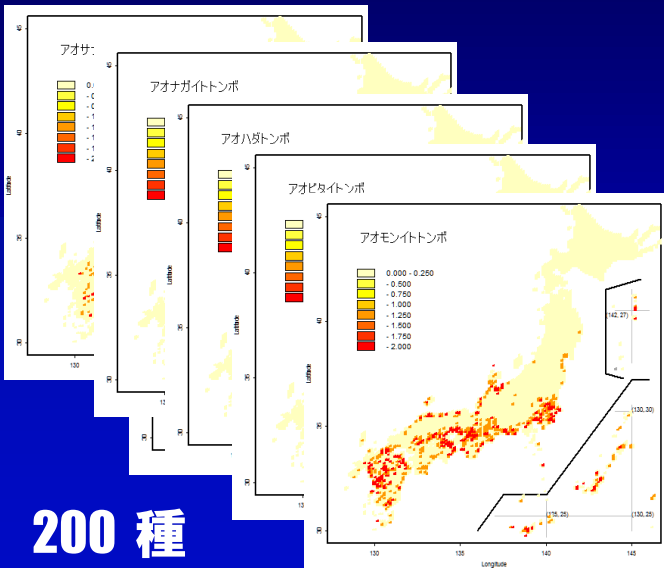
誤差に種数×種数の多変量正規分布を仮定

種間相関の推定

$$y_{is} = \begin{cases} w_{is} & \text{continuous} \\ z_{is}, w_{is} \in (p_{z_{is}}, p_{z_{is}+1}] & \text{discrete} \end{cases} \quad (1)$$

$$\mathbf{w}_i | \mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i \sim \text{MVN}(\boldsymbol{\mu}_i, \boldsymbol{\Sigma}) \times \prod_{s=1}^S \mathcal{I}_{is}$$
$$\mathcal{I}_{is} = \prod_{k \in C} I_{is,k}^{I(y_{is}=k)} (1 - I_{is,k})^{I(y_{is} \neq k)} \quad (2)$$

分布予測ベースマップ(本来生息すべきエリア)

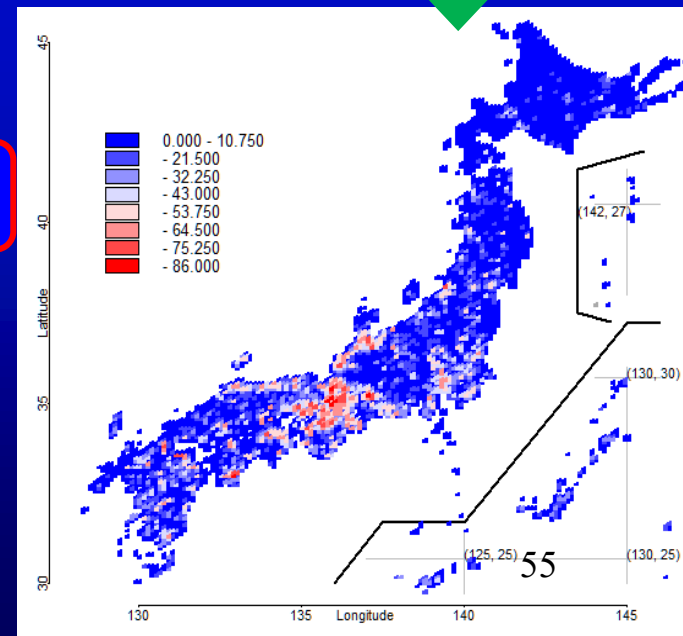


トンボ各種の分布予測図を作成

全国トンボ多様性地図を作成

サブテーマ4: 因果推論
トンボ分布にかかる地域性評価

農業による影響のあぶり出し

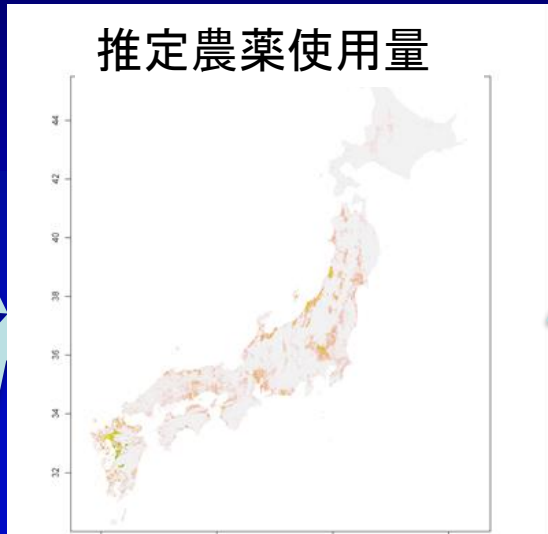
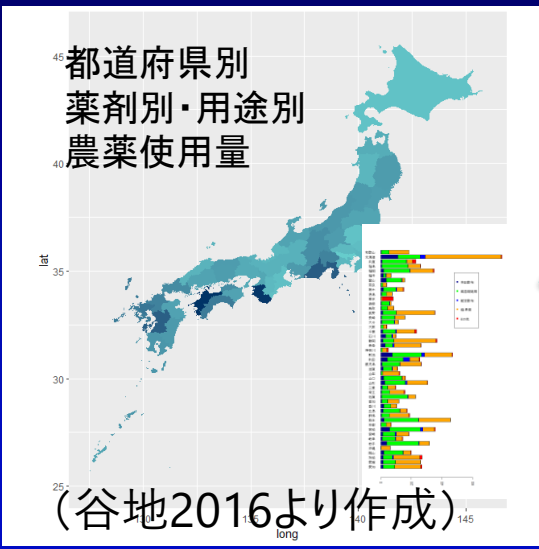


200種

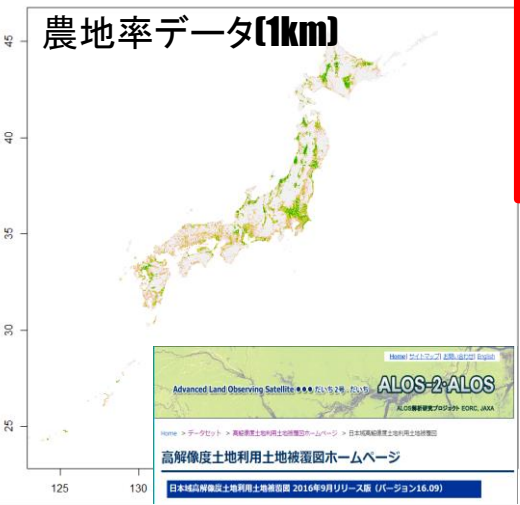
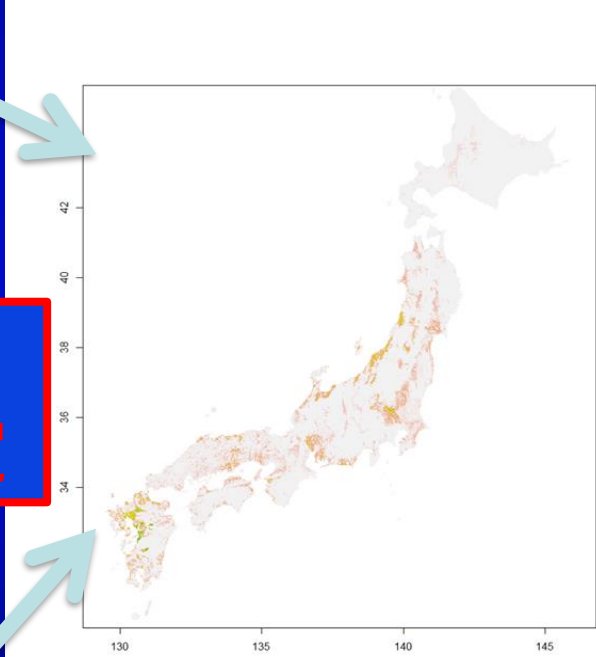
135種

クリック

ハザードマップ作成



トンボに対する農薬各剤
ハザード地図
(例:フィプロニル)



主要農薬の使用量を
細かいスケールで推定

イミダクロプリド	ネオニコチノイド系	1054.0	105.7	112.0	11.5
アセタミプリド	ネオニコチノイド系	147.2	25.0	336.0	46.1
ニテンピラム	ネオニコチノイド系	3337.0	395.4	550.0	71.7
チアクロプリド	ネオニコチノイド系	620.5	142.8	128.0	16.0
チアメトキサム	ネオニコチノイド系	78.5	10.8	1372.0	201.0
クロチアニジン	ネオニコチノイド系	109.6	17.5	121.0	15.0
ジノテフラン	ネオニコチノイド系	1263.0	198.9	523.0	91.8
フィプロニル	フェニルピラゾール系	8.1	1.0	1.8	0.2
MEP	有機リン系	3.6	0.6	7.9	
BPMC	カーバメート系	136.0	13.7	43.6	
ベンフラカルブ	カーバメート系	6.3	0.4	28.3	
エトフェンブロックス	ピレスロイド系	8.0	1.1	0.6	
シラフルオフェン	ピレスロイド系	16.3	2.5	8.2	
カルタップ	ネライストキンシン系	85.6	15.7	1053.0	1
クラントラニプロール	ジアミド系	2221.0	133.4	910.0	1

毒性試験からの
急性毒性値 (EC50)

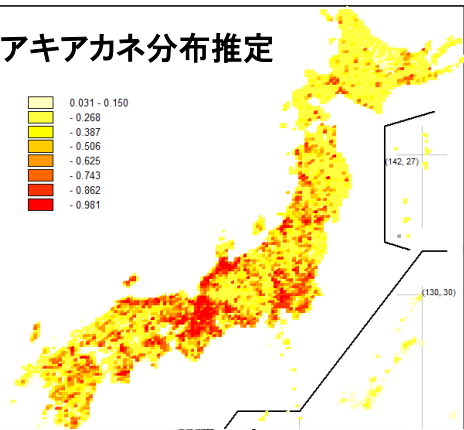
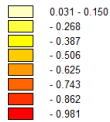
アキアカネ・アオモン
に対する主要15剤の
ハザードマップ作製

農薬リスクマップ作成

ネオニコによる
アキアカネ ハザードマップ



アキアカネ分布推定



習性

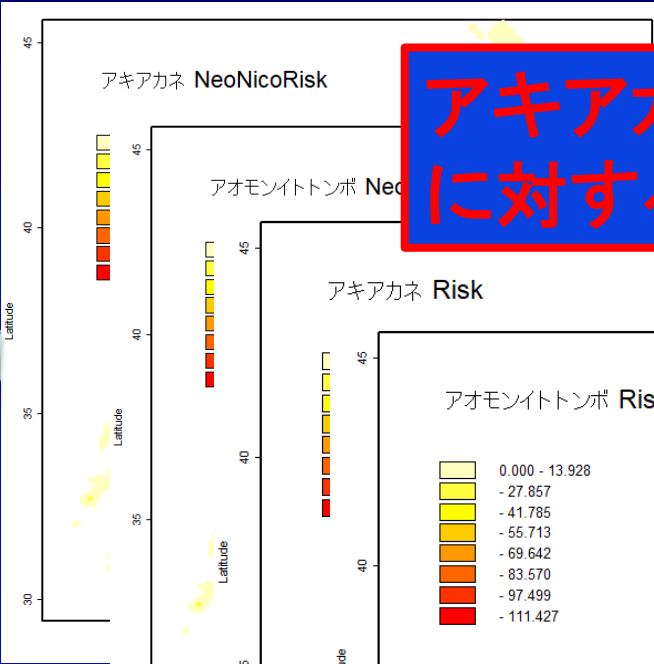
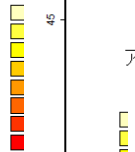
水田 湿地 沼地 池沼 汽水 緩流 河川 河川
 田 地 水 殊 沼 水 郷 流 川 川
 ・ 林 ・ な ・ ・ ・ の 下 中 上
 湿 濡 小 湖 河 溝 流 流 流
 原 れ 止 口 ・ 溪
 場 水 流

水田依存度

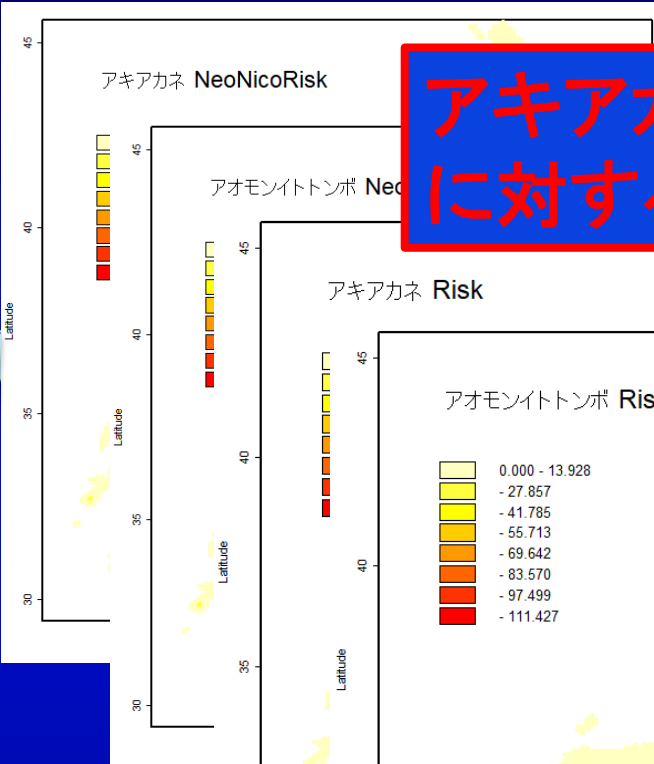
ミヤマアカネ
 ナツアカネ
 アキアカネ
 アオナガイトトンボ
 ホソミイトトンボ
 アオモンイトトンボ

流 ○ ○
 ○ ○ ○ ○
 ○ ○ ○ ○ ○ ○
 ○ ○ ○ ○ ○ ○
 ○ ○ ○ ○ ○ ○

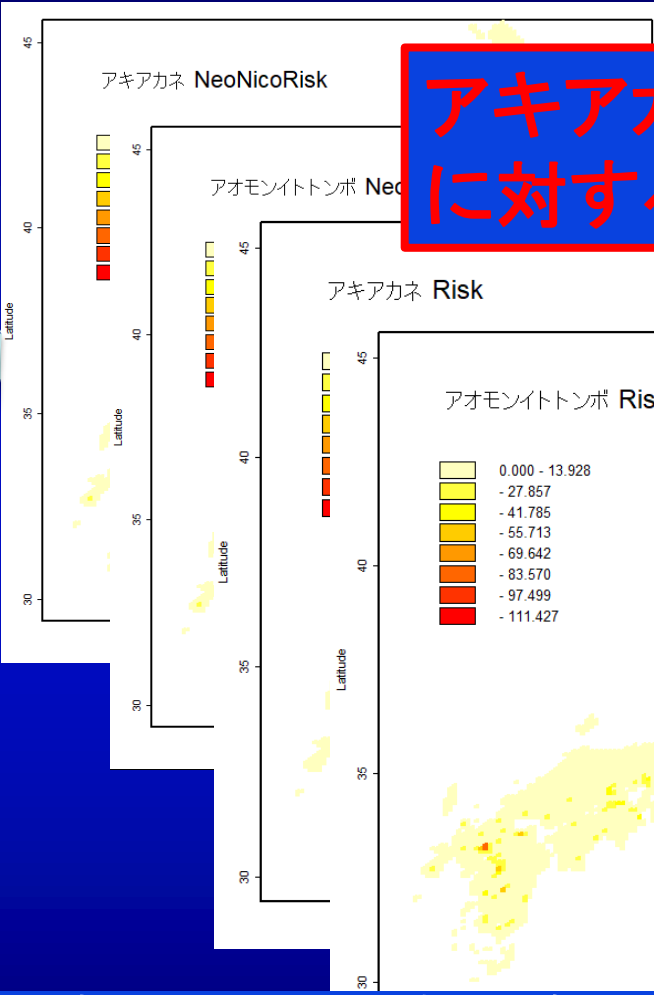
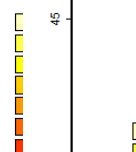
アキアカネ NeoNicoRisk



アオモンイトトンボ NeoNicoRisk

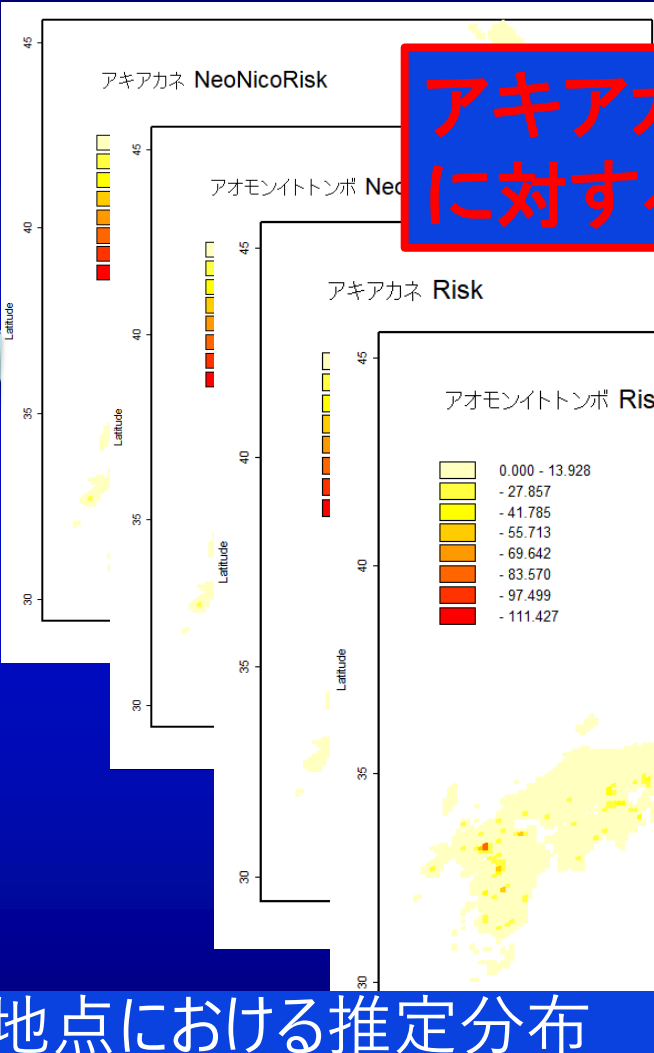
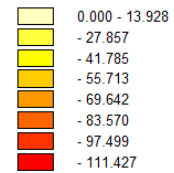


アキアカネ Risk



アキアカネ・アオモン
 に対するリスクマップ

アオモンイトトンボ Risk



各地点における推定分布
 薬剤曝露量・水田依存度から
 相対的な農薬リスクを計算

サブ5成果

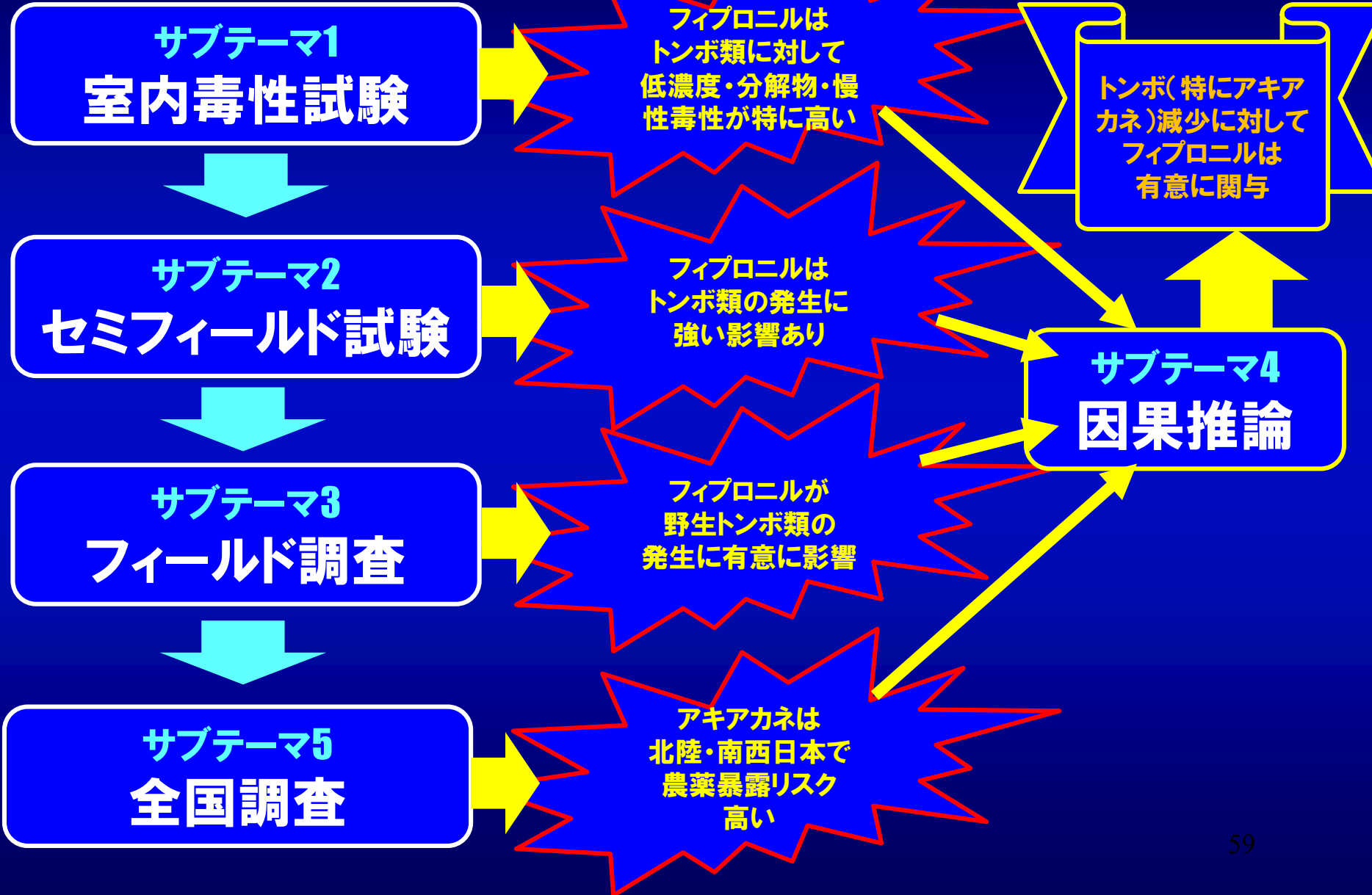
- トンボ135種の分布制限要因を解明し分布を推定
- 高解像度の農薬使用地図作成
- ハザードマップを主要7系統15剤で作製
- アオモンとアキアカネのトンボ農薬リスクマップを作製

口頭発表

- 角谷拓 (2018) 環境変動に対する多種間相関をもつ群集の応答：水生生物群集を事例に 日本生態学会 第65回全国大会
- 池上真木彦・五箇公一 (2019) 生物季節観測データを用いた、アキアカネをはじめとする生物相の経年変化分析 日本生態学会 第66回全国大会
- 池上真木彦・五箇公一 (2019) 長期生物季節観測データから読み解くアキアカネの減少 日本応用動物昆虫学会 第63回全国大会

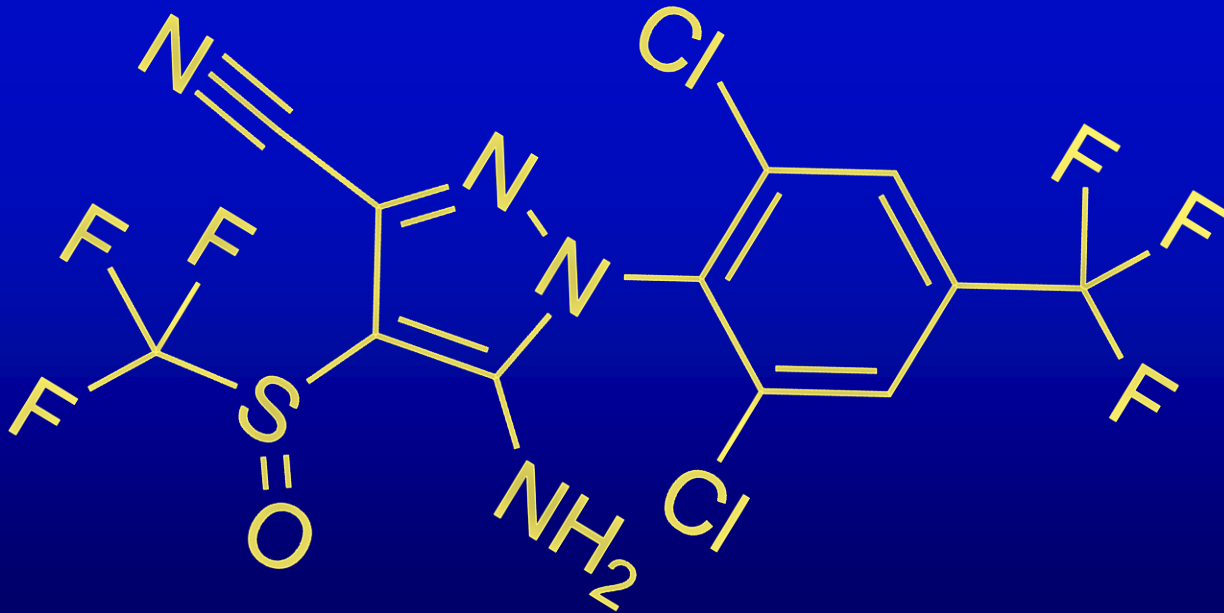
【4-1701】農薬によるトンボ類生態影響実態の科学的解明および対策

クリック



結論

フィプロニルは室内試験から野外調査に至る
様々な角度からの検証においても
トンボ類、特にアキアカネの減少要因とされる
尤度が高く、本剤の使用量は早急に減少すべき



アウトリーチ～国民への普及啓発

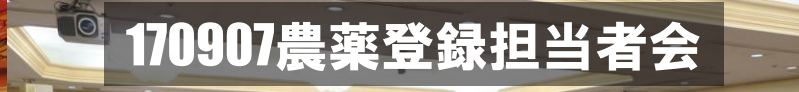
171005家庭用殺虫剤工業会



170801東京都教育庁理科教育カンファレンス



170907農薬登録担当者会



190513イナリサーチ・セミナー



180126フマキラー殺虫剤勉強会



殺虫剤

明治、大正、昭和、平成、そして新しい時代へ

17071

180721国立環境研「夏の大公開」



クワック



行政へのアウトプット

環境省中央環境審議会土壌農薬部会・委員

環境省中央環境審議会土壌農薬部会農薬小委員会・委員

環境省中央環境審議会土壌農薬部会
水産動植物登録保留基準値設定検討会・座長

環境省水産動植物登録保留基準の運用高度化検討会・座長

環境省農薬の昆虫類への影響に関する検討会・座長

最終目標・アウトプット

- 野外におけるトンボ類減少のメカニズムを解明する
- トンボを指標生物とした生態リスク評価手法を開発する
- 生態学をベースとした農薬リスク管理手法を提言する

アウトカム

- 農薬取締法における「水産動植物登録保留基準値設定」の高度化に貢献する(国内政策支援)
- 生物多様性条約ポスト2020年目標として農薬生態リスク管理方針提言(国際貢献)

アウトリーチ

- 自治体・国民の生態リスクに対する意識・リテラシーの向上

CONSISTENT POLICY

日本の生物多様性を支えた里山と農業
Agriculture supported biological diversity in Japan

水田は水生生物多様性のゆりかご
Paddy field is a cradle of biodiversity

食・農・環境は三位一体
Food, Agriculture, and Environment are inseparable

