

【5C-1102】適切なリスク管理対策の選択を可能にする農薬の定量的リスク評価法の開発

(H23~H25; 累計予算額 58,541千円)

稲生 圭哉 ((独) 農業環境技術研究所)

1. 研究実施体制

(1) GIS を活用した地域レベルでの曝露評価法の開発 ((独) 農業環境技術研究所)

(2) 河川生態系の在来種を用いた新たな毒性試験法の開発 ((独) 農業環境技術研究所)

(3) 確率論を導入した農薬の生物多様性影響評価法の開発 ((独) 農業環境技術研究所)

(4) 生物多様性を対象とした地域レベルでの農薬のリスク指標の開発 ((独) 農業環境技術研究所)

2. 研究開発目的

本研究では、農薬使用に伴う生態リスクを定量的に評価する手法を開発し、リスク低減効果の高い管理対策の選択を支援することを目的とした。本目的を達成するため、水稻栽培が盛んに行われている河川流域 (特に小水域) を対象とした農薬挙動予測モデル (PADDY-Large) を開発し、水生生物に対する水稻用農薬の曝露濃度を評価する手法の開発を行うこととした。その際、流域特性に関する情報を GIS により解析し、これらをモデル

計算に反映させた。また、河川生態系を構成する様々な生物種に対する農薬の感受性差を種の感受性分布 (SSD) により表現し、農薬の生物多様性 (種の多様性) に対する影響評価法の開発を行うこととした。SSD 解析に必要な毒性データを効率的に得るため、従来法では毒性試験の実施が困難であったわが国の河川における優占種である付着藻類 (5 種) について、96 穴マイクロプレートと蛍光プレートリーダーを用いた新たな毒性試験法の開発を行うこととした。既存のテストガイドラインでは急性毒性評価が難しいとされてきた昆虫成長制御剤を含む殺虫剤の急性毒性を適切に評価するため、わが国の河川に優占して生息する水生昆虫コガタシマトビケラを用い、成長段階別 (卵期~幼虫期) および脱皮期の急性毒性試験法の開発を行うこととした。殺虫剤の一時的な曝露からの回復性を考慮した個体群レベルでの毒性評価を行うために、コガタシマトビケラの個体群動態モデルの開発を行うこととした。本モデルを用いて個体群レベルでの影響評価を実施し、種の感受性分布(SSD)の解析結果と比較することにより、個体レベルでの急性毒性試験データを用いて行われる SSD 解析の結果について、個体群レベルの観点から意義付けを行うこととした。実際の河川水中では多種多様な農薬が低濃度で同時に検出されるため、それらの組み合わせによる複合影響を評価することが必要である。しかし、この組み合わせは無数にあるため、実験的なアプローチでは適切な評価が困難であった。そこで、既存の複合影響予測モデルを

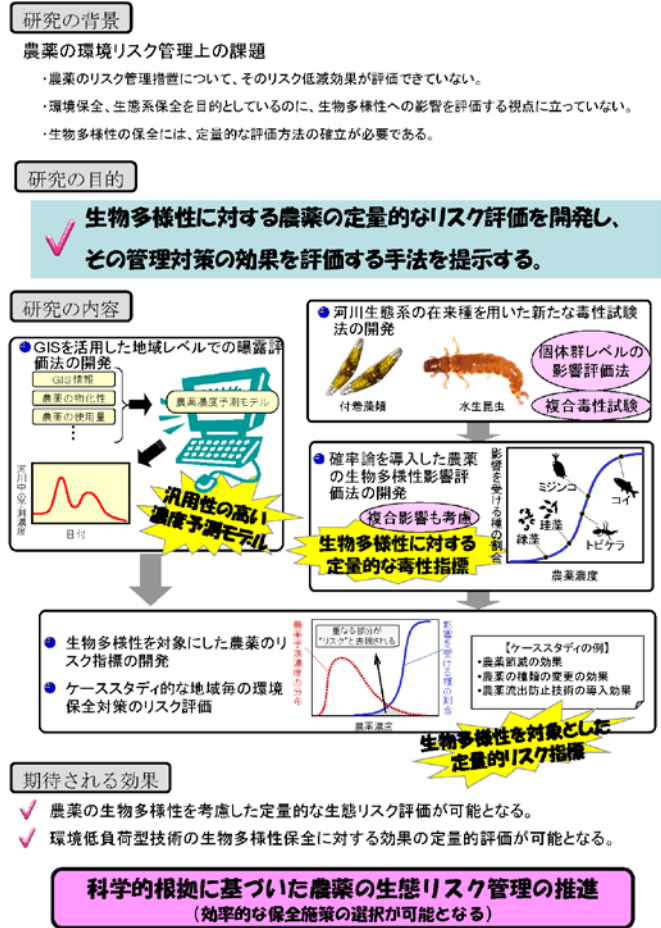


図 研究のイメージ

用い、複数の農薬曝露による累積リスクを考慮した SSD の解析手法の開発を行うこととした。前述の PADDY-Large モデルによる曝露評価法と、SSD による影響評価法を活用し、特定の地域における農薬使用に伴う生態リスクを定量的に評価する手法の開発を行うこととした。これにより、農薬の節減や農薬流出防止対策の導入によるリスク低減効果を相互に比較し、地域性を考慮した農薬の適切な管理対策の提示を行うこととした。

3. 本研究により得られた主な成果（研究者による記載）

(1) 科学的意義

- ・流域特性に関する情報をGISにより解析し、これらの情報を反映させた河川における農薬濃度予測モデル（GIS結合型PADDY-Large）を開発した。流域特性の異なる3河川の農薬モニタリング結果を用い、開発したモデルの妥当性を検証した結果、本モデルは実測濃度の推移を精度良く再現できることが示された。また、本モデルについて、入力データのバラツキに伴うモデル計算の不確実性を解析することで、対象流域における河川水中農薬濃度の年次変動を考慮した予測が可能となり、地域レベルでの曝露評価法を確立することができた。
- ・河川に在来する水生昆虫コガタシマトビケラを用いて、初期成長段階別毒性試験を開発し、成長段階や殺虫剤の作用機作の違いによって感受性が大きく変動することを明らかにした。また、コガタシマトビケラの室内個体群動態モデルを構築し、成長に伴う感受性の変動や農薬の一時的曝露からの回復性を考慮した個体群レベルでの影響評価法を確立した。これらの成果は、個体レベルから個体群、群集、生態系レベルでの生態リスク評価手法の開発を促進するものであり、その科学的意義は大きい。
- ・従来法では毒性試験の実施が困難であった河川在来の付着藻類について、96穴マイクロプレートと蛍光プレートリーダーを用いた試験方法に適用しうる試験生物種5種を選定し、5種類の付着藻類に対し同時に実施可能な毒性試験法を開発した。これにより、種の感受性分布の解析に必要とされる毒性データを効率的に蓄積することが可能となった。
- ・実際の河川水中で見られる多種多様な農薬の低濃度曝露による複合影響について、既存の知見とおり作用機作の同じ農薬の場合はConcentration-Additive（CA）モデル、作用機作の異なる農薬の場合はResponse Additive（RA）モデルで予測可能であることが明らかとなった。
- ・種の感受性分布（SSD）の解析を行うためには、複数の生物種に対する毒性データが必要とされているが、多くの農薬ではデータ不足のためSSDの活用ができないのが実情である。本研究では、SSDの形状と除草剤の作用機作との関係を明らかにし、毒性データが不足する場合の除草剤のSSD推定方法を開発した。また、本推定結果が実際の感受性分布とおおむね一致することを確認した。推定の不確実性が定量化できるため、リスク評価の際の信頼性も担保可能となった。本手法は、殺虫剤など他の農薬にも適用しうる。
- ・SSDを用いた多種系の評価の場合においても、単独種の場合と同様に既存の複合影響予測モデルが適用可能であることを明らかにした。これは、過去に同様の報告例はなく画期的な成果である。これにより、複数の農薬の使用からなる様々な防除体系ごとの生態リスクの比較を可能とした。
- ・特定の地域における農薬使用に伴う生態リスクを定量的に評価する手法を開発した。これまでは評価不能であった農薬の節減や農薬流出防止対策の導入によるリスク低減効果について、開発した評価手法を活用することで、リスクの大きさを相互に比較することが可能となり、地域性を考慮した農薬の適切な管理対策の提示が可能となった。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

- ・環境省の中央環境審議会土壌農薬部会農薬小委員会において、水産動植物の被害防止に係る農

薬登録保留基準値の超過が懸念される農薬に対し、河川におけるモニタリングの必要性が指摘されているが、本研究で開発した「GISを活用した地域レベルでの曝露評価法」を活用し、河川水中農薬濃度が高くなる流域を提示することにより、環境省が実施する平成25および26年度水質農薬残留調査の計画策定に貢献した。

- ・平成26年2月5日開催の平成25年度水産動植物登録保留基準設定検討会（第5回）において、サブテーマ2で開発した水生昆虫コガタシマトビケラの成長段階別毒性試験法および付着藻類の毒性試験法、さらにサブテーマ3で開発した種の感受性分布（SSD）を用いた影響評価法について報告し、現行の評価手法では対応が困難な農薬について、感受性の種間差を適切に反映した評価が可能な手法として提示した。

<行政が活用することが見込まれる成果>

- ・本研究では、国土交通省の国土数値情報より土地利用や流域界などに関する情報を入手し、地理情報システム（GIS）により河川流域ごとの水田面積を解析する手法を開発した。本手法により全国の河川流域における水田率を把握し、各河川の流量データと合わせて「流域Index＝水田率／比流量」を比較することで、河川水中農薬濃度が相対的に高くなる流域を推定することが可能となり、今後、環境省が実施する農薬モニタリングを行う際に適切な調査地点を選定できる。
- ・農薬等化学物質の生物に対する感受性は成長に伴い変動する。本研究で開発した水生昆虫の成長段階別毒性試験法を用いることにより、成長に伴う感受性変動を把握し、既存のテストガイドラインでは急性毒性評価が難しいとされてきた昆虫成長制御剤を含む様々な殺虫剤について、水生昆虫に対する毒性を適切に評価できる。
- ・わが国の河川生態系の一次生産者として優占する付着藻類の代表種5種を選定し、これらの毒性データを効率的に得るための新たな毒性試験法を開発するとともに、詳細をマニュアルにまとめて公開した。現在使用されている標準の藻類種とは異なる感受性が得られるため、本試験法の活用により生態リスクをより適切に評価することができる。
- ・種の感受性分布を用いた生態リスク評価法を改良し、複数の農薬に曝露された場合の累積リスクを計算する方法を開発した。これは、実際の河川水中で見られる多種多様な農薬の低濃度曝露による生物多様性に対する複合影響を評価するのに有用である。
- ・農業の現場において農薬の適切なリスク管理を行うためには、各種の管理対策によるリスク低減効果を把握する必要がある。本研究で開発した農薬使用に伴う生態リスクの定量的評価手法により、農薬の節減、使用農薬の変更、農薬流出防止技術の導入などによるリスク低減効果を相互に比較することで、地域性を考慮した適切な農薬の管理対策を選定することが可能となる。

4. 委員の指摘及び提言概要

農薬の定量的リスク評価法として、計画に沿ってコンパクトで密なデータ取得・解析し、かなり精度の高い農薬濃度予測モデルを開発した成果は評価できる。具体的な政策への提言も行われており、今後の展開が期待できる。特にわが国に存在する水生生物（水生昆虫、藻類）を活用した生態影響試験を、効率的なマイクロプレート法で確立した点が評価できる。政策への活用もなされており、行政への貢献実績も高く評価できる。しかし地域レベルでの曝露評価法の開発結果を行政的に使うには、解析に用いた流域面積以外の要因はないのか、多少心配は残る。

5. 評点

総合評点：A