

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12198

研究課題名（和文）水生植物（水草）の体系の違いに着目した感受性分布（SSD）に関する研究

研究課題名（英文）The study of species sensitivity distributions (SSDs) based on morphological differences of aquatic plants

研究代表者

山岸 隆博 (Yamagishi, Takahiro)

国立研究開発法人国立環境研究所・環境リスク・健康領域・主任研究員

研究者番号：30379333

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、多様な水草類全体を考慮した信頼性の高いリスク評価を目的に、水草の体系に着目した種の感受性分布（SSD: Species Sensitivity Distribution）の解析を実施した。抽水植物のように根からの吸収を主とする水草とホザキノフサモのように葉状部全体から吸収する体系をとる水草とでは、特にジクロロベニルやジマジンのような吸収移行型の農薬で毒性値が乖離することを明らかにした。これらの結果から、農薬の種類によっては系統分類に基づくSSD解析のみでは水草全体の感受性分布を把握することは困難であり、体系分類に基づいたSSD解析が必要であると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、多様な水草を用いた生態毒性試験の拡充とこれまで例のない水草の体系に着目した種の感受性分布（SSD）を検証するという点で非常に新規性があり、また、水草類の生態毒性研究を飛躍的に進展させた。欧州では、すでに複数種の水草類が生態リスク評価の対象種となっていることを踏まえると、わが国においても脆弱性を考慮したさらなるリスク評価対象生物の拡充の検討が必要であり、本研究は、今後の特に農薬取締法におけるリスク評価対象生物種の選定に関して大きく貢献した。

研究成果の概要（英文）：Species Sensitivity Distribution (SSD) analysis was conducted to assess the risks associated with various species of aquatic plants, with a specific focus on their habitus. The study revealed that toxic values differ between emerged plants, which obtain nourishment through their roots, and submerged plants, which obtain nourishment through their entire bodies. This finding highlights the importance of conducting SSD analysis based not only on phylogenetic taxonomy but also on the habitus of aquatic plants, in order to comprehensively understand the SSD across diverse species of aquatic plants.

研究分野：生態毒性

キーワード：生態毒性 生態リスク評価 水生植物 SSD

1. 研究開始当初の背景

水草は水中または水辺に生育し、植物体のすべて、または大部分が水中にある維管束植物（高等植物）と定義され（一部シダ植物も含む）、日本だけでも 500 種ほど報告されており、非常に大きな多様性を有する。よって、水草類全体を考慮した信頼性の高いリスク評価のためには、種の感受性分布（SSD）解析を用いた研究が有用である。一方で、水草は、生育体系の違いにより、抽水植物（茎に下部が水面下にあるもの）、浮葉植物（水底に根があり、葉を水面に浮かべているもの）、沈水植物（水底に根があり、葉が水面下にあるもの）、浮水植物（茎や葉が水面下にあり、根が水中に垂れているもの）、浮遊植物（茎や葉が水面下にあり、根がないもの）の 5 つに分けられる場合が多い。この体系分類に従うと、ウキクサは浮水植物に、ホザキノフサモは沈水植物に分類され、ウキクサでは葉の裏面のみが、ホザキノフサモは葉状部全体が水中にあることから、ウキクサとホザキノフサモではばく露体系が大きく異なる。このように水草の体系の違いは植物体内への被験物質の取り込み量を大きく左右すると言える。この体系に基づく水草の分類は、いわゆる系統分類と一致しないことから、系統分類に基づいた SSD の検証のみでは水草類の感受性分布を正確に把握することは難しい。

2. 研究の目的

本研究では、多様な水草類の毒性試験法開発を行うとともに、系統分類に基づいた感受性分布に加え、水草類の体系分類に基づいた感受性分布検証を行うことで、水草類の感受性分布を正確に把握することを目的とする。藻類は基本的には藻体すべてが水中に存在することから、ばく露体系は同一と考えてよいが、水草類では系統分類によらず様々な体系（抽水植物、浮葉植物、沈水植物、浮水植物、浮遊植物）が存在することから体系ごとの感受性比較が必要である。

3. 研究の方法

(1) 体系別に 3 種程度の水草を選定し（複数の分類群を含むように）、それらの培養系を確立する。

- 抽水植物：マコモ (*Zizania latifolia*)、ホムロイソウ (*Sheuchzeria palustris*)
- 沈水植物：ユキノシタ目ホザキノフサモ (*Myriophyllum spicatum*)、マツモ目マツモ (*Ceratophyllum demersum*)、オモダカ目セキシヨウモ (*Vallisneria asiatica*)
- 浮葉植物：カワツルモ (*Ruppia maritima*) またはヒルムシロ (*Potamogeton distinctus*)
- 浮水植物：オモダカ目ウキクサ (*Lemna minor*)、ツユクサ目ホテイアオイ (*Eichhornia crassipes*)
- 浮遊植物：シソ目ノタムキモ (*Utricularia aurea*) またはオモダカ目ヒンジモ (*Lemna trisulca*)、デンジソウ目サンショウモ (*Salvinia natans*)

(2) 確立した水草について毒性試験法の開発を行う。

(3) 毒性試験の結果に基づき、系統分類に基づいた感受性分布および水草類の体系分類に基づいた感受性分布との比較検証を行うことで、水草類の感受性分布について総括する。

4. 研究成果

以下の異なる体系に属する複数の水草の収集と培養系の確立を試みた。

(1) 抽水植物に属するマコモ、ホムロイソウに関しては、日本に広く分布すること

ら、自然から採集し、培養系を確立した。沈水植物のホザキノフサモに関しては、OECD TG238に準じた植物体長に基づく生長速度をエンドポイントとした試験法を用いることとした。マツモに関しては、観賞用として広く販売されているものを入手し、培養系を確立した。浮葉植物のカワツルモとヒルムシロに関しては、日本に広く分布することから、自然から採集し、培養系を確立した。

(2) 抽水植物については、植物体長に基づく生長速度をエンドポイントとした試験法を開発した。また、土壌の代用としてガラスビーズを用いた試験法を開発した。沈水植物については、ホザキノフサモを用いた試験法OECD TG238に準じた植物体長に基づく生長速度をエンドポイントとした試験法を開発した。浮葉植物については、葉面積に基づく生長速度をエンドポイントとした試験法を開発した。浮水植物については、コウキクサを用いた試験法OECD TG221に準じた葉数および葉面積に基づく生長速度をエンドポイントとした試験法を開発した。浮遊植物については、植物体長に基づく生長速度をエンドポイントとした試験法を開発した。

(3) 種の感受性分布 (SSD) の検証に向け、昨年度までに収集した合計 6 種の水草について、それぞれで開発した試験法を用いて、作用機序の異なる (植物ホルモン型、アセト乳酸合成酵素阻害、光合成阻害、カロテノイド阻害、細胞分裂阻害、セルロース合成阻害、脂肪酸合成阻害) 7 農薬 (シマジン、ジクロベニル、ジチオピル、イマザピル、ジフルフェニカン、イソキサベン) の生長阻害試験を実施し、EC50 値を算出した。

系統で分類したデータセットに基づく SSD 解析と体系で分類したデータセットに基づく SSD 解析の結果から、それぞれの農薬の HC5 を算出することで、系統分類に基づいた感受性分布及び体系分類に基づいた感受性分布との比較検証を行った。

系統分類に基づく SSD の HC5 と体系分類に基づく SSD の HC5 は、ジクロベニルやシマジンで大きく乖離する一方で、ジチオピルやイマザピルで近似した。抽水植物のように根からの吸収を主とする水草とホザキノフサモのように葉状部全体から吸収する体系をとる水草とでは、特にジクロベニルやシマジンのような吸収移行型の農薬で毒性値が乖離することが明らかになった (図 1)。これらの結果から、農薬の種類によっては系統分類に基づく SSD 解析のみでは水草全体の感受性分布を把握することは困難であり、体系分類に基づいた SSD 解析が必要であると考えられた。

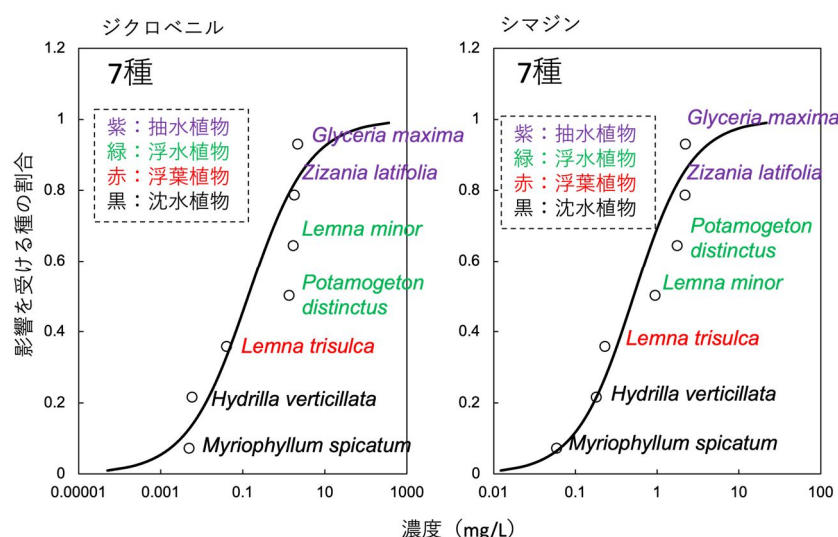


図 1 ジクロベニル及びシマジンにおける種の感受性分布

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山岸隆博
2. 発表標題 水草を用いた農薬を対象にした生態毒性試験法開発の現状と課題
3. 学会等名 第25回日本水環境シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------