

研究課題名	マルチモーダル観測を用いた侵略的外来種のモニタリングシステムの開発		
研究者名 (所属名)	中田陽子(衛生環境研究所)、中村圭太・水村春香・武田和也(富士山科学研究所)、渡邊修(信州大学)、川村健介(帯広畜産大学)		
研究期間	令和6年度～令和8年度	報告年度	令和6年度

### 【背景・目的】

本県においても侵略的外来種の侵入・繁茂が生じており、生物多様性の損失が懸念されている。侵入状況(分布状況)のモニタリングは、現状を把握し、将来予測とそれに基づく対策の基盤となることから重要な役割を持つ。しかしながら、侵略的外来種それぞれは生態的特性が異なり、様々な生育地に侵入するため、従来の単一技術による観測では十分なモニタリングが行えない。本研究では、車載カメラや人工衛星など多様な観測手法を統合したマルチモーダルな観測技術を開発し、モニタリングシステムとして運用することで侵略的外来種の侵入状況を把握すること、そして観測データに基づいて将来予測を行い、防除行動計画を提案することを目的としている。

### 【研究・成果等】

本年度はマルチモーダル観測体制の構築(目標1)を中心に、各観測手法の導入と開発を進めた。特に人工衛星による広域観測体制の構築、市民参加型の生物調査の実施、花粉モニタリングを通じた環境教育の推進を重点的に行った。また、侵入状況の把握と将来予測(目標2)について、データ集約や解析を行うためのシステム開発に着手した。以下、これらの概要を説明する。

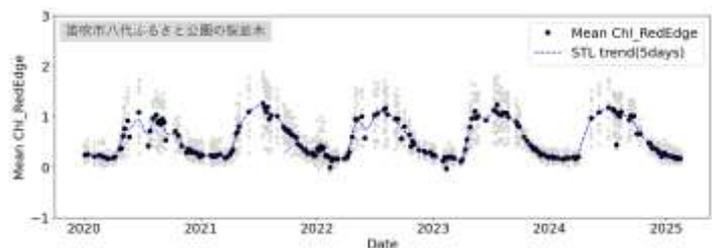
#### (目標1) マルチモーダル観測体制の構築

##### 人工衛星による広域観測体制の構築

侵略的外来種に対しては早期発見・早期防除が求められていることから、侵略的外来種の検出(IA S検出)は重要なテーマとなっている。これまで高解像度の衛星画像から外来種を検出する試みが行われてきたが、高解像度の衛星画像は高額であり、中長期的なモニタリングにはコスト面で支障をきたす可能性がある。そのため、本研究では無償利用できる空間解像度10mのSentinel2人工衛星画像を用いて、観測体制の構築及びIAS検出技術開発を進めている。

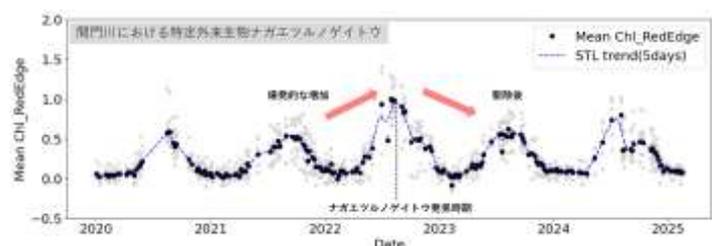
観測体制の構築として、本年度は衛星画像の蓄積および任意の地点のデータの可視化システムの開発を進めた。Sentinel2人工衛星画像は5日に1回撮影され、比較的高頻度で画像データが取得され、画像データより植生指数を算出することで、植生の季節変化等を得ることができる。本年度はred-edgeを用いた植生指数(Chl\_RedEdge)を用いて過去5年間の植生指数の変化を表示するシステムの開発を行った。

結果① 定常状態の把握：右図は桜の植生指数の変動を示しており、2020年から現在までの植生指数の時系列変化が見取れる。このデータ処理は対象物(ここでは桜)が含まれる10地点をサンプリングし(●)、雲等が撮影された時点のサンプルを除去し、その後、各時点での平均値(●)を算出している。そして季節変化を抽出するため、平均値に対して、欠損値を線形補間し、STL分解(Seasonal and Trend decomposition using Loess)を適用し(点線)、植生指数のトレンドを抽出している。

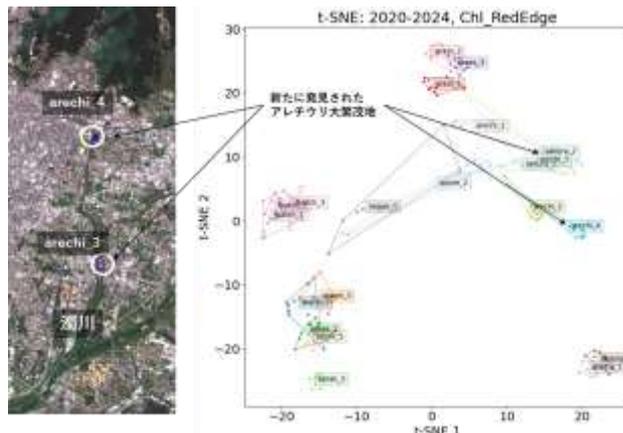


外来種の侵入による植生の変化を検出するためには、このような正常な状態の植生指数の変動を把握しておく必要がある。

結果② IAS検出：特定外来生物ナガエツルノゲイトウを例に示す(右図)。ナガエツルノゲイトウは最悪の外来植物と呼ばれるほど、極めて繁殖能力が高く、一度繁茂すると防除には多大なコストが発生する植物である。本県では2022年9月に甲府市間門川にて発見され、その危険性から迅速な駆除が実施された。大部分が駆除され、根絶に至っていないものの小康状態を保っている。今回、植生指数の変動からナガエツルノゲイトウの爆発的な増加が捕らえられた。発見された2022年は植生指数が他の年と比べて高くなり、駆除後の2023年には低下していた。ナガエツルノゲイトウは水面を覆いつくすほど増加することから人工衛星で観測可能であり、また、駆除活動の効果検証も可能であると考えられた。今後、県内のあらゆる水域の監視を行い、ナガエツルノゲイトウの侵入抑制に役立てたい。



結果③ マルチモーダル観測の必要性：人工衛星による観測のほか、現地での車載カメラによる観測も実施した。その結果、濁川沿いに大規模なアレチウリの群生地が新たに発見された（arechi\_3とarechi\_4の地点）。植生指数の動態からアレチウリを区別するため教師なし分類を行った結果、ほかの群落とは分類できない可能性が示唆された（t-SNEの2次元プロット参照）。これはアレチウリの植生指数の動態が他植生の動態と類似しており、植生指数だけではアレチウリの検出が困難であることを示唆している。そのため、衛星画像と現地観測を併用することが必要と考えられた。また、植生指数だけではなく、他のバンド情報も活用し、高精度なIAS検出方法を確立することも重要なテーマであると考えられた。



### 市民参加型の生物調査の実施

外来種を発見する方法の1つとして、市民参加による生き物調査が注目されている。これは生物種を分類できるAIを搭載したスマートフォンアプリを用いて、ユーザー自身が生き物調査を実施するものである。多くの目で多地域を観察できることから発見効率の向上が期待され、かつ、地域住民自身の生き物に対する興味関心を高めることも期待される。本研究では株式会社バイオームが提供するサービスを用いて2024年8月から10月の3か月間、市民参加型の生物調査を実施した。得られるデータは発見日時、場所、種名であり、全国的なデータベースに登録される。実施した結果、投稿件数は3055件、投稿者数1064人、投稿種数1222種であった。投稿場所は県全体に広がっており多くの方が生き物に関心を持っている状況が明らかとなった。侵略的外来種ではアレチウリ4件、オオキンケイギク2件、ニワウルシ1件、オオブタクサ1件、ガビチョウ1件、ソウシチョウ1件などの投稿が見られた。今後この調査を継続し、データを蓄積していくとともに得られた成果の活用を進めていきたい。

### 花粉モニタリングを通じた環境教育の推進

外来種に関する知識や興味を持つことは地域の生物多様性保全の基礎である。しかしながら、既存の教育課程では外来種に触れる機会が少なく、外来種に関する環境教育の推進が求められる。本研究では北杜市立甲陵高等学校スーパーサイエンスハイスクールにて侵略的外来種オオブタクサを題材として花粉モニタリングを通じた環境教育を実施した。オオブタクサは農耕地や河川敷で繁茂する侵略的外来種であり、花粉症の原因植物でもある。甲陵高校2年生10名が課題研究として取り組み、1. 広域的な花粉のサンプリングの実施、2. 花粉飛散量の地理的な広がり分析、3. 花粉症発症に関するアンケート及び考察、4. AI技術を用いた花粉の検出、について研究結果を取りまとめた。これらの成果は校内での発表会及び生物多様性シンポジウム（主催：北杜市地球温暖化対策・クリーンエネルギー推進協議会（グリーン北杜）、開催：2025年2月9日、場所：北杜市）、やまなし環境活動推進ネットワークフォーラム（主催：公益財団法人やまなし環境財団環境パートナーシップやまなし、開催：2025年2月23日、場所：甲府市）にて発表し、広く周知・啓発活動を行った。

### （目標2）侵入状況の把握と将来予測

#### ・システム開発

本研究では多種多様な観測データを集積し、処理することから、データの蓄積と分析（将来予測）を円滑に実施できるデータ解析基盤が必要となる。本年度からpythonにてデータ解析基盤の開発に着手した。この解析基盤は機械学習モデルの開発システムと運用システムからなる。将来的には外来種の分布の将来予測を種分布モデルを用いて実施する予定であるため、環境条件との関係性を明らかにするための機械学習モデルの開発が必要である。また、データの集約や可視化といった運用は機械学習モデルとは異なる仕様であるため、別途開発が必要となる。本年度は衛星画像のデータ解析基盤を中心としてシステム開発を行ってきた。その結果は上述した植生指数の季節変動等の可視化で示した通りである。今後、このシステムに他の観測手法で得られたデータを追加し、機能拡張を図っていく予定である。

### 【成果の応用範囲・留意点】

人工衛星を中心として、様々な植生や農地の植生指数の動態を把握できることから、今後侵略的外来種の検知が期待される。また、農耕地における生育状況の把握や斜面災害、山火事、河川敷の管理状態の定量化など、幅広い分野において情報の利活用が可能である。

### 【問い合わせ先】

所 属	富士山科学研究所	
代表者	安田泰輔	E-mail: yasuda@mfri.pref.yamanashi.jp