

空から見る外来種-ドローンを用いた皿池湿原のセイタカアワダチソウ調査  
 伊丹大登・後藤英城・松本明日香・藤井孝成・松林志保  
 (関西学院大学 総合政策学部)

### 1. 研究の枠組みと意義

近年、日本各地の湿地や水際環境において外来植物の侵入・分布拡大が顕著となっている(国立研究所 2026)。なかでもセイタカアワダチソウ (*Solidago altissima*) は旺盛な繁殖力とアレロパシー作用を有し、在来植物群落に深刻な影響を与える侵略的外来種として知られる(国立環境研究所 2025)。従来の外来植物管理では、目視調査と人力による駆除が中心であるが、広範囲かつ立ち入りが困難な湿地環境では分布把握の客観性・効率性に課題がある。そのため、近年ではドローン空撮は短時間で広域を把握できる手法として注目されている(岡田ら 2020)。一方で、ドローン空撮を用いた植生調査の多くは比較的開放的で規模の大きい対象地を想定したものであり、地形や植生構造が複雑な小規模湿原を対象として、簡易的な画像処理により外来植物の分布を定量的に把握した研究事例は依然として多くない。そこで本研究では、兵庫県三田市に位置する皿池湿原を対象、低高度ドローン空撮と簡易的な画像処理を用いて外来植物セイタカアワダチソウの分布状況を定量的に把握し、その分布と市営ボランティア団体「皿池湿原の守り人」(以下、守り人)による管理の有無との関係を定量的に明らかにすることを目的とする。本研究は、これらの結果を通じて、湿地環境における効率的な外来植物防除のあり方を検討するための基礎情報を得ることを目指すものである。

### 2. 先行研究と本研究の位置づけ

徳江ら(2024)は飛行高度50~150mでのUAV撮影画像に深層学習を適用することで、高精度な外来植物分布の把握を実現させた。しかしながらこの手法は、学習データの作成や解析環境の整備に高度な専門性とコストを要するという課題がある。これに対して本研究は、地域ボランティアや自治体によるより実践的な活用を想定し、特別な学習データを必要としない簡易的な画像解析手法によって外来植物分布の定量化を試みる点に特徴がある。すなわち、再現性と汎用性を重視した方法論の提示を目的としている。

### 3. 調査地および仮説

調査地である皿池湿原は兵庫県三田市西部に位置する滲水湿原であり、兵庫県版レッドリストにおいて高い保全価値が示されている(ひょうごの環境, 2000)。現在、湿原内には守り人による駆除管理が行われている区域(皿池北側)と、管理が行われていない区域(皿池南側)が隣接して存在している。このように、湿原内で駆除管理の有無が空間的に明確に分かれている点に着目し、本研究では「駆除管理の有無は、セイタカアワダチソウの空撮画像における分布密度および空間分布パターンに差異をもたらす」という仮説を設定した。



図1 調査地位置図(三田市皿池湿原ホームページより)

#### 4. 研究方法

2025年11月5日および7日の午前中に、晴天ほぼ無風の気象条件下でドローン機材としてDJI Mini 4 Proを用い、飛行高度15m、カメラ垂直下向きに設定して静止画撮影を行った。調査区域は、管理区域内のA地点と、非管理区域内にて重要保護区からの距離順にB・C・D地点の計4地点に設定した。撮影時期は、セイタカアワダチソウの黄色の花卉色が最も明瞭となる開花期に合わせて実施した。撮影した画像はAdobe Photoshopを用いて処理し、花卉の特徴的な黄色を基準として色抽出を行った。色抽出には指定色選択機能を用い、対象色に該当するピクセルを選択・分離した。図2-1に色抽出処理前の空撮画像例を、図2-2に色抽出処理後の例を示す。次に各飛行地点について、抽出された指定色（花卉色）のピクセル数を算出し、画像全体の総ピクセル数に対する割合から分布割合を求めた。さらに、撮影高度および画像解像度に基づいて1ピクセル当たりの実面積を算出し、分布面積を算定した。

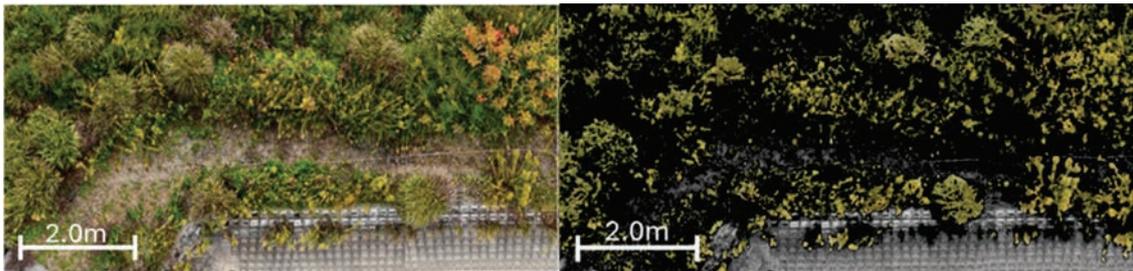


図2-1 処理前の空撮画像（調査地B）の例

図2-2 処理後の空撮画像（調査地B）の例

#### 5. 結果

解析の結果、管理区域Aにおけるセイタカアワダチソウの分布割合は1.9%と極めて低い値を示した（表1）。一方、非管理区域B・C・Dでは、それぞれ74.7%、90.9%、78.3%と高い分布割合が確認された。このことから、仮説「駆除管理の有無は、セイタカアワダチソウの空撮画像における分布密度および空間分布パターンに差異をもたらす」のうち、分布密度に関する前半部分は部分的に支持されたといえる。ただし、管理区域Aでは撮影の約1週間前に駆除作業が実施されており、本結果は短期的な管理効果を反映している可能性が高い。そのため、今回確認された分布差が長期的な管理効果によるものであるかについては、継続的なモニタリングによる検証が必要である。また、仮説の後半部分である空間分布パターンについては、本研究の解析手法では十分な検証に至らなかった。

	画像種類	1ピクセル面積 (m <sup>2</sup> )	ピクセル数	実面積 (m <sup>2</sup> )	全体に対する割合
A地点	画像全体	0.000055	2467430.0	135.7	100%
	黄色部分	0.000055	46914.0	2.6	1.9%
B地点	画像種類	1ピクセル面積 (m <sup>2</sup> )	ピクセル数	実面積 (m <sup>2</sup> )	全体に対する割合 (%)
	画像全体	0.000071	1231360.0	87.1	100%
	黄色部分	0.000071	920339.0	65.1	74.7%
C地点	画像種類	1ピクセル面積 (m <sup>2</sup> )	ピクセル数	実面積 (m <sup>2</sup> )	全体に対する割合 (%)
	画像全体	0.000174	18347828.0	3183.3	100%
	黄色部分	0.000174	16672522.0	2892.7	90.9%
D地点	画像種類	1ピクセル面積 (m <sup>2</sup> )	ピクセル数	実面積 (m <sup>2</sup> )	全体に対する割合 (%)
	画像全体	0.003300	620076.0	2046.3	100%
	黄色部分	0.003300	485509.0	1602.2	78.3%

表1 管理区域A地点および非管理区域B・C・D地点におけるピクセル数、セイタカアワダチソウの実面積、全体の面積に対する割合

## 6. 考察

本研究では、管理区域 A における分布割合は 1.9% と著しく低かった一方で、非管理区域では 70% を超える値を示した。この結果は、駆除作業がセイタカアワダチソウの地上被覆を短期的には抑制している可能性を示唆する。特に本研究は空撮による定量評価を行っており、管理の有無が視覚的印象だけでなく数値としての差異として現れた点は重要である。地域ボランティアによる駆除管理が、少なくとも撮影時点においては実行性を持っていることが示された。しかしながら、この結果は駆除直後のタイミングを反映したものであり、必ずしも長期的な抑制効果を示すものではない。

セイタカアワダチソウは、地下茎及び大量の種子散布によって再生・拡大する特性を持つ種であるため、単年度の除去のみでは再定着が生じる可能性が高い。したがって本研究の結果は、駆除管理後の状態を評価したものであり、管理効果の持続性を具現するには複数年に渡るモニタリングが不可欠である。

特に皿池湿原では、管理区域 A 地点への侵入および再定着防止が生態系保全上重要な課題である。そこで、セイタカアワダチソウの種子散布期 (11~3 月) における風向データを分析した。その結果、北

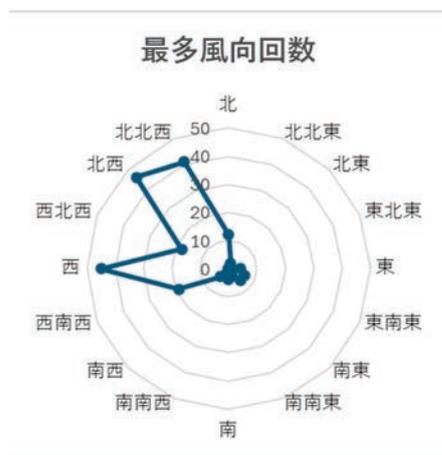


図3 セイタカアワダチソウの種子散布期における最多風向の日数合計

西から西寄りの風が卓越していることが確認された。この風向条件を踏まえると、非管理区域 B・C・D 地点から管理区域 A 地点へ、直接的に種子が散布される可能性は比較的限定的であると考えられる (図 3)。一方で、A 地点と B 地点の間に位置する非舗装通路周辺は開放的な環境であり、そこを経由した間接的な侵入経路が想定される。このことから、新たに観測地 E 地点を設定し、通路沿いの分布状況を把握する必要性が示唆された。さらに、風向条件と現在の分布状況を総合的に考慮すると、種子供給源を上流側から段階的に遮断する管理方法が有効であると考えられる。すなわち、B 地点、C 地点、D 地点の順に優先的な管理を行うことが、種管理区域 A への再侵入リスクを低減する上で、効率的である可能性が高い。

## 7. 結論と限界

本研究は、単時点での評価であるという制約を有するものの、簡易的な画像解析手法によって専門的な解析環境を必要とせず、駆除管理活動の成果を可視化できる可能性を示した。また、仮説「駆除管理の有無はセイタカアワダチソウの空撮画像における分布密度および空間分布パターンに差異をもたらす」のうち、分布密度に関する点については一定の支持を得る結果となった。ただし、管理区域 A では撮影の前週に駆除作業が実施されており、本研究の結果は短期的な管理効果を反映した可能性が高い。そのため、確認された密度差が長期的な管理効果を示すものであるかについては、継続的なモニタリングが必要である。一方、空間分布パターンに関する検証には至らなかった。今後、本観測手法を継続的に適用し、空間解析を組み合わせることで、分布の経年変化や駆除管理頻度と抑制効果の関係、さらには駆除に要する労力と効果の最適化といった実践的課題への応用が期待される。

本研究手法の限界は以下の三点である。第一に、色抽出に基づく画像処理では、セイタカアワダチソウの花弁と同時期に分布する他の黄色い花弁や葉を持つ植物との識別を十分に行うことができなかった。そのため一部で分布面積を過大評価あるいは過少評価が生じている可能性がある。第二に、画像処理に Photoshop を用いたが、この手法は操作過程の再現性や客観性の担保の点で課題が残る。分析者の閾値設定や抽出条件に結果が依存する部分も大きく、解析工程の標準化や長期的なデータ蓄積には必ずしも適していない。第三に、撮影時には約 2m 間隔を確保するためにテープメジャーを使用して地上で距離を測定したが、観測者が草木に分け入る必要があり、作業効率および作業負担の点で課

題が残った。

これらの課題への対処として、第一の課題については、機械学習の一手法である教師あり学習の導入を検討する。色彩情報に加えて形状やテクスチャなどの特徴量を組み合わせることで、より精度の高い植生識別が可能になると考えられる。第二の課題については、画像解析に地理情報システム (GIS) を導入することで対応できる。GIS を用いることで、閾値設定の記録や分類工程の再現性の確保が可能となり、解析過程の客観性を高めることができる。さらに、他の地理情報データとの統合や、セイタカアワダチソウの分布の拡散傾向などの空間解析も実施可能となるため、管理優先区域の選定や、防除計画の立案に活用できると考えられる。第三の課題については、ドローンに事前に飛行ルートを設定し一定高度で自動飛行をさせることで、地上作業を伴わない観測手法の確立を検討する。これにより、作業負担の軽減及び撮影効率の向上が期待される。

さらに、今後は分布面積の定量化に留まらず、空間分布パターンの分析を通じて侵入動態を把握することでより戦略的な管理立案を目指す。ただし、解析手法の高度化は、本研究が想定する地域ボランティア主体の運用との整合性も併せて検討する必要がある。地域の担い手が継続的に実施可能な簡易観測手法を基盤としつつ、必要に応じて高度な解析を補完的に導入する段階的モニタリング体制を構築することで、皿池湿原における持続的なセイタカアワダチソウ管理の実現を目指す。

【謝辞】本研究実施に際し、ドローン飛行許可の取得ならびに現地情報の提供に多大なるご協力を賜りました三田市里山保全課、守り人、兵庫環境創造協会の皆さまに深く感謝申し上げます。

#### 【参考文献】

- 国立環境研究所 (最終更新日 2026/1/1) 「侵入生物データベース」  
<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/> [最終閲覧日: 2025年1/29月8日]  
 徳江義宏・藤井善安・三好文・道家健太郎 (2024) 「無人航空機 (UAV) を用いたセイタカアワダチソウの分布把握」 27巻1号, 39-50.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/ece/27/1/27\\_23-00023/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ece/27/1/27_23-00023/_pdf/-char/ja)  
 ひょうごの環境 (n. d.) 「兵庫県版レッドリスト2020 (植物・植物群落)」  
[https://www.kankyo.pref.hyogo.lg.jp/jp/environment/leg\\_240/leg\\_289/leg\\_8361](https://www.kankyo.pref.hyogo.lg.jp/jp/environment/leg_240/leg_289/leg_8361)  
 [最終閲覧日: 2025年11月8日]