

開花前後のスズランに着目した スズラン個体数推定法に関する検討

齋藤 迅斗^{†1} 白井 光^{†1} 景山 陽一^{†1}

長本 大介^{†2} 野口 智史^{†2} 竹門 玄地^{†2}

小嶋 輝男^{†3} 秋沢 成江^{†3}

秋田大学^{†1} 建設環境研究所^{†2} エコテク地域環境センター^{†3}

1. 背景・目的

近年、超スマート社会(Society 5.0)^[1]の実現に向け、サービスや業務のシステム化が行われている。その中で無人航空機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)により取得された画像(UAV データ)を対象とする処理技術を用いることは、生産性向上に非常に有用である。例えば、農場での作物の生育情報を把握するために、UAV を用いてモニタリングし解析することは、作物の生産性向上に寄与すると考える^[2]。

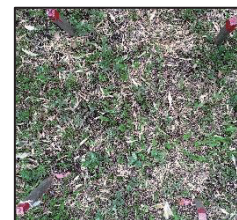
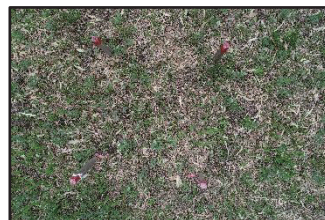
一方、日本在来種のスズランは、一時絶滅の危機に瀕した。その後、その管理は人の手によって行われている^[3]。したがって、コンピューターを用いて、自動でスズランの個体を検出・推定することは、管理コストの削減に寄与すると考える。

本研究グループではこれまでに、UAV データを使用したスズランの花領域検出を目的とし、画像処理と機械学習を使用した手法を検討してきた^[4]。しかしながら、一部領域において検出漏れや誤検出が増加する場合を認めた^[4]。また、花領域が葉領域に重なり、検出できない場合を認めた。そこで、開花前後のスズランの UAV データを使用し、既存の手法と組み合わせることを検討する。

本稿ではその予備検討として、YOLO^[5]を使用する葉領域検出手法に関して検討を行った。

2. 使用データ

本研究で使用する UAV データは、DJI Phantom 4 Pro 内蔵のカメラによって高度 2m から撮影した UAV 画像を使用した。UAV 画像の例を図 1(a)に示す。なお、撮影日時は、スズランの開花前画像が 2023 年 5 月 19 日、スズランの開花後画像が 2023 年 5 月 31 日であり、撮影地点は地点 A から地点 H の 8 地点である。この UAV 画像に対して、開花前の画像と開花後の画像が一致するよう、開花前画像



(a) UAV 画像

(b) トリミング画像

図 1 使用データ例(地点 D: 開花前画像)

を基準として幾何補正を行った。次に、1m×1m の範囲にトリミングをした。また、トリミングを行うとき、各地点における開花前画像のサイズと開花後画像のサイズをそれぞれ一致させた。トリミングとサイズ変更を行った画像例を図 1(b)に示す。

3. 葉領域検出処理

3.1. YOLOv8 を使用した学習

本稿では、YOLO (You Only Look Once)^[5]の最新バージョンである YOLOv8^[5]を使用した。提供された画像のうち、地点 B, C, D, H の 4 枚の画像を学習に使用し、残りの 4 枚の画像を精度評価に使用した。アノテーションには、LabelImg というツールを使用した。アノテーション数を表 1 にまとめる。アノテーション数がおおよそ 8:2 になるように、地点 B, C, D の画像を学習データ、地点 H の画像をテストデータとして学習を行った。ここで、左右反転、回転(45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 度)を加えて、学習データを 9 倍に拡張し、アノテーション数は合計 14,310 個とした。なお、バッチ数は自動で設定し、エポック数は 100 と設定した。

3.2. YOLOv8 を使用したスズランの葉領域の検出

3.1 節で学習したモデルを使用し、YOLOv8^[5]を使用して、葉領域であるという信頼度が閾値以上で

表 1 アノテーション数

地点	データ数	拡張データ数
地点 B	117	1,053
地点 C	541	4,869
地点 D	639	5,751
地点 H	239	2,637
合計	1,590	14,310

A Study on a method for estimating the population of *Convallaria keiskei* focusing on *Convallaria keiskei* before and after flowering

Hayato Saito^{†1}, Hikaru Shirai^{†1}, Yoichi Kageyama^{†1}, Daisuke Nagamoto^{†2}, Motoji Noguchi^{†2}, Genji Takemon^{†2}, Teruo Kojima^{†3} Masae Akisawa^{†3}

^{†1}Akita University, ^{†2}Civil Engineering & Eco-Technology Consultants, ^{†3}ECOTEC Regional Environmet Center

ある場合に葉領域として推定した。信頼度の閾値は 0.10 から 0.50 まで、0.10 刻みで設定し、推定結果を比較した。また、2 つのバウンディングボックス間の重なり具合を表す指標 IoU は 0.20 と設定した。

4. 実験結果および考察

4.1. 評価指標

評価指標として式(1)~式(3)を用い、再現率^[6](recall), 適合率^[6](precision), ならびに F 値^[6](F-measure)を算出した。ここで、TP は正しく検出された花領域, FP は誤検出された領域, FN は検出漏れ領域の数を表す。

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (1)$$

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

$$Fmeasure = \frac{2 \times recall \times precision}{recall + precision} \quad (3)$$

4.2. YOLOv8 を使用した葉領域検出結果

信頼度の閾値 0.10 から 0.50 までそれぞれの再現率, 適合率, F 値の平均値を表 2 に示す。また, 検出結果例を図 2 に示す。再現率は, 信頼度の閾値を下げるほど, 向上する傾向を認めた。また, 適合率は信頼度の閾値を上げるほど, 向上する傾向を認めた。さらに, 再現率と適合率の調和平均である F 値は, 信頼度の閾値を 0.20 と設定した場合, 最も高い値を得た。また, 再現率の方が適合率よりも高いという結果を得た。

表 2 YOLOv8 を使用した葉領域検出結果

信頼度	再現率	適合率	F 値
0.10	0.764388	0.258359	0.386188
0.20	0.627698	0.352170	0.451196
0.30	0.480216	0.396142	0.434146
0.40	0.356115	0.428571	0.388998
0.50	0.280576	0.490566	0.356979

赤字：各指標における最大値

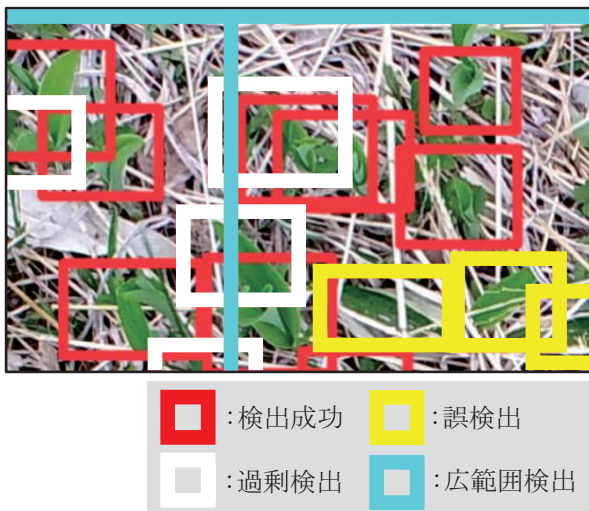


図 2 検出結果例(信頼度 0.20 : 地点 F 一部拡大)

4.3. 葉領域検出結果に関する考察

信頼度の閾値を下げるほど, 再現率が向上する要因について検討を加えた。まず, 信頼度の閾値を下げることに伴い, 多くの葉候補領域が検出されたため, 再現率が上昇したと考える。一方, 信頼度の閾値が低いことに起因し, 非葉領域も検出された。加えて, 図 2 に示すように, スズラン以外の葉も葉領域として検出し誤検出が発生している。また, 同じ葉領域を複数検出し, 過剰検出したことも誤検出数の増加に繋がっている。さらに, 複数の葉領域を含んだ広い範囲を葉領域として推定したことも誤検出数の増加につながっている。したがって, 信頼度が低いほど, 適合率が低下していると考えられる。

次に, 信頼度の閾値を上げるほど, 適合率が向上する要因について検討を加えた。まず, 信頼度が高くなることで, 非葉領域の検出が減少したために適合率が増加したと考える。一方, 同時に比較的小さな葉領域の検出が減少し, 再現率が低下している。

4.4. 今後の予定

提案手法では非葉領域が検出されており, スズランでない植物の葉も誤検出していた。したがって, スズラン以外の葉に対して新たにアノテーションを行う。スズランか否かを判別するのではなく, 他の植生の有無を考慮した処理を追加し誤検出の低減を図る。

本稿では, 開花前後のスズランの UAV 画像を使用する手法の開発に向けた予備検討を行った。このため, 開花前後のスズランの UAV 画像を使用する手法の検討を行う。

5. 謝辞

本研究は JSPS 科研費 21K14273 の助成を受けて実施した。また, データ取得に関して協力いただきました北海道平取町関係各位に御礼申し上げます。

参考文献

- [1] “Society 5.0 - 科学技術政策 - 内閣府”, 内閣府, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/ (Accessed 2024/1/12)
- [2] X. Wang, H. Sun, Y. Long, L. Zheng, H. Liu, M. Li, “Development of visualization system for agricultural UAV crop growth information collection,” IFAC-PapersOnLine, Vol.51, No.17, pp.631-636 (2018)
- [3] “平取町オフィシャルサイト：芽生スズラン群生地”, 平取町, <http://www.town.biratori.hokkaido.jp/kankou/spot/spot1/> (Accessed 2024/1/12)
- [4] 齋藤 迅斗, 白井 光, 景山 陽一, 長本 大介, 野口 智史, 竹門 玄地, 小嶋 照男, 秋沢 成江: 「UAV データを用いた円形度に着目したスズラン個体数推定法に関する検討」, 2023 年度電気関係学会東北支部連合大会, 1D12(2023)
- [5] ホーム - Ultralytics YOLOv8 ドキュメント, Ultralytics, <https://docs.ultralytics.com/ja/> (Accessed 2024/1/12)
- [6] 原田達也: “画像認識”, 講談社 (2017)