

## 【助成 41-20】

### 果樹栽培管理・支援システム開発に向けた圃場画像 AI 解析による管理作業判定モデルの開発

信州大学農学部 助教 大迫祐太郎

#### 〔研究の概要〕

果樹栽培には農家の経験に依存した様々な作業が必須であり、機械化・合理化が著しく難しい。また三次元の立体的な樹形であることも機械化等の研究・開発を妨げている。このような背景から、近年急速に発展する画像の AI 解析を利用して、果樹栽培の管理・支援システムの開発に資する研究を試みた。本研究では日本の主要な果樹品目であるリンゴ・ニホンナシ・ブドウにおいて、YOLO および TensorFlow・Keras 等の物体検出モデル・画像識別モデルを利用した圃場画像解析を実施した。その結果、リンゴ圃場においては効率的に物体検出可能な学習条件を検討し、ニホンナシおよびブドウにおいては、高精度で病害・生理障害を診断可能な画像識別モデルを構築することができた。本研究の知見を活かし、今後の果樹栽培現場におけるスマート農業技術の発展を目指す。

#### 〔研究経過および成果〕

##### 研究の背景

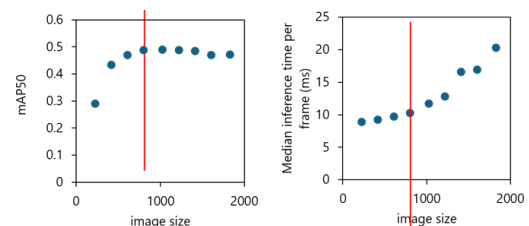
果樹栽培は「受粉」や「摘花・摘果」、「剪定」など農家の経験に大きく依存する作業が多く、その立体的な樹形からも、機械化や合理化が非常に難しい。農業就業人口は減少の一途を辿り、農業従事者の約 70% が 65 歳を超える状況の中（農水省「農林業コンセンサス」）、各種作業の機械化・自動化が急務である。そこで本研究では、近年急速に発達する画像の AI 解析を果樹現場に応用することで、持続的な果樹生産に資する技術開発を試みた。

##### リンゴ高密度植栽培圃場における解析

近年、長野県を中心に普及する「高密度植栽培圃場」は、樹が二次元的に配置され、作業の機械化・合理化に適した樹形である。また、この特徴は画一的なデータ収集を可能とする。このような観点から本研究の調査対象とし、「受粉」や「摘花・摘果」の支援システム構築に向けた、物体検出モデルの構築を試みた。

検出モデルとして YOLOv8 をベースとして、開花期

の花（花蕾）検出モデル構築を行った。本研究では、現場利用の際に重要となる処理速度に関わるベースモデルおよび入力画像のサイズを検証した。その結果、一般的にはサイズの大きなモデル（YOLOv8 large など）が精度向上に有利であるとされるが、小型軽量モデル（YOLOv8 nano）を利用した場合でも精度に差がないことが認められた。また入力画像サイズについて検証したところ、比較的解像度の低い 800×800 ピクセル前後で検出精度はプラトーとなる傾向が認められ（第 1 図左）、1 フレーム当たり 10ms 前後と十分な速さで検出が可能であることが分かった（第 1 図右）。以上の結果から、リンゴ高密度植栽培圃場における花等の検出においては、極端に大きなモデルおよび高解像度画像は必要としないことが分かった。

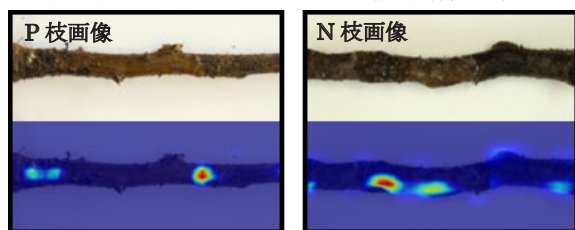


第 1 図 入力画像サイズ別の検出精度（左）および検出速度（右）

## ニホンナシ白紋羽病に関する解析

ニホンナシ白紋羽病は土壌病害の一つであり、その検出は非常に難しい。特殊な機器などを必要としない「枝挿入法」と呼ばれる検出方法が存在するが、その診断は知識と経験を有する研究家でなければ困難である。そこでニホンナシ白紋羽病の診断を誰でも可能にするための画像診断モデルの開発を試みた。

TensorFlow・Keras により、白紋羽病菌が補足された枝 (Positive:P 枝) および白紋羽病菌が補足されなかった枝 (Negative:N 枝) という 2 種類の画像を識別する 2 群分類モデルを VGG16 の転移学習によって構築した。学習条件の検証の結果、画像サイズ 512×512 の条件下で、validation loss:0.105・validation accuracy:0.983 と精度の高いモデルの構築に成功した。識別時に重要となる画像中の領域を可視化した Grad-CAM 画像では、P 枝画像・N 枝画像それぞれで異なる傾向が認められ(第 2 図)、診断に重要な特徴を学習できていることが示唆された。以上より、人の目ではが困難な白紋羽病枝挿入法の診断を画像から簡便に行える可能性が示された(発表論文 1)。



第 2 図 白紋羽病識別モデルにおける  
入力画像 (上) と Grad-CAM 画像 (下)

## ブドウ生理障害に関連する解析

ブドウ「シャインマスカット」は近年急速に市場を拡大する重要な品種であるが、原因不明の「未開花症」と呼ばれる生理障害が一部で生産に悪影響を与えている。そこで、開花前の花穂画像から「未開花症」の有無を診断する画像識別モデルの構築を試みた。

前述の 2 群分類モデル同様に、障害発生花穂およ

び健全花穂を識別するモデルを VGG16 の転移学習によって構築した。学習の結果、validation loss:0.083・validation accuracy:0.953 が得られた。学習に供試していない画像によるテストを行ったところ、96%の精度で識別可能であることが明らかとなり(第 1 表)、現場で識別の難しい未開花症を開花期前に高精度で画像診断できる可能性を示した(発表論文 2)。

第 1 表 未開花症識別モデルにおける  
学習未供試のテスト画像の識別結果

|      |          | Predicted |          |
|------|----------|-----------|----------|
|      |          | Positive  | Negative |
| True | Positive | 48/50     | 2/50     |
|      | Negative | 2/50      | 48/50    |

## まとめ

本研究では、今後の持続的な生産が危ぶまれている日本の果樹栽培現場において利用可能な、スマート農業技術の発展に資する解析技術の提示を目標として調査を行った。リンゴ・ニホンナシ・ブドウといった日本の重要な落葉果樹類において様々な側面から調査・解析を行った結果、今後の開発において重要となるいくつかの解析条件を明らかにできたとともに、画像解析・AI 技術による識別モデルが果樹栽培を直接的に支援できる可能性を明らかにした。

[発表論文]

1. 大迫祐太郎・高野史香・松岡つぐみ・近藤賢一.  
果樹類白紋羽病の診断法「枝挿入法」への深層学習による画像識別の応用. 園学研 23 別 1. 252. (園芸学会令和 6 年度春季大会, ポスター発表, 2024/03/23-24, 東京農業大学厚木キャンパス)
2. 岡田寛大・大場康平・桐崎力・大迫祐太郎, 花穂先端に着目したブドウ未開花症検出モデルの構築. 園学研 23 別 2. 151. (園芸学会令和 6 年度秋季大会, 口頭発表, 2024/11/03-05, 琉球大学千原キャンパス)