

巣箱前におけるミツバチの活動量の計測

中村 敬*, 森 大樹*, 杉村安都武**

Measurement of Honeybee Activity Levels in Front of the Hive

Kei NAKAMURA, Daiki MORI and Atomu SUGIMURA

Malformed fruits of strawberries are caused by low activity of honeybees, a system to quantify honeybee activity is needed. In this study, a camera was installed in front of the hive, and the number of bees leaving and returning from the hive were measured using image processing based on the background subtraction method. The results were compared with visual measurements to confirm the effectiveness of this method. As a result, it was confirmed that the measurement method using image processing was as accurate as the visual measurement method.

Keywords: Honeybee, Strawberry, Malformed Fruit, Image Processing, Background Subtraction Method

1. はじめに

イチゴの施設栽培では、花粉を運ぶポリネーター（送粉者）を導入し、受粉させるのが一般的であり¹⁾、ポリネーターとしてミツバチが多く利用されている。ポリネーターの訪花活動は、低温・寡日照による低下や時間経過により群が衰退するため、ミツバチ以外の代替ポリネーターの利用^{2)⁴⁾}や定期的なポリネーターの交換が必要となる。しかし、交換のタイミングは、群の大きさや気温により変化するため、適切な時期の把握は困難であり、交換が遅れると、図1のような受精不足による受精不良果が多く発生する。また、ポリネーターが過剰に訪花しても、雌しべが傷つき、受精不良果が発生する⁵⁾。このような受精不良果の発生は、ポリネーターの活動量の過不足に大きく影響されるため、その把握手法が求められている。

そこで本研究では、巣箱の出入口（以下、巣門とする）におけるミツバチの活動量の把握を目的とし、背景差分法による画像処理を用いてミツバ



図1 受精不良果の例

チの出巣数と帰巣数の計測を試みた。また、得られた計測結果と目視による計測結果を比較することにより、背景差分法の有効性やミツバチの活動量に及ぼす気象条件の影響についても確認した。

なお、本研究はオープンイノベーション研究・実用化推進事業（実施年度：R5～R9年度）の一環として行われたものであり、イチゴの受精不良果率を10%以内に抑えることを事業の最終目標としている。本年度は、ミツバチの活動を監視するシステムの開発を行った。

* 電子機械研究課

** 三重県農業研究所生産技術研究室野菜園芸研究課

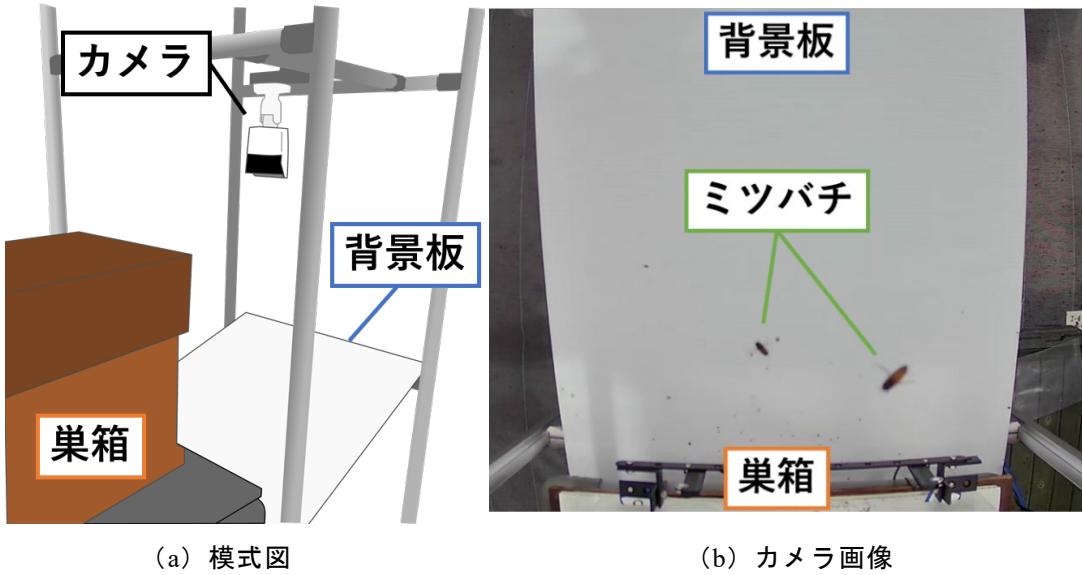


図 2 撮影装置の概要

2. 実験方法

2.1 撮影条件

本研究では、らくらく交配シリーズ（アピ株式会社）のミツバチを用いた。撮影装置（図 2）は、高軒高ビニール温室内（面積：5 a）に設置した。カメラ（VIGI C340, TP-Link Systems Inc.）は、底面に敷いた背景板から約 50cm の高さに取り付けた。背景板には、ミツバチの死骸などが残らないように約 10 度の傾斜をつけた。また、カメラ撮影は、解像度 1920×1080 pixel, フレームレート 30 fps で行った。

2.2 ミツバチの活動量の計測方法

2.2.1 背景差分法によるミツバチの検出

巣門前におけるミツバチを検出するために、撮影した巣門前の映像から、背景板のみの画像にトリミング処理を行った。次に、得られた背景板上の領域（以下、検出域とする）に対し、背景差分法でミツバチの検出を行った。背景差分法は、基準とする背景と参照するフレームの差分から異なる箇所を検出する処理である。検出対象は、ミツバチ以外の小さな虫を誤検出しないように、100 pixel 以上の面積を有する移動体とした。また、時間経過とともに付着する背景板の汚れや日照条件の変化で映り込むビニール温室の影などの外乱を誤検出しないように、処理するフレームの 1 フレーム前から 10 フレーム前までを記録し、この 10 フレーム間の画素値の中央値から基準とする背景を作成した。

2.2.2 ミツバチの出巣数と帰巣数の計測

背景差分法により検出したミツバチをトラッキングすることで、出巣・帰巣したミツバチの頭数を計測し、これらをミツバチの活動量とした。出巣と帰巣の判定は、図 3 に示す検出域内に、巣門を中心とした半楕円を 2 つ設定し、検出域を 3 つの領域に分割することで行った。これらの半楕円の高さは、検出域の縦方向の長さ x の $1/2$ および $1/6$ になる位置にした。また、分割した領域は、巣門から近い順に帰巣域、停滞域、出巣域とし、ミツバチが停滞域から帰巣域に移動すると帰巣（青色）、停滞域から出巣域に移動すると出巣（赤色）とカウントした（図 4）。停滞域は、ミツバチが巣門前で留まって飛行するため、出巣や帰巣と誤検出しないように設定した。

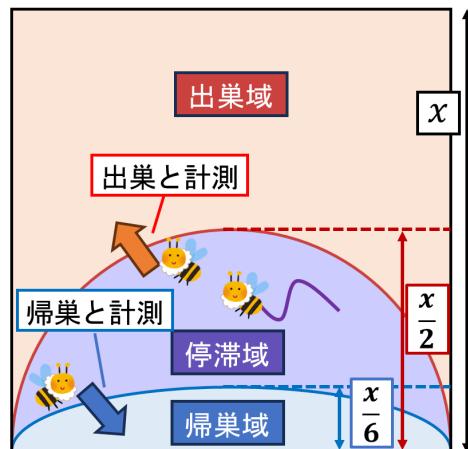


図 3 検出域内の出巣域、停滞域、帰巣域の概要

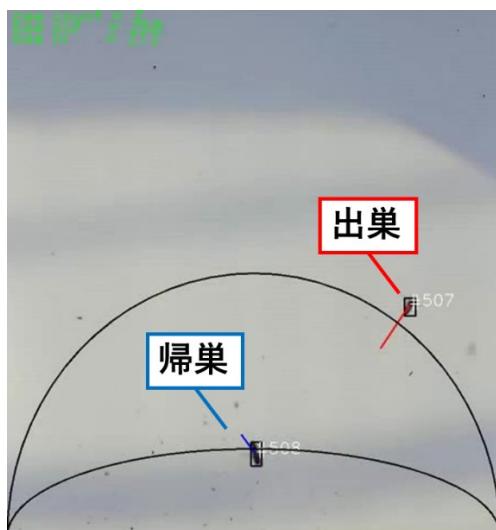


図 4 出巣と帰巣の判定例

2.3 背景差分法の精度検証

背景差分法による出巣数と帰巣数の計測精度を検証するため、出巣数と帰巣数を目視で計測した。目視計測では、巣箱から飛び立ったミツバチの数を出巣数、巣箱に戻ったミツバチを帰巣数としてカウントした。ここでは、3分間の計測を12回繰り返し、同時刻における出巣数と帰巣数について背景差分法と比較した。

2.4 ミツバチの活動量と気象条件が及ぼす影響

ミツバチの巣門における1日の活動量を把握するために、連続する3日間の6時から19時までの活動を撮影し、出巣数と帰巣数を30分ごとに計測した。また、気象条件がミツバチの活動量に及ぼす影響を確認するために、表1に示す気象条件で計測を実施した。

表1 気象条件（日照時間は気象庁津観測所データ参照）

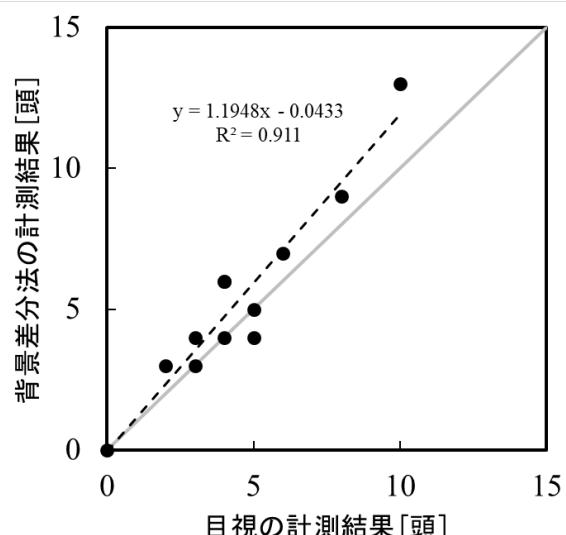
日付	天候	日照時間 [h]
2024年4月23日	雨	0
2024年4月24日	雨時々曇	0
2024年4月25日	晴	11.9

3. 結果と考察

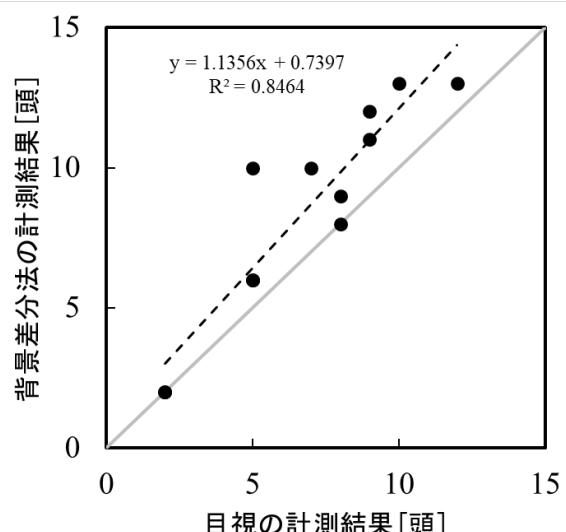
3.1 背景差分法の精度検証

背景差分法と目視による計測を比較した結果を図5に示す。図5より、背景差分法と目視による計測の間には高い相関が得られ、出巣数で決定係

数 $R^2 = 0.91$ 、帰巣数で決定係数 $R^2 = 0.85$ となり、特に出巣数において高い相関が確認された。出巣数の方が高い相関が得られた要因として、ミツバチが巣箱から勢いよく飛び出すことで、停滞域と出巣域の境界を複数回跨ぐことなく計測できるため、目視計測と同等の結果が得られたと考えられる。一方、ミツバチが帰巣する場合は、すぐに巣箱に入らずに、停滞域と帰巣域の境界で停滞するため、目視より多く帰巣と判定され、目視との相関が低くなったと考えられる。



(a) 出巣数



(b) 帰巣数

図5 背景差分法と目視による計測結果の関係

3.2 ミツバチの活動量と気象条件が及ぼす影響

ミツバチの活動量を計測した結果を図6に示す。図6より、4月23日～4月25日におけるミツバチは7時頃から18時頃まで活動している傾向にあることが確認された。この活動時間は、岡田の報告⁷⁾にあるミツバチの活動を目視で記録した結果と同様の傾向を示している。また、気象条件がミツバチの活動に及ぼす影響については、晴天の4月25日は、12時30分が活動のピークとなり、それ以外の時間帯についても活動量が曇雨天時よりも高くなる傾向が確認された。一方、日照時間が少ない曇雨天時では、時間帯による活動量の変動が小さく、全体的に活動量が低い傾向が得られた。これらは、藤原の報告⁶⁾にある晴天時と曇雨天時のミツバチの活動の特性と一致しており、本手法によりミツバチの活動を推定できると考えられる。

4.まとめ

本研究により、以下の知見が得られた。

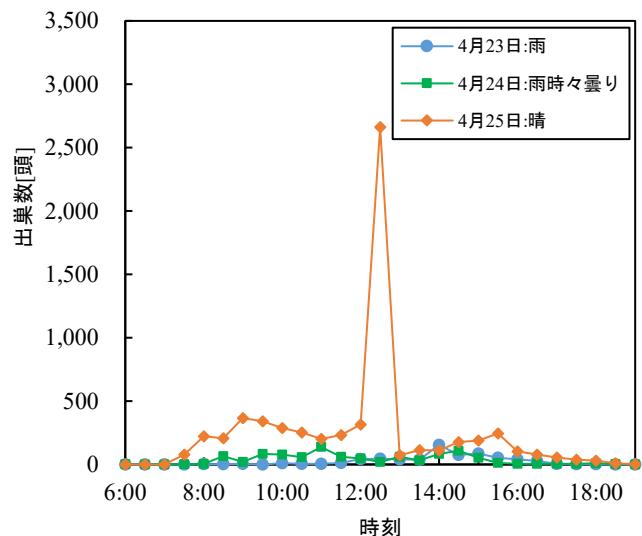
- 1) 背景差分法と目視による計測結果から、両手法には高い相関関係があり、画像処理による背景差分法はミツバチの活動計測に有効であることが確認できた。
- 2) 背景差分法を用いた計測結果から、ミツバチの時間帯による活動数の変化や気象条件による影響を把握できることができた。

謝辞

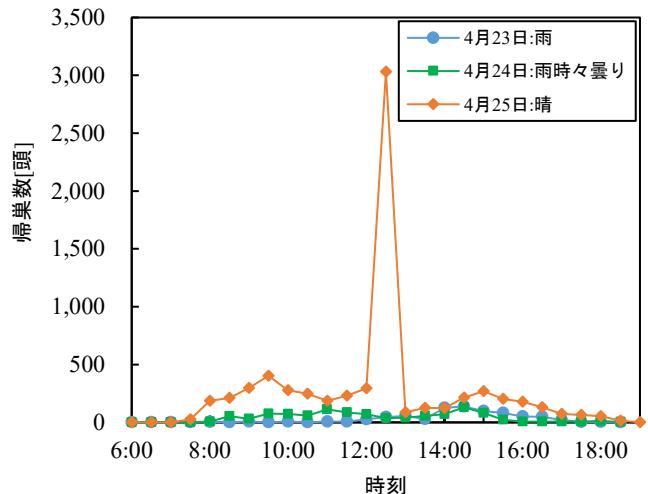
本研究は、生物系特定産業技術研究支援センター「オープンイノベーション研究・実用化推進事業」(JPJ011937)の支援を受けて実施しました。付記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 前田太郎：“ポリネーターを保全・活用するための行動制御”，蚕糸・昆虫バイオテック，91(3), p177-192 (2022)
- 2) 光畑雅宏, 和田哲夫：“作物受粉における在来種マルハナバチの利用の可能性と課題”，植物防疫, 59(7), p305-309 (2005)



(a) 30分あたりの出巣数



(b) 30分あたりの帰巣数

図6 ミツバチの活動量の計測結果

- 3) 宮本雅章, 小泉丈晴, 手塚俊行, 田中栄嗣：“促成イチゴ栽培における花粉媒介昆虫の訪花活動数の適正範囲”, 群馬県農業技術センター研究報告, 10, p25-30 (2013)
- 4) 花田惇史, 吉田裕一, 佐藤卓也, 後藤丹十郎, 安場健一郎, 田中義行：“ミツバチの代替ポリネーターとしてのヒロズキンバエの利用”, 園芸学研究, 15(2), p161-169 (2016)
- 5) 吉田裕一：“イチゴの花芽と果実の発育異常—形態および機能異常花と奇形果の発生要因—”, 園芸学研究, 23 (2), p63-71 (2024)

- 6) 藤原愛弓：“ニホンミツバチの生態特性と花資源利用：岩手県と奄美大島を事例とした保全生態学的研究”，東京大学大学院農学生命科学研究科博士論文，p48-59 (2017)
- 7) 岡田眞治：“ニホンミツバチとセイヨウミツバチによるハウス栽培モモへの受粉効果”，ミツバチ科学，18 (2)，p49-54 (1997)