

ミツバチの安定的利用による芳賀町の農業振興と新たな景観の創造

研究組織

所属・職・氏名：地域連携事業代表者 農学部 教授 村井 保

事業推進協力者：工学研究科 教授 加藤 茂夫

芳賀町農政課 課長 柳田 博、小林 誠

(1) 事業の目的・意義

芳賀町の主要農産物として米のほかにイチゴとナシが挙げられる。これら作物は収益性が高く、今後芳賀町の農業を先導するものである。イチゴやナシの生産には受粉昆虫が欠かせない。近年、受粉用のミツバチが世界的に不足し、わが国でもイチゴの受粉用への種蜂の輸入が停止され、安定的供給に大きな問題となっている。芳賀町においてもイチゴへの利用に大きな支障をきたしている。ミツバチの国内での安定的な生産は行われていないのが現状である。そこで、芳賀町での受粉用ミツバチの自力生産を提起したい。そのために、効率的なミツバチ増殖技術の開発し、ミツバチの増殖源である蜜源植物を植栽し、花粉と蜜を供給する植物を遊休地に四季を通して植栽し、ミツバチの自給体制の確立を図り、派生的に蜂蜜生産や新たな芳賀町の景観の創造に結びつける。また、イチゴではミツバチの利用に伴い農薬の散布が制限されている。ハダニ等の難防除害虫に対する天敵利用による防除対策を導入する。また、宇都宮大学で開発した害虫フリー苗のための高濃度炭酸ガス利用システムの導入を進める。さらに、トマト等では植物ワクチンを接種したトマト生産を普及し、アブラムシの媒介によるウイルス病を抑制するとともに、土着天敵類の保護に寄与する。これら環境にやさしい技術の導入によって芳賀町のイチゴやナシ、トマト等の付加価値を高め、ブランド化を目指す。

〔事業内容〕

1. 効率的なミツバチ利用技術の開発

1-1 養蜂用巣礎枠画像からの育房状態自動分類



図1 測定対象画像

栃木県のイチゴ生産は日本一であり、イチゴ生産を支えているのはミツバチである。ミツバチの増殖技術をより効率的に行うためにも増殖過程の数量的な解析が必要である。本研究では、画像処理手法を用いて、巣礎枠中の各育房がどのような状態にあるかを解析し、蜜蜂の生態や健康状態などを明らかにすることを目的とする。蜂の巣の状態の自動分類を目的とし、養蜂用巣礎枠画像から育房の状態を画像処理により自動判別する方法について検討を行った。

本研究で取り扱う巣礎には、縦40個×横80個の計3,200個の巣穴が配置されている。ミツバチは、この巣礎の上に体内から分泌した蜜蝋で育房を作り、蜜と花粉の貯蔵や卵、幼虫およびさなぎの生育に使用している。したがって、各育房の状態は時間経過とともに刻々変化する。蜂蜜を貯蔵している状態で蓋の無いものを蜜（無蓋）、蜂蜜の貯蔵が終わり蓋がされたものを蜜（有蓋）、幼虫がさなぎになり、蓋をされたものをさなぎとし、育房内に何も入っていない状態の育房を空洞とする。

また、ミツバチはイチゴハウスに利用するとき、シーズンに2～3回巣箱を交換しなければならない。2009年来ミツバチ不足がミツバチの高騰を引

き起こし、イチゴ生産にとっても経費の増大が著しい。そこで、冬のイチゴハウスでのミツバチの利用を継続的に行うため、保温装置の効果を検証した。

1) 自動分類手法

蜜（無蓋）、蜜（有蓋）、さなぎ、空洞の各状態の画像の統計的性質を調べるため、輝度と彩度の累積ヒストグラムを測定する基礎実験を行った。測定に使用した画像を図2に示す。この巣礎枠においては、画像中央部のやや明るい部分がさなぎであり、左上部および右上部の最も明るい部分が蜜（有蓋）である。残りは空洞の状態や蜜（無蓋）である。輝度と彩度を用いて、育房の状態の自動分類を行った。まず、巣礎枠画像を育房のエッジ強度に基づき領域分割し、育房ごとの領域を検出した。次に、個々の育房について、輝度と彩度の分布に基づき状態の分類を行った。

2) 育房位置の検出

入力画像を輝度画像に変換し、エッジ強度画像を生成する。次に、エッジ強度画像に対して育房のテンプレート画像を用いて二次元畳み込み処理を行う。その後、二次元畳み込み画像内での局所最大値の座標を中心に、育房テンプレートを配置し、一育房ごとの領域に分割する。その後、モルフォロジー処理を行い、育房間の領域の調整をした。

本研究では46×86の育房が作成されると仮定して一育房辺りのサイズを求めた。ミツバチは育房を正六角形状に作るため、正六角形の画像を作成し、そのエッジ部分を育房テンプレートとして二次元畳み込みに用いた。局所最大値の座標を中心に育房テンプレートを配置することでおよその育房ごとに領域を分割した。

3) 育房状態の自動分類

あらかじめ検査対象と同じ巣箱の巣礎枠から、各状態の輝度と彩度の累積ヒストグラムを求め、教師データとして保存おく。次に育房領域ごとに輝度の累積ヒストグラムを求め、教師データの累積ヒストグラムとのKolmogorov-Smirnov検定

[3]（以下、K-S検定）を行い、育房領域ごとに有蓋かどうかを判別した。ここで有蓋部分の分類された領域については、彩度を用いて再びK-S検定を行い、さなぎと蜜（有蓋）を分類した。

4) シュミレーション

巣礎枠画像の育房領域ごとに分割を行い、それぞれの育房領域の状態を分類するシュミレーションを行った。各育房状態ごとに正答率を表1に示した。図2より、輝度のみの分類では誤分類している部分が多く、彩度まで用いて分類した場合は大幅な改善が見られるため、彩度による分類処理は有効であった。

表1 各育房状態の正答率 [%]

	空洞・蜜（無蓋）	蜜（有蓋）	さなぎ
IMG 1	93.89	98.10	95.79
IMG 2	82.35	100.00	82.34
IMG 3	95.51	98.61	96.90
IMG 4	97.39	98.05	99.34



輝度のみで分類

彩度まで用いて分類

図2 分類結果 青：蜜（有蓋） 緑：さなぎ
白：空洞・蜜（無蓋）

1-2 イチゴにおけるミツバチ巣箱保温装置の効果

イチゴハウスではミツバチによるイチゴの受粉が行われ、通常、冬季の栽培期間中2～3回巣箱は交換されている。ミツバチを効率的に利用するため、保温装置の効果を検証した。

保温装置として、潜熱蓄熱材（アグリセクト製）を用いた（図3）。11月14日から巣箱周囲に保温装置を固定し、2週間ごとに蜂の増殖状況を有蓋数の変化として調査した。また、1月から巣箱内上部におんどりを設置し、10分ごとに温度を調査した。

その結果、ミツバチの有蓋数は保温装置の装着に関係なく、11月24日から1月上旬まで減少した。1月中旬から保温装置を装着した巣箱では蜂が増

加し始めた（図4）。3月中旬にはさらに増加することが明らかとなった。保温装置を装着しなかった巣箱は設置当初の密度が高かったが、1月中旬以降、保温装置を装着した巣箱に比べ個体数は少なく経過した。また、巣箱内の温度は保温装置を装着した巣箱で、装着しなかった巣箱より5℃くらい高く維持できることが分かった（図5）。以上の結果から、巣箱の保温によるミツバチコロニーの維持増殖が可能となり、ミツバチを効率的に利用できると考えられる。



図3 保温装置装着状況

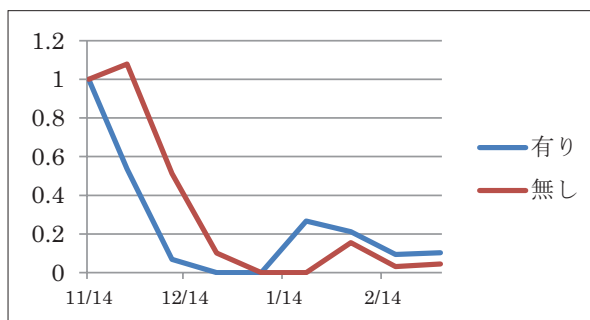


図4 巣箱の保温の有無と有蓋数の変化
縦軸は11月14日を1とした相対的密度を示す

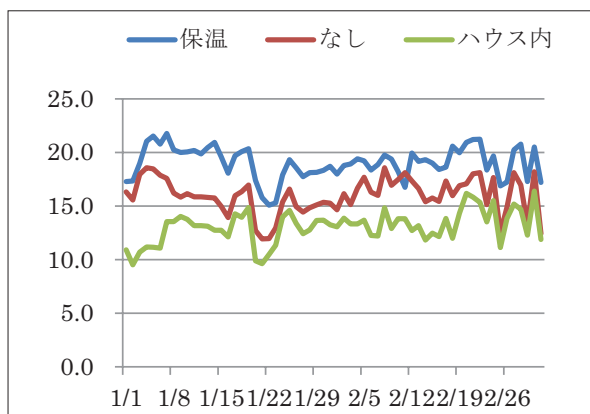


図5 巣箱内の温度変化

2. 高濃度炭酸ガス処理によるイチゴ苗生産技術の導入

宇都宮大学農学部応用昆虫学研究室では、高濃度炭酸ガスの各種害虫に対する効果を検討してきた。これまで、アブラムシ類、アザミウマ類、コナジラミ、ナミハダニなどに対して24時間の処理時間で温度が高いほど高い防除効果があることを明らかにしてきた。そこで、栃木県の特産品であり、ハダニの防除で薬剤抵抗性の発達で大きな問題となっているイチゴに利用できないか検討してきた。室内実験で、利用の可能性があることがわかってきたので、イチゴ苗に処理して、イチゴ苗への影響とハダニに対する防除効果をイチゴ生産農家のハウスで検証した。本年は、生産者が自分のハウス等で実施することが可能な高濃度炭酸ガス処理装置として日本液炭製の「ふくろうくん」を用いた（図6）。高濃度炭酸ガス状態を60%に維持し、ハウスで（平均気温約25℃）で24時間処理したイチゴ苗の処理後ただちに定植し、その後の開花数の変化とハダニの発生を調査した。その結果、イチゴの展開葉数、開花数は無処理区と変わらず、高濃度炭酸ガスのイチゴ開花への影響はないことが分かった（図7）。また、無処理区では10月下旬からハダニの発生が認められたが、処理区では調査終了時の12月下旬までハダニの発生が認められず、極めて高い防除効果が認められた（図8）。



図6 「ふくろうくん」によるイチゴ苗の炭酸ガス処理
2年間高濃度炭酸ガスのイチゴのハダニに対する効果を検証し、ハダニに対して効果がきわめて高いこと、イチゴに対しても薬害が生じないこと

等を明らかにすることができた。これらのデータをもとに炭酸ガスの農薬としての適用拡大を申請することになった。今後この技術の普及にイチゴ生産者、農協および町と連携して取り組んでいきたい。

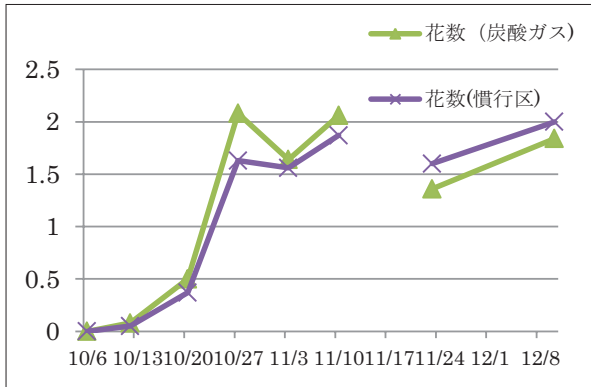


図7 イチゴの開花数の推移
縦軸は株あたりの開花数

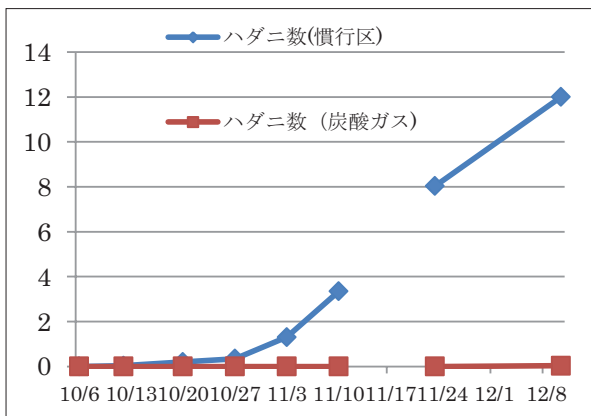


図8 高濃度炭酸ガス処理後のハダニの発生
縦軸は複葉あたりのハダニの寄生数