

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7894585号
(P7894585)

(45)発行日 令和8年7月24日(2026. 7. 24)

(24)登録日 令和8年7月15日(2026. 7. 15)

(51)Int. Cl.

A O 1 K 67/34 (2025. 01)

A O 1 K 67/34

A O 1 K 47/06 (2006. 01)

A O 1 K 47/06

F I

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21)出願番号	特願2025-281523(P2025-281523)	(73)特許権者	594156880
(22)出願日	令和7年12月25日(2025. 12. 25)		三重県
審査請求日	令和8年5月14日(2026. 5. 14)		三重県津市広明町13番地
特許法第30条第2項適用 [刊行物等] D I A 2 0 2 5 (動的画像処理実利用化ワークショップ2025) きらめきみなと館/敦賀市民文化センター、2025年3月5日~6日 [刊行物等] 園芸学会令和7年度春季大会、日本大学生物資源科学部、2025年3月20日~21日 [刊行物等] 園芸学会令和7年度秋季大会、高知大学朝倉キャンパス、2025年9月20日~22日 [刊行物等] アグリビジネス創出フェア2025、東京ビックサイト西展示棟(西3ホール)、2025年11月26日~28日		(73)特許権者	592197108
			徳島県
			徳島県徳島市万代町1丁目1番地
		(73)特許権者	000225142
			奈良県
早期審査対象出願			奈良県奈良市登大路町30番地
		(73)特許権者	512050014
			株式会社 アイエスイー
			三重県伊勢市御園町新開80番地 大西ビル301号
		(74)代理人	230115336
			弁護士 山下 あや理
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】ポリネーターの巣門前における活動の監視システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

巣箱の巣門前に設置した背景板を背景として、巣門前で活動するポリネーターを監視カメラにより、その背景板の上方から巣門が映らないように俯瞰撮影する撮影部と、その撮影部で撮影したポリネーターの動画を読み込み、その入力画像と背景画像との差分画像を所定の閾値により2値化処理して、上記ポリネーターの輪郭を検出すると共に、その巣門前での活動数を計測する動画解析部と、その動画解析部での解析結果を表示する出力部とを備えたポリネーターの巣門前における活動の監視システムであって、上記動画解析部での解析処理に必要な解析領域を、背景板自体の大きさ又はこれよりも狭小な大きさの矩形に設定して、その解析領域内を巣門側から圃場側への順次帰巣域と停滞域並びに出巣域との3領域に区分することにより、その中間部に確保された停滞域から出巣域へ又は帰巣域から停滞域を経て出巣域へ移動するポリネーターの個体を出巣と判定し、同じく停滞域から帰巣域へ又は出巣域から停滞域を経て帰巣域へ移動するポリネーターの個体を帰巣と判定して、その出巣数のみか又は出巣数と帰巣数を各々計測し、その計測した少なくとも出巣数をポリネーターの訪花活動数として表示することを特徴とするポリネーターの巣門前における活動の監視システム。

【請求項2】

背景板を、ポリネーターと保護色になる関係の色を除く白色やその他の明るい単一色の

硬質な合成樹脂製平板として、巣箱の巣門前へ一定角度の前上がり傾斜状態に設置したことを特徴とする請求項 1 記載のポリネーターの巣門前における活動の監視システム。

【請求項 3】

動画解析プログラム上において解析領域を帰巣域と停滞域並びに出巣域との 3 領域に区分する仮想の第 1、2 境界線を、何れも円弧境界線として、

その 3 領域の横軸はすべて矩形な解析領域の横軸と同じに設定すると共に、

帰巣域の縦軸は解析領域の縦軸の $1/6$ に、出巣域の縦軸は同じく解析領域の縦軸の $1/2$ に各々設定したことを特徴とする請求項 1 記載のポリネーターの巣門前における活動の監視システム。

【請求項 4】

動画解析部において背景差分処理するための基準背景画像を、解析対象フレームから遡った一定な複数フレームの画素中央値から作成し、更新するように設定したことを特徴とする請求項 1 記載のポリネーターの巣門前における活動の監視システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はイチゴやメロン、トマトなどの施設栽培に有用なポリネーターの巣門前における活動の監視システムに関する。

【背景技術】

【0002】

この種植物の施設栽培における花粉交配用昆虫の管理装置及び管理方法が、特許文献 1 に開示されている。これは巣箱の巣門に出入りする昆虫を撮影し、その撮影した画像から識別した花粉交配用昆虫について、1 日当たりの数を測定している点で、本発明に最も近似する公知技術であると考えられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 7 1 3 8 0 1 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、特許文献 1 に記載の発明は巣箱の前方付近に監視カメラを設置して、巣門とその周辺を撮影し、その巣門に対するハチの出入りを画像解析により計測する仕組みになっている。

【0005】

つまり、巣門の周辺で活動しているハチの数を把握し、そのハチが健全か否かを判別する装置・方法であるに過ぎず、ハチが植物の圃場（畑）まで飛来して、活動しているか否かまでも判別する装置・方法ではない。

【0006】

例えば、巣門から飛び出した後、圃場まで行かずに巣門前でうろつくだけで、巣箱に戻って来る個体も多くいることがわかっているミツバチの場合、その巣門前におけるハチの数を測定したとしても、果実生産に必要となるハチの訪花活動を正確に把握したことにはならないのである。

【0007】

更に言えば、特許文献 1 に記載の発明ではハチの動かない環境条件や活発に動く環境条件など多様な環境下で調べた巣箱周辺におけるハチの活動量を情報として導入し、撮影されたハチの活動量が正常であるか又は異常であるかを判定するようになっているが、そのハチの訪花活動と、イチゴなどにおける受精不良果発生との関連性は、情報として導入されていない。あくまでもハチの活動に異常が発生していないかどうかだけを判定するに過ぎない装置・方法である。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明はこのような問題に鑑みて、果菜類における受精不良果の発生を防ぐために、ポリネーターの訪花に行く活動の監視を目的としており、請求項1では巣箱の巣門前に設置した背景板を背景として、巣門前で活動するポリネーターを監視カメラにより、その背景板の上方から巣門が映らないように俯瞰撮影する撮影部と、

【0009】

その撮影部で撮影したポリネーターの動画を読み込み、その入力画像と背景画像との差分画像を所定の閾値により2値化処理して、上記ポリネーターの輪郭を検出すると共に、その巣門前で活動数を計測する動画解析部と、

10

【0010】

その動画解析部での解析結果を表示する出力部とを備えたポリネーターの巣門前における活動の監視システムであって、

【0011】

上記動画解析部での解析処理に必要な解析領域を、背景板自体の大きさ又はこれよりも狭小な大きさの矩形に設定して、その解析領域内を巣門側から圃場側への順次帰巣域と停滞域並びに出巣域との3領域に区分することにより、

【0012】

その中間部に確保された停滞域から出巣域へ又は帰巣域から停滞域を経て出巣域へ移動するポリネーターの個体を出巣と判定し、同じく停滞域から帰巣域へ又は出巣域から中間部の停滞域を経て帰巣域へ移動するポリネーターの個体を帰巣と判定して、その出巣数のみか又は出巣数と帰巣数を各々計測し、

20

【0013】

その計測した少なくとも出巣数をポリネーターの訪花活動数として表示することを特徴とする。

【0014】

請求項2では背景板を、ポリネーターと保護色になる関係の色を除く白色やその他の明るい単一色の硬質な合成樹脂製平板として、巣箱の巣門前へ一定角度の前上がり傾斜状態に設置したことを特徴とする。

【0015】

請求項3では動画解析プログラム上において解析領域を帰巣域と停滞域並びに出巣域との3領域に区分する仮想の第1、2境界線を、何れも円弧境界線として、

30

【0016】

その3領域の横軸はすべて矩形な解析領域の横軸と同じに設定すると共に、

【0017】

帰巣域の縦軸は解析領域の縦軸の $1/6$ に、出巣域の縦軸は同じく解析領域の縦軸の $1/2$ に各々設定したことを特徴とする。

【0018】

更に、請求項4では動画解析部において背景差分処理するための基準背景画像を、解析対象フレームから遡った一定な複数フレームの画素中央値から作成し、更新するように設定したことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0019】

請求項1に係る本発明の構成によれば、特許文献1に記載された「花粉交配用昆虫の管理装置及び管理方法」の問題を、完全に解決できる効果がある。

【0020】

つまり、本発明の構成では巣箱の巣門前を活動するポリネーターを、監視カメラによって背景板の上方から俯瞰撮影するようになっており、巣門は撮影せず、延いては動画解析するための解析領域から巣門を除外しているため、背景板によるカメラ撮影上の背景を統一していることとも相俟って、ポリネーターの活動を誤りなく高精度に検出することがで

50

きる。

【0021】

巣箱から飛び出すポリネーターには、圃場に出向かず巣門前をうろつくだけで、その後巣箱に戻ってくる個体も多くいることが判明している。そのため、巣門前におけるポリネーターの活動数を計測しても、果菜類の生産に必要なポリネーターの訪花活動を正確に把握したことにはならない。

【0022】

この点、本発明の構成では取得した動画の解析処理上、その解析領域内に巣門側から圃場側への順次、帰巣域と停滞域と出巣域との3領域を区画形成し、その中間部の停滞域から出巣域へ移動したポリネーターを、訪花に行く個体として検出し、出巣数をカウントするようになっているため、イチゴ栽培などの正常な受粉に必要なポリネーターの訪花活動数を確実に把握することができ、受粉不良果の発生防止に役立つ。

10

【0023】

イチゴ栽培などでは、圃場（畑）内にある花の開花数に応じたポリネーターの活動適正数を管理することが求められるところ、本発明の上記監視システムによって得られる高精度な活動数（少なくとも訪花に行く出巣数）の計測データに基づいて、巣箱内におけるポリネーター群の適正な活動数とのギャップを確認することができ、受精不良果の発生に対する効果的な対策を講じることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

20

【図1】本発明の好適な実施形態に係る監視システムの設備を示す概略斜面図である。

【図2】同じく監視システムの設備を巣箱の前方から見た正面図である。

【図3】図2の右方向から見た側面図である。

【図4】図2の上方から見た平面図である。

【図5】上記監視システムの全体的な機能ブロック図である。

【図6】ARマーカーによる解析領域の取得とその解析領域に区画設定した3領域を説明するための平面模式図である。

【図7】上記3領域の中間部に確保した停滞域の範囲を説明するための平面模式図である。

【図8】背景差分法と2値化処理によるポリネーターの検出手法を説明するための模式図である。

30

【図9】ポリネーターにおける輪郭の取得とその出入りの判定手法を説明するための模式図である。

【図10】ポリネーターにおける出巣と帰巣の計測手法を説明するための模式図である。

【図11】(a)(b)はポリネーターの軌跡を用いた状態遷移図である。

【図12】ポリネーターの巣門前における活動数の計測結果を示すグラフである。

【図13】ミツバチとクロマルハナバチの訪花時間と受精不良果発生の関係を示すグラフである。

【図14】(a)は第1日の1日当たり訪花時間の推移と出巣時間の推移を示すグラフであり、(b)は第2日の1日当たり訪花時間の推移と出巣時間の推移を示すグラフである。

40

【図15】(a)(b)は何れも監視システムを用いた対策の判断フローチャートであるが、(a)はポリネーターの活動数が閾値以下である場合を示し、(b)はポリネーターの活動数が閾値以上である場合を示す。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、図面に基づいて本発明の好適な実施形態を詳述する。図1～4はその実施形態に係るポリネーターの巣門前活動監視システムの概略的なハードウェアを示しており、(10)は巣箱であって、イチゴやメロン、トマトなどの果菜類を栽培するビニールハウスや温室、その他の施設（図示省略）内に設置されるが、その出入口となる巣門(11)が栽

50

培施設内に向かい開口する状態として、その栽培施設の外部に設置されることもある。

【0026】

ポリネーターの巣門前における活動監視システムは図5の機能ブロック図に示すようなポリネーター（P）（図示実施形態ではミツバチやクロマルハナバチ）（以下、単にハチということもある）の撮影部（12）とその撮影した動画の解析部（13）並びに出力部（14）から成り、これら機能を実行するための撮影条件設定プログラム、撮影制御プログラム、解析プログラム並びに解析結果表示制御プログラムがインストールされた汎用コンピューター（15）、好ましくはラズベリーパイなどの小型マイコンを備えている。

【0027】

上記撮影部（12）をなす監視カメラ（16）は図1～4に例示する如く、門字型支柱（17）とその矩形なベース枠（18）とから成る支持フレーム（F）の上部中央位置に架設されているほか、その撮影上の背景となる背景板（19）がベース枠（18）への載置状態に取り付けられている。

【0028】

つまり、監視カメラ（16）は背景板（19）の中央部を目指す一定距離（例えば50cm）（H）だけ高い位置にあって、その背景板（19）を上方から俯瞰できるようになっている。また、上記支持フレーム（F）のベース枠（18）内に動画の解析部（13）となるCPU（中央処理装置）を備えたコンピューター（15）が設置されているほか、同じく支持フレーム（F）における門字型支柱（17）の中途高さ位置に、上記出力部（14）となるLCDなどのモニター（20）が取り付けられている。

【0029】

尚、監視カメラ（16）としてはCMOSイメージセンサーやCCDイメージセンサーなどの撮像センサーを備えたデジタルカメラであれば良く、その撮影したハチ（P）の動画をコンピューター（15）へ入力（送信）できるようになっている。

【0030】

上記背景板（19）としては監視カメラ（16）による撮影上の背景を統一するためと、その監視カメラ（16）との上下相互空間を通過（飛行）するハチ（P）の輪郭（姿）を、監視カメラ（16）で鮮明に撮影できるようにするために、そのハチ（P）と保護色の関係になる黄色や橙色を除き、またハチ（P）の映る黒色と類似する暗い色を除く単色であることが良く、そのうちでも白色を採用することが最も好ましい。

【0031】

更に、背景板（19）としてはハチ（P）の排出する糞やその他の粘性がある汚れを拭き取りやすいメラミン樹脂、アクリル樹脂、その他の硬質な樹脂の平板を採用し、しかもこれを一定角度（例えば10度）（ α ）の前上がりとなる傾斜状態に設置して、巣箱（10）から排出されたハチ（P）の衰弱した個体が落下しやすく、死骸が背景板（19）上に残溜しないように定めることが望ましい。

【0032】

そして、図5に示した上記撮影部（12）の動画撮影条件設定を行う撮影条件設定プログラムでは、カメラ映像のプレビュー、FPSや解像度、撮影時間帯、その他の各種撮影条件を設定し、その設定値を保存するほか、同じく撮影部（12）の動画撮影及び動画保存を行う撮影制御プログラムでは、先に設定していた条件・時間帯での録画を行い、その撮影した巣門前での動画を保存する。

【0033】

また、同じく図5に示した解析部（13）の動画処理を行う解析プログラムでは、先の撮影制御プログラムにより保存された動画を、その解析プログラム上へ読み込み（入力し）、総フレーム数やFPS（Frames Per Second）、解像度、動画撮影時間などの動画情報を取得する。

【0034】

その場合、解析プログラム上でのARマーカによる解析領域の取得を行うに当たっては、上記読み込んだ動画に映るARマーカを検出し、これに基づいて解析領域の特定を

10

20

30

40

50

行う。図 6、7 に示すように、A R マーカー (21) は背景板 (19) 上における巣門 (11) 側以外の 3 方向 (上側と左右両側に各々 1 点ずつの合計 3 点) に貼付されているため、これらの最大内接矩形を解析領域 (Z) とし、トリミングを行う。

【0035】

冬期の早朝では光量不足で A R マーカー (21) を認識できないことがあるため、すべての A R マーカー (21) を認識できた最初のフレームで当該処理を行い、これを基準背景取得 (フレーム読み込みとトリミング) とする。

【0036】

その取得された解析領域 (Z) は背景板 (19) の大きさ (面積) よりも狭小に設定されているが、撮影時に背景板 (19) のみ写る条件にできるならば、A R マーカー (21) を貼付使用する必要はなく、背景板 (19) と同じ大きさ (面積) を解析領域 (Z) として設定しても良い。但し、何れにしても解析領域 (Z) には巣門 (11) 自体を含まず、その巣門 (11) を撮影しないように設定している。撮影した映像から背景板 (19) 以外の外乱要因を排除するためである。

【0037】

巣箱 (10) から飛び出すハチ (P) には、訪花のため完全に出巣する個体と、学習飛行などにより巣門 (11) の近辺を飛行した後、巣箱 (10) に戻る個体とがあり、またその巣箱 (10) へ戻る個体同士が巣門 (11) で交錯しないように、一時停滞して帰巢する傾向がある。

【0038】

そこで、出巣と帰巢の判断を正しく行い、その個体の誤検出や誤計測を防ぐために、解析プログラム上において解析領域 (Z) 内に次の 3 領域を定義しており、そのプログラムで解析する際、動画に 3 区分の境界線を描画して可視化することにより、その処理過程を確認しやすくなるように設定している。

【0039】

この点、理解に資する説明の便宜上、背景板 (19) 上の解析領域 (Z) 内に図 6、7 のような第 1、2 境界線 (22) (23) を表示しているが、上記したとおり実際の背景板 (19) に第 1、2 境界線 (22) (23) が描かれているわけではなく、あくまでも仮想である。その仮想の第 1、2 境界線 (22) (23) によって、解析領域 (Z) を巣門側から圃場 (畑) 側への順次帰巢域 (Z1) と停滞域 (Z3) と出巣域 (Z2) に 3 区分し、その中間に停滞域 (Z3) を確保することによって、果菜類の受粉に必要なポリネーター (P) の活動を把握できるように設定している。

【0040】

即ち、訪花に行く個体のみを出巣として計測するために、上記解析領域 (Z) 内に停滞域 (巣門前を一時的に停滞して飛行する領域) (Z3) を設け、出巣の判断を巣門 (11) から遠い外側の領域 (出巣域) (Z2) とするようになっている。他方、帰巢の判断を巣門 (11) から近い内側の領域 (帰巢域) (Z1) として、上記停滞域 (Z3) から帰巢域 (Z1) へ進入したハチ (P) とみなすようになっている。

【0041】

その場合、ハチ (P) の出入りする巣門 (11) は、解析領域 (Z) に対して約 2 ~ 3 cm の開口幅 (W) しかなく、狭小であり、停滞域 (Z3) での飛行は巣門 (11) を中心とした一定距離で行われることが多い傾向であるため、その巣門 (11) を中心とした 2 つの円弧 (境界線 / 仕切り線) (22) (23) により、上記 3 つの領域 (Z1) (Z2) (Z3) に区画形成している。

【0042】

しかも、巣門 (11) から近い内側の帰巢域 (Z1) を中間の停滞域 (Z3) と区分する円弧状の第 1 境界線 (22) は、その横軸 (X) を上記解析領域 (Z) のそれと同じ数値とし、縦軸 (Y / 6) を解析領域 (Z) の縦軸 (Y) の 1 / 6 の長さとしている。これは、巣門前で停滞飛行するハチ (P) を除去しつつ、ハチ (P) の飛行速度を 30 FPS の条件下において捕捉できる距離である。

10

20

30

40

50

【0043】

また、巣門（11）から遠い外側の出巣域（Z2）を同じく停滞域（Z3）と区分する円弧状の第2境界線（23）は、その横軸（X）をやはり解析領域（Z）のそれと同じ数値とし、縦軸（Y/2）を解析領域（Z）の縦軸（Y）の1/2の長さとしている。これは、出巣時におけるハチ（P）の飛行速度を同じく30FPSの条件下において捕捉できる距離である。

【0044】

但し、上記円弧状の第1、2境界線（22）（23）により区分された3領域（Z1）（Z2）（Z3）の大きさ（面積）は、解析領域（Z）の大きさ（面積）などに応じて変更することができる。更に、その3区分された特に停滞域（Z3）の平面輪郭形状についても、曲率半径の異なる2つの円弧境界線（22）（23）により区画された弓形又は三日月形のみに限らず、例えば直線状の第1、第2境界線（22）（23）により区画された二等辺三角形や等脚台形、その他の巣門（11）を中心とする左右対称な平面輪郭形状であっても良い。

【0045】

監視カメラ（16）によるハチ（P）の動画撮影条件も、上記30FPSの条件に限らない。後述の出巣・帰巣計測に用いるトラッキング処理では、飛翔するハチ（P）を解析領域（Z）内において最低2フレーム捕捉する必要がある、その必要を満たすFPSの設定条件であれば良く、20FPS以下でもさしつかえないが、30FPS以上であることが望ましい。

【0046】

次に、上記監視システムにおける解析部（13）の解析処理としては背景差分法を用い、上記の取得した基準背景画像（24）と、解析するフレームの解析画像（25）で差分を取ることで、図8のような基準背景画像（24）と異なる要素を抽出した差分画像（26）を得る。その差分画像（26）は基準背景画像（24）と異なる個所において、異なれば異なる程色濃く強調される。

【0047】

そこで、差分画像（26）からノイズ（微小な明るさの変化）を除去するために、閾値（例えば40）以上の濃さで強調された個所を抽出する2値化を行う。その2値化処理により得られた強調個所の輪郭（姿）を検出し、その輪郭の大きさ（面積）が小さいものは、塵などの不要な要素とみなして除外する（面積閾値による除外を行う）ことにより、2値化画像（27）を得る。

【0048】

上記背景差分法と2値化処理に基づいて、ポリネーター（P）の輪郭（姿）を検出したならば、図9のようにその前のフレームで記録した輪郭と、現在のフレームで検出した輪郭との位置が、最も近いものからポリネーター（P）の動線を推定して、その軌跡（移動経路）をトラッキングする。

【0049】

そのトラッキング処理では詳細を図示省略するが、ハチ（P）の輪郭（姿）を検出し、その輪郭の最小外接矩形の重心座標を、ハチ（P）の中心として捉えている。

【0050】

前フレームの輪郭と現フレームの輪郭とが遠い位置にある場合は、閾値（例えば閾値：300px）以内であれば同じハチ（P）の移動と推定し、その閾値以上であれば別々の新しいハチと推定するのである。

【0051】

そして、図10に示す如く、その移動経路が背景板（19）上の解析領域（Z）における停滞域（Z3）から第2境界線（23）を通過して外側の出巣域（Z2）に移動した際、その個体を出巣として計測すると共に、同じく停滞域（Z3）から第1境界線（22）を通過して内側の帰巣域（Z1）に移動した際、帰巣として計測する。

【0052】

10

20

30

40

50

つまり、前後2フレームについて各個体の軌跡ログを取り、その情報から出巢・帰巢を記録し、停滞域(Z3)から出巢域(Z2)へと図10、11の動線矢印で示す如く、その両域(Z2)(Z3)の境界線(23)を通過した場合に、出巢として計測するのである。これによれば、解析処理の負荷が大きくなり、その処理速度の低下を防げる利点がある反面、図11(a)の波線矢印や図11(b)の円弧矢印で示す如く、停滞域(Z3)と出巢域(Z2)との第2境界線(23)上をフラフラ飛行するポリネーター(P)の存在により、出巢を誤って多く計測してしまうおそれがある。

【0053】

そのため、ポリネーター(P)の軌跡を全フレームについて記録し、帰巢域(Z1)から停滞域(Z3)を経由して出巢域(Z2)まで、図11(b)の動線(直線)矢印で示す如く、その2つの第1、2境界線(22)(23)を通過した場合に、出巢であると計測することが好ましい。解析処理は重くなるが、出巢の高精度な計測を行えるからである。

10

【0054】

また、帰巢として計測する場合にも解析処理は重くなるが、ポリネーター(P)が図11(b)の動線(直線)矢印と言わば逆方向へ、出巢域(Z2)から中間部の停滞域(Z3)を経て帰巢域(Z1)まで2つの第1、2境界線(22)(23)を通過した場合に、帰巢であると計測することが好ましい。ポリネーター(P)の動きは、出巢時よりも帰巢時の方が遅いため、その高い計測精度を得られることになる。

【0055】

但し、図示実施形態の場合解析領域(Z)の停滞域(Z3)が2つの円弧境界線(22)(23)により区画された弓形又は三日月形として、その左右両端部の狭小な平面輪郭形状を採用している関係上、その狭小な左右両端部では停滞域(Z3)の内部を瞬時に通過するポリネーター(P)の位置検出が著しく困難であるため、その停滞域(Z3)の区画形状次第によっては稀に帰巢域(Z1)から出巢域(Z2)へ移動するポリネーター(P)を出巢と判定し、出巢域(Z2)から帰巢域(Z1)へ移動するポリネーター(P)を帰巢と判定して、その個体数を計測しても良い。

20

【0056】

解析部(13)での解析処理として、上記背景差分法によるポリネーター(P)の輪郭検出や出巢・帰巢の頭数検出を10フレーム分について終えたならば、図5のように、その10フレーム毎に基準背景の更新を行う。その更新に当たっては10フレーム前、20フレーム前……50フレーム前の各画像を等間隔に抜き出し、その画像群における中央値で背景画像(中央値画像)を作成し、これを基準背景画像(24)として更新していく。尚、その解析対象フレームから遡及するフレーム数は監視カメラ(16)のFPSによって変えることも可能である。

30

【0057】

例えば、撮影途中に背景板(19)上でハチの死骸やゴミ、その他の変化しない異物が発生した場合、その物体を検出し続けてしまわないように、これを背景とみなして、基準背景画像(24)の更新を行うのである。更新使用される基準背景画像(24)は、解析対象フレームから遡った複数フレームの画素中央値から作成されているので、上記白色を含む単一色の背景板(19)の陰影や汚れが、解析精度の低下を招くことはない。

40

【0058】

解析部(13)でのデータ保存としては、上記解析結果をCSVファイルや画像データなどで蓄積・保存する。ポリネーター(P)の活動頭数並びに出巢・帰巢数をフレーム単位で得られるため、これらを集約し、秒単位や分単位、時間単位、1日単位などに変換して、記録することができる。また、1フレーム間に過剰な検出(例えば閾値:12匹以上)があった場合、巣門前に異常な記録が映っている可能性ありと考えられるため、そのフレームの画像を保存する。

【0059】

更に、上記監視システムの出力部(14)では得られた解析結果をLCDなどのモニタ

50

ー（20）に表示させるべく出力する。LCDモニター以外の液晶やWeb表示として、時系列データのグラフ表示を行うことも可能である。図12は解析結果の一例として、巣門前の解析領域内における1日当たりの累計活動数（出巣・帰巣数の合計値）を表示している。解析結果のデータ表示やデータ転送などは、その結果表示制御プログラムで表示させるようになっている。そのプログラムの終了後には次の日の撮影開始時刻まで待機し、再度撮影部（12）での撮影制御プログラムに基づく動画撮影が行われるのであり、その後図5の解析フローを繰り返す。

【0060】

図12の実験データによれば、日照時間が長い晴の条件において、巣門前で活動するハチの検出数が最も多く、日照時間が短い晴以外の条件ではそのハチの検出数が少ない傾向となっている。また、ハチの活動は7時頃から始まり、18時頃まで行われている傾向にあることも確認された。

【0061】

また、イチゴ栽培のポリネーターであるミツバチとクロマルハナバチについて、訪花時間と受精不良果発生の関係を調べた結果、図13のグラフに示す1花当たりの合計訪花時間から確認されるように、ハチの訪花時間が短いと、受粉不足による受精不良果が発生する一方、その訪花時間が長い場合の受精不良果の発生は少ないが、過剰訪花になると雌ずいが傷付き、受精不良果の発生するおそれがある。

【0062】

更に、日照時間の異なる第1日と第2日との2回について、その1日当たり訪花時間の推移と1日当たり出巣時間の推移を調べた結果、図14（a）（b）のグラフから示唆されるように、その訪花時間帯と出巣時間帯とはほぼ対応合致する密接な関係にあり、1日当たりの訪花時間が長くなると、巣門前におけるハチの活動数、就中出巣数も多くなる傾向が認められた。

【0063】

そのため、巣門前の解析領域（Z）内におけるハチ（P）の活動数、少なくとも解析領域（Z）の停滞域（Z3）から出巣域（Z2）へ移動するハチ（P）の出巣数のみをモニタリングするだけで、そのハチ（P）の訪花があるか否か（訪花活動数）も確認できることになる。

【0064】

即ち、図示実施形態に係る上記構成の監視システムでは、ハチ（P）の群がりやすく、その個体同士の交錯を起こす巣箱（10）の出入り口（巣門）（11）が、誤検出や重複計測を生じやすいため、その巣門（11）は動画解析上解析領域（Z）から除外しており、監視カメラ（16）も背景板（19）の上方から俯瞰撮影することによって、巣門（11）を撮影しないように設定している。

【0065】

その場合、背景板（19）を白色の平板として、巣門（11）の前へ一定角度（ α ）の前上がり傾斜状態に設置することにより、その背景板（19）の汚れを拭き取りやすく、ハチ（P）の死骸などが残留しないように定めており、これらの汚れや死骸、その他の変化しない異物、白い背景板（19）に陰影などが発生したとしても、背景差分処理するための基準背景画像を、解析対象フレームから遡った数フレームの画素中央値から生成し、更新することによって、上記異物や陰影などに起因する解析精度の低下を予防している。

【0066】

しかも、上記解析領域（Z）を巣門（11）側以外の3方向へ貼り付けたARマーカー（21）により、これらの最大内接矩形として、背景板（19）よりも狭小な大きさ（面積）に設定した上、動画解析の処理過程を確認しやすく可視化するために、その解析プログラム上において解析領域（Z）を仮想の第1、2円弧境界線（22）（23）により、上記帰巣域（Z1）と停滞域（Z3）と出巣域（Z2）との3領域に区画形成している。

【0067】

そして、その3領域の中間部に確保した停滞域（Z3）を基準として、その停滞域（Z

10

20

30

40

50

3) から出巢域 (Z 2) へ移動するハチ (P) の個体を訪花に飛び立つそれとして検出し、その出巢数を計測する一方、同じく停滞域 (Z 3) から帰巢域 (Z 1) へ移動する個体を言わば訪花から戻るそれとして検出し、その帰巢数を計測すると共に、その停滞域 (Z 3) に停滞しているハチ (P) の個体は検出せず、その頭数の計測も行っていない。

【0068】

このように、訪花に行くハチ (P) の個体のみを確実に検出し、その高い計測精度を得られる結果、その出巢数のみか又は出巢数と帰巢数との合計数を巣門前におけるハチの活動数としてモニタリングすることにより、ポリネーターの適正活動数とのギャップの確認なども行え、イチゴ栽培などにおける受精不良果の発生防止やそのための対策に役立てることができる。図 15 (a) (b) はその対策の手法と判断フローを例示している。

10

【符号の説明】

【0069】

- (10) 巣箱
- (11) 巣門 (出入口)
- (12) 撮影部
- (13) 解析部
- (14) 出力部
- (15) コンピューター
- (16) 監視カメラ
- (19) 背景板
- (20) モニター
- (21) AR マーカー
- (22) 第 1 境界線
- (23) 第 2 境界線
- (24) 基準背景画像
- (25) 解析画像
- (26) 差分画像
- (27) 2 値化画像
- (F) 支持フレーム
- (H) カメラの設置高さ
- (P) ポリネーター (ハチ)
- (W) 巣門の開口幅
- (X) 横軸
- (Y) 縦軸
- (Z) 解析領域
- (Z 1) 帰巢域
- (Z 2) 出巢域
- (Z 3) 停滞域
- (α) 背景板の傾斜角度

20

30

【要約】

40

【課題】

巣箱の巣門前において訪花のために出巢するポリネーターの活動を監視し、果菜類における受精不良果発生の防止に役立てる。

【解決手段】

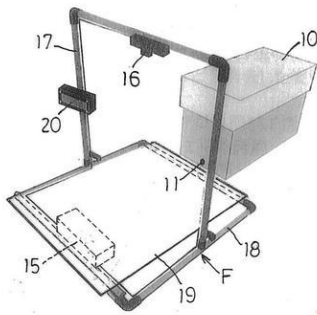
背景板 (19) の上方からポリネーター (P) を俯瞰撮影する撮影部 (12) と、その撮影したポリネーターの動画を解析処理して、その輪郭の検出と巣門前での活動数を計測する動画解析部 (13) と、その解析結果を表示する出力部 (14) とを備え、動画解析部での解析処理する解析領域 (Z) を巣門側から圃場側への順次帰巢域 (Z 1) と停滞域 (Z 3) と出巢域 (Z 3) に 3 区分して、その停滞域から出巢域へ移動するポリネーターの出巢数と、停滞域から帰巢域へ移動するポリネーターの帰巢数とを各々計測し、その計

50

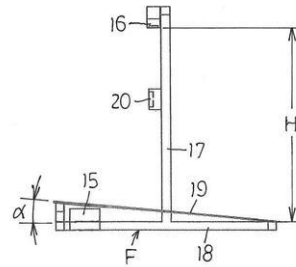
測した少なくとも出巢数をポリネーターの訪花活動数として表示するように設定した。

【選択図】 図 5

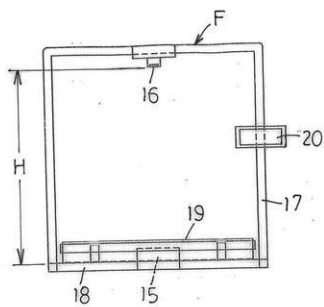
【図 1】



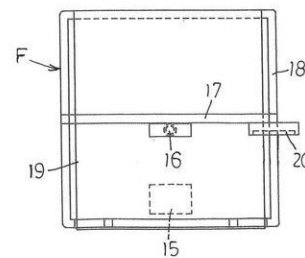
【図 3】



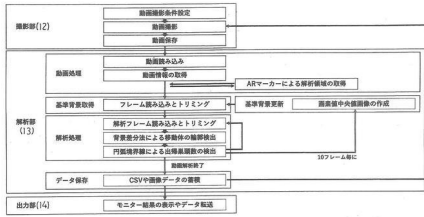
【図 2】



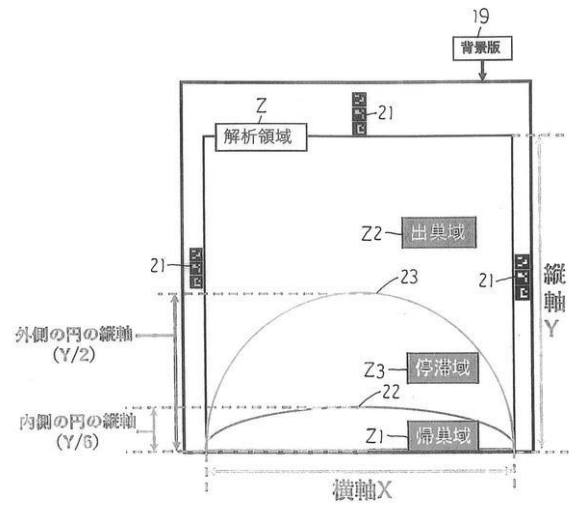
【図 4】



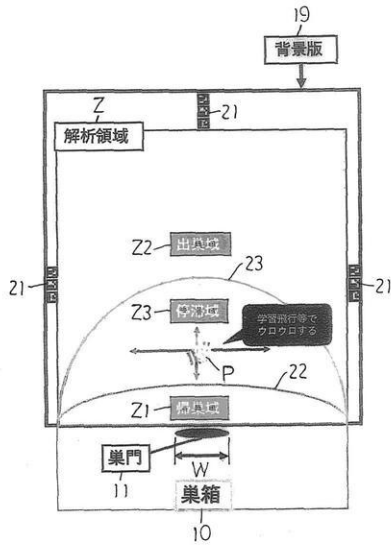
【図 5】



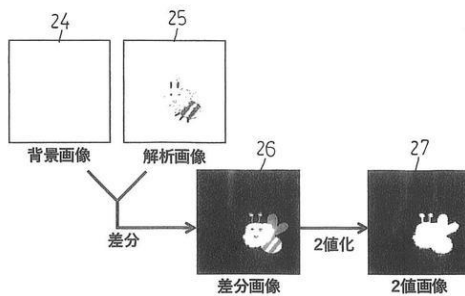
【図 7】



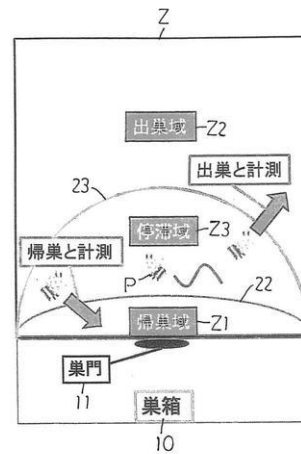
【図 6】



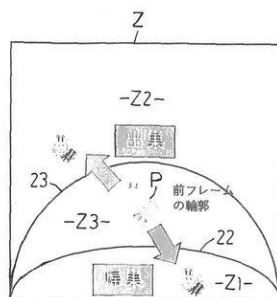
【図 8】



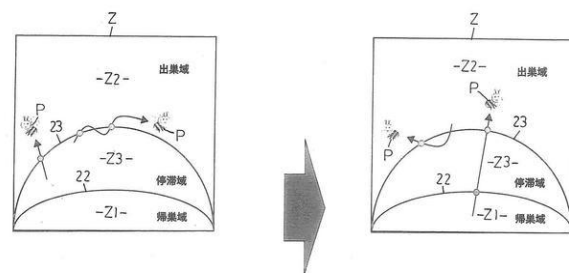
【図 10】



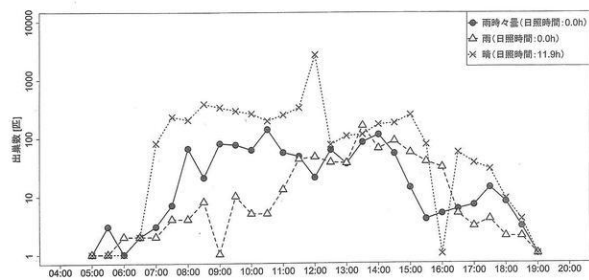
【図 9】



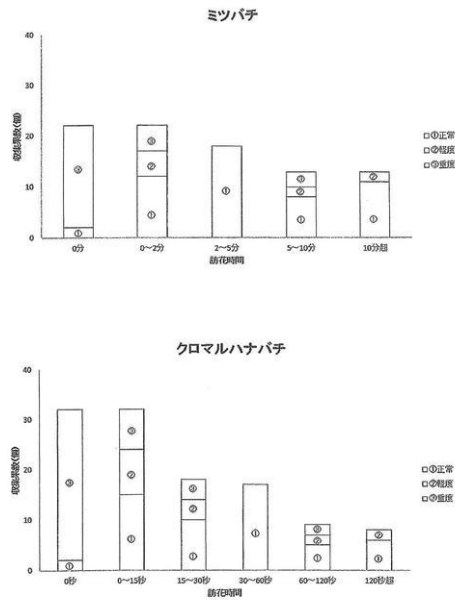
【図 1 1】



【図 1 2】

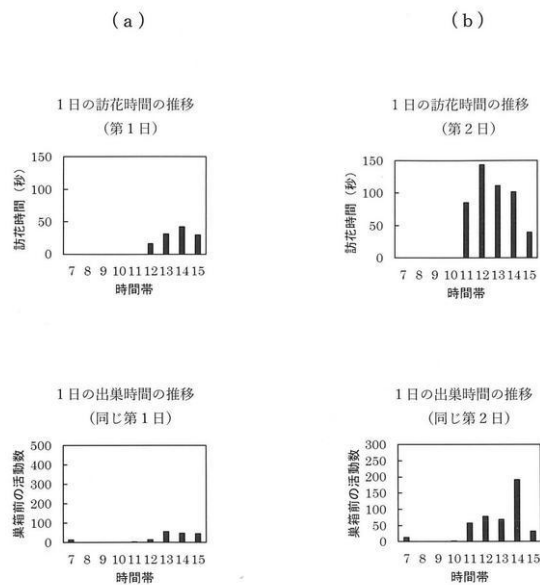


【図 1 3】

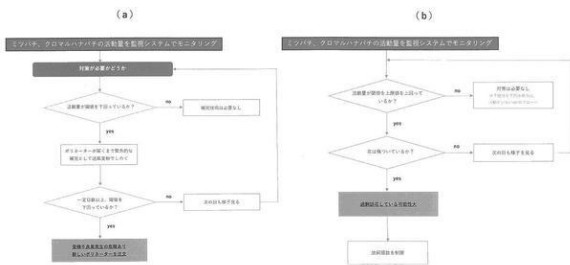


注1) 果形は3段階で評価した。
正常 (正常果: 瘦果の大半が正常に発育し、果実に変形がない)
軽度 (軽度の受精不良果: 瘦果の一部が発育せず、果実が変形している)
重度 (重度の受精不良果: 瘦果の大半が発育せず、果実が著しく変形している。販売不可に相当)
注2) 訪花時間は1花あたりの合計時間を示す。ミツバチ n=87, クロマルハナバチ n=117。

【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 敬
三重県津市高茶屋5丁目5-45 三重県工業研究所内
- (72)発明者 森 大樹
三重県津市高茶屋5丁目5-45 三重県工業研究所内
- (72)発明者 杉村 安都武
三重県松阪市嬉野川北町530 三重県農業研究所内
- (72)発明者 磯山 陽介
三重県松阪市嬉野川北町530 三重県農業研究所内
- (72)発明者 橋本 梨沙
三重県松阪市嬉野川北町530 三重県農業研究所内
- (72)発明者 村井 恒治
徳島県名西郡石井町石井字石井1660 徳島県農林水産総合技術支援センター内
- (72)発明者 植松 菜月
徳島県名西郡石井町石井字石井1660 徳島県農林水産総合技術支援センター内
- (72)発明者 佐野 太郎
奈良県桜井市池之内130-1 奈良県農業研究開発センター内
- (72)発明者 辰巳 嘉人
奈良県桜井市池之内130-1 奈良県農業研究開発センター内
- (72)発明者 高橋 完
三重県伊勢市御蘭町新開80番地大西ビル301号
株式会社アイエスイー内

審査官 赤坂 祐樹

- (56)参考文献 韓国公開特許第10-2023-0083556 (KR, A)
韓国公開特許第10-2025-0094207 (KR, A)
米国特許出願公開第2016/0353715 (US, A1)
特開2024-101979 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A01K 67/31-67/366

A01K 47/00-47/06

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)