

[表紙]

「令和2年度病害虫発生に係る
情報の収集手法・発生予測の高度化委託事業」

コンソーシアム名

「AI・気象データを活用した広域害虫発生情報管理技術コンソーシアム」

事業成果報告書

令和3年3月15日

別紙様式第2号

1. 事業の実施状況

ア 調査項目及び調査対象

イ 担当者

ウ 事業の成果

1.	はじめに	5
1.1.	本事業の背景・目的・方針	5
2.	調査項目及び調査対象	6
2.1.	対象害虫	6
2.2.	調査項目	6
2.3.	有用性を評価する病虫害予察に関する新手法	6
2.3.1.	気象データを用いた害虫発生予測技術	6
2.3.2.	遠隔害虫防除診断	7
2.3.3.	AI解析による圃場被害数の調査	8
3.	担当者	9
3.1.	コンソーシアム内の役割	9
4.	事業の成果	10
4.1.	先端技術を活用した調査手法の事業成果報告	10
4.1.1.	気象データを用いた害虫発生予測技術	10
4.1.2.	遠隔防除診断技術	13
4.1.4.	AI解析による被害数の調査	18
4.3.	発生予察新手法と現行手法の比較	22
4.5.	害虫発生情報管理高度化のための一貫体系手法の検討結果	24
4.6.	新たな病虫害予察情報の発信方法の検討結果	25
4.8.	予想される本事業の波及効果	27

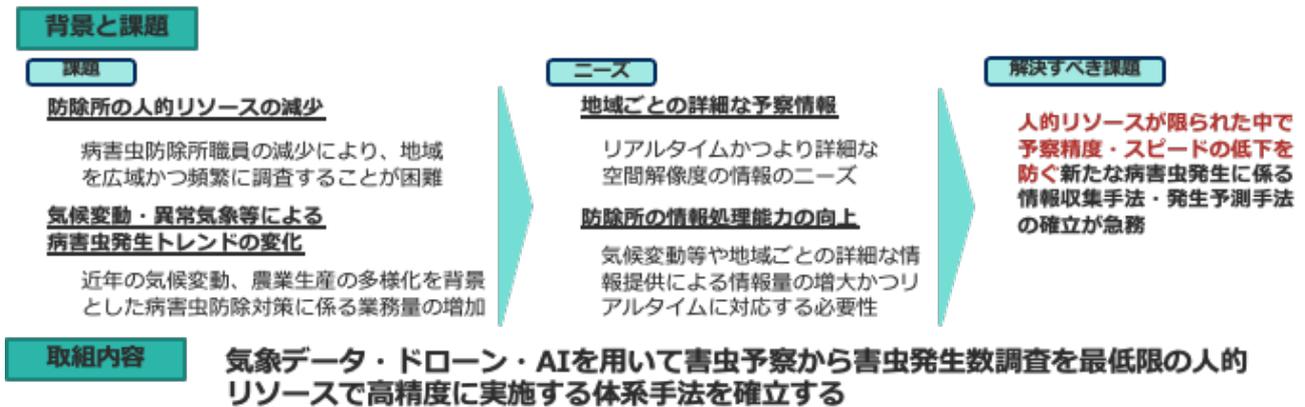
1. はじめに

1.1. 本事業の背景・目的・方針

都道府県における病害虫発生予察事業の実施において、全国的な病害虫防除所（以下「防除所」という）の人的リソースの制限により、地域における病害虫の発生状況を広域に把握するには、より一層の効率化が必要とされている。さらに、生産現場からは近年の気候変動を背景とした病害虫の発生トレンドの変化により、現状より詳細な情報提供や高い精度の情報のニーズが高まっている。

一方で、現状の病害虫発生予察業務は昭和61年（61農蚕第2153号）に規定されて以来その手法が実施されており、上述の課題を鑑みると、生産現場のニーズへの対応が限界に近づいてきていると考えられる。

このため、本事業では人的リソースが限られた中で予察精度・スピードの低下を防ぐ新たな害虫発生に係る情報収集手法・発生予測の体系手法を確立することを目的とし、各事業者が要素技術として持っている気象データ・ドローン・人工知能（以下、「AI」という）を用いた技術を防除所の発生予察業務に適用した場合の有効性、実用性を実証した。なお、今回の実証においては害虫の発生のみを対象とした。



2. 調査項目及び調査対象

2.1. 対象害虫

本事業では対象害虫として、「野菜類」に発生する「ハスモンヨトウ」、「ヨトウガ」及び「ダイズ」に発生する「ウコンノメイガ」を選定した。ハスモンヨトウは広食性であり、野菜類を始め様々な作物に被害をもたらす。ヨトウガも食害の被害が大きい害虫である。ウコンノメイガは沖縄県を除く全国に広く分布し、作物に被害を発生させる。

2.2. 調査項目

本事業の調査項目として、下記の通り実施した。

- ・ 「ハスモンヨトウ」と「ヨトウガ」
 - ▶ フェロモントラップ（粘着板・乾式・ファネル型含む）への誘殺数調査と「ハスモンヨトウ」により引き起こされるダイズ圃場の初期被害（白変葉）の見取り調査
 - ▶ 誘殺消長データを利用した発生時期の調査
- ・ 「ウコンノメイガ」
 - ▶ 「ウコンノメイガ」により引き起こされるダイズ圃場の葉巻被害の見取り調査

上記の調査項目に対して、従前の手法と今回実証する新たな手法について、比較検証しその有効性、実用性を評価した。

2.3. 有用性を評価する病虫害予察に関する新手法

前項に定めた調査項目に対し従前の手法と比較検証する新技術として、以下の3点を今回実証した。

- 気象データを用いた害虫発生予測
- 遠隔害虫防除診断
- AI解析による圃場被害数の調査

2.3.1. 気象データを用いた害虫発生予測技術

気象データは害虫発生を予測する上で重要な情報である。これまでも発生予察事業において害虫ごとの有効積算温度を用いた発生時期等の予測が実施されてきた。しかしながら、これまでの気象データを用いた害虫発生予測は JPP-NET に実装されているシステムのように、アメダスデータを用いたものが多く、近年の気象現象の空間的スケールを鑑みると、アメダスの観測では害虫予測に十分な観測密度を満たすことができない場合が発生してきている。また、これまでの方法では、気象データの予測値として予報値を用いておらず平年値を用いているため、気候変動により毎年の気象状況が大きく異なる状況に対応できていない可能性がある。それに対し、今回実証する新手法は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下、「農研機構」という）が開発・運用している 1km メッシュ農業気象データを用いており、有効積算温度を用いた害虫の発生予測にメッシュ農業気象データを利用することで面的な情報をより高い空間解像度で提供できる。

本実証ではハスモンヨトウを対象に、フェロモントラップの誘殺データから発生時期を予測する手法を開発すること、及び開発した予測手法を利用した新たな発生予察方法（技術）の提案を実施した。

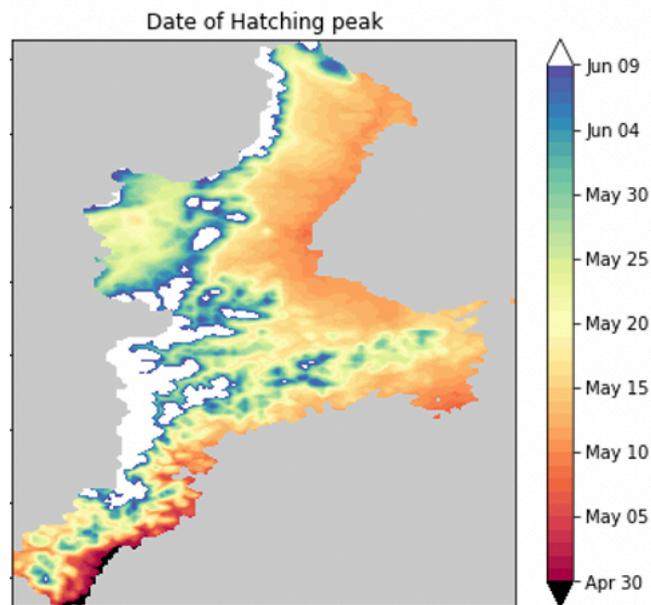


図1：気象データを用いた害虫発生ピーク予測の例（西野（2019）から、一部修正）

2.3.2. 遠隔害虫防除診断

現状の病害虫発生予察事業の巡回調査では定期的に圃場へ赴き、成虫や食害痕の観察、フェロモントラップの捕獲状況、害虫の特徴等を直接目視で確認、記録する必要があり、調査に時間を要し、防除適期を逃す場合も発生している。

そこで本事業では、人工知能（以下、AI という）と遠隔から操作可能なカメラを用いて、トラップされた害虫数を自動的にカウントするシステムを実証した。具体的には、まず現在設置されているフェロモントラップをカメラで撮影し、AI を用いて自動的に害虫をカウント・判別を実施した。

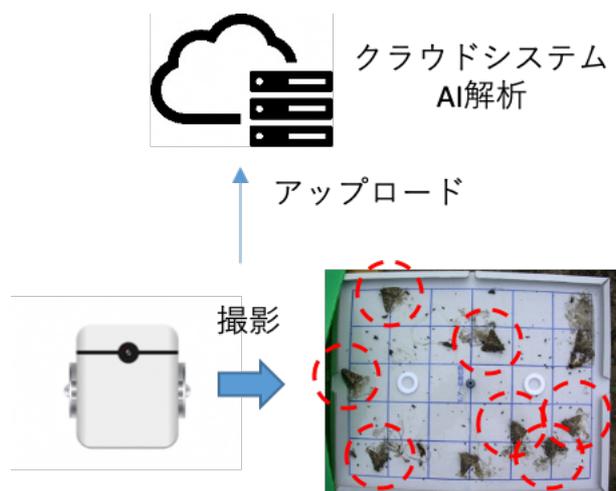


図2：対象害虫の自動カウントのイメージ

2.3.3. AI 解析による圃場被害数の調査

近年、ドローン技術の発展及び普及により、比較的容易に上空から画像を取得することが可能となっている。また、それと同時に AI についても目覚ましく技術が進歩している。これらの技術を組み合わせ、圃場を地表面から高度 5m 程度で撮影した画像を AI で解析することで、圃場内の害虫発生状況をより詳細に調査することが可能になってきている。

本事業では、ドローンで圃場を撮影した画像をオンライン上にアップロードすることで、自動的に圃場内の被害を検知するシステムを構築し、ダイズ圃場におけるハスモンヨトウの白変葉被害の検知とウコンノメイガの葉巻被害の検知精度について実証し、その発生予察方法について検討した。

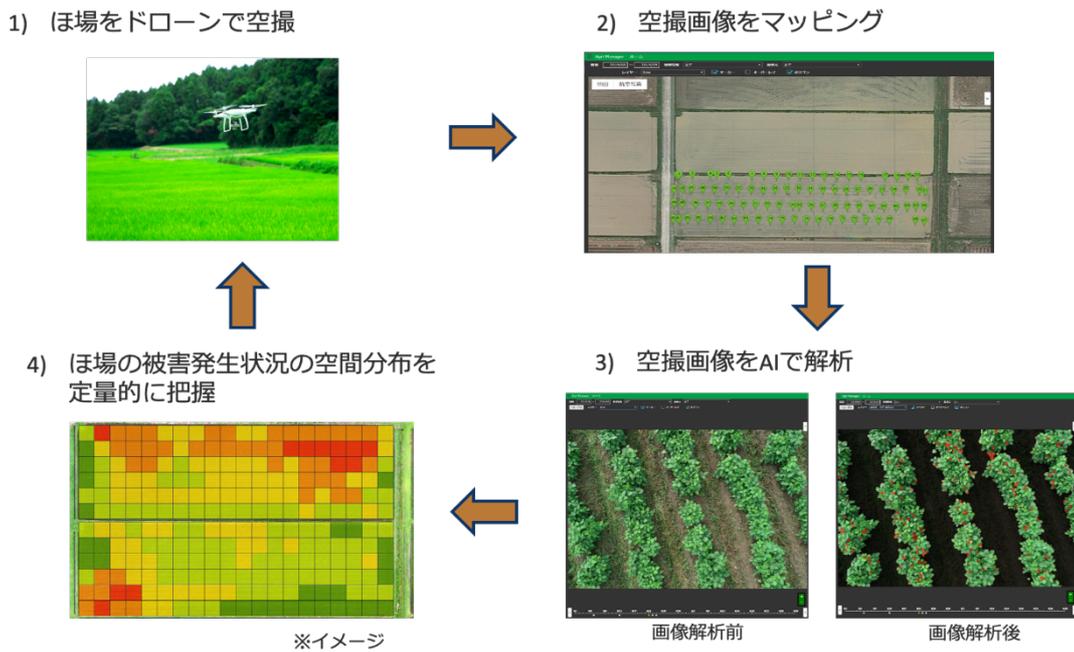


図 3：ドローン空撮から AI 解析のイメージ

3. 担当者

3.1. コンソーシアム内の役割

前項で設定した調査項目に対して、コンソーシアム内で以下の通り作業分担して事業実施した。

①気象データを用いた害虫発生予察実証

調査実施団体：三重県農業研究所、(株) OPTiM

調査内容：農研機構が開発・運用している 1km メッシュ農業気象データと有効積算温度を用いた害虫の発生予測手法を用いて、調査地点の害虫発生消長を予察し、従来の調査手法との比較、手法の実行性・作業性等を評価。

②遠隔害虫防除診断

調査実施団体：兵庫県立農林水産技術総合センター、石川県農林総合研究センター、(株) OPTiM

調査内容：定点観測地点に設置したフェロモントラップ等で捕殺された害虫の画像データを取得し、AI でカウントした害虫数と目視でカウントした害虫数の比較等を実施し、調査の正確性、作業性について評価。

③AI 解析による圃場被害数の調査

調査実施団体：兵庫県立農林水産技術総合センター、石川県農林総合研究センター、(株) OPTiM

調査内容：圃場 1 筆内で数 m 四方の調査区画を設け、AI で検知した被害と目視で確認した被害の数・程度を比較し、調査の正確性、作業性について評価。

4. 事業の成果

4.1. 先端技術を活用した調査手法の事業成果報告

4.1.1. 気象データを用いた害虫発生予測技術

本事業ではハスモンヨトウを対象に「フェロモントラップの誘殺データから発生時期を予測する技術を開発すること」、「開発した予測手法を利用した新たな発生予察方法の検討」を目的とした。実証にあたっては、三重県内4地点（菰野町、四日市市、鈴鹿市、松阪市）を対象に、過去40年間のハスモンヨトウの発生消長（発生ピーク）と気象データを用いて、害虫発生ピークの実測日と予測日との差分の度数分布から、予測のずれが半月以内に収まる確率と、さらに前後の半月（合計3半月）以内に収まる確率を算出することで、新手法の評価を実施した。

有効積算温度シミュレーションのパラメータとしては以下の通り定め、起算日は各年7月1日前後に認められた誘殺ピーク日とし、起算日の次世代・次々世代までの予測を実施した。

➤ シミュレーションのパラメータ

- ① 発育齢点：10.3℃
- ② 有効積算温度：526.3℃
- ③ 発育上限温度：36℃, 36.5℃, 37℃, 38℃, 40℃
- ④ 発育停止温度：設定なし

・次世代の発生ピークの予測結果

図4は次世代の発生ピーク結果を発育上限温度ごとに示したものである。この図より、発生ピーク予測精度は発育上限温度を設定すると精度がより向上することがわかる。更に予測の確率においては半月単位で予測する場合、その予測が当たる確率は0.4程度、前後1半月を含めると、予測が当たる確率は0.7~0.8となった（表1）。

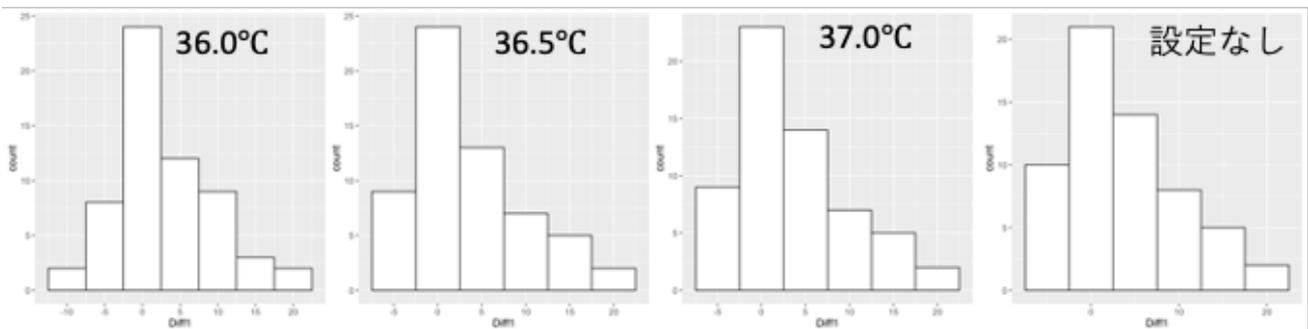


図4：発育上限温度ごとの次世代発生ピーク予測精度

(x軸は実測のピーク日との差、y軸はカウント数)

※図内の数字は発育上限温度

階級	確率			
	36.0℃	36.5℃	37.0℃	設定なし
$-2.5 \leq x \leq 2.5$	0.40	0.40	0.38	0.38
$-7.5 \leq x \leq 7.5$	0.73	0.77	0.77	0.75

表1：発育上限温度ごとの次世代発生ピーク予測精度（階級は実測のピーク日との差）

・次々世代の発生ピークの予測結果

次々世代の発生ピークの予測については、図5と表2に示す通り、半旬単位で予測する場合、予測が当たる確率は0.25程度、前後1半旬を含めると、予測が当たる確率は0.6以上となった。

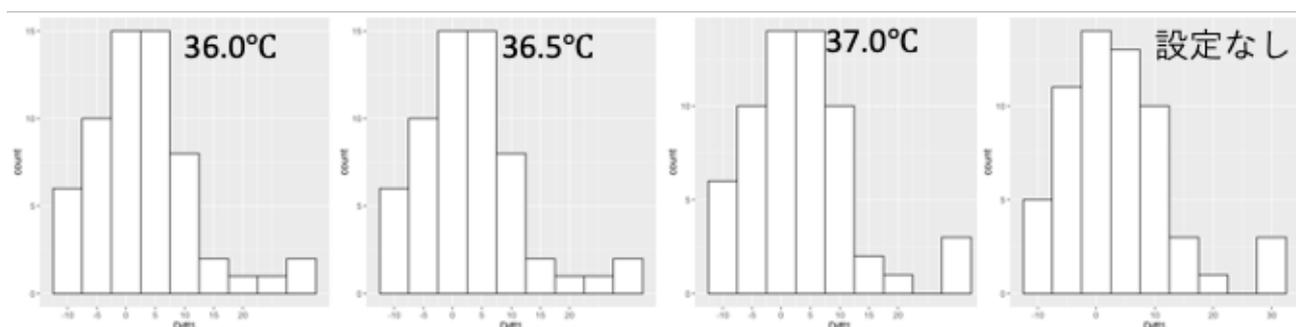


図5：発育上限温度ごとの次々世代発生ピーク予測精度
(x軸は実測のピーク日との差、y軸はカウント数)

※図内の数字は発育上限温度

階級	確 率			
	36.0°C	36.5°C	37.0°C	設定なし
$-2.5 \leq x \leq 2.5$	0.25	0.25	0.23	0.23
$-7.5 \leq x \leq 7.5$	0.67	0.67	0.63	0.65

表2：発育上限温度ごとの次々世代発生ピーク予測精度（階級は実測のピーク日との差）

・気象データを用いた害虫発生ピーク予測の有効性について

過去40年の気象データと害虫発生消長のデータを用いて検証した結果、予測するピーク日が任意の3半旬中に入る確率が0.6~0.7程度であった。予測の特徴については以下の3点にまとめられる。

- ① ピンポイントで発生時期（半旬）を予測するには精度が低い
- ② 予測日を含む半旬および前後の半旬の合計3半旬のいずれかにピーク日が来ることは予測できそう
- ③ 予測範囲が3半旬と広いが、平年の発生時期と比較して「早い」「遅い」の予測には有効と思われる

・気象データを用いた害虫発生予測技術の応用について

今回実証した技術の有効な点の一つとして、面的に予測結果を表示できることが挙げられる。図6は7月1日を起算日として有効積算温度シミュレーションを実行し、害虫発生の第1ピークと第2ピークを三重県・石川県・兵庫県において予測した結果である。第1ピークについては同一県内であれば、発生ピークにあまり差が見られないが、第2ピークの予測について同一県内でも差が見られた（特に水田や畑地が多いエリアにおいて）。この結果から、気象データを用いて害虫発生予測を実施する場合は以下の通り、エリアごとの発生ピーク日を予測することができ、それに基づいた発生予察情報の発信が可能になると考えられる。

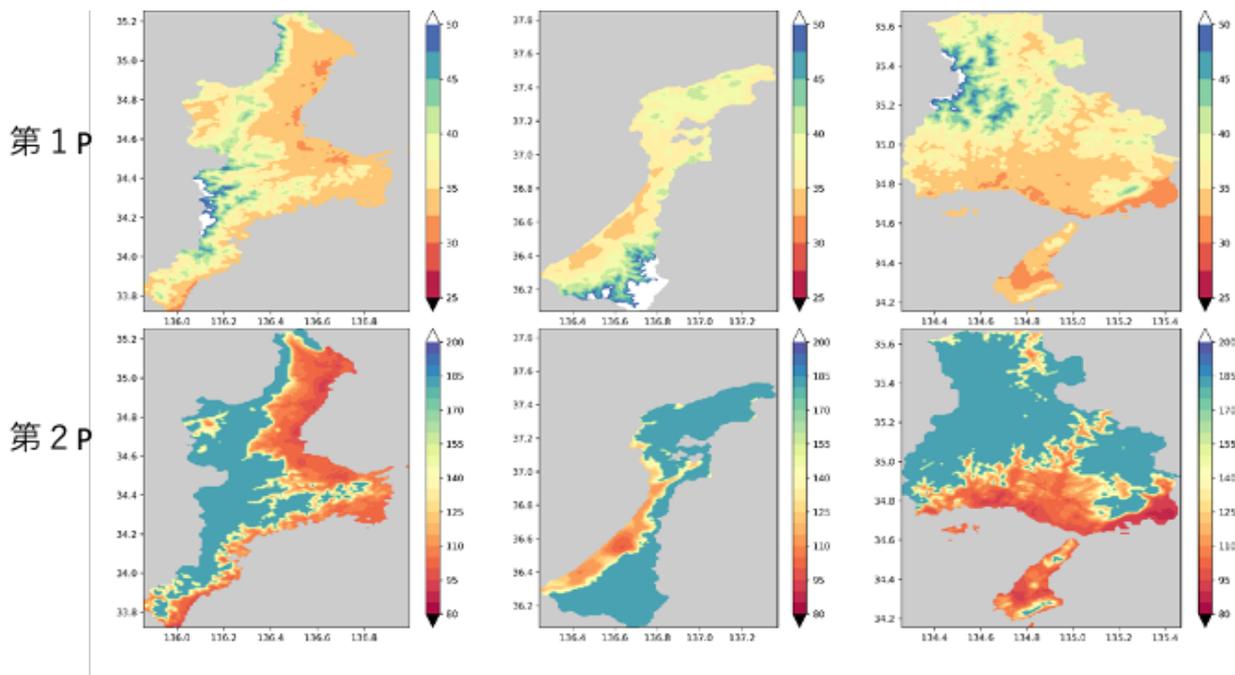


図6：害虫発生ピークの前測（広域前測）

※第1ピーク前測日および第2ピーク前測日までの日数を5日ごとに色分け表示

・既存の調査方法との比較

従来の害虫の発生前測はフェロモントラップにて誘殺ピークを確認してから、その後の防除時期を推定し、情報発信の準備期間が少ない。さらに発生時期よりも発生量に重きをおいた情報発信である。一方で今回実証した気象データを用いた害虫発生ピーク前測は既存の方法を代替できるものではないが、既存の方法に前測情報を上乗せすることができ、1～2ヶ月程度前に、次世代あるいは次々世代の成虫発生時期を前測でき、情報発信に余裕をもたせることができる。ただし、本手法で前測できるのは発生時期であり、発生量は誘殺ピーク（誘殺数）を確認する必要がある。

4.1.2. 遠隔防除診断技術

今回実証した遠隔防除診断技術は大きく2つに分けられる。一つはフェロモントラップ（粘着板）誘殺状況をデジタルカメラにて撮影し、静止画をAIにて自動カウントし発生数を調査する方法、もう一つは誘殺剤のみを用いて誘引剤に引き寄せられた害虫を動画撮影し、その動画を解析することで発生数を調査する方法（新モニタリング手法）である。以下よりそれぞれの結果について示す。

・フェロモントラップの誘殺数自動カウント

本実証では令和2年5月7日～令和2年11月4日まで7日間隔で石川県かほく市内日角地区、石川県かほく市湖北地区の2地点にてフェロモントラップの誘殺状況をデジタルカメラ（PENTAX WG-3, 1600万画素）で撮影し、計45枚の画像を取得した。それぞれの画像に対して、調査員にて誘殺数を人手でカウントし、AIのカウント数との比較データとした。図7はフェロモントラップの誘殺頭数の実測数の時系列変化を示したものである。

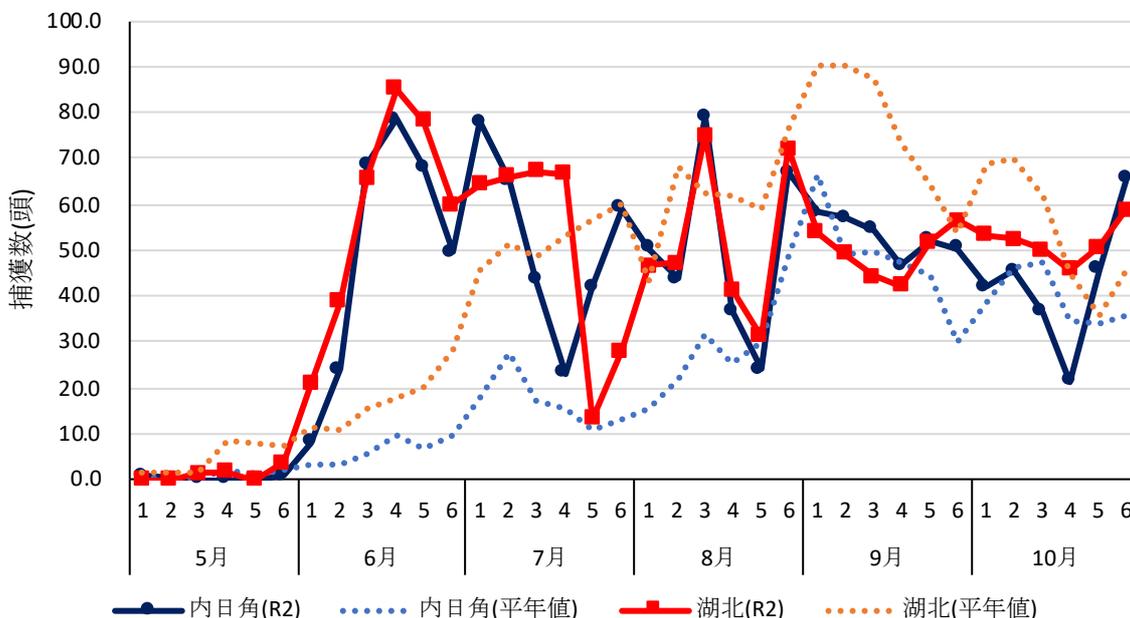


図7：ハスモンヨトウ捕獲頭数の時系列データ

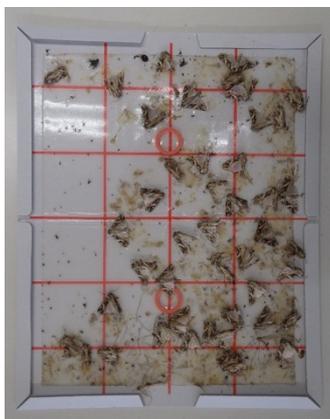


図8：粘着板撮影画像

・フェロモントラップの誘殺数を自動カウントする AI の作成について

フェロモントラップの誘殺数を自動カウントするために、害虫を検知する AI の作成を実施した。AI の作成にあたっては、石川県にて撮影されたフェロモントラップの画像に対し、対象害虫に対して丸印を防除所調査員にて付与し、そこに対しアノテーション（害虫に対して、AI 作成用の印を付ける作業）を株式会社オプティムにて実施し、AI 作成の基礎データとした。作成したアノテーションデータのうち、4分の1を AI の精度評価用のテストデータ（未知の画像）とし、4分の3を AI 作成の学習用データとした。

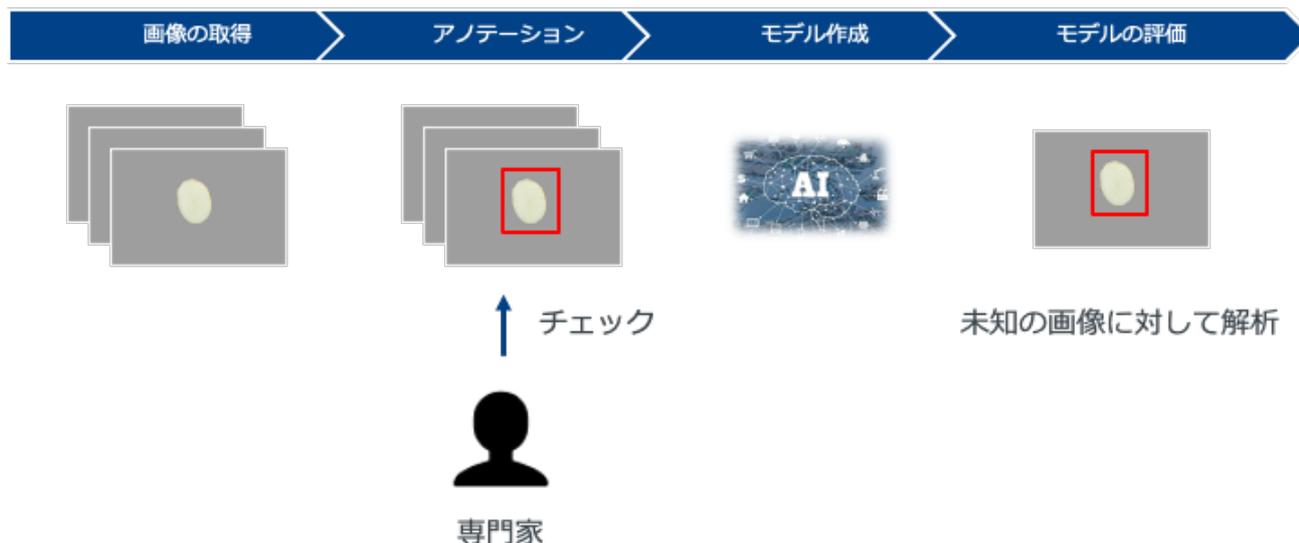


図9：フェロモントラップ誘殺数自動カウント AI 作成の手順

・フェロモントラップ誘殺数自動カウント AI の精度について

図10は作成した AI をテストデータに対して害虫を検知している様子であり、表3は調査員がカウントをした数と AI がカウントした数及び、各種統計値をまとめたものである。

表3を見ると、AI の誤検知はなく、一方で見逃しについては一定の割合で発生した。

date	area	man_count	AI_count	見逃し	誤検知	Recall	Precision	F-measure
2020/6/10	kohoku	45	41	4	0	0.91	1.00	0.95
2020/6/17	kohoku	92	68	24	0	0.74	1.00	0.85
2020/6/24	uchihisumi	111	51	60	0	0.46	1.00	0.63
2020/7/8	kohoku	85	51	34	0	0.60	1.00	0.75
2020/7/22	uchihisumi	93	52	41	0	0.56	1.00	0.72
2020/8/26	uchihisumi	42	41	1	0	0.98	1.00	0.99
2020/9/2	uchihisumi	77	55	22	0	0.71	1.00	0.83
2020/10/14	kohoku	73	50	23	0	0.68	1.00	0.81
2020/10/21	uchihisumi	30	30	0	0	1.00	1.00	1.00
2020/10/28	uchihisumi	64	53	11	0	0.83	1.00	0.91
2020/11/4	uchihisumi	60	48	12	0	0.80	1.00	0.89
	テストデータ計	772	540	232	0	0.70	1.00	0.82

表3：AI による外注検知結果



図 10 : AI で害虫を検知している様子

図 1 1 はフェロモントラップの誘殺数を調査員の実測数と AI の検知数を時系列で示したものである。前述した、AI の見逃しのため、カウント数が実測数より下振れする傾向があるが発生が増減のトレンドは捉えられていると考えられる。

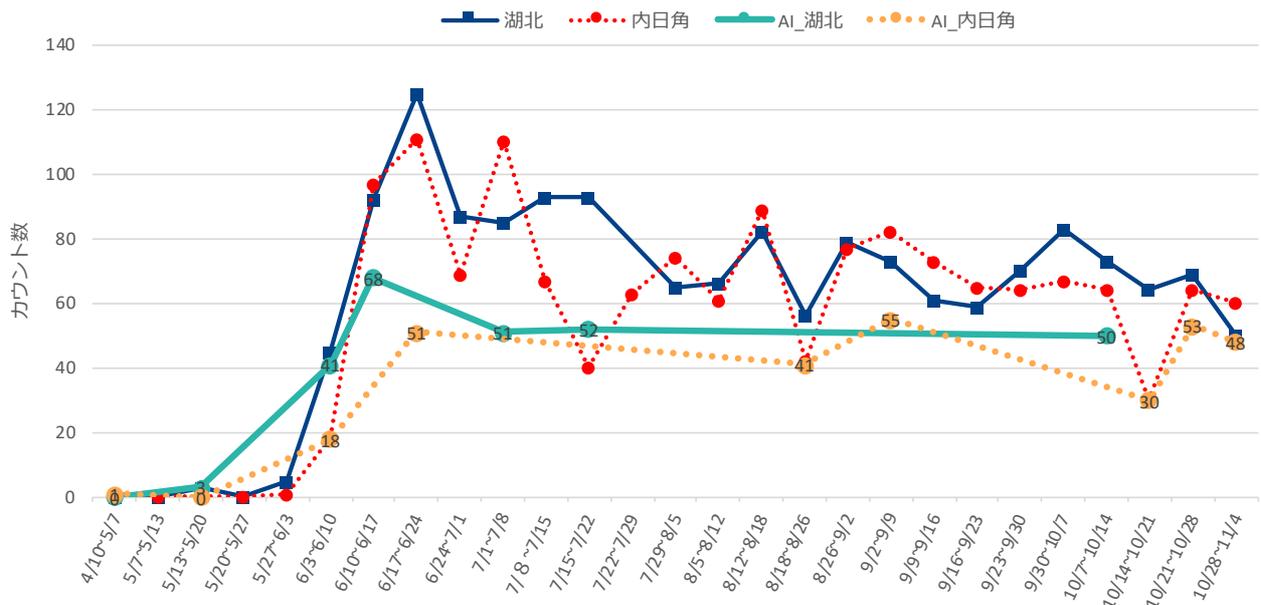


図 1 1 : フェロモントラップの誘殺数の実測値と AI の検知数の時系列変化

見逃しの原因を特定するために、実測数と AI 検知数に対する誤検知数の比較を実施した。図 1 2 に示すように実測数及び検知数が増加するに従って、AI の見逃しの数が増加している。これは、フェロモントラップの誘殺数が増加するに伴って、画像中の個体の重なりが増えることが原因の一つではないかと考えられる。個体の重なり起因する AI の見逃しについては今後、AI の精度を向上させるためには検討が必要である。

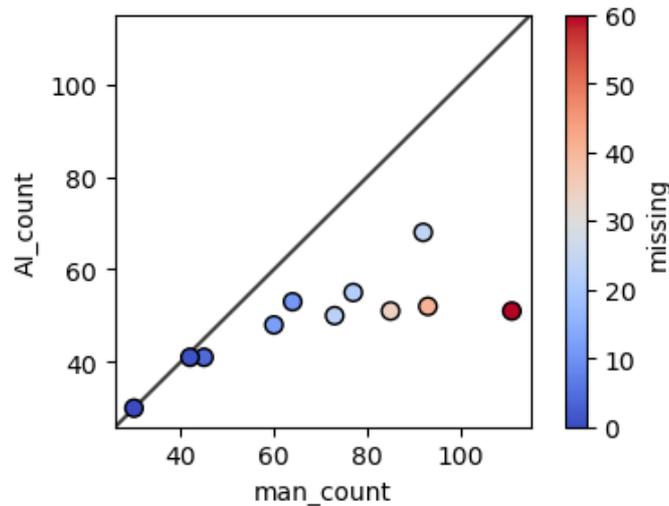


図 1 2 : フェロモントラップの誘殺数の実測値と AI の検知数の比較
カラーバーは見逃し数

・新モニタリング手法について

前項で示した手法は粘着板を用いたフェロモントラップでしか活用できない。しかしながら、現在、各都道府県でハスモンヨトウの発生数の調査に用いられているフェロモントラップは本コンソーシアムに参画している兵庫県(ファネルトラップ)、三重県(住化式乾式トラップ)、石川県(住化式粘着トラップ)の各県間でも異なる。本実証の目指す姿は統一された調査方法のものに AI 診断や情報発信を行い、生産現場に有益な情報を届ける新たな仕組みを構築することであり、虫種やトラップごとにモニタリング手法や AI 検知手法を開発することは現実的ではない。そのため、本実証ではこれらの課題を解決する手法として、トラップを排除した害虫モニタリング手法を検討した。

既存のトラップの考え方として、害虫を捕獲するのは最終的に計数する必要があるためであって、本手法は AI で検知し、自動計数を行うのであれば、捕獲する必要がないのではないかと考えのもと検討を実施した。

図 1 3 は今回検討した新モニタリング手法についての概略を示したものである。図のとおり、誘引剤に近づいた害虫をビデオまたはインターバルカメラにて撮影し、動画または画像中の害虫を AI にて自動検知し、一定時間あたりの害虫の誘引数を自動でカウントする手法である。

今回の実証では、まず本手法の撮影の方法について検討を実施した。

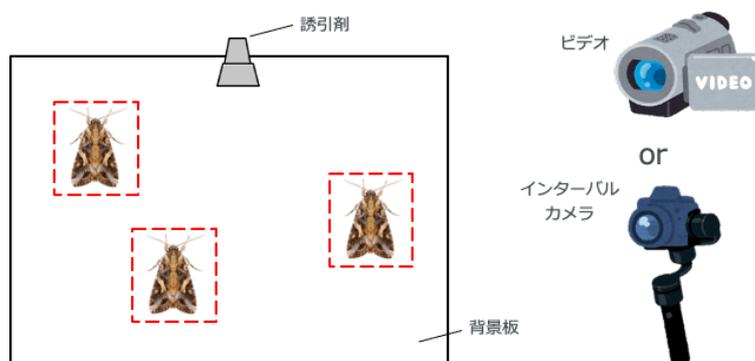


図 1 3 : 新モニタリング手法の概念図

・撮影方法の検討

ハスモンヨトウは夜間に発生が確認される害虫であるため、撮影にあたっては夜間撮影が可能な赤外線カメラを用いた。また、撮影の背景板についても白や黒等の色の検討を実施した。結果として、撮影方法についてはさらなる検討が必要であるが、害虫が誘引される様子についての自動撮影には成功した(図14)。

・新モニタリング手法の今後の課題とメリット

今後の課題としては撮影方法の確立や静止画と異なった画像解析手法の検討、静止画よりも容量が大きい動画の解析、送信方法がある。一方でメリットとしてはトラップで誘殺する必要がなくなり、採集虫の計数と処理が不要になる、また、記録データとして誘引時の時刻、気温などの付加情報が得られてより詳細な発生情報の発信が可能になることが挙げられる。

実施日：2020年7月30日~31日 夜間



赤外線カメラ
赤外線カメラでハスモンヨトウの撮影は可能か？

フェロモンルアー
トラップや粘着板のないルアーへの飛来の様子は？

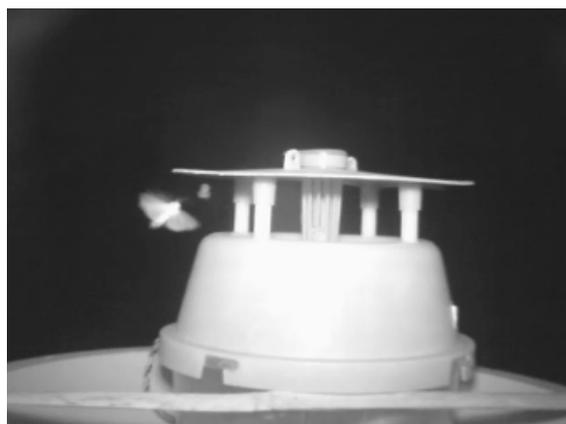


図14：赤外線カメラにて撮影している様子

4.1.4. AI 解析による被害数の調査

本事業では、2.3.3 項に記載の通り、ハスモンヨトウの白変葉被害とウコンノメイガの葉巻被害について、それぞれ AI を作成し、現場での見取り調査との比較を実施した。以下より、それぞれの結果について記す。

・ウコンノメイガによる葉巻被害検知について

ウコンノメイガによる葉巻被害については、石川県金沢市才田町（石川県農林総合センター内圃場）にて、それぞれ AI 解析結果と見取り調査を実施し、結果を比較した。

調査では圃場にてドローン空撮を実施し、同時に圃場での被害数を確認した。空撮画像に対しては石川県の調査員にて目視で画像中に確認された葉巻被害箇所にもマーキングし、その後、株式会社オプティムにて AI 用の学習データを作成し、葉巻を検知する AI の開発を実施した。また、AI に汎用性を持たせるため、オプティムにて撮影された他県画像(100 枚)も同様にマーキングし、教師画像として供試した。合計で 138 枚の撮影画像を AI 学習、12 枚をテストに用いた。

- | | | |
|------|---|---|
| 調査条件 | [| ・場内 7-6 圃場：6 か所(各 1 畝×2m)調査 |
| | | ・小松市長田圃場(8 月 24 日のみ)：2 圃場で 8 か所(各 1 畝×2m)調査 |
| | | ・使用ドローン：Inspire2 (DJI)、Phantom4Pro (DJI) |
| | | ・飛行条件：高度 5m、ISO200(感度)、シャッター速度 1/1000、ホバリング撮影 |

圃場内での見取り調査の結果、図 1 5 のとおり、7 月第 5 半旬から葉巻の被害の増加がみられ、8 月第 3-4 半旬にピークが見られた。

AI の検知結果（図 1 6）は AI が葉巻と認識したもののうち、実際に葉巻被害だったものが 84%（Precision = 0.84）である一方、実際の葉巻被害のうち AI が実際に検知した割合は 18%（Recall=0.18）であった。つまり、AI の検知について、誤検知には強い（少ない）が、被害の見逃しの割合が多い傾向が見られた。また、AI 葉巻検知数と見取り葉巻数には弱い正の相関($R^2=0.27$)が見られ(図 1 7)、AI 検知数から被害の大小を判断できる可能性が示唆された。

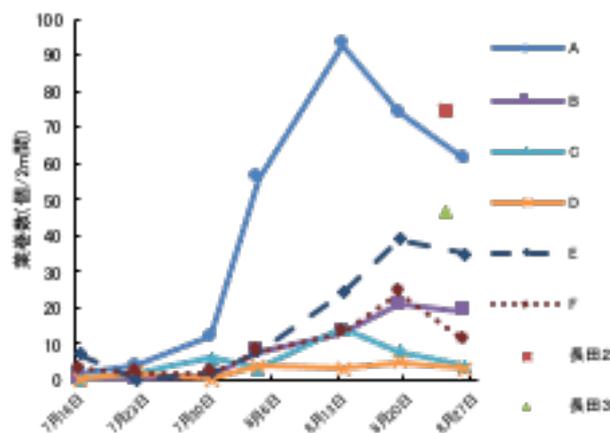


図 1 5：見取り調査による葉巻数の推移

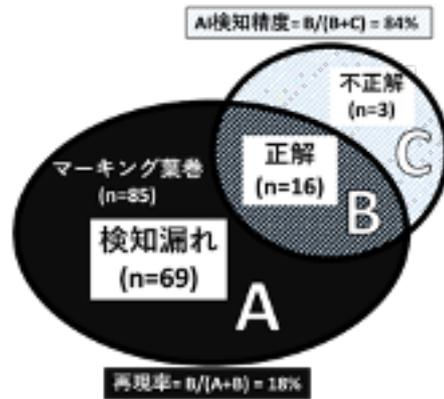


図 1 6 : 検知精度と再現率

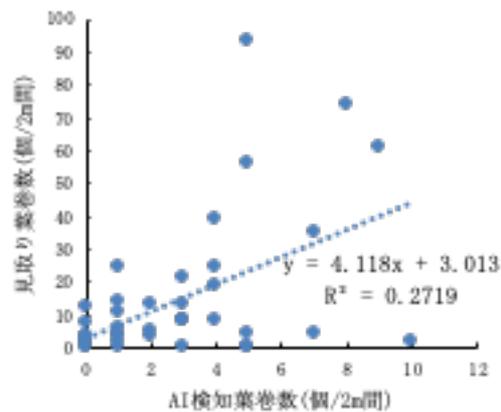


図 1 7 : AI 検知数と見取り葉巻数

・ AI 解析による白変葉被害検知について

白変葉被害の検知については、兵庫県丹波篠山市小多田地区と兵庫県加西市（兵庫県立農林水産技術総合センター内圃場）にて、それぞれ AI 解析結果と見取り調査を実施し、その結果を比較した。比較の手順は以下の通りである。

- (1) ダイズ圃場においてドローンを用いて、空撮システムにデータをアップロード後、自動で AI の解析を実施
- (2) 同圃場でハスモンヨトウの白変葉被害の見取り調査を実施
- (3) AI 解析結果を見取り調査の比較を実施



図18：ダイズ圃場の空撮画像

その結果、図19のように、ある一定サイズの宴会の白変を捉えられる可能性が示された一方で、その他の被害については見逃しの傾向が見られた。また、図20で示す様に、見取り調査との比較においても見取り調査で検出していない時期にAIでは検出されており、本AIについては、改善が必要であることが明らかであった。今回の実証において、白変葉被害検知AIはプロトタイプ的に作成したものであり、今後さらなる学習データの収集、モデルパラメータの検討等を実施する必要がある。

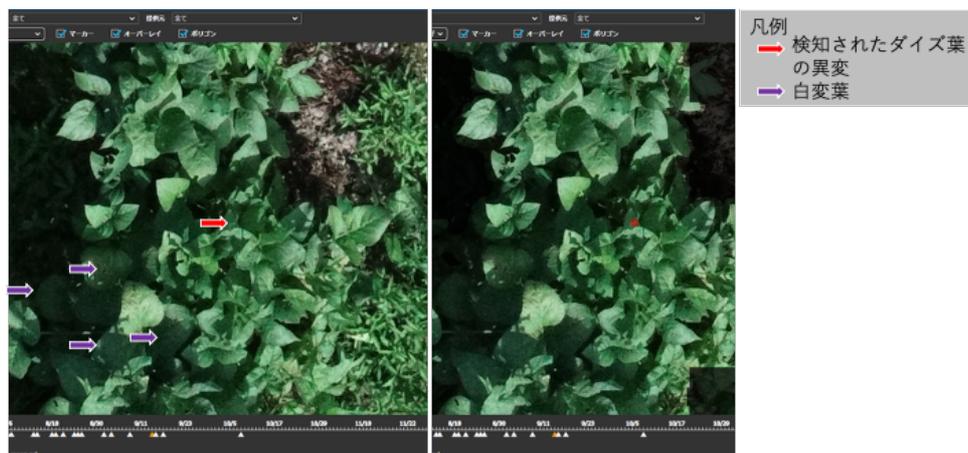


図19：ダイズ被害のAI検知結果

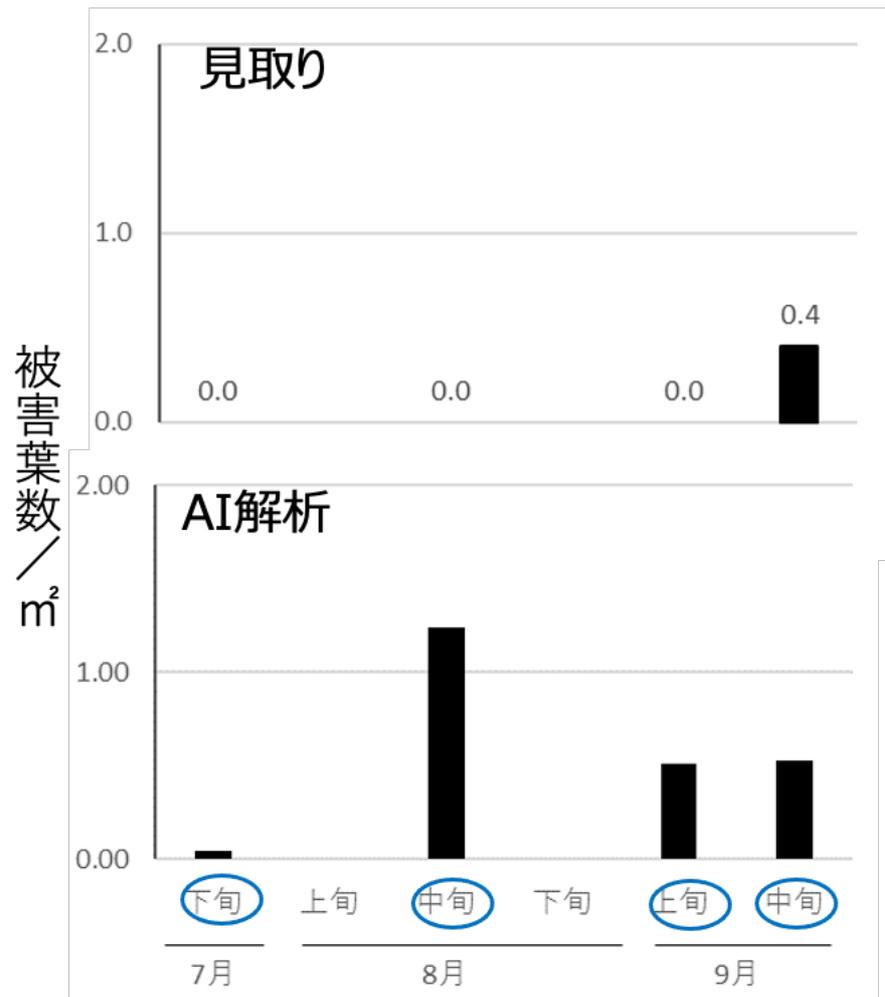


図 2 0 : 見取り調査と AI 解析の比較

4.3. 発生予察新手法と現行手法の比較

現行の病虫害発生予察事業は大きく以下の2点に分けられる。

- 定点における調査・・・(1)
- 巡回による調査・・・(2)

(1)のうち害虫に関する調査は、予察灯、水盤、フェロモントラップ等を定点に設置し、害虫を観察する手法である。いずれの手法についても基本的に調査員が定期的に目視で害虫を確認し、定められた調査項目について記録する。

(2)は害虫の発生が類似した地帯ごとに任意に抽出した圃場、あるいは地帯区分せずに系統抽出等によって抽出した圃場について、管内を巡回し、定量的かつ定性的観察を実施するものとされている。61農蚕第2153号にも言及があるように、巡回調査においては短時間に偏りのない観察資料を収集することが必要であるとされている。特に病虫害については、病虫害発生程度別面積の把握が重要であると考えられ、現状は系統抽出により、調査した圃場数を母数として発生の多寡の階級に属する圃場数の割合を求め、その割合に調査地区の栽培面積を乗じて、程度別面積を求めるとされている。まとめると、巡回による調査はいかに多くの情報を短時間に正確にかつ定量的・定性的調査ができるのかが重要視されている。

今回実証した新手法は現行と比較し、害虫発生調査においては、定点カメラやドローンを用いることで、圃場単位のデータをより大量に短時間で取得が可能になり、データ解析においては計数等の作業が自動化されることで省力化・迅速化が可能になり、予察・被害情報提供においては、圃場単位のきめ細かい情報の提供や情報の発信頻度の増加が期待される。気象データを用いた害虫発生ピーク予測については、現行の方法を代替することはできないが、これまでできなかった1～2ヶ月程度前に、次世代あるいは次々世代の成虫発生時期(誘殺ピーク)を予測することができるため、現行の手法より情報発信に時間的な余裕をもたせることが可能になると考えられる。

今後、AIの精度向上やシステムの構築等を実施していく必要があるが、本手法は現行の発生予察手法と比して、調査の省力化かつリアルタイムな発信が可能になることが期待される

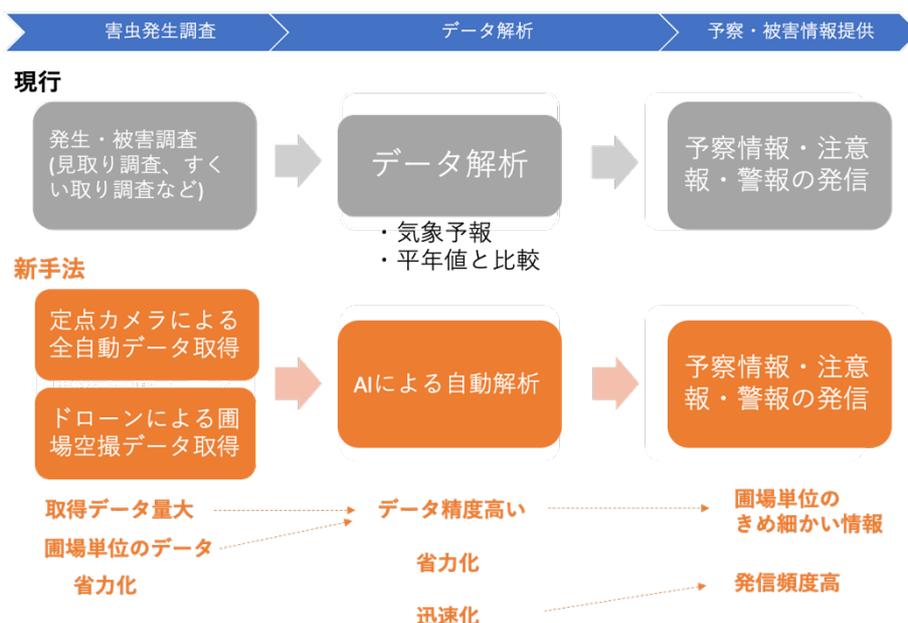


図 2 1 : 発生予察新手法と現行手法の比較

4.5. 害虫発生情報管理高度化のための一貫体系手法の検討結果

前項までの各要素技術について、それぞれで観測した情報は単独でも有効なものであるが、体系的手法を採ることで、相互に情報を共有・活用ができ、さらなる価値を生み出すことが可能であると考えられる。

遠隔防除診断技術は、特定の世代の誘殺ピーク日を遠隔から確認することができ、気象データを用いた害虫発生予測の精度向上が期待される。また、害虫の発生ピークの予測または実測から、害虫の被害盛期に被害が大きいと予測される圃場にて、ドローンを用いた調査が可能になる。

気象データを用いた害虫発生予測から得られる情報は約1ヶ月前からの「予測」、遠隔害虫防除診断から得られる情報は「実測される点情報」、AIによる被害数の空間分布調査から得られる情報は「実測される面情報」である。それぞれの情報の特性が異なるため、今後、互いの情報をうまく補完できるような体系については引き続き検討が必要である。

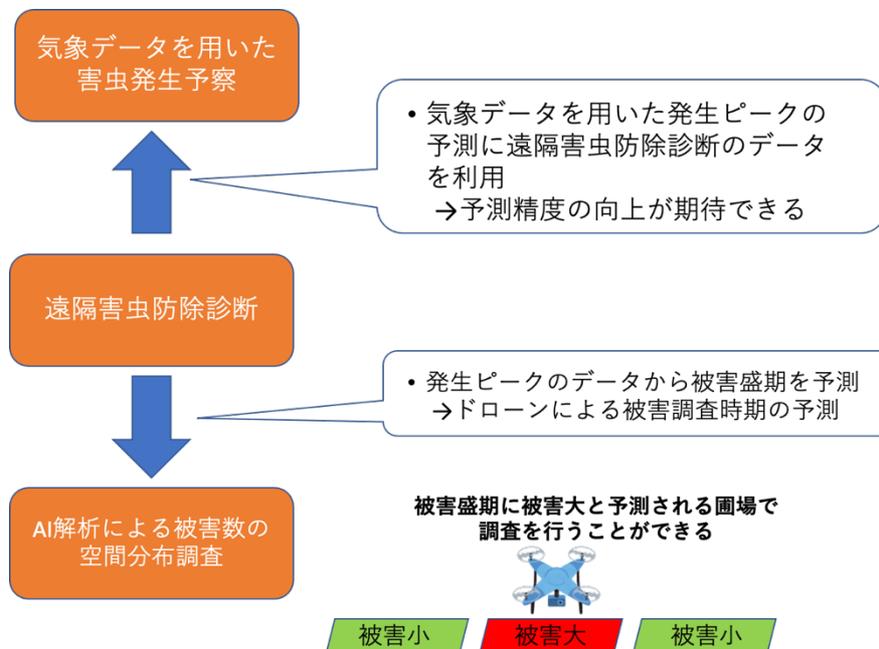


図24：新手法の統合イメージ

4.6. 新たな病害虫予察情報の発信方法の検討結果

今回実証した各技術についてどのような発信方法があるかを本項では記載する。

・気象データを用いた害虫発生予測

本技術では害虫の次世代、次々世代の発生時期を予測することができることから、ハスモンヨトウの発生時期を「9月○半旬」もしくは「9月○半旬から○半旬」という形の情報発信が可能である。また、誘殺ピークの平年値がある場合は、発生時期が「平年並み」「平年より早い」「平年より遅い」等の予測情報の発信が可能である。さらにはこのような情報を1kmメッシュごとに予測することができ、各エリアの発生ピーク予測情報を地理情報として提供することが可能である。本技術が1~2ヶ月前に予測が可能であるため、現行の方法に上乗せする形で速報レベルの発生情報の発信が可能であると考えられる。

・遠隔防除診断

遠隔から害虫の発生数(消長)を確認できることから、地図上で発生の多少を表示することが可能であり、現行よりもより細かいエリアでの発生情報の発信が考えられる。本技術も速報レベルの発生情報をリアルタイムに生産者に発信することが想定される。

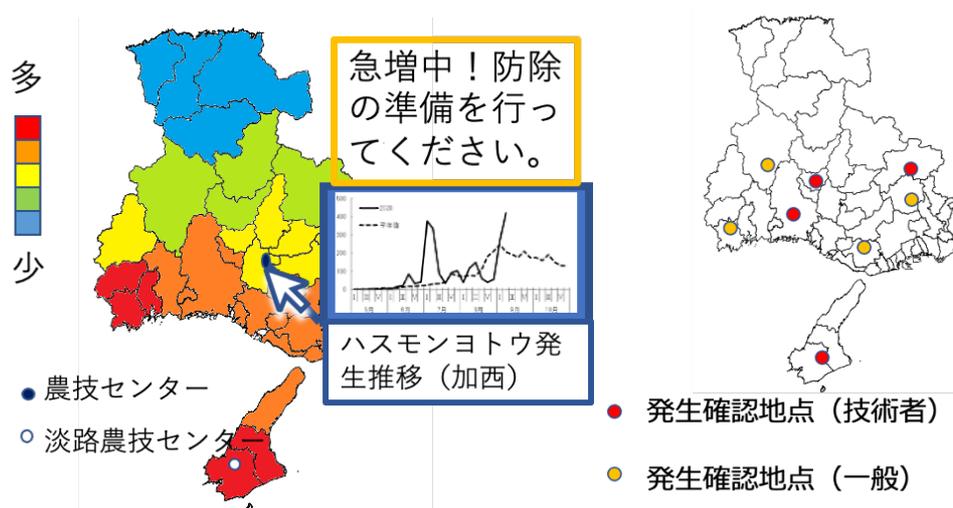


図25：地図上での情報発信案（イメージ）

・AI解析による圃場被害数の調査

本技術は圃場全体または調査圃場の周辺について、これまで難しかった広い面積を調査の発生数の定量的な調査が可能になると考えられる。そのため、現行の発生量を定性的に示すだけでなく、面積あたりの被害数などの定量的な情報発信が可能になる。

現行	新手法
<ul style="list-style-type: none"> 予報：概ね月1回 警報、注意報、特殊報、その他：適宜 	<ul style="list-style-type: none"> 予報：随時 警報、注意報：適宜(リアルタイム) 特殊報、その他：適宜
<p>例) 注意報 ハスモンヨトウの多発に注意</p> <p>1 注意報の内容</p> <p>病虫害名：ハスモンヨトウ 対象地域：県内全域 圃場侵入時期：6月中旬以降 発生量：多</p>	<p>例) 注意報 ハスモンヨトウの多発に注意</p> <p>1 注意報の内容</p> <p>病虫害名：ハスモンヨトウ 対象地域：A市〇〇、□□、×× B市××、C市〇〇 圃場侵入時期：6月17日頃 発生量：〇頭/株 〇%減収の可能性</p>

図 2 6 : 現行手法での情報発信と新手法で想定される情報発信案

4.8. 予想される本事業の波及効果

本報告書記載の技術、調査手法は、仕様書規定の対象技術の条件である

- 調査員が現地に出向く回数の削減
- 調査時間の短縮
- 遠隔地の発生状況の把握

を可能にすることが期待され、AIの精度向上やシステム開発等の課題はあるが、予察精度・スピードを向上させることができるものであることがわかった。

具体的には、① 気象データを用いた害虫発生予察では、気象データによる予報を行うことで調査の時期や回数等を最適化することで、調査員が現地に出向く回数を削減可能である。② 遠隔害虫防除診断では、遠隔地で発生状況を把握し現地に出向く回数を削減することはもちろんのこと、AIによる自動カウント、自動入力を実現することで調査時間の大幅な短縮を図ることが可能である。③ AI解析による被害数の空間分布調査では、従前の調査に必要な圃場への出入りや調査野帳への記帳等を省略することができ、調査時間の短縮を実現可能である。このように、各要素技術によって調査の効率化を図ることが可能である。

また、これらを複合的に組み合わせた一貫体系手法を確立、導入することで、病虫害の発生予測、実測、被害発生という各段階に応じた高精度の病虫害予察情報を的確に生産現場に提供することが可能になることから、病虫害の発生リスクを軽減し、農業生産の安定化に寄与できると考えられる。