

**「令和４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・デジタルデータを活用した病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５年３月１６日

目次

1.	はじめに	4
1.1	本事業の背景・目的・方針.....	4
1.2	今回比較検証する先端技術を活用した新手法	5
1.3	対象病害・害虫及び実地調査.....	6
1.3.1	対象とする病害・害虫.....	6
1.3.2	対象とする実地調査	6
2.	新手法の概要	7
2.1	要素技術1：A I・ドローンを活用した害虫発生状況の把握（圃場調査の高度化）	7
	(1) 遠隔地からの害虫発生調査.....	7
	(2) ドローンを活用した圃場の被害調査	9
2.2	要素技術2：発生予測シミュレーションモデルを活用した病虫害発生予測（発生予測の高度化）	10
2.3	要素技術3：アプリケーションを通じた予察情報収集発信	11
3.	役割.....	12
4.	事業の成果.....	13
4.1	各要素技術の実証結果.....	13
4.1.1	要素技術1： A I・ドローンを活用した害虫発生状況の把握（圃場調査の高度化）	13
	(1) 遠隔地からの害虫発生調査.....	13
	(2) ドローンを活用した圃場の被害調査	22
4.1.2	要素技術2：発生予測シミュレーションモデルを活用した病虫害発生予測（発生予測の高度化）	29
	(1) フェロモントラップを用いたハスモンヨトウの捕獲消長データの蓄積.....	29
	(2) 三重県以外のフェロモントラップデータを用いた検証	31
	(3) 台風等の影響による突発的な捕獲増加事例のデータ整理.....	33
	(4) 有効積算温度シミュレーションを利用した発生時期予測方法の検討	34
4.1.3	要素技術3：アプリケーションを通じた予察情報収集発信（情報収集・発信の高度化）	37
	(1) 病虫害調査データ収集アプリケーションの改良	37
	(2) 調査アプリの普及に向けた活動.....	41
	(3) 調査アプリケーションの現地実証.....	41
4.2	本事業の普及に向けたヒアリング	44
5.	全体の考察.....	45

6.	本事業のまとめ	47
7.	参考文献	47

1. はじめに

1.1 本事業の背景・目的・方針

令和3年度、我が国の食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現させるための新たな戦略である「みどりの食料システム戦略」が策定された。本戦略において、総合的な病虫害管理体系の確立・普及が2050年の目指す姿のひとつに定められている。

これまで、総合的病虫害管理の推進においては、平成17年に「総合的病虫害・雑草管理（IPM）実践指針」が策定され、これを基に都道府県では地域の特性に合わせて、選定した作物ごとに「IPM実践指標」を策定し、防除に伴う環境負荷の低減等の関心の高まりに対応してきた。一方で、国内外の病虫害の発生に関しては、気候変動を背景として、病虫害の分布域、発生域の変化により、従来の防除体系では防除が困難になっている事例も発生している。

このような背景の下、病虫害発生予察事業では、病虫害の発生動向等を調査し、防除を要する病虫害や防除対策に関する情報を農業者等に提供しているが、全国的な病虫害防除所（以下「防除所」という）の人的リソースの制限、薬剤抵抗性の発達、栽培体系の多様化により、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のに加え、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病虫害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。

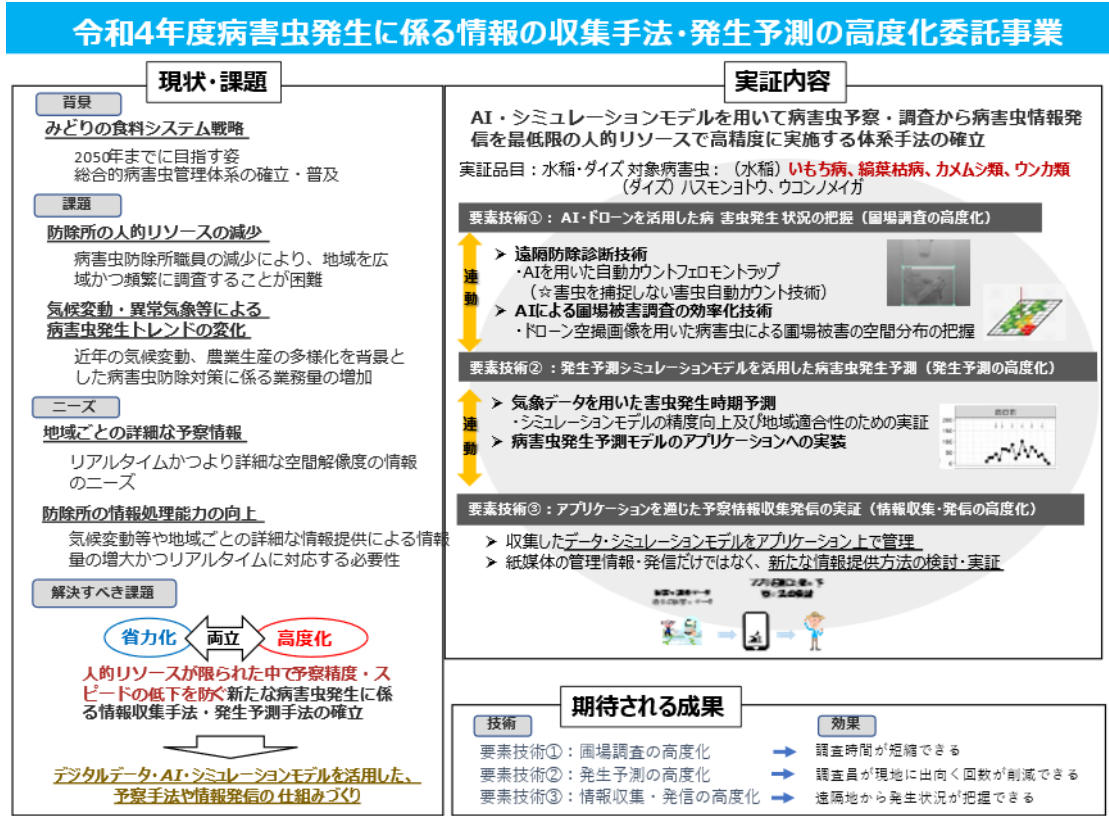


図 1. 事業の背景と実証内容

1.2 今回比較検証する先端技術を活用した新手法

前項に定めた目的を達成するために、病虫害発生予察事業において発生前の予察から、定期的な情報の収集、各ほ場の詳細な発生情報収集までを含む体系的な病虫害発生予察手法を実証した。今回提案する手法に含まれる要素技術は以下の3点である。

- ・ 要素技術 1：AI・ドローンを活用した害虫発生状況の把握（圃場調査の高度化）
- ・ 要素技術 2：発生予測シミュレーションモデルを活用した病虫害発生予測（発生予測の高度化）
- ・ 要素技術 3：アプリケーションを通じた予察情報収集発信（情報収集・発信の高度化）

次項からは各要素技術の詳細について説明する。要素技術 1 では「ハスモンヨトウ」、「ウコンノメイガ」及び「縞葉枯病」を対象にし、要素技術 2 では「ハスモンヨトウ」を対象にする。

1.3 対象病害・害虫及び実地調査

1.3.1 対象とする病害・害虫

「蔬菜類」に発生する「ハスモンヨトウ」、「ダイズ」に発生する「ウコンノメイガ」、「水稻」に発生する「縞葉枯病」を選定した。ハスモンヨトウは広食性であり、蔬菜類を始め様々な作物に被害をもたらす。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。縞葉枯病はヒメトビウンカが媒介するウイルス病で、分げつや出穂を阻害するなどの被害をもたらす。

1.3.2 対象とする実地調査

本事業の参画機関による実地調査として、下記の通り実施した。
各調査項目に対して、現行の調査手法と今回実証する各要素技術を活用した手法について、比較検証しその有効性、実用性を評価した。

- 「ハスモンヨトウ」
 - 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（要素技術1）
 - ダイズ圃場の初期被害（白変葉）の見取り調査（要素技術1）
 - 誘殺消長データ（発生ピーク日）を利用した発生時期の調査（要素技術2）
- 「ウコンノメイガ」
 - ダイズ圃場の葉巻被害の見取り調査（要素技術1）
- 「縞葉枯病」
 - 水稻の再生株圃場での見取り調査（要素技術1）

2. 新手法の概要

2.1 要素技術1：A I・ドローンを活用した害虫発生状況の把握（圃場調査の高度化）

現状の病虫害発生予察事業の巡回調査では、定期的に圃場に赴き、病虫害の発生状況（フェロモントラップへの雄成虫の誘殺数など）および病虫害の発生状況（圃場内の被害葉の数など）を調査している。いずれの調査もデータの取得と解析に時間と労力を要しており、また、防除所の職員が年々減少していることから、圃場調査の効率化が必要とされ、そのための技術としてA Iやドローンが期待されている。また、A Iやドローンの活用により、圃場調査の効率化だけでなく、従来よりも広域かつ頻繁な調査が可能になることで、より高度な発生予察情報の発信が期待されている。

要素技術1では、害虫や虫害の発生状況についての圃場調査を効率化・高度化するために、A Iやドローンを活用した遠隔害虫防除診断および圃場被害葉の調査について検討した。

(1) 遠隔地からの害虫発生調査

A Iとカメラを用いた遠隔地からの害虫発生調査について、2つの実証を行った。1つ目は、フェロモントラップに捕捉された害虫を自動的にカウントする手法である。本手法は、圃場に設定されている粘着式フェロモントラップをカメラで撮影し、A Iを用いて自動的に害虫をカウント・判別するもので（図2）、粘着式フェロモントラップを活用した現行の発生予察調査の代替手法として期待できる。本技術は「令和3年度病虫害発生に係る情報の収集手法・発生予測の高度化委託事業」においても実証し、粘着板への害虫の誘殺数とA Iの検知結果には一定の関係性が見られた。本事業では、防除所の協力を得て、A Iの精度検証や観測から結果取得までの迅速化を目指した。



図2．粘着式フェロモントラップの撮影画像からA Iがハスモンヨトウを検知している様子（図中の赤字の数字は、A Iがハスモンヨトウと認識した際の確信度を表す。今回の場合、A Iは92.8%の確信度をもってハスモンヨトウと認識した）

2つ目は、フェロモントラップで害虫を捕捉せずに害虫を自動的にカウントする手法である。本手法は、フェロモン剤に誘引された害虫をカメラで撮影し、AIを用いた動画や画像中の害虫を検知、もしくは撮影枚数の計測により、単位時間あたりの害虫の誘引数を自動で計測するものである（図3、4）。フェロモントラップを活用した現行の発生予察調査では、害虫が捕捉された粘着板を定期的に交換する必要があるが、今回提案する手法を活用することで、粘着板の交換に費やす時間、労力および費用を削減することが可能になる。本技術は「令和3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」においても実証し、フェロモン剤の誘引した害虫を高い確率で検知することができた。本事業では、さらなる地域適合性の向上・各地の病害虫防除所への普及に向けて、特殊な物品や技術を必要としない体系を構築した。さらに、構築した体系を展開できるよう、マニュアルを作成した。



図3. フェロモン剤（白板の中央部に配置）に誘引された害虫を熱センサー搭載の自動撮影カメラで撮影する装置



図 4．自動撮影カメラにより撮影された画像の例

本項で提案した 2 つの手法により、現行の発生調査より広域かつ頻繁な調査が可能になることで、より高度な発生予察情報を発信可能になることが期待できる。

(2) ドローンを活用した圃場の被害調査

現行の見取り調査を代替する手法として、A I やドローンを用いた病害虫による圃場の被害調査を実証した。ドローンと A I を用いることで、高高度（地表から高度 1 0 0 ～ 1 5 0 m）の空撮画像から害虫による圃場の被害を把握すること可能である。また、低高度（地表から高度 5 m 程度）の空撮画像から数 mm 程度の大きさの虫害を検知することも可能である。今回の手法では、防除所の職員がドローンで圃場の空撮画像を撮影し、空撮画像をオンライン上にアップロードすることで、自動的に病害虫による圃場の被害状況をマップ形式で表示するものである（図 5）。本技術は「令和 3 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」においても実証し、圃場の被害と A I の検知結果には一定の関係性が見られたが、本事業では、A I のさらなる精度向上と観測から解析結果の表示までの時間のさらなる削減についても検討し、よりリアルタイムな病害虫発生状況の把握を目指した。また、本手法の防除所への普及に向けて、調査手法の体系を構築した。

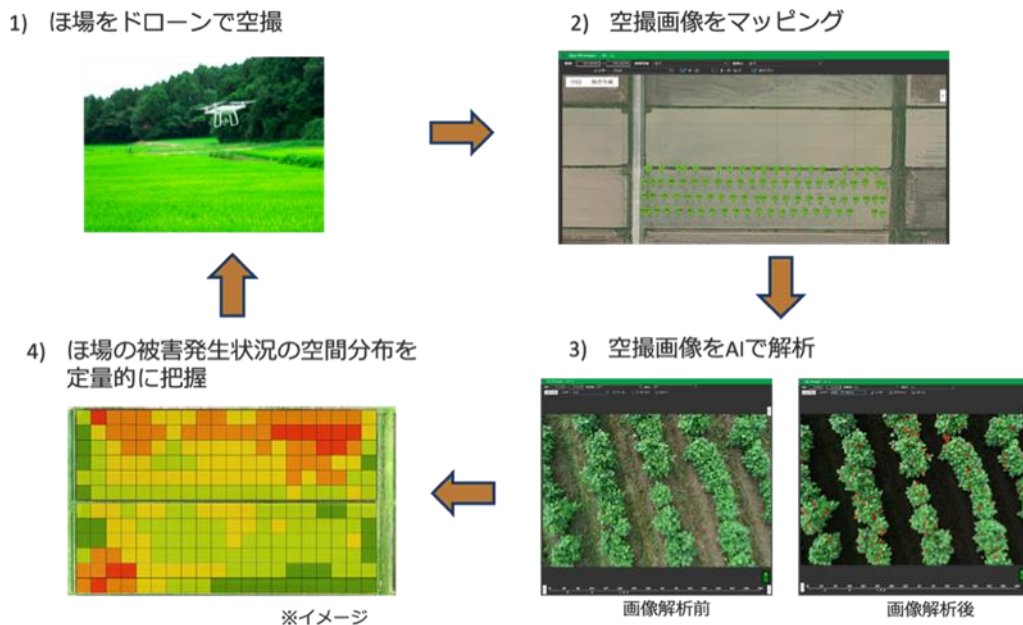


図 5. ドローン空撮から AI 解析、病虫害発生状況の空間分布表示のイメージ

本項で提案した調査手法により、現行の見取り調査より広域の調査を迅速に実施できるため、調査にかかる時間、労力の削減が可能になるだけでなく、より高度な発生予察情報を発信可能になることが期待できる。

2.2 要素技術 2：発生予測シミュレーションモデルを活用した病虫害発生予測（発生予測の高度化）

病虫害の発生予測シミュレーションモデルには、病害の発生状況（発病株率など）を経時的に予測するものや害虫の発生世代時期を予測するものなどがある。これにより、病虫害の発生を各地域に早期に警告することが可能になっている。いずれのシミュレーションモデルも、気象データを用いて、モデルが開発されている場合が多く、これは、病虫害の発生生態に気象条件が深く関係しているためである。

要素技術 2 では、病虫害の発生予測シミュレーションによる予察情報のさらなる高度化を実現するために、シミュレーションモデルのさらなる予測精度の向上と発生予察事業への具体的な活用方法の検討を行った。

本事業では、まず、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）が提供している 1 km メッシュ農業気象データを活用した病虫害の発生予測シミュレーションモデルを実証した。当データでは、全国各地の日別気象データの予報値を約 1 km 四方単位で提供している。本技術は「令和 3 年度病虫害発生に係る情報の収集手法・発生予測の高度化委託事業」で、西野（2019）の手法を基に有効積算温度を活用したハスモンヨトウの発生世代予測のシミュレーションモデルを開発

し、三重県において発生ピーク日の予測値が実測値の3半旬以内になる確率が77%程度と高い値を示す一方で、発生ピーク日の予測値が実測値の半旬以内になる確率は35%程度と低い値を示した。この原因の一つとして、ハスモンヨトウの飛来侵入個体が発生ピーク日に及ぼす影響をシミュレーションモデルに適用していなかったことが考えられた（後藤・上遠野，2019）。そこで、本事業では、害虫発生世代予測のシミュレーションモデルのさらなる精度向上を目指して、害虫の飛来モデルの検討調査を行った。また、三重県を含む様々の地域（4府県）の発生予察調査データを活用し、シミュレーションの地域適合性を検証した。

2.3 要素技術3：アプリケーションを通じた予察情報収集発信

多くの都道府県では、病虫害防除所職員が月に1～2回の頻度で調査地点に赴き、病虫害の発生動向等を調査し、調査結果や気象情報等を踏まえ、今後の病虫害の発生動向及び防除対策を病虫害発生予察情報として関係者に提供している。近年、病虫害の発生動向が変化した結果、病虫害発生動向調査をより充実化させてリアルタイムに情報提供を行うことが求められている。

そこで、本実証では「平成30年度病虫害の防除に直結する発生予察体系への転換委託事業」にて作成された“病虫害調査データ収集アプリケーション”を活用して、要素技術1及び要素技術2にて収集する情報を集計し、従来の紙媒体を用いた情報発信に対して、新たな情報の発信方法について検討した。特に、本年度はアプリケーションの普及を目指し、特定の防除所をモデルとしたアプリケーション活用事例モデルを作成し、アプリケーションを防除所で活用するための要件を定め、事業終了後のアプリケーションの普及拡大を目指した。

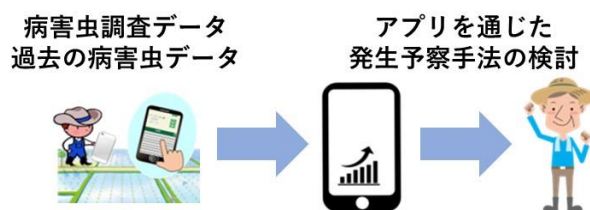


図6．アプリケーションを通じた予察情報の収集発信

3. 役割

本事業では、A I ・デジタルデータを活用した病虫害発生情報管理技術コンソーシアムを結成し、以下の役割にて事業を実施した。

- ・ 要素技術 1 : A I ・ドローン技術を活用した害虫発生状況の把握（圃場調査手法、時間、回数の高度化）
 - 調査実施団体：兵庫県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、大阪府立環境農林総合研究所、株式会社オプティム
 - 調査内容：調査実施団体管轄の地域において、A I ・ドローン等を用いた新手法と従来の調査手法の比較を実施し、その有効性を評価した。

- ・ 要素技術 2 : 発生予測シミュレーションモデルを活用した病虫害発生予測（発生予測精度の高度化）
 - 調査実施団体：三重県農業研究所、株式会社オプティム
 - 調査内容：調査実施団体管轄及びその他の地域において、発生予測シミュレーションモデルを使用した予測と現地調査結果の比較を実施し、その有効性を評価した。

- ・ 要素技術 3 : アプリケーションを通じた予察情報収集発信（情報収集・発信手法の高度化）
 - 調査実施団体：農研機構、株式会社ビジョンテック、愛媛県農林水産研究所、株式会社オプティム
 - 調査内容：発生予察現場からの調査データの収集方法について検討し、従来の調査から発信までの手順との比較を実施した。