

研究成果

**種子生産効率化技術の開発**  
～とやまの種もみブランドの発展のために～

育種課 課長 小島 洋一郎

1 はじめに

種子生産には、通常の米生産とは異なる技術や作業が求められます。特に、異型株や罹病株の抜取除去や病害虫の追加防除などの作業負担が大きく、それらの株の発生を見極める“匠の技”も伝承されなければなりません。

このため、本県農業研究所は、産学官連携の農林水産省委託プロジェクトのもと、令和2年度から種子生産効率化技術の開発に取り組んでいます。

2 これまでの成果

本県は、上記プロジェクトの中で、種子場での異型株や罹病株の発生数を低減する技術やシステムの開発を担当しています。

これまで、農業研究所内に設置した「種もみクリーン原種供給センター（以下、SCセンター）」において、6品種の原種又は原原種をクリーニングして種子場に供給してきました。

本プロジェクトでは、原原種生産温室（写真）の温度管理方法等を確立するとともに、クリーニングした原種による異型株などの抜取り作業時間の軽減効果を検証しました。その結果、SCセンターの原種を用いることにより、抜き取り作業の負担が大幅に軽減されることが実証されました（表）。

また、育苗培土に軽量培土を使用することや、種子の65℃・10分温湯消毒により、種子伝染性の病害の発生が抑制されることを明らかにしました。

3 今後の取組み

本県では、民間等から依頼のあった品種などについて、引き続き、クリーニングに取り組みます。

また、前出の各種病害の発病抑制技術については、現場検証を踏まえ、順次、普及に移していきたいと考えております。

一方、国の研究機関が中心となって、ドローンによるほ場空撮画像から、3日程度出穂期が異なる株や、5cm以上草丈（稈長）が異なる株などを検出するシステムを開発中であり、本県も、大量の画像データを提供することで本システムが早急に開発されるよう支援していきます。

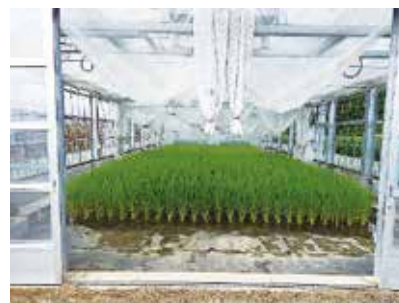


写真  
原原種生産温室

カーテンで3つの部屋に仕切られています。  
手前：未出穂  
中央：傾穂期  
奥：出穂始め

表 異型株の抜取り株数及び抜取りに要した作業時間（10a 当たり）

原種の由来	流れ稲	漏生	縞稲	葉色	稈長	出穂	芒	合計	作業回数	作業時間(h)
県外	4	14	3	0	446	15	1	483	11	8.5
SCセンター	0	9	0	0	0	6	0	15	4	1.6

# 大豆「えんれいのそら」の高品質生産のための刈取時期の目安 ～「えんれいのそら」の収穫サインを要チェック～

栽培課(現富山農林振興センター) 南山 恵

## 1 はじめに

富山県では大豆の収量・品質の高位安定化を図るため、2020年産から主力品種「エンレイ」を「えんれいのそら」に全面切替えしました。「えんれいのそら」は「エンレイ」に比べ難裂莢性であるため、コンバインによる収穫ロスが少なくなるメリットがあります。一方、「エンレイ」並みにしわ粒が発生しやすく、茎の水分が抜けにくい等の特徴があり、収穫時期の判定が難しいと言われています。

そこで、「えんれいのそら」の登熟期間における莢の色や子実水分・外観品質の関係を明らかにし、収穫時期の判断指標を明らかにしました。

## 2 しわ粒発生の推移

「えんれいのそら」のしわ粒率は、子実水分の低下に伴い増加する傾向で、子実水分22%を超えると、急激に高まる場合があります(図1)、この水分が刈取時期の指標として重要と考えられました。

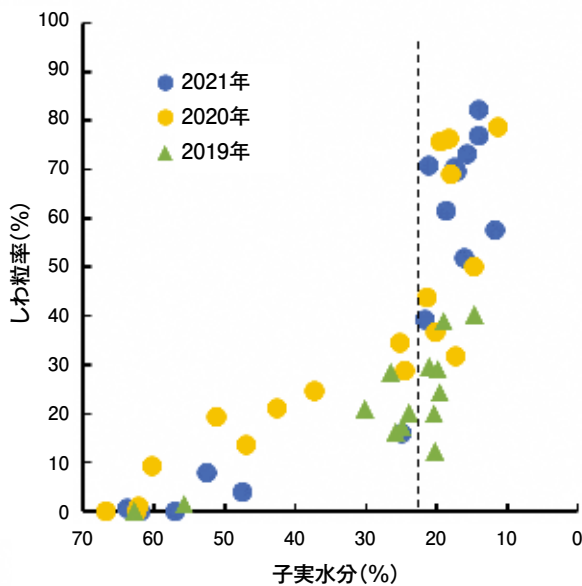


図1 子実水分としわ粒率の関係 (2019～2021年)

## 3 高水分粒率の推移

一方、子実水分が高い場合には、高水分粒(写

真1)の混入により、機械収穫による汚粒等の発生が懸念されます。

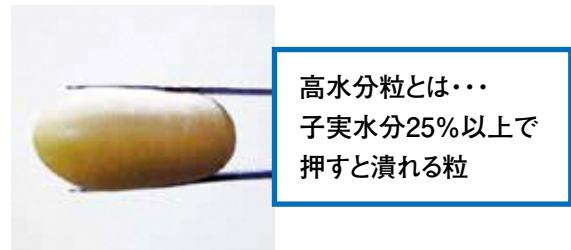


写真1 加圧下の高水分粒

「えんれいのそら」では、子実水分が22%になると、高水分粒がほとんどなくなっており(図2)、汚粒等の発生防止の観点からも子実水分22%が重要な指標と考えられました。

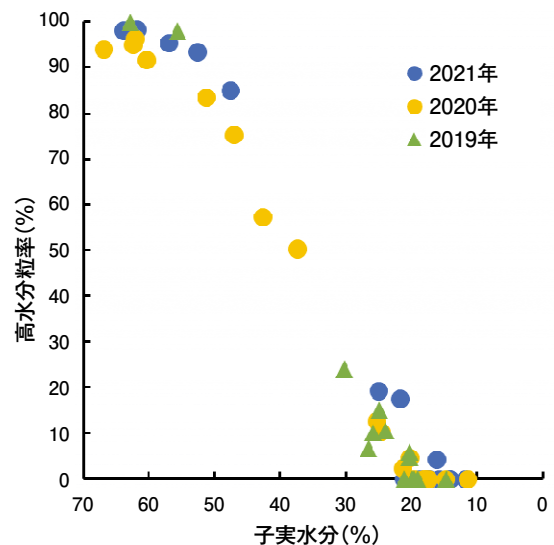


図2 子実水分と高水分粒率の関係 (2019～2021年)

## 4 褐色莢率と子実水分の関係

大豆は成熟期近くになると、緑色の莢が褐色莢になり、子実水分が減少していきます。

「えんれいのそら」では、褐色莢率が90%となった時期に子実水分が22%となることから(図3)、現場で用いる刈取時期の目安として褐色莢率90%が適当と判断できました。

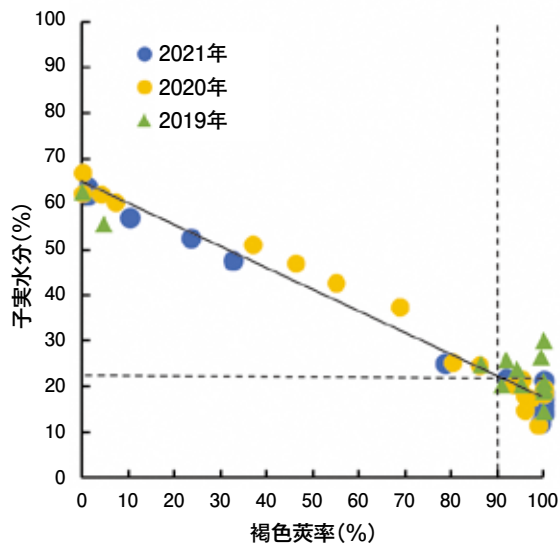


図3 褐色莢率と子実水分の関係 (2019～2021年)

### 5 機械収穫による子実の汚れ指数

褐色莢率 90%を目安にコンバイン (写真2) による収穫を行い、子実の品質を調査したところ、汚れ指数は 0.3～0.5 で、汚粒発生による品質低下が問題になることはありませんでした (図4)。

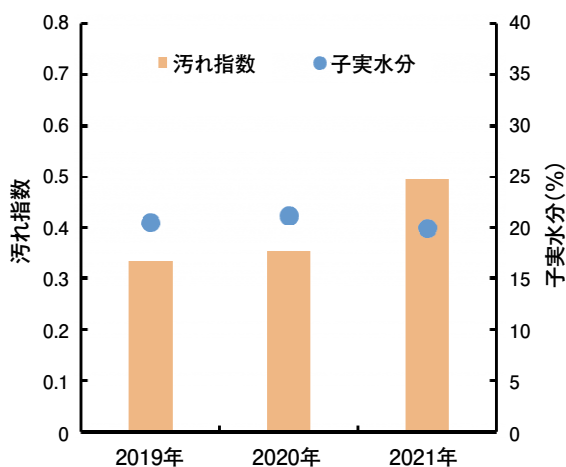


図4 成熟期頃のコンバイン収穫における子実水分と汚れ指数の関係 (2019～2021年)

- 注1) 成熟期頃は褐色莢率 90%以上となった時期
- 注2) 汚れ指数 (汚粒度1の粒数 × 1 + 汚粒度2の粒数 × 2 + 汚粒度3の粒数 × 3 + 汚粒度4の粒数 × 4) / 調査粒数計
- 注3) 2020年のコンバイン収穫は莢先熟であったため、葉身および葉柄を概ね取り除いたうえで実施

### 6 成熟期の茎水分と莢色

成熟期頃の茎水分は 65～70%程度となりますが、莢色は年次によって異なり、緑色が強く残る年もありました (表1)。このため、刈取時期を

莢色で判断することは困難と考えられました。

表1 成熟期頃の茎水分及び莢色 (2019～2021年)

	茎水分 (%)	莢色の割合 (%)				
		緑色	緑～淡緑色	淡緑色	黄色	褐色
2019年	64.6	0	0	15	55	30
2020年	70.8	10	70	20	0	0
2021年	69.5	0	15	15	50	20

注) 成熟期頃：褐色莢率 90%以上となった時期

### 7 まとめ

このように、「えんれいのそら」は、褐色莢率が 90%となった時期が高品質大豆を確保できる刈取時期となります。刈遅れると、しわ粒の他、腐敗粒の増加や子実の黄色味 (L\*a\*b\*表色系の b\* : 黄色を表す指標) の低下などがみられることから圃場で実際の莢色を確認のうえ、適期収穫に努めましょう。



写真2 供試コンバイン  
注1) 型式：クボタ ERH450E-CG  
注2) ロール式コンケーブ装着



写真3 刈取時期となった「えんれいのそら」の圃場の様子 (2021年)

# タマネギべと病の効果的な防除法

～発生を未然に防ぐ予防散布が効果的～

病理昆虫課 主任研究員 三室 元気

## 1 はじめに

近年、西日本のタマネギ主産地ではべと病の被害が拡大しており、本県においても恒常的に発生が認められています。タマネギべと病は、土壌中の病原菌（糸状菌）が秋の定植後に感染し、春の気温の上昇と共に発病して分生子を形成し、これが伝染源となって二次感染します。この二次感染が拡大して大きな問題となるため、秋季から春季にかけて本病の感染及び発生を防ぐための防除体系を確立しました。



一次感染株  
発病葉は湾曲し、病斑部に多量に形成される胞子が飛散し、二次感染する。



二次感染株  
特徴的な楕円形の黄色病斑が次第に拡大して、株全体が衰弱する。



二次感染による被害圃場  
過去に作付け実績があり、前回作付けからの輪作期間が短い圃場は発病リスクが高くなる。

## 2 薬剤の越冬前散布における防除効果

2018年及び2019年に、タマネギべと病防除薬剤7剤について、越冬前の11月に散布したところ、ザンプロDMフロアブル及びジャストフィットフロアブルの防除効果が高いことが明らかになりました（図1）。

2019年は多発生条件の散布回数も1回の試験で、防除効果が得にくい条件でしたが、無処理と比べてザンプロDMフロアブルに防除効果が認められました。

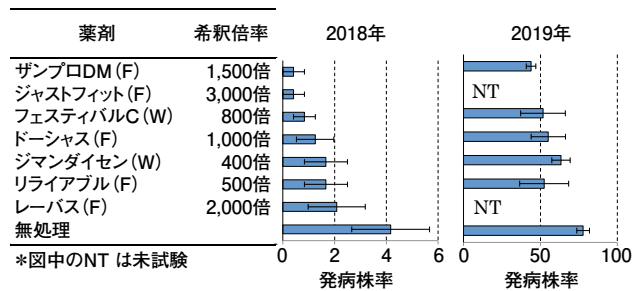


図1 薬剤の越冬前散布における防除効果 (2018, 2019)

(2018年：006号田) (2019年：004号田) (多発生条件)  
 品種：「ターザン」 品種：「ターザン」  
 定植日：10月20日 定植日：10月20日  
 散布日：11月4日及び24日 散布日：11月16日の1回  
 散布量：150L/10a相当 散布量：150L/10a相当  
 発病調査：翌年5月10日 発病調査：翌年5月20日

## 3 薬剤の越冬前散布時期が発病に及ぼす影響

越冬前散布で防除効果が認められたザンプロDMフロアブル及びジャストフィットフロアブルの2剤について、越冬前の散布時期について検討したところ、11月上旬の散布効果が高く、散布時期が遅くなるにつれて防除効果が低下する傾向が認められました（図2）。

これは、べと病の初期の感染（一次感染）が定植後の早い段階から始まっていることを示しており、翌年の発生を防ぐため、遅れずに越冬前防除を実施することが重要であると考えられました。

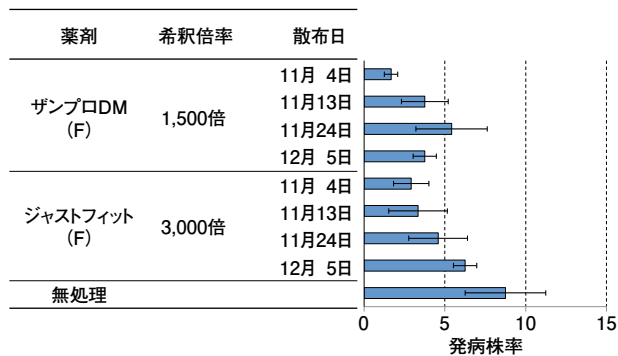


図2 薬剤の越冬前散布時期が発病に及ぼす影響 (2018年)

(2018年：006号田)  
 品種：「ターザン」  
 定植日：10月20日  
 散布日：11月4日、13日、24日、12月5日にそれぞれ1回散布  
 散布量：150L/10a相当  
 発病調査：翌年5月10日の発病株率

表 1 春季防除薬剤の防除効果

薬剤	希釈倍率	散布時期	2016年		2018年	
			発病株率 (%)	±SE	発病株率 (%)	±SE
リドミルゴールドMZ (W)	1,000倍	初発前	7.3 ± 3.7		1.3 ± 0.3	
		初発後	—		41.5 ± 3.9	
ジャストフィット (F)	3,000倍	初発前	—		4.3 ± 1.6	
		初発後	—		46.7 ± 4.7	
ザンプロDM (F)	1,500倍	初発前	78.7 ± 4.7		12.3 ± 3.0	
		初発後	—		49.1 ± 5.8	
ジマンダイセン (W)	400倍	初発前	35.3 ± 8.7		3.5 ± 1.0	
		初発後	—		47.8 ± 3.9	
無処理		初発前	86.0 ± 3.5		56.4 ± 3.9	
		初発後	—		67.7 ± 3.0	

\*表中の(—)は未試験  
W: 水和剤、F: フロアブル剤

(2016年: 006号田)  
品種: 「もみじ3号」  
定植日: 10月27日  
散布日: 4月15日及び20日(5月7日初発)  
散布量: 150L/10a相当  
発病調査: 5月13日の発病株率  
接種: 4月15日に罹病株を各区に3株配置した。  
(2018年: 004号田)  
品種: 「ターザン」  
定植日: 10月20日  
散布日: 4月23日と5月11日(5月11日初発)  
の2試験区を設けた。  
散布量: 150L/10a相当  
発病調査: 6月4日の発病株率  
接種: 4月23日に罹病株を各区に1株配置した。

#### 4 春季防除薬剤の防除効果

2016年は、初発前の4月15日と20日に薬剤を散布して5月13日に発病調査を行いました。2018年は初発前の4月23日と初発を確認した当日の5月11日に薬剤散布して6月4日に発病調査を行い、春季防除薬剤の防除効果を検証しました。その結果、初発前の予防的散布の防除効果が高くなる傾向があり、リドミルゴールドMZ水和剤が最も高い防除効果を示しました。次いでジマンダイセン水和剤、ジャストフィットフロアブルの防除効果が高くなる傾向が認められました(表1)。一方、初発後の薬剤散布では、いずれの薬剤も十分な防除効果を得ることが出来ませんでした。

なお、リドミルゴールドMZ水和剤には、有効成分として、薬剤耐性菌の発生リスクが高いメタラキシルが含まれており、注意が必要です。(FRACコード4)。

幸い本県では、他県で問題となっているメタラキシル剤耐性菌の発生は確認されていませんが、耐性菌の発生を防ぐため、本剤の使用回数は1作につき1回以内とすることを強く指導しています。

#### 5 罹病株の抜き取りの効果

圃場衛生の観点から、罹病株の抜き取りの効果について検証しました。所内の多発生圃場において、一次感染株を抜き取った区及び抜き取らなかった区を設け、その後の二次感染株の発生量を調査しました。その結果、抜き取りを行った場合に二次感染株の発生が抑制され、無処理区と比べ、発病割合を21%に抑える効果がありました(表2)。

#### 6 おわりに

上記の結果を踏まえ、11月上旬の越冬前防除薬剤にザンプロDMフロアブル、春季の初発前の3月中旬にリドミルゴールドMZ水和剤、それ以降はジャストフィットフロアブル及びジマンダイセン水和剤を散布する防除体系が考えられます。

この他にも、耕種的な対策として、本稿で紹介した罹病株の抜き取りや、適期の定植・適切な植え付け深度(2018年度 主要成果)を総合的に講じることが持続的なタマネギ生産につながると考えています。

表 2 所内の多発生圃場における一次感染株の抜き取りが二次感染株の発生に及ぼす影響 (2020年)

試験区	反復	総調査株数	一次感染株数	二次感染発病株数	二次感染発病割合 (%)	無処理に対するリスク比 [95%信頼区間]	防除価
抜き取り区	10	2000	56	46	2.3	0.21* (0.15-0.28)	79
無処理区	10	2000	48	221	11.1		

1) 無処理に対するリスク比: 抜き取り区の発病割合 / 無処理区の発病割合

2) 表中の\*: カイ2乗検定で有意差あり (p<.0001)

3) リスク比の値が1.0より小さい場合は効果あり。95%信頼区間が1.0を含む場合はその差は有意でない。

4) 抜き取り日: 4月1日

# 富山県におけるタマネギべと病の発病リスク診断と対策法

～ AI を活用した新しい病害管理の形を提案～

病理昆虫課 主任研究員 三室 元気

## 1 はじめに

植物病害による被害をムダなく未然に防ぐには、発生のリスクを予測し、リスクの程度に応じた防除強度の設定が必要となります。一方、本県の産地で問題となっているタマネギべと病では必要となる防除強度の設定や防除要否の目安が無いことから、HeSoDiM マニュアルを作成し、発生リスクに応じた防除強度を設定して、その適応性を評価しました。さらに、AI アプリにそれを組み込んで、アプリの実用性も評価しました。

HeSoDiM (Health checkup based Soil-borne Disease Management の略) マニュアルとは、圃場の健康診断に基づき予防的に土壌病害管理を実践するための診断対策プログラムのことです。

## 2 HeSoDiM マニュアルの策定

2017 年から実施した産地における発生実態調査によって明らかになってきた本病の発生要因（過去の作付け履歴・前作タマネギからの経過年数など、2018 年度 主要成果）などを診断項目としたリスク評価表（表 1）を作成しました。

表 1 タマネギべと病の「発病のしやすさ」を算出するためのリスク評価表

診断項目	リスク値				項目ごとのリスク値
	0	1	2	3	
<b>栽培履歴</b>					
1 タマネギの作付け履歴	無	1回	2～3回	4回以上	<input type="text"/>
2 過去の発病	無			有	
3 前回作付けからの年数	5年以上	2～4年	1年	連作	
4 他の自作地での発病	無		有		
5 前回作付け以降の水稲作	有	無			
6 前作以降の夏季湛水	有の場合のみ(-5)				
<b>圃場環境</b>					
7 排水性(遠観)	良	普通	不良		<input type="text"/>
1) 30mm 以上の降水後に停滞水が消失するまでの日数：半日～1日以内(良)、1日～2日(普通)、2日以上(不良)					
2) リスク値の合計から「発病のしやすさ(発病レベル)」を以下のとおり算出する。 0～1: レベル1、2～3: レベル2、4～5: レベル3、6以上: レベル4					
リスク値の合計					<input type="text"/>

圃場ごとに7つの項目をチェックしてそれぞれのリスク値を合計することによってその圃場の発病レベル(発病のしやすさ)が4段階で診断することが出来ます。表2では算出された発病レベルに対応した防除対策(強度)が示してあります。表3では表2で示した薬剤防除について、対策レベルごとに選択すべき防除体系を提示しました。

表 2 発病レベルに応じた防除対策

対策1(発病レベル1)	
(1)耕種防除①	排水対策、適期の定植、適正な植え付け深さ
(2)越冬前防除	1回
(3)春季防除	2回
対策2(発病レベル2) ⇒ 慣行相当	
(1)耕種防除①	排水対策、適期の定植、適正な植え付け深さ
(2)越冬前防除	1回
(3)春季防除	3回
(4)作付け後の対策	発病圃場は夏季湛水を含めた輪作体系の見直しを検討
対策3(発病レベル3)	
(1)耕種防除①	排水対策、適期の定植、適正な植え付け深さ
(2)耕種防除②	一次伝染株の抜き取り
(3)越冬前防除	1回
(4)春季防除	4回以上
(5)作付け後の対策	発病圃場は夏季湛水を含めた輪作体系の見直しを検討
対策4(発病レベル4)	
(1)輪作	作付け圃場の変更を検討

表 3 表2の対策に対応した薬剤防除体系 (R3年産時点)

表2の対策	越冬前防除		春季防除			
	11月上旬	3月中旬	4月上旬	4月中旬	4月下旬	5月上旬
対策1		リドミル	-	-		-
対策2	ザンプロDMフロアブル	ゴールドMZ水和剤	ジャストフィットフロアブル	-	ジマンダイセン水和剤	-
対策3				フロボース顆粒水和剤		ジマンダイセン水和剤

これら一連の診断及び対策について、2017年～2021年にかけて現地実証(309圃場)を行った結果、発病レベル1～2と診断された低リスク圃場では慣行防除に相当する対策レベル2以下の防除強度でも十分な効果が得られることが明らかになりました。一方、発病レベル3以上の高リスク圃場では対策レベル2だと防除強度が不足するため多くの圃場で発病が認められ、対策レベル3に防除強度を高めた圃場では発病は認められませんでした。これらのことから、発病レベルに応じた対策を講じることによって効率的に防除出来ると考えられました(表4)。

表 4 既存のリスク評価表による診断と対策の実証 (2017～2021年)

診断(発病ポテンシャル)		実施した対策		実際の発病の有無と圃場数	
レベル	圃場数	レベル	圃場数	無	有
レベル1	147	1	16	16	0
		2	130	130	0
		3	1	1	0
レベル2	109	1	11	11	0
		2	83	81	2*
		3	15	15	0
レベル3	40	1	0	-	-
		2	30	12	18
		3	10	10	0
レベル4	13	1	0	-	-
		2	13	2	11
		3	0	-	-

1) 発病のしやすさは表1に基づいて算出した。  
2) 実施した対策は表2及び表3に対応する。  
3) 表中の\*を付した2圃場はレベル3と診断された発病圃場に隣接する同一経営体が管理する圃場であった。

### 3 AIの活用

策定したマニュアルの精度は高いものの、複数の圃場を管理する場合においては圃場ごとに診断項目をチェックしてリスク値を算出する必要があります。また、診断結果が地図に紐づけされないため、圃場地図に書き込む手間や、リスクに応じた管理作業をオペレータと共有しにくいといった課題もあります。

そこでスマートフォンやPCにより感覚的に操作、診断項目をチェックするだけで圃場ごとに診断結果を地図情報として表示・共有が出来るアプリ「HeSo+ (プラス)」(図1)を開発しました(農水省委託プロジェクト研究「AIを活用した土壌病害診断技術の開発」)。



図1 発病予測アプリ「HeSo+」及び診断項目

HeSo+の詳細・利用については <https://hesodim.or.jp/hesoplus/> をご覧ください。

HeSo+の診断項目は、前述の実態調査等から得られたビックデータをAI学習によって発病に寄与する要因について抽出したものを用いています。これにより、従来の評価表よりも項目数が減り、より簡便性が高まりました。



図2 予測アプリに表示される予測結果  
\* 診断したい圃場を登録し、診断項目を入力することで表示(農研内圃場を使用したデモ画面)  
青: 低リスク圃場(レベル1) 赤: 高リスク圃場(レベル3)

実際にアプリを用いて、現地実証で使用した圃場データを当てはめたところ、低リスク圃場が275圃場、高リスク圃場が34圃場と診断され、実際の発病圃場の有無と概ね一致する結果となり、発病リスクの診断に適用できると考えられました(表5)。なお、診断結果は地図上に表示することが出来ます(図2)。

表5 発病予測アプリによる診断(2017~2021年)

発病のしやすさ		実際の発病の有無と圃場数	
発病リスク	圃場数	無	有
低リスク	275	273	2*
高リスク	34	5	29

1) 予測アプリでは低リスク圃場がレベル1、高リスク圃場がレベル3と表示される。  
2) 表中\*を付した2圃場は、連作圃場及び近隣の自圃場でも発病が認められた圃場であった。

### 4 おわりに

これまで、すべての圃場で発病リスクがあるという前提で一律な防除対応を実施していましたが、リスク評価表や診断アプリを活用することによって発病リスクに応じた防除対応が可能になります。実証試験では生産現場の発病リスクが低いケースが多いこともわかりました。このことは、多くの圃場で現行よりも対策レベルを下げて、ムダな防除を省くことが可能であることを示しています。

今後は、べと病以外のタマネギ病害もリスク診断できるアプリの開発やセンシング技術を活用した効率的な診断(参考図)、そして産地全体でこれら技術を活用できる仕組みづくりに取り組みたいと考えています。これにより、地域の最適な作付け計画、望ましい輪作体系の構築が図れるものと期待しています。



参考図 ドローンによるべと病発生箇所を検知  
\* 矢印付近の黄化部分が発病箇所  
・ 追加防除の要否の意思決定や次作に対するリスク評価の精度向上などへの応用を検討

## 試験圃場の青田まわり

農業研究所では、毎年、研究員が全員参加して試験圃場の青田まわりを実施しています。本年は、6月14日に広域普及指導センターの関係職員も加えて、主な研究課題17題の試験圃場を見てまわりました。視察圃場では、試験担当者が、試験内容を示す看板を使いながら、試験の目的と設計、現在の生育状況等の概要を説明し、出席者と質疑応答を交わしました。

他の研究員が取り組む研究内容について理解を深めるとともに、専門分野の異なる多数の研究員で巡回視察することにより、課題解決に向けた新たな視点や様々な助言が得られました。



水稲奨励品種決定調査  
(育種課 北崎研究員)



「富富富」ブランドを確立する  
安定栽培技術の開発  
(栽培課 高松研究員)



水稲・大豆・園芸作物の  
病虫害発生予察  
(病理昆虫課 山本主任研究員)

## 夏休み子供科学研究室を開催

8月1日(月)に「フィールドに生息する昆虫や微生物の世界を見てみよう!」のタイトルで夏休み子供科学研究室を開設しました。新型コロナウイルス感染症対策及び熱中症予防を徹底しながら、6名の小学生と保護者を合わせた10名に参加いただきました。野外では、イネやダイズの病気の観察や昆虫の採集を行い、農業用ドローンを見学しました。室内では、微生物の培養体験や昆虫の口の形などの顕微鏡観察を行いました。たくさんの観察・実験を通して、身近な田んぼの中の「昆虫」と「微生物」について学び、参加者の皆さんから「顕微鏡でみるのがすごく楽しかった」、「カメムシの種類がいっぱいあることを初めて知った」などの感想をいただきました。



田んぼの昆虫採集



農業用ドローンの見学



微生物の顕微鏡観察

農研ニュース 第35号 令和4年(2022年)9月発行  
発行所 富山県農林水産総合技術センター農業研究所

〒939-8153 富山市吉岡 1124-1 TEL 076-429-2111

農林水産総合技術センターHPアドレス <http://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/nougyou/>