

## 研究成果

### ゼオライト施用による土壌保肥力の改善 ～ 保肥力のもとを補給する ～

土壌・環境保全課 主任研究員 中田 均



#### 1 はじめに

富山県では、扇状地上に砂質の水田が広く分布しています。このような水田では、土壌の腐植が乏しく、作物が吸収できる無機態窒素の土壌からの発現量が少なくなります。また、粘土も少ないことから施肥窒素が十分に保持できず、他の土壌タイプに比べ水稻の窒素栄養が凋落するリスクが高まります。

そこで、土壌の保肥力を高める鉱物系資材であるゼオライトをとりあげ、その施用効果を検討しました。

#### 2 ゼオライトとは

粘土鉱物の一種で、沸石とも言われます。天然に産出したものを土壌改良資材として利用しています。陽イオン交換容量（保肥力）が大きく、交換性の塩基類を多く含んでいます。ただし、産出される地域により含まれる塩基類（石灰、苦土、加里等）の量は異なります。

今回の資材は、県内で主に流通しているゼオライト「ソイラックス（商品名）」です（写真1）。陽イオン交換容量は高く、交換性加里量が多いのが特徴です（表1）。



写真1 供試ゼオライトとほ場散布状況

表1 供試ゼオライトの陽イオン交換容量と交換性加里量

陽イオン交換容量 (me/100g)	交換性加里 (mg/100g)
167±3	2002±158

（参考）県内定点調査の沖積土壌（砂壤土、壤土）の陽イオン交換容量の平均値は8.0me/100g。

#### 3 ゼオライト施用の土壌への効果

ほ場にゼオライトを施用した結果、施用量に応じて、陽イオン交換容量は直線的に増加しました。仮比重1.0g/cm<sup>3</sup>、作土深15cmのほ場に10a当たりゼオライト2t施用する場合、陽イオン交換容量を1.6me/100g程度上げることが可能でした（図1）。

また、交換性加里が多いことから（表1）、施用量に応じてイネが吸収できる加里量も増加しました。これらの効果は2作跡地でも持続しました（表2）。

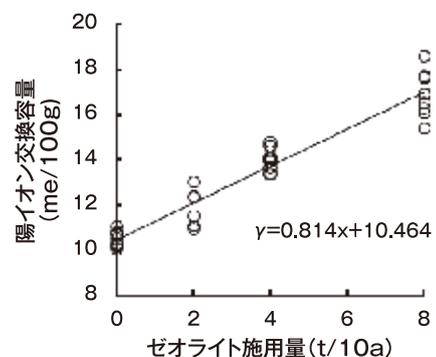


図1 ゼオライト施用量と初作跡地土壌の陽イオン交換容量（2014）

表 2 跡地土壌の陽イオン交換容量と交換性加里量

	施用量	陽イオン交換容量	交換性加里
		(me/100g)	(mg/100g)
施用後 初作跡 (2014)	無	10.8±0.2	13.0±4.6
	2t/10a	11.9±0.1	35.9±8.2
	4t/10a	12.7±0.6	59.8±10.3
	8t/10a	17.2±0.6	140±26
施用後 2作跡 (2015)	無	10.5±0.4	9.0±3.4
	2t/10a	11.7±0.8	37.4±11.5
	4t/10a	14.0±0.2	78.0±16.1
	8t/10a	16.9±1.0	131±21

#### 4 ゼオライト施用の作物への効果

##### (1) 水稲栽培

ゼオライト 2t/10a 施用により保肥力が高まり、施肥窒素利用率が約 1 割向上して窒素吸収量が高くなりました。その結果、葉色は無施用に比べ生育期間を通して濃く推移し、出穂期以降の葉色維持にも効果が認められました(図 2)。また、精玄米重も約 5% 増加しました(表 3)。

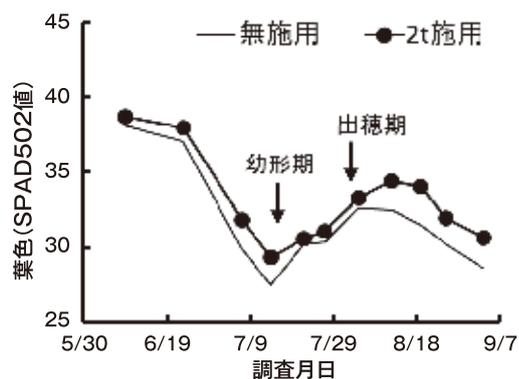


図 2 生育期間中の葉色 (SPAD502 値) の推移 (2015)

表 3 ゼオライト施用による窒素吸収量および精玄米重

	施用量	窒素吸収量(g/m <sup>2</sup> )		精玄米重 (g/m <sup>2</sup> )
		幼形期	成熟期	
施用後 初作目 (2014)	無	4.0(100)	9.4(100)	537(100)
	2t/10a	5.2(130)	10.1(107)	564(105)
	4t/10a	5.3(133)	10.7(114)	567(106)
施用後 2作目 (2015)	無	4.5(100)	9.5(100)	552(100)
	2t/10a	5.2(116)	10.2(107)	581(105)
	4t/10a	5.3(117)	10.2(107)	570(103)

##### (2) ダイズ栽培

交換性加里が少ない土壌においてゼオライトの加里供給効果をポット栽培で試験しました。ゼオライト施用後 3 作目のダイズの草丈は無施用を上回り、葉の周辺部の黄化が認められないなど加里供給効果があることが示されました(写真 2)。



写真 2 ゼオライト施用後 3 作目 (ダイズ、2016)

ポット充填土壌：交換性加里量 7mg/100g の砂壤土  
 施肥：窒素、リン酸は同じように施肥 (3 作)  
 左：ゼオライト施用なし。3 作とも加里施用なし。  
 中央：ゼオライト施用なし。3 作とも塩化加里施用。  
 右：初年目にゼオライト 4t/10a 相当施用。3 作とも加里施用なし。

#### 5 おわりに

地力向上のためには堆肥や緑肥による腐植の向上が有効な手法ですが、ゼオライトのように保肥力のもとになる鉱物を施用することも砂質の水田が多い富山県では有効な土づくりの手法であることが分かりました。

農林水産省委託プロジェクト「水田作及び畑作における収益力向上のための技術開発」の現地検討会が農業研究所で開催されました。

8 月 18-19 日に農業研究所と入善町の現地ほ場において、委託プロジェクトの現地検討会が開催されました。施肥コストの削減に向けた土壌からの窒素・カリの供給量を把握する手法等について、活発な意見交換が行われました。また、カリが欠乏した土壌におけるゼオライトの施用効果等を見学し、今後の施肥の削減のあり方について、様々な意見が寄せられました。大変貴重な 2 日間になりました。



# ヘアリーベッチとライ麦の混作・鋤込による 作土の窒素肥沃度と収量性の向上、排水性の改善

土壌・環境保全課  
主任研究員  
東 英男



## 1 はじめに

マメ科緑肥のヘアリーベッチは、CN比が低く、分解が早いので、大豆生育初期の窒素供給量が増加し、大豆の生育量の確保や品質の向上に役立ちます。今回、ヘアリーベッチとCN比の高いイネ科緑肥のライ麦とを組み合わせることにより(図1)、初期の肥効だけでなく、田畑輪換ほ場における継続的な窒素肥沃度の維持、排水性の改善、ならびに大豆の収量性の向上に寄与することを明らかにしました。



図1 ヘアリーベッチとライ麦の混作

## 2 全窒素・収量性の向上

ヘアリーベッチを加えたポットで大豆を栽培した後の土壌は、緑肥を加えない土壌に比べ、全窒素・可給態窒素が増加しました。また、ヘアリーベッチ単独施用に比べ、ヘアリーベッチに対しライ麦をより多く加えた処理で、全窒素・可給態窒素が増加しました(図2)。このことから、ヘアリーベッチとライ麦の混作により、作土の窒素肥沃度が高まること分かりました。

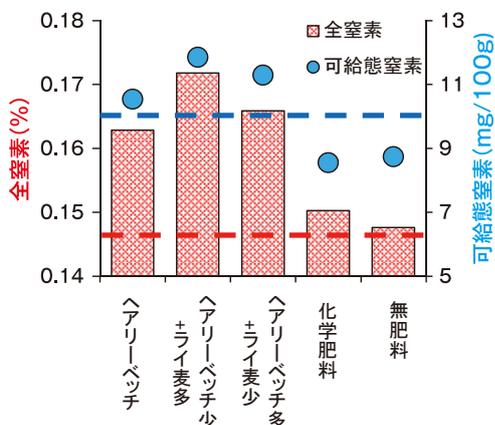


図2 大豆栽培後土壌の全窒素及び可給態窒素 (ポット)  
※赤破線は作付前の全窒素, 青破線は作付前の可給態窒素の値

ほ場においても、大豆作前にヘアリーベッチ、もしくはヘアリーベッチとライ麦を混作したものを鋤き込むことにより、大豆栽培後の作土中の全窒素は増加し、収量も増加しました(図3)。

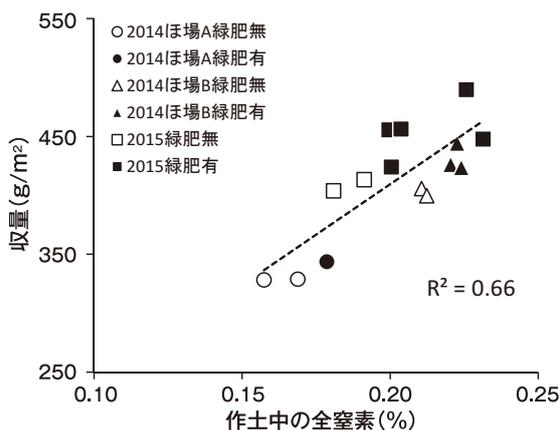


図3 大豆栽培後作土の全窒素と収量の関係 (ほ場)

## 3 排水性の向上

ヘアリーベッチとライ麦の鋤込により、排水性が向上し、大豆生育初期の滞水が軽減されました(図4)。



図4 大雨後のほ場の排水状況  
(2014.6.13 前日の降雨量 51.5mm/日)

## 4 おわりに

大豆等の田畑輪換による作土の窒素肥沃度の低下を防ぐためには、CN比の高い家畜ふん堆肥の施用が有効ですが、県内の家畜ふん堆肥の供給量だけではまかなえないのが現状です。今回紹介しましたCN比の異なる緑肥の混作・鋤込は、大豆の収量向上だけでなく、跡地の窒素肥沃度の向上にも効果が認められることから、堆肥に替わる土作りとして期待できます。

# 「飼料用米「やまだわら」の栽培技術の組立て」

～ 安定多収と省力・低コストの実現に向けて ～

栽培課 課長 稲原 誠

## 1 はじめに

水稲の生産技術は、食糧管理法下の平成初期の時代まで“多収”を主要な目的として改良されてきた。以降、余剰米問題を背景に米の生産調整が強化され、富山県では、大豆や大麦が基幹品目として位置づけられてきた。一方、昨年3月に閣議決定された「食料・農業・農村基本計画」では、水田フル活用による自給率向上を図るため、飼料用米等の戦略作物の生産拡大が打ち出され、これを推進するための交付金制度も整備されている。水稲の作付けにより生産調整を実施する選択枝が拡充されたわけである。

今回は、生産調整の新たな選択枝となった飼料用米の生産について、特に、多収品種「やまだわら」の栽培技術を組立てる取組みについて紹介する。

## 2 「やまだわら」の基本情報

水稲品種「やまだわら」は、国立研究開発法人農研機構が平成26年に育成した業務加工用の多収品種である。栽培適地は、関東・北陸以西とされ反収750kg以上が期待できる。

当研究所では、平成26年度の品種比較試験に供試され、“多収で耐倒伏性に優れる”有望な品種として評価された。主な調査結果を表1に示した。

成熟期が「日本晴」並みの晩生で、粗玄米重が他の晩生種より2割程度多く、多肥条件では800kg/10aを超える多収性を発揮する。一方、穂数が360本/m<sup>2</sup>で他品種より2割以上少なく、一穂の籾数に依存した穂重型の多収品種と言える。穂重型ではあるが、稈長が短く、倒伏は認められていない。これらの優れた形質を確認して、「やまだわら」は、交付金制度の対象品種として富山県の知事特認品種に位置づけられている。

表1 「やまだわら」と主な晩生品種の特性

品種	成熟期 (月/日)	稈長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	粗玄米重 (kg/10a)
やまだわら	9/23	71.7	360	865
てんこもり	9/18	74.9	481	713
日本晴	9/22	74.3	460	742

※移植日：5/14，窒素施肥総量 16.7kgN/10a

## 3 「やまだわら」の基本栽培技術の組立て

栽培課での「やまだわら」の栽培技術研究は、今

年度着手したところで、基本的な栽培技術を組立てる試験の設計は、図1に示したシナリオに従った。

栽培技術の基本骨格について、前節に示した基本情報等を生かして、予め絞り込みをかけた。要点は、①収穫物の乾燥コスト低減を目的として圃場での立毛乾燥期間を確保するため、早期移植を適用すること、②決定的な穂数不足を回避するため極端な粗植を控えること、③穂重型の品種特性を生かした効率的な追肥重点の施肥体系を目指し、基肥は一般主食用品種なみとすることである。

次に、研究の設計にあたっては、作期など前段で絞り込んだ基本技術を共通の前提条件として、安定多収に最も影響すると考えられる追肥体系の内容について検討することにした。追肥には、栄養生長期の栄養凋落を回避するための中間追肥と生殖生長期に収量を積極的に増加させるための穂肥と実肥がある。幼穂形成期頃に施用する1回目の穂肥は、主に一穂籾数の増加に、籾殻の肥大期に施用する2回目の穂肥や登熟初期に施用する実肥は玄米の千粒重や籾の登熟歩合の増加に効果を発揮する。これらの追肥を無駄なく効率的に機能させるために、どのよう



図1 基本栽培技術を組立てるシナリオ

な組み合わせが適切であるかを考えるとともに、現場での適用性も考慮しながら複数の試験処理を設定して調査を進めているところである。



写真1 移植栽培での追肥試験圃場（112号田）  
※移植（4/26）後72日撮影

また、気象の年次変動や栽培環境の違いによって生ずる生育の変動を適正領域に誘導するため、葉色や茎数などについて、主要な生育ステージでの診断指標が必要になる。今年の調査では、栄養生長期の「やまだわら」の葉色が、一般の主食用品種に比べて淡く推移する傾向にあり、「やまだわら」専用の葉色診断指標の策定について検討している。

#### 4 低コスト・省力技術の検討

飼料用米生産に対する交付金制度を考慮すると、目標収量を地域の基準反収+150kg/10a（県内では概ね700kg/10a）に設定して、コストの低減や省力化を図る方策が必要である。省力・低コスト技術については、主食用米の研究情報を生かし、今回、「やまだわら」に対して、稚苗移植の密播粗植技術と直播栽培技術の適用性を検討することにした。

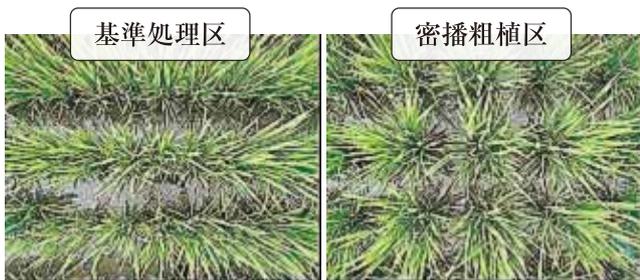


写真2 密播粗植試験の稲株（幼穂形成期）  
※処理内容 基準処理区：120g/箱播種，70株/坪栽植  
密播粗植区：240g/箱播種，35株/坪栽植

密播粗植技術は、育苗段階で箱当たりの播種量を基準量の2倍程度に増やすとともに、本田移植で栽植密度を60株/坪未満の粗植にすることにより、使用する苗箱数の大幅な削減を狙った技術である。粗植栽培では、一般に一穂粒数が増加して収量を維持する傾向にあり、「やまだわら」の穂重型の特性に大

きく依存する栽培法となる。一方、播種量の増加により苗が徒長気味になることや、分けつ期の天候不順などにより、茎数や穂数の確保が不安定となる懸念もある。研究では、穂数と一穂粒数の変動について調査を進めている。（写真2）

直播栽培技術は、育苗作業を省略して本田に直接播種する低コスト・省力の主要技術で、研究情報の蓄積も多い。本県では、春先の代かき後に播種する湛水土中直播（カルパーコーティング）と湛水表面直播（鉄コーティング）、さらに、前年秋の代かき後に落水して乾田化し、春にV字型の溝を作って播種する乾田V溝直播が普及している。直播栽培の安定化には、出芽・苗立ちの向上に加え、倒伏の回避がキーワードとなっている。特に、湛水直播では、播種深度が1cm程度もしくは土壌表面であることから、移植栽培に比べて倒伏のリスクが大きく、生育の適正制御も重要となる。今回の研究では、「やまだわら」の出芽・苗立ちの安定性を播種様式毎に評価している。また、追肥により水稻の生育量に幅をもたせて、生育及び倒伏程度と収量の関係を調査し、安定多収に向けた栽培管理法について検討を進めている（写真3）。



写真3 湛水土中直播の試験圃場（110号田）  
※播種（4/27）後71日撮影（一部追肥処理済）

#### 5 おわりに

生産調整の新たな選択肢となった飼料用米の生産では、農地が水田として継続利用されることになる。大豆の作付けで顕現化しつつある“地力低下”や“黒根腐病”といった難防除病害の問題に対して、持続的な農業生産の一策となることも期待できる。

飼料用米「やまだわら」の生産が選択肢となるためには、700kg/10aの収量水準をより低コストで安定化できることが基本となる。研究的にはかつての多収技術をレビューする側面があり、早期に有益な技術情報が提供できるよう、精力的に取り組んでいる。

## 「バイオ技術を活用した新品種の育成」

### ～ 農業バイオセンターの研究への取り組み ～

農業バイオセンター 所長 金田 宏

農業バイオセンターでは、主にバイオ技術を活用してチューリップと稲の品種開発を行っています。チューリップでは、育種期間の短縮技術の開発や新品種の育成について、また、稲では機能性に富んだ新形質米の開発などに取り組んでいます。

現在の主な研究内容について紹介します。

#### 1 チューリップのバイオ研究

全国の試験場の中で、チューリップを研究対象にしている研究機関は少なく、細胞レベルの研究から品種開発までを行っているのは富山県が唯一と言っても過言ではありません。農業バイオセンターでは長年、チューリップの組織培養法や遺伝子導入技術の開発に取り組み、青いチューリップの育成を目指した研究を進めて来ました。

現在、世界中で育成されている栽培品種は 5,000 品種を超えています。青いチューリップは存在していません。しかし、チューリップの中には花卉の内側の花底部だけが青色を発色する品種がいくつか存在しています。これまでの研究では、この青色発現が花底部の特異的な鉄イオンの蓄積により生じることが分かりました。さらに、この青色化には、鉄イオンの輸送と貯蔵に関わる遺伝子が関与することが明らかになり、その遺伝子の単離にも成功しました。

これらの成果をもとに、遺伝子導入技術により人為的に花卉全体で発現誘導できれば、花全体の青色化も期待できます(写真 1)。



写真 1 遺伝子導入個体に形成された小球根

さらに、組織培養技術を活用し、(国立研究開発法人)量子科学技術研究開発機構・高崎研究所との共同研究により、ヘリウムイオンや炭素イオンによるイオンビームを照射し、突然変異を誘導した新規性の高い品種の開発も進めています。

#### 2 チューリップの開花までの期間短縮へ

チューリップの新品種育成において最大の難題は、種子から開花できる大きな球根を得るまでに少なくとも約 5 年を要することです。

そこで、この育成期間を短縮するため、球根の肥大化促進法の開発も進めています。これまでに、抗酸化性物質の一種であるグルタチオン (GSSG) を、種子から育成したチューリップ球根の葉に噴霧することで、球根が通常より 10~30%大きくなることが明らかになりました(写真 2、図 1)。

これはグルタチオン噴霧により葉の光合成能が向上した結果、球根の貯蔵デンプン粒が通常よりも大きくなったためです。このグルタチオンを活用することにより、チューリップの育成期間を短縮できると考えています。



1 年目                  2 年目                  3 年目

写真 2 グルタチオン噴霧による育成球根の肥大化促進効果

上段：通常栽培による球根（対照）  
下段：グルタチオン噴霧により肥大化した球根

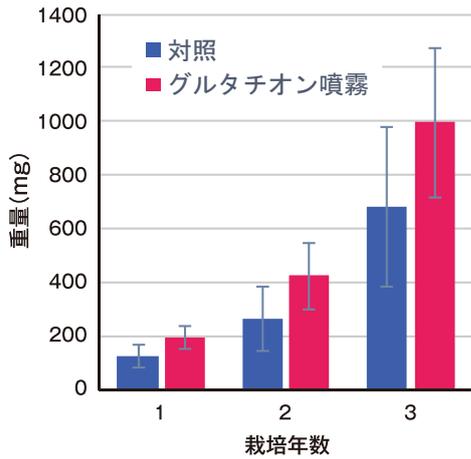


図1 グルタチオン噴霧による育成球根の重量増加

### 3 水稲新形質米の育成

水稲の研究では、育種課と連携して「DNA マーカー選抜を用いた育種技術手法の開発」を進めており、水稲の品種改良に有効な遺伝子の解析を行っています。これは、ヒトの医療現場で実施されている「遺伝子診断」を育種過程の選抜ツールとして利用するものです。イネには 30,000 以上の遺伝子が存在します。この中から「改良したい（導入したい）特性に関わる遺伝子」を見つけることが目標です。

これまでに、「高温下でも玄米が白く濁らない遺伝子」、「稈を太くして倒れにくくする遺伝子」、「増収に向けた光合成能力を向上させる遺伝子」(図 2)、「除草剤に対する抵抗性/感受性を制御する遺伝子」などを研究し、品種開発を進めています。

また、「食と健康」の充実に向けて、米ぬか部に機能性成分を多く含むイネ、特にコシヒカリをベースとしたビタミン E の一種『トコリエノール』を多く含む品種の育成にも取り組んでいます。



図2 登熟能力向上に関する遺伝子研究のイメージ

### 4 水稲種子温湯消毒技術の改良

新たな研究視点から「水稲種子の温湯消毒技術の改良」にも取り組んでいます。一般に普及している「60℃・10分」の温湯消毒処理では、ばか苗病に対する効果が不十分であるとの指摘があります。より高い温度で処理すれば消毒効果は上がりますが、一方で発芽率が低下します。

これまでの研究から、温湯消毒前に水稲種子の水分を低下させることで、温湯に対する高温耐性が強化されることを確認しました(写真3)。

これらの結果より、現在、「事前乾燥と 65℃・10分の温湯消毒処理を組み合わせた新たな温湯消毒技術の実用化」に取り組んでいます。ばか苗病の防除は、63℃の温湯処理で十分との報告もあることから、この処理体系で防除を徹底できると期待しています。

また、一般に温湯消毒時の高温耐性が弱いとされている酒米品種や糯品種についても試験を行っており、慣行の薬剤処理との比較では、生育や収量性への影響は認められませんでした。この技術は、温湯消毒前に種子を再度乾燥させるという簡単な作業を加えるだけで、乾燥機さえあれば特殊な機械は必要としません。

このように、当センターでは、バイオ研究以外にも新たな切り口の技術開発に取り組んでいます。

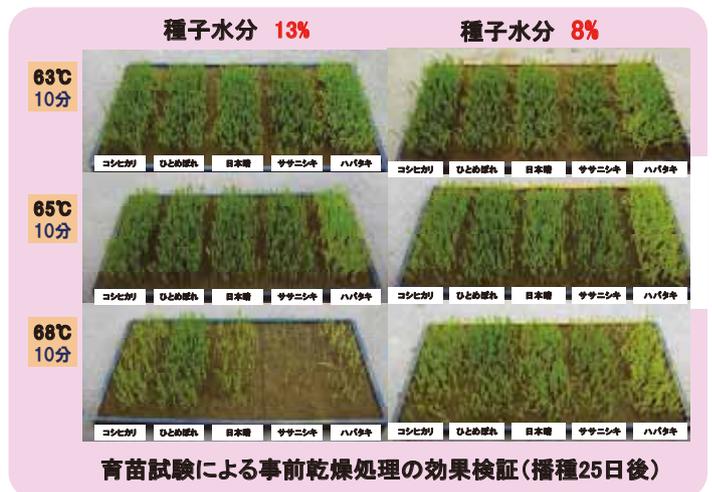


写真3 事前乾燥処理による水稲種子温湯消毒時の高温耐性向上

# 病害虫発生予察事業とは

## ～ イメージとしては天気予報の病害虫版 ～

病理昆虫課 副主幹研究員 青山政義

病害虫発生予察事業は、広域に発生し、急激に蔓延して農作物に重大な被害を与える病害虫について、①発生動向を調査し、防除を要する病害虫や防除対策に関する情報を農業者に提供、②情報に基づき病害虫の防除を効果的かつ効率的に行い、その被害を防止して農業生産の安定と助長を図ることを目的としています。

### 1 仕組み

発生予察は場を設け、病理昆虫課の職員が巡回して病害虫の発生状況を調査します。また、主要なJAに委嘱している14名の病害虫防除員や農業共済組合職員による調査データが病理昆虫課に集められます。解析結果をもとに、病害虫発生予察情報を作成し、農林振興センター、農協、農業共済組合や報道機関を通じて生産現場へ提供されます(図1)。また、病害虫発生予察情報はその内容に応じて5種類の情報があります(表1)。

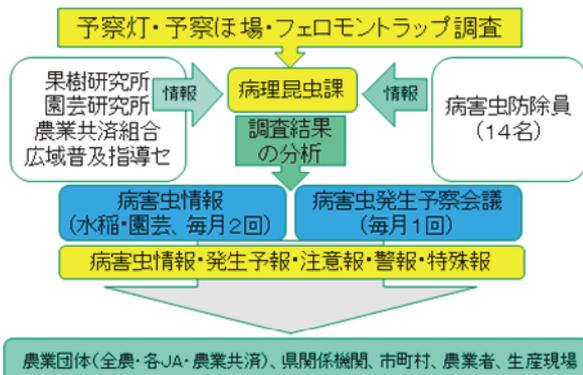


図1 病害虫発生予察情報の提供フロー

表1 病害虫発生予察情報の種類

種類	内容
①発生情報	毎月2回の定期調査結果とその対策について発表
②発生予報	向こう1か月の病害虫発生動向の予測とその対策について、月1回発表
③注意報	警報を発表するほどでもないが、重要病害虫の多発生が予想され防除措置を講ずる必要がある場合に発表
④特殊報	新たな病害虫を発見した場合や重要病害虫の発生消長に特異な現象が認められた場合に発表
⑤警報	重要病害虫の大発生が予想され、早急に防除措置を講ずる必要がある場合に発表

### 2 調査の概要

病害虫発生予察調査は、水稻、大麦、大豆、ネギ、

タマネギ、キュウリ、トマト、スイカ、サトイモ、リンゴ、ナシ、キクの12作目を対象に行っています(図2)。また、特別に侵入警戒調査としてチチュウカイミバエ(国内未発生)、スイカ果実汚斑細菌病、ウメ輪紋ウイルス、キウイフルーツかいよう病の調査も実施しています。

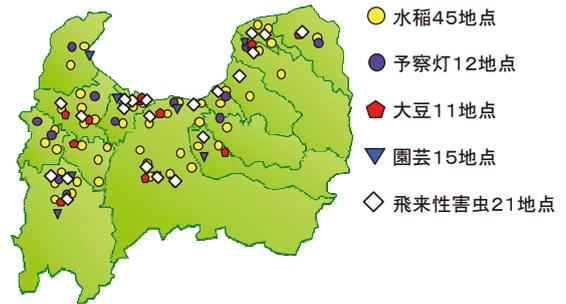


図2 主要作目の病害虫発生予察地点

### 3 調査方法

調査は国が定める病害虫発生予察基準により全国一律の方法・基準で行います。調査方法は見取調査、すくい取り調査、払落調査が基本になりますが、害虫が白熱灯に集まる習性を利用した予察灯調査、害虫の雌の匂いで雄が誘引されるフェロモントラップによる調査も実施しています。



図3 予察灯調査(左上)、フェロモントラップ調査(左下)、すくい取り調査(右上)、払落調査(右下)

### おわりに

病理昆虫課では情報収集を積極的に行い、生産者、農業関係者への迅速で的確な情報提供に努めます。病害虫発生予察事業に対する一層のご理解とご協力をお願いします。