

研究成果

## LAMP法を用いたイネもみ枯細菌病の迅速診断

病理昆虫課 主任研究員 三室 元気

### 1 はじめに

近年、水稻の育苗期、本田期を問わず、種子伝染性病害のイネもみ枯細菌病（病原：*Burkholderia glumae*）の発生が増加傾向にあり、この被害を防ぐためにも健全籾の供給が強く求められています。特に、種子生産現場では、育苗期以降に本病を早期に発見し、速やかに対策を行うことが不可欠です。選択培地を用いた従来の分離・培養診断では結果が判明するまでに時間を要することから、新たな診断技術として LAMP 法による迅速診断法を確立しました。

### 2 LAMP 法について

本法は、新型コロナウイルス感染症の病原体検査指針（厚生省）に採用されている遺伝子検出技術の一つであり、迅速に病原体を検出できる診断法として注目されています。これをイネもみ枯細菌病菌の診断に応用することにより、わずか 45 分で本病に特異的な増幅を検出できます（図）。

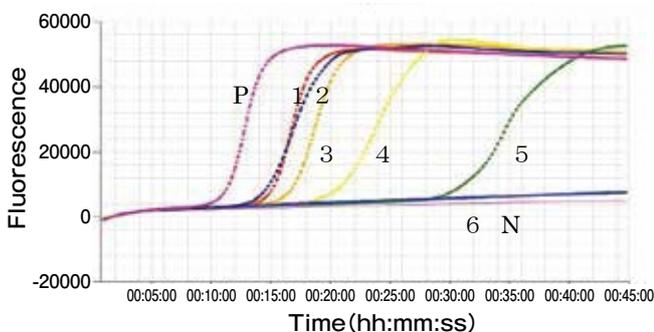


図 LAMP反応によるもみ枯細菌病菌の検出

- 1) Genie II (Opti Gene社)のモニタリング画面(反応時間:45分)  
 2) P:陽性コントロール、N:健全籾、1~6:保菌籾10gを蒸留水に浸漬し、減圧処理することにより得た抽出液を $10\sim 10^6$ 倍に希釈した希釈系列(1:10倍、2:10<sup>2</sup>倍、3:10<sup>3</sup>倍、4:10<sup>4</sup>倍、5:10<sup>5</sup>倍、6:10<sup>6</sup>倍)

### 3 検出感度

従来法を選択培地による検出と各種遺伝子検出法(LAMP法、リアルタイムPCR(qPCR)法及びPCR法)の検出感度を比較すると、LAMP法及びqPCR法は選択培地法の100~1000倍の感度で検出できることが明らかとなりました(データ略)。

### 4 検出時間

検体からの病原菌抽出から検出までの一連の所要時間を比較したところ、LAMP法は従来の選択培地による診断と比べて短時間のうえ、他の遺伝子診断技術と比べても迅速・簡便に検出できることが明らかになりました(表)。

表 各検出方法の診断時間及び1日あたりの診断数の目安

検出方法	選択培地	LAMP	qPCR	PCR
<b>【診断時間】</b>				
抽出液の調製	35分	35分	35分	35分
反応試薬の調製	—	10分	20分	20分
反応・培養	3日	45分	90分	130分
電気泳動	—	—	—	30分
合計	3日	90分	145分	215分
<b>【診断数の目安】</b>				
検体数/日	10~20	10~20	30	10~15

- 1) 診断時間は同時に6検体の検査を実施した場合の試算  
 2) 1日あたりの診断目安数は反復を含まない実検体数

### 5 おわりに

従来法と比較して迅速・簡便な本法を用いることにより、早い場合は当日に結果を出すことが可能になります。また、原種等のクリーニングの効果判定やより保菌リスクの低いロットの選別などにも適用できると考えます。今後は他のイネ種子伝染性病害にも対応した同時検出技術の開発にも取り組み、健全種子生産に取り組む現場を支援していきたいと考えております。

# 水稲「富富富」の高密度播種苗栽培における適正栽植密度 ～密苗で安定生産・高品質な「富富富」を目指して～

栽培課 南山 恵(現富山農林振興センター)

## 1 はじめに

現在、富山県では水稲移植栽培の低コスト技術のひとつとして、高密度播種苗栽培（以下密苗栽培）が年々増加傾向にあります。この密苗栽培では、苗質低下による初期茎数の不足などが懸念されるため、当研究所では、高品質米の安定生産に向けた留意点を整理してきました。こうした中、本県ブランド品種の「富富富」についても密苗栽培の導入を求める声が大きくなっています。

そこで、「富富富」の密苗栽培において、収量・品質の安定化を図るため、37～85 株/坪の範囲で適正な栽植密度を明らかにしました。対照となる慣行苗の栽植密度は、栽培マニュアルに従い 70 株/坪としました。また、密苗の播種量は、慣行の 120g/箱に対し、2倍量の 240g/箱に増量しており、密苗の移植では、専用のかき取り幅の狭いツメを装着した移植機を適用しました。なお、機械移植は、植付本数 3～4 本/株程度、植付深さ 3 cm 程度の条件で行いました。

## 2 「富富富」の密苗の苗質

移植適期の密苗は、慣行苗と比較して葉齢が小さく、充実度などの苗質や新根の発根量が劣りません（図1）。

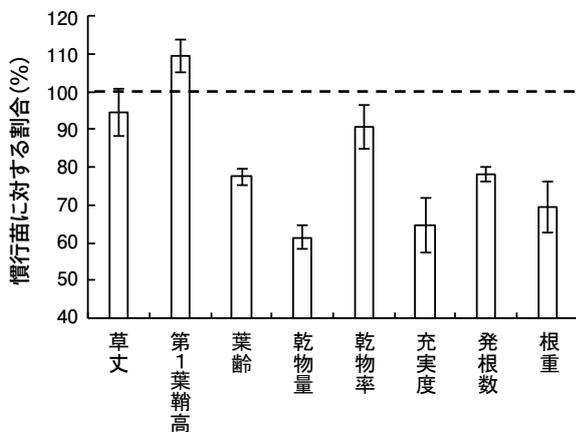


図1 密苗の特徴 (2019～2021年)

注1) 発根数・根量は、根を切除した苗を蒸留水中で1週間程度静置した後に調査(2019～2020年)  
注2) エラーバーは標準誤差

そのため、密苗の初期分けつ発生率は慣行苗に比べてやや低くなる傾向にあります（図2）。

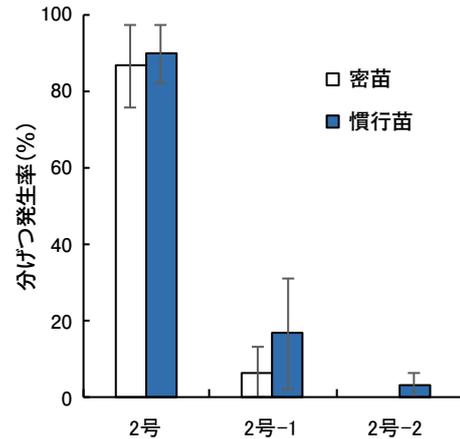


図2 育苗方法の違いと初期分けつ率 (2019～2021年)

注1) 植付本数4本/株、植付深さ3cmに手植えした株を移植後20～25日に調査  
注2) エラーバーは標準誤差

## 3 密苗の栽植密度と茎数及び穂数

密苗栽培による移植後 20 日頃の初期茎数は、栽植密度を上げると明らかに増加します。また、栽植密度を 70～85 株/坪とすることにより、初期茎数及び穂数が慣行苗並みに確保され、穂数は目標穂数 (400 本/㎡) 以上に確保されます（図3）。

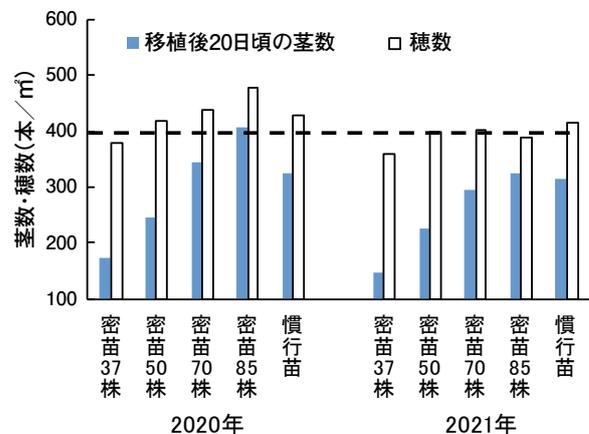


図3 栽植密度と移植後20日頃の茎数及び穂数の関係 (2020～2021年)

#### 4 密苗の栽植密度と収量の関係

密苗栽培による収量は、栽植密度を37株/坪まで下げると減少し、50～85株/坪の範囲では、慣行苗並みの収量となります(図4)。

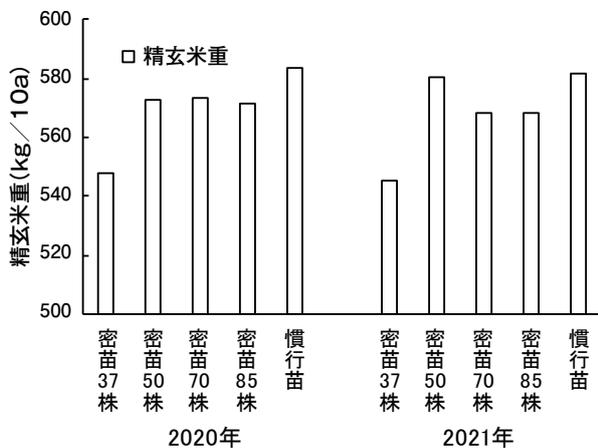


図4 栽植密度と精玄米重の関係(2020～2021年)

#### 5 密苗の栽植密度と収量構成要素の関係

密苗栽培による1穂粒数は、栽植密度を上げることによって減少します。また、登熟歩合は栽植密度を上げると高まります。栽植密度70～85株/坪とすることで、1穂粒数が慣行苗並みに制御され、登熟歩合が同程度まで高まり、品質安定化のためのシंक(粒数)とその充填程度(登熟)のバランスが整います(図5)。

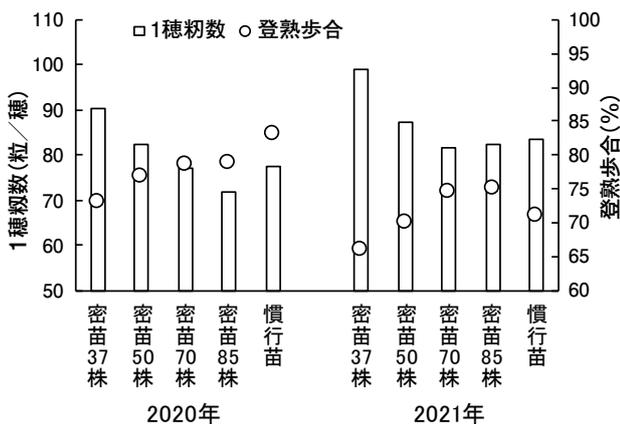


図5 栽植密度と1穂粒数及び登熟歩合の関係(2020～2021年)

#### 6 密苗の栽植密度と品質の関係

密苗栽培による整粒歩合は、栽植密度を上げる

と高まり、50～85株/坪で慣行苗と同等以上になります。これは、図5で示した1穂粒数と登熟歩合が適切に制御された効果と考えられます。一方、青未熟粒発生率は、栽植密度に対して一定の傾向を示さず、全般に慣行苗より高くなります(図6)。

また、玄米蛋白含有率は、栽植密度を変えても一定の傾向がみられませんでした(データ略)。

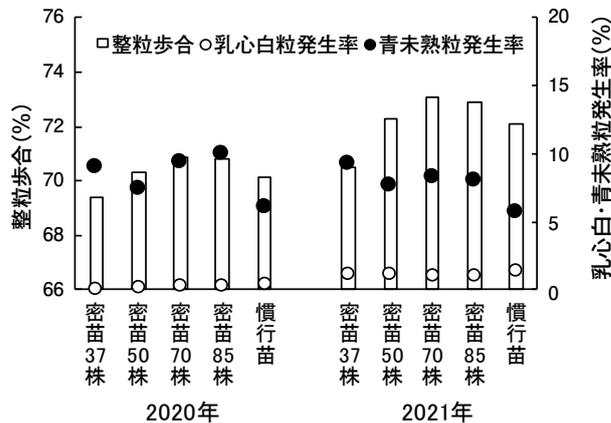


図6 栽植密度と外観品質の関係(2020～2021年)

注)外観品質は静岡製機ES-VIによる

#### 7 まとめ

以上の結果を総合すると、「富富富」の密苗栽培において、慣行苗と同等の収量・品質を安定して確保していくためには、栽植密度を70株/坪または85株/坪として栽培することが適当と考えられます。なお、「富富富」の密苗栽培では、幼穂形成期、出穂期及び成熟期が慣行苗に比べ1日程度遅くなるので、穂肥施用や病害虫防除の作業時期を計画する際に留意してください。

#### 8 おわりに

密苗栽培は、高密度に播種した軟弱な苗を移植する技術であり、播種量や育苗日数、移植作業速度などの条件が、水稻の生育や収量、品質に影響します。収量や品質を安定化させて密苗栽培の利点を最大限に発揮させるためにも、本成果と併せて、令和2年度の成果情報「低コスト・省力化及び安定生産のための高密度播種苗の留意点」も参考にいただき、密苗栽培の適切な導入をお願いします。

# 移植コシヒカリ用全量基肥肥料に配合された穂肥相当窒素の溶出特性 ～樹脂被膜の崩壊性が高まっても溶出特性はほぼ同じ～

土壌・環境保全課 副主幹研究員 山田 宗孝

## 1 はじめに

近年、全量基肥肥料等に含まれる被覆窒素肥料（LPコート肥料）の被膜（樹脂製）が海洋プラスチック負荷の一因となることが指摘されており、その対策の一つとして被膜の崩壊性を高めた新規の被覆窒素肥料（Jコート肥料）への変更を進めています。一方、Jコート肥料は開発後の歴史が浅いため、環境要因が肥料成分の溶出に与える影響などの基礎的な知見がそれほどありません。そこで、現在、移植コシヒカリ用全量基肥肥料の穂肥相当に採用されているJコート肥料（JSD(80)及びJSE(100)）について、溶出変動の要因として土壌の種類と温度を想定したモデル試験を行い、基礎的な溶出特性を明らかにしました。

## 2 土壌種の違いが溶出に与える影響

湛水土壤中でのJSD(80)及びJSE(100)の溶出は、全量基肥肥料の旧銘柄に配合されたLPSS100と同様にインキュベーション開始後60～80日頃以降、土壌種間でのバラつきが生じ、砂壤土で高く推移する傾向がありました（図1、図2、JSE(100)のデータは省略）。

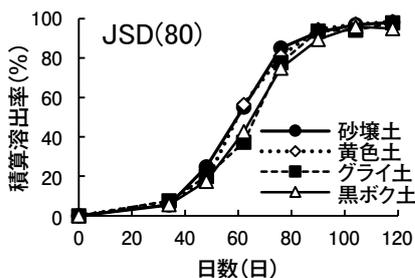


図1 湛水土壤中でのJSD(80)の溶出

注1)25℃恒温条件(図2も同様)  
注2)土壌は研究所内の人工造成ほ場の作土を供試(図2も同様)

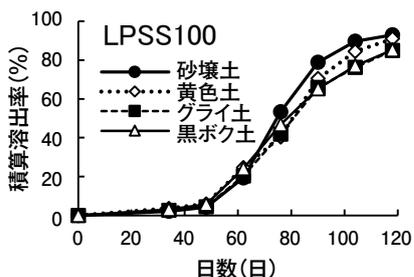


図2 湛水土壤中でのLPSS100の溶出

また、移植コシヒカリ用全量基肥肥料に配合された穂肥相当窒素（JSD(80)+JSE(100)；それぞれ7:3で配合）を想定し、溶出率の土壌種間のバラつきを標準偏差で評価すると5%前後であり、LPSS100における溶出率の標準偏差と同程度でした。

## 3 温度の変化が溶出に与える影響

市販肥料に配合されたJSD(80)+JSE(100)の溶出は、温度を高めることにより、LPSS100と同様に変化し、溶出抑制期間が短くなり、溶出開始後の溶出速度が速くなりました（図3）。また、その温度依存性（Q10）は、溶出速度の最大値で評価すると1.6であり、LP肥料の設計指標である2.0に近い値でした（表1）。

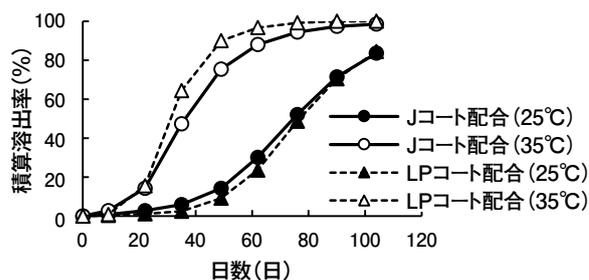


図3 温度と市販肥料の穂肥相当窒素の溶出

注1)温度設定は25℃と35℃(いずれも恒温)で水中で保温  
注2)市販肥料は移植コシヒカリ用で、LPコート配合(旧銘柄)の穂肥相当はLPSS100のみ、Jコート配合はJSD(80)とJSE(100)を7:3で配合

表1 市販肥料の穂肥相当窒素の溶出の温度依存性

肥料	最大期間溶出率(%/day)		Q <sub>10</sub> <sup>注1)</sup>
	25℃	35℃	
Jコート配合	1.6	2.5	1.6
LPコート配合	1.8	3.8	2.1

注1)温度10℃上昇に伴う溶出速度の変化する  
注2)市販肥料の配合は図3の注2)と同じ

## 4 まとめ

以上、移植コシヒカリ用全量基肥肥料に配合された穂肥相当のJコート肥料は、土壌や温度の変化に対して従来のLPSS100と同程度の反応を示すことが明らかになりました。

本県では2020年度以降、コシヒカリ用全量基肥肥料にJコート肥料を採用しており、以前の肥料と同様にご使用いただければと思います。

# 農作物の病害診断ライブラリの構築 ～富山県版植物病害ライブラリを作成～

病理昆虫課 上席専門員 岩田 忠康

## 1 はじめに

生産現場で見られる多くの病害虫の中には、酷似した病徴や肉眼で確認しにくい微小害虫の被害など、農業者や指導者が判断に迷う事例が多くあります。そこで、これまでに診断依頼のあった農作物の病害虫について診断結果を蓄積するとともに、ライブラリを作成しました。

## 2 病害虫の診断依頼

2017～2021年に病害で556件、虫害で90件の診断依頼があり、作物別割合は、病害・虫害ともに野菜が約半分を占めました(図1)。野菜病害の中ではネギ、キャベツ、トマト・ミニトマト、ニンジン、タマネギの診断依頼が多くあります(図2)。

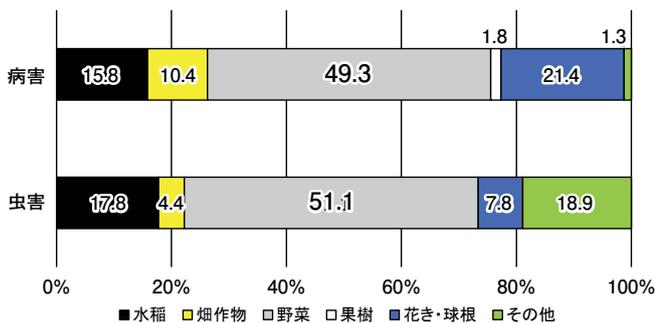


図1 診断依頼の作物別割合

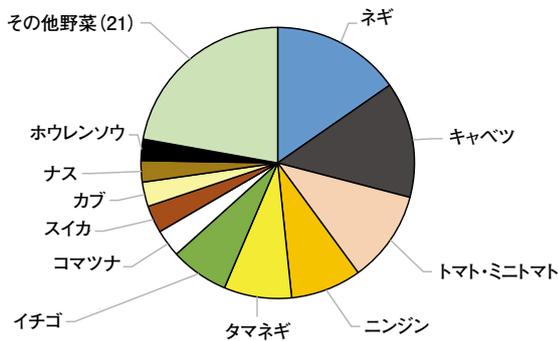


図2 病害診断の野菜における品目別割合  
( )内数字は品目数

また、水稲の病害では、4～5月は苗立枯病(細菌、かび)、6月は本田のばか苗病、8～9月はもみ枯細菌病、内穎褐変病、もみ枯病が多く見られました。ネギの病害では、4～5月は根腐病、6～7

月は苗立枯病、8～9月は軟腐病、萎凋病が多く、キャベツの病害では、6～7月は黒すす病、9月以降は根朽病が多く見られました。

## 3 ライブラリの作成

病害の診断結果は、水稲、畑作物、野菜、花きごとにライブラリを作成し、各農林振興センターへCDで配布しています。病名一覧(エクセルシート)のハイパーリンクから、病害ごとに病原菌名、病徴・病原菌写真、発生要因などを1ページにまとめた診断結果(pdfファイル:合計1,309ページ)を閲覧することができます(図3、表)。

通し番号	番号	所属科	作物名	病名	病原
134	1	ネギ科	タマネギ	疫病	Phytophthora nicotianae
135	2	ネギ科	タマネギ	乾腐病1 育苗期	Fusarium oxysporum f. sp. cepae
136	3	ネギ科	タマネギ	乾腐病2 生育後期	Fusarium oxysporum f. sp. cepae
137	4	ネギ科	タマネギ	乾腐病3 貯蔵中	Fusarium oxysporum f. sp. cepae
138	5	ネギ科	タマネギ	黒かび病1	Aspergillus niger
139	6	ネギ科	タマネギ	黒かび病2	Aspergillus niger
140	7	ネギ科	タマネギ	黒点葉枯病	Septoria alliacea
141	8	ネギ科	タマネギ	白色疫病	Phytophthora porri
142	9	ネギ科	タマネギ	白色疫病2	Phytophthora porri

タマネギ白色疫病Phytophthora porri



本病はもうひとつの病原とは異なり高温期に発病する

図3 病害診断ライブラリの例  
上:病名一覧(エクセルシート)、下:診断結果(pdfファイル)

表 診断結果ファイルのページ数

作物名	水稲	畑作物	野菜	花き	計
ページ数	45	99	635	530	1,309

## 4 おわりに

今後、新たな診断結果が蓄積され次第、ライブラリを更新する予定です。

## 農業研究所セミナーを開催(農業研修会館、11月17日)

当所研究員のリモートセンシングに関する話題提供に加え、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構中日本農業研究センターより講師を招き、下記の演題でご講演いただきました。データを活用した大規模水稲作経営の最適化について実例を交えてご紹介いただき、最先端の研究について理解を深めました。

○「作物のリモートセンシングへの取り組み」

農林水産総合技術センター 農業研究所 栽培課 板谷 恭兵 主任研究員

○「圃場別データセットを活用した大規模水稲作経営に対するデータ駆動型改善の提案」

中日本農業研究センター 研究推進部 技術適用研究チーム 石川 哲也 チーム長



【中日本農業研究センター 石川チーム長】



【農業研究所 板谷主任研究員】

## 学会・研究会での発表(4~12月)

### 北陸作物・育種談話会 第59回大会(オンライン開催、12月1日)

- **高温登熟性基準品種を用いた玄米外観品質判定の機種比較** 育種課 村田和優・長岡令・小島洋一郎  
農産物検査の見直しにより、玄米外観品質は目視から機器判定に移行しつつある。そこで、全国の「高温登熟性基準品種」を用いて、2種の品質判定機で評価を行ったところ、白未熟粒の評価には両機種間で非常に高い相関が認められたが、その評価強度は若干異なっていた。
- **紋枯病抵抗性と株開帳性の関係** 育種課 長岡令・小島洋一郎ほか1名  
紋枯病の発生が多い「てんたかく」に、本病抵抗性の「jarjan」由来の遺伝子を導入すると、発病度がかなり低い系統が出現した。しかしながら、これらの系統は株が開帳したことから、形態的な特性による抵抗性と推察された。
- **大麦子実の容積重低下要因の解析** 栽培課 高松寛朗・森川真紀子  
大麦「ファイバースノウ」を供試した作況試験で、2022年産子実の容積重が2004年以降最低となり、その要因を調査した結果、出穂後の高温により粒長が長くなった影響によると推察された。
- **気象変動下での大麦栽培における追肥効果の検討** 栽培課 渡邊 唯衣  
大麦「ファイバースノウ」の全量基肥施肥栽培で、年内生育が旺盛な場合や暖冬年に、雪解け後の肥料切れが懸念されており、施用条件を変えて追肥試験を行った結果、暖冬年では消雪後に2kgN/10aの追肥を施用することで効果的に増収させることができた。また、硝子率への明らかな影響は認められなかった。

### 令和4年度 農業技術功労者表彰(港区赤坂、12月9日)

育種課の小島課長が、「ブランド米育成とイネ・コアコレクションおよび優良種もみ供給システムの構築」に関する功績により、農業技術功労者表彰(農林水産技術会議と公益社団法人農林水産・食品産業技術振興協会の共催)を受けました。

農研ニュース 第36号 令和5年(2023年)1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/>