

能登の農林業の復興を目指して！！－先端技術で復興を加速する－



実践総合農学会・石川県・東北地域農林水産・食品ハイテク研究会の共催で2024年10月28日（月）に、対面とOnlineのハイブリッド方式で実施しましたシンポジウム「能登の農林業の復興を目指して！！－先端技術で復興を加速する－」の講演内容ならびに質疑討論の概要について紹介します。

シンポジウムの目的

令和6年1月1日16時10分 石川県能登地方でマグニチュード（M）7.6の大規模地震が発生しました。お正月の家族団らんのおとそ気分が抜けない中での地震と津波と火災で、多くの方々が逃げる間もなく被災しました。家族や家を失い、道路やライフラインは寸断し、復興の道筋が見えない中での避難生活が今も続いています。さらに追い打ちをかけるように、9月21日には線状降水帯が発生し、記録的な大雨による洪水・土砂災害が能登地方を襲いました。

相次ぐ災害に襲われる中、安心できる生活を取り戻すことが急務ですが、それと並行して多くの人々が従事し地域の重要な産業である農林水産業の迅速な復興が求められています。農林水産業の復興は、生業（なりわい）の復興にとどまらず、未来世代への生産基盤・豊かな自然環境の復元等、未来志向での取り組みが大切です。

今回のシンポジウムでは、東日本大震災で農林業の復興に大きな効果を発揮しました乾田直播技術、最近大きな注目を集めている初冬直播き技術、菌根菌利用技術を取り上げ、農家、関係者の皆様と相互討論を行い、能登農業の復興の方向とその支援技術の開発方向を探ることを目指しました。

開催日時

日 時：令和6年10月28日（月）シンポジウム、29日（火）被災地視察

開催場所：いこいの村能登半島（石川県羽咋郡志賀町）

開催方法：ハイブリッド方式

参集範囲：対面参加：奥能登・中能登管内の担い手農家・法人

石川県行政、農業改良普及指導員、農協関係者等

Online 参加：石川県内の担い手農家ならびに全国からの参加希望者

主 催：実践総合農学会・石川県・東北地域農林水産・食品ハイテク研究会

講演の概要

実践総合農学会の門間会長によるシンポジウムの趣旨説明、コーディネートで、以下の講演・技術紹介と質疑討論が行われたので、その概要を紹介します。講演の詳細については、実践総合農学会の HP (URL : <https://spia.jp/>) に掲載してある講演ファイルをダウンロードしてご覧ください。

講演：乾田直播・水田輪作で大規模農業の展開を支える

－東日本大震災からの復興事例から見たこと－

大谷 隆二 氏（東北大学大学院農学研究科教授）

大谷さんは、東北大学に異動になる前には農研機構の東北農業研究センターで一貫して大區画圃場を活用した水稻の乾田直播技術の開発に従事されてきた。東日本大震災が発生したのは、三陸の津波被災地域の水田作の復旧に取り組んでこられた。津波被害から復旧された大規模水田圃場、大規模な農業機械の導入、大規模農業法人の設立といった未来型の農業が震災後数年で誕生し、地域農業は大きく変貌した。こうした未来型農業を支える技術として乾田直播の技術は大きな注目を集め、大谷さんの熱心な指導の下でその利用面積は大きく拡大し、宮城県、福島県、岩手県の水田農業を大きく変革していった。

平坦で広大な面積を有する東北の沿岸農業と、中山間地域で中小規模水田が点在している能登半島の水田作では条件が異なるが、大規模化が急激に進行している能登の水田農業において乾田直播の果たす役割は大きいことが期待できる。東日本大震災からの復興の経験に基づき、どのように乾田直播技術を開発して普及していったか、その経験を報告して能登農業の復興を考えていただいた。

講演では、仙台平野の水田農業が復興した経過を示すとともに（図 1-1）、大規模水田農業の展開を支えたブラウ耕乾田直播技術の特徴が紹介された（図 1-2）。さらに乾田直播技術の効率をより高



図 1-1 仙台平野の水田農業の復興プロセス

めるための圃場の合筆・均平技術が紹介された（図 1-3）。この技術は能登地方の小規模水田圃場を大規模化する技術としても有効に活用できる技術であり、その適用範囲は広い。また、合筆後の地力ムラを解消するための ICT 技術の活用による施肥マップの作成と、可変施肥技術の採用の有効性が示された。さらに、水田の高度利用のための乾田直播による 2 年 3 作（稲－麦－大豆）体系の実証結果に基づく作業体系が示された（図 1-4）。

プラウ耕乾田直播(技術シース)



慣行(移植栽培)

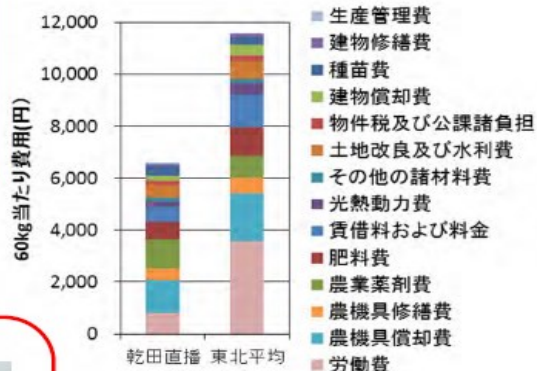


苗作り



田植え

苗運搬



岩手県花巻市での実証試験結果
(2007~2011)

乾田直播



耕うん

プラウ



播種

グレンジリル



鎮圧

ケンブリジローラ

- 10a当たり労働時間 **1/4**
- 移植と同等以上の収量
- 費用合計 東北平均の**57%**

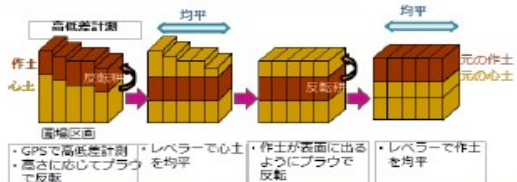
図 1-2 プラウ耕乾田直播技術の特徴

また、水稻乾田直播のキーとなる技術・作業体系(耕起-播種床造成-播種-鎮圧)、水稻後の麦播種、麦後大豆播種などについて作業風景がビデオで示され、その特徴がよく理解できた。さらに、2年3作圃場の収量、コスト低減効果が示され、技術の有効性が整理された(図 1-5)。最近の水田作におけるRTK自動操舵スマート農機の普及、放射能汚染で復興が遅れていた福島県相双地域における山間地域の圃場の大区画化と除草の実態などが紹介された。

大区画圃場の合筆・造成



30a区画を営農用作業機を用いた合筆・均平
(研究課題としても取り組んだ)



巨大区画化を見越した営農実証



畦畔除去



プラウ耕



GPSレベラーによる均平

図 1-3 大区画圃場の合筆・造成・均平

講演の最後には、東日本大震災では行政部局・普及センター・JA・農機メーカーと研究機関が連携して大震災からの復興に挑戦し、わずか数年で100ha規模の経営体を組織化し、その経営の展開を支えたことが強調され、目標を定め、その実現に向けて連携することの重要性が強調された。

乾田直播による2年3作(稲-麦-大豆)



耕起 スタブルカルチ



- ・速く
- ・深く

播種 グレンドリル



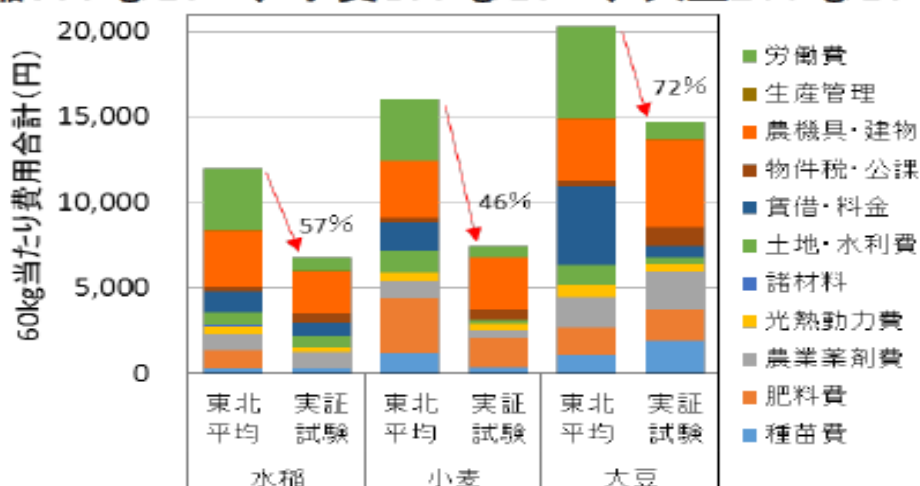
- ・速く
- ・稲・麦・大豆(狭畦密植)

	2013	2014	2015
3.4ha圃場	乾田直播 4/10 → 10/12	乾田直播 4/11 → 10/3	小麦 → 大豆 10/20 → 6/23 → 7/7 → 11/5
2.2ha圃場	乾田直播 4/9 → 10/10	小麦 → 大豆 11/1 → 6/26 → 7/3 → 11/6	乾田直播 4/9 → 9/30 → 10/20

図 1-4 乾田直播による2年3作体系

コスト低減効果

2年3作圃場の収量(2013~2015年)
 水稻533kg/10a、小麦403kg/10a、大豆266kg/10a



- 水稻57%、小麦46%、大豆72%
- 労働費の低減効果が大きい。

図 1-5 乾田直播2年作体系のコスト低減効果

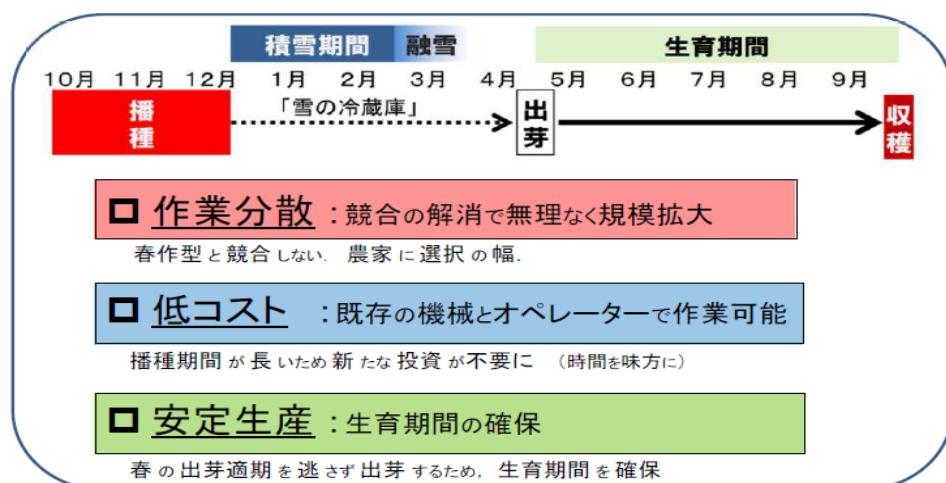
【課題解決に向けた技術紹介 「水稻初冬直播き」、「菌根菌活用栽培」】

技術 1 中山間地域・小区画水田でも活用できる低コスト初冬直播き技術

下野 裕之 氏（岩手大学農学部教授）

能登のように零細で分散した水田が多い地域では、平場の大区画水田を対象として大規模高性能機械を利用して行う乾田直播技術の導入は制約される。こうした能登のような小規模水田が多い中山間地域でも既存の機械を活用して低コスト・作業分散が行える技術として近年大きな注目を集めているのが水稻の「初冬直播き」技術である。今回のシンポジウムではその開発者である岩手大学の下野教授を招いて「初冬直播き」技術を紹介してもらった。

本提案の「初冬直播き」という選択肢



→ 新規投資ゼロで規模拡大を推進

- ✓ 経営規模によらず導入可能（既存の機械で）
- ✓ 請負耕作・水田借り入れが容易に

図 2-1 「初冬直播き」の特徴

「初冬直播き」により春作業を軽減



新潟県の例（大平氏提供）

導入でメリットが得られると考えられる主な対象者

- ① 大規模化が急速に進み、通常の春の移植や直播では対応が難しくなった方
- ② 春の時間を有効的に利用し、他の果樹、野菜や花きなどに集中したい方、

なお、初冬直播きは、種子コストがかかるとともに、越冬中のリスクも伴う技術であるため、現状の移植等に対応できるような1ha程度の生産者はお勧めできない技術である。

図 2-2 「初冬直播き」導入のメリット

講演では、初冬直播きの特徴が図 2-1 のように整理された。これを見ると、水稻の収穫が終わる10～12月に水稻を播種し、1月から3月まで雪の冷蔵庫の中で休眠させ、4月中頃から出芽が始まり、以降は通常の春の直播と同様な生育をたどることがわかる。この技術の採用により、春先の忙しい労働を回避するとともに、既存機械の利用で低コストでの直播きが可能となり、出芽適期を逃さず生育期間が確保できるた

め、安定生産が可能となることがわかる。大規模化で春の移植や直播での対応が労力的に難しくなる経営、春作業が忙しい野菜や果樹を組合わせた複合経営などで有効活用が出来る技術である（図 2-2）。まだ、実用化途上の技術であるが、既に多くの農家が「初冬直播き」に挑戦しており、成果が着実に現れていることが分かる（図 2-3）。M 津軽の例では、6 月という遅い時期に田植えをする面積を「初冬直播き」に置き換え、春のリンゴ作業への集中、中心となる移植栽培適期への対応という面で有効に活用している。

「初冬直播き」におけるキーテクノロジーは、何といても出芽率の改善による播種量の削減であり、現在、地域ごとの播種の最適時期の決定、種子のコーティング技術の開発（キヒゲン R2 プロアブルの利用等）、耕起・播種における鎮圧、浅植え法を推奨している（図 2-4）。

初冬直播き導入の効果

（株）M津軽の例

6月に田植えをする面積を初冬直播き栽培に移行

（青森県（弘前市）

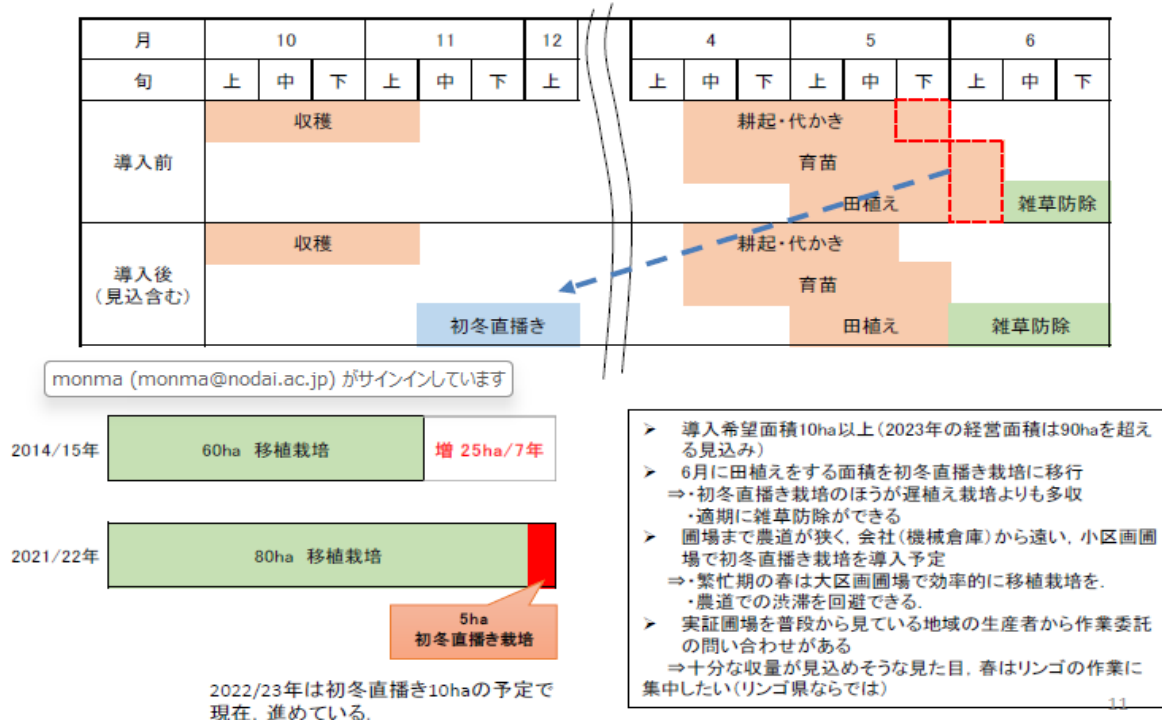


図 2-3 実証農家における「初冬直播き」の導入効果

キーテク

初冬直播きの制限要因であった低い出芽率(5%) → 50%超へ向上

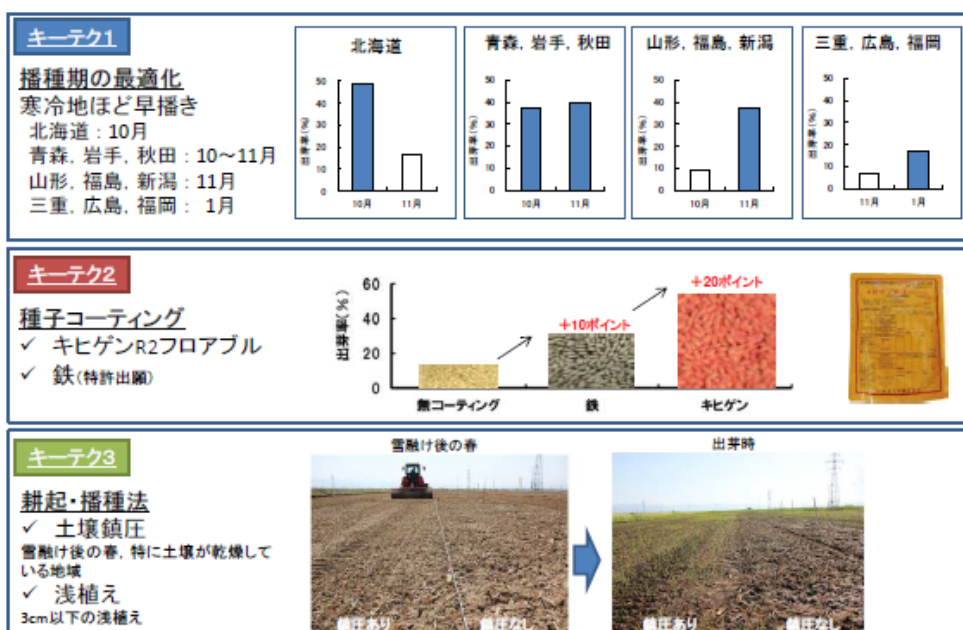


図 2-4 「初冬直播き」のキーテクノロジー

技術ポイント

1. 圃場選定 (適度に排水のよい水田, 極端な湿田や水持ちが悪い水田は不可)
2. 播種適期 (10~12月¹⁾)
3. 種子準備 (品種問わず, 当年産or前年産 (要冷蔵15℃以下), 乾初, 播種量7~30kg/10a²⁾)
4. 種子コーティング (キヒゲンR-2フロアブル)
5. 播種深度 (1~3cmの浅植, 耕起同時播種推奨もしくは播種直前の耕起)
6. 施肥方法 (基肥窒素: 肥効調節型肥料シグモイド型、溶出タイプは春慣行の+10~20日)
7. 春の土壌鎮圧と適切な水管理
8. 春の除草管理 (出芽前の非選択性除草剤→選択性茎葉処理剤→入水後は慣行の除草)

1) 北海道: 10月上~下旬、北東北: 10月中旬~11月下旬、南東北~北陸: 11月上~12月上旬
2) 播種量5~6kg/10a (宮城県)、7~10kg/10a (青森県、山形県、福島県、新潟県)、15~20kg/10a (岩手県、秋田県)、30kg/10a (北海道) (2023年10月現在)、なお、各県内での実施地点が限られています。ご自身の圃場の気象に近い地点を参照ください。

図 2-5 「初冬直播き」技術のポイント

「初冬直播き」技術のポイントは、図 2-5 のように整理されるとともに、「イネ初冬直播き技術マニュアル」が作成され、配布されている。最後に、下野先生から「初冬直播き」技術は発展途上の技術であるため、多くの農家の皆様の協力を得て完成させていきたいので、是非「初冬直播き」研究会に参加して欲しい」という希望が述べられた。

技術 2 菌根菌を使った栽培技術

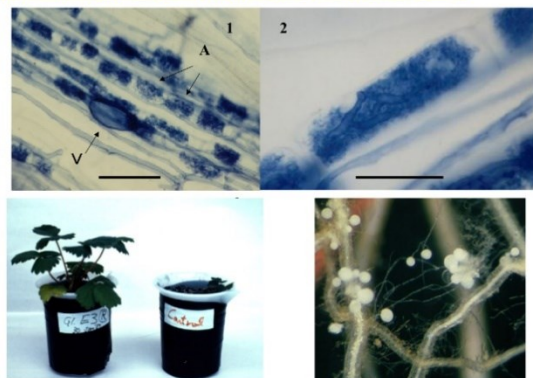
齋藤 雅典 (東北ハイテク研究会コーディネータ・東北大学名誉教授)

最近、菌根菌を活用した栽培技術がマスコミ等にもとり上げられ、注目度が高まっている。また、実際に菌根菌を利用して野菜栽培を行ったり、稲作で利用している農家もいる。しかし、その適切な利用方法、さらには効果については必ずしも多くの試験成績を積み上げて確認されていない。また、多くの菌根菌資材があるが、その効果について科学的に確認されていないものもある。ここでは菌根菌の専門家である齋藤さんから、菌根菌の正しい知識と使用方法について話題提供をいただいた。

菌根菌とは、植物根に菌類が共生し、植物と菌が一体となった共生体と定義され、主に樹木の根に共生して松茸などのキノコを形成する外生菌根と、主に草本類の根の内部に菌が入って共生する内生菌根がある。農業では、陸上植物の7~8割に共生するアーバスキュラー菌根(VA菌根)の活用が注目されている(図3-1)。菌根菌は土のリンを吸収して植物に供給。代わりに、植物から光合成産物を提供される。宿主である植物へリンを供給することによって植物の生育が促進される。こうした機能によっ

て土壤中のリンの有効利用→リン肥料の節減の可能性が存在する。特にアーバスキュラー菌根菌は、植物の根の内部に共生して土壤中に胞子を形成してリンの吸収を行うことが知られている（図 3-2、図 3-3）。

内生菌根:アーバスキュラー菌根 (VA菌根) 陸上植物の種の7-8割に共生



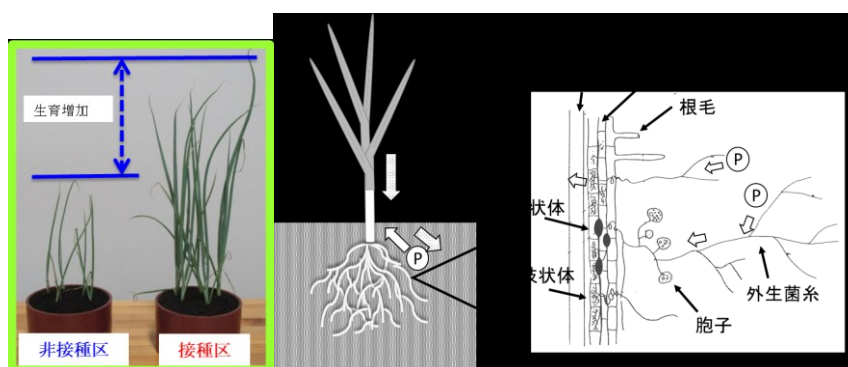
アーバスキュラー菌根菌(VA菌根菌)の特徴

- ・グロムス菌亜門という下等なグループの菌類で、植物の根の内部に共生する。土壤中に胞子を形成する。
- ・絶対共生: 植物と共生しないと増殖できない。実験室で菌根菌だけを培養することができない*。
- ・宿主特異性が低い(多様な植物種に共生する)が、アブラナ科など一部の植物種に共生しない。
- ・植物へリン酸等を供給し、植物の生育を改善する……リン肥料節減に活用できる可能性

* 日本のグループが、世界に先駆けて、一部の菌根菌の培養に成功している。

図 3-1 内生菌根（アーバスキュラー菌根）

図 3-2 アーバスキュラー菌根菌の特徴



アーバスキュラー菌根の模式図(右)とアーバスキュラー菌根菌のネギへの接種効果(左)

菌根菌は土のリンを吸収して、植物に供給。代わりに、植物から光合成産物を提供される。宿主である植物へリンを供給することによって植物の生育が促進される

土壤中のリンの有効利用→リン肥料の節減の可能性

図 3-3 アーバスキュラー菌根菌によるリンの有効利用

菌根菌の利用効果については、様々な作物・果樹などで実証試験が行われており、ネギなどの野菜でその効果が確認されている（図 3-4）。

様々な菌根菌資材が販売されているが、その品質や効果の確認が難しい現在、資材としては高価である。また、以下のような効果を発揮できない条件を確認して利用する必要がある（リン酸肥沃度の高い圃場、リン酸施肥量、対象作物が限定される（アブラナ科、アカザ科に菌根菌は共生しない）、土壌の乾湿等の利用条件、土着菌根菌の活用等）（図 3-5、図 3-6）。

最後に水稻の場合、湛水により土壌が嫌氣的になるので、好機的な微生物である菌根菌の働きは期待できない。陸稻などをリン酸肥沃度が低い土地で栽培した場合は効果があるかもしれない。品種による

接種効果の違いがあるという報告もある。しかしながら、水田の場合は、水不足など乾田状態で利用する場合を除いて効果は期待できないのではないかとといった問題点も指摘された。

菌根菌の利用:ネギ リン酸施肥量が少ない場合に効果

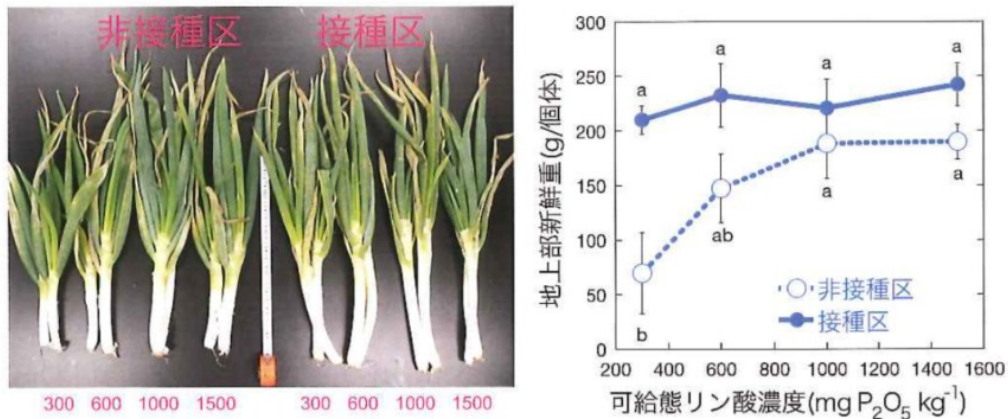


図2 4段階のリン酸施肥レベルの圃場におけるアーバスキュラー菌根菌 Glomus R-10 を接種したネギの生育
異なるアルファベットは有意差 ($P < 0.05$) を示す。

(俵谷:2022)

図3-4 ネギでの菌根菌利用効果試

菌根菌の農業利用:接種資材の利用の問題

- 高価である(製造コスト)
- 効果が限定的(微生物資材の宿命):特に、**土着菌根菌との競合** → **土着菌の利用**
- リン酸肥沃度の高い圃場、**リン酸施肥の多い場合には効果なし**(共生の阻害)
- 対象作物が限定(**アブラナ科、アカザ科に菌根菌は共生しない**)
- 資材の品質評価が不十分
- どのような条件で接種効果が期待できるかが不明瞭...

図3-5 菌根菌接種資材利用上の問題

菌根菌の農業利用:

接種資材

- ネギへの育苗期接種は効果が期待できる。土壤可給態リン酸、リン酸施肥量に最適域がある。
- リン酸肥沃度の高い圃場、リン酸施肥の多い場合には効果なし(共生の阻害)
- ダイズ、トウモロコシの播種時の資材接種では効果は限定的
- 高価である(製造コスト)
- どのような条件で接種効果が期待できるかが不明瞭
 - ...複雑な土壤環境と多様な土壤生物叢との相互作用を解明する必要
 - ...最新の研究手法の導入によって新たな展開

土着菌根菌の利活用

- 豆類、トウモロコシなどは、**宿主作物の後に栽培→土着菌根菌をリン吸収・生育の促進、土着菌根菌の利用により、リン酸減肥能**

参考文献:「土壤微生物の作物生育等への活用最前線 その1, その2 菌根菌」
作物生産と土づくり 2022年6・7月号、8・9月号

図3-6 菌根菌の農業利用の課題

【意見交換】

今回のシンポジウムでは参加した被災農家との意見交換を重視したため、講演・話題提供後に質問時間を設けるとともに、最後に総合討論の時間を設けた。以下、質問、総合討論の内容について、その概要を紹介する。

地震と水害のダブルパンチを受けた農家では、農地の基盤を整備して営農が再開できるための工程表が早急に示されないと、営農再開が難しいこと、また原状復帰でなく未来型の生産基盤の整備が重要であること、担い手に対する生活再建のための所得確保の方策、営農再建戦略の提示を被災農家は強く求めていることが質疑からあきらかになった。特に甚大な被害を受けた地域では、特区などを設けて、従来の規制にとらわれない多様なチャレンジが出来る体制作りが求められた。東日本大震災で採択された大規模機械化体系、高度施設園芸施設の無償支援を是非能登でも実施して欲しいという切実な要求が担い手農家から提示された。東日本大震災と異なり、被災地が点在する能登では復興の仕方も東北平坦地とは異なるため、担い手農家と一体で復興方法を模索することが必要であることを痛感した。

乾田直播技術に対する質疑討論では、今後の生産基盤の再建において排水性が悪い水田が多い能登では、圃場の排水性を高めることが乾田直播の普及に重要であることが強調された。初冬直播きを実施する場合にも、明渠などを掘って排水性を良くすることが重要であるが、初冬直播きは播種時期を初冬から早春まで柔軟に選ぶことができるので、排水が悪い水田では柔軟に播種時期を選択して行うことが良いという提案が下野さんからあった。また、初冬直播がうまくいくための条件に関する質問では、除草のタイミングと肥料の利用が重要であり、緩効性のシグモイド型のLP 肥料の利用が有効であることが示された。また、元肥で余り多くの肥料を入れ過ぎず、追肥などで調整することが有効であることも示された。除草については、出芽のタイミングを見て除草剤を利用するか否かの判断が重要であることが強調された。

菌根菌については、参加農家で利用している人がいてその経験に基づく効果についての評価が披露された。それによれば、1) 水が無い田で菌根菌を利用した場合、品種間で生育差が認められた、2) 苗に菌根菌を付着させたが効果は不明であった、3) 中干した場合にイネに勢いを感じた、4) 種モミに菌根菌をまぶした場合、芽出しが早い、といった意見が得られた。しかし、菌根菌については正しい情報が得られないのが問題であることが参加農家から指摘された。

また、水害を受けて収穫不能となったイネが多くあるが、これ等のイネをどのように処分すべきか、農家から不安が寄せられた。具体的には、収穫期の種籾を付けたままのイネをすきこんだ場合、年が明けて出芽しないか不安である、そのままにしておいた場合に耕起などでトラクタに絡まってしまうことが心配といった問題が寄せられた。

なお、翌日の10月29日(火)には、地震と水害で大きな被害を受けた輪島市町野町の被害水田を関係者一同で視察し、その被害の甚大さに声を失うとともに、その復興を支えることの大切さを強く心に刻み付けた(写真参照)。

参加者は、対面参加者51名、Online参加者71名であった。



写真1 土砂に埋まった家屋と水田



写真2 水害で放棄された収穫直前のイネ