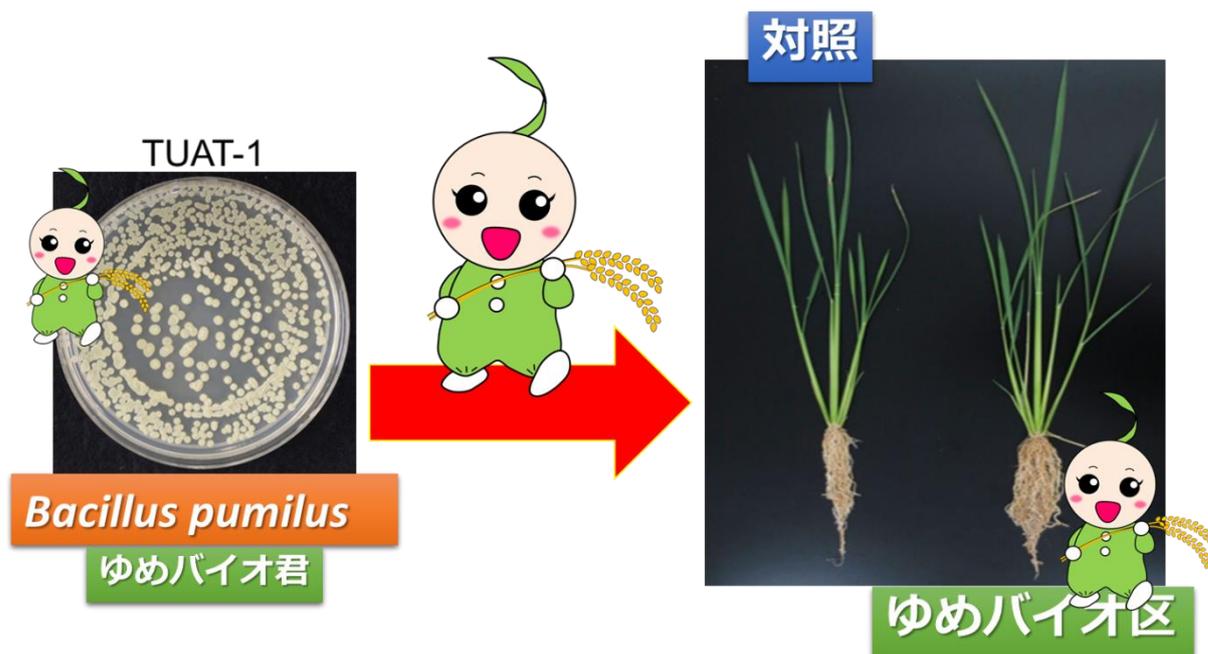


ゆめバイオ 利用マニュアル 第2版

(暫定版)



発行：キクイチ/ゆめバイオマニュアル改定委員会

掲載：NPO 法人 農業微生物利用技術協議会

<https://bio-f.com/>

目次

第1章 バチルスバイオ肥料「キクイチ／ゆめバイオ」の特性

第1節:キクイチ(ゆめバイオ)開発の経緯 (横山担当)

第2節:有効成分 *Bacillus pumilus* TUAT1 株の特性

- 1)ゲノムの特性 (岡崎・大津担当)
- 2)芽胞接種によるイネへの効果と根での定着性 (山田担当)
- 3)芽胞処理の効果 (山田・横山担当)
- 4)増収効果をもたらす要因 (大脇・山田担当)
- 5)低温出芽性・塩ストレスに対する耐性 (山田担当)

第3節:肥料としての特徴 (見城・小島担当)

第2章 バチルスバイオ肥料「キクイチ／ゆめバイオ」の施用方法

第1節:イネの播種・育苗時の施用方法

- 1)層状施用 (見城・小島担当)
- 2)覆土施用 (見城・小島担当)
- 3)床土施用 (見城・小島担当)
- 4)直播イネ対応 浸漬法 (安掛・横山担当)
- 5)直播イネ対応 被覆法 (安掛・横山担当)

第2節:「キクイチ／ゆめバイオ」の施用時の施肥法 (大脇・見城担当)

- 1)移植栽培時の本田施肥 (大脇・見城担当)
- 2)育苗時の一発施用法 (大脇担当)

第3節:「キクイチ／ゆめバイオ」の接種菌のイネでの存在部位 (大津担当)

第3章 現地実証事例

第1節:イネ品種タカナリを用いた圃場試験 (東京都府中市) (安掛・横山担当)

第2節:京都府における実証事例(横山担当)

第3節:福島県における実証事例 (横山・安掛担当)

第4節:朝日アグリが行っている現地実証試験 (見城・小島担当)

第5節:減肥・増収体系の経営収支(横山・見城担当)

コラム: イネ以外への適応事例 (横山担当)

- 1) トマトへの適応事例
- 2) アブラナ科の葉物野菜への適応事例

Q & A コーナー（見城・小島担当）

あとがき（横山担当）

なお、本利用マニュアルに記載したバチルスバイオ肥料は、本文中では、研究で利用している名前：キクイチと朝日アグリアが販売する製品名：ゆめバイオの両方を併記した「キクイチ/ゆめバイオ」という名称を用いた。

免責事項

キクイチ/ゆめバイオ利用マニュアル編集委員会は、利用者が本マニュアルに記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。

本マニュアルに示した効果は、あくまでも実証試験等での実測値を基に試算した概算値です。地域、気候条件、ほ場規模、品種、取引や流通状況、その他の条件により変動することにご留意ください。本マニュアルに記載の技術の利用より、この通りの効果が得られることを保証したものではありません。



バチルスバイオ肥料「キクイチ／ゆめバイオ」利用マニュアル第2版(暫定版)

第1章 バチルスバイオ肥料「キクイチ／ゆめバイオ」の特性

第1節:キクイチ/ゆめバイオ

開発の経緯

1970年代頃から土壌微生物学分野の研究において、作物の根やその周囲の土壌に生息するある種の微生物群が根の生育を促進させ、作物の生産性向上に役立つことが明らかとなっていました。これらの研究は、当初、収量増加を主目的としたものでしたが、化学肥料削減による低コスト化や環境負荷軽減に資するものとして近年新たな注目を集めています。

これらの微生物を対象とした利用技術開発の取り組みとしては、アジア原子力協力フォーラム（日本が主導する原子力平和利用協力の枠組み：Forum for Nuclear Cooperation in Asia）による農業協力「FNCA バイオ肥料プロジェクト」があります。このプロジェクトでは、有用な微生物をキャリア（土壌や鉱物質などの支持体）に保持させた資材をバイオ肥料と呼んでいます。その開発研究が東南アジアの国々で盛んに行われています。

日本国内においては、バイオ肥料の研究開発はほとんど行われていませんでしたが、東京農工大学の横山はイネの根から分離した細菌 *Bacillus pumilus* TUAT1 株（図1）をキャリア（滅菌黒ボク土）に保持させたバイオ肥料を作成し、水稻への施用試験を2008年度より始めました。その結果、バイオ肥料施用により10～30%増収するとともに施肥量を削減しても慣行と同等の収量を維持できる可能性を示しました。2010年度からは、独立行政法人や府県の農業研究機関等の協力のもと各研究所内および現地での圃場試験を実施し、2012年度からは肥料メーカーである朝日工業株式会社（2020年に農業資材関連事業は、朝日アグリア株式会社が設立され継承）によりケイ酸質資材をTUAT1株のキャリアとした新規バイオ肥料の開発が始まり、2012年度にはプロトタイプとなる粒状のバイオ肥料を開発しました。さらに、2014年度には農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（実用技術開発ステージ・現場ニーズ対応型）に採択され、同肥料の製品化に向けた開発研究を本格化させ、2016年に、苗箱施用に適したバチルスバイオ肥料キクイチの開発に成功しました。また、本資材はその後、朝日工業（株）が北海道・東北・関東・近畿地方等で資材名を「ゆめバイオ」とし、社会実装のための適応試験を農家等の協力を得て続けています。



農工大も福島県を中心に生産現場への技術導入を試み、二本松市東和地区の大野農園では安定的にイネ収量を 2 割程度増加させる技術になりました。ところで、「バチルスバイオ肥料キクイチ/ゆめバイオ」はイネの育苗時に TUAT1 株をイネに感染させ、その接種効果を本田まで持続させ、最終的に収量増加をもたらす技術として開発してきましたが、2016 年 10 月から農林水産省の「革新的技術開発・緊急展開事業」（地域戦略プロジェクト）の予算を獲得し福島県浜地域を対象にした水稲直播栽培に「バチルスバイオ肥料キクイチ/ゆめバイオ」を適応させる技術開発を開始した。最初はイネ種子に「バチルスバイオ肥料キクイチ/ゆめバイオ」を混和させて施用すれば感染が起きるのではと安易に考えていたが、イネ種子にきちんと TUAT1 株が接触しないと感染が生じないことが分かりました。結局、バイオ肥料粉末で被覆することで接種効果は発現することが分かりました。また、イネ直播にはイネの発芽を促進するためにカルパー等の複数の被覆材が用意されており、これらとバイオ肥料の相性、被覆法以外の直播イネ種子への安定的な接種技術の開発等、様々な課題がありましたが、被覆法や浸漬法という全く異なる 2 つの直播への適応技術を開発しました。この開発には、TUAT1 株とイネ種子間の微生物-植物相互作用に関する科学的な知見の集積が大いに役に立ちました。

「バチルスバイオ肥料キクイチ/ゆめバイオ」は「作用の科学的な根拠を説明でき、農家さんの疑問に答えられ、実現が難しかった生産性を損なわずに環境負荷を減らせる水稲栽培を可能とする微生物資材を開発」という開発目標には近づきつつあります。本マニュアルでは、初版からさらに発展した実用化技術の説明と、その科学的な背景の説明を記載しました。

日本では 2018 年から複数の企業によるバイオスティミュラント協議会が立ち上がり、バイオ肥料等の微生物資材やその他の植物生育促進を誘導する資材への注目が集まりだしています。「バチルスバイオ肥料キクイチ/ゆめバイオ」はその多機能性をさらに解明（機能のダイバーシティー化）し、バイオ肥料としての世界のトップランナーを目指せばよいと期待しております。

第2節:有効成分 *Bacillus pumilus* TUAT1 株の特性

1) ゲノムの特性

TUAT1 株の全ゲノム配列（全遺伝情報）を決定しました。ゲノムサイズは約 3.7Mb（370 万塩基対）、総遺伝子数 3850 個で、*Bacillus pumilus* B6033 株に最も近いことがわかりました。

TUAT1 株ゲノム中には、発根、細胞伸長、細胞分裂を促進するインドール 3 酢酸合成遺伝子、鉄を可溶化して植物への取り込みを促進するシデロフォア合成遺伝子、フィチン酸を加水分解しリン酸吸収を促進するフィターゼ遺伝子、生育促進と全身誘導抵抗性の向上させるアセトイン合成遺伝子がみつかりました。これらの遺伝子のはたらきにより、TUAT1 株はイネの発根促進や影響吸収、病害抵抗性を向上させていることが予想されます。

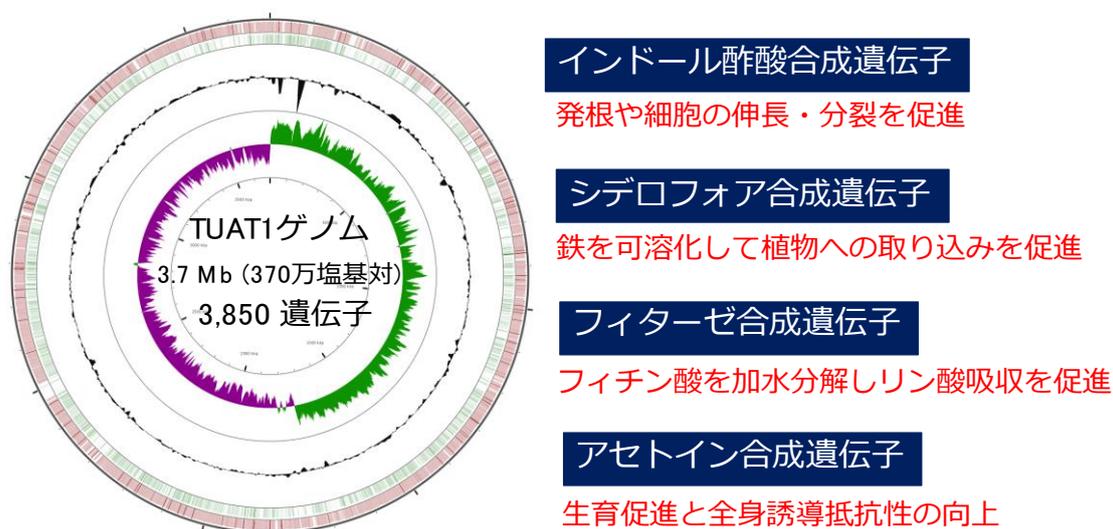


図. TUAT1株ゲノムの概要（左）とゲノム中に発見された植物生長に関わる遺伝子（右）

PCR 法による *Bacillus pumilus* TUAT1 株の検出

PCR 法により TUAT 1 株に特異的なゲノム配列を検出することで、土壌および植物中から TUAT 1 株を検出する方法を開発しました。

方法

1. ゲノム DNA の抽出

土壌 DNA は、ニッポンジーン ISOIL for Beads Beating（標準プロトコル+インキュベート 65°C、30 分）で抽出します。植物からはタカラバイオ Plant DNA Isolation Reagent を用います。これらに準ずる方法であれば、他方法を用いることもできます。

PCR プライマー配列

TUAT1specificL5 5'-GCCAGCCCTGTGATATTGTT-3'

TUAT1specificR5 5'-TCTCGTTGTTTCAGCCCTTCT-3'

推奨 PCR キット Promega Go Taq Green Master Mix

反応条件

Step1: 94°C 2 分

Step2: 95°C 30 秒、55°C 30 秒、72°C 1 分

Step3 72°C 5 分

土壌の場合は Step2 を 45 サイクル、植物の場合は 40 サイクル行います。

他の PCR キットを用いる場合は、そのキットの方法に従ってください。

図3に PCR 法による土壌からの TUAT1 株の検出例を示します。TUAT1 株を接種した秋田県の圃場の土壌のみから TUAT1 株に対応するバンド(156bp)が検出されました。

PCR 法はとても感度が高いですので、風などによって混入したクイイチ/ゆめバイオも検出する可能性がありますので、クイイチ/ゆめバイオを施用した圃場や苗箱に近接した土壌からも検出される可能性があります、その点注意が必要です。



2) 芽胞と栄養型細胞の接種効果および定着性の違い

Bacillus pumilus TUAT1 株を培養して芽胞と栄養型細胞に分け、それぞれをイネの幼苗に接種すると、茎葉部では、どちらを接種しても無接種と比べて生育が促進されますが、芽胞接種の方がより顕著な効果が見られます(図3)。一方、根部では、芽胞接種でのみ新鮮重や冠根数が増加する効果が見られます。

TUAT1 株を接種した幼苗では、芽胞と栄養細胞のどちらを接種しても、播種後3週間目まで、茎基部と根端部で TUAT1 株が高い濃度で検出されます(図4)。また、栄養型細胞に比べ、芽胞を接種した方がより高い定着性を示します。

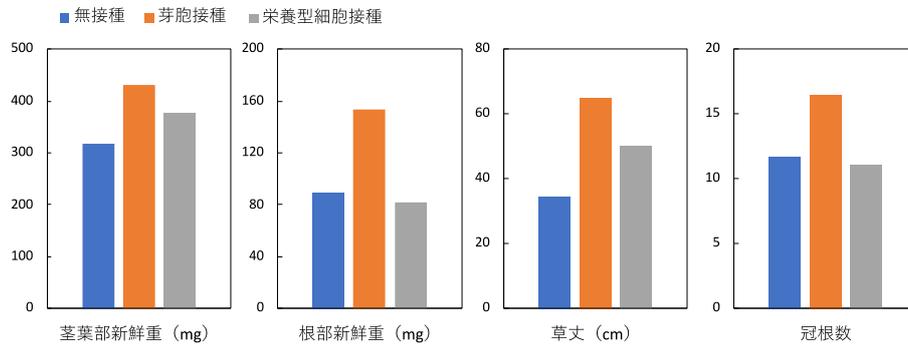


図3 芽胞と栄養型細胞の接種効果の違い

「ひとめぼれ」の種子と根域に 1×10^7 cfu/mL菌液を1週間おきに散布、播種3週間後に苗生重量、草丈および冠根数を計測。

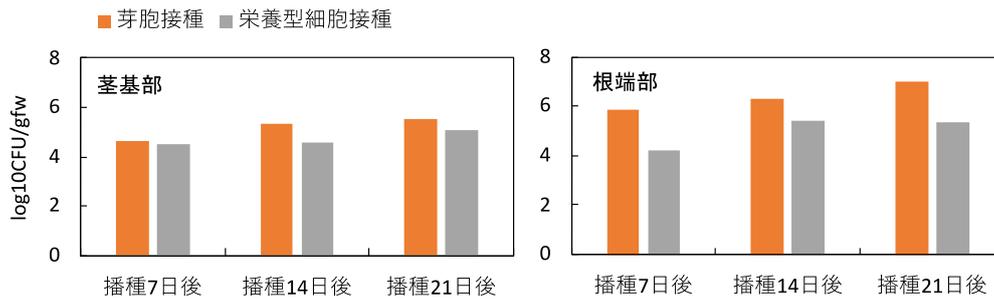


図4 芽胞と栄養型細胞の茎基部と根端部における定着性の違い

「ひとめぼれ」の種子と根域に 1×10^7 cfu/mL菌液を1週間おきに散布、播種3週間後まで経時的に定着菌数を計測。

接種菌である *Bacillus pumilus* TUAT1 株を 2013 年に東京農工大学 FM 本町水田圃場で追跡しました。

栽培暦(2013/2014)

5月9日/5月9日 ... 種子予措
5月17日/5月15日... 播種
6月5日/6月5日 ... 移植

供試微生物

Bacillus pumilus TUAT-1 SR8

(リファンピシン、ストレプトマイシン二重耐性株)

栽培イネ品種

コシヒカリ

菌接種

TUAT-1 株粒状接種剤を培土に混合し播種。また、 10^7 CFU/mL TUAT-1 株芽胞菌液を育苗期間中 1 週間に 1 度の割合で水撒き時に接種。

菌接種区

根全体を傷つけずに回収するため、移植後 2 週間目からのサンプリング用に不織布ポットを土中に埋め、その中に苗を定植した。

TUAT-1株菌数測定方法

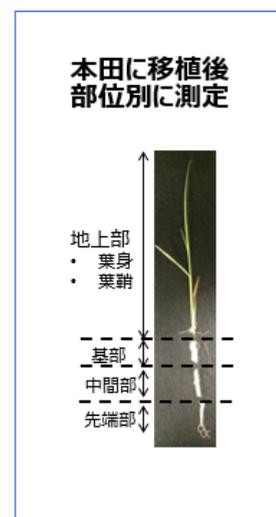
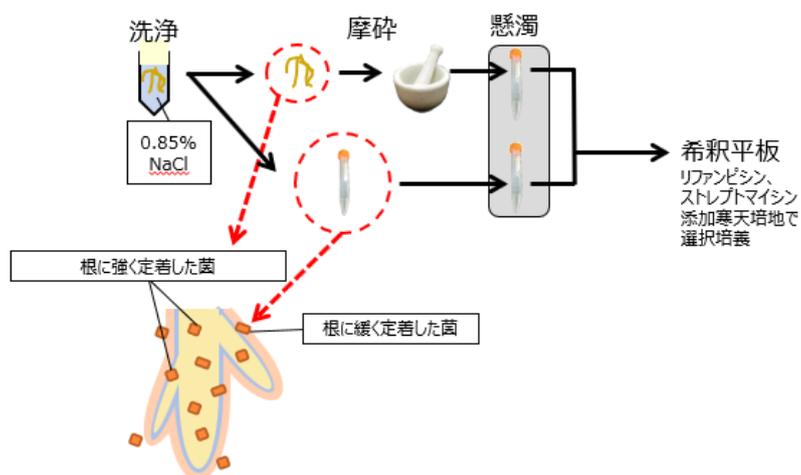


表 根における菌の分布

(++=10⁴cells/g新鮮重、+=10³ cells/g新鮮重、-=検出限界以下)

移植後 日数	調査部位	強く定着した菌				ゆるく定着した菌			
		1株目	2株目	3株目	株目	1株目	2株目	3株目	株目
移植当日	根全体	+	++	++	++	++	+	++	++
14	基部	+	+	++	+	-	++	++	++
	中間部	-	+	++	+	-	++	-	-
	先端部	-	-	++	-	-	-	-	-
28	基部	+	+	+	+	+	+	+	++
	中間部	-	-	+	+	-	+	-	-
	先端部	-	-	-	-	-	-	-	-
42	基部	+	-	-	-	-	-	-	-
	中間部	-	-	-	-	-	-	-	-
	先端部	-	-	-	-	-	-	-	-

TUAT1 株は主にイネの根の基部に存在していると分かりました。移植後 42 日目のサンプリング時には、4 個体中 1 個体の根基部から TUAT1 株が検出されました。

表 地上部における菌の分布

(++=10³ cells/g 新鮮重、+=10²cells/g F.W新鮮重、-=検出限界以下)

移植後日数	調査部位	1株目	2株目	3株目	株目
移植当日	地上部全体	++	++	++	++
14日	葉身	+	+	+	++
	葉鞘	+	++	+	++
28日	葉身	-	-	-	-
	葉鞘	-	-	-	-

移植後 14 日目までは地上部でも TUAT1 株が検出されました。

3) 芽胞接種効果の品種間差異

Bacillus pumilus TUAT1 株の芽胞を接種したイネの幼苗に見られる接種効果は、品種によって差があります (図5)。「喜平」のように茎葉部と根部の生育が促進される品種もあれば、「石白」のように茎葉部でのみ生育が促進される品種もあります。また、「唐干」のように効果が見られない品種や「京都旭」のように生育が抑制される品種もあります。これらは TUAT1 株に対するイネ品種間の遺伝的な応答性の差から生じると考えられます。

TUAT1 株の芽胞を接種したイネの幼苗では、茎葉部新鮮重に見られる接種効果と根部新鮮重に見られる接種効果との間に高い正の相関があります (図6)。一方、茎葉部や根部の新鮮重と冠根数との間には高い相関が見られないことから、芽胞接種による茎葉部の生育促進には冠根数の増加以外の要因も関わっていると考えられます。

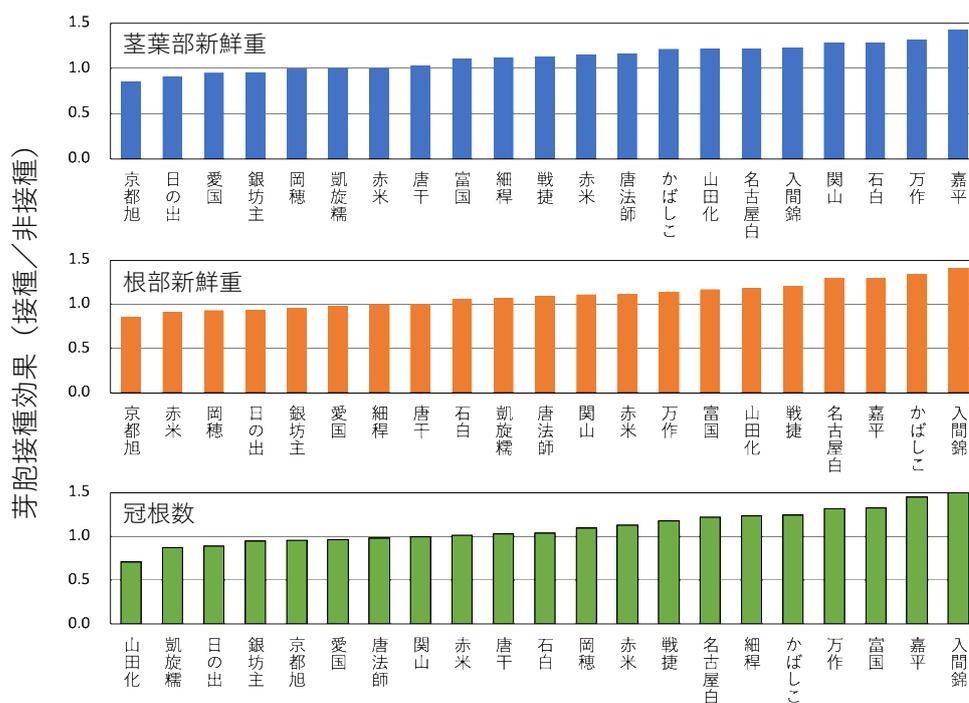


図5 イネ実生における芽胞接種効果の品種間差異

日本のイネ・コアコレクション (21品種) の種子と根域に 1×10^7 cfu/mL 芽胞菌液を 1 週間おきに散布、播種 3 週間後に苗生重量と冠根数を計測。

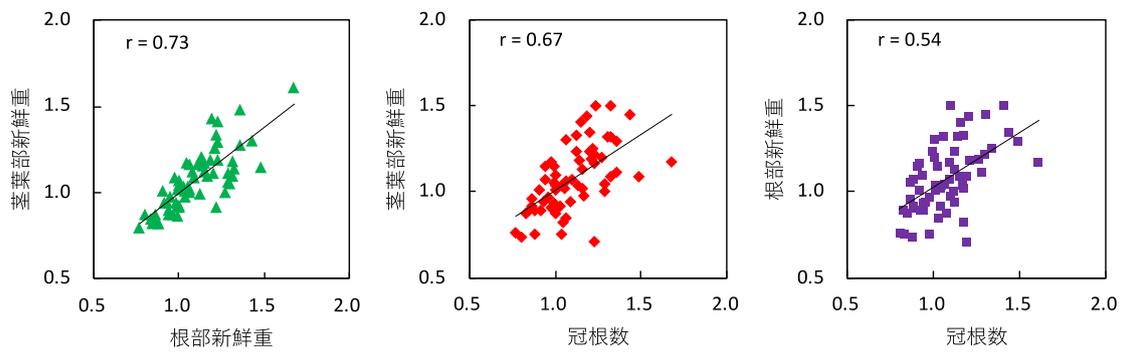


図6 イネ実生における芽胞接種効果の相関関係

日本のイネ・コアコレクション（21品種）の種子と根域に 1×10^7 cfu/mL芽胞菌液を1週間おきに散布、播種3週間後に苗生重量と冠根数を計測。

4) 芽胞接種が増収効果をもたらす要因その1

Bacillus pumilus TUAT1 株の芽胞を接種したイネの幼苗では、側根の平均長や密度に増加は見られませんが、冠根の数や平均長には増加が見られます (図7)。また、茎基部の水伝導度と出液中の硝酸イオンやリン酸イオンの濃度にも増加が見られます (図8)。このことから、TUAT1 株の芽胞接種によりイネ幼苗の茎葉発達が向上するのは、冠根の形成と伸長が促進され、根系の水や養分の吸収能力が増大することによると考えられます (図9)。

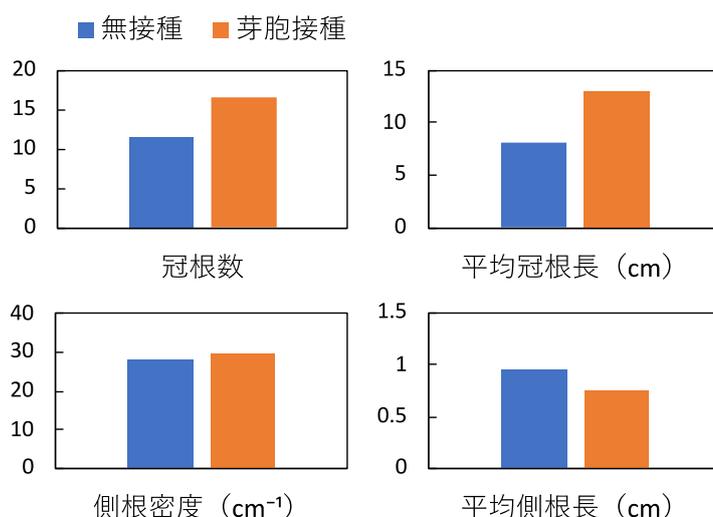


図7 イネ実生の根系発達に対する芽胞接種効果

「ひとめぼれ」の種子と根域に 1×10^7 cfu/mL 芽胞菌液を1週間おきに散布、播種3週間後にルーツキャナーで根長および根数を計測。

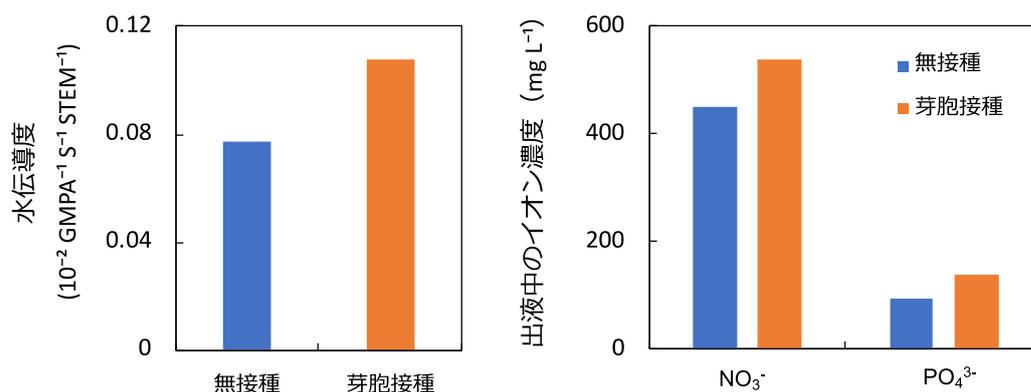


図8 イネ実生の吸水および養分吸収能力に対する芽胞接種効果

「ひとめぼれ」の種子と根域に 1×10^7 cfu/mL 芽胞菌液を1週間おきに散布、播種3週間後に茎基部の水伝導度および出液中のイオン濃度を計測。

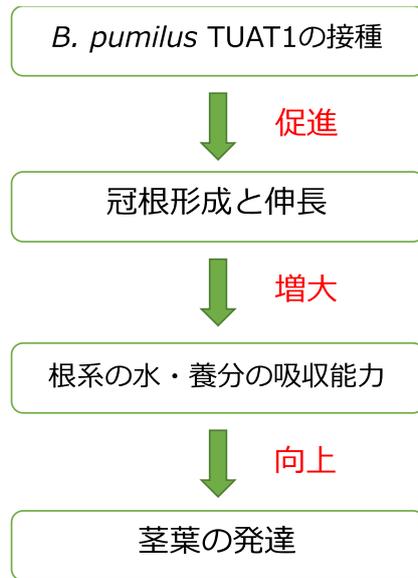


図9 イネ実生における芽胞接種効果の発現機構

5) 芽胞接種が増収効果をもたらす要因その2

Bacillus pumilus TUAT1 株の接種によるイネの根系発達への促進効果は、生育期間を長くとした土耕ポット試験でも認められ、茎数や地上部および地下部乾物重の増加をもたらしました（図1、図2）。これらのことから、菌の接種により発根量が増え、土壌中の養分の吸収が促進され、有効茎数が増加することが、増収の要因と考えられました。この増収効果の発現には、土壌肥沃度、即ち地力窒素が大きく関わっています。地力窒素の指標である可給態窒素量と TUAT1 株接種による乾物生産量増加への効果の関係を解析すると、土壌の可給態窒素量が多い程、乾物生産への効果が高いことが明らかとなっています（図3）。TUAT1 株接種によって、施肥した肥料由来の窒素だけでなく、地力由来の窒素も効率的にイネが吸収利用するものと考えられます。そのため、同じ窒素施肥量であっても増収し、あるいは、より少ない窒素施肥量でも同等の収量が得られることになります。



対照

接種

図1. コシヒカリの生育に対するバイオ肥料の効果(ポット試験、移植48日後)

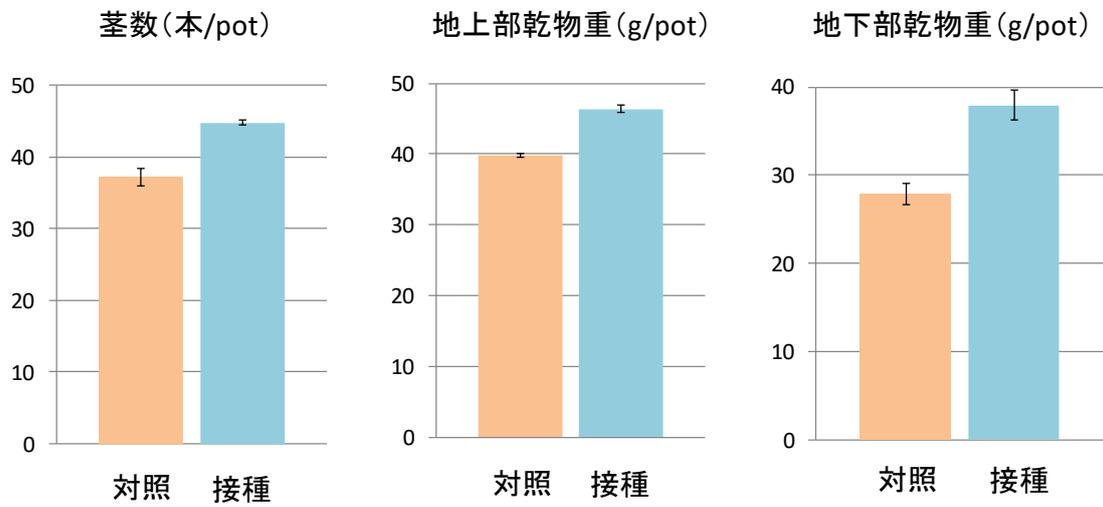


図 2. コシヒカリの茎数、地上および地下部乾物重に対するバイオ肥料の影響

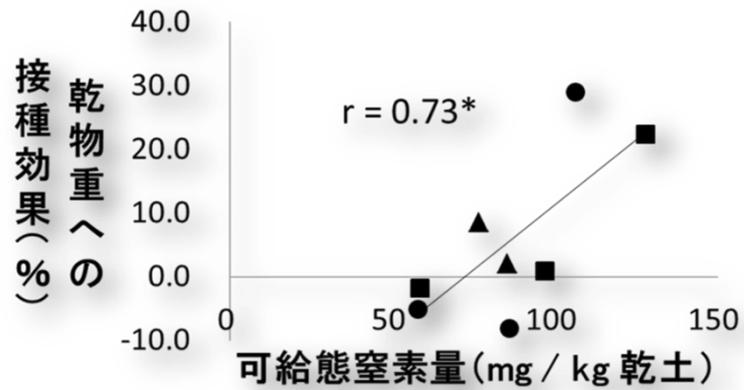


図 3 TUAT1株接種による乾物乾物重へ影響と土壌中の可給態窒素量との関係
イネ品種はコシヒカリ。東京農工大学2013年の結果。

6) 耐塩性・低温出芽性に対する芽胞接種効果

Bacillus pumilus TUAT1 株の芽胞を接種したイネの幼苗では、耐塩性の向上が見られます (図 10)。また、耐塩性に対する接種効果は品種によって異なります (図 11)。「WRC03」のように耐塩性が顕著に向上する品種もあれば、「WRC43」のように低下してしまう品種もあります。これらも TUAT1 株に対するイネ品種間の遺伝的な応答性の差から生じると考えられます。TUAT1 株の芽胞をイネの種子に接種すると、低温条件下での土中出芽性が向上することも確認されています (図 12)。

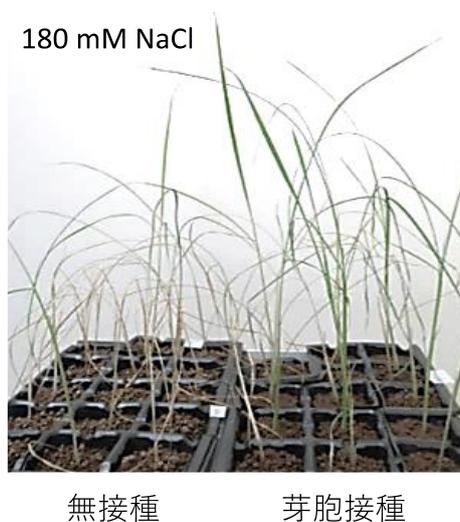


図10 芽胞接種したイネ実生における耐塩性向上

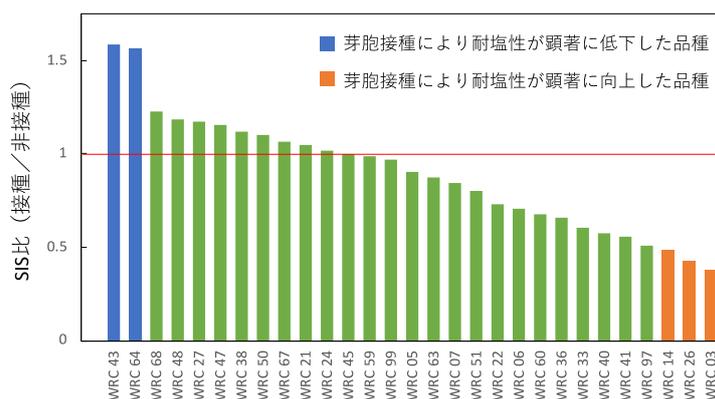


図11 イネ実生の耐塩性に対する芽胞接種効果の品種間差異

世界のイネ・コアコレクション (29品種) の種子と根域に 1×10^7 cfu/mL 芽胞菌液を 1 週間おきに散布、播種 2 週間後に 100 mM NaCl を処理し、処理 2 週間後に障害スコア (SIS) を計測。SIS は塩ストレスによる生育阻害の程度を目視により評価したものであり、数値が大きいほど生育が強く阻害されている。

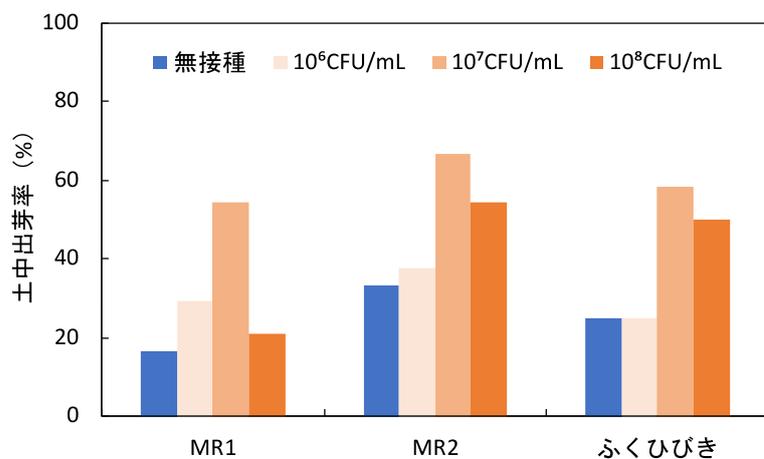


図12 イネ実生の低温出芽性に対する芽胞接種効果

各イネ品種の種子に芽胞菌液を散布、15°Cで栽培して、播種15日後に土中出芽率を計測。

第3節：肥料としての特徴

バチルスバイオ肥料「キクイチ／ゆめバイオ」は、有効成分としてイネの根域を拡大する *Bacillus pumilus* TUAT1 株を 1mm の顆粒状ゼオライトに吸着させた微生物資材です。資材 1g あたり 10^7 個以上の TUAT1 株芽胞が含まれ、その濃度で使用することで高い施用効果を発揮します。また、本資材は、従来の微生物資材と比較して、機械播きにも対応可能な物理性と長期保管に耐える優れた品質を有しています。以下に製品概要と包装袋を示します。



図 1. ゆめバイオの製品概要と包装袋

菌を吸着させる原料として、多孔質資材であるシリカゲル、ゼオライト、ケイソウ土を選抜し、原料中の TUAT1 株の定着性を検討した結果、各原料担体や組み合わせた混合原料においても、菌の定着性に問題がないことが分かりました。そして、プロトタイプとして粒状シリカの「キクイチ／ゆめバイオ」を開発しましたが、出芽の際に固着した資材が持ち上がる場合があることや、より細粒にした方が種子との接触面積が多くなることや菌の溶出効率が上がることが分かり、現場のニーズや原理的な側面を考慮した結果として現在の顆粒状ゼオライト資材に至りました。



図.2 ゆめバイオ製造工場の様子

「クイイチ／ゆめバイオ」は、1mm 孔径で細粒を取り除いたゼオライトを TUAT1 株の芽胞液に浸漬し、乾燥処理を行うことによって調整されます。また、この資材は微生物を原料として使用するため、乾燥工程では品温を 70℃以下に制御しています。出来上がった資材は水分率が 10%以下になっていることを確認後、15kg ポリ袋に充填され、出荷されます。

施用方法の詳細は本マニュアル第 2 章をご覧ください。なお、使用上の注意事項は以下のとおりです。

1. 本資材は水分が 15%以上になると、菌数と活性の低下が認められるため、開封後は速やかに使用してください。
2. 除草剤とは混用しないでください。
3. 機械施用の場合は、施用機の取り扱い説明書をよくご覧のうえ、ご使用ください。
4. 取り扱いにはマスク、手袋、眼鏡等を着用してください。
5. 幼児などの手の届かない所に保管してください。
6. 直射日光を避け、乾燥した所に保管してください。

第2章 バチルスバイオ肥料「キクイチ/ゆめバイオ」の施用方法

第1節：イネの播種・育苗時の施用方法

ここでは初めに、本マニュアルの旧版で掲載した手作業での播種法におけるキクイチ/ゆめバイオの施用方法について、播種の要素ごとにご説明し、続いて実際の機械播種作業におけるキクイチ/ゆめバイオの適用事例をご紹介します。ここでの掲載事例はそれぞれの地域に適した方法であり、各地域で行われている播種・育苗方法を大きく変える必要はありません。各地域での適用については、メーカーあるいは技術指導機関等へご相談ください。

キクイチ/ゆめバイオを水稻湛水直播栽培へ応用するため圃場試験を行ったところ、製剤のままでは効果を発揮しないことがわかりました。そのときの試験方法は、圃場に播種された種子によく接触するように種子の上からキクイチ/ゆめバイオを施用しました。そのまま施用されたキクイチ/ゆめバイオ製剤は、苗立ち率を向上せず、その後の生育にも効果を示さず、また、PCR法による菌の追跡によっても根基部の定着菌数にはキクイチ/ゆめバイオの施用量との相関が得られませんでした。そこで、直播イネ栽培に適応したキクイチ/ゆめバイオ施用法について、コーティング法の開発に乗り出し、その後、より簡便なキクイチ/ゆめバイオの浸漬によるイネ種子への接種技術として浸漬法を開発しました。

1) 層状施用法での播種要素の説明

1. 準備するもの

(1) キクイチ

苗箱1箱あたり200g

(2) 肥料

スーパーエコロング413-100を苗箱1箱あたり17g

(3) 育苗培土

いなほN無肥料培土を苗箱1箱あたり床土として3 kg、覆土として1 kg

(4) 種粃

塩水選後に催芽した粃を苗箱1箱あたり120 g (乾粃で約100 g)

種子消毒は温湯消毒を推奨。農薬(殺菌剤)についてはスターナー水和剤が施用効果に影響がないことを確認済み。他の種子消毒用農薬については、キクイチの施用効果へ影響がないかの確認が必要。

(5) 苗箱

外寸60 cm×30 cm

(6) 苗箱敷紙

カルネッコ

2. 標準法による育苗

(1) 床土に施肥 (図1)

いなほN無肥料培土を3 kgにスーパーエコロング17 gを全層混和施用する。



図1 床土施肥

(2) 床土を苗箱に充填 (図2)

カルネッコを敷いた苗箱に施肥済みの床土を詰め、均一にならす。



図2 床土充填

(3) キクイチを施用 (図3) : ポイント!

キクイチ200 gを床土の上に層状に均一に施用する。この層の上に播種し、キクイチと種籾が直接接触できるようにする。



図3 キクイチ施用

(4) 播種 (図4) : ポイント!

催芽籾120 gをキクイチに直接接触できるようにキクイチの層の上に均一に播種する。



図4 播種

(5) 覆土 (図5)

いなほN無肥料培土1 kgで均一に覆土する。



図5 覆土

(6) 灌水 (図6)

ジョウロ等で均一にたっぷり灌水する。25℃前後で管理すると3~7日で出芽する。



図6 灌水

(7) 育苗管理

播種、灌水以降は通常の育苗と同様に管理する。

2) 苗箱施用方法の実際

クイイチ/ゆめバイオの苗箱への施用方法としては、

- ①床土の上に層状に施用する方法 (層状施用)
- ②あらかじめ床土に混和しておく方法 (床土混和施用)
- ③あらかじめ覆土に混和しておく方法 (覆土混和施用)

の3つの方法を、慣行の機械播種作業の中に組み込んでいただく形でご利用いただいております。層状施用については施薬機の利用、床土・覆土混和施用について培土混合機が必要となります。これらの機械がない場合については、灌水時に使用する方や催芽処理時に使用する方法が検討されていますので、メーカーまでお問い合わせください。

(1) 育苗培土・肥料の準備

現地で慣行的に使用している肥料銘柄や培土を使用し、苗箱1箱あたりの培土量も現地の方法に合わせて準備します。床土混和・覆土混和としてクイイチ/ゆめバイオを使用する場合、現在のところ、培土と混合した状態では販売されていませんので、現地で育苗直前に混合していただく形となります。培土の種類によっては、クイイチ/ゆめバイオと分離してしまう可能性がありますので、事前に確認してください。一度混合したものは、微生物の状態が変わってしまう可能性がありますので、その年に使い切るようにしてください。

混合量については、床土3kgにクイイチ/ゆめバイオを150g、あるいは覆土1kgにクイイチ/ゆめバイオ150gを目安に混和します。

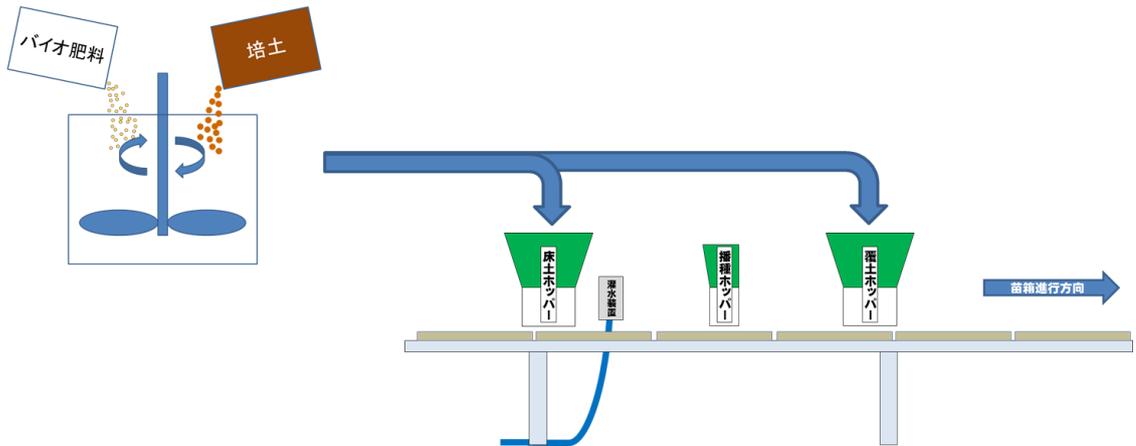


図 1. ゆめバイオの培土混和

(2) 種子の準備

慣行の播種量にしたがって、種子を準備してください。種子消毒に関して、スターナ水和剤以外に下記の薬剤についてはクイイチ/ゆめバイオの効果に影響がないことを確認しておりますが、他の薬剤については事前に調べる必要があります。

浸種・催芽については慣行の方法にしたがってください。催芽の程度については、ハト胸から 1mm 程度の長さが適当であり、伸ばしすぎると資材の効果に影響を与えることがありますので注意してください。

表 1. 使用可能な種子消毒剤リスト

化学殺菌剤(育苗時)

- ✓ オリゼメート粒剤
- ✓ ダコニール
- ✓ タチガレン
- ✓ プリンス粒剤
- ✓ ベンレート水和剤

微生物農薬(育苗時)

- ✓ タフブロック

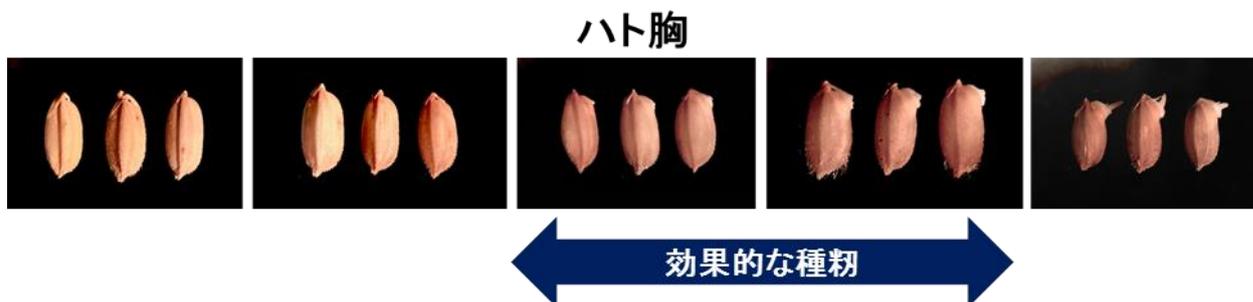


図2. 芽出しし過ぎた種粒はククイチ/ゆめバイオ効果が低減する

(3) 層状施用について

層状施用の場合、床土混和・覆土混和と違って事前に培土に混和する手間はありますが、播種機での播種の工程で施薬機の利用が必要となります。施薬機ホッパーからの落下量を事前に調整し、1箱あたり150～200gのククイチ/ゆめバイオを床土の上に施用してください。種子の上への施用も可能です。



図3. 層状施用法における施薬機の例

(4) 灌水について

資材から菌をしっかりと溶出するために、ククイチ/ゆめバイオの施用後の灌水を推奨しています。一般の播種機では床土を入れた後に灌水装置があるため、ククイチ/ゆめバイオの床土混和では菌をしっかりと溶出することができますが、層状施用・覆土混和については床土に入れた水が上昇することによって染み渡るため、菌が溶出するまでに時間がかかる可能性があります。覆土まで入れた後に灌水することをお勧めします。

(5) 現場でのククイチ/ゆめバイオ使用事例

北海道や東北地方など大規模な水田地域では、生産者の方で培土メーカーに事前に頼んで、培土と混合していただくケースがありました。図は秋田県大潟村の様子で、奥の方のフレコンバッグに培土とククイチ/ゆめバイオを混合したものが入っており、床土混和法によってご利用いただいております。



図 4. 床土混和法によるククイチ/ゆめバイオ利用

床土に培土ではなくロックウールマットを使用した事例もございます。図は宮城県のケースで、苗箱に‘こめパワーマット’（図右側の白く見えるもの）を入れて、灌水した後にゆめバイオを層状施用している様子です。こめパワーマットは日本ロックウール（株）社の水稻育苗用マットで、似たような商品は他社からも販売されておりますが、育苗に必要な肥料分とケイ酸等が含まれています。このようなマットを使用した場合でも、ゆめバイオの効果は確認されております。



図 5. 層状施用法によるククイチ/ゆめバイオ施用

北海道地域など一部の地域では、成苗育苗ポット方式の育苗が行われています。この方式によるククイチ/ゆめバイオの利用については、床土混和と層状施用を試験しましたが、層状施用の場合、出芽後の灌水時に苗箱から資材がこぼれるケースが見られましたので、灌水に十分ご注意ください。か床土混和法でのご利用をお勧めいたします。

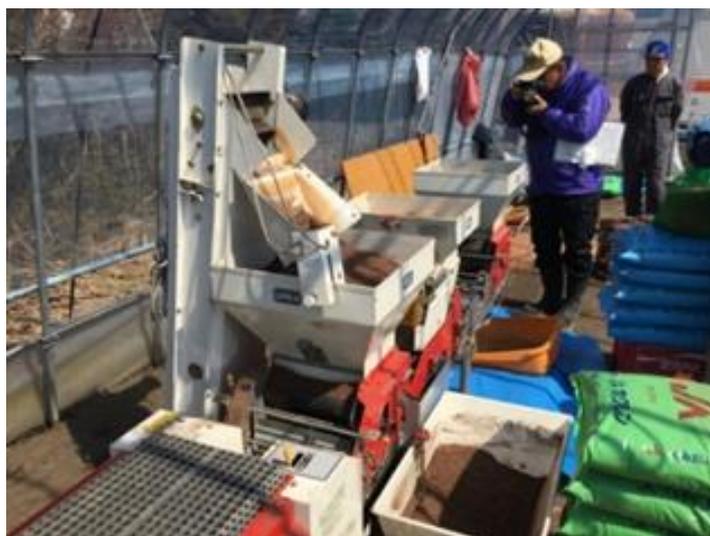


図 6. 成苗育苗ポットでのククイチ/ゆめバイオ利用（床土混和）

3) 施用方法の違いによる効果の表れ方

苗箱施用法でも、層状施用・床土混和・覆土混和で効果の表れ方が若干異なります。ここでは、プロトタイプ（粒状）のククイチ/ゆめバイオについての試験になりますが、層状施用と覆土混和施用の効果の違いについてご紹介します。

播種の方法については、1) 標準法による育苗に準じて行っています。まず、層状施用区では、床土 2.5kg を苗箱に充填し、その上にククイチ/ゆめバイオ 200g を層状に均一に施用します。この層の上に播種し、覆土します(図 7 左)。覆土混和区では、床土 2.5kg を苗箱に充填し、播種した後、同培土 1kg にククイチ/ゆめバイオ 200g 混和したものを覆土します(図 7 右)。対照区は、床土 2.5kg を苗箱に充填し、播種した後、同培土 1kg を覆土しています。

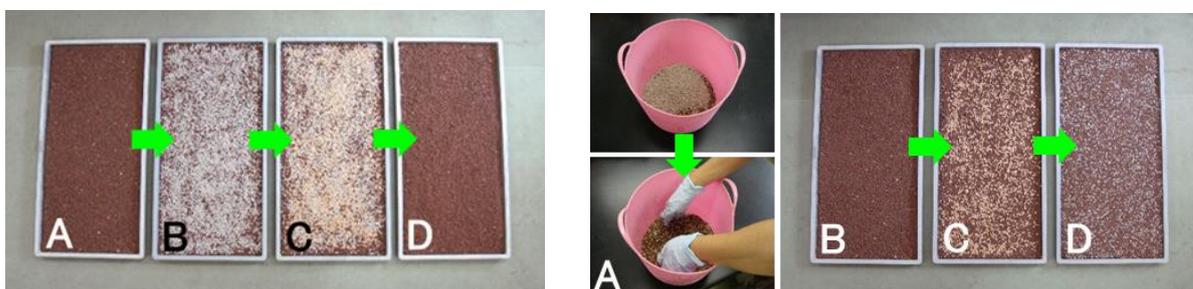


図7. 層状施用法（左）と覆土混和法（右）

ガラス温室内（25～30℃）で18日間育苗した結果、層状施用区と覆土混和区では、茎葉重・根重ともに対照区よりも有意な増加が見られましたが、地上部重の増加の程度が層状施用区より覆土混和区の方が高いことが分かりました（表2、図8、図9）。使用する培土や環境の条件によっては、結果が異なる可能性がありますので、第3章の現地実証事例を参考にしてください。

表2. 水稻育苗時のバイオ肥料施用効果に及ぼす施用方法の違いの影響

試験区	茎葉重 (mg/株)	根重 (mg/株)
対照(バイオ肥料無施用)	50.5 ± 1.0 (100)	48.7 ± 1.2 (100)
バイオ肥料層状施用	56.8 ± 1.3 (112)	61.2 ± 1.6 (126)
バイオ肥料覆土混和	68.6 ± 1.5 (136)	60.8 ± 2.1 (125)

数値は各区30個体/苗箱、3反復の平均値±標準誤差。括弧内の数値は対照を100とした指数。

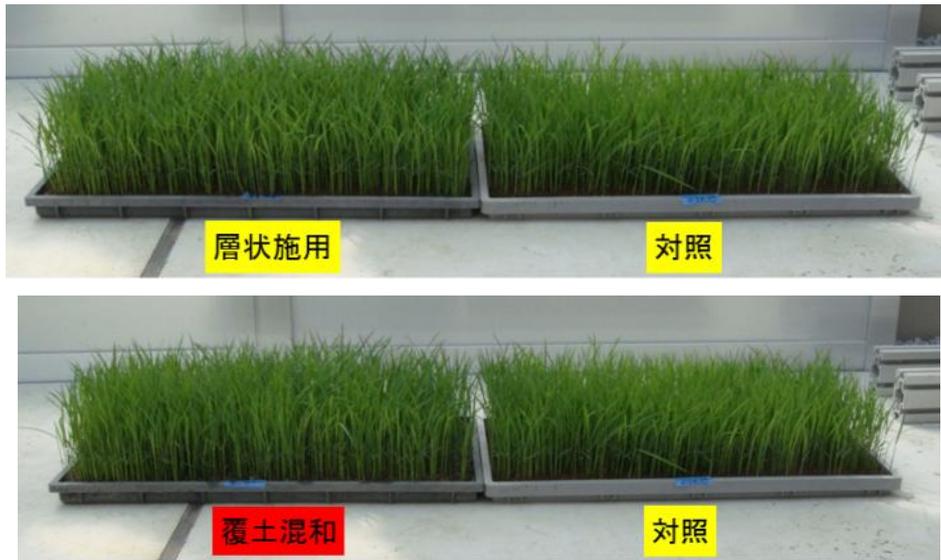


図 8. 各施用法における対照区との比較（苗箱）



図 9. 各施用法における対照区との比較（苗個体）

4) 直播イネ対応 コーティング法

バイオ肥料は細かく粉状に砕くことで、種子にコーティングすることが可能になります。細かく粉状にしたバイオ肥料に 10%重量のポリビニルアルコール（PVA：日本酢ビポバール社、JP-05S）を混和させ、水を霧状にスプレーしながらその混合粉を塗していくことで、種子にバイオ肥料の接着ができます。このとき、バイオ肥料のコーティング量は種子重の等量で行ってください。このコーティングした種子の上から直播栽培用資材（カルパー®、べんモリ、鉄コーティング）をコーティングしたところ、バイオ肥料はべんモリ資材と相性が良いことが分かりました（図 2）また、バイオ肥料をコーティングする際は、予措後の種子をハト胸直前に揃えてください。ハト胸直前では芽が出ていないため無予措種子と区別が難しいですが、全体と芽が出る部位が少しふっくらしてきます（図 3. A）。圃場に播種された種子が発芽した直後、コーティングされたバイオ肥料に触れることになり、バイオ肥料の効果の発現に重要となります。予措をしなかったりハト胸以上の種子を使用したりすると、バイオ肥料の効果を得られない場合があります（図 3. B と C）。また、適切な予措条件は品種によって異なりますので、栽培前に予措温度や予措時間の条件検討を行ってください。コーティング法の利点は、後述する浸漬法に比べてバイオ肥料の効果が大きいことです。しかし、コーティング作業を二回行うため手間が掛かり、また直播用の播種機のアタッチメントの播種量を調整する必要があります。



図 1. 粉状化したバイオ肥料と、バイオ肥料でコーティングされたイネ種子

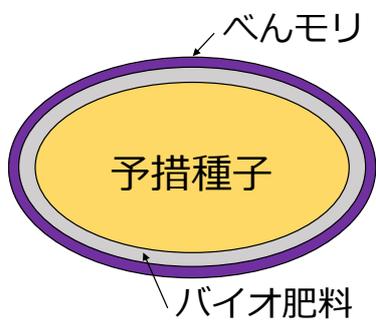


図 2. べんモリバイオ肥料二重コーティング種子

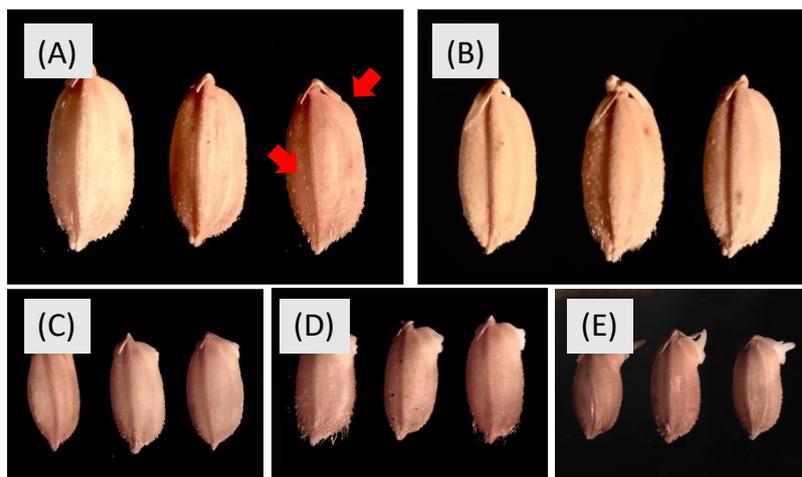


図 3. コーティング前に予措したときの種子の状態

コーティングに適切な種子（ハト胸直前）、(B) 予措をしていない種子、(C) ハト胸の種子、

(D) ハト胸を過ぎた種子、(E) 芽が伸び過ぎた種子

予措をしていない種子に比べて、種子の全体と芽が出る部位がふっくりしている（赤矢印）。

浸種 催芽 バイオ肥料とべんモリ
二重コーティング



図 4. バイオ肥料のコーティングによる菌接種の流れ

5) 直播イネ対応 浸漬法

バイオ肥料を水に浸漬させておくことで、原体微生物が水中に放出された懸濁液を作成することができます。推奨温度は原体微生物の活動が活発になる 25～28℃です。実験条件では、200mL の滅菌水が入ったビンの中に、メッシュ袋に詰めた 20g のバイオ肥料製剤を浸漬させ、15℃と 28℃条件で 1 日静置して水中の菌数を測定しました。その結果、28℃で静置した方の懸濁液からは、15℃よりも約 80 倍近くの菌数が観測されました (図 1)。実際には、イネの催芽時にこの懸濁液を用いて菌の接種を行います (図 2)。バイオ肥料浸漬液を、種子を催芽する二日前から作成しておき、催芽にバイオ肥料浸漬液を使用することで、催芽後のイネ種子に菌が 2×10^3 CFU/g ほど感染することがわかりました。また、菌接種後にべんモリをコーティングすることで、その後の生育が促進されることを確認しました。浸漬法の利点は、コーティング法に比べて簡便であることです。

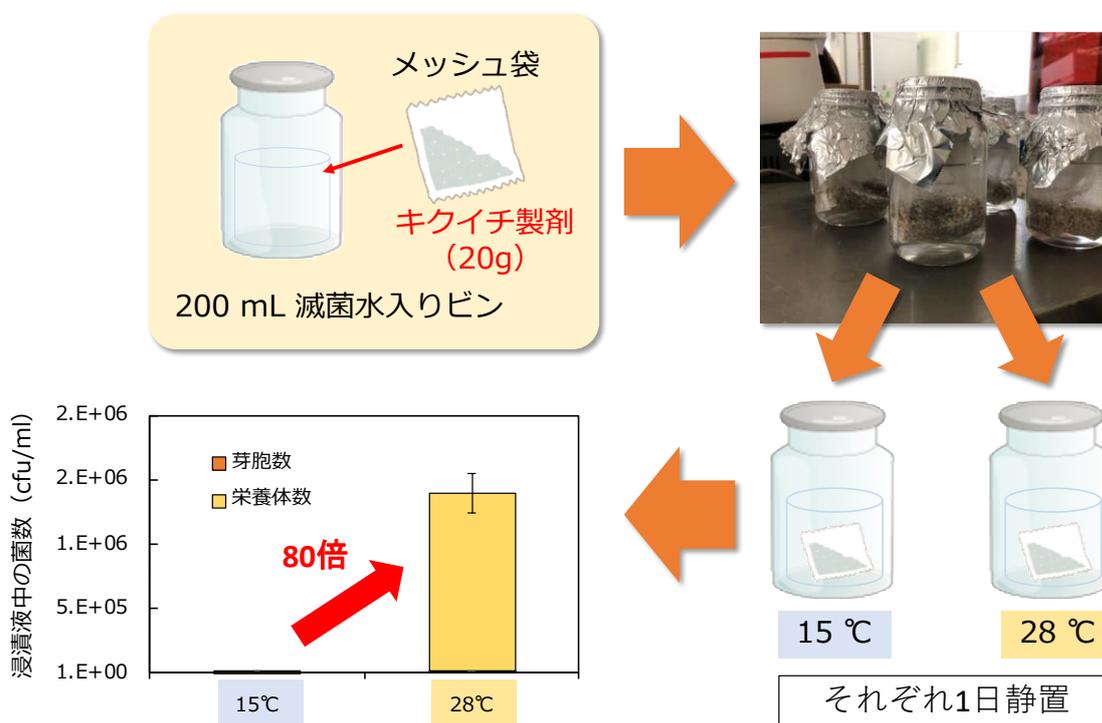


図 1. バイオ肥料浸漬技術の検討

懸濁液の作成・浸種

菌接種・催芽

べんモリコーティング



図 2. バイオ肥料浸漬による菌接種の流れ

第2節:「ククイチ/ゆめバイオ」の施用時の施肥法

1) 移植栽培時の本田施肥

ククイチ/ゆめバイオの本田移植後の効果については、様々な施肥体系で試験させていただいております。表1のとおり、元肥一発型肥料や分施の体系があり、どの試験地でも増収効果は見られておりますが、近年の異常気象による成分溶出の見極めが難しいことから、本田への施肥については分施の体系を推奨しております。ククイチ/ゆめバイオによって育成された健苗では、生育初期の窒素吸収量が高まり、分けつ期の茎数が多く推移する傾向が見られます。品種によっては一穂穎花数が増加するものもありますが、生育後半に肥料切れを起こして登熟歩合が低下することもありますので、葉色を見ながら穂肥を施用することが、収量を増加させるための重要なポイントとなります。

表1. ククイチ/ゆめバイオ試験における本田施肥事例

	基肥	追肥	備考
北海道	全層：BB263 側条：化成 023	—	施肥位置調節
秋田	苗箱まかせ N40-100	—	肥効調節型
宮城	有機入り一発肥料 688	—	
滋賀	オール 14	有機ビッグパワー	分施体系
京都	楽一 18	—	肥効調節型

下記の結果は、新潟県農業総合研究所におけるコシヒカリの栽培にゆめバイオを使用した事例です。本田への施肥としては基肥で窒素 2kg/10a（化成肥料 066）、穂肥で窒素 1kg/10a（有機肥料 816）を2回施肥しています。ゆめバイオ施用により根重が増加した健苗（表2）は、本田へ移植すると草丈・茎数・葉色ともに増加傾向で推移していることが分かります（図1）。その結果、ゆめバイオ施用で穂数が大きく増加し、22%の増収が認められました（表3）。

施肥量については、各地域の慣行の栽培方法に従い、土壌の可給態窒素量の診断に基づいて決定してください。イネは地力で作ると言われますので、堆肥や有機質肥料を活用した長期的な土づくりも行っていきましょう。

表 2. ゆめバイオによる苗生育への影響（新潟農試）

処理区	草丈 (cm)	第1鞘高 (cm)	葉齢	乾物重(g/1000本)	
				茎葉重	根重
無処理	12.6	3.2	2.0	16.5	6.0
ゆめバイオ	13.0	4.0	1.9	16.4	7.2

図 1. ゆめバイオによる本田生育の推移への影響（新潟農試）

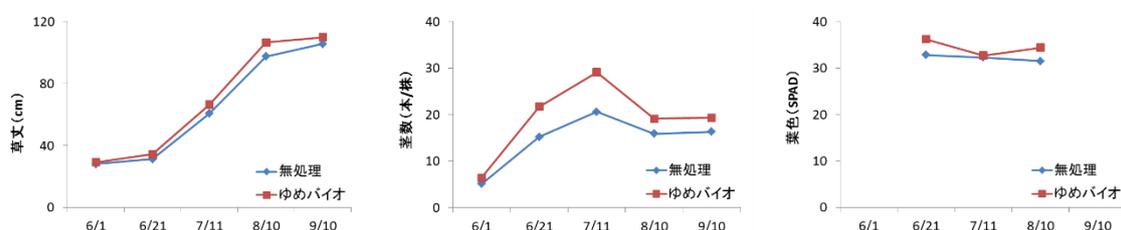


表 3. ゆめバイオによる収量への影響（新潟農試）

処理区	穂数 (本/m ²)	一穂粒数 (粒/穂)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重
					(kg/10a)
無処理	282	77	89.2	22.2	429 (100)
ゆめバイオ	348	80	84.0	22.6	524 (122)

2) 育苗箱全量施肥体系での使用例

省力型施肥技術である育苗箱全量施肥体系でもバイオ肥料による増収効果が得られます（図 1）。バイオ肥料は、通常の育苗と同様に層状または覆土混和で使用できます。育苗箱全量施肥法は、専用肥料を用いる必要があります（本事例では、苗箱まかせ N400-100、100 日タイプを用いました）、使用する培土の選定や施肥量の設定、かん水や温度などの管理方法に注意が必要です。導入に際しては、地域の指導機関に相談の上、その指導に従って適切な方法を選択してください。

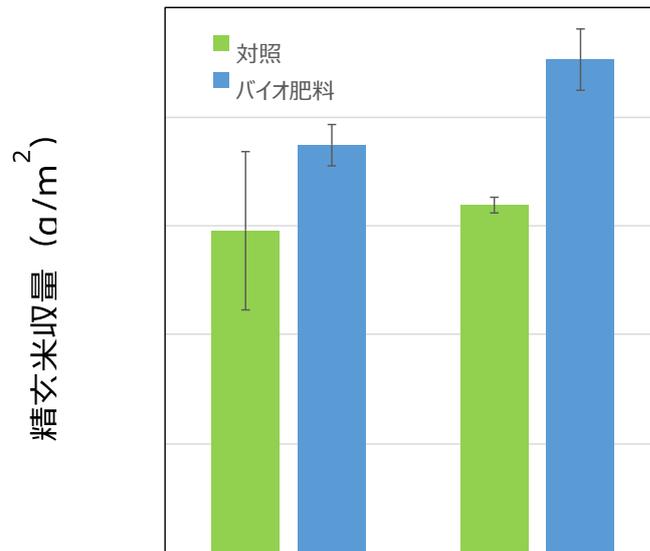


図 1. 育苗箱全量施肥体系におけるコシヒカリの収量に対するバイオ肥料の影響
窒素量は約 7 g/m 相当 (N7) および 5 g/m 相当 (N5) の 2 段階設定

第3章 現地実証事例

1節：イネ品種タカナリとひとめぼれを用いた圃場試験（東京都府中市）

バイオ肥料の圃場試験として、東京農工大学 FM 府中本町圃場（東京都府中市）で行ったタカナリとひとめぼれに対する接種試験結果を記載します。タカナリは多収量品種の育種によく用いられており、試験は発根促進効果が確認されているイネ品種ひとめぼれを比較対象として行いました。まず、バイオ肥料を覆土施用法により接種して温室で3週間育苗したのち、圃場に移植しました。施肥条件は窒素 4kg/10a、リン 6kg/10a、カリ 6kg/10a としました。苗箱育苗時において、図 1 のようにバイオ肥料の効果が観測され、ひとめぼれは草丈と地上部重、そして根部重が増加しており、タカナリは草丈と葉数、地上部重に対して効果が現れていることがわかりました。調査を進めていくと、収量においては、ひとめぼれとタカナリの両品種において、穂数が増えなかったのに対し、一穂穎花数が増加し増収へと導いていることがわかりました（図 2）。

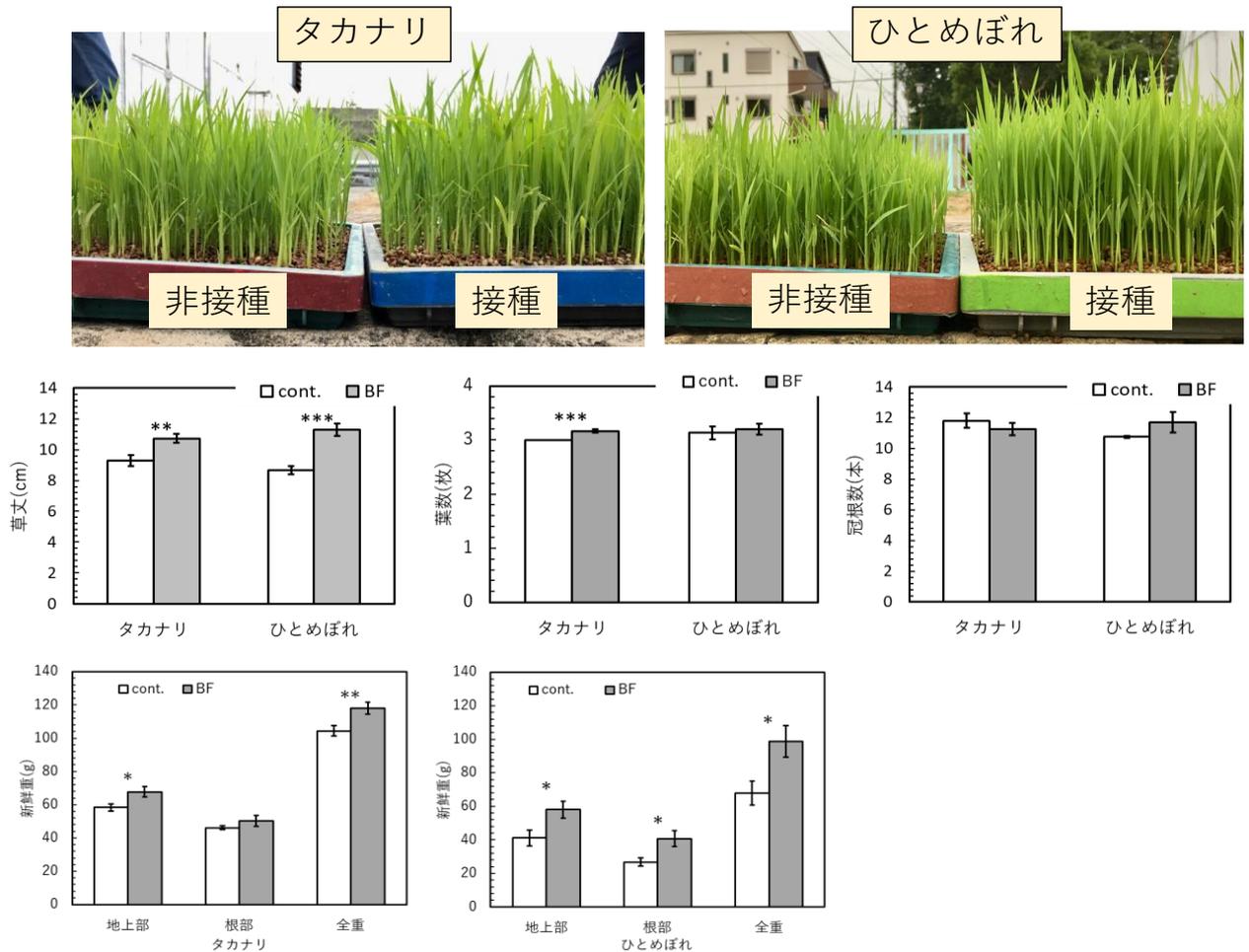


図 1. 移植時の成苗の様子（播種後3週間）

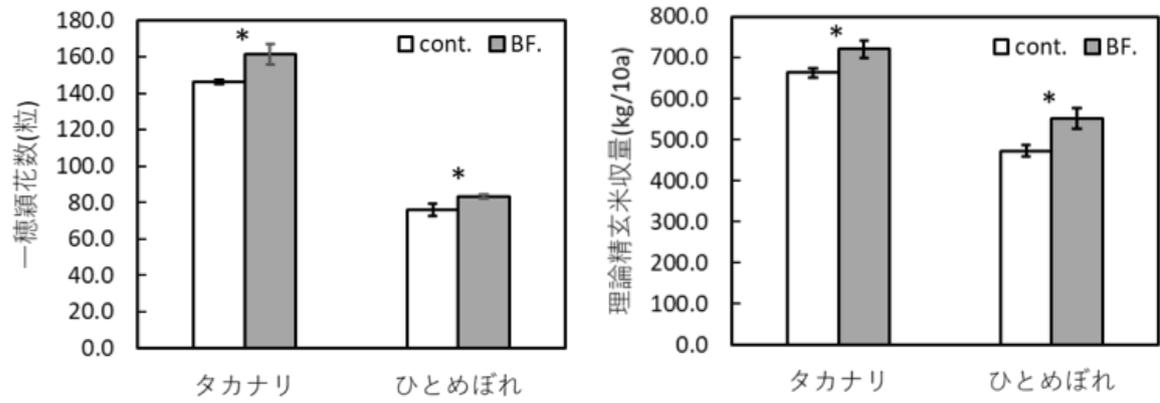


図 2. 収量調査結果

第2節:京都府における実証事例

京都府北部の丹後地域はコシヒカリの良質・良食味栽培地域です。日本穀物検定協会が発表する全国食味ランキングにおいて、ここ10年のうち7回が最高級評価である「特A」評価を獲得しています。丹後米改良協会を中心として、丹後産コシヒカリの品質・食味の向上に向け、良食味共励会の開催や携帯電話のメールサービスによる迅速な情報発信等を行っていて、食味向上に対する新技術への獲得意欲が高い地域です。

そこで、2015年から京都府の丹後地域の2か所において、コシヒカリを用いて現地実証を実施しました。施肥および管理は現地慣行とし、キクイチ/ゆめバイオを施用した苗と無施用の苗を5月上中旬に定植しました。その結果、両地域ともキクイチ/ゆめバイオの施用によって穂数が増え、増収しました(表1)。特に弥栄地域では効果が高く、キクイチ/ゆめバイオ施用によって穂数、1穂粒数、総粒数が増加し、精玄米重が15%多くなりました。また、両地域とも玄米粗タンパク質含有率への明らかな影響は認められませんでした。玄米食味スコアが上昇し、大宮地域ではその傾向が顕著でした。このことから、増収をもたらしたであろう窒素吸収の増加による食味への悪影響はなく、良食味を保ったまま増収できることが明らかとなりました。

表1 京都府丹後地域における2015年度キクイチ現地実証の収量および品質

地域	キクイチ 施用	穂数 (本/㎡)	精玄米重 (kg/a)	1穂粒数 (粒/本)	総粒数 (粒/㎡)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	整粒率 (%)	玄米粗タンパク質 含有率 (%)	玄米 食味 スコア
弥栄	無施用	360	57.1	87.9	31,619	84.8	23.0	79.6	7.6	73.0
	施用	387	66.0	91.3	35,272	86.6	23.0	78.1	7.6	74.0
大宮	無施用	282	48.2	87.8	24,769	91.5	21.7	76.4	7.1	77.5
	施用	317	49.9	79.5	25,222	87.0	21.8	78.0	6.9	79.0

精玄米重、千粒重は水分率14.5%に換算値。整粒率サタケ社製穀粒判別機RGQ120A、玄米粗タンパク質含有率、玄米食味スコアは静岡精機社製食味分析計TM-3500による測定値。

第3節:福島県における実証事例

1. 福島県双葉郡富岡町

福島県内には東京電力福島第一原子力発電所の事故発生以降、事故以前より高い濃度の放射性セシウムが存在している水田が見られます。福島県は県農業総合センターが実施する現地圃場における研究成果を基に、県農林事務所が現地生産者と連携し、避難指示解除準備区域での現地実証試験を行っています。この中で、ククイチ/ゆめバイオを施用して生育促進がみられた場合でも玄米への放射性セシウムの吸収促進は見られないことを明らかにしました。さらに、避難指示解除準備区域である福島県富岡町の深耕除染を行った水田において、ククイチ/ゆめバイオ施用による増収効果について2015年に現地実証を行いました。ククイチ/ゆめバイオを施用すると幼穂形成期の生育は旺盛で、無施用の場合に比べて草丈、茎数、葉色（SPAD値）ともに上回りました。成熟期では稈長が長く、穂数が多く、籾数の増加により無施用比べて増収しました（表4）。

表4 福島県産地再生地域における2015年度ククイチ現地実証の成熟期生育、収量構成要素および放射性セシウム吸収

ククイチ施用	成熟期		精玄米重 (kg/a)	総籾数 (×100粒/m ²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	移植時の土壌中 交換性カリ含量 (mg-K ₂ O/100gDW)	玄米中放射性 セシウム濃度 (Bq/kg)
	稈長 (cm)	穂数 (本/m ²)						
無施用	83.7	477	60.2	310	88.6	21.3	38.3	4.6
施用	85.9	621	64.3	351	89.7	20.8	43.6	4.8

品種は「あきたこまち」を供試。施肥は「苗箱まかせ」を育苗培土に現地慣行量施用。

2. 福島県二本松市

2017年にコシヒカリにククイチ/ゆめバイオの層状施用処理区、無処理区を設け育苗を行った。その後本田に移植し、生育させた。イネを登熟させたのちに、収量測定の公平性を担保するため、農業共済組合による収量調査を依頼した。

表1 コシヒカリにキクイチ/ゆめバイオを施用したときの増収効果

平成29年産水稲 収量調査圃場等 実測結果計算

入力式↑W列しに入れる。*

合同・直播 1/1

札番号	地区名	集落名	組合員コード	氏名	圃地番号	引受面積	品種名	災害の有無	畦巾1	畦巾2	畦巾3	畦巾合計	畦巾平均	株間1	株間2	株間3	株間合計	株間平均	単当換算係数	実測製生乾重	実測製生乾重	粗玄米量(くず除)	粗玄米量	単当粗玄米量	ふるいにかけた粗玄米量	玄米量(1.5mm以上)	玄米量歩合	実測収量	単当収量	増収	備考
13	東和	505	五反田	23143908	大野達弘	通常	こし		305	298	298	901	30.0	184	184	185	553	18.4	301.9	2,780	2,280	1,850	201	1,851	559	1,851	1,650	89.15	498	61	増収基収②
14	東和	505	五反田	23143908	大野達弘	微生物	こし		300	300	302	902	30.1	205	205	203	613	20.4	271.4	3,400	2,820	2,155	158	2,311	627	2,311	2,135	92.23	584	43	増収基収②

(青枠の通常:キクイチ/ゆめバイオ無施用、微生物:キクイチ/ゆめバイオ施用)
 ゆめバイオ無施用では10アール当たりの玄米収量は498kg/10aであったが、ゆめバイオを苗づくり時に層状施用することで、本田での収量は584kg/10aとなり、水稻苗の育苗時のゆめバイオの層状施用は、ヘクタール当たり玄米収量を860kg(17.3%)増加させた。2018年は、ゆめバイオ施用区は590kg/10aになった。

II. 福島県富岡町の現地直播栽培実証例

ここではバイオ肥料のコーティング法と浸漬法を用いた現地実証例を記載します(図1)。供試品種は、東京農工大学の作物学研究室が育種したモンスターライス4号を用いました。まず、種子は低温で5日間吸水させ、その後ハト胸直前になるように種子を28°Cで催芽した後、PVAと混和させたバイオ肥料粉剤を種子にコーティングし、その上からべんモリをコーティングしました(コーティング法)。また、催芽の2日前からバイオ肥料懸濁液を25°Cで作成しておき、これを催芽に用いてイネに対する菌接種を行い、その上からべんモリをコーティングしました(浸漬法)。圃場内での調査では、浸漬区において冠根数と根部新鮮重、地上部新鮮重及び乾燥重、実生新鮮重に効果が現れていました。一方で、コーティング法(粉衣法)においては、草丈、地上部新鮮重及び乾燥重、実生新鮮重に効果が現れており、浸漬法とは効果の発現挙動が異なることが観測されました(図2)。収量においては浸漬法とコーティング法の両方で増収効果が現れ、浸漬法では9%、コーティング法では27%の増収が観測されました(図3)。



図 1. 播種直前の種子の様子

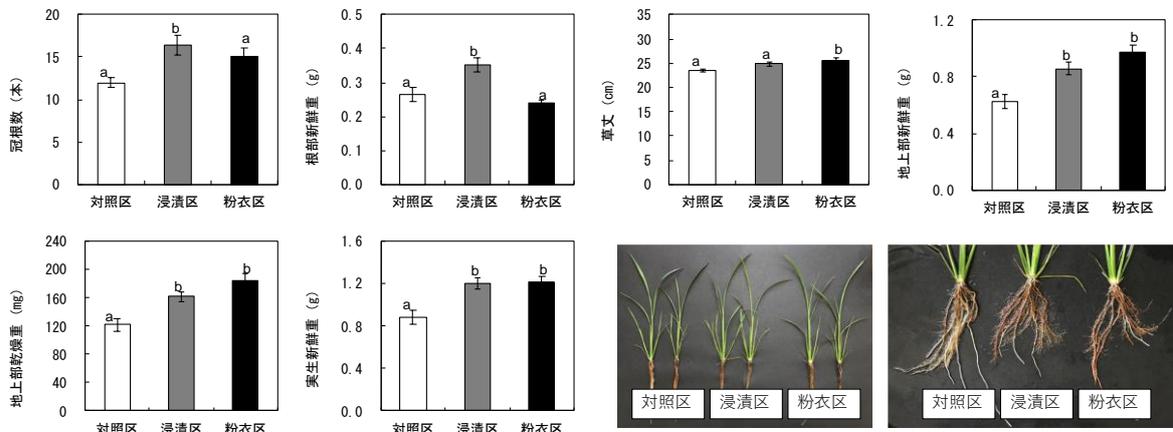


図 2. 圃場内での生育調査

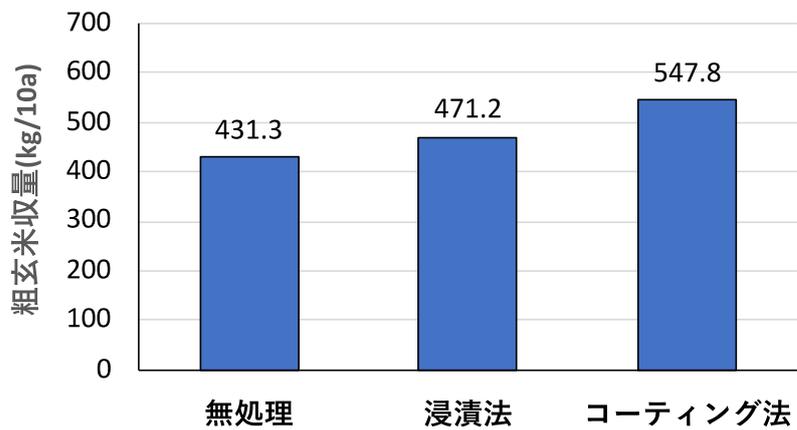


図 3. 直播栽培収量調査結果

第4節：朝日アグリが行っている現地実証試験

北海道の広大な土地では、気象や土壌条件が地域によって異なるため、それぞれの地域に適した品種や栽培法が取り入れられています。水稲の主な作付地域は道央部の空知・上川・石狩管内で、主に良食味米の生産が行われていますが、土壌条件等によっては加工用米も生産されています。北海道の稲作では、一般に移植後の気温が低く、夏季にしばしば低温にさらされるため、冷害を受ける頻度が高いとされています。水稲の安定生産のためには、初期生育を促進し、早期に茎数を確保する必要があるため、2017年からキクイチ/ゆめバイオの現地実証試験を行っています。

図1には、2019年の空知管内における水稲品種「ななつぼし」の試験結果を示しました。グラフは、左から苗試験時の根重(g/100本)または充実度(地上部乾物重/草丈)、分けつ期の茎数(本/m²)、成熟期の穂数(本/m²)、最終収量(kg/10a)を表しています。すべての試験地において、ゆめバイオ施用により苗の根重の増加や充実度の改善が見られ、移植後の茎数の増加が確認されました。生育後半については、深川市と美唄市では、有効茎歩合が高く維持され、穂数の増加による増収効果が見られました。しかし、南幌町では、有効茎は確保され、成熟期の穂数は増加傾向を示しましたが、一穂粒数や登熟歩合が減少し、増収効果は見られませんでした。また、岩見沢市では有効茎歩合・穂数が低下し、収量の増加が見られませんでした。

ゆめバイオ施用による増収のためには、苗段階での効果の出現が必要条件となりますが、生育後半の養分管理も重要となってきます。空知管内では、基肥施用時に全層施肥と側条施肥を組み合わせを行い、穂肥は施用しないところも多いため、土壌の違いによる養分供給力の違いもあることから、生育後半に肥料切れを起こす地域が出てくる可能性が考えられます。このような地域では、継続的な土づくりを行っていくことがよいと思われます。また、キクイチ/ゆめバイオを利用するときの目標収量を設定し、その値から逆算して茎数が過剰にならないような適正な水管理等を行っていくことも重要と考えられます。

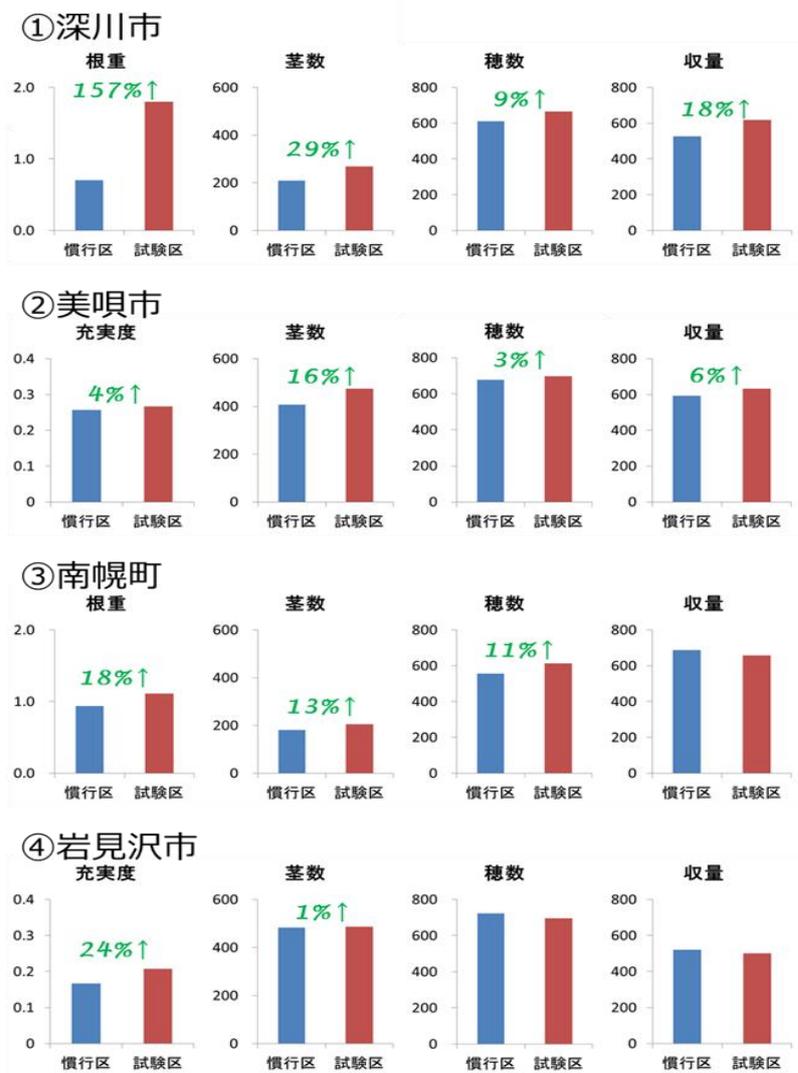


図1. 2019年の空知管内における水稲品種「ななつぼし」の施用試験結果

第5節：減肥・増収体系の経営収支

2017年における、福島県二本松市針道地区の農家圃場での農業共済組合による収量調査結果をもとに算出した。

表1 コシヒカリにゆめバイオを施用したときの増収効果

平成29年産水稲 収量調査圃場等 実測結果計算		入方式↑W列しに入れる。																		合同・直播 1/1											
凡番号	地区名	集落名	組合員コード	氏名	耕地番号	引受面積	品種名	災害の種別	畦巾1	畦巾2	畦巾3	畦巾合計	畦巾平均	株間1	株間2	株間3	株間合計	株間平均	単当換算係数	実収量(生)	実収量(乾)	粗玄米量(くず除)	粗玄米量(くず除)	粗玄米量	単当粗玄米量	おとりにかけた粗玄米量	玄米量(1.5kg以上)	玄米量歩合	実収量	単当収	増収
13	東和	505 五反田	23143908	大野達弘	通常	こし		305	298	298	901	30.0	164	164	165	533	16.4	301.9	2,780	2,280	1,850	201	1,851	559	1,851	1,650	89.18	498	61	実収増収①	
14	東和	505 五反田	23143908	大野達弘	微生物	こし		300	300	302	902	30.1	205	205	203	613	20.4	271.4	3,400	2,820	2,155	158	2,311	627	2,311	2,155	93.23	584	43	実収増収②	

(青枠の通常:ゆめバイオ無施用、微生物:ゆめバイオ施用)

ゆめバイオ無施用では10アール当たりの玄米収量は498kg/10aであったが、ゆめバイオを苗づくり時に層状施用することで、本田での収量は584kg/10aとなり、水稻苗の育苗時のゆめバイオの層状施用は、ヘクタール当たり玄米収量を860kg(17.3%)増加させた。

この値を令和2年米価に当てはめた。コメの全銘柄平均価格は農林水産省の計算で15,143円/玄米60kgであり、上記の増収量に当てはめると、上記農家は、ヘクタール当たり21万7千円の収入増となり、ゆめバイオの価格(約3千円/10a 3万円/1ha)を差し引いてもヘクタール当たり18万円を超える収入増となる。

コラム 1: トマトへの適応試験

トマトに対するゆめバイオの施用効果に関しては、移植前に苗にゆめバイオを施用することで、根の活着促進や初期の収穫量にプラス効果は現れる。しかし、トマトの栽培は半年近く継続し、特に生育後半になってくると初期のゆめバイオの施用効果は見られなくなってくる。そこで、7月初旬に、ゆめバイオを施用して生育の後半でのトマトの収穫量にどのような効果が出るか調べた。

ゆめバイオの処理 (令和2年7月3日)



ゆめバイオ処理区



ゆめバイオ無処理区



ゆめバイオの灌注による施用



写真1 ゆめバイオの施用

ゆめバイオは「直播イネ対応 浸漬法」と同じ要領でタンクに水を 500L 充填しゆめバイオ製剤 10kg を加え 1 日静置し (時々攪拌操作を加えた)、キクイチ/ゆめバイオ菌を溶液中に溶出させた。キクイチ/ゆめバイオ菌を含む懸濁溶液をゆめバイオ処理区のトマト 150 株に灌注した。また最後に株もとにタンク中に残存したゆめバイオ製剤を施用した。

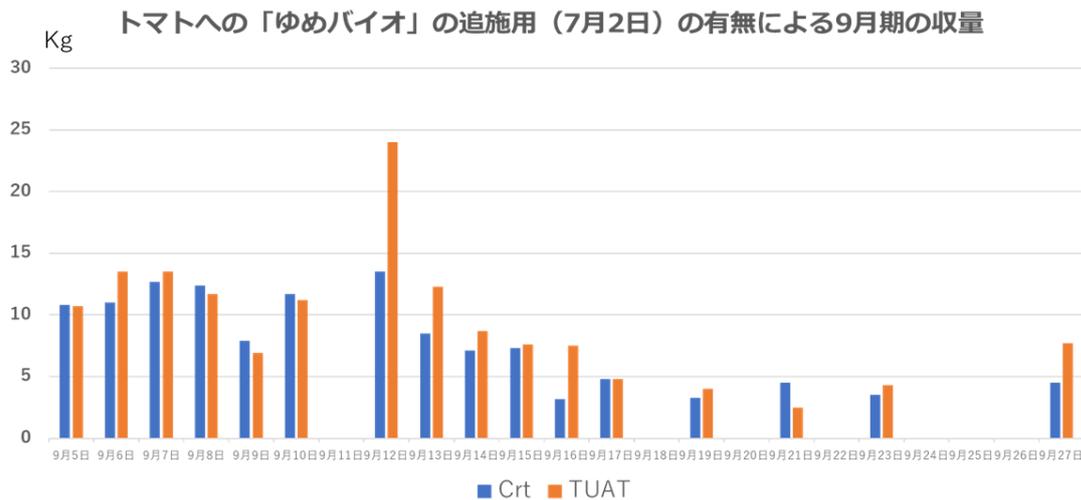
トマトの収量調査は、9 月から開始し、毎日のトマト収穫総量を記載した。

図 1 に 10 月 18 日のトマトの収穫量の写真を示した。
また図 2 に 9 月期のトマトの収穫量の推移を示した。

10月18日の収穫量



図1 10月18日のトマトの収穫量の写真



トマトの総収穫量 Crt（無処理区）：126.7Kg（100）、TUAT1処理区：150.9（119）

図2 ゆめバイオを処理区（TUAT）あるいは無処理区（Crt）の9月期におけるトマトの収穫量の推移

9月から10月におけるトマトの収穫総量は、ゆめバイオの処理で約20%増加することが分かった。

コラム 2: アブラナ科の葉物野菜への適応試験

沖縄から東北地方で栽培されている全部で 56 種のアブラナ科作物品種; *Brassica rapa* (39 varieties), *Brassica juncea* (10 varieties) and *Brassica napus* (7 varieties) は、株式会社 トーホク (Tohoku seed Co. LTD) より分譲頂いた。

福島県二本松市の農家ハウスで、播種およびゆめバイオの接種を行った。接種の方法はイネの施用法に準じた。

写真 1 に栽培状況を示した。



写真 1 葉物野菜へのゆめバイオの適応試験の様子

表 1 各漬菜類の乾物重に対する接種効果（－値は生育抑制、＋値は生育促進効果を示す）

Variety	% SDW change	Variety	% SDW change	Variety	% SDW change
16 大崎菜	-41.15	59 小松菜 きよすみ	14.52	39 丸葉 紫たか菜	-11.34
18 照彩小松菜	-28.83	36 源助かぶ菜	16.40	46 しまな (沖縄からし菜)	-7.37
17 みやごべか菜	-25.79	24 ちぢみ雪菜	17.17	44 黄からし菜	-6.30
20 晩生あぶら菜	-24.50	27 ビタミン菜	17.31	47 サラダからしな	0.23
26 チンゲンサイ 好菜	-17.61	4 広島菜	18.97	42 こぶ高菜	16.60
14 くき立ち菜	-17.05	1 春まき山東菜	19.36	43 山塩菜	26.65
30 アスパラ菜	-12.91	34 壬生菜	19.53	41 山形せいさい	34.66
19 小松菜味彩	-6.40	31 紅葉苔	19.78	40 広茎 かつお菜	42.99
37 早生油菜	-5.58	8 長岡菜	19.93	38 三池たか菜	46.35
10 信夫冬菜	-5.52	6 雪白体菜	23.90	45 たか菜 (葉からし菜)	63.64
58 小松菜 日光	-5.09	9 四月しろ菜	24.86	<i>Brassica napus</i>	
2 晩生大阪しろ菜	-3.92	15 熊本京菜	25.28	Variety	% SDW change
33 太茎	-1.44	12 新潟とう菜	26.01	52 五月菜	-17.18
5 な花	1.63	57 小松菜 カホク	26.96	51 のらぼう菜	-13.16
28 タアサイ	6.20	3 晩生ま菜	28.40	49 川流れ菜	-5.39
25 チンゲンサイ	8.03	22 静岡京菜	30.62	50 ちぢみかぶれ菜	12.70
32 細葉	10.37	35 野沢菜	33.76	48 早春つぼみ菜	14.66
29 あじの菜心	12.44	7 二貫目体菜	37.79	53 かき菜	17.19
23 ふくたち菜	12.56	11 正月菜 (もち菜)	38.74		
13 仙台雪菜	13.21	21 信州雪菜	64.54		

アブラナ科に属する 40 品種のうち、13 品種は 10^7 芽胞濃度ではキクイチ/ゆめバイオ菌接種により生育促進効果は出現しなかった。残りの 27 株は、 10^7 芽胞濃度で程度は様々であるが接種効果が出現した。信州雪菜は最も高い接種効果が出現し、生育量が対照区より 64.5%増加した。

Q&A

Q:資材は毎年使わないとダメなの？

A:播種時に使用していただく資材のため、毎年ご利用いただいております。田植え時に本田に移行した菌が、翌年の田植え時に土壌から検出されることはありません。

Q:ゆめバイオの菌はイネのどこにいるの？

A:根部に菌は定着しています。可食部から検出されることはありませんので、安心してお使いください。

Q:どこに行けば買えるの？

A:最寄りの JA にお問い合わせください。

Q:寒くても効果あるの？

A:寒くて根の活着が遅くなるような地域でより効果を発揮する資材となっております。

Q:密苗に使えるの？

A:密苗にも同様にご利用いただけます。マット強度が弱い、本田移植後に分けつを確保しにくいなどの問題が生じている所ではぜひご利用ください。

Q:直播用にバイオ肥料の粉材が欲しいのですが、どうすれば良いですか？

A:(株)朝日アグリアにご相談してください。使用量によってご対応致します。

あとがき

本マニュアルの第1版は、平成26～28年度に実施した農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業の実用技術開発ステージ（現場ニーズ対応型）課題「高機能バイオ肥料を利用した水稻の増収減肥栽培技術の実用化」の研究成果を社会実装するための主要アイテムである微生物資材「バチルスバイオ肥料キクイチ」の使用方法を解説した冊子であった。

その後、研究がさらに進化し、安定的な施用技術が確立してきた。朝日アグリアは普及を目指し、全国で複数年の実証試験をさらに進めた。また、農工大は連携機関とともに、イネ直播栽培への適応技術を確立させた。これ以外にも「この資材は何故効くのか」というような基礎的な分野でも数多くの新しい成果が出てきており、その一部は第2版へ盛り込んでいる。また、イネ以外の野菜類等への施用も継続的に試験されている。コラムでは、トマトやアブラナ科漬菜類への施用効果を掲載した。これらは、確立された技術の上には立っていないが、キクイチ/ゆめバイオの施用効果は観察されるので、将来的には施用技術が確立されるのではと思う。特に小松菜への施用効果は明瞭で、生育促進が生じるので、1年に多数回小松菜を栽培する農業には適応可能と考えている。本資材を作物に投与すると作物の環境ストレス応答遺伝子の発現が多数観察される。このようなことから、地球温暖化に対応できる資材となる可能性も見えるが、これらにはさらに詳細な研究が必要と考える。

筆者（五十音順）

安掛真一郎（東京農工大学大学院連合農学研究科）
大津直子（東京農工大学グローバルイノベーション研究院）
大脇良成（農研機構中央農業研究センター）
岡崎 伸（東京農工大学大学院農学研究科）
見城貴志（朝日アグリア株式会社）
小島克洋（朝日アグリア株式会社）
山田哲也（東京農工大学大学院農学研究科）
横山 正（東京農工大学名誉教授、NPO 法人 農業微生物利用技術協議会 理事長）

編集

横山 正（上記記載）

発行

キクイチ/ゆめバイオマニュアル改定委員会

掲載

NPO 法人 農業微生物利用技術協議会
〒964-0202 福島県二本松市針道字町1番地
<https://bio-f.com/>