

カーボンニュートラル

- ・水田から発生する
メタンの抑制
- ・バイオ炭の土壤への貯留

肥料高騰対策 化学肥料減肥

- ・汚泥肥料の利用による
化学肥料減肥
- ・指定混合肥料による
堆肥の肥料利用
- ・可給態窒素診断による
窒素施肥量の減肥

土壤環境研究室の紹介

地球を守る 未来の農業

プラスチック削減

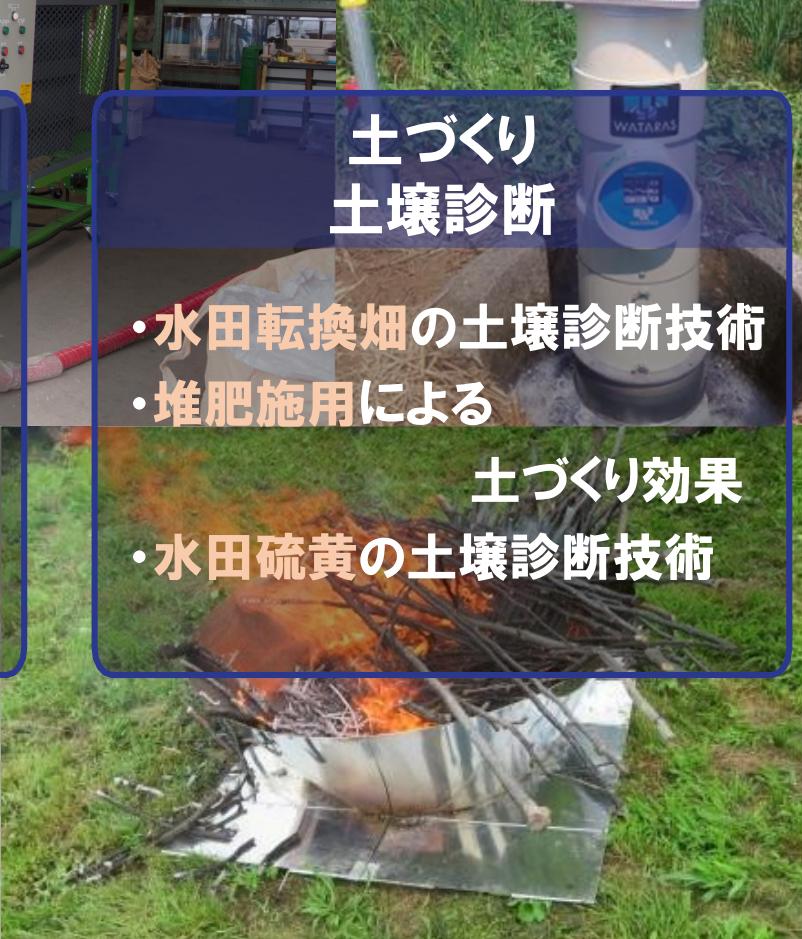
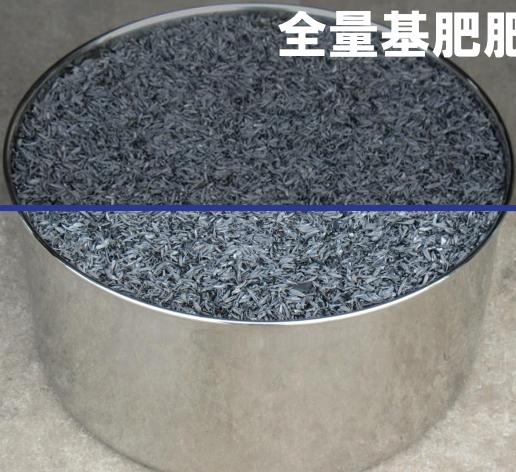
- ・生分解性マルチの活用
- ・プラスチック殻を使わない
全量基肥肥料

土づくり 土壤診断

- ・水田転換畠の土壤診断技術
- ・堆肥施用による

土づくり効果

- ・水田硫黄の土壤診断技術



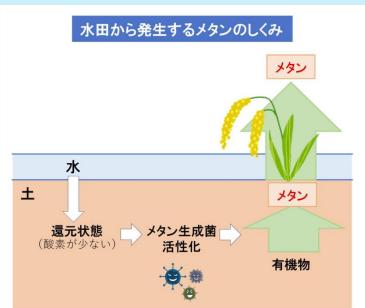
水田から排出されるメタンの抑制技術

栃木県農業総合研究センター 土壤環境研究室

メタンってなに？⇒温室効果ガス

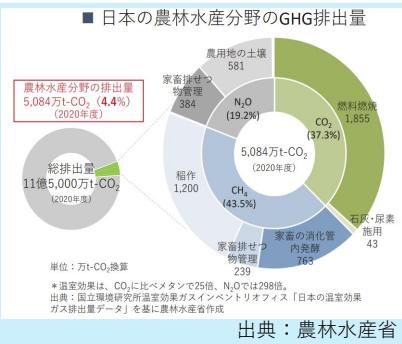
- ・温室効果は二酸化炭素の約25倍
- ・国内の農業由来温室効果ガスの4分の1は水田から発生

田んぼに水を張るとメタンが発生！？



メタン抑制には中干しが有効！

2050年カーボンニュートラル実現を目指して、水田からのメタンガスの発生を抑制する。

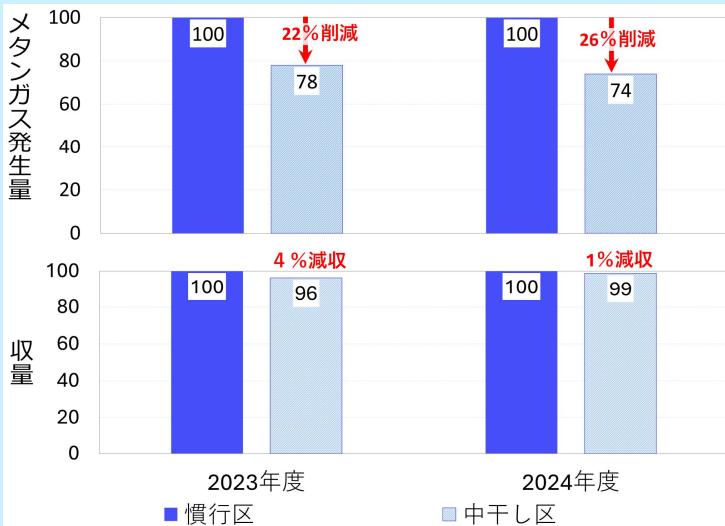


出典: 農林水産省

J-クレジットで温室効果ガス削減分を収益化！

- ・中干し期間を従来より7日以上延長すると、温室効果ガス削減分をクレジットとして企業に販売可能！
- ・栃木県慣行の間断かん水・中干しなしの場合、7日間の中干しで申請可能

中干し7日の効果は？



慣行区を100とした場合のメタンガス発生量と収量の割合

J-クレジットでの中干しへどうやるの？

中干し：

出穂前に、水口「閉」、水尻「開」の状態が継続している期間

J-クレジットによる収益(目安)

▼関東地方の場合の削減量

	稻わらすき込み(9割以上)	堆肥施用(1t/10a以上)	有機物無施用
排水不良(7.5mm/日未満)	2.5	2.8	0.2
日排除(7.5mm/日以上 12.5mm/日未満)	1.4	1.5	0.2
4時間排除(12.5mm/日以上)	1.7	1.9	0.2

※「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」CH₄排出係数デフォルト値を使用
単位: tCO₂相当/ha/年

日排除・稻わらすき込み(9割以上)の場合の試算

削減量が1.4tCO₂/ha/年となり、J-クレジットによる収益はおよそ14000円/ha

※10,000円/tCO₂での販売を想定して試算(農林水産省参考)

※販売価格は購入者との相対取引等の結果により変動



収量低下を防ぐための工夫：

中干しによる過度な乾燥を防ぐため、
中干し開始前に飽水する

マニュアル公開中！

詳細は「水田から発生する温室効果ガス・メタン抑制技術」へ



【バイオ炭とは？？？】

生物由来の有機物（もみ殻や剪定枝など）を燃焼させずに高温（350°C以上）で炭にしたもの。

バイオ炭に含まれる炭素は難分解性のため、長期間土壤に貯留される。

土壤改良資材としても活用され、透水性、保水性、通気性の改善などの効果が期待できる。



バイオ炭（左：もみ殻、右：果樹剪定枝）

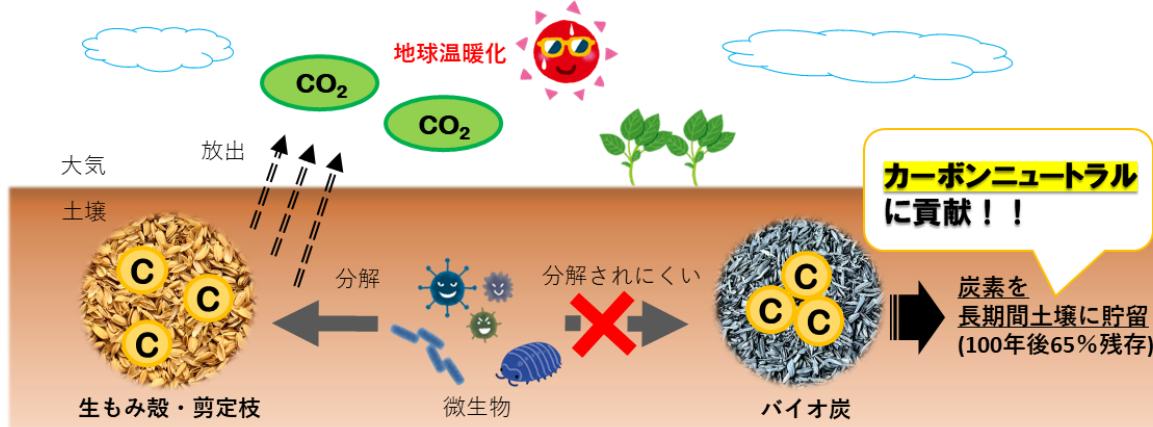


図1 土壤に炭素が貯留される仕組み

● C : 炭素 ● CO₂ : 二酸化炭素（温室効果ガス）

【様々なバイオ炭製造機器】



従来型（もみ殻用）
(煙が多く、民家の無い場所で使用)



小型機（もみ殻用）
(処理能力500L/日、煙が多い)



中型機（もみ殻用）
(処理能力1500L/日、煙が少ない)



無煙炭化器
(剪定枝用)

【作物への施用効果】

施用量目安 (推奨)	もみ殻くん炭（水田・畑）	果樹剪定枝バイオ炭
	100kg/10a	80kg/10a

○水稻への施用試験

表1 もみ殻くん炭施用後土壤の三相分布

処理区 (10aあたり)	三相分布		
	固相率	液相率	気相率
%			
もみ殻くん炭0kg	31.4	64.2	4.4
もみ殻くん炭100kg	29.3	65.2	5.6
もみ殻くん炭500kg	28.8	64.0	7.2

◎施用により土壤物理性が改善

表2 水稻の収量

処理区 (10aあたり)	精玄米重	
	kg/10a	指数
もみ殻くん炭0kg	579	100
もみ殻くん炭100kg	580	100
もみ殻くん炭500kg	588	101

◎施用により収量が同等以上



汚泥肥料活用による 化学肥料減肥指針の確立

栃木県農業総合研究センター土壌環境研究室

汚泥肥料とは？

汚泥肥料とは、下水処理場等から排出される汚泥を乾燥や粉碎、発酵させることにより肥料としてリサイクルするもの。窒素、リン酸等の肥料成分を豊富に含む。また、汚泥肥料のうち品質管理計画を定め、成分が保証されたものを「菌体りん酸肥料」と言う。

試験の背景

- 肥料原料の国際価格の上昇等により、肥料価格が高騰している
- みどりの食糧システム戦略（農林水産省策定）やとちぎグリーン農業推進方針（栃木県策定）では、環境負荷低減のため、化学肥料使用低減を目標としている
- 県内汚泥の肥料化は、汚泥発生量の1割程度と進んでいない
- 汚泥肥効率（施肥量のうち、土壤中で利用される割合）が明らかでないため、化学肥料の減肥量が計算できない

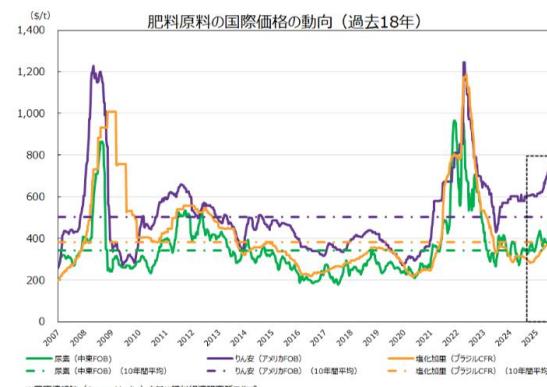


図1 肥料原料の国際価格の動向（令和7年7月18日時点）

農林水産省Webページ「肥料の価格情報」より引用
(https://www.maff.go.jp/seisan/sien/s_hiryo/fertilizer_price.html)

試験内容

- 水田と畠地における汚泥肥料の肥効率を明らかにする。（肥料埋設試験）
- 肥効率に基づき、化学肥料を減肥した栽培試験（水稻・葉物野菜対象）を行う
- 汚泥肥料の連用による、土壤や作物への影響を確認する

試験の結果（2024年度）

6種類の汚泥肥料について、土壤埋設時の経時的な窒素、リン酸の溶出率を明らかにした

水稻の栽培試験で施肥量の窒素成分の3割を汚泥肥料で代替した結果、全量化学肥料の場合と比較して収量が約1.2倍となった

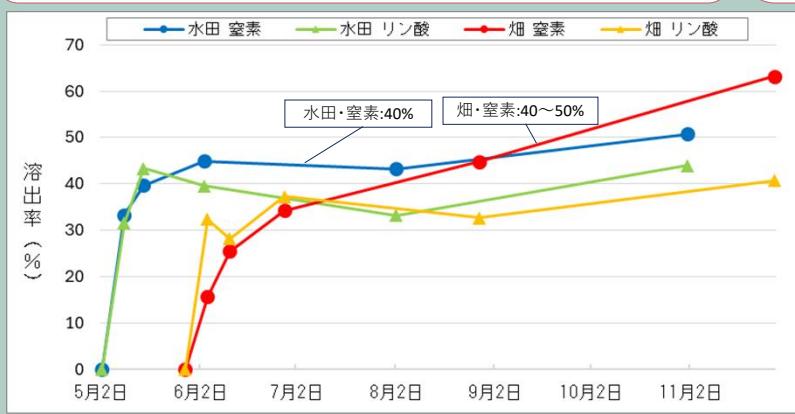


図2 汚泥肥料（6種類平均）の成分溶出率の推移

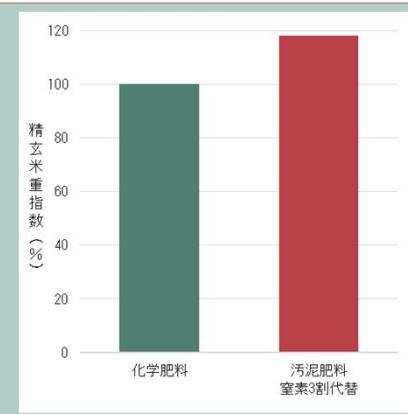


図2 水稻の精玄米重指数の比較
※精玄米重指数：化学肥料を100とした場合の精玄米重の比

汚泥肥料の肥効率を適切に設定すれば、汚泥肥料の使用により化学肥料の減肥が可能であり、また、土づくり効果も期待できる。

成果の活用

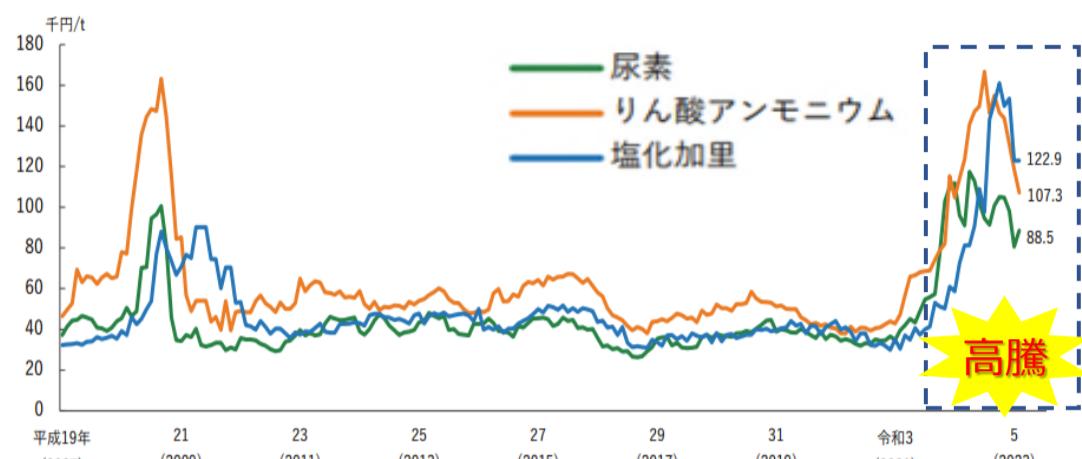
試験結果に基づき「化学肥料減肥のための指針」を作成し、汚泥肥料の利用促進をはかる。

指定混合肥料による化学肥料削減技術

農業総合研究センター 土壌環境研究室

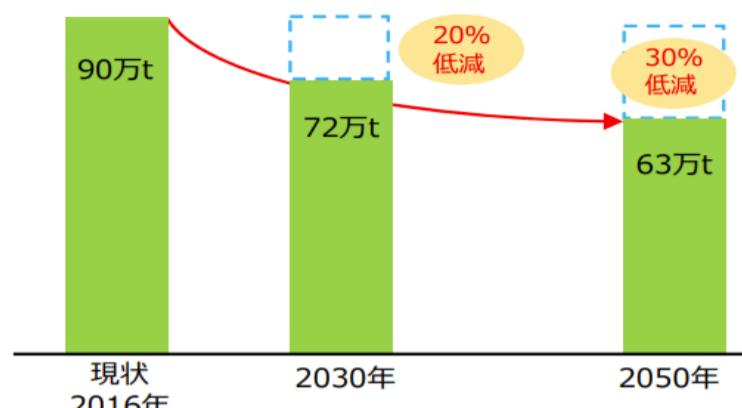
＜背景＞

肥料原料価格の高騰により、化学肥料価格が大きく変動
→ 化学肥料のみに頼らない農業を目指す。



肥料原料価格の推移（農水省より引用）

「みどりの食料戦略」では、
2050年までに化学肥料の
使用量30%低減が目標



化学肥料使用量の目標値

堆肥などの肥料成分を含む国内資源の利用拡大・流通を支援

新たな肥料分類「指定混合肥料」の新設
化学肥料と堆肥を混ぜ合わせた肥料の製造＆販売が可能となった！

堆肥中の肥料成分 + 作物に足りない肥料分を化学肥料として添加したペレット肥料を開発することで、堆肥の有効活用＆化学肥料の使用量削減を促進！

＜技術開発＞（R6年試験内容）

ペレット堆肥（豚ふん）の試作・施用試験（畜産酪農研究センターおよび現地生産者と協力）



①原料の混合



②指定混合肥料のペレット化



③試作した指定混合肥料（右）

指定混合肥料を用いた栽培技術を確立することで、
化学肥料の使用量30%低減を達成することが出来る！



④ほ場への散布



⑤栽培試験（ホウレンソウ）



⑥慣行栽培と同等の収量

今後の研究内容

- (1)異なる畜種（牛・鶏）の堆肥を用いた指定混合肥料の開発
- (2)ペレット化による肥料効果への影響

等の確認

地力に応じた施肥をするための 水田土壤の可給態窒素診断法

栃木県農業総合研究センター 土壌環境研究室

窒素質肥料の過剰施用

温室効果ガス排出増加
地下水汚染

ほ場の地力に応じた施肥が
求められている
特に水稻が稻が吸収する窒素の
約6割は土壤の地力窒素由来

水田の可給態窒素(地力窒素の目安)から、窒素施肥量を診断

<基本式>

$$\text{可給態窒素} \times \text{可給態窒素吸収係数} + \text{施肥量} \times \text{施肥窒素利用率} = \text{最適窒素吸収量}$$

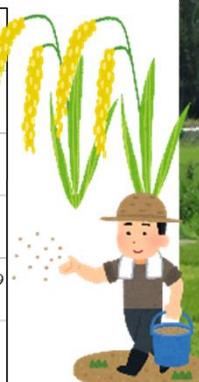
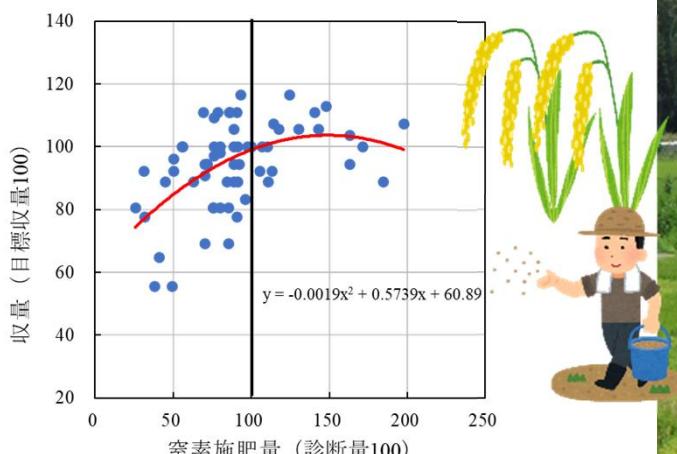
過去の試験から3つのパラメータを設定

<診断法は現場でも有効か?>

県内の水稻現地農家ほ場の土壤中の
可給態窒素量、窒素施肥量と収量を調査



土壤の可給態窒素に基づく診断施肥量を
100、水稻の目標収量を100とした場合



○窒素施肥量(指数)100以下

→施肥量の増加とともに収量も増加

○窒素施肥量(指数)100超え

→収量の増加は鈍くなる

窒素施肥診断量 = 最適な窒素施肥量

JA全農とちぎによる調査での窒素施肥量(診断量100)と
収量(目標収量100)との関係(データ数: 63)

※早植コシヒカリの全層全量基肥施肥

※窒素施肥量、収量: アンケート調査結果

※可給態窒素測定: JAグリーンとちぎ

<土壤可給態窒素による水稻の窒素施肥量診断指標の例>

○コシヒカリ・全量基肥(早植・中部)窒素施肥基準4~5kg/10aの場合

可給態窒素(mg/kg)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
全量基肥(kg/10a)	8.8	8.2	7.7	7.2	6.8	6.4	6.0	5.7	5.3	5.0	4.7	4.4	4.1	3.9	3.6	3.3	3.1	2.8	2.6	2.4	2.1

可給態窒素が20mg/100gの場合、その圃場の診断施肥量は3.3kg/10a

→施肥基準4.5kg/10aに比べ、**1.2kg/10a減肥できる**

「土壤可給態窒素による水稻の窒素施肥量診断指標」の詳細は、こちらから





生分解性マルチ利用技術の開発

栃木県農業総合研究センター土壤環境研究室

生分解性マルチとは？

生分解性プラスチック製の農業用マルチのことで、土壤中の微生物によって分解され、栽培収量後はトラクタ等で土壤中にすき込むことができる。一般的に使用されているポリマルチの代わりに使用することで、**廃プラスチックの削減**になり、重労働であるマルチ回収作業が不要となる。



図1 さつまいも栽培における生分解性マルチ
(左:栽培開始時 右:収穫時)

試験の背景

- ◆ 生分解性マルチは、厚さや成分の違いから、製品により分解期間や特性に差があり、品目ごとに**適した製品が不明**である
- ◆ 生分解性マルチは資材代が高く、省力化による**トータルコストが判然としない**ため、導入しづらい

試験内容

- ◆ 生分解性マルチの分解性調査(シャーレ内および無作付けほ場)
- ◆ 生分解性マルチの栽培適用性調査(場内・現地)

試験の結果 (2021~2025年度)

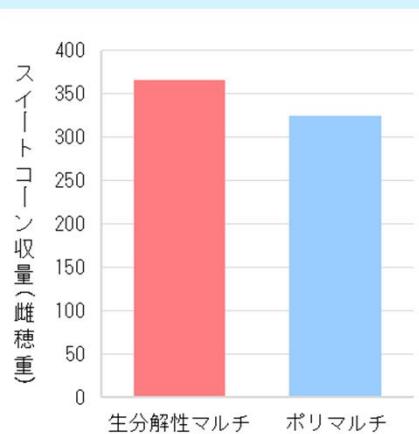
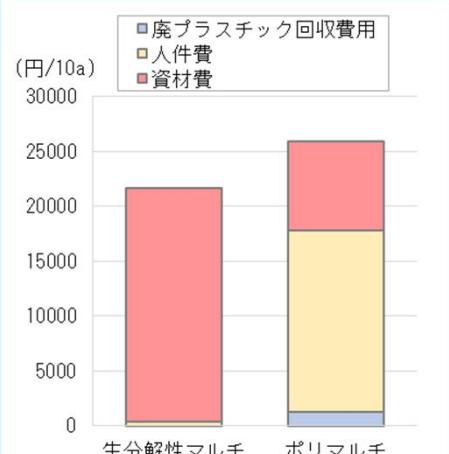


図1 スイートコーンの収量比較

栽培に適した生分解性マルチを用いることで、**ポリマルチと同等の収量又は生育を確認**できた
(さつまいも、スイートコーン、いちご)

スイートコーンでは、回収作業等の**大幅な省力化**により、ポリマルチと比較して**コスト削減**が可能であった



※資材費、処理費用は2023年時点。
※人件費はマルチの回収のための作業にかかった実測値から換算。

※図2、図3の生分解性マルチの数値は3製品の平均。

図2 スイートコーン栽培におけるマルチ購入・処分にかかるコスト比較

品目	栽培に適した生分解性マルチの例
さつまいも スイートコーン	キエ丸 きえ太郎Z カエルーチ
いちご	ビオフレックスマルチプラス カエルーチL

成果の活用

試験結果に基づき「生分解性マルチ利用マニュアル」を作成し、生分解性マルチの利用促進をはかる。

被覆肥料以外の緩効性肥料の開発

栃木県農業総合研究センター・土壤環境研究室

1. はじめに

■ 海洋プラスチック問題¹

- ・海へのプラスチック流入：800万トン/年
→ 海洋の生物多様性に悪影響

■ 水稲栽培におけるプラスチック被覆肥料

- ・栃木県内約6割の水稻農家
→ プラスチック被膜でコーティングされた
緩効性肥料を使用
- ・プラスチック殻が水田に残留(図1)
→ 河から海へ流出
- ・JA全農 脱プラスチックの取り組み²
→ スローガン「2030年にはプラスチック
を使用した被覆肥料に頼らない農業に。」



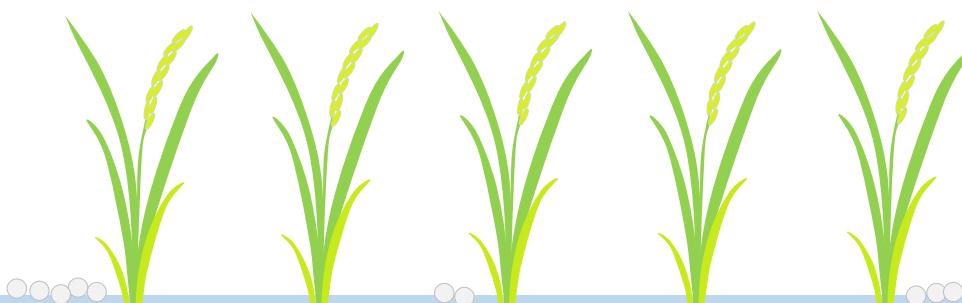
図1 水田に残留した
緩効性肥料の
プラスチック殻

2. 現状の対策

- ①浅水代かき
- ②水尻への捕集ネットの設置
→ プラスチック殻を水田の外へ
流出させない

4. 農業試験場における試験研究

- プラスチックを含まない緩効性肥料施肥試験
- プラスチックを含まない緩効性肥料と
慣行プラスチック被覆緩効性肥料の窒素溶出率の比較



—なぜ緩効性肥料を使うの？—

緩効性肥料は、ゆっくりと肥料成分が溶け出すから、施肥が1回ですむまる！
(全量基肥(もとごえ)肥料というまる！)

暑い夏に肥料を何回も散布するのは
とても大変だから、
緩効性肥料は欠かせないまる！



3. 研究の目的

そもそもプラスチックを含まない
緩効性肥料の使用を検討することで、
環境負荷の低減と、
農家の方の負担の軽減を両立する
施肥の方法を明らかにする

研究の出口

これまでの緩効性肥料と
同様に窒素が溶出する、
脱プラスチックの
緩効性肥料を普及する

参考・引用文献

- 1) 環境省, 令和2年版環境・循環型社会・
生物多様性白書第3節
- 2) JA全農, 緩効性肥料における
プラスチック被膜殻の海洋流出防止に
向けた取組方針

水田でのたまねぎ 安定生産技術

農業総合研究センター 土壌環境研究室

水田転換畑でたまねぎを栽培する場合に、収量が低下する原因を調べています。

これまでの試験経過

2020~2022年の3年間、県内のたまねぎ生産ほ場45地点で調査した結果、
目標収量(6,000kg/10a)未満だったほ場 30地点中



○栃木県の施肥基準

品目	可給態リン酸 mg/100g	pH
水稻	10~15	6.0~6.5
たまねぎ	50~100	6.0~6.5

☆水稻(水田)→たまねぎ(畑)でリン酸不足しやすい

たまねぎの低収要因は、
土壌中における
①可給態リン酸の不足
②pHの低下
によるものと判明！



試験実施結果

※1 土壤診断の結果、必要と計算された量までリン酸肥料を施用した区

※2 土壤診断の結果、大量にリン酸肥料が必要な場合でも現物300kg/10aまでに施用を抑えた区

県内のたまねぎ低収ほ場にてリン酸肥料の施用・定植苗リン酸液処理を検証

土壤診断区※1

現物300kg区※2

無施用区(対照)

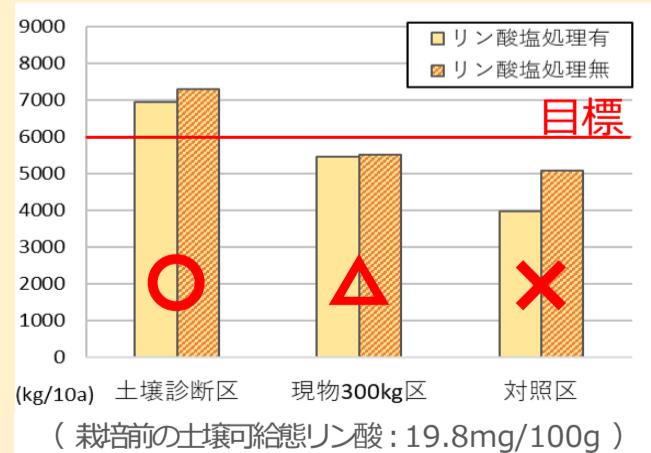
定植時の苗に

リン酸液処理 有

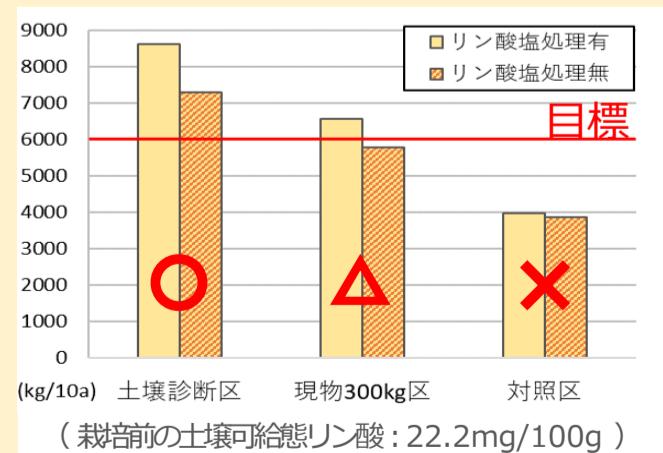
リン酸液処理 無



2022年の収量(芳賀)



2023年の収量(那須)



2年間の結果、
リン酸肥料の施肥で
収量は回復した！

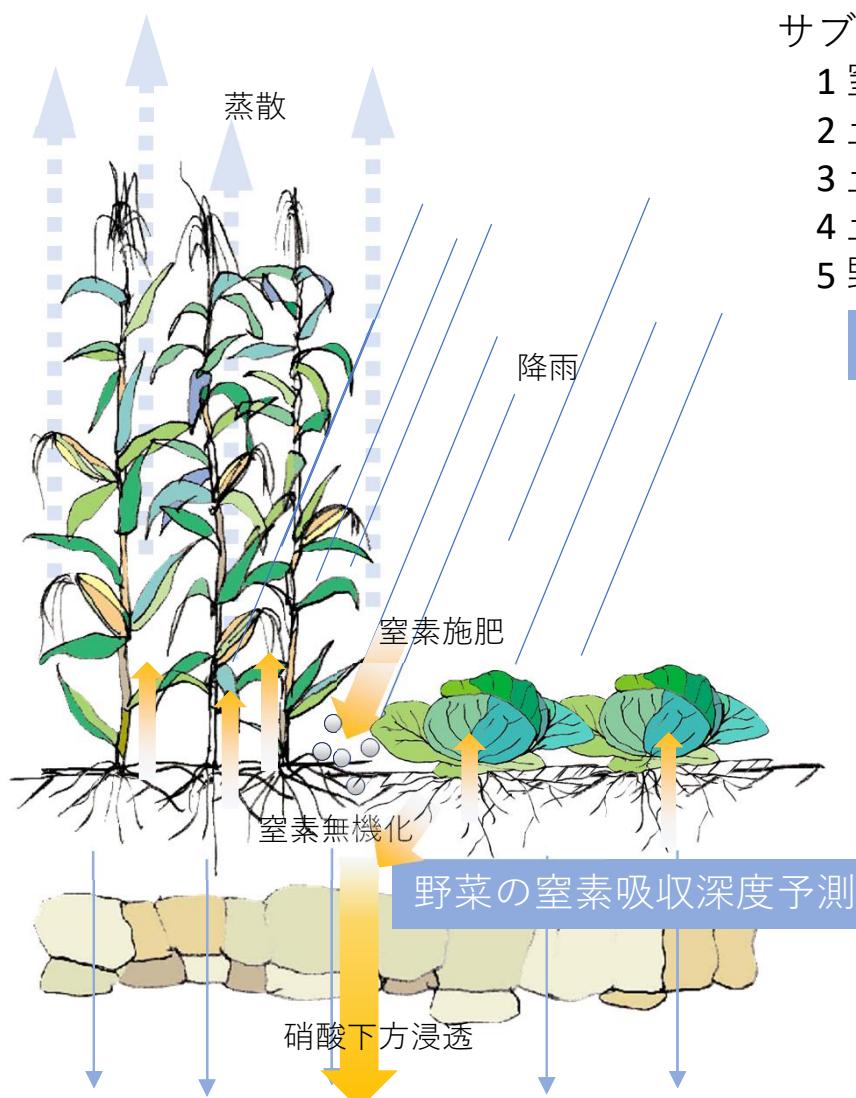
土壌可給態リン酸の
基準値50mg/100g
以上を目安にリン酸を
施肥することが重要！

まとめ

転換畑でたまねぎが低収で、可給態リン酸の基準値が下回っている場合は、
県施肥基準に基づき、リン酸質肥料の施用を行うことで対策できます。



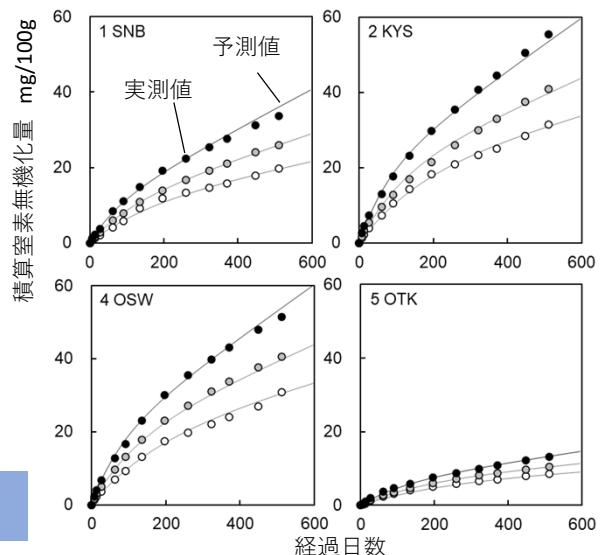
水田露地野菜の窒素管理システム



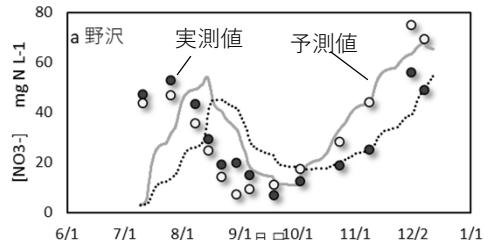
サブモデル

- 1 窒素無機化予測
- 2 土層内水分(移動)予測
- 3 土層内地温予測
- 4 土層内硝酸移動予測
- 5 野菜の窒素吸收深度予測

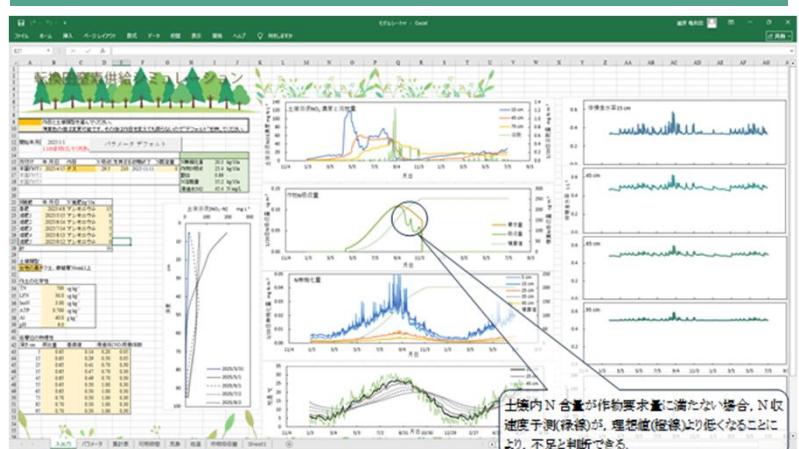
窒素無機化予測



土層内硝酸移動予測



露地野菜の窒素管理システム入出力画面



成果

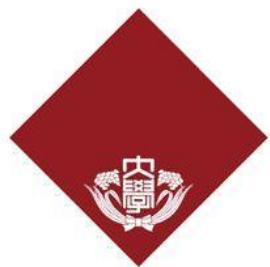
5つのサブモデルを組み合わせて、経時的に硝酸濃度深度プロファイルを予測し、野菜への追肥管理指針をリアルタイムに示します。

产学官連携による カーボンニュートラルの実現に向けた共同研究

栃木県農業総合研究センター 土壌環境研究室

農業総合研究センターでは、ビール大麦栽培におけるバイオ炭（もみ殻くん炭）の施用効果を解明するため、**キリンホールディングス株式会社**及び**早稲田大学**との共同研究を実施しています。

よろこびがつなぐ世界へ



Waseda University

ビール大麦へのバイオ炭施用の効果を解明

R7年産 センター内ほ場での栽培試験

炭素の貯留

バイオ炭施用による炭素の貯留

キリンのカーボンニュートラルへの取組
【（目的）サプライチェーンでのカーボンニュートラルの実現】



土づくり効果

炭素の貯留効果だけではなく、土づくり効果もある

物理性の改善

水持ちよく
水はけのよい土

生物性の改善

窒素固定菌など
の有用な微生物
の繁殖

栃木農研セ

早稲田大学

作物の生育・収量が増加

R8年産 現地ほ場での栽培試験（予定）

現地農家ほ場での
バイオ炭施用栽培試験

現地JAや農家への
波及

農業分野での
カーボンニュートラルの実現