140101
技術の完成状況
★★★★★

水稲側条施肥機で施用可能な採卵鶏ふん肥料の製造と利用

目的と特徴

・採卵鶏ふん堆肥に付加価値をつけるため、高精度機械散布を可能にし、かつ用途に応じた窒素成分および形状のペレット肥料を開発しました。
・尿素添加により窒素含有率を12%まで高め、3mm径のディスクペレッターで成型することにより水稲側条施肥機などの省力機械施肥機で精度よく散布できるペレット肥料を製造できます。
・鶏ふん堆肥の高付加価値化が図れるとともに、耕種側の施肥コスト削減にもつながります。

窒素付加鶏ふん微小ペレット肥料の製造方法

高窒素鶏ふん堆肥
＋ 尿素
＋ シリカ資材

造粒
孔径3mmのディスクで成型

窒素付加鶏ふん微小ペレット肥料
水稲側条施肥機で散布可能

窒素付加鶏ふん微小ペレット肥料を用いた側条施肥水稲栽培

機械施肥適合性
側条施肥田植え機で高精度散布可能

化成肥料と同等の肥効
玄米収量を確保！

低コスト化
肥料費の3～4割低減（試算値）

低コスト・省力水稲栽培が可能

成果

・高窒素鶏ふん堆肥に尿素および固結防止剤としてシリカを混合し、ディスクペレッターで加工することで、水稲側条施肥田植え機に対応可能な堆肥原料肥料を製造できます。
・製造肥料は側条施肥田植え機で施肥可能であり、玄米収量が確保できるとともに、施肥コストを低減することができます。

連絡先：三重県農業研究所　　tel　0598-42-6361

窒素付加鶏ふん微小ペレット肥料の製造方法

ウインドウレス鶏舎
・ふん乾燥機を設置
・5日間隔で排ふん
→含水率低下で
尿酸分解抑制

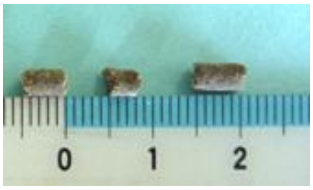
密閉縦型発酵装置
・堆肥化時槽内：70℃均一
・堆肥化終了時水分：約20%
→高温と低水分で
尿酸分解抑制

高窒素鶏ふん堆肥
・粉状
・窒素含有率　4%以上
・含水率20%以下

成分調整資材混合
尿素（N46%）
シリカ資材（1%w/w）
10分間混合

造粒
孔径3mmのディスクで成型

	8%鶏ふん微小ペレット	12%鶏ふん微小ペレット
サイズ	3×6mm	3×6mm
成分含有量（%）（窒素-リン酸-加里）	8-3-2	12-3-2
製造コスト試算(kg/円)	27.6	36.3

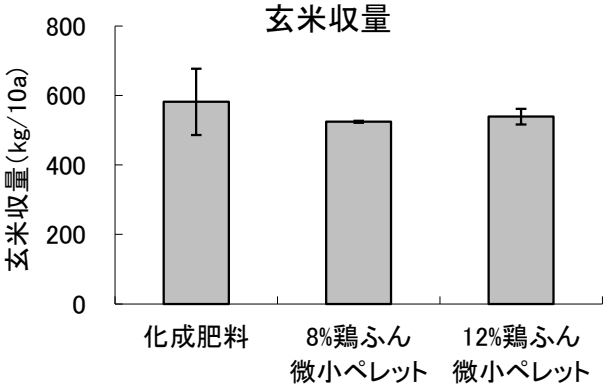


製造肥料の特徴

窒素付加鶏ふん微小ペレット肥料の利用

試験区及び基肥施肥結果

試験区	設定施肥量（kg/10a）	実測施肥量（kg/10a）	設定との比
化成肥料	37.5	36.9	98
8%鶏ふん微小ペレット	37.5	39.5	105
12%鶏ふん微小ペレット	25.0	25.2	101



施肥コスト試算

	基肥成分施肥量(kg/10a) 窒素	リン酸	加里	施肥コスト（円/10a）
化成肥料	3	3	3	2142
8%鶏ふん微小ペレット	3	1.2	0.8	1500
12%鶏ふん微小ペレット	3	0.8	0.5	1249

※12%鶏ふん微小ペレット50円/kg、8%鶏ふん微小ペレット 40円/kgで試算

対象作物、普及対象
・水稲、採卵鶏、全国

対象農家、必要な道具
採卵鶏農家：ウインドウレス鶏舎、密閉縦型発酵装置
水稲栽培農家：水稲側条施肥機、キャベツ畝内施肥機

その他
・尿素を添加した混合有機質肥料を製造する場合、鶏ふん堆肥の普通肥料登録が必要です。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年12月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140102

技術の完成状況

★★★★☆

ブロイラー鶏ふん堆肥に尿素を添加したペレット肥料の開発

目的と特徴

- 鶏ふん堆肥を活用し、低コストで化学肥料並の取り扱いが可能な鶏ふん肥料を開発しました。
- ブロイラー鶏ふん堆肥（普通肥料：加工家きん糞肥料）と尿素を重量比８：２で混合しペレット化しています。
- 全窒素含有率は１１％で、当作に効果のある有効窒素は８．８％です。リン酸は３％、カリは２％とバランス的にはＬ型で、リン酸やカリが既に蓄積している圃場での利用に適し、環境への負荷を低減します。
- ブロードキャスターのほか、畦内部分施肥機などの省力機械でも精度良く散布できます。

畦内部分施肥機(キャベツ)

化学肥料並のハンドリング

（例：水稲、基肥6kgN/10a）

鶏ふん堆肥（全窒素３％、有効窒素１％）	→	高窒素鶏ふんペレット肥料（全窒素１１％、有効窒素８．８％）
有効窒素で計算した施肥量は６００kg/10a	尿素添加	有効窒素で計算した施肥量は６８kg/10a

メリット３兄弟

機械施肥適合性

粉状鶏ふん堆肥 → ペレット化 → 高窒素鶏ふんペレット肥料

- ブロードキャスター
- 畦内部分施肥機での散布が可能

低コスト化

〔例：水稲、肥料費の3～4割低減（試算）〕

化学肥料 → 安価 → 高窒素鶏ふんペレット肥料

成果

- 高窒素鶏ふんペレット肥料
  保証成分；窒素：リン酸：カリ ＝ １１：３：２(%)　有効窒素8.8(%)
  形状　　；直径：５．５ ～ ６．０mm、　長さ：９．５ ～ １１．０mm
- 水稲およびキャベツの栽培試験の結果、収量は化成肥料と同等です。

連絡先：岩手県農業研究センター　tel　0197-68-4422

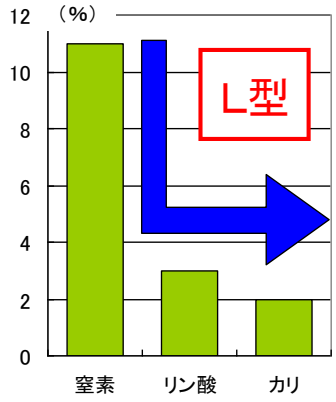


図1．高窒素鶏ふんペレット肥料の成分（%）

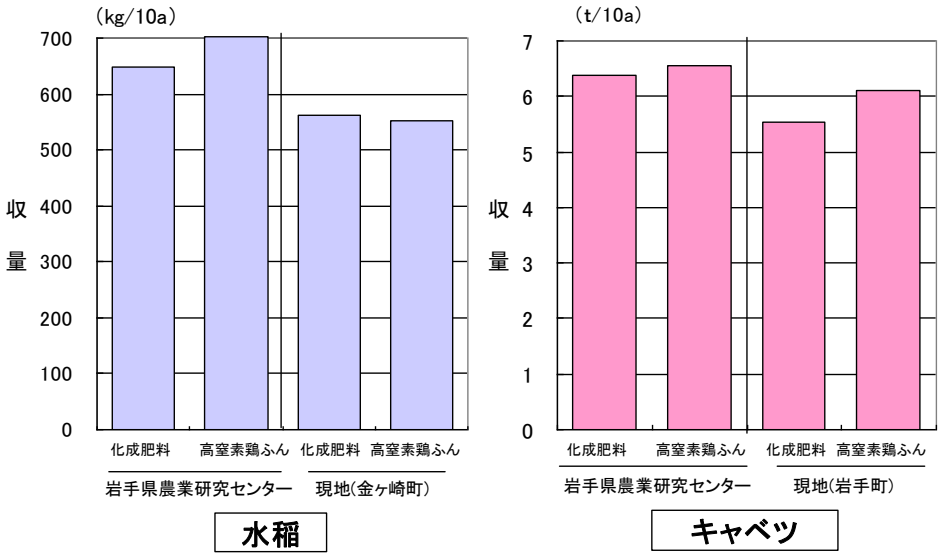


図２．高窒素鶏ふん肥料（粒状品）の収量性（平成24年、全面施肥）

表１　畦内部分施肥機による投下量（平成25年）

試験場所	肥　料	有効窒素施肥量（kgN/10a）	肥料投下量（現物kg/10a）		実投下率（%）
		目標	目標	実績	
岩手県農業研究センター	化学肥料	7	47	45	97
	①高窒素鶏ふんペレット	7	68	62	92
	②高窒素鶏ふんペレット	13	125	130	103
現地（岩手町）	化学肥料	13	84	88	104
	③高窒素鶏ふんペレット	13	113	113	100

・施肥機械　：　畦内部分施肥機（ＵＢＳ２１、Ｉ社製）
・有効窒素　：　作物が直接吸収・利用が可能な形態の窒素□

対象作物、普及対象
・水稲・キャベツ、全国
対象農家
・水稲、キャベツ栽培農家
必要な道具
・ブロードキャスター、畦内部分施肥機（キャベツ）
関連HP（研究活動紹介 、らぼ・れたあ）
・http://www.pref.iwate.jp/~hp2088/
その他
・本肥料は、(有)三沢地域環境保全組合およびプライフーズ（株）と共同で開発しました。

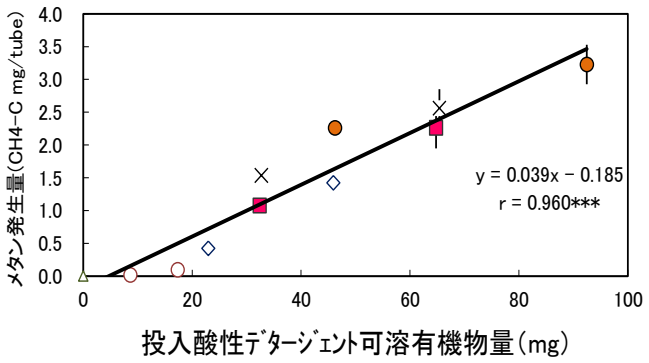
140103
技術の完成状況
★★☆☆☆

有機物量から堆肥のメタン発生量が評価できる，高窒素鶏ふん堆肥はメタン発生量を少なくできる

目的と特徴

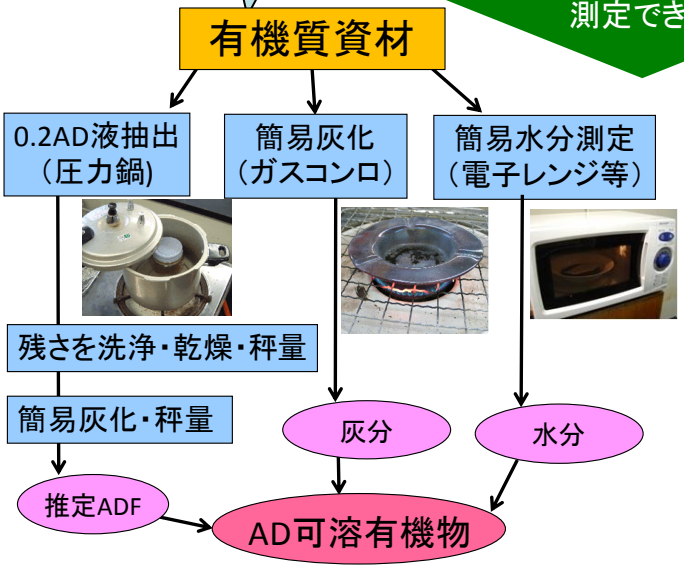
- 堆肥などの有機物を大量に水田に施用するとメタンガスの発生増加が懸念されます。
- 鶏ふん堆肥，豚ぷん堆肥について，水田に施用したときに発生するメタン量は酸性デタージェント可溶有機物量から評価できることがわかりました。
- この方法で検討した結果、縦型密封発酵装置で製造した高窒素鶏ふん堆肥は低窒素鶏ふん堆肥（従来の発酵鶏ふん）よりも酸性デタージェント可溶有機物の投入が少なくなり、メタン発生が抑制されることがわかりました。

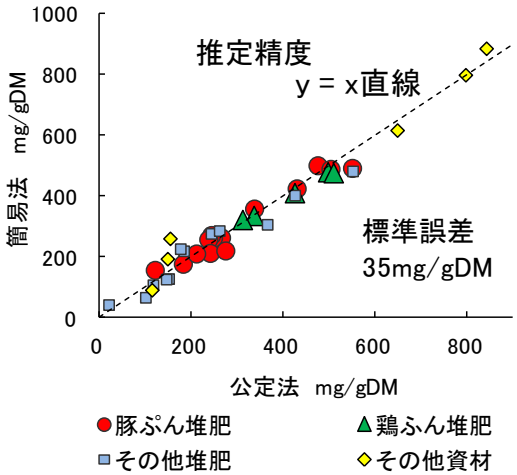
優良な堆肥を
肥料資源
として使いたい



メタン発生と酸性ﾃﾞﾀｰｼﾞｪﾝﾄ可溶有機物(AD可溶有機物)に高い相関が認められた

AD可溶有機物は簡単に測定できる





酸性デタージェント(AD)可溶有機物簡易測定法とその精度

メタン発生量が少ない堆肥の種類・量を選定できる

飼料を分析する際は専門の機械を使用しますが、簡易測定法はJA,普及センター等で分析可能です。

具体的な操作方法は「家畜ふん堆肥の肥料成分分析マニュアル」参照

成果

- 堆肥の酸性デタージェント可溶有機物とメタン発生量に高い相関があります。
- 酸性ﾃﾞﾀｰｼﾞｪﾝﾄ可溶有機物分析により，メタン発生量を増大させない堆肥の利用が可能です。

連絡先：新潟県農業総合研究所作物研究センター　tel　0258-35-0836
新潟県農業総合研究所畜産研究センター　tel　0256-46-3130

圃場への施用量

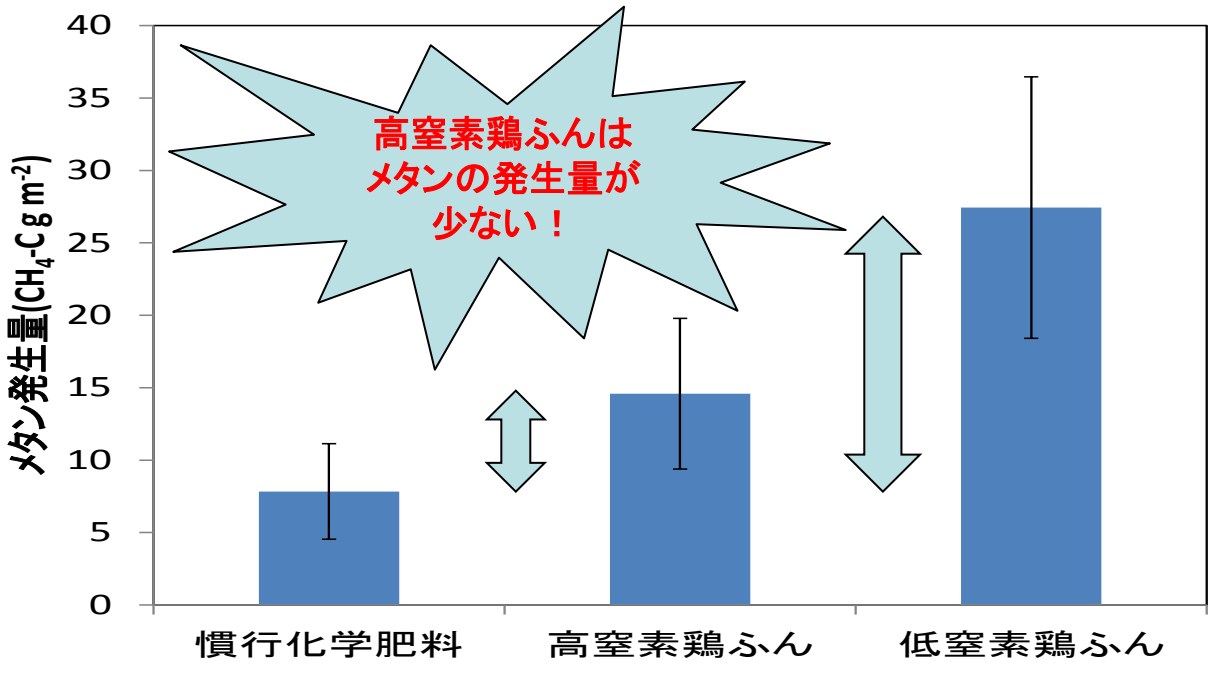
有機物を多量に
投入すると
メタンが発生する！

しかし…

施用資材	投入窒素肥効 ($g\ m^{-2}$)	投入AD可溶有機物 ($g\ m^{-2}$)	堆肥投入量(乾物) ($g\ m^{-2}$)
高窒素鶏ふん	6	69	138
低窒素鶏ふん	6	219	586
慣行化学肥料区	6	なし	なし

高窒素鶏ふん堆肥は投入する
酸性デタージェント（AD）可溶
有機物量を少なくできる！

水田に施用
する場合…



高窒素鶏ふんと低窒素鶏ふんのメタン発生量

対象作物、普及対象
・水稲、畜産、全国
対象農家
・堆肥を水田に施用する農家，畜産農家等
必要な道具
・圧力鍋，ガスコンロ，電子レンジ等
関連HP
http://www.ari.pref.niigata.jp/chikusan/Environment/taihi/index.html
（家畜ふん堆肥の肥料成分分析マニュアル）
その他
・飼料分析に用いられている「酸性デタージェント分析」と無機態窒素分析から家畜ふん堆肥の窒素肥効が評価できることが先行の課題でわかっています。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成27年1月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

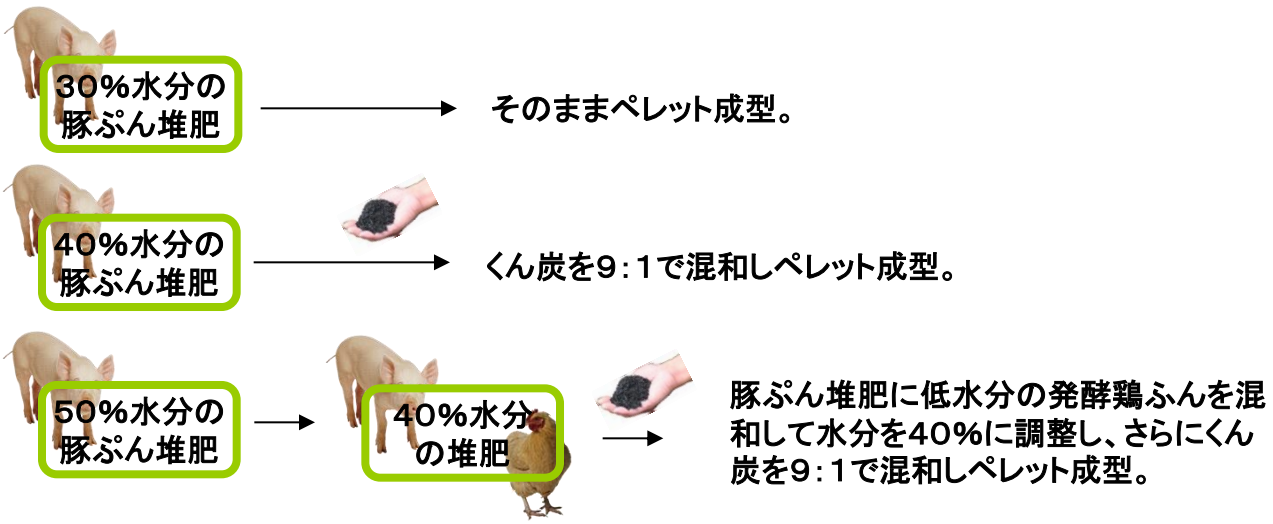
140104
技術の完成状況
★★★☆☆

高水分豚ぷん堆肥のペレット化

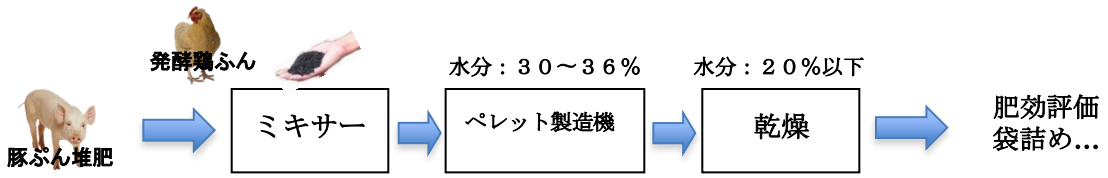
目的と特徴

・堆積方式で生産される高水分の豚ぷん堆肥にくん炭および発酵鶏ふんを水分に応じて混合することでペレット化を可能にしました。
・堆肥の水分４０%では９：１でくん炭を混合することでペレット化できます。堆肥の水分４０%以上では豚ぷん堆肥に低水分(２０%程度)の発酵鶏ふんを混和して堆肥全体の水分を４０%にし、それにくん炭を９：１で混合することでペレット化できます。
・ペレットとの組み合わせにより化成肥料を低減させても、化成肥料のみの栽培と同等の生育・収量が得られます。

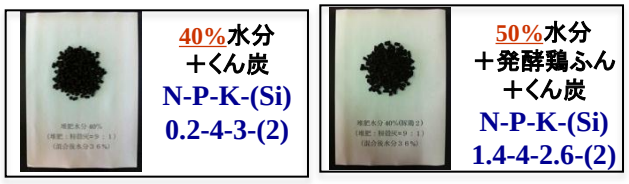
副資材入り豚ぷん堆肥のペレット成型（ディスクペレッタ方式のペレット製造機を使用）



豚ぷん堆肥ペレットの製造フロー



製造されたペレットと機械散布状況



成果

・これまでペレット成型が困難であった高水分副資材入り豚ぷん堆肥のペレット化を可能にしました。
・豚ぷん堆肥ペレットを利用した水稲の減化学肥料栽培により、慣行栽培並みの生育収量が得られます。

連絡先：山形県農業総合研究センター水田農業試験場　tel　０２３５－６４－２１００

豚ぷん堆肥ペレットの成型条件とペレット性状

	豚ぷん堆肥の水分	混合割合（%）			破断強度	形状（mm）	
	(%)	堆肥	発酵鶏ふん	くん炭	(kg)	長さ	直径
ペレットA	30	100	−	−	3.5	10.4	5.0
ペレットB	40	90	−	10	3.2	10.1	5.4
ペレットC	50	60	30	10	4.1	10.4	5.5

豚ぷん堆肥ペレットの肥効成分（現物：20％水分）

	ペレット原料			窒素	リン酸	カリウム
	豚ぷん堆肥	発酵鶏ふん	くん炭	(%)	(%)	(%)
ペレットA	100	0	0	0.15	4.2	3.9
ペレットB	90	0	10	0.13	3.6	3.7
ペレットC	60	30	10	1.06	3.0	3.5

収量および収量構成要素（水稲栽培試験）

処理	精玄米重	穂数	籾数	精玄米粒数	千粒重	整粒歩合
	(kg/10a)	(本/㎡)	(粒/㎡)	歩合(%)	(g)	(%)
ペレットA	629	486	32.1	86.3	22.7	77.0
ペレットB	642	499	32.9	86.7	22.5	76.5
ペレットC	675	501	35.5	84.8	22.4	75.9
化成肥料	658	505	34.5	84.7	22.5	75.0

水稲栽培試験の施肥設計

	基肥					
	窒素		リン酸		カリウム	
処理	硫安	ペレット	過石	ペレット	塩化カリ	ペレット
ペレットA	5.75	0.25	−	7.0	−	6.51
ペレットB	5.75	0.25	−	7.0	−	7.2
ペレットC	3.53	2.47	−	7.0	−	8.2
化成肥料	6.0	−	7.0	−	6.0	−

＊追肥：2kgN/10a（NK68）　　単位：施肥成分kg/10a

堆肥ペレットのコスト(1t当り)

製造コスト　7,975円
機械焼却1,250円、電機料金925円
人件費2,000円、消耗品3,800円

原料(ペレットA)：3,000円
(ペレットB)：3,024円
(ペレットC)：6,560円
↓
合計(ペレットA)：10,975円
(ペレットB)：10,999円
(ペレットC)：14,535円

水稲栽培試験の耕種概要
場所：鶴岡市須走（細粒強グライ土）
品種：はえぬき
施肥設計：下表
栽培管理：現地慣行（５月１５日移植、７月１３日追肥、９月１２日収穫）

上記栽培試験では、10アールあたりの化成肥料の費用（約6,500円）＊と比較して、ペレットとの組合せで約2,100円～3,000円の費用が節減される試算となります。
（＊：化成肥料区は窒素、リン酸、カリウムをそれぞれ単肥で施用。）

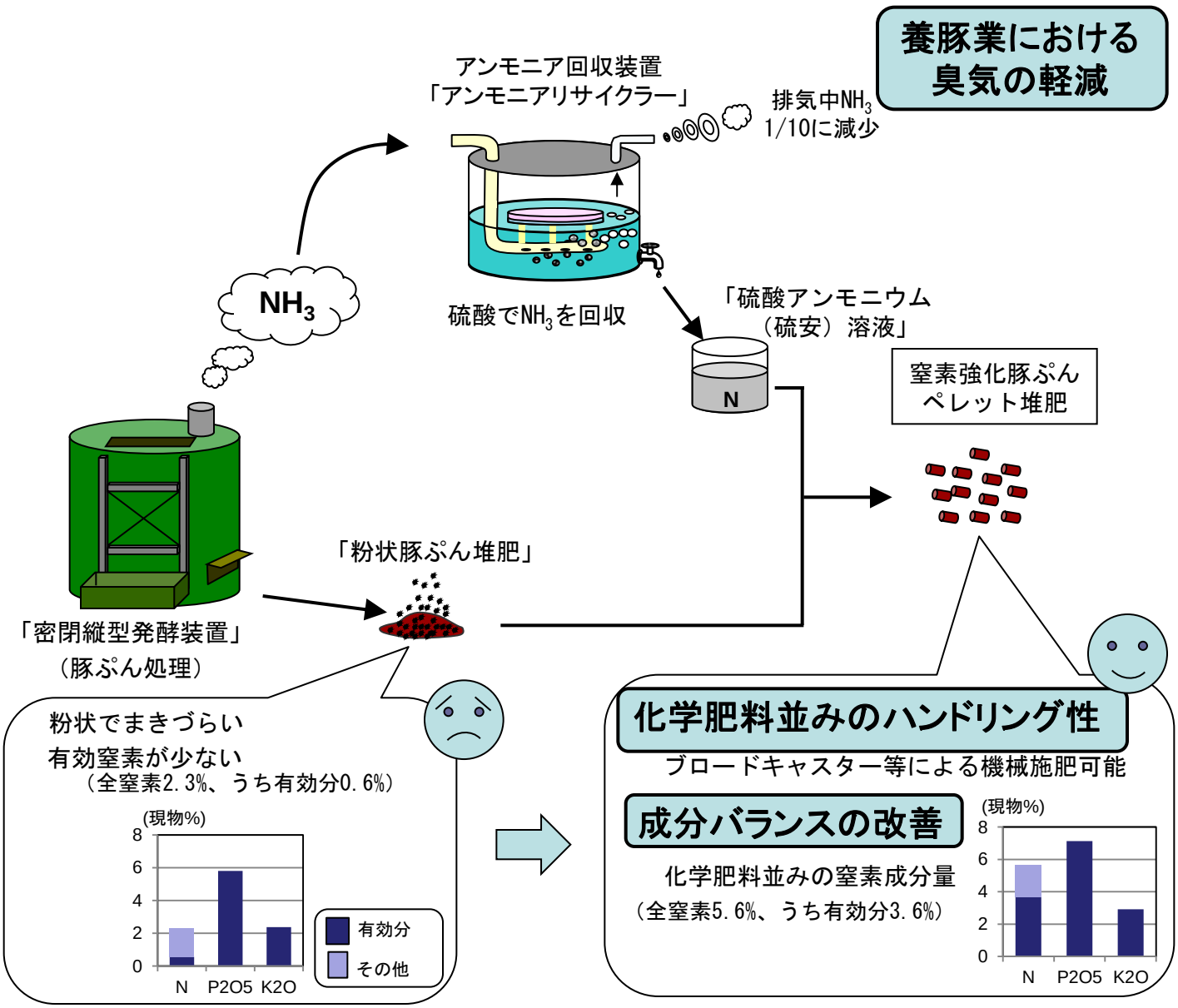
対象作物、普及対象
・水稲、全国
対象農家
・養豚農家（堆肥ペレット製造者として）、水稲栽培農家（堆肥ペレット利用者として）
必要な道具
・ペレット製造機（堆肥ペレット製造者）、ブロードキャスター（堆肥ペレット利用者）
その他
・堆肥の速効性肥効成分評価は、家畜ふん堆肥の肥料成分・窒素肥効評価マニュアル（実用技術開発事業18053マニュアル作成委員会）の方法にしたがっています。

140105
技術の完成状況
★★★☆☆

密閉縦型発酵装置とアンモニア回収装置を組み合わせた窒素強化豚ぷんペレット堆肥の製造技術

目的と特徴

- 密閉縦型発酵装置で生産した豚ぷん堆肥と、装置からの排気中アンモニアを硫酸で回収して得られる硫安溶液を混合・成型し、化学肥料並みの窒素成分とハンドリング性を持つ豚ぷんペレット堆肥の製造方法を開発しました。
- 密閉縦型発酵装置排気中のアンモニアを90%除去できます。
- ペレット化したので、ブロードキャスター等による機械散布を行うことができます。
- 全窒素は5.6%で、うち水田当作有効窒素3.6%、リン酸7.1%、カリ2.9%の山型成分バランスで、水田や野菜作の基肥利用が可能です。



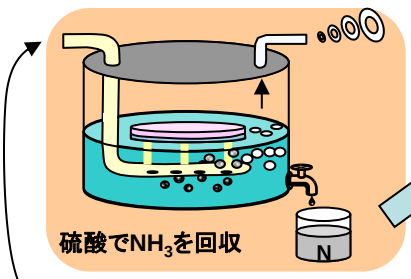
成果

- アンモニア回収装置「アンモニアリサイクラー」で生成される硫安溶液を密閉縦型発酵装置で生産した豚ぷん堆肥と混合して、窒素を強化した豚ぷんペレット堆肥の製造方法を開発しました。
  成分： 窒素：リン酸：カリ ＝ 5.6：7.1：2.9（%）　　窒素利用率；64%
  形状： 直径約５mm、　ペレット長 6～ １１mmが全体の約70%
- 水稲およびキャベツの栽培試験で、化学肥料と同等の収量が得られました。

連絡先：岐阜県畜産研究所　tel　0574-25-2185

「製造方法」

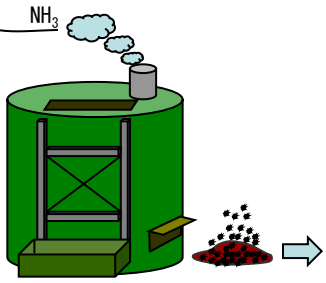
アンモニア回収装置
「アンモニアリサイクラー」



回収硫安溶液
（必要に応じて
固形硫安を添加）

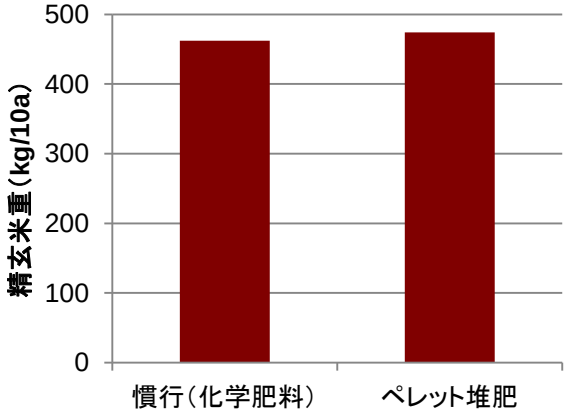
混合機で混合

造粒機で成型

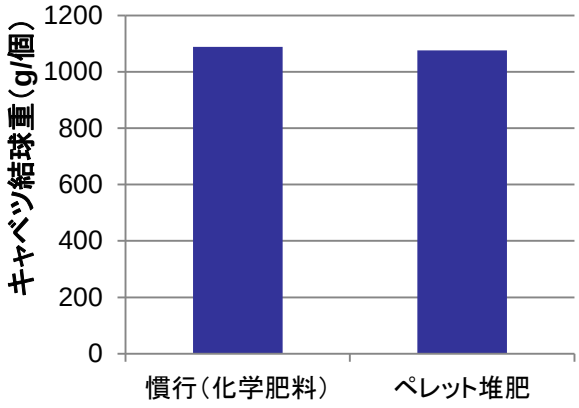


密閉縦型発酵装置
粉状の豚ぷん堆肥を生産

堆肥乾燥ハウス
天日乾燥により
水分10~12%に乾燥



水稲基肥利用時の玄米収量



キャベツ栽培利用時のキャベツ結球重

対象作物、普及対象
　主に水稲、野菜作、養豚
対象農家
　畜産農家：養豚農家
　耕種農家：水稲および野菜栽培農家
必要な道具
　養豚農家：密閉縦型発酵装置、アンモニア回収装置、堆肥乾燥ハウス、造粒設備
その他
　生産にあたっては肥料取締法上の取り扱いについて関係機関と協議することが必要です。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年12月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140106
技術の完成状況
★★★★☆

水稲栽培での新たなカリウム施肥指針の作成

目的と特徴

- 施肥コスト低減のため、水稲栽培でカリウム減肥につながる施肥指針を作成しました。
- 土壌分析結果に基づき、カリウム飽和度が４％以上では無施肥、４％を下回った場合には４％を目標にカリウム施肥を行うという指針です。
- この指針を適用すると岡山県南部の多くの水田で施肥コストが低減できます。
- 指針作成には水稲はカリウムが不足するとナトリウムの吸収が増加する特徴を応用しました。

新たなカリウム施肥指針

診断項目　①交換性カリウム量（K_2O mg/100g）　②CEC（meq/100g）
③作土の厚さ（cm）　④仮比重（g/mL）

１．交換性カリウム量とCECからカリウム飽和度：A（%）を求める。
A＝交換性カリウム量／47.1／CEC×100

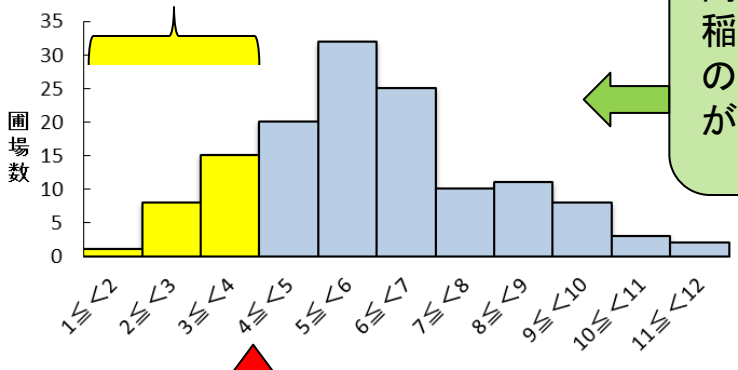
Aが４%未満
カリウム施肥を行う。施肥量B（kg/10a）は
B＝（４－A）×CEC×作土の厚さ×仮比重×0.0471

施肥量B＞標準施肥量の場合は、標準施肥量とする

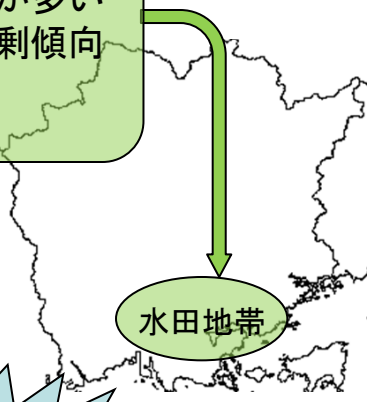
Aが４%以上
カリウム無施肥

土壌分析は行った！
でもどれくらい
減肥出来るの？

岡山県南部水田土壌のカリウム
飽和度のヒストグラム



岡山県南部は水田地帯。
稲麦２毛作栽培が多いのでカリウム過剰傾向がみられます。



新基準

８２%の圃場で
水稲栽培時に
カリウム無施肥で栽培可能
肥料費１０%削減

成果

- 土壌診断に基づく明確なカリウム施肥量の提示が可能となりました。
- カリウムの過剰施肥を防止でき、施肥コストが低減できます。

連絡先：岡山県農林水産総合センター農業研究所 環境研究室　　tel　086-955-0532

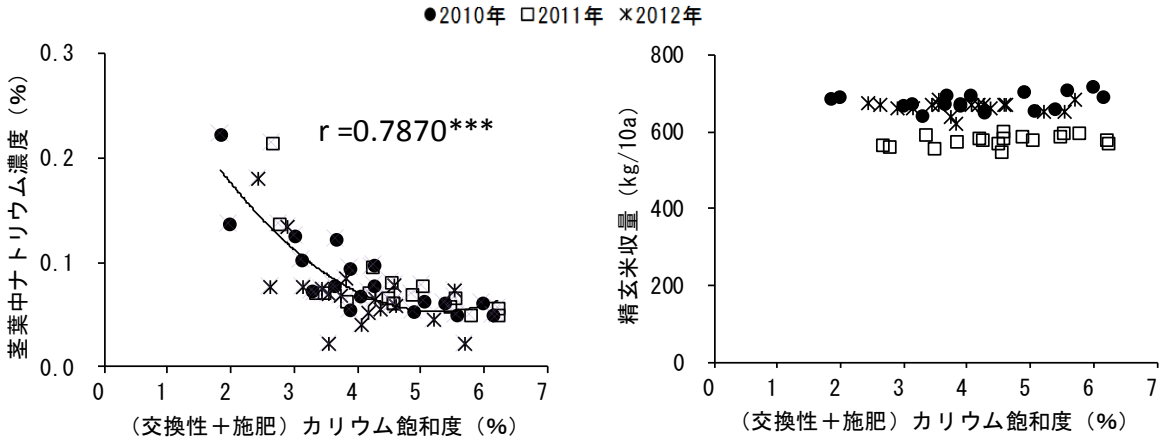


図１（交換性＋施肥）カリウム飽和度と成熟期の茎葉中ナトリウム濃度（左図）、精玄米収量（右図）との関係

注）（交換性＋施肥）カリウム飽和度は、施肥前の交換性カリウムと、施肥したカリウムが13cmの作土内ですべて交換性になるとし、その含量から求めた飽和度

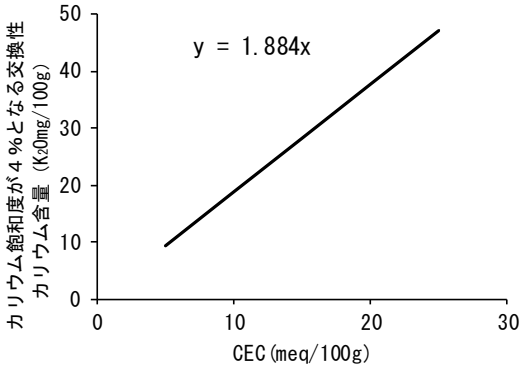


図２　CEC毎のカリウム飽和度が４%となる交換性カリウム含量

1. （交換性＋施肥）カリウム飽和度が4%を下回ると水稲茎葉中のナトリウム濃度が高まる現象を圃場で確認しました（図1左）。そこで、このポイントをカリウムの潜在的欠乏領域と定義し、施肥指針を作成しました。
2. 飽和度が2%を下回る場合でも、ナトリウムがカリウムの代替となり、ただちに収量が低下することはないため（図1右）、施肥量の上限は標準施肥量とします。
3. 図2にCEC毎にカリウム飽和度が4%となる交換性カリウム含量を示しました。

4. CECが分かっている土壌では図2の値（y軸の値）と交換性カリウムの分析値を用い、更に簡易に施肥量の試算が出来ます（仮比重は1を使用）。

（カリウム飽和度が4%となるカリウム含量－分析値）　×　作土の厚さ／10＝カリウム施肥量
（K_2Omg/100g　図2参照）　（K_2Omg/100g）　（cm）　（kg/10a）

対象作物、普及対象
・水稲、岡山県灰色低地土水田地帯
対象農家
・特に、水稲－麦２毛作地帯で年間のカリウム施肥量が多い農家
必要な道具
・土壌分析値（個別農家では分析は困難と思われる）
関連HP（主要成果）
http://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/291700_1161395_misc.pdf
その他
・本成果は灰色低地土水田での試験に基づくものです。他の土壌で同一基準が当てはまるか否かの検証が必要です。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年3月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140107

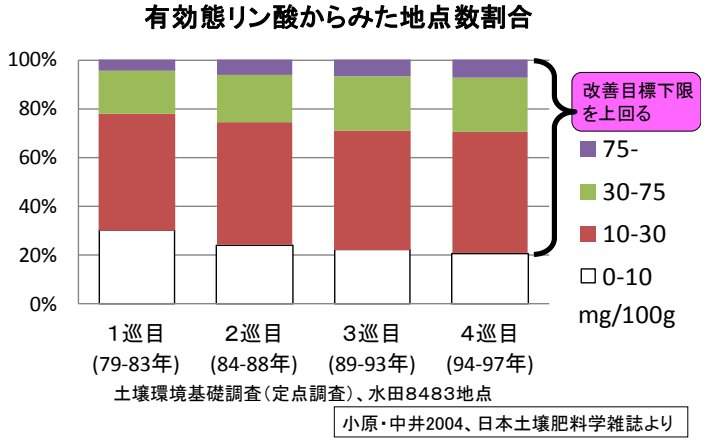
技術の完成状況

★★★★★

水稲作におけるリン酸肥料削減の基本指針

目的と特徴

・水稲作のリン酸施肥量を減らすための基本的な指針を新たに策定しました。
・リン酸施肥量を半減できる条件を土壌100ｇ中に有効態リン酸量が15ｍｇより多い場合としました。
・各地域での具体的な肥料削減指針策定への利用が期待できます。



有効態リン酸が地力増進基本指針の改善目標の下限値*より多く蓄積した土壌が広がっています。

*トルオーグ法による有効態リン酸が乾土100gあたり10mg（10mg/100gと表記）。

減肥を考えましょう！

基本指針：　リン酸肥料の施用量は、
有効態リン酸が土壌100g中に10～15mg含まれる場合には、
各地の土壌条件に応じて標準施肥量からその半量までとし、
15mgより多く含まれる場合には、標準の半量とします。

土壌の有効態リン酸含有量（乾燥土100g当たり）	10～15mg	15mgより多
新しいリン酸肥料推奨量	標準施肥量～標準施肥の半量	標準施肥の半量

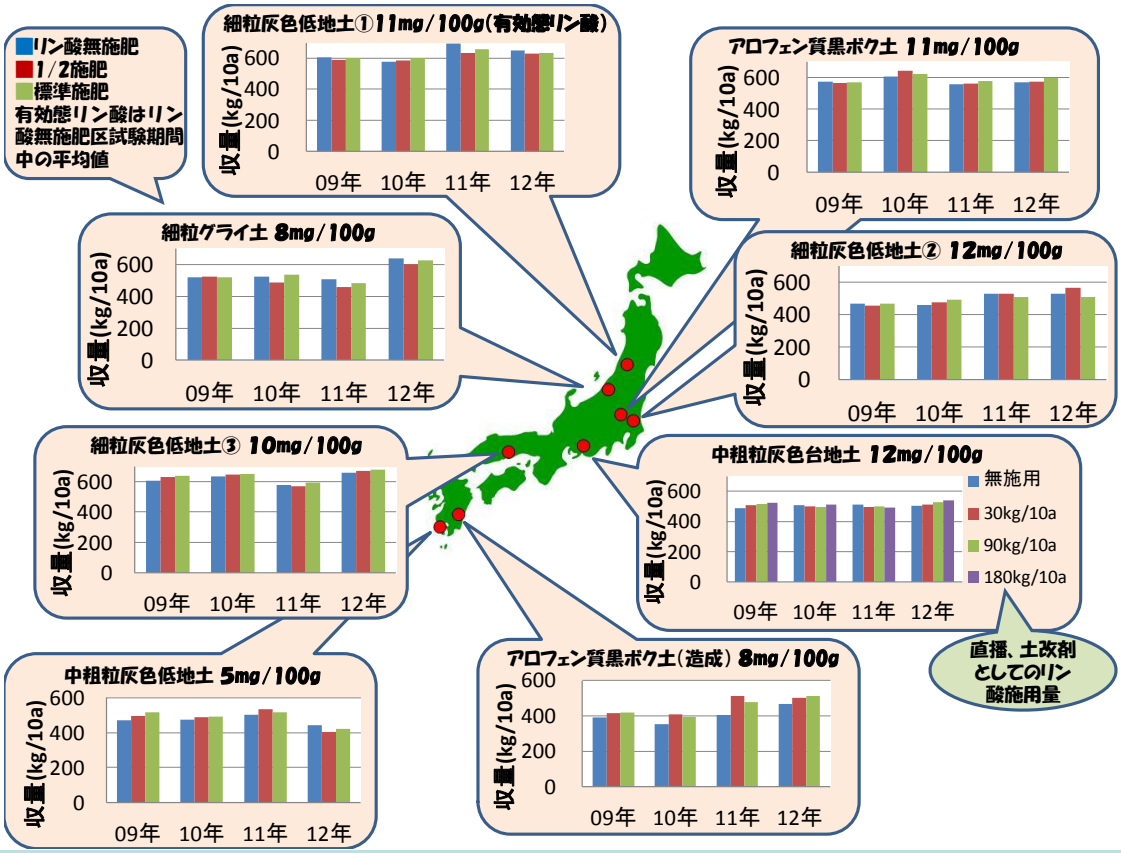
リン酸施肥量を半量にすると、肥料費は10～20%削減できます。

成果

・有効態リン酸が10ｍｇ/100ｇ前後で、標準施肥量の半量施肥でも水稲収量が確保できることを明らかにしました。
・有効態リン酸10mg/100gを維持するために必要なリン酸施肥量を明らかにし、減肥指針を策定しました。

連絡先：　農研機構中央農業総合研究センター　tel　029-838-8481

①有効態リン酸が10mg/100g程度あれば標準量の1/2施肥でも収量が確保できました。



②土壌の有効態リン酸減少経過の解析結果から、有効態リン酸10mg/100gを維持するための施肥量を明らかにしました。概ね標準施肥量～その半量でした。

細粒グライ土	細粒灰色低地土①	細粒灰色低地土②	細粒灰色低地土③	中粗粒灰色台地土	中粗粒灰色低地土	アロフェン質黒ボク土
(1110)	(900)	(630)	(390)	(340)	(180)	(2070)
11.1	14.0	5.8	4.9	3.2	6.3	8.6

単位はkg/10a、()内数値はリン酸吸収係数(mg/100g)

③有効態リン酸が多く含まれる土壌では、その減少が許容できます。
　減肥を数年継続しても、有効態リン酸10mg/100gを下回らずに維持できることを根拠に、15mg/100gより多い場合には、半量施用を推奨することとしました。

④なお、維持できると考えられる数年が経過する前に、土壌診断を実施し施肥量を再検討することが大切です。

対象作物、普及対象
・水稲、本州以南
対象農家
・土壌改良を進めてきた水稲作農家
必要な道具
・土壌分析値
関連HP（成果情報）
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/narc_sehisakugen_man_s01.pdf
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2013/13_004.html
その他
・本指針は、稲わらを全量還元する圃場に適用する。また、各地域において、品種、気象条件なども考慮し、修正を加えて活用する。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成27年1月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140108
技術の完成状況
★★★★★

水稲栽培における新たなリン酸減肥指針の作成

目的と特徴

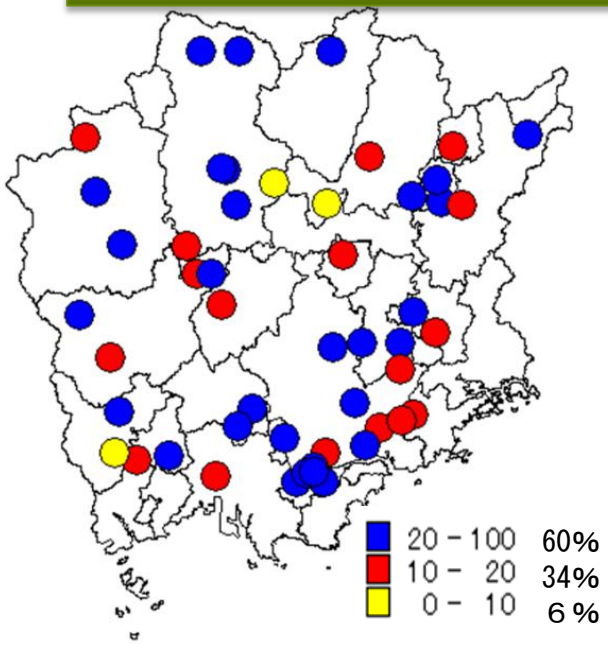
- 施肥コスト低減のため、水稲栽培でリン酸減肥につながる指針を作成しました。なお、本指針は稲わらを全量還元することを前提としています。
- 本指針を適用すると岡山県全域（一部黒ボク土地帯を除く）で施肥コストが低減できます。
- 本指針は、水稲の生育・収量へ影響の無いよう、リン酸供給量に十分な余裕を見込んで作成しています。また、これは、水田を転換利用することも考慮しているためです。
- 土壌中のリン酸減少程度から考えて、水稲単作の場合、土壌診断は５年に１回程度で良いと考えられます。

リン酸減肥指針

水田土壌のトルオーグリン酸＊含量(mg/100g)	リン酸施肥量 (kg/10a)	施肥量の考え方
20以上	0 （無施用）	過度の蓄積は下層への流亡量が増加する懸念があります
10～20	5 （現指針の半量程度）	籾の吸収量相当を施肥することで、土壌のリン酸含量も維持されます
10以下	8～11 （現指針の量）	水田の転換利用も考慮し、過度の低下を防止する必要があります

＊５年に1回程度土壌診断を実施することが望ましい

岡山県内水田土壌のリン酸含量の分布とリン酸減肥指針の導入効果



岡山県内水田土壌のトルオーグリン酸含量の分析値（P_2O_5mg/100g 2011年 n=50）

リン酸減肥指針の県内水田への導入効果

①６０%の水田でリン酸無施肥栽培可能
②３４%の水田で半量施肥

⇩

ほとんどの水田で
施肥コストが低減可能となります

＊トルオーグリン酸とは、トルオーグ法によって測定される可給態リン酸

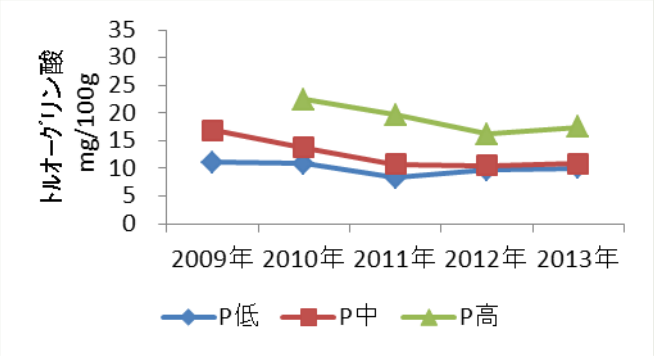
成果

- 土壌診断に基づく明確なリン酸施肥量の提示が可能となりました。
- リン酸の過剰施肥を防止でき、施肥コストが低減できます。
- すでに公表済みのカリウム施肥指針と組み合わせると、さらに施肥コストが低減できます。

連絡先：岡山県農林水産総合センター農業研究所環境研究室　tel　086-955-0532

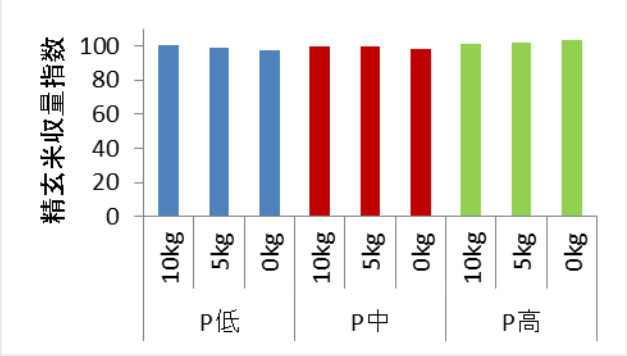
土壌中のリン酸含量の変化と、リン酸施肥試験の精玄米収量

リン酸無施肥栽培条件での
トルオーグリン酸の経年変化



トルオーグリン酸の減少速度は遅く（特に10mg程度の土壌）、土壌診断は５年に１回程度で良いと判断しました。

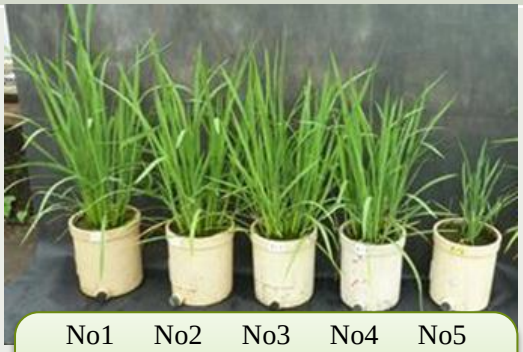
4年間（2009～2012）の収量指数の平均値
P低土壌の慣行施肥を100（実収量639kg/10a）



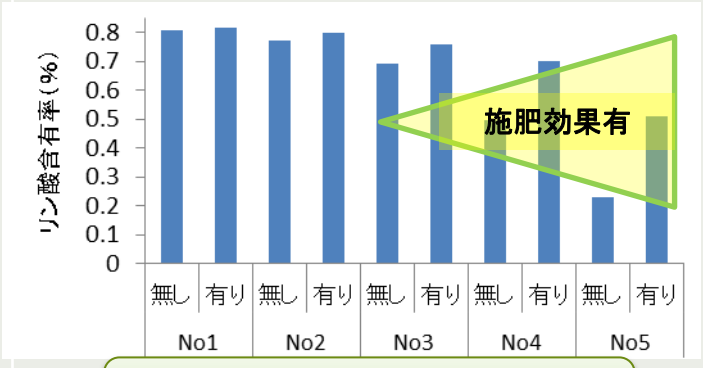
土壌のトルオーグリン酸含量やリン酸施肥量多少による収量差は認められませんでした。

水稲の生育に影響が現れ始める土壌中のリン酸含量の解明（ポット試験）

方法①土壌のトルオーグリン酸が５段階に異なるポットを作成しました（土量３kg）。
②それぞれのポットへリン酸施肥の有無区を設置しました。
③最高分げつ期頃（７月下旬）に各種調査を行いました。



No1 (9.2)　No2 (5.1)　No3 (2.8)　No4 (1.7)　No5 (0.9)
リン酸施肥無しのポットの生育状況
（）は栽培前のトルオーグリン酸含量



リン酸施肥の有無と最高分げつ期頃の
稲わら中のリン酸含有率（P2O5 %）

結果①リン酸無施肥ではNo３でリン酸含有率が0.7%を下回り、リン酸不足が示唆されました。
②No３のトルオーグリン酸は2.8mg/100gで、指針で慣行施肥を行う基準（10mg以下）と比較すると、指針値は十分余裕を持っています。
③実際の水田では株当たりの土量がポット試験より多いため、さらに余裕があります。

対象作物、普及対象
・水稲、岡山県全域（一部黒ボク土地帯を除く）
対象農家
・水稲栽培農家
必要な道具
・土壌分析値（ただし、農家個人では分析は困難と思われます）
関連HP（成果情報：カリウム施肥指針）
http://www1.pref.okayama.jp/uploaded/life/291700_1161395_misc.pdf
http://www.s.affrc.go.jp/docs/project/genba/pdf/120104_21107.pdf
その他
・本減肥指針はトルオーグリン酸値で示しましたが、ブレイNo2リン酸値の変化も考慮して作成しています。

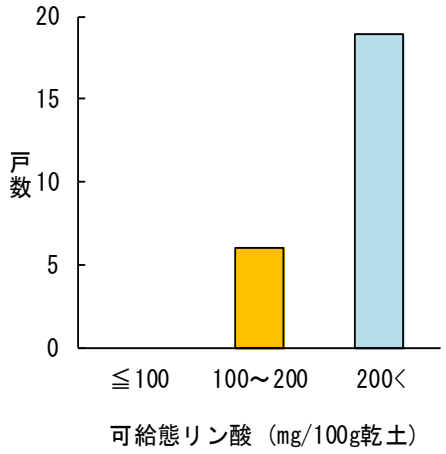
委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年12月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140109
技術の完成状況
★★★★☆

促成キュウリ栽培における基肥リン酸の減肥基準

目的と特徴

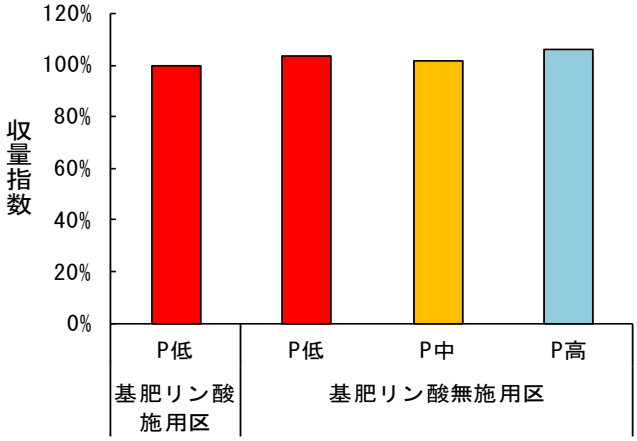
- 高知県の促成キュウリ栽培（施設）のほ場では、土壌中にリン酸が蓄積しています。
- 基肥リン酸減肥が可能な土壌中の可給態リン酸量を明らかにし、生育や収量に影響のない基肥リン酸の減肥基準を策定しました。



土壌中の可給態リン酸（2009）
注）主要3産地、25地点での調査

全調査ほ場の約80%で、土壌中の可給態リン酸が200mg/100g乾土以上※1。

※1　高知県の定める施設畑でのリン酸の土壌改良目標値は、30～100mg/100g乾土。



3年間の収量指数の平均値(2月末まで)と基肥リン酸施肥量(2009～2011)

注1)　基肥リン酸施用区の収量を100
（実収量11,110kg/10a）
注2)　基肥リン酸は44kg/10a、
注3)　ほ場の可給態リン酸はそれぞれ、
P低：60mg/100g乾土、P中：150mg/100g乾土、
P高：250mg/100g乾土
注4)　土壌分類は灰色低地土、隔離床栽培

可給態リン酸が60mg/100g乾土以上のほ場であれば、基肥リン酸無施用による収量への影響はない。

※2　窒素および加里、追肥は同量施用。

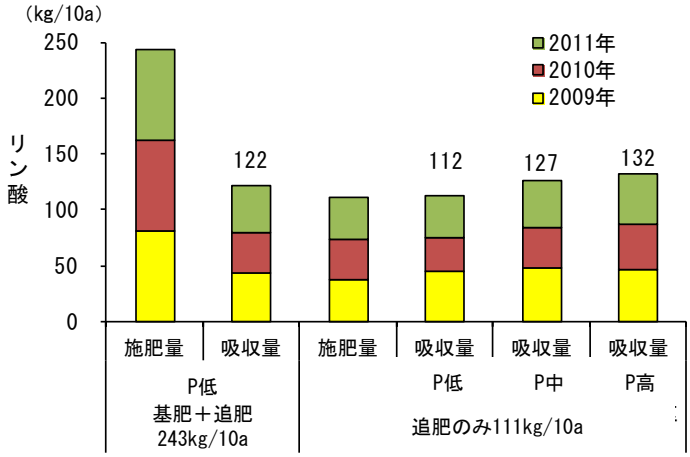
可給態リン酸（トルオーグ法）が60mg/100g乾土以上のほ場では、基肥リン酸を無施用とできます。

成果

- 基肥リン酸減肥が可能な土壌中の可給態リン酸量が明らかになりました。
- リン酸の適正な施用量が明らかになり、施肥コストが削減できます。

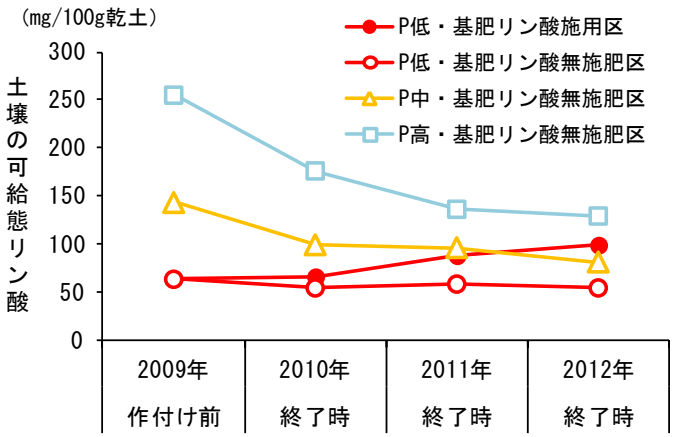
連絡先：高知県農業技術センター　土壌肥料担当　　tel　088－863－4915

隔離床栽培における基肥リン無施肥での収量および土壌中の可給態リン酸



リン酸総施肥量、リン酸吸収量（2009～2011）

注1) 図中の数値は、3年間の累計吸収量を示した。
2) 区名は作付前のドレンベッド内の土壌リン酸レベルおよび基肥リン酸処理を示した。可給態リン酸レベル、基肥リン酸施肥量、栽培条件は前頁下図と同じ。



可給態リン酸の経年変化(2009～2012)

注) 栽培条件は左図と同じ

基肥を無施用とした場合、栽培期間中の追肥のリン酸施用量をキュウリの養分吸収量がやや上回り、土壌中にリン酸は蓄積しない。

地床栽培における基肥リン無施用での収量および肥料費試算

施肥前可給態リン酸 レベル	施肥前可給態リン酸 測定値(mg/100g乾土)	基肥リン酸 (kg/10a)	可販果収量 (kg/10a)	可販果収量 基肥100%施用区に対する指数	使用肥料 (含有成分N-P_2O_5-K_2O)	肥料費 (円)	価格差 (円)
低	58	0	8,454	107	無リン酸肥料（31-0-0） ケイ酸加里（0-0-20）	49,135	-10,255
		48	7,874	100	慣行肥料（7-8-4）	59,390	―

注1) 品種は、穂木‘ZQ-7’台木‘ART一輝’。つる下ろし栽培。
2) 2013年10月8日定植、10月27日追肥開始、10月31日摘心、2014年1月27日調査終了。
3) 試験ほ場の土壌分類は灰色低地土。基肥の窒素・加里は全処理区同量とし、窒素は42kg/10a、加里は24kg/10a施用した。追肥は共通とし、1月末までのリン酸追肥量は、26.5kg/10aであった。
4) 肥料価格は、3JAの平均価格（2014年7月現在）、基肥窒素施用量を42kgとして試算した。

地床栽培でも、基肥リン無施用での収量への影響は見られない。また、基肥リン酸を無施用としたことで肥料費が削減できる。

対象作物、普及対象
・キュウリ、高知県
対象農家
・施設、促成栽培のキュウリ農家
関連HP（成果情報）
その他

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成27年1月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140110
技術の完成状況
★★★★★

安全・簡便・低コストな 畑土壌中リン酸の現場型測定法

目的と特徴

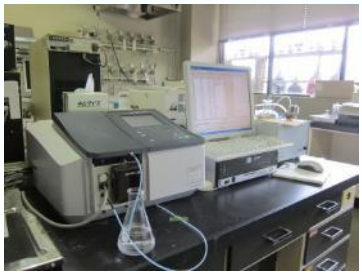
- 畑土壌に蓄積したリン酸を評価し、リン酸減肥に活かすため、現場で実施できる測定法を開発しました。
- 底面積の大きい抽出容器を用い土壌を薄い層にすることで、振とうを行わなくても畑土壌中の水溶性リン酸を効果的に抽出することができます。
- その抽出液は、市販のリン酸簡易測定キットと簡易吸光度計を用いて、一定の精度を保ちながら、安全・簡便・低コストに分析することができます。

＜これまでの方法＞

しんとう機・強酸
を用いる抽出

強酸・重金属含有試薬
による反応

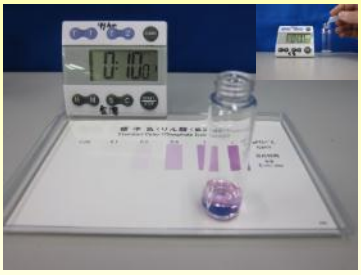
研究用機械による測定



＜新しい方法＞

静置・水抽出

簡易測定キット（毒劇物フリー）
による反応



簡易吸光度計
による測定

成果

- 広範囲に及ぶ畑土壌のリン酸の蓄積程度を失敗なく評価可能。
- 抽出から分析に到る全体にわたり、実験専用機器や取り扱い要注意の薬品は不使用。
- リン酸簡易測定キットは¥4,000(税別、40検体分)（パックテスト®/りん酸（低濃度）、WAK-PO4(D)、㈱共立理化学研究所）、簡易吸光度計は¥7,800（税別）（Checker HCシリーズ吸光度計/リン酸塩/HI 713型、ﾊﾝﾅｲﾝｽﾂﾙﾒﾝﾂ・ｼﾞｬﾊﾟﾝ㈱）と低コスト。

連絡先：農研機構 中央農業総合研究センター　　tel　029−838−8829

＜新しい方法のあらまし＞

風乾細土：水＝1：2．5（重量:容量）で水抽出[1)]、ろ過

1） 風乾細土4gを200mL容のビーカーなどへはかりこみ、精製水10mLを添加・混合し、6～18時間静置。

ろ液を精製水で20倍に希釈 [2)]

2） ろ液0．5mLをとり、水を加えて10mLとして20倍に希釈。

（オプション） 希釈したろ液に着色や濁りがある場合、ブランク測定。

希釈したろ液1．5mLに試薬を加えて反応開始 [3)]

3） 希釈液1．5mLをとり、リン酸簡易測定キットの試薬を添加、混合。5分経過時にリン酸イオン用の色見本と照合。

［1ppm 以上であるようにみえる場合］ 25分以上**そのまま**反応

［1ppm未満にみえる場合］
希釈前のろ液0．5mLを追加、混合して25分以上反応

精製水を追加して10mLとし、測定

詳しくはマニュアル↓をご覧ください。

マニュアルをHPから提供中。

対象作物、普及対象
- 施設畑作物、全国

対象農家
- 集約的な施設栽培を実施する経営

必要な道具
- 精製水、ろ紙、リン酸簡易測定キット、簡易吸光度計など

関連HP

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/030704.html
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/narc/049971.html

その他
- 水田土壌やリン酸の蓄積が少ない畑には対応しておりません。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成27年1月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140111
技術の完成状況
★★★★★

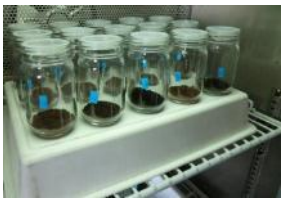
畑土壌の可給態窒素の簡易迅速評価法

目的と特徴

- 堆肥施用による土づくり、および適正施肥を推進するためには、作物の収量品質に大きく影響する土壌から供給される可給態窒素を正確に把握する必要があります。
- 畑土壌の可給態窒素は、約１ヶ月を要する培養法で測定されますが、80℃16時間水抽出法で抽出される有機物(有機態炭素)量を量ることで、２日間で迅速に推定できる方法を開発しました。
- さらに、抽出有機態炭素量と化学的酸素要求量(COD)との間に、高い正相関があることに着目して、COD簡易測定キットを用い生産現場で活用できる安価な簡易評価法を開発しました。

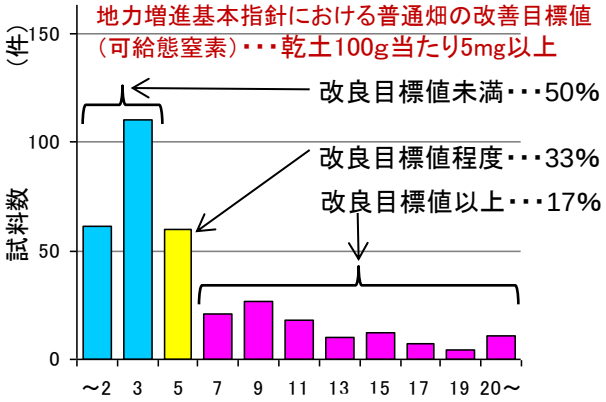
①土壌からの可給態窒素とは？

保温静置培養法
(30℃4週間)



作物の生育に必須な窒素は、肥料・堆肥由来のものと、土壌由来の長期的に供給されるものがあります。
土壌由来の窒素量は、土壌を保温静置培養(30℃4週間)した後の無機態窒素量(可給態窒素)で求めます。

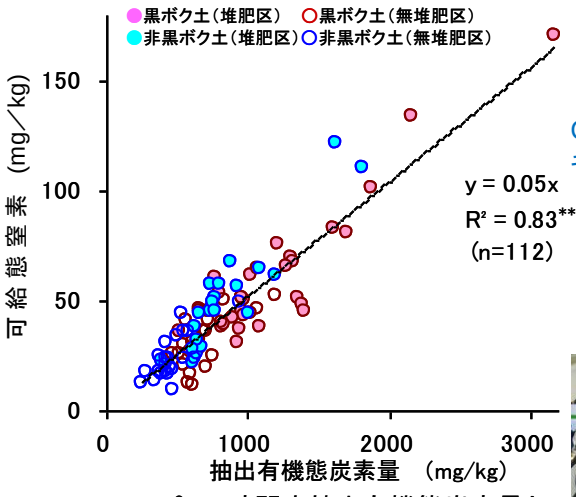
②改善目標値に対しての現状は？



鹿児島県の畑地における調査結果(平均:3.7mg/100g)

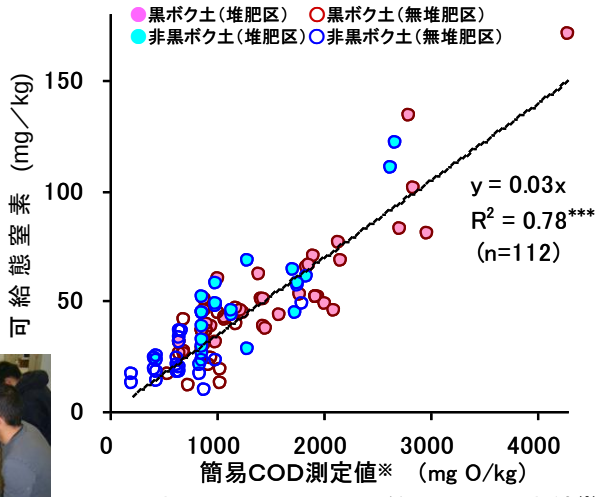
可給態窒素は肥培管理により異なるため、現状値を把握することが必要です。しかし、常法は長期間を要し手法も煩雑です。

③畑土壌の可給態窒素を短期間にかつ簡易に評価する手法を開発



80℃16時間水抽出有機態炭素量と可給態窒素含量の関係

COD簡易測定キットを利用



80℃16時間水抽出法による簡易COD測定値※と可給態窒素含量の関係

※パックテストCOD(0～100 mg O/L)で測定

畑土壌の可給態窒素の評価法として、土壌を80℃の熱水で16時間抽出した液の有機物量(有機態炭素量)から推定する方法を開発しました。さらに、有機態炭素量と化学的酸素要求量(COD)との高い正相関を利用した簡易迅速評価法を開発しました。

成果

- 80℃16時間水抽出法の開発により、従来の分析法(4週間)に比べ、短期間(2日間)で畑の可給態窒素を評価することが可能です。
- COD簡易測定キットの利用により、高額な機械や毒・劇物を使わない測定が可能です。

連絡先：農研機構 中央農業総合研究センター 土壌肥料研究領域　　tel　029-838-8826

④簡易測定キットとその手順

必要な道具及び費用

・80℃保温機能付き電気ポット	¥10,000
・キッチンスケールはかり	¥ 5,000
・時計(ストップウォッチ)	¥ 2,000
・50mℓ容量ネジ蓋付き抽出容器	¥ 100
・カップ	¥ 100
・スプーン	¥ 50
・水（ミネラルウォーター）100cc	¥ 10
・ろ紙1枚	¥ 20
・チャック付ポリ袋1枚	¥ 10
・CODパックテスト2本	¥ 100
・塩化ナトリウム（食卓塩）0.3g	¥ 5

1検体あたり　約145円!!

手順概略

① 畑から土壌を採取

② 土壌(風乾土3g、あるいは生土 4g)を抽出用容器にはかり取る

③ 80℃のお湯を加える

④ 80℃で16時間保温する

⑤ 塩を加えて、ろ過し、土壌粒子を除いた溶液を得る

抽出液の
①有機態炭素
②全窒素
③COD
いずれかを測定

生産者向け

水質検査用
化学的酸素
消費量測定
キット

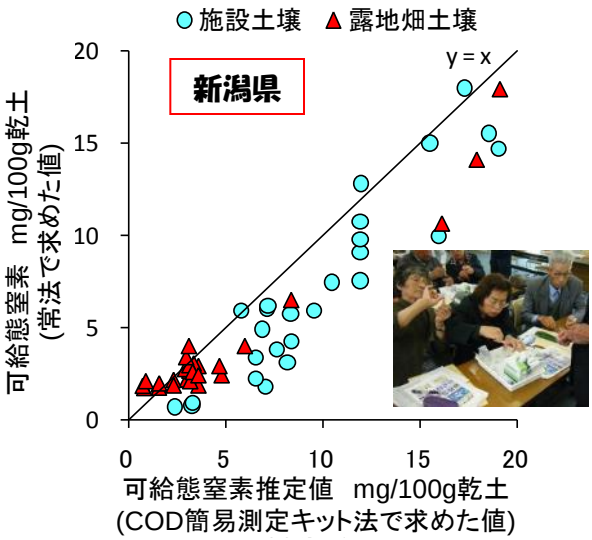
土壌分析機関向け

計算式(風乾土をCODパックテストで分析した場合)

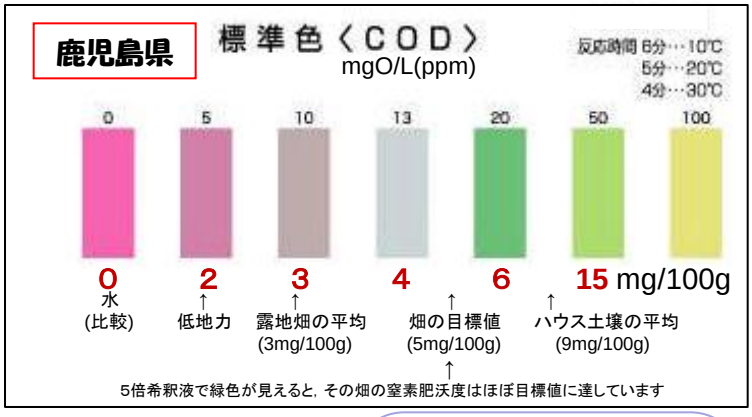
可給態窒素=測定値×希釈倍率×(100/3)×(50/1000)×0.034

(mg/100g風乾土)　↑標準色読み値　↑抽出液を薄めた倍率　↑3gを100gに換算　↑検水50mlを1Lに換算　↑色の数値を可給態窒素に換算

⑤採用県での普及事例



新潟県では，県内の畑地土壌を用いて，簡易キットと常法との比較によりその有効性を確認しました。それを基にした普及技術情報で県内畑作農家への普及を進めています。



茨城県

表．レタス産地における講習会参加人数及び診断点数

部会	参加人数	分析点数
A市	120	157
B町	30	3

鹿児島県では，標準色読み値から可給態窒素を推定する資料を作成し，県内各地で講習会を実施し，畑作農家への普及を進めています。
茨城県のレタス産地では，講習会での分析を基に複数の実証圃を設置し，減肥栽培に取り組んでいます。

対象作物、普及対象
・畑作物、農業研究機関・農業普及機関・農業者

対象農家
・畑作農家

必要な道具
・上記に記載の畑土壌可給態窒素簡易測定キット

関連HP
www.naro.affrc.go.jp/narc/result_digest/files/snmanu.pdf

その他
・本成果は富士平工業(株)の土壌・作物体総合分析装置SFP-4iに測定項目の一つとして導入され販売

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年12月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

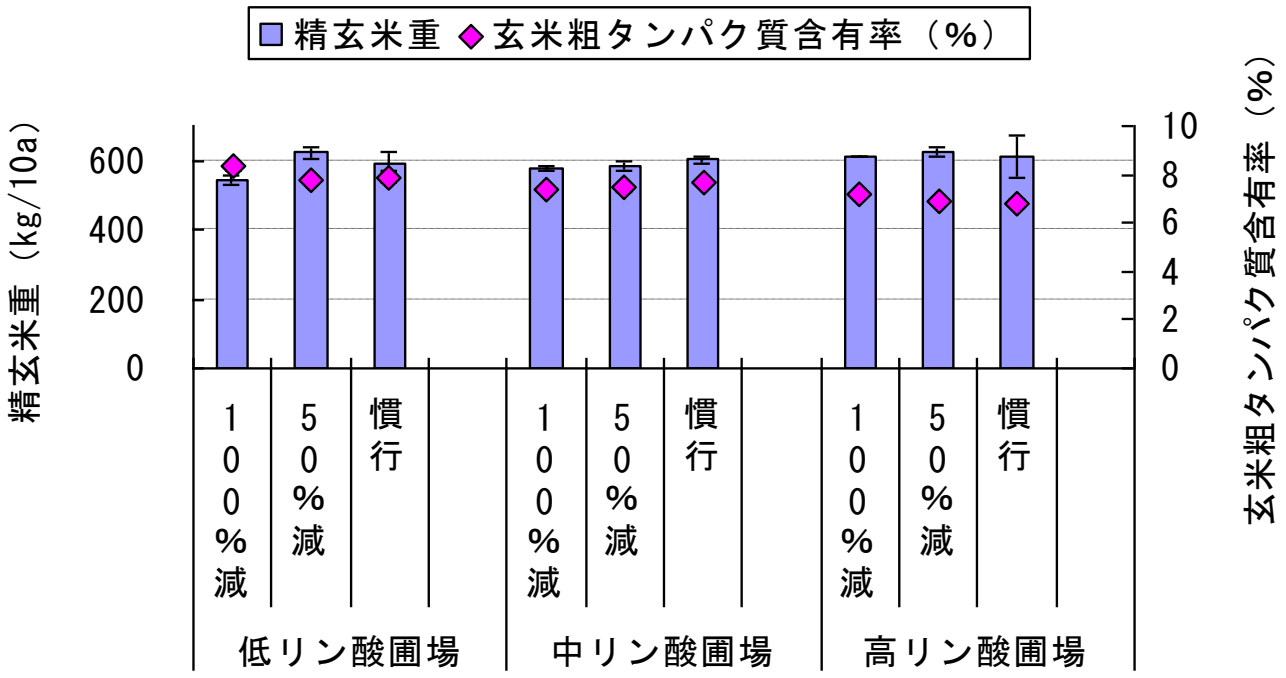
140112
技術の完成状況
★★★★★

寒冷地低地土水田におけるリン酸５０%低減栽培

目的と特徴

- 土壌蓄積リン酸を有効利用し、寒冷地低地土水田における適切なリン酸施肥量を明らかにするため、水稲のリン酸減肥試験を行いました。
- 可給態（トルオーグ）リン酸が10mg/100g以上蓄積している水田では、慣行より ５０%減肥して肥料コストを節減した栽培が可能です。

５０%リン酸減肥区の精玄米の重量と粗タンパク質含有率は慣行と同等です。



精玄米重と玄米粗タンパク質含有率（2010年、減肥2年目）

エラーバーは標準偏差を示す

- 試験開始時土壌の可給態リン酸（トルオーグ法、mg/100g）
  - 低リン酸圃場：2.7
  - 中リン酸圃場：10.8
  - 高リン酸圃場：19.5
- 土壌型：灰色低地土

リン酸50%減肥区の肥料コストは慣行より20%減少！

10aあたり肥料費　慣行：7,373円、リン酸50%減肥：5,785円　（2012年の肥料代で試算）

成果

- 可給態リン酸が改良目標値（トルオーグリン酸10mg/100g乾土）以上蓄積している水田では、 50%リン酸減肥栽培での水稲生育、精玄米重は慣行と同等となります。
- その場合、肥料コストは慣行に比べ２０%削減できます。

連絡先：山形県農業総合研究センター食の安全環境部　　tel　023-647-3500

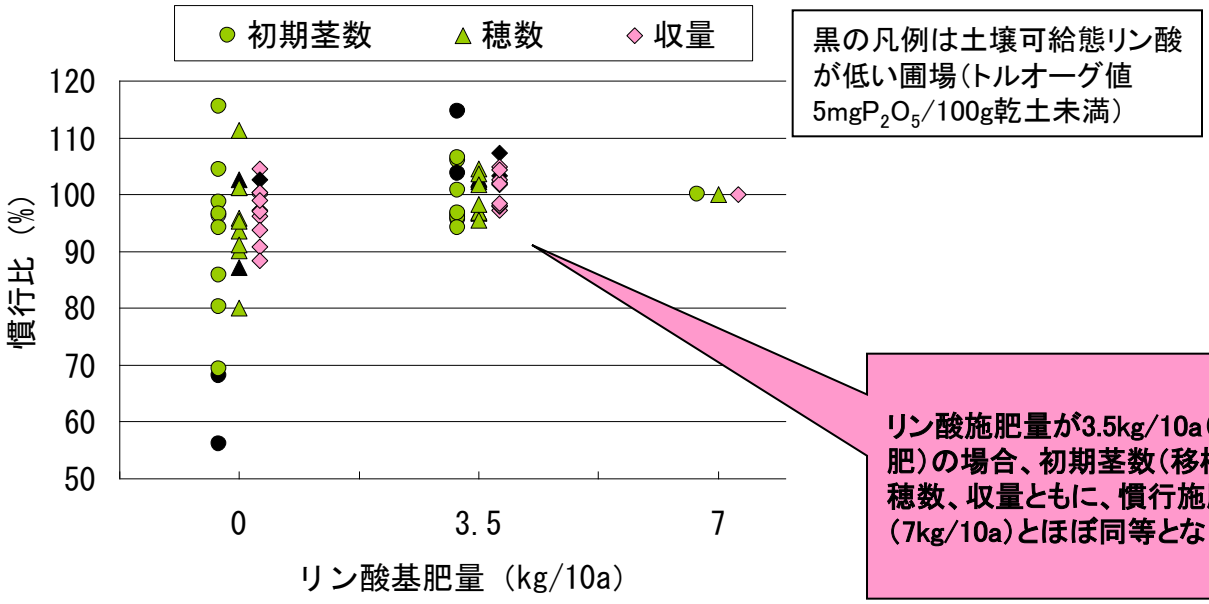


図1 初期茎数、穂数、収量に及ぼすリン酸減肥の影響
※2009年、2010年試験データ

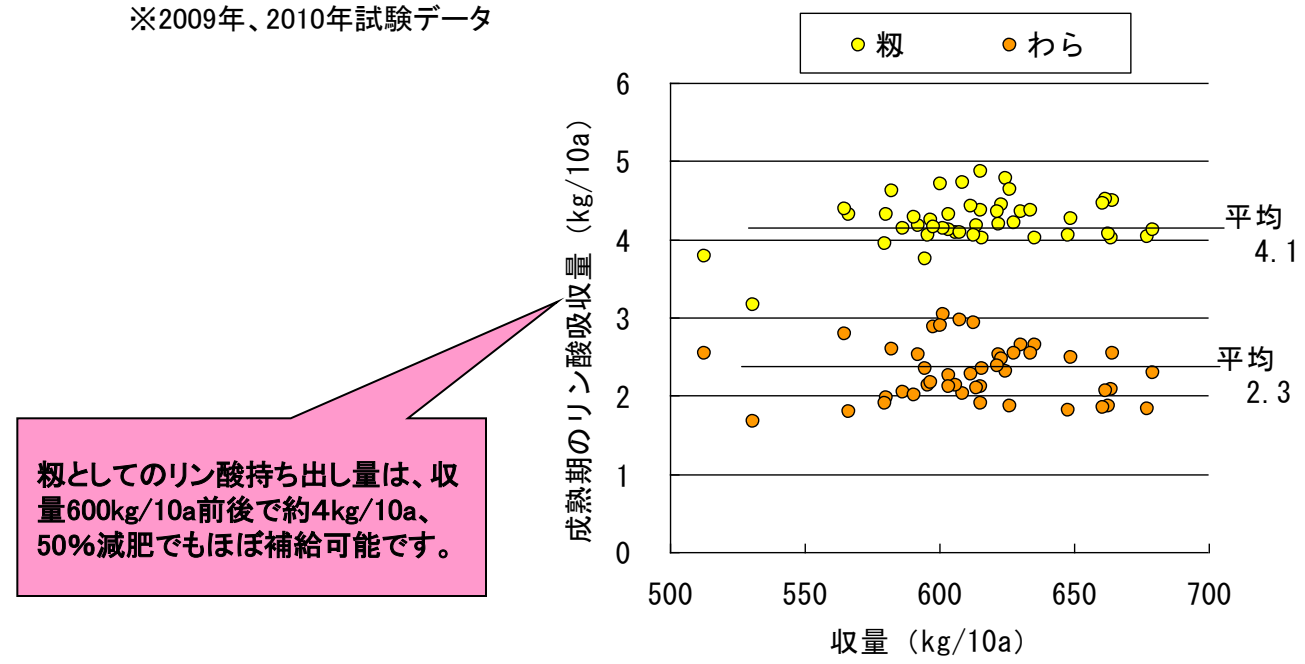


図２ 籾とわらのリン酸吸収量

対象作物、普及対象
・水稲、山形県（寒冷地低地土水田）
対象農家
・肥料コスト削減を目指す農家
必要な道具
・既存の肥料散布機具
関連HP（成果情報）
http://agrin.jp/ （やまがたアグリネット。当成果の閲覧には会員登録が必要）
その他
・2013年に山形県の養分蓄積水田におけるリン酸、カリの減肥指標を策定しました。
・土壌の可給態（トルオーグ）リン酸量10mg/100ｇ乾土を目標に土づくりを実施し、初期生育の確保が難しい地域、圃場では、慣行施肥量とします。
・リン酸50%減肥の場合、慣行施肥量と比較して土壌の可給態リン酸が減少するため、２～３年ごとに土壌診断を行い、適正施肥に努めましょう。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成27年1月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140113
技術の完成状況
★★★★☆

グライ土壌水田では、慣行施肥の半分程度にリン酸施肥を低減できる

目的と特徴

・新潟県の平坦地水田は、グライ土壌水田が大部分を占めています。このような水田では水稲生育期間に発現してくる可給態リン酸が多く、減肥方針の明確化が待たれていました。
・施肥リン酸を減少した栽培試験を実施したところ、土壌のリン酸蓄積量の維持を考慮し、籾により毎年持ち出される程度のリン酸（3.5～4kg/10a）を施肥する減肥方針が提案できました。

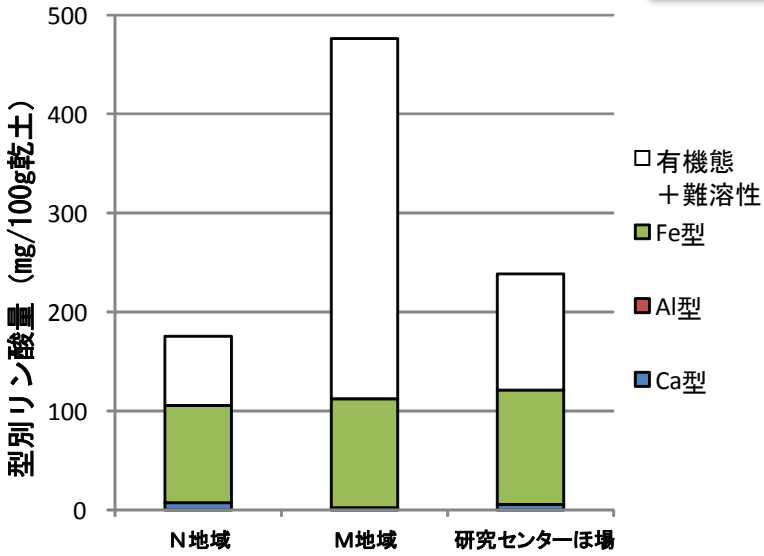
減肥試験

リン酸施肥量を減らしても、
❍ 水稲生育にはほとんど影響しません。
❍ 土壌の可給態リン酸の変化はごくわずかです。

背 景

❍ コストや環境の面から、土壌診断に基づいた適正な施肥が必要です。
❍ リン酸成分が少ない水稲用肥料がすでに販売されています。

要 因



新潟県内はグライ土壌水田が多い。

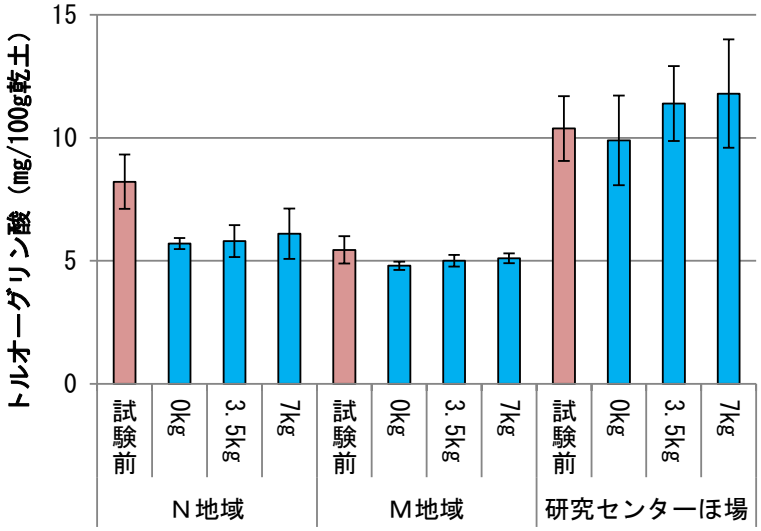
無機態リン酸の大部分は、鉄型（Fe型）リン酸です。
⇩
湛水により、鉄型リン酸は可給化してきます。
⇩
生育に十分なリン酸が確保されます。

リン酸成分半減で、概ね2割程度の肥料価格を低減できると試算されます。

成果

・改良目標値（トルオーグリン酸10mg/100g乾土）を概ね満たしている一般的な平坦地水田では、施肥リン酸を無施肥あるいは慣行の半量程度に減肥しても、水稲生育、収量への影響は見られません。
・減肥による土壌の可給態リン酸の変化はわずかであり、少なくとも籾による持ち出し分程度の施肥を毎年行っていれば問題ないと考えられます。

連絡先：新潟県農業総合研究所作物研究センター　　tel　0258-35-0836



リン酸慣行施肥（7kg）と半量施肥（3.5kg）では、差はほとんど生じません。無リン酸施肥（0kg）では、わずかに低下する場合がありました。

図１　リン酸減肥試験３年継続後の土壌可給態リン酸（トルオーグリン酸）量の比較
（施肥水準は10a当たりのP_2O_5量、エラーバーは標準偏差）

表１　生育や収量への影響（３ヵ年平均）

調査ほ場	施肥水準	初期茎数増加率	稲体リン酸濃度%（最高分げつ期）	収量 kg/10a
N地域	0kg	1.64	0.96	559
	3.5kg	1.54	0.94	556
	7kg	1.55	0.94	555
M地域	0kg	1.76	1.04	551
	3.5kg	1.85	1.04	572
	7kg	1.68	1.05	562
研究センターほ場	0kg	2.25	1.05	518
	3.5kg	2.60	1.04	491
	7kg	2.46	1.03	515

茎数増加率は、移植後約１ヶ月の茎数を植付本数で割った値

表２　各ほ場の可給態リン酸レベル（P_2O_5 mg/100g乾土）

調査ほ場	風乾土		*湛水土壌
	トルオーグ法	全リン酸	ブレイⅡ
N地域	8.2	176	50
M地域	5.4	476	104
研究センターほ場	10.4	238	105
S地域	4.6	153	73

＊：６月中干し前の還元化が進んだ時期の土壌

仮に風乾土の改良目標値（トルオーグリン酸10mg/100g乾土）を満たしていなくても、湛水還元により可給化するリン酸（ブレイⅡリン酸）量が高くなる傾向があり、水稲へのリン酸供給は十分になると考えられます。

対象作物、普及対象
・水稲、平坦地グライ土壌水田
対象農家
・一般農家
関連HP（成果情報）
http://www.ari.pref.niigata.jp/nourinsui/seika12/katuyou/23/120223.html
その他
・山地などの冷水がかり水田では、初期茎数低下の恐れがあるため減肥を控えます。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年3月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140114
技術の完成状況
★★★★☆

前作効果を利用したダイズ畑でのリン酸減肥

目的と特徴
- ダイズ栽培でのリン酸施肥量を見直しました。
- ダイズの前にどんな作物を栽培したかを考慮すれば、リン酸の施用量を2割（以上）削減することが可能です。
- ダイズ以外の作物でも効果が期待出来ます。

前作物がトウモロコシ、小麦、バレイショ　など

またはクローバ、エン麦などの緑肥

前作物が、テンサイ、ソバ　ナタネ　など

次作のダイズ栽培のリン酸肥料は。。。

標準施肥量から2割減が可能

標準施肥量が必要

初期生育安定化

リン施肥削減

環境負荷低減

成果
- 菌根菌宿主跡ではダイズのリン酸施肥を慣行から2割（以上）削減しても減収しない。
- 菌根菌の効果により、初期生育は安定的に向上する。
- 堆肥や緑肥、麦わらなど様々な有機資材を入れても効果は変わらない。

連絡先：農研機構 北海道農業研究センター生産環境研究領域　　tel　011-857-9241

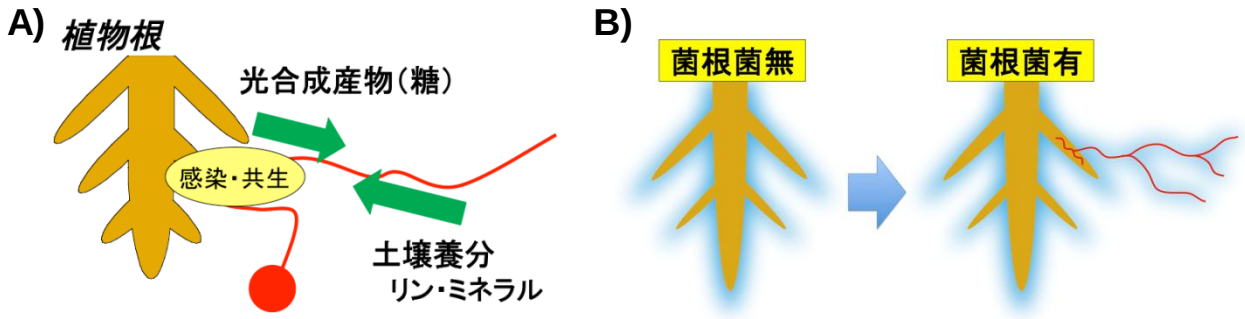


図1　菌根菌の働き

(A) 菌根菌はカビの仲間で、植物の根に共生し、土壌養分や水を植物に供給する代わりに植物から糖を受け取って生きています。 (B) 菌根菌が共生することで、根の回りの養分吸収可能な範囲が拡大します。このことはリン酸のように土壌中で移動しにくい養分の吸収に有利です。

菌根菌が共生する植物
（宿主植物）

- ◆キク科
  （シュンギク、ゴボウ、ヒマワリ・・・）
- ◆セリ科
  （ニンジン、セロリ、パセリ・・・）
- ◆ナス科
  （ナス、トマト、ジャガイモ・・・）
- ◆イネ科
  （小麦、大麦、トウモロコシ・・・）
- ◆マメ科　（ダイズ、小豆・・・）
- ◆ユリ科
  （ネギ、タマネギ、アスパラ・・・）

菌根菌が共生しない植物
（非宿主植物）

- ◆アブラナ科
  （大根、キャベツ、コマツナ・・・）
- ◆アカザ科
  （ホウレンソウ、テンサイ・・・）
- ◆タデ科（ソバ）　　etc

◁ **図2　菌根菌が共生する植物・しない植物**

大部分の植物は菌根菌と共生します（宿主）が、例外的に共生 しない植物もあります（非宿主）。前作に宿主を栽培すると土着の菌根菌が活性化され、後作に宿主を栽培した場合に、リン酸減肥が可能となります。

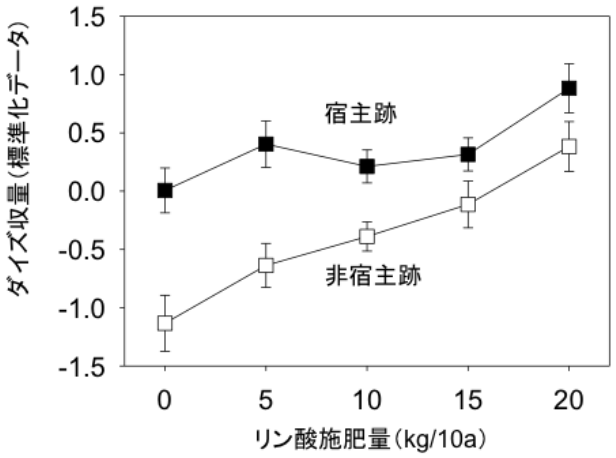


図3　前作の違いによるダイズの減肥可能性

3年間の試験結果を標準化（それぞれの年の平均が0、分散が1となるように指数化すること）してまとめたもの。

土壌の有効態リン含量が中程度（トルオーグで10-20 mg/100g程度）の圃場では、リン酸を標準施肥量（15kg/10a）から5kg/10aまで減肥しても宿主跡では収量が低下しませんが、非宿主跡では収量が低下します。

対象作物、普及対象
- ダイズ、北海道（道央地域）

対象農家
- 輪作体系の中でダイズを栽培しようとする農家

必要な道具
- なし

関連HP

http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/harc/2009/cryo09-22.html

その他
-

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成26年12月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140115
技術の完成状況
★★★☆☆

飼料用トウモロコシ連作畑でのリン酸減肥

目的と特徴
- 植物のリン酸吸収を促進する菌根菌の機能に注目して、飼料用トウモロコシ連作畑でのリン酸施肥量を見直しました。
- 菌根菌の宿主作物であるトウモロコシ跡地では、土着の菌根菌がトウモロコシに感染することによりリン酸減肥が可能です。

前年の栽培作物

テンサイ、ソバ、シロガラシなど
（菌根菌の非宿主作物）

飼料用トウモロコシ
（菌根菌の宿主作物）

当年の初期生育

トウモロコシ連作畑では
- ○　菌根菌の感染率 向上　⇒　リン酸吸収促進
- ○　初期生育 向上　⇒　収量 アップ

現行のリン酸施肥基準から
20%程度の減肥可能！

成果
- 飼料用トウモロコシの連作条件では、生育初期に菌根菌感染率が高まり、トウモロコシの初期生育が向上します。
- リン酸の施用量を現行の施肥基準より２０%程度削減しても、安定的に収量を確保することが可能です。
- ２０%の減肥で、肥料コストは約１０%削減できると見込まれます。

連絡先：北海道立総合研究機構 根釧農業試験場 飼料環境グループ　　tel　0153-72-2843

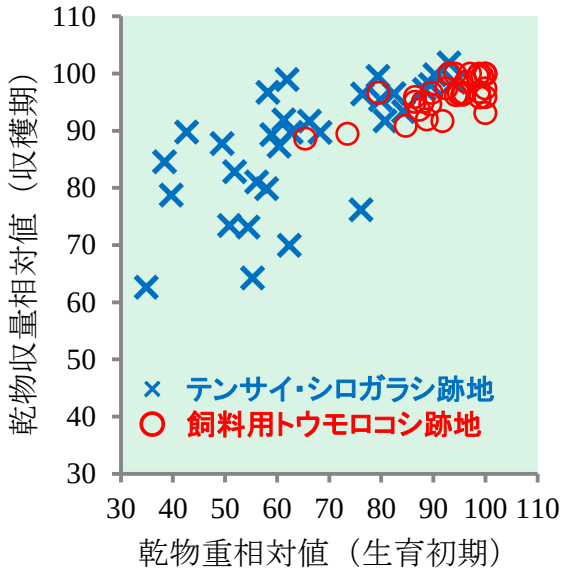


図1　生育初期の地上部重と収穫期の収量の関係
2009～2011年に行ったリン酸施肥試験の結果
（前作物を変えた6圃場）
生育初期および収穫期のいずれについても、初期生育量が最大の処理区を100とした相対値で示した。

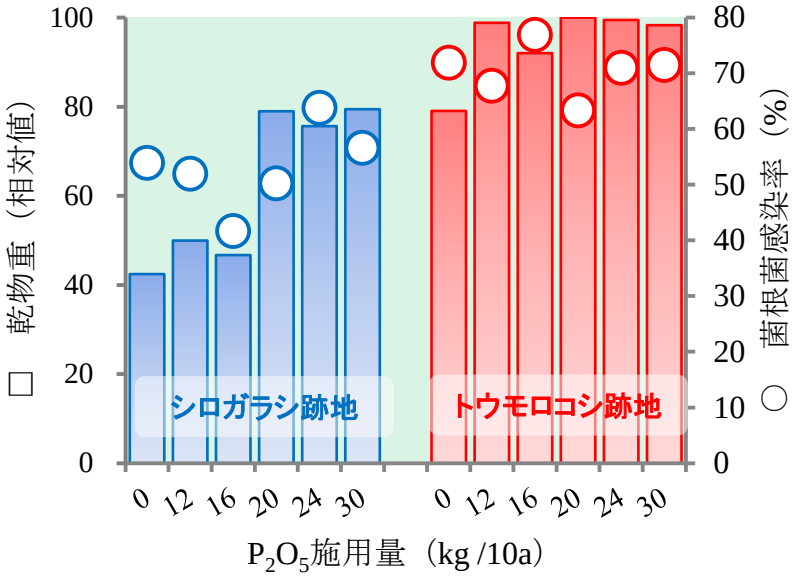


図2　生育初期における地上部乾物重と菌根菌感染率（2011年）
乾物重は、最大の処理区を100とした相対値で示した。

初期生育量が大きいほど、収量の安定性は大きい
初期生育の確保が重要

トウモロコシ連作圃場では、
・生育初期の菌根菌感染率・乾物重は大きい
・リン酸施肥量の影響は小さい

表1　北海道根釧地域における施肥量と肥料コスト（現行基準）

肥料成分		N	P_2O_5	K_2O	MgO
施肥量[1]	(kg/10a)	13	10～30	20	4
肥料コスト[2]	(円/10a)	3,086	3,603～10,809	3,867	1,181

[1] 北海道施肥ガイド2010より
[2] 2013年春の購入価格から計算（硫安、過石、硫加、硫苦を施用）

表2　土壌診断に基づくリン酸施肥対応（現行基準）

可給態リン酸＊	基準値未満		基準値	基準値以上	
(mg P_2O_5 /100g)	～5	5～10	10～30	30～60	60～
施肥量(kg P_2O_5 /10a)	30	24	20	16	10

＊可給態リン酸は、トルオーグリン酸値を示す。

肥料コスト
リン酸は30～60%を占める

現行基準
11,737～18,943 円/10a
リン酸20%減肥
11,016～16,781 円/10a

肥料コストの削減率
6～11%

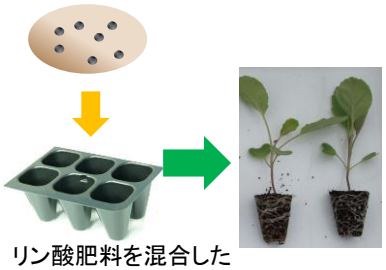
対象作物、普及対象
・飼料用トウモロコシ、北海道
対象農家
・飼料用トウモロコシを栽培する農家
必要な道具
・なし
関連HP
・なし
その他
・

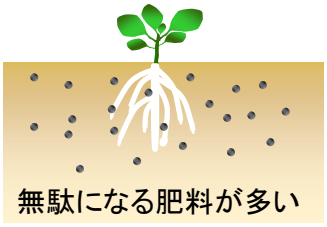
委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年12月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140116
技術の完成状況
★★★★☆

セル内リン酸施肥によるキャベツの減肥栽培技術

目的と特徴
- 肥料コスト削減のため、従来よりも少ないリン酸施肥量で栽培する技術を開発しました。
- セル育苗培土にリン酸肥料を混合することでリン酸施肥量が50%以上削減できます。
- リン酸肥料は畑には基本的には施肥せず、育苗培土に混合した肥料で収穫まで栽培します。





セル内リン酸施肥　　慣行施肥（全面全層）

セル内リン酸施肥は
- 育苗培土に混合したリン酸肥料を全量基肥として栽培
- 効率的にリン酸が吸収されるため少ない肥料で栽培可

キャベツ栽培でセル内リン酸施肥技術を導入すると

成果
- リン酸肥料18kg（P_2O_5）/10a（2作分）で慣行並の収量を確保
- 2作分（春まき、夏まき）で約2万円/10aの肥料費が削減可能

連絡先：農研機構 野菜茶業研究所 野菜生産技術研究領域　　tel　029-838-7312
千葉県農林総合研究センター 東総野菜研究室　　tel　0479-57-4150

セル内リン酸施肥による栽培方法

準備する物

育苗培土（例:与作N8、ナプラ養土）

128穴セルトレイ

砂状熔リン（く溶性リン酸20.0%）

重過リン酸石灰（可溶性リン酸34.0%）

NK化成（尿素、塩化カリウム等で代替可）

手順

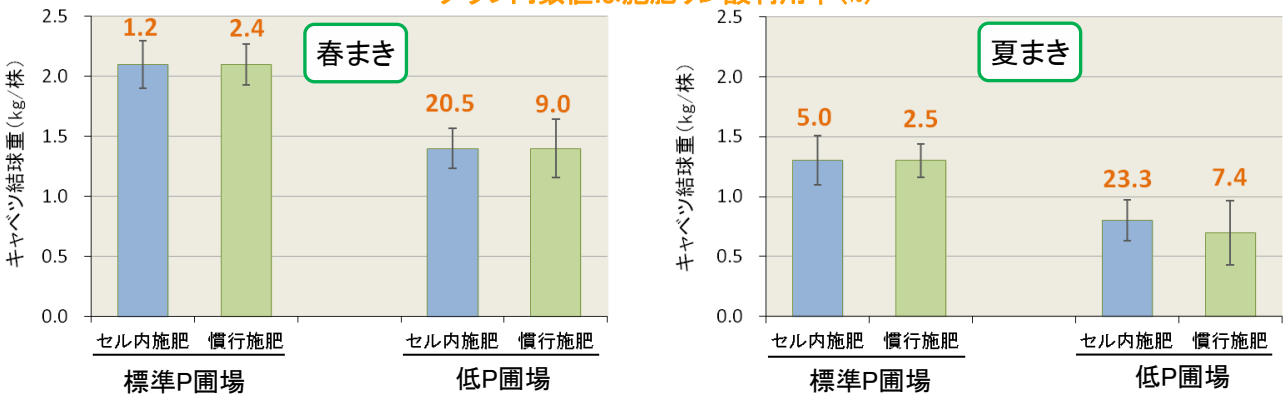
1．育苗培土にリン酸肥料を均一に混合
セルトレイ1枚当たりの混合量（育苗培土約2L）
・春まき　砂状熔リン 851g、重過リン酸石灰 215g
・秋まき　砂状熔リン 1094g、重過リン酸石灰72g

2．セルトレイに肥料を混合した育苗培土を充填し播種
＊通常の育苗管理方法で育苗
＊夏まきの場合は高温を回避するため遮光処理等を行う

3．NK化成を施用（25-0-25kg/10a）した圃場に定植し栽培

セル内リン酸施肥による効果

グラフ内数値は施肥リン酸利用率（%）



＊リン酸施肥量　セル内施肥：8kg P_2O_5/10a（減肥割合70%）　慣行施肥：25kg P_2O_5/10a
＊可給態リン酸含量（mg P_2O_5/100g乾土）　春まき：標準P圃場：20　低P圃場：2　夏まき：標準P圃場：10　低P圃場：5
＊グラフ内のバーは標準偏差

肥料コスト

（円/10a）

セル内施肥	38,372					
内訳		熔リン		重過リン酸石灰		NK化成（16-0-16）
	春まき	2,533	(32)	1,000	(8)	15,625 (156)
	夏まき	3,257	(41)	333	(3)	15,625 (156)
慣行施肥	59,375					
内訳		化成（8-8-8）				
	春まき	29,688	(313)			
	夏まき	29,688	(313)			
差額	21,003	-35.4%				

注1　栽植密度4761株/10a
注2　（）内は施用量（kg/10a）

対象作物、普及対象
・キャベツ、全国
対象農家
・キャベツ栽培農家
必要な道具
・セルトレイ
・肥料混合用機器（シート上での混合も可、大規模農家ではコンクリートミキサー等）
その他
・夏期に育苗する際は生育障害が発生しやすいため、遮光等により高温を回避します。
・可給態リン酸含量が極めて低い畑では、堆肥施用等による地力改善が必要です。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年12月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140117
技術の完成状況
★★★☆☆

移植同時スポット施肥で施肥量を大幅に削減！

目的と特徴

- 露地野菜作において、施用量を慣行の50%以下まで削減可能な技術体系を開発します。
- 肥料を定植する苗の下方にスポット的に施用する「スポット施用技術」を開発するとともに、「うね内部分施用技術」と組み合わせた「うね内複合施用技術」を開発します。
- これにより、うね内部分施用法やスポット施用法を効果的に利用すれば、施肥量を50%程度まで削減します。

- 肥料価格の高騰による生産コストの増加
- 窒素やリン酸等肥料成分の圃場内蓄積
- 肥料成分の流出による環境負荷

肥料の効率的施用による低コスト・環境負荷低減技術の開発が必要

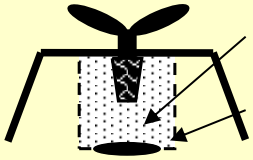
うね内部分施用技術

定植前にうね内に条施用
対象肥料：窒素・カリ等

スポット施用技術

定植時同時点施用
対象肥料：リン酸・(窒素)

うね内複合施用技術



露地野菜作で肥料施肥量を50%まで削減

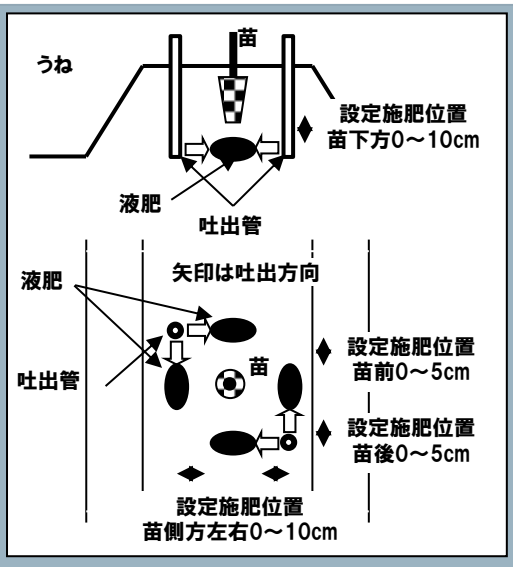


図１　移植同時スポット施肥機とスポット施肥位置

成果

- 「スポット施肥同時移植機」を利用することによって、露地野菜のセル苗を移植すると同時に、苗の下方に液肥0～60ccをスポット的に正確に施用できます（図１）。
- 低リン酸条件下の圃場において、リン酸の移植同時スポット施用によりリン酸施用量を50%程度削減できます（図２）。
- 窒素・カリのうね内部分施用法とリン酸のスポット施用法を組み合わせることによって、3要素の施用量を50%程度削減できます（図３）。

連絡先：農研機構 中央農業総合研究センター 作業技術研究領域　　tel　029-838-8812

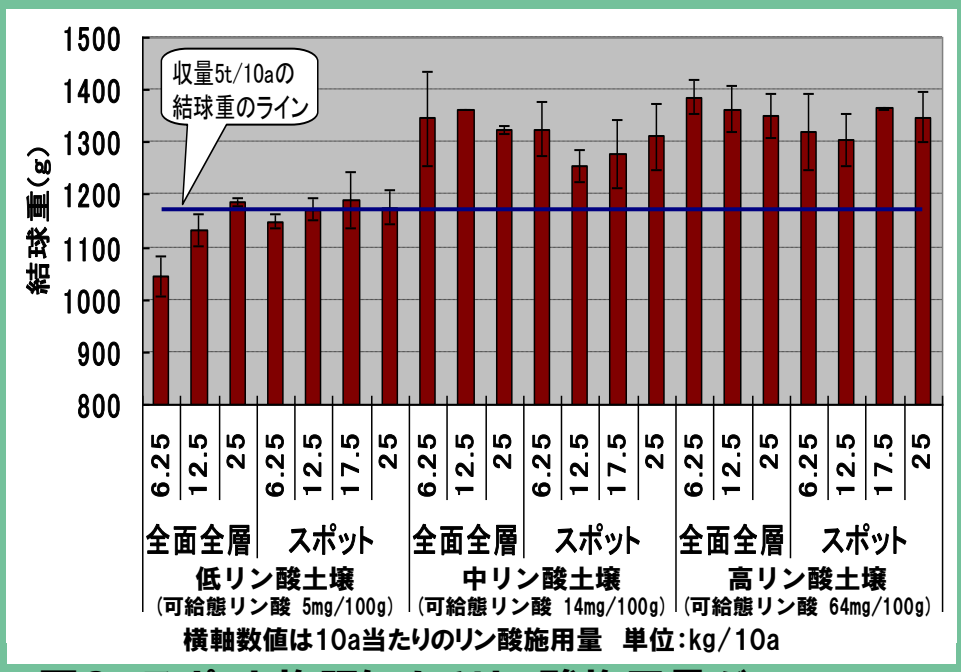
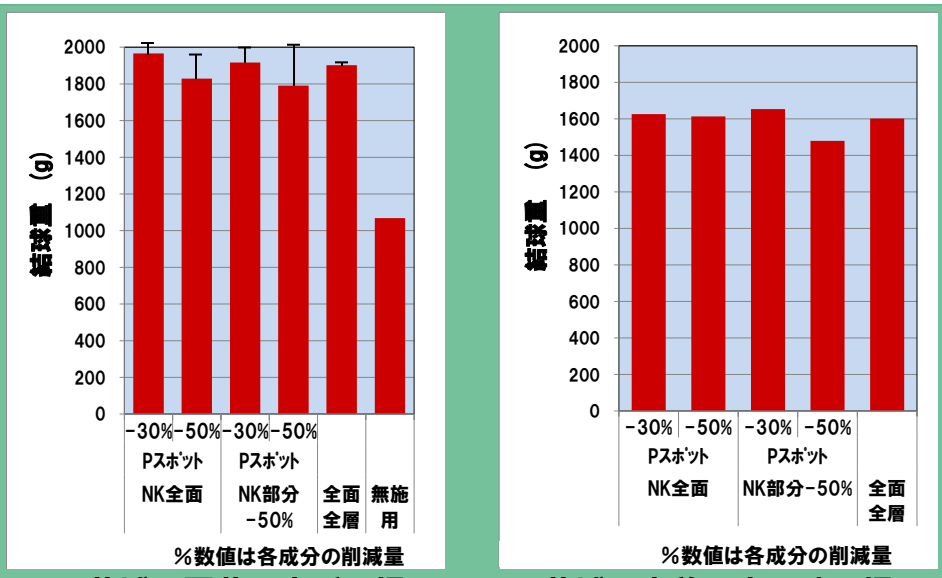


図2 スポット施肥によるリン酸施用量が秋冬キャベツの収量に及ぼす影響



茨城県園芸研究所圃場
(可給態リン酸 2.6mg/100g)

茨城県小美玉市現地圃場
(可給態リン酸 13.6mg/100g)

図3 NPK複合施用(NK:部分施肥、P:スポット施肥)により、秋冬キャベツの収量に及ぼす影響

対象作物、普及対象
- 露地野菜(キャベツ)、全国

対象農家
- キャベツを中心とした露地野菜作を行っている生産者

必要な道具
- 移植同時スポット施肥機(未市販機)、うね内部分施用機(市販機)

関連HP

その他
- 現在、移植同時スポット施肥機については実用化の方向で農機具メーカーと協議中です。

委託プロジェクト研究(気象変動プロ)
平成27年1月 農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140118
技術の完成状況
★★★★☆

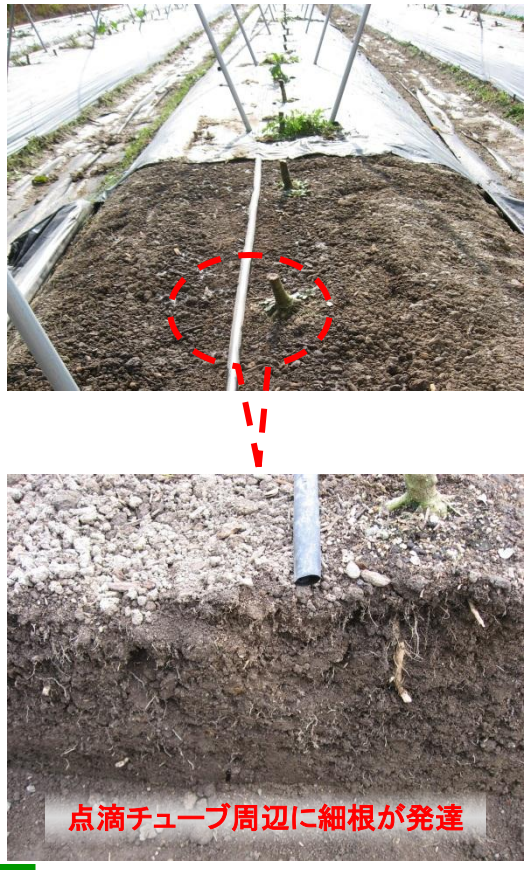
低コスト点滴かん水装置による露地野菜栽培でのリン酸減肥

目的と特徴

- ソーラーパネルのエネルギーを利用した低コスト点滴かん水装置を用いて、施肥量が多くなりがちな露地野菜栽培でのリン酸減肥栽培に取り組みました。
- 夏秋露地ナス栽培の現地実証試験において、リン酸施肥量を２割削減した施肥管理を行い、慣行栽培と変わらない収量を得られることを示しました。

日射制御型拍動かん水装置

露地栽培への点滴かん水栽培の導入



かん水設備の初期導入費用　約20万円
リン酸肥料施用量　2割削減
ナス果実収量　11トン/10a

成果

- 商用電源や畑地灌漑施設のない露地栽培圃場でも点滴かん水の導入が可能です。
- 基肥を減らしつつ、追肥成分を肥料利用効率が高い点滴かん水同時施肥することで、リン酸施用量を慣行栽培に比較して2割削減しました。
- 点滴かん水により土壌水分が安定し、細根が発達し、土壌蓄積養分の吸収が高まりました。
- 収量は11トン/10aで、実証試験地周辺の平均収量（8t/10a）を上回りました。

連絡先：農研機構 近畿中国四国農業研究センター 営農・環境研究領域　　tel　084−923−4100

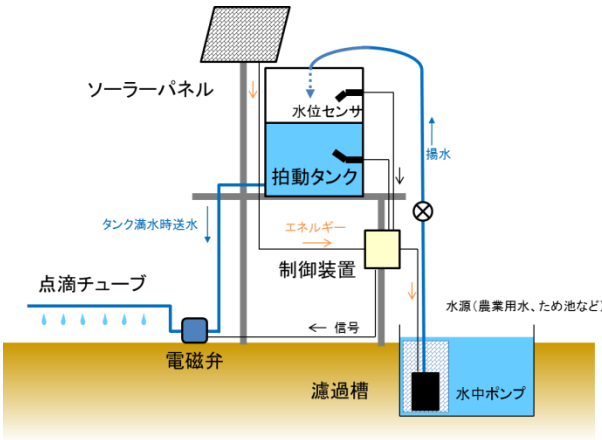


図1　日射制御型拍動かん水装置の概略図

- ソーラーパネルを利用するので商用電源設備のない中山間地の水田転換畑などでも、点滴かん水を導入できます。
- 高い位置にあるタンクに小型ポンプで汲み上げた水を利用するので、少流量の水源でも利用できます。
- 10a程度の圃場の場合、導入費用は約20万円です。

表1　かん水装置導入費用（10aあたり）

【拍動かん水装置用主要部材内訳】

項目	金額（千円）	耐用年数	減価償却費（千円）
ソーラーパネル	67	10	6.7
水中ポンプ	20	3	6.7
制御装置	22	10	2.2
水位センサー、電磁弁	14	5	2.8
合計	123.4	–	18.4

【配管を含めた導入費用内訳】

項目	金額（千円）	耐用年数	減価償却費（千円）
拍動かん水装置一式	123	–	18.4
かん水装置架台	24	10	2.4
塩ビ配管部分	6	5	0.8
貯水タンク	10	5	2
かん水チューブ	35	1	35
合計	198	–	58.6

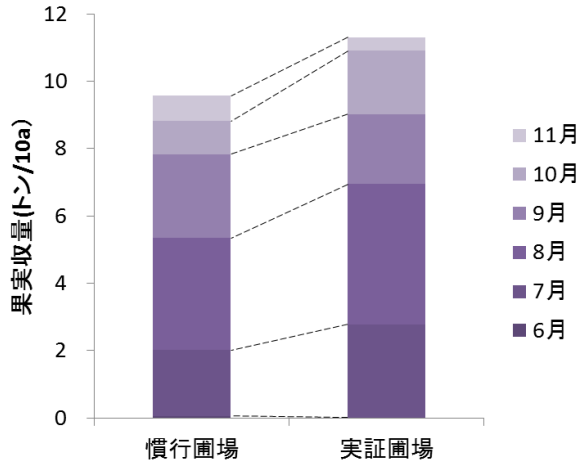


図2　実証試験でのナス果実収量（10aあたり）

- 施用方法は、基肥は両区とも化成肥料や有機質肥料を畝内に全層施肥しました。追肥は慣行区では畝肩に穴を開けて即効性の化成肥料を施肥しました。実証区ではかん水タンクに緩効性肥料を沈めて溶出させることで液肥かん水しました。
- 施肥量（N-P-K）は、慣行区の基肥で59-56-48、追肥で6-6-4、実証区の基肥で35-37-38、追肥で20-10-11としました。

表2　かん水装置導入時の収支比較（10aあたり）

（単位　千円）

項目		慣行	かん水装置導入
粗収入	収量*1	9,600kg	11,300kg
	販売単価	243	243
	粗収益	2,333	2,746
経営費	種苗費	94	94
	肥料費（追肥分）*2	102(16)	101(32)
	農薬費	32	32
	光熱費	10	10
	諸材料費	90	125
	小農具費	6	6
	流通経費	489	538
	合計	823	906
収益		1,510	1,840
差引（かん水装置導入−慣行）			330
導入費用の回収に要する期間			0.5年*3

*1 図2の収量データに基づいた数値です。 *2 実証区の追肥に緩効性肥料を使用するため肥料費の減少幅が小さくなります。*3 かん水チューブは毎年更新として諸材料費に計上し、初期導入費用163千円として計算しました。

対象作物、普及対象
- ナス、全国

対象農家
- リン酸が蓄積した圃場での露地果菜類等の生産農家、水田転換畑などでの果菜類栽培農家

必要な道具
- 日射制御型拍動かん水装置、配管資材

関連HP（"減肥を目指した"露地栽培への点滴かん水導入の手引き）

https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/warc_manual_tentekikansui1_dounyu.pdf

その他
- 可給態リン酸値が約50mgP_2O_5/100g乾土の圃場における減肥試験の結果です。
- 水源水質によっては、かん水チューブの目詰まりに注意する必要があります。
- 圃場に高低差があると、かん水むらが生じる恐れがあります。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成27年1月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140119
技術の完成状況
★★★☆☆

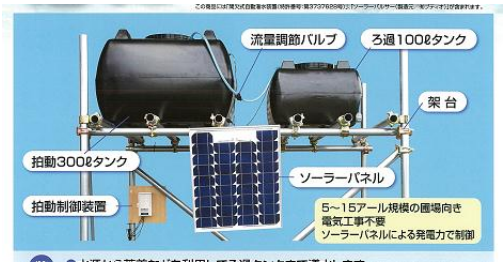
点滴かん水を利用した露地ピーマンのリン酸減肥技術と導入効果

目的と特徴

- 露地ピーマンの点滴かん水による増収とリン酸肥料の削減を図りました。
- 低コストな点滴かん水装置の経済試算を行いました。

点滴かん水を導入したリン酸減肥実証

低コストな点滴かん水装置



タイプA

タイプB

タイプC

点滴かん水により収量が1～2割増加
リン酸肥料施用量を6kg/10aまで削減
かん水装置の導入費用は2～3年で回収

成果

- 点滴かん水により土壌水分をpF1.9前後とし、水分ストレスの少ない栽培をすることで収量が１～２割向上します。
- リン酸施肥量を吸収量相当の6kg/10a（慣行の8割削減）まで減肥することができます。
- かん水装置の導入コストは10a当たり60,000～230,000円程度であり、増収効果とリン酸肥料の削減によって概ね２～３年で回収できます。
- 低コスト点滴かん水装置がH24年までに岩手県で１６７台(うちピーマン４３台)導入され、一部で減肥への取り組みが始まっています。

連絡先：岩手県農業研究センター 技術部 野菜花き研究室　　tel　0197−68−4420

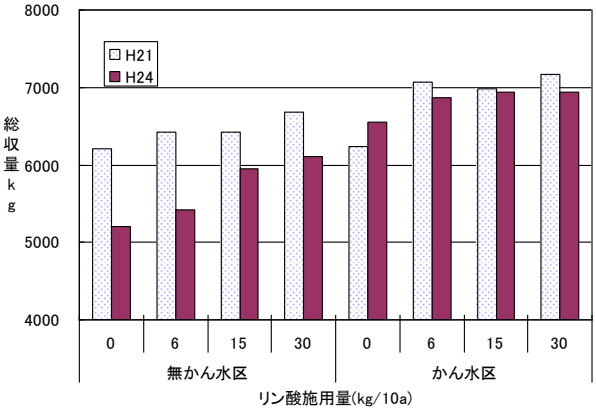


図1　土壌水分を目標のpF1.9前後で維持できた場合のリン酸施用量が収量に及ぼす影響
（H21、H24岩手県農業研究センター所内圃場）

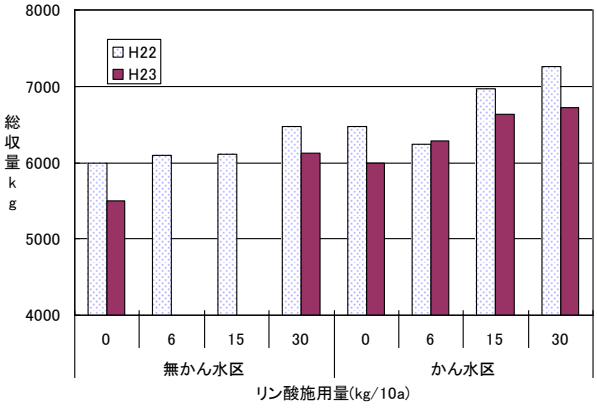


図2　かん水を行っても目標pF値を維持できなかった（pF2.1以上が2週間以上継続）場合のリン酸施用量が収量に及ぼす影響
（H22、H23岩手県農業研究センター所内）
・H23は無かん水区6,15kg/10aの試験は実施せず

表1　収支総括表

ピーマン(京ゆたか7，露地栽培，1ha規模)

	慣行栽培(無かん水)	低コストかん水装置タイプA
10a当たり収量	4,250	5,100
販売単価	241.57	241.57
粗　収　益	1,026,664	1,231,997

費　　目	10a当	10a当	
種　苗　費	15,680	15,680	
肥　料　費	48,746	40,605	リン酸肥料削減
農　薬　費	13,491	13,491	
光熱動力費	7,237	7,637	
諸 材 料 費	67,060	87,060	点滴チューブ
小 農 具 費	9,044	9,044	
流 通 経 費	506,518	607,822	出荷量増加
変動費計	667,777	781,339	
利益係数（粗収益-変動費）	358,887	450,657	
利益係数の慣行との差	－	91,770	
かん水装置導入の標準価格	－	230,000	
導入コストを回収できる年数		2.5	

※同様に導入コストを回収できる年数は、タイプBでは2.3年、タイプCでは1.5年となります。
また、タイプA，Cは1台でのかん水可能面積は概ね10aです。

対象作物、普及対象
・ピーマン、全国
対象農家
・露地果菜類等の生産農家、水田転換畑などでの果菜類栽培農家
必要な道具
・低コストな点滴かん水装置、配管資材
関連HP（研究成果）　http://www.pref.iwate.jp/~hp2088/
その他　試験圃場の可給態リン酸は8.9～16.5mg/100gでリン酸改良は実施しなかった。リン酸肥料の削減割合は岩手県での試験結果に基づくものであり、技術の導入地域や気象条件によって改変が必要な場合があります。また、実施にあたっては必ずpFメーターを株間の深さ20cmに設置し、目標pF値の維持に努めて下さい。点滴チューブの詰まりや極端な高温乾燥によって目標pF値を維持できない場合には、リン酸減肥によって慣行に比べ収量が低下することがあります。

140120
技術の完成状況
★★★☆☆

湛水による線虫防除と合わせてリン酸減肥

目的と特徴
- 畑地かんがい水の多目的利用の一環として有害線虫の湛水防除が行われています。
- 湛水防除を行った畑では殺線虫剤の節約が可能です。
- 加えて土壌蓄積リンの可給化と土壌保水性の改善によりニンジンの初期生育が安定化します。
- リン酸肥沃度の小さい圃場では飛躍的に収量が向上します。

湛水防除の手順

均平化

畦塗り

代かき

湛水

落水

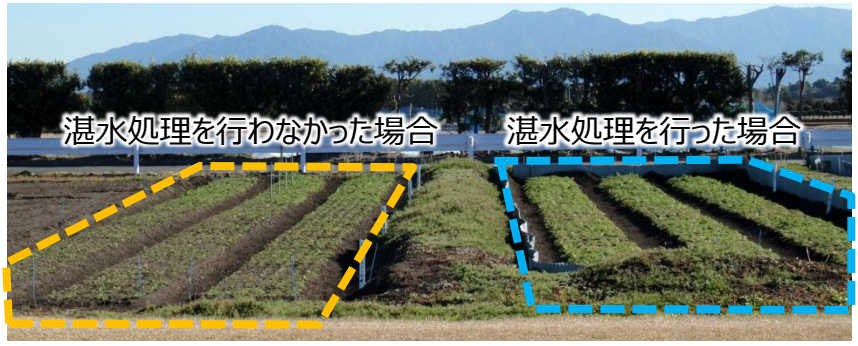
耕耘

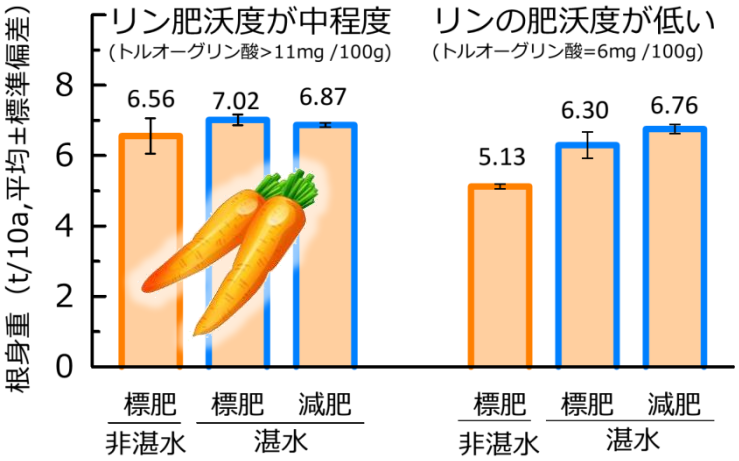
栽培

湛水期間は、30～40日間が必要です。落水後耕耘可能になるまでおよそ1週間を要します。

湛水防除の効果

湛水によりニンジンの発芽と生育が安定します。



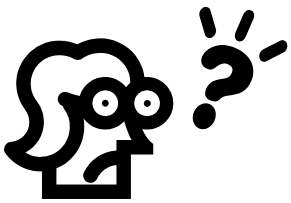


ニンジンの収量(2011年度,鹿児島県鹿屋市串良町)

リン酸肥沃度が中程度の圃場ではリン酸肥料の3割減肥が可能であり，リン酸肥沃度の低い圃場では同じ肥料の施用量でより収穫量が増加します。

成果
- 湛水により土壌の保水性が増し、ニンジンの発芽、初期生育が順調に進みます。
- 湛水により蓄積リンが可溶化し易くなり、ニンジンのリン酸吸収量が増加します。
- リン酸の3割減肥が可能となり、同じ施用量では収穫量が増加します。

連絡先：農研機構 九州沖縄農業研究センター　　tel　096－242－1150



どうして水を張ることにより、作物の生育が良くなるのでしょうか…

理由1　土壌保水性改善

固相率、仮比重増加

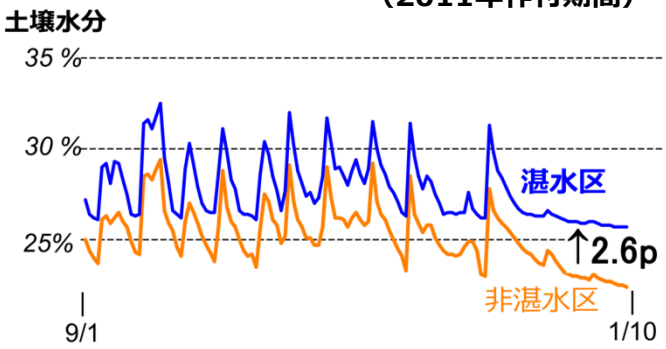
↓

有効水分（pF1.5）増加

↓

作付期間を通じて土壌水分が高まる

ニンジン作付期間中の土壌水分の推移（2011年作付期間）



理由2　土壌蓄積リンの可溶化

湛水によるリンの還元溶解

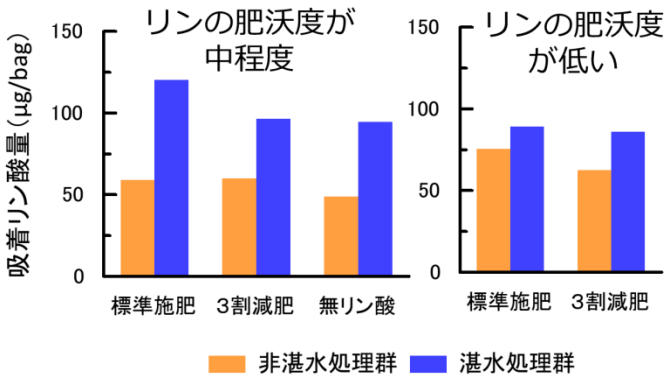
↓

落水後酸化沈殿

↓

降雨によるリンの再溶解

圃場に埋設した陰イオン交換樹脂に吸着したリン酸量（2012年作付期間）



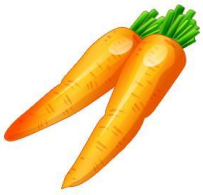
※陰イオン交換樹脂は根によるリン酸イオン吸収を模倣するとされています。

理由3　線虫害抑制

線虫被害を受けたニンジン

→ 初期生育改善

→ リン酸吸収量増加



リン酸3割減肥でも好収量

対象作物、普及対象
- 野菜、畑地かんがい用水受益地域

対象農家
- 畑地かんがい用水の利用可能なニンジン作農家

必要な道具
- 畦塗り機、レーザーレベラー

その他
- 畑圃場の傾斜を１％程度とするか、一筆の畑を２、３に区切り水が均平に張れるようにします。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年12月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140121

技術の完成状況

★★★☆☆

定植前リン酸苗施用による野菜のリン酸減肥栽培

目的と特徴

- リン鉱石はすべてを輸入に依存しており、資源の枯渇も懸念されるため、その節減を目的とします。
- 定植前リン酸苗施用（野菜の苗をリン酸液肥に浸してから定植すること）によって、本畑へのリン酸施用量を減らすことができます。
- 定植前に施用するリン酸液肥は高濃度（P_2O_5 1.15～2.30%）少量（2～3L/トレイ）で、それによって初期生育を促進します。

定植前リン酸苗施用

定植前に野菜の苗を
リン酸液肥に浸します

初期生育が
顕著に促進されます

減肥条件下でも
収量が増加します

夏どりネギでは、10%程度の収量増

増収効果によって、収益増

成果

- スイートコーン（夏作）とキャベツ（秋作）の輪作栽培では、うね内部分施用（うねの部分にのみ肥料を施用する方法）と定植前リン酸苗施用の組み合せによって、リン酸とカリを50%以上削減できます。
- 定植前リン酸苗施用の適用性は夏どりネギ栽培で高く、リン酸とカリを50%削減しても収量が増加します。それによって、2012年は約17万円/10aの収益増でした。

連絡先：農研機構 東北農業研究センター 環境保全型農業研究領域　　tel　024-593-5151

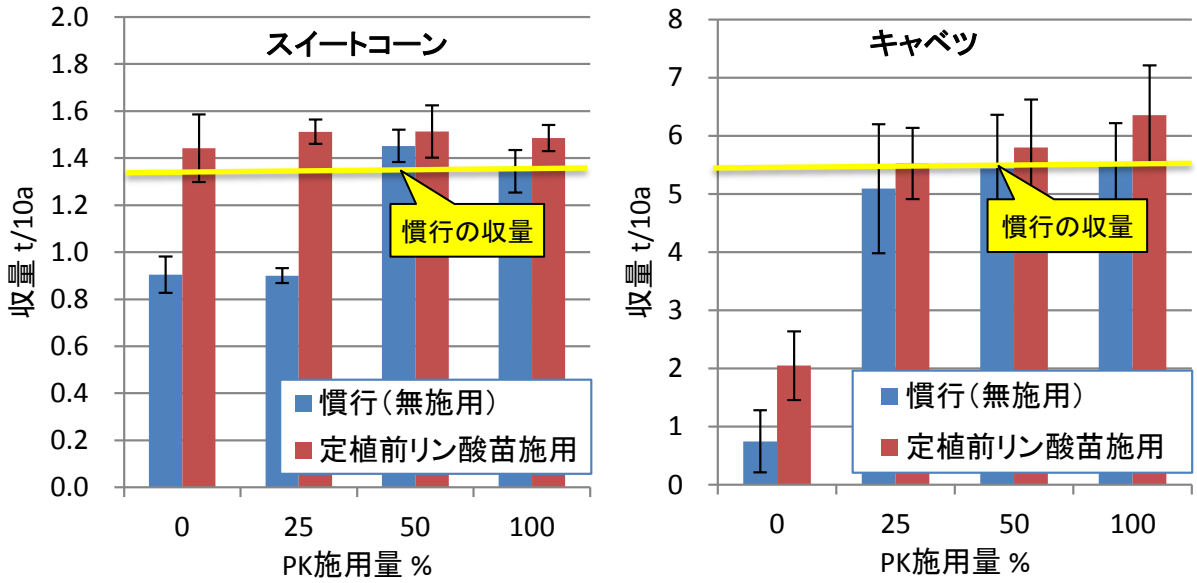
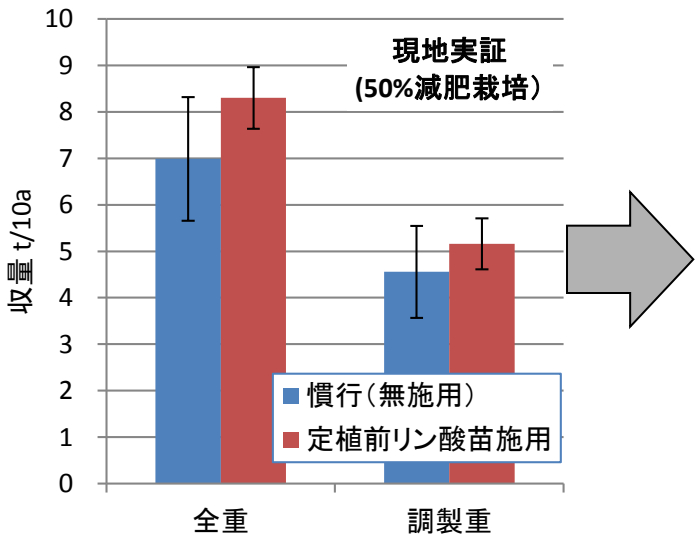


図1　スイートコーン（夏作）-キャベツ（秋作）の輪作減肥栽培における定植前リン酸苗施用の効果

（土壌条件）　淡色黒ボク土、可給態リン酸 4mg/100g、交換性カリ 53mg/100g
（定植前リン酸苗施用）市販リン酸液肥（商品名サンピプラス）スイートコーンP_2O_5 2.30%,キャベツP_2O_5 1.15%



【10a当たりの収益性】

増収分の収入増
9月のネギ卸売価格
@364×500kg=　+182,000

労働時間増
@2,000×3時間=　-6,000

定植前施用用肥料（サンピプラス）費
@1,200×7kg=　-8,400

約17万円の収益増

（上記以外の費目は。慣行と同様）

図2　夏どりネギ減肥栽培における定植前リン酸苗施用の収量に対する効果実証と収益性の試算

（土壌条件）圃場試験：淡色黒ボク土、可給態リン酸 8.5mg/100g,交換性カリ 52mg/100g
現地実証：灰色低地土、可給態リン酸 46mg/100g,交換性カリ 43mg/100g
（定植前リン酸苗施用）　市販リン酸液肥（商品名サンピプラス）P_2O_5 1.15%

対象作物、普及対象
・夏どりネギ、キャベツ、スイートコーン、東北地域
対象農家
・環境保全型栽培を志向する野菜農家
必要な道具
・大量に処理する場合には、エブ＆フロー装置（底面給水装置）があると便利です。
関連HP
その他
・栽培試験は限られた土壌条件で行われたもので、適用性については検討の余地があります。
・秋冬どりのネギ栽培では、夏どりに比べて効果が劣ります。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年12月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140122
技術の完成状況
★★★☆☆

AM菌非宿主作物の後作・間作への緑肥導入による次作物の収量の改善

目的と特徴

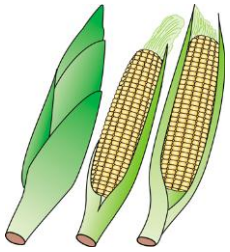
- アーバスキュラー菌根菌（AM菌）と共生しない作物（非宿主：アブラナ科、アカザ科、タデ科等）の作付けや裸地管理により、作物のリン吸収を促進するAM菌の密度が低下します。
- キャベツなどAM菌非宿主の次作物について、AM菌感染、生育・収量を改善するため、キャベツ収穫後にAM菌の宿主を後作緑肥として導入し、一度、減った土着AM菌を増やす方策を検討しました。
- キャベツなどの収穫後すぐに次作物を栽培する場合には、間作緑肥を導入し、土着AM菌密度を低下させずにキャベツ等を栽培することができるか調べました。
- リン栄養を考慮した作付順序の決定、緑肥の種類の選定に活用できます。

AM菌と共生しない作物

土壌中のAM菌密度を減らす
→翌年、トウモロコシのAM菌感染が低くなり、そのリン吸収や生育・収量が低下する可能性

【後作緑肥】
AM菌と共生する緑肥
ヒマワリ、エンバクなど

一度、減ったAM菌を増やしてくれる



AM菌にリン吸収を助けてもらう作物

非宿主跡地でも、緑肥でAM菌が増えているため、リン吸収、生育・収量が悪くならない

AM菌と共生しない作物

土壌中のAM菌密度を減らす
→次作コムギのAM菌感染が低くなり、そのリン吸収、生育収量が低下する可能性

注）アーバスキュラー菌根菌はVA菌根菌とも呼ばれる

【間作緑肥】
AM菌と共生する緑肥
ベッチ、赤クローバ、白クローバなど

AM菌を減らさずにキャベツを栽培

AM菌にリン吸収を助けてもらう作物

非宿主跡地でも、AM菌が減っていないため、リン吸収、生育が悪くならない

成果

- AM菌と共生しない作物を栽培すると、土着ＡＭ菌が減少し、次作物のAM菌感染、収量が低下します。
- キャベツなどＡＭ菌と共生しない作物を収穫した後に緑肥（AM菌宿主）を導入することにより、次作物のAM菌感染、収量を高めることができます。
- キャベツなどＡＭ菌と共生しない作物の栽培時に緑肥を間作することにより、次作物のAM菌感染、収量を高めることができます。

連絡先：農研機構　中央農業総合研究センター　　tel　029-838-8828

表1　前作キャベツ･トウモロコシ、緑肥、後作トウモロコシの栽培期間と後作トウモロコシのAM菌感染率、子実収量

処理	5月	6	7	8	9	10	11	…	5	…	9	トウモロコシAM菌感染率（%）		トウモロコシ子実収量（kg/10a）	
キャベツ－裸地	●－	－－	－○						◆－	－－	－◇	21.0	b	480	b
裸地－ソバ				■－	－－	－－	－□		◆－	－－	－◇	20.7		517	
キャベツ－ヒマワリ	●－	－－	－○	■－	－－	－－	－□		◆－	－－	－◇	47.3	a	625	a
裸地－エンバク				■－	－－	－－	－□		◆－	－－	－◇	50.7		588	
トウモロコシ	◆－	－－	－－	－－	－－	－－	－◇		◆－	－－	－◇	68.3	a	697	a

●－○：前作キャベツ（非宿主）の定植日（●）と収穫日（○）；　■－□：緑肥の播種日（■）と収穫日（□）
◆－◇：トウモロコシ（宿主）の播種日（◆）と収穫日（◇）
－－：AM菌宿主の栽培期間　－－：AM菌非宿主の栽培期間
キャベツ後を裸地；裸地後にソバ（非宿主）を栽培；キャベツ後にヒマワリ（宿主）を栽培；裸地後にエンバク（宿主）を栽培、トウモロコシを栽培
*小文字アルファベットはグループごと（一年目に宿主栽培なし、非宿主や裸地の後に宿主を緑肥として導入、一年目に宿主を栽培）に統計検定した結果。違うアルファベットがついたグループ間には、有意差あり

表2　前作キャベツ･アズキ、間作緑肥、後作コムギ栽培期間と後作コムギのAM菌感染率、子実収量

処理	5月	6	7	8	9	…	6	7	コムギAM菌感染率（%）		コムギ子実収量（kg/10a）	
キャベツのみ	●－	－－	－○		◆－	－－	－－	－◇	20.1	c	199	b
キャベツ＋ベッチ	●－	－－	－○						32.6	b	244	a
キャベツ＋赤クローバ					◆－	－－	－－	－◇	35.2		226	
キャベツ＋白クローバ	■－	－－	－－	－□					33.9		249	
赤クローバのみ	■－	－－	－－	－□	◆－	－－	－－	－◇	43.8	a	254	a
アズキのみ	▲－	－－	－－	－－	△◆	－－	－－	－◇	47.3		240	

●－○：前作キャベツ（非宿主）の定植日（●）と収穫日（○）；　■－□：緑肥の播種日（■）と収穫日（□）
▲－△：前作アズキ（宿主）の播種日（▲）と収穫日（△）；　◆－◇：後作コムギの播種日（◆）と収穫日（◇）
－－：AM菌宿主の栽培期間　－－：AM菌非宿主の栽培期間
キャベツ＋ベッチ、キャベツ＋赤クローバ、キャベツ＋白クローバ：キャベツうね間に、ベッチ、赤クローバ、白クローバを間作
*小文字アルファベットはグループごと（キャベツのみ、キャベツのうね間に緑肥を間作、キャベツの代わりにAM菌の宿主）に統計検定した結果。違うアルファベットがついたグループ間には、有意差あり
＊*コムギ子実収量が各処理とも低いのは、通常よりも広いうね幅でコムギを栽培したため

対象作物、普及対象
・畑作物・野菜、全国
対象農家
・アブラナ科野菜などを輪作の中に取り入れている経営、緑肥の導入を検討している経営
必要な道具
・緑肥の播種、すき込みができる機械
関連HP

その他
・緑肥の選定にあたっては、病害虫など、他の要因も考慮する必要があります。
・本試験では有効態リン酸13-15 mg P_2O_5/100 gの黒ボク土で、次作物に標準施肥した。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年3月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室

140123
技術の完成状況
★★★☆☆

植物（緑肥）の機能を利用したリン酸施肥の削減

目的と特徴

- 土壌に蓄積し、多くの作物が利用できない難溶性や有機態などのリンを、植物等が有する機能を生かして利用する技術を開発する。
- 各種緑肥作物の中から、次に栽培する作物へのリン給源として利用されやすいものを選定する。
- 緑肥等のすき込み効果の検定にあたっては、リン給源としての効果だけでなく、分解過程における微生物の活性化に伴う土壌蓄積リンの可給化についても検証する。
- これにより、リン酸減肥のために有効な緑肥の種類や利用法を提示する。

■ 夏作緑肥の候補とした作物
ソルガム、ヒマワリ、ソバ、ラッカセイ、クレオメ、クロタラリアなど
■ うち、土壌蓄積リンを吸収する量が多い作物
ソルガム、ヒマワリ

■ 冬作緑肥の候補とした作物
エンバク、ライムギ、ハゼリソウ、ベッチ、ルーピン、チャガラシなど
■ うち、土壌蓄積リンを吸収する量が多い作物
エンバク、ライムギ、ハゼリソウ、ベッチ

冬作への効果

夏作への効果

■ エンバク・ライムギなどのほか、ルーピンをすき込んだ後では、リン酸無施用でも、スイートコーンの生育が良好

■ ソルガム・ヒマワリのほか、ラッカセイ・クレオメをすき込んだ後では、リン酸無施用でも、コムギの生育が良好

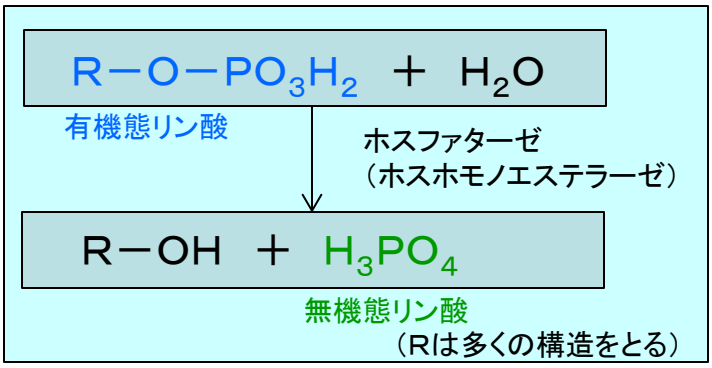
成果

- ソルガム・エンバク・ベッチなどはリン酸すき込み量が多い優良緑肥候補です。
- 土壌の有機態リン酸を無機化するホスファターゼ活性は、乾物すき込み量の多い緑肥で高まります。
- 難溶性リン酸を溶かすリン溶解菌は、ソルガム・ラッカセイなどのすき込みで増殖します。
- 緑肥のリン酸源としての効果のほか、ホスファターゼ活性の増加やリン溶解菌・アーバスキュラー菌根菌（VA菌根菌）増殖により、次の作物のリン酸施肥を減らすことができます。

連絡先：農研機構　中央農業総合研究センター　　tel　029-838-8828

リン酸すき込みが多い緑肥でも4 kg P_2O_5/10a程度

- 緑肥の栽培・すき込みによる有用な土壌微生物の活性化で、さらなる減肥に期待
- 土壌の有効態リン酸が10 mg P_2O_5/100 g以下のリン肥沃度が低い圃場でも減肥できるか検討中

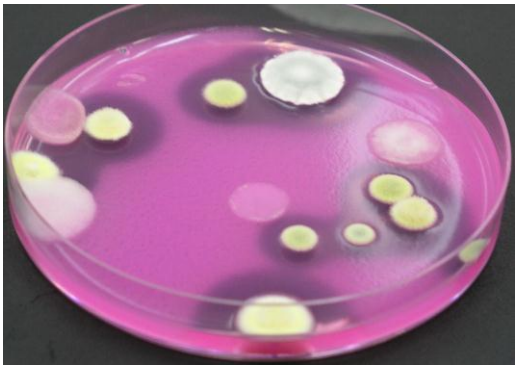


ホスファターゼが触媒する反応

ホスファターゼ（土壌酵素の一種）

植物が利用しにくい有機態リン酸を無機化

乾物すき込み量の多い緑肥を使うと活性が向上

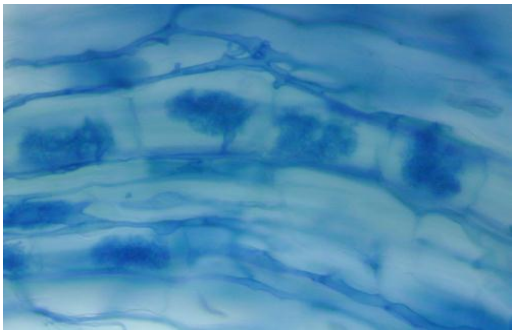


リン溶解糸状菌　周りが黒い（透明な）コロニー

リン溶解菌

植物が利用しにくい難溶性リン酸を可溶化

ソルガム、ラッカセイ、クレオメ、ルーピン等のすき込みで増加



VA菌根菌　ダイズの根に共生しているところ

アーバスキュラー菌根菌（VA菌根菌）

リン酸の吸収域を広げる

非宿主（アブラナ科、アカザ科、タデ科など）以外の緑肥栽培で増加

対象作物、普及対象

・畑作物・野菜、全国

対象農家

・肥料価格の高騰を受け、リン酸減肥を検討している経営、緑肥の導入を検討している経営

必要な道具

・緑肥の播種、すき込みができる機械

関連HP

その他

・緑肥の選定にあたっては、病害虫など、他の要因も考慮する必要があります。

・窒素、カリウムについても、減肥が期待できます。

委託プロジェクト研究（気候変動プロ）
平成25年12月　農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室