

水田土壌のかり収支を踏まえた水稲のかり適正施用指針

水 稲

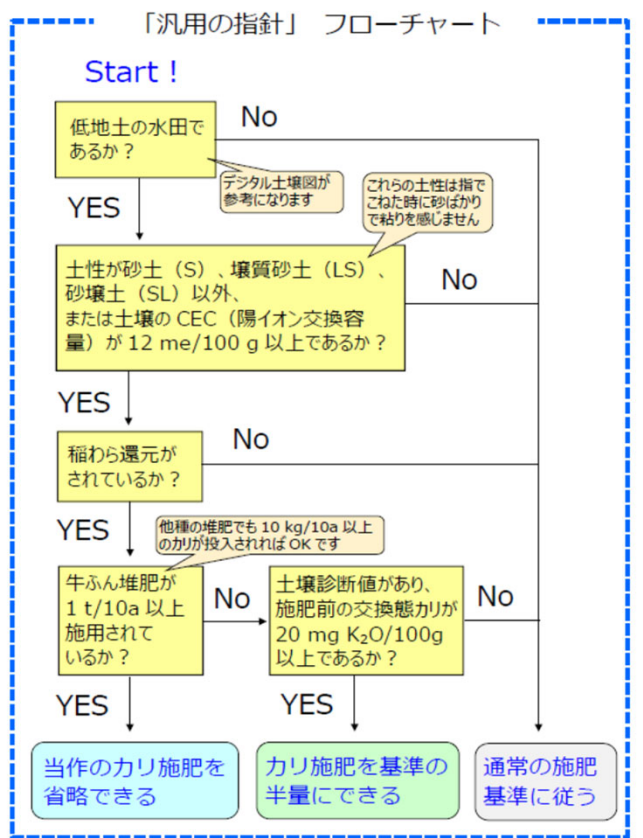
- 土壌分析による適正施肥等を通じてかり肥料を削減することで肥料コスト低減効果が期待できる。
 〔実証例：稲わらが還元されており、交換態カリ（土壌中に保持されているカリ）が20mg/100g以上の低地土の水田では、かり施肥量を標準施肥量の半量とし、稲わら還元と併せて牛ふん堆肥が1t/10a以上施用されている場合には、当分のかり施肥を省略可（収量に影響なし）。〕

技術の概要

水稲のかり施用に関する汎用の指針

- ◆ 稲わらが還元されており、交換態カリが20mg/100g以上の低地土の水田では、かり施肥量を標準施肥量の半量にできる。（収量に影響なし）
- ◆ 稲わら還元と併せて牛ふん堆肥が1t/10a以上施用されている水田では、当分のかり施肥を省略できる。（収量に影響なし）

* 土壌が「低地土」（日本の水田の約7割を占める）であるかは農研機構がWebで公開している「インベントリー土壌図」や「e土壌図Ⅱ」で判断可能。



導入メリット（実証例）

- ◆ 指針を適用して、標準施肥（高度化成による6-6-6）をリン酸およびかり半量（6-3-3）に削減した場合、**1,056円/10a（34%）の肥料コストを削減**

肥料	成分 (%)	成分投入量 (kg/10a)	現物量 (kg/10a)	価格 (円/10a)	肥料費計 (円/10a)
慣行 高度化成	14-14-14	6 6 6	42.9	3,150	3,150
かり半減 高度化成	14-14-14	3 3 3	21.4	1,575	2,094
尿素	46-0-0	3	6.5	519	

- ◆ 指針を適用して、窒素とリン酸を考慮せず、単肥のかり（塩化かり）のみで削減した場合、

かり半量 ⇒ 461円/10a（50%）
 無かり ⇒ 923円/10a（100%）

の肥料コストを削減

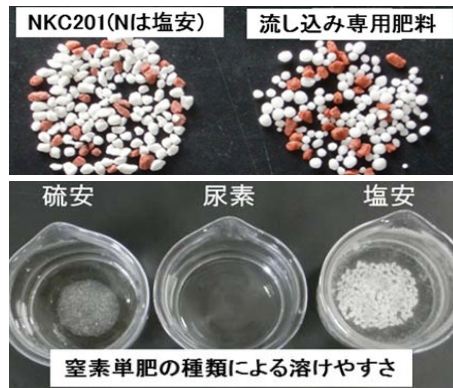
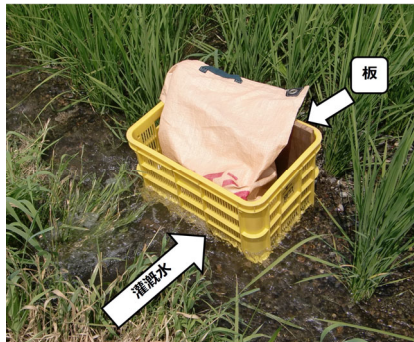
肥料	成分 (%)	成分投入量 (kg/10a)	現物量 (kg/10a)	価格 (円/10a)	肥料費計 (円/10a)
慣行 塩化かり	0-0-60	考慮せず 6	10	923	923
かり半減 塩化かり	0-0-60	考慮せず 3	5	462	462
無かり	—	考慮せず 0	0	0	0

※ 資料：農研機構「水田土壌のかり収支を踏まえた水稲のかり適正施用指針～低地土の水田に広く適用できるかり減肥の指針～（令和3年1月）」

○ 水稻の穂肥時期に流し込み施肥を行うことにより、慣行と同等の収量を確保しつつ、追肥作業時間と施肥コストの削減効果が期待できる。【実証例：追肥作業時間64～83%削減、施肥コスト（肥料費+労働費等）4～25%削減】

技術の概要

水田の水口にセットしたメッシュコンテナ内に、肥料を入れたコンバイン用PP袋（水流で短時間に溶けないよう2重にしたもの）を置き、灌漑水で肥料を徐々に溶かして流し込む技術。



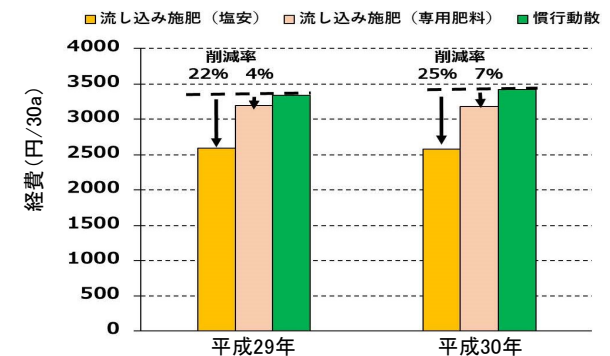
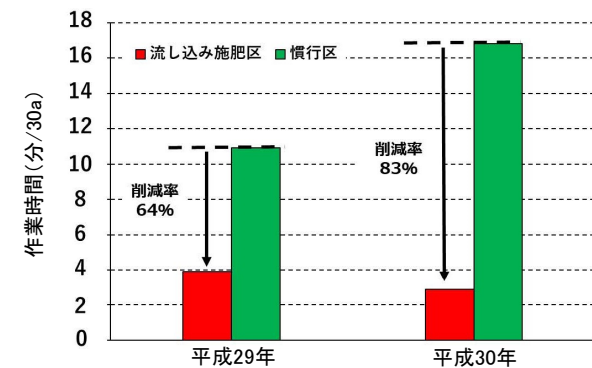
- * 肥料は短時間で溶けないものを使用
- * 多収米などのコストを優先した栽培では、粒状塩安などの窒素単肥を使用
- * 通常の栽培では、窒素と加里を含む流し込み専用肥料を使用

<施肥ムラ軽減方法>

- 施肥ムラを最小限にするため、田面を均平にし、湛水深をそろえるとよい。
- コンテナ後方に高濃度の肥料が流れることによる、施肥ムラの発生を軽減するため、肥料の背後に板を入れて水流を左右に散らすとよい。
- 流し込み施肥を中干終了後の乾燥状態で行うと、水口近くの土壤に多量に浸透して施肥ムラの原因となるため、水持ち回復後の1～2cmの浅水状態で実施するとよい。

導入メリット（実証例）

◆ 穂肥作業（肥料計量～施用終了まで）で背負いの動力散粒機と比較した場合、作業時間64～83%、施肥コスト（肥料費+労働費等）4～25%削減



※ 技術開発機関：長野県農業試験場 環境部

○ 水稲でのドローン追肥は、慣行の背負い式動力散布機に比べ、大幅な省力と時間短縮が期待できる。

〔 実証例：散布時間を約3割に削減（散布時間のみの比較）

想定例：「一発基肥」体系から「基肥+ドローン追肥2回」体系に切り替えた場合、肥料代として約2~3割のコスト低減

技術導入メリット（実証例、想定例）

◆ ドローンの粒状散布装置を使って、水稲の追肥を実施

* ドローン施肥は背負い式動力散布機に比べ、大幅な省力と時間短縮が可能。

* タブレット画面で飛来ルートを確認できるため、ムラのない施肥が可能。

	散布時間 分/ha	散布作業
ドローン追肥	20~30	ドローンに肥料を搭載し上空から自動散布
※1haに尿素44kg（窒素2kg/反）を数回に分けて散布した場合の総作業時間		
慣行追肥	70~80	約30kg（散布機+肥料）を担ぎ、歩行しながら水田の内外から、手でノズルを操作して散布
※動力散布式で、1haに窒素17%入りのNK化成120kg（窒素2kg/反）を散布した時の総作業時間		



「一発基肥」体系 ⇒ 「基肥+ドローン追肥2回」体系 に切り替えた場合を想定

- 一発肥料は、追肥の手間が省けるが、被覆肥料入りのため高コスト。
- 省力、効率的なドローンによる、窒素のみ追肥（尿素）によりコスト削減が可能。

<想定モデル>

	<一発基肥>		<基肥+ドローン追肥>	
	被覆入り一発		基肥	追肥×2回
成分含量（N-P-K）	20%-10%-10%（被覆入複合）		14%-14%-14%（化成）	46%（尿素）
施用量（現物/10a）	40kg		29kg	4.5kg×2回
施用量（窒素成分/10a）	8kg		4kg	2kg×2回
評価	<u>ドローン追肥の導入により、一発基肥に比べ 約2~3割のコスト削減が可能</u>			

■ 毎年変化する生育状況に応じて、追肥のタイミングや施肥量を思いのまま調節できる。

■ 圃場内の施肥ムラをなくし、部分的な肥料不足や倒伏を抑える結果、収量増や品質向上が見込める。

* ドローン機材は、既に購入済みであることを前提として試算

※ 資料：全国農業協同組合連合会「省力低コスト施肥技術ガイド2021」

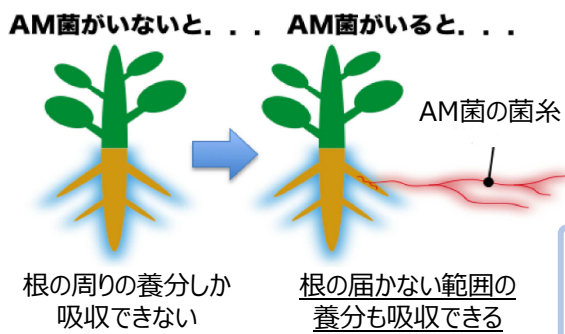
前作効果を利用したダイズ畑でのリン酸減肥

畑作

- **アーバスキュラー菌根菌 (AM菌(VA菌)) の宿主となる作物を栽培した跡地では、土壤中に存在するリン酸を効率的に利用することが可能なため、リン酸施肥量の削減効果が期待できる。**
【実証例：ダイズでリン酸施肥量 3 割削減】

技術の概要

- ◆ **アーバスキュラー菌根菌 (AM菌(VA菌)) の宿主となる作物を栽培した跡地では、土壤中のAM菌が増殖しているため、土壤中に存在するリン酸を効率的に利用することが可能 (前作効果)。**



【AM菌とは】

植物の根に共生する土壤微生物。土壤中に菌糸を伸ばし、リン酸や水分を効率よく吸収して植物に与え、植物から糖分を得ている。

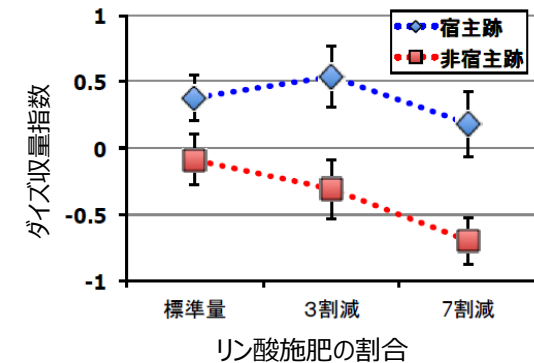
* 土壤中のリン酸レベルが低い (有効態リン酸が10mg/100g未満) 場合は、適用できない。

AM菌の宿主と非宿主

		AM菌が共生する植物 (宿主植物)	AM菌が共生しない植物 (非宿主植物)
畑作物		小麦、大麦、ばれいしょ、大豆、小豆、菜豆、ひまわり	てんさい、そば、なたね
園芸作物	果菜	トマト、きゅうり、なす、かぼちゃ、スイートコーン、さやえんどう、さやいんげん、えだまめ	
	葉菜類	たまねぎ、ねぎ、食用ゆり、にんにく、にら、みつば、しゅんぎく、	はくさい、キャベツ、ほうれんそう、こまつな、みずな
	根菜類	にんじん、ごぼう、ながいも	だいこん、かぶ
	果実的野菜	すいか、メロン、いちご	
	洋菜類	ピーマン、レタス、セルリー、アスパラガス	カリフラワー、ブロッコリー
緑肥	イネ科	えん麦、えん麦野生種、ライ麦、とうもろこし、ソルガム、ギニアグラス、イタリアンライグラス、スーダングラス	
	マメ科	大豆、赤クローバ、クリムソクローバ、ヘアリーベッチ	ルーピン*
	アブラナ科		シロカラシ、なたね
	その他	マリーゴールド、ねぎ、ひまわり、	ハゼリソウ

導入メリット (実証例)

- ◆ **リン酸施肥量を 3 割削減してもダイズの収量は変わらない**



- ◆ **初期生育は安定的に向上**



非宿主作物跡地 (AM菌少ない)



宿主作物跡地 (AM菌多い)

※ 資料: 農研機構「土壌診断、施肥法改善、土壌養分利用によるリン酸等の施肥量削減にむけた技術導入の手引き (平成26年3月)」

畑輪作で活用できる生育履歴情報を利用したマップベース可変施肥技術

畑作

- 生育状況から推定した圃場内の地カムラに応じて、施肥量を自動で変える可変施肥技術を導入することにより、収量増加と施肥の適正化による施肥量（肥料コスト）の削減が期待できる。
【実証例：てん菜で5.9%増収(5~6千円/10a収益増)、でん粉原料用馬鈴しよで3.2%増収(3千円/10a収益増)】

技術の概要

- ◆ 追肥作業等で取得した生育データを後作以降の可変施肥に活用
 - ・ トラクタ搭載型の生育センサなどで取得した生育データから地カムラを推定して施肥マップを作成。
 - ・ トラクタ自動操舵で使われる端末で施肥マップを読み込み、走行するだけで地カムラに応じた施肥が可能。

追肥作業と同時に畑の生育をGPSの位置情報とともに記録



取得



変換



GPSガイダンスで使われる端末



センシングの翌年以降

出力



施肥マップ作成ソフト

地カムラに応じた量の肥料を撒ける施肥マップへ変換

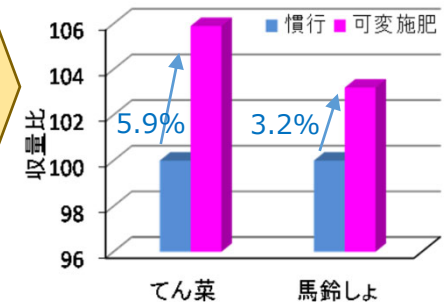


走るだけでマップのとおり
に自動で肥料散布

- * 人工衛星やドローンで取得した生育データも使用可能 (shp、csvファイル)
- * 基肥にも追肥にも活用可能

導入メリット（実証例）

- ◆ 可変施肥により、
 - * てん菜 ⇒ 5.9%増収 (5~6千円/10a収益増)
 - * でん粉原料用馬鈴しよ ⇒ 3.2%増収 (3千円/10a収益増)



- ◆ 施肥の適正化による施肥量（肥料コスト）の削減

		総窒素施肥量 (kg/10a)	
		可変	定量
てん菜	平均	15.4	15.6
馬鈴しよ	平均	21.3	23.1

※ 技術開発機関：北海道立総合研究機構 等

茶園における採卵鶏ふん堆肥を活用した低コスト施肥体系

茶

- 秋肥を採卵鶏ふん堆肥、春肥・夏肥を硫酸で施用する体系を行うことにより、慣行と同等の収量、品質を確保しつつ、石灰質肥料と同等の土壤改良効果と肥料コスト削減効果が期待できる。【実証例：茶で肥料コスト約60%削減】

技術の概要

秋肥を採卵鶏ふん堆肥、春肥・夏肥を硫酸で施用する技術

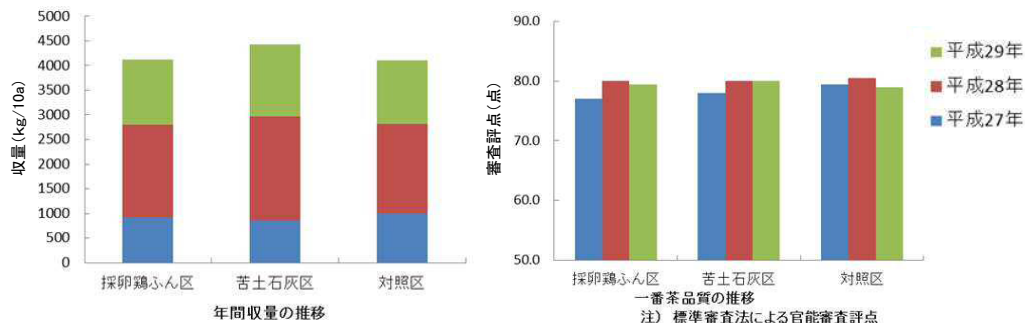
- 秋肥窒素10kg/10aを採卵鶏ふん堆肥で全量代替することで、苦土石灰100kg/10a相当のアルカリ分が供給される。

採卵鶏ふん堆肥と硫酸を活用した施肥体系

試験区	秋肥	春肥	芽出し肥	夏肥
採卵鶏ふん区	採卵鶏ふん堆肥	硫酸	硫酸	硫酸
慣行+苦土石灰区	有機配合+苦土石灰	有機配合	硫酸	有機配合
慣行区	有機配合	有機配合	硫酸	有機配合

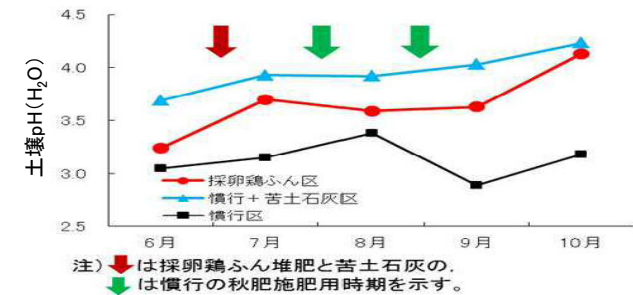
注) 1 採卵鶏ふん堆肥は、現物で323~423kg/10a、苦土石灰は100kg/10aを施用
 2 採卵鶏ふん堆肥の化学性(現物、%)は、T-N:3.1~3.3、P₂O₅:5.3~6.4
 K₂O:3.0~5.1、CaO:11.8~16.8およびMgO:1.4~1.7である

- 収量や品質は、有機配合主体の慣行施肥体系と大差なし。

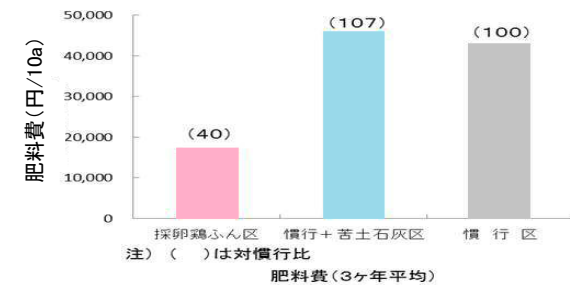


導入メリット (実証例)

- ◆ 苦土石灰施用と同程度に土壤pH(H₂O)が高まる



- ◆ 肥料コスト約60%削減



【留意事項】

連年施用すると、交換性石灰の集積が懸念されるので、3年以上の連用は控える！

※ 技術開発機関：鹿児島県農業開発総合センター 茶業部環境研究室

一酸化二窒素の発生を抑制する茶園の土壌管理技術

茶

- 茶園の整せん枝残さのすき込みと効率的施肥法による低コスト体系を行うことにより、慣行と同等の収量、品質を確保しつつ、一酸化二窒素(N₂O)の発生量と窒素施肥量(肥料コスト)の削減効果が期待できる。
【実証例：茶で一酸化二窒素(N₂O)発生量50%以上削減、窒素施肥量(肥料コスト)約4割削減】

技術の概要

整せん枝残さのすき込みと効率的な施肥法による土壌管理技術

整せん枝残さのすき込みと効率施肥法による低コスト体系

窒素量 40kg/10a/年
肥料費 41,669円/10a/年

試験区	土壌還元方法	施肥位置	施肥時期				
			8月下旬	10月上旬	3月上旬	3月中旬	4月上旬
低コスト体系	深耕機	樹冠下	被覆肥料 70日タイプ 5		被覆肥料 40日タイプ 10		
		うね間	菜種油粕 魚粕 石灰窒素 2 + 2 + 5		有機配合 低度化成 10 6		

農家慣行区 (対照)	農家使用の 既存カルチ機	うね間	菜種油粕	菜種油粕 魚粕	菜種油粕	有機配合	低度化成	硫安
			10	10	12	12	12	12

<10cm以上堆積した残さがすき込める各種機械>



乗用型ロータリ機



深耕機

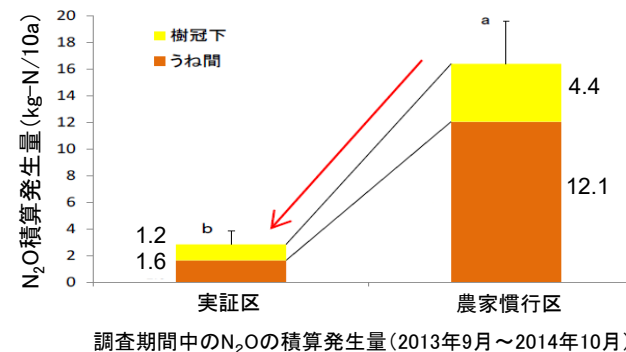


爪先を改良したクランクカルチ機

窒素量 70kg/10a/年
肥料費 73,546円/10a/年

導入メリット(実証例)

- ◆ 低コスト体系でN₂Oの発生量を50%以上削減



- ◆ 窒素施肥量(肥料コスト)を約4割削減しても、荒茶収量、品質は同等

茶期別の生葉収量および荒茶品質(実証試験による結果)

茶期	試験区	生葉収量 (kg/10a)	全窒素含有率 (%)	アミノ酸含有率 (%)	荒茶単価 (円/kg)
一番茶	低コスト体系	395	5.6	3.1	4,300
	農家慣行区	381	5.4	3.1	4,300
二番茶	低コスト体系	469	4.6	1.6	820
	農家慣行区	472	4.6	1.6	900

※ 技術開発機関: 滋賀県農業技術振興センター茶業指導所 等

セル内リン酸施肥によるキャベツのリン酸施肥量の削減

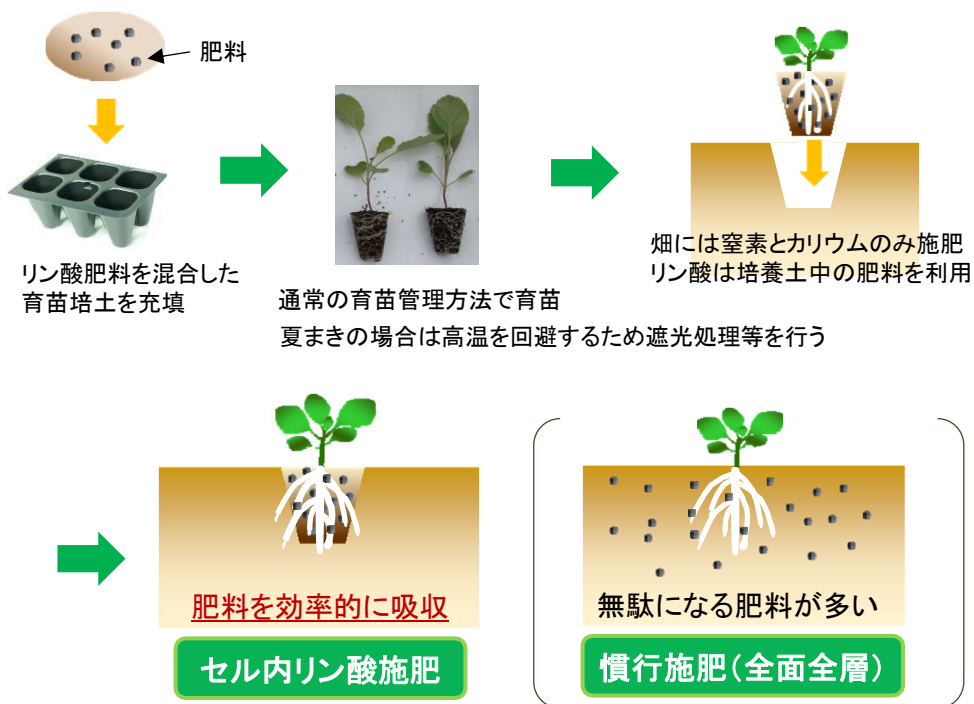
野菜

- セル育苗培土にリン酸肥料を混合することにより、慣行と同等の収量を確保しつつ、リン酸施肥量の削減効果が期待できる。【実証例：キャベツでリン酸施肥量50%以上削減、肥料コスト3割以上削減】

技術の概要

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能



- ※ 春まき初夏どり作では、慣行栽培と比べて収穫までの期間が長くなる場合がある
- ※ 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

導入メリット（実証例）

キャベツ栽培でセル内リン酸施肥技術を導入すると

- ◆ リン酸肥料18kg (P₂O₅) /10a (2作分) で慣行と同等の収量を確保
- ◆ 2作分 (春まき、夏まき) で約2万円/10a の肥料コスト削減

リン酸施肥量 **50%以上削減**
肥料コスト **3割以上削減**

(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%

※ 栽植密度 4,761株/10a、()内は施用量(kg/10a)

※ 資料:農研機構「土壌診断、施肥法改善、土壌養分利用によるリン酸等の施肥量削減にむけた技術導入の手引き(平成26年3月)」

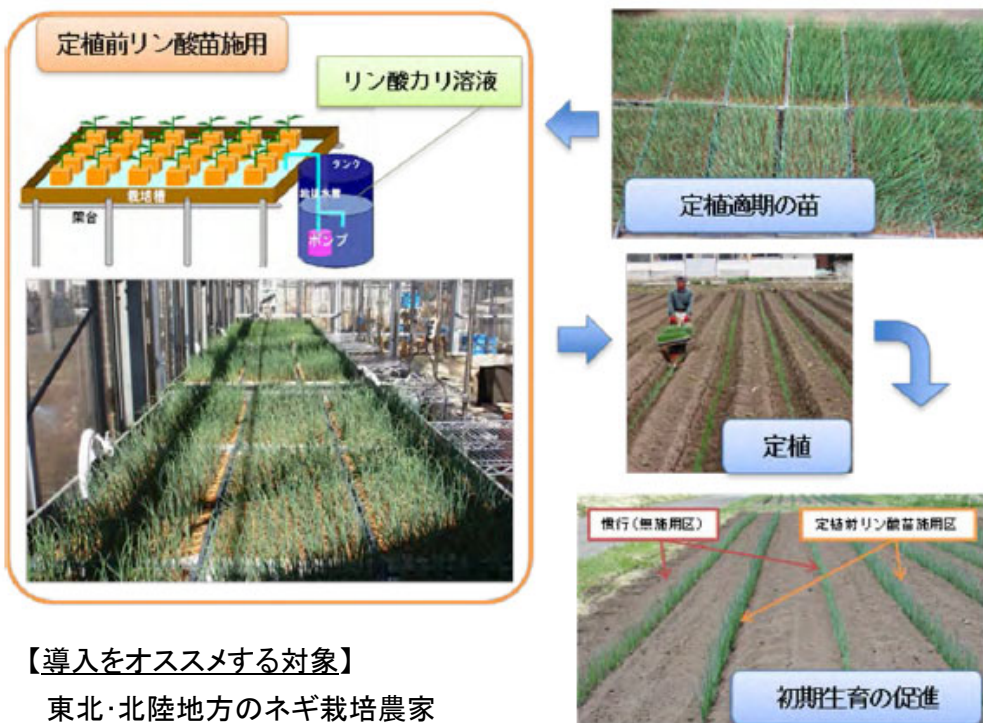
増収とリン酸減肥を可能にする定植前のネギ苗へのリン酸カリ溶液施用

野菜

- **ネギ苗を高濃度のリン酸溶液に定植前に浸漬することにより、リン酸施肥量の削減効果と増収効果が期待できる。**
【実証例：ネギでリン酸施肥量50%削減、約12~17万円/10a収益増】

技術の概要

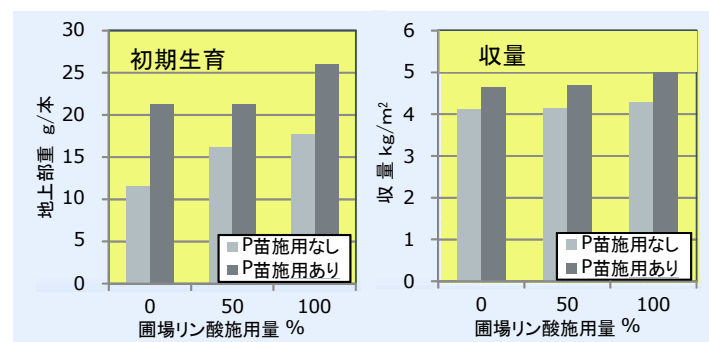
ネギの苗をリン酸濃度1%に調製したリン酸カリ溶液に浸漬してから定植することによって、初期生育が顕著に促進され、**リン酸減肥**につながる。



【導入をオススメする対象】

東北・北陸地方のネギ栽培農家
特に、越冬ではない夏ネギ作型に適する。

導入メリット（実証例）



初期生育が促進されることによって、**圃場でのリン酸施肥量を50%削減しても収量が高まる。**

収量が高まることによる**収入増**によって、定植前に使用する**資材費や労働時間増を補填でき、収益性が高まる。**

10a当たり収益性の償行との比較例 (増減額)	山形県河北町	福島県いわき市
	9月どり	8月どり
販売収入	182,000円 ↑	125,000円 ↑
人件費	6,000円 ↑	3,000円 ↑
支出 定植前施用肥料	8,400円 ↑	8,400円 ↑
圃場施用肥料	→	6,000円 ↓
差し引き	167,600円 ↑	119,600円 ↑

※ 資料：農研機構「土壌診断、施肥法改善、土壌養分利用によるリン酸等の施肥量削減にむけた技術導入の手引き(平成26年3月)」

キュウリ促成栽培における基肥リン酸施用要否のための可給態リン酸基準

野菜

○ 土壌分析による適正施肥等を通じてリン酸肥料を削減することで肥料コスト低減効果が期待できる。

〔実証例：土壌中の可給態リン酸（作物が吸収できるリン酸）が60mg/100g以上の場合、基肥無施用（必要に応じて追肥）としても、収量に影響はなく、肥料コストを約2万円/10a削減。〕

技術の概要

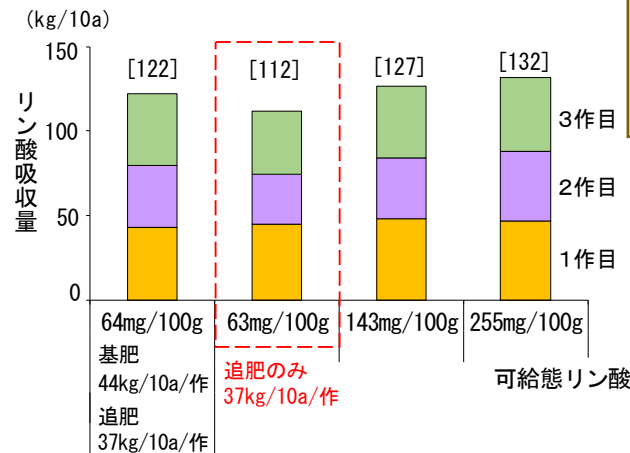
キュウリ促成栽培で基肥リン酸を無施用とする減肥基準

土壌中の可給態リン酸が60mg/100g以上の場合、基肥リン酸を無施用としても、追肥でリン酸を施用すれば収量やリン酸の吸収量に影響はない。

基肥リン酸施用の有無と収量

	可給態リン酸 (mg/100g)	基肥リン酸 施用量 (kg/10a)	可販果 収量
1作目	64	44	-
	63	0	104
	143	0	98
	255	0	106
2作目	66	44	-
	56	0	103
	98	0	108
	167	0	111
3作目	88	44	-
	58	0	96
	96	0	108
	136	0	111

各作の基肥リン酸施用区を100としたときの指数



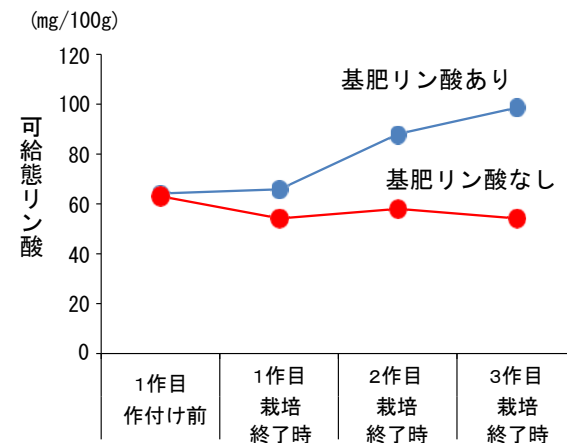
基肥リン酸施用の有無とリン酸吸収量

注) 図中の[]内の数値は、3作の累計吸収量。
可給態リン酸は1作目作付け前の値。

導入メリット（実証例）

基準に従い基肥リン酸を無施用とすることで

◆ 土壌中の可給態リン酸の蓄積を回避



◆ 慣行と比べて肥料費を約2万円/10a削減

〔平成29年9月における高知県内キュウリ主要3産地のJA販売平均価格に基づき、窒素施用量を42kg/10aとして試算〕

※ 技術開発機関：高知県農業技術センター

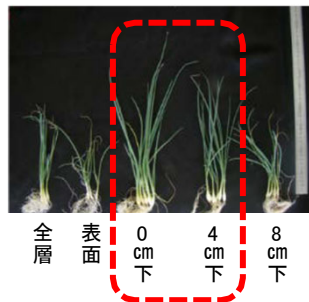
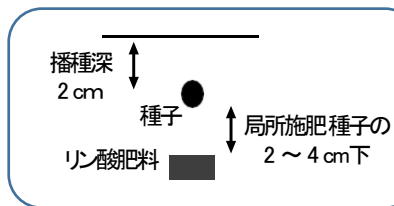
- 播種したタマネギ種子の直下に帯状にリン酸肥料を施用することにより、慣行と同等の収量を確保しつつ、基肥のリン酸施肥量の削減効果が期待できる。【実証例：タマネギで基肥のリン酸施肥量約30%削減】

技術の概要

直播したタマネギ種子の直下へ帯状にリン酸肥料を施用する技術

火山性土のタマネギ直播栽培において、

- ・ 基肥リン酸量の1/3～1/4（リン酸成分量で約10kg/10aの過リン酸石灰）を、コート種子直下 約2～4cm（幅3～4cm）へ局所施用。
- ・ 残りの基肥（2/3～3/4のリン酸、窒素及びカリ）は、全層施用。
- ・ 直下施肥により、初期生育が促進され、球の肥大開始が早まり、肥大期間を十分に確保可能。



施肥位置が草丈に及ぼす影響

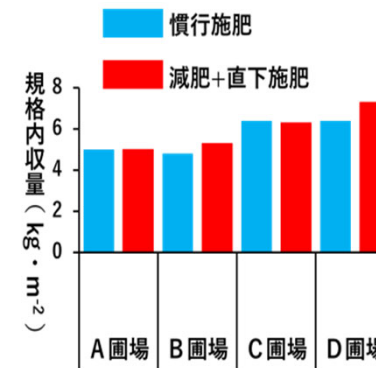


- ・ 減肥+直下施肥：N・P・Kを各10g/m²全層施用、過リン酸石灰をP10g/m²種子直下に局所施用
- ・ 慣行施肥：N10g/m²、P30g/m²、K10g/m²を全層施用

導入メリット（実証例）

減収することなく、基肥のリン酸施肥量を約30%削減

- ◆ 減肥により生育や肥大開始が遅れて減収することが多いが、直下施肥と組み合わせることで生育が促進され、収量は慣行と同等。



減肥+直下施肥では慣行に対してリン酸肥料のみ30～43%減肥して比較

減肥と直下施肥の組合せがタマネギの規格内収量に及ぼす影響の比較

- ◆ リン酸肥料の利用効率が高まり、収穫球のリン酸吸収量が施肥リン酸に占める割合を示す、みかけのリン酸利用率が1.7%向上。

※ 技術開発機関：農研機構北海道農業研究センター

- うね立て作業時に肥料をうね中央部に限定して施用する「**うね内部分施用法**」を導入することにより、慣行と同等の収量を確保しつつ、**施肥量と労働時間の削減効果**が期待できる。
【実証例：キャベツで**施肥量30～50%削減**、**労働時間30%削減**】

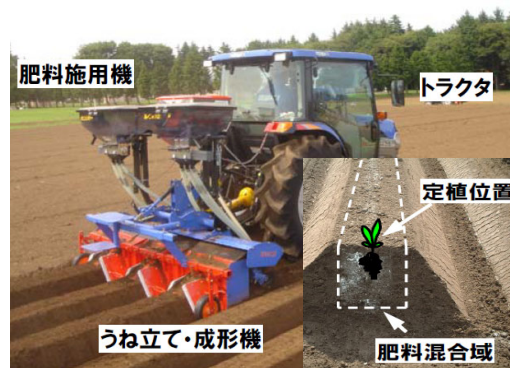
技術の概要

- ◆ **うね立て作業時に肥料をうねの中央部にだけ線状に土壤と混合して施用する技術。**
- ◆ 「**基肥散布**」、「**うね立て**」の作業を同時に行うことが可能。

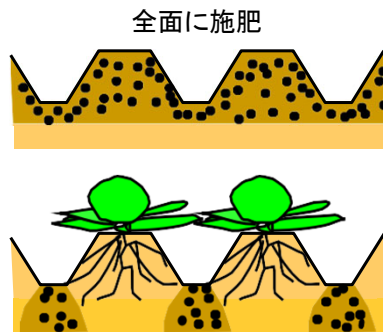
一般的な露地野菜で利用可

キャベツ、ハクサイ、レタス、ブロッコリー、カリフラワー、ダイコン、ニンジン、ダイズ、エダマメ、露地トマト、露地ナス、小ギク等

【うね内部分施用機】

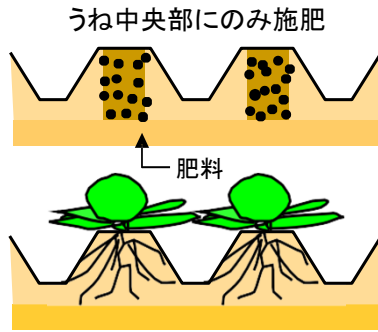


慣行(全面全層施用法)



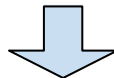
うね間の肥料は使われない

うね内部分施用法



肥料に無駄がない

うね立て時

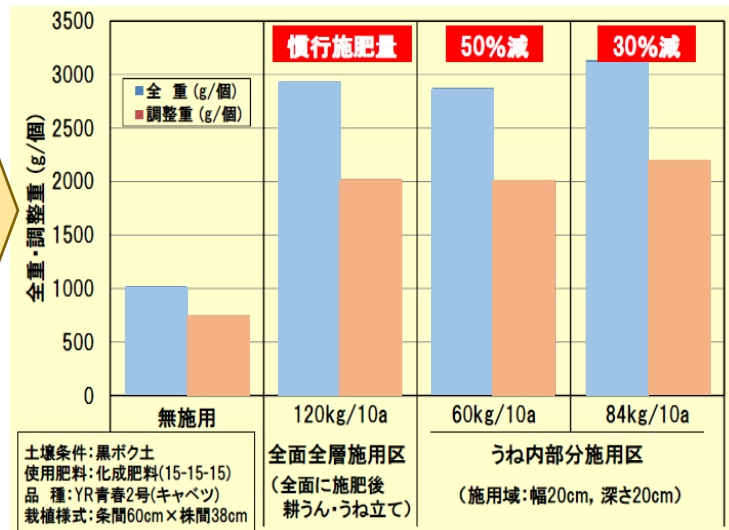


収穫時

導入メリット (実証例)

- ◆ **施肥量を30～50%削減**しても、**収量は慣行と同等**

【うね内部分施用法による収穫物重量】



- ◆ **移植前の作業工程の省力化**
(**耕うん・基肥労働時間30%削減**)

※ 資料: 農研機構「土壌診断、施肥法改善、土壌養分利用によるリン酸等の施肥量削減にむけた技術導入の手引き(平成26年3月)」

- リモートセンシングにより測定した生育状況等に基づいて作成した施肥マップを活用して、可変施肥機等により可変施肥（基肥、追肥）を行うことにより、収量増と施肥の適正化による施肥量（肥料コスト）削減が期待できる。
【実証例：秋まき小麦で収量8.7%増加、施肥量10.2%削減】

技術の概要

- ◆ 食味・収量センサ付きコンバインやドローンによるリモートセンシング等により測定した収量データや生育状況、土壌肥沃度等に基づいて施肥マップを作成。



- ◆ 施肥マップを基に、無人ヘリやドローン、可変施肥機（可変施肥対応の田植機やブロードキャスト等）を活用して、可変施肥（基肥、追肥）を実施。

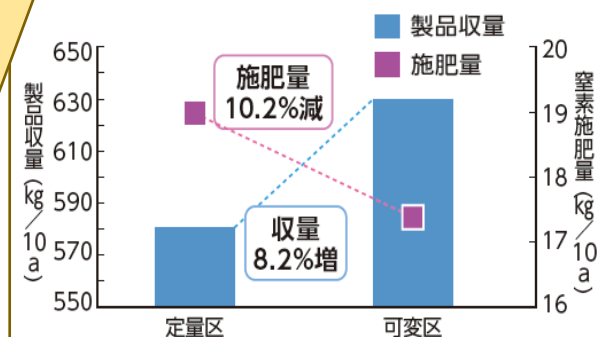


導入メリット（実証例）

- ◆ 生育ムラの改善（収量増）
- ◆ 施肥の適正化による施肥量（肥料コスト）の削減

秋まき小麦の起生期、幼穂形成期、止葉期の可変追肥により、

- ・ 収量8.7%増加
(580kg/10a ⇒ 630kg/10a)
- ・ 施肥量10.2%削減
(19.0kg/10a ⇒ 17.1kg/10a)



※ 資料：農林水産省「令和元年度 スマート農業実証プロジェクト」