

野菜用高速局所施肥機を 活用した畝内二段施肥法 標準作業手順書

公開版



目次

はじめに	1
免責事項	3
著作権等に関する事項	3
I. 野菜栽培におけるこれまでの局所施肥技術と開発した機械の概要	4
1.これまでの局所施肥技術	4
2.開発した機械の特徴	4
II. 野菜用高速局所施肥機の構成と操作	7
1.主な部位の名称とはたらき	7
2.肥料繰出部の概要と操作	11
(1) メインコントローラーの各部名称と基本操作	11
(2) GPS 連動作業を行うための手順	12
3.畝成形部の取扱いと基本設定	15
(1) 機械の取付	15
(2) リッジヤ（前部）高さ	16
(3) リッジヤ（後部）高さ	16
(4) リッジヤ（横部）高さ	17
III. 作業のポイント	18
1.機械の設定	18
(1) 転圧バネ調整ピンの設定	18
(2) 機体の水平（左右バランス）	19
(3) 作業速度と PTO 速度段の選択	19

2.ほ場の準備	19
(1) 前作残さの処理	19
(2) 作土深の確保	19
3.作業中	21
4.作業終了後	22
IV. 畝内二段施肥による栽培と効果	23
1.畝内二段施肥について	23
(1) 上層施肥位置と施肥量	23
(2) 下層施肥位置と施肥量	24
2.栽培試験事例	24
(1) キャベツ (条間 45 cm)	24
(2) キャベツ (条間 60 cm)	26
(3) ハクサイ (条間 60 cm)	28
(4) ブロッコリー (条間 60 cm)	30
V. 機械の導入効果	32
1.作業能率の向上	32
2.肥料の散布精度向上	33
3.経費の削減効果	35
(1) 孺恋村で利用される慣行機との比較	35
(2) 鹿屋市で利用される慣行機との比較	36
VI. 安全な作業のために	38
(1) 機械を導入したら	38
(2) 作業を始める前に	38
(3) 作業中	38
(4) 作業終了後	38

参考資料	39
担当窓口、連絡先	40

はじめに

キャベツ等の葉菜類は冷涼な気候を好み、夏秋キャベツは高標高地域で盛んに栽培が行われています。なかでも標高 1,000 m 以上に多くのほ場が分布する群馬県嬭恋村は、夏秋キャベツの全国出荷量約 45 万 t のうち半量を出荷する主要産地です（農林水産省野菜生産出荷統計、2018）。

現地では、接地輪方式（p.2 参考情報）で肥料を繰り出し畝の下層部に局所施肥を行うと共に、畝の天面にも同時に肥料を散布する畝立て施肥機が広く普及しています。その一方で、接地輪を動力源とする構造により施肥量のバラつきが生じるほか畝天面に散布する肥料が風雨で流失してしまうといった課題がありました（図 1）。



図 1 嬭恋村慣行機（左）と畝天面散布の様子（右）

そこで、農林水産省の農業機械等緊急開発事業（通称：緊プロ事業）において、高速高精度かつ施肥量低減への寄与を目指した野菜用高速局所施肥機（畝立て同時二段局所施肥機）の開発に取り組みました。なお、開発に当たり、条間を嬭恋村標準の 45 cm のみならず 60 cm の条間への対応も可能にすることによって、産地を限定せず幅広く使える作業機の開発を目指しました。開発機は、キャベツでの利用に限らず白菜やブロッコリーなどにも適用を拡大し、各地で取り組まれた実証試験の報告では減肥栽培の可能性にも言及されるなど、収益性の更なる向上に向けた期待が寄せられています。

共同で本機の開発に当たった上田農機株式会社及び株式会社タイショーから本格販売が開始されたことから、今後の普及を見据え、本開発機を利用した畝内二段施肥法についての手順書の発行に至りました。

本手順書は、機械の使用に当たってのポイントや、機械を利用した栽培事例を取りまとめたものです。機械の導入を検討している方はその判断材料として、機械を購入いただいた方は活用するための参考として本書を利用してください。

参考情報：接地輪

接地輪とは、作業機が備える車輪で、トラクターの進行に伴い地面との摩擦力により受動的に回転します。接地輪が転がる速度から作業速度の算出をしたり、回転する接地輪の車軸に歯車を付けることで動力が得られるほか、作業機自身の重さを支え、作業に適切な高さを維持する目的で利用されます。

接地輪に泥が付着することで直径が変化したり、傾斜地ではトラクターと共に作業機が細かく横滑りすることで、期待通りに回転せず、接地輪から得られる速度情報や動力が変動してしまうという欠点がありました。

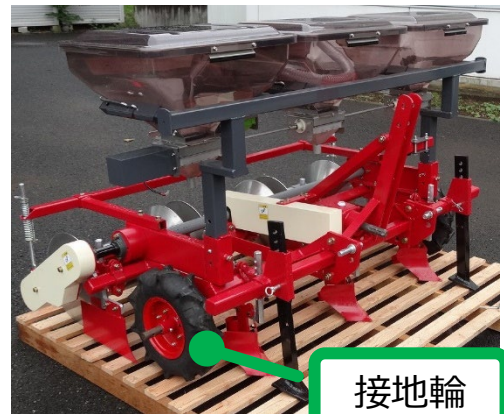


図2 開発機

■ 免責事項

- 農研機構は、利用者が本手順書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。
- 本手順書に掲載された情報の正確性や完全性について、農研機構は保証するものではありません。機械を利用することによる効果については、作物を栽培する地域、気候条件及び土壌条件等より変動することに留意してください。
- 製品の基本的な取扱いについては、製品に付属する取扱説明書を参照してください。
- 本手順書の各図については公開開始時のものです。製品の改良により、各部分の構造が変更されている場合があります。

■ 著作権等に関する事項

- 本手順書の記載内容は、「私的使用」又は「引用」など著作権法上認められた場合を除き、無断で転載、複製、販売などの利用はできません。

I. 野菜栽培におけるこれまでの局所施肥技術と開発した機械の概要

畝立てならびに施肥作業が人力から農業機械によって行われるようになるに当たり、省力化の面から全面全層施肥が一般的になりました。しかし、昨今の肥料価格高騰や環境負荷低減のための減肥などを目的として、植物体が利用できる範囲に限定して施肥を行う、すなわち局所施肥技術が開発され用いられるようになりました。

1. これまでの局所施肥技術

野菜向けの局所施肥技術は、①培土器で畝を成形しながら肥料をすじ状に流し落としていく作条型の方式、②作物を定植する場所の周辺に肥料を落としながらロータリーで混和し、続けて培土器で畝を立てる方式に大別されます。

①の方式は、根が養分を吸収しやすい位置に集中的に肥料を施すことで肥料の流出緩和及び利用効率の向上を狙ったものです。しかし、施肥位置が作物に近すぎた場合は濃度障害を起こしたり、逆に遠すぎた場合は初期生育が緩慢になる問題がありました。このため、地域によっては畝の表面に肥料を追加散布したり、畝立て前にほ場全面に薄く施肥を行うことで初期生育の確保を図るなど、効率化を狙った技術を利用するために一手間増えるといった課題もあります。②の方式はロータリーにより土壌との混和を行うため、濃度障害や肥料不足による生育不良の危険性は少なくなるものの、作業能率がロータリーの作業速度で制限される課題がありました。

2. 開発した機械の特徴

①の方式の課題に対しては、利点は残しつつ濃度障害を回避して初期生育を確保するため、畝内の上層と下層の2段に施肥を行う技術を開発しました。現在国内で販売される機械では唯一の方式です*。

②の方式の課題に対しては、ロータリーではなくリッジャ（培土器）を用いた簡易耕起による畝立て技術を採用しました。

更に、GNSS 等を利用して作業速度を取得することにより、地形やほ場条件に影響されずに設定した施肥量を高精度に繰り返す技術も取り入れました。

こういった技術の組み合わせにより開発されたのが、野菜用高速局所施肥機（畝立て同時二段局所施肥機）です（図 I -1）。



図 I -1 本機を構成する主要な技術と特徴

本機は、単条（1 畝 1 条）での栽培が可能なキャベツやアブラナ科葉菜類を主な対象としています。条間 45 cm 仕様は群馬県嬬恋村を中心とした夏秋キャベツを栽培する農家を、60 cm 仕様は全国の大規模露地野菜生産農家を想定して開発を行いました。

* 2022年7月現在、開発者調べ

～農研機構が実用化した畝立施肥技術～

農研機構が開発・実用化した「うね内部分施肥技術」は、本稿で紹介した局所施肥技術のうち、②作物を定植する場所の周辺に肥料を落としながらロータリーで混和して培土器で畝を立てる方式を高度化したものです。植物体の根が広がる畝中央部を下層まで四角形状に肥料と混和する技術で、農薬の同時混和やビニールマルチを張れるアタッチメントなどを利用できる特徴があります。



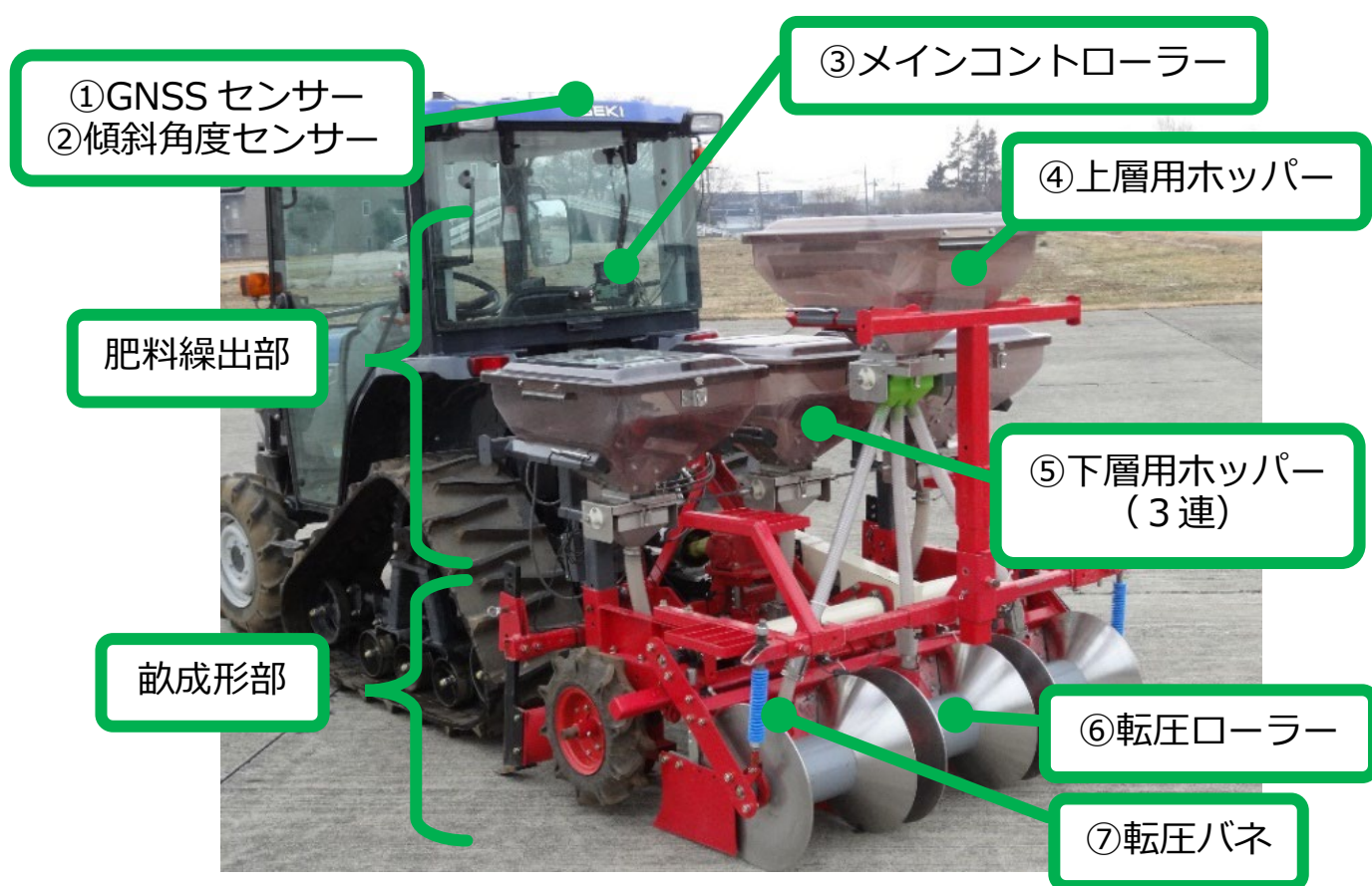
画像：農研機構研究成果パンフレット：露地野菜向け「うね内部分施肥技術」

図 I - 2 畝内部分施肥機で立てた畝の断面

Ⅱ. 野菜用高速局所施肥機の構成と操作

1. 主な部位の名称とはたらき

野菜用高速局所施肥機は、GNSS（Global Navigation Satellite System：衛星測位システム）センサーにより作業速度を計測し、それに応じて肥料を繰り出す「肥料繰出部」と、肥料を入れながら畝を成形する「畝成形部」から構成されます。以下図Ⅱ-1とⅡ-2で、各部の名称とはたらきについて記載します。諸元は表Ⅱ-1に記載しました。



図Ⅱ-1 機体全体（左後方から）

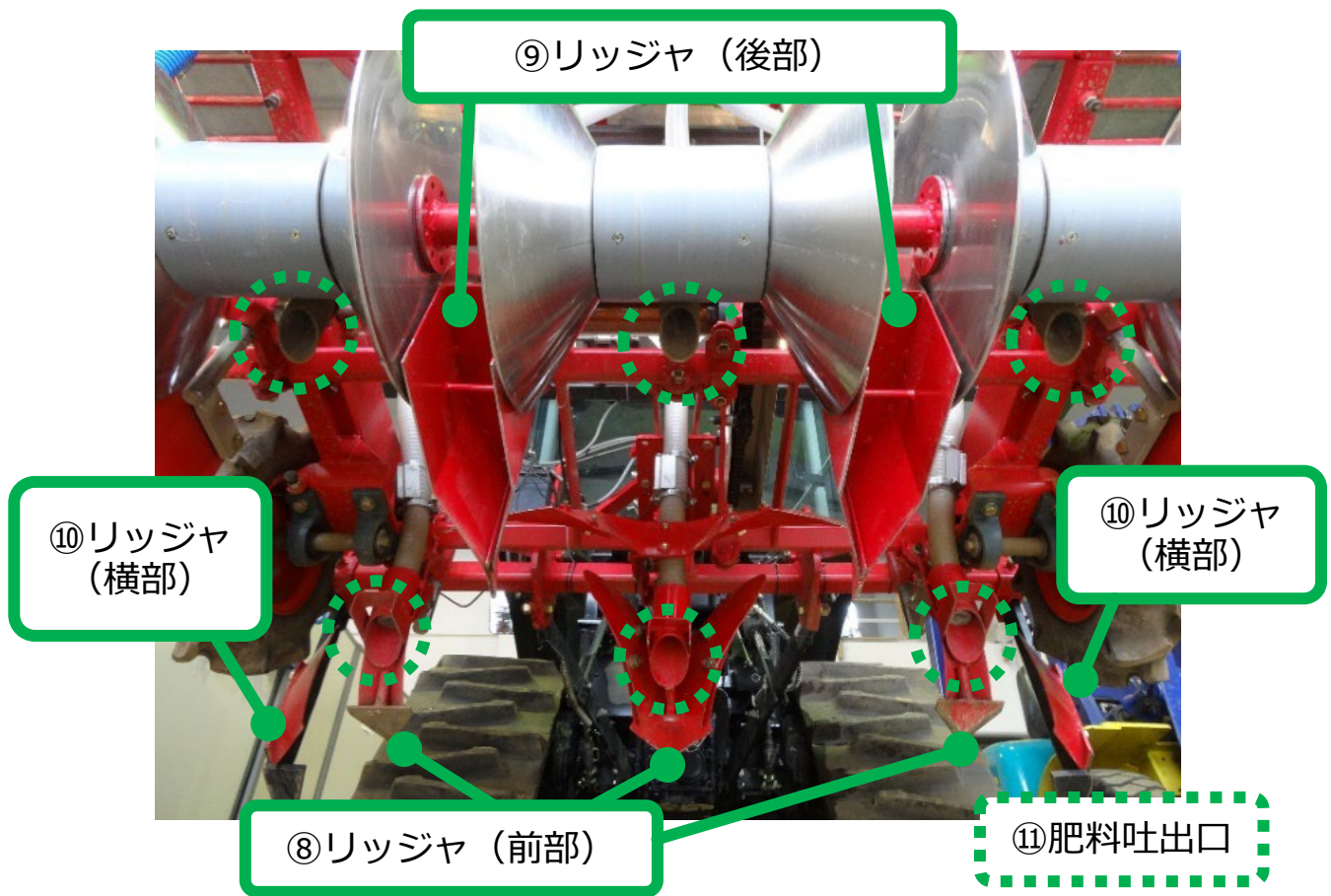
【肥料繰出部】

- ① GNSS センサー：GNSS の電波を受信し、作業速度を計測します。
- ② 傾斜角度センサー：肥料の繰出量を補正するため、ほ場の傾きを計測します。
- ③ メインコントローラー：施肥量を入力したり、GNSS センサーと傾斜角度センサーから得られた信号情報より、肥料の繰出量を調節します。

- ④ 上層用ホッパー：畝の上層（深さ 5 cm 前後）に施肥する肥料を入れるホッパーです。
- ⑤ 下層用ホッパー：畝の下層（深さ 15 cm 前後）に施肥する肥料を入れるホッパーです。

【畝成形部】

- ⑥ 転圧ローラー：PTO（Power Take Off：動力伝達軸）の動力により回転し、畝を成形します。
- ⑦ 転圧バネ：主に土の抱え込み具合と畝の締め固め具合を調節します。

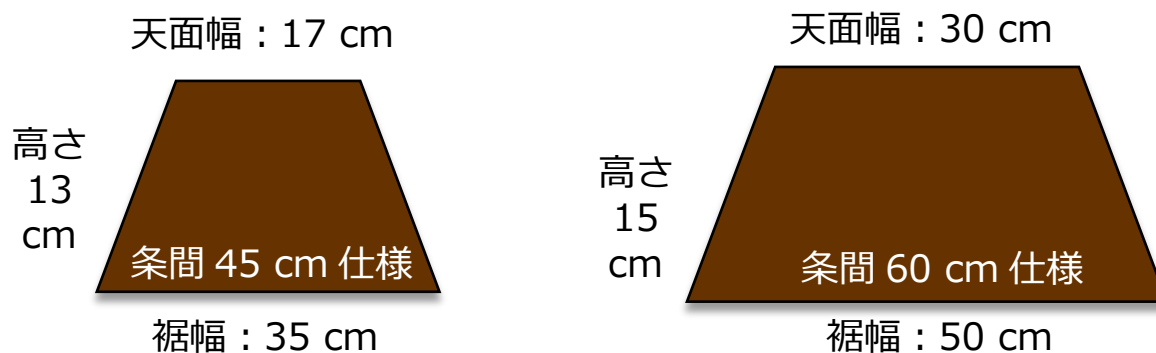


図Ⅱ-2 畦成形部の様子（機体後方下部から）

- ⑧ リッジヤ（前部）：土をかき分け、肥料を落とす溝を掘ります。
- ⑨ リッジヤ（後部）：前部のリッジヤがかき分けた土を溝に戻しながら更に寄せ上げます。
- ⑩ リッジヤ（横部）：外側から土をかき込み、トラクターの踏圧で圧縮されて不足する土のかさを補います。

⑪ 肥料吐出口（破線部）：前部リッジ、後部リッジの後に設置されるパイプで、下層施肥、上層施肥の肥料を排出します。

畝は転圧ローラーによって成形されます。形成される畝の形状は図Ⅱ-3に示すとおり、条間45 cm仕様で天面幅、高さ、裾幅が、約17、13、35 cm、条間60 cm仕様で同様に約30、15、50 cmです。



図Ⅱ-3 畝の形状

左：条間 45 cm 仕様、右：条間 60 cm 仕様

表Ⅱ-1 主要諸元

		条間 45 cm 仕様	条間 60 cm 仕様	
機体寸法	全長(mm)	1,300	1,200	
	全幅(mm)	1,750	2,100	
	全高(mm)	1,600		
		質量(kg)	430	450
トラクター	出力(kW)	18～	26～	
推奨出力	馬力 (PS)	25～	35～	
上層 施肥部	ホッパー容量 (L)	55		
	施肥量(kg/10a)	10～30 (作業速度 4 km/h 時)		
	施肥位置・深さ(cm)	畝中央・3～8		
	繰出方式	横溝口ール式		
下層 施肥部	ホッパー容量 (L)	55×3 個		
	施肥量(kg/10a)	100～250 (作業速度 4 km/h 時)		
	施肥位置・深さ(cm)	畝中央・15		
	繰出方式	横溝口ール式		
コント	上層、下層施肥部を速度連動制御			
ローラー	GNSS センサーで速度検出、傾斜角度センサーで補正			

2. 肥料繰出部の概要と操作

ここでは、ほ場作業を行うために必要となる操作を中心に説明します。詳細な操作方法については、機械に付属する取扱説明書を参照してください。

(1) メインコントローラーの各部名称と基本操作



*パネルデザインは型式を問わず全て同一

図Ⅱ-4 メインコントローラー

- ①. 液晶画面
- ②. 電源スイッチ
- ③. GPS*受信中ランプ
- ④. 速度異常ランプ
- ⑤. 上層施肥ランプ
- ⑥. 下層施肥ランプ
- ⑦. 散布切替ボタン
- ⑧. GPS*連動ランプ
- ⑨. GPS*解除ランプ
- ⑩. GPS*連動/GPS*解除ボタン
- ⑪. ダウンボタン
- ⑫. アップボタン
- ⑬. OK ボタン
- ⑭. 戻るボタン
- ⑮. 設定ボタン
- ⑯. 表示切替ボタン
- ⑰. モーター運転スイッチ
- ⑱. 上下層散布量微調整ダイヤル

* : GPS は GNSS の一種で米国の測位システムを指す名称ですが、市販機では認知度の高い GPS の名称を使用しています。以降、GPS で名称を統一します。

- 1) 電源スイッチ：「入」にすると約 3 秒後に初期画面が表示されます。
- 2) 散布切替ボタン：上層又は下層だけに肥料を施肥したい場合に、肥料を施肥する場所を切り替えられます。
- 3) GPS 連動／GPS 解除ボタン：押す度に液晶画面とランプが【GPS 連動⇔GPS 解除】で交互に切り替わります。
 - ・GPS 連動：車速に連動して単位面積当たりの施肥量が一定になるよう自動的に調節します。
 - ・GPS 解除：車速に連動せず、一定の速度で肥料を繰り出します。車速が変動すると単位面積当たりの施肥量も変動します。
- 4) 設定ボタン：作業幅や単位面積当たりの施肥量を設定する画面が開きます。操作は⑪～⑭のボタンで行います。

(2) GPS 連動作業を行うための手順

ここでは、畝立て施肥作業を行うために事前に設定や把握しなければならない項目について記載しています。操作方法の詳細や、その他の設定方法等は機械に付属する取扱説明書を確認してください。

GPS 連動ランプが点灯した状態で設定ボタンを押すと、何を設定しますか？と表示され、1) 作業幅、2) 上層散布、3) 下層散布の設定メニューが開きます。

1) 作業幅の設定

1 行程で繰り出す肥料の量を決定するため、作業機の作業幅を入力します。条間 45 cm 仕様は 1.4 m、条間 60 cm 仕様は 1.8 m と入力してください。

2) 上層散布の設定

メニューを開くと順に①上層量、②微調整、③調量 1、④調量 2 が表示されます。

①上層量には 10 a 当たりの施肥量を入力します。分量ではなく、肥料現物の投入

量を入力してください。

②微調整は、ほ場で試し運転を行った後で操作します。肥料の消費量が想定より多かったら減量、少なかったら増量する方向に調整します。

③調量 1、調量 2 は、肥料の銘柄ごとに異なるかさ密度（参考情報）を機械に登録するための作業です。精度の良い作業を行うためには、少なくともシーズンごと、あるいは肥料の銘柄を変えるごとに実施してください。同じ肥料でも天候によって水分を含むなど条件が変わる場合がありますので、その日の作業前に毎回調量作業を行うことを推奨します。なお、実作業時と同じ繰出条件にするため、調量作業はトラクターのエンジンを動かし、バッテリーの電圧を安定させた状態で行ってください。

ホッパーに肥料を入れた状態で調量 1 を OK で選択すると 30 秒間肥料散布ロールが弱回転しますので、繰り出された肥料全量をバケツ等で受け、その質量をメインコントローラーに入力します。入力を終わるとカーソルが調量 2 に移動しますので、OK を押

参考情報：かさ密度

一定の容積の容器に目いっぱい肥料等を詰め込んだ場合の、見かけ上の密度（肥料の重さを容積で割った値）のことです。粒形が大きいほど容器内の間隙が大きくなるため、かさ密度は下がる傾向にあります。本機は、容積を基に肥料を繰り出す機構のため、事前にメインコントローラーに肥料の質量と容積を換算するための、かさ密度を調量作業で登録する必要があります。



図Ⅱ-5 肥料を計量する肥料散布ロール

してください。今度は肥料散布ロールが 30 秒間強回転しますので同様に計量して入力を行ってください。

以上で上層散布の設定が終わります。

3) 下層散布の設定

上層と同様に、肥料の条件が変わるたびに調量作業を実施してください。基本的な操作方法は上層施肥と同一ですが、以下の点が異なりますので注意してください。

- ・作業時と同じ繰出条件にするため、3カ所のホッパー全てに肥料を入れ、全てのホッパーから肥料を出してください（受け止める容器が3個必要）。
- ・3カ所から繰り出される肥料をそれぞれバケツ等で受けますが、計量した重さを入力するのはホッパー1カ所分です。

4) GPS 連動作業の実施

GPS 連動では、衛星から受信した信号により車速を計測し、作業速度の変動があっても均一な施肥量となるよう自動で繰出速度を調節します。GPS 受信ランプが点灯している場合に機能が有効になっています。ランプの点灯状態と警告音は以下の状態を示します。

① ランプ点灯 & 警告音無し : 正常に衛星信号を受信中。

設定通りの肥料が撒けている状態

② ランプ点滅 & 断続警告音 : GPS の衛星捕捉中。

メインコントローラーのスイッチを入れた直後など、作業開始前からランプが点滅している状態では肥料散布が行われません。

作業中に衛星信号の受信状態が悪化し、①から②の状態に切り替わった場合には、肥料は直前の繰出速度が維持され、作業を継続することができます。衛星信号を再び捉えると①の状態に戻ります。

③ ランプ消灯 & 連続警告音 : 規定の作業速度範囲の上限や下限から外れた

場合など、作業継続に異常が発生中。

規定の速度範囲から外れている場合は、作業速度を速度範囲に収まるよう調節することで①の状態に戻ります。速度を調節しても戻らない場合は、故障の可能性があるので作業を中断し、メーカーに機械の点検を依頼してください。

3. 畝成形部の取扱いと基本設定

ここでは、ほ場作業を行うために必要となる操作を中心に説明します。詳細な操作方法については、機械に付属する取扱説明書を参照してください。

(1) 機械の取付

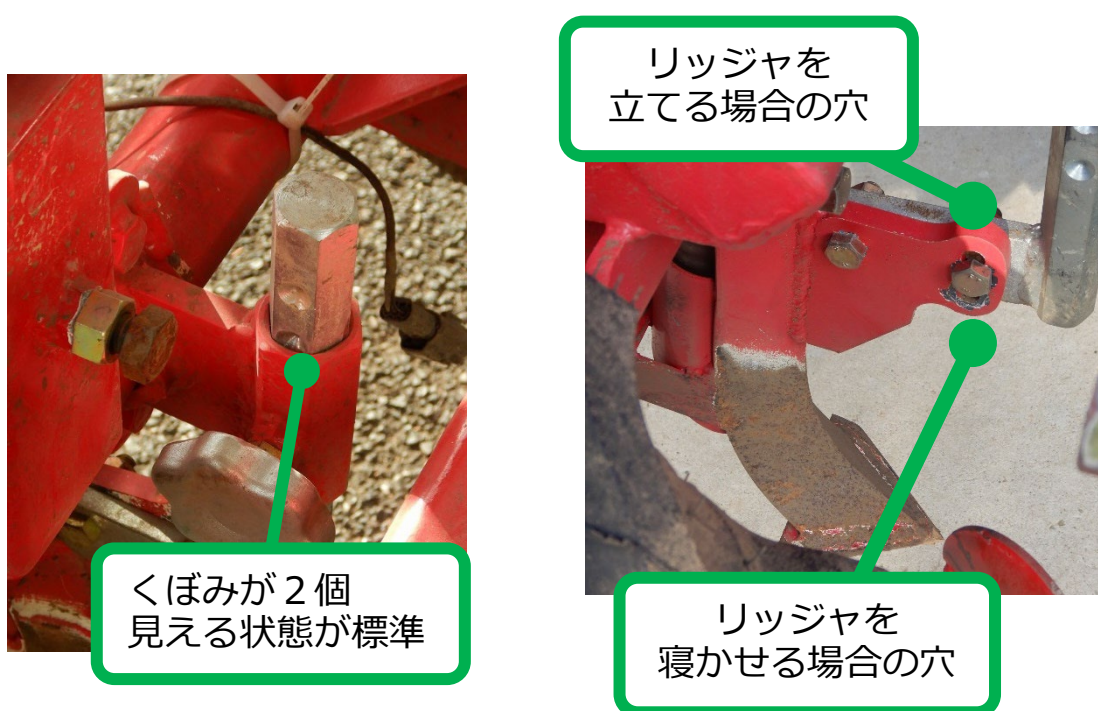
作業機はトラクターの3点リンクに直接取り付ける直装式です。まずは平坦な路面においてトラクタに装着し、メインフレームがやや前下がりとなるようにトップリンクの長さを調節します。次に、畑に入り本調整を行います。作業機を下ろして数m走り、前部のリジヤが十分に土に潜った状態でメインフレームがほぼ水平となるようトップリンクの長さを再び調節してください（図Ⅱ-6）。



図Ⅱ-6 機械側面

(2) リッジ (前部) 高さ

下層施肥位置を決めます。銀色の腕のくぼみが、赤い締付け固定部の上に2個見えている状態を標準とし (図Ⅱ-7左)、下層施肥位置を深くしたい場合はリッジを下げ、下層施肥位置を浅くしたい場合はリッジを上げてください。なお、リッジの角度も4段階で調節することができます。下から2番目の穴を標準とし、踏圧等によりリッジが土壌に入っていくにくい場合はリッジの角度を立てる方 (上側の穴) へ調整してください (図Ⅱ-7右)。



図Ⅱ-7 リッジ (前部) 標準状態

(3) リッジ (後部) 高さ

上記 (2) と同様に、銀色の腕のくぼみが締付固定部の上に2個見えている状態を標準とします。機体内側に抱え込んだ土が、リッジを乗り越えて大量に畝間にこぼれ落ちる場合は、リッジの取付位置が深いので浅くしてください。逆に、畝の天面に窪みができる場合は、リッジの取付位置を深くすることで畝の成形具合が改善する場合があります。

(4) リッジ (横部) 高さ

リッジ固定部の上から、固定用のピン穴が2個見えている状態を標準とします。3条の畝のうち左右の2条の畝の外側肩部の土が特に不足する場合は、リッジを深くします (図Ⅱ-8)。



図Ⅱ-8 リッジ (横部) の標準位置

Ⅲ. 作業のポイント

1. 機械の設定

(1) 転圧バネ調整ピンの設定

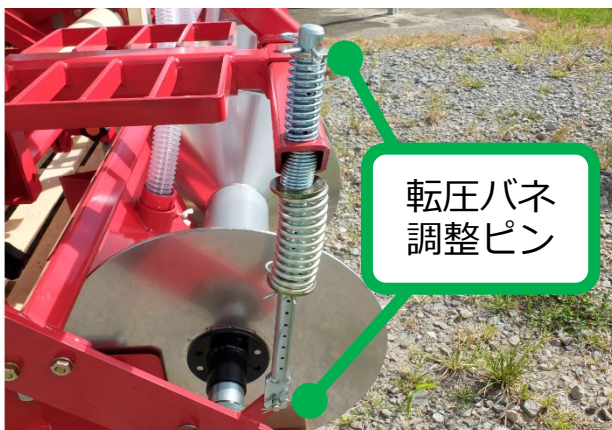
転圧バネ調整ピンは、図Ⅲ-1 に示すように上部と下部に取り付けられています。上部のピンは転圧ローラーの可動範囲を調整し、下部のピンで押し付け圧力を調整します。

1) 上部のピンの調整 標準位置：一番上の穴

上部のピンの穴位置を下にずらすと、転圧ローラー高さが規制され下がりにくなります。土がよく砕土され空気の含みが良すぎて、転圧ローラーのすり切り板を超えてあふれるような場合は、上部のピンの穴位置を下にずらしてみてください。

2) 下部のピンの調整 標準位置：平坦な路面上に作業機を下ろした状態で、転圧バネの圧力がかからず、バネを手でつかんで揺らして若干のガタを感じる程度の状態

下部のピンの穴位置を上へずらすと、転圧ローラーの圧力が高まります。土の抱え込み量が不足し畝の天面にくぼみが発生したり、畝の肩が崩れる場合は（図Ⅲ-2）、下部のピンを一段ずつ高い位置へずらし、転圧バネの圧力を高めてください。また、降雨後の土壌水分が高い状態では土が締りやすくなるほか、土を抱え込み過ぎて作業機から土があふれたり、転圧ローラーへの土の付着が増加するため、下部のピンを一段ずつ低い位置へずらし、転圧バネの圧力を下げてください。



図Ⅲ-1 転圧バネ



図Ⅲ-2 畝の天面がくぼんでいる状態

(2) 機体の水平（左右バランス）

機械が地面に対して左右のどちらかに傾いていると、高くなっている側の土の抱え込みが減り、畝を成形するための土が不足するようになります。トラクターの水平制御や傾斜地水平制御を利用し、左右の土の抱え込み量が同程度となるよう調整します。

(3) 作業速度と PTO 速度段の選択

角の立った畝を作るためには、転圧ローラーの回転速度が適切であることが重要です。走行速度に対して転圧ローラーの回転が速過ぎると、畝の肩が崩れる原因となります。作業速度が 1.4 m/s（5 km/h）前後となるトラクターの走行速度段に対して、PTO 速度段を 1 速にすることを基本としてください。トラクターの作業速度と PTO 回転速度を独立して設定することができるトラクターについては、畝の肩が崩れがちなときは PTO 回転速度を下げる方向に、畝の天面が波うつときは回転速度を上げる方向に調節してください。PTO 回転速度の基本設定は、作業速度が 1.4 m/s（5 km/h）の時に 540 rpm です。なお、作業速度を高めた方が土を抱え込みやすく、畝の立ち方が良好になります。

2. ほ場の準備

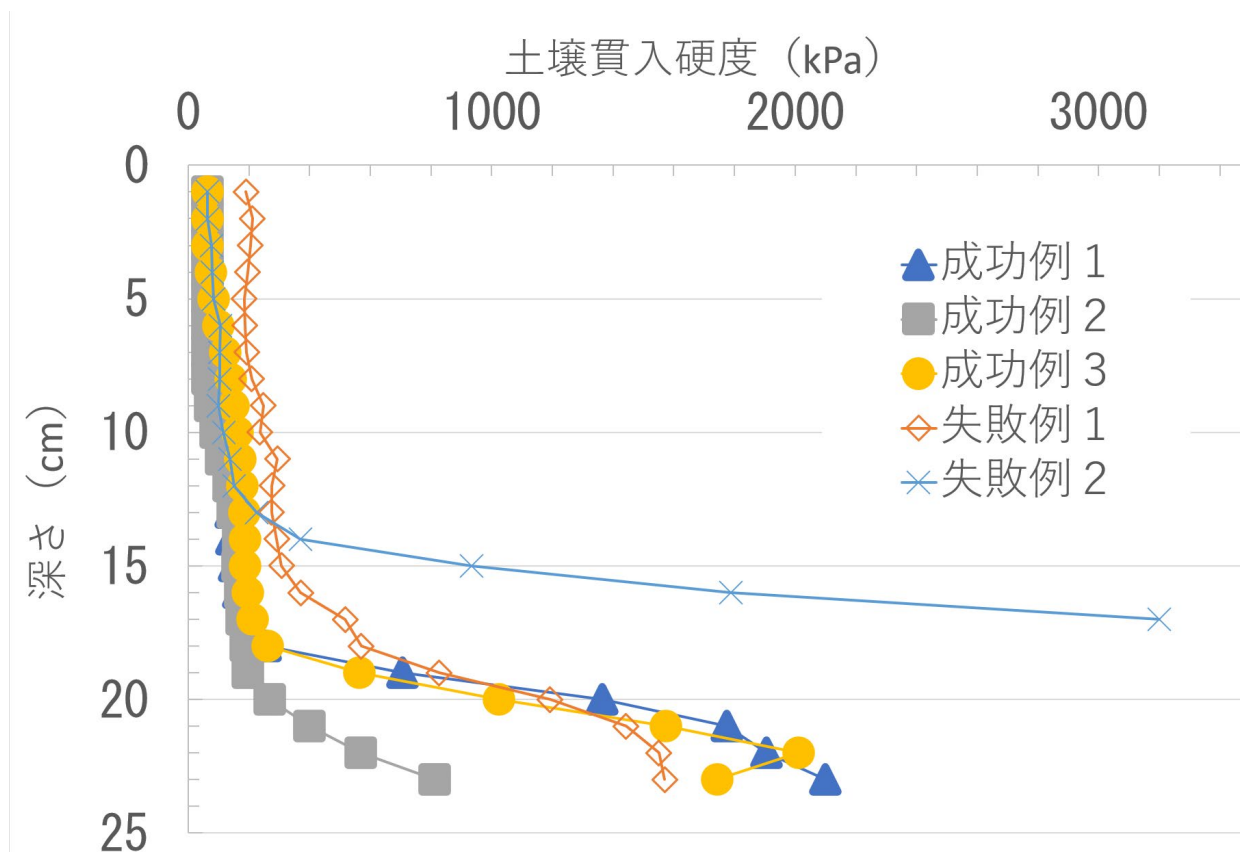
(1) 前作残さの処理

前作物の残さが多く残っているとリッジに残さが引っかかり、機械内部で土が滞留して畝を立てることができなくなります。前作の終了後は、残さをなるべく早い時期にほ場外に持ち出すか、すき込み処理するようにしてください。

(2) 作土深の確保

本機は、リッジで土をかき上げたり、かき寄せることで畝を成形します。このため、ほ場の浅い位置に耕盤が形成されている等、作土層が浅いほ場では畝立てに必要な土が確保できず畝の天面にくぼみができる場合があります。また、畝立て施肥作業を行う前の耕うん作業では、図Ⅲ-3 から判別できるように耕うん後の深さで 20cm 程度までは柔らかい状

態を確保できるように碎土をすることが望ましいです。図Ⅲ-3は、様々な条件で畝立てを行い、畝立が上述のようにできる（成功）/できない（失敗）を示した図です。縦軸が深さ、横軸が土壌の硬さを表し、下にいくほど深い場所、右にいくほど土壌が固いことを示します。



図Ⅲ-3 土壌の深さ別の硬さと畝立て作業の成否

- ✓ 成功例 1～3 (▲・■・●) : 深さ 20 cm 程度まで柔らかい。
- ✓ 失敗例 1 ◇ : 浅いところから土壌が固めなほ場。耕うん後に長期間放置し、表層が雨で締め固められた状態で作業したもの。
- ✓ 失敗例 2 × : 浅いところは柔らかいが、深さ 15 cm 程度に耕盤があるほ場。水稻の後作で、事前の耕うんが不十分な状態で作業したもの。

図Ⅲ-4は農機研敷地内のほ場（黒ボク土）の耕うん直後、十日後、一か月後の写真を並べたものです。耕うん直後は数 cm の深さで足が沈むほど表土が碎土されています

が、日を追うごとに徐々に締まり、一か月後には足跡もつかない締まり具合となります。失敗例 1 はこのように表土が締まった状態で作業を行ったものです。また、耕うん後のほ場の碎土状態を、本機で作業するための理想的な状態で何日間維持できるかは、土壌の種類や管理の状態、また天候に左右されるため一概に言えませんが、地表面が降雨などにより締まり始める前に、耕うん後日を置かずに畝立て作業を行うようにしてください。



図Ⅲ-4 耕うん直後から一か月後までの土壌表面の変化

3. 作業中

GPS 連動作業を行う場合、肥料の種類や設定施肥量によって作業速度の対応範囲が変わります。調量作業終了後に、対応可能な作業速度の範囲がメインコントローラーに表示されますので、その範囲内の速度で作業を行ってください。表示切替ボタンを押すことで、設定施肥量などを表示する画面と作業速度の範囲を示す画面を切り替えることがで

きます。対応範囲外の速度では、設定した量の施肥ができません。速度の対応範囲を外れた場合、警告音とランプでオペレータに通知されます。

本機の作業速度は最速 1.4 m/s (5 km/h) です。無理のない速度で作業を行うようにしましょう。

4. 作業終了後

一日の作業が終わった後は、ホッパーから肥料を取り出し、肥料散布ロールに残った肥料を排出してください。肥料を残したままにしておくと吸湿作用により水分を含んで固着し、機械の故障の原因になるほか、肥料のかさ密度が変化して目標とする施肥量と実施施肥量の誤差が大きくなる原因となります。

電動で肥料を排出するには、GPS 連動/GPS 解除ボタンにより GPS 連動を解除してください。車体が停止していても肥料を排出することができます（図Ⅲ-5）。

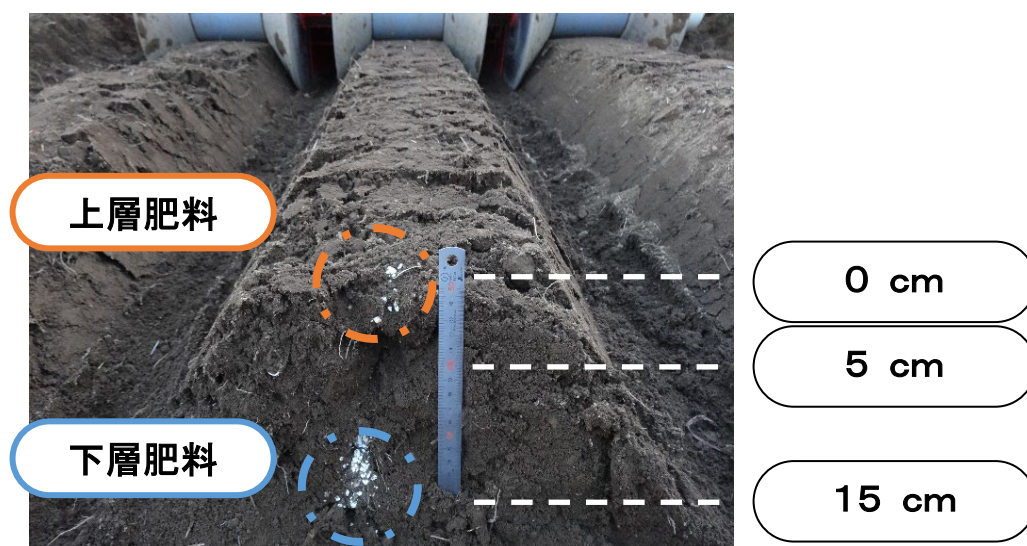


図Ⅲ-5 肥料の排出

IV. 畝内二段施肥による栽培と効果

1. 畝内二段施肥について

上層施肥は、苗の定植直後の初期生育に、下層施肥はある程度生育が進んだ中後期の生育に対応します。上層の局所施肥による初期生育の安定と、下層の局所施肥による高い肥効率が期待できます。定植直後から効率的に肥料成分を供給することができることを一つの要因として、慣行の施肥法と比べて収穫に適した球重になるまでの日数が短縮されるという実証試験結果が報告されています。



図IV-1 畝内施肥位置（条間 45 cm 仕様）

上層施肥は畝の中央部、天面より約 3～8 cm の深さの範囲で施肥することができます（図IV-1 は上層深さ 3cm を目安に設定した例）。下層施肥は、畝の中央部、天面より約 15 cm の深さに施肥することができます。

(1) 上層施肥位置と施肥量

上層施肥について、施肥位置は畝中央部深さ 3～5 cm 程度とし、キャベツの場合で施肥量の目安は黒ボク土の畑で即効性の高度化成肥料を用いた場合に、窒素量を 2 kg/10a としています。3 kg/10a まで増やすと葉の褐変症状が増加した場合もあるため、使用する肥料の成分量と土壌の状態を見ながら量を調節してください。

(2) 下層施肥位置と施肥量

下層施肥について、施肥位置は畝中央部深さ 15 cm 程度とし、施肥量は総施肥量から上層施肥量分を差し引いた量としています。キャベツの場合、定植から収穫まで 90 日以上を要する中晩生種については、緩効性肥料を使うことが基本です。局所施肥は肥料の密度が高まることで窒素成分の硝化が抑制されるという報告がありますので、肥料の種類と量の選択は実際の栽培で生育の様子を確認しながら決めるようにしてください。

2. 栽培試験事例

本機の開発試験で実施した栽培試験の事例を紹介します。なお、この結果は、あくまでも一つの事例であり、全ての品種、作型で同様の結果が得られることを保証するものではありません。地域の作型に合わせて小規模な栽培から肥料の種類や量などの検討を始めてください。なお、収穫調査ですが、各試験区 3 反復、病気で腐敗した株を除いてそれぞれ連続 10 株ずつ収穫を行いました。ここで得られた 3 つの平均値から標準誤差を計算し、棒グラフにエラーバーとして記載しています。

(1) キャベツ (条間 45 cm)

群馬県農業技術センター高冷地野菜研究センター（同県嬭恋村）で実施した試験結果です。現地の慣行体系は接地輪方式の畝立て同時施肥機であるため、下層の局所施肥 + 畝天面施肥を慣行施肥として栽培試験を行いました。結果は、慣行施肥の総窒素量 20 kg/10a に対し、二段施肥により 3 割減肥した場合でも平均結球重が同等で、統計的にも同等の生育でした（表Ⅳ-1、図Ⅳ-2）。概要は以下のとおりです。なお、嬭恋村（観測地点：田代）の年間降水量の平年値は 1503 mm、年間を通じた平均気温の平年値は 7.4 °C です。

1) 耕種概要

供試品種：初恋 育苗：セル成型苗、200 穴セルトレイ

定植日：平成 29 年 5 月 11 日 収穫日：平成 29 年 8 月 2 日

栽培様式：条間 45 cm, 株間 30 cm

使用肥料：【上層】くみあい磷硝安加里 1 【下層】輝 90

2) 試験区の構成

①慣行施肥（局所施肥＋畝天面施肥） 総窒素量 20 kg/10a

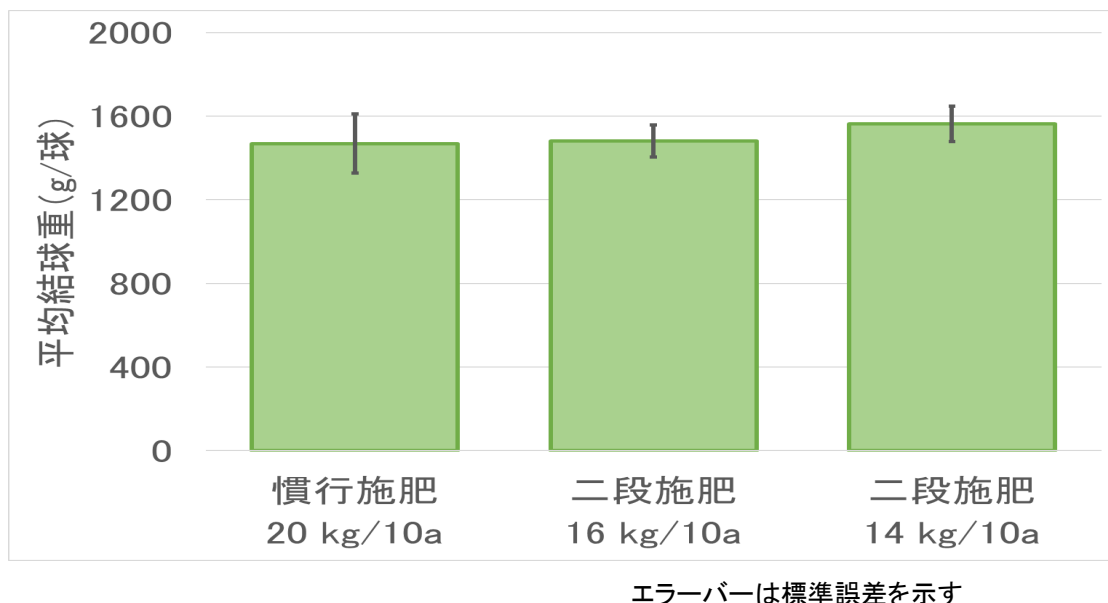
②二段施肥 総窒素量 16 kg/10a（2割減肥）

③二段施肥 総窒素量 14 kg/10a（3割減肥）

3) 収穫時の調査結果

表IV-1 栽培試験結果 1（キャベツ）

試験区	試験結果（g）		慣行比
	平均結球重	標準誤差	
①慣行施肥	1,468	141	100
②二段施肥（2割減肥）	1,481	76	101
③二段施肥（3割減肥）	1,562	84	106



図IV-2 栽培試験結果 1 (キャベツ)

(2) キャベツ (条間 60 cm)

鹿児島県農業開発総合センター大隅支場 (同県鹿屋市) で実施した試験結果です。現地の慣行体系は全面全層施肥のため、肥料を事前に全面散布及び全層混和して栽培試験を行いました。結果は、慣行施肥の総窒素量 15 kg/10a に対し、二段施肥で 3 割減肥した総窒素量 10.5 kg/10a の場合でも平均調製重が 1 割以上大きく統計的にも差があるという結果でした (表IV-2、図IV-3)。概要は以下のとおりです。

なお、本試験では施肥量を 5 割減肥とした場合も試行しており、平均結球重が 1539 g という結果で、慣行施肥と統計的にも違いが見られない結果が得られました。ただし、この結果は、全国のほ場にそのまま適用できるものではありません。減肥に取り組む場合は、慣行の施肥量を基準として、少しずつ小面積から始めるようにしてください。

1) 耕種概要

供試品種：夢舞台 育苗：セル成型苗、128 穴セルトレイ

定植日：平成 29 年 9 月 6 日 収穫日：平成 29 年 12 月 4 日

栽培様式：条間 60 cm, 株間 35 cm

使用肥料：【上層】くみあい BB48 号 【下層】園芸用 BB555 号

2) 試験区の構成

①慣行施肥（全層施肥） 総窒素量 15 kg/10a

②二段施肥 総窒素量 15 kg/10a （慣行施肥量）

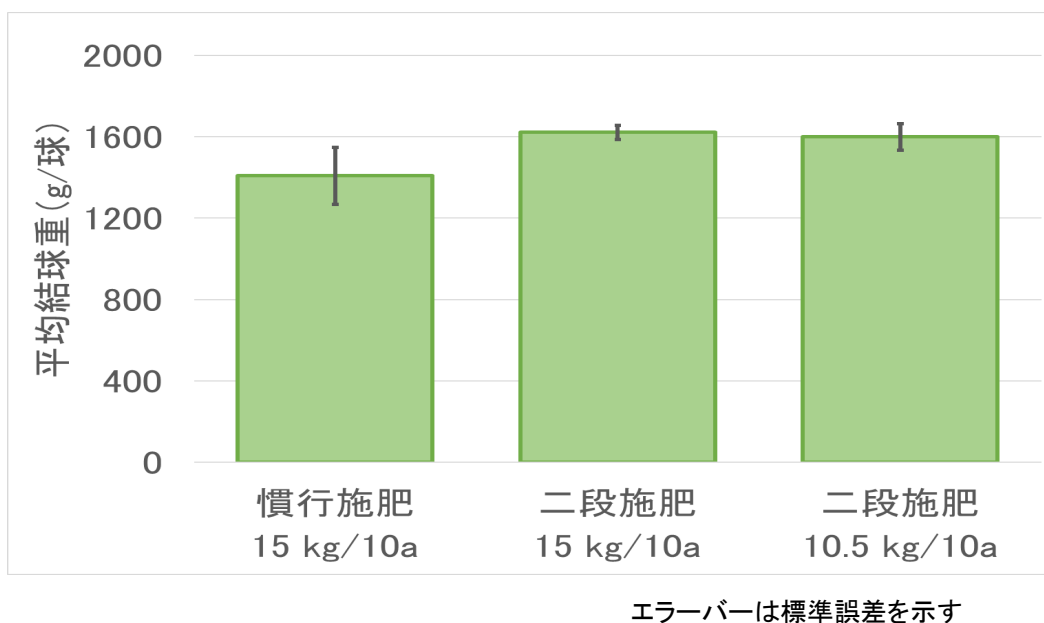
③二段施肥 総窒素量 10.5 kg/10a （3 割減肥）

3) 収穫時の調査結果

表IV-2 栽培試験結果 2（キャベツ）

試験区	試験結果（g）		慣行比
	平均結球重	標準誤差	
①慣行施肥	1,408 ^a	140	100
②二段施肥（慣行施肥量）	1,621 ^b	34	115
③二段施肥（3 割減肥）	1,599 ^b	65	114

* 平均結球値にある異なる添え字は、Tukey の多重比較法により 5% で有意に異なることを示す



図IV-3 栽培試験結果2 (キャベツ)

(3) ハクサイ (条間 60 cm)

(2)と同様に鹿児島県農業開発総合センター大隅支場での試験結果です。現地の慣行体系は全面全層施肥のため、肥料を事前に全面散布及び全層混和して栽培試験を行いました。結果は、慣行施肥で総窒素量 18 kg/10a に対し、二段施肥で3割減肥した総窒素量 13 kg/10a の場合でも平均結球重は同等で、統計上も差がありませんでした(表IV-3、図IV-4)。概要は以下のとおりです。なお、鹿屋市(観測地点:鹿屋)の年間降水量の平年値は 2686 mm、年間を通じた平均気温の平年値は 17.6 °Cです。

1) 耕種概要

供試品種:黄楽 70 育苗:セル成型苗、128 穴セルトレイ

定植日:令和元年 10 月 16 日 収穫日:令和元年 12 月 26 日

栽培様式:条間 60 cm, 株間 35 cm

使用肥料：【慣行基肥】ハクサイ配合 【追肥】NK2号
 【上層】ハクサイ配合 【下層】ハクサイ配合

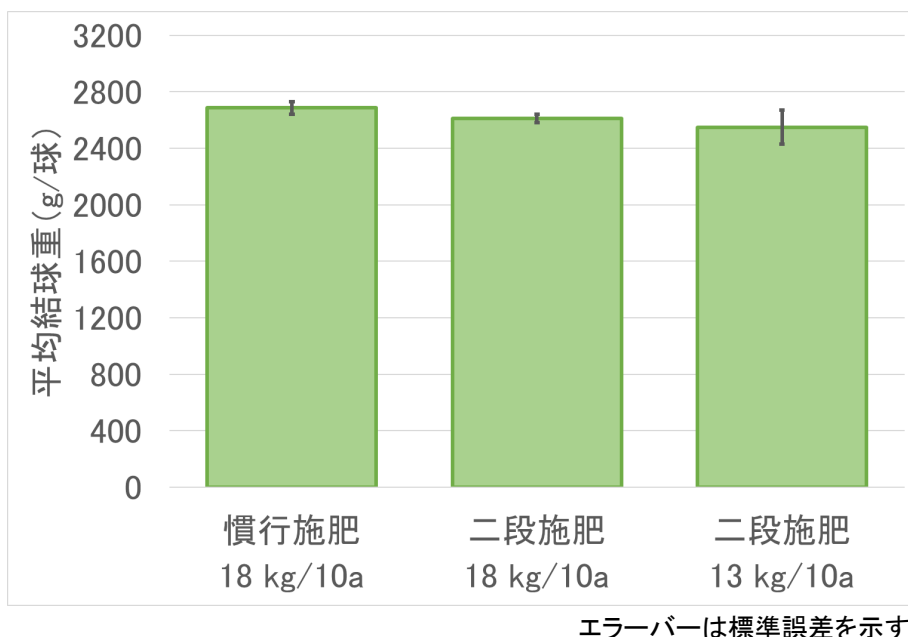
2) 試験区の構成

- ①慣行施肥（全層施肥） 総窒素量 18 kg/10a
- ②二段施肥 総窒素量 18 kg/10a
- ③二段施肥 総窒素量 13 kg/10a（3割減肥）

3) 収穫時の調査結果

表IV-3 栽培試験結果 3（ハクサイ）

試験区	試験結果（g）		慣行比
	平均結球重	標準誤差	
①慣行施肥	2,686	44	100
②二段施肥（慣行施肥量）	2,611	28	97
③二段施肥（3割減肥）	2,548	120	95



図IV-4 栽培試験結果 3 (ハクサイ)

(4) ブロッコリー (条間 60 cm)

(2)、(3)と同様に鹿児島県農業開発総合センター大隅支場での試験結果です。現地の慣行体系は全面全層施肥のため、肥料を事前に全面散布及び全層混和して栽培試験を行いました。結果は、慣行施肥で総窒素量 23 kg/10a に対し、二段施肥で 3 割減肥した総窒素量 16 kg/10a の場合でも平均花蕾重は同等で、統計上も差がありませんでした (表IV-4、図IV-5)。概要は以下のとおりです。

1) 耕種概要

供試品種：おはよう 育苗：セル成型苗、128 穴セルトレイ

定植日：令和元年 10 月 16 日 収穫日：令和 2 年 1 月 8 日

栽培様式：条間 60 cm, 株間 30 cm

使用肥料：【基肥】BB48 【追肥】NK 2 号

【上層】BB48 【下層】BB48

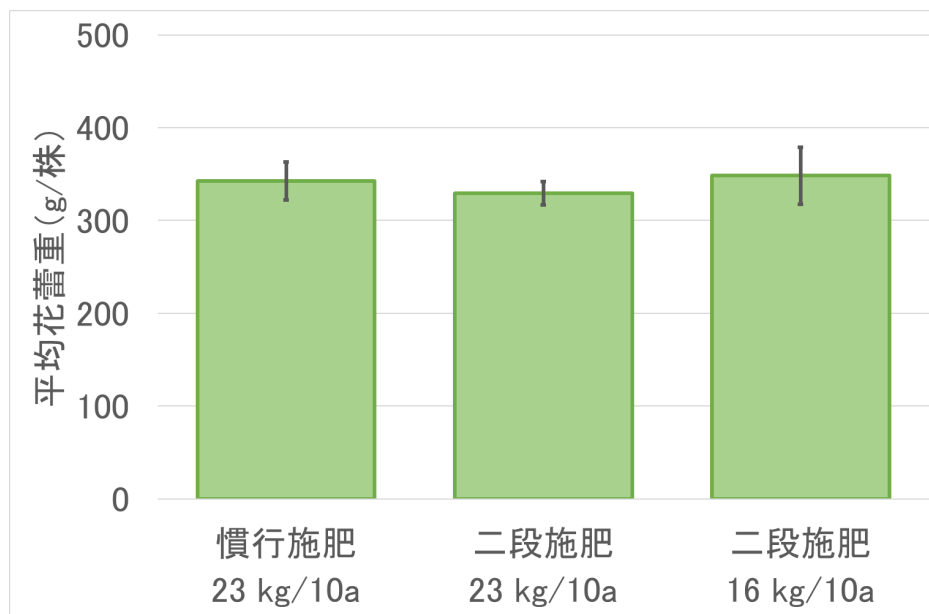
2) 試験区の構成

- ①慣行施肥（全層施肥） 総窒素量 23 kg/10a
- ②二段施肥 総窒素量 23 kg/10a（慣行施肥量）
- ③二段施肥 総窒素量 16 kg/10a（3割減肥）

3) 収穫時の調査結果

表IV-4 栽培試験結果 4（ブロッコリー）

試験区	試験結果（g）		慣行比
	平均花蕾重	標準誤差	
①慣行施肥	343	21	100
②二段施肥（慣行施肥量）	329	12	96
③二段施肥（3割減肥）	348	31	102



エラーバーは標準誤差を示す

図IV-5 栽培試験結果 4（ブロッコリー）

V. 機械の導入効果

本機の導入により期待される経営面での主要な効果は、高速作業による作業能率の向上、肥料の散布精度向上、畝内二段施肥による肥料の利用効率向上の3点となります。

1. 作業能率の向上

条間 60 cm 仕様を用い、長辺 65.4 m、短辺 47.1 m のほ場において作業速度を 1.1 m/s (4 km/h) に設定して作業能率試験を行ったところ、29.8 a/h の作業能率が得られました (表 V-1)。慣行機である内盛整形式の畝立て施肥機の作業速度を 0.5 m/s、孺恋村慣行機の作業速度を 0.9 m/s (それぞれキャベツ生産農家実測値) とし、肥料の補給や旋回に要した時間を同条件として比較すると、作業能率はそれぞれ 35 %、12 % の向上となります。開発機の最高作業速度である 1.4 m/s (5 km/h) と比較した場合、それぞれ 41 %、20 % の向上が見込まれます (表 V-2)。

表 V-1 作業能率試験結果

項目		備考	
設定作業速度	(m/s)	1.1	約 4 km/h
作業面積	(a)	30.8	65.4 m × 47.1 m
作業時間	(分)	62.1	全作業時間 100 %
		肥料補給	全作業時間に 26.60 %
作業時間内訳	(分)	畝立施肥作業	占める割合 44.30 %
		旋回	29.10 %
作業能率	(a/h)	29.8	

表 V-2 作業能率の比較

機械	作業速度 m/s (km/h)	作業能率の試算値と比率	
		開発機作業能率試験時 を 100	開発機最高速時 を 100
開発機	1.4	32.9 a/h 【24.7 a/h】	
(最高速時)	(5)	110	100
開発機	1.1	29.8 a/h 【22.3 a/h】	
(作業能率試験時)	(4)	100	91
内盛整形畝立て施肥機	0.5	19.4 a/h 【14.6 a/h】	
	(1.8)	65	59
孺恋村慣行機	0.9	26.3 a/h 【19.7 a/h】	
	(3.1)	88	80

・内盛整形畝立て機と孺恋村慣行機の作業速度のみ農家の実作業計測値、そのほかの肥料補給や旋回の時間は開発機（作業能率試験時）の値を用いて試算

・作業能率試算値の【 】内は条間 45cm に換算したもの

2. 肥料の散布精度向上

ほ場内では傾斜した地形や土壌等の影響のほか、不整形なほ場区画での進路変更など、常に一定の条件で開始から終了まで作業を続けることは難しいです。面積当たりの施肥量は下記の通り表されるため、一定時間ごと（例えば 1 秒ごと）にどれだけ移動したかを機械が正しく認識できるかが肥料の散布精度向上のポイントとなります。

面積当たりの施肥量 (g/m²)

$$= \text{肥料の繰出量 (g/s)} / \text{作業面積 (m}^2\text{/s)}$$

$$= \text{肥料の繰出量 (g/s)} / \{ \text{作業幅 (m)} \cdot \text{作業速度 (m/s)} \}$$

$$= \text{肥料の繰出量 (g/s)} / \{ \text{作業幅 (m)} \cdot \frac{\text{移動距離 (m)}}{\text{移動時間 (s)}} \}$$

傾斜角度が 4 °から 6.4 °まで連続的に増加する長辺 100 m のほ場において、上で述べた肥料散布精度評価のポイントとなる移動距離（作業距離）の計測精度について 10 m ごとに評価区間を設けて試験を行いました。比較対象は、慣行の接地輪方式の畝立施肥機と、GPS を内蔵したトラクター向け車速信号発信装置です。なお散布資材として、土壌改良資材のゼオライト（3～5 mm 角）を使用しました。

接地輪方式の畝立施肥機は接地輪の回転回数から作業距離を計測することができますが、上り方向で傾斜角度が増加するにつれスムーズに接地輪が回転しない状況が発生しました。場所によっては 10 m の区間距離に対し 9.38 m 分しか回転しない（-6.2 %）場合もあり、100 m を通した計測結果は 96.3 m（-3.7 %）という結果でした。これに対し、GPS を利用した場合は傾斜とは関係なく、区間距離と計測値の差が開いた場所で 9.81 m（-1.9 %）、100 m を通した計測結果は 99.9 m（-0.1 %）という結果でした。

こういった基礎試験を踏まえ開発された本機は、作業速度の変化に連動して肥料の繰出量を調節する機能を有し、作物の生育の斉一性の向上に貢献します。機械の開発試験では、実際の肥料を用いた散布精度試験を行い、約 7 °の傾斜ほ場においても肥料の設定量に対する実施肥量の差が平均 3 %以下という精度が得られました。

更に傾斜角度の大きいほ場での散布精度については、実際のほ場に実演機を持ち込んでテストすることができるので、メーカーにお問い合わせください。

3. 経費の削減効果

1. で示した作業能率を当てはめ、孺恋村や鹿屋市で利用される慣行機との畝立施肥にかかる費用について比較しました。経営は5 ha 規模のキャベツ、肥料は前述の栽培試験で利用した銘柄を基に計算しています。

(1) 孺恋村で利用される慣行機との比較

本機の導入に当たり、機械費は増加するものの肥料費が削減されることで、年間327千円の経費削減となりました（表V-3、V-4）。

表V-3 野菜用高速局所施肥機を用いた場合の試算（条間45cm）

野菜用高速局所施肥機（3割減肥）		（千円/年）	備考：栽培面積5 haで計算
機械費	開発機	311	税込2178千円、7年償却
肥料費	下層肥料：輝60	900	施肥量：120 kg/10a、3000円/20kg （窒素量換算12 kg/10a）
	上層肥料：燐硝安加里 1	104	施肥量：13 kg/10a、3200円/20kg （窒素量換算2 kg/10a）
労働費	畝立施肥作業	20	時給1000円、作業能率24.7 a/h
燃料費		19	軽油160円、燃費6 L/h
合計		1355	

表V-4 孺恋村慣行機を用いた場合の試算

孺恋村慣行機		（千円/年）	備考：栽培面積5 haで計算
機械費	慣行畝立施肥機	149	税込1046千円、7年償却
	畝天面用肥料散布機	29	税込204千円、7年償却
肥料費	下層肥料：輝60	1350	施肥量：180 kg/10a、3000円/20kg （窒素量換算18 kg/10a）
	畝天面肥料：燐硝安加里 1	104	施肥量：13 kg/10a、3200円/20kg （窒素量換算2 kg/10a）
労働費	畝立施肥作業	25	時給1000円、作業能率19.7 a/h
燃料費		24	軽油160円、燃費6 L/h
合計		1682	

(2) 鹿屋市で利用される慣行機との比較

本機の導入に当たり、機械費は増加するものの肥料費が削減されるほか、追肥のための労働費が削減され、年間 91 千円の経費削減となりました（表 V-5、V-6）。

表 V-5 野菜用高速局所施肥機を用いた場合の試算（条間 60cm）

野菜用高速局所施肥機（3割減肥）		（千円/年）	備考：栽培面積5 haで計算
機械費	開発機	311	税込2178千円、7年償却
肥料費	下層肥料：BB48	331	施肥量：53 kg/10a、2500円/20kg （窒素量換算 8.5 k g/10a）
	上層肥料：BB48	81	施肥量：13 kg/10a、2500円/20kg （窒素量換算2 kg/10a）
労働費	畝立作業	15	時給1000円、作業能率32.9 a/h
燃料費		15	軽油160円、燃費6 L/h
合計		753	

表 V-6 鹿屋市慣行の全面全層施肥＋追肥による場合の試算

全面全層施肥＋追肥		（千円/年）	備考：栽培面積5 haで計算
機械費	内盛式畝成形機	28	税込197千円、7年償却
	肥料散布機	55	税込385千円、7年償却
	180cm級ロータリー	35	税込825千円、7年償却、負担率3割
肥料費	基肥：BB48	350	施肥量：56 kg/10a、2500円/20kg （窒素量換算9 kg/10a）
	追肥：NK2号	171	施肥量：38 kg/10a、1800円/20kg （窒素量換算6 kg/10a）
労働費	畝立作業	26	時給1000円、作業能率19.4 a/h
	追肥作業	154	時給1000円、手散布、1800株/h
燃料費		25	軽油160円、燃費6 L/h
合計		844	

～機器入手先情報～

本機は上田農機株式会社より「ボビンローラー三兼3連ソワー」として、UL-1545BNT（条間 45 cm）及び UL-1560BNT（条間 60 cm）の2型式が、また、株式会社タイショーより「畝立同時施肥機グランビスタ KUT シリーズ」として、KUT-345-GP（条間 45 cm）及び KUT-360-GP（条間 60 cm）の2型式が販売されています。60 cm 仕様、45 cm 仕様共にメーカー間の違いは型式名のみで性能に違いはありません。希望小売価格は全型式ともに198万円（税別）となっています（表 V-7）。

連絡先（代表）は下記のとおりです。

上田農機（株） Tel:0268-62-1338 Fax:0268-62-1349

（株）タイショー Tel:029-247-5411 Fax:029-248-2172

表 V-7 野菜用高速局所施肥機の型式と導入コスト

型式	販売元	条間 (cm)	全長×全幅×全高 (mm)	重量 (kg)	希望小売価格* (万円)
UL-1545BNT	上田農機	45	1,400×1,650×1,600	430	198
UL-1560BNT	上田農機	60	1,400×2,100×1,600	440	198
KUT-345-GP	タイショー	45	1,300×1,750×1,600	430	198
KUT-360-GP	タイショー	60	1,200×2,100×1,600	450	198

*2022年現在、希望小売価格は税別。

製品の詳細は各メーカーの資料を参照のこと。

VI. 安全な作業のために

機械には回転部があり、操作を誤るとご自身や周囲の人がけがをしてしまう恐れがあります。以下の内容をしっかり理解したうえで作業を行ってください。

(1) 機械を導入したら

- 機械を使う前に取扱説明書をよく読み、機械の使い方を理解してください。
- 取扱説明書は分かりやすい場所に保管し、第三者に作業機を貸す際は機械とセットで貸し、取扱説明書に沿って機械の使い方を説明してください。
- 作業機の改造は行わないでください。

(2) 作業を始める前に

- 薬を飲んだり睡眠不足だったり、体調が悪い時に作業を行わないでください。
- 滑りにくい靴、手袋など作業に適した服装とし、はち巻きや腰から下げた手ぬぐいなど、巻き込まれやすいものは身に着けないようにしてください。
- 平坦な場所で可動部が停止していることを確認してから機械の点検・調整を行い、異常が無いか確認を行ってから作業を始めてください。

(3) 作業中

- リジヤの調整のために機械の下にやむを得ず潜る場合、油圧をロックするとともに敷板に載せたリジトラックで作業機を支え、万が一にも作業機の降下が起きないようにしてください。

(4) 作業終了後

- 機械の点検清掃は、平坦な場所でトラクターの駐車ブレーキをかけ、エンジンを停止して行ってください。
- 機械に付着した汚れをよく洗浄し、損傷が無いか確認してください。

参考資料

1. 野菜用の高速局所施肥機の開発（農研機構技報（NARO Technical Reprot）No.2, pp.14-17. 2019 年度）



https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/naro_technical_report_no2_s.pdf からダウンロード可能

2. GNSS を搭載した高速局所施肥機（NARO channel）（YouTube <https://youtu.be/GsRjeF-Is5M>）



3. 成果情報：高速で高精度に施肥が行える畝立て同時二段局所施肥機（農研機構 普及成果情報 2017 年）



https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/iam/2017/17_018.html からダウンロード可能

担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口：

農研機構 農業機械研究部門 研究推進部 研究推進室

TEL:048-654-7030



「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。