

## 高速二段局所施肥が可能な新型三兼ライムソワ-の開発

三國和彦\*・岡村成章<sup>2\*</sup>・春山清利<sup>3\*</sup>・井坂博道<sup>4\*</sup>・千葉大基<sup>5\*</sup>

### 要 旨

群馬県嬭恋村の夏秋キャベツ栽培において、三兼ライムソワ-による作条施肥が広く普及している。近年、経営面積の拡大や省力化を目的に、セル成型苗の利用が広がっているが、従来の三兼ライムソワ-では、セル成型苗に対して効果的な作条施肥をすることが困難であった。そこで、上層と下層の二段に作条施肥ができ、セル成型苗と地床苗の両方に利用可能な新型三兼ライムソワ-を、上田農機(株)、(株)タイショー、農研機構農業技術革新工学研究センターと共同で開発した。

### 緒 言

群馬県は、52年連続夏秋キャベツ出荷量日本一を誇り<sup>1)</sup>、その中核である嬭恋村は大規模ほ場における機械化体系が確立されている。特に、溝切り、施肥、畝立てが1工程で作業可能な三兼ライムソワ-の普及率は高く、9割以上の村内キャベツ生産者に導入されている。

近年、村内では経営規模の拡大や省力化を目的とした、セル成型苗や全自動移植機の導入が徐々に広がっている。しかし、従来の三兼ライムソワ-は、村内で主流な育苗方法である地床育苗向けの施肥位置となるように設計されており、地床苗よりもコンパクトなセル成型苗にとっては、施肥位置が深いため、活着や初期生育が遅れ、栽培期間が長くなるのが問題であった。その対策として、生産者が苗の株元に別途追肥作業を行っているが、手間がかかることや、傾斜の大きいほ場では風雨により肥料が流亡し、村内で主流な収穫方法である一斉収穫を行うにあたって生育が不揃いになることなどが課題であった。

そこで、畝内の上層と下層の二段に局所施肥を行うことができ、セル成型苗と地床苗の両方に利用可能な新型三兼ライムソワ-を、「農林水産省第4次農業機械等緊急開発事業(第4次緊プロ)」の支援

を受け、上田農機株式会社、株式会社タイショー、農研機構農業技術革新工学研究センター(以下、革新工学センター)と共同で開発したので報告する(図1)。

### 研究の分担

畝成型部等については上田農機(株)、肥料繰出部等については(株)タイショーがそれぞれ制作し、革新工学センターがコーディネートをを行い、高冷地野菜研究センターは栽培試験を担当した。

### 新型機の概要<sup>2)</sup>

新型三兼ライムソワ- (図2) (以下、新型機) は、肥料繰出部(上層・下層施肥ホッパ、GNSSセンサ、傾斜角度センサ、メインコントローラ等)と畝成型部(前後リジヤ、鎮圧ローラ、接地輪等)から成る。

リジヤを利用することにより、従来のロータリ-方式よりも高速(5km/h)での畝立・施肥作業が可能である。また、GNSSセンサで車速を取得するとともに、傾斜角度センサでほ場の傾斜を測定し、その情報を基に肥料繰出用モータの回転数を制御することにより、接地輪により施肥ロールの回転数を制御する従来の方式では施肥量の誤差が生じやすかった傾斜地でも繰出量の変動が少なく、設定した施肥量を高精度に施肥できる(平均傾斜角度7°、目標繰出量13.0kg/10a、作業速度2～5km/hの条件下で、平均誤差0.1～2.8%)。運転席付近に設置された施肥コントローラ-はデジタル化され、施肥量を液晶画面に数値で入力することができ、肥料詰まりセンサ(別売)

\* 現 群馬県農政部中部農業事務所

<sup>2\*</sup> 現 群馬県農政部東部農業事務所

<sup>3\*</sup> 上田農機株式会社

<sup>4\*</sup> 株式会社タイショー

<sup>5\*</sup> 現 農研機構農業機械研究部門

を肥料誘導ホース内に設置することにより、施肥作業ミスを防ぐことができる(図3、4)。

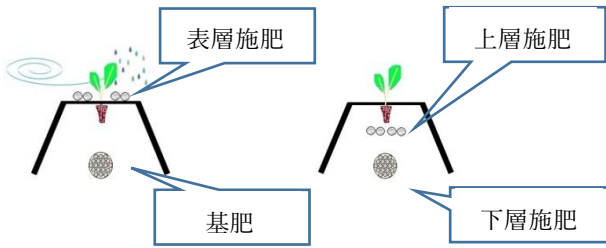


図1 二段局所施肥模式図  
(左：慣行、右：二段局所施肥)

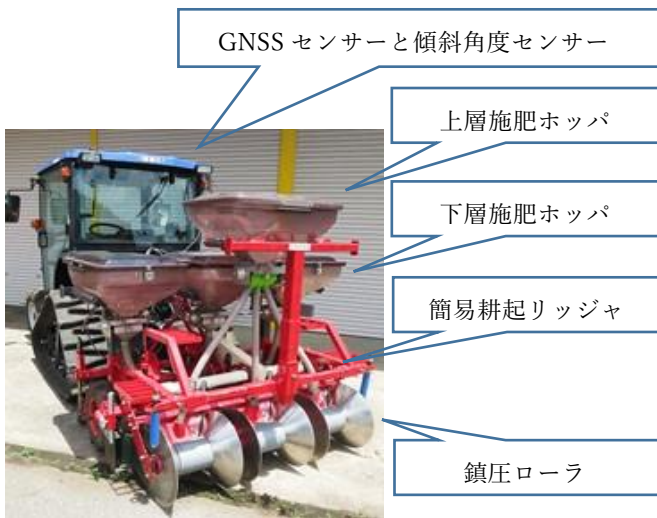


図2 開発した新型三兼石灰ソウラー



図3 デジタル化された  
コントローラー



図4 肥料詰まり  
センサー

### 試験方法

新型機を開発するにあたり、セル成型苗及び地床苗に適する上層施肥位置を検討した(試験1)。

また、新型機と慣行機がキャベツ生育や収量に及ぼす影響を検討(試験2)するとともに、上層に施肥が可能となることにより、従来と比較して、肥料利用効率の向上が期待されたため、下層施肥量の削減についても検討した(試験3)。

試験は全て群馬県農業技術センター高冷地野菜研究センター(嬭恋村田代、標高1,170m)内のほ場に

おいて、2015年から2017年に実施し、上層施肥資材は磷硝安加里1号 S552(N:15 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:15 K<sub>2</sub>O:12)、下層施肥資材には輝90(N:12 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:12 K<sub>2</sub>O:12)を使用し、下層施肥位置は、慣行の局所施肥と同じく、苗真下約15cmとした。栽植密度は7400株/10a(畝間45cm、株間30cm)で、その他管理は現地慣行とした。

### 試験1 上層施肥位置の検討

#### 1) セル成型苗

「涼音」(タキイ種苗)を2015年5月26日に200穴セルトレーに播種し、7月2日に、1区50株(6.75㎡)、3反復となるよう定植した。試験区の構成は表1のとおりとした。9月29日に各処理区から20株を収穫し、結球重と規格を調査した。

#### 2) 地床苗

「初恋」(トーホク)を2016年4月6日に雨よけハウス内に播種し、5月19日に、1区30株(4.05㎡)で定植した。試験区の構成は表1のとおりとした。対照区は6月27日に追肥し、8月8日に各処理区から20株を収穫し、結球重と規格を調査した。

### 試験2 新型機と慣行機の比較

#### 1) セル成型苗

「初恋」(トーホク)を2017年4月3日にセルトレーに播種し、5月11日に、1区30株(4.05㎡)を3反復となるように定植した。試験区の構成は表2のとおりとした。6月13、28日に各区20株を抜き取り、地上部重を調査し、8月2日に各処理区から20株を収穫し、結球重と規格を調査した。

#### 2) 地床苗

「初恋」(トーホク)を2017年4月5日に雨よけハウス内に播種し、5月16日に、1区30株(4.05㎡)を3反復となるように定植した。試験区の構成は表2のとおりとした。6月13、28日に各区20株を抜き取り、地上部重を調査し、8月2日に各処理区から20株を収穫し、結球重と規格を調査した。

### 試験3 下層施肥量削減の検討

#### 1) セル成型苗

「初恋」(トーホク)を2017年4月3日にセルトレーに播種し、5月11日に、1区30株(4.05㎡)を3反復となるように定植した。試験区の構成は表3のとおりとした。8月2日に各処理区から20株を収穫し、結球重と規格を調査した。

#### 2) 地床苗

「初恋」（トーホク）を2017年4月5日に雨よけハウス内に播種し、5月16日に、1区30株（4.05㎡）を3反復となるように定植した。試験区の構成

は表3のとおりとした。8月2日に各処理区から20株を収穫し、結球重と規格を調査した。

表1 試験区の構成（試験1）

| 育苗方法 | 試験区名     | 上層施肥       |    |    | 下層施肥量<br>(kgN/10a) | 下層施肥量<br>(kgN/10a) |
|------|----------|------------|----|----|--------------------|--------------------|
|      |          | 深さ<br>(cm) | 時期 | 位置 |                    |                    |
| セル育苗 | 対照区      | 0          | 基肥 | 表面 | 1.7                | 16                 |
|      | 深さ3cm中央区 | 3          | 基肥 | 中央 | 1.7                | 16                 |
|      | 深さ3cm両脇区 | 3          | 基肥 | 両脇 | 1.7                | 16                 |
|      | 深さ5cm中央区 | 5          | 基肥 | 中央 | 1.7                | 16                 |
| 地床育苗 | 対照区      | 0          | 追肥 | 表面 | 2.0                | 18                 |
|      | 深さ0cm中央区 | 0          | 基肥 | 表面 | 2.0                | 18                 |
|      | 深さ5cm中央区 | 5          | 基肥 | 中央 | 2.0                | 18                 |
|      | 深さ8cm中央区 | 8          | 基肥 | 中央 | 2.0                | 18                 |

表2 試験区の構成（試験2）

| 育苗方法 | 試験区名 | 上層施肥       |    |                  | 下層施肥量<br>(kgN/10a) | 合計施肥量<br>(kgN/10a) |
|------|------|------------|----|------------------|--------------------|--------------------|
|      |      | 位置<br>(cm) | 時期 | 施肥量<br>(kgN/10a) |                    |                    |
| セル育苗 | 慣行機区 | 表面         | 基肥 | 2.0              | 18                 | 20                 |
|      | 新型機区 | 深さ3cm中央    | 基肥 | 2.0              | 18                 | 20                 |
| 地床育苗 | 慣行機区 | 表面         | 基肥 | 2.0              | 18                 | 20                 |
|      | 新型機区 | 深さ5cm中央    | 基肥 | 2.0              | 18                 | 20                 |

表3 試験区の構成（試験3）

| 育苗方法 | 試験区名 | 上層施肥       |    |                  | 下層施肥量<br>(kgN/10a) | 合計施肥量<br>(kgN/10a) |
|------|------|------------|----|------------------|--------------------|--------------------|
|      |      | 位置<br>(cm) | 時期 | 施肥量<br>(kgN/10a) |                    |                    |
| セル育苗 | 対照区  | 表面         | 基肥 | 2.0              | 18                 | 20                 |
|      | 2割減区 | 深さ3cm中央    | 基肥 | 2.0              | 14                 | 16                 |
|      | 3割減区 | 深さ3cm中央    | 基肥 | 2.0              | 12                 | 14                 |
| 地床育苗 | 対照区  | 表面         | 基肥 | 2.0              | 18                 | 20                 |
|      | 2割減区 | 深さ5cm中央    | 基肥 | 2.0              | 14                 | 16                 |
|      | 3割減区 | 深さ5cm中央    | 基肥 | 2.0              | 12                 | 14                 |

## 結 果

### 試験1 上層施肥位置の検討

#### 1) セル成型苗

結球重は、対照区と比較して、深さ3cm中央区が有意に高く、深さ3cm両脇区、深さ5cm中央区は同等であった。規格では、最も高単価のL品率は、対照区と比較して、深さ3cm中央区が高く、深さ5cm中央区、深さ3cm両脇区が同等であった（表4）。

#### 2) 地床苗

結球重は、対照区と比較して、深さ0cm、5cm、8cm区で有意に高かった。規格では、L品率は、対照区と比較して、深さ5cm、8cm区が高く、深さ0cm区は同等であった（表4）。

### 試験2 新型機と慣行機の比較

#### 1) セル成型苗

地上部重は、慣行機区と比較して、6月13、28日

のいずれも新型機区が高かった。

結球重は、慣行機区と比較して、新型機区は高かった。

L品率、2L品率は、慣行機区と比較して新型機区がともに高かった(表5)。

2) 地床苗

地上部重は、慣行機区と比較して、6月13、28日のいずれも新型機区が高かった。

結球重は、慣行機区と比較して、新型機区は有意に高かった。

慣行機区と比較して、新型機区は、L品率は低かったが、2L品率は高く、L品率と2L品率の合計は90%以上であった(表5)。

試験3 下層施肥量削減の検討

1) セル成型苗

結球重は、対照区と比較して、3割減区はやや低く、2割減区は同等であり、いずれも有意差がなかった。L品率は、対照区と比較して、3割減区はやや低く、2割減区は同等であり、L品と2L品率の合計が90%以上であった(表6)。

2) 地床苗

結球重は、対照区と比較して、3割減区は同等で、2割減区はやや低くなったが、いずれも有意差がなかった。L品率は、対照区と比較して、2割減区と3割減区が高くなり、L品と2L品率がともに90%以上であった(表6)。

表4 上層施肥位置がキャベツ結球重、規格に及ぼす影響(試験1)

| 育苗方法 | 試験区名     | 結球重 <sup>a)</sup>     |     | 規格 <sup>b)</sup> (%) |    |    |     |
|------|----------|-----------------------|-----|----------------------|----|----|-----|
|      |          | (g) <sup>c)</sup>     | 相対値 | M                    | L  | 2L | 規格外 |
| セル育苗 | 対照区      | 1085±36 <sup>b)</sup> | 100 | 45                   | 28 | 2  | 25  |
|      | 深さ3cm中央区 | 1254±42 <sup>a)</sup> | 116 | 36                   | 47 | 7  | 10  |
|      | 深さ3cm両脇区 | 1025±36 <sup>b)</sup> | 94  | 48                   | 22 | 0  | 30  |
|      | 深さ5cm中央区 | 1124±30 <sup>b)</sup> | 104 | 62                   | 22 | 2  | 14  |
| 地床育苗 | 対照区      | 1172±42 <sup>b)</sup> | 100 | 40                   | 50 | 0  | 10  |
|      | 深さ0cm中央区 | 1413±52 <sup>a)</sup> | 120 | 20                   | 60 | 15 | 5   |
|      | 深さ5cm中央区 | 1466±37 <sup>a)</sup> | 125 | 5                    | 85 | 10 | 0   |
|      | 深さ8cm中央区 | 1445±44 <sup>a)</sup> | 123 | 5                    | 85 | 5  | 5   |

a) ±は標準誤差を示す

b) 規格は、900g ≤ M ≤ 1250g ≤ L ≤ 1650g ≤ 2L ≤ 2200g とし、それ以外を規格外とした

c) Tukey-Kramer 法により、同一育苗方法間において、異なる英字間には5%水準で有意差があることを示す

表5 新型機がキャベツ地上部重、結球重、規格に及ぼす影響(試験2)

| 育苗方法 | 試験区名 | 地上部重(g) |       | 結球重 <sup>a)</sup>     |     | 規格 <sup>b)</sup> (%) |    |    |     |
|------|------|---------|-------|-----------------------|-----|----------------------|----|----|-----|
|      |      | 6月13日   | 6月28日 | (g) <sup>c)</sup>     | 相対値 | M                    | L  | 2L | 規格外 |
| セル育苗 | 慣行機区 | 33      | 325   | 1298±51 <sup>a)</sup> | 100 | 30                   | 57 | 7  | 7   |
|      | 新型機区 | 55      | 467   | 1445±43 <sup>a)</sup> | 111 | 17                   | 67 | 13 | 3   |
| 地床育苗 | 慣行機区 | 78      | 516   | 1441±48 <sup>b)</sup> | 100 | 10                   | 73 | 13 | 3   |
|      | 新型機区 | 98      | 614   | 1579±66 <sup>a)</sup> | 110 | 7                    | 53 | 37 | 3   |

a) ±は標準誤差を示す

b) 規格は、900g ≤ M ≤ 1250g ≤ L ≤ 1650g ≤ 2L ≤ 2200g とし、それ以外を規格外とした

c) t 検定により、同一育苗方法間において、異なる英字間には5%水準で有意差があることを示す

表 6 新型機による下層施肥量削減がキャベツ結球重、規格に及ぼす影響（試験 3）

| 育苗方法 | 試験区名 | 結球重 <sup>a)</sup>     |     | 規格 <sup>b)</sup> (%) |    |    |     |
|------|------|-----------------------|-----|----------------------|----|----|-----|
|      |      | (g) <sup>c)</sup>     | 相対値 | M                    | L  | 2L | 規格外 |
| セル育苗 | 対照区  | 1445±43 <sup>a)</sup> | 100 | 17                   | 67 | 13 | 3   |
|      | 2削減区 | 1483±34 <sup>a)</sup> | 103 | 7                    | 73 | 20 | 0   |
|      | 3削減区 | 1384±34 <sup>a)</sup> | 96  | 30                   | 63 | 7  | 0   |
| 地床育苗 | 対照区  | 1579±66 <sup>a)</sup> | 100 | 7                    | 53 | 37 | 3   |
|      | 2削減区 | 1481±32 <sup>a)</sup> | 94  | 3                    | 80 | 17 | 0   |
|      | 3削減区 | 1525±41 <sup>a)</sup> | 97  | 10                   | 70 | 20 | 0   |

a) ±は標準誤差を示す

b) 規格は、900g≤M≤1250g≤L≤1650g≤2L≤2200g とし、それ以外を規格外とした

c) Dunnett 法により、同一育苗方法間において、異なる英字間には 5%水準で有意差があることを示す

## 考 察

開発目標であるセル成型苗と地床苗の両方に対応できる二段局所施肥が可能な新型のロータリーソワーの開発に向けて、試験 1 を実施したところ、セル成型苗に適した上層位置は、深さ 3cm、苗の中央真下であった。地床苗については、施肥位置を変えた 3 処理区間で差がなかったため、新型機の構造を考慮し、深さ 5～8cm、苗の中央真下に上層施肥を行う設計とした。なお、苗付近に局所施肥することによって懸念された、苗の植え傷みや生育不良については、本試験の栽培条件下では、見られなかった。

また、新型機と慣行機を比較した試験 2 では、地床苗については新型機を使用することで、定植後の地上部重や、2L 品率が高くなり、生育速度が早まることが明らかとなり、セル成型苗でも同様の傾向が見られた。これは、従来の局所施肥と比較して、生育初期に効率的に施肥ができたためと考えられ、早期に収穫適期に達するため、栽培期間の短縮につながることが示唆された。

さらに、下層の施肥量を削減した試験 3 では、新型機で、下層の施肥量を 2～3 割削減した場合と削減しない場合を比較すると、セル成型苗、地床苗のいずれの育苗方法においても、同等のキャベツが栽培でき、施肥量を削減できることが示唆された。これは、二段局所施肥を行うことで、施肥の利用効率が向上したためと考えられ、鹿児島県農業開発総合センターで同型機を用いた試験結果と同様の傾向であった<sup>3)</sup>。なお、供試ほ場の土壌は黒ボク土であり、土壌化学性の分析値は、夏秋キャベツの定点調査結果

<sup>4)</sup>と比較して、同等のほ場であった（データ省略）。そのため、村内の一般的な黒ボク土ほ場でも同様の結果となることが示唆されたが、実際の施肥量については、土壌種、肥沃度、作型、品種、栽培条件や土壌分析結果等を考慮し、引き続き検討していくことが必要である。

本報告では、孺恋村における夏秋キャベツ栽培に向けた試験結果を報告したが、本機は、上田農機(株)から、「ボビンローラー三兼ライムソワー」として販売されているほか、(株)タイショーから全国の野菜産地向けに、「畝立同時施肥機グランピスタ KUT シリーズ」として、条間 45、60cm と各産地の栽植密度に対応した 2 型式が販売されており、キャベツをはじめとしたアブラナ科作物等の他産地での普及が期待される。

## 謝 辞

本研究にあたり、群馬県農政部技術支援課普及指導室、吾妻農業事務所普及指導課、及び農業技術センターの職員各位に助言と協力を頂いた。ここに記して厚く感謝の意を表す。

## 引用文献

- 1) 農林水産省. 令和 3 年産「野菜出荷統計（第 1 報）」
- 2) 千葉大基. 2018. 野菜用の高速局所施肥機. 農業食料工学会誌. 80(3):171-173
- 3) 鹿児島県農業開発総合センター. 2021. 令和 2 年度普及に移す研究成果. 高速二段局所施肥機を利用した葉菜類の減肥栽培

[https://www.pref.kagoshima.jp/ag11/pop-tech/nenndo/documents/documents/86835\\_20210309141759-1.pdf](https://www.pref.kagoshima.jp/ag11/pop-tech/nenndo/documents/documents/86835_20210309141759-1.pdf)

- 4) 鹿沼信行ら. 2022. モニタリング調査における群馬県の主要品目の土壌理化学性. 日本土壌肥料学雑誌. 93 : 185-189

(Key Words: Cabbage, Fertilization, Lime sower)

## A New Triple-duty Lime Sower Capable of Performing High-speed Two-stage Localized Fertilization

Kazuhiko MIKUNI, Shigeaki OKAMURA, Kiyotoshi HARUYAMA, Hiromichi ISAKA, Masamoto CHIBA

### Summary

Band application of fertilizers by the side of crop rows using a triple-duty lime sower capable of grooving, fertilizing, rising ridges is widely used in summer–autumn cabbage cultivation in Tsumagoi Village, Gunma Prefecture. In recent years, the use of cell-molded seedlings has become widespread to expand management area and save labor, but it has been difficult to effectively perform band application of fertilizers by the side of crop root rows with respect to plug seedlings using a conventional triple-duty lime sower. Accordingly, we developed a new triple-duty lime sower capable of applying fertilizer in two layers (upper and lower) and of handling both plug seedlings and ground seedlings in partnership with Ueda Farm Machinery Co. Ltd., Taisho Co., Ltd., and the National Agriculture and Food Research Organization (NARO).