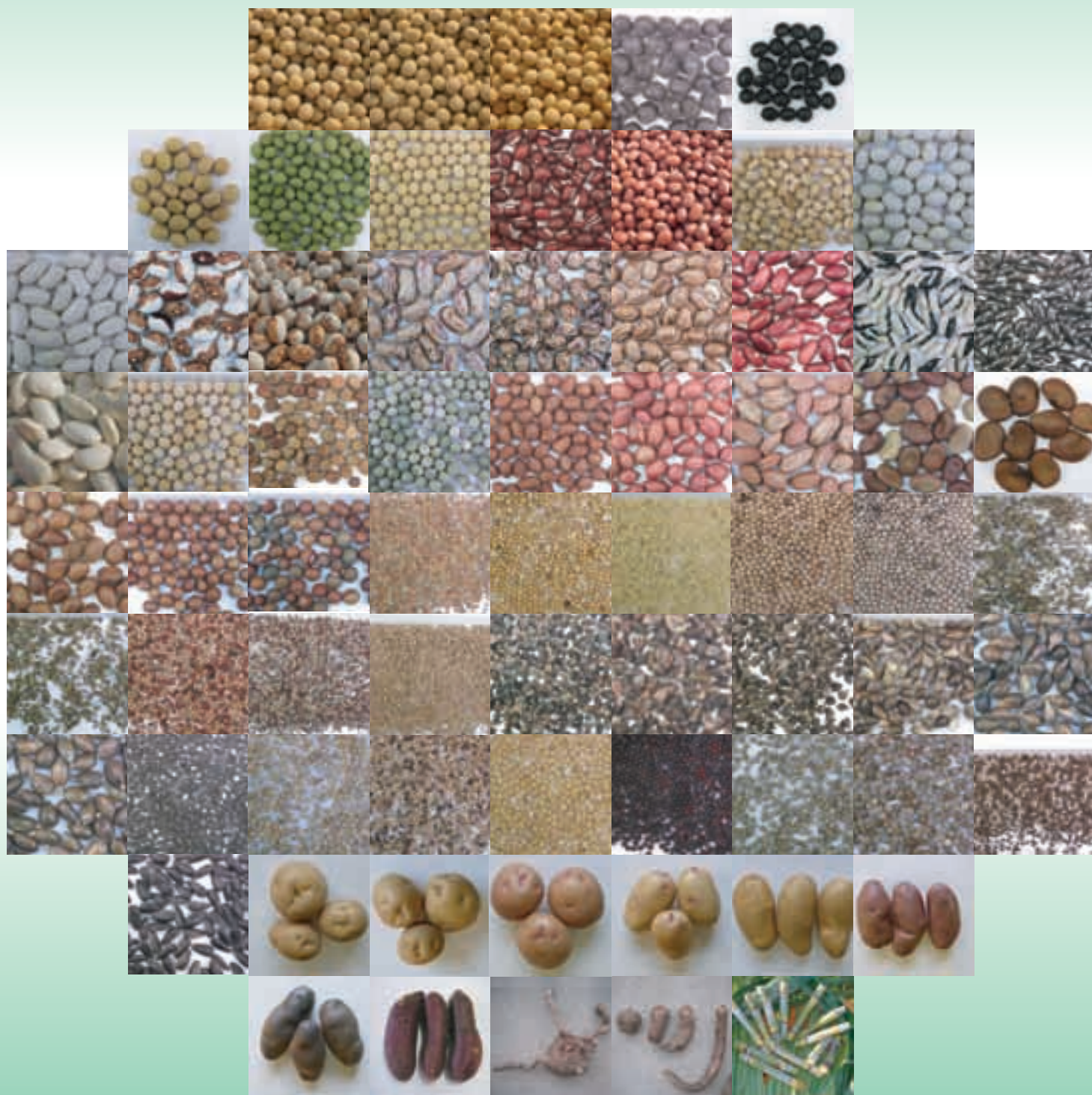


特産種苗

No. 18
2014. 9

【特集】〈雑穀・豆類の機械化〉



表紙の特産農作物名（品種名）

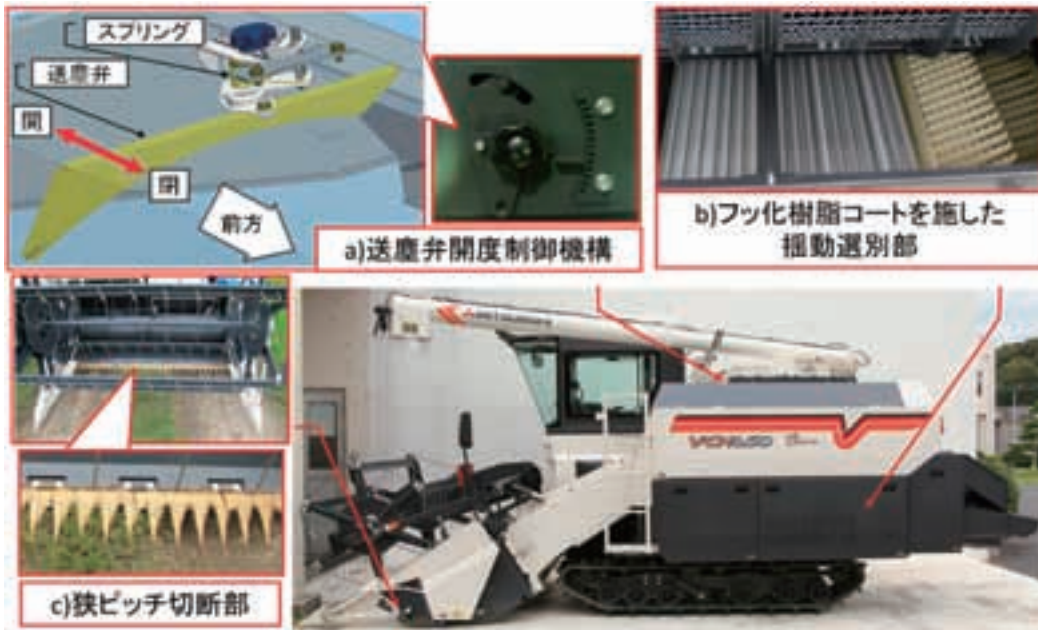
		大豆 (トヨホマレ)	大豆 (トヨコマチ)	大豆 (ユキホマレ)	大豆 (新丹波黒)	大豆 (中生光黒)		
	大豆 (エンレイ)	大豆 (青端豆)	大豆 (納豆小粒)	あずき (アカネタイナゴ)	あずき (エリモショウズ)	あずき (ホッカイシロジョウズ)	いんげんまめ (白金時)	
いんげんまめ (つる有太福)	いんげんまめ (つる有太虎)	いんげんまめ (福虎豆)	いんげんまめ (長鶉)	いんげんまめ (大丸鶉)	いんげんまめ (つる有穂高)	いんげんまめ (大正金時)	いんげんまめ (つる無白黒)	いんげんまめ (つる有黒衣笠)
いんげんまめ (大白花)	えんどう (白エンドウ)	えんどう (豊寿大莢)	えんどう (東北1号)	落花生 (千葉小粒)	落花生 (金時)	落花生 (千葉半立ち)	そらまめ (早生蚕豆)	そらまめ (河内一寸)
そらまめ (天草小粒)	シカクマメ (ウリズン)	シカクマメ (石垣在来)	アワ (南小日紅穀)	アワ (粟信濃1号)	アワ (入間在来)	キビ (黍信濃1号)	キビ (河内系2号)	ヒエ (2B-03)
ヒエ (2E-03)	シコクビエ (白峰)	シコクビエ (秋山77-6)	シコクビエ (祖谷在来)	ソバ (鹿屋ソバ)	ソバ (階上早生)	ソバ (岩手本場)	ハトムギ (中里在来)	ハトムギ (黒石在来)
ハトムギ (岡山在来)	ゴマ (黒ごま)	ゴマ (白ごま)	ゴマ (茶ごま)	ゴマ (金ごま)	ナタネ (農林8号)	エゴマ (ジュウネ)	エゴマ (大野在来)	エゴマ (新郷在来)
	ヒマワリ (ノースクイン)	馬鈴しょ (男爵薯)	馬鈴しょ (キタアカリ)	馬鈴しょ (さやあかね)	馬鈴しょ (はるか)	馬鈴しょ (メークイン)	馬鈴しょ (ノーザンルビー)	
		馬鈴しょ (シャドークイン)	さつまいも (ベニアズマ)	こんにやく	こんにやく <生子(きこ)>	さとうきび		

(写真・資料提供)

(独)農業生物資源研究所・(独)種苗管理センター・群馬県農業技術センター



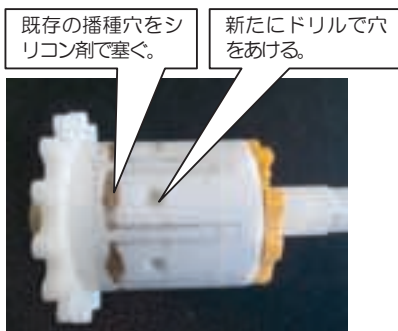
トラクタ搭載式 乗用管理機搭載式 ロータリ式
大豆作用のディスク式中耕除草機とロータリ式中耕除草機（11ページ参照）



小型汎用コンバインの外観と新技術（14ページ参照）



ソバ-ナタネ用に改造した立毛間播種機（23ページ参照）

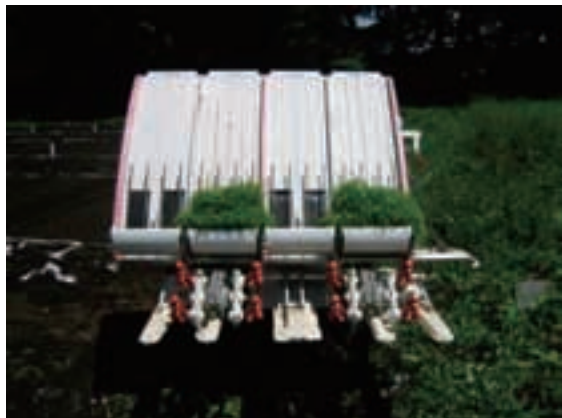


ナタネ用播種ロール（中央農研式）（25ページ参照）



汎用コンバインによるナタネの収穫（26ページ参照）





田植機にヒエの苗をセット (28ページ参照)



改造後の供試機 (タカキビ) (32ページ参照)



ロール式播種機 (キビ、アワ) (34ページ参照)



田植え機によるヒエの移植 (37ページ参照)



雑穀の移植機 (左: 簡易移植機、中: 半自動移植機、右: ポット成苗田植え機) (40ページ参照)



歩行型田植え機を用いた雑穀の移植作業 (43ページ参照)



シコクビエに使用した移植機 (Y社製 ACP-10) (46ページ参照)



シコクピエのマルチカッター使用移植 (46ページ参照)



はとむぎに供試した耕うん同時畝立て播種機 (49ページ参照)



ロータリシーダによるハトムギの播種作業 (51ページ参照)



ハトムギの播種ベルト (ごんべえ) 近景 (51ページ参照)



エゴマに使用した移植機 (Y社製 ACP100)
(56ページ参照)



エゴマ用に改良を加えた移植機
(鎮圧部分の後部に培土板を増設) (56ページ参照)



ラッカセイ収穫機 (59ページ参照)



ラッカセイ収穫機 (簡易型) (61ページ参照)



堀取り機による落花生の根切り・収穫作業 (62ページ参照)



自作の自走式脱莢機 (63ページ参照)



大豆の耕うん同時畝立て作業機 (3条用) (65ページ参照)



ロールパイプ式コンケーブ (69ページ参照)



豆用コンバインによる小豆の収穫(ロックオフヘッド) (72ページ参照)



豆用コンバインの脱穀部 (72ページ参照)



専用播種機による小豆の播種作業 (77ページ参照)



ビーンハーベスタによる小豆の収穫作業 (78ページ参照)

目次

カラーグラビア

【巻頭言】

強い農林水産業の実現に向けて…農林水産省生産局農産部技術普及課生産資材対策室 松岡謙二 1

【特集】〈雑穀・豆類の機械化〉

「機械化を巡る研究・行政」

- ・雑穀と機械化……………岩手大学 武田純一 2
- ・農業機械化を巡る動き……………農林水産省生産局農産部技術普及課生産資材対策室 6
- ・雑穀・豆類栽培の機械化に係る研究開発への取り組み
……………(独)農研機構生研センター 宮原佳彦 9

「新しい機械の開発・改良とその利用」

1 そば

- ・小型汎用コンバインおよびソバ・ナタネ専用キットの開発と現地実証試験
……………(独)農研機構生研センター 梅田直円 14
- ・大豆用の機械を利用したそばの耕うん同時畝立て栽培技術の開発
……………(独)農研機構中央農業総合研究センター 細川 寿 18
- ・立毛間播種機によるソバ-ナタネ二毛作体系の構築
……………(独)農研機構東北農業研究センター 齋藤秀文 22

2 なたね

- ・既存の作業機を活用したナタネの機械化栽培
……………茨城県農業総合センター農業研究所 森 拓也 25

3 アワ・ヒエ・キビ

- ・既存機械の利用による雑穀の省力化栽培……………岩手大学 武田純一 28
- ・岩手県における雑穀栽培の機械化について
……………岩手県農業研究センター県北農業研究所 中西商量 33
- ・二戸地域の雑穀生産の再興に向けて
—蓄積されてきたスモールデータの有効活用を図る—
……………岩手県二戸農業改良普及センター 41
- ・シコクビエの栽培機械化
……………岐阜県下呂農林事務所 鍵谷俊樹 44

4 はとむぎ

- ・耕うん同時畝立て播種機を利用したはとむぎ播種
……………(独)農研機構中央農業総合研究センター北陸研究センター 関 正裕 48
- ・ハトムギ機械化体系……………鳥取県農業試験場 三谷誠次郎 51

5 エゴマ

- ・エゴマの移植と乾燥の機械化作業体系技術の開発
……………岐阜県中山間農業研究所 袖垣一也 55

6 落花生

- ・ラッカセイ収穫機の開発
……………(独)農研機構生研センター 深山大介 58
- ・他作物用の農機で省力化を実現……………神奈川県農業技術センター 野村 研 62

7 大豆

- ・大豆の耕うん同時畝立て播種栽培技術の開発と普及
……………(独)農研機構中央農業総合研究センター 細川 寿 64
- ・新ロールパイプ式コンケープ採用の普通型コンバインによる品質向上技術
……………埼玉県農林総合研究センター水田農業研究所 箕田豊尚 68

8 小豆

- ・北海道における小豆の収穫体系
……………北海道立総合研究機構十勝農業試験場 原 圭祐 72
- ・丹波大納言小豆の省力機械化栽培体系の確立
……………京都府農林水産技術センター農林センター 岩川秀行 76

巻頭言

強い農林水産業の実現に向けて

農林水産省生産局農産部技術普及課生産資材対策室長 松岡 謙二

○ 食料生産における我が国の動向

農林水産省においては「攻めの農林水産業」を推進するため、2013年1月に林大臣を本部長とする推進本部を省内に設置し、①需要のフロンティア拡大、②生産から消費までのバリューチェーンの構築、③生産現場の強化の3つの戦略及び、担い手への農地集積や、新技術の開発、輸出戦略の強化などを中心に具体的な9つの課題を設定しました。また、2013年5月には官邸に安部総理を本部長とする「農林水産業・地域の活力創造本部」が設置され、同年12月には今後の農政のグランドデザインとなる「農林水産業・地域の活力創造プラン」がとりまとめられました。

本年は、このプランに基づく「攻めの農林水産業実行元年」です。施策の総動員により、農業・農村全体の所得を倍増させることを目指し、「強い農林水産業」と「美しく活力ある農山漁村」の実現に向けた取組を推進してまいります。

「強い農林水産業」の実現のためには、担い手への農地集積をさらに加速するとともに、農業の体質強化に資する農作業の省力化・低コスト化を可能とする農業機械の効果的な利用を促進することが重要です。本年6月に改訂版が閣議決定された日本再興戦略においては、引き続き「今後10年間で産業界の努力も反映して担い手のコメの生産コストを現状全国平均4割削減する」というKPI（Key Performance Indicator:主要成果指標）を掲げており、この実現に向けて、様々な角度から議論を展開しているところです。

また、農業の省力・軽労化を進めるとともに、新規就農者への栽培技術の継承を図るため、2013年11月に省内に「スマート農業の実現に向けた研究会」を設置し、検討を開始しました。本研究会では、先端技術を積極的に導入・活用することで、農業現場に技術革新を起こし、これまでにない超省力で精密・高品質な生産を実現する、いわば新時代の農業の実現を目指しています。このため、大規模生産者、農業団体、農業機械メーカーなどの農業関係者に加え、自動車・産業用ロボットやICT企業、関係省庁など他分野からも研究会にご参加いただき、様々な分野の知見を取り入れ、連

携を強化しています。

本年3月には、ロボット技術やICT導入による新たな農業の姿を描いた将来像や、スマート農業の実現に向けたロードマップ等について中間取りまとめを行ったところです。今後は、関連する技術の農業現場への速やかな導入やロボットの現場実装に必要な安全性確保のあり方等について検討していきます。

○ 特産作物の機械の開発・実用化について

我が国の農地を最大限利用するため、特産作物は地域産業の振興や転作作物として重要な役割を担っていますが、産地が限られている品目もあります。産地では高齢化、担い手不足や耕作放棄地の増加が深刻な問題となっており、省力化や生産性向上に資する機械の開発が必要と考えています。このため農林水産省では、農業機械緊急開発事業（緊プロ事業）において、農研機構生研センター（旧機械化研究所）と農業機械メーカーが連携して高性能農業機械の開発・実用化を促進しています（<http://www.naro.affrc.go.jp/brain/iam/urgent/index.html>）。

これまで、雑穀・豆類の収穫できる汎用コンバインや中高除草機などを市販してきました。

現在は、「ラッカセイ収穫機」の実用化に向けた実証研究を行うとともに、今年度から「大豆高速畝立播種機」の開発に着手したところです。

今後、さらなる省力化・効率化を実現するために、現場の方々のニーズを踏まえつつ、我が国農業の将来を見据えた機械開発を推進していきたいと考えています。

このため、今後の緊プロ事業対象機種を選定のため、生産現場からの要望をお聞きしたり、開発された機械を実際の農家に使用いただいて性能、使いやすさを評価いただくことなどに取り組んでいます。

「特産種苗」の読者の皆様も、今までにない革新的な機械、農作業の省力化・低コスト化・規模拡大につながる機械、安全性の向上や環境負荷の低減につながる機械など、緊プロ対象機種の提案がありましたら、生産資材対策室までご連絡ください（03-6744-2111）。

特集 雑穀・豆類の機械化
機械化を巡る研究・行政

雑穀と機械化

岩手大学 教授 武田 純一

1. はじめに

雑穀は種類も多く、栽培法も様々である。手作業による小規模栽培は別として、多少面積が大きくなると機械力に頼らざるを得ない。本稿では本誌のバックナンバーと自らのつたない経験を元に各種雑穀の栽培法の現状と機械化栽培に関する検討課題等について取り纏めてみた。詳しくは、本誌の各地からの栽培の現状の報告に譲ることとする。

2. 主な雑穀栽培の現状と機械化栽培の課題

図1と図2に、平成20年度から平成24年度までの主要雑穀の作付面積と収穫量を示した（日本特産農作物種苗協会、2014）。作付面積と収量はソバが最も多く増加傾向にあるが、ヒエ、アワ、キビはここ数年減少傾向にあることが分かる。その他の雑穀は栽培面積、収穫量共にかなり少ない。

栽培地域の特徴としては、そばは北海道での栽培が多く、ハトムギは富山県、栃木県、島根県、岩手県が多い。あわ、きび、ひえ、もろこしは岩手県での生産量が多く、県をあげて振興にも力を入れている（岩手県農林水産部農産園芸課、2009）。以下、各雑穀の生産状況を述べる。

1) ヒエ、アワ、キビ

まず、これらの雑穀の生産量が多い岩手県での現状を述べてみる。

畑圃場での栽培では、ロータリでよく耕起をして前年の作物残渣等はないようにしておく。播種については、栽培面積が小さい場合は手押し式の播種機、大きい場合は乗用トラクタに播種機を装着して播種する。なお、芒のある品種は正確な播種量を得ることができない場合があるので、脱芒処理しておくが良い。播種機は接地輪の駆動によりロールやベルトが回転し播種されるが、事前に

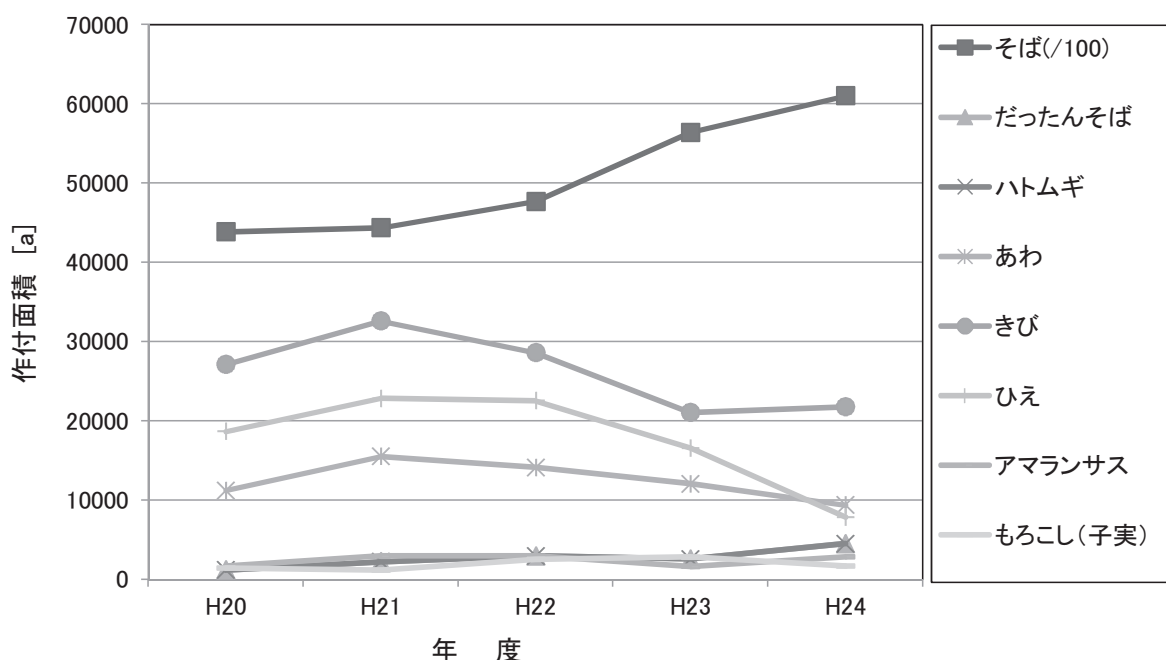


図1 近年の主要雑穀の作付面積の推移
注) ソバは100分の1にして示した

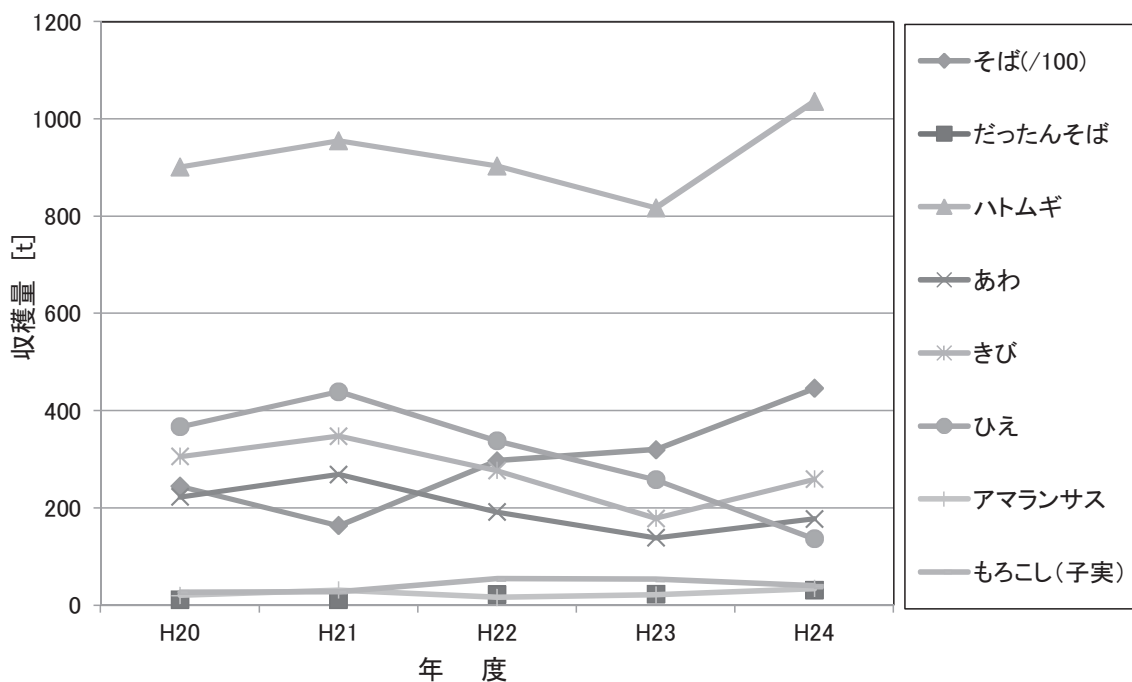


図2 近年の主要雑穀の収穫量の推移
 注) 1. ソバは100分の1にして示した
 2. H24は愛知県分を除いた収穫量

繰り出し量について調査しておくことが必要である。

ヒエについては、1985年に短程で水稲用自脱コンバインにより収穫可能な「達磨」を選定し、水田における機械化移植栽培体系が確立され、県内のヒエ栽培の80%以上を占めている(岩手県農業研究センター県北農業研究所、2009)。特に県中央部の花巻地域では、栽培面積が多くなっている。農家では生産組合を作り、水稲と同様に育苗を行い、乗用田植機による移植を行い、自脱コンバインで収穫を行っている(小原、2009、星野ら、2013)。また、最近では食味の優るもち性の品種も育成されているが、稈長が170~200cmでやや大きいため自脱コンバインでの収穫が困難で、普通型コンバインでの収穫に頼らざるを得ない。機械収穫上は、できるだけ短程で耐倒伏性の品種の育成を望みたい。

雑穀栽培では登録農薬が殆どないこともあって、岩手県では無農薬栽培を行っているため、雑草や虫害の防除には農薬を用いていない。畑圃場では歩行型または乗用型の管理機で物理的な除草や中耕培土作業を行っているのが現状である。ただし株間の除草はできないので、雑草が目立つ場合は手作業となる。一方、水田転作栽培での除草

は水田用の除草機の利用もあるが、水稲の除草作業が優先されたり、麦の収穫作業と重なったりすることから、適期に除草できない場合がある。適期の除草がなされないと収量が下がると共に雑草の種子との選別作業に手間がかかることになる。また、虫害を避けるには連作を避け被害を受けた茎や穂は焼却するべきである。

収穫についていくつか問題点を挙げておきたい。短程の品種で穂の絡みつきのないような品種であれば、機械収穫はしやすいのであるが、特にアワの場合は穂の絡みつきがあるので、バインダ及びコンバインでの収穫共に分草を適切に行わないとロスが出ることになる。長程のヒエについても同様の経験をしている。市販機ではオプションとして普通型コンバインのヘッド部の左端に縦型のカッターバーを装着している場合もあるが、茎稈や穂の絡みつきについては一定の効果があるものの、ヘッドロス(頭部損失)に対する寄与については調査したデータが公表されていない。普通型コンバインの脱穀部の設定は、メーカーオプションで受網の設定等が専用のものがあるので利用し、唐箕の風量など選別部の調整をすると良い。

鳥害についても述べておかなければならない。特にキビについては比較的収穫時期が早い

に、一旦鳥に覚えられてしまうと、被害が拡大する。現在のところネットをかぶせることが唯一確実な方法であるが、栽培面積が大きくなると手間が大きく現実的ではないので、より効果的な方法を検討する必要がある。

以上、岩手県での機械化栽培の例を挙げたが、長野県の栽培例でも同様の報告がなされている(吉田、2009)。同県ではネギ用のチェーンポット移植機や田植機を用いた定植も雑草対策面から試みられているようである。なお、岩手県農業研究センター県北農業研究所や岩手大学でも機械移植の研究が続けられている(星野ら、2013)。

コストは重要課題であるので、対応面積を増やすなどの対策が必要である。岩手県では、生産組合を作るなどして共同で機械を利用している例も多い(岩手県二戸農業改良普及センター、2009、小原、2009)。また、農協や市役所で収穫機械をレンタルしている例なども見られる。栽培農家の高齢化が著しいので、機械利用については安全な作業を望みたい。

2) アマランサスとキノア

岩手県では、県北部で大型機械化栽培が行われており、現在では数 ha 規模の作付けを行う農家も現れている。収穫は普通型コンバインで行われ、その後乾燥、揺動選別機などにより精選が行われている。アマランサスは脱ぶ・精白の必要がないので、ヒエ、アワよりも手がかからないが、砂や雑草種子の混入を除去するのが大変である。特に雑草の種子は比重選別では取り除けないので、目視をして除外しているのが現状である(高草木、2010)。

根本は、アマランサスのコンバインでの収穫では、収穫時に植物体にまだ水分を多く含むので、他のイネ科作物と同様には行かず、課題がある。植物体がある程度乾燥するまで収穫を待つためには、脱粒性を改善する必要がある、品種改良の面からも考察する必要があると報告している(根本、2010)。

キノアの脱穀は、イネ用の脱穀機を利用するとうまくいくが、子実がイネの種籾よりも軽いことからキノアの子実が茎葉と混ざってしまい、その後これをきれいに選別する必要がある。本格的な

キノアの栽培には、他の脱穀機を改良するか専用機の開発を行う必要がある。収穫においても収穫時に茎の直径が数センチにもなり、成熟期になると極めて硬くなるので、大豆の収穫機かそれ以上でないとうまく収穫できない可能性がある(磯部、2010)。

アマランサスとキノアについては、子実の径が小さいことから、収穫後の種子を異物と選別機械など周辺設備の充実が必要であることが課題である。国産化を積極的に行い量的な確保を行うことと、低価格化の必要性があると指摘されている(小西、2010)。

3) ソバ

ソバは雑穀の中でも最も作付面積が大きく収穫量も伸びているが、最近の水田転作栽培により単収が低下している。従って、転換畑における高収量技術の開発や、耐湿性品種の育種を通じた単収の増加と国産ソバ生産量の増加・安定化が重要である。我が国は輸入量の99%を中国、アメリカ、カナダからの輸入に頼っている。年間のソバの需要は13~15万トンで、このうち3~4万トンが国産である。国内生産の課題は、生産性が低く収量が不安定なことから、生産の安定化を図ることにつきる。機械収穫に対する品種面からの課題としては、短稈化と強い主茎と少ない分枝を持つ草型の研究が必要である(大澤、2011)。収穫適期の脱粒も問題で、成熟期にはまだ葉が茂っておりコンバイン収穫の作業効率を低下させる要因となっている(手塚、2011)。収穫時に脱穀調整が容易な葉の先熟や落葉性品種も有用である。転作田では湿害を押さえるために暗渠の施工や畝立てによる排水対策が望ましく、湿害による生育遅延を回復させる栽培法の確立が必要である。中央農研では耕耘同時畝立て播種による湿害低減栽培を行い、成果をあげている(細川、2011)。この技術は大豆の転作栽培をヒントにしてアップカットロータリを採用し作業機の爪配列を工夫して、平高畝として耕耘しながら畝立てと施肥・播種を同時に行うことが可能である。長野県にもこの技術が導入され生産量が伸びているという(井ノ口、2011)。また、福井県でも水田転作によるソバの生産が広く行われ、近年ブランド化が図られているが、新そばの

早期販売、作業時期の分散、霜害回避の面から、普通型コンバインを改造し通常より早期に収穫する技術を開発して、成果を得ている(和田, 2011)。

他の作物との組み合わせとして、大豆、麦を含めた2年3作体系(瀬野, 2011)の例もあり、この場合同じ機械での栽培も可能であり、コスト面で有利となる。

3. おわりに

以上、主な雑穀の栽培状況をまとめてみたが、生産規模に応じた機械化栽培は、いくつか問題はあるものの各地で試みられ実施されている。平坦地~5°程度までの傾斜のあまり大きくない圃場での機械化栽培は何とか対応できるが、傾斜のきつい圃場での機械の利用は、安全上また作業精度上から制約を受けることになり、多くは手作業に頼っているのが現状である。中山間地での栽培は、高齢者が担っている場合が多く、これからの栽培の維持が懸念される。

機械利用の面からは、短稈化による耐倒伏性の向上等、機械化栽培に適した品種の開発を強く望むところである。更に収量性の改善、食味の向上等も研究されているようである。

機械の利用コストを下げるには、利用面積の拡大が必要であり、生産組織等による農作業の受委託や、農協等での機械のリースを行うようなことも必要となろう。また、生産量の向上には販売戦略を十分検討しなければならない。

本稿では、なたね、落花生、ハトムギ、ヒマワリ、エゴマ、大豆、小豆について、触れなかったが、なたね、大豆、ハトムギについては水田転作等で栽培面積が伸びており湿害の回避が課題ではあるが、機械化栽培技術も開発されてきている。また、ヒマワリについては、普通型コンバインでの収穫が試みられているが、特別にヘッダを改良したものを装着して刈取りに供試している例もある。地域の特産物を残す意味でも、機械化出来るところは、試験研究機関をはじめメーカーをも巻き込んで取り組むようにしたいものである。

最後になったが、今後とも雑穀の需要が伸び、農家の収益が更に向上することを心より願っている。

参考文献

紙面の都合で、本文中で引用した参考文献を以下に纏めて示した。

- 1) 日本特産農産物種苗協会(2009):特集 雑穀、特産種苗、No.2, 1-44.
- 2) 日本特産農産物種苗協会(2010):特集 アマランサス・キノア、特産種苗、No.8, 1-46.
- 3) 日本特産農産物種苗協会(2011):特集 ソバ、特産種苗、No.10, 1-84.
- 4) 日本特産農産物種苗協会(2014):雑穀の生産状況(平成20年~24年産)、特産種苗、No.17, 1-80.
- 5) 星野次汪ら(2013):進化する雑穀ヒエ・アワ・キビ、農文協、1-180.

特集 雑穀・豆類の機械化
機械化を巡る研究・行政

農業機械化を巡る動き

農林水産省生産局農産部技術普及課生産資材対策室

1. 現行の農業機械化対策について

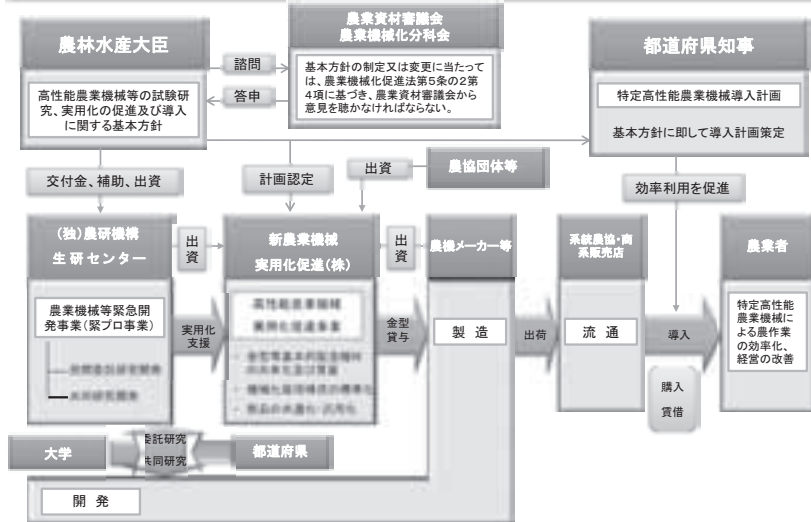
農林水産省では、農業機械の分野において、高性能農業機械の開発・実用化、農業生産資材費の低減、農作業の安全対策の3つを柱として農業機

械化対策を進めており、対策の充実強化を図っています。

高性能農業機械については、平成25年5月に新たな「高性能農業機械等の試験研究、実用化および導入に関する基本方針」(以下「基本方針」)が策定され、これに基づき、①農作業の省力化・低コスト化を図り規模拡大等による農業経営の体質強化、②消費者ニーズ等に則した安全で環境にやさしい農業の確立、③農作業の安全性向上に資することを旨とし、開発・実用化を推進しています。そして、農業機械の開発に当たっては、基本方針に定められた具体的な開発機械の目標に基づき「農業機械等緊急開発事業(緊プロ事業)」により独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター(生研センター)を中心として、メーカー、大学、試験研究機関等の産学官の研究勢力を結集して取り組んでいます(資料1)。

(資料1) 農業機械等緊急開発事業(緊プロ事業)のスキーム

○ 農業機械化促進法に基づき、(独)農研機構生研センター及び民間企業との共同研究並びに新農業機械実用化促進(株)による実用化促進の体制により、高性能農業機械の開発・実用化を促進。



(資料2) 農業機械等緊急開発事業(緊プロ事業)の開発状況

○ これまでの緊プロ事業において、生研センターで開発された大型汎用コンバインをはじめとする水田用機械、野菜用の各収穫機など、63機種が実用化。

水田用機械	野菜・果樹用機械	畜産用機械
1 大型汎用コンバイン	1 誘導ケーブル式果樹無人防除機	1 家畜ふん尿脱臭装置
2 水田用栽培管理ビークル	18 大粒種子整列は種装置	2 簡易草地更新機
3 高速耕うんローラー	2 野菜接ぎ木ロボット	3 搾乳ユニット自動搬送装置
4 穀物遠赤外線乾燥機	3 野菜残さ収集機	4 個別別飼料給餌装置
5 軽量紙マルチ敷設田植機	4 重量野菜運搬作業車	5 細断型ロールヘラ
6 高精度水稲種子コーティング装置	5 果樹用ハイ式防除散布機	6 高精度固液分離装置
7 畦畔草刈機	6 野菜全自動移植機	7 品質管理型たい肥自動混合・かくはん装置
8 高精度水稲湛水直播機	7 キャベツ収穫機	8 自然エネルギー活用型高品質たい肥装置
9 米品質測定評価装置	8 ごぼう収穫機	9 畜舎換気用除じん・脱臭装置
10 高速代かき機	9 農業副産物コンポスト化装置	10 汎用型飼料収穫機
11 高精度水田用除草機	10 汎用いも類収穫機	11 乳頭拭拭装置
12 中山間地域対応自脱型コンバイン	11 いちご収穫作業車	12 牛体情報モニタリングシステム
13 穀物自動乾燥調製装置	12 だいごん収穫機	13 可変径式TMR成形密封装置
14 土壌サンプル粉碎篩分装置	13 ねぎ収穫機	
15 作物生育情報測定装置(携帯式)	14 野菜栽培管理ビークル	
16 低振動型刈払機	15 軟弱野菜調製装置	
17 収量コンバイン	16 はくさい収穫機	
18 高精度高速施肥機		
19 小型汎用コンバイン		
	17 長ねぎ調製装置	
	19 傾斜地果樹用多目的モジュール	
	20 セルレイ苗挿し木装置	
	21 追従型野菜運搬車	
	22 ドリフト低減型バル	
	23 いも類の収穫前茎葉処理機	
	24 可変施肥装置	
	25 高精度畑用中耕除草機	
	26 環境保全型汎用薬液散布装置	
	27 全自動野菜接ぎ木ロボット	
	28 高機動型果樹用高所作業台車	
	29 果樹用農業飛散制御防除機	
	30 たまねぎ調製装置	
	31 イチゴ収穫ロボット	

なお、開発に際しては、生産現場への適応性をより高める観点から、試作機段階からの早期での現地実証やモニター利用、普及実態の把握・分析等、高性能農業機械の開発改良にかかわる推進手法を取り入れています。

これまでに開発された高性能農業機械は63機種となっており、「高性能農業機械実用化促進事業」に

より、新農業機械実用化促進株式会社を通じて、部品の共通化・汎用化、開発機械の製造用の共通金型の貸付等を推進しながら、緊プロ農機の実用化・普及が進められています（資料2）。

2. 雑穀・豆類に係る機械化について

雑穀・豆類に係る機械化については、これまでも緊プロ事業において進めてきたところです。平成20～21年度に実用化した「高精度畑用中耕除草機」は、従来式（ロータリ式）に比べて約2倍の高速作業が可能で、湿潤な土壌条件でも作業ができるディスク式の中耕除草機であり、高水分土壌でも土を練りにくく、大豆の増収が期待できます。

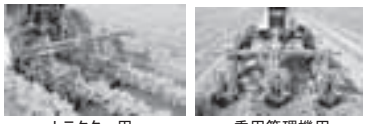

また、平成24年度に実用化した「小型汎用コンバイン」は、水稻、麦、大豆、ソバ、ナタネ等の多様な作物が収穫可能なコンバインです。4tトラックに積載可能であり、また、保安基準にも適合して公道走行が可能なため、小区画・不整形なほ場への導入が期待されます。

また、開発中の機械としては、「ラッカセイ収穫機」と「大豆用高速畝立て播種機」があります。落花生の掘取と反転作業を機械化するため、「ラッカセイ収穫機」（平成23～25年度）を開発したところですが、本機に適した栽培体系を実証・確立するため、平成25年度補正「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」において実証事業を行っていきます。


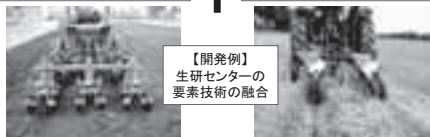
また、平成26年度から、湿潤土壌への適応性が高く、畝立て作業と大豆の播種作業を同時に高速で行う「大豆用高速畝立て播種機」の開発を開始したところです。

今後も、地域農業の振興、耕作放棄地の減少に

（資料3）近年実用化された主な緊プロ機の事例

高精度畑用中耕除草機	小型汎用コンバイン
(トラクター用:H20年実用化、 乗用管理機用:H21年実用化)	(H24年実用化)
	
トラクター用 乗用管理機用	
<性能> 高速作業が可能で、従来式（ロータリ式）に比べ能率は1.5～2倍、燃費は約半分 適期作業が容易で、雑草防除効果が高い 高水分土壌でも土を練りにくく、大豆の増収が期待	<性能> 稲、麦、大豆、ナタネ、その他の雑穀に1台で対応可能 4tトラックで搬送でき、また、公道を自走可能な構造なので、道路が狭い地域での移動が容易 メンテナンス性が高く、品種や作物切替えの労力が軽減 水稲では、作業速度1m/s程度、損失3%以下で収穫可能 新たな技術の導入により脱穀負荷、大豆の汚粒・頭部損失を低減

（資料4）開発中の緊プロ機の事例

ラッカセイ収穫機	大豆用高速畝立播種機
26馬力以上のトラクタに適用	畝立て作業の高速化 + 高速・高精度の播種
	
<開発の要点> 低価格化（アタッチメント方式） 慣行作業への適応	【開発例】 生研センターの要素技術の融合
<達成目標> 中腰姿勢の辛い労働から解放 収穫作業時間50%減	高精度畑用中耕除草機 （畝立て部を利用して高速作業）
	高速汎用播種機 （高速・高精度な播種）
	<開発の要点> ・湿潤土壌への適応性拡大（牽引式の畝立て） ・碎土率低下への対応（土中空隙を減らす作用部の追加） ・機械の汎用化（中耕除草機に後付け可能な構造） ・多条化（4条播種機）、汎用化（小豆、トウモロコシ等）も検討
	<達成目標> 畦立て作業と播種作業を同時に高速（1.2m/s以上） トラクタの速度に連動して播種間隔を一定 既存の畦立て播種機よりも湿潤土壌への適応性が高い

よる多面的機能の維持、食料自給率の向上など政策上の必要性からも、雑穀・豆類を初めとする特産農産物の機械化を推進していきたいと考えています（資料3～4）。

3. 「攻めの農林水産業」の実現に向けた機械化対策の展開方向

農林水産省では、生産現場の潜在力を引き出し、その活性化を図り、農業の展望を切り開く観点から、昨年、林大臣を本部長に「攻めの農林水産業推進本部」を省内に設置しました。また、官邸においては「農林水産業・地域の活力創造本部」を

(資料5) 日本再興戦略(平成25年6月14日閣議決定)

○ 日本再興戦略において、今後10年間で、全農地面積の8割(現状は約5割)を担い手に集積し、担い手の米の生産コストを現状の全国平均(1万6千円/60kg)から4割削減することを目標とされたところ。

○ 日本再興戦略(抜粋)

II) 解決の方向性と戦略分野(市場・産業)及び重要施策
 農林水産業の競争力を強化する観点から、生産現場の強化や需要面の取組み、それらをつなぐ6次産業化等を一体的に進めるとともに、経営所得安定対策(旧:戸別所得補償制度)を適切に見直し、併せて、農林水産業の多面的機能の発揮を図る取組みを進め、新たな直接支払制度の創設の検討を行う。農林水産業を成長産業とし、今後10年間で6次産業化を進める中で、農業・農村全体の所得を増加させる戦略を策定し、実行に移す。その着実な推進のため、官邸に設置した「農林水産業・地域の活力創造本部」において、今後の政策の方向性を「農林水産業・地域の活力創造プラン(仮称)」として、できるだけ早期に取りまとめる。
 具体的には、まず、農地を最大限効率的に活用できるようにするなど、生産現場を強化する。担い手への農地集積・集約や耕作放棄地の解消を加速化し、法人経営、大規模家族経営、集落営農、企業等の多様な担い手による農地のフル活用、生産コストの削減を目指す。今後10年間で、全農地面積の8割(現状約5割)が担い手によって利用され、資材・流通面での産業界の努力も反映して担い手のコメの生産コストを、現状全国平均(1万6千円/60kg)から4割削減し、法人経営体数を2010年比約4倍の5万法人とすることを目標とする。
 このため、以下の取組みについて、秋までに具体的スキームを固め、速やかに法制度・予算措置を含む必要な措置を講ずる。その際、農業界と経済界の連携や民間活力の活用にも十分留意し、信託の活用についても検討する。

(資料6) 農業機械のコスト低減等に向けた今後の検討課題

- 本年9月以降、農業機械のコスト低減に向けた関係業界との意見交換を実施中。
- 関係業界と連携し、農業機械の低コスト仕様、故障リスクに対応したサービスの充実等を検討。

農業機械の低コスト仕様																
<p>＜これまでの取組＞</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外向け量産モデルの一部を国内向けに展開(標準的モデル比2~3割の低価格化) <p>＜海外向け低価格モデルの例＞</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>クラス</th> <th>希望小売価格</th> <th>主な仕様の差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">トランス</td> <td>標準モデル(例)</td> <td>110馬力</td> <td>933万円</td> <td>作業機制御技術、負荷に応じた自動変速装置、旋回時倍速ターン、作業機水平制御、油圧増圧 など</td> </tr> <tr> <td>海外モデル</td> <td>108馬力</td> <td>686万円</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					クラス	希望小売価格	主な仕様の差	トランス	標準モデル(例)	110馬力	933万円	作業機制御技術、負荷に応じた自動変速装置、旋回時倍速ターン、作業機水平制御、油圧増圧 など	海外モデル	108馬力	686万円	
	クラス	希望小売価格	主な仕様の差													
トランス	標準モデル(例)	110馬力	933万円	作業機制御技術、負荷に応じた自動変速装置、旋回時倍速ターン、作業機水平制御、油圧増圧 など												
	海外モデル	108馬力	686万円													
<p>○ 課題</p> <ul style="list-style-type: none"> メーカーは「現在の市場調査により仕様を決定 → 全農地面積の8割が担い手に利用されることを目指す「10年後」を目指した対応の必要性 <p>＜大規模農業経営からの要望＞</p> <ul style="list-style-type: none"> プロ農家向けに機能を厳選した低価格の農業機械の提供 コンパインの耐久性向上 など 																
<p>○ 今後の検討課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 担い手のニーズと農業機械の標準的仕様のマッチング 海外向け量産機の国内展開拡大 経営規模拡大に対応した耐久性向上技術、農業機械の汎用化技術等の検討 等 																
<p>故障リスクに対応したサービスの充実</p> <p>○ 課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 担い手にとって、収穫期などの農業機械の故障は、多大な機会損失につながりうる大きな問題 故障時のバックアップを想定し、複数台の農業機械を所有する農業経営が存在 <p>○ 今後の検討課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 交換部品等の供給に関する課題と対応策 担い手への交換部品等の迅速供給に向けた業界の体制整備 レンタル等故障時のバックアップ体制の検討 																
<p>省力化機械の開発</p> <p>○ 課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 担い手の規模拡大を図っていく上で、畦畔草刈り等の管理作業の負担が大きな障害 <p>＜大規模農業経営からの要望＞</p> <ul style="list-style-type: none"> 農業機械の研究開発に際しては、大規模農業経営が持つアイデアを積極的に活用して欲しい <p>○ 今後の検討課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 農業機械の研究開発のあり方に関する担い手との意見交換 管理作業の機械化・自動化に向けた研究開発 																

設置し、政府一丸となって農業を成長産業としていくための対策を検討し、昨年12月に「農林水産業・地域の活力創造プラン」を取りまとめました。本プランは、農林水産業、農山漁村が抱える課題を解決し、若者たちが希望を持てる「強い農林水産業」と「美しく活力ある農山漁村」を創り上げるための今後の農政のグランドデザインとなるべきものです。今後は、本プランに基づき、農政の改革方向として、①需要フロンティアの拡大、②需要と供給をつなぐバリューチェーンの構築、③生産現場の強化、④農山漁村の多面的機能の発揮の4つの柱を基本に、「産業政策」と「地域政策」を車の両輪とした施策の総動員により、今後10年間で農業・農村の所得倍増を目指していくこととしています。

これを受け、我が国農業の機械化は、基本方針に基づいて研究開発を行ってきたが、今後は、基本方針に基づく研究開発、実用化、導入の促進に加え、「攻めの農林水産業」の実現に向けて、①日本再興戦略(平成25年6月14日閣議決定)で示された担い手の米の生産コスト削減への対応、②先端技術を活用したイノベーションにより「超省力」「快適作業」「精密・高品質」を実現するスマート農業への貢献が求められるところです(資料5~7)。

(資料7) スマート農業の将来像 ~「先端技術×農業」 世界をリードする新たな農業を日本で~

1 超省力・大規模生産を実現

GPS自動走行システム等の導入による
農業機械の夜間走行・複数走行・自動走行等、作業能力の限界を打破

2 作物の能力を最大限に発揮

センシング技術や過去のデータに基づき
きめ細やかな栽培により(精密農業)、
作物のポテンシャルを最大限に引き出し
多収・高品質を実現

スマート農業

ロボット技術、ICTを活用して、超省力・高品質
生産を実現する新たな農業

3 きつい作業、危険な作業から解放

収穫物の積み下ろしなどの重労働を
アシストスーツで軽労化するほか、
除草ロボットなどにより作業を自動化

4 誰もが取り組みやすい農業を実現

農業機械のアシスト装置により経験の浅い
オペレーターでも高精度の作業が可能となる
ほか、ノウハウをデータ化することで若者等が
農業に親々とトライ

5 消費者・実需者へ安心と信頼を届ける

クラウドシステムにより、生産の詳しい
情報を実需者や消費者にダイレクトに
つなげ、安心と信頼を届ける

特集 雑穀・豆類の機械化

機械化を巡る研究・行政

雑穀・豆類栽培の機械化に係る研究開発への取り組み

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター

基礎技術研究部長 宮原 佳彦

はじめに

近年、消費者の食品への関心は、その安全性とともに栄養素あるいは機能性に集まっており、農産物においては、野菜や果物等とともに、「雑穀」や「豆類」への注目が高まっている。また、米の生産調整が求められる中、水田での転作作物としても、「雑穀」や「豆類」が注目されている。

ここでの「雑穀」とは、ソバ、アワ、キビ、ヒエ等など、その多くは我が国の伝統的な作物であるが、一部の地域を除き、一般的には、馴染みの無い穀類が多い。一方、「豆類」には、一般に市場に流通している大豆、小豆、インゲンマメ、エンドウ、ソラマメ等、現代でも馴染み深い作物も含まれるが、その種類は多様であり、品種全体を見ると、限られた地域のみで栽培されている場合も多い。昭和年代の後半以降、それら「雑穀」や希少な「豆類」は、我が国の食卓から一旦遠ざかったことで、それらの栽培は、水稲作のように、品種改良、作業の機械化、化学肥料あるいは農薬等の新たな技術を取り入れることなしに、いわば、置き去りにされてきた。

このため、現在「雑穀」や「豆類」栽培に取り組む現場においては、より生産性の高い栽培技術への転換を図るべく、生産基盤や栽培環境の改善、農業機械・装置を活かした新たな作業技術の開発・改良等が進められつつある。そこで、本稿では、「雑穀」や「豆類」の栽培における各種作業の機械化を巡る動きの中で、今後注目すべき機械や装置に関する研究開発の動向を紹介

する。

1. 水田および畑作に係る機械化研究の進展

水稲、小麦、大豆などの主要作物の栽培技術の進展は、品種改良、肥料や農薬等の肥培・生育管理技術、ならびに、農作業の機械化等の進歩によってもたらされたと考えられる。

その端的な例は、図1のとおり、単位面積当たりの労働時間の推移に現れている。平成22(2010)年度における我が国の水稲作の10a当たり労働時間(全国平均)は、約25時間、小麦作では約4時間、大豆作で7~8時間となっている。これは、60年前の昭和30年代(1950年代)の労働時間に比べると、水稲及び大豆で1/7~8程度、小麦においては、1/30以下まで短縮されている。

ここで、大豆作における機械化の現状に着目してみる。図2に大豆、小麦およびソバ作における作業別労働時間(平成22年度、農林水産省統計より)を示す。小麦作、大豆作とも、ほとんどの作業は機械化されていると考えられるが、大豆作では、「中耕除草」作業に全作業時間の1/3程度を要

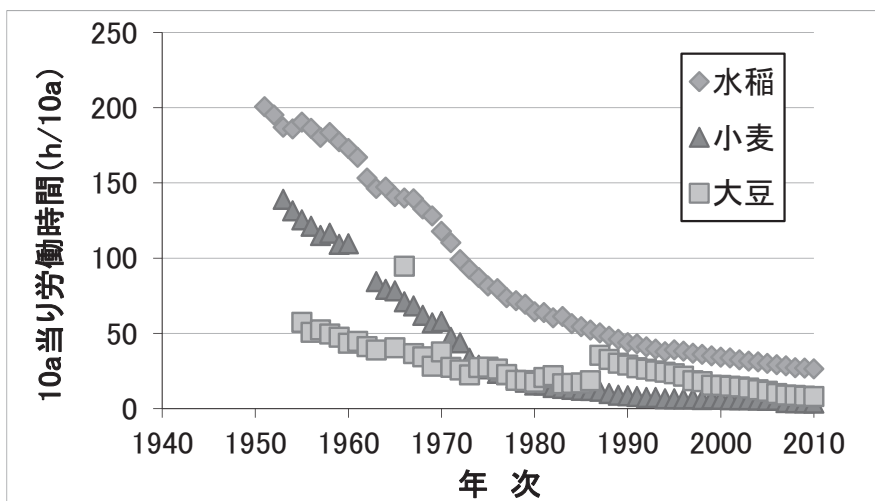


図1 水稲・小麦・大豆作における労働時間の推移(農林水産省統計より)

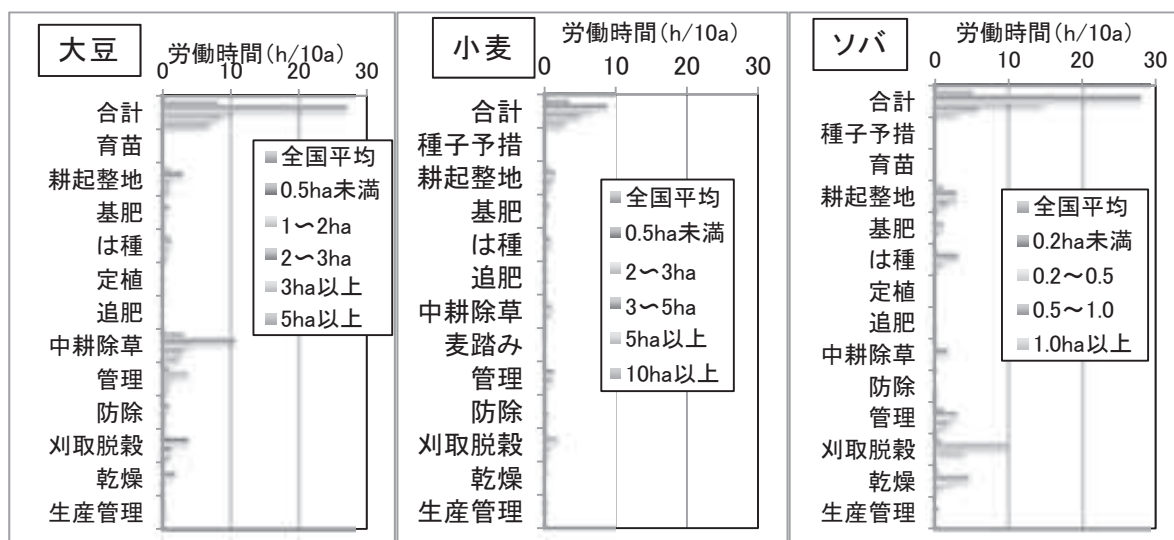


図2 大豆、小麦、ソバ作における作業別労働時間（平成22年度、農林水産省統計より）

しており、同作業にかかる労働時間の削減が、作業全体における効率化を図る上で重要と考えられる。

さらに、図2に示すように、「雑穀」の中でも代表的な作物である「ソバ」の栽培における労働時間を見ると、小麦および大豆よりも全国平均の作業時間は小麦と同程度であり、大豆や前出の水稻に比べて短い、1中小規模模約2倍程度となっているが、作業別に見ると、大豆とも異なり、特に「刈取脱穀」と「乾燥」に時間を要していることが示されている。従って、ソバ栽培においては、作業全体の効率化を図る上で、収穫および乾燥・調製作業にかかる時間を短縮することが重要となるものと考えられる。

以上のような状況を踏まえ、次項以降では、「雑穀・豆類」の中でも特に生産量の多い大豆、ソバ等の栽培における機械化研究および農機開発の動向について述べる。

2. 大豆作における機械化研究の概況

1) 中耕除草作業の高能率化

前述のとおり、大豆作では、中耕除草作業における効率化が課題となっている。大豆の中耕除草作業には、ロータリ式中耕除草機が使われることが多いが、同機での作業は、土壌が高水分の条件下で作業すると、表土を練り込まれることなどにより、作業性および土壌物理性が悪化させることが多い。生育途中の梅雨時期に行われることが多

いため、土壌水分の高い状態が長く続くと作業が遅れ、最悪の場合、雑草発生を抑制できないことがある。また、同機の作業速度は、通常の条件下でも0.5~0.8m/s程度と遅い。これらの点から、大豆作の中耕除草作業の効率化は、新たな技術開発が必要と考えられた。

そこで、農研機構・生研センターでは、農機メーカーとの共同開発（農業機械等緊急開発事業、いわゆる、緊プロ事業）により、前記の問題を改善することを目的として、比較的高水分の土壌条件下でも作業が可能であり、作業速度も従来のロータリ式中耕除草機よりも高速な、ディスク式中耕除草機が開発された。同機は、トラクタまたは乗用管理機に装着する方式の作業機であり、前後に設けられた2対の凹型ディスクが土壌抵抗により回転し、土を横に反転移動させることにより中耕培土を行う機構を有している(図3)。同機は、ロータリ式中耕除草機に比べて、高水分土壌における土の練り込みや圧縮が少なく、砕土・反転性能が良好であり、雑草抑制効果が高い。また、作業速度が1.0~1.4m/s程度と高速で、ロータリ式の1.5~2倍の作業能率が得られる。さらに、装着するトラクタまたは乗用管理機から動力を得る必要が無い「けん引式」の作業機であるため、燃料消費も少ない。ディスク式中耕除草機のトラクタ搭載式は2009（平21）年度から、また、乗用管理機搭載式は2010（平22）年から市販されており、大豆生産現場に普及が進みつつある。



トラクタ搭載式

乗用管理機搭載式

ロータリ式中耕除草機

図3 ディスク式中耕高除草機とロータリ式中耕除草機

2) その他の作業の機械化について

大豆の栽培においては、播種後の発芽時あるいはその後の生育過程で、土壌が高水分条件となると、生育が阻害される（いわゆる、湿害が発生）ため、収量の低下につながってしまう。そこで、湿害を軽減する対策として、畝立て栽培が有効であるが、畝立ての作業が追加されることによる作業効率の低下を防ぐ手段が求められることになる。

このため、農研機構・中央農業総合研究センターでは、アップカット（いわゆる逆転）方式のロータリによる耕うん作業と同時に畝立てを行い、さらにその畝に播種を行う「耕うん同時畝立て播種機」を開発した（図4）。

同機は、耕うんと同時に、畝立てならびに播種作業を行うことができ、作業の効率化が図られており、施肥機を追加すれば、施肥作業も同一行程で可能となる。同機を用いた畝立て栽培技術は、これまでに約30県、面積でおよそ2,000ha以上に普及している。なお、同機ならびに同機を用いた大豆等の畝立て栽培技術の詳細については、開発



図4 耕うん同時畝立て播種機

者の方より、本稿とは別の本誌の記事として解説される予定である。一方、大豆の畝立て栽培においては、様々な畝の形状や寸法が検討されており、それぞれに多様な畝立て機構が存在する。また、播種機や施肥機についても多様な機種が研究されており、今後、同機以外にも畝立て栽培に利用できる播種機が開発されていくものと予想される。特に、大規模化・大区画化が進められる中、大豆作においては、作業の高速化・高能率化を目指した開発への期待が大きい。

大豆栽培におけるもう一つの課題は、生産コストの削減である。ここで、生産コストの中で最も割合が大きいのは、機械の導入・利用に関する経費であり、その中でも特に高価なのはコンバインなどの収穫機である。

水田を中心とした経営において、水稻と転作物である麦類と大豆の栽培を行う場合等を想定すると、経営規模がある程度大きければ、それらの作物の収穫作業を1台の汎用コンバインを利用することで行うことがコスト低減を図る上で有効と考えられる。

しかしながら、市販されている汎用コンバインは、重量が4t以上あり、機体が大きく、搬送に大型のトラックが必要であるため、幅の狭い農道や区画整備が進んでいない地域への導入は困難である。したがって、汎用コンバインが円滑に稼働するには、ほ場や農道などの条件が不十分な地域の水稲、麦、大豆等の複合栽培経営体においては、4条刈り程度の自脱コンバインと大豆用コンバインの双方を利用するケースが多く、機械導入に関するコストが膨らむ要因となっている。

そこで、農研機構・生研センターでは、農機メーカーとの共同開発により、大型のトラックの通行

が困難、あるいは、小区画ほ場が分散している地域等においても利用が可能な小型の汎用コンバインの開発を行った。開発された、小型汎用コンバイン（図5）は4tトラックに積載可能な汎用コンバインとしては小型の機体であり、水稻では、作業速度1 m/s（脱穀選別損失約3%）、小麦および大豆では、作業速度1.4m/（脱穀選別損失は3%未満）で収穫することが可能であった。開発された小型汎用コンバインは、平成24（2012）年度より市販化され、既に100台程度普及している。

3. その他の作物における機械化の取り組み

ソバやナタネは、水田裏作として栽培されてきた歴史があり、他の畑作物に比べて耐湿性が強い作物といえる。しかし、地域の気象や栽培するほ場の条件によっては、湿害を受けることもある。そこで、湿害防止対策として、耕うん同時畝立て播種技術を適応する技術が各地で検討されている。また、これらはいずれも、比較的生育期間が短く、雑草や病害虫防除の要求度が低い作物である。しかし、登録農薬は少ないため、状況によっては、耕種的、あるいは、非化学農薬による病害虫や雑草の防除への配慮が必要である。例えば、畝立て栽培における畝間の雑草発生が著しい場合には、中耕除草機を用いた機械除草で対応する場合などが想定される。今後、栽培面積の拡大と共に、多様な機械的防除技術の検討が進められるものと思われる。

一方、前述のとおり、ソバの収穫と乾燥・調製の作業時間は、他の作業に比べて多く、作業の効率化を図る上で、収穫と乾燥・調製にかかる時間の短縮が重要となっている。さらに、大豆、ソバ等よりも生産量が少ない雑穀・豆類の栽培では、依然として手刈り収穫と自然乾燥（いわゆる、天日乾燥）、ならびに、脱穀機を用いた手作業による脱穀が行われており、収穫および乾燥・調制作業に多くの時間を費やしている。

したがって、今後、収穫・調制作業の効率化を進めるためには、手作業中心の作業方法から、機械化された、すなわち、コンバインによる収穫作業と乾燥機を用いた乾燥・調制作業へ転換していくことが必要である。

水稻や麦類の収穫は、いうまでもなく自脱コン



水稻の収穫



小麦の収穫



大豆の収穫

図5 小型汎用コンバイン

バインで行われるが、同コンバインで収穫ができるのは、稲・麦に類似した形態のヒエ等（ただし、稈長130cm以下）に限られるため、対象作物の形態に制約を受けない普通型コンバイン（大豆用コンバイン、汎用コンバイン、小型汎用コンバイン



図6 汎用コンバインによるソバの収穫



図7 汎用コンバインによるナタネの収穫

等)で収穫し、乾燥機で所定の水分まで乾燥・調製する方法が最も効率的と考えられる。

特に、汎用コンバインは、ソバ、ナタネ、キビ、アマランサス等の収穫に実績があり、水稻、麦類、ヒエ等の収穫も可能（いずれも、機械設定の変更や一部の部品交換は必要）である。このため、今後の規模拡大の進展や、水稻、麦、大豆に加えてソバ等雑穀を栽培するような複合栽培経営においては、汎用コンバインを主軸とした収穫作業システムを確立することで、低コストで効率的な作物生産を実現することが可能と考えられる。さらに、近年開発された小型汎用コンバインは、汎用コンバインの稼働が困難な、比較的小規模な作業条件でも作業が容易であることから、現在、各地の生産現場において、その有効利用に関する技術的な実証研究が進められている。同機ならびに同機を用いた雑穀・豆類の収穫技術の詳細については、本稿とは別の記事に解説されているのでそ

らをご参照いただきたい。

おわりに

現在、雑穀や豆類の栽培は、比較的小規模、少量生産の場面が多いと考えられるが、今後は、大規模化が進められる営農集団・組織等においても、消費者ニーズに応え、付加価値の高い雑穀や豆類の栽培に取り組む場合が増えていくと予想される。そのような場面では、既に進められている水稻作体系における生産コスト低減に加えて、多様な雑穀・豆類の生産を加味した複合的な経営において、作業時間の短縮と生産コストの削減等が並行して検討されるものと考えられる。そこでは、本稿で紹介したような機械化研究の成果の導入が進められ、また、新たな機械や技術の研究開発へ進展していくものと考えている。さらに、将来的には、複数の農業機械を合理的に配置し、栽培する作物、経営規模、ほ場の条件や利用形態等に柔軟に対応しつつ、効率的に運用するシステムも必要となると思われる。今後、現場で求められる多様な機械・装置の研究開発と合わせて、それらを合理的に管理・運用し、効率的な作物生産と農業経営を支援していくための、情報管理あるいは通信技術（いわゆる、ICT 技術）の進歩にも注目していきたい。

【参考文献】

- 1) 手島司、後藤隆志、藤井幸人、長澤教夫、大西正洋、小倉昭男、井関農機(株)、小橋工業(株)、鋤柄農機(株)：湿潤土壌でも土を練りにくく高速作業が可能なディスク式中耕培土機、普及成果情報、農研機構・生研センター、2008
- 2) 農研機構・中央農業総合研究センター：耕うん同時畝立て播種技術による水田転換畑の大豆・麦類等の汎用利用、
URL：<http://www.naro.affrc.go.jp/narc/contents/demae/demae02/index.html>
- 3) 梅田直円、栗原英治、嶋津光辰、三菱農機(株)：4tトラックに積載可能な小型汎用コンバイン、普及成果情報、農研機構・生研センター、2011
- 4) 宮原佳彦：大豆生産用機械化一貫体系、平成25年度大豆作用機械化一貫体系に関する現地セミナー 講演要旨、2013

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —そば—

小型汎用コンバインおよびソバ・ナタネ専用キットの開発と現地実証試験

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター

生産システム研究部 主任研究員 梅田 直円

1. はじめに

汎用コンバインは、多様な作物を1台で収穫できるので機械費の低減が期待される。しかしながら、従来サイズの汎用コンバインでは、機体が大きいことから、ほ場が中小規模でかつ点在した地域では自走での移動はできず、また、搬送には大型のトラックを必要とすることから導入は困難である。そのような地域で稲、麦の他に、大豆、ソバ、ナタネ等を収穫する場合には、自脱コンバイン（4条刈り程度）と大豆用コンバインの両方を用いる作業体系が一般的である。コンバインを複数台所有すると、機械費がかさみ、生産コストが高くなることが危惧される。

そこで、(独)農研機構生研センターでは、緊プロ事業において、中山間地や小規模区画の地域でも利用可能な小型汎用コンバインを開発した。小型汎用コンバインは、水稻、麦、大豆だけでなく、ソバ、ナタネ等の多作物に利用することで年間作業時間や収穫面積が拡大し、収穫物に対する機械費が低減されることが期待される。

そこで、小型汎用コンバインによる水稻、麦、大豆に加えて、ソバおよびナタネでも高い収穫性能を発揮する専用キットを開発した。また、現地での実証試験について報告する。

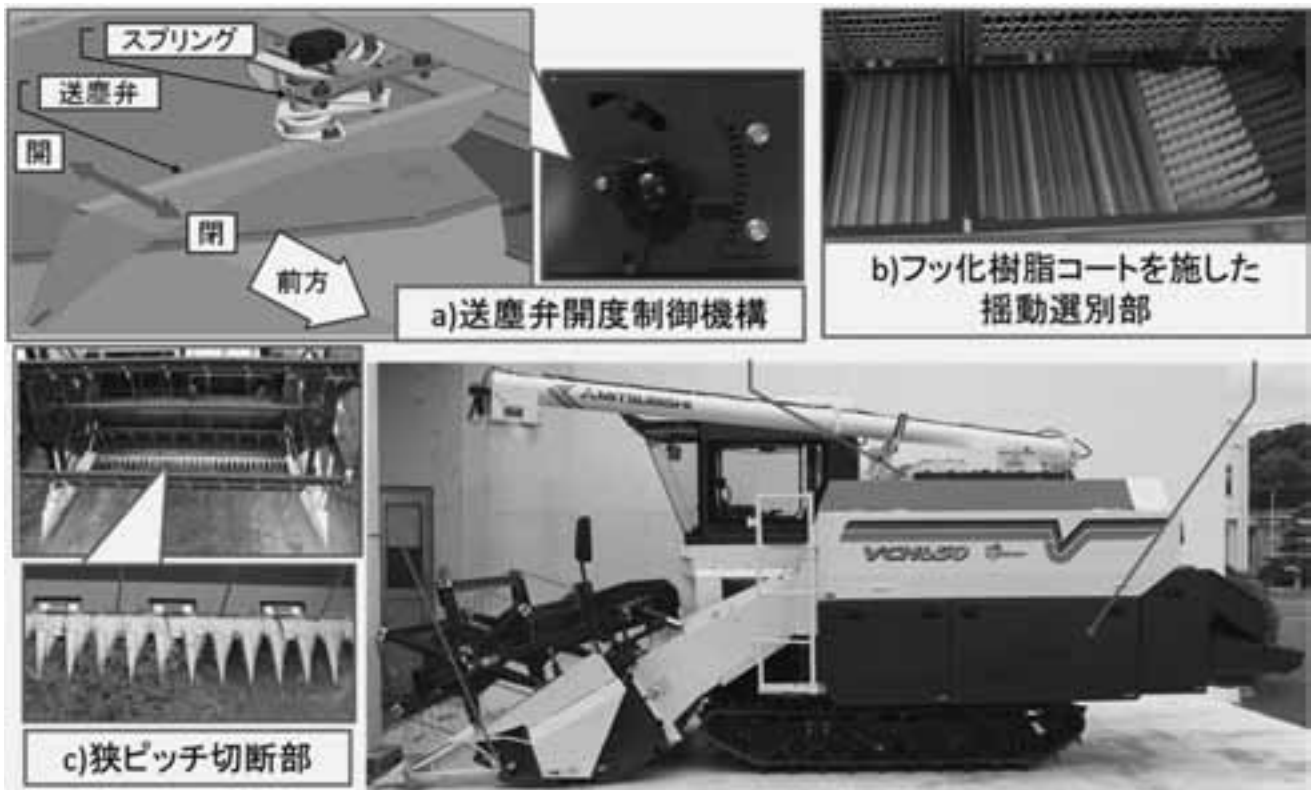


図1 小型汎用コンバインの外観と新技術

2. 小型汎用コンバインの構造と特徴、新技術

1) 小型汎用コンバインの構造と特徴

本機は、スクリュ型脱穀機構を備えた小型の汎用コンバインである(図1)。機体寸法は、全長4.85~5.51m、全幅2.15mと4条刈り自脱コンバインと同等で質量は3.4~3.7tであり、4tトラックで運搬可能である(図2)。刈り幅は1,700mmであり、水稻(条間30cm)では5条刈りが標準である。コンケーブ等の交換、こぎ胴回転の変速等により多様な作物を収穫可能である。なお、こぎ胴回転速度は、回転速度切り替えレバーの操作で変更可能である。また、本機は、方向指示灯および前照灯等を装備した保安基準に適合した機体構造をしており、公道を走行可能である。こぎ胴サイドカバーを跳ね上げ式、揺動選別部をスライド引き抜き式とすることで、組換え・調整、機体内の清掃等にかかる作業への負担が軽減されるこ



図2 4tトラックに積載された小型汎用コンバイン



図3 跳ね上げ式サイドカバー



図4 スライド引き抜き式揺動選別部

とから多様な作物へ使用されることが期待される(図3、図4)。

2) 小型汎用コンバインに導入した新たな技術

(1) 送塵弁開度制御機構

送塵弁は、こぎ室内における収穫物の滞留時間を調節する機能がある。送塵弁を開くと、脱穀動力は小さくなるが、損失が大きくなる可能性がある。逆に、送塵弁を閉めると、損失は低減するが、脱穀動力が大きくなる可能性が増加する。従来のコンバインでは、収穫作業時に送塵弁があらかじめ設定した位置で固定されているため、こぎ室に供給される収穫物が増加すると滞留量が増加し、脱穀動力が大きくなる。送塵弁開度制御機構は、収穫物が過度に滞留し送塵弁にある一定以上の力が作用すると送塵弁が開いて一時的に収穫物を逃し、脱穀動力を安定化し低減する機構である¹⁾(図1 a)。

(2) フッ化樹脂コートをした揺動選別部

揺動選別部のグレンパンおよびフィンにフッ化樹脂コートをすることによって、夾雑物等の付着が軽減される(図1 b)。自脱コンバインに適応した場合、湿材収穫時における排塵口損失が低減し選別性能が向上することが報告されている²⁾。また、汎用コンバインに適応した場合、水稻収穫では自脱コンバインと同様の効果があり、大豆収穫では汚粒発生割合や汚染度が従来機と比較して低減することが報告されている³⁾。フッ化樹脂コートをした揺動選別部は、汎用コンバインでは初めて装備された。

(3) 狭ピッチ切断部

狭ピッチ切断部は、刃先角 20° 、受刃ピッチ 50.8mm （標準： 35° 、 76.2mm ）であり、刃先角を小さく、受刃ピッチを狭くすることで、頭部損失発生要因の1つである切断時の茎稈の前方への飛び出しを抑制した（図1 c）。狭ピッチ切断部は切断による茎の前方への飛び出しを抑えるため、リールが作用し難い大豆主茎長が低い範囲で頭部損失の低減効果が高いことが報告されている⁴⁾。

3. 小型汎用コンバインの性能

1) 水稻・麦・大豆

水稻収穫では、刈り高さ 15cm 程度で収穫することができ、倒伏した水稻への適応性も良好であった（図5）。脱穀選別損失 3% 以下での最高作業速度は、脱粒性「中」では 1.0m/s 程度、脱粒性「難」では $0.6\sim 0.8\text{m/s}$ であった。損傷粒割合および夾雑物割合は多くの品種で基準以下であったが、同一品種でも発生に差が生じることがあり、作物の状態にあわせ適切な作業条件に調整する必要性が認められた。

麦収穫では、最高作業速度 1.4m/s で収穫可能であった。脱穀選別損失は、大麦および小麦では $0\sim 1\%$ であった。夾雑物割合は 0.3% 未満、損傷粒割合は 0% 程度であり、収穫物の品質は良好であった。

大豆収穫では、最高作業速度 1.4m/s で収穫可能で、頭部損失は $2\sim 3\%$ 、脱穀選別損失は 1% 程度であり、穀粒損失は低く良好であった。



図5 小型汎用コンバインによる水稻収穫作業

2) ソバ・ナタネ

ソバおよびナタネ収穫においてそれぞれの作物性状を考慮してより高い収穫性能を発揮するために開発された専用キットの構成とその効果は以下のとおりである。

(1) ソバ専用キットとその効果

コンケーブを格子状にすることにより、コンケーブからの穀粒の漏下を高め、揺動選別部のフィンの範囲を広くし、 $\phi 9\text{mm}$ の打抜鉄板を併用したキットに変更することにより、穀粒とクズを選別する能力を高める（図6）。本キットを用いたソバの収穫作業では、作業速度 1.4m/s で、脱穀選別損失 6.3% 、夾雑物割合 0.8% および損傷粒割合 0.2% で作業することができた。揺動選別部にはフッ化樹脂コートが施されており、水分の高いソバでも表面への茎葉の付着を抑えることができ、フッ化樹脂コートを施していない場合と比

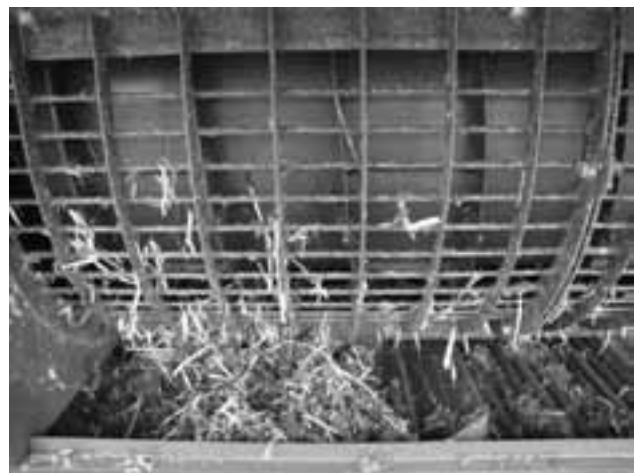


図6 ソバ収穫時の脱穀部・選別部（格子状の受網）

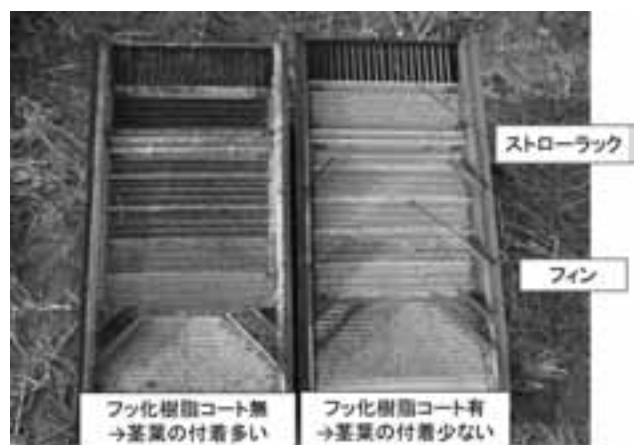


図7 揺動篩の構造とソバ収穫後の茎葉の付着状況

較して脱穀選別損失を抑えることができた（図7）。

(2) ナタネ専用キットとその効果

コンケーブは前部をクリンプ網、後部を格子状で構成することで、脱穀された穀粒とクズが揺動選別部上の一部分に集まるのを防止することができる。本キットを用いたナタネの収穫作業では、作業速度1.4m/sで、脱穀選別損失1.9%、夾雑物割合0.1%で作業することができた。また、ナタネの分枝が隣接する条と絡んでいる場合には専用デバイダーを装着することにより、作物を分離する効果を高めることができる。

4. 現地実証試験

平成24年10月に富山県立山町、平成24年11月に鹿児島県大崎町で現地実演・実証試験を実施した（図8）。富山県では30名程度、鹿児島では20程度の参加があり、小型汎用コンバイン概要説明、実演、試乗等を行った。富山では、作業速度1.4m/s程度、30aを50分程度の能率で収穫することができ高い評価を得た。鹿児島県では、「高水分でも収穫ロス、収穫物への夾雑物も少ない。点検整備も容易である。脱穀部入口での脱粒が若干気になるが、中規模の受託作業組織や集落営農組織で普及の可能性がある」との感想を得た。



図8 小型汎用コンバインによるソバ収穫作業

5. おわりに

汎用コンバインは、日本国内の北海道以外の地域では、水稻の収穫にはあまり利用されていない。これは、従来の汎用コンバインが大きすぎて小区画ほ場には適さないこと、日本で栽培される水稻の多くの品種は脱穀が困難な性質が強いため、日本型水稻への性能が追求された自脱コンバインよりも、多様な作物への対応が求められる汎用コンバインの作業能率が低くなりがちなこと等が主な要因である。現在、農林水産省では生産コストの大幅な削減を目指しており、そのためには機械費の削減は必至である。小型汎用コンバインは、小型で機動性が高いことなどから北海道以外の地域においても導入が可能である。また、本機は水稻の収穫性能が従来のコンバインに比べて向上しており、3～4条刈り自脱コンバイン程度の能率で作業することができる。小型汎用コンバインを水稻、大豆、ソバ、ナタネ、雑穀など多様な作物に利用することで、新たな収穫作業システムを構築することができ、収穫コストの削減が期待される。

参考文献

- 1) 栗原英治ら：コンバインの湿材適応性拡大に関する研究（第2報）－送塵弁開度制御機構の検討－，農機誌70(4)，90-97，2008
- 2) 栗原英治ら：コンバインの湿材適応性拡大に関する研究（第1報）－揺動選別部はっ水方法の検討－，農機誌70(4)，83-89，2008
- 3) 栗原英治ら：コンバインの湿材適応性拡大に関する研究（第4報）－湿材適応技術の汎用コンバインへの適用－，農機誌73(6)，397-406，2011
- 4) 梅田直円ら：大豆収穫における頭部損失低減技術の開発（第4報）－切断部の試作と頭部損失低減効果の実証－，農機誌，70(1)，85-91，2008

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —そば—

大豆用の機械を利用したそばの耕うん同時畝立て栽培技術の開発

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター 作業技術研究領域長 細川 寿

1. はじめに

そばは、乾燥に強く湿害に弱い作物といわれており、大豆以上に発芽時の湿害に影響を受ける。そばの作付面積は、ここ数年約37千～47千 ha であり、平成20年までは毎年少しずつ増加していた。しかし、平成23年から、農業者個別所得補償制度の関係でそばの作付面積が急激に増加した。

一方そばの作付面積の内、水田に作付けされている割合は、全国では約64%、北海道を除く都府県では約75%であり（平成25年）、約2/3が水田転換畑で栽培されている（図1）。10a 当たり収量は、主産県（全国の作付けの約80%）の平均で、ここ数年40～77kg/10a で低く推移している。特に平成21年の平均収量は約40kg/10a と過去10年で最も低く、主産県の中でも、最低約21kg/10a、最高でも約50kg/10a であった。

低収量の要因は、水田転換畑等の排水不良圃場に作付けされている割合が多いため、湿害の影響によるものが大きいと考えられる。そばは、湛水期間1日でも出芽率が約1/4に低下し、深さ30cmの溝により収量が約3割弱増加するとの報告や地下水位が高いほど出芽率が低く、莖長が短くなり子実重も低下し、特に地下水位5 cmではその傾向が著しいとの報告もある。

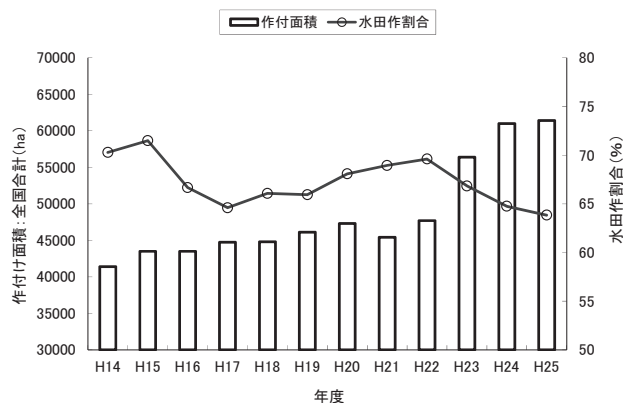


図1 そばの作付面積と水田作の割合

これらのことから、そば栽培の収量の増加や安定化のためには、湿害を軽減できる技術を適用することが効果的であると考えられる。中央農業総合研究センター（北陸）では、これまでに大豆用の湿害軽減技術として、耕うん同時畝立て播種作業技術（(8)大豆の項参照）を開発している。開発機は、ロータリの爪配列を利用して、耕うんと同時に畝立て（約75cm 畝）を行う作業機であり、大豆用の爪配列を変更して、そば用に畝の形状が平高畝になるようにした。しかも、耕うんしながら畝立てと施肥・播種を同時に行うことが可能で、そばにも汎用利用ができる一工程の耕うん同時畝立て播種作業機である。

2. 作業機の構造

大豆用に開発した作業機は、アップカットロータリをベースに耕うんと畝立てが同時に実施できる作業機である。碎土性、すき込み性が良いのが特徴である。耕うん軸は、従来のアップカットロータリに多いフランジ型からホルダー型に爪の取り付け方法を変更し、耕うん爪の曲がりの方向を自由に変更しながら、耕うんできる構造である。耕うん時の土塊は、耕うん爪の曲がりの方向に移動する特徴があるため、爪の曲がりの方向を揃えることにより、畝を作ることが可能である。特にここでは、爪の曲がりを大きくし、土の移動がしやすい構造とした。

ロータリの中央部分は、耕うん後に平らになるように標準耕うん（平ら）の爪配列とし、両側の約30cmの耕うん爪を、ロータリ中央に土塊が移動するように、爪の曲がりの方向を中央に揃え、耕うんしながら平高畝が成型できるようにした（図2）。うね表面の均平や、畝高さを調整するなどの畝形状を整える方法としては、一部の耕うん爪

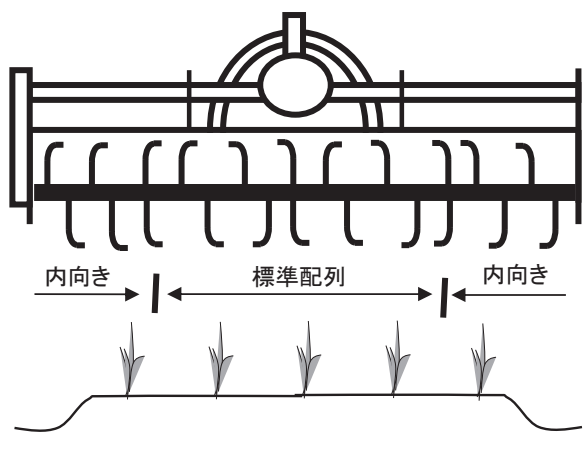


図2 そばの畝形状

の曲がり方向の変更やロータリ均平板の位置を調整することで対応した。

耕うん同時畝立てが可能なロータリは、松山(株)から市販されており、耕うん幅は150、160、170、180cmと220cmの5機種となっている。作業機の後方に施肥播種機を取付け、耕うんと同時に畝立てと施肥・播種を一工程で行うことができる。施肥播種機はロール式を装着しているが、そば種子に対応した目皿式播種機、これまで使用している従来型の播種機等の別方式でも装着方法や装着後の播種の位置関係が合えば、使用可能である。そばは大豆の慣行栽培よりも条間を狭く栽培することが多いため、耕うん幅170cmの作業機で平高畝にすると、畝上面幅が120~130cmになり5条(条間約28cm、6条も可能)播種することが可能で、同様に耕うん幅220cmの作業機では、畝上面幅170~180cmで最大8条(条間約23cm)を播種することが可能であった(図3)。また、大豆の畝形状(75~80cm畝)の1畝にそばを2条播種し、溝の割合を増加させ、湿害軽減を重視する



図3 耕うん幅220cmの作業機



図4 排水性が良好な大豆と同じ畝形状

播種を行うことも可能であった(図4)。

3. 耕うん同時畝立て播種の効果

そばは、前作物がない状態で栽培される場合もあるが、水田圃場では、水稻や麦後の圃場に栽培されることも多い。その場合、稲わらや麦稈等が圃場に残っているが、アップカットロータリのため、すき込み性は良好であり、土壌表層の碎土率も向上し、発芽は良好であった。わらの切断長が長く、圃場内に列状に残されていると、大豆と同様にロータリ側板部分で、わら詰まりの発生する場合が認められた。そのため、前作物収穫時のコンバインのわら切断長を短くし、ワラの排出・落下させたわらを拡散させるなど設定に注意する必要がある。さらに、サイドディスクを両方のロータリ側板前方に取り付けることにより、わら絡みを低減することができた。耕うん幅150~180cm用のアップカットロータリ用サイドディスクは作業機メーカーから市販化されている。

作業速度は、一工程作業で0.25~0.4m/s程度、事前耕うん圃場では、さらに向上した。耕うん幅220cmのロータリで、1日当たりの作業面積は、1.5~2.0ha程度であった。

作業後の畝高さは10~15cmで、連続かつ安定的に平高畝を成型することが可能であった。TDR 土壌水分計で、75cm畝(大豆畝)、150cm畝(平高畝)と平播きのそれぞれ深さ5cm位置の土壌体積含水率を測定した結果、平播きが最も高く、75cm畝が最も低くなった。150cm畝は両者の中間であり、75cm畝の方が湿害に対して有効と考えられた。畝立て栽培を行うと、特に降雨時

の土壌体積含水率の上昇が抑えられた（図5）。

新潟県内、長野県内の圃場で、平成16～18年の3カ年について、16ヶ所の圃場で慣行栽培と耕うん同時畝立て栽培の比較試験を行った。新潟県糸魚川市、南魚沼市、十日町市、上越市の一部、長野県松本市の一部等10ヶ所の圃場で耕うん同時畝立て栽培の収量が増加し、それ以外の圃場では耕うん同時畝立て栽培と慣行栽培の収量はほぼ同等であった（図6）。

長野県松本市における同一組織内の現地試験では、麦-そば体系を実施しており、汎用利用によるコスト削減が試みられていた。

そばの価格は、ここ数年低下しているため、増収効果が認められても、そば栽培のみに作業機を使用した場合は、コスト的に厳しい場合も多いと考えられる。大豆や麦等に汎用的に利用することにより、作業機導入の可能性が高まる。

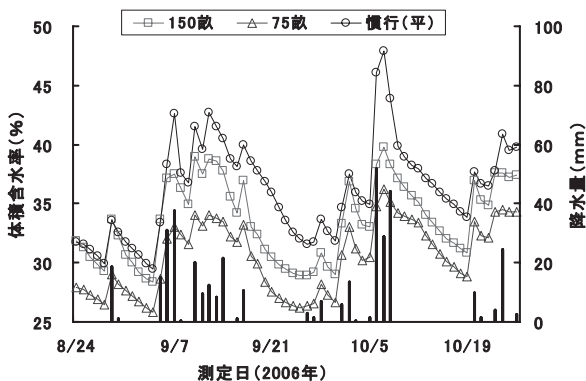
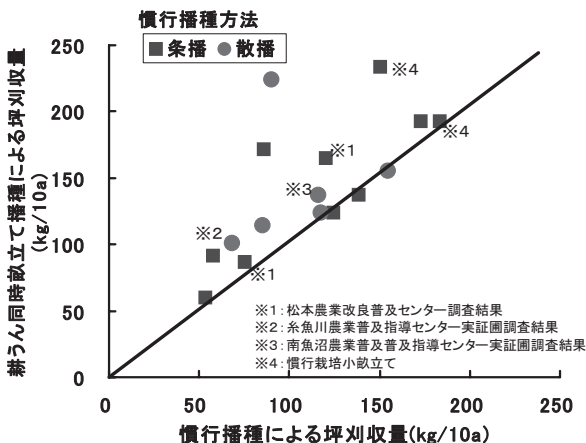


図5 畝形状と土壌水分（体積含水率）



試験年次: 2004～2006
 試験地域: 16 圃場 (松本市、信濃町、南魚沼市、三条市、十日町市、上越市、北陸研究センター)
 品種: とよむすめ、信濃1号、栃木在来、在来種

図6 畝立て栽培と慣行栽培のそば収量

4. 汎用利用等地域の取り組み事例

1) そば-麦体系

前述の長野県松本市では、そば-麦体系で両方の作物へ作業機を利用し、湿害軽減とコスト低減を図るために取り組みを進めた事例がある。

具体的には、耕うん幅220cmのロータリで麦と麦後のそばを播種する体系を実施している。両作物とも同じ平高畝で播種するため、作業機の爪配列の変更はしないで、耕うん畝立てを行い、8条播種を行っている。

現地で実証した試験では、湿害の発生しやすい圃場の坪刈収量が、21、102、133kg/10aであるのに対し、隣接した耕うん同時畝立て圃場では、171kg/10aであった。また、畝立て栽培では、主茎長が長く、分枝数や全重が増加し、収量が増加したと考えられた。一方排水が不良でない圃場では、慣行栽培の収量173kg/10aに対し、隣接した耕うん同時畝立て栽培の収量は、193kg/10aであった。これらのことからそばの耕うん同時畝立て栽培は、湿害の発生しやすい圃場で、効果が発揮されると考えられた。

2) そば、大豆、菜種への汎用利用

香川県では、そばの畝立て栽培に加えて、大豆の畝立て狭畦栽培、菜種の畝立て栽培で作業機が汎用的に使用されている（図7）。すべて同じ畝形状で作業を行う体系にしており、爪交換等をしなくても作業できる。菜種については、人力による散播を行っている。これらの組織では、数haから数十ha規模の面積でそばを栽培しており、耕うん同時畝立て作業機の導入効果が発揮されている。



図7 そばと大豆の畝立て栽培（香川県）



図8 北海道愛別町におけるそばの耕うん同時畝立て栽培



図9 アップカットロータリによる表層散播
写真：九州沖縄農業研究センター 土屋氏

3) 北海道での取り組み

北海道の旭川市周辺市町村において、そばの耕うん同時畝立て播種を行い、その効果について検証した。これらの地域でも水田転換畑でそば栽培が行われており、湿害の影響を受け、例年の収量が50kg/10a以下の圃場もあった。試験は上川農業改良普及センターが中心となり、クボタアグリサービス(株)北海道の協力を得て、2.2m幅の耕うん同時畝立て作業機に8条播種機を装着し、作業性、収量等を測定した。

試験を実施した平成23～24年は、通常年と異なり、降雨が非常に少なく干ばつ傾向で、畝立ての効果は小さかったが、耕起から播種までの作業時間は、慣行に比べて70～75%程度と短くなった。ここでも作業機の汎用利用を図るために、小麦への適応を検討している(上川農業改良普及センター 池田氏)。

5. アップカットロータリによる耕うん同時畝立て表層散播

アップカットロータリの爪配列を、平高畝になるように配列し、均平板を外して、その位置に散播用の播種機を装着し、アップカットロータリのスクリーンによる細かい土が落下する位置に散播する作業機を九州沖縄農業研究センターで開発している(図9)。一工程播種や畝立てによる排水性の確保などのメリットに加え、条播機のように播種機が地表面に触れないため、オープナーや覆土器などへの土壌の付着がなく、土壌水分が高い条件でも比較的トラブル無く播種ができる。また、表層散播では、密播適性のある品種を厚播きすることで収量増が得られるとともに、雑草の抑制効果も高くなる可能性がある

る(九州沖縄農業研究センター 土屋氏)。

6. 残された問題点と今後の方向、普及状況

本方式で播種を行った場合、作業機往復時の合わせの部分＝溝部分の条間は50cm程度となり、溝部分以外の条間の23～28cmより広くなる。排水溝を作るためには、条間を広げることが必要であるが、大きく広げると、雑草が発生する。また大豆等と異なり、条間が広がっても作物の生育量や収量には限界があり、溝部分の条間が広がると収量が減少する。そのため、溝幅を狭く・深くして、排水機能は低下させず、溝部分の作物の条間を狭くして収量を増加させることが重要である。また溝部分の作物条間を狭くするために、畝両端の播種位置を畝上面の溝に近い部分に移動させると、種子が溝に落下する場合があります。畝形状と播種位置のバランスの検討も必要である。さらに畝形状の調節が必要な場合、均平板位置や爪の曲がりの方向等の調節で実施しているが、できるだけ少ない調整で目的とする畝形状に成型することも重要である。これに対応するため、ロータリ側板に装着する簡易成型板も市販化している。

現地への普及状況は、長野県では100ha以上で導入されている。他作物への汎用利用を含めた導入事例としては、前述の記述のとおりであるが、長野県飯綱町と新潟県糸魚川市では、そば単作で使用している。これらの組織では、数haから数十ha規模の面積でそばを栽培しており、耕うん同時畝立て作業機の導入効果が発揮されている。

そばの収量向上と複数作物への汎用利用や大規模栽培への導入などのコスト面を考慮しながら、普及拡大を図っていくことが重要である。

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —そば—

立毛間播種機によるソバ・ナタネ二毛作体系の構築

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター 生産基盤研究領域長 齋藤 秀文

1. はじめに

東北地域のソバの作付面積は16,200ha、ナタネの作付面積は523haとともに北海道につぐ規模であるが、寒冷地にある東北地域は、作付体系は気象的制約から北になるほど作物切り替え時の作期と作業の競合が厳しくなるため、1年1作の作付体系がとられることが多い。^{1) 2)} 我が国の農業では農地の高度利用、生産コストの引き下げが求められており、二毛作などによって土地の生産性を上げれば、その分生産コストを引き下げることができる。

戦略作物に位置付けられているソバとナタネを組み合わせ二毛作することで土地利用効率と収益性を改善することが期待できる。北東北地方におけるナタネの栽培期間は約10ヶ月間と長く、栽培期間の短いソバとでも作物切り替え時の作期と作業の競合が厳しく、組合せにおいても通常の二毛作は不可能である。そこで、大豆-麦栽培体系において開発された立毛間播種作業機を利用して、立毛中のソバの間にナタネを播種し間作することで、寒冷地でもソバ・ナタネの二毛作が可能になり、土地利用効率の高い栽培体系を構築した。

2. 立毛間播種技術について

東北地方のように冷涼な気候条件の地域にでは、大豆と小麦では作期が競合するため、二毛作は困難である。しかし、収穫前の作物条間に次の作物を播種し、間作をすることによって年二作が可能になる。これを立毛間播種という。立毛間播種は古くからある手法であったが、機械化された作業体系が確立されていなかったために、近年では一部を除いて、あまり実施されない技術となっている。北東北において、大豆と小麦の立毛間播種は、大豆収穫の約1ヶ月前に畝間へ小麦を播種

し、小麦収穫の約2週間前に大豆を畝間に播種することにより、二毛作が可能となる。水田転換畑では、転作期間中に2年3作・3年5作の大豆・小麦の作付、または、小麦・大豆二毛作の作付けとなる。この立毛間播種技術を可能にするために、立毛中に作物列を跨いで畝間を走行し、作物の条間に条播を行う作業機を東北農業研究センターと農機メーカーで共同開発し市販化した。

3. 立毛間播種機の構造と汎用化

立毛間播種機は、前後輪に分草桿を備え、立毛中の作物列の間を走行できるハイクリアランス型乗用管理機に装着し使用する。作業機は、最低地上高の大きい作溝部と独立駆動する施肥播種ユニットを3条設けてある。作物の巻き込み防止のための分草桿を備え、前作物条に入って作業ができる。PTO 駆動された作溝部の作溝ディスクにより前作物の条間に幅1~2 cmの溝を作り、その溝にあわせ施肥播種ユニットによって条播種する。中央の作溝部を左右にシリンダー駆動させることで条間を50~75cmに任意に設定可能で、1条あたりの播種列数は1列・2列を選択できる。

立毛間播種機は大豆、小麦の播種用に開発されたが、簡易な改良でナタネおよびソバの播種が可能である。³⁾ 種子繰り出しロールのセル容積を、小さなナタネ種子4~5粒分程度に縮小させるようにエポキシ樹脂で充填することで、50~100 g/a程度の播種が可能となる(図1)。充填した樹脂はそのままにして、セルを広げれば、ソバ種子を播種できる。種子繰り出しロールは1万円程度と安価であり、簡単に交換可能である。

立毛間播種の作業速度は、前作物の状況(倒伏、蔓化など)によって大きく左右されるが、0.3~0.8m/s程度で、倒伏の少ない大規模圃場



図1 ソバ-ナタネ用に改造した立毛間播種機

のような好条件下では、1時間あたり30 a程度の作業能率になる。

4. 立毛間播種における栽培管理作業と収量性

立毛中のソバの条間にナタネ播種し2～4週間の間作期間を設けることで二毛作が可能である(図2、3)。しかし、ソバは倒伏しやすく、大豆や麦に比べて茎葉の物理的強度が小さいので、前作ソバの倒伏程度が大きいとナタネ播種作業時に乗用管理機や播種作業機の作溝ディスク等との接触により切断・引き抜きや倒伏拡大等の被害を生じやすい。倒伏させないためには耐倒伏性の強い品種の利用や施肥管理をおこなう必要がある。ナタネの播種時の雑草に対しては、作物のソバがあるため全面耕起による埋没処理や非選択性の薬剤による全面処理はできない。播種後の除草剤は土壌処理剤の使用はできないので、ソバの収穫以降に選択性除草剤を散布する。



図2 ソバ立毛間ナタネ播種作業

ソバ収穫時に、コンバインのクローラがソバの条間で生育中のナタネを踏圧すると初期生育が抑制される(表)。従って、クローラで踏まないように収穫に用いるコンバインのクローラ間隔や幅に合致した栽植様式にするか、立毛間播種機の条間変更機構を利用して不等条間で立毛間播種するこ



図3 ソバ-ナタネ二毛作の播種作業体系

表 コンバイン踏圧によるナタネ生育量の減少

調査時期		2004年播種		2005年播種	
		秋期(10/19)	越冬期(4/12)	秋期(11/4)	越冬期(4/17)
乾物重(g)	踏圧あり(n=6)	2.1±0.3	28.6±6.2	11.4±1.4	19.6±5.1
	踏圧無し(n=4)	3.1±0.5	50.5±7.0	16.7±2.1	27.0±4.5
有意差		*	*	*	NS
比率		0.66	0.57	0.68	0.73

・乾物重は連続する20株の地上部合計値
 ・コンバインクローラー接地圧：23kPa(2004年)、25kPa(2005年)
 ・±後の数字は標準誤差、*は危険率5%で有意差あり NSは有意差なし
 ・品種：キザキノナタネ(2004年)、キザキノナタネ、キラリボシ(2005年)

とでナタネの幼植物体をできるだけ踏圧しないことが望ましい。立毛間播種されたナタネの収量レベルは慣行栽培に比較すると低くなる可能性があり、施肥水準等の栽培条件について最適化が必要である。

5. おわりに

立毛間播種機は、東北地域の小麦-大豆二毛作用に開発されたが、今回紹介したように東北地域のソバ-ナタネ二毛作に汎用化が可能である。近年は関東地域での水稲乾田直播-小麦の二毛作体系での利用も広がっている。今後は、従来不可能

であった組み合わせの作物にも応用し、新たな二毛作体系の構築に取り組んでいく。

参考文献

- 1) 倉本器征 (2001) 東北地域における水田地域輪作営農の展開, 水田輪作技術と地域営農 (倉本器征・他著) 農林統計協会, pp.29-66.
- 2) 農林水産省 (2014) 平成25年産 作物統計
- 3) 天羽弘一・大谷隆二・澁谷幸憲・西脇健太郎 (2005) 平成17年度 農業機械学会東北支部大会 講演要旨 13 - 14

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —なたね—

既存の作業機を活用したなたねの機械化栽培

茨城県農業総合センター農業研究所 主任研究員 森 拓也

1. はじめに

近年、耕作放棄地の有効活用や地域振興のためになたねを栽培し、油やBDFを製造する取り組みが県内のNPO法人や市町村を中心に広がっています。しかし、なたね栽培は手作業による栽培が中心で、機械化が遅れている作物の一つです。そこで、農業研究所では麦大豆等の既存の作業機を利用して、なたねの機械化栽培に取り組みましたので、その事例について紹介します。

2. なたねの機械化栽培について

(1) なたねの播種作業

なたねの種子は、イネや大豆の種子に比べ非常に小さいため、既存の麦大豆用の播種機(横溝ロール式播種機)では、播種機の播種穴を最小に設定しても、播種量が目標(500g/10a)よりも多くなりすぎるという課題がありました。そこで、農研機構中央農業総合研究センターの研究成果¹⁾、を参考にして、麦や大豆用に一般的に用いられるA社繰り出しロール(8セル白色タイプ)の播種溝をシーリング剤で埋め、新たに径5.5mm、深さ3mmの播種穴を加工し、播種機のスプロケット

の組み合わせを調整することで、目標の播種量500g/10aが可能となりました(図1)。この播種機を使って、平成21~22年に栽培試験を行ったところ、収量(精子実重)は、300~360kg/10aを得られました(表1)。

(2) なたねの収穫作業

通常なたねの収穫作業は、汎用コンバインでの収穫が可能です。汎用コンバインでなたねを収穫する場合は、標準の受け網(コンケープ)をそば用コンケープに取り換えて収穫します(図2)。汎用コンバインのオプションとして、そば用また

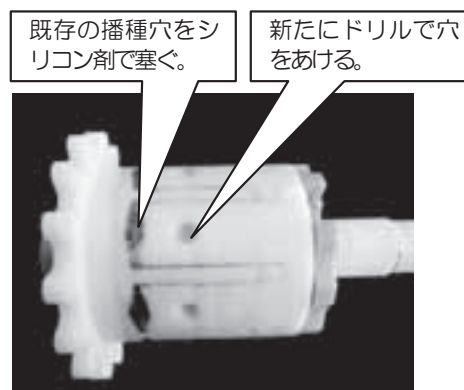


図1 なたね用播種ロール(中央農研式)

表1 なたねの播種精度・苗立ち・成熟期の収量(H21~22)

試験年度	スプロケット	播種精度			苗立ち		収量		
		目標播種量 (g/10a)	播種量 (g/10a)	設定比 (%)	苗立数 (本/m ²)	苗立率 (%)	生全重 (kg/10a)	精子実重 (kg/10a)	千粒重 (g)
平成21年	12-12	500	554	111	60	40	5,753	362	3.3
平成22年	13-10	500	507	101	74	61	5,361	308	3.4

注) 1 品種は「キラリボシ」で水戸市(表層腐植質多湿黒ボク土)で栽培した。播種日は、平成21年は10月30日、平成22年は10月29日。
 注) 2 播種は、ロータリーシーダ(6条、1.8m)を使用。播種ロールは、なたね用播種ロールを使用した。
 注) 3 スプロケットの組み合わせは、繰り出し部側-接地輪側。
 注) 4 苗立率は、播種量と千粒重から換算して算出した。
 注) 5 成熟期は、平成21年は6月19日、平成22年は6月24日。
 注) 6 収量は坪刈り値で、精子実重は水分9%換算値である。

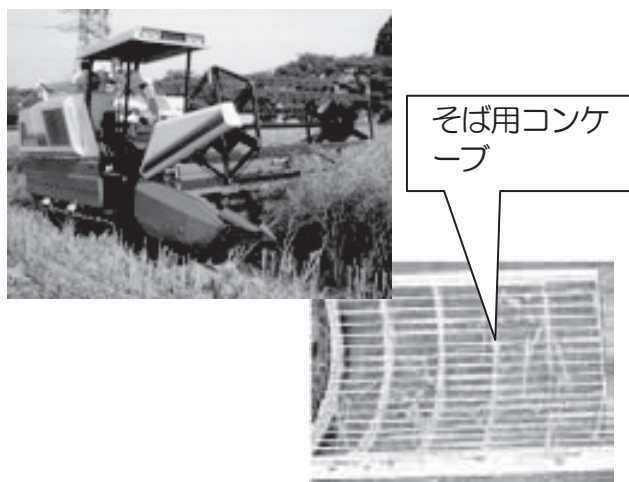


図2 汎用コンバインによる収穫

は雑穀用キットが市販化されている場合は、それらを装着することで、収穫ロスが低減できます。莢水分が高すぎると、コンバイン内部でつまりの原因となります。汎用コンバインで刈り取り可能な時期は、莢水分30%以下（株全体の平均値）です（図表略）。ナタネを収穫する場合は、なるべく茎葉をコンバイン内部に刈り入れないように、高刈り（地際から50cm程度）するように注意します。

（3）ナタネの乾燥作業

ナタネの乾燥作業は、通常、ナタネの株元から刈り取り、むしろやビニールシートに広げて、雨や直射日光を避けて子実水分が9%程度に下がるまで自然乾燥させます。今回、機械乾燥としてイネや麦で使われる循環式乾燥機（最大処理量：籾1100kg）を使用しました。通常、ナタネ種子を

そのままイネ・麦用の乾燥機で乾燥させると、乾燥機の風胴部の金網からナタネ種子がこぼれ落ちます。そこで、乾燥機の風胴部金網に1mmメッシュの金網を張り、種子が風胴内部にこぼれないように乾燥機を改良しました（図3）。その他、隙間がある箇所は、テープ等で塞ぎます。また、乾燥機付属の水分計はナタネには対応していないため、仕上がり水分ダイヤルを最小値に設定し、ナタネ水分が測定可能な穀粒水分計で確認しながら乾燥させます。ただし、大型乾燥機の改良は、大変危険を伴いますので、事前に一度メーカーに相談されることをお勧めします。

（4）ナタネの調製作業

収穫後のナタネ種子には、ナタネの莢や虫、雑草の種子等さまざまな夾雑物が混入しています。油の品質や搾油率を向上させるためには、夾雑物を除去する必要があります。ナタネ種子の選別方法については、今までにもいくつかの事例が報告されています^{2) 3)}。ナタネの調製には一般的には、唐箕選を行います。今回、選別の作業効率を上げるために、大豆の粗選別機として市販されていたK社の空気・振動選別式粗選別機（図4、現在は製造終了）を使用して、ナタネの機械乾燥後に精選別を行いました。この粗選別機は、1工程で風選別と粒径選別が可能なため高効率で選別可能です。まず風選により軽く細かい夾雑物を吸引除去し、その後、振動式の選別板により大きい夾雑物を除去することができます。

しかし、付属の選別板は大豆用のため、ナタネ



図3 循環式乾燥機の改良

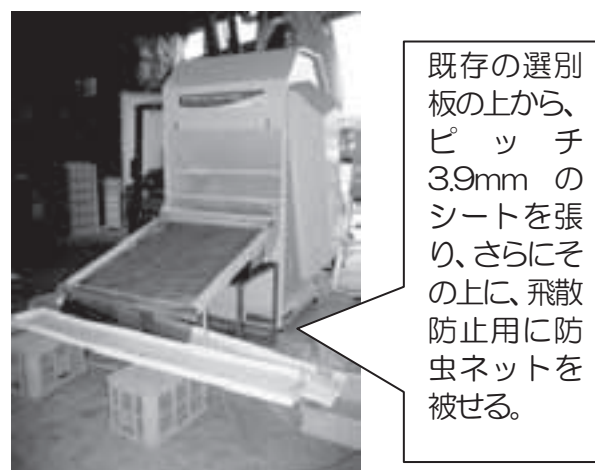


図4 大豆用粗選別機の改良

表2 乾燥後ナタネの精選別

	選別前 (kg)	選別後 (kg)	回収率 (%)	作業時間 (時間)	処理能力 (kg/時間)
サンプル①	637	622	98	0.83	746
サンプル②	943	925	98	0.92	1009

注) 乾燥後のナタネ子実を粗選別機 (K 社 TRN-1000) で精選別した。

表3 ナタネの機械化栽培体系

作業	作業日	供試作業機	機械利用時間 (時間)	組人員 (人)	延労働時間 (hr/10a)
耕耘	10/上	47PS + ロータリ (1.8m)	0.3	1	0.3
施肥	10/中	32PS + ライムソワー (2.4m)	0.2	1	0.2
耕耘	10/中	47PS + ロータリ (1.8m)	0.3	1	0.3
播種	10/中下	47PS + ロータリシーダ (ナタネ用播種ロール、6条)	0.3	1	0.3
除草	10/中下	乗用管理機+ブームスプレイヤー (15m)	0.2	1	0.2
追肥	2/下~3/上	乗用管理機+散粒機 (15m)	0.1	1	0.1
収穫	6/下~7/上	汎用コンバイン (2m)	0.4	1	0.4
粗選別	6/下~7/上	粗選別機	0.4	2	0.8
乾燥	6/下~7/上	循環式遠赤外線乾燥機 (11石)	8.5	1	0.7
調製 (精選別)	6/下~7/上	粗選別機	0.3	2	0.6
全作業時間合計					3.9

注) 1 農業研究所 (水戸市) での実証結果。

注) 2 調製作業の延労働時間は精子実重200kg/10aとして計算した。

注) 3 精選別を唐箕選で行う場合は、組人員1人での作業時間は2.5hr/10aで、機械化体系の全作業時間は5.8hr/10aである。

用途としては目合いが大きすぎて、ナタネ種子がすべてこぼれ落ちてしまうので、既存の選別板(φ7mm)の上から3.9mmピッチのメッシュシートを張り合わせ、選別板の目合いを小さくすることで選別が可能となりました。部分改良した粗選別機で乾燥後に使用することで、高能率(700~1,000kg/時)で精選別することができました(表2)。

3. まとめ

以上のように、ナタネは既存の麦大豆用の作業機を利用して、播種から乾燥・調製まで、機械化による栽培が可能です。この機械化栽培体系によ

るナタネの全作業時間は3.9hr/10aと試算されました(表3)。ナタネ栽培の機械化により、耕作放棄地の解消や油等の地産地消の取り組みが広がっていくことを期待します。

4. 参考文献

- 1) 小明渠浅耕播種機を利用したナタネの播種作業技術 / 農研機構中央農業総合研究センター成果情報(2007)
- 2) 回転式粒厚選別機によるナタネ・ヒマワリの夾雑物除去 / 金井源太ら / 農業施設 41 (2)、87-94、2010-09-25
- 3) 循環式乾燥機とベルト式選別機でなたねを乾燥調製する / 澁谷幸憲 / 機械化農業 (3075)、12-16、2007-08

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —アワ・ヒエ・キビ—

既存機械の利用による雑穀の省力化栽培

岩手大学 教授 武田 純一

1. はじめに

岩手県はヒエ、アワ、キビ等の雑穀の生産量が日本一であるが、生産様式は県内の地域で異なる。県北部の二戸地域では畑圃場でのアワ、キビを主とした栽培で小規模栽培が主体であったが、近年では生産組合を構成して機械化栽培を行っているところもある。一方、県中央部の花巻地域はヒエ、ハトムギの主産地で、水稻用の機械を利用した転作栽培を行っている。この地域の栽培では、ヒエを水稻と同様に移植用の苗を育苗して田植機で移植し、収穫は普通型コンバインで収穫しており、機械化栽培の体系もできている。

本学でも、これまでに雑穀栽培の機械化の問題について取組んできたが、ここでその一端についてご紹介する。

2. 田植機を利用したヒエの移植栽培

移植栽培は除草回数を低減できるので、有効な省力化手段の一つと考えられるが、上述のように水田への移植栽培は、既に花巻地域で実際に行われているものの、畑圃場へのヒエの移植栽培はまだ研究段階である。ここでは、既存の田植機を利用した移植栽培試験についてご紹介する。田植機は年間の稼働日数が限られるため、他の栽培にも利用してコストを下げるができる可能性もある。

供試品種は、ノゲヒエ（在来種）である。苗は、6月5日に水稻用の苗箱に5条件(3500粒(A区)、4000粒(B区)、4500粒(C区)、5000粒(D区)、5500粒(E区)で播種し、25℃のファイトトロンで発芽揃いまで生育し、その後屋外で第4葉期まで育苗した。この時期は気温が高くなることもあり、苗が徒長したため、移植前日に株元から15cm程度に鋏で切り揃えた。移植は6月29日に行っ



図1 田植機にヒエの苗をセットした状態

た。圃場は、雑草や前作の残渣が無いように移植前にロータリで十分耕起しておいた。田植機は乗用の4条植えを用い、苗は図1に示すように、畝間が60cmになるように苗載せ台にセットし、株間は16cmとした。

移植後の欠株率と播種密度の関係は、播種密度が大きいほど欠株率が低下する傾向が見られ、1ヶ月後の欠株率ではB区で高かったものの、ほぼ同様の傾向が見られた。また、1株当たりの植付本数は播種密度が多くなるほど多くなる傾向があった。

表1には、播種密度が雑穀乾物重、主要形質に及ぼす影響について示した。この結果、播種密度が多くなると、わずかに稈長が長くなる傾向が認められたが、雑穀乾物重、主要形質は播種密度とは統計的な有意差は認められなかった。

しかし、雑穀の乾物重が多くなると玄穀重が減少する傾向が見られ、欠株率と玄穀重の間には明確な負の相関が見られた。除草回数と玄穀重、播種密度の関係を見ると、E区の2回除草が350kg/10aで最も玄穀重が多く、次いでA区の無除草

表1 播種密度が主要形質に及ぼす影響

播種密度	雑草乾物重 [g/m ²]	稈長 [cm]	穂長 [cm]	玄穀重 [kg/10a]	千粒重 [g]
A	25.5	148.1	15.6	249.7	2.6
B	31.6	148.5	15.8	229.5	2.6
C	21.5	153.4	15.2	253.1	2.6
D	26.6	151.2	15.6	243.5	2.6
E	27.3	151.6	15.5	247.4	2.6

注1) 玄穀重、千粒重は水分含量13.5%に換算
 2) 分散分析の結果、播種密度間に有意差はない

表2 除草回数が主要形質に及ぼす影響

除草回数	雑草量 [g/m ²]	稈長 [cm]	穂長 [cm]	玄穀重 [kg/10a]	千粒重 [g]
0回	54.9b	162.7b	14.9b	249.7a	2.54a
1回	22.8a	142.0a	15.3a	227.5a	2.62a
2回	4.0a	151.3a	16.2a	267.7a	2.58a

形質内の英文字が異なる場合には5%水準で有意である (Tukey)

が300kg / 10 a と高かったが、その他の区は150kg~250kg / 10 a の間にあり、除草回数による差は見られなかった。表2に示すように、除草回数と雑草量、主要形質への影響は、無除草は1回除草、2回除草に比較して有意に雑草量が多く、稈長は長く、穂長も短くなり、倒伏も認められた。しかし、除草回数と玄穀重、千粒重との間には有意な関係は見られなかった。

以上の結果より、多収を得るには播種粒数が多いほど良好な結果が得られたが、種子量、倒伏などを総合的に考慮すると、播種粒数は4500粒/箱(23g)が適当と考えられる。除草については小型管理機により、移植後1~2回除草を行うことで雑草量はかなり抑えられるので、除草作業の省力化が可能であり、6月下旬の移植栽培でも250kg / 10 a の玄穀重を得ることができた。

ただし、4条植の田植機では車輪の轍と植え付けた畦の一方が重なり、移植深度浅くなることから、できれば5条植えを用い、培土板やフロートと後輪の間に小型ロータや、均平板の設置を検討した方が良いと思われる。更に植え付け爪からの

苗の離れをよくするために、植え込みフォークの先端を塞いだり、床土の水分量を検討するなどの課題が残されているものの、既存機械の有効利用や労力分散などに期待が持てる技術である。特に中古農機を利用することが可能であれば、ローコストで能率的な作業が可能と考えられる。

雑穀の移植栽培での抑草効果に関する、岩手県農業研究センターの試験結果によると、移植栽培は直播栽培に比べ生育初期の雑草との競合に有利であり、その後の遮蔽効果などにより雑草の発生量が少なく直播栽培よりも収量が多くなるとされている。ただ、この試験はセルトレイ育苗を行い、3人組で手作業により移植を行ったものであり、早期の機械化が望まれている。なお、アワやキビは乾燥に弱いので、移植前に根鉢への水分補給や移植先の圃場水分状態に注意しなければならない。

3. バインダによる長稈雑穀の収穫試験

雑穀は栽培面積が大きくなると、普通型コンバインで収穫している例が見られるが、機械コストが高くなるので、中規模の栽培農家では市販の雑穀用バインダを利用している例も見られる。しかし、この機械は1.5m程度の草丈までは対応できるが、これ以上の草丈になると刈取り不能や結束不能になることがある。従って市販機にいくつか

表3 供試バインダの諸元

全長	[mm]	2100
全幅	[mm]	793,878
全高	[mm]	1280
機体質量	[kg]	130
エンジン出力	[kW/rpm]	1.6/1700
走行速度前進	[m/s]	0.55,0.92,1.63
走行速度後進	[m/s]	0.52
刈幅	[mm]	200
刈高さ範囲	[mm]	350
適応作物全長	[mm]	最長1500
作業能率	[分/10a]	65~115

改良を加えて、できるだけスムーズに刈取り作業を行えるよう改造してみた結果について述べる。

ベースマシンは、表3に示すような雑穀用バインダである。このバインダはイネ用のバインダを4輪タイプにし、全体の車高を30cm上げて、水稲よりも草丈が大きく、畝栽培されることもある雑穀の刈り取りに対応するように製作されたものである。

供試した長稈雑穀は、草丈約2m程度のヒエやアワ等である。

本ベースマシンの改良のポイントは、1) 進行方向左側の未刈部分と刈取りする畝列の分草をしっかり行うこと、2) 刈り取った茎稈がスムーズに右側の排出方向へ移動すること、3) 結束のために集められた茎稈をスムーズに結束して排出させることである。従って、図2～図3に示すように市販の直径10mm程度の鋼棒またはパイプを利用して、左側の未刈部を分草するようにした(サイド分草かん)。横方向への押し出しは30cm程度が適当と考えられ、これ以上横へ張り出すと未刈部の茎稈が折れてしまう可能性があった。また、この分草かんは左分草デバイダの先端から伸ばす方が、より効果が大きかった。

分草された茎稈は穂重が重い場合上方がきれいに右側に導かれるとは限らない。これは市販のイネ用バインダをそのまま利用したこともあり、長稈の雑穀に対してはピックアップタインのストロークが短いことも起因している。そこで、鋼棒を用いて、ピックアップタインの上方と左側のデバイダ内側にかけてガイドを設けた。また、同じく左側の分草デバイダ先端からもう1本ガイドを設置することにより、よりスムーズに茎稈が右方へ移動するようになった。

更に、結束部等につまりが生じそうになった場合に進行方向右側に素早く茎稈が排出できるよう、図4に示すような排出棒を装着することにした。この排出棒のストロークは250mmで、は普段は中空のガイドに入っていて、必要ときに押し出しながら右側に茎稈を寄せることが出来るようにした。また、必要のない場合手を離すとバネの力で元の長さになり元に位置に戻るようにした。この動作は右手の手のひらのみで操作でき操



図2 改造後の雑穀バインダ (側面)



図3 改造後の雑穀バインダ (正面)



図4 改造後の雑穀バインダ (茎稈排出棒)

作性が向上し、初期の茎稈の詰まりをスムーズに右側へ排出する効果は高かったが、あくまでも補助的に用いるべきで、できるだけ詰まりのないような条件で刈るのが基本である。

結束する束の設定は、作物の栽植密度と走行速度との関係から適切に設定しなければ、茎稈の詰まりの原因となるので、注意しなければならない。詰まるようであれば束設定を小束にして早めの結束・排出を心がけたい。各種のガイドの効果により、搬送部の左側に茎稈が倒れることが抑制され、比較的整然と茎稈が揃うようになったこととの相乗効果により、茎稈がやや倒伏していても無理なく刈取ることが出来るようになった。

4. 普通型コンバインによるタカキビの収穫試験

海外ではグレインソルガムなどが栽培されているが、この品種は稈長が1.5m程度で穂は紡錘型で、機械収穫も比較的容易である。我が国では秋に降雨があったりするため紡錘型の穂では水分が乾きにくいので好まれず、岩手県内ではあまりこの種は栽培されていない。県内で多く栽培されている種は稈長が3m程度になり穂が稲のようにふさふさの形で、水分も抜け易い種類で、タカキビと呼ばれている。

機械収穫での問題は、稈長が長いため前述の雑穀用バインダでは到底収穫できず、刈幅1.5mの普通型コンバインでの収穫を試みた。畝間は60cm、株間は20cmの1本立てとした。

収穫試験は、平成13年10月15～16日に岩手大学農学部附属滝沢農場（現：寒冷 FSC）にて行われた。畝間は60cm、株間は20cmとし、1本立てとした。供試機はヤンマー農機株式会社製の軸流式普通コンバイン（GS320GC）で、刈幅は1.444mで、主要諸元を表4に、実験時の運転条件を表5に示す。

予備刈取り試験によって、以下の検討点が示唆されたので、改良を施した。収穫時期のタカキビは、隣接している畝同士の茎稈が錯綜している場合が多く、市販機の装備品だけでは刈取り部を最大限に上昇させても、リールの位置を上下に変えても茎稈を適切にヘッダ部に取り込むことが出来なかった。この場合は、茎を押し倒す、穂首を2

表4 供試機の諸元

全長	[mm]	4825
全幅	[mm]	1780
全高	[mm]	2310
エンジン出力	[kW/rpm]	23.5/2800
刈幅	[mm]	1444
刈高さ範囲	[mm]	-50～880
リール回転径×幅	[mm]	1000×1283
脱穀部形式		軸流式
タンク容量	[リットル]	700
作業能率	[分/10a]	18～23

表5 供試機の運転条件

送塵弁開度	4
コンケーブ	前部2枚（ダイズ用） 後部2枚（格子状）
とうみ回転速度	高い方から2つ目
チャフシーブ	CS2（前後）、後全開（1）
ロータ回転速度	ダイズ用
PFオーガ	ダイズ用
副変速	低
リール回転速度	高速
エンジン回転速度	2806rpm（無負荷時）
第1とうみ回転速度	821rpm（無負荷時）
第2とうみ回転速度	306rpm（無負荷時）
こぎ胴回転速度	377rpm（無負荷時）

度刈りするなど現象が生じ、適切な分草装置が必要であること。刈取られたタカキビの稈長がなお長く、ヘッダ部のオーガにスムーズに入りきらないため、ヘッダの最上部に何らかの仕切り板が必要であること。リールの回転軸やヘッダ部の狭い部分に茎葉が挟まり、刈取り不能に陥ることがあるので、ヘッダ部の各部には穂や茎葉が挟まる様な隙間を作らないこと等、が必要である。

以上を踏まえて、図5と図6に示すように市販機に所用の改良を施した。収穫試験の結果を表6に示す。試験時の10a当たりの総株数は約8400株で、収量の推定値は376kgであるが、茎の折れている株が約25%程度あったことやヘッダ部での損失が20%程度あったことから、実際の収量は約230kgであった。

刈取り状況については、稈長が長いことによる穂首の2度刈りがあった以外は順調に収穫することが出来た。頭部（ヘッダ部）損失が大きいのは、



図5 改造後の供試機(その1)



図6 改造後の供試機(その2)

主に2度刈りのためである。刈高さは約60cm程度であった。低く刈取ると茎葉が脱穀部に多く入り込み、脱穀・選別時の損失が大きくなるので注意が必要である。

以上、市販機に比較的簡便な改良を施してタカキビの刈取り試験を行った結果を示したが、収穫面積が増えるようであれば今後更に改良を加える必要があるが、未刈部との分草については、タカキビに限って必要なことではなく、他の雑穀に共通な事であるので、よりよい分草方法が検討されることを期待する。なお、草丈については機械収穫をするのであれば、できるだけ1.5m以下になるように、品種改良を望みたい。

表6 刈取り試験の結果

作業速度	[m/s]	0.29
平均刈高さ (標準偏差)	[cm]	63.6(4.1)
全流量	[kg/h]	2316
穀粒流量	[kg/h]	533
MOG 流量	[kg/h]	1783
単粒	[%]	98.1
枝梗付粒, 穂切れ粒	[%]	1.5
損傷粒	[%]	0.0
夾雑物	[%]	0.4
穀粒口穀粒割合	[%]	75.0
穀粒損失割合	[%]	25.0
刈残し損失割合	[%]	0.0
頭部損失割合	[%]	19.9
脱穀損失割合	[%]	5.1

5. おわりに

本報告では、田植機を利用した畑圃場ヒエの移植栽培と、収穫機について紹介した。一口に雑穀といっても様々な種類が有り、その栽培状況も多種多様である。特に収穫機については、分草をしっかり行い刈取り部までいかにロス無く穂と茎稈を導くかが鍵になるので、適切な分草かんが販売されていない場合は、現場で一工夫するのも良いかと思われる。また、畑作地では傾斜地での栽培も多く、対応する小型収穫機があっても良いと思われる。

田植機を利用した畑圃場への移植栽培は、登録農薬の殆どない雑穀栽培では、除草回数削減の観点から研究するべきテーマかと思われる。

機械化栽培上、もう一点指摘したいのは、機械化栽培に適した品種の育成である。できるだけ草丈を低く、倒伏せず穂があまり絡まないような品種の開発を望みたい。

参考文献

- 1) 武田純一ら (2002) : タカキビの機械収穫について、農業機械学会東北支部報、No.49, 43-46.
- 2) 武田純一ら (2007) : バイндаによる長稈雑穀の収穫について、農業機械学会東北支部報、No.54, 27-30.
- 3) 西 政佳ら (2007) : 田植機を利用したヒエの畑圃場への移植栽培、日作東北支部報、No.50, 137-138.

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —アワ・ヒエ・キビ—

岩手県における雑穀栽培の機械化について

岩手県農業研究センター県北農業研究所 作物研究室

上席専門研究員 中西 商量

1. はじめに

雑穀栽培の盛んな岩手県では1900年前後（明治時代）にヒエ、アワ、キビの栽培面積が最大となったが、その後減少し、特に1955年（昭和30年）以降は耐冷性水稻品種の登場や、葉たばこやホップなどの工芸作物の導入により大きく減少した。しかし、1985年（昭和60年）頃から消費者の健康志向、本物志向により、雑穀本来の栄養的価値が見直され、その後、水田転作への導入も図られたこともあり、栽培面積は増加した。（表1）

岩手県内では、畑栽培中心に多作目を生産している県北部、水田転作でのヒエ、ハトムギを主とする県中南部の2つの産地がある。

2. 岩手県における雑穀に関する試験の経緯

岩手県では、旧県立農事試験場において1918年（大正7年）頃から1956年（昭和31年）までヒエ、アワの品種試験が実施され、1970年（昭和45年）

以降は県立農業試験場県北分場（現・県北農業研究所）において試験研究が再開された。1980年（昭和55年）代は青刈りヒエの機械化栽培、1994年（平成6年）からはアマランサス導入とその機械化栽培に関する研究およびアワ、ヒエ、キビの優良品種選定に関する研究、2001年（平成13年）からは水田実取ヒエの機械化に関する研究や病虫害防除、オリジナル品種育成、畑雑穀の機械化に関する研究などが実施され、現在まで多くの試験研究が実施されてきた。（表2）

3. 雑穀栽培の機械化

雑穀栽培は主に畑地で行う直播栽培と湛水した水田で行う移植栽培があり、前者は雑穀全般いずれの作目でも行われてきた栽培技術である。後者は湛水状態で生育できるヒエ、ハトムギに限られている。県北農業研究所では、畑雑穀については直播栽培の機械化に取り組み、水田ヒエについて

表1 岩手県の雑穀栽培面積の推移

（単位：ha）

品目	年 次											
	2001 平13	2002 平14	2003 平15	2004 平16	2005 平17	2006 平18	2007 平19	2008 平20	2009 平21	2010 平22	2011 平23	2012 平24
ひえ	98	125	130	152	143	105	123	179	216	215	158	71
あわ	29	19	18	43	63	92	92	84	86	79	62	62
きび	22	18	33	73	78	82	120	132	142	123	71	68
はとむぎ	47	50	91	87	109	142	168	193	226	233	186	207
アマランサス	13	6	10	19	21	32	20	15	25	26	16	23
たかきび	5	8	5	5	8	9	18	12	11	24	27	13
六穀の合計	213	227	287	379	421	461	541	614	706	700	521	444

注) 岩手県農産園芸課調べ

表2 岩手県における雑穀栽培の機械化に関する主な研究成果数とその内容
(1994年(H6)以降)

年次	研究成果数*	内容
1994(H6)～1999(H11)	4	アマランサスの収穫、調製の機械化技術および普通畑作物の大型機械化体系
2001(H13)～2005(H17)	4	ヒエの水田移植栽培に関する機械化技術(育苗、移植、収穫、乾燥調製など)
2006(H18)～2009(H21)	8	主にアワ、キビを対象に畑直播栽培に関する中型機械化体系(畑地を主体としたキビ、アワ栽培における、播種～除草～収穫・乾燥・調製など)
2011(H23)～2013(H25)	3	雑穀の畑地での移植栽培及びその機械化技術(移植栽培を組み入れた輪作体系や移植栽培の抑草効果など)

*：岩手県研究成果区分の4区分のうち「普及」、「指導」のもの(「研究」、「行政」は除く)

は水稻と同様の機械移植技術の開発を行ってきた(表2)。ここでは、畑雑穀と水田ヒエそれぞれの栽培の機械化について述べる。

(1) 畑雑穀栽培の機械化

畑地での雑穀栽培は古い歴史があり、耕耘機やトラクタなどによる耕起作業以外は手作業による伝統的栽培法が今も守られている地域がある一方、担い手による規模拡大に対応した機械化栽培技術を開発するとともに収益性の高い作物(葉たばこ、野菜など)と雑穀を組み合わせた畑輪作体系の確立が必要と考えられた。

当研究所では岩手県で栽培されているヒエ、アワ、キビ、タカキビ、エゴマ、アマランサスの6作物を対象として機械化栽培技術について研究を進めてきた。機械化にあたってはすべての雑穀で利用できる汎用性の高い機械選定が望ましいことから、極小粒で機械化が最も困難であるアマランサスを対象として試験した。その結果、真空播種機による機械播種から乗用型管理機による機械除草、汎用コンバインによる機械収穫、改良揺動型比重選別機による機械調製までの機械化体系を作成した(1997年)。この技術によれば小麦や大豆などの普通畑作物と雑穀を組み合わせ、汎用コンバインを用い、最大120ha程度の機械化栽培が可能である(1999年)。

しかし、このような大型の営農が取り組みがたいこともあり、個別担い手農家が個々に取り組める中型機械化体系のニーズが高まった。雑穀作付面積が増加し、連作ほ場や地域での雑穀栽培の比率が高まるにつれ、雑草害や病虫害による収量、品質への影響が顕著になり、耕種的防除の重要性

が増してきていること、雑穀は使用できる農薬が極めて限られており、岩手県北部では無農薬栽培を原則としていることから、2006年以降、虫害軽減を考慮した雑穀の播種量や機械による雑草防除などの試験研究が実施された。これらの試験研究を体系的に整理し、2009年には畑雑穀栽培の中型機械化体系を県内農家向

けに示した(「キビ、アワの機械化栽培マニュアル」、2009年)。この中から①播種、②除草(中耕・培土)、③収穫、④乾燥・調製について順を追って紹介する。

① 播種

まず、間引きを前提にする場合の播種量はアワであれば0.8kg/10a、キビであれば1.2kg/10a、ヒエであれば0.7kg/10a程度を播種することとしている。それに対し、間引きを省略できる播種法として、真空播種機やロール式播種機(播種ユニット3連)による機械播種があり、従来手作業の10aあたり24時間に対し30分程度で播種できる。(図1)

真空播種機を用いる場合には野菜用標準ノズル(0.6mm、2穴)で真空圧500Aq(最低圧)、株間5cm×2粒、作業速度0.7m/s程度とする。ロール式播種機は、アワでは2mm径の30穴ロールを用いて株間2cm、キ



図1 ロール式播種機

ビでは2.5mm 径の20穴ロールを用いて株間3 cm 程度とする。ヒエは芒（のぎ）のあるものも多く不整形であるためロール式播種機での播種には向かない。

アワの場合には、播種量が多くなるほど生育不良により出穂できない茎が多発したり登熟が十分に進まずに減収する可能性もある一方、播種量が少ないとアワノメイガの加害により倒伏の可能性が高くなるため、0.4kg/10a の条播が適正である。キビの場合にも0.4kg/10a 条播すると、間引きを実施しなくても安定した苗立ちが確保でき、倒伏も少なく、比較的高い収量が得られる。

② 除草（中耕・培土）

雑穀畑栽培では、機械的な中耕・培土作業により除草が実施されているが、最初の中耕・培土作業が遅れると、雑草生育が旺盛になり、雑穀の生育を妨げ、機械除草で手取り除草と同等の効果をj得ることは難しい。その対策として播種前の耕起・整地を丁寧に行い、播種後20日頃の早い時期の中耕・培土（早期培土）とその7日後に行う通常培土（1～2回）を組み合わせることにより、手取り除草による栽培の約80～95%の収量を確保することができる。

早期培土作業では、培土板を装着せずに特殊爪のカルチのみを用い、雑穀の下葉を1～2枚隠す程度に軽い培土を行う。（図2、3）

歩行型管理機（中耕ロータリ1連）、乗用型

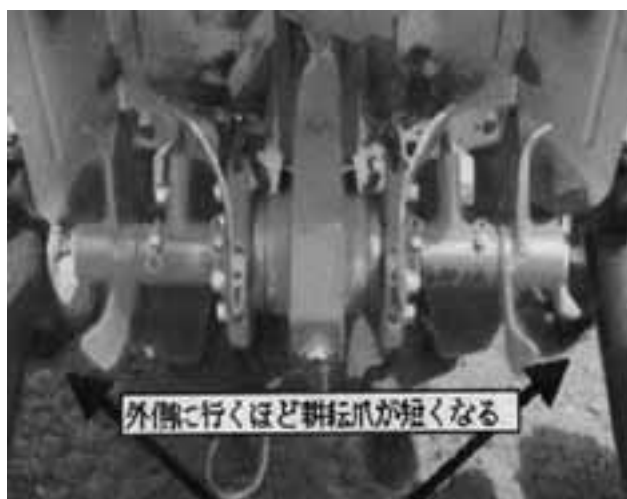


図2 早期培土作業に利用する特殊爪



図3 早期培土作業後の状態

管理機（中耕ロータリ3連）のいずれでも対応可能であるが、作業可能面積は歩行型は2 ha 程度まで乗用型は2～5 ha 規模である。機械除草では、播種時にまっすぐに播種できていないと除草精度が悪くなるので、播種作業は丁寧に行うことが必要であり、歩行型よりも作業時の機体の揺れが大きい乗用型管理機による除草の場合は特に注意する。

作目により異なるが、キビについては播種直後に中耕作業を組み合わせることでイネ科の抑草率が増加し、さらなる抑草と収量向上が期待できる。

また、詳細は後述するが、畑移植栽培が直播栽培に比べ、高い抑草効果を発揮することがわかってきている。

③ 収穫

雑穀の機械収穫に適した作業機には、長稈に対応でき、培土後の畦高も乗り越えることのできる普通型コンバインや高刈りバインダーがある。自脱型コンバインは稈長が130cm 以下であれば対応できるが、160cm 以上では収穫時の損失が大きく、収穫困難となる。

普通型コンバインは、雑穀が倒伏角度20° 以下のとき、作業速度0.4～0.9m/s であれば作業能率は20～40分/10a で、全損失はキビが10.5%、アワが18.5%である。

普通型コンバインによる収穫作業のポイントは、㊶収穫時期はアワ、キビともに成熟期



図4 デバイダ改良前のアワ収穫の様子(左)と改良後(右)

に達してから始め、収穫期間はキビが約1週間、アワが約2週間であること、①傾斜畑では機械的損失が多くなること、②コンバインのデバイダ部分に改良を施すことで、倒伏した株を引き起こすことによる刈取り部への引き込み株の増加、リールサイドカバー隙間への株の挟まりが減少し、機械的損失が低減することなどがあげられる(図4)。また、収穫作業前には、刈取り時の機械的損失低減のために倒伏させないように株元までしっかりと培土することも大事な準備作業である。

④ 乾燥・調製

コンバイン収穫した子実は静置式の通風乾

燥機で乾燥する。雑穀は粒が小さいので乾燥機の網から子実が漏れることを防ぐために寒冷紗などを敷く必要がある。

また、ヒエについては改良した循環型穀物乾燥機が利用可能であり、粗選機、インペラ型初摺り

機、揺動型比重選別機を用いることで乾燥・調製を体系化でき、1日あたり玄穀500kg処理できる(図5)。循環型乾燥機は、送風ファンの大風量化と風胴部の網目を1mm程度のものに改良することで子実が網目から漏れるのを防いで循環し、毎時乾減率0.6%程度で乾燥できる。脱ぶ粒率が80%を超えるようにするために、仕上がり水分は12~13%とする。

以上のように、機械利用による効率化、省力化を進めることにより、畑雑穀栽培における機械化体系が確立されてきている。

(2) 水田ヒエの機械化栽培

ヒエは畑地でも栽培できるが、水稻と同じく湛水状態でも生育できる。ヒエの多くは長稈であり、脱粒しやすいものであるが、短稈で脱粒しがたいヒエ品種「達磨」を用い、水稻用の既存機械を活用した栽培体系を技術開発してきた(表3)。

半もち性で食味に優れ、短稈の岩手県のオリジナル品種「ねばりっこ1号、2号、3号」(2008年育成)のうち、水田栽培に適した「ねばりっこ2号、3号」が達磨と同様、移植栽培されている。

4. 畑雑穀栽培への移植技術の導入

これまで岩手県の雑穀栽培において、水田ヒエの移植栽培を除き、畑栽培では雑穀種子を直接播種する直播栽培が基本であった。しかし、畑栽培では低温時の発芽不良

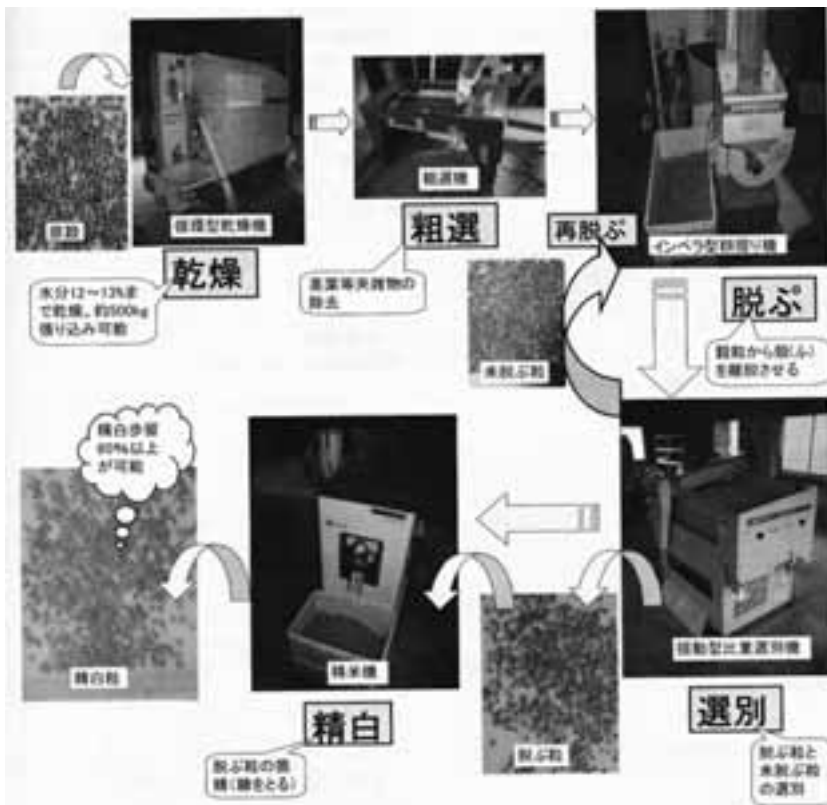


図5 ヒエの乾燥調製技術の機械化作業体系の流れ

表3 ヒエの無農薬水田移植栽培技術

	作業の種類	作業の内容
播種 育苗	用土	人工培土（山土は使わない）
	播種量	20g/箱（乾籾、風選済み）、種子消毒・浸種・催芽は不要
	箱数	23箱/10a
	出芽法	加温（30℃、40時間）または無加温、出芽長0.5cm
	育苗法	ハウス平置きまたはプール育苗、育苗期は水稻よりも低温で管理
	育苗日数	20～25日（2.5～3.0葉）
移植	施肥	N-P2O5-K2O 4-20-10
	移植	移植機による移植、軟弱苗、老化苗は植え痛みが激しい
中間管理	雑草防除	除草機（人力、動力）により移植1か月後に1～2回
	病虫害防除	通常は問題にならない
	鳥害防止	出穂期以降、防鳥ネット、爆音機等を設置する
収穫 調整	収穫	自脱コンバインは刈高をやや高くする
	乾燥	風胴部を1mm網に交換した循環型穀物乾燥機
	風選	水稻より風量を弱くする
	籾摺り	穀粒水分12%に子実をよく乾燥させる
	精白	防糠網および研米ロールを雑穀用に交換する



図6 ヒエの水田移植栽培（田植え機による移植）

表4 移植栽培と直播栽培の除草作業

	耕起	出芽前中耕	間引き	早期培土		仕上培土
				1回目	2回目	
	播種・移植前	播種後2～3日	早期培土の前	播種後20～25日	1回目の7～10日後	早期培土の7～10日後
移植栽培	必須	不要	不要	不要	必須	必要に応じ
直播栽培	必須	必須	必要に応じ	必須	必須	必要に応じ

注)早期培土は、キビは草高4cm、アワは草高3.5cm程度で作業可能。

による苗立ち本数の不足や初期害虫の食害による株の枯死、雑草害などによる収量や品質の低下がたびたび起こり、その回避技術として移植技術の確立が求められてきており、2008年(平成20年)頃から畑雑穀の移植栽培技術が試験されている。

(1) 移植栽培技術のメリット

移植栽培では雑草の発生前に苗を移植するため、雑草害を回避でき、生育初期の害虫による食害を回避できる。

【メリット1】移植栽培は直播栽培に比べて雑草発生量を抑え、除草労力を軽減する。

苗を移植するため雑草発生前に中耕・培土ができ、株際まで土寄せできることから、雑草発生量を低減させることができる。表4に示したとおり、移植栽培では直播栽培に比べて、作物と雑草の生育相が異なるため、1回目の機械的除草が効果的に行うことができる。

また、成熟期の残草量を比べてみると、移植栽培は株間の手取り除草を実施したものと同等程度に残草量が少ない(図7)。なお、表4には播種後日数により大まかな目安を示しているが、最も重要なことは「雑草が見える前に1回目の除草をすること！」である。

【メリット2】移植栽培は直播栽培に比べて収量が高い。

成熟期の残草量の少ない移植栽培の収量が残草量の多いものに比べて高い。(図7、8)

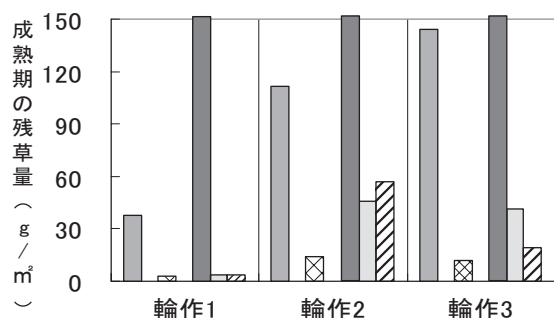


図7 移植栽培と直播栽培の残草量比較

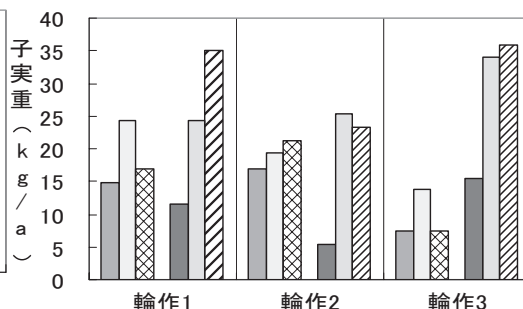
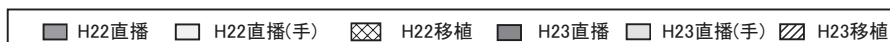


図8 移植栽培と直播栽培の収量比較

※同一圃場2年輪作試験、平成22年・23年、移植区は200穴セルトレイによる苗
 輪作1 H22:キビ→H23:アワ、輪作2 H22:ヒエ→H23:キビ、輪作3 H22:アマランス→H23:カキビ
 ※凡例の「H22直播(手)」、「H23直播(手)」は、機械除草に手取除草を加えた試験区



【メリット3】アワおよびキビの移植栽培では、直播栽培に比較してヒサゴトビハムシ（図9）による被害が低減する。

直播栽培では5月中旬播種でも5月下旬播種でも被害茎数は50%を超えるのに対し、移植栽培は半分以下の22%に低減されている。低減される要因は不明であるが、植物体が大きいため産卵が少なくなること、幼虫が食入できなくなること、食入しても発育できないことなどが考えられる。

【メリット4】アワ、キビは6月中旬まで移植栽培が可能である。

直播栽培では5月下旬～6月上旬までが適正播種期であるが、移植栽培では6月中旬でも降霜までに成熟期に達する。6月中旬に移植した場合の成熟期は、キビは9月上旬、アワは10月中旬である。これにより、圃場作業を分散拡大

できる。

(2) 畑雑穀の移植栽培技術

移植栽培を実施するためには育苗が必要であり、どのような育苗方法が移植栽培に適するか検討が必要である。水稻や水田ヒエのように散播育苗した場合も移植可能であるが、活着できずに枯死してしまう場合がある。そこで、根鉢形成して乾燥に強いと考えられる野菜育苗で用いるセルトレイにより育苗する方法例を以下に示す。

育苗の作業手順は、①セルトレイへの培土充填、②底面給水、③植え付けのためのくぼみをつけ、④雑穀種子を播種し、⑤手作業で覆土する。その後、⑥20℃の育苗機に24時間静置し、⑦ビニールハウスにて20日間育苗を基本とする。

移植栽培の導入にあたっては、育苗や移植作業での労力が必要となるが、移植栽培による増収程度、除草労力の軽減効果、間引き作業の不要化等を考慮して採否を判断することが必要である。（表5）

アワ、キビの移植栽培は株間15cm（栽植密度10.3株/m²）のとき安定的に収量を確保できる。また、株間25cm（栽植密度6.2株/m²）のときも直播栽培並以上の収量を確保できる（図10）。株間10cm（栽植密度15.4株/m²）とした場合、収量は株間15cm、25cm並みであるがm²あたり穂数が多くなり、キビの適正穂数を超えるため、倒伏による減収リスクが高まる。株間25cm（栽植密度6.2株/m²）より疎植の場合、アワノメイガ加害による穂数減少のため、減収リスクが高まる。



図9 ヒサゴトビハムシの成虫と食害痕

表5 機械除草体系を前提とした移植栽培と直播栽培の作業比較

(シミュレーション、単位 時間/10a)

月	旬	移植栽培	直播栽培
4	上		
	中	耕起 1(0.47)	耕起 1(0.47)
	下	耕起 2・堆肥散布(0.92)	耕起 2・堆肥散布(0.92)
5	上	播種：セルトレイ(26.00) ※200穴 39箱/10a 育苗(4.00) ※20日間育苗	耕起 3・基肥施用(0.55)
	中		播種：圃場(0.69)
	下		出芽前中耕(0.34)
6	上	耕起 3・基肥施用(0.55)	早期培土 1(0.46)
	中	移植：圃場(8.67) ※作業 3人	早期培土 2(0.46)
	下	早期培土 2(0.46)	仕上培土 1(0.61)
7	上	仕上培土 1(0.61)	仕上培土 2(0.61)
	中	仕上培土 2(0.61) ※必要に応じ	仕上培土 1(0.61)
	下		仕上培土 2(0.61) ※必要に応じ
計	43.0 時間	5.1 時間 ※手取除草(50時間)が必要な場合がある	

※直播栽培の作業項目および作業時間(時間/10a)は、キビ、アワの機械化栽培マニュアルの策定(平成 21 年度試験研究成果：普及)、生産技術体系 2010(キビ 釜石 16、普通畑、5ha 規模、県北地域)による。作業人員は 1 人。なお、圃場播種は真空播種機使用のため、間引きの必要がないことから記載していない。
 ※移植栽培の作業項目および作業時間は直播栽培に同じ、「播種」、「育苗」、「移植」部分は県北研による試算結果。ただし、作業人数は「移植」については組作業(3 人)で試算。

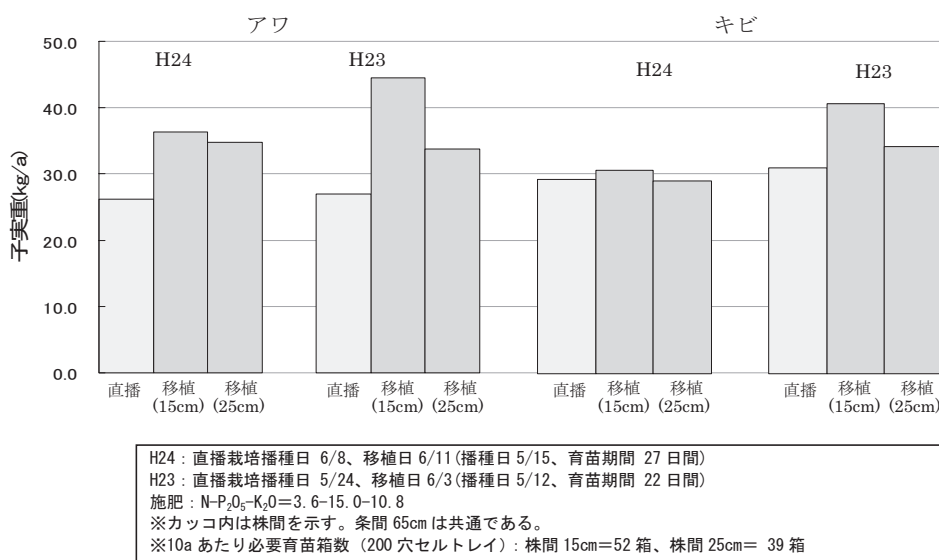


図10 直播栽培と栽植密度の異なる移植栽培の収量比較

(3) 移植栽培の機械化

移植栽培の機械化については、現在、育苗方式や対応できる機械について検討している。雑穀の移植機の候補としては264穴ペーパーポット育苗による簡易移植機、200穴セルトレイ育苗による半自動移植機、448穴セルトレイによるポット成苗田植機があげられる。現在、この3つの移植機の導入条件を検討している。

① 264穴ペーパーポット育苗による簡易移植機活用

簡易移植機は、野菜移植用として用いられる移植機であり、人力で引っ張りながら、連結したペーパーポットを植え付け、覆土輪により押さえつけていく。雑穀の育苗では、20日間育苗することで十分な根鉢が形成され、傾斜地でも

も上り下りとも植えられることができる。ペーパーポットの型式により植え付け間隔が決まり、15cm ピッチのペーパーポットを用いることで適正な移植が可能である。

ただし、移植時期が遅れた場合には、根がらみが強くなり、ペーパーポットが連続展開せずに切断され、作業能率が格段に低下するため、事前に根がらみを解く作業が必要とな



図11 雑穀の移植機（左：簡易移植機、中：半自動移植機、右：ポット成苗田植え機）

る。また、傾斜地では操作者の体力により、作業能率が大きく異なるものと思われる。

② 200穴セルトレイ育苗による半自動移植機活用

半自動移植機は、野菜移植用として用いられる移植機であり、動力で移植する。一人が操作し、もう一人が苗を植え付け口に投入し、覆土輪により押さえつけていく。雑穀の育苗では、20日間育苗することで十分な根鉢が形成され、傾斜地でも上り下りとも植えつけできるが、土壌状態や圃場の傾斜によりスリップする場合もある。植え付け間隔の機械設定は18cmが最も適している。

移植時期が遅れた場合にも、特に問題はないが、苗が大型化し、老化苗となるため、植え痛みを生ずる。作業時間は3時間/10a、200穴セルトレイ40枚/10aを使用する。

③ 448穴セルトレイによるポット成苗田植機活用

県北地域で導入台数の多いM社製の水稻移植用のポット成苗田植機の植え付け部を一部自主改造して畑地で汎用利用を図る。改造ポイントは、①植え付け爪の形状変更、②植え付け爪表面のシリコンスプレー塗布などによるコーティング、③植え付け爪の泥付着防止のためのブラシ取り付け、④畦間65cm程度（慣行栽培の畦間）となるように苗押し出し棒の片側を切断、⑤植え付け姿勢向上のための覆土輪取り付けなどである。

育苗は、水稻のように土壌に密着させて置床する育苗方法（地床育苗）ではなく、土壌に密着させず箱を浮かせてパイプ棚などに置床する方法（棚置き育苗）が適する。棚置き法により20日間育成した場合、地上部の生育

を抑え、なおかつ十分な根鉢が形成され、最適な栽植密度である15cmピッチに近い移植が可能である。

移植時期が遅れた場合でも、特に問題なく、移植適期の幅が広い。また、10°の傾斜地でも上り、下りとも植え付けが可能である。

自主改造による利用であるが、正常移植株率が約9割に向上し、30分/10aほどの作業能率、448穴セルトレイ18枚/10aが見込まれるところまで改良できている。

移植栽培は直播栽培と比べて利点も多いが、育苗や移植にかかる時間や経費がかさむといった欠点もあり、圃場条件（雑草の発生量、傾斜度、一筆面積など）や栽培規模、労働力などが導入する場合の選定要件となる。雑穀栽培が直播栽培から移植栽培にすべて置き換わることもないと思われるが、移植栽培と直播栽培を組み合わせ、最大の利益を生むバランスを探ることが必要である。

移植栽培はまだ検討中の課題でもあり、今後さらに導入しやすい技術にブラッシュアップしていくことで生産者の期待にこたえる技術としていくつもりである。

5. おわりに

これまでに、機械化に関する試験のほか雑穀栽培面積の拡大に伴う特定の病虫害や雑草の増加を抑える輪作技術なども提示してきた。新たな試みとして2012年(平成24年)からは生産者や機械メーカー、関係機関と共同で「雑穀栽培低コスト化研究会」を定期的開催し、課題の抽出や評価を行っている。この検討の中から新たなニーズに基づく課題解決にも取り組み始めており、生産者が利用しやすい技術の開発に今後も心がけていきたい。

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —アワ・ヒエ・キビ—

**二戸地域の雑穀生産の再興に向けて
—蓄積されてきたスモールデータの有効活用を図る—**

岩手県二戸農業改良普及センター

1 二戸地域における雑穀生産

(1) 主穀として位置付けられていた雑穀

山々の間に耕地がひらけた岩手県北地域は、夏季冷涼で雨が少なかったことから、干ばつに強く、病虫害の少ない雑穀が藩政時代から連綿と栽培されてきました。雑穀栽培がピークを迎えたとされる明治時代には岩手県内で数万 ha 規模の栽培があったという記録もあります。

県北地域は水田が少なく、冷害により米の生産量も安定しなかったことから、主食を米以外で、貯蔵性が優れる「雑穀」に依存せざるを得なかったわけです。つまり雑穀を広義の「主穀」と位置付けていたわけです。

また、農耕馬の産地であった本県において、稲わらに比べて稈の収量が多かったヒエ等は飼料にも仕向けられる利点があり、必然的に基幹作物として位置付けられてきました。

昭和30年代以降、耐冷性品種の開発などによる米の増産に伴い、雑穀生産量は減少していきましたが、県北地域に住む人々の食文化と深く結びついていた雑穀は、小規模ながら栽培されてきました。

(2) 雑穀生産の栄枯盛衰

平成に入ってから、ミネラルや繊維質を多く含む元来栄養価の高い雑穀が“健康食材”として注目され、いわゆる新規需要として位置付けられ始めました。これをきっかけに、平成7～8年から栽培を再開しようとの動きが軽米町を皮切りに二戸地域で起こりました。

その後、畑作を中心に順調に増え続け、平成21年の当地域の雑穀（ヒエ、アワ、キビ、モロコシ（タカキビ）、アマランサス）の作付面積は、157ha（全国の20.8%）にまで拡大しました。しかし、雑穀は無農薬栽培であることや、急激な生産拡大により作付け頻度が高まったことなどから、雑草害や病虫害の発生が目立つようになり、収量品質が不安定になり、徐々に面積は減少し始めました。さらに原発事故に伴う風評被害による全国的な需要の低迷の影響もあって、平成25年には74ha（平成21年のおよそ半分）になりました。

2 雑穀生産の再生に向けて

(1) 生産規模に応じた技術の普及

一時の雑穀栽培の機運の高まりとともに、大規

■主要5雑穀の二戸地域における栽培面積の推移

(単位：ha)

	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25
ヒエ	16	14	15	13	6	8	6	4	4	13	3
アワ	5	9	23	45	52	63	62	48	48	53	38
キビ	11	14	22	23	44	51	58	47	38	47	18
アマランサス	8	15	17	26	15	14	25	24	16	22	11
タカキビ	2	2	4	7	14	8	6	15	17	2	4
計	42	55	81	114	131	144	157	138	122	137	74



■「おもしろ・らくらく雑穀栽培事例集」

模省力栽培を志向する生産者も現れ、岩手県農業研究センター県北農業研究所により、水田ヒエ、アワ、キビにおける機械化の研究が進められ、平成21年度には「キビ、アワの機械化栽培マニュアル体系」が策定されました。一方で、当地域の雑穀栽培は、10a単位の中小規模での栽培が主体となっており、高齢者の経験から培われた丁寧な手作業が二戸地域の雑穀栽培の下支えとなっています。中小規模栽培においては、生産者各々が、工夫を重ねながら、高い生産技術を維持しており、二戸地域の雑穀生産の「強み」でもあります。二戸地方農林水産振興協議会（県、市町村、農協、農済等で構成される地域の農林水産業振興を目的とした団体）では、二戸地域の栽培事例を収集するとともに、このナレッジデータベースを「おもしろ・らくらく雑穀栽培事例集」として作成し配布しています。この事例集は、生産者の技術向上に大いに役立っています。

このように、二戸地域は、大型機械を駆使した一部の大規模栽培と、高齢者等が手作業中心で行う大多数の中小規模栽培の両面でバランスをとりながら生産を行っていますが、中小規模経営を想定した省力化・軽労化技術の普及が最重要と考えています。

(2) 蓄積されてきたスモールデータの活用

前述した「おもしろ・らくらく雑穀栽培事例集」

は追録方式となっており、栽培の全過程における先人の知恵や工夫が詰め込まれています。播種作業ひとつ取り上げてみても9種類のノウハウが掲載されており、事例集は門外不出ですが、これがまさに二戸地域で長年にわたって蓄積されてきた有用なスモールデータです。生産者個々が、各自の条件に合った栽培方法を選択し、真似できるところは真似し、情報共有しながら、自らの技術をブラッシュアップしていくためのツールとなることを期待しています。もちろん、このデータベース自体も省力化・軽労化の視点で進化し続けています。

このように、生産者等によって創意工夫された多様な栽培方法を、これからも生かしていくことが、生業としての継続につながるものと考えられます。そして、古より栽培を受け継いできた自負のもとで、優れた技を文化資源のような形で、ひとつのまとまりとして維持していくことも重要ではないかと考えられます。

(3) 有望な技術シーズの紹介

普及センターでは、有用と思われる技術の橋渡し役として、生産者の経営品目や規模を考慮して、技術実践の支援を行っています。

近年では、雑穀の移植栽培技術をシーズとして、中小規模のモデル的な生産者のところで技術実証をしています。移植栽培については、雑穀単作における省力性やコスト低減としては大きな効果はなくても、他品目との組み合わせで作業競合や身体的負担を軽減したり、汎用性のある機械の利用による生産コスト低減など、個々の条件によっては導入効果が高いと考えられます。

3 販売力強化のためのブランド認証制度

雑穀は、昔とは違い、貯蔵用の食糧ではなく、商品作物である以上、販売力を高めていなければなりません。二戸地域では、ブランド力を強化するために、平成17年度に、行政機関のほか有識者、生産者も加わり、「二戸地域雑穀振興戦略」を策定しました。この戦略の中で、雑穀取扱業者で構成される「二戸地域雑穀ブランド推進委員会」を設立し、6項目のブランド認証基準を設け、「岩手・二戸が育んだ正直雑穀」として振興を図っている



■セル成型苗の播種技術

■栽培管理記録簿の一部



■ペーパーポット苗の移植作業



■歩行型田植え機を用いた移植作業

ところです。

6項目の認証基準は、

- ① 岩手県二戸地域の農家が同地で栽培した雑

穀であること

- ② 二戸地域雑穀ブランド推進委員会が指定した品種・系統であること
- ③ 委員会で指定した畑から採れた種子を使うこと
- ④ 無農薬栽培であること
- ⑤ 土づくりには有機物を一定量以上使用すること
- ⑥ 栽培履歴を記載し管理すること

です。

この基準は、二戸地域の冷涼な気候を生かした“無農薬栽培”、日本有数のプロイラー産地である当地域の豊富な“有機質資源”を使用する、と地域のオリジナルを生かした内容としています。

さらに、GAPを応用した栽培管理記録簿を平成26年に作成し、生産者が詳細に記帳することで、ブランド認証の強化も図っています。

4 終わりに

雑穀の栽培面積は、ソバやハトムギなどを除くと全国でも数100haで、非常に希少な国産穀物となっています。雑穀を地域固有の畑作文化の中で培われてきた「雑穀」とわきまえて、今こそ“足腰の強い”雑穀再興を目指して、雑穀の持つ多様な価値を見直すべき時期であると考えられますし、長年にわたって集積されてきた生産技術を継続・発展させていくことが雑穀王国が持つべき矜持であろうと思われます。

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —アワ・ヒエ・キビ—

シコクビエの栽培機械化

岐阜県下呂農林事務所農業普及課 鍵谷 俊樹

1 はじめに

(1) 岐阜県飛騨地域における雑穀の現状

かつて岐阜県飛騨地域における雑穀類の栽培は盛んであった。しかし現在の雑穀類の栽培はソバとエゴマを除き、ほとんど無くなっており、キビ、アワ等がわずかに栽培されている程度である。実際飛騨の山間部を巡って、高齢の農業者に「昔から栽培していた雑穀、アワとかキビの種はありますか?」と聞いても、「昔はどこでもつくってあっ

たが、今はなくなってしまった」という返事が来ることが現実である。

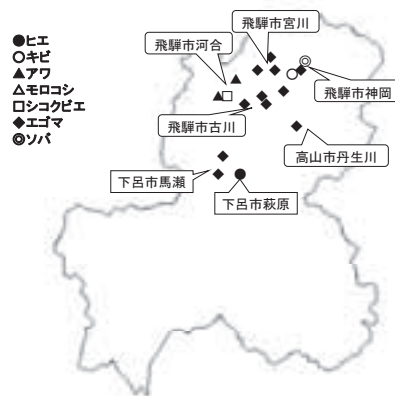
しかしまれに今でも雑穀を栽培している人に出会うことがある。筆者が平成16年から17年に飛騨地域で見つけた雑穀の栽培状況について図1に示した。

(2) シコクビエについて

平成16年、筆者が雑穀の栽培状況調査を行った時、高山市朝日町でシコクビエを初めて見た。こ



平成16年調査



平成17年調査結果

図1 雑穀在来種栽培状況調査 (鍵谷ら)



写真1 農業者保存中のシコクビエ



写真2 シコクビエ団子

ここではカーラベとよんでおり、収穫されたシコクビエ（写真1）の粉で団子をご馳走になった（写真2）。

ここで出会ったシコクビエについて地元の歴史書で調査を行ってみたところ、複数の記述があった。一例として朝日村史には山畑で栽培され、非常に強健で弘法稗ともよばれ、畑の8分はヒエが栽培され、残りはムギやシコクビエ（原文ではカワラベ）を作ったとあり、当地域では普通に栽培されていたようだ。

（3）雑穀の研究に向けて

現在におけるシコクビエの栽培方法は、は種から収穫まですべて手作業である。しかしこの雑穀の生産を振興するためには栽培の省力化、機械化が必要なため、育苗・機械移植・機械収穫の研究を行うとともに、機械化栽培方法を構築した。

2 シコクビエの機械化栽培

飛騨地域におけるシコクビエの栽培は、畑地で行われており、試験的に水田での栽培を試みたが、

生育が著しく不良であったため、畑地での栽培について述べる。

（1）育苗

育苗には移植に用いる移植機との関係でY社製の汎用移植機専用のセルを用いる。シコクビエの種子は小さいので、播種は、花のは種作業時に用いる「種まき器」（写真3）を用いる（表1）。育苗に用いる土は、水田の乾燥土壌で十分だが、野菜育苗用等の専用培土でもよい。播種後、底面もしくはミスト噴霧器で十分給水し、その後セル全体を通気性のあるアルミ付着シート（商品名「太陽シート」）で全面被覆し出芽が揃うまで管理する。また、根がセルから下へはみ出さないよう、ベンチで育苗する（写真4）。こうして出芽を確認したら1セル2本程度に間引きを行ない（写真5）、本葉3枚目が出始め、セルに十分根が張ったら移植が可能となる（写真6）。

（2）移植

移植時期の目安は、高標高地域では遅霜のおそれが無くなったとき、それ以外は梅雨入り前まで



写真3 種まき器



写真4 育苗ベンチとセル苗

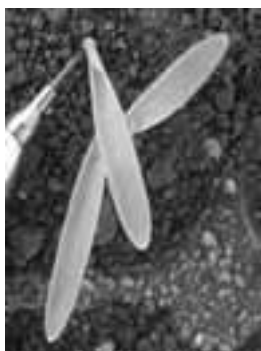


写真5 間引き後の苗



写真6 移植可能な苗

表1 種まき器による播種精度

播種失敗率* (%)	落下種子数 (粒)
2.0	2.89 (±1.18)

播種目盛り=2.8mm n=100
*セル当たり播種数が0粒の割合
()内は標準偏差



写真7 Y社製 ACP-10

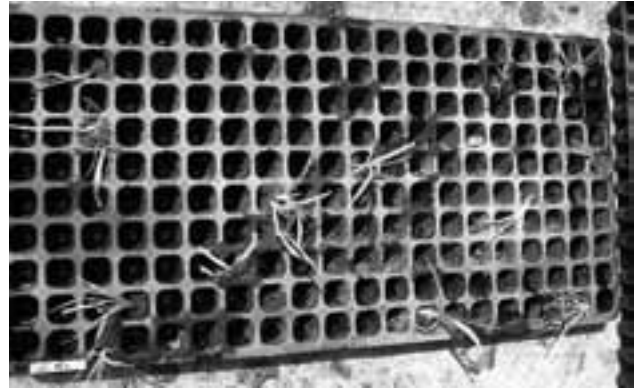


写真8 移植後のセルトレイ
(残った株が欠株となる)



写真9 マルチカッター使用移植

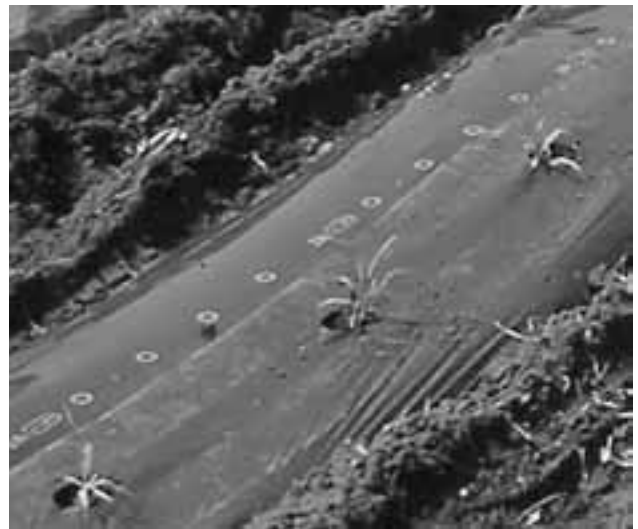


写真10 移植後のシコクビエ

表2 汎用移植機で畑土を用いたセル苗の植え付け精度

試験区	調査苗数 (本)	健全移植株率 (%)	欠株率 (%)	不良*株率 (%)
マルチカッター使用	180	97.3(±1.8)	1.6(±1.2)	0.9(±1.0)
未使用	380	91.5(±4.7)	6.3(±4.3)	2.1(±2.0)

* 移植時深すぎる苗+姿勢不良苗の割合、使用培土は畑土、ACP-10使用

とする。移植作業はY社製による汎用移植機移植を用いると良い(写真7)。セル苗の土が乾いていると、移植の精度が低下し欠株が増える(写真8)。

また、汎用移植機にオプションで装着可能なマルチカッターを使用することでマルチに穴を開けながら同時に移植作業を行うことが可能である。(写真9, 10)。

(3) 収穫

出穂後徐々に熟してくると成熟期となる。シコ

クビエの成熟期は、茎や葉はみずみずしくても穂が茶色くなるので、判断は比較容易である(写真11)。

収穫作業は、汎用型コンバインだけでなく水稲用の自脱型コンバイン(写真12)が可能で、どちらも収穫欠損率は差がないと思われた(表3)。自脱型コンバイン収穫における注意点は、株が大きい場合、高刈りすることが好ましい。また穂いもちが発生すると、2番3番穂が次々に出て、成熟した穂と、開花中のものが混在するので、収穫



写真11 成熟した穂



写真12 自脱式コンバインによる収穫

表3 シコクビエの収穫機械別作業精度

収穫機械	年次	調査面積 (㎡)	収量 (kg/a)	頭部損出率 (%)	選別損出率 (%)	穀粒損出率 (%)
自脱	18	30.3	23.0	2.8	11.2	14.2
	19	28.2	16.6	4.3	15.5	19.8
汎用	18	55.9	19.0	4.0	8.7	12.8
	19	13.6	21.4	3.9	14.9	18.9

収穫機械：自脱型 K社製 R1-121、普通型K社製 ARH380.

時期の見極めに留意する。

また茎葉水分が多いと、穀胴の下から収穫物をかき上げるホッパー内に茎葉が詰まりやすくなるので、茎葉の結露状態や作業スピードに注意する必要がある。

3 おわりに

昭和60年代の飛騨地方には、ソバを中心に雑穀在来種はこの栽培とともに数多く残っていた。しかし今では生産者の高齢化や過疎化等による栽培の中断により、全滅の危機にある。先祖が今まで伝えてきてくれた貴重な種子を、21世紀になって絶滅させている、あるいはそうなるのを何もせず見過ごしている、と思ったときには、何とかしなければと思い、在来種の収集だけでなく、少しでも省力栽培可能な機械化栽培について研究を行ってきたところである。幸い高山市や飛騨市等では

雑穀の在来種を用い、この生産を通じて特産品開発や地域興し等の動きが始まっている。こういった人たちがますます増えることを期待する。

4 参考文献

- 鍵谷俊樹・大場伸也. 岐阜県. 岐阜県中山間農業技術研究所研究報告(5) : p 1-5
- 朝日村誌. 1956 : 249. 朝日村.
- 朝日村史. 2006 第5巻 朝日村.
- 堀内孝次. 2003. 雑穀の自然史「その起源と文化を求めて」第7章堀内孝次 : 86-100. 北海道大学図書刊行会.
- ひだの散歩道. 2004. (8) 岐阜県ミュージアムひだ発行 縄文食の1万年 カラベの味 : 6.
- 岐阜大学. ぎふ公民館大学 - 荘川公民館大学食班レポートあけびもち作り. <http://www1.gifu-u.ac.jp/~goodp/sub/shokawa/shoku/shokuhanntoppage.html>.
- 宮川村. ふるさとを味わう - 宮川村の食文化 - 平成元年 : 46-49. 宮川村自分史をつづる会

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —はとむぎ—

耕うん同時畝立て播種機を利用したはとむぎ播種

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター北陸研究センター

上席研究員 関 正裕

1. 耕うん同時畝立て播種機

北陸地域などの水田では重粘な土壌が広く分布し、転換畑での作物栽培では湿害が問題となる。そのため、湿害を軽減する技術として耕うん同時畝立て播種機が中央農研北陸研究センターで開発された。この技術は重粘な土壌で土が細かくなりやすいアップカットロータリの耕うん爪の配置を変更できるように改良したもので、耕うんと同時に畝を立てながら播種できる。そのため、北陸地域などの重粘な土壌においても碎土率が大きく低下せず、土壌の2層構造を作り安定した発芽を確保できる。本機の特徴としては、耕うん・畝立て・施肥・播種の作業を1工程で行うことができ、事前耕うんが不要になるため降雨リスクを低減し、畝立てを行うことで播種位置が高くなり湿害を軽減できることである(図1)。

2. はとむぎ播種のきっかけ

農研機構・中央農業総合研究センターでは、平成16年度から開発した新技術に対して、現地の農業者等からの技術指導(説明会・講演会・実演会)の要望がある場合、研究担当者を現地に派遣し、

現地において技術指導を行う「出前技術指導」を行っている。

このはとむぎ播種は、氷見市農業協同組合、(株)JA アグリひみおよび富山農林振興センターからの依頼により行った。

氷見市は粘質土壌のため耕うん、播種時に土壌水分が高い場合が多く、はとむぎの苗立ちが安定せず、苗立ちを安定させる技術として耕うん同時畝立て播種技術を試したいとの希望であった。播種時の畝立てによる湿害低減と耕うん時の碎土性の向上による発芽安定や一工程作業による降雨リスクの回避につながると考え出前技術指導として実証試験に協力した。

3. 富山県氷見市での現地試験

1) 現地での播種状況

はとむぎは水に強いといわれているが、播種後1ヶ月間程度は湿害に弱いとされているので、ある程度の排水性は必要である。しかし、氷見市では碎土率が向上しないところが多いため、事前耕うんを2~3回行った後にシーダー(図2)で播種や事前耕うん後にダウンカットロータリ+播種機(図3)で播種を行っている。そのため、天気によっては土壌水分が高いままで、碎土ができず播種ができないほ場があるとのことであった。

2) 耕うん同時畝立て播種の実証試験

一工程播種による作業を提案したが、事前耕うんを1回したところで播種をしたいと要望にしたがった。実証試験は10a 強の圃場2枚(平均

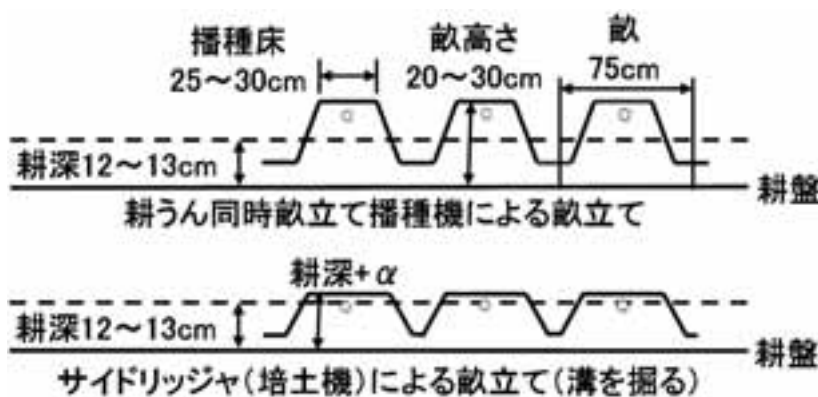


図1 耕うん同時畝立てと培土機による違い



図2 田植機の植付部を撤去した自作の播種機

含水比42%)で行った。

供試した耕うん同時畝立て播種機は、ロータリ作業幅1.7m(M社製 APU-1710H)、播種機2条(条間80cm)(A社製傾斜目皿播種機 TDR型)で行い、品種「あきしずく」、目標播種量3kg/10aで播種した。また、施肥量が45kg/10aであり、目皿播種機に装着できる標準の施肥機では施肥量が足りないため、別に肥料散布機(T社製)を搭載し側条施肥を行った(図4)。

前日まで雨が降っていたこともあり、明きよには水が残っているような状況であったが播種作業は順調に行うことができた(図5)。一部実演を行ったあとに(株)JAアグリひみの担当者や他の生産者にも耕うん同時畝立て播種機を運転してもらい、特別なことをせずに畝が立てられることを体験してもらった。慣行作業よりも碎土がよくなり、道具を使わずに畝が上がっていることに関心していた。この結果をみて、(株)JAアグリひ



図4 供試した耕うん同時畝立て播種機



図3 慣行の播種機

みの担当者からさらに条件の悪いところで試してみたいとの要請を受け30aほ場で追加の実証試験を行った。この圃場は明きよが施工されているが隣接ほ場からの漏水などにより土壤水分が高だけでなく、一部には水たまりもみられるほ場であった。さらに前作収穫時のコンバインの轍や明きよ、弾丸暗きよの施工によるほ場面の凹凸がみられたため、一部でダウンカットロータリで整地を実施し、その後播種を行った。図6に示すように何とか播種ができるという場所もあったが、今までは作業もできなかったということで好評であった。

3) 耕うん同時畝立て播種機の導入

播種後について、(株)JAアグリひみおよび富山農林振興センターから「慣行では播種できない高水分ほ場でも耕起、畝立て、播種の一連作業がスムーズに実施できた。土壤水分が高いほ場においては慣行(平畝栽培)にくらべて出芽が良く生



図5 ほ場の状況(左:播種前、右:播種後)



図6 ほ場のなかで土壌水分が高かった場所での播種状況



図7 はとむぎの苗立ち状況（耕うん同時畝立て播種機による播種）



図8 ハトムギ登熟盛期～後期（耕うん同時畝立て播種機による播種）



図9（株）JA アグリひみに導入された耕うん同時畝立て播種機

育も順調であった（図7、図8）。今回の実証試験でおこなった30a ほ場の特に水分が高い場所では発芽率が悪かったが、慣行では耕うん、播種すらできない部分であることを考慮すると有効な手段であると考えられた。」とのことで、次年度（株）JA アグリひみに耕うん同時畝立て播種機が導入された。2014年度は12.5haの播種を行い、地域の約1/4を播種した（図9）。

現在の使用方法は、作業速度の関係か、今までの慣行作業の方法にならっているのか事前耕起を行った後に播種作業を行っているとのことで作業工程の省略となっていないが、碎土率が向上したため出芽の揃いは良く、高い苗立ち率が確保できている。また、一部では播種後1ヶ月程度以降の水が必要な時期には畝が高すぎて慣行作業と比較し

て干害を受けているのではないかとの話もあるが、収量でみると場所場所ではばらつきが大きく、判然としない。この干害を軽減するためには湿害防止と相反するが、畝の高さを低くすることも考えられる。この方法としては、ロータリの均平板を押しつける方法が簡単であるが、耕うん爪の向きにより畝高さを調整することもできる。また、碎土性が確保出来き、クラストが生じやすい土壌でなければ播種機による鎮圧も効果がある。

最後に、本原稿の作成にあたり、富山県高岡農林振興センター農業普及第二課氷見班 鍋島様、富山県農林水産総合技術センター農業研究所 野村様、他大勢の関係者に写真等の提供をいただいた。ここに記して、御礼申し上げます。

特集 雑穀・豆類の機械化
新しい機械の開発・改良とその利用 ーはとむぎー

ハトムギ機械化体系

鳥取県農業試験場 作物研究室 主任研究員 三谷 誠次郎

1 はじめに

近年の雑穀ブームにのり、国内産のニーズが高まり、本県でもハトムギ生産が再開され、作付が拡大しています。しかし、葉枯病の発生や施肥不足・雑草害等により、ほ場による収量差が大きく、安定した生産を図ることが重要となっています。また、収穫および乾燥・調製において、各地域生産者が異なる体系や方法で機械作業を行っており、収穫物のロスや品質が生産地により異なるといった問題も見られます。

こういう状況の中、現地の問題点を解決することを目的として、生産者、農業改良普及所、試験場が協力してハトムギの試験を行ってきました。その結果から、播種から収穫調製までの一連の機械作業の留意点についてマニュアル化（鳥取県農業試験場2010）しましたので紹介します。

2 機械作業（播種、中耕、収穫、乾燥、調製）の留意点

（1）播種

ほ場の準備：

発芽率の向上には、「耕起・碎土・整地」と「排水対策」が不可欠です。

碎土が粗いと播種ムラができ、苗立ちの悪い箇所では雑草が繁茂しやすくなるので注意します。降雨時に水たまりができたり、周りから水が浸入するほ場は不適ですが、このようなほ場の場合は排水対策を施します。また、粘質土壌の場合は、十分に碎土・整地したのち、速やかに播種を行ってください。

播種作業：

ロータリシーダ（ロータリ+播種機）等を用い、条間80cm程度、株間18cm程度で、播種粒数を1株当たり5～6粒となるよう設定します。条間は、中耕培土を行うトラクタの輪距を考慮して設定してください。播種作業中に使用した種子量を確認し、過不足がないよう調整します（ごんべえの場合は、ベルトのピッチの変更（表裏）やブラシの上下など）。

（2）除草剤散布と薬剤散布

除草剤は、動力噴霧機またはブームスプレーヤなどにより散布を行います。散布むら・重複散布



写真1 ロータリシーダによる播種作業



写真2 播種ベルト（ごんべえ）近景



写真3 組作業による除草剤散布



写真4 ロータリカルチによる中耕作業

等のないよう注意します。

病虫害防除薬剤は、動力噴霧機と鉄砲ノズルを用いると、ハトムギの丈が高くなっても畦畔沿い等から効率的に行えます。

(3) 中耕培土

中耕培土は、雑草の発生抑制に加え、地際部の不定根の発生を多くし、倒伏防止と生育中後期の養水分の吸収に役立ちます。中耕培土作業は、播種後30日頃と50日頃の2回行うことが望ましいでしょう。1回目は中耕、2回目は培土を主目的として作業を行います。

中耕培土作業機

作業機はロータリーカルチを使用すると効率的かつ効果的です。作業機の使用にあたっては、目的に応じた適切な作業が行えるように、ロータリ回転数、作業速度、培土板やトラクター輪距など

を選択・調整します。

(4) コンバイン収穫

収穫適期は、子実の概ね70～80%程度が褐色となった時期（出穂始めから約60日後）を目安とします。

大豆用に導入されている普通型コンバイン（大豆・ソバ用コンバイン）を用いて収穫できます。刈高さは地際から30cm程度とします（刈高さが低いとコンバイン内への流量が多くなり、脱穀精度が低下します）。また、ハトムギに対応した機械設定の特徴としては唐箕の回転数は高めとすることと、排塵弁を開き気味とすることの2点が挙げられる（詳細な設定は、表1参照）程度で、特段の問題は見られません。

ただし、取り込み量が多いとヘッドロスが多くなったり、フィーダやこぎ胴への流量が一時的に



写真5 中耕後のハトムギ株元近景



写真6 コンバイン収穫風景①



写真7 コンバイン収穫風景②

多くなり詰まりが生じたり、また、脱穀が不十分となつて排塵口飛散粒が多くなる可能性があります。作業中の機械負荷や排塵口飛散粒の程度により、刈取条数や作業速度を制限するなどの判断を適宜行い、円滑な作業に努めましょう。

(5) 乾燥調整

ハトムギは、登熟が進むにつれ、穀実（総苞）水分が低下してきますが、収穫時でも30～40%程度あります。気象条件にもよりますが、生脱穀では袋詰めのまま積んで置くと発熱変質します。収穫後は速やかに乾燥作業（ひとまずは通風）を行えるよう準備しておきましょう。

乾燥：

平型静置式乾燥機等での通風乾燥温度は40℃まで程度の低めに設定し、徐々に水分を落とし3～4日間程度かけて13%程度にします。乾燥中に水



写真8 通風機能つきコンテナ

表1 コンバインの機械条件と作業精度等

機械の名称 型式	大豆・ソバ用コンバイン M社 MCH300
仕様等	ソバ用コンケーブ 唐箕 高2
	チャフA 高1
	チャフB 3 排塵 開1
刈幅 (cm)	80 (1条づつ)
作業速度 (m/s)	0.831
刈り高さ (cm)	32
流量 (kg/分)	48
穀粒損失 (粒数%)	1.98
うちヘッドロス	0.37
うち排塵口飛散粒	1.61
夾雑物 (重量%)	1.41

注) 収穫時のハトムギの作物条件等

品種：はとひかり（成熟期10月1日頃、収穫日10月2日）
 外観：丈88～147（平均114）cm、着莢位置35cm<
 条播（条間80cm）、㎡当たり本数43.8本
 重量（水分）：全重1,118g/㎡、
 茎32cm >：156g/㎡（49.1%）、
 他32cm～：962g/㎡（57.3%）、
 子実重 326g/㎡（15%換算精子実）

分測定しても、子実の殻と実の水分差が大きく、乾燥後に1～2%程度の戻りが生じるので注意しましょう。夜間は火災等の心配があるので加温しない通風のみとし、翌朝に乾燥の再開を行うと良いでしょう。

米麦用の循環型乾燥機を使用する場合は、循環中の衝撃による割れなどロスが生じるので循環頻度ができるだけ少なくなるよう、マニュアル操作による通風のみ乾燥（循環なし）機能の利用や平型静置式乾燥機との併用を行うなどの配慮が必要



写真9 張り込みしたハトムギ

表2 コンバイン製品口に出た穀粒等の内訳（唐箕調製：トーシ式坪刈試験用小型唐箕 No. 7 M）

	1 番口		2 番口		3 番口		4 番口（排塵）		合計		
	整粒	枝梗・茎	未熟・不稔粒	枝梗・茎	未熟・不稔粒	枝梗・茎	不稔粒	茎・ゴミ等	整粒	未熟・不稔粒	茎・枝梗・ゴミ
全重 g	4246		31.6		12.1		4.2		4293.9		
(%)	(98.9)		(0.7)		(0.3)		(0.1)		(100.0)		
個別重量 g	4200.9	45.1	25.9	5.7	5.4	6.7	1.1	3.1	4200.9	32.4	60.6
(%)	(98.9)	(1.1)	(82.0)	(18.0)	(44.6)	(55.4)	(26.2)	(73.8)	(97.8)	(0.8)	(1.4)

※ただし、1回通した後、2番口にてたものを再通ししたものの内訳。

です。

米麦用の循環型乾燥機の通常運転での設定温度は50℃未満で行ってください。

調製：

乾燥後は、唐箕選で未熟粒や夾雑物を取り除き調製します。なお、調製時には雑草の種子の混入に特に注意してください。調製基準は、容積重

500g/L以上、水分13%以下とします（出荷先によって要求品質が異なるので注意しましょう）。

「整粒」と「未熟粒・不稔粒」の選別は、唐箕により容易に可能です（表2参照）。また、処理後の唐箕1番口に残った「枝梗・茎」などは、傾斜選別機等により選別できます。

特集 雑穀・豆類の機械化
新しい機械の開発・改良とその利用 —エゴマ—

エゴマの移植と乾燥の機械化作業体系技術の開発

岐阜県中山間農業研究所 試験研究部長 袖垣 一也

はじめに

岐阜県飛騨地域における耕作放棄地面積は、イノシシやサル等獣害被害の拡大や担い手の高齢化等により増加しており、地元行政は対応に苦慮している。雑穀の一種エゴマは、地元で古くから栽培され、和え物などのペースト材料等として長年にわたって食されてきた歴史があるが、筆者らが行った農家へのアンケート調査の結果、独特の香りがあるエゴマは、サルやイノシシの食害をほとんど受けないことが確認されており、エゴマの導入は獣害の多発で遊休化している農地の活用に大きく貢献すると思われる。

当研究所では飛騨地域のエゴマ在来種を数多く収集し、その中に機能性成分ルテオリン等が多く含まれる在来系統を確認している。栽培面では、ほとんどの栽培農家は、播種、移植、収穫、選別、乾燥に至る作業のほとんどを手作業で行っており、生産性向上のための機械化が求められているが、エゴマ機械化栽培体系のうち、汎用コンバインによる収穫技術はほぼ確立しているものの、セル苗の利用による機械移植技術や機械乾燥技術は未だ確立していない。また、エゴマの子実はルテオリン等の機能性成分に富むことが明らかになってきているがこれを活かした新規需要は開拓されておらず、一部油糧作物として産業的利用がなされているものの、総じて低い生産性の下、農家ごとの自家消費に留まっているのが現状である。

以上の現状から、当研究所では農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業により、エゴマの高位安定生産技術の開発、及びエゴマを利用した新商品の開発を目的として研究を行ったので、以下にその一部を紹介する。(H22~24年 課題番号:22063「飛騨地域特産作物エゴマの品種選抜及び省力機械化栽培体系の確立と



エゴマのたれを塗った五平餅（岐阜県飛騨地方）

新商品開発」、共同研究機関：岐阜県、アルプス薬品工業株式会社)

研究内容

1. 新たなエゴマ品種の選定

当研究所で飛騨地域全域から収集したエゴマの在来種、約70種類の中から、他県産や中国産と比較してルテオリンや α -リノレン酸等を多く含有する新品種「飛系アルプス1号」を選抜・登録した。

飛系アルプス1号の機能性成分（2010年）

	搾油中 α - リノレン酸 (%)	子実中 ルテオリン (%)
飛系アルプス1号	64.5	0.176
在来種平均	59.7	0.041
中国産平均	45.3	0.011

2. エゴマの活着向上機械移植栽培の開発

セル苗を用いた機械移植においては、干ばつ時に移植すると転び苗や土壤の水分不足により活着



移植機に加えた改良（鎮圧部分の後部に培土板を増設）



使用した移植機（ヤンマー社製 ACP100）と移植風景

使用培土別生存株率の推移（2010年）

培土の種類	移植後日数			
	6日	8日	10日	12日
砂	86%	0%	0%	0%
土	100	29	3	3
メトロミックス	100	79	29	0
種のともだち	100	86	62	0
パーミキュライト	100	100	76	18

移植日：6月4日、移植方法：機械移植、移植後の灌水：なし（雨よけハウス内）

露地条件での生存株率の推移（2012年）

6月18日	6月21日	6月25日	7月2日	7月4日
95.7%	95.7%	95.7%	92.9%	91.4%

移植：6月11日、移植方法：機械移植
育苗培土：「種のともだち」 移植後の天候は平年より少雨かつ多日照

率が安定しないという課題が残されていた。そこでエゴマの育苗に適した培土を選定するとともに、市販の移植機に改良を加えることで、活着率90%以上となる機械移植技術を確立した。

3. 新品種エゴマに適した栽培方法の確立

機能性成分であるルテオリンや α -リノレン酸は同一系統でも栽培標高によって含有量の変化が見られるが、栽培方法による含有量の差異については明らかではなかった。そこで、当研究所が開発したエゴマ新品種について、機能性成分が安定

「飛系アルプス1号」収穫期とルテオリン含量（2012年）

収穫日（成熟期との差）	備考	子実中ルテオリン%	ルテオリン%の指数
10/17（-14日）	成熟期（慣行）	0.215	134
10/24（-7日）		0.224	139
10/31（±0日）		0.161	100
11/7（+7日）		0.107	66
11/14（+14日）		0.125	78

移植：7月5日、分析：アルプス薬品工業株式会社

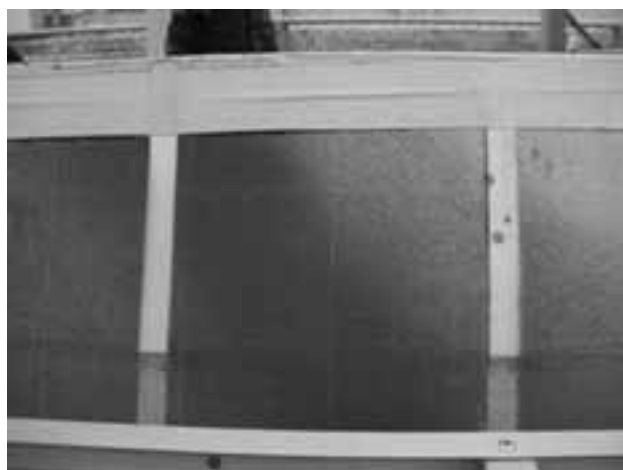
して高含有量となる栽培方法を検討した結果、成熟期より早く収穫することで、ルテオリン含有率が高まることを明らかにした。

4. エゴマの乾燥調製技術の開発

機械収穫されたエゴマ種子は、現地の慣行では天日もしくは平型乾燥機を用いて乾燥されている

生脱エゴマ乾燥試験 (2011年、250kg 張り込み)

日時刻	経過時間 (hr)	水分 (%)
2011年11月11日 15:00	0	25.9
16:00		20.7
17:00	2	17.8
22:00		15.9
23:00 (中断)	8	16.1
11月12日 9:00 (再開)	8	15.1
13:30		7.8
14:00	13	6.4



乾燥機に加えた改良
(子実が循環する部分に脱落を防止するため目合い0.2×0.4mmのネットを増設)



使用した乾燥機 (サタケ SDR10SEZG) とエゴマ乾燥風景

が、乾燥効率や乾燥精度が悪く、また小規模の生産農家が少量ずつ出荷するため、機能性成分含量の農家間のバラツキに起因する、成分の不均一が課題となっていた。そこで市販の米麦用乾燥機に改良を加え、複数の生産者の生産物を同時に乾燥することを想定し、一定量以上のロットにおいて均一に攪拌・混合するとともに、目標値である子

実水分率7%未満となる乾燥調製作業の機械化に成功した。

おわりに

これらの研究の結果、エゴマの持つ機能性をさらに高める生産が可能となり、また移植～乾燥までの機械化一貫体系が完成し、機能性成分含量の高いエゴマ子実を効率的・安定的に生産することが可能となった。また、機能性食品に対する国民的ニーズが高まる中で、機能性成分含量の高いエゴマを素材とする新商品の開発につながれば、地元の数ある雑穀の一つに過ぎなかったエゴマの生産は新たな局面を迎え、生産がさらに拡大することが予想される。本研究の成果によって、研究当初の目的の一つであった耕作放棄地の減少が実現すると同時に、生産者・実需者双方の収益が向上し、エゴマ栽培と関連産業が、過疎化や高齢化に悩む地元地域で大きく成長することを期待したい。

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —落花生—

ラッカセイ収穫機の開発

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター

主任研究員 深山 大介

はじめに

日本におけるラッカセイの栽培面積は、ピーク時の1/9程度にまで減少しており、その要因の一つとして機械化の立ち遅れによる収穫作業の重労働があげられる。一方、ラッカセイは病害に強く栽培が比較的容易であり、また畑輪作に容易に組み込めることから、主産地ではイモ類やニンジンをはじめとする収益性の良い畑作物を維持する重要な作物に位置づけられている。これらのことから、ラッカセイ栽培の省力化、特に収穫作業の機械化が強く求められている。

以上の背景を踏まえ、(独) 農研機構生研センターでは、2011年度より農業機械等緊急開発事業(緊プロ事業)において、ラッカセイ収穫機の開発に取り組んだ。ここでは開発機の概要と性能¹⁾について述べる。

1. 開発の背景

国内で主に栽培される炒り豆用途のラッカセイの収穫作業は、まずはじめにトラクタ装着型の掘取り機を利用し、根を切り、株を引抜きやすくするための掘取り作業を行う。次に、手作業で株を引きぬき、根部に付着する土をふるい落とし、株の上下を反転させて列状に並べる、いわゆる地干

しが行われる(図1)。地干しは、5~14日間で莢の水分を15~17%程度まで乾燥させ、さらにその後、莢の乾燥を進めるために株を集積して野積みをする²⁾³⁾。野積みは、地域や生産者の考え方によって形態や作業方法が異なるが、地干しに関しては、ほとんどの産地で共通の作業方法がとられている⁴⁾。掘取り作業以降、調製作業まで含めた収穫作業時間は、全作業時間10aあたり72時間のうちの29時間を占める⁵⁾。特に人手で株を引きぬき反転させる作業は、中腰姿勢のまま10aあたり6時間以上要するきつい作業である⁶⁾。

これまでにラッカセイ収穫機械化の取り組みは、主に掘取り作業に関しては、海外の機械の導入⁶⁾や、サイドレーキなど他作物用の機械の利用⁸⁾など、幅広く取り組まれたが現在に至るまで実用化された例は無い。また、地干し後のラッカセイを収穫・脱莢するピックアップコンバインについても検討されたが⁹⁾、こちらも国内では実用化に至っていない。

2. 開発機の概要

今回、開発したラッカセイ収穫機(図2、表1)は、トラクタ装着型の作業機で、ラッカセイを掘取り、株を反転させて地表面に落下させる。



(a) 掘取り機



(b) 土ふるい・反転作業



(c) 反転整列した状態

図1 慣行の作業方法

19kW{26PS}以上のトラクタに装着する作業機で、主要構造部として、掘取り機構と反転機構で構成される(図3)。掘取り作業幅は120cmの1畝作業型で、畝幅120~140cm、条間45cm、畝高さ10cm

程度の1畝2条栽培に対応する。収穫時の作業速度は概ね0.4m/sである。作業はオペレータ1名で行う。慣行の手作業による反転整列と同じ状態に仕上げるためには、作業後に未反転株の手直しを手作業で行う。

ラッカセイの株の掘取りは、姿勢制御ローラが作物の地上部を前方へ押し倒した状態で掘取刃が根を切り、バーコンベア上の突起が、作物を掻き上げて、後方の反転機構に搬送する。この掘取り機構は市販されているイモ類の掘取機に類似するが、市販の掘取機では、バーコンベア前端部が土中に入り、収穫物を土ごと掘り取るのに対し、開発機のバーコンベアは、前端部が畝天面より上に位置し、バーコンベアの突起が株だけを掻き上げ



図2 ラッカセイ収穫機

表1 ラッカセイ収穫機諸元

全長	2600mm
全幅	1560mm
全高	1340mm
作業幅	1200mm
機体質量	380kg
適応トラクタ	19kW{26PS}~
栽培様式	1畝2条植え
畝幅	120~140cm
条間	45cm



図4 掘取り反転状態

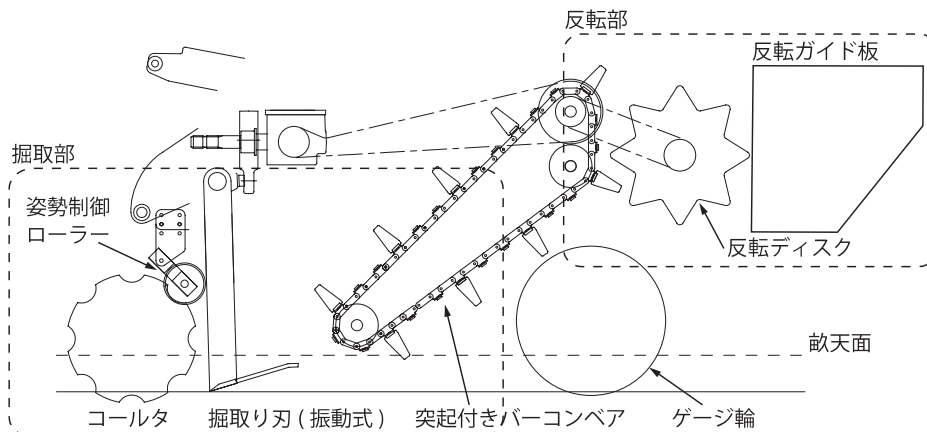


図3 機構概略図

る点が大きく異なる。また、バーコンベアのバー間隔は既存の掘取り機に比べて広く、根部に付着する土は搬送される間にふるい落とされる。掘取り深さは、畝天面の約10cm下を目安として調整する。

バーコンベアから送られたラッカセイの株は、反転ディスクで後方へ放てきされ、反転ガイド板の傾斜面によって株の根部を上向きに地面へ落下させる（図4）。反転ガイド板は後方が閉じた形状により、2条のラッカセイを中央に寄せて地面に落下させる。

3. 開発機の性能

1) 収穫損失および反転率

現地試験における開発機の収穫損失は、地表落下莢と埋没莢をあわせて概ね6%以下であった¹⁰⁾（表2）。損失の主な発生要因と考えられるバーコンベアと反転ディスクについては、それぞれの周速度や両者の速度比を特に検討し、損失が低減する条件に調整した^{11、12)}。また、損失は、収穫時期が遅くなるほど地表落下莢、埋没莢とも増加するため⁸⁾、適期収穫に務めることが損失を低減するためには最も重要となる。

開発機による株の反転性能は、株の根部が表層に露出し、莢が地面に接していない株の割合を反転率として調査した。その結果、反転率は最高で74%となった（表2）。一方、試験地によって反転率に幅があるが、この要因としては、ラッカセイの地上部の作物状態が影響していることが考えられる。表2に示すように、品種や試験地の違いによって、作物の分枝長や地上部質量などの特徴が異なることがわかる。特に株の地上部が過繁茂状

表2 作物状態、収穫損失および反転割合

	試験地	品種	最長分枝	分枝数	部位別質量(g)		収穫損失 ¹⁾	反転割合 ²⁾
			長(cm)		(本)	莢		
2013. 9.19	香取市	ナカテユタカ	42	59	185	519	2.8	53
10. 7	成田市	千葉半立	55	40	285	434	6.0	74
10.10	富里市	千葉半立	69	45	183	391	4.3	45

¹⁾ 収穫損失は、地表落下莢、埋没莢の合計

²⁾ 根部が露出し、莢が地面に接していない株の割合

表3 投下労働時間および作業特性の比較

	投下労働時間 ¹⁾ (人時/10a)		
	機械作業	手作業	合計 (慣行を100)
慣行作業	0.47	6.32 (引抜き、土ふるい、 反転)	6.79 (100)
開発機	0.56	3.85 (反転)	4.41 (65)

¹⁾ 品種「千葉半立」、調査面積：慣行13a、開発機7.3a

態で隣接する株同士が強く絡み合っている場合などでは反転しないことも分かっている。今後、作物状態と反転性能の関係や、機械収穫に適した栽培様式の検討が必要である。

2) 作業能率

開発機による収穫作業の能率を表3に示す。開発機を19kWのトラクタに装着して作業した後、手作業で未反転株を反転させる手直しを行った。比較する慣行作業は、図1(a)に示す掘取機を18kWのトラクタに装着して掘取った後、手作業で株を引き抜き、土ふるいをして反転整列させた。その結果、機械作業と手作業を合わせた収穫作業全体に要する投下労働時間は、慣行が10aあたり6.79人時に対し、開発機は同4.41人時となり、作業時間を約35%短縮した。手作業部分にのみ注目すると、慣行作業では株の引き抜き、土ふるい、反転を要するのに対し、開発機における手作業は反転の手直し作業を行うだけでよいことが開発機の大きな特徴である。

4. 小規模な作付への対応

開発したラッカセイ収穫機の作業性を高めるためには、枕地を確保することで旋回などの損失時間を低減する必要があるが、主産地でも個々の圃



図5 ラッカセイ収穫機（簡易型）

表4 ラッカセイ収穫機（簡易型）諸元

全長	1300mm
全幅	1220mm
全高	1010mm
作業幅	1000mm
機体質量	300kg
適応トラクタ	15kW{20PS}

場規模が小さく十分な枕地を確保できないことがある。また、ラッカセイを栽培する圃場が分散しており、トラクタや作業機を収穫ごとに移動させなくてはならない場合も多い。そこで、このような圃場条件に対応するラッカセイ収穫機として、反転機構を省いた小型のラッカセイ収穫機（以下、簡易型）を開発し、普及可能性を検討した。簡易型（図5、表4）は、掘取りの仕組みはラッカセイ収穫機と同じであるが、反転機構を省いていることが特徴である。また、バーコンベアを短く、ゲージ輪をスキッドに変更するなど、小型軽量化と機体長の短縮を進めている。作業後のラッカセイの株は反転しないため、人手による反転作業は必須であるが、株は完全に地表に露出し、根部の土がふり落とされていることから作業性が良く、反転の手作業に要する作業時間は、慣行より

短縮できることを確認している。

5. おわりに

以上、収穫後にラッカセイをほ場内乾燥する作業体系に適用できるラッカセイ収穫機を開発し、現地試験を通して性能を明らかにした。今後は機械作業を前提とした栽培や作業方法の検討など、開発機の実用化に向けて残された課題に取り組む予定である。

6. 参考文献

- 1) 深山大介：ラッカセイ収穫機の開発、平成25年度生研センター研究報告会、11-17、2014
- 2) 間谷敏邦：ラッカセイ作機械化最前線、農業機械学会誌59(1)、121-125、1997
- 3) 坂本ら：落花生収穫の機械化、農業機械学会誌43(4)、655-656、1981
- 4) 中川悦男、新妻芳弘：茨城県における落花生栽培の現状、茨城農試研報23、123-141、1984
- 5) 農林水産省大臣官房統計部：農業経営統計調査報告平成18年産品目別経営統計、332、2008
- 6) 茨城県農業試験場：昭和54年度実用化技術組立試験成績 —ラッカセイを中心とした土地利用・高能率生産技術組立試験一、P68、1980
- 7) 江崎春雄：落花生の収穫・調製の機械化に関する研究 —文献的研究—、P24、1983
- 8) 鈴木ら：落花生の機械化作業体系に関する研究、千葉農試研報12、63-81、1972
- 9) 矢治ら：落花生収穫作業の機械化に関する研究、農事試研報35、207-234、1981
- 10) 深山ら：ラッカセイ収穫機の開発 —現地試験における収穫作業性能について—、農食工学会第73回講要、P120、2014
- 11) 深山ら：ラッカセイ収穫機の開発 —動作条件と収穫損失の関係について—、農食工学会第72回講要、P177、2013
- 12) 深山ら：ラッカセイ収穫機の開発 —一定置試験による反転機構の解明—、農食工学会第73回講要、P121、2014

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 ー落花生ー

他作物用の農機で省力化を実現 (全国豆類共進会で農林水産大臣賞受賞 神奈川県 清水正夫氏の取り組み)

神奈川県農業技術センター 普及指導部長 野村 研

神奈川県では、明治初期に落花生が導入されて以来、秦野市を中心に産地が形成されてきた。清水家では昭和26年、清水正夫氏の父が、タバコ、水稻、麦、ネギに加え、落花生栽培を開始した。その後、昭和50年代に秦野市内でのタバコ生産が終了したのに伴い、代替作物として落花生の作付けを増やすようになり、栽培面積は約60aとなった。その後も作付けを拡大させ、現在は約1～1.5haとなっている。

清水正夫氏は、6年前に市役所を定年退職するまでは専業農家である父と妻を補佐しながら3人で農業に営んでいたが、その間も農業機械の導入による作業の省力化には積極的に取り組んできた。定年退職後は落花生生産を含めた農業経営に本格的に取り組むようになった。古くからの落花生産地である秦野市は、生産・消費量が他地域よりかなり多く、落花生は一定の需要が見込め、また、価格の変動が少なく収量は安定しているため、経営安定に必要な作物として位置づけている。

清水氏の栽培のポイントは基本技術の励行を多収化につなげていることである。圃場は全て輪作しており、土壌診断による適正施肥も行っている。水田圃場での落花生栽培では、播種直後の湿害回避のため畝を高くするとともに、畝間および圃場周縁部に明きよを掘り、排水対策を行っている。また、夏期の干害防止と結実促進、収量向上のため、7月下旬に農業用水を引き入れ畝間灌水を行っている。畑作圃場での落花生栽培では、収量低下の最も大きな要因となる連作障害の回避を徹底するため、露地野菜やイモ類との輪作体系を確立している。また、畑が不作付けになる時期の雑草抑制と、イネ科植物によるセンチュウ抑制の目的で小麦を栽培し、結実前にすき込んで緑肥として利用している。露地野菜との輪作体系を確立す

ることにより、落花生と露地野菜の品質向上に大きく寄与している。また、サブソイラーを利用した土壌物理性の改善、前作の余剰肥料成分の除去、根域の排水促進、土壌中への酸素供給、根張り改善等による収量向上を図っている。

水田で栽培した落花生は莢の外観品質が極めて良好になる。そのため、莢の外観品質の優れたものが要求されるゆで豆用品種や、種子（採種圃）用の生産に水田を利用している。4年1作（落花生－水稻－水稻－水稻）のサイクルを確立し、毎年約60aを水田で栽培している。ゆで豆用品種は、平成元年に秦野市農協が商品開発した冷凍ゆで豆落花生「うでピー」の原料として同年に導入し、現在も継続して作付けしている。水田での栽培により莢の外観品質が極めて良好で、商品性の高いものを生産している。

清水氏は落花生の機械化にも関心が高く、野菜用機械の落花生への利用に対して積極的に取り組んでいる。播種作業では、野菜苗定植機を利用し、また、収穫時期に茎葉部の生育が旺盛な場合は、サツマイモつる処理機を用いて茎葉を除去している。このことで、その後の掘り取り機による根切り作業と、人力による落花生掘り取り及び落花生株の反転作業を改善した。



図1 掘り取り機による根切り・収穫作業

脱莢作業の省力化に関しては、設置式のゆで豆専用脱莢機を平成11年に導入し、その後、平成18年に自走式のゆで豆用脱莢機（文明農機製）を新たに導入して更なる省力化が実現した。煎り莢用品種の脱莢機に関しては、近隣の農機具販売業者の協力により、水稻ハーベスタの台車部分に落花生用の脱莢機を設置して、自走式脱莢機を製作した。その結果、圃場での脱莢機の移動が容易になり、省力化につながった。



図2 自作の自走式脱莢機

ゆで豆用品種では、脱莢後の子房柄および茎葉部除去の省力化のため、サトイモ除毛機を改良した調製機を導入し、調製後の洗浄作業については、ニンジン洗浄機を使用して省力化と品質向上に努めている。



図3 洗浄作業に使用するニンジン洗浄機

落花生に使用する機械・施設のうち、落花生の乾燥は、野菜苗と水稻苗生産や、イモ類の調製作業に使用しているビニルハウスを共用している。また、トラクター、サブソイラーは露地野菜および水稻作と共同利用している。サツマイモつる処理機は、カンショ生産と共用している。今後は収穫作業の機械化が課題である。

その他の取組として、生分解性マルチを一部の圃場に導入し、マルチ除去作業の省力化に取り組んでいる。また、病害虫対策では、コガネムシのフェロモントラップを設置して発生消長を把握して防除に活用している。

清水正夫氏は、長い歴史を持ち地域の特産品である落花生への非常に強い思いをもっている。落花生の生産だけでなく、落花生生産を志す新規就農者の研修受け入れや、高齢化で減少する種子生産を一手に引き受けて生産安定を図るなどの活動は落花生の産地維持に大きく貢献している。

また、優良な経営を確立しており平成23年度に認定農業者に認定され、地域の農業の重要な担い手として認知されている。次世代の担い手育成と、都市化した地域の中で取り組む農業及び農地の維持が課題となっている中、清水氏の農機省力化による取り組みは、落花生産地維持のモデルとなっている。

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 一大豆一

大豆の耕うん同時畝立て播種栽培技術の開発と普及

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター

作業技術研究領域長 細川 寿

平成24年の大豆の国内消費仕向量は約304万 t で、その約90%はアメリカやブラジル等から輸入しており、油糧用と食料用を合計した自給率は約8%である。輸入大豆はそのほとんどが油糧用として使用されており、国産大豆は食用大豆として使用されているが、食用大豆の自給率は約25%で、カロリーベースの国内食料自給率約39% (平成24年度) と比べて低いのが現状である。

大豆の平成25年度の作付面積は約12.9万 ha (H24: 13.3万 ha) であり、降雨が多く多湿な気象条件である我が国では湿害が生じやすく、10a 当たりの収量は、平成25年産で155kg/10a (H24: 180kg/10a)、近年の最高値でも約192kg/10a (H12) であり、アメリカの約280kg/10a、ブラジルの283kg/10a(2008~2012)より低いのが現状である。収量差の要因は、品種や降雨等の気象条件、土壌の地力や物理性の違い等であると考えられるが、特に国内の大豆作付面積の約85%は水田転換畑に栽培されており、湿害が発生する大きな要因と考えられる。さらに、栽培期間を通しての湿害軽減に加え、播種時期が梅雨前から梅雨の合間になるため、特に播種時の湿害対策は重要な課題である。

そこで、これらの問題に対応するため、アップカットロータリをベースにし、重粘な土壌条件でも碎土性を確保した耕うん同時畝立て作業機を開発した。そして、開発技術を多数の現地において適用し、その効果を明らかにするとともに、多くの現地試験を通じて、普及を図る。

もに、ロータリ内のスクリーンの効果により、表層の碎土率が高くなる。さらに、ロータリ耕うんでは、爪の曲がりの方向に土塊が移動する性質があるため、曲がりの方向を揃えることにより、畝の形状を変えることができる。爪の曲がり方向の変更による耕うん残りをできるだけ発生しないようにするため、耕うん爪の取付方法は、従来のアップカットロータリ耕うん爪の装着方法として一般的なフランジ型ではなく、ホルダー型にした (図1)。

爪の配列を標準配列 (約30cmの間の爪の曲がりを30cmの中心方向に揃える) にすると平らな状態になる。一方、大豆等で条間75cmの畝を作る場合は、畝の中心に耕うん爪の曲がりの方向を揃えることにより、耕うんと同時に畝立てを行うことが可能であった (図2)。作業機の後方に施肥播種機を装着することで、耕うんと同時に畝立てと施肥・播種を一工程で行うことができた (図3)。

一方、大豆の狭畦栽培の場合はソバの場合と同様に、通常の大豆栽培に比べて狭い条間で播種し

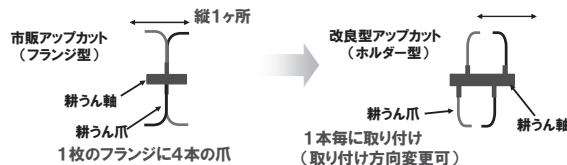
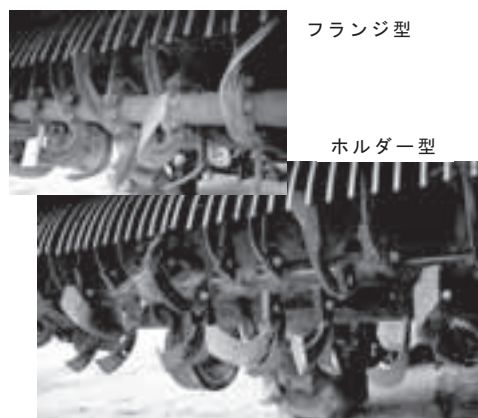


図1 作業機の爪取付方法

1. 耕うん同時畝立て作業機の概要

作業機は、碎土性の高いアップカットロータリをベースにしており、従来のダウンカットロータリに比べて、同じ作業速度では碎土率が向上すると

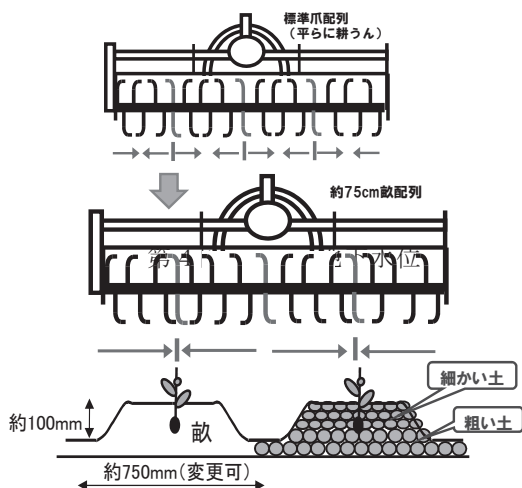


図2 畝立て用の爪配列と土塊分布



図3 耕うん同時畝立て作業機(3条用)

ながら、湿害軽減のための排水用の溝を両サイドに作る。そのため、アップカットロータリの爪配列を変更して、平高畝となるようにした。ロータリの中央部分は、耕うん後に平らになるように標準の爪配列とし、両側の約30cmの部分、ロータリ中央に爪の曲がりの方向を揃えた。土が移動しすぎる場合等、土壌条件により一部の爪の曲がり方向を調整しながら、畝表面が平らになるようにした。また、ロータリ均平板の位置を調整することにより、畝表面の均平度や畝高さを調整することが可能であった。同様に作業機の後方には施肥播種機を取付けることにより、耕うん幅170cmの作業機では、畝上面幅120~130cmで5条(条間約27.5cm)、耕うん幅220cmの作業機では、畝上面幅175~180cmで8条(条間約25cm)を播種することが可能であった。

2. 耕うん同時畝立て作業機の効果

大豆の畝立て栽培は、慣行栽培に比べて播種位

置が高いため、慣行栽培で中耕培土作業を行った後でも、地下水位が低く推移した(図4)。

畝立て栽培の深さ5cmの土壌体積含水率は、常に畝立て栽培が低くなり、降雨後でも深さ10cmの土壌水分(pF)は、増加しにくい傾向が認められた(図5)。

酸素濃度センサを深さ10cmと20cmに埋設して測定すると、降雨が無い場合の酸素濃度は約20%であり、畝の有無にかかわらず、降雨があると酸素濃度は低下した。しかし、畝を作ることにより、慣行の平らに耕うんした場合に比べて、排水効果に加え、畝側面からも空気が供給されるため、酸素濃度の低下の程度が小さくなると考えられた(図6)。

畝立てを行うことにより、特に生育前半に主茎長が長くなり、生育後半にはその差が次第に小さくなる傾向にあった。畝立て大豆の播種後の畝形状は、最初から中耕培土後の状態に近くなっているが、除草効果を考えると、中耕培土作業が必要である。また、培土量が少ない圃場では、倒伏する傾向が認められた。そのため、耕うん同時畝立て播種時の畝の高さを10cm程度に抑えることが

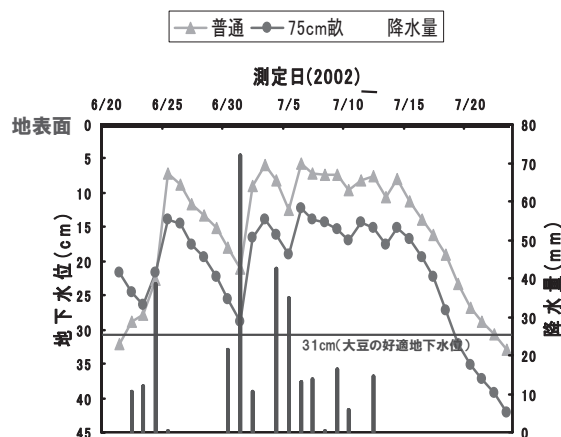


図4 畝立てと地下水水位

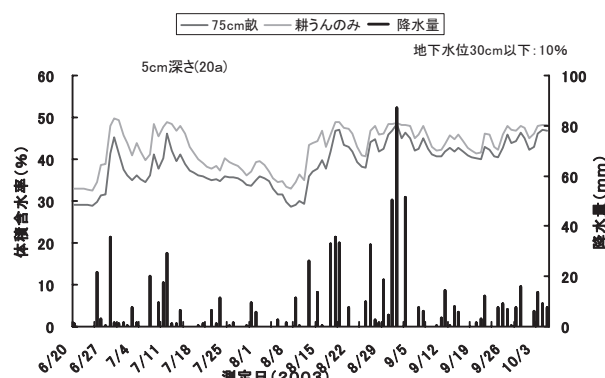


図5 畝立てと土壌水分

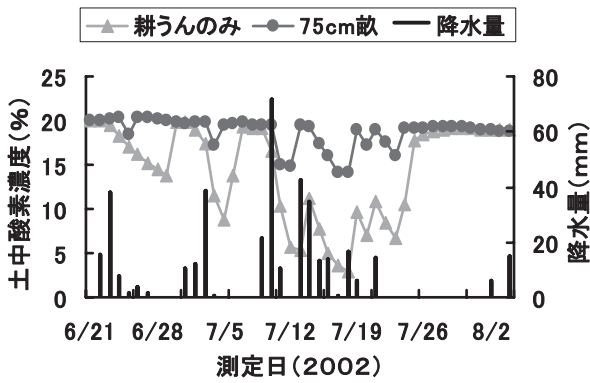


図6 畝立てと土中酸素濃度

必要で、培土量が確保できれば、コンバイン収穫時の倒伏の影響は少ないと考えられた。

畝立てを行った場合、特に梅雨時期に相当する下位の分枝数が増加し、全体として莢数が確保され収量が増加した。大豆収量は、坪刈り調査では、畝立て栽培大豆が7~12%増加した(表1)。また、コンバインによる全刈収量の調査でも、畝立て栽培大豆が7~23%程度収量が増加した。降雨が多い年でも、苗立ち数も畝立てが良好であり、収量の差が大きくなった。畝高さ10cmでも収量への効果は十分に認められ、初期の乾物重や主茎長、収穫時の最下着莢節位高などの形態的特徴で

表1 大豆収量(坪刈り)

圃場名	処理	実収量 (kg/10a)	子実量 (kg/10a)	莢数 (/10a)	百粒重 (g)	分枝数 (本/m ²)	大粒割合 (%)
A	標準	236	317	668	28.9	57.2	43.4
	75cm畝	278	398 *	742	32.0 *	53.7	70.9
B	標準	207	292	519	31.1	33.9	54.9
	75cm畝	255	331 *	537	35.1 **	56.5 *	75.3
C	標準	254	301	560	34.0	44.8	69.4
	75cm畝	271~301	375 *	606	35.7	68.3 **	65.7~70.1

実収量調査は全刈り調査(100%以下)の調査。分枝数は(標準)に比べて。* 10%以上増加、** 20%以上増加。A, B, Cは標準(標準)に比べて。*** 全圃場の標準との比較で9%, 1%未満。実収量は100%以下(100%以上)の調査。分枝数は標準(標準)に比べて。実収量は100%以下。

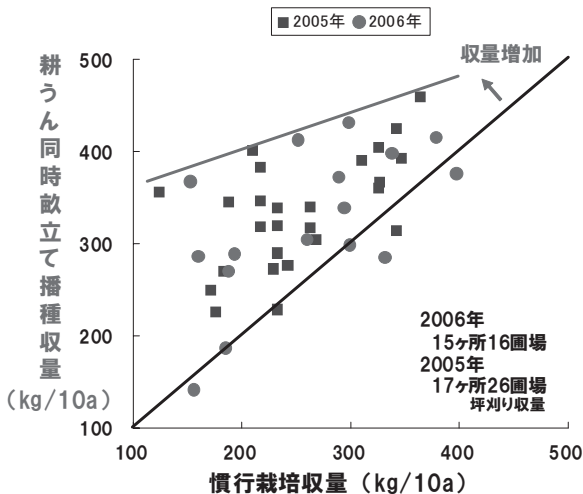


図7 現地における大豆収量

も畝立てが良好であった。

約40ヶ所以上の現地圃場で、圃場単位で慣行栽培と耕うん同時畝立て栽培を比較した結果、耕うん同時畝立て栽培の収量が慣行栽培と同等か増加した。特に慣行栽培で収量が低い圃場で収量増加の可能性が高いと考えられた(図7)。

3. 大豆耕うん同時畝立て狭畦栽培

耕うん同時畝立て狭畦栽培(密植栽培: 図8)は、通常栽培(75cm畝)の耕うん同時畝立てより播種量を多くすると、主茎長が長くなる傾向が認められた。中耕培土を行わないために、品種により倒伏程度が大きくなりやすい傾向にあった。最下着莢節位高は狭畦栽培が75cm畝立て栽培より高くなり、収量は狭畦密植栽培が同等かやや増加した(図9)。増収しても倒伏による収穫ロスで



図8 耕うん同時畝立て狭畦栽培

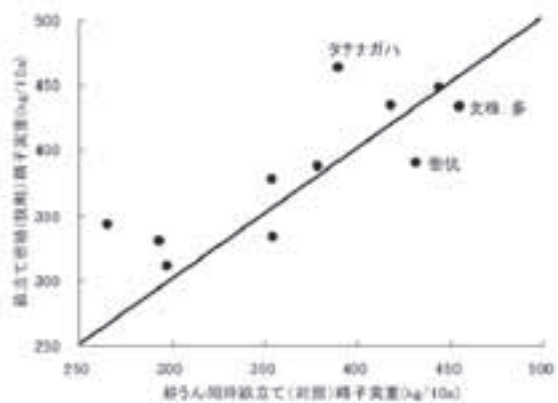


図9 耕うん同時畝立て狭畦栽培の収量

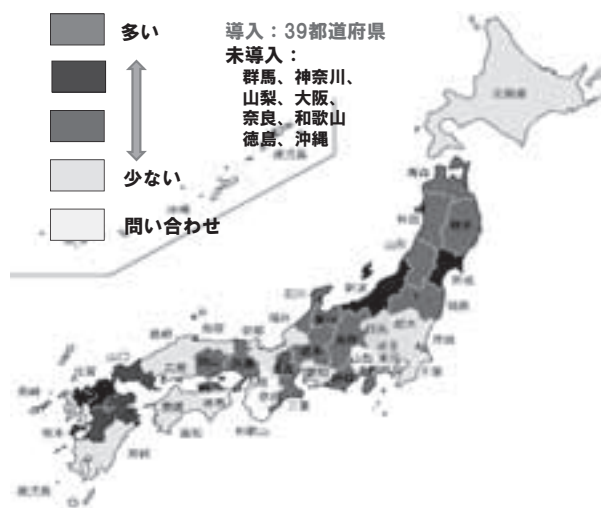


図10 耕うん同時畝立ての普及状況

収量が低下する可能性があり、導入に当たっては品種、栽植密度、播種時期等の注意が必要である。

4. 耕うん同時畝立て播種の現地試験、普及状況

耕うん同時畝立て播種については、2000年頃から、アップカッターロータリを使用し、耕うん爪長さを変えて、部分的に耕深を変える作業機の研究から開始した。その後、なるべく単純な構造に改良し、大豆を中心にセンター内圃場や農家圃場での基礎試験データを収集した後、大豆300A 研究センターや地域総合研究（実証型研究）の試験を実施した。耕うん同時畝立て播種技術は、2004年から営農現場での技術指導を500ヶ所以上1,000ha以上で実施し、生産者や指導的立場の方に見ていただき、導入に努め、2006年からは市販機の利用が可能となり、その後機種を増加させながら普及が進められた。また、麦類、そば、野菜類での利用についても検討を進め、普及するに至った。大豆では、東北地域から九州地域にかけて、約5,000ha以上の面積で利用されており、現在は全国39都道府県に普及している（図10）。

5. 大豆の畝立て播種の普及

大豆の畝立て栽培は、旧四国農業試験場、鳥取県、(株)キセキ北陸等で取り組みが進められてきた。鳥取県では、現地での実証試験を実施し、(株)キセキ北陸では、ドライブハローをベースにした畝立て播種機「お凸つあん」を市販化した。

各作業ともに、耕うんした圃場において畝立て

を行う方法であり、2工程の作業体系である。本耕うん同時畝立て播種機は、碎土性の良いアップカッターロータリをベースにした機械である。これらの畝立てによる湿害軽減効果が全国的にも確認されてきたので、土壌条件によっては、別の方式でも十分に畝立てを行うことが可能で、種々の方式が実施されている。

岩手県では、ドライブハローをベースにして、爪配列で畝を立てる方法、滋賀県では、ダウンカッターロータリによる爪配列で浅耕畝立てを行う方法、大分県では、鉄工所製作の成型板をダウンカッターロータリに装着し畝を立てる方法、他にも成型板を装着して畝を立てる方法が、栃木県など多数の県で実施されている。都道府県で実施されている畝立て栽培技術の調査によると、平成24年産大豆作付面積の8.5% 約11千haが、畝立て栽培を実施している。

6. まとめ

本技術は、湿害を軽減する技術であり、大豆の場合、これまで収量が低い圃場を少しでも排水条件を改善して収量を一定の水準に高める技術である。明渠や弾丸等の基本的な排水対策と組み合わせることにより、効果を発揮すると考えている。今後さらに、収量を増加させるためには、農業機械・作業技術分野に加えて、栽培、土壌・肥料、雑草、排水等の多分野が協力して取り組むことが重要と考える。

本技術は、基礎的な研究を含めると、研究開始から約15年が経過しているが、条件の異なる現地圃場で多数のデータ収集を行ったことが、普及につながったと考えている。関係する生産者や生産法人の方、独法関係者はもちろんのこと、各都道府県の試験研究機関、普及センター、専門技術員の皆様や農政局等の関係者の皆様のご協力をいただき、多数の実証試験が可能となった。さらに、JA営農指導関係者、多くの農業機械メーカーの皆様にも多大なご協力をいただいた。皆様のご協力と貴重なご意見が、本技術の開発・普及につながったと考えている。本技術が、今後も、大豆の安定生産、水田転換作物の安定生産のために、少しでも貢献できればと考えている。

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 一大豆—

新ロールパイプ式コンケーブ採用の 普通型コンバインによる品質向上技術

埼玉県農林総合研究センター水田農業研究所 専門研究員 箕田 豊尚

1. はじめに

埼玉県のダイズは土地利用型農業における輪作作物として、また、水田における重要な転作作物として位置づけられ、平成25年度の作付面積は625ha（農林水産省2014）で、主に地域の実需者に供給されている。主力品種である「タチナガハ」は、耐倒伏性が強く機械適性が高い関東地域の基幹品種である。しかし、近年の温暖化が進む気象条件下で、莢が成熟しても落葉せず茎に緑色が残る「青立ち」現象（図1、2）が頻発し、現地で大きな問題となっている。「青立ち」が多発するとコンバイン収穫の場合、茎葉の水分が高く汚粒の発生（図3）につながったり、収穫適期を逸して減収したり、作業効率が低下したりする。

埼玉県においては、平成20年以降では、登熟期が高温だった平成20年、開花期後異常高温となった平成22年、真夏日が57日間連続した平成24年に県下において「青立ち」が多発した。実に2年に1度の頻度で「青立ち」が多発しており、汚粒の発生について生産現場から改善策が求められている。



図1 青立ち株の様子



図2 現地の青立ち多発圃場



図3 収穫後の汚粒の様子

「青立ち」による汚粒発生は、脱穀部の子実と茎莢が接する時間が長いほど汚粒が増加すると考えられている（梅田2006）。そこで、茎莢の通過性を改善したロールパイプ式コンケーブを採用した普通型コンバインを用い、汚粒の低減効果を実証した結果を報告する。

なお、本実証試験は公益社団法人農林水産・食品産業技術振興協会の平成21年度新稲作研究会委託試験により実施した結果である。

2. ロールパイプ式コンケーブ採用の普通型コンバイン（Y社 GS380）の実証結果

ロールパイプ式コンケーブと従来型のコンケーブは図4、5に示したような違いがある。従来型のコンケーブは円形に打ち抜いた網だが、ロールパイプ式コンケーブは回転するロールが平行に並べられ、ダイズの莢が排出されやすい形状となっている（土屋ら2006）。

本コンバインによるコンケーブの種類の違いによる排塵口からの穀粒損失と、汚粒発生程度について検討した。実証は平成21年に当所の水田転換畑および畑で行い、試験区の設定は従来型コンケーブとロールパイプ式コンケーブの比較について刈り取り速度を変えて行った（表1）。

ダイズの生育は生育期前半の日照が少なく、高温のため徒長気味に推移した。そのため、7月下旬からの降雨により、水田転換畑および畑圃場ともに倒伏が認められた。特に水田転換畑圃場は培

土ができなかったこともあり倒伏程度が大きかった。一方、8月中旬から9月にかけては日照が平年より多く、登熟期の天候は良好であった。坪刈りによる10 aあたり換算収量は水田転換畑が362kg/10 a、畑が330kg/10 aであった。百粒重は水田転換畑が35.3 g、畑が31.4 gと比較的大きかった（表2）。

畑圃場について平年と比較すると、生育期前半の天候が良くなかったため、莢数は減少した。登熟期の日照が多かったことから、百粒重は平年値29.4 gより大きかった。莢数は少なかったものの百粒重は大きかったため、収量はほぼ平年並みであった。

当日の試験条件は、立毛条件は倒伏がみられたものの収穫に影響するほどではなく、青立ち株は少なく、成熟期後10~11日が経過し、子実水分は水田転換畑が12.9%、畑が12.4%、莢水分は水田転換畑が18.7%、畑が12.6%、莖水分は水田転換



図4 ロールパイプ式コンケーブ



図5 従来型コンケーブ

表1 試験区の構成

試験区	コンケーブ種類	設定刈取速度 (m/秒)	実測刈取速度 (m/秒)	圃場
I 対照区	従来型コンケーブ	1.0	1.1	畑
II 対照区	従来型コンケーブ	1.3	1.4	
III 実証区	ロールパイプ式コンケーブ	1.0	0.9	
IV 実証区	ロールパイプ式コンケーブ	1.3	1.3	
V 実証区	ロールパイプ式コンケーブ	1.0	0.9	水田 転換畑
VI 実証区	ロールパイプ式コンケーブ	1.3	1.3	

注) 実測刈取速度は刈取10m間の秒数から算出した。

畑が35.8%、畑が29.4%と好適な収穫条件であった(表2)。

収穫の様子と調査の様子を図6、7に示した。

10m間の刈取による全流量と排塵口損失割合を表3に示した。全流量は、試験区Ⅰが8.9 t/hr、Ⅱが8.3 t/ha、Ⅲが6.1 t/hr、Ⅳが6.3 t/hr、Ⅴが7.7 t/hr、Ⅵが8.1 t/hrと試験区Ⅲ、Ⅳがやや少なかった。排塵口損失割合は、刈取速度1.0m/秒の試験区Ⅰ、Ⅲ、Ⅴが1.1~1.4%、刈取速度1.3 m/秒の試験区Ⅱ、Ⅳ、Ⅵが0.9~1.1%と刈取速度が遅い方がやや損失割合が高くなったが、従来型コンケーブとロールパイプ式コンケーブとの差は認められなかった。また作業上の違いも特にはな

かった。

収穫後の従来型コンケーブの様子を図8に示した。従来型コンケーブの網目に茎が絡まっているのがわかる。ロールパイプ式コンケーブではほとんど見られなかった。

汚粒発生程度は全体に少なく、従来型、ロールパイプ式とも品質低下につながるほどの発生ではなかった。しかし、ロールパイプ式コンケーブによる収穫物は従来型コンケーブに比して明らかに汚粒が少なかった。汚れ指数は畑で行なった従来型コンケーブ(試験区Ⅰ、Ⅱ)が0.3であったの対し、ロールパイプ式コンケーブ(試験区Ⅲ、Ⅳ)がそれぞれ0.1、0.2と低かった。また、水田転換

表2 収穫時の作物の状況と水分

圃場	草高 (cm)	最下 分枝位置 (cm)	最下 着莢位置 (cm)	最下 莢位置 (cm)	立毛角度 (°)	成熟期後 日数	子実水分 (%)	莢水分 (%)	茎水分 (%)	収量 (kg/10a)	百粒重 (g)
畑	64.3	12.8	17.1	12.5	50	+11日	12.4	12.6	29.4	330	31.4
水田 転換畑	40.3	10.3	12.7	7.8	33	+10日	12.9	18.7	35.8	362	35.3



図6 収穫と調査の様子



図7 排塵口調査の様子

表3 流量と排塵口損失割合

試験区	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	
10m 間秒数	9.4	7.1	10.6	7.6	11.6	7.5	
流量	全流重(ton/hr)	8.9	8.3	6.1	6.3	7.7	8.1
	穀粒口(ton/hr)	1.4	2.0	1.1	1.2	1.4	2.1
10 m 間	穀粒口(kg)	3.6	4.0	3.2	2.5	4.5	4.4
	排塵口子実重(g)	40.1	34.1	40.2	22.2	64.1	51.2
	排塵口損失割合(%)	1.1	0.9	1.2	0.9	1.4	1.1

表4 ロールパイプ式コンケーブと従来型コンケーブの汚れ指数

試験区	I	II	III	IV	V	VI
汚粒発生割合(%)	29	31	7	18	9	7
汚染度	1	1	1	1	1	1
汚れ指数	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1

汚染度は生研機構の汚粒程度サンプルを参考とした。
 汚れ指数は梅田・金谷(2008)の式から換算した。

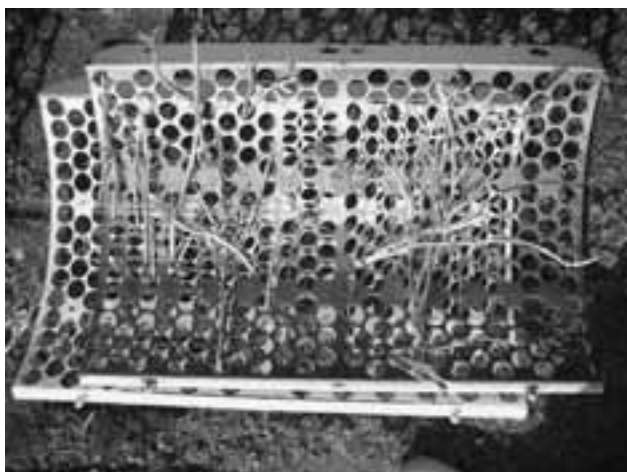


図8 収穫後の従来型コンケーブ

畑においてもロールパイプ式コンケーブ（試験区V、VI）は0.1と低い発生程度であった。刈取速度（全流量）による発生程度の違いは認められなかった（表4）。

3. 今後の課題

ロールパイプ式コンケーブによる経営評価であるが、汚粒の低減効果は明らかであった。排塵口損失割合も差はなく、作業上も差異はないことから、品質向上分だけ経営的にプラスとなると考えられる。

本年は生育期前半の天候が悪かったが登熟期の

天候に恵まれ、概ね平年作の条件下での試験であった。収穫時の条件は青立ち株が少なく良好であったが、このような条件下でもロールパイプ式コンケーブ収穫の子実と従来型コンケーブ収穫の子実では汚粒発生程度に差異が認められ、ロールパイプ式コンケーブの効果を実証することができた。排塵口損失割合も、ロールパイプ式コンケーブと従来型コンケーブで差はなく、作業性についても、従来型コンケーブとロールパイプ式コンケーブで変わるところはないことから、ロールパイプ式コンケーブにすることによるマイナス面は認められない。

今後、機械の更新時など、機会をとらえて本方式あるいは類似の脱穀機構を有するコンバインの積極的な導入が望まれる。

参考文献

1. 農林水産省(2014):平成25年産作物統計(普通作物・飼料作物・工芸農作物) <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001117357>(2014/6/18閲覧)
2. 土屋史紀、田坂幸平、佐々木豊(2006):大豆の汚粒を低減させるコンバイン用受け網 九冲農研成果情報
3. 梅田直円(2006):収穫損失を低減するコンバインの開発 農業技術体系第6巻196の2-8.
4. 梅田直円・金谷豊(2008):コンバイン大豆収穫における穀粒損失,汚粒低減技術 農業技術63(7)303-308.

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 ー小豆ー

北海道における小豆の収穫体系

北海道立総合研究機構十勝農業試験場 生産システムグループ 研究主任 原 圭祐

1. 収穫体系の変遷

北海道における小豆の収穫は古くは刈り倒した作物を鳥立て・ニオ積み後に脱穀する方法であったが、労働人口の減少と高齢化、小豆価格の低迷などの要因から、現在ではこの方法による収穫はわずかである。収穫関連の機械化は脱穀機を除くと刈り倒し（ビーンカッター、ビーンハーベスタ）は早くから進んだ。その後、刈り倒した小豆をニオ積みするニオ積み機や拾い上げて脱穀するピックアップスレッシャが開発された。現在北海道に

おける小豆収穫は、ピックアップスレッシャによる予乾拾い上げ体系と刈り取りから脱穀までを一工程で行うコンバインによるダイレクト収穫とにほぼ二分される。収穫の機械化により、収穫に要する所要労働時間はニオ積み体系の約42人時/haからピックアップスレッシャによる体系では約8人時/ha、コンバインによる体系では約3.5人時/haまで低減した。

2. コンバインの種類と特徴

コンバインは輸入機の普通型コンバインと国産の普通型コンバインがあるが、小豆では主に国産の普通型コンバインが利用されている。国産の普通型コンバインには稲を中心に豆・麦類、ソバ等を収穫する汎用コンバインと豆・麦類、ソバを収穫する2条型のコンバイン（豆用コンバインと呼ばれることも多い）があるが、豆類では収穫時の汚れを軽減する脱穀部（軸流式ワイヤーツース）が採用されている豆用コンバインの利用が多い。小豆は豆類の中でも倒伏が多く、莢位置も低いため、引き起こし効果の大きいロックロップヘッド



写真1 ピックアップスレッシャによる収穫



写真2 豆用コンバインによる収穫（ロックロップヘッド）



写真3 豆用コンバインの脱穀部



写真4 刈取部損失が最も低減される丸鋸刃仕様

を採用し、畦頂よりも低い位置で刈り取ることができる丸鋸刃タイプの機種が収穫損失を最も抑えた収穫ができる。

3. 収穫時に注意すること

(1) 収穫適期

小豆品質を損なわずに収穫するには適期に収穫することが重要である。全ての莢が完熟する完熟期以降、降水量が多いあるいは高温で経過すると雨害粒や濃赤粒などの屑粒率が増加する。このため、通常は完熟期後2週間以内で子実水分が16~18%の時期を収穫適期として推奨している。なお、小豆粒の色相変化は20℃以上で大きくなるとともに、成熟期以降の気象が高温・乾燥条件で経過すると煮えやすさの指標である煮熟増加比が低下するため、高温年での刈り遅れは品質低下が大きいことが指摘されている。また、乾燥が進んだ状態での収穫は莢が弾けやすいために、ピックアップスレッシャ体系では刈り倒しや拾い上げ時、コンバインでは刈取部で損失が増大するとともに破碎による損傷粒が発生する。このため、収穫適期になったら速やかに収穫する必要がある。

(2) コンバインの利用方法

コンバインによるダイレクト収穫は最も省力的な収穫方法として普及している。しかし、小豆はコンバイン収穫の普及が進んだ大豆に比較して、莢先が地際に近いこと、莢が弾けやすいこと、倒伏しやすいことなどから収穫時に特に注意が必要である。コンバイン収穫における収穫損失は刈取部での発生割合が大きく、刈り高さが高いほど増

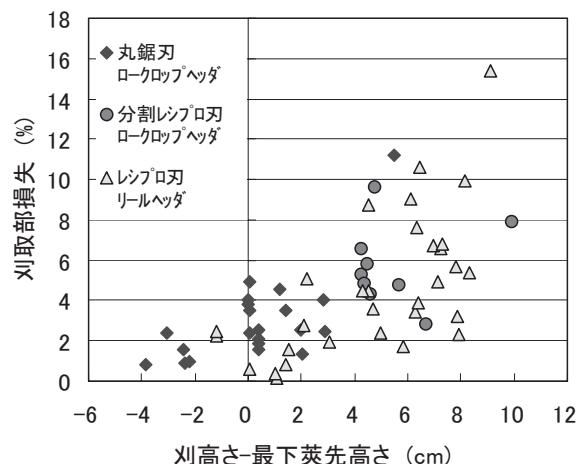


図1 コンバイン刈高さと刈取部損失の関係

大する (図1)。大豆で利用されるレシプロ刃は混入した土が脱穀部まで搬送されて汚粒発生要因となるため、低刈りに限度がある。一方、前述の丸鋸刃を採用したコンバインは莢先よりも低い位置、場合により刈り取り刃を地中に作用させることができるため、損失が小さい。また、ロークロップヘッダは倒伏した作物体を引き上げる作用が大きいため、安定した収穫が可能である。なお、生育期中耕除草時に高さ10cm程度の培土を行うことで、ディバイダで倒伏した作物あるいは莢を少し持ち上げて茎を切断するよう収穫ができる。

(3) 収穫の早限

小豆の品質低下を避けるためには刈り遅れを避ける必要があるが、小豆の収穫適期は水稻の収穫時期と重なる場合があること、道東では気象条件により完熟期に達しないあるいは完熟期前に霜害に遭遇する場合がある。この場合の対策として早刈りを検討した。丸鋸刃、ロークロップヘッダを

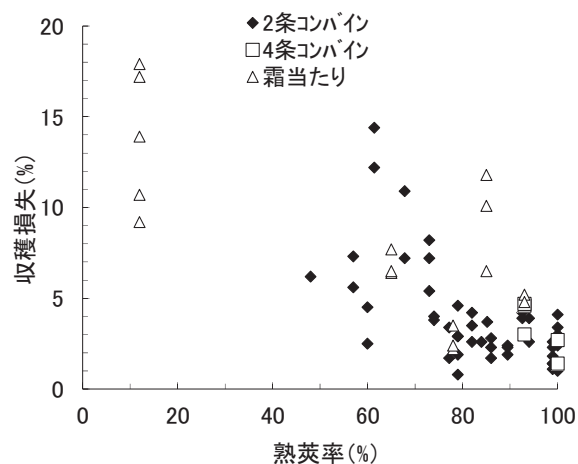


図2 収穫時期と収穫損失の関係

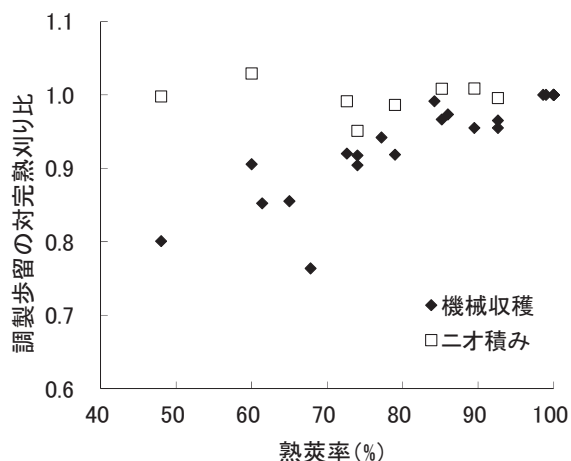


図3 収穫時期と調製歩留りの関係

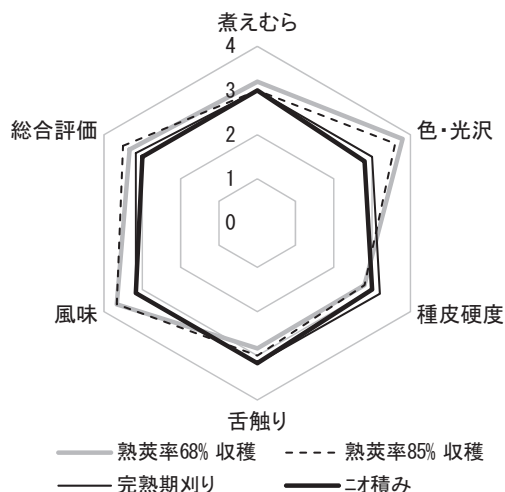


図4 収穫時期の異なる小豆あんの食味評価

表1 小豆の機械収穫方法のまとめ

収穫方式	ピックアップ収穫		直接収穫	
	汎用コンバイン (4条)	ピックアップスレッシャ	2条用コンバイン	汎用コンバイン (4条)
刈り取り・拾い上げ方式 (利用可能性)	・ピックアップヘッド (利用可能)	・ピックアップ装置 (利用可能)	・ロークropp丸鋸刃 (直流式) (利用可能) ・ロークropp丸鋸刃 (軸流式) (利用可能—最適) ・リールヘッド (軸流式) (利用可能) ・ロークropp分割レシプロ刃 (利用困難)	・ロークropp丸鋸刃 (利用可能) ・リールヘッド (利用困難) ・ロークropp分割レシプロ刃 (利用困難)
収穫適期の目安	熟莢率100%で、子実水分16~18%程度 (完熟期から2週間以内)	熟莢率100%で、子実水分16~18%程度 (完熟期から2週間以内)	熟莢率100%で、子実水分16~18%程度 (完熟期から2週間以内)	熟莢率100%で、子実水分16~18%程度 (完熟期から2週間以内)
収穫適期の作業速度等	・0.8m程度 ・葉落ちが悪く作物水分が高いとき、作業速度を低くする	・0.8m程度 ・葉落ちが悪く作物水分が高いとき、流量を下げ、風量を上げる	・0.8~1.0m/s ・直流式、軸流式ともに倒伏程度多以上の場合および直流式では茎水分20%以上の場合作業速度を低くする	・0.6~0.9m/s ・倒伏、茎葉重に応じて速度を低くする
収穫早限の目安	熟莢率80%で、子実水分25%程度	熟莢率80%で、子実水分25%程度	熟莢率80%で、子実水分25%程度 (直流式は利用困難)	熟莢率90%で、子実水分25%程度 (熟莢率80%は未検討)
収穫早限の作業速度等	未検討	・0.4~0.5m程度 ・予乾を十分行う、作業速度を低くする、脱穀部仕切板を調整する	・0.6~0.8m程度 ・葉落ち、茎葉重、倒伏に応じて作業速度を低くする	・0.4~0.5m程度 ・葉落ち、茎葉重、倒伏に応じて作業速度を低くする
刈り刃調整		3	・ロークropp丸鋸刃：最下莢先と同じ~2cm低く設定 ・リールヘッド：最下莢先の上2cm程度に設定	・ロークropp丸鋸刃：最下莢先と同じ~2cm低く設定
培土高さ	10cm程度	10cm程度	10cm程度	10cm程度
デバイダ調整			先端を少し浮かせる	先端を少し浮かせる
倒伏程度	倒伏程度によらず収穫可能 (ビーンハーベスタ、ビーンカッタ)	倒伏程度によらず収穫可能 (ビーンハーベスタ、ビーンカッタ)	直立~倒伏多程度	直立~倒伏多程度
収穫作業能率 (完熟期、ha/h)	0.16	0.12	0.29~0.35	0.46~0.71

有する豆用コンバインによる収穫では熟莢率80%以上であれば収穫損失が5%以内であり、完熟期収穫と同じであった(図2)。また、機械収穫後の整粒割合の低下も熟莢率80%以上では少ない。ただし、成熟期は完熟期と比較して茎葉量が多いことから、脱穀部の詰まり、未脱損失を増加させないため、作物条件に応じて作業速度を低下させることが必要である。収穫・乾燥後の調製歩留まり(風力選別機、粒径選別機、比重選別機、磁力選別機、色彩選別機、手選の全ての選別を行った後の原料に対する製品割合)は早刈りした小豆ほど低い傾向にあったが、熟莢率80%以上での収穫であれば完熟刈りと比較して低下は少なかった(図3)。調製後製品の煮熟特性、あんの色調は年次、産地間の差は見られるが、収穫時期による差は認められなかった。また、製あん業者による製あん特性の評価に収穫時期による差は認められなかった。ただし、高温年では、あんの色、風味はニオ積みや完熟期で収穫した小豆よりも早刈りした小豆で評価が高い傾向にあった。

以上のことから小豆の機械収穫早限は熟莢率80%であると考えられるが、熟莢率80%で収穫する場合は完熟期刈りと比較して、整粒割合が2~3%小さくなる場合があること、乾燥が必要なことから、完熟期に他の作業が競合せず、また、霜害、雨害などの心配がない場合は完熟期刈りを励行する。完熟期が水稻収穫などの作業と競合して収穫適期を失ってしまう場合、圃場内の成熟にバラツキが大きく、成熟の進んだ箇所での品質低下が懸念される場合、成熟期以降霜害の可能性が高い場合は熟莢率80%からの早刈りを行う。

4. 研磨による小豆の吸水性向上

小豆は吸水が種瘤部からのみ行われるため、他の豆類と比較して吸水速度が遅く、長時間の浸漬でも吸水しない石豆と呼ばれる硬実がみられることから加工適性向上のためには吸水性の改善が求められている。

縦軸式研磨機のロータに耐水研磨紙(ヤスリ)を貼って研磨することにより、汚れ除去と同時に

小豆の吸水性を向上することができる(図5)。ヤスリ研磨により、小豆表面に微細な傷が形成されることから、種瘤部のみならず種子表面から吸水する。このため、吸水時間が短縮し、煮ムラが小さくなる。未吸水小豆を対象にヤスリ研磨をすると、全ての粒が吸水するようになり、未処理と比較して煮熟増加比が大きく、あん滓率が小さくなる。なお、ヤスリ研磨した小豆の表面傷が農産物検査で格下げ要因となることは無かった。ヤスリ研磨した小豆の煮熟特性や貯蔵性、あんの食味官能評価が通常の皮革研磨した小豆と比較して劣ることは無かった。実需評価ではヤスリ研磨した小豆は煮ムラが小さく、皮が軟らかく、炊きやすいとの評価を得ている(図6)。

以上のように収穫から調製までの機械化およびそれに伴う栽培条件や処理条件の研究が行われ、機械の更新時期等にあわせて徐々に既存技術に置き換わり普及が拡大している。

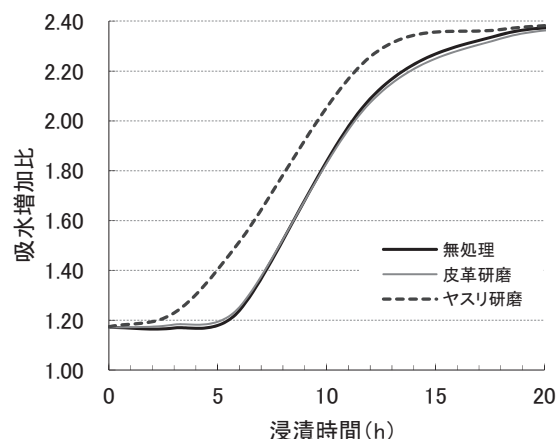


図5 研磨方法の違いと吸水性

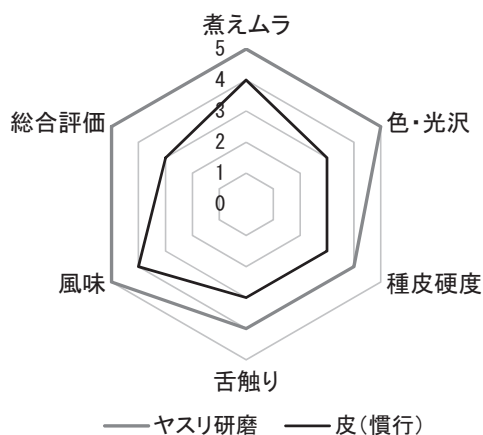


図6 研磨方法の異なる小豆の食味評価

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 一小豆一

丹波大納言小豆の省力機械化栽培体系の確立

京都府農林水産技術センター 農林センター 作物部 主任研究員 岩川 秀行

1. はじめに

丹波大納言小豆は、古来より京都府と兵庫県にまたがる旧丹波国を中心に栽培されてきた、極めて大粒の小豆で、煮豆の風味や香りが良く色合いが鮮やかで腹切れしない（大納言の名の由来）など、優れた特長を持っている。京菓子業界などの実需者の評価が高く、和食や茶道をはじめとする京都の伝統文化を支える上でも、重要な食材である。また、京都府産丹波大納言小豆は、生産量が少ないための希少性もあり、高値で取引されている。

京都らしい地域特産物として、府中北部を中心に古くから栽培されてきたが、産地の過疎・高齢化による生産者の減少や、台風や長雨による湿害や干ばつなどの気象災害による生産意欲の減退により、平成9年から生産量・生産面積ともに減少傾向となった。

そこで、丹波大納言小豆の生産量拡大を図るべく、京都府は平成17年に「ブランド京野菜等倍增戦略第2次プラン（小豆・黒大豆分野）」を策定し、集団栽培や受託組織などへの省力機械化栽培の普

及・定着を進め、新規産地の確立による安定生産と生産量拡大を推進してきた。

ここでは、これまで京都府内で検討し、確立してきた丹波大納言小豆の機械化栽培技術について、その経過と概要並びに研究中の課題について紹介する。

2. 丹波大納言小豆の機械化栽培検討

京都府における丹波大納言小豆の機械化栽培が本格的に検討されたのは、平成11年であった。この年、京都府中北部に位置する加佐郡大江町（現福知山市大江町）の河守地区では、1区画1ha以上の大区画ほ場整備が完了した。これを契機に、大規模営農による小豆の機械化栽培技術が強く求められ、緊急の課題となった（藤田、2001年）。

北海道で大規模生産される品種は開花期間が短く、莢ごとの成熟が一斉に進んでバラツキが少ないため、コンバインによる一斉収穫に向いている。しかし、京都府の奨励品種「京都大納言」をはじめとする丹波大納言小豆は開花期間が長く、大粒のため子実成熟までの期間も長いため、莢ごとの

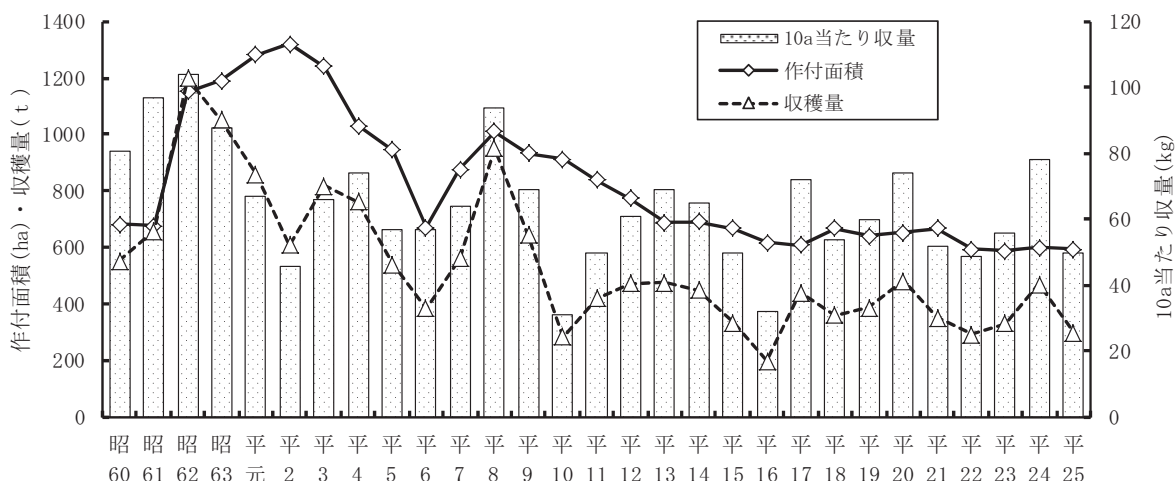


図1 京都府における小豆の作付面積、収穫量および10a当たり収量の推移 (農林水産統計より)

成熟がバラツキやすく不斉一となる。そのため、成熟した莢を順次手どりする方法が慣行の収穫作業とされ、大規模生産を困難にする主な原因であった。そこで、以前より研究してきた丹波大納言小豆の一斉収穫向き栽培技術である、7月下旬播種(遅まきによる開花期間の短縮)及び株間20cmの密植栽培(遅まきによる減収の回復)をベースとして、従来人力に頼っていた収穫作業の機械化を図り、大規模生産に対応する栽培技術の体系化に取り組んだ。

平成12年に、大豆用のリール式コンバインによる一斉収穫を検討したところ、収穫に要する時間が熟莢手どり収穫の約50分の1となり、かつ莖葉や泥の巻き込みによる汚粒も観察されなかった。丹波大納言小豆の大規模栽培には、コンバイン収穫体系の導入が極めて有効であると確認できた(藤田、2001年)。

一方、京都府には中山間地域が多く、1戸当たり経営耕地面積は80a程度と小規模であり、農業経営の基盤が脆弱である。また、府域は南北に長く、栽培条件の違いも大きい。そこで、集落営農組織など地域農業の営農体制強化を進めるとともに、米生産の効率化と併せて収益性が高い丹波大納言小豆や丹波黒大豆などの生産を組み合わせ、京都府独自の水田営農スタイルを確立することが求められた。京都府全体で丹波大納言小豆生産を効果的に推進するため、集落営農組織を中心とした営農集団による、産地ごとの条件に適合した機械化技術の検討を進めた。

3. 検討を進めてきた機械化技術

(1) 播種前管理技術

一斉収穫体系における小豆の播種適期は7月下旬とされているが、長梅雨などにより播種遅れや播種後の湿害を受ける場合がある。基本対策としては、麦などの前作を収穫してから小豆を播種するまでの間、ほ場排水に努める必要がある。オーガトレンチャによる明渠は、耕起せずに作溝するためくずれにくく、作溝部分以外は不耕起状態が維持されるので表面排水に優れる。明渠に弾丸暗渠を組み合わせると、排水効果がより高くなることも確認している。



写真1 オーガトレンチャによる明渠設置

(2) 播種技術

ア. 部分耕狭条密植栽培

播種部分のみを作溝ディスクで耕起する、専用播種機を用いた栽培法である。播種部分以外是不耕起のまま生育期間中も維持されるので、表面排水の効果が保持される。また、条間30cmの狭畦密植栽培とするため、小豆が地表面を早く被覆し雑草を抑制するとともに、中耕をしないため土壌表面の凹凸が大きくなり、コンバイン収穫時に泥の巻き込みが生じにくくなる有利な面がある。

イ. 耕耘同時うね立て播種

アップカッターロータリを活用して、耕耘と同時にうね立てを行い播種する。うね立て播種で湿害による発芽不良回避が期待でき、また耕耘からうね立て播種までを一工程で行うため、降雨リスクを回避し作業可能期間が拡大できる。なお、うね



写真2 専用播種機による播種作業



写真3 耕耘同時うね立て播種作業

は平高うねとするため、うね幅はロータリ幅が基準となり、コンバイン収穫時の平行維持がしやすく、収穫時の土の巻き込みを減少できる有利な面がある。

一方、アップカット回転の作業となるため、作業速度はダウンカットロータリによる従来機種より遅くなる特徴がある

ウ.省耕起密植栽培

京都府が開発した「大豆の省耕起密植栽培」を小豆に応用したやり方である(京都農総研、2005)。市販のロータリを用いて、播種位置に当たる列のロータリ爪を外し、播種部分は不耕起状態として残した爪で耕耘しながら播種条を覆土する。播種条は小さな有芯うねとなるため、播種後に過剰な降水があった場合は、播種部分から耕耘部分へ水が移動するため、過湿に強い。部分耕狭条密植播種機やアップカットロータリなどの装備を必要としない有利な面がある一方、作業時の振動が大きくオペレータの負担になるとの意見もある。

(3) 病虫害防除技術

大規模ほ場での防除には、ブームスプレーヤの利用が効果的であり、多くの経営体で装備が進んでいる。



図2 ロータリの爪配置と播種位置の模式図



写真4 ブームスプレーヤによる防除作業

(4) 収穫技術

ア. ビーンハーベスタ収穫体系

3 ha 程度までの中規模経営や、収穫時の労働力が確保できる条件がある場合には、ビーンハーベスタによる刈り取りとビーンスレッシャに脱穀を組み合わせた体系が取り組まれている。この体系での作業は、収穫後の小豆株をほ場から持ち出し、ビニルハウス等での予備乾燥後にビーンスレッシャによる脱粒を行う流れとなる。



写真5 ビーンハーベスタによる収穫作業



写真6 予備乾燥後ビーンスレッシャで脱穀

イ. コンバイン収穫

丹波大納言小豆の主産地であった府中北部を中心に、各地でコンバイン収穫の実証が進められた。その中で、泥の巻き込みによる汚粒の発生とともに、収穫ロス（刈り残し、収穫時の衝撃などで子実が飛散する頭部損失、茎葉排出部から出る後部損失）の発生など、課題が顕在化した。

汚粒発生の原因としては、ほ場の凹凸により発生するピッチング（上下動を伴う前後方向への傾き）やローリング（横方向への傾き）により収穫部が大きく動揺する、又は刈刃の下げ過ぎなど未熟な機械操作により、刈刃部分が土をすくい上げてこき胴まで送り込むためであった。そこで、ほ場の凹凸を減らすため、部分耕狭条密植栽培や耕耘同時うね立て播種技術の検討を進めた。併せて、農業改良普及センターが中心となってコンバイン収穫研修会を開催し、オペレータの作業技術向上を進めた。

収穫ロス対策として、リフター（倒伏した茎葉を引き上げる装置）の改良を検討し、小豆の取込み角度を上げることにより頭部損失を低減させることに成功した。また、コンケープ（こき胴を取り巻く受け網）の形状変更が後部損失低減に効果的であった（京都市中丹東普せら、2009）。

現在では、このような実証成果の積み重ねを反映したコンバイン収穫技術マニュアルを作成し、生産現場で活用されている。

4. 産地の現状および現在の研究内容

丹波大納言小豆栽培において、播種前から収穫までの基幹作業のほとんどは、機械作業体系が確立できたと考えられる。そのため、京都府における丹波大納言小豆の機械化体系による栽培面積は、およそ155ha（平成25年、京都府農産課調べ）まで拡大している。例えば、部分耕狭条密植栽培では、中耕作業を行わないため省力効果は著しく、コンバイン収穫を組み合わせた栽培体系では1ha当たり作業時間（明渠設置・除草剤散布・播種・病害虫防除・生育期除草剤散布・収穫の合計）が17時間余りとなっている。

一方、機械化栽培体系を導入した経営体の一部には、目標収量（1ha当たり1～1.2t）の確保が安定しない、汚粒による小豆の品質低下が解決できないなど、未だ課題が残っている。その主な原因として、雑草による被害が挙げられる。雑草繁茂による小豆の生育量低下が減収要因となり、また収穫時に引き抜かれる雑草根の付着土が汚粒発生の原因の一つとなっているが、現状では効果的な除草方法が確立していない。さらに、ヒロハフウリンホオズキやアサガオ類など外来の難防除雑草が増加する傾向が見られ、雑草被害を拡大しつつあるため、効果的な雑草対策技術の確立は喫緊の課題であり、生産現場から強く要望されている。しかし、京都府を含む本州で使用可能な登録された除草剤は限られており、除草効果が高く実用的な除草剤はほとんど無い。そのため、小豆の生育中に機械を使用して、物理的に除草を行う技



写真7 普通型コンバインによる収穫作業



写真8 除草カルチによる中耕管理作業

術に注目し、検討を進めている。これまでに、中耕ロータリの効果的な利用方法をはじめとして、大豆の中耕機として開発された中耕ディスク及び北海道で広く普及している中耕カルチの実用的な利用方法の検討を進めてきた。特に、高い除草効果を示しながら中耕後の土壌面が平滑に維持されやすい中耕カルチについて、コンバイン収穫との組合せに有利であると考えられ、有望視している(今井ら、2012)。今後、現地実証試験を経て普及を図っていききたい技術である。

また、京都府で栽培されている丹波大納言小豆は、その生育特性から見ると、機械化栽培体系に向いているとは言い難く、それ故に機械化栽培体系の確立には苦労が多かった。そこで、京都府農林水産技術センター生物資源研究センターでは、実需者が求める丹波大納言小豆の高品質を維持したまま、ウイルス抵抗性の付与や草姿の改善など、より機械化栽培体系に適用性が高い品種の育成を進めてきた。その結果、優良な特性を持った品種を選抜し、平成26年に品種登録出願した(古谷ら、2014)。今後、機械化体系を進める産地を中心に、京都府内に広く普及していく計画である。

参考文献等

- 藤田信也(2001)小豆の機械化栽培体系の確立～大江町河守地区の事例をもとに～「京都農総研経営研究資料：京経第62号」京都府農業総合研究所企画経営部
- 古谷規行、静川幸明(2014)農業セミナー『新品種「京都小豆1号」の立毛検討会』を開催 豆類時報74：12-18
- 今井久遠、岩川秀行、杉本 充(2012)丹波大納言小豆栽培における除草カルチ機利用法の確立 豆R & D：平成24年度試験研究 (公財)日本豆類協会 HP http://www.mame.or.jp/randd/pdf/h_24_randd_11.pdf
- 河合 哉(2009)京都府中丹地域における土地利用型作物の産地づくり 豆類時報57：23-27
- 京都府農業総合研究所(2005)省力で湿害に強い大豆の省耕起密植栽培技術「普及に移す平成16年度試験研究成果」：1 京都府農林水産技術会議
- 京都府農林水産技術センター(2010)「京都の丹波大納言小豆をしっかりとつくりたい」
- 京都府中丹東農業改良普及センター・京都府中丹西農業改良普及センター(2009)「特産小豆をコンバインで収穫するために」
- 本永治彦(2004)地産地消により京の食文化を育んできた小豆 豆類時報36：24-26
- 農林水産省統計部(1985～2013)作物統計
- 大橋善之(2008)京都府丹後地域における小豆の大規模省力化栽培技術 豆類時報50：30-35
- 杉本 充(2010)京都府における小豆の機械化栽培確立に向けた取組 豆類時報61：25-30

「特産種苗」バックナンバー

当協会のホームページに、PDF版を掲載しています。
「特産種苗 情報誌」で検索してください。

号	発行年月	特集内容
1	2009年1月	創刊号、雑豆（小豆、菜豆、その他）
2	2009年4月	雑穀（アワ、ヒエ、キビ、その他）
3	2009年7月	ハトムギ
4	2009年9月	雑穀類の生産状況（平成17～20年産）
5	2009年10月	油糧作物（ナタネ、ヒマワリ、ゴマ、オリーブ）
6	2010年1月	甘しょ
7	2010年4月	ばれいしょ
8	2010年8月	アマランサス・キノア
9	2010年11月	雑穀類の生産状況（平成17～21年産）
10	2011年3月	ソバ
11	2011年8月	6次産業化
12	2011年11月	甘味資源作物
13	2012年2月	雑穀類の生産状況（平成18～22年産）
14	2012年10月	品種の収集・保存・配布
15	2013年1月	雑穀類の生産状況（平成19～23年産）
16	2013年9月	薬用植物
17	2014年1月	雑穀類の生産状況（平成20～24年産）



編集後記

【編集後記】

本号では特集として「雑穀・豆類の機械化」を取り上げました。

農業分野における機械化は、農家の高齢化・人手不足を補う上で、さらには農作業を効率化の上で欠かせないものです。

我が国では稲、麦等の主要作物において専用の機械が開発され、機械化が進展しています。一方、雑穀等の地域特産作物においては栽培面積が小さく、また、単価も比較的安価であるため、雑穀専用の機械開発は困難であったといわれています。

このような中で、近年、農林水産省の農業機械等緊急開発事業（緊プロ事業）により雑穀にも利用可能な汎用コンバインや落花生向けの収穫機が相次いで開発されました。

また、地域では既存の他作物用の機械を改良・利用した取り組みも出現してきています。

本稿では、これまであまり進展してこなかった雑穀の機械化について、既存の他作物用の機械を改良・利用している事例も含めて開発状況を、研究機関、普及機関等からご紹介していただきました。

また、併せて、大型機械になりますが、大豆、小豆の機械化についてもご紹介いただきました。

お忙しい中、ご寄稿下さいましたご執筆者の方々に心より御礼申し上げます。

本特集号が各地域での雑穀等地域特産作物の機械化を図る上で参考となり、地域の振興・発展の一助となれば幸いです。

（佐々木記）

発行日 平成26年9月25日
発行 公益財団法人 日本特産農作物種苗協会
〒107-0052 東京都港区赤坂2丁目4番1号
白亜ビル 3階
TEL 03-3586-0761
FAX 03-3586-5366
URL <http://www.tokusanshubyo.or.jp>
印刷 (株) 丸井工文社

よき結果
あげ
たき
者は
よき
種を

實篤