

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

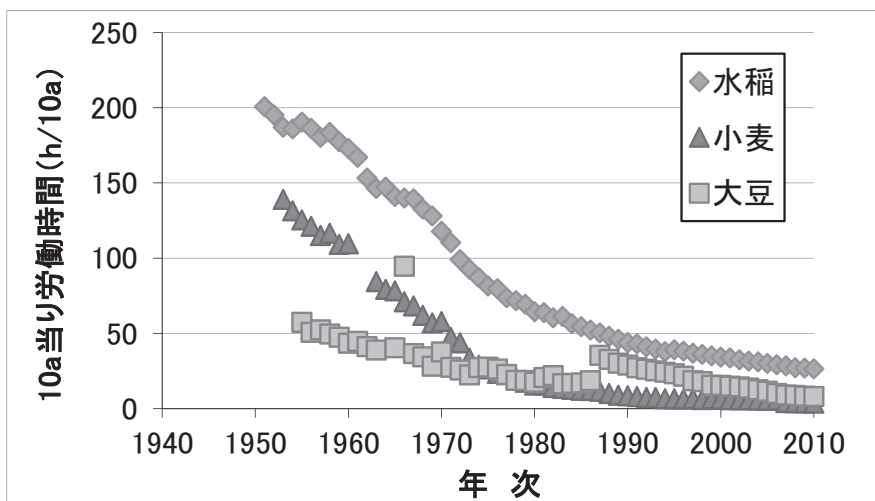


図1 水稲・小麦・大豆作における労働時間の推移(農林水産省統計より)

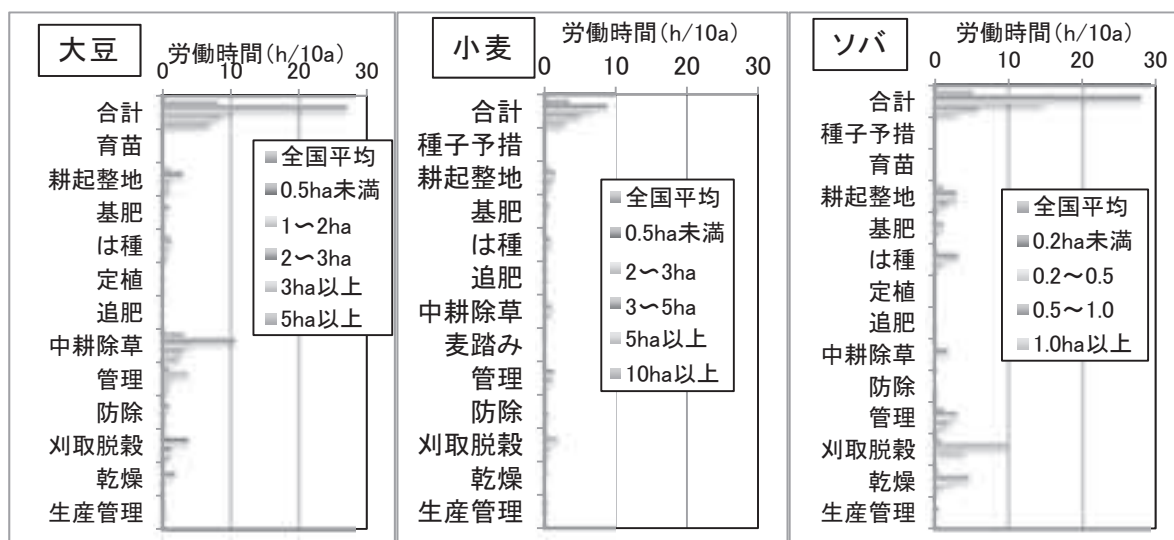


図2 大豆、小麦、ソバ作における作業別労働時間（平成22年度、農林水産省統計より）

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、碎土・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、ソバ等よい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