

課題名 「丹波大納言小豆」機械収穫技術の確立と普及
～京都府亀岡市河原林町営農組合の取組み事例より～
所属名 京都府南丹広域振興局農林商工部南丹農業改良普及センター

<活動事例の要旨>

京都府産「丹波大納言小豆」（写真1）は、多くの農家の手作業による栽培に支えられてきたが、高齢化などにより平成8年をピークに作付面積が減少し、京菓子などの原料としてこれを扱う豆類専門問屋などの実需者から強く増産を求められていた。増産のためには、手収穫からコンバインによる機械一斉収穫技術の確立と普及が必要であった。



写真1 丹波大納言小豆

京都府亀岡市河原林町は昭和58年に7つの農家組合によって「河原林町営農組合（平成25年1月から農事組合法人河原林）」を設立し、ブロックローテーションの柱として約40haで「麦+大豆」の栽培を行ってきた。しかし、大豆に替わる品目として普及センターなどの提案もあり、実需者の要望の声が高く、収益性が高い「丹波大納言小豆」に着目し、平成18年に「小豆の生産安定と産地拡大」を目的としたコンバインによる機械収穫の実証を行った。

実証開始当初は、大豆と同様に中耕培土を行う栽培方法を取り入れたことや、機械収穫にあたるオペレーターの経験不足などもあり、コンバイン収穫時に土をすくい取り、小豆の表面が土や埃などで汚れる「汚粒」が発生し、豆類専門問屋などの実需者から「機械もの」と呼ばれ、その評価や価格が低くなるなど大きな問題となった。またこの課題に加え、莢ごとの成熟期が揃わない品種特性を改善する栽培方法を検討することや、機械収穫した小豆の品質評価も必要であった。

そこで、これらの課題を段階的に解決するため、京都府では平成19年度から府内3つの普及センターと試験研究機関、機械メーカー、大学等が連携し「産学官連携普及強化プロジェクト」により、解決に向けた取組みを進めた。

解決を目指した主な課題は以下のとおりである。

- ①機械一斉収穫の実現や「汚粒」発生を軽減する栽培・収穫方法の確立と普及
- ②オペレーターの技術向上と高品質生産に対する意識改革
- ③子実の成熟度が異なる機械収穫小豆の品質評価

これらの取組みの結果、京都府内において小豆機械化栽培に係る栽培技術は徐々に定着し、コンバインによる機械収穫は、平成28年には府内の主な営農集団における栽培面積の約70%（府農産課調べ）にまで普及した。そして実需者ニーズに見合った小豆が生産され、所得や品質向上に対する意識の改善が図られることとなった。

これらの動きと並行して取組みを進めた河原林町営農組合では、栽培する全面積（約35ha）において中耕培土を行わない「狭条密植栽培法」が普及定着し、オペレーターの収穫技術向上と相まって、「汚粒」の発生は軽減し、小豆の品質は飛躍的に改善した。この取組みなどが評価され、農事組合法人河原林は「平成26年度全国豆類経営改善共励会」の「小豆・いんげん・落花生等の部」において農林水産大臣賞を受賞した。

1 普及活動の課題・目標

京都府産「丹波大納言小豆」は、京都らしい地域特産物として主に京都府中北部を中心に定着し、極めて大粒で風味・香りが良く、煮ても腹切れしない（「大納言」の名前の由来）などの特長を持っている。京都の高級和菓子の原料として、また和食や茶道など京都の伝統文化を支える上でも重要な食材であり、実需者からの評価は高く、生産量の確保と安定供給が求められている。収穫は主に手作業で手間がかかる（写真 2）上、生産者の高齢化に加え台風や長雨による湿害の発生などで単収の年次変動が大きく、栽培意欲は減退し面積が減少してきた（図 1）。栽培面積・生産量の減少に歯止めをかけるため、河原林町営農組合等の府内営農集団が所有する機械装備を考慮し、「産学官連携普及強化プロジェクト」により、小豆機械化栽培技術の導入を進めてきた。機械収穫による実証を通じ、明らかになった課題は以下のとおりである。



写真 2 「手収穫」の様子

(1) 機械一斉収穫を阻む「丹波大納言小豆」の品種特性

「丹波大納言小豆」は無限伸育性で、大粒であるものの晩生であり、莢ごとの成熟期が揃わず、熟した莢から順次収穫する「手収穫」に向いている。また株が開帳性であり（写真 3）、最下着莢高が低く倒伏しやすいことなど、コンバインによる機械一斉収穫には不向きである。それを可能にする栽培方法の確立が課題となった。

(2) 「収穫ロス」の発生を最小限にする栽培方法の確立と普及

「収穫ロス」（写真 4）は、順に熟した莢から収穫する「手収穫」では問題とならない。しかし機械収穫では刈残しをなくすため、コンバインの刈り刃を下げれば刈り刃部分が土をすくい取ってこぎ胴に送り込んで「汚粒」（写真 5）の原因になり、逆に刈り刃を上げて刈れば、下部の莢は刈残しとなる。収穫ロスを減らすことが課題となった。

(3) 「汚粒」の発生を最小限にするオペレーター技術と雑草対策

ほ場の凹凸により発生するコンバインの上下動揺により、収穫部が大きく動揺する。これによって土をすくい取り「汚粒」の原因となるが、機械収穫開始当初はコンバインの刈り位置を一定の高さに保って収穫作業を行っていたため、土のすくい取りによる被害が多くなった。また、収穫前まで残る大型の雑草「ホオズキ類」や「ヒユ科雑草」などを収穫時に巻き込み、その汁液による土埃の付着で汚粒発生が多く、雑草対策が課題となった。

(4) 機械収穫小豆の品質評価

機械収穫を始めた当初は「汚粒」に悩まされた。豆類専門問屋などの実需者から、従来の「手収穫」による小豆と区別するため、機械収穫された小豆は「機械もの」と呼ばれ、先入観もあって敬遠された。機械収穫すれば多少なりとも土埃による「汚粒」は発生する。どの程度なら許容範囲であるのかについて、「産学官連携普及強化プロジェクト」の構成員である豆類専門問屋が所有する大豆クリーナーで対応可能な汚粒程度を明らかにし、その結果をフィードバックしながら栽培技術上からの汚粒低減を目指した。また、コンバインで一斉収穫すると成熟度が異なる小豆が混在することになるため、大学等で内容成分等の分析を進めるとともに、実際に京菓子として加工し評価を行った。

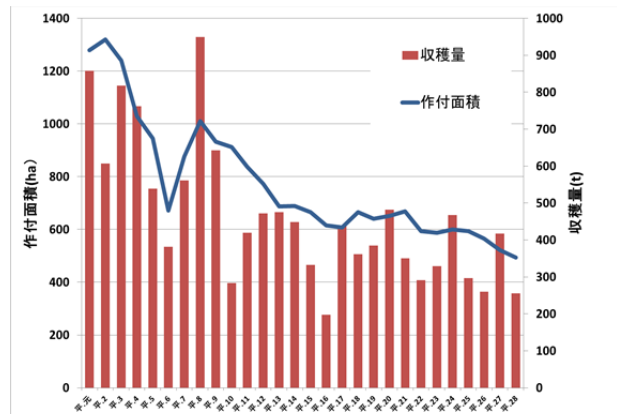


図1 京都府産小豆の作付面積と収穫量の推移 農林水産統計より



写真3 丹波大納言小豆の草姿



写真4 「収穫ロス」



写真5 「汚粒」

2 普及活動の内容

普及活動は府内各産地が連携し実証活動を行った「産学官連携普及強化プロジェクト(平成19年~21年)」と、プロジェクト活動の成果を管内の営農集団に波及させる目的で、平成22年から2年間、南丹農業改良普及センターが取り組んだ重点課題がある。

(1)「産学官連携普及強化プロジェクト(産学官連携経営革新技术普及強化事業)」

京都府、機械メーカー、大学や実需者及び京菓子メーカーなどが連携し、小豆機械収穫に係る課題解決のプロジェクトに取り組んだ

(図2)。普及センターの作物専門担当普及指導員は、府内各地で行われている機械収穫体系の実証活動への参画や、機械収穫された小豆の品質評価を受けるため、プロジェクト構成員である豆類専門問屋や京菓子メーカーに関係機関と出向き、汚粒許容範囲や成熟度が混在する小豆の品質評価の確認を行った。その結果は「機械化作業体系マニュアル」(写真6)等に活かし、栽培体系の構築と普及に役立てた。

ア 「丹波大納言小豆」の品種特性を考慮した播種期、栽植密度の検討

機械一斉収穫に向けて、以前より研究開発を進めてきた7月下旬播種(遅まきによって開花期間を短縮し、開花期をできるだけ揃える。慣行の播種期は7月中旬)と株間20cmの密植栽培(遅まきによる減収の回復と株を立性にすることや、雑草の発生を抑制する)を組合わせた実証ほを設置し、コンバイン収穫に適した栽培方法として各地で実証を行った。

イ 「収穫ロス」軽減に向けた検討

コンバインによる収穫ロスは、刈残し等の「頭部ロス」と茎葉排出部から茎葉に混じって排出される「後部ロス」に分けられるが、それぞれ収穫時の株の状況(倒伏の有無、着莢位置、熟莢度、株の湿り具合など)によってロスの割合は変動する。普及センターは機械メーカーと検討を重ね、頭部ロスについてはコンバインの刈取り部分に装着するリフター(株を引き上げる装置)の形状を改良し、先端部を地面側に曲げることや長さを変えること、また後部ロスについては、丸打ち抜きの形状から格子状にしたコンケーブを活用することで、それぞれ軽減が可能であることが認められた。

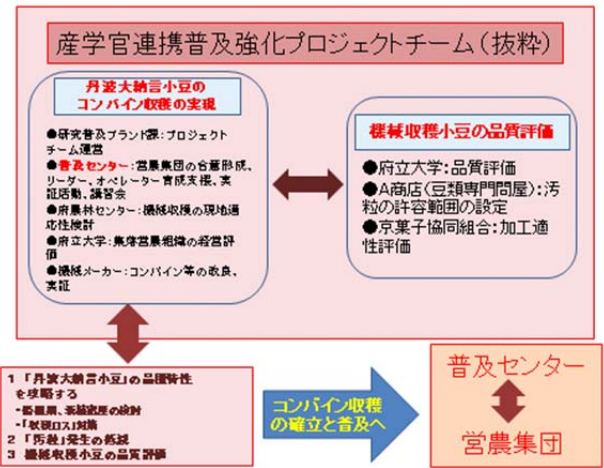


図2 プロジェクトチームと技術改良の関係図



写真6 成果を冊子にまとめる

ウ 「汚粒」の発生低減と許容目標の設定

コンバイン収穫を前提としては場の凹凸をなくし、コンバインへの土のすくい取りを防ぐため、研究機関や機械メーカーと検討を進め、うね立てや中耕を行わない栽培方法である「部分耕狭条密植栽培」や「耕うん同時狭条播種栽培」の実証活動を行った。またオペレーターを対象に作業技術向上を図るため、各地で機械操作の講習会を開催した(写真7)。

機械収穫された小豆は各農業改良普及センターでサンプリングし、汚粒の程度別に区分して、大豆クリーナーを所有する豆類専門問屋に持込み、評価を得た(写真8)。その結果、比較的軽度な汚粒については必ずしもクリーニング作業は必要ないが、土が付着した小豆は、クリーニング作業でも汚れが除去できないことが確認され、現地で許される「汚粒」の程度が明らかとなり、オペレーターによる収穫作業の「汚粒」許容目標が設定できた。



写真7 オペレーター対象の講習会



写真8 豆類専門問屋を訪問し「汚粒」の許容程度を確認

エ 機械収穫小豆の品質評価

プロジェクトチーム員である京菓子協同組合の協力を得て、機械収穫小豆を三種類の京菓子に加工し、官能検査によって京都府産手収穫小豆などと比較した。その結果、機械収穫小豆と手収穫のそれと大きな差はないが、やや機械収穫小豆に炊きムラや色ムラが発生することが分かった。

(2)河原林町営農組合における普及活動(平成18年～現在)

南丹農業改良普及センターでは、平成22年度から2年間の重点課題「重点課題名：京ブランド豆類の生産技術確立」として、管内で小豆コンバイン収穫体系の確立を目指す4組織で重点的に取組みを進めた。特に河原林町営農組合は「産学官連携普及強化プロジェクト」で得られた成果の活用を望む声が高く、現有する機械施設で取組み可能な省力機械化栽培体系の構築を目指した。活動に当たっては作物(豆類)担当普及指導員を中心に地域担当普及指導員が連携し、研究機関の協力を得ながら活動に取り組んだ。

ア 「狭条密植栽培法」の導入と普及

河原林町営農組合では、従来から栽培している大豆の機械装備を利用し、平成18年からコンバインによる機械収穫の取組み実証を開始し、年々その面積が増加した(図3)。しかし実証を開始した当初は、従来大豆栽培方法を踏襲し、中耕培土を行ううね立て栽培(畝幅80cm×株間25cm、1条植)で行ったため、中耕培土や品種特性などから株は開帳し、最下着莢高は地面すれすれとなり、オペレーターは収穫ロスをなくすために刈り刃を低くして刈り取った。このことによって土をすくい取り、コンバイン内部で小豆と土がこね回され「汚粒」がひどく、大きな課題となった。そこで平成21年に「小豆とえばうね立て栽培、中耕培土」の考えを覆した「狭条密植栽培法(条間約35cm×株間20cm)」を普及センターからの提案により試験導入し、3haで実証を開始した。この栽培方法は、ほ場の凹凸をできるだけなくすため中耕培土を行わないことや、密植栽培によって株が立性になり、最下着莢高が高くなるため「収穫ロス」や「汚粒」発生が少なくなるという裁

培法である。また条間を狭くし、密植栽培を行うことで、小豆のほ場被覆度を早期に高め、雑草発生を抑制する狙いもある。平成 21 年は収穫時の天候が不安定で倒伏する小豆も多く、ほ場がぬかるんでコンバインの走行が不安定になり、うね立て・中耕を行った慣行栽培のほ場では「汚粒」の発生が顕著となった。しかし、「狭条密植栽培法」を行ったほ場ではコンバインの走行は安定し「汚粒」の発生は少ないことが確認され、その後「狭条密植栽培法」が徐々に増え、現在では標準的な栽培方法となった。

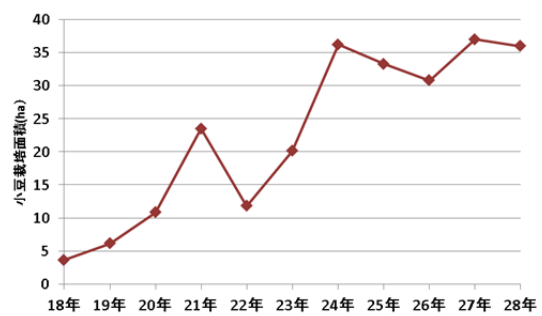


図3:河原林町営農組合における小豆栽培面積の推移

※21年度は天候不良で大幅に収穫が遅れ、翌年産の面積は一時的に減少した。

イ 「汚粒」との戦いとオペレーターの意識改革

「汚粒」発生の低減には、オペレーターの意識改革が必要である。小豆の収穫作業を行うオペレーターは二条大麦の刈取りも行うが、慎重に行わなければならない点は、二条大麦の刈取りの比ではない。コンバイン収穫刈取り講習会などでは、慎重に刈り取る重要性について再三の注意を呼びかけた。具体的にはコンバインの操作時に、①小豆株の状態（立っているのか、倒伏しているのかなど）や、②ほ場の凹凸を運転席から地表面を注視し、コンバインの上下動揺によって刈り刃が土をすくい取らないよう注意深く確認すること、③土のすくい取りを確認したらコンバインを止めて土を取り除く作業を励行することなど、コンバインに土を混入させないように啓発している。このように刈取り高を細かく調整（刈り刃の位置を慎重に確認し、手動で行う）することを徹底し、中耕を行わない「狭条密植栽培法」と相まって、「汚粒」発生程度が減少し、許容範囲内に収めることに成功した。

ウ 「雑草」との戦い ～タスクチーム活動(平成 28 年)～

「狭条密植栽培法」は雑草の抑制に一定の効果があるものの、現地では数年前から大型雑草（ヒロハフウリンホオズキなどのホオズキ類、アオビユやホソアオゲイトウなどのヒユ科雑草、イヌタデ、タカサブロウなど）が繁茂してきている。これら大型雑草は、小豆の生育障害や収穫時の雑草の汁液による「汚粒」の原因となっているが、小豆では「大豆バサグラン液剤」のような、広葉雑草を対象とした生育期間中に使用できる有効な除草剤がない。ほ場によって発生程度に差があるものの、府内各地で問題となってきた。栽培方法の改善やオペレーターの技術向上などで、「汚粒」発生については一定の改善は認められたが、次の解決課題として大型雑草対策が明確になってきた。



写真9 タスクチームによる除草機の実証

そこで、平成 28 年度に「タスクチーム活動（研究開発した成果をスムーズに現地普及を図るため、普及と研究などが一体となった活動）」として、農事組合法人河原林の協力を得て機械除草体系の実証（写真 9）に取り組んだ。また、平成 30 年度からの試験研究課題として要望し、大型難防除雑草対策について、現地試験を中心に課題解決を図る計画である。

エ 農商工連携の取組み

農事組合法人河原林では平成 28 年度に「きょうと農商工連携応援ファンド支援事業」を活用し、府内製パン業者や製粉業者と連携し、農事組合法人河原林が生産した小豆と小麦を使用した「オール京都府産パン」の試作、開発に乗り出した。パン用途にはタンパク質含有率の高い小麦が求められるため、普及センターでは高品質な小豆生産と並んで、小麦のタンパク質含有率を上げるための施肥実証ほの設置について支援を行っている。

3 普及活動の成果

(1) 「小豆」は経営の柱、営農組織の所得向上

機械収穫による小豆の平均収量を 100kg/10a として、平均単価を 1,200 円/kg で試算すると、販売金額は 12 万円/10a になる。その上に産地交付金や市独自の特産品助成は、最大で 53,000 円/10a (表 1) になる。小豆は有利で「儲かる作物」「経営の柱」であり、収量・品質向上に向けた栽培にも力が入る。

表1 コンバイン収穫小豆の経営試算(10a当たり)

品目	収量 (kg)	単価 (円/kg)	売上 (円)	経営費(円)		所得 (円)	産地交付金等 (円) (28年度、最大で)
				固定費	流動費		
小豆	100	1,200	120,000	50,000	21,000	49,000	53,000

※府南丹農業改良普及センターによる

(2) 機械収穫面積の拡大、定着

府内のコンバインによる機械収穫は、平成 28 年度には主な営農集団における栽培面積の約 70% (府農産課調べ) にまで拡大し、27 の営農集団において取組みが進んでいる。また、府内全小豆栽培面積(平成 28 年度農林水産省作物統計)に対して、約 30% (約 140ha) まで普及拡大し、「小豆と言えば手収穫」の概念を打破することができた。

(3) 実需者の機械収穫小豆の評価向上

「機械もの」と呼ばれ、その評価が低く敬遠された機械収穫小豆は、平成 24 年産から安定してきた(図 4)。現在では「機械もの」という先入観ではなく、そのものの品質を見極めて評価されるようになった。

(4) 亀岡市国営ほ場整備事業実施地区の中心品目として提案

京都府亀岡市では新たに 6 工区にまたがるほ場整備が行われており、平成 35 年度までに 444ha のほ場整備事業が進む。この中心品目として黒大豆、黒大豆枝豆(紫ずきんなど)と並び、これまでの普及活動で築き上げたコンバイン収穫による小豆機械化栽培は、その成果を基に営農類型に組み込み、「儲かる集落営農」の実現が可能となる。

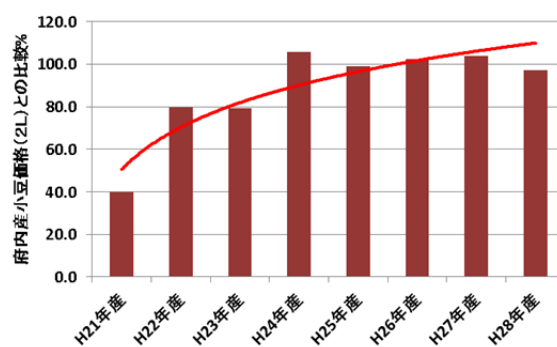


図4 府内産小豆販売価格(2L)を100とした場合の河原林町産コンバイン収穫小豆価格(2L)の推移
※精算方法や年次毎の販売先など異なるため単純比較はできない

4 今後の普及活動に向けて

収穫作業に手間がかかることや高齢化などによって、栽培面積や生産量が減少してきた「丹波大納言小豆」であるが、これまでの普及活動によって、コンバインによる機械収穫体系の導入で、減少に一定の歯止めをかける見通しが立った。次のステージである生産拡大に向けては、①既存集落営農組織への働きかけと機械装備の導入、②新たな営農組織の育成と小豆栽培の提案、が必要である。また、病虫害対策や雑草対策など生産の安定化に向けた課題も解決しなければならない。

小豆で「儲かる集落営農」の実現と、安定して高品質な「丹波大納言小豆」を実需者に供給するために、普及組織に対する期待と役割は大きい。

参考文献等

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
岩川 秀行 (2014) 丹波大納言小豆の省力機械化栽培体系の確立 特産種苗 18

(執筆者 小林 俊博)