

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

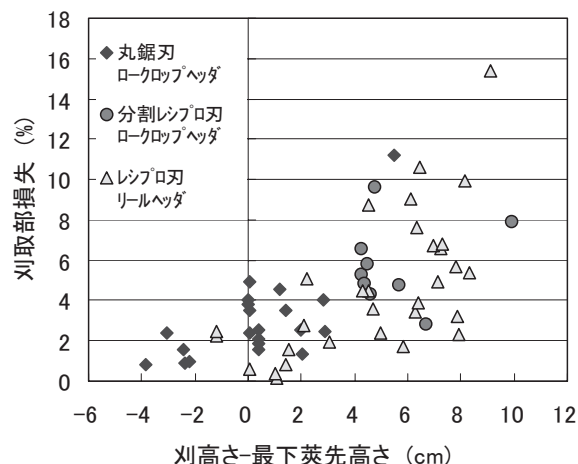


図1 コンバイン刈高さと刈取部損失の関係

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

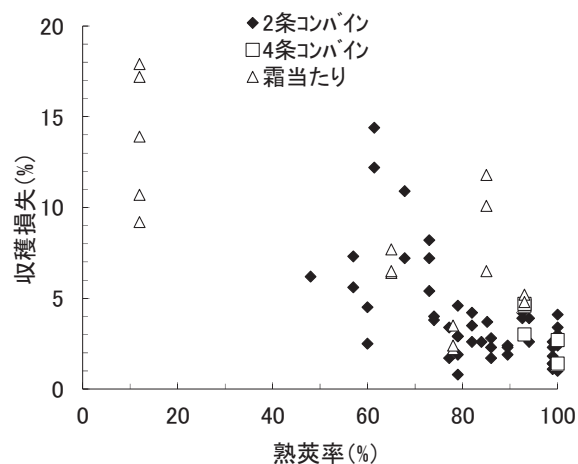


図2 収穫時期と収穫損失の関係

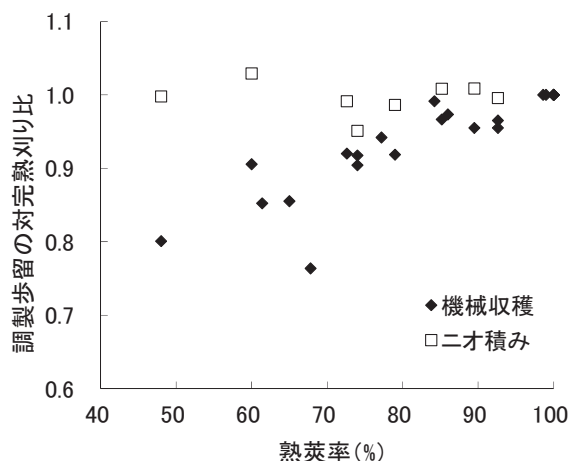


図3 収穫時期と調整歩留まりの関係

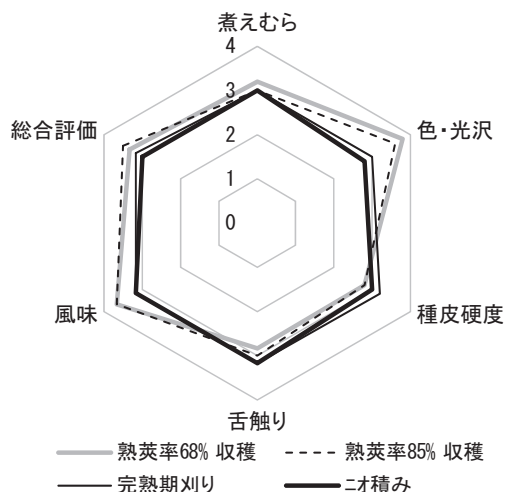


図4 収穫時期の異なる小豆あんの食味評価

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)
収穫機	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)	・ロークロップ丸鋸刃 (直流式) (利用可能) ・ロークロップ丸鋸刃 (軸流式) (利用可能—最適) ・リールヘッド (軸流式) (利用可能) ・ロークロップ分割レシプロ刃 (利用困難)	・ロークロップ丸鋸刃 (利用可能) ・リールヘッド (利用困難) ・ロークロップ分割レシプロ刃 (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	・ロークロップ丸鋸刃：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	・ロークロップ丸鋸刃：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。

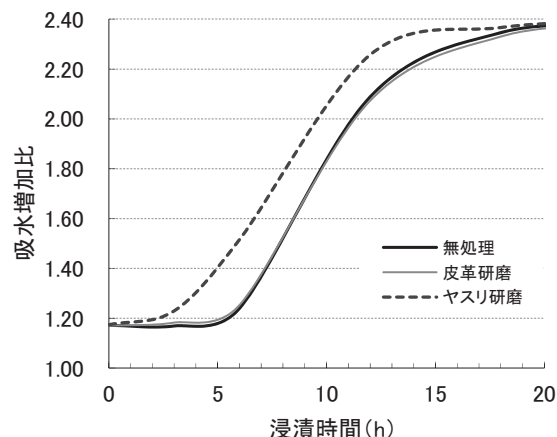


図5 研磨方法の違いと吸水性

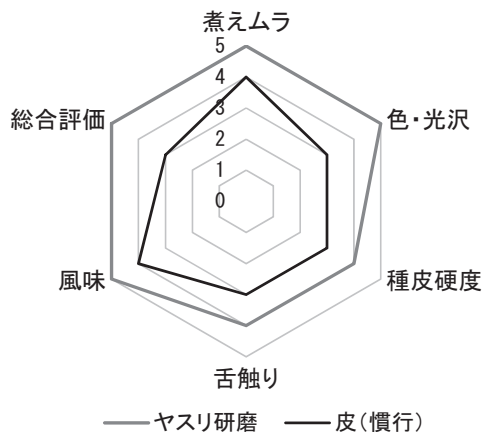


図6 研磨方法の異なる小豆の食味評価