

北海道におけるアズキの機械収穫体系

竹中	秀行 ^{*1}	加藤	淳 ^{*2}	佐藤	仁 ^{*3}
関口	建二 ^{*4}	桃野	寛 ^{*7}	村田	吉平 ^{*5}
島田	尚典 ^{*5}	青山	聡 ^{*6}	富田	謙一 ^{*8}
南	忠 ^{*9}				

北海道におけるアズキの機械収穫体系について、既にピックアップ収穫技術の適応可能性が明らかとなっている十勝中央部以外における適応性及び上川・道央地方におけるコンバイン直接収穫技術の適応性を検証した。十勝中央部における生育と同様に、十勝山麓及び沿海地域、網走地方においても密植栽培によってアズキの成熟期や完熟期を早めることができる。生育遅延年を除き、各地域における霜害の危険度を考慮し、適切な品種を選択した上であれば、ビーンハーベスタとピックアップ装置付きスレッシャあるいはピックアップヘッドを装着した普通コンバインを用いたピックアップ収穫体系の適用が可能である。この際、密植栽培によって標準栽培よりも収穫損失を低減させることができ、収穫損失5%未満での収穫が可能である。上川・道央地方においては、完熟期以降2週間以内におけるアズキの外観品質の低下程度は小さく、コンバインで直接収穫したアズキの外観品質は島立てよりも優れ、ニオ積みに匹敵するため、この範囲で速やかに収穫を行うことが望ましい。倒伏なしから倒伏程度が“多”の作物条件における直接収穫では、ロークロップ丸鋸刃及びリールヘッドの2条刈コンバイン2機種によって損失を5%にとどめることができる。ピックアップ収穫、直接収穫ともに適期に機械収穫されたアズキの機械的損傷の発生率は最大0.7%にとどまる。収穫、調製後のアズキの品質、加工適性には標準ニオ積みと機械収穫による差は認められず、むしろ地域間、年次間の差が大きい。以上より、ビーンハーベスタ、スレッシャ、コンバインによるピックアップ収穫体系及び、コンバインによる直接収穫体系は北海道における良質なアズキ生産のための省力的収穫体系として利用できる。

緒 言

北海道における従来のアズキ収穫では、莢の完熟を待

たず、熟莢率70～80%程度となる時期にビーンハーベスタなどで刈り倒し、手作業による島立て、ニオ積みを経て圃場で乾燥してから脱穀が行われてきた。これらの作業は多くを人手に頼るので、労働時間は10アールあたり3～4時間と長く、作業強度が大きい腰曲げ姿勢が多いため、栽培面積の大きい生産者からは機械導入による省力化と軽労化が強く求められてきた²⁾。

これに应运えてアズキ作付けの多い十勝地方では1990年代前半に、刈り取りながら直接ニオに積むトラクタ直装式ニオ積み機が実用化され、次いで完熟期に刈倒し、ニオ積みせずに拾い上げ脱穀する省力的なピックアップ収穫体系が検討された。アズキは完熟すると莢が裂けやすいため機械収穫時の損失低減が求められ、完熟期以降の機械収穫による加工適性の劣化も懸念された。1998年には、ビーンハーベスタとピックアップ装置付き収穫機により5%以下の損失で収穫が可能であることから、ピックアップ収穫体系が十勝地方の初霜害の発生頻度が低い地域で普及可能であり、ニオ積み体系よりも収穫適期が遅くなることに対しては密植による成熟期促進で対応で

2009年8月3日受理

- *1 北海道立中央農業試験場, 069-1395 夕張郡長沼町
E-mail: takenaka@agri.pref.hokkaido.jp
- *2 同上(現北海道総務部, 060-8588 札幌市)
- *3 同上(現北海道立十勝農業試験場, 082-0081 河西郡芽室町)
- *4 同上(現北海道立根釧農業試験場, 086-1100 標津郡中標津町)
- *5 北海道立十勝農業試験場
- *6 同上(現北海道立上川農業試験場, 078-0397 上川郡比布町)
- *7 同上(現北海道立道南農業試験場, 041-1201 北斗市)
- *8 北海道立北見農業試験場(現北海道立中央農業試験場)
- *9 北海道立上川農業試験場(現北海道立中央農業試験場 遺伝資源部, 073-0013 滝川市)

きることが明らかにされた⁵⁾。しかし、技術の適用地帯が限られることから、十勝中央部よりも気温が低く、初霜害発生の危険性が高い十勝山麓、沿海地域、網走地方のアズキ産地におけるピックアップ収穫体系の適応性の検討が求められ、本試験において、これら地域における現地栽培試験を実施して、密植の有効性、ピックアップ収穫特性を確認した。

また、上川・道央地方においてはアズキの収穫が水稻やバレイショなど他作物の収穫作業と競合し、他作業の後回しとなって適期収穫されないことが多い。収穫適期後もほ場で放置される間に降雨にあたり、外観品質の低下を起こすことがあった。そこで、コンバインの導入によって省力化と適期収穫の徹底をはかることを目的に、現地収穫試験を実施し、外観品質低下とコンバインによる収穫損失を最小限度にとどめ得る条件を明らかにした。

一方、アズキは実需者から品質として一定範囲の安定した種皮色と風味が求められており⁶⁾、種皮色はあん色⁷⁾に、百粒重はあん粒子径⁸⁾に、煮熟増加比はあん収率⁹⁾に影響を及ぼすことが知られている。このため、完熟期以降に収穫する機械収穫体系により得られたアズキと従来の収穫体系で得られたアズキの加工適性を従来法と比較検討した。

試験方法

1. ピックアップ収穫体系の適応性検討

(1) 試験場所、供試品種及び試験区

更別村において「エリモショウズ」を1999年～2001年、芽室町で「エリモショウズ」を1999年、2000年、「しゅまり」を2001年に栽培し、各々標準区（畦間66cm×株間20cm，2粒播）、密植区（畦間66cm×株間10cm，2粒播）を設けた。また、網走地方の津別町において「エリモショウズ」を1999年～2001年栽培し、標準区（畦間60cm×株間20cm，2粒播）、1.5倍密植区（畦間60cm×株間20cm，3粒播）、2倍密植区Ⅰ（畦間60cm×株間20cm，4粒播）、2倍密植区Ⅱ（畦間60cm×株間10cm，2粒播）を設けた。また北見農試場内において「エリモショウズ」と「サホロショウズ」を2000年と2001年に栽培し、標準区（畦間60cm×株間20cm，2粒播）、2倍密植区（畦間60cm×株間20cm，4粒播）を設けた。

(2) 収穫作業体系と供試機

完熟期に達した時点でアズキを刈り倒し、2～3日間地干しを行った後に拾い上げ、脱穀する収穫方式をピックアップ収穫体系と呼称した。

ピックアップ収穫体系では、刈り倒しに自走式の2条刈りビーンハーベスタ、拾い上げ及び脱穀には2条寄せ

表1 ピックアップ収穫体系の供試機主要諸元

機種		ビーンハーベスタ		ピックアップ スレッシュャ	ピックアップコンバイン	
					A	B
機体寸法	全長	(mm)	2,400	7,300	5,750	5,960
	全幅	(mm)	1,550	2,200	2,180	2,340
	全高	(mm)	2,000	3,850	2,650	2,770
	重量	(kg)	700	4,230	4,130	4,230
機関出力		(PS)	12.5	(PTO駆動)	70	80
走行部	形式	ゴムクローラ自走式		ゴムクローラ自走式	ゴムクローラ自走式	トラクタけん引式
収穫条数			2	2	4	4
刈り取り部	刈り刃		丸鋸刃	—	—	—
	刃寸法	(mm)	直径254	—	—	—
	周速度	(m/s)	外8.3, 内5.0	—	—	—
	高さ調節範囲	(mm)	-50～200	—	—	—
ピックアップ装置					突起付きチェーンコンベヤ	
脱穀部	集列数			1	2	2
	方式		—	直流式 (2 投ぎ胴)	軸流式	軸流式
	扱胴型式		—	ワイツースこぎ歯	スクリューロータ	スクリューロータ
	外径×幅	(mm)	—	370×760, 300×760	700×2,280	650×2,170
	回転数	(rpm)	—	300(2001年は330)	240	300
	周速度	(m/s)	—	5.8, 4.7	8.2	10.1
	受け網		—	—	6 分割	6 分割
			—	φ10mm丸穴	40mm格子	40mm格子
	その他		—	—	2 番口	2 番口
			—	—	揺動棚還元	揺動棚還元
選別部	方式		—	揺動・圧風	揺動・圧風	揺動・圧風
	シープ面積	(m ²)	—	—	1.46	1.46
穀粒タンク容量		(l)	—	600kg(10俵)	1,550	1,600

用ピックアップ装置を1ユニット装着したトラクタけん引式スレッシュャ（以降ピックアップスレッシュャ）またはユニットを2つ装着したピックアップヘッダを装着した普通コンバイン（以降ピックアップコンバイン）2機種（A機、B機）を供試した。ピーンハーベスタの刈り取り部は丸鋸刃のロークロップヘッダで、ピックアップコンバイン及びピックアップスレッシュャの拾い上げ部は突起付きチェーンコンベヤである。ピックアップスレッシュャの脱穀部はワイヤーツースこぎ歯の2列直流式シリンドラで、ピックアップコンバインの脱穀部はいずれもスクリュロータによる軸流式である（表1）。

(3) 調査項目及び方法

1) 収穫損失と収穫条件

ピックアップ収穫ではピーンハーベスタによる子実の刈り残しや落粒、落莢、枝落ちによる損失、ピックアップスレッシュャ及びピックアップコンバインによる拾い上げ損失の他、排わら口からの排出物及びグレンタンクへの収納物を10m区間、それぞれサンプリングし、各々試験用脱穀機と唐箕を用いて子実を再分離し、脱穀選別損失を算出した。サンプリングしたグレンタンク内穀粒から均分器で200gを抽出し、水分及び一般組成を分析した。運転条件として刈り刃やピックアップ装置の作用高さ、作物条件として収量、残葉量、子実、莢及び茎水分、倒伏程度、最下莢先高さ、主茎長を測定した。

2) 外観品質等

脱穀した子実の屑粒率を調査し、北見農試場内においてのみ煮熟増加比を調査した。屑粒率として未熟粒、腐敗粒、発芽粒、虫食粒などを分類した。煮熟増加比は成熟期、完熟期、完熟期後1週後、2週後及び3週後にサンプリングした整粒を30分煮熟処理、或いは98℃50分オートクレープ処理を行い、原粒乾物重に対する重量増加比を算出した。

2. コンバイン直接収穫体系の適応性検討

(1) 試験場所、供試品種及び試験区

北村、ニセコ町、美瑛町において「エリモショウズ」を、士別市では「きたのおとめ」を供試し、いずれのほ場においても1999年～2001年の3年間、同一の栽植密度で栽培を行った。北村では畦間66cm×株間18cm、ニセコ町では畦間66cm×株間18.5cm、美瑛町では畦間63cm×株間18.5cm、士別市では畦間60cm×株間19.5cmとした。同一ほ場の中に二オ積み区、島立て区、長期島立て区、立毛区を設け、収穫した子実の外観品質を比較した。二オ積み区は刈倒し後、2～10日間島立て乾燥し、7～18日間二オ積み後、脱穀した。島立て区は刈倒し後10～22日間島立て後、脱穀した。長期島立て区は島立て区の一部を更に7～18日間継続して島立て後、脱穀した。立毛区はコンバインによる直接収穫を想定し、完熟

期以降2～14日間ほ場に立毛のまま放置し、コンバインまたはスレッシュャで脱穀した。立毛区の収穫とほぼ同日、同一ほ場においてコンバインによる機械収穫試験を実施した。

(2) 収穫作業体系と供試機

完熟期に達したアズキを立毛のまま直接刈り取りながら脱穀する収穫方式を直接収穫体系と呼称した。

直接収穫には2条刈りコンバイン3機種と4条刈り汎用コンバイン2機種を用いた。2条刈りコンバイン3機種は刈取装置が丸鋸刃のロークロップヘッダ（C機）、リールヘッダ（D機）、分割レシプロ刃のロークロップヘッダ（E機）の3種類である。C機の脱穀方式はラสบバーと抵抗板による直流式でコンケーブを持たない。D、E機はワイヤーツースこぎ歯の軸流式脱穀部を持つ。4条刈り汎用コンバイン2機種のヘッダは分割レシプロ刃のロークロップヘッダ（F機）、リールヘッダ（G機）の2種類で、脱穀部はいずれもスクリュロータによる軸流式である（表2）。

(3) 調査項目及び方法

1) 収穫損失と収穫条件

直接収穫においては、コンバインの刈り取り部下に落下した子実や莢を1m区間採取し、刈り取り損失を求めたほか、ピックアップ収穫と同様に脱穀選別損失を求めた。運転条件として刈り刃の作用高さを測定した、作物条件はピックアップ収穫と同様とした。また、直接収穫における刈高さは畦の頂部を基準とした刈り刃の高さとした。

2) 外観品質

上川・道央地方産については脱穀した子実の屑粒率、濃赤粒率、種皮色を調査した。屑粒率として未熟粒、腐敗粒、発芽粒、虫食粒などを分類し、濃赤粒率は被害粒に該当しない色の濃い粒を食糧事務所の基準により分類し、それぞれ原料中の重量割合を算出した。種皮色はミノルタ社製二次元測色システムCI-1040iを用い、1試料につき40mm×40mmの測定面を約17万画素に分割して測定した。臍部及び子実間隙にできた陰影を除くため、 L^* (36.5～49.0)、 a^* (2.0～20.0)、 b^* (0.4～10.0)の範囲のドットを抽出し、平均して求めた。

3. 収穫方法と加工適性

(1) 試験場所、供試品種及び試験区

収穫体系の適応性検討で得られた小豆から、地域や収穫法別のサンプルを調製して加工適性を調査した。1999年は芽室町のピックアップスレッシュャ収穫区、津別町のピックアップコンバイン収穫区、北村及び美瑛町の二オ積み収穫区、2000年は十勝農試の島立て収穫区、津別町ピックアップコンバイン収穫区、北村二オ積み収穫区、美瑛町の二オ積み区及びコンバイン直接収穫区、2001年

表2 直接収穫体系の供試機主要諸元

機種			豆用コンバイン			汎用コンバイン	
			C	D	E	F	G
機体寸法	全長	(mm)	4,960	4,725	5,260	5,750	5,960
	全幅	(mm)	2,120	1,850	2,100	2,180	2,340
	全高	(mm)	2,365	2,460	2,690	2,650	2,770
	重量	(kg)	2,060	2,015	320	4,130	4,230
機関出力/回転数 (PS/rpm)			25/3,000	30/2,800	32/2,800	70/2,600	80/2,600
走行部	形式		自走式ゴムクローラ				
	接地長×幅	(mm)	1,200×350	1,270×400	1,420×400	1,760×500	1,710×500
変速方式			HST・副3段	HST・副3段	HST・副3段	HST・副2段	HST・副3段
刈り取り部	形式		ロークロップ	リール	ロークロップ	ロークロップ	リール
	条数		2	2	2	4	4
	刈り幅	(mm)	—	1520	—	—	2640
	刈り刃		丸鋸刃	レシプロ刃	分割レシプロ刃	分割レシプロ刃	レシプロ刃
	刃寸法	(mm)	直径330	幅1,448	—	—	2495
	適応畦間	(cm)	60または66	—	60～69	60～69	—
	ゲージホイール直径	(mm)	360(幅3.5cm)	—	230	230	—
	個数	(個)	1	—	2	4	—
	高さ調節範囲	(mm)	-30～150 ゲージ輪～刃先	-20～730 ローラ接地面～刃先	67～236 ゲージ輪～刃先	67～236 ゲージ輪～刃先	-20～730 クローラ接地面～刃先
脱穀部	方式		直流式	軸流式	軸流式	軸流式	軸流式
	扱胴型式		ラスプバー	ワイヤツースこぎ歯	ワイヤツースこぎ歯	スクリュロータ	スクリュロータ
	外径×幅	(mm)	300×770	500×1,700	500×1,700	650×2,170	641×2,170
	回転数	(rpm)	590	385	385	305	305
	周速度	(m/s)	9.3	10.1	10.1	10.4	10.2
	脱穀調節			送塵抵抗板	送塵抵抗板	送塵抵抗板	送塵抵抗板
	受け網		なし	4分割 25mm丸穴,40mm格子	4分割 40mm格子	6分割 40mm格子	6分割 40mm格子

は十勝農試ニオ積み収穫区，津別町ピックアップコンバイン収穫区，北村ニオ積み収穫区，ニセコ町のニオ積み及びコンバイン直接収穫区からサンプルを採取した。

(2) 調査項目及び方法

水分，成分含有率，種皮色，煮熟増加比，あん収率，あん色，あん粒径を測定した。水分は105℃・24時間法，種皮色は30mm φ ガラスセルに詰め（複粒法），色彩色差計（東京電色 TC-1800MK II）により測定した。煮熟増加比はアズキ50g に3倍量の水を加え，オートクレーブ内で100℃，70分煮熟後の重量を測定し，原粒乾物重量に対する煮熟重量の割合を算出した。あん収率はアズキ50g に3倍量の水を加えて，100℃で70分煮熟し，0.5mm の篩上でつぶして種皮を分離し，約10倍量の水でデカンテーションを3回繰り返す，さらして生あんを得，使用した原粒乾物重量に対する得られた生あんの乾物重量の割合を算出した。あん色は生あんまたは加糖あんをガラスセルに詰め，種皮色と同様に測定した。あん粒径は上記の条件で得られた生あんの平均あん粒径（最頻値）を，レーザー回折式粒度分布測定装置（島津 SALD-1100）により測定した。

結 果

1. 道東地方におけるピックアップ収穫体系の適応性

(1) 気象及び生育収量

十勝地方の1999年と2000年は，生育期間全体を通じて概ね高温に経過した。1999年の7月下旬～8月上旬は最高気温30℃前後と極めて高温であったため花蕾が落下し，主茎中位節の着莢数が少なかった。2000年は，登熟後期に曇雨天が続いたものの，生育は旺盛で倒伏が著しかったが，高温による着莢障害はなかった。密植によって完熟期が3日早くなり，子実重は標準比103%であった。2001年は，6月～7月中旬まで高温で初期生育は旺盛であったが，8月上旬に厳しい低温となり，開花・着莢の停滞，花粉稔性低下による一莢内粒数の減少あるいは落花などの障害が認められた。天候回復とともに着莢は進んだが，登熟は遅延した。芽室町の成熟期は平年より遅れたが，密植は標準より登熟が早く，標準での熟莢率が10月8日の調査時点で78%であるのに対し完熟期に達した。更別村は，低温のため登熟が大きく遅延し，密植，標準とも成熟期に達しないまま10月中旬後半に強い霜害を受けた。10月26日の収穫期における熟莢率は，密植が85%，標準が75%と，密植の登熟促進効果を確認できた（表3）。

表3 十勝地方における生育収量

年次	試験地	栽植 様式 (月日) (月日)	成熟期 収穫期	倒伏 程度	子実重 (kg/10a)	慣行 対比 (%)	屑粒率 (%)	検査 等級
1999	芽室町	標準	— 10/4	多	243	100	3.6	3下
		密植	— 10/4	多	240	99	2.1	3下
	更別村	標準	— 10/10	中	381	100	2.9	2中
		密植	— 10/10	多	344	90	2.0	2中
2000	更別村	標準	9/21 9/30	中	382	100	4.9	—
		密植	9/18 9/30	中	394	103	2.2	—
2001	芽室町	標準	78* 10/8	甚	241	100	4.7	外
		密植	10/8 10/8	甚	244	101	5.3	外
	更別村	標準	75* 10/26	甚	139	100	10.8	外
		密植	85* 10/26	甚	138	99	10.7	外

注：*収穫期における熟英率。

表4 津別町における生育収量

年次	栽植密度	成熟期 (月日)	完熟期 (月日)	倒伏 程度	子実重 (kg/10a)	慣行 対比 (%)	屑粒率 (%)	検査 等級
1999	標準	9/7	9/14	少	314	100	0.0	2下
	1.5倍密植	9/6	9/13	少	340	108	0.4	2下
	2倍密植Ⅰ	9/5	9/9	少	347	111	0.4	2下
	2倍密植Ⅱ	9/4	9/8	少	317	101	0.0	2下
2000	標準	9/14	10/4	甚	400	100	1.1	2中
	1.5倍密植	9/14	10/3	甚	390	98	1.7	2中
	2倍密植Ⅰ	9/12	10/2	甚	422	106	0.9	2中
	2倍密植Ⅱ	9/12	10/2	甚	452	113	0.9	2中
2001	標準	10/16	10/29	少～中	361	100	4.1	外
	1.5倍密植	10/14	10/28	少～中	344	95	9.8	外
	2倍密植Ⅰ	10/12	10/26	少～中	310	86	9.7	外
	2倍密植Ⅱ	10/13	10/27	少～中	346	96	9.3	外

津別町における成熟期・完熟期は、3年間を通じて密植ほど早まる傾向がみられ、2倍密植区における株間・株立本数の違いによる差は小さかった(表4)。北見農試場内において早生の「サホロショウズ」、中生の「エリモショウズ」とともに成熟期、完熟期は密植によって早まった。1999年は成熟期以降高温、乾燥条件で推移し、

表6 十勝地方におけるビーンハーベスタ収穫損失

試験場所		芽室町				更別村					
試験年次		1999		2000		2001		1999		2000	
収穫期日		10/4		9/17		10/8		10/10		10/20	
倒伏程度		多		甚		甚		多 中		中	
栽植様式		標準	密植	標準	密植	標準	密植	標準	密植	標準	密植
落粒 (%)		1.5	2.7	1.9	1.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
落英 (%)		0.3	1.0	0.6	0.4	0.1	0.6	0.0	0.0	0.4	0.4
枝落ち (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0
刈り残し (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
損失合計 (%)		1.8	3.7	2.5	1.6	0.4	1.2	0.2	0.2	0.9	0.6
備考		向かい刈り						「エリモショウズ」			
		「エリモショウズ」						「エリモショウズ」			

表5 北見農試における密植による熟期の変動

品種名	栽植 様式	1999		2000		2001	
		成熟期	完熟期	成熟期	完熟期	成熟期	完熟期
「サホロショウズ」	標準	9/4	9/14	9/8	9/19	9/25	10/9
	密植	8/31	9/13	9/5	9/16	9/23	10/4
「エリモショウズ」	標準	9/9	9/23	9/19	9/27	9/28	10/8
	密植	9/6	9/14	9/16	9/21	9/26	10/7
備考							9月22日初霜

密植による「サホロショウズ」の完熟期の差は1日に留まったが、「エリモショウズ」では9日早まった。2000年は成熟期以降の降雨が多く、密植により「サホロショウズ」の完熟期は3日早い9月16日、「エリモショウズ」は6日早い9月21日となった。2001年は低温に推移して生育が遅延した上、成熟期、完熟期ともに遅れ、密植では「サホロショウズ」の完熟期は5日早い10月4日、「エリモショウズ」では1日早い10月7日となったが9月22日に霜害を受けた(表5)。

(2) ビーンハーベスタによる収穫損失

十勝地方で、倒伏程度が中～多の1999、2000年更別村と倒伏程度が甚でも「向かい刈り」を行った2001年芽室では、ビーンハーベスタ作業の損失合計は標準区、密植区とも0.4～1.2%と少なかったが、その他の試験地では、倒伏程度が多～甚での往復刈り作業を行ったため、落英損失も加わって1.6～4.4%と多かった(表6)。

網走地方では、いずれの年も完熟期以降3～5週経過し、ビーンハーベスタ作業の損失合計が多く発生した。これら損失の多くは落粒及び落英損失で、刈り遅れが原因である。特に倒伏程度が甚の2000年は、隣畦の枝が絡み、刈り取り搬送時に英割れによる落粒・落英の他、2～3個の英の付いた落枝の発生が目立ち、栽植密度との関係では、密植にするほど落粒・落英・枝落損失が少ない傾向にあった(表7)。

表7 網走地方におけるピーンハーベスタの収穫損失(2000年, 2001年)

試験場所					津別町							
試験年次	1999				2000				2001			
収穫期日	10/20				11/7				11/8			
倒伏程度	少	少	少	少	甚	甚	甚	甚	少	少	少	中
栽植様式	標準	1.5倍密	2倍密植Ⅰ	2倍密植Ⅱ	標準	1.5倍密	2倍密植Ⅰ	2倍密植Ⅱ	標準	1.5倍密	2倍密植Ⅰ	2倍密植Ⅱ
落粒(%)	0.1	1.4	2.3	0.4	1.9	2.0	1.2	0.9	0.5	0.9	0.1	0.1
落莢(%)	0.2	2.7	0.4	0.5	1.6	1.2	1.1	0.6	1.1	2.0	0.7	0.7
枝落ち(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	1.5	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
刈り残し(%)	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	0.8	0.1
損失合計(%)	0.4	4.1	2.7	0.9	7.0	4.7	3.2	1.9	1.8	4.0	1.6	0.9
備考	「エリモショウズ」											

(3) ピックアップスレッシャの収穫損失

更別村のみで調査を行った。扱ぎ胴回転数を300rpmとし、作業速度0.5m/sで収穫した結果、1999年、2000年とも拾い上げ時の落粒損失がやや多く、損失合計は0.3～1.7%で、密植の方が少なかった。

2001年は、完熟期前の強い降霜のため莢・茎の乾燥が進まなかった。莢や茎の水分が高いと脱穀機内の流れが悪くなるほか、脱穀部の完熟粒が霜害粒の汁液で濡れ、選別精度が低下するため、扱ぎ胴回転数を1割高い330rpmとし、風量を多くして未熟莢を機外に排出するように調整した。作業速度0.73～0.80m/sでピックアップ収穫を行った時の拾い上げ損失は、標準区が1.3%、密植区が1.0%と同程度であった。脱穀部の回転数を高めても、未脱損失は茎水分48%の標準区では2.4%、茎水分51%の密植区では2.8%発生した。選別損失は標準区、密植区ともに0.6%の発生であった。ピックアップスレッシャの損失合計は、標準区が4.3%、密植区で

4.4%と同程度であった(表8)。スレッシャによる子実の損傷率は最大0.6%であった。

(4) ピックアップコンバインの収穫損失

芽室町では1日間地干し後ピックアップ収穫を行った。

1999年は落粒や落莢が多発し、2000年は標準区、密植区とも落粒損失が3%程度発生した。拾い上げ損失は、両区に明確な差異は認められず、密植区が3.2%と標準区の3.7%よりも若干少なかった。脱穀選別損失は両区とも0.5%であり、損失合計は、標準区が4.2%、密植区で3.7%であった。2001年は、作業速度を0.37～0.38m/sまで低下させ、拾い上げ損失は標準区が1.5%、密植区が2.0%であった。茎水分が70%以上と高いことから、送塵弁を開けて抵抗を減じ、子実が濡れない程度に脱穀部滞留時間を短く設定したところ、未脱損失は茎水分77%の標準区で3.6%、茎水分70%の密植区で1.0%、選別損失は標準区で2.5%、密植区で1.1%と、密植区が小さい値となった(表9)。コンバインに

表8 更別村におけるピックアップスレッシャの収穫損失

試験年次	1999		2000		2001	
収穫期日	10/10		9/30		10/26	
栽植様式	標準	密植	標準	密植	標準	密植
作業速度 (m/s)	0.52	0.53	0.49	0.50	0.80	0.73
子実水分 (%)	14.1	14.4	15.7	15.4	16.1	15.8
莢水分 (%)	16.8	17.8	—	—	26.3	23.1
茎水分 (%)	71.1	69.6	29.7	18.5	47.8	51.2
子実流量 (kg/h)	882	869	871	912	528	479
茎葉流量 (kg/h)	1,688	1,841	398	554	1,524	1,415
落粒 (%)	0.2	0.2	0.5	0.4	1.0	0.6
落莢 (%)	0.1	0.0	0.4	0.3	0.1	0.2
枝落ち (%)	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2
拾い上げ損失 (%)	0.3	0.2	1.1	0.9	1.3	1.0
未脱損失 (%)	0.0	0.0	0.4	0.2	2.4	2.8
選別損失 (%)	0.1	0.1	0.2	0.1	0.6	0.6
脱穀選別損失 (%)	0.1	0.1	0.6	0.3	3.0	3.4
損失合計 (%)	0.4	0.3	1.7	1.2	4.3	4.4
					2.7*	2.3*

注2001年における*は霜害粒を除いた値。

表9 芽室町におけるピックアップコンバインの収穫損失

年次	1999		2000		2001	
収穫期日	10/4		9/20		10/9	
栽植様式	標準	密植	標準	密植	標準	密植
作業速度 (m/s)	0.46	0.55	0.49	0.40	0.38	0.37
子実水分 (%)	10.7	11.2	14.7	14.7	20.6	16.5
莢水分 (%)	11.7	12.0	—	—	28.1	22.6
茎水分 (%)	62.7	62.8	61.0	58.2	77.0	69.9
子実流量 (kg/h)	1,141	1,150	1,191	1,030	1,073	865
茎葉流量 (kg/h)	3,362	4,992	1,182	1,019	3,835	2,940
落粒 (%)	2.7	0.3	3.0	2.9	1.0	1.5
落莢 (%)	0.8	4.2	0.7	0.3	0.4	0.4
枝落ち (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
拾い上げ損失 (%)	3.5	4.5	3.7	3.2	1.5	2.0
未脱損失 (%)	0.1	0.1	0.1	0.2	3.6	1.0
選別損失 (%)	0.3	0.4	0.4	0.3	2.5	1.1
脱穀選別損失 (%)	0.4	0.5	0.5	0.5	6.1	2.1
損失合計 (%)	3.9	5.0	4.2	3.7	7.6	4.1

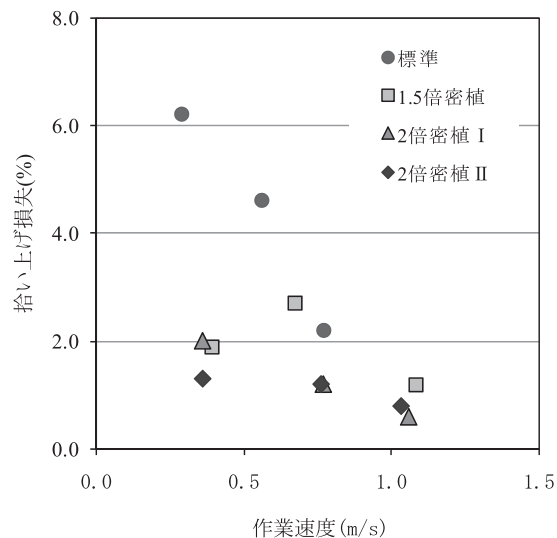


図1 ピックアップコンバインの作業速度と拾い上げ損失 (2001年津別町)

よる子実の損傷率は最大0.7%であった。

津別町では3ヶ年とも刈り遅れであり、1999年における拾い上げ損失は、標準区よりも密植区で少なかった。栽植密度に係わらず未脱損失は僅少であり、選別損失は0.4～1.2%発生した。損失合計は標準区で2.6%，密植区で1.0%前後であった。2000年は刈り遅れで莢割れが多く、拾い上げ損失が多発し、その多くは落粒損失であった。損失合計は、標準区が21.5%で、密植になるほど低下する傾向にあるが、2倍密植区でも9.2%発生した(表10)。2001年は莢水分19～22%において、作業速度別に収穫試験を行った結果、作業速度が早くなるほど拾い上げ損失は減少する傾向が見られ、さらに栽植密度が高いほど損失は減少した(図1)。脱穀選別損失は、作業速度に係わらず未脱損失、選別損失ともに僅少であった。損失合計は、標準区が2.6～7.0%で、密植になるほど低下する傾向にあった(表11)。

表10 津別町におけるピックアップコンバインの収穫損失(1999年, 2000年)

試験年次	1999					2000			
収穫期日	10/20					11/7			
栽植様式	標準	1.5倍密植	2倍密植 I	2倍密植 II		標準	1.5倍密植	2倍密植 I	2倍密植 II
作業速度 (m/s)	0.46	0.44	0.46	0.56		0.55	0.59	0.66	0.63
子実水分 (%)	11.1	10.3	11.1	10.4		10.3	9.7	10.9	10.0
莢水分 (%)	14.6	15.8	16.2	15.6		17.4	15.6	20.2	19.1
茎水分 (%)	32.8	25.3	25.5	24.6		20.8	15.1	17.3	16.5
子実流量 (kg/h)	2,151	1,689	730	2,289		1,490	1,640	2,090	2,240
茎葉流量 (kg/h)	1,373	1,432	1,517	1,687		730	740	1,030	1,190
落粒 (%)	1.1	0.4	0.7	0.5		11.9	11.2	8.2	5.7
落莢 (%)	0.3	0.0	0.0	0.0		2.6	2.2	2.1	1.6
枝落ち (%)	0.0	0.0	0.0	0.0		6.8	4.3	2.3	1.4
拾い上げ損失 (%)	1.4	0.4	0.7	0.5		21.3	17.7	12.6	8.7
未脱損失 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.1	0.0	0.1
選別損失 (%)	1.2	0.5	0.4	0.5		0.2	0.4	0.2	0.4
脱穀選別損失 (%)	1.2	0.5	0.4	0.5		0.2	0.5	0.2	0.5
損失合計 (%)	2.6	0.9	1.1	1.0		21.5	18.2	12.8	9.2

表11 津別町におけるピックアップコンバインの収穫損失(2001年)

試験年次	2001											
収穫期日	11/8											
栽植様式	標準	1.5倍密植			2倍密植 I			2倍密植 II				
作業速度 (m/s)	0.29	0.56	0.77	0.39	0.67	1.08	0.36	0.77	1.06	0.36	0.76	1.03
子実水分 (%)	16.2				16.0			16.4			15.1	
莢水分 (%)	19.0				19.2			22.2			18.9	
茎水分 (%)	34.7				49.6			34.1			31.6	
子実流量 (kg/h)	548	1,053	1,258	714	1,156	1,577	478	1,204	1,533	651	1,305	2,236
茎葉流量 (kg/h)	998	1,850	2,596	1,178	2,115	3,482	1,030	2,245	3,040	1,173	2,482	3,365
落粒 (%)	2.3	1.6	1.0	1.1	0.6	0.7	1.1	0.8	0.5	1.0	0.5	0.1
落莢 (%)	2.4	1.4	1.2	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.1	0.3	0.7	0.7
枝落ち (%)	1.5	1.6	0.0	0.5	1.8	0.3	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
拾い上げ損失 (%)	6.2	4.6	2.2	1.9	2.7	1.2	2.0	1.2	0.6	1.3	1.2	0.8
未脱損失 (%)	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1
選別損失 (%)	0.7	0.2	0.3	0.5	0.4	0.1	0.4	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2
脱穀選別損失 (%)	0.8	0.2	0.4	0.5	0.5	0.1	0.4	0.6	0.1	0.3	0.2	0.3
損失合計 (%)	7.0	4.8	2.6	2.4	3.2	1.3	2.4	1.8	0.7	1.6	1.4	1.1

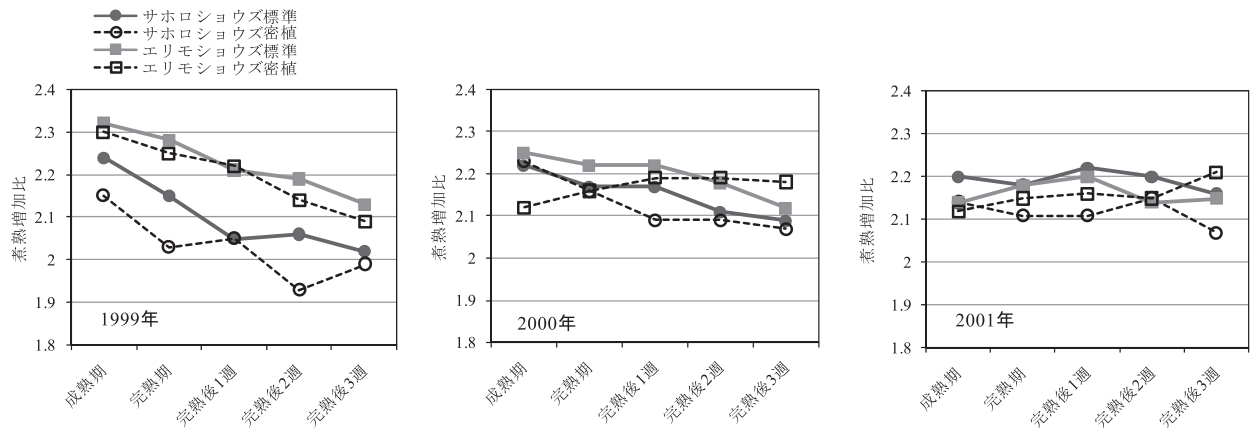


図2 アズキの成熟期以降の煮熟増加比（北見農試）

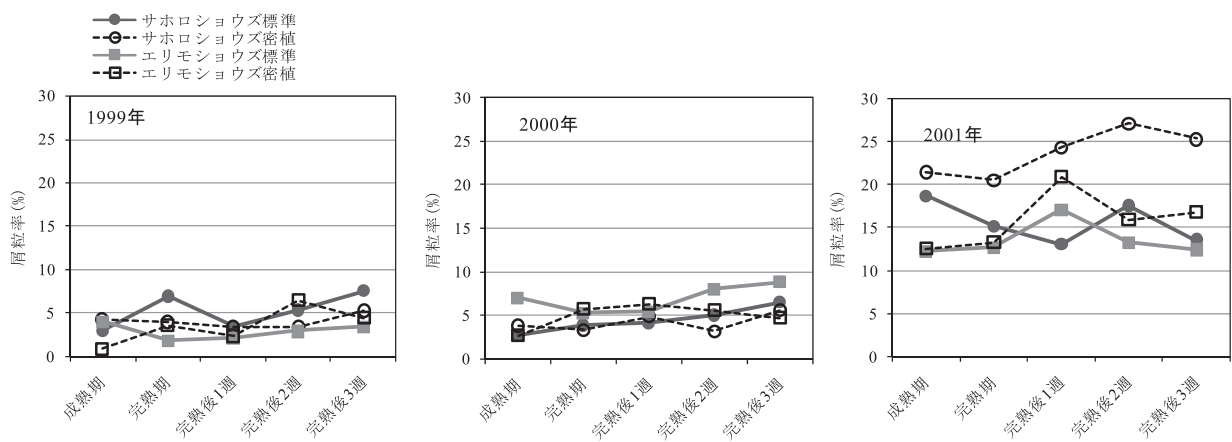


図3 アズキの成熟期以降の屑粒率（北見農試）

(5) ピックアップ収穫体系における収穫時期と子実の外観品質及び煮熟増加比

1999年は成熟期が平年より大幅に早まり、完熟期でも霜害のおそれはなく、収穫期前後が少雨傾向で推移したため、収穫時期による外観品質の明確な差は認められなかった。しかし、煮熟増加比は収穫時期が遅れるほど低下する傾向がみられた。2000年は、成熟期以降気温の高い状態で降雨が続いたため、成熟期から時間が経過するほど雨害粒や腐敗粒が増加し、外観品質が低下したが、煮熟増加比は1999年ほど低下しなかった。2001年は生育が遅延し、成熟期以降多雨であったが、平均気温が10℃以下と低く推移し、外観品質及び煮熟増加比に大きな変化はなかった（図2、図3）。

2. 上川・道央におけるコンバイン直接収穫体系の適応性

(1) 気象及び生育収量

1999年の生育期間中は各試験地とも高温に経過し、ニセコ町では莢先熟となり二次生長も見られた。倒伏は各試験地とも程度が軽かった。成熟期以降の平均気温は9

月上旬～中旬まで高く推移し、降雨は比較的少なかった。

2000年の生育期間は高温に推移し、ニセコ町、美瑛町では子実重は313～346kg/10aであったが、士別市の生育は他の試験地よりも劣り、子実重は165kg/10aであった。倒伏はニセコ町で多く、北村で少程度発生していたが、美瑛町、士別市は無～微程度であった。成熟期以降の気象は9月中旬までは高温で、9月中旬を中心に降雨が多かった。

2001年は各地とも初期生育は順調であった。美瑛町では茎疫病が発生したが、生育は良好であった。士別市・北村では倒伏が少程度発生した。成熟期の9月中旬以降は前2カ年に比べると平均気温は低く、降水量も少ない傾向であった。

(2) 上川・道央地方における収穫法と外観品質

種皮色は年次、場所による差に比べ、ニオ積み、島立て、長期島立て、立毛といった収穫処理による差は小さかった。濃赤粒率は生育期間中、成熟期以降も高温で推移した1999年の値が大きかった。

表12 上川・道央地方における生育・収量

年次	試験場所	品種名	播種日	草丈 (cm)	子実重 (kg/10a)	百粒重 (g)	屑粒率 (%)	検査 等級
1999	北村	「エリモショウズ」	5/14	76	223	10.1	1.2	2下
	ニセコ町	「エリモショウズ」	6/1	59	361	12	3.4	2中
	美瑛町	「エリモショウズ」	5/20	70	283	11.5	0.8	2中
	士別市	「きたのおとめ」	5/23	64	241	9.3	—	—
2000	北村	「エリモショウズ」	5/25	67	321	11	4	3下
	ニセコ町	「エリモショウズ」	6/1	61	346	11.8	1.8	2中
	美瑛町	「エリモショウズ」	5/20	71	313	11.3	2.6	3上
	士別市	「きたのおとめ」	5/22	40	165	8.1	0.4	3上
2001	北村	「エリモショウズ」	5/25	50	334	11.7	12.9	3下
	ニセコ町	「エリモショウズ」	6/1	55	497	14.8	4.4	2中
	美瑛町	「エリモショウズ」	5/20	41	390	14.2	4.1	3下
	士別市	「きたのおとめ」	5/22	55	301	13.7	0.9	2上

屑粒率は生育期間中及び成熟期以降とも高温で推移し、降雨も多かった2000年の値が大きかった。処理別に見ると、島立てで圃場乾燥中に降雨にあった場合、屑粒や濃赤粒などの被害粒が増加して外観品質を大きく損なうことがあった。ニオ積み区では短期間の島立て後速やかにニオ積みできれば、被害粒の発生は少なく外観品質を維持できたが、ニオ積み前の島立て期間中に降雨を受けた場合、立毛区よりも雨害粒が増すことがあった。島立て区は降雨がない場合はニオ積み区との差は見られなかったが、島立て後14日以上放置すると降雨によって屑粒率が増加し、特に高温年の2000年で甚だしかった。極端な莢先熟では島立て期間中の少量の降雨でも屑粒率が増加することがあった(表13)。

(3) 上川・道央地方におけるコンバイン直接収穫による収穫損失

アズキの直接収穫では刈り高が高いほど収穫損失は増大し、刈り取り部の損失がその多くを占めた。刈り取り部が丸鋸刃のC機は、刈り刃の高さを畦頂と同じか畦頂よりも低く調整できるため、刈り残しはほとんど発生せず、刈り取り部損失の大半は落粒・落莢による損失であった。刈り刃を最下莢先と同程度から2cm下までの範囲に設定すれば刈り取り部損失は2%程度、主茎が屈曲している場合でも3～4cm低く設定すれば2%程度であった。他の機種種の刈り取り部はレシプロ刃のため刈り刃の高さを畦頂よりも下に設定することはできず、いずれもC機よりも刈り取り部損失は大きな値となるが多かった。ただし、D機の2条リールヘッダでは刈り刃を最下位置の莢先端よりも2cm程度上になるよう設定すれば刈り取り部損失2%程度での収穫が可能であった。4条刈りリールヘッダでは刈り刃高さを低く維持することが困難で、分割レシプロ刃では低く設定しても損失

が多かった(図4)。

一方、脱穀選別損失は脱穀方式が受け網を持たないラズパーシリンダ式のC機で多く、総流量の増加とともに8%程度に達する例もあるが、ワイヤーツースこぎ歯シリンダ式のD機及びE機では多くの場合、2%を超えず最大2.5%、スクリュロータシリンダ式のF機G機では1%を超えなかった(図5)。

C機の脱穀選別損失は総流量が増すと増加し、莢水分22%では流量2500kg/hで4%を超え、3200kg/hで8%に達した。1.0m/s程度の作業速度で莢水分が15%未満であれば3%未満であり、刈り取り部損失の2%を加え、損失合計5%前後の収穫が可能であった(図6)。グレンタンクに収納された子実中の損傷粒割合は流量の増加とともに減少する傾向にあり、最大0.6%であった(図7)。

3. 収穫方法とアズキの加工適性

(1) アズキの成分及び製あん特性

2000年産美瑛町産ではニオ積み区、コンバイン区ともにタンパク質含有率がやや低い傾向にあったが、収穫法による明確な差異は認められなかった。また、2001年産ニセコ産においてもニオ積み区とコンバイン区に明確な差異は認められなかった。その他については、1999年産北村・ニオ積み区の百粒重が小さく、タンパク質含有率がやや低く、平均あん粒径も小さい傾向にあり、2000年産十勝農試・島立て区の煮熟増加比及びあん収率がやや低く、2001年産十勝農試・ニオ積み区で百粒重が大きく、平均あん粒径も大きい傾向にあり、北村・ニオ積み区でタンパク質含有率が低く、デンプン含有率が高い傾向にあるなど、年次により収穫法や産地により大きな幅があり、一定の傾向は認められなかった(表14)。

(2) アズキの種皮色、生あん、加糖あんの色

表13 上川・道央地方における収穫体系と外観品質

年次	試験場所	収穫体系	成熟期 (月日)	完熟日 (月日)	刈取日 (月日)	島立 期間 (日)	二オ 積み 日 (月日)	二オ 積み 期間 (日)	脱穀日 (月日)	脱穀ま での降 水量 (mm)	屑粒 率A	濃赤 粒率 (%) B	雨害 粒率 (%) A+B	種皮色			
														L*	a**	b***	ΔE
1999年	北村	二オ積み	8.26	—	8.26	4	8.30	15	9.14	48	6.2	0.9	7.1	40.8	9.7	3.4	—
		島立て	8.26	—	8.26	19	—	—	9.14	48	2.5	3.7	6.2	40.9	10.2	3.9	0.6
		長期島立て	8.26	—	8.26	34	—	—	9.29	103	2.7	2.2	4.9	40.7	10.6	3.8	1.0
		立毛	8.26	9.04	9.14	—	—	—	9.14	48	3.7	2.0	5.7	40.8	10.1	3.8	0.5
	ニセコ町	二オ積み	9.08	—	9.08	6	9.15	16	10.01	94	2.0	3.0	5.0	40.6	10.2	4.0	—
		島立て	9.08	—	9.08	22	—	—	10.01	94	2.8	4.7	7.4	40.9	10.2	4.2	0.3
		長期島立て	9.08	—	9.08	34	—	—	10.13	148	4.2	7.3	11.5	40.9	10.3	4.5	0.5
		立毛	9.08	9.19	10.01	—	—	—	10.01	48	4.1	4.6	8.7	41.1	10.0	4.2	0.6
	美瑛町	二オ積み	9.03	—	9.03	7	9.10	12	9.22	61	0.3	3.3	3.6	41.1	10.2	4.0	—
		島立て	9.03	—	9.03	19	—	—	9.22	61	2.8	4.7	7.5	41.2	10.2	4.0	0.1
		長期島立て	9.03	—	9.03	31	—	—	10.04	140	3.8	3.5	7.3	40.9	10.4	3.9	0.3
		立毛	9.03	—	9.22	—	—	—	9.22	48	1.3	5.6	6.9	41.2	10.8	4.4	0.7
	士別市	二オ積み	8.28	—	8.28	5	9.02	13	9.15	61	1.2	0.3	1.5	40.9	10.1	3.9	—
		島立て	8.28	—	8.28	18	—	—	9.15	61	2.4	0.3	2.6	40.8	9.7	3.5	0.6
		長期島立て	8.28	—	8.28	31	—	—	9.28	115	4.4	1.1	5.5	40.8	9.7	3.6	0.5
		立毛	8.28	—	9.15	—	—	—	9.15	61	1.9	0.8	2.7	41.0	10.0	3.7	0.2
2000年	北村	二オ積み	9.06	—	9.06	7	9.13	7	9.20	83	5.4	1.3	6.7	40.9	10.8	4.1	—
		島立て	9.06	—	9.06	14	—	—	9.20	83	6.7	1.2	7.9	40.7	9.2	3.7	1.6
		長期島立て	9.06	—	9.06	28	—	—	10.04	168	7.3	0.5	7.8	40.7	9.1	3.6	1.8
		立毛	9.06	9.13	9.20	—	—	—	9.20	83	4.7	0.2	4.9	40.9	10.0	4.0	0.8
	ニセコ町	二オ積み	9.08	—	9.08	15	9.23	14	10.07	155	11.6	0.7	12.3	40.8	9.3	4.0	—
		島立て	9.08	—	9.08	15	—	—	9.23	97	13.9	0.7	14.6	40.9	9.6	4.1	0.3
		長期島立て	9.08	—	9.08	29	—	—	10.07	155	17.6	5.6	23.2	40.9	9.7	4.2	0.5
		立毛	9.08	9.21	9.23	—	—	—	9.23	97	3.9	0.5	4.4	40.6	9.4	3.7	0.3
	美瑛町	二オ積み	9.11	—	9.11	10	9.21	7	9.28	133	6.3	0.6	6.9	41.0	9.9	4.2	—
		島立て	9.11	—	9.11	10	—	—	9.21	85	6.6	0.8	7.4	40.9	9.7	4.2	0.2
		長期島立て	9.11	—	9.11	17	—	—	9.28	133	13.9	5.4	19.3	41.0	9.5	4.2	0.4
		立毛	9.11	9.14	9.21	—	—	—	9.21	85	4.7	0.5	5.2	40.9	10.1	4.2	0.2
	士別市	二オ積み	—	9.08	9.01	8	9.09	13	9.22	278	7.4	0.2	7.6	40.8	9.4	3.7	—
		島立て	—	9.08	9.01	21	—	—	9.22	278	10.9	3.5	14.4	40.9	9.2	3.7	0.2
		長期島立て	—	9.08	9.01	28	—	—	9.29	310	9.3	3.2	12.5	40.8	9.0	3.4	0.5
		立毛	9.01	9.08	9.22	—	—	—	9.22	278	6.4	1.5	7.9	40.8	9.6	3.7	0.2
2001年	北村	二オ積み	9.13	—	9.15	2	9.17	13	10.01	26	9.5	1.3	10.8	41.2	13.1	5.2	—
		島立て	9.13	—	9.15	15	—	—	10.01	26	9.9	0.8	10.7	41.4	13.1	5.3	0.2
		長期島立て	9.13	—	9.15	33	—	—	10.19	117	11.9	0.5	12.4	41.2	12.8	5.3	0.3
		立毛	9.13	10.01	10.01	—	—	—	10.01	54	8.1	0.2	8.3	41.3	13.2	5.5	0.4
	ニセコ町	二オ積み	—	—	9.17	15	9.26	12	10.08	12	4.3	0.7	5.0	41.8	13.0	5.6	—
		島立て	—	—	9.17	15	—	—	10.08	12	2.4	0.7	3.1	41.4	12.0	5.2	1.2
		長期島立て	—	—	9.17	29	—	—	10.18	87	5.7	5.6	11.3	41.6	12.3	5.4	0.7
		立毛	9.19	10.05	10.08	—	—	—	10.08	12	4.8	0.5	5.3	41.8	13.1	5.8	0.2
	美瑛町	二オ積み	—	—	9.16	4	9.20	14	10.04	74	2.3	0.6	2.9	41.1	11.4	4.8	—
		島立て	—	—	9.16	18	—	—	10.04	74	5.4	0.8	6.2	41.3	11.8	5.1	0.5
		長期島立て	—	—	9.16	28	—	—	10.14	140	4.1	5.4	9.5	41.5	12.0	5.2	0.8
		立毛	9.20	10.04	10.04	—	—	—	10.04	74	3.0	0.5	3.5	41.7	11.8	5.4	0.9
	士別市	二オ積み	9.05	9.14	9.14	2	9.16	18	10.04	63	1.4	0.2	1.6	41.3	11.9	5.0	—
		島立て	9.05	9.14	9.14	20	—	—	10.04	63	3.6	3.5	7.1	41.4	12.6	5.5	0.9
		長期島立て	9.05	9.14	9.14	32	—	—	10.16	94	2.5	3.2	5.7	41.4	12.5	5.3	0.7
		立毛	9.05	9.14	9.23	—	—	—	9.23	63	2.1	1.5	3.6	41.3	11.0	4.8	0.9

注：*値が大きくなるほど鮮やかさが増す。**値が大きくなるほど色の赤み成分が増す。***値が大きくなるほど色の黄色成分が増す。

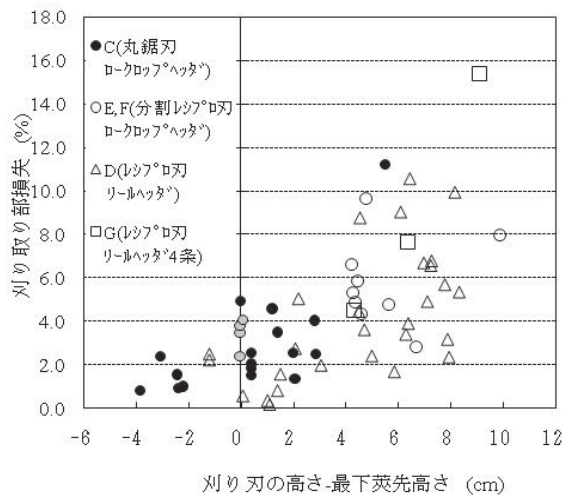


図4 アズキの直接収穫における刈り刃の高さと刈り取り部損失
(1999年～2001年, 北村, 土別市, ニセコ町, 美瑛町)

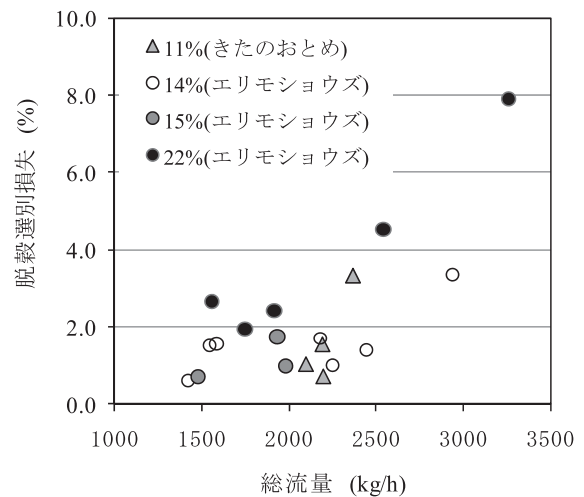


図6 A機(ラズパー)の莢水分と脱穀選別損失
(1999年～2001年, 北村, 土別市, ニセコ町, 美瑛町)

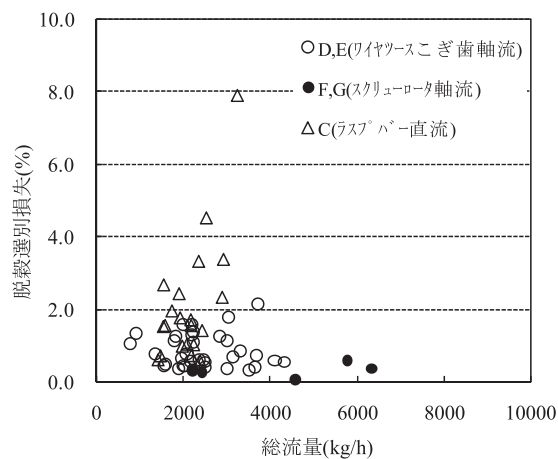


図5 アズキの直接収穫における脱穀選別損失
(1999年～2001年, 北村, 土別市, ニセコ町, 美瑛町)

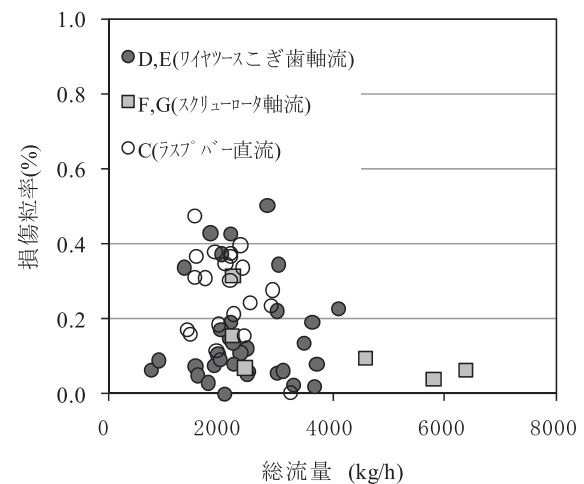


図7 アズキの直接収穫における総流量と子実の損傷
(1999年～2001年, 北村, 土別市, ニセコ町, 美瑛町)

表14 アズキの成分および製あん特性

年次	産地・処理	百粒重 (gDM)	水分 (%)	タンパク (%)	デンプン (%)	煮熟 増加比	あん収率 (%)	あん率 (%)	あん 粒子径(μm)
1999	芽室町・スレッシュ	12.1	12.7	25.6	48.7	2.9	64.1	13.1	105.8
	津別町・コンバイン	12.2	11.6	25.4	50.1	3.0	63.2	13.2	108.3
	北村・ニオ積み	8.1	12.6	22.3	51.2	2.9	59.6	17.1	98.7
	美瑛町・ニオ積み	10.2	12.7	24.2	51.8	2.9	63.8	13.7	100.8
2000	十勝農試・島立て	11.8	11.5	24.2	50.1	2.7	57.6	22.0	105.5
	津別町・コンバイン	12.8	10.4	24.1	51.6	2.8	58.5	18.8	107.5
	北村・ニオ積み	10.0	11.4	24.0	49.1	2.9	65.7	11.3	102.0
	美瑛町・ニオ積み	9.9	12.7	22.9	50.6	3.0	66.8	11.2	102.6
	美瑛町・コンバイン	10.7	12.8	22.8	51.2	2.9	65.8	11.1	105.7
2001	十勝農試・島立て	15.8	13.5	25.3	47.9	2.9	62.7	12.8	111.3
	津別町・コンバイン	14.3	13.8	24.2	48.9	3.0	63.8	12.3	106.1
	北村・ニオ積み	10.1	13.3	20.1	52.4	2.9	64.2	12.4	101.2
	ニセコ町・ニオ積み	13.2	12.9	24.0	47.4	2.9	65.5	12.2	107.6
	ニセコ町・コンバイン	11.8	12.6	23.9	48.9	2.9	64.4	13.0	104.5

表15 アズキの種皮色，生あん，加糖あんの色

年次	産地・処理	種皮色				生あん (加工業者)				加糖あん (加工業者)			
		L*	a*	b*	c*	L*	a*	b*	c*	L*	a*	b*	c*
1999	芽室町・スレッシュャ	26.4	19.5	9.9	21.8	39.0	7.8	1.7	8.0	26.8	8.6	2.5	9.0
	津別町・コンバイン	26.0	18.5	9.5	20.8	38.4	7.2	1.7	7.4	26.9	8.6	3.5	9.3
	北村・ニオ積み	25.6	18.3	7.7	19.9	36.1	8.9	1.5	9.0	24.3	9.8	2.7	10.2
	美瑛町・ニオ積み	26.0	18.7	9.3	20.9	36.4	7.6	1.0	7.6	24.2	8.5	2.2	8.8
2000	十勝農試・島立て	25.1	17.2	9.8	19.8	44.4	7.2	3.3	7.9	24.8	7.8	3.3	7.9
	津別町・コンバイン	26.3	17.8	10.9	20.9	43.2	6.7	2.9	7.3	27.5	7.9	2.9	7.3
	北村・ニオ積み	25.0	15.5	8.0	17.4	43.7	6.8	1.9	7.1	23.2	7.1	1.9	7.1
	美瑛町・ニオ積み	26.1	16.6	9.7	19.2	44.7	6.3	1.9	6.6	23.0	6.5	1.9	6.6
	美瑛町・コンバイン	26.4	16.5	9.4	19.0	45.6	6.5	2.4	6.9	26.4	7.5	2.4	6.9
2001	十勝農試・島立て	28.6	19.3	13.0	23.2	38.7	6.4	6.4	9.1	-	-	-	-
	津別町・コンバイン	30.6	18.0	15.2	23.6	39.6	5.9	6.7	8.9	-	-	-	-
	北村・ニオ積み	26.0	19.8	11.1	22.7	37.7	7.4	5.3	9.1	-	-	-	-
	ニセコ町・ニオ積み	26.8	19.1	11.5	22.3	38.6	6.7	6.3	9.2	-	-	-	-
	ニセコ町・コンバイン	28.0	19.3	12.3	22.9	38.2	6.6	6.4	9.2	-	-	-	-

2000年美瑛町産では，ニオ積み区とコンバイン区の間
に種皮色の明確な差異は認められなかった。また，2001
年ニセコ町産においても種皮色，生あん色とも，ニオ積
み区とコンバイン区に明確な差異は認められなかつた。
その他について，1999年産の種皮色は，北村・ニオ積
み区の b^* 値がやや低い傾向にあったが，加工業者で
製造した生あん及び加糖あんの色は，北村・ニオ積み区
と美瑛町・ニオ積み区の L^* 値がやや低い傾向にあつた。
また，加工業者で製造した加糖あんの色の比較で
は，北村・ニオ積み区と美瑛町・ニオ積み区の L^* 値及
び b^* 値がやや低い傾向にあった。2001年産の種皮色
は，津別町・コンバイン区の L^* 値及び b^* 値がやや高
く， a^* 値がやや低い傾向にあった（表15）。

(3) アズキの加工業者による製あん特性の評価

1999年産では，芽室町・スレッシュャ区及び津別町・コ
ンバイン区で色の評価が高く，北村・ニオ積み区及び美
瑛町・ニオ積み区で品質のバラツキがやや多いとの評価
を得た。

表16 加工業者による製あん特性の評価

年次	産地・処理	評価
1999	芽室町・スレッシュャ	色が良い（4 処理中最高）
	津別町・コンバイン	色が良い
	北村・ニオ積み	品質のばらつき多，赤っぽい
	美瑛町・ニオ積み	品質のばらつきやや多
2000	十勝農試・島立て	色，味ともに良い（差は小さい）
	津別町・コンバイン	あんの色が濃く赤い（差は小さい）
	北村・ニオ積み	あんの色が濃く赤い（差は小さい）
	美瑛町・ニオ積み	色，味ともに良い（差は小さい）
	美瑛町・コンバイン	あんの色が濃く赤い（差は小さい）

2000年産での比較では，美瑛町産のニオ積み区の色，
味ともに良いとしたのに対し，コンバイン区ではあんの
色が濃く赤いとの評価であつたがその他の区を含めて差
は小さかった（表16）。

考 察

1. 十勝山麓・沿海地域，網走地方におけるアズキのピ ックアップ収穫体系の適応性

更別村，津別町及び北見農試における1999年から2001
年までの3カ年にわたる栽植密度を変えた試験の結果か
ら，十勝山麓・沿海地域，網走地方においても密植によ
って成熟期及び完熟期が早まると言える。

アズキの登熟期間中の気温が低く推移したため生育が
遅延した2001年は成熟期に達する前に初霜害を受けた
が，1999年と2000年はいずれの地域も初霜害の発生はな
く，生育遅延年を除けば十勝山麓・沿海地域，網走地方
においてピックアップ収穫が実施可能であると言える。
北見農試における完熟期は密植した早生のサホロショウ
ズでは中生のエリモショウズよりも1～6日早まるの
で，地域の気象に応じた品種選択によってピックアップ
収穫の適用は更に拡大できる。一方，完熟後に収穫した
アズキの煮熟増加比や屑粒率・外観品質は，低温年では
大きく低下しないが，成熟期以降，高温・乾燥条件で推
移する年には煮熟増加比が明らかに低下し，高温多雨年
では屑粒の増加が見られることから，ピックアップ収穫
体系においては完熟期に達したら速やかに収穫を行うこ
とが重要と判断される。

ビーンハーベスタによる収穫損失は莢水分や茎水分が
低下すると多くなる傾向にあり，完熟期後3～5週経過
し，裂莢や倒伏が甚だしくなると極端に増加する。落

粒・落莢・落枝損失は、密植にし、作業速度を速めるほど少ない傾向にある。倒伏程度が“少”から“多”の範囲であれば、作業速度を1 m/s程度まで早めることにより、損失1%程度で収穫が可能である。

ピックアップスレッシャによる収穫損失は、生育遅延年が4.4～4.5%、その他の例では0.3～1.7%と少なく、ピーンハーベスタによる損失を含めた体系全体の損失は3%程度と考えられる。

ピックアップコンバインによる収穫損失は、完熟期を2週間以上経過した2000年津別町では、標準栽植密度で22%に達し、2倍密植でも9%発生した。完熟期以降2週を超えない範囲では1.0%～7.0%の範囲に留まり、1.5倍から2倍密植栽培を行えば0.7～2.4%の損失に留まったことから、完熟期から2週間以内に収穫することで損失を少なくでき、ピーンハーベスタによる損失を加えても5%以内の損失で収穫可能であると判断できる。

2. 上川・道央地方におけるアズキのコンバイン直接収穫体系の適応性

上川・道央地方において、登熟期以降高温に経過した1999年及び2000年には、コンバイン直接収穫に相当する立毛収穫の雨害粒率（屑粒率及び濃赤粒率の和）はニオ積みと差がなく、降雨量が多い場合も同程度である。一方で島立て区や長期島立て区の雨害粒率は立毛区やニオ積み区よりも多い例があり、長期島立て区では成熟期以降の降雨量が多いほど増加する傾向が認められる（図8）。特に成熟期頃になっても20℃を超えた1999年において濃赤粒率の増加が目立ち、「エリモショウス」の種皮色が登熟初期の温度に影響された。これは、「エリモショウス」の種皮色が15℃以上で濃い赤色に変化し³⁾、

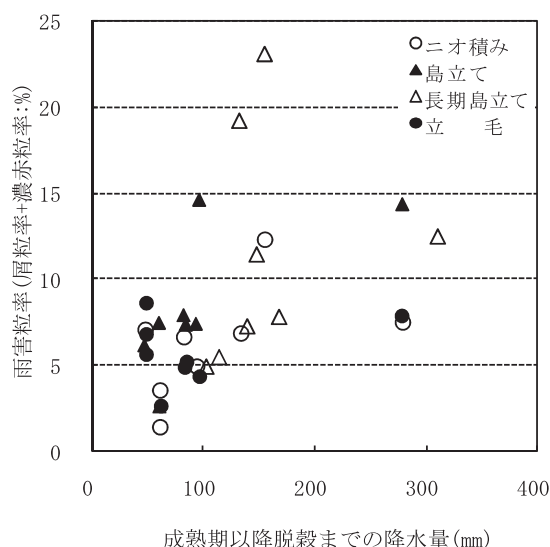


図8 上川・道央地方におけるアズキの収穫法と雨害粒率の関係

(1999年～2000年, 北村, 士別市, ニセコ町, 美瑛町)

色相の変化は20℃以上で大きく、15℃以下で小さい⁴⁾とする知見に符合する。このことから、上川・道央地方では、コンバイン直接収穫の方が島立てよりもほ場における品質劣化が少なく、ニオ積みと匹敵すると言える。

試験範囲の完熟期以降、コンバイン収穫を実施するまでの立毛期間は14日までであり、この期間内では雨害粒率のニオ積みとの差は－8ポイントから＋4ポイント、平均で－0.8ポイントと大きく増加した事例は少ない。しかし、立毛期間が長いほど雨害粒率が増加する傾向は否定できず、完熟期に至れば速やかにコンバイン収穫することが望ましいと言える（図9）。

コンバインによる収穫損失の大半は刈り取り部で発生し、刈り取り装置の優劣が明確に現れる。ピーンハーベスタと同様の丸鋸刃で切断するロークロップヘッダの損失が最も少なく、倒伏程度や茎の形態により刃の作用高さを畦頂部よりも低く設定することにより、容易に2%以下の損失にとどめることが可能である。また、刃の高さを畦頂よりも下に調整することはできないものの、2条刈のリールヘッダであれば損失2%程度の収穫は可能であり、この場合、ヘッダを低く維持することに留意を要する。一方、脱穀選別損失はワイヤーツースこぎ歯やスクリーロータの軸流式脱穀部を持つコンバインで少なく、作業速度を速くして流量を増しても損失の増加は認められない。しかし、丸鋸刃ロークロップヘッダを有するコンバインの脱穀部は受け網を持たないラスプバー直立式で、他の脱穀方式に比べて損失が多い。直立式脱穀機構で流量の増加とともに未脱損失が増加することが知られており¹⁾、当該機では英水分が高いほどその程度は大きくなるが、水分が高い場合は収穫時の茎葉の量に

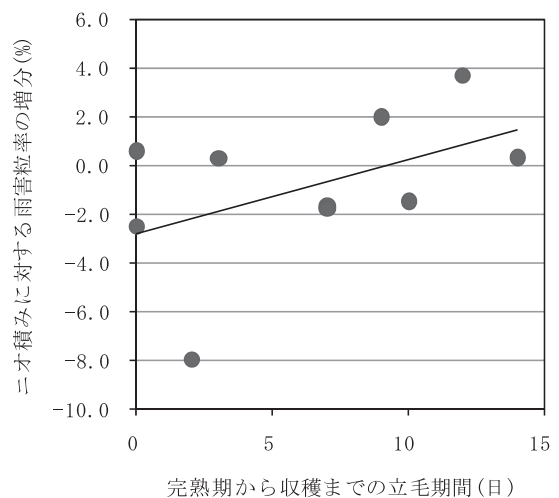


図9 上川・道央地方におけるアズキの立毛期間と雨害粒率の増加（コンバイン直接収穫）

(1999年～2001年, 北村, 士別市, ニセコ町, 美瑛町)

応じて作業速度を調整することで損失を3%未満に維持することができる。刈り取り部と脱穀選別部の最良の組み合わせは丸鋸刃ロークロップヘッダと軸流式脱穀機構である²⁾が、この時点で直接収穫における損失合計を5%に維持可能な機種はロークロップ丸鋸刃及びリールヘッダの2条刈コンバインである。

3. アズキの収穫方法とあん原料及びあんの品質

2000年の美瑛町、2001年のニセコ町におけるニオ積みとコンバイン収穫のアズキの成分及び製あん特性、アズキの種皮色及びあん色は、それぞれの年次における収穫法の違いよりも、同じ年次における産地間差異の方が大きく、種皮色は同一品種であっても産地によって異なるといった知見¹⁰⁾や、同じ産地のアズキについてニオ積み、ピックアップ収穫、直接収穫を行った場合の加工適性分析、和菓子メーカーによる官能試験結果にも差がないとする知見⁶⁾と一致する。また、同一の地域における同じ収穫方法でも年次間の差が大きく、加工業者による製あん特性の評価も、収穫法による一定の傾向は認められない。従ってコンバインやスレッシャを用いたピックアップ収穫方法及び直接収穫方法はアズキの加工品質を損なわない省力的収穫方法として利用可能である。

謝 辞 本試験を遂行するにあたり、ご協力をいただいた空知、上川、後志、十勝、網走の各農業改良普及センター、JA いわみざわ、JA 士別、JA びえい、JA めむろ、JA さらべつ、そして委託栽培に応じていただいた生産者の方々に衷心より感謝する。

また、中央農業試験場長竹田芳彦氏には懇切なご校閲をいただいた。厚く謝意を表する。

引用文献

- 1) R. A. Kepner, et al. "Principles of Farm Machinery 3rd Edition", Westport, Connecticut, AVI PUBLISHING COMPANY, INC., 1978, p.408-409
- 2) 竹中秀行, 原令幸, 関口健二. "小豆のコンバイン収穫技術". 農業機械学会北海道支部会報. 43, 61-67 (2003)
- 3) 長岡泰良, 沢田壮兵. "アズキ種皮色に及ぼす登熟期の温度の影響". 育種作物学会北海道談話会会報. 39, 119-120 (1998)
- 4) 長岡泰良, 沢田壮兵. "アズキ種皮色に及ぼす登熟期の温度の影響第2報". 育種作物学会北海道談話会会報. 40, 117-118 (1999)
- 5) 北海道立十勝農業試験場・中央農業試験場 "十勝地方における小豆のピックアップ収穫技術". 平成10年普及奨励ならびに指導参考事項, 北海道農政部, 1998, p.57-59
- 6) 財団法人十勝圏振興機構. "高規格小豆を利用したハイグレードな製餡加工技術の開発". 2000年度「高規格雑豆類の新規用途開発普及事業」報告書. 23-34 (2001)
- 7) 加藤淳, 細谷恵理, 市川信雄. "北海道産小豆の品質関連形質の変異及び種皮色とアン色の関係, 北海道産小豆の製アン特性に及ぼす品質関連形質の影響 (第1報)". 北海道立農試集報. 64, 25-34 (1992).
- 8) 加藤淳, 徳光恵理, 市川信雄, 目黒孝司. "小豆の百粒重とアン粒径の関係, 北海道産小豆の製アン特性に及ぼす品質関連形質の影響 (第2報)". 北海道立農試集報. 66, 15-23 (1994)
- 9) 加藤淳, 目黒孝司, 市川信雄. "小豆の煮熟増加比とアン収率の関係, 北海道産小豆の製アン特性に及ぼす品質関連形質の影響 (第3報)". 北海道立農試集報. 71, 27-34 (1996)
- 10) Kato, J., et al. "Variations in the Seed Coat Colour of Adzuki Beans in the Aspects of Varieties, Harvest Years and Growing Locations, using Two-Dimensional Colour Mapping". Plant Prod. Sci. 3, 61-66 (2000)

Mechanization of Adzuki Bean Harvesting and the Quality of the Products

Hideyuki TAKENAKA^{*1}, Jun KATO^{*2}, Hitoshi SATO^{*3}, Kenji SEKIGUCHI^{*4},
Hiroshi MOMONO^{*7}, Kippei MURATA^{*5}, Hisanori SHIMADA^{*5}, Satoshi AOYAMA^{*6},
Ken-ichi TOMITA^{*8}, Makoto MINAMI^{*9}

Summary

We verified the adaptability of the mechanized harvesting system of Adzuki beans in Hokkaido. The period of maturity and the full-ripe stage of Adzuki beans can be hastened by dense planting on piedmont and littoral of Tokachi district and in Abashiri district of Hokkaido as well as in the central zone of Tokachi district. Pick-up harvesting system using bean harvester and threshing machine or combined harvester with pick-up unit can be applied with the appropriate choice of cultivar according to the dangerous level of frost damage in each area in Hokkaido except for the year with late maturity. Especially dense planting makes good condition for harvesting. Harvesting loss of pick-up harvesting system can be decreased fewer than 5 % by dense planting. The quality of outward appearance of Adzuki beans which were directly harvested by combine in Kamikawa and Douou district of Hokkaido was more excellent than that of "Shimadate" as well as that of "Niozumi". Within two weeks after the full-ripe stage, the degree of the decline in the quality of outward appearance was small. Therefore, an early harvesting Adzuki beans as quickly as possible within this range is recommended. Harvesting loss of direct harvesting system by the combine with row crop header which was composed of circular saw blade or reel with reciprocal cutter-bar was less than 5 % under the lodging level "many". The mechanical damage of the Adzuki beans which were harvested in the appropriate period by combine or by pick-up harvester could be lowered to 0.7 % or less. The difference in the quality and the processing aptitude of Adzuki beans among harvesting methods was small. The quality and the processing aptitude of the Adzuki beans rather differ among years and areas. From the above, the mechanized harvesting systems by pick-up or direct harvesting machine can be used as the labor-saving harvest system which can produce high quality Adzuki beans in Hokkaido.

^{*1} Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-1395 Japan

^{*2} ditto (Present; Department of General Affairs in Hokkaido Government, Sapporo, Hokkaido, 060-8588 Japan)

^{*3} ditto (Present; Hokkaido Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082-0081 Japan)

^{*4} ditto (Present; Hokkaido Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-1100 Japan)

^{*5} Hokkaido Tokachi Agricultural Experiment Station

^{*6} ditto (Present; Hokkaido Kamikawa Agricultural Experiment Station, Pippu, Hokkaido, 078-0397 Japan)

^{*7} ditto (Present; Hokkaido Donan Agricultural Experiment Station, Hokuto, Hokkaido, 041-1201 Japan)

^{*8} Hokkaido Kitami Agricultural Experiment Station (Present; Hokkaido Central Agricultural Experiment Station)

^{*9} Hokkaido Kamikawa Agricultural Experiment Station (Present; Hokkaido Central Agricultural Experiment Station Plant Genetic Resources Division, Takikawa, Hokkaido, 073-0013 Japan)