

コンバインの性能向上に関する研究

— 研究所報告 —

江崎 春雄

STUDIES ON RICE COMBINES

— Technical Report —

Haruo EZAKI

Institute of Agricultural Machinery

Omiya, Japan

March 1968

昭和43年3月

農業機械化研究所

埼玉県大宮市日進町1丁目

目 次

緒 言	1
I 普通型コンバインのシリンダー・コンケーブのツースの形状に関する研究 (江崎春雄・入江道男・三浦恭志郎)	2
1. コンバインのツースの代表的な形状	3
2. 室内実験装置	3
3. 3種のシリンダー, コンケーブの性能	5
4. 直方体ツースの高さ, 厚さ, 幅等の要因分析試験	10
5. ツースの傾斜角の効果	18
6. 線材ツースの性能	21
7. 結 論	26
II 普通型コンバインのストローラックに関する研究 (江崎春雄・三浦恭志郎)	29
1. 試験方法と実験装置	30
2. 3種の実用化されているストローラックの性能	31
3. ストローラックの性能に關与する種々の要因の分析	37
4. ストローラックの段の形状が選別に与える影響	41
5. 結 論	45
III 水稻の子実歩合が普通型コンバインの性能に及ぼす影響 (江崎春雄・三浦恭志郎)	46
1. 試験方法	46
2. 試験結果と考察	49
3. 結 論	50
IV 水稻の品種および収穫時期を異にした場合の普通型コンバインの作業精度 に関する研究 (江崎春雄・吉田由之佐・三浦貞行・楠原信行)	51
1. 試験方法ならびに試験条件	51
2. 試験結果と考察	54
3. 結 論	64
V 自脱コンバインおよび脱穀機の2番還元に関する研究 (江崎春雄・今園支和)	65
1. 脱穀部の能力を増大させるための要因	65
2. 試験方法	66
3. 試験結果と考察	68
4. 結 論	71
VI 自脱コンバインの脱穀部の受あみからの穀粒の漏下に関する研究 (江崎春雄・今園支和・間中正男)	72

1. 試験方法	72
2. 試験結果と考察	73
3. 結論	74
Ⅶ コンバインの水稻収穫時の作業精度(江崎春雄)	75
1. 普通型コンバインの性能	75
2. 自脱コンバインの性能	82
3. 穂刈式コンバインの性能	83
4. 結論	83
STUDIES ON RICE COMBINES (Summary in English)	85

CONTENTS

FOREWORD	1
I ANALYTICAL STUDIES ON THE SHAPE AND SIZE FACTORS OF THRESHING TEETH (Haruo EZAKI, Michio IRIE, Kyoshiro MIURA)	2
1. Typical Threshing Teeth on Combines	3
2. Apparatus for Laboratory Experiments	3
3. Performances of Three Threshing Drum-Concave Units	5
4. Factorial Experiments on the Shape and Size Factors of Rectangular Threshing Teeth	10
5. Effect of Giving Inclination to Threshing Teeth	18
6. Performances of Steel-Rod Teeth	21
7. Conclusions	26
II SEVERAL FACTORS AFFECTING THE PERFORMANCE OF STRAW WALKERS FOR RICE COMBINES (Haruo EZAKI, Kyoshiro MIURA)	29
1. Experimental Procedures and Apparatus	30
2. Performance of Three Kinds of Straw Walkers	31
3. Factorial Experiment on the Factors Affecting the Performance of Straw Walkers	37
4. Factorial Experiment on the Cascade of Straw Walkers	41
5. Conclusions	45
III THE INFLUENCE OF GRAIN-STRAW RATIO ON THE PERFORMANCE OF THRESHING APPARATUS (Haruo EZAKI, Kyoshiro MIURA)	46
1. Experimental Procedures	46
2. Test Results	49
3. Conclusions	50
IV OPERATING ACCURACY OF COMBINE-HARVESTERS WITH RICE VARIETIES AND HARVEST DATE VARIED (Haruo EZAKI, Yunosuke YOSHIDA, Sadayuki MIURA, Nobuyuki KUSUHARA)	51
1. Experimental Procedures and Conditions	51
2. Test Results	54
3. Conclusions	64
V STUDIES ON TAILINGS RETURN OF HEAD FEEDING COMBINES (Haruo EZAKI, Sasakazu IMAZONO)	65
1. Several Ways to Increase the Capacity of Threshing Part	65
2. Testing Method	66

3. Test Results	68
4. Conclusions	71
VI STUDIES ON THE GRAIN DISTRIBUTION UNDER THE THRESHING CONCAVE OF HEAD FEEDING THRESHERS (Haruo EZAKI, Sasakazu IMAZONO, Masao MANAKA)	72
1. Testing Method	72
2. Test Results	73
3. Conclusions	74
VII THE PRESENT SITUATION AND PROBLEM OF RICE COMBINING IN JAPAN (Haruo EZAKI)	75
1. Performances of Ordinary Combines	75
2. Performances of Head Feeding Combines	82
3. Performances of Head Reaping Combines	83
4. Conclusions	83
SUMMARY IN ENGLISH	85

緒 言

本報告は、1962年より1967年にいたる6年間に行なったコンバインの、水稻収穫時における作業性能の向上を目的とした試験研究の結果をとりまとめたものである。本研究の着手以前には、すでに当研究所において発表した『刈取機とコンバインの試作研究——研究所報告——』（昭和39年4月）に詳述したように、小型コンバインの試作研究を行ない、このコンバインを実験することによって問題点の把握を行なっていたが、それらの問題点を整理してコンバインの作業性能向上に関する研究を開始した。

本報文の前半は投込み式のコンバインすなわち普通型コンバインの水稻収穫時の作業精度の向上を図る目的の試験結果を示し、後半に日本において開発されている自脱コンバインの脱穀部の性能向上の研究結果を示した。

すなわち第Ⅰ章、第Ⅱ章においては、普通型コンバインの心臓部と思われる脱穀選別の性能を向上させる目的の試験であり、この試験結果によって水稻を収穫するためのシリンダ、コンケーブおよびストローラックの形状の改良の資料を得ることができた。

第Ⅲ章、第Ⅳ章においては、水稻の性状ならびに条件、さらには収穫時期が普通型コンバインの性能を左右する大きな要因であることを分析し、水稻収穫時におけるコンバインの合理的な使用法に対して指針を得ることができた。

第Ⅴ章、第Ⅵ章においては、日本で開発されている自脱コンバインの能力の向上を計るひとつの手段として、コンバインの脱穀部の2番選元に関する問題と受けあみからの穀粒の漏下に関する問題の解析を行なって、コンバインの改良の資料を得ることができた。

さらに第Ⅶ章においては、当研究所において行なった鑑定試験や利用試験の結果のほか各府県の農業試験場における試験結果をも参考にして、普通型コンバイン、自脱コンバインの水稻収穫時における特性の分析を試みた。

以上7つの章に分けた研究論文は、コンバインの性能向上を目的として一連のつながりをもっているが、各々独立した研究担当者のもとに計画・実行された。なお、実験機の製作に当たっては日本車輛製造株式会社、佐藤造機株式会社、井関農機株式会社の御協力を得ており、試験に当たっては研修生木内淳之君、野田義美君の御協力を得るとともに、全試験を通じて当研究所の入江道男、三浦恭志郎、今園支和、戸崎紘一、間中正男の諸兄の協力を得たことを記し感謝の意を表わしたい。

さらに本研究は当研究所籾木豪夫理事の御指導と御教示を得、さらに柳田友輔理事には本報告書の御校閲を得たことを記し深甚の謝意を表するものである。

1967. 12. 25

江崎春雄

I

シリンダー・コンケーブのツースの形状に関する研究

—普通型コンバインの脱穀部—

江崎春雄・入江道男・三浦恭志郎

Analytical Studies on the Shape and Size Factors of Threshing Teeth

Haruo EZAKI, Michio IRIE, Kyoshiro MIURA

はじめに

本章は、1963（昭38）年から1965（昭40）年までの3ヵ年にわたって行なった実験および1967（昭42）年に補足的に行なった実験の結果を取りまとめたものである。普通型コンバインやスレッシャに採用されている投込式の脱穀機構は、現在わが国に約280万台普及している脱穀機の脱穀部とは脱粒作用が異なり、水稻を脱穀するときには、品種の脱粒性によってこぎ残しの割合に差を生じ、しかも脱稈粒や碎米等の損傷粒の発生が多いことが問題になっている。

これらのコンバイン・スレッシャの脱穀機構の解決すべき大きな問題点としては、作業精度を上げること、すなわちこぎ残しを少なくし、脱稈粒や碎米を少なくすることのほかに、コンバインの各機構の中で最も所要馬力を要していると思われる脱穀部の馬力の軽減を図ることが挙げられる。

投込式の脱穀部についての研究は、日本においてはほとんどなく、また水稻を供試材料にした研究は外国においても数少ないので、われわれは水稻を供試材料として、コンバイン・スレッシャの性能を向上させるのに必要と思われる基礎資料を得るための研究を行なった。

本研究の開始に当たっては、シリンダ（こぎ胴）とコンケーブ（受けあみ）のうち、どのような要素がどのように脱穀性能に影響するかを知ることが脱穀機構の改良の基礎資料になると考えて、まずシリンダおよびコンケーブに共通で、かつおもな要素であるツース（こぎ歯と受け歯）に関する研究を行なうことにした。

その手始めとして日本に輸入されているライス・コンバインの脱穀部のツースの形状や、水稻を脱穀する場合に外国で利用されているツースの形状について調査を行なうとともに、国産コンバインのツースについても調査を行なった。次に調査したものの中の代表的なツースを組み込んだシリンダとコンケーブを二、三試作してその性能を調査した。

ひきつづいて形状の最も単純な直方体のツースを作製して、ツースの高さ、幅、厚さについて要因分析試験を行ない、ツースの形状の基本的な概念を知りえた。さらにツースの後退角が脱穀性能に及ぼす影響を知りえた。

一方、日本の脱穀機に利用されている線材ツースをこの形式の脱穀部のツースとして利用することの利害得失についても知ることができた。

1. コンバインのツースの代表的な形状

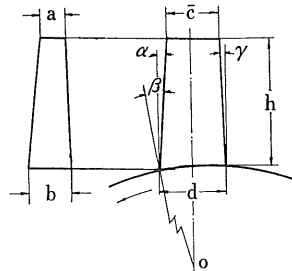
今回の実験を開始するに当たって、外国から輸入された普通型コンバインおよび国産の普通型コンバインのツースについて二、三の調査を行なった（1962.11～1963.2）。

ースについて二、三の調査を行なった（1962.11～1963.2）。

第 I-1 表 ツースの形状

機 種 名		a	b	c	d	h	α	β	γ
外国 バ ライ イン ス ・ コ	イ ン タ ー 403	4	11	30	15	55	約 4	7~8	約-20
	コ ム ナ ー ル	6.5	15	30	15	69	約 2	0	約-12
	ク レ ー ス M80	10	19	19	29	62	約 4	約10	約 4
	バ ウ ツ T600	9	20	19	29	62	"	7~8	"
	ア ル ボ ス・ブ ッ バ	10	19	19	29	62	"	7~8	"
国産 コ ン バ イ ン	N 式	9	18	25	34	62	約 4		約 4
	M 式	6 ϕ	6 ϕ	11R	46	60	約17		約17
	Y 式	6	6	25	40	60	約15		0
	H 式	10	18.5	20	27.5	56	約 3		約 3
	K 式	6	6	15R	43	50	約10		約10
全 体		4~10	6~20	19~25	15~46	50~69	-2~17		-20~17

寸 法 の 表 示



第 I-1 表に、調査したもののうち二、三の結果を示しておいたが、この調査例によると、ツースの高さ(h)は50 mm から 69 mm までであり、多くのものは 60 mm 内外である。

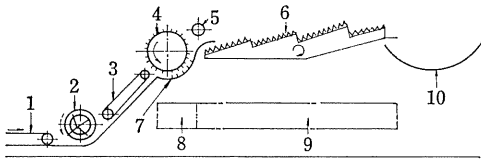
ツースの厚さ (a, b) は、歯先が歯元に比べて薄くなっている傾斜歯であるが、中央部はだいたい 6 mm から 14 mm の範囲内にある。

ツースの幅 (c, d) は、各機に特徴があって、歯先が歯元に比べて広いもの、狭いものと種々の形状のものがあるが、作用部はだいたい 20 mm から 30 mm の範囲内にある。ツースの傾斜角 (α) は、後退しているものが多いが前進角 2° から後退角 17° の範囲内にある。以上の調査をもとにしてツースの形状の数値を定めて、以後の実験を行なった。

2. 室内実験装置

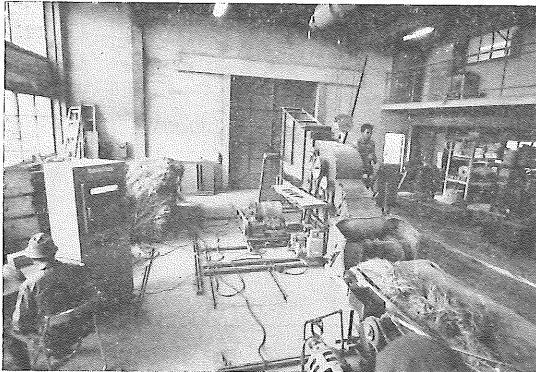
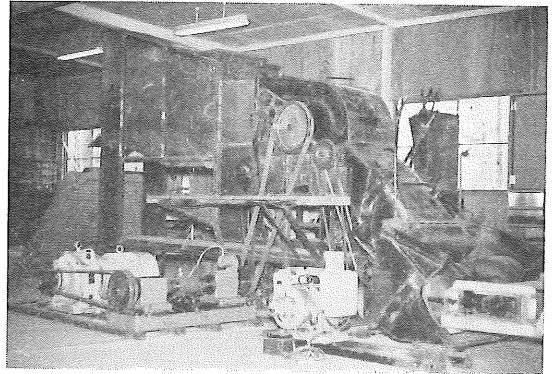
室内実験装置は N 式コンバインの本体を改造して製作したものであり、脱穀部の室内実験はすべてこの装置を

用いて行なった。第 I-1 図に実験装置のスケルトン図を示し、写真を第 I-2 図および第 I-3 図に示しておい

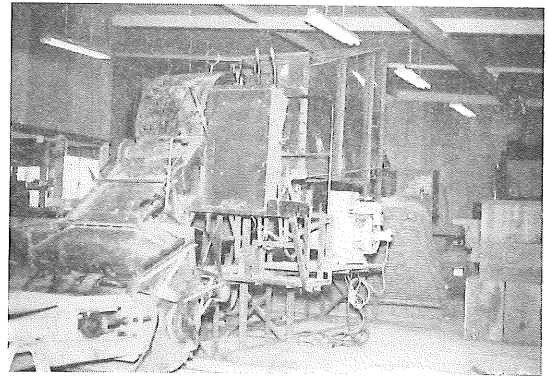


- | | |
|--------------------|---------------|
| 1: ベルトコンベヤ | 6: ストローラック |
| 2: 出入フィンガ付き
オーガ | 7: コンケープ |
| 3: チェーンコンベヤ | 8: コンケープ下受箱 |
| 4: シリンダ | 9: ストローラック下受箱 |
| 5: リヤービータ | 10: 排わら受けビニール |

第 I-1 図 室内実験装置の概要



第 I-2 図 ツースの室内実験装置



第 I-3 図 室内実験装置の脱穀選別部

た。第 1 回の実験 (1963. 8~9) では 7.5 kW の 3 相分巻整流子電動機でシリンダ、チェーンコンベヤならびにオーガをまとめて駆動したが、第 2 回以後の実験からは、シリンダは、チェーンコンベヤおよびオーガとは別に駆動するように改造した。

供試材料の供給方法によって、脱穀部の性能はもちろんのこと、選別部の性能にもかなりの変動が生ずることは、すでに予備実験においても確認していたので、コンバインの実際の作業の状態と類似した整一な送りを行なうことができるように、幅 1 m、有効長さ 12 m のエンドレス・ゴムベルトコンベヤを製作した。

ベルトコンベヤは、2.2 kW の 3 相分巻整流子電動機を原動機とし、コンベヤと原動機の間に変速機をつけてコンベヤの速度に 0.1~0.9 m/s の変化を与えることができるようにした。

シリンダの回転数、シリンダとコンケープの間隙は自由に变化できるようにした。

コンケープやストローラックからの漏下穀粒等はその下に備えた箱で受けることができるようにした。

第 I-1 図において、①ベルトコンベヤの上に供試材料である水稻を穂先を前にして 30~45° の傾斜で定められた量をのせて、各実験で定めた速度でベルトコンベヤを走らせた。水稻は、②出入フィンガ付きオーガによって中央に集められ、③チェーンコンベヤによって、④シリンダに供給されて脱穀される。わらはは、⑤リヤービータの作用で、⑥ストローラック上に排出され、選別が行なわれる。排わらは、⑩排わら受けビニールに受けられ、⑦コンケープ、⑧ストローラックから漏下した穀粒とチャフ (わら屑) は、⑧⑨受箱に受けられる。受箱内の穀粒とチャフおよびビニールに受けられた排わら・こぎ残し粒・ささり粒は試験用脱穀機およびその他の機具・方法を用いて分離される。

このようにして、各種のシリンダの作業精度を求めるとともにシリンダの所要動力を求めた。1963年には記録電力計を用いて所要電力の測定を行なったが、それ以降はシリンダとシリンダ駆動用の電動機との中間に 5kg-m (または 10kg-m) のトルクピックアップを挿入して、トルクと回転数の積算回路を有する馬力指示記録装置によって測定を行なった。

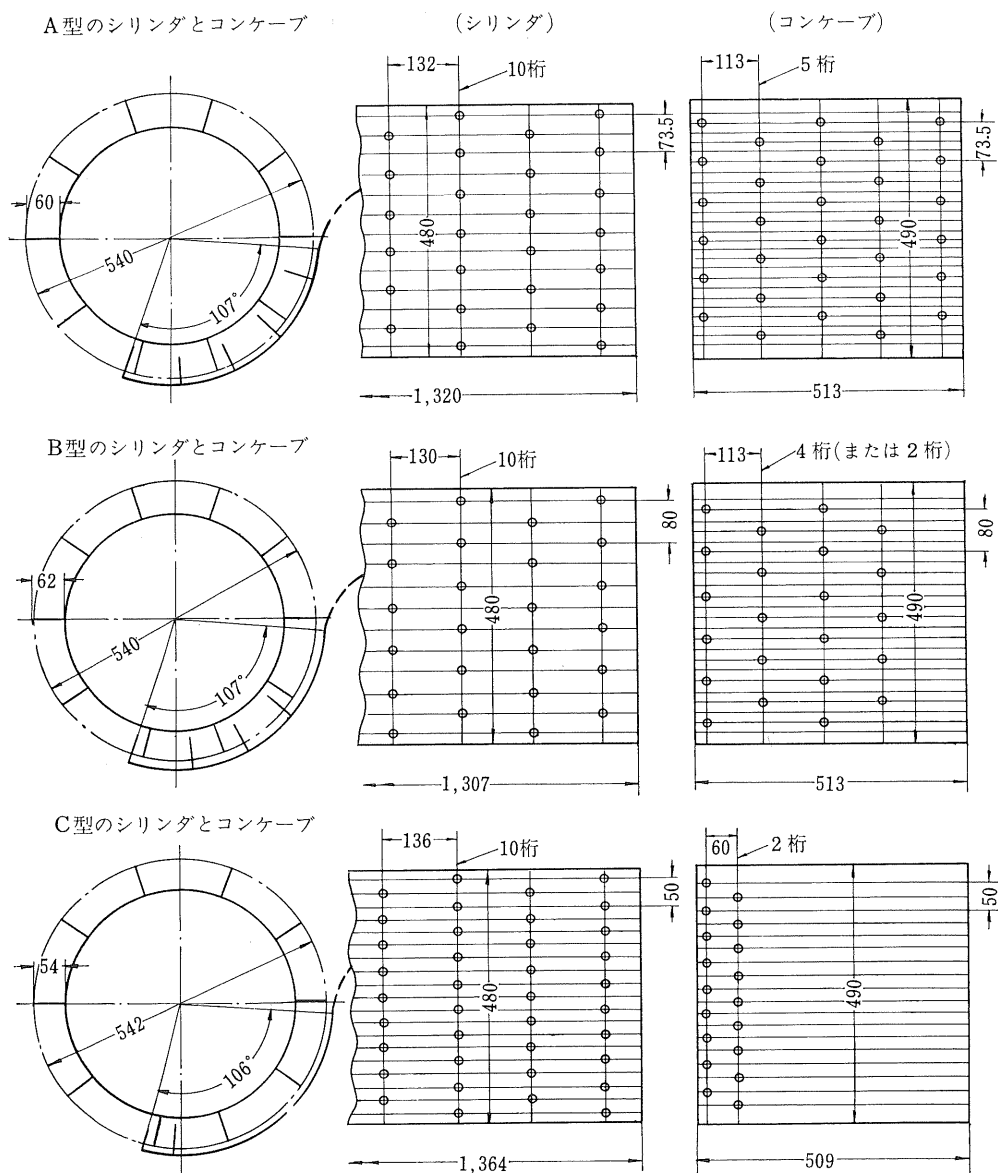
3. 3種のシリンダ、コンケーブの性能 (1963)

シリンダ、コンケーブおよびツースの形状についての調査を終了後、代表的な3種のシリンダとコンケーブを試作して(1963. 2~8)その性能を把握するための実験を行なった(1963. 8~9)。

3.1 試作したシリンダ、コンケーブおよびツースの形状

1) シリンダとコンケーブの関係

A型、B型、C型と呼称した3種の試作シリンダとコ



第 I-4図 シリンダ、コンケーブ関係図

第 I-2表 3種の試作したシリンダとコンケーブの寸法

項 目		型	A	B	C	
シ リ ン ダ	幅	mm	480	480	480	
	回 転 径	mm	540	540	542	
	歯 先	mm	420	416	434	
	歯 元	mm	10	10	10	
	桁 数		36.8	40	25	
	こ ぎ 歯	回 転 間 隔	mm	5	5	5
		重 複 数		65	60	95
		総 数	本	60	62	54
		高 さ	mm	5, 28	10, 34	4, 32
		歯先の厚さ, 幅	mm	25, 28	19, 34	11.5, 16
	歯元の厚さ, 幅	mm	585	539	378	
	正面面積の和	cm ²				
コ ン ケ ー ブ	全 包 囲 角	度	107	107	107	
	垂線前包囲角	度	24	24	22	
	桁 の 形 状	(厚 さ, 幅) mm	18, 35	18, 35	16, 40	
	間 隔	mm	110	110	60	
	棧 の 形 状	(厚 さ, 幅) mm	—	—	6, 25	
	間 隔	mm	—	—	40	
	桁と棧の縦線からの立上り	mm	3	3	3	
	縦 線 の 径	mm	6	6	3.2	
	目 合	mm	18.4	20	25	
	漏下面積割合	%	40.0	43.2, 43.8	58.1	
受歯の列(桁)数		5	4, 2	2		
	間 隔	mm	73.5	80	50	
	総 数	本	30	22, 11	18	

ンケーブの寸法は第 I-2 表に示してある。

3種共通の寸法は、シリンダ幅(こぎ胴幅)480mm, 歯先回転径540(542)mm, 桁数10本, 重複数5回であり, コンケーブの包囲長もほとんど同一寸法である。

第 I-4図に3種のシリンダ, コンケーブの側面関係図と展開図を示した。

2) ツースの形状

3種のツースの正面・側面図を第 I-5 図にまとめて示した。

(1) A型ツースの特徴は、こぎ歯および受歯の両側面の傾斜角が大きいので、シリンダとコンケーブの間隙の変化量に対するこぎ歯側面と受歯側面の間隙の変化は大きい。歯の高さは60mm, 歯先回転径は540mmとして、B型との比較を考えた。また、こぎ歯の回転間隔も36.8mmとしてB型に近くした。

(2) B型ツースは、ヨーロッパのコンバインの標準型のツースとして、輸入機のバウツ, アルボス・ブッパ, クレース等に利用してあるものと正面の形状は同様であるが、側面は歯元と歯先の幅を等しくした点は異なる。

(3) C型ツースは、ライス・コンバインのこぎ歯および受歯としてアメリカ, ソ連で広く用いられている形式に近い形で、輸入機としてはインター, ジョンドヤー等に利用されているものとほとんど同じ寸法をもっている。

3.2 実験方法

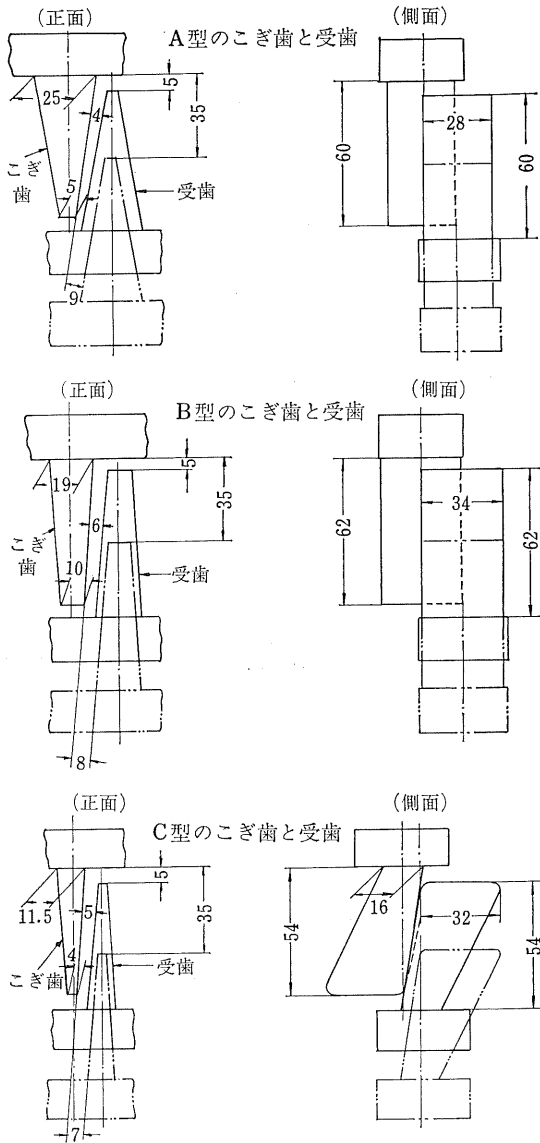
次に述べる項目・方法に従って1963年8月から9月にかけて実験を行なった。

1) 実験項目

- (1) A型, B型, C型の3種の脱穀機構の性能の比較。
- (2) 回転数の変化による影響。
- (3) ツース間の間隙の変化による影響。
- (4) 受歯列数の影響。
- (5) 供試材料の違いと性能の変化。
- (6) 所要動力の違い。

2) 方法

- (1) 供試材料は、農事試験場, 昭和37年産の水稲クサヅエ(穀粒水分約14%, 稈水分約13%), キンマゼ(穀粒



第 I-5図 実験に供したツースの関係図

水分約14%，稈水分約13%）および農林25号（穀粒水分約14%，稈水分約13%）を圃場で乾燥後室内に保存した乾材，ならびに茨城県稲敷郡東村，昭和38年産の刈取り後2～3日目の水稻ハウネワセ（穀粒水分約26%，稈水分約65%）の湿材を用いた。

(2) 供給流量および供給状態がほぼ一定になるように，コンベヤ上8 m間に，乾材では10kg，湿材では11kgを穂を前に約45°に平行に並べ，約0.4 m/sの速度で供給されるようにした。穀稈流量は1.7～1.9 t/hであった。

(3) こぎ胴の回転数(歯先周速)は 600, 700, 800 rpm (約17, 20, 23 m/s) の3段階を目標として変化させた。

(4) こぎ歯と受歯の側面の間隙は，A型では3.2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm, B型では5.5 mm, 6 mm, 7 mm, C型では5 mm, 6 mmに変化させた。

なお，こぎ歯と受歯の重複長さおよびこぎ歯先端とコンベヤ上面との間隙，ならびにこぎ歯と受歯の側面間隙の関係値を第 I-5 図に示しておいた。

(5) 脱穀した材料は，コンベヤおよびストローラックよりの漏下粒ならびにストローラックよりの排わらに分けて採取した。

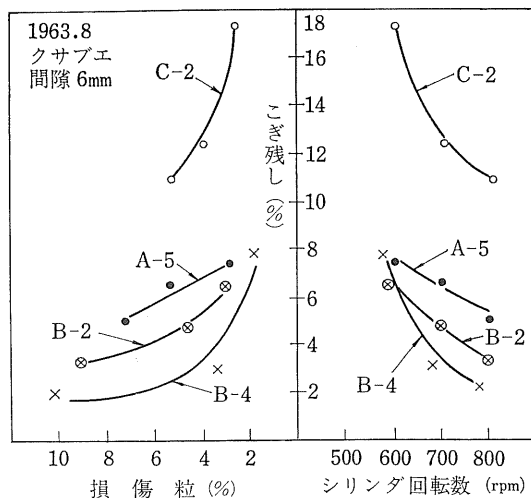
コンベヤとストローラックよりの漏下粒は，試験用脱穀機により調製し，ストローラックよりの排わらは，手選別によりササリ粒を分離したのち，脱穀機によってこぎ残しを求めた。

(6) 所要動力は，シリンダとチェーンコンベヤを駆動するモータの無負荷時および負荷時の入力記録電力計(横河電気製，KR-30型)によって記録させた。

3.3 実験結果と考察

1) 作業精度

第 I-3表に回転数およびツースの側面間隙とこぎ残しおよび損傷粒の関係，さらにこぎ残し率と漏下率との関係を表示し，1例を第 I-6図に示した。実験結果からこぎ残し，損傷粒ならびに漏下率について考察を加えてみる。



第 I-6図 3種のシリンダの速度と作業精度の関係の1例

(A-5はA型シリンダで5列の受歯を示す)

(1) こぎ残し

① A, B, C型ともにシリンダの回転数を上げてツースの周速を増加させると，こぎ残しは減少し，またこぎ歯と受歯との側面間隙を減少させてもこぎ残しは少なく

第 I-3表 3種の試作シリンダ, コンケーブの性能

試験 月日	シリン ダ種 類	こぎ 胴 回 転 数	側 面 間 隙	受 歯 列 数	品 種	穀粒分布				コンケーブ下 穀粒の内訳			流 量	入 力	
						コンケ ーブ 下	ストロ ー ク 下	排 稈 中		粗	脱稈米	碎 米		無負荷	負 荷
								さ	り						
						%	%	%	%	%	%	t/h	kW	kW	
1963 8 19	A	570	3.2	5	クサブ エ (穀粒 水分 14.7%)	64.6	30.3	1.0	4.1	91.9	7.0	1.1	1.80	1.38	5.04
		660	//	//		63.6	32.6	1.0	2.8	92.6	6.9	0.5	1.80	1.74	5.52
		780	//	//		69.4	29.2	0.5	1.0	91.4	7.1	1.5	1.85	2.16	5.04
		600	4.0	//		52.0	39.5	1.5	7.0	95.7	4.0	0.3	1.71	1.80	5.04
		690	//	//		55.0	39.2	1.3	4.6	93.1	6.0	0.9	1.90	—	—
		790	//	//		63.2	33.4	1.1	2.3	93.8	5.0	1.2	1.80	2.40	4.80
	型	600	6.0	//	49.8	41.0	1.8	7.4	97.3	2.2	0.5	1.76	1.50	4.56	
		700	//	//	46.4	45.4	1.6	6.6	94.7	4.2	1.1	1.80	1.86	4.32	
		800	//	//	51.6	42.2	1.4	4.9	92.8	5.8	1.4	1.76	2.22	4.68	
		600	8.0	//	24.9	56.5	3.5	15.1	94.3	4.7	0.9	1.80	1.44	4.68	
		710	//	//	15.6	73.5	2.0	8.9	90.4	7.9	1.7	1.85	1.74	3.84	
		800	//	//	17.5	74.5	1.8	6.2	87.6	9.3	3.0	1.85	2.10	4.26	
1963 8 23 8 26	B	580	6.0	4	クサブ エ (穀粒 水分 14.5%)	56.4	34.3	1.5	7.9	98.0	1.9	0.1	1.95	1.56	5.40
		680	//	//		62.7	33.0	1.1	3.2	96.6	3.1	0.3	1.76	1.62	4.98
		780	//	//		73.8	23.1	0.8	2.2	89.7	9.3	1.0	1.76	1.98	4.92
		590	7.0	//		54.2	35.1	1.7	9.0	97.2	2.6	0.2	1.80	1.32	4.26
		690	//	//		62.4	32.4	0.7	4.4	96.3	3.3	0.3	1.80	1.68	4.44
		790	//	//		65.3	30.5	0.6	3.6	93.0	6.2	0.8	1.76	1.98	4.38
	型	590	6.0	2	63.8	28.2	1.4	6.6	97.0	2.7	0.3	1.76	1.32	4.32	
		690	//	//	66.9	27.7	0.7	4.8	95.4	4.2	0.4	1.80	1.56	4.02	
		790	//	//	67.3	28.7	0.7	3.3	90.9	7.6	1.5	1.85	1.80	4.80	
		590	7.0	//	57.8	31.0	1.6	9.6	98.1	1.7	0.2	1.71	1.32	4.08	
		690	//	//	61.4	30.2	1.2	7.2	94.9	4.1	0.9	1.71	1.56	4.02	
		790	//	//	65.9	28.2	1.0	5.2	93.7	5.1	1.2	1.80	1.92	4.80	
1963 8 21 8 27	B	500	6.0	4	ホウネン ワセ (穀粒 水分 25%)	65.8	31.3	0.5	2.4	95.4	4.3	0.3	1.87	1.14	6.25
		670	//	//		66.1	32.3	0.4	1.2	98.6	1.4	0.1	1.90	1.38	6.48
		790	//	//		66.9	32.2	0.4	0.6	95.1	4.5	0.4	1.85	1.68	5.52
	型	690	6.0	2	65.1	33.1	0.5	1.4	97.5	2.5	0.0	1.71	1.56	5.52	
		790	//	//	66.1	32.4	0.4	1.1	95.7	4.3	0.1	1.79	1.98	6.12	
		770	5.5	//	65.2	33.6	0.5	0.6	95.2	4.7	0.1	1.85	1.92	6.96	
1963 8 23 8 26	C	610	5.0	2	クサブ エ (穀粒 水分 14%)	55.7	25.7	3.2	15.4	96.3	3.3	0.4	1.77	1.32	2.76
		710	//	//		60.5	26.2	2.0	11.2	94.6	4.7	0.7	1.84	1.56	3.06
		710	//	//		67.0	25.2	1.7	6.3	89.9	8.5	1.6	1.80	1.92	3.30
		610	6.0	//		49.2	30.3	3.1	17.4	97.4	2.3	0.3	1.80	1.26	2.64
		710	//	//		55.3	29.1	3.2	12.4	96.1	3.3	0.6	1.78	1.50	2.64
		810	//	//		58.5	28.3	2.1	11.0	94.9	4.2	0.9	1.71	1.86	2.88
	型	810	5.0	//	72.2	25.1	0.8	1.9	93.0	5.3	1.7	1.79	1.80	3.36	
		810	//	//	67.5	25.1	1.6	5.7	94.9	3.6	1.5	1.75	1.80	3.24	
		710	5.0	//	71.2	25.0	0.6	3.2	96.3	3.5	0.2	1.69	1.68	3.24	
		710	//	//	69.6	26.4	0.7	3.4	92.9	7.0	0.1	1.94	1.62	3.24	
		710	//	//	73.2	23.7	0.6	2.5	93.8	6.1	0.1	1.98	1.80	3.48	

なる。

② 同一回転数, 同一側面間隙においては, クサブエ(乾材)を用いた場合は, C型のこぎ残しが最も多く, A型とB型ではA型の方が多くようである。ホウネンワ

セ(湿材)を用いた場合もC型はB型より多い。

③ B型において受歯を4列(22本)と2列(11本)に変えた場合, 4列の方が2列よりもこぎ残しが少ない。

④ 乾材においては, 脱粒難のクサブエや農林25号よ

り脱粒やや易のキンマゼの方がこぎ残しは少ない。

(2) 損傷粒

① 全体としては、こぎ残しを減少させるようにすると損傷粒は増大する傾向がある。

② 同一側面間隙においては、回転数の増加とともに損傷粒も増加するが、同一回転数における側面間隙の変化と損傷粒歩合との関係は、実験の範囲においては見出せない。

③ A, B, C型間、あるいは乾材と湿材間における損傷粒歩合の相違は見出せない。

(3) コンケーブにおける漏下率

① A, B, C型ともにこぎ残し率が減少するに従って漏下率が增大する。

② クサブエにおける結果を比較すると、同一こぎ残し率においては、A型, B型, C型の順に漏下率が高い。これはコンケーブの面積に対する漏下面積の割合が、A型(40.0%), B型(43.2%または43.8%), C型(58.1%)の順に大きくなっていることと対応している。

2) 脱穀の所要動力

正確にこぎ胴の所要動力を測定することは、次回に実験装置を作製して行なうことにしてあるので、今回はモータの入力を測定するのみにとどめて、3形式のシリンダの所要動力の傾向を知ることにした。

第I-7図には、A型, B型, C型についてオーガ, チェーンコンベヤ, リヤビータおよびこぎ胴を含めて駆動したモータの入力の1例をこぎ胴の回転数の変化に対して描いた。なお、実験に際しては、オーガ, チェーンコンベヤ, リヤビータの速度は、こぎ胴の速度とともに増減した。

(1) 無負荷動力

① 無負荷動力は、同一速度においてはA型が最も大きく、次にB型, C型の順になっている。この原因には種々の要素があるだろうが、機構的な面から考えると、A型はこぎ歯の正面面積の和が 585 cm^2 で、B型の 539 cm^2 , C型の 398 cm^2 よりも広いために空気抵抗が大きいことも原因の1つであろう。

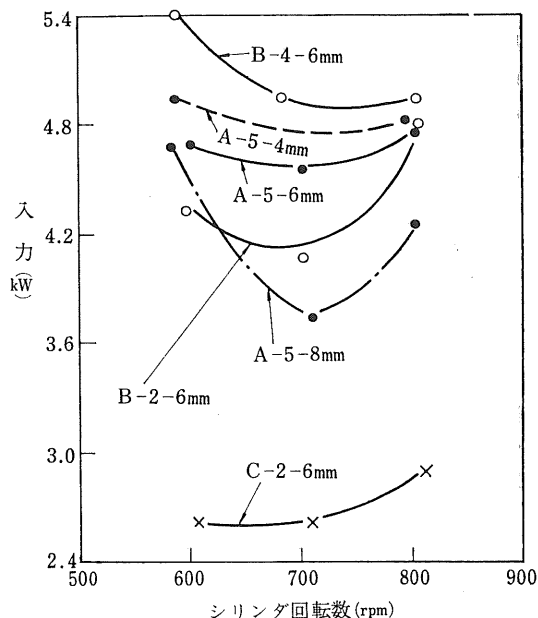
② こぎ胴の回転数が増加すると、無負荷動力は増加する。

(2) 総所要動力

① 総所要動力や作業のみに要する動力とこぎ胴回転数との関係は明確ではない。

② C型の総所要動力は、A型, B型の%ぐらいであり、所要動力の少ない形式とみられる。

③ こぎ歯と受歯の側面間隙が大きくなると、所要動力は小さくなる傾向がある。その原因として、こぎ歯と受歯の重複長さが減少し、こぎ歯先端とコンケーブ上面



第I-7図 3種のシリンダの所要馬力
(A-5-6mmはA型シリンダで5列の受歯を有し、側面間隙が6mmのものを示す)

の間隙が増大することが考えられる。

④ B型における受歯の列数が4列と2列では、前者が後者よりも所要動力は大きいとみられる。すなわち受歯列数が増加すると所要動力は増加する。

⑤ 脱粒難といわれる農林25号, クサブエと脱粒やや易といわれるキンマゼの乾材を用いて、C型の810rpmで比較した場合、所要動力については有意差は認めがたい。

⑥ クサブエの乾材とホウネンワセの湿材を同一流量で比較すると、湿材は乾材よりも乾物流量が少ないにもかかわらず所要動力は大きい。

3.4 結語

今回の試験結果から次のことを結論として導きえた。

(1) シリンダの回転数を増し、あるいはツース相互の重複長を増加し、すなわち側面間隙を減少させるとこぎ残しは減少するが、損傷粒は増加するとともに所要馬力も増加する傾向がある。

(2) 受歯の本数を増すと、こぎ残しは少なくなる。しかし、所要動力が増大する傾向が見られる。

(3) コンケーブからの漏下率は、こぎ残し率が小さいほど、また漏下面積率が大きいほど大である。

(4) 同一回転数と同一側面間隙においては、こぎ残しはC型が最も多く、A型, B型の順に少なくなる。

(5) 脱穀のみに要する動力は、側面間隙を少なくすると増加するが、回転数を変えても変化は認められない。

(6) 乾材と湿材では、同一流量（乾物流量は湿材が小さい）の場合、湿材の方が所要動力は大きいと考えられる。

(7) 無負荷時の所要動力は、C型、B型、A型の順に多くなる。C型は総所要動力もA型、B型より小さい。

4. 直方体ツースの高さ、厚さ、幅等の要因分析試験（1964）

前節の研究においては、試作した脱穀部の3種のものについて、それぞれの性能ならびに運転条件が性能に与える影響についてはおよその傾向を知ることができたが、どのような形状、寸法のツースが最も性能が高いものであるかについては、まったく結論を導き出すことはできなかった。

ツースについては、それを構成する因子は代表的なものでも、①高さ、②厚さ（正面の幅）、③正面の面積、④正面の傾斜、⑤幅（側面）、⑥側面の面積、⑦側面の傾斜、⑧正面や側面および隅の丸み等があり、⑨中空のもの（鋼棒で作った線材ツース）においても同様の因子がある。また、こぎ歯と受歯の関連においては、①側面間隙、②歯先と歯底の間隙（歯先間隙）、③重複長などがある。さらにツースの配列等においても、①桁数、②ツースの本数、③こぎ歯の回転間隔、④連続・千鳥等の植え方等がある。

以上の因子のうち、今回は最も単純な形状、すなわち、直方体のツースを作り、そのツースの高さ、厚さ、幅を変化させてそれらと脱穀性能との関連および交互作用を知ることにして、1964（昭39）年4月と9月の2回にわたり、直交表による多因子実験を行なった。なお、圃場においてうす歯と厚歯との比較をして室内実験結果の確認を行なう意味で、M社に委託して1965（昭40）年9月に簡単な実験を行なった。

4.1 実験に供したシリンダ、コンケーブおよびツース

シリンダは10桁であり、桁を取り付けるドラムは高歯用と低歯用の2種類を作った。桁はうす歯用と厚歯用の2形式を作り、コンケーブは両方の桁に共用できる1種類を設計・試作した。

ツースは高さ、厚さ、幅をおのおの2段階として、これらの組合せによって得られた8種類のものを作った。

3形式のうちではB型がややすぐれているとみとめられたが、この原因については、ツースの高さが他の歯よりも高いためか、C型の歯が後退角をもっているためにこぎ残しが多かったのか、歯厚がこぎ残しや所要馬力に影響したのか、これらの要因がどのようにシリンダの性能を左右したのかは今回の試験では判明しなかったので、次にそれぞれの要因を分析して実験を行なった。

高さは50mmと70mm、厚さは6mmと14mm、幅は20mmと30mmとした。

なお、これらの寸法は、文献調査や実際に利用されているツースの測定の結果から決定した。

第I-8図に、シリンダとコンケーブの側断面図と展開図ならびにツースの正面図と側面図を示した。また第I-4表にシリンダ、コンケーブおよびツースの主要寸法を表示し、第I-9図にはドラムにツースを植えたシリンダを示し、第I-10図、第I-11図、第I-12図にはツースの1例を示しておいた。

4.2 実験方法と実験条件

1) 実験項目

脱穀性能を知るための特性値として、

- ① コンケーブからの穀粒の漏下率
- ② こぎ残し粒およびササリ粒の割合
- ③ 脱穀粒中の損傷粒歩合
- ④ シリンダの所要馬力

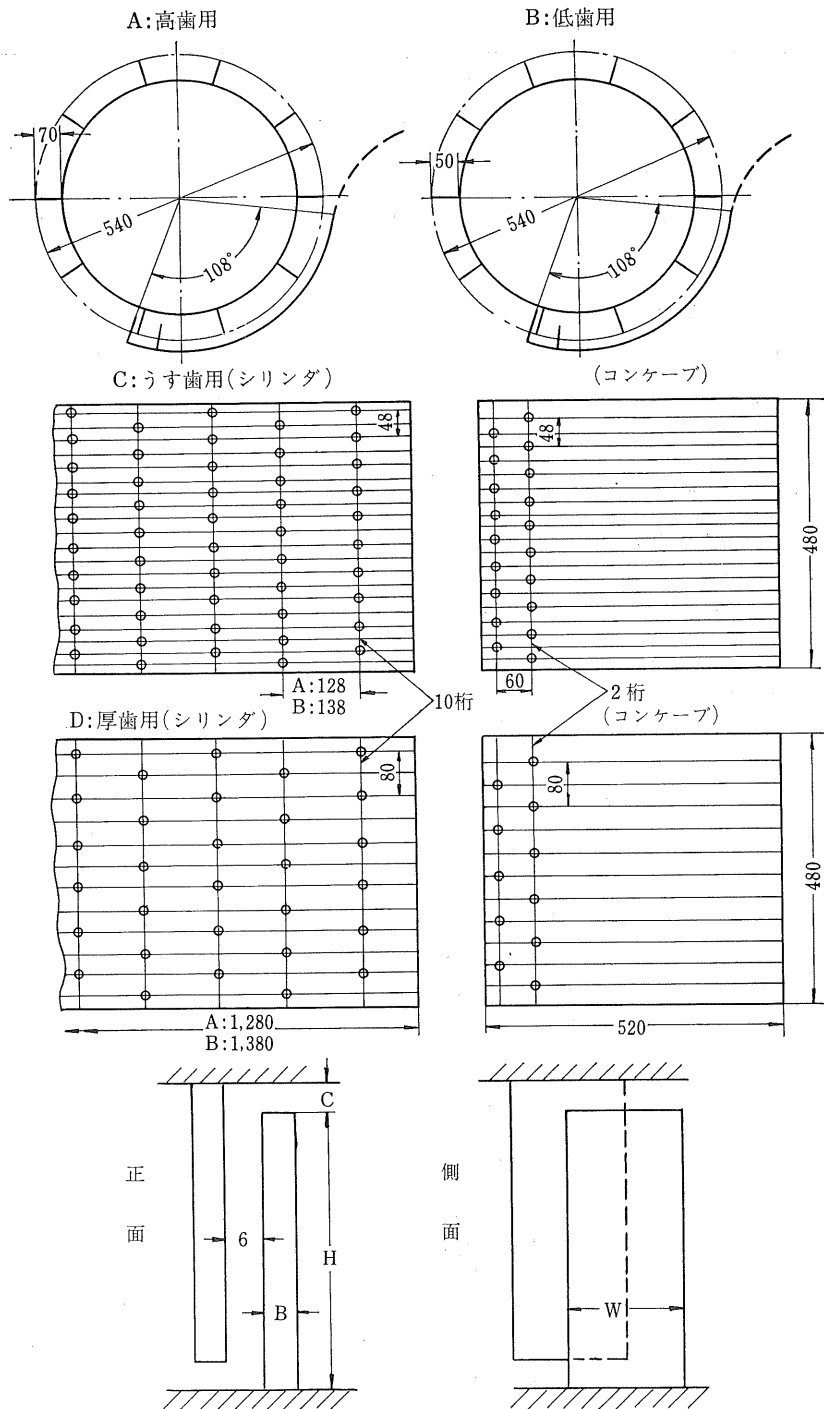
を測定した。

なお、実験条件としての供試材料の供給量、水分含量、供給コンベヤの速度（供給流量）、シリンダの回転数等は各テストごとに測定した。

2) 実験方法

(1) 実験計画

第1次の4月の実験においては、ツースの高さ(H)を50mmと70mm、厚さ(B)を6mmと14mm、幅(W)を20mmと30mm、歯先間隙(C)を低歯では5、10、15、20mm、高歯では6、14、22、30mmとし、供給流量(Q)を1.5t/hと2.0t/h、シリンダの回転数(N)を700rpmと750rpmの2または4水準にとって $L_{32}(2^{31})$ 直交表による分割区法を採用することにした。すなわち、実験に際しては、シリンダの交換に長時間を要するために、1日4回のテストとして、1日のうちではシリンダ



第 I-8 図 実験用シリンドラ、コンクレーブとツースの関係

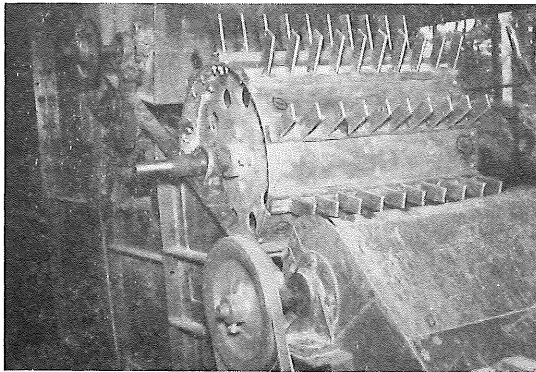
(すなわちツースの高さと正面幅および側面幅)を変えないことにした。

第 2 次の 9 月の実験においては、ツースの高さ、厚さ、幅を第 1 次試験と同じく 2 水準にし、歯先間隙を低

歯では 5 mm と 20 mm、高歯では 6 mm と 30 mm の 2 水準にして、その他の因子は変化させず $L_{32}(2^{31})$ による分割区法を採用することにした。32 回を 4 ブロックに分けて 1 ブロックを 2 日で行ない、1 日のうちでは歯厚(B)

第 I-4表 実験用シリンダ、コンケーブとツースの主要諸元

項 目		型	低 齒 型				高 齒 型			
シ リ ン ダ	ドラ ム	直 径 mm	440				400			
		桁 数 本	10				10			
	ツ ン ダ	高 さ(H) mm	50				70			
		正 面 幅(B) mm	6		14		6		14	
		側 面 幅(W) mm	20	30	20	30	20	30	20	30
		(記 号)	$H_1B_1W_1$	$H_1B_1W_2$	$H_1B_2W_1$	$H_1B_2W_2$	$H_2B_1W_1$	$H_2B_1W_2$	$H_2B_2W_1$	$H_2B_2W_2$
		正 面 面 積(HB) cm ²	3		7		4.2		9.8	
		側 面 面 積(HW) cm ²	10	15	10	15	14	21	14	21
		1 桁 当 り 本 数(r) 本	10		6		10		6	
		1 桁 当 り 正 面 面 積(HBr) cm ²	30		42		42		58.8	
1 桁 当 り 側 面 面 積 (2HWr) cm ²	200	300	120	180	280	420	168	252		
コ ン ケ ー ブ	包 囲 角 度	108								
	桁 数 本	2								
	棧 間 隔 mm	40								
	縦 線 目 合 い mm	24								
	漏 下 面 積 割 合 %	58								
こぎ歯と受歯の側面間隙 mm		6								
こぎ歯先端とコンケーブ面の間隙 mm		5~20				6~30				



第 I-9図 実験に供したシリンダの1例

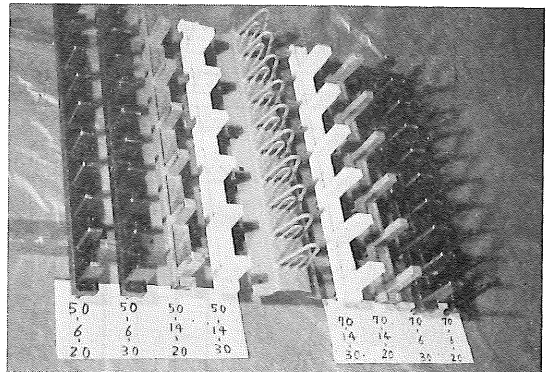
(ドラムには開放型と全閉型を用いたが、図は全閉型である)

の水準は変えず前半と後半で歯高(H)と歯幅(W)の水準を変え、さらに歯先間隙は毎回変えるようにした。

(2) 供試材料

第1次試験においては昭和38年産の水稻ヤマビコ(脱粒性:難)を刈取り後圃場で約10日はぎ掛けしてから室内で約5ヵ月間保存したものをを用いた。

第2次試験においては昭和39年産の水稻ハウネンワセ



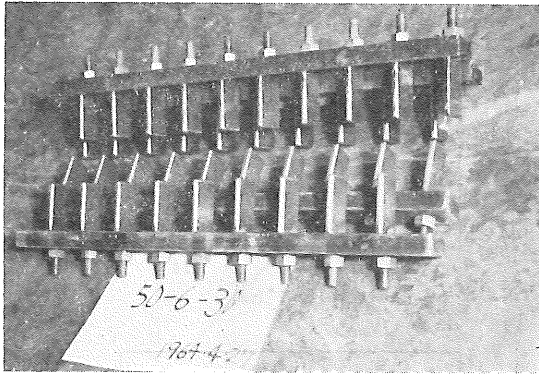
第 I-10図 実験に供したツース

(脱粒性:難)を刈取り後圃場で2~3日はぎ掛けし、さらに屋内で約10日間はぎ掛けしたものをを用いた。

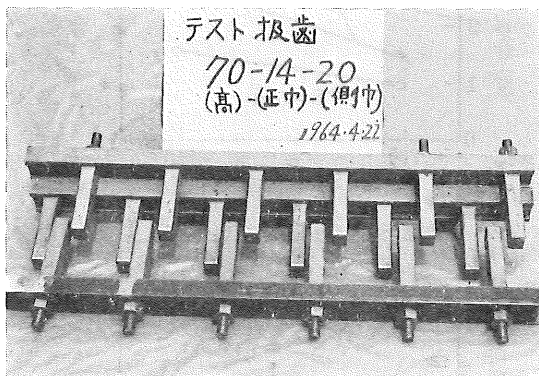
(3) 実験方法

① 供試材料は、手持量の関係上1回の供試量を第1次試験では8kg、第2次試験では10kgとして、コンベヤ上の10m間に穂を前に進行方向と約30°の角度をもって並べた。

② 脱穀した材料は、コンケーブおよびストローラッ



第 I-11 図 実験に供したツースの 1 例
(低歯, うす歯, 幅広歯)



第 I-12 図 実験に供したツースの 1 例
(高歯, 厚歯, 幅狭歯)

クからの漏下粒, ストローラックからの排わらに分けて採取した。

③ こぎ残し粒とささり粒の分離の方法は, 第 1 次試験ではストローラックからの漏下粒および排わら中の穂首節を含む穂をこぎ残しとして手で除いたのちに, 試験用脱穀機にかけてささり粒を求めた。第 2 次試験においては, ストローラックからの漏下粒と排わらを試作の縦線篩(線経 2 mm, 目合 15 mm) 上に適当量のせて一定回数ふるい, 漏下したものをささりとした。このようにこぎ残し粒の分離法は第 1 次試験と第 2 次試験では異なる方法をとったので, スレッシング損失(こぎ残しとささを合わせたもの)もデータには併記しておいた。

④ 所要動力は, シリンダとリヤビータ駆動用の中間軸における無負荷および負荷時の馬力を, 馬力記録計で記録させた。

⑤ コンケーブからの漏下粒のうち, 約 300 g をサンプルとして, 手選別と試験用小型唐箕の併用により, 単粒(糲を含む), 脱稈粒, 碎粒, 屑に分けた。

4.3 試験結果と考察

(1) 実験結果のとりまとめ

第 1 次, 第 2 次それぞれ 32 回の試験の結果と試験時の条件をとりまとめて第 I-5 表と第 I-6 表に示した。2 回の実験を通じて, ツースの各因子の変化が漏下率等に対する効果を第 I-7 表にまとめて示した。なお試験結果の数例を第 I-13 図に例示した。単一の因子の効果および交互作用から次のことが考察される。

(2) 漏下率に影響のある要因

① ツースの形状の変化にともなって考えられることは, 高歯(70 mm)より低歯(50 mm)の方が漏下率は大きい, 歯厚や歯幅では有意差があるとは考えられない。

② 流量が 1.5 t/h から 1.9 t/h の範囲内では, 流量が少ない方が漏下率は大きい。

③ シリンダの回転数(700~750 rpm), すなわちシリンダの周速が高い方が漏下率は大きい。

④ ツースの歯先間隙と漏下率との関係は, 1 次試験と 2 次試験ではその傾向が逆になっており結論は下せない。

(3) こぎ残しに影響のある因子

① 流量が増加する(1.5 t/h→1.9 t/h)とこぎ残しは大きくなる。

② シリンダ速度を減少(750 rpm→700 rpm)させるとこぎ残しは増加する。

③ 厚歯(14 mm)はうす歯(6 mm)よりこぎ残し率が大きい。

④ 歯幅の狭いツース(20 mm)の方が歯幅の広いツース(30 mm)に比べて歯厚が増した場合, こぎ残しが増加する割合が大きい。

⑤ 歯先間隙が広くなるとこぎ残しは増大する。

(4) スレッシングロスに影響のある因子

① こぎ残しの場合と同じ傾向であるが, 次の点に違いが見られた。

② 高歯(70 mm)の方が低歯(50 mm)よりもスレッシングロスが大きい。

③ 歯先間隙が増加するに従って高歯の方が低歯に比べてロスの増加の割合が大きい。

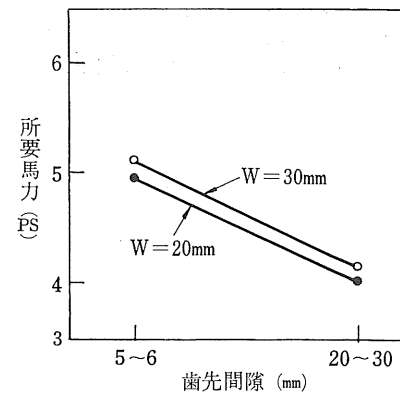
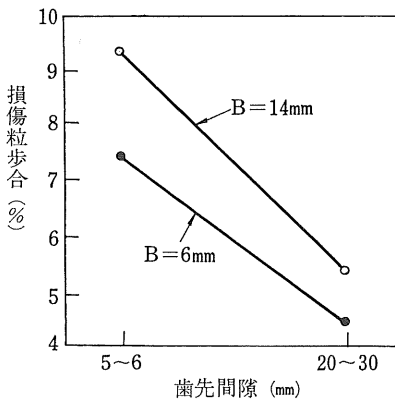
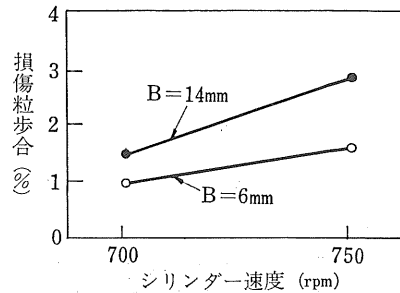
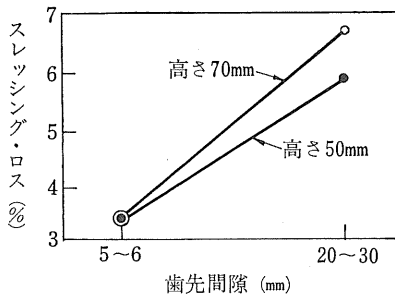
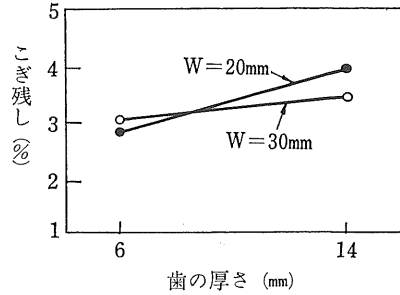
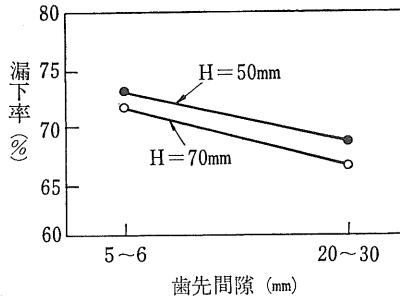
④ 歯幅の狭い方が広い方よりもロスの割合が大きいと見られる。

(5) 損傷粒歩合に影響のある因子

① 低歯(50 mm)は高歯(70 mm)より損傷粒が多い。

② 厚歯(14 mm)はうす歯(6 mm)より損傷粒が多い。

③ シリンダ速度が速い方(750 rpm)が遅い方(700 rpm)より損傷粒は多い。厚歯(14 mm)においてとくにその傾向がいちじるしい。



第 I-13 図 ツースの形状に関する試験結果の数列

④ 歯先間隙の狭い方 (5~6 mm) が広くした場合 (20~30 mm) より損傷粒は多く出る。

(6) 所要馬力に影響のある因子

① 歯先間隙が狭い方 (5~6 mm) が広くした場合より (20~30 mm) よりも所要馬力が大きい。

② 厚歯 (14mm) の方がうす歯 (6 mm) より所要馬力を多く必要とする。

③ 流量が多い方 (1.9 t/h) が少ない方 (1.5 t/h) より所要馬力を余計に要する。

(7) 最適水準

5% または 1% の危険率で有意差のあるものおよび傾向として最適と思われるツースの形状について、各試験項目別に第 I-8 表にとりまとめた。

① ツースの高さについては低歯 (50mm) の場合の方が穀粒損失が少なく、高歯 (70mm) の方が損傷粒と所要馬力は少ない傾向がある。

② ツースの厚さについてはすべての面でうす歯 (6 mm) の方が厚歯 (14mm) よりすぐれている。

③ ツースの幅については、狭い歯と広い歯との間に有意差はあるとは結論できなかったが、すべての面で広い歯の方が有利のようである。

4.4 圃場における確認実験

1) 目的と試験方法

ツースの形状に関する室内実験においては、乾材を用

第 I-5表 第 1 次(1964. 4)の試験結果

粒水分	稈水分	歯高 (H)	歯厚 (B)	歯幅 (W)	歯先間隙 (C)	シリンダ 回転数	総流量	コンケー ブ漏下率 (全穀粒 ベース)	こぎ 残し率	スレッシ ングロス	損傷粒 歩合	所要馬力
%	%	mm	mm	mm	mm	rpm	t/h	%	%	%	%	PS
15.1	13.6	50	6	20	5	680	1.50	67.1	1.73	6.07	1.58	3.94
					10	740	1.47	72.2	1.06	4.50	1.74	3.40
					15	695	1.92	70.5	1.66	6.18	0.83	3.68
					20	740	1.92	72.3	1.28	4.92	2.15	4.08
15.5	15.9	50	6	30	5	740	1.92	68.8	1.73	5.25	1.37	5.11
					10	685	1.95	68.8	1.97	5.38	1.14	4.94
					15	740	1.52	72.8	1.48	4.73	1.70	3.51
					20	695	1.44	75.3	1.21	3.96	1.26	3.04
15.1	14.9	50	14	20	5	740	1.94	69.3	1.62	4.62	3.43	4.85
					10	690	1.75	68.9	2.39	6.21	1.51	4.38
					15	745	1.45	73.4	1.62	4.31	3.06	3.04
					20	695	1.49	72.5	2.14	5.45	1.61	3.78
15.0	14.2	50	14	30	5	695	1.48	71.7	1.09	4.22	2.35	2.78
					10	745	1.48	73.7	1.07	3.42	3.11	3.04
					15	695	1.92	71.3	2.18	5.43	1.30	3.94
					20	745	1.93	73.0	1.78	5.02	1.86	4.18
14.9	14.3	70	6	20	6	690	1.96	64.9	2.17	6.81	0.86	3.78
					14	735	1.95	69.0	1.55	5.58	0.92	3.79
					22	695	1.48	71.1	1.71	5.27	0.75	3.06
					30	750	1.50	73.7	0.95	3.90	1.33	3.35
14.4	12.2	70	6	30	6	745	1.50	69.9	0.68	3.64	1.22	3.32
					14	690	1.50	70.8	0.79	4.10	0.74	2.92
					22	750	1.95	72.5	0.84	4.03	1.26	3.52
					30	700	1.92	73.8	0.89	3.72	0.69	3.09
15.3	14.7	70	14	20	6	735	1.48	63.0	2.38	6.22	3.54	3.87
					14	700	1.50	62.9	2.80	7.37	1.40	4.17
					22	745	1.95	64.4	3.09	7.69	2.91	4.12
					30	700	1.92	65.4	2.88	7.86	1.38	3.98
14.9	14.3	70	14	30	6	690	1.92	66.1	1.79	4.68	2.05	4.76
					14	745	1.92	70.9	1.23	3.85	2.04	3.92
					22	695	1.49	72.1	1.94	4.87	1.32	3.01
					30	745	1.50	75.5	1.21	3.05	1.83	3.11

- 注：1. 無負荷所要馬力は0.8PS 内外。
 2. 碎粒歩合は非常にわずかであって、0.5%以下、損傷粒の大半は脱粒粒である。
 3. 子実歩合は46~48%。

いて直方体ツースについての結論を得たが、湿材を利用
 しての圃場における確認実験を行なう機会にはめぐまれ
 なかった。たまたま1965（昭40）年10月25日~26日の兩
 日にわたってM式コンバインの性能向上を図るための試
 験が行なわれたので、M社に委託して厚歯とろす歯の比
 較試験を行なってもらうことにした。試験場所は北海道

であり、道農試の立会いによって圃場試験を行なったも
 のである。

水稲はすでに収穫時期がやや遅れており、穀粒水分は
 約16%、稈の水分は約35%と枯れ上がった状態のもので
 あった。推定収量は3.6 t/ha であった。

シリンダの回転径は560mm、受歯の列数は5列で、

第 I-6表 第 2次(1964. 9)の試験結果

粒水分	稈水分	歯高 (H)	歯厚 (B)	歯幅 (W)	歯先間隙 (C)	コンケー ブ漏下率 (全穀粒 ベース)	こ し 残 率	スレ ッ シ ン グ ロ ス	損傷粒歩合	所要馬力
%	%	mm	mm	mm	mm	%	%	%	%	PS
13.7	22.7	50	6	20	5	73.4	2.12	3.18	7.99	5.05
		50		20	20	70.8	3.80	5.50	4.81	4.45
		70		30	6	73.1	1.73	3.01	7.06	4.94
		70		30	30	66.3	3.66	6.15	3.93	4.08
13.5	22.8	50	14	30	5	74.0	2.10	2.99	8.73	5.32
		50		30	20	67.3	4.36	6.11	5.69	4.36
		70		20	6	72.0	2.50	3.55	8.84	5.61
		70		20	30	67.0	4.95	6.54	4.48	4.12
13.8	23.2	50	6	30	5	72.5	2.02	3.12	7.99	5.44
		50		30	20	70.2	3.45	5.10	5.44	3.95
		70		20	6	72.8	1.65	2.98	7.13	4.99
		70		20	30	67.1	3.88	6.13	3.92	3.86
14.3	23.6	50	14	20	5	73.6	2.42	3.59	8.59	4.97
		50		20	20	67.1	4.81	6.28	5.49	4.92
		70		30	6	72.8	2.28	3.47	9.88	5.71
		70		30	30	68.2	4.18	5.99	5.05	3.78
14.0	24.7	50	6	30	5	74.7	2.06	3.29	8.12	5.01
		50		30	20	71.8	3.14	4.82	5.40	4.06
		70		20	6	71.1	1.79	3.44	6.25	4.82
		70		20	30	66.4	3.10	5.24	4.44	4.12
13.8	24.8	50	14	20	5	71.5	2.91	4.24	9.18	5.54
		50		20	20	67.2	5.08	6.88	6.62	4.52
		70		30	6	70.4	2.26	3.85	9.12	4.85
		70		30	30	66.1	4.66	7.35	4.64	3.99
14.3	24.0	50	6	20	5	74.3	2.29	3.45	7.60	4.84
		50		20	20	70.3	3.77	5.59	4.16	3.98
		70		30	6	72.0	2.04	3.21	8.38	5.35
		70		30	30	64.3	5.66	7.68	4.16	4.16
13.9	24.2	50	14	30	5	73.7	2.37	3.38	0.98	4.91
		50		30	20	68.3	5.20	6.82	5.72	4.64
		70		20	6	70.3	2.39	3.61	9.42	5.50
		70		20	30	62.6	6.91	8.98	5.40	4.60

注：1. シリンダ回転数は690～695rpm。
 2. 流量は1.9t/h 内外である。
 3. 子実歩合は45～47%である。

ツースの側面間隙は5～8 mmに調整可能である。

厚歯の方はコンバイン自体で利用していたものであり、うす歯は当方の指示に基づいて試作したものである。

第 I-14 図に厚歯と試作うす歯を示してあるが、試作うす歯は高さを60mm、厚さを歯先で6 mm、歯元で12

mmとし、幅を30mmとした。試験に際しては作業速度を一定にして、シリンダの速度を15.8 m/s, 18.1 m/s, 21.2 m/s, 24.6 m/sと4段に変えて穀粒損失と穀粒口の損傷粒歩合を調査した。

2) 試験の結果

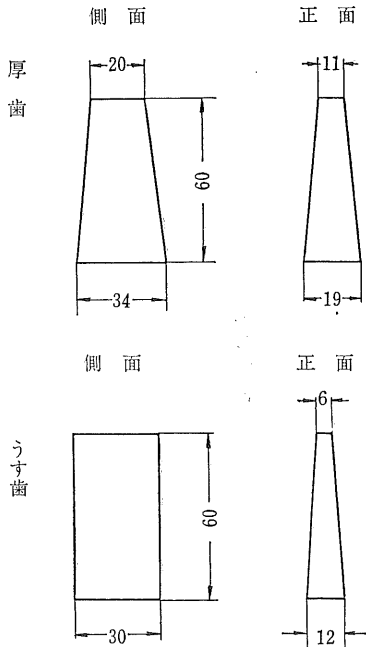
第 I-15 図に試験の結果を図示しておいたが、試作し

第 I-7表 ツースの形状等の効果

試験年月	1964.4					1964.9				
	項目	漏下率	こぎし	スレッシングロス	損傷粒歩合	所要馬力	漏下率	こぎし	スレッシングロス	損傷粒歩合
平均値	70.2	1.65	5.07	1.69	3.73	70.2	3.30	4.86	6.72	4.70
ツースの高さ 50~70mm	2.2	-0.06	-0.18	0.36*	0.24	2.6*	-0.11	-0.43	0.63	0.10
ツースの厚さ 6~14mm	1.2	-0.59	-0.39	-0.95**	-0.15	1.1	0.83**	-0.73	-1.29*	-0.27*
ツースの幅 20~30mm	-2.9	0.57	1.48	0.23	0.19	-0.6	0.20	0.17	-0.35	0.08
歯先間隙	(5~14)~(15~30)mm	-3.2**	-0.05	0.09	0.24**	0.41	—	—	—	—
	(5~6)~(20~30)mm	—	—	—	—	—	4.9**	-2.23**	-2.92**	3.51**
流量 1.5~1.9 t/h	1.7**	-0.32**	0.76**	0.18	-0.70**	—	—	—	—	—
シリンダ回転数 700~750 rpm	-1.3**	0.36**	0.80**	-0.79**	-0.06	—	—	—	—	—

第 I-8表 最適水準

項目	漏下率を多くするための因子	こぎしを少なくするための因子	スレッシングロスを少なくするための因子	損傷粒歩合を少なくするための因子	所要馬力を少なくするための因子
ツースの高さ (H mm)	低歯 (50)*	低歯 (50)	低歯 (50)	高歯 (70)*	高歯 (70)
ツースの厚さ (B mm)	うす歯 (6)	うす歯 (6)**	うす歯 (6)	うす歯 (6)**	うす歯 (6)*
ツースの幅 (W mm)	広幅歯 (30)	広幅歯 (30)	広幅歯 (30)	—	広幅歯 (30)
歯先間隙 (C mm)	広い (1次)** 狭い (2次)**	狭い (5~6)**	狭い (5~6)**	広い (20~30)**	広い (20~30)**
流量 (Q t/h)	少ない (1.5)**	少ない (1.5)**	少ない (1.5)**	—	少ない (1.5)**
シリンダの回転数 (N rpm)	高い (750)**	高い (750)**	高い (750)**	低い (700)**	—



第 I-14図 圃場試験に用いたツース

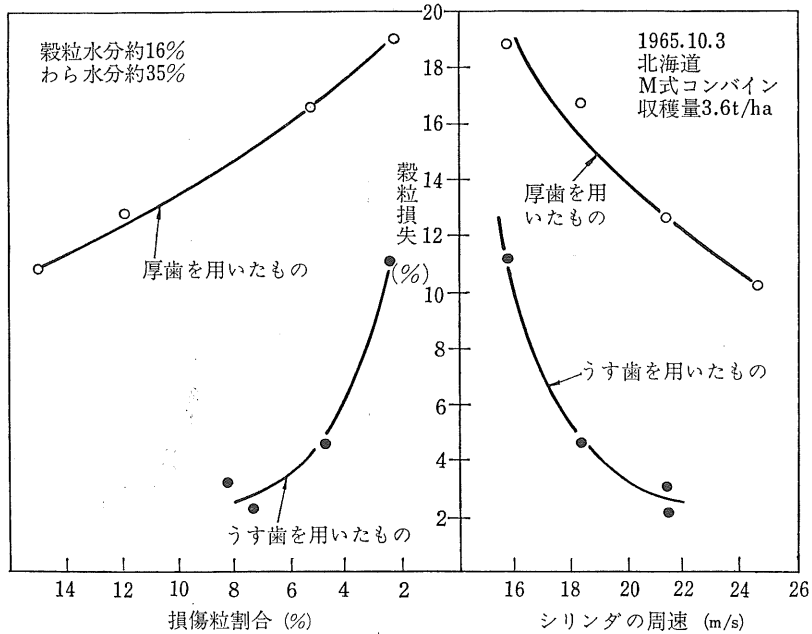
たうす歯は穀粒損失、損傷粒の発生の割合がともに厚歯に比較して少ない結果を得た。例えば、シリンダ速度 18.1m/s において、穀粒損失、損傷粒割合が厚歯においてはそれぞれ 16.5%、5.2%であったものが、うす歯においてはそれぞれ 4.6%、4.2%を示しており、穀粒損失は約12%、損傷粒は約1%減少していた。

水稻は脱粒難の品種のものであったが、室内試験の結果と同様にうす歯の方が厚歯よりも良好な結果を示し、圃場試験においてはむしろこの傾向が顕著に出てきた。

4.5 結語

一般にコンバイン・スレッシュャにおいてこぎし率 (またはスレッシングロス) を少なくするように脱穀部の調整を行なえば、所要馬力と損傷粒歩合が大きくなる傾向があり、今回の実験においても運転条件としての歯先間隙とシリンダの回転数については同じ傾向の結果を得た。

直方体のツースについて、どのような因子が最も効果



第 I-15 図 うす歯と厚歯を用いたコンバインの性能比較
(シリンダの周速と穀粒損失、損傷粒割合との関係)

的であるかについて室内実験と簡単な圃場実験を行なったわけであるが、その結果、直方体ツースの形状を構成する要素としての高さ、厚さ、側面幅の効果を知ることができた。すなわち、ツースの厚さについて顕著な差があり、うす歯がすべての面で厚歯よりもすぐれていた。

ツースの高さについては、50 mm [歯の方が70 mm 歯よりややよいのではないかと考えられるが結論的なことはいえない。ツースの幅については20 mm のものよりも30 mm の方がややよいようである。

5. ツースの傾斜角の効果 (1965)

直方体のツースについては、形状を構成する諸要素が性能にいかなる影響を与えるかを各種作業条件との関連において実験し、ある程度の結論を得たが、さらにツースに後退角を与えた場合の効果についての実験を、1965 (昭40) 年4, 10, 11月に行なった。

ツースの傾斜角のみならずツースの高さと歯先間隙についても、前回のテストにひきつづいて因子として試験に組み込んだ。

試験は3回に分けて、4月に水稻農林25号の乾材を用いて予備的に行ない、10月と11月におのおのハウネンワセ、ヤマビコの半乾材を供試して行なった。

5.1 実験に供したツースの形状

供試したツースは第 I-16 図に示したように7種のものであり、各ツースともに歯厚は6 mm で、歯幅は30

mmとした。

ツースは、後退角0°, 12.5°, 25°, 37.5°とし、歯の高さは50 mmと70 mmの2種とした(後退角0°のツースとは直方体ツースのことである)。

5.2 実験方法と実験条件

1) 試験項目と測定項目

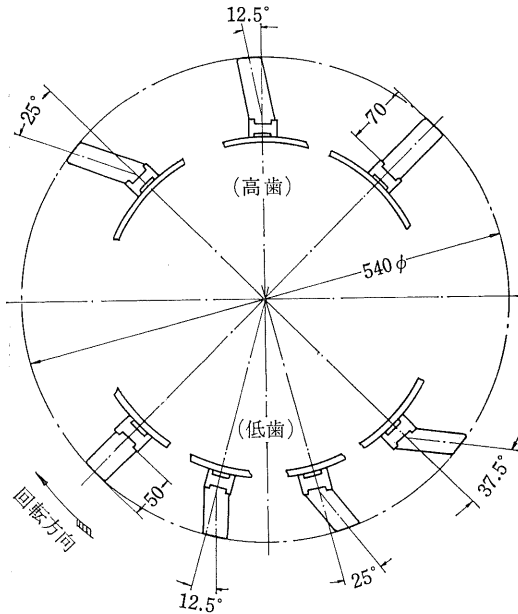
(1) 試験項目

- ① ツースの傾斜度合による性能の変化。
- ② ツースの高さと歯先間隙の変化による影響。

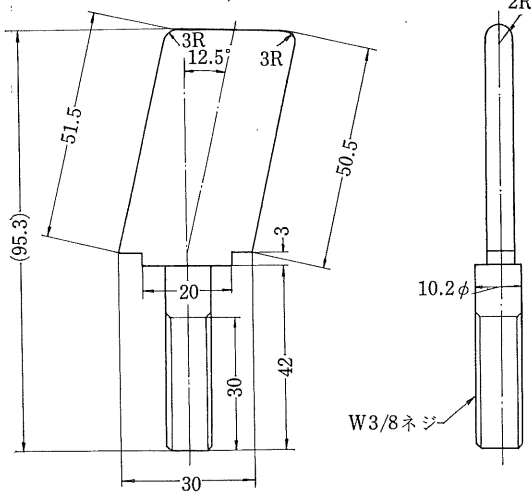
(2) 測定項目

- ① こぎ胴軸無負荷および負荷時馬力(ただし駆動の関係上リヤビータの馬力との合計を測定した)。
- ② こぎ胴軸負荷時回転数。
- ③ コンケーブ下漏下穀粒重量およびストローラック

実験に供した種々のツース



ツースの1例



第 I-16図 実験に供した傾斜ツース

漏下穀粒重量, ならびにこぎ残しおよびささりの合計穀粒重量。

④ 損傷粒歩合 (ただしこれは, コンケープ下漏下穀粒を選別のために試験用脱穀機を通過せしめたものから約 200 g サンプルングした 穀粒によって, 脱稈米と碎米を手選別して測定した)。

2) 供試材料

水稻の乾材と半乾材を供試し, 4, 10, 11月の試験においてはおのおの異なる材料を用いた。第 I-9表に表示しておいたが, 農林25号, ホウネンワセ, ヤマビコと比較的脱粒難の品種を用いた。

3) 試験方法

(1) 実験装置

実験の装置は, 直方体ツース等の試験を行なった前回までとまったく同一のものを使用した。ただしストローラックは, 4月の第1次試験においては, 当研究室で試作・研究した3段式のストローラックを用い, 10月の第2次, 11月の第3次実験においては, 別に試作・研究したC型ストローラックを用いた。

(2) 馬力測定装置

馬力測定装置も直方体ツースの実験の場合と同じ馬力計を用いた。ただし中間軸に挿入したトルクピックアップは, 4月の第1次試験においては 5 kg-m, 10月の第2次, 11月の第3次実験においては 10 kg-m の容量のものを用いた。

(3) 材料の供給

供試材料10.0kgをコンベヤ上10m間に一定の方向にそろえてできるだけ一様な厚さに並べ, 実験装置各軸の回転数は, 棧付きチェーンコンベヤ上端軸を 540 rpm, こぎ胴軸は 710 rpm, ストローラックランク軸は 210 rpm に一定にして試験を行なった。コンベヤの速度は 2 t/h の流量を目標として定めた。

(4) 試験計画

① 4月の第1次試験

まず傾斜歯の示す性能を概略把握するために, 高歯 (70 mm) と低歯 (50 mm) の双方について直方体ツース

第 I-9表 傾斜ツースの実験に供した材料

試験月日	水稻品種	全長	穂長	実験時水分	記 事
1965. 4	農 林 25 号	—	20.3	わら : 12.0~13.5 粒 : 11.5~12.5	39年鴻巣産, さしかけの下で架干後屋内収納
1965. 10	ホウネンワセ	91.4	18.1	わら : 17.1~42.6 粒 : 11.4~12.8	40年大宮産, 露天架干中に降雨, 架干後屋内収納, わらに乾燥むらあり
1965. 11	ヤ マ ビ コ	98.1	20.2	わら : 23.6~40.0 粒 : 12.0~14.0	40年川里産, 露天架干中に降雨, 架干後屋内収納, わらに乾燥むら若干あり

(0°), 後退角 25° の 2 種, 計 4 種の歯を供試して要因分析の試験を行なった。因子としては歯の高さ(H)と傾斜角(θ)を取り上げ 2×2型の 2 反覆試験を直交配列表 L₈ に割り付けて行なった。

② 10月の第2次試験

高歯(70mm)で後退角0°, 12.5°, 25°の3種のツースと低歯で後退角0°, 12.5°, 25°, 37.5°の4種のツースの計7種のツースについて, おおの歯先間隙を6mmと10mmにし, 他の条件は同一として, 計14回の試験を計画した。

③ 11月の第3次試験

第2次試験において不明確な点があったので, 7種のツースを利用して試験を繰り返した。

5.3 試験結果と考察

第I-10表に第1次に行なった後退角0°すなわち直方体ツースと後退角25°ツースとの比較試験の結果をまとめて示し, 第I-11表と第I-17図には第2次および第3次試験の結果をとりまとめて示しておいた。

第I-10表 ツースの後退角の効果

項目	ツースの形状	直方体ツース	25°後退角ツース	効果	低歯	高歯	効果
コンケーブ下漏下割合%		71.0	63.3	7.7	68.9	69.5	0.6
穀粒損失%		3.96	6.04	2.11**	5.49	4.48	1.01**
損傷粒割合%		2.46	1.88	0.58	2.36	1.98	0.38
平均馬力PS		3.45	2.25	1.20**	2.54	3.16	0.62

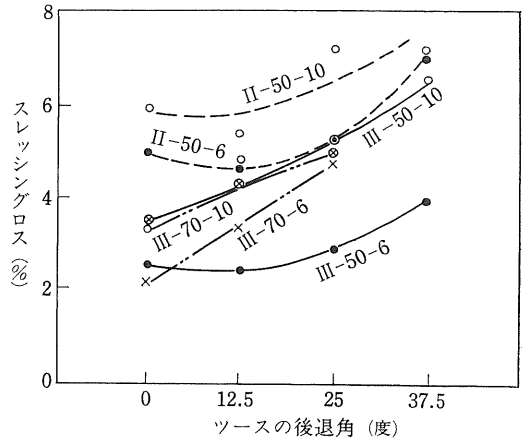
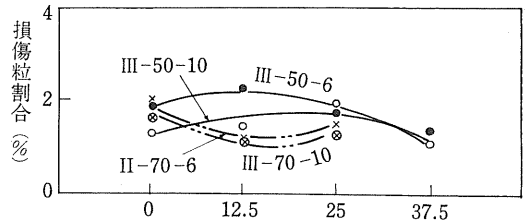
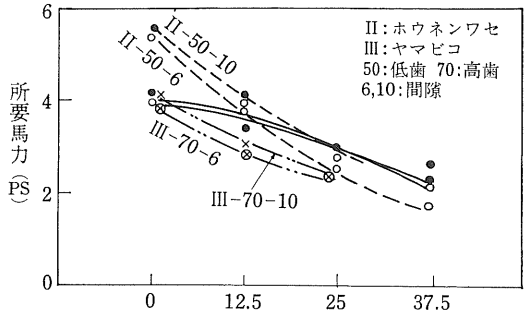
- 注: 1. 1965.4.30~5.6の間に行なった。
- 2. 水稻農林25号を用いた。
- 3. 粒水分11.5~12.5%, 稈水分12.0~13.5%。
- 4. 歯先間隙10mm。
- 5. シリンダ回転数680~710rpm。

① 穀粒損失

歯先間隙を10mmに固定した場合には, ツースの高さ50mmでも70mmでも25°の後退角を与えると穀粒損失は明らかに多くなる。歯先間隙を6mmと10mmに変えた場合は, 後退角を与えると直方体のツースに比べて穀粒損失は増加の傾向があるが, 12.5°くらいのわずかの後退角の場合には直立ツースとその性能に有意差があるとは考えられない。歯先間隙10mmのときの第1次テストでは高歯の方がよい結果を示していたが, 第2次, 第3次試験ではその効果はみとめられなかった。歯先間隙6mmのときは低歯の方が良好な結果を示した。

② 穀粒の損傷

歯先間隙が6mmのときも10mmのときも後退角を与



第I-17図 ツースの後退角と性能との関係

えることによる効果はみとめられない。

③ 所要馬力

高歯の場合でも低歯の場合でも, 歯先間隙が6mmの場合でも10mmの場合でも, ツースに後退角を与えるとこの角度が大きくなるに従って所要馬力は減少する。

5.4 結語

ツースの高さ50mm, 70mmで歯先間隙6mmと10mmの場合において, 後退角37.5°までの範囲においては傾斜が大きくなるに従って穀粒損失は増加するが所要馬力は減少するといえる。

ツースの高さ50mmにおいては直立ツースと後退角125°のツースとは穀粒損失に大差がないと考えられるうに, 所要馬力は後退角のある方が明らかに少ないので, ツースには若干の後退角をつけてもよい。

第 I-11表 ツースの後退角および歯先間隙と脱穀性能

ツースの高さ	歯先間隙	項目	ツースの後退角								
			0°		12.5°		25°		37.5°		
mm	6	水稲品種	ハウネンワセ	ヤマビコ	ハウネンワセ	ヤマビコ	ハウネンワセ	ヤマビコ	ハウネンワセ	ヤマビコ	
		粒水分%	12.7	13.9	12.5	13.0	12.3	12.5	11.7	14.4	
		稈水分%	29.4	28.0	42.6	27.6	24.2	30.0	30.2	37.0	
		ささり+こぎ残し*	4.9	1.5	4.4	2.5	5.1	2.8	7.0	4.0	
		正味平均所要馬力	2.8	4.2	2.1	3.4	1.5	3.0	1.3	2.2	
		損傷粒割合%	5.7	1.8	6.5	2.3	6.9	1.6	5.5	1.3	
	50	10	水稲品種	ハウネンワセ	ヤマビコ	ハウネンワセ	ヤマビコ	ハウネンワセ	ヤマビコ	ハウネンワセ	ヤマビコ
			粒水分%	12.3	14.0	12.8	13.6	12.7	15.0	11.7	14.9
			稈水分%	26.1	34.0	35.0	40.0	19.3	33.6	23.1	30.4
			ささり+こぎ残し%	5.8	3.3	5.3	4.9	7.2	4.9	7.1	6.6
			正味平均所要馬力	2.8	3.9	2.0	3.7	1.3	2.8	0.9	2.2
			損傷粒割合%	5.0	1.3	5.3	1.5	6.2	1.9	4.8	1.0
70	6	水稲品種		ヤマビコ		ヤマビコ		ヤマビコ			
		粒水分%		12.9		14.0		13.3			
		稈水分%		36.6		35.1		32.6			
		ささり+こぎ残し%		2.0		3.3		4.8			
		正味平均所要馬力		4.1		3.0		2.9			
		損傷粒割合%		2.0		1.1		1.4			
	10	10	水稲品種		ヤマビコ		ヤマビコ		ヤマビコ		
			粒水分%		13.0		14.1		12.5		
			稈水分%		32.6		38.6		36.8		
			ささり+こぎ残し%		3.3		4.2		5.0		
			正味平均所要馬力		3.9		2.9		2.5		
			損傷粒割合%		1.9		1.1		1.4		

注:* スレッシング損失。

6. 線材ツースの性能 (1964, 1967)

日本型の脱穀機に利用されている線材を利用したこぎ歯(ツース)をコンパインのツースとして利用することについては耐久力や補修の点で疑問はあるが、自動脱穀機のこぎ歯として長い間実用に供されているので、直方体ツースまたは傾斜ツースと比較しながら、投込式脱穀機のツースとしての性能調査を1964(昭39)年4月と9月に行ない、さらに補足的な確認実験を1967(昭42)年4月に行なった。

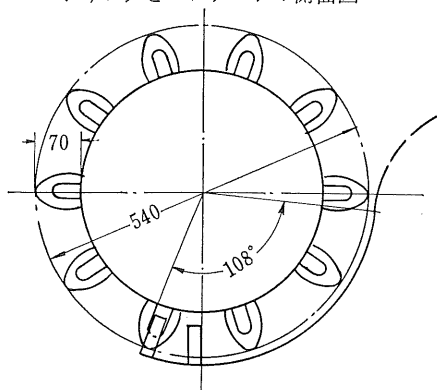
6.1 実験に供したシリンダ、コンケーブおよびツースの形状

第 I-18図、第 I-19 図および第 I-20 図に示したよう

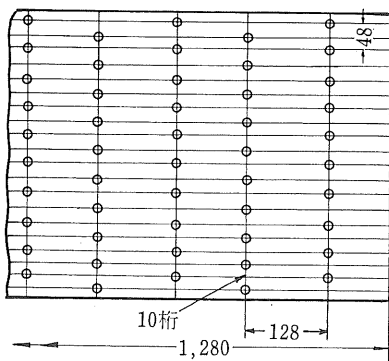
に、実験に供したこぎ歯は6 mm径の棒鋼を使用して製作した2重V字型ツース(1964, 1967)と傾斜線材ツース(1967)であり、このツースに対比するために外形の等しい中実の直方体ツース(1964)と、中実のV字型のツースならびに中実の傾斜ツース(1967)を用いた。これらはいずれも歯高70mmとした。

またコンケーブのツースは直方体ツースとして高さ70 mm、厚さ6 mmとし、幅は20 mmまたは30 mmを用い、2列とした。シリンダとコンケーブのツースの配列は直方体ツースの試験における高歯、うす歯の配列と同様にし、こぎ歯と受歯の側面間隙も同じく6 mmとした。

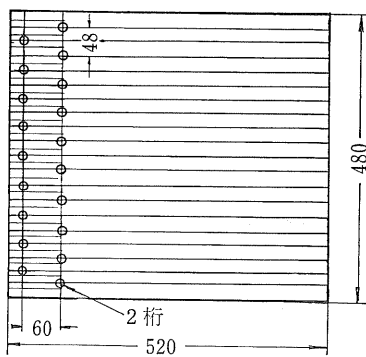
シリンダとコンケーブの側面図



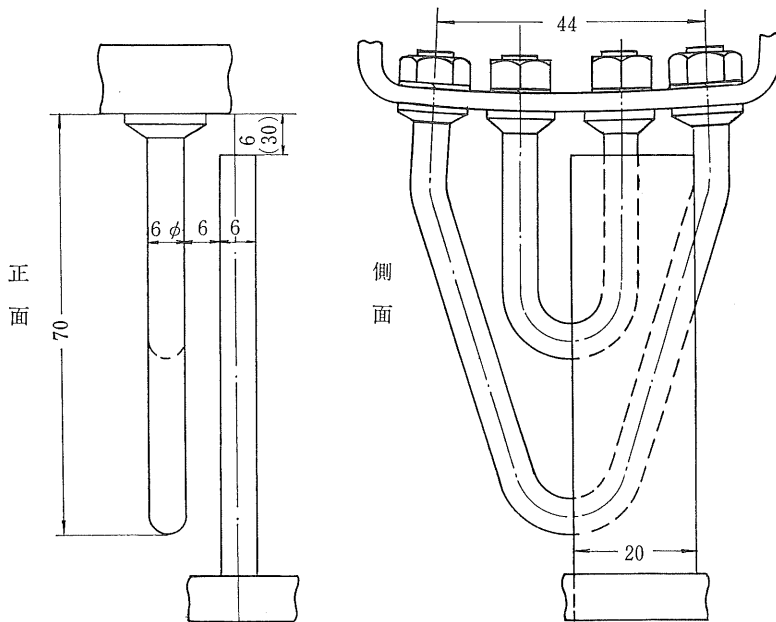
シリンダ展開図



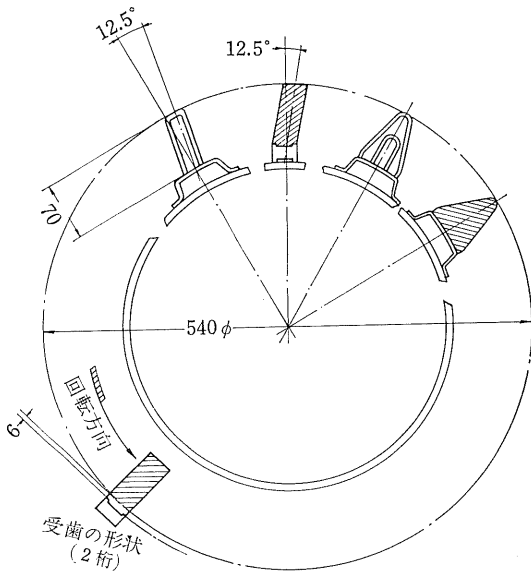
コンケーブ展開図



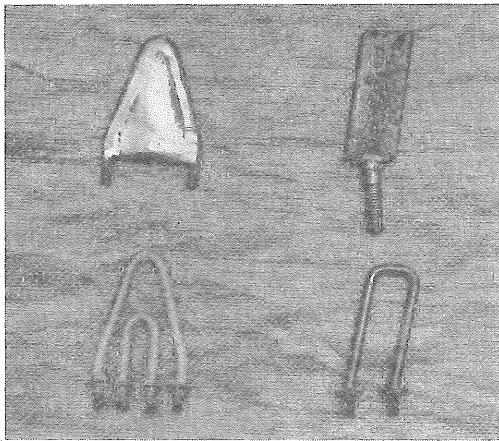
ツースの形状



第 I-18 図 線材ツースとシリンダとコンケーブ (1964)



第 I-19 図 実験に供した線材ツースと中実ツース (1967)



上左：中実V字 上右：中実傾斜
下左：線材V字 下右：線材傾斜
第 I-20 図 各種のツース

6・2 1964年度の実験

1) 実験項目

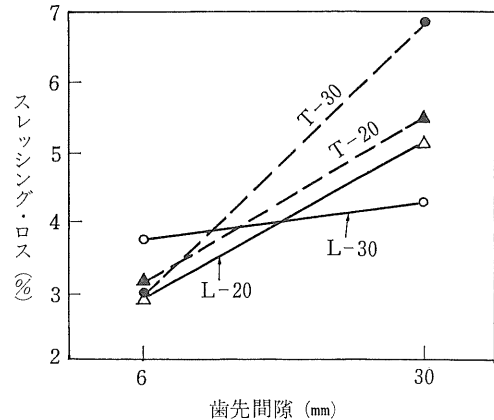
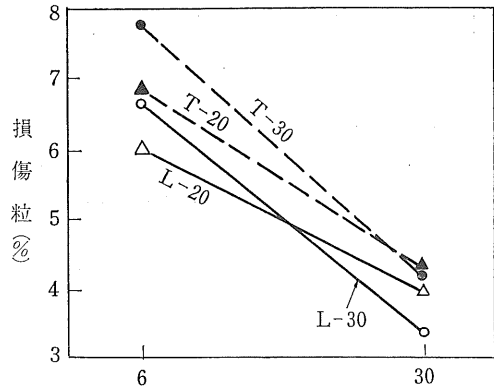
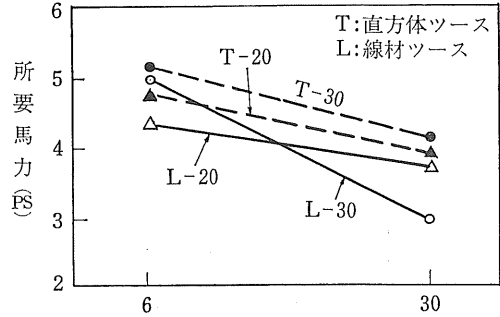
- (1) 線材ツースによるこぎ残しとささりの割合
- (2) 脱穀後の損傷粒の割合
- (3) シリンダの所要馬力
- (4) 直方体ツースとの性能の比較

2) 実験方法

(1) 実験装置と供試材料

室内実験装置は前述した装置をそのまま利用した。供

試材料は、昭和38年産の水稻ヤマビコ(脱粒性：難)を刈取り後圃場で約10日間はざ掛けしてから室内で約5ヵ月間保存したもの、および昭和39年産の水稻ハウネンワセ(脱粒性：難)を刈取り後圃場で2~3日はざ掛けし、さらに室内で約10日間はざ掛けしたものを用いた。



T-20はシリンダ、コンケープのツースともに高さ70mm、厚さ6mm、幅20mmの直方体ツース。
T-30はシリンダ、コンケープのツースともに高さ70mm、厚さ6mm、幅30mm。
L-20、L-30はシリンダツースは線材、受歯は高さ70mm、厚さ6mmで幅が各々20mm、30mmのものを示す。

第 I-21 図 線材ツースと直方体ツースの比較 (1964)

第 I-12表 線材ツースの実験結果

水稻品種	試験年月日	受 歯			間 隙		回転数	流 量	水 分		漏下率 (全穀粒ベース)	こぎ残率	スレッシングロス	損傷粒歩合	所要馬力
		H	B	W	歯先	側面			稈	粒					
ヤマビコ(乾材)	1964 4.30	mm	mm	mm	mm	mm	rpm	t/h	%	%	%	%	%	%	PS
	"	70	6	30	14	6	695	1.92	13.6	15.0	73.4	1.57	4.63	0.59	3.21
	"				22		700	1.92	13.6	15.0	73.3	1.53	4.63	0.63	3.25
ハウネンワセ(乾材)	1964 9.15	70	6	20	6	6	690	1.88	25.4	13.8	74.4	1.80	3.03	5.99	4.40
	9.18	70	6	20	30		695	1.84	22.8	13.9	66.9	3.97	5.36	4.12	3.87
	9.21	70	6	30	6		695	1.86	24.6	14.1	74.4	2.45	3.77	6.67	5.01
	9.17	70	6	30	30		695	1.86	23.8	14.0	66.4	2.96	4.42	3.40	3.00

注：子実歩合は46~49%である。

(2) 実験方法

① 供試材料は手持量の関係上1回の供試量を8~10kgとして、コンベヤ上の10m間に穂を前に進行方向と約30°の角度をもって並べた。

② 穀粒損失、損傷粒や所要馬力の測定方法はすべて前述の室内実験と同じ方法を採用した。

③ 総流量は1.9 t/h を基準にした。

④ シリンダの回転数は700 rpm を基準にした。

⑤ ツースの側面間隙は6 mmと一定にし、歯先とコンベヤ上面との間隙は、第1次テストにおいては6 mm、14 mm、22 mmと変化させ、第2次テストにおいては6 mmと30 mmに変化させた。

3) 結果と考察

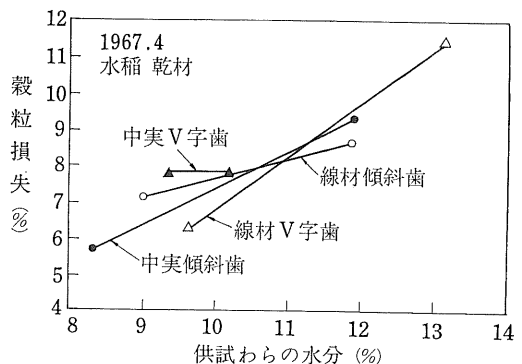
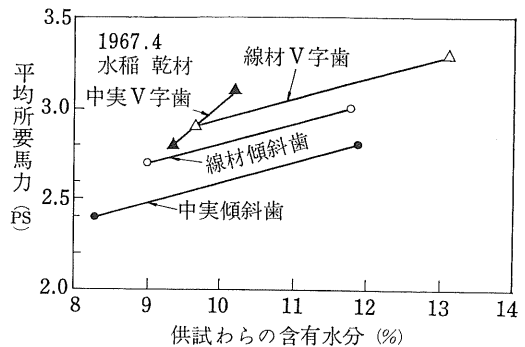
実験の結果は第 I-12 表にとりまとめ、類似した直方体ツースの性能と比較して第 I-21 図に示した。

① 直方体ツースの実験結果と同じく、歯先間隙が広くなるに従ってスレッシングロスが増加し、所要馬力は減少した。

② 稈の含有水分の違いによるものか、品種の違いによるものか判然としないが、稈の水分の多い9月のテストでは4月のテストよりも所要馬力を多く要した。

③ 直方体の高さ70 mm、厚さ6 mmのツースと線材ツースとの比較においては、スレッシングロスは歯先間隙6 mmにおいては差はみとめられないが、間隙30 mmにおいてわずかに線材ツースがよいようである。

④ 損傷粒の発生と所要馬力の点においては、わずかに線材ツースの方がよいようである。



第 I-22図 供試わら水分ならびにツースの形状と脱穀性能の関係

6・3 1967年度の実験

1) 実験項目

- (1) 各こぎ歯を用いたときのシリンダ軸における平均所要馬力。
- (2) こぎ残しおよびささり粒の割合。
- (3) コンケーブからの穀粒の漏下の割合。

(4) コンケーブからの漏下穀粒の品質内訳。

2) 実験方法

(1) 実験装置

実験装置は前述した装置をそのまま利用した。所要馬力は、10kg-m のトルクピックアップを固定台中間に設置し、トルク、馬力記録計に記録させた。

(2) 供試材料

供試した材料は、昭和41年度当研究所附属農場産のも

第 I-13表 線材ツースの性能 (1967.4)

こぎ歯種類	試験日の天候	供給・総流量	平均所要馬力	コンケーブ穀粒漏下率	こぎ残しとささり穀粒	水分		コンケーブ下穀粒		
						穀粒	わら	精粒	枝梗付き穂切粒	損傷粒
中実傾斜	晴	1.3	2.0	74	3.0	11.3	8.3	89.4	7.8	2.1
		1.5	2.3	71	4.3			86.5	11.3	2.2
		1.8	2.6	70	4.5			88.3	8.9	2.8
		2.0	2.8	61	9.1			84.2	13.1	2.7
	曇	1.4	2.6	66	9.7	13.3	11.9	82.2	16.4	1.4
		1.6	2.6	64	9.3			88.2	9.6	2.3
		1.8	3.2	62	10.6			84.3	13.6	2.0
		2.0	3.1	67	7.8			81.9	12.1	2.0
線材傾斜	晴	1.3	2.2	68	6.6	12.1	9.0	87.7	9.5	2.9
		1.4	2.2	68	7.2			79.0	19.5	1.5
		1.8	3.1	67	8.9			81.3	12.8	1.9
		2.0	3.3	70	5.7			83.3	14.9	1.8
	曇	1.4	2.9	65	9.2	12.9	11.8	86.9	11.1	2.0
		1.6	3.0	67	7.6			87.0	10.3	2.7
		1.8	2.7	67	8.5			89.9	7.6	2.6
		2.0	3.6	67	9.0			88.0	10.3	1.7
中実V字歯	晴	1.4	2.7	65	7.4	11.6	9.3	82.0	16.5	1.5
		1.7	2.3	67	8.2			86.4	12.2	1.4
		1.8	2.9	64	9.0			83.8	14.4	1.8
		2.0	3.3	67	7.3			86.3	11.7	2.0
	曇	1.4	2.6	66	8.1	11.9	10.2	86.5	11.4	2.1
		1.6	2.7	69	5.5			88.0	10.0	2.0
		1.8	3.2	68	7.9			90.3	7.3	2.4
		2.0	3.7	57	10.0			82.6	15.8	1.6
線材V字歯	晴	1.6	2.9	69	5.5	11.5	9.6	90.4	6.9	2.8
		1.4	2.4	71	6.1			90.0	8.1	2.0
		1.8	3.1	70	6.4			85.7	12.3	1.9
		2.0	3.2	69	7.4			90.1	8.1	1.8
	曇	1.4	2.9	64	11.1	13.0	13.1	85.0	12.9	2.1
		1.6	3.1	64	11.1			79.8	18.4	1.8
		1.8	3.7	61	11.8			82.5	15.3	2.2
		2.0	4.1	62	11.9			91.3	6.4	2.3

ので、品種は水稻クサブエであり、これは手刈り、架乾後に倉庫内に収納した乾材である。

平均稈長は92cm、平均穂長は18cmであった。供試時の水分は稈が8.0~13.4%、籾は11.2~13.6%であった。試験前半は晴天がつづき、後半は曇天であったために、水分は前半が少なく、後半は上昇した。

(3) 実験方法

① 供試材料は10kgをベルトコンベヤ10m間に並べ、流量を1.4, 1.6, 1.8, 2.0 t/h になるようにコンベヤの速度を変えて実験を行なった。

② 前述したように受歯は直方体ツースとして、各こぎ歯ともに密閉ドラム型に統一した。歯先間隙は6mmと一定にして、シリンダ無負荷回転数710rpm、ストローラックはC型(第II-7図)を用いて210rpmとした。

3) 結果と考察

実験の結果は第I-13表にとりまとめ、供試わら水分を基準とした脱穀に要する平均所要馬力および脱穀部の穀粒損失を示す図を第I-22図にとりまとめた。

① 平均所要馬力は、総流量の増加および稈水分の上昇ともなって増加した。

V字歯は傾斜歯に比較して馬力を多く消費した。

② 穀粒損失は、総流量の増加および稈水分の上昇ともなって増加する傾向があった。

線材歯と中実歯の比較は困難であるが、やや線材の方が損失は少ない傾向を示した。

③ 損傷粒の発生についてはツースの種類、流量、稈水分の変化によって特定の関係は見出せなかった。

6.4 結語

1964年度ならびに1967年度の試験結果を総合して考えてみると、作業精度を左右する要因である穀粒損失ならびに損傷粒の割合を比較した場合、やや線材ツースの方が有利であるとみられる点もあるが、ほとんど差がないといつてよいであろう。

また所要馬力に関しても、中実ツースと線材ツースの間に差があるとは考えられないが、V字ツースは直方体ツースに比べてやや所要馬力を余計に必要とするといつてもよいだろう。

耐久力、ツースの取換え等の利用上の点も合わせて考えてみると、中実ツースの方が線材ツースよりもやや有利と考えてよいであろう。

7. 結 論

普通型コンバインおよびスレッシャで利用されている投込式の脱穀部は、日本で一般に普及している脱粒難の水稻品種の脱穀に際しては、こぎ残し粒が多く、実用上に問題があった。一方農村の構造改善事業の1つの手段として大型のコンバインを導入する必要が生じてきた。この時期に穀粒損失を多く発生するコンバインの改良は、早急に解決すべき課題として提起された。

われわれは1962(昭37)年まで、小型コンバインの試作研究を行ってきたが、脱穀部の性能の改良がなされなくては小型コンバインは完成されないという考え方をもっていた。この考え方と提起された課題が同じ方向であったために試作研究は一応中断して、1963(昭38)年より脱穀部の性能向上に関する研究を開始した。未解決の問題はまだ山積みしているが、1965(昭40)年までの3ヵ年の研究ならびに1967(昭42)年の追試験によって一応の結論を得たので報告した。

本研究は4節に大別されている。第1節においては、形の異なったツースをもった3種の脱穀部の性能の比較を行なった。第2節においては、直方体ツースについて、ツースを構成している高さ、厚さ、幅等の各因子が脱穀性能に与える要因の分析を行なった。第3節においては

ツースの後退角が性能にいかなる効果を与えるかについて試験を行なった。最後に第4節においては、日本の脱穀機に利用されている脱穀部のツース(本報では線材ツースという)を投込型の脱穀部のツースに利用した場合の効果について調査を行なった。

以上の研究の結果から導きえた結論と未解決の問題を要約して述べてみる。

結論として導きえたことは、次のとおりである。

(1) 供給流量(材料の供給量)が増加すれば、穀粒損失および所要動力は増加する。

(2) 脱粒性やや易の水稻キンマゼは脱粒性難の水稻クサブエ、農林25号よりもこぎ残しは少ない。

(3) 同一の流量において茎稈の水分含量の多い湿材は、乾材よりも所要馬力が多い。

(4) シリンダの回転数、すなわちツースの周速を増加させるとこぎ残しは減少するが、損傷粒の割合は増加し、また所要馬力も増加する。

(5) 一般に穀粒損失を減少させるようにシリンダ、コンケープの調整を行なえば、損傷粒の割合は増加する。

(6) 受歯の列数を多くすると、こぎ残しは減少するが所要馬力は増加する。

(7) ツースの側面間隙を減少させることによって歯先間隙をも減少させると、こぎ残しは減少するが所要馬力は増加する。また、損傷粒は多く発生する傾向がみられた。

(8) 3種のシリンダの試験結果によると直方体に近い中間厚さのツースは、厚歯または後退角をもったうす歯よりも脱穀性能はすぐれている。しかし後退角をもったうす歯は、他の形式のツースに比較して所要馬力は少ない。

(9) 直方体ツースにおいて、うす歯(6mm)は厚歯(14mm)よりすべての面において良好な成績を示した。

(10) 直方体ツースの高さについては、50mmのものとは、いずれがよいか結論は得られなかった。

(11) 直方体ツースの幅についても結論的なことはいえなかったが、20mmの場合よりも30mmの場合の方がやや良好な成績を得た。

(12) ツースに後退角を与えると、その角度が大きくなるに従って穀粒損失は増加するが、所要馬力は減少する。しかし 12.5° までの範囲でわずかに後退角をつけると、性能上やや向上する傾向を示した。

(13) 線材ツースは、同じ形状の中実ツースおよび直方体ツースと比較して穀粒損失および損傷粒の発生割合はやや少ない。

以上の結果を得たが、ここで問題となるのは、①脱穀作用に対してツースのどの因子が最も大きな影響を及ぼすものであるか。②うす歯が何故に厚歯に比べて性能がよいかの原因が不明なことである。

多少解析的に考えてみると、うす歯型の場合には桁の単位長当りの歯の数が厚歯型の場合に比較して多いことと、そのために受歯とこぎ歯が作用する面(本報では幅と称した)およびツースの厚さの総和が多いことが原因となっており、線材ツースの場合にはその作用面が中空ではあるがツースの厚さに相当する作用部分が2倍あるために性能がよいとも考えられる。傾斜ツースは直方体ツースと比較して同じ作用面があるが、稈や脱粒の抵抗が少ないために脱穀性能が悪いのではないかと推定される。しかし正確な原因の究明が問題として残った。

これらの点については、今後高速度撮影や要因分析試験の繰返しによってその原因を究明することにしたいと考えている。

参 考 文 献

1. 狩野秀男: 脱穀と収摺, 日本農業機械化協会, 昭和31(1956)年, p.84~87.
2. 庄司英信: 回転脱穀機の新扱胴に関する研究, 農機誌 Vol. 21, No.1, 昭和34(1959)年, p.23~26.
3. Bainer, R. *et al.*: Principles of Farm Machinery, Wiley 1955, p.393~399.
4. Degenhardt, G.: Dreschvorrichtungen ausländischer Kleinmährescher, Grundlagen der Landtechnik, H. 6, 1955, p.19~26.
5. Dolling, C.: Der Drehmoment- und Leistungsbedarf von Mähreschertrommeln im Feldbetrieb, *ibid.* p.27~34.
6. Гинько, Г. М.: К развитию теории барабана академика В. П. Горячкина (ゴリヤチキンのこぎ胴理論の発展), Сборник трудов по земледельческой механике, СЕЛЬХОЗГИЗ 1956, p.117~148.
7. Kanafojski, C.: Halmfruchterntemaschinen, VEB 1961, p.320~353.
8. Красниченко, А. В.: Справочник конструктора сельскохозяйственных машин (農機設計ハンドブック), МАШГИЗ 1962, p.384~412.
9. Arnold, R. E. *et al.*: A survey of grain damage incurred and drum settings used during the combine-harvesting of Cappelle Desprez wheat and Proctor barley, Journal of Agricultural Engineering Research Vol. 8 (1963), No. 2, p.178~184.
10. Илиев, Б.: Универсальные молотильные аппараты (汎用脱穀装置), Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1964, No. 4, p.61~62.
11. Wieneke, F. *et al.*: Einfluß der Zuführungsgeschwindigkeit, der Trommelumfangsgeschwindigkeit, der Spaltweite und des Grüngutanteils auf den Dreschvorgang bei verschiedenen Getreidearten, *ibid.* p.7~15.
12. Baader, W.: Der Einfluß der Beschickungsrichtung, der Lage des Beschickungspunktes zur trommel und der Schlagleistenanordnung auf den Dreschvorgang, *ibid.* p.16~21.
13. Arnold, R. E.: Die Bedeutung einiger Einflußgrößen auf die Arbeit der Schlagleistentrommel,

- ibid*, p.22~28.
14. Baader, W.: Schlagleistenzahl und Trommel-durchmesser, *ibid.* p.29.
 15. Arnold, R. E.: Experiments with rasp bar threshing drums, I. Some factors affecting performance, Journal of Agricultural Engineering Research, Vol.9 (1964), No. 2, p.99~131.
 16. Arnold, R.E. *et al.*: Experiments with rasp bar threshing drums, II. Comparison of open and closed concaves, Journal of Agricultural Engineering Research, Vol.9 (1964), No. 3, p.250~251.
 17. Mitchel, F.S. *et al.*: Resistance of two varieties of wheat to mechanical damage by impact, *ibid.* p.303~306.
 18. JIS B 9122~66, 脱穀機用こぎ歯.
 19. DIN 11500 Gerade Dreschzähne.
 20. ČSN 47 7070 Mlaticí zuby (チェコスロバキヤ国家規格: こぎ歯).
 21. ГОСТ 1053~56 Зубья молотильных устройств зерновых молотилок и комбайнов (全ソ国家規格: 穀用スレッシャおよびコンバインの脱穀装置のこぎ歯).

II

ストローラックに関する研究

—普通型コンバインの粗選部—

江崎春雄・三浦恭志郎

On Several Factors Affecting the Performance of Straw
Walkers for Rice Combines

Haruo EZAKI, Kyoshiro MIURA

はじめに

コンバイン、スレッシャ等を水稻の収穫、脱穀に利用するとき、それらの作業精度を向上させるためには、脱穀の性能を向上させるとともに選別能力の向上も図る必要がある。

コンバイン等で現在広く利用されている選別部としてストローラックがあるが、このストローラックについて1962(昭37)年より1964(昭39)年までの3ヵ年にわたり、その形状と性能を把握するための研究を行なって一応の結論を得たのでその大要を報告する。

外国における初期のスレッシャは、脱穀作用のみを行なうものであって、選別のための機構はまったく備えていなかった。この事情は日本におけるいわゆる人力回転式脱穀機の場合と同じであるが、外国における脱穀機は投込式として発達したため、わらと粒との選別の重要性は日本の場合と比較にならぬほど大きいものであったと考えられ、木棧をもつコンベヤを脱穀機の後に付けてこぎ胴から出て来るわらを受けとめ、その上でわらをフォークで裏返しして選別を行なう機構の案出に始まり、ついで揺動式、クランク式のものが発明された。回転式のものにはロータリ型、揺動式のものにはプラットフォーム型あるいは単にストローラック、クランク式のものにはキーボード型あるいはストローウォーカーと呼ばれるが、日本ではこれら選別用の機構をストローラックと総称している。

これらの発展はスレッシャ、コンバインの発展と直結

していたことは疑いないが、いずれの形式の選別機構がよいかについては必ずしも統一的な見解があるわけではなく、現在でもキーボード型を主流にはしているが、プラットフォーム型、ロータリ型も用いられている。

これらの形式内の比較試験も行なわれているが、その結果はキーボード型が最も流量の変化に影響されず、ロータリ型は選別能力が低いと結論されている。現在の大型化にもなると、キーボード型はセクションに分かれているため製造、取扱いにも便であり、運動する部品数も少ない利点がある。

ところで、このような発展過程をもつストローウォーカーの設計に必要なデータは稲に対してはもちろん、麦についても少ししか発表されていない。発表されているものはストローウォーカーまたはラック上の物質(わら)の移動に関するものと、漏下に関するものに大別できるが、前者はわらの移動速度の実験的な把握の面で問題があると見られる。

この研究においてはわらの移動そのものの追跡は行なわず、わらの量、ストローラックの形状等の変化に対する漏下状態を見る立場をとることにし、具体的には次の3段階よりなる試験を行なった。

- (1) 実用化されているストローラックの性能の把握。
- (2) 段のないストローラックを用い、諸種の条件が漏下に与える影響に関する研究。
- (3) ストローラックにおける段の役割に関する研究。

1. 試験方法と実験装置

1) 実験装置

実験機は、第Ⅱ-1図および第Ⅱ-2図に例示してあるようにコンバインの頭部とこぎ胴部分を改造して、これに試験用ストローラックを内部に設置できるようにフレームを加えたものである。

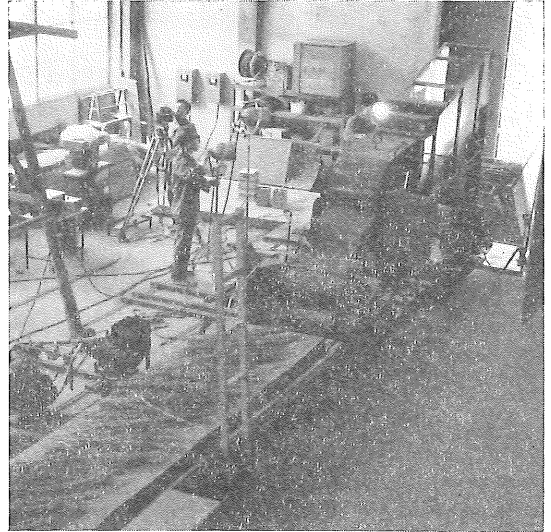
シリンダの幅は500mmと狭い幅のものなので、ストローラックはすべて2連式とした。またストローラックの傾斜を3段に変化できるように、後部クランク軸の位置を変えうるようにした。

この実験機の外径600mmでスパイクツースをもったこぎ胴(シリンダ)およびコンケーブはけっして最良の性能をもったものではなかったが、第Ⅱ-3図にシリンダの性能を、第Ⅱ-4図にコンケーブの漏下性能を示しておく。

2) 材料の輸送方法

供試材料の供試方法によって、脱穀作用はもちろん、選別部の性能にもかなりの変動が生ずることは、すでに予備実験においても確認してあるので、コンバインの実際の作業の状態と類似した整一な送りを行なうことに留意して、幅1m、有効長さ12mのエンドレス・ゴム・ベルトコンベヤを製作した。このコンベヤ上に、一定の重量の材料を穂先を先にして約45°傾斜させて均一に並べた。

ベルトコンベヤは、2.2kWの3相分巻整流子型電動機を原動機とし、コンベヤと原動機の間に変速機をつけ

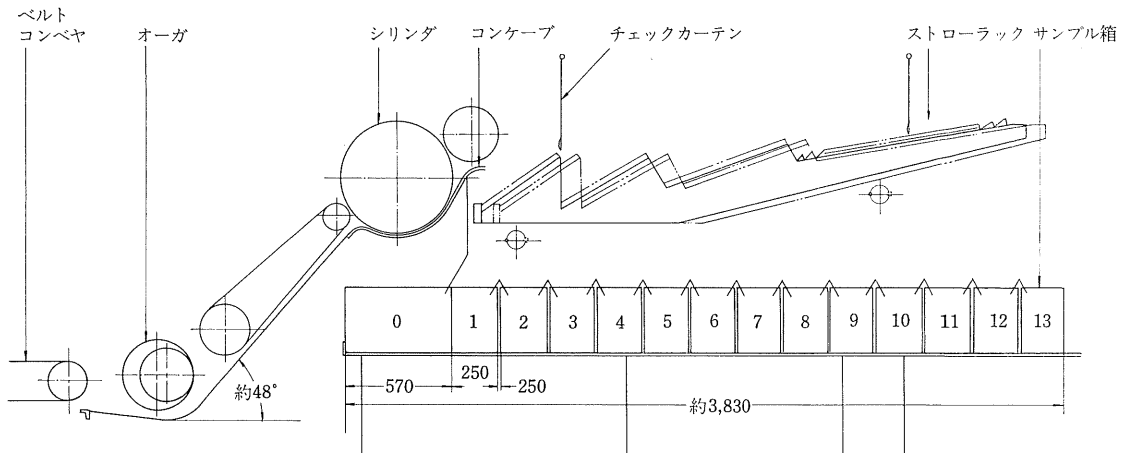


第Ⅱ-2図 ストローラック実験装置
(乾燥したわらを供試した場合の図)

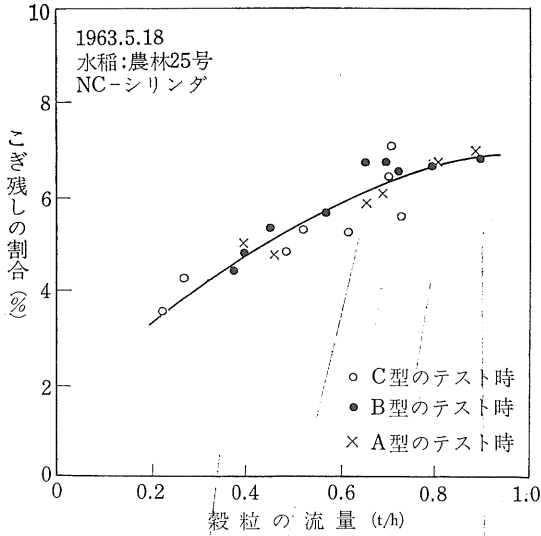
た。なお、今回の実験では、コンベヤは0.1~0.9 m/sの変化を与えることができるようにした。

3) サンプルの採取

コンケーブからの漏下粒は、漏下わらとともに一括して試料採取箱(サンプル箱と称する)0番に採取し、サンプル箱0番後端より250mmごとに、サンプル箱1~13番を配置した。ストローラック後端部から排出されたわら類は、ビニールシートに受け、こぎ残し粒とささり粒

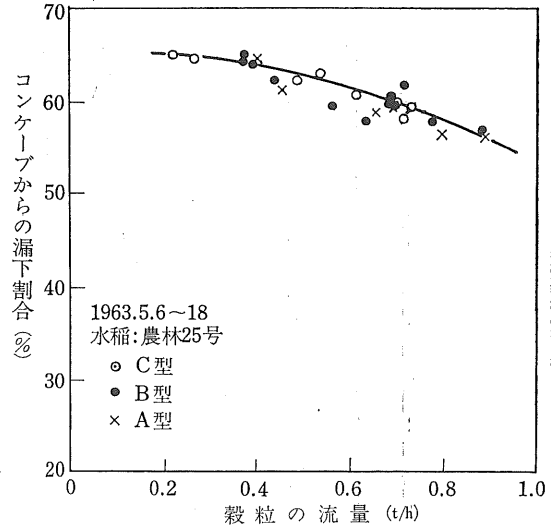


第Ⅱ-1図 ストローラック実験装置



第II-3図 実験用シリンダの性能

およびわらを試験用脱穀機等を用いて分離した。さらに、サンプル箱に落下したストローラックの漏下物は、



第II-4図 実験用コンケーブの性能

試験用脱穀機、風選、手選別によって穀粒とわらとに分離した。

2. 3種の実用化されているストローラックの性能(1963)

3種のストローラックは各々独自の形状をしているので、今回の試験結果からはストローラックの性能に関する要因を把握することはもちろん不可能であったが、流量や振動数とささり粒の関係、ストローラック各部からの漏下状態の傾向を知りえた。

水稻を供試した試験は1963年5月13~17日の間に、大麦を供試した試験は1963年6月10日に行なった。

1) 試作したストローラックの形状

外国で広く利用されているコンバインのストローラックの内から比較的特徴があると思われるものを選んで、作用側面の形状、傾斜角度、篩の目の形状はまったく原形と同一にして、篩の振動数、クランク半径、チェックカーテンの位置については、できるだけ原形に忠実にすることを目標にして試作した。しかし、実験装置の構造上シリンダ、コンケーブやリヤビータとストローラックとの相対関係位置、およびストローラックの長さ、幅および連数は原形と異なるものになった。試作した3種のストローラックはA型、B型、C型と称した。この試作品と原形の相違点を第II-1表に列記する。

なお、試作品のクランク半径は50mmとしたが、原形はA型、B型が同じく50mmであり、C型のみは52mmであった。第II-5図にはA型ストローラック、第II-6図にはB型ストローラック、第II-7図にはC型ストローラ

第II-1表 試作したストローラックと原形との相違

型 式	A 型		B 型		C 型	
	幅	連数	幅	連数	幅	連数
原 形	240 ^{mm}	4	215 ^{mm}	4	223 ^{mm}	3
試作品	230	2	230	2	230	2

ックの詳細図を示す。

2) 試験項目と試験結果

(1) 供試材料

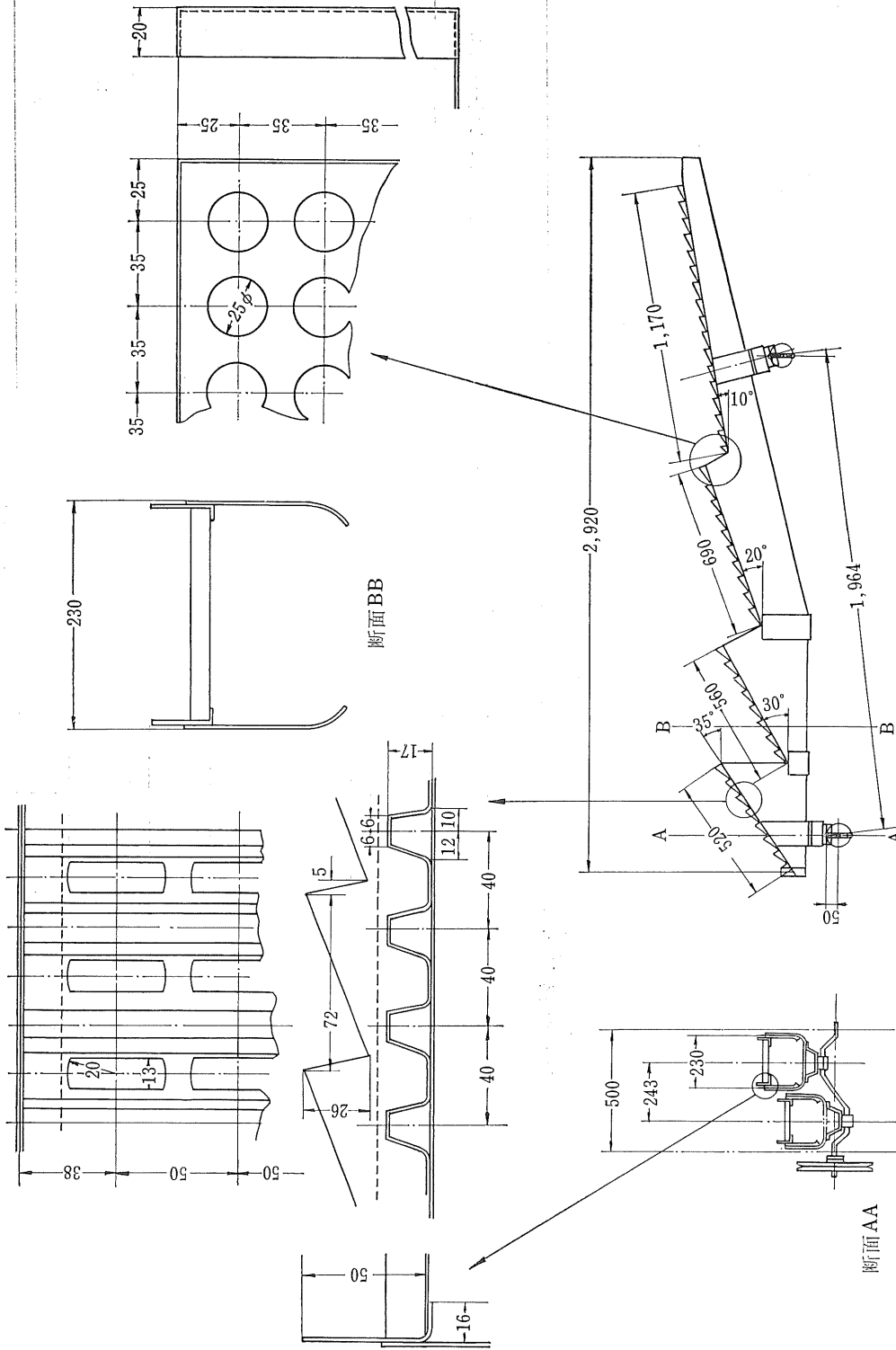
供試材料は、昭和37年度産水稻農林25号で、十分に乾燥した材料を用いた。平均稈長85cm、平均穂長16cm、子実歩合平均45%、平均穀粒水分15~16%、平均稈水分16~17%であった。

なお参考のために大麦の生材料も供試した。大麦は穀粒水分18%、稈の水分50%であった。

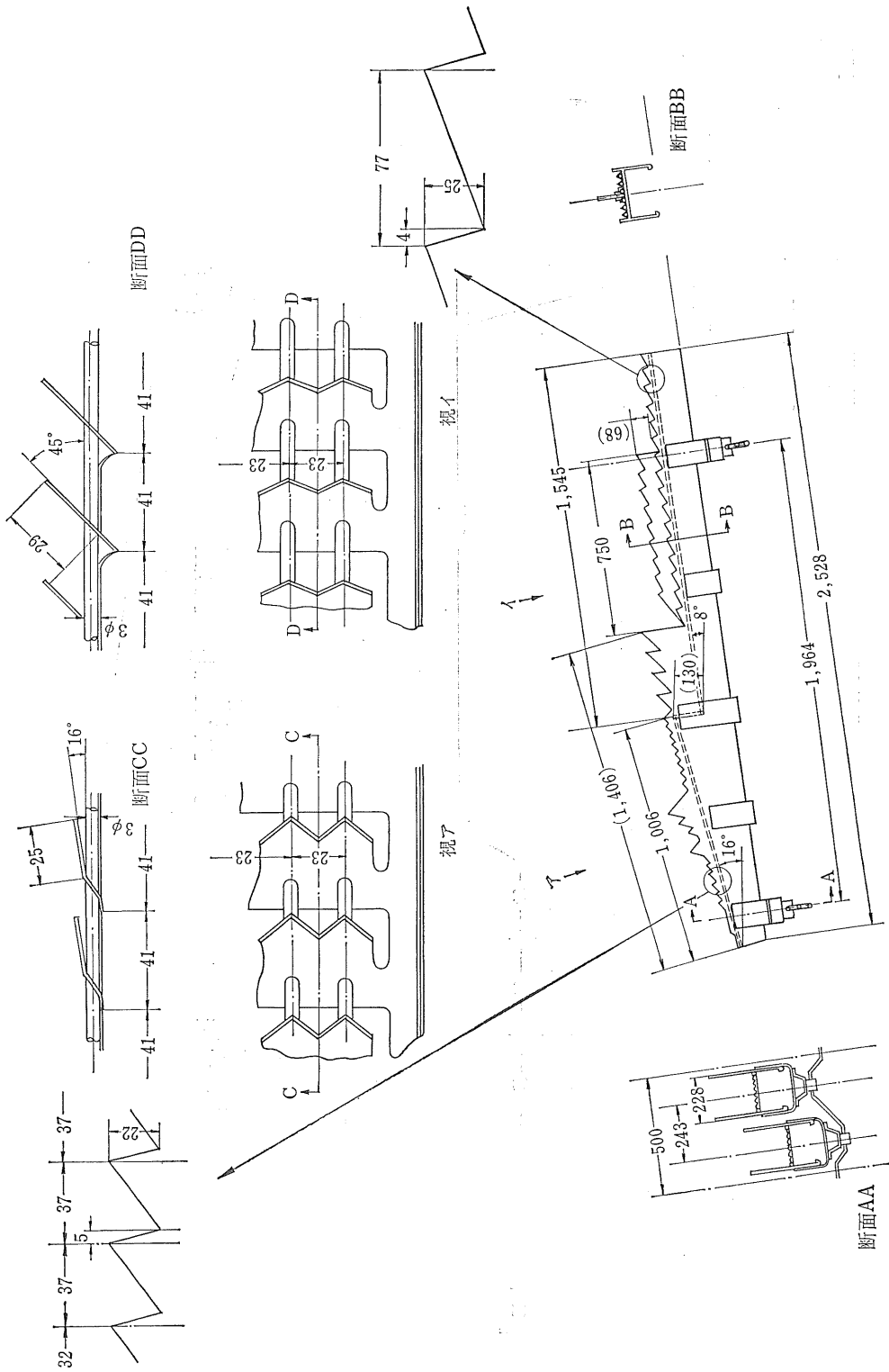
(2) A型ストローラックの試験

ストローラックの振動数は200 cpm と220 cpm の2種を選んだ。コンベヤ上の材料の重量は10m間15kgとし、コンベヤ速度は0.2 m/s、0.3 m/s、0.4 m/sとした。したがって、穀粒の流量は0.4~0.9 t/hであった。

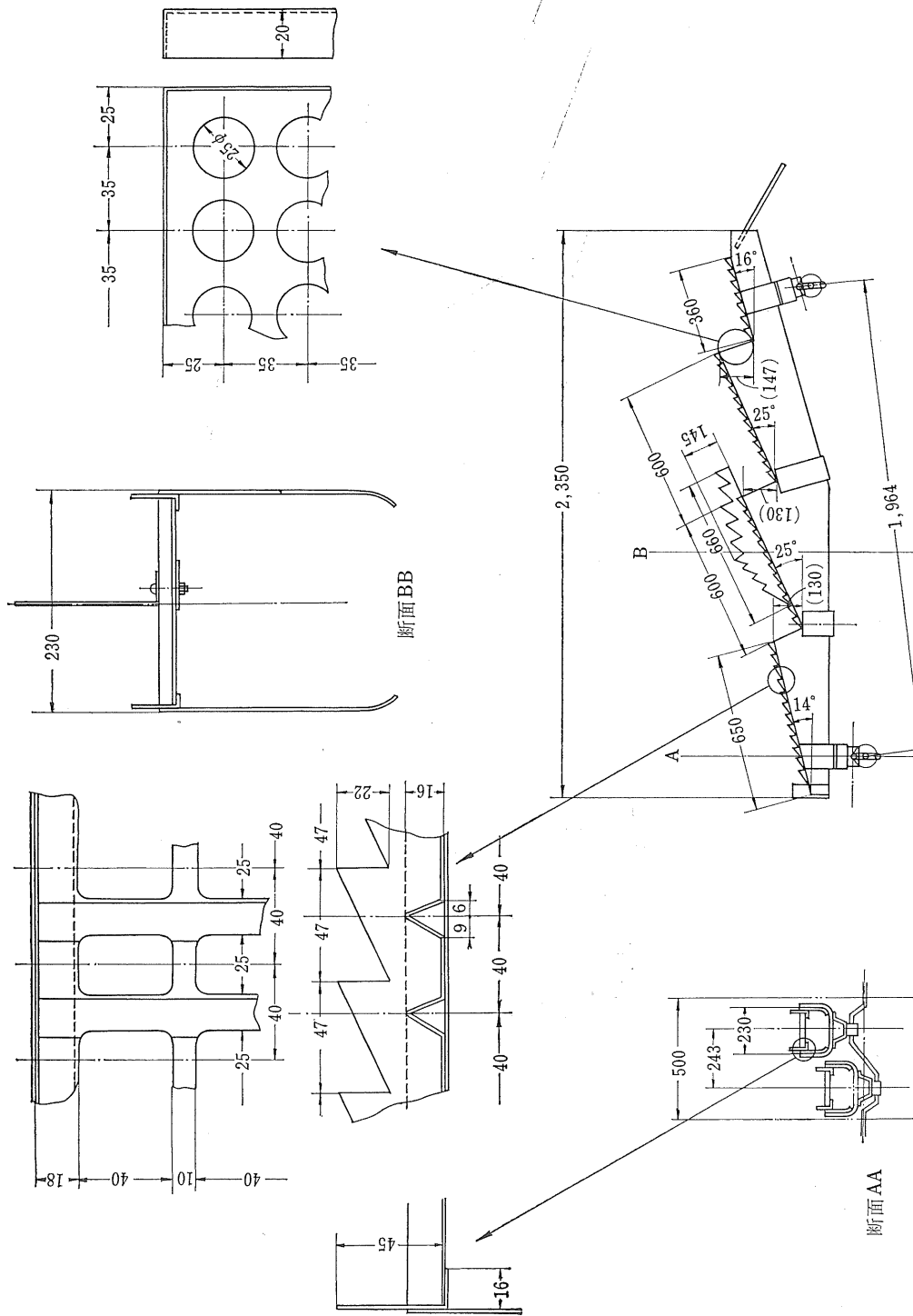
全長2.92mのA型ストローラックで漏下できなかった



第II-5図 A型ストローラックの形状



第II-6図 B型ストローラの形状



第II-7図 C型ストローラーロックの形状

第Ⅱ-2表 3種のストローラックの試験結果

テスト番号	材料	全流量	コンベープ 下漏下割合	S R下漏 下割合	スレッシ ン グロス	こぎ残し 粒割合	ささり粒 割合	S R 振動数	備 考
		t/h	%	%	%	%	%	cpm 220	
A-1	稲	1.39	59.32	32.80	7.87	5.88	1.99	220	A-7, B-7, B-14
A-2	〃	1.00	60.98	32.45	6.57	4.69	1.88	〃	は脱穀機によって
A-3	〃	2.02	56.41	33.90	9.69	6.99	2.70	〃	脱穀したわらをコ
A-4	〃	0.97	63.69	30.19	6.12	5.05	1.07	〃	ンベヤ上に並べ,
A-5	〃	1.43	59.16	33.24	7.61	6.10	1.51	〃	穀粒は別途チェッ
A-6	〃	1.87	56.49	35.03	8.49	6.64	1.85	〃	クカーテン直後の
A-7	〃	—	1.01	97.17	1.82	0	1.82	〃	上部より均一に投
B-3	〃	0.80	64.97	28.36	6.67	4.84	1.83	〃	入
B-4	〃	1.52	59.38	32.09	8.52	6.67	1.85	〃	
B-6	〃	1.51	58.95	33.01	8.04	6.53	1.51	〃	
B-7	〃	—	3.36	96.24	0.40	0.00	0.40	〃	
B-8	〃	1.18	59.19	33.36	7.45	5.74	1.70	〃	
B-9	〃	1.45	58.06	33.31	8.63	6.81	1.82	〃	
B-10	〃	1.72	57.77	33.65	8.58	6.63	1.94	〃	
B-11	〃	0.98	62.38	30.78	6.86	5.28	1.58	〃	
B-12	〃	1.40	59.89	32.08	8.02	6.39	1.64	〃	
B-13	〃	1.94	57.00	34.10	8.90	6.82	2.07	〃	
B-14	〃	—	0.91	98.93	0.15	0.10	0.15	〃	
C-1	〃	0.63	64.5	30.2	5.3	4.29	1.05	〃	
C-2	〃	0.60	65.29	30.18	4.53	3.54	0.99	〃	
C-3	〃	1.49	59.35	33.41	7.24	5.41	1.83	〃	
C-4	〃	1.59	60.07	32.22	7.71	6.41	1.30	〃	
C-5	〃	1.22	63.13	30.69	6.18	5.29	0.88	〃	
C-6	〃	1.19	62.16	31.75	6.08	4.81	1.27	〃	
C-7	〃	1.63	58.37	32.94	8.74	7.02	1.72	〃	
C-8	〃	1.55	60.79	31.84	7.37	5.23	2.15	〃	
C-9	大麦	2.28	71.5	27.6	0.8	0.4	0.4	〃	
C-10	〃	2.72	66.5	32.2	1.3	0.8	0.5	〃	
C-11	〃	3.15	62.2	35.3	2.4	0.6	1.8	〃	

ささり粒は1.5~2.7%であった。実験の結果は第Ⅱ-2表に示した。第Ⅱ-8図には穀粒漏下分布状態の1例を示した。なお、ささり粒の内容を観察した結果、単粒はほとんどなく、穂付粒がその大部分をしめていた。

(3) B型ストローラックの試験

ストローラックの振動数は200 cpmとした。コンベヤ上の材料の重量およびコンベヤ速度は次の組合せとした。

10kg—0.25 m/s, 20kg—0.25 m/s, 1.5kg—0.2 m/s, 15kg—0.3 m/s, 15kg—0.4 m/s, したがって、毎時穀粒流量は、0.37~0.89 t/h の範囲であった。全長2.53mのB型ストローラックで漏下できなかったささり粒は1.5~2.1%であった。

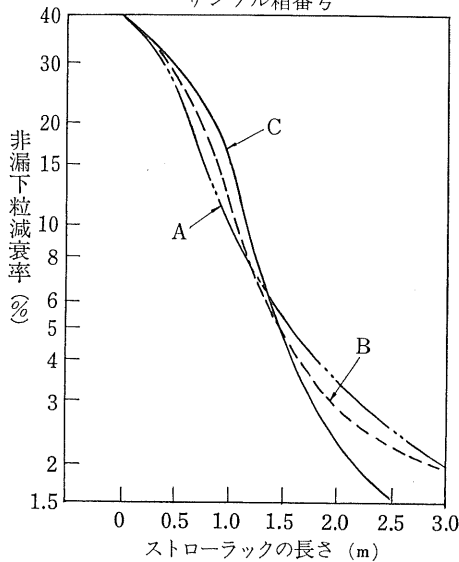
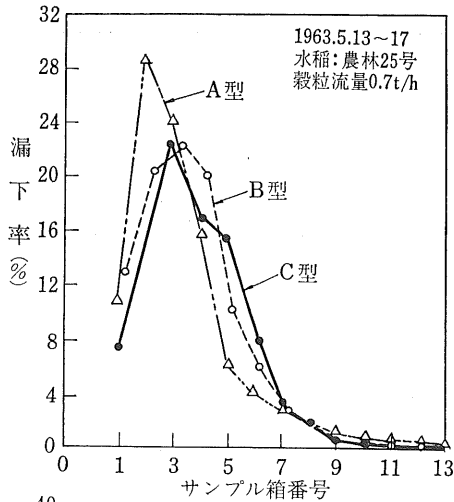
(4) C型ストローラック

振動数は205~210 cpm である。コンベヤ上の材料とコンベヤの進行速度の組合せは、10kg—0.25 m/s, 10kg—0.38 m/s, 10kg—0.5 m/s, 20kg—0.25 m/sにした。したがって毎時穀粒流量は、0.22 t/h~0.73 t/h の範囲内であった。全長2.35mのC型ストローラックで、漏下できなかったささり粒は0.8~2.2%であった。

(5) 単粒の漏下状態

わらの上部の単粒が、ストローラックの作用によって落下することに少々疑問をいだいたので、わらのみをベルトにて輸送してストローラック上部から単粒を落下させて、ささり粒を調査したが、0.1~0.4%であり、わら上部の単粒はストローラックの働きで十分に漏下可能であることを知った。

(6) 大麦の漏下状態



第Ⅱ-8図 3種のストローラックの漏下特性

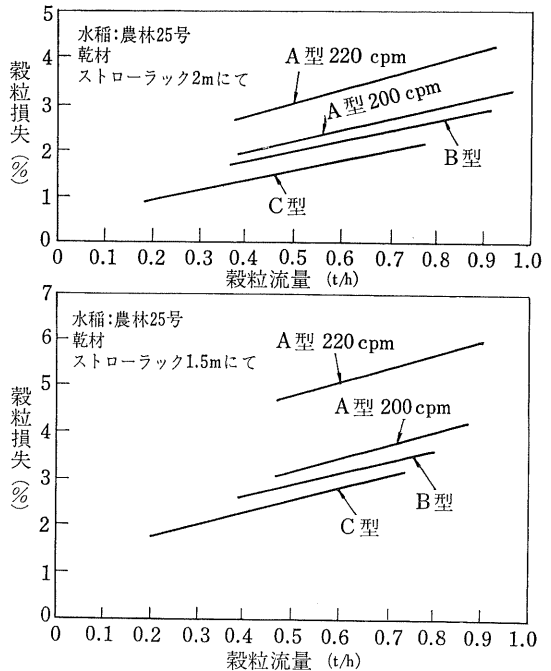
大麦を供試して漏下状態を調査したが、第Ⅱ-2表に示してあるように大麦は水稲に比して漏下しやすくささり粒も少なく、またコンケーブからの漏下割合も高かった。

3) 考察

ストローラックの作用には、わらの排出、粒の分離、分離した粒の精選部への供給の3者があげられるが、今回の試験は粒の分離、すなわち選別作用のみに注目したものであった。その結果から次のことが判明した。

(1) ささり穀粒の性状

ささり穀粒としてわらとともに排出される穀粒は、穂付粒および枝梗または小枝梗付粒がその大半をしめ、単粒のみの場合はささり粒として残るものはわずかに1~0.5%である。この結果から知りうるように、脱穀部の性能が良好であり、また単粒になりやすい品種の場合



第Ⅱ-9図 ストローラックの長さ1.5m, 2mの場合の穀粒の損失

は、ささり粒のしめる割合は低下するものと考えられる。大麦の例で知ることができるよう、単粒化しやすいものではささり粒は少ない。

(2) 穀粒の漏下分布状態

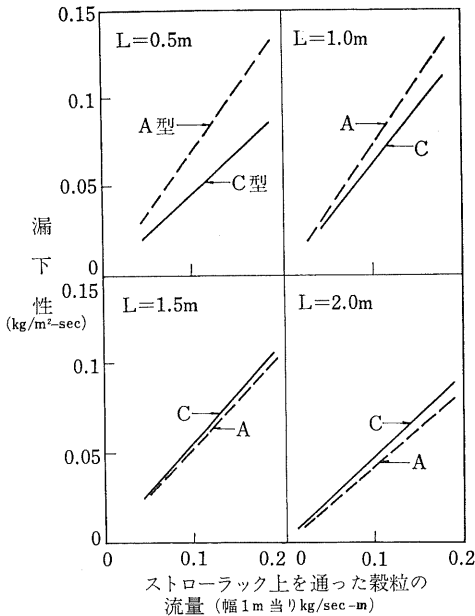
A型ストローラックでは、前半の1mまでの穀粒の漏下はいちじるしいが、1m以後の後半では、その漏下がきわめて少なくなる。B型も同じ傾向であるが、C型では1.5mまで比較的平均して漏下している。ストローラックを考えるときに、前半はA型、B型にして、後半はC型を採用するのがよいと考えられる。また、第Ⅱ-9図にストローラックの長さ1.5m, 2.0mにおけるささり粒の生ずる割合を示したが、C型が概してよい性能を示している。

(3) 漏下性

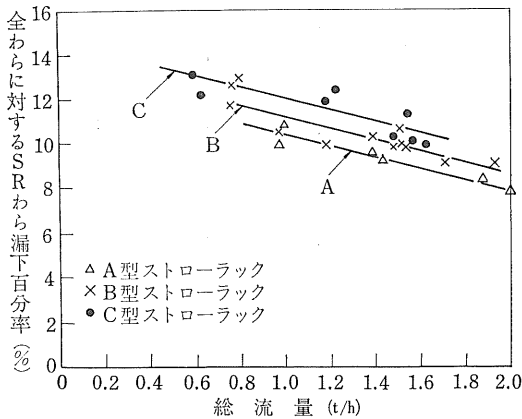
ストローラックの単位投影面積当たり、単位時間に漏下する穀粒量を漏下のしやすさを示す基準値として漏下性と称し、ストローラックの1m幅当りのストローラック上を通過する毎秒穀粒流量との関係を第Ⅱ-10図に示すと、C型はA型に比べて1.5m以後の後半で漏下性がよくなっている。

(4) わらの漏下

穀粒の漏下割合の多いC型は、第Ⅱ-11図に示してあるようにわらの漏下割合も多い。わらの漏下割合が多い場



第 II-10図 A型とC型の漏下性の比較



第 II-11図 わら層の漏下割合

3. ストローラックの性能に関する種々の要因の分析(1963)

前節に報告した3種のストローラックに関する試験の結果、穀粒の漏下性能、わらの移動状態に影響のある因子として各種のものがあると考えられた。すなわち、供試材料に関しては作物の種類、品種、流量、子実歩合等が、ストローラックの形状については取付角、節面の傾斜、振幅、振動数、節目の目合い、節面の段等が挙げられる。これらの要因がストローラックの性能とどのような関連を示すかを把握するために、要因実験を行なうこととした。この研究は、1963年5月23日より6月5日にわたって行なった。

合は、次のチャフシープ等の精選部に負担を与えることになるので問題があるだろう。

(5) わらの上部の単粒の漏下

流動わら上部に単粒をおいて、その漏下の状態を調査した結果によると、想像以上にその漏下は良好であった。

(6) ストローラックの振動数

わらを排出しうる範囲内で振動数を少なくすれば、選別能力は高くなると考えられる。

(7) 3種のストローラックの比較

3種のストローラックのうちC型はわら屑の漏下も多かったが、穀粒の漏下性も多く、よい性能を示した。しかし、初期の漏下性はA型が良好だったので、A型とC型の組合せでさらによりストローラックを作りうる可能性を示した。

なお第 II-12 図にはストローラックの実験中のわらの動きを示した。



第 II-12図 ストローラック上のわらの動き

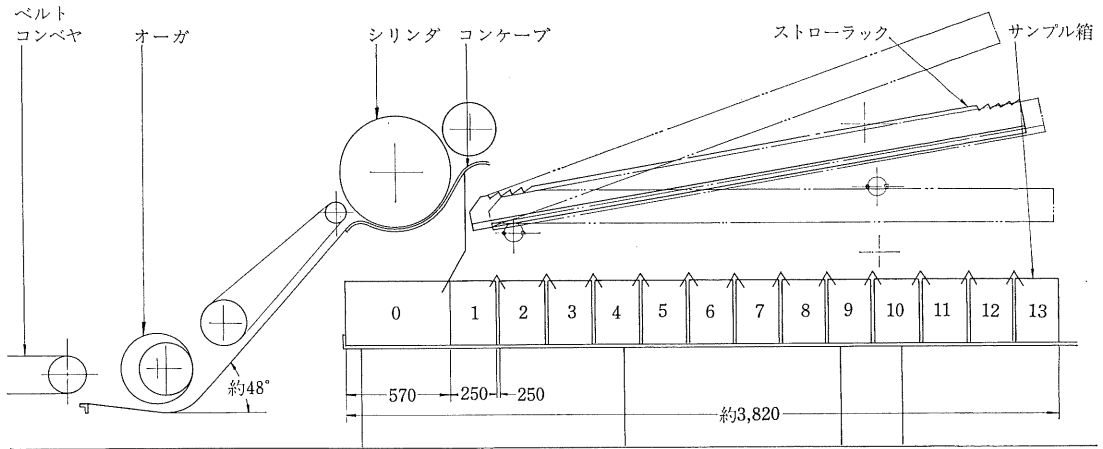
1) 試験装置

(1) 装置

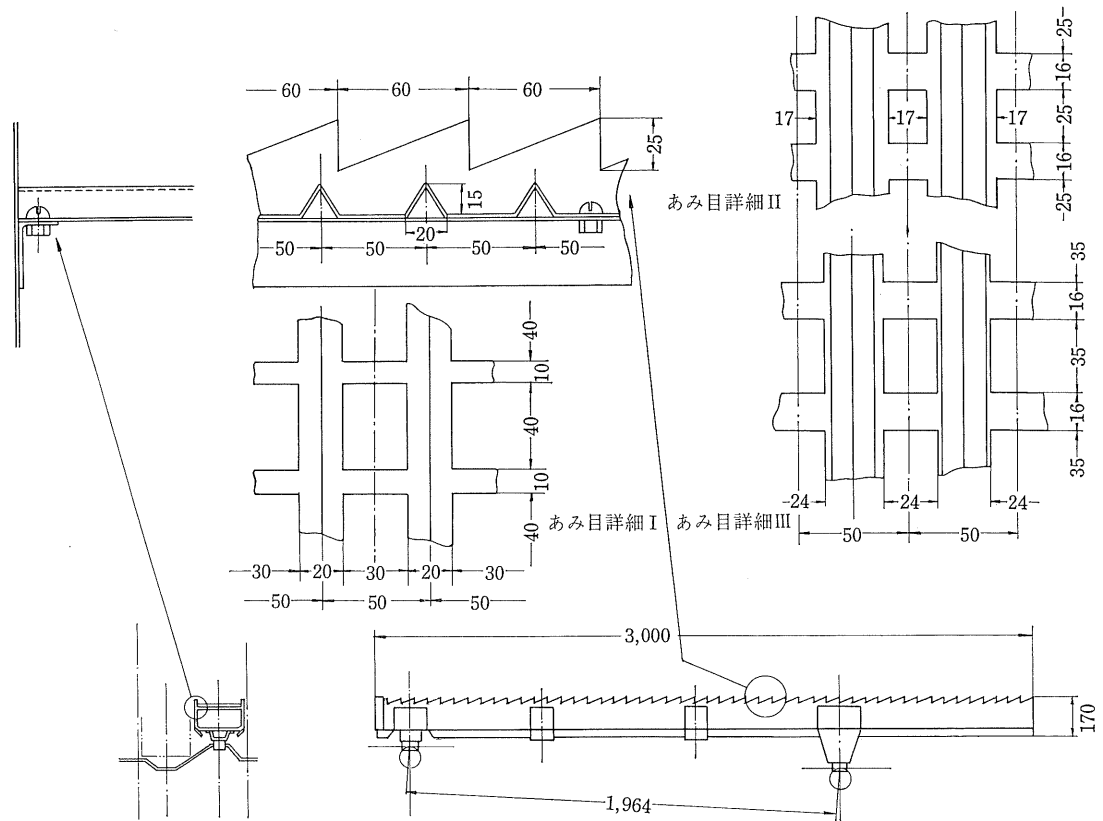
実験装置は前述したものを使用し、ストローラックとの関係は第 II-13 図に示した。

(2) ストローラックの形状

試作したストローラックは第 II-14 図に示すように段を設けない単純な形状のものである。漏下状態を見るためには十分な長さを取り3 mにした。フィンには60mmピッチで山の高さ25mmとし、節面には高さ15mmの小さな山形を50mmピッチに配置した。



第 II-13図 単純形状ストローラックの実験装置



第 II-14図 要因分析試験に用いたストローラック

(3) ストローラックの傾斜(β)
 ストローラックの篩面が、 0° 、 10° 、 20° と変化できるように、後部クランクシャフトを上下できるようにした。

(4) 篩面の目合い(S)
 ストローラックの篩面の孔の面積は広い方が穀粒の漏下がいことは常識的であるが、麦を供試した実験報告

によると、孔面積率は20%から60%に変化させてもさきり粒にはほとんど影響がなく、わらの混入率が増加するので20~30%にすべきだといわれており、別に実用化されているC型ストローラックのように50%のものもあるので、われわれは17%、32%、48%の3種を準備した。

(5) ストローラックの振動数(n)

ストローラック上のわらの運動に直接関与する要素は、 $r\omega^2$ (r : クランク半径, ω : 角速度) の形で表わされる加速度である。クランク半径は実用化されているストローラックで利用されている50mmを採用して、一定長さとした。振動数は無段変速を可能にしたが、予備実験の結果送りが円滑に行なえる最低限度として185cpmを下限にとることにした。

2) 実験方法

ストローラックの性能に関与する要因には多くのものが考えられるが、今回はストローラックの傾斜、振動数、孔面積および流量等の因子を取り上げ、それ以外の主要要因と考えられるこぎ胴幅に対するストローラック幅比、ラック上のフィンの形状、段数等は割愛した。

(1) 供試材料

材料は、昭和37年度産水稲農林25号(平均稈長85cm, 平均穂長16cm)と脱粒性やや易といわれている水稲金南風(平均稈長93cm, 平均穂長16cm)の2種を乾材として用いた。穀粒および稈の含有水分は12~19%である。

(2) 流量の決定

本実験装置における流量の上限を決定する予備実験の結果、コンベヤの上に15kgの乾材を並べて0.4m/sで走らせる量であると決定したので、15kg—0.4m/sと15kg—0.2m/sの2つの水準を採用した。

(3) 子実歩合

そのままの稲と、稲の根元側 $\frac{1}{4}$ ほどを切断したものの2種を用いた。

(4) 実験に取り上げた要因と水準

第II-3表に掲げたように、6つの要因について各々2水準で実験を行なった。

第II-3表 実験を行なった項目

要 因	符号	水 準 (1)	水 準 (2)
ストローラックの傾斜	β	10°	20°
篩面の孔面積率	S	32%	48%
振 動 数	n	185cpm	200cpm
流 量	Q	15kg—0.2m/s	15kg—0.4m/s
子 実 歩 合	D	小	大
品 種	V	農林25号	キンマゼ

(5) 実験の割付け

試験回数は、材料と試験日数の都合で30回前後におさえられたので、2⁶型 $\frac{1}{2}$ 実施法を採用した。なお諸要因をL₃₂直交配列表に割り付けることにした。

傾斜 β と篩面孔面積率 S はともに水準変更時間をとるので、1次因子として、他を2次因子として分割区法をとることにした。

3) 試験結果

第II-4表に今回の試験の結果を表示しておく。今回の実験装置では、ストローラックの定常作業状態のみを計測することはできず、ストローラックの働きの悪い初期と終期の作用も含めたデータをとることになった。

第II-4表 ストローラックの要因分析試験結果

項 目	有意差を与える要因	平均 値			備 考	
		水準(1)	水準(2)	効 果 [(2)-(1)]		
S R 作 業 条 件	コンケーブ 下 漏	Q^{**}	63.07	58.70	-4.37	測定穀粒全部に対して
		V^{**}	57.09	64.68	7.59	
	こぎ残し	Q^*	4.26	5.13	0.87	"
		V^{**}	6.87	2.52	-4.35	
S R 性 能	S R 漏下 総量歩合	Q^{**}	32.02	35.33	3.31	"
		V^{**}	34.99	32.36	-2.63	
	さ さ り	V^{**}	1.13	0.45	-0.68	こぎ残しを差引いた穀粒重に対して
		S^*	0.95	0.63	-0.32	
S R 下 分 布 状 態	No.1~No.6	β^*	90.22	94.09	3.87	S R 下穀粒100に対して
		n^*	92.97	91.34	-1.63	
		Q^{**}	93.63	90.68	-2.95	
	No.1~No.8	Q^*	97.33	96.16	-1.17	"
		—	—	—	—	
	No.1~No.10	—	—	—	—	"

(1) ストローラックからの穀粒の漏下

ストローラックからの穀粒の漏下に影響を与える要因について検定するために、サンプル箱にて収集できた穀粒について、①サンプル箱No.1~6まで、すなわちストローラックの入口から1.5mの長さまで、②サンプル箱No.1~8まで(2.0mまで)③サンプル箱No.1~10まで(2.5mまで)、④サンプル箱No.1~13まで(3.25mまで)、と分けて各要因の効果を検定した。

①の検定結果、すなわち1.5mの長さまでは、ストローラックの傾斜(β)を変えること、振動数(n)、流量(Q)を変えることによって有意差があり、他の要因および相互作用には有意差は認められなかった。②の検定、すなわち2.0mまでの試験結果では、流量(Q)のみが有意差があり、他の要因はもちろん、要因の相互作用にも有意差は認められなかった。

これらの結果を総合すると、次のようにいえることができる。

ストローラックの漏下に効果がある要因としては、今回の実験の範囲では、傾斜角は10°よりも20°と傾斜を大きくすべきであり、排わりに支障のない限りにおいて振動数を下げることがのぞましい。ストローラック上の流

量が増加する、すなわち、供給量が増加すると、絶対漏下穀粒量はふえても、漏下しにくくなる。

(2) ささり粒

ストローラックから選別完了後出てくるわらのうちには、ささり穀粒とこぎ残し穀粒が損失穀粒として含まれている。ささり粒とこぎ残し粒とを手選別することはなかなか正確を期しがたいが、今回は2m²の棧付きのささり落し枠を作って、その上を流しながら、棧から漏下した穀粒をささり粒とした。水稻の品種(V)と孔面積率(S)の2要素の変化は、ささり粒割合の増減に有意差を与えたが、他の要素では有意差は認められなかった。

今回の試験用ストローラックにおいては、脱粒易の水稻を用いることによってささり粒は少なくなり、孔面積率は32%のものよりも48%の場合の方がささり粒の割合は少ないことがいえる。

(3) 漏下穀粒内にわら屑の混入する割合

ストローラック損失となるささり粒に影響する要因の1つに、孔面積率(S)があったが、孔面積率が大きくなると当然わらの漏下が増加すると考えられる。とくに今回のように乾材を利用した場合には、切れわらが増加してわら屑の漏下が多くなると考えられたが、検定の結果では孔面積率(S)による有意差は認められなかった。このことは、今回の試験機が2連式であり、側壁とストローラック、ストローラック相互間からのわらの漏下、または初期と終期(実験の)における長わらの漏下が防げなかったことにも影響があるだろう。ストローラックからのわら屑の漏下は重量割合で全漏下物の20~30%にも達するので、チャフシープ、グレインシープの能力も相当に大きなものにならなければならないという。

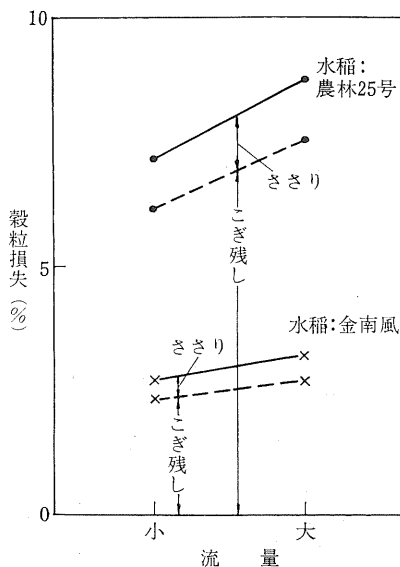
(4) こぎ残しおよびコンケーブからの漏下

今回の実際に用いた脱穀装置は良好な性能をもったものとはいいがたかったが、第II-5表および第II-15図に示したように、水稻農林25号よりも脱粒易であるキンマゼを供試したときがこぎ残しが少なく、コンケーブからの漏下もよくささり粒も少ない。また、流量が少ない場合よりも多い場合の方が、こぎ残しが多くなり、漏下率は少なくなることが有意差検定された。

このことから枝梗、小枝梗の付着しない穀粒に脱穀で

第II-5表 品種の違いとこぎ残し、コンケーブからの漏下の関係

	こぎ残し率		コンケーブからの漏下	
	流量小	流量大	流量小	流量大
農林25号	6.18%	7.56%	58.9%	55.3%
キンマゼ	2.35	2.70	67.2	62.1



第II-15図 品種の違いと穀粒損失の関係

きる脱穀部が開発されるか、枝梗のとれやすい品種が開発成されることによって、ストローラックによる穀粒損失はいちじるしく減少すると考えてよい。

4) 考察

(1) ストローラックの振動数については、送りがよどまない最下限で振動数が低い方がよい。このためには多段式にすることやストローラックの中心部近くにフィンをつけることによって送りの確実さを図り、回転数を下げられるようにすることを考える必要があるだろう。

(2) 傾斜角は、10°と20°と比較してみると、20°の方がストローラック前半における漏下が良いことを知った。

(3) 節目については50%内外までの面積率が穀粒の漏下に対して良好なことを知りえた。

(4) 比較的脱粒難といわれる農林25号と脱粒易といわれるキンマゼとの差は、こぎ残し、コンケーブからの漏下はもちろん、ストローラックロスといわれるささり粒に現われた。

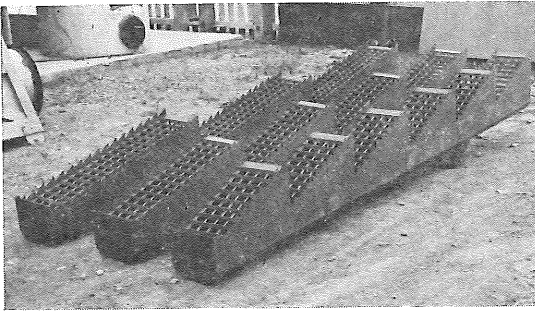
(5) 供給量が多くなれば、ストローラックからの漏下が悪くなることはもちろん、こぎ残しが多くなり、コンケーブからの漏下が減少し、ささり粒が増加する等の影響を与える。ストローラック自体からいうと、流量はある程度少ない方がよいが(流量の下限については確認していない)コンパインの能率を考えると、脱穀可能な範囲において定まる流量の最大限でストローラックの能力を大きくするように考えなければならない。

(6) 子実歩合については、今回は明確な結論を得るにいたっていない。

4. ストローラックの段の形状が選別に与える影響(1964)

ストローラックに段をつけて漏下面積を広くし、また篩面の傾斜角を大きくした場合の効果について実験を行なって、段の必要性を確認することにした。第Ⅱ-16図に実験に用いたストローラックを示した。

この研究は1964年5月21日より30日にわたって行なった。



第Ⅱ-16図 実験に用いた多段ストローラック

1) 実験装置

(1) 試験装置

試験装置は、前年と同じ装置を使用したが、コンケーブからの穀粒の漏下を止めて、ストローラック部の穀粒負荷をできるだけ多くする目的でコンケーブをメクラに

した。シリンダとコンケーブのツースは、脱穀機構の研究で最も脱穀の性能が高いと見られたものを選んで取り付けた。

(2) 実験用ストローラック

段の効果を知るために、最も実用段階に近いと思われるものを試作した。段の形状で問題になるものは、段の数、段付きのピッチ、篩面の傾斜、段の高さ、すなわち段の落差等がある。

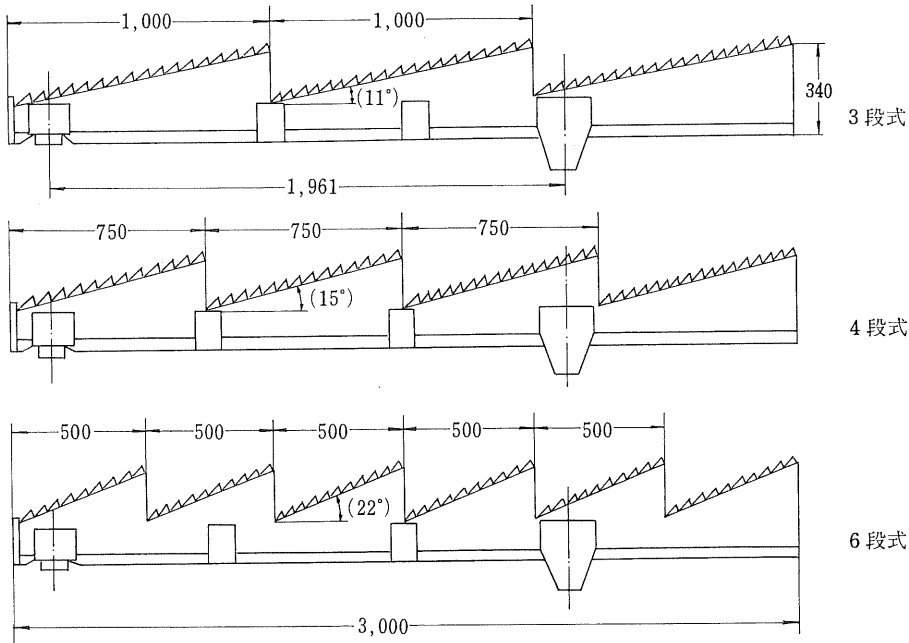
今回の試作ストローラックは段の高さを200mmと一定にして、ピッチは500mm、750mm、1,000mmとして6段、4段、3段のものにした。したがって、篩面の傾斜角は22°、15°、11°と変化した。

第Ⅱ-17図に側面図、第Ⅱ-18図に篩面の図を示した。この実験用ストローラックの主要諸元を第Ⅱ-6表に示した。

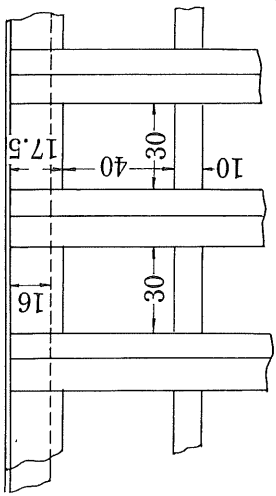
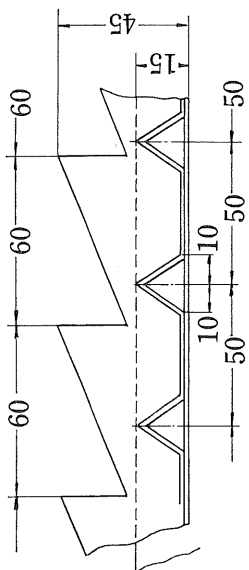
2) 試験方法

(1) 試験条件

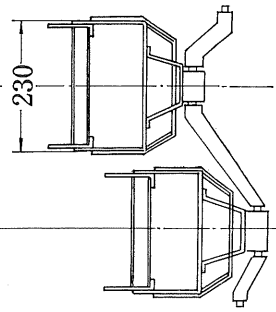
この試験は、昭和39年5月21日から5月30日にかけて行なった。使用した材料は昭和38年度産の水稲ヤマビコで手刈りして十分に乾燥し、倉庫に保存しておいた乾材である。この材料8.00kgずつをとり、各試験区共通の材



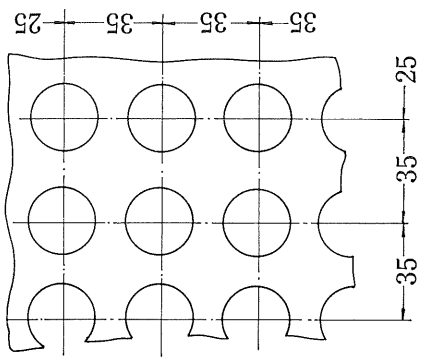
第Ⅱ-17図 段付きストローラックの側面図



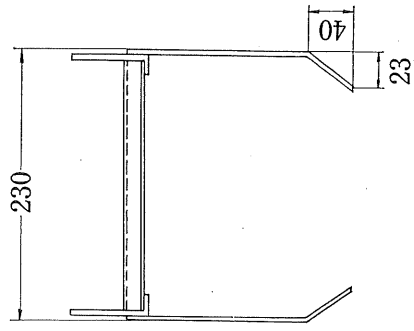
あみ目詳細



クランク部断面



隔板詳細



断面詳細

第II-18図 段付きストローラックの詳細図

料供給量とし、供給速度、上昇輸送部のチェーンコンベヤ等の速度も一定とした。シリンダの回転数も一定とした。もちろん、シリンダとコンケープの形状、間隙も一定にして実験を行なった。

第Ⅱ-6表 段付きストローラックの主要諸元

項 目	3 段式	4 段式	6 段式
段 数	3	4	6
全 長 mm	3,000	3,000	3,000
段 ビ ッ チ mm	1,000	750	500
落 差 mm	200	200	200
篩 面 傾 斜 角* 度	11	15	22
篩 面 目 合 い mm	30×40	30×40	30×40
孔 隙 率 %	48	48	48

注：* 各段の先端を結ぶ線が水平になるように取り付けられた場合の傾斜角。

(2) 測定項目

次の事項に関して測定を行なった。①材料供給時間、②各部の回転数、③シリンダの負荷時の回転数、④供給材料の穀粒およびわら稈の水分、⑤コンケープおよびエクステンションからの漏下穀粒重(サンプル箱)、⑥サンプル箱1～13までの各々にたまった穀粒重、⑦スレッシング損失となった穀粒重、すなわちささり粒重量とこぎ残し粒重量。

(3) 実験に取り上げた要因

前回に行なった要因分析の結果を検討して、今回は要因数を少なくして3水準として第Ⅱ-7表のような要因と水準をとることとした。

第Ⅱ-7表 要因と水準

要 因	記号	水 準
ストローラックの種類	W	3 段式, 4 段式, 6 段式
取 付 け 角 度	β	0°, 10°
ク ラ ン ク 回 転 数	n	低, 中, 高

3種のストローラックにおいて、クランク回転数を共通値にして、低、中、高と単純に定める方法もあるが、最適水準を知る意味においては、各ストローラックにおいて、それぞれに適すると思われる回転数を選ぶ必要がある。現在までの実験の結果、篩面の傾斜角が急になるほどわらの流動が悪くなり、回転数も上げねばならない。

ストローラック上のわらの流動の研究については、すでにテルスコフが解析的な研究を行ない、運動の図解等も行なっているので、これらの文献を参考にして、各ストローラックにおいて適すると思われる回転数を定めて実験を行なった。各ストローラックの3つの回転数は第Ⅱ-8表に示す。

第Ⅱ-8表 ストローラックのクランクの回転数

	3 段 式		4 段 式		6 段 式	
取 付 角 β	0°	10°	0°	10°	0°	10°
篩 面 角 度	11°	21°	15°	25°	22°	32°
ク ラ ン ク 回 転 数	n_1	185	205	195	210	205
	n_2	190	210	205	215	210
	n_3	195	215	210	220	215

(4) 直交表への割付けと分散分析表

ストローラックの種類(W)、取付角(β)、クランク回転数(n)を田口の直交表 L₂₇に割り付けることにし、 β の第3水準は擬水準として第2水準と同じく $\beta=10^\circ$ として反覆した。さらに分割区法をとることとした。

3) 試験結果

取付角0°の場合と取付角10°の場合について測定値を整理して第Ⅱ-9表に表示した。これらの測定値のうち、全穀粒に対するストローラック漏下穀粒全重、ささり粒、こぎ残し、スレッシング損失(ささり粒とこぎ残し)ストローラック漏下全量に対するサンプル箱番号1～6(1.5m)、1～8(2m)、1～10(2.5m)までの漏下重に対して分散分析を行なった。シリンダの条件が同一の場合スレッシングロスに有意差が出ることはささり粒の分離法が悪いことを示しているの、以下スレッシングロスをもってささり粒の代行と考えることにした。

分散分析し、その結果有意差を示した項目の測定値をまとめて第Ⅱ-10表に示した。さらにストローラック下の分布状態に関してはW× β 、すなわち段と取付角の間に交互作用があったので、その2元表を作成して第Ⅱ-11表に示しておいた。

回転数と取付角が効果的であることは判明したが、Wと β の交互作用に有意差の出た原因について、段の効果があるためかを調査してみた。2元表を見て知るとおり、W₂と β_1 の組合せの場合にストローラック下の漏下割合が低い結果を示している。これは試験設計を行なった際に、W₂、すなわち4段ストローラックの場合のクランクの回転数を第2、第3水準において高くとりすぎたためであろうと考察している。つまり、4段ストローラックにおいて、取付角0°のときの漏下量が少なかったことは、とくに段の影響ではないのでであろうと考えられる。

4) 考 察

(1) クランクの回転数(n)については、わらの流れがよどまない限り低い方がストローラックの漏下性は高いことを確認した。

(2) 取付角(β)については、角度が急なほどよい効果を示していた。

第II-9表 取付角と漏下

(単位: %)

段 数		スレッシングロス			ストローラック下漏下粒割合 1.5mまで			ストローラック下漏下粒割合 2.5mまで			
		3 段	4 段	6 段	3 段	4 段	6 段	3 段	4 段	6 段	
取 付 角 0°	篩面傾斜角	11°	15°	22°	11°	15°	22°	11°	15°	22°	
	ク ラ ン ク 回 転 数	185rpm	7.1%	%	%	80.8%	%	%	98.4%	%	%
		190	8.6			75.4			97.0		
		195	8.3	7.6		74.3	74.0		97.0	96.7	
		200									
		205		7.8	4.5		89.0	77.6		96.5	98.0
		210		4.4	7.7		71.1	76.3		96.2	97.3
215			8.1			75.1			96.9		
取 付 角 10°	篩面傾斜角	21°	25°	32°	21°	25°	32°	21°	25°	32°	
	ク ラ ン ク 回 転 数	205rpm	7.9%	%	%	80.5%	%	%	97.5%	%	%
			7.4			79.3			97.1		
		210	6.5	6.3		76.6	79.0		97.2	98.1	
			7.4	1.6		77.2	82.0		97.0	98.7	
		215	6.2	4.6		77.6	75.7		97.6	97.6	
			8.5	7.2		75.5	76.6		96.8	96.8	
220		6.6	6.9		75.9	78.3		97.5	97.3		
		6.0	5.8		76.2	78.6		97.0	97.6		
	225			7.2						97.6	
				3.9						98.1	
	230			3.2						98.3	
				6.6						96.4	

第II-10表 分散分析の結果

項 目	有意差を 与える要 因	平均 値			備 考	
		水準 (1)	水準 (2)	水準 (3)		
穀粒 分布	ストローラ ック下	n*	87.8	87.1	87.4	全測定粒量基準
		β^{**}	87.0	87.6		
	さ さ り	β^{**}	2.3	1.9		
	こぎ残し ささり	β^{**}	7.1	6.1		
スト ロー ラ ッ ク 下 分 布 状 態	1.5mまで	n**	78.9	76.4	75.6	ストローラック 下穀粒基準
		β^{**}	—	—	—	
		$W \times \beta^*$	—	—	—	
	2.0mまで	n**	92.7	91.3	91.0	
		β^{**}	—	—	—	
		$W \times \beta^*$	—	—	—	
2.5mまで	n*	97.7	97.2	97.1		
	$W \times \beta^*$	—	—	—		

第II-11表 W と β の交互作用

	W_1	W_2	W_3
No. 1 ~ 6 $\begin{cases} \beta_1 \\ \beta_2 \end{cases}$	76.8(11°) 77.8(21°)	72.4(15°) 77.6(25°)	76.3(22°) 78.2(32°)
No. 1 ~ 8 $\begin{cases} \beta_1 \\ \beta_2 \end{cases}$	91.6(11°) 92.0(21°)	89.1(15°) 92.1(25°)	91.5(22°) 92.5(32°)
No. 1 ~ 10 $\begin{cases} \beta_1 \\ \beta_2 \end{cases}$	97.5(11°) 97.2(21°)	96.4(15°) 97.6(25°)	97.4(22°) 97.5(32°)

(3) 段の効果については、今回のテストの結果からは十分に有意差があるとは認められなかった。しかし、ストローラックに段を作ることは段数の効果よりもむしろ、限られた長さのストローラックの篩面の傾斜を、ストローラック後端が極端に高くならぬ範囲で急にすると効果があると考えられる。

5. 結 論

2連式ストローラックについて3回の試験を行なったので、これらの結果についてまとめてみる。

(1) 篩面に急な傾斜角を多くもったC型ストローラックは、他の型式に比較して漏下性が良好である。しかし初期の漏下性は、初めの部分に急な傾斜篩面をもったA型ストローラックが良好である。

(2) 篩孔の広く開いたC型は、他の型式に比較して良好な漏下を示す。

(3) 単粒化された穀粒の漏下性は、枝梗付きの穀粒に比べて非常によい。

(4) ストローラックの振動数は、わらの送りがよどまない程度まで低くした方が漏下性がよい。

(5) 篩目の傾斜角については、順調なわらの送りがつく限度まで急にした方が漏下性は良好である。

(6) 篩面の孔面積率については、30%より50%の方が漏下性がよいと判断したが、アヴジェエフは20~30%以上の空孔率にしても漏下性はあまり変わらず、小わらの漏下が増加するといっているし、ストレモウホフは空孔

率は35~50%にすべきであるといっている。これらの研究の結果の相違は、供試材料の性状の相違によるものと考えている。

(7) 篩の段については、篩面の傾斜を大にしてしかも送りを順調にする効果は見られるが、段そのものが効果が大きいとはみとめられなかった。

(8) 単粒化しやすい作物や品種は漏下性が大きい。

(9) 流量(わら等)が大きくなれば、漏下性は悪くなる。

以上のような結果を得たが、2連2軸式ストローラックにおいては、構造的部分的な改良による大幅な改良を期待するよりも、脱穀部等の改良によって、コンケーブからの漏下穀粒量を大きくすること、また脱穀作用によって枝梗のつかない単粒を多く得ることにつとめる必要があることを知りえた。次に水稻の品種を改良して、単粒化の容易なもの、すなわち枝梗等のつかない品種の栽培面積が拡大されることが必要であると考えている。

参 考 文 献

1. Coupan, G.: *Machines de Récolte*, Librairie J.-B. Baillièrre et Fils, 1911, p.274~280.
2. Rogin, L.: *The Introduction of Farm Machinery in Its Relation to the Productivity of Labor in the Agriculture of the United States during the Nineteenth Century*, University of California Press, 1931, p.154~176.
3. Мартенс, Л.К.: *Машиностроение (機械製作ハンドブック)*, том 12, МАШГИЗ, 1948, p.97~98.
4. Терсков, Г. Д.: *Расчет зерноуборочных машин (穀用收穫機的设计計算)*, МАШГИЗ, 1961, p.100~133.
5. Красниченко, А.В.: *Справочник конструктора сельскохозяйственных машин (農機設計ハンドブック)*, том 2, МАШГИЗ, 1962, p.412~419.
6. Бублик, С. П.: *Определение основных параметров процесса сепарации грубого вороха (脱穀わら選別過程の基本的数値の決定)*, *Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства*, 1963, No. 2, p. 15~17.

III

水稲の子実歩合がコンバインの性能に及ぼす影響

—水稲の性状と普通型コンバインの脱穀性能の関係—

江崎春雄・三浦恭志郎

The Influence of Grain-Straw Ratio on the Performance
of Threshing Apparatus

Haruo EZAKI, Kyoshiro MIURA

はじめに

普通型コンバインを用いて収穫を行なう場合、刈高さを変化すれば穀粒損失の割合が変化することは実際におこる現象である。刈高さを5cm, 10cm, 20cmと高くするに従って穀粒損失の割合は減少するが、50cm, 60cmと高くなると穀粒損失の割合は反対に増加する現象も体験している。

この現象は水稲が傾斜倒伏するために稲稈がリール、刈刃にかからずに刈残しや頭部損失がおこるという極端な現象はあるにしても、子実歩合すなわち全供試材料量に対する穀粒重量、ないしは穀粒重に対するわら重の比（以下わら比という）が変化するためにもその現象がおこると考えても差支えあるまい。

いま S をわら流量、 G を穀粒流量とすると、わら比は

$$\xi = \frac{S}{G} \text{ となり 子実歩合 } \eta = \frac{G}{G+S} \text{ との関係は } \eta = \frac{1}{1+\xi}$$

となる。なおわら含有率を λ とすれば $\eta = 1 - \lambda$ となる。

本研究ではこの課題を解析するために、実験室内において水稲乾材を供試してわら比を変え、さらに単位時間当りの供給量（流量）も変えて脱穀性能に及ぼす影響を求めてみた。

本研究は1967（昭42）年5月と8月の2回にわけて行なったものであり、十分に乾燥した材料を用いてあるので、わら比の数値は実際に圃場で収穫する場合に測定される数値とははなはだしく異なっているが、その傾向は明白にできたものと考えている。

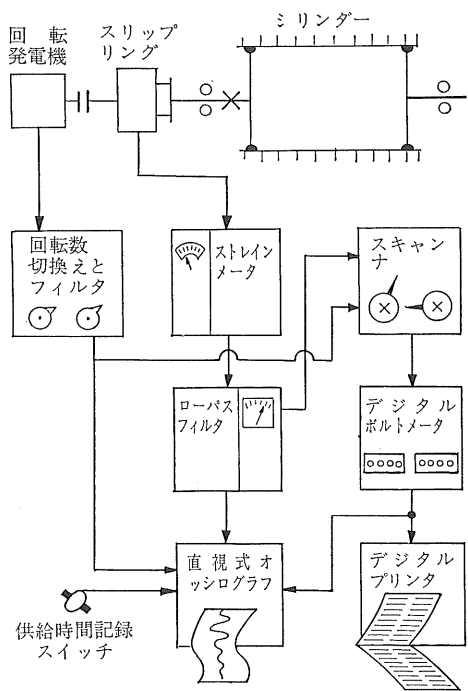
1. 試験方法

1) 実験装置

第1回目の実験においては実際に利用しているY-140普通型コンバインを実験室内に設置して、ゴムベルトコンベヤにて供給する材料の脱穀を行ない、第III-1図に示した馬力測定装置を用いて、馬力の変化を電磁オシログラフによって直視するとともにデジタルプリンタによって数的な記録をさせた。

第2回目の実験においては、シリンダ、ストローラックの室内実験装置を用い、ツースは50mm高さ、6mm厚さの低歯を用い、ストローラックにはC型（第II章参考）を利用した。材料は前回と同様にゴムベルトコンベヤ上に並べて、コンベヤ速度を変えることができるようにして脱穀を行なった。

シリンダ軸の所要動力は中間軸トルクピックアップ方

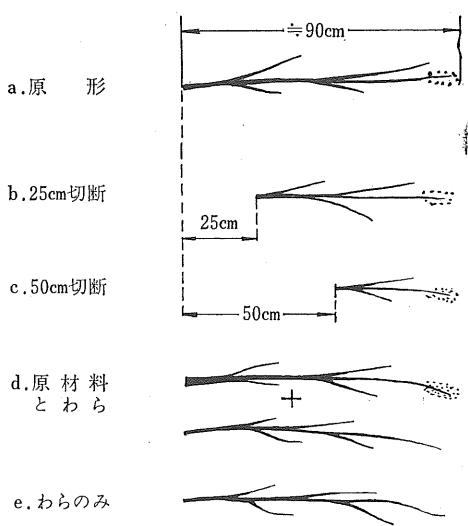


第Ⅲ-1図 第1回試験の馬力測定装置

式で、馬力計にデジタルプリンタを併用して測定した。

2) 試験材料

1966 (昭41) 年当研究所附属農場産の水稲クサブエを架乾して収納、保存した材料を用いた。この材料の平均稈長は約70cmであり、全長は約91cmの長稈に属するものである。



第Ⅲ-2図 供試材料の形態

3) 実験方法

子実歩合、ないしはわら比を人工的に変化するために第Ⅲ-2図に図示するように、稈の下部を切断したり、穀粒のついていないわらを付加する方法をとった。このようにして人為的に作った材料を計量して、8kg、10kg等の材料の穂を先に向け約30°傾けベルトコンベヤ上10m間に平均に並べて供給する方法をとった。

稈を切断して極端に短くなった場合には供給の最終が不円滑になる傾向があったが、これはわらの根元部分50cm長のもを、供給材料の直後にベルトコンベヤ上1m間に1kg並べて供給することによって解決した。

ベルトコンベヤの走行速度を変えることによって、供

第Ⅲ-1表 試験計画

試験番号	材料の形態	10m間わら量 kg	付加したわら kg	わら比 η	総流量 Q t/h	わら流量 Q_s t/h	穀粒流量 Q_g t/h	備考
1	a	10	—	1.0	1.4~2.0	0.7~1.0	0.7~1.0	標準区
〃	b	8	—	0.6	1.4~2.0	0.7~1.0	0.7~1.0	Q_g を標準区に合わせる
〃	b	10	—	0.6				Q 〃
〃	b	12	—	0.6	1.4~2.0	0.7~1.0	0.7~1.0	Q_s 〃
〃	c	6	—	0.35				Q_g 〃
〃	c	10	—	0.35	1.4~2.0	0.7~1.0	0.7~1.0	Q 〃
〃	c	20	—	0.35				Q_s 〃
2	a	10	0	1.0	1.4~1.8	0.7~0.9	0.7~0.9	標準区
〃	b	8	0	0.6	1.4~1.8	0.4~0.5	〃	Q_g を標準区に合わせる
〃	d	10	1.5	1.3		0.9~1.2	〃	Q_g 〃, Q_s, Q を増加
〃	d	10	3	1.6	1.4~1.8	1.1~1.4	〃	Q_g 〃, 〃
〃	e	0	5	—		0.7~0.9	0	Q_s を標準区に合わせる

給流量を変化させることは他の室内実験と同じ方式である。

試験は種々の材料を無作為に選んで行なった。

試験の計画は第Ⅲ-1表に表示したように、第1回目においては、わら比を0.35, 0.6, 1.0の3段階にわけて、コンバインに対する供給流量は種々の変化を与えることにした。この流量の変化方法は、原形乾材の10kg材料を基準として、各々異なった子実歩合の材料の総流量、わら流量、穀粒流量の変化をその基準に合わせるようにした。

第2回目の試験においては、わら比を0.6, 1.0, 1.3, 1.6の4段階にわけて原形乾材の基準流量に対して穀粒流量は一定にして、わら流量、総流量は変えることにして実験を行なった。

4) 測定項目と測定方法

(1) 穀粒流量

穀粒口全量(第1回テストにおいては穀粒口, 第2回テストにおいてはコンケープ, ストロラック下の穀

粒)と排わら中の穀粒の全量を計量し、供給時間で除して全穀粒流量とした。

(2) わら流量

コンバイン、脱穀部を通過した全わらの重量を供給時間で除した値をわら流量とした。

(3) スレッシング損失

穀粒口重量と、ささり粒、こぎ残し重量から穀粒損失を測定した。ささり粒、こぎ残し粒は分離せずに、チョダ式脱穀機にて脱粒し、手選別を行なって取り出した。

(4) 品質の分析

穀粒口の内容を見るために約250gのサンプルをとり、精粒、枝梗付着粒、穂切粒、わら屑等の5項目について手選別して求めた。

(5) 平均正味所要馬力

前述した方法によって測定を行ない、脱穀部の機械的な馬力損失を全所要馬力から差引いたものを正味脱穀馬力として、これを求めた。

第Ⅲ-2表 わら比、流量の変化と脱穀性能

試験番号	わら比	子実歩合 %	穀粒流量	わら流量	わら水分	スレッシング損失	枝梗付着粒と穂切粒	損傷粒	正味脱穀馬力
			Q_G t/hr	Q_S t/hr	%	%	%	%	PS
1-a-10	0.9~1.0	49~53	0.7, 0.8 0.9, 1.0	0.7, 0.7 0.8, 1.0	9.3~10.5	9.1~12.3	6.4~8.6	2.4~2.7	0.7~1.0
1-b-8	0.6	61~65	0.7, 0.7 0.8, 1.0	0.4, 0.4 0.5, 0.6	9.3~10.5	11.5~13.0	9.7~10.7	3.1~4.1	0.3~0.4
1-b-10	0.5~0.6	62~65	0.9, 1.0 1.1, 1.3	0.5, 0.5 0.6, 0.7	10.0~13.6	10.3~13.6	8.1~10.3	2.8~3.4	0.4~0.5
1-b-12.5	0.6~	61~64	1.0, 1.2 1.3, 1.4	0.7, 0.7 0.8, 0.9	9.3~10.5	10.2~14.7	6.1~8.5	2.8~3.0	0.5~0.8
1-c-6	0.3~0.5	68~77	0.7, 0.7 0.8, 0.9	0.2, 0.3 0.3, 0.4	10.5~13.6	11.4~15.3	8.5~13.0	3.2~4.0	0.2~0.3
1-c-10	0.3~0.4	73~77	1.0, 1.1 1.2, 1.4	0.3, 0.4 0.4, 0.4	9.3~13.6	10.0~17.4	7.4~12.6	2.4~3.6	0.3~0.4
1-c-20	0.3~0.4	72~75	2.0, 2.1 2.6, 2.9	0.7, 0.8 0.8, 1.0	9.3~13.6	15.0~17.7	7.2~13.8	3.6~4.7	0.6~1.1
2-a-10	1.0~1.1	47~49	0.7, 0.7 0.8	0.7, 0.8 0.9		8.2~10.3			1.9~2.5
2-b-8	0.6~0.9	54~65	0.7, 0.6 0.9	0.4, 0.6 0.5		8.4~11.3			0.8~1.3
2-d-10-1.5	1.3~1.5	39~44	0.6, 0.7 0.8	0.8, 1.0 1.2		7.2~10.0			2.1~3.1
2-d-10-3	1.5~1.7	38~40	0.6, 0.8 0.8	1.0, 1.2 1.4		8.4~11.3			2.7~4.3
2-e				0.6, 0.7 0.8					1.8~2.5

2. 試験結果と考察

第1回目および第2回目の試験の主な結果を第Ⅲ-2表に表示しておいた。

実験は子実歩合（わら比）を変化させるにおいて、穀粒流量はほぼ一定にした試験区のほかに、わら流量、総流量をほぼ一定にした試験区を設定して行なったものである。これらの実験の計画に対応して結果を分析してみた。

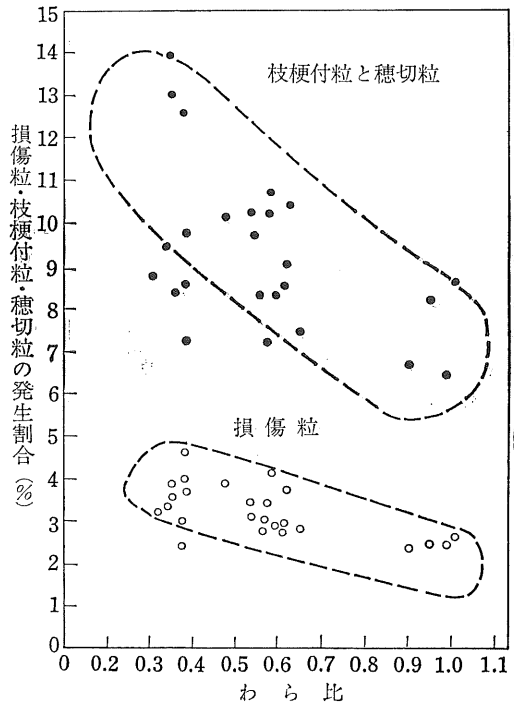
1) 作業精度

(1) スレッシング損失（脱穀選別損失）については第Ⅲ-3図に全試験の結果を示したが、水稻乾材においては、わら比がほぼ1~1.2の時、すなわち子実歩合が45~50%の時に最少値を示した。このことはコンバインで刈高さを変化させる時にある刈高さで収穫する時に穀粒損失が最少になることと同様な傾向である。

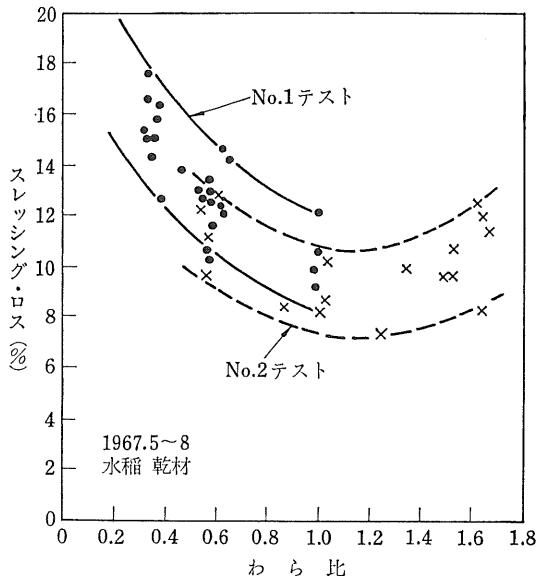
(2) 枝梗付着粒、穂切粒、損傷粒の発生は第Ⅲ-4図に示したように、わら比が1.0、すなわち子実歩合が50%までを限度として考えると穀粒わら比が大きくなるに従って、すなわちわら量が多くなるに従って減少する傾向がある。なおこの傾向は穀粒流量をほぼ一定にした実験において顕著であった。

2) 所要馬力

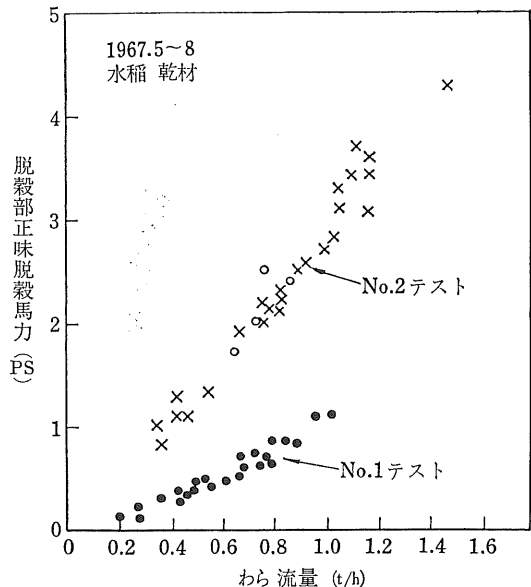
第Ⅲ-5図に示したように第1回目と第2回目の試験においては実験に供した脱穀部が異なっていたために平均所要馬力はいちじるしく異なった値を示したが、両実験



第Ⅲ-4図 わら比と穀粒品質の関係



第Ⅲ-3図 わら比とスレッシング損失の関係



第Ⅲ-5図 わら流量の変化と脱穀馬力の変化の関係

の結果からみると所要馬力は子実歩合、穀粒流量の変化によって差を生ずるよりむしろわら流量の変化によって明らかな変化がみとめられた。すなわちわら流量の増加によって所要馬力は増加をみている。

また穀粒のついていないわらのみを供給した場合も稲稈の脱穀所要馬力曲線に乗っていることが、本研究の主

題とははずれているが興味ある点と考えている。

このことからみると日本式の脱穀機と投込式脱穀部は本質的に異なったものがあると考えられ、投込式脱穀部の場合は、わらが脱穀部を通過する時に脱穀部の消費エネルギーのうちの大部分のエネルギーを消費しているものとみられる。

3. 結 論

本研究においては実験中の材料の均一性を保つ必要上過乾とも思われるほどの材料を使用したために、実際の場合とは数値的には異なった値を示すことにはなったが、子実歩合が45～50%の時に穀粒損失が最少値を示すことは明らかになった。

水分の多い実際の材料においても、子実歩合の実際の数値は異なっているもある値の時に最少値を示すと考え

てよい。このことは刈高さを変えた圃場実験でも明らかである。

子実歩合の変化はコンバインの作業精度に影響はあたえるが、脱穀の所要馬力に対してはわら流量の変化という要因が影響を与えることを知りえた。換言すると同一の総流量では子実歩合が大きくなるほど、わらの量は減少するので、脱穀の正味所要馬力も減少するといえる。

IV

水稻の品種および収穫時期を異にした場合の コンバインの作業精度に関する研究

—水稻の性状と普通型コンバインの性能の関係—

江崎春雄・吉田由之佐・三浦貞行・楠原信行

Operating Accuracy of Combine-Harvesters with Rice Varieties
and Harvest Date Varied

Haruo EZAKI, Yunosuke YOSHIDA, Sadayuki MIURA, Nobuyuki KUSUHARA

はじめに

水稻の収穫作業の機械化については、多くの研究がなされ、多くの方策がとられているが、鎌刈りを主幹とした慣行の作業方式に完全に入れかえうる機械がまだ出現していないのが現状である。

普通型コンバインは他の収穫機に比べて能力が大きく、構造も比較的簡単であり、諸外国においても1960年度には200万台以上の普及をみている機械であり、日本の水田でも規模の拡大と区画整理等が完了したところでは容易に導入されうる機械であると考えられたが、農村において現在まで考えられていた穀粒損失に比較してはなほだしく穀粒の損失が多い場合がある。

穀粒の損失、穀粒の損傷、品質の低下等を総称してわれわれはコンバインの作業精度と称しているが、水田における作業精度はいかなる要因に左右されているかを知り、その要因の分析を行なうとともにコンバインの改良を行なう必要がある。

コンバインの作業精度を左右する主要因には、①コンバイン自体の機械的なもの、②作物の条件、③気象的な

条件、④圃場の条件、⑤その他の自然的な条件等が考えられる。

本研究はコンバインの機械的な条件以外の条件のうち、水稻の品種と収穫の時期が大きく作業精度を左右しているといわれているので、それらの関係を明確にするために行なったものである。

なお本研究は1964(昭39)年度には長崎県農林センター(主担当者、楠原信行)、秋田県農業試験場(主担当者、三浦貞行)に、1965(昭40)年度には宮城県農業試験場(主担当者、吉田由之佐)、長崎県農林センター、秋田県農業試験場に委託して行なったものであり、それらの試験結果を江崎がとりまとめたものである。

本研究はコンバインの作業精度向上を図る主旨で出発したものであり、コンバインの改良上の問題を知ることでもできたが、本成績の結果からコンバイン利用上において使用期間を策定する上に、さらに負担面積および経済性の試算等の参考資料にもなりうるものと考えている。

1. 試験方法ならびに試験条件

1) 試験場所

昭和39年度と昭和40年度の2カ年にわたって、第IV-1表の場所において実験を行なった。第IV-1図にその場所

を示しておく。

2) 試験方法

供試したコンバインは、長期間の使用が順調に行ない

第Ⅳ-1表 試験場所

試験年次	担当県	試験場所
39~40	秋 田	秋田市仁井田 秋田県農業試験場
39	秋 田	秋田県南秋田郡天王町 八郎潟実験農場
39~40	長 崎	長崎県総合農林センター 諫早干拓試験地
40	宮 城	宮城県遠田郡小牛田町北浦
40	宮 城	宮城県志田郡鹿島台町船越

うる各県手持ちのコンバインまたは借用のものである。

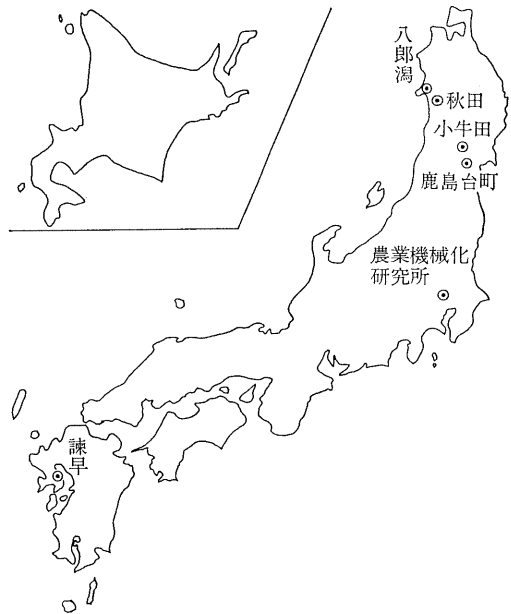
試験場所において比較的普及度の高い品種を1~3品種選び、あらかじめ収穫適期(成熟期)を推定して、その日より5~6日前、その日、その日から5日おきに数回、第Ⅳ-2表に示したようにコンバインにて作業精度試験を行なった。

試験当日には、並行して手刈り、脱穀を行なって食糧事務所と協力してコンバイン収穫量と合わせて検査等級の判定を行なった。

コンバイン作業精度の測定方法は、農業機械化研究所にて作成したコンバイン試験方法No.3およびNo.4に準じた。

(1) 供試コンバインと収穫の条件

全試験期間を通じて、コンバインの調整ならびに刈取りの条件は一定に保つように努力して、作物の条件がコンバインの作業精度に与える影響を明確にすることを目的とした。



第Ⅳ-1図 試験を行なった場所

的とした。第Ⅳ-3表にそれらの条件をとりまとめて示した。

(2) 作物の条件

水稻の品種は、その地方に比較的普及している品種またはコンバイン農法が確立したときに普及されるであろうと思われる品種を選び供試した。第Ⅳ-4表に供試した作物の性状を示しておく。

第Ⅳ-2表 試験日程

試験番号	試験年次	試験場所	使用コンバイン	供試品種	試験月日					
					1	2 (成熟期)	3	4	5	6
1	39	八郎潟	インター 403	シンセツ	—	9.2 (+1)	9.7 (+6)	9.11 (+10)	9.21 (+20)	—
2	〃	秋 田	ラベルダM75R	ミヨシ	10.4 (-4)	10.8 (0)	10.13 (+5)	10.18 (+10)	10.22 (+14)	—
3	〃	秋 田	〃	さわにしき	10.7 (-6)	10.12 (-1)	10.18 (+5)	10.22 (+9)	—	—
4	〃	諫 早	クレーンM80	越路早生	9.2 (-5)	9.7 (0)	9.12 (+5)	9.17 (+10)	9.22 (+15)	—
5	〃	諫 早	{クレーン M80 クレーンM80	ホウヨク	10.19 (-5)	10.24 (0)	10.29 (+5)	11.3 (+10)	11.13 (+15)	—
6	40	小牛田	インター 93	トワダ	9.8 (-6)	9.16 (+2)	9.20 (+6)	9.24 (+10)	9.29 (+15)	—
7	〃	鹿島台	インター 93	ササシグレ	10.1 (-4)	10.5 (0)	10.9 (+4)	10.14 (+9)	10.18 (+13)	—
8	〃	秋 田	ラベルダM75R	さわにしき	9.21 (-6)	9.27 (0)	10.1 (+4)	10.7 (+10)	10.18 (+21)	10.27 (+30)
9	〃	諫 早	クレーンM80	ホウヨク	10.22 (-5)	10.27 (0)	11.1 (+5)	11.6 (+10)	11.11 (+15)	11.22 (+26)

注：表中(0)は成熟日を示し、(-5)は成熟期前5日、(+15)は成熟期後15日を示している。

第Ⅳ-3表 コンバイン収穫の条件

試験番号	供試コンバイン	刃 幅	刈高きの規準	刈 取 速 度	シリンダー回 転数	測定区の長さ
		m	cm	m/s	rpm	m
1	インター 403	4.11	8~10	0.5	570	15
2	ラベルダ M75	2.45	8~15	0.25	720	10
3	ラベルダ M75	2.45	8~13	0.25	770	15
4	クレーソ M80	2.89	19~32	0.42	900	15
5	クレーソ M80	2.89	21~26	0.48	900	15
6	インター 93	2.8	14~19	0.22	1,450	10
7	インター 93	2.8	10~20	0.21	1,230	10
8	ラベルダ M75R	2.45	12~17	0.21 : 0.40 : 0.45	(720)	10
9	クレーソ M80	2.89	12~15	0.27~0.31	850	10

第Ⅳ-4表 作物の状況

試験番号	品 種	出穂 期日	成熟期において			試験中の状態			脱粒 性	県普 及 内率
			稈 長	穂 長	玄米重	草 丈	立 毛 角	穂 先 地上高		
			cm	cm	kg/10a	cm	度	cm		%
1	シンセツ	7.31	67.0	12.8	298	79	76~64	55~35	やや難	—
2	ミヨシ	8.15	78.7	18.6	467	97	68~80	61~69	難	12.2
3	さわにしぎ	8.18	66.7	16.0	415	85	65~86	63~57	難	10.7
4	越路早生	(7.12)	(90)	(18.5)	籾 440	103	52~34	54~36	やや難	5.0
5	ホウヨク	(9.4)	(79)	(19)	籾 510	86	58~48	47~34	中	6.2
6	トワダ	(8.7)	(78)	(19)	417	86	84~59	68~59	難	—
7	ササシグレ	(8.10)	(86)	(18)	507	107	30~23	28~13	難	—
8	さわにしぎ	8.13	70.5	16.8	513	87	64~62	60~40	難	10.7
9	ホウヨク	(9.4)	(79)	(19)	籾 613	87	67~50	67~42	中	6.2

注：()は品種特性表による。

(3) 作業精度試験

各試験ともに、あらかじめ検討した試験方法に準じて行なったが、細部においては多少方法が異なった。

テスト1, 3, 4, 5では測定区長を15mとし、それ以外では10mとした。

テスト1, 2, 3, 4, 5, 6, 7においては、各収穫試験日においては、2回同じ条件の試験を繰り返した。テスト8では作業速度を0.22m/s, 0.37m/s, 0.45m/sの3段に変えて、その各々について試験を2回繰り返し、テスト9においては試験を4回繰り返すことを原則とした。

テスト1~3(秋田)においては、ささり粒、こぎ残し粒、飛散粒の選別は、籾篩(直径90cm, 目の大きさ9~10mm)によって行ない、穀粒口穀粒は分割器によって分割して約150gを2回あて手選別して平均値を求めた。

テスト6~9(40年度)においては、ストローラック

口から排出されるわらの中のささり粒、こぎ残し粒の選別は縦線篩(線径2mm, 線間隔15mm, 篩面積約1m²)を用いて、その篩の中にわらをほぐしながら少量ずつ投入して篩目の方向に約1分間揺動させ、篩下に落下したものをささり粒とした。落下物よりテスト9以外ではこぎ残し(枝梗の長さ5cm以上)を拾い上げなかった。

(4) 品質調査

手刈りした穀粒とコンバインにて収穫した穀粒との品質の比較を重点として食糧事務所の協力のもとで調査した。

手刈り区は架乾し、または自然乾燥を行なった。コンバイン収穫の穀粒については1試験区当り4~5kgをむらのないよう自然乾燥した。

坪刈り用籾摺機を用いて1~2回掛けを行ない、未脱稈粒は手選別で取り除いた。

玄米は一般売渡り米程度に縦線米選機にて屑米を除き、試験を行なった県の食糧事務所において等級の格付

けを行なった。

同上の玄米1試験区当り400~500粒について、米粒透視器によって胴割れを調査した。

テスト8においては食糧事務所において搗精試験もあわせ行なった。

2. 試験結果と考察

1) 総合的な結果

(1) 穀粒損失

第Ⅳ-5表にテスト1から9までの全試験区の試験結果を全穀粒損失を中心にとりまとめた。各試験区にお

いて各々特長があるが、全体的には排わら流量等を考慮に入れて考えると熟期が過ぎるに従って穀粒損失は減少する傾向があるといえる。

第Ⅳ-5表(1) 作業精度試験成績概要(その1)

試験番号	試験月日	水稻品種	刈取速度	排わら 流 量	全 穀 粒 の 内 訳			備 考
					穀 粒 口		全 損 失	
					穀 粒 (損傷粒)			
			m/s	t/h	%	%	%	
101	9. 2	シ ン セ ツ	0.55	4.65	92.4	(2.5)	7.7	昭和39:秋 田
102	9. 7	//	0.47	4.52	93.9	(4.1)	6.2	
103	9.11	//	0.50	3.73	94.7	(3.2)	5.3	
104	9.21	//	0.46	4.18	93.4	(2.8)	6.6	
201	10.4	ミ ヨ シ	0.25	2.85	88.1	(2.0)	11.9	昭和39:秋 田
202	10.8	//	0.25	3.09	89.3	(2.0)	10.8	
203	10.13	//	0.26	3.16	82.9	(3.0)	16.2	
204	10.18	//	0.28	2.50	92.4	(2.3)	7.7	
205	10.22	//	0.25	2.28	94.2	(2.6)	5.8	
301	10.7	さわにしき	0.24	2.28	93.1	(1.5)	7.0	昭和39:秋 田
302	10.12	//	0.24	1.86	94.2	(2.5)	5.9	
303	10.18	//	0.25	2.10	93.6	(2.3)	6.6	
304	10.22	//	0.27	2.04	95.2	(3.0)	4.9	
401	9. 2	越路早生	0.42	2.80	86.1	(1.5)	13.7	昭和39:長 崎
402	9. 7	//	0.42	3.14	88.5	(1.2)	11.5	
403	9.12	//	0.42	4.15	88.1	(2.2)	11.9	
404	9.17	//	0.42	3.73	87.1	(1.9)	12.9	
405	9.22	//	0.42	3.82	86.2	(1.8)	13.8	
511	10.19	ホウヨク	0.42	3.89	92.0	(1.7)	8.0	昭和39:長 崎
512	10.24	//	0.43	2.68	93.4	(1.6)	6.6	
522	10.24	ホウヨク	0.44	3.14	94.4	(1.5)	5.6	昭和39:長 崎
523	10.29	//	0.47	3.44	94.6	(2.3)	5.4	
524	11. 3	//	0.48	4.15	94.1	(2.3)	5.9	
525	11.13	//	0.48	4.12	94.8	(1.6)	5.2	
601	9. 8	トワダ	0.22	1.35	98.0	(4.5)	2.0	昭和40:宮 城
602	9.16	//	0.20	1.07	97.8	(4.0)	2.2	
603	9.20	//	0.22	1.33	98.0	(8.7)	2.0	
604	9.24	//	0.21	1.31	98.7	(6.2)	1.3	
605	9.29	//	0.21	1.37	98.2	(8.5)	1.8	

第Ⅳ-5表(2) 作業試験成績概要(その2)

試験番号	試験月日	水稻品種	刈取速度	排わら 流量	全穀粒の内訳			備 考
					穀 粒 口		全 損 失	
					穀 粒 (損傷粒)			
			m/s	t/h	%	%	%	
701	10. 1	ササシグレ	0. 21	2. 46	88. 8	(0. 8)	11. 2	昭和40：宮 城
702	10. 5	〃	0. 23	2. 55	94. 2	(1. 7)	5. 8	
703	10. 9	〃	0. 21	2. 76	91. 5	(2. 0)	8. 5	
704	10. 14	〃	0. 21	2. 12	91. 3	(1. 3)	8. 7	
705	10. 18	〃	0. 22	2. 39	90. 9	(2. 3)	9. 1	
811	9. 21	さわにしき	0. 23	2. 36	95. 6	(2. 3)	4. 4	昭和40：秋 田
812	9. 27	〃	0. 23	2. 29	95. 3	(2. 4)	4. 7	
813	10. 1	〃	0. 23	1. 95	97. 7	(4. 0)	2. 3	
814	10. 7	〃	0. 22	1. 96	96. 1	(3. 2)	3. 9	
815	10. 18	〃	0. 22	1. 21	97. 6	(4. 6)	2. 4	
816	10. 27	〃	0. 22	1. 15	97. 3	(5. 3)	2. 7	
821	9. 21	さわにしき	0. 39	3. 69	94. 2	(2. 0)	5. 8	昭和40：秋 田
822	9. 27	〃	0. 39	3. 83	94. 4	(2. 3)	5. 6	
823	10. 1	〃	0. 39	3. 45	96. 7	(3. 8)	3. 3	
824	10. 7	〃	0. 37	3. 97	95. 2	(2. 9)	4. 8	
825	10. 18	〃	0. 37	2. 73	97. 3	(3. 9)	2. 7	
826	10. 27	〃	0. 36	2. 01	97. 8	(5. 0)	2. 2	
831	9. 21	さわにしき	0. 48	4. 86	80. 4	(2. 1)	9. 6	昭和40：秋 田
832	9. 27	〃	0. 48	5. 35	79. 9	(2. 1)	10. 1	
833	10. 1	〃	0. 47	4. 61	94. 8	(3. 6)	5. 2	
834	10. 7	〃	0. 47	3. 92	95. 4	(2. 8)	4. 6	
835	10. 18	〃	0. 46	3. 30	97. 0	(3. 8)	3. 0	
836	10. 27	〃	0. 46	2. 78	97. 6	(4. 7)	2. 4	
901	10. 22	ホウヨク	0. 31	3. 22	94. 0	(1. 0)	6. 0	昭和40：長 崎
902	10. 27	〃	0. 31	3. 58	95. 8	(1. 6)	4. 2	
903	11. 1	〃	0. 29	3. 33	96. 2	(1. 1)	3. 8	
904	11. 6	〃	0. 27	2. 90	97. 0	(1. 6)	3. 0	
905	11. 11	〃	0. 28	3. 02	97. 1	(2. 1)	2. 9	
906	11. 22	〃	0. 27	2. 67	97. 1	(1. 6)	3. 0	

(2) 収穫の能率

テスト8の結果等から考えてみると、穀粒損失を一定の規準値におけば、収穫時期がおそくなるに従ってコンバインの能率を上げることができる。

(3) 品種による作業精度

今回供試したコンバインの性能は大差がないので、使用した品種間でもコンバインに向けたものと穀粒損失が多くなる品種とがある。例えばテスト2で供試した水稻ミヨシに比べてテスト3、テスト8で使用したさわにしきはコンバインに適応した品種であり、テスト9のホウヨクもコンバインに向けた品種であるといえる。

テスト6において穀粒損失は1.3~2.0%ではなはだ少ないが、損傷粒の割合が4~9%と高くなっているので、この割合を例えば2%前後におさえた時に穀粒損失がどう多くなるか確認していないので、コンバイン向きの品種であるということとはできない。いずれにしても水稻品種の脱粒性、わらの性状の違いによってコンバインの作業精度が異なることは明らかとなった。

(4) 収穫時期

前述したように収穫時期がおそくなるに従って穀粒損失は減少する傾向があるが、特記すべきことは成熟期といわれている時期から4~6日前に収穫を行なったもの

は特に穀粒損失が多い傾向があった。

(5) スレッシング損失

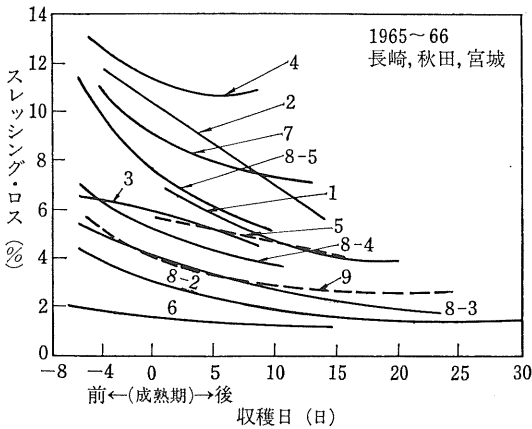
コンバインの脱穀選別部における穀粒損失は、第IV-2図に図示してあるように熟期が進むに従って減少している。

(6) こぎ残し粒

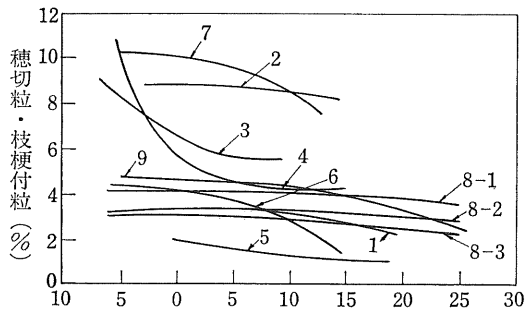
熟期が進むに従って減少する傾向があり、品種間の差が特に明確に示されていることは第IV-3図に示してある。

(7) ささり粒

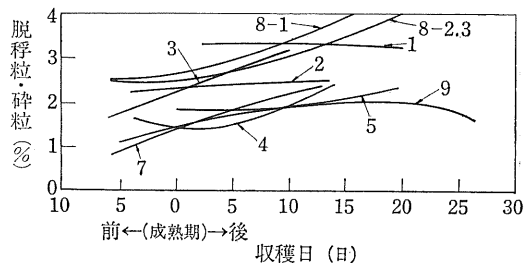
成熟期を中心として前後5日間で、減少の程度がはなはだしい傾向がある。



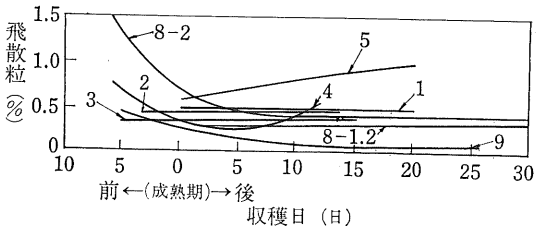
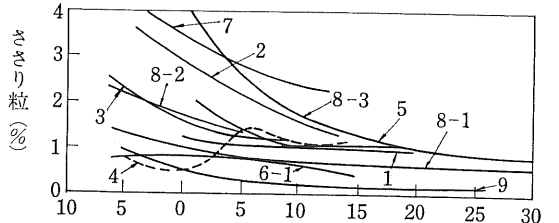
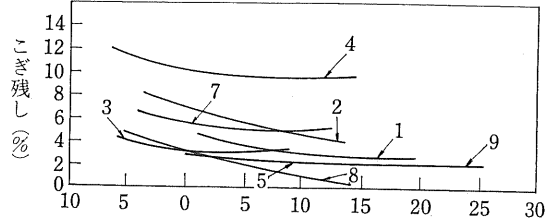
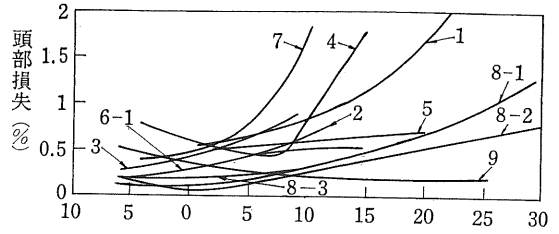
第IV-2図 収穫時期とスレッシング損失の関係



第IV-3図 収穫日と作業精度の関係



第IV-4図 収穫日と穀粒口の内容物の穂切粒等の変化の関係



第IV-3図 収穫日と作業精度の関係

(8) 飛散粒

収穫時期と飛散粒との間には一定の関係は見当たらなかった。テスト1, 2, 3, 4, 5においてはわずかながら増加の傾向があり、テスト8, 9では減少の傾向があった。

(9) 頭部損失 (ヘッドロス)

テスト9は例外であるが、他の実験結果では、熟期が進むに従って増加の傾向がある。

(10) 穀粒口の内容

穀粒口の内容を手選別した結果の一部を第IV-4図に示しておいたが、穂切粒、枝梗付着粒(枝梗が10mm以上附着した穀粒)は熟期が進むに従って減少し、脱稈粒および碎粒は増加する傾向がある。

(11) コンバイン収穫機の玄米等級

コンバイン収穫機を自然乾燥して玄米にしたものを手刈りでえた試料との比較の調査を行なった結果を第IV-6表に示した。テスト2, 3, 4, 5, 9においては手刈りに

第Ⅳ-6表(1) 品質の調査結果(その1)

試験番号	月 日	品 種	玄 米 等 級		玄 米 胴 割 れ			
			コンバイン 区	手刈区等	コンバイン区		手 刈 区	
					1巻以下	1巻以上	1巻以下	1巻以上
					%	%	%	%
101	9.2	シ ン セ ッ	3 下	3 下	46.2	6.8	51.0	0.5
102	9.7	//	3 下	3 下	48.9	2.4	52.5	2.0
103	9.11	//	4 上	3 下	60.9	9.3	62.0	3.5
104	9.21	//	4 中	4 上	63.7	5.3	67.5	2.5
201	10.4	ミ ヨ シ	3 中	3 中	20.3	0.3	30.5	1.0
202	10.8	//	3 中	3 中	23.6	0.6	28.8	0.3
203	10.13	//	3 下	3 下	34.0	3.5	35.0	1.5
204	10.18	//	4 上	4 上	42.7	3.4	27.5	3.5
205	10.22	//	4 上	4 上	34.9	0.9	38.1	1.3
301	10.7	さ わ に し き	4 下	4 下	9.8	0.0	17.0	0.5
302	10.12	//	4 上	4 上	14.5	5.1	19.5	0.5
303	10.18	//	4 中	4 中	15.0	1.7	10.5	0.0
304	10.22	//	4 下	4 下	21.4	3.0	20.5	3.0
401	9.2	越 路 早 生	5	5	—	4.0	—	4.0
402	9.7	//	5	5	—	3.0	—	3.0
403	9.12	//	5	5	—	4.0	—	3.0
404	9.17	//	5	5	—	3.5	—	4.0
405	9.22	//	5	5	—	7.0	—	4.0
511	10.19	ホ ウ ヨ ク	4	4	—	6.0	—	2.0
512	10.24	//	4	4	—	5.0	—	2.0
522	10.24	ホ ウ ヨ ク	4	4	—	10.0	—	2.0
523	10.29	//	4	4	—	10.0	—	10.0
524	11.3	//	5	—	—	14.0	—	—
525	11.13	//	5	4	—	27.5	—	16.0
601	9.8	ト ワ ダ	4	4	3.0	0.0	0.6	0.0
602	9.16	//	4	4	2.1	1.1	3.2	0.6
603	9.20	//	4	4	14.4	5.1	11.4	6.0
604	9.24	//	4	3	19.5	9.5	25.8	10.4
605	9.29	//	4	4	31.9	12.9	45.8	12.4

比べて同等に格付けされており、テスト1, 6, 7, 8のある時期の玄米では、1等級下または同等でも下位に格付けされたものがあり、テスト7, 8では、ある時期の玄米で、1等級上または同等でも上位に格付けされている。

総合的に見るとコンバインで収穫することによって玄米の等級が左右されるとは考えられない。

(12) 収穫時期と玄米等級

収穫時期がいちじるしく早い時期と遅い時期ではテスト1, 2, 7に示されたように1等級下に格付けされることがある。

(13) 胴割玄米

コンバイン収穫玄米の軽胴割れを含めた胴割玄米は第Ⅳ-6表に示したように手刈区による胴割れと大差がない。重胴割れの割合はコンバイン収穫米の方が手刈米よりも少ない場合があるが、全般的にコンバイン収穫米の方が多し。胴割れはコンバイン収穫米も手刈米も熟期が進むに従って増加する傾向がある。

(14) 脱稈米の胴割れ

コンバイン収穫稲のうち、脱稈米が品質にどのような影響を与えるかについては不明な点が多いが、精穀と脱稈米との玄米の胴割れ割合がどのようになっているかの調

第Ⅳ-6表(2) 品質の調査結果 (その2)

試験番号	月 日	品 種	玄 米 等 級		玄 米 胴 割 れ			
			コンバイン 区 等	手刈区等	コンバイン区		手 刈 区	
					1巻以下	1巻以上	1巻以下	1巻以上
701	10.1	ササシグレ	5	5	4.0	0.1	8.6	2.0
702	10.5	〃	4	5	12.0	0.5	11.2	2.3
703	10.9	〃	4	3	15.5	2.0	16.2	1.4
704	10.14	〃	4	3	34.5	2.0	29.2	2.6
705	10.18	〃	4	3	23.0	2.0	16.6	1.6
811	9.21	さわにしき	3 中	3 下	41.3	2.5	32.5	0.5
812	9.27	〃	3 中	3 中	22.5	0.9	32.5	0.5
813	10.1	〃	3 上	3 中	30.4	1.4	36.0	2.0
814	10.7	〃	3 中	3 中	30.4	1.2	38.5	1.5
815	10.18	〃	3 中	3 上	38.6	2.7	42.5	1.5
816	10.27	〃	3 中	3 上	44.9	2.4	45.5	0.5
821	9.21	さわにしき	3 中	3 下	36.3	2.0	32.5	0.5
822	9.27	〃	3 中	3 中	22.3	0.9	32.5	0.5
823	10.1	〃	3 中	3 中	34.2	1.6	36.0	2.0
824	10.7	〃	3 中	3 中	31.7	1.3	38.5	1.5
825	10.18	〃	3 上	3 上	35.3	1.5	42.5	1.5
826	10.27	〃	3 中	3 上	46.4	2.2	45.5	0.5
831	9.21	さわにしき	3 中	3 下	36.7	3.9	32.5	0.5
832	9.27	〃	3 中	3 中	26.9	1.3	32.5	0.5
833	10.1	〃	2 下	3 中	30.2	2.2	36.0	2.0
834	10.7	〃	3 中	3 中	32.2	0.2	38.5	1.5
835	10.18	〃	3 上	3 上	36.1	1.4	42.5	1.5
836	10.27	〃	3 上	3 上	46.0	2.4	45.5	0.5
901	10.22	ホウヨク	3	3	4.5	4.0	4.0	1.2
902	10.27	〃	3	3	3.0	2.5	3.8	0.0
903	11.1	〃	3	3	2.0	1.1	2.7	0.0
904	11.6	〃	3	3	2.5	2.0	5.6	1.5
905	11.11	〃	3	3	4.5	4.2	5.5	0.3
906	11.22	〃	3	3	7.5	6.0	13.5	3.1

第Ⅳ-7表 コンバイン収穫の脱稈米、精籾の胴割れについて
(テスト8, 昭40, さわにしき)

区 別	脱 稈 米					精 籾				
	月 日 10. 1	月 日 10. 7	月 日 10. 18	月 日 10. 27	平 均	月 日 10. 1	月 日 10. 7	月 日 10. 18	月 日 10. 27	平 均
0	% 29.2	% 34.4	% 32.9	% 49.4	% 36.5	% 72.5	% 66.1	% 63.7	% 60.6	% 65.7
0.5巻以下	30.0	30.5	30.6	29.0	30.0	20.6	23.1	25.9	28.1	24.4
0.5～1.0巻	31.4	27.7	28.4	18.6	26.5	6.5	10.3	10.0	11.0	9.5
1巻以上	9.4	7.4	8.0	3.0	7.0	0.5	0.6	0.4	0.4	0.5

査も、1つの資料となりえよう。第Ⅳ-7表にその1試験例を示したが、精米に比較して脱稈米の方が胴割れの発生割合が大きい。

(15) 搗精試験結果

コンバイン収穫機の搗精試験結果を第Ⅳ-8表に示してあるが、搗精による精白歩どまりは、極端に遅い時期

(成熟期後30日)でわずかに1%以内の低下で、ほとんど差はない。

販売用の白米としては問題はないといわれているが、碎米の割合は熟期が進むに従って増加している。このことは損傷粒の割合の増加と関係があるとも考えられる。

第Ⅳ-8表 コンバイン収穫機の搗精試験成績
(テスト8, 昭40, さわにしき)

試験番号	831	832	833	834	835	836	
収穫時期(月・日)	9. 21	9. 27	10. 1	10. 7	10. 18	10. 27	
コンバイン収穫機損傷粒割合	2.1	2.1	3.6	2.8	3.8	4.7	
玄米の胴割(重)率(%)	3.9	1.3	2.2	0.2	1.4	2.4	
供試材料全重(kg)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	
搗精米	完全米(%)	98.2	97.9	97.7	96.1	96.7	94.2
	碎米(%)	1.8	2.1	2.3	3.9	3.3	5.8
	1.65目篩落下物(%)	0.03	0.03	0.03	0.06	0.06	0.10
	糠(%)	5.7	6.5	6.7	7.8	7.9	8.6
	損失(%)	1.3	1.7	1.2	1.3	0.4	0.8
	NMG液による搗精度の調製歩どまり(%)	91.9	91.9	91.6	91.9	91.6	91.0

2) 個々の試験結果

(1) テスト1の結果

試験に供試した水稻は極早生品種の新雪であり、5月20日に八郎瀧において21cmの11条播で11条ごとに100cmの大畦間をもって乾田直播した水稻であり、本田は10a当り基肥としてN7.0kg, P2.0kg, K7.0kgの施肥を行ない、追肥としてN3kgを施用した。出穂期は7月31日で、成熟期は9月1日になり、収量調査の結果によると10a当り全重664.9kg, わら重242kg, 糞重7.5kg, 精米重364.2kg, 玄米重298kg, 籾摺歩合82%, 玄米1リットル重805g, 千粒重20.9gであった。

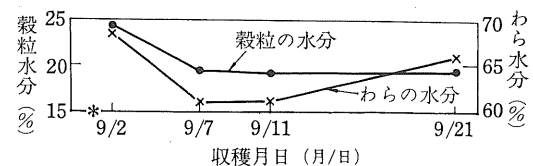
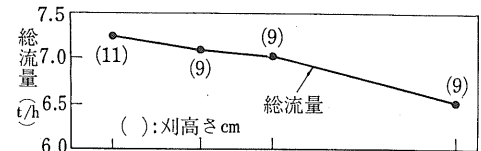
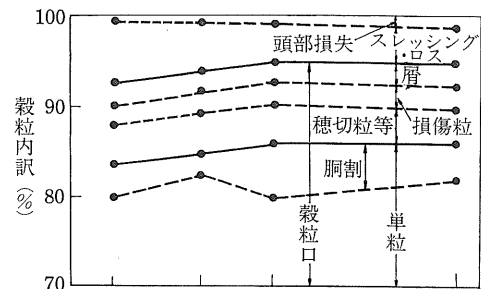
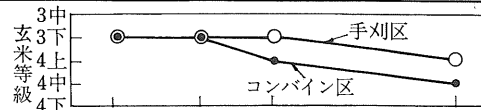
コンバイン試験は成熟期1日後から20日後まで行なわれた。

第Ⅳ-5図にその結果を示しておいたが、穀粒損失と熟期との関係は明確ではなかった。

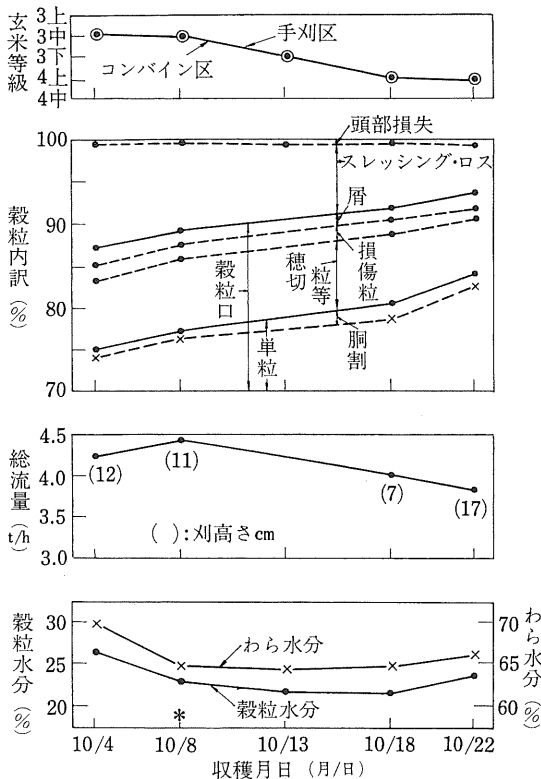
玄米の検査等級は9月7日まではコンバイン区, 手刈区ともに3等であったが、9月11日以後はコンバイン区が手刈区に多少劣っていた。

(2) テスト2の結果

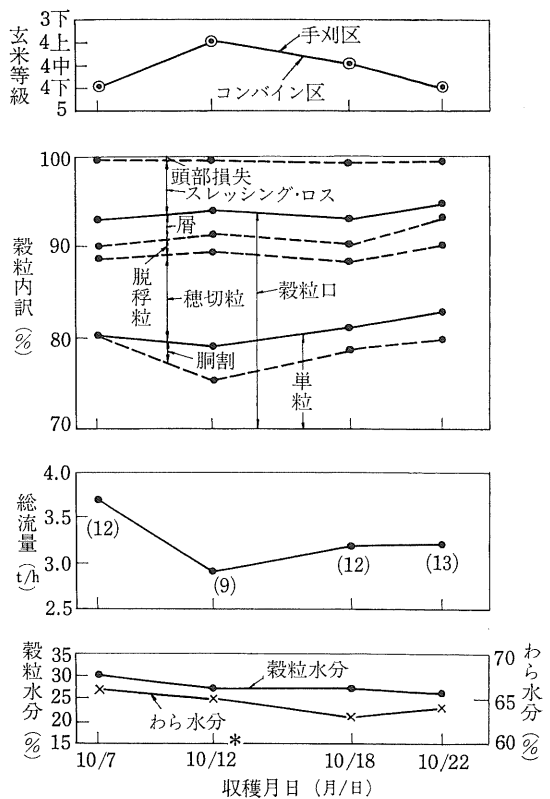
中晩生種ミヨシを供試した。この水田は6月3日に23cm×23cmの正条田植を行なったものであり、本田には基肥としてN, P, K各々5.2kg施肥したもので、8月15日に出穂し、10月8日が成熟期であった。10a当り収量調査の結果では、全重が1,120kg, わら重459kg, 糞重38kg, 精米重575kg, 玄米重467kgの収量であり籾摺歩合は



第Ⅳ-5図 コンバイン収穫による作業精度(テスト1)
昭39, 八郎瀧。インター403。走行速度; 0.46~0.55 m/s。水稻; シンセツ。10a当り玄米収量; 298kg。*印は成熟期。



第Ⅳ-6図 コンバイン収穫による作業精度(テスト2)
 昭39. 秋田。ラベルダM75R。走行速度; 0.25~
 0.28 m/s。水稲; ミヨシ。10a 当り玄米収量; 467
 kg。*印は成熟期。



第Ⅳ-7図 コンバイン収穫による作業精度(テスト3)
 昭39. 秋田。ラベルダM75R。走行速度; 0.24~
 0.27 m/s。水稲; さわにしき。10a 当り玄米収量;
 420kg。*印は成熟期。

81.2%, 玄米1リットル重は795g, 千粒重は22.6gであった。コンバイン収穫試験の結果は第Ⅳ-6図に示しておいた。

穀粒の損失は熟期が進むに従って明らかに減少している。玄米の検査等級は手刈区とコンバイン区の間には差がなく、両方ともに熟期が進むに従って低下している。

(3) テスト3の結果

26cm 間隔に乾田直播されたさわにしきを供試した。本田には基肥としてN, P, Kを各々4.6kg 施肥し, 追肥としてN9.8kg, PとKを2.1kg 施肥したものである。出穂期は8月16日であり, 成熟期は10月13日であった。10a 当りの収量調査の結果によると, 全重1,059kg, わら重461kg, 秕重16kg, 精粒重513kg, 玄米重415kgの収量であり, 収摺歩合は80.8%, 玄米1リットル重は805g, 千粒重は22.6gであった。

コンバイン収穫試験結果は第Ⅳ-7図に示しておいたが, 全損失は熟期が進むとともに減少している。玄米の等級は成熟期がよく, それより早い時期も遅い時期も多少低い格付けであった。

(4) テスト4の結果

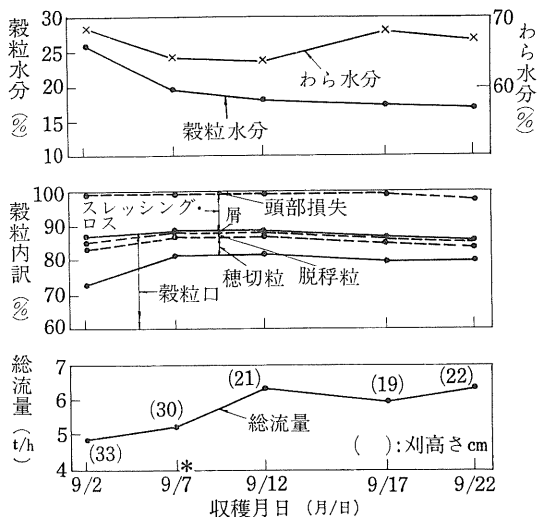
速旱干拓地に直播された越路早生のコンバイン収穫試験結果を第Ⅳ-8図に示した。試験時に刈高さを一定にせず, 総流量が熟期の進むに従って増加した原因となったためか, 穀粒損失と熟期の関係は見出せなかった。

(5) テスト5の結果

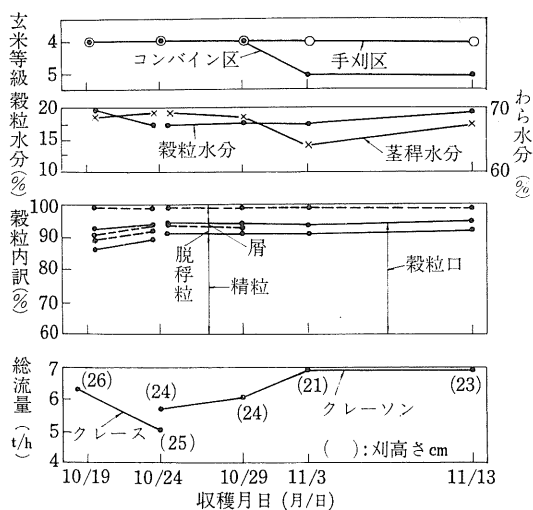
第Ⅳ-9図に結果をまとめて図示しておいたが, 穀粒損失は熟期が進んでもさほど減少していない。これは有効圃場作業量が熟期が進んだ期日には高い値にした(能率を高くした)結果であったとも考えられる。玄米の検査等級は成熟期を10日以上過ぎた時点からコンバイン区が手刈区に比較して1等級下に格付けされた。

(6) テスト6の結果

早生種トワダを, 25cm×21.5cmの矩形植された農家の水田でやや湿った所(SR-2型小型矩形板によって3~16cm 沈下)で試験を行なった成績を第Ⅳ-10図に示してみた。コンバインを損失粒を少なく(1.3~2.2%), 脱稈粒は多く(4~9%) 出るように調整してテストが行な



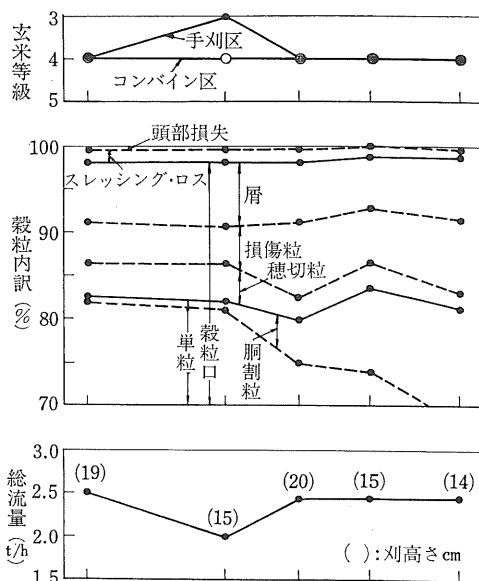
第Ⅳ-8図 コンバイン収穫による作業精度(テスト4)
 昭39. 諫早。クレーンM80。走行速度; 0.42 m/s。
 水稲; 越路早生。10 a 当り 収量; 440kg, 等級
 はすべて5等。*印は成熟期。



第Ⅳ-9図 コンバイン収穫による作業精度(テスト5)
 昭39. 諫早。クレーンM80, クレーンM80。走
 行速度; 0.42~0.48 m/s。水稲; ホウヨク。10 a
 当り 収量; 510kg。*印は成熟期。

われた。また穀粒口の屑の含有量(6~7%)も他のテ
 ストに比較して多かった。全体を通じて損失粒が非常
 に少ないので、熟期の変化との関係は見出せなかつた。

コンバイン収穫穀の等級格付けについては手刈区のもの
 と9月24日の試料以外に差がない。胴割れの割合もコン
 バイン区と手刈区とでは差がない。しかし、いずれも
 熟期が進むに従って多くなる。



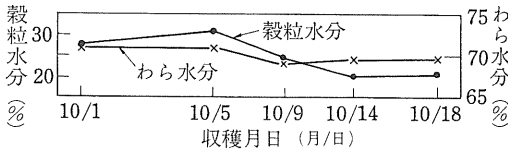
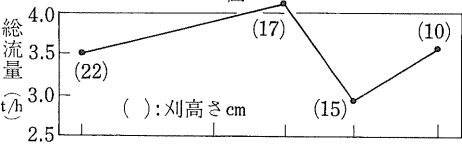
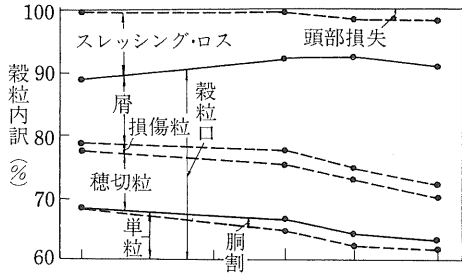
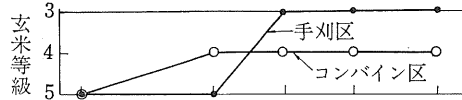
第Ⅳ-10図 コンバイン収穫による作業精度(テスト6)
 昭40. 宮城。インターナショナル93。走行速度;
 0.17~0.22 m/s。水稲; とわだ。10 a 当り 玄米取
 量; 418kg。

(7) テスト7の結果

24cmの正方形植された水稲ササングレは倒伏してお
 り、穂先の地上高が14~23cmであり、収量調査の結果
 では10 a 当り 収で724kg, 玄米で507kgであった。雑草の
 少ない乾燥した水田で試験が行なわれた。試験の結果は
 第Ⅳ-11図に示しておいたが、コンバイン収穫による穀
 粒損失は成熟期前に11%と多く、その他の時期では大差
 はなかった。玄米の検査等級は成熟期にはコンバイン区
 が1等級上位であり、成熟期以降では1等級下に格付け
 された。胴割米では大差がなかった。

(8) テスト8の結果

N, P, K 各々4.5kgを施肥した水田に23cm×23cmの
 正方形植に移植されたさわにしきを供試した。出穂期は
 8月13日で、成熟期は9月27日であり、収量調査の結果
 では10 a 当り 全重1,116kg, わら重395kg, 糞重9.1kg, 精
 穀重615kg, 玄米重513kgであり、収歩合は83.5%, 玄
 米1リットル重831g, 千粒重24gであった。このテスト
 では、収穫時期を変えるととも刈取速度を0.21~0.23
 m/s(テスト81), 0.35~0.40 m/s(テスト82), 0.44~0.48
 m/s(テスト83)と3段階に変えた。それらの試験結果

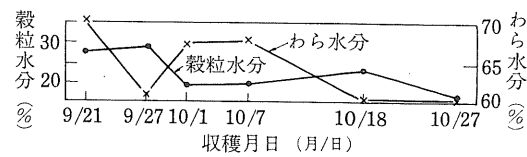
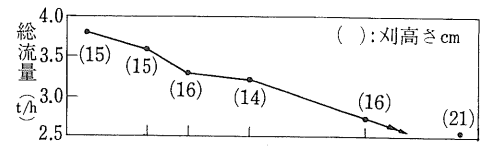
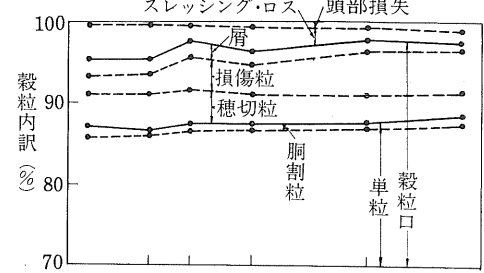
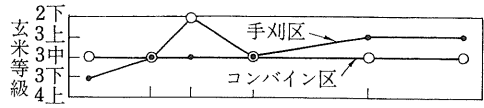


第Ⅳ-11図 コンバイン収穫による作業精度(テスト7)
 昭40. 宮城。インターナショナル93。走行速度;
 0.21~0.22 m/s。水稲; ささしぐれ。10 a 当り玄
 米収量; 506.7kg。

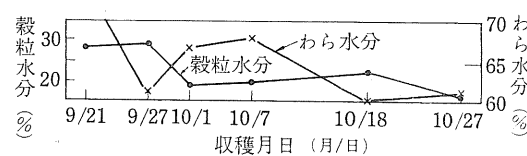
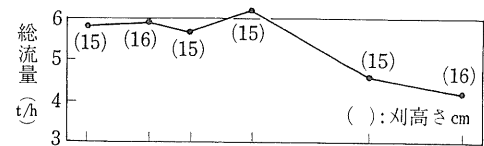
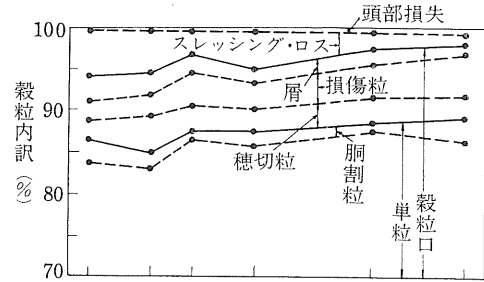
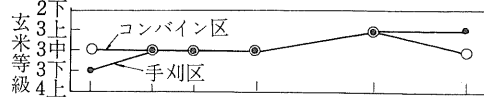
を各々第Ⅳ-12図, 第Ⅳ-13図, 第Ⅳ-14 図に示した。試験期間を通じて天候はくもりがちであり, たまたま10月1日を中心として晴天であったためか, 水稲の熟期による影響よりもむしろ天候によって作業精度が左右された傾向があって, とくにこの日に行なわれたテスト結果では穀粒損失が急に減少し, 脱稈率は増加していた。この日を除いた全体の傾向は熟期が進むとともに穀粒損失は減少した。コンバイン収穫籾の等級は手刈区の玄米と同等または1階級上に格付けされた。

(9) テスト9の結果

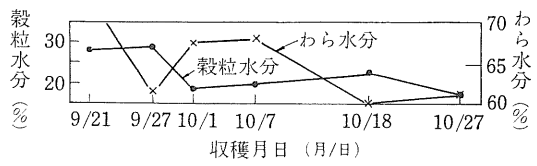
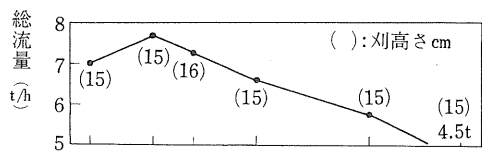
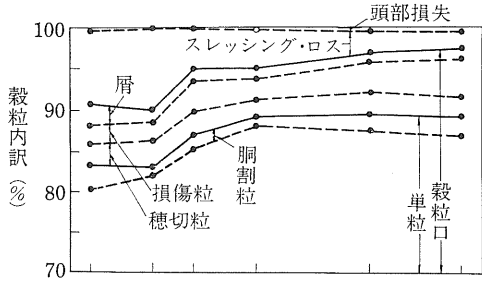
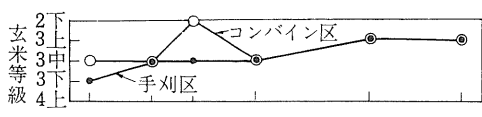
畦間 30cm で条播されたホウヨクを供試して, 乾燥して硬い水田で実験が行なわれた結果について第Ⅳ-15 図に示した。各期日の試験は同一条件で2~4回繰り返して行なわれた。熟期の変化に対する作業精度の検定を第Ⅳ-9表に表示したが, 穀粒損失は熟期が進むとともに減少していく傾向があり, 成熟期から10日経過したのち30日まではほとんど変化はみとめられなかった。玄米の等級は手刈区と同等であったが, 胴割米はコンバイン区の方が手刈区より多い傾向を示した。



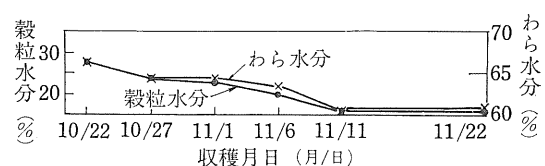
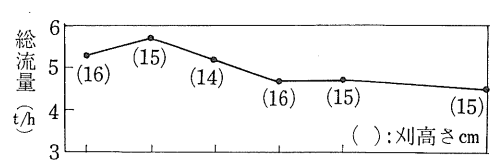
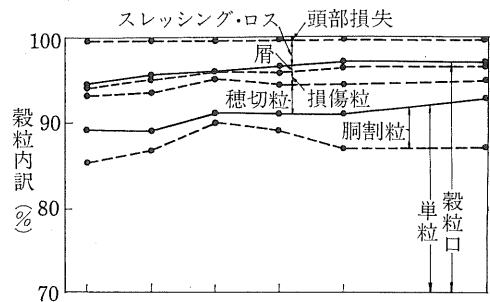
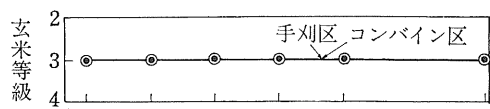
第Ⅳ-12図 コンバイン収穫による作業精度(テスト81)
 昭40. 秋田。ラベルダM75 R。走行速度; 0.22~0.23
 m/s。水稲; さわにしき。10 a 当り玄米収量; 513kg。



第Ⅳ-13図 コンバイン収穫による作業精度(テスト82)
 昭40. 秋田。ラベルダM75 R。走行速度; 0.36~0.40
 m/s。水稲; さわにしき。10 a 当り玄米収量; 513kg。



第Ⅳ-14図 コンバイン収穫による作業精度(テスト83) 昭40. 秋田。ラベルダM75R。走行速度; 0.40~0.48 m/s。水稻; さわにしき。10a 当り玄米収量; 513kg。



第Ⅳ-15図 コンバイン収穫による作業精度(テスト9) 昭40. 長崎。パンフォードグレースM80。走行速度; 0.27~0.31 m/s。水稻; ホウヨク。10a 当り粃収量; 613kg。

第Ⅳ-9表 作業精度の検定

1. 頭部損失+脱穀損失

データは次のとおりであった。(単位: %)

收穫月日	10月 22日	10月 27日	11月 1日	11月 6日	11月 11日	11月 22日
反復						
1	7.3	4.1	3.6	3.0	2.9	3.1
2	6.7	4.3	3.8	3.0	2.7	2.7
3	5.3	—	4.1	2.7	2.8	2.7
4	4.8	—	3.7	3.1	3.0	3.3
平均値	6.03	4.20	3.80	2.95	2.85	2.95

收穫月日が総損失に与える影響は1%有意である。

(注: 検定について: 各收穫月日ごとの分散は一樣でないことが検定されたので, F検定は用いえず Kruskal-Wallis の H検定による。)

2. 脱稈粒+碎粒

(単位: %)

收穫月日	10月 22日	10月 27日	11月 1日	11月 6日	11月 11日	11月 22日
反復						
1	1.0	1.5	1.5	1.5	2.3	1.5
2	1.1	1.8	1.4	1.7	2.1	1.5
3	0.9	—	0.7	1.5	1.8	1.8
4	0.9	—	0.9	1.7	2.3	1.6
平均値	0.98	1.65	1.13	1.60	2.13	1.60

收穫月日が脱稈粒に与える影響1%有意である。

(注: Kruskal-Wallis の H検定)

3. 結 論

普通型コンバインの水稻収穫時における作業精度の向上を計るための1つの資料を得るために、本研究は作物の条件、とくに水稻の品種および収穫時期がコンバインの性能に与える影響を調査したものであり、1964(昭39)年と1965(昭40)年の2ヵ年間にわたって、それぞれ東北地区の裏日本、表日本と九州地区にある秋田、宮城、長崎各県に研究を委託した結果をとりまとめたものである。

使用したコンバインは、インター403を初め5機種種の輸入機であった。機種ごとの性能の差は多少あると考えられる。供試した水稻はシンセツを初めとして8品種で、脱粒性は中位のものと同とされているものがあった。収穫の時期は一般にいわれている刈取適期または成熟期を標準日として、その前後に定めて、約1ヵ月の間収穫を行なった。

収穫に際しては、刈高さ、機械の調節は全刈取期間変えないことを原則としたが、作物の条件によって多少の調整は行なった。

全刈取期間を通じてコンバインによる穀粒損失等の作業精度、ならびに収穫された穀を手刈りの穀と比較して

品質の調査を行なった。その結果、次のことが明確になった。

(1) 各コンバインの性能の差、取扱いや調整方法の違いを考慮しても、水稻の品種の違いはコンバインの作業精度に大きく影響を与える。

(2) 成熟期といわれる期日より前に収穫すれば、穀粒損失は大きく、収穫された玄米の等級も低く格付けされることがある。

(3) 収穫時期が遅くなるに従って、穀粒損失は次第に減少する傾向があるが、玄米の胴割率は増加し、時には低い等級に格付けされることがある。

(4) コンバイン収穫穀と手刈穀との玄米の検査等級は時にコンバイン穀が1等級低く格付けされることがあるが、だいたい同級である。

(5) しかし、コンバイン収穫穀の胴割れは手刈米の胴割れより概して多い。とくに脱稈米の胴割れは多い。

以上、総括して考察してみるとコンバインの作業精度は、水稻の品種や収穫の時期に影響されることが明らかになり、さらにコンバインの水稻における利用期間は、1品種でも相当長期間にわたってもよいと考えられる。

参 考 文 献

1. 江崎春雄：コンバイン、新しい収穫機，pp. 28～72，日本農業機械化協会。
2. 江崎春雄：最新収穫機械の構造と特長，水稻の機械収穫，pp. 13～24，日本農業機械化協会。
3. 遠藤俊三ほか3名：コンバインの水稻収穫における刈高さと作業性能について，農機学会第25回総会講演要旨，p. 67。
4. 米村純一：収穫・調製を異にした場合のコメの品質について，農機学会第25回総会講演要旨，p. 91。
5. 農林省農政局農産課：水陸稲・麦類奨励品種特性表，昭39。
6. 都道府県農業機械関係研究報告書，昭40年度，昭41年度。

V

2 番還元に関する研究

——自脱コンバインの脱穀・選別部——

江崎春雄・今園支和

Studies on Tailings Return of Head Feeding Combines

Haruo EZAKI, Sasakazu IMAZONO

はじめに

多くのコンバインや脱穀機においては、穀粒口に精選された単粒をうる目的と、排塵口からの穀粒の飛散を減少させる等の目的で、穂切粒やささり粒の再脱穀を行なう仕組みになっており、これを一般に2番還元装置といっている。

人力で材料を供給する自動脱穀機等の場合には、供給量はおのずから制限されるので2番還元量の多少はあまり問題になっていなかった。しかし、脱穀機を刈取機と組み合わせてコンバイン(自脱コンバインと通称する)として用いる場合は、供給量ををはなはだしく大きくすることが可能である。したがって2番還元量の多少は脱穀部の能力を左右する1つの大きな要因となってきた。

一方、コンバインを製作するには、脱穀部をあまり大きくすることなく能力を上げる必要がある。

脱穀機の能力を高める方策としては、脱穀室の容量を大きくすること、脱穀室内に発生したわら屑の早期排除を行なうこと、2番還元物を穂切粒のみとすることなど多くの項目が考えられるが、今回は2番還元物の性状の分析を行ない、2番還元物の量を少なくする1つの方策について知見を得たので報告する。

この研究は1965(昭40)年2月に開始して1967(昭42)年4月に終了したものであり、その間作物、品種および供試脱穀機等を変えて6回の試験を行なった。

1. 脱穀部の能力を増大させるための要因

今回は、脱穀部の能力に影響を与えると考えられる種類の項目のうち、2番還元に関することのみを取り上げたが、次に挙げる項目についても以後研究を続行しなければならぬと考えている。

1) こぎ室内におけるわら屑および穂切粒の発生について

(1) 材料の条件

水稻、麦等の作物の違い、品種の違い、同一作物、および同一品種における乾燥状態の違い、すなわち乾燥脱穀と生脱穀時の相違、材料の寸法の相違、挿入深さの相

違、挿入時の穀稈の状態の相違、束で脱穀するかばらで脱穀されるかの違いなどが主な項目であろう。

(2) 移送方法

わら送りチェーン(フィードチェーンという)の速度、稈の挟持方法、移送時の稈の姿勢等が問題となりうる。

(3) 脱穀部の形状

脱穀用こぎ胴の直径、寸法、長さ、回転数、第1こぎ歯(整梳歯といわれている)等こぎ歯の形状と配列、受歯の形状と配列等の因子の違いによって穀粒特性が異なるが、初期脱穀の適否の確認等が必要である。

2) 発生したわら屑、穂切粒の処理について

完全な脱粒を行なうとともに、わら屑や穂切粒の発生を極力少なくする研究とともに発生したわら屑等の処理を速やかに行なう必要がある。

(1) こぎ室の形状

こぎ室の容量を増大することの可否、受あみの漏下状態の均一性、材料と形状、案内板(弓状板ともいう)の位置と形状等の問題がある。

(2) 送塵方法

送塵口の位置、大きさと形状、送塵の量の調節方法、

送塵用のロールの形状、寸法、速度等の問題がある。

(3) わら屑等の処理方法

処理胴の形状、寸法、速度、処理胴の必要性等について検討を要する。

(4) 選別方式

こぎ室から排除されたわら屑等は滞留することなく連続して、わら屑、穂切粒、単粒等に選別されて、わら屑のみは早急に排塵口から排除するための選別部の検討が必要である。

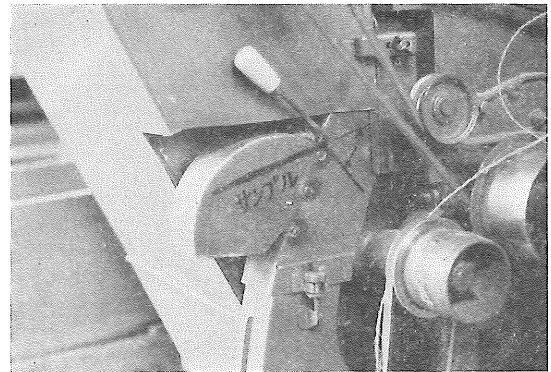
2. 試験方法

今回の試験は、2番選元の性状の分析試験(試験番号1, 2, 3, 4)と、この分析試験の結果から脱穀機の2番選元口に選別機を付加して脱穀機の能率を高める開発研究(試験番号5, 6)とからなっている。

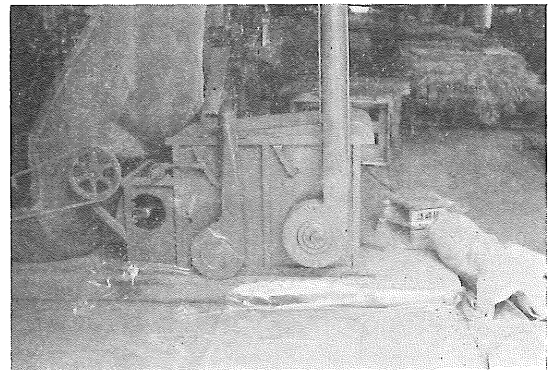
1) 試験用機械

(1) 2番選元の性状を分析するためには、S式SD55型自動脱穀機およびI式D2L型自動脱穀機の2番選元用のスロワに第V-1図および第V-2図に示したように、試料採取口を取り付けたものを用いた。

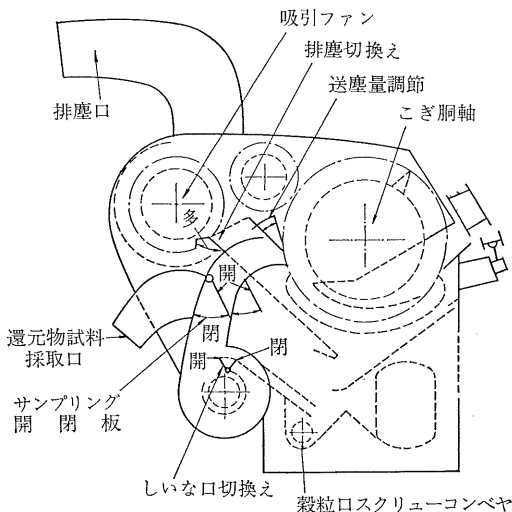
(2) S式SD55型自動脱穀機と第V-3図に示したような試作した選別機とを第V-4図および第V-5図のように組み合わせて試験を行なった。試作した選別機は脱穀機の2番選元物のみを選別して、2番選元物のうちに含まれている単粒は脱穀機の穀粒口と同様に袋詰め等の処理を行なうように取り出し、わら屑は脱穀機の排塵と同じような処理を行ない、穂切粒は脱穀機に還元することを



第V-2図 2番選元物の試料採取口



第V-3図 2番選元物の選別機



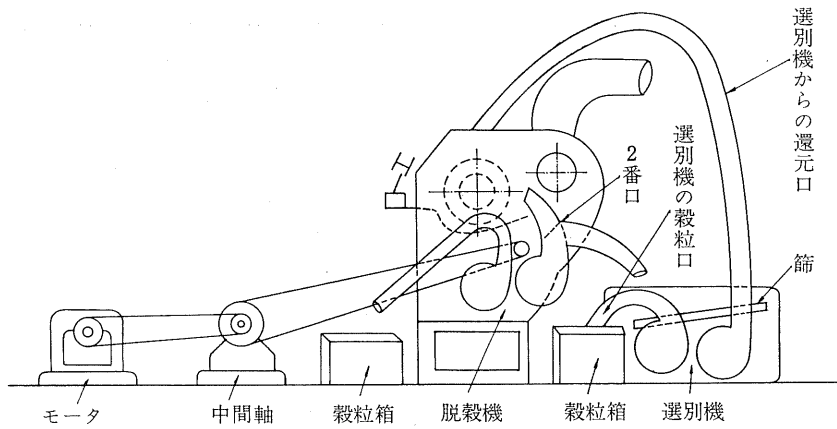
第V-1図 2番選元用試料採取装置

目的とした。

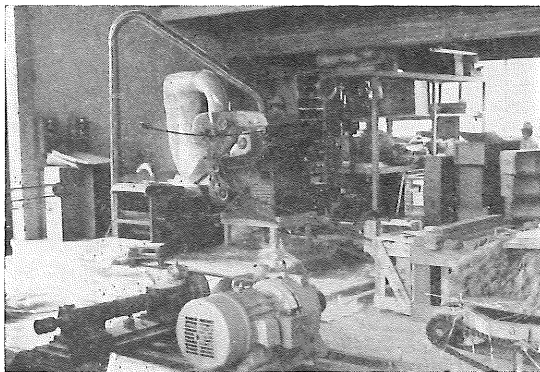
(3) 脱穀機および選別機の調節

脱穀機は排塵口の穀粒の飛散をできるだけ少なくし、しかもできるだけ脱穀能率を上げることができるよう、排塵量調節板、排塵切換え板、風量等の調節を行なった。

またこぎ胴の回転数は、S式脱穀機では水稻脱穀時に約550rpm、麦脱穀時では約650rpmとし、I式脱穀機



第V-4図 2番還元選別機付き実験装置



第V-5図 2番還元試験装置 (第2次)

では麦脱穀時に約 550 rpm として無負荷時の速度を一定にした。フィードチェーンの速度は約 0.3 m/s と一定にした。選別機は穀粒口に精選された穀粒が排出され、排塵口からの穀粒の飛散を最少にするように篩別板の回転数、および風量の調節を行なった。

2) 供試材料

第V-1表に取りまとめて示しておいたが、水稻は、農林25号、ホウネンワセ、ヤマビコの乾材および湿材を用い、大麦は関取埼1号の半湿材を用いた。各材料は0.6~1.2 kg 等一定の大きさに小束結束して使用した。

3) 試験の内容

(1) 材料の供給

第V-1表 試験の条件

項目		試験番号	1	2	3	4	5	6
試験年月日(1965~66)			1965 5.11~13	1965 8.24~27	1965 12.8~20	1966 6.7~9	1966 6.13~14	1966 10.12~17
供試機械			SD55型	SD55型	SD55型	D2L型	SD55型 と選別機	SD55型 と選別機
供試材料			水稻 農林25号	水稻 ホウネンワセ	水稻 ヤマビコ	大麦、関取 埼1号	大麦、関取 埼1号	水稻 ヤマビコ
含有水分	穀粒%		13~14	26~27	13~14	21~26	17~18	13~17
	稈%		12~14	64~76	13~17	33~52	25~51	20~41
材料供給の条件	束の大きさ kg		0.6, 1.2	14~18(株)	0.4, 0.6 0.8, 1.0	0.6~0.8 1.1~1.2 1.2~1.4	1.0	1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8
	供給間隔 sec		2.0, 3.0	2.0, 3.0, 4.0	1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0	1.5, 2.0 2.5, 3.0	1.0, 1.5, 2.0	1.0, 1.5, 2.0
脱穀機の条件	こぎ胴回転数 rpm		550	560	530	550	650	550
	吸引ファン回転数 rpm		1,750	1,740	1,540	1,820	1,800	1,490
	送塵調節		7/10出す	6/10出す	3/10出す	1/2 出す	2/3 出す	1/3 出す
	フィードチェーン速度 m/s		0.29	0.29	0.29	0.32	0.29	0.29
選別機の条件	選別板回転数 rpm		—	—	—	—	285	280
	ファン回転数 rpm		—	—	—	—	1,400	1,400

各試験ともに定められた大きさの束を人力で1秒、2秒等の一定間隔で脱穀機に供給した。

(2) 試料の採取

第V-2図に示したように、こぎ胴への還元口に取り付けた試料採取口から、例えば脱穀開始5秒後に5秒間の試料を採取し、その後25秒の間隔で5秒間の試料採取を行なう等の方法で一定時間の間隔で一定時間の試料の採取を行なった。

(3) 計量と分析

供給量、時間当り供給量、採取試料、こぎ残し穀粒量、

排塵口穀粒、機外飛散粒、機内残穀粒量の計測を行なうとともに、穀粒口の試料および還元口からの採取試料については、その内容を手選別して単粒、穂切粒、わら屑等に分析した。

各試験区ともに脱穀機の所要馬力は歪計を利用した馬力計によって測定した。

以上の計測を行なうことによって、2番還元物の時間的な変化と質的な変化を知ることにつとめ、2番還元物を選別処理することによる脱穀能率の向上がはかりうるか否かを調査した。

3. 試験結果と考察

1) 2番還元物の内容

(1) 2番還元物は、本来目的としては穂切粒および枝梗付着粒をこぎ胴に還元して再脱穀を行なって単粒を穀粒口に回収することであるが、採取した試料から分析を行なったところによると、第V-2表に1例を示したように、穂切粒、枝梗付着粒以外の単粒、わら屑が予想外に多く示された。

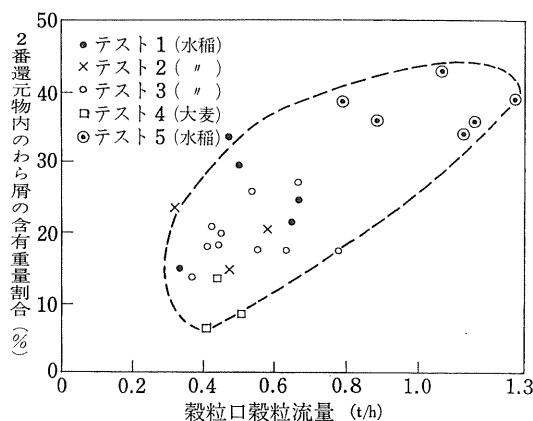
第V-2表 2番還元物の内容

試験番号	穀粒口流量 (t/h)	穀粒 (%)				屑 (%)	
		単粒	穂切粒	枝梗付着粒	玄米と碎粒	わら屑	籾がら
1	0.3 } 0.7	63~85				15~37	
2	0.3	69	2	2	1	3	4
	0.6	78	8	5	4	13	12
3	0.3	66	0.1	2	0.1	15~28	
	0.8	81	0.5	4	1.4		
4	0.3 } 0.5	84~93				7~16	
6	0.8	55	1.2			34~43	
	1.5	65	3.3				

(2) わら屑 (籾殻を含める) は10~50%に達し、単粒が50~80%をしめて、還元すべき穂切粒等はわずかに乾材で2~5%であり、湿材でも2~12%を示したにすぎない。

(3) 2番還元物のうちのわら屑の含有量は第V-6図に示すように穀粒流量が増加するに従って増加しているような傾向にも見えるが、明確な関係はない。また束の大きさ、供給時間とわら屑の含有量との関係も見出せなかった。供試材料の性状、脱穀機の調節によってわら屑の含有量が異なるようである。

2) 2番還元物の穀粒流量と穀粒口流量の関係



第V-6図 穀粒流量と2番還元物のわら屑重量との関係

(1) 脱穀機においてどの程度の穀粒が2番還元して脱穀部に再脱穀されているものかについては、6回の試験の結果第V-3表に示したように、材料の性状の違いや脱穀機の調整の違いによって異なるが、水稻乾材を供試したNo.1、No.3の試験では16~23%、水稻乾材で穀粒口の穀粒流量がはなはだ多いNo.6の試験では18~31%を示し、水稻湿材を用いたNo.2の試験では11~17%を示した。

大麦の半湿材を用いたNo.5の試験では21~28%を示し、No.4の試験では34~50%にも達した。また第V-7図に示したように穀粒口流量に対する還元穀粒の割合と穀粒口流量との関連は見出しえない。

(2) 2番還元物の穀粒流量は第V-8図に示してあるように穀粒口穀粒流量の増加、すなわち供給量の増加ともなって増加する傾向がある。

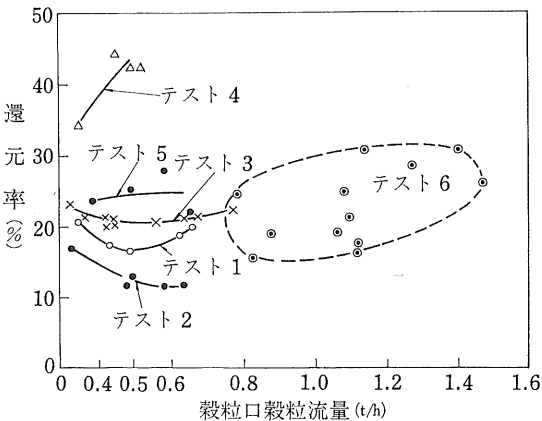
3) 2番還元量の平衡

均一な供給量で脱穀を行なっている場合、2番還元量は脱穀開始とともに第V-9図に例示してあるように増加

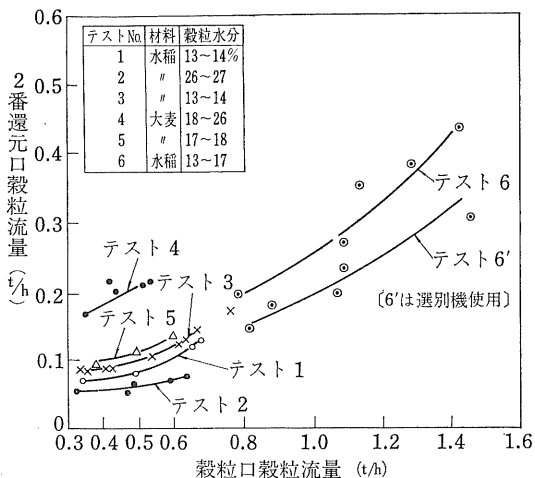
第V-3表 穀粒の還元率

試験号	材料	穀粒水分 %	穀粒口流量 t/h	還元口流量 kg/h	還元率 %
1	水稻	13~14	0.3~0.7	70~130	16~21
2	水稻	26~27	0.3~0.6	60~70	11~17
3	水稻	13~14	0.3~0.8	80~140	20~23
4	大麦	21~26	0.3~0.5	120~220	34~50
5	大麦	17~18	0.4~0.7	90~170	21~28
6	水稻	13~17	0.8~1.5	120~440	18~31

注：還元率は穀粒口の流量に対する還元口の流量の比率である。

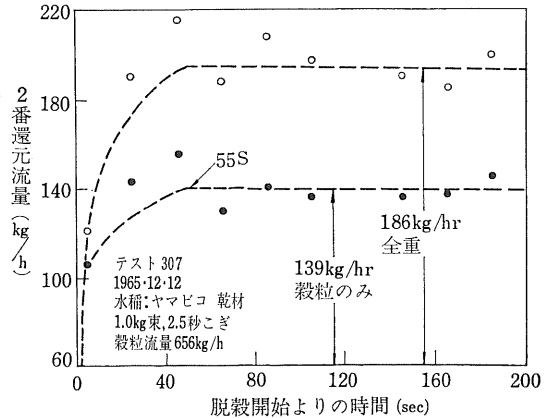


第V-7図 穀粒流量と2番還元率の関係

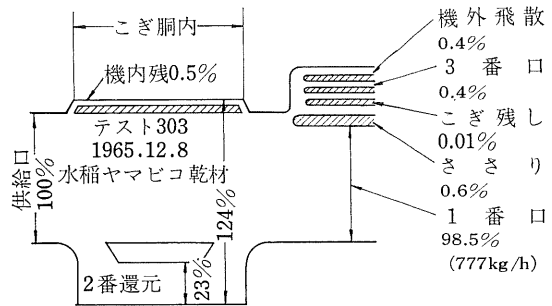


第V-8図 穀粒口の穀粒流量と2番還元口の穀粒流量との関係

し、ある時間を経過すると平衡状態に達して、こぎ室内は供給量に還元量が付加された一定の量が流動している。こぎ室内での穀粒のみの流動の関係は第V-10図に



第V-9図 2番還元流量の時間的变化



第V-10図 S型脱穀機における穀粒の流れ

1例を示したが、この例では供給穀粒および排出穀粒をおよそ100%として考えるときにこぎ室内は約120%の穀粒が常に流動していることになる。

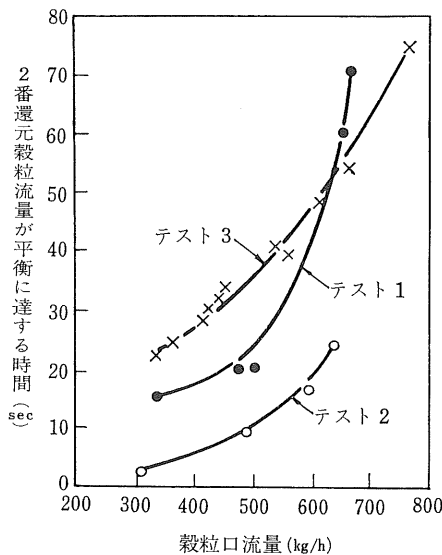
2番還元されるものは穀粒のみでなく、わら屑も相当量あるので、2番還元量が増加すると脱穀作業が不可能になることもおこる。2番還元量が脱穀開始とともに増加して平衡に達する時間、すなわち平衡到達時間は供給量と密接な関係があり穀粒についてのみ考えてみると、穀粒流量が増加するに従って平衡流量に到達する時間はおそくなる。この傾向を第V-11図に例示しておいた。

4) 2番還元と脱穀の能率

2番還元をほとんど行わない場合や2番還元物を選別して少量の還元を行なう場合は、脱穀の能率を向上させることができた。第V-4表にその傾向を表示しておく。テストNo.4の場合すなわち大麦関取埼1号のテストにおいては脱穀の最高限度が2番還元をする場合は約600 kg/hであったものが、2番還元をしない場合は約800 kg/hと向上した。またテストNo.6の場合、すなわち水稻ヤマビコを供試したテストにおいては2番還元をしたものは穀粒流量1,000 kg/h内外で2番口等に詰りを生じたが、2番還元物の選別を行なった場合には流量を1,800 kg/h 上げてもまったく詰りを生ぜず円滑な作業が行

第V-4表 流量が多い場合の脱穀作用の状態
(2番還元について)

試験番号	試験材料	供給の大きさ	供給の間隔	2番還元の有無	穀粒流量	備考
401	大関麦 堵1号	kg	sec	有	kg/h	脱穀開始後40~70secで詰りあり 詰り気味 流量が多すぎて詰り気味、流量最高限度 流れ良好 供給時間は短く、流量最高限度
402		1.3	3.0	有	580	
403		1.3	2.5	有	500	
405		1.1	2.0	無	580	
407		1.1	1.5	無	770	
631	水稲 ヤビ	1.8	2.0	有	1,360	詰り、流量多し
632		1.8	1.5	無	1,800	流れ良好
611		1.6	1.5	有	850	詰り
612		1.6	1.5	無	1,280	流れ良好
621		1.4	1.5	有	1,170	詰り
622		1.4	1.5	無	1,580	流れ良好
671		1.2	1.5	有	1,350	良
672		1.2	1.5	無	1,320	流れ良好
641		1.0	1.5	有	930	良好
642		1.0	1.5	無	970	良好
651		1.0	1.0	有	1,380	詰り
652		1.0	1.0	無	1,370	良好

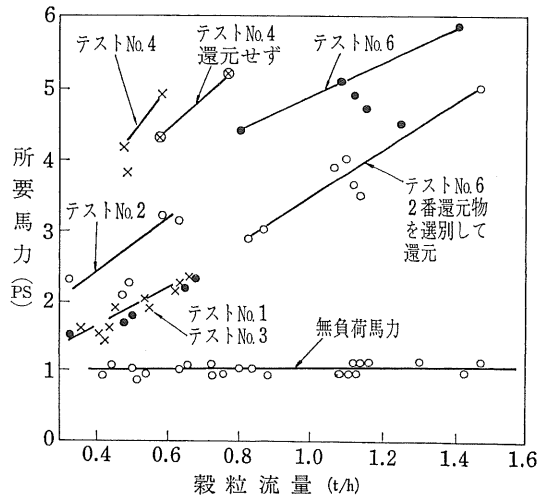


第V-11図 穀粒口流量と2番還元穀粒流量平衡到着時間

なわれた。

5) 所要馬力

脱穀機の所要馬力は供試材料の種類、性状等によって異なる。例えば生材の方が乾材を供試する場合より所要動力を多く要する。第V-12図に示してあるように穀粒



第V-12図 脱穀機の所要馬力、流量との関係

流量が増加するに従って増加する。

2番還元を行わない場合はテスト No. 4 で示してあるように、2番還元物を選別した場合はテスト No. 6 で示してあるように、2番還元を行なう場合と比較して同一流量において約1 PS 減少する。

しかし流量の要素となっている供給束や供給時間を変えても同一材料条件、同一流量では差があるとはいえない。

6) 2番還元物の選別と還元

脱穀機において、多量の2番還元を行なうことは能率を低下させ所要馬力を増加させる等の大きな影響を与えている。そこで本研究では2番還元物を選別して脱穀部に還元しなければならぬ穂切粒等のみを脱穀部に還元する試みを行なった。第V-5表に示したように、穀粒のみについてみると、一般の脱穀機では総穀粒流量の13~22%が脱穀機に還元しているが、本研究では選別されて穀粒は選別機穀粒口へ、わらは排塵口へ排出されたために脱穀機へはわずかに0.7~1.5%還元されたのみであった。

第V-5表 穀粒の各口別の配分——2番還元物を選別する選別機を内蔵する脱穀機において

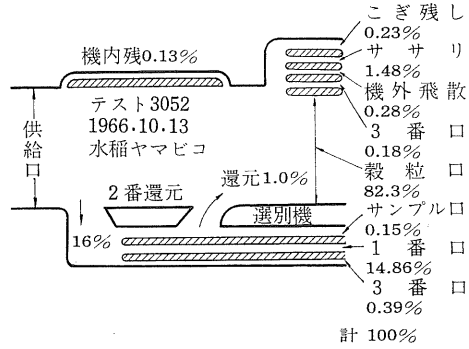
試験番号	脱穀機			選別機			こぎり残	さきり	飛散粒
	穀粒口	排塵口	機内残	穀粒口	排塵口	還元計			
5 (大麦)	74	0.5	0.1	16	0.1	—	1.3	0.5	1.8
	78	0.6	1.4	20	0.2	—	1.8	0.8	2.8
6 (水稲)	80	0.2	0.1	12	0.2	0.7	13	0.2	0.5
	85	0.3	0.4	16	1.3	1.5	22	0.5	1.5

第Ⅴ-6表 各口別の内容の分析結果

穀粒吐出口 内訳	脱穀機		選別機	
	穀粒口	2番還元口	穀粒口	還元口
単粒	98.9~99.9%	54.8~64.7%	95.7~97.4%	22.8~39.9%
穂切粒	0~0.1	1.2~3.3	0.1~0.6	0~0.7
屑	0.1~0.5	34.1~42.8	2.4~6.1	61.2~77.2

注：テスト No.6 における分析結果。

この還元されたものの内容は第Ⅴ-6表に示してある。第Ⅴ-13図には、2番還元物の選別を行なった場合の穀粒の流れの1例を図示しておいたが、この図で判明するように、わずかの穀粒が脱穀機に還元するのみである。



第Ⅴ-13図 S型脱穀機と選別機を用いた時の穀粒の流れ

4. 結 論

自脱コンバイン等に自動脱穀機を搭載する場合は、材料の供給が人力によらず、機械的に行なわれている。この場合はコンバインの刈幅を広くしたり、刈取速度を速くすることによって供給量は相当に大きくすることができるので、脱穀機の容量の増大が要求されている。コンバインに搭載する脱穀機の能率を上げるためには脱穀機を大型にする等種々の方法が考えられるが、2番還元物を処理することのみによっても、その目的を達することを知りえた。

(1) 2番還元物の性状の調査研究の結果、次のことを知りえた。

① 2番還元物は、60~90%の穀粒と10~40%のわら屑とによって構成されており、還元すべき穂切粒や枝梗附着粒はわずかに2~10%である。

② この2番還元穀粒流量は、穀粒口穀粒流量の10~50%にも達している。

③ 2番還元が行なわれることによって、脱穀機ではこぎ室内、2番スロウ、風選室内等に詰りを生ずるし、また所要馬力も増加する。

④ 2番還元を行なわない場合は毎時能率が20~50%以上増加させることができる上に、所要馬力も約1PS減少する。

(2) 2番還元物を選別し、単粒およびわら屑は脱穀機に還元しない方式の試作機を作り、脱穀機の能力向上に良い結果をえた。この2番還元物の選別方式を実用機として利用する場合は2番還元物の選別装置を脱穀機内に構成させるとか、2番還元スロウにおいて穀粒のみを排出させるとかの方式をとれば良いと考えられる。

VI

受あみからの穀粒の漏下に関する研究

—自脱コンバインの脱穀部—

江崎春雄・今園支和・間中正男

Studies on the Grain Distribution under the Threshing Concave
of Head Feeding Thresher

Haruo EZAKI, Sasakazu IMAZONO, Masao MANAKA

はじめに

脱穀機の能力を向上させるための研究の一環として受あみからの穀粒やわら屑の漏下の状態を調査した。

S式SA17型自動脱穀機を改造して、受あみからの漏

下物を採取できるようにして、昭和40(1965)年11月に水稻を供試し、昭和41(1966)年5月に大麦を供試して実験を行なった。

1. 試験方法

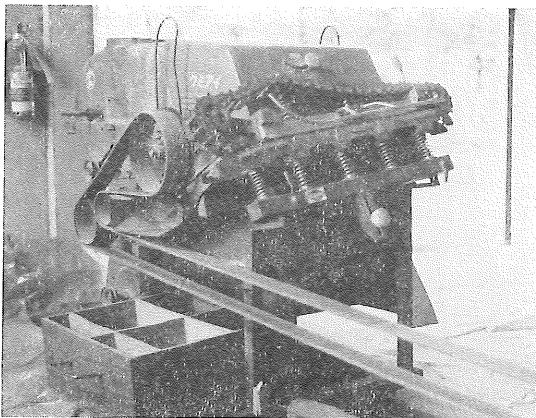
自動脱穀機を改造して、第Ⅶ-1図に示したように選別部を取り除いて受あみ下に区分けした試作採取箱を設置した。材料を一定の小束に結束して、一定間隔で脱穀を行なって、漏下の状況を調査した。第Ⅶ-1表に試験条件

を表示しておく。

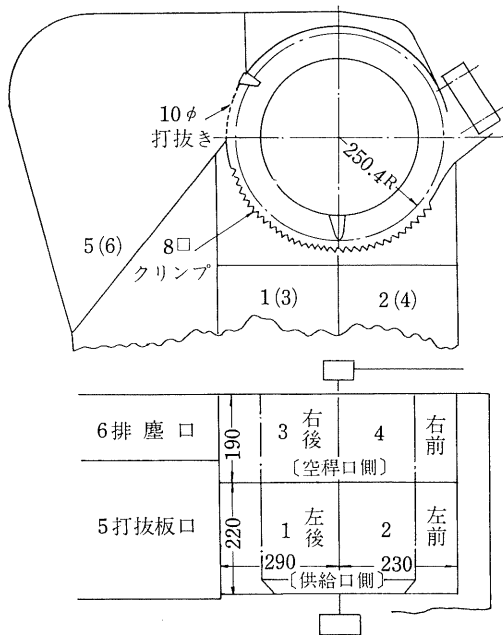
実験を行なった自動脱穀機はS式SA17型を改造したものであり、フィードチェーンの速度は、0.2~0.4 m/s間4段階に変えることができるようにした。吸引ファン、穀粒口用、2番還元口用のスクリーコンベヤおよびスロアを取り除いた。なお受あみはこぎ胴下半をつつむ目

第Ⅶ-1表 試験条件

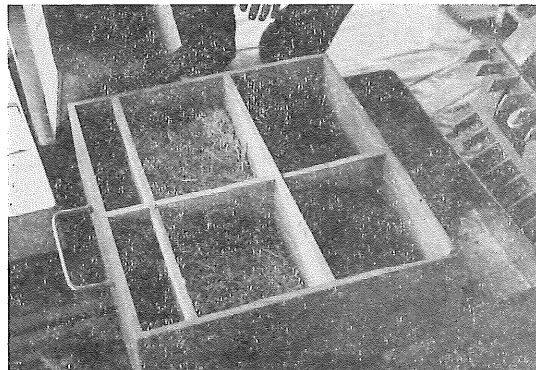
試験番号	テスト No. 1	テスト No. 2
項目		
試験年月日	1965. 11. 5~10	1966. 6. 15
供給材料	水稻ホウネンワセ	大麦関取埼1号
穀粒水分%	13~14	17~27
稈水分%	14~17	44~52
一束の重量kg	1.2	1.0
供給間隔 sec	2.0, 2.5, 3.0, 4.0	2.0, 2.5
脱穀機	S式SA17の改造	S式SA17の改造
こぎ胴回転数 rpm	550	700
フィードチェーンの速度 m/s	0.21, 0.25, 0.30, 0.37	0.28, 0.42



第Ⅶ-1図 穀粒漏下の実験装置



第Ⅶ-2図 実験機の受箱配置図
(S社SB17)



第Ⅶ-3図 試料採取箱

開き8mmのクリンプあみを主受あみとし、補助延長受あみとして10φの打抜きあみを用いた。

受箱は第Ⅶ-2図および第Ⅶ-3図に示したように、主受あみ下には、供給口側、空稈口側、前側、後側と4つに区分けした箱と補助打抜口箱と送塵口箱を設置した。1～1.2kgの一定重量の小束に結束した材料を2～4秒間隔で30～60秒間脱穀して、各試料採取口の漏下物の重量を測定し、内容の分析を行なった。

2. 試験結果と考察

第Ⅶ-2表に各口における穀粒漏下の割合を示し、第Ⅶ-3表にはこぎ室内にて発生したわら屑の全漏下排塵物に対する重量割合を示した。

(1) 実験を行なった範囲内では、補助受あみ下の漏下も合わせて考えると、大麦半乾材の方が水稻乾材より多少漏下しやすい。

(2) 受あみからの漏下分布は、供給口側の後半に最も多く、補助あみ口までを含めて考えると、供給口側の半分にあみ面積で約70%が漏下している。

(3) 送塵口からは7～12%の穀粒が送り出されているので、受あみ後半での漏下率を向上させるようにしなければならない。

(4) 供給間隔が2.0秒から4.0秒とおそくなるに従って、水稻では多少漏下率は良くなる傾向がある(88%から90%に向上)が、大麦のテストでは、その傾向は示されなかった。

(5) 第Ⅶ-4図に例示してあるようにフィードチェーンの速度が早くなると、水稻の場合は漏下率は低下する傾向を示した。

(6) 発生わら量は、水稻の場合は全漏下、送塵物の12

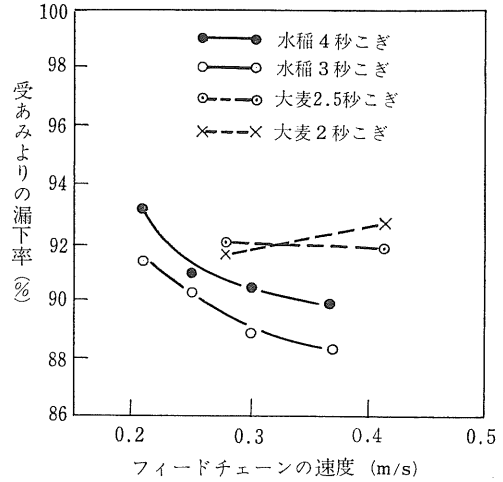
第Ⅶ-2表 穀粒の受あみ下漏下分布割合

材料	試験番号	供給間隔	フィードチェーン速度		供給口側		空稈口側		補助あみ口	送塵口
			sec	m/s	供給側	受あみ側	供給側	受あみ側		
水稻乾材	4	3	0.21	43.9	21.2	8.3	4.8	13.0	8.7	
	3	4	0.21	47.2	22.2	7.2	4.2	12.1	6.9	
	1	3	0.25	45.1	21.4	7.8	4.8	10.9	9.8	
	2	4	0.25	44.7	21.3	8.0	5.0	11.9	9.1	
	8	3	0.30	39.8	20.9	8.9	6.2	13.5	11.2	
	7	4	0.30	42.8	20.6	8.2	5.0	13.9	9.6	
	10	2	0.37	40.0	21.2	8.8	5.6	12.6	11.8	
	9	2.5	0.37	39.7	21.6	8.0	5.4	14.3	11.1	
	6	3	0.37	41.4	20.6	8.6	5.6	12.1	11.8	
	5	4	0.37	43.0	20.9	8.2	5.4	12.2	10.1	
					64.0		13.4			
大麦半乾材	1	2	0.28	33.0	23.5	8.8	7.9	19.2	8.3	
	2	2.5	0.28	34.7	21.9	8.7	7.7	18.6	8.2	
	3	2	0.42	33.6	22.0	9.5	7.8	19.5	7.2	
	4	2.5	0.42	35.7	22.2	8.2	7.4	18.4	8.3	
				34.2	22.4	8.8	7.7	18.9	8.0	
					56.8		16.5			

～14%，大麦の場合は15～18%であり，その半分は送塵口から排出されたが，残りはあみから漏下した。なおわらの漏下も供給口側で多いのは穀粒の漏下の状況と同じ傾向である。

第Ⅶ-3表 こぎ室内におけるわら屑発生 の全脱穀物量に 対する割合

速度 間隔	水 稻			大 麦	
	0. 21m/s	0. 30m/s	0. 37m/s	0. 28m/s	0. 42m/s
sec	%	%	%	%	%
2. 0	—	—	14. 3	17. 5	15. 4
2. 5	—	—	13. 5	16. 8	15. 6
3. 0	11. 8	12. 5	12. 7	—	—
4. 0	12. 3	12. 2	11. 5	—	—



第Ⅶ-4図 フィードチェーンの速度と穀粒の漏下率 の関係

3. 結 論

自動脱穀機において，水稲乾材および大麦半乾材を供試して，受あみからの穀粒等の漏下について調査を行ない，次のような結果をえた。

こぎ室においては穀粒が脱粒されるとともにわら屑も発生し，このわら屑は重量にして12～18%に達する。なお，受あみからわら屑約半分が漏下する。穀粒は，受あみの半分にあたる供給側で約80%が漏下し，空稈口側に約10%が漏下し排塵口へ約10%が排出される。材料供給

間隔がおそくなり，流量が少なくなるに従って多少漏下率は向上する。またフィードチェーンの速度はおそいほうが漏下率は高くなる。

以上のようなことから，脱穀機の漏下率を高くするためには受あみの孔の大きさ，目合いは空稈口側を供給口側より大きく，また後部より前部を大きくしたほうがよいと考えられる。

参 考 文 献

1. 庄司英信他：動力脱穀機の受網下における脱穀物分布に関する研究，下扱式1人扱並びに2人扱の場合について，農機誌，Vol.16 (1955)，No. 3/4，p. 127～132.
2. —：同上(第2報)，自動送込式の場合について，

- 農機誌，Vol.19 (1957)，No. 3，p.117～120.
3. —：同上(第3報)，上扱式の場合について，農機誌，Vol.20 (1959)，No. 4，p.167～170.
4. —：同上(第4報)，複胴型の場合について，農機誌，Vol.24 (1962)，No. 2，p.81～84.

VII

コンバインの水稻収穫時の作業精度

江崎 春雄

The Present Situation and Problem of Rice Combining in Japan

Haruo EZAKI

はじめに

全世界に200万台(1960年)以上普及し、わが国においても約200万台普及しているコンバインを現在日本で開発されている自脱コンバインなどと区別して普通型コンバインと呼称している。

この型式のコンバインについては、1955(昭30)年ごろからその性能を明確にするために、水稻または麦類を供試して圃場実験を毎年行なうと同時に、輸入コンバインおよび国産コンバインの鑑定試験も行なってきた。また200台に及んでいるこのコンバインは全国各地の研究機関において1964(昭39)年ごろより圃場試験が開始されて、多くの項目についての試験が行なわれた。これらの圃場実験の結果によって、1966(昭41)年度からは輸入コンバインも大幅に改良が行なわれ、国産コンバインも年々改良が行なわれて日本の水稻の収穫作業に対する適

応性が向上してきている。自脱コンバインは、現在機構的な開発研究が完了して、1967(昭42)年より市販されたが、圃場における種々の特性については十分な調査は完了していない。本文は、われわれの研究の結果を主として、全国各地で行なわれた結果を参考にして、問題の多い水稻の収穫におけるコンバインの性能を分析して取りまとめたものである。

なおコンバインの性能を左右する条件には、コンバインそのものの機構的な性能はもちろんであるが、コンバインの使用条件、すなわち、品種の相違、倒伏の度合、稈や穀粒の水分などと、圃場の条件などの要因がある。

これらの要因に係る性能のうち、ある程度その関連が明確になったものについて取りまとめた。

1. 普通型コンバインの性能

1) 水稻収穫時の性能

普通型コンバインにおいては、倒伏作物を含めて収穫する作物を、リールの作用で刈刃の方に寄せ、往復動刈刃で切断し、オーガで中心部に集め、チェーンコンベヤなどで脱穀部に運び込む。わらと穀粒は同時に処理されるので、日本の脱穀機と脱穀作用が異なってくる。脱粒された穀粒の大部分はコンケーブから漏下するが、漏下できなかった穀粒と排わらはストローラックによって篩別されて、わらだけが機外に放出される。コンケーブから漏下した穀粒とストローラックから落下した穀粒はシ

ーブによって風選または篩別される。

原理は簡単で、基本構造は単純なものであり、麦類の収穫作業では外国における長い経験が示しているように、時には手刈りの作業よりもよい作業精度で仕事を能率よく行なっているが、水稻の収穫ではまだ問題が多く、種々の特性を示している。

第Ⅶ-1表に示してあるように、水稻収穫時においては、条件により穀粒の損失と脱稈、碎米の損傷粒が多く生じる傾向がある。水稻の品種および、熟度ならびに収穫時の作業速度等の条件が最適な場合においては穀粒損

失は1~2%, 損傷粒割合も1%以下を示すことがあるが、条件が悪い場合にはこれらは各々12%, 10%を示すこともある。

第Ⅶ-1表 水稲収穫時における性能 (1965)
(全国における試験結果の平均値と最大・最小値)

型式名	作業速度 m/s			穀粒損失 (%)			損傷粒 (%)		
	平均	最大	最小	平均	最大	最少	平均	最大	最小
国産K式	0.24	0.26	0.22	6.3	8.8	3.1	8.8	16.2	7.1
国産M式	0.34	0.45	0.23	6.5	9.5	5.0	2.2	4.0	0.6
国産N式	0.19	0.29	0.18	5.1	9.0	2.0	3.1	6.9	1.4
輸入R式	0.37	0.96	0.22	4.8	11.9	1.7	3.8	10.0	1.5
輸入I式	0.25	0.44	0.13	5.0	12.4	1.3	4.1	8.7	0.8
輸入M式	0.24	0.38	0.16	6.1	11.3	3.6	3.4	6.4	1.4
輸入C式	0.38	0.48	0.27	5.2	11.9	1.9	2.5	9.9	1.0
輸入B式	0.23	0.50	0.16	6.9	17.8	3.0	1.6	2.8	0.9

またこのコンバインの1時間当り圃場作業量は刃幅1m当り7a内外を示すが、1日当りでは作業時間が6時間内外と短いことや圃場の狭いことにも原因して、平均して刃幅1m当り35a以下を示している。小麦等を収穫するアメリカ等の例に比べてはなはだ低い能率を示していることも、水稲収穫の場合には問題となっている。

2) 作物条件, 圃場条件, 使用法の違い等と作業精度との関連

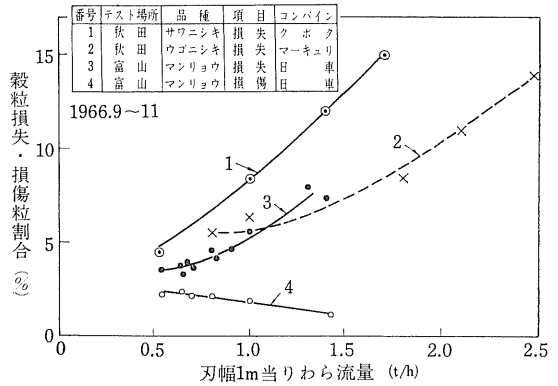
コンバインの刈取速度, コンバインに供給される材料の量, すなわち流量, 刈高さ等のコンバインの使用法による性能の変化や水稲の品種の違い, 収量の相違, 水稲が倒伏している時, また収穫する時期と熟度に関連したコンバインの性能の変化, 水稲に付着水がある時の性能および区画の大小がコンバインの圃場作業量を左右するか等について判明したことを以下に述べる。

(1) 流量

コンバインの作業精度を左右する要因の1つとして, コンバインに供給される水稲の量がある。1時間当りの供給量を全流量と称し, 穀粒流量とわら流量とに分ける。

第Ⅶ-1図および第Ⅶ-2表に示してあるように, コンバインの作業部の調節をおよそ一定にすればわら流量が増加するに従って穀粒損失は増加し, 損傷粒の割合は減少する傾向がある。しかしわら流量がいちじるしく減少して, わらに対して穀粒の量が増加するとかえって穀粒損失は増加する傾向がある。

流量の変化は, 刈取速度を変えること, 刈高さを変えること, 刈幅を変えることや収量の違い等によって起こり, いずれの要素を変えても流量が増加するとコンバインの作業精度は上記のような変化を示すのが一般であ



第Ⅶ-1図 わら流量とコンバインの作業精度の関係

第Ⅶ-2表 わら流量と穀粒損失, 損傷の関係

機種	双幅1m当りわら流量 t/h		0.5 t/h		0.7 t/h		0.9 t/h		1.0 t/h		1.1 t/h		1.2 t/h		1.4 t/h		1.5 t/h		
	損失	損傷	損失	損傷	損失	損傷	損失	損傷	損失	損傷	損失	損傷	損失	損傷	損失	損傷	損失	損傷	
A	穀粒	損失	3.7			7.0												10.1	
A	損傷	粒	12.5			8.0												6.5	
B	穀粒	損失					5.6						5.7					6.3	
B	損傷	粒					10.8						5.6					6.2	
C	穀粒	損失	7.7			8.6													
C	損傷	粒	16.7		13.0														

注: 1965.9, 水稲越南38号。

る。作業速度を上げるとコンバインの能率は高くなるので, できるだけ速い速度で収穫を行ないたいが, コンバインの特性として単純に速度を上げるわけにはゆかない。

(2) 作業速度

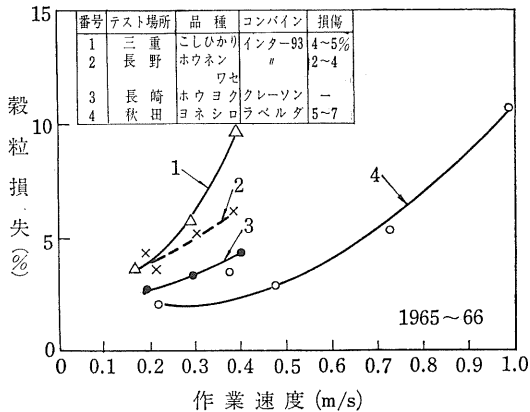
作業速度を上げるとコンバインが単位時間に処理しなければならぬ穀粒およびわらの量が増加する。仕事量の増加に従って所要馬力も増加する上に, 穀粒損失が増加する。

収穫時期や刈高さ, 品種などに影響されるが, 水稲収穫時にはあまり速い速度では収穫が不可能である。

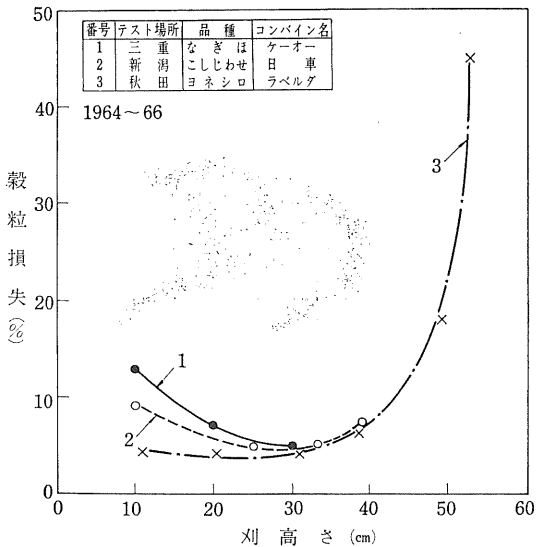
第Ⅶ-2図には収穫時の速度と穀粒損失の関係を2, 3例示しておく。水稲収穫時に日本で常用されているコンバインの速度は0.3 m/sで, 穀粒損失の平均は約6%, 損傷粒の平均は約3%であると考えてよい。

(3) 刈高さ

普通型コンバインの刈高さは5cmぐらいから50cmぐらまで自由に变化でき, 作物の状態を見ては刈高さを変えるのがオペレーターの腕ではあるが, 一般に刈高さを5cm, 10cm, 20cm, 30cmと高くするに従って穀粒損失は減少する。これは穂先の地上高の違いに影響される。水稲が倒伏をしている場合は穂先地上高が低くなっ



第Ⅶ-2図 作業速度と穀粒損失の関係



第Ⅶ-3図 刈高さと穀粒損失の関係

て、穂を刈り落とすことになるので、この場合は刈高さを高くすると穀粒損失は増加する。第Ⅶ-3図に1例を示したが、刈高さが30cmを越えると一般に穂を切るため、わら流量がはなはだしく減少するために、穀粒損失は増加する。

(4) 水稲品種

コンバインの穀粒損失や損傷粒の発生を左右する因子で、最も大きなものは水稲の品種である。同種のコンバインを最適の機械調整で収穫作業を行なっても、品種が変わることによって作業精度はいちじるしく左右される。第Ⅶ-3表は当研究所において行なった鑑定試験の結果であるが、品種による差を明らかに示している。同一の機種で、異なった品種のものを収穫した結果、穀粒損失においても損傷粒の割合においてもはなはだしく異なった値を示した。

第Ⅶ-3表 水稲品種による穀粒損失の比較(1964~66)

コンバインの機種		品種の別					
		A-1	A-2	A-3	B-2	C-1	C-3
1965. 9	越南38号	% 8	% 7	% 6	% 8	% 6	% 8
	(脱粒難)	(8)	(8)	(10)	(4)	(5)	(3)
1964. 11	アケボノ	5	3	3	2	2	2
	(脱粒易)	(2)	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)

注：1. 農機研一普通型コンバイン(昭40)。
2. 刃幅1m 当り有効作業量10a/h 程度。
3. ()内は損傷粒割合を示す。

第Ⅶ-4表 水稲品種とコンバインの作業精度(1964~66)

場所名	水稲品種	穀粒損失	損傷粒	穀粒水分	使用コンバイン
青森	藤-110A	3.2%	8.2%	—	ホクノロー ・ロビン
	バリラ系	4.6	8.0	—	
	ふ系77号	4.7	8.6	—	
	レイメイ フジミノ リ	5.9 7.2	6.8 9.4	—	
鳥取	アケボノ	1.9	—	—	クレーソン M80
	マンリョ	4.5	—	—	
	タカネ	5.2	—	—	
	ヤエホ	5.8	—	—	
神奈川	キンマゼ	1.3	6.4	18.0%	日車NC 18
	関係 376	1.7	7.1	18.4	
	関係 380	1.9	10.4	20.0	
	クサブエ	5.1	15.7	18.3	
岡山	アケボノ	1.7~4.2	1.2~1.5	24~27	バウツT 600
	中生新千本	3.8~4.6	1.9~2.8	20~24	
	コクマサリ	3.0~4.6	1.6~1.7	22~25	
	シラスイ	5.5~6.5	2.0~2.1	22~23	
	西海 91	5.3~6.1	1.6~2.5	22~26	
	西海 76	5.8~6.0	1.3~1.6	21~24	
	ホウヨク	6.9~7.9	1.2~1.5	24	
ミホニシキ	7.2~7.8	0.9~1.3	24		

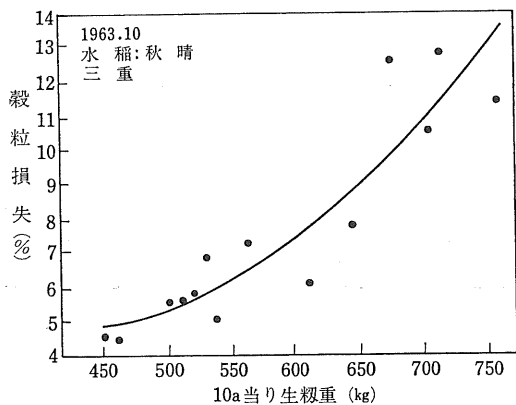
脱粒性の容易な品種を選ぶことによって、普通型コンバインはその作業精度をいちじるしく向上せしめうる。このために全国各地においては、その地方に適ししかもコンバインに適した品種の育成が行なわれている。第Ⅶ-4表には水稲品種のコンバイン適性検定試験の一部を表示しておく。

(5) 10a 当り収量

水稲は一般に10a 当り収量が増加する時には、わら重量も増加する傾向がある。収量の異なった水田を同じ刈高さ、同一の作業速度で収穫作業を行なう時には1963

年に三重県で行なった第Ⅶ-4図の例のように反収が増加するに従って穀粒損失が増加することになる。

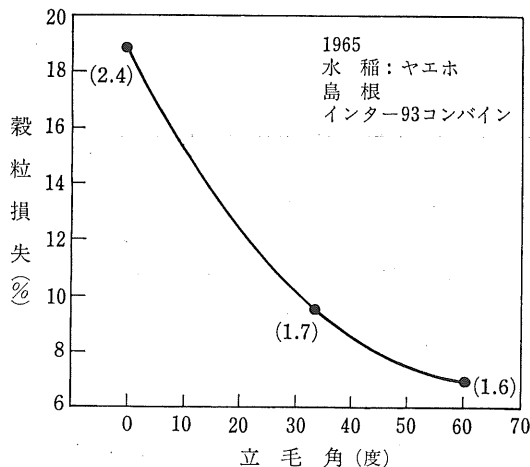
コンバインの使用法としては、反収、草丈の異なる水田においては、刈取速度、刈高さを変えて作業を行なう必要がある。



第Ⅶ-4図 10a当りの収量の差とコンバインの穀粒損失

(6) 水稲の倒伏

水稲が倒伏すると低く刈らねばならない。一般に倒伏作物を収穫する時は、わら流量が増加するためと頭部損失が増加するために穀粒損失が増加する。たとえば第Ⅶ-5図に示したように島根において水稲ヤエホを刈り取った時、立毛条件のよい場合には穀粒損失が7.2%、損傷粒が1.6%であったものが、完全倒伏の場合にはそれらが各々18.7%、2.4%と各々が増加している。この理由は頭部損失が増加する場合と、頭部損失は増加しないが、わら流量が増してスレッシング・ロスが増加する場合がある。



第Ⅶ-5図 倒伏程度と穀粒損失
()内は損傷粒百分率を示す。

倒伏作物を刈り取る場合には第Ⅶ-5表に一、二の例を示してあるように追い刈りをしなければならない。向い刈りをするると頭部損失がいちじるしく増加する。

第Ⅶ-5表 倒伏水稲の刈り方と作業精度(1963~66)

場所名	使用コンバイン	品種名	穀粒損失	
			追い刈り	向い刈り
高知	クラース	ハウネンワセ	% 5.5	% 7.6
島根	インター93	ヤエホ	9.1	13.9
農事	クラース・マタドール	豊年早生	6.0	16.0

(7) 収穫時期

コンバインの作業期間はどの程度許容できるものであるか、早刈りできるものか遅刈りしてよいものかという問題については第Ⅳ章で詳述してあるが、結論を述べると次のようになる。

① 成熟期より5日も前に収穫作業を行なえば、穀粒損失はいちじるしく大きくなる。またその時期では玄米の検査等級も低く格付けされることが多い。

② 収穫時期がおそくなるに従って、穀粒損失は次第に減少する傾向があるが、玄米の胴割率は増加し、成熟期を10日過ぎた場合には、時として1等級低く格付けされることがある。

③ コンバイン収穫機と手刈り機とを比較して検査した場合、時にはコンバイン機が低く格付けされることがあるが、ほとんど同格である。

④ コンバイン機は手刈り機に比べて胴割米が多いが、検査等級を左右するほどではない。しかし脱粒粒の胴割れはいちじるしく多い。

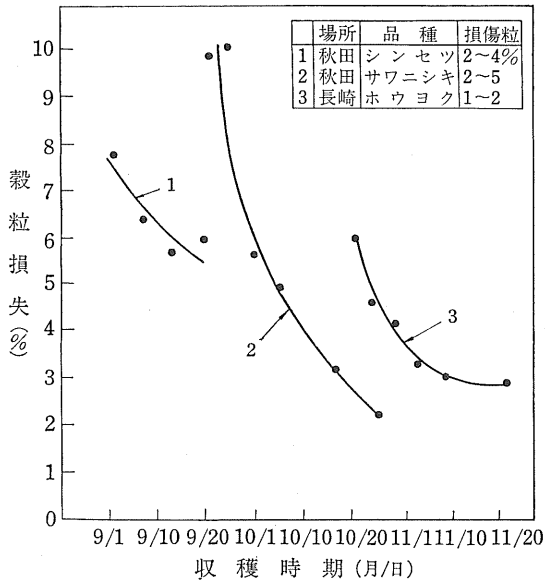
⑤ コンバインの作業精度に影響を与える度合は、収穫時期の差がはなはだしく大きい。

第Ⅶ-6図に収穫時期の違いと穀粒損失の関係の1例を示した。アメリカにおける小麦の収量を経日変化において調査した例を第Ⅶ-7図に参考のために示しておくが、収穫時期にはなはだしく乾燥しており、しかも脱粒性の良い場合の小麦の収穫と、概して脱粒性の悪い日本における水稲の収穫においては、その傾向がいちじるしく異なるようである。

(8) 作業時刻、天候、表面付着水

普通型コンバインの性能を左右する要因の1つに、茎葉の表面への付着水がある。雨が降ったり露がおりたりすると穀粒損失は増大するのみならず、コンバインが作業不能になる。したがってコンバインの作業時刻は露がない時期であると考えてよい。

第Ⅶ-8図には作業時刻とコンバインの性能の関係を示した。この図でも明らかなように露の量の多少によって



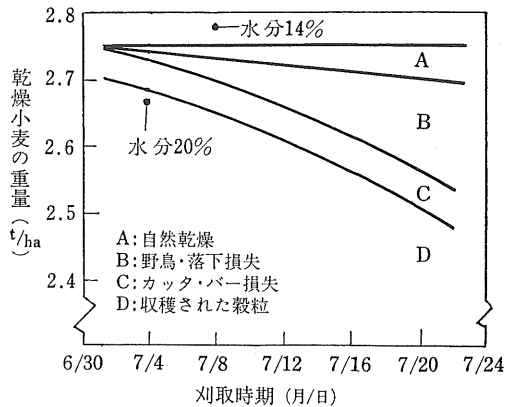
第Ⅶ-6図 収穫時期と作業精度

コンバインの作業精度が悪化することが判明した。

また曇天の日よりも晴天の日の方が、よい作業精度で作業する。愛知県下の試験によると晴天下では5.0~7.7%の穀粒損失を示したものが、曇天下では6.0~10%と穀粒損失が増加した。また農事試験場の試験によると人工降雨0mm, 10mm, 25mmの条件下で穀粒損失がそれぞれ5%, 14%, 18%と増加している。

(9) 乾燥剤の散布

収穫時期において乾燥剤を散布して、作物の枯れ上りを早くすることによって、コンバインの作業精度を向上



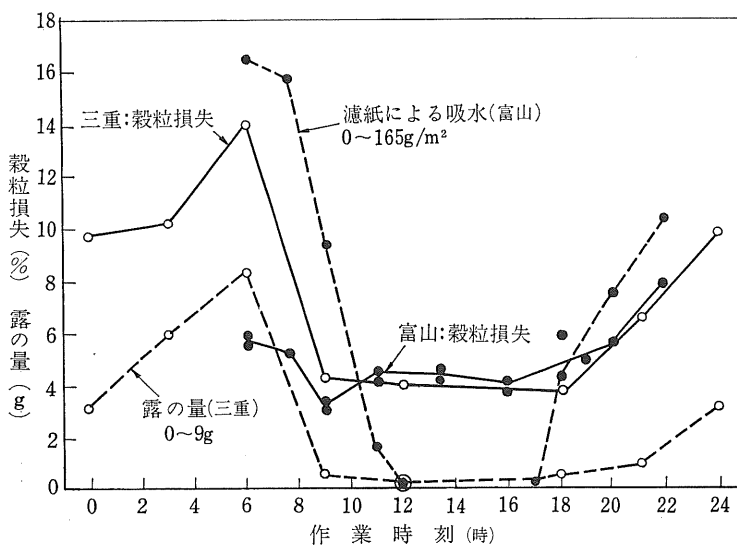
第Ⅶ-7図 収穫時期と圃場損失の原因の関係(小麦)
Ohio, Research Bulletin 841 (1959)

させることは第Ⅶ-6表に最近の試験成績の一部を表示した。このように西南暖地においては可能である。関東地区以北の地区では、この効果は明らかには示されていない。しかし最近の外国の小麦における実験例によると薬剤の残効が多く、食用小麦の品質が劣化している。

3) 圃場作業量

コンバインの能率すなわち1時間当りの圃場作業量は、圃場の条件、すなわち乾湿の状況、区画の大きさ、圃場と農道との関係や作物の条件、すなわち収量の多少、倒伏の程度等によって異なってくる。また1日の作業量は露の付着の程度や降雨の程度や収穫を行なう圃場の集団化の程度等によって異なってくる。

稲収穫の場合は平常の日で平均して1日6~7時間の作業時間である。また1期間中の収穫面積は水稻の品



第Ⅶ-8図 作業時間と穀粒損失の関係(1965~1966)
富山：マンリョウウ，ヨモマサリを供試，三重：マンリョウウを供試。

第Ⅶ-6表 乾燥剤の効果

試験場所	年月日	散布の有無	水稻品種	穀粒損失 %	損傷粒 %
長 崎	1963. 10. 30	無	ホウヨク	6.2	—
		有	〃	5.0	—
	1964. 9. 7	無	越路早生	10.5	2.4
		有	〃	4.5	3.7
滋 賀	1963. 11. 16	無	—	27.4	1.2
		有	—	12.4	2.0
関 東	1963. 10. 23	無	トネワセ	12.0	—
		有	〃	13.0	—
	1963. 10. 31	無	トネワセ	12.2	—
		有	〃	7.2	—

種、天候の条件に大きく左右される。

1966年秋の富山の使用例によると12台の3mコンバインが、平均して1日当り62aの仕事量となっており、1作業期間中作業を15~32日行っておりこの場合の収穫面積は10~26haであった。コンバインが1回に収穫する面積の大小とコンバインの大きさとの関係は能率に影響を与える。一般には1筆の水田区画が大きくなると実能率は高くなる。第Ⅶ-9図に1例を示してあるが、たとえば刃幅2.6mの中型コンバインで水田の収穫を行なう場合、その区画が10a、40a、50aの時には、実能率は各々12.5a/h、15.8a/h、18.7a/hを示している。

水田を新しく構成する場合にはできるだけ広い面積にすべきであるが、広い面積の水田を構成する場合には、穀粒タンクの容量と水田に接している農道の関係がコンバインの能力を左右するので、コンバインのタンク容量

に合わせて農道を考える必要もある。

4) コンバインの各部における作業精度

コンバインによる穀粒損失には、刈刃、リール、穀稈の搬送上昇部等によっておこる頭部損失と脱穀部においておこるこぎ残しや、ストローラック、シューシープでおこる選別損失とがある。

穀粒の損傷は水稻の収穫時においては脱粒と砕粒という形で現われるが、この損傷粒は主として脱穀部でおこっている。穀粒の搬送機として、はね上げ形式のものを利用する場合は、この部分においても損傷粒を発生することがある。

(1) 刈 刃

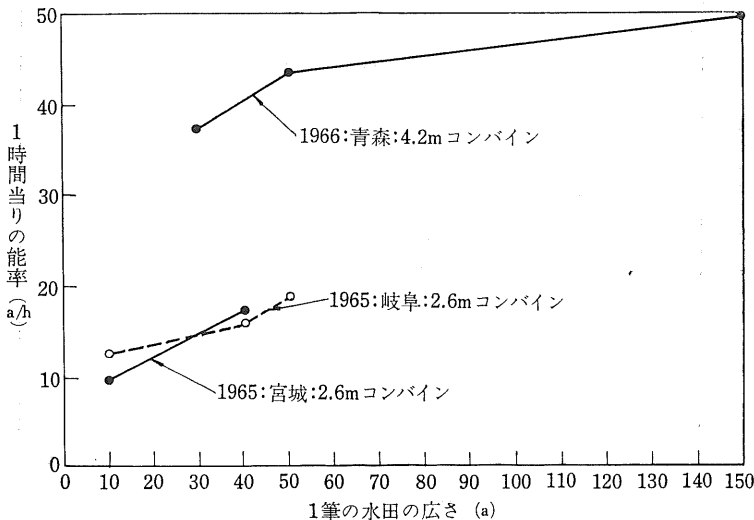
倒伏作物を収穫する場合には、穂先を切断して穀粒損失をおこす。小麦収穫の場合には乾燥がいちじるしくなるに従って損失が増加することは第Ⅶ-10図に例示するアメリカの実験結果からも知れるが、日本で小麦を収穫する場合には概して高水分で刈り取っているため刈刃による損失は少ない。とくに水稻の場合にはこのような現象はあまりおこらない。

(2) リール

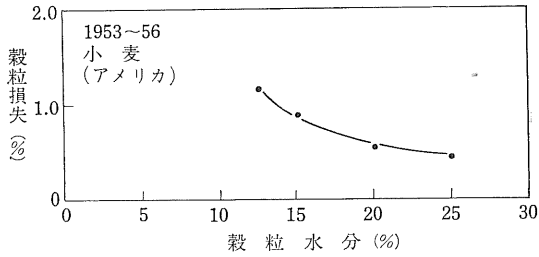
リールによる穀粒損失は、リールの円周速度とコンバインの刈取速度の速度比によることが多い。速度比が大きくなれば穀粒損失に増加の傾向がある。

(3) 脱穀部

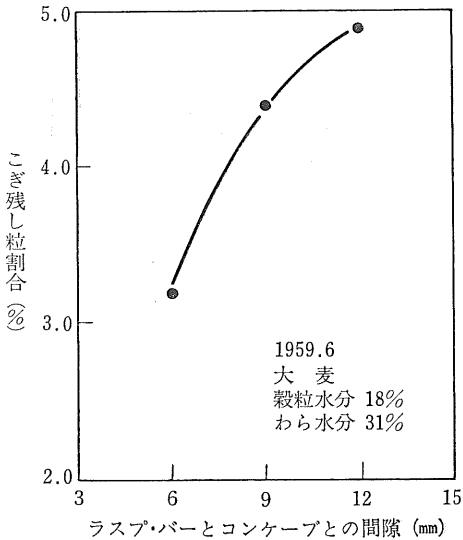
水稻の脱穀に適したシリンダやツースの形状に関する研究は別の章に詳述してあるが、脱粒難の品種の水稻に対しては、厚歯よりも6~7mmぐらいのうす歯の方が良好な結果を示している。コンバインで収穫作業を行なう時にシリンダの速度を変えたり、ツースの側面間隙を



第Ⅶ-9図 水田の区画の大きさと能率の関係



第Ⅶ-10図 穀粒水分と刈刃による損失の関係
W.H. Johnson(Agr. Engng. Vol. 40, No. 1)



第Ⅶ-11図 シリンダとコンケーブとの間隙と作業精度

変えたりの調整を行なう。

第Ⅶ-7表に水稻収穫時におけるシリンダの周速ならびにこぎ歯と受歯との間隙を変えた場合の実験例を示し、第Ⅶ-11図に大麦を供試してシリンダとコンケーブの間隙を変えた場合の作業精度を例示したが、シリンダの速度を早くし、間隙を狭くすると穀粒損失は減少するが、損傷粒や胴割粒は増加する。日本の多くの水稻品種ではツースの側面間隙は6mm内外にするとよい結果を示すようである。

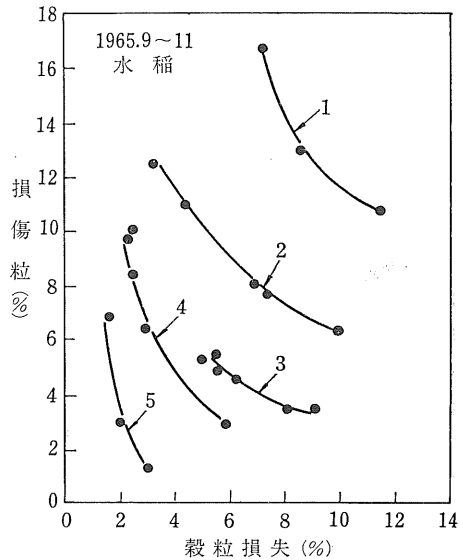
また第Ⅶ-12図に示したように穀粒損失の割合と損傷粒の割合は双曲線的な関係を示すことが多い。これらの曲線の点が原点零に近いほど上手な調整であり、精度のよいコンバインであるといえる。

(4) コンケーブからの穀粒の漏下

コンケーブから穀粒が完全に漏下してくれると、わらと穀粒を篩別する長大なストローラックが不必要となり、普通型コンバインも小型になって使いやすい機械になるだろう。小麦や大麦を収穫する時は、比較的コンケ

第Ⅶ-7表 シリンダの調整による作業精度

場所名	品種名	シリンダ周速	歯と受歯の間隙	穀粒損失割合	損傷粒割合	試験年月日
福井	マンリョウ	20	6	—	2.6	1965. 10. 11
	〃	23	6	—	7.1	〃
	〃	27	6	—	12.4	〃
長崎	ハウヨク	15	6	3.0	1.6	1965. 11. 22
	〃	17	7	2.3	3.1	〃
岡山	アケボノ	23	14	2.3	3.0	1965. 12. 2
	〃	28	14	2.1	6.7	〃
青森	クサブエ	21	8	8.3	5.0	1966. 10. 15
	〃	23	8	3.4	5.8	〃
	〃	28	8	4.0	9.4	〃
	〃	21	27	7.3	4.3	〃
	〃	23	27	6.8	6.7	〃
	〃	28	27	3.1	8.8	〃



第Ⅶ-12図 穀粒損失と損傷粒の関係

1, 2, 3: 水稻越南37号
4: 水稻ヤエホ
5: 水稻アケボノ

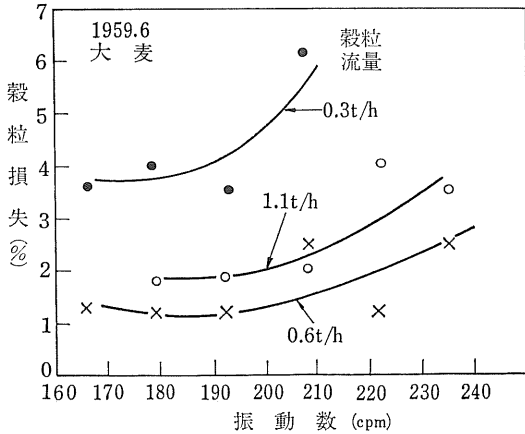
ーブからの漏下量が大きく、全穀粒の70~90%が漏下するが、水稻の場合は漏下しがたく40~80%の漏下率にとどまっている。これは麦類に比較して水稻の単粒化が困難であり、脱穀される時に枝梗が粒に付着したり、穂切れがおこって、粒とわらとの分離が困難なためである。

(5) 選別部

ストローラックについては別章で詳しく研究結果を述べてあるが、一般に選別部(ストローラックおよびシー

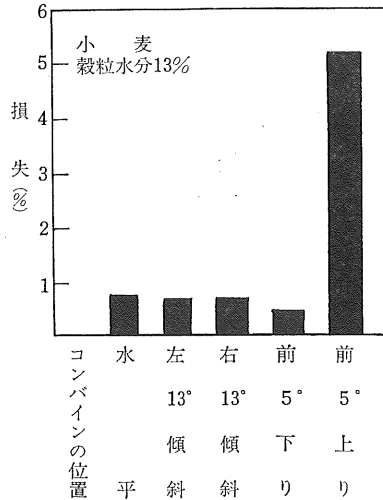
ブ) 上の流量が増加すると選別が不良になり、穀粒損失は増加する。この傾向は供試材料が水稻の場合のみでなく、小麦、大麦等を供試しても同じ現象がおこる。また選別面積が狭くなるに従って選別は不良になる。

選別部の振動数は送りが円滑に行く限界で低い方がよい。第Ⅶ-13図にはランツコンバインの実験例を示す。



第Ⅶ-13図 ストローラックの振動数と損失の関係 (ランツコンバイン)

選別部での篩面の傾斜は、コンバインが水平に走行している時に良好な作用をうることができるように設けられているが、第Ⅶ-14図にも実験例を示したように傾斜面を登りて収穫する時には選別損失は増加する。



第Ⅶ-14図 コンバインの傾斜と損失の関係 (関東東山農試にて、昭和33年)

2. 自脱コンバインの性能

このコンバインは開発研究が相当に行なわれて実用の域に達した刈取機と、永年にわたって日本の水稻に適した構造に改良され、全国に250万台以上普及している脱穀機を組み合わせる製作された小型のコンバインであり、穂先だけを脱穀機で処理して脱穀作業を行なう形式であるために、普通型コンバインとは、刈取り、脱穀の作用がまったくおもむきを異にしている。

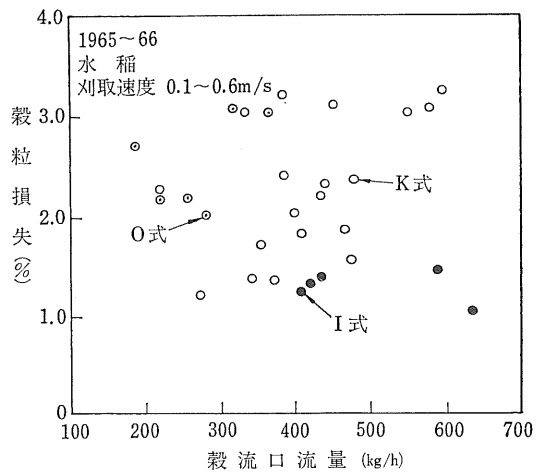
この形式のコンバインには歩行用のものと乗用のものがある。歩行用のものは刃幅50cm内外であり、乗用のものは刃幅1~1.5mである。

このコンバインの特徴は、損傷粒がきわめて少なく、0.1~0.9%、脱粒性の難易にかかわらず損失穀粒の割合が第Ⅶ-15図に示すように3%以下である。これは普通型コンバインが、時に10%の損失割合を示すのに対して、安定した作業精度を示しているといえるが、倒伏作物の収穫時や短稈の時にくれ穂が生じてこぎ残しができることがある。

1時間当りの機械の能率は5~10aであるが、水田の枕地、角地、周辺は手刈りを行なうので、3~4a/man-h

の能率を示している。

倒伏作物の収穫に対しては、立毛角30°位までは作業精度、能率に影響はあまり与えない。



第Ⅶ-15図 自脱コンバインの作業精度

3. 穂刈式コンバイン

この形式のコンバインは、ストローラックとかシューシーブという振動篩をまったく使用せず、回転篩と風力選別によって穀粒とわらとの分離を行なうことが大きな特徴であり、歩行用トラクタの原動機、ミッションと走行部を利用して、機体の前方に刈取り・脱穀部を装着した歩行型のコンバインである。このコンバインの刈刃は地上30~40cmのところに取り付けられている。刈高が高いのでコンバインに供給されるわら量が少ない。こ

のために選別部の面積が少なくすむ。水稻や麦の立毛状態が良好であれば、穀粒損失はわずかであり、脱粒難の品種でも3%以下、脱粒易の品種では1%以下という好成績で、損傷粒も0.1~0.4%でほとんどないといってもよい。なお1時間で4~5aの水田の収穫が可能である。しかしこのコンバインの現在の機構では倒伏作物の収穫がほとんど不可能である。

4. 結 論

現在わが国における収穫機は小型刈取機から大型のコンバインまであらゆる機種のものが市販されはじめた。コンバインについても刃幅0.5~1.5mの自脱コンバインが良好な作業精度を示して収穫作業の機械化の大きな分野を占める見通しをうるようになってきており、外国から輸入されたものやそれを小型化した国産の普通型コンバインは研究機関や指導機関を主としているが、農村にも次第に普及し始めて1966年には200台の普及をみた。

この報文は主として、普通型コンバインの日本の水稻に対する適応性、すなわち水稻収穫時における性能についての研究結果をとりまとめたものである。その概要を示すと次のようになる。

- (1) 流量、すなわちコンバインに対する水稻供給量が増加すると穀粒損失は増加する。しかし極端に少ない場合はかえって損失粒の増加をまねくことがある。
- (2) 作業速度を早くすると穀粒損失は増加する。
- (3) 刈高さは穂先を切断せず、適当なわら量がえられる範囲で高い方が作業精度は良好であるが、一般には刈高さ30cm内外で最高の精度を示す。
- (4) 水稻の収穫時に作業精度を左右する最も大きな要因は水稻品種の違いである。コンバインに適した品種、例えば岡山地区において、アケボノを供試すると3%内

外の穀粒損失であっても、ホウヨクを供試すると8%内外に損失は増加する。

- (5) 水稻が倒伏すると作業精度は低下する。
- (6) 収穫時期を成熟期より遅らせて収穫することによって作業精度の向上は望みうる。
- (7) 曇天時より晴天時に収穫作業を行なう方が作業精度は良好である。
- (8) 茎葉に表面付着水のある場合に収穫作業を行なえば作業精度は劣化し、はなはだしい場合には作業不能になる。
- (9) 乾燥剤の散布によって西南暖地では作業精度の向上を計りうるが問題が多い。
- (10) 水稻収穫時におけるコンバインの作業量は麦の収穫時に比べて少ない。
- (11) 水稻収穫の場合立毛条件の良好の時はカッターバーによる損失は少なく、リール等の打撃による穀粒損失等も少ないが、脱穀部においてのこぎ残しおよびストローラックにおける選別損失が多い。
- (12) 自脱コンバインは1967年度より初めて市販されるものであるが、試作機の実験の結果によると、普通型コンバインに比べて穀粒損失が少なく、とくに日本に広く栽培されている脱粒難の水稻に対する適応性が高い。

参 考 文 献

1. Bainer, R.: Principles of Farm Machinery, Wiley, 1957, p.394.
2. Goss, J.R. *et al.*: Performance Characteristics of the Grain Combine in Barley, Agr. Eng. Vol. **39**, (1958), No.11, p.697~702, 711.
3. Johnson, W.H.: Efficiency in Combining Wheat

- Agr. Eng. Vol. **40** (1959), No. 1, p.16~20, 29.
4. —: Harvesting and Drying of High Moisture Wheat, Ohio Agriculture Experiment Station, Research Bulletin 841, 1959, p.46.
 5. Smith, R.J. *et al.*: Pre-Harvest Dessiccation of Rice with Chemicals, Univ. of Arkansas, Bulletin 619, 1959, p.16.
 6. Mark, A.H., *et al.*: Evaluating Combine Performance a Global Approach, Arg. Eng. Vol. **44** (1963), No. 3, p.136~137, 143.
 7. 宮沢福治: 水稻作の大型機械化作業(7), 農園, Vol. **39** (1964), No. 7, p.1145~1148.
 8. 江崎春雄: 刈取機・コンバインの現状と改良, 農業技術, Vol. **21** (1966), No. 8, p.361~364, No.9, p.401~403.

STUDIES ON RICE COMBINES

Haruo EZAKI

FOREWORD

This technical report contains the results of researches which aimed at improving the performances of the combine in rice harvesting and which were carried out during the period of 1962 to 1967.

Prior to these researches, we conducted field tests on the trial makes of combines and found out some problems encountered in rice combining as reported in "Developing Investigations on Small Harvesters and Combines, Technical Report, 1964, Institute of Agricultural Machinery". On these bases we started researches to improve the performances of rice combines.

The first half of the report is the results of the researches for the improvements of operating accuracy of the ordinary combine in rice harvesting, and the second half is for the improvement of threshing apparatus of the head feeding combine which is being developed in Japan.

Chapters I and II contain the test results on threshing and separating units, the essential parts of the ordinary combine. Technical data for the improvement of threshing drum-concave units and straw walkers in rice harvesting are given.

In Chapters III and IV, crop conditions and harvesting date are shown to be the major factors which dominate the performances of ordinary combines; rational exploitation of combines in rice harvesting is also mentioned.

Chapters V and VI are concerned with the tailings return and the distribution of grain under the concave of head feeding threshers in order to promote the capacity of head feeding combines.

Chapter VII deals with the characteristics of ordinary combines, head feeding combines and head reaping combines on the bases of the test results by our Institute and prefectural agricultural experiment stations.

Though these chapters have a close connection with one another, every chapter has its own researchers in charge, who contributed much to the performance of detailed planning and testing under my supervision.

December 1967

Haruo EZAKI

Head of 2nd Research Division,

Institute of Agricultural Machinery

SUMMARY OF CHAPTER I

Analytical Studies on the Shape and Size Factors of Threshing Teeth

Haruo EZAKI, Michio IRIE, Kyoshiro MIURA

The so-called throw-in type threshing units on ordinary combines or threshers bring a considerable amount of grain losses on account of hard-to-thresh rice varieties which are popular in Japan. Our developing investigations of small combines up to 1962, as mentioned in the foreword, led us to the conclusion that the completion of combines for Japanese use was impossible without further improvements in the threshing units, which culminated in the interruption of our developing activities and starting of the fun-

damental studies about the threshing units.

The apparatus for the laboratory experiments consists of feeding and threshing unit of a small combine as illustrated in Figs. I-1 and I-2. The frame for the separating unit is connected to the rear of the threshing unit and the apparatus is used also in the studies of straw walkers (Chapter II). The threshing unit is driven independently and its power consumption is measured by wattmeter or horsepower meter with torque and rpm sensors.

Material offered is laid on a 12m long belt conveyor which is driven by a variable speed electric motor. Thus arbitrary feeding rate is available.

Though problems unresolved are not of small amount, this is to report some facts made clear from the studies for five years up to 1967, and is divided in five parts.

1) The comparison test on three sets of threshing drum and concave of foreign make combines was carried out in 1963 (Figs. I-4 and I-5).

2) In parallel with the above experiment, a survey of typical threshing teeth on rice combines was conducted. According to the survey, the frontal thickness of teeth ranges between 6 mm and 14 mm, the lateral width is usually 20 to 30 mm; the height ranges from 50 to 70 mm, and the majority of teeth are about 60 mm high. The inclination of the frontal side ranges from 2° forward to 17° backward.

3) On the bases of the above-mentioned test and survey, factorial experiments to analyse the shape and size factors, namely height, width and thickness of threshing teeth, were carried out. Such an rectangular shape of teeth as illustrated in Fig. I-8 was adopted on the basis of the dimensional concept. The drum of open type bears 10 tooth bars and the concave has 2 bars. The table below shows the dimensions of the rectangular teeth.

		Low teeth drum				High teeth drum			
Diameter of drum without teeth		440				400			
Teeth	Height	50				70			
	Thickness	6		14		6		14	
	Width	20	30	20	30	20	30	20	30

4) As for the inclination of teeth, a series of experiments was carried out in 1965. The teeth offered are shown in Fig. I-16, and the test was made in comparison with the rectangular teeth.

5) In 1964 and 1967, comparison tests between steel-rod teeth and solid teeth were carried out. The teeth offered are shown in Figs. I-18 to I-20, and the drum is shown in Fig. I-9. The inclined ones were designed on the test results of the effect of inclination.

The test results may be summarized as follows:

1) As the throughput increases, the percentage of grain losses and power requirement increase.

2) An easy-to-thresh variety Kinmaze gives less unthreshed grain than hard-to-thresh varieties, Kusabue and Norin No. 25.

3) At a given rate of feed, wet materials with higher moisture content in their stem require much power than dry materials.

4) Higher peripheral speed of threshing drum gives less unthreshed grain, increasing damaged grain and power requirement.

5) Drum and concave adjustments to decrease grain losses, in general, give a higher percentage of damaged grain.

6) As the number of tooth-bars on concave increases, the unthreshed grain decreases and the power requirement increases.

7) Decreasing of the lateral clearance and top clearance of teeth gives the same results as 6). The damaged grain has an increasing tendency.

8) The comparison of three threshing units with different kinds of teeth shows that the teeth with medium thickness akin to the rectangular teeth give better threshing performances than the thick or thin teeth. But the inclined thin teeth require less power in comparison with others (Fig. I-7).

9) As for the experiment of the rectangular teeth, thinner ones (6 mm) perform better in every item of the test than thicker ones (14mm) (Fig. I-13). This was also ascertained in a field test (Fig. I-15).

10) From the factorial experiments, no conclusion is obtained about the height of taller and shorter teeth under comparison.

11) For the lateral width of the teeth offered, no concluding results are obtained. But in many cases, the teeth of the lateral width of 30 mm make a good comparison with those of 20 mm.

12) The greater the inclination of the frontal side of the teeth, the more threshing losses and the less power requirement. Slight inclination up to 12.5° seems to give better performances (Fig. I-17).

13) Steel-rod teeth, in comparison with solid ones, show little difference in grain losses, while they have advantages in terms of power requirement and grain damage.

SUMMARY OF CHAPTER II

Several Factors Affecting the Performance of Straw Walkers for Rice Combines

Haruo EZAKI, Kyoshiro MIURA

This report contains our studies on the relations between the shape or kinetic factors and performance

of straw walkers carried out from 1962 to 1964.

As is well known, better performance of com-

bine-harvesters or threshers cannot be realized without well designed separating units, not to speak of threshing units. Past studies on straw shakers, mostly by foreign authors on wheat, oat etc., have been done from two major aspects: the movement of threshed materials on shakers and the amount of loose grain on shakers at a given point of shakers of rather specified shape of walkers. For our interests are concentrated to the harvesting of rice, especially of hard-to-thresh rice varieties prevalent in Japan, technical data obtained for other crops cannot be applied straightforward to rice combines in Japan. On the other hand, as the determination of the dimensions of straw shakers from experiences might require too much labour and time, we followed a rather generalized way to grasp several factors which affect the performance of so-called key-board type straw walkers, the basic mechanism in combine straw shakers. The tests were carried out in laboratory apparatus. The apparatus, shown in Figs. II-1 and II-2, consists of the feeding and threshing unit of a combine, the front and rear crank shafts for the walkers and sampling boxes beneath the concave and walkers. The crop is laid on a 12 meter long belt conveyor which is driven by a variable speed electric motor. The feeding unit, threshing unit and straw walkers are driven separately by variable speed motors. The position of the rear crank shaft can be varied in three positions, 15° apart in connection with the center of the front shaft. The length of the tooth bar of the threshing drum restrains the width and number of the sections of the straw walkers offered, and two walker sections with 230 mm width were prepared.

The tests were carried out in three steps:

1) The performance of three sets of straw walkers were investigated. The sets, A, B and C, shown in Figs. II-5, II-6 and II-7 respectively, have their side section congruent to those of foreign commercial combines.

2) A factorial experiment was carried out with an experimental set of straw walkers without cascades (Figs. II-13 and II-14). The influences of the factors given in the table at the bottom were investigated.

The experiment was designed on Taguchi's orthogonal array L₃₂, the fractional replication (1/2) technique and split-plot method applied.

3) To investigate the role of the cascade, three sets of walkers with 3, 4 and 6 cascades were prepared, and the inclination and speed of walkers were also varied (Figs. II-17 and II-18). The levels of these factors are:

Factor	Symbol	Level of factors
Number of cascades	<i>W</i>	3, 4, 6
Inclination of walkers	β	0°, 10°
Speed of walkers	<i>n</i>	low, medium, high*

* The speed of walkers was decided after due consideration of the angle of the walker sieves themselves and the inclination of fitting (β). In this stage, analysis of the movement of threshed materials on the shaker was referred to.

The level of $\beta=10^\circ$ was replicated as a dummy level and Taguchi's orthogonal array L₂₇ was made use of. The split-plot method was adopted for the convenience of fitting the walkers.

The performance of the walkers was evaluated with the curves which show the relationship between the distance from the front end of the walkers and the amount of loose grain left on the walkers at that point. The effects of the factors were calculated at several points of the walkers, including the analysis of variance. The test results are summarized as follows:

1) The loose grain passes through the walker sieve far better than the grain with torn pedicels or branchlets.

2) The walkers C with a steeper sieve angle show better performance than A or B. But the set A performs better at the first half of the walkers, and this is due to the larger angle of the sieve at that part of the walkers (Figs. II-5, II-6 and II-7).

3) The prominence of C set is also justified from the fact that it bears larger holes on the sieve.

4) The walkers should be driven at minimum speed within a range to ensure the agitation and transportation of straw.

5) The angle or inclination of walker sieves should be chosen steeper, so far as smooth transpor-

Factor	Symbol	Level of factors	
		1	2
Inclination of straw walkers	β	10°	20°
Percentage of the area of active holes on walker sieves	<i>S</i>	32%	48%
Speed of walkers	<i>n</i>	185 _{cpm}	200 _{cpm}
Total throughput	<i>Q</i>	15kg-0.2m/s*	15kg-0.4m/s*
Grain/(grain+straw) ratio	<i>D</i>	small	large
Variety of rice	<i>V</i>	Norin No.25	Kinmaze

* These indicate that 15kg of crop material is laid on the feeding conveyor in an interval of 10m and the speed of the conveyor belt is 0.2 and 0.4m/s respectively.

tation of straw is guaranteed.

6) Concerning the percentage of the area of holes on sieves, the walkers with 50% hole area behave better than those with 30%. A foreign study recommends the hole area of 20-30% and shows that walkers with a larger percentage of the hole area bring more chaffy material falling through the holes. We think this difference due to the difference of the type of crops offered.

7) Even if larger inclination of sieve surface is given by the cascade, this keeps the flow of straw smooth.

8) The type and variety of crops, whose grain is easily torn off from pedicels, is a favourable factor

for better performance of straw walkers.

9) The larger throughput restrains grain from dropping through the sieve holes.

These results led us to the conclusion that marked improvements might not be expected by means of partial amelioration of construction within the framework of straw walkers. The improvement of threshing units to decrease grains with torn pedicels or branchlets or to increase grains passing through the concave will be a short cut to get better performance of the combine as a total. Further, it is thought necessary to adopt easy-to-thresh varieties, by which a greater percentage of grains free from torn pedicels or branchlets can be attained.

SUMMARY OF CHAPTER III

The Influence of Grain-Straw Ratio on the Performance of Threshing Apparatus

Haruo EZAKI, Kyoshiro MIURA

The existence of appropriate cutting height in combine harvesting is widely recognized from field tests, and recommendations on cutting height are usually expressed in terms of grain-straw ratio. We carried out some laboratory tests on the influence of grain-straw ratio on the performances of threshing apparatus.

The material offered was harvested by sickles and stored in a barn to secure uniformity in humidity. The grain-straw ratio (weight of straw/weight of grain) of this material was about 1:1. To obtain materials with different grain-straw ratio, lower part of straw was cut off, or straw without grain was mixed with the original material (Fig. III-2). Straw without grain was prepared by so-called Japanese thresher in which only ears or upper part of material is fed and straw is kept uninjured. Thus, grain-straw ratio was varied between 0.35 and 1.65. Though these figures are for dry material and may be different from those in field tests, their effects on the performances of threshing apparatus were grasped.

The tests were carried out in two series; in the first half of the tests, a combine-harvester was offered and the materials were fed by the belt conveyor shown in Chapter I. Power required for threshing was recorded by a direct-visual oscillograph. Torque was measured by the strain gage method and drum speed was measured by a DC tachogenerator. A line-printer was connected to the output of the lowpass filter in parallel with the oscillograph. In the second half, the test apparatus illustrated in Chapter I was offered and the experimental teeth ($H=50$ mm, $W=30$ mm, $B=6$ mm) were adopted on the bases of the test results of Chapter I. Power requirement of the second test was measured by the

counter-shaft method, i. e. by a horsepower meter with a counter shaft to which a strain gage type torque pick-up and a digital rpm pick-up are attached. Horsepower was recorded by a self-equilibrium recorder and also in this case a line-printer was connected in parallel with the recorder.

In the first half the grain-straw ratio was varied as 0.35, 0.6, 1.0, and the influence of the ratio was tested in various grain throughput, straw throughput and total throughput. In the second half, the ratio was varied as 0.6, 1.0, 1.3 and 1.6, and the grain throughput was kept constant. For each plot the following items were measured:

- 1) grain throughput
- 2) straw throughput
- 3) threshing loss
- 4) quality of grain (percentage of paddy with pedicels or branchlets, husked or broken kernels, impurities). This was tried in the first half only.
- 5) mean net horsepower, i. e. mean horse power, no load power subtracted

The relation between the ratio and threshing loss is illustrated in Fig. III-3. In this figure, all results are plotted, the difference in throughput not taken into consideration. Larger percentage of threshing loss is due to torn ears, which resulted from the overdried materials. From this figure, threshing loss takes a minimum value at the ratio 1:1.0-1:1.2.

Power requirement in the first half and second half showed a larger difference which caused by the difference in the construction of threshing units. But in both cases, the influence of the grain-straw ratio and grain throughput could not be recognized and the increase of power requirement is mainly at-

tributed to the straw throughput (Fig. III-5). This is affirmed by the result of such a supplemental test that straw without grain was fed into the threshing

unit. The power consumption of this case is plotted in white circles also in Fig. III-5.

SUMMARY OF CHAPTER IV

Operating Accuracy of Combine-Harvesters with Rice Varieties and Harvest Date Varied

Haruo EZAKI, Sadayuki MIURA, Nobuyuki KUSUHARA, Yunosuke YOSHIDA

In 1964 and 1965, we organized a series of combine tests on rice harvesting in three prefectures with typical climatic conditions, Akita, Miyagi and Nagasaki prefectures in the northwest, northeast and south of Japan respectively (Fig. IV-1). The purpose of the test was to investigate into the effect of harvest date, crop conditions, and above all, the varieties of rice, on the working accuracy of combine-harvesters, and to secure data which might be useful for improving harvesting accuracy. After careful discussions, the field tests were entrusted to the testing staffs of the prefectural agricultural experiment stations.

The combine-harvesters offered were five in number and all of them were imported ones: there might naturally be some differences in their operating characteristics. Eight varieties of rice harvested, Shinsetsu and others, were so-called medium or hard in threshability. The testing period of about one month was chosen so that it involved the ripening stage. Cutting height and adjustments of the machines were kept as constant as possible.

During the period a comparison was made between combine and sickle harvesting concerning the losses and quality of grain. The samples of paddy harvested by the both methods were dried carefully in the flat type dryer until the water content of grain dropped to about 15%, and husked by the test husker; some of the samples were polished by the

test mill. The samples thus prepared were offered for the inspection by governmental inspection specialists.

The results are summarized as follows:

1) Admitting the differences of the machines concerning the work characteristics or ease of handling, we could still recognize the remarkable effect of the rice variety on work accuracy.

2) When rice was harvested before the ripening stage, the greater losses were observed and the quality of husked rice was sometimes graded lower. As the harvesting date advanced toward the later stage of rice ripening, the grain losses had a gradual tendency to diminish while the sun-cracked rice increased. The husked rice was graded lower in quality tests (Figs. VI-2, VI-3 and VI-4).

3) As for the comparison of the combine-harvested and hand-reaped grain, the greater content of sun-cracked rice in the former rarely affected the grade of the husked rice. And though the quality of husked rice produced by combine as a whole was sometimes judged down graded, no difference was observed in most cases.

The serial tests led us to the conclusion that the rice varieties and harvesting date had considerable effects on working accuracy of combine-harvesters, which suggests that the working period of combine-harvesters may be extended further even for the harvesting of one variety of rice.

SUMMARY OF CHAPTER V

Studies on Tailings Return of Head Feeding Combines

Haruo EZAKI, Sasakazu IMAZONO

In this paper, for brevity, let "tailings" include not only tailings in original sense but also single grains or any other material which are returned to the threshing chamber through tailings auger and elevator, unless otherwise stated.

The amount of tailings does not give a serious difficulty in the case of Japanese head feeding thresher, because the crops to be threshed are fed

manually to the feeding chain a bundle after another, and consequently the rate of throughput is kept within a certain limit. Once this type of thresher is adopted as the threshing unit of a new type of combine-harvester, however, continuous feeding of crops into the threshing unit is guaranteed with a higher rate of throughput, and the amount of tailings becomes a factor powerful enough to influence the capacity

of the threshing unit. Reduction of the amount of tailings is one of the means to raise the capacity of threshing units, and this way of improvement is thought favourable because it may be realized without making the threshing unit very bulky.

This paper reports our investigations in the components of tailings and their proportion to the total flow of grain in the threshing chamber, as well as a trial method to reduce the amount of tailings. In the measurement of the components and proportion of the tailings, two threshers of head feeding type were prepared, and the samples were collected from an outlet with a shutter, which was attached to the tailings thrower as illustrated in Figs. V-1 and V-2. In the second half of the experiment, a trial make of auxiliary separator unit was joined to the thresher, as shown in Figs. V-3 and V-4. Six runs of experiments were made on some varieties of rice and barley between February 1965 and April 1967. The components of the tailings were analysed.

The maximum throughput, at which the blockage occurred, were measured. Power consumption was measured by a horsepower meter with torque and rpm sensors.

The results are summarized below.

1) The proper object of the tailings return is to detect, return and rethresh the grain with torn pedicels or branchlets and then to collect single grains. According to the analyses of the samples, torn heads and others to be properly rethreshed amount only 2-5% for dry material and 2-12% for wet material. The rubbish or short straw and single grain amount as unexpectedly high as 10-50% and 50-80% respectively.

2) The amount of grain returned reaches to 16-23% of total amount of grain in the threshing chamber for dry rice threshing at throughput of 0.3-0.8 grain ton per hour and 18-31% at 0.8-1.5 t/hr. For wet material at throughput of 0.3-0.6 t/hr, it is 11-17%. For threshing of barley, at throughput of 0.3-0.7 t/hr, the amount reaches as high as 20-50%.

3) This percentage of the tailings return in the threshing chamber increases as the grain throughput increases.

4) The amount of tailings return reaches a stationary state after some interval from the beginning of threshing with a constant rate of feed (Fig. V-9). The time to become the stationary state has a close relation with the feed rate, and as the grain throughput increases, the time required is lengthened.

5) When tailings are drawn out from the tailings auger, the capacity of thresher unit raises by 20-50% and the power requirement reduces by about 1 PS.

6) As stated above, most of the tailings are single grains or rubbish which are never required to return to the threshing chamber. We attached a separator to the test thresher, with which to separate these parts out of tailings. This trial gave some favourable results in raising the capacity of the thresher. For example, in an experiment of rice threshing, maximum feed rate was 1 t/hr, which was raised to 1.8 t/hr or more with the separator (Fig. V-4). When applied to practice, the separator unit may be constructed in the frame of the thresher or some additional apparatuses may be added to the tailings thrower to draw out single grains.

SUMMARY OF CHAPTER VI

Studies on the Grain Distribution under the Threshing Concave of Head Feeding Thresher

Haruo EZAKI, Sasakazu IMAZONO, Masao MANAKA

This paper reports the distribution of grain and rubbish under the threshing concave sieve of a Japanese head feeding thresher.

The test machine is a modified head feeding thresher with a comparted drawer under the concave and a box at the outlet of the cleaning unit of the thresher to facilitate collecting samples as shown in Fig. VI-1. The transporting and cleaning units of the thresher are omitted. Tests were conducted on rice in November 1965 and on barley in May 1966.

From the findings summarized below, larger mesh is recommended at the right (outlet) side and the back side of the concave than the left (inlet) or

fore side respectively for the improvement of the rate of grain passing through the concave sieve.

1) Rubbish produced in the threshing chamber amounts as high as 12 to 18% by weight of grain separated at the chamber and a half of the rubbish passes through the concave.

2) 80% of grain passes through the left (inlet) half of the concave, 10% through the right (outlet) half of the concave and 10% is thrown out of the rubbish-outlet (Fig. VI-2).

3) As the feeding interval lengthened and throughput lowered, the rate of grain passing through the concave shows a slight increase. Lower speed of feeding chain shows the same tendency.

SUMMARY OF CHAPTER VII

The Present Situation and Problem of Rice Combining in Japan

Haruo EZAKI

Research on new types of combine-harvesters, which are rarely seen in foreign countries, aims at reducing grain losses and grain damage. These new types can be called "head reaping combines" and "head feeding combines" and the both are classified into the microcombines. The combines which are in general use may be called "ordinary combines" to distinguish them from Japanese-made head feeding combines.

In this report, the combine performances are rendered from test results conducted in various districts during the past few years. Most of the pages are devoted to the performances of ordinary combines in rice harvesting, but a short description is also made about the performances of head feeding and head reaping combines.

A) *Performances of Ordinary Combines in Rice Harvesting*

1) The relation between rice variety and quality of work

The most important factor that affects grain loss and damage to grain is rice variety. The standard of work by the same type of combine set at optimum operating adjustment differs remarkably according to the variety of rice. Table VII-3 is the test result conducted by the Institute of Agricultural Machinery, showing the difference by different varieties. The upper row is for hard-to-thresh variety Etsunan No.38 and the lower is for easy-to-thresh variety Akebono. The figures in the table are the percentage of grain loss and the brackets show the percentage of damaged grain.

2) The relation between harvest date and quality of work

Many tests conducted show the effect of timeliness of combining in the following.

(1) Grain losses increase markedly if harvested 5 days before ripening stage. Husked brown rice produced from these grains is frequently graded lower by the brown rice inspection authorities.

(2) Grain loss tends to decrease as harvest time gets later while sun-cracked kernels in husked rice increase when harvested 10 days or more after the ripening stage. Sometimes such brown rice is down graded by one grade.

(3) The quality of husked rice produced from a combine and that of husked rice produced by hand reaping are almost equal, although the former is some-

times inferior to the latter.

(4) Paddy produced from combines tends to split more than hand-reaped paddy. However it rarely affects the grade of husked rice. Husked rice from combine is more.

(5) Timeliness of harvest has a considerable influence on the quality of work of a combine.

3) The relation between performance of combine and operating time and weather

A factor that affects the quality of work of a combine is dew on the crop. Grain loss increases and the combine find it hard to perform satisfactorily when the weather is rainy or dewy. Therefore the ordinary combine has a weakness in performing under damp conditions. The best combine operating time should be when it is not dewy. The work of the combine is more accurate on a fair day than on a cloudy day. Figure VII-8 shows the relationship of operating time to amount of dew (dotted line) and grain loss.

4) The relation between travelling speed and performance of combines

According to our investigation, the average travelling speed is 0.2 to 0.4 m/s, average grain loss 5 to 7% and grain damage 2 to 9%. It might be generally said that average combine speed is 0.3 m/s, grain loss 6% and grain damage 3% and rubbish content 4% for rice in Japan.

5) The relation between cutting height and performance of combines

Figure VII-3 shows a few examples of the relation of grain loss to cutting height. Grain loss increases as cutting height exceeds 30cm, because straw throughput is reduced but heads are sometimes cut. The effect of grain-straw ratio is also to be taken into consideration (Chapter III).

6) The relation between lodged stalks and combine performances

It is necessary to harvest lodged rice plants closer to the land surface. Generally in harvesting lodged plants, grain loss increases. Figure VII-5 is an example of test results on the relation between standing angle of stalks and grain loss. The figures in the brackets show the percentage of damaged grain. Higher loss at lodged stalks is caused by the increase of head loss, or increase of threshing loss without any increase of head loss for the increase of straw throughput.

7) The relation between plot acreage and rate of

work

The relation between the size of combine and the acreage that the combine can harvest at one stretch has a great influence on rate of work. Generally the net rate of work increases as plot acreage becomes larger. An example shows that in the case of rice harvesting by a medium combine, with its cutting width 2.6m, the net rate of work were 12.5 ares/h, 15.8 ares/h and 18.7 ares/h on 30 ares, 40 ares and 50 ares of paddy fields respectively.

8) The influence of mechanical adjustment of the threshing mechanism on combine performance

Various researches into the type of threshing drum and tooth that will suit rice threshing are reported in Chapter I. A thin tooth 6 to 7 mm in thickness gives better performance than thick tooth for threshing hard-to-thresh rice varieties. When harvesting, the adjustment is made for the drum speed and side clearance between teeth of drum and concave. As drum speed develops and the side clearance gets narrower, grain loss decreases but the amount of damaged or cracked grains increase. The side clearance is recommended to be set at approximately 6 mm for Japanese rice varieties. The wider or narrower clearance than this invites a worse result.

9) Grain passing through the concave

An ordinary combine would be miniaturized and might become more handy to use without straw walkers, if all grains passed through the concave. In harvesting wheat or barley, 70 to 90% of all the grains pass through the concave, while in harvesting rice plants 40 to 70% of all the grains pass through the concave. The difference is attributed to the fact that rice grains are more difficult to separate than wheat or barley, and that separation of rice grains from straw becomes harder because of the adhesion of the pedicels on the grains, and the appearance of unthreshed heads.

B) Head Feeding Combines

This type of combine is the combination of a small harvester, which has been developed and put into practical use, and a head-feeding thresher which has been improved over a long period so as to suit Japanese rice. The characteristic working of this type of combine feeds reaped rice stalks to the threshing mechanism automatically by feed chain, and threshes only their head portions. The problems

for the machine are how to improve and simplify a complex mechanism for supplying lodged stalks to the threshing mechanism after putting them in order; how to clamp different length of stalks at the feed chain to avoid unnecessary threshing; and how to raise threshing efficiency in proportion to cutting width. Poor acceptance of this type of combine is mainly attributed to these problems, and research and development into these problems are now in progress. The advantage of this machine is that it produces less damaged grain (0.1 to 0.9%) and the grain loss is below 3%, regardless of the degree of grain threshability. Work accuracy of the machine is more stable than that of ordinary combine, whose grain loss is sometimes 10%. However the grain losses increase as short stalks and immature grains increase. The rate of work for the combine is 3 to 5 ares per hour. Although it may seem low, it includes the time for hand reaping in headlands and on ridge.

C) Head Reaping Combines

This type of combine, entirely different from foreign-made combines, is characterized by the separation of grain from straw by rotary sieve and winnowing, not by oscillating sieves like strow walkers or shoe sieves. It is a walking type of combine, whose reaping and threshing mechanisms are attached in front of a walking tractor by making use of the tractor engine, transmission and running gears. The cutting blade of combine is positioned 30 to 40cm above the land surface. The cutting height is so arranged that the amount of straw supplied to combine is reduced, and as a result the separating area can be smaller. Grain losses are below 3% for hard-to-thresh varieties and below 1% for easy-to-thresh varieties. Damaged grain is negligible, showing 0.1 to 0.4%. The rate of work for the combine is 4 to 5 ares per hour.

The serious defect of this type of combine is that it is unable to harvest lodged crops. Unless this defect is corrected it is not expected to prove popular. The first batches of this type of combine are not yet in normal use. To put these combines on a commercial basis, they must be capable of dealing with lodged crops perfectly. To achieve mechanization of wheat harvest, the need to operate over ridges should be taken into consideration.

コンバインの性能向上に関する研究

—研究所報告—

昭和43年6月5日印刷

頒価 1,000円

埼玉県大宮市日進町1丁目 農業機械化研究所

印刷・製本／富士美術印刷株式会社

製作／不二出版株式会社／東京都北区西ヶ原1丁目26番地 電話(917)6710