

稲・麦二毛作機械化に関する研究

第2報 稲・麦作付体系化における麦作の素材的研究

青山松實・佐藤文夫

I 緒言

最近におけるムギ作の激減は、食糧生産の国際分業論または農業依存度の低下をもたらした経済高度成長など社会経済的背景に影響されるところが大きい。国内ムギ需要の大半が外国産ムギに依存し、基盤整備された二毛作可能水田の大半が放棄されている現状は、わが国の今後の食糧自給上放置出来ない重要な問題を含んでいる。本研究は、より高い土地生産性を前提に、裏作ムギ生産安定化のための技術検討を水稻との関連で行い、一応の結果を得たのでここに報告する。

II ムギドリルまき栽培における稲わらすき込みとは種法について

1. 試験方法

1970年、稲わら量3条件、耕起法4条件、ドリルは種機2タイプの組合せにより1区2a、1区制で実施した。は種機のデスクタイプはファーガソン シードドリルファーテライザー13条を8条用として使用し、シュータイプはスター グレインドリル7条を5条用として使用した。いずれもドリル間隔は30cmとし、沖積水田の裏作としてビール麦(ニューゴールド)を11月7日は種した。稲わらすき込み時の土壌水分含量は41.6%であり、は種時のイネの刈株高さは4～6cmで、aあたりは種量は1.0kg、aあたり施肥量は8・12・10・4化成11.3kg(窒素0.9kg)を施用した。すき込み時の稲わらは自脱型コンバインカッターで平均長15cmに切断した。

第1表 わらすき込み量と耕起状態

わらすき、 込み量 kg/a	耕起法 耕深 cm	耕深 1/2 上層部の土塊分布				層位別わら混入比率 [※]		
		直径2cm以下 %	2～6 %	6～10 %	直径10cm以上 %	地上部 %	上層部 %	下層部 %
0	ハイカットブラウ12～14	28.1	28.6	27.1	16.2	0	20	80
	ロータリー 12	52.7	30.4	16.9	0.0	0	75	25
	ブラウ+ロータリー 16	53.6	28.8	17.6	0.0	0	10	90
40	ハイカットブラウ12～13	36.7	34.2	29.1	0.0	9	18	73
	ロータリー 10	39.3	32.8	17.9	0.0	15	57	28
	ブラウ+ロータリー16～17	46.8	24.6	13.6	14.0	4	31	65
60	ハイカットブラウ14～16	37.4	33.3	29.3	0.0	7	36	57
	ロータリー 10	46.9	32.3	20.8	0.0	16	48	36
	ブラウ+ロータリー15～17	47.3	28.1	17.3	7.3	6	43	51

注. ※いね株を含む

各耕起に用いたファーガソン トラクタ 133 (38.5PS)の使用条件は、ギヤ位置H-1 (ロータリー耕のみL-1), エンジン回転数1800rpmである。層別別の土塊分布とわら混入比率は、表面積30×30cmに対し耕深の1/2上層と1/2下層とに分けて調査した。

2. 結果

第1表より、耕深はプラウ使用区が深く、上層部の碎土はロータリー耕がまさる。わらのすき込み位置は、プラウ使用区では下層へ、ロータリー耕では上層へ混入される比率が高く、地表部のわら状態としては、プラウ耕7~9%に対しロータリー耕は15~16%を示した。

第2表より、デスクタイプのは種位置はシュータイプより深くこの変異も小さい。また、ロータリー耕区はハイカットプラウ耕区に比し、は種深度の変異が少ない。

一株当たりの茎数は、わら除去区ではデスクタイプよりシュータイプが勝るがわらすき込みとの関係は明らかでなく、生育・わら収量・子実収量と各処理との関連についても一定の関係が認められない。

3. 考察

1) ムギは種時における稲わらすき込み法ロータリー耕・プラウ耕ともわらの混入層位に差異はあるが、稲わら量の大半は混入されるか

第2表 わらすき込みと耕起法による麦ドリルまき栽培の生育, 収量

わらすき 込み量 kg/a	耕 起 法	は種機の タイプ	は種深度 cm	同 C V %	3月13日	3月17日	程 重 kg/a	子実重 kg/a
					の 株 数 株/m ²	の 一株茎数 本		
0	ハイカットプラウ	Ⓐ	2.8	49.0	196	4.3	58.0	45.2
	〃	Ⓑ	2.0	53.7	203	5.6	46.0	35.6
	ロータリー	Ⓐ	2.4	36.8	193	3.8	64.0	42.0
	〃	Ⓑ	1.7	45.1	180	4.6	62.0	49.0
	プラウ+ロータリー	Ⓐ	2.6	18.0	190	3.4	64.0	44.0
	〃	Ⓑ	1.9	40.0	156	4.3	58.0	44.0
40	ハイカットプラウ	Ⓐ	2.8	56.7	183	3.5	60.0	45.4
	〃	Ⓑ	1.3	72.7	203	3.7	74.0	50.2
	ロータリー	Ⓐ	2.8	41.1	196	3.3	78.0	48.8
	〃	Ⓑ	2.0	60.4	166	3.4	68.0	48.2
	プラウ+ロータリー	Ⓐ	2.7	23.0	173	3.6	64.0	48.4
	〃	Ⓑ	1.9	51.0	177	4.4	70.0	44.2
60	ハイカットプラウ	Ⓐ	2.6	48.9	193	4.3	68.0	46.5
	〃	Ⓑ	1.3	68.1	163	4.6	64.0	48.4
	ロータリー	Ⓐ	3.1	35.3	230	3.4	78.0	47.4
	〃	Ⓑ	1.6	45.9	176	3.6	66.0	47.2
	プラウ+ロータリー	Ⓐ	2.7	25.0	210	4.2	70.0	49.9
	〃	Ⓑ	1.9	46.0	133	4.3	50.0	38.1

注. は種機のタイプⒶ: デスクタイプ, Ⓑ: シュータイプ

ら、稲わらすき込み法のみを対象とした場合には稲わらすき込み量 a 当たり 60kg の場合でも、ロータリー耕・プラウ耕ともそのすき込みは可能と判断される。しかし、ムギのは種精度との関連からみると、ロータリー使用区はハイカットプラウに比し、は種深度の変異少なく、収量に關与する特性も大差ないと認められるから、稲わらすき込みを考慮したムギ作のための耕起法はロータリー耕が一応適していると判断される。しかし、イネ・ムギ体系では水稻作との関連が重視されるから、ムギ作での耕起法は水稻への生産力・田植機への影響面からも検討を要し、その相互の関連から決定されるべきものと考察される。

2) 稲わらすき込み状態における適切なは種方法

は種深度および発芽むらに対する作業精度は、デスクタイプがシュータイプより勝り発芽数も多い傾向を示すが、一株当たりの莖数はは種深度の浅いシュータイプが勝った。このため、出芽数と分けつの総合結果として示される成熟期の穂数と子実重の比較ではデスクタイプ及びシュータイプの優劣は判然としない結果となった。しかし、稲わらすき込み状態でのデスクタイプ

の分けつ数はシュータイプに比し顕著に劣っているとは認められず、また収量の区間変動も小さいので、デスクタイプがは種機として安定性が高いと考察される。

III ムギ全面全層まき栽培における稲わらすき込みとは種法について

1. 試験方法

1973年、稲わら 2 条件、は種前の耕起の有無 2 条件 (耕起区はロータリー耕 10cm)、は種後のかくはん耕 3 条件 (かくはん耕 5cm) の組合せにより 1 区 25㎡、2 区制で実施した。供試作物はビール麦 (アズマゴールド) を用い、施肥・は種は手散布とし沖積水田の裏作として 11 月 8 日は種 (a 当たり 1.5kg) した。ファーガソン 133 (38.5 PS) のロータリー耕使用条件は、ギャ位置 L-1、エンジン回転数 1,600rpm、かくはん耕は 1 回かくはんとした。a 当たり施肥量は 8・12・10・4 化成 15kg (窒素: 1.2 kg) を施肥し、すき込み時の稲わら (a 当たり 60kg) は自脱型コンバインカッターで平均長 15cm に切断した。稲の刈株高さは 4~6 cm である。

2. 結果

発芽初期の湿害により株立ち不良となり収量

第 3 表 わらすき込みと耕起法によるムギ全面全層まき栽培の生育収量

わらすき 込みの有無	は種前の 耕起状態	は種後の かくはん耕	3月11日の 株数 株/㎡	出穂期 月日	倒伏程度	稈重 kg/a	子実重 kg/a
有	耕起	2回耕	116	5.9	少	35.6	35.0
	"	1回耕	180	5.8	中	36.3	42.0
	"	無	104	5.8	少	24.7	23.6
有	不耕起	2回耕	104	5.10	微	22.7	26.4
	"	1回耕	120	5.7	少	26.9	32.6
	"	無	100	5.7	無	10.7	11.9
無	不耕起	2回耕	120	5.10	無	22.7	24.2
	"	1回耕	128	5.8	無	28.0	32.0
	"	無	56	5.7	無	12.6	14.6

水準は低下したが、供試条件中「は種前耕起＋は種後1回かくはん耕区」が最もm当たり株数多く多収を示した。第3表より、は種前の不耕起状態での出穂期・稈重・子実重は、生わら施用の有無にかかわらず大差なかった。2回かくはん耕はいずれも出穂期の遅延がみられた。は種前の耕起状態と収量との関係では、は種後のかくはん耕を前提に、は種前耕起区の収量性が高まり、は種後のかくはん耕条件と収量との関係では、は種後1回かくはん耕区がいずれも収量が高まる傾向を示した。しかし、は種前耕起の場合、耐倒伏性は低下した。

3. 考察

は種後のかくはん耕を前提とした場合、は種前の耕起とは種後の1回かくはん耕が増収したのは、稈重にみられる生育量増大と穂数増（後者ではさらに株数増）による結果と認められる。稲わらすき込みを前提とした全面全層まきの場合、は種前の耕起は必要と認められ、は種後のかくはん耕（5cm耕）は1回耕が適切と判断される。しかし、は種前耕起はトラクタ車輪あとの発芽・生育がきわめて不良であり、ほ場全体の均一性に問題が残される。

IV ムギ全面全層まき栽培における施肥・は種作業の機械化について

1. 試験方法

1972年、ライムソワー、ブロードキャスター

第4表 機械使用条件

機 種	本 機			開 度	
	ギヤ位置	エンジン回転数 rpm	PTO 回転数 rpm	種 子	肥 料
ライムソワー* ブロード	L-3速	1,200	—	1.2cm	1.4cm
キャスター**	L-3速	1,500	510	12目盛	14目盛

注.*中型用, **揺動型中型用, 吐出口下端地上高64cm

を用い、第4表の機械使用条件で11月2日は種した。供試作物はビール麦（アズマゴールデン）を用い、8・12・10・4化成の施肥量目標を10a当たり120kg（窒素：9.6kg）、種子量目標を10a当たり15kgとした。散布むらについては全散布幅について2か所を調査した。供試面積はライムソワー7a、ブロードキャスター13a、手まき3aである。

2. 結果

ライムソワーの作業能率は第5表に示すとおり10a当たり約13分であり、ほ場作業量は1hr当たり47aである。散布精度は第6表により、目標散布量に対して種子量34%減、施肥量23%減であり、種子の散布むらは出芽時でCV41%である。

ブロードキャスターの作業能率は第5表により10a当たり約3分であり、ほ場作業量は1hr当たり2.07haと高能率を示した。散布精度は第6表により目標散布量に対して種子量は増減なし、施肥量は11%減であり、散布むらはは種時・出芽時ともCV32%である。

手まきによる作業能率は、第5表から10a当たり52分であり、ほ場作業量は1hr当たり12aであった。散布むらは第6表よりCV35%である。

ビール麦の生育は順調であり、第5表に示すとおり各区とも10a当たり410～437kgの収量を示し、は種方法による差は認められない。

3. 考察

ライムソワーは吐出口からの落下距離が短かく、風の影響が少なく連続作業も可能だが、落下量調整はレバー開度を同一目盛に調節しても落下量に幅があり再現性に乏しい点が問題であり、施肥・は種作業の一工程化が望まれる。揺動型ブロードキャスターの場合は、落下量の調節は容易であるが、隣接ほ場への飛散が問題点と認められた。供試2機種によるムギ全面全層まきのは種方法は、この点の改善を前提とし

てその実用化が期待される。

V ビール麦に対する自脱型コンバイン(多条刈機種)の使用条件について

ムギの早刈り対策は、水稻晩植栽培への影響を軽減する上からも極めて重要である。このため、自脱型コンバインによるビールムギの早刈り限界とその条件を明らかにするため、二条刈機種(1971, 1972)、多条刈機種(1972, 1973)を対象に検討し、二条刈機種に比し多条刈機種がムギの早刈り適性が高い点を確認したので、ここに多条刈機種の刈取り適性条件を報告する。なお、2条刈機種の高水分時収穫に対しては、その後の経過により性能の向上が考えられるので、この点は別途に検討中である。

1. 試験方法

1973年、標準栽培されたドリルまきのアズマゴールデンを用い、4段階の穀粒水分(51%, 36%, 31%, 25%)を対象に第7表の機種別機械条件により行った。周速度は各機種のイネ用周速度を標準とし、標準より2段階少い周速度を加えて3段階とした。各供試条件の資料採取は100m走行中の2か所で行い、一回資料採取量は10m間の刈幅分とした。水分含量は105℃乾燥法により測定し、発芽調査は9cmシャーレーにろ紙2枚を敷き、収穫後100日経過した整粒100粒を入れ、純水4mlを加えた後20℃恒温そうに入れた。発芽勢は置床後72時間までに発芽した粒の供試粒数に対する百分率である。

2. 結果

第8表から、穀粒水分の減少傾向は6月4日以降急速に低下し、1000粒重、整粒歩合も6月

第5表 種子散布の作業能率と収量

種子の散布方法	散布作業巾			理論は			現場は	
	作業速度	作業時間	理論作業時間	現場作業量	現場作業効率	稈重	子実重	
	m	m/sec	min	min/10a	a/hr	%	kg/10a	kg/10a
ライムソワー	1.8	1.0	8.2	12.8	47	72.5	318	437
ブロード キャスター	6.0	1.2	3.6	2.8	207	80.0	295	410
手まき	—	—	13.0	52.0	12	—	300	430

注. 作業時間は往復の場合、理論作業時間は回り散布を行った場合として算出。

第6表 種子・肥料散布の作業精度

種子・肥料の散布方法		目標実量		散布誤差	散布粒数	同CV	出芽数	同CV	は種深度
		散布量	散布量						
ライムソワー	種子	15.0	9.9	-34	218±7.3	37	219±8.0	41	3.9
	肥料	120.0	92.4	-23					
ブロード キャスター	種子	15.0	15.0	0	235±7.3	32	222±6.5	32	4.3
	肥料	120.0	106.9	-11					
手まき	種子	15.0	15.0	0	—	—	176±5.5	35	4.4
	肥料	120.0	120.0	0					

4日以降急速に高まった。黄熟期は5月31日と認められた。

第9表より、全機種とも周速度の減少にともない流量は減少し、穀粒の詰り現象は全機種、全条件とも認められなかった。損傷粒歩合は穀粒水分51%時の刈取り区が多い。

第10表により、ビール麦としての等級格付は主としてはく皮粒、裂皮粒との関連で決定され、**第7表 自脱型コンバインの機械条件と内容**

機 械 条 件		作 業 速 度			ギ ャ 位 置
機 種	投 胴 回 転 数 rpm	周速度 mpm	m/sec		
I 式 (4条刈)	430*	700	0.71	無段変速4	
	395	645	0.70	"	
	360	590	0.64	"	
K 式 (3条刈)	480*	840	0.51	3 速	
	450	790	0.46	3 速	
	420	740	0.35	2 速	
Y 式 (4条刈)	500*	770	0.48	4 速	
	470	725	0.46	"	
	440	680	0.44	"	

注. *: イネ用回転数

刈取り時の穀粒水分が高いほど、また周速度が増すほど被害程度は大となる。合格等級（等外以上）となる各機種の使用条件はつぎのとおりである。

○ I式：穀粒水分51%時の700mpm刈取り条件以外の全条件

○ K式：穀粒水分51%時の840,790mpm刈取り条件及び穀粒水分36%時の840mpm刈取り条件以外の全条件

○ Y式：穀粒水分51%時の770,725mpm刈取り条件及び穀粒水分36%時の770,725mpm刈取り条件以外の全条件

発芽状態は第10表に示すとおり収穫時期が遅れるほど、また周速度が低下するほど高まる傾向

第8表 刈取り時の収穫物状態

収 穫 時 期	穀 粒 水 分 %	稈 水 分 %	整 粒 歩 合 %	100粒重 g
5月28日	50.9	72.1	81.9	36.7
6月4日	36.3	69.9	92.2	39.4
6月6日	31.0	70.7	91.9	41.2
6月9日	25.0	65.0	91.6	41.5

第9表 穀粒口流量と損傷粒歩合

機 種	項 目 穀粒水分 周速度 mpm	穀 粒 口 流 量 生kg/h				損 傷 粒 %			
		51 %	36 %	31 %	25 %	51 %	36 %	31 %	25 %
I 式	700	2090	1900	1550	1370	0.3	0.0	0.1	0.1
	645	1860	1620	1410	1200	0.4	0.0	0.0	0.0
	590	1530	1450	1180	1150	0.2	0.0	0.0	0.0
K 式	840	950	830	810	730	3.4	0.1	0.0	0.0
	790	800	730	720	640	2.4	0.0	0.0	0.0
	740	590	570	560	520	1.6	0.0	0.0	0.0
Y 式	770	1380	1350	1100	1000	0.2	0.2	0.0	0.0
	725	1300	1100	1030	900	0.9	0.2	0.0	0.0
	680	1170	1080	1000	680	0.3	0.0	0.0	0.0

注. 損傷粒ははく皮対象

向を示す。ビール麦としての発芽規格（発芽勢95%以上）を満す各機種の使用条件はつぎのとおりである。

- I式：穀粒水分25%の場合はイネ用周速度を含む3周速度，また，穀粒水分31~51%の場合はイネ用周速度より低い2周速度。
- K式：穀粒水分25%の場合はイネ用周速度を含む3周速度，また，穀粒水分31~36%の場合はイネ用周速度より低い2周速度
- Y式：I式の場合と同様

3. 考察

多条刈自脱型コンバインによる刈取り結果は，2条刈機種と異なり穀粒の詰り現象はみられず連続刈取り作業は全条件とも可能と認められた。

これは1971年，1972年に行った二条刈機種による刈取り結果が，穀粒水分30%以上では穀粒の詰り現象を生じて刈取り作業が不能になることと対比し，明りょうな相違点として特徴的である。この条件下では，適正な機械刈取り条件は，ビール麦として合格しうる等級と発芽勢の

第10表 収穫物の等級と発芽勢

機種	項目 穀粒水分 周速度 mpm	等 級				発 芽 勢 %			
		51 %	36 %	31 %	25 %	51 %	36 %	31 %	25 %
I 式	700	規格外	等 外	等 外	2 等	92	90	87	100
	645	等 外	等 外	2 等	2 等	98	95	100	95
	590	等 外	等 外	2 等	2 等	98	98	100	100
K 式	840	規格外	規格外	等 外	2 等	83	92	94	99
	790	規格外	等 外	2 等	2 等	92	96	96	98
	740	等 外	等 外	2 等	2 等	93	95	97	99
Y 式	770	規格外	規格外	等 外	2 等	94	94	94	99
	725	規格外	等 外	2 等	2 等	97	95	96	99
	680	等 外	等 外	2 等	2 等	98	98	100	99

第11表 総合結果としての適正条件

機種	項目 穀粒水分 周速度 mpm	等級からみた適正条件				発芽勢からみた適正条件				総合結果としての適正条件				
		51 %	36 %	31 %	25 %	51 %	36 %	31 %	25 %	51 %	36 %	31 %	25 %	
I 式	700	×	△	△	◎	×	×	×	○					○
	645	△	△	◎	◎	○	○	○	○			○	○	
	590	△	△	◎	◎	○	○	○	○			○	○	
K 式	840	×	×	△	◎	×	×	×	○					○
	790	×	△	◎	◎	×	○	○	○			○	○	
	740	△	△	◎	◎	×	○	○	○			○	○	
Y 式	770	×	×	△	◎	×	×	×	○					○
	725	×	×	◎	◎	○	○	○	○			○	○	
	680	△	△	◎	◎	○	○	○	○			○	○	

注. □：各機種のイネ用周速度，×：不適正条件，△：等外相等の条件，◎：2等級以上の条件，○：適正条件

両者を満す条件によって決定されると考えられるから、この点を整理すれば第11表のとおりとなる。この場合、等級は2等級以上を適正条件とした。以上から、ビール麦刈取り時の穀粒水分に対応した多条刈自脱型コンバインの適正刈取り条件は、供試3機種とも穀粒水分25%の場合にはイネ用回転数以下の全条件、穀粒水分31%の場合には各イネ用周速度より45~55mpm下げた周速度が適正条件と認められた。これはまた、穀粒水分31%での刈取りが可能であることを示すもので、前記2条刈機種での刈取り適正穀粒水分が25%以下であることに對し、晴天時で約3日の刈取り時期前進を意味するものとして評価される。

VI 摘 要

イネ・ムギ作付体系化におけるムギ作の素材的研究を1970年から1973年まで行った。

1. a 当たり60kgの稲わらすき込みの場合、プラウ耕・ロータリー耕ともそのすき込みは可能だが、わらのすき込みの位置はプラウ使用区では下層へ、ロータリー耕では上層へ混入される比率が高い。

2. 稲わらすき込みを前提としたムギドリルまき栽培の場合、デスクタイプのは種位置はシュータイプより深くこの変異も小さく、また、ロータリー耕区はハイカットプラウ耕区に比して種深度の変異は小さい。このため、出芽数は冬期枯死株の影響からデスクタイプが多く、一株当たり莖数はシュータイプが勝り収量的優劣は判然としない結果となったが、は種精度の高いデスクタイプがは種機として安定性が高いと

考察された。

3. 稲わらすき込みを前提としたムギ全面全層まきの場合、は種前の耕起は生育促進・穂数増の点で効果的と認められたが、トラクタ車輪あとの発芽・生育がきわめて不良であり、ほ場全体の均一性に問題が残された。は種後のかくはん(5cm)は1回耕が適切と判断された。

4. ライムソー・揺動型ブロードキャスターによるムギ全面全層まきのは種方法は、前者では落下量調整に、後者では隣接ほ場への種子飛散が問題点として残された。

5. 多条刈自脱型コンバインによるビール麦刈取り結果は、2条刈機種と異なり、穀粒の詰り現象はみられず連続刈り取り作業は供試全条件とも可能と認められた。この場合、ビール麦として合格しうる等級と発芽勢を満す条件は、供試3機種とも穀粒水分25%の場合にはイネ用回転数以下の全条件、穀粒水分31%の場合には各イネ用周速度より45~55mpm下げた周速度と認められた。穀粒水分31%でのムギ刈取りは、2条刈機種では穀粒詰り現象によって不可能であったが、多条刈機種はこの点を可能とした。これは刈取り時期前進を意味するものとして評価される。

引用文献

1. 青山松實・佐藤文夫・米内貞夫(1973) 栃木農試業報9:58-61.
2. 鈴木英男・渡辺由勝・富沢昭・高橋康(1960) 栃木農試研報4:17-23.
3. 渡辺由勝・小太刀松寿・田口章一(1964) 栃木農試研報8:15-21.