麦あと青刈とうもろこし機械化栽培 と利用に関する研究

農事試験場 一戸貞光 阿部二郎
本田太陽(現東北農業試験場)
後閑宗夫(現群馬県農業試験場)
加藤明治(現北海道農業試験場)

Sadamitsu ICHINOHE, Jiro ABE, Taiyo HONDA,
Muneo GOKAN and Akiharu KATO: Studies on
the Mechanized Culture and Ensiling of Corn

麦類のドリル播栽培法は従来の慣行栽培法に比べて、収量の点において優る上に、機械化しやすいために省力という点においてもはるかに有利であることは、すでに多くの研究によって実証されている。この栽培法の普及が遅れているのは収穫および脱穀作業にバインダーとスレッシャあるいはコンバインが利用できない場合はむしろ多労になることが第1にあげられる理由である。また夏作物を麦間に間作する地域(東北以西の大部分)においては間作できなくなることも大きな理由の1つとされてきた。

機械化または省力化という見地からこの間作の問題を考えてみると、およそ次のような2つの見解がでてくる。すなわち第1には従来通り麦間に夏作物を間作する作業と間作された麦の収穫作業とを機械化することである。第2には麦は間作できないドリル播栽培を行って、麦を収穫したあとに夏作物を播種あるいは移植して、従来の間作物よりも高い価値生産を行うことである。

筆者らは前者においては機械の開発・改造がその前提になるものと考え、後者の組合せを可能とする夏作物の選択と、その機械化栽培法ならびに作業体系の確立を目的として1962年より一連の試験を開始した。

本報告はそのなかの青刈とうもろこしに関する部分の課題が一応終了したので、結果の概要をとりまとめたものである。

なお本報告は「大規模機械化畑作酪農における総合技術組立試験」の一部をなすものであり、研究開始に当って農事試験場前畑作部長 伊藤健次博士に御指導をいただいたこと、長い間研究に協力された家畜導入研究室の鈴木嘉兵衛、安藤文桜、阿部林の各技官に謝意を表する。

1. 試験方法

1962年より1966年の5ケ年間にわたって、体系化試験を行った。特に問題として掲げたのは以下の点であった。

- ① 適品種の導入
 - ② 作業の機械化と栽培法の確立
 - ③ サイレージ調製作業の機械化および省力化
 - ④ サイレージ品質の向上と乳牛の泌乳量の増大
- 供試した機械はファーガソン FE 35 トラクターとその附属作業機を主とし、フォレージハーベスタはフレール型を用いた。サイロは、'62年にはタワーサイロ(50 t)、'63年には簡易トレンチサイロ(50 t)、'64年以降は改良トレンチサイロ(90 t)を供試した。圃場は1筆50 a(178 m × 28 m)とおよそ30 a区画のものを用いて、大面積1区制の試行錯誤にもとづく方法で試験を行った。したがって年々の積み重ねによって前述の問題を解決することにつとめた。

2. 試験結果および考察

(1) 青刈とうもろこしの機械化一貫栽培と収量

1) 麦あととうもろこしの生育期間

青刈とうもろこしの生育期間は前作である麦の収穫期により播種期は規制され、収穫期は倒伏をさけるために台風を回避することが必要となり遅くとも8月下旬までに限定され、ほぼ70ないし80日となった(第1図)。すなわち5ヶ年間の成績では大

第1図 とうもろこしの前後作関係

麦収穫は5月31日から6月7日、小麦は6月15日から20日であった。前作物の収穫から播種までの期間を1週間、収穫期を8月末日とすると、大麦あとでは6月14日～8月末(78日)、小麦あとでは6月27日～8月末(65日)となった。

2) 適品種の選定

第1表に示したように、'62年においては55日ないし57日というきわめて短い生育期間にも拘ら

ず5t以上の収量をえたが、倒伏が甚しく、かつ詰込時水分が高かったために、倒伏による収穫損失量が多く、また高水分のため調整されたサイレージの品質はきわめて劣質なものであった。'63年、'64年においては生育期間を長くしてみたが、交1号は収量は多かつたが倒伏したため実際の収量はいかにしく減収した。すなわち前項で述べた生育期間に含水率を80%程度以下に低下させるため熟期を早めること、そして倒伏を防ぐことが良質サイレージを多収するための条件として要求されることを知った。含水率の低下については第2図に交1号(晩生

第2図 生育日数と詰込時含水率の関係 ('62～'66)

種)と交7号(早生種)について生育日数と詰込時含水率の関係を示した。これによると交1号は85日で詰込時水分が80%以下となったが、交7号は65日で80%以下に低下していることがわかった。

第1表 青刈とうもろこしの栽培法と収量

年次	品 種	圃 場	前 作 物	同 左 収穫期	播種期	収 穫 期	生 育 日 数	ha 当 り			詰 込 時 材料水分	10a当り 乾物収量	倒 伏
								播種量	施 肥 量	生草収量			
'62	交1号	3-d	フジミコムギ	月日 6.17	月日 7.3	月日 8.28	56	kg 25	8-8-5 kg 960	ton 47.23	% 85.6	ton 6.80	多
	交1号	3-c	エッチワンライ	6.21	7.4	8.28	55	59	" 940	54.15	85.6	7.80	甚
	長野1号	7-a	フジミコムギ	6.15	7.4	8.30	57	52	" 920	51.70	85.6	7.44	微
	長野1号	7-c	フジミコムギ	6.16	7.4	8.29	56	56	" 1020	37.86	85.6	5.45	無
'63	交1号	3-e	エッチワンライ	6.9	6.18	9.4	78	32	" 800	53.86	76.3	9.26	多
	交7号	3-a	フジミコムギ	6.18	6.24	9.3	72	20	" 870	36.29	78.0	5.88	無
	交4号	3-d	エッチワンライ	6.26	7.2	9.3	63	21	" 980	21.40	79.0	3.81	無
	交3号	7-a	フジミコムギ	6.20	6.28	9.3	67	26	" 950	38.92	79.6	6.46	少
	交3号	7-c	フジミコムギ	6.20	6.28	9.3	67	26	" 950	29.82	79.6	4.95	無
'64	交1号	3-b	ドリルムギ	6.1	6.10	9.4	86	33	8-8-8 820	45.63	78.7	10.35	甚
	交7号	3-e	イタリアンライ	6.11	6.17	9.7	82	20	" 1020	48.14	77.0	11.07	無
	交7号	7-a	ミクニコムギ	6.17	6.29	9.7	71	20	" 980	40.70	78.1	8.91	無
	交7号	7-b	ミクニコムギ	6.17	6.29	9.7	71	20	" 980	38.69	78.1	6.28	無
'65	交7号	3-c	ドリルムギ	6.7	6.9	8.26	78	16	" 850	44.18	77.7	9.85	無
	交7号	3-e	イタリアンライ	5.14	6.9	8.27	79	16	" 900	26.35	77.1	6.03	無
'66	交7号	3-c	ドリルムギ	6.2	6.15	8.31	77	18	" 900	51.40	78.5	11.05	無
	交7号	3-d	イタリアンライ	6.7	6.15	8.30	76	17	" 890	40.40	78.5	8.69	無

※ '63年3-e圃には厩肥40t/ha施用した。

次に交7号について生育日数に伴う立毛中の含水率の変化と詰込時水分の関係を示したのが第3図であ

第3図 生育日数と含水率の関係(1965)

る。立毛中では80%に達したのが75日目であったが、図に示したとおり、圃場でフォレージハーベスタによりダイレクトカットを行ない、直ちにサイロへ運び、詰込む間に水分が約2%低下するので、およそ65日で80%以下となった。

倒伏によってもたらされる収穫損失量は40～50%に達した。倒伏と収穫損失量の関係は第1に倒伏したことにより、刈高さが高くなって残存刈株が増えること、第2に拾い残し量が増大することである。倒伏が甚しい場合には残存刈株と拾い残し量の割合は60～65%対35～40%となった。したがってこの種のハーベスタを用いて収穫しようとする場合には倒伏を防止することが収量を高めるための絶対的条件となる。しかし後述するように作業の省力化およびサイレージ品質の向上をはかるために中耕・培土を排除する考え方を採用したので倒伏防止は品種に依存する結果となった。第4図に示し

第4図 稈長と重心位置(1963)

たように同じ条件のもとで栽培を行った交1号、交4号、交7号の3品種について、収穫時の稈長、重心位置および収量について検討を行った結果、交4号および交7号が短稈かつ重心位置低く、耐倒伏性において優れていることが判明した。しかし収量の面では交4号が劣るため交7号を採用した。かくして交7号は'63年以降連年供試されたが倒伏は全然おこらなかった。

3) 機械化栽培法と作業体系

'62年～'64年にかけては常法どおりに耕起・砕土・鎮圧の播種前作業を行った。'64年に不耕起・簡易耕起法についての比較検討を行った結果、不耕起・簡易耕起法が完全耕起に劣るよりもむしろ優ったので'65年からは麦あとにおいてはディスクハロウ1回掛という簡易整地法を採用した。畦巾はフォレージハーベスタによる収穫を考慮して当初から75cmにしてきた。施肥量は基肥として化成8-8-5または8-8-8を1t/ha、施用し、追肥は行わなかった。播種量は株間を25～30cmとすることを目標として交7号では20kg/ha播種した。管理作業については、'62年は播種後除草剤散布を行ったのち、中耕を3回行ない、雑草は完全に防除されたが、収穫の際フォレージハーベスタを用いたため、土砂を吸い込み、サイレージの品質を悪化させた。土砂の混入を防止するためには、中耕を省いて地表面の攪拌を止め、培土を省いて、とうもろこしの生育を抑制しない程度の雑草を畦間に生やしておくほうが効果的であった。そのため'63年以降は播種後除草剤を散布するのみで、その他の管理作業は一切省略することにした。収穫はフォレージハーベスタを用いてダイレクトカットを行ない、直ちにサイロに詰込む方法を採用した。

4) 収 量

坪刈による収量は第1表に示した。交1号は50t/haあるいはそれ以上の収量をあげているが、すべて倒伏した。一方交7号は小麦あとの場合でもほぼ45～50t以上の収量をあげながら、なお倒伏しないという成果を収めた。'65年の3-e圃において26tという低収を示したが、これは黒条萎縮病に罹病した結果であった。'65年より黒条萎縮病の発生が

はげしくなっているため、その原因の究明と対策をどうするかが残された問題であるが、麦あとに播種して台風前のしかもイタリアンライグラスの播種適期前に生草で45 t/ha以上、乾物で8-10 tを期待できるということは関東における夏作物としては価値の高い作物ということが

できる。

(2) 機械化作業体系と所要労力

1) 圃場内作業

第2表に整地から収穫・調整までの作業体系と所要労力および作業機を示した。

収穫を除いた圃場内作業についてみると、'62年

第2表 青刈とうもろこしの作業体系と所要労力 (ha 当り)

作 業 機 項 目 作業名		年 次		'62		'63		'64		'65		'66	
		作 業 時 間	延 労 働 時 間	作 業 時 間	延 労 働 時 間	作 業 時 間	延 労 働 時 間	作 業 時 間	延 労 働 時 間	作 業 時 間	延 労 働 時 間	作 業 時 間	延 労 働 時 間
前 作 物		hr (イタリアン)	hr	hr (イタリアン)	hr	hr (大 麦)	hr	hr (大 麦)	hr	hr (大 麦)	hr	hr (大 麦)	hr
石灰散布	ライムソー(作業巾2.4m)	1.1	2.2	1.2	2.4	1.0	2.0						
堆肥散布	マニュアルブレッダ (500 kg)			7.7	46.2								
耕 起	ボトムブラウ (14"×2) リバーシブルブラウ			2.9	2.9	3.2	3.2						
砕 土	ディスクハロウ (18"×24)	6.1	6.1	3.4	3.4	1.4	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8		
鎮 圧	カルチバック(複列型2.45m)	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8						
施肥播種	コーンプランタ (2条)	3.7	7.4	1.8	3.6	2.2	4.4	2.6	5.2	2.5	5.0		
除草剤散布	スプレヤー (400ℓ)	0.3	0.6	0.3	0.6	0.3	0.6					0.3	0.6
機械除草	カルチベータ	3.4	3.4										
小 計		21.2	26.3	18.1	59.9	8.9	12.4	3.4	6.0	3.6	6.4		
刈 取	フローリジハーベスタ*** (90cm巾)	6.3	12.6	3.9	7.8	2.9	11.6	6.7	20.1	8.6	25.8		
運搬・詰込	トレーラ	(6.3)	12.6	(3.9)	7.8								
搬 入	エレベータ	(6.3)	18.9										
な ら し	人 力	(6.3)	12.6	(3.9)	7.8	(2.9)	5.8	(6.7)	6.7	(8.6)	8.6		
踏 圧	トラクタ			1.2	1.2								
仕 上 げ	人 力	0.4	1.2	0.4	1.2	0.5	2.0	0.5	1.5	0.5	1.5		
小 計		6.7	57.9	5.5	25.8	3.4	19.4	7.2	28.3	9.1	35.9		
合 計		27.9	84.2	23.6	85.7	12.3	31.8	10.6	34.3	12.7	42.3		

* 1条用コーンプランタ使用。'63年以降は2条用。

** 3回行った合計値。

*** '62, '63, '64年はトラクタ3台、トレーラ2台の伴走体系。'65年トラクタ2台、トレーラ1台の伴走体系。'66年トラクタ2台、トレーラ1台の直結体系。

には中耕を行ったが、それ以降は省いたので、その分所要労力は少なくなった。イタリアンあとでは耕起あとの砕土を3ないし4回必要とするが、麦あとではツースハロウによる整地を省いても2回で十分であること、また'65年と'66年は耕起を省いて、砕土を1回行ったあとと播種を行った方法も技術的に可能となったため、麦あとで耕起を行った場合には作業時間を9 hr/ha、延労働時間を13 hr/ha、不耕起の場合には作業時間を3~4 hr/ha、延労働時間を6~7 hr/haまで省力化することができた。なおイタリアンあとの場合は、耕起においてもまた砕土においても、麦あとの耕起栽培に比べて所要時間が多く収穫前までの小計で約1.5倍あ

るいはそれ以上となり、また麦あとと不耕起に比べると2倍あるいはそれ以上となっている。

圃場内での収穫作業は2畦刈りを行うと収穫損失量がいちじるしく増大することがわかったため、1畦刈を行ってきた。

2) 収穫・調製作業と所要労力

'62年と'63年と'64年以降とは対象となるサイロおよび作業体系を異にしている。'62年はタワーサイロを用いた。作業は①刈取・細断(ハーベスタ)②運搬(トレーラ)③搬入(エレベータ)④ならし・踏圧(人力)⑤仕上げ(人力)の5工程に分けられるが①から④までは同時作業として行われた。その結果作業時間は6.7 hr/haであったが延労

働時間は58 hr / ha 要した。'63年には簡易トレンチサイロを用いた。作業は①刈取・細断（ハーベスタ）②運搬・詰込（トレーラ・油圧装置）③踏圧（トラクタ）④ならし（人力）⑤仕上げ（人力）の5工程であるが、①と②と④は同時作業として行われた。この結果作業時間は5.5 hr / ha で'62年の体系と大差はなかったが、延労働時間は1 / 2以下となった。'64年以降は'63年までの結果をもとにして設計された改良型トレンチサイロを対象に一層の省力化をはかった。すなわち、サイロの深さを3 mにしたので、中層以下はサイレージ材料そのものの重みで空気を排除し、必要な密度を保持できるので、上層の密度を適度に保つための重石をすることと外気の侵入を防ぐためにポリフィルムで密封を行うことによって、人間やトラクタによる踏圧は省略することが可能となった。したがって作業は①刈取・細断②運搬・詰込③ならし④仕上げの4工程になった。その結果収穫調製作業の小計では作業時間は約4 hr / ha，延労働時間で約20 hr / ha となり，'62年のそれぞれ1 / 2，1 / 3程度に省力化できた。作業時間および延労働時間が'65年，'66年になって'64年よりも増えているのは、トレーラの台数および作業方法のちがいによるものである。すなわち'64年はトラクタ3台、トレーラ2台の伴走体系であったのに対し、'65年はトラクタ2台、トレーラ1台の伴走体系に、'66年は同じくトラクタ2台、トレーラ1台の直結体系にしたためであった。これらの作業体系の詳細な比較は次の機会にゆずるが、耕起・整地から収穫・調整までの全作業を通じて、従来のタワサイロをトレンチサイロに変えることにより、さらには麦あとでは不耕起栽培を行うことによって、'65年の例にみられるように作業時間で8 hr / ha，延労働時間で34 hr / haまで省力化ができることを明らかにした。

(3) 青刈とうもろこしの機械化栽培と実収、およびサイレージの品質

一般の試験で収量という場合にはいわゆる坪刈法で求められたものをa当り、または10 a か1 ha 当りに換算して示すことが多い。しかし機械化栽培の試験では作業精度にもとずく変異が施肥播種および収穫の工程で問題になることが多いために、ま

まった面積からの実際の収量（実収）が必要になる。子実または根茎で収量を示す一般作物では、俵装の段階でそれを秤量し求めることができるが、茎葉を対象とする飼料作物ではそれが難しい。

筆者らは他の飼料作物をも含めて坪刈収量から実収、サイロへの詰込み量から取出し量、さらには給与量・採食量の段階までの計測を行ってきたが、この報告では坪刈に対する実収の程度と取出し時におけるサイレージの品質についてだけ述べる。

第3表は5年間の圃場別調査の結果を示したものであるが、'64年まではトラックスケールがなかったため、実収は坪刈収量からフォレージハーベスタ

第3表 坪刈収量と実収の関係

年次	圃場	坪刈	詰込時 材料水分	ha当り乾物収量		実収率 (b/a)	倒伏 程度
				坪刈(a)	実収(b)		
'62	3c	54	85.6	7.8	3.8	49.1	甚
	3d	47	85.6	6.8	4.2	61.2	多
'63	3a	36	78.0	5.9	5.5	94.0	無
	3b	21	79.0	3.8	3.4	90.1	無
'64	3e	54	76.3	9.3	8.0	85.2	多
	3b	46	78.7	10.0	7.1	77.6	甚
'65	3e	48	77.0	11.0	8.9	90.3	無
	3c	44	77.7	9.9	8.0	81.0	無
'66	3e	26	77.1	6.0	5.9	98.3	無
	3c	51	78.5	11.0	8.3	75.3	無
	3d	40	78.5	8.7	7.3	84.3	無

* 萎縮病の多発に伴い坪刈の精度に問題があった。

による収穫損失量を差引いてあらわした。'65年と'66年はトラックスケールで1区毎に全量の計量を行った。'62年の3-c，3-d，'63年の3-e，'64年の3-bはいずれも供試品種が交1号で、例外なく倒伏したために、収穫損失量がいちじるしかった。そのことが原因でこれらの実収率が他の品種に比べて一段と低下した。'65年と'66年（いずれも交7号）にトラックスケールを用いて計測した50 aからの実収は坪刈収量のおよそ80%を示し、'63年と'64年の倒伏しなかった交7号および交4号（1区だけ）の平均値（91%）より約10%低くあらわれた。この差は坪刈および収穫損失量の調査の際サンプリング誤差にもとずくものと考えられる。

圃場で収穫したものをサイレージにして利用する場合に、さらに貯蔵中の乾物の損失が10%ない

し数%あることが知られており、これに取出し時の腐敗または変質した量、給与時の残食量などが加わって、乳牛が実際に食べる量は圃場で生産された実収をさらに下廻ることが明らかとなった。

次に取出し時におけるサイレージの品質は、播種期の遅くなった'62年の小麦・牧草あとの交1号と長野1号（いずれも6月中旬）を除けば、大麦あとに早播き（6月上旬）された交1号をも含めて、詰込時の材料水分が80%以下になったものはFLIEG氏法の評価ですべて「優」の範囲に入るものがえられた。'62年の高水分劣質サイレージは乳牛に長期給与の結果、牛体にケトン尿症が発現し、乳量・乳質・飼料平衡などに悪影響が認められた。しかし'63年以降はそのようなことはなく、この試験において生産された青刈とうもろこしのサイレージを11～2月の冬期間に日量30～40kg（年間の必要粗飼料の20%前後）を給与し、10頭の5年間の平均乳量は1頭あたり約5,000kg生産しつづけることができた。

3. 総 括

ドリル播栽培した麦類のあと作に間作せずに青刈とうもろこしを大型機械化一貫体系で栽培する方法とサイレージ調製も含めた作業体系の試験を5年間にわたって実施した。その結果を要約すると次のごとくである。

1) 交7号が早熟・強稈性であつて、麦あとの短い生育期間（65～80日）で成熟し、かつ倒伏しない特性が明らかとなり、サイレージに適する品種として選択された。

2) 耕起を省いて砕土を1回行うのみでコンブランチによる施肥播種を行ない、完全耕起に比べて収量が劣らないことを明らかにした。また管理作業としては除草剤散布を1回行うだけで、中耕・培土を省くことが収穫の際の土砂混入を防止できることを明らかにした。収穫作業を除いた作業時間は耕起・

砕土を行った場合が9hr/haであつたのに対し、不耕起の場合には3～4hr/haとなり、いちじるしく省力化された。

3) 収穫・調製作業においてはサイロの形態を改めると共に作業の合理化をはかり、特に改良型トレンチサイロでは深さを3mとすれば、上層の密度を適度に保つための重石をすること、ポリフィルムで密封を行うことによつて、サイレージ材料の自重によつて空気を排除することとあひまつて、人力・トラクタによる踏圧を省略することが可能であることを明らかとした。その結果改良型トレンチサイロを用いての収穫調製作業は作業時間で約4hr/ha、延労働時間で20hr/haとなり、'62年のタワーサイロに比べて前者は1/2、後者は1/3程度まで省力化された。そして不耕起栽培して改良型トレンチサイロを用いると作業時間は8hr/ha、延労働時間は30hr/haとなった。

4) 交7号の収量は坪刈では生草で45～50t/ha、乾物で8～10t/haを示したが、50aからの実収は坪刈のおよそ80%であることが明らかとなった。'65年よりは黒条萎縮病の発生がみられ、そのために減収となることが認められたが、その原因および対策について今後検討の余地が残されている。

5) 調製されたサイレージの品質は高水分（85～86%）で収穫し調製した初年目のものを除き、80%以下で収穫し調製することのできた'63年以降のものはFLIEG氏法の評価でほとんど優の範囲に入る品質を示した。

参 考 文 献

- 1) 一戸貞光・本田太陽・後閑宗夫・加藤明治・畑作酪農における大規模機械化技術体系の確立に関する研究，農事試験研報(7)55～138（1965）
- 2) 一戸貞光・後閑宗夫・本田太陽：麦類の機械化栽培と利用に関する研究，農作業研究(2)92～100（1966）