

3 とうもろこしと大麦によるサイレージ用 作物の作付方式と利用

飼料機械部 平野 保 瀬川 洋

緒 論

畜産経営内あるいは農業地域内において、家畜の増頭にともなって飼料作物の栽培を確保していくことは、合理的な畜産経営の姿として、また特定場所の物質循環を良く維持するために望ましいことである。とうもろこしなどの長大作物は、吸肥性が高いために多量の家畜糞尿の還元の有効で、かつそれは多収穫をもたらすことで、その優位性が知られている。さらに冬作の大麦を組合せ栽培することは、一層家畜糞尿還元が増すとともに、土地利用率が拡大して生産量が增大することで有効であると考えられ、そのような技術の確立が望まれる。

作物の生長は、光合成作用による物質生産としてとらえることができるが、それは気象要因の変動により大きく左右される^{1) 4)}。つまりその最終収量は、気象要因の変動に対する作物の反応の累積結果とみなすことができる。この場合の気象要因の直接的なものは、気温と日射量であろう。我が国は湿潤気候にあるため降雨量と植物の生長あるいは収量との関係を定量的にとらえることは、あまり意味がない。寒冷地にある岩手県では、気温や日射量は低位であるために作物の生長も抑制される。つまり、夏作とうもろこしの収量が低水準となるばかりでなく、冬作大麦を組合せて栽培し、輪作や二毛作方式を行なうことの可能性が問題となる。とりわけサイレージ材料としてのとうもろこしや大麦は、適度な含水率で貯蔵品質の安定化を図り、高い

穀実割合でエネルギー収量を多くすることが望まれるために、熟度を進めてから収穫する必要からのむずかしさもある。また、機械や施設装置と資材、投入労働量が拡大して、それに対応した収量の増大が得られなければ、経営経済的な問題が生じてしまう。このような制約や条件の下ではあるが、土地生産性を拡大できる技術の確立は重要である。著者らは、近年導入されている多様な特性を持つサイレージ用とうもろこしを活用することで、技術確立の可能性が得られたと考え、とうもろこしの幾つかの品種の試作や生育要因の解析、冬作大麦を含めた栽培技術や効率作業法の検討を行ない、二毛作栽培としての実証を行ってきた。最終年の1980年や報告をまとめている1981年の天候は劣悪で飼料作物は著しい不作となり、今後二毛作栽培を普及していくことへの不安や、永年牧草に対する1年性飼料作物の優位性に対する疑問視も現われているが、とりあえず著者らが検討した結果をここに報告する。

第 1 節 とうもろこし早晩生品種群の 生育特性

今日、飼料用として使われているとうもろこし品種のほとんどは輸入種である。輸入販売業者は10社近くあり、品種数はかなりである。これらは単に数が多いばかりでなく、極く早生なものから晩生なものまで揃っている。従来品種に比べて早生なものが数多く出回るようになって、これまでとうもろこしを栽培できなかった高冷地にまで導入がみられる。良いサイレージ材料としてのとうもろこしは充分に子実割合を多くしてまた全体の材料含水率を70~75%にすることが必要である。⁵⁾ 性質の多様な品種の出現によって、緯度や標高差の異なる各地域によく適する品種の選択が可能になっている。さらに、これまで冬作が行なわれなかった地域でも、

早生とうもろこし活用との組合せによって、冬作導入が容易になってきている。

そこで熟性の異なる幾つかの品種を試作するとともに、それらの生育変化について気象要因との関係の解析を試み、地域に合った品種選択の際の基準と輪作や二毛作栽培へ進む際の資料を得ようとした。

1. 材料と方法

1) 供試品種

表1に示すとおりである。極早生種から晩生種までのグループ分けと名称については、北海道あるいは関東などの様式と異なるが、^{5) 6) 7)} 岩手県の条件下で使い易いように定めたものである。

表1 供試品種

	極早生種	早生種	中生種	晩生種
1977		タカネワセ P-A号	エロデント P-1号 S-1号	P-2号
1978	N-75 N-85 N-95 G-901	N-105 G-1001 P-A号 S-A号 タカネワセ	P-1号 S-1号	P-2号 G-1102
1979	N-75 N-95	S-A号		S-2号
1980	N-95	S-A号		S-2号

注1) 商品名の略称について P:パイオニア S:スノーデント
N:ニューデント G:ゴールドデント

2) 商品名と系統名 P-A号: P-3715、P-1号: P-3424、P-2号: (19-78まで) P-3184: (1979から) P-3360、S-A号: G-4321A、S-1号: G-4553、S-2号: G-4810A、N-75: JX-22、N-85: JX-844、N-95: JX-92、N-105: JX-122、なおGの系統名は不明

2) 栽培密度

表2に示すとおりである。早い年度においては、従来からの国内育成晩生品種に該当する低密度で、どの品種も栽培した。この試験と並行した第2節の栽培密度試験の後は、早晩生の異なる品種間に差を設けた。

表2 栽培密度 単位：本/10a

	極早生種	早生種	中生種	晩生種
1977	-	4,400	4,400	4,400
1978	7,000	7,000	7,000	7,000
1979	9,500	7,100	-	7,100
1980	9,000	8,000	-	7,000

3) 播種月日

各年度の播種月日は表3のとおりである。5月半ばを標準播種とし、半月後の5月末を晩播とし、1カ月後の6月半ばを極晩播とした。

表3 は種月日

	標準	晩播	極晩播
1977	5月14日	5月30日	6月18日
1978	5月16日	5月31日	6月15日
1979	5月15日	-	6月20日
1980	5月15日	5月31日	6月16日

表5 年度別、月毎の積算気温

	5月	6月	7月	8月	9月	10月	計
1977	274	503	668	643	544	142	2,774
78	304	593	773	753	521	132	3,076
79	264	596	643	710	542	157	2,912
80	327	588	605	609	537	136	2,802
平均	292.2	570.0	672.2	678.7	536.0	141.7	2,891.0
標準偏差	28.7	44.8	72.0	64.9	10.4	11.0	137.0
変動係数	9.8	7.8	10.7	9.6	1.9	7.8	4.7

注) 5月は21日～31日、10月は10日

4) その他の耕種概要

各年度共通で、表4に示すとおりである。

表4 耕種概要

項目	内容
区画	4畦×10～15m、2～3反復
畦幅	70cm
堆肥	4t/10a
基肥	N:10kg、P ₂ O ₅ :12kg、K ₂ O:10kg
追肥	N:5kg、各10a当たり

2. 試験結果

1) 気象経過

試験期間の4年間は、かなり変動の大きい気象経過であった。1977年は全般に冷涼であった。1978年はか雨多照に経過し豊作年であった。1979年は6・7月の日射量が幾分少なく経過した。1980年は逆に6月がか雨多照で、7～8月は日射量が少なく記録的な冷夏であった。

月毎積算気温の4年間の変動係数は、5～8月が10%前後で高く、変動の大きかったことが知られた。9月は気温、日射量とも変動が小さく安定していた。

表6 年度別、月毎の積算日射量

	5月	6月	7月	8月	9月	10月	計
1977	7,310	13,116	12,994	10,315	9,722	2,634	56,091
78	8,460	12,185	14,583	12,738	9,236	2,950	60,152
79	8,939	10,341	11,557	12,629	9,082	1,832	54,380
80	9,084	14,241	10,198	10,671	8,690	3,375	56,259
平均	8,448	12,471	12,333	11,588	9,182	2,698	56,720
標準偏差	804	1,650	1,885	1,274	427	652	2,440
変動係数	9.5	13.2	15.3	11.0	4.6	24.2	4.3

注) 5月は21日～31日、10月は10日まで

2) 播種期の気温と発芽までの日数

播種は表3に示したように3段階に行なった。5月中旬の標準播種期は、1年1作の場合に適合する。それから1カ月後の極晩播は、大麦との二毛作を想定したものである。

各年度を通した播種から発芽までの日数と、単純気温の積算値と平均値、10℃を越す分の有

効気温の積算値と平均値について、平均値と標準偏差、変動係数を表7に示した。これは幾つかの品種が混ったものである。品種間差は、低温で発芽までの日数が長くなるときにみられて、最大差は3日であった。表7から、日平均気温15.4℃で発芽までの日数は約9日を要することが知られた。

表7 播種から発芽までの日数と気温

	日数	単純気温		有効気温	
		積算値	平均値	積算値	平均値
平均値	8.8	135.3	16.4	48.8	6.5
標準偏差	3.0	28.6	3.6	16.7	3.5
変動係数	34.1	21.2	21.9	34.2	53.8

表8は、各気温要因の発芽までの日数に対する相関を求めたものである。単純気温および有効気温のいずれの平均値とも高い負の相関がみられた。積算値では単純気温が高い正の相関であった。有効気温では負であった。

表8 発芽までの日数と気温の各数値との相関

要因	r (n=13)
単純気温 積算値	0.8024
" 平均値	-0.8149
有効気温 積算値	-0.3473
" 平均値	-0.8155

図1に発芽までの日数(Y)と単純気温平均値(X)のグラフを画いたが、これによると、曲線回帰式 $Y = \frac{94.3043}{-4.3501 + X}$ が良く適合した。

このグラフあるいは回帰式からは、それぞれの時期の播種後の予想気温によって発芽までの日数を算出することが可能である。

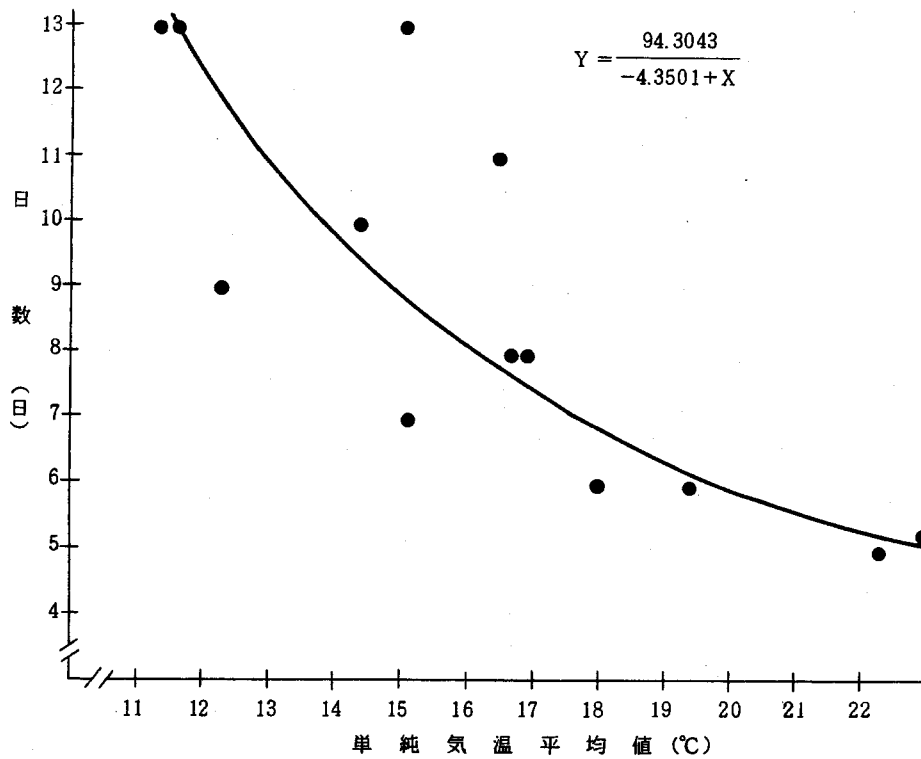


図1 播種から発芽までの日数と単純気温平均値との関係

3) 生育日数

播種時期を変えた場合の早晩生種別の生育段階の経過を、表9～12に示した。つまり、播種期は5月中旬の標準播種と5月末の晩播、6月

中旬の極晩播であり、生育段階は発芽期、絹糸抽出期、黄(糊または乳)熟期に達した月日で示した。

表9 極早生種の生育期

年度	播種期		発芽期	絹糸抽出期	黄(糊・乳)熟期 注)
	標準	晩播			
1977	標準				
	晩播				
	極晩播				
1978	標準		5.29	7.26	8.28
	晩播		6.12	7.31	9.1
	極晩播		6.20	8.5	9.11
1979	標準		5.23	8.1	8.30
	晩播		6.25	8.19	9.25
	極晩播				
1980	標準		5.25	7.29	9.8
	晩播		6.5	8.8	9.16
	極晩播		6.20	8.21	10.6

注) 糊熟期のとき()、乳熟期のとき()で示す。

表10 早生種の生育期

年度	播種期		発芽期	絹糸抽出期	黄(糊・乳)熟期 注)
	標準	晩播			
1977	標準		5.28	8.1	9.5
	晩播		6.8	8.7	9.19
	極晩播		6.26	8.19	(10.4)
1978	標準		5.29	7.30	9.3
	晩播		6.13	8.3	9.13
	極晩播		6.21	8.9	9.19
1979	標準		5.23	8.5	9.6
	晩播		6.25	8.23	10.1
	極晩播				
1980	標準		5.25	8.4	9.13
	晩播		6.6	8.13	9.23
	極晩播		6.20	8.25	(10.6)

注) 糊熟期のとき()、乳熟期のとき()で示す。

表 11 中生種の生育期

年度	熟期		発芽期	絹糸抽出期	黄(糊・乳)熟期 注)
	播種期				
1977	標		5.28	8.3	9.15
	晩		6.8	8.10	9.26
	極 晩		6.26	8.24	((10.4))
1978	標		5.29	8.2	9.11
	晩				
	極 晩				
1980	標		5.30	8.7	9.12
	極 晩				

注) 糊熟期のとき()、乳熟期のとき(())で示す。

表 12 晩生種の生育期

年度	熟期		発芽期	絹糸抽出期	黄(糊・乳)熟期 注)
	播種期				
1977	標		5.28	8.5	9.21
	晩		6.8	8.14	10.2
	極 晩		6.26	8.29	((10.6))
1978	標		5.30	8.13	9.21
	晩		6.13	8.16	10.6
	極 晩		6.21	8.21	(10.6)
1979	標		5.23	8.12	9.17
	極 晩		6.25	9.1	10.13
1980	標		5.27	8.15	9.25
	晩		6.7	8.24	(10.4)
	極 晩		6.22	9.6	((10.6))

注) 糊熟期のとき()、乳熟期のとき(())で示す。1978は極晩生種

標準播種期の場合、極早生種は7月末には絹糸抽出期に達し、晩生種は8月前後となって約10日の差であった。黄熟期に達したのは極早生種では8月末であり、晩生種は9月20日前後となり、その差は約20日であった。播種期を遅らせた場合、晩生なものは十分に登熟する前の段階で低温や降霜を迎えるため、途中の乳熟期や

糊熟期で生育を停止するものがあった。なお、表13には初霜月日と当該半旬の日平均気温を示した。

表 13 初霜日と当該半旬の日平均気温

年度	初霜日	当該半旬の日平均気温 (°C)
1977	10月12日	11.5
1978	10月8日	10.9
1979	10月23日	11.7
1980	9月29日	13.0

絹糸抽出期や黄熟期に達する期日は、年度によって差がみられた。その差は、早い年と遅い年では最大10日ほどであった。標準播種と極晩播の場合の糊熟期、黄熟期について、各年度別に図2に示した。

試験期間の中で1977年と1980年は不良天候年であったが、明らかに生育の遅れが認められた。

早晩区分	品 種	年 度	標準播種 (5月中旬)		晩 播 (6月中旬)		
			8 月	9 月	9 月		10 月
			20日	10日 20日	10日	20日	10日
極早生	N. 75	1978	○		▽	○	
	"	1979	▽	○	▽	○	
	G. 901	1978	▽	○	▽	○	
	N. 95	1979	▽	○			
	"	1980		▽	○		▽
早生	N. 105	1978		▽	○		
	S. A	1979		▽	○		
	"	1980			▽	○	▽
中生	S. 1号	1977				×	+
	"	1978		▽	○		+
晩生	P. 2号	1977				×	+
	S. 2号	1979		▽	○		+
	"	1980			▽	○	×
極晩生	G. 1102	1978					+

図2 早晩種別、播種時期別の登熟期比較

- 注) 1 ×印は乳熟期、△は糊熟期、○印は黄熟期、|印は収量調査日
 2 ○で囲んだ年は不良天候年、
 3 品種のNはニューデント、Sはスノーデント、Gはゴールドデント

1977 - 1980年の生育期間の日数を早晩生 品種群別に表14に示した。発芽から黄熟期までの日数は、極早生種で97日、早生種で102日、中生種で109日、晩生種で116日であり、前記のように、極早生種と晩生種の差は約20日であった。この差の程度は、発芽～絹糸抽出期および絹糸抽出～黄熟期の期間とも同様であった。

表14 1977 - 1980年の生育期間の日数のまとめ

期 間	早晩性品種群(n)	日 数 (日)		
		平 均 値	標 準 偏 差	変 動 係 数
発芽期～ 絹糸抽出期	極早生 (8)	59.6	8.2	13.82
	早 生 (11)	62.7	8.1	12.87
	中 生 (9)	65.6	3.8	5.87
	晩 生 (5)	73.3	6.4	8.70
絹糸抽出期 ～黄熟期	極早生 (8)	36.9	5.7	15.36
	早 生 (9)	39.0	4.4	11.38
	中 生 (4)	41.5	4.6	11.20
	晩 生 (6)	42.7	4.7	10.96
発芽期 ～黄熟期	極早生 (8)	96.5	10.4	10.80
	早 生 (9)	102.1	7.5	7.34
	中 生 (4)	108.5	2.9	2.66
	晩 生 (6)	115.8	4.5	3.91

この平均値には、年度の違いの他に播種期の違うものが包括されている。変動係数をみると、どの期間でも早生な品種群ほど大きい傾向がみられた。さらに、発芽～黄熟期の全生育日数の変動係数は、絹糸抽出期で区切った前後の日数よりも小さくなった。これは天候の良否の年度差によるものと思われた。つまり、例えば1980年の6月は高温で経過したが、7月半ば以降は冷夏であった。前年の1979年も類似した傾向で経過したが、さらに前年の1978年の夏は高温多照で経過して、年度差が大きかった。

表15の日射量は、概して生育日数が長くなるほど大きくなる当然の傾向であった。しかし、絹糸抽出～黄熟期の日射量は晩生種の場合13.6 Kcal で、中生種の14.5 Kcal に対して小さかった。これは、岩手県滝沢では秋が早く、晩生種の生育に十分な日数が得られていないためと考えられた。このことは後で説明するように、乾物収量中の雌穂重割合が小さいことや収穫までに含水率の低下が充分でないことも関連するものと思われた。生育期間の日当平均日射量は375～387 cal であった。

表 15 1977 - 1980 年の生育期間別日射量のまとめ

期 間	早晩性品種群(n)	日 射 量 (Kcal)		
		平 均 値	標 準 偏 差	変 動 係 数
発芽期～ 絹糸抽出期	極早生 (8)	24.2	2.12	8.76
	早 生 (11)	25.7	2.70	10.50
	中 生 (5)	26.8	2.31	8.62
	晩 生 (9)	28.9	2.82	9.76
絹糸抽出期 ～黄熟期	極早生 (8)	12.8	1.03	8.05
	早 生 (9)	13.0	1.58	12.15
	中 生 (4)	14.5	0.81	5.59
	晩 生 (6)	13.6	1.98	14.56
発芽期 ～黄熟期	極早生 (8)	37.0	1.77	4.78
	早 生 (9)	39.2	3.88	9.90
	中 生 (4)	42.0	1.90	4.50
	晩 生 (6)	43.5	2.92	6.71

変動係数は概して生育日数の場合より小さかった。早晩生品種群間の差は不明であったが、発芽～黄熟期では絹糸抽出期で区切られる前後の期間の場合より小さく、このことは生育日数の場合と同様に説明できると思われた。

表16は生育期間の単純気温と有効気温の積算値である。単純気温積算値の場合、極早生種では約2,020度で、他は順々に約100度ずつ増えて、晩生種では約2,320度であった。10℃を越す部分の有効気温の積算値は、極早生種の1,060度から晩生種の1,166度までであった。

表 16 1977 - 1980 年の生育期間の積算単純気温と積算有効気温のまとめ

期 間	品種群 (n)	積 算 単 純 気 温			積 算 有 効 気 温		
		平 均	標準偏差	変動係数	平 均	標準偏差	変動係数
発芽期～ 絹糸抽出期	極早生 (8)	1,249	71	5.65	653	34	5.16
	早 生 (11)	1,305	89	6.79	678	52	7.70
	中 生 (5)	1,347	84	6.21	691	68	9.84
	晩 生 (9)	1,491	105	7.03	758	65	8.60
絹糸抽出期 ～黄熟期	極早生 (8)	775	58	7.47	407	50	12.32
	早 生 (9)	805	69	8.62	415	51	12.28
	中 生 (4)	863	50	5.85	448	34	7.49
	晩 生 (6)	827	86	10.44	400	61	15.22
発芽期 ～黄熟期	極早生 (8)	2,024	61	3.01	1,060	76	7.14
	早 生 (9)	2,123	77	3.65	1,101	90	8.19
	中 生 (4)	2,229	83	3.73	1,144	105	9.17
	晩 生 (6)	2,324	79	3.42	1,166	88	8.52

表17に示した気温と日射量の積算値を生育日数で除した日平均値をみると、単純気温の場合、発芽～黄熟期で極早生種は21.2度であるのに対して晩生種は20.1度となって、生育日数の多い

ものでなくなった。さらに具体的には、絹糸抽出～黄熟期の差がとりわけ大きくて、極早生～中生種に対して晩生種が低くて差の大きいことが認められた。

表 17 生育期間別の気温と温度の日当平均値

期 間	早晩性品種群(n)	日 当 平 均 値		
		単純気温(°C)	有効気温(°C)	日射量(cal)
発芽期～ 絹糸抽出期	極 早 生	21.2	11.2	409
	早 生	21.0	11.0	411
	中 生	20.6	10.6	408
	晩 生	20.4	10.4	395
絹糸抽出期 ～黄熟期	極 早 生	21.3	11.3	355
	早 生	20.7	10.7	338
	中 生	20.9	10.9	354
	晩 生	19.4	9.4	321
発芽期 ～黄熟期	極 早 生	21.2	11.2	388
	早 生	20.9	10.9	385
	中 生	20.6	10.6	388
	晩 生	20.1	10.1	375

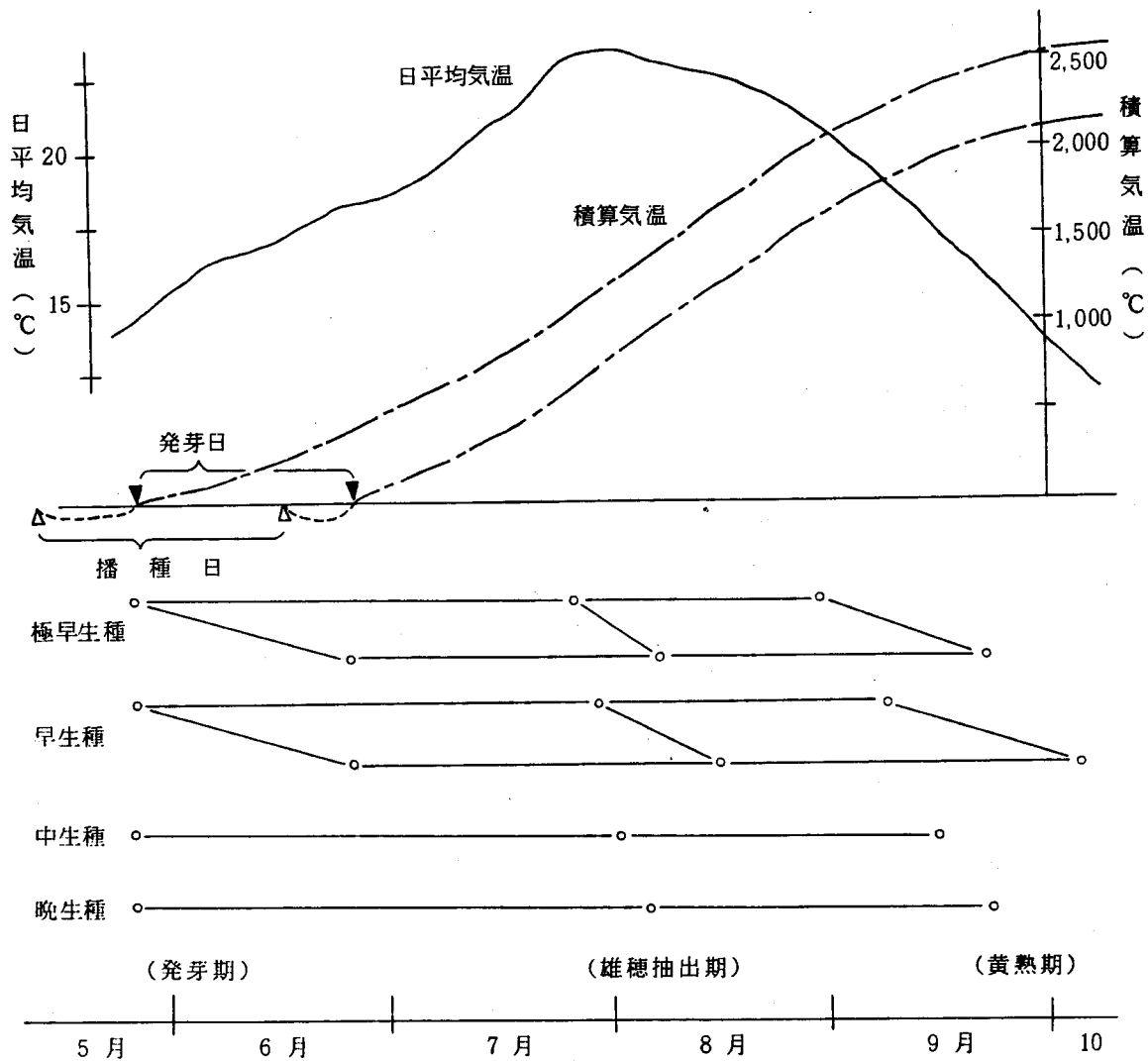


図3 滝沢における早晩種別の生育ステージの変化

一般にとうもろこしの有効気温は 10°C 以上であり、生育期間とこの有効積算温度とは一定性があるといわれている。岩田らは盛岡における試験から、播種期の早晩に関係なく、発芽～絹糸抽出期までの $10\sim 25$ 度の有効積算温度は一定であり、絹糸抽出～黄熟期は $1\sim 23$ 度で一定であったことを認めている¹⁾。また、北海道の櫛引らは、収穫適期はホールクロップの含水率が25%以下に低下したときとして、絹糸抽出期から収穫期までの積算温度は、早晩生品種群間ではほぼ一定であったとしている⁵⁾。

表16では年度と播種期の別を考慮していないが、各品種群とも単純気温積算値の変動係数は、

10°C 以上の有効気温の変動係数よりも小さかった。播種期の早晩と生育期間の積算気温との関係を検討するために、例数の多い早生種の発芽～絹糸抽出期を例として表18に示した。日数と単純気温積算値では播種期別の差が明らかで、極晩播でより小さくなった。有効気温については差が明らかでなく、これは岩田らのいう発芽～絹糸抽出期までの $10\sim 25^{\circ}\text{C}$ の有効積算温度の一定性を裏付けるものかもしれない。しかしながら、ここでも単純気温の変動係数は有効気温のそれよりも全体に低かった。この単純気温と有効気温の有効性の比較については、後の表19、20においても、生育期間の日数との相関の大き

さで比較を行なった。

表 18 早生種の播種時期別の発芽～絹糸抽出期の日数、単純気温、有効気温の比較

区 分		全 体 (n=11)	標準播種 (n=4)	晩 種 (n=3)	極 晩 播 (n=4)
日 数 (日)	平 均	62.7	69.0	60.7	58.0
	標準偏差	8.1	5.5	8.5	7.3
	変動係数	12.87	7.94	14.02	12.51
積算単純気温 (°C)	平 均	1,305	1,376	1,273	1,259
	標準偏差	89	91	68	66
	変動係数	6.79	6.61	5.33	5.25
積算有効気温 (°C)	平 均	678	686	666	679
	標準偏差	52	66	58	47
	変動係数	7.70	9.70	8.67	6.91

さらに表16から、絹糸抽出～黄熟期の積算気温は、極早生種から中生種までは増加したが、晩生種では減少に転じていた。このことも、緯度の高い地域では晩生なものが十分に生育できる期間が確保できないためであろうと理解された。しかし、さらに緯度の高い地域になれば、絹糸抽出期から黄熟期あるいは含水率が25%になるまでの期間の積算温度に品種群間の差がなくなるかどうかは推測できなかった。

生育日数は品種によって差があり、その日数の大きさによって早生種や晩生種などと品種群として分類することができる。このことについては、後の考察の項で説明する。しかし、同一品種でも年度や播種時期によって実際の生育日数に差が生じることは、表9～12あるいは図2、表18から明らかであった。これはその時々天候の影響と考えられるが、具体的には気温と日射量と思われる。我が国では降水量の影響が現われることは、実際的には数少ない。そこで生育日数と気温や日射量から生育日数を算出する回帰式の作成と、その有効性について検討した。

表19は生育期間の日数と各要因の積算値との相関である。発芽～絹糸抽出期の日数とこの期間の積算単純気温とは高い正の相関がみられた。これは表18に示された播種期が早いときには日数が長くなって積算単純気温も大きくなり、遅れると日数が短くなって気温も小さくなる傾向と一致するものであった。また、この期間の日数と積算日射量とも正の相関がみられた。一方、発芽～黄熟期の日数はその期間の積算有効気温とは負の相関となる傾向がみられた。しかしこのことについては、少ない例数ではあったが年度別、播種期別に検討した結果からは、十分に有意性のあるものではなかった。

表 19 生育期間の日数と各要因の積算値との相関

期 間	早晩性品種群(n)	要 因		
		積算単純気温	積算有効気温	積算日射量
発芽～ 絹糸抽出	極早生 (8)	0.914**	-0.528	0.832*
	早 生 (11)	0.814**	-0.165	0.829**
	中 生 (5)	0.599	0.170	0.427
	晩 生 (9)	0.808*	0.319	0.654
絹糸抽出 ～黄熟	極早生 (8)	0.587	-0.435	0.015
	早 生 (9)	0.681	0.055	0.097
	中 生 (4)	0.762	-0.239	-0.192
	晩 生 (6)	0.733	0.269	0.484
発芽～ 黄熟	極早生 (8)	0.695	-0.817*	0.391
	早 生 (9)	0.304	-0.574	0.400
	中 生 (4)	-0.683	-0.816	0.141
	晩 生 (6)	0.093	-0.433	0.514

* : 5%水準で有意 ** : 1%水準で有意

次に、生育期間の日数と各要因の日当平均値との相関係数を表20に示した。全体を通して、はっきりした負の相関が認められ、早生な品種群ほど負の相関が高くて有意性が認められた。

また、日射量より気温との相関が高い傾向であった。なお、日当有効気温は日当単純気温から10℃を減じたものであるから、生育日数との相関係数は双方とも同じになるのは当然であった。

表 20 生育期間内の日数と各要因の日当平均値との相関

期 間	早晩性品種群(n)	要 因		
		日当単純気温	日当有効気温	日当日射量
発芽～ 絹糸抽出	極早生 (8)	-0.961**	-0.961**	-0.802*
	早 生 (11)	-0.871**	-0.872**	-0.595
	中 生 (5)	-0.406	-0.406	-0.245
	晩 生 (9)	-0.567	-0.567	-0.298
絹糸抽出 ～黄熟	極早生 (8)	-0.860**	-0.860**	-0.879**
	早 生 (9)	-0.654	-0.655	-0.655
	中 生 (4)	-0.882	-0.882	-0.941*
	晩 生 (6)	-0.434	-0.434	-0.337
発芽～ 黄熟	極早生 (8)	-0.969**	-0.969**	-0.898**
	早 生 (9)	-0.869**	-0.869**	-0.731*
	中 生 (4)	-0.882	-0.882	-0.405
	晩 生 (6)	-0.718	-0.718	-0.077

* : 5%水準で有意 ** : 1%水準で有意

気温や日射量から生育日数を算出する回帰式の作成は、表21に示すように、品種群別に生育期間別に行なった。この場合、単純気温と日射量の日当平均値を用いたが、これは生育日数と

の負の相関関係にあることがはっきりしており、後で行なうシミュレーションへの適応に都合が良いためである。

表21 生育日数(Y)と生育経過日当たり平均温度(Z₁)、日射量(Z₂)の重回帰式

	重 回 帰 式	R
極早生種		
発芽～絹糸抽出	$Y = 142.6664 - 3.7159 Z_1 - 0.0105 Z_2$	0.9614
絹糸抽出～黄熟	$Y = 72.3192 - 0.7669 Z_1 - 0.0538 Z_2$	0.8910
発芽～黄熟	$Y = 215.2818 - 10.4406 Z_1 + 0.2632 Z_2$	0.9936
早生種		
発芽～絹糸抽出	$Y = 151.1316 - 3.3034 Z_1 - 0.0462 Z_2$	0.8833
絹糸抽出～黄熟	$Y = 66.1368 - 0.8366 Z_1 - 0.0289 Z_2$	0.6681
発芽～黄熟	$Y = 192.4658 - 3.9265 Z_1 - 0.0218 Z_2$	0.8709
中生種		
発芽～絹糸抽出	$Y = 104.5565 - 1.3685 Z_1 - 0.0265 Z_2$	0.4605
絹糸抽出～黄熟	$Y = 83.4074 - 0.9766 Z_1 - 0.0607 Z_2$	0.9264
発芽～黄熟	$Y = 137.1219 - 3.4466 Z_1 + 0.1091 Z_2$	0.9933
晩生種		
発芽～絹糸抽出	$Y = 154.0062 - 3.1415 Z_1 - 0.0421 Z_2$	0.5999
絹糸抽出～黄熟	$Y = 69.6246 - 1.5833 Z_1 + 0.0119 Z_2$	0.4378
発芽～黄熟	$Y = 168.3588 - 4.5475 Z_1 + 0.1033 Z_2$	0.8364

3. 考 察

近年、サイレージ用として多数の品種が輸入されて販売されている。それはゴマハガレなどの耐病性に不安のあるものもみられるが、育種選抜を経てきたものであるため、ほとんどは耐倒伏性のある雌穂割合の大きい多収品種であると思われる。輸入種全体としての特徴は、極早生種から極晩生種まで熟性の中が広いことであり、寒冷地や高海拔地でも栽培できるようになった。また、早生種の活用で冬作物の導入の可能性も拡大された。

以上のような輸入種の特徴を活かして、地域に合った品種を選択して活用することや前後作との関連から制約される作期でとうもろこしを

作ろうとするときの適品種の選択などのためには、各品種の早晩生を確認してグループ分けを行なっておくことが必要である。飯田によると、府県の場合でも発芽から成熟までの日数100日前後のものを極早生種、110日前後のものを早生種、120日前後のものを中生種、130日前後のものを晩生種とし、10℃を基準とした有効温度は生育日数の1日当たり10℃、つまり、120日の品種は1,200度が有効積算気温であるとしている。⁶⁾

著者らは表22のようにグループ分けをして、生育日数と有効積算気温、単純積算気温を示した。各グループ(早晩生品種群)の名称とそれぞれに含まれる品種については、飯田が示した

ものとはほぼ同じである。しかし、生育日数と有効積算気温とも小さくなった。

表 22 早晚性品種群の分類

区 分	項 目	内 容
極 早 生 種	品 種	N. 75、N. 85 N. 95、G. 901
	生育日数	←----- 95 -----→
	有効積算気温	←----- 1,060 -----→
	単純積算気温	←----- 2,025 -----→
早 生 種	品 種	N. 105、G. 1001、P. A号、S. A号、タカネワセ サイレージコーンNS. 68
	生育日数	←----- 103 -----→
	有効積算気温	←----- 1,110 -----→
	単純積算気温	←----- 2,150 -----→
中 生 種	品 種	P. 1号、S. 1号、交3号、エローデント(長野系) サイレージコーンNS. 560、G. 1002
	生育日数	←----- 113 -----→
	有効積算気温	←----- 1,185 -----→
	単純積算気温	←----- 2,310 -----→
晩 生 種	品 種	P. 2号、S. 2号、 G. 1102 サイレージコーンPX 77A、同NS95A P. 3号、S. 3号
	生育日数	←----- 123 -----→-----
	有効積算気温	←----- 1,230 -----→-----
	単純積算気温	←----- 2,450 -----→-----

注) 商品名と系統(表1に示さないもの)
P 3号: P-3147、S 3号: G-4949 A

岩手県のような寒冷地では、とりわけ冷涼年あるいは高海拔地ほど、晩生な品種は雌穂への澱粉蓄積が完了する以前に低温を迎えるために、見かけ上は熟期に達するが子実が十分に充実しないことがみられる。このことは次章の検討からも明確であったが、1977年と1980年の冷涼年でとりわけ極晩播の場合にみられた。つまりこのことから、各品種群の生育日数や積算気温を決める場合には、表14および表16に示される平均値を単純に用いることはとりわけ晩生な群ほど不適當であると考え、冷涼年の晩播、極晩播の数値は除いて表22を作成した。なお、これには前項では解説していないが、当场で試作されている他の品種についても掲載した。G. 1102やP. 3号、S号などは、P 2号やS 2号よりさらに晩生であるため、極晩生種として区分することも有効であると思われる。

以上のことから、寒冷地において1年1作でとうもろこしの多収穫をねらうときは、より早期の播種によってより長い生育期間を用意することである。また、その生育期間で十分に発熟してサイレージ材料としての適水分で収穫できる品種あるいは品種群のものを選択して活用することが、とりわけ高海拔地では必要となる。

播種から発芽までは、単純積算気温135.3度つまり平均気温15.4℃で日数8.8日であった。

(表7)。櫛引らの北海道での調査では単純積算気温190.2度、平均気温11.5℃で日数16.5日としている。一般に、発芽に必要な気温は10℃とされているが、櫛引らの解析によるように10℃に至らない条件下でも発芽活動は行なわれており、北海道ではかなり早期な播種もみられるようである。しかし、播種期が早すぎる場合は、発芽率の低下や霜害を受ける危険が拡大する。

岩手県下の気象観測施設の過去10年のデータから終霜日を含む当該半旬の日平均気温をみると、内陸部と沿岸部では差がみられ、内陸部で13.0±0.6℃、沿岸部で11.7±1.7℃であった。つ

まり、13℃に達する半旬あるいは1半旬前を目処として、各地域の播種適期とすることができ。以上のことから、13℃に達する半旬別に地帯区分したのが図4である。

- A : 5月第1半旬 (1~5日)
- B : " 第2半旬 (6~10日)
- C : " 第3半旬 (11~15日)
- D : " 第4半旬 (16~20日)
- E : " 第5半旬 (21~25日)
- F : " 第6半旬 (26~31日)
- G : 6月第1半旬 (1~5日)

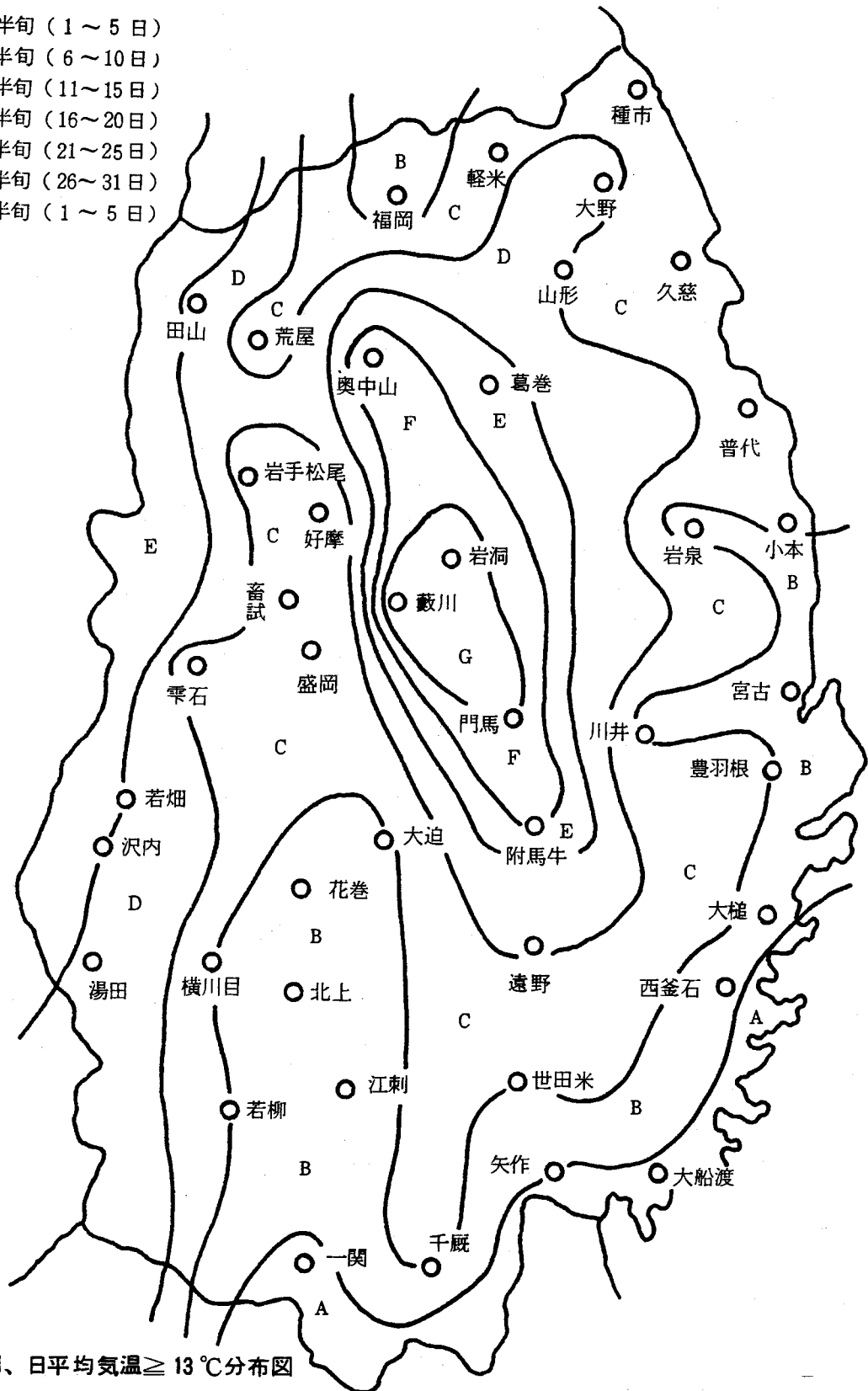


図4 半旬別、日平均気温 $\geq 13^{\circ}\text{C}$ 分布図

とうもろこし生育期間（栽培期間）の終りは初霜が目処となる。つまり、各地域の栽培期間はその地域の無霜期間に一致する。県下各観測施設の過去10年間のデータから無霜期間内単純積算気温および10℃を基準にした有効積算気温の地帯分布を図5、図6に示した。図3および図5、図6からは各地域の栽培条件が分るが、

とうもろこしを1年1作する場合は図5、図6に示される積算気温をそのまま基準として、表22から適当な品種を選択することができる。ただこの場合厳密には、表7に示される播種から発芽までの単純積算気温約135度あるいは有効積算気温約40度を表22の各品種群の各々の数値に加えることが必要である。

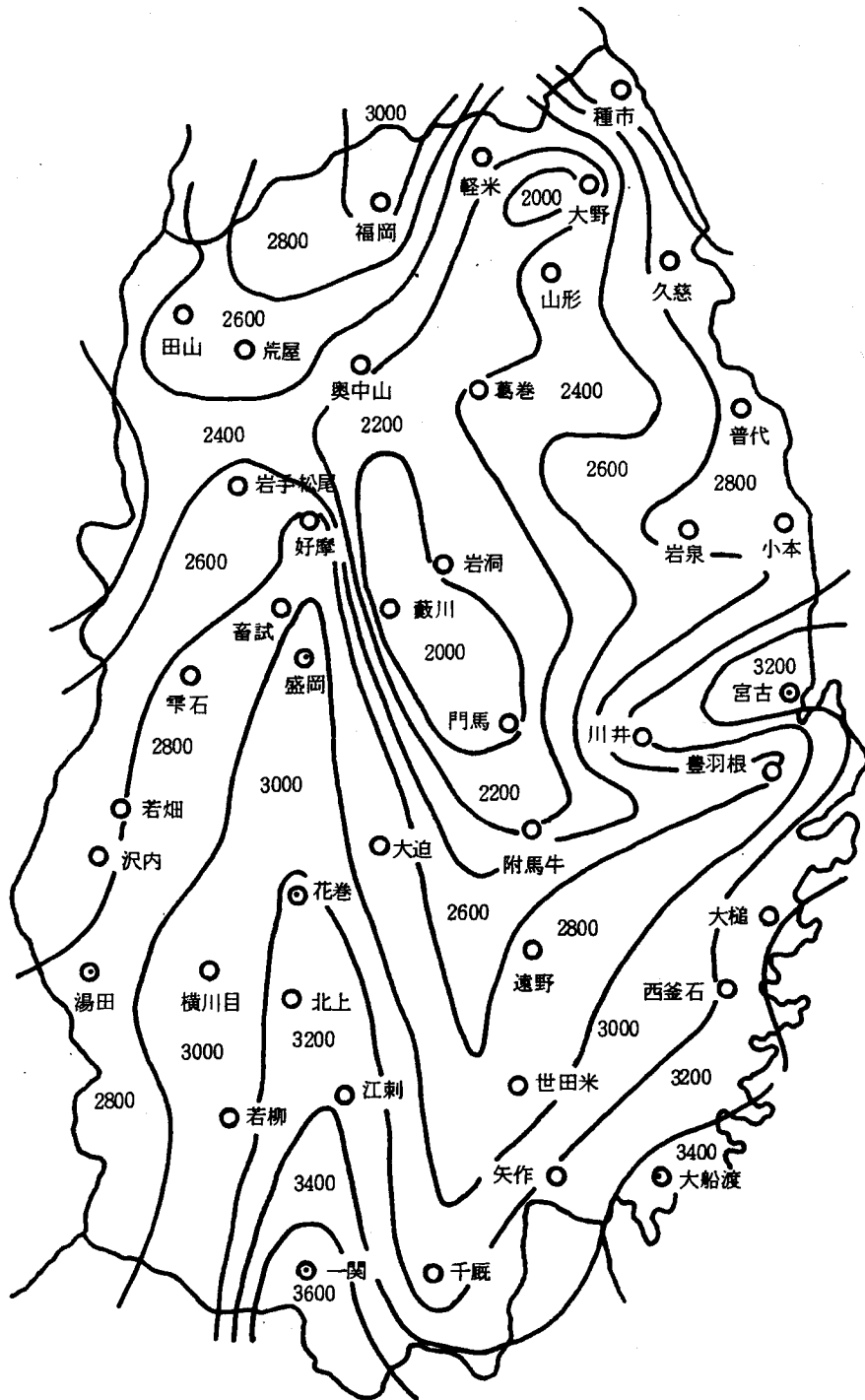


図5 積算気温分布図（無霜期間内）

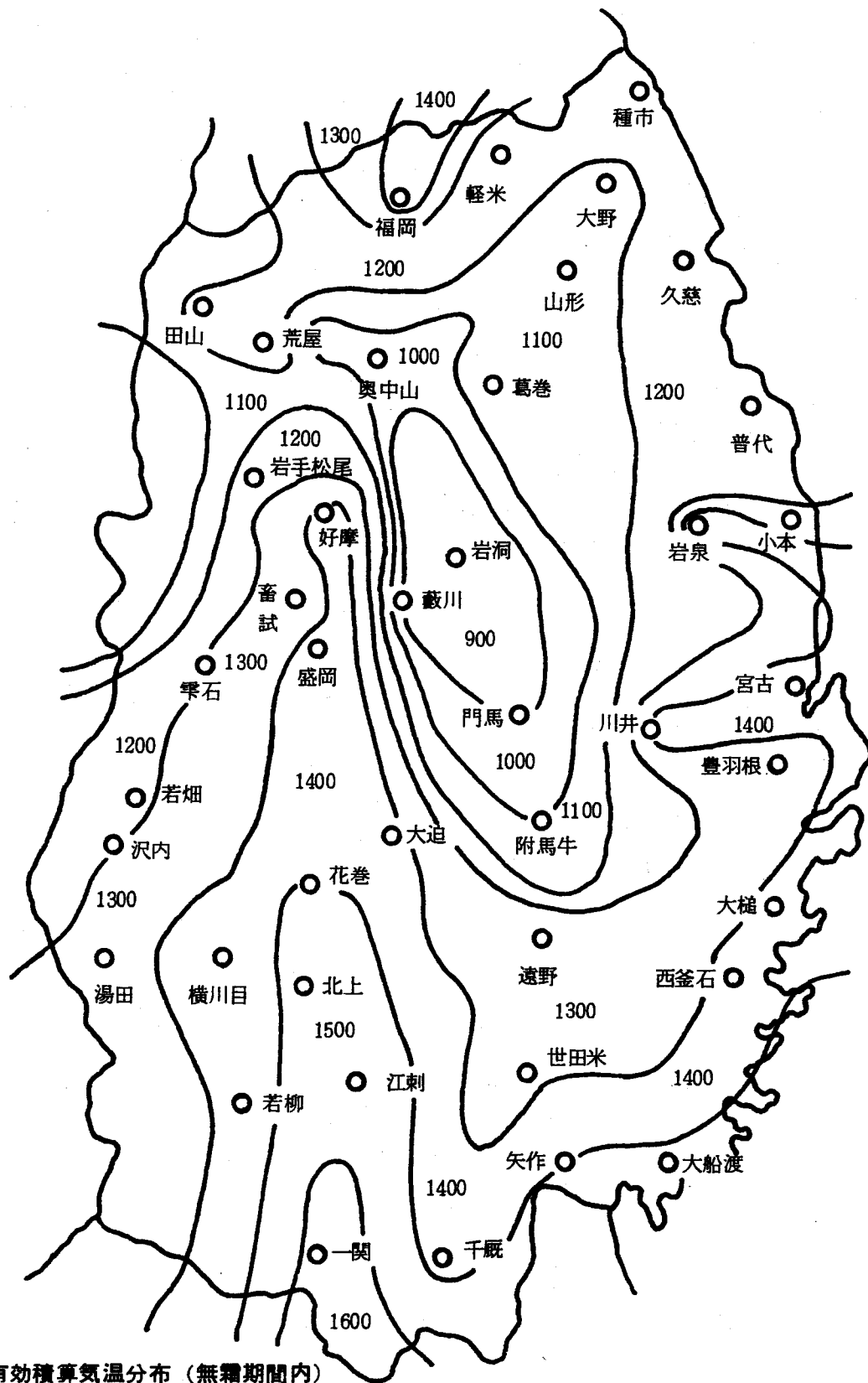


図6 有効積算気温分布（無霜期間内）

岩手県は面的な広がりと高低差が大きく、無霜期間内の単純積算気温で1,600度、有効積算気温で700度ほどの地域差がある。試験場所の畜産試験場は気象的には岩手県の中位に位置す

る。県下の酪農地帯は概して試験場所と同程度かそれ以下に位置するため、適確な栽培条件の把握と適合品種の選択は重要であると思われた。

第2節 とうもろこし早晩性品種群の収量 および栽培密度の影響

サイレージ用とうもろこしの輸入品種は、短稈で耐倒伏性に優れ、機械化作業に適するといわれている。また、多肥密植適性が高く、高収量が期待でき、子実割合が高いために高栄養であるととれている。

一般に、晩生品種に比べて早生品種は収量が劣る。短稈なものは密植しなければ、長稈なものには及ばない。また従来から、密植が過ぎる場合は不稔が発生することが指摘されている。以上のようなことから、輸入品種の一般的な収量性の確認と、積極的な冬作の導入で土地利用拡大を図ることを目的に、早生品種の

収量性と密植による影響などを検討した。

1. 材料と方法

1) 早晩性品種群の収量性

供試品種、栽培密度、播種月日、その他耕種概要とも、第1節と同様である。

2) 栽培密度の影響

処理は栽培密度の他に、品種、播種期に差をもうけて検討したが、その内容は1978年が表23、1979年が表24のとおりである。つまり、栽植密度は1978年が10a当たり5,500～9,200本、1979年が5,700～14,300本の範囲で検討した。

表23 1978年の処理と区番号

品種	播種期 密度			標準 (5月16日)			晩播 (5月31日)			極晩 (6月15日)		
	疎植	標準	密植	疎植	標準	密植	疎植	標準	密植	疎植	標準	密植
N 75	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
G 901	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
G 1102	19	20	21	22	23	24	25	26	27			

注1. 栽植密度 ① 疎植: 10a 当たり 9,200 本、畦間 72 cm、株間 25 cm
② 標準: " 7,000 本、" " 20 cm
③ 密植: " 5,500 本、" " 15 cm

2. 品種の略称 ① N 75 : ニューデント 75 (J X-22)
② G 901 : ゴールドデント 901 (?)
③ G 1102 : ゴールドデント 1102 (?)

表24 1979年の処理と区番号

品種	播種期 密度				標準 (5月15日)				極晩 (6月20日)			
	5,700本	7,100	9,500	14,300	5,700本	7,100	9,500	14,300	5,700本	7,100	9,500	14,300
N 75		1	2	3		4	5	6				
N 95		7	8	9		10	11	12				
S A 号	13	14	15		16	17	18					
S 2 号	19	20	21		22	23	24					

注1. 栽植密度は10a 当たり本数

2. 品種の略称 ① N 95 : ニューデント 95 (J X-92)
② SA号: スノーデント A号 (G-4321 A)
③ S 2号: スノーデント 2号 (G-4810 A)

2. 結 果

1) 早晚性品種群と収量性

表25~28に、収量と収穫時の熟度や乾物雌穂重割合などを、1977年から1980年まで年度

別に示した。播種した場合の晩生な品種には、初霜のみられる10月上旬までに黄熟期に至らないものがみられ、とりわけ1977年と1980年の不良天候年にその傾向が明らかであった。

表25 1977年の収量など

品 種	播種期	生 収 量 (t / 10 a)	乾物収量 (t / 10 a)	T D N (t / 10 a)	稈 長 (cm)	雌穂重比 (%)	収穫日と熟度
エロー デント	V. 14	6.17	1.96	1.32	350	33.4	IX. 12 黄
	V. 30	5.03	1.32	0.88	361	32.3	IX. 26 黄
	VI. 18	3.98	1.07	0.70	330	26.8	X. 4 乳
タカネワセ	V. 14	5.45	1.56	1.05	289	35.0	IX. 12 黄
	V. 30	5.30	1.60	1.07	291	31.2	IX. 21 黄
	VI. 18	4.79	1.40	0.94	284	32.2	X. 3 糊
P-A号 (P-3715)	V. 14	4.55	1.43	0.98	289	39.1	IX. 15 黄
	V. 30	4.06	1.33	0.90	280	41.9	IX. 21 黄
	VI. 18	4.23	1.07	0.73	260	47.2	X. 4 糊
P-1号 (P-3424)	V. 14	5.44	1.75	1.21	303	41.3	IX. 22 黄
	V. 30	5.01	1.70	1.18	310	42.1	X. 3 黄
	VI. 18	4.74	1.29	0.87	290	35.6	X. 4 乳
S-1号	V. 14	6.00	1.90	1.33	288	42.5	IX. 28 黄
	V. 30	5.62	1.83	1.25	282	37.8	X. 3 黄
	VI. 18	5.54	1.07	0.69	266	36.8	X. 5 乳
P-2号 (P-3184)	V. 14	5.50	1.76	1.24	308	46.7	IX. 28 黄
	V. 30	5.86	1.61	1.14	301	47.4	X. 5 黄
	VI. 18	5.62	1.25	0.85	278	35.3	X. 6 乳

表26 1978年の収量など

品 種	播種期	生 収 量 (t/10a)	乾物収量 (t/10)	T D N (t/10a)	稈 長 (cm)	雌穂重比 (%)	収穫日と熟度
N-75	V. 16	4.89	1.36	0.95	225	45.2	VIII. 24 黄後
	V. 31	4.33	1.25	0.91	247	54.3	VIII. 31 "
	VI. 15	4.25	1.36	0.99	244	55.8	IX. 13 "
N-85	V. 16	3.50	1.14	0.84	222	56.6	IX. 2 "
N-95	V. 16	4.39	1.22	0.90	273	58.7	IX. 9 "
G-901	V. 16	4.17	1.31	0.96	253	57.5	IX. 5 "
	V. 31	4.18	1.34	0.98	259	55.1	IX. 11 "
	VI. 15	4.17	1.31	0.96	235	56.0	IX. 18 "
G-1001	V. 16	4.84	1.51	1.12	257	58.4	IX. 13 "
N-105	V. 16	4.61	1.48	1.08	266	56.0	IX. 9 "
	V. 31	5.17	1.67	1.23	261	58.0	IX. 20 "
	VI. 15	4.50	1.53	1.13	251	54.9	IX. 28 "
P-A	V. 16	5.89	1.65	1.20	288	53.6	IX. 8 "
S-A	V. 16	5.49	1.78	1.28	298	52.5	IX. 12 "
	V. 16	7.15	1.85	1.26	308	37.4	IX. 13 "
P-1号	V. 16	6.43	1.81	1.28	303	47.9	IX. 20 "
S-1号	V. 16	6.70	2.02	1.45	292	50.5	IX. 21 "
S-2号	V. 16	7.89	2.11	1.48	319	44.6	IX. 25 "
G-1102	V. 16	7.24	2.19	1.50	305	46.0	X. 2 黄
	V. 31	7.67	2.22	1.54	317	42.3	X. 5 "
	VI. 15	6.25	1.79	1.23	292	38.9	X. 11 糊

表27 1979年の収量など

品 種	播種期	生 収 量 (t/10a)	乾物収量 (t/10a)	T D N (t/10a)	稈 長 (cm)	雌穂重比 (%)	収穫日と熟度
N-75	V. 15	5.33	1.23	0.87	241	46.8	VIII. 27 黄
	VI. 20	4.50	1.16	0.84	246	53.9	IX. 19 "
N-95	V. 15	6.17	1.54	1.07	285	41.6	IX. 3 "
	VI. 20	5.67	1.40	0.98	273	44.5	IX. 25 "
S-A号	V. 15	6.33	1.71	1.20	292	44.2	IX. 11 "
	VI. 20	5.77	1.42	1.01	286	49.5	X. 3 "
S-2号	V. 15	8.00	1.78	1.23	295	40.3	IX. 17 "
	VI. 20	7.93	1.57	1.05	302	32.6	X. 9 糊

表 28 1980 年の収量など

品 種	播種期	生 収 量 (t/10a)	乾物収量 (t/10a)	T D N (t/10a)	稈 長 (cm)	雌穂重比 (%)	収 穫 日 度 と 熟 度
N-95	V 15	5.16	1.66	1.17	294	45.6	IX. 9 黄
	V 31	6.59	1.42	0.98	301	41.5	IX.16 "
	VI 16	5.90	1.44	0.99	297	40.3	X. 6 "
S-A号	V 15	6.86	1.77	1.22	318	39.9	IX.16 "
	V 31	7.29	1.78	1.22	307	37.9	IX.22 "
	VI 16	6.76	1.54	0.71	308	34.2	X. 6 糊
S-2号	V 15	8.27	2.14	1.42	314	30.4	IX.29 黄
	V 31	8.61	1.74	1.14	329	28.3	X. 6 糊
	VI 16	7.82	1.38	0.82	296	3.3	X. 6 末

播種期を変えた場合の乾物収量と日当乾物収量、稈長、雌穂重割合の各年度を通した傾向を表29にまとめた。概して、晩生品種は早生品種より乾物収量が大きかった。晩生種群は、標準播種の場合の乾物収量が約200kg/aであったが、播種を1カ月遅らした極晩播では約145kg/aほどに低下した。一方、極早生種は播種期

の早晩にかかわらず約140kg/aの乾物収量を維持して、変化が小さかった。つまり、晩播した場合の収量低下は晩生品種群ほど大きくなって、極晩播の場合の品種群間の差は小さくなった。このような傾向はTDN収量で一層顕著であって、晩播の場合、品種群間の逆転さえみられた。

表 29 播種期を変えたときの収穫時の性状変化

品 種 群	乾物収量(kg/a)	日当乾物収量(kg/a)	稈 長 (cm)	雌穂重割合 (%)
極 早 生	140 →	1.50 ↗ 1.60	280 →	50 ↗ 52
早 生	160 ↘ 145	1.60 →	295 → 280	48 →
中 生	180 ↘ 140	1.65 ↘ 1.45	305 ↘ 290	46 ↘ 40
晩 生	190 ↘ 145	1.65 ↘ 1.40	310 ↘ 290	45 ↘ 30
極 晩 生	200 ↘ 145	1.70 ↘ 1.40	320 ↘ 290	40 ↘ 10

注) 播種期: 5月中旬→6月中旬

播種期を変えた場合の影響を日当乾物収量の変化でみると、標準播種では極早生・早生種群の1.50~1.60kg/aに対して晩生・極晩生種群は1.65~1.70kg/aとわずかに優位であったが、極晩播では前者は変化がなかったのに対して後者の晩生・極晩生種群は1.40~1.45kg/aに低下して、明らかな逆転がみられた。

乾物雌穂重割合は、年度間の天候の差によって概して変化が大きかった。極早生種群では45~55%程度で、播種期による差は小さく、晩播でむしろ高くなる傾向さえみられた。一方晩生種は、標準播種期で35~45%であったのに対して、極晩播では15~35%程度に低下した。これも各年度の天候の影響が大きく、糊熟期まで達

する場合や未熟期のまま終る場合など差が大きかったが、概して子実の登熟は不十分で雌穂重割合が小さかった。

次に、全乾物収量と積算気温、積算日射量、

生育日数との相関関係について検討した。品種群別に検討したものを表30に、年度別に検討したものを表31に、全部を混みにして検討したものを表32に示した。

表 30 早晚性品種群別の乾物収量と各要因との相関

要 因		品 種 群			
		極早生種 (n = 8)	早 生 種 (n = 11)	中 生 種 (n = 5)	晩 生 種 (n = 9)
発芽～ 絹糸抽出期の	積算気温	0.602	0.810**	0.555	0.559
	積算日射量	0.540	0.657*	0.866*	0.916**
	生育日数	0.610	0.656*	0.685	0.444
絹糸抽出～ 黄熟期の	積算気温	-0.229	-0.231	0.918*	0.550
	積算日射量	-0.204	-0.143	0.796	0.302
	生育日数	0.006	-0.477	0.218	0.259
発芽～黄熟期の	積算気温	0.488	0.155	0.917*	0.918**
	積算日射量	0.487	0.679*	0.967*	0.843**
	生育日数	0.486	0.442	0.775	0.669*

注) * : 5%水準で有意 ** : 1%水準で有意

表 31 年度別の乾物収量と各要因との相関

要 因		年 度			
		1977 (n = 9)	1978 (n = 8)	1979 (n = 7)	1980 (n = 9)
発芽～ 絹糸抽出期の	積算気温	0.251	0.938**	0.860**	0.548
	積算日射量	0.774*	0.874**	0.884**	0.890**
	生育日数	0.606	0.837**	0.920**	0.578
絹糸抽出～ 黄熟期の	積算気温	0.800**	0.671	0.463	0.465
	積算日射量	0.663*	0.606	0.596	0.217
	生育日数	0.501	0.547	-0.273	0.434
発芽～黄熟期の	積算気温	0.787*	0.951**	0.845*	0.912**
	積算日射量	0.854**	0.930**	0.964**	0.885**
	生育日数	0.786*	0.924**	0.828*	0.817**

注) * : 5%水準で有意 ** : 1%水準で有意

表 32 乾物収量と各要因との相関
(全体をまとめて)

要 因	乾物収量 (n=33)	
発芽期～ 絹糸抽出期の	積算気温	0.650**
	積算日射量	0.790**
	生育日数	0.576**
絹糸抽出～ 黄熟期の	積算気温	0.365*
	積算日射量	0.233
	生育日数	0.159
発稿～黄熟期の	積算気温	0.872**
	積算日射量	0.836**
	生育日数	0.598**

注) * : 5%水準で有意
** : 1%水準で有意

当然であるが、積算気温、積算日射量、生育日数とも、収穫時の全乾物収量とは概して正の相関関係が認められた。品種群別にみた場合、極早生種と早生種で発芽～絹糸抽出期の気温、日射量、日数とは正の相関関係が成り立つのに対して、絹糸抽出～黄熟期のそれぞれとは相関が認められなかった。一方中生種と晩生種では、全期を通した気温、日射量、日数との相関が認められると同時に、有意ではなかったが絹糸抽出～黄熟期との相関傾向も認められた。このことは極早生種、早生種では天候条件の異なった年度間においても、成熟までに必要十分な条件が得られて、収量差が比較的小さくなっている

こと。中生種、晩生種では生育期間が長くなるため、各年度の天候次第で登熟程度あるいは雌穂重割合に差を生じ、全収量の差も大きくなることから納得された。

表31で品種を混みにして年度別にみた場合も、全乾物収量との相関は発芽～絹糸抽出期の各要因と大きくなる傾向であった。その中で1977年だけは絹糸抽出～黄熟期の各要因との相関が大きい特異な結果であったが、これは品種が晩生なものに傾き、その上に夏は冷涼であったが初霜が比較的遅かったことなどによるものと思われた。

表32で全データを混みにしてみた場合、全乾物収量との相関はとりわけ積算気温、積算日射量とで大きかった。このことから、積算気温 (X_1) と積算日射量 (X_2) を変数要因として全乾物収量を求める重回帰式

$Y = -1345.0517 + 1.0229 X_1 + 0.0194 X_2$
を算出した(図7)。この式の適合性は、品種群別に実測収量と式による計算値との対比で検討した(表33)。その結果は、極早生種では実測値より小さくなって $98.4 \pm 5.9\%$ 、早生種から中生種と差は小さくなり、晩生種では実測値より大きくなって $104.1 \pm 7.7\%$ でその開きは最も大きかった。しかし、回帰式は概して妥当と思われた。

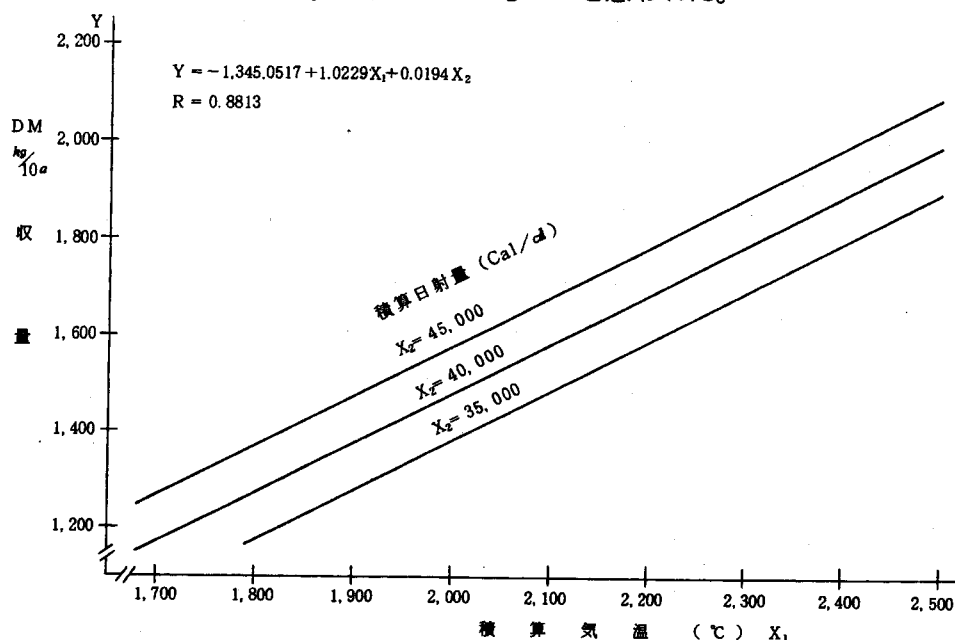


図7 全乾物収量 (Y) と積算気温 (X_1)、積算日射量 (X_2) の関係

表 33 乾物収量の求める重回帰式の適合性の検討

	極早生種	早生種	中生種	晩生種
例 数	8	11	5	9
乾物収量実測 (Y ₁) 平均値	1,471	1,582	1,694	1,714
“ 計算 (Y ₂) 平均値	1,446	1,563	1,683	1,767
Y ₁ /Y ₂ 平均値	0.984	0.989	0.999	1.041
同上標準偏差	0.059	0.049	0.052	0.077

2) 栽植密度の影響

1978年の各処理区別のデータを表34に示した。供試品種は相対熟度で20日程度ずつ差のあるもの3種を用いたつもりであったが、G1102は実際135日程度の相対熟度で、他の2品種とは格差の大きい極晩生種であった。当該年度は高温多照であったため、極晩生種の極晩播でも

初霜前の10月11日には糊熟期の段階で収穫することができた。好天は雌穂重割合にも好影響を及ぼして、N75とG901は全区とも50%以上を示し、極晩生種のG1102は40%代を示した。さらに、密度が高くなっても雌穂重割合が低下しない点も注目された。

表 34 1978年の性状と収量など

No.	品種	疎標密	草丈 (cm)	着雌穂高 (cm)	折損・倒伏割合 (%)	収量 (t/10a)			雌穂割合 (%)	調査年月と熟度
						生	乾物	TDN		
1	75 標	疎	227	78		3.72	1.10	0.78	50.5	Ⅷ24黄後
2		標	225	77		4.89	1.36	0.95	45.2	
3		密	229	83		4.44	1.28	0.91	50.6	
4	75 晩	疎	240	81		3.64	1.03	0.75	54.1	Ⅷ31黄後
5		標	247	92		4.33	1.25	0.91	54.3	
6		密	233	88		4.84	1.38	1.01	54.3	
7	75 極	疎	223	80		3.10	0.99	0.73	57.5	IX13黄後
8		標	244	93		4.25	1.36	0.99	55.8	
9		密	232	87		4.19	1.38	1.28	60.1	
10	901 標	疎	253	80		3.72	1.18	0.87	58.5	IX5黄後
11		標	253	84		4.17	1.31	0.96	57.5	
12		密	260	90		4.62	1.42	1.03	54.0	
13	901 晩	疎	257	85		3.97	1.28	0.93	53.8	IX11黄後
14		標	259	89		4.18	1.34	0.98	55.1	
15		密	255	89		4.73	1.45	1.04	50.7	
16	901 極	疎	234	78		4.07	1.18	0.86	54.8	IX18黄後
17		標	235	77		4.17	1.31	0.96	56.0	
18		密	235	82		4.33	1.38	1.00	53.1	
19	1102 標	疎	297	135		6.80	1.98	1.39	45.9	X2黄後
20		標	305	142		7.24	2.19	1.50	46.0	
21		密	304	142		7.85	2.26	1.59	44.3	
22	1102 晩	疎	303	145		6.95	1.93	1.33	40.0	X5黄
23		標	317	156		7.67	2.22	1.54	42.3	
24		密	319	160		7.83	2.24	1.55	40.5	
25	1102 極	疎	288	134		6.79	1.96	1.35	39.9	X11糊
26		標	292	138		6.65	1.86	1.28	38.9	
27		密	293	139		6.25	1.79	1.23	39.5	

表35には、各区の乾物収量だけを抜き出した。全般に各播種期の各品種とも、栽植密度の大きいものほど高収であった。これは記録的な高温多照の天候の好影響と考えられたが、概して供試品種の密植適性の高いことが知られた。しかしながら、6月15日播種のG1102では密度の多い区ほど低収を示した。一般的に高すぎる栽植密度の障害は、とりわけ不稔雌穂の増加から雌穂重量の低収となって現われるが、当該地区は表34から知られるように雌穂重割合に差はみ

られなくて、全体的な収量低下であった。これは特異な例であり、好天による影響であると考えられた。表36は雌穂だけの乾物収量であるが、概してこれも高密度ほど高収量を示した。しかし、極晩生種G1102の場合、5月31日播種では920本/aの区で収量低下に転じ、6月15日播種では密度が大きくなるほど収量は低下する傾向であり、ここに至って晩播と高密度の影響が現われた。

表 35 1978 年の処理別、全乾物収量

kg/a

密 度 (本/a)	播 種 時 期								
	5月16日			5月31日			6月15日		
	早			晩			性 品 種		
	N 75	G 901	G 1102	N 75	G 901	G 1102	N 75	G 901	G 1102
550	110	118	198	103	128	193	99	118	196
700	136	131	219	125	134	222	136	131	186
920	128	142	226	138	145	224	138	138	179

表 36 1978 年の処理別、雌穂乾物収量

kg/a

密 度 (本/a)	播 種 時 期								
	5月16日			5月31日			6月15日		
	早			晩			性 品 種		
	N 75	G 901	G 1102	N 75	G 901	G 1102	N 75	G 901	G 1102
550	54	69	91	56	69	77	57	65	78
700	60	75	98	68	74	94	76	74	74
920	64	77	100	75	74	91	83	73	70

1978年の栽植密度と乾物全収量および雌穂 量を図8に示した。
 収量の関係について、播種期別に整理した結果

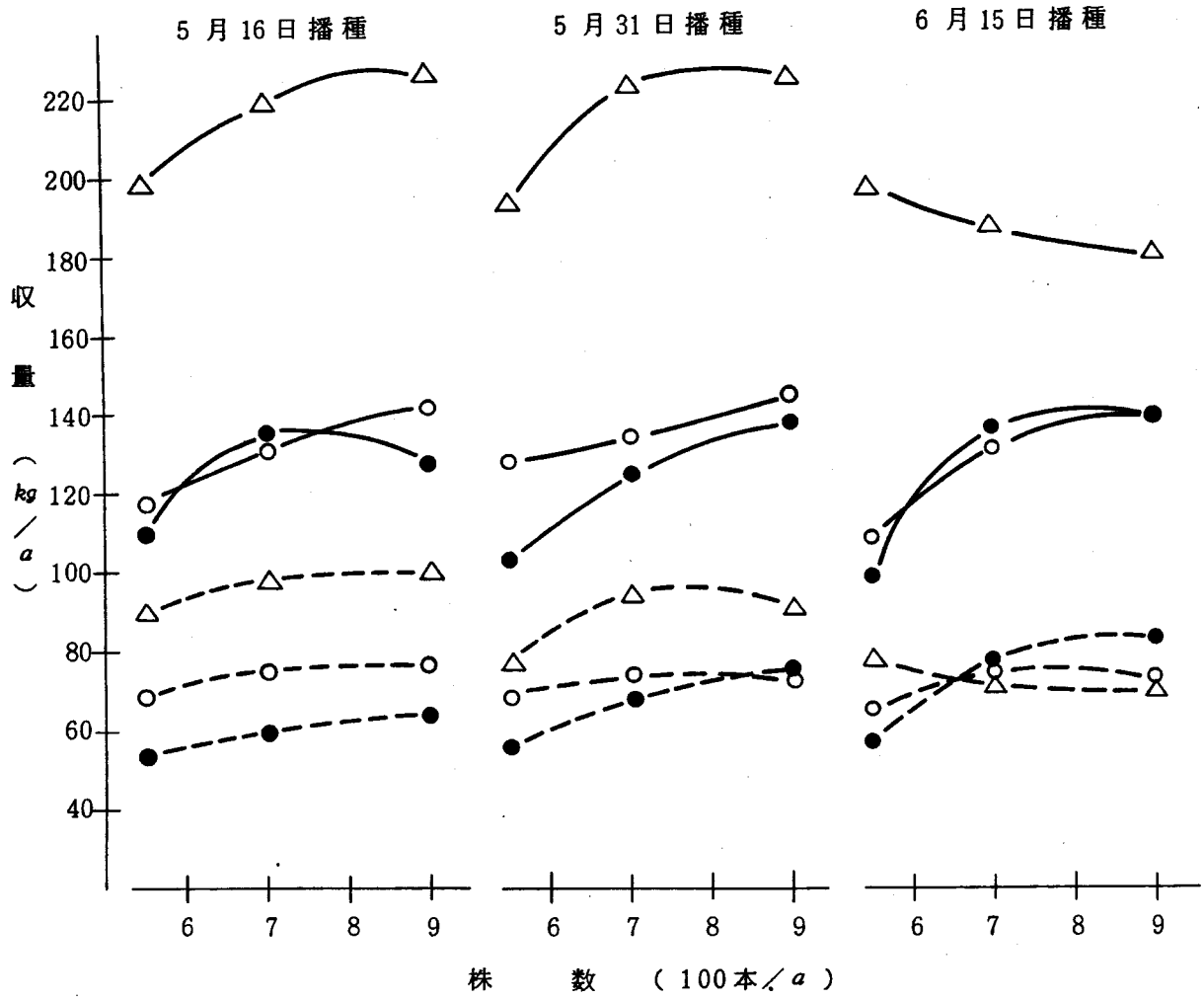


図8 1978年の栽植密度と乾物全収量、乾物雌穂収量

注) 凡例 (● N 75 (実線: 全収量)
 (○ G 901 (破線: 雌穂収量)
 (△ G 1102

次に、1979年の各区のデータを表37に示した。気象の経過はほぼ平年的であった。品種は極早生種から晩生種まで4品種を用い、播種1カ月の間において2段階とした。S2号の極晩播区は糊熟期の収穫であったが、他は黄熟期で

収穫することができた。全乾物収量は、概して極晩播で低下して、晩生な品種ほどその傾向は明らかであった。逆に、雌穂重割合はS2号以外で極晩播の方が高くなった。しかし、前年よりは全般に低いものであった。

表37 1979年の性状と収量など

區別	項目		草丈 (cm)	着雌穂高 (cm)	折損・倒伏 割合(%)	収量 (kg/10a)			雌穂割合 (%)	調査月日 と熟度
	生	乾物				TDN				
1	75 標	71	240	90	1.0	5.13	1.13	0.80	47.0	VIII 27 黄
2		95	241	93	2.8	5.33	1.23	0.87	46.7	
3		143	243	102	2.8	6.53	1.44	1.01	43.8	
4	75 極	71	237	86	3.0	4.33	1.13	0.82	53.3	IX 19 黄
5		95	246	92	1.5	4.50	1.16	0.84	53.9	
6		143	247	102	0.5	5.83	1.51	1.06	45.5	
7	95 標	71	276	118	0.	5.83	1.42	0.99	44.2	IX 3 黄
8		95	284	123	0.8	6.12	1.54	1.07	41.6	
9		143	281	121	0.	6.67	1.57	1.01	22.8	
10	95 極	71	273	109	1.4	5.00	1.26	0.90	48.3	IX 25 黄
11		95	273	120	2.2	5.67	1.40	0.98	44.5	
12		143	283	127	1.3	6.50	1.51	1.04	40.6	
13	SA 標	57	297	120	2.7	5.50	1.47	1.04	47.6	IX 11 黄
14		71	292	117	1.0	6.33	1.71	1.20	44.1	
15		95	297	121	2.3	7.16	1.85	1.27	39.5	
16	SA 極	57	277	96	0.6	4.90	1.25	0.91	52.1	X 3 黄
17		71	287	103	1.9	5.77	1.42	1.01	49.5	
18		95	274	103	2.3	6.16	1.49	1.06	48.3	
19	S2 標	57	300	139	0.6	6.57	1.40	0.97	40.5	IX 17 黄
20		71	300	142	0.5	8.00	1.78	1.23	40.3	
21		95	302	145	1.5	9.16	1.97	1.33	34.8	
22	S2 極	57	295	132	2.4	7.17	1.36	0.92	34.9	X 9 糊
23		71	302	139	2.4	7.93	1.57	1.05	32.6	
24		95	303	147	4.5	8.00	1.54	1.02	28.7	

表38には全乾物収量だけを抜き出した。全般に高い密度で大きい収量になる傾向であった。

また、上記のように極晩播区で低収となり、その傾向は晩生品種ほど大きかった。

表 38 1979 年の処理別、全乾物収量

kg/a

密度 (本/a)	播 種 時 期							
	5 月 15 日				6 月 20 日			
	早 晩 性 品 種							
	N 75	N 95	S A	S 2	N 75	N 95	S A	S 2
570	—	—	147	140	—	—	125	136
710	113	142	171	178	113	126	142	157
950	123	154	185	197	116	140	149	154
1430	144	157	—	—	151	151	—	—

表39は雌穂乾物収量を抜き出したものであるが、N95、S A号、S 2号の最高密度の区では収量が減少に転ずる傾向がみられた。播種期による収量差は、極早生種のN75では極晩播の方

が高く、N95では差がみられなく、早生種のS A号では逆転して極晩播で低くなり、晩生種のS 2号でその差はより大きくなった。

表 39 1979 年の処理別、雌穂乾物収量

kg/a

密度 (本/a)	播 種 時 期							
	5 月 15 日				6 月 20 日			
	早 晩 性 品 種							
	N 75	N 95	S A	S 2	N 75	N 95	S A	S 2
570	—	—	70	57	—	—	66	48
710	53	63	76	72	61	61	70	51
950	57	64	73	69	63	62	72	44
1430	63	36	—	—	68	61	—	—

サイレージ材料の要件としては、適当な含水率も上げられる。つまり、含水率70~75%、あるいは乾物率25~30%が、良好なサイレージ発酵を促して品質を良く保持する上で適当である。収穫時の材料全体の乾物率を表40に示した。収穫は黄熟期に達した段階で、あるいはそのステージに達しないものは降霜前の10月10日ころに行なった。つまり、処理区ごとの収穫日は異なり、また品種ごとの黄熟期の判断にはどうして

も差が生じるため、乾物率の比較には適切性に欠ける面もあった。しかし、概して極早生種群では播種期を遅らせても収穫時の乾物率の低下はみられなく、むしろ増大さえみられた。晩生種は標準播種期でも乾物率21~22%で、極晩播では黄熟期に至らないため19%代となった。密度の違いによる差は小さく、傾向のはっきりしないものであった。

表 40 1979 年の処理別の材料乾物率

(%)

密度 (本/a)	播 種 時 期							
	5 月 15 日				6 月 20 日			
	早 晩 性 品 種							
	N 75	N 95	S A	S 2	N 75	N 95	S A	S 2
570			26.7	21.3			25.5	19.0
710	22.0	24.3	27.0	22.2	26.1	25.2	24.6	19.8
950	23.1	25.2	25.8	21.5	25.8	24.7	24.2	19.2
1430	22.1	23.5			25.9	23.2		

図9に全乾物収量と雌穂収量をぬき出して作図して示したが、前記した傾向が明確であった。標準播種期の場合では、早晩生品種群間の全収量の差は明確であり、晩生種ほど多収であった。そしてこの差は、早生品種の栽植密度を大きく

しても、解消するものではなかった。一方6月20日の極晩播の場合には、同一の栽植密度では晩生品種ほど多収であったが、早生品種の栽植密度を大きくすることで差は解消した。

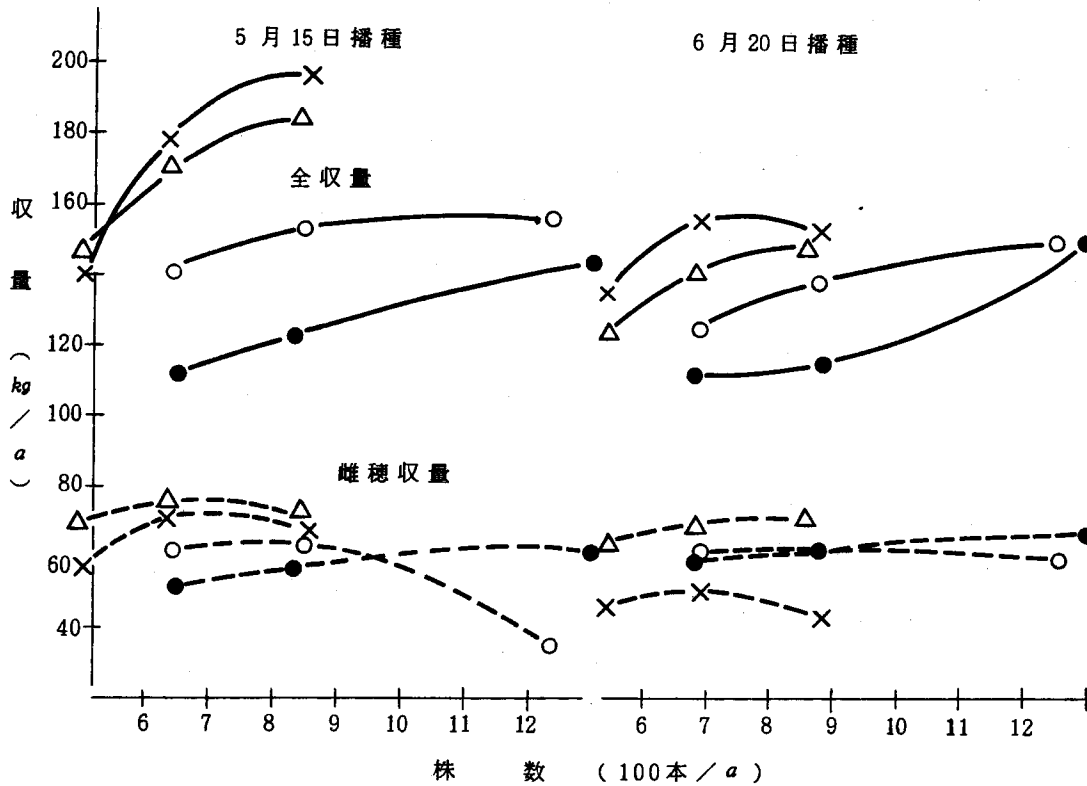


図9 1979年の栽植密度と乾物全収量、乾物雌穂収量

注) 凡例 (● N 75 (実線: 全収量)
 (○ N 95 (破線: 雌穂収量)
 (△ S A
 (× S 2号

分散分析による検定を行なったが、全乾物収量では密度、品種、時期ともに差は有意であった(表41)。乾物雌穂収量では品種のみ有意で

あった(表42)。いずれも交互作用の有意性は認められなかった。

表41 全乾物収量の分散分析表(1979年)

	平方和	自由度	平均平方	F
密度 M	7,632	2	3,815.8	8.335*
品種 V	7,622	3	2,541.0	5.550*
時期 T	2,977	1	2,977.0	6.502*
MxV	1,021	6	170.2	0.372
VxT	1,444	3	481.5	1.052
MxT	212	2	106.2	0.232
MxVxT	2,747	6	457.8	

注) *: 1%水準で有意

表 42 乾物雌穂収量の分散分析表 (1979年)

	平方和	自由度	平均平方	F
密度 M	91	2	45.5	0.993
品種 V	774	3	258.0	5.633*
時期 T	28	1	28.0	0.611
MxV	357	6	59.5	1.299
VxT	630	3	210.0	4.585
MxT	46	2	23.0	0.502
MxVxT	275	6	45.8	

注) * : 1%水準で有意

図10に、植物体1本の乾物重量の変化を示した。早生品種ほど小さかったが、株数(栽植密度)が多くなるに伴う減小は緩やかであった。

極晩播した場合は各品種とも小さくなったが、晩生なものほど減少が大きかった。雌穂重については、S・Aが他より大きいことが注目された。

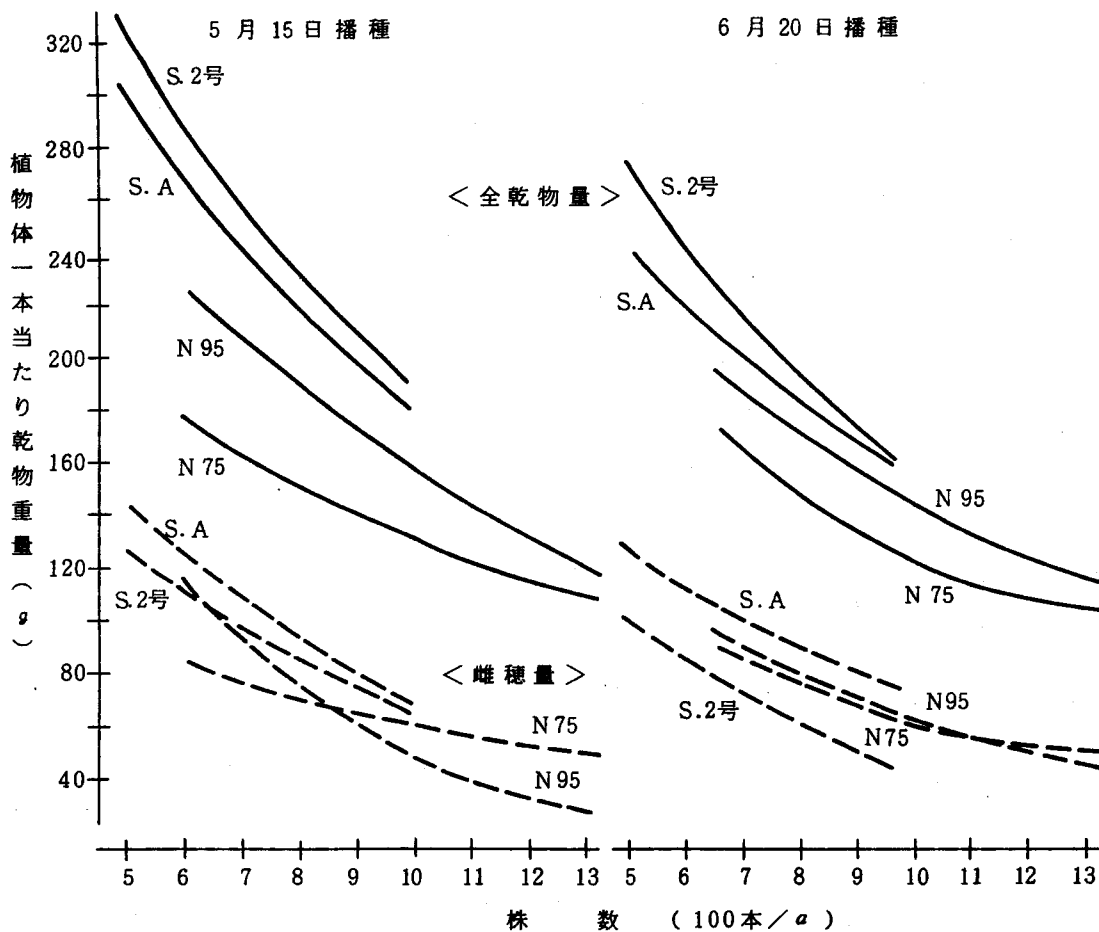


図 10 1979年の栽植密度と植物体1本当たり全乾物重量と雌穂重量

注) 有意に得られた回帰式

5月15日播種 N75 全量 $\log y = \log 262.5770 + x \log 0.9993$
 " " 雌穂量 $\log y = \log 135.7212 + x \log 0.9992$
 " N95 全量 $\log y = \log 397.5578 + x \log 0.9991$
 " " 雌穂量 $\log y = \log 396.3088 + x \log 0.9979$

3. 考 察

とうもろこしが青刈利用されていた場合は、出穂期～乳・糊熟期に多収となる晩生種が寒冷地においても好まれてきた。今日では、とうもろこしの全てはサイレージ用であり、雌穂重割合が高くエネルギー収量が高いことや、収穫時の材料含水率が75%程度になっていることが望まれるため、地域に適した適度に早生なるものを選択するように指導され、現実にもその方向に進んでいる。

1年1作を前提として標準播種期で栽培した場合は、坪刈調査での収量は晩生種ほど高収を

示した。新得方式で計算されるTDN収量でも同様であった(図11)。しかし、雌穂重割合や収穫時の乾物率は他より低く年度変動が大きかった(図12、図13)。これは晩生種ほど遅い収穫期となって、黄熟期あるいはできるだけそれに近い適期の収穫による場合であり、収穫が早くなるほど収量上の有利性は低下し、雌穂率や乾物率は一層低下する。

寒冷地において、収穫期が早くなることは例が多い。つまり晩生種ではサイレージ原料としての質的低下は避けられない場合が多いことを示している。

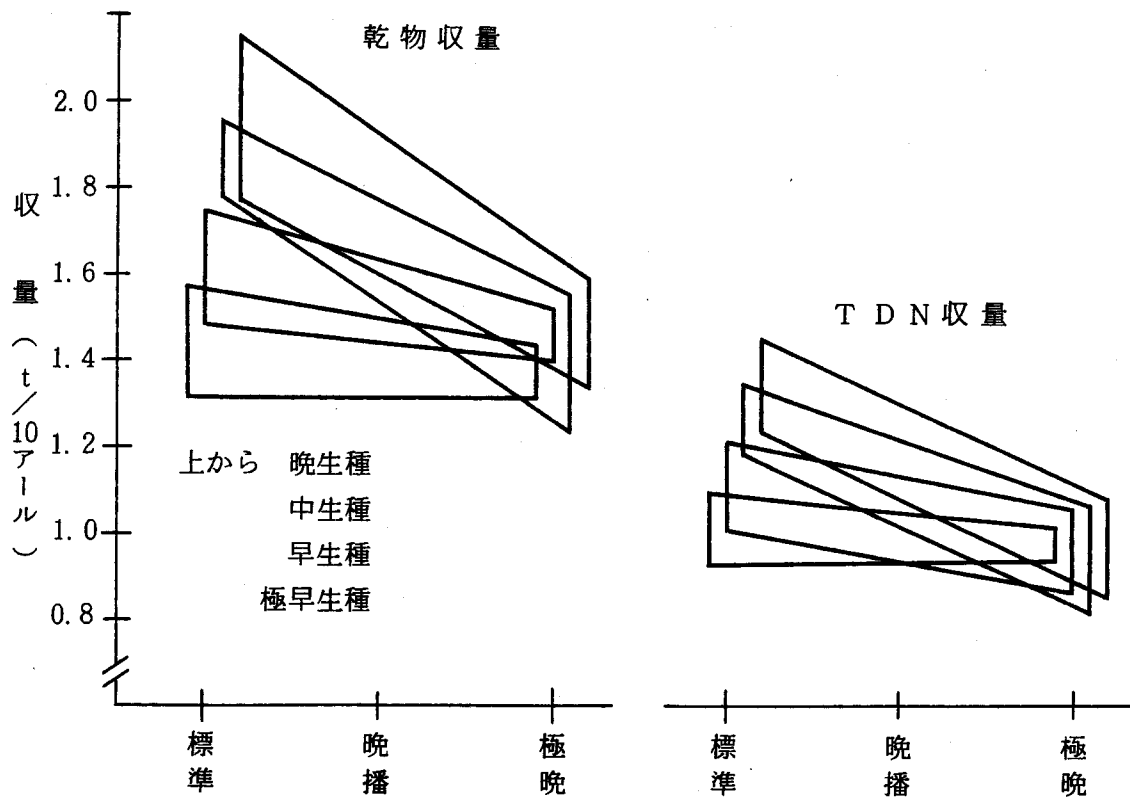


図 11 播種時期別、品種群別の収量のまとめ

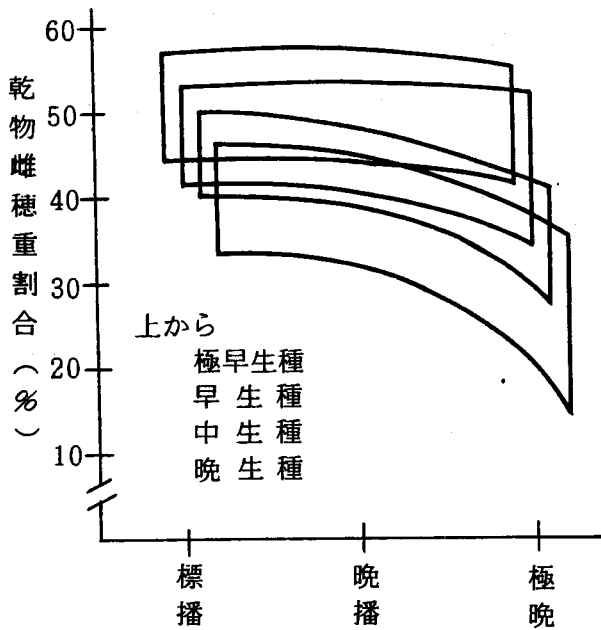


図12 播種時期別、品種群別の乾物雌穂重割合

天候との関連でみた場合、全般的な各年度の天候の良否とその年度の収量程度とは関連が不明確であったが、雌穂収量とは明らかな関係がみられた。とりわけ晩生種では、絹糸抽出期以降の気温条件次第で雌穂収量が極端に変化し、全収量にもおよぶ傾向は早生種とは違って特異であった。

寒冷地においては、概して晩生種、極晩生種に対する登熟期の気温条件は不十分である。充分な登熟が行なわれないで雌穂重割合は40%未満で止まる場合が多く、品種の特性が充分に発揮されないで、温暖地との収量差が生じて来るものと思われた。

早生種ほど短稈であるため、収量を大きくするためには密植が条件となる^{2) 3)}。晩生種は疎植に対して密植の増収が13~16%であったのに対して、早生種の増収は20~40%になった。密植試験の年度は良好な天候に会い、晩生種でも増収効果が認められ、雌穂重割合や乾物割合の低下は予想したより小さかった。

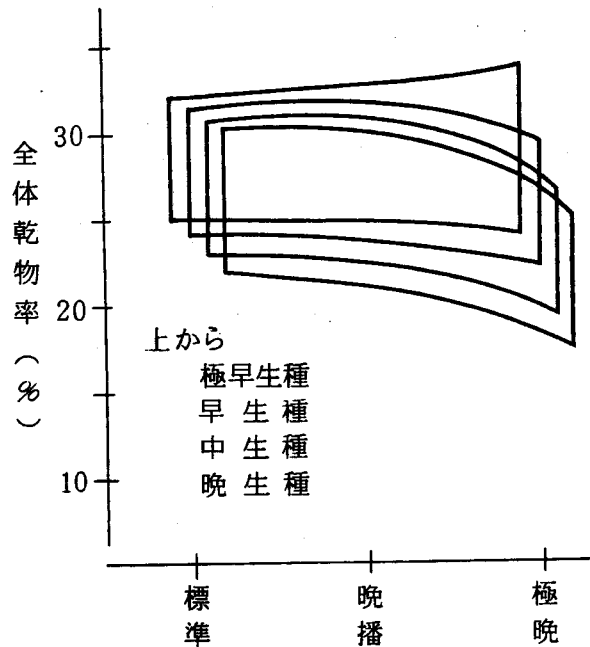


図13 播種時期別、品種群別の収穫時の乾物率(全体)

しかし、播種期の遅延が組合わされたときは、雌穂重割合や乾物割合の低下は晩生播ほど大きいものであった(図12、図13)。さらに播種期が遅延した場合は、晩生種の乾物収量は早生種と差がなくなり、TDNでは逆転してしまうことも明らかであった(図11)。早生種は晩播しても雌穂重割合や乾物割合の低下が小さく、晩播して増大する例もみられた。すなわち、寒冷地において良質サイレージ原料を多収しようとする場合は、地域に合った適度に早生な品種を選択して、密植によって達成をねらうことが効果的であると思われた。とりわけ、高海拔地や二毛作方式導入で播種が遅れる場合は、このことが一層重要になると考えられた。

第3節 とうもろこし栽培の管理技術

とうもろこしは牧草と比較した場合に収量で優れているが、必要とする栽培労力は多くなる。これを機械化で解決を図ろうとすると機械装備が多くなるが、この利益をカバーするためには高い収量水準を確実に維持することが必要である。労力を要するが収量水準を左右する管理作業の典型は雑草防除であり、これは不可欠な作業である。近年、有効な除草剤が開発されており、これは除草労力の軽減が期待できるものであり、除草剤の使用法について検討した。

とうもろこしは多収であり、サイレージ材料としても優れた性質を持つが、唯一の欠点は蛋白質含量が少ないことである。著者らは、マメ科作物との混作によって蛋白質含量の改善が図られないものかと考えた。とうもろこしとマメ科作物の混作によって蛋白質含量の改善が図られないものかと考えた。とうもろこしとマメ科作物の混作は、昭和30年代に試験が数多く行なわれている。それらの目的は、マメ科作物の窒素固定を期待する施肥量の軽減効果が主体であり、その効果を認めている。同一畦混播において交互畦まきなどよりマメ科作物の混在割合を多くできたが、とうもろこし播種量を多くするほど全体収量が高かったとしている¹⁵⁾。著者らは大葉ツルマメを用いて、機械化一貫作業を前提とした栽培法の検討と近年の輸入品種の利用によるとうもろこしの高い栽植密度における適合性を検討した。なお、種子は岩手大学の海妻教授から提供を受けたので、ここに謝意を表します。

1. 方法

(1) 除草剤の使用法

除草剤は、従来から用いているゲザプリウム50（アトラジン水和剤）の外に、ロロックス（リニュロン水和剤）、ラッソー（アラクロール乳剤）を供試して、1回処理と2回処理を行なったが、その組合せ処理法などは表43のと

おりである。

表43 除草剤の種類と組合せ

処理区名	除草剤組合せ	
	播種3日後	雑草発芽前時
A	無	無
B	無	ゲザプリウム50
C	ロロックス	無
D	ロロックス	ゲザプリウム50
E	ラッソー	無
F	ラッソー	ゲザプリウム50

注) 10a 当たり散布量：ロロックス：150 cc
ラッソー：250 cc、ゲザプリウム：200 g

播種3日後の場合は土壌処理であり、雑草発芽前時は雑草葉面への散布である。10a 当たりの散布薬量はゲザプリウム50が200 g、ロロックス150 cc、ラッソー250 ccで、いずれも100 lの水で溶解して、ブームスプレーヤを用いて散布した。試験実施は1978年である。

(2) 大葉ツルマメの組合せ栽培

① ツルマメ品種比較

とうもろこし ツルマメ

スノーデントA号 } × { XI和野系(播種量 2,050 g)
スノーデント2号 } { 千系1号(" 980 g)
邦系5号(" 1,170 g)

② ツルマメ播種密度

とうもろこし ツルマメ(千系1号)播種密度(予定)

スノーデント95 } × { 10a 当たり (播種量 490 g)
スノーデントA号 } { 4,000株
スノーデント2号 } { 8,000株(" 980 g)
12,000株(" 1,470 g)

③ ①②共通栽培条件

ア、とうもろこし密度(各10a 当たり)

スノーデント95：9,000本
スノーデントA号：8,000本
スノーデント2号：7,000本

- イ、肥料（各10アール当たり）
 基肥：13・18・14化成を77kg
 追肥：硫安を24kg
 ウ、試験実施は冷涼年の1980年である。

2. 結 果

(1) 除草剤の使用法

C区からF区までの土壌処理は、播種3日後の6月4日に行なった。雑草発芽揃時の処理は、遅れて6月26日に行ない、その間にとうもろこしの発芽率を調査した。

表 44 除草剤使用法と効果

項 目	処 理 区					
	A .	B	C	D	E	F
とうもろこしの発芽率(%)	98.2	66.0	79.0	89.0	82.6	83.5
残存雑草本数	435	244	250	205	81	51
禾本科雑草	280	227	160	204	39	42
広葉雑草	155	17	90	1	42	9
指 数 値	100	56	57	47	19	12

注1 調査日は7月20日

2 雑草本数は m^2 当たり

3 雑草の種類

禾本科雑草：イヌビエ、エノコログサ、ニワホコリ、メヒシバ

広葉雑草：イヌビエ、イヌダテ、アカザ、エゾノギシギシ、ヒメジオン、ツユクサ

土壌処理を行なったC～F区のとうもろこし発芽率は79～89%であり、ロックスとラッソーの差は明らかでなかった。無処理の2区は98%と66%で差が大きく、処理区との差は明らかでなかった。無処理のA区とB区の差は何に起因するものか不明であったが、薬害によるものではなく、除草剤のとうもろこし発芽に対する障害はなかったものと思われた。

残存している雑草本数による除草剤の効果は7月20日に行なった。とうもろこしは草丈約150cmで、穂孕期であった。無処理A区は m^2 当たりの雑草本数は435本で、そのうちイヌビエやエノコログサの禾本科雑草が64.4%と半数以上を占めた。雑草発芽揃前にゲザプリウムを用いたB区では、広葉雑草はA区に対して約10%で効果が認められたが、禾本科雑草への効果は認められなかった。

土壌処理剤のロックスを用いた場合は、

禾本科雑草への効果は小さく、広葉雑草で大きかった。さらにゲザプリウム処理を重ねたD区では、遅れて発芽した広葉雑草の除草効果も認められた。ラッソーでは禾本科雑草への効果も明らかに確認された。これにゲザプリウム処理を重ねたF区の効果は最高であり、残存雑草本数はA区に対して12%であった。

(2) 大葉ツルマメの組合せ栽培

1980年の試験実施に先立って、1979年にはツルマメ種子の増殖を行うとともに、性状を観察した。品種は3種であった。千系1号は、千葉にあった農林省畜試において育成されたものである。邦系5号は、旧関東東山農試草部地（西邦須野）で育成されたものである。以上2種はかなり晩生であった。刈和野は、秋田県刈和野において採種されたものであり、前の2種よりは早生なもので仮に刈和野と命名した。

表 45 ツルマメの品種と特徴

項 目	品 種		
	千 系 1 号	邦 系 5 号	刈 和 野
草 高	支柱絡みで2.0 m以上	同左1.5~1.8 m	同左1.5 m
茎 の 太 さ	邦系よりやや細い	刈和野よりやや細い	普通大豆と同程度
葉 の 大 き さ	長葉、4 cm×10 cm	丸形、8 cm×12 cm	丸形、左と同程度
草 量	大きい	やや大きい	やや大きい
サ ヤ の 量	多 い	多 い	多 い
サ ヤ の 大 き さ	小 (長さ4 cm前後)	千系と刈和野の間	やや小 (長さ約5 cm)
子 実 充 実 期	10月上旬	10月上旬	9月中旬
子 実 千 粒 重	55 g	55 g	125 g
ま ん 化 程 度	大	やや大	有、枝多くない
絡 り 程 度	普 通	普 通	やや劣る

試作による観察の結果は表45に示した。栽培するに当っては支柱を用いた。千系1号と邦系5号の形態は概して類似していた。茎は細目でまん化が強く、小さいサヤが多数付いたが、晩生で子実充実期は初霜直前の10月上旬であった。しかし、後者の葉形は丸形であるのに対して、前者は長葉で草量がやや勝り、逆にサケは小さ目であるなど小さな差違もみられた。

刈和野は、茎が青刈大豆の黒千石程度でやや太目で、葉は邦系5号程度の丸形の大葉であった。ツルの絡り具合は幾分弱いと観察された。サヤの数では前二者より少な目であったが、幾分大きく、子実も千粒重が125 gで前二者の倍以上であった。子実充実期は9月中旬と早く、初霜前の完熟が認められた。

表 46 組合せツルマメの品種別の収量構成など

項 目	と う も ろ こ し 品 種					
	S. A 号			S. 2 号		
	ツ ル マ メ 品 種					
	千系1号	邦系5号	刈和野	千系1号	邦系5号	刈和野
ツルマメ生収量 (kg/a)	46.8	48.1	31.0	26.4	36.6	25.7
乾物割合 (%)	16.5	15.3	16.3	16.4	15.2	16.3
乾物収量 (kg/a)	7.7	7.4	5.1	4.4	5.6	4.2
とうもろこし本数 (本/a)	900	857	866	729	729	729
ツルマメ絡り本数 (本/a)	700	486	471	386	386	314
絡り本数 (%)	77.7	56.7	53.2	52.9	52.9	43.1
とうもろこし草丈 (cm)		313			332	
着雌穂高 (cm)		122			163	
生収量 (kg/a)		716			873	
乾物割合 (%)		19.7			16.5	
乾物収量 (kg/a)		141			144	
全乾物収量 (kg/a)	148.7	148.4	146.5	148.4	149.6	148.2
内ツルマメ割合 (%)	5.2	5.0	3.5	3.0	3.7	2.8
とうもろこし生育段階	黄熟初期			乳熟期		

太葉ツルマメの品種比較の区は、9月12日の刈取りで調査した(表46)。とうもろこしは、S A号は黄熟初期であったが、S 2号は乳熟期であった。草丈は前者が313cmに対して後者が332cmであり、差は20cmだけであった。ツルマメは全般に被圧が強く、生存本数が少なかった。全とうもろこし本数に対してツルマメが絡んで

いるものの割合は、概して半数強であり、S.A号区の方がS 2号区に対して、また千系1号と邦系5号が刈和野に対してわずかに勝る傾向がみられた。量的にみても、同様の傾向であった。

全乾物収量に対するツルマメの割合は、約3~5%であり、期待された15~20%代にはいずれも遠く及ばなかった。

表 47 ツルマメ (千系1号) の飼料成分

飼料成分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗せん維	粗灰分
乾物中割合(%)	16.5	3.6	54.3	18.0	7.6

図14は、とうもろこしの草丈にしたがって50cmごとに分級して、とうもろこしとツルマメの収量構成をみたものである。スノーデントA号と組合せたものでも、刈和野を除いたツルマメ

のそれぞれの高さの収量構成は平均化していた。それに対してスノーデント2号との組合せでは、低い分級で大きく、高くなるほど減少した。

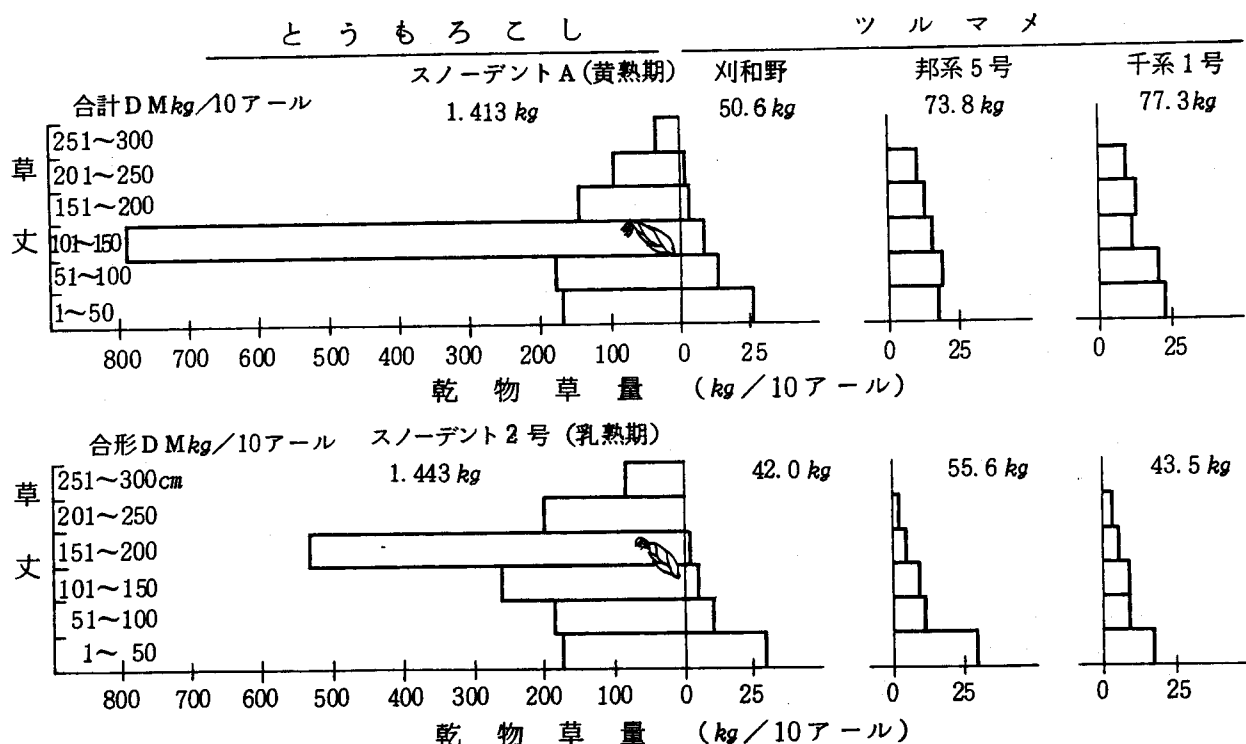


図 14 ツルマメ品種別の収量構成 (9月12日収穫調査)

サイレージ用とうもろこしの輸入品種は、従来のエローデントなどに比べると初期生育は概して遅い。それでもツルマメのとうもろこしに対する生育の遅れが認められ、ツルマメは被圧されて株数が減少した。とうもろこしによく絡まったものが、上方に伸長して生存することが認められた。そして、とうもろこしが雄穂抽出期に達して伸長を停止して後に、ツルマメは最

上級付近に枝葉を伸ばすことが観察された。つまりスノーデントA号は早生種であり、8月10日の雄穂抽出期ごろで伸長を停止したために、それと組合せのツルマメは高い分級でも収量が構成されたものである。スノーデント2号は晩生種であり、雄穂抽出期は8月22日で草丈がA号より20cm高くなった。つまり、2号と組合せたツルマメは被圧が強く長期に渡り、生き延び

たものが枝葉を伸長させるには、9月12日の収 れた。

穫までの期間では充分でなかったものと推察さ

表 48 組合せツルマメの栽植密度別の収量構成など

項 目	と う も ろ こ し 品 種								
	N. 95			S. A			S. 2 号		
	ツルマメ 播 種 量 (kg / 10 a)								
	490	980	1,470	490	980	1,470	490	980	1,470
ツルマメ生収量 (kg/a)	47.8	34.2	52.6	37.1	42.8	52.0	35.3	28.0	29.8
乾物割合 (%)	21.7	22.4	22.0	22.2	21.9	22.0	21.3	21.1	21.0
乾物収量 (kg/a)	10.4	7.7	11.6	8.2	9.4	11.4	7.5	5.9	6.3
とうもろこし本数 (本/a)	928	929	957	843	786	843	728	728	771
ツルマメ絡り本数 (本/a)	486	386	557	457	443	543	443	400	386
絡り本数割合 (%)	52.3	41.5	58.2	54.2	56.4	64.4	60.8	54.9	50.0
とうもろこし生育段階		枯熟期			成熟期			黄熟期	
草 丈 (cm)		298			324			321	
着雌穂高 (cm)		134			135			167	
生 収 量 (kg/a)		337			562			856	
乾物割合 (%)		37.8			31.3			22.6	
乾物収量 (kg/a)		127.4			175.5			193.0	
全乾物収量 (kg/a)	137.8	135.1	139.0	183.7	184.9	186.9	200.5	198.9	199.3
内ツルマメ割合 (%)	7.5	5.7	8.3	4.5	5.1	6.1	3.7	3.0	3.2
とうもろこし DCP 収量 (kg/a)		7.22			9.82			10.71	
ツルマメ DCP 収量 (kg/a)	1.30	0.95	1.43	1.01	1.16	1.41	0.93	0.73	0.78
合計 DCP 収量 (kg/a)	8.52	8.17	8.65	10.83	10.98	11.23	11.64	11.44	11.49
全体 DCP 割合 (%)	6.2	6.1	6.2	5.9	5.9	6.0	5.8	5.7	5.8

注) DCP 計算は、とうもろこしについては新得方式による。ツルマメの粗蛋白消化率は75%とした。

次は組合せツルマメの栽植密度の検討である (表48)。この場合の収穫調査は9月30日と遅くなって、とうもろこしのN95は枯熟期、SA号は成熟期、S2号は黄熟期に達していた。ツルマメの収量は6~12kg/aで9月12日の品種比較の調査時点より約40%程度増大していた。同時にとうもろこし収量も約30%ほどの増大があつたため、全乾物収量に対するツルマメ収量

の割合は3~8%程度で、前回調査との差が認められなかった。この時点でのツルマメ収量は、より早生なとうもろこしの品種との組合せほど多くなった。このことの説明は、前項と同様である。しかし、とうもろこしは収穫適期を過ぎているものであり、適期ではツルマメ収量は6~7kg/a程度と思われた。

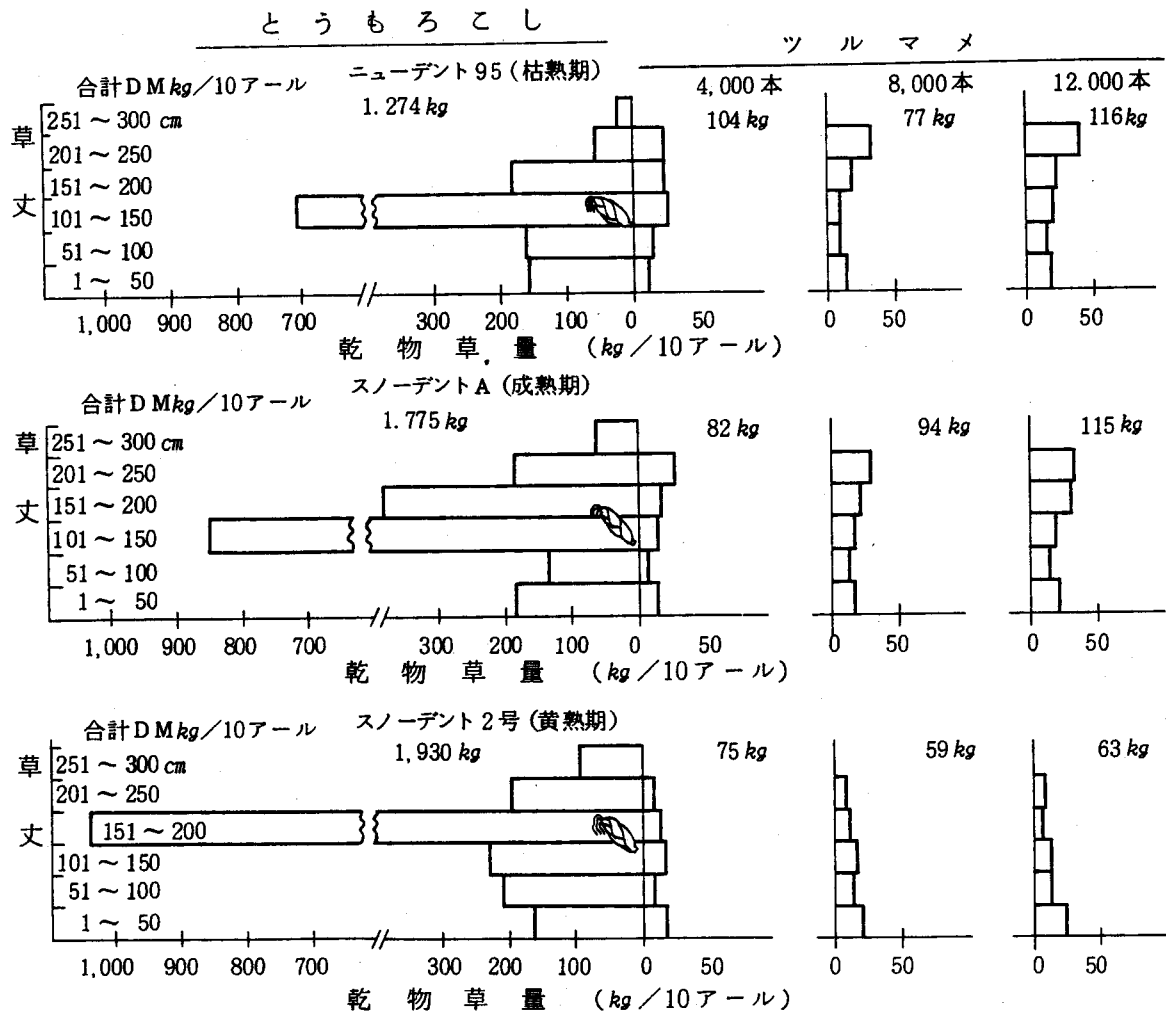


図 15 ツルマメ播種密度別の収量構成 (9月30日収穫調査)

ツルマメ栽植本数を多くすることは困難であった。N95とS A号との組合せでは、播種量を多くするほどツルマメの本数が増加する傾向はみられたが、とうもろこしによる被圧が大きいため、その増加は十分なものではなく、ツルマメ割合が乾物比で10%に達するものはなかった。晩生なS 2号との組合せでは、播種量を多くする効果が全く認められなかった。

蛋白含量の拡大については、表48からみられるようにDCPで0.5%だけの上昇にすぎなかった。つまり、ツルマメ混合割合の最も大きかったN75において、とうもろこしホールクロップのDCP 5.7%は、ツルマメを混作することで6.2%となった。

3. 考 察

草地試の飯田は、ゲザプリウム水和剤とラッソー乳剤を同時に混合して⁷⁾土壤処理する方法の有効性を報告している。この場合、前者は150g、後者は220ccと、単独で使用するより50gと50ccほど節約できるとしている。

著者らは、1978年の当該試験の後も実用圃場によって検討を続けた。永年草地更新直後に栽培した場合は雑草が少なく、ラッソー乳剤で土壤処理する方法だけで足りた。この処理後、広葉雑草の残存程度をみて、ゲザプリウムを葉面散布するかどうかを検討する方法を取り、これを省力できる場合が多かった。とうもろこしが連作されて畑雑草が多くなってからは、最初

から混合して使用する方法を採ることが葉量の節約と作業量の軽減から有効であった。

1950年代の平石らの青刈大豆を用いた混作の研究では、大豆の収量割合を50%にできたとしているが、とうもろこし出穂期の若刈りで全乾物収量は約500 kg/aと低収であり、とうもろこし割合を増すほど全収量が大きくなったが、その実収量は579 kg/10 a程度となっている¹⁵⁾。今日のとうもろこし栽培では、牧草より多収穫を上げることが不可欠な目的となっており、そのためには密植が必須条件である。このような条件下では、マメ科作物の収量割合を大きくするために密植密度を小さくして全収量を低下させることは実際的でない。

著者らは、とうもろこし栽培密度は通常の本数で行なうことと、マメ科作物にはツルマメを採用することで、全乾物収量を下げずにマメ科作物を混作して、その混合割合は15~20%程度とすることを目標に考えた。6%程度のDCPであるとうもろこしホールクローブから、ツルマメを入れることで全体のDCPが8~9%程度と2%以上向上させることを目標とした。結果的には、ツルマメは被圧されて混合割合が低く、全収穫物中のDCPは、0.5%程度の増加しか得られなかった。その直接の原因は、初期生育でツルマメが劣勢であることとツルマメのとうもろこしへの絡りが弱くて上方への伸長が順調に行なわれなかったことであると思われた。

大葉ツルマメは、1950年代に農林省畜試や旧関東東山農試草地部において、野生種から選択と育種を行なって幾つかの系統が作出されたものである。しかし、今日ではその種子の入手がむずかしくなっている。まして、今日では増植が行なわれていないために、実用に供するためには、毎年自家増殖を行なう必要があり、ここにも現状での実用の困難さがあると思われた。

著者らは、ツルマメに代るものとして、さやいんげんの組合せを、今後の課題として考えて

いる。さやいんげんは極く晩生な品種を選ぶ必要があるが、生育の勢いや、絡りの強さに優れており、さらに種子も容易に購入できることから有望と思われる。

現実に酪農家がとうもろこしを作付できる面積には限りがあるが、とうもろこしは連作になっている事例が多い。概してとうもろこしは耐連作性があり、その障害は小さいが、スジハガレなどの病害を受け易くなることや茎が細くなって低収となるなどの報告もある。つまり、窒素固定による肥料節約や飼料としての蛋白含量の増大に加えて、連作障害の回避についての効果の検討も望まれるところである。

第4節 冬作大麦の導入

飼料用麦類は、作付体系や労働配分などの面でとうもろこしとは位置づけを異にし、収量や飼料的品質では劣っても、とうもろこしとは別の長所的特色を持っている。寒冷地では秋播性の高い麦を用いて冬作物とし、夏作のとうもろこしと組合せることで、土地利用の拡大が期待できる。麦類のホールクロップサイレージの品質や家畜による嗜好性は、イタリアグラスや他のイネ科牧草よりも不利であるが、生育に必要な温度が低く、1度刈の収量が高い。

麦類の中では大麦が子実収量が大きくて、サイレージ適性が高いと思われる。秋播性の高い六条大麦は、小麦やライ麦に比べて越冬性が弱い、それでも生育に必要な基準温度は日平均気温で約4℃で、イタリアンライグラスなどの5℃よりも低温である。つまり、秋は遅播き¹⁶⁾ができて、春の生育が早くて熟性も早い。寒冷地においても、早生とうもろこしとの組合せで二毛作の採用の可能性が期待できる。

二毛作では、前作の収穫とサイレージ調製から、後作のための耕起から播種までの日数は、極く短期間に制約されるため、作業の遂行は機械化によって能率化を図ることが望まれる。反面、機械装備の拡大は飼料の生産費を高くして、自給飼料のメリットを損う懸念も拡大される。とうもろこし栽培の普及に伴って、近年はコーン・プランタやコーン・ハーベスタの導入も多くなっているが、これらのとうもろこし用作業

機を大麦栽培へも活用できれば、機械装備の新たな拡大を必要としない。

以上のような考えから、大麦の品種別の越冬性や熟性、収量性について、さらにはとうもろこし用作業機を適合させるための条播栽培法などについて検討した。

1. 方法

(1) 品種比較

① 供試品種

表49のとおりである。

表49 供試品種

品 種	秋播性程度
ハヤチネムギ	Ⅱ
べんけいむぎ	V
ミユキオオムギ	Ⅳ～V
ナンブコムギ	V

② 耕種法など

堆肥：3～4 t/10a

耕起：プラウ、ハロウ耕

基肥：13・18・14化成 57kg/10a

追肥：塩安 16kg/10a

播種：10kg/10a 散播、1978年9月26日

区画：2.5 m × 4 m、3反復

(2) 簡易栽培法

① 耕起法の試験処理

表50のとおりである。

表50 簡易栽培法の処理区分

区 名	内 容		
	耕 起	踏 圧	堆 肥 散 布
慣 行 法	プラウ・ハウロ科	播 種 後	耕 起 前
粗 耕 法 A	ハロウ耕のみ	な し	耕 起 前
粗 耕 法 B	ハロウ耕のみ	な し	播 種 後
不 耕 法 A	不 耕 起	な し	播 種 後
不 耕 法 B	不 耕 起、播種倍量	な し	播 種 後

② 共通耕種法

堆肥：3～4 t / 10 a

基肥：追肥：前項に同じ

種子：べんけいむぎ

播種：10 kg / 10 a 散播、1978年9月27日

区画：6 m × 7.5 m、3 反復、とうもろこし栽培跡地を用いた。

(3) 条播法と散播法

処理：耕起（ロータリ耕）・不耕起と散播・条播（コーン・プランタ）組合せ

条播の畦幅：70 cm

品種：べんけいむぎ

播種：散播10 kg、条播7～8 kg各10 a 当たり、1979年9月25日

施肥量：前項に同じ

堆肥：播種後3～4 t / 10 a トップドレッシ

ング

2. 結 果

(1) 品種比較

全体に越冬歩合が不良で20～35%程度であった。耕起後に手で散播したが、その後の覆土あるいは種子と土との混合および踏圧が不十分であったことが原因したと思われる。品種間では、秋播種の小さいハヤチネムギが最も低かった。これは県南地方で秋播きで栽培されているが、根雪期間は60日以下であることが必要とされている。当試験場所では根雪期間が、70日となり、この品種の越冬歩合を低くしたものと思われる。べんけいむぎとミユキオオムギはほぼ同程度であったが、前者がわずかに勝った。対象として用いた小麦のナンブコムギは、大麦の3品種より高い越冬歩合であった（表51）。

表 51 越冬歩合と生育ステージの比較

項 目	品 種			
	ハヤチネムギ	べんけいむぎ	ミユキオオムギ	ナンブコムギ
越冬歩合(%)	19.4	29.8	27.3	34.2
出穂期	5月10日	5月23日	5月22日	5月27日
開花期	5月25日	5月29日	5月28日	6月6日
乳熟期	6月3日	6月6日	6月7日	6月15日

注) 越冬歩合 = 越冬個体数 ÷ 越冬前個体数 × 100 (%)

熟性はハヤチネムギが最も早く、べんけいむぎとミユキオオムギはほぼ同じであった。早生なハヤチネムギを後の大麦二者と比較すると、出穂期で12～13日の差であったが、開花期や乳熟期では3～4日の差に小さくなった。出穂期が早いということは、栄養成長が充分でなくて茎葉収量が小さくなることであった。子実が充実して（乳熟期）サイレージ材料として供用できる時期は、べんけいむぎとミユキオオムギでは6月6～7日、ナンブコムギではそれより8日ほど遅れて6月15日であった。

表52には各品種の性状と収量を示した。収量調査は各品種の糊熟期に行なった。播種法が不適確であったことが主要因となって越冬歩合は全般に小さかったため、試験場所である滝沢での適品種と思われるべんけいむぎやミユキオオムギでも、後の試験の数値に比べて、穂数や乾物収量で約60%の成積であった。晩生な品種ほど越冬歩合が大きかったが、同様に稈長が大きくて全乾物収量も大きくなり、穂収量もまた大きくなる傾向であった。

表 52 品種比較による性状、収量など (1979)

項 目	品 種			
	ハヤチネムギ	べんけいむぎ	ミユキオオムギ	ナンブコムギ
稈 長 (cm)	55.2	77.6	77.6	93.6
穂 数 (本/m ²)	254.4	425.4	358.0	477.2
生 収 量 (kg/10a)	875	2,275	2,111	2,892
乾 物 収 量 (kg/10a)	291	626	551	1,006
日当たり乾物収量 (kg/10a日)	4.28	9.07	7.87	12.57
乾物穂収量 (kg/10a)	166	286	251	414
穂 割 合 (%)	56.5	46.0	45.6	41.3
調 査 月 日	6月13日	6月14日	6月15日	6月25日

輪作や二毛作方式を考える場合は、大麦も早生種を用いることが望まれる。しかし、ハヤチネムギは越冬性が弱くてホールクロップ収量も小さいため、実用には不適當であった。子実収獲用に当地域で作られているべんけいむぎやミユキオオムギが、ホールクロップ収量も大きく、サイレージ材料としても適當であることが知られた。後作にとりもろこしを作ろうとする場合、小麦の収穫期の遅れは当地方では許容できないが、日当たり乾物収量も大きいことから、作期が長くなることが許される条件下では、小麦の活用は多収性が生かされて有効であると思われた。

(2) 簡易栽培法

播種前に簡易にデスク、ハロウ掛けだけをした粗耕法と全く耕起を省略した不耕法の収量が、デスク・プラウとデスク・ハロウを用いた慣行法の収量に勝った。いずれの場合も覆土を省略した。粗耕法の場合のA区では堆肥散布を耕起前に行なったが、B区と不耕法の2区では播種後にトップ・ドレッシングを行なった。この堆肥トップ・ドレッシングのマイナス影響は全く認められなかった。発芽と定着の不良を心配して設けた播種量倍量の不耕法B区は、穂数とホールクロップの生収量とも最大となったが、乾物収量では他の不耕法と粗耕法区に劣り、乾物穂割合も最小であった。

表 53 栽培法比較による収量など (1979.6.19)

項 目	栽 培 法				
	慣 行 法	粗 耕 法 A	粗 耕 法 B	不 耕 法 A	不 耕 法 B
稈 長 (cm)	83	92	93	93	93
穂 数 (本/m ²)	590	639	744	674	778
生 収 量 (kg/10a)	2,694	3,463	3,126	3,363	3,711
乾 物 収 量 (kg/10a)	850	1,071	1,063	1,119	1,095
乾物穂収量 (kg/10a)	458	545	554	576	546
穂 割 合 (%)	53.9	50.9	52.1	51.5	49.9

慣行法では、同年に行なった前項の試験の場合と同様に、越冬歩合が低くなって収量性も不良となった。この場合、ローラ掛けを実施して

いるが、トラクタのタイヤ跡だけは生育密度が高かったことから、ローラが軽量で踏圧不充分であったことが推察された。また、麦作の場合

のプラウ・ハロウ耕では、土壤の絞まりが不充分で粗耕法や不耕法に対する越冬歩合などの差が生じるのではないかと推察された。

粗耕法と不耕法の場合のホールクロップの乾物収量 1,050 ~ 1,100 kg/10a、乾物穂収量（糊熟期）約 5.50 kg/10a は、満足できる収量水準であり、これらの方法の有効性が認められた。

(3) 条播法と散播法

耕起法による散播区が全般に最大値を示した（表54）。不耕起による散播区は前年より多収であったが、耕起法よりは劣って前年と逆転した。この試験での耕起はロータリ耕を採り入れ、播種後は浅いロータリ耕による覆土を行ない、ローラ踏圧を行なった。越冬前の好天も耕起区の根の生育促進に役立ち、越冬歩合を高くして、最大収量に結びつく要因となったと考えられた。

表 54 条播法と散播法の収量など（1980. 6. 19）

項 目	散 播		条 播	
	耕 起	不 耕 起	耕 起	不 耕 起
越 冬 率 (%)	80.6	67.9	60.1	65.7
越冬後株数 (千株/10a)	245	265	116	102
収穫時莖数 (千本/10a)	751	768	526	586
草 丈 (cm)	116	112	110	109
生 収 量 (kg/10a)	3,985	3,622	3,196	3,235
乾物割合 (%)	32.9	32.2	33.9	32.9
乾物全収量 (kg/10a)	1,312	1,167	1,085	1,064
乾物穂収量 (kg/10a)	649	565	528	520
穂 割 合 (%)	49.5	48.4	48.7	48.9

条播では畦幅を70cmにした。収穫時の莖数は約 550本/m²で、散播の約 750本に対して73%ほどであった。慣行の条播では畦幅が60cmである。畦幅が大きくなるための面積当たりの莖数の不足や収量低下は、当初から予想されたが、収穫作業にはともろこし用のハーベスタの活用を前提として70cmの畦幅とした。収量低下は莖数の不足ほどでなくて、条播区の乾物収量は約 1,070 g/m²であり、散播区に対して82~92%にとどまった。

大麦の条播栽培では、さらに時期的な生育変化や熟期別収量比較、積算気温と乾物収量など

の検討を加えた。

図16は生育量の変化である。麦類でもライ麦の場合は、5月30日前後の出穂期までの生育が早く急で黄熟期収量の約72%までに達し、その後乳熟期ころまでは生育量は小さく、再び登熟が進むにつれて生育量が大きくなる。今回調査の大麦の生育変化は、出穂期・開花期に至った時期から判断して平年値に近いものと考えられた。出穂期は5月23日でライ麦より1週間早く、そのときの生育量は最終収量の45%程度にすぎず、その後の生育はむしろ急になって直線的であった。

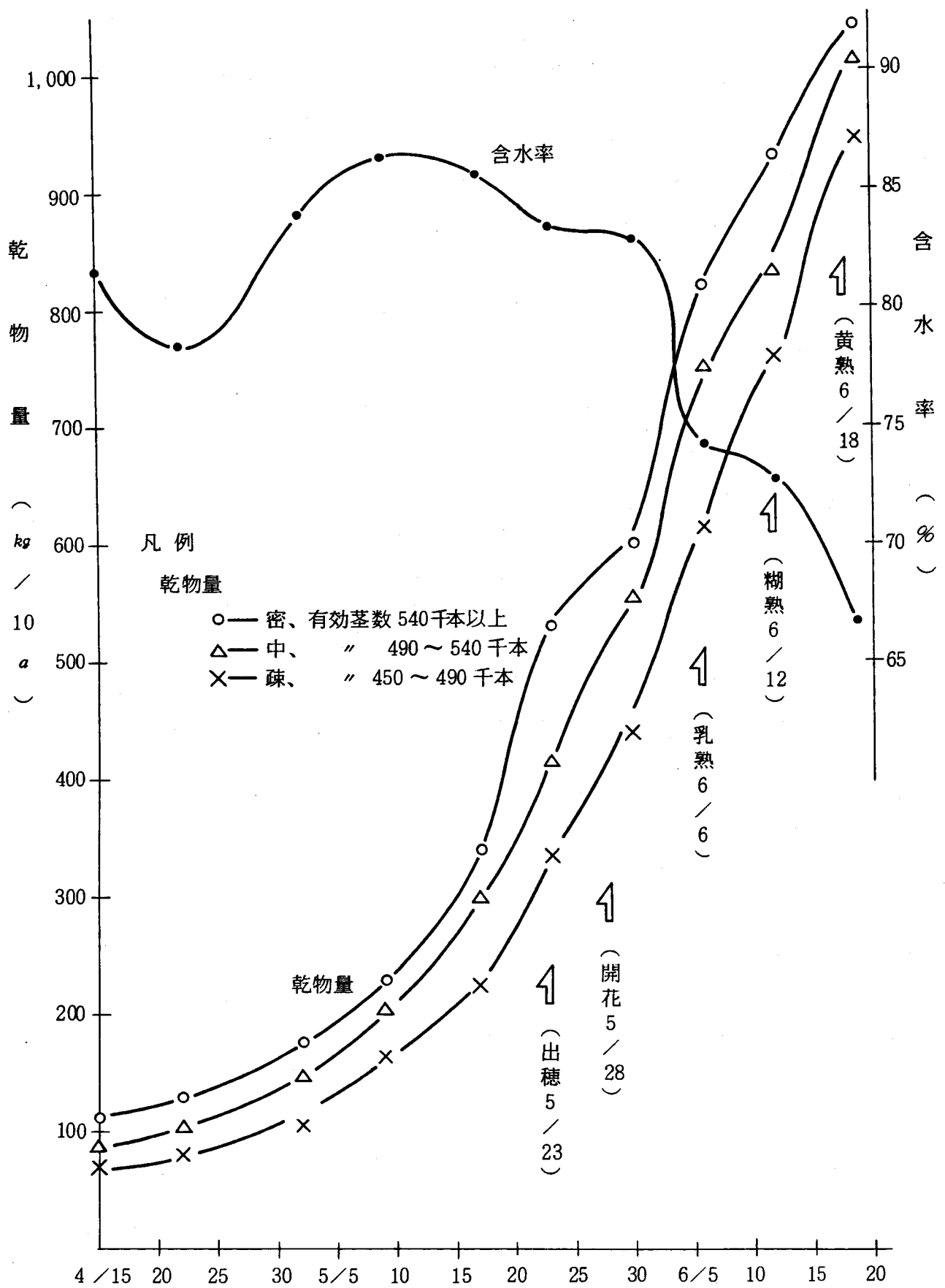


図 16 大麦の生育変化 (条播)

サイレージ材料としての適合水率を75%とす⁵⁾れば、それに達したのは6月5日で乳熟期であった。サイレージのための大麦材料の最適ステージがどこであるかは論の定まらないところで

あるが、黄熟期は6月18日で含水率は66.5%、乾物収量は栽植密度によって940~1,040kg/10aであった。

表 55 ホールクロップの熟期別収量変化

項 目		生 育 段 階		
		乳 熟 期	糊 熟 期	黄 熟 期
草 丈 (cm)				109
全 生 収 量 (kg/10a)		3,118	3,432	3,241
乾 物 割 合 (%)		25.7	27.0	33.2
全 乾 物 収 量 (kg/10a)		801	927	1,076
部 位 別 乾 物 割 合 (%)	葉	20.6	20.6	26.8
	茎	24.8	24.6	26.2
	穂	31.7	36.8	48.7
部 位 別 乾 物 収 量 (kg/10a)	葉	132	133	100
	茎	422	435	452
	穂	247	359	524
部 位 割 合 (DM%)	葉	16.5	14.4	9.3
	茎	52.7	46.9	42.0
	穂	30.8	38.7	48.7
調 査 月 日		6 月 6 日	6 月 1 2 日	6 月 1 9 日

表55は熟期別の収量変化である。全乾物収量は黄熟期を100とすると、糊熟期が86、乳熟期が74であった。この期間の部位別収量は、葉部

は微減、茎部は微増であり、穂部が大きく倍以上に増大して全乾物収量の49%に達した。

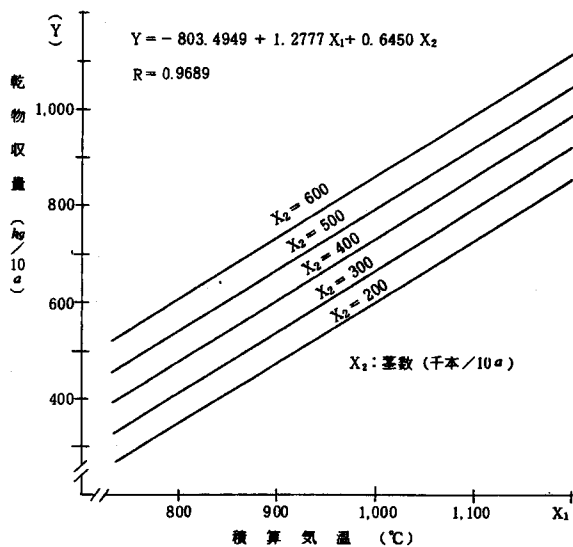


図 17 大麦ホールクロップ乾物収量と積算気温、茎数の関係

- 注₁) 畦幅 70 cm の条播の場合である。
 注₂) 積算気温は日平均気温が 3°C を越えてからの値。

3. 考 察

大麦の収量に關与する栽培条件は、品種、播種期、窒素施用量⁷⁾があげられる。寒冷地では秋播性の高い品種を用いることで、十分な収量が確保できる。このことは冬作物の組合せで土地利用を拡大できる点でも意義が認められる。秋播性の小さい早生な品種は、寒冷地では出穂までに十分な気温が得られずに、栄養生長が小さく、高いホールクロップ収量が求められるサイレージ材料としてはマイナスが大きい。収穫期が遅れることは作付体系上不利であるが、従来から子実収穫用に用いられている秋播性の高いべんけいむぎやミュキオオムギはホールクロップ乾物収量が10a当たり約1tと高く、サイレージ材料として有望であった。

秋播大麦は越冬前の分けつによる茎数が直接収量に結びつくため、播種期が重要な意味を持つ。¹⁾適期播種を行なうためには、前作の収穫から大麦の播種までの期間を短縮することが必要であり、簡易耕起法や不耕起法を検討した。デスクハロウによる簡易耕起や不耕起で播種し、また堆肥をトップドレッシングする方法は、発芽定着に支障が認められず有効であった。また、耕起法で行なう場合は、碎土をロータリ耕などでできるだけいねいに行なうことや鎮圧の効果も大きいことが認められた。

とうもろこしと同じ畦幅で行なった条播の収量は散播の場合の約87%であった。条播では部分的な栽植密度が高くなるためか倒伏が幾分認められた。条播の場合の収量上の不利は、単作で考えた場合は問題になるが、二毛作方式を考えた場合は経済的な検討が別に必要と思われた。

大麦の栄養的内容は、登熟につれて子実はプラスの方向へ、茎葉はマイナスの方向へと推移⁸⁾し、収穫適期の厳密な判定はむずかしい。^{12) 13)}発酵基質の可溶性炭水化物の含量や反芻獣に必要な纖維成分を考えた場合は、黄熟期の遅刈りが有利であろう。しかし、大麦ホールクロップ・サイレージは概してし好性が劣り、登熟が進む

ほどし好性の低下は大きいものと予想される。アンモニアの添加処理や、機械的に子実や茎葉を破碎する方法などは、し好性と同時に消化性の改善につながるものが予想され、今後検討を要する点であると思われた。

第5節 二毛作実証と大麦サイレージの調製

これまでサイレージ材料としてのとうもろこしと大麦について、品種の特性や栽培技術について検討してきた。本試験の最終的な目的は、輪作方式あるいは可能であれば二毛作方式によって、双方を組合せて活用することである。これまでの試験成果から二毛作方式の技術あるいは作業体系を仮設し、1979年秋から最終年の1980年秋まで実証を試みた。同時に、大麦サイレージの品質に不安があったので、材料の熟

期との関連などで検討を行なった。

とうもろこしと大麦のサイレージの活用については、1981年から課題を改めて飼養試験も含めて検討している。本試験における二毛作実証とサイレージ化の検討は充分でないが、とりあえず報告することとした。

1. 方法

(1) 二毛作の実証

表56のとおりである。

表 56 二毛作実証の耕種概要

	大 麦	とうもろこし
耕起～整地	2連デスク・プウけん引式デスク・ハロウ、ツースハロウ使用	
施 肥	13・18・14化成62kg、堆肥3 t / 10 a	13・18・14化成77kg、堆肥4 t / 10 a
播 種	1979年9月27日 ベンケイムギ 6 kg コーンプランタ使用（施肥・播種同時）	1980年6月17日 スノーデントA 2.8 kg
管 理		除草剤（ラッソー） 中耕
収 穫	198年6月12日 糊熟期 ロックロップ・アタッチメント装着 NH 717ハーベスタ使用	1980年9月20日 乳熟期

(2) 大麦の収穫期とサイレージ品質

収穫期：乳熟期（6月6日） 糊熟期（6月12日） 黄熟期（6月19日）

収穫法：ロックロップ・アタッチメント装着 NH 717ハーベスタ

サイレージ貯蔵：ビニール・スタックサイロ、各2.5～3 t

2. 結 果

(1) 二毛作実証

1979年秋に大麦の播種から開始した。とうもろこし収穫の跡地であった。プラウ・ハロウ法で耕起を行ない、9月27日に播種した。天候

は比較的良好に経過し、根雪前の気温は通して平年値より0.1～4.5℃ほど高く経過し、翌春消雪後はほぼ平年並であった。根雪期間は1月5日から3月27日までの82日間であった。

大麦はコーン・プランタを使用して施肥・播種同時に行ない、畦幅70cmの条播とした。プランタは播種量の調節のための播種板と播き幅が約10cmになるように一部改造を行なった。乳熟期以降で部分的に倒伏を生じたが、堆肥の連年多投によるものと考えられた。条播のため畦間には雑草が目立ち、中耕あるいは除草剤使用の必要が感じられた。

表 57 二毛作実証の収量実績 (1979 秋→1980 秋)

		大 麦	とうもろこし
草 丈 (cm)		104 (95 ~ 111)	303 (297 ~ 314)
密 度 (千本/10a)		514 (297 ~ 314)	7.8 (7.0 ~ 8.7)
生 収 量 (kg/10a)	全 体	3,113 (2,862 ~ 3,374)	7,269 (6,386 ~ 8,176)
	茎 数	2,235 (2,017 ~ 2,472)	6,228 (5,436 ~ 7,058)
	穂	883 (845 ~ 902)	1,041 (950 ~ 1,118)
乾 物 割 合 (%)	全 体	27.0	17.8
	茎 葉	23.1	17.3
	穂	36.8	20.9
乾 物 収 量 (kg/10a)	全 体	841 (773 ~ 909)	1,295 (1,139 ~ 1,455)
	茎 葉	516 (462 ~ 577)	1,077 (940 ~ 1,221)
	穂	325 (311 ~ 322)	218 (199 ~ 234)

収穫は6月12日に糊熟期の段階でロークロップ・アタッチメント装着のシリンダ型ハーベスタで行なった。倒伏麦やロークロップ・アタッチメントの機構上約25cmの高刈りとなることで損失を大きくした。高刈りは極く不消化な根際近くの茎の部分が残されることから、大きな問題ではないが、低刈りできるシックルバー・ア

タッチメントを装着した場合との比較を行なった(表58)。ロークロップの場合、損失率が最も高く約26%であった。シックルバーでも高刈りした場合は22%以上の損失率となった。シックルバーで低刈りした場合は、刈取り草高が約9cmで損失率は、6.0%であった。

表 58 条播大麦の機械収穫による収穫率 (損失率)

ハーベスタ アタッチメント	坪刈収量 (kg/10a) A	収穫草高 (cm)	損失量 (kg/10a)			損失割合 (%)		
			全 損 失 B+C	収穫損失 B	高刈損失 C	全 損 失 (B+C)/A	収穫損失 B/A	高刈損失 C/A
シックルバー(現物) (普通刈)(乾物)	3,118 842	8.9	187 58.5	187 58.5	0 0	6.0 6.9	6.0 6.9	0 0
シックルバー(現物) (高刈)(乾物)	3,118 842	24.4	687 213.1	221 70.4	466 142.7	22.0 25.3	7.1 8.4	14.9 16.9
ロークロップ(現物) (乾物)	3,118 842	25.1	808 226.9	309 94.6	499 132.3	25.9 26.9	9.9 11.2	16.0 15.7

高刈りによる以外の損失は、もともとの倒伏によるものはわずかで、大部分はハーベスタの踏み倒しによるものであった。大麦はとうもろこしよりも播き幅が広がっているため、ハーベスタ外側車輪による一部踏み倒しが生じて収穫ロスとなった。使用したハーベスタは中～大型に分類されるオフセット型のものであった。小～中型のとうもろこし専用ハーベスタ、いわゆるコーン・ハーベスタはセミ・マウント型あるいは外側車輪を持たないマウント型であり、踏み倒しは解消されると考えられるが、未検討である。

大麦収穫後、デスク・プラウ耕を行ない、6月17日にとうもろこしを播種した。大麦の残株が耕起後の整地や播種の際に障害となって、とうもろこしの発芽定着を不揃いにした。大麦ととうもろこしとも条播を前提としているため、ロータリ・プラウによる畦間だけの带状耕法の検討が必要と思われた。

夏季の天候は、6月は月平均気温が19.6℃で平年値に対して2.4℃高く経過したが、盛夏は

低温寡照となって7月は月平均気温19.6℃で平年値に対して1.6℃低く、8月は月平均気温19.6℃で平年値に対して2.6℃低かった。試験では6月17日の播種で6月22日の発芽となって、生育再盛期に低温寡照を受けて、生育は不良となった。とうもろこしは早生種のスノーデントA号を用いて、収穫は9月半ばを予定したが、登熟も遅れて9月20日に乳熟期の段階で行なった。

収量については、糊熟期で収穫した大麦が生収量3,113 kg/10aで、乾物割合27.0%、乾物収量841 kgであった。乾物穂割合は38.6であった。この乾物収量は、条播法を採り、糊熟期で収穫した場合の実規模による標準的な収量と考えて良いものと思われた。

とうもろこしは生収量が7,269 kg/10aであったが、乾物割合は17.8%と低くて高水分材料となり、乾物収量は1,295 kg/10aと予定量を下回った。雌穂の全体に対する乾物割合は16.8%でかなり低いものとなった。

表 59 作付方式、作物別の平年収量の推定

	二毛作		一毛作	牧草
	大麦	とうもろこし	とうもろこし	
乾物収量 (kg/a)	85	145		(3回刈)
	230		170	120
収穫率 (%)	85	90	90	80
収穫量 (kg/g)	72	130		
	202		153	96

本実証試験では夏季に異常な低温に会い、夏作のとうもろこしが極端に低収となった。これまでの試験実績から、平年的な収量は表59に示すようになるものと予想された。表59ではとうもろこし一毛作、さらに牧草との比較も行ない、収穫率についても考慮した。つまり、二毛作では収穫可能乾物量が2,020 kg/10aとなるのに対して、晩生とうもろこしの一毛作では1,530 kg/10aとなり差が大きい。さらにイネ科主体牧草では、当场における「寒冷地における草地

型酪農専業経営実用化技術組立試験」(1976～1980)によると、乾物収量1,200 kgに対して収穫率は80%で収穫量は960 kg/10aであった。

以上の収量を前提として作目、作付方式別に生産費を試算して表60に示した。計算の内訳、機械設備や各種技術係数については表61～64に示した。概して高い生産費となったが、全機械装備を新品価格で載せてあるため、償却費がかなり大きくなったためであった。試算の結果は、二毛作方式が最も有利な内容となった。二毛作

で収穫量が拡大することと、大麦もとうもろこし用作業機械で扱うことができた効果であると思われた。それでも購入濃厚飼料がTDN kg当たり約100円として、それと対抗するためには

約6 ha以上の作付で実施する必要が認められた。最も収量が少なく、収穫に3度の繰り返しの必要な牧草方式では最も高い生産費となった。

表 60 作付方式と生産費

作付面積 (Ha)	二毛作		一毛作		牧草	
	乾物当たり	TDN当たり	乾物当たり	TDN当たり	乾物当たり	TDN当たり
4	85.45	128.88	99.58	148.63	156.98	261.63
8	51.25	77.30	56.54	84.39	90.39	150.65
12	39.85	60.11	42.19	62.97	68.20	113.67
16	34.15	51.51	35.02	52.27	57.10	95.17
20	30.73	46.35	30.72	45.85	50.44	84.07

注) ① 収量はha当たり乾物収量で、二毛作が20.2 t、一毛作が15.3 t、牧草が9.6 t。

② TDN割合は、乾物に対して二毛作で66.3%、一毛作で67.0%、牧草で60.0%とした。

表 61 固定費と変動費の集計

	二毛作		一毛作		牧草	
固定費用						
償却費	2,867,400		2,867,400		2,833,650	
修理費	1,557,000	25,950,000 × 0.06	1,297,500	25,950,000 × 0.05	1,232,500	24,650,000 × 0.05
資本利子	778,500	25,950,000 × 0.06 × 1/2	778,500	25,950,000 × 0.06 × 1/2	739,500	24,650,000 × 0.06 × 1/2
租税公課	324,375	25,950,000 × 0.0125	324,375	25,950,000 × 0.0125	308,125	24,650,000 × 0.0125
(計)	5,527,275		5,267,775		5,113,775	
変動費 (ha当り)						
草地費	—		—		59,842	
労賃	80,000	5,000円×16.0人・日	53,500	5,000円×10.7人・日	50,750	@ 5,000円×10.15人・日
燃料費	22,400	80円×280ℓ	16,080	80円×201ℓ	15,360	@ (免税) 80円×192ℓ
潤滑油	6,720	上×30%	4,824	上×30%	4,608	上×30%
資材費	235,180		132,180		98,000	
(計)	344,300		206,584		228,560	

表 62 トウモロコシ・オオムギの機械償却費・労賃・資材費の内訳

	償 却 費 (単位：千円)				ha 当たり 人力		トウモロコシ ha 当資材		オオムギ ha 当資材	
	機 種	耐用年	価 格	1年当償却	トウモロコシ	オオムギ	一 般 資 材	燃 料	一 般 資 材	燃 料
堆肥散布	マニアスプレッダ	5	1,400	252	(0.5×3人) 1.50	1.00		18ℓ		12ℓ
石灰散布	ライムソーア	5	250	45	0.50	-	13円×1,000 kg	7		-
耕 起	プ ラ ウ	8	450	50.625	0.80	-		35		-
碎 土	デスクハロウ	8	400	45	1.00	-		11		-
整 地	ツースハロウ	8	250	28.125	0.50	-		5	13.28.14 化成	-
施肥播種	コーンプランタ	5	350	63	(0.5×2人) 1.00	1.00	13.28.14 化成 90円×670 kg 種 1,100円×30 kg	6	90円×600 kg 種 600×60 kg	6
鎮 圧	ロ ー ラ	10	650	58.5	0.25	-	防虫剤 7,500円	3	種子消毒剤 3,000円	-
除草剤散布	スプレーヤ	8	750	84.375	0.5	0.5	ラッソー 3,800円×2.5ℓ	8	クロロIPC乳剤 5,000円×2ℓ	8
追 肥	ブロードカスタ	5	280	50.4	0.4	-	硫安 37円×240 kg	3	-	-
中 耕	カルチベータ	8	250	28.125	0.5	-		10		-
収 穫 調 整	ハーベスタ	5	2,100	378	一 作 二 毛 0.9 (0.8) × 4人	0.7×4人	(①一作 ②二毛作) の場合	① 35		26
	ワゴン 2 台	8	2,520・0,400×2×0.9	283.5				① 40		
	ブローア	8	1,500	168.75				② 35		
	均平				0.1×4人	0.1×4人		① 20 ② 15		12
(動 力) (トラクタ)	60 P S 級 3 台	10	13,950	972						
	50 P S 級	10	(4,000 × 3 台 3,500 × 1 台) × 0.9 850	283.5						
	ローダ	10		76.5						
			25,950	2,867.4						

表 63 Ha 当たり草地費の算出 (委託作業を前提とした草地更新)

作 業	内 訳	費 用	作 業	内 訳	費 用
堆 肥 散 布	5,000円×(4 ^{hrm} ×2台+2 ^{hrm})	50,000円	施 肥 播 種	4,500円×2 ^{hrm}	9,000円
耕 起		24,000円	(肥料 種子)	14.28.14 化成 100円×535kg 塩 安 43円×100kg	57,800円
土 改 資 材 散 布	4,500円×6 ^{hrm}	27,000円		Or 2,000円×20kg, pe 1,000円×5kg pc 2,500円×4kg, wc 2,500円×3kg	62,500円
	炭カル 13円×3,000kg +ようりん 45円×1,150kg	90,750円	覆 土		6,000円
砕 土 (2 回 掛)		16,000円	鎮 圧		6,000円
整 地 (2 回 掛)		10,000円	合 計		359,050円
			6年更新、年当負担		59,842円

表 64 管理・収穫調製の機械償却・労賃・資材費

	償 却 費 (単位：千円)				ha 当たり人力 (人・日)	ha 当 たり 資 材	
	機 種	耐用年	価 格	1年当償却		一 般 資 材	燃 料
動力	60PS級 3台	10	4,000×3台×0.9	972			
トラクタ	ローダ 50PS級 1台	10	850	76.5			
堆肥散布	マニア スプレッダ	10	3,500×0.9	283.5			
追 肥	マニア スプレッダ	5	1,400	252	1.00		12ℓ
刈取集草	ブロードカスタ	5	280	50.4	0.4×3回	20.10.20 化成 98円×1,000kg	3×3回
収 穫 調 製	フレイルモーア サイドレーキ	5	1,300	234	0.25×3回		6×3回・3×3回
	ハーベスタ	5	750	135	0.20×3回		18×3回
	運搬	ワゴン 2台	8	1,400×2台×0.9	283.5	×4人 ×3回	10×2台×3回
	吹上	8	1,500	168.75			10×3回
平 均					0.2×3回		
			24,650	2,833.65			

(2) 大麦の収穫期とサイレージ品質

乳熟期、糊熟期、黄熟期の段階で収穫し、バックサイロとスタックサイロで調製した。スタ

ックサイロの要領は図18に示す通りであった。

埋蔵量は1基2.5~3.0 tで、10月27日から11月19日までの23日間で取出し期用を行なった。

表 65 熟期の異なる大麦材料によるサイレージの飼料成分

項 目	材 料 生 育 段 階		
	乳 熟 期	糊 熟 期	黄 糊 期
乾 物 率 (%)	22.8	26.5	30.4
粗 蛋 白 質	13.2	12.5	9.2
乾 物 中			
粗 脂 肪	7.8	5.8	3.7
飼 料 成 分			
N F E (%)	42.2	43.6	44.5
粗 せ ん 維	26.8	27.4	31.7
灰 分	9.9	10.7	10.9

まず熟期別の飼料成分は表65に示す通りであった。登熟が進むほどに粗蛋白質と粗脂肪は減少傾向で、NFEと粗繊維、粗灰分は増加傾向

であり、糊熟期から黄熟期にかけての変化は大きいものが多かった。

表 66 熟期の異なる大麦材料によるサイレージの有機酸組成など

項 目	材 料 生 育 段 階			
	乳 熟 期	糊 熟 期	黄 熟 期	
バックサイロ 開 封 直 後	pH	3.6	4.3	4.7
	有機酸 (mg)	25.5	31.2	19.5
	乳 酸	70.3	63.0	30.4
	酢 酸	29.7	5.3	16.2
	酪 酸	0.0	31.7	53.3
スタックサイロ 開 封 直 後	pH	4.6	4.6	4.9
	有機酸 (mg)	23.1	31.8	19.4
	乳 酸	30.0	72.6	32.1
	酢 酸	60.7	4.3	9.0
	酪 酸	9.3	23.1	58.9
スタックサイロ 利 用 終 了 後	pH	4.3	4.6	5.2
	有機酸 (mg)	21.1	30.4	22.1
	乳 酸	43.0	69.1	34.2
	酢 酸	40.4	9.7	16.3
	酪 酸	16.6	21.2	49.5

サイレージの品質、有機酸組成は表66に示した。バックサイロとスタックサイロの開封直後とスタックサイロの利用終了時で検討した。スタックサイロの取出し口付近にピンホールがあ

って、それは pH が 4.6 と幾分高く、乳酸が低く酢酸が高かった。しかし、開封直後の傾向としては、pH は乳熟期で 4 未満で、黄熟期では 5 に近いものであった。有機酸は糊熟期で 30mg 程

度で最も高くなった。さらに糊熟期のサイレー
ジは、酪酸は乳熟期のものより多かったが、酢
酸割合が最も小さかった。また含水率の高い乳
熟期サイレージは、酢酸割合が最も高くなった。

23日後の利用終了時点でみた場合、乳熟期
のもの酪酸割合が増大した他は、大きな変化が
みられなかった。

図18はスタックサイロで開封から利用終了ま

での pH と温度変化をみたものである。黄熟期
サイレージの pH が他と離れて高かったが、利
用終了まで大きな変化はみられなかった。ピン
ホールのあった乳熟期サイレージは最初の温度
が 23.5°C で他より高かったが、好気的変敗によ
る登熱が遅くなり、上昇も小さかった。糊熟期
・黄熟期のサイレージは発熱が早く生じ、糊熟
期サイレージが最も高くなった。

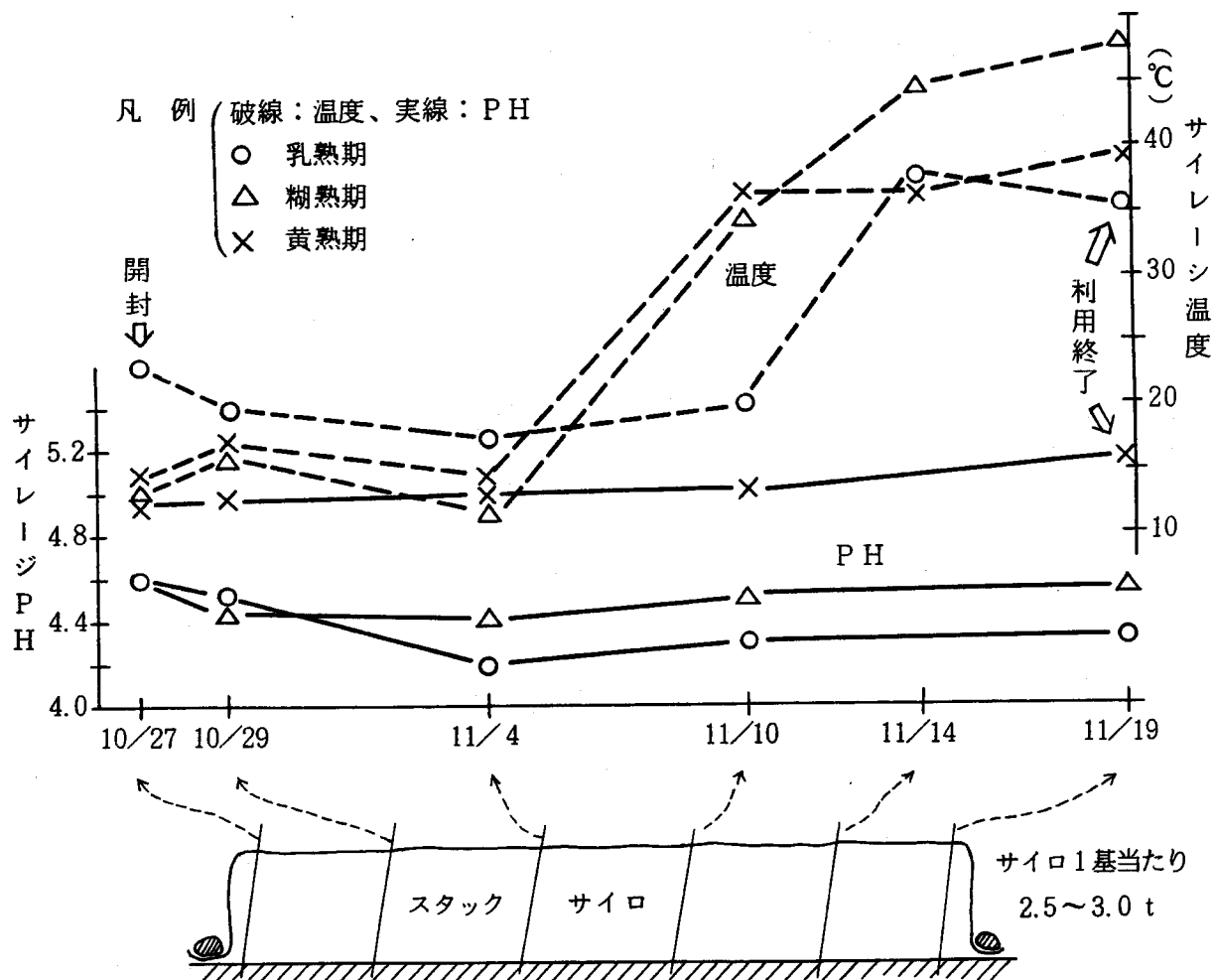


図 18 熟期の異なるオオムギサイレージの開封からの pH、温度の変化

以上の結果によると、糊熟期材料は粗蛋白含
量が約12%である程度高く、粗繊維含量も約27
%で大きくなり、酪酸の発生もみられたが乳酸
割合も高く安定した良品のサイレージとな
った。取出し利用中の好気的変敗は黄熟期サイ
レージと同じに比較的早く発生したが、pHや
酸組成は開封直後と大きな変化はみられなかつ

た。

3. 考 察

寒冷地の滝沢におけるとうもろこしと大麦の
二毛作は、可能な技術ではあったが、かなり困
難な点も発見された。1980年夏の気候は、こ
の試験開始以来というよりかなり以前にもどつ
ても例をみない異常低温となって、表作である

とうもろこしは低収となり、また収穫期までの水分低下が充分ではなかった。低温被害は子実収穫を目的とする作物ほどではないにしても、北方型永年牧草よりは大きく、天候異変に対する高収維持の弱さが明らかであった。

これまで自給粗飼料が購入濃厚飼料に比べて決して安価でないとする報告が少なからずみられたが、それは低収であることが主な原因であったと思う。二毛作方式は、天候異変に対する弱さを考慮しても、収穫量が逆転するほどではなく、一毛作方式に対しても、また収量が分割される牧草に対しては全く生産費上の有位性が確認できた。近年の通年サイレージ化によって、経営内の産乳量の季節間平衡化や経営間の産乳量格差の平準化はみられるものの、粗飼料生産費の格差の開きが指摘されている。この二毛作方式が低廉な粗飼料確保のために有効な技術となるためには、転換畑や借地などによる飼料基盤の拡大や機械体系の有効活用のための生産仲間の組織化も同時に必要となるであろうが、今後の展開方向としては必須な条件であろう。

総括および摘要

最近粗飼料の平衡給与の軸として、サイレージの通年給与が普及している。この場合にはサイレージの高品質化が鍵とされると同時に、多収穫を得て自給率を拡大することも大きいねらいである。

本試験では、多様化するとうもろこし品種の収量や特性の確認と整理を行ない、冬作大麦を含めて安定多収の作付方式と栽培技術の検討を行なった。以下その結果を総括した。

I とうもろこし早晩生品種群の生育特性

供試したとうもろこしの輸入品種は、早生種から晩生種まで大きい差がみられた。寒冷地では秋の訪れが早く、晩生種は子実の充実が不足しがちで、とりわけ冷涼年は顕著であった。早晩生で品種をグループ分けしたが、晩生種群の

他に極晩生種群を設けて、より詳細な品種と地域適合性の把握が必要であった。

各品種が適合する地域の条件として、県内各地域の播種開始適期、さらに栽培期間中の積算気温を地域分級で示した。

II とうもろこし早晩生品種群の収量および栽培密度の影響

とうもろこしの乾物収量は、晩生種ほど多収を示した。しかし、乾物率や雌穂重割合は年次変動が大きく、冷涼年は明らかに低い数値となり、良質サイレージ材料としてみた場合、晩生種は限界線上にあることが示された。

早生種ほど短稈であるために、多収のためには密植が条件となったが、密植の増収効果は高かった。日当たり乾物収量では早生種ほど高いことが明らかであった。寒冷地において良質サイレージ原料を多収しようとする場合は、地域に合った適度に早生な品種を選択して、密植によって達成をねらうことが効果的であり、とりわけ、二毛作方式導入などで播種が遅れる場合は一層重要になると思われた。

III とうもろこし栽培の管理技術

とうもろこし除草剤の試験を行なった。ゲザプリウム水和剤は主に広葉雑草に対して、ラッソウ乳剤は主にイネ科雑草に対して効果が認められた。雑草の数と量が多いときは、双方を用いることでほぼ完全な効果が認められた。

通常の栽植密度を保ちながら全収量を低下させないことを前提に、ツルマメ混作を検討した。ツルマメは初期生育が遅れることととうもろこしへの絡りが不十分なことから被圧が大きく、収穫時のツルマメ混入割合は全体に対して乾物比3~8%で、全体のDCPの向上は0.5%程度にすぎなかった。

IV 冬作大麦の導入

秋播大麦は、子実収穫のための奨励品種であるベンケイムギとミュキオオムギが、越冬性が良くホールクロップ収量も10a約1tの乾物収量で高く安定していた。春播性の高い品種は越

冬性が不良で、早生であることは春先の栄養生長が不十分で、低収であった。

栽培技術としての耕起はロータリ耕で良く碎土され、播種後の覆土と鎮圧を充分に行なうことで発芽定着と越冬が良くて高収となった。播種までの期間短縮をねらった不耕起法や播種後の堆肥トップドレッシングは障害がなく、安定収量が得られた。

とうもろこし用作業機による管理を前提とした条播法は、作業技術としては可能で、収量は散播に対して87%程度であったが、実用的な方法であった。

V 二毛作実証と大麦サイレーズの調製

年平均気温9.0℃で寒冷地に位置する滝沢では、余裕のみられない技術であった。実証年は不良天候となって熟期の進行が不十分で低収となったが、一毛作や永年牧草の収量に対して充分勝り、合計乾物収量は2,136 kg/10aであった。費用試算の結果からも二毛作方式の有利性が得られた。しかし機械化一貫体系であるため費用は高くなって、TDN kg当たり100円以下とするためには6ha以上の作付で実施する必要が認められた。

ロークロップ・アタッチメント付のシリンダ型ハーベスタによって条播大麦を収穫することができた。しかし、高刈りとなることやオフセット型ハーベスタでは車輪踏み倒しによる刈取り損失もみられた。

引用文献

- 1) 岩田文男 1968 トウモロコシの栽培理論とその実証に関する作物学的研究 東北農試研報 46:63-119
- 2) 長谷川春夫・金子幸司 1972 サイレージ用トウモロコシの栽培試験 北農 39(9):42-57
- 3) 田辺安一・土岐和夫・大原益博 1973 十勝地方の山麓地帯におけるサイレージ用とうもろこし栽培法 新得畜試研報 5:1-8
- 4) 中世古公男・吉田稔 1971 とうもろこしの乾物生産と気象要因 北海道大学農学部邦文紀要 8(1):40-47
- 5) 櫛引英男 1979 寒冷地におけるサイレージ用トウモロコシの原料生産特性と早晚性品種群の配合に関する研究 日草誌 25(2):128-149 および 26(1):7-24 および 26(2):131-135
- 6) 飯田克実 1977 サイレージ用トウモロコシの品種および栽培と利用 畜産の研究 31(6):75-81
- 7) 飯田克実 1979 サイレージ用トウモロコシの品種と栽培技術 33(3):41-47
- 8) 箭原信男・高井慎二・沼川武雄 1981 大麦ホールクロップサイレーズの調製利用に関する研究 東北農試研報 65:73-90
- 9) 一戸貞光・阿部二郎 他 1967 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 農作業研究 4:6-11
- 10) 農林水産技術会議事務局 1967 畑作物の飼料利用(トウモロコシおよびソルガムの生産増強)に関する研究 研究成果 32
- 11) 一戸貞光・後閉宗夫 他 1966 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
- 12) 藤井潤三 1978 大麦ホールクロップサイレージ 畜産の研究 32:1132-1134
- 13) 飯田克実 1978 飼料用青刈りムギの秋作栽培の実用化 畜産の研究 32(8):69-74
- 14) 日本草地協会 1980 ホールクロップサイレージの作り方と利用のしかた
- 15) 西村修一・川鍋祐夫 1967 飼料作物の新技术 農文協 77-106
- 16) 平野保・後沢松次郎 他 1978 ライムギ・オオムギによるホールクロップサイレージの生産と利用について 東北農業研究 21:205-206