

高標高地におけるサイレージ用とうもろこしの安定生産技術

川村正雄, 橋千太郎

目 次

緒 言

第1報 高標高地の気象特性

第2報 とうもろこしの早播効果と晩霜被害

第3報 低温発芽性の検定

第4報 現地栽培試験

摘 要

参考文献

緒 言

乳牛・肉牛の振興を図るためには、飼料の自給率向上による低コスト化が最も重要とされている。近年、農家では、高泌乳牛や肉用牛肥育などへの飼料として濃厚飼料の代替となるととうもろこしサイレージの需要が益々高まっている。しかし、山間地域の多くの畜産農家では、耕地が狭いうえに分散しているため、とうもろこしの生産性が低い、また、他作物との土地利用上の競合が大きいことから、今後とも作付面積を拡大することが困難な状況にある。一方、1975年に着工した北上山系開発事業では、高標高地に大規模な草地開発を行ってきたが、ここでの採草は一番草が梅雨の季節であることから、刈遅れに伴う牧乾草の収穫ロスや品質低下、牧草地の草生悪化などの問題が指摘されている。

これらの問題を解決するためには、従来牧草生産を主としていた里山や高標高地にとうもろこしの栽培技術を導入することにより、新たな飼料基盤の拡大と自給率の向上を図ることが重要である。また、草地との組み合わせによる圃場作業の分散により効率的な土地利用と粗飼料の安定生産が確保される等、高標高地へのとうもろこし導入の効果が期待される。

第1報 高標高地の気象特性

I 目 的

高標高地におけるとうもろこしの早播技術を可能とするためには、早春の晩霜被害を回避することが重要である。そこで、高標高地の尾根部にみられる気温の逆転現象¹⁾を明らかにすることにより、早播の可能性について検討する。

II 試験方法

1. 最低気温の推移

岩手郡葛巻町塚森（高標高地：標高960m）と同町荒谷（山間地域：標高520m）の二地点において1986年5月27日から10月15日まで気象観測を行った。

2. 逆転現象に伴う風と気温の変化

畜試外山分場の標高850m圃場において、1986年6月10日に風速と気温について観測した。なお、風速は微風速計を用いて測定した。風速は、地上10cm, 50cm, 100cm, 150cm, 200cm, の高さで測定した。気温は、地表（0cm）と地上10cm, 50cm, 150cmの地点で、また地温は地下（5cm）の地点で測定した。

III 試験結果

1. 最低気温の推移

5月27日から10月15日までの最低気温の推移（半旬ごと）を図-1に、5月27日から6月30日までの日変化を図-2に示した。気温の逆転現象は図-1に示すように、早春から6月中旬および9月以降の晩秋にみられることが明らかとなった。また、日変化についてみると、放射冷却現象が現れる日に逆転現象が起り、6月14日に最高5.4℃の温度差を示した。また、畜試外山分場で降霜がみられた5月27日は2.9℃、6月10日では4.5℃の温度差を示した。

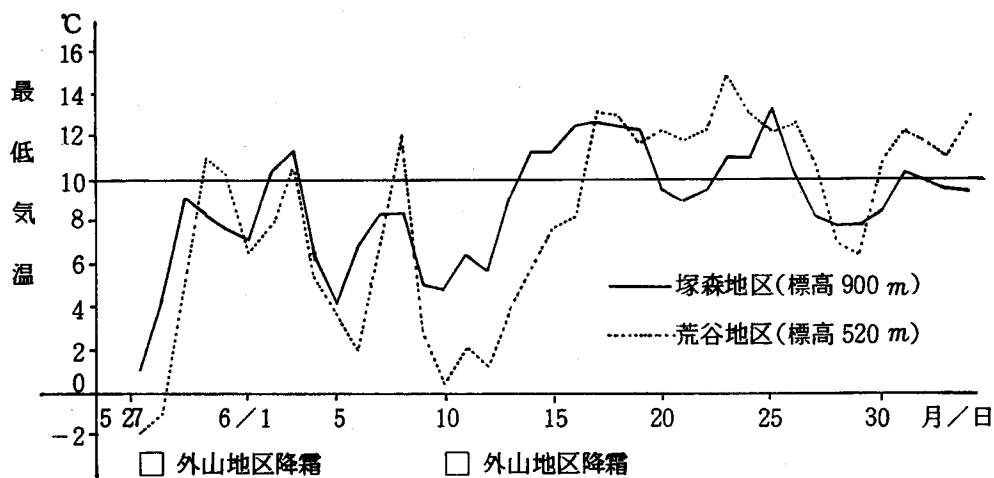
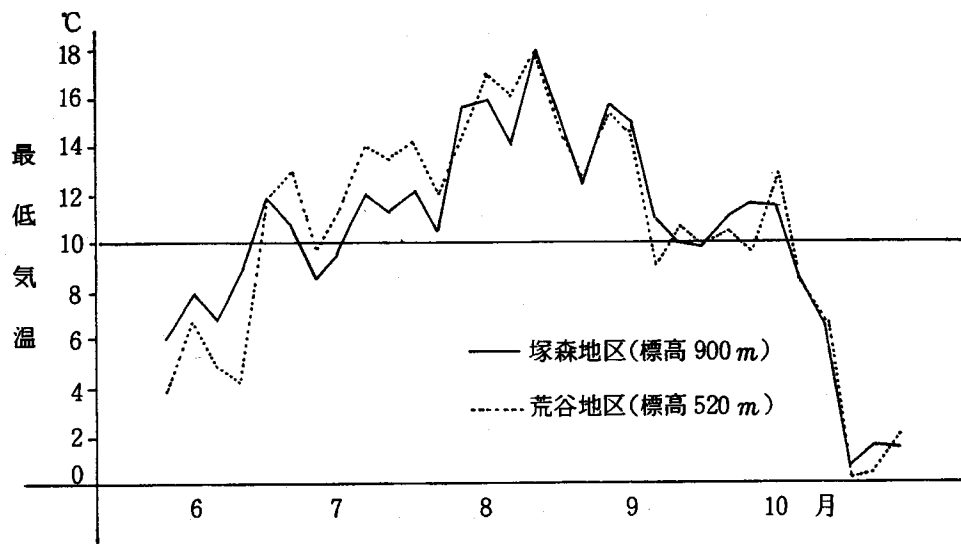


図-2 気温の逆転現象 (最低気温の推移) (1986年)

2. 逆転現象に伴う風と気温・地温の変化

1) 風 (風速)

逆転現象に伴う風は、高標高地の尾根部と谷部の間に起こる空気の対流現象であり、尾根部で冷やされた冷気は地表面に沿って下降する。その結果、図-3に示すように、地表50cmから150cmにおいて最も高い風速を示し、最大1.5m/秒であった。

また、冷気湖内にあった720m圃場は、無風であった。

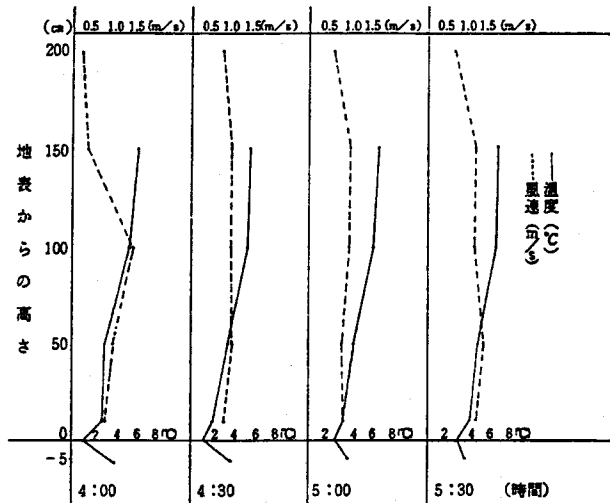


図-3 風速と温度 (外山分場, 1986.6.10)

2) 気温および地温

最低気温は、午前4時および4時30分に0.5℃を地表面(0cm)で観測し、上昇するに従って100cmの高さまで直線的に上昇した。また、地温(-5cm)は、気温の変化とは無関係に3.8℃で推移した。

III 考察

高標高地の尾根部にみられる気温の逆転現象は、早春の放射冷却の起こる夜にみられる現象であり、本県のとうもろこし栽培に最も被害を及ぼす晩霜を回避するため、一つの有効な手段として活用できることが確認された。これらのことから、とうもろこしの栽培では、既存の山間地域の飼料畑に比べ尾根部での栽培の方が安全性が高いことが確認されるとともに、早播の可能性も示唆された。

第2報 とうもろこしの早播効果と晩霜被害

I 目的

気温は100m上昇するごとに0.6℃ずつ低下するといわれ、高標高地の気温は、北上川流域の平地はもとより山間地域に比べても低い。しかし、高標高地の尾根部は晩霜被害を回避することが可能であることから、早播効果²⁾を期待した生育期間の延長を図ることが必要である。ここでは、早播による乾物収量の増大や乾物率の向上を明らかにするとともに、山間地域での晩霜地域での晩霜被害を明らかにする。

II 試験方法

試験は、畜試外山分場の850mの圃場と720m圃場を用いて、1986年に行った。試験区の指定および管理は表1に示すとおりであり、5月1日播・9日播・19日播は早播区、29日播は慣行播区として設定した。

表1 試験区分と管理条件

試験区分	耕 種 基 準				
	品種名	相対熟度	植栽密度 (本/10a)	刈取月日	施肥条件(／10a)
5月1日播種区	KEO	75	8,000	9月10日	N :15kg, 炭カル200kg
5月9日 "	DEA	88	8,000	9月16日 9月8日	P ₂ O ₅ :12kg, 熔燐70kg
5月19日 "	P3732	107	7,000	10月8日	K ₂ O :10kg,
5月29日 "	P3424	123	7,000	10月8日	

III 試験結果

発芽の状況および生育の状況については表1・図-4に示し、乾物収量・TDN収量・雌穂乾物率については表3・図-5に示した。

1 発芽の状況

圃場における発芽の状況を表2に示したが、850m圃場では720m圃場に比べて2~3日遅れて発芽し、発芽所要日数は850m圃場では5月1日播が20~23日、9日播は22日、19日播は15~16日、29日播は9~10日であり、品種間差が認められた。

また、720m圃場では5月27日と6月10日に

晩霜被害を受け、3~4葉期に達していた5月1日播区と9日播区(△印)で生存株が半減したほか、19日播区でも生育遅延が認められた。

表2 発芽の状況

発芽期(月・日)

品種	試験地 播種日	850m圃場				720m圃場			
		5月1日	9日	19日	29日	5月1日	9日	19日	29日
KEO		5.21	6.1	6.3	6.7	△5.20	△5.28	6.3	6.6
DEA		5.23	6.1	6.3	6.7	△5.21	△5.28	6.3	6.6
P3732		5.24	6.1	6.4	6.8	△5.23	5.29	6.4	6.6
P3424		5.23	6.1	6.3	6.7	△5.21	△5.28	6.3	6.6

△は晩霜被害発生を示す

2. 生育の状況

草丈は7月28日までほぼ直線的に伸長したが、その後8月13日の雄穂抽出期にかけて急速な伸長を示した。この間、極早生種のKEO・DEAでは早播区と遅播区の間で草丈の逆転がみられたが、中生種のP3732・P3424では早播した区が高かった。

また、720m圃場の慣行播区は、品種間で異なるものの7月28日には850m圃場の早播区に近い伸長を示した(図4)。

3. 乾物収量

標高850mの圃場では、播種期が早いほど収量が大きく、遅れるにしたがって減少する傾向がみられる。しかし、晩霜を受けた720m圃場では極早生種であるKEO・DEAの早生区で大きく減収した。なお、850m圃場におけるDEAはP3732らと同じ10月8日に刈取調査した結果、10a当たりの収量は5月1日播区1,721kg、9日播区1,528kg、19日播区1,579kg、29日播区1,522kgであり、P3732に比べ見劣りしない収量を示した。

4. TDN収量

TDN収量は新得方式(TDN収量=乾物茎葉収量×0.582+乾物雌穂収量×0.850)により計算したが、乾物収量とほぼ同様な傾向を示した。しかし、雌穂割合の少ない5月29日播区のKEOやDEAでは、乾物収量とTDN収量が逆転しているものもみられた。

5. 雌穂乾物率

850m圃場では、9月1日に刈り取ったKEOの雌穂乾物率は、48.4%でほぼ黄熟に達した

が、9月16日刈取のDEAでは40%弱、平年初霜日(10月1日)を過ぎた10月8日刈取のP3732・P3424では30~40%に留まった。ちなみに10月8日刈取のDEAでは5月1日播区54.5%、9日播区50.3%、19日播区46.2%、29日播区45.0%であり、早播区では黄熟期に達した。

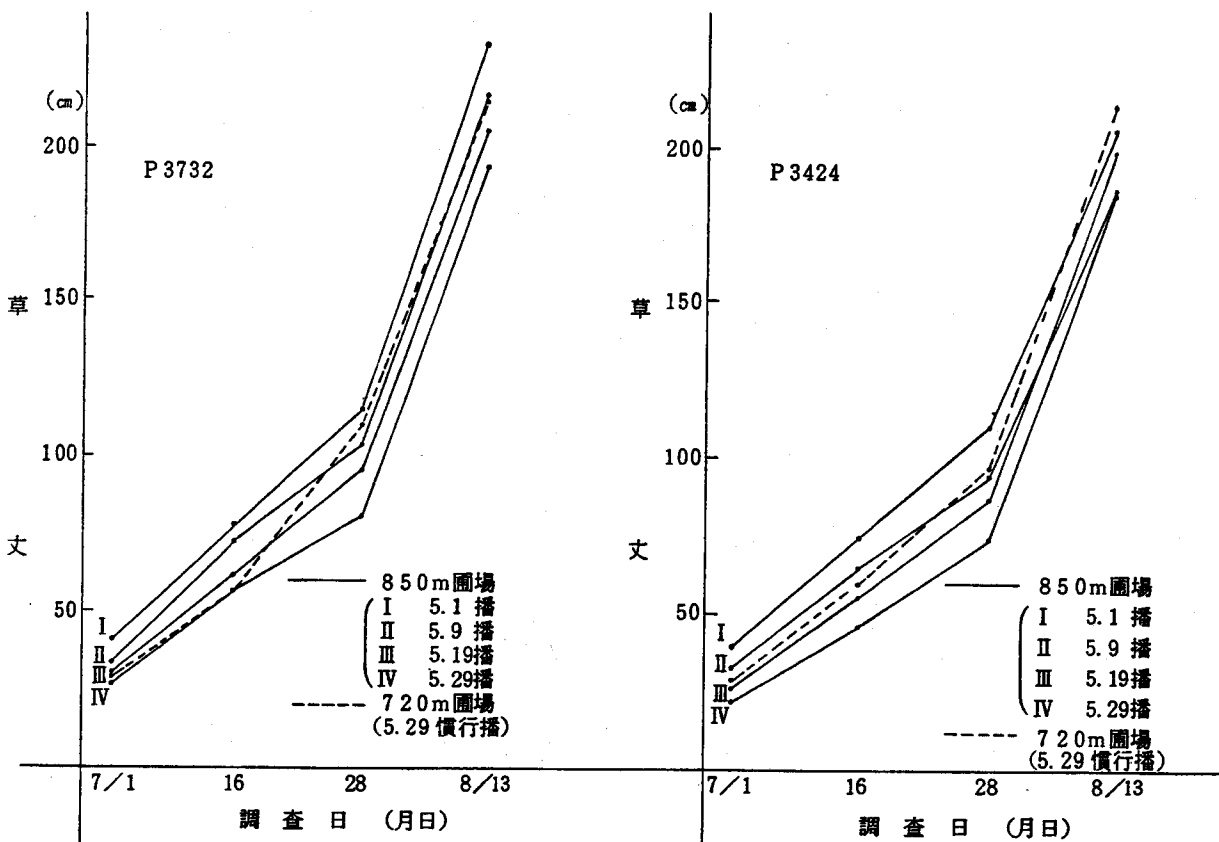
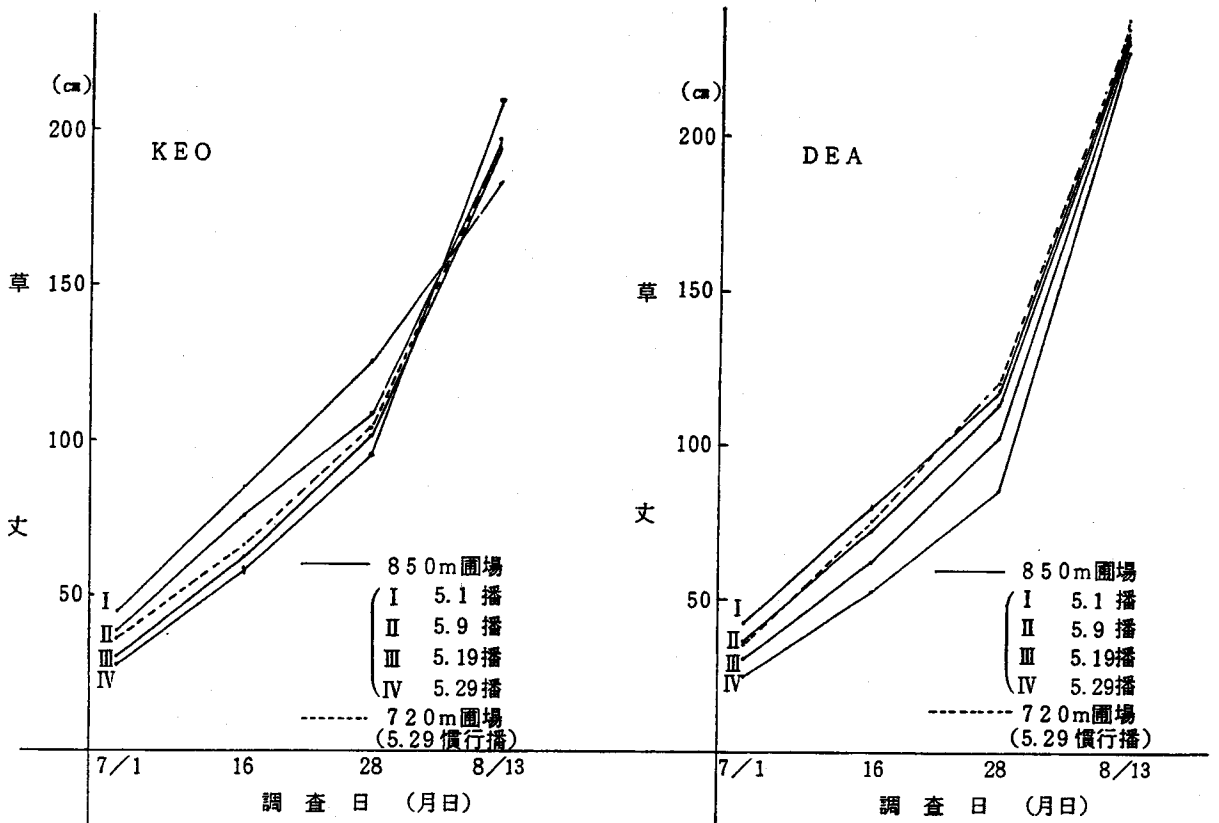


図-4 生育の状況 (草丈)

表3 収量比較

品種	項目 播種日 (月. 日)	850m圃場			720m圃場		
		乾物収量 (kg/10a)	TDN量 (kg/10a)	雌穂乾物率 (%)	乾物収量 (kg/10a)	TDN量 (kg/10a)	雌穂乾物率 (%)
KEO	5. 1	1,029	744	48.4	609	425	34.1
	9	961	653	28.7	828	572	30.4
	19	816	538	23.7	925	636	30.4
	29	991	654	22.2	900	611	24.4
DEA	5. 1	1,364	953	38.2	1,236	872	38.3
	9	1,416	981	38.2	1,236	1,044	38.8
	19	1,291	886	33.6	1,382	964	36.5
	29	1,300	881	32.4	1,424	988	36.5
P3732	5. 1	1,906	1,318	40.5	1,767	1,243	42.4
	9	1,841	1,264	42.3	1,670	1,205	47.9
	19	1,549	1,066	38.6	1,505	1,054	39.0
	29	1,351	930	35.1	1,528	1,013	26.0
P3424	5. 1	1,494	997	33.9	2,091	1,412	37.5
	9	1,426	947	31.7	1,919	1,314	35.8
	19	1,436	950	30.9	1,811	1,223	36.1
	29	1,415	897	20.8	1,687	1,141	34.5

刈取日 KEO・・・9月1日 ディア・・・9月16日 P3732・3424・・・10月8日

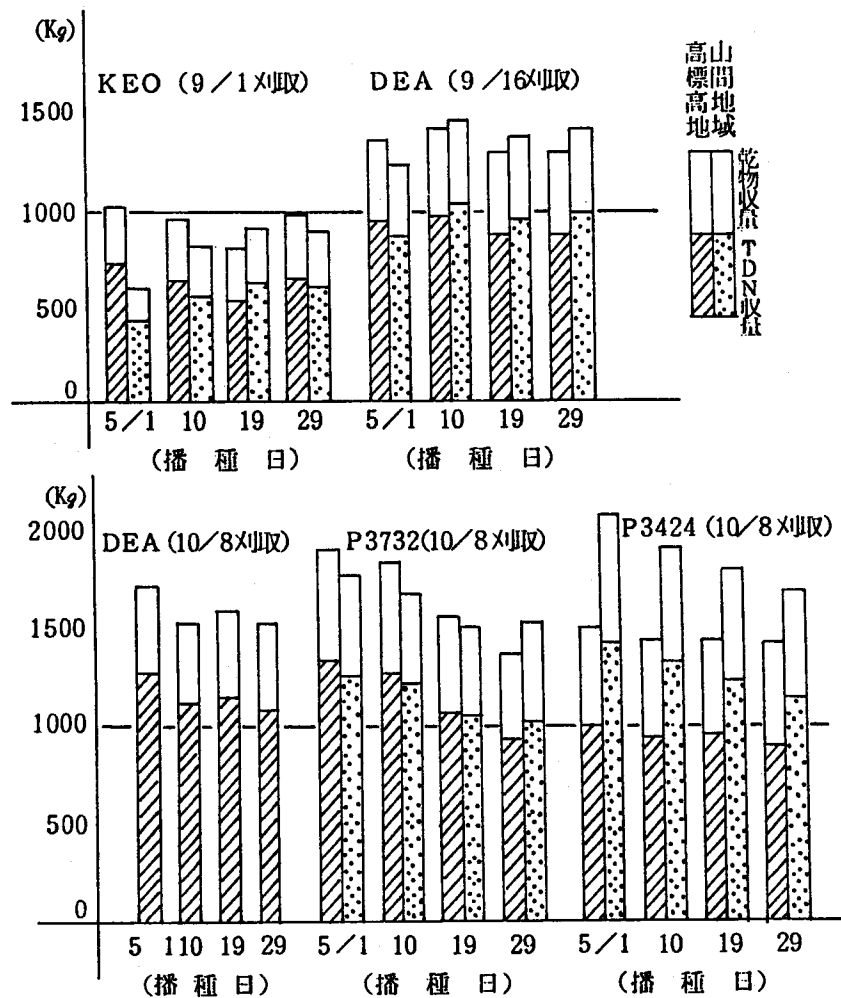


図-5 乾物収量とTDN収量

IV 考察

- (1) 発芽に要した日数は最も早い5月1日播が22日であり、適期に播種した場合の2～3倍の期間を要した。しかし、太田ら⁹⁾は23日間を要した場合にも発芽障害を起こさなかったと報告していることから、特に問題は無いものと思われた。
- (2) 8月13日の草丈調査において、KEOの草丈順位が生育初期の順位と逆転した。遅播区や中生種の品種では雄種抽出期直前に草丈の急激な伸長がみられた。
- (3) 850m圃場の乾物収量・TDN収量は、720m圃場の慣行播(5月29日)の収量を上回ることが明らかになった。これにより、晩霜を回避できる地域の選定を行うならば標高900m以上の地域であってもとうもろこしを栽培できる可能性が示唆された。
- (4) 相対熟度と乾物収量・TDN収量(10月8日刈取)の関係についてみると、乾物収量は品種間の相対熟度の影響が少ないが、TDN収量は雌穂が未熟な晩性タイプのものほど低下する傾向にあった。

これは、850mの圃場有効積算温度が800～900℃であるためであり、品種選定においては地域の有効積算温度に合わせた適正な品種の選定が重要と思われた。

第3報 低温発芽性の検定

I 目的

高標高地においてとうもろこしの早播を行う場合、低温障害による発芽の不揃いや欠株が重要な問題となることから品種の低温発芽性に留意する必要がある。しかし、現地で行う品種比較試験では気象変動に伴う年次間差が予測されることから、同一条件のもとで低温発芽性の判定を行う必要がある。

II 試験方法

試験は北農試の戸沢⁹⁾が行った方法(ろ紙を敷いたシャーレに1品種・50粒づつ置床し給水)

により20品種について'87年12月に2反復で行った。置床温度は10℃、20℃、30℃の3水準で3日目から2日毎に種子の発芽調査を行った。また、圃場での発芽率は、畜試外山分場の850m圃場を用い、'86年5月8日に20品種を20粒・3反復で播種し、6月5日(28日目)における発芽率を圃場での発芽率とした。

III 試験結果

1 低温発芽性の検討

30℃区では、置床後3～5日目ではほぼ100%の正常な発芽を示したが、10℃区では13日目の発芽率は69～100%の発芽を示し、それ以後の発芽率の増加は見られなかった(表-4)。

2 圃場の発芽率と相関

圃場における発芽率は品種により57～98%の発芽率の差がみられ、平均85.7%であった。また、この成績は低温発芽性検定の10℃・11日間の発芽率との相関が高く、相関関係は0.7356(0.5%水準)で有意な値を示した。

これは、戸沢⁹⁾が行った試験結果(10℃・12日間の検討により相関関係0.75)とほぼ同様な結果であった。

表4 置床温度別発芽率

(%)

品種 No.	100粒重 (g)	30°C区			20°C区				10 °C 区						圃場での 発芽率
		3日	5日	不良	3日	5日	7日	不良	5日	7日	9日	11日	13日	不良	
1	29.48	78	100	0	66	98	100	0	0	13	59	81	87	13	83.3
2	33.16	96	100	0	58	100	100	0	22	75	98	100	100	0	88.3
3	32.85	62	98	2	52	80	100	0	0	9	48	73	84	16	60.0
4	24.80	98	100	0	100	100	100	0	25	95	98	98	98	2	96.7
5	29.43	58	94	6	48	92	96	4	0	0	28	59	68	32	56.7
6	40.78	72	96	4	78	98	100	0	24	71	89	96	96	4	85.0
7	33.35	90	100	0	100	100	100	0	41	92	99	100	100	0	90.0
8	26.40	84	100	0	80	100	100	0	0	0	34	77	88	12	93.3
9	34.80	92	98	2	36	90	94	6	18	80	91	94	94	6	91.7
10	29.65	98	100	0	100	100	100	0	70	89	97	97	97	3	95.0
11	23.88	84	100	0	82	98	98	2	72	93	98	100	100	0	85.0
12	29.54	92	100	0	80	100	100	0	1	64	97	100	100	0	98.3
13	26.90	96	100	0	98	100	100	0	9	97	99	99	99	1	96.7
14	32.66	92	100	0	72	98	98	2	55	90	97	97	97	3	75.0
15	34.36	78	98	2	68	92	96	4	1	48	78	86	88	12	68.3
16	32.00	92	100	0	84	88	96	4	2	77	85	85	93	7	85.0
17	32.78	98	100	0	54	100	100	0	0	44	94	96	99	1	90.0
18	32.43	90	100	0	90	98	100	0	24	81	96	96	98	2	91.7
19	32.47	90	100	0	62	92	98	2	4	62	90	96	99	1	85.0
20	29.48	100	100	0	66	100	100	0	0	64	91	98	98	2	98.3

注) 不良: 発芽不能種子割合

IV 考察

試験では市販品種を用いたため、殺菌剤については検討しない。その結果、30°Cでは5~6日・10°Cでは13日以降でカビが発生し、その後の発芽も見られなかった。この試験では必ずしも厳密な試験方法ではなかったものの、低温発芽性については一応の目安が得られたことから、市販品種の選定の方法として重要と考えられた。

第4報 現地栽培試験

I 目的

表5 試験区分および管理

供試品種	相対熟度	播種時期	刈取時期	試験地	施肥条件他
KEO	75日	5.13	'86年10月14日	葛巻町塚森	施肥重 (10a当たり) N 15kg P ₂ O ₅ 12kg K ₂ O 10kg 液状厩肥 3t 土壌改良資材 炭カル 200kg 燐 70kg
DEA	88日	5.24	'87年10月7日		
P3732	107日	6.3	'88年10月6日		
P3424	123日	6.13			

農家への普及を図るため、県内でも最も厳しい気象条件である北上山系の葛巻町塚森において、晩霜を回避したサイレーズ用とうもろこしの早播効果を明らかにするとともに、品種選定の資料を得るための現地栽培試験を実施した。

II 試験方法

試験は、岩手郡葛巻町塚森(高標高地一標高960m)で1986~1988年の3カ年に互って行った。また、試験区の設定および管理は表5の通りである。

Ⅲ 試験結果

1. 試験期間の気象

'86～'88年の収量を播種時期別・品種別に表6に示した。この間、'86年は9月が比較的高温であったため登熟がすすみ収量の増加がみられたが、'88年は7月中下旬に低温となり収量が大幅に減少した。

2. 乾物収量と雌穂乾物率

10a当たりの乾物収量は播種時期と品種により異なるが、5月13日播区1,442～1,624kg、5

月24日播区1,323～1,538kg、6月3日播区1,186～1,337kg、6月13日播区988～1,236kgであり早播するほど多収となった。また、雌穂の乾物率に対する播種期の早晩による影響が大きかった。また、品種別にみると、相対熟度の短いKEO (RM75)・DEA (RM88) が比較的安定しているのに対し中生種のP3732・P3424は乾物収量・TDN収量が低くなり、雌穂乾物率についても5月13日の早播区31.1%・21.6%であった。

表-6 現地栽培試験の結果

品種	年	播種目			5月13日			5月24日			6月3日			6月13日		
		項目	乾物収量kg	TDN収量kg	雌穂乾物率%	乾物収量kg	TDN収量kg	雌穂乾物率%	乾物収量kg	TDN収量kg	雌穂乾物率%	乾物収量kg	TDN収量kg	雌穂乾物率%		
KEO	'86		1,842	1,342	53.4	1,467	1,068	46.4	1,377	1,013	45.7	1,456	1,042	43.0		
	'87		1,379	1,016	51.5	1,564	1,135	48.1	1,337	953	37.5	1,127	775	33.3		
	'88		1,650	1,183	51.4	1,584	1,114	31.0	1,295	953	39.5	1,124	767	27.7		
	平均		1,624	1,184	52.1	1,538	1,106	44.5	1,337	958	41.4	1,236	861	34.7		
DEA	'86		1,716	1,241	48.9	1,505	1,061	45.8	1,560	1,106	41.7	1,302	871	34.1		
	'87		1,633	1,165	48.8	1,540	1,076	46.2	1,510	1,049	38.8	1,206	843	33.8		
	'88		1,407	958	37.6	1,263	861	35.0	1,244	845	33.3	1,003	644	21.6		
	平均		1,585	1,121	45.1	1,436	999	42.3	1,440	1,000	37.9	1,170	786	29.8		
P3732	'86		1,864	1,330	38.8	1,457	935	34.9	1,348	891	28.2	1,334	824	16.7		
	'87		1,731	1,188	38.4	1,630	1,088	31.6	1,501	945	19.4	984	597	12.3		
	'88		1,257	792	16.5	1,120	690	14.0	879	536	12.2	980	585	8.5		
	平均		1,617	1,103	31.1	1,402	924	26.8	1,243	791	19.9	1,099	669	12.5		
P3424	'86		1,616	1,035	26.7	1,524	983	25.3	1,375	854	16.7	1,279	784	11.6		
	'87		1,507	975	25.6	1,357	863	21.3	1,260	770	13.1	1,095	656	12.5		
	'88		1,203	700	12.6	1,087	633	12.5	924	538	12.3	859	500	13.0		
	平均		1,442	903	21.6	1,323	826	19.7	1,186	721	14.0	988	647	12.4		

Ⅳ 考察

葛巻町塚森地区は標高960mの位置にあり、'87年の気温の観測（'87年6月～10月）によれば有効積算温度801.6℃（ $\geq 10^\circ\text{C}$ ）、単純積算気温2147.5℃であった。そのため、ここに適する品種は相対熟度が80日程度のものが最も適当といえる。しかし、90日以下のものであれば早播を行うことにより黄熟期に達することができるものと思われた。また、播種時期については一般に平均晩霜日の10日前が基準となっており、山間地域では6月上旬の所も多いが、晩霜被害

の恐れが少ない高標高地では5月の中旬に播種することが重要となる。しかし、その場合には、晩霜よりも土壤凍結による播種作業の遅延が問題であった。

摘 要

1. '85年に予備試験を行い、'86～'88年に本試験を行った。この間、'85年の6月15日や'86年6月10日には県内に晩霜が見られ大被害をもたらしたが、試験を実施した850m圃場では霜害を回避できた。また、葛巻町塚森での

とうもろこし栽培は'84年に始まり、'88年に24.5haの作付けが行われた。この間、特に大きな問題はなく、早播技術や適品種の選定により、安定した栽培が行われた。

2. 岩手県の高標高地においてサイレージ用とうもろこしの安定生産を行うためには、相対熟度90日以下の品種を用いて早播をすることが重要であり、その際には、低温発芽性についても留意する必要がある。本試験の結果、適品種を選定して早播を行うことにより、10a当たり乾物収量1,500~1,800kg、TDN収量1,000kgを期待することができる。

参考文献

1. 農林水産技術会議事務局 (1979) 農業気象試験研究のための実験手法
2. 太田繁 他 (1987) : とうもろこしの早播効果と晩霜被害 岩手畜試研究報告15号
3. 戸沢英雄 (1985) : 寒地におけるホールクropp・サイレージ用とうもろこしの安定多収への栽培改善と品種改良に関する研究 第IV章第1節低温発芽性の検定法—北海道立農業試験場報告第53号