

第IV章 品種改良に関する研究

寒地におけるトウモロコシ品種改良上の重点目標としては、第II章において述べたように、早生品種の利用を前提とする次の3点があげられる。1つは地域的環境条件に対応するための低温発芽性および初期生育の向上である。2つには、収穫の機械化に対応するための耐倒伏性の向上である。また、耐倒伏性の向上の意義は、品種が本来もっている生産力および原料品質の保持にも必要である。3つには、いずれの作物においても求められるように、品種の多収性および品質の向上がある。これら3つの重要特性の改良に関連して開発した検定法および改良方向について述べる。

第1節 低温発芽性の検定法

トウモロコシの発芽に関する耐冷性および低温発芽性の研究は、著者の知見では1920年代に米国で始まり²⁸⁾、わが国では1940年代以降に行われてきた¹⁸⁰⁾。これらの検定法には、ロール・タオル法⁶⁶⁾ないしはそれに準じたCold testがある。

ロール・タオル法は、ウイスコンシン大学でHoppe, P.E⁶⁶⁾が創出したものである。彼によれば、金網の上に十分に吸水させたペーパータオルをのせ、それに夏期トウモロコシを栽培した土を厚さ4 mmほどに敷く。次いで土の上に種子50粒を適度の間隔でのせ、最後にこれを締めすぎないように巻いて「doll」を作る。この「doll」を小穴のあいた容器に20個ほど縦に入れ、これに所定の温度処理を加えて検定するものがロール・タオル法である。この場合の温度は、ウイスコンシン方式では、10℃(6~12日)→常温(4日)→調査となる。これに対し、「doll」は使わないが、トウモロコシを栽培した土を用いて行う方法にミネソタ方式が

あり、その温度処理は、常温(2日)→11℃(12日)→常温(3日)→調査となる。

ここで、まず重要なことは、いずれの検定法も必須条件としてトウモロコシを栽培した跡地における土壌菌による汚染土壌が利用されていることである。この場合の低温発芽性は、発芽種子の低温下における土壌菌抵抗性としてとらえられるものであろう⁶⁶⁾。

寒地における播種後の条件は低温であるために、品種の種子発芽は低温条件下でも良好であること、またできるだけ生育期間を長くするために発芽は早いことが望ましい。このような場合に要求させる低温発芽性は品種または自殖系統の種子の低温下における遺伝的な発芽能力に依存される特性で、上記のCold testによる発芽性とは異なる。低温下における発芽性には遺伝的差異の可能性を示す報告があり^{38, 154)}、選抜によって改良されうること^{121, 122, 123)}が示唆されているが、その検定法は確立されていない。そこで、本節では優良な自殖系統の育成選抜上における低温発芽性の実用的な検定法の確立とその遺伝様式を検討しようとするものである。

1. 低温発芽性検定法の確立

(1) 試験方法

本節で扱われる低温発芽性は、病害や種子品質の影響を防いだ低温下における種子の遺伝的な発芽性である。それで、その検定法は種子および培地または培養液が無菌状態にあることおよび種子品質の影響が関与しないことの2つの条件を前提として考えた。前者の条件に対しては、発芽は種子および培養液を殺菌した条件下で行われることにした。また、後者の条件に対しては、発芽勢の表示は常温下発芽に対する低

温下発芽の割合で示すことにした。以上に基づいて、次式の比較低温発芽勢を低温発芽性の表示とした。

$$\text{比較低温発芽勢} = \frac{\text{低温条件下の発芽勢}}{\text{常温条件下の発芽歩合}} (\%)$$

そして、上式における低温条件下の発芽勢を示すに必要な置床温度と置床日数は次の方法により検討した。

表IV-1に示すように、代表的な25の自殖系統を用いて、置床温度と置床日数を検討した。種子はTMDT剤により粉衣した。これをろ紙を敷いたシャーレに50粒置床し給水した。置床温度は8, 10, 12, 25および30°Cの6水準で2日毎に種子発芽の調査をした。また、常温条件下の発芽歩合のための置床温度は20~30°Cの範囲である。試験は2反復である。種子発芽の判定は根と芽あるいはそのいずれかが、種子から1mm以上抽出したものとした。

表IV-1 置床温度および日数に伴う25自殖系統の比較低温発芽勢

供試系統	8°C				10°C					12°C			15°C			25°C		30°C		
	日14	16	18	20	10	12	14	16	18	20	8	10	12	6	8	10	2	4	2	4
N 138	90	100	100	100	88	100	100	100	100	100	92	97	97	100	100	100	17	100	89	100
T 6	81	97	97	97	78	100	100	100	100	100	100	100	100	88	100	100	0	100	53	100
CM 39	4	23	39	47	98	100	100	100	100	100	97	99	99	100	100	100	0	100	84	100
To 15	92	100	100	100	95	98	98	98	98	99	100	100	100	100	100	100	14	100	100	100
V 3	32	44	52	53	86	93	95	97	97	97	38	89	90	80	95	100	22	100	87	100
W79A	23	38	47	54	77	90	98	100	100	100	53	92	95	97	100	100	12	100	32	100
WM13R	70	78	86	86	79	85	96	100	100	100	97	97	98	72	93	100	19	100	70	100
CM33	7	16	26	26	48	82	86	93	100	100	51	89	97	94	100	100	4	100	73	100
W41A	0	0	0	0	73	82	93	98	100	100	44	87	100	32	62	80	0	100	43	100
CMV 3	48	58	64	76	46	79	80	83	83	83	40	84	88	95	100	100	18	100	28	100
A 357	21	29	29	30	61	74	82	82	88	89	76	78	86	92	99	100	20	100	81	100
N21	9	22	53	57	30	74	81	95	98	98	72	88	95	36	97	100	83	100	32	100
CM37	36	53	53	62	26	73	73	73	74	87	35	64	76	59	84	98	0	100	28	100
W55	0	14	14	17	65	70	91	91	91	91	85	91	100	44	64	100	0	100	28	100
W 401	3	3	3	5	68	70	74	76	79	81	100	100	100	90	100	100	0	100	71	100
W59E	3	3	6	8	63	64	68	68	70	74	86	96	100	89	91	96	6	100	42	100
W 375 B	1	6	6	6	63	63	71	72	78	78	83	93	100	94	100	100	18	100	74	100
W22	0	7	12	19	34	56	73	76	87	87	30	80	82	50	90	94	0	88	59	100
W49	18	26	33	41	32	46	63	64	74	85	31	60	70	57	73	88	3	81	37	92
W28	0	0	0	0	4	22	60	70	76	84	6	14	69	46	71	96	0	100	48	100
A 171	0	0	0	0	2	18	59	66	66	74	2	14	46	42	60	90	75	94	16	100
W 182 E	2	6	6	6	0	0	0	0	3	6	0	0	22	66	96	100	0	100	24	100
W25	0	0	0	0	0	0	0	6	26	76	0	6	38	2	58	94	0	90	48	100
Co 46	0	0	0	2	0	0	2	2	8	34	4	18	34	48	89	94	0	100	20	100
Q 709	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	40	40	0	100	14	100
平均	22	29	33	36	49	62	70	72	76	81	53	53	79	68	87	94	12	98	51	100
標準偏差	31	34	35	35	34	35	33	34	32	28	37	37	29	28	18	15	22	5	26	2
変異係数	142	117	105	99	69	56	48	47	42	34	71	52	28	41	20	16	174	5	50	2

また、低温下で長期置床する場合に発生する死粒について、自殖系統「A 171」および「W 49」を用いて検討した。このときの置床温度は10℃であり、またその他の発芽条件は前述の方法に準じた。

上の2つの実験から妥当とされた低温発芽性の表示の有効性をみるために、比較低温発芽勢および従来の検定法による発芽勢を圃場の発芽と対比した。圃場の発芽は過去の十勝農試における成績から、播種後低温年の1969年と通常年の1970年および1973年の結果、さらに沿海地帯の忠類における1974年の播種後20日の2反復平均の圃場の発芽勢を用いた。

以上とは別に、本節における比較低温発芽勢の適用によって育成された自殖系統および実用化された一代雑種の能力を他と比較した。

(2) 試験結果

表IV-1は、25自殖系統の比較低温発芽勢を置床温度および置床日数ごとに示したものである。供試材料の配列は10℃-12日置床における比較低温発芽勢の高い順序に従った。その理由は、10℃-12日置床の処理は、近接する置床温度間および置床日数間で系統の序列に最も変化が少なく、標準偏差Sおよび変異係数C.V.の変化も後述のように小さかったからである。

8℃では、いずれの置床日数においても比較低温発芽勢の値が小さく、平均で22~36%の範囲にあった。また、発芽しない処理が多かった。

10℃では、それぞれの系統の各置床日数における発芽勢の平均値が49~81%となり、標準偏差は34~28と大きかった。この中で、置床12日における平均は62%、標準偏差が35で他の近接する置床日数における値とは大きな差はなく、処理温度中では供試系統間の序列および偏差の変化が最も少なかった。この10℃の12日における比較低温発芽勢と同温度における10日および14日置床における値との間には0.919*** および0.943*** の相関係数が得られ、他の処理温度における置床日数間の比較よりも高い関係を示した。

12℃の置床8~12日では、平均が53~79%、標準偏差が37~29であったが、この温度における置床日数間の差は10℃の10~14日より大きかった。12℃の置床10日と10℃の12日との間には0.944*** の有意水準の高い値がえられたが、中間に位置する系統の序列は変化した。

15℃の置床6~10では比較低温発芽勢が100%あるいは100%に近い場合が多くなり、系統間における平均は68~94%となった。標準偏差は相対的に小さかった。

25℃の置床2日では、平均が12%で発芽しな

表IV-2 置床後日数と死粒の発生および比較低温発芽勢

種子の区分	置 床 後 日 数					
	10 日	14 日	17 日	20 日	25 日	30 日
1)	A 179					
To : 1968	0 (3.2)	7.6 (52)	7.0 (59)	24.6 (71)	32.1 (68)	42.4 (58)
Ho : 1969	0 (5.0)	0 (63)	55.0 (67)	22.4 (73)	26.4 (71)	25.2 (75)
2)	W 49					
Ho : 1968	0 (2.3)	5.2 (47)	10.0 (52)	38.7 (54)	47.8 (52)	51.3 (49)
To : 1968	0 (5.1)	0 (56)	0 (72)	5.9 (86)	4.3 (95)	10.7 (89)
To : 1969	0 (8.4)	0 (62)	0 (65)	0 (90)	0 (100)	0 (100)
Ho : 1968	0 (10.2)	0 (52)	0 (60)	7.7 (86)	16.2 (84)	14.1 (86)

注：1. To : 十勝農試産, Ho : 中央農試原々種農場産

2. () 内の数字は比較低温発芽勢 (%)

3. 検定は1973年

表Ⅳ-3 異なる検定法による低温発芽性の結果と圃場における発芽との関係

材 料	比較芽 低温勢 10°C 12日 (a)	現行法による発芽率(%)				圃場における ²⁾ 発芽期まで日数(日)			圃場にお ³⁾ ける発芽勢(%)
		ロール・タオル法 ¹⁾			バ ッ ト 法	1996 (b)	1970	1973	1974 (c)
		A	B	C					
N 138	100	91	18	90	95	20	14	15	67
T 6	100	60	52	—	79	23	14	15	37
CM 39	100	7	32	80	—	23	13	15	73
To 15	98	—	—	—	—	—	—	—	—
V 3	93	—	—	—	—	23	—	15	33
W79 A	90	—	—	—	—	23	14	15	47
WM13 R	85	54	5	16	88	24	13	15	17
CM33	82	—	—	—	—	23	13	15	43
W41 A	82	18	2	—	—	23	15	16	—
CMV 3	79	—	—	—	—	—	14	16	20
A 357	74	17	34	—	97	28	15	15	47
N21	74	78	9	39	92	22	16	16	60
CM37	73	87	23	12	—	24	14	16	37
W55	70	—	—	44	—	23	14	15	—
W 401	70	69	20	—	—	23	13	15	43
W59 E	64	—	—	4	90	22	13	—	53
W 375 B	63	—	—	—	—	23	—	15	53
W 22	56	—	—	—	—	—	—	—	—
W 49	46	13	1	42	99	24	17	16	43
W 28	22	78	1	0	85	26	16	15	10
A 171	18	52	0	0	91	30	17	17	3
W 182 E	0	98	10	75	—	27	15	16	10
W 25	0	49	22	—	—	26	—	16	20
Co 46	0	98	10	—	—	27	15	16	0
Q 709	0	—	—	—	—	—	—	15	0
Mean	62	55	16	37	91	24	15	16	65
S	35	31	16	33	10	3	1	1	22
C. V	56	56	95	91	12	10	11	4	65
対(a)との 相関係数		. 337	. 450	. 041	. 048	-. 725***	-. 722***	-. 455*	. 750***
対(b)との 相関係数		-. 300	. 446	. 461	. 409	—	—	—	—
対(c)との 相関係数		-. 126	-. 189	. 419	. 058	—	—	—	—

注：1. A：ウイスコンシン方式（11°C - 13日 → 25°C - 3日）
 B： “ “ （11°C - 5日 → 30°C - 7日）
 C：ミネソタ方式（25°C - 20日 → 11°C - 10日 → 25°C - 4日）
 バット法（25°C - 2日 → 9.5°C - 8日 → 25°C - 4日）

2. 十勝農試圃場，反復1
3. 忠類圃場，播種20日後，2反復2

い系統が多かった。置床4日目では、ほとんどの系統が100%となり、系統間の差は認められなかった。

30℃の置床2日目と4日目においても、25℃の場合と似たような傾向がみられた。

低温下において発芽をみる場合、種子が殺菌剤により処理されていても、置床が長期に亘るために死粒が発生する。表IV-2は、これについて示したものである。供試した2系統には置床後14日目に死粒が生じ、20日目以降では著しく増加した。また、採種年次や場所間で差があり、このため系統の比較低温発芽勢は置床20日目以降で差が大きくなった。

表IV-3は25の自殖系統について、比較低温発芽勢および現行の検定法による低温発芽率と実際の圃場における発芽との関連を示したものである。比較低温発芽勢は、前述の表IV-1における10℃-12日処理の値を用いた。なお、十

勝農試圃場における1969年は、播種後長期に亘って低温に経過した年次で、系統平均の発芽まで日数は24日であった。1970年と1973年は平年次の気象条件で、供試系統における平均発芽期まで日数の平均は15日と16日であった。また、忠類の1974年は播種後低温に経過しており、ここでは播種20日後における発芽勢を示した。この場合の系統の平均発芽勢は65%であった。

比較低温発芽勢の高い系統は1969年の発芽期まで日数が短かく、両者には -0.725^{***} の相関係数が得られた。また、平年次の1970年においても同様の傾向が示された(-0.722^{***})。1973年では、 -0.455^* の相関係数を示したが、発芽期まで日数自体の系統間の変異が小さく、従って供試系統間における関係は判然としなかった。また、忠類の圃場における発芽勢とはかなり平行的な関係を示し、両者には -0.750^{***} の相関係数が示された。これに対し、従来の検

表IV-4 比較低温発芽勢の適用により育成された系統の発芽期まで日数(日)

自殖系統名		1981	1982	1983	平均
育成系統	To 15	11	15	13	13
	To 26	12	15	12	13
	To 28	13	15	12	13
	To 30	11	14	11	13
	To 38	8	15	12	12
既存系統	N19	13	18	14	15
	CM7	12	15	10	12
	T6	15	15	13	14
	EA49	21	18	12	17
	RT11DF	13	16	13	14
	W41A	14	16	14	15
	W79A	13	15	11	13
	CK52	15	17	12	15

注：1. 各年次共に1反復

2. 播種期は1981年が5月13日、1982年および1983年が5月11日

定法による4つの検定値は、いずれも実際の圃場における発芽とは関連が認められなかった。

表IV-4は、本節の検定法を適用して育成さ

れた自殖系統の能力を示したものである。いずれの育成自殖系統においても、実際の圃場での発芽が既存のものより速かであった。

表IV-5 品種の低温発芽性（比較低温発芽勢）

	ワセホマレ	ハイゲンワセ	C 535	ホクユウ	P 131	P 3715	W 573
試験 A	100	88	65	96	63	77	71
試験 B	86	75	53	89	50	69	68
試験 C	62	42	31	81	36	73	82

注：試験A；シャーレ（ろ紙），反復=3，10.5±1.0-12日間

“ B； “ “ ，9.5℃-4日間

“ C； “ “ ，13.5℃-7日間

同様に、表IV-5は育成された「To15」を構成系統として実用一代雑種となった「ワセホマレ」の能力を他の流通品種と比較したものであるが、「ワセホマレ」には明らかに高い能力が認められ、本検定法の適用が寒地における実用品種の育成に有効であることが実証された。

2. 低温発芽性の遺伝様式

(1) 試験方法

自殖系統間のF₁、F₂、およびF₂において選抜されたF₃から、低温発芽性の遺伝様式を検討した。

供試材料は、複交雑一代雑種「ワセホマレ」{組合せは(N19×To15)×(CM37×CMV3)}および「ハイゲンワセ」{組合せは(W41A×W79A)×(N19×CM7)}とその構成系統である。

1981年に、自殖系統「N19」、「CM7」、「W41A」および「W79A」を人工授粉により自家受粉して自殖種子を得ると共に、単交雑「N19×CM7」および「W41A×W79A」の組合せを行い、F₁種子を得た。1982年にF₁系統を養成し、各系統ごとに任意の120個体を自殖してF₂種子を得た。これらについて個体ごとの比較低温発芽勢を検定した。

次に「N19×CM7」群および「W41A×W79A」群について、上記の検定結果の高低両端の個体を選抜し、そして選抜された個体の残余種子を確保した。選抜された個体は高方向が各12個体、低方向が9または10個体である。翌

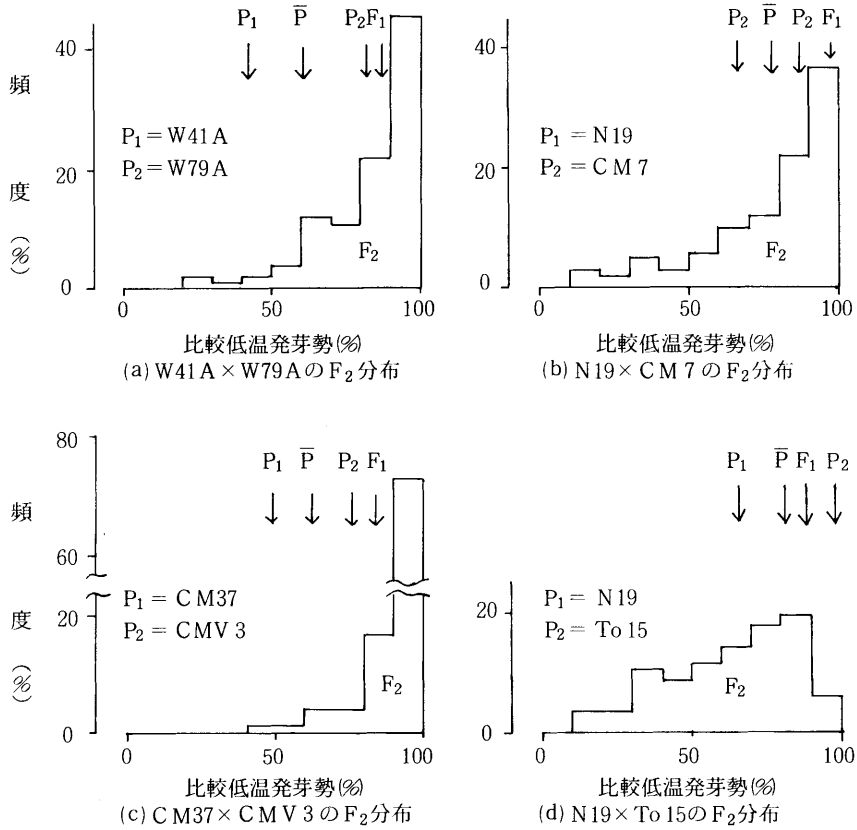
1983年に、これら前年に選抜された個体の残余種子を個体ごとに各60粒播種し、これをF₂系統として養成した。これらの系統について圃場の発芽勢を調査すると共に、系統ごとに任意の各10個体内外を人工自家授粉してF₃種子を得た。これらについて比較低温発芽勢を検定した。

比較低温発芽勢の検定法および発芽の判定基準は前項に準ずる。また、圃場における個体および系統の養成は十勝農試における標準耕種法により行った。

(2) 試験結果

図IV-1には、4組合せについてF₂集団の比較低温発芽勢を2つの親、P₁およびP₂、それらのF₁および中間親P̄と共に示した。いずれの組合せにおいても、F₁の値は中間親よりも高い値を示し、また「W41A×W79A」、「N19×CM7」および「CM37×CMV3」ではいずれの親よりも高い値を示してヘテロシスの存在することが認められた。一方では、高い値を示す親系統により構成されるF₁の値は高かった。次に、F₂集団の頻度分布をみると、4組合せとも比較低温発芽勢は、値の高い親に片寄る逆L型分布を示した。特に、「W41A×W79A」、「N19×CM7」および「CM37×CMV3」では、共に似たような分布を示した。しかし、「N19×To15」の分布は他の組合せと異なって片寄りが小さかった。

表IV-6は、「N19×CM7」および「W41A×W79A」のF₂において比較低温発芽勢により高低両方向に選抜したS₃系統の圃場にお



図IV-1 低温発芽性に関する F₂ 集団の頻度分布

注：矢印は平均を示す。

表IV-6 比較低温発芽勢の選抜効果 (系統平均値)

組合せ	選抜された供試系統 (S ₂)			S ₃ 系 統	
	低温発芽勢の区分	供試系統数	比較低温発芽勢	圃場の発芽勢 (11日目)	比較低温発芽勢
N19 × CM 7	高	12	99.6 %	76.2 %	53.0 %
	低	10	24.2	67.4	15.8
	差 (高-低)		75.1 **	8.8 **	37.2 **
W41A × W79A	高	12	99.2	80.9	55.2
	低	10	44.8	66.0	32.1
	差 (高-低)		54.4 **	14.9 **	23.1 **

注：**；差についての t 検定で P < 0.010

表IV-7 比較低温発芽勢の親子相関および圃場における発芽勢の関係

組 合 せ	形 質	圃場における播種後11日目のS ₂ 種子の発芽勢	S ₃ 種子の比較低温発芽勢
N19×CM7	S ₂ 種子の比較低温発芽勢	0.248	0.800 **
	圃場における播種後11日目のS ₂ 種子の発芽勢	—	0.393
W41A×W79A	S ₂ 種子の比較低温発芽勢	0.477 *	0.582 **
	圃場における播種後11日目のS ₂ 種子の発芽勢	—	0.401

注：*，** は5%および1%水準の有意性を示す。

ける発芽勢（播種後11日目）と比較低温発芽勢を示したものである。これをみれば、いずれの組合せにおいても、S₂における選抜はS₃系統の圃場における発芽勢および比較低温発芽勢に高い選抜効果を示し、高低両方向に選抜されたS₃系統の平均値間には1%水準の有意性が認められた。

次に、比較低温発芽勢の親子間相関およびこれらと圃場の発芽勢（播種後11日目）との関係を表IV-7に示した。単交雑「N19×CM7」および「W41A×W79A」の両組合せにおけるS₂種子とS₃種子の比較低温発芽勢には1%水準の有意な相関関係が示された。また、比較低温発芽勢と圃場における発芽勢の間では、「W41A×W79A」のS₂種子の比較低温発芽勢において有意性の高い相関係数が得られた。

なお、本項の研究は農林水産省のグリーンエネルギー計画（GEP）の細部課題「トウモロコシの高エネルギー系統の作出」の一環として行われたものである（GEP85-II-6-3）。

3. 考 察

従来トウモロコシの種子発芽に関する低温抵抗性に対する検定法の第1の特徴は、低温発芽性が低温多湿土壌における土壌菌または種子伝染菌に対する種子および発芽種子の抵抗性と

としてとらえられていることである。このような概念における抵抗性についての検定法は、おおむね Rinke⁸⁶⁾、森¹²⁹⁾ および Hoppe⁶⁶⁾ の研究によってほぼ確立されたように思える。前述のように、この検定法の必須条件は、トウモロコシを栽培した汚染土壌を用いることである⁹⁾、14, 28, 63, 66, 84-86, 124, 126, 128, 137, 155, 156, 179-183)。これは種子を侵害する菌を供することに主眼がおかれているからである。しかし、低温下の種子腐敗には多数の土壌と若干の種子伝染菌が関与しているといわれ⁹⁾、14, 28, 49, 64, 66, 84, 86, 96, 115, 182)、また以下に述べるようにこれらの菌の行動が多様であるために、検定材料の抵抗性順位の再現性が低くなっていると思われる。Hoppe⁶⁶⁾、Hooker and Dickson⁶³⁾ および Ho⁶¹⁾ は Pithium が主要な菌であるとしたが、森¹²⁹⁾ は Fusarium が主要であるとし、また Makrawathana and Wasuwat¹¹⁵⁾ はタイでは Aspergillus が最も多く、次いで Penicillium, Fusarium でありそれも地域によって異なっていたとしている。Kendrick⁹⁴⁾ は同じ Pithium でも種によって温度反応が異なるとし、Johann⁸⁵⁾ も Penicillium で同様にその事実を述べている。Ho⁶¹⁾ は一連の詳細な実験および調査から、種子および発芽稚苗の部位によって犯す菌の異なることを、また、Johann⁸⁴⁾ は発芽の段階によって活動する菌の異なることを報告している。Dickson²⁸⁾ は比較

表IV-8 研究者と自殖系統の低温発芽性

	B 8	A 148	W23	WF 9	Hy	Oh 51 A	W 9	W25
森*	29	38	47	51	61	65	—	—
館ら*	50	72	76	—	91	95	59	100
Br. and Dick.**	良	極良	良	極不良	良	中	極不良	良

注：1. *は低温発芽減少率，**は極不良から極良で示す。

的高温でもSeedling blightの生ずることをみ、またHarpar¹⁴⁾は高温または適温下でも土中水分の上昇により枯死個体の増すことを報告している。

このような事実から、検定に際し使用する土壤の性質が異なったり、構成する菌の種類やその構成比の差は地域差のみならず、年次によっても異なるものと思われる。このことは、検定した場所や年次、また研究者により系統の抵抗性順位の異なることによっても示されている。その実例として、森¹²⁶⁾、館ら¹⁸¹⁾、Brunson and Dickson⁸⁶⁾の結果を比較するため表IV-8に示すと、系統間の低温発芽性の順位が研究者によって差のある部分が認められる。また、これらと、土壤菌の介入していない場合とは異なり、例えば森¹²⁶⁾は「A 171」を低温抵抗性が強いとしているが、土壤菌を除いた前述の表IV-1の実験結果では弱いと判断された。このようなことに関連してBunting¹⁴⁾は、すべての菌が平均してどの土壤にも存在することはないので、選抜を厳密にしすぎると、一定の病菌にのみ抵抗性をもつ系統品種が育成される危険のあることを指摘している。また、Andrew⁹⁾およびHooker⁶³⁾は供試材料の反応が菌種によって異なることを示唆する報告を行っている。

従来Cold testの第2の特徴は、低温期間の前後にかなりの日数に亘る25°C前後の期間があること^{66, 86)}である。この期間は、種子が正常に種子発芽するには十分に近い。特に、「ミネソタ方式」⁸⁾では低温処理の直前と直後に常温期間があるために、低温条件は種子自身の活動にほとんど関与していない。このことについて、Hoppe⁶⁶⁾が述べているようにCold test

は低温に対してというよりは、土壤菌に対するものである。従って従来の研究の成果は、特に病害防除の面に顕著に示され、そのために立毛の確保に貢献したが、こうした病害は現在では問題にならないほどに防げるようになってきた^{115, 127, 129, 179)}。実際の圃場においては病害によるよりは低温による発芽遅延が重要となるのであり、種子自体の低温発芽性の土壤菌抵抗性と区別して考える必要がある。著者⁹⁹⁾およびAlessi and Power⁸⁾はともに1971年に、従来のCold testと圃場における結果が一致しないことを報告し、またCold testの改良のためには土壤病害など低温以外の要因を除去する必要を指摘した。1979年、Burris and Navratil¹⁵⁾も同様のことを述べている。本節における低温発芽性は種子自体の低温下における遺伝的な発芽性、つまり、低温下における種子の発芽能力として捉えられるものである。本節の結果から、処理温度と置床日数に有効範囲が考えられるが、10°C-12日の置床で、シャーレ(ろ紙)にTMDT剤処理を加えた場合の発芽勢と、これと同じ種子群の常温下発芽歩合から算出される比較低温発芽勢が低温発芽性の指標として適当であることを認めた。

検定温度と置床日数は供試系統間の産が大きく、しかも長期置床による死粒発生などの低温以外の条件が関与する影響を除去し得る範囲の下で検定されなければならない。本実験の結果では、この条件を満たす処理は10°C-12日置床であった(表IV-1, 2)。しかし、8~15°Cの範囲では、いずれの置床日数においても、ある程度の系統の序列は得られた(表IV-1)。また、系統間の差異自体は置床日数の選定さえ

適切であれば、25℃および30℃の常温下でも得られるが、8～15℃の場合の系統間の序列と異なる場合が多くなると共に、変異の小さいこと、調査時期の僅かの差により測定値に大きな変化をきたすことなどから妥当ではない。しかし、将来、品種の低温発芽性の能力が向上することも予想されるので、その時点では更に検定温度を下げたり、また置床日数を短縮することが必要と考えられる。

低温発芽性の検定に際して、種子腐敗や死粒の発生が問題となる。トウモロコシの種子は種々の菌に犯される機会が多く、登熟中から収穫乾燥貯蔵に至る間、環境的人為的条件によって影響をうける。従って、検定に当っては、置床種子を無菌状態に近づけるために、種子と給与水あるいはそのいずれかを殺菌剤で処理することとした。

このようにして得られた比較低温発芽勢の値は実際の圃場における発芽速度と強い関係にあり、比較低温発芽勢の高い系統は、播種後低温に遭遇した場合の圃場における発芽期まで日数が短く、また播種後一定日における圃場の発芽勢も高い値を示した。このことは、従来 Cold test の結果と圃場の発芽の間には関係が認められなかった(表IV-3)ことに比べると実用的に大きな意義をもつものと考えられる。

圃場における発芽には、外圃条件として地温のほかは土壌水分や覆土の厚さが関連し^{8, 65, 95)}、また種子条件として低温下の発芽能力のほかは芽生の伸長力³⁹⁾などが関連している。圃場の発芽は、これら要因の総合的な結果として示されるものである。さらに、温度条件に限ってみれば、実験室での種子発芽は通常、常温下で行われるが、圃場では常に変温条件下で行われて地表上への発芽に至るまでには発芽適温に近い条件下におかれることもある¹¹⁾。このような諸条件の差が実験室と圃場における発芽速度の違いをもたらす要因であろう。

McConnell and Gardner¹¹⁴⁾は、2カ年に亘る多数の系統における Cold test の結果が、圃

場の発芽状況と一致せず、その原因を圃場条件が良好であったためと述べている。しかし、著者の発案による比較低温発芽勢による検定値と圃場の発芽速度との間には有意水準の高い相関が認められた。そして、この有意な相関関係は低温年次においてだけでなく、通常年の圃場の発芽においても認められた。これらのことは、比較低温発芽勢が寒地における圃場の発芽を想定した系統の選抜に有効に利用できる可能性を示している。

実際の自殖系統育成事業の過程で、F₂ および F₃ の初期世代において、この比較低温発芽勢を適用して選抜した発芽種子を圃場に移動して世代を進め、育成された自殖系統およびそれが構成系統となった複交雑一代雑種の低温発芽性はいずれも高いものとなっている。

なお、この比較低温発芽勢は農林水産省のグリーンエナジー計画(1983)の中におけるトウモロコシ高能率系統の作出およびトウモロコシの低温ストレス耐性の種内変異の検索のための検定法として採用されている¹⁴⁸⁾。

これまで述べてきたように、比較低温発芽勢が低温発芽性の指標として有効に利用できることを明らかにした。そこで、次には比較低温発芽勢による低温発芽性の遺伝様式を検討しようとするものである。

低温発芽性の F₁ に示される両親の効果には正方向のヘテロシスが働くものの、遺伝的な相加性の占める比重が大きいために、高能力の F₁ 育成には高能力の自殖系統を必要とすることが経験的に知られている。本項の実験において、高能力の自殖系統を親とした場合の F₁ の能力が高く表われていることは、この形質が遺伝的に相加性の高いことを示している。

次に、この形質について組合せ「W41A×W79A」, 「N19×CM7」および「CM37×CMV3」の F₂ 集団の頻度分布からみて、関与する遺伝子数は極く少ないものとみられる。このことからすれば、この形質に対する選抜には高い効果が期待できると思考される。この期待

が妥当であることは、実際に選抜を加えた S_2 とその次代の S_3 間に示された高い選抜効果および親子相関に認められる。以上の遺伝様式から、低温発芽性の高い自殖系統を育成するには早期世代において比較低温発芽勢を検定することが適当であると思われる。

なお、「N19×To15」の F_2 集団の頻度は他の3集団と異なる分布を示している。この構成系統の「N19」は「N19×CM7」の構成系統であり、その F_2 分布は他の2組合せと同一傾向を示している。それ故、「N19×To15」の F_2 集団の分布には「To15」が強く関与し、また関与している遺伝子は他の系統と異なっている可能性があり、これについては今後の検討が必要である。

4. 摘 要

従来トウモロコシ種子の発芽に関する耐冷性の検定は、低温に対するというよりも、土壌菌および種子伝染菌に対する抵抗性に主体がおかれてきた。しかし、寒地の現状においては、種子はすべて薬剤により粉衣されており、発芽および幼苗の病害は問題にならないまでに防げるので、むしろ低温による発芽遅延が重要となっている。そこで、従来のCold testによる低温発芽性とは異なる種子自体の低温発芽性、つまり低温下における種子の発芽能力を遺伝的特性として捉え、自殖系統育成上において工夫された検定法の有効性とこれによる低温発芽性の遺伝様式を検討した。

1. 供試種子をシャーレ(ろ紙)に置床し、10℃で12日間処理して発芽状況を調査し、これと別に行った25℃前後の常温下の発芽調査結果から、次式により得られる比較低温発芽勢の指標として示すことが適当な検定方法であることを認めた。この場合、シャーレ内部と供試種子または両者のいずれかを殺菌剤により処理することが必須条件である。

$$\text{比較低温発芽勢} = \frac{\text{低温条件下の発芽勢}}{\text{常温条件下の発芽歩合}} \quad (9)$$

2. 以上により得られた比較低温発芽勢は、実際の圃場における低温年次の発芽期まで日数および発芽勢との間に有意性の高い関係を示した。すなわち、比較低温発芽勢と圃場の発芽期まで日数および発芽勢の間には、それぞれ -0.725^{**} および -0.750^{***} の有意性の高い相関係数が得られた。しかし、従来の検定法による低温発芽率と低温年次の圃場における発芽まで日数および発芽勢との間には関係が認められなかった。
3. 本検定法により算出される比較低温発芽勢は実際の圃場における発芽を想定した自殖系統や品種の育成選抜に有効に利用できた。
4. 本節の検定法の適用によって育成された自殖系統は高い低温発芽性を示した。
5. 比較低温発芽勢を指標とする低温発芽性に関与する遺伝子数は極く少ないものと推定された。また、 S_2 と S_3 の親子相関が高いことにより、低温発芽性の選抜は早期世代で効果的であると推論された。

第2節 耐倒伏性の検定法

トウモロコシの倒伏は受光態勢を含む同化転流の悪化を招き、また機械収穫損失に与える影響が大きいので、品種の耐倒伏性は寒地^{72, 101)}のみならずわが国における品種改良上の最も重要な形質の1つとして位置づけられている^{58, 74, 91, 119, 120, 151)}。機械収穫は1960年代に入る前に行われたが、1970年代から急激に増加し、これと共に品種の耐倒伏性を向上させることが品種改良上不可欠のものとなった。

宮坂によれば¹¹⁸⁾、作物の倒伏には4つの型があり、それらのうちトウモロコシには挫折型、転び型およびわん曲型の3つの型がある。また、トウモロコシの耐倒伏性の検定ないし評価の仕方にはいくつかあり、それらは倒伏型にそれぞれの特徴的な個有の精度を持っている^{22, 42, 72,}

74, 87, 109-111, 134, 136, 160, 163, 178, 186, 187, 208-210)。

従って、1つの検定法のみによって多様な耐倒伏性のすべてを検定することには無理がある。また、わが国のトウモロコシ育種において国の内外で考えられた倒伏に関する検定法を利用した例はないと思われる。この利用されていない原因としては、次の2つの事が考えられる。1つは、これまでの検定は数量化を前提にして測定器具を利用してきたために、育種圃場ではその方法を利用することが困難であったこと、他はその検定法の適用により作物体が破壊されるために検定後の個体を継続して維持することができず、採種までに至らなかったことである。仮りに、育種圃場において測定器具を利用できたとしても、耐倒伏性には稈壁の厚さや挫折荷重^{111, 111, 160, 163, 186)}、根系の大小や根量^{134, 136)}、稈の曲げ強度²²⁾、引抜き抵抗^{42, 74)}など、多くの要因が関与しており、これらの要因のすべてについて検討することは至難である。

こうしたことから、圃場において簡単に実施でき、また検定した個体が維持採種されて世代を継続できることを前提とする実用的な検定法

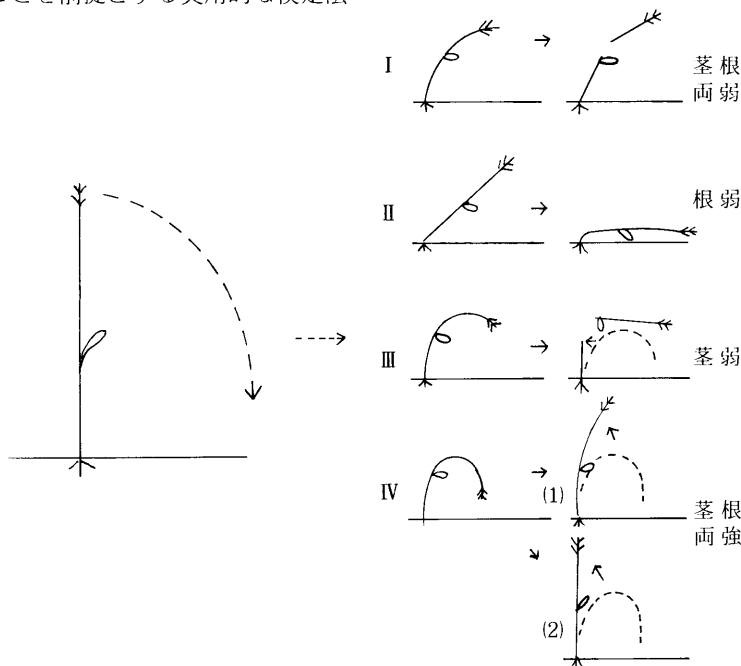
として「引倒し法」を考案した。この方法は、1967年以降、実際の育種事業に利用して成果をあげてきたものである。本節では、この検定法の有効性等について検討を加えるものである。

1. 検 定 法

図IV-2の左に検定法を示した。まず、雄穂の下部付近を手で攔んで、弧を描くように地表に向けて引倒し、次いで地表近くで離す方法である。この過程およびその後の復元状態によって、同図の右に示すように、「I」～「IV」のパターンに区分し、それによって強弱を判定する。

「I」は引倒しの最初の段階で茎部が折れ、同時に根も折損するので、折れた後の下位茎は傾斜したままである。わん曲型の倒伏の多い品種・系統がこのパターンに入る。

「II」は引倒しにより、根茎が折損するものの、地上部がほとんど影響をうけないので、地上部が真直の状態で地表に接する。転び型の品種系統がこのパターンに入る。



図IV-2 検定法と引倒しパターン

「Ⅲ」は、根は強いが茎が弱いか脆いために引倒しの途中で茎部が折れる。折損後の下位茎は根が強いために直立している。わん曲型で倒伏発生が著しい場合に挫折型のみられる品種系統がこのパターンに入る。

「Ⅳ」は地表面までの引倒しに耐え、引倒し後は元の状態に直立、または直立に近い状態に戻る。根は強く、茎も強靱である。引倒し後の状態によって、2つに区分できる。1つは、引倒し後に程がやや曲った状態に戻る「Ⅳ-1」、他は引倒し前と同じ状態で完全に直立する「Ⅳ-2」である。前者は茎が柔かいことによって、「Ⅲ」よりも「Ⅳ」に入ったパターンと考えられる。

2. 試験結果

(1) 引倒しパターンと圃場における倒伏

表Ⅳ-9は、引倒しパターンと各パターンに属する自殖系統について、これまで倒伏のみられた4カ年間の倒伏個体割合を示した。

「Ⅰ」と「Ⅱ」に属する自殖系統のほとんどは、他のパターンよりも倒伏個体割合が多く、特に1972年と1975年は、50%以上の値を示す系統が多かった。

「Ⅲ」では、1967年は倒伏皆無、1970年と1972年では若干倒伏するものが認められ、1975年では「Ⅰ」と「Ⅱ」より少ないが50%前後の値を示した。

「Ⅳ」は倒伏発生が著しい1975年のみに倒伏がみられ、またこの年次においても倒伏の認められない系統があった。

以上の結果から、総じて「Ⅰ」に属する自殖系統は倒伏し易く、順次「Ⅱ」、「Ⅲ」と倒伏し難くなって、「Ⅳ」では最も倒伏し難いことが認められる。

表Ⅳ-10は、同様にして実際に栽培されている交雑品種について、引倒しパターンごとに倒伏個体割合を示したものである。自殖系統の場合と同様に、パターンと倒伏個体割合との間

には強い関係があることが認められる。

表Ⅳ-9 自殖系統の引倒しパターンと倒伏個体割合(%)

パターン	自殖系統名	1967	1970	1972	1975
Ⅰ 型	Co 50	80			
	ND 283	40	50		
	W 9	0	30	60	100
Ⅱ 型	A 171	10	10	90	100
	CM 39	40	5	30	100
	N 19	0	0	20	50
	N 21	100	40	30	100
	N 138	0	0	40	50
	Q 709			100	
	W 22			20	
	W 28	0	20	90	
	W 182 B	80		100	
	WD	40			60
Ⅲ 型	F 7			40	50
	T 6	0	20	20	80
	W 25	0		0	50
	W 79 A	0	0	20	60
	W 401	0	0	0	50
	WH	0		0	50
Ⅳ-1 型	A 509	0	0	0	40
	CM 7	0	0	0	
	RW 11				30
	RB 262				0
	To 15		0	0	70
W 401	0	0	0	50	
Ⅳ-2 型	CM 37	0	0	0	40
	CM 38	0	0	0	
	CMV 3	0	0	0	10
	RV 37	0	0	0	40
	W 41 A	0	0	0	50
	W 55	0	0	0	
	W 59 E	0	0	0	0

表IV-10 交雑品種の引倒しパターンと倒伏個体割合(%)

パターン	品種名	1973	1975	1976	1977	1978	平均
I 型	ホクユウ	6	90	8	32	73	56
II 型	Jx 844	3	90	5	40	27	33
III 型	ヘイゲンワセ	8	77	7	12	12	23
IV 型	C 535	1	80	—	11	30	31
	ワセホマレ	2	67	0	2	8	16
	W 537	3	70	0	10	—	21
	P 3715	0	63	3	11	7	17

表IV-11 引倒しパターンと倒伏，引倒し力，および個体の大きさ

材 料	パターン	倒伏個体割合(%)			引倒し力* (g/pl)	稈 長* (cm)	生 体 重* (g/pl)	
		1975	1972	平 均				
自 殖 系 統	N 21	II	100	30	65	350	186	610
	N 19	〃	50	20	35	200	148	290
	T 6	III	80	20	50	300	155	400
	W 79A	IV	60	20	40	350	123	470
	To 15	〃	70	0	35	400	146	410
	W 41A	〃	50	0	25	200	116	240
	CM 37	〃	40	0	20	250	130	390
	CMV 3	〃	10	0	5	250	148	250
交 雑 品 種	ホクユウ	I	90	73*	87	350	276	1,180
	ヘイゲンワセ	III	77	12	45	400	229	750
	C 535	〃	80	30	55	450	252	910
	ワセホマレ	IV	67	8	38	500	236	800
	P 3715	〃	63	7	35	850	297	1,200

注：*は1978

(2) 自殖系統とこれらの間のF₁に現れる
検定パターン，倒伏および引倒し力

表IV-11には自殖系統および交雑品種について，倒伏および絹糸抽出期直前から抽出期後4～5日までの間における引倒しパターンと引倒し力等を示した。供試材料は，前節と同様に複交雑品種「ワセホマレ」{(N19×To15)×(CM37×CMV3)}および「ヘイゲンワセ」{(W41A×W79A)×(N19×CM7)}と

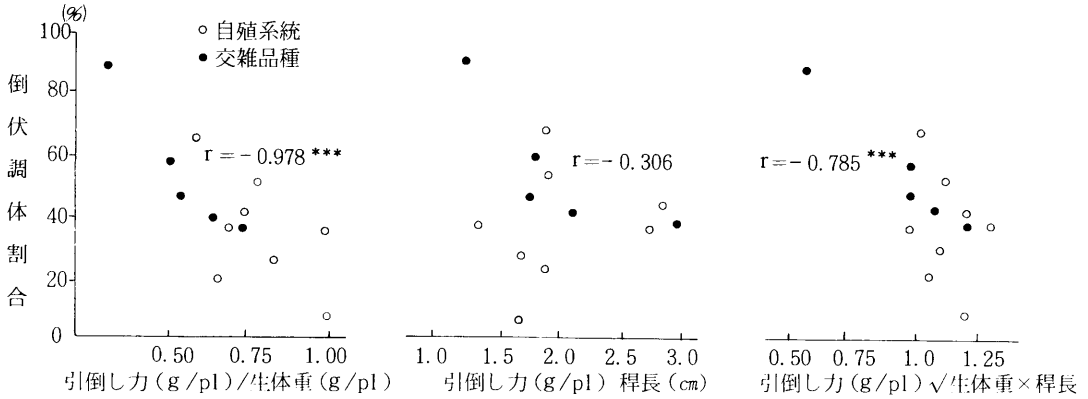
その構成系統である。また，ここで引倒し力とは，「引倒し法」によって稈が地表近くに引倒されるまで，または折損するまでに至る最大荷重をバネ秤で測定して得たものである。

この表の結果においても，前項の場合と同様に供試材料の引倒しパターンと倒伏個体割合との間には強い関係が認められた。

次に，引倒し力と倒伏個体割合との関係についてみると，自殖系統間では両者の間にほとん

ど関係が認められない。しかし、交雑品種間だけで見ると、両測定値間の関係は負の傾向を示

した。また、自殖系統と交雑品種を合わせるとほとんど関係が認められなかった。



図IV-3 倒伏と重みづけをした引倒し力

表IV-12 2つの複交雑品種の倒伏、引倒しパターン、その他の親子関係

材	料	倒伏個体割合				引倒し パターン	引倒し力	引倒し 指数 A	引倒し 指数 B	引倒し 指数 C
		反 復			平 均					
		1	2	3						
ワ セ ホ マ レ	N19	25	20	20	22	II	200	.96	4.7	.97
	To15	0	0	0	0	IV	400	.98	6.6	1.63
	N19×To15 (SC・A)	40	20	25	28	III	350 (117)	.47 (.56)	2.1 (.37)	.86 (.66)
	CM37	0	0	0	0	IV	250	.64	4.9	1.11
	CMV3	0	0	0	0	IV	250	1.00	6.8	1.11
	CM37×CMV3 (SC・B)	0	0	0	0	IV	500 (200)	.79 (.96)	3.8 (.65)	1.38 (.124)
ヘ イ ゲ ン ワ セ	N19×To15, CM37×CMV7 (DC・A×B)	10	10	0	7	IV	500 (118)	.63 (.100)	2.7 (.92)	1.15 (.103)
	W41A	0	0	0	0	IV	200	.83	7.2	1.20
	W79A	0	0	0	0	III	350	.75	6.1	1.46
	W41A×W79A (SC・A)	0	0	0	0	IV	250 (91)	.32 (.41)	1.7 (.26)	.66 (.50)
	N19	15	10	15	13	II	200	.69	4.7	.97
	CM7	0	0	0	0	IV	200	.59	3.8	.87
ワ セ	N19×CM7 (SC・B)	20	20	15	18	III	450 (225)	.62 (.97)	2.8 (.66)	1.12 (.122)
	W41A×W79A, N19×CM7 (DC・A×B)	20	10	20	17	III	400 (114)	.53 (.113)	2.3 (.102)	.97 (.109)

注：1. ワセホマレの組合せは、(N19×To15)×(CM37×CMV3)
ヘイゲンワセの組合せは、(W41A×W79A)×(N19×CM7)
2. 引倒し指数A=引倒し力(g/pl)/生体重(g/pl)
" B=引倒し力(g/pl)/稈長×生体重(cm×g/pl)
" C=引倒し力(g/pl)/√稈長×生体重(cm×g/pl)
3. ()内の数字は中間親Pに対する比を%で示す。

図IV-3は、表IV-11について、生体重、稈長および両者により重みづけをした引倒し力の指数と倒伏個体割合との相関関係を示したものである。生体重および $\sqrt{\text{生体重} \times \text{稈長}}$ で重みづけした引倒し力と倒伏個体割合の間に0.1%水準の有意な相関係数が推定されたが、稈長のみで重みづけをした場合は有意でなかった。

有意な相関関係を示した2つの指数のうち、交雑品種と自殖系統の引倒し力/ $\sqrt{\text{生体重} \times \text{稈長}}$ は倒伏個体割合とよく合致した。しかし、引倒し力/生体重および図示しなかったが引倒し力/生体重 \times 稈長の交雑品種における値は自殖系統よりも低く示された。以上の範囲内において、自殖系統とそのF₁における親子関係をみるには引倒し力/ $\sqrt{\text{生体重} \times \text{稈長}}$ が適当と推察された。

表IV-12には、「ワセホマレ」、「ヘイゲンワセ」およびその構成自殖系統等について、倒伏個体割合、引倒しパターン、引倒し力および引倒し指数を示した。

まず、「ワセホマレ」の倒伏個体割合についてみる。種子親「SC・A」では弱い親の「N19」とほぼ同じになり、花粉親「SC・B」ではいずれも倒れていない。また、「ワセホマレ」自身、「DC・(A×B)」は数字としては両親の平均値以下の値を示した。これらについて、倒伏個体割合のもつ範囲の大きいことと、0%を示す材料にも耐倒伏性に品種間差異があるということを考慮すれば、F₁に現われる倒伏個体割合はほぼ中間親または弱い親に近い値と考えられる。

引倒しパターンのF₁に現れる自殖系統も概ね中間親で示され、倒伏個体割合とほぼ対応した。

親子関係を説明する上で、比較的適当と思われる引倒し力/ $\sqrt{\text{生体重} \times \text{稈長}}$ は単交雑までは説明できるが、DC・(A×B)では値が大きすぎた。引倒し力と他の2つの指数、引倒し力/生体重および引倒し力/稈長は表中の()に示すように、F₁は中間親の0.5～2.0倍の値

を示し、ほとんど倒伏個体割合を説明できなかった。

次に、「ヘイゲンワセ」について述べる。

「ワセホマレ」の場合と同様に、F₁の倒伏個体割合は中間親または弱い親に近い値を示した。これに引倒しパターンを対応させると、「W79A」のパターンが1ランク低くだけでよく合致した。引倒し指数および引倒し力は「ワセホマレ」以上に多様な値を示して、倒伏個体割合の親子関係とほとんど対応できなかった。

3. 考 察

F₁に示されるトウモロコシの耐倒伏性は経験的には両親の中間が弱い親に近い値を示すと考えられる。従って、耐倒伏性の強い一代雑種の育成には、耐倒伏性の強い自殖系統を育成する必要がある。このためには、自殖系統の育成や選定上の評価は理想的には全世代において行われる必要がある。しかし、反面、倒伏はいつの世代においても発生するとは期待できず、また栽培条件によって極端に左右されるという特異な面をもっている。こうしたことから、耐倒伏性を間接的に評価する方法として、これまで稈基重、稈径および稈壁の厚さや挫折荷重^{110, 111, 160, 163, 186)}、根系の大小または根重^{134, 136)}、稈の曲げ強度²²⁾、引抜き抵抗^{42, 74)}および倒伏指数等^{42, 47)}が発表されてきた。

しかし、これらの検定法は前述の理由により育種の場合、特に自殖系統の育成上において利用されることはなかったと思われる。

F₁に現われる引倒しパターンは中間親に近いものであり、圃場における倒伏個体割合とかなり良く合致した。しかし、引倒し力におけるF₁とその親の関係はもとより、個々の材料の引倒し力と倒伏個体割合とも合致しなかった。また、稈長および個体当り生体重で重みづけをした引倒し指数では、自殖系統および交雑品種個々の倒伏個体割合とは概ね一致したが、F₁と構成系統の関係を説明するには無理があった。つ

まり、計器利用による測定値は複雑な耐倒伏性を評価するには要因を除去し過ぎていていると考えられる。例えば、源馬・岡 (1973) の5つの計測値による判別式⁴²⁾においても、耐倒伏性の序列とかなり異なる材料がみられている。

一方、谷・鈴木¹⁷⁸⁾によれば、トウモロコシの倒伏型は、風雨により与えられる外力モーメント、稈の挫折モーメントおよび根の固定モーメントの大小と次の様な関係にあるという。

外力モーメント > 挫折モーメント	} 挫折型
固定モーメント > "	
外力モーメント > 固定モーメント	} 転び型
挫折モーメント > "	
挫折モーメント > 外力モーメント	} なびき型
固定モーメント > "	

この点から、「引倒し法」は多分に感覚的な要素をもっているが、それぞれの引倒しパターンは多数要因の集積された結果として考える。このために、圃場における倒伏個体割合と引倒しパターンが合致し、実際の自殖系統育成上にも有効に利用できたものと推察される。

優良な自殖系統を育成するには、一般的には育成規模を大きくすることが望ましく、この育成規模を左右するのが交配個体数である。従って、交配時までには有効な選抜淘汰ができれば、交配個体はそれだけ少なくでき、育成規模を拡大することなしに品種改良を効率的に遂行できる。この点で、「引倒し法」は耐倒伏性の強い自殖系統育成に有効に利用されてきた。また、この方法は数秒間のうちに評価が可能であるので、他の組合せや保存に関する交配作業、開花調査等が重複している場合にも、時間的にほとんど無理なく利用できた。しかし、耐倒伏性や引倒しパターンは、系統によっては登熟期間中に変化するものがあることが多年の経験で認められていたから、著者は交配個体数を収穫予定数より多くし、1972年からは約1.5倍、1976年からは約2.5倍とし、収穫までに数度の検定淘汰を

繰返して検定の精度向上に努めた。

「引倒し法」の利用上の問題として、稈長の長いF₁などでは応用し難いことがある。従って、実際の事業育種における耐倒伏性の評価体系は、自殖系統の育成および選定には「引倒し法」を利用して、またF₁の評価には圃場における倒伏個体割合により行うこととした。

耐倒伏性の強い複雑一代雑種「ワセホマレ」の構成自殖系統である「To15」は「引倒し法」によって選抜育成され、耐倒伏性の点で劣るといわれる北方型フロント種の中でもデント種並の強い耐倒伏性をもっている。また、「CM37」および「CMV3」も「引倒し法」によって極く強いと判定されたデント種の自殖系統である。以上の様な判断で育成された「ワセホマレ」自身は、多くの圃場試験により輸入品種を含む早生品種群の中では最も耐倒伏性の強い品種であることが明らかにされている¹⁰²⁾。近年、草地試験場では、「引倒し法」が自殖系統育成上に有効に利用できることを追認している(草地試験場No.57-7資料, 273-274 P)。

4. 摘 要

作期の有効利用を図る品種改良上の重要な特性として耐倒伏性がある。この耐倒伏性の向上のためには有効な検定法が必要である。そこでトウモロコシの倒伏の程度を圃場で簡単に検定でき、また検定した個体がそのまま維持採種され、世代を継続できることを前提にして、「引倒し法」を考案した。

1. 検定方法は、雄穂の下部付近を手で掴んで弧を描くように地表に向けて引倒し、次いで地表近くで離す。この過程およびその後の復元状態によって「I」～「IV」のパターンに区分し、それによって強弱を判定する。

2. この方法による材料の評価は実際の倒伏発生程度とよく合致した。また、検定パターンは遺伝的に相加的で、親とそのF₁の関係を合理的に説明することができた。

3. 耐倒伏性の強い交雑品種「ワセホマレ」の構成自殖系統「To15」は「引倒し法」によって選抜育成され、また他の3自殖系統も簡便かつ有効に評価された。

4. 以上により、耐倒伏性交雑品種の育成には「引倒し法」による自殖系統の育成が有効であると判断された。

第3節 多収性および品質向上

ホルクropp・サイレージ原料の生産において、トウモロコシは炭水化物ないしエネルギー生産作物として特徴づけられる^{5, 21, 27, 33, 68, 170}。そして、トウモロコシの植物体は、その栄養的特性から、乾子実または乾雌穂と乾茎葉の両部位に区分できる^{24, 76, 138, 165, 170}。黄熟期における乾総重またはTDN収量のうち、これら部位に占められる割合は共に50%前後であり^{138, 167, 170, 171, 177}、これは第Ⅱ章第2節においても確認された。

以上を基礎にして、本節では品種改良の観点からサイレージ原料の多収と品質向上の方途を論じようとするものである。このため、まず多数の品種における両部位とその合計乾物および炭水化物生産性並びに両部位の相互の関係を明らかにしようとする。そして、品種および栽培条件の差による部位別乾物重の変動から、高栄養価原料の多収のために早熟性品種を利用することの意義、また部位別の炭水化物生産と茎葉の乾物率をもつ非構造的炭水化物(NSC)生産上における意義、そしてF₁に示される茎葉の乾物率におけるヘテロシスの効果等からみて、優良なF₁育成のために親系統の位置づけを検討すると共に、これらのF₁に示されるSource-Sinkの関係を論じた。

1. 品種および栽培・環境条件の差による部位別乾物重の相互関係

(1) 試験方法

品種間、年次間および栽培法・場所間の3つの区分に整理して、それぞれが部位別乾物重の相互関係に与える影響を検討した。検討資料としては1963年から1978年の間に、芽室(十勝農試)および忠類および新得(現地選抜圃)で得られた生産力検定試験と栽培法に関する試験結果を用いた。

次いで、主要栽培条件についてそれぞれの水準差が部位別乾物重および部位別構成比の変動に与える影響をみる目的で、5つの試験を行った。いずれも芽室における圃場試験である。

(2) 試験結果

表IV-13のaは、2品種群における部位別乾物収量の相関関係を示したものである。早生品種群においては、乾雌穂重および乾茎葉重と乾総重との間には5%から0.1%の有意水準の高い相関係数が得られた。これらの関係は、標準栽培および多肥密植栽培のいずれにおいても同様に認められた。しかし、中晩生品種群においては、乾茎葉重と乾総重の間のみ1%の有意水準の高い相関が認められた。

表IV-13のbは、早晩性4品種のそれぞれにおける年次間の部位別相関係数を示したものである。いずれの早晩性品種においても、乾雌穂重(または乾子実重)と乾総重の間には5~0.1%水準の有意性の高い相関係数が得られた。また、乾茎葉重と乾総重および乾雌穂重の間には早生品種「ヘイゲンワセ」および「交4号」においては1%および5%の有意水準の高い相関係数が示された。しかし、中・晩生品種の「ホクユウ」および「交8号」においては有意性が示されなかった。

表IV-13のcは、早晩性5品種における場所および栽培法(施肥量、栽植密度、播種期)間の部位別間の相関係数を示したものである。これによれば、いずれの品種においても乾総重と乾子実重および乾茎葉重の間には5~0.1%の有意水準の高い関係が示されたが、乾子実重と乾茎葉重の間には早生品種「C535」において

表Ⅳ-13 部位別乾物重の相関関係

a. 早生および中晩生品種群の平均値, 変異係数および部位別乾物重の相関係数 (1974)

区	分	品 種 数	乾 総 重	乾 雌 穂 重	乾 茎 葉 重
平 均 (kg/10a)	早生品種群 (標準栽培)	10	874 ± 96	654 ± 47	306 ± 66
	" (多肥密植)	10	1017 ± 86	670 ± 43	341 ± 57
	中晩生品種群 (標準栽培)	16	1176 ± 97	516 ± 45	660 ± 86
変 異 係 数 (%)	早生品種群 (標準栽培)		11.0	8.3	18.4
	" (多肥密植)		8.5	6.4	16.8
	中晩生品種群 (標準栽培)		8.3	8.7	13.0
相 関 係 数 (r)	乾 総 重	早生品種群 (標準栽培)		.850***	.917***
		" (多肥密植)		.834**	.938***
		中晩生品種群 (標準栽培)		.459	.886**
	乾 雌 穂 重	早生品種群 (標準栽培)			.602*
		" (多肥密植)			.676*
		中晩生品種群 (標準栽培)			.006

- 注: 1. 標準栽培; 5555本/10a, N:P₂O₅:K₂O:MgO = 12:15:10:4 kg/10a
 多肥密植; 8333本/10a, N:P₂O₅:K₂O:MgO = 12:20:10:4 kg/10a
 2. 各品種とも3反復
 3. *, ** および *** はそれぞれ5%, 1% および 0.1% 水準の有意性を示す。

b. 品種の年次間平均, 変異係数および部位別乾物重の相関係数

	品 種 名	年 次 数	乾 総 重	乾 雌 穂 重	乾 茎 葉 重
平 均 (kg/10a)	ヘ イ ゲ ン ワ セ	8	748 ± 143	473 ± 83	274 ± 64
	交 4 号	12	(988 ± 199)	(526 ± 85)	(461 ± 133)
	ホ ク ユ ウ	8	(1059 ± 146)	(407 ± 141)	(651 ± 112)
	交 8 号	14	1046 ± 180	358 ± 160	689 ± 72
変 異 係 数 (%)	ヘ イ ゲ ン ワ セ		19.1	17.6	23.3
	交 4 号		(20.1)	(16.2)	(28.8)
	ホ ク ユ ウ		(13.8)	(34.7)	(17.2)
	交 8 号		17.2	44.6	10.5
相 関 係 数 (r)	乾 総 重	ヘ イ ゲ ン ワ セ		.978**	.962**
		交 4 号		(.862**)	(.946**)
		ホ ク ユ ウ		(.696*)	(.423)
	乾 雌 穂 重	交 8 号		.889***	.462
		ヘ イ ゲ ン ワ セ			.882**
		交 4 号			(.651*)
	ホ ク ユ ウ			(- .357)	
	交 8 号			.068	

- 注: 1. 試験年次; ヘイゲンワセ (早生) は1971-1978 (8カ年), 交4号 (早生) は1963-1974 (12カ年), ホクユウ (中生) は1971-1978 (8カ年), 交8号 (晩生) は1963・1964・1967-1977 (14カ年)
 2. () は乾雌穂重の代わりに乾子実重の値を用いた。
 3. 各年次とも3~4反復
 4. *, ** および *** はそれぞれ5%, 1% および 0.1% の有意水準を示す。

c. 品種の栽培法間場所間平均値、変異係数および部位別乾物重の相関係数

		品 種 名	試験点数	乾 総 重	乾雌穂重	乾 茎 葉 重
平 均 (kg / 10 a)		ヘ イ ゲ ン ワ セ	26	939 ± 149	541 ± 96	402 ± 67
		ワ セ ホ マ レ	26	1069 ± 125	558 ± 91	512 ± 83
		C 535	14	1153 ± 231	608 ± 135	560 ± 106
		ホ ク ユ ウ	26	1194 ± 233	436 ± 138	772 ± 130
		P 3715	9	1360 ± 181	498 ± 98	861 ± 133
変 異 係 数 (%)		ヘ イ ゲ ン ワ セ		15.8	17.8	16.5
		ワ セ ホ マ レ		11.8	16.3	16.2
		C 535		20.0	22.3	18.9
		ホ ク ユ ウ		19.5	31.7	16.9
		P 3715		13.3	19.7	15.4
相 関 係 数 (r)	乾 総 重	ヘ イ ゲ ン ワ セ			.874***	.529**
		ワ セ ホ マ レ			.779***	.382*
		C 535			.906***	.840***
		ホ ク ユ ウ			.846***	.837**
		P 3715			.695*	.848**
	乾 雌 穂 重	ヘ イ ゲ ン ワ セ				.395
		ワ セ ホ マ レ				-.011
		C 535				.579*
		ホ ク ユ ウ				.335
		P 3715				.208

- 注：1. ヘイゲンワセ（早生）} 芽室：標準栽培，多肥密植栽培，晩播栽培
 ワセホマレ（早生）} ； 栽植密度3水準×刈取時期3時期
 ホクユウ（中生）} 忠類と新得：標準栽培，栽植密度3水準×刈取時期3時期
 C 535（早中生）；芽室：標準栽培，多肥密植栽培，晩播栽培
 栽植密度3水準×刈取時期3時期
 忠類と新得：標準栽培
 P 3715（晩生）；芽室：栽植密度3水準×刈取時期3時期
 2. 3反復
 3. *, ** および *** はそれぞれ5%，1%および0.1%の有意水準を示す。

のみ有意な関係がみられた。

表IV-14は，栽培条件等を異にする場合の部位別乾物重およびその構成比を示したものである。数字は試験（A～E）ごとに，それぞれ処理の最大実数を100としてその対比（%）で示してある。

試験A～Eにおける部位別乾物重，aおよびbの最少値は概ねその比，a/c および b/a

より小さく，両部位の変動幅よりも部位間の比の変動の大きいことが示された。因みに，各々の試験について，逆正弦変換した平均値をみると，a，b，c，a/c および a/b はそれぞれ72.4 ± 15.4，68.3 ± 15.6，69.3 ± 15.4，81.3 ± 8.1 および 75.3 ± 12.1% となつて，部位別乾物重における比率の変化が相対的に小さいことが認められる。

表IV-14 異なる栽培条件・処理における部位別乾物重と
その構成比の変動

試 験	品 種	区 分	乾雌穂重 ^{a)}	乾茶葉重 ^{b)}	乾 総 重 ^{c)}	a/c	a/b
		(本/10a)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
A 栽植密度	ヘイゲンワセ	4444	92	54	72	100	100
		6667	95	58	75	100	97
		8333	100	66	82	97	89
		12120	100	100	100	80	59
			(520 kg)	(604 kg)	(1125 kg)	(0.46)	(0.86)
	ワセホマレ	4444	82	57	68	100	100
		6667	91	69	79	96	90
		8333	97	79	84	96	85
12120		100	100	100	83	69	
		(533 kg)	(682 kg)	(1215 kg)	(0.44)	(0.78)	
乾子実							
B 3要素 交 4 号	3 要素	100	100	100	92	87	
	無窒素	56	55	55	94	88	
	無磷酸	69	65	67	96	92	
	無加里	98	85	91	100	100	
			(458 kg)	(410 kg)	(868 kg)	(0.53)	(1.12)
C 低温処理 W41A/W79A	無 処 理	100	100	100	100	100	
	4.8 葉期処理	74	86	78	97	60	
	6.8 "	61	66	63	89	93	
	7.5 "	45	60	55	97	75	
	9.5 "	66	71	68	94	93	
		(311 kg)	(173 kg)	(484 kg)	(0.62)	(1.80)	
D 剪葉処理	W49×WH	無 処 理	100	100	100	100	100
		2.0 葉期処理	92	92	92	100	99
		3.5 "	84	96	89	95	88
		7.0 "	71	80	75	95	88
			(420 kg)	(313 kg)	(733 kg)	(0.57)	(1.34)
	W 573	無 処 理	100	100	100	100	98
		2.0 葉期処理	100	98	99	100	100
		3.5 "	87	86	87	100	99
7.0 "		64	76	70	91	82	
		(385 kg)	(540 kg)	(925 kg)	(0.42)	(0.71)	
乾子実							
E 晩霜害 交 4 号	被 害 無	100	100	100	98	98	
	" 少	91	95	93	96	93	
	" 大	80	78	79	100	100	
			(433 kg)	(328 kg)	(761 kg)	(0.57)	(1.32)
平 均 (逆正弦変換)		72.4 ± 15.4	68.3 ± 15.6	69.3 ± 15.4	81.3 ± 8.1	75.3 ± 12.1	

- 注：1. A；1976年，3反復，N：P₂O₅：K₂O：MgO=15:20:10:5 kg/10a，5月12日播
 B；1971年，3反復，4444本/10a，5月14日播。N：P₂O₅：K₂O=9:12:6 kg/10a
 C；1973年，4反復，自然光利用の人工気象室（夜/昼，13/15℃）・12日間処理ポット試験（1/700特製ポット，N：P₂O₅：K₂O=10:10:5 g/ポット），各処理とも完熟期収穫
 D；1973年，3反復，4444本/10a，N：P₂O₅：K₂O：MgO=12:15:10:3 kg/10a，5月12日播。剪葉は地際より草丈の1/10の高さを手鋏により切断
 E；1965年，4～5葉期の5月27，29日，30日に降霜，後被害程度を肉眼により無，少，大に区分した。各区分30個体に換算，4444本/10a，N：P₂O₅：K₂O：MgO=9:16:6:3 kg/10a，5月13日播
 2. () は上欄指数の10a当り実数

2. 部位別炭水化物生産と品種の茎葉特性との関係

(1) 試験方法

品種の部位別乾物重、炭水化物分画および乾物率の刈取時期別の推移をみる目的で1977年に実験を行った。

栽培から炭水化物分析用試料の粉碎までは十勝農試において、炭水化物分画の定量は酪農学園大学において行った。供試品種は経験的に登熟期間の長いとみられる早生の「P 131」と中生の「ホクユウ」、また短かいとみられる早生の「ヘイゲンワセ」と中生の「Jx 844」を用いた。これら4品種を標準播種期の5月12日と、早生2品種を晩播期の6月2日に播種した。栽植密度は5,555本/10aで、他の栽培管理等は十勝農試の標準耕種法に基づいて行った。

圃場の試験区配置は乱塊法2反復、1区13.5㎡(畦長450cm, 4畦, 畦幅75cm, 株間25cm)。

刈取は20個体中の生育中ような10個体を選定して行い、刈取直後に部位別に分離し、その生体重を測定した。部位別乾物重の測定法および乾物率の算定法は第2章第2節と同様である。

炭水化物の定量は以下の方法に従って行った。試料の粉碎はウィレー型粉碎機により行い、単

・少糖類および澱粉は阿部らの方法^{1,3)}により、またNSCは単・少糖類と澱粉の和により求めた。それぞれの含量は常法により求めた乾物重含量として求めた。

次いで、茎葉の乾物率の品種間差異をみると共に、1975年に熟期を異にする10品種を、また1974年と1975年には2つの単交雑を供試して、雌穂除去個体の茎葉乾物率を測定した。これとは別に、1978年には「ワセホマレ」を供試して雌穂を除去し、茎葉の乾物率と炭水化物画分の定量を行った。栽培から試料の粉碎までは十勝農試、また定量は農水省畜産試験場において行われた。分析は、粉碎試料1gを採取し、80%エタノールにより高温用ソックスレー抽出器を用いて単・少糖類を抽出、その残渣を乾燥して、グリコアミラーゼにより澱粉を加水分解し、エタノール抽出溶液、澱粉加水分解溶液中の糖を液体クロマトグラフィーにより定量した。澱粉は澱粉加水分解溶液中のグルコースの量として示した。

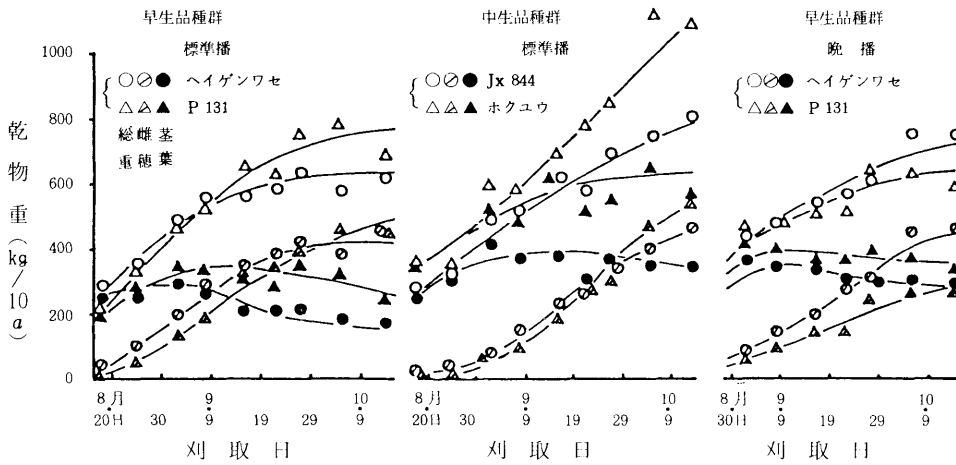
(2) 試験結果

表IV-15は、供試品種の刈取時熟度を示したものである。標準播した早生品種の「ヘイゲンワセ」および「P 131」は9月中旬にすでに黄

表IV-15 供試品種の刈取時期別熟度

刈取期 (月・日)	標準播(5月12日)				晩播(6月2日)	
	ヘイゲンワセ	P 131	Jx 844	ホクユウ	ヘイゲンワセ	P 131
8. 18	水熟	水熟	木乳	木乳	-	-
25	乳中	"	"	"	-	-
9. 2	乳中	乳初	水熟	水熟	水熟	水熟
8	糊中	糊中	乳中	乳初	乳中	"
16	黄中	黄初	糊中	糊中	糊後	乳後
22	黄後	黄中	"	"	"	糊初
27	"	"	"	"	黄初	糊中
10. 5	完	黄後	糊後	黄初	黄中	糊後
14	過	完	黄初	黄中	"	黄初

注：1. 標準播におけるヘイゲンワセ、P 131、ホクユウ、Jx 844の絹糸抽出期は8月6日、8月9日、8月19日、8月18日である。また晩播におけるヘイゲンワセとP 131の絹糸抽出期は8月18日と22日である。



図IV-4 部位別乾物収量の刈取時期別推移

熟期に達し、また「ヘイゲンワセ」は10月初めには完熟期に達した。中生品種の「ホクユウ」および「Jx 844」は、10月に入って黄熟期となった。晩播における「ヘイゲンワセ」は9月下旬、「P 131」は10月初めに黄熟期に達した。以上の熟度は、早生品種においては平年より5日内外早かったが、中生品種においては2～3日の遅れであった。

中生品種、「Jx 844」における乾雌穂重の増加と乾茎葉重の減少は緩かであった。これに対し「ホクユウ」では、乾茎葉重の減少はみられず、乾雌穂重の増加が後半で著しくなり、従って後半においても乾総重の増加は著しかった。

図IV-4は、部位別乾物重の経時的推移を示したものである。

標準播した「ヘイゲンワセ」の乾雌穂の増加は9月下旬にはほぼ停止し、乾茎葉重は8月下旬・9月初めを頂点にして以後漸減し、またこれらの合計値である乾総重の増加は9月下旬にはほぼ停止した。これに対し、「P 131」においては、乾雌穂重の増加は10月に入ってもみられ、乾茎葉重の熟度に伴う減少は少なく、また乾総重の増加は遅くまで続き、従って「P 131」の登熟期間は長いことが認められた。この傾向は、晩播した場合には若干異なったが、乾茎葉重の減少が少ないという点では同じであった。

図IV-5は、炭水化物画分の収量をみたものである。

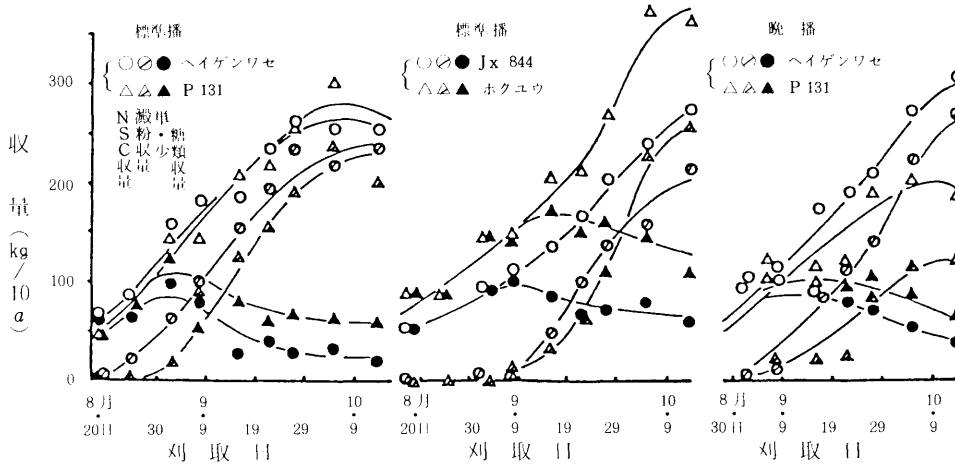
標準播した早生2品種のNSC収量にはほとんど差は示されなかったが、澱粉収量は「ヘイゲンワセ」で多く、また単・少糖類は「P 131」で多く「ヘイゲンワセ」の約2倍の値を示した。中生品種では、「ホクユウ」のNSC収量は「Jx 844」より大であり、これには単・少糖類収量が「Jx 844」の約2倍となっていることが寄与している。

晩播した早生品種のうち、「ヘイゲンワセ」の澱粉収量が多いということ、また「P 131」の単・少糖類が高いということの傾向は標準播の場合と同じであった。

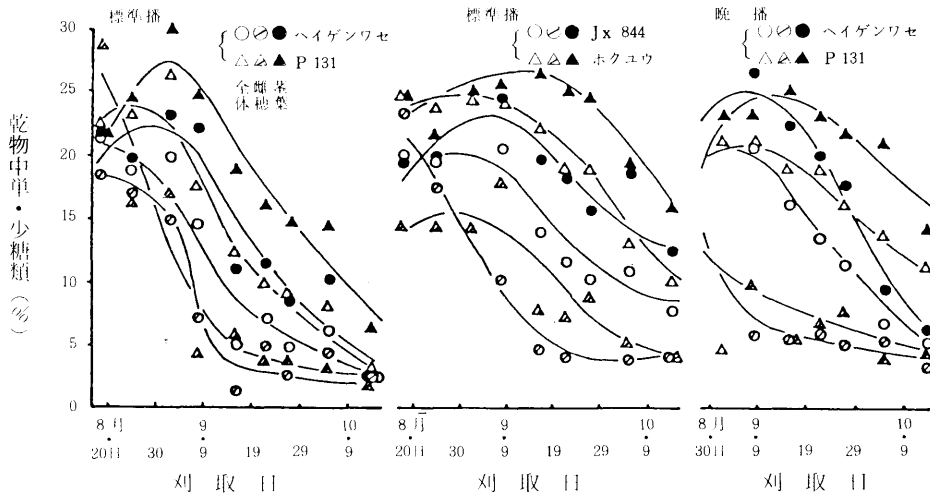
図IV-6は、部位別乾物中の単・少糖類含有率を示したものである。いずれの品種でも、乾物中の含有率は雌穂で低く、茎葉部で高い値を示した。両部位の含有率は共に刈取時期の遅れに伴って減少したが、その程度は雌穂で著しかった。

品種別にみると、早生品種では「P 131」、中生品種では「ホクユウ」が明らかに高い含有率を示した。早生品種におけるこの傾向は、晩播の場合にも変らなかった。

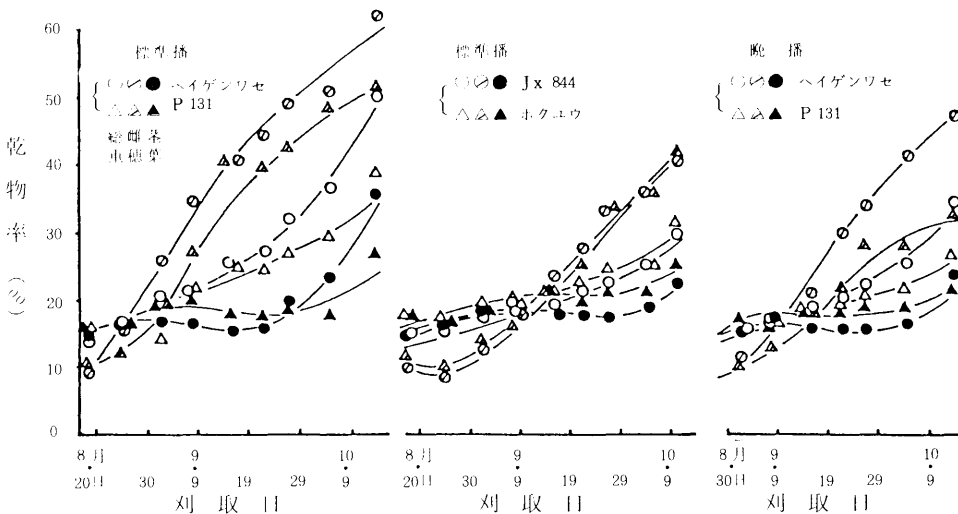
図IV-7は、部位別の乾物率を示したものである。



図IV-5 部位別炭水化物収量の刈取時期別推移



図IV-6 部位別の乾物中単・少糖類含有量の刈取時期別推移



図IV-7 部位別乾物率の刈取時期別推移

早生品種では、「ヘイゲンワセ」の雌穂の乾物率はいずれの時期においても「P 131」より高いが、茎葉の乾物率は黄熟後期に相当する時期まではむしろ「P 131」より低く経過した。この傾向は晩播の場合にも同様であった。

中生2品種間で、雌穂の乾物率の差は小さかったが、茎葉の乾物率はいずれの登熟時においても「ホクユウ」で高い値を示した。

表IV-16は、10品種の同時刈りによる部位別乾物率をみたものである。品種の抽糸後日数(X)と茎葉乾物率(Y)の間には直線的関係が認められた($Y = 62.62 - 0.563X$, $r = -0.693^*$)。しかし、抽糸後日数64日および65日の乾物率は $26.6 \pm 4.5\%$ および $26.0 \pm 3.7\%$ となつて、64日の「ワセホマレ」および65日の「道交S3号」の乾物率 34.0% および 20.7% は計算された95%の信頼区間に入らず、他の品種と同一

であるとはいえず、品種間差異の存在する可能性が示された。

表IV-17は、人工授粉2~3日後に雌穂を除去したものと無処理のものと茎葉乾物率を示した。いずれの年次および単交雑においても雌穂の除去によって茎葉の乾物率の高まることが示された。

これに関連して、表IV-18は雌穂の除去によって茎葉の炭水化物分画の含量に及ぼす影響をみたものである。雌穂の除去された個体の茎葉中のしょ糖、グルコース、フラクトースなどの単・少糖類は、雌穂の着生した個体の茎葉の2~4倍の高い含有率を示した。また、澱粉含量は雌穂着生個体の茎葉には 0.01% と極めて低かったが、除去個体の茎葉中の含量は 0.14% であった。

表IV-16 同時刈り(9月24日)の場合の品種の熟度と部位別乾物率(1975)

	ヘイゲンワセ	ワセホマレ	P 131	道交S3	ホクユウ	Jx 844	十交S5	交8号	P 3715	W 573	平均	
抽糸後日数(日)	63	64	65	65	70	70	72	77	78	78	70.2 ± 5.9	
熟度	過熟	過熟	完熟	黄後	黄後	黄後	黄中	黄初	黄初	糊後	—	
乾物率(%)	茎葉	27.7	34.0	24.3	20.7	24.9	22.5	18.7	19.5	18.3	21.4	23.2 ± 4.8
	子実	66.2	65.9	63.6	61.5	62.2	57.3	54.9	45.9	45.6	48.0	57.1 ± 8.1
	芯	37.7	36.3	39.2	38.8	34.4	31.8	32.5	36.9	31.0	32.2	35.1 ± 3.0
	全体	43.5	43.9	36.2	31.0	32.8	31.2	27.2	25.8	24.2	28.3	32.4 ± 6.9

表IV-17 雌穂着生および除去個体の乾物率

年次	品種*	雌穂有無**	茎葉乾物率***	差	試料採取	
					時期	熟度
1974	W49×WH (早生)	有	15.7	6.0	月・日 9.26	黄中
		除去	21.3		—	
	Oh43×Oh45 (極晩生)	有	17.1	2.0	9.26	乳後
		除去	19.1		—	
1975	W79A×To32 (早生)	有	24.7	6.6	9.28	完熟
		除去	31.3		—	
	ILLA×M14 (晩生)	有	19.2	6.0	9.28	黄初
		除去	25.2		—	

注：* W79×To32, ILLA×M14, W49×WH, およびOh43×Oh45の絹糸抽出期は各々8月5日, 8月17日, 8月5日, 8月22日

** 雌穂の除去は人工授粉後2~3日

*** 10個体平均

表IV-18 雌穂除去個体の茎葉中非構造性炭水化物（乾物
中％，1978，ワセホマレ）

雌穂の有無	乾物率	しょ糖	グルコース	フラクトース	澱粉	計
有	17.9	2.45	0.91	1.02	0.01	4.39
除去	21.6	5.57	3.91	4.24	0.14	13.86

注：各区5株をサンプリングし，4反復の試料を等量混合したものを分析した。

3. 部位別乾物重および乾物率における ヘテロースの発現

(1) 試験方法

試験は1978に行われた。

供試材料は複交雑品種の「ワセホマレ」，「ハイゲンワセ」，これらの構成単交雑（「N19×To15」，「CM37×CMV3」，「W41A×W79A」，「N19×CM7」）およびこれらの構成自殖系統である。自殖系統「N19」および「To15」は北方型フリトン種，「CM7」はカリビヤ型フリトン種，またその他はデント種である。

試験区配置は乱塊法2反復，1区面積は13.5㎡である。供試材料は十勝農試圃場に5月12日，標準耕種法により播種した（5,555株（本）／

10a，N：P₂O₅：K₂O：MgO = 12：15：10：4kg / 10a）。

(2) 試験結果

表IV-19は，部位別乾物重とF₁に現れたヘテロースを示したものである。

単交雑に示される乾雌穂重と乾茎葉重のヘテロースを中間親対比（MP）でみると，「N19×To15」ではそれぞれ271と170%，「W41A×W79A」では269と169%，また「N19×CM7」では267と148%であり，いずれも雌穂におけるヘテロースが高く示された。これに対し，「CM37×CMV3」における乾雌穂と乾茎葉に示されるヘテロースは192および195%となって，部位間にはほとんど差がなか

表IV-19 全体および部位別乾物重のヘテロース

材	料	乾物収量 (kg / 10 a)				MP対比 (%)			TP対比 (%)		
		雌穂 ^a	茎葉 ^b	全体	a/b	雌穂	茎葉	全体	雌穂	茎葉	全体
ワ セ ホ マ レ	N19 (♀)	240	249	489	49%						
	To15 (♂)	233	361	594	39						
	N19×To15 (♀)	641	520	1,161	55	271	170	214	267	144	195
	CM37 (♀)	299	264	563	53						
	CMV3 (♂)	282	247	528	53						
	CM37×CMV3 (♂)	557	488	1,055	53	192	195	193	186	189	187
N19×To15, CM37×CMV3		638	555	1,193	53	107	109	108	100	107	103
へ い げ ん わ せ	W41A (♀)	187	183	370	51						
	W79A (♂)	283	330	613	46						
	W41A×W79A (♀)	632	433	1,065	59	269	169	217	223	131	174
	N19 (♀)	258	267	524	49						
	CM7 (♂)	246	322	568	43						
	N19×CM7 (♂)	674	437	1,111	61	267	148	203	261	136	196
	W41A×W79A, N19×CM7	702	587	1,287	54	108	135	118	104	134	112

注：MPおよびTPはそれぞれ中間親およびトップ親を示す。

った。2つの複交雑に示されるヘテロシスは「ハイゲンワセ」の茗葉において135%を示したほかは、いずれも低い値を示した。

これらの傾向は、トップ親対比によっても変らなかった。

なお、供試材料の乾雌穂重の乾総重に占める割合は約39~61%の範囲にあり、原料の品質は高いことが認められた。

表IV-20は、両部位の主な構成形質におけるヘテロシスを示したものである。

表IV-20 部位別構成形質のヘテロシス (MP対比, %)

材	料	雌 穂		茗			葉	
		粒数	干粒重	全葉数	稈長	稈径	稈長当乾茗葉重	葉数当乾茗葉重
ワ セ ホ マ レ	N19×To15	226	136	105	153	112	161	201
	CM37×CMV3	142	133	105	145	123	185	183
	N19×To15, CM37×CMV3	98	108	99	106	101	110	109
ハイ ゲ ン ワ セ	W41A×W79A	182	161	95	166	128	179	229
	N19×CM7	222	130	104	146	121	143	203
	W41A×W79A, N19×CM7	109	98	99	105	102	137	118

表IV-21 全体および部位別乾物率のヘテロシス
(8月29日および9月6日刈取り)

材	料	乾 物 率 (%)			M P 対 比 (%)			L P 対 比 (%)		
		雌穂	茗葉	全体	雌穂	茗葉	全体	雌穂	茗葉	全体
ワ セ ホ マ レ	N19 (♀)	44.2 (46.9)	19.0 (24.4)	24.7 (30.8)						
	To15 (♂)	42.4 (42.3)	22.2 (20.8)	27.3 (25.9)						
	N19×To15 (♀)	51.4 (53.9)	16.3 (17.8)	25.0 (28.2)	119 (121)	79 (79)	96 (99)	121 (127)	86 (86)	101 (109)
	CM37 (♀)	40.5 (50.5)	15.0 (17.5)	22.0 (26.2)						
	CMV3 (♂)	43.9 (52.3)	19.0 (29.9)	26.2 (39.6)						
	CM37×CMV3 (♂)	46.6 (52.0)	18.7 (19.5)	27.4 (29.2)	110 (101)	110 (82)	114 (89)	115 (103)	125 (111)	125 (111)
	N19×To15, CM37×CMV3	50.7 (52.0)	16.8 (18.4)	25.7 (28.1)	103 (98)	96 (99)	98 (98)	109 (100)	103 (103)	103 (100)
ハイ ゲ ン ワ セ	W41A (♀)	40.3 (46.9)	16.7 (19.5)	22.4 (27.7)						
	W79A (♂)	38.2 (41.0)	16.8 (17.3)	22.8 (23.7)						
	W41A×W79A (♀)	48.4 (51.7)	13.2 (17.3)	23.8 (28.4)	123 (118)	79 (94)	105 (111)	127 (126)	79 (100)	106 (120)
	N19 (♀)	44.6 (56.1)	18.8 (24.2)	25.2 (33.5)						
	CM7 (♂)	51.9 (52.1)	20.7 (23.0)	27.8 (30.7)						
	N19×CM7 (♂)	54.5 (55.5)	15.8 (15.4)	26.5 (27.4)	113 (103)	80 (65)	100 (85)	122 (107)	84 (67)	105 (89)
	W41A×W79A, N19×CM7	49.7 (52.4)	15.4 (18.8)	24.8 (29.0)	97 (98)	106 (115)	99 (104)	103 (101)	117 (122)	104 (106)

注：1. () の上欄は8月29日, () 内は9月6日の値を示す。
2. MPおよびLPはそれぞれ中間親および低い方の親を示す。

雌穂に関連した形質について、単交雑に示されるヘテロシスは粒数で大きかった。しかし、複交雑では一定の傾向になかった。

次に茎葉に関連した形質について、単交雑では全葉数にはヘテロシスがほとんど示されなかったが、稈長には145～166%、稈径には112～128%の値が示された。また、稈長当り乾茎葉重におけるヘテロシスは143～185%であったが、葉数当り乾茎葉重においては183～229%の高い値となり、茎葉に対するヘテロシスは稈長の増大に大きく依存するものと考えられる。複交雑におけるヘテロシスはいずれも正の方向に示されたが、その程度は小さかった。

表IV-21は部位別乾物率におけるヘテロシスをみたものである。8月29日のホルクroppの乾物率をすべての材料に関して概括すれば22.0～27.8%の範囲にあった。また、9月6日刈取時では23.7～39.6%と広い範囲を示したが、「CMV 3」における39.6%を除けば、23.7～33.5%の範囲となって、概ね黄熟初期から後期の刈取適期の範囲にあった。

単交雑の雌穂の乾物率における中間親対比で

示されるヘテロシス効果は、いずれの刈取日と単交雑においても正の方向に示された。これに対し、茎葉の乾物率に示されるヘテロシスは、「CM37×CMV 3」を除き、いずれも負の方向に示された。この傾向は、低い親に対比した場合でも変らなかった。

「CM37×CMV 3」の9月6日における中間親対比の値は82%と低く、8月29日の110%と異なる値を示した。これは9月6日における「CMV 3」の茎葉および全体の乾物率が29.9%および39.6%と異常に高く、過熟の状態となったために、このような低い値を示したものとみられる。

複交雑に示されるヘテロシスは、「ワセホマレ」においてはほとんど認められなかったが、「ハイゲンワセ」の茎葉においては106および115%となって正の方向を示した。

表IV-22には生育期の促進に及ぼす中間親対比のヘテロシスを示した。単交雑における発芽期まで日数は2.0～1.0日、また抽糸期まで日数はイネやムギ類のF₁が晩生化するのに対し2.0～8.5日も早まった。生育期における草丈および葉数、特に草丈に対する増大効果は大であった。

表IV-22 生育に及ぼすヘテロシス (MP対比, %)

材	料	発芽まで* 日数	抽糸まで* 日数	6月14日		7月11日	
				草丈	葉数	草丈	葉数
ワセホマレ	N19×To15	83 (-2.0)	96 (-3.0)	135	106	156	110
	CM37×CMV 3	91 (-1.0)	95 (-3.5)	116	113	146	113
	N19×To15, CM37×CMV 3	90 (-1.0)	99 (-0.5)	107	106	113	100
ハイゲンワセ	W41A×W79A	82 (-2.0)	89 (-8.5)	132	105	182	108
	N19×CM7	78 (-2.0)	97 (-2.0)	128	104	160	105
	W41A×W79A, N19×CM7	111 (+1.5)	101 (+0.5)	97	101	100	98

注：播種翌日からの日数で、() は実数の差

4. 考 察

(1) 品種および栽培環境条件の差による乾物重の部位別相互関係

表IV-13について、早生品種間の乾総重、乾雌穂重および乾茎葉重の相互間には、品種間、

年次間および場所・栽培条件間のいずれにおいても有意水準の高い相関関係が示された。しかし、子実または雌穂が十分な登熟に至らない中・晩生品種群においては、必ずしも有意水準の高い相関関係は示されなかった。換言すれば、子実または雌穂が十分な登熟に至るような早生

品種では、品種的にも、栽培的にも、また環境条件的にも乾総重の多収は雌穂または茎葉のいずれか一方の部位のみの多収によることは少ないことを意味している。

また、表Ⅳ-14において、原料生産上における栽培技術の2大要因である栽植密度と施肥量、圃場条件として標準状況より厳しい条件を想定した生育期の低温処理、また稚苗時の霜害および霜害を想定した剪葉処理等が部位別乾物重に及ぼす影響は部位別構成比に及ぼす影響より大であった。

すなわち、乾総重の多収が雌穂または茎葉のどちらかの多収のみによることは少ないという表Ⅳ-13の結果は、広範な栽培条件においても認められた。ホールクロップ原料としての品質が、乾総重に占める雌穂割合の大きさによって著しく影響されることを考えると、栽培条件の変動の大きい寒地においては、高栄養価のホールクロップ原料を安定多収とするためには、刈取時に黄熟期に達する品種を作付けることが重要であることを示すものである。

田中ら¹⁷²⁾は子実重(または乾雌穂重)と乾総重との間には高い正の相関があることを認めている。また、雌穂または子実と茎葉との関係については、2つの意見がある。すなわち、1つは茎葉中の同化養分が子実に移行するので、登熟後半の乾茎葉重は減少するというものと^{33, 67, 100, 153)}、他は登熟期間乾茎葉重の減少はほとんど起らないとするものである^{54, 158)}。しかしながら、これらの結果はいずれも最終生産物としての乾子実重または乾雌穂重と乾茎葉重の関係が負の方向を示してはいない。田中・石塚¹⁷¹⁾は登熟中に茎葉部から子実に再転流する炭水化物は子実重全体の15%にすぎないと報告している。従って、本試験の結果は、異なる各種栽培条件の部位別乾物蓄積に与える影響は部位別間の再転流に与える影響よりも大きいことによりもたらされたものと考えられる。

(2) 部位別炭水化物生産と品種の茎葉特性

寒地におけるトウモロコシの乾物重、TDN収量およびサイレージ成分含量の経時的推移についてはいくつかの報告がある^{2, 207)}。炭水化物およびその分画の経時的推移と雌穂の寄与については多くの報告があるが^{2, 21, 27, 103, 138, 170)}、多数品種を供試して、また品種の登熟期間および茎葉の乾物率との関係で検討された報告はみあたらない。また、寒地におけるトウモロコシ体の炭水化物画分については、晩生品種に関する報告があるのみである²⁾。

これらの報告に対し、本項の結果では品種の乾物重増加の推移は同一熟期群内でも明らかな差を示した。すなわち、早生品種「ヘイゲンワセ」では、乾雌穂重の増加が早期に停止し、また茎葉部の減少が著しかった。これに対し「P 131」では乾雌穂重の増加が登熟期後半でもみられたが、乾茎葉重の減少は少なかった。また、中生品種においても、「ホクユウ」は「Jx 844」に比べ、乾雌穂重の増加は緩やかであるが、最終的に多収となり、「P 131」とともに登熟期間の長いことが示された。登熟期間の長短に品種間差異があるという報告はいくつかあり^{17, 23, 31, 34, 55, 88)}、本報告はこれらの結果と一致する。多収のためには、この登熟期間の長い品種が好ましいと考えられる。しかし、品種間差異はないという報告^{48, 152, 165)}もある。

登熟後半の茎葉乾物重の減少は、雌穂への転流および自己代謝によるものと考えられる^{6, 27, 33, 43, 67, 70, 207)}。これをTollenaar¹⁹⁴⁾は、子実収量にとってSourceが制限因子となっていることを示すものとしたが、Source-Sinkの関係からみれば、Sink(雌穂)に対するSource(茎葉)の大きさを示すものであろう。すなわち、「P 131」は「ヘイゲンワセ」より、また「ホクユウ」は「Jx 844」よりSourceがSinkよりも相対的に大きいために乾茎葉重の減少が少なかったと推定される。このことは、これら2品種の「P 131」と「ホクユウ」の茎葉中における単・少糖類含有率の高いことにも現れている。

乾総重および NSC 収量の登熟進展に伴う増加は、乾雌穂重およびその中の澱粉の増加によるものであるが、これら収量の品種間差異は乾茎葉重および単・少糖類重の差によって左右された。「P 131」および「ホクユウ」の単・少糖類収量は同一熟期の「ヘイゲンワセ」および「Jx 844」に比し約 2 倍であり、これには茎葉中の含有率が大きく寄与していた。そして、これらの品種においては茎葉の乾物率も高かった。

黄熟期における茎葉の単・少糖類含有率は登熟の進展につれて減少したが、この時期は茎葉の乾物率の減少する時期と概ね一致している。このことは、茎葉の単・少糖類含有率と乾物率の間に強い関係のあることを示している。これに関連して、雌穂の着生しない個体の茎葉中の糖濃度は高く、従って茎葉収量が増すという報告がある^{16, 25, 82, 131, 174})。また茎葉から雌穂に転流するのはしょ糖を中心としてフラクトース、グルコースであるとする報告がある¹¹³)。本報告においても同様の傾向が示された。これらのことから、雌穂を除去された個体では、同化産物が転流されないで茎葉中に貯蔵され、そのために乾物率が高まったと推定される。これは、上述の茎葉の単・少糖類と乾物率の関係を支持するものである。

単・少糖類は、NSC 収量の向上はもとより、サイレージの発酵熟成上に果たす役割りも大きいといわれ¹⁵²)、その含有率の品種間差異は、今後重要な特性として扱われるようになるかもしれない。そして、茎葉の乾物率はその指標として品種改良上の役割りをもっていると考ええる。

以上のことにより、登熟期間の長い品種は短い品種よりも乾物および NSC 多収のために有利であることを認めた。また、NSC 収量に及ぼす単・少糖類含有率の寄与とその指標としての茎葉の乾物率の意義を論じた。

(3) 部位別乾物重および乾物率におけるヘテロシスの発現

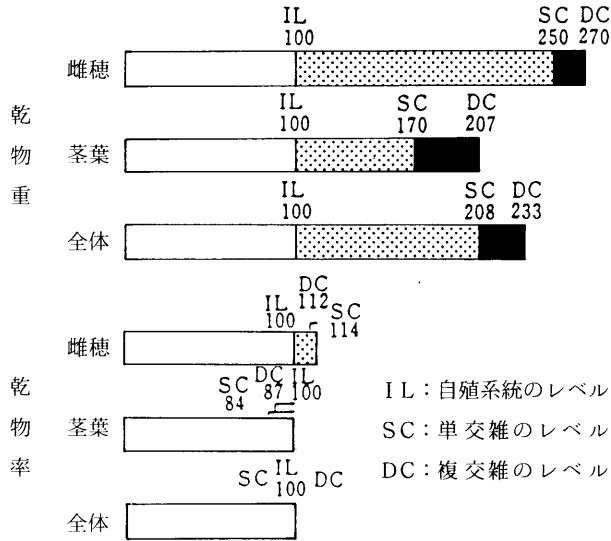
従来、トウモロコシのヘテロシスにおける

育種研究は、子実用品種を中心においており、ホールクロップ利用の場合にはそれが応用的に利用されているにすぎない。ホールクロップ用は子実用と異なって茎葉部分も生産物となるから、茎葉特性のヘテロシスを明らかにすることは子実部分の場合と同様に重要であるが、この点での報告はみあたらない。また、選抜・育成された実用交雑品種でのヘテロシスとその効果を調べた報告はわが国においてはみあたらない。本報告は、実際に品種として育成された組合せ^{102, 135})について、ホールクロップ用原料として部位別乾物重に示されるヘテロシスおよび Source-Sink の関係を検討したものである。

近年、田中ら¹⁷³)および田中¹⁷⁶)によると、F₁品種の子実重にみられる多収性は、1つには子実重/全乾物重比の大きいことに原因があるとしている。本報告においても、F₁にみられたヘテロシスは、雌穂重で著しかった(図IV-8)。すなわち、供試した4単交雑のうち「N 19×To 15」、「W41A×W79A」および「N 19×CM 7」は明らかに雌穂重比が高く、従って雌穂に示されるヘテロシスの程度が高かった。そして、この雌穂のヘテロシスの高さは、多くは粒数に示されるヘテロシスの高さが寄与しており(表IV-20)、このことは Leng¹⁰⁷)の結果と一致した。

雌穂の主部分の子実であり、子実中の80%以上は胚乳によって占められる。遺伝学的に胚乳は3xであり、そのうち1xは花粉親から、2xは種子親からで、いわゆる重複重精するのであるから、F₁に示される雌穂の増加は粒大の増加によるのが一般的であろうと思われる。しかし、上記結果がこれと一致しないのは粒重の遺伝的相加性の大きいことを示すものであろう。

単交雑「CM37×CMV3」の雌穂におけるヘテロシスは192%と、他の単交雑におけるよりも著しく小さかったが、茎葉においては他の3単交雑より高く195%であった。また、粒



図IV—8 自殖系統の中間親に対比したヘテロシスの程度
(%, 2 複交雑とその構成単交雑の平均値)

数のヘテロシスは他の3組合せより小さく、粒重に示されるのと同程度であった。これらのことと、後述の茎葉の乾物率の高いことからすれば、「CM37×CMV3」の雌穂に示されるヘテロシスの小さい原因は主として粒数で代表される Sink の小さいことにあると考えられる。この様に、Sink が十分でないために転流できない同化産物は茎葉に蓄積され、そのために茎葉の乾物率が高まったとみられよう。

2つの単交雑はフロント種およびデント種で相互に遠縁であるが、複交雑に示されるヘテロシスは小さかった。単交雑は、能力が高いが採種量が極く少ないため、わが国における交雑品種は採種量の多い複交雑育成を行っている。このことから、本節の結果は、当然のことであるが、複交雑品種の育成には、多収な単交雑を育成することが第1義的に重要であることを示唆していると考えられることができる。

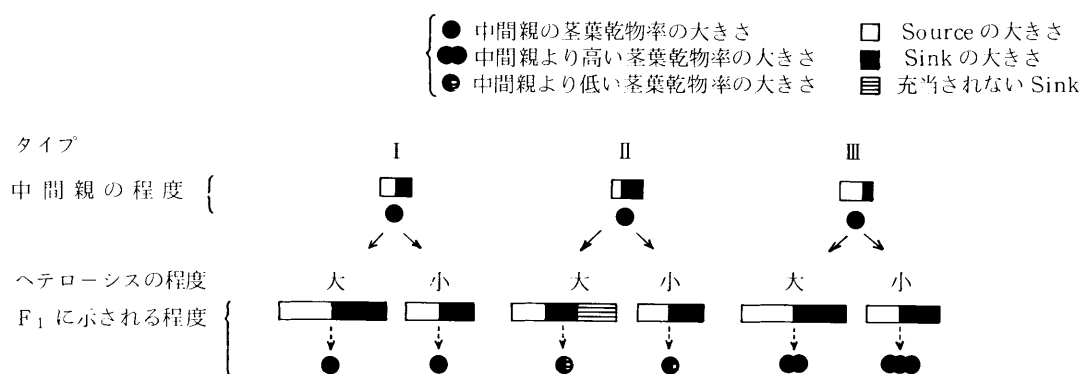
植物体全体における乾物率のヘテロシスの程度は単交雑および複交雑のいずれでも低い値を示した。しかし、雌穂と茎葉に分けると特徴的な傾向がみられた(図IV—9)。

すなわち、単交雑の雌穂の乾物率%に対する

ヘテロシスは正の方向(増加)に働いていたが、茎葉の乾物率に対するヘテロシスは表IV—21に示すように、3つの単交雑(「N19×To15」, 「W41A×W79A」および「N19×CM7」)では負の方向(減少),そして単交雑「CM37×CMV3」のみが正の方向であり、特異的である。これらの単交雑の区分は、乾雌穂重に示されたヘテロシスの大なる3単交雑と小なる1単交雑の区分と一致する。

いうまでもなく、茎葉は主に Source として働く器官であるが、雌穂(子実)への転流が円滑でない場合には Sinke 器官として働き¹⁷⁴⁾、茎葉での糖濃度が向上するといわれている^{16, 82, 131)}。さらに著者は、前項において絹糸抽出後3日目における雌穂除去処理によって、雌穂への生産物転流が阻止される場合には茎葉の乾物率も向上することを明らかにした。これらのことから、F₁に示される茎葉の乾物率のヘテロシスには Sink と Source の相対的な大きさが関係していると思われる。

いま、F₁品種の茎葉重および雌穂重はそれぞれのヘテロシスの程度と Source—Sinke のヘテロシスの相対的大きさによって決まり、



図IV-9 F₁-hybrid に示される Sink と Source の相対的
 大きさと茎葉乾物率との関係（模式図）

またそれら相互間の比は茎葉の乾物率を左右すると仮定する。さらに、中間親の茎葉の乾物率が一定で、しかも Source-Sink におけるヘテロシスの程度が同一であると仮定する。以上から、F₁ 品種に示される Source-Sink の相対的大きさと茎葉の乾物率の関係をみれば、図IV-9のように仮説される。

この図に示されるように、F₁の中間親は Source-Sink の相対的大きさから、I～Ⅲのタイプに区分される。そして、ヘテロシスの大小により、F₁ に示される Source-Sink の相対的大きさが決まり、これによって茎葉の乾物率が左右されるということである。

タイプ I は、Source-Sink の均衡が保たれているために、ヘテロシスの大小に拘らず、F₁ 品種に示される茎葉の乾物率は中間親に等しい。

タイプ II は、本報告で得られた3つの単交雑の場合である。Sink に対する Source が小さいために、ヘテロシスが大きい場合には同化産物の受入れ器官が余分となるだけでなく、茎葉からの転流が過剰に行われると考えられる。図に示した Sink における横線部分は、千粒重の低下および雌穂先端の不稔部分の増加、あるいはそれらの複合効果により、また茎葉の乾物率の横線部分は茎葉から過剰に転入したことによりもたらされた乾物率の減少程度を示したものである。しかし、この場合も、F₁ 品種の Source

と Sink の両方が満たされるほどにヘテロシスが小さい場合には、茎葉の乾物率の減少のみに留まると考える。

タイプ III は、Source が Sink に勝る場合である。「CM37×CMV3」がこのタイプと考えられる。ヘテロシスが大きい場合には、茎葉も Sink として働き、そのため茎葉の乾物率は若干高まる。しかし、ヘテロシスの働きが小さい場合には、Sink としての茎葉の役割りが高まって茎葉の乾物率は著しく増大する。

このように考えると、F₁ 品種に示される茎葉の乾物率のヘテロシス程度は Source-Sink との相対的な大きさの比を利用して説明できると思われる。このことから、本報告に用いた単交雑をより多収のものにするには、「N19×To15」、「W41A×W79A」および「N19×CM7」においては茎葉の Source としての能力を高めること、また「CM37×CMV3」においては Sink 能力の増大が必要であると推察された。

5. 摘 要

品種改良の観点から、ホールクロップ・サイレージ原料の多収と品質向上を目的として、いくつかの実験を行った。

1. 子実の十分登熟する早生品種群において品

種、年次、場所および栽培条件を変えた場合、乾子実重または乾雌穂重、乾茎葉重およびその合計値である乾総重相互の間には正の有意水準の高い相関関係が示された。また栽植密度、施肥量、低温処理および剪葉処理試験の結果、部位別乾物重と乾総重の処理間における変動幅は乾総重に対する乾子実重または乾雌穂重の構成比の幅よりも明らかに大きく示された。すなわち、乾総重を大きく左右する広範な外圃条件に対し、乾子実重または乾雌穂重と乾茎葉重の構成比はある程度一定に保たれ、いずれかの増減のみによって乾総重が左右される場合は少ないとみられた。これにより、高栄養価の原料生産には早熟性品種の育成が重要であると判断された。

2. 早生および中生の各2品種について、9刈取時期における乾物重および炭水化物の測定を行った。乾物収量、NSC（非構造性炭水化物）および澱粉収量は熟度の進展に伴って増加するが、単・少糖類収量は乳熟期の前後で最大を示した。澱粉は雌穂中の含量により、また単・少糖類は主に茎葉中の含量により支配されていた。

3. 登熟期間の長い品種の乾物およびNSC収量は短い品種より高かった。このNSC収量は品種間で2倍の差を示す単・少糖類収量により左右されていた。

4. また、登熟期間の長い品種の茎葉の乾物率および単・少糖類含量は短い品種よりも明らかに高い値を示した。茎葉の乾物率と単・少糖類含量は密接な関係にあった。

5. 2, 3および4より、ホールクロップ・サイレージ用の品種特性として、雌穂および茎葉

の乾物重の多収と共に茎葉の乾物率の高いことが重要であると判断された。

6. 2つの複交雑「ワセホマレ」、 「ヘイゲンワセ」およびその構成単交雑に示される部位別乾物重および乾物率のヘテロシスの効果を検討した。構成単交雑、「N19×To15」、 「W41A×W79A」および「N19×CM7」においては、乾雌穂重および乾茎葉重に示されるヘテロシスの効果はともに大きかったが、両部位を比較すると乾雌穂重における効果が大きかった。また、ホールクロップ原料の乾物率にはヘテロシスの効果は僅少であったが、雌穂では正の方向（増加）、茎葉では負の方向（減少）が認められた。これは、F₁品種に示される効果がSinkに大きく働いたためと思われる、これら3単交雑の能力をさらに高めるには茎葉重および茎葉の乾物率で示されるSource能力の向上が必要であると推察された。

7. 単交雑、CM37×CMV3においては乾雌穂重および乾茎葉重でのヘテロシスはともに同程度であるが、上述の3単交雑に比し乾雌穂重は著しく小さい。また、乾茎葉重におけるヘテロシスがかなり大きく示され、茎葉はSinkとしても働いたとみられる。これらのことは、単交雑に示されるヘテロシスがSourceで大きく示されたことを意味し、従ってこの単交雑の能力を高めるにはSink能力の向上が必要であると推察された。

8. 遠縁同士の単交雑によっても複交雑に示されるヘテロシスは小さいので、優良な複交雑の育成には優良な単交雑の育成が不可欠であることを明らかにした。