

とうもろこしの発芽に関する耐冷性と その検定法に関する研究

1. 現行法の問題点について

櫛引 英 男†

STUDIES ON COLD TOLERANCE AND COLD TEST TECHNIQUE IN CORN GERMINATION

1. Some Considerations of the Existing Method

Hideo KUSHIBIKI

とうもろこしの低温と発芽に関する研究は、検定法としてロールド・タオル法またはそれに準じた方法に基づいている。この方法によりもたらされる結果は、土壌菌抵抗性が主体になり、種子自体の低温発芽性の意義が小さいと思われるので、現行法に考えられる問題点について実験的な検討を加えてみた。

その結果、現行法による発芽の耐冷性はいわゆる低温反応の小さいことが認められ、まれ殺菌剤の種子粉衣による種子を現行法に準じて検定すると発芽に系統間差がほとんどなかったことなど、とうもろこしの実さいの発芽からみて、現行法にいくつかの問題点のあることが明らかとなった。これらのことから、種子発芽のみの低温反応、すなわち低温発芽性を検討していく必要がある。

また、ここではこの種子自体の低温発芽性についても若干検討し系統間差異をえたが、現行法による系統間差異と異なることをみた。

I 緒 言

とうもろこしの発芽に関する耐冷性ないしは低温発芽性の研究は、1920年代に米国で始まり、1940年代以降わが国でも行なわれてきた。その検定法はロールド・タオル法ないしはそれに準じた方法がとられている。

これらの現行法による品種系統間の抵抗性序列は、研究者によって異なる場合が多かった。その原因は、夏期とうもろこしを作った土の使用にあると思われる。低温発芽性と種子の腐敗に關与する土壌菌はおびただしい数にのぼり、これらの各種の菌はどの土壌でも平均して存在するものでは

ないからである。また、被害の症状も多様で、被害の時期も発芽から稚苗期まで含まれている。これらは品種系統の純粋な抵抗性とからみ合って現象をますます複雑にしている。つまり、現行法が発芽種子の低温下における土壌菌抵抗性を主たる対象とするからにはほかならない。こうした評価が育種計画の中で強調される場合、BUNTING²⁾も指摘しているように、狭義の低温発芽性ないしは品種の地域性に対して、誤った判断を下すことになりかねない。

一般にとうもろこしは殺菌剤の種子粉衣が普及しており、したがって播種後長期間低温が持続しても、種子が腐敗する恐れはほとんどなく、立毛数の確保は可能である。1968年、本道において発

† 十勝農業試験場

芽時に低温が持続したが、種子粉衣により、腐敗粒はほとんどなかった。しかし、発芽は地域によっては1週間以上も遅延し、その後の生育遅延、登熟不良をもたらし、減収した。したがって、低温下で発芽のより早い品種系統の選抜育成が重要となる。

本報告は現行の発芽に関する耐冷性の問題点を、主として実験結果に基づいて指摘すると共に、土壌菌を除いた種子自体の低温発芽性に関する2、3の実験を行なったものである。

本報告の取りまとめに際し、ご指導をいただいた、十勝農業試験場楠隆場長、同松代平治特別研究員、同とうもろこし科仲野博之科長、同病虫科赤井純科長ならびにご校閲をいただいた中央農業試験場畑作部長長内俊一博士に対し深甚なる謝意を表する。

II 材料と方法

1965~1971年にかけてA~E、5つの試験を行なった。第1表には各試験別に材料と方法について示した。

使用した土は夏期とうもろこしが栽培されていたは場のもの (muck soil) である。発芽床の状態「実用的無菌」は種子の発芽に際し菌が作用していないという意味であり、TMTD 剤処理によった。

この種の研究では、発芽の基準は必ずしも統一されてはいないが、本報告では目的が主として現行法の問題点を指摘することにあるため、一応の基準として次のようにした。すなわち、発芽は根と芽または両者のいずれかが腐敗することなく2 mm 以上抽出したものとした。発芽率は上記基準のもの供試粒数中に占める割合である。また、適温下 (30°C 内外) の発芽率を100とし、それに対する各種低温処理の発芽率の比を便宜上低温発芽率として示した。発芽の締切り日は、各々の処理の終了した日である。

次に各試験について第1表を補足する。

1. 「試験A」; この試験はロール・タオル法 (以下、ロ・タ法) により、2つの代表的な現行の温度処理と、殺菌し全処理期間を低温下においた

第 1 表 各試験の設計と発芽試験法一覽

試験 の 区 分	試験設計			試験方法と処理			
	供試置床くり			発芽と発芽床			温度処理の経過
	材料	粒数	返し	発芽方式	発芽床	発芽床の 状態	
試験 A (1968)	38	50	2	ロール・タオル法 ウイス方式 ミネソタ方式 無菌全期低温 (対)シャーレー法	muck soil 〃 〃 ろ 紙	有 菌 〃 〃 実用的無菌 〃	11°C (13日)→常温 (3日) 常温 (2日)→11°C (11日)→ 常温 (3日) 11°C (16日) 30°C (7日)
試験 B (1965)	19	50	3	シャーレー法 (対)無菌全期適温 無菌低温適温	ろ 紙 〃	実用的無菌 〃	25°C (7日) 10°C (7日)→25°C (4日)
試験 C (1969)	20	50	3	ロール・タオル法 無菌全期低温 有菌全期低温 (対)シャーレー法	muck soil 〃 〃 ろ 紙	実用的無菌 有 菌 有 菌 実用的無菌	9°C (15日) 〃 〃 30°C (7日)
試験 D (1971)	28	50	3	ロール・タオル法 無菌全期低温 有菌全期低温 シャーレー法 無菌全期低温 有菌全期低温 (対)シャーレー法	muck soil 〃 〃 ろ 紙 〃 〃	実用的無菌 有 菌 〃 実用的無菌 有 菌 実用的無菌	11°C (10日) 〃 〃 〃 〃 30°C (7日)
試験 E (1970)	21	50	4	シャーレー法 無菌全期低温 (対)シャーレー法	ろ 紙 〃	実用的無菌 〃	10°C (10日) 32°C (7日)

「無菌全期低温」について比較したものである。

ロ・タ法はウイコンシン大学で Hoppe⁸⁾ が考案したもので、広い範囲にわたって使われている。この方法の主要な作業は「doll」を作ることである。彼によれば、堅固な金網の上に十分に吸水させたペーパータオルをのせ、それに夏期とうもろこしを栽培した土をタオルの縁 3 cm ほどを残して、厚さ 4 mm ほどに敷く。次いで、土の上に種子 50 粒を適度の間隔で置床する。その上に、吸水させたもう 1 枚のペーパータオルをのせ、最後にこれをしまりすぎないように巻いて「doll」はできあがる。これを穴のあいたアルミ製の容器に 20 個ほど縦に入れ、これに所定の温度処理を加えるのが、ロ・タ法である。本報では、これにほぼ忠実に従い、ペーパーは 30×30 cm に切断したろ紙を用いた。この「doll」を、10°C (6~12日) → 常温 (4日) → 調査とするのがウイコンシン大学におけるロ・タ法といわれる cold test である。ここでは第 1 表のように設定し、「ウイコンシン方式」(以下、「ウイス方式」) とした。

ミネソタにおける cold test の方法は「doll」によるものではないが、常温と低温の交代が「ウイス方式」に対照的であるので、「ウイス方式」の「doll」とミネソタの温度処理法を結びつけて、これを「ミネソタ方式」とした。ミネソタの温度処理は Rinke¹¹⁾ によれば、常温 (2日) → 9~10°C (6~10日) → 常温 (4日) → 調査となる。ここで用いた「ミネソタ方式」では、上記に準じて、常温 (2日) → 11°C (12日) → 常温 (3日) → 調査とした。この方式は「ウイス方式」とは、低温処理直前にも常温期が設けられている点で異なるが、菌の存在下にあるという意味で、発芽床は共に「有菌」状態にある。

「無菌全期低温」は上記 2 方式と異なり、全期間低温を持続させると共に muck soil をほぼ無菌状態にしたものである。すなわち、菌の介在しない種子自体の発芽をみることを目的とした。この処理が適当であったか否かは断定できないが、前記 2 方式との対応関係を知る上で支障はなかった。

対照の適温試験は通常のろ紙床によるシャーレ

試験によった。これは、植箱や「doll」を使った場合に播種上の不手際による呼吸困難による種子の発芽能力喪失を防ぐためである。使用した水は、すべてチューラム水和剤の混入液である。この試験の発芽率は供試系統 38 のうち、100% が 28, 98%・5, 96%・1, 92%・2 系統であった。

以下の各試験における「doll」およびシャーレーとろ紙の仕様は同様である。また、対照の適温試験も同じである。

2. 「試験 B」; 「無菌低温適温」, すなわち「実用的無菌」とした場合、低温下で発芽できなかったものが、その後適温下で発芽力をもっているかをみようと試みた。ここでは「無菌全期適温」が対照となる。

3. 「試験 C」; ロ・タ法の全期低温処理による「有菌」と「実用的無菌」の比較試験である。これによって供試材料間の差が変化するか否かをみた。

4. 「試験 D」; 全期間低温における「有菌」と「実用的無菌」をロ・タ法とシャーレー法間で比較した。ここでは、シャーレー試験の意義もみた。

5. 「試験 E」; シャーレー法の「無菌全期低温」における低温発芽率と 2, 3 の形質との関係を主要な自殖系統についてみた。

III 試験結果および考察

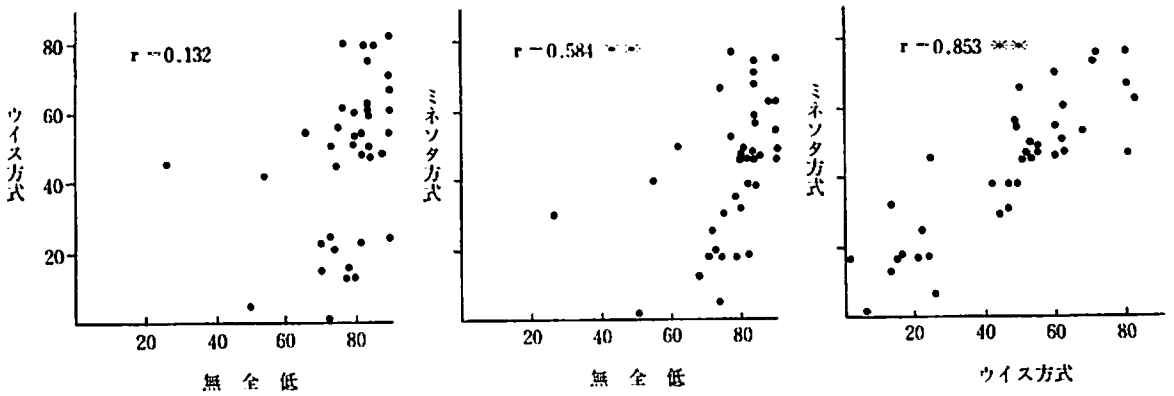
1. 「試験 A」; 結果を第 2 表—a, —b, 第 1 図に示した。

低温発芽率についてみると、「ウイス方式」と「ミネソタ方式」は最高、最低および平均値にはいずれも大きな差はなく、また高い相関係数 (0.853**, 第 1 図) が推定された。「無菌全期低温」はこれら 2 方式に比し低温発芽率がきわめて高く、材料間の変異も小さかった。出芽粒のうち、出芽後に腐敗等の死粒による粒の割合を枯死率として求めると、これと低温発芽率との相関は「無菌全期低温」では -1.063 となるが、枯比率の平均、 S^2 , C V 等からみて問題にならない (第 1 図, 第 2 表—b)。これに対し、ほかの算定区分では明らかに高い有

第 2 表-a ロ・タ法の 3 発芽方式と発芽反応

	低温発芽率 (%)			枯死率 (%)			出芽率 (%)		
	ウイス方式	ミネソタ方式	無全低	ウイス方式	ミネソタ方式	無全低	ウイス方式	ミネソタ方式	無全低
最高	97.0	94.7	100.0	100.0	91.0	8.0	100.0	100.0	100.0
最低	0	0	19.6	2.6	5.2	0	61.0	65.0	19.6
平均	52.9	47.2	92.1	44.2	49.4	0.6	97.1	96.6	93.0
S ²	417.0	500.7	87.4	410.4	300.5	15.9	68.9	58.9	151.0
CV	50.2	49.4	11.7	38.5	48.5	162.8	10.0	9.2	5.1

注) ; 1. 枯死率は、発芽した種子のうち腐敗または窒息による死粒が供試粒数に占める割合を示す。
 2. 出芽率は、生存、致死に関係なく、芽または根のいずれかが出芽した粒数の供試粒数に占める割合を示す。
 3. S²とCVは arc sin % 変換により算定。



第 1 図 低温発芽率の発芽方式間相関 (arc sin 1/2 % 変換)

第 2 表-b 低温発芽率と枯死率

算定区分	相関係数
発芽方式を区分	-0.933**
発芽方式を込み	-0.945**
ウイス方式のみ	-0.902**
ミネソタ方式のみ	-0.947**
無菌全期低温のみ	-1.063

注) 1. **, *は1%, 5%の有意性を示す。
 2. arc sin % に変換して推定した。

意性を示した。このような「無菌全期低温」にみられる特徴は、ほかの方式に比して腐敗等による死粒がほとんどみられなかったことによるものである。

以上から、これまでの方法を代表する方式が、

その目的としたように、土壌菌に対する系統の反応がよく認められた。しかし、低温下における種子自体の発芽性という点からはかなりかけ離れた反応であることが第1図により考えられる。

なお、「試験B」で判明するが、TMTD 剤処理により実用的に無菌状態を作りうる可能性もわかされた。

2. 「試験B」; 第3表に結果を示した。

両処理の発芽を比較してみると、B/A、すなわち「無低適」/「無全適」に示したようにほとんど差はみられなかった。ここで、「無低適」の温度条件はロ・タ法の範囲にあるが、この点からみて、ここに示された結果は、土壌菌を除いた場合、温度条件としては必ずしも現行法は低温処理の意味をもっているとはいいたいことを示している。また、この結果は TMTD 剤処理により、

第 3 表 シャーレー試験における殺菌剤処理と発芽率

材 料	発 芽 率 (%)		B/A	材 料	発 芽 率 (%)		B/A
	無全適 A	無低適 B			無全適 A	無低適 B	
N 138	98.0	96.0	98	CO 12	96.0	94.7	99
CMD 5	88.0	80.7	92	CM 39	100.0	99.3	99
CM51	100.0	100.0	100	A 34	96.0	92.0	96
A 357	100.0	98.7	99	W 491	82.0	83.3	102
A94	90.0	93.0	103	ND 203	70.5	70.0	99
CM 5	92.0	96.0	104	1 *	97.5	100.0	103
CM53	98.0	99.3	101	2 *	100.0	100.0	100
CO50	99.0	100.0	101	3 *	100.0	99.3	99
CM37	93.0	82.0	88	4 *	94.5	100.0	106
CO 110	100.0	95.3	95	平 均	94.4	93.7	99

注) ; 1. *はS₂系統。
 2. B/Aに系統間の有意性はなかった。

第 4 表 ロ・タ法の「有菌」・「無菌」と低温発芽率

系 統	低 温 発 芽 率			系 統	低 温 発 芽 率		
	無全低 A	有全低 B	B/A		無全低 A	有全低 B	B/A
N 138	99.3	90.2	91	W 9	21.1	16.4	78
CO12	86.5	80.3	93	W 59E	18.7	4.1	22
CM51	81.9	36.8	45	W 55	18.2	14.0	77
CM 5	75.3	21.6	29	WH	14.1	7.2	51
N19	59.1	16.7	28	CM36	4.3	0.8	19
CM52	57.9	15.1	26	A 15	0	0	0
N21*	57.1	38.6	68	A 171	0	0	0
Ia 153*	54.6	15.9	29	W 28	0	0	0
CM47	40.7	36.3	89	平 均	38.7	23.0	48.9
WM13R*	34.3	15.8	46	S ²	592.4	359.6	0.1
A 509	30.4	33.0	109	CV	68.4	74.7	53.7
CO 110	21.1	16.5	78				

注) ; 1. *は1年貯蔵種子を供用。
 2. 無全低と有全低に $r = 0.893$ (N138, CO12を除くと0.564) が推定された。
 3. S², CVは $\arcsin \sqrt{\%}$ に変換して推定した。

低温下の種子自体の発芽反応のみを検定しうる可能性をも示した。

3. 「試験C」; 第4表に結果を示した。

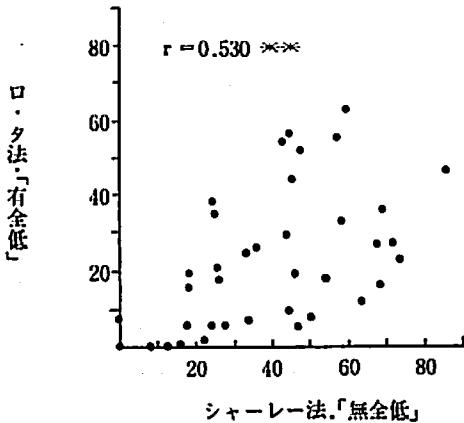
両処理の低温発芽率に系統間差異のあるのが認められる。また, CM51, CM 5, N19, CM52等のように, 処理間差の大きなものがあった。こ

の差, すなわち, 「無全低」と「有全低」の差は, 種子自体の低温発芽性と, これに耐菌性のプラスされたものとの差と考えられるので, 上記系統は耐菌性が弱いとみられるが, とうもろこしの場合, 種子粉衣剤の普及は一般的なものであり, この試験では「有全低」の結果が重視されるべきで

第 5 表 低温発芽性の発芽法間相関関係

		ロ・タ法		シャーレー法	
		無全低	有全低	無全低	有全低
ロ・タ法	無全低		**	0.903**	0.658**
	有全低	0.533**		0.530**	0.537**
シャーレー法	無全低				0.689**
	有全低				(0.841)**

注) ; 1. () は 1971 年の結果を示す。
 2. ** は 1% の有意性を示す。
 3. $\text{arc sin } \sqrt{\%}$ 変換して推定した。



第 2 図 ロ・タ法、「有全低」とシャーレー法、「無全低」の低温発芽率 ($\text{arc sin } \sqrt{\%}$ 変換)

あろうと思われる。

4. 「試験 D」; 第 5 表, 第 2 図に結果を示した。

発芽法間, 発芽方式間, およびそれらの間の相関には 1% 水準の有意性が推定された。しかし, この中で, ロ・タ法内の相関およびロ・タ法の「有全低」とシャーレー法の「無全低」の相関はほかより低く, 系統によっては, 両発芽方式すなわち土壌菌のある場合とない場合とで異なる反応を示している。第 2 図はこれについて示したものであるが, 「無全低」で高い低温発芽率を示しながら, 「有全低」で低い値を示す系統がいくつか認められる。また, シャーレー法, 「有全低」がロ・タ法, 「無全低」で 0.537** と比較的低い値を示したのは, シャーレー法, 「有全低」が菌の有無の点からは無菌状態に近かったためである

う。

これらのことから, 同じ低温処理でも, 菌の有無によって系統間の差が変化することは明らかであるが, この変化の要因となっている低温のみの反応と土壌菌の反応とは明らかに区分すべきであらうと思われる。

5. 「試験 E」; これまでの試験結果からも, 種子の低温条件のみにおける品種系統間差異, すなわち低温発芽性の品種系統間差異の存在がうかがわれた。これに対する適当な条件と調査方法等の検定法については次報でのべるが, その前に主要

第 6 表 a シャーレー試験, 無菌全期低温と 2, 3 形質

系 統	低 温 発 芽 率	適 温 発 芽 率	千 粒 重	成 熟 日 数
N 138	97 ^a	100 ^a	290 ^a	62 ^b
CMV 3	91	98	200	60
CM51	91	100	270	49
N21	89	97	335	49
W79A	84	88	265	52
CM33	82	100	210	48
Ia 153	70	100	265	57
WM13R	70	94	325	54
CM37	67	98	325	52
W 153R	64	95	225	47
T 6	56	83	185	62
W41A	51	96	260	51
CM39	39	100	190	52
N19	36	98	330	51
W55	28	89	250	48
W49	23	50	195	49
N65	19	97	500	51
W75	18	100	290	49
CO46	11	98	375	51
A 171	0	95	290	47
W28	0	96	210	52
平 均	51.8	98.6	275.5	52.0
S ²	538.3	119.9	5612.8	20.8
CV	51.4	13.8	27.2	8.8

注) ; 1. 成熟日数は交配翌日から収穫日まで。
 2. 低温発芽率と適温発芽率の S², CV は $\text{arc sin } \sqrt{\%}$ に変換して推定した。

自殖系統の「無菌全期低温」による低温発芽率と従来いわれてきた2, 3形質との関係について調査した。結果は第6表一a, 一bに示した。

菌を除いた種子自体の低温発芽率に系統間差異が明確にみられた。この結果の傾向は、本報にのべなかったほかの実験結果からもほぼ是認できる。とくに低温発芽率の高いものとして、N138, CMV 3, CM 51, また低いものとしてA 171, CO-16, W28, W55があげられる。

第6表一b シャーレー試験, 無菌全期低温の低温発芽率と2, 3形質の関係

	低温発芽率	適温発芽率	千粒重	成熟日数
低温発芽率	0.239	-0.133	0.402	
適温発芽率		0.178	0.084	
千粒重			-0.087	
成熟日数				

注) : 1. 低温発芽率および常温発芽率は \arcsin % によった。

第6表一aに示したように、4形質間には有意性がえられなかった。とくに、これまで低温下における発芽との関係で若干の論議の対象となっていた千粒重は、低温発芽率と-0.133で、有意な推定値でなかった。低温発芽率と成熟日数は0.402と、5%水準の有意性(0.423)に比較的近い値を示したが、これは低温発芽率の高いN138, CMV 3の成熟日数が多いためである。第6表一bの各系統全体についてみると、このことは偶然性をもっていると考えられるので、やはり有意性はないといえる。

これらのことから、無菌状態における低温発芽性が単に種子の大小によるものでなく、低温下における種子の活動力の遺伝的な差によることが考えられるので、とくに低温下における吸水力についてみていく必要があろう。

IV 論 議

現行のとうもろこしの種子発芽に関する低温抵抗性は、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してとらえることができる。この意味では、その検定法はおおむね RINKE¹¹⁾, 森²¹⁾, HOPPE⁸⁾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、この検定法の主要条件の1つとして、muck soil を用いることがあげられる。したがって、土を用いた cold test の研究と材料検定の例は多い(1~3), 6) 8) ~11) 14) 17) 19) 22) 24)~33)。また、低温処理の直後、または直前と直後の2回常温下(21~28°C)におくことも主条件である。このような現行の cold test は germination のみならず, emergence や seedling (2~3葉期ころまで)の段階まで含み、病害症状も多岐にわたっている。

現行の検定法には情勢の変化も加わって、いくつかの疑問が感じられる。まず、土の使用とそれに関係する菌の問題である。低温下の種子の腐敗には多数の土壌菌と若干の種子伝染菌が関係している(1~4) 7)~9) 11) 12) 15) 27) 28) といわれる。さらに、これらの菌の行動は多様である。HOPPE⁸⁾, HOOKER and DICKSON⁶⁾, および Ho⁵⁾は Pythium が最も重要であるとしたが、森²¹⁾は Fusarium が主体であったとし、また MAKRAWATHANA and WASUWAT¹⁵⁾はタイでは Aspergillus が最も多く、次いで Penicillium, Fusarium で、これも地域によって異なるとしている。KENDRICK¹³⁾は同じ Pythium でも種によって温度反応が異なるとし、JOHANN¹⁰⁾も Penicillium でその事実をのべた。Ho⁵⁾は一連の詳細な実験と調査から、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発表し、また JOHANN⁹⁾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た。DICKSON⁹⁾は比較的高温でも seedling blight の生ずることをみ、また HARPER²⁾は高温、適温下でも土中水分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、使用する土が内容的に異なることは明らかで、構成する菌の種類や構成比の差は地域差のみならず、年次によっても異なると思われる。このことは、検定した場所や年次、また、研究者により、材料の抵抗性順位の異なることに示されていると思われる。森¹⁷⁾, 館³¹⁾, BRUNSON and DICKSON¹¹⁾の結果を比較すると第7表のよう

第 7 表 研究者と自殖系統の低温発芽性

	B 8	A148	W23	WF 9	Hy	Oh5/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。

に、順位の差がよく認められる。また、これらと、土壌菌の介入していない場合と異なることは明らかで、例えば、森¹⁷⁾はA 171を抵抗性が強いとしているが、本報告の土壌菌を除いた実験では供試系統中最も弱かった(第6表-a)。このようなことに関連して、BUNTING²⁾は、すべての菌が平均してどの土壌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、ANDREW¹⁾、KOVACS¹⁰⁾、とくにHOOKER¹³⁾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データをえている。これらは現行法による材料の抵抗性順位の再現性をいっそう後退させるように思える。

次に感じられる点は、低温期間の前後にくる常温下放置である。この常温期間は種子が正常に発芽するには十分に近い。とくに「ミネソタ方式」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、HOPPE⁹⁾がのべているように cold test は低温に対してというよりは、土壌菌に対するものである。すなわち disease resistance に関するものともいふべきであり、このことは本報告のいくつかの実験でも認められる(第2表-a, 第4, 5表)。従来の研究成果は、とくに立毛確保のために病害防除の面に顕著に示されたとみられるが、このために、こうした病害は問題にならないほどに防げるようになってきた^{15) 38) 21) 32)}。実際のほ場においては、低温による発芽遅延と減収の関係は重要であり、種子自体の低温発芽性を土壌菌から区分して考える必要がある。

現行の検定法で扱われる発芽発育の段階や病害症状も多様である。もちろん、関与する菌の数と多様性については前にのべた。WERNHAM¹¹⁾によれば seedling blight には少なくとも17の菌が関係していたという。森²¹⁾、PINNEL²⁵⁾、VENTURA³²⁾は抵抗性は2対の因子により支配されているとしたが、抵抗性に関係する1病菌、*Gibberella saubinetii* (M.) Sacc. の詳細な研究の中で、McINDOE¹⁶⁾は、この菌に対するとうもろこしの反応が、複数の因子による量的形質であることを報告した。多くの土壌菌、各々の菌の行動の多様性と生態型、および多くの被害症状からみて、現行の低温発芽性は内容的にはもっと複雑であると思われる。

菌を除いた種子自体の低温発芽性検討のためには、無菌状態を作ることが重要であるが、殺菌剤の利用により実用的に作りうること、また、シャーレー試験がこの目的に利用できる可能性も認められた。主要自殖系統について、無菌状態での低温発芽性と、その他2, 3形質との関係についてみたが、有意な関係はみられなかった。

V 摘 要

現行の種子発芽に関する耐冷性の検定は、muck soil の利用と、低温処理の直後または直前と直後の2回常温期間をおくのが要点である。本試験はこれらの意義を確認すると共に、これまでの研究ならびには場の実際性をあわせて、土壌菌の影響を除いた、種子自体の低温下における発芽性検定の必要性を検討し、検定方法に対して若干の予備的実験を行なった。

えられた結果を要約すると次のとおりである。

1. 現行法は、意図されてきたように、低温に対するというよりも土壤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が、これと菌を除いた種子自体の低温発芽性とは系統間差異を異にした。
2. 現行法により、従来自殖系統A 171は最も抵抗性が強いとされていたが、これは耐菌性のためであり、本実験の土壤菌を除いた低温発芽性は最も弱かった。
3. 種子自体の耐冷性、すなわち低温発芽性の検定には、無菌状態を必要とするが、TMTD 剤の種子粉衣によってその可能性が認められた。また、播種床はシャーレー内ろ紙の利用が実用的に有望と思われた。
4. 処理方法は9~11°C, 10~15日間がほぼ適当と思われる。
5. この方法による低温発芽性は、適温下の発芽性に対して独立な遺伝的形質と判断された。

参 考 文 献

- 1) ANDREW, R. H., 1954 ; Breeding maize for cold resistance, *Euphytica*, 3 : 108-116.
- 2) BUNTING, E.S., 1949 ; Cold tolerance and early seedling growth in maize ?
- 3) DICKSON, J. G., 1923 ; Influence of soil temperature and moisture on the development of the seedling-blight of wheat and corn caused by *Gibberella saubinetii*. *Jour. Agr. Res.*, 23 : 837-870.
- 4) HAYES, H. K., I. J. JOHNSON, and E. C. STARKMAN, 1933 ; Reaction of maize seedling to *Gibberella saubinetii*. 23 : 905-911.
- 5) Ho, W. C., 1944 ; Soil inhabiting fungi attacking the roots of maize. *Iowa Res. Bul.*, 332 : 402-446.
- 6) HOOKER, A. L., and J. G. DICKSON, 1952 ; Resistance to *Pythium* manifested by excised corn embryos at low temperature. *Agron. Jour.*, 44 : 443-447.
- 7) ———, 1953 ; Correlation of resistance to eight *Pythium* species in seedling corn. *Phytopath.*, 43 : 476.
- 8) HOPPE, P. E. 1955 ; Cold testing seed corn. *Wisc. Agr. Exp. Sta. Bul.* 507.
- 9) JOHANN, H., 1928 ; A *Pythium* seedling blight and root rot of dent corn. *Jour. Agr. Res.*, 37 : 443-464.
- 10) ———, 1969 ; Further studies on *Penicillium* injury to corn. *phytopath.*, 19 : 105.
- 11) JUGENHEIMER, R. W., 1958 ; Cold tolerance. Hybrid maize breeding and seed production.(FAO) 134-139.
- 12) KOEHLER, B., G. H. DUNGAN, and W. L. BURLISON, 1934 ; Maturity of seed corn in relation to yielding ability and disease infections. *Jour. Am. Soc. Agron.*, 26 : 262-274.
- 13) KENDRICK, E. L., 1953 ; The influence of environment on the physiology and pathogenicity of *Pythium* species on corn seedlings. *Phytopath.*, 43 : 477.
- 14) KOVACS, I., 1960 ; Increasing the cold tolerance of maize, with special reference to earliness and to size and reliability of yield. *Plant Breeding Abstr.*, 30 : 305.
- 15) MAKRAWATHANA W. and S. WASUWAT, 1965 ; Studies on fungal flora of corn seed in Thailand. *Inter-Asian Crop Improvement Workshop*, 2 : 243-253.
- 16) MCINDOE, K. G. 1931 ; The inheritance of the reaction of maize to *Gibberella saubinetii*. *Phytopath.*, 21 : 615-639.
- 17) 森 行雄, 1954 ; 熟度を異にする玉蜀黍種子についての二, 三の実験, *農及園*, 29 : 923-924.
- 18) ———, 1956 ; 発芽保護剤による玉蜀黍の不発芽防止, *北農*, 23 : 281-286.
- 19) ———, 1959 a ; 玉蜀黍の耐冷性に関する研究, 1. 低温発芽性の検定法について, *日本育種学会北海道談話会々報*, 2 : 17.
- 20) ———, 1959 b ; 同上, 2. 低温発芽性の遺伝について, *同上*, 2 : 18
- 21) ———, 1964 ; トウモロコシの低温不発芽の原因とその対策, *農及園*, 39 : 1079-1083.
- 22) MOORE, R.R. and S.F. GOODSSELL, 1965 ; Tetrazolium test for predicting cold test performance of seed corn. *Agron. Jour.*, 57 : 489-491.
- 23) 仲野博之, 国井輝男, 樋引英男, 1969 ; 冷害年次における「とうもろこし」の播種期試験成績, *北農*, 33, 5 : 9-14.
- 24) 中山 包, 1969 ; 農林種子の発芽, 119-120.
- 25) PINNEL, E. L., 1949 ; Genetics and environmental factors affecting corn germination at low temperature. *Agron. Jour.*, 41 : 562-568.
- 26) ROY, N. N. and H. L. EVERETT, 1963 ; Seed production, fertility levels, and cold test germination in corn. *Crop Sci.*, 3 : 273-74.
- 27) SEGETA, V., 1964 ; Simplified method of determining the cold resistance of maize on emergence. *Plant Breeding Abstr.*, 34 : 266.
- 28) TATUM, L. A. and M. S. ZUBER, 1934 ; Germination of maize under adverse condition. *Jour. Am. Soc. Agron.*, 35 : 48-59.
- 29) ———, 1954 ; Seed Permeability and "cold test" reaction in *Zea mays*. *Agron. Jour.*, 46 : 8-10.
- 30) 館 陟, 桑高昭吉, 1954 ; 土壌の冷湿多湿が玉蜀黍の発芽におよぼす影響, *北農研抄* 1 : 54.
- 31) ———, 広瀬昌平, 1954 ; 玉蜀黍の冷湿多湿発芽性の品種間並に自殖系統間差異, *同上* : 55-56.
- 32) ———, 森 一男, 1954 ; 冷湿多湿土壌下の玉蜀黍種子の発芽におよぼす薬剤塗布の効果, *同上* : 58.
- 33) VENTURA, Y., 1961 ; Inheritance studies of the cold

test reaction of *Zea mays*. Plant Breeding Abstr.,
31 : 81-82.

Summary

The existing tests on the low temperature tolerances of seed germination are generally carried out by exposing corn seed in the room temperature condition immediately after the treatment or two times of before and after of it, furthermore muck soil available in any cases.

A few preliminary experiments were laid down to get confirmation on this procedure, also necessity of cold tolerance investigation in the disinfected condition of soil fungi was discussed.

Results obtained are summarized as follows ;

1. It was confirmed that the existing cold test shows the resistance of soil fungi and seed infection fungi but not the low temperature itself. Accordingly, differences between the response of corn lines were found by the presence or

absence of soil fungi.

2. Inbred line A 171 has been classified as a resistant line in the existing test, but this line showed susceptible in the disinfected test of soil fungi.

3. Testing of low temperature germinability or cold tolerance of corn seed needs the culture coating and seeds from infection of the fungi. The germination test used to petri dish and seed disinfection by the fungicide TMTD was an application method, actually.

4. It was appreciable that treatment temperature and period in the testing of low temperature germinability are 9~11°C and 10~15 days.

5. By the above mentioned method, varietal differences of resistance of low temperature germinability were found, remarkably. It was estimated that this resistance is a independent heritable character differ from the germinability at warm test.