

トウモロコシ種子粒大と稚苗期における 低温処理後の回復生長量の関係

櫛引英男* 桑島昭吉**

Relationship between Seed Size and Seedling Growth in the Period
after Low Temperature Treatment in Maize

Hideo KUSHIBIKI and Shokichi KUWAHATA

16の自殖系統種子を用い、種子の粒大、稚苗期の低温生長量、低温処理後の回復生長量、及び低温発芽率の形質相互の関係をみた。低温生長量は10—12℃の人工気象室、また低温処理後に17—26℃において、それぞれ日当り乾物重で示した。その結果、種子の粒大と低温処理後の回復生長量との間に0.1%水準の有意な相関係数が示された。また、低温生長量及び低温発芽率は千粒重と有意な関係になかったが、共に自殖系統間の差異が認められた。

次に、2自殖系統を各々大粒と小粒種子に区分して、これと稚苗生長の関係を検討した。いずれの自殖系統においても大粒種子の低温処理後の回復生長量は小粒種子のそれより大であり、また適温下生長量も大きい傾向にあった。これらのことから、寒暖の繰り返えられる寒冷地においては、大粒品種の選定が必要と認められた。

結 言

北海道におけるサイレージ用トウモロコシの近年における作付け増加は、気象的に不安定な地帯における栽培地域の拡大によることが大きい。この様な地帯における栽培期間は現在の早生品種にとっても短かいので、できるだけ早播きをして、栽培期間の延長を図る必要がある。この様なことから、品種の低温発芽性と稚苗期の低温生長性が重視されている。

稚苗期の低温生長性をみる場合、従来は全期間が低温処理されて検討されてきた^{1,8)}。しかし、実際の圃場条件は低温と適温または適温に近い条件の繰り返しが多いので、この様な条件下では全期間低温下における低温生長性のみでなく低温条件から適温条件に回復した時の生長性、つまり低温

処理後の回復生長性も重要となる。

他方、トウモロコシ種子の粒大が稚苗生長の向上に寄与するという報告があるが^{1~4,6,7,10)}、これらは常温または適温下でえられたものであり、低温生長性及び低温処理後の回復生長性との関係を検討した報告は見あたらない。

本報告は寒冷地向き品種育成上、種子粒大の位置づけをする目的で、粒大が発芽及び上記の稚苗の生長量に及ぼす影響を検討したものである。

供試材料と試験方法

供試自殖系統はいずれも1970年前後にサイレージ用早生品種育成を目的とする育種事業で扱われたものである。各自殖系統の供試種子は1967年に十勝農試において混合花粉法により採種し、いずれも5~10穂を混合したものから任意に取出した。これらの種子をTMDT剤により粉衣し、各試験に供試した。

実験1：稚苗に関する実験は、植箱(縦45cm×横150cm×深さ15cm)に十勝農試圃場の土壌を深さ9cm入れ、その上に4.0cm×7.0cmの方形に

1980年4月23日受理

* 北海道立十勝農業試験場, 082 河西郡芽室町新生2

** 現北海道立天北農業試験場, 098-57 枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘

各自殖系統の種子50~60粒を1粒点播し、次いで3cmに覆土した。これを自然光利用のガラス室(20°C前後)にて発芽生育させた。播種20日後(約3.7葉期の時期)に、これを10~12°Cの低温室(自然光利用)で8日間処理した。そして、この間の地上部乾物重の増加量を低温生長量とした。

低温処理後、再度上記のガラス室(17~26°C, 以下これを対照温度とする)に移動させ、7日間経過させた。そして、この間における地上部乾物重の増加量を低温処理後の回復生長量とした。

上記の乾物重は地上部を切取後に水洗し、95°Cの電気乾燥機で48時間経過後、取出し直後に測定した。

低温発芽率は櫛引ほか⁵⁾のシャーレによる下記の比較低温発芽率によった。

$$\frac{\text{低温下の発芽勢}}{\text{常温下の発芽歩合}} (\%)$$

実験2: 低温生長量および低温処理後の回復生長量は概ね実験1と同様の方法で得た。温度条件は対照区としてのガラス室が20~25°C, また低温室が10~12°Cである。ガラス室における発芽後2日目と5日目の乾物重, 次いで低温室における発芽後9日目の乾物重, 最後に再度ガラス室において発芽後15日目の乾物重を測定し, 実験1と同様にして生長量を示した。また, ガラス室で全期間経過させて, 対照温度下における生長量を測定した。

実験1および2は1968年および1969年に行なわれた。

試験結果

実験1: 千粒重, 低温生長量, 低温処理後の回復生長量及び低温発芽率の関係

表1には, 各自殖系統の形質とそれら相互の相関係数を示した。自殖系統間にはいずれの形質においても大きな変異が認められた。これらの中で, 千粒重(a)と低温処理後の回復生長量(c)の間には0.902***の高い有意性が示された。また低温生長量と逆正弦変換した比較低温発芽率(d)の間には5%水準の有意性(0.602)に近い相関係数, 0.529がえられた。なお, 他の形質間には有意な関係がみられなかった。

表2は千粒重(d)と低温処理後の回復生長量(b)の間の回帰の分散分析の結果である。これにより, 両者の回帰は2次式であることが認められたの

表1 自殖系統の千粒重と稚苗期の低温生長及び低温発芽の関係 (1968)

自殖系統	千粒重	低 温 生 長 量	低温処理後の回復生長量	比較低温発芽率 ^(*)
	(a)	(b)	(c)	(d)
	g	g/20pl	g/20pl	%
CO46	317	0.060	0.264	15.6
CM37	312	0.069	0.273	55.7
N138	289	0.040	0.248	84.6
WH	287	0.028	0.190	41.4
W49	278	0.024	0.155	31.6
A171	275	0.009	0.163	7.5
CM39	251	0.066	0.148	—
A357	238	0.059	0.136	—
CM51	230	0.045	0.125	—
Ia153	222	0.024	0.131	—
W153R	205	0.046	0.150	—
W25	186	0.015	0.107	14.2
CM47	183	0.036	0.123	58.8
CM53	176	0.071	0.080	55.9
W85	174	0.041	0.109	62.0
W28	170	0.012	0.075	10.3
平均	237	0.040	0.155	39.8
S	51.3	0.021	0.061	25.7
CV(%)	21.7	51.4	39.1	64.5
相関係数(r)	a	—	0.902***	-0.004
	b	—	—	0.529
	c	—	—	—

註1.(a): 15%含水の千粒重。

(b): 低温処理期間(10~12°C, 8日間)における日当り乾物増加量。

(c): 低温処理後の常温期間(17~26°C, 7日間)における日当り乾物増加量。

(d): $\frac{(10^\circ\text{C}, 11\text{日})\text{下の発芽勢}}{(20\sim 25^\circ\text{C}, 7\text{日})\text{下の発芽歩合}} (\%)$

2.*: 逆正弦変換値

で, 図1を作成した。

実験2: 千粒重と稚苗の生長量の関係

図2は2自殖系統を用いて, 千粒重の差が低温処理後の回復生長量に及ぼす影響を検討したものである。

供試種子の千粒重は, 「A15」の大粒種子では245g, 小粒種子では152g, 「CM47」の場合はそれぞれ189g及び145gである。

いずれの自殖系統においても, 大粒種子の全期間対照温度の生長量は小粒種子のそれより大であった。また, 低温期の生長量の増加はほとんど認められなかった。

表2 分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
全体	1	0.383471		
1次項	1	0.045501	0.045501	66.205**
残差	14	0.009622	0.000687	
2次項	1	0.002969	0.002969	5.802*
残差	13	0.006653	0.000512	
3次項	1	0.001298	0.001298	2.908
残差	12	0.005355	0.000446	

低温処理後の適温期、つまり回復期における低温処理後の生長量は対照温度下における生長量より少ない。両自殖系統における大粒種子の低温処理後の回復生長量は約0.20g/20pl./dayで、小粒種子の約0.10g/20pl./dayに比し、2倍の値を示した。

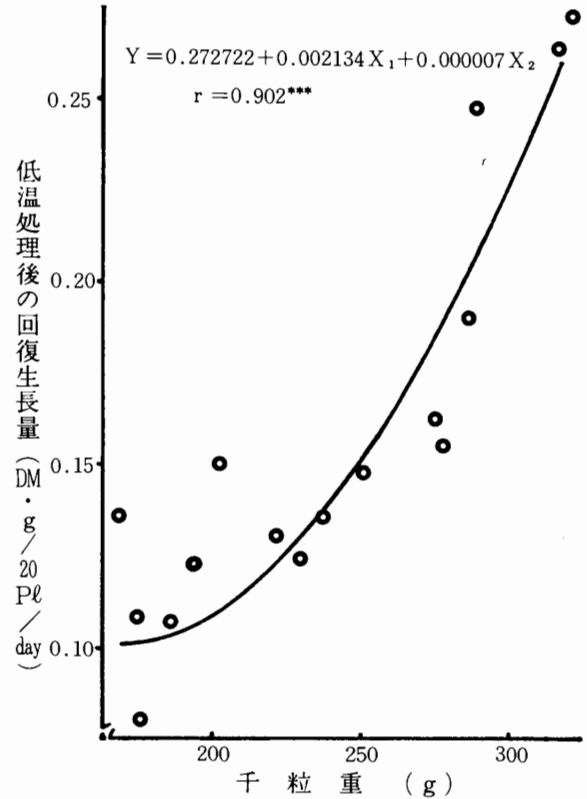


図1 千粒重と低温処理後の回復生長量との関係

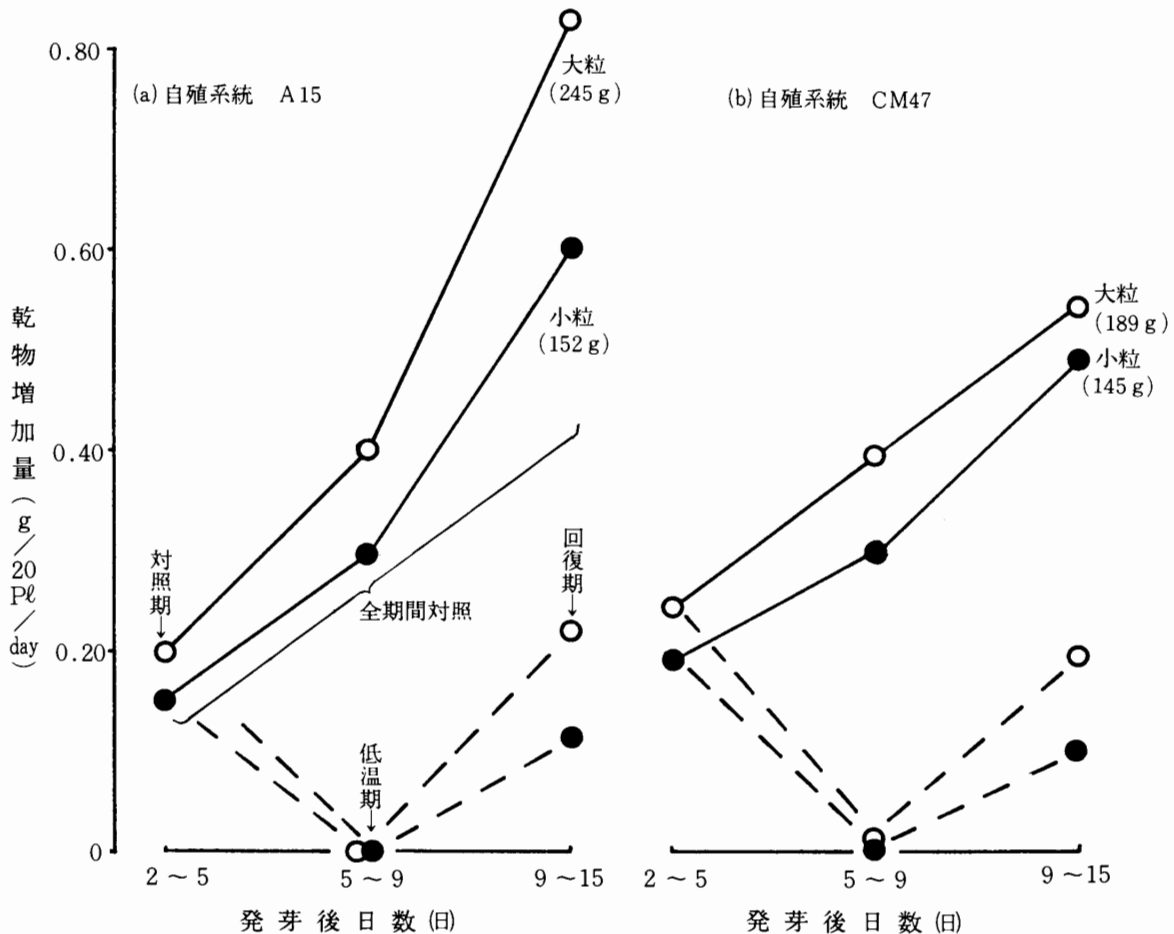


図2 2自殖系統の粒大と低温処理後の回復生長との関係 (1969)

考察と論議

寒冷地における稚苗の生長は低温生長性、適温下の生長性、及び低温処理後の回復生長性に区分できると考えられる。低温生長性はこれまで、粒大に関係しない品種系統の遺伝的特性として検討され^{8,10,11)}、特に粒大との関係を追求された例は少ない。また適温下の生長性は多くは粒大と関係づけて研究されてきた^{2~4,7,12)}。いずれも、概念と意義はほぼ固ったとみられる。低温処理後の回復生長性は、これまでは常温下生長性の範囲で扱われてきたが、ここでは低温期間が前歴としてあるという点で常温下生長性と区分して考えた。緒言で述べたように、寒冷地における稚苗期の圃場条件は低温が持続するだけでなく、低温から適温または高温に近い温度条件への移行、あるいはその繰り返しであることが多いので、低温処理後の回復生長性は重要な特性と考えられる。

実験1において、自殖系統間に千粒重、低温生長量、低温処理後の回復生長量、比較低温発芽率には明確な差が示された。そして自殖系統の千粒重と低温生長量との間には有意な関係は示されなかったが($r=0.268$)、低温処理後の回復生長量と千粒重の間には高い有意性が示された($r=0.902^{***}$, $Y=0.272722+0.002134 \times 1+0.000007 \times 2$)。また、同一自殖系統内の粒大区分を用いた実験2においては、大粒種子の対照温度下の生長量は小粒種子のそれより大であることが示され、これまでのいくつかの報告^{2~4,7,12)}と同様の結果をえた。そして、低温処理後の回復生長量より著しく小さいものの、大粒種子の低温生長量は小粒種子のその約2.0倍となっている。これらのことから、千粒重の大なることは常温下においても重要な特性であると認められるが、寒暖の繰り返される寒冷地帯においては特に重要であることを示すものであろう。

稚苗期における低温生長量の品種間差異に病原菌が関与するという報告がある¹¹⁾。しかし、実験1の結果はTMDT剤により種子粉衣していること、また実験2では遺伝的に固定した自殖系統の粒大区分による結果であるので、本報告の結論は粒大によりもたらされたものといえよう。そして、粒大の有利性は貯蔵養分の多いこと^{2~4,7)}、また個体の良好な発達が温度回復時の乾物生産活動を旺

盛にするからであると推定される。

以上、寒冷地におけるトウモロコシ初期生育向上のために、品種改良上に占める種子粒大の位置づけをすれば、次の様に示されよう。

初期生育

{	低温生長性の向上
}	低温処理後の回復生長性の向上(種子粒大の向上)

すなわち、寒冷地における初期生育向上のためには、これまでいわれてきた低温発芽性^{5,9,13)}及び稚苗の低温生長性^{1,10,11)}を高めることが必要であり、かつ低温後の回復生長性も向上することが重要であり、このため種子粒大の大きい品種を育成する必要がある。また、実際の栽培に当っては、できるだけ大粒の品種を選定するとともに、同一品種でも種子サイズの異なる場合は大粒種子を選定することが必要である。

本稿のとりまとめに当っては、十勝農業試験場齊藤正隆場長の懇切丁寧なる御指導と御校閲をいただいた。ここに深甚なる謝意を表す。

引用文献

- 1) 阿部幹夫, 金子幸司, 長谷川春夫. “低温下におけるとうもろこしの初期生育について”. 日本育種・作物学会北海道談話会々報, **9**, 12 (1969).
- 2) 秋山 侃, 武田友四郎. “トウモロコシの物質生産に関する研究, 第1報 初期生育に及ぼす種子重の影響”. 日作記, **42**, 97-102 (1973).
- 3) Cameron, J.W., Maren, A.V., Cole, D.A. “Seed size in relation to plant growth and time of ear maturity of hybrid sweet corn in a winter planting area”. Am. Soc. Hortic. Sic. **80**, 481-484 (1962).
- 4) Cooper, C.S., MacDonald, P.W. “Energetics of early seedling growth in corn (*Zea mays* L.)”. Crop Sci. **10**, 136-139 (1970).
- 5) 櫛引英男, 仲野博之. “トウモロコシの発芽に関する耐冷性とその検定法に関する研究, 2, 低温発芽性の検定法と表示”. 北海道立農試集報, **35**, 1-7 (1976).
- 6) 橋爪 健, 菱山和夫ほか. “導入とうもろこし品種(種子)の低温発芽性について”. 北海道草地研究会々報, **13**, 35-37 (1979).
- 7) Hicks, D.R., Peterson, R.H. “Seed grade effect on corn performance”. Agron. J. **68**, 819-820 (1976).
- 8) 森 行雄. “トウモロコシ幼苗期の色素含有量と温

- 度の関係”。農業技術, **19** (10), 572—574 (1967).
- 9) 森 行雄, “玉蜀黍の耐冷性に関する研究, 2. 低温発芽性の遺伝について”. 日本育種・作物学会北海道談話会々報, **2**, 18 (1959).
- 10) 恩田重興, 大河内秀樹, “玉蜀黍幼苗の寒害抵抗性に関する品種間差異に就て”. 育種研究, 第1輯, 138—143 (1942).
- 11) Smith, O.L. “The influence of low temperature on seedling development in two inbred lines of corn”. J. Am. Soc. Agric. **27**, 467—479 (1935).
- 12) 田中 明, 山口淳一, “作物の生長効率に関する研究 (第1報) 種子の暗所発芽時の生長効率”. 土肥誌, **40**, 38—42 (1969).
- 13) 館 陟, 広瀬昌平, “玉蜀黍の冷温多湿発芽性の品種間並に自殖系統間差異”. 北農研抄 **1**, 55—56 (1954).

Relationship between Seed Size and Seedling Growth in the Period after Low Temperature Treatment in Maize

Hideo KUSHIBIKI and Shokichi KUWAHATA

Summary

Interrelationship among four characteristics comprising seed size, seedling growth in and after low temperature treatment, and seed germination at low temperature was investigated with 16 inbred lines. The low temperature treatment was carried out in a growth chamber kept at 10 to 12°C. After this treatment, seedlings were again placed at 17 to 26°C. The growth rates in both periods were recorded in terms of dry weight on daily basis. The correlation coefficient between seed size and seedling growth in the period after low temperature treatment condition was significant with 99.9% statistical confidence.

Further, two inbred lines were each graded into large and small grain sizes and these seed groups examined for an effect of seed size on seedling growth. Large size seeds in both inbred lines showed higher recovery growth after the low temperature period and higher growth rate under normal temperature than small size seeds.

Based on these observation, we conclude that the varieties having large size seed must be selected and improved in cool condition areas where low temperature period and rewarming period alternates.