大根種子の低温感応と湿度との関係^{*1)}

井上頼数・渋谷正夫・鈴木芳夫**

大根の vernalization に関する研究は栽培、採種及び育種上極めて重要な問題である。1932 年 LYSENKO 氏の vernalization の研究が紹介されて以来、大根についても種々の方向から多くの研究がなされているが、最近篠原氏等(1953)は登熟中の大根種子に低温感応が認められることを学会で報告し、又萩屋氏は大根の vernalization の処理日数、温度、肥料、呼吸制限等の諸研究を行い、大根の vernalization の詳細が判明しようとしている。

筆者等は 1951 年大根の vernalization に関して 2, 3 の実験を試み、大根種子の低温感応と湿度との関係について若干の成績を得たので、ここに報告する次第である。

本試験遂行に関しては、関川丈夫、沼田徹両君の助力に負うところが多く、ここに記して謝意を表する。

I. 実験材料及び方法

実験材料としてはヤマト種苗産の練馬尻細大根の原種を用いた。

種子はデシケーター中のシャーレに入れ、そのデシケーターにそれぞれ次の処理を施して、平均 4°C の冷蔵庫で低温処理を行つた。

種子処理の試験区は次の通りである。

1. 吸水区：種子をウスブルン消毒後、3 時間水道水に浸漬してシャーレに入れ、低温処理期間中常に乾燥しないよう給水し、デシケーターの底部に水を満した。
2. 飽和湿度区：種子は消毒せずシャーレに入れ（以下同様）、デシケーターの底部に水を満した。
3. 70%湿度区：デシケーターの底部に硫酸を入れて 70% の湿度を保つようにした。
4. 乾燥区：デシケーターの底部に塩化カルシウムを入れた。

これらの処理の種子を各区とも 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 日の各期間低温処理した。

即ち、試験区としては以上の処理の 28 区と無処理の標準区と合計 29 区であつた。しかし、飽和湿度 40 日区は低温処理中の操作を誤り、乾燥 50 日

区は欠損して結局 27 区となつた。

これら 27 区の種子の中、処理区は処理日数の長い区程さかのぼつて処理を開始し、標準区と共に 4 月 21 日一齊に圃場に播種した。以後一般の慣行に従つて栽培し、供試の全個体について抽苔日と開花日（第 1 花）を調査

第 1 表 低温処理と抽苔開花との関係

(処理温度約 4°C, 播種 4 月 21 日)

区	処理期間	抽苔始 月 日	開花始 月 日	播種から 抽苔始迄の 日数	播種から 開花始迄の 日数	開花 期間	調査打ち 切り(7月 21日迄) の不抽苔 株数	供試 個体 数
標準区	日間 0	6. 5	6. 15	45	55	34	13	58
吸水区	5	6. 5	6. 7	42	47	39	2	49
	10	5. 22	5. 31	31	40	37	1	71
	15	5. 15	5. 25	24	34	23	0	53
	20	5. 18	5. 25	27	34	35	0	72
	30	5. 12	5. 22	21	31	54	0	90
	40	5. 11	5. 21	20	30	36	0	72
飽和湿度区	50	5. 31	6. 6	39	46	32	0	20
	5	6. 9	6. 19	49	59	24	4	17
	10	6. 7	6. 16	47	56	30	2	25
	15	6. 7	6. 16	47	56	27	0	14
	20	6. 4	6. 14	44	54	31	2	16
	30	6. 5	6. 20	45	60	25	4	26
70%湿度区	50	6. 2	6. 8	42	48	37	1	50
	5	6. 8	6. 18	48	58	29	4	35
	10	6. 7	6. 18	47	58	30	14	70
	15	6. 11	6. 24	51	64	13	1	7
	20	6. 4	6. 13	44	53	37	7	78
	30	6. 1	6. 9	41	49	38	9	79
乾燥区	40	6. 7	6. 17	47	57	29	7	55
	50	6. 7	6. 18	47	58	30	7	51
	5	6. 4	6. 21	44	61	28	1	21
	10	6. 5	6. 18	45	58	31	11	44
	15	6. 9	6. 18	49	58	31	8	27
	20	6. 7	6. 9	47	49	37	4	23
	30	6. 5	6. 17	45	57	31	7	82
	40	6. 9	6. 20	49	60	28	1	15

第 1 図 吸水区の抽苔累計曲線 (凡例 2 図と同じ)。

*1) 本論文の要旨は日本育種学会第 3 回講演会 (1952 年, 於鶴岡市) に於て発表。

* 昭和 30 年 8 月 10 日受領

** 東京教育大学農学部

した。なお、発芽当時鳥害に会い各区の供試個体数に不同を生じた。

II. 実験結果

得られた結果は第1表及び第1図～第4図に示す通り

である。

(1) 吸水区

先ず吸水区について第1表を見ると処理区は播種から抽苔始迄、或いは播種から開花始迄、何れの処理日数に於いても標準区より短くなつており、それぞれ抽苔始及び開花始が促進されている。これを第1図についてみれば、低温処理5日、10日、15日区迄は、処理日数の増加に従つて明らかに抽苔、開花期を促進すると云えるが、20日以上区は処理日数の増加によつて抽苔、開花の促進についてはつきりした傾向を見出すことは出来ない。なお、15日区迄は処理日数の増加に従つて抽苔累計曲線が立つてきており、不抽苔株も漸減している傾向が見られる。50日区は供試個体数が少ないので詳しい比較はむづかしいが、抽苔始、開花始、抽苔曲線の何れも、5日区を除いた他の処理区より劣つていたことが注目される。

次に低温処理中の湿度が低温感応に及ぼす影響を見ると、吸水区は他の全区に比して明らかに抽苔や開花が早まつている。最も抽苔の早かつた40日区は標準区に比し抽苔始が25日促進され、15日区でも21日の促進が見られる。

(2) 飽和湿度区

第1表及び第2図から低温処理期間が長くなるにつれて、播種から抽苔始迄の日数及び播種から開花始迄の日数は短くなる傾向があるが、標準区に比して抽苔や開花始期が遅れる様である。しかし、抽苔累計曲線は5、10、15日各区と順次標準区より立つて来ており、調査打ち切り時における不抽苔株も少なくなっている。20日区以上については特ににつきりした傾向は見られない。

(3) 70%湿度区及び乾燥区

第1表及び第3図、第4図を見ると播種から抽苔、開花始期迄の日数は低温処理の日数によつて余り差異

第2図 飽和湿度区の抽苔累計曲線

第3図 70%湿度区の抽苔累計曲線

第4図 乾燥区の抽苔累計曲線

を示していない。抽苔累計曲線から見ると多少促進されているような傾向の区もあるが、不抽苔株数などから考えて低温感応は殆どしていないと云うべきであろう。

III. 考 察

今迄に行われた多くの実験に依り大根は低温感応植物であることが明らかにされている。低温処理温度についても江口氏等(1944 a)は0~8°Cを使用し萩屋氏(1955)は3~8°Cを最適としている。筆者等の処理温度も平均4°Cで以上の範囲内である。

この平均4°Cで大根種子を低温処理した結果、吸水区のみ低温感応が顕著であり、飽和湿度区には若干感応しているらしい傾向があるが判然としないのであり、70%湿度区及び乾燥区は感応していないのである。これらのことは江口・小出両氏(1944 b)は大根の発芽当時のものから、発芽後、双葉のものについての低温感応を認めていること、及び星加氏(1933)山本氏(1934)は大根の植物体の大きくなるにつれて低温感応度の小さくなることを報じており、また篠原氏(1953)は大根種子の登熟中に低温感応のあることを報告していることなどから考えて、大根種子は胚が活動し得るような水分があれば低温感応することが明らかである。LYSENKO氏(1954)も vernalization の効果は未発芽の種子にも、伸び出した植物にもあるが、只乾燥、休眠種子では無効であると述べている。

貯蔵中の種子の低温感応については、山本氏(1934)石井氏(1934)星野氏(1936)の報告は何れも大根種子の貯蔵年齢によつて、その抽苔に差のないことを認めており、また安田氏(1948)も台北で蕪、水菜、体菜などの種子を常に床を水の流れている冷蔵庫に貯蔵したところ、布袋に入れたままの区と乾燥剤を入れた区との間で抽苔に差のないことを確めており、普通の貯蔵では種子は低温感応しないと述べている。これらの事実は筆者の実験で70%区、乾燥区などで低温処理の効果がなく、抽苔、開花が促進されていないこととよく一致している。

筆者等は以上のような結果から普通の種子貯蔵の場合、大根では低温感応は恐らく起らず、貯蔵中の低温が早期抽苔の原因になることはないと考える。

ただ本実験において飽和湿度区は15日区迄は処理の期間が長くなるにつれて抽苔累計曲線が立つて来ているが、20日区以上は判然としていない。この区の低温感応の有無は大根種子の吸湿力の程度、湿度と温度の関係、種子の生理作用等も大きく影響するものと思われ、尚この区は供試個体数も少ないので今後の研究に俟ちたい。

また石井氏(1940)は貯蔵種子を低温処理して、3~4年貯蔵した大根種子を低温感応度が高いと報告しており、

種子貯蔵と低温感応の問題としてこの点にも留意しつつ研究を進めたいと考えている。

次に吸水区のみについて考察してみると低温処理の期間について星加氏(1933)は本紅大根で30日、山本氏(1934)は廿日大根で10~15日間が最適であり、柿崎氏(1941)は宮重大根で残雪利用の低温処理で15日間が最も成績よく、江口氏等(1944 a)は台南における実験でみの早生、聖護院はやはり10~15日間が最も良く、江口・小出両氏(1944 b)はみの早生で15~20日の処理期間が効果的であると発表している。また萩屋氏(1955)はみの早生で5°C 15日間が一番効果があつたと報じている。筆者等の実験で使用された品種は練馬尻細大根であつて、この大根は篠原氏(1950)の生態的分類によるとみの早生、聖護院と同系列に属するIV中間型bのようであるから、筆者等の実験結果から15日間処理までが処理期間の長くなるにつれて抽苔始、開花始の早くなつて行く点から考えて、15~20日間位が最適と思われ、IV b型のみみの早生、聖護院、宮重大根などの成績とよく一致していると云えよう。

また最適期間より処理日数が長い場合、星加氏(1933)は本紅大根で40日区が30日区より抽苔が9日間遅れていると述べ、江口氏等(1944 a)の実験に依れば15日区より20日区が5日抽苔が遅れており、江口・小出両氏(1944 b)の報告では30日区は20日区よりも抽苔が8日間遅れている。即ち処理期間が余り長くなつて来るとかえつて negative に働いてくるのである。この現象は低温処理期間が第1相(感温相)完成に充分な期間を経ておれば、植物体を処理して圃場に播種する時期が遅くなれば遅くなるだけ、(即ち処理期間が長ければ長い程)抽苔が遅れてくるものと推察出来る。しかも以上の成績が処理期間が長くなつたのと略同じ期間だけ抽苔が遅れていることから推察出来るのである。而して筆者等の実験に於ても、15日区に比べて20日区以上(40日区を除く)が或いは抽苔開始日が遅れ、或いは抽苔累計曲線が乱れて来ている点は以上の諸報告と類似しているが、本実験では圃場に播種した日がすべて4月21日と一定しており、処理期間の長い区は長い程さかのぼつて処理を開始しており、今迄の報告と同一に論ずることが出来ないのである。この筆者等の実験のような結果は如何なる原因によるものかは、種々論議があろう。即ち低温処理期間中の生理的な理由か、或いは第1相完成後の第2相経過の問題か、又は devernalization 的現象なのか、筆者等は更に精密な研究によつて論議したいと考えている。

さて、大根の春播採種に低温処理を応用する場合であ

るが、すでに篠原氏(1950)は東北、関東、九州で低温処理を行わず大根の各品種を春播採種を行い、その結果関東では3月始までに播種する場合大体秋作と同程度の収量を予想出来ると報告している。3月以降播種の場合低温処理の効果が期待出来るのであつて、柿崎氏(1941)の報ずる処に依れば、東北地方で宮重大根の15日間の雪中処理で標準区より43%の増収をみている。本実験でも判明したように15日区の抽苔、開花始や抽苔累計曲線の良いことから、練馬大根でも15~20日間の低温処理が充分であると思われる。

IV. 摘 要

1. 1951年春練馬尻細大根を用いて、種子の低温処理の日数と湿度との関係について実験した。吸水区、飽和湿度区、70%湿度区、乾燥区、無処理区を設け、種子に4°C平均の低温処理を5, 10, 15, 20, 30, 40, 50日間行つた。

2. 吸水区は低温処理の効果が顕著であり、15日区までは処理期間が長くなるにつれて抽苔始、開花始が早くなり、15日区では無処理区に比して抽苔始が21日促進されている。20日区以上の処理は抽苔、開花の促進を見ることは明らかであるが、その程度はそれ程顕著でない。

3. 飽和湿度区は低温処理の期間が15日までは抽苔始が早くなり、抽苔累計曲線が立つて来るようであるが、それ以上になると判然とした傾向はみられず、今後研究の余地がある。

4. 乾燥区及び70%湿度区は低温処理の効果は見られなかった。

5. 以上の成績から普通に大根の種子を貯蔵した際

に、低温感応が起り早期抽苔の原因になるとは考えられない。

6. 練馬尻細大根の低温処理は4°Cの場合15~20日間位が適当であると思われる。

引用文献

1. 江口庸雄, 池田三雄, 斎藤治郎(1944): 熱帯地に於ける大根類の採種に就て, 農業及園芸 19(10)
2. ———, 小出正文(1944): 大根及苤藍の播種期と花芽分化並にヴァーナリゼーションに就て, 園芸学会雑誌 15(1)
3. 萩屋 薫(1955): 大根の Vernazliation に関する研究(第4報) 処理温度と抽苔との関係, 農業及園芸 30(4)
4. 星加賀美(1933): 根菜類の開花促進に関する低温処理適期に就て, 農業及園芸 8(7)
5. 星野勇三(1936): 種子の年齢とその活力及抽苔開花との関係, 北大附属農場特別報告 No. 6
6. 石井哲士(1934): 大根種子の新旧と抽苔との関係 園芸に関する研究報告
7. ———(1940): 大根の抽苔に関する試験, 愛知県立農事試験場彙報 Vol. 4
8. 柿崎正策(1941): 低温処理による大根の春播採種試験(予報), 農業及園芸 16(5)
9. LYSENKO, T. D. (1954): Agrobiology, English edition, Moscow.
10. 篠原捨喜(1950): 大根の抽苔に関する研究, 静岡農試 50周年記念論文集
11. ———, 佐野基雄(1953): 登熟期のバーナリゼーションについて, 園芸学会昭和28年秋季大会研究発表要旨
12. 山本健吾(1934): 廿日大根に於けるヤロビゼーション低温刺戟の効果, 札幌農林学会報, No. 116.
13. 安田貞雄(1948): 種子生産学, 東京

The effect of moisture on the vernalization of radish seed.

Yorikazu INOUE, Masao SHIBUYA and Yoshio SUZUKI
(Faculty of Agriculture, Tokyo University of Education)

Résumé

In order to study the effect of moisture on the vernalization of seed in Japanese radish, *Raphanus sativus* L., some experiments were held in 1951, using the stock seed of Nerima-shiriboso variety.

In each treatment, the seed was placed in Petri dish which was put in desicator. Moisture treatments were as follows:

1. Soaking plot—The seeds were soaked for 3 hours in water and during vernalization treatments the precaution was payed to avoid the drying of seeds.
2. Saturated moisture plot—The bottom part of each desicator was filled with water.
3. 70% moisture plot—70% moisture was kept

by means of H_2SO_4 which was poured into the bottom part of each desicator.

4. Drying plot— $CaCO_2$ was put into the bottom of each desicator.

Each plot contained 7 desicators and they were treated by low temperature of 4°C for 5, 10, 15, 20, 30, 40 and 50 days respectively. Besides of above-mentioned 28 treatments, there was the check plot which was given no treatments of moisture and vernalization.

The following results were obtained:

- (1) In soaking plot, the effect of vernalization was distinct. The longer the period of low temperature treatment, the earlier the beginning of

bolting and flowering, in the range of 5~15 day-treatments. The plants treated for 15 days began to bolt 21 days earlier than the check plants.

Treatments of longer than 20 days also hastened the bolting and flowering, but the degrees of hastening were not so distinct.

(2) In saturated moisture plot, there appeared the tendency that the longer the treatment period, the earlier the beginning of bolting and the more erect the curve of sum total of bolting plants, from 5 to 15-day-treatment. But in the treatments of 20 days and more days no distinct tendencies were found.

(3) In 70% moisture plot and drying plot, there were no effects of low temperature treatments.

(4) The above results seem to show that there is no evidence that during the storage of ordinary methods the radish seeds receive the effect of vernalization which cause the premature-stalking afterwards.

(5) The optimum period of vernalization treatment to hasten the stalking and flowering seems to be 15~20 days in Nerima-shiriboso variety when treatment temperature is about 4°C.

(177 頁よりつづく)

集団育種法と系統育種法の効果の比較に関する実験の一つが酒井・島崎 (1951) により行われた。イネの同じ交配 F_2 集団からの系統育種法による 6 系統と、その F_4 集団からの集団育種法による育成系統 72 の収量を F_6 で比較したところ、系統全体の平均値も系統内分散も F_3 以後毎代選抜を続けて来た前者との間に差がなく、且つ最も高収量のものは後者の中にあつた。

永松・高原 (1953) は日本型 × 印度型の高度の不稔を伴う雑種集団から集団育種法によつて両親の形質を備えた稔性の高い系統を育成し、亜種間雑種による育種によく利用出来る事を示唆した。明峯 (1954) はそれまでの研究の結果をとりまとめて、集団育種法の栽培法、栽培個体数、面積、選抜個体数などを考慮した具体的体系について一つの模型を提案した。

量的形質の選抜と栽培法の関係について酒井 (1951 b, c) は、一本植、普通三本植、直播の 3 栽培法の間の相関を、倒伏、出穂期、草丈、穂数、一株穂重、収量の各形質について 8 品種を使つて求めた所、一本植と三本植の間には、穂重を除いて高い相関があつた。一本植と直播の間には、倒伏、出穂期、草丈に有意な正の相関がみられ穂重、穂数、収量は有意でなかつた。従つて直播用品種の選抜には一本植の収量構成形質は有利な知見を与えない。又イネ 2 品種を用い、色々な取囲み方で一本植の混植試験を行つて収量を調べたが、隣株の影響により著しい競争効果が与えられる事が判つた。

酒井 (1955) は植物の競争について実験を行つて来たが、雑種集団の分散の分割に際して、MATHER (1949) の D, H, E 成分に加えて、競争に起因する分散を考慮すべき事を強調し、その推定式を得ている。更に岡彦一氏の実験データを用いて、この方法により、イネの穂数の遺伝分析がより正しく行われる事を示した。岡は印度型 × 日本型の F_2 , F_3 を用い遺伝力を推定し、出穂日, 0.8, 稈長+, 穂長+, 粒数+ (+log

変換) は 0.3 を得、競争効果の著しい穂数はそれを考慮に入れて、0.1 を得た。イネの形質間の遺伝的相関及び環境相関については、岡は上と同一の材料から推定した。それによれば、稈長、穂長、一穂粒数の 3 形質の間では両種の相関とも著しかつたが、出穂日—稈長、出穂日—穂数では正のやや高い遺伝的相関及び低い負の環境相関が認められ、稈長—穂数では負の遺伝的相関及び正の環境相関が存在した。井山は雄町 (日本型) × TeTep (印度型) の F_7 112 系統、並びに日本栽培品種 19 の 2 種の材料集団につき、地上部重、草丈、穂長、茎数、穂数、一株穂重の間の上記の 2 種の相関を求めた。環境相関は大部分の形質間について正の有意な相関がみられた。遺伝的相関は地上部重—一株穂重、草丈—穂長、茎数—穂数で高く、地上部重—穂長、草丈—一株穂重、穂長—一株穂重では極めて低い。草丈—穂数、草丈—茎数の遺伝的相関は雄町 × TeTep では有意でないのに対し、品種群では負の有意な相関 (-0.46, -0.43) が得られ、一株穂重—穂数、一株穂重—茎数は雑種集団からは 0.1 以下の遺伝的相関に対し、品種群からは +0.42, +0.45 が得られた。またこの 19 品種から得られた収量選抜の判別函数は、 $X=1$ (地上部重; g) × 3 (草丈; cm) - 33.5 (穂長; cm) + 15 (茎数) + 13 (穂数) + 58 (一株穂重; g) + 4 (百粒重; g) であつた。この式は直ちにそのまま育種試験に利用する事は出来ないが、雑種後代の系統選抜のために基礎的知見となりうるだろう。

酒井 (1954 b) は収量の如きポリジーン形質の所謂二次選抜の問題を論じ、品種の退化がポリジーンの突然変異と分離によるとしたとき、突然変異の影響は軽微であるが、交配育成品種ではベテロのまま残されたポリジーンの分離は二次選抜を有効にする程大きい事を示した。同様の見地から酒井 (1954 c) は原種圃で遺伝力が 0 になるまでは、即ち遺伝的変異が実用上なくなるまで、生産力に関して選抜を続行すべき事を提案し、その経営の具体的方法について述べている。

(東大農 井山審也)