ハナヤサイの花蕾の分化発育について (第1報)

花蕾の分化発育に関する生態学的研究

加 藤 徹

(高知大学農学部)

T. KATO: On the flower head formation and development of cauliflower plants. I. Ecological studies on the flower head formation and development

Summary

The present experiment was conducted from 1959 to 1961 to obtain the fundamental data on the flower head formation and development of cauliflower plants. The following was noted.

1. It was suggested from the relations between the sowing time in spring and summer and the growth behavior of various cauliflower varieties that the highest yield was obtained by vigorous vegetative growth for more than 95 days with Early Snowball A, 100 days with Nozaki-wase and Italian broccoli (De Cicco), 110 days with Masuda-nakate and 130 days with Masuda-bansei at average temperatures above 20°C. Also shown was that the flower head developed well at 15° to 18°C for 55 days with Early Snowball A, and 25 days with Nozaki-wase and Italian broccoli.

Comparing with the ideal pattern mentioned above, both number of days to flower bud induction, and the duration of head development were shortened owing to the temperature in spring and summer when the seeds were sown in early spring, whereas in the case of late summer sowing, the flower bud differentiated with shorter duration of vegetative growth, followed by the longer duration of head development depending on cold temperature in autumn.

2. Phytotron experiment showed that the earliness of flower bud induction was affected with

temperatures, plant sizes and varieties of cauliflower plants. The larger the plant size, the shorter the chilling requirement for flower bud differentiation.

The most sensitive variety to the low temperature was Early Snowball A, followed in decreasing order by Nozaki-wase, Italian broccoli, Masuda-nakate and Masuda-bansei.

It was considered that the maximum critical temperature which induces flower bud was 25°C for Early Snowball A and Nozaki-wase, and 20°C for Italian broccoli, and that the minimum was 5°C for all of them. It was further suggested that the optimum temperature for induction of flower bud was 13°C with Early Snowball A and it was lower with medium and late varieties.

The low temperature treatment for 10~15 days following flower bud induction was required for normal head development, though number of days required varied with plant sizes and varieties.

Leafy head was induced by shortage of the low temperature stimulus. Daily interposal of higher temperature enhanced the low temperature requirement for flower bud differentiation and normal head development.

3. It was clearly shown that the seed vernalization promoted flower bud induction when it was partially supplemented with plant vernalization in Sakata-gokuwase, Nozaki-wase and Italian broccoli.

I. 緒 言

ハナヤサイは戦後急速に消費の増大した洋菜で、今後ますます需要が増加し、作付面積のふえる可能性のある将来性豊かな作物である。これに対応して試験研究もしだいに活発になつてきているが、基礎的研究は江口^(3,4)以来ほとんどなく、データに乏しい^(2,10,14,19,26)。

したがってハナヤサイの花蕾の分化発達に関する基礎的研究は園芸学的にひじょうに重要であるばかりでな

く、植物生理学的にも興味のもてる問題である。

本研究は1959年より始められ、第1実験として、は種期別の品種生態的な試験を行ない、花蕾形成の問題点を明らかにし、第2・3実験において人工気象室を利用して、これら問題点を解明し、一応の結論が得られたのでここに報告するしだいである。

本報告は東北大学伊東教授の御指導の下に行なわれたものであり、ここに厚く御礼申し上げる。

II. 材料および方法

1963年11月27日受理

Fig. 1. Process of flower bud differentiation and development in cauliflower plants. (Variety : Early Snowball A)

I : Undifferentiation stage

III : Terminal flower bud differentiation stage I

V : Sepal formation stage

II : Flower head differentiation stage

IV : Terminal flower bud differentiation stage II

VI : Sepal developmental stage

供試品種 サカタ極早生, Early Snowball A, 野崎早生, 増田中生, 増田晩生のハナヤサイのほかに Italian broccoli の De cicco を用いた。

第1実験 1959年は6月11日, 7月26日に苗箱には種し, 本葉1枚および3枚時に移植し, 前者は8月11日に, 後者は8月26日に本圃に定植した。

圃場は東北大学農学部実験圃場で, 基肥に堆きゆう肥をじゆうぶんに入れるとともに 10a あたり硫酸 112kg, 過石 75kg, 熔リン 75kg, 塩加 30kg を施肥溝を作つて施した。

1960年は2月11日, 3月11日, 4月11日, 5月11日の4回にわたつては種し, 前3回は温室にて育苗し, 最後は圃場にて育苗を行なつた。前3回は種区は5月11日に圃場に定植し, 5月11日は種区は5月21日に定植を行なつた。

肥培管理は1959年に準じて行なつた。

5日おきにサンプリングを行ない, 剥皮法により生長点を観察し, 第1図の標徴に従つて花蕾の形成時期を決定した。

花蕾分化時に分化節位を調査した。なお収穫期間, 頂花蕾の平均個重についても調査を行なつた。

第2実験 3月8日と5月12日に25°Cのphytotron中で苗箱には種し, 発芽後15cm鉢に定植し育成

した。

苗が生育するにつれて随時9°Cあるいは17°Cのphytotron室に移して温度処理を行ない, 花蕾の分化発達の状況を調査した。

第3実験 6月28日より発芽したばかりのサカタ極早生, 野崎早生, Italian broccoliの種子を5°Cの冷蔵庫内で低温処理を行ない, 10日おきに取り出して15cm鉢内の肥沃土にまき, 生育せしめた。これらの鉢はすべてガラス室におき, 花蕾の分化発達を調査した。

III. 結果および考察

第1実験

1959年の夏まきおよび1960年の春まきの調査結果は第2図のとおりである。

各品種とも6月11日まきが花蕾最も大きく, 育苗および花蕾の分化発達が適温下で順調に行なわれたものとみられる。これよりもは種期が早くなつても, おそくなくても花蕾量は減少した。しかし, 春先温室にてじゆうぶん育苗を行なつた2月11日まき区は他の春まき区より花蕾も大きく, 苗の大きさと花蕾の大小との間に密接な関係のあることが示された。

(1) 花蕾分化に及ぼすは種期の影響

6月まきではは種後花蕾分化期までサカタ極早生で35日, Early Snowball Aで95日, 野崎早生, Italian

broccoli で 100 日, 増田中生で 110 日, 増田晩生で 130 日を要した。

7 月まきは 6 月まきに比べ, 早生種で 5 日ほど分化がおくれる程度であつたが, 中晩生種となるにつれて, 著しく遅れる傾向がみとめられた。しかし, は種後花蕾分化までの日数は減少し, 生長点までの葉数は減少した。5 月まきでは花蕾分化までの日数および生長点までの葉数がともに減少し, 短縮された。

温室にて育苗を行なつてから圃場に定植した 2~3 月まき区では定植後まもなく早生種は花蕾分化し, 少しおくれて中生種が分化した。しかし 4 月まきのように小さい苗で定植された場合花蕾分化は 2, 3 月まきに比べおそくなつたが, 生長点までの葉数はわずかではあるが少なくなつた。

(2) 収穫までの期間に及ぼすは種期の影響

花蕾の最も発育した 6 月まきでは, 花蕾分化後収穫までに, サカタ極早生で 35 日, Early Snowball A で 55 日, 野崎早生で 25 日, Italian broccoli で 25 日, 増田中生で 55 日を要した。

7 月まきになると, サカタ極早生を除き, 収穫までの日数は増加し, 花蕾の発達に時間を要した。夏まきでは晩生種は収穫されなかつた。

春まきの場合収穫までの期間は短縮され, 4 月まきで, Early Snowball A 30 日, 野崎早生 20 日, Italian broccoli で 25 日を要した。しかし, 5 月まきでは Buttoning となつて収穫できなかつた。また温室育苗を行なつた 2, 3 月まきでは Early Snowball A で 45 日, 野崎早生で 35~40 日, Italian broccoli で 40 日を要した。

増田中生では育苗によつて大苗と

Fig. 2. Effect of sowing time in spring and summer on the growth behavior of cauliflower plants (1959~1960)

() ... Number of leaves from cotyledon to flower head and average head weight, S: Sakata-gokuwase, E: Early Snowball A, N: Nozaki-wase, I: Italian broccoli, MN: Masuda-nakate, MB: Masuda-bansei.

しても分化までに日数を要し、春まきでは収穫されなかつた。

（3）花蕾分化発達に及ぼす気温の影響

以上の傾向を気温と対照してみると、花蕾の分化は大体平均気温で 17°C を示したが、品種によって、は種期による差異がみとめられ、江口^(8,4)以来多くの人^(6,7,12,13,16,18)によつてみとめられている結果と多少異なつていようであつた。すなわち、サカタ極早生では平均 25°C と高く、逆に増田晩生では平均気温 15°C 以下であつた。早・中生種でも平均気温 20°C 付近で分化しており、相当高温でも花蕾の形成がみとめられた。

5月まきの野崎早生, Italian broccoli では最低気温が $20\sim 22^{\circ}\text{C}$ の範囲で花蕾を分化しており、低温感応の最高限度は相当に高いことが暗示された。

なお花蕾分化後から収穫までは平均気温 $5\sim 20^{\circ}\text{C}$ の範囲で高いほど早く花蕾が発達し、 10°C 以下となると著しく花蕾の発達が抑制された。最低温度が 0°C 以下になると花蕾は凍害をうけ、逆に 20°C 以上となると Buttoning の発現や病害に侵されやすくなつた。

（4）花蕾の大小と苗の大きさとの関係

さきに花蕾の発達と苗の大きさとの間に密接な関係のあることが暗示されたので⁽²¹⁾、花蕾分化時の苗の大きさと収穫時の花蕾重との相関を調査した。

その結果は第3図に示されるが、花蕾の大小は必ずしも苗の大きさと密接な相関はなく、品種によつて異なることが示された。すなわち、Early Snowball A, 増田

中生では大苗ほど花蕾も大きくなるが、Italian broccoli では大苗でも $600\sim 700\text{g}$ で比較的相関が少なく、野崎早生になると、苗の大きさと花蕾重との間には全く相関がみとめられなかつた。花蕾分化時に茎の太さが 0.6cm あれば十分な収量をあげうることが示された。

以上の結果をまとめると、第4図のようになる。秋まき、春まきともに栄養生長期が短くて花蕾形成を始めるのに対し、夏まきはじゅうぶん栄養生長をとげてから花蕾形成にはいる理想的な姿を示している。秋まきの場合早まきあるいは保温によつて栄養生長期を延長することができるし、春まきの場合も温室または保温による育苗によつて大苗とし、栄養生長期を長くすることができる。

理想的な栄養生長期間は早生の Early Snowball A, 野崎早生, Italian broccoli で 100 日、増田中晩生で 120 日前後である。この期間の適温は平均気温で 20°C 以上で、夜間あまり下がらない方がよい。花蕾発達は $5\sim 20^{\circ}\text{C}$ の範囲で比較的高い方がよく、夏まきの結球期に相当する温度 (17°C 前後) がよい。また Early Snowball A で 55 日、野崎早生, Italian broccoli で 25 日を要する。秋まきになるにつれて花蕾形成期が低温になるため長期間を要することになる。ビニールによる保温によつて短縮することができる。春まきの場合には高温に向うので花蕾の発達が早い。この期間を延長するために高冷地栽培あるいはハウスのネット、あるいは冷却栽培などが考えられる。

Fig. 3. The correlation between the size of plant at stage of flower bud differentiation and the yield in cauliflower plants.

Variety

Sakata-gokuwase	35 days	35 days
Early Snowball A	95	55
Nozaki-wase	100	25
Masuda-nakate	110	55
Masuda-bansei	130	

Fig. 4. Diagram showing the growth pattern of cauliflower plants in all season.

* 1 Vegetative growth stage.....A, B, C.

Vegetative growth is prolonged by the early sowing (A', B') or moderate covering (A'').

Flower head developmental stage.....a, b, c.

Flower head develops well by the moderate covering (a', b').

* 2 The dials indicate the duration of typical vegetative growth stage and flower head developmental stage respectively.

しかし、花蕾の発達は第3図に示されたように苗の大きさに最も強く影響されるから花蕾形成時までの温度その他の管理に注意することがたいせつである。

野崎早生、Italian broccoli の花蕾が大きくなり得ない原因として考えられることは、もちろん品種の特性であろうが、花蕾分化時に葉数などが Early Snowball A などとほとんど変りないのに花蕾の発達期間が著しく短く、そのために花蕾が小さいのであらうと思われる。すなわち花蕾の成熟が早いとみられる。

花蕾形成には温度要因のほかに苗の大きさ、品種に影響されることが示されているが、これらの点については第2実験以下の結果とともに検討する。

第2実験

第1実験の調査結果から花蕾分化に必要な温度、苗の

大きさに及び品種の影響など2, 3の問題が暗示されたので、1960年から人工気象室を利用して前記の問題点を明らかにするため実験を行なった。

その結果は、次のとおりである。

(1) 苗の大きさと花蕾分化に必要な低温期間

9°C および 17°C の phytotron を用い、Early Snowball A、野崎早生、増田中生、増田晩生および Italian broccoli について調査した。

苗が小さいとき、Early Snowball A で茎の太さが 2mm 以下、野崎早生で 2.5mm 以下、

増田中生で 5.0mm 以下、Italian broccoli で 2.5mm 以下のときは非常に長い低温期間を必要とするが、苗の Age が進んで、Early Snowball A で 2.0~5.0mm、野崎早生で 2.5~6.5mm、増田中生 5.0~12.0mm、Italian broccoli で 2.5~6.0mm の太さになると、苗が大きくなるほど低温感応性が強まり、敏感に低温に反応して短い低温期間で花蕾形成を行なうようになった。

さらに苗の Age が進んで苗が太くなつても花蕾形成に必要な低温期間はほとんど短縮されなかつた。

一般に 9°C の方が 17°C より影響力が強く、短い期間で花蕾分化を誘起する傾向がみられたが、苗がひじょうに小さいときはかえつて 17°C の方が 9°C より影響力が強いことが各品種にみられた。しかし増田中生ではこういう傾向がみられなかつた。

Table 1. The flower bud induction in Masuda-bansei cauliflower plants of various size exposed to low temperature.

Low temperature	Plant size*	Number of days exposed to low temperature											
		25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
9°C	0.75					×	×	×	●	●			
	0.85			×	×	×	●	●					
	0.90		×	×	×	●	●						
	1.00	×	×	●	●	●							
17°C	0.75								×	×	×	●	●
	0.85						×	×	×	●	●		
	0.90					×	×	×	●	●			
	1.00				×	×	×	●	●				

× Undifferentiated

● Differentiated

* Plant size : Stem diameter in cm

Fig. 5. Relations between the plant size at the beginning of treatment and the duration of temperature required for flower bud induction.

(2) 低温感受性の品種間差異

低温感受性の品種間差異を明らかにするために第5図および第1表からとりまとめたのが第2表である。

Early Snowball A はひじょうに低温に感応しやすい品種で、次いで野崎早生, Italian broccoli, 増田中生,

増田晩生の順に低温に感応しにくく、花蕾分化により長

Table 2. The critical length in days of cold treatment needed for differentiation of flower bud in the cauliflower plants.

Varieties	treated temp. °C	plant size* mm								
		2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
Early Snowball A	9	80	15	5	5	—	—	—	—	—
	17	65	30	15	15	—	—	—	—	—
Nozaki-wase	9	—	30	20	15	15~10	10	—	—	—
	17	—	75	30	20	20~15	15	15	—	—
Masuda-nakate	9	—	—	50	35	30	30~25	25	25~20	20~15
	17	—	—	—	100	45	40	35~30	30	30~25
Masuda-bansei	9	—	—	—	—	—	60<	50<	45	35
	17	—	—	—	—	—	75<	65<	60	55
Italian broccoli	9	—	45	35	30~25	25~20	20	—	—	15
	17	—	70	40	35~30	30~25	25	—	—	20~15

* Diameter of stem just below cotyledon.

い低温期間を必要とする。しかし苗の大きさをひじょうに大きくしてから低温に感応せしめると、各品種ともだいたい 15 日内外で花蕾を形成する傾向がみられた。また中晩生種となるにつれてより低温に (17°C より 9°C に対し) 感応しやすい傾向があつた。

以上の結果より中晩生種でも相当に高い温度に感応して花蕾を形成するが、花蕾形成に感応しやすい適温が早生種では高い方に、晩生種では低い方にあることが暗示された。

従来の圃場試験による結果^(6,7,23,24)からは、中晩生種はより低い温度で花蕾を分化するものと考えられ、第1実験においてもみとめられたが、中晩生種が花蕾形成により長い低温期間を必要とする結果 (第2表)、たまたま圃場では増田中生あるいは増田晩生の花蕾分化時が冬期の低温時になつていたにすぎないものと考えられる。

また苗が小さいときは早生種で示されたように 9°C より 17°C でより早く花蕾を形成しうるようになったのは、17°C では植物体が生長しながら感応していることを示すもので、萩屋⁽⁶⁾が Seed vernalization のダイコンで明らかにした結果と一致している。

(3) 花蕾形成に有効な温度

山崎⁽²⁷⁾はハクサイの苗齢と低温感応との関係から $T = \sum (A - B/KS) \cdot n$ なる関係式を提起し、さらに同氏⁽²⁶⁾は実験値を挿入して上式の成立を確かめている。したがつて、低温の影響は最高有効限界温度 (A) から生育時の処理温度 (B) を引いた温度が有効な温度として毎日蓄積されて花成を誘起するものである。そこで、最高限界温度を明らかにすれば、第1実験でみられた花蕾分化時の温度についての江口らの結果との違いも解明しうるものと考え、実験を行なつた。さらに前記したように最適温度があれば最低限界温度もあるわけで、それぞれを明らかにするため、Early Snowball A、野崎早生および Italian broccoli を 3 月 8 日に 25°C の phytotron 内の鉢にまいて生育せしめたところ第 6、7 図の結果が得られた。

i) 最高限界温度 第 6 図にみられるように Early Snowball A は 6 月 5 日より Leafy の状態を示し、栄養生長の座止が観察された。一方野崎早

生は 10 月 16 日になつて頂部の著しく抑制された Blind 状態⁽¹⁴⁾を示したが、Italian broccoli は翌年 3 月 1 日になつても正常な生育状態を示していた。

すなわち、Early Snowball A、野崎早生は感応しうる最高限界温度は 25°C で、20°C 以上の温度でも花蕾分化がみられるものと考えられた。Early Snowball A は野崎早生よりも温度に敏感な感温型品種で、Italian broccoli は 25°C よりも低い 20°C に上限があると考えられ、香川⁽¹⁰⁾、篠原⁽²³⁾、杉山ら⁽²⁴⁾、山崎⁽²⁶⁾の結果とは異なつた。なお詳細な検討が必要のように思われる。

ii) 最適温度 25°C で育成中の Early Snowball A より 3.5mm の茎の太さを有する生育一様な個体を選んで、各温度に遭遇させた結果、第 7 図にみられるように、13°C に最適温度があつて、この実験の範囲では 8 日で花蕾を形成し、17°C で 15 日、10°C で 10 日を要した。

iii) 最低限界温度 第 7 図からもわかるように 10°C 以下の温度にさらされると、花蕾形成に多くの日数を要し、低温に感応しにくくなつた。

Fig. 6. The growth of cauliflower plants at 25°C under natural photoperiod.

Upper row : Variety Early Snowball A, Left ; Top-view, Right ; Side-view

Lower row : Left ; Variety Nozaki-wase, Right ; Variety Italian broccoli (De cicco)

Fig. 7. Number of days required for the flower bud induction of cauliflower plants at various temperatures. (Stem diameter : 0.35 cm)

苗の大きさと花蕾分化に必要な低温期間の項目で述べたように低温感応中に緩慢な生長が行なわれる必要があり、0°C では凍害をうけることから考えて 5°C 付近が限界ではないかと考えられる。

(4) 正常花蕾発達に必要な低温期間

5 月 12 日に Early Snowball A, 野崎早生, Italian broccoli を 25°C phytotron 中の苗箱にまき, 6 月 23 日に 15cm 鉢に定植し, 生育に伴なつて順次 9°C あるいは 17°C の低温に遭遇させ, 5 日おきに 25°C phytotron にもどして花蕾の分化発達状態を調査した。

正常な花蕾が発達するためには, 小さい苗 (茎の太さ

3.0mm) では花蕾分化に必要な低温期間よりもさらに 15 日間余分に低温にさらされることが必要なようであつたが, 苗が大きくなるにつれてそれが 10 日間に減少することが示された (第3表)。この傾向は 9°C の処理でも 17°C の処理でも同様であつた。

わが国では異常花蕾のことを Buttoning とよび, 太田・宮崎⁽¹⁹⁾ は Leafy Buttoning が花蕾形成後の低温期間の短い場合に発現しやすいことを報告しているがその期間については不明であつた。今回の調査によれば, 花蕾形成後引きつづき 10~15 日間の低温 (苗の大きさによつて異なる) が与えられれば正常な花蕾となるが, この低温期間が不足すれば, Leafy head となるようであつた。

MOUNSEY-WOOD⁽¹⁴⁾ はハナヤサイの異常生長として (1) Blind の発生, (2) Leafy の発現, (3) Buttoning の発生の三種類を示している。CAREW ら⁽²⁾ は早期小発蕾を Buttoning とみなし, は種後 6 週間までの苗に花蕾分化への低温が働く場合に起り, 窒素肥料不足がいつそう助長することを示し, 山崎⁽²⁶⁾ も同様の見解を示している。

以上から Buttoning は商品価値のない小花蕾の発生を意味し, premature heading を指している。低温不足が原因とはなつていないで, 低温に遭遇するときの苗の大きさが問題となつているわけである。第3図から Early Snowball A で茎の太さが 4.0mm, 野崎早生で 5.0mm 以下の苗では花蕾はすべて Buttoning となるものと思われる。

Leafy head は花蕾の間に小葉はいはいるもので, 花蕾

Table. 3. The critical length of cold treatment needed for differentiation and development of flower bud in the cauliflower plants

Variety	Temp.	Stem diameter (cm)	Number of days exposed to low temperature												
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Early	9°C	0.30	×	×	●	●	●	○	○						
		0.35	×	●	●	●	○	○							
		0.40	●	●	○	○									
Snowball A	17°C	0.40	×	×	●	●	●	○	○						
		0.50	×	●	●	○	○								
		0.60	×	●	●	○	○								
Nozaki-wase	9°C	0.45		×	×	●	●	●	○	○					
		0.50	×	×	●	●	●	○	○						
		0.55	×	×	●	●	○	○							
Italian broccoli	9°C	0.30						×	×	×	×	●	●	○	○
		0.35						×	×	×	×	○	○		
		0.40						×	×	×	×	○	○		

× Undifferentiated

● Differentiated (Leafy head)

○ Differentiated (Normal head)

Table 4. Effect of day and night temperature on differentiation and development of flower bud.

Variety	Temperature (°C)		Number of days exposed to cold treatment								Average temperature
	Day	Night	5	10	15	20	25	30	35	40	
Early Snowball A	9 ~ 9		●	●	⊙	⊙					9
	17 ~ 9		●	●	⊙	⊙					13
	25 ~ 9		×	●	●	●	⊙	⊙			17
	17 ~ 17		×	●	●	⊙	⊙				17
	25 ~ 17		×	×	●	●	●	⊙			21
Nozaki-wase	9 ~ 9		×	×	●	●	⊙	⊙			9
	17 ~ 9			×	×	●	●	●	⊙	⊙	13
	25 ~ 9			×	×	●	●	●	⊙	⊙	17
	17 ~ 17			×	×	●	●	●	⊙	⊙	17
	25 ~ 17				×	×	×	●	●	⊙	21

Stem diameter 0.5~0.6cm × Undifferentiated ● Differentiated (Leafy head)
 ⊙ Differentiated (Normal head) Day length.....8 hours Night length.....16 hours

形成後の低温が不足し、栄養生長相に逆転された結果であつて、Leafy の発現を防止するには低温にじゅうぶんあわせることがたいせつである。

また Blind 発生は最高限界温度による低温感応による栄養生長の座止を示し、Leafy head が花蕾形成後の低温期間不足に由来するのに対し、Blind は低温度合の不足による花蕾形成の阻害によるものと解釈される。

(5) 花蕾の分化発達と変温との関係

圃場でハナヤサイが低温にあうのは夜間が多い。日中は高温で逆に低温の影響を阻害しているように思われるので毎日変温を行なつて花蕾形成に及ぼす影響を調査した。

苗は(4)実験と同じで第4表はその結果を示したものである。

昼温が高くなるにつれ、夜温の低温効果は弱められ、花蕾の分化発達により長い期間を必要とした。この傾向は 9°C より 17°C と夜温が上昇するにつれ、いつそう助長された。すなわち、夜温が 9°C より 17°C になると Early Snowball A で5日、野崎早生で、10日も長い期間が必要となつた。以上の結果夏季における Leafy head の発現は昼の高温による夜間の低温効果の低下にともなつていつそう助長されるものと考えられた。

第3実験

第2実験で苗が小さいときはひじょうに長期間の低温にあつて花蕾を形成している。このことは小さい苗でも低温感応して花蕾形成への方向を歩んでいることを暗示しており、種子時代に低温を与えれば幼苗時代の低温感応と相伴なつて早期に花蕾を形成するものと考えられる。最近中村⁽¹⁷⁾は葉深カンランを供試して種子低温処理が Green plant vernalization に補足的に作用しているこ

とをまとめ、報告している。

1961年6月28日に発芽種子を 5°C の冷蔵庫に入れて低温を与え、10日間隔で冷蔵庫から取り出して植え、ガラス室にて生育せしめた。ガラス室は開放にしたまま使用した。11月8日より出蕾がみられ、12月15日に全個体を調査した。その結果は第8図に示した。すなわち、サカタ極早生は20日間の低温処理で効果がみられ、低温処理日数の増加とともに花蕾形成までの節数は減少した。早生系の野崎早生、Italian broccoli では30日の低温処理では効果がみとめられなかつたが、40日、50日の低温処理では低温処理の影響がみられ、花蕾節位は低下した。

以上の結果は葉深カンランと同様に種子低温処理が花蕾形成に対し、補足的に作用していることを示している。香川⁽¹⁰⁾も Italian broccoli で同様の効果をみとめている。

したがつて BOSWELL⁽¹⁾、ITO⁽⁸⁾、KAGAWA⁽¹¹⁾、MILLER⁽¹⁵⁾、篠原⁽²²⁾、渡辺⁽²⁵⁾らが報告しているような「低温感応に対して苗齢が必要である」という考え方よりも JUNGES⁽⁹⁾、中村⁽¹⁷⁾、RÖSSGES⁽²⁰⁾の「環境条件中に春化に好適な温度が現われたとき、その植物の春化段階が始まっている」という考え方と一致し、生理学的に花成への方向に代謝が進行するものと考えられる。

IV. 摘 要

ハナヤサイの花蕾の分化発達に関する基礎的研究が少ないので、花蕾の分化発達に及ぼす環境要因について1959年から圃場および phytotron を使用して実験を行ない、次の結果が得られた。

1. 夏まきおよび春まき試験の結果から最高の収量をあげるためには、は種期から花蕾形成までの日数はサカ

Fig. 8. Effect of seed vernalization on the number of leaves from cotyledon to flower bud

タ極早生で 35 日, Early Snowball A で 95 日, 野崎早生, Italian broccoli で 100 日, 増田中生で 110 日, 増田晩生で 130 日ぐらい, 花蕾の分化から収穫まで Early Snowball A で 55 日, 野崎早生, Italian broccoli で 25 日ぐらいかかることが理想的で, これがために前者には平均気温で 20°C 以上で夜間あまり温度が下がらない環境がよく, 後者には 15~18°C の温度が続くことが望ましい。

春まきをすれば, 花蕾の分化までの日数, 花蕾の発達期間はいずれも前述の理想型より短縮されるのに対し, 夏まきは花蕾分化までの日数は短縮されるが, 花蕾の発達には長時間を要する。

2. 花蕾の分化には温度, 苗の大きさ, 品種が関係し, phytotron を使用して得た結果は苗の小さいときは花蕾分化に長期間の低温を必要とするが, 苗が大きくなるにつれて花蕾形成に必要な低温期間は短縮される。

Early Snowball A は低温に敏感に感応する。次いで野崎早生, Italian broccoli, 増田中生, 増田晩生の順に低温感応しにくく, 花蕾形成に多くの日数を要している。

最高限界温度は Early Snowball A で 25°C, 野崎早生も同じく 25°C で, いずれも Blind の様相を示す。Italian broccoli では 20°C 付近にあるものと考えられる。一方最低限界温度は 5°C 付近にあるものと考えられ, 0°C になると凍害にかかつて枯死する。また最適温度は Early Snowball A で 13°C 付近にあり, 中晩生種になるにつれて低下する。

3. サカタ極早生, 野崎早生, Italian broccoli の種子の低温処理は補足的に Green plant vernalization を助けている。

4. 以上の結果からハナヤサイの花蕾分化には低温が必要で, どの発育ステージから与えられても低温感応して花蕾形成の方向へ進むものと考えられる。早期より低温にあつた場合小花蕾を形成して Buttoning となるが, 低温の度合が不足の場合 Blind となる。さらに花蕾分化後に低温が引きつづき与えられないと, Leafy head となり商品価値がなくなるものと思われる。

引用文献

1. BOSWELL, V. R. 1929. Studies of premature flower formation in winter-over cabbage. Md. Agr. Expt. St. Bull. 313: 69.
2. CAREW, J. and H. C. THOMPSON. 1948. A study of certain factors affecting "buttoning" of cauliflower. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51: 406~414.
3. 江口庸雄・池田三雄・鎌田延男. 1943. 台湾南部における花椰菜の播種期と花芽分化について (第2報). 熱帯園芸 11: 62.
4. 江口庸雄. 1944. 花椰菜の花芽分化に関する研究. 園学雑. 16: 96~105.
5. 萩屋 薫. 1955. 大根の Vernalization に関する研究 (第4報). 処理温度と抽苔との関係. 農及園. 30: 597~598.
6. 岩間誠造・浜島直巳・甕 淳. 標高と蔬菜類の生態 (第6報). 春播花椰菜の生態について. 園学雑. 22: 167~171.
7. 稲子幸元・藤倉富雄・浜田国彦. 1958. はなやさいの品種と播種期について. 千葉農試研報. 3: 56~63.
8. ITO, H. and T. SAITO. 1961. Time and temperature factors for the flower formation in cabbage. Tohoku Jour. Agr. Res. 12: 297~316.
9. JUNGES, W. 1959. Abhängigkeit des Schossens biennner Gemüsepflanzen von ihrem Alter und von der Dauer der Einwirkung niederer Temperaturen. Archiv Gartenbau. VII (7): 485~504.
10. 香川 彰. 1963. イタリアンブロッコリの低温感応性について. 園芸学会昭和 38 年春季大会研究発表要旨.

11. KAGAWA, A. 1957. Studies on the effect of low temperature induction in cabbage. Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. 8 : 43.
12. 勝又広太郎. 1952. 花やさいの品種と栽培. 農及園. 27 : 1013~1016.
13. 寛 三男. 1961. ハナヤサイの花芽分化期と花蕾の発育との関係. 広島短大研報. 1 (14) : 15~20.
14. MOUNSEY-WOOD, BARBARA W. L. 1957. Some factors causing blindness in early summer cauliflower. Jour. Hort. Sci. 32 : 65~73.
15. MILLER, J. C. 1929. A study of some factors affecting seed-stalk development in cabbage. Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Bull. 488.
16. 松本 孝. 1950. 東京近郊における花椰菜栽培の要点. 農及園. 25 : 831~833.
17. 中村英司. 1961. カンラン類の種子低温感応について (第1報) 種子低温処理がカンランの抽苔開花に及ぼす影響. 園学雑. 30 : 57~62.
18. 太田友三郎・川合 宏. 1954. 東北地方における花椰菜栽培について. 宮城農短大学報. 1 : 64~70.
19. ———. 宮崎博寿. 1962. 花椰菜の Buttoning 及び Leafy 発現に関する研究. 宮城農短大学報 10 : 10~15.
20. ROSSGER, W. 1947. Niedere Anzuchttemperatur als Ursache der Schosserbildung bei Kohlrabi. Züchter. 17/18. 121.
21. SALTER, P. J. 1960. The growth and development of early summer cauliflower in relation to environmental factors. Jour. Hort. Sci. 35 : 21~33.
22. 篠原捨喜. 1959. 抽苔開花現象の種生態学的研究 静岡農試特別報告.
23. ———. 1960. ブロッコリーの栽培法. 農及園. 35 : 984~988.
24. 杉山直儀・高橋和彦. 1960. ブロッコリー品種の播種期と収穫期との関係. 農及園. 35 : 57~58.
25. WATANABE, S. 1954. Ecological study and classification of cabbage variety and breeding of varieties for summer use. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Ser. E. No. 31.
26. 山崎肯哉. 1962. 数種蔬菜の花芽分化に関する研究特に環境感受性の生育段階的推移に就いて. 園試報. B. No. 1 : 88~141.
27. ———. 1956. 春播白菜の低温感応に就いて. 東海近畿農試報告園芸部. 3 : 31~46.

抄 録

オレンジ果皮のクロロフィル含量に及ぼすジベレリンと光の影響

ネーブルオレンジの果皮中における色素含量は、着色開始期以前ではほとんど変化が認められないが、その時期以降ではクロロフィル含量が急激に減少し、カロチノイド含量が著しく増加する。ここでは、ジベレリンの散布 (KGA 500ppm) ならびに光量の変化が、着色期前後におけるネーブルオレンジの果皮中のクロロフィル含量に及ぼす影響について実験を行なった。すなわち、着色期直前のネーブルオレンジ果に対して次のような処理を行なった。(1) 自然光区 (対照区) (2) 弱光区 (3) 自然光+500ppm KGA 区。弱光処理は、黒い布ぎれで個々の果実をおおい、自然光の約 5% の光量を与えた。実験期間を通じて、処理のいかんにかかわらず、クロロフィル a および b 含量はしだいに減少する傾向があつた

が、自然光区では、減少率をもつとも低く、弱光区では、もつとも高かつた。ジベレリン (カリ塩) の効果については、処理後 44 日目におけるクロロフィル a 含量をみると、自然光+KGA 区は自然光区の約 3 倍を示した。これらの結果からみると、ジベレリン (カリ塩) はクロロフィルの破壊に対して抑制的に働き、またその合成に対しては促進的に働くことが推察された。

(土井 憲)

LEWIS, L. N., C. W. COGGINS, Jr. and M. J. CARBER. 1964. Chlorophyll concentration in Navel orange rind as related to potassium gibberellate, light intensity, and time. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84 : 177~180.