

ブロッコリーの花芽分化発育に関する研究

高橋 敏秋・矢沢 文仁

信州大学農学部 野菜・花卉園芸学研究室

I 緒 論

食生活の近代化にともない野菜の消費動向に変化をもたらし、洋菜類の需要はいちじるしくなってきた。とくに人体の保健栄養の面からも注目され、甘藍類の栽培が周年行なわれるようになってきた。ブロッコリーはカリフラワーとともに甘藍類に属し、花らいを利用するもので、近年いちじるしく需要が高くなってきた。

ブロッコリーの花芽分化は杉山⁴⁾、山崎⁵⁾、香川²⁾らによつて低温感応性であることが示されているが、また品種によつても異なることが報告されている。

本研究は長野県伊那地方において、ブロッコリーがは種期を変えて栽培された場合の花芽の分化、発育について行なつたものである。

II 実験材料および方法

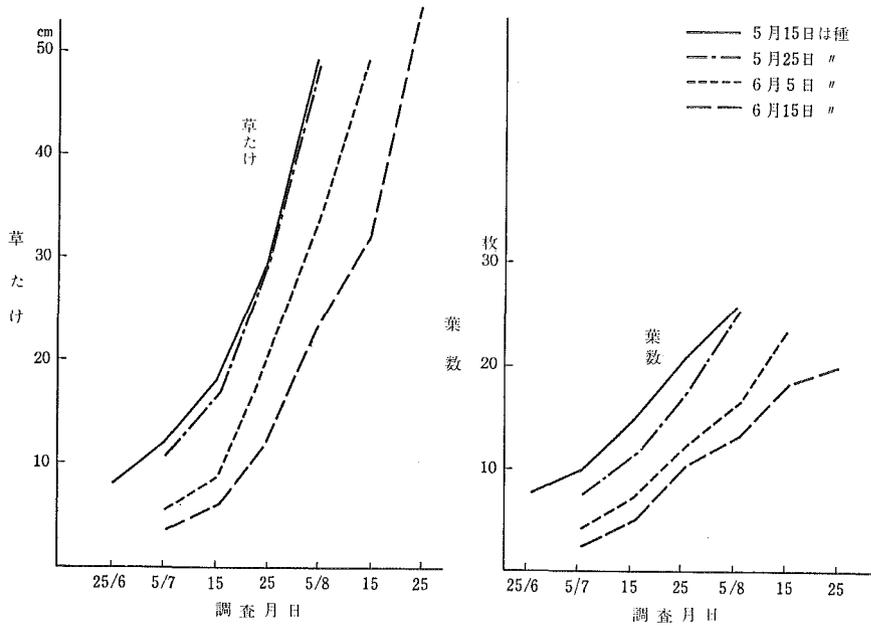
実験は1963年5月より11月まで信州大学農学部実験圃場において行なつた。使用したブロッコリーは green sprouting 系の De Cicco である。は種期は5月15日、25日、6月5日、15日の10日間隔の4回行ない、いずれもは種は箱まきとし、1回移植後、展開葉6枚程度の大きさで定植した。栽植距離は75cm×40cmとし、施肥は成分量でa当り N:2.5kg, P₂O₅:2kg, K₂O:2.3kg とした。

測定は定植後の草たけおよび葉数の変化、花芽分化日、着らい日、収穫日について行なつた。花芽分化は江口氏¹⁾の分化標微分類にもとずき供試個体の50%以上みとめられたときをもつて分化日とした。着らい日は肉眼で50%以上に達した日を記録した。収穫日も同様に50%以上収穫した日を記録し、花らいの状態を直径で表わし、10cm以上、10~5cm、5cm以下の3段階にわけた。

なお側枝の発生とえき花らいの分化発育については6月5日は種のものを使用し、同様の測定を行なつた。

III 実験結果

各は種期の草たけおよび葉数の変化は第1図に示したとおりである。定植後の草たけはは種期の遅いものほど伸長は大となるが、逆に葉数は少なくなる傾向を示し、徒長傾向があつた。頂花らいの花房分化を調査したのが第1表である。De Ciccoの頂花らい花房はは種後平均49.5日で分化し、そのときの草たけは平均17.5cm、展開葉数11.7枚、茎の直径1.01cm、節



第1図 ブロッコリーの草たけと展開葉数の増加

第1表 ブロッコリーのは種期と花房分化期

は種日	草たけ cm	展開葉数 枚	節 数	茎の直径 cm	分化月日	は種後 日数	分化時※ 最低気温
5月15日	15.3	12.1	21	1.32	7月10日	56	18.6°C
25日	16.7	11.4	20	0.99	7月15日	51	17.8
6月5日	19.2	11.7	19.8	0.86	7月24日	49	19.0
15日	19.0	11.8	20.2	0.90	8月1日	47	18.3

※ 最低温度は半旬平均で示す。

数で約20.2節となつてゐる。は種期別では、遅まきほど草たけは長くなるが、花房分化日は早くなり、したがつては種後日数は少なくなつてゐる。節数および展開葉数はは種期に関係なくほとんど同じであるが、茎の直径は5月15日は種は最も大きくなつた。花芽の分化過程について調査したのが第2表である。花芽分化過程の進行はは種期の早い5月15日まきが早く進み、出らい日もは種期順に7月29日、8月1日、8月9日、8月15日となるが、その間隔はは種期間隔の10日より狭くなつた。50%以上の着らい日を調査したのが第3表である。花房分化後着らい日までには平均17日で肉眼で着生をみたが、は種期がおくれるほど着らい日はおくれる。また着らい時の草たけは5月15日は種期は最も小さいが、他はほとんど同じ22cm前後で、茎径も約2.2cmとなつた。頂花らいとえき花らいの収穫について調査したのが、第4表である。頂花らいはは種後日数75~82日で収穫されたが、は種期の遅いものほど収穫までの日数が早くなつた。えき花らいの収穫は頂花らいの収穫後となり、50%収穫日は遅まきの6月15日では10月8日となり、頂花らいとは逆におそくなつてゐる。これは夏以

第2表 ブロッコリーの花芽分化過程

調査月日	は種日 月 日	草たけ cm	展開葉 枚 数	茎 径 cm	重 量 g	花 芽 分 化 ※								
						I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	出らい
7月5日	5.15	12.5	9.6	0.91	39.5		○							
	25	10.9	7.2	—	—	○								
	6.5 15	5.3 3.8	4.2 2.6	— —	— —	— —	○ ○							
7月10日	5.15	16.0	13.0	1.32	60.0			○						
	25	—	—	—	—	○								
	6.5 15	— —	— —	— —	— —	— —	○ ○							
7月15日	5.15	21.0	15.5	1.77	200					○				
	25	15.5	10.5	0.98	44.5		○							
	6.5 15	9.3 6.9	7.5 6.0	0.55 0.40	15 3		○ ○							
7月18日	5.15	25.8	16.1	1.95	253.6						○			
	25	16.7	12.0	1.19	93.6				○					
	6.5 15	11.9 7.8	9.9 6.5	0.68 0.45	27.2 9.9		○							
7月22日	5.15	32.5	17.0	2.17	331.5							○		
	25	18.3	14.0	1.47	133.5						○			
	6.5 15	15.5 8.5	10.0 8.0	0.86 0.51	43.5 19.0		○ ○							
7月25日	5.15	36.0	25.0	2.39	431								○	
	25	29.5	17.0	1.93	245							○		
	6.5 15	19.0 13.0	13.0 8.0	1.35 0.83	81 23		○	○						
7月29日	5.15													○
	25	30	19	2.21	—								○	
	6.5 15	19 16	15 11	1.20 0.91	— —		○		○					
8月1日	5.25													○
	6.5	27	13.7	1.73	215							○		
	15	19	11.9	1.18	90.5				○					
8月5日	6.5	34	16.5	2.01	349								○	
	15	26.5	13.5	1.50	125					○				
8月9日	6.5	34	23	2.20	470									○
	15	31	17	1.45	142							○		
8月13日	6.15	35	19	1.95	315								○	
8月15日	6.15	36	19.5	1.95	404									○

※ 花芽分化標徴

I：未分化，II：初期徴候，III：花房分化期，IV：花房分化期，V：花房分化期，VI：花芽分化期，VII：がく片・花卉の初生突起，VIII：がく片・花卉形成期，出らい：肉眼で観察される時期

後の気温による影響と考えられる。収穫量について調査したのが第5表である。頂花らい重は1個当たり平均重で5月15日は種期は160.4g，5月25日は148.2g，6月5日は144.5g，6月15日111.2gとなり，早まきのものほど重量は大となっている。しかしえき花らいは個

第3表 ブロッコリーのは種期と着らい日

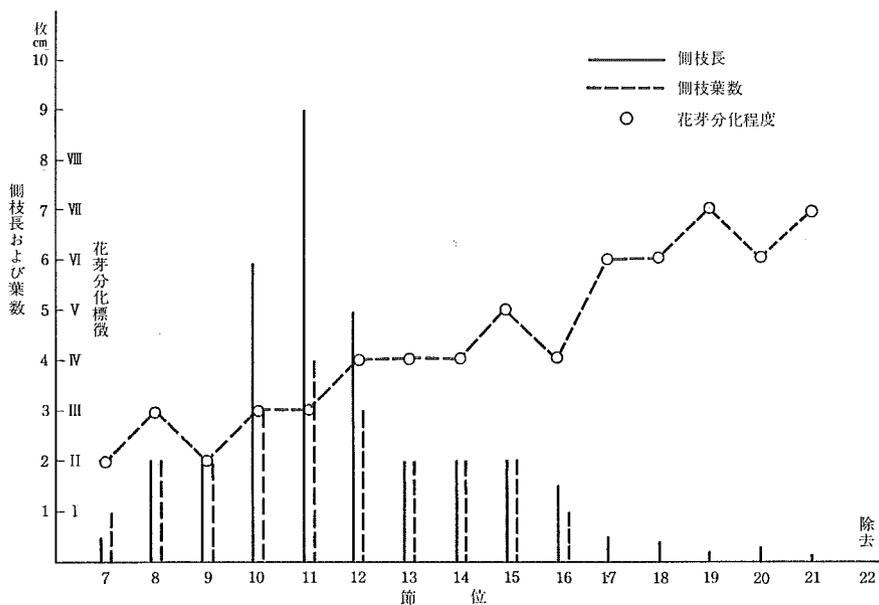
は種期	草たけ cm	展開葉数 枚	茎 径 cm	着らい日	花房分化後 日数
5月15日	31.8	20.6	2.39	7月25日	15
25日	42.2	23.2	2.25	8月1日	16
6月5日	41.4	21.0	2.20	8月10日	17
15日	41.8	20.6	2.20	8月21日	20

第4表 ブロッコリーのは種期と収穫日

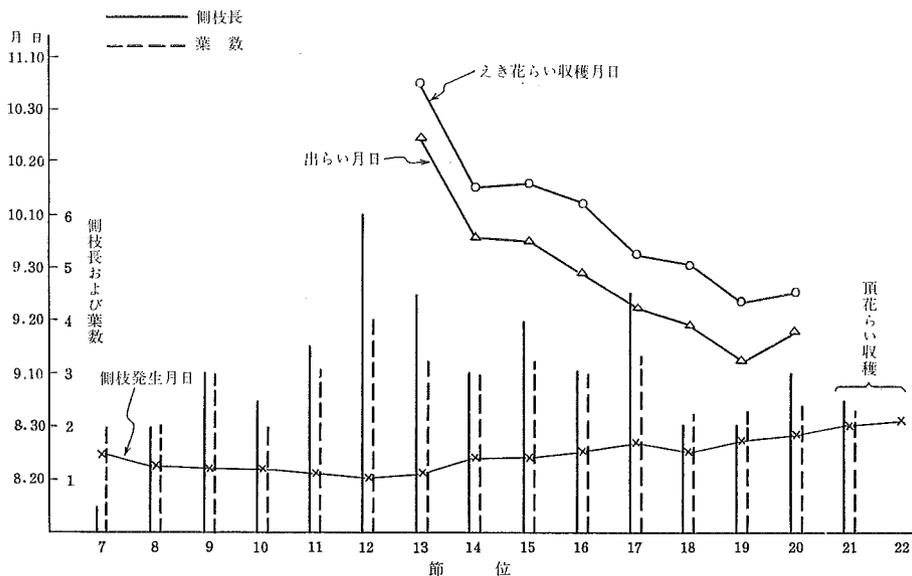
は種期	頂花らい			えき花らい		
	収穫期間	50%収穫日	は種後 日数	収穫期間	50%収穫日	は種後 日数
5月15日	8月5日～8月10日	8月5日	82	8月10日～9月1日	8月24日	101
25日	8.10～8.17	8.10	77	8.21～9.10	8.29	96
6月5日	8.18～9.2	8.21	77	8.26～10.5	9.10	104
15日	8.26～9.5	8.29	75	9.2～10.17	10.8	105

第5表 ブロッコリーのは種期と収量(10個体)

は種期	収穫月日	頂花らい						えき花らい		
		10cm<		10～5cm		5cm>		Leafy	個数	重量g
		個数	重量g	個数	重量g	個数	重量g			
5月15日	8月5日～10日	8	1472	1	100	1	30	2	1	20
	12日～21日								34	578
	24日～9月1日								50	1113
	計	8	1472	1	100	1	30	2	85	1711
5月25日	8月10日～21日	8	1278	2	204			4	9	160
	24日～29日								45	909
	9月2日～10日								29	460
	計	8	1278	2	204				83	1529
6月5日	8月17日～21日	4	522					1		
	24日～26日	5	788						7	140
	9月2日～10日			1	135			1	38	548
	17日～10月5日								49	720
計	9	1310	1	135			2	94	1408	
6月15日	8月26日～29日	4	470			1	36			
	9月2日～10日	3	476	2	130			1	16	209
	17日～27日								33	480
	10月8日～17日								53	870
計	7	946	2	130	1	36	1	102	1509	



第2図 側枝の発生と花芽分化 (頂花らい 8月25日収穫, 8月30日調査)



第3図 えき花らいの出らいおよび収穫 (頂花らい 9月5日収穫, 側枝長および葉数は9月5日調査)

数では遅まきのものが多くなり, 重量では早まきの方が大となつた。

側枝の発生数とその花芽分化について, 6月5日は種期のものを用いて調査したのが第2図である。側枝の発生は6~7節よりみられるが, 最も早く発生するのは8~11節の間で,

第6表 収穫時の側枝の大きさ

節位	側枝長 cm	葉数 枚	茎径 cm
14	27	5	1.7
15	25	7	1.6
16	23	6	1.4
17	27	7	1.8
18	29	8	2.0
19	28	10	1.6
20	25	7	1.6
21	29	9	2.0

以後節位の上方および下方に発生していく。側枝の生長および葉数の増加は早く発生したものほど大である。1個体当りの側枝の発生数は10~16本程度であつた。えき花芽の分化は、側枝の発生順序や大きさとは無関係に節位の上るほど分化が早くなつた。頂花らいより下4~5節の側枝が最も分化が早く、1~3節は遅れていた。頂花らいの発らいころより側枝の伸長は大となるが、頂花らいの肥大中は側枝の花芽分化は徐々に進行し、頂花らい出らい後3~5日(花らい径3.5~4cm)のところにえき花芽の分化に入るものが最も多いことが検鏡によつて

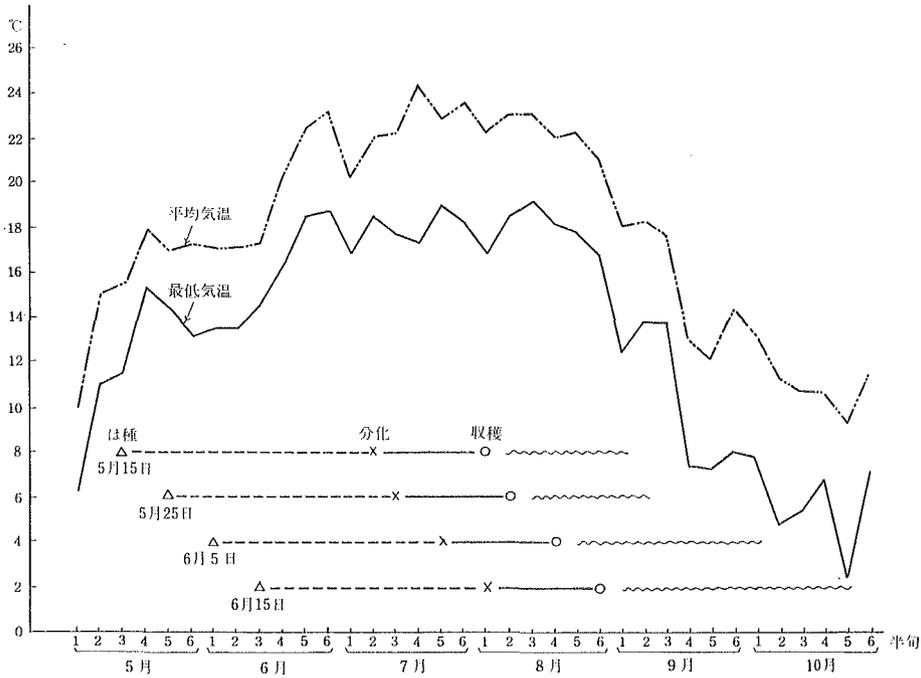
認められた。頂花らいの収穫と同時に急速に側枝の伸長と花芽分化が進行する。頂花らいの下3~4節は頂花らいとともに収穫除去されるので、収穫後は19~21節が最も優勢となつてえき花らいの着生および肥大が行なわれる。えき花らいの出らいおよび収穫を6月5日は種期のものを使用して調査した結果が第3図および第6表である。えき花らいの出らいは花芽分化と同様に高節位のものほど早くなり、したがつてえき花らいの収穫日も早くなつた。側枝発生月日と収穫日とは関係なく、9月5日の側枝長および葉数も収穫日の側枝長および葉数に影響を与えていない。

IV 考 察

ブロッコリーの花芽分化感応温度は20°C以下で、下限は5°Cであり、最適は13°Cである³⁾とするのと、日平均22°C以下5°Cまで低いほど早く花らい分化する⁵⁾という研究発表がある。

本実験においては第4図にみられるように6月中旬から8月にかけては平均気温22°C前後、最低気温18°C前後である。また分化前20日間の温度平均をみると22.4°Cとなり、De Ciccoの花芽分化発育に充分なものと考えられる。香川氏²⁾は幼苗期低温処理で展開葉数10葉期に5°Cに20日間冷蔵して花成の促進を見ており、この花成の誘起は展開葉6枚でなされると発表している。本実験では展開葉11.7枚で分化し、このころの1日当り発生葉数は0.5枚であるので、香川氏の10葉期20日処理の葉数を考慮すれば、ほぼ11~12枚でないかと推察される。また山崎氏⁵⁾は温度が5°Cまでは低いほど、低い節位に分化がおこり、は種後日数60~40日で、30~20節位におこるとしている。本実験ではは種後日数50日、分化節位20.2節におこり、同じ傾向がみられた。

は種後花房分化までの積算温度を計算すると平均で1061±23.2°Cとなり、各は種期ともほとんど差がなかつた。また花房分化から収穫までの積算温度は615±15.7°Cとなる。は種から収穫までは1676.5±26.3°Cであつた。これは5月15日から8月29日までの105日間で当地帯の夏季の大部分である。5月15日の早まきのものでは分化までに51日、頂花らい収穫まで82日を必要としたのに対し、6月15日の遅まきのものでは分化までに47日、収穫までに75日を必要とし、平均気温の高い時期における分化および収穫は短縮されている。これは杉山氏⁴⁾の実験したは種期と収穫期の関係においてもその傾向がみられ、温度の高い時期のもの



第4図 栽培期間中の気温とブロッコリーの発育相

が収穫までの日数が短くなっている。したがって、 22°C で花芽分化するということは、 22°C の低温で花芽分化が促進されたというよりも、この温度がブロッコリーの生育に好適な条件であるためと考えられる。花芽分化に低温が必要であるか否かは今後検討されなければならない。ブロッコリーの花芽分化の高温限界や積算温度については断定できないが、当地方における De Cicco の栽培に積算温度は一つの目安になると思われる。なお本実験において側枝の発生と花房分化を調査したところ、ほぼ同時期に観察された。したがって側枝の発生がみられれば、ほぼ分化期に入るものと考えられ、分化期の他の一つの目安とすることができるであろう。

植物体の生育が花らしいの収量を左右することが本実験においても認められ、5月15日は種のもののが以後の種目のものよりも頂花らしいの収量が大であった。また展開葉数や節数とも関係し、早まきのものほど茎葉の重量が多くなり、1個当りの花らしい重も多くなった。頂花らしいの花らしい径と茎の直径の相関をみると $r = +0.74$ で茎径の大なることが花らしい茎を大きくすることになり、植物体を大きくすることが重要である。

つぎに側枝の発生とえき花らしいについてであるが、一般に早生の品種では側枝の発生が少なく、晩生種ほど多くなるといわれている。しかし De Cicco は比較的多く側枝が発生し、本実験では10~16本の発生をみている。側枝の発生は6~7節位からはじまるが8~11節の間が最も早く発生し、生長量も大となる。しかし側枝の花芽分化は側枝の発生順序や大きさとは無関係で、頂花らしいの下4~5節の分化が早くなる。頂花らしいに近い3~4節は頂花ら

いととも収獲されるので、4～5節が優勢となつてえき花らしいの着生および肥大がおこるものと思われる。すなわち頂花らしいによるオーキシンの抑制効果が、頂花らしい収獲とともに除去され、したがつて高節位のえき花らしいが急激に發育すると考えられる。側枝の花芽分化は多くの場合、頂花らしいの出ら以後3～5日で始まることが認められ、個体差による変異もあるが、肉眼的にやつと側枝と認められるものでも、すでに花芽分化していることが確認された。

本実験に用いた De Cicco は早生種であるが、花らしいの分化發育は22°C 前後の温度でもおこり、また花らしいの充実は植物体の充実度が問題であることを認めた。側枝の發生は頂花らしいの花房分化時と相前後しておこり、えき花らしいの分化發育は側枝發生順位に関係なく高節位が早かつた。

V 摘 要

イタリアンブロッコリーの De Cicco 種を用いて、1963年5月15日、25日、6月5日、15日の4回は種し、頂花らしいおよびえき花らしいの分化發育を観察した。

1. 頂花らしいの分化は展開葉数11～12枚でおこり、は種後日数は平均50日、分化節位は20.2節であつた。は種後分化までの積算温度は $1061^{\circ}\text{C} \pm 23.2^{\circ}\text{C}$ であつた。
2. 花芽分化および発らいまでの日数は、は種期の遅いものほど短くなつたが、花らしい重および花らしい径はは種期の早いものが大であつた。
3. 側枝の發生は頂花らしい分化時とほぼ同時期である。發生本数は10～16本で、6～7節からはじまるが、8～11節が最も早く發生し、生育は11～17節が大となつた。
4. えき花らしいの分化は側枝の發生順序ならびに大きさに関係なく、頂花らしいの下4～5節が最も早くなつた。また頂花らしいの出ら以後3～5日に分化するものが多かつた。頂花らしい収獲後えき花らしいの發育が促進され、出らいは高節位のものほど早くなつた。

文 献

1. 江口庸雄(1950). 花芽分化の研究. 農及園. 26: 301～305.
2. 香川 彰(1963). イタリアンブロッコリーの低温感応性について. 園芸学会昭和38年度春季大会発表要旨.
3. 加藤 徹・伊東秀夫(1963). ハナヤサイの花らしい形成に関する生理学的研究. 園芸学会昭和38年度春季大会発表要旨.
4. 杉山直儀・高橋和彦(1960). ブロッコリー品種のは種と収獲期の関係. 農及園. 35: 57～58.
5. 山崎肯哉・東 隆夫(1961). ブロッコリー花蕾の分化發育とは種期. 園芸学会昭和36年度秋季大会発表要旨.

**Studies on the Flower Bud Differentiation and Development
of Italian Broccoli (*Brassica oleracea* LINN.
var. *italica* PLENCK)**

By Toshiaki TAKAHASHI and Fuminori YAZAWA

Laboratory of Olericulture and Floriculture, Fac. Agric., Shinshu Univ.

Summary

'De Cicco' cultivar was used in study the effect of the sowing time on the flower bud differentiation and development. Seeds were sowing on May 15th, 25th, June 5th and 15th respectively.

The results obtained are as follows;

1. The initiation of terminal curd appeared with 11~12 expanding leaves on the average 50 days after sowing. Integrate temperature from sowing to flower bud differentiation was $1061 \pm 23.2^{\circ}\text{C}$.

2. Number of days from sowing to flower bud differentiation and curd appearance were decreased by late sowing, while weight and diameter of curd were increased by early sowing.

3. Appearance of lateral shoot was almost same time as the terminal flower bud differentiation. Lateral shoots appeared nearly 10~16 above 6th ~ 7th nodes on a plant. Lateral shoots on 8th ~ 11th nodes appeared early, and on 11th ~ 17th nodes grew vigorously.

4. The time of flower bud differentiation on the lateral shoot was independent of the appearance order and size of the shoot. The earliest shoot curd formed was the shoot on the nodes of 3~5 below the terminal curd.