



Title	南瓜 (C. maxima Duchn) の開花機構に関する研究
Author(s)	田村, 勉; TAMURA, Tsutomu
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 4(2), 215-264
Issue Date	1963-04-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11727
Type	departmental bulletin paper
File Information	4(2)_p215-264.pdf



南瓜 (*C. maxima* DUCHN) の開花機構に関する研究

田 村 勉*

Studies on the mechanism of the blooming in squash (*C. maxima* DUCHN)

By

Tsutomu TAMURA

目 次

I 緒 言	216
II 開花に及ぼす環境要素の影響	217
[A] 自然条件下における開花現象	218
(1) 開花時刻と気象要素との関係	218
(2) 開花の経過	219
[B] 開花に及ぼす光線の影響	219
(1) 連続照明が開花に及ぼす影響	220
(2) 開花に必要な遮光時間	220
(3) 断続的遮光と開花との関係	223
(4) 照度と開花との関係	223
(5) 光線の種類と開花との関係	224
[C] 開花に及ぼす温度の影響	225
(1) 温度と開花との関係	225
(2) 開花と最低及び最高限界温度	226
(3) 低温(12~14°C)処理と開花との関係	226
(4) 高温(27~29°C)処理と開花との関係	227
(5) 温度と開花時刻との関係	228
(6) 変温と開花との関係	228
[D] 開花に及ぼす光線と温度との相互関係	229
(1) 開花に及ぼす照度と温度との相互影響	229
(2) 開花に及ぼす温度と遮光時間との相互影響	230
[E] 開花に及ぼす湿度の影響	231
[F] 考 察	232
III 開花時刻の人為的コントロールについて	234
(1) 開花の促進	235
(2) 開花の遅延	236
(3) 開花促進と温度との関係	237
(4) 考 察	237

* 北海道大学農学部園芸学第一教室
Institute of Horticulture, Faculty of Agri., Hokkaido Univ.

IV 開花現象の形態並びに組織学的観察	238
(1) 開花運動に伴う花卉各部の伸長	239
(2) 開花運動に伴う花卉中肋細胞の形態的变化	241
(3) 考 察	242
V 開花現象の生理学的検討	243
[A] 開花と花卉内成分及び花卉中肋細胞の滲透価との関係	243
(1) 花卉の水分及び炭水化物含量	244
(2) 花卉中肋細胞の滲透価	248
[B] 開花に伴う花卉内生長調節物質の消長	249
[C] 開花に対する auxin 及び糖の人為的添加の影響	251
[D] 考 察	252
VI 総合考察	254
VII 摘 要	254
VIII 引用文献	256
Summary	258
図版説明	262

I. 緒 言

植物の開花現象については、国の内外を問わず、相当古い時代から多数の学者によって調査研究が行なわれている。各種植物の花の開花及び閉花時刻に関してスウェーデンの植物学者 LINNE (1707~1778) が詳しい調査を行ない、最初に「花時計」と称するものを造ったことは余りにも有名である。わが国においても川端²⁹⁾等が多くの植物の開花時刻について述べている。これ等植物の開花時刻は、種類によって早朝咲くもの、日中、或は夕刻、更に真夜中に咲くもの等様々であるが、開花時刻が相当厳格に一定であるものが多い。しかしながら一地方で開花時刻が可成り一定しているものでも、栽植される場所が変わり、環境条件が異なると、両地の開花時刻の間に明らかな差異を生ずるものであることが知られている。

南瓜の開花は極めて早朝に行なわれる。それは恰も日出と共に強化される光線、或は温度の刺激によって一斉に惹き起されるものであるかのような感を与える。この点から考えても開花が光線、温度、或は湿度等と密接な関係に置かれているものであろうことは、想像に難くないところであって、学術的にも極めて興味深いものがある。

今日迄、作物の開花と環境条件に関してなされた研究は多いが、主として觀賞用植物に関するものが大部分を占め、食用作物では禾穀類の稲、麦、燕麥等に関するものが多く、そ菜に関してなされたこの種の研究報告は甚だ少ない。

筆者は、各種瓜類の開花と環境条件との関係について実験を進めているのであるが、花形が大形で調査研究に便利な南瓜について、開花と環境要素との関係及び開花の機構に関して、生理、形態、組織学的な面から検討を加えた。その結果を取りまとめたのがこの報告である。

以下、今日迄に報告されている南瓜の開花時刻、開花機構に関する研究結果について見ると、筆者の知る範囲では数氏の報告が見られるに過ぎない。

即ち、花粉の機能或は授粉の研究と関連して、開花時刻を観察調査したものとしては、浜田¹²⁾、児玉²⁶⁾、早瀬¹³⁾等があり、いずれも開花が早朝一斉に行なわれることを認めている。開花と環境要素との関係については高島⁵²⁾、SEATON and KREMER⁴⁶⁾等の報告がある。

高島氏は南瓜属の *C. maxima*, *C. moschata*, *C. pepo* について調査を行ない、平均開花時刻が種類により異なることを述べ、更に緯度の異なる九州と東北地方における夏至の日出時刻を比較すると、後者が早いにもかかわらず、南瓜 (*C. moschata*) の開花時刻では九州の方が早くなる。これはその時刻の土地による気温の差であり、南瓜の開花を支配する主要因は温度であろうと推論している。

SEATON 等の南瓜の開花は、温度が或程度以上であれば、少なからず太陽光線の影響を受けて行なわれるものであるとい、低温多湿は開花時刻を遅らせ、開花の適温は 10~12.8°C であると述べている。

安田⁶⁵⁾はその著書中開花と光の項で「アオビユ、アカザは開花に際して強光を要し、穀類は中位の強さ、南瓜、

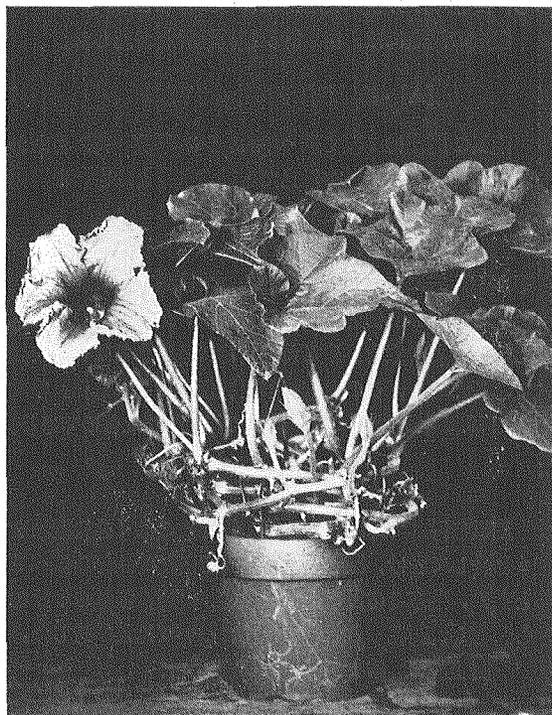
金蓮花、蕎麦の開花は弱い光りでもよい」と南瓜の開花には光線が必要であることを述べている。

本研究は、最初筆者が学生の時、卒業論文の課題として沢田教授より与えられたものである。その後第二次世界大戦従軍のため中断したが、終戦後再び本課題に関する実験を開始したものである。

筆者は、本文に入る先立ち、本実験開始以来、終始御懇篤なる御指導と御鞭撻を賜わり、更に本稿の御高閲を戴いた恩師沢田英吉教授の御厚情に對し衷心より深謝の意を捧げる次第である。

また本論文の生理形態学的部面については、植物生理学教室の田川隆教授、岡沢養三助教授の御指導御助力によるところが極めて大であった。なお同教室の吉村フジ講師、西山保直氏にも種々御協力を願った。更に低温科学研究所生物学部門の酒井昭助教授からは組織細胞の生理形態的調査の技術面について種々御指導を戴いた。

又実験結果の取りまとめに當っては写真、図表の作製等について園芸学第一教室の八鍬利郎、今河茂、熊谷恭仁子の諸氏から御協力を得た。これ等多くの方々の御厚志に對し衷心より厚く御礼を申し上げる次第である。なお本研究の一部は文部省科学研究費によってなされた。記して謝意を表する。



第1図 実験材料の仕立方

II. 開花に及ぼす環境要素の影響

実験材料の栽植及び環境要素の調査方法

供試品種としては「竹内」を使用した。

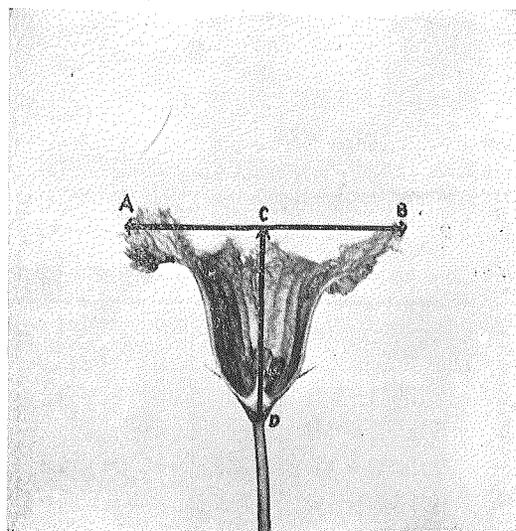
肥培管理による誤差を少なくするため、材料は総て鉢植とし、伸長してくる蔓は順次第1図に示すように根本にまらめて置いた。使用した鉢は径17cmで、乾燥を防ぐために鉢の地表面を水苔でマルチングした。施肥は春日井の瓜類の培養液の濃度を2倍にして1週間~10日に一度の割で灌注し、補助的に化学肥料を適宜施した。

開花運動の度合を比較するには第2図に示す如くにして測定し、開花度として表わすことにした。

環境要素(光線、温度、湿度)の測定は次の如くした。

光線の強弱(照度)は、「Walz」の写真用露出計を用いて測定した後、その指度を標準照度計と対比してLuxで表わした。又12Lux以下の照度と開花との関係について検討する必要のある場合は、かかる弱照度を精密に調整することが困難なので、50cm離して新聞の細字が読める程度を12Lux以下の照度とみなし、細字の存在は判っても判出来ない程度のは遮光下と見なすこととした。

温度は、主として日記を用い、計出来るだけ花卉附



第2図 開花度の算定法

横径ABと縦径CDを測定して、角ADBを算出し、この角度を開花度として表示した。

近の温度を測定した。又人工照明等により輻射熱のため花卉附近が規定の温度を越えるような懸念のある場合は「伊藤式サーミスター」を用い、その部分の温度を測定

し、実験の限界温度を越えぬように注意した。
湿度の測定には、自記計及び乾湿計を併用した。

[A] 自然条件下における開花現象

南瓜の開花はI項で述べたように早晚一斉に行なわれ、予備試験の結果から見ても環境条件とは密接な関係を有していることを推知させるものがあった。

自然界においては春から秋にかけて、光線、温度、湿度等が規則的に変化している。そこで南瓜の開花機構を究明するための予備資料を得るために、先ず自然環境下における開花現象を出来るだけ精密に観察することが必要であると考え、この調査観察を行なうことにした。本調査は1958年7月～10月に亘って行なわれたものである。

実験材料及び方法

南瓜を戸外で鉢栽培し、調査期は次の如く生育期間を4区分して設け、開花時刻、開花の所要時間等を調べると共に、他方その間における光線、温度、湿度の状態をも調査し、開花現象との関連性について比較検討した。

- 調査期 第1回 7月2日～9日
- 第2回 8月2日～8日
- 第3回 9月2日～9日
- 第4回 10月1日～6日

実験結果

(1) 開花時刻と気象要素との関係

1. 調査期別の開花時刻

4期に分けて調査した各時期の平均開花時刻及び調査個体の開花時刻の分布状態を示すと、第3図及び第1,2表の通りである。

第2表 開花時刻の分布表

調査期間	3.30～ 3.45 (時.分)	3.46～ 4.00	4.01～ 4.15	4.16～ 4.30	4.31～ 4.45	4.46～ 5.00	5.01～ 5.15	5.16～ 5.30	分布%の 合計
7月2日～9日					25.7	24.3	30.0	20.0	100
8月2日～8日				13.3	53.6	25.9	7.2		100
9月2日～9日	3.5	12.4	28.3	34.5	17.9	3.4			100
10月1日～6日	28.6	42.9	25.0	3.5					100

表の数字は分布 %

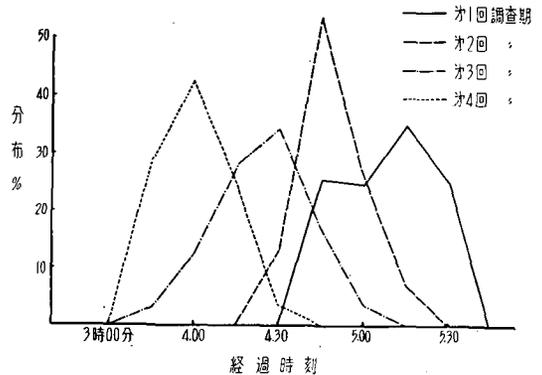
2. 調査期別の光線、温度、湿度の状態

光線、温度、湿度の調査結果は第4, 5, 6図に示す通りである。

光線は調査期が遅れるにつれて朝夕共に約30分ずつ、即ち、1日に約1時間照射時間が短縮された。従って、

これによれば開花は極めて早期に行なわれ、調査時期が遅れるにつれて開花時刻は早まるのであって、各調査期の間には17～25分の差が見られた。従って第1回と第4回の間には約1時間余の開きを生ずることになる。

又各調査期を通じ、最初の花が開花してから、最後の花が開花を完了する迄の時間は極めて短かく、約1時間以内である。



第3図 調査期別の開花時刻の分布

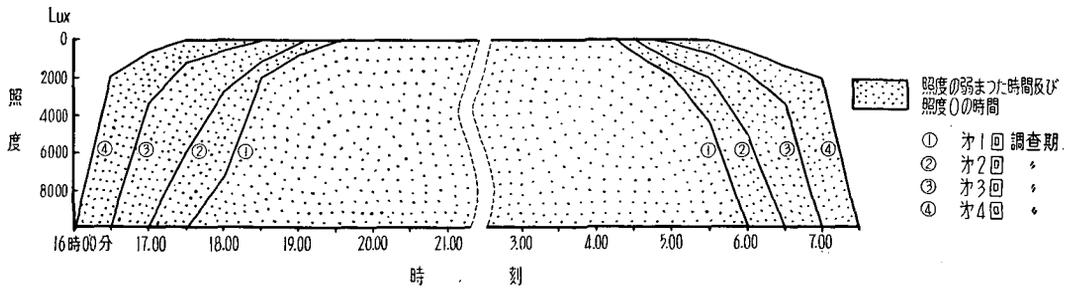
第1表 調査期別平均開花時刻

調査期	調査花数	調査回数	平均開花時刻 (時.分)	備考
第1回	70	5	5.06	**
第2回	166	6	4.49	**
第3回	145	6	4.24	**
第4回	56	4	4.00	**

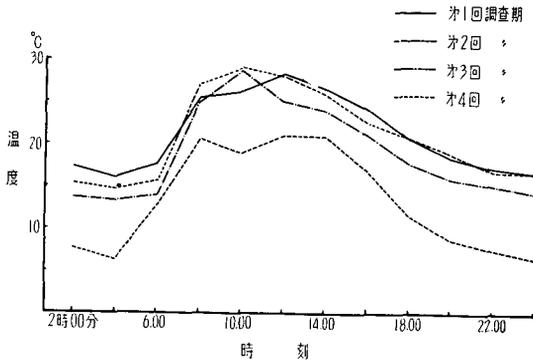
** 各調査期の間に1%水準で有意差がある。

第1回に比較して第4回では日長が約3時間短縮されたことになる。

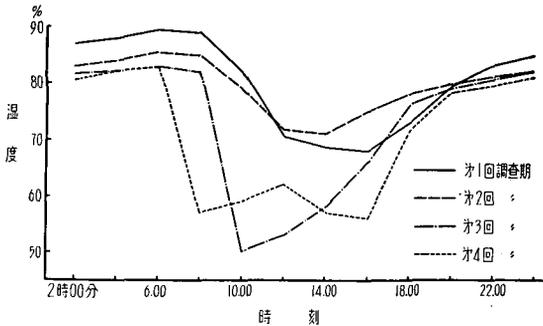
気温は第1回と第2回調査期の開花時刻前後において、約1.5℃の差が認められるのみで、他の時刻では殆んど差がなかった。第3回では日中高温時においては前二



第4図 調査期の日長



第5図 調査期の気温



第6図 調査期の湿度

者と差がなく、他の時刻では第2回との間に1.5~2.0°Cの差があった。第4回では急激に気温の低下が見られ、開花時刻前後では、第3回との間に約6~7°Cの差を生じた。

湿度においては日中高温時は第1回と2回及び第3回と4回それぞれの間ではよく似た傾向を示し、第1, 2回と第3, 4回との間には顕著な差異が見られた。しかしながら開花時刻前後の湿度は、各調査期の中に全く差がないか或は1~3%の差が認められるに過ぎなかった。

(2) 開花の経過

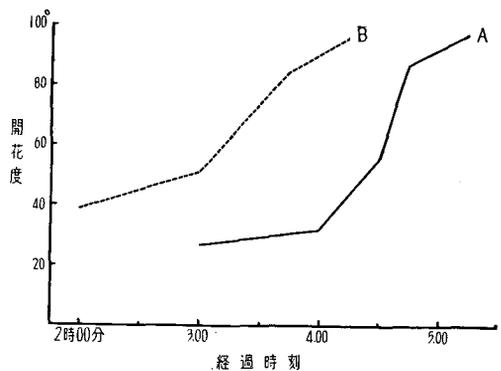
一個の花が開花を開始してから完全開花に至る迄の経

過、及びこれが時期によって差異を生ずるか否かを知るためにこの観察を行なった。

7月7日~9日と10月3日~5日の2回に亘って調査した結果は第7図の通りである。

供試個体数は各処理毎に24個体宛て、8個体の3反覆とした。

この結果によると、初期の開花動作は緩慢であるが、一旦本格的な動作が開始されると、その後約1時間内外で開花行動は完了した。即ち、南瓜の花は外観的には想像以上に短時間で開花行動を終了するものであることが判る。又7月上旬と10月上旬では、開花行動の進行程度に何等差異が認められない。但し第7図で示すようにシーズン末期の開花においては(B)本格的な開花行動を起す以前の花蕾の緩みが、初夏開花のもの(A)に較べて大きいことが観察された。又雌花の開花数が少ないので十分な調査は出来なかったが、雄花と雌花の開花時刻の間には差異が認められなかった。[図版I 開花の経過、参照]



第7図 開花の経過

A: 7月7日~9日における開花の経過

B: 10月3日~5日における "

[B] 開花に及ぼす光線の影響

A項では自然条件下における南瓜の開花時刻とその経

過について述べた。その結果によれば南瓜の開花現象は極めて早朝比較的短時間の内に行なわれ、しかも季節が遅くなる程開花時刻が早まることが判った。これ等の原因を究明する目的で開花に及ぼす光線の影響について実験を行なった。

実験材料及び方法

A 項同様に鉢植材料の一定熟度に達した雄花の蕾(翌朝開花するもの)のみを用い、鉢植のまま、或は切花にして水を入れた三角フラスコに挿入し、それぞれの実験に供した。

実験に当っては光線以外の条件を出来るだけ齊一にするため、温度は22~24°C、湿度は75~85%の範囲に保った。使用光源には150~300 Wのリフレクターランプと蛍光灯を併せ用いた。希望の照度を得るためには供試材料と光源との距離を変化させ、写真用露出計を用い、その強弱を調節した。

調査個体数は1処理毎に9~15個体宛で、1区3~4個体の3~5回反復とした(調査個体数が異なる場合はその都度記入することにする)。

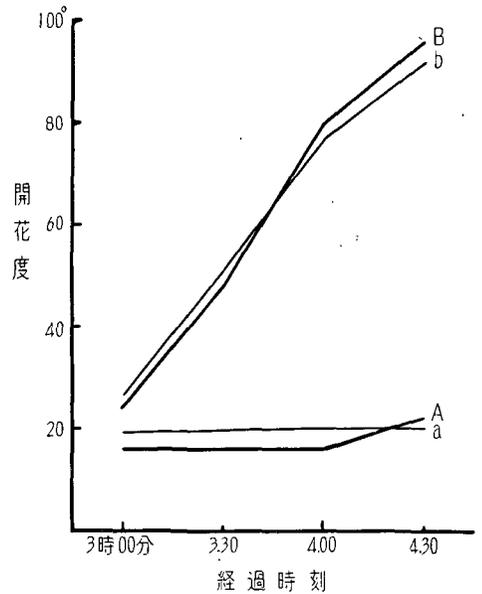
開花の度合は前述の如く花の横径と縦径を測定し、花卉の展開角度を求め開花度として表わした。尚便宜上蕾から完全開花に至る迄の過程を次の如く6段階に分ち、開花の度合を説明するのに便利にした。【図版 II 開花度の例、参照】

開花度	1.	花卉の展開角度が 0~25°
"	2.	" 26~50°
"	3.	" 51~80°
"	4.	" 90°前後であるが花卉に巻込みのあるもの
"	5.	" 90°以上のもので花卉の巻込みが全くないので、これを完全開花と呼ぶことにした。
"	6.	" 一旦90°以上になり完全開花したものが、1~2時間後に萎んでしまうもの(無理な開花条件下でこれが見られる)。

実験結果

(1) 連続照明が開花に及ぼす影響

鉢植と切花材料とを19時00分から500~1000 Luxの下で連続照明を行ない、他方暗室内に同じ材料を入れ、



第8図 連続照明と開花

- A: 開花前日の19時00分から連続照明したもの(鉢植)
- B: 開花前日の19時00分から連続遮光したもの(鉢植)
- a: 開花前日の19時00分から連続照明したもの(切花)
- b: 開花前日の19時00分から連続遮光したもの(切花)

照明区と遮光区との開花過程を比較した。その結果は第8図の通りである。

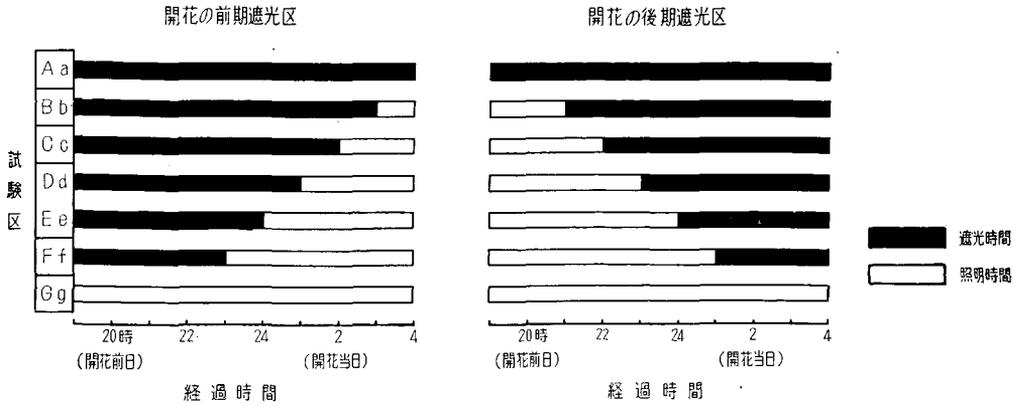
これによると、開花は暗黒中で正常に行なわれ、連続照明下では開花現象に異常を来たことが判る。即ち、後者の場合は蕾がいつ迄も蕾の状態にとどまるのである。筆者はこの現象を以後座止現象と呼ぶことにする。【図版 III 連続照明と開花、参照】

(2) 開花に必要な遮光時間

鉢植と切花材料とに対し、第9図に示すような処理を行なった。

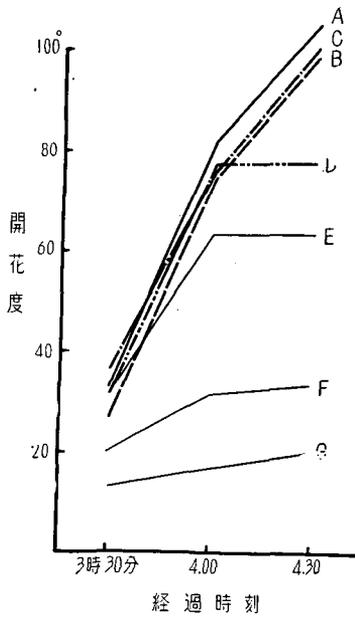
前期遮光区(開花前日の19時00分を基準にして考えた場合)は自然状態に即応させて、南瓜が開花するには開花前日の日没から何時間遮光する必要があるものかを確認するために、後期遮光区(開花当日の4時00分を基準にして考えた場合)はその後時間が経過して花蕾の熟度が進んだ場合においても、開花に必要な遮光時間は前者と同一であるか否かを知ろうとして設定したものである。光線の照度は500~1000 Luxに調整した。

(切花区の調査個体数は各処理毎に6個体宛で、1区3

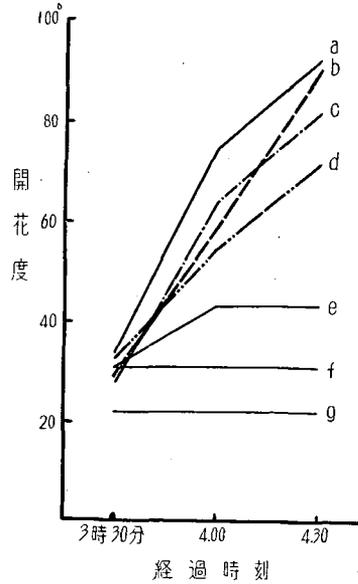


第9図 開花に要する遮光時間の試験設計

前期遮光区			後期遮光区		
A, a	遮光時間	9時間	A, a	遮光時間	9時間
B, b	"	8時間	B, b	"	7時間
C, c	"	7時間	C, c	"	6時間
D, d	"	6時間	D, d	"	5時間
E, e	"	5時間	E, e	"	4時間
F, f	"	4時間	F, f	"	3時間
G, g	"	0時間	G, g	"	0時間



第10図 前期遮光と開花(鉢植)



第11図 前期遮光と開花(切花)

第3表 開花と遮光時間(前期遮光)

試験区 (鉢植)	開花度	備 考
A	98.2°	完全開花
B	96.2	"
C	97.3	全完開花(一部は間もなく)
D	65.1	開花度 3 (開花度6になる)
E	55.0	" 2と3混在
F	38.7	" 2
G	16.0	" 1
L.S.D. 5%	15.4	
L.S.D. 1%	21.6	

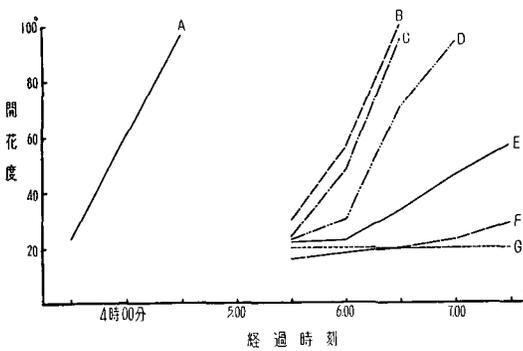
試験区 (切花)	開花度	備 考
a	92.1°	完全開花
b	90.0	"
c	82.0	開花度 4と5混在
d	72.3	" 3と4 "
e	43.1	" 3
f	31.5	" 1と2混在
g	22.0	" 1

個体の2反復とした)。

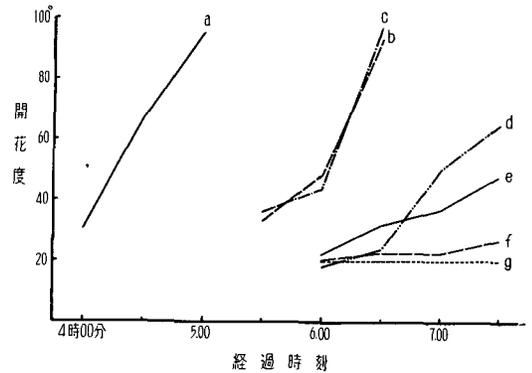
その結果を前期遮光区について見れば、第10、11図及び第3表の通りである。

B、C区は開花度、開花時間共に標準区のAと全く変わるどころがなく完全開花(開花度90°以上)を示している。但しC区では2時間後に「開花度6」の状態になっ

た。D、Eでは完全開花に至らず、「開花度3」に止まってその後開花は進行しなかった。F区では開花が殆んど進行せず、開花度においてG区との間に明りょうな差異がなく、「開花度1」の範疇を僅かに出た過ぎず、明らかに開花の座止が認められた。切花使用のものも開花度がいくらか劣る程度で、その傾向は鉢植材料使用区との



第12図 後期遮光と開花(鉢植)



第13図 後期遮光と開花(切花)

第4表 開花と遮光時間(後期遮光)

試験区 (鉢植)	開花度	備 考
A	96.2°	完全開花
B	98.2	"
C	95.1	"
D	94.2	"
E	57.0	開花度 2と3混在
F	29.3	" 2
G	19.5	" 1と2混在
L.S.D. 5%	17.7	
L.S.D. 1%	24.8	

試験区 (切花)	開花度	備 考
a	95.4°	完全開花
b	93.1	"
c	96.2	"
d	65.6	開花度 3と4混在
e	48.0	" 2
f	27.1	" 1と2混在
g	18.0	" 1

間に何ら異なるところがなかった。

次に後期遮光区について見ると、第12, 13図及び第4表の通りで、B, C, D区における開花度はA区と同様90°以上で完全であるが、開花時間が2時間余り遅れている。E区では「開花度2」を僅かに出ただけに止まり、F区ではG区同様全く開花現象が起らなかった。切花使用の区においても鉢植使用区との間に殆んど差異が認められないが、ただD区では「開花度3」に止まり、完全開花には至らなかった。

即ち、前期遮光の場合には7時間以上、後期遮光では鉢植は5時間、切花では6時間以上の遮光時間があれば完全開花が行なわれる。

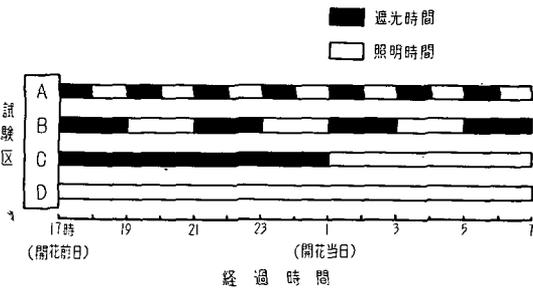
しかし遮光時間がそれ以下に短縮された場合は、その度合に応じて開花の抑制が認められる。[図版V 前期遮光と開花, VI 後期遮光と開花, 参照]

(3) 断続的遮光と開花との関係

遮光時間が断続的に与えられた場合でも、これが加算されて一定時間に達すれば、開花の誘因となり得るか否かを確かめるためにこの実験を行なった。鉢植材料を第14図に示すような設計に従って処理した。照度は500~1000 Luxであった。

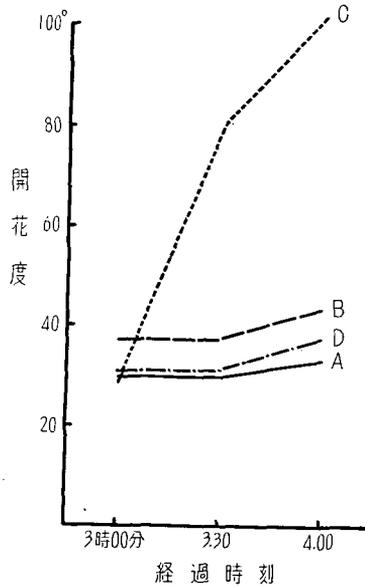
(調査個体数は各処理毎に6個体宛で、1区3個体の2反復とした)。

その結果は第15図に示す通りである。連続8時間遮光したC区では3時30分に開花度81°で完全開花に近く、4時00分には全く開花を完了したのに反し、A, B



第14図 断続的遮光と開花の試験設計

- A: 開花前日の17時00分から1時間毎に遮光と照明を交互に繰返し、合計遮光時間を7時間とした。
- B: 開花前日の17時00分から2時間毎に遮光と照明を交互に繰返し、合計遮光時間を8時間とした。
- C: 開花前日の17時00分から連続8時間遮光し、その後は照明を行なった。
- D: 開花前日の17時00分から全時間連続照明を行なった。

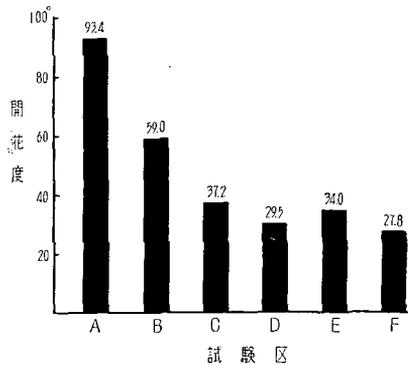


第15図 断続的遮光と開花

区では4時00分に至っても殆んど開花現象が進まず、連続照明を行なったD区との間に差が認められない。換言すると、1又は2時間の断続的遮光の集積によって、開花に必要な遮光時間が与えられても、開花を誘発する要因にはならぬことが判った。[図版IV 断続的遮光と開花, 参照]

(4) 照度と開花との関係

光の強弱によって、照明による開花の座止現象に差異



第16図 照度と開花

- A: 照度.....0 Lux
- B: "12以下
- C: "12
- D: "45~ 70
- E: "150~ 250
- F: "1000~1400

第5表 照度と開花

試験区	開花度	備考
A	98.4°	開花度 1と2混在
B	59.0	"
C	37.2	"
D	29.5	"
E	34.0	開花度 3
F	27.8	完全開花
L.S.D. 5%	9.3	
1%	12.8	

をず生るか否かを究めるためにこの実験を行なった。開花前日の19時00分から、試験区に応じて種々の照度を以て照明を行ない比較した。その結果は第16図及び第5表に示す通りである。

即ち、C、D、E、F区それぞれの間には著しい差異が認められず、「開花度2」の状態に止まりその後開花は進行しなかった。B区はA区(標準区)と前記各区との中間に位する開花を示し、「開花度3」に止まった。以上から、照度は12 Lux以下の極めて弱い場合においても開花座止の要因となり、12 Lux以上1400 Lux位迄は照度が強まっても、座止の程度に差異を生じないものであることが判った。[図版 VII 照度と開花、参照]

(5) 光線の種類との開花との関係

可視光線の波長差と開花との関係を明らかにし、又紫外線が開花に及ぼす影響を確かめるために本実験を行なった。

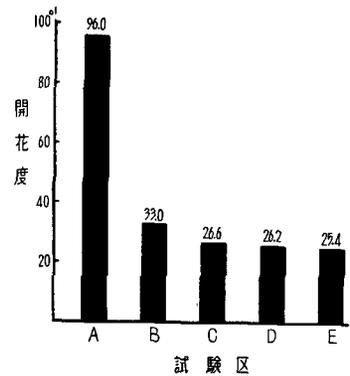
(調査個体数は各処理毎に5個体宛で、1区3個体の2反復とした)。

可視光線との関係については開花前日の19時00分に処理を行ない、翌朝調査した結果は第17図に示す通りである。

試験区の光線の種類をつくり出すには、普通電球を箱内に点燈し、箱の一部に穴を開けてその部分に着色セロハン紙を貼付し、それを通過した光線を花蕾に照射した。

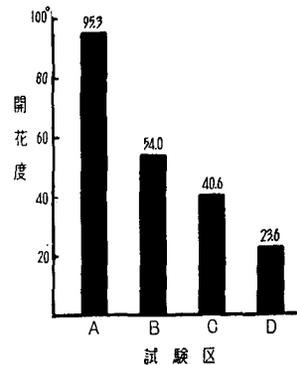
この結果によれば、可視光線の波長差によって開花の座止程度に差がみとめられない。即ち、普通電燈光と、青、赤、黄色光との間に差は見られなかった。[図版 VIII 光線可視部の種類と開花、参照]

紫外線が開花に及ぼす影響をみるためには ultra-violet lamp (関西光学社製、波長幅ピーク $3650 \pm 20 \text{ \AA}$) を用い光源からの距離を変えてその照度を調節した。処理及び



第17図 光線可視部の種類と開花

A: 遮光(照度 0)
 B: 青色光照明(照度 250~500)
 C: 赤色光照明(")
 D: 黄色光照明(")
 E: 普通電燈光照明(")



第18図 光線の紫外部と開花

A: 遮光区(標準)
 B: ultra-violet lamp (15 W) 150 cm 離して照明
 C: " 100 cm "
 D: " 50 cm "

調査時間は可視光線の場合と同様に行なった。

その結果は第18図の通りであって、光源からの距離が近い程座止の程度が強くなり現われ、150 cm 離れたB区においても完全な開花には至らず、「開花度6」の状態になった。この試験に用いた lamp の光線は殆んど眼には映じないのであるが、完全に開花を座止せしめる力能があった。即ち、南瓜の開花は、可視部光線のみならず、紫外光線によっても座止現象が引き起こされることが明らかになった。[図版 IX 光線の紫外部と開花、参照]

[C] 開花に及ぼす温度の影響

A項で自然条件下における南瓜の開花現象を調査した結果、開花には光線及び温度が密接な関係を有するように推察された。それ故に本項では南瓜の開花と温度との関係について、種々検討を加えた実験結果について述べる。

実験材料及び方法

鉢植材料の一定熟度に達した雌花蕾だけを用い、鉢植のまま、種々処理を行なった。

その実施に当っては、温度以外の条件を出来るだけ一樣にするため、照明には500~1000 Luxの照度のものを用い、湿度は70~85%の間に規制した。

希望する温度条件を得るためには、phytotron及び大型恒温器を使用した。その他照度の表示法、湿度の測定、照明した場合における温度変化の調節、開花度の表示法等は[B]項に準じて行なった。

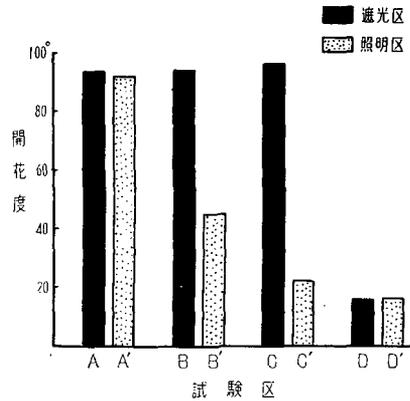
供試個体数は1処理毎に9~20個体宛で、1区3~4個体の3~5回反復とした。

実験結果

(I) 温度と開花との関係

温度条件を12~14°C, 17~19°C, 22~24°C, 27~29°Cの4段階とし、それぞれを遮光区と照明区には分けて開花状態を調査した。処理時間は開花前日の18時から開花当日の6時迄とした。その結果は第19図及び第6表の通りである。

遮光したものについてはA, B, C区共に完全開花をしているが、D区即ち、27~29°Cの高温区では「開花度1」の状態に止まり、完全な座止現象が見られた。一方照明したものでは、A'区では約30%のものは僅かながら花弁の巻込みが残る(開花度4の状態)。しかしながら、大部分のものは完全開花することが判った(別の機会に



第19図 種々の温度条件下における開花

遮光区 照明区
 A: 12~14°Cで処理 A': 12~14°Cで処理
 B: 17~19°C " B': 17~19°C "
 C: 22~24°C " C': 22~24°C "
 D: 27~29°C " D': 27~29°C "

調査したものでは、15~16°C 照明下では殆んど総てが完全開花に至らない。

B'区では僅かのものが「開花度3」の状態になるが、大部分のものが「開花度2」に止まり、明らかに開花の座止が見られた。C', D'区では総ての個体において殆んど開花行動の進行が見られず(開花度1の状態)、蕾が僅かに緩む程度に過ぎなかった。換言すれば、照明下では温度が高くなるにつれて開花の座止現象がより顕著に現われと云うことが出来る。第6表で見ると、各試験区の開花度の間には明らかな有意差がある。以上の結果から見て、温度と開花の関係については、或限度以上の高温条件下では、遮光下においても完全な開花の座止が見られる。一方照明下でも或限度以下の低温度下では、完全に近い開花の行なわれることが明らかになった。

[図版 XI 種々の温度条件下における開花, 参照]

以上の実験から、開花し得る温度の高温限界は大凡

第6表 種々の温度条件下における開花

試験区 (遮光)	開花度	開花の内訳	試験区 (照明)	開花度	開花の内訳
A	92.9°	完全開花	A'	91.4°	開花度 5と4が混在
B	93.8	"	B'	44.7	" 3と2 "
C	95.3	"	C'	22.3	開花度 1
D	16.2	開花度 1	D'	16.6	"
L.S.D.	5%			6.4	
	1%			9.0	

24~27°C, 低温限界は12~14°C以下に存在すると云うことが出来る。この限界温度を今少し詳細に調査した結果は次のようである。

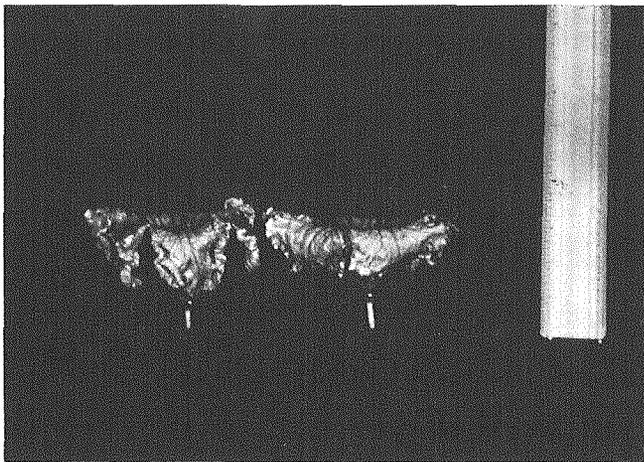
(2) 開花と最低及び最高限界温度

処理時間は開花前日の18時00分から開花当日の6時00分迄とし、それぞれの温度条件下に移し遮光下で開花させた(第7表)。

第7表 開花の最低及び最高限界温度

試験区	開花度
3~5°C	100° 以上
25~26.5	76.6
26~27.5	21.3

低温限界については、3~5°Cの条件下で処理した場合花自体の発育(開花前日の13時00分頃から24時00分にかけて花弁自体が相当伸長する)が劣り形は小さいが、第20図で見ると完全に開花が行なわれ、しかも高温の場合に比し、開花運動に伴って花弁が著しく外側へ反転した。現在迄に行なったどの試験においても、温度が低い程この反転度合の著しくなることが観察された。この結果から、開花の低温限界は3~5°C以下であると云うことが出来る。25~26°Cに処理したもものでは調査個体中「開花度3」が33%、完全開花が67%であり、平均開花度では76.6(開花度4の状態)であって、開花し得る高温の限界がこの温度範囲にあることが肯ける。26~27°Cでは最早調査個体の総てが「開花度1」に止まり、完全な座止が見られた。



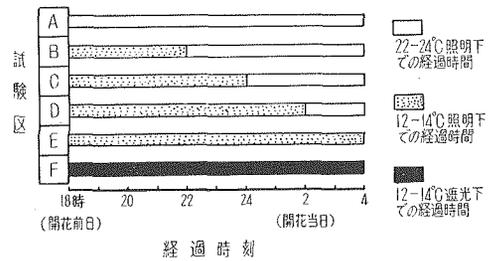
第20図 低温3~5°C条件下での開花状態(花弁の反転が著しい)

(3) 低温(12~14°C)処理と開花

(1)の実験結果によると、温度が12~14°C迄低下すると、照明下においても殆んど完全に近い開花状態を示すのである。そこで開花の誘因をなすと見なされるこの低温下での、開花に必要な経過時間を知るために筆者はこの実験を行なった。

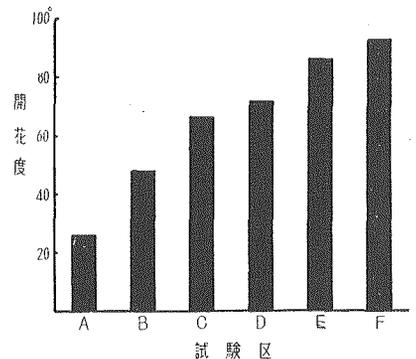
処理は、何れも開花前日の18時00分から開花当日の4時00分迄とし、それぞれの試験区に従って行なった。試験区的设计及び結果は第21,22図及び第8表の通りである。

全時間を22~24°C中に置いたA区に比し、A, B, C, D区の順に12~14°C条件下に長く処理される程、開花度は大となり、完全に近い開花状態を示すに至った。しかしながら12~14°C下で遮光したF区に比較すると、同温度で同一時間照明したE区において開花度やや劣り「開花度4」で座止し、その後開花行動の進行しない個体が認められた。これは実験(1)の結果とよく一致している。以上のことから、照明下で低温(13°C前後)が完全開花の誘因となり得るには、少なくとも約10時間の処



第21図 低温(12~14°C照明)処理と開花の試験設計

- A: 10時間, 22~24°C(照明)
- B: 4 " 12~14°C "
- C: 6 " " "
- D: 8 " " "
- E: 10 " " "
- F: 10 " " (遮光)



第22図 低温(12~14°C照明)処理と開花

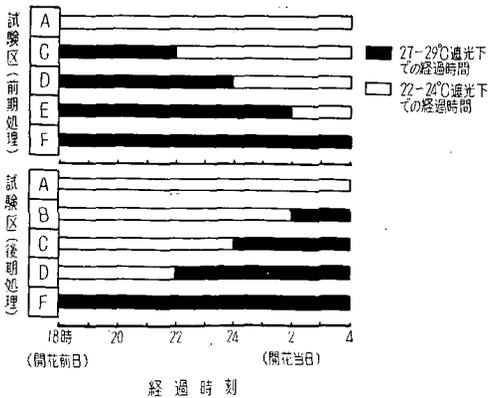
第8表 低温 (12~14°C 照明) 処理と開花

試験区	平均開花度	備 考
A	26.3°	開花度 1と2が混在
B	48.0	" 2と3 "
C	66.0	" 3と4 "
D	72.8	" "
E	85.8	" 4と5が混在
F	93.5	" 5
L.S.D. 5%	6.7	
1%	9.5	

理時間を要すると云うことが出来る。又各区共、開花当日の4時00分以後になっても開花度に変化は見られなかった。[図版X 温度12~14°C (照明) 条件での経過時間と開花, 参照]

(4) 高温 (27~29°C) 処理と開花

(1) の実験結果によると遮光下においても、27~29°Cの高温下では最早開花し得ないことが解った。そこで開花現象の座止要因と思われる高温下での経過時間と開花との関係を知るために、第23図に示す設計に基づいて試験を行なった。処理は、何れも開花前日の18時00分

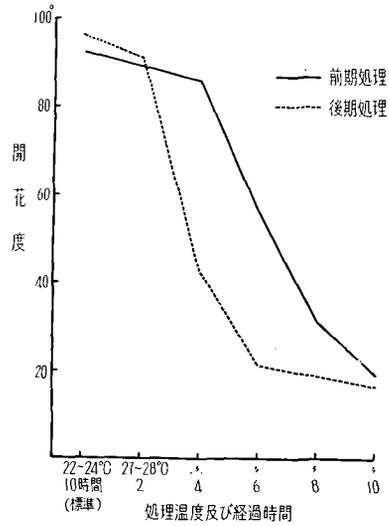


第23図 高温 (27~29°C 遮光) 処理と開花の試験設計

- A: 10時間 22~24°C (遮光)
- B: 2 " 27~29°C "
- C: 4 " " "
- D: 6 " " "
- E: 8 " " "
- F: 10 " " "

前期処理: 開花前日の18時00分即ち、処理開始時刻を基準にして処理したもの。

後期処理: 開花予定時刻を基準にして処理したもの。



第24図 高温 (27~29°C 遮光) 処理と開花

第9表 高温 (27~29°C 遮光) 処理と開花

試験区	開花度	備 考
前期 処理	A	92.5° 完全開花
	C	85.0 開花度 4と5が混在
	D	56.0 開花度 2, 3, 4が混在
	E	31.0 " 1, 2が混在
	F	18.8 " 1
	L.S.D. 5%	17.7
1%	25.1	
後期 処理	A	96.2 完全開花
	B	91.0 " "
	C	43.6 開花度 2(後6の状態になる)
	D	21.3 " 1
	F	16.6 " 1
	L.S.D. 5%	3.1
1%	4.5	

から開花当日の4時00分迄の間に行なったもので、その結果は第24図及び第9表の通りである。

その処理の前期と後期とにかかわらず、27~29°Cの条件下に置かれる時間が長い程座止現象は強く現われた。但し、花蕾の熟度が進んでから処理を受けた後期処理区の方が感応が強かった。即ち、処理時間が前期処理に比しそれぞれ2時間短縮されても、座止の程度は同じか、

なわれた。

これによって、開花は温度変化と直接関係のないことが判った。即ち、或限度内の温度下においては、変温するとしなにかかわりなく完全な開花が行なわれ得るのである。そのみならず、変温と開花時刻との間にも何ら関係のないことが確認された。更に A の 27~29°C 区と B の 27~29°C 区とを比較して見ると、17~19°C の低温で推移したもので、開花前日の夕刻に 27~29°C の高温下に移されると完全な座止現象を示した。しかし 27~29°C の高温で全時間を経過したものに比較すると、座止の程度はいく分軽かった。

[D] 開花に及ぼす光線と温度との相互関係

[B] 及び [C] 項では、光線と温度がそれぞれ単独に作用した場合における開花について検討した。しかし自然状態では、この二要素が種々なる組合せとなって開花に關与する訳である。

本項においては、光線と温度との組合せが開花に及ぼす影響を検討した。

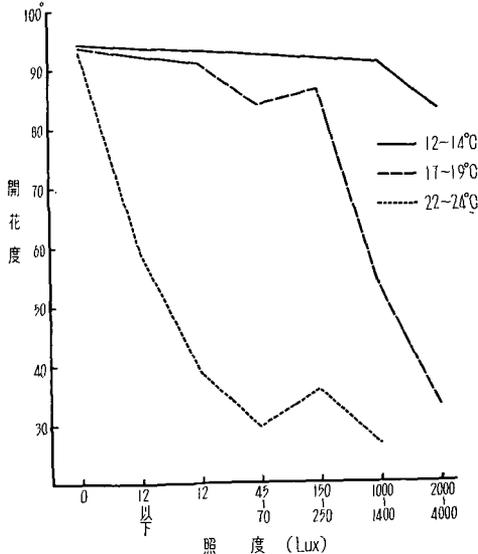
実験材料及び方法は [C] 項に準じて行なった。調査個体数も亦同様である。

実験結果

(1) 開花に及ぼす照度と温度との相互影響

これ迄の試験では照度 500~1000 Lux の下で、種々の温度と開花との関係を検討した。

この実験では温度条件を 12~14°C、17~19°C、22~



第 26 図 開花に及ぼす光線と温度との相互影響

第 12 表 開花に及ぼす光線と温度との相互影響

試験区		開花度	備 考
温度	照 度		
12 } 14°C	0 Lux	94.9°	完全開花
	1000~1400	91.0	開花度 5 の中に 4 が
	2000~4000	83.3	一部混在 4
L.S.D. 5%		3.1	
1%		5.1	
17 } 19°C	0	94.0	完全開花
	12	91.3	開花度 5 の中に 4 が
	45~70	84.3	一部混在 4
	150~250	86.7	"
	1000~1400	50.3	開花度 2 と 3 が混在
2000~4000	30.4	" 2	
L.S.D. 5%		7.0	
1%		10.0	
22 } 24°C	0	93.4	完全開花
	12 以下	59.0	開花度 3 の中に 2 が
	12	39.0	一部混在 2
	45~70	29.3	"
	150~250	34.0	"
1000~1400	26.8	開花度 1 と 2 が混在	
L.S.D. 5%		9.3	
1%		12.8	

24°C の 3 段階に分けて、特に大きな照度も加え、それぞれ異なる照度の下で、開花に及ぼす照度と温度との相互影響を調査検討した。各処理は開花前日の 17 時 00 分或いは 18 時 00 分に開始し、開花当日の 6 時 00 分に調査した。その結果は第 26 図、第 12 表の通りである。

12~14°C の下においても 2000~4000 Lux の照度下では、調査個体の総てが「開花度 4」に止まり、完全開花を見る迄に至らなかった。17~19°C の下では、12 Lux 前後迄は開花は完全に近く、150~250 Lux 迄は全個体が「開花度 4」で座止し、1000 Lux 以上では座止の程度が極めて著しかった。22~24°C の下では 12 Lux 以下で既に座止現象が甚だしく、「開花度 3」に止まりその後進行しなかった。以上の如く開花に及ぼす照度と温度の間には明らかな負の相関関係が認められた。

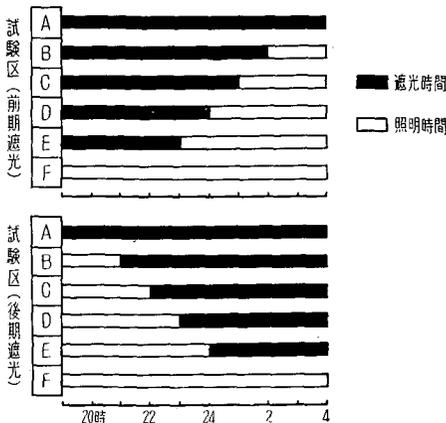
換言すれば、開花現象に対して温度を基準にして述べるならば、低温の場合は照度が或程度大きくても開花出

来るが、高温に推移するにつれて、開花出来得る照度の値は小さくなければならぬ。

(2) 開花に及ぼす温度と遮光時間との相互影響

[B] 項においては 22~24°C の下で実験を行ない、開花現象が起るためには一定の遮光時間の必要なことを述べた。しかし開花に必要な遮光時間の長さが、温度の高低にかかわらず一定であるか否かは疑問である。

そこで開花に対する温度と遮光時間との相互関係を知るために、17~19°C、22~24°C の二つの異なる温度条件下で、それぞれ一定の遮光時間を与え、その開花度について検討した。試験区の設定は第 27 図の通りで、いずれも処理は開花前日の 19 時 00 分から開花当日の 4 時 00 分迄の間に行ない、調査は当日の 8 時 00 分迄引き続き行なった。



第 27 図 開花に及ぼす温度と遮光時間との相互影響の試験設計

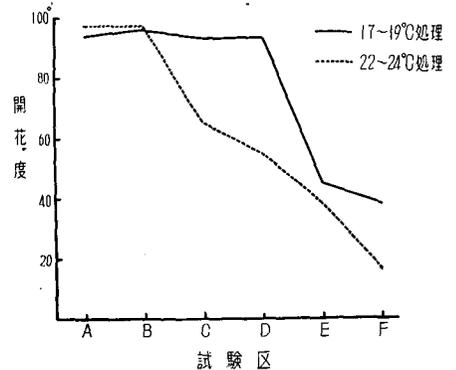
前期遮光

- A: 全時間遮光(標準区)
- B: 処理開始時刻より 7 時間遮光
- C: " 6 "
- D: " 5 "
- E: " 4 "
- F: 全時間照明(標準区)

後期遮光

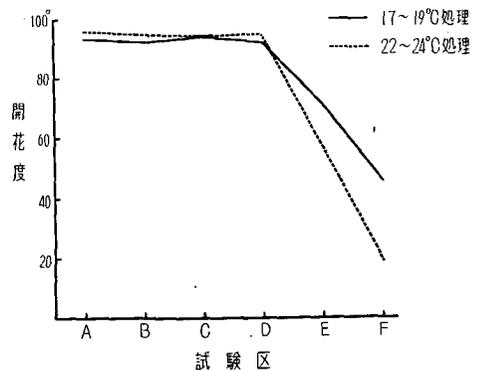
- A: 全時間遮光(標準区)
- B: 開花予定時刻より 7 時間遮光
- C: " 6 "
- D: " 5 "
- E: " 4 "
- F: 全時間照明(標準区)

その結果を前期遮光区について見ると、第 28 図、第 13 表の通りである。17~19°C の低温下に処理されたものは、5 時間の遮光時間が与えられると完全開花を示すに反し、22~24°C のものでは完全開花には 7 時間以上の



第 28 図 開花に及ぼす温度と遮光時間との相互影響(前期遮光)

遮光を要し、6 時間の場合において既に明らかな座止現象が見られ、「開花度 3」に止まってその後開花は進行しなかった。即ち、低温下では高温の場合に比し、開花に必要な遮光時間は短かくて足りると云うことが確かめられた。次に後期処理のものについては第 29 図及び、第 13 表に示す如く、17~19°C 及び 22~24°C の両者共、5 時間以上の遮光で完全な開花が行なわれた。



第 29 図 開花に及ぼす温度と遮光時間との相互影響(後期遮光)

以上の結果によると、開花に要する遮光時間が早期(花蕾の未熟な中)に与えられた場合は、温度が或限度内で低い方が、高温の場合に比し短縮された。しかし開花予想時刻から逆算して処理した場合、即ち、花蕾の熟度が或程度進んでからでは、温度の高低によって開花に必要な遮光時間に差が認められなかった。

又前期、後期共に遮光時間の短縮によって座止現象が起こる場合、その座止の度合は低温の場合に比し、高温下に処理されたものにおいて著しく現われた。

第13表 開花に及ぼす温度と遮光時間との相互影響

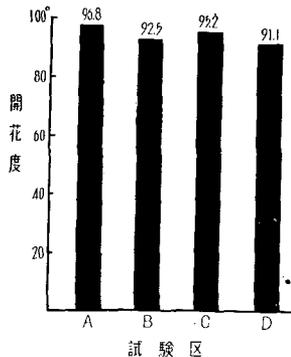
試験区	17 ~ 19 °C		22 ~ 24 °C		
	開花度	備考	開花度	備考	
前期遮光	A	94.7°	完全開花	98.2°	完全開花
	B	96.3	"	97.3	" 後、開花度6
	C	93.0	"	65.1	開花度 3
	D	93.3	"	55.0	" 2と3混在
	E	45.0	開花度2と3混在	38.7	" 2
	F	38.6	"	16.0	" 1
L.S.D.	5%	11.8		15.4	
	1%	16.8		21.6	
後期遮光	A	93.7	完全開花	96.2	完全開花
	B	92.0	"	98.2	"
	C	94.0	"	95.1	"
	D	92.7	"	94.2	" 後、一部のものが開花度6
	E	71.3	開花度3	57.0	開花度2と3混在
	F	46.3	" 2と3混在	19.6	" 1と2 "
L.S.D.	5%	9.2		17.7	
	1%	13.1		24.8	

[E] 開花に及ぼす湿度の影響

前記 [B], [C] の項と同様の鉢植を用い、一定の熟度に達した雄花を、開花前日の夕刻に湿度条件の異なった恒温器中に入れ、翌朝の開花状態を調査した。

実験結果

開花前日の18時00分に温度22~24°Cの下で、それぞれの湿度条件下へ処理し、遮光した。翌日の6時00分



第30図 湿度と開花

- A: 温度 22~24°C, 湿度 55~60%
- B: " " " 65~70%
- C: " " " 83~85%
- D: " " " 94~97%

に調査した結果は第30図の通りである。

調査個体数は1処理毎に9個体宛で、1区3個体の3反復とした。

結果はA, B, C, Dの各区共完全な開花を示し、その間に差異が認められなかった。

次に第14表及び【図版 XIII, XIV】に示す如く切花を用い、デシケーターで10~12°C及び22~24°Cの温度下で、湿度を100%に保ち、その開花状態を観察したが、全く空気の流動がなく関係湿度が飽和の状態に置かれた場合でも、何等異常を来たすことなく完全な開花が行なわれた。但し他の条件が同一であっても、湿度が100%或はこれに近い高湿度の場合は、低湿度の場合に比較し開花後早期に「開花度6」の状態になることが観察された。他の試験においても亦同様で、特に或程度高温で多湿の条件下に置かれている程この傾向が著しかった。

第14表 湿度と開花

温度 (°C)	湿度 (%)	開花度	開花時刻 (時・分)
10~12	100	95.6°	4.10
	75~80	99.5	4.16
22~24	100	91.6	4.25
	75~80	94.2	4.20

[F] 考 察

筆者が自然条件下における南瓜の開花について観察した結果によれば開花は極めて早朝に行なわれ、然も季節が遅れるにつれて開花時刻は早まった。又開花は集中的に短時間中に行なわれ、約1時間以内に大部分の花蕾が開花を終了するのである。渡辺⁹³⁾が菜豆について御園生^{31), 32), 33)}が燕麦, *Brome Grass* について、加茂²²⁾等が稲について調査した結果では5~6時間、江口⁹⁾がねぎで調査したものでは約8時間に亘って開花が行なわれるのであって、南瓜の開花はこれ等作物の開花とは大いにその様相を異にする。

また南瓜の一個の花について見ると、開花が開始されてから完了する迄の時間は甚だ短かく約1時間以内に完了し、極めて規則正しいものである。

光線、温度、湿度の調査結果と開花現象とを比較検討して見ると次の如くである。

先ず光線については最初、南瓜の開花は極く早朝日出と同時に進行されるように見えるところから、開花は日出と共に逐次強まる光線の作用によるものではないかと予測されたのである。しかし第3回と第4回の調査結果では、日出の遙か以前即ち、暗黒中でも立派に開花が行なわれる事実からして、早朝の曝光と開花との間には直接関係のないことが判った。しかし季節が遅れるにつれて開花前日の日没が早まるので、翌朝開花すべき花はそれだけ早く遮光状態に置かれる結果になるのである。

今日迄、南瓜の開花現象と環境要素との関係について行なわれた実験結果は極めて少ないが、SEATON⁴⁶⁾は自然条件下での観察において、温度が開花適温である場合には、明らかに開花は太陽光線に影響されるものであると述べている(その裏付けとなるべき実験結果は示されていない)。

高嶋⁵²⁾は、南瓜の開花には光線と温度、特に夜明けの温度の上昇が重要な役割を果していることを指摘し、実例として、南瓜(*C. moschata*)は宮崎県において、雌花は3時30分、雄花は2時00分に約半数が開花²⁶⁾するのに対し、一方青森県では雌雄花共に4時30分に開花している¹²⁾ことを記述し、夏至における日出時刻を緯度で調べて見ると北緯30°(屋久島附近)では4時24分、同じく40°(秋田、岩手の北部)では3時49分である。即ち、九州では日出が遅いにもかかわらず早く開花し、東北地方ではこれに反する。これはその時刻の土地の気温の相違によるものと考えられると述べ、従って両者の中

間に位する京都(北緯35°)における調査⁵²⁾では、その開花時刻も亦(雌花3時53分、雄花3時59分)両者の中間を示したのであろうと見て、開花は日出と共に上昇する気温に支配されるものであろうと説明している。

なお同氏の京都における *C. maxima* についての調査では雌花の開花時刻は5時02分、雄花のそれは4時53分(7月8日~28日)となっている。この調査は7月8日~28日において行なわれたものであるから、筆者の行なった第1回調査期と第2回調査期との中間に当たる訳で、北海道(札幌)におけるその中間時期に相当する開花時刻は計算上4時58分となり、札幌では京都より遅れて開花することになる。このことは札幌(北緯43°強)は京都(北緯35°)に比して高緯度に位するので、緯度が高くなるにつれて開花時刻(同一時期)が遅れると云うこの一連の考え方は肯ける。しかしながら、同一地の札幌で季節が遅れるにつれて、開花時刻が早まると云う事実は緯度関係からして説明することは不可能である。

筆者の調査結果から見ると、温度と開花との関係については時期が進むにつれて開花一定時間前の気温の降下度に差があるので、自然状態での観察では開花と温度との間には密接な関係が存在するかのように見える。

湿度と開花との関係については SEATON⁴⁶⁾が湿度が低く、高湿度の時は開花時刻が遅れると報告している。筆者の本調査結果では、調査季節が遅れるに従って開花時刻前後の温度が低下し、それにつれて湿度も低下を来たすが、開花時刻前後では各調査期の間に1~3%の差を生ずるに過ぎなかった。従ってこの湿度の差が南瓜の開花の直接原因をなすものとは認め難い。

次に開花と各環境要素との関係について行なった実験結果について検討すると次のようである。

実験の結果南瓜の開花現象は光線の作用により誘発されるものではなく、むしろ或る長さの遮光によって誘発されるものであることが判った。これとは反対に蕾に対して連続照明を行なった場合は完全な開花座止現象が起るのである。

南瓜については前述のように SEATON⁴⁶⁾、安田⁶⁵⁾が誤った観察に基づいて、恰も開花には光線が必要であるかのように述べている。他の植物については、STOPPEL⁵⁰⁾等が「きんせんか」(菊科 *Calendula* 属)等の頭状花は人工的に連続照明をすると閉花し、この花に1時間の遮光処理を与えると開花することを述べ、BALL³⁾は *Turnera ulmifolia* L. var. *elegans* (南米原産の草花)について実験を行ない、自然状態では早朝日出後約2時間

で一斉に開花するが、夜間連続照明を行なうことによって完全な開花の座止現象が見られ、開花と光線との間には密接な関係のあることを報告している。又三好³⁷⁾はシャボテン (*Cereus triangularis*) が夕刻開花し、翌朝に至って閉花することを観察し、これは暗黒によるものであると述べている。

次に筆者が南瓜の開花を誘発するために必要な暗黒時間の長さについて実験した結果、開花の誘因をなすこの暗黒時間の長さは、花蕾の熟度によって異なり、発育が進んでからでは未熟な場合に比し短かくてよいことが判明した。即ち、開花時刻に近づいてからの方が花蕾は暗黒に対して敏感に感応した。但し開花に必要な遮光時間が与えられると直に開花行動を起こすものではなく、遮光処理が行なわれ始めてから、約8~9時間後にその行動を開始するものであることを知ることが出来た。花蕾の発育程度と光線とに関した報告としては BALL³⁾ が前記の植物についての報告の中で、光線の開花抑制能力は花蕾の発育が進んでから (開花時刻に近づいてから) の方が、未熟の場合に比し強いと述べている。

照度と開花との関係については、開花座止は甚だ弱い光線 (12 Lux 以下) の存在においても明らかに認められ、照度の強弱によって座止の程度に明確な差異を認め難い。更に光線の可視部においては波長の相違によって開花座止の程度に差は見られず、又紫外線の存在は、可視光線同様に開花行動を異常ならしめ、光源からの距離が近い程座止の程度は強く現われたのである。

BALL^{3),4)} が *Turnera ulmifolia* L. var. *elegans* を用いての実験結果によると、光線による開花の抑制は照度が大である程著しく、可視部光線の種類では、赤色光が最もその抑制能力が大きいと述べている。この植物は早朝における一斉開花、或いは連続照明が開花の座止現象を起こさせる等、南瓜とよく似た開花習性を持っているものようであるが、可視部光線の照度の差或は光線の種類によって開花に及ぼす影響が異なる等の点では南瓜とその趣を異にしている。

従来禾穀類についてなされた開花と光線に関する報告を見ると、光線の有無、強弱、種類等は開花行動の遅速或はその盛衰に從的要因として関与しているのであって、開花の成否を支配するものではないことが述べられている^{17),22),31),34),36),39)}。

今日迄南瓜の開花と温度との関係について詳細に検討したものは見当たらないが、SEATON⁴⁵⁾ は自然条件下での観察において開花の適温は 10~12.8°C であると述べている。しかし筆者の結果では、開花現象そのものに対す

る遮光下における開花可能なる温度範囲 (開花前日の 18 時 00 分から開花迄の) は極めて広く、5°C 以上 25°C の間では何れも正常で、しかもその開花時刻は規則正しく、極めて整一であった (自然条件下で開花時刻前後の温度が 5°C 近くになっても、正常開花の行なわれることは既に [A] 項で述べた通りである)。

禾本科植物の開花について検討された結果^{22),31),33),36)} によると、開花一定時間以前の変温が開花の主要な誘因をなすことが明らかにされている。南瓜について変温と開花との関係を吟味した結果、両者間には全く関係が見られなかった。即ち、自然界で過期的に繰返される温度変化が開花行動の成否、或いは時刻に直接影響を及ぼすものではない。

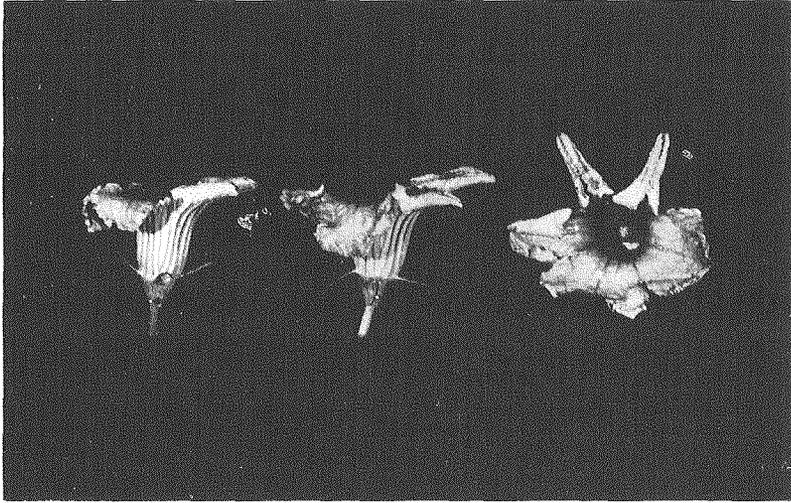
[A] 項において自然条件下で開花時刻を調査した結果、季節が遅れるにつれて開花時刻が早まることを認めた。その主要因は本実験結果から見て開花時刻は温度に関係がないのであるから、温度の低下によるものではなく、日照時間の短縮によって夕刻の遮光時刻が早められることに起因するのではと云うことが出来る。

以上開花と光線並びに温度との関係について検討して来たのであるが、一定の温度範囲内 (13~25°C) では、あくまでも開花行動の直接的な主要因は遮光であって、光線の存否 (照明或は遮光) が開花運動の成否を支配しているものであることは、次の二つの事実が更によくこれを実証している。

即ち、第一に鉢植された 1 個体の植物に着生した、熟度の等しい 2 個の花蕾に対し、開花前日の 18 時 00 分に 1 個には黒袋をかけ、温度 21~23°C の下で、500~1000 Lux の照度で連続照度明を行なった。その結果 [図版 XV] に示すが如く、黒袋を掛けたものでは完全な開花状態を示し、他の 1 個は「開花度 1」に止って完全な座止現象が見られた (黒袋内外の温度差は平均 0.5°C 以下であった)。

次に 17~19°C の温度条件下で、一定熟度の花蕾に対して一側より直角に、12 Lux の照度で光線を当てると、第 31 図の如く、光線を受けた側の花弁は巻込みが激しく完全に開綻出来ないのに反し、光線を受けない裏側の花弁は完全な展開状態を示した。照度がこれより強くなると、開花行動が途中で座止し、この現象は見られなかった。恐らく散光が裏側に迄及ぶためと推測される。

さて、開花に対する光線と温度との相互関係についてであるが、別の機会にこれ迄の実験に用いた温度よりも更に低い温度 (8~10°C) 下で、照度の強弱と開花との関係を検討したところ、2000 Lux の照度下でも完全な開



第31図 温度17~19°C, 照度12 Luxで一側より直角に照射した場合の特異な開花
左より2個は, 右側から直角に光線を受けたもの。
右の1個は, 上の側から直角に光線を受けた花を直上から見たもの。

花を示した。【図版 XVI 参照】この結果をも併せて南瓜の開花に及ぼす光線と温度との関係について、今迄の結果をまとめて模式的に表すと第32図の通りである。

即ち、両者間に明らかな負の相関関係が見られ、開花現象を対象として両者を比較検討すると、低温であれば照度は或限度内で強くても開花し得るが、高温に推移するにつれて開花可能な照度の範囲は縮小し、限度を越えると最早開花は不可能になる。光線を基準にして考え

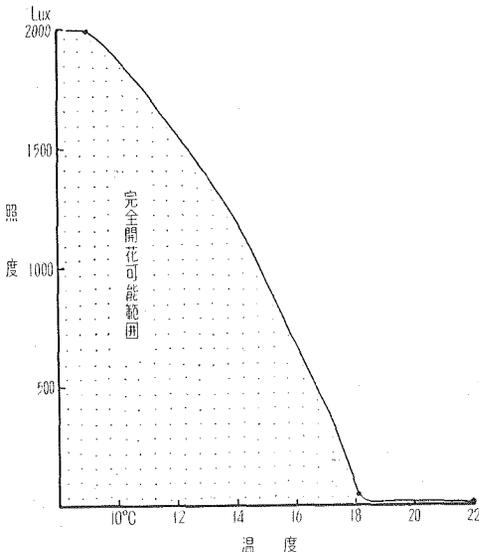
ても温度について全く同様のことが云える。又温度と遮光時間との関係については、花蕾の熟度が進んでからではその間に差が認められない。しかし未熟な内は低温下に処理されることによって、必要遮光時間は短縮(約2時間)されることが明らかになった。

次に開花と湿度についてであるが、SEATON⁴⁶⁾は、南瓜属の開花は温度が10.0~12.8°Cで湿度が75%以上の時は、開花時刻が正午か或いはそれ以後になる。一方温度が高く湿度が低い時には、開花時刻が早まり、行動が敏速であると述べている。しかし本実験では温度が10~12°Cで湿度を100%にした場合においても、75~80%の湿度条件下に置かれたものと異ることなく完全に開花し、開花時刻の間にも何ら差異が認められなかった。以上の結果から、禾穀類等におけると同様に、湿度は直接南瓜の開花現象を支配する要因ではないことが判る。

今日迄、禾本科作物の稲²²⁾、燕麦³¹⁾、粟³⁶⁾等について検討された結果では、或湿度条件下では開花現象が活潑になると云う傾向はあるが、開花現象が湿度状態の如何によって支配される事例は一つも報告されていない。又BALL³⁾の南米原産の前記植物についての実験においても同様のことが述べられている。

III. 開花時刻の人為的コントロールについて

II項において、筆者は開花現象と光線、温度、湿度との関係を究明した。その結果、直接開花に関係の深い要素は光線と温度であって、照度及び温度条件が或限度内



第32図 開花可能な光線の照度と温度範囲

におかれた場合にのみ、正常な開花現象の行なわれることが明らかになった。従って一定熟度に達した花が、人工的に早期に開花し得る条件下に移されると、自然状態に置かれたものよりも早く開花し、逆にその条件が遅れて与えられると、それだけ開花現象は遅れて開始される。即ち、人工的に開花時刻をコントロール出来る筈である。本実験はこの点を検討するために実施した。

材料及び方法

I項におけると同様、鉢植材料を用い一定熟度に達した雄花のみを使用した。

方法は、開花促進のための処理については、予備試験の結果、開花前日の処理を余り早期にさかのぼって実施しても促進効果の上らぬことが判ったので、10時00分以降適宜時刻を決めて処理を行なった。遅延のための処理の場合は、開花前日の21時00分以降適当の間隔で処理を遅らせ、開花を遅らせ得る限度を確かめた。試験の温度条件は17~19°C、22~24°Cを主として用い、一部12~13°Cをも用いた。光線を必要とするときには特殊の場合を除き照度500~1000 Luxのものを使用した。

供試個体数は1処理毎に9~12個体宛で、1区3~4個体の3~4回反復とした。なお試験設計の詳細については以下その都度説明を加えることにする。

実験結果

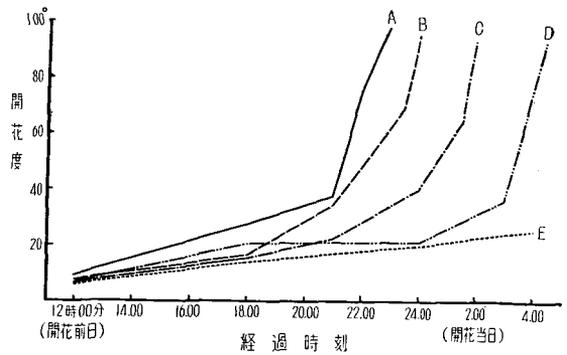
(1) 開花の促進

試験区の取り方は第15表の通りであり、その結果は第33、34図及び第16表の通りである。温度条件17~19°Cの場合は、10時00分に遮光処理を施すことによって、標準区Dに比し約5時間半さかのぼった22時53分に、完全開花を誘起させることが可能であった。その後12時00分、15時00分と処理が遅れるにつれて開花時刻も逐次遅れを来たし、それぞれ23時58分、1時45分となった。

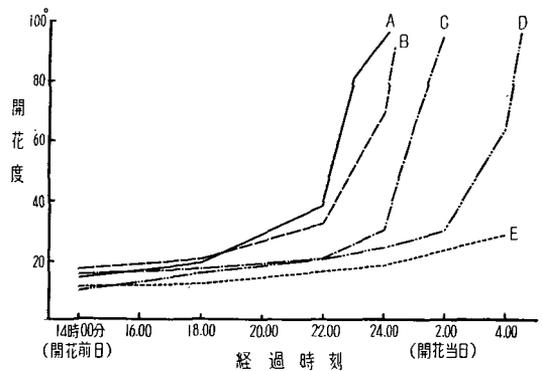
第15表 開花促進に関する試験設計

試験区	処 理 条 件	
	温度 (°C)	光 線
A	17~19 22~24	開花前日の10時00分から開花完了迄遮光
B	"	" 12時00分 "
C	"	" 15時00分 "
D	"	" 18時00分 "
E	"	試験開始後終了迄連続的に照明

D, Eは標準区



第33図 17~19°C条件下での開花促進



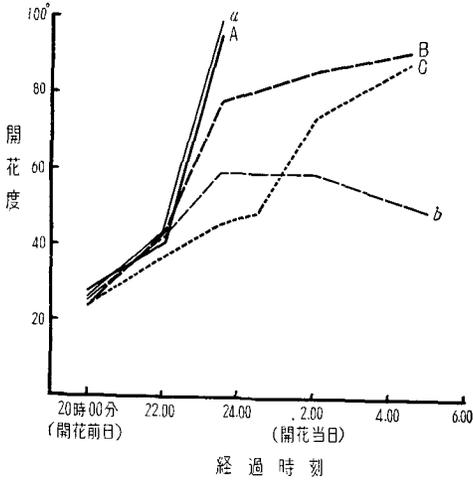
第34図 22~24°C条件下での開花促進

第16表 人為的開花の促進

試験区	17~19°C		22~24°C	
	開花度	完 全 開花時刻 (時.分)	開花度	完 全 開花時刻 (時.分)
A	97.4°	22.53	96.0°	0.05
B	95.4	23.58	90.0	0.17
C	94.1	1.45	95.0	1.54
D	93.0	4.20	96.0	4.32
E	25.7	—	24.0	—

温度が22~24°Cでは、処理時間が前者同様10時00分の場合においても、標準区Dに比し約4時間半早い0時05分より早く、開花時刻を促進させることは出来なかった。処理時刻が12時00分、15時00分と遅れるに従って、それぞれの開花時刻は0時17分、1時54分となった。

以上のことから、処理時間中の温度が或程度以上に高いと、低い場合に比し開花促進の効果が減殺されるものであることが判る。特に花蕾の熟度が或程度以上に達してからでは差は見られないが、花蕾の未熟なうち程その



第35図 照度の低下と開花促進

- A: 温度 17~19°C, 開花前日の 12 時 00 分から開花完了迄, 遮光
- B: 温度 17~19°C, 開花前日の 12 時 00 分から開花完了迄, 12 Lux で照明
- C: 温度 17~19°C, 開花前日の 12 時 00 分から開花完了迄, 150 Lux で照明
- a: 温度 22~24°C, 開花前日の 12 時 00 分から開花完了迄, 遮光
- b: 温度 22~24°C, 開花前日の 12 時 00 分から開花完了迄, 12 Lux で照明

傾向が著しい。次に照度の極めて低いところに処理されても、遮光下と同様の促進現象が見られるか否かを吟味した。その結果は第35図に示す通りで、本実験の範囲内では、12 Lux 前後の極めて弱い光線の存在の下においても、開花の促進を誘発することは出来なかった。【図版 XVII の左側及び XIII の 1、参照】

(2) 開花の遅延

前述のように或定まった条件下では、開花時刻を或程度迄促進させ得ることが明らかになった。それならば、反対に或る時刻迄人工的に開花を抑制する条件を与えて置き、その後開花し得る環境条件下に移すことによって開花時刻を遅らせ得るか否かを検討した。

試験設計は第17表に示す通りである。

結果は第36、37図及び第18表の通りである。即ち、17~19°Cの温度下においては、標準区であるA区より9時間遮光処理を遅らせることによって、開花時刻を約7時間半遅らせることが出来た(E区)。更に遮光処理の時間を遅らせた場合は、F区で見られるように或程度迄開花度は増進するが、途中で行動が停止し、座止現象を呈する。このような花ではその後間もなく「開花度6」の状

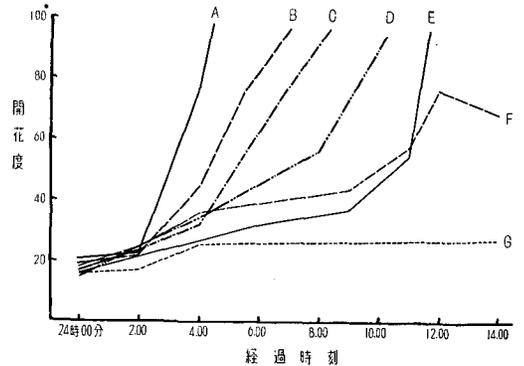
った。

22~24°Cの下では、前者と全く同様の取扱いをしても標準区Aに比し約1時間半開花時刻を遅らせ得るのみで

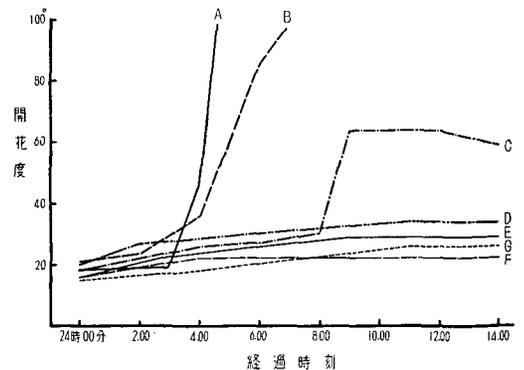
第17表 開花遅延に関する試験設計

試験区	処 理 条 件	
	温度 (°C)	光 線
A	17~18 22~24	開花前日の18時00分から開花完了迄遮光
B	"	開花前日の18時00分から、21時00分まで人工照明、以後開花完了まで遮光
C	"	開花前日の18時00分から、24時00分まで人工照明、以後開花完了予定時刻まで遮光
D	"	開花前日の18時00分から、開花当日の2時00分迄人工照明、以後開花完了予定時刻まで遮光
E	"	開花前日の18時00分から、開花当日の3時00分迄人工照明、以後開花完了予定時刻まで遮光
F	"	開花前日の18時00分から、開花当日の4時00分迄人工照明、以後開花完了予定時刻まで遮光
G	"	試験開始後終了迄連続的に照明

A, G は標準区



第36図 17~19°C条件下での開花遅延



第37図 22~24°C条件下での開花遅延

第 18 表 人為的開花の遅延

試験区	17~19°C		22~24°C	
	開花度	完 全 開花時刻 (時.分)	開花度	完 全 開花時刻 (時.分)
A	98.0°	4.21	99.0°	4.36
B	96.2	7.00	93.6	6.56
C	96.0	8.19	64.0	—
D	94.0	10.12	34.0	—
E	97.0	11.40	29.0	—
F	76.0	—	22.0	—
G	26.0	—	26.0	—

(B区)その上更に遮光処理時刻を遅らせても、C区で見られるように「開花度3」の状態に止まり、その後開花は進行しなかった。

このように温度が低い場合は、開花誘起のための遮光処理を遅らせることによって、相当長時間に亘って開花時刻を遅延させ得るが、温度が或程度以上に高まると、開花時刻を遅らせる範囲は著しく短縮される。[図版 XVII の右側及び XVIII の 2、参照]

(3) 開花促進と温度との関係

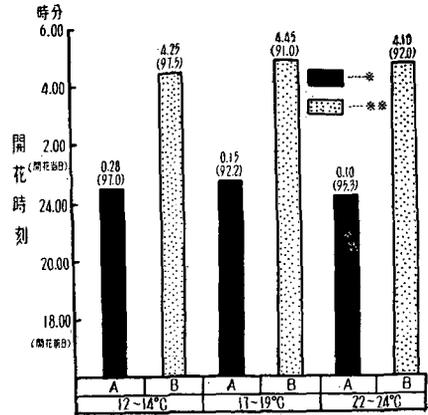
前述のように人工的に開花を促進或いは遅延させようとする場合、温度が或程度低い場合において、促進、遅延の双方共確実にその目的の達せられることが明らかになった。そこで本実験では、開花を促進させる場合の開花時刻と温度との間に、一定の傾向が見られるか否かを確めた。

先ず試験 1 として、12~14°C、17~19°C 及び 22~24°C の三種の温度条件下で、それぞれに 12 時 00 分と 18 時 00 分から遮光した 2 区を設けて比較した。

その結果は第 38 図の通りで、12 時 00 分から遮光した各 A 区間に一定の傾向は見られない。しかしこの場合はそれぞれの温度条件下に移されると同時に遮光処理をも加えられている。従って温度と遮光との相乗作用ということになる。そこで一歩進めて、温度単独の開花促進時刻に及ぼす影響を知るために次の実験を行なった。

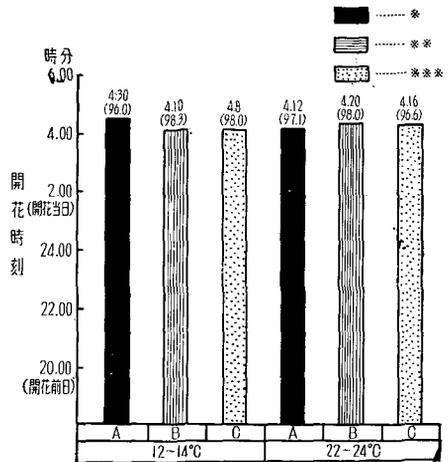
試験 2 として、温度は 12~14°C と 22~24°C の 2 区分とし、それぞれの温度下に 12 時 00 分、15 時 00 分及び 18 時 00 分の 3 回に分けて移し入れ、各区共 18 時 00 分から遮光した。

その結果は第 39 図の通りで、各区の間に殆んど差異



第 38 図 開花促進と温度との関係

* 12 時 00 分から遮光したもの
 ** 18 時 00 分から遮光したもの
 () 内の数字は開花度を示す



第 39 図 開花促進と温度との関係 (遮光時刻が各区同時の場合)

* それぞれの温度に 12 時 00 分から処理した
 ** それぞれの温度に 15 時 00 分から処理した
 *** それぞれの温度に 18 時 00 分から処理した
 各区共 18 時 00 分から遮光した
 () 内の数字は開花度を示す

が認められなかった。

従って開花の促進は、本試験に用いた温度範囲内では温度の変化には関係なく、直接的には遮光に起因して起こるものと云うことが出来るのである。

(4) 考 察

南瓜の開花時刻の人為的コントロールの可否、及び開花時刻の遅速に関与する主な環境要因等について検討を

加えた。開花の促進については、温度条件により差はあるが、自然に放任されたものに比し平均約5時間半早く開花させることが可能であった。しかして開花促進の直接主因をなすものは、光線の遮断即ち、暗黒処理により惹き起されることが明らかになった。IIの[A]項で、南瓜の自然条件下における開花時刻は季節の経過と共に促進されることを述べたが、それは季節の遅れに伴って日没の早まること(早く遮光処理をうける)に起因していることを、本試験結果が明白に立証しているのである。しかし、温度が或程度以上高い場合は低温な時に比し促進効果が減殺されることから見れば、温度も又間接的にこれに関与しているものと考えらるべきであろう。

開花時刻のコントロールに関しては御園生^{33),35)}が燕麦について研究し、温度を人為的に変化させることによって、即ち、上昇した温度を或程度低下させることにより、通常午後が開花すべきものを午前中にも開花させることが出来、又開花時刻の遅延も可能なことを述べている。

宮司³⁶⁾は粟について、開花前に30°Cの高温下に置き、これを一旦17°C前後の低温下に処理し、再び30°Cの高温下に移すことによって開花を一斉に惹き起すことが出来る。即ち、開花前の変温を人為的に施すことによって、任意に開花時刻をコントロールすることが出来ると述べている。

加茂²⁹⁾は稲について温度24~29°Cの下で強い光線の下から照度の減退されたところに移すことは、鱗皮に作用してその急激な膨張を惹き起こし、稲花の開花作用を促進せしむる直接的原因をなすが、但し完全な光線の遮断は要しないと報告している。なお稲の場合、照度を低下させると開花時刻が促進される一方、連続照明をすると、一日中時刻にかかわらず次々と開花が続行されると言うことである。これ等の報告では同じ禾穀類でありながら、燕麦、粟は温度の変化、稲は照度の変化が開花促進の主因をなし、しかも、このような環境要素の変化が人為的に施されると、1~2時間後には既に開花行動の開始されることが確認されている。

筆者が行なった南瓜の開花の遅延については、温度が或限度を越えると殆んど不可能であるが、一定限度内の温度条件下では遮光時刻を遅らせることによって約7時間半開花時刻を遅延させることが出来た。開花の遅延については渡辺⁶⁹⁾が菜豆について検討し、平均12.6°C位の低温下に置かれた個体を2~6時間平均24.5°Cの温度下に移すことによって、1部の花の完全開花時刻を、普通開花のものに比し2~6時間遅らせることが出来ると報

告している。なお亦、南瓜における筆者の実験では、開花の促進、遅延何れの場合も禾穀類、菜豆等の場合のように開花時刻が各花によって広く分散することはなく、開花は1~1時間半位の間に集中的に完了し、それ以外のもは座止現象を起し、その後に至って開花行動を惹き起こすことはない。

IV. 開花現象の形態並びに組織学的観察

開花現象と環境要素との関係については前項迄において詳しく述べたところであるが、環境条件のいかんによって正常な開花の行なわれ得る場合と、途中で座止現象を起す場合とが生ずる。この原因を出来るだけ本質的に究明しようとして、花卉の発育過程或は花卉中肋細胞を組織学的に検討したのがこの実験である。

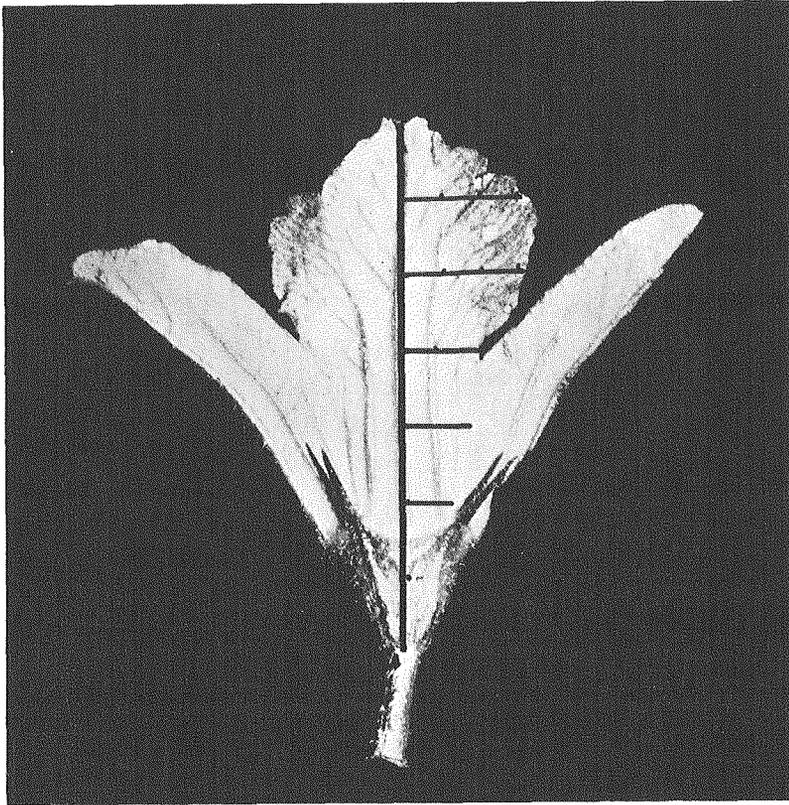
材料及び方法

材料はII項の場合と同様に鉢植とし、それぞれの試験設計に従って処理した花の花卉について調査を行なった。即ち、どの実験においても正常に開花し得る条件(温度12~14°Cで照明、22~24°Cで遮光)、開花が座止する条件(温度22~24°Cで照明、27~29°Cで遮光)とに分けて処理し(以下この二つの条件を単に開花可能条件及び開花座止条件と呼ぶことにする)、開花当日の6時00分迄の間に調査を行ない、必要に応じて試料を採集した。各処理は何れも開花前日の18時00分から開始した。照明を必要とする場合は照度500~1000 Luxのものを使用した。

花卉の発育に伴う形態の変化を調査する場合には、自然状態に置かれた鉢植材料の翌朝開花する花蕾に対して、開花前日の12時00分に、第40図に示す如く、花卉の外側に縦軸は花卉の先端部から基部へ向けて、花卉中肋に1cm毎に標識を入れ、横軸については花卉の中肋を起点にして、葉縁に向け0.5cm毎に標識をつけ、3時間毎にその伸長度を測定した。なお横軸の測定で花卉基部の筒状部については、隣接花卉中肋迄の幅を測り、それを二分して花卉の幅と見なし記載した。

花卉中肋細胞の形態的な変化を調査するには、開花当日の6時00分に採集した試料(花卉先端部から2cm切除し、その基部1cmの間で採集した)を固定して、カーボワックス(分子量1500と4000のものを取扱う部屋の温度条件に応じて適宜混合して用いた)中に埋藏し、ミクロトームを用い縦軸に平行に、又花卉面には垂直の切片(厚さ15 μ)として検鏡測定した。

両実験共試験区のとおり方は次の通りである。



第40図 花弁の外形形態的成長の測定法

A区	温度	12~14°C	開花前日の18時00分から最後迄	照明
B "	"	22~24°C	"	遮光
C "	"	"	"	照明
D "	"	27~29°C	"	遮光

実験結果

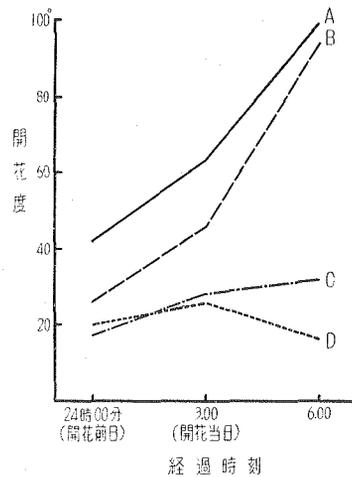
(1) 開花運動に伴う花弁各部の伸長

自然状態で栽植された鉢植材料の翌朝開花する花蕾に対して、前述の如く12時00分に測定のための標識をつけ、18時00分に前述の試験区に従って処理を行なった。

調査個体数は各処理毎に4個体宛(1植物の1花の1花弁を単位とし4花宛使用した)で、1区2個体の2反復とした。

開花前日の12時00分から開花当日の6時00分迄の間、3時間置きに調査した結果は第41図及び第42図A, B, C, Dの通りである。

縦軸方向では、何れの場合も最基部を除き全体的に伸長するが、先端に近い部分の伸長が最も著しく、向先の

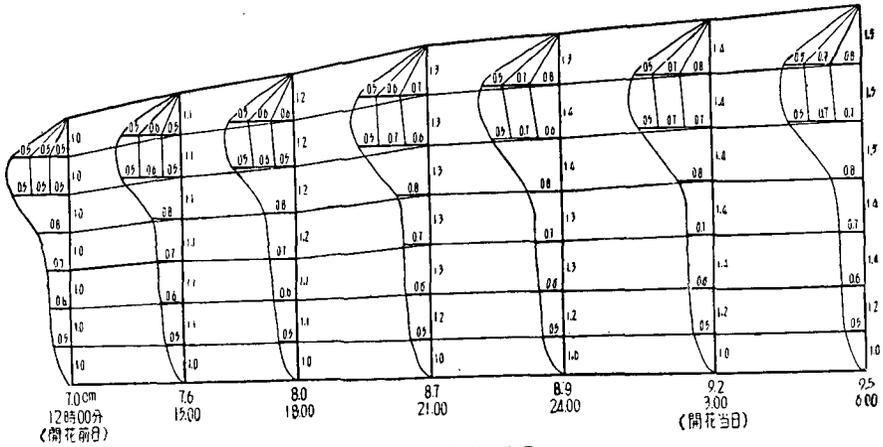


第41図 花弁各部の伸長度調査の場合における各区の開花度

成長を示した。又冬調査時刻の伸長の度合を見ると、各区共開花前日の12時00分から同日の21時00分頃迄の

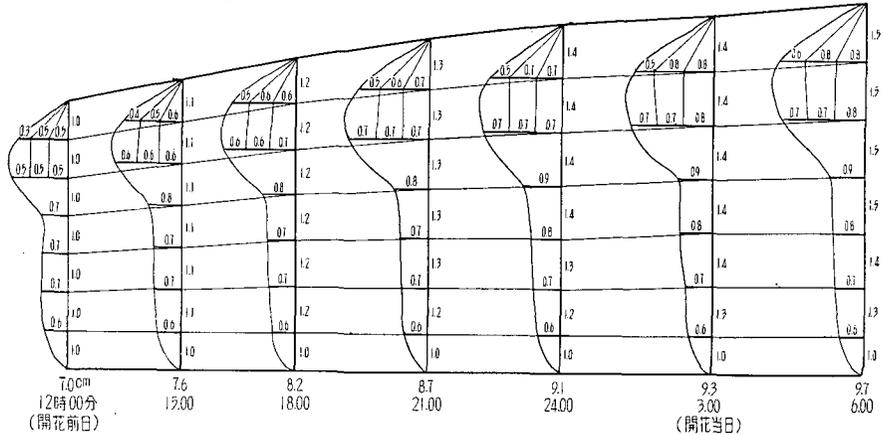
第42図 開花に伴う花卉の外部形態的成長

A 温度 12~14°C, 照明



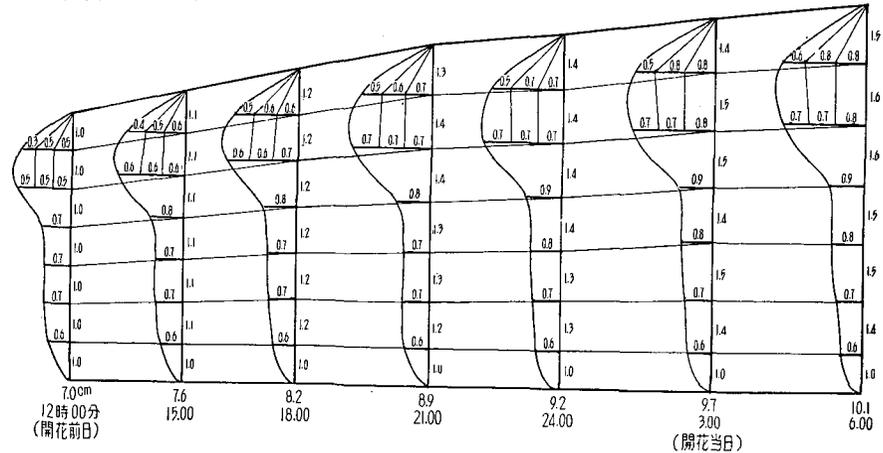
調査時刻と花瓣の全長

B 温度 22~24°C, 遮光



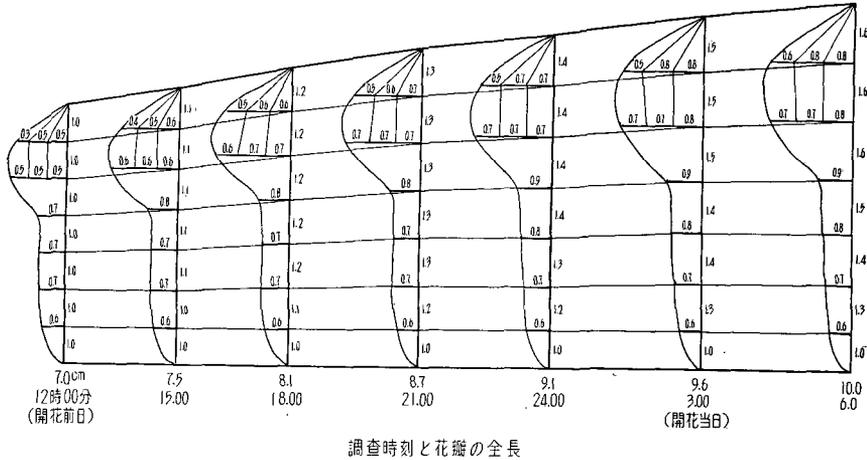
調査時刻と花瓣の全長

C 温度 22~24°C, 照明



調査時刻と花瓣の全長

D 温度 27~29°C, 遮光



調査時刻と花冠の全長

間に速かな成長を示し、その後開花終了迄の伸長度は前時刻に比し劣ることが判った。

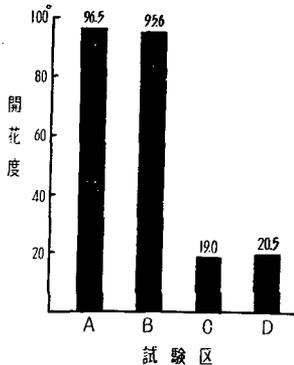
又開花可能条件と座止条件下に置かれたものとの比較では、花卉外側の縦軸の伸長度においては後者が前者に比し勝っていた。

花卉内側の伸長状態を形態的立場で測定することは不可能なため、各試験区間のこの部分の比較は出来なかった。

(2) 開花運動に伴う花卉中肋細胞の形態的变化

開花現象が進行するにつれて形態的には花卉の先端が90°以上、場合によっては360°近い反転を来すのである。このことから推測すれば、この物理的行動の主役割を果すと思われる花卉中肋の内側と外側の細胞間には、形態的に相当な変化が生ずるものと想像される。これを確かめるために本実験を行なった。

試験区のとり方は前述の通りで、前項(1)の場合と同



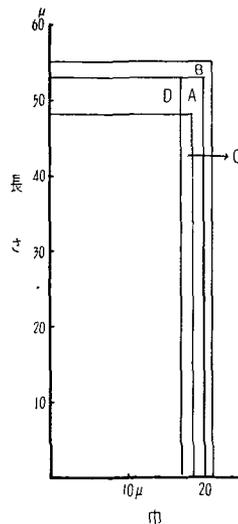
第43図 花卉中肋細胞の形態的变化を調査した個体の開花度

様、開花可能条件下のものと座止条件下のものとを比較検討した。

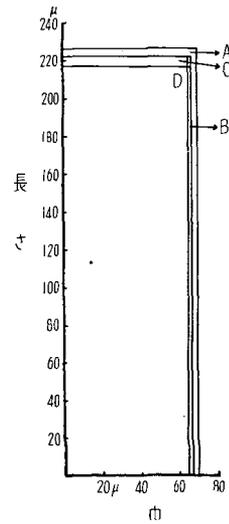
調査個体数は各処理区毎に4個体宛で、1区2個体の2反復とした。なお1個体の1花からそれぞれ花卉の中肋を2個採集し、各中肋から切片を2個宛採り、それぞれの切片について5個の細胞を測定した。

結果は第43、44、45図及び第19表の通りである。先ず中肋外側の細胞の状態を検討する。表皮細胞においては開花可能条件下におかれたA、B区と座止条件下におかれたC、D区を比較すると、前者は後者に比し細胞の

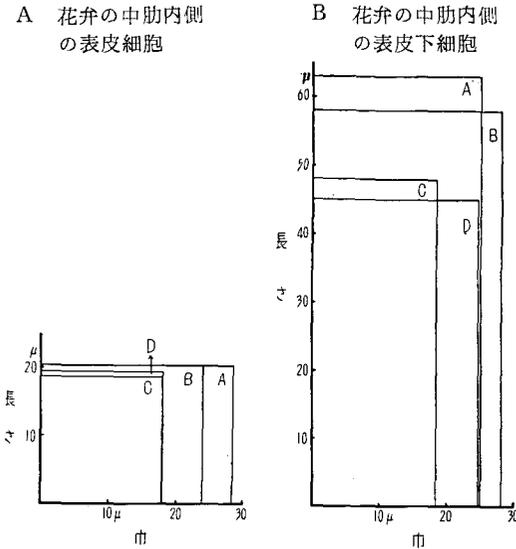
A 花卉の中肋外側の表皮細胞



B 花卉の中肋外側の表皮下細胞



第44図 各種の条件下で開花させた場合の花卉中肋外側の細胞の形状と大きさ(模式図)



第45図 各種の条件下で開花させた場合の花弁中肋内側の細胞の形状と大きさ(模式図)

幅(花弁面に垂直な方向)が多少広がる傾向はあるが、著しい差異は認められず、又表皮下細胞の形態にも試験区間に全く一定の傾向が見られなかった。

次に中肋内側の細胞の形態は試験区間に明らかな差異が見られた。即ち、表皮及び表皮下細胞の両者共、正常開花の行なわれたA、B区においては然らざるC、D区に比し細胞の形態が大であった。特に表皮細胞にあっては幅の増大が見られ、表皮下細胞では長さ(花弁縦軸に平行な方向)の増大が顕著であった。

又、花弁中肋の外側と内側とでは、細胞自体の大きさに差が見られる。即ち、表皮細胞の幅を除き、前者は後者に比し3~4倍の大きさを持っていることが判った。

(3) 考察

南瓜の開花現象を観察すると、本格的な開花行動に移ると非常に短時間で明瞭な運動が起こり、花弁の反転が見られる。このような動作が行なわれるからには、花弁の成熟に伴う形態の変化、或いは運動の進行に伴って花弁中肋の組織細胞等にも当然変化が起こるものと想像さ

第19表 開花に伴う花弁中肋の内側と外側における細胞の形状と大きさの変化

A 温度 12~14°C, 照明

細胞の大きさ		長 さ (μ)			幅 (μ)		
		開花前	開花後	差 (開花前に対する)	開花前	開花後	差 (開花前に対する)
花弁内側	表皮細胞	22.44	20.40	(-) 2.04	18.02	28.56	(+) 10.54
	表皮下細胞	44.20	63.24	(+) 19.04	23.46	24.82	(+) 1.36
花弁外側	表皮細胞	33.25	53.20	(+) 19.95	17.29	19.95	(+) 2.66
	表皮下細胞	227.43	227.43	0	63.84	69.80	(+) 5.96

B 温度 22~24°C, 遮光

細胞の大きさ		長 さ (μ)			幅 (μ)		
		開花前	開花後	差 (開花前に対する)	開花前	開花後	差 (開花前に対する)
花弁内側	表皮細胞	22.44	20.40	(-) 2.04	18.02	24.14	(+) 6.12
	表皮下細胞	44.20	58.14	(+) 13.94	23.46	27.54	(+) 4.08
花弁外側	表皮細胞	33.25	54.85	(+) 21.60	17.40	21.28	(+) 3.88
	表皮下細胞	227.43	223.44	(-) 3.99	63.84	67.83	(+) 3.99

C 温度 22~24°C, 照明

細胞の大きさ		長 さ (μ)			幅 (μ)		
		開花前	開花後	差 (開花前に対する)	開花前	開花後	差 (開花前に対する)
花弁内側	表皮細胞	22.44	18.70	(-) 3.74	18.02	17.68	(-) 0.34
	表皮下細胞	44.20	48.28	(+) 4.08	23.46	20.74	(-) 2.78
花弁外側	表皮細胞	33.25	47.88	(+) 14.63	17.29	18.62	(+) 1.33
	表皮下細胞	227.43	223.44	(-) 3.99	63.84	65.16	(+) 1.32

D 温度 27~29°C, 遮光

細胞の大きさ		長 さ (μ)			幅 (μ)		
		開花前	開花後	差 (開花前に対する)	開花前	開花後	差 (開花前に対する)
測定部位	花弁内側						
	表皮細胞	22.44	19.38	(-) 3.06	18.02	17.68	(-) 0.34
	表皮下細胞	44.20	45.22	(+) 1.02	23.46	24.84	(+) 1.38
花弁外側	表皮細胞	33.25	53.20	(+) 19.95	17.29	17.29	0
	表皮下細胞	227.43	217.48	(-) 9.95	63.84	67.14	(+) 3.30

れる。更に前述の如く、環境条件の如何によっては開花行動の座止現象を示すが、これと開花可能条件下におかれたものとの間には、当然形態的組織学的な差が生ずるのであると考えられるのである。

本実験の結果、花卉の發育は外觀的には比較的早い時刻から行なわれ、花卉の外側を測定した結果では、縦軸の伸長は開花座止条件下に置かれたものの方が、開花可能なる場合に比較して大であった。但しこれを開花終了予定時刻の花弁中肋細胞の大きさの点から見ると、中肋外側の細胞では、開花可能条件下と開花座止条件下のものとの間に差が見られず、表皮細胞ではむしろ後者がいくらか小形になる傾向があった。従って花卉外側の伸長測定結果との間に喰い違いを生ずるのであるが、開花座止条件下におけるこの花卉縦軸の伸長の増大が、細胞数の増加に起因するものであるのか、細胞分裂の状況に迄究明の手を延ばすことが出来なかったので判然としない。

次に花卉内側の中肋細胞の大きさを見ると、開花可能条件下のものが座止条件のものに比し大で、特に表皮下細胞の花弁縦軸方向の伸長度が著しく勝っていた。このことは開花現象が起るに当って、内側から花卉を押し開く作用に大いに役立つものであることは想像に難くない。

反対に開花座止条件下に置かれた花では、開花可能なる場合に比し花卉内側細胞の伸長度が小さく、更に加えて、よって起る原因は不明であるが、花卉外側の伸長度が大きいため、開花運動が進行するに際して負の力となって、開花の座止現象が惹き起されるものと考えられる。

これ等の運動機作に関しては、伊東²¹⁾が白菜の結球現象に関し細胞の形態を調査した結果、結球状態に入った葉身中肋の外側の細胞は内側のものに比し大であることを述べ、結球のために屈曲する際には細胞が成長し、外側のものが内側のものより余計に成長するものであるとしている。このことは auxin が働き細胞の成長量の変化を司ることを暗示すると述べている。

V. 開花現象の生理学的検討

前項においては、開花現象を形態或いは組織学的に検討したが、本項では開花機構究明の一端として、一節生理学的な立場から開花現象を追究したのでその結果について述べる。

[A] 開花と花卉内成分及び花卉中肋細胞の滲透価との関係

花卉の發育が進み開花時刻に近づくにつれて、花卉内の成分中水分、特に炭水化物の含量、或いは花卉内でのこれ等物質の形態の変化が活潑になり、それに伴って細胞の滲透価にも当然変化が現れるものと考えられるので、筆者はこれ等について検討した。

実験材料及び方法

鉢植及び切花材料をそれぞれの試験区に従って開花前日の 18 時 00 分に処理を行ない、処理時刻の 18 時 00 分、同日の 24 時 00 分及び開花当日の 6 時 00 分に各試験区から分析試料(花卉)を採集した。分析には萼片の着生部から上方を 1 cm 除き、その上部を用いた。採集した試料は直ちに秤量し、通風乾燥器中で恒量となる迄乾燥し水分含量を測定した後、デシケーター中に貯蔵し HANES 法によって分析した。分析は澱粉、還元糖、全糖に分けて行ない、結果は総て還元糖量を以て表わした。

細胞滲透価の測定には、前項同様開花前日の 18 時 00 分に開花可能なる条件下と座止条件下とに処理し、開花当日の 5 時 00 分から 6 時 00 分の間に各試験区から試料を採集した。採集した花卉は先端部から約 2 cm 除き、その下方 1 cm の部分の中肋を用い、中肋の内側と外側の表皮について測定を行なった。測定の実際に当っては中肋の両面の表皮を出来るだけ薄く剥離し、小切片として中性紅中に浸して染色した後、高張溶液中で原形質分離を起こさせた。高張溶液には等張の NaCl と CaCl₂ を 9:1 容積比に含む平衡塩溶液を用い、中性紅の染り具合

から判断して、健全なる細胞についてのみ原形質分離の限界 Mol 数を決定し、これから浸透価を算定した。

以上の実験は何れも前述の IV 項の場合同様、開花可能条件と開花座止条件の二つの場合について比較検討したもので、試験区は次の通りである。

A 区	温度 12~14°C	開花前日の 18 時 00 分から 最後迄	遮光	開花可能条件下
B "	" "	" "	照明	
C "	" 22~24°C	" "	遮光	
D "	" "	" "	照明	開花座止条件下
E "	" 27~29°C	" "	遮光	

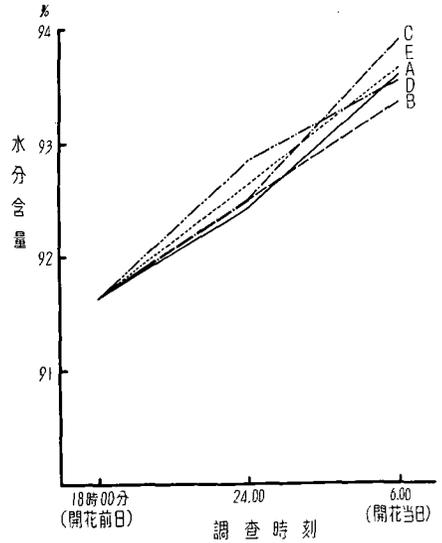
照明区の照度はいずれも 500~1000 Lux に調整した。

実験結果

(1) 花卉の水分及び炭水化物含量

先ず鉢植材料を用いた実験結果について述べる。

分析個体数(花蕾又は花)は各処理区、試料採集時刻毎に 9~12 個体宛で、1 回 3~4 個体宛の 3 回反復とした。



第 46 図 開花と花卉内水分含量との関係

水分含量は第 46 図及び第 20, 21 表の通りで、花蕾の発育が進み、開花時刻に近づくにつれて増加した。開花

第 20 表 開花と花卉内水分及び炭水化物含量との関係

(1) 開花可能なる条件下での含量の変化

試験区	炭水化物の種類 調査事項	開花前日の 18 時 00 分			開花前日の 24 時 00 分			開花前日の 6 時 00 分		
		還元糖	全糖	澱粉	還元糖	全糖	澱粉	還元糖	全糖	澱粉
A	乾重 %	10.7037	20.0230	32.3507	16.6513	19.6896	31.1846	17.0570	23.7025	22.7342
	開花前日の 18 時 00 分との差	—	—	—	(+)5.9476	(-)0.3334	(-)1.1661	(+)6.3533	(+)3.6795	(-)9.6165
	生重 %	0.9017	1.6835	2.7030	1.2986	1.5233	2.3763	1.1082	1.5345	1.4612
	開花前日の 18 時 00 分との差	—	—	—	(+)0.3969	(-)0.1602	(+)0.6928	(+)0.2065	(-)0.1490	(-)1.2418
	水分 %	91.6513			92.4334			93.6516		
	開花度	13.6			28.2			95.5		
B	乾重 %	10.7037	20.0230	32.3507	15.9923	16.8773	27.5663	14.8750	22.4377	25.5177
	開花前日の 18 時 00 分との差	—	—	—	(+)5.2886	(-)3.1457	(-)4.7844	(+)4.1713	(+)2.4147	(-)6.8330
	生重 %	0.9017	1.6835	2.7030	1.2010	1.2683	2.0250	0.9822	1.4825	1.8925
	開花前日の 18 時 00 分との差	—	—	—	(+)0.2993	(-)0.4152	(-)0.6780	(+)0.0805	(-)0.2010	(-)0.8105
	水分 %	91.6513			92.5106			93.3750		
	開花度	13.6			27.7			90.2		

試料採集時刻		開花前日の18時00分			開花前日の24時00分			開花当日の6時00分		
試験区	炭水化物の種類	還元糖	全糖	澱粉	還元糖	全糖	澱粉	還元糖	全糖	澱粉
	調査事項									
C	乾重%	10.7037	20.0230	32.3507	15.5890	19.8825	29.7855	16.2810	24.9807	20.7752
	開花前日の18時00分との差	—	—	—	(+4.8853)	(-0.1405)	(-2.5652)	(+5.5773)	(+4.9577)	(-11.5755)
	生重%	0.9017	1.6835	2.7030	1.1715	1.4925	2.1190	1.0142	1.5555	1.2865
	開花前日の18時00分との差	—	—	—	(+0.2698)	(-0.1910)	(-0.5840)	(+0.1125)	(-0.1280)	(-1.4165)
	水分%	91.6513			92.5000			93.9606		
	開花度	13.6			24.2			94.3		

第21表 開花と花卉内炭水化物含量との関係

(2) 開花座止条件下での含量の変化

試料採集時刻		開花前日の18時00分			開花前日の24時00分			開花当日の6時00分		
試験区	炭水化物の種類	還元糖	全糖	澱粉	還元糖	全糖	澱粉	還元糖	全糖	澱粉
	調査事項									
D	乾重%	10.7037	20.0230	32.3507	13.5530	18.1736	29.2623	13.1990	19.8117	25.7037
	開花前日の18時00分との差	—	—	—	(+2.8493)	(-1.8494)	(-3.0884)	(+2.4953)	(-0.2113)	(-6.6470)
	生重%	0.9017	1.6835	2.7030	0.9236	1.3770	2.1233	0.8495	1.2735	1.7885
	開花前日の18時00分との差	—	—	—	(+0.0219)	(-0.3065)	(-0.5797)	(-0.0522)	(-0.4100)	(-0.9145)
	水分%	91.6513			92.8668			93.5750		
	開花度	13.6			24.4			26.5		
E	乾重%	10.7037	20.0230	32.3507	12.3700	20.7395	28.9675	12.2719	18.0000	26.7100
	開花前日の18時00分との差	—	—	—	(+1.6663)	(+0.7165)	(-3.3832)	(+1.5682)	(-2.0230)	(-5.6407)
	生重%	0.9017	1.6835	2.7030	0.9070	1.4105	2.1865	0.9065	2.3735	2.0395
	開花前日の18時00分との差	—	—	—	(+0.0053)	(-0.2730)	(-0.5165)	(+0.0048)	(+0.6900)	(-0.6635)
	水分%	91.6513			92.6231			93.6517		
	開花度	13.6			18.5			10.3		

可能条件下の区と座止条件下に置かれたものとの間に一定の傾向は認められなかった。しかし温度条件を同じくする区の開花時の水分含量では、遮光区が照明区に比し大なる値を示した。即ち、AはB区、CはD区に比し大である。

この傾向を更に確かめるために22~24°Cの温度条件

下で、調査個体数を増加して(各処理区毎に45個体宛で、各区15個体の3反復とした)調査を行なった。その結果は第22表の通りで、遮光区は照明区に比し1%強の増加を示した。

炭水化物含量の分析結果は第47、48、49図及び第20、21表の通りである。

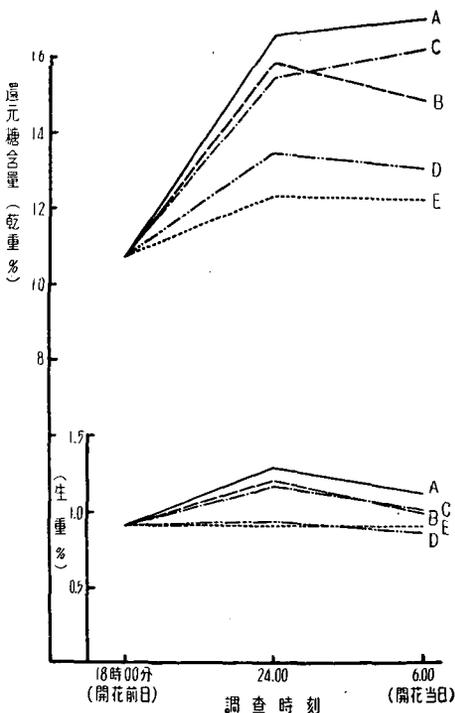
即ち、還元糖含量は花蕾の熟度が進むにつれて増加するが開花前日の24時00分から開花時刻にかけては殆んど増加が見られなかった。試験区によっては開花時刻が近づくにつれてむしろ減少を来たすものもあったが、特に開花可能条件下の区の生重%においてこの傾向が強いことは興味深い。開花可能条件下の区と座止条件下の区の還元糖を比較すると、乾重%、生重%共に前者の含量が後者に比し常に大であった。

全糖含量を見ると、乾重%では還元糖含量の推移とは相反して、開花前日の24時00分迄は減少の傾向を示し、その後開花時刻の分析結果では反対に増加した。特に開花可能条件下の区はこの傾向が著しい。生重%では何れも開花前日の24時00分迄は乾重%同様減少し、A、B、

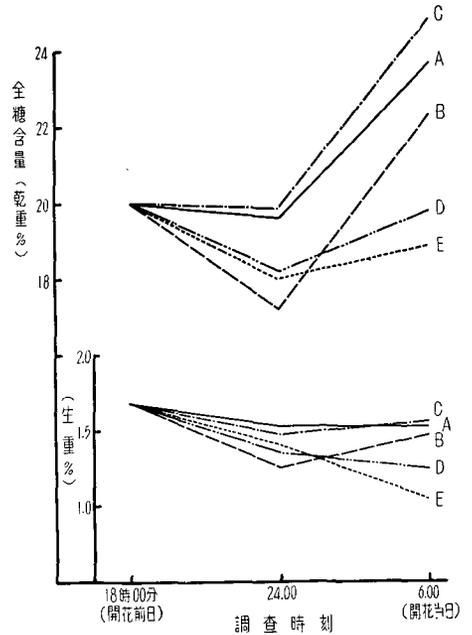
C区ではその後余り変化がなく、D、E区では引続き減少の傾向が見られた。

第22表 開花条件としての光線の有無と花卉の水分含量

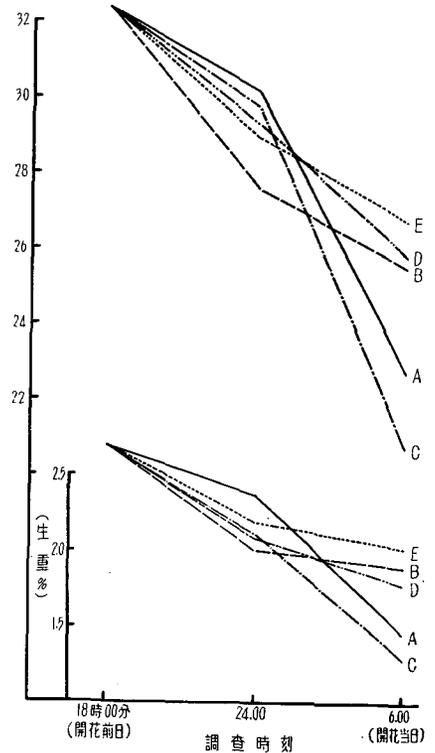
調査時刻	22~24°C			
	遮光		連続照明	
	水分含量 (%)	開花度	水分含量 (%)	開花度
開花前日の18時00分	91.2523	13.7°	91.2523	13.7°
開花当日の5時00分	94.1752	92.8	92.9759	29.8
差	2.9229		1.7236	



第47図 開花と花瓣内還元糖含量との関係



第48図 開花と花卉内全糖含量との関係



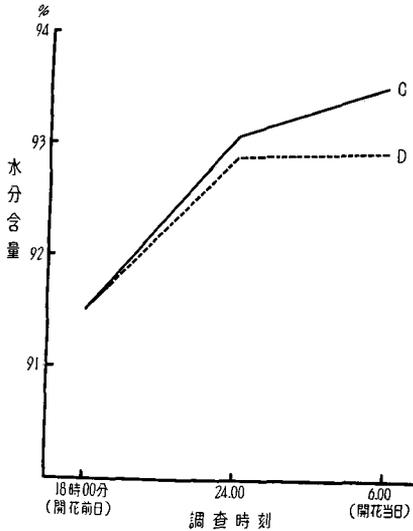
第49図 開花と花内澱粉含量との関係

澱粉含量は開花前日の夕刻以後開花完了時刻迄、時間の経過と共に逐次減少を来たした。又開花可能条件下のA, B, C区と座止条件下のD, E区間には明らかな差異が認められた。即ち、開花時刻における澱粉含量の減少は前者の場合において著しかった。

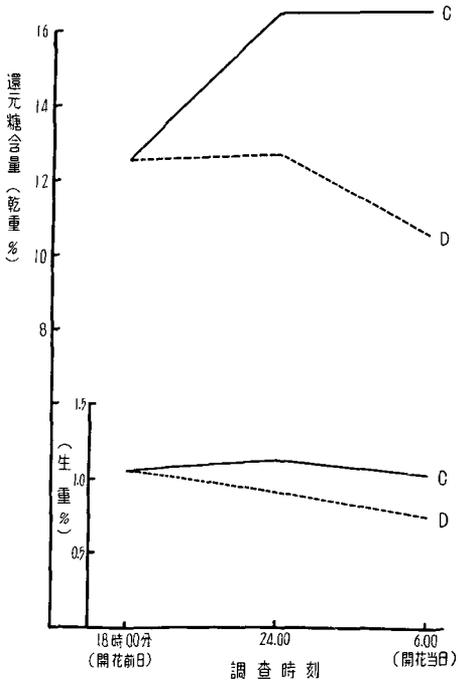
開花時における還元糖、全糖、澱粉含量のいずれについても云えることであるが、開花可能条件下の中でB区

(12~14°C 照明区) が、これ以外の区即ち、A, C区と座止条件下に置かれたD, E区との中間に位する値を示したことは、開花と光線との密接な関係を意味するものとして特記すべき事項である。

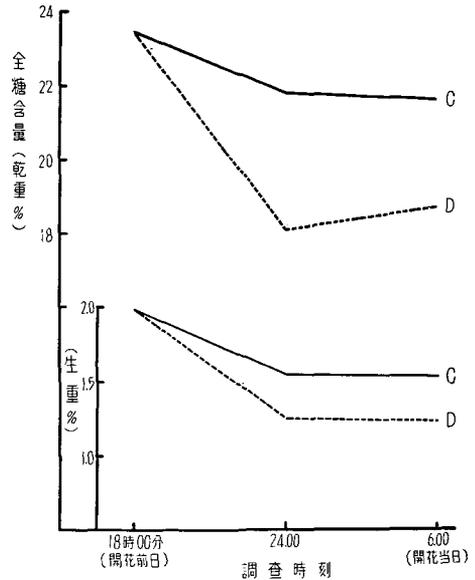
以上は鉢植材料を使用しての結果であり、環境状況に



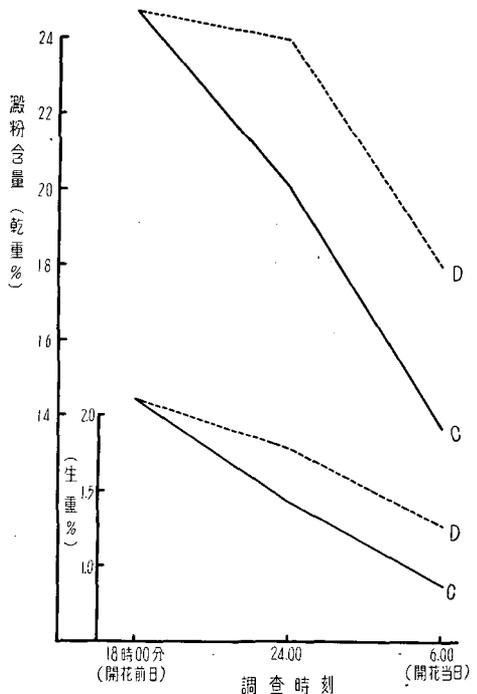
第50図 切花の開花と花弁内水分含量との関係



第51図 切花の開花と花弁内還元糖含量との関係



第52図 切花の開花と花弁内全糖含量との関係



第53図 切花の開花と花弁内澱粉含量との関係

第 23 表 切花の開花と花卉内水分及び炭水化物含量との関係

試料採集時刻		開花前日の18時00分			開花前日の24時00分			開花当日の6時00分		
試験区	炭水化物の種類	還元糖	全糖	澱粉	還元糖	全糖	澱粉	還元糖	全糖	澱粉
	調査事項									
C	乾重%	12.5699	23.4300	24.7206	16.5212	21.8006	20.0320	16.6145	21.6244	13.6562
	開花前日の18時00分との差	—	—	—	(+)3.9513	(-)1.6294	(-)4.6886	(+)4.0446	(-)1.8056	(-)11.0644
	生重%	1.0685	1.9917	2.1014	1.1399	1.5479	1.4223	1.0409	1.5354	0.8876
	開花前日の18時00分との差	—	—	—	(+)0.0714	(-)0.4438	(-)0.6791	(-)0.0276	(-)0.4561	(-)1.2138
	水分%	91.5101			93.1123			93.5715		
	開花度	12.2			25.5			91.4		
D	乾重%	12.5699	23.4300	24.7206	12.7333	18.0780	23.9538	10.6739	18.7160	17.9580
	開花前日の18時00分との差	—	—	—	(+)0.1634	(-)5.3580	(-)0.7668	(-)1.8960	4.7140	6.7626
	生重%	1.0685	1.9917	2.1014	0.9041	1.2681	1.7818	0.7579	1.2165	1.2751
	開花前日の18時00分との差	—	—	—	(-)0.1644	(-)0.7236	(-)0.2099	(-)0.3106	(-)0.7752	(-)0.8263
	水分%	91.5101			92.9166			92.9298		
	開花度	12.2			26.0			11.0		

応じて茎葉からの成分の転流が考えられる。しかし II 項 [B] において既に述べたように切花の場合においても、鉢植材料の場合と殆んど差異のない開花現象が行なわれるのである。この場合は茎葉からの成分転流は全く行なわれない訳である。そこで切花の場合における開花現象と花卉内成分の消長についても検討してみた。

この実験の処理及び取扱いは、分析材料に切花を用いたことと、温度条件を 22~24°C だけにしぼったと云うこと以外は、全く前記鉢植材料を使用した場合と同様に行なった。

試験区は次の通りである。

C 区	温度 22~24°C	開花前日の 18時00分 から最後迄	遮光(開花可能 条件下)
D "	"	"	照明(開花座止 条件下)

その結果は第 50, 51, 52, 53 図及び第 23 表の通りである。

水分及び還元糖含量は鉢植材料の場合と同様で遮光区が照明区に比し高く、その差は切花の方が大であった。

全糖含量においては、乾重%で見ると開花前日の 24

時 00 分迄の傾向は鉢植材料の場合同様に減少したが、切花では開花時刻になっても含量の増加が見られず、又含有量そのものも低かった。全糖の生重%では鉢植材料との間に差異は見られず、開花可能条件下の C 区が常に高い含量を示した。

澱粉含量では、花蕾の熟度が進むにつれて減少して来ること、及び開花時刻においては、開花可能条件下に置かれたものの含量が座止条件下の区に比し著しく減少すること等は、鉢植材料の場合と全く同様であった。しかし切花では開花前日の 24 時 00 分において両区の差が既に明かに現れたが、開花時刻では両区の差はむしろ鉢植の場合より少なかった。又両区共含有量そのものについては鉢植のものに比し明らかに少なかった。

(2) 花卉中肋細胞の滲透価

表皮細胞の滲透価を測定した結果は第 24 表の通りである。花卉中肋表皮細胞の滲透価は常に内側が外側に比し大であった。花卉外側の滲透価は各区間に一定の傾向が認められなかった。しかし内側では、開花可能条件下のものと同座止条件下のものとの間に顕著な差異が見られた。即ち、前者は後者に比し著しく大であった。その結

第24表 開花条件と花卉中肋の内側と外側に於ける表皮細胞の浸透価

測定部位	開花条件					
	12~14°C		22~24°C		27~29°C	
	照明	遮光	照明	遮光	照明	遮光
内側の表皮細胞	16.4	15.7	9.0	11.2		
外側の表皮細胞	6.7	6.7	5.6	8.1		
差	9.7	9.0	3.4	3.1		

数字は気圧を示す

果花卉の内側と外側との細胞浸透価の差は、開花可能条件下のものでは、座止条件下のもの約3倍になった。[図版 XIX 開花時における花卉中肋表皮細胞の原形質分離、参照]

[B] 開花に伴う花卉内生調節物質の消長

従来の研究によると、植物の開花現象は機構上から見て生長運動と、膨圧の変化によって起るものとされている。筆者は、南瓜が開花運動を起すに当って、従来の説通り生長運動関が与しているものとすれば、当然開花可能条件下と座止条件下とに置かれた個体の、花卉内生調節物質(以下単に生調物質と呼ぶことにする)の活性度の間に差が認められるであろうことを予想し、これを確かめるために本実験を試みた。

実験材料及び方法

鉢植材料を用い、開花前日の18時00分に各試験区に従って処理を行なった。花蕾の成熟に伴う auxin の消長を見るためには、開花前日の18時00分、22時00分、開花当日の2時00分及び6時00分に試料を採集した。又開花可能条件下と座止条件下とに置かれた個体間の auxin の比較を行なう場合には、開花当日の5時00分に各区一斉に採集し、次の方法によって測定した。

採集した花蕾或は花は、前項 V の [A] の場合と同様薄片の上方1cmを除き、その上部を供試した。供試材料は直ちに細切し混合して、その中から10gをとり、過酸化物を除いたエーテル50mlを加え、暗い冷蔵庫(0°C)中で1時間抽出、エーテルを取り替えて今一度同じ操作を繰返した後、エーテル100mlを加えて24時間抽出し、更にエーテル50mlで1時間抽出を反復した。得られたエーテル抽出溶液は40~45°Cで20mlになる迄濃縮し、10ml宛に分けて両者共乾固する迄エーテルを抜き、一方は Paper-chromatography の Rf 価確認用、他方は Avena の伸長試験用に供した(予備試験を行ない Rf 価

確認及び Avena の伸長試験共に試料の採集量5gが好都合であることを確かめて置いた)。

Paper-chromatography 法は前記のエーテル抽出物を1.5mlのエーテルに溶かし、東洋濾紙 No. 50, 2cm×40cmの原点に常法に従って塗布した。(0.5ml宛3回反復した)展開液としてはイソプロピルアルコール、20%アンモニア水、水(10:1:1)の混合液を用い、原点から大体25cm位迄上昇するように一次元展開を行なった後風乾した。

Rf 価確認のための指示薬としては EHRlich の試薬 *p*-Dimethylaminobenzaldehyde (1.2N) を用い、濾紙に噴霧した後50~60°Cの恒温器に入れ加温し発色せしめた。

Avena の伸長試験は前記のように展開し、風乾後更にデシケーター中で乾剤を用いて乾燥し、原点から展開液の上昇した先端迄を10等分し、各切片について生調物質の存在を確認した。即ち、径5cmのシャーレ中に蔗糖2%の緩衝液(pH, 5)2mlを入れ、この中に濾紙の各切片を沈め、この上に3~3.5cmに伸びた Avena coleoptile の先端から3mmを除いたその基部5mmの切片を10個宛入れ、25°Cの恒温器中に20時間放置後取出してその伸長度を測定した。一方対照区としては、濾紙の原点下2.5cmより下の部分において、その濾紙の Rf 0.1 と同じ大きさの切片を切り取り、前法と全く同じ方法で Avena coleoptile の伸長度を測定した。

これを比較検討する場合には、次の式に従って伸長率を算出し表示した。

$$\text{伸長率} = \frac{\text{処理区の伸長量}}{\text{対照区の伸長量}} \times 100$$

試験区は前記 [A] 項と同様で次の4区とした。

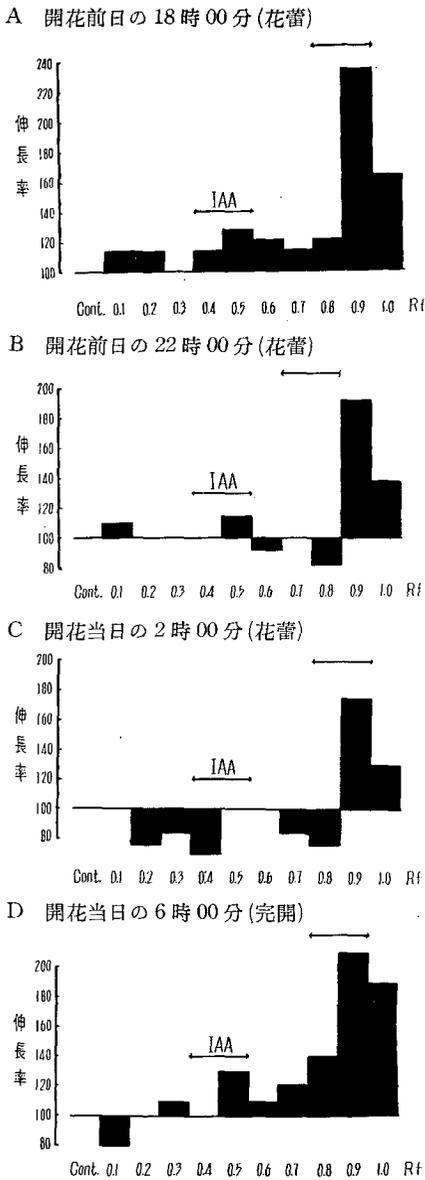
A区	温度	12~14°C	開花前日の 18時00分 から最後迄	照明	開花可能 条件下
B "	"	22~24°C	"	遮光	
C "	"	"	"	照明	開花座 止条件 下
D "	"	27~29°C	"	遮光	

照明区の照度はいずれも500~1000 Lux に調整した

調査個体数(花蕾又は花)は各処理区毎に10~15個体宛(試料採集時毎に各処理区から)で、各区5個体の2~3反復とした(なお試験結果の表示には2~3反復の平均値を用いた)。

実験結果

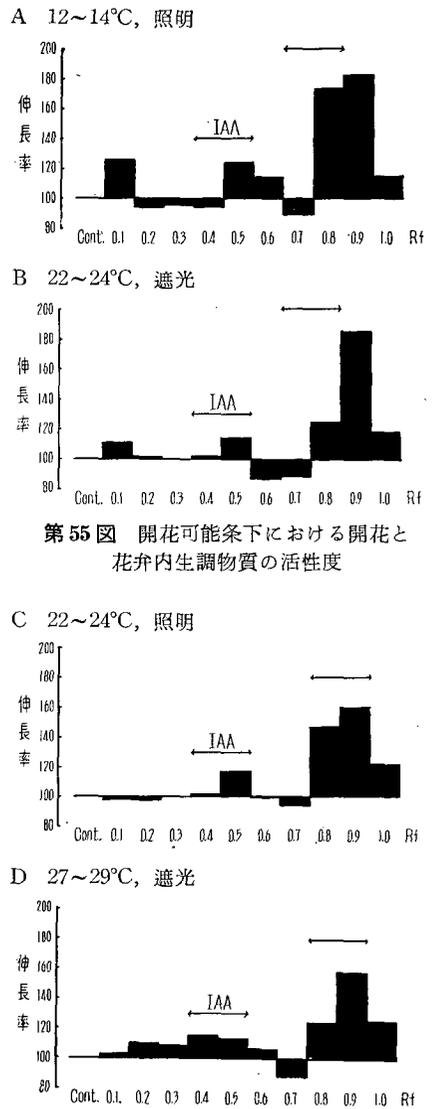
実験結果は第54図に示すように、開花前日の夕刻か



第54図 開花に伴う花卉内生調物質活性度の変化

ら開花迄の花弁内生調物質の消長には大きな変化がなく、Rf 0.8~1.0の部分に明らかな生長促進物質の存在が認められた。この促進物質は開花前日の夕刻及び開花時刻に比しその中間の時刻即ち、開花前日の10時00分及び開花当日の2時00分において多少活性度の低下が見られた。

促進物質確認のために1次元展開を行なった濾紙を指示薬で発色させた結果はRf 0.7~0.9の部分にIAAと全く同様のPinkの発色が現れた。この場合、標準として



第55図 開花可能条件下における開花と花卉内生調物質の活性度

第56図 開花座止条件下における開花と花卉内生調物質の活性度

発色させた IAA の Rf は 0.4~0.5 の部分に認められた。
次に開花可能条件下と座止条件下に置かれたものの生調物質の消長を見ると第 55, 56 図の通りである。即ち、促進物質の活性度のピークは前の実験と全く同様の Rf の位置に現れ、開花可能条件下に処理された A, B 区と座止条件下の C, D 区を比較すると、前者は後者に比し Auena の伸長率で約 20% の増大を示した。一次元展開後の濾紙に対する指示薬による発色の結果は、前記実験の結果と同様であるが、開花可能条件下の区は Rf 0.8~0.9、座止条件下の区は Rf 0.7~0.8 で多少のずれが認め

られた。

[C] 開花に対する auxin 及び糖の人為的添加の影響

前項迄の実験結果によって、南瓜の開花現象と花弁内の糖分及び auxin 含量との間に密接な関係のあることが確認されたので、人工的にこれ等を添加し、その反応について検討した。

実験材料及び方法

本実験においては総て開花座止条件の下で、鉢植の花を用いて外部からの散布試験を行ない、又一方、切花を一定濃度の液中に挿入して液を切口から吸収させ、開花に対する反応を調査した。

鉢植材料に対する散布試験の場合は、開花前日の12時00分及び17時00分の2回に亘って散布を行ない、切花の場合は開花前日の17時00分に予め調製して置いた溶液中に挿花とした。調査は何れも開花当日の6時00分に行なった。

予備試験の結果によって使用濃度は、auxin (IAA, NAA)は5 ppm, 糖 (glucose)は散布処理には5%, 切花に対しては1, 3, 6% 溶液を用いた。auxin, 糖の散布にはホルモン剤散布用の小型噴霧器を用い、展着剤としてグラミンを加用した。なお auxin は花弁の内側から、糖液は花弁の外側から散布し、その量は1回1個体当たり約2~2.5 ml宛とした。IAA 使用の場合 (切花) は容器を黒ビロールで包み遮光した。

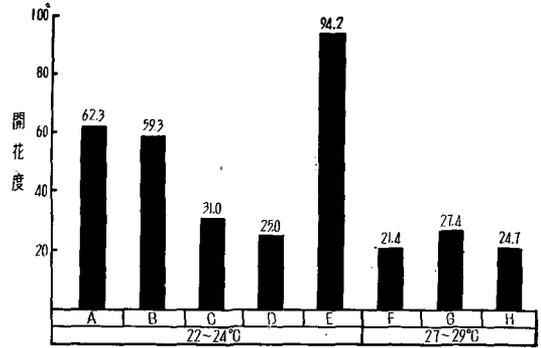
調査個体数は各処理毎に6~8個体宛で、1区3~4個体の2反復とした。

実験結果

鉢植材料を用いて行なった散布試験の結果は第57図の通りである。22~24°C, 照明の開花座止条件下において、auxin を散布したA区は全個体が「開花度3」の状態に迄開花運動を起こしたが、その後開花は進行せず座止現象を示した。auxin と糖を併用したB区とA区との間には差が認められなかった。また糖のみを処理したC区と標準区 (照明) との間にも差が見られず、開花は完全な座止現象を呈した。

27~29°C, 遮光の開花座止条件下では、auxin 及びこれと糖を併用した両区共標準区であるHとの間に差が認められず、開花は完全に座止した。

以上の結果から、開花座止条件である22~24°C 照明の下では、auxin を散布することによって或程度迄開花を誘発することは出来るが、完全開花に至らしめること



第57図 auxin (NAA) 及び glucose の散布と開花

- A: NAA 5 ppm 照明
- B: NAA 5 ppm + glucose 5% 照明
- C: glucose 5% 照明
- D: H₂O 照明 (標準区)
- E: H₂O 遮光 (")
- F: NAA 5 ppm 遮光
- G: NAA 5 ppm + glucose 遮光
- H: H₂O 遮光 (標準区)

は不可能であり、又糖だけの処理効果は認められないことが判った。27~29°C 遮光の座止条件下では auxin 及び糖の散布効果は全く認められなかった。

次に切花に溶液を吸収させた結果についてであるが、[図版XXI]に示すように切花が開花するためには外部から水分を吸収する必要があるのである。そこで筆者は、切花に対して auxin 或は糖の溶液として直接吸収させたならば、一層効果があがるのではなからうかと考えてこの実験を試みた。しかしながら第25, 26表で見る如く切花に吸収せしめた場合の効果は全く認められなかった。糖液の場合、6%以上になると却って花蕾の萎凋が早まったが、恐らく高濃度に過ぎて逆に膨圧の低下を来たしたためと考えられる。[図版XX NAA の散布が開花に及ぼす影響, 参照]

第25表 切花における auxin (IAA) の吸収と開花

試 験 区	開 花 度
H ₂ O, 22~24°C, 遮光	93.7°
IAA 5 ppm, 22~24°C, 照明	30.5
H ₂ O, " "	26.1
IAA 5 ppm, 27~29°C, 遮光	23.5
H ₂ O, " "	18.9

第26表 切花における glucose の吸収と開花

試 験 区	開 花 度
H ₂ O, 22~24°C, 遮光	94.1°
glucose 1%, 22~24°C, 照明	28.4
" 3%, " "	22.5
" 6%, " "	18.9
glucose 1%, 27~29°C, 遮光	20.5
" 3%, " "	19.8
" 6%, " "	19.2

[D] 考 察

開花機構を一部生理的方面から追究する目的で、花卉内の水分、炭水化物の含量或は花卉中肋細胞の滲透価等について、開花可能条件下と開花座止条件下とに置かれた区を比較検討した。

鉢植材料を使用した場合の結果では、水分含量は開花可能条件下と座止条件下との間に一定の傾向はないが、同じ温度条件下では遮光区が照明区に比し含量の高いことが判った。還元糖、全糖含量は何れも開花可能条件下のものが座止条件下のものに比し、開花時刻のものでは常に高い値を示した。又両成分の乾重%と生重%について検討して見ると、開花可能条件下に処理されたものは、開花時刻において、開花前日の24時00分に比し、還元糖含量の乾重%では殆んど変化がなく、生重%では低下する。全糖含量を見ると、乾重%では相当増加を示しているのに反し、生重%では殆んど両時刻の間に差異が見られない。この理由は開花時刻になって糖分含量が漸次増加し、細胞の滲透圧が高まるにつれて、平衡が保たれる迄外部から水分を吸収するものと考えられる。従って乾重%に現れた差異が、生重%では同じ傾向に現れることなく、むしろ逆の傾向を示す場合すら生ずるのであろう。

澱粉含量を見ると糖分含量とは相反する傾向を示すところから、莖葉部からの転流以外に一花内においても花蕾の熟度が進むにつれて、澱粉から糖への転化が行なわれるものと考えられる。切花使用の分結果が更にこの辺の消息をよく物語っている。

このように一花内においても炭水化物の転化が行なわれるものとするれば、滲透圧には無関係な同一質量の澱粉が非還元糖へ、それよりは更に滲透価の増大に有効な還元糖に変化することによって、吸水作用が促され、この

ことが前記の如く糖分含量の乾重%と生重%の間に差を生じさせるのであってこれはむしろ当然の成り行きと云えよう。

又温度条件が同一の場合、遮光区の水分含量が、照明区のそれに比し大であるのも亦、炭水化物の分析結果から見て、同一理由によるものと解釈される。

以上の事柄に関連した報告としては、BALL^{3),4)}が *Turnera ulmifolia* L. var. *elegans* その他数種の植物について実験を行ない、連続照明によって開花が抑制されることと、花卉内の澱粉の加水分解との間に密接な関係のあることを述べ、光線によって開花が抑制されると加水分解が抑えられ、正常開花のものに比し、多量の澱粉が花卉内に残留することを報告している。

筆者は、南瓜が開花現象を起すに当って、花蕾が外部から水分を吸収する必要のあることを立証するために次の実験を試みた。即ち、湿度を飽和状態にしたデシケターを用い、開花前日の18時00分に切花を入れ、一部のは水中に花梗を挿して吸水させ、他のものは吸水出来ない状態に置いて翌朝の開花を調査した。結果は[図版XXI]に示すように、吸水させたものは完全開花したのに反し、吸水させなかったものは全く開花が起らなかった。このことは、開花現象と水分が密接な関係にあることをよく物語っている。

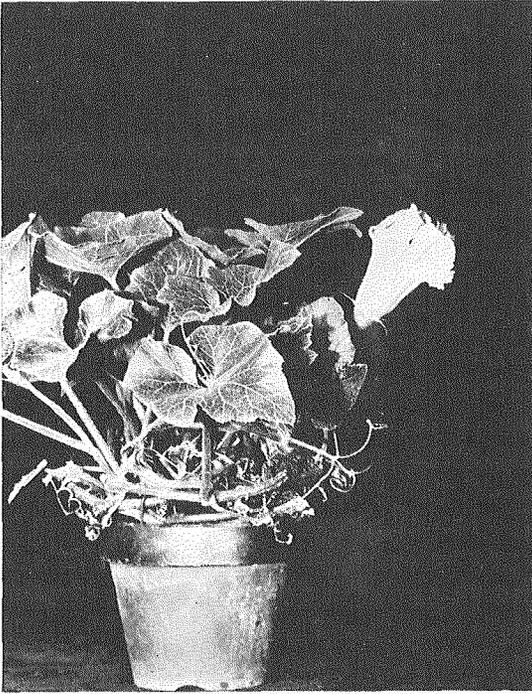
次に切花として、莖葉から体内成分の転流を遮断した材料について、花自体の成分の消長を鉢植材のものと比較検討した。その結果、切花では鉢植の場合に比し糖分の乾重%は低下するが、生重%では差がない。これは莖葉からの養分の転流がないばかりでなく、呼吸作用によっても糖分が消耗されるので乾物量に対する糖の割合が低下しこれが原因となって鉢植材料の場合に比し滲透価が低下し、外部からの吸水が減少するために、生重%では差を生じないのであろう。

しかしながら、開花に伴う糖分及び澱粉含量の各処理区間の傾向は、鉢植材料の場合とよく一致している。但し、切花使用の場合における開花前日18時00分の分析結果を見ると、鉢植の場合に比し糖分含量が増加し、逆に澱粉含量が減少している。これは材料試験を行なった時期が遅かったため、処理以前の栽培期間中の温度が低下していたと推測される。

花卉の炭水化物含量から見ると、前述のように開花可能条件下に置かれたものでは、座止条件下のものに比し明らかに糖含量が大であった。その結果、細胞の滲透価にも当然差異を生ずるものと考えられる。これについて検討して見ると、花卉の内側と外側の中肋表皮細胞の滲

透価を測定した結果では、内側細胞の透透価は外側に比し常に大であった。又開花可能条件下のものと座止条件下の区を比較すると、外側の細胞では著しい差異が認められない。しかし内側の細胞では両者間に明らかな差を生じ、このことが花卉の内側と外側の細胞の膨圧に差を生ずる結果となり、花卉を内側から物理的に押し開く作用の一原動力をなすものと想像される。

南瓜は開花後或程度以上の高温下では、数時間にして花期を終了して萎凋する。この際決して花卉が開いたまま萎れることなく、閉花して「開花度6」の状態になる(第58図参照)。この事実は、南瓜の開花行動が花卉の透透価と密接な関係にあることをよく物語っているものと云えるであろう。



(1960, 8, 5)

第58図 開花完了8時間後の花の状態

花卉中の生調物質について検討した結果、開花前日の夕刻から開花に至る迄の促進物質の消長には大きな変化が見られない。促進物質はIAAを標準として指示薬により発色させると、Rf 0.7~0.9の部分にIAAと全く同様のpinkの発色を示すが、Rf 値の相異から見てIAAと同一物質ではないことがうかがわれる。又このRfの位置は、*Avena coleoptile*を用いた伸長試験で生長促進の確認されたRf 値との間に多少の食違いを生じてい

る。このRf 値のずれは、開花可能条件と座止条件下に置かれた個体の生調物質を比較した場合においても、同様な傾向として認められた。これ等の事実は次の如く説明できるように思う。

従来多くの植物の生調物質について調査されたものによれば、生長促進を示すIAAのRf 値の少し前に auxin 阻害物質の存在が認められている。本実験においても促進物質のRf 値の直前に位置して抑制物質が認められたところから、促進、阻害両物質(拮抗物質も含めて)の相互相殺的作用によるものではないかと想像される。

開花可能条件下と座止条件下に処理された個体の花卉内生調物質を比較してみると、Rf 0.7~0.9に位置する促進物質の活性度が、前者の場合伸長度で約20%高い値を示した。これは従来の促進物質に関する試験結果から見て充分有意性のある差異と考えられる。

次に促進物質の本体についてであるが、これは本試験の範囲内では前述の様にIAAそのものではないが、いづれインドール核を有する物質で、IAAに至る迄の前駆物質の或分解過程にあるもの、或はその複合体と想像される。しかしながら今後各方面から検討しなければ物質の本体を決定することは出来ない。

一応この促進物質を植物体で生成される auxin と見なし、開花との関連性について検討して見ると次のようである。即ち、前にも述べたように開花座止条件と云うのは、或限度以上の高温及び一定温度範囲内では連続照明であるから、これ等の条件と auxin との関係について考察して見る。

auxin と光線との関係について行なわれた従来試験結果を見ると、何れも光線の存在の下ではその作用が不活性化されることを報じ、最近の研究では光によって活性化される反応系が、植物の auxin 作用を不活性化する結果であると結論している。開花も一種の生長作用であるとすれば、連続照明が auxin の作用を抑え、開花座止現象の一因をなしていると思ふことも出来るであろう。

更に最近の試験によって、*rivoflavin* 或は α 及び β -*carotin* の存在が生体内における auxin 破壊の媒介をしていると考えられるようになった^{6), 29), 59)}。即ち、光酸化を受け易い上記の色素によって還元された peroxidase が flavin 酵素を介して H_2O_2 を生じ、これに酸化されて共存する auxin が不活性化すると云うのである。

さて南瓜果実の黄色色素が主として *carotin* であることは、既によく知られている事実であるが、花卉の黄色色素も溶媒による分別の結果、主として *carotin* である

ことを確認することが出来た。このことから推察すると、南瓜は光線による花卉内 auxin 不活性化の進行が特に速やかな植物であるとうことが出来るように思う。換言すれば、南瓜は光線による開花運動の座止現象が起り易い植物と云うことが出来る。

植物生体内 auxin の不活性化の起る今一つの原因は高温であると云われ、甘蔗の茎、水稻等について実験が行なわれている^{29), 49), 59)}。水稻を用いた実験によると、芽生を 26°C の温度条件下に放置した場合、10°C の低温下に処理したものに比較して auxin 量が著しく減少すると云うことである。これに関連して南瓜の開花に auxin が一役買っていると仮定すれば、開花前或限度以下の温度条件下 (大体 13°C 以下) に一定時間置かれると、光線とは無関係に開花し、限度以上の高温 (大体 26°C 以上) 下では、光線とは関係なく開花運動の座止現象を惹き起す事実と相違するものがあるように考えられる。

何れにしてもこれ等の諸点については、本試験の範囲内では推論に止まり、裏付け試験をまたなければ確定的なことは云えない。

VI. 総合考察

植物の開花に関する従来の研究を見ると単に観察程度に止まるものが多いようである。南瓜についても既に述べた如く二、三の簡単な調査結果が見られるに過ぎない。即ち、SEATON は光線の作用によって開花が誘発されるものと解し、遮光との関係については追究していない。又安田は緒言で述べた如く、南瓜の開花は弱光の下で行なわれるものとして、南瓜の開花に光線の必要なることを肯定している。しかし筆者の研究結果からすれば、光線の存在はむしろ開花に対し抑制的な作用があるのであって、開花の誘発には一定の暗黒時間の必要なることが判った。この事実より SEATON 或は安田等の見解を見ると、ただ単に開花には光線が必要であるかのように推察したに過ぎないのであって、実際にその点につき実験をしたわけではないようである。従って筆者は両氏の見解の誤れることを指摘したいと思う。又高嶋は開花時刻が緯度によって異なるのはその地方の温度差に起因しているとの考えから、開花の主因をなすものは温度であると判断し、光線の存否と開花との関係については言及していない。これも全く誤った解釈と云わねばならない。南瓜は同一地においても季節によって開花時刻に開きを生ずるが、これはあく迄もその時期の暗黒時間の長短 (日長) によって支配されるものなのである。

次に開花時刻の人為的コントロールについて前述の

如く、燕麦、稲、粟、菜豆等について報告されているが光線の照射と遮光時間との組合せによって南瓜の開花時刻をコントロールしたのは筆者の実験結果を以て嚆矢とする。

植物の開花に関して、安田等が植物の花弁はその基部に成長帯を有し、この部分によって盛んに細胞分裂が行なわれ花冠が伸長すると述べているが、南瓜の場合はむしろ花弁の先端に近い部分において著しい伸長が見られるのであって、この点従来の通説と趣を異にするところである。

植物の開花機構を生理形態学的に検討した場合、花蕾が開花時刻になると内側の成長層の活動が盛んになり、花弁は外側に彎曲して開花に至ると云われ、更に開花運動には膨圧の関係していることが知られている。南瓜においても花弁の内側と外側で中肋細胞の大きさに差を生じ、更に細胞の滲透値についても両者間に差が見られる等、従来の説とよく一致している。

今日迄、開花現象と花卉内生調物質との関係についてなされた実験結果を筆者は知らないのであるが、本実験結果からすれば南瓜の開花と auxin との間に密接な関係があり、開花現象が起るに当って花卉内 auxin の活性度が高まることが明らかになった。この点、auxin 作用の一つとして、細胞壁の可塑可伸性を増す働きのあることが TAGAWA and BONNER³¹⁾ 及び MASUDA³⁰⁾ 等によって報告されているところから、南瓜の開花運動に当って auxin もその要因の一つとして一役果しているものと推察される。更に本実験の結果、南瓜花弁内の色素が carotin であるところから、光線による auxin の不活性化が起り易く、このことが光線によって起る開花座止現象の原因の一つをなすものではなからうかと推測されるのである。この点前述の如く南瓜とよく似た開花習性を持っている *Turnera ulmifolia* L. var. *elegans*^{32), 4)} の花色が又、南瓜同様黄色であるところに甚だ興味深いものを感じる。

VII. 摘 要

南瓜 (*C. maxima*) の開花機構を明らかにしようとして 1956 年から 1960 年の 5 カ年間に亘り、北大農学部 (札幌) の試験園場において試験を行なった。

実験材料は鉢植とし、一定熟度に達した雄花を鉢植のまま或いはそれを切花として供試した。

使用品種は「竹内」であった。

試験結果の大要は次の通りである。

A 開花に及ぼす環境要素の影響

(1) 自然条件下における開花現象

1958年の7, 8, 9, 10月上旬の4回に亘って、自然条件下における南瓜の開花時刻とその経過を知るために調査を行なった。又同時に調査期の環境要素(光線, 温度, 湿度)の状態を測定して比較した。

1. 開花は時期が遅れるにつれて促進され、各調査期の間にはそれぞれ平均値で17~25分の差が見られた。この差はいずれも1%水準において有意性がある。
2. 開花は日によって差がなく、集中的に行なわれ、その日に開花すべきものは早朝約1時間以内に殆んど総てが開花を完了した。
3. 日照時間は季節が遅れるにつれて、それぞれ1日に約1時間短縮され、開花時刻と夜間の長さ(遮光時間)の間には明らかな相関関係が見られる。
4. 開花時刻前後の気温は各調査期の間に約2~7°Cの差が見られ、時期が遅れるにつれて低下した。
5. 湿度は調査期によって多少の差は見られたが、これが開花に直接影響するものとは考えられない。
6. 調査時期を問わず、開花行動は約1時間前後で完了した。

(2) 開花に及ぼす光線の影響

温度(22~24°C), 湿度(75~85%)の環境条件を出来る限り一定にして、開花に対する光線の影響について実験した。

1. 開花現象は完全な遮光下において正常に行なわれ、反対に連続照明下では座止現象を来した。
2. 開花には一定の遮光時間を必要とし、その時間が与えられるならば、開花時の光線の有無とは関係なく正常な開花が行なわれた。
3. 開花に必要な遮光時間は花蕾の熟度によって長短を生じた。
4. 開花に必要な遮光時間は、断続的(照明と遮光が1~2時間宛交互に)に与えられ、その集計が一定時間に達しても開花の誘因とはならなかった。
5. 光線による開花の座止は、照度12 Lux以下でも明りょうに現われ、12~1400 Luxの間では照度によりその程度に差は見られなかった。
6. 光線の可視部においては、波長によって開花座止の程度に差はなかった。
7. 紫外線の存在は、可視光線同様開花の座止を起させた。
8. 開花の一定時間前(8~9時間)になれば、植物体

の茎葉の有無とは関係なく(即ち、切花にして水に挿しても)正常な開花が行なわれた。

(3) 開花に及ぼす温度の影響

光線(500~1000 Lux), 湿度(70~85%)の環境条件を出来る限り一定にして、開花と温度との関係について実験を行なった。

1. 或限度以上の高温(25~26°C以上)下では、光線の有無にかかわらず開花は不可能であり、或限度以下の低温(12~14°C以下)下では光線の有無にかかわらず完全な開花が行なわれた。14~25°Cの温度条件では、照明下では正常な開花が行なわれず、照度が大になるに従って開花現象の座止が強く現われた。
2. 照明下で開花を誘起させるには、低温(12~14°C以下)で10時間以上処理する必要がある。
3. 遮光下でも或限度以上の高温(25~26°C以上)下では開花行動に異常を来すが、この座止現象は高温下での処理時間が長い程強く現われた。又花蕾の熟度によって座止を惹き起す処理時間に差を生じた。即ち、熟度が進んでからでは高温感応が強く、短時間で座止現象を示した。
4. 開花時刻は温度によって支配されなかった。
5. 開花には変温を必要としなかった。

(4) 開花に及ぼす光線と温度との相互関係

開花に及ぼす種々なる照度及び温度条件相互の影響について実験を行なった。

1. 開花に及ぼす照度と温度の間には負の相関関係が見られる。
2. 開花に必要な遮光時間は、花蕾の未熟な中は温度によって差があった。即ち、低温の下では短縮された。しかしながら花蕾の熟度が進んでからでは差が見られなかった。

(5) 開花に及ぼす湿度の影響

本試験の範囲内(湿度55~100%)では、湿度は直接開花を支配する要因とは考えられない。

B 開花時刻の人為的コントロールについて

一定熟度に達した雄花に対し、開花可能なる条件を人工的に早く与え、或は最初開花の座止を来たすような条件の下に置き、その後、開花可能条件下に移すことによって、開花時刻を人為的にコントロール出来るか否かを吟味した。

1. 温度条件により異なるが、自然状態のものに比し約5時間半開花時刻を促進させることが出来た。
2. 一定限度内の温度条件下では、自然状態のものに

比し約7時間、開花時刻を遅らせることが出来た。

3. 開花の促進或は遅延の直接要因となるのは暗黒である。

4. 稲花等のように単に光線の照度を弱めることによって開花時刻の促進を図ることは不可能であった。

5. 開花時刻を人為的に促進或は遅延させる場合、開花条件が備わると、総ての個体が約1.5時間の間に集中的に開花を完了し、個体によって時刻が分散することはなかった。

C 開花現象の形態並びに組織学的観察

1. 花蕾の成熟に伴う花弁縦軸方向の伸長は各部で行なわれるが、特に先端に近い部分において著しく、又その伸長は開花前日の正午頃から夕刻にかけて速か、その後開花迄の間は比較的緩慢であった。

2. 花弁中肋内側の表皮及び表皮下細胞の開花時における大きさを、開花可能条件と不可能条件下に置かれたものについて比較した。その結果、花弁中肋内側では、前者は後者に比し著しく大であった。しかしながら、花弁中肋外側の場合は、開花可能条件下と不可能条件下との間に明らかな差異が認められなかった。

D 開花現象と花弁内成分及び花弁中肋細胞の滲透価との関係

1. 花弁の水分含量は花蕾の成熟と共に増加したが、開花可能条件の花と座止条件下のものとの間に一定の傾向は見られなかった。

2. 温度条件が同一である場合の水分含量は、遮光下のもは連続照明下のものに比し大であった。

3. 開花時における花弁の還元糖及び非還元糖の含量は、開花可能条件下に置かれたものが座止条件に置かれたものに比し著しく大であった。

4. 花弁の澱粉含量は花蕾の熟度が進むにつれて減少し、開花時の含量を開花可能条件と座止条件下のものについて比較すると、前者は後者に比し著しく低下していた。

5. 切花における開花時の炭水化物含量を見ると、開花可能条件と座止条件下の間の含量の傾向は鉢植材料の場合と同様であった。但し含有率は鉢植の場合に比し明らかに低下していた。

6. 花弁中肋表皮細胞の開花時の滲透価は、花弁の内側は外側に比し常に大であった。

7. 開花可能条件と座止条件下の花(花弁中肋表皮細胞)の滲透価を比較すると、外側の滲透価に一定の傾向

は見られないが、内側の滲透価は前者が後者に比し著しく大であった。

E 開花現象と花弁内生調物質との関係

1. 花蕾の成熟に伴って(開花前日の17時00分から開花迄)、花弁内生調物質の消長に著しい変化は認められなかった。

2. 開花可能条件下と座止条件下に処理された個体の花弁の生長促進物質の活性度の間には明らかな差が認められた。即ち、前者は後者より *Avena coleoptile* の伸長率で約20%大であった。

3. 花弁内の生長促進物質は Paper chromatography で確認の結果、Rfは0.7~0.9で、発色はpinkであった。一方標準区としてIAAを展開した場合のRfは、0.4~0.5であるところから、南瓜花弁内の生長促進物質はIAAのものではないことが想像される。*Avena coleoptile* の伸長試験ではRf0.8~0.9の部分に促進物質のピークが認められ、それよりややRf値の低い部分に僅かであるが抑制物質の存在が認められた。

F 開花現象に対する auxin 及び糖の人為的添加の影響

1. 開花座止条件下の鉢植材料に対して、外部から auxin 及び glucose を散布してその影響を確めた。

a) 22~24°C 照明条件下では、auxin の散布によって或程度迄開花を誘起出来るが、完全開花に至らしめることは出来なかった。又 glucose 散布の効果は認められなかった。

b) 27~29°C 遮光条件下では auxin, glucose 共に散布の効果は見られなかった。

2. 開花座止条件下の切花に、切口から auxin 及び glucose 溶液を吸収させた場合の開花に及ぼす影響は認められなかった。

文 献

- 1) 明峰正夫(1909): 稲の開花及び交種に関する研究. 札幌農林学会報 2, 33: 42-45.
- 2) 安孫子孝一(1939): 除虫菊の開花結実に関する研究. 札幌農林学会報 148: 294-500.
- 3) BALL, N. G. (1933): A physiological investigation of the ephemeral flowers of *Turnera Ulmifolia* L. var. *Elegans* Urb. The New Phyt. 32 (1): 13-37.
- 4) BALL, N. G. (1936): The effect of nocturnal illumination by different regions of the spectrum

- on the subsequent opening of flower-buds. The New Phyt. 35 (2): 101-116.
- 5) BLOCK, R. J. DURRUM, E. L. and ZWEIG, G. (1957): A manual of paper chromatography and paper electrophoresis.
 - 6) BONNER, J. (1952): Plant biochemistry. (山田・丸尾文治共訳).
 - 7) DEZEEUW, D. and LEOPOLD, A. C.: The prevention of auxin responses by ultraviolet light. Amer. Jour. Bot. 44 (3): 225-238.
 - 8) 大後美保 (1945): 植物生理気象学.
 - 9) 江口庸雄・大鹿保治・神山利一 (1958): ねぎの採種に関する研究. 農技研報告 E 7: 115-127.
 - 10) GALSTON, A. W. and MARGER, E. H. (1949): Studies on the physiology of light action (1) Auxin and the light inhibition of growth. Amer. Jour. Bot. 36: 85-94.
 - 11) GORDEN, S. A. (1954): Occurrence, formation and inactivation of auxins. Ann. Rev. Plant physiol. 5: 341-378.
 - 12) 浜田国彦 (1949): 東北地方に於ける南瓜栽培. 育種と農芸 4 (4): 130-133.
 - 13) HAYASE, H. (1960): Physiological studies on the pollination of the genus cucurbita, with special reference to the fertilizing power of pollen and anther dehiscence. Hokkaido Nat. Agri. Exp. Sta. Rep. 54.
 - 14) 北大理学部植物生理学教室編 (1952): 植物生理学実習.
 - 15) 堀田 良 (1949): 蔬菜の結球現象に関する一考察. 農及園 24 (10): 697-698.
 - 16) 伊勢田実 (1930): 稻花の開花時刻及び開花に及ぼす外界の影響について (卒業論文).
 - 17) 磯 永吉 (1927): 稻の開花に関する研究. プロパー会々報 4: 8-13.
 - 18) ITO, H. (1936): The development and chemical changes of lettuce as influenced by temperature, light and nutrient supply with special reference to the head formation. Jour. Hort. Assoc. Jap. 7 (1): 58-71.
 - 19) 伊東秀夫・加藤 徹 (1950): 白菜の結球現象の研究 (1). 農及園 25 (8): 682.
 - 20) ———, ——— (1951): 白菜の結球現象の研究 (2). 農及園 26 (7): 771-772.
 - 21) ———, ——— (1957): 白菜の結球に関する研究, 結球の組織学的並びに生理学的研究. 園学雑 26 (3): 154-162.
 - 22) 加茂 巖 (1940): 稻の開花に関する研究. 台湾農事報 39 (8): 718-731.
 - 23) 川端 男 (1934): 花時計. キング 10.
 - 24) KEFFORD, N. P. (1955): The growth substances separated from plant extracts by chromatography. Jour. Exp. Bot. 6: 129-151.
 - 25) 小林弥吉 (1925-1927): 稻の開花に関する外界の影響について. 農学会報 274, 279, 290.
 - 26) 児玉政弘 (1936): 南瓜の授粉に関する研究. 農及園 14 (6): 1965-1969.
 - 27) 額綱理一郎 (1947): 生理植物学.
 - 28) 郡場 寛 (1953): 植物の生理生態.
 - 29) LEOPOLD, A. C. (1960): Auxin and plant growth.
 - 30) MASUDA, Y. (1959): Role of cellular ribonucleic acid in the growth response of avena coleoptile to auxin. Physiologia Plantarum 12: 324-331.
 - 31) 御園生義一 (1928): 燕麦 (*Avena sativa* L.) の開花に関する研究 (予報). 札幌農林学会報 88: 517-530.
 - 32) ——— (1935): Brom grass の開花について. 札幌農林学会報 123: 449-459.
 - 33) MISONOO, G. (1936): Ecological and physiological studies on the blooming of oat flowers. Jour. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 37 (4): 212-292.
 - 34) 御園生義一 (1938): 燕麦の鱗被に関する二, 三の実験的研究. 農及園 13 (10): 2206-2212.
 - 35) ——— (1938): 燕麦開花の特異現象について. 明峰正教授在職30年記念農学論叢: 40-48.
 - 36) 宮司佑三 (1952): 粟の開花誘起に關する実験 (予報). 日作紀 20: 227-239.
 - 37) 三好 学 (1931): 最新植物学中巻.
 - 38) 長尾正人・高橋万工門・鈴木道雄 (1956): 農学実験法.
 - 39) 仲尾政太郎 (1911): 禾穀類開花の機械的作用について. 札幌農林学会報 10.
 - 40) 中山林三郎 (1954): 圃場試験計画.
 - 41) 二国二郎 (1951): 澱粉化学.
 - 42) 小倉 謙 (1952): 植物解剖及び形態学.
 - 43) 酒井 昭 (1959): 原形質分離法による生死の判定. 北大低温科学研究所業績 510, 生物篇. 17: 22-27.
 - 44) 坂村 徹 (1959): 植物生理学 (下).
 - 45) SCHNEIDER, C. L. (1938): The interdependence of auxin and sugar for growth. Amer. Jour. Bot. 25: 258-270.
 - 46) SEATON, H. L. and KREMER, J. C. (1938): Influence of climatological factors on anthesis and anther dehiscence in the cultivated cucurbits, a preliminary report. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36: 627-631.
 - 47) SEN, S. P. and LEOPOLD, A. C. (1954): Paper chromatography of plant growth regulators and allied compounds. Physiologia Plantarum. 7:

- 98-108.
- 48) SIRCAR, S. M. and DAS, T. M. (1951): Growth hormones of rice grains germinated at different temperature. *Nature*. 168: 382-383.
- 49) STEMPHENS, J. C. and QUINBY, J. R. (1934): Anthesis, pollination and fertilization in sorghum. *Jour. Agri. Res.* 49: 123-136.
- 50) STOPPEL, R. und KNIEP, H. (1911): Weitere Untersuchungen über das Öffnen und Schliessen der Blüten. *Zeits. F. Bot.* III: 369-399.
- 51) TAGAWA, T. and BONNER, J. (1957): Mechanical properties of the avena coleoptile as related to auxin and to interactions. *Plant. Physiol.* 32: 207-212.
- 52) 高嶋四郎 (1951): 南瓜属の生態学的研究(5) 開花時刻及び交配温度が結果に及ぼす影響. 園芸学研究集録 5: 23-28.
- 53) 田村 勉 (1943): 南瓜の開花に及ぼす2, 3外界要素の影響について (卒業論文).
- 54) ——— (1959): 瓜類の開花に関する研究(1) 自然条件下に於ける南瓜 (*C. maxima*) の開花時刻とその経過について. 北大農学部邦文紀要 3 (2): 15-19.
- 55) ——— (1959): 瓜類の開花に関する研究(2) 南瓜の開花に及ぼす光線の影響. 北大農学部邦文紀要 3 (2): 20-26.
- 56) ——— (1960): 瓜類の開花に関する研究(3) 胡瓜の開花並びに花粉の発芽に及ぼす気象要素の影響. 北大邦文紀要 3 (4): 10-17.
- 57) ———: 瓜類の開花に関する研究, 西瓜の開花並びに花粉の発芽に及ぼす気象要素の影響 (未発表).
- 58) 田中克己 (1957): 顕微鏡標本の作り方.
- 59) 戸刈義次・山田 登・林 武 (1960): 作物生理講座.
- 60) 塚本洋太郎・浅平 端 (1956): グラジオラス球根の休眠 (2). *園学雑* 25 (2): 133-140.
- 61) TSUKAMOTO, Y. and YAGI, M. (1959): Dormancy of gladiolus corms (V) The fluctuation in auxin and inhibitor contents in the gladiolus corms. *Jour. Hort. Assoc. Japan* 28 (1): 59-64.
- 62) 渡辺 斉 (1953): 豇科蔬菜の開花結実に及ぼす環境要素の影響について(2) 花芽分化時及び開花期の温度が菜豆の開花結実に及ぼす影響. *園学雑* 22 (2): 100-106.
- 63) ——— (1953): 豇科蔬菜の開花結実に及ぼす環境要素の影響について(3) 菜豆の開花運動に及ぼす温度の影響及び花粉の発芽に及ぼす温度, 湿度の影響. *園学雑* 22 (3): 172-176.
- 64) ———, 桑原 勉 (1949): 豇科蔬菜の開花結実に及ぼす環境要素の影響について. *園学雑* 18 (3, 4): 213-225.

65) 安田貞雄 (1944): 植物生理学的栽培学汎論.

66) ——— (1947): 高等植物生殖生理学.

Summary

This paper reports studies made in order to clarify the mechanism of blooming of squash (*C. Maxima*). The work was done during the five years 1956 to 1960 in the experimental fields of Hokkaido Univ. (Sapporo). The experimental materials were cultured in pots and used as pot plants or as cut flowers; only male flowers of uniform maturity were employed.

The variety that was used in the tests was "TAKEUCHI".

The results of the experiments are summarized as follows:

A. Influence of Environmental Factors on Blooming.

(1) Blooming under natural conditions.

A study was made under natural conditions to clarify the relationship between the time and progress of blooming of squash and the atmospheric factors, light, temperature and humidity. Observation was made on four occasions (during the first 10 days of July, Aug. Sept. and Oct. respectively) in 1958.

1. The blooming time becomes earlier with an average advance of 17 to 25 minutes per month, as the season advances.

2. There is no difference from day to day in the time of blooming. The time elapsed from the onset of the first flower to bloom to the termination of blooming of the last flower was approximately 1 hour.

3. With each one month advance of observation the monthly mean day length shortened by approximately 1 hour. From the above, it is conjectured that a close correlation may exist between the time of blooming and day length.

4. With each month's advance in the course of these observation, the monthly mean temperature at the time of blooming lowered by 2-7°C.

5. No. consistent tendency was seen in any relationship between blooming and humidity.

6. Approximately 1 hour is required from the onset to the completion of blooming in any one flower.

(2) Effect of light on blooming.

The other environmental factors (temperature 22-24°C and moisture 75-85%) being kept as nearly

uniform as possible, the present experiments were conducted in order to clarify the relationship between light and blooming.

1. Casual observation gives one the impression that the blooming occurs coincident with day-break. However, careful observation reveals that blooming occurs normally even under continuous darkness but is completely inhibited under continuous artificial illumination.

2. Although a definite length of darkness is by all means necessary for flowering, blooming occurs regardless of the existence of light at the time of blooming.

3. An intimate relationship exists between the length of darkness necessary to induce blooming and the maturity of the bud subjected to it. More definitely, less time is required as the maturity of the bud advances.

4. Darkness and light given intermittently with 1 or 2-hour intervals are ineffective for inducing blooming.

5. Hindrance of blooming by continuous lighting results under maintenance of light intensity lower than 12 Lux. There is no difference in hindrance between light intensity from 12 to 1400 Lux.

6. Within the range of visible rays, difference of wave-length has no effect regarding the hindrance of blooming. Moreover, hindrance does likewise result under continuance of ultra-violet rays.

7. The process of blooming occurs regardless of the presence or absence of vegetative organs (leaves, stem, roots etc.); in other words, normal blooming takes place even in cut flowers.

(3) Effect of temperature on blooming.

Other environmental factors (light 500-1000 Lux and moisture 70-85%) being kept as nearly uniform as possible, the present experiments were made in order to ascertain the relationship between temperature and blooming.

1. Under maintenance of temperature below 12-14°C, normal blooming takes place regardless of the existence of light but this is not the case in maintenance of temperature higher than 25-26°C. That is, in case of such high temperature, hindrance of blooming occurs regardless of the existence of light. The normal blooming between temperatures from 14 to 25°C does not occur under maintenance of light; with increase in light intensity hindrance of blooming increases.

2. By holding the flower buds of a definite maturity longer than 10 hours under temperature lower than 12-14°C, normal blooming is caused to take place even under continuous lighting.

3. Under maintenance of temperature higher than 25-26°C, abnormal blooming occurs even under darkness. Such inhibition of blooming increases in proportion to the time that the flower buds are treated under the above high temperature. Moreover, the maturity of flower buds increases and with approach of the time of blooming, the blooming is inhibited for an hour shorter time than younger flower buds.

4. Temperature conditions (12 to 25°C) during 20 hours before blooming action have no effect upon the time of blooming.

5. Temperature fluctuation is not necessary to the inducement of blooming.

(4) A mutual relationship between light intensity and temperature on blooming.

1. A negative correlation of high significance is seen to exist between the effects upon blooming of light intensity and degrees of temperature.

2. Only when the flower bud is immature, the length of darkness necessary for inducing blooming vary according to temperature condition, that is, less time of darkness is required under low temperature.

However, as the maturity of the bud advances, temperature has no effect on the length of darkness necessary for blooming.

(5) The influence of humidity on blooming.

Within the range of humidity (55-100%) in the present experiments, no consistent relationship is seen between blooming and humidity.

B. On Artificial Control of Blooming Time.

Some experiments were undertaken in order to ascertain whether it would be possible or not: 1) To hasten the blooming by artificial treatment of the flower buds giving them conditions which induce blooming; 2) to postpone the blooming first by placing the flower buds under conditions which inhibit blooming, and then by transferring them into conditions where blooming could occur.

1. The author was able artificially to hasten the blooming time by about 5.5 hours compared with the time under natural conditions or to defer the blooming time to about 7 hours later than it would have been under natural conditions.

2. An intimate relationship exists between the

limits of possibility of artificial control of blooming time and temperature.

C. Morphological and Physiological Observation of the Action of Blooming.

1. With advance in maturity of the flower buds, growth parallel in direction to the main nerve of the petals is obviously greater at parts near its tip in comparison with other parts, although growth takes place in all parts of petals. The velocity of such growth is rapid from noon of the day before blooming to evening of such day but is slower than that from above time to the time of blooming.

2. At the time of blooming, the author compared the relationship between size of epidermal cells and tissue cells under epidermis in main nerve of petals under possible conditions of blooming and that of petals under conditions inhibitory of blooming. It was found that in the inside of petals, the size of epidermal cells and tissue cells under the epidermis of the former was remarkably greater in comparison with that of the latter; however, in the outside of petals, there was no consistent tendency in the size of epidermal cells and tissue cells under epidermis between the former and the latter. In other words, the possibility of artificial control of blooming time under low temperature conditions becomes greater than under high temperature.

3. The direct factor necessary for inducing hastening or delay of blooming time is an artificial covering light, i.e., darkness.

4. It is not possible by decreasing only light intensity, to induce hastening of blooming time, although it can be done with the rice flower.

5. In artificially inducing a hastening or delay of blooming time, there is found to be no difference in blooming time of plants in one and the same plot of the experimental treatments. The time elapsed from the onset of the first flower to termination of blooming of the last flower is approximately 1.5 hours.

D. The Relationship Between the Action of Blooming and Certain Constituents of Petal and the Osmotic Pressure of the Main Nerve Cells of Petal.

1. The water percent of the petal becomes greater with increasing maturity of the flower bud. There is no difference in the water percent between the petal under favorable conditions of blooming and

that under unfavorable conditions.

2. Under similar temperature conditions, the water content of petal under darkness is greater in comparison with that under continuous artificial illumination.

3. At the time of blooming, reducing sugar and non-reducing sugar percent of petal under possible conditions of blooming are obviously increased as compared with percentages under impossible condition.

4. The starch content of the petal is decreased with advance in maturity of flower bud. Further, at time of blooming, the starch content of the petal under favorable conditions of blooming is lower in comparison with that under unfavorable conditions.

5. As a result of tests made on carbohydrate contents of cut flower petals, it was found that there was no difference in rise and fall of carbohydrate contents with the advance in maturity of the bud between possible conditions and impossible conditions for blooming. Carbohydrate percent in each material observed in cut flower was smaller than that in pot plants.

6. It was found that osmotic pressure of main nerve epidermal cells in the inside of petals was usually greater in comparison with that of cells in the outside of such petals.

7. Moreover, the author compared the relationship between osmotic pressure of main nerve of petals under possible conditions of blooming and that under impossible conditions. It was found that in the inside of petals, the osmotic pressure of the former was remarkably greater in comparison with that of the latter, but in the outside of petals, there was no difference in osmotic pressure between the former and the latter.

E. Relationship Between the Action of Blooming and Growth Regulators in the Petals.

1. There is hardly any change in the activity of growth regulators in the petals with increase in maturity of flower bud from 12 hours before blooming to the blooming time.

2. Distinct difference is found between the activity of growth-promoting substances of the petals of plant under possible conditions of blooming and the activity under impossible conditions. That is, as a result of bioassay with straight growth of *Avena coleoptile* sections, it was found that growth percent

under the former became 20% greater than that of the latter.

3. Growth regulators in petal were measured by paper chromatography. As one result, it was recognized that Rf value of the detected promoting substance was 0.7-0.9 and coloration of paper by spraying with Ehrlich reagent was pink; on the other hand, Rf value of the control lot which used IAA was 0.4-0.5. From the above, it seems conceivable that the growth-promoting substance in the petals of squash is not IAA itself. As a result of such *Avena* coleoptile tests, the peak of growth-promoting may be stated to be in the part of Rf value 0.8-0.9; in a part having slightly lower Rf value than such Rf, the existence of growth-inhibitors was found.

F. Influence of Artificial Application of Auxin and Glucose on Blooming.

1. The flower buds of pot plants treated under

conditions preventing blooming were used as the experimental materials. The present experiments were carried out to learn the effects of application of auxin and glucose spray in inducing blooming.

a) Under temperature 22-24°C and continuous artificial illumination, although the artificial induction of half blooming is possible by the spraying of auxin, the spraying of glucose has no effect on the blooming.

b) Under temperature 27-29°C and darkness, no effects of spray application of auxin and glucose were found.

2. When auxin and glucose solution was absorbed by cut flowers under conditions which inhibit blooming, no effect on blooming was observed.

図 版 説 明

I. 開花の経過

左側上から(1~5)7月10~11日調査

1	……	10日	19時00分	開花度	4°
2	……	11日	3時30分	”	38°
3	……	”	4時20分	”	58°
4	……	”	4時50分	”	83°
5	……	”	5時10分	”	94°

右側上から(1~5)10月9~10日調査

1	……	9日	17時00分	開花度	18°
2	……	10日	2時20分	”	46°
3	……	”	3時00分	”	52°
4	……	”	3時40分	”	84°
5	……	”	4時00分	”	93°

II. 開花度の例

1	……	開花度	1 (写真面に於ける開花度	18°)
2	……	”	2 (” 36°)
3	……	”	3 (” 59°)
4	……	”	4 (” 87°)
5	……	”	5 (” >90°)
6	……	”	6 (” 43°)

III. 連続照明と開花

上段左より A, B区

下段左より a, b区

IV. 断続的遮光と開花

上段左より A, B区

下段左より C, D区

V. 前期遮光と開花

鉢植材料使用の場合

左側上より A, B, C, D, E, F, G区

切花材料使用の場合

右側上より a, b, c, d, e, f, g区

VI. 後期遮光と開花

鉢植材料使用の場合

左側上より A, B, C, D, E, F, G区

切花材料使用の場合

右側上より a, b, c, d, e, f, g区

VII. 照度と開花

上段左より A, B, C区

下段左より D, E, F区

VIII. 光線可視部の種類と開花

上段左より A, B区

下段左より C, D, E区

IX. 光線の紫外部と開花

上段左より A, B 区
下段左より C, D 区

X. 温度 12~14°C (照明) 条件下での経過時間と開花

左側上より A, B, C 区
右側上より D, E, F 区

XI. 種々の温度条件下における開花

1. 遮光処理

上段左より A, B 区
下段左より C, D 区

2. 連続照明

上段左より A, B 区
下段左より C, D 区

XII. 温度 27~29°C (遮光) 条件下での経過時間と開花

1. 前期処理

上段左より C, D 区
下段左より E, F 区

2. 後期処理

上段左より A, B, C 区
下段左より D, F 区

XIII. 1. 温度 10~12°C, 湿度 100% 中での開花状態

2. 上段 温度 10~12°C, 湿度 100% 区
下段 " " " 75~80% 区

XIV. 1. 温度 22~24°C, 湿度 100% 中での開花状態

2. 上段 温度 22~24°C, 湿度 100% 区
下段 " " " 75~80% 区

XV. 連続照明下で黒袋を掛けた花の開花

右側の花 連続照明で開花の座止現象を示したもの (開花度 24°)
左側の花 上と同一条件で黒袋を掛けたために完全開花したもの (開花度 97°)

XVI. 温度 8~10°C, 照度 200 Lux の下での開花

XVII. 温度 17~19°C 条件下での人為的開花促進及び遅延

左側 開花促進, 上より A, B, C, D, E 区
右側 開花遅延, 上より A, C, E, F, G 区

XVIII. 温度 22~24°C 条件下での人為的開花促進及び遅延

1. 開花促進, 上段左より A, B 区
" 下段左より C, D 区
2. 開花遅延, 上段左より B, C 区
" 下段左より D, E, F 区

XIX. 開花時における花卉中肋表皮細胞の原形質分離 (NaCl: CaCl₂=9:1 の高張液使用)

上段 中肋外側の表皮

1. 原形質分離していない細胞
2. 0.15 M で原形質分離した細胞

下段 中肋内側の表皮

1. 原形質分離していない細胞
2. 0.4 M で原形質分離をした細胞

XX. NAA の散布が開花に及ぼす影響

上段左より A, B, C 区

中段 " D, E 区

下段 " F, G, H 区

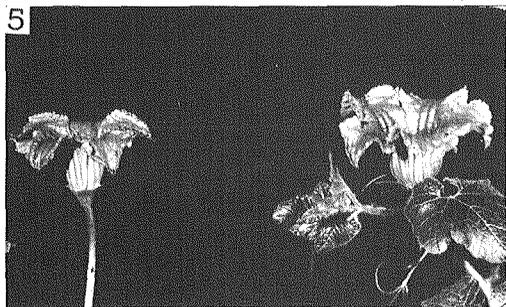
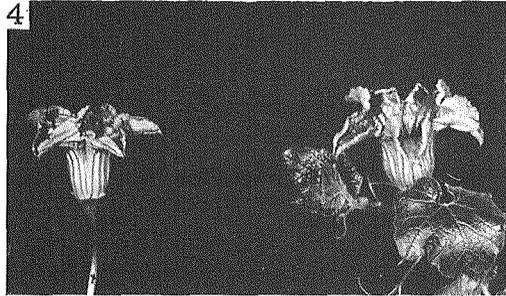
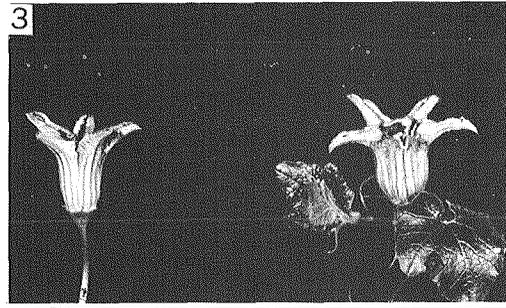
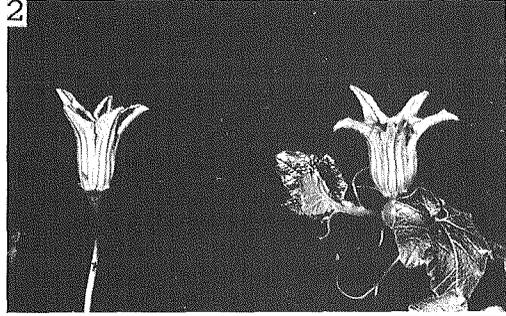
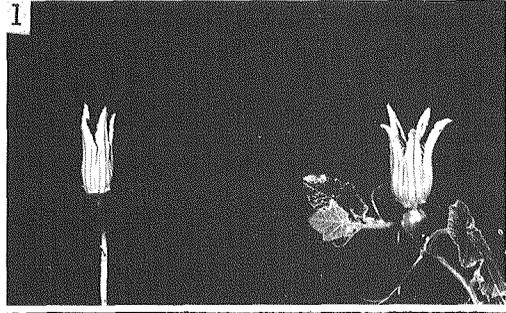
XXI. 1. 切花における吸水の有無と開花

2. 上記1の開花状態

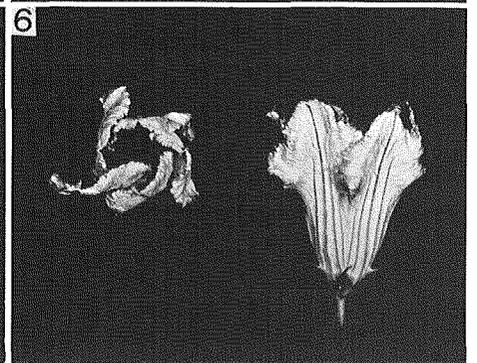
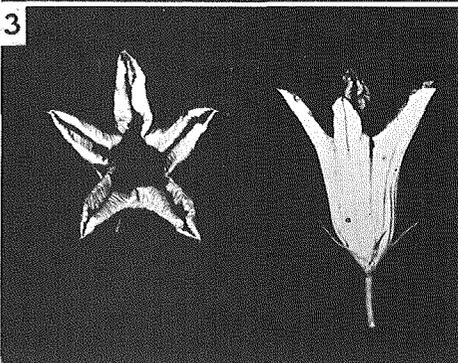
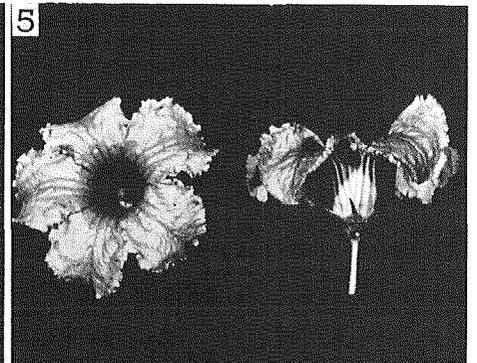
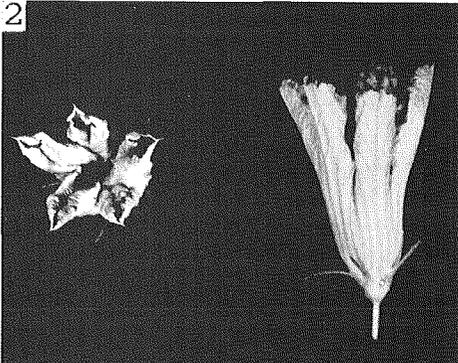
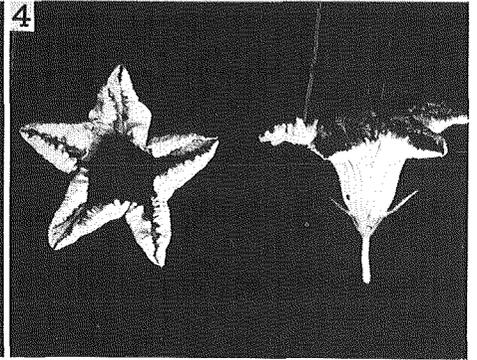
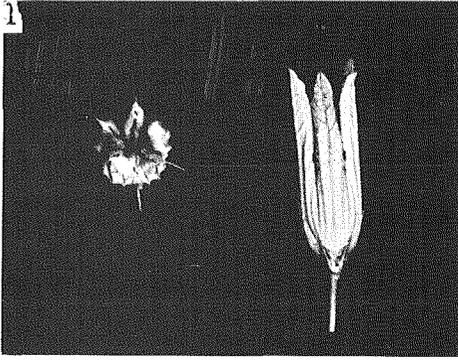
上段 吸水したもの

下段 吸水しなかったもの

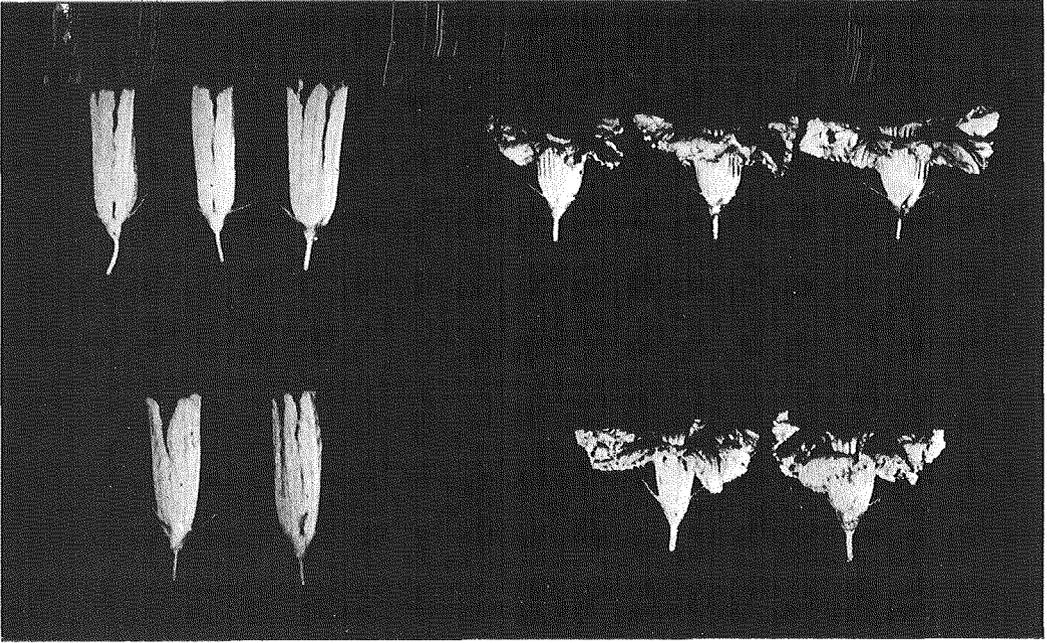
图版 I



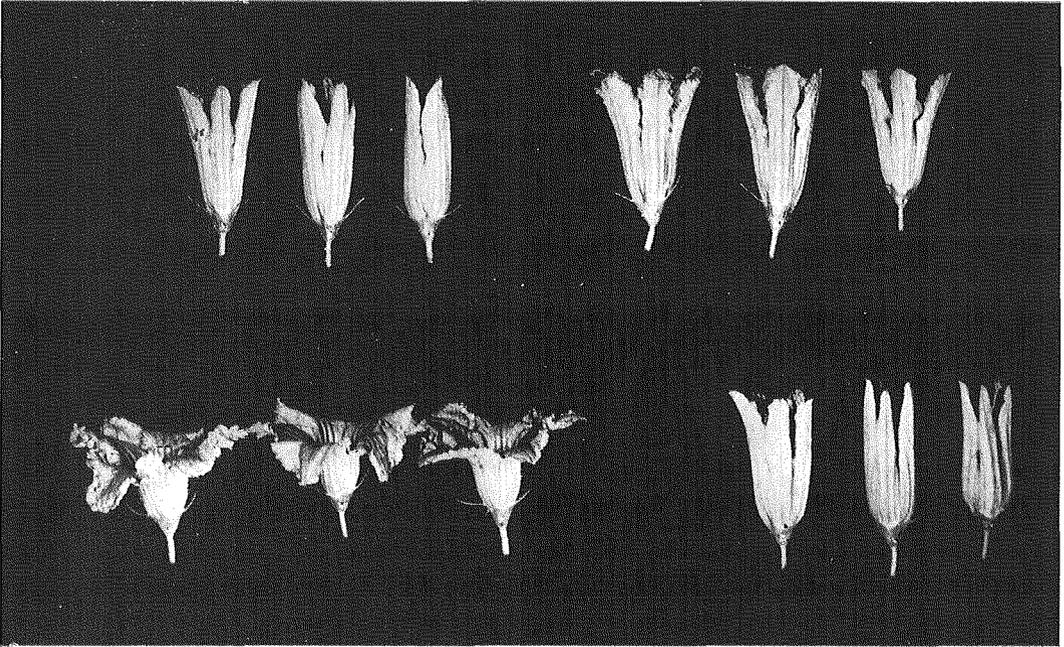
图版 II



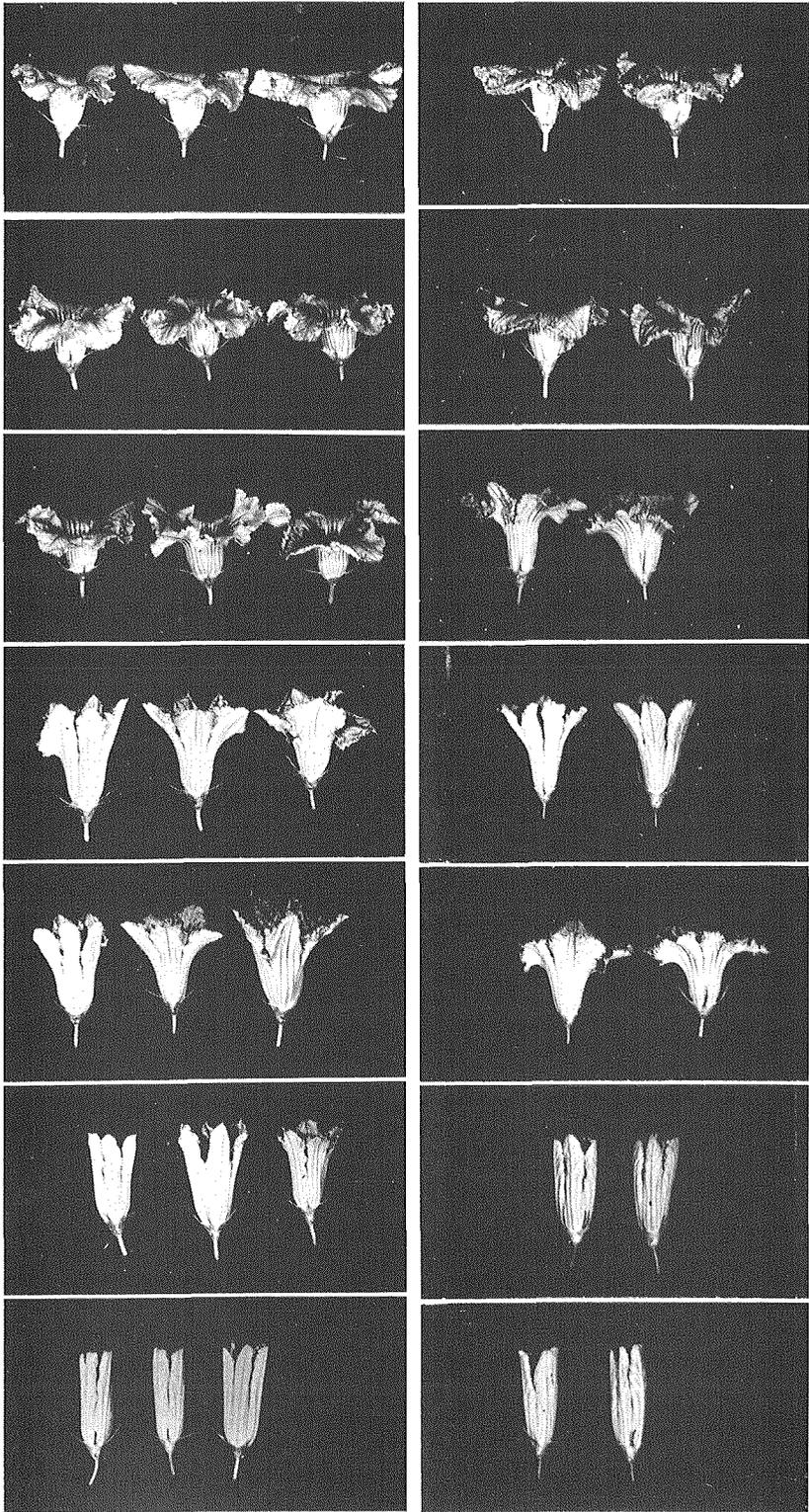
图版 III



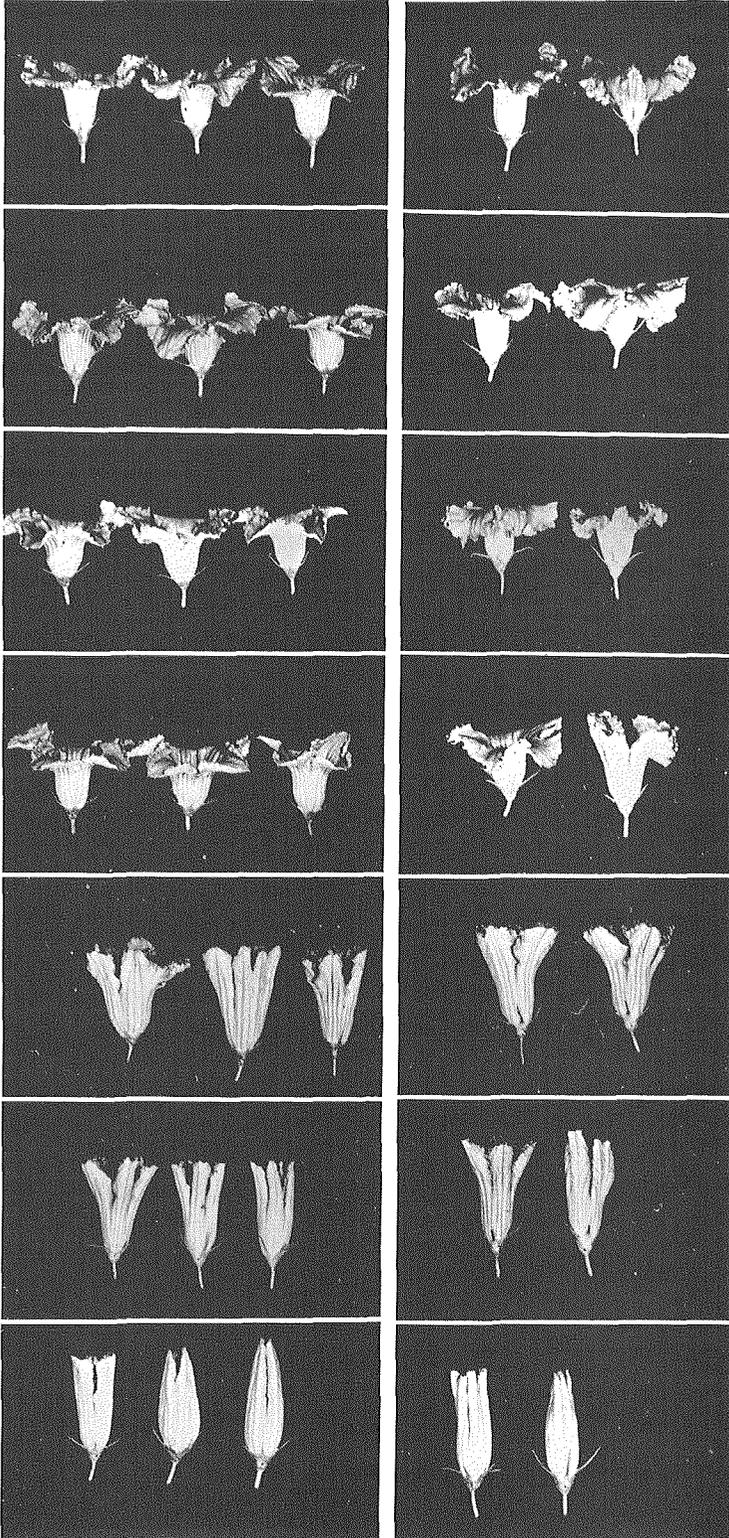
图版 IV



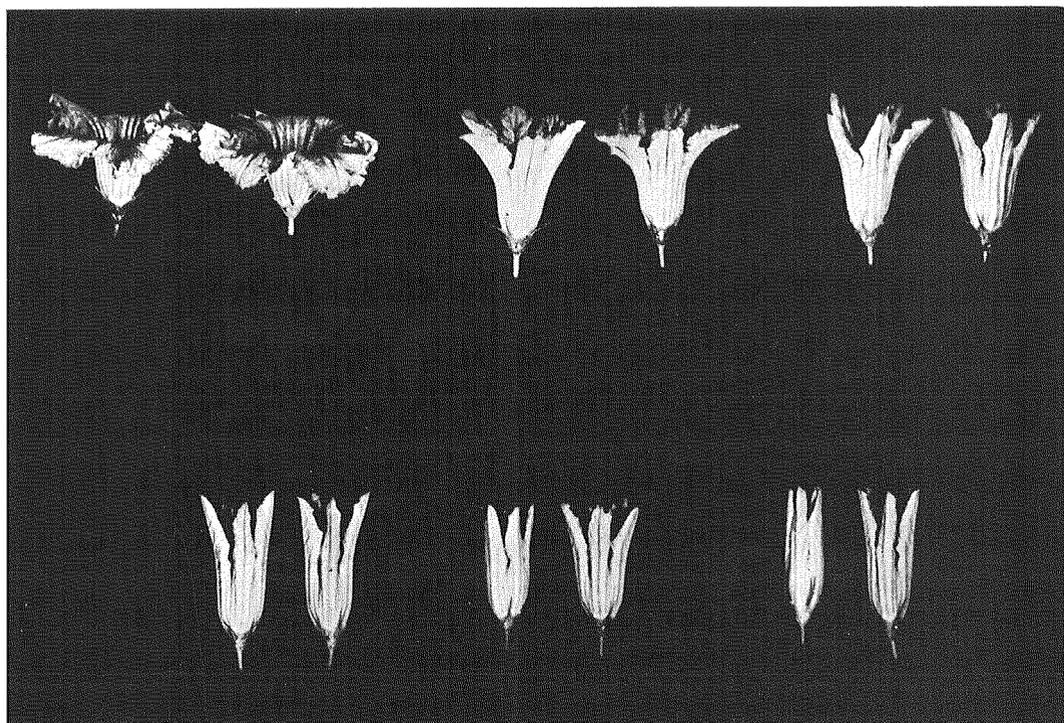
图版 V



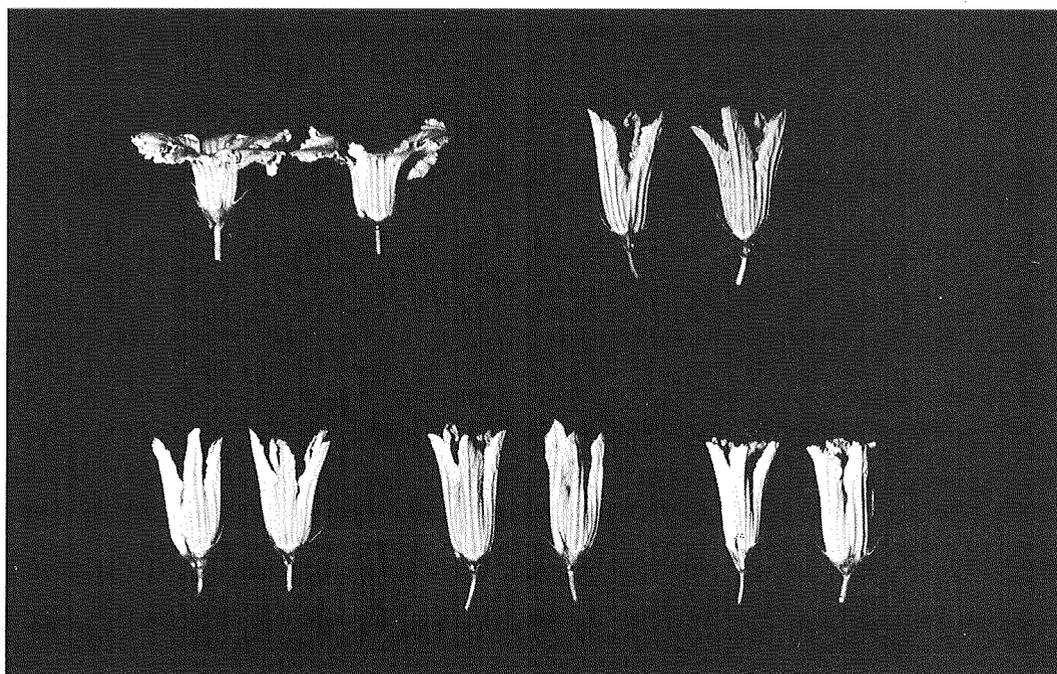
图版 VI



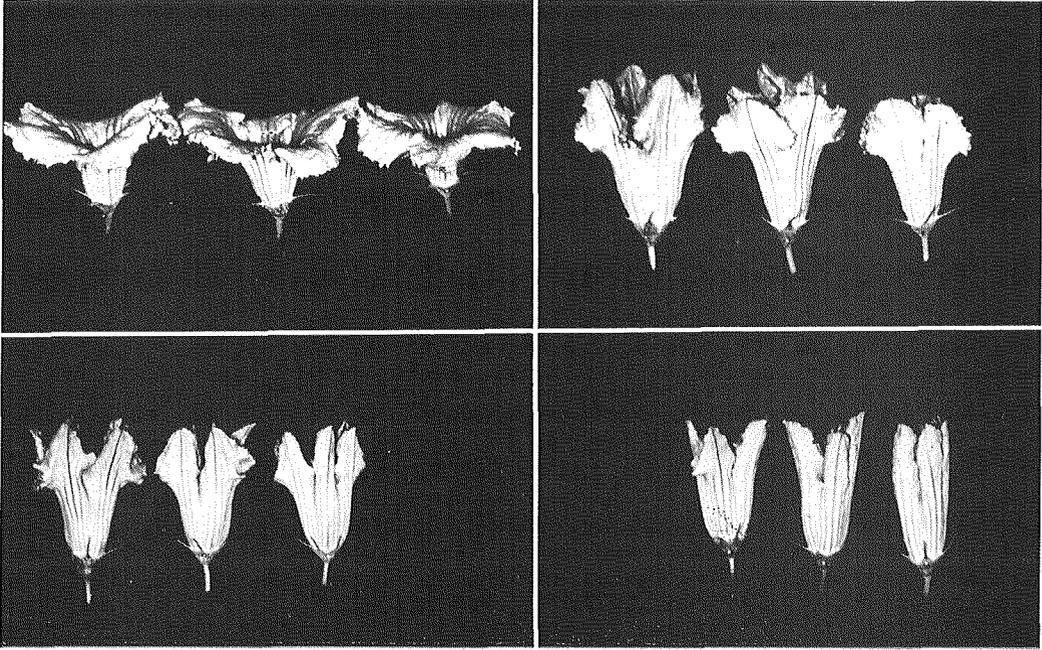
图版 VII



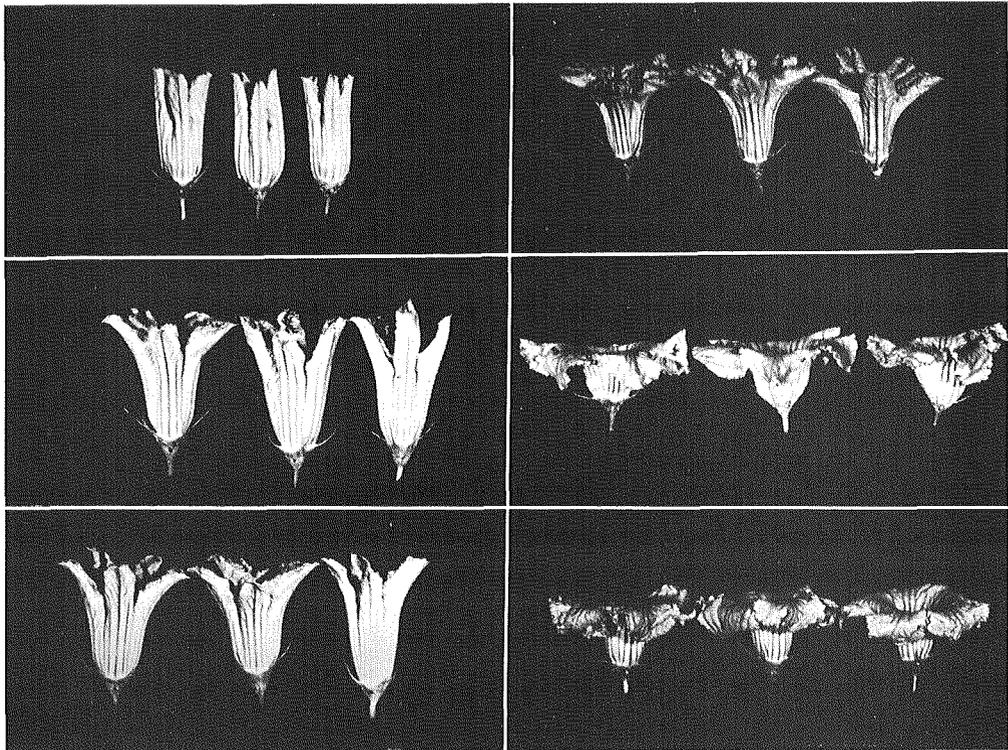
图版 VIII

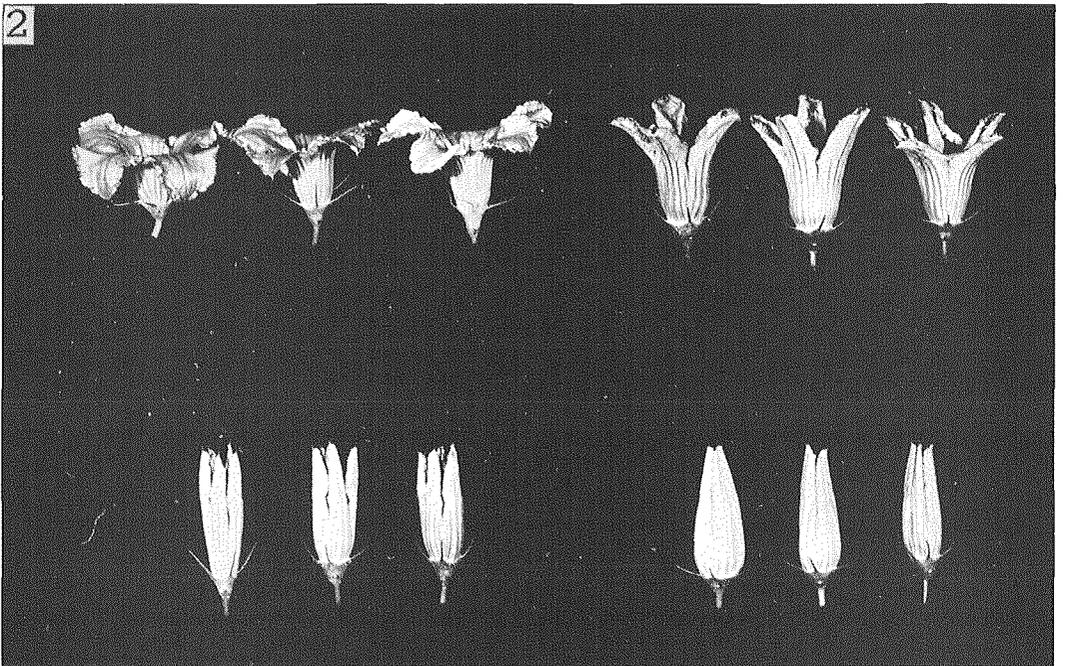
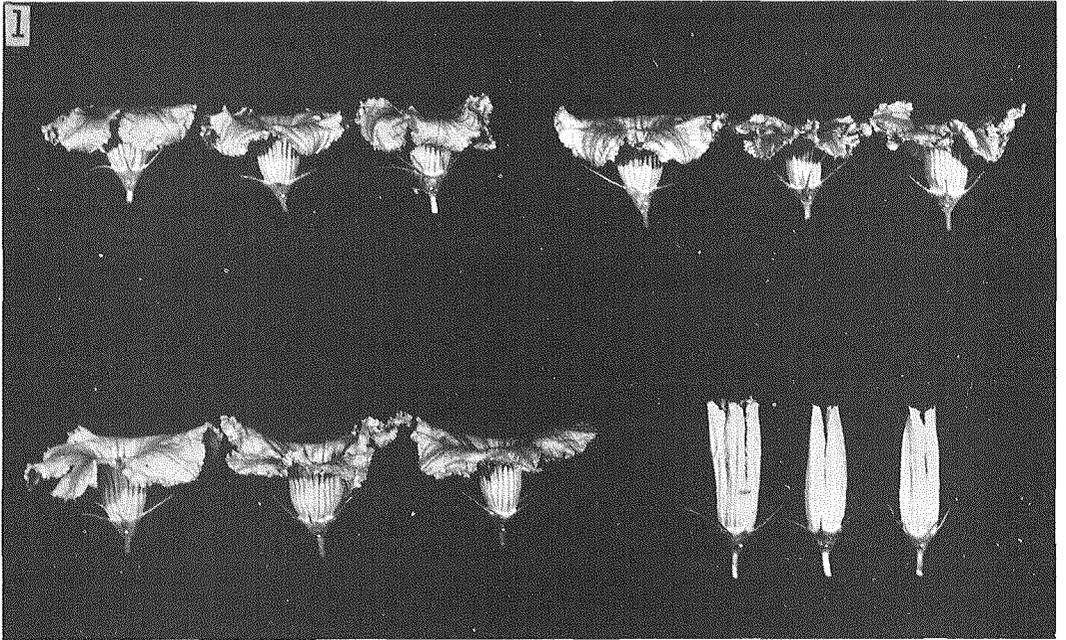


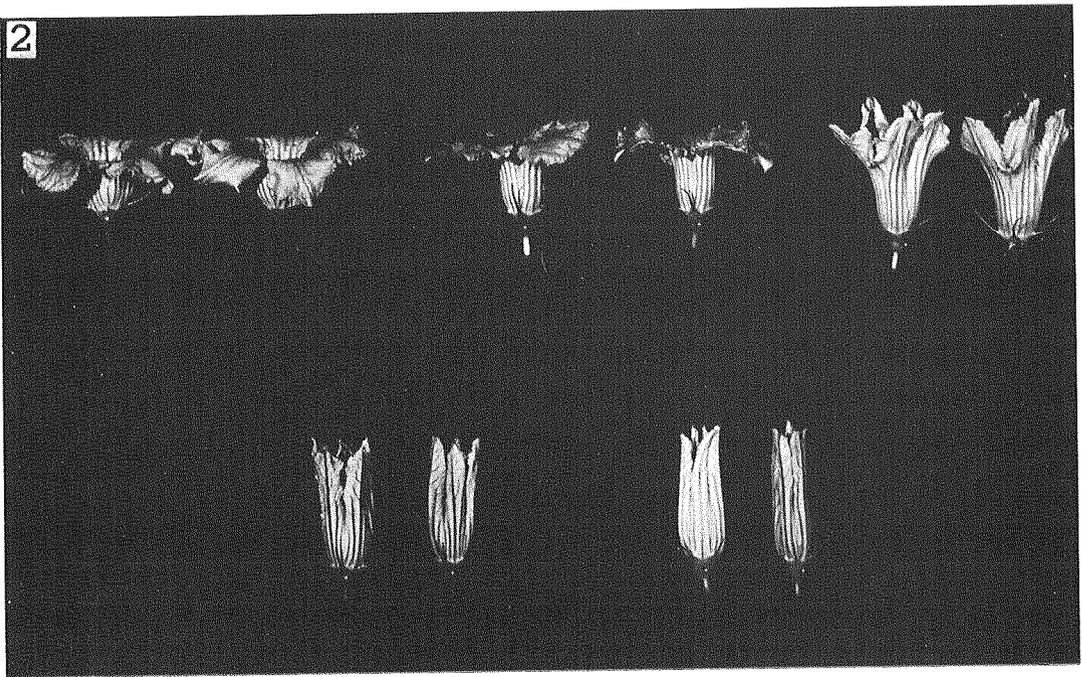
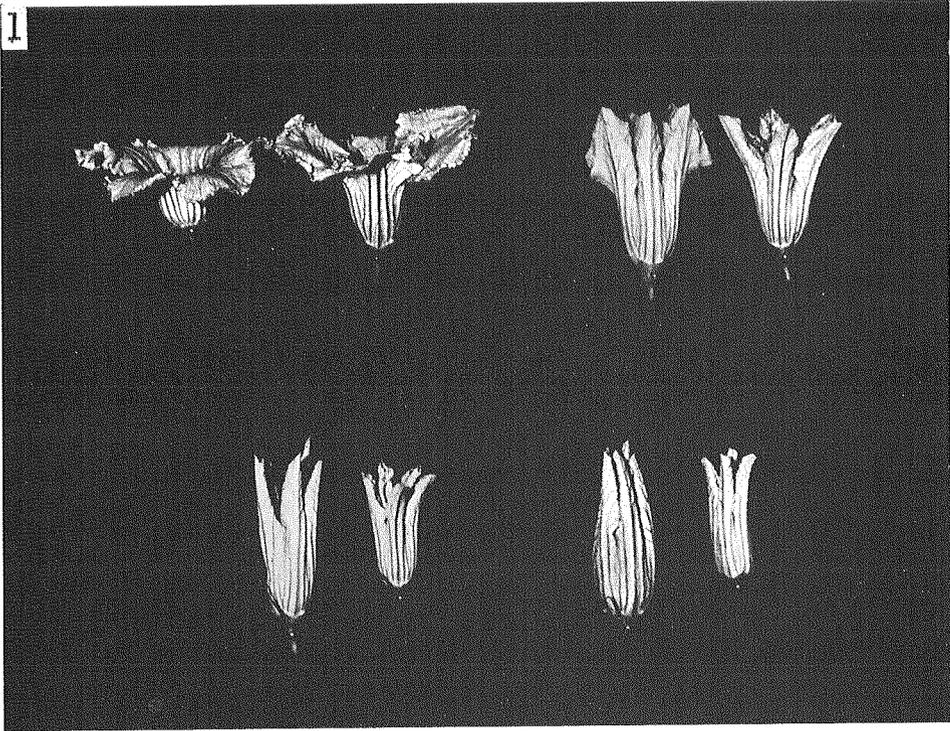
图版 IX

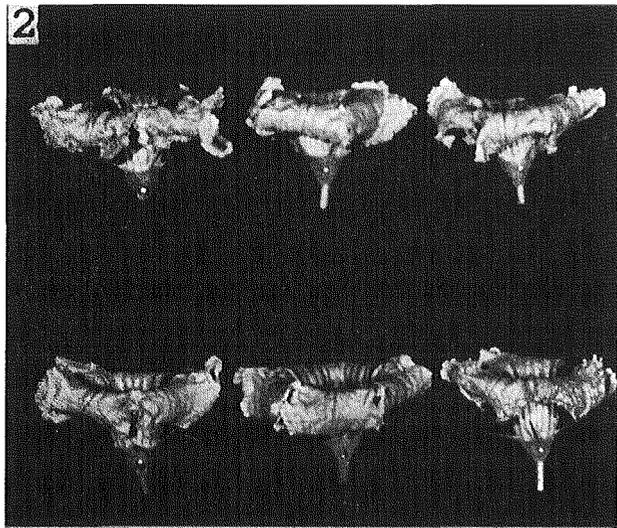
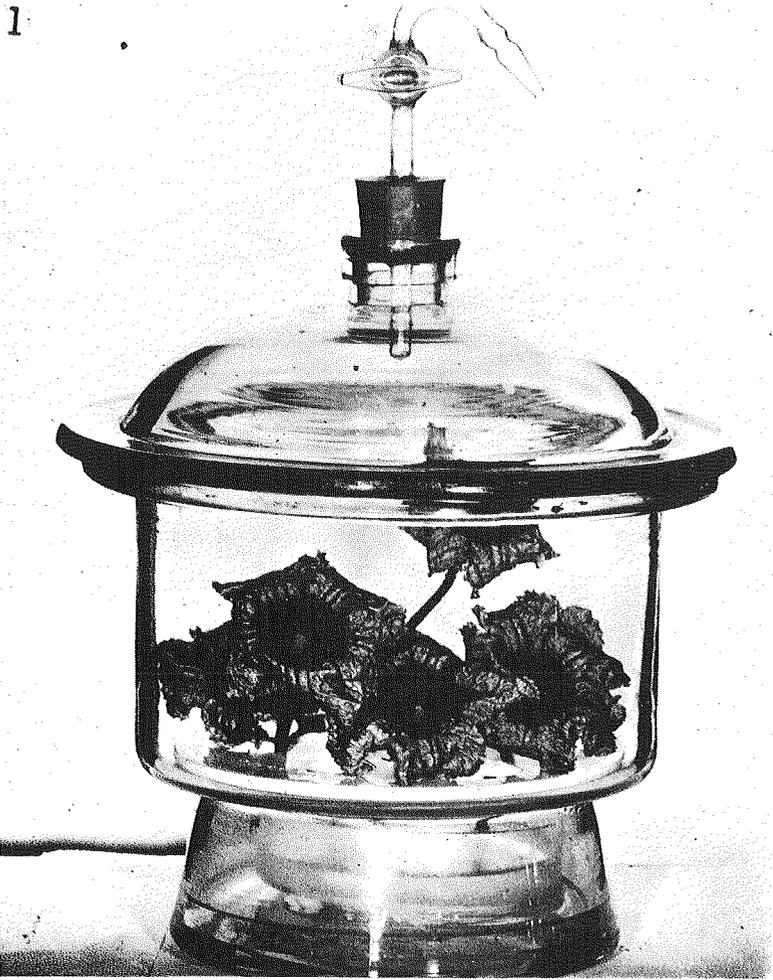


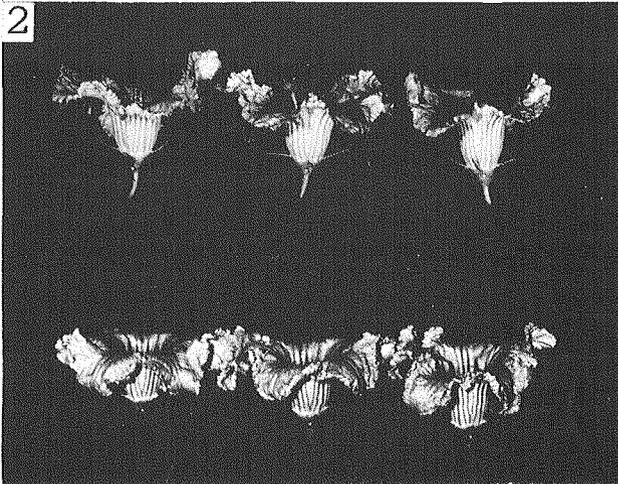
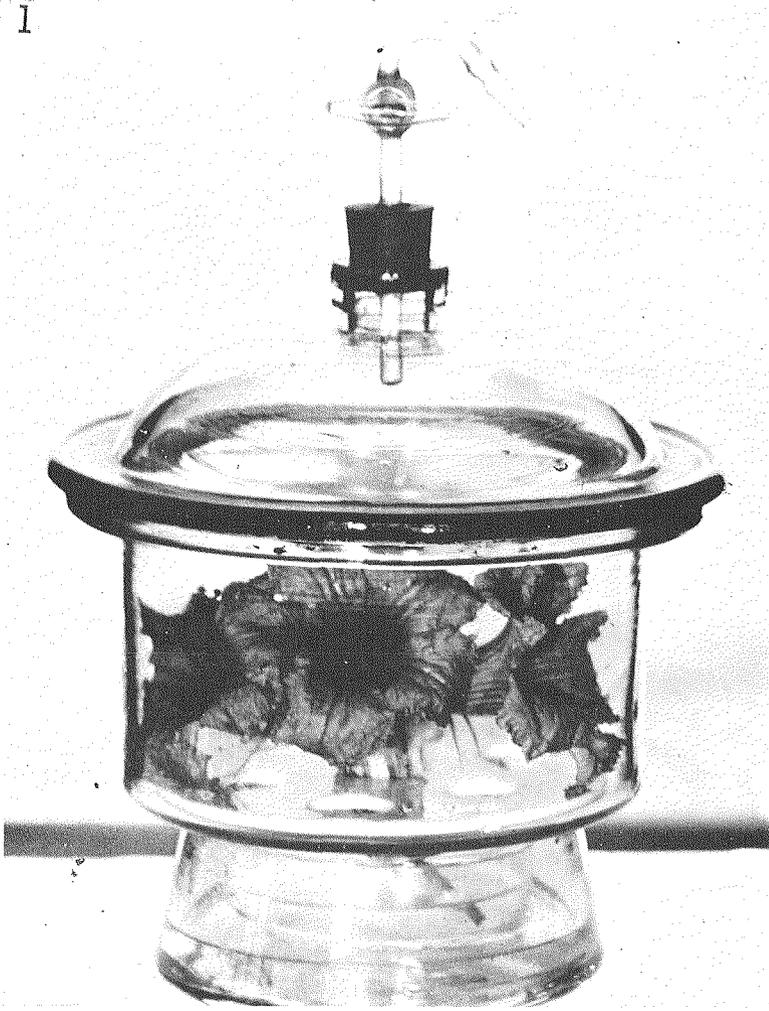
图版 X







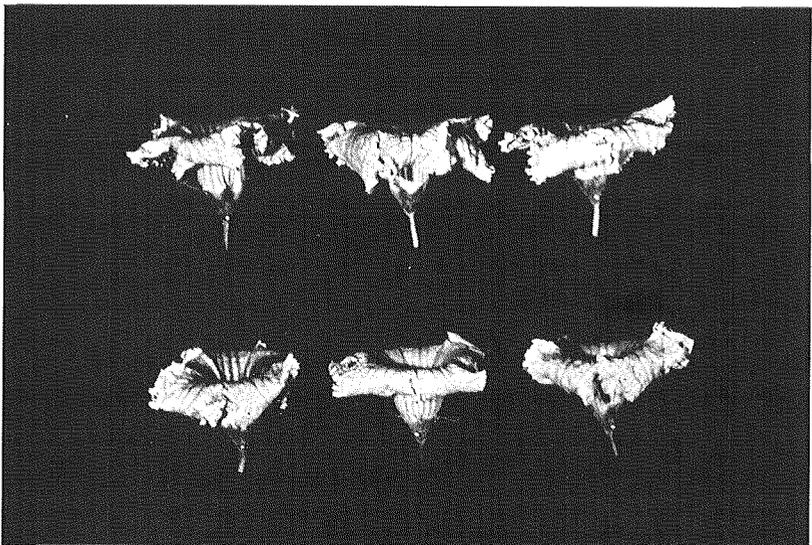




图版 XV



图版 XVI



图版 XVII

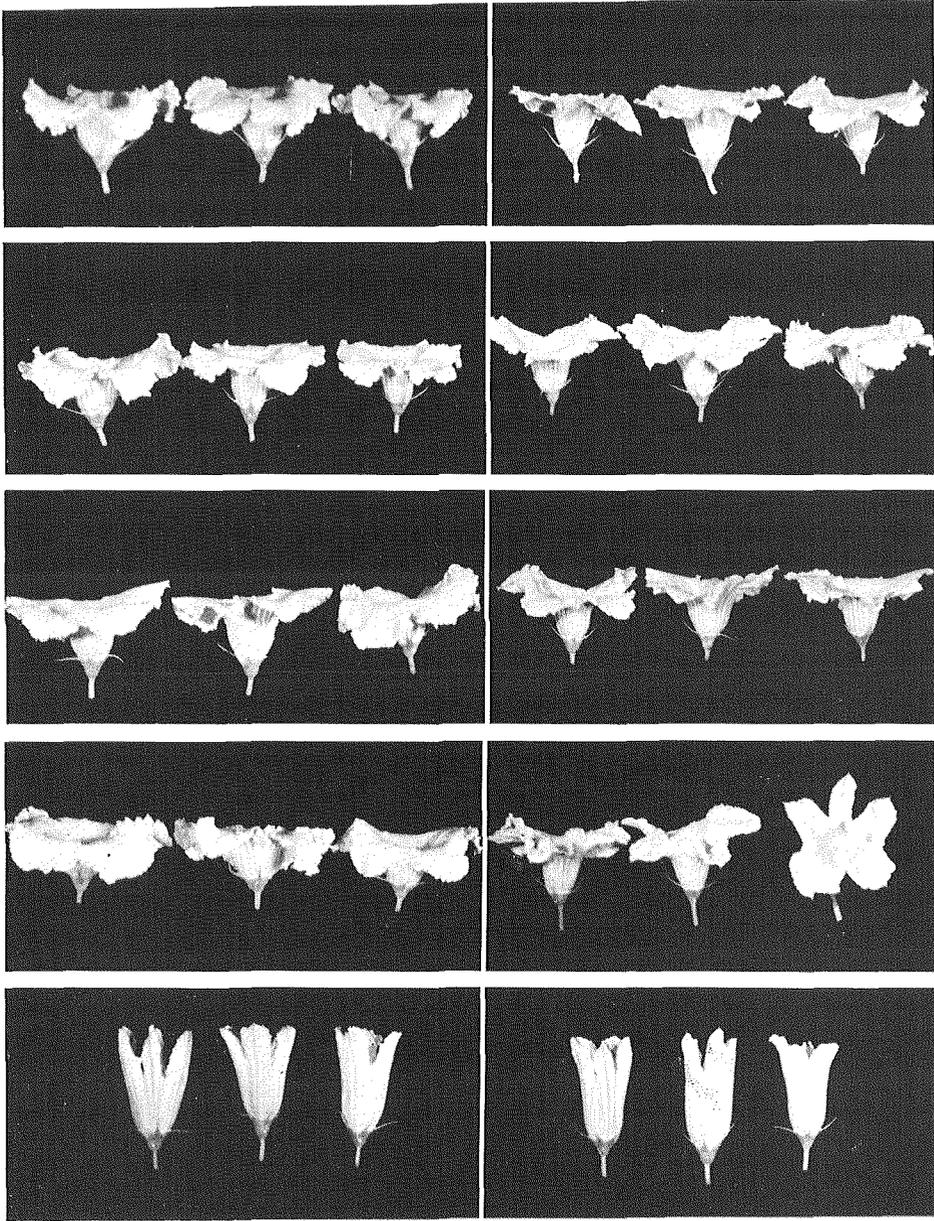
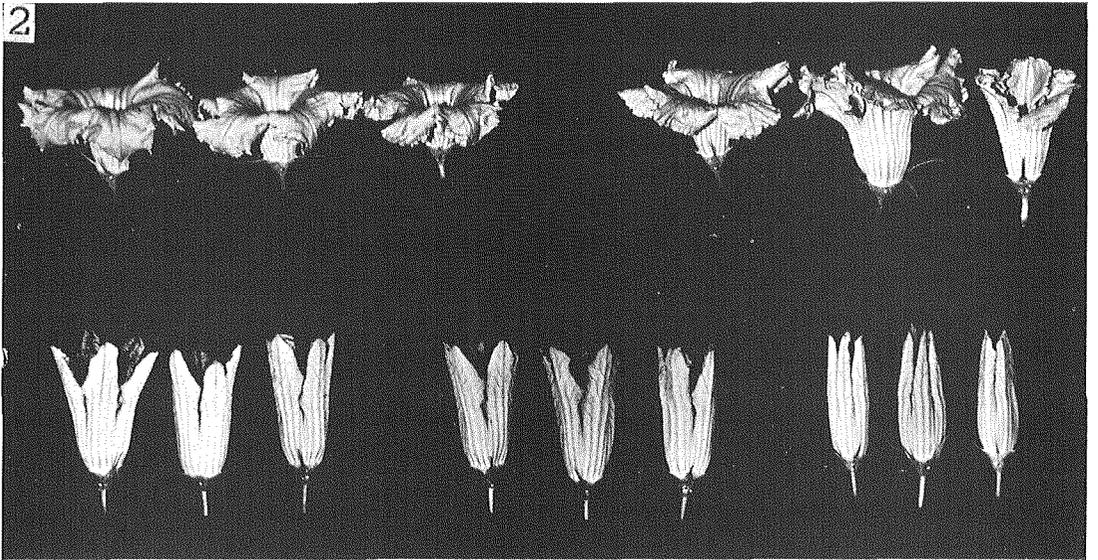
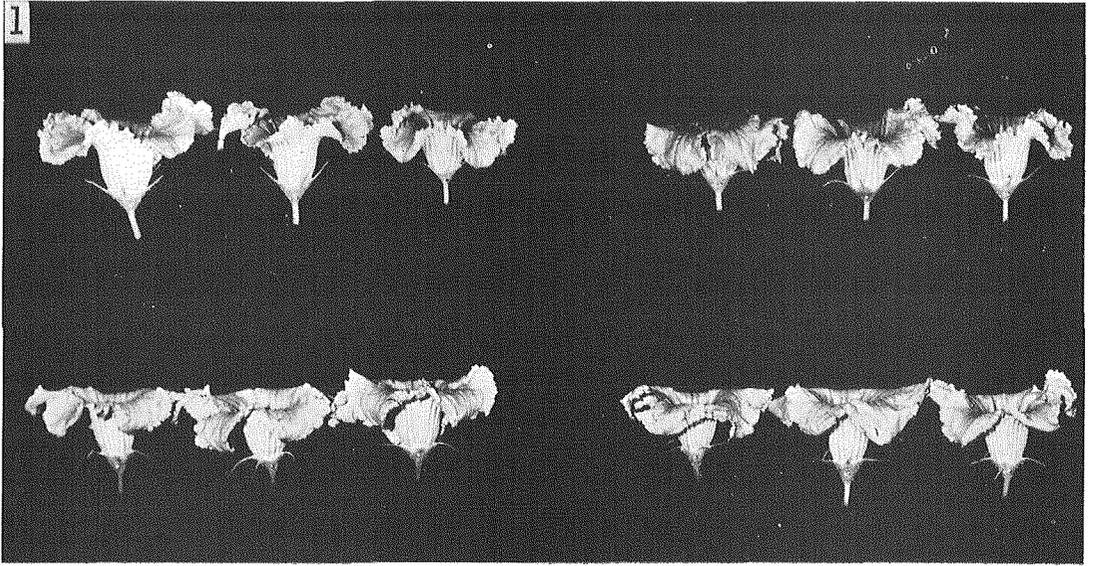
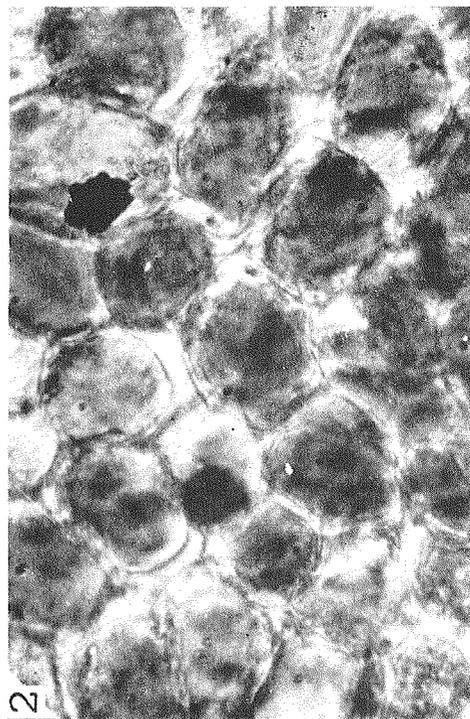
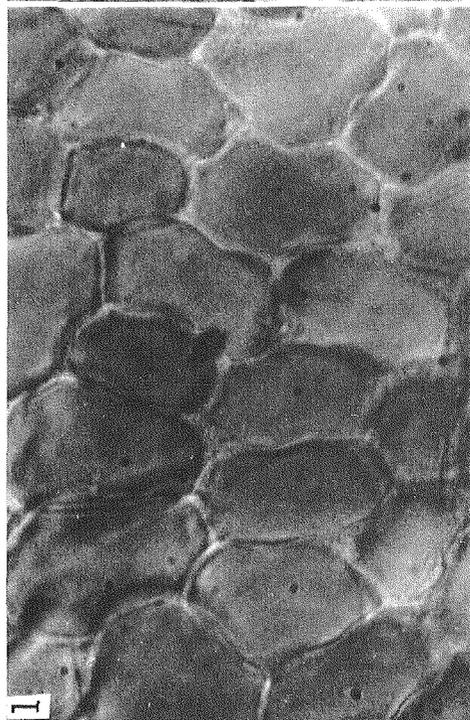
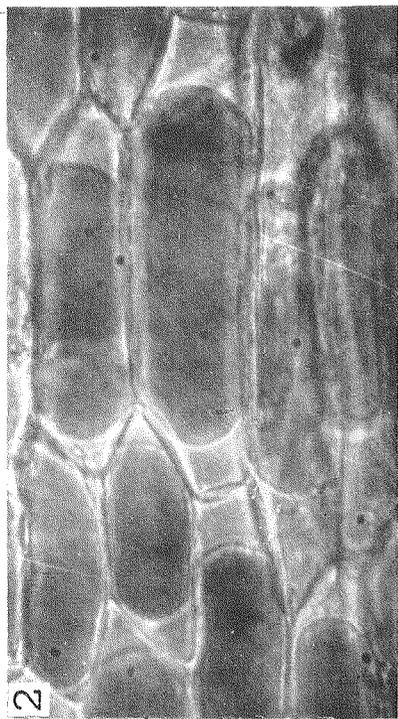
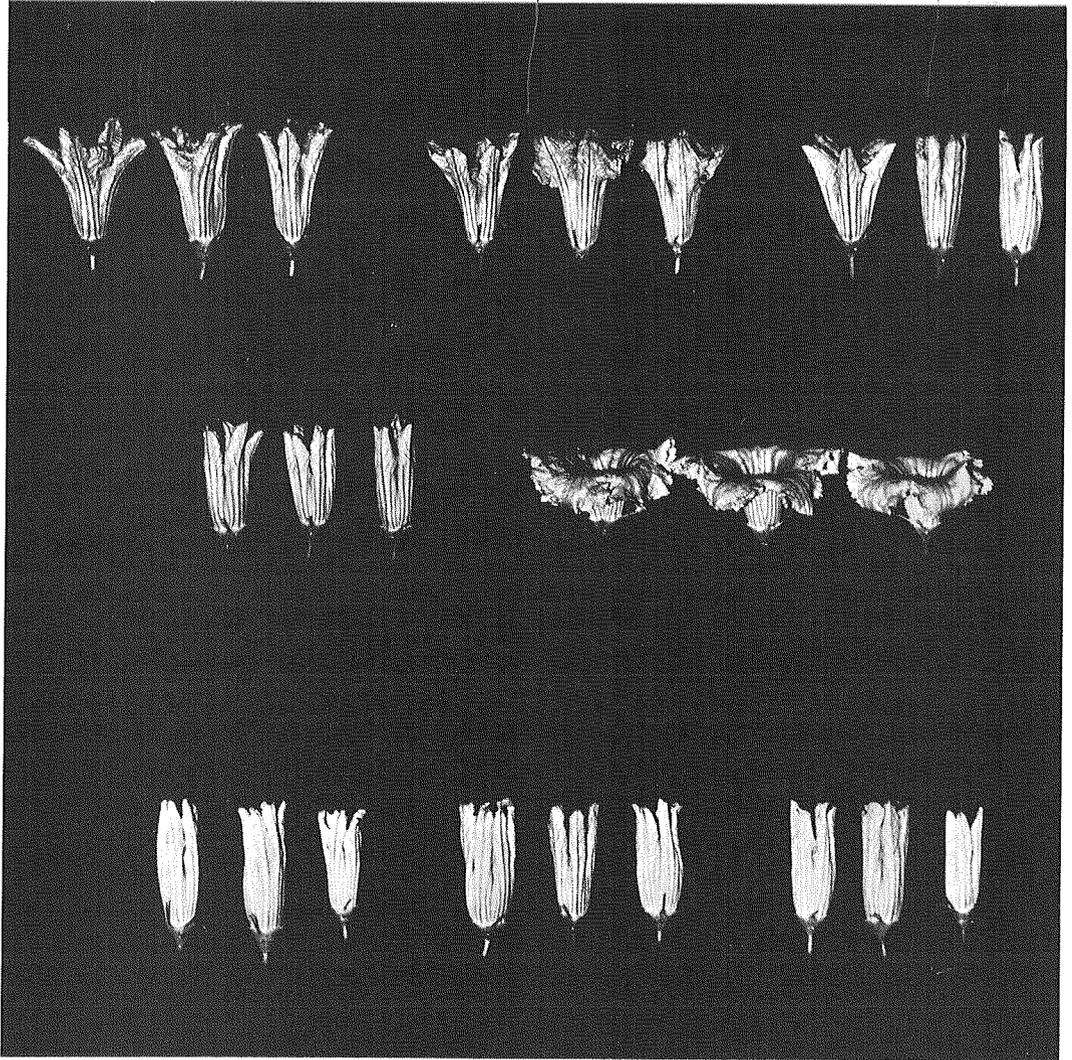


图 版 XVIII

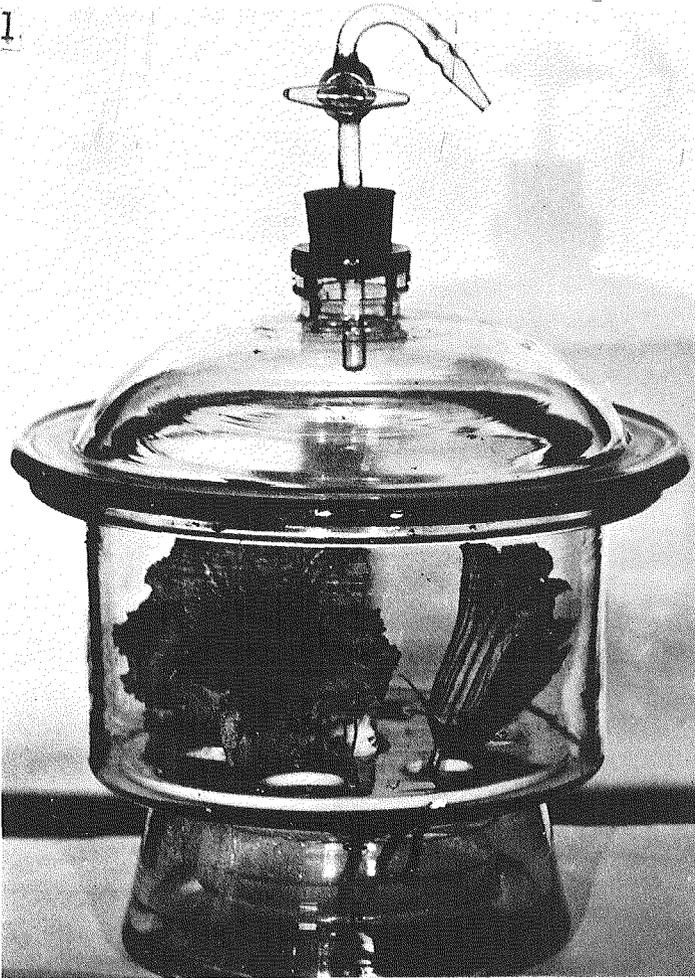


图版 XIX





1.



2.

