

## イチゴの矮化現象に関する研究(第2報)

## 矮化突入に及ぼす日長と温度の影響について

木村 雅行・藤本 幸平

## Studies on the Dormancy of Strawberries. 2.

The influence of daylength and temperature on the entrance of the dormancy

Masayuki KIMURA and Kōhei FUJIMOTO

## 緒 言

前報<sup>13)</sup>では、イチゴ宝交早生の矮化突入程度を形態的に示す指標として、ほかの品種<sup>10)17)</sup>と同様に葉柄長・葉面積・葉梗長およびランナー発生などが挙げられることを述べ、これらの指標によると、宝交早生は、奈良県の自然条件下で10月下旬～11月上旬には、たとえ、長日で12～30℃のような生育好適条件<sup>4)8)9)14)16)</sup>に移されてもランナーを発生しない程度まで矮化突入が深まること、また、自然温度下でも長日処理をしておけば、11月上旬まで矮化突入抑制効果が認められるが、その後、自然温度の低下とともに、その抑制効果が消失することを明らかにした。

これらの結果から、宝交早生の矮化突入に関しては、主として日長が影響を及ぼすが、さらに、温度との相互作用が存在するものと思われた。

しかし、イチゴの矮化突入に関して Darrow and Waldo<sup>3)</sup>, Arney<sup>1)</sup> が短日を、Jonders<sup>10)</sup>が“花芽形成に要する日長よりさらに短日でおこなわれ、低温はそれを助長する”ことを挙げているが、日長と温度の相互作用については、詳細に解明されておらず、とくに、長日の矮化突入抑制効果がどの程度の低温で消失されるかについては不明である。

一方、奈良県における実際栽培においては、矮化突入に及ぼす日長と温度の相互作用は、極めて重要な問題である。すなわち、宝交早生を用いた促成栽培では、ハウスの相対的高温管理とジベレリン処理によつて、できるだけ矮化突入抑制を計り、収量増大を狙っているが、ジベレリン処理時期、効果持続期間の限界から、頂花房収穫期には矮化突入状態を呈し、腋花房の開花はみられるものの、収穫はほとんど不可能な状態となつている。

そこで、このような促成栽培に対して、電照による長日処理および加温を行ない、矮化突入を抑制し、頂花房

に引続き腋花房を連続的に長期間収穫し、収量を飛躍的に増大せしめ得る可能性が考えられるが、実際栽培における電照および加温の必要基準を確立するためにも、とくに、宝交早生の矮化突入に関する基礎的な知見を得ることが必要である。

以上のことから、著者らは、前報に続いて宝交早生の矮化突入に及ぼす日長と温度の影響について調べたので、その結果を報告する。

## 実験材料および方法

実験は、1968年5月から1969年3月まで、京都大学農学部フアイトロンおよび同圃場で行なつた。

1968年5月、大和郡山市より移入、定値された母株から露地・自然条件下で発生した子苗を、8月2、3日に苗床に仮植した。苗床における株間は15×12cmとし、施肥量は、アール当り成分で、N:0.8kg, P:0.35kg, K:0.35kgとした。また、苗床では自然条件においた。

これらの材料に対して、花芽分化促進を計るため、9月12日に苗を掘上げ、ただちに水苔を敷いた箱に詰めてフアイトロンに搬入し、9月24日まで10℃、暗黒で低温処理を行なつた。低温処理終了後、ただちに苗を15cm素焼鉢に定植し、活着促進を計るため、2週間黒色寒冷紗で日覆いをした。その後、次の日長・温度処理を開始するまで自然条件下で育てた。日長処理は、ガラス室内で10月22日から翌年1月5日まで行ない、以後すべて自然日長に戻した。

日長・温度処理内容は、(1)16時間日長・10℃ (2)16時間日長・無加温(3)自然日長・10℃(4)自然日長・無加温の4区とし、各区45株を供試した。

温度処理は、最低気温の維持に留意し、10℃区では、電熱ニクロム線およびサーモスタットを用い、最低気温を10℃前後とし、無加温区とともに11月11日から小型ビニールトンネルを夜間のみ被覆した。

日長処理は、草体上約80cmの高さに吊した、100W白熱灯を用い、自然日長の変化に応じて、午前0時前後から午前8時前後まで補光し、補光ムラを防ぐため、数日おきに鉢の位置を置き変えた。

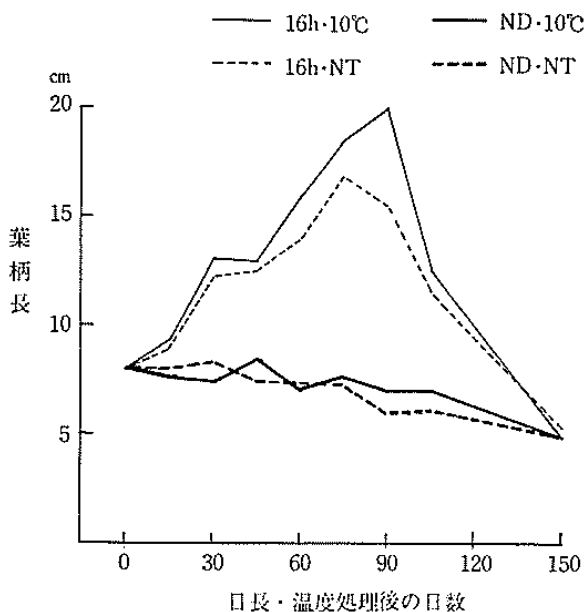
日長・温度処理後、老化した下位葉および下位節に生ずる腋芽を随時摘除し、矮化突入程度を調べるために、時期別に5個体ずつサンプリングし、葉柄長、葉巾、葉数、地上部新鮮重、根長および根部新鮮重を測定し、さらに、開花、着果状況を調べた。

なお、鉢土用土には肥沃な堆積土を用い、液肥(400倍、15-6-6%)を10月11、15日に株当たり200ccずつ施用し、さらに、油粕を株当たり10gずつ施用した。

### 実験結果

#### 1. 葉柄長について

葉柄は、16時間日長で10℃、無加温区で、ともに処理日数の経過とともに著しい伸長を示したのに対し、自然日長区では、温度にかかわらず次第に短小となる傾向を示した。すなわち、第1図に示すとおり、処理75日目



第1図 葉柄長の変化

に、16時間日長・10℃区では18.5cm、16時間日長・無加温区では16.8cmとなつたのに対して、自然日長・無加温区では7.3cmとなり、16時間日長では10℃区、無加温区ともに処理開始時間にくらべて、2倍以上の伸長が認められたが、自然日長では、温度にかかわらず処理開始時間より短小となる傾向を認めた。

つぎに、同一日長条件における温度の影響についてみ

ると、16時間日長では、10℃区が処理期間を通して伸長量が大きく、また、処理打ち切り後、10℃区では、さらに一時的伸長が示され、最長20cmに達し、以後次第に短小となつたのに対して、無加温区では、処理打ち切り直後より次第に短小となつた。なお、処理打ち切り後75日目に至ると、10℃区および無加温区ともに5cm前後となり、自然日長区と変らぬ状態となつた。

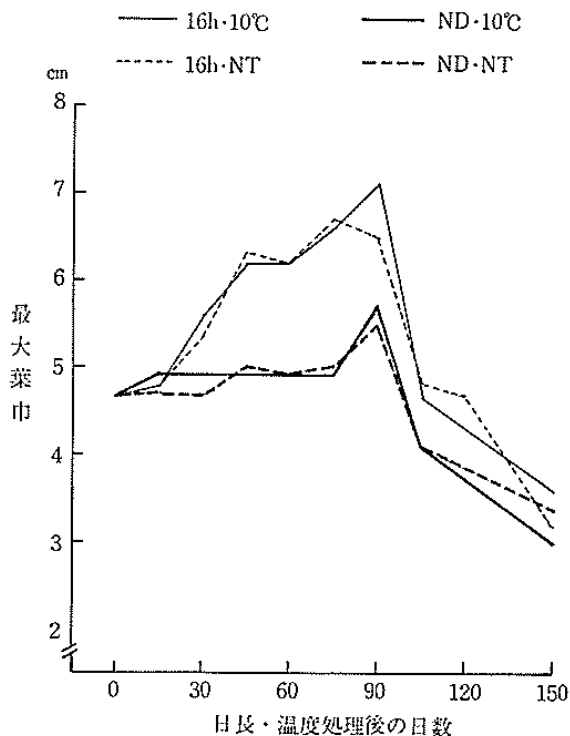
自然日長では、10℃区の方が無加温区にくらべて、伸長量がやや大となる傾向がみられたが、一時的に無加温区の方が大となり、16時間日長にくらべて温度の影響が判然としなかつた。

#### 2. 葉巾について

16時間日長では、温度にかかわらず処理後15日以後急速に大となりはじめ、処理後75日目には、10℃区および無加温区ともに、処理開始時より約2cmの伸展が認められたのにくらべ、自然日長では、処理後75日目に至つても、処理開始時とほとんど変らなかつたが、処理90日目に、一時的な伸展が認められ、以後次第に矮小となつた。

温度の影響については、葉柄長にあらわれたほど明確でなかつたが、16時間日長・10℃区では葉柄長と同様に、処理打ち切り後15日目まで伸長が認められたのに対し、無加温区では処理打ち切り後次第に矮小となつた。

なお、処理打ち切り後75日目には、葉柄長と同じように各区とも変らぬ大きさを示した。(第2図)



第2図 葉巾の変化

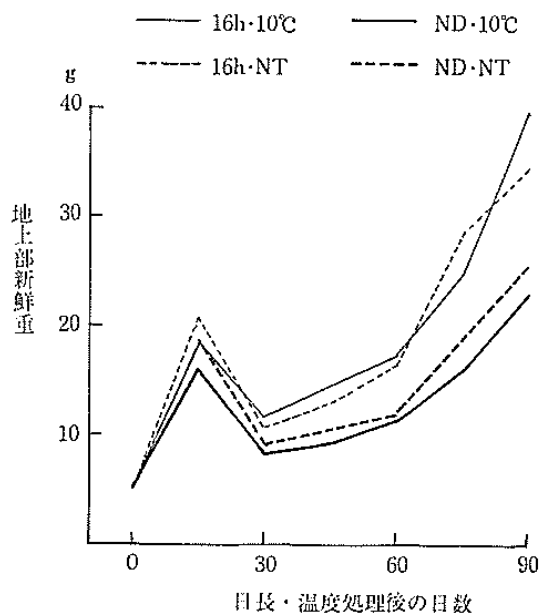
### 3. 葉数について

日長、温度にかかわらず、各区とも判然とした差はみられなかった。

### 4. 地上部新鮮重について

地上部新鮮重についても日長の影響が大きく、温度の影響については判然としなかった。すなわち、地上部新鮮重は、各区とも処理15日目過ぎのやや過度の摘葉によって一時的に減少したが、その後16時間日長では急速な増加を示し、処理75日目には10℃区で約24g、無加温区で29gとなった。また、自然日長区では10℃区で8g、無加温区で9gとなった。

しかし、葉柄長、葉巾は、自然日長ではいずれも次第に矮小となる傾向を示したのにくらべ、地上部新鮮重については次第に増大し、前者らと異つた反応が認められた。(第3図)

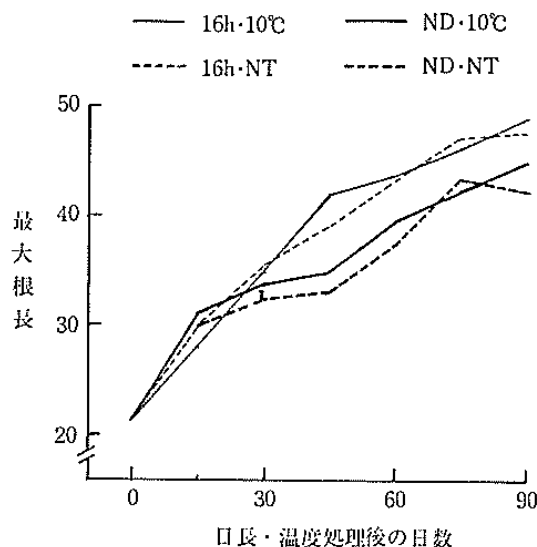


第3図 地上部新鮮重の変化

### 5. 根長について

根長は、16時間日長では、処理後15日目過ぎから大となりはじめ、以後次第に伸長し、処理後75日目には10℃区、無加温区ともに46cmに達した。しかし、自然日長では、伸長量が16時間日長にくらべて全体に少ない傾向を示したが、処理後75日目には10℃区および無加温区ともに41cm以上に達し、葉柄長、葉巾とは異なつた反応が認められた。(第4図)

なお、温度の影響については、16時間日長、自然日長ともに10℃区でやや大となる傾向がみられたが、顕著ではなかった。



第4図 根長の変化

### 6. 根部新鮮重について

根部新鮮重についても、日長の影響が著しいことが認められたが、葉柄長、葉巾、花梗長および根長がいずれも16時間日長で大となつたのに対して、根部新鮮重はこれらと逆に自然日長区で大となつた。すなわち、処理後75日目まで、自然日長では10℃区および無加温区ともに25g以上に達したが、16時間日長では、10℃区および無加温区ともに20gを越える程度であり、全体として、自然日長により根限新鮮重の増加が促進される傾向が認められた。

また、16時間日長では、10℃区で処理後30日から60日目に、無加温区で15日目から30日目にかけて一時的減少を示したが、自然日長では温度にかかわらず処理後75日目以後減少した。

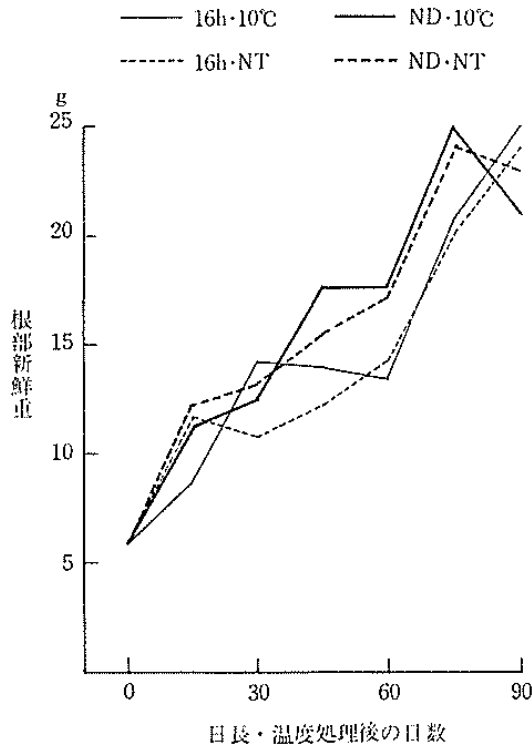
なお、温度の影響については、16時間日長、自然日長ともに10℃区の方が大となる傾向を示した(第5図)が、判然としなかった。

### 7. 花梗長および開花相について

頂花房の最大花梗長は、16時間日長で著しく大となり、自然日長の約2倍に達したが、いずれの日長においても温度の影響はほとんど認められなかった。(第6図)

頂花房出蕾時期は、16時間日長では10℃区および無加温区ともに処理後28日目、自然日長では10℃下で32日目、無加温区で35日目であつた。

頂花房第1花開花日は、自然日長・無加温で処理後62日目であつて、ほかの3区にくらべて8日遅れた。さらに、頂花房第5花開花日は、16時間日長では10℃区で68日目、無加温区で70日目であつたのにくらべ、自然日長



第5図 根重の変化

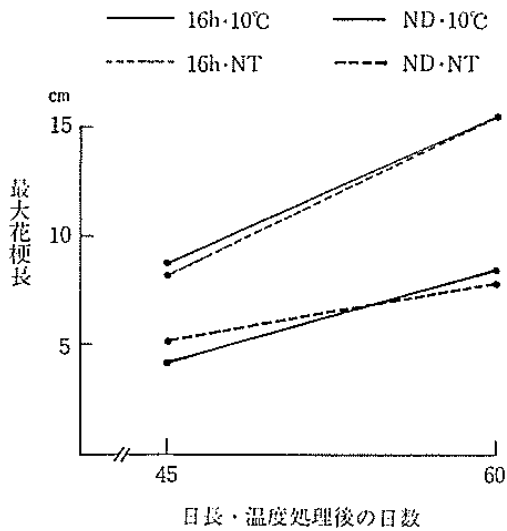
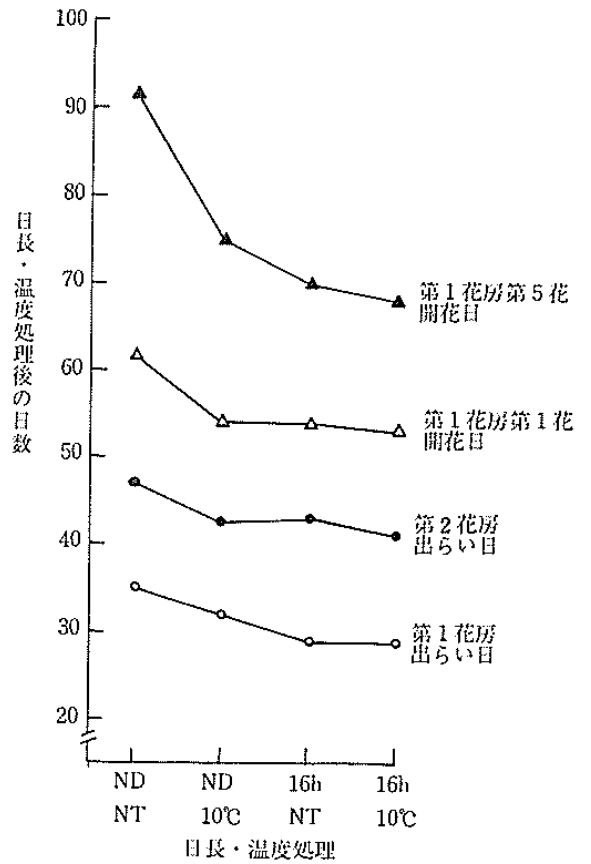


図6図 花 梗 長

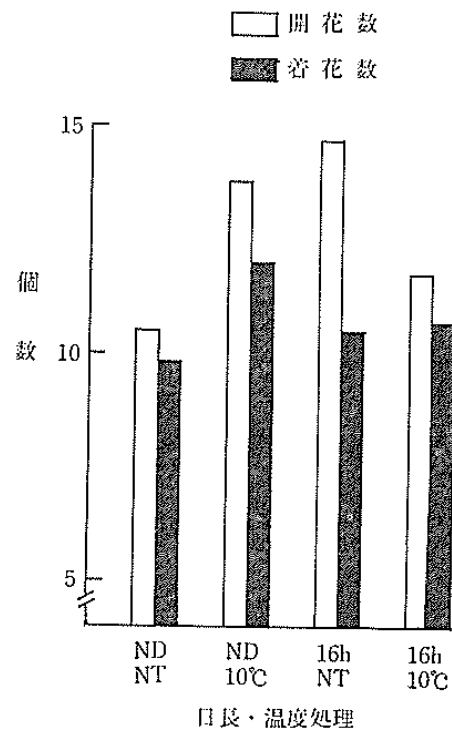
では10°C区で75日目、無加温区で94日目であった。

第1腋花房の出蕾は、16時間日長・10°C区、16時間日長・無加温区および自然日長・10°C区では42~43日目であり、自然日長・無加温区では47日目であった。(第7図)

頂花房の着花数は、16時間日長・無加温区および自然日長・無加温区で多かったが、着果数は各区にあまり差がなかった。(第8図)



第7図 開花および出蕾期



第8図 頂花房の開花数および着花数

## 8. 実験期間中の温度経過

半旬別平均最高・最低気温を示すと第9図の通りで、最低気温については、11月上旬～12月中旬の温暖な気候によつて、両区に2℃前後の差しかみられなかつたが、以後3～6℃の差を生じた。最高気温は、12月上旬を除き、ほぼ、大差なく経過した。

## 考 察

## 1. 矮化突入に及ぼす日長と温度の影響について

前述のように、矮化程度を形態的に示す指標を用いて、本実験で得られた各日長・温度処理区における葉柄、葉巾および花梗長の時期別量的変化から、矮化突入に及ぼす日長と温度の相互作用を判定すると、16時間日長では、10℃区および無加温区ともに日長・温度処理後、日数の経過とともに葉柄の伸長および葉巾の伸長が著しく、第9図に示された程度の低温では、長日の矮化突入抑制効果が消失されないことが明らかとなつた。この事実は、Jonkers<sup>10)</sup>が他品種を用いて実験を行ない、イチゴには自発休眠 (rest) が存在しないと報告していることと一致する。

しかし、日長処理期間中に、10℃区と無加温区との間に最低気温の差が少なく、半旬別平均最低気温が5℃以下となり始めてから約10日目に日長処理が打切られたので、本実験の結果から、矮化突入に及ぼす長日の抑制効果がどの程度の低温で消去されるかについては、確認することができず、今後の究明が必要である。

長日と温度との相互作用については、葉柄に関する限り、無加温区にくらべ、10℃区では伸長量が終始大となり、相対的高温ほど長日の矮化突入抑制効果が顕著にあらわれたものと考えられる。なお、イチゴの矮化突入に及ぼす日長と温度の相互作用についての報告は少ないようであるが、本実験で得られた傾向は Jonkers<sup>10)</sup>が長

日と15, 18, 21℃を組合せて、ランナー発生に及ぼす作用を調べ、高温ほどランナー発生が促進されることと一致する。

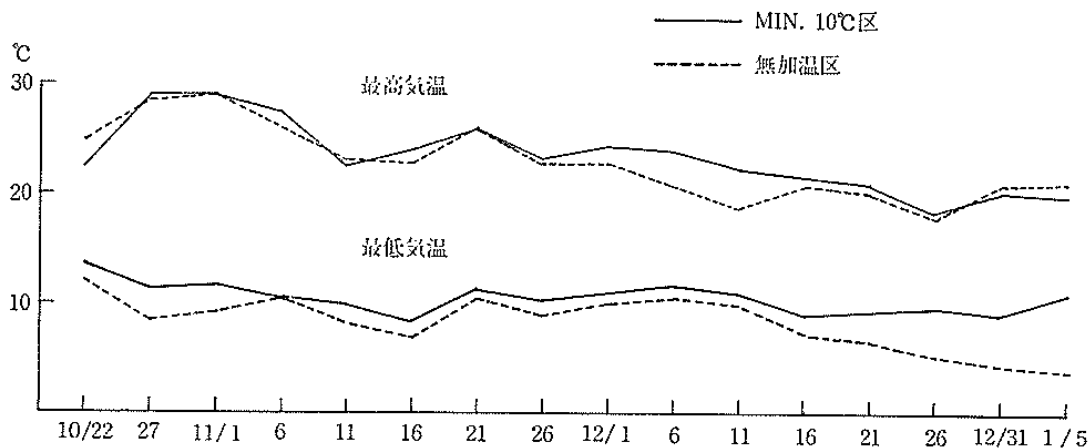
また、葉柄長、葉巾ともに、無加温区においては、長日処理を打切つて後急速に矮小となり始めたのに対して、10℃区では、長日処理打切り後15日目まで伸長がつづいたことは、注目すべき現象である。この点に関しては、10℃区および無加温区における矮化抑制物質、あるいは、矮化物質<sup>11)12)</sup>の蓄積量の差異に基づくものと考えられ、イチゴの矮化に伴うこれらの体内物質の消長を確認する必要がある。Kawase<sup>11)12)</sup>や Eagles and Wareing<sup>13)</sup>は、カバやカエデの休眠物質が長日より短日で蓄積が進むとしている。

なお、10℃区では、長日処理打切り後においても葉柄や葉の伸長が認められ、長日の矮化突入抑制効果が持続する傾向を示したことは、実際栽培に電照を利用する場合に、間けつ的な電照によつて経済効果を高め得る可能性を示すものと考えられる。

長日処理を打切り、自然日長に戻されてから、10℃区においては一時的に葉柄および葉の伸展がみられたものの、以後無加温区と同様に矮化突入したことは、前報<sup>13)</sup>で述べた宝交早生の矮化突入と自然日長の関係から当然のことと考えられる。

本実験においては、長日処理に白熱灯による100ルクス以上の比較的強光を用いたが、Jonkers<sup>10)</sup>は、イチゴの長日処理における光の質・強さについて調べ、蛍光灯では効果がなく、また、白熱灯でも900crg/cm<sup>2</sup>.sec以下の弱光では、栄養生長が充分に行なわれないことを述べており、このことは日長と温度の相互作用を知る上で配慮しなければならない。

つぎに、自然日長と温度の相互作用については、10℃区、無加温区ともに、処理後日数の経過に伴ない、明ら



第9図 処理期間中の最高・最低気温 (旬別平均)

かに矮化突入状態を呈したが、温度による葉柄・葉の伸展の差異は、16時間日長区において示された差異に比べて明確でない。この傾向は、Jonkers<sup>10)</sup> がランナー発生に関して、自然短日と15, 18, 21°Cを組合せた場合に、同じ温度と長日の組合せに比べて温度の影響が少ないことを述べているのと一致するように思われる。

矮化突入程度の指標のひとつである花梗長については、16時間日長で著しく大となつたが、自然日長におけると同様に、温度の影響はほとんど明確とならず、また、葉巾が自然日長の10°C区および無加温区ともに処理後75~90日目頃に一時的に伸展したことについては、考察の資料をもたない。

地上部新鮮重は、全体として温度にかかわらず、16時間日長で大となつたが、自然日長でも処理後日数の経過とともに見かけの生育が劣つたのに対して次第に増大したことは、後述する根部の発達とあわせて注目すべきであり、クラウンの発達によるものと考えられる。

### 2. 根部発達に及ぼす日長と温度の影響について

根長は、葉柄長、葉巾および花梗長と同じく、16時間日長で大となる傾向を示したが、根部新鮮重は、これらと逆に自然日長で大となつたことについては、Jonkers<sup>10)</sup>がイチゴの根の発達が短日で促進されると述べていることや、グラジオラス<sup>2)</sup>および球根ペゴニア<sup>15)</sup>で知られている事実と一致する。

宝交早生は、自然条件下で明らかに矮化突入する時期と考えられる10月末~11月上旬に、夏期の長日・高温期よりも旺盛な生育を行なうが、根重および地上部重と日長との関係については、養分蓄積の観点から、さらに詳しく検討されねばならない。

### 3. 矮化と開花相について

前報<sup>13)</sup>では、頂花房の開花期および着花数は、矮化との関係が少ないことを述べたが、本実験でも、頂花房の出蕾および第1花開花については、矮化程度との関連が少ないように見受けられた。しかし、出蕾、開花始は、ともに自然日長・無加温区でやや遅れ、さらに、頂花房第5花開花日は、矮化程度の深いほど遅くれ、なかでも、自然日長・無加温区が著しく遅れたことは、開花の進行と矮化現象との間に何らかの相関があると考えられる。すなわち、従来、矮化と開花相の関係については、ほとんど報告が見受けられないようであるが、現象的には、たとえば、春季における半促成栽培において、保温開始までの低温経過量、および、その後の温度条件によつて、矮化打破程度が進むほど開花の進み方が早くなることは、経験的によく知られていることで、本実験の結果とあわせ、矮化程度——株栄養——開花相の関連を究明

せねばならない。

矮化程度と株栄養の関係の深さについては、前報<sup>13)</sup>で、同一低温経過の場合に頂花房を摘除すると、葉柄長や葉巾がより旺盛に伸長することを述べた。

なお、矮化との関連を無視して花芽発達と日長・温度の関係を考察するならば、すでに知られているように、長日・高温の促進作用が確認されたといえよう。しかし、本実験では、9月中旬に低温処理を行ない、人為的花成誘導を計つた後、日長・温度処理を始めるまで約1ヶ月間は、全区ともに同一自然条件下におかれているので、宝交早生の開花相に及ぼす日長と温度の影響については、さらに、それらの要因の相互作用を加味して、厳密な検討を要する。

## 摘 要

イチゴ：宝交早生の矮化突入に及ぼす日長と温度の相互作用を調べた。

材料として、1968年8月に子苗を仮植し、9月12日~24日に花芽分化促進のため、10°C・暗黒で低温処理を行なつた。低温処理終了後ただちに苗を15cm素焼鉢に定植し、2週間黒寒冷紗で日除けを行ない、以後、日長・温度処理開始まで自然条件で育てた。

日長・温度処理は、1968年10月22日から1969年1月5日までガラス室内で行ない、処理区は、16時間日長および自然日長と、最低10°Cおよび無加温を交互に組合せた4区を設けた。長日処理は、1月5日に打切り、以後自然日長に戻した。

以上の実験から、つぎのような結果を得た。

1. 16時間日長では、温度にかかわらず矮化突入しなかつた。また、10°Cでは、無加温に比べ、長日の矮化突入抑制効果が高かつた。
2. しかし、自然日長に戻すと、温度にかかわらず矮化突入したが、10°Cにおかれていたものは、長日処理打切り後も一時的に葉柄、葉巾が伸展した。このことは長日の後作用によるものと考えられる。
3. 自然日長では、温度にかかわらず矮化突入し、16時間日長に比べ、温度の影響は少なかつた。
4. 地上部新鮮重は、自然日長でも温度にかかわらず増大した。
5. 根部新鮮重は、自然日長で、より増大した。
6. 頂花房の開花始めは、矮化突入程度とほとんど関係なかつたが、その後の開花は矮化程度が深まるものほど遅れた。

## 引用文献

1. ARNEY, S.E. 1955, Studies of growth and development in the genus *Fragaria*. 4. Winter growth. *Annal. Bot.* 19 : 265—276.
2. ASAHIRA, T., H. IMANISHI and Y. TSUKAMOTO 1968. Studies on the normal formation in *gladiolus*. *Mcm. Col. Agr. Kyoto Univ.* 93 : 21—34.
3. DARROW, G.M. and G.F. WALDO 1933. Photoperiodism as a cause of the rest period in strawberries. *Science* 77 : 353—354.
4. \_\_\_\_\_ 1937. Interrelationship of temperature and photoperiod in the production of runners and furts bud in the strawberry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 34 : 360—363.
5. \_\_\_\_\_ 1966. *The Strawberry*. Holt, Rinchart and Winston.
6. EAGLES, C.F. and P.F. WAREING 1964, The role of growth substances in the regulation of bud dormancy. *Physiol. Plant* 17 : 697—709.
7. GUTTRIDGE, C.G. 1956. Photoperiod promotion of vegetative growth in the cultivated strawberry plant. *Nature* 178 : 50—51.
8. HARTMANN, H.T. 1947. Influence of temperature on the photoperiodic response of several strawberry varieties grown under controlled environmental conditions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 50 : 243—245.
9. \_\_\_\_\_ 1847. Some effects of temperature and photoperiod on flower formation and runner production in the strawberry. *Plant Physiol.* 22 : 407—420.
10. JONKERS, H. 1965. On the flower formation, the dormancy and the early forcing of strawberries. *Meded. Landbauwhogeschool Wagening. Nether.* 65(6) : 1—59.
11. KAWASE, M. 1961. Growth substances related to dormancy in *Betula*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 78 : 532—544.
12. \_\_\_\_\_ 1966. Growth-inhibiting substances and bud dormancy in woody plant. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 88 : 752—757.
13. 木村雅行・久富時男・藤本幸平 1968. イチゴの矮化現象に関する研究(第1報), 矮化突入に及ぼす日長ならびに CCC の影響について. *奈良農試研報*, 2 : 17—23.
14. LESHEM, Y. and D. KOLLER 1965. The control of runner development in the strawberry *Fragaria ananassa* Duch. *Annal. Bot.* 29 : 699—709.
15. MAATSCH, R. und W. RUNGER 1955. Über das oberirdische Wachstum und die Knollenbildung von Knollenbegonien nach kurzfristiger Kurztagbehandlung. *Gartenbauwiss.* 19 : 457 : 464.
16. PORLINGS, I.C. and D. BOYNTON 1961. Growth responses of the strawberry plant, *Fragaria chiloensis* var. *ananassa*, to gibberellic acid and environmental conditions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 78 : 261—269.
17. 李 炳貽・杉山直儀・高橋和彦 1966. イチゴの休眠に関する研究(第1報), 品種ならびに保温開始期と休眠の関係. *昭和41年度園芸学会(秋)要旨* : 129—130.

## Summary

This experiment was carried out to determine the interrelationship between daylength and temperature on the onset of the dormancy by the strawberry variety "Hokowase".

As material, runner plants were transplanted in August, 1968 in the field. They were treated at low-temperature of 10°C in a dark room from 12th to 24th in September to promote the flower induction. Thereafter, plants were put in 15 cm clay-pots and covered with black cheese-cloth for two weeks, then were placed under natural conditions until the subsequent treatment.

From 22th Oct. 1968 to 5th Jan. 1969 plants were grown in a glass-house at min. 10°C and natural temperatures in the shortening natural daylength or in the daylength

extended to 16 hours by incandescent light. Thereafter, the plants were put back in natural conditions in the glass-house.

Results obtained are as follows.

1. At the above-mentioned temperature, the entrance of the dormancy was delayed by 16-hour daylength as longday. However, the dormancy-inhibiting effect of longday was observed more remarkably at min. 10°C than that at natural temperature.

2. After the finish of longday treatment, the dormancy was induced, but the petiol and the leaf of the plant, which had been placed under min. 10°C condition, was found to be enlarged for some days. Precisely, it seemed that the after-effect of longday was observed.

3. In the natural daylength as shortday, the dormancy was induced without relation to temperatures. Moreover, the influence of temperature on the growth was less evident in shortday than in longday.

4. Fresh weight of tops increased, free from temperatures and from gradual progress of the dormancy in shortday. Fresh weight of roots was found to be heavier in shortday than in longday.

5. First flowering on the apical cluster went on without relation to the dormancy, but the flowering interval was found to be prolonged by the dormancy.