

イチゴの休眠に関する生理学的研究

II. 低温要求期における昼間温度が休眠打破におよぼす影響

田辺賢二*・林 真二*・平田尚美*

昭和53年8月31日受付

Physiological Studies on Dormancy of Strawberry (*Fragaria grandiflora* EHRH. cultivar Hokowase)

II. Effect of Daytime Temperatures in the Period of Chilling Requirement on the Dormancy Breaking

Kenji TANABE*, Shinji HAYASHI* and Naomi HIRATA*

In order to clarify the influence of daytime temperatures on the dormancy breaking of strawberry (*Fragaria grandiflora* EHRH. cv. Hokowase), the following investigation was conducted.

1. The dormancy of strawberry cv. Hokowase did not break when the mean daytime temperature was above 15°C, though chilling accumulation reached 500 hours.
2. The growth of flower clusters treated with 8–25°C daytime temperatures were not significantly different, and not related to daytime temperatures in the period from 0 to 200 hours chilling accumulations. But in the period from 300 to 500 hours chilling accumulations, the roset-like plant and no runners were observed in the case of daytime temperatures above 20°C and 15°C, respectively.
3. Strawberry cv. Hokowase were treated with various periods of low and middle to high temperatures, 4°C 16 hours–15 to 20°C 8 hours, 4°C 48 hours–15 to 20°C 24 hours, and continuous 4°C.

Plants of the former two treatments exhibited poor growth and the symptoms of roset. But in plants of the latter two treatments considerable vigorous growth was observed.

4. From the results above mentioned, it was considered that the dormancy of strawberry cv. Hokowase might not be broken in the case of daytime temperature above 15 to 20°C though chilling accumulation reached to the required hours for breaking dormancy, and it was also considered that the chilling effect in strawberry plants might be contradicted with high daytime temperatures.

*鳥取大学農学部農学科園芸学研究室

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tottori University

緒 言

イチゴには休眠打破のための低温をあまり必要としない、いわゆる休眠の浅い暖地型の品種から、きわめて長時間の低温を必要とする休眠の深い寒地型の品種まで、生態型の異なる品種が多く存在し^{1),5)}それぞれ栽培地域の気象条件に適した品種が栽培されている。

しかしながら「宝交早生」は低温要求性が比較的強い品種であるにもかかわらず、その果実の品質がすぐれ、かつ豊産性であることから、近年西日本において、促成、半促成栽培がさかんに行われるようになった。

ところがイチゴが自然低温に遭遇して休眠が打破される時期に、保温を開始する半促成栽培において、晩秋から初冬にかけて気温の高い年に、低温遭遇時間が休眠打破に必要な時間に達しているにもかかわらず、保温を開始しても春型の草姿にはならず、矮化することがしばしば見受けられる。

このことはイチゴ苗の冷蔵処理にみられるような連続した低温の場合と、昼夜間でかなりの温度較差をもつ自然条件下の断続的な低温の場合とで、同じ低温遭遇時間でも、その低温効果にかなりの相違のあることを予想させる。

本実験はイチゴ「宝交早生」の休眠打破に要する低温遭遇時間が、昼間の温度のちがいでによって、どのような影響を受けるかを明らかにするために行われたものである。

実験材料および方法

本実験は1972年11月より1974年3月までの2年にわたって実施された。初年度の1972年においては、鳥取大学農学部付属農場で育苗したイチゴ「宝交早生」を10月中旬に育苗用ビニールポットに植込み、11月10日より低温効果におよぼす昼間温度の影響を調査した。

処理区は1. 露地遮光区, 2. 露地区, 3. 無加温ガラス室区, 4. 15~20℃加温温室, 5. 25℃加温ファイトロンの合計5区とし、午前9時~午後5時の8時間処理を行い、午後5時~午前9時の16時間は各区とも露地条件下におき、自然低温に遭遇させた。

処理開始と同時に自記サーミスター温度計により各処理区および夜温の測定を行い、各処理区の5℃以下の低温遭遇時間が350, 400および500時間に到達した時に、それぞれの処理区より10株ずつ16時間日長(100W白熱燈による補光), 15~20℃加温温室に搬入し、その後の葉柄長, 花房長の動きを調査した。

1973年においては、前年の結果をさらに詳細に調べるため、午後5時から午前9時までの夜間温を4℃に、午前9時~午後5時の昼間温度は、8, 10, 15, 20および25℃の5区として、前年と同様にして育苗し鉢上げした「宝交早生」を供試し、11月8日より試験を開始した。

開始後夜間の低温遭遇時間の積算値が、80, 200, 300, 400および500時間に達したとき、各区より10鉢ずつ16時間日長, 15~20℃加温の温室に搬入し、その後の葉柄長, 葉幅および花房長, ランナー発生数の動きを調査した。

またこれとは別に、イチゴの休眠打破に有効な低温の持続時間と、それを中断する中・高温の持続時間との周期性がどの程度低温効果に影響をおよぼすかどうかを明

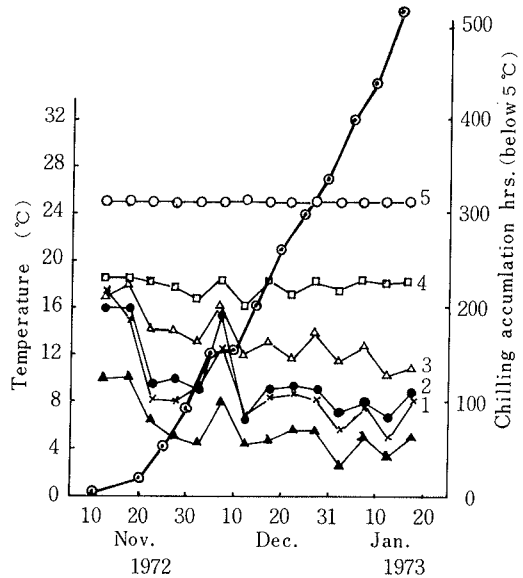


Fig. 1 Mean daytime or night temperatures and chilling accumulation in the period of experiment (1972-1973).

- 1. ×: Shade in field
- 2. •: Field
- 3. △: Glass house
- 4. □: Heating greenhouse (15~20℃)
- 5. ○: Phytotron (25℃)

▲: Night temperatures in field

⊙: Chilling accumulation (below 5℃)

らかにするため、4℃16時間-15~20℃8時間、4℃24時間-15~20℃24時間、4℃48時間-15~20℃24時間、連続4℃の5処理区を設定した。

各区とも5℃以下の低温遭遇時間が450時間に達したとき、前述と同じ条件の温室に搬入し、その後の葉柄長花房長の動きを調査した。

実験結果

自然低温による休眠打破におよぼす昼間の温度の影響を調べた1972年の処理期間中における、各区の平均昼間気温と夜温、ならびに5℃以下の低温遭遇時間を示すと第1図のとおりである。

露地区では11月中旬までは、かなり高い気温を示したものの、11月下旬以降は1時期を除いてほぼ8℃前後を示していた。露地遮光区は露地区とほぼ同様の気温の動きを示したがつねに1~2℃低かった。無加温ガラス室区は11月下旬以降、露地区より4~5℃高く推移した。

15~20℃加温温室および25℃ファイトトロン区は、ほ

ぼ設定どおりに経過した。

夜温は11月20日頃より5℃以下の日が多くなり、また低温遭遇時間も急速に増加し、11月下旬100時間、12月中旬200時間、12月下旬350時間、1月上旬450時間となった。

次に各区の低温遭遇時間が350、400および500時間に到達した時に、長日条件の温室に搬入し50日後における新生第三葉の葉柄長および花房長を示すと第2図のとおりである。低温遭遇時間350時間においては、葉柄長、花房長ともに、昼間の温度の低い区ほどよく伸長し、15℃以上の温度の高い区ではいずれも著しく伸長が抑えられ、矮化していった。

400時間で保温を開始した場合の各区の状態をみると、露地区および露地遮光区では著しい伸長を示したものの、15~20℃温室区、25℃ファイトトロン区では同じ低温遭遇時間であるにもかかわらず、葉柄ならびに花房の伸長が著しく劣り、葉身も暗緑色を呈し、強度の矮化症状を示した。

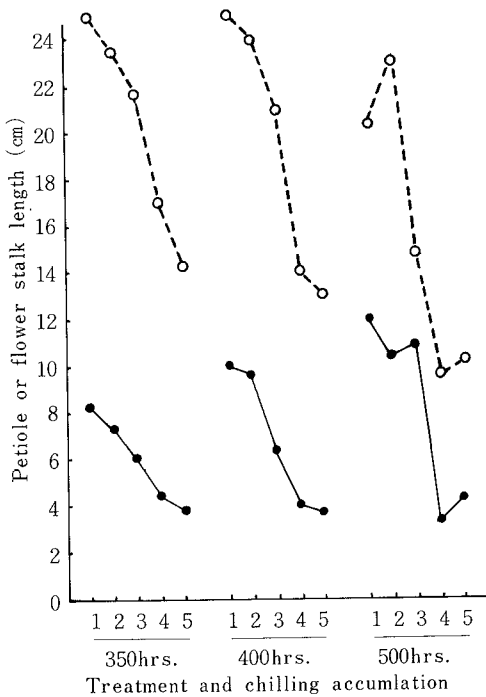


Fig. 2 Effect of daytime temperatures on the growth of petiole and flower stalk.

○ : Flower stalk ● : Petiole

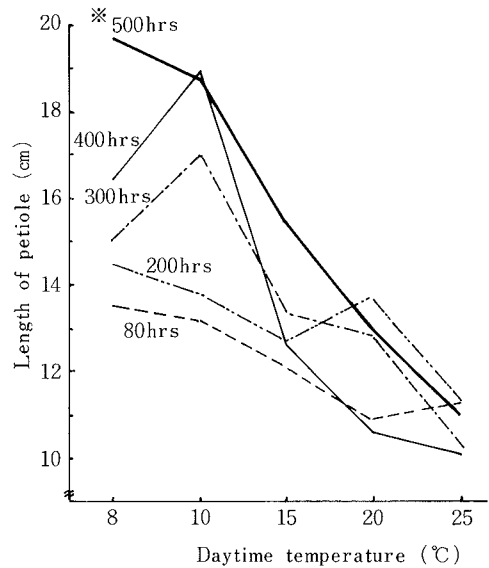


Fig. 3 Effect of daytime temperatures on the growth of petiole in various periods of chilling accumulation.

※Data were shown by chilling accumulation (hrs).

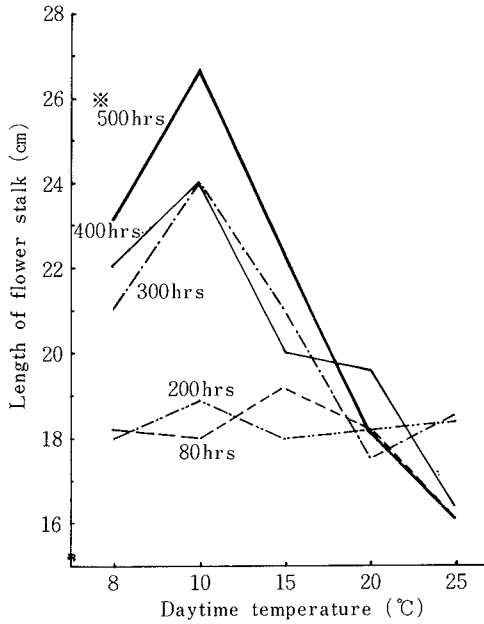


Fig. 4 Effect of daytime temperature on the growth of flower stalk in various periods of chilling accumulation.

* Data were shown by chilling accumulation (hrs).

さらに「宝交早生」においては、休眠打破に要する低温遭遇時間をはるかに超えていると考えられる500時間で加温を開始した場合をみると、葉柄長は露地、露地遮光、無加温ガラス室の3区、すなわち昼間の平均気温が12~13℃以下の区で良好な伸長を示し、低温要求が十分に満された状態にあったが、15℃以上の2区では、低温遭遇時間は十分であるにもかかわらず、400時間の場合と同様に著しい矮化状態を示した。

一方花房長は、露地、露地遮光の2区では葉柄と同様に良好な伸長を示したものの、無加温ガラス室区では、前の2者よりかなり短かく、また15℃以上の2区では葉柄と同様に著しく短かかった。

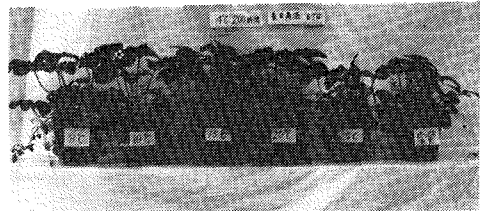
次に夜温を4℃とし昼間の温度を8、10、15、20および25℃に設定して、低温遭遇時間と昼間温度との関係を調査した1973年の結果を示すと第3~6図のとおりである。

まず葉柄長についてみると、低温遭遇時間が80~200

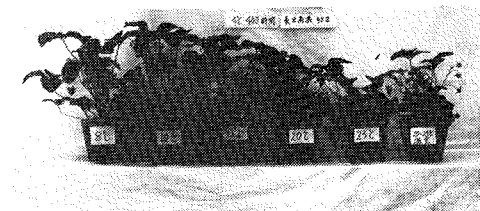
時間の場合には、昼間の温度が低い区ほど葉柄が長くなる傾向にあったが、区間の差は大きくなかった。

遭遇時間300~400時間で保温を開始した場合をみると、昼間温度が10℃の区が最も葉柄の伸長がよく、15℃以上では温度が高くなるほど劣り、また葉身も小型で濃緑色を呈し矮化の徴候を示した。低温遭遇時間が500時間を経過した場合には、昼間温度が低温の区ほどよく伸長した。しかし15℃以上になると伸長が著しく劣り、明らかに矮化の様相を呈していた。(第5図)

一方低温遭遇時間と昼間温度との関係を、花房長の動きでみると第4図のとおりである。80~200時間の低温



1. Chilling accumulation 200 hours



2. Chilling accumulation 400 hours



3. Chilling accumulation 500 hours

Fig. 5 Effect of daytime temperatures on the growth of strawberry cv. Hokowase in various periods of chilling accumulation.

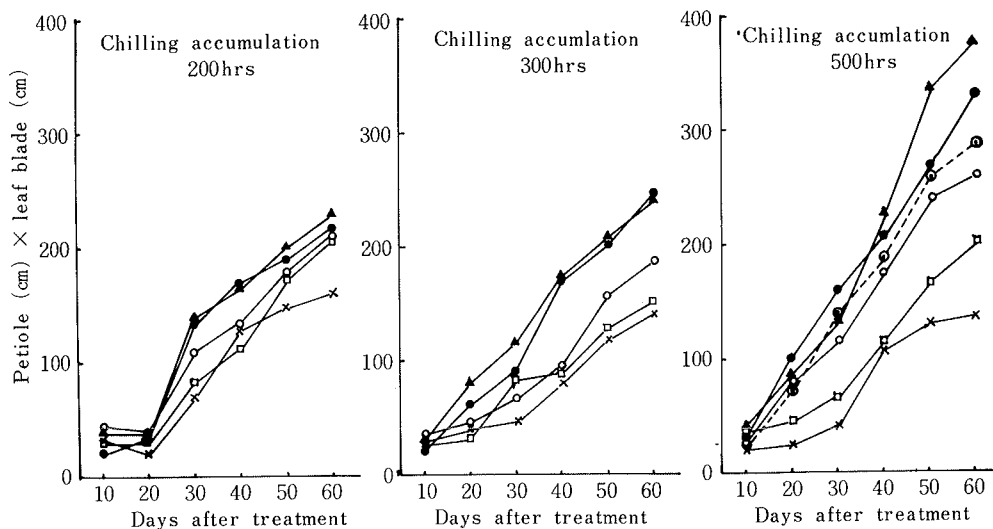


Fig. 6 Effect of daytime temperatures on the growth of strawberry cv. Hokowase.
 ▲: 8°C ●: 10°C ○: 15°C □: 20°C ×: 25°C

遭遇後に加温したものでは、処理温度間にほとんど差がみられなかった。

低温遭遇時間300~400時間では、処理区の温度が最も低い8°Cよりも、10°Cにおいて良好な伸長がみられ、また15°C以上の区では著しく短かかった。

低温遭遇時間500時間後に加温した場合には、10°Cで最高の伸長を示し、15°C以上の温度になると著しく伸長が劣り、特に20、25°C区では顕著に短かかった。(第5図)

次に各処理区の低温遭遇時間200、300および500時間における、加温後の葉の生育を葉柄長×葉幅の指標で示すと第6図のとおりである。

すなわち低温遭遇時間が200時間の場合には、昼間温度が25°Cでやや他の区より劣る傾向にあったが、その他の区では明らかな差はみられなかった。

一方300時間の場合には、8、10°Cの両区は加温を開始すると急速に生長を始めたが、他の区すなわち15°C以上の3区では、温度の高い区ほど生長が劣る傾向が強まっていた。

さらに500時間後に加温した場合には、200、300時間で加温を始めた株に比べて、8、10°Cの両区は特に急速な生長を示した。しかし20、25°C両区は低温遭遇時間そのものは休眠打破に十分であるにもかかわらず、強度の矮化症状を呈していた。

次に休眠が打破されたかどうかの指標の一つであるランナー発生数についてみると、第1表のとおりである。

低温遭遇時間が80~200時間では、各区とも全くランナーの発生がみられず、300時間を経過してはじめて昼間温度8°C、10°Cの両区において発生する株が少しばかり認められた。また400時間でも8、10°C両区でそれぞれ処理個体の約50%にランナーの発生がみられた。

さらに遭遇時間が500時間を経過したものでは8~10°Cの区で個体あたり約1本の発生がみられたが、15°C以上では休眠が打破されるに十分な低温遭遇時間に達して

Table. 1 Effect of daytime temperatures on the runner formation of strawberry cv. Hokowase

Chilling accumulation (hrs)	No. of runners formed				
	8	10	15	20	25°C
80	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0
300	0.3	0.4	0	0	0
400	0.5	0.6	0	0	0
500	0.8	1.0	0	0	0

いるにもかかわらず、全く発生が認められなかった。

次に低温4℃と中・高温(15~20℃)の時間を種々に組合せた場合、休眠打破に対する低温効果が、どのような影響を受けるかを調べた結果を示すと、第7図のとおりである。

すなわち連続4℃の場合には常に最も良好な生育を示し、ついで48時間4℃-24時間15~20℃の処理区で良好な生育が認められた。

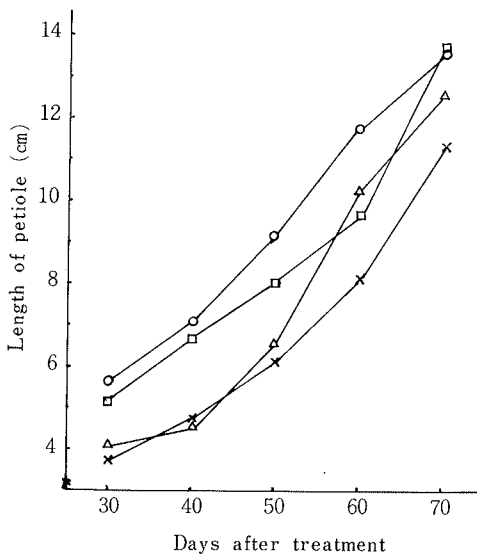


Fig. 7 Effect of various cycles of low or middle to high temperatures on the growth of petiole.

- : Continuous 4°C
- ×: 4°C 16 hours-15~20°C 8 hours
- △: 4°C 24 hours-15~20°C 24 hours
- : 4°C 48 hours-15~20°C 24 hours

しかし24時間4℃-24時間15~20℃区では、低温遭遇時間が450時間に達しているにもかかわらず、前述の2区に比べてかなり生育が劣った。さらに16時間4℃-8時間15~20℃の区では一層劣る傾向にあり、低温の継続時間の短い区ほど、その後の中高温による打消し効果が強くあらわれることがうかがわれた。

考 察

秋季の短日低温で誘導されたイチゴの休眠は、その後さらに低い温度に一定時間遭遇することにより打破され

る。本実験に供試したイチゴ品種「宝交早生」においては、低温処理^{3,6)}あるいは露地条件における保温開始時期と生育との関係から^{1,2)}5℃以下の低温遭遇時間が400~500時間に達したとき、休眠が打破されると考えられている。

実際栽培においては、この時間に到達するのを待って被覆加温が開始されている。

しかしながら晩秋から初冬にかけて温暖な年には、遭遇時間が400~500時間に達しているにもかかわらず、加温開始後に春型の草姿とはならず、矮化し、著しく収量と品質の低下を招いている例が多く見受けられる。

このことは、気温が昼夜間の変化をする中で間歇的に低温に遭遇する自然条件と、連続的な低温条件とを同一視することに問題があることを予想させ、自然条件下での休眠打破過程における低温と、それを断続的にしている昼間の温度との関係を考える必要があるように思われる。

本実験を開始した初年度および2年目の結果において、夜間は同じ条件下の低温に遭遇させ、昼間にそれぞれ温度条件の異なる処理を施した場合、明らかに昼間温度が高い区、ことに15℃以上の区で、低温遭遇時間が同時間でも休眠が打破されていないことが認められた。

OVERCACH, CAMPBELL 両氏⁴⁾はモモの葉芽の休眠打破に対する温度の影響を調べ、3.3℃の低温に連続的に750および950時間さらした場合、後者の方がより強い打破効果を示したが、同じ低温遭遇時間でも21℃の高温と低温を交互にさらした場合には打破効果が著しく劣ることを報告している。さらに吉村氏⁸⁾もカキ、モモ、ナシで同様な実験を行い、冬季の高温が萌芽の不ぞろい、すなわち休眠打破が不十分となることを報じている。またWEINBERGER⁷⁾も、モモの芽の自発休眠の打破には昼間の高温が低温の効果を阻害するとのべている。

本結果およびこれらのことから、休眠打破と低温遭遇時間との間には、連続的な低温の場合、打破にかかわる内的な生理上の動きと低温遭遇時間との間に比例的關係が認められるものの、自然条件の場合のように間歇的な低温の場合には、低温による休眠打破にかかる内的な動きが高温によって消去されるため、低温遭遇時間が同時間でも、打破に至るまでにさらに長時間の低温を要するものと考えられる。

ここで低温の継続を中断させる温度の高さと低温による休眠打破効果との間における関係を見ると、15℃以上ではかなり強い矮化状態が続き、8~10℃では低温の効果を相殺するようなことはなく、むしろ低温効果を強める傾向にあった。

一方イチゴの休眠打破は前・中および後期の過程を経るものと仮定した場合、有効な低温に遭遇して間もない80~200時間後では、昼間の温度が8~25℃の範囲内では、花房長にほとんど差異はなく、また葉柄長および加温後の生育にも区間差が少いこと、などから打破過程の前期では昼間の温度が15~25℃程度でも、それほど強く低温効果を消去せず、低温遭遇時間は昼間温度にかかわらず有効とみなせるように思われる。

しかし低温遭遇時間300時間の頃より、昼間温度の高い区ほど矮化症状の出現する割合が高くなり、とくに25℃で明らかにみられた。また低温遭遇時間500時間では顕著な差が認められたことならびに矮化には至らないものでも15℃以上ではランナーの発生が全くみられなかったことなどから、打破過程の中期以後には、より連続した低温が体内の休眠打破にかかる生理の進行に強く要求されていることを示しているように思われる。

一方低温と中高温の周期的な変動の中で休眠打破が進行してゆく場合、低温16時間—中高温8時間および低温・中高温ともに24時間の場合には、低温効果は中高温によってかなり強く消去されるのに対し、低温48時間—中高温24時間の場合には、低温16時間—中高温8時間の場合と同じ比率であるにもかかわらず、中高温による消去作用はそれほど強くみられなかった。

これらのことから休眠打破にかかる生理的な動きが進行するためには、打破過程の中期以後、温度が日変動する中でも、48時間前後のより収束した連続低温を要求しているものと思われる。

いずれにせよ自然条件下でイチゴの休眠が打破されているか否かを知る目安としての低温遭遇時間については、昼間の温度を考慮する必要があると考えられ、したがって従来用いられていた5℃以下の温度のみの遭遇時間を積算するよりも、各温度について打破効果の「重みづけ」をすることにより、より正確な休眠打破の時期の把握が可能となるのではないかと考えられる。

摘 要

自然条件下におけるイチゴ「宝交早生」の休眠打破におよぼす昼間の温度の影響を調べるため本実験を行った。結果を要約すると次のとおりである。

1. 自然条件下における5℃以下の低温遭遇時間が400

時間以上に達しても、昼間の温度が15℃以上の場合には「宝交早生」の休眠が打破されず、強い矮化症状を示した。

2. 夜間温度を4℃、昼間温度を8、10、15、20、25℃に設定した場合、低温遭遇時間が100~200時間の時期には、花房長は昼間温度に関係なくほぼ同じ長さであった。しかし300時間後の頃から昼間温度が20℃以上の場合にやや矮化の徴候がみられた。400~500時間後には、20℃以上のものでかなり強い矮化を示した。また昼間温度が15℃以上の場合、低温遭遇時間が400~500時間に達しても、ランナーの発生は全くみられなかった。

3. 低温16時間—中高温8時間、低温—中高温24時間、低温48時間—中高温24時間および連続低温の4区について450時間の低温を与えたのち加温を始めたところ、前2者の生育が劣り矮化の様相を呈したが、後の2者は順調な生育を示した。

4. 以上より自然条件下におけるイチゴ「宝交早生」の休眠は、低温遭遇時間が十分であっても、昼間の温度が15~20℃以上に高い場合には十分に打破されないことが明らかとなり、断続的な低温に遭遇して休眠が打破される場合には、昼間の温度を十分に考慮する必要があると考えられた。

文 献

- 1) 香川 彰：イチゴ栽培の理論と実際，誠文堂新光社，東京（1971）pp. 46-48
- 2) 木村雅行・久富時男・藤本幸平：園芸学会昭和43年度春季大会研究発表要旨，132（1968）
- 3) 小林尚武・柴田 進・藤村 良：園芸学会昭和46年度秋季大会研究発表要旨，116（1971）
- 4) OVERCASH, J.P., CAMPBELL, J.A.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 66 87-92 (1955)
- 5) 高橋和彦ら：農業技術大系，野菜編3，イチゴ，農文協，東京（1972）pp. 66-67, pp. 126
- 6) 田辺賢二・林 真二・平田尚美・山本雄慈：鳥大農研報，28 1-9（1976）
- 7) WEINBERGER, J.H.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 91 84-89
- 8) 吉村不二男：園芸学会雑誌，25 265-273（1957）