

イチゴの休眠誘導と打破に及ぼす前処理,日長並びに温度の影響

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	藤目, 幸擴 山崎, 昇
巻/号	56巻4号
掲載ページ	p. 444-451
発行年月	1988年3月

イチゴの休眠誘導と打破に及ぼす前処理, 日長並びに温度の影響¹

藤目幸擴・山崎 昇²

香川大学農学部 761-07 香川県木田郡三木町

Effects of Pretreatment, Day Length and Temperature on Induction and Breaking of Dormancy in Strawberry Plants

Yukihiro FUJIME and Noboru YAMASAKI

Faculty of Agriculture, Kagawa University, Miki-cho, Kida-gun, Kagawa 761-07

Summary

Effects of pretreatment, growing temperature and day length on dormancy of strawberry plants were investigated. 'Hoko-wase' strawberry plants were pretreated with various day lengths in the glasshouse (minimum night temperature, 20°C) from October 21, 1981 to March 3, 1982. As the pretreatment, twenty plants each were grown under short day (natural day length), long day (16 hours) and long day+GA, respectively. Four plants were chosen from each pretreatment plot and transferred to the phytotron on March 3. Twelve plants each were cultivated at 15, 20 and 25°C in the phytotron under natural day length until September 22. Results were as follows.

1. In the case of the higher growing temperature (25°>20°>15°C), dormancy was induced earlier and was also broken earlier in the short day pretreatment than in the long day and the long day+GA pretreatments.
2. Judging from the elongation of petioles, we observed that the higher the growing temperature (25°>20°>15°C), the weaker the degree of dormancy becomes.
3. In the case of the higher growing temperature (25°>20°>15°C), the elongation of petioles was observed even under the shorter day length condition and accordingly dormancy was broken a little earlier than expected.
4. From these results, it is deduced that the lower the growing temperatures of 15, 20 and 25°C, the larger is the inductive effect toward dormancy. Furthermore, at the same growing temperature, short day has an inductive effect toward dormancy and long day has a breaking effect on dormancy.

緒 言

イチゴの株は秋から冬に向かって、新生展開葉の葉柄は短く、また葉も小さくなり、ランナーを発生しなくなる。開花しても花柄が伸長せず、株全体が矮化して、好適な条件に移されても生育はおう盛にならない。これは相対的な休眠と考えられ(5, 10, 12), 主として短日条件で誘導され、低温条件はそれを深めるとされている(1, 2, 5, 9, 12, 15, 17, 19)。花芽分化並びに休眠の各々について生態的反応が調べられ、その反応を利用して促

成、半促成、抑制などの作型が開発されてきた(5, 10, 13, 14, 15)。しかし、これらの作型で適切な環境条件を設定し、生産を安定させるにはまだ不十分な点があるように思われる。例えば、休眠に先立って花芽が通常分化するが、花芽分化は休眠に対してどんな影響を及ぼしているのか(5, 10, 15), 休眠中または休眠打破が十分でない場合に、一季成りのイチゴがなぜ四季成りのように反応を示すのか(6, 12, 18), またいったん休眠が打破された後は低温・短日でもなぜ花芽分化、休眠が促進されにくいのか(6, 9, 15, 18), これらの点は明らかでない。

筆者らは、子苗発生後の気象条件の変化を量的に把握することにより、花芽分化時期の予測並びにその調節を行おうとしている。また、同条件の変化から休眠程度の予測を行い、それに応じた電照処理、温度管理などの栽培

¹ 1987年3月16日 受理
イチゴの花芽分化並びに休眠誘導の制御に関する研究(第1報)

² 現在 静岡県経済農協連(426 静岡県藤枝市)

培条件の指針を立てようとしている。自然条件下で調べられた従来の試験成績(5, 10, 12, 13, 14, 15, 17)から、花芽分化時期と休眠のある程度の予想は可能であるが、上記の目的のためには不十分である。なぜなら、従来の研究では、日長が変化する条件下で昼夜の温度と共に平均気温も変化しており、両発育現象に及ぼす温度と日長の作用を調べるのには不備である。また、イチゴなどの永年生作物では、キクについて小西(11)が報告しているごとく、親株時並びに育苗時に受けた環境条件の影響は残っており、子苗を定植後の環境条件への反応に影響を及ぼすことが考えられる。イチゴについて、施山・高井(15)は、短日・低温に遭遇した苗はその後の短日条件下で、休眠への過程が早められることを報告している。しかし、従来の他の試験成績(5, 10, 12, 13, 14, 17)では、処理前に子苗の受けた気象条件がその後の発育に及ぼす影響についての考察はなく、本研究の目的にそれらの成果を利用するには制限がある。

そこで、本実験ではまず可能な限り生育の揃った苗を用いて、約5か月の前処理を行って苗の前歴を揃えた。その苗を用いて自然日長下で温度を変えて約6か月育て、休眠誘導と打破に及ぼす前処理、生育温度、日長の影響を考察した。

材料及び方法

供試材料には、イチゴ‘宝交早生’を用いた。1981年10月23日に圃場でおう盛に生育していた60株の苗を用い、5号のポリポットに1株ずつ鉢上げした。鉢上げ後ただちに、最低夜温を20°Cに保ったガラス温室に搬入して生育させた。ただし、1982年1月以降、月に数回、最低夜温が15°C程度に低下していた。ガラス温室では短日区(自然日長)、長日区(16時間日長)と長日(16時間日長)+ジベレリン(GA)区の3処理を行い、各処理区に20株を供試した。長日区は、自然日長を補光して16時間日長とした。GAの処理濃度は10 ppmとし、11月

13日に小型スプレーを用いて1株あたり10 mlを噴霧処理した。ガラス温室で前処理を開始後、1月19日と2月26日に葉数と第2葉及び第3葉(茎頂部より数えて2枚目、3枚目の新生葉)の葉柄長を調査した。短日区においては前処理中の2月26日に、若干の個体が蕾を形成しているのが肉眼で観察された。

3月3日に、各処理区から4個体ずつをファイトロンへ移した。ファイトロンの生育温度は、15, 20, 25°Cの3段階とし、自然日長下で9月23日まで生育させた。前処理で鉢上げ時に用いた用土には、土:砂:パーミキュライトを5:3:2にして用いた。基肥としては、複合燐加安を10月30日に、1鉢に2.2gずつ施用した。追肥としては、液肥2号の1,000倍希釈液あるいはハイポネックスの1,000倍希釈液を週1回施用した。その他の栽培は慣行に従った。

生育調査は、3月10日から1週間ごとに9月22日(25°C区については7月28日で打ち切った)まで行った。調査項目は葉数、第2葉及び第3葉の葉柄長とした。更に各処理区について出蕾とランナーの発生を毎日観察した。頂花房及び側花房の出蕾日、ランナー発生日はそれぞれについて過半数の個体が出蕾あるいはランナーを発生した日とした。なお、果実とランナーについては茎葉の生育に影響を及ぼすため、果実は着果確認後に、ランナーは子苗が発根後にそれぞれを除去した。

ここでは、新生第3葉の葉柄が同一温度で1か月以上の間、3 cm程度以上に伸長せず、株が矮化している状態を休眠と呼ぶことにする。この値は本実験におけるような鉢植えの場合と地植えでは当然異なり、相対的な目安と考えている。また、新生第3葉の葉柄が3 cm以上におう盛に伸長してきた場合に休眠打破と呼ぶことにしており、その後ランナーが発生することにより李ら(12)が報告しているごとく、休眠打破が確認されると考えている。

Table 1. Plant growth during pretreatment.

Pretreatment	January 19			February 26		
	Leaf number	Petiole length		Leaf number	Petiole length	
		2nd leaf (cm)	3rd leaf (cm)		2nd leaf (cm)	3rd leaf (cm)
Short day [*]	8.5±2.3 [†]	4.8±1.4 [†]	4.9±1.1 [†]	8.1±2.1 [†]	4.6±1.4 [†]	4.9±1.4 [†]
Long day (16H)	8.8±1.0	8.9±2.4	10.4±1.9	10.0±1.9	4.3±1.6	4.5±1.7
Long day+GA	7.8±1.6	7.9±2.0	8.3±1.7	11.4±1.5	3.9±0.8	4.2±0.9

^{*} Natural day length [†] Confidence limit (95%)

Plants were grown in a glasshouse kept at minimum night temperature of 20°C during pretreatment.

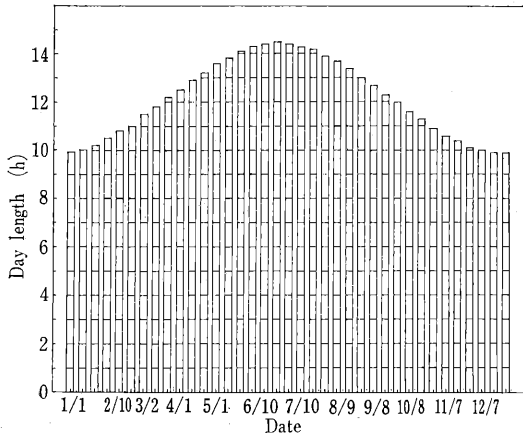


Fig. 1. Changes in natural day length at Takamatsu city in 1982.

結 果

前処理を始めてからの生育について、1月19日と2月26日の調査結果を第1表に示した。1月19日の葉数には処理区間に差は認められなかった。しかし、2月26日には短日区の葉数は他区よりやや減少していた。第2葉と第3葉の葉柄の伸長は、前処理で同じような変化を示した。つまり、1月19日には短日区の葉柄の伸長は他処理区より明らかに抑制されており、矮化しかけていた。2月26日には、長日区及び長日+GA区の葉柄の伸長も抑制されており、短日区の葉柄長と同じような値を示した。従って、短日区では1月19日に株の矮化は始まっており、長日区及び長日+GA区では2月26日より株の矮化は始まっていた。長日区と長日+GA区を比較して、株の矮化程度に差は認められなかった。一方、花芽分化について短日区では、1月19日から2月26日までの葉数の増加は認められず、生殖生長への移行が予測され、実際に前処理終了時には蕾が肉眼で観察された。しかし、長日区及び長日+GA区では、前処理終了時まで花芽分化の徴候は認められなかった。第1図に、高松における日長の推移を示した。温度処理を始めた3月3日の自然日長は11時間28分であり、その後漸増した。6月20日の自然日長は最大値に達して14時間28分でその後日長は漸減した。従って、ファイトロンで生育温度を変えて育てている期間のほぼ中頃に自然日長は最も長くなり、その前後に日長は漸増あるいは漸減していた。葉柄の伸長に及ぼす処理の影響について、第2葉と第3葉との間にほとんど差は認められなかったため、以下の結果については第3葉の結果について示した。

1. 葉柄の伸長に及ぼす前処理の影響：生育温度別

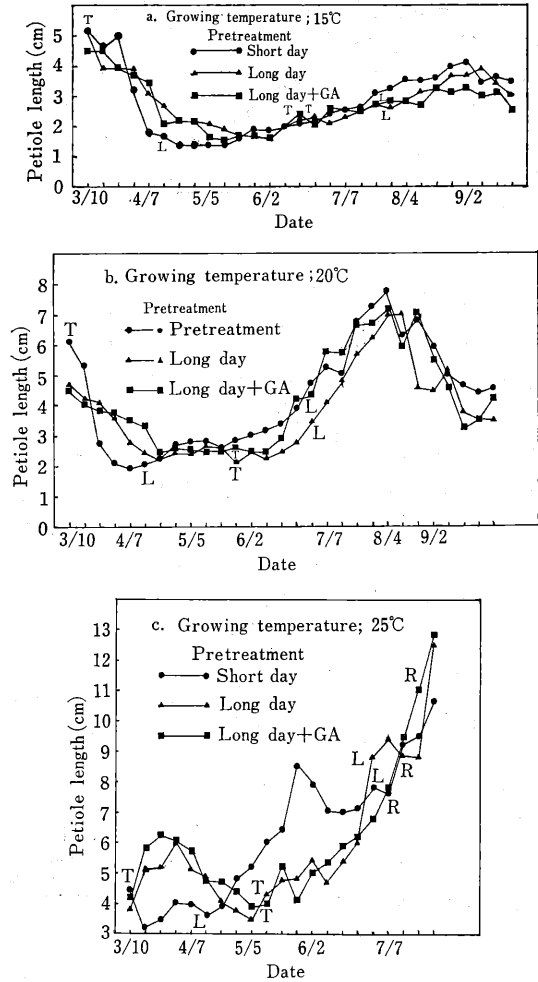


Fig. 2. Effects of pretreatments on petiole length of plants grown at temperatures of 15, 20 and 25°C under natural day length.

T, L and R indicate the budding of terminal flower cluster, the budding of lateral flower clusters and runner formation, respectively.

に前処理の異なる苗について、葉柄の伸長に及ぼす影響を第2図に示した。1) 生育温度 15°C (第2-a図)：前処理により株の矮化が早く始まった短日区では処理開始後、長日区や長日+GA区より葉柄の伸長低下は早く始まり、その低下程度も著しく、4月上旬より休眠状態を示した。6月上旬より葉柄長はやや漸増し、短日区の増加が他区より早く起こった。9月上旬より、どの前処理区でも再び矮化の傾向を示した。2) 生育温度 20°C (第2-b図)：15°Cの場合と同様に、前処理により株の矮化が早く始まった短日区では、処理開始後他区より葉柄の伸長は急速に低下した。いずれの前処理区においても、

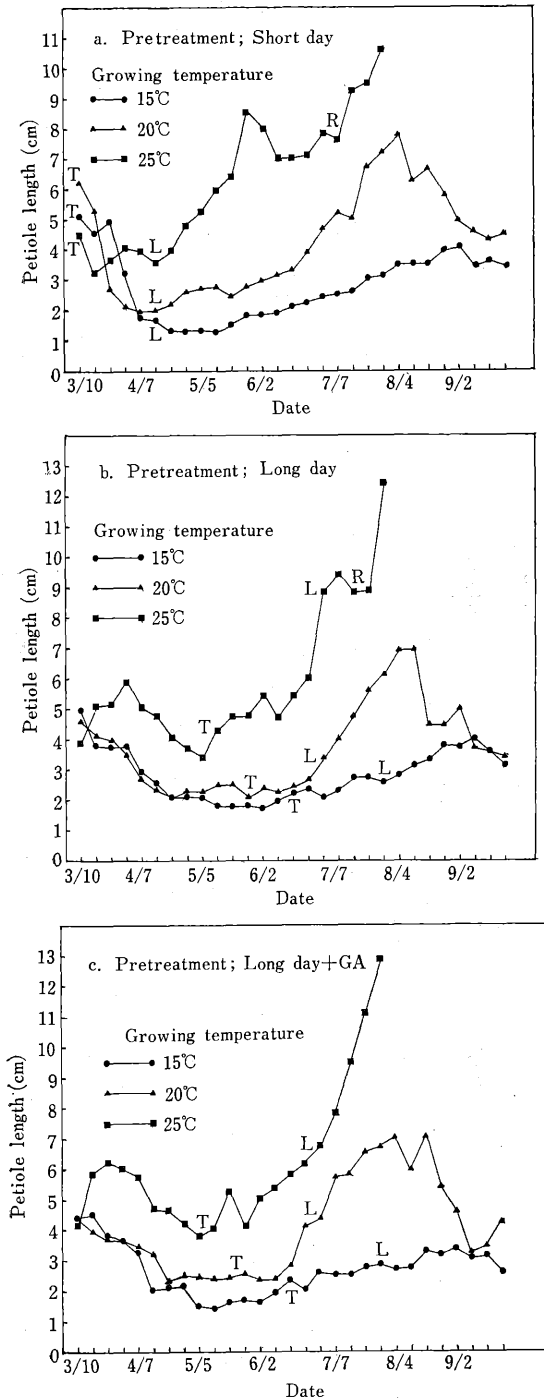


Fig. 3. Effects of growing temperatures and day length on petiole elongation of plants treated with pretreatments.

4月下旬から5月中旬まで休眠状態を示した。5月下旬より、まず短日区の葉柄が伸長を開始し、長日+GA区、長日区がそれに続いた。8月上旬にどの前処理区も、葉柄は処理開始時よりも長くなって最大値に達した後、再びどの前処理区でも葉柄の伸長は急速に低下した。3) 生育温度 25°C (第2-c 図): 前処理により株の矮化が早く始まった短日区では他区と異なり、処理開始後葉柄の伸長は急速に低下して、休眠状態を示した。4月中旬より葉柄の伸長が始まり、その後はおう盛に伸長した。一方、長日区、長日+GA区では、処理開始後いったん葉柄の伸長は盛んになった後低下し、日長が長くなるのに伴い、再び葉柄の伸長はおう盛になった。25°C においてのみランナー発生が認められ、短日区が最も早く、ついで長日区、長日+GA 区の順であった。

2. 葉柄の伸長に及ぼす生育温度と日長の影響: 前処理の異なる苗の葉柄長に及ぼす温度と日長の影響を第3図に示した。1) 前処理短日区 (第3-a 図): 前処理により株の矮化が早く始まった短日区では、その後どの温度区でも葉柄の伸長は引き続いて低下した。15°C では温度処理開始後、葉柄の伸長は急速に低下し、4月上旬より伸長はほとんど停止して休眠状態を示した。5月上旬よりやや伸長してきたが、処理開始時の葉柄長にまでは増加しなかった。20°C でも温度処理開始後、葉柄の伸長は急に低下し、3月下旬より休眠状態を示した。しかし、日長が最も長くなった6月中旬より、葉柄の伸長はおう盛となり、8月上旬には処理開始時より長くなった。この頃、1個体のみランナーを発生した。その後日長が短くなるのに伴い、8月中旬より葉柄の伸長は再び急速に低下した。25°C では、処理開始後葉柄の伸長はやや低下したが、その後日長が長くなるのに伴いおう盛に伸長した。5月下旬にピークに達した後、葉柄の伸長はやや低下したが、7月上旬にランナーを発生後、葉柄は再びおう盛に伸長した。頂花房及び側花房の出蕾はどの温度区でもほぼ同時期の、3月上旬と4月中旬に起こった。2) 前処理長日区 (第3-b 図), 長日+GA 区 (第3-c 図): 前処理により、短日区より遅れて株の矮化が始まった長日区及び長日+GA 区では、その後生育温度を変えることにより、葉柄の伸長程度は著しく異なった。15°C では両前処理区とも、葉柄の伸長は低下し、実験終了時まで休眠状態を示していたが、日長が長くなるのに伴って伸長はおう盛となり、8月上旬には処理開始時より葉柄は長くなった。その後日長が短くなるのに伴い、葉柄の伸長は低下した。一方、25°C では15°C, 20°C とは異なり処理開始後、葉柄の伸長はいったん増

Table 2. Changes in number of unfolded leaves during temperature treatment.

Pretreatment	March 10			September 22		
	Growing temperature (°C)			Growing temperature (°C)		
	15	20	25	15	20	25 ^y
Short day ^z	8.25	8.20	8.40	11.25	11.20	9.40
Long day (16 H)	10.50	10.50	11.00	15.00	13.75	12.00
Long day+GA	11.30	12.33	11.67	13.67	14.67	12.30

^z Natural day length ^y Number of unfolded leaves on July 28

Plants, after pretreatment, were grown in the phytotron during the temperature treatment.

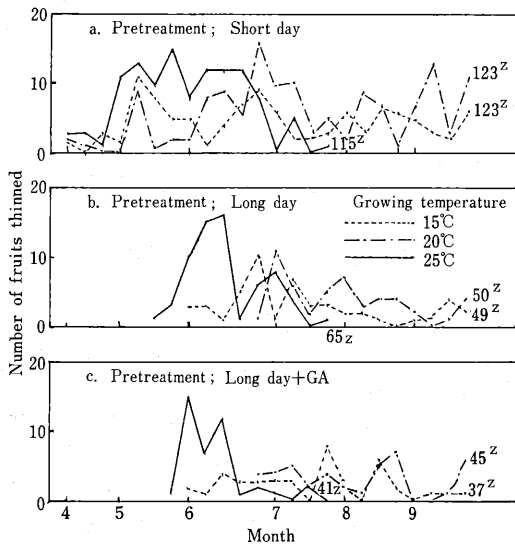


Fig. 4. Number of fruits thinned during temperature treatments of 15, 20 and 25°C under natural day length.

Plants were given the pretreatments for about five months. Then they were transferred and grown in the phytotron for about seven months.

^z Total number of fruits thinned.

加した後減少したが、5月下旬よりおう盛に伸長し、ランナーを発生した。生育温度の高いほど、頂花房及び側花房の出蕾は早く起こった。

3. 展開葉数と果実発育に及ぼす影響： 処理開始後1週間目の3月10日と、処理終了時の9月22日の葉数の変化を第2表に示した。3月10日では生育温度区間に差はなく、短日区の葉数が他区よりやや少なかった。終了時にも短日区の葉数が他区よりやや少なく、また生育温度25°Cでは葉数が他温度区よりやや少なかった。処理期間中の着果数の変化を第4図に示した。最も着果数の多かったのは前処理短日区であり、長日区、長日+GA区の2~3倍着果していた。生育温度の高いほど、着果時期は促進され、25°Cでは最も早く、20°Cがそれに次

いだ。15°Cで着果はやや遅れたが、実験終了時まで着果はみられ、総着果数は、20°、25°C区に比べてそれほど差はなかった。

考 察

イチゴは、秋の気温の低下と日長の短くなる条件下で花芽を分化し、やがて休眠に入る。この休眠を誘導する要因は、短日・低温であることについては多くの報告がある(1, 2, 5, 9, 12, 15, 17, 19)。ただこれらの報告は作型開発という観点から自然条件下で試験された例が多く、温度制御条件下で試験された例は少ない(1, 9, 19)。前処理で、休眠程度の異なる苗を準備するため、Darrow(1), Jonkers(9)とウエント(19)の結果を参考にして、最低夜温を20°Cに保って、短日下と長日下で子苗を育てた。その結果は、最低夜温が20°Cより時々15°Cにまで低下したため、休眠誘導状態がやや強く表れた。つまり、前処理短日区では葉柄の伸長はやや低下して、休眠が誘導されかけていたと思われた。長日区及び長日+GA区では、前処理開始当初には葉柄は伸長していたが夜温がやや低下したため、その後葉柄の伸長は急速に低下し、前処理終了時には短日区と同様に休眠が誘導されかけていたと考えられた。そこで、前処理区間を比較すると、短日区では長日区及び長日+GA区より休眠誘導が早く始まっていると推定された。Darrow, Jonkersとウエントは、13~15°Cでは20~21°Cの場合と同様に長日処理による休眠抑制がみられたとしているが、その抑制程度は13~15°Cでは低下している。そこで、15°C前後における長日の休眠抑制は、高温における場合より弱い作用と考えられる。またその抑制できる期間に限界があり、5か月近くでは抑制作用がみられないのかもしれない。しかし、筆者等は本実験及び別の実験で(4)、生育温度15°Cでは長日条件下でも‘宝交早生’の葉柄の伸長が抑制されることを確認しており、Darrow, Jonkers, ウエントらの成績との違いは供試品種の違いによると判断している。

施山・高井(15)は、自然条件下でイチゴが休眠に向かって体制を整えている過程に、低温・短日の前処理をすることにより、その後葉柄の伸長は著しく減少し、休眠への過程が早まることを明らかにしている。その際、前処理による休眠誘導過程の進行について、自然状態で休眠が誘導されるより前の7月以降においてのみ、その効果が認められるとしている。本実験結果でも、短日の前処理をされていると、その間中だけでなくその後も休眠への過程が早められることが認められた(第2図)。また、その作用は生育温度の高いほど顕著であることが示された。これらの結果から、自然条件下で休眠が誘導される頃からであっても、前処理によりその後休眠への過程が早められると考えられる。

イチゴの休眠は相対的な休眠であり、休眠中であっても花芽は形成され、葉も展開してくる(9, 10)、ただ、株全体が矮化しているだけであり、休眠の程度の表現は困難である。休眠の程度を表現するのに、通常は高温・長日条件にして、葉柄の伸長がおう盛に伸長するか否かを調べることが多い(5, 6, 10, 12, 15, 18, 19)。本実験では一定温度で生育させたため、自発休眠が打破される正確な時期の推定は困難だが、葉柄の伸長程度から休眠程度の推定はある程度可能と思われた。葉柄の伸長程度から休眠の程度を示すと、各生育温度においてどの前処理区も、同程度の休眠状態に達していたと考えられる(第2図)。そこでこのことから、前処理は休眠誘導の過程を早める作用を持っており、休眠の深さについては後述するように、その後の生育温度の影響が大きいと考えられる。そして、前処理が短日区では、処理によって休眠誘導へ早く到達しただけ、休眠状態から早く脱したと考えられる。

休眠誘導においては、Darrow(1)、Jonkers(9)と藤本(5)が報告しているごとく、低温より短日の効果が大きいとされている。また、休眠突入抑制のための長日処理に関する多くの報告もそれを支持しているように思える(5, 10, 13, 14, 15)。しかし、これらの報告で休眠誘導条件が調べられた温度範囲はそれほど広くない。例えばDarrow(1)は13, 16, 21°C、Jonkers(9)は15, 18, 21°C、ウエントは10, 14, 17, 20°Cの範囲で、短日と長日の作用を調査している。この範囲で、高温ほど長日による休眠誘導の抑制は大きい、低温ではその抑制は小さくなっている。このことから、生育温度が20°C前後では短日による休眠誘導が顕著であるが、生育温度が15°C以下では低温による休眠誘導作用が強くなる可能性が考えられる。藤本(5)は、全日長下で3°Cの低温処理をすることにより、休眠が誘導されることを示し、短

日のみを休眠誘導の主因とすることに疑問を示している。これらのことから、花芽分化の場合(1, 2, 7, 8, 9, 19)におけると同様に、休眠誘導においても温度と日長の間に相互作用があり、短日が主要因と断定するにはその相互作用を更に調査する必要があるように判断される。

本実験で生育温度別にみると、既に述べた通りどの温度でも前処理に係らず、葉柄の伸長程度でみた休眠の深さに変わりはない。また、前処理ごとに生育温度と休眠の程度をみると、低温ほど深い休眠に誘導されたと推定される(第3図)。これらのことから、「室交早生」は15, 20, 25°Cの範囲で低い温度ほど、休眠誘導作用は大きいと考えられる。自然条件下での休眠誘導を抑制する長日効果に限界があるとされている(5, 10, 12)。これは低温と日長の相互作用としてみれば、自然の気温の低下による休眠誘導作用が大きくなる一方、長日による休眠抑制作用が相対的に弱まった結果と判断される。

本実験結果で前処理に係わず、生育温度の高いほど日長の長くなることと対応して、葉柄の伸長促進は早く開始した(第3図)。このことは、生育温度により休眠が打破される日長は異なり、高温ほど日長が同程度であればもちろん、より短い日長でも打破されやすいことを示唆すると考えられる。ウエント(19)及びHeide(7)も、生育温度の高いほど、また日長の長いほど、葉柄の伸長が促進されることを報告している。

生育温度25°Cの場合、前処理短日区では6月中旬に葉柄の伸長が停滞した(第2図-c)。これは藤本(5)が指摘しているごとく、着果の負担(第4図)が株の生育に影響を及ぼしたと思われる。しかし、処理開始後まもなくの葉柄の伸長低下は着果負担によるものではなく、短日によって休眠が誘導されたためと思われる。6月中旬以降葉柄の伸長はおう盛となり、7月上旬にはランナーが発生し、休眠は打破されたと考えられる(12)。25°Cにおかれた前処理長日区、長日+GA区では、処理開始後まもなく葉柄の伸長はおう盛になりかけたが、4月中旬よりやや遅れて休眠に入り、7月中旬にはランナーが発生して休眠が破れたことを示している。このことから、25°Cという比較的高い温度でも短日は休眠誘導作用を示し、特に前処理である程度の休眠誘導されていたこともあって、休眠状態に入った。しかし、25°Cでは休眠誘導作用が弱く、更に、長日による休眠の抑制作用が付け加わって休眠が破れたと考えられる。

生育温度20°Cでは、葉柄の伸長に日長が大きな影響を及ぼすことが示された。つまり、夏至に向かって日長が長くなる時期に休眠は打破され、夏至を過ぎて日長が短くなる時期に休眠が再び誘導された(第2図-b)。25

℃と同様に20℃でも、短日は休眠の誘導作用を、また長日は休眠の抑制作用をもつことが示された。20℃においてランナーの発生はほとんど認められなかった。これはランナーの発生には高温と長日条件が必要であり(1, 3, 9, 16, 19), そのどちらかの条件, 特に高温条件に不足していたと判断している。

生育温度15℃では、日長が長くなるのに伴い、葉柄の伸長はわずかに増加したが、実験開始時の生育にまでは回復せず(第2図-a), 低温による休眠誘導作用の強いことが示された。

以上の結果から、イチゴ‘宝交早生’の休眠に関して、温度と日長の間に次のような相互作用があると考えられる。つまり、生育温度15℃では、低温による休眠の誘導作用が顕著であり、長日による休眠の抑制作用をうわまわる。生育温度20℃では温度作用より日長作用が顕著となり、短日では休眠の誘導作用が、長日ではその抑制作用がみられる。生育温度25℃では、日長作用より高温による休眠の抑制作用が顕著となる。今後は更に温度範囲を広げ、供試品種を変えて、この反応を検討してみたいと考えている。

摘 要

イチゴの休眠に及ぼす前処理、生育温度並びに日長の影響を調べるため、本実験を行った。イチゴ‘宝交早生’に1981年10月23日から、ガラス温室(最低夜温20℃)で1982年3月3日まで前処理をした。前処理として、短日区(自然日長), 長日区(16時間日長), 長日+GA区を設けた。3月3日より、ファイトトロン15, 20, 25℃室へ移し、9月22日まで生育させた。

1. 短日前処理区では長日区, 長日+GA区より早く休眠は誘導され、また早く打破され、その後の生育温度の高いほどその傾向は顕著であった。

2. 誘導される休眠の程度は葉柄の伸長からみて、生育温度の高いほど浅かった。

3. 生育温度の高いほど、より短い日長条件下でも葉柄の伸長が促され、休眠は早く打破された。

4. 以上の結果から、生育温度15℃から25℃の範囲で温度の低いほど休眠誘導の作用は強いと考えられる。また、各温度において短日は休眠の誘導作用を、長日は逆にその抑制作用を示すと考えられる。

引用文献

1. DARROW, G. M. 1936. Interrelation of temperature and photoperiodism in the induction of fruit-buds and runners in the strawberry. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34: 360-363.
2. DARROW, G. M. and G. F. WALDO. 1934. Re-

sponses of strawberry varieties and species to duration of the daily light period. U. S. Dept. Agric. Tech. Bul. No. 453.

3. DURNER, E. F., J. A. BARDEN, D. G. HIMELRICK and E. B. POLING. 1984. Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, Junebearing, and everbearing strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 396-400.
4. 藤目幸擴・山崎 昇. 1987. イチゴの花芽分化並びに休眠に関する研究。(第2報) 休眠誘導に及ぼす温度と日長の影響, 園学要旨, 昭62春.
5. 藤本幸平. 1971. イチゴ宝交早生の生理生態的特性の解明による新作型開発に関する研究. 京大学位論文.
6. GUTTRIDGE, C. G. 1958. The effects of winter chilling on the subsequent growth and development of the cultivated strawberry plant. J. Hort. Sci. 33: 119-127.
7. HEIDE, O. M. 1977. Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. Physiol. Plant. 40: 21-26.
8. ITO, H. and T. SAITO. 1962. Studies on the flower formation in the strawberry plants. 1. Effects of temperature and photoperiod on the flower formation. Tohoku J. Agr. Res. 13: 191-203.
9. JONKERS, H. 1965. On the flower formation, the dormancy and the early forcing of strawberries. Meded. Landbouwhoogeschool. Wageningen 65-6.
10. 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並びに CCC (2-chloroethyl trimethylammoniumchloride) の影響について. 奈良農試研報. 2: 17-23.
11. 小西国義. 1980. キクのロゼット化に関する研究. 園学雑. 49: 107-113.
12. 李炳駟・高橋和彦・杉山直義. 1970. イチゴの休眠に関する研究。(第2報) 保温開始期と日長がダナーの生長, 開花, 結果に及ぼす影響. 園学雑. 39: 232-238.
13. 桜井雅三・鈴木智博・山口久夫. 1975. イチゴの電照栽培に関する研究。(第2報) 長日下における夜温及び地温条件について. 愛知農総試研報 B. 7: 6-11.
14. 佐藤紀男. 1982. 促成イチゴの電照方法に関する研究。(第2報) 点灯条件の影響とリレー点灯式電照の実証試験. 神奈川園試研報. 29: 39-46.
15. 施山紀男・高井隆次. 1986. イチゴの発育とその周期性に関する研究. 野菜試報. B6: 31-77.
16. SMEETS, L. 1982. Effect of chilling on runner formation and flower initiation in the everbearing strawberry. Scientia Hort. 17: 43-48.

17. 高井隆次. 1970. イチゴの生育に及ぼす chilling 温度の影響及び chilling と日長の相互作用. 園試報. C 6 : 91—101.
18. VOTH, V. and R. S. BRINGHURST. 1958. Fruiting and vegetative response of Lassen strawberries in southern California as influenced by nursery source, time of planting, and plant chilling history. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72 : 186—197.
19. ウェント. 1959. 植物の生長と環境 (輪田・富田訳). p.55—66. 朝倉書店. 東京.