イチゴの休眠に関する研究 (第1報)

保温開始期がイチゴの発育に及ぼす影響の品種間差異

李 炳 駟・高橋和彦・杉山直儀

(東京大学農学部)

Studies on dormancy in strawberry plants. I.

Varietal differences in chilling requirement to break dormancy

B. Y. LEE, K. TAKAHASHI and T. SUGIYAMA

Faculty of Agriculture, Tokyo University, Bunkyo, Tokyo

Summary

1. It has been known that the strawberry plants forced early in winter develop small leaves with short petioles, short flower stalks, and few runners, due to shortage of chilling period to break "dormancy". In this study, ten varieties were transferred from the open to a greenhouse, in which night temperature was maintained above 10°C, on Jan. 4, Jan. 18 and Feb. 1, and their subsequent developments of leaves, flower clusters and runners were observed in order to elucidate varietal differences in chilling requirement.

2. The later the plants were transferred to the greenhouse, the longer were the lengths of petioles and leaf blades, and this tendency was outstanding especially in Fresno, Donner, Kōgyoku, Victoria, Shikinari, Fairfax and Otome varieties.

3. The number of flowers increased with the delay of the transfer in Shikinari, Victoria, Kōgyo-

ku, Donner and Fresno varieties, while it decreased in Benizuru, Hotta Wonder, Fukuba, Otome and Fairfax varieties. The number of days from the transfer to the flowering decreased with the delay of the transfer, except Benizuru, Hotta Wonder, Fukuba and Otome, in which the number of days was the least in the plot transferred on Jan. 4.

4. The number of runners produced increased as the date of transfer was delayed. Fresno and Donner varieties produced no runners during the experimental period in the treated plots.

5. Based on the results obtained it may be concluded that Benizuru, Hotta Wonder and Fukuba varieties, which have been used for forcing culture, have shallow dormancy, Kōgyoku and Donner, which have been used for semi-forcing culture, have medium one, and Fresno has the deepest one.

I. 序 言

イチゴは品種によつて地域適応性がかなり異なる。これはおもに日長と温度に対する反応、すなわち、生態的特性の品種間における差に基因するものであつて、品種の分化発達において大きな決定要因となつている。

イチゴは品種により程度の差はあるが、短日・低温になると葉柄と葉身が短小となり、株全体がわい化してロゼット状を呈し、いわゆる休眠*状態に陥る。DARROW^(3,4)はイチゴのこのような休眠の主因は短日と低温の複合作用であり、これを打破するためには0°Cに近い低

温と12時間以上の長日が必要であるとしている。

この休眠の程度は品種によつて異なり、寒地に適応している品種ほど深く、暖地に適応している品種ほど浅くなるのが一般的傾向と思われる。

イチゴを半促成栽培する場合、その保温開始期の早晚によりその後の生育にかなり大きい差が生ずる。すなわち、保温開始が早過ぎると葉柄が伸びず、葉は小さくなつて休眠状態にとどまるが、ある時期以後に保温を開始すると休眠は破れ、生育は盛んになる^(1,6,7,8)。

著者らはこのイチゴの休眠現象に関してその機構を明らかにすると同時に、休眠に入つたイチゴの栽培上の対策を探究するため1964年から一連の実験を行なつたが、本報では幾つかの栽培品種の異なつた保温開始期に対する生育反応からみた各品種の休眠の深淺(長短)を明らかにしようとした。

1968年2月2日受理

* 註：普通、休眠とは、植物の種子や芽の外界の不良条件あるいは内部条件による非活動状態をいい、前者を強制休眠、後者を自発休眠という。イチゴの場合のいわゆる休眠とは、これらの定義とは異なり、新葉の展開や開花は行なわれるが、葉柄や花梗が短かく、株全体がわい化状態を指している。

II. 材料および方法

供試品種としては紅鶴、堀田ワンダー（以下ワンダーと略称）、福羽、乙女、Fairfax、四季成、Victoria、幸玉、Donner ならびに Fresno の 10 品種を用い、1964 年 10 月から 1965 年 5 月まで東大農学部のは場と温室で本実験を行なった。

上記各品種の子株は鉢植するまでは場に仮植し、10 月 12 日に健全で生育のそろった苗を選んで径 24 cm の素焼鉢に移植した。鉢土には火山灰土 3 : 腐葉土 1 の混合土を用い、これに 1 m³ 当たり要素として窒素 100 g、リン酸 1,000 g とカリ 100 g を与えた。

鉢植した材料を処理開始までは場におき、不時開花の花蕾は摘み取った（特に紅鶴とワンダーにおいて著しかった）。12 月に入ってから凍害を防ぐため鉢を土中に埋めた。

処理は 1 月 4 日、1 月 18 日ならびに 2 月 1 日にそれぞれ夜温が 10°C 以上に維持されるガラス温室に搬入する区を設け、また対照区として無処理区（露地）を設けた。各処理区には 6 個体ずつを供試した。

調査は処理開始後 6 週めに、最も盛んな生育を示す生長点から 2 番めの葉の葉柄長と葉身長を測定し、ランナ

ーの発生数ならびに開花数を毎日調べた。

III. 実験結果

1. 葉柄と葉身の生長

処理開始後 6 週めに測定した葉柄長はいずれの品種でも 1 月 4 日区が最も短く、1 月 18 日区、2 月 1 日区ならびに露地区の順に長くなる傾向を示したが、その程度は品種によつてかなり異なつた。

第 1 図に示すように紅鶴、ワンダーならびに福羽においては 1 月 4 日区と 1 月 18 日区の間に最も大きな差があり、1 月 18 日区、2 月 1 日区ならびに露地区間の差はそれほど大きくなかつた。ワンダーは保温開始がおそくても、葉柄長にはそれほど差が認められなかつた。しかし乙女、Fairfax、四季成、Victoria、幸玉、Donner ならびに Fresno においては保温開始がおそいほど葉柄が長く伸びる傾向を示した。また乙女、四季成、Victoria ならびに Fresno においては各処理区間の差がほぼ同じであつたが、Fairfax、幸玉および Donner においては前半の差より後半の差のほうがより大きかつた。

葉身長は処理間差は葉柄の場合のように顕著ではなかつたが、一般に保温開始がおそいほど大きくなる傾向が見られた。紅鶴、ワンダー、福羽、Fairfax、四季成ならびに Victoria においては、1 月 4 日区と 1 月 18 日区との間で大きな差を示し、1 月 18 日区と 2 月 1 日区との間の差は小さかつた。四季成と Victoria の露地区の葉身長は 2 月 1 日区のそれより小さかつた。乙女、幸玉、Donner ならびに Fresno の葉身長は処理開始期がおそくなるに従つてほぼ同程度大きくなる傾向を示し、乙女と Fresno の露地区の葉身長はそれぞれ 2 月 1 日区に比べて差が認められなかつた。

2. 開花

品種あるいは処理区によつて多少の違いはあるが、一般に開花が始まつてから 60 日前後で一時期開花は中断され、ある期間を経て再び開花が始まつた。したがつて開花開始後 60 日以内の開花を第 1 次開花、その後の開花を第 2 次開花として区別し、本報告には第 1 次開花数のみを示した（第 2 図）。

紅鶴：開花数は 1 月 4 日区で最も多く、その開花数は直線的に増加し、最も開花数が少ないのは 1 月 18 日区で、2 月 1 日区と露地区は後者が少なく、ともに前 2 区の中間の値を示した。

ワンダー：開花数は 2 月 1 日区で最も少なく、露地区で多かつた。開花後 50 日前後では 1 月 4 日区が最も多かつた。

福羽：開花数は露地区で多く、2 月 1 日区で最も少なかつた。1 月 4 日区と 1 月 18 日区の間ではほとんど

Fig. 1. The length of petiole and leafblade measured at 6th week after beginning of forcing except field plot. Jan. 4. (a), Jan. 18 (b) and Feb. 1 (c) are the dates of transfer respectively in every variety. In the field plot (d) the length was measured on May 17.

Fig. 2. The cumulative number of flowers.

差が認められなかった。

乙 女：開花数は露地区で最も多く、その他の区では保温開始がおくれるほど開花数が少なかった。

Fairfax：開花数は1月4日区で最も多く、2月1日区で最も少なかった。第1次開花の終了は保温開始がおそいほど早かった。

四季成：開花数は2月1日区で最も少なく、露地区で多かった。

Victoria：開花数は保温開始がおそいほど多く、露地区のそれは他の区より著しく多かった。

幸 玉：開花数は保温開始がおそいほど多かったが、露地区のそれは2月1日区に比べ若干少なかった。

Donner：開花数は紅鶴とは逆に保温開始がおそいほど多く、1月4日区が最も少なく、露地区が最も多かった。

Fresno：Donnerと同様に、開花数は1月4日区で最

も少なく、保温開始がおそくなるにしたがつて開花数が著しく多くなり、特に露地区のそれは開花開始後20日前後から急に増して最も多かった。

以上のように開花数が多い品種はVictoria、少ない品種は紅鶴であつた。一方保温開始期がおそくなるほど開花数が増える品種は四季成、Victoria、幸玉、DonnerならびにFresnoであつた。

平均開花開始日は第1表に示すように、Fairfax、四季成、Victoria、幸玉、DonnerおよびFresnoがおそく、紅鶴、ワンダーおよび福羽が早かったが、残りの品種は中間の値を示した。

紅鶴、ワンダー、福羽ならびに乙女の開花は処理の開始がおくれるほどおそかったが、その他の品種は逆に早かった。

開花が最もおそい品種はFresnoで、最も早い品種は紅鶴であつた。

Table 1. Mean flowering dates and numbers of days from the start of treatment to flowering

Varieties	Treat-ment*	Flowering date	Days to flowering
Benizuru	A	Jan. 10	6
	B	Jan. 30	12
	C	Feb. 11	10
	D	Apr. 18	
Hotta Wonder	A	Jan. 12	8
	B	Feb. 3	16
	C	Feb. 15	14
	D	Apr. 11	
Fukuba	A	Jan. 10	6
	B	Feb. 6	19
	C	Feb. 15	14
	D	Apr. 12	
Otome	A	Jan. 21	17
	B	Feb. 11	24
	C	Feb. 18	17
	D	Apr. 12	
Fairfax	A	Jan. 27	23
	B	Feb. 11	24
	C	Feb. 19	18
	D	Apr. 11	
Shikinari	A	Jan. 30	26
	B	Feb. 8	21
	C	Feb. 18	17
	D	Apr. 9	
Victoria	A	Jan. 30	26
	B	Feb. 16	29
	C	Feb. 23	22
	D	Apr. 13	
Kogyoku	A	Feb. 9	36
	B	Feb. 16	29
	C	Feb. 25	24
	D	Apr. 14	
Donner	A	Jan. 30	26
	B	Feb. 10	23
	C	Feb. 20	19
	D	Feb. 10	
Fresno	A	Mar. 9	64
	B	Feb. 17	30
	C	Mar. 1	28
	D	Apr. 18	

* A ; Jan. 4, B ; Jan. 18, C ; Feb. 1, D ; Outdoors

3. ランナーの発生

ランナーの発生は、品種および処理によつて大きな差異が認められた。

処理後60日および90日におけるランナーの発生数は第3図に示すとおりであるが、90日では一部の品種を除き、概して保温処理開始がおそいほど発生数が多くなる傾向がみられた。

ワンダーを除いていずれの品種も1月4日区は処理後60日までにランナーを発生しなかつたが、90日までに紅鶴、ワンダー、乙女ならびにFairfaxで少数の発生がみられた。DonnerとFresnoにおいては処理後90日を経ても全くランナーが発生せず、露地区においての

Fig. 3. Mean number of runners produced within 60 days (black bar) and 90 days (black bar and clear bar) after transfer. In the field plot the black bar is the number produced by May 11 and black bar and clear bar is that produced by May 31. a ; Jan. 4, b ; Jan. 18, c ; Feb. 1 and d ; field plot.

み5月31日までに少数のランナーが発生した。

IV. 考 察

保温開始期がおそいほどイチゴがほ場でうける低温期間が長くなると同時に、保温開始後の日長時間が長くなる。DARROWら^(3,4)はイチゴの休眠打破には低温(0°C前後)と長日(12時間以上)を必要とし、またその休眠の程度は寒地型品種ほど深く暖地型品種ほど浅いと報告している。本実験では暖地型品種といわれる紅鶴、ワンダーならびに福羽などの生育開花が保温開始期の早晚により影響を受けることが少なく、寒地型品種といわれるFairfax、幸玉、DonnerならびにFresnoなどが保温開始期の早晚によつて大きい影響を受けたが、これらの結果はDARROWらの報告と一致している。

加藤ら⁽⁷⁾は低温にあう期間が長いほど、また保温開始後の日照時間が長いほど、葉柄の伸長が著しいと報告し、BAILEYら^(1,2)はCatskill品種で保温開始前の低温遭遇期間(45°F以下の累積時間数)と保温開始後の葉柄の伸長程度との間には有意な正の相関関係が存在すると報告している。本実験結果はこれらの実験結果とも一致

するものと考えられる。

本実験において四季成、Victoria、幸玉、Donner ならびに Fresno の開花数は低温遭遇期間が長くなるにしたがつて増加し、紅鶴、ワンダー、乙女ならびに Fairfax の開花数が逆に減少したのは PIRINGER ら⁽⁹⁾による、寒地型品種 Sparkle と Tennessee Beauty の開花数が低温遭遇期間が長くなるにしたがつて増加し、暖地型品種 Missionary のそれが逆に減少した結果とほぼ一致する。BAILEY ら^(1,2)も Catskill 品種の保温開始後の開花数は、ほ場での低温遭遇期間が長くなるにつれて増加すると報告した。

保温開始期がおそいほど開花数が増加する品種においては、花芽分化がおそい時期から始まつて保温開始直前まで続き、開花することがないので保温開始後の開花数が増加し、一方開花数が減少する品種においては、早くから花芽分化が始まっているので、保温開始前すでに開花し、その結果、保温開始後の開花数が減少したものである。紅鶴とワンダーは8月初旬から開花が始まつて、11月および12月にも露地において開花がわずかながらみられた。

処理から開花までの所要日数は Fairfax、四季成、Victoria、幸玉、Donner ならびに Fresno で多く、紅鶴、ワンダー、福羽ならびに乙女で少なかった。特に開花数の処理間差が最も大きい Fresno の開花までの所要日数は全品種中最も多かつた。これは開花数の品種間ならびに処理間差と密接な関係にあるものと思われる。

休眠期間の長短、開花時期の早晩と実際栽培における作型との関係は次のように考えられる。すなわち、紅鶴、福羽、ワンダーのように花芽分化開始期が早く、しかも休眠の浅い品種では早期より保温を開始することが可能で、実際に暖地において促成栽培に取り入れられている。Donner および幸玉のように休眠が比較的深く、しかも低温所要期間が長いほど開花数が増加する品種ではある期間、低温下におかれることが必要で、実際に関東地方では1月中旬ころから保温を開始する半促成栽培に用いられている。さらに休眠の深い Fresno のような品種は長い低温遭遇期間が必要なので、寒冷地の露地栽培に向くものと思われる。

イチゴのランナーの発生に関しては、PIRINGER⁽⁹⁾、GUTTRIDGE⁽⁵⁾および BAILEY^(1,2)らは当該品種の低温要求量が満たされないかぎりランナーがある期間発生せず、その低温要求量は寒地型品種ほど大きくなると報告した。本実験における1月4日区の一部品種でランナーが発生しないか、あるいは発生しても他の処理区に比べて著しく少ないのは、その品種の低温要求量が満たされ

ていなかったことによるものと思われる。Donner と Fresno のそれぞれ1月4日区、1月18日区ならびに2月1日区と、福羽、Victoria および幸玉の1月4日区は長日下の6月末に至つてもランナーを発生しなかつた。したがつて Donner および Fresno はランナー発生に最も長い低温遭遇期間を必要とし、幸玉は前者よりやや短い低温期間で、その他の品種は非常に短い低温期間で済むものと思われる。このような結果から、ランナーの発生には保温開始前の低温遭遇期間が重要な役割を演ずることは誤りないものと思われる。

PIRINGER ら⁽⁹⁾ および高井⁽¹²⁾はランナー発生に必要な低温要求量は他の器官のおう盛な生育に必要なそれより多いと報告したが、本実験においてもランナー発生に最も長い低温遭遇期間が要求されることが認められ、すべての品種において葉柄ならびに葉身長の処理間差よりランナーの発生数のそのほうが大きく、特に幸玉、Donner ならびに Fresno においてその差がはなはだ顕著であつたのは、これを裏づけするものであろう。

V. 摘 要

1. 一般にイチゴの半促成栽培において、その保温開始期が早過ぎると、葉柄が伸びず、葉身は小さく、地上部がロゼット状になることが観察されている。これはイチゴのいわゆる“休眠”に基因するものであり、品種によりその程度はかなり異なる。

本実験は紅鶴、ワンダー、福羽、乙女、Fairfax、四季成、Victoria、幸玉、Donner および Fresno の10品種を用いて、1月4日、1月18日、2月1日に保温を開始し、その後の発育、開花の状態ならびにランナーの発生を調べ、各品種の休眠の程度を推定した。

2. 葉柄と葉身長は保温開始期がおくれる区ほど長くなる傾向があり、なかでも Fresno、Donner、幸玉、Victoria、四季成、Fairfax、および乙女においてその傾向がいつそう顕著であつた。

3. 四季成、Victoria、幸玉、Donner ならびに Fresno の開花数は保温開始期がおくれる区ほど多くなり、紅鶴、ワンダー、福羽、乙女ならびに Fairfax においては逆の傾向がみられた。保温開始から開花までの日数は、Fairfax、四季成、Victoria、幸玉、Donner ならびに Fresno では、保温開始期がおくれるほど短縮されたが、紅鶴、ワンダー、福羽ならびに乙女においては1月4日の開花が最も早かつた。

4. ランナーの発生数は概して保温開始期がおそいほど多く、特に Fresno および Donner の保温区は実験期間中ランナーの発生がみられなかつた。

5. 本実験の結果を総括すると、いわゆる休眠は紅

鶴, ワンダー, 福羽, 乙女, Fairfax, 四季成, Victoria, 幸玉, Donner および Fresno の順に深く, 休眠の浅い品種のなかでも促成栽培に用いられる紅鶴, ワンダーおよび福羽のそれは最も浅く, 半促成栽培に用いられる幸玉と Donner ではやや深く, Fresno においては最も深いことが推察された。

参 考 文 献

1. BAILEY, J. S. and A. W. ROSSI. 1964. Response of Catskill strawberry plants to digging date and storage period. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84: 310—318.
2. ——— and ———. 1965. Effect of fall chilling, forcing temperature and day length on the growth and flowering of Catskill strawberry plants. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87: 245—252.
3. DARROW, G. M. and G. F. WALDO. 1933. Photoperiodism as a cause of the rest period in strawberries. *Science* 77(1997): 353—354.
4. ——— and ———. 1934. Responses of strawberry varieties and species to duration of the daily light period. *U. S. D. A. Tech. Bull.* 453.
5. 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.
6. JONKERS, H. 1965. On the flower formation, the dormancy and the early forcing of strawberries. *Meded. Land-bouwhogeschool Wageningen.* 65—6.
7. 加藤 昭・瓦井 豊. 1960. トンネルイチゴの被覆時期. *農及園.* 35: 1959—1960.
8. ———. 1964. 半促成イチゴの早熟化に関する生態的研究 (第 1 報). トンネルイチゴの被覆時期について. *栃木農試研報.* 8: 55—60.
9. PIRINGER, A. A. and D. H. SCOTT. 1964. Interrelation of photoperiod, chilling and flower-cluster and runner production by strawberries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84: 295—301.
10. 杉山直儀. 1966. 蔬菜総論. p. 68—69. 養賢堂. 東京.
11. SMEETS, L. 1956. Influence of the temperature on runner production in five strawberry varieties. *Euphytica* 5: 13—17.
12. 高井隆次. 1966. イチゴの生育に及ぼす Chilling の影響と品種間差異について. *園試報. C (盛岡)* 4: 73—86.
13. 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.