

## 低温短日処理によるイチゴの花芽分化促進と収穫期の前進化

峰岸正好・信岡 尚・前川寛之

The Influence of Low Temperature and Short-day Treatment  
on the Acceleration of Flower-bud Differentiation  
and Harvest Time of Strawberry

Masayoshi MINEGISHI, Takashi NOBUOKA and Hiroyuki MAEGAWA

## Summary

The two June-bearing types of strawberry, c. v. Hokowase and Nyoho, (*Fragaria* × *ananassa* Duch) were examined for their flowering and yield responses to starting time and periods of low night temperature with short-day treatment.

Flowering and anthesis of Hokowase were promoted, and the yield at an early stage of culture was increased by the treatment. Starting time and period of treatment for the maximum yield in an early stage were considered to be around August 20th and about 20 days, respectively. The optimum leaf age of the plants seemed to be at 4 leaves or more.

Treatment was less effective on early yield in Nyoho than in Hokowase. The yield at an early stage of culture showed no significant difference between plants subjected to the treatment and plants reared by pot-nursery, which is a traditional method for controlling the flowering time of strawberry in a forced system. The age of plants had no significant effect on early yield in this variety.

## Key Words:

strawberry, low night temperature treatment, short-day treatment.

## 緒 言

イチゴが高値で安定している11月から12月の収穫量を増加させるためには、開花期の前進化により収穫開始期を前進させることが必要である。そのためには花芽分化の前進化と花芽発達の促進を計らなければならない。これまでも種々の花芽分化促進のための育苗技術が開発され実用化されてきた。花芽分化の早晩に影響する要因としては、温度、日長などの外的な要因と株栄養等の内的な要因がある。内的要因をとらえ、耕種技術の中にうまく取り込んだ例として摘葉、断根、無肥料条件での仮植育苗、仮伏せ(定植の10～14日前に採苗し、無肥

料条件で密に伏せ込む)ポット、ベット育苗などがある。しかし、内的要因を制御する技術は品種によってその反応が大きく異なり、かつ外的な要因の制約下におかれている。また、外的な要因の中でも日長は温度に対して従属的な関係にあり、低温を利用した花芽分化促進技術は他の方法に比べ効果の高い技術である。自然の低温を利用した山上げ育苗の他に定植前に短期間冷蔵する方法も一部の地域で普及している。また、山上げ育苗に短日処理を組み合わせた方法もある。しかしながら適地の確保、交通の便、灌水源の確保、短日処理の労力等問題点が多い。近年、仮伏せ状態のまま、日長操作が行え夜間のみ冷却する「夜冷育苗システム」と呼ばれる装置がメーカーにより開発され、コストの点を除けば、容易に安定した

効果を期待することができる。最近、関東、東海においてこの施設が急速に拡がり、奈良県内においても導入されるに及んで処理の開始時期、期間、仮伏せの栽植密度等実際栽培上解決すべき問題点が生じている。そのため宝交早生、女峰を用いて品種の適応性や最適な低温短日処理開始時期、期間等を定期的な花芽の観察や開花の早晚、収穫開始期、月別収量等から検討したので報告する。

## 材料および方法

### 実験1. 仮伏せ、低温短日処理の開始時期と期間が宝交早生、女峰の花芽分化に及ぼす影響

仮伏せ、低温短日処理の開始時期と期間が宝交早生、女峰の花芽分化に及ぼす影響を見るために、8月9日、15日、20日、25日に宝交早生を30cm×50cm、深さ8cmのプラスチック製育苗箱に仮伏せした。仮伏せ用土は、熟成オガクズとピートモスを6:4(容量比)に混合して苦土石灰でpH6.0に調整したものをを用い施肥は行わなかった。栽植密度は箱当り60株とした。このうち低温短日処理区は仮伏せ2~3日後から処理を開始した。すなわち8月12日、17日、22日、27日より処理を始め9月11日に終了した。したがって処理の期間は30日、25日、20日、15日となった。

女峰については仮伏せを8月20日に行い低温短日処理は8月22日から9月11日までの20日間とした。また、苗齢の影響を見るために採苗時展開葉数4枚以上の大苗と3枚以下の小苗とに分けて試験区を設定した。

処理方法は毎日午後5時に苗を育苗箱ごと暗黒で12℃±2℃に設定した保冷库に搬入し、翌朝9時に戸外へ搬出した。日中はシルバー寒冷紗を1.5mの高さに水平に張った遮光下においた。低温短日処理を行わない仮伏せのみの区については、昼夜とも同じ遮光下に置き同一の管理を行った。

さらに、同じ8時間日長で、入、出庫の時刻をずらすことにより花芽分化がどのように変わるかを見るため、処理開始が8月22日の区については、毎日午後3時搬入午前7時搬出の区を別に設けた。また、24時間暗黒条件下での低温の影響を見るために、8月25日に仮伏せした苗を8月30日より12日間5℃、10℃の保冷库に入庫した。花芽分化の調査は8月25日より5日毎に採取し実体顕微鏡下で行った。

### 実験2. 仮伏せ、低温短日処理が開花時期、収穫開始時期および時期別収量に及ぼす影響

実験1で処理した苗の一部にポット育苗(7月20日

鉢上げ)、仮植育苗(7月20日仮植)、無仮植育苗の苗を加えて第2表のような試験区を設定しすべて同一のハウス内へ定植した。また、宝交早生においても苗齢の影響を見るために前述の大苗と小苗を分けて定植した。定植は9月12日(仮植苗、無仮植苗のみ9月20日)に行った。畝幅110cm、株間15cm、2条植えで、1区20株、2反復とした。本圃の元肥はN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>Oを1.0-1.0-1.0kg/a施用し、追肥は同じく0.4-0.3-0.4kg/aを10月1日に施用した。ビニル被覆は10月13日、マルチングは10月14日に行い、内張りカーテンは10月18日に設置した。ジベレリン処理は10月18日に10ppm液を株当り5ml散布した。女峰については5ppm、1回処理とした。長日処理は11月4日から2月末日まで16時間日長になるように白熱灯を用いて日没時より点灯した。女峰は電照による長日処理を行わなかった。他の管理は奈良県の促成栽培の慣行に従った。

出蕾、開花時期の調査は1週間ごとに出蕾、開花の段階に達した株数を調査した。収穫調査については2~3日おきに行った。

## 結 果

### 実験1. 仮伏せ、低温短日処理の開始時期と期間が宝交早生、女峰の花芽分化に及ぼす影響

8月27日から低温短日処理終了の9月11日までの花芽分化の状況は第1表の通りである。8月20日仮伏せ22日低温短日処理区(e)は、9月11日までに花芽分化を開始した苗は半数であった。また、8月25日仮伏せ、27日低温短日処理区(h)では、同じく9月11日までに分化を開始した苗はわずかであった。一方8月9日仮伏せ、11日低温短日処理区(a)と8月15日仮伏せ、17日低温短日処理区(c)では処理終了の9月11日までに大部分の苗が分化を開始していた。これらに対して、低温短日処理を行わない仮伏せのみの区(b, d, f, i)では、処理終了までに分化を開始していた苗はわずかであった。

いずれの処理区においても、日時の進行に伴い花芽分化も順調に進んだが、8月9日仮伏せ区(b)のみは9月1日の調査時点で8月27日調査のものよりも分化の程度が逆転する傾向が見られた。

低温短日処理の開始時刻を2時間前進させた区(g)では、標準時刻開始区(e)よりも分化の早まる傾向が見られた。

5℃、10℃の低温暗黒下に連続して置いた区(j, k)では、10℃区のみ、新葉の展開が見られたが、軟弱徒

第1表 低温短日処理がイチゴの花芽分化に及ぼす影響

Table 1. Effect of the night low temperature and short day treatments on development of flower-bud initiation.

No.	Variety	Treatment	Date of P. P	Aug. 27	Sep. 01	Sep. 06	Sep. 11
a	Hokowase	NLT, SD	Aug. 09	AAOOOOOO	BBBBBBBA	BBBAAA00	BBBBBA00
b	"	P.P	"	AAA00000	BA000000	BBAAA000	AAAA0000
c	"	NLT, SD	Aug. 15	AA000000	AA000000	CBBAAA00	DDBBBBB0
d	"	P.P	"	A0000000	AA000000	AAA00000	AAAAA000
e	"	NLT, SD	Aug. 20		AA000000	BAAA0000	CBBA0000
f	"	P.P	"		AAAA0000	AAAA0000	BAAA0000
g	"	NLT, SD	(15~7)		AAAA0000	AAA00000	CCCCBBBA
h	"	"	Aug. 25			AA000000	AA000000
i	"	P.P	"			A0000000	AA000000
j	"	Dark 05 °C				AAA00000	AAA00000
k	"	Dark 10 °C				BA000000	BAAA0000
l	Nyoho	NLT, SD	Aug. 20 (5-7 leaves)			AAA00000	CBBBBBBB
m	"	"	" (3-4 leaves)			00000000	CBBBBAAA
n	"	P.P	" (5-7 leaves)			A0000000	AAA00000
o	"	"	" (3-4 leaves)			00000000	AA000000

NLT: night low temperature SD: short day (8h.) P.P: provisory planting

O: non flowering A: starting stage of flowering B: flower-bud differentiation C: the formative stage of flower cluster D: the formative stage of sepal

長した黄白色の葉柄であった。分化の進展は両区とも比較的遅かった。

女峰については、低温短日処理区 (l, m) で9月11日には大半の苗が分化初期以上のステージに達していた。仮伏せのみの区 (n, o) では分化期に達していなかった。大苗、小苗の差は判然としなかった。(第1表)

実験2. 仮伏せ、低温短日処理が開花時期、収穫開始期、時期別収量に及ぼす影響

1) 出蕾および開花時期

本圃における10月17日から1週間ごとの各処理区の出蕾、開花調査の結果は第2表のとおりである。8月20日に仮伏せし、22日から低温短日処理を行った区 (2, 3) と、仮伏せのみの区 (4, 5) を比較すると低温短日処理区の出蕾、開花が早く、その前進効果は大苗で約2週間、小苗で約1週間であった。また、この低温短日処理の大苗区 (2) をポット苗 (9)、仮植苗 (10) 無仮植苗 (7, 8) と比較すると、低温短日処理区はポット苗より約1週間、仮植苗より1~2週間、無仮植の大苗 (7) より約2週間出蕾開花が早まった。

出蕾、開花時期の早晚を処理開始時期の違いから見ると、8月15日仮伏せ17日低温短日処理開始区 (1) と8月20日仮伏せ22日低温短日処理開始区 (2) では、

出蕾、開花期にほとんど差はなかった。しかし、8月25日仮伏せ27日処理開始区 (6) ではこれらよりも1週間ほど遅れた。

苗齢の影響を見るため8月20日仮伏せの大苗区 (2, 4) と小苗区 (3, 5) を比較すると、低温短日処理の有無にかかわらず、小苗は大苗に比べて2週間程度出蕾開花が遅れた。また、小苗区は11月27日において未出蕾株が5~10%あった。

5°Cの低温暗黒区 (11) は出蕾、開花が大幅に遅れ、無仮植の小苗と同程度か、やや遅く、宝交早生の各処理区の中では最も遅れた。10°Cの低温暗黒区 (12) では40株中1~2株のみ出蕾開花が早かったが、ほとんどの株は5°C暗黒区同様に大幅に遅れた。

女峰についてみると、低温短日処理区 (13) は仮伏せのみの区 (14) に比べ出蕾、開花が1週間程度早まったがポット育苗 (17) と同程度であった。また、各処理区間の出蕾、開花の差は総じて小さかった。

2) 収穫開始時期と時期別収量

宝交早生の収穫開始時期は、低温短日処理区の中で8月17日開始区 (1) と8月22日開始区 (2) が最も早く11月25日であった。仮植苗 (10) に比べ24日早くなった。仮伏せ (4, 5), ポット育苗 (9) は12月5日収穫開始で仮育苗よりも14日早くなった。

表 2 表 低温短日処理, 仮ふせ育苗がイチゴの花芽分化, 開花, 収穫始期に及ぼす影響  
 Table 2. Effect of provisory planting, night low temperature and short day treatments on flower-bud formation flowering and time of the first harvest.

No.	Date of P.P.	Treatment	Leaf age	Percent of flower- bud formation plants (Percent of flowering plants)									Date of the first harvest	
				Oct.17 terminal	Oct.23 terminal	Oct.30 cluster	Nov.06 cluster	Nov.13 cluster	Nov.20 cluster	Nov.27 axillary	Nov.20 axillary	Nov.27 axillary	A	B
Hokowase														
1	Aug.15	NLT.SD Aug.17→Sep.11	5~7L	15 (0)	75 (18)	95 (70)	98 (83)	100 (98)	100 (98)	100 (100)	25 (5)	80 (25)	Nov.25,	28
2	Aug.20	NLT.SD Aug.22→Sep.11	5~7L	13 (0)	73 (13)	98 (70)	98 (95)	100 (95)	100 (98)	100 (100)	35 (0)	58 (25)	Nov.25,	28
3	Aug.20	NLT.SD Aug.22→Sep.11	3~4L	3 (0)	8 (3)	43 (8)	70 (23)	90 (45)	93 (73)	95 (93)	5 (0)	15 (3)	Nov.28,	Dec.8
4	Aug.20	P.P	5~7L	0 (0)	10 (0)	70 (5)	90 (40)	93 (88)	95 (93)	100 (95)	0 (0)	23 (0)	Dec.5,	10
5	Aug.20	P.P	3~4L	0 (0)	8 (0)	28 (5)	35 (15)	80 (38)	90 (40)	93 (78)	0 (0)	5 (0)	Dec.5,	5
6	Aug.25	NLT.SD Aug.27→Sep.11	5~7L	0 (0)	38 (0)	83 (20)	88 (73)	100 (88)	100 (93)	100 (100)	0 (0)	30 (3)	Nov.28,	Dec.8
7		Non transplanted	5~7L	0 (0)	0 (0)	8 (0)	88 (3)	95 (45)	100 (95)	100 (98)	0 (0)	0 (0)	Dec.19,	19
8		Non transplanted	3~4L	0 (0)	0 (0)	8 (0)	58 (0)	70 (43)	85 (63)	90 (73)	0 (0)	0 (0)	Dec.19,	19
9		Potted		0 (0)	8 (0)	88 (5)	95 (58)	100 (95)	100 (95)	100 (100)	0 (0)	23 (0)	Dec.5,	5
10		Temporarily planted		0 (0)	0 (0)	0 (0)	100 (0)	100 (35)	100 (100)	100 (100)	0 (0)	0 (0)	Dec.19,	22
11		Dark 5°C		0 (0)	0 (0)	8 (0)	10 (0)	53 (10)	93 (10)	100 (45)	0 (0)	0 (0)	Dec.22,	Jun.12
12		Dark 10°C		3 (0)	5 (3)	10 (3)	10 (5)	68 (8)	80 (10)	98 (65)	0 (0)	0 (0)	Nov.28,	Dec.24
Nyoho														
13	Aug.20	NLT.SD Aug.22→Sep.11	5~7L	5 (0)	58 (0)	93 (15)	98 (78)	98 (93)	98 (95)	98 (98)	20 (0)	78 (0)	Dec.8,	8
14	Aug.20	P.P	5~7L	0 (0)	3 (0)	73 (0)	95 (8)	95 (73)	95 (95)	95 (95)	0 (0)	15 (0)	Dec.26,	26
15		Non transplanted	5~7L	0 (0)	0 (0)	58 (0)	98 (3)	100 (60)	100 (100)	100 (100)	0 (0)	38 (0)	Dec.19,	22
16		Non transplanted	3~4L	0 (0)	0 (0)	25 (0)	95 (0)	98 (33)	100 (93)	100 (98)	0 (0)	0 (0)	Dec.26,	31
17		Potted		0 (0)	13 (0)	85 (0)	100 (45)	100 (85)	100 (100)	100 (100)	23 (0)	75 (5)	Dec.8,	24
18		Temporarily planted		0 (0)	0 (0)	35 (0)	100 (5)	100 (55)	100 (100)	100 (100)	13 (0)	53 (15)	Dec.15,	26

P.P. : provisory planting

NLT : night low temperature

SD : short day

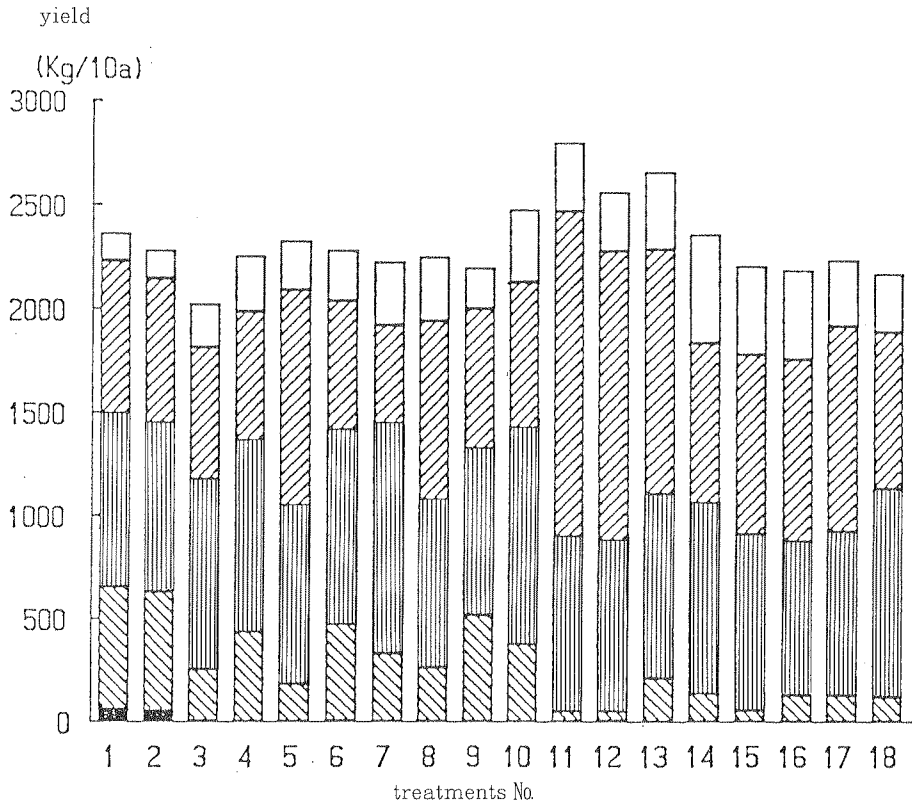


Fig. 1 Effect of provisory planting, night low temperature and short day treatments on yields of each month.

第 1 図 仮伏せ，低温短日処理がイチゴの月別収量に及ぼす影響



12月までの早期収量は宝交早生の低温短日処理の8月17日開始区(1)と22日開始区(2)が高く10aあたり650kgであった。次いでポット苗(9)であり520kgであった。宝交早生の各処理区では，全般に低温短日処理区の収穫開始が早く，早期収量も高かった。また，低温短日処理時期の早いものほど収穫開始も早く，早期収量も高かった。

苗齢の違いによる収穫開始と早期収量の差は大きく，低温短日処理の各区，仮伏せのみの各区とも大苗区が勝った。小苗では低温短日処理をしても収穫が遅れ早期収量は仮伏せのみの大苗区よりも低かった。

10℃低温暗黒区(12)では一部の苗で開花，成熟の早いものもあったが，ばらつきや開花遅延株が多く，早期収量では5℃低温暗黒区(11)と共に全処理区中最低であった。

女峰においても収穫開始期や早期収量で，低温短日処理区(11)が勝り，次いで仮伏せのみの区(14)，ポット苗区(17)となった。早期の収量において仮植苗と無仮植苗との間に明らかな差はなく，また，小苗の収量が小苗を上回るなど宝交早生とは異なった傾向を示した。

3月までの総収量は，収穫初めの遅い宝交早生の5℃暗黒区(11)が高かったが，早期収量の高い低温短日処理の女峰(13)も高い収量を示した。

11月，12月はイチゴの平均単価が高く，総収量が低くても早期多収であれば経営的には有利である。そこで，各処理区の月別収量に月別平均単価をかけ，月別に粗収入を計算したのが第2図である。品種による価格差を無視すれば，12月末までの粗収入が高いのは，宝交早生の8月17日低温短日処理開始区(1)と8月22日処理開始区(2)であった。次いでポット苗(9)が高かっ

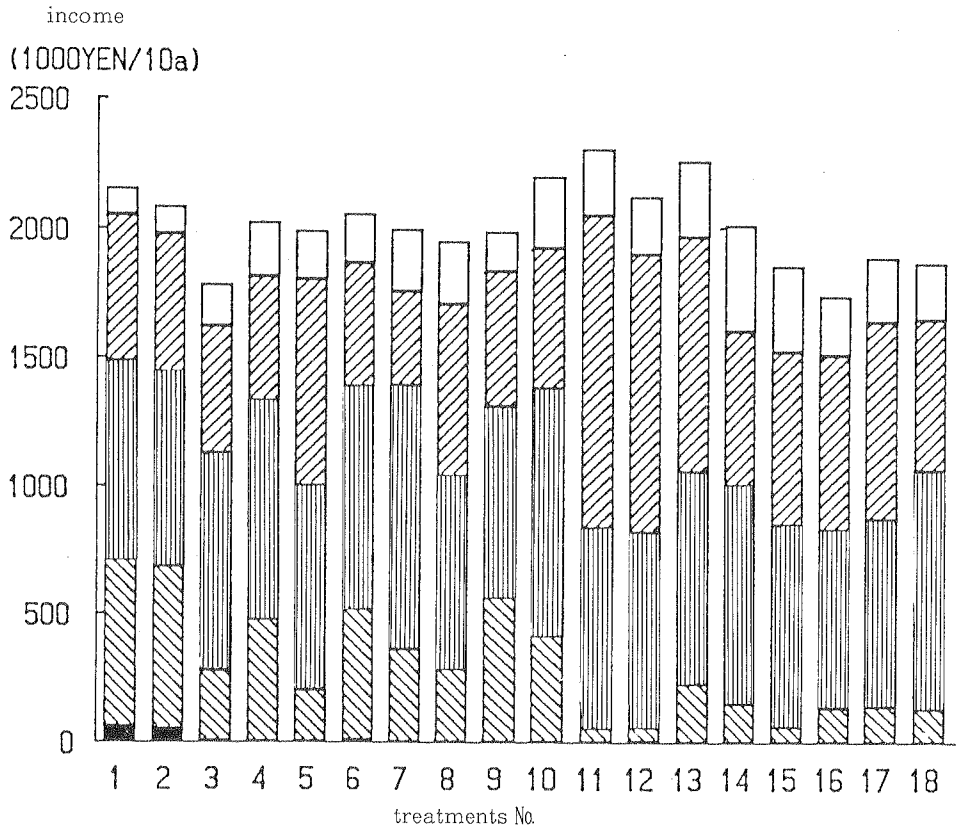


Fig. 2 Estimated income of each month from treatment plot.

第2図 処理別収量から換算した月別販売額

■ Nov..... 1,012 Yen/kg    ▨ Dec..... 1,093    ▩ Jan..... 920  
 ▤ Feb..... 772    □ Mar..... 788

average price of each month at Nara central wholesale market.

た。3月末までの粗収入では1月、2月の収量が高かった5℃暗黒区(11)と全般的に収量の高い女峰の低温短日処理区(13)が高かった。

### 考 察

花芽分化の早晩に影響する内的要因としての株栄養をコントロールする技術には断根、ポット育苗、ベット育苗などがあるが、無仮植育苗の普及に伴い仮伏せ法も普及してきた。今回はこの仮伏せ法を用いて、低温短日処理により花芽分化のより前進化をねらい、価格の高い11月から12月の早期多収を目標とした。

8月12日から22日までの間に低温短日処理を始めた苗(30日~20日間処理)では対照の仮伏せ苗に比べ、明らかに処理による花芽分化の促進効果が認められたが、8月27日に処理を開始した苗(15日間処理)では効果が現われなかった。検鏡による花芽調査の限りでは、この時期の低温短日処理15日間では花芽分化促進には不十分である。

花芽分化の前進について、8月12日から低温短日処理を開始した苗では、20日を経過した9月上旬に分化の進展が停滞する傾向が見られた。施山ら<sup>9)</sup>は昼温15℃以上では夜間の低温の影響を消去する効果があり、この効果は気温が高いほど著しいことを報告している。本

実験を行った1986年9月上旬には記録的な残暑があり、昼間の高温によって低温短日処理の効果が打ち消されたものと考えられる。また、森下<sup>4)</sup>は、各日長、温度における限界処理日数を調査する中で、限界処理日数の上限は16日前後にあるとしている。昼間の気温がそれほど高くなければ、15日から20日の処理で花芽の分化が認められるが、温度格差の大きい自然の変温条件の下では、必ずしもこの日数で安定的に花芽分化するとは限らないようである。標準の低温短日処理（9時出庫、17時入庫）に比べて2時間早い7時出庫、15時入庫の苗では、標準処理より花芽分化が早く進む傾向が認められた。早朝の7時から9時の時間帯に比較し、15時から17時にかけての時間帯の方が気温や植物体温も高く、この結果からも昼間の高温が夜間の低温を打ち消す方向に働くことが確認できた。

女峰においても低温短日処理による花芽分化の促進効果は認められた。

実験2では実験1で用いた苗に、従来の育苗方式の苗を加えて、定植後の出蕾、開花時期、収穫開始期、月別収量などから、低温短日処理による収穫の前進化の効果とその問題点を探ろうとした。

その結果は、概ね実験1における花芽分化の進展程度を反映するものとなった。即ち、宝交早生、女峰とも、低温短日処理は対照の仮伏せ区に比べて出蕾、開花が早く収穫開始期が早まり、早期の収量も高くなり、明らかに処理の効果を確認できた。

宝交早生の低温短日処理において、処理期間が長いほど出蕾、開花時期、収穫開始期が早まり、早期収量も高くなる傾向が見られたが、処理期間が25日と20日の区ではその差は余り顕著でなかった。実験1で明かとなったように、8月中旬以前の低温短日処理開始では、昼間の高温により効果が打ち消されることを考慮し、8月20日頃から20日ほどの低温短日処理が好適と考えられる。

5℃、10℃の低温暗黒下に12日間置いた苗は、株による開花期のばらつきがあるものの、早期収量は低く、低温による花成の促進効果は認められなかった。体内C/N比の低下による花芽分化の遅延と、株の消耗による花芽発育阻害によるものと思われる。逆に後半の収量は高く、総収量も高かった。これは、本圃での株の売実期間が長かったためと考えられる。

以上のように、同一ハウスにおける各種処理との比較の中で、低温短日処理が開花を早め、収穫期を前進化させることが確かめられた。しかし、絶対的な収量の面において、必ずしも早期多収とはならなかった。特に女峰

においては、ポット育苗と比較して、低温短日処理による早期の増収効果は小さかった。開花は早いものの成熟期間が長くかかり、収穫開始期が大幅に遅れた。その原因の多くはビニル被覆後の温度管理に求められよう。宝交早生主体の温度管理のため、女峰にとってはやや低温であり最適温度ではなかったのであろう。今後、女峰の温度管理法を検討し、最適な温度管理をすれば、早期の増収効果はより大きくなることは容易に考えられる。

低温短日処理は今回、保冷庫を用いて搬入、搬出を行ったが、実際現場では多量の苗を省力的に処理する点で問題がある。現在、メーカーが作っている夜冷育苗システムは移動ベンチ方式や据え置き型で被覆資材を用いて短日処理する型などがあるが、コストの点が問題となる。しかしながら、どんな厳しい残暑の年でも安定的に花芽分化させ、早期多収を狙えるというメリットから、ある程度のコストをかけてでも導入する価値はあるものの、さらに利用効率を高めるために促成イチゴで2～3回利用する方法や、他のシーズンにイチゴの育苗以外への利用、また、低コストの簡易型夜冷育苗システムの検討も今後必要である。

## 摘 要

宝交早生と女峰を用いて、低温短日処理の開始時期、期間を変えて花芽分化の進度、出蕾、開花時期、月別収量から処理効果を調査した。

1. 宝交早生においては、低温短日処理による花芽分化の促進効果が顕著で、開花が早まり、早期の収量も増加した。
2. 低温短日処理の開始時期は、8月20日前後で、期間は20日程度が最適であった。また、用いる苗は展開葉数5枚以上の大苗がよい。
3. 女峰においても低温短日処理の効果は認められたが、ポット育苗等の他の処理に比べて、宝交早生ほどの顕著な差は生じなかった。また、苗齢の影響も小さかった。

## 引用文献

1. Ito, H and T. Saito 1962. Studies on the flower formation on the Strawberry plants. Effects of temperature and photoperiod on the flower formation. Tohoku Journal of Agr. Research. 13 (3) 191-203.
2. 峰岸正好・服部まなみ・中川清裕 1985. イチゴ

の育苗に関する研究(第1報)育苗法と根の発達および施肥法について. 昭和60年園芸学会秋期大会発表要旨 :202—203.

3. ———・中川清裕 1987. イチゴ育苗法の違いが根の発達および収量性に及ぼす影響. 奈良農試研報 18:31—38.
4. 森下昌三 1984. イチゴの花芽分化と日長, 温度の関係. 農及園 :59(2)330—334.
5. 農業技術体系. 野菜編(3)イチゴ. 1980. 農文協.
6. 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. 野菜試験B6:31—77.
7. 泰松恒男・木村雅行 1981. イチゴ室交早生の促成栽培における苗質と開花, 収穫パターンについて. 奈良農試研報. 12:30—42.