

促成栽培イチゴの10月どり作型における一次側花房の連続出蕾技術の開発

稻葉幸雄^{1,2a*}・家中達広¹・畠山昭嗣^{1b}・吉田智彦³

¹ 栃木県農業試験場栃木分場 328-0007 栃木市大塚町

² 東京農工大学大学院連合農学研究科 183-8509 府中市幸町

³ 宇都宮大学農学部 321-8505 宇都宮市峰町

Acceleration of the Primary Axillary Inflorescence Development by Newly Developed Night Chilling and Short Day Treatment in Strawberry Forcing Culture

Yukio Inaba^{1,2a*}, Tatsuhiko Ienaka¹, Akitsugu Hatakeyama^{1b} and Tomohiko Yoshida³

¹Tochigi Branch, Tochigi Prefectural Agricultural Experiment Station, Tochigi 328-0007

²United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo 183-8509

³Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, Utsunomiya 321-8505

Abstract

The effects of prolonged night chilling and short day treatment with fertilization on the growth of terminal inflorescence and differentiation of primary axillary inflorescence were studied in strawberry plants that already differentiated terminal inflorescence in early August. Eight to ten days interruption of the treatment after the initial differentiation of terminal inflorescence increased the number of flowers in the terminal cluster. Supplemental application of fertilizers during interruption and prolonged night chilling and short day treatment accelerated the differentiation of primary axillary inflorescence. Transplanting strawberry plants to a productive field in early September after prolonged night chilling and short day treatment it made possible to harvest fruits of terminal inflorescence from early October onward and fruits of the primary axillary inflorescence continuously. Therefore, early yield of strawberry fruits increased.

Key Words : acceleration of flower differentiation, supplement application of fertilizers

キーワード : 花成促進, 追肥

緒 言

イチゴの促成栽培では、夜冷短日育苗などの花芽分化促進技術の開発普及により、収穫開始時期の大幅な前進化が図られ、11月上旬からの安定した連続収穫が可能になっている（植木ら, 1993）。しかし、イチゴの市場価格は、早期出荷するほど高単価であることから、収穫開始時期を現在の11月上旬からさらに前進させ、年内収量および総収量の向上を可能とする早期出荷技術の開発が強く求められている。

現在の促成栽培における花芽分化促進処理は、頂花房の花成促進のみを目的に行われているため、一次側花房以降の花芽分化は本圃定植後の自然条件下で進行することにな

る。従って頂花房収穫始期の極端な前進化は、頂花房果実と一次側花房果実の間に収穫の中休み期間を生ずるため、年内収量の向上に結びつかず、経営的なメリットは少ない（堀田, 1987; 斎藤, 1970; 植木ら, 1993; 植松, 1998）。

そこで著者らは、夜冷短日処理（以下「夜冷処理」）により頂花房を花芽分化させた苗を8月中旬に本圃に定植し、本圃において再度夜冷処理を行うことで一次側花房の花芽分化促進を図り、10月上旬から頂花房の収穫を開始し、さらに一次側花房を連続的に収穫する技術（以下「本圃短日ウオーター夜冷処理」）を開発した（家中・稻葉, 2005）。しかし、この方法は本圃で夜冷処理を行うための水冷設備（ウォーターカーテン）を必要とする。さらに一次側花房の花成促進のため、8月中旬から9月中旬までの約1か月間、短日処理としてハウス全体を覆う遮光資材の開閉作業を毎日行なわねばならず、労働負担が大きい。また、連棟ハウスでは構造上、完全密閉による遮光処理が難しいといった問題点を抱えている。

そこで、本研究では、本圃短日ウオーター夜冷処理に比べてより省力低コストで、単棟ハウス、連棟ハウスのいづ

2006年4月3日 受付. 2006年8月4日 受理.
本報告の一部は園芸学会平成16年度春季大会、平成17年度秋季大会で発表した。

* Corresponding author. E-mail: inabay02@pref.tochigi.jp

^a 現在: 栃木県芳賀農業振興事務所 329-0529 栃木県河内郡上三川町

^b 現在: 栃木県農業試験場黒磯分場

れにも対応可能な汎用性の高い一次側花房の花芽分化促進処理として、夜冷育苗装置（以下「夜冷庫」）を利用して頂花房だけでなく一次側花房まで花芽分化させる夜冷処理方法を検討した。しかし、本方法は頂花房が花芽分化した苗に対して夜冷処理を継続し、一次側花房の花芽分化を促進しようとするものなので、すでに分化している頂花房の発育に対して夜冷処理の低温短日条件が抑制的に作用することが懸念される。芳賀ら（1996）は、周年穫り作型の開発にあたって、夏季の花成促進のための短日処理が着花数を減少させ、開花時期の遅れを招くことを報告している。また、本圃短日ウォーター夜冷処理においても頂花房着花数が著しく減少し、そのことが初期収量低下の要因として指摘されている（家中・稻葉、2005）。

以上の点をふまえ、頂花房分化後一時的に夜冷処理を中断して分化した頂花房の発育促進を図ることにより、収穫開始時期を前進化させるとともに十分な頂花房着花数を確保し、同時に、安定的に一次側花房の花成促進を図ることができるか否かを明らかにすることを目的に本研究を実施した。また、追肥技術と組み合わせることによる10月どり作型の可能性についても検討した。

なお、本論文中においては、主茎の葉腋から成長する第一次側枝の先端に分化する花房を、一次側花房（一次腋花房と同義）とよぶことにした。

材料および方法

実験1. 夜冷処理中断の有無と定植前の追肥打ち切り時期の影響

品種は‘とちおとめ’を供試した。2005年6月8日に本葉2～3枚のランナー苗を採苗し、10.5 cm ポリポットに植え付け、活着後に錠剤型肥料（N:P₂O₅:K₂O = 7:8:6）を株当たり窒素成分で140 mg 施用した。処理は、頂花房花芽分化後一次側花房の花芽分化まで連続して夜冷処理を行う区（中断日数0日）および8日間の中断期間後に夜冷処理を再開する区に、追肥打ち切り時期を本圃定植予定日の5日前および15日前とする2処理を組み合わせた計4処理を設けた。頂花房の花成促進を目的とした第1回目の夜冷処理（8時間日長、庫内温度10°C一定）は7月6日から8月4日まで行った。一次側花房の花成促進を目的とした第2回目の夜冷処理は、8月4日または8日間の処理中断後の8月12日から開始し、それぞれ9月5日まで処理を継続した。頂花房の花芽分化確認後、8月7日から液肥（N:P₂O₅:K₂O = 5:6:4）による追肥を開始した。追肥は2日おきに行い、1回の追肥量は株当たり窒素成分で5 mg とし、かん水を兼ねて施用した。定植15日前に追肥を打ち切った区の株当たり窒素追肥量は20 mg（追肥回数4回）、5日前に追肥を打ち切った区は45 mg（追肥回数9回）であった。9月5日に夜冷処理を終了し、直ちに本圃（栃木農試開発のイチゴ閉鎖型養液栽培システム）に定植した。以下、処理区の表示については、夜冷処理中断日数・追肥

打ち切り時期の順に「中断0日・5日前追肥打ち切り」のように記載する。対照区は2005年6月25日に本葉2～3枚のランナー苗を採苗し、10.5 cm ポリポットに植え付け、活着後に前述の錠剤型肥料を株当たり窒素成分で140 mg 施用した。8月5日から9月5日まで夜冷処理（8時間日長、庫内温度10°C一定）を行い、頂花房の花芽分化（二期分）を確認して9月5日に本圃に定植した。定植時に各処理区から5株をサンプリングし苗質を調査した後、実体顕微鏡を用いて剥皮法により頂花房と一次側花房の花芽の発育状況を観察した。葉色は葉緑素計（ミノルタ、SPAD-502）を用いて、完全展開第3葉の三つの小葉のうちの中央小葉を測定しSPAD値で表した。本圃定植後の栽培管理は栃木農試の養液栽培の慣行（栃木県農業試験場、2002）を行った。育苗培地および本圃培地は杉皮粉碎培地を用いた。本圃における生育および収量の調査は1区10株の3区制で行った。10月中に一次側花房が開花した株は夜冷処理によって一次側花房の花芽分化が促進されたものとみなして、供試個体中10月に一次側花房が開花した個体の割合を計算し、一次側花房夜冷処理有効株率とした。収量は7 g以上を可販果として2005年12月末日まで調査した。

実験2. 夜冷処理中断期間の長さ、中断期間中の追肥および第2回目の夜冷処理期間中の追肥の影響

品種は‘とちおとめ’を供試した。2004年6月8日に本葉2～3枚のランナー苗を採苗し、10.5 cm ポリポットに植え付け、活着後に錠剤型肥料（N:P₂O₅:K₂O = 7:8:6）を株当たり窒素成分で140 mg 施用した。処理は第1回目の夜冷処理と第2回目の処理の間の処理中断期間を5日または10日に変え、これと処理中断期間中の追肥の有無および第2回目の夜冷処理期間中の追肥の有無を組み合わせた8処理区および通常の夜冷育苗による11月上旬どり作型を擬した対照区を設けた。頂花房の花成促進を目的とした第1回目の夜冷処理（8時間日長、庫内温度10°C一定）は7月6日から8月4日まで行った。一次側花房の花成促進を目的とした第2回目の夜冷処理は、中断5日目の8月9日および10日目の8月14日から開始した。これら4区とも追肥区は、頂花房の花芽分化確認後、8月5日から液肥による追肥を開始した。追肥は1日おきに行い、1回の追肥量は株当たり窒素成分で5 mg とし、かん水を兼ねて施用した。夜冷処理中断期間中の窒素追肥量は、5日中断区が15 mg（追肥回数3回）、10日中断区が30 mg（追肥回数6回）、第2回目の夜冷処理中の窒素追肥量は、5日中断区が50 mg（追肥回数10回）、10日中断区が35 mg（追肥回数7回）であった。以下、処理区の表示については、夜冷処理中断日数・中断期間中の追肥量・第2回目夜冷処理中の追肥量の順に「5日・15N₁・50N₂」のように記載する（N₁、N₂は中断中および夜冷処理中の窒素追肥量を示す）。9月1日に夜冷処理を終了し、直ちに本圃（栃木農試開発のイチゴ閉鎖型養液栽培システム）に定植した。対照区は2004年6月25日に本葉2～3枚のランナー苗を採苗し、10.5 cm

ポリポットに植え付け、活着後に他の 8 处理と同様、錠剤型肥料を株当たり窒素成分で 140 mg 施用した。8 月 1 日から 9 月 1 日まで夜冷処理（8 時間日長、庫内温度 10°C 一定）を行い、頂花房の花芽分化（二分期）を確認して 9 月 1 日に本圃（前述）に定植した。定植時の苗質、花芽の発育状況および SPAD 値の測定は実験 1 と同様に行った。本圃定植後の栽培管理は栃木農試の養液栽培の慣行で行った。育苗培地および本圃培地は杉皮粉碎培地を用いた。本圃における生育および収量の調査は対照区を除き 1 区 10 株の 2 区制で行った。対照区は 1 区 10 株 1 区制で行ったので、統計処理には加えなかった。一次側花房夜冷処理有効株率は、側枝葉数が 6 枚以内で、かつ 11 月中旬までに一次側花房が開花した株を処理有効株とみなして算出した。収量は 7 g 以上を可販果として 2005 年 4 月末日まで調査した。

結 果

実験 1. 夜冷処理中断の有無と定植前の追肥打ち切り時期の影響

定植時の苗質を第 1 表に示した。株重およびクラウン径は、追肥量が多い 5 日前区が大きい傾向であった。また中断日数でみると、株重は 0 日区に比べ 8 日区が大きかったが、クラウン径には明瞭な差は認められなかった。葉色 (SPAD 値) は 0 日区が高かったが、追肥打ち切り時期による差は小さかった。頂花房の発育状況は、中断 8 日・15 日前追肥打ち切り区が雌ずい形成期から花器完成期であったが、それ以外はいずれも花器完成期であった。未展開葉（いわゆる頂花房内生葉）は、発育の遅れていた中断 8 日・15 日前追肥打ち切り区が 1 枚でやや多かったものの処理間に有意差は見られなかった。一方、一次側花房の花芽発育は中断 0 日・15 日前追肥打ち切り区が、がく片形成期で最も進んでおり、ついで 0 日・5 日前区が分化～花房形成期で 8 日・15 日前区と 8 日・5 日前区は肥厚期～分化期であったが、有意な差ではなかった。一次側枝葉数は、中断日数 0 日区および 8 日区とも、追肥量が多い 5 日前追肥打ち切り区で多かったが有意な差ではなかった。

本圃における生育および収量を第 2 表に示した。頂花房着花数は、連続処理した 0 日区で中断日数 8 日区に比べて

有意に少なかった。頂花房開花日は、夜冷処理中断期間を設けず連続処理した 0 日区で早い傾向があった。追肥打ち切り時期では、定植直前まで追肥をした 5 日前追肥打ち切り区で早い傾向であった。一次側花房開花日は 5 日前追肥打ち切り区で早かった。一次側花房夜冷処理有効株率は、5 日前追肥打ち切り区が高かった。頂花房の収穫始期は、4 処理間で大きな差は見られず、10 月 14 日～17 日であった。一次側花房収穫始期は開花日のやや遅かった中断 8 日・15 日前追肥打ち切り区が 11 月 23 日とやや遅かったが、処理間で大きな差は見られなかった。対照区の頂花房および一次側花房の開花日はそれぞれ 10 月 9 日および 12 月 4 日で、収穫始期は 11 月 9 日および翌年の 1 月 5 日で他の 4 区に比べて大幅に遅れた。

頂花房収量は、中断日数 8 日区で有意に高くなかったが、追肥打ち切り時期の影響は認められなかった。また、これら 4 区の頂花房収量は対照区に比べて著しく低かった。年内の一次側花房収量は中断日数にかかわらず、5 日前に追肥を打ち切った区で高かった。対照区では一次側花房からは年内に収穫できなかった。頂花房と一次側花房を合わせた年内収量は、中断 8 日・5 日前追肥打ち切り区が他区に比べて有意に多く、対照の早出し夜冷作型に比べ約 38% 程度多かった。

頂花房の平均 1 果重は 11 g 程度で 4 処理間に有意差は認められなかったが、対照区と比べると明らかに小さかった。乱形果発生率は、追肥打ち切り時期の遅い 5 日前区でやや高い傾向が見られたが、有意な差ではなかった。

実験 2. 夜冷処理中断期間の長さ、中断期間中の追肥および第 2 回目の夜冷処理期間中の追肥の影響

定植時の苗質を第 3 表に示した。株重およびクラウン径は、追肥の総量が多い区ほど大きい傾向であった。葉色も同様の傾向であった。頂花房の発育状況は 5 日・0N₁・0N₂ 区、10 日・0N₁・35N₂ 区および 10 日・0N₁・0N₂ 区が雄ずい形成期～雌ずい形成期でやや遅れていたが、それ以外の処理区はいずれも花器完成期であった。未展開葉数は、5 日・15N₁・0N₂ 区、5 日・0N₁・0N₂ 区、10 日・0N₁・35N₂ 区および 10 日・0N₁・0N₂ 区がそれぞれ 2.0 枚、2.5 枚、1.8 枚および 2.8 枚となり、追肥をしなかった区あるいは追肥

第 1 表 夜冷処理中断の有無と追肥打ち切り時期が定植時の苗質に及ぼす影響^z (実験 1)

処理	追肥量 (窒素 mg/ 株)	株重 (g)	クラウン径 (mm)	葉色 (SPAD 値)	頂花房 花芽発育	未展開葉数 (枚)	一次側花房 ^y 花芽発育	一次側枝葉数 (枚)
中断日数・ 追肥打ち切り								
0 日・15 日前	20	26.8b ^x	13.2ab	42.4ab	花器完成	0.2b	4.0a	3.0a
0 日・5 日前	45	32.7ab	14.4a	44.4a	花器完成	0.2b	2.6a	4.0a
8 日・15 日前	20	31.0b	12.8bc	36.0b	雌ずい～花器完成	1.0b	1.4a	3.0a
8 日・5 日前	45	38.1a	14.0a	35.8b	花器完成	0.4b	1.8a	3.8a
対 照	—	18.9c	11.3c	35.5b	分化～がく片形成	4.0a	—	—

^z データは 5 個体の平均値

^y 一次側花房の花芽発育は未分化 : 0, 肥厚初 : 1, 肥厚 : 2, 分化 : 3, 花房形成 : 4, がく片形成 : 5 とした

^x 同一英文字間に 1% 水準で有意差なし (Tukey 検定)

第2表 夜冷処理中断の有無と追肥打ち切り時期が生育および収量に及ぼす影響（実験1）

処理	頂花房着花数 (個/株)	開花日(月/日) ^y		収穫始期(月/日) ^x		一次側花房夜冷処理有効株率(%) ^w	一年内収量(g/株)	頂花房平均1果重(g)	頂花房乱形果率(%)
		頂花房	一次側花房	頂花房	一次側花房				
0日・15日前	14.0b ^z	9/19.0±2.0	10/29.1±19.5	10/17	11/21	70.0bc	112c	135b	247a
0日・5日前	14.5b	9/17.3±2.0	10/23.0±14.2	10/14	11/18	86.7ab	122c	167ab	289a
8日・15日前	19.3a	9/21.8±1.8	11/2.9±20.0	10/15	11/23	63.3c	158b	123b	281a
8日・5日前	18.1a	9/18.8±2.5	10/20.2±14.6	10/17	11/19	93.3a	151b	198a	349b
対照	20.4a	10/8.8±1.9	12/3.5±6.9	11/9	1/5	—	253a	0c	253a

^z 同一英文字間に5%水準で有意差なし (Tukey検定)^y 平均開花日 ± 標準偏差 (n=20)^x 収穫始期は30%の株で収穫が始まった時期とした^w 10月中に一次側花房が開花した株の割合

の総量が少ない区で多かった。一次側花房は各処理区とも未分化～肥厚期で分化期(二分期)の株はなかった。5日・15N₁・0N₂区、5日・0N₁・0N₂区、10日・0N₁・35N₂区、10日・0N₁・0N₂区の4処理区で未分化株が認められた(データ省略)。なお、対照区はすべてが未分化であった。

本圃における生育および収量を第4表に示した。頂花房着花数は、中断期間の長い10日区で多い傾向であった。頂花房開花日は5日・15N₁・50N₂区、5日・0N₁・50N₂区、および10日・30N₁・35N₂区が早く、9月16日～17日の期間に開花した。追肥をしなかった5日・0N₁・0N₂区および10日・0N₁・0N₂区は開花が遅れた。収穫始期も同様の傾向であった。なお、追肥区はいずれも10月12日～15日の期間に収穫開始となったが、無追肥区は10月22日とやや遅れた。

一次側花房の夜冷処理有効株率は、夜冷中断中の追肥によって有意に上昇し、5日・15N₁・50N₂区が60%と最も高く、5日・0N₁・0N₂区および10日・0N₁・35N₂区は5%程度と低かった。夜冷処理有効株率の低かった区は、一次側花房の開花日が11月下旬と遅く、収穫始期も12月下旬と極端に遅れた。8処理区の頂花房収穫始期の平均日は10月16日で、対照区の頂花房収穫始期である11月5日と比べ19日早かった。また、一次側花房夜冷処理有効株率が35%以上だった区では、いずれも11月下旬から収穫開始となつたが、対照区は約1か月遅い12月下旬からの収穫開始となつた。一次側枝葉数は、夜冷処理中断中に追肥を行った区で少なかった。

夜冷処理中断中に追肥を行わぬで夜冷中に追肥を行うと頂花房収量が低下した。これら8処理区の頂花房収量は対照区のそれに及ばなかった。一次側花房収量は、花芽分化が促進された区(一次側花房夜冷処理有効株率の高い区)で高い傾向があった。一次側花房の年内収量、頂花房と一次側花房を合わせた年内収量は、中断日数10日の場合には夜冷処理中断中に追肥をしない区で低かったが、中断日数5日の場合には、中断中、夜冷中に追肥をしなかった区のみ低かった。年内収量は5日・15N₁・50N₂区と10日・30N₁・0N₂区が株当たり273gで最も高かった。対照区では、一次側花房の年内収量が著しく低かったが、頂花房収量が多かったため、年内収量は夜冷処理中断中に追肥をしなかった区よりは高いが、ほとんど差がなかった。総収量は802～914gで、処理による差は明らかでなかった。頂花房の乱形果発生率は、夜冷処理中に追肥を行った区で有意に高かった。

考 察

イチゴの促成栽培の収穫開始時期は、冷蔵施設を用いた暗黒低温処理や夜冷短日処理などの育苗技術の開発普及により、11月上旬まで前進化している。これらの花成促進技術を用いれば、収穫開始時期をさらに前進化することは十分可能であり、実際に促成栽培の前進化の限界について、

第3表 夜冷処理中断日数、中断中の追肥および2回目夜冷処理中の追肥が定植時の苗質に及ぼす影響^z (実験2)

処理	追肥量 中断日数・中断中の追肥・ 夜冷中の追肥 (窒素 mg/ 株)	株重 (g)	クラウン径 (mm)	葉色 (SPAD 値)	頂花房 花芽発育	未展開葉数 (枚)	一次側花房 ^y 花芽発育
5日・15N ₁ ・50N ₂	65	30.2a ^x	13.0a	42.0a	花器完成	1.0d	1.0a
5日・15N ₁ ・0N ₂	15	17.1bc	11.5b	39.0ab	花器完成	2.0bc	0.3b
5日・0N ₁ ・50N ₂	50	25.8ab	13.2a	43.2a	花器完成	1.0d	1.0a
5日・0N ₁ ・0N ₂	0	13.7c	11.6b	31.8b	雄 ^z い～雌 ^z い	2.5bc	0.4a
10日・30N ₁ ・35N ₂	65	30.9a	12.6ab	41.4a	花器完成	0.6d	1.4a
10日・30N ₁ ・0N ₂	30	29.9a	12.8ab	37.8ab	花器完成	1.0d	1.0a
10日・0N ₁ ・35N ₂	35	19.7b	12.4ab	41.0a	雌 ^z い	1.8c	0.8a
10日・0N ₁ ・0N ₂	0	13.9c	10.6c	27.8b	雄 ^z い～雌 ^z い	2.8b	0.4a
対照	—	11.0c	9.9c	31.0b	分化～がく片形成	3.8a	0

^z データは5個体の平均値^y 一次側花房の花芽発育は未分化:0, 肥厚初:1, 肥厚:2, 分化:3とした^x 同一英文字間に1%水準で有意差なし (Tukey検定)

収量および果実品質の両面から検討がなされている。植木ら (1993) は一次側花房の連続収穫の観点から10月下旬を早出し限界とし、小林・小林 (1996) は極端な前進化が果実肥大を抑制し、糖度やビタミンCの低下を招くことから、前進限界を10月中旬頃としている。これらの報告は、年内収量と果実品質の低下が、前進化の限界を規定する主要因であることを示している。

そこで本研究では、作型前進化の妨げとなっている要因の一つである一次側花房の収穫遅れを回避し、年内収量の向上を可能とする育苗方法について検討した。

前進化作型では初期収量の確保が極めて重要であり、そのためには頂花房着花数を多くする必要がある (家中・稻葉, 2005)。実験1では夜冷処理中断期間を0日および8日とし、実験2では5日および10日とした。その結果、処理中断期間を0または5日から8または10日に延ばすと頂花房着花数は有意に増加し、対照区と同等になることが明らかとなり、頂花房着花数の増加に夜冷中断処理が有効であることが示された。一方、頂花房着花数に対して、夜冷処理中の追肥方法および追肥量の影響はあまり認められなかった。前川・峰岸 (1991) は、夜冷処理中の窒素供給量の差が頂花房着花数に及ぼす影響は小さいことを報告しており、本試験でも同様の結果となった。

‘とちおとめ’では頂花房分化時点の茎頂には通常4～5枚の未展開葉があり、実験1、実験2でも頂花房分化時の未展開葉は4枚前後であった (データ省略)。実験1では、定植時の未展開葉は0.2～1.0枚まで減少し、対照区を除き処理間に有意な差は見られなかった。このことから、夜冷中断処理は、葉の展開速度にあまり影響を及ぼさないと考えられた。実験2では、夜冷処理中断中と夜冷処理中の追肥量の総量が少ない区で未展開葉数が多かったが、これは栄養不足により葉の展開速度が遅くなったためと考えられる。定植時の未展開葉が多かった区は、いずれも開花日および収穫始期が遅かった。従って、夜冷処理中断中と夜冷処理中の追肥は、頂花房の発育促進と収穫始期の前進化に

有効であると考えられた。

10月どり作型を安定化するためには、頂花房着花数を増やすことで初期収量の確保を図るとともに、一次側花房を連続的に分化させなくてはならない。実験1では一次側花房夜冷処理有効株率が63～93%と高かったが、実験2では60%が最高で、無追肥あるいは追肥量の少ない区では5～21%の株でしか促進されなかった。頂花房の花芽分化促進を目的にした夜冷育苗では、苗の窒素濃度を一定レベルで維持した方が花芽分化が安定し、果実生産が高まるが (川上ら, 1990; 前川・峰岸, 1991)、本実験の結果は、一次側花房の花芽分化にあっても株栄養条件が極めて重要であることを示している。つまり、夜冷処理中断中の追肥は頂花房の発育促進だけでなく、一次側花房の花成促進に対しても有効であることが明らかとなった。なお、実験1で一次側花房の夜冷処理有効株率が高く、実験2で低かった原因は、株栄養条件以外に本圃定植時点での花芽発育状態の差が影響していた可能性が考えられる。熊倉・宍戸 (1993) は暗黒低温処理した苗で、処理後の高温が暗黒低温処理による頂花房の花芽誘導効果を消去することを報告している。本実験の場合、実験1では一次腋芽茎頂 (成長点) の完全な肥厚状態を確認してから本圃に定植したのに対し、実験2では各処理区とも分化期 (二分期) 以前の未分化から肥厚初期段階で本圃に定植した。従って、実験2では栄養成長から生殖成長への成長相の転換が不十分であったため、Battey・Lyndon (1990) の言う Floral reversion が起こった可能性がある。花芽の剥皮調査で成長点の肥厚が確認できた苗は、その後に高温・長日・高栄養状態に置かれても花成が中断されることなく花芽発育が順調に進むことが経験的に知られている。しかし、花芽分化に必要な十分な低温短日条件を与えられた肥厚期直前の成長点が、その後の高温・長日・高栄養条件に対してどのように反応するかはほとんど明らかにされておらず、品種間差を含めて今後の詳細な検討が必要である。

第4表 夜冷処理中断日数、中断中の追肥および2回目夜冷処理中の追肥が生育および収量に及ぼす影響（実験2）

処理	頂花房着花数 (個/株)	開花日(月/日) ^x		収穫始期(月/日) ^w		一次側花房 枝葉数(枚) ^v	一次側 花房 着花数(枚)	年内収量(g/株)		頂花房 乱形果率(%)		
		頂花房	一次側花房	頂花房	一次側花房			頂花房	一次側花房			
5日・15N ₁ ・50N ₂	15.8ab ^z	9/15.7±2.1	11/4.5±19.1	10/12	11/19	60.0a	6.3b	151a	122a	273a	900a	18.1a
5日・15N ₁ ・0N ₂	13.6b	9/20.8±1.5	11/15.0±13.3	10/15	11/26	50.0ab	6.5b	140ab	89ab	229ab	865a	6.2c
5日・0N ₁ ・50N ₂	14.2b	9/16.1±1.0	11/15.1±14.2	10/12	11/26	35.0bc	7.7ab	128b	83ab	211ab	836a	26.1a
5日・0N ₁ ・0N ₂	15.1b	9/24.4±1.2	11/27.7±5.6	10/22	12/29	5.3d	8.7a	158a	29b	187bc	818a	3.6c
10日・30N ₁ ・35N ₂	17.7a	9/17.3±1.7	11/16.1±16.2	10/12	11/26	35.0bc	7.5ab	161a	83ab	244ab	914a	18.0a
10日・30N ₁ ・0N ₂	17.2a	9/19.5±1.8	11/11.4±14.3	10/15	11/26	50.0ab	6.4b	156a	117a	273a	867a	9.3bc
10日・0N ₁ ・35N ₂	15.8ab	9/19.3±1.0	11/27.5±7.2	10/15	12/29	5.0d	9.0b	126b	17b	143c	802a	16.0ab
10日・0N ₁ ・0N ₂	15.3b	9/23.5±1.3	11/25.6±8.5	10/22	12/24	21.1cd	8.0ab	147ab	23b	170c	846a	6.3c
対 照 ^y	18.2	10/4.0±2.3	12/5.0±6.9	11/5	12/29	—	—	195	11	206	855	5.8

^z 同一英文字間に5%水準で有意差なし (LSD検定)^y 対照区は1区制であるため統計処理は対照区のデータを含めないで実施した^x 平均開花日 土壌準偏差 (n=20)^w 収穫始期は30%の株で収穫が始まった時期とした^v 一次側枝葉数が6枚以内で、かつ11月中旬までに一次側花房が開花した株の割合

収量に及ぼす影響をみると、実験1では、夜冷処理中断期間を設けた区で頂花房着花数が増加し、頂花房収量も増加した。また、中断期間を設けた区では追肥打ち切り時期を遅らせる（追肥量を増やす）ことで一次側花房の花芽分化が促進され、年内の一次側花房収量も多くなった。実験2で夜冷処理中断期間の長さを検討したところ、5日に比べ10日の処理中断が頂花房着花数の増加により効果的であることが示された。頂花房着花数が多い区で頂花房収量も高くなる傾向が見られたが、中断期間中に追肥を行わずに2回目の夜冷処理中に追肥を行うと収量が低下したことから、頂花房収量には夜冷処理中断中の追肥の効果も大きいことが示唆された。追肥を行わなかった5日・0N₁・0N₂区および10日・0N₁・0N₂区の頂花房収量が高かったのは、頂花房着花数に大きな差がなかったこと、収穫開始時期が他の処理区に比べて7~10日遅かったことなどから判断して、収穫時期が遅れた分、果実肥大が促進されたためと推察される。一方、一次側花房では夜冷処理中断期間中に追肥を行わないと年内収量が顕著に低下した。これは一次側花房の花芽分化が促進されず、収穫開始時期が大幅に遅れたことによると考えられる。

以上の結果から、夜冷庫を利用して頂花房および一次側花房の花成誘導を連続して行う夜冷育苗においては、頂花房着花数を確保するため頂花房分化後に8日~10日の夜冷処理中断期間を設ける必要があること、また頂花房分化後の苗に対して継続的な追肥を行うことで、頂花房の発育促進と一次側花房の花芽分化促進が図れることが明らかとなった。ただし、定植直前まで追肥を行った場合、頂花房の乱形果発生率が高くなるので、最終追肥時期や適正な追肥量について更に検討が必要と考えられた。

作型前進化に伴う果実品質への悪影響として、果実肥大が抑制され小玉化することが指摘されており（小林・小林、1996；植木ら、1993），本試験でも同様の結果となった。野口・山川（1988）は、平均1果重の大小には成熟期間の平均気温の影響が大きいことを明らかにしている。従って、果実肥大期が高温期となる10月より作型では、果実肥大を促進させるための何らかの高温抑制対策が必要と考えられる。

近年イチゴの周年生産を視野に入れ、高温抑制対策が容易な高軒高ハウスがイチゴ栽培にも導入されつつある。厳寒期の生産を主にしたこれまでの促成栽培では考えられないことであるが、作型前進化と収穫終了時期の延長によるイチゴ栽培期間の長期化を想定したとき、高軒高ハウスは栽培環境的に多くの優位性を備えており、同ハウスの普及が進むことにより本研究の普及の可能性が高くなると考えられる。

摘要

夜冷短日処理によって8月上旬に頂花房を分化させた苗に対して、継続して夜冷処理を行なうことで頂花房の花芽発育と一次側花房の花芽分化を同時に促進させる育苗法を

検討した。頂花房分化後に8日～10日の夜冷処理中断期間を設けることで、栄養成長が促進され頂花房着花数が増加した。また夜冷処理中に追肥を行うことで一次側花房の花芽分化が促進されることが明らかとなった。本処理方法で一次側花房を分化させた苗を9月上旬に定植することによって、10月上中旬から頂花房の収穫が可能となり、一次側花房も頂花房に引き続き連続的に収穫できることから年内収量が大幅に増加することが明らかとなった。

謝 辞 本稿をとりまとめにあたり御校閲をいただきました東京大学大学院農学生命科学研究科の杉山信男教授に深謝いたします。

引用文献

- Battey N. H. and R. F. Lyndon. 1990. Reversion of flowerering. *The Botanical Rev.* 56: 162-189.
- 芳賀 豊・越川兼行・石垣要吾. 1996. イチゴの周年穫り新作型の開発に関する研究 (1). 岐阜農総研センター研報. 9: 11-19.
- 堀田 励. 1987. イチゴの夜冷育苗による早出し栽培. *農及園.* 62: 622-626.
- 家中達広・稻葉幸雄. 2005. イチゴの10月どり作型における本圃短日夜冷処理が一次腋花房の分化に及ぼす影響. *園学研.* 6 (2) : 209-215. 2007.
- 響. *園学雑.* 74 (別1) : 302.
- 川上敬志・青木宏史・土岐知久. 1990. イチゴの夜冷育苗による熟期促進法. *千葉農試研報.* 31: 55-72
- 小林 保・小林尚武. 1996. 秋どりイチゴの果実重並びに内容成分等品質からみた作期前進限界. *兵庫農技研報.* 44: 31-34.
- 熊倉裕史・宍戸良洋. 1993. イチゴの花芽分化及び果実肥大に関する研究 (第2報) 花芽分化に及ぼす温度及び光環境の影響. *野菜茶試研報.* A6: 13-27.
- 前川寛之・峰岸正好. 1991. イチゴの花成誘導期における施肥の影響. *奈良農試研報.* 22: 43-48.
- 野口裕司・山川 理. 1988. 高温期におけるイチゴの果実肥大能力の品種間差. *野菜茶試研報.* D1: 19-28.
- 斎藤 隆. 1970. イチゴの花芽形成. *農及園.* 45: 895-900.
- 栃木県農業試験場. 2002. クリプトモスを用いた環境にやさしいいちごの養液栽培技術. *新技術シリーズ No. 5.*
- 植木正明・須崎隆幸・高野邦治. 1993. イチゴ女峰の夜冷短日処理における処理開始時期の影響. *栃木農試研報.* 40: 75-82.
- 植松徳雄. 1998. イチゴ栽培の理論と実際. p. 55-58. 誠文堂新光社. 東京.