

イチゴ「千葉S4号」の栽培法

第1報 夜冷短日処理による収穫期の前進効果及び収量に与える影響

深尾 聡・鈴木秀章

イチゴ, 夜冷短日処理, 花芽分化促進, 収量

I 緒 言

千葉県は2012年にイチゴ新品種「千葉S4号」を育成し、現在品種登録出願中である。千葉県の主要品種は「とちおとめ」であるが、「千葉S4号」は「とちおとめ」と比べて、うどんこ病抵抗性が強く、果実が大きいことが特徴である。その一方、開花始期は「とちおとめ」よりやや遅いため、慣行のポット育苗の場合、「千葉S4号」の収穫始期は12月中旬以降となる。促成栽培においては、単価の高い11月～12月の収量増が経営的に求められることから、今後、「千葉S4号」の普及を図るためには、収穫期を前進化し、年内収量を向上させる必要がある。

イチゴの収穫期の前進化技術としては、低温暗黒処理と夜冷短日処理が既に実用化されている。しかし、低温暗黒処理は連続した暗黒条件下で低温処理されるため、花芽分化が株によってばらつきやすい特徴があり、また処理開始時期が早いと未分化苗の出現率が高いことが報告されている(石原・高野, 1993)。一方、成川(1986)、堀田(1987)が開発した夜冷短日処理は、夜間のみ低温暗黒条件下におくため、安定した処理効果が得られる。千葉県でも1989年頃から既に幾つかの産地で夜冷短日処理施設が導入されており、「とちおとめ」等の収穫期の前進化に用いられている。そこで、本研究では「千葉S4号」の夜冷短日処理に着目し、夜冷短日処理による収穫期の前進化および収量に及ぼす影響について明らかにするとともに、処理開始前の本葉展開葉数(以下、本葉数とする)が夜冷短日処理効果に与える影響について明らかにした。

本研究を実施するに当たり、千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所野菜・花き研究室の石川正美氏(現千葉県農林総合研究センター生産技術部部長)、千葉県農林総合研究センター育種研究所野菜緑化育種研究室の前田ふみ氏には貴重なご意見とご協力をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表する。

受理日 2013年8月7日

II 材料及び方法

1. 試験場所及び試験期間

試験は、千葉県千葉市の千葉県農林総合研究センター野菜研究室のパイプハウスで、2012年に実施した。

2. 夜冷短日処理による収穫期の前進化(試験1)

「千葉S4号」と対照品種として「とちおとめ」を供試し、夜冷短日処理区と無処理区を設けた。

6月29日に9cm径ポリポットに鉢受けし、7月12日に切り離した。夜冷短日処理区、無処理区とも、切り離し後は処理開始まで5日間隔で液肥のキッポ青(5-6-4)の400倍液をかん注し、処理中は8月15日にかん注を行った。1回当たりの施肥量は株当たり窒素成分量で10mgとした。

夜冷短日処理はプレハブ冷蔵庫を使用し、8月3日から31日間、日長8時間(午後4時30分入庫、午前8時30分出庫)、夜温10℃、暗黒条件で行い、昼間は遮光率51%の黒寒冷紗を温室内の上部に展張したガラス温室内に置いた。

夜冷短日処理区は両品種共に処理終了後、9月3日にパイプハウス(間口5.4m×奥行き13.5m、面積72.9m²)に畝間110cm、株間20cm、条間30cm、2条で定植した。施肥は成分量で10a当たり窒素6kg、リン酸18kg、加里6kgを全面施肥し、11月16日から2013年3月21日まで、週に1回、10a当たり窒素400gを液肥で与えた。10月18日に黒ポリエチレンフィルムを用い、畝をマルチングした。11月5日からハウスを夜間密閉し、8℃設定で加温した。11月26日から3月25日までの期間、朝5時から朝9時30分までの時間帯に炭酸ガスを施用し、濃度を700～1,000ppmの範囲で維持した。無処理区は花芽分化を確認後、「千葉S4号」は9月13日、「とちおとめ」は9月11日に定植した。定植後の試験規模は1区8株、4反復とした。

調査は夜冷短日処理開始時及び夜冷短日終了時の本葉数、クラウン径、夜冷短日処理経過日数別の花芽分化指数、開花始期、収穫始期、頂花房開花数及び収量について実施した。花芽分化は各区5株を抽出し、実体顕微鏡下で花芽を観察し、分化指数を5段階(0:未分化, 1:分化初期, 2:分化期, 3:がく片分化期, 4:雄ずい分化期)で判定した。開

第1表 夜冷短日処理開始時の本葉数及びクラウン径

本葉数区分	平均本葉数 (枚)	平均クラウン (mm)
G1 本葉数3~4枚	3.8	5.9
G2 本葉数4~5枚	4.4	6.4
G3 本葉数5枚	5.0	7.5
G4 本葉数6~7枚	6.2	8.2

第2表 夜冷短日処理開始時及び処理終了時の「千葉S4号」の本葉数、クラウン径

試験区	処理開始時 (8月2日)		処理終了時 (9月3日)	
	本葉数 (枚)	クラウン径 (mm)	本葉数 (枚)	クラウン径 (mm)
夜冷短日処理	5.6	7.7	7.3	9.5
無処理	5.7	7.6	8.3	9.4
t検定	n.s.	n.s.	*	n.s.

注) t検定において*は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なしを示す。

第3表 夜冷短日処理日数別の花芽分化指数

品種	処理日数別の花芽分化指数				
	17日	21日	24日	27日	31日
千葉S4号	0.4	0.6	1.3	1.7	2.8
とちおとめ	—	—	2.7	—	3.8

注1) 花芽分化程度を0:未分化, 1:分化初期, 2:分化期, 3:がく片分化期, 4:雄ずい分化期で評価し, 次式で算定した。
 Σ (花芽分化程度×株数) / 調査株数

2) 「とちおとめ」は処理日数24日, 31日のみ調査した。

花始期及び収穫始期は開花及び収穫が50%の株に認められた日とした。収量調査は収穫開始から2013年4月30日まで各週2回, 7g以上の可販果について行った。可販果は7g以上11g未満, 11g以上15g未満, 15g以上20g未満, 20g以上の4段階に区分して, 規格別果数を調べた。

3. 処理前の株の本葉数が夜冷短日処理効果に与える影響 (試験2)

供試品種を「千葉S4号」とし, 異なる本葉数の株を供試するため, 6月20日から7月20日まで4回, 9cm径ポリポットに鉢受けし, 8月1日に一斉に親株から切り離れた。切り離した後, 鉢受けした日によってG1~G4に区分した。切り離し時の本葉数はG1は3~4枚, G2は4~5枚, G3は5枚, G4は6~7枚であった(第1表)。7月18日以降, 処理開始まで液肥のキッポ青(5-6-4)の400倍液を3回かん注した。処理中は8月15日にかん注を行った。1回当たりの施肥量は株当たり窒素成分量で10mgとした。夜冷短日処理は試験1と同様に31日間行った。

夜冷短日処理終了後, 9月3日にパイプハウス(間口5.4m×奥行き13.5m, 面積72.9m²)に畝間110cm, 株間20cm, 条間30cm, 2条で定植した。定植後は試験1と同様に管理した。定植後の試験規模は1区8株, 3反復

とした。

調査は夜冷短日処理終了時の花芽分化, 開花始期, 収穫始期及び収量について実施した。花芽分化, 開花始期, 収穫始期は試験1と同様に調査した。収量調査は収穫開始から2013年4月30日まで各週2回, 7g以上の可販果について行った。

III 結 果

1. 夜冷短日処理による収穫期の前進化 (試験1)

夜冷短日処理開始時及び終了時の本葉数, クラウン径を第2表に示した。処理終了時の本葉数は夜冷短日処理区が無処理区と比べ1枚少ないが, クラウン径に差は認められなかった。夜冷短日処理区は処理期間中に本葉が1.7枚, クラウン径が1.8mm増加した。

夜冷短日処理経過日数別の花芽分化指数を第3表に示した。処理日数24日で「とちおとめ」は花芽分化指数2.7となり, 花芽分化期に達していたが, 「千葉S4号」は花芽分化指数1.3で分化初期であり, 処理日数31日で花芽分化指数2.8に達していた。

夜冷短日処理が開花始期, 収穫始期並びに開花数に与える影響を第4表に示した。「千葉S4号」は, 夜冷短日処

第4表 夜冷短日処理が「千葉S4号」及び「とちおとめ」の開花始期、収穫始期並びに開花数に与える影響

品種	試験区	開花始期		収穫始期		頂花房開花数 (花/株)
		頂花房	腋花房	頂花房	腋花房	
千葉S4号	夜冷短日処理	10月3日a	1月5日a	10月31日a	2月22日a	30.0b
	無処理	11月15日b	1月24日b	12月16日c	3月18日b	21.7a
とちおとめ	夜冷短日処理	10月1日a	12月29日a	10月25日a	2月16日a	32.6b
	無処理	10月17日a	12月31日a	11月13日b	2月19日a	33.8b
要因	品種(A)	**	**	**	**	**
	処理(B)	**	**	**	**	*
	交互作用(A×B)	**	*	**	*	*

注1) 分散分析により**は5%水準, *は1%水準で有意差あり, n.s.は有意差なしを示す.

2) 同一項目の異なる文字間にはTukeyの多重検定により, 5%水準で有意差があることを示す.

3) 開花始期及び収穫始期は50%の株で開花又は収穫が始まった日.

第5表 夜冷短日処理が「千葉S4号」及び「とちおとめ」の収量に与える影響

品種	処理	可販果重 (g/株)			収量比 (%)	可販果数 (個/株)	1果重 (g/株)
		10~12月	1~4月	合計			
千葉S4号	夜冷短日処理	350 d	771 b	1,121 b	135	57.2b	19.6c
	無処理	45 a	788 b	833 a	100	42.2a	19.7c
とちおとめ	夜冷短日処理	246 c	636 a	883 a	101	60.2b	14.7a
	無処理	205 b	668 a	873 a	100	54.8b	15.9b
要因	品種(A)	**	**	**	—	**	**
	処理(B)	**	n.s.	**	—	**	**
	交互作用(A×B)	**	n.s.	**	—	*	**

注1) 分散分析により**は5%水準, *は1%水準で有意差あり, n.s.は有意差なしを示す.

2) 同一項目の異なる文字間にはTukeyの多重検定により, 5%水準で有意差があることを示す.

理により無処理と比べ頂花房の開花始期は43日早い10月3日となり, 収穫始期は46日早い10月31日となった. 腋花房の開花始期は19日早い1月5日となり, 収穫始期は24日早い2月22日となった. また, 株当たり頂花房開花数は8.3花増加し, 30花となった.

「とちおとめ」の夜冷短日処理による収穫始期の前進は, 頂花房が19日, 腋花房収穫始期は3日であった. 無処理区では「千葉S4号」は「とちおとめ」と比べ, 頂花房収穫始期が33日遅く, 腋花房収穫始期が27日遅かったが, 夜冷短日処理区では「とちおとめ」と比べ頂花房, 腋花房の収穫始期の遅れは6日であった.

夜冷短日処理が収量に与える影響を第5表に示した. 10~12月の「千葉S4号」の株当たり収量は無処理区45gに対し, 夜冷短日処理区が350gであり, 夜冷短日処理により, 305g増加した. 10~12月の「とちおとめ」の株当たり収量は無処理区205g, 夜冷短日処理区が246gで, 夜冷短日処理による増加は41gであった. そのため, 10~12月の夜冷短日処理区の収量は「千葉S4号」が「とちおとめ」と比較して104g上回った. 1~4月の「千葉S4号」の株当たり収量は無処理区と夜冷短日処理区の間で有

意な差は認められなかった. そのため, 10月~4月までの合計収量は「千葉S4号」は夜冷短日処理により, 可販果が15個, 可販果重は288g増加し, 無処理区と比べ収量比135%と大幅に増収した. 夜冷短日処理区と無処理区の1果重を比較すると, 「とちおとめ」は無処理区15.9gに対して, 夜冷短日処理区14.7gであり, 夜冷短日処理区で1.2g減少した. 一方, 「千葉S4号」は無処理区19.7gに対して, 夜冷短日処理区が19.6gであり, ほぼ同等であった.

10月から12月の規格別果数並びに20g以上の果数割合を第6表に示した. 「千葉S4号」は, 夜冷短日処理区の可販果15.5個の内, 7g以上11g未満が0.3個, 11g以上15g未満が0.6個, 15g以上20g未満が2.4個, 20g以上12.2個, 20g以上の果数割合は79%であった. 無処理区は20g以上が100%であり夜冷短日処理区を上回ったが, 可販果は1.3個と少なかった. 「とちおとめ」の20g以上の果数は, 夜冷短日処理区が可販果16.3個の内2.6個, 果数割合16%, 無処理区が可販果12.7個の内3.5個, 果数割合28%であり, 「千葉S4号」夜冷短日処理区は「とちおとめ」と比べ, 20g以上の果数割合が高かった.

第6表 「千葉S4号」及び「とちおとめ」の10月から12月の規格別果数並びに20g以上の果数割合

品種	試験区	可販果数 (個/株)	規格別果数 (個/株)				20g以上の 果数割合 (%)
			7g以上 11g未満	11g以上 15g未満	15g以上 20g未満	20g以上	
千葉S4号	夜冷短日処理	15.5	0.3	0.6	2.4	12.2	79
	無処理	1.3	0.0	0.0	0.0	1.3	100
とちおとめ	夜冷短日処理	16.3	2.0	5.5	6.2	2.6	16
	無処理	12.7	1.8	3.5	3.9	3.5	28

第7表 夜冷短日処理開始前の本葉数が開花始期及び収穫始期に与える影響

本葉数 区分	処理後の 花芽分化指数	開花始期		収穫始期	
		頂花房	腋花房	頂花房	腋花房
G1	2.4	10月9日b	12月31日a	10月31日a	2月11日a
G2	2.1	10月4日a	12月31日a	10月31日a	2月13日a
G3	2.4	10月5日a	1月2日a	10月31日a	2月15日a
G4	2.4	10月4日a	1月2日a	10月31日a	2月18日a

注1) 花芽分化指数は花芽分化程度を0：未分化，1：分化初期，2：分化期，3：がく片分化期，4：雄ずい分化期で評価し，次式で算定した。

Σ (花芽分化程度×株数) / 調査株数

2) 開花始期及び収穫始期は50%の株で開花又は収穫が始まった日。

3) 同一項目の異なる文字間にはTukeyの多重検定により，5%水準で有意差があることを示す。

第8表 夜冷短日処理開始前の本葉数が収量に与える影響

本葉数 区分	月別可販果重 (g/株)							可販果重 (g/株)		
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	10~12月	1~4月	合計
G1	10	94	172	145	125	285	234	276 a	789 a	1,065 a
G2	16	115	196	154	109	289	222	327 b	774 a	1,101 a
G3	17	108	202	168	106	272	214	327 b	760 a	1,087 a
G4	17	118	197	145	81	294	231	332 b	751 a	1,083 a

注) 同一項目の異なる文字間にはTukeyの多重検定により，5%水準で有意差があることを示す。

2. 処理前の株の本葉数が夜冷短日処理効果に与える影響 (試験2)

夜冷短日処理開始前の本葉数が開花始期及び収穫始期に与える影響を第7表に示した。処理終了時の花芽分化指数は2.1~2.4で分化期に達しており，本葉数による差はほとんど見られなかった。頂花房の開花始期はG1が10月9日で，G2~G4が10月4日~5日であり，本葉数による差が認められた。腋花房の開花始期は12月31日~1月2日で，本葉数による差は見られなかった。収穫始期は頂花房が10月31日，腋花房が2月11日~18日で，本葉数による有意な差は認められなかった。

夜冷短日処理開始前の本葉数が収量に与える影響を第8表に示した。月別可販果重の推移は本葉数による差が認められず，月別の収量が最も多かった収穫盛期は，頂花房が12月，腋花房が3月であった。10~12月の可販果重はG1が276gと他と比べ劣った。G2~G4の可販果重は327g

~332gで，本葉数による差は認められなかった。1~4月の可販果重は751g~789g，10~4月の合計の可販果重は1,065g~1,101gで，本葉数による差は認められなかった。

IV 考 察

川上ら(1990)や森下・山川(1991)は，夜冷短日処理の所要期間は品種本来の花芽分化期の早晚に関連があり，花芽分化時期が早い品種ほど夜冷短日処理に敏感で処理に必要な期間が短いとしている。「千葉S4号」と「とちおとめ」と比べ，自然条件下での花芽分化時期が遅いため，花芽分化までの処理の所要日数が「とちおとめ」と異なると考えられた。そこで，「千葉S4号」と「とちおとめ」を同時に夜冷短日処理し，処理日数毎の花芽分化指数を調査したところ，「とちおとめ」が24日で分化に達していたのに対し，「千葉S4号」は31日間の処理を必要

とした。深澤（2001）は「とちおとめ」を8月上旬に夜冷短日処理開始する場合、処理期間は26～27日間としており、本試験では「とちおとめ」が24日間で分化に達していたことから、本試験の夜冷短日処理効果は十分であったと考えられる。そのため、「千葉S4号」は8月上旬に処理を開始する場合、「とちおとめ」より処理期間を長くし、30日程度行う必要があると考えられた。

夜冷短日処理による収穫期の前進効果及び収量に与える影響を「とちおとめ」と比較すると、「とちおとめ」は夜冷短日処理による収穫期の前進は19日、10～12月の増収効果は株当たり41gであったが、「千葉S4号」は夜冷短日処理による収穫期の前進は46日、10～12月の増収効果は株当たり305gであり、「とちおとめ」と比べ、夜冷短日処理による収穫期の前進効果及び増収効果が非常に高いと考えられた。高温期に定植する作型では、頂花房の果実の成熟期間の気温が高く、しばしば果実の肥大抑制が認められる。熊倉・宍戸（1994）は平均気温が低いほど果重が大きく、頂花房の収量も多くなるとしている。植木ら（1993）も「女峰」を供試した場合、夜冷短日処理開始時期が早いほど果実肥大が劣り、年内収量に影響するとしており、収穫期を前進化しても、果実肥大が劣る場合、十分な年内収量が得られないことが考えられた。しかし、夜冷短日処理をした「千葉S4号」は、10月～12月の収穫果のうち20g以上の可販果が約8割を占めており、また全期間の平均1果重を無処理と比べても差は認められなかった。このことから、「千葉S4号」は夜冷短日処理によって気温の高い10月末まで収穫始期を前進化させた場合でも、大果の特性が維持されたことから、高い年内収量が得られたと考えられる。

夜冷短日処理効果を安定させるためには、処理開始時の苗質が重要となる。イチゴは葉数2～3枚の株でも花芽分化することが知られている（上野，1965）が、熊倉ら（2004）は花芽分化誘起処理開始時に本葉数4枚以上の株を用いることが、短日低温や暗黒低温による花芽分化誘起の処理有効株率を高く安定させ、収量を向上させるために有効であるとしている。そこで、「千葉S4号」の11月収穫に向けた夜冷短日処理に適する株の本葉数を明らかにするため、本葉3～7枚の株を用いて夜冷短日処理による収穫の前進化と収量について調査したところ、処理終了後の花芽分化は本葉数による差はほとんど見られなかった。収穫始期にも本葉数による差は認められなかったが、本葉3～4枚の株は10～12月の収量が劣った。熊倉ら（2004）は、処理開始時に本葉数の少ない株では定植後の頂花房発達に対するソース機能が小さいため、頂花房花序の発達が劣るとしており、本試験でも本葉3～4枚の少ない株は10～12月の収量が少ないことから、頂花房の発達に対する

ソース機能が十分ではないと考えられる。1～4月の収量は本葉数による差は見られなかったが、本試験の目的は夜冷短日処理による収穫期の前進化、すなわち11～12月の収量の増加にあるため、夜冷短日処理開始前の本葉数は本葉4枚以上の株を用いるのが適当と考えられた。

夜冷短日処理にかかるコストは移動ベンチ式の場合、7,000株の苗を処理する設備に約250万円、それにランニングコストを加え、1株当たり50～70円とされている（伏原，2005）。本試験で夜冷短日処理をした「千葉S4号」は、12月までの収量が株当たり約300g増加したことから、11～12月の時期の平均単価を1,600円/kgとした場合、株当たり480円の粗収益増と試算され、ランニングコストの増加分を差し引いても十分な所得増が期待される。このことから、「千葉S4号」における夜冷短日処理による収穫期の前進は、経営的にメリットが大きいと考えられる。

V 摘 要

イチゴ「千葉S4号」の夜冷短日処理による収穫期の前進効果及び収量への影響を明らかにし、さらに処理開始前の本葉数が夜冷短日処理効果に与える影響を明らかにした。

1. 8月3日から夜冷短日処理を開始した場合、処理日数31日で花芽分化期に達しており、収穫始期は無処理と比べ46日早い10月31日となった。
2. 夜冷短日処理により10月から12月の収量は無処理と比べ株当たり305g増加し、4月までの合計収量は無処理と比べ収量比135%となった。
3. 夜冷短日処理区の10月から12月の20g以上の果数割合は、「とちおとめ」が16%であったのに対し、「千葉S4号」は79%であり、大果が非常に多かった。
4. 処理開始前本葉3～7枚の株において、夜冷短日処理終了後の花芽分化及び収穫始期に差は見られなかったが、本葉3～4枚の株は10～12月の収量が劣ったことから、夜冷短日処理は本葉4枚以上の株を用いるのが適当と考えられた。

VI 引用文献

- 深澤郁男（2001）いちご「とちおとめ」の栽培技術。栃木県農業試験場新技術シリーズNo.3：1～21。
- 伏原肇（2005）イチゴの作業便利帳（増補改訂）。158pp。農山漁村文化協会。東京
- 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。
- 石原良行・高野邦治（1993）低温暗黒処理における諸要因

- がイチゴ“女峰”の花芽分化, 発育及び収量に及ぼす影響. 栃木農研報 40 : 89-98.
- 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.
- 熊倉裕史・宍戸良洋 (1994) イチゴの果実肥大に及ぼす温度の影響. 園学雑 62 (4) : 827-832.
- 熊倉裕史・藤原隆広・池田敬・吉田祐子 (2004) 冬期寡日照地域イチゴ促成栽培における花芽分化誘起処理効果と収穫パターンに及ぼす苗の葉齢と定植時期の影響. 近中四研報 3 : 37-46.
- 森下昌三・山川理 (1991) 一季成り性イチゴの短日低温処理に対する感受性の品種間差異. 園学雑 60 (3) : 539-546.
- 成川昇 (1986) イチゴ苗の夜間低温処理による花芽分化促進効果. 農及園 61 : 884-886.
- 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. 栃木農研報 40 : 75-82.
- 上野善和 (1965) イチゴの花成と栄養生長に関する研究 (第4報) 苗齢および葉数の相違が花芽分化に及ぼす影響. 園学雑 34 (4) : 68-78.

Methods of Cultivating Strawberry Cultivar ‘Chiba S4’ : 1. Effects of Flowering Induction on Harvest Period and Yield

Satoshi FUKAO and Hideaki SUZUKI

Key words: flowering induction, short-day conditions and low-nighttime temperatures, strawberry, yield

Summary

We examined the effects of induction of flowering under short-day conditions (8-h photoperiod) and low nighttime temperatures (10 °C) on harvest period and yield of strawberry cultivar ‘Chiba S4’. We also examined the effects of number of leaves before induction on flower bud initiation and yield. It took 31 days to induce flowering of ‘Chiba S4’ under short-day conditions and low-nighttime temperatures (start date, 3 August). Fruits of treated plants were harvested 46 days earlier than those of untreated ones. The yield increase resulting from flowering induction was 305 g per plant from October to December. The yield of treated plants was 35% greater than that of untreated plants from October to April. Fruits weighing 20 g or more accounted for 79% of the yield of treated plants from October to December. Differences in the number of leaves (from 3 to 7) before flowering induction had no effect on the time of flower bud initiation. However, yield from October to December of plants with 3 or 4 leaves before flowering induction was lower than that of plants with 4 to 7 leaves.