

イチゴ実生系統における早生性および 連続出蕾性の評価法

平田千春*・柴戸靖志・片山貴雄・宮原克典・平島敬太

イチゴ実生集団から、頂花房の早生性と連続出蕾性を併せ持つ系統の選抜を効率的に行うために、「さがほのか」自殖および交雑実生集団を用いて、頂花房の早生性と頂花房・第一次腋花房の連続出蕾性との関係について検討した。また、早生品種「さがほのか」と同程度の早生性系統を選抜するための短日夜冷処理期間を検討した。頂花房の出蕾が早い早生性系統は、頂花房・第一次腋花房間の葉数が少なく、連続出蕾性を持つ傾向が認められた。早生性個体は、栄養繁殖させる前の実生苗での出葉数や出蕾日数の早晩を基準に選抜が可能と考えられる。「さがほのか」並みの早生性および連続出蕾性を有する系統は、4月に播種した交配実生苗を8月中旬に10日間短日夜冷処理し、処理後頂花房出蕾までの出葉数が6枚以内で出蕾日数が65日以内の早生性個体を選ぶことにより効率的に選抜できる。

[キーワード：イチゴ, 早生性, 連続出蕾性, 短日夜冷, 育種]

Method for Evaluation of Earliness and Continuous Flower Bud Emergence in Strawberry Seedlings. HIRATA Chiharu, Yasushi SHIBATO, Takao KATAYAMA, Katsunori MIYAHARA and Keita HIRASHIMA Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 31: 16-20 (2012)

The relationship between the timing of first flower budding and continuous flower bud emergence was studied using selfing populations of the early-maturing strawberry cultivar 'Sagahonoka' and other hybrid populations. We also examined the effects of short days (8h photoperiod) and low temperature (12°C) on the timing of strawberry maturation. Genotypes that produced the first inflorescence early tended to have fewer leaves between the first and second inflorescence, thereby enabling continuous flower bud emergence. For 'Sagahonoka', 10 days of short-day and low-temperature treatment were sufficient to evaluate earliness. Early-maturing genotypes can be selected by the number of days or number of leaves produced before the first inflorescence buds, from both runner plants and seedlings less than one year old. An efficient method of screening 'Sagahonoka' genotypes with early and continuous flower bud emergence is to sow hybrid seeds in April, expose the seedlings to short days and low temperatures for 10 days in mid-August, and select seedlings that have initiated inflorescence budding by the time six new leaves have emerged and 65 days have passed since the treatment.

[Key Words] continuous flower bud emergence, early flowering, short-day treatment, low night-temperature treatment, strawberry breeding

緒 言

福岡県が育成したイチゴ品種「福岡S6号」(以下、商標名称「あまおう」とする)は、果実の色や大きさ、食味といった果実品質の良さから国内のみならず海外でも高い市場評価を受け、さらなる消費拡大が期待されている(高村 2009)。一方で生産面では、早期作型において、定植後の高温により第一次腋花房の花芽分化が遅延しやすい特性があり、需要期である1~2月の収穫量減少が問題となっている。「あまおう」の第一次腋花房の分化を早めるためには、定植後の遮光処理による植物体内の温度低下が有効である(北島・佐藤 2008)。また、基肥の減肥による植物体内の窒素濃度低下が高温期の花芽分化促進効果高めると報告されている(水上・小田原 2007)。しかしながら、栽培技術は気象変動により不安定な面があるため、抜本的な解決策として「あまおう」の果実品質を維持しながら頂花房と第一次腋花房が連続して出蕾(以下、連続出蕾とする)する新品种の育成が求められている。

連続出蕾性を有する品種には、「さがほのか」や「章姫」があり、いずれも頂花房の花芽分化が早い早生型である(森ら 1997, 竹内 1997)。特に佐賀県で育成

された「さがほのか」は熊本県や大分県等で栽培されており、北部九州が栽培適地の品種といえる。すなわち、本県における新品种には「さがほのか」に代表される早生性・連続出蕾性の形質を付与することが望ましい。

森下・山川(1991)は、第一次腋花房の花芽分化については頂花房と同様の早晩性を持つと推察している。同様に脇尾ら(2006)は、頂花房の出蕾が早いと第一次腋花房の出蕾も早くなる関係があることを報告している。したがって、早生性系統の選抜は、連続出蕾性の系統選抜となる可能性が高い。早生性系統を効率的に選抜するには、実生苗に短日夜冷処理を行い、処理後早期に出蕾した苗を選ぶ方法がある(森下・望月1993, 番・矢部2005)。しかしながら、実生の選抜においては、年次や交雑組み合わせによって短日夜冷処理による頂花房の花成誘導効果が異なることが報告されている(森下ら1993, 番・矢部 2005)。そのため、短日夜冷処理による早生性の選抜では、供試する実生の親系統や選抜目標とする早生性程度に応じて評価に適した処理期間を設定する必要がある。

そこで本研究では、「さがほのか」を親系統とする実生集団を用いて、頂花房の出蕾早晩性と第一次腋花

* 連絡責任者(研究企画部: c-hirata@farc.pref.fukuoka.jp)

受付2011年 8月 1日; 受理2011年11月28日

房の連続出蕾性の関係について明らかにした。また、「さがほのか」と同程度の早生性個体を実生苗で効率的に選抜するための短日夜冷処理期間を検討した。

材料および方法

1 早生形質分離集団における頂花房の早生性と第一次腋花房連続出蕾性の関係

試験には、2009年3月10日に播種して1年間無加温ガラスハウス内で養成した「さがほのか」自殖実生由来20系統、「さがほのか」×「サンチーゴ」正逆交雑実生由来40系統の合計60系統のランナー苗を用いた。また早生性の指標として「さがほのか」、「とよのか」、「サンチーゴ」、「さちのか」、「あまおう」の5品種を供試した。供試系統は2010年5月20日に9cmポリポットに鉢受けし、6月18日に切り離した。指標品種は5月下旬に順次9cmポリポットで鉢受けし、活着後切り離したランナー苗を用いた。培土は苺ポット培土（株式会社トーホー）に苦土石灰を2g/L混用して使用した。追肥は6月19日に袋入り緩効性肥料（オクダーク40、1袋あたりN:P₂O₅:K₂O=280:240:280mg）を1ポットに1袋ずつ施用し、7月31日に除去した。

頂花房の早生性調査には、供試系統および指標品種のランナー苗各12~16株を用いた。2010年8月10日から夜冷庫を使用して8時間日長（午後5時入庫、午前9時出庫）、夜温12℃の条件で10日間の短日夜冷処理を実施した。なお、処理期間中、日中は処理苗を露地のベンチ上で管理した。処理後は、無加温のガラスハウス内のベンチに20cm間隔でポットを配置して管理し、処理終了後の出蕾日数および出葉数を調査した。処理後の追肥は、OK-F-1（N:P₂O₅:K₂O=15:8:17）の1000倍液を7~10日間隔でかん水を兼ねて施用した。

連続出蕾性の評価には、各系統・品種のランナー苗12~18株を供試し、2010年8月10日から34日間の短日夜冷処理を行った。8月30日、9月7日および9月14日に指標5品種の各3株を検鏡して花芽分化程度を確認した。花芽分化が最も遅かった「あまおう」が分化期となった9月14日に、各系統・品種8株ずつを畝幅120cm、株間20cm、2条外成で定植した。定植株すべてについて頂花房の出蕾から第一次腋花房出蕾までの日数（以下、出蕾間隔）および花房間葉数を調査した。定植圃場の基肥窒素量は、水上・小田原（2007）に準じて、とよのか専用配合肥料（N:P₂O₅:K₂O=8:6:5、大日本産肥）を用いて16kg/10aとした。また、10月18日に同上の肥料を4kg/10a追肥した。マルチ被覆は10月19日に行い、その他の管理は「とよのか」の慣行基準に準じた。

2 早生性指標品種「さがほのか」の花成誘導に適した短日夜冷処理日数

2008年および2009年に早生性の指標品種として「さがほのか」を供試し、花成誘導に適した短日夜冷処理日数を検討した。短日夜冷処理は2008年が8月12日から、2009年が8月10日から開始した。処理期間は2008年が0日間（0日区）、5日間（5日区）、10日間（10日区）、15日間（15日区）、20日間（20日区）の5水準、2009年は10日区のみとし、各区12株を供試

した。両年とも5月下旬に9cmポリポットに順次鉢受けし、活着後切り離したランナー苗を用いた。培土は苺ポット培土に苦土石灰を2g/L混用して使用し、追肥は6月19日にオクダーク40を1ポットに1袋ずつ施用し、7月31日に除去した。短日夜冷処理終了後、頂花房が出蕾するまでの日数（出蕾日数）および出葉数を調査した。0日区の出蕾日数および出葉数は、5日区の短日夜冷処理終了日である8月17日を起点とし、全調査を11月30日に終了した。

3 短日夜冷処理による実生個体の早生性評価

「さがほのか」自殖実生および「さがほのか」を子房親、「サンチーゴ」を花粉親とする交雑実生（以下、「さがほのか」×「サンチーゴ」交雑実生）を早生性個体選抜用の分離集団として育成した。また、指標品種として「さがほのか」を供試した。

実生集団は2008年4月26日にピートバンに播種、5月28日に9cmポリポットに鉢上げして養成した。「さがほのか」の採苗、育苗期の肥培管理および短日夜冷処理は、2008年の「さがほのか」における短日夜冷処理日数の試験と同じ条件とした。実生集団は夜冷短日夜冷処理0日区、5日区、20日区では自殖および交雑実生を各36株、10日区および15日区では各48株を供試した。短日夜冷処理終了後は無加温ガラスハウス内のベンチ上でポットのまま管理し、出蕾日数および出葉数を調査した。短日夜冷処理による花成誘導効果は、森下ら（1993）の報告に準じて処理終了から頂花房出蕾までの日数および出葉数から判断し、「さがほのか」と出蕾日数および出葉数が同程度の個体を「さがほのか」並みの早生性個体と評価した。

4 実生苗の出葉数による早晩性選抜の有効性

2008年の短日夜冷処理10日区において早晩性を評価した実生系統の中から、「さがほのか」自殖実生由来22系統（うち早生性個体12系統）、「さがほのか」×「サンチーゴ」交雑実生由来20系統（うち早生性個体10系統）および指標品種「さがほのか」を供試した。各系統および「さがほのか」から発生したランナーを、2009年5月20日に9cmポリポットに鉢受けした。6月18日にランナーを切り離し、各系統・品種あたり12株ずつを養成した。追肥は6月18日にオクダーク40を1ポットに1袋ずつ施用し、7月31日に除去した。

短日夜冷処理は8月10日から20日まで10日間行い、処理終了後の出蕾日数および出葉数を調査した。その他の条件は実生の評価と同様とした。

結果および考察

1 早生形質分離集団における頂花房の早生性と第一次腋花房連続出蕾性の関係

第1図に短日夜冷処理後の頂花房と第一次腋花房における早晩性の関係を示す。2010年に調査を行った指標5品種の短日夜冷処理後出蕾までの出葉数は、「さがほのか」が7.5枚で最も少なく、次いで「とよのか」が9.5枚、「サンチーゴ」が12枚、「さちのか」が13枚であった。最も出蕾が遅かった「あまおう」では、調査期間内に半数以上の株で出蕾が見られなかった。森下・山川（1991）、森下ら（1993）は、短日夜冷処理

後の出葉数が 6枚以下の個体を処理による花成誘導個体としている。本試験での短日夜冷処理では、出葉数が最も少なかった「さがほのか」でも 7枚以上であったことからいずれの品種も花芽分化が誘導されず、自然の短日・低温条件下で花成誘導されたことになる。熊倉ら (2005) は、短日夜冷処理による花成誘導効果は、処理による花成誘導後に昼/夜温 = 35/20°C 程度の高温に 5日間より長く遭遇すると花成誘導効果が低下するとしている。試験を行った2010年は、短日夜冷処理終了日から10日間の平均気温が平年 (1979～2000年の平均) と比べて1.9～3.7°C 高く、昼/夜温 = 35/20°C の条件にほぼ相当していた (2010年太宰府市アメダスデータ)。つまり、この時期の高温が短日夜冷処理による花成誘導効果を低下させたと考えられる。このような条件の中、供試60系統の短日夜冷処理後の出葉数は 6～14枚で、「さがほのか」より少ないものから「さちのか」より多いものまで広く分布した。

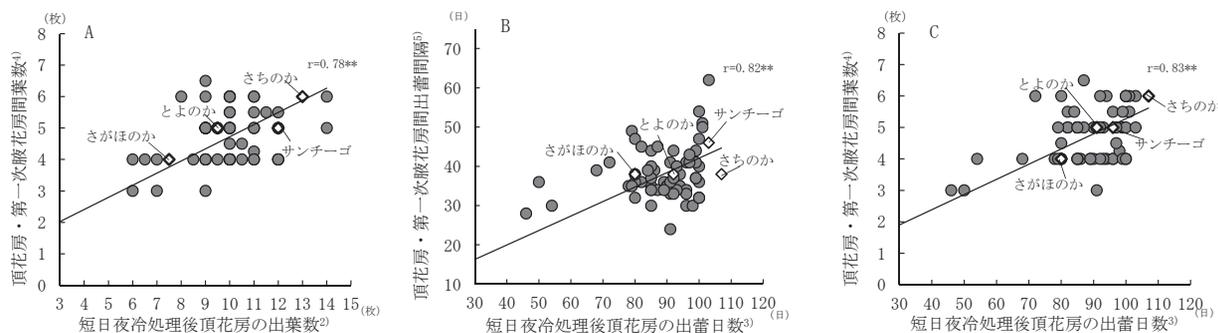
頂花房の花芽分化を確認したのち定植した株の頂花房・第一次腋花房間の葉数は、「さがほのか」が 4枚、「とよのか」と「サンチーゴ」が約 5枚、「さちのか」が 6枚となり、「あまおう」が 8.5枚と最も多かった。頂花房の出蕾が早い品種ほど花房間葉数は少なく、第一次腋花房の出蕾が早かった。一方、供試系統の花房間葉数は 3～6.5枚で、「さがほのか」より少ないものから「さちのか」より多いものまで広く分布した。そして、頂花房出蕾までの出葉数と頂花房・第一次腋花房間の葉数の間には、1%水準の高い正の相関が認められた。また、頂花房の出蕾日数と第一次腋花房の出蕾間隔および頂花房・第一次腋花房間葉数との間においても同様に 1%水準で正の相関が認められた。つまり、頂花房の花芽分化が早い個体は、第一次腋花房の花芽分化も早いことを示唆している。また、森下・本多 (1984) は、花房間の葉数が 3～4枚以内であれば、

花房間で連続的な収穫が可能であるとしている。本試験においても「さがほのか」と同程度、もしくはそれより少ない出葉数で頂花房が出蕾した早生系統は、頂花房・第一次腋花房間葉数が 4枚以下であり、連続的な収穫が可能と考えられる。これらのことから、頂花房の早生性系統選抜は、同時に第一次腋花房が連続出蕾する系統の選抜になると考えられる。

2 早生性指標品種「さがほのか」の花成誘導に適した短日夜冷処理日数

第1表に「さがほのか」における短日夜冷処理期間と頂花房出蕾までの日数および出葉数を示した。短日夜冷処理期間が長いほど処理後の出蕾日数は短くなり、出葉数は少なくなった。森下・山川 (1991)、森下 (1993) は、短日夜冷処理後の出葉数が6枚以下の個体を処理による花成誘導個体と推測している。本試験で早生性指標品種とした「さがほのか」は、5日区でも 0日区に比べて出蕾が早まったが、出葉数は 6枚より多かった。10日区、15日区、および20日区では短日夜冷処理後の出葉数が 6枚以下であり、これらは短日夜冷処理により花成誘導されたと推察される。2009年にも2008年と同じ条件で 8月10日から10日間の短日夜冷処理を行ったところ、「さがほのか」の処理後出蕾までの日数は62日、出葉数は 6枚となり、2か年で同様の結果が得られた。これらのことから、「さがほのか」の花成誘導に適した短日夜冷処理日数は10日間であると考えられる。

森下・山川 (1991) は、一季成り性イチゴの花成誘導に必要な短日夜冷処理日数は品種により異なり、早生品種である「女峰」、「とよのか」および「はるのか」は10～15日、中生品種の「はるよい」は15～20日、晩生品種の「千代田」および「八千代」は20日以上であると報告している。本試験で「さがほのか」の花成



第1図 短日夜冷処理後の頂花房と第一次腋花房における早晩性の関係

- 1) A: 頂花房出蕾までの出葉数と頂花房・第一次腋花房間葉数の関係
- B: 頂花房の出蕾日数と頂花房・第一次腋花房の出蕾間隔の関係
- C: 頂花房の出蕾日数と頂花房・第一次腋花房間葉数の関係
- 2) 短日夜冷処理 (2010年8月10～20日) 後ポット苗のまま管理した株の処理終了日から頂花房出蕾までの出葉数
- 3) 短日夜冷処理 (2010年8月10～20日) 後ポット苗のまま管理した株の処理終了日から頂花房出蕾までの日数
- 4) 短日夜冷処理 (2010年8月10～9月12日) 後、9月14日に定植した株の頂花房出蕾から第一次腋花房出蕾までの出葉数
- 5) 短日夜冷処理 (2010年8月10～9月12日) 後、9月14日に定植した株の頂花房出蕾から第一次腋花房出蕾までの期間の頂花房と第一次腋花房間の出蕾間隔 (日数)
- 6) **: 1%水準で有意

第1表 「さがほのか」における短日夜冷処理期間が頂花房出蕾までの日数および出葉数に与える影響

処理区	2008年		2009年		
	出蕾期(日数) ¹⁾	出葉数 ²⁾	出蕾期(日数) ¹⁾	出葉数 ²⁾	出葉数 ²⁾
0日区	11/ 8 (81)	7.6	-	-	-
5日区	10/29 (72)	6.7	-	-	-
10日区	10/27 (65)	5.8	10/22 (62)	6.0	6.0
15日区	10/23 (56)	5.4	-	-	-
20日区	10/20 (49)	4.8	-	-	-

1) 出蕾期：各品種の出蕾株率が50%以上となった日(カッコ内は処理終了からの日数)

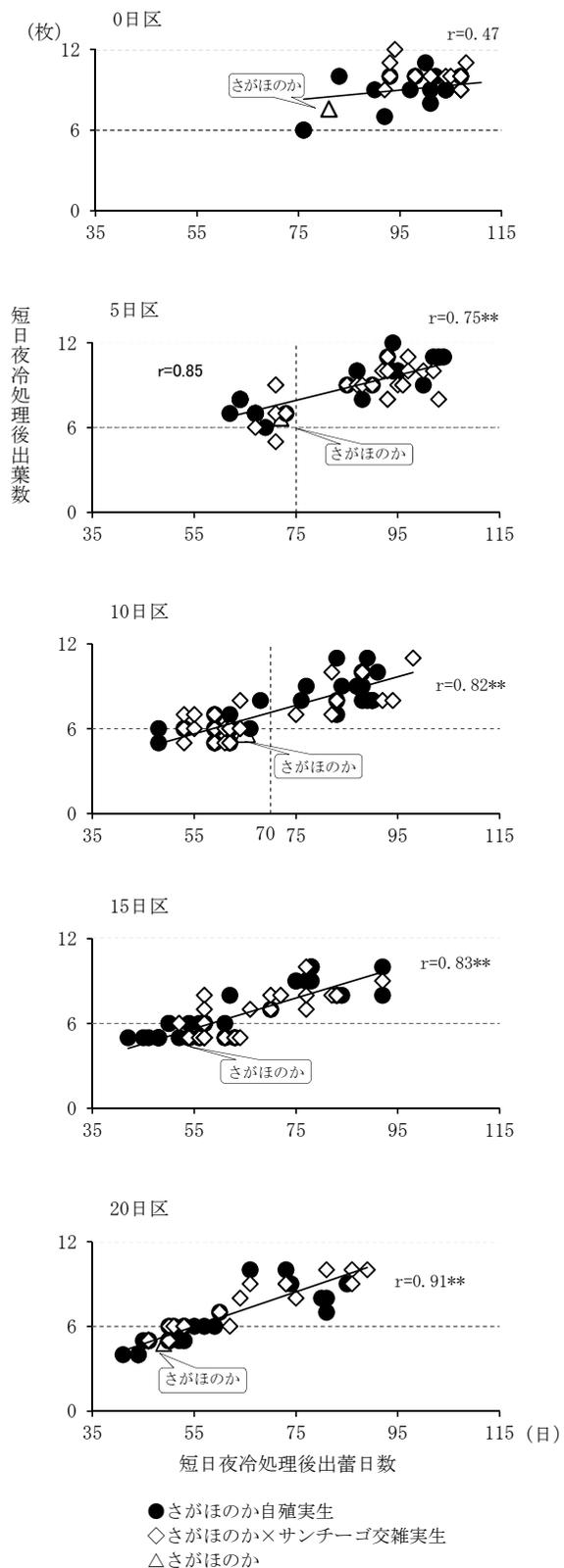
2) 出葉数：出蕾株の平均出葉数

誘導に適した短日夜冷処理は10日であったことから、「さがほのか」は短日・低温に対する感受性が強い早生品種であることが示された。したがって、「さがほのか」を指標とした早生性系統選抜においては、10日間の短日夜冷処理後の出蕾状況を評価することが妥当である。

3 短日夜冷処理による実生個体の早生性評価

早生性指標品種「さがほのか」と実生集団における短日夜冷処理期間と処理後の出蕾日数および出葉数との関係について第2図に示した。短日夜冷処理日数が長くなるほど、早期出蕾個体の割合が増加し、出蕾日数と出葉数の間には高い正の相関が認められた。自殖実生集団と交雑実生集団はいずれも、5日または10日間の短日夜冷処理により、それぞれ処理後75日または70日以内の早期に出蕾する個体群と、それより遅延する個体群とに分離した。また、これら早期に出蕾した個体群において短日夜冷処理期間中に花芽分化したと考えられる個体、すなわち出葉数6枚以下の個体は、10日区では自殖・交雑合わせて40個体のうち32個体(80%)であったのに対し、5日区では16個体のうち3個体(18%)と少なかった。つまり、早期に出蕾した実生個体は、10日区では8割が短日夜冷処理期間中に花芽分化したが、5日区では逆に8割が、処理終了後に自然の短日・低温条件下で花芽分化したものと推測される。以上のことから、実生集団において「さがほのか」と同程度に強い早生性を選抜するために必要な短日夜冷処理日数は10日間と考えられ、指標品種における結論と一致する。10日区において処理後の出葉数が6枚以下であった31個体中、処理後出蕾日数が「さがほのか」と同等の70日以内のものが30個体あった。この実生30個体は頂花房の早生性と出蕾連続性を併せ持つ有望系統として選抜できる。

なお本試験では、番・矢部(2005)が花成誘導が可能なステージとしている本葉数11枚、クラウン径4mm以上を目安に8月上旬まで、双葉展開からおおよそ3か月間養成した実生苗を短日夜冷処理に供試した。一方で森・北村(2008)は、双葉展開から30~45日間生育させた本葉数4.4~7.0枚の実生に低温処理(日長8時間、明期10℃、暗期5℃)を行うことで、より早期に早生性個体の選抜および世代促進が期待できると報告している。今後、育種期間の短縮や選抜規模の拡大を図るためには、より早いステージでの早生性の選抜方法についても検討する必要がある。



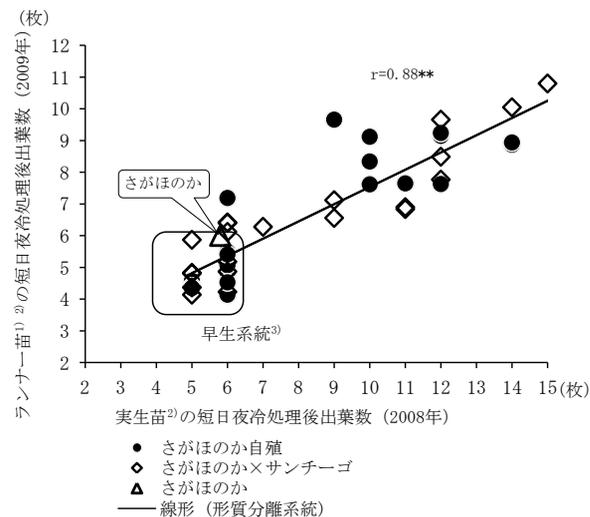
第2図 実生集団における短日夜冷処理期間が処理後出蕾日数および出葉数に与える影響(2008年)

1) **: 1%水準で有意

4 実生苗の出葉数による早晩性選抜の有効性

播種後1年未満の実生苗およびランナー苗における短日夜冷処理後の出葉数の関係を第3図に示した。2008年に調査した実生苗における短日夜冷処理後の出葉数と2009年にそれらを増殖したランナー苗での処理後出葉数との間には、相関係数0.88 (n=46) の1%水準で有意な正の相関が認められた。また、実生苗で短日夜冷処理後「さがほのか」並みの早期に出蕾し、出葉数が6枚以下であった個体26系統は、ランナー苗においても2系統を除き同様に6枚以下の出葉数で出蕾した。これらは10日間の短日夜冷処理中に花芽分化が誘導された早生系統であると考えられる。これらのことから、系統の早生性評価は、栄養繁殖させる前の実生苗の出葉数の早晩を基準にして選抜できることが示唆される。

以上のことを要するに、頂花房の出蕾が早い早生性系統は、頂花房・第一次腋花房の連続出蕾性を併せ持つ傾向が認められた。早生性を評価するための短日夜冷処理期間は、「さがほのか」を指標とする場合、10日間の妥当と考えられる。さらに、実生苗とランナー苗の短日夜冷処理後の頂花房の早生性には高い正の相関が認められたことから、実生苗の出葉数や出蕾日数の



第3図 播種後1年未満の実生苗およびランナー苗における短日夜冷処理後の出葉数の関係

- 1) 実生苗で早生性を評価した「さがほのか」自殖22系統および交雑20系統を形質分離系統としてランナー増殖し、出蕾日数および出葉数を調査
- 2) 実生苗は2008年に育成、ランナー苗は2008年育成実生苗から増殖
- 3) 「さがほのか」ランナー苗を指標とし、出葉数6枚以下、処理後65日以内のものを早生系統と評価
- 4) **: 1%水準で有意

早晩を基準として早生性個体の選抜が可能と考えられる。すなわち、4月に播種した実生苗を8月10日ごろから10日間短日夜冷処理し、頂花房出蕾までの出葉数が6枚以内で処理後の出蕾日数が65日程度の早生性個体を選ぶことで、「さがほのか」並みの早生性および連続出蕾性を有する系統を選抜できる。ただし、短日夜冷処理後に高温が続くと、十分な花成誘導効果が得られないため、短日夜冷処理後の高温対策を講じるなど、形質評価のための環境条件に配慮する必要がある。

引用文献

- 番 喜宏・矢部和則 (2005) 短日夜冷処理によるイチゴ早生性実生系統の効率的な選抜法. 愛知農総誌 研報37: 23-28.
- 北島伸之・佐藤公洋 (2008) イチゴ「あまおう」の早期作型における定植後の遮光処理による第一次腋花房の花芽分化促進. 福岡県農業総合試験場研究報告27: 53-57.
- 熊倉裕史・藤原隆広・池田 敬 (2005) イチゴ「さちのか」の花房発達に及ぼす花芽分化誘起処理後の高温の影響. 近中四農研セ報 5: 1-18.
- 三井寿一・藤田幸一・末吉孝行・伏原 肇 (2003) イチゴ新品種「福岡S6号」, 「福岡S7号」の育成. 福岡県農業総合試験場研究報告22: 61-68.
- 水上宏二・小田原孝治 (2007) 福岡県におけるイチゴ「あまおう」の早期作型で1~2月に安定出荷するための有機配合肥料による最適基肥量. 福岡県農業総合試験場研究報告 26: 85-88.
- 森 欣也・田中政信・中島寿亀 (1997) イチゴ新品種「佐賀2号」の育成. 佐賀県農業試験研究センター研究報告30: 15-31.
- 森 利樹・北村八祥 (2008) イチゴ育種の世代促進における花成誘導処理に適した実生発育ステージ. 園学研 7 (別 1): 115.
- 森下昌三・本多藤雄 (1984) イチゴの花芽の発育に関する研究. 野菜・茶業試験場研究報告C 7: 1-18.
- 森下昌三・望月龍也・山川 理 (1993) イチゴ実生の夜冷短日処理による花成誘導と早生性の選抜. 園学雑61(4): 857-864.
- 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.
- 高村大輔 (2009) 福岡「あまおう」を世界へ (特集 日本の食を世界へ—市場別のマーケティングポイント). ジェトロセンサー. 59 (708), 25-26, 2009-11.
- 竹内 隆 (1997) イチゴの花房連続出蕾に関与する生育特性の解明と品種間差異. 静岡県農業試験場研究報告42: 39-50.
- 脇尾麻里子・大根田章絵・假屋哲朗・鈴木 栄・荻原 勲 (2006) イチゴにおける頂花房および腋花房の出蕾に関する遺伝特性. 園学雑75 (別 2): 181.