

北海道イチゴリレー苗の掘上げ適期

水野真二・香川晴彦

キーワード：イチゴ、北海道リレー苗、掘上げ適期、花芽分化、品種間差

I 緒 言

千葉県のイチゴ栽培面積は227haで全国9位、産出額は61億円（平成20年産野菜生産出荷統計）となっており、県内全域で栽培が盛んである。また南房総地域をはじめ県下全域では、数多くのイチゴ狩り園が営まれており、早春には観光客がイチゴの摘みとりを楽しんでいる。

イチゴ栽培で特に問題となる病害として、炭疽病菌 *Colletotrichum gloeosporioides* による炭疽病が挙げられる。炭疽病は主に夏期の高温時に発生する病害であり、潜在感染している親株が伝染源となって、雨水や灌水の飛沫により子株に伝染する（岡山, 1998）。炭疽病の潜在感染は目視で判別できないため、感染株の完全な排除は難しく、自家育苗では毎年病害が多発する状況が続いている。

そこで千葉県では、炭疽病の回避を目的として、2000年よりイチゴリレー苗生産システムが導入された。リレー苗とは、苗の増殖・育成を炭疽病の発生のない地域に委託し、生産された苗を引き取るシステムであり（高橋, 2000）、これまでに香川県、愛知県、栃木県などでも実用化されている。千葉県では、炭疽病菌が生存していない北海道夕張郡栗山町の苗生産組合に苗生産を委託することで炭疽病を回避しており、さらに現地の水田輪換畑で育苗することで、好気条件下で発病する萎凋病（*Verticillium dahliae*）の耕種的防除に成功している（Ebihara et al., 2010）。

千葉県のリレー苗システムでは、炭疽病検定を行った無病の親株を栗山町の苗生産組合に送り、2年間増殖することで、最終的に親株の5,000倍程度の苗が生産されている。苗は9月中にポテトハーベスターで掘り上げられ、ランナーでつながった状態のまま100～300株ずつ段ボールに梱包される。保冷コンテナで千葉県の苗委託組合に輸送され、リレー苗利用生産者へ配付された後、各戸でランナーを切断・調製された苗が本圃に定植される。無仮植苗であるリレー苗は、自家育苗のポット苗よりも収穫開始がやや遅いため、12月の果実収量は少なくなるが、年明け以降の収量はポット苗と同等以上になることから、本県では1月以降に営業開始となるイチゴ狩り園を中心に導入が進んでいる。

自家苗とリレー苗を組み合わせることで、炭疽病のリスクを軽減できることに加え、育苗労力の削減や、収穫の中休みが軽減されることも大きなメリットとなっている。

リレー苗生産が始まった2000年には、「女峰」1品種、約5万株の生産規模であったが、2008年には「とちおとめ」、「さちのか」、「章姫」、「ふさの香」の4品種、約59万株に増加している。しかし、生産規模の拡大に伴い、栗山町での掘上げに要する期間が前後に広がるようになった結果、年次によっては開花の遅れや開花期のばらつきが顕著に発生し、年内収量が減少するようになった。そこで、リレー苗の主要品種である「とちおとめ」、「さちのか」、「章姫」について、栗山町での掘上げ時期が千葉県での定植後の花芽分化、開花日及び果実収量に及ぼす影響を明らかにしたのでここに報告する。

本研究を実施するに当たり、(独)北海道立総合研究機構 花・野菜技術センターの大久保進一氏と、北海道空知農業改良普及センターの成松靖氏、松井梨絵氏には、栗山町におけるリレー苗の掘上げにご協力いただいた。また、JAそらち南苺苗生産組合の皆様と、安房いちご苗委託組合の皆様には、試験に供試したリレー苗の確保にご協力いただいた。また、安房農林振興センター（現安房農業事務所）の海老原克介氏（現千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所）、山本大樹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。

II 材料及び方法

1. 試験区の構成

2008年及び2009年に北海道夕張郡栗山町の輪換畑で生産されたリレー苗「とちおとめ」、「さちのか」、「章姫」（「章姫」は2008年のみ）を供試し、9月上旬、中旬、下旬に掘上げた無仮植苗をそれぞれ上旬区、中旬区、下旬区とした。掘上げた苗は、段ボール箱に梱包して冷蔵便で千葉県へ輸送し、本葉3～4枚の苗を選抜して、当センター暖地園芸研究所（千葉県館山市）内ビニールハウスに1区12株の4反復で定植した。

2008年の上旬区は9月8日に掘上げて10日に、中旬区は16日に掘上げて18日に、下旬区は24日に掘上げて26日にそ

れぞれ定植した。2009年の上旬区は9月9日に掘上げて11日に、中旬区は16日に掘上げて18日に、下旬区は25日に掘上げて28日にそれぞれ定植した。

また対照区として、2009年に暖地園芸研究所で育苗した「とちおとめ」、「さちのか」の9cmポット苗（本葉3～4枚）を9月17日に定植し、自家苗区とした。

2. 栽培概要

ビニールハウスの栽植様式は、畦間130cm、ベッド幅100cm、条間25cmの2条千鳥植えとし、株間は「とちおとめ」が22cm（栽植密度6,900株/10a）、「さちのか」、「章姫」が20cm（同7,600株/10a）とした。施肥量は10a当たり窒素12kg、りん酸10.3kg、加里12kgとし、緩効性肥料であるスーパーエコロング424-140(14-12-14)の全量基肥とした。その他の管理は館山市の観光イチゴ狩り園における慣行栽培に準じた。保温開始後の最低夜温は「とちおとめ」が7℃、「さちのか」、「章姫」が5℃とした。

3. 調査方法

定植時に花芽分化程度を調査し、定植後は各試験区の開花日、果実収量を調査した。定植時の花芽分化程度は、試験区毎に5株の成長点を検鏡して、成長点の形態を花芽未分化、分化初期、分化期、花房分化期、がく片形成期、花弁形成期の6段階で判定した。開花日は、第一果房における一番花の開花日を株ごとに調査した。果実収量は、果実の可販収量（6g以上の果実重量）を12月1日から翌年4

月30日まで週2回の頻度で収穫し、月別可販収量として調査した。

Ⅲ 結 果

1. 花芽分化特性及び開花日

掘上げ時期が異なるリレー苗及び自家苗区の定植時花芽分化程度と開花日を第1表に示した。いずれの品種・年次もリレー苗は掘上げ時期にかかわらず、5株中3株以上が花芽未分化の状態であり、掘上げ時期及び品種間で花芽分化程度に大きな差は見られなかった。一方、2009年の自家苗区は、9月中旬の定植時点で「とちおとめ」は5株中5株、「さちのか」は5株中4株が花芽分化していた。

リレー苗の平均開花日は、いずれの品種・年次も下旬区では上旬区及び中旬区と比較して開花日の遅れが認められた。2009年に供試した「とちおとめ」、「さちのか」の自家苗区は、同年のリレー苗各区よりも開花日が早かった。リレー苗の平均到花日数は、2009年の「とちおとめ」を除き中旬区が最も短かった。また、いずれの品種・年次も上旬区の到花日数は、中旬区より長くなる傾向が見られた。リレー苗の開花日標準偏差は、いずれの品種・年次も上旬区では6日を超えており、中旬区より標準偏差が大きく、開花がばらつく傾向が見られた。2009年の「とちおとめ」、「さちのか」の自家苗区は、同品種のリレー苗各区と比較

第1表 掘上げ時期の異なるリレー苗及び自家苗の定植時花芽分化程度及び開花日

品種	試験年次	試験区	定植時花芽分化程度					平均開花日	開花日 標準偏差	平均到花 日数
			株1	株2	株3	株4	株5			
とちおとめ	2008	上旬	△	×	×	×	×	11月21日 a	7.9日	72日
		中旬	△	△	×	×	×	11月14日 b	6.6日	57日
		下旬	○	△	×	×	×	12月 2日 c	5.8日	67日
	2009	上旬	×	×	×	×	×	11月18日 b	8.5日	68日
		中旬	×	×	×	×	×	11月20日 b	4.0日	63日
		下旬	×	×	×	×	×	11月27日 c	4.6日	60日
		自家苗	◆	●	●	◎	○	11月 4日 a	4.9日	48日
	さちのか	2008	上旬	×	×	×	×	×	11月22日 a	9.6日
中旬			×	×	×	×	×	11月22日 a	5.5日	65日
下旬			△	×	×	×	×	12月 6日 b	4.9日	71日
2009		上旬	×	×	×	×	×	11月24日 b	6.8日	74日
		中旬	×	×	×	×	×	11月24日 b	4.5日	67日
		下旬	◎	○	×	×	×	12月 7日 c	5.9日	70日
		自家苗	◆	◎	◎	○	×	11月15日 a	3.6日	59日
章姫		2008	上旬	△	×	×	×	×	11月17日 a	6.3日
	中旬		△	×	×	×	×	11月16日 a	2.6日	59日
	下旬		△	△	×	×	×	12月 3日 b	6.8日	68日

注1) 定植時花芽分化程度は、×花芽未分化、△分化初期、○分化期、◎花房分化期、●がく片形成期、◆花弁形成期を示す。

2) 平均開花日の異なる文字間には5%水準で有意差あり (Tukey-Kramer法)。

3) 平均到花日数は、定植日から平均開花日までの日数を示す。

して到花日数が早く、開花日標準偏差も5日以下であった。

2. 果実収量

掘上げ時期が異なるリレー苗、及び自家苗区の収穫時期別の果実収量を第2表に示した。2008～2009年の「とちおとめ」の収量は、12月には中旬区が上旬区及び下旬区と比較して多収となり、1月には上旬区が、2月と3月には下旬区が多収となったが、合計収量に有意な差は見られなかった。2009～2010年の収量は、12月には自家苗区が最も多収となり、次いで上旬区、中旬区、下旬区の順であった。2月の収量は自家苗区が最も少なく、中休みが見られた。4月の収量は、12月の収量が少なかった下旬区が上旬区及び中旬区よりも多収となり、合計収量に有意な差は認められなかった。

2008～2009年の「さちのか」の収量は、12月には上旬区が中旬区、下旬区のいずれよりも多収となり、1月には下旬区が他の試験区と比較して大幅に少なかった。合計収量は、上旬区が最も多収となった。2009～2010年の12月収量は、自家苗区がリレー苗各区より多収となった一方で、リレー苗の試験区間では有意な差は見られなかった。1月と2月の収量は、上旬区と中旬区で中休みすることなく安定的に収量を確保できたが、下旬区は顕著な収量減が認められた。しかし、3月は下旬区が最も多収となり、合計収量に有意な差は見られなかった。

2008～2009年の「章姫」の12月と1月の収量は、下旬区が最も少なかった。2月は上旬区が、3月は下旬区が最も多収となり、合計収量に有意な差は認められなかった。

また近年は、1月及び2月の市場価格も比較的高いこと

から、12～2月の合計収量を試験区間で比較すると、「とちおとめ」はいずれの年次も有意な差は認められなかったが、「さちのか」はいずれの年次も下旬区の収量が他の試験区よりも大幅に少なかった。「章姫」は、上旬区が最も多収となり、次いで中旬区、下旬区の順であった。

Ⅳ 考 察

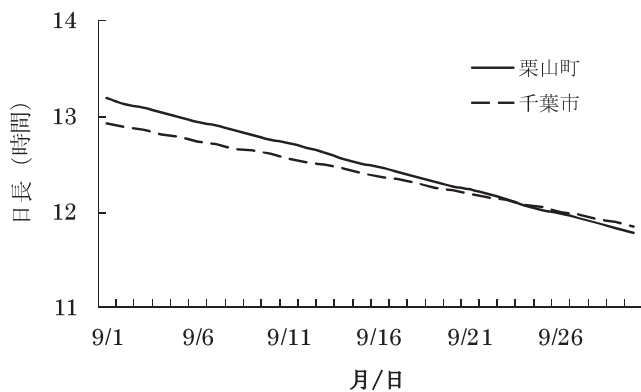
通常、自家苗を利用したイチゴの促成栽培では、花芽分化確認後に定植することが、開花のばらつきを抑えて年内収量を安定的に得るために重要とされている。リレー苗では、「とちおとめ」、「さちのか」、「章姫」いずれの品種も、掘上げ時期を遅らせても北海道では花芽分化が進まない上、9月下旬まで掘上げずにいると、本圃での開花が著しく遅れた。また「さちのか」と「章姫」では、市場価格の高い2月までの初期収量が大幅に減少することが明らかとなった。これらの結果から、リレー苗は北海道で花芽分化していない状態であっても、9月中旬より前に掘上げて本圃に定植することが、開花の遅れや初期収量の減少を回避する上で重要と考えられる。

いずれの品種も、9月上旬に掘上げたリレー苗では、中旬に掘上げた苗と比較して開花のばらつきが大きくなり、到花日数を長く要する傾向がみられた。「とちおとめ」や「さちのか」といった一季成り性の早生品種は、本州で育苗した場合、9月頃の低温・短日条件下で花芽分化が誘導されることが知られている（石原ら、1996；森下ら、1997）。しかし、栗山町は本州より冷涼である一方、高緯度であるた

第2表 掘上げ時期の異なるリレー苗及び自家苗の果実収量

品種	試験年次	試験区	可販収量 (kg/10a)					合計	12・2月合計
			12月	1月	2月	3月	4月		
とちおとめ	2008～2009	上旬	114 b	719 a	522 b	864 b	825 a	3,044 a	1,355 a
		中旬	268 a	360 b	603 ab	1,026 ab	934 a	3,190 a	1,231 a
		下旬	10 b	409 b	722 a	1,112 a	842 a	3,096 a	1,142 a
	2009～2010	上旬	174 b	679 a	525 a	210 a	386 b	1,974 a	1,378 a
		中旬	97 c	612 a	524 a	162 a	387 b	1,782 a	1,233 a
		下旬	27 d	611 a	598 a	222 a	537 a	1,995 a	1,236 a
		自家苗	408 a	592 a	364 b	236 a	451 ab	2,050 a	1,363 a
さちのか	2008～2009	上旬	72 a	537 a	481 a	711 a	587 a	2,389 a	1,090 a
		中旬	14 b	473 a	469 a	706 a	449 a	2,111 ab	956 a
		下旬	0 b	194 b	483 a	746 a	532 a	1,955 b	677 b
	2009～2010	上旬	28 b	450 a	456 ab	321 ab	311 a	1,566 a	934 a
		中旬	21 b	418 a	491 a	300 b	447 a	1,677 a	930 a
		下旬	0 b	171 b	328 b	460 a	462 a	1,422 a	500 b
		自家苗	104 a	509 a	381 ab	251 b	319 a	1,564 a	995 a
章姫	2008～2009	上旬	134 ab	807 a	838 a	897 ab	566 a	3,240 a	1,778 a
		中旬	175 a	778 a	612 b	880 b	812 a	3,258 a	1,565 b
		下旬	4 b	425 b	708 ab	1,138 a	659 a	2,934 a	1,137 c

注) 可販収量の異なる文字間には5%水準で有意差あり (Tukey-Kramer法)。



第1図 栗山町及び千葉市における日長の推移

注1) 国立天文台の暦における日の出から日の入りまでの時間を日長とした。

2) 栗山町：北緯43度3分，千葉市：北緯35度36分

め夏季の日長が本州より長く、短日条件が満たされにくいと考えられる。栗山町（北緯43度3分）と千葉市（北緯35度36分）の9月の日長の推移を第1図に示すと、栗山町では、9月5日の時点でまだ13時間程度の長日条件となっている上、太陽高度が低いことから、日没後の薄明薄暮の時間帯も本州より長いと予想される。一季成り性のイチゴ品種では、低温条件に関係なく花芽分化しない限界日長が13時間程度とされていることから（Ito et al., 1962; Jonkers, 1965）、栗山町では9月上旬の時点で、花芽分化に必要な短日条件が十分に満たされていないと考えられる。さらに9月上旬に掘上げた苗は、千葉県の本圃で厳しい残暑に遭遇することから、定植後の速やかな花芽分化が阻害されて栄養成長が続くことにより、開花がばらつきやすくなると推察される。開花のばらつきは、市場出荷が主体のイチゴ園の場合、価格が高い12月の集中的な収穫・出荷が妨げられるため収益減の大きな要因となる。しかし、1月以降に営業開始となるイチゴ狩り園の場合は、12月の収量が収益に大きく影響しないことから、9月上旬に掘上げたリレー苗も十分実用的と考えられる。

9月15日頃になると、栗山町の日長時間は13時間を割り込んで千葉市の日長時間とも大きな差がなくなることから（第1図）、栗山町では9月中旬ごろに花芽分化に必要な短日条件が満たされると予想される。このため、9月中旬に掘上げたリレー苗は、栗山町で低温・短日条件に感応した状態にあると考えられ、本圃定植後、速やかに花芽分化して開花が揃いやすくなるものと推察される。それでもなお、自家苗と比較して12月の収量は劣るが、リレー苗は1～2月に中休みが少ないことも大きな特徴であるため、9月中旬に掘上げた苗はイチゴ狩り園のみならず、市場出荷が主体のイチゴ園でも部分的に導入するメリットは大きいと考えられる。

9月下旬に掘上げたリレー苗では、いずれの品種も開花日が顕著に遅れ、2009年の「とちおとめ」を除いて中旬に掘上げた苗よりも到花日数が長くなった。さらに下旬に掘上げたリレー苗では、上旬または中旬に掘上げた苗と比較して「とちおとめ」は年内収量の減少が認められ、「さちのか」と「章姫」では2月までの初期収量が大幅に減少した。このことから、栗山町では9月下旬になると、日長時間が急激に短くなることに加え、冷涼な気候が重なることでリレー苗の休眠が誘導されてしまい、定植後の生育が緩慢になっている可能性が考えられる。しかし、本研究では休眠性を評価できるだけの気象観測や生育調査を実施していないことから、今後の試験研究の中で、掘上げ時期と休眠の深さの関係を明らかにする必要がある。

本研究の結果から、リレー苗の生産現場で掘上げ作業を行う際には、以下の4点について留意する必要があると考えられる。（1）開花のばらつきや収量減を回避できる最適な掘上げ時期は、いずれの品種も9月中旬である。

（2）初期収量減を回避するため、9月下旬の掘上げは行わない。（3）「さちのか」と「章姫」では、掘上げが遅れると2月までの初期収量が大きく減少するため、初期収量への影響が少ない「とちおとめ」よりも優先して掘上げる。（4）実際の掘上げは栗山町の天候や苗の輸送状況にも左右されることから、掘上げの遅れを防ぐためには、開花のばらつきを許容した上で、9月上旬から好天日を見逃さずに連日掘上げる。

なお、これらの知見は、すでにリレー苗の生産現場で活用されつつあり、2010年には掘上げを9月15日までに完了させた結果、本圃において開花の遅れや収量減といった問題は発生しなかった。

V 摘 要

千葉県で利用されているイチゴリレー苗「とちおとめ」、「さちのか」、「章姫」について、北海道夕張郡栗山町における掘上げ時期が、花芽分化、開花日及び果実収量に及ぼす影響を調査し、最適な掘上げ時期を明らかにした。

1. いずれの品種も、9月上旬に掘上げると、開花日のばらつきが大きくなる傾向がみられた。
2. いずれの品種も、9月中旬に掘上げると開花日が揃いやすくなり、中休みもなく安定的に収量を得ることができた。
3. いずれの品種も、9月下旬に掘上げると本圃での開花が著しく遅れ、「とちおとめ」では12月の収量が、「さちのか」と「章姫」では2月までの収量が大きく減少した。
4. これらの結果から、リレー苗の掘上げ適期は9月中旬

であり、9月下旬の掘上げを回避することで、果実収量の減少を防げることが明らかになった。

5. 掘上げ日は栗山町の天候や苗の輸送状況にも左右されることから、9月下旬の掘上げを回避するためには、開花のばらつきを許容した上で、9月上旬から掘上げることが望ましい。

Ⅵ 引用文献

- Ebihara, Y., S. Uematsu and S. Nomiya (2010) Control of *Verticillium dahliae* at a strawberry nursery by paddy-upland rotation. *J. Gen. Plant Pathol.* 76: 7-20.
- 石原良行・高野邦治・植木正明・栃木博美 (1996) イチゴ新品種「とちおとめ」の育成. 栃木農試研報. 44:109-123.
- Ito, H. and T. Saito (1962) Studies on the flower formation in the strawberry plants. I. Effects of temperature and photoperiod on the flower formation. *Tohoku J. Agr. Res.* 13:191- 203.
- Jonkers, H. (1965) On the flower formation, the dormancy and the early forcing of strawberry. 65: 1-59. Meded. Landbouwhoges. Wageningen. USA.
- 森下昌三・望月龍也・野口裕司・曾根一純・山川 理 (1997) 促成栽培用イチゴ新品種 ‘さちのか’ の育成経過とその特性. 野菜試報. 12:91-115.
- 岡山健夫 (1998) イチゴ炭疽病, 日本植物病害大辞典 (岸 國平 編). p.493. 全国農村教育協会. 東京.
- 高橋傳吉 (2000) 苗のリレー生産, イチゴ一歩先を行く栽培と経営 (松田照男 編). p.191-195. 全国農業改良普及協会. 東京.

Optimum Period for Lifting Strawberry Plants from a Nursery Field in Hokkaido

Shinji MIZUNO and Haruhiko KAGAWA

Key words : strawberry, relay production system, optimal period for lifting,
floral induction, cultivar differentiation

Summary

To determine the best period for lifting strawberry plants of three cultivars, 'Tochiotome', 'Sachinoka', and 'Akihime', from their nursery field in Hokkaido, we investigated their flowering time and fruit yield after transplantation into a greenhouse in Chiba Prefecture.

1. When the plants were lifted in early September, the flowering periods of all three cultivars tended to be longer.
2. When the plants were lifted in mid-September, all of the cultivars bloomed within a short period and exhibited a stable fruit yield.
3. Lifting in late September caused a significant delay ($P < 0.05$) in the flowering time of all of the cultivars. The fruit yield of 'Tochiotome' was reduced in December, and 'Sachinoka' and 'Akihime' showed marked decreases in early yields between December and February.
4. These results suggest that the optimum period for lifting 'Tochiotome', 'Sachinoka' and 'Akihime' plants in Hokkaido is mid-September, and that they should not be lifted in late September because of a marked loss of early fruit yield.
5. Because the timing of lifting strawberry plants in Hokkaido is also affected by weather and transportation conditions, plants should best be removed from early September to allow some variation in flowering time.