

第IV章 北海道におけるイチゴ作付け状況の変化

北海道における寒冷地向け一季成り性品種の作付け面積は減少傾向にあるが、全イチゴ作付け面積の60～70%である(川岸・竹腰, 2003)。しかし、近年のイチゴ生産は、四季成り性イチゴや道外で育成された促成栽培用品種の導入に伴い、作付け状況が著しく変化している。また、高設栽培がここ3～4年で本格的に導入されており、道内のイチゴ生産状況は転換期にきていると考えられる。

本章では、北海道の寒冷地向け一季成り性イチゴ品種の作付け動向を中心に、品種の動き、高設栽培の導入状況について把握するとともに、寒冷地向け一季成り性イチゴ新品種‘けんたろう’の普及状況について調査した。

第1節 イチゴの作付け動向

道内のイチゴ生産は‘宝交早生’を中心として主に5～6月に行われていた。しかし、最近、無加温促成栽培や雨よけ早熟栽培のほか、加温促成栽培や四季成り性品種を用いた夏秋どり栽培が導入されてきた。さらに、これらの作型の導入に伴い、高設栽培を取り入れる動きが見られている。ここでは、道内のイチゴの作付け動向と高設栽培の導入状況について調査した。

1. 調査方法

2004年8月に道内の全普及センターへ調査を依頼した。調査項目は各普及センター管内の当年収穫のイチゴ生産戸数と面積および高設栽培面積であった。なお、これらの調査結果を川岸・竹腰(2003)が実施した1999年と2002年の調査結果と比較した。

2. 調査結果

2004年の支庁別作付け面積を2002年と比較すると、後志における減少が大きかったが、他の支庁では横ばいからやや増加傾向であった(表48)。特に、1999年から2002年にかけて減少が大きかった空知で10ha近く増加した。2004年の全道の作付け面積は、2002年と比較すると3haほど増加したが、1999年と比較すると2haほどの減少となった。また、2004年の支庁別栽培戸数では、石狩と空知で2002年と比較して20戸以上増加したが、後志で大きく減少し、全体では45戸、約5%の減少となり、1999年との比較では150戸、約4%の減少となった(表49)。

寒冷地向け一季成り性品種における栽培面積の変化で

は、2002年から2004年にかけては75.6haから70.9haと6%の減少で、1999年から2002年ほど大きな減少ではなかった(表50)。一方、府県で育成された促成栽培用品種は2002年には1999年の2.5倍以上の9.6haとなったが、その後の2年間は3.6haの増加にとどまった。また、四季成り性イチゴ品種の面積は、2002年が1999年より5haほど増加し35ha余りに、2004年にはさらに6.5ha増加し42.1haとなった。

2004年の全道の高設栽培面積は25.3haで、2002年

Table 48. Changes in the cultivation area of strawberry in Hokkaido.

District	Year		
	1999	2002	2004
Ishikari	9.0 ^z	12.4	14.2
Oshima	7.8	8.3	10.7
Hiyama	3.2	3.2	4.6
Shiribeshi	26.5	26.3	16.7
Sorachi	14.7	9.5	18.8
Kamikawa	20.9	24.5	22.8
Rumoi	3.4	3.5	3.7
Abashiri	6.1	7.3	7.1
Iburi	16.6	13.9	16.0
Hidaka	7.5	5.8	7.2
Tokachi	10.0	3.4	3.1
Others	2.3	4.8	1.2
Total	128.1	123.0	126.3

^z ha.

Table 49. Changes in the number of strawberry farmers in Hokkaido.

District	Year		
	1999	2002	2004
Ishikari	65	60	84
Oshima	91	72	71
Hiyama	35	38	41
Shiribeshi	234	248	185
Sorachi	169	120	140
Kamikawa	195	182	192
Rumoi	43	42	39
Abashiri	60	42	37
Iburi	117	111	108
Hidaka	34	26	29
Tokachi	19	13	15
Others	5	10	11
Total	1067	962	917

Table 50. Changes in the cultivation area ² of strawberry classified according to the types of cultivar in Hokkaido.

Type	Cultivar	1999	2002	2004
<i>Short-day</i>				
For cold regions	Hokowase	57.2	48.7	26.8
	Kitaekubo	24.9	19.7	13.9
	Kentaro	—	2.1	26.8
	Others	6.4	5.1	3.4
For forcing culture	Toyonoka	2.1	2.7	2.6
	Akihime	0.4	0.9	1.5
	Sachinoka	0.2	0.9	1.1
	Tochiotome	0.1	3.4	6.6
	Others	2.0	1.7	1.4
<i>Everbearing</i>				
	Pechka	27.6	10.0	10.7
	Kareinya	—	19.1	10.8
	Kiminohitomi	—	—	8.3
	Others	3.0	6.5	12.3

² ha.

より 8ha 余り増加し、イチゴ栽培全体に占める面積割合も 14%ほどから 20%に増加した (表 51)。

第 2 節 ‘けんたろう’ の普及状況

都府県の促成栽培用品種が ‘とよのか’ や ‘女峰’ に変わってからは、小売店での日持ち性や輸送性が重視されるようになった。そのため、北海道における一季成り性品種においても、日持ち性の劣る ‘宝交早生’ から日持ち性の良い ‘きたえくぼ’ や ‘けんたろう’ へと変化してきている。本節では、2000 年に育成した ‘けんたろう’ の普及状況を調査した。

1. 調査方法

第 1 節と同様に、2004 年 8 月に道内の全普及センターへ調査を依頼し、当年収穫の品種別面積と 2005 年産の植え付け見込みについて調査するとともに、調査結果を川岸・竹腰 (2003) が実施した 1999 年と 2002 年と比較した。

2. 調査結果

寒冷地向け一季成り性品種の中では、‘けんたろう’ の作付けのみが増加しており、2002 年には 2.1ha であったが、2004 年には 26.8ha となり、‘宝交早生’ と同等となった (図 18)。一方、‘宝交早生’ の作付け面積は減少を続けており、1999 年には 57.2ha であったが 2004 年には 26.8ha となり、当時の 40%以下となった。

Table 51. Changes in the cultivation area ² of strawberry classified according to the type of culture (soil or substrate) in Hokkaido.

Culture	2002	2004	2004/2002 (%)
Soil culture	106.0	101.0	95.3
Substrate culture ^y	17.0	25.1	148.4
% of substrate culture	13.9	20.0	

² ha

^y Strawberries are planted in substrate on raised shelves.

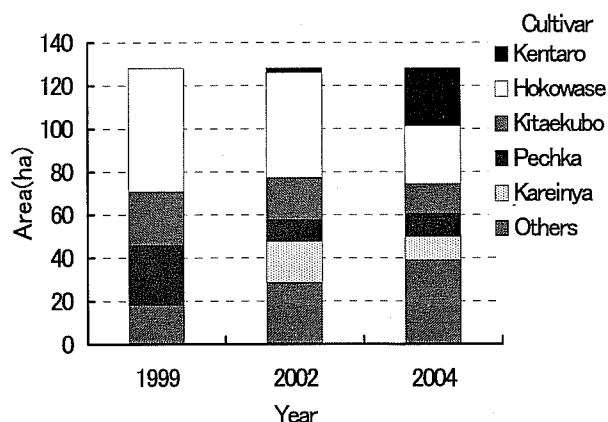


Fig. 18. Changes of the composition of strawberry cultivars grown in Hokkaido.

2005年の作付け見込み面積の調査から‘けんたろう’は5~10ha程度の増加が予想され、寒冷地向け一季成り性品種の50%以上の面積となると推察されている。一方、‘けんたろう’と‘宝交早生’に次ぐ作付け面積の品種としては、‘きたえくぼ’が13.9haであり、四季成り性品種の‘カレイニヤ（商標名：夏娘）’と‘ペチカ’が10ha余りであった。2004年に増加面積が大きい品種は、四季なり性品種の‘さみのひとみ’であった。札幌中央卸売市場の丸果札幌生果株式会社で4~7月に取り扱った品種の最近3年間の変化をみると、‘宝交早生’が大きく減り、‘けんたろう’が増加した（図19）。また、‘けんたろう’は‘宝交早生’より単価が高く、現在、国内で最も作付けが多く価格が安定している‘とちおとめ’並の単価であった（図20）。

第3節 考察

支庁別作付け面積では後志の減少が大きかったが、これは後志が寒冷地向け一季成り性品種の作付け割合が多く、その作付け面積の減少率が大きいことによると考えられる。一方、石狩での面積の増加は都市近郊での観光農園が増加傾向にあることによると推察される。

近年の作付け動向として、寒冷地向け一季成り性品種の作付けの減少と四季成り性品種および促成栽培用品種の作付けの増加が認められた。この原因としては、単位面積当たりの収量と収益が、四季成り性品種や促成栽培用品種では高いことがあげられる。四季成り性品種は6~7月から11月頃まで5~6か月の収穫期間でa当たり300kgほどの収量目標である。単価も1kg当たり1500円~2000円程度と高く、時期や規格によっては3000円の高単価となることもある。そのため、四季成り性品種ではa当たり50万円以上の粗収入が見込める。さらに、法人や他業種がこれらの収益を見込み、大規模に四季成り性イチゴ栽培を始める事例がみられ、このことが四季成り性品種の増加に拍車をかけている。

また、促成栽培用品種では11月から翌年の6月頃まで6か月以上の収穫期間があり、単価は1000円以上、a当たり収量は400kg程度が見込めるため、a当たり40万円以上の粗収益が見込める。促成栽培用品種では、既存生産者が法人を作り2ha規模の団地を形成する例もみられ、面積の増加につながったと考えられる。

一方、寒冷地向け一季成り性品種は、収穫期間は4~7月のうちの1か月程度で、a当たり収量は200kg、粗収益は20~30万円/aである。さらに、寒冷地向け一季成り性品種は短期間に多くの収量を上げるため、収穫労働が集中している。そのため、法人などの集団では雇用

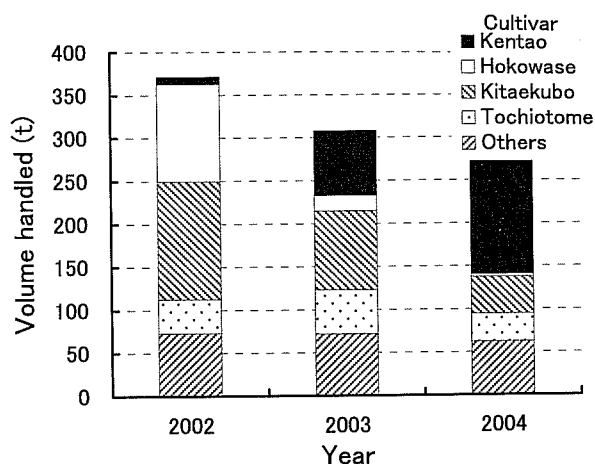


Fig. 19. Changes in the distributed amount of strawberry fruits by a wholesaler, Maruka-sapporoseika Co. Ltd., at Sapporo central wholesale market between April and July.

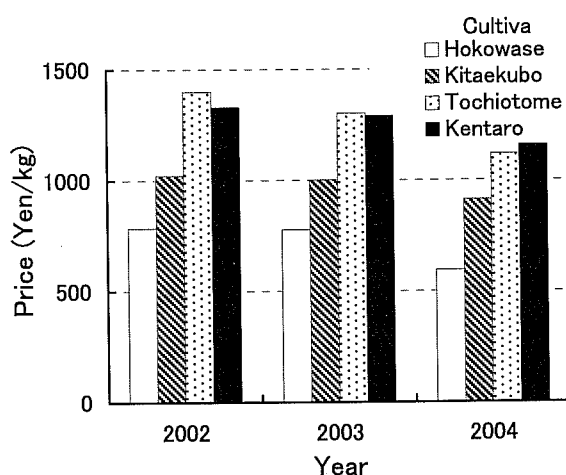


Fig. 20. Changes in the price of strawberry fruits by a wholesaler, Maruka-sapporoseika Co. Ltd., at Sapporo central wholesale market.

労働が使いにくく、参入しにくい作型であると推察される。これらのことが、寒冷地向け一季成り性品種の作付けを減少させている要因と考えられる。

高設栽培は増加傾向にあったが、これは法人や他業種がイチゴ栽培に取り組み際に高設栽培を導入していることによる。高設栽培は初期投資額が大きいので、新規参入者等が助成を受けて導入する機会が多く、既存のイチゴ生産者が導入するのは難しい。現在、寒冷地向け一季成り性品種で高設栽培を導入している生産者は、一季成り性品種を収穫後、同じ架台に四季成り性品種を載せ替えて栽培している場合が多い。今後も寒冷地向け一季成

り性品種で高設栽培を導入するには、栽培面やシステム面での工夫が必要である。

北海道におけるイチゴの品種構成をみると、ここ5年間で大きく変化したことが分かる。これまで北海道の主要品種であった‘宝交早生’は、日持ち性や輸送性が劣ることから大きく減少し、これに伴い‘けんたろう’が大きく伸び、特に市場取引で著しい。これは、‘けんたろう’は日持ち性や輸送性が良いだけでなく、‘きたえくぼ’でみられる生理障害の先白果が発生せず、栽培しやすいことによると考えられる。そのため、観光農園や直売など日持ち性が重要でない場合を除き、品種導入が積極的に図られたと推察される。また、食味も良好で外観品質も良いため、生産者にも消費者にも受け入れられ、単価にも反映されたと思われる。

柿下は、一概に市場ニーズに合う品種を説明できないとし(2003a)、販売先に合った品種の選び方を述べてい

る(2003b)。この中で、業務加工用については、甘みと酸味のバランスが良くジューシーなものへの嗜好が変わってきているが、6月以降の夏秋期は業務、生食ともアメリカを中心とした輸入品で賄われていると指摘している。また、高井(2003)も、市場は6月の寒冷地のイチゴに期待していると述べている。檜山南部地域では2005年の4~6月に業務用として‘けんたろう’を東京へ出荷する予定である。‘けんたろう’は、これらの期待に十分応えることができる品種と考えられる。今後は、北海道内だけの供給ではなく、6月以降の道外への青果物移出を検討することで、寒冷地向け一季成り性品種の作付けの増加が期待される。また、現在は北海道外への苗供給はできないが、供給が可能となった場合には東北などへの作付け拡大も期待され、4月以降の都府県への果実供給の拡大が可能となる。

第V章 寒冷地向け一季成り性品種育成における ヨーロッパ系品種利用の可能性 —糖度、pH及び果実硬度の評価—

‘きたえくぼ’や‘けんたろう’の育成により、北海道における一季成り性品種の日持ち性や輸送性の向上が図られた。寒冷地向け一季成り性品種では、収穫時期が4~6月と外気温が上昇してくる時期に当たるため、果実の日持ち性や輸送性を向上させることは重要である。また、食味は糖度や糖酸比が高いほど評価が高いとされるが(Alavoine・Crochon, 1989; 曾根ら, 2000), 温度が高いほど糖酸比が低くなるとの報告がある(森下・本多, 1991)。さらに、ハウスの気温が低い方が糖や酸が多く、食味が良好であるとの報告もある(二宮, 1969)。しかし、寒冷地向け一季成り性イチゴ品種の果実品質の収穫時期における変化を検討した報告はほとんどない。

一方、北海道では2001年頃から *Pythophthora cactorum* によると思われる疫病が多発し、問題となっている。ヨーロッパではこの疫病に対するスクリーニングが行われており(Bellら, 1997; van Rijbroekら, 1997), 耐病性品種も育成されている(Simpsonら, 2002)。今後、北海道で育種を進める上で、これら耐病性品種を利用することは有効と思われるが、その場合、果実特性が問題となる。ヨーロッパ系品種は日本品種より糖度、pH、糖酸比が低いとされているが(森下, 1994), 最近のヨーロッパにおけるイチゴの果実特性を調査した例はほとんどない。

本章では、ヨーロッパ系の寒冷地向け一季成り性イチゴ品種の果実特性と収穫期間中の品質の変化を検討するため、イギリスの6月における一季成り性品種の果実品質について調査した。また、今後は寒冷地向け一季成り性品種育成の上で、果実品質の改良の面から四季なり性品種や day-neutral (四季成り性) 品種を親系統として利用することも考えられるため、四季成り性品種を含む果実特性の組合せ能力についても検討した。以上の結果から、イギリスにおけるイチゴの果実特性をとらえ、北海道における育種素材としての可能性を考察した。

第1節 果実特性と収穫期間中の品質の変化

北海道はイギリスと収穫時期がほぼ同じであり、イギリスにおけるイチゴの果実特性をとらえることは、寒冷

地向け一季成り性品種の育種素材として利用する上で重要である。

寒冷地向け一季成り性品種では、収穫時期が4~6月と外気温が上昇してくる時期に当たるため、冬期間のイチゴと比較して食味が低下する可能性がある。また、果実硬度は果実を輸送する上で、重要な要因のひとつであり、特に、高温時は果実が傷みやすいため一定以上の果実硬度が要求される。本節では、イギリスにおけるヨーロッパ系品種の北海道での育種利用への可能性について、糖度(Brix)および酸度(pH)から検討するとともに、日持ち性や輸送性と関連がある果実硬度(森下ら, 1997; 望月ら, 2001)を評価した。

1. 材料及び方法

1997年収穫で試験を行った。試験場所はイギリス南西部のケント州にある、Horticulture Research International, East Malling (現 East Malling Research, 以下, HRI)内のほ場で、露地栽培で行った。糖度は手持ち屈折糖度計(アタゴ製), pHは手持ち式pHメーター(pHBOY-P2, Camlab製)で測定した。果実硬度はStevens CR Analyser (C.Stevens & Son製)により、4mm径のプランジャーを用いて測定した。ロードスピードは50mm/分、貫入距離は5mmとした。チャートレコーダー(PM8251, Philips製)のチャートスピードは30mm/分とした。なお、イギリスでは定植後2年間収穫するため、1年目収穫のものを1年株、2年目収穫のものを2年株として、それぞれ調査した。供試材料は、1年株で8品種、53系統、2年株で8品種、29系統で、試験区当たり5果実を用いた。食味評価の官能調査はHRIの担当者が行い、数値が大きいかほど良好とした。調査は、1年株では6月5日から7月14日まで、2年株で6月5日から7月21日まで、試験区により1~11回行った。また、収穫期間中における糖度、pH、果実硬度の変化について、1年株では‘エルサンタ’、‘ペガサス’、‘エロス’、‘ハネオイ’の4品種、2年株では‘エルサンタ’、‘ペガサス’、‘エロス’の3品種で調査した。

2. 結果

糖度の平均は1年株で8.45%,2年株で8.00%であった。また、1年株の64%の品種・系統が7.5~9.0%,2年株の71%が7.0~8.5%の範囲にあった(図21)。

pHの平均は、1年株が3.39,2年株で3.28であった。また、1年株の59%,2年株の71%が3.2から3.5の範

囲に属した(図22)。

果実硬度の平均は、1年株で99.7g,2年株で97.4gであった。1年株の62%は60~100g,2年株の74%は60~120gの範囲に入った(図23)。

表52には糖度, pH, 果実硬度, 食味の相関関係を示

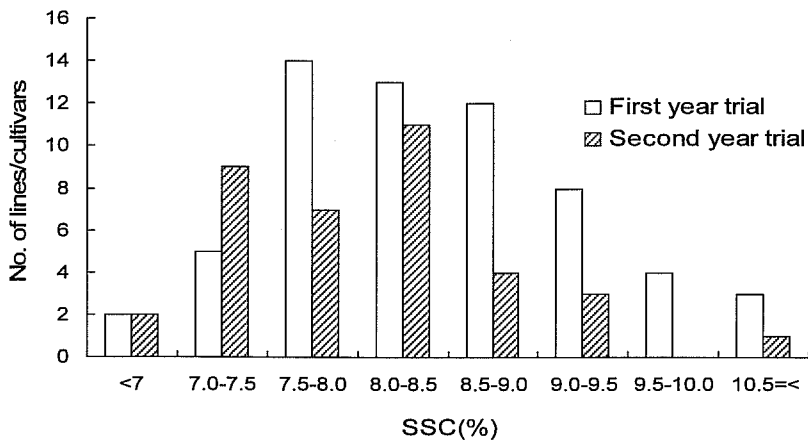


Fig. 21. Distribution of soluble solids content (SSC) in strawberry fruits.

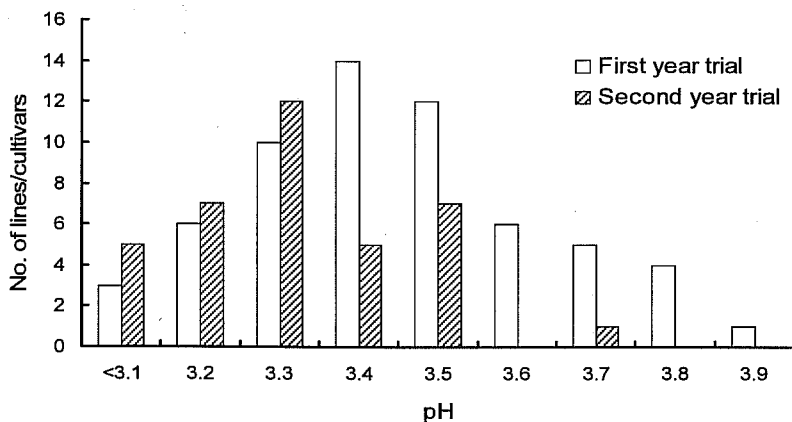


Fig. 22. Distribution of pH in strawberry fruits.

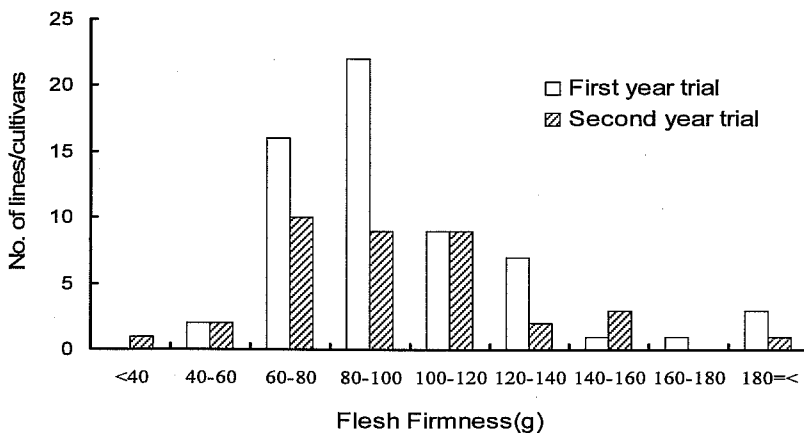


Fig. 23. Distribution of fruit firmness in strawberry fruits. Fruit firmness was measured by using the Stevens CR Analyser (C.Stevens & Son Ltd., UK) with a 4 mm flat head plunger tip.

した。1年株、2年株とも糖度と pH, 糖度と食味に弱い正の相関が認められた。また、果実硬度と食味では、有意な相関関係はなかったが、果実硬度が 150g 以上では食味評価が 5 以下、200g 以上では食味評価が 4 と低めであった (図 24)。

収穫期間中の 1 年株における糖度の変化をみると、'ペガサス' は他品種より低めに推移した (図 25)。ま

Table 52. Correlation coefficients of fruit characteristics.

	SSC	pH	FF ^z
<i>First year trial</i>			
pH	0.329**		
FF	0.092	0.036	
Flavor	0.305**	0.199	-0.146
<i>Second year trial</i>			
pH	0.288*		
FF	-0.246	0.021	
Flavor	0.593**	0.050	-0.198

^z FF = fruit firmness.

*,** significant at 5% and 1% levels, respectively.

た、'エルサンタ' と 'ハネオイ' はほぼ同様の変化を示したが、収穫始めでは 'ハネオイ' が 'エルサンタ' より高糖度であった。一方、'エロス' は収穫期間中の変化が大きかった。2年株では、いずれの品種も 7月に糖度

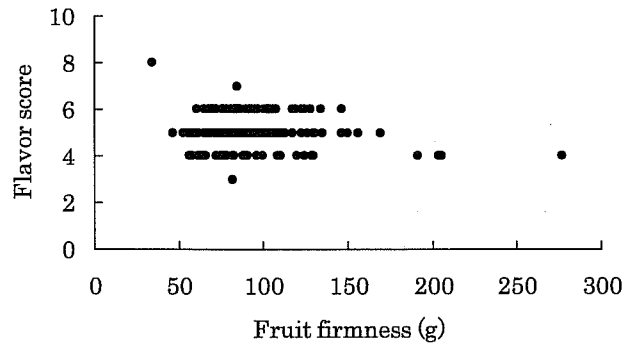


Fig. 24. Relationship between fruit firmness and flavor score. Flavor score of 1 to 9, where 1, very poor; 3, unpleasant; 5, acceptable; 7, good; 9,excellent. Fruit firmness was measured by using the Stevens CR Analyser (C.Stevens & Son Ltd., UK) with a 4 mm flat head plunger tip.

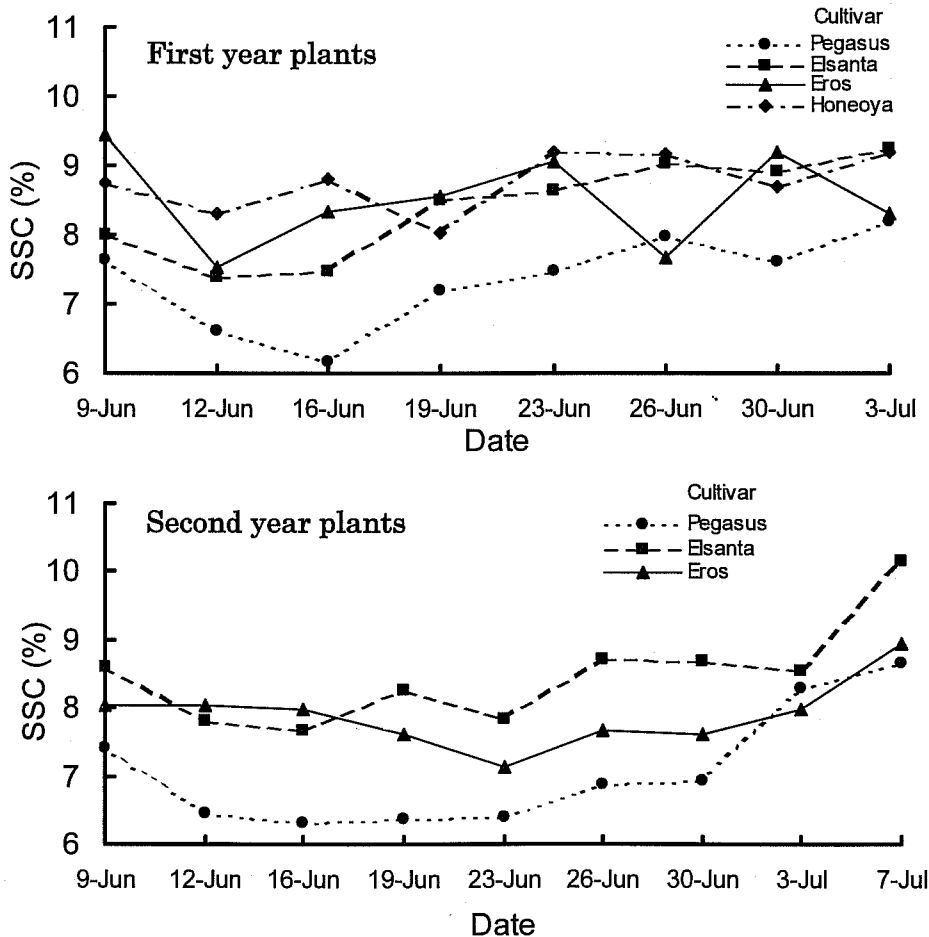


Fig. 25. Seasonal changes of the soluble solids content (SSC) in strawberry fruits.

が上昇したが、'ペガサス'の糖度が低く、'エルサンタ'は後半高めに推移した。

pHの変化をみると、1年株では'ペガサス'と'ハネオイ'は他品種より低めに推移したが、後半高くなった(図26)。また、2年株でも'ペガサス'のpHは後半やや上昇した。一方、'エロス'のpHは1年株の糖度と同様に比較的变化が大きく、6月12日と6月26日には1年株、2年株ともpHが低下した。'エルサンタ'は1年株では前半のpHが高めであったが、2年株は収穫期間中安定していた。

1年株の果実硬度では、'エルサンタ'と'エロス'がほぼ同様の変化を示し、6月23日に最も硬い値を示した(図27)が、2年株では'エロス'が'エルサンタ'より常に硬かった。また、'ペガサス'は1年株、2年株とも他品種より軟らかい傾向にあり、'ハネオイ'も軟らかい傾向にあった。

第2節 組合せ能力検定

食味については糖度や酸度と関連することが指摘されており(Alavoine・Crochon, 1989), Shawら(1987)及びShaw(1990)はカリフォルニア品種で遺伝力を推定している。また、果実硬度については収穫前後の果実腐敗と(Barritt, 1980 Olcott-Reid・Moore, 1995), 果皮の硬さは日持ち性と密接な関係があるとされており(門馬・上村, 1985), その遺伝力がヨーロッパ系品種とアメリカ品種で推定されている。

一方、北海道における一季成り性品種の多くは、5・6月に収穫されるが、外気温が上昇する時期のため、食味を落とさずに果実硬度を維持することが流通上大切である。現在、北海道では一季成り性品種の他に、'ペチカ'、'エッチェス-138(商標名 夏実)'、'カレイニャ(商標名 夏娘)'、'きみのひとみ'などの民間育成の四季成り

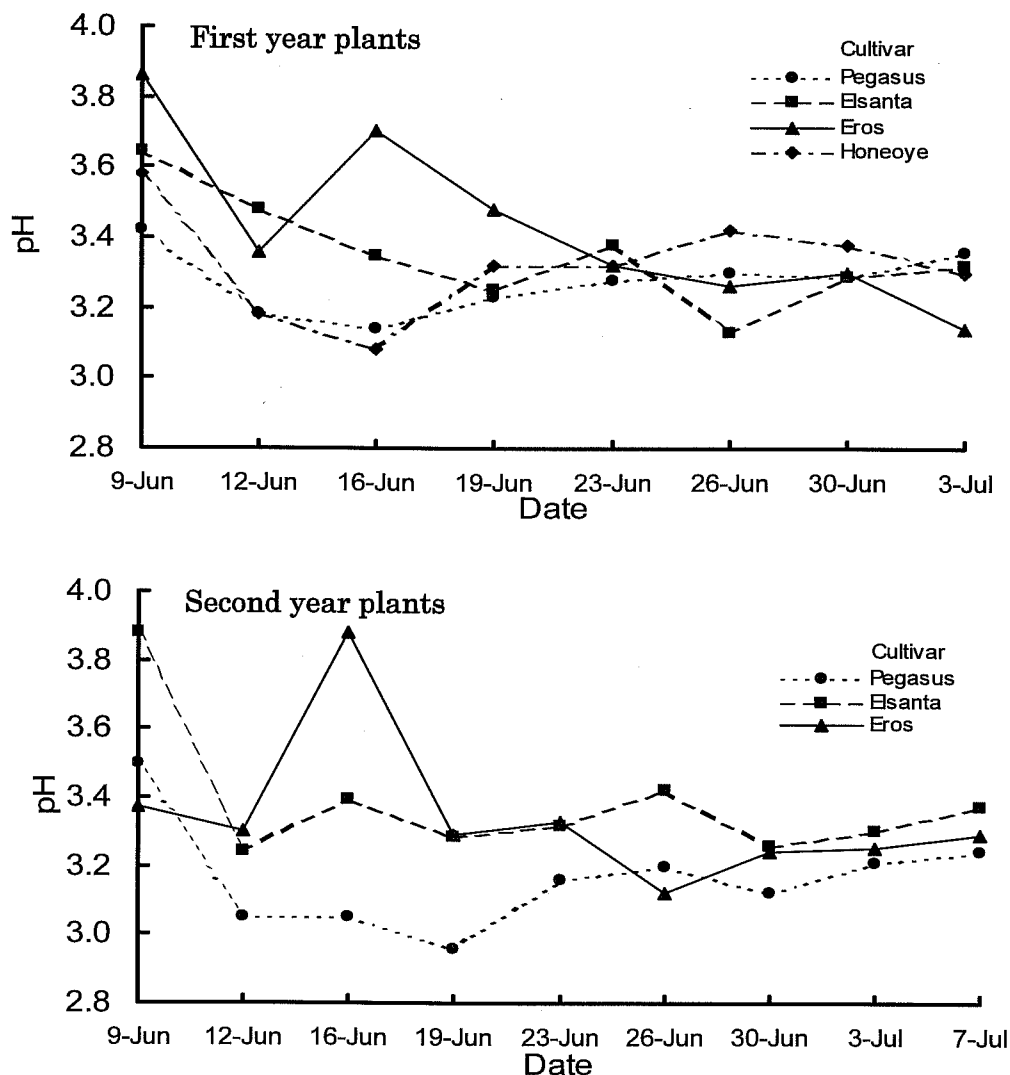


Fig. 26. Seasonal changes of the pH of strawberry fruits.

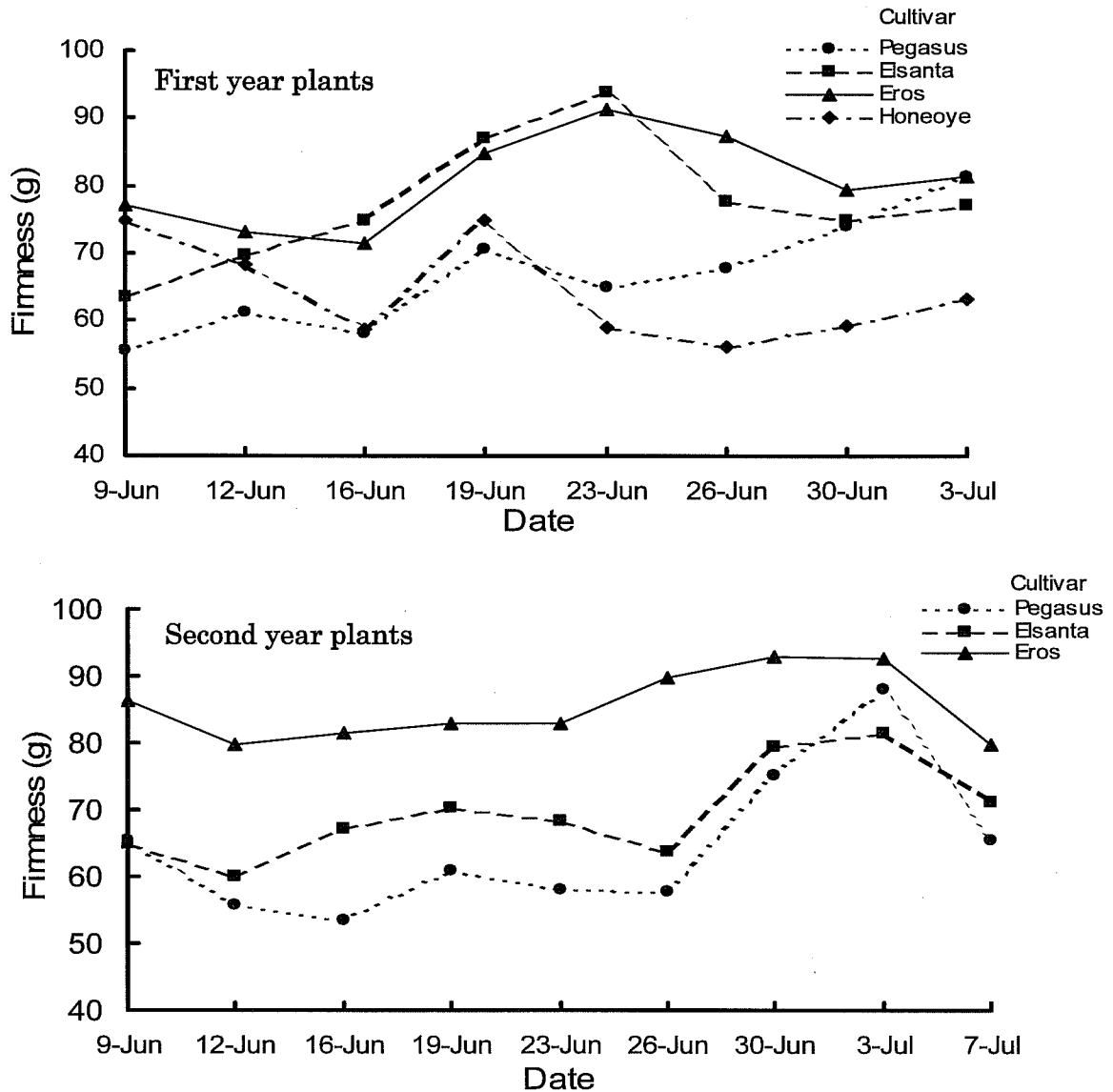


Fig. 27. Seasonal changes of the fruit firmness in strawberry fruits.

性品種が作付けされている。今後、寒冷地向け一季成り性品種育成の上で、耐暑性や果実硬度の改良等の面から四季成り性品種や day-neutral (四季成り性) 品種を親系統として利用することも考えられる。しかし、四季成り性品種を含む果実特性の組合せ能力についてはあまり検討されていない。

本節では、HRI 育成の一季成り性系統とイギリスの四季成り性品種に、食味と硬さの優れるフランスの四季成り性品種‘マラ・デ・ボア’とカリフォルニアの day-neutral 品種‘イルバイン’を加えて片側ダイアレル交配を行い、糖度、pH、果実硬度及び果皮硬度について一般組合せ能力と特定組合せ能力の検定をおこなった。

1. 材料及び方法

一季成り系統は大果の‘EM321’と‘EM707’を用

い、イギリスの四季なり性品種として食味が優れ日持ち性の良い HRI 育成の‘ボレロ’とうどんこ病抵抗性の‘エピータ’を用いた。さらに、食味が良く硬さに優れるフランスの‘マラ・デ・ボア’と硬く、外観が良いカリフォルニアの day-neutral 品種の‘イルバイン’を供試した。交配は 1996 年の春に HRI で片側ダイアレルにより 15 組合せで行われた。得られた種子を 1996 年 4 月に播種し、1 組合せ当たり 25 個体を 1996 年 8 月に完全無作為化法で植え付け、1997 年 7 月 8 日から 10 月 14 日まで順次収穫した。‘EMR321’を除く親品種は、1996 年 8 月に‘EMR707’、‘マラ・デ・ボア’は反復なし、‘ボレロ’、‘エピータ’、‘イルバイン’は 2 反復で別圃場に植え付けた。‘EMR707’は 6 月 19、30 日に、四季成り性品種は 7 月 31 日から 10 月 27 日まで収穫した。収穫

は朝に行われ、糖度、pH、果肉硬度、果皮硬度の測定はその日の内に行うか、-2℃の冷蔵庫で保管して、前節と同様の方法で、翌日行った。

果皮、果肉の硬度は、はじめに果皮硬度を種子を避けて測定し、その後果皮を剥いて果肉硬度を測定した。この場合の果皮硬度は果肉の影響を持ち込んでいるため(門馬ら, 1977)、果皮の硬さから果肉の硬さを差し引くことで果皮の真の硬さを推定した。

10個以上の果実を収穫できた個体についてダイアレル分析を行い、糖度、pH、果肉硬度、果皮硬度についての一般組合せ能力と特定組合せ能力を推定した。各組合せ能力の推定は Griffing の方法、モデルによる親と逆交雑のないダイアレル分析を用いた(中山, 1985)。さらに最小二乗法を使って(Gilbert, 1967)、一般組合せ能力の交配親としての値を育種上の指標として推定した。

2. 結果

親品種の糖度は‘マラ・デ・ボア’が10.1%と高く、

一季成り性系統の‘EM707’が8.9%でこれに次いたが、pHは‘EM707’が3.7で高く、四季成り性品種はいずれも3.2と低かった(表53)。また、果肉硬度は day-neutral 品種の‘イルバイン’が高く‘マラ・デ・ボア’が低めであり、果皮硬度は‘イルバイン’が高く、‘エビータ’で低かった。一季成り性系統の‘EM707’は果肉硬度と果皮硬度の合計値である果実硬度が四季成り性品種の果実硬度より低かった。

各組合せの糖度とpHの平均値をみると、糖度では一季成り性系統の‘EM707’が片親となった‘イルバイン×EM707’と‘EM707×マラ・デ・ボア’が9.6%以上と高かった(表54)。一方、day-neutral 品種の‘イルバイン’が親に入った‘イルバイン×エビータ’、‘イルバイン×ボレロ’、‘イルバイン×EM321’はいずれも%台と低めであった。pHも‘EM707’を片親に持った‘イルバイン×EM707’が最も高く、‘EM707×エビータ’、‘EM707×ボレロ’がこれに続いた。四季成り性品種同士の組合せはいずれもpHは低く、‘マラ・デ・ボ

Table 53. Parental means for soluble solids content (SSC), pH, flesh firmness (FF) and skin firmness (SF).

Parent	Type	SSC(%)	pH	FF(g) ^x	SF(g) ^x
EM707	S	8.94	3.71		83.0 ^w
Irvine	D	7.48	3.16	110.4	64.5
Mara des Bois	E	10.06	3.23	65.4	57.9
Bolero	E	8.44	3.23	70.0	52.6
Evita	E	8.18	3.21	67.2	44.9

EM321 was not planted in the field.

S: Short-day strawberry, D: Day-neutral, E: Everbearer.

Fruit firmness was measured by using the Stevens CR Analyser (C.Stevens & Son Ltd., UK) with a 4 mm flat head plunger tip.

^wThis value is fruit firmness=FF+SF.

Table 54. Progeny means for soluble solids content (SSC) and pH.

Cross ^z	Number of seedlings	SSC(%)		pH	
		Mean	SE	Mean	SE
EM321 x Mara des Bois	7	9.191	0.321	3.336	0.041
EM321 x Evita	11	8.874	0.335	3.297	0.053
EM707 x Mara des Bois	8	9.630	0.534	3.314	0.034
EM707 x Bolero	14	9.299	0.271	3.347	0.037
Irvine x Mara des Bois	15	8.735	0.290	3.175	0.026
Irvine x EM321	10	7.983	0.411	3.220	0.027
Mara des Bois x Evita	18	8.616	0.201	3.091	0.022
Mara des Bois x Bolero	15	8.247	0.262	3.123	0.027
EM321 x Bolero	11	9.235	0.398	3.266	0.048
EM321 x EM707	3	8.980	1.073	3.343	0.179
EM707 x Evita	12	9.036	0.299	3.348	0.041
Bolero x Evita	15	8.238	0.215	3.200	0.020
Irvine x Bolero	19	7.868	0.202	3.228	0.029
Irvine x EM707	5	9.698	0.605	3.394	0.039
Irvine x Evita	18	7.809	0.196	3.241	0.032

^z EM321 and EM707 are short-day strawberries, Irvine is day-neutral, and others are everbearers.

ア×エビータ’が3.0台で最も低かった。

一方、果肉硬度は day-neutral 品種の‘イルバイン’を片親に持つ‘イルバイン×エビータ’と‘イルバイン×ボレロ’が110g台で高く、果皮硬度は‘イルバイン×マラ・デ・ボア’が最も高かった(表55)。一方、一季成り性系統同士の‘EM321×EM707’は果肉硬度、果皮硬度とも最も低かった。また、果肉硬度は‘マラ・デ・ボア’を片親に持つ‘EM321×マラ・デ・ボア’と‘マラ・デ・ボア×エビータ’が低めで、果皮硬度は‘エビータ’を片親に持つ‘マラ・デ・ボア×エビータ’と‘ボレロ×エビータ’が低めであった。

一般組合せ能力の分散分析では糖度、pH、果肉硬度、果皮硬度とも有意差がみられた(表56,表57)。しかし、特定組合せ能力にはいずれの形質にも有意差は認められなかった。

糖度とpHにおける交配親としての一般組合せ能力の推定値は‘EM707’で高く、‘EM321’がこれに次ぎ、一季成り性系統で高かった(表58)。一方、day-neutral 品種の‘イルバイン’では、果肉硬度と果皮硬度が最も

高かったが、糖度は最低であった。‘ボレロ’や‘エビータ’は果肉硬度が比較的高いのにに対し、果皮硬度が低めであった。

第3節 考察

本試験における糖度の平均値は、Smith・Skog(1992)、森下(1994)、Kidmoseら(1996)の報告より高く、森下・本多(1991)が示した日本品種の平均値とほぼ同等であった。森下(1994)は日本品種がヨーロッパ系品種より糖度が高いとしているが、本試験の結果はHRIの育種の選抜効果が現れていると考えられる。本試験では、栽培環境も異なり日本品種との比較も行っていないが、ヨーロッパ系品種であっても日本品種並の糖度が期待できることが示唆される。一方、日本品種のスクロース含量が外国品種より有意に高く、日本品種でも1981年以降に育成された品種はそれ以前の品種に比べスクロース含量が高いとされている(曾根ら,2002)。今後、外国の新品種に対する糖の組成の検討も必要と思われる。

Table 55. Progeny means for flesh firmness (FF) and skin firmness (SF).

Cross ^z	Number of seedlings	FF(g) ^y		SF(g) ^y	
		Mean	SE	Mean	SE
EM321 x Mara des Bois	7	76.1	5.5	74.1	7.2
EM321 x Evita	11	81.9	4.0	73.6	3.8
EM707 x Mara des Bois	8	84.6	2.2	83.6	6.2
EM707 x Bolero	14	104.2	6.5	83.0	5.7
Irvine x Mara des Bois	15	101.8	5.0	94.2	7.1
Irvine x EM321	10	97.2	5.5	77.8	4.9
Mara des Bois x Evita	18	79.3	3.5	63.2	4.0
Mara des Bois x Bolero	15	97.0	4.0	48.4	4.5
EM321 x Bolero	11	91.7	4.1	72.3	3.6
EM321 x EM707	2	71.5	0.4	56.3	1.0
EM707 x Evita	12	92.3	5.2	73.4	5.7
Bolero x Evita	15	90.1	4.5	65.3	4.7
Irvine x Bolero	19	113.0	5.8	78.8	5.3
Irvine x EM707	5	92.8	6.3	81.1	6.6
Irvine x Evita	18	116.2	6.4	72.4	4.4

^z EM321 and EM707 are short-day strawberries, Irvine is day-neutral, and others are everbearers.

^y Fruit firmness was measured by using the Stevens CR Analyser (C.Stevens & Son Ltd., UK) with a 4 mm flat head plunger tip.

Table 56. Mean squares from combining ability analyses for soluble solids content (SSC) and pH.

Source	df	Mean square	
		SSC	pH
General combining ability	5	59.24**	0.21**
Specific combining ability	9	1.66	0.03
Error	166	1.11	0.02

*,**Significant at P=0.05 and 0.01, respectively.

Table 57. Mean squares from combining ability analyses for flesh firmness (FF) and skin firmness (SF).

Source	df	Mean square	
		FF	SF
General combining ability	5	44.67**	16.15*
Specific combining ability	9	57.09	4.97
Error	165	3.69	3.67

*,**Significant at P=0.05 and 0.01, respectively.

Table 58. Estimated values for parental general combining ability^z, obtained by using least squares analysis (Gilbert 1967), for soluble solids content (SSC), pH, flesh firmness (FF) and skin firmness (SF).

Parent ^y	SSC(%)		pH		FF(g) ^x		SF(g) ^x	
	Estimate	SE	Estimate	SE	Estimate	SE	Estimate	SE
EM321	4.640	0.169	1.676	0.020	36.3	3.1	36.0	3.1
EM707	5.132	0.171	1.752	0.020	45.7	3.2	42.7	3.2
Irvine	3.858	0.139	1.624	0.016	62.9	2.5	44.7	2.5
Mara des Bois	4.528	0.142	1.543	0.017	39.0	2.6	41.0	2.6
Bolero	4.103	0.134	1.596	0.016	53.2	2.4	36.8	2.4
Evita	4.056	0.133	1.595	0.016	44.6	2.4	28.5	2.4

^zThe relative contribution of each parent to the expected progeny mean.

^y EM321 and EM707 are short-day strawberries, Irvine is day-neutral, and others are everbearers.

^x Fruit firmness was measured by using the Stevens CR Analyser (C.Stevens & Son Ltd., UK) with a 4 mm flat head plunger tip.

糖度は食味に影響するとされるが (Alavoine・Crochon, 1989), 本試験でも糖度と食味には正の相関がみられ, 2年株が1年株より相関が強かった。これは, 1年株では, 選抜過程の多くの系統が含まれているため相関が低くなったと考えられる。

一方, 本試験における果実の pH はこれまでの報告 (Smith・Skog, 1992; 森下, 1994; Kidmose, 1996) より低い値であった。pH は酸度と正の相関があり (森下, 1994), 低 pH と高酸度は酸味に影響すると報告がある (Shamailaら, 1992)。また, pH が低すぎたり, 酸度が高すぎる場合は, 食味に対して負の影響があるとされる (Alavoine・Crochon, 1989)。本試験では, pH が 3.2 以下と低くても食味が良好の場合があり, pH と食味に相関はみられなかった。このことから, pH は食味に大きく影響しないと考えられる。果実の成熟にともない酸度は減少するが, pH は変わらないことが知られており (Spayd・Morris, 1981), 酸度が pH より食味評価の基準として有効であるとの報告もある (Perkins-veazie・Collins, 1995)。本試験では酸度は測定されていないが, 食味は糖と酸の両方で表す必要があると指摘されており (飯野ら, 1982), 糖酸比が食味のおおまかな基準となることから (門馬・興津, 1987), pH より酸度を用いる方が寒冷地向け一季成り性品種の食味評価には有効と思われる。

果実硬度と食味には相関関係はなかったが, 果実硬度が高いと食味評価は低めであった。果肉硬度を高めると食味の低下とともに口中での果汁放出量が低下し, 食味低下につながることを, 促成栽培品種の‘さちのか’と‘とよのか’の比較から指摘されているが (森下ら, 1997), 本試験からも一定以上の果実硬度が食味を低下させたと推察される。特に, 寒冷地向け品種は, 温度の上昇期に収穫の最盛期を迎えることから, 果実の品質低

下が早いと考えられる。今後, 食味に影響を与えない程度の果実硬度を特定していく必要がある。

収穫期間中の品質の変化を検討した例は少なく, 森下・本多 (1991) が促成作型で糖度と酸度について報告しているが, 寒冷地向け一季成り性品種での報告はほとんどない。‘ペガサス’は1年株, 2年株とも収穫期間中を通して糖度, pH, 果実硬度とも低い傾向にあり, これは遺伝的な影響によると考えられる。一方, 1年株と2年株の糖度, pH, 果実硬度の差は土壌条件などの環境要因に起因すると思われる。

図 28 には, HRI における収穫期間中の温度, 降水量, 日照時間を示した。‘エロス’では, 6月12日と6月26日に糖度や pH が下がったが, これは直前の降雨や日照不足が影響している可能性がある。また, 果実硬度では6月19日, 6月23日, 7月3日で上昇する傾向にあったが, これは最低気温が低い場合が多く, 温度が影響していることが考えられる。さらに, ‘エロス’では糖度, pH, 果実硬度とも他品種より変動が大きいことから, 遺伝的効果より気象条件が他品種より大きく影響している可能性がある。しかし, いずれの品種も収穫期間中, 糖度, pH, 果実硬度とも常に変動しており, 品種間で評価が逆転する場合もあった。森下・本多 (1991) は, 安定性を評価するためのサンプリング回数は週1回の間隔が必要であるとしているが, 寒冷地向け一季成り性品種では収穫期間が短いことから, 気象条件や環境条件を考慮したサンプリングも必要と考えられる。

糖度, pH, 果肉硬度, 果皮硬度における組合せ能力の検定では, いずれも一般組合せ能力に有意差が認められることから, 相加効果があるものと推定される。また, 特定組合せ能力に有意差はないことから, 親の値の平均値から子の値がある程度推定できると考えられる。

Shaw (1990) は酸度については広義の遺伝率, 狭義

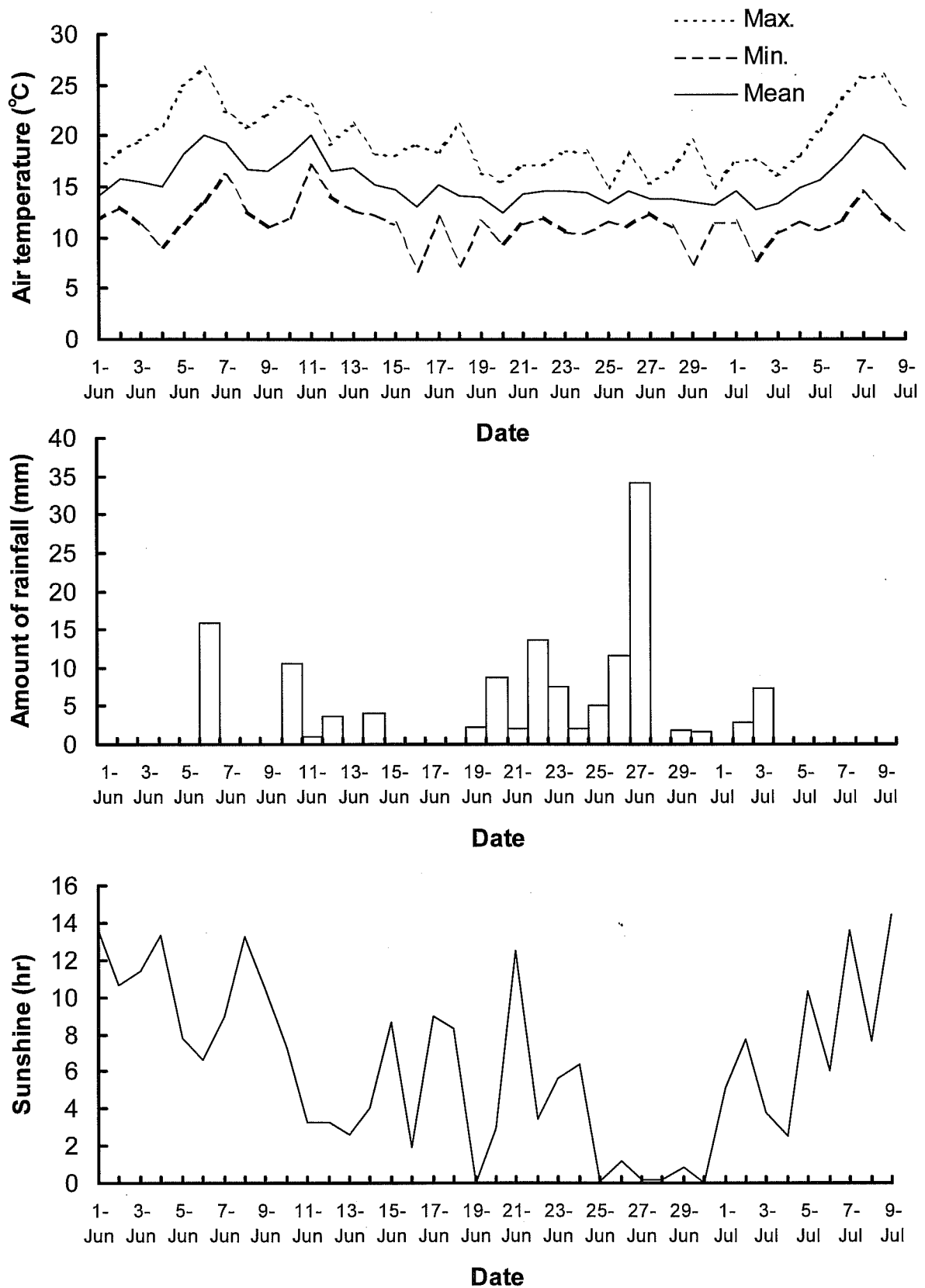


Fig. 28. Seasonal changes of air temperature, amount of rainfall, and hours of sunshine during harvesting season of short-day type strawberries in 1997.

の遺伝率とも高く、糖度については高糖度の交配親を選抜することで広義の遺伝率、狭義の遺伝率とも高まるとしている。また、門馬・高田(1991)も糖度、酸度とも広義の遺伝率は高いとしている。本試験においては糖度の高い‘マラ・デ・ボア’と‘EM707’の子で糖度が高く、糖度の低い‘イルバイン’が交配親となったものは糖度が低い傾向にあった。また、pHの高い‘EM707’が交配親の場合 pH は高く、四季成り性品種同士では pH は低くなった。pH は酸度と負の相関関係が認められており(森下, 1994)、四季成り性品種では酸度が高い可能性がある。

以上のことから、今回供試した四季成り性品種の中では、糖度は‘マラ・デ・ボア’以外の四季なり性品種で低く、また pH も四季成り性品種で低い傾向にあった。これらのことから、糖度や pH の高い一季成り性品種を育成する上で、四季成り性品種を活用する際‘マラ・デ・ボア’など糖度が高い品種の利用が有効である。

イチゴの果実硬度については果肉、果皮とも遺伝力は高く(門馬・上村, 1985)、一般組合せ能力も高いとされるが(Barritt, 1979)、本試験においても一般組合せ能力は果肉、果皮とも高いことが確認された。特に day-neural 品種の‘イルバイン’では果肉、果皮とも他

品種より硬く、その子も硬い傾向にあった。一方、果肉硬度が低い‘マラ・デ・ボア’の子は果肉が軟らかく、果皮硬度が低い‘エビータ’の子は果皮硬度が低くなった。門馬ら(1977)は北アメリカ品種には果実が硬いものが多く、ヨーロッパ系品種には軟らかいものが多いと報告している。本試験でも北アメリカ品種の‘イルバイン’が最も果実が硬く、その子も果実が硬くなることから果実硬度を上げるためには北アメリカ品種の利用が有効と考えられる。しかし、果実が硬すぎる場合はイチゴとしての食味評価は落ちる可能性があると思われる。日持ち性には果皮硬度が果肉硬度より重要とされるが(門馬・上村, 1978)、『マラ・デ・ボア』は果肉が軟らかいにも関わらず果皮は比較的硬く、このような品種の利用が日持ち性向上に有望と思われる。

Paydas ら(1996)は糖度が高く芳香の良いトルコ品種の‘オットマン’にカリフォルニア品種を交配して、糖度が高く、硬く、芳香の高い品種の育成を進めている。今後の一季成り性育種を進める上でも、ヨーロッパ系品種のような糖度が日本品種と遜色なく、病害抵抗性等で特長のある有用な品種を親として用いていくことが重要であると考えられる。

第Ⅵ章 総合考察

現在の日本におけるイチゴの栽培は、90%以上が促成栽培である。5～6月を中心とした1か月程度の収穫である一季成り性品種の作付けは、そのほとんどが北海道で行われているが、北海道における寒冷地向け一季成り性品種の作付けも減少傾向にあり、現在70ha余りにすぎない。日本全体で見ても寒冷地向け一季成り性品種を用いた春どり栽培は100ha未満で、イチゴの全作付け面積の1%余りであると推定される。

一方、寒冷地向け一季成り性品種の栽培では、収量が200kg/a程度で、しかも収穫期間が1か月ほどに集中しているが、資材コストや暖房コストは促成栽培より低く抑えることができる。また、苗生産を分業化した場合、栽培管理の期間は秋期に2～3か月、春期に4か月程度の計6～7か月である。つまり、促成栽培より年間4か月以上栽培期間が短く、経費も安いこととなる。そのため、収穫時の労力を軽減し、効率化を図ることで作付面積の拡大が可能と思われる。特に北海道のように、非集約的な農業形態が多い地域では、省力化によりイチゴ生産の拡大を図ることが望ましい。

本章では、寒冷地向け一季成り性品種について、‘きたえくぼ’を中心とした栽培技術と‘けんたろう’育成の意義について総括するとともに、北海道における寒冷地向け一季成り性イチゴの今後の方向性と位置付けについて考察する。

第1節 寒冷地向け一季成り性品種の栽培技術

‘きたえくぼ’は収穫時期が遅いため、‘けんたろう’より遅い時期に果実を移出することで付加価値が高まる可能性がある。しかし、これまで北海道においては、‘宝交早生’も含め、無加温半促成栽培における総合的な技術開発はほとんど行われてこなかった。また、道外においても春どり栽培が行われなくなってきたために、促成栽培以外の技術開発は少なかった。そこで、本研究では‘きたえくぼ’の栽培について、定植から収穫まで総合的な技術確立を行った。

イチゴの春どり栽培では、特に、秋の花芽分化とその充実によって、収量が大きく左右され、秋の管理が翌春の収量を決める場合が多い。そのため、本研究ではどの程度の大きさの苗を、どの時期に定植するのが最も効果

的であるかを提示した。また、北海道は地域による気象の差が大きいため、場所による違いも併せて確認した。さらに、適切な苗を適切な時期に定植するための採苗の時期や定植時期が遅れた場合の花房数を確保する対処法として秋季保温法も併せて提示しており、これらを体系的に活用できると思われる。

‘きたえくぼ’では収穫後半の小果化が現地で問題となった。本研究ではこの対処法として、遮光により急激な成熟・着色を回避する方法と事前に摘花を行う方法を試みた。しかし、遮光処理は品質低下が伴うとともに、小果化対策としての効果もみられなかった。一方、摘花の効果については、収量の低下は認められるが、平均1果重の増加につながった。寒冷地における一季成り性品種の収穫は1か月程で200kg/aが目標であり、収穫作業が集中する。そのため、促成栽培では一般的に10aを1人で収穫することが可能であるのに対し、寒冷地の無加温半促成栽培ではピーク時には10a当たり5～6人で収穫する必要がある。これらの労働環境も考慮すると、花房数や花数が明らかに多すぎる場合は、あらかじめ摘房や摘花をすることで、収穫作業の軽減を図ることが可能であると考えられる。また、摘花により、果実の糖度や糖酸比が上昇したことから、高品質果実の生産に摘花が有効であると考えられる。さらに、本研究では収量が200kg/aの目安となる果房数や花数を示したことから、目標収量を下げずに屑果が減少し、高品質のイチゴ生産が可能となると推察される。そのため、道外移出等で高単価が見込まれる場合には、摘花を積極的に取り入れていく必要があると思われる。

‘きたえくぼ’の果皮色は‘宝交早生’より淡いため、着色を促進する方法を開発する必要があった。特に、北海道の無加温半促成栽培では、休眠が完全に覚めることにより、株の草勢が旺盛となるため、葉が果実着色の妨げとなりやすい。この点について、本研究では花房出しの処理について検討し、受光面の着色改善に効果が認められたほか、果実が通路面に並ぶことから収穫効率も高まると考えられる。この方法は、比較的安価であり、果実が遮光されず、先白果も少なくなることから、実際に生産現場で取り入れられ、その有効性が確認されている。一方、接地面の着色はエアークャップシートの敷設で改善され、色むらが抑えられることが分かった。しかし、

資材費や敷設の労力を考慮すると、一般的に導入するのは難しいと考えられる。道外への高品質イチゴの移出を考える場合には、7分着色の収穫で果実硬度が安定するが(松本・生方, 1998), なるべく均一に着色させる必要があることから、このような場合には導入を図る価値のある技術と思われる。

先白果は、中村ら(1998)や坂口ら(2003)が指摘するように、施肥条件や水分条件の他に光や温度など、複合的な要因で発生していると思われる。保温開始から収穫時期までの期間が長くなるほど発生が多くなり、遮光によっても発生数が増加することを考慮すると、無理な早期収穫により先白果の発生が促進される可能性が高い。早い作期では‘けんたろう’を作付けし、遅い作期で‘きたえくぼ’を作ることで、収穫作業の分散も図ることができる。ただし、その場合でも‘きたえくぼ’では収穫始めまでの水分は控えめとし、過繁茂になり過ぎないように注意する必要がある。

図29には、‘きたえくぼ’の栽培の留意事項を示した。これは、‘きたえくぼ’における栽培方法であるが、花芽分化や休眠特性等が把握されている品種であれば定植時期や秋季保温を決定する上での目安となる。そのため、他品種においても応用できる技術である。一方、他の先白果が発生しない寒冷地向け一季成り性品種の場合、追肥やかん水は草勢に応じて施用して良いと思われる。栽植密度については品種の草勢等に差があるので、品種毎の検討が必要である。さらに、近年高設栽培が増加してきているが、施肥技術を始め土耕栽培とは異なる点が多く、今後は高設栽培向けの栽培方法を確立する必要がある。

第2節 ‘けんたろう’育成の意義と普及

北海道のイチゴ栽培面積は、近年横這いから微増傾向にある。しかし、その要因としては四季成り性品種の増加と都府県と同様の促成栽培の導入によるものが主で、北海道の主要作型である無加温半促成栽培は減少傾向であった。そのような中、‘宝交早生’の作付けが減少し、‘けんたろう’が増加していることが明らかになった。

‘けんたろう’と‘きたえくぼ’を比較すると、‘けんたろう’では‘きたえくぼ’の品質を維持しつつ、欠点である先白果が発生しないように改善された。また、育種目標であった早生性は、‘宝交早生’よりやや遅いものの、‘きたえくぼ’より数日早くなった。さらに、休眠の深さは‘きたえくぼ’と‘宝交早生’の中間に位置し、‘きたえくぼ’より早期から保温できる品種であること

が分かった。

‘けんたろう’の食味は‘きたえくぼ’や‘宝交早生’より評価が高かった。現在、一般的なイチゴの食味基準は‘とちおとめ’や‘とよのか’など、糖酸比が高く比較的果実硬度が高い、道外の促成栽培用品種であると考えられる。これに対し、‘きたえくぼ’は酸度がやや高く濃厚な味であるが、道外品種より酸味が強いと思われる。また、‘宝交早生’は果実硬度が軟らかく、食感が道外品種と異なると推察される。‘けんたろう’は‘きたえくぼ’より酸度が低く、一定の果実硬度もあり、道外の促成栽培用品種と同等の食味を有すると考えられる。このことが、普及が進んでいる要因の一つと推察される。

‘けんたろう’の果実内空洞は‘きたえくぼ’より小さかった。ケーキなどの業務用として果実を切断して装飾用に用いる場合、空洞が大きいイチゴは使用できないが、‘けんたろう’ではこの点が改善されている。また、果皮色では淡色面の色乗りも良く、果皮色もやや濃くなっている。道外移出を行う場合、生食のほかケーキなどの加工用途に適することも重要な点である。‘けんたろう’は空洞があまり大きくなく、果皮色も良好で色むらが少なく光沢もあることから、加工用途としても使いやすい品種と推察される。また、果実の着色が良いことから‘さちのか’同様、着色促進のための花房出しの処理は必ずしも必要ではないと思われる(森下, 2003a)。

病害では、うどんこ病に対しては極強であり、道外品種と比べ非常に強い。収穫期間が促成栽培用品種より短いことから、減農薬栽培が期待できる。萎凋病と萎黄病に対しては、抵抗性が強い‘きたえくぼ’よりやや弱い(北海道立道南農業試験場病虫科, 1994)が、‘宝交早生’よりは明らかに強く、病原菌が低密度の場合は作付けが可能と思われる。灰色かび病は‘宝交早生’並であり、露地雨よけ栽培も可能と思われる。しかし、疫病抵抗性など不明な点も多く、今後さらに‘けんたろう’の品質を維持しつつ土壌病害抵抗性を付与していく必要がある。

‘けんたろう’は果房数が少なく、収量性がやや低いことから、果房数を増加させる栽培を行う必要がある。

‘きたえくぼ’の試験から、定植が早いほど果房数が多くなる傾向にあり、‘けんたろう’は‘きたえくぼ’より早期に定植する方が収量は増加すると考えられる。また、秋季保温の処理も‘きたえくぼ’の場合より増収効果があると思われる。実際、道南の現地では、9月に定植した‘けんたろう’を10~11月まで秋季保温をすることで、200 kg/a程度の可販果収量を上げている例がみられる。

一方、‘けんたろう’の1果重は‘きたえくぼ’や‘宝

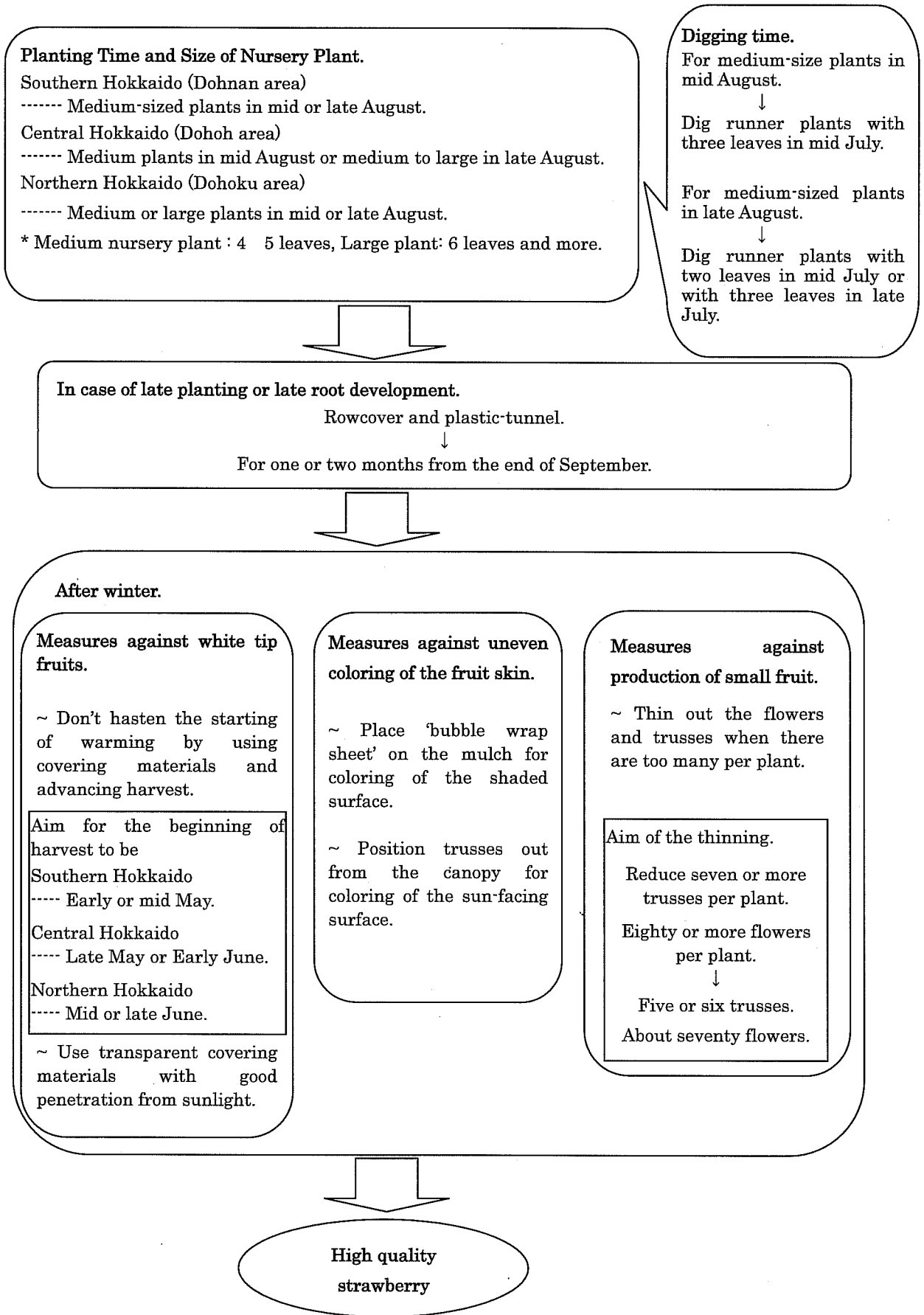


Fig. 29. Flow chart of the recommended cultivation of 'Kitaekubo' strawberry.

交早生'より重く、規格内率も高い果重型の品種である。森下(2003b)は、果重型品種は果実が大きいため、単価が高く時間当たりの労働収益が向上することを指摘している。'けんたろう'は規格外品が少ないため、単位時間当たりの労働単価は向上すると考えられる。また、本研究では対照品種'きたえくぼ'の先白果発生回避のため、かん水はできるだけ少なくしたが、少量多かん水で'けんたろう'は'きたえくぼ'より多収となることが報告されている(北海道立道南農業試験場・北後志地区農業改良普及センター, 2003)。

以上のように、'けんたろう'は'きたえくぼ'に比べ、早生化され、果実内空洞や果実着色が改善され、先白果の発生がなくなった。また、食味や日持ち性は'きたえくぼ'以上に良好であり、病害抵抗性も総合的に'きたえくぼ'並である。そのため、現地では'きたえくぼ'から置き換わる場面もみられる。しかし、'きたえくぼ'は晩生の優良品種であり、先白果対策を行うことで遅い時期の高品質イチゴ生産が可能である。'けんたろう'と'きたえくぼ'を組合せることで、高品質な寒冷地向け一季成り性品種の収穫期間延長と労働競合の回避を図ることが可能となった。

第3節 寒冷地向け一季成り性品種における育種の方向性

'きたえくぼ'は、道外の促成栽培用品種並の良質な北海道産イチゴとして、はじめて道外へ移出した品種である。また、'けんたろう'も'きたえくぼ'並の日持ち性や輸送性を持つと考えられることから、道外への移出が期待される。一方、北海道の無加温半促成栽培や早熟栽培では収穫期間が1か月程度で200 kg/10a以上の収量をあげなければならないため、収穫調製で労働過重となりやすい。そのような中、近年イチゴの収穫ロボットの開発が進みつつあり(竹永, 2000)、機械収穫を視野に入れた果実の大きさと揃いに対する育種選抜指標も明らかになってきている(曾根ら, 2004)。四季成り性品種の'エッチェス-138'では選別機を使用して規格選別の省力化が図られている例があるが、'きたえくぼ'や'けんたろう'では、果実硬度はかなり改善されたが選別機を使用した場合は、果実が傷む可能性がある。そのため、果実硬度が高く、果実の揃いが良い一季成り性品種の育成を進めることで、これらの機械が一層活用しやすくなると考えられる。今後、寒冷地向け一季成り性品種の多収品種育成を考えた場合、機械選別ができることは省力化の上で重要な要素となり得る。果実が硬くなる

と食味が劣る傾向もあることから、'けんたろう'並の食味で機械選別が可能な品種育成が必要である。

一方、一季成り性品種の増収を図るには低温カット栽培等寒冷地に適した方法で収穫期間を延長する考え方がある。北海道においても加温半促成栽培における低温カット栽培により、'宝交早生'で3月から6月の出荷が行われてきた。'けんたろう'の加温半促成栽培の結果から、低温カット栽培を活用するには'けんたろう'は休眠がやや深いと思われた。しかし、3~4月の出荷は地元出荷が高単価な時期であり、5月以降は道外移出が有望な時期である。今後は、地物のイチゴを早くから提供するため、'けんたろう'より花芽分化が早く、低温カット栽培などによる早生化が可能な品種を育成するとともに、道外移出をねらい'きたえくぼ'より晩生の高品質なイチゴの育成が必要である。また、低温カット栽培により収量は300 kg/a位になることが期待できるため、北海道の低温カット栽培に適した、'けんたろう'より若干休眠が浅い品種の育成も必要である。

近年、北海道では萎黄病や萎凋病のほか、*Phytophthora cactorum*による疫病など土壌病害が拡大しており、現地では問題となっている。これらの土壌病害に対し'きたえくぼ'と'けんたろう'はともに'宝交早生'より抵抗性があるが、抵抗性育種を行ってきた結果ではない。一方、ヨーロッパでは*Phytophthora cactorum*抵抗性の品種が近年発表されており(Simpsonら, 2002)、これらの品種を育種親として使うことは有効であると思われる。しかし、近年育成されたヨーロッパ系品種の特性はあまり調査されていなかった。本研究から、これらヨーロッパ系品種は糖度や硬度が国内品種と比べて遜色なく、食味を落とさずに病害抵抗性の導入が図れる可能性が示唆された。今後の寒冷地向け一季成り性品種育成の目標の一つとしては、食味を落とさずに輸送性や日持ち性をさらに向上させ、多収で晩生な土壌病害抵抗性品種が考えられる。そのためにはヨーロッパ系品種も含め、より多様な遺伝資源の評価と導入が必要である。

また、今後とも食味や果実硬度を考慮した品種育成が重要であるが、これらの評価については、寒冷地向けの一季成り性品種は収穫期間が短いことから、天候に左右されやすいと考えられる。糖度や果実硬度については、一般組合せ能力が高いことから、高糖度、高硬度の品種の組合せが有効であるが、それに伴い安定性も必要である。降雨や低温の後には糖度低下や果実硬度の低下が考えられることから、天候を考慮に入れた果実評価を検討するとともに、糖度や果実硬度が環境要因に左右されにくい安定した品種の育成も必要と思われる。

第4節 北海道における寒冷地向け一季成り性品種の今後の位置付け

日本におけるイチゴ生産は花芽分化制御技術の発達により、春先から冬の果物へと変化していった。北海道においてもビニール資材の普及に伴い作型の前進化が図られたが、暖房経費等の関係から余り早い作型は普及しなかった。また、冷涼な気候を活かして、一季成り性イチゴ品種を用いた株冷蔵や短日処理により、夏秋どり作型の導入も数多く試みられた（今野，1979；香川，1979）。しかし、品種や苗の大きさ、栽培時期に問題があったことによる低収や、作業の繁雑さなどから現在はこれらの栽培は行われていない。このように、北海道のイチゴ栽培には大きな変化がなく経過し、今でも5～6月収穫の無加温促成栽培や早熟栽培が主流となっている。

一方、オランダやベルギーでは一季成り性品種を用いて初夏に苗を仮植し、養成後苗を冷蔵して収穫時期に合わせて定植する waiting-bed システムが行われている（Dijkstra, 1989；Hancock・Simpson, 1995）。このシステムを用いることで、任意の時期に収穫を行っており、カナダでも同様の方法で実績が上がっている（Baumann・Daubeny, 1989；Jamieson, 1991）。これらの地域は北海道に類似する気候の地域であり、北海道においてもこのシステムを活用した一季成り性品種利用の可能性が考えられる。しかし、収量や品質において苗冷蔵に適する品種があるため（香川，1979；Dijkstra, 1989；Jamieson, 1991）、導入に当たっては品種の適応性を確認する必要がある。また、このシステムが有効である場合にも、苗の冷蔵システムや種苗の提供システムなどハード・ソフト両面での整備が必要である。そのため、これらの栽培技術は適応品種も含めて、今後の寒冷地向け一季成り性品種利用上の課題である。

北海道ではウイルスフリー株が普及するまで多年株栽培を行っていた（沢田ら，1975）。また、ヨーロッパやアメリカの寒冷地では2年以上の多年栽培が現在でも行われている（Hancock, 1999）。高井（2003）は寒冷地ではコストのかからない省力的な多年性栽培を薦めている。省力化によるイチゴ生産の拡大を考える場合、寒冷地の利点を活かした、多年性栽培も検討していく必要があろう。

道外の促成栽培用品種は11月頃から5～6月の7～8か月間収穫するが、5月以降は高温となることが多く、日持ち性や品質で問題となることがあった。近年‘とちおとめ’などの高品質な促成栽培用品種が育成されたこ

とから、5月以降も比較的高品質なイチゴの生産が可能となったが、5～6月は気候の上からも北海道が有利と思われる。しかし、この時期の北海道産イチゴが道外へ出荷されることは少なく、ほとんどが地元のみで消費されている。一方、6月以降はケーキなどに用いる加工用イチゴの価格が上昇してくる。しかも最近は加工用イチゴにおいても食味の評価が厳しくなっているため、6～7月の北海道における旬の生食用イチゴを道外へ移出することは有効な手段であると思われる。1999年7月に豊浦町から仙台市場へ‘きたえくぼ’を移出した事例では、単価が2545円/kgと通常の2倍以上であり、時間当たりの所得も通常より170円ほど高い1720円であった（松本，2000）。檜山南部地域では‘けんたろう’で高設栽培を行い、高品質なイチゴ生産を行っている。2005年からは4～6月の‘けんたろう’を東京へ移出する計画である。今後はこのような、旬のイチゴの移出をさらに推進する必要があると思われる。

北海道農政部のアグリアクション2001いちごグループ（2001）によると、現在輸入されている夏秋期の生鮮イチゴを国産に置き換えた場合、100億円の市場が見込め、6割の人が夏季にイチゴの購入を希望していると報告している。また、東京市場におけるイチゴの入荷状況では6～11月が端境期となっている（図30）。道外のイチゴは品質がさらに向上してきているが、6月以降は高温で品質低下が懸念される。しかし、6～7月は北海道の遅い作型の出荷期であり、この時期の道外移出は魅力のある市場と思われる。一方、札幌市場の入荷状況を見ると6月でも道外からの入荷があり、道内の消費量に生産量が追いついていないと思われる（図30）。また、4～5月は道内産のイチゴは、市場流通の半分以下である。

現在、6月以降の夏秋季の都府県では、アメリカを中心とした輸入品や四季成り性品種を、主に業務用に使用している。しかし、現在の輸入品や四季成り性品種は食味が一季成り性品種より劣ると考えられる。そのため、この時期の良食味品種の出荷は、業務用を始め、生食用としても流通することが考えられる。

以上のことから、道内における一季成り性品種については、5月以前は道内向け生産を行うことで地場産イチゴとしての優位性を保つことができるとと思われる。‘けんたろう’は‘きたえくぼ’と異なり、早期から保温することで4月からの出荷が可能であり、この作型には‘けんたろう’を用いることができる。一方、6～7月は道外出荷の優位性があると思われ、作付けを伸ばす必要があると考えられる。また、遅くなるほど高品質の一季成り性イチゴが少なくなることから、できるだけ遅くに収穫

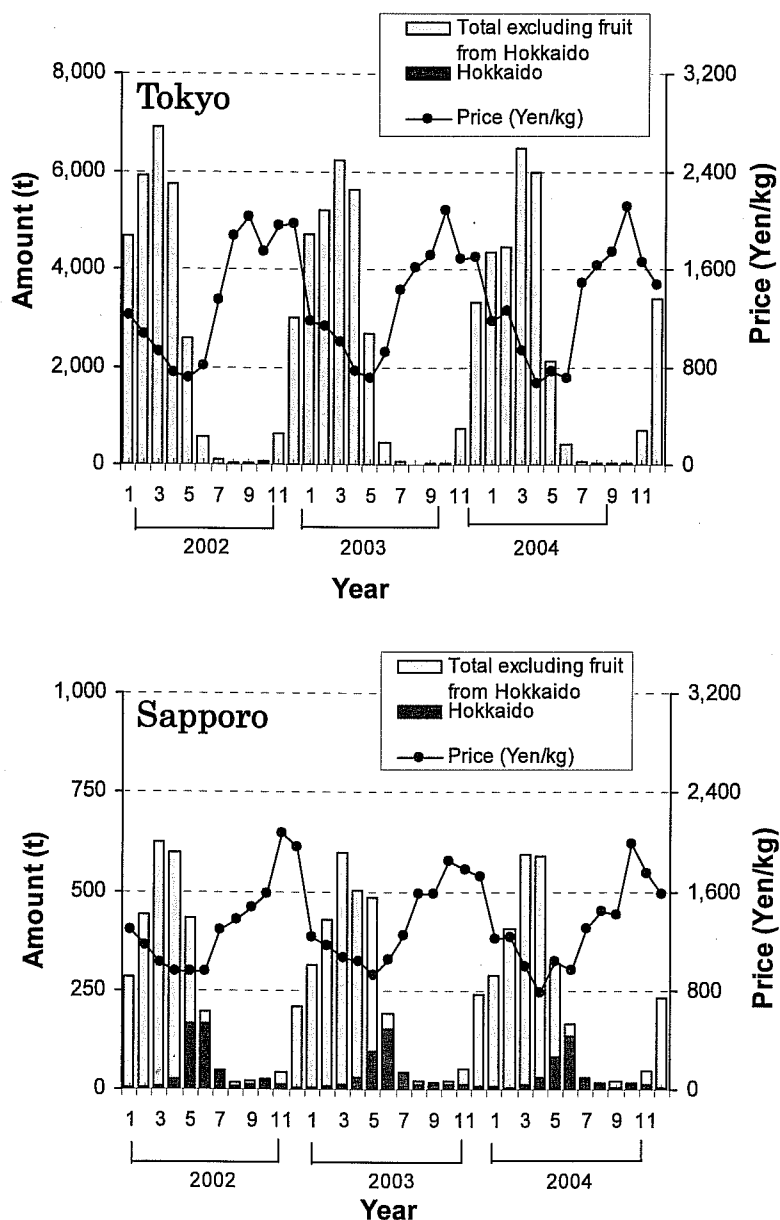


Fig. 30. Annual changes of the commercially distributed amount and price of strawberry fruits at Tokyo metropolitan central wholesale market and Sapporo central wholesale market.

する必要がある。‘きたえくぼ’は先白果発生に注意し、ハウス被覆をできるだけ遅くすることで、6月以降に高品質なイチゴが収穫できる。

以上のように、本研究の結果から‘けんたろう’と‘き

たえくぼ’を利用した4~6月の安定出荷が可能となり、寒冷地向け一季成り性品種の普及拡大に寄与できると考えられる。

摘 要

寒冷地向け一季成り性イチゴ‘きたえくぼ’において、栽培方法を総合的に提示するとともに、無加温半促成栽培に適する新品種の開発と普及の検証、及び今後の寒冷地向け品種開発に向けたヨーロッパ品種の利用の可能性を明らかにすることを目的として、①寒冷地向け一季成り性品種‘きたえくぼ’による栽培技術の確立と生理障害「先白果」対策、②‘きたえくぼ’より早生で「先白果」の発生しない寒冷地向け一季成り性品種‘けんたろう’の育成と品種特性、③北海道の寒冷地向け一季成り性イチゴ品種の作付け動向調査による‘けんたろう’の普及状況と今後の展望、④ヨーロッパの寒冷地向け一季成り性イチゴ品種の果実特性と北海道における育種素材としての可能性、について検討した。

1. ‘きたえくぼ’の栽培技術の確立

(1) 定植時期と苗質

定植時期と収量及び果房数の関係では、道南地域では9月上旬定植で減収となったが、道央地域における収量と果房数は8月下旬定植が安定していた。また、道北地域では9月上旬定植で果房数が1本以上減少した。

苗質と収量の関係では、道央地域では4~5葉の中苗、他では6葉以上の大苗で最も多収となった。

果房数と収量の関係では果房数が多くなるほど収量は増加したが、果房数が増加すると上物1果重が低下する傾向がみられた。

以上の結果から、道南地域では8月中~下旬に中苗を、道央地域では8月中旬に中苗、または8月下旬に中~大苗を、道北地域では8月中~下旬に中~大苗を定植するのが適切であった。このように、定植時期と苗質の基準を新たに地域別に確立した。

(2) 採苗方法

7月16日採苗の3葉苗は8月17日には中苗となり、7月16日採苗の4葉苗は中~大苗となった。また、7月25日採苗の3葉苗と7月16日採苗の2葉苗は、8月28日には中苗以上となった。

以上の結果、8月中旬に中苗を得るには、7月中旬に3葉前後の苗を採苗し、8月下旬に中苗を得るには7月中旬に2葉前後の苗、または7月下旬に3葉程度の苗を採苗するのが適切であった。これにより、定植時期と苗質に対応した採苗時期が示された。

(3) 花房数確保のための秋季保温法

定植時期の遅れによる減収対策として、越冬前にトンネルやべたがけで秋季保温をすることにより、果房数が増し、収量が増加する傾向が明らかとなった。定植が遅れた場合の果房数確保のためには秋季保温が有効であることを明確にした。

(4) 遮光と摘花・摘房による小果化対策

遮光により収穫期が遅れ減収となり、先白果の発生率が高くなった。そのため、遮光は1果重の増加に効果がなく、果実の品質低下を助長することが示された。

花房数が多すぎると1果重が減少することから、摘花による1果重の増加に対する効果を検討したところ、摘花により減収となり、先白果の発生率がやや増加したが、1果重や上物率は上昇し、糖度と糖酸比も向上した。そのため、摘花を行う目安として、1株当たり80花以上または果房数が7本以上の時に果房数を5~6本、花数を70花程度に整理することを提案した。このことで、200 kg/aの収量を確保しつつ、1果重と糖度の上昇が期待できることを示した。

(5) 果皮色の改善方法

黒マルチと白黒ダブルマルチでは果皮の着色に及ぼす影響に差はなかった。一方、梱包資材のエアークャップシートを敷設した場合は、果実の濃色面と淡色面の色差が小さくなった。また、果実が葉の陰にならないように花房を通路側へ誘引する花房出しをした場合は、果実の濃色面の赤みが増し、濃色面と淡色面の色差が大きくなり、先白果の発生が少なくなった。以上のことから、果皮色が淡い‘きたえくぼ’では、着色促進に対しエアークャップシートの敷設や花房出しは有効な手段と考えられた。

(6) 先白果の発生実態と発生要因の推察

保温開始から収穫までの日数が長くなると先白果が増加した。また、土壌タイプでは黒色火山性土において発生が少なく、窒素施肥量が1.5 kg/a以上では先白果の発生が多くなる傾向がみられた。さらに、開花直後から遮光をした場合は先白果の発生が増加した。

以上のことから、先白果発生を抑えるためには、保温開始時期を早くしすぎず、窒素施肥量は1.5 kg/a未満とし、ハウスビニールの更新を毎年行う必要があることを示した。

2. ‘けんたろう’の育成と品種特性

(1) 育種目標と育成経過

イチゴ‘けんたろう’は‘きたえくぼ’並の品質を持ち、先白果の発生しない、‘宝交早生’並の早生品種を目標として育成された。1993年に‘きたえくぼ’を種子親とし‘とよのか’を花粉親として交配して得られた48個体から、苗床選抜により15個体を選抜した。これらを1993年に定植し、1994年に個体選抜を行い、果実品質が良く、良食味の‘5交42’を選抜した。その後、系統予備選抜、生産力予備検定を行い、1996年から‘道南26号’の系統名で生産力検定試験、地域適応性試験、特性検定試験を実施した。その結果、有望と認められたことから、新品種候補‘けんたろう’として2000年2月北海道優良品種に認定され、2004年6月には、種苗法に基づく品種登録が完了した。

(2) 品種特性

草姿は中間型で、草勢は‘きたえくぼ’より弱い、‘宝交早生’より強かった。ランナーの発生は‘きたえくぼ’よりやや早く、収穫始めは‘宝交早生’と同等か2日程度遅かった。休眠覚醒に必要な低温時間は1000時間程度とやや長かった。萎黄病、うどんこ病に強く、萎凋病にもやや強く、灰色かび病は‘きたえくぼ’よりやや強かった。平均1果重は‘きたえくぼ’よりやや重く、上物1果重は高く、上物収量は‘きたえくぼ’並で‘宝交早生’より多かった。果皮色は鮮紅色、果肉色は淡橙色、果形は円錐形で光沢があり、中心空洞は‘きたえくぼ’より小さかった。果実硬度は‘きたえくぼ’より硬く、糖度は‘きたえくぼ’並で酸度は‘きたえくぼ’よりやや低く、糖酸比は‘きたえくぼ’より高かった。また、ビタミンC含量は‘きたえくぼ’並であった。日持ち性は‘きたえくぼ’とほぼ同等であった。

(3) 適地及び栽培上の注意

花・野菜技術センター(滝川市)、比布町、女満別町及び旭川市の無加温半促成作型における成績では、収穫始めは‘きたえくぼ’より早く、上物収量はやや低かったが、1果重は‘きたえくぼ’と同等以上と重かった。糖度、硬度とも‘きたえくぼ’並で高く、日持ち性、外観が良好で、食味評価も優れた。

以上の結果、‘けんたろう’は‘きたえくぼ’より早生で食味が良く、果実品質と耐病性に優れる品種であることが明らかとなった。栽培適地は全道一円で、無加温半促成作型において‘宝交早生’に替わる、現在の促成栽培用品種並の果実品質を持つ北海道で初めての早生品種として普及が期待できると考えられた。ただし、果数が

少ないため、果房数が確保できない場合は減収となる場合があることから、適期定植を行い、秋の生育量の確保に努める必要があると考えられた。

3. 北海道におけるイチゴ作付け状況の変化

(1) イチゴの作付け動向

2004年の全道の作付け面積は126.3haで、1999年以降ほぼ横ばいであったが、寒冷地向け一季成り性品種は70.9haで減少傾向を示した。一方、促成栽培用品種では13.2ha、四季成り性イチゴでは42.1haで増加傾向であった。また、全道の高設栽培面積は25.3haで、2002年より8ha余り増加し、イチゴ栽培全体に占める面積割合も20%に増加した。

(2) ‘けんたろう’の普及状況

‘けんたろう’の作付け面積は、2002年には2.1haであったが、2004年には26.8haと増加し、‘宝交早生’と同等となった。2005年の作付け見込み面積では5~10ha程度の増加が予想され、北海道における寒冷地向け一季成り性品種の50%以上の面積となると推察された。また、‘けんたろう’は‘宝交早生’より単価が高く、生産者の所得向上に貢献すると考えられた。

4. 寒冷地向け一季成り性品種育成におけるヨーロッパ系品種利用の可能性 —糖度、pH及び果実硬度の評価—

(1) 果実特性と収穫期間中の品質の変化

1年目収穫の1年株を61品種・系統、2年目収穫の2年株を37品種・系統調査した。1年株の糖度は8.5%、2年株の糖度は8.0%と日本の品種と同等であった。また、pHは1年株で3.4、2年株で3.3、果実硬度は1年株で99.7g、2年株で97.4gであった。

1年株、2年株とも糖度とpH、糖度と食味に弱い正の相関が認められた。また、果実硬度が150g以上では食味評価が低めとなった。

収穫期間中の1年株における糖度、pH、果実硬度の変化では、品種により変動に差がみられた。そのため、寒冷地向け一季成り性品種では、気象条件や環境条件を考慮したサンプリングも必要と考えられた。

(2) 組合せ能力検定

ヨーロッパの一季成り性系統2系統と四季なり性品種3品種及びアメリカのday-neutral品種1品種を用いて、糖度、pH、果肉硬度、果皮硬度のダイアレル分析を行った。

一般組合せ能力の分散分析では糖度、pH、果肉硬度、果皮硬度とも有意差がみられたが、特定組合せ能力にお

いて有意差は認められなかった。交配親の糖度と pH における一般組合せ能力の推定値は一季成り性系統で高かった。一方、アメリカの day-neutral 品種では、果肉硬度と果皮硬度が最も高かったが、糖度は最低であった。ヨーロッパの四季成り性品種は果肉硬度が比較的高いのに対し、果皮硬度が低めであった。

以上の結果、今後の一季成り性品種の育種を進める上で、これまで利用が少なかったヨーロッパ系品種は糖度や硬度は十分であることが明らかとなった。そのため、病害抵抗性などの優良形質を導入する上で、ヨーロッパ系品種は遺伝資源として有効であると考えられた。

謝 辞

本研究をとりまとめるにあたり、北海道大学大学院農学研究科教授大澤勝次博士には終始懇切なるご指導と激励を賜り、ご校閲の労をおとりいただいた。また、元北海道首席専門技術員多賀辰義博士には本研究をとりまとめるきっかけを与えていただいた。さらに、北海道大学大学院農学研究科教授喜多村啓介博士、同教授（現北海道大学大学院環境科学院教授）荒木肇博士、同助教授鈴木卓博士にはご校閲を賜り、適切なご教示をいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

本研究は、1994～2000年に北海道立道南農業試験場園芸科、および1997～1998年に英国 Horticulture Research International, East Malling（以下、HRI, 現 East Malling Research）において行ったものに、2002年および2004年の専門技術員調査研究による結果を加えたものである。元道立道南農業試験場園芸科長（現北海道立中央農業試験場クリーン農業部副部長）加藤俊介氏には、本研究のご指導を頂き、研究遂行の機会を与えていただいた。また、元道南農業試験場園芸科長（現北海道立花・野菜技術センター花き科長）生方雅男氏には貴重なご助言と絶大なるご援助をいただいた。さらに、元道立道南農業試験場園芸科研究職員（現渡島支庁農業

振興部農務課主任）立川さやか氏、同研究職員（現道立中央農業試験場農産品質科）阿部珠代氏、同研究職員（現道立道南農業試験場園芸環境科）福川英司氏および元道立道南農業試験場園芸科の臨時職員の皆様には研究の遂行に際し、多大なるご協力をいただいた。

HRIにおける研究は、長期海外研究事業により行われたものである。HRI, David Simpson 博士には適切なご指導と絶大なるご助言を賜るとともに、本論文の英文をご校閲いただいた。また、HRI, Judy Bell 氏には多大なるご援助をいただいた。

専門技術員調査研究に際しては、全道の農業改良普及センターの野菜担当普及員にご協力をいただいた。また、本研究の取りまとめに際し、道立花・野菜技術センター主任専門技術員（現北海道檜山支庁檜山北部地区農業改良普及センター所長）岸田幸也氏、道立上川農業試験場主任専門技術員（現花・野菜技術センター）大道雅之氏、道立中央農業試験場主任専門技術員（現北海道農政部技術普及課総括専門技術員）柳山浩之氏、道立十勝農業試験場主任専門技術員竹腰曜通氏、道立北見農業試験場主任専門技術員北畠国昭氏には終始激励をいただいた。

以上の各位に心から感謝の意を表す。

引用文献

- アグリ・アクション 2001 いちごグループ. 2001. 「いちご」マーケティング. 「夏秋採りいちご」による北海道農業の構造改革. 北海道農政部土地改良指導課：1-7.
- Alavoine, F. and M. Crochon. 1989. Taste quality of strawberry. *Acta Hort.* 265: 449-452.
- 青葉 高. 1982. オランダイチゴ (イチゴ). p. 105-110. 八坂書房. 東京.
- Barritt, B. H. 1979. Breeding strawberries for fruit firmness. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104: 663-665.
- Barritt, B. H. 1980. Resistance of strawberry clones to *Botrytis* fruit rot. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 160-164.
- Baumann, T. E. and H. A. Daubeny. 1989. Evaluation of the waiting-bed cultural system for strawberry season extension in British Columbia. *Adv. Strawberry Prod.* 8: 55-57.
- Bell, J. A., D. W. Simpson and D. C. Harris. 1997. Development of a method for screening strawberry germplasm for resistance to *Phytophthora cactoeum*. *Acta Hort.* 439: 175-179.
- Dijkstra, J. 1989. The use of cold stored waiting-bed plants for a late harvest. *Acta Hort.* 265: 207-214.
- Dozier, W. A., Jr., D. G. Himelrick, A. W. Caylor and J. A. Pitts. 1993. Planting date and plant spacing of 'Delite' strawberry in Alabama. *Adv. Strawberry Res.* 12: 54-58.
- 江口庸雄. 1933. 日照時間の長短と花芽分化期との関係に就いて. *園学雑.* 4: 208-215.
- 江口庸雄. 1934. 低温及土壤の乾湿と苺の花芽分化との関係について就いて. *園学雑.* 5: 233-250.
- 江口庸雄. 1936. 苺の花芽分化に及ぼす温度, 光線の影響に就いて. *園学雑.* 7: 19-26.
- Ferree, D. C. and E. J. Stang. 1988. Seasonal plant shading, growth, and fruiting in 'Earliglow' strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113: 322-327.
- 藤本治夫. 1995. 日本の名品種. 「宝交早生」イチゴの思い出. イチゴ, 1994・1995, 最近の研究・技術と世界の動き, 1994・1995年度イチゴセミナー紀要とその他. 82-84.
- 藤本幸平. 1971. イチゴ宝交早生の生理生態的特性の解明による新作型開発に関する研究. 奈良農試特別研報. 1: 1-151.
- 福羽逸人. 1908. 苺栽培法. p. 286-297. 果樹蔬菜高等栽培論. 博文館. 東京.
- 伏原 肇・高尾宗明. 1989. 促成イチゴの着色不良果に関する研究. 第1報. 果実着色に及ぼす収穫後の温度の影響. 福岡農総試研報. B-9: 17-20.
- 伏原 肇・高尾宗明. 1991. 促成イチゴの着色不良果に関する研究. 第2報. 着色不良果の発生に及ぼす環境条件の影響. 福岡農総試研報. B-11: 1-4.
- Gast, K. L. B. and J. E. Pollard. 1991. Recovers enhance reproductive and vegetative yield components in strawberries. *HortScience.* 26: 1467-1469.
- Gilbert, N. 1967. Additive combining abilities fitted to plant breeding data. *Biometrics.* 23: 45-49.
- 後藤忠則・根本正康. 1974. イチゴのウイルス病に関する研究. 北海道におけるイチゴの退化現象について. 北農試研報. 109: 97-105.
- Hancock, J. F. 1999. *Strawberries.* p.1-24. CABI Publishing, Wallingford.
- Hancock, J. F. and D. W. Simpson. 1995. Methods of extending the strawberry season in Europe. *HortTech.* 5: 286-290.
- 北海道立道南農業試験場病虫科. 1994. いちごの萎黄病, 萎凋病防除対策試験. 平成6年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部: 213-217.
- 北海道立道南農業試験場園芸科. 1993. いちご「道南8号」. 平成5年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部: 30-32.
- 北海道立道南農業試験場・北後志地区農業改良普及センター. 2003. いちご「けんたろう」の栽培指針. 平成15年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部: 68-70.

- 北海道農政部. 2002. いちご. 施肥標準. 北海道施肥ガイド. 北海道農政部: 89.
- 本多藤雄. 1972. 主要野菜の作型と品種. イチゴ. p. 325-344. 清水 茂編著. 野菜の生態と作型. 誠文堂新光社. 東京.
- 本多藤雄. 1982. 果菜類. いちご. p. 107-111. 野菜作編. 花き作編. 戦後農業技術発達史(続). 5. 農林水産技術情報協会. 東京.
- 本多藤雄・天野智文・松田照男. 1976. イチゴ新品種‘ひみこ’の育種に関する研究. 野菜試報. C2: 1-14.
- 本多藤雄・岩永喜裕・松田照男・森下昌三・伏原 肇. 1985. イチゴ新品種‘とよのか’の育種に関する研究. 野菜試報. C8: 39-57.
- 本多藤雄・大和茂八・二井内清之・天野智文. 1974. イチゴ新品種‘はるのか’の育種に関する研究. 野菜試報. C1: 1-14.
- 一戸 稔. 1957. 草莓の線虫病. 北農. 24: 387-392.
- 飯野久栄・大和田隆夫・小沢百合子・山下市二. 1982. 果実類の糖及び酸含量と嗜好に関する研究(第4報). イチゴ・トマトについて. 食総研報. 40: 71-77.
- 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.
- 石川正美・川上敬志・成川 昇・青木宏史. 1996. イチゴ新品種「TC-4」の育成経過と特性. 千葉農試研報. 37: 85-93.
- Jamieson, A. R. 1991. Late summer strawberry production in Nova Scotia with waiting-bed plants. *Adv. Strawberry Prod.* 10: 40-42.
- 香川 彰. 1979. 北海道におけるイチゴ栽培上の諸問題. 2. 寒冷地におけるイチゴの株冷抑制栽培上の問題点. 北農. 46(1): 6-14.
- 柿下秋男. 2003a. 市場ニーズに合う品種, 合わない品種は? p. 4-5. 松田照男・森下昌三編著. イチゴ Q&A. 栽培技術早わかり. 全国農業改良普及協会. 東京.
- 柿下秋男. 2003b. 出荷・販売方法に合った品種の選び方. p. 26-29. 松田照男・森下昌三編著. イチゴ Q&A. 栽培技術早わかり. 全国農業改良普及協会. 東京.
- 金指信夫. 1997. 日本の名品種. 「福羽」. イチゴ, 1997, 最近の研究・技術と世界の動き, 1997年度イチゴセミナー紀要とその他. 45-58.
- 金指信夫・川里 宏. 2002. イチゴ品種‘福羽’の育成経過に関する考察. 農業および園芸: 973-976.
- 加藤 昭. 1968. 3月出しイチゴ(ダナー)の新栽培法. 農業および園芸. 43: 1863-1866.
- 加藤 昭. 1998. 日本の名品種. ダナー (Donner). アメリカ生まれの日本育ち. イチゴ, 1998, 最近の研究・技術と世界の動き, 1998年度イチゴセミナー紀要とその他. 102-105.
- 加藤賢治・山下文秋・林 吾朗. 1998. イチゴのロックウール栽培における省力・高収益栽培技術(第2報). 大果生産のための摘果の検討. 愛知農総試研報. 30: 105-110.
- 川岸康司. 1998. きたえくぼの品種特性と栽培技術. p. 125-136. 農耕と園芸編集部編. イチゴ. 品種と新技術. 誠文堂新光社. 東京.
- 川岸康司・加藤俊介・生方雅男・阿部珠代・立川さやか・稲川 裕・福川英司. 2001. イチゴ新品種「けんたろう」の育成. 北海道立農試集報. 81: 11-20.
- 川岸康司・竹腰曜通. 2003. 北海道における近年のイチゴ栽培状況の変化. 北海道園芸研究談話会報. 36: 26-27.
- 川原祥司・相馬 暁・目黒孝司. 1987. 寒地におけるイチゴの作型に対応した施肥法. 土肥誌. 58: 381-385.
- Kidmose, U., H. Andersen and O. Vang-Petersen. 1996. Yield and quality attributes of strawberry cultivars grown in Denmark 1990-1991. *Fruit Var. J.* 50: 160-167.
- 小玉孝司. 1974. イチゴ萎黄病の諸性質と品種間差異について. 奈良農試研報. 6: 68-75.
- 今野 寛. 1979. 北海道におけるイチゴ栽培上の諸問題. 1. 短日育苗によるイチゴの夏秋どり. 北農. 46(1): 2-5.
- 今野 寛・稲川 裕・川岸康司・澤田一夫・塩澤耕二・加藤俊介・立川さやか. 2001. イチゴ新品種「きたえくぼ」の育成. 北海道立農試集報. 81: 1-10.
- 今野 寛・高橋総夫. 1976. 寒地におけるイチゴの作型設定試験. 第2報. 5月どり栽培. 北農 43(3): 23-32.
- 今野 寛・高橋総夫. 1977. 寒地におけるイチゴの作型設定試験. 第3報. ろ地栽培. 北農 44(5): 21-35.
- 今野 寛・高橋総夫・沢田一夫. 1971a. いちごウイル

- スフリー処理苗の生産性に関する試験. 北農. 38(5): 1-9.
- 今野 寛・高橋総夫・沢田一夫. 1971b. 水田後作における「いちご」の栽培. 北農. 38(11): 15-28.
- 小坂善仁・木戸裕美・川岸康司. 1999. イチゴ‘北の輝’の栽培特性について. 北海道園芸研究談話会報. 32: 14-15.
- 小山睦寛・余助良二・杉目直行. 1981. いちご (道外検討品目). 北海道野菜地図 (その 4). 北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会: 56-57.
- 熊沢三郎・二井内清之. 1965. 茄類および雑果菜類. いちご. p. 142-161. 熊沢三郎著. 改著総合蔬菜園芸各論. 養賢堂. 東京.
- Lendergan, C. A. and J. N. Moore. 1975. Inheritance of ascorbic acid content and color intensity in fruits of strawberry (*Fragaria x ananass* Duch.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100: 633-635.
- Lieten, F. and R. D. Marcelle. 1993. Relationships between fruit mineral content and the “albinism” disorder in strawberry. Ann. appl. Biol. 123: 433-439.
- 前川寛之. 1992. イチゴ品種‘とよのか’の着色に関する研究 (第 2 報). 果実日裏面の受光程度および受光波長分布と着色の関係. 奈良農試研報. 23: 21-26.
- 前川寛之・小野良允. 1992. イチゴ果実の着色に関する研究 (第 2 報). 反射マルチの実用性について. 園学雑. 60 (別 2): 452-453.
- 丸山康広. 2003. イチゴの新品種と産地動向. 「砂丘 S3 号 (仮称)». 農耕と園芸. 58 (12): 56-57.
- 松田照男. 1986. 関東地方におけるイチゴのポット育苗技術. p. 2-15. 農耕と園芸編集部編. イチゴ. 品種と新技術. 誠文堂新光社. 東京.
- 松本 勇. 2000. いちご栽培優良事例. 3 豊浦町. 北海道のいちご栽培事例. 北海道農政部農産園芸課: 18-40.
- 松本 勇・生方雅男. 1998. イチゴ‘きたえくぼ’の道外移出方法. 北海道園芸研究談話会報. 31: 36-37.
- 松尾孝則. 2001. イチゴ. 暖地での栽培. p. 248-265. 川城英夫編. 新野菜つくりの実際. 果菜類 II. 農文協. 東京.
- 南 鷹次郎. 1896. 小果樹の栽培に就いて. 北海之殖産. 6: 315-319.
- 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. 福岡農総試研報. 22: 61-68.
- 望月龍也. 1997. 果菜類の発展. イチゴ. p. 588-597. 果樹作編. 野菜作編. 昭和農業技術発達史. 5. 農文協. 東京.
- 望月龍也・稲川 裕・船倉英一郎・野口裕司・曾根一純. 2001. 促成イチゴ果実における日持ち性の評価方法と品種間差異. 野菜茶試研報. 16: 1-7.
- 門馬信二, 藤野雅丈, 高田勝也, 興津伸二. 1990. 寒冷地向きイチゴの新品種‘ベルルージュ’の育成経過とその特性. 野菜茶試研報. C1: 1-9.
- 門馬信二・上村昭二. 1978. イチゴ果実の日持ち性の品種間差異並びに日持ち性と果皮・果肉の硬さとの関係. 野菜試報. B2: 1-10.
- 門馬信二・上村昭二. 1985. イチゴ果実における果皮及び果肉の硬さの遺伝. 野菜試報. B5: 49-59.
- 門馬信二・上村昭二・吉川宏昭. 1977. イチゴ果実の硬さ測定法と品種間差異. 野菜試報. B1: 1-11.
- 門馬信二・興津伸二. 1987. イチゴ果実の糖度及び酸度の品種間差異並びに糖度及び酸度と他の形質との関係. 野菜試報. B7: 11-19.
- 門馬信二・高田勝也. 1991. イチゴ果実の糖度および酸度の遺伝. 園学雑. 59: 719-726.
- 森 欣也・田中政信・中島寿亀・松尾孝則・田中龍臣・中村典義. 1997. イチゴ新品種「佐賀 2 号」の育成. 佐賀農セ研報. 30: 15-31.
- 森 利樹・戸谷 孝・藤原孝之. 2000. 炭そ病抵抗性イチゴ品種‘サンチーゴ’の育成. 三重農技セ研報. 27: 27-36.
- 森下昌三. 1994. イチゴの品質・収量に関する育種学的研究. 野菜茶試研報. A8: 1-53.
- 森下昌三. 2003a. なぜ‘さちのか’は省力型品種と呼ばれるのか. p. 6-7. 松田照男・森下昌三編著. イチゴ Q&A. 栽培技術早わかり. 全国農業改良普及協会. 東京.
- 森下昌三. 2003b. 果数型品種と果重型品種はどちらが有利か. p. 8-9. 松田照男・森下昌三編著. イチゴ Q&A. 栽培技術早わかり. 全国農業改良普及協会. 東京.
- 森下昌三・本多藤雄. 1991. イチゴの品種, 作型, 収穫期による果実の糖及び酸度の変動. 野菜茶試研報. A4: 41-55.
- 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. 野菜茶試研報. 12 : 91-115.
- 中川勝也・沢 正樹・吉倉惇一郎・藤井 浩・藤本治夫. 1972. そ菜果実の流通技術に関する研究. 第4報. イチゴの品質評価要因と鮮度保持限界. 兵庫農試研報. 20 : 105-108.
- 中村隆一・五十嵐正彦・前野利幸・元木征治. 1998. イチゴ「きたえくぼ」栽培圃場の土壌理化学性と先白果発生の実態. 北農. 65 : 57-61.
- 中山林三郎. 1985. ダイアレルクロスとそのデータの解析(2). 農業技術. 40 : 398-403.
- 成川 昇・石橋光治・萩原佐太郎・土岐知久. 1981. イチゴ新品種「麗紅」の育成経過と特性. 千葉農試研報. 22 : 45-55.
- 二宮敬治. 1969. イチゴの品質と栽培管理. 農業および園芸. 44 : 65-71.
- 大竹祐一・茅原美佐子・仁井智己. 2003. イチゴ新品種「ふくはる香」, 「ふくあや香」の育成. 園学要旨. 平15東北支部 : 37-38.
- 大内良実・安岡 正. 1982. イチゴの着色異常果に関する研究(第2報). 白ろう果の発生に及ぼす施肥・土壌 pH の影響. 園学要旨. 昭57秋 : 302-303.
- 岡安 正・大内良実・江村 薫. 1982. イチゴの着色異常果に関する研究(第1報). 白ろう果の発生に及ぼす親株の素質. しゃ光処理の影響. 園学要旨. 昭57秋 : 300-301.
- 沖村 誠・五十嵐 勇. 1997. イチゴの新品種「北の輝」の育成とその特性. 野菜茶試研報. 12 : 153-168.
- Olcott-Reid, B. and J. N. Moore. 1995. Fruit firmness, calyx and neck ratings correlated with field fruit rot reactions of nine strawberry cultivars. *Fruit Var. J.* 49: 14-19.
- Paydas, K. S., N. Kaska and I. T. Agar. 1996. Studies on strawberry crossings between Turkish and American or European cultivars. *Gartenbauwissenschaft* 61: 96-102.
- Perkins-Veazie, P. and J. K. Collins. 1995. Strawberry fruit quality and its maintenance in postharvest environments. *Advances in Strawberry Research*, 14, 1-8.
- Rijbroek, P. C. L. van, E. J. Meulenbroek and C. P. J. van de Lindeloof. 1997. Development of a screening method for resistance to *Phytophthora cactorum*. *Acta Hort.* 439: 181-183.
- 斎藤弥生子・後藤昌人. 1997. イチゴにおけるうどんこ病抵抗性のダイアレル分析. 園学雑. 66 別2 : 462-463.
- 坂口雅己・中村隆一・川原祥司・日笠裕治. 2003. イチゴ「きたえくぼ」の先白果発生軽減対策. 北海道立農試集報. 84 : 65-72.
- 沢田一夫・木谷 昭・土肥 紘. 1975. イチゴの生産性改善に関する試験. 1 マルチの時期とトンネル資材の影響. 北海道園芸研究談話会報. 8 : 64-65.
- Shamaila, M., T. E. Baumann, G. W. Eaton, W. D. Powrie and B. J. Skura. 1992. Quality attributes of strawberry cultivars growth in British Columbia. *Journal of Food Science.* 57: 696-720.
- Shaw, D. V. 1990. Response to selection and associated changes in genetic variance for soluble solids and titratable acids contents in strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 839-843.
- Shaw, D. V., R. S. Bringham and V. Voth. 1987. Genetic variation for quality traits in an advanced-cycle breeding population of strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112: 699-702.
- Shaw, D. V., W. D. Gubler., K. D. Larson. and J. Hansen. 1996. Genetic variation for field resistance to *Verticillium dahliae* evaluated using genotypes and segregating progenies of California strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121: 625-628.
- 下川義治. 1926. 西洋苺. p. 350-389. 下川蔬菜園藝上巻. 成美堂書店. 東京.
- Simpson, D. W., J. A. Bell, K. J. Hammond and A. B. Whitehouse. 2002. The latest strawberry cultivars from Horticulture Research International. *Acta Hort.* 567: 165-168.
- 庄子孝一. 1999. 寒冷地に適したイチゴの新品種「みやぎ VS1 号」と作型の開発に関する研究. 宮城農七報. 66 : 1-66.
- Smith, R. B. and L. J. Skog. 1992. Postharvest carbon dioxide treatment enhances firmness of several cultivars of strawberry.

- HortScience.27:420-421.
- 曾根一純・望月龍也・野口裕司. 1999. イチゴ果実におけるビタミンC含量の品種間差異および収穫時期による変動特性. 園学雑. 68:1007-1014.
- 曾根一純・望月龍也・野口裕司. 2000. イチゴ果実の糖・有機酸の含量・組成およびその収穫期間を通じた安定性と食味官能評価との関係. 園学雑. 69:736-743.
- 曾根一純・望月龍也・野口裕司. 2002. イチゴにおける果実中の糖および有機酸の組成別含量の品種間差異および遺伝力. 野菜茶試研報. 1:241-254.
- 曾根一純・沖村 誠・望月龍也・野口裕司・北谷恵美. 2004. イチゴの収穫・調製作業に関わる果房形態特性. 園学研. 3:161-164.
- Spayd, S. E. and J. R. Morris. 1981. Physical and chemical characteristics of puree from once-over harvested strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:105-109.
- 高橋春實. 1993. イチゴの黒斑病抵抗性株の育成に関する研究. 秋田農短大研報. 19:1-44.
- 高橋 睦. 1992. イチゴ‘ベルルージュ’の北海道における栽培特性について. 北海道園芸研究談話会報. 25:6-7.
- 高井隆次. 1976. 寒冷地におけるイチゴの半促成栽培. 農業および園芸. 51:1265-1268.
- 高井隆次. 1979. 北海道におけるイチゴ栽培上の諸問題. 4. イチゴの品種と休眠. 北農. 46(2):21-26.
- 高井隆次. 2003. 寒冷地のイチゴ. 無育苗多年生栽培. p. 79-85. 秋田活版印刷. 秋田市.
- 高井隆次・施山紀男. 1978. 低温制御によるイチゴの寒冷地向き半促成栽培の確立. I. 秋の被覆時期について. 野菜試報. B2:43-53.
- 高井隆次・施山紀男・北村信夫. 1986. 低温制御によるイチゴの寒冷地向き半促成栽培の確立. III. 盛岡16号の適応性について. 野菜試報. B6:79-91.
- 高野 浩・常松定信. 1992. イチゴ‘とよのか’の果実着色促進に関する研究(第1報). 果実着色における温度と光の強さの影響. 園学雑. 60(別2):446-447.
- 竹腰曜通. 2000. 最近のいちご生産をとりまく状況について. 改良普及員資料. 30:17-29.
- 竹永 博. 2000. 収穫ロボット. p. 239-243. 松田照男編著. イチゴ一歩先を行く栽培と経営. 全国農業改良普及協会. 東京.
- 竹内 隆・馬場富二夫・河田智明. 2002. イチゴ‘紅ほっぺ’の育苗, 摘花及び腋芽整理の方法が収量に及ぼす影響. 静岡農試研報. 47:1-13.
- 竹内 隆・藤浪裕幸・河田智明・松村雅彦. 1999. イチゴ新品種‘紅ほっぺ(仮称)’の育成経過と主特性. 静岡農試研報. 44:13-24.
- 田村 勉. 1979. 北海道におけるイチゴ栽培上の諸問題. まえがき. 北農. 46(1):1.
- 東井君枝・信岡 尚・平山喜彦. 2000. イチゴ‘アスカルビー’における果実の成熟に関する研究(第2報). 果実の着色および品質. 奈良農試研報. 31:17-24.
- 上田靖彦. 1999. 市場からみたイチゴの需要の変遷と今後の展望. 日本イチゴセミナー紀要. No8:62-65.
- 植木正明. 1994. いちご「栃の峰」の先青果発生要因. 栃木農試研究成果集. 13:87-88.
- 植木正明. 1997. 女峰の生理・生態と栽培技術. イチゴ基礎編. 追録第22号. 農業技術体系野菜編4. p. 223-339. 農文協. 東京.
- 浦田丈一・田中龍臣・松尾孝則. 1991. イチゴ品種‘とよのか’の果実着色に及ぼす環境要因の影響. 佐賀農試研報. 27:61-72.
- 山野善正・山口静子. 1994. おいしさの科学. p. 1-7. 山野善正, 山口静子編. 朝倉書店. 東京.
- 山崎肯哉. 1960. 注目される高冷地育苗と苗冷蔵. p. 235-253. 松原茂樹編. これからのイチゴづくり. 農文協. 東京.
- 安田 勳. 1947. 草莓. p. 39-47. 新青年文化協会. 東京.
- 横川庄栄・黒田吉則. 1978. イチゴのハウス早熟栽培に関する研究. 第2報. 秋植えの定植時期について. 東北農業研究. 23:145-146.
- 吉田 裕. 1992. イチゴの花器および果実の発育に関する研究. ‘愛ベリー’の奇形果を中心として. 香川大学農学部紀要. 57:1-94.

Cultivation techniques and development on short day strawberry cultivars for cold regions.

Koji Kawagishi

Summary

The aims of this study were a combination of evaluation of cultivation techniques, development of a new cultivar for semi-forcing culture and verification of the uptake, and to clarify suitability of European cultivars for strawberry breeding for cold regions. The following subjects were investigated to achieve the aims: 1) Establishment of cultural techniques and measures against a physiological disorder "white tip fruit" in a short day strawberry cultivar for the cold region, 'Kitaekubo'. 2) Development of a short day strawberry cultivar for cold regions, 'Kentaro', which was harvested earlier than 'Kitaekubo' and did not have white tip fruit, and evaluation of the characteristics. 3) Surveys of planting conditions of short day strawberry cultivars for cold regions and the uptake of 'Kentaro' strawberry. 4) Evaluation of fruit characteristics in European short day strawberry cultivars and suitability for strawberry breeding in Hokkaido.

1 Establishment of a cultivation technique for 'Kitaekubo' strawberry

(1) Planting time and size of nursery plant

The relationship between planting time and yields, and number of fruit trusses, was that the yields decreased when strawberries were planted in early September in southern Hokkaido, Dohnan region. On the other hand, in central Hokkaido, Dohoh region, strawberries planted in late August performed consistently well for both yield and number of fruit trusses. In Northern Hokkaido, Dohoku region, the number of fruit trusses decreased by more than one per plant in the case of early September planting.

In the relationship between size of nursery plant and yields, the largest yields were obtained by medium nursery plants which had 4-5 leaves in Dohoh region, and by large nursery plants which had 6 or more leaves in the other regions.

In the relationship between yields and number of fruit trusses, the greater the number of fruit trusses, the more the yields increased. But when the number of fruit trusses increased, the class 1 fruits tended to be smaller.

As the results, the optimum planting times and size of nursery plants in each region are as follows:

Dohnan region: Medium nursery plants in mid or late August.

Dohoh region: Medium nursery plants in mid August, or medium or large nursery plants in late August.

Dohoku region: Medium or large nursery plants in mid or late August.

As mentioned above, the optimum planting times and sizes of nursery plants were newly established for each of the regions.

(2) Digging time and size of runner plant

Three-leaves runner plants dug on 16th of July became medium nursery plants and four-leaves runner plants dug on 16th of July became medium or large nursery plants on 17th of August. Three-leaves runner plants dug on 25th of July and two-leaves runner plants dug on 16th of July became more than four-leaves nursery plants on 28th of August.

The results showed that medium nursery plants in mid-August were obtained by the digging of about three-leaves runner plants in mid-July, and medium nursery plants in late August were obtained by the digging of about

two-leaves runner plants in mid-July or about three leaves runner plants on late July. The best digging times suitable for the different planting times and the required sizes of nursery plant were determined.

(3) Rowcover and plastic-tunnel protection in autumn for ensuring a suitable number of fruit trusses

Strawberry production decreased due to late planting time but the number of fruit trusses and yields were increased by using rowcover and plastic-tunnel protection in autumn. Therefore, rowcover and plastic-tunnel protection in autumn were clearly effective for ensuring that there was a suitable number of flower trusses when the planting was late.

(4) Measures against small fruit production by shading and thinning of flowers or flower trusses

Strawberry harvesting time was later, the yields decreased and the percentage of white tip fruits was increased by shading. The results showed that shading was not effective to increase fruit weight and the quality of fruits deteriorated.

An effect on average fruit weight from flower thinning was investigated because average fruit weight decreased in the case of over-flowering. The yields were decreased and the percentage of white tip fruits a little increased by the thinning. From the results, it is suggested that the aim of the thinning be that the trusses and flowers are reduced to five or six trusses and about seventy flowers respectively when a strawberry plant originally had seven or more trusses or eighty or more flowers. A yield of 200 kg/a and increases in average fruit weight and soluble solids content are expected from this treatment.

(5) Methods for coloring of the fruit skin

There was no different effect on the coloring of fruit skin between using black mulch and white-black double mulch. On the other hand, the color difference between the sun facing surface and the shaded surface of the fruits became smaller with the use of 'air-cap sheet', a transparent packing material, which was placed on the mulches. By the treatment of displacing trusses out from the canopy, the color difference between the sun-facing surface and the shaded surface of the fruits became larger, because of an increase of coloring in the sun-facing surface, and the white tip fruits decreased. These results show that the treatments of 'air-cap sheet' and displacing trusses out from the canopy were effective for promotion of coloring in 'Kitaekubo' strawberry, which had light colored fruit skin.

(6) Appearance, conditions and causes of white tip fruits

Numbers of white tip fruits increased when the days from starting of warming by covering materials to harvest time were increased. Also, white tip fruits occurred little in black volcanic soil but tended to increase from using more than 1.5 kg/a of nitrogen fertilizer. White tip fruits were also increased by shading from flowering onwards.

From the results, measures against white tip fruit occurrence were determined as follows:

The starting of warming by covering materials should not be hastened.

The amount of nitrogen fertilizer should be less than 1.5 kg/a.

The transparent covering materials should be renewed every year.

2 Development of 'Kentaro' strawberry and characteristics

(1) Aims of the development and the origin

'Kentaro' was developed with the aim of good fruit quality equivalent to 'Kitaekubo'; no appearance of white tip fruit; early fruiting season equivalent to 'Hokowase'. 'Kentaro' was a strawberry seedling from a cross of 'Kitaekubo' x 'Toyonoka' made in 1993 at Hokkaido prefectural Dohnan agricultural experiment station. Seedlings from this cross were transplanted in autumn 1993 to a field and 'Kentaro' was selected in 1994 as 5kou42 because it had good fruit quality and excellent taste. 'Kentaro' (as 5kou42) was evaluated in the 1995 preliminary line selection test and

the 1996 preliminary performance test, and showed good performance. Next 'Kentaro' was evaluated as Dohnan 26 in performance tests and local adaptability trials from 1996 to 1998, and in specific character tests from 1997 to 1998. As a result, 'Kentaro' was released as a recommended cultivar for Hokkaido in February 2002 and was registered for the grant of a breeder's right by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan in June 2004.

(2) Cultivar characteristics

'Kentaro' plants are weaker than 'Kitaekubo' but more vigorous than 'Hokowase', with a medium growth habit. They produce an adequate number of runners a little earlier than 'Kitaekubo'. The first harvest date of 'Kentaro' is almost the same as or two days later than that of 'Hokowase'. The required low temperature period at less than 5°C for breaking dormancy is about 1,000 hours and longer than the time required for 'Hokowase'. 'Kentaro' shows good resistance to fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*) and powdery mildew (*Sphaerotheca macularis*), and moderate resistance to verticillium wilt (*Verticillium dahliae*). Also, 'Kentaro' appears to be less susceptible than 'Kitaekubo' to botrytis rot (*Botrytis cinerea*). Average fruit size is slightly larger than that of 'Kitaekubo', and the class 1 yield is equivalent to 'Kitaekubo' and higher than 'Hokowase'. Fruit are conical in shape with very glossy bright-red skin and light-orange flesh. The hollow core of 'Kentaro' fruit is smaller than that of 'Kitaekubo'. The soluble solids content (SSC) of 'Kentaro' fruit is almost the same as that of 'Kitaekubo' but the titratable acidity (TA) is a little lower and thus the ratio of SSC to TA is higher than in the case of 'Kitaekubo'. The vitamin C content of 'Kentaro' fruit is similar to that of 'Kitaekubo'. 'Kentaro' has firmer fruit than 'Kitaekubo' and the shelf life of 'Kentaro' fruit appears to be as long as that of 'Kitaekubo'.

(3) Adapted area and technical attributes

'Kentaro' was evaluated in no-heating and semi-forcing culture at Hokkaido prefectural ornamental plants and vegetables center in Takikawa, and in local fields in Pippu, Memanbetsu and Asahikawa. 'Kentaro' were harvested earlier and had the same or greater average fruit weight compared to 'Kitaekubo'. On the other hand, yields of 'Kentaro' were a little lower than those of 'Kitaekubo'. The fruit had high SSC and firmness equivalent to 'Kitaekubo'. The shelf life and appearance were good. The taste was also excellent.

From the results, it was clear that 'Kentaro' had high fruit quality and resistance to some diseases. 'Kentaro' also fruited earlier and tasted better than 'Kitaekubo'. 'Kentaro' was the first strawberry that was adapted to semi-forcing culture in Hokkaido and had the same high quality as the present cultivars used for forcing culture. Overall therefore, 'Kentaro' showed high promise and was expected to replace 'Hokowase'. 'Kentaro' could have decreased yield if it did not produce enough fruit trusses because 'Kentaro' had fewer fruits per truss. Therefore, it was recommended that 'Kentaro' was planted at a suitable time and developed a good growth in autumn.

3 Changes in strawberry production in Hokkaido

(1) Trends of planted area of strawberry in Hokkaido

The total planted area of strawberry in Hokkaido was 126.3 ha in 2004 and had been almost unchanged since 1999. However, the area of short-day cultivars had decreased and was 70.9 ha. On the other hand, the area of cultivars for forcing culture was 13.2 ha, while that of everbearing cultivars was 42.1 ha and they had both increased. The area of substrate culture, in which strawberries were planted in substrate on raised shelves, was 25.3 ha and this was 20% of the strawberry area in Hokkaido. This had increased by over 8 ha compared to 2002.

(2) Planting situation of 'Kentaro' strawberry

The planted area of 'Kentaro' in Hokkaido had been 2.1 ha in 2002 but increased to 26.8 ha in 2004, which was the same area as 'Hokowase'. The area of 'Kentaro' in 2005 harvest was expected to be an increase of 5 or 10 ha and

would be more than 50% of short-day cultivars for the cold region. Unit price of 'Kentaro' was higher than 'Hokowase', which would contribute a rise in income to strawberry farmers.

4 Suitability of European strawberry cultivars for breeding of short day strawberry cultivars for cold regions

— Evaluations of soluble solids content, pH and fruit firmness —

(1) Fruit characteristics and changes in fruit quality during the harvest period

71 cultivars and lines in a first year trial and 25 in a second year trial, were tested. The averages for SSC were 8.5% in the first year trial and 8.0% in the second year trial, which were the same as those of Japanese cultivars. The averages for pH were 3.4 in the first year trial and 3.3 in the second year trial, and the averages for flesh firmness were 99.7 g in the first year trial and 97.4 g in the second year trial respectively.

SSC was positively correlated with pH and flavor both in the first year trial and the second year trial, although not highly. In cases where the flesh firmness was more than 150g, the flavor scores were relatively low.

There were changes in soluble solids contents, pH and fruit firmness with cultivars during the harvest period in the first year trial. As a result, it was necessary to take multiple samples considering the weather and environmental conditions for evaluation of short day strawberry cultivars for cold regions.

(2) Combining ability test

Two British short-day lines, three European everbearing and one US day-neutral cultivars were used in a crossing programme appropriate for diallel analysis. General combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) were estimated for soluble solids content (SSC), pH, flesh firmness (FF) and skin firmness (SF).

GCA was significant in SSC, pH, FF and SF, but SCA was not significant for all traits. The highest general combining ability parental values for SSC and pH were found for short-day lines. On the other hand, a US day-neutral cultivar had the highest parental values for FF and SF, but had the lowest for SSC. European everbearing cultivars had high parental value for FF and comparatively low for SF.

These results show that European cultivars could be used with Japanese cultivars in a breeding programme for short-day strawberry because SSC and FF of European cultivars are almost equivalent to Japanese cultivars.