

イチゴ新品種「栃木 i37 号」の育成

大橋隆¹⁾・小林泰弘²⁾・重野貴²⁾・畠山昭嗣¹⁾・中西達郎³⁾・飯村一成・植木正明⁴⁾・
豊田明奈²⁾・鶴見理沙・永嶋麻美²⁾・齋藤容徳・小島夏実²⁾・大橋幸雄⁵⁾

摘要: イチゴ新品種「栃木 i37 号」は、大果で収穫始期が早く収量性に優れる「栃木 32 号」を種子親とし、萎黄病に耐病性を有する「09-48-5」を花粉親として 2012 年に交配し、得られた実生の中から選抜され、2018 年に「栃木 i37 号」の名称で品種登録を出願された。本品種の特徴は、次のとおりである。草勢は立性で、ランナーの発生は良好である。草勢は強く、厳寒期の草勢低下も少ない。花芽分化は「とちおとめ」よりも 10 日程度早い。頂花房の着花数は、8 花から 10 花と少ない。平均一果重は、20g 程度と大きい。収量性は高く、「とちおとめ」に比べ 20% ほどの多収である。果形は心臟形、果皮色は鮮赤で光沢がある。糖度 (Brix) は「とちおとめ」と同等で、酸度は低く、食味は良好で、果実硬度は「とちおとめ」よりも硬い。また、萎黄病に対しては「アスカウェイブ」と同等の耐病性を有する。

キーワード: イチゴ, 育種, 多収, 早生性, 萎黄病耐病性

Breeding of a Strawberry Cultivar 'Tochigi i37 go'

Takashi OHASHI, Yasuhiro KOBAYASHI, Takashi SHIGENO, Akitsugu HATAKEYAMA, Tatsuro NAKANISHI,
Kazunari IIMURA, Masaaki UEKI, Akina TOYODA, Risa TSURUMI, Asami NAGASHIMA, Yoshinori SAITO,
Natsumi KOJIMA and Yukio OHASHI

Summary: A new strawberry cultivar 'Tochigi i37 go' was developed by the Tochigi Strawberry Research Center (Tochigi Prefectural Agricultural Experiment Station) in 2018. To enhance the characteristic variations of strawberry in Tochigi prefecture, the new cultivar was derived from a cross between 'Tochigi 32 go' and '09-48-5' in 2012. 'Tochigi 32 go' was a breeding line with an early beginning of harvest time and a great yield. '09-48-5' was a breeding line, which was resistant to Fusarium wilt. The number of runners of 'Tochigi i37 go' was relatively great. The plant's vigor remained quite strong even in winter. Each inflorescence had eight to ten flowers. The fruit was 20g on average, cordate in shape, and glossy bright-red in color. The yield of the cultivar was by more 20% greater than that of 'Tochiotome'. The sugar content of the cultivar was nearly equivalent to that of 'Tochiotome', whereas the acidity was smaller than that of 'Tochiotome', subsequently an excellent taste. The firmness of the cultivar was equivalent to that of 'Tochiotome'. Similarly to 'Asuka Wave', the cultivar was resistant to Fusarium wilt.

Key words: Breeding, Earliness, Fusarium wilt resistance, High yield, Strawberry

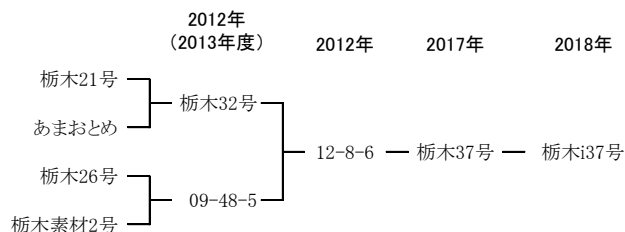
1) 現栃木県塩谷南那須農業振興事務所, 2) 現栃木県下都賀農業振興事務所, 3) 現栃木県芳賀農業振興事務所, 4) 元栃木県職員, 5) 現栃木県上都賀農業振興事務所 (2019. 8. 20 受理)

I 緒言

イチゴは栃木県における代表的な園芸作物のひとつである。2017 年の本県における作付面積は 554 ha、収穫量は 25100 t で、1968 年以降、作付面積、収穫量ともに全国第 1 位を維持している。しかしながら、生産者の高齢化や担い手の減少などにより、10 年前（2008 年）との対比は作付面積で 86 %、収穫量で 84 % と年々減少傾向にある。このような傾向は、本県だけでなく各イチゴ主産県においても同様で、2017 年の国内全体の作付面積は 5280 ha、収穫量は 163700 t で、10 年前との対比は作付面積で 82 %、収穫量で 86 % と縮小している（農林水産省作物統計調査）。このような状況の中、東京都中央卸売市場における 2017 年の国内産イチゴの入荷量は 24821 t、取引価格は 1307 円・kg⁻¹ で、10 年前との対比は入荷量で 88 %、取引価格で 130 % と入荷量の減少に伴い取引価格は年々上昇する傾向にある（東京都中央卸売市場年報）。また、2017 年の一般家庭におけるイチゴの消費は、購入量では 778g・人⁻¹、購入金額では 1092 円・人⁻¹ で、10 年前との対比は購入量で 73%、購入金額で 92% となっており（総務省家計消費状況調査より試算）、今後も市場取引価格の上昇が続けば、消費量の減少がより一層助長されることが懸念される。

一方、気象条件の変化に目を向けると、宇都宮市における平均気温の長期変化（1891 年から 2018 年）は上昇傾向で、熱帯夜の日数も 2000 年以降は以前に比べ多く発生しており、栃木県の気候変化の将来見通しにおいては猛暑日、熱帯夜ともに増加し、1 時間降水量 50mm 以上の発生回数も増加すると予測されている（東京管区気象台発行の気候変化レポート 2018）。

現在、本県イチゴ生産の主力型である促成栽培におい



第 1 図 栃木 i37 号の育成経過

第 1 表 栃木県育成主要イチゴ品種の近交係数

季 性	品 種 名	近交係数
一季成り性	栃木i37号	0.20
	栃木i27号(スカイベリー)	0.21
	とちおとめ	0.26
	女 峰	0.17
四季成り性	なつおとめ	0.09

ては、「とちおとめ」(石原ら, 1996) を主力品種として、贈答需要向けの「栃木 i27 号」(商標名: スカイベリー, 以下「スカイベリー」と表記)(重野ら, 2015), 観光いちご園向けの「とちひめ」(栃木ら, 2001) などの品種が栽培されているが、いずれの品種とも猛暑に伴う花芽分化期の遅延や頂花房と一次腋花房間における収穫の中休みの発生、高温と集中豪雨等に起因する炭疽病や萎黄病の発生などが起こりやすく、イチゴ果実の安定供給を図るためには以前よりも繊細な栽培管理を行うことが必要となっている。このようことから、栃木県農業試験場いちご研究所では、「とちおとめ」よりも花芽分化が早く、炭疽病や萎黄病に対して耐病性を有し、良食味かつ多収性の促成栽培用イチゴ品種の開発に取り組んできた。その結果、これらの特性を有し、実用性に優れると判断されるイチゴ新品種「栃木 i37 号」を育成したので、本品種の育成経過および品種特性について報告する。

II 育成経過

1. 交配親の特性

1) 栃木 32 号

2008 年に当研究所育成の系統「栃木 21 号」と愛媛県で育成された「あまおとめ」(伊藤・松澤, 2008) を交配して育成された系統である。「とちおとめ」に比べ大果で、開花始期、収穫始期ともにやや早く、花房出蕾の連続性および収量性に優れ、果形は円錐形、果皮色は橙赤で、果実硬度および食味は同程度の特性を有する。

2) 09-48-5

2009 年に当研究所育成の系統「栃木 26 号」と「栃木素材 2 号」を交配して育成された系統である。「とちおとめ」に比べ、開花始期はやや早く、収穫始期は同等で、果実はやや大きいものの、収量性は劣り、果形は円錐形、果皮色は鮮赤色、硬度はやや低く、食味は同等で、萎黄病に対して耐病性を示す特性を有する。

2. 育成経過

「栃木 i37 号」の育成経過を第 1 図に示した。2012 年に「栃木 32 号」を種子親、「09-48-5」を花粉親として交配して得た種子から実生を 181 個体育成した。これらの個体を実生選抜試験に供試し、有望と思われる 7 系統を選抜、その中の 1 系統に 12-8-6 の系統番号を付した。2013 年度に系統選抜試験、2014 年度に特性検定予備試験、2015 年度に特性検定試験 1、2016 年度に特性検定試験 2 に供試したところ、収穫始期が早く、大果で収量性に優れ、果実の外観、食味ともに良好で、果実硬度が高く、萎黄病に対する耐病性が認められたことから、2017 年度に「栃木 37 号」の系統名を付与し、

系統適応性検定試験に供試した。その結果、「とちおとめ」に比べ早生で収量性に優れ、「とちおとめ」と同等以上の現地適応性、作型適応性を有することが明らかとなったため、2018年7月に「栃木 i37 号」の品種名を付して品種登録を

出願した（出願公表:2018年11月13日・出願番号33245）。なお、「栃木 i37 号」の近交係数(稲葉・吉田, 2006) は0.20であり、「とちおとめ」との比較において近親交配の程度は小さい（第1表）。

第2表 農林水産省農林水産植物種類別審査基準²に準じた特性表

形質番号	形 質	形質に係わる特性		
		栃木i37号	栃木i27号(スカイベリー)	とちおとめ
1	草姿	立性	立性	中間
3	草勢	かなり強	かなり強	強
4	分げつの多少	やや多	中	中
5	開花位置	葉と同水準	葉と同水準	葉と同水準
6	ランナーの数	やや多	中	中
7	ランナーのアントシアニンの着色	弱	弱	弱
9	葉の大きさ	大	大	大
10	葉の表面の色	濃緑	濃緑	濃緑
14	頂小葉の大きさ	大	大	大
15	頂小葉の縦横比	同等	縦長	同等
17	頂小葉の鋸歯の形	中間	中間	中間
19	葉柄の長さ	長	長	やや長
21	たく葉のアントシアニン着色の強弱	無	無	無
22	花の数	少	少	やや少
23	果柄の長さ	中	やや長	中
25	花の直径	中	やや大	中
26	花弁の重なり	接する	接する	接する
30	花弁の表面の色	白	白	白
35	果実の大きさ	かなり大	かなり大	大
37	果実の形	心臓形	円錐形	円錐形
38	第一番果と第二番果の果形の差	中	中	中
39	果皮の色	赤	橙赤	赤
40	果実の着色ムラの強弱	無又は極弱	やや強	弱
41	果実光沢の強弱	強	強	強
43	果実の無種子帯	無又は極狭	無又は極狭	無又は極狭
44	果実のネックの有無	無	無	無
45	瘦果の落ち込み	落ち込み中	落ち込み中	落ち込み中
46	瘦果の密度	中	やや粗	中
47	瘦果のアントシアニンの強弱	中	やや弱	中
48	果実のがくの着生位置	陥入	平	平
49	果実のがく片の付き方	上向き	水平	水平
50	果径に対するがくの大きさ	小	やや小	やや大
51	果実からのへた離れの難易	やや難	中	中
52	果実の硬さ	極硬	極硬	極硬
53	果肉の色	淡赤	橙赤	淡赤
54	果心の色	赤	赤	赤
55	果実の空洞	無又は小	無又は小	無又は小
57	果実の成熟期	早	中	中
58	季性	一季成り	一季成り	一季成り
59	可用性固形物質含量	かなり高	高	かなり高
60	酸度	やや低	やや低	中
61	果実の香りの強弱	中	中	中
63	炭疽病抵抗性	罹病性	やや抵抗性	罹病性
64	萎黄病抵抗性	高抵抗性	やや抵抗性	罹病性

2 本表は、「いちご属審査基準」(2011年10月版)の「VII. 特性表」に定められた形質、定義、状態に準じて作成した。



栃木 i37 号 とちおとめ

第2図 草姿



栃木 i37 号 とちおとめ

第3図 果実

Ⅲ 特性の概要

農林水産省農林水産植物種類別審査基準に準じた特性表を第 2 表に示した。

1. 形態的特性

「栃木 i37 号」および「とちおとめ」の草姿を第 2 図に示した。草姿は立性で、「とちおとめ」と比較して草勢は強く、葉柄長はやや長く、小葉の大きさは同程度で、厳寒期における葉長の矮小化の程度は小さい。花房の形態は分枝と直枝の中間型で、「とちおとめ」と比較して花梗長はやや長く、頂

花房の着花数は少ない。

2. 生態的特性

採苗仮植時における葉齢毎の子苗の発生本数を第 3 表に示した。「とちおとめ」と比較してランナーの発生は同程度で、採苗・仮植に適した葉齢 2 枚から 3 枚の子苗の発生本数は多く、仮植時の発根は同等もしくはわずかに緩慢である。花芽分化の時期は早く、低温短日処理に対する花成の反応は同様で、処理開始から花芽分化までに要する日数は短い。同様に、開花始期、収穫始期のいずれも早く、一次腋花房以降の各花房の開花始期、収穫始期も同様に早い。

第 3 表 採苗時における子苗の発生本数 (系統適応性検定試験 1 2017 年)

品種名	葉齢毎の子苗発生数 本・株 ⁻¹					総子苗数 本・株 ⁻¹
	葉齢5枚以上	葉齢4枚	葉齢3枚	葉齢2枚	葉齢1枚	
栃木i37号	2	5	16	24	5	52
とちおとめ	3	6	8	11	7	35

第 4 表 果実の内容成分 (系統適応性検定試験 2 2018 年)

品種名 ^z	果実熟度 ^y	糖度 °Brix	果汁中糖含量 ^x g・100ml ⁻¹				糖組成 %		
			ショ糖	ブドウ糖	果糖	合計	ショ糖	ブドウ糖	果糖
栃木i37号	未熟	7.9	2.7	1.9	2.1	6.7	40.3	28.4	31.3
	適熟	8.2	3.0	1.9	2.1	7.0	42.9	27.1	30.0
	過熟	9.1	3.8	2.0	2.3	8.1	46.9	24.7	28.4
とちおとめ	未熟	8.3	2.6	1.8	2.2	6.6	39.4	27.3	33.3
	適熟	8.8	2.9	2.1	2.4	7.4	39.2	28.4	32.4
	過熟	9.9	3.5	2.3	2.7	8.5	41.2	27.1	31.8

品種名 ^z	果実熟度 ^y	酸度 %	果汁中有機酸含量 ^w g・100ml ⁻¹			有機酸組成 %	
			クエン酸	リンゴ酸	合計	クエン酸	リンゴ酸
栃木i37号	未熟	0.51	0.41	0.19	0.60	68.3	31.7
	適熟	0.43	0.36	0.19	0.55	65.5	34.5
	過熟	0.35	0.36	0.19	0.55	65.5	34.5
とちおとめ	未熟	0.67	0.63	0.24	0.87	72.4	27.6
	適熟	0.57	0.56	0.18	0.74	75.7	24.3
	過熟	0.53	0.59	0.19	0.78	75.6	24.4

品種名 ^z	果実熟度 ^y	総アントシアニン含量 ^v mg・100gFW ⁻¹		Pelargonidin 3-glucoside ^u mg・100gFW ⁻¹	Cyanidin 3-glucoside ^u mg・100gFW ⁻¹
		mg・100gFW ⁻¹	mg・100gFW ⁻¹	mg・100gFW ⁻¹	mg・100gFW ⁻¹
栃木i37号	適熟	20.9		10.0	0.7
とちおとめ	適熟	14.8		7.1	0.9

z いちご研究所内パイプハウスにおいて慣行の土耕栽培法により収穫した果実を供試した。

y 果実の熟度は果皮の着色程度で判断し、未熟：6分着色、適熟：8分着色、過熟：完全着色とした。

x 糖含量の定量は、HPLC (Chormaster, 日立ハイテクサイエンス社) を用いて行った。HPLC 条件はカラム: GL-C610-S 7.8 (I.D) × 300mm (L) (日立ハイテクサイエンス製)、溶離液: 蒸留水、流速 0.5ml/min、カラム温度: 65°C、注入量: 10 μl とし、標準試薬は、D(+)-Glucose, Sucrose, D(-)-Fructose を用いた。

w 有機酸含量の定量は、HPLC (Chormaster, 日立ハイテクサイエンス社) を用いて行った。HPLC 条件は、カラム: GL-C610H-S7.8 (I.D) × 300mm (L) (日立ハイテクサイエンス製)、溶離液: 3mM 過塩素酸水溶液、反応液: プロモチモールブルー溶液、流速 0.6ml/min カラム温度: 60°C、注入量: 10 μl とし、標準試薬は Citric Acid, Malic Acid を用いた。

v 総アントシアニン含量の定量は、分光光度計 (島津製作所製 UV-2450) を用い、波長 510nm における吸光度を測定、Pelargonidin 3-glucoside chloride (EXTRASYNTHESSE 社製) を標準物質とし、アントシアニン総量を Pelargonidin 3-glucoside 相当量として求めた。

u Pelargonidin, 3-glucoside および Cyanidin 3-glucoside の定量は、HPLC (Nexera X2, 島津製作所) を用いて行った。HPLC 条件はカラム: Develosil ODS-UG-5 250mmL × 4.6mmL.D (野村化学社) 移動相: (A) アセトニトリル: 酢酸: リン酸: 水 = 7.5: 6: 1.5: 85, (B) アセトニトリル: 酢酸: リン酸: 水 = 22.5: 18: 1.5: 58, B 液 0% (0 分) → 100% (25 分) グラジエント、流速 1.0ml/min カラム温度: 40°C、注入量: 10 μl、検出波長 510nm とし、標準試薬は Pelargonidin, 3-glucosidechloride (EXTRASYNTHESSE 製)、Cyanidin 3-glucoside chloride (長良サイエンス社) を用いた。

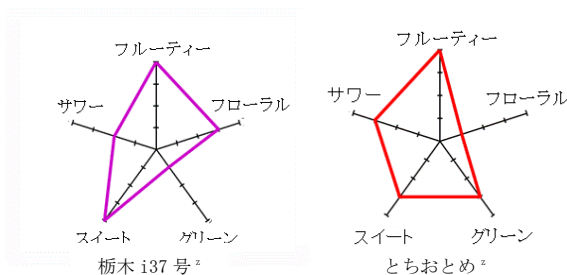
3. 果実特性

「栃木 i37 号」および「とちおとめ」の果実の形状を第 3 図に、果実の内容成分を第 4 表に、香気成分組成を第 5 表に、果実の芳香官能チャートを第 4 図に示した。一果重は 20g 程度と「とちおとめ」よりも大きく、11g・果⁻¹以上の果実の発生果数率は高い。果形は心臓形で、がく片の着生部位は陥入する。果皮色は赤みの強い鮮赤色で、光沢は「とちおとめ」と同等に優れる。瘦果の落ち込みは中程度で、赤味を帯びて着色する。果肉は淡赤色で、空洞は生じない。乱形果としては帯状果や軽微な鶏冠果が発生するが、発生率は「とちおとめ」に比べて顕著に少ない。不良果としては先つまり果や先青果、先白果が低次の花序を主として一時的に発生するが、総収穫量に占める発生率は 3%から 5%に留まる。糖度 (Brix) は「とちおとめ」と同等で、酸度はやや低く、食味は同等である。果実中の糖含量および糖組成に大きな差は見られず、有機酸含量ではクエン酸含量がやや少なく、総アントシアニン含量はやや多い。果実表面の陥入硬度 (以下「果実硬度」と表記) は「とちおとめ」よりも硬い。また、果実の芳香は「とちおとめ」に比べ酸味を連想させるサワー感は弱く、甘い果肉を感じさせるスイート感および新鮮な果肉

を感じさせるフルーティー感は同等で、華やかさを感じさせるフローラル感は強い。

4. 病害に対する耐病性

萎黄病菌および炭疽病菌を接種した際の発病度を第 6 表に示した。萎黄病に対しては「アスカウェイブ」(峰岸ら, 1994) と同程度の耐病性を有すると判断され、「アスカウェイブ」由来の萎黄病耐病性 DNA マーカーを有する (飯村, 2013 および癸生川, 2016)。炭疽病に対する耐病性は「とちおとめ」よりもやや優れ、「スカイベリー」よりも劣ると判断された。



z 30 名のテスターによる官能評価試験結果。調査は第 4 表の試験と併せて実施した。

第 4 図 果実の芳香官能チャート

第 5 表 果実の香気成分組成 (系統適応性検定試験 2 2018 年)

成分名 ^z	栃木i37号 %	とちおとめ %	香りの特徴 ^x
acetaldehyde	-	-	フルーティー
methyl acetate	1.8	2.6	フルーティー
ethyl acetate	-	1.1	フルーティー
2,3-butanedione	0.3	0.4	スイート
methyl butyrate	5.6	12.3	フルーティー
methyl 2-methylbutyrate	-	0.5	フルーティー
methyl isovalerate	2.7	3.2	フルーティー
ethyl butyrate	0.5	3.2	フルーティー
S-methyl thioacetate	-	0.2	スイート
ethyl isovalerate	0.3	2.4	フルーティー
butyl acetate	0.2	0.8	フルーティー
hexanal	0.6	0.7	グリーン
isoamyl acetate	1.4	3.1	フルーティー
methyl hexanoate	7.4	26.3	フルーティー
methyl thiobutyrate	-	-	フルーティー, スイート
(E)-2-hexenal	14.6	8	グリーン
ethyl hexanoate	0.6	3.5	フルーティー, スイート
hexyl acetate	3.7	1.2	フルーティー
(E)-2-hexenyl acetate	7.5	2.4	フルーティー, グリーン
(Z)-3-hexenyl acetate	0.6	-	フルーティー, グリーン
ethyl octanoate	-	-	フルーティー, スイート
linalool	34.2	16.5	フローラル
2,5-dimethyl-4-methoxy-3(2H)-furanone	0.7	1.9	スイート
2-methylbutyric acid	0.5	0.6	サワー
benzyl acetate	-	0.5	フルーティー, フローラル
hexanoic acid	0.6	1.4	サワー
(E)-nerolidol	12.7	4	フローラル, グリーン
4-dodecanolide	0.6	-	スイート

z いちご研究所内パイプハウスにて収穫した果実を用い、香気成分の分析および香味官能評価を行った。香気成分は、サンプル約 50g に塩化ナトリウム (サンプル重量の 20%相当) と飽和水溶液 (サンプルと等重量) を添加しミキサーにて粉碎 (30 秒間) して果汁を調整したのち、果汁 5g を 20ml 容ヘッドスペースバイアル瓶に入れて密栓し、SPME にて捕集、ヘッドスペースガス中の香気成分を GC-MS で分析した。

y 香りの特徴は、サワー：酸味を連想させる香り、フルーティー：新鮮な果肉感を感じさせる香り、グリーン：新鮮な青さを感じさせる香り、スイート：甘い果肉を感じさせる香り、フローラル：華やかさを感じさせる香り。

第 6 表 萎黄病菌および炭疽病菌の接種試験における発病度

試験名 (実施年次)	品種・系統	萎黄病発病度 ^z			炭疽病発病度 ^y
		KMK菌株	UKA-1菌株	FOF288菌株	OTT512菌株
特性検定2 (2016年度)	栃木i37号	0	38	—	83
	とちおとめ	70	98	—	95
	栃木i27号(スカイベリー)	8	73	—	58
	宝交早生	8	90	—	38
	アスカウェイブ	0	93	—	—
系統適応性検定1 (2017年度)	栃木i37号	—	38	18	90
	とちおとめ	—	100	100	100
	栃木i27号(スカイベリー)	—	—	—	73
	宝交早生	—	100	100	48
	アスカウェイブ	—	85	0	—

^z 萎黄病の発病度は、病原菌接種後 110 日を経過した時点において、発病指数 (0: 発病なし, 1: 小葉 (1 小葉) のわずかな奇形, 2: 小葉 (2 小葉以上) の奇形・黄化, 3: 株の萎縮・萎凋, 4: 枯死) を調査し、これを基に下記の式により求めた。

^y 炭疽病の発病度は、病原菌接種後 55 日を経過した時点において、発病指数 (0: 発病なし, 1: 斑点病斑を形成, 2: 分生子層または葉柄に黒褐色の陥没病斑を形成, 3: 萎凋, 4: 枯死) を調査し、これを基に下記の式により求めた。

$$\text{発病度} = [\sum (\text{発病度} \times \text{同株数})] \div (4 \times \text{調査株数})$$

IV 栽培適性

1. 促成栽培における作型適応性

1) 特性検定試験 2 (2016 年)

試験は、いちご研究所内のパイプハウスを用いて行った。作型適応性を検討するため育苗方法として、8 月上旬から夜冷短日処理 (成川, 1986) を行い、11 月初旬からの収穫を目指す夜冷育苗区と夜冷短日処理を行わないセル育苗区の 2 水準を設けた。

夜冷育苗区では 2016 年 6 月 27 日に、セル育苗区では 7 月 4 日にそれぞれ空中採苗により 24 穴セルトレイへと仮植した。育苗中の施肥量は、いずれの育苗方法とも窒素成分で株当たり 80mg とし、錠剤型肥料を用いて施用した。夜冷育苗区では、8 月 8 日から夜冷短日処理を行い、定植日まで処理を継続した。定植は、夜冷育苗区では 9 月 9 日に、セル育苗区では 9 月 20 日にそれぞれ畝幅 100cm, 株間 24cm の 2 条高畝で行った。本ぼへの施肥は a 当たり成分で窒素 2.0kg, リン酸 2.6kg, カリ 1.6kg を基肥として施用した。保温は 11 月 1 日から開始し、温度管理は、いちご研究所慣行 (午前 25℃, 午後 23℃, 最低夜温 8℃以上を基本とし、厳寒期は午前 27℃で管理) とした。

調査区は 1 区 20 株の 2 反復とし、生育として定植時の苗質、定植後の葉長、開花始期および収穫始期を、収量として果重階級別の収穫果数、果重、奇形果数および障害果数を、果実品質として糖度 (Brix), 酸度、果実硬度をそれぞれ実測した。なお、糖度 (Brix) および酸度は果実を潰してガーゼで濾した果汁を供試し、糖度計 (Brixmeter RA-410, KEM 社) および酸度計 (Coulometric Acidity meter CAM-500, KEM 社) を用いて測定した。また、果実硬度は径 2mm の円柱型プランジャーを装着した貫入硬度計 (DPS-2, IMADA 社)

を用い、プランジャーが果皮に貫入した際の硬度を測定した。

結果を第 7 表から第 12 表および第 5 図に示した。対照品種である「とちおとめ」に比べ「栃木 i37 号」では、定植時における苗質は、いずれの育苗方法とも地下部重および内生葉数が少なく、花芽の生育は夜冷育苗区で花弁形成期、セル育苗区で雄ずい形成期とかなり進んでおり (第 7 表)、開花始期は、夜冷育苗区で 6 日、セル育苗区で 9 日早かった。収穫始期は、頂花房ではいずれの育苗方法とも 10 日早く、一次腋花房では、夜冷育苗区で 20 日、セル育苗区で 15 日早かった。頂花房の着花数はいずれの育苗方法とも明らかに少なかった (第 8 表)。定植後の葉長は、11 月、1 月とも葉柄は長く、葉身長および葉幅は同等であった (第 9 表)。可販果 (一果重が 7g 以上の果実, 以下同じ) 総収量は夜冷育苗区で 9%, セル育苗区で 30% 多く、年内収量も夜冷育苗区で 18%, セル育苗区で 25% 多かった。一果重はいずれの育苗方法とも約 22g と重く、22g 以上の果実の発生率は明らかに高く、7g 未満の果実の発生率は明らかに低かった (第 10 表, 第 5 図)。また、乱形果および不受精果の発生率は低く、先つまり果の発生はやや多かった (第 11 表)。果実品質では、糖度 (Brix) は同等で、酸度は低く、食味は同等に良好で、果実硬度は同等以上であった (第 12 表)。

2) 系統適応性検定試験 1 (2017 年)

試験は、いちご研究所内のパイプハウスを用い、特性検定試験 2 と同様の区を設置した。夜冷育苗区では 2017 年 6 月 26 日に、セル育苗区では 7 月 3 日に、それぞれ空中採苗により 24 穴セルトレイに仮植した。育苗中の施肥は特性検定試験 2 と同様とした。夜冷育苗区では 8 月 4 日から夜冷短日処理を行い、定植日まで処理を継続した。定植はいずれの育苗方法とも花芽分化確認後速やかに行うこととし、夜冷育苗区の「栃木 i37 号」は 8 月 31 日に、「とちおとめ」は 9 月 6 日

に、セル育苗区の「栃木 i37 号」は 9 月 12 日に、「とちおとめ」は 9 月 20 日にそれぞれ畝幅 100cm, 株間 24cm の 2 条高畝で定植した。本ぼの施肥はいずれの作型とも a 当たり成分量で窒素 1.5kg, リン酸 1.9kg, カリ 1.1kg を基肥として施用した。10 月 23 日に保温を開始し、温度管理はいちご研究所慣行とした。調査区、調査内容および調査方法とも特性検

定試験 2 と同様に行った。

結果を第 13 表から第 18 表および第 6 図に示した。対照品種である「とちおとめ」と比較して「栃木 i37 号」では、花芽の生育は早く、定植は夜冷育苗区で 12 日、セル育苗で 8 日早かった（第 13 表）。同様に開花始期は夜冷育苗区で 8 日、セル育苗区で 13 日早く、セル育苗区における各花房の

第 7 表 定植時における苗質（特定検定試験 2 2016 年）

育苗方法 ^z	品種名	新鮮重 g・株 ⁻¹		クラウン径 ^y mm	花芽の生育	
		地上部	地下部		内生葉 枚	分化指数 ^x
夜冷育苗	栃木i37号	6.3	3.9	8.0	3.4	5.2
	とちおとめ	6.0	6.7	8.9	3.8	2.4
セル育苗	栃木i37号	4.4	5.1	7.8	3.0	6.4
	とちおとめ	5.7	6.2	8.7	3.6	2.8

^z 夜冷育苗区の調査日は 9 月 6 日、セル育苗区の調査日は 9 月 20 日。

^y クラウン径は短径を実測した。

^x 花芽分化指数は、0：未分化、1：肥厚期、2：分化期、3：花房分化期、4：がく片形成期、5：花弁形成期、6：雄ずい形成期とした。

第 8 表 開花始期、収穫始期および着花数（特定検定試験 2 2016 年）

育苗方法	品種名	開花始期 ^z 月/日	着花数 ^y 個・株 ⁻¹	収穫始期 ^z 月/日	
				頂花房	一次腋花房
夜冷育苗	栃木i37号	10/ 3	6.5	10/31	12/15
	とちおとめ	10/ 9	16.4	11/10	1/ 5
セル育苗	栃木i37号	10/26	8.7	12/ 1	1/ 7
	とちおとめ	11/ 5	19.2	12/11	1/22

^z 開花始期および収穫始期は、調査区の 30%以上の株で頂花房が開花または収穫開始となった日を示す。

^y 着花数は頂花房における着花数を示す。

第 9 表 定植後の生育（特定検定試験 2 2016 年）

育苗方法	品種名	調査日 11月17日			調査日 1月19日		
		葉柄長 cm	葉身長 cm	葉幅 cm	葉柄長 cm	葉身長 cm	葉幅 cm
夜冷育苗	栃木i37号	14.0	9.4	7.8	13.8	6.7	5.8
	とちおとめ	11.6	10.0	8.6	10.0	6.3	5.4
セル育苗	栃木i37号	13.0	9.0	8.0	13.3	5.9	5.2
	とちおとめ	9.8	9.4	7.6	10.3	6.5	5.6

第 10 表 可販果収量および果重階級別果数率（特定検定試験 2 2016 年）

育苗方法	品種名	可販果収量 ^z g・株 ⁻¹		可販果数 個・株 ⁻¹	1果重 ^y g	果重階級別果数率 ^x %				
		年内(対比)	総計(対比)			30g以上	30-22g	22-11g	11-7g	7g未満
夜冷育苗	栃木i37号	227 (118)	876 (109)	42.6	21.7	18.6	16.4	44.1	17.7	3.4
	とちおとめ	193 (100)	801 (100)	50.2	16.0	4.8	8.2	44.6	22.5	19.8
セル育苗	栃木i37号	191 (126)	845 (130)	39.1	21.6	19.6	16.5	39.5	15.4	9.1
	とちおとめ	152 (100)	652 (100)	39.7	16.5	4.4	11.7	38.8	23.9	21.3

^z 果実の形状の良否に関わらず、7g以上の果実を可販果とした。

^y 1果重は、可販果の平均 1果重を示す。

^x 1果重の階級を 30g以上、22g以上 30g未満 (30-22g)、11g以上 22g未満 (22-11g)、7g以上 11g未満 (11-7g)、7g未満に分類し、各階級の総収穫果数に対する割合を示した。

第 11 表 障害果の発生状況（特定検定試験 2 2016 年）

育苗方法	品種名	発生果数率 %		
		乱形果	不受精果	先つまり果
夜冷育苗	栃木i37号	8.3	1.2	1.3
	とちおとめ	20.5	5.7	0.2
セル育苗	栃木i37号	10.3	0.9	2.9
	とちおとめ	23.8	4.1	0.0

第 12 表 糖度、酸度、食味および果実硬度 (特定検定試験 2 2016 年)

育苗方法	品種名	糖度 °Brix	酸度 %	糖酸比	食味	果実硬度 gf・φ2mm ⁻¹
夜冷育苗	栃木i37号	10.5	0.5	21.1	良好	64
	とちおとめ	10.1	0.6	16.9	良好	59
セル育苗	栃木i37号	9.8	0.5	21.6	良好	64
	とちおとめ	10.1	0.6	17.5	良好	61

第 13 表 定植時における苗質 (系統適応性検定試験 1 2017 年)

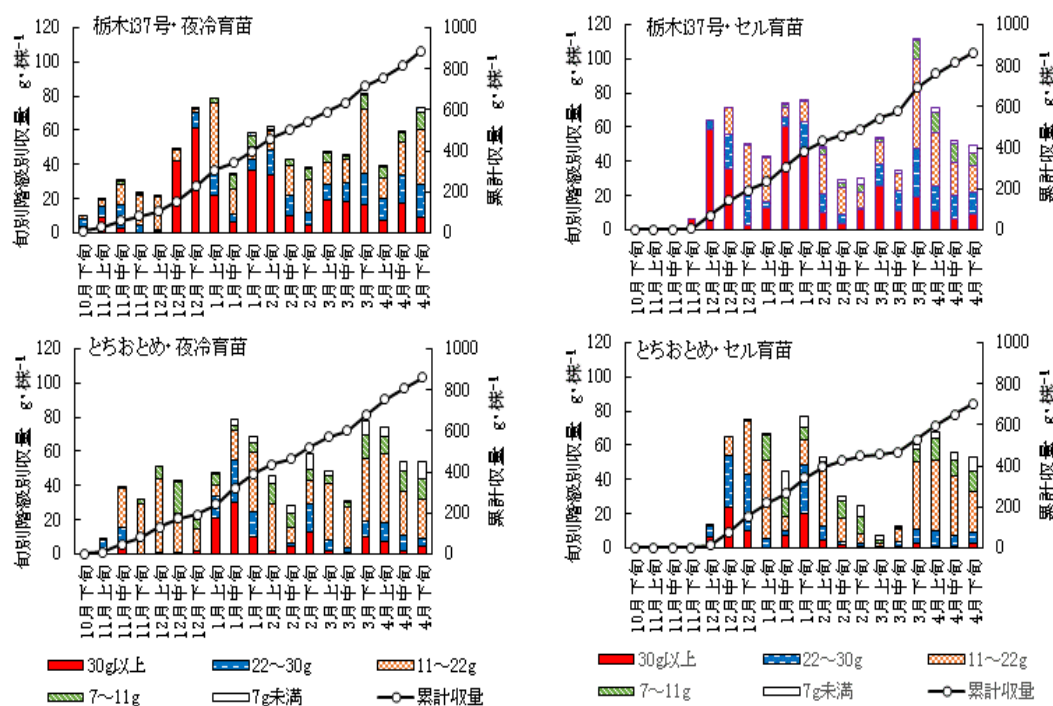
育苗方法 ^z	品種名	新鮮重 g・株 ⁻¹		クラウン径 ^y mm	花芽の生育	
		地上部	地下部		内生葉 枚	分化指数 ^x
夜冷育苗	栃木i37号	4.9	4.1	7.3	4.0	1.8 (6.8) ^w
	とちおとめ	6.7	5.2	8.3	3.4	4.4
セル育苗	栃木i37号	6.0	3.5	6.9	4.2	2.2 (5.8) ^w
	とちおとめ	9.0	4.6	7.8	4.0	2.4

z 「栃木 i37 号」の夜冷育苗区は 8 月 31 日に、セル育苗区は 9 月 12 日に、「とちおとめ」の夜冷育苗区は 9 月 6 日に、セル育苗区は 9 月 20 日にそれぞれ調査した。

y クラウン径は短径を実測した。

x 花分化指数は、0:未分化, 1:肥厚期, 2:分化期, 3:花房分化期, 4:がく片形成期, 5:花弁形成期, 6:雄ずい形成期とした。

w ()内の数値は、「とちおとめ」の調査日に調査した際の花芽分化指数を示す。



第 5 図 旬別・果重階級別収量の推移 (特定検定試験 2 2016 年)

収穫始期は、「とちおとめ」の夜冷育苗区と同等以上に早かった。頂花房の着花数は、いずれの育苗方法とも明らかに少なかった (第 14 表)。定植後の葉長は、12 月、2 月ともに「とちおとめ」に比べ葉柄長は大きく、葉身長および葉幅は同等であった (第 15 表)。可販果収量は、いずれの育苗方法とも総収量では 20%以上多く、年内収量は夜冷育苗区では同等で、セル育苗区では 48%多かった。一果重は、夜冷育苗区で 17.9g、セル育苗区で 20.9g といずれの育苗方法とも大きく、同様に、果重階級別の果数率では、22g 以上の果実の発

生率は明らかに高く、7g 未満の果実の発生率は明らかに低かった (第 16 表)。旬別の収穫量の推移は、夜冷育苗区では 12 月上・中旬および 3 月中・下旬に、セル育苗区では 12 月下旬に、収量の低下が見られた (第 6 図)。また、乱形果および不受精果の発生率は、いずれの育苗方法とも少なく、先つまり果の発生率は、夜冷育苗区では同等で、セル育苗区では高かった (第 17 表)。果実品質は、「とちおとめ」に比べ糖度 (Brix) は同等で、酸度はやや低く、果実硬度は高かった (第 18 表)。

第 14 表 開花始期、着花数および各花房の収穫始期（系統適応性検定試験 1 2017 年）

育苗方法	品種名	開花始期 ^z 月/日	着花数 ^y 個・株 ⁻¹	収穫始期 ^z 月/日		
				頂花房	一次腋花房	二次腋花房
夜冷育苗	栃木i37号	9/28	8.0	10/27	12/24	1/26
	とちおとめ	10/6	18.6	11/15	1/12	2/17
セル育苗	栃木i37号	10/17	8.8	11/17	1/6	1/31
	とちおとめ	10/30	19.6	12/6	1/26	2/20

^z 開花始期および収穫始期は、調査区の 30%以上の株で頂花房が開花または各花房が収穫となった日を示す。

^y 着花数は頂花房における着花数を示す。

第 15 表 定植後の生育（系統適応性検定試験 1 2017 年）

育苗方法	品種名	調査日 12月4日			調査日 2月27日		
		葉柄長	葉身長	葉幅	葉柄長	葉身長	葉幅
		cm	cm	cm	cm	cm	cm
夜冷育苗	栃木i37号	20.5	9.0	7.2	9.2	4.7	4.2
	とちおとめ	14.0	8.5	7.3	6.4	4.8	4.5
セル育苗	栃木i37号	18.6	9.8	8.0	10.7	5.7	5.0
	とちおとめ	12.8	9.1	7.8	6.2	5.4	4.4

第 16 表 可販果収量および果重階級別果数率（系統適応性検定試験 1 2017 年）

育苗方法	品種名	可販果収量 ^z g・株 ⁻¹		可販果数 個・株 ⁻¹	1果重 ^y g	果重階級別果数率 ^x %				
		年内(対比)	総計(対比)			30g以上	30-22g	22-11g	11-7g	7g未満
夜冷育苗	栃木i37号	177 (99)	882 (128)	49.2	17.9	9.4	11.2	41.2	23.0	15.0
	とちおとめ	178 (100)	687 (100)	48.2	14.3	1.7	6.4	36.8	27.0	28.2
セル育苗	栃木i37号	200 (148)	951 (122)	45.5	20.9	19.0	14.2	41.8	16.8	8.2
	とちおとめ	135 (100)	646 (100)	42.0	15.4	3.8	8.8	38.7	26.2	22.6

^z 果実の形状の良否に関わらず、7g以上の果実を可販果とした。

^y 1果重は、可販果の平均1果重を示す。

^x 1果重の階級を30g以上、22g以上30g未満(30-22g)、11g以上22g未満(22-11g)、7g以上11g未満(11-7g)、7g未満に分類し、各階級の総収果数に対する割合を示した。

第 17 表 障害果の発生率
(系統適応性検定試験 1 2017 年)

育苗方法	品種名	発生果数率 %		
		乱形果	不受精果	先つまり果
夜冷育苗	栃木i37号	5.1	3.8	2.1
	とちおとめ	10.4	14.7	2.0
セル育苗	栃木i37号	3.7	3.4	5.1
	とちおとめ	9.9	6.8	1.1

第 18 表 糖度、酸度、食味および果実硬度
(系統適応性検定試験 1 2017 年)

育苗方法	品種名	糖度 °Brix	酸度 %	糖酸比	食味	果実硬度 gf・φ2mm ⁻¹
夜冷育苗	栃木i37号	10.1	0.5	21.3	良好	64.2
	とちおとめ	10.5	0.6	17.4	良好	55.6
セル育苗	栃木i37号	10.0	0.5	21.4	良好	65.7
	とちおとめ	10.1	0.6	17.7	良好	53.7

2. 生産現場における栽培適応性

1) 系統適応性検定試験 1 (2017 年)

試験は、鹿沼市、下野市、真岡市、栃木市および大田原市内のイチゴ生産者に定植後の管理や収量調査を委託して実施した。栽培施設は、下野市、真岡市および栃木市では単棟パイプハウス、鹿沼市および大田原市では鉄骨連棟ハウスを用いた。供試品種を「栃木 i37 号」、対照品種を「とちおとめ」とし、育苗方法は、各ほ場における慣行の栽培体系を勘案し、鹿沼市、下野市、真岡市および栃木市では夜冷育苗、大田原市ではセル育苗とし、育苗は、いちご研究所内において「1. 促成栽培における作型適応性」と同様に行った。定植は、鹿沼市および栃木市では 9 月 6 日に、下野市および真岡市では 9 月 7 日に、大田原市では 9 月 12 日にそれぞれ行い、栽植密度および定植後の諸々の管理は、各ほ場を担当するイチゴ生産者の慣行法とした。調査区は 1 区 20 株

の 2 反復とし、生育として葉長を、収量として収穫果数および果重を、果実品質として糖度 (Brix)、酸度、果実硬度を調査した。なお、収量調査では果実を「とちおとめ」の出荷規格に準じて可販果と非販果に分類して調査し、果実品質調査は「1. 促成栽培における作型適応性」と同様に行った。また、栽培終了後に各イチゴ生産者に対して「栃木 i37 号」の特性評価に関するアンケート調査を実施した。

結果を第 19 表から第 22 表に示した。対照品種である「とちおとめ」と比較して「栃木 i37 号」では、定植後の葉長は、大田原市では、葉柄長、葉身長、葉幅ともに劣ったが、他のほ場では、葉柄長は大きく、葉身長および葉幅は同程度であった (第 19 表)。年内収量は、鹿沼市で収量比 74 と劣ったが、他のほ場では同等以上で、大田原市においては、収量比 223 と極めて優れ、総収量は、大田原市では同等で、他のほ場では収量比 120 以上と優れた (第 20 表)。果実品質は、

いずれの試験ほ場とも糖度 (Brix) は同程度で、酸度は低く、果実硬度は高かった (第 21 表)。また、真岡市および鹿沼市では 3 月以降に軽微な先つまり果が散見され、下野市では頂花房第一果で重度の先つまり果が多発した (データ略)。

現地試験を担当したイチゴ生産者の「栃木 i37 号」に対する評価は、果実の外観および栽培性、収量性で優れ、食味性および日持ち性では同等以上であった (第 22 表)。

第 19 表 現地試験における定植後の生育 (系統適応性検定試験 1 2017 年)

試験地 ^x	品種名	11月 ^y			1月 ^z		
		葉柄長 cm	葉身長 cm	葉幅 cm	葉柄長 cm	葉身長 cm	葉幅 cm
鹿沼市	栃木i37号	18.5	10.9	8.5	15.5	6.8	5.8
	とちおとめ	12.1	9.6	7.8	10.6	6.6	5.5
下野市	栃木i37号	15.9	8.9	6.9	18.0	7.6	6.4
	とちおとめ	14.1	8.9	7.5	13.5	6.9	5.7
真岡市	栃木i37号	17.0	8.8	7.4	15.2	6.8	5.3
	とちおとめ	13.1	9.2	7.6	12.0	6.5	5.6
栃木市	栃木i37号	16.4	8.4	6.6	23.7	8.3	6.5
	とちおとめ	14.1	8.1	6.6	22.9	8.7	6.7
大田原市	栃木i37号	10.2	6.5	5.7	10.8	6.1	4.8
	とちおとめ	9.1	7.6	7.2	12.5	7.3	6.1

z 下野市および栃木市では 11 月から 2 月まで、大田原市では 11 月から 1 月までそれぞれ電照処理を行った。

y 11 月の葉長は、鹿沼市、下野市および真岡市では 11 月 20 日に、栃木市および大田原市では 11 月 21 日にそれぞれ調査した。

x 1 月の葉長は、鹿沼市、下野市および真岡市では 1 月 25 日に、栃木市および大田原市では 1 月 26 日にそれぞれ調査した。

第 20 表 現地試験における可販果収量 (系統適応性検定試験 1 2017 年)

育苗方法	品種名	可販果収量 ^z g・株 ⁻¹								可販果数 個・株 ⁻¹
		11月	12月	1月	2月	3月	4月	年内計 (対比)	合計 (対比)	
鹿沼市	栃木i37号	102	43	242	344	196	195	145 (74)	1122 (136)	47.8
	とちおとめ	98	98	128	189	185	127	196 (100)	825 (100)	58.0
下野市	栃木i37号	119	148	250	208	273	380	267 (121)	1378 (134)	59.6
	とちおとめ	116	104	183	175	223	224	220 (100)	1025 (100)	68.7
真岡市	栃木i37号	94	206	275	338	414	262	300 (135)	1589 (141)	69.9
	とちおとめ	89	134	196	211	312	187	223 (100)	1129 (100)	76.9
栃木市	栃木i37号	104	109	169	116	167	234	213 (102)	899 (123)	51.7
	とちおとめ	120	88	143	123	119	136	208 (100)	729 (100)	53.8
大田原市	栃木i37号	0	116	87	146	178	139	116 (223)	666 (99)	30.7
	とちおとめ	0	52	146	146	125	203	52 (100)	672 (100)	44.8

z 7g 以上の果実を可販果とした。

第 21 表 現地試験における糖度、酸度および果実硬度 (系統適応性検定試験 1 2017 年)

育苗方法	品種名	糖度 °Brix	酸度 %	糖酸比	果実硬度 gf・φ2mm ⁻¹
鹿沼市	栃木i37号	9.7	0.48	20.0	67.3
	とちおとめ	9.4	0.66	14.3	60.7
下野市	栃木i37号	9.7	0.50	19.5	66.0
	とちおとめ	10.1	0.71	14.3	57.6
真岡市	栃木i37号	10.5	0.45	23.2	67.2
	とちおとめ	10.1	0.64	15.8	60.6
栃木市	栃木i37号	10.9	0.45	24.3	65.8
	とちおとめ	9.7	0.63	15.4	61.6
大田原市	栃木i37号	11.2	0.51	21.7	65.9
	とちおとめ	11.1	0.68	16.3	56.9

第 22 表 イチゴ生産者による「栃木 i37 号」の特性評価 (系統適応性検定試験 1 2017 年)

試験地	果実の外観							食味性				日持ち性			栽培性				収量性		総収量			
	果皮色	果肉色	光沢	果形	玉揃い	大きさ	外観総合	食感	甘み	酸味	香り	食味総合	硬さ	傷み	日持ち	草勢	作り易さ	収穫労力	灰かき病	うどんこ病		栽培性総合	初期収量	総収量
鹿沼市	3	3	3	3	3	4	3	4	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4
真岡市	5	4	4	4	4	5	5	3	4	3	5	4	4	4	3	5	3	3	3	3	4	2	3	5
下野市	4	3	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	2	3	4
栃木市	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5
大田原市	4	4	4	4	4	4	5	4	4	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5
平均値	4.0	3.6	3.8	3.6	3.8	4.2	4.2	3.4	3.4	2.4	3.4	3.2	3.8	3.4	3.2	4.0	3.6	3.8	3.4	3.6	3.8	3.4	3.4	4.6

z いずれの項目とも「とちおとめ」を基準とし、5: 優れる、4: やや優れる、3: 同等、2: やや劣る、1: 劣る、の 5 段階で評価した。

2) 系統適応性検定試験 2 (2018 年)

試験は、「1) 系統適応性検定試験 1」と同一の試験地で行い、温室は鹿沼市のみ鉄骨連棟ハウスを用い、他は単棟パイプハウスを用いた。「栃木 i37 号」の普及性および市場性を詳細に評価するため、鹿沼市、真岡市および下野市の 3 ほ場においては、「栃木 i37 号」を 1000 本程度それぞれ定植し、収穫した果実は東京都中央卸売市場にて試験的に販売することとし、定植苗の増殖から収穫・出荷までの一連の栽培管理を各イチゴ生産者に委託して実施した。また、栃木市および大田原市については、現地適応性の評価を主たる目的として、「1) 系統適応性検定試験 1」と同様の試験規模で、定植以降の栽培管理を各イチゴ生産者に委託して実施した。現地試験ほ場における耕種概要を第 23 表に示した。

調査は、生育として定植時の苗質および定植後の葉長を、収量として果数および果重を調査した。また、栽培終了後には、各イチゴ生産者に「栃木 i37 号」の特性評価に関するアンケート調査を実施した。なお、鹿沼市、真岡市、下野市の 3 ほ場の収量については、出荷パック数から算出した。結果を第 24 表から第 26 表および第 7 図に示した。定植時における「栃木 i37 号」の苗質は、真岡市および下野市で花芽分化指数が大きかったが（第 24 表）、これらのほ場では、他のほ場に比べ仮植後の初期生育が緩慢で、生育の斉一性が劣り、不時出蕾が見られるなど、生育の個体間差が大きかった（デ

ータ略)。「栃木 i37 号」の定植後の生育は、「とちおとめ」に比べ 12 月ではいずれのほ場とも葉柄長は大きく、葉身長、葉幅は同程度で、2 月ではいずれの試験地とも葉柄長は大きかった（第 25 表）。「栃木 i37 号」の 4 月末までの収量は、最も少ない真岡市で $857\text{g}\cdot\text{株}^{-1}$ 、最も多い下野市で $1112\text{g}\cdot\text{株}^{-1}$ となり、a 当たりの栽植本数を 650 本とすると、単位面積当たり収量は真岡市で $557\text{kg}\cdot\text{a}^{-1}$ 、下野市で $667\text{kg}\cdot\text{a}^{-1}$ と試算された。また、いちご研究所で育苗した苗を定植した栃木市および大田原市における「とちおとめ」に対する「栃木 i37 号」の収量比は、栃木市で 143、大田原市で 128 といずれも「栃木 i37 号」で明らかに優れた。旬毎の収量の推移は、鹿沼市では 11 月下旬から 12 月下旬および 3 月下旬から 4 月上旬に、栃木市では 12 月上旬・中旬に、大田原市では 1 月上旬および 2 月下旬に顕著に低下した（第 7 図）。また、鹿沼市、真岡市、栃木市および大田原市では 2 月以降に軽微な先つまり果が、下野市では、頂花房および一次腋花房の第一果で重度の先つまり果がそれぞれ散見された（データ略）。現地試験を担当したイチゴ生産者の「栃木 i37 号」に対する評価は、果実外観の総合評価、食味性の総合評価、果実の硬さ、栽培性の総合評価、総収量において「とちおとめ」よりも優れたが、収量の山谷（時期毎の収量の変動）に難を示す意見も見られた（第 26 表）。

第 23 表 現地試験における耕種概要（系統適応性検定試験 2 2018 年）

試験地 ^z	育苗方法	夜冷処理開始日 月/日	定植日 月/日		定植株数 本	収穫開始日 月/日	
			栃木 i37 号	とちおとめ ^y		栃木 i37 号	とちおとめ ^y
鹿沼市	夜冷育苗	8/15	9/9	-	900	11/2	-
真岡市	セル育苗	-	9/12	-	1000	10/25	-
下野市	夜冷育苗	8/5	9/7	-	1500	10/24	-
栃木市	夜冷育苗	8/6	8/31	9/7	40	10/5	11/4
大田原市	セル育苗	-	9/12	9/19	40	11/14	12/2

z 鹿沼市、真岡市、下野市では、「栃木 i37 号」の種苗 30 本を 4 月上旬に親株として定植し、栽培終了まで各イチゴ生産者自らが栽培管理を行った。栃木市および大田原市では、いちご研究所において育苗した苗を各ほ場に定植し、以降は各イチゴ生産者が栽培管理を行った。

y 鹿沼市、真岡市、下野市では、「栃木 i37 号」と同様の栽培管理を行った「とちおとめ」苗がないことから、定植日および収穫開始日のデータは未記載。

第 24 表 現地試験における定植時の苗質（系統適応性検定試験 2 2018 年）

試験地 ^z	品種名	調査日	新鮮重 $\text{g}\cdot\text{株}^{-1}$		花芽分化 ^y 指数
			地上部	地下部	
鹿沼市	栃木 i37 号	9月7日	8.2	6.5	4.2
真岡市	栃木 i37 号	9月13日	5.4	4.7	5.2
下野市	栃木 i37 号	9月7日	6.0	4.4	5.2
栃木市	栃木 i37 号	8月29日	5.8	6.0	2.4
	とちおとめ	9月11日	5.9	6.3	2.4
大田原市	栃木 i37 号	9月12日	5.9	5.1	2.6
	とちおとめ	9月18日	6.4	7.9	1.8

z 鹿沼市、真岡市および下野市では各試験地において育苗を行い、栃木市および大田原市では、いちご研究所において育苗を行った。

y 花芽分化指数は、0：未分化、1：肥厚期、2：分化期、3：花房分化期、4：がく片形成期、5：花弁形成期、6：雄ずい形成期とした。

第 25 表 現地試験における定植後の生育（系統適応性検定試験 2 2018 年）

試験地 ^z	品種	12月 ^y			2月 ^x		
		葉柄長	葉身長	葉幅	葉柄長	葉身長	葉幅
		cm	cm	cm	cm	cm	cm
鹿沼市	栃木i37号	21.3	8.9	5.7	15.0	5.3	4.6
	とちおとめ	10.2	9.1	6.5	9.7	6.0	5.0
真岡市	栃木i37号	15.3	9.5	7.0	13.3	5.9	5.0
	とちおとめ	11.7	10.0	7.3	10.0	6.9	6.1
下野市	栃木i37号	19.0	9.9	6.5	14.5	6.3	5.5
	とちおとめ	13.8	9.3	6.8	12.7	6.3	5.5
栃木市	栃木i37号	20.0	7.9	5.6	13.6	6.1	5.2
	とちおとめ	14.5	8.3	6.8	9.6	5.8	5.3
大田原市	栃木i37号	16.6	8.5	7.0	20.7	8.1	6.5
	とちおとめ	11.2	8.7	7.3	19.2	8.5	6.9

z 鹿沼市, 真岡市, 下野市における「とちおとめ」の葉長は, 参考値として「栃木 i37 号」と同一ほ場内の株を対象として調査したため, 採苗仮植の時期や育苗中の管理, 本ぼへの定植時期などは「栃木 i37 号」と同一ではない。また, 下野市および栃木市では 11 月から 2 月まで, 大田原市では 11 月から 1 月までそれぞれ電照処理を行った。

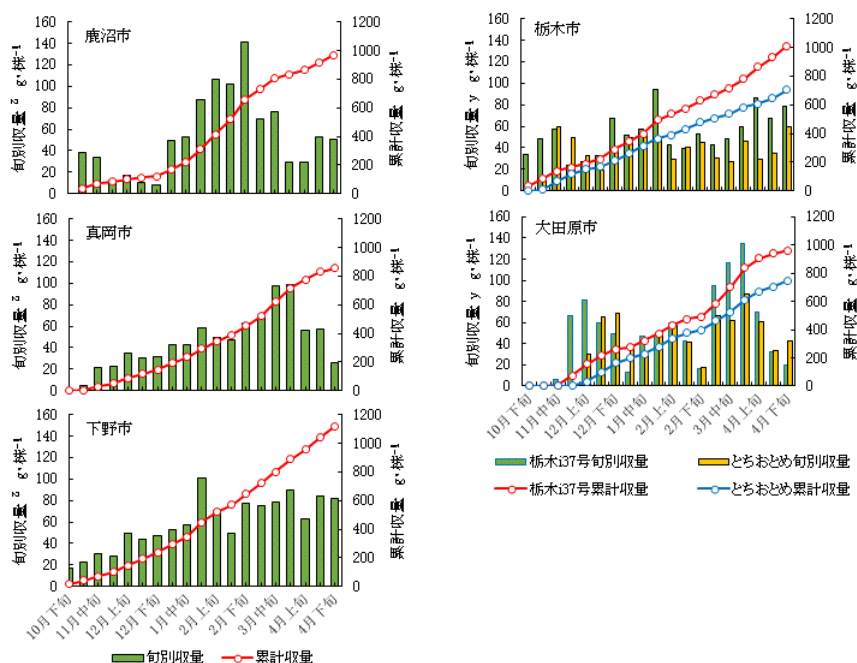
y 大田原市では 12 月 12 日に, 鹿沼市, 真岡市, 下野市および栃木市では 12 月 13 日にそれぞれ調査した。

x 栃木市および大田原市では 2 月 19 日に, 鹿沼市, 真岡市, 下野市では 2 月 21 日にそれぞれ調査した。

第 26 表 イチゴ生産者による「栃木 i37 号」の特性評価（系統適応性検定試験 2 2018 年）

試験地	果実の外観						食味性				日持ち性			栽培性				収量性						
	果皮色	果肉色	光沢	果形	玉揃い	大きさ	外観総合	食感	甘み	酸味	香り	食味総合	硬さ	傷み	日持ち	草勢	作り易さ	収穫労力	灰色病	うどんこ病	栽培性総合	初期収量	収量の山谷	総収量
鹿沼市	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3
真岡市	3	4	3	4	4	4	4	5	5	3	5	5	5	2	3	4	4	4	2	3	4	4	2	5
下野市	2	3	3	5	5	4	4	3	3	2	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	2	4	3
栃木市	4	3	3	4	4	4	4	4	5	4	3	4	5	4	4	5	4	4	3	3	4	3	4	4
大田原市	4	4	5	5	4	5	5	3	4	2	2	3	4	3	2	5	5	4	3	4	5	5	2	5
平均値	3.4	3.4	3.6	4.4	4.2	4.2	4.2	3.8	4.0	2.8	3.4	3.8	4.4	3.0	3.2	4.4	4.2	3.8	3.0	3.4	3.9	3.6	3.0	4.0

z いずれの項目とも「とちおとめ」を基準とし, 5: 優れる, 4: やや優れる, 3: 同等, 2: やや劣る, 1: 劣る, の 5 段階で評価した。



z 2018 年 11 月 25 日までの収量は実測値, 以降の収量は出荷バック数を基に株当たり収量を算出した。

y 収穫期間を通じて, 実測値を基に株当たり収量を算出した。

第 7 図 現地試験における収量の推移（系統適応性検定試験 2 2018 年）

3. 栽培様式が生育および収量に及ぼす影響（高設栽培適応性）

試験は、いちご研究所内のほ場で行った。供試品種を「栃木 i37 号」、参考品種を「とちおとめ」とし、処理区としては、栽培様式として、鉄骨温室内に設置した栃木農試方式の閉鎖型養液栽培システム（植木, 2000）を用いて栽培する高設栽培区とパイプハウスを用いて栽培する土耕栽培区の 2 水準を、育苗方法として、夜冷短日処理を行う夜冷育苗区と夜冷短日処理を行わないセル育苗区の 2 水準をそれぞれ設置し、これらを組み合わせた 4 処理区を設置した。

夜冷育苗区では 2018 年 6 月 25 日に、セル育苗区では 7 月 3 日にそれぞれ空中採苗により 24 穴セルトレイへ仮植し、育苗期間中の施肥は錠剤型肥料を用い、窒素成分で株当たり 80mg を施用した。夜冷育苗区では 8 月 6 日から定植日まで夜冷短日処理を行った。定植は、花芽分化確認後速やかに行うこととし、夜冷育苗区の定植は、「栃木 i37 号」では 8 月 29 日に、「とちおとめ」では 9 月 11 日に、セル育苗区の定植は、「栃木 i37 号」では 9 月 12 日に、「とちおとめ」では 9 月 18 日にそれぞれ行い、高設栽培区では株間 21cm の 2 条千鳥植えで、土耕栽培区では畝幅 100cm, 株間 24cm の 2 条高畝でそれぞれ定植した。高設栽培区における培養液処方

は栃木イチゴ処方（直井ら, 2008）とし、給液濃度は、開花始期から 1 月末までは $EC120mS \cdot m^{-1}$ で、これ以外の期間は $EC100mS \cdot m^{-1}$ でそれぞれ管理した。土耕栽培区の施肥は、a 当たり成分量で、窒素 1.5kg, リン酸 1.9kg, カリ 1.1kg を基肥として施用した。11 月 1 日に保温を開始し、昼温は 12 月 10 日から 3 月 10 日までは午前 27°C, 午後 23°C で、これ以外の期間は午前 25°C, 午後 23°C でそれぞれ管理し、夜温は最低 8°C 以上で管理した。

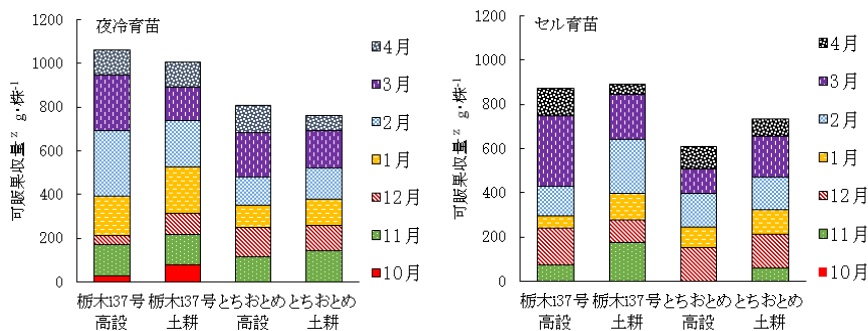
調査は 1 区 10 株の 2 反復で行い、生育として花房毎の開花始期、収穫始期、頂花房着花数および葉長を、収量として、可販果と 7g 未満の非販果のそれぞれについて、収穫果数および果重を、障害果の発生状況として、乱形果および障害果の果数を、品質として糖度 (Brix) および酸度をそれぞれ調査した。なお、糖度 (Brix) および酸度の測定は他の試験と同様に行った。また、「栃木 i37 号」の果実表面の着色の様相を明らかにするため、高設栽培区において、着色初期から完全着色に至るまでの果皮色の変化を毎日午前 10 時前後に撮影した。

結果を第 27 表から第 29 表および第 8 図から第 11 図に示した。「栃木 i37 号」の頂花房着花数、開花始期および収穫始期は、夜冷育苗区、セル育苗区ともに、栽培様式による

第 27 表 栽培様式が着花数、開花始期および収穫始期に及ぼす影響（系統適応性検定試験 2 2018 年）

育苗方法	品種名	栽培様式	頂花房			一次腋花房	
			着花数 個・株 ⁻¹	開花始期 ^z 月/日	収穫始期 ^z 月/日	開花始期 ^z 月/日	収穫始期 ^z 月/日
夜冷育苗	栃木i37号	高設栽培	10.0	10/ 1	10/26	11/20	12/31
		土耕栽培	10.2	9/29	10/26	11/12	12/18
	とちおとめ	高設栽培	26.6	10/12	11/6	12/17	1/22
		土耕栽培	21.3	10/14	11/ 7	12/ 7	12/30
セル育苗	栃木i37号	高設栽培	9.9	10/20	11/20	12/ 8	1/18
		土耕栽培	9.7	10/12	11/ 9	12/ 2	12/26
	とちおとめ	高設栽培	17.6	10/31	12/ 5	12/18	1/30
		土耕栽培	18.7	10/26	11/20	12/ 9	1/22

z 開花始期および収穫始期は、調査区の 30%以上の株が開花または収穫となった日を示す。



z 形状にかかわらず 1 果重が 7g 以上の果実を可販果とした。

第 8 図 栽培様式が収量に及ぼす影響（系統適応性検定試験 2 2018 年）

差は見られなかったが、一次腋花房の開花始期および収穫始期は、いずれの育苗方法とも、高設栽培区で遅かった。また、「とちおとめ」との比較では、いずれの区とも各花房の開花始期、収穫始期は明らかに早く、頂花房着花数は少なかった（第 27 表）。「栃木 i37 号」の総収量は、いずれの育苗方法とも栽培様式による大きな差は見られなかったが、高設栽培区の月ごとの収量は土耕栽培区と比較して、夜冷育苗区では、10 月および 12 月で劣り、2 月および 3 月で優れた。同様にセル育苗区では、11 月、1 月および 2 月で劣り、12 月および 3 月で優れた。また、いずれの育苗方法とも月毎の収量の変動は高設栽培区で大きい傾向が見られた。「とちおとめ」との比較では、いずれの処理区とも総収量で優れたが、月毎の収量の変動は「栃木 i37 号」でやや大きい傾向が見られた（第 8 図）。「栃木 i37 号」の奇形果および障害果の発生率は、いずれの育苗方法とも高設栽培区で乱形果および先白果の発生率は低く、先青果の発生率はわずかに高か

った。また、先つまり果、先青果および先白果の発生率を合計した果実先端部の障害果の発生率は、いずれの育苗方法とも高設栽培区で低かった。「とちおとめ」との比較では、いずれの区とも乱形果および不受精果の発生率は低く、果実先端部の障害果の発生率は高かった（第 28 表）。「栃木 i37 号」の一果重は、いずれの育苗方法とも高設栽培区でわずかに大きく、糖度（Brix）および酸度については同等であった。「とちおとめ」との比較では、いずれの区とも一果重は大きく、糖度（Brix）は同等で、酸度は低かった（第 29 表）。「栃木 i37 号」の果実表面色の経時変化は、2 月および 3 月においては、「とちおとめ」と同様に果実先端部からがく片着生部へ向かって徐々に着色するが、がく片着生部周辺の着色は「とちおとめ」に比べ早い傾向が見られた。また、4 月においては果実全体が赤味を帯びつつ、赤色が増すような着色の様相を示し、「とちおとめ」の着色とは異なる様相が見られた（第 9 図、第 10 図、第 11 図）。

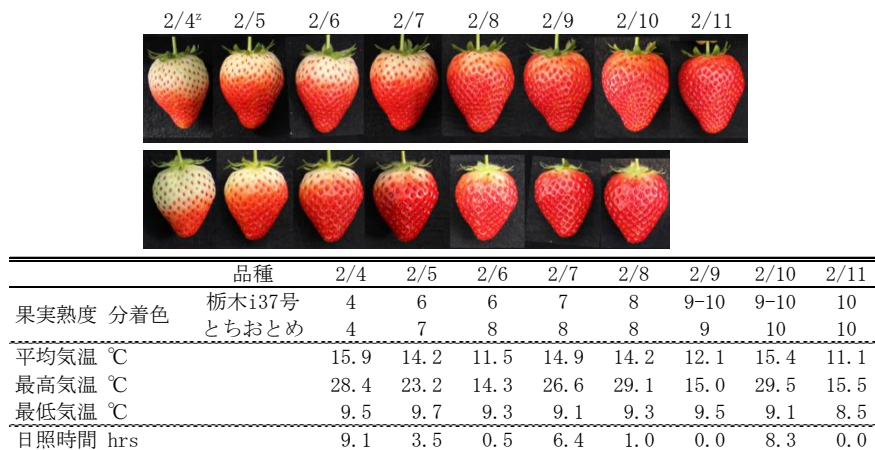
第 28 表 栽植様式が障害果の発生に及ぼす影響（系統適応性検定試験 2 2018 年）

育苗方法	品種名	栽培様式	乱形果 %	不受精果 %	果実先端部の障害果 %			
					先つまり果	先青果	先白果	合計
夜冷育苗	栃木i37号	高設栽培	4.3	3.6	2.0	0.3	1.5	3.8
		土耕栽培	7.3	2.7	4.5	0.0	3.9	8.4
	とちおとめ	高設栽培	10.4	6.9	0.5	0.0	0.6	1.1
		土耕栽培	11.7	2.7	0.2	0.0	0.0	0.2
セル育苗	栃木i37号	高設栽培	4.3	3.9	4.2	0.6	2.6	7.4
		土耕栽培	7.3	0.9	4.9	0.0	4.7	9.6
	とちおとめ	高設栽培	10.4	7.5	0.6	0.0	0.0	0.6
		土耕栽培	11.7	1.7	0.2	0.0	0.3	0.5

第 29 表 栽植様式が一果重および果実品質に及ぼす影響（系統適応性検定試験 2 2018 年）

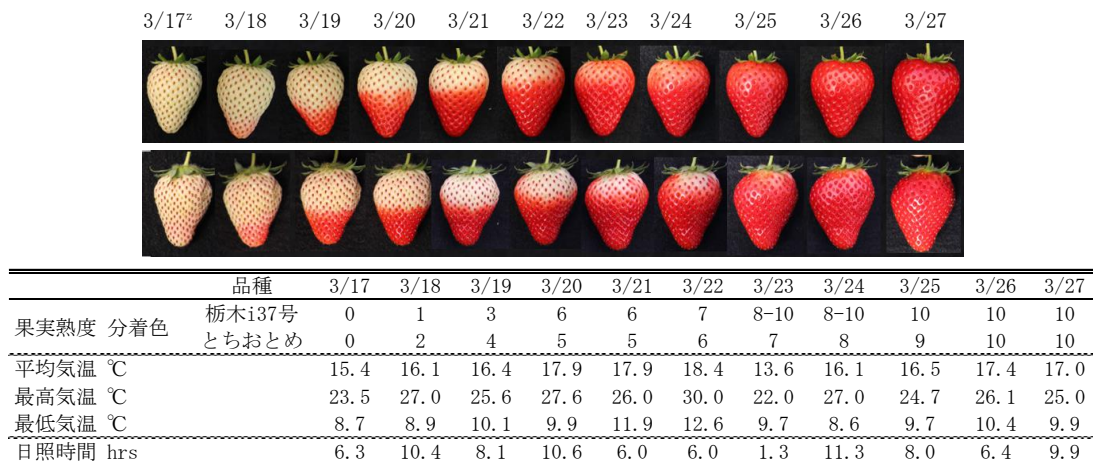
育苗方法	品種名	栽培方法	1果重 g	糖度 °Brix	酸度 %	糖酸比
夜冷育苗	栃木i37号	高設栽培	21.9	9.7	0.5	19.0
		土耕栽培	20.6	10.3	0.5	21.0
	とちおとめ	高設栽培	16	9.8	0.7	14.0
		土耕栽培	16.1	10.1	0.6	17.0
セル育苗	栃木i37号	高設栽培	22.2	9.7	0.5	19.0
		土耕栽培	19.3	10.5	0.5	21.0
	とちおとめ	高設栽培	16.1	9.6	0.6	16.0
		土耕栽培	16.2	10.1	0.6	17.0

イチゴ新品種「栃木 i37 号」の育成



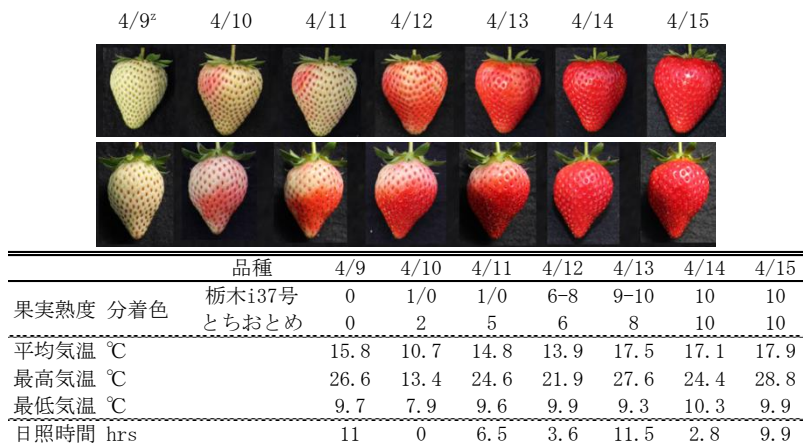
z 写真上に記載の数値(※/※)は撮影日を示す。「栃木 i37 号」の経時的変化を上段に、「とちおとめ」の経時的変化を下段に示した。いずれの品種とも、撮影は午前中に行い、株に果実が着生したままの状態、同一の果実の果実表面の経時的な変化を記録した。なお、撮影に際しては、着色状態を鮮明に記録するため、背景用のスクリーンとして黒色の厚紙を用いた。

第 9 図 2 月の果実表面色の経時的変化と温室内環境の推移 (系統適応性検定試験 2 2018 年)



z 第 9 図に準じる。

第 10 図 3 月の果実表面色の経時的変化と温室内環境の推移 (系統適応性検定試験 2 2018 年)



z 第 9 図に準じる。

第 11 図 4 月の果実表面色の経時的変化と温室内環境の推移 (系統適応性検定試験 2 2018 年)

V 総合評価

「とちおとめ」は、生食、加工・業務の用途を問わず安定した需要を有する一方、生産現場においては、炭疽病、萎黄病およびうどんこ病に罹病性であること、チップバーンや心止まりが発生しやすいこと、厳寒期に草勢低下が起こりやすいことが課題となっており（深澤，2001）、生産現場からは、耐病性や多収性に優れた良食味品種の開発が強く求められている（2014 年度イチゴ試験成績書）。「栃木 i37 号」の耐病性については、接種試験による耐病性検定の結果、炭疽病に対する耐病性は有しないものの、萎黄病に対しては耐病性品種である「アスカウェイブ」（森ら，2005）と同等の耐病性を有することに加え、県内から採取されたアスカウェイブを枯死させる病原性を有する UKA-1 菌株（山崎，2018）に対しても一定の耐病性を有することが明らかとなった。また、収量性に関しては、時期毎の収穫量の変動がやや大きいものの、年内収量、総収量ともに「とちおとめ」よりも優れることが明らかとなった。

品種の実用性および普及性を評価する際には、栽培の難易度や果実の商品性を考慮する必要がある。本研究における各試験結果から「栃木 i37 号」は、ランナーの発生は良好で、仮植に適するとされる葉齢 2 枚から 3 枚の子苗の採苗本数は「とちおとめ」よりも多く、育苗期における苗の生育は「とちおとめ」と遜色なく、花芽分化期、開花始期、収穫始期のいずれも「とちおとめ」よりも明らかに早く、厳寒期の葉長の低下は「とちおとめ」より小さい。また、果実の形状はイチゴらしい心臓形で、「とちおとめ」に比べ、乱形果の発生は少なく、糖度（Brix）、糖含量ともに同等で、酸度は低く、有機酸含量は少く、食味は同等に良好であり、果実硬度は高く、これらの特性は土耕栽培、高設栽培のいずれにおいても相違がない。このようなことを踏まえると、栽培の難易度、商品性のいずれにおいても「とちおとめ」と同等以上と判断され、現地試験ほ場を担当したイチゴ生産者による評価においても、食味性および日持ち性に関する評点は「とちおとめ」と同等で、果実の外観、栽培性および収量性に関する評点は「とちおとめ」を超える結果を得たことから、十分な実用性と普及性を有する品種であると判断された。

VI 考察

本県がこれまでに育成した促成栽培用イチゴ品種と比較した「栃木 i37 号」の特筆すべき長は、萎黄病耐病性、早生性（開花始期・収穫始期）、多収性の 3 点である。「栃木 i37 号」は、萎黄病耐病性検定において KMK 菌株および FOF288 菌株のみでなく、「アスカウェイブ」を侵すことが確認されている UKA-1 菌株に対しても耐病性を示した。「栃木 i37

号」は、「アスカウェイブ」由来の萎黄病耐病性 DNA マーカーを有し、同一の DNA マーカーを「90-48-5」および「栃木素材 2 号」も有することから、KMK 菌株並びに FOF288 菌株に対する耐病性は、「栃木素材 2 号」に由来するものと判断できるが、UKA-1 菌株に対する耐病性は、これとは異なる遺伝的背景により獲得したものと推察された。また、早生性に関しては、「とちおとめ」に比べ、「栃木 32 号」は開花始期、収穫始期ともやや早く、「09-48-5」は開花始期がやや早い特性を有することから、交配親の双方もしくはその一方に由来するものと推察された。多収性に関しては、「栃木 i37 号」の栽培特性から、その要因は優れた花房連続性によることが明らかとなったが、同様の特性を「栃木 32 号」も有することから、多収性はこれに由来するものと推察された。また、近親交配の程度に関して稲葉と吉田（2006）は、「とちおとめ」や「章姫」、「あまおう」、「さがほのか」などの国内主要品種の近交係数はいずれも 0.25 前後であることを明らかにし、今後も限られた育種素材間で交配育種を続けた場合、近い将来、近交弱性により農業形質に様々な支障が生じると指摘しているが、「栃木 i37 号」の近交係数は 0.20 と「とちおとめ」と比較して近親交配の程度を弱めることができた。このことは、本県が 1998 年度から 1999 年度に実施した「イチゴ遺伝子探索・収集事業」により諸外国から入手した育種素材が「栃木 i37 号」の系譜に含まれることによるものであるが、それらの遺伝資源導入後 20 年以上が経過しており、今後育成する新品種においても「栃木 i37 号」と同程度の近交係数を維持するためには、新たな海外遺伝資源の導入が必要であろう。

収量性に関しては、年内収量、総収量ともに「とちおとめ」よりも優れることから、本品種を生産現場へ導入することにより、単位面積当たりの出荷量が 20%程度増加し、収益性や市場供給力の向上が期待される。他方、本品種は、一果重が 20g 程度と大果であり、花房当たりの着果数は 10 花以下程度と少ないいわゆる果重型の品種である。大果であることは、収穫作業や選別調整作業の省力化に寄与することが期待される反面、ケーキの装飾に代表される業務需要への対応力については課題が残る。また、出蕾開花の連続性には優れるものの、花房当たりの着花数が少ないため、本ぼへの定植時期が早い早期夜冷栽培等においては、収穫花房が頂花房から一次腋花房へと切り替わる 12 月に収量が低下しやすいことも流通販売上の課題であり、対策技術の確立が望まれる。

果実特性に関しては、果実表面の着色の様相に「とちおとめ」との相違が認められた。「栃木 i37 号」の果実表面の着色は、厳寒期においては、果実先端部からがく片着生部へと徐々に着色が進むものの、6, 7 分着色以降は着色進度が早い傾向が見られ、以降気温の上昇に伴い、その傾向が顕著となり、4 月には果実全体が徐々に赤味を増すような着

色の様相へと変化した。果実の着色程度は収穫適期のみならず商品性評価においても重要な指標となることから、生産現場への普及に際しては、本品種がこのような特性を有することを、生産者、流通関係者の双方に周知することが肝要である。また、「とちおとめ」ではほとんど発生が見られない先つまり果が「栃木 i37 号」では発生しやすく、発生時期はほ場毎に異なるものの、発生花序は肥大が良好な第一花が多数を占めることから、多発した際には一定程度の経営的損出を招くことが懸念される。先つまり果の発生原因とその対策については、吉田(1992) および森ら(1995)により、詳細な報告がなされていることから、これらの報告を参照しつつ、本品種における技術的対策の検討を進めることが必要である。

現在の国内市場においては、イチゴ主産県等において育成された優れた果実品質を有する様々な品種が流通しており、消費者や実需者がイチゴ果実を購入する際の選択肢は従前に増して広がっている。このような中、本県においては、イチゴの新品種開発から生産現場への導入に係る一連のスキームを 2017 年度に見直し、実用性に優れる育成系統については、品種登録出願により知的財産権を確保した上で大規模な現地試験を実施し、生産現場への導入の可否を判断することとした。「栃木 i37 号」は本スキームに則り、系統適応性検定試験 1 の結果により、2018 年に品種登録出願がなされ、系統適応性検定試験 2 の試験経過を踏まえ、2019 年 3 月に県および関係団体等で構成する「いちご王国戦略会議」において普及品種とすることが決定された。今後、本品種が生産現場に定着するまでには、一定の期間を要すると思われるが、早期に本品種の特性を生かした安定生産技術が確立され、本県のイチゴ生産とイチゴ消費の拡大に本品種が寄与することを期待したい。

謝 辞

栃木県農業士である坂本英希氏、野口喜一郎氏、谷中克己氏、柴山裕男氏、菅生賢治氏には、現地試験を御担当いただき、栃木県農業士会いちご専門部会員の皆様には育種検討会委員として御助言をいただきました。また、全国農業協同組合連合会栃木県本部、宇都宮農業同組合、上都賀農業協同組合、はが野農業協同組の皆様には、市場流通試験において御協力と御支援をいただきました。加えて、病理昆虫研究室並びに生物工学研究室の役員には耐病性試験等において、いちご研究所技術員チーム並びにパート職員にはほ場管理等においてそれぞれ御尽力をいただきました。本研究の遂行に際し、御支援、御協力、御尽力をいただいた皆様に感謝の意を表します。

引用文献

- 深澤郁男 (2001) いちご「とちおとめ」の栽培技術, 栃木農試新技術シリーズ No3
- 飯村一成 (2013) イチゴ萎黄病耐病性を判別する DNA マーカーの開発, 栃木農試成果集 31:63-64
- 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 73:85-100
- 稲葉幸雄・吉田智彦 (2006) 近年育成されたいちご品種の近親交配の程度および近交係数と収量の関係, 園学研 5(3):219-225
- 伊藤博章・松澤光 (2008) イチゴ新品種「あまおとめ」の育成, 愛媛農試研報 41:16-20
- 癸生川真也 (2016) イチゴ萎黄病耐病性識別マーカーの共有性化, 栃木農試成果集 34:47-48
- 峰岸正好・内藤潔・前川寛之 (1994) 促成イチゴ新品種「アスカウェイブ」の育成ならびに栽培特性, 奈良農試研報 No63:9-20(1994)
- 森利樹, 西口郁夫 (1994) 大果系イチゴ品種「アイベリー」の先つまり果発生原因とその対策(3) 三重農技セ研究報告 23:15-20
- 森利樹, 北村八祥, 黒田克利 (2005) イチゴの萎黄病抵抗性の品種間差異および抵抗性品種と罹病性品種の F1 における抵抗性の分離, 園学雑 74(1):57-59
- 直井昌彦・畠山昭嗣・岡村昭子・稲葉幸雄・植木正明 (2008) イチゴの閉鎖型養液栽培に適した培養液処方, 栃木農試研報 No63:59-68
- 成川昇: 農業および園芸, No61-7, 884 (1986)
- 重野貴・直井昌彦・植木正明・家中達広・岡村昭子・須永哲央・小林泰弘・永嶋麻美・稲葉幸雄・畠山昭嗣・癸生川真也・豊田明奈・中西達郎 (2015) 極大果イチゴ品種「栃木i27 号」の育成, 栃木農試研報 No73:85-100
- 栃木博美・石原良行・高野邦治・植木正明・高際英明 (2001) イチゴ新品種「とちひめ」の育成, 栃木農試研報 No50:27-37
- 植木正明 (2000) 排液を出さないいちごの高設式養液栽培システムの開発, 栃木農試成果集 19:21-22
- 山崎周一郎 (2018) 「アスカウェイブ」を侵すイチゴ萎黄病菌の栃木県における発生実態と耐病性素材の探索, 栃木農試成果集 36:25-26
- 吉田裕一 (1992) イチゴの花器および果実の発育に関する研究, 香川大農学部紀要 57:1-94

