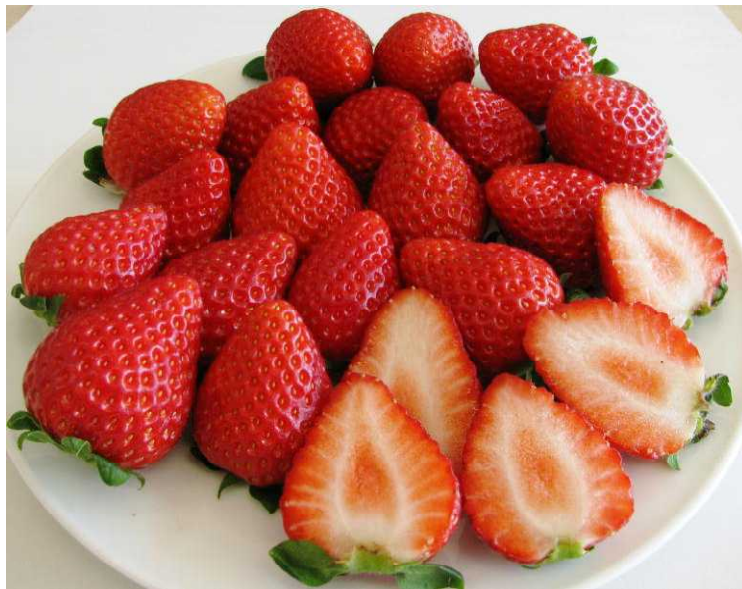


四季成り性いちご品種「なつおとめ」の 夏秋どり栽培技術



2015年3月

栃木県農業試験場

発刊にあたって

本県の園芸生産を代表するいちごは、恵まれた自然環境と首都圏に位置するという有利な立地条件を生かし、1968年から生産量全国第1位の座を維持している。また、生産者・関係機関団体・行政が一体となった生産振興により、2001年には作付面積、生産量、出荷量、産出額とも全国1位を達成し「いちご王国とちぎ」を確固たるものとし、現在に至っている。

この間に本県が育成した「女峰」やその後継品種である「とちおとめ」は、促成栽培でのトップブランドとなり、現在は、主力品種である「とちおとめ」に新品種「スカイベリー（栃木i27号）」を加え、11月上旬から翌年6月上旬の長期にわたり、食味の良い高品質な「栃木県産いちご」が出荷されている。

いちごは子供から大人まで幅広く好まれ、生食用、業務・加工用を問わず年間をとおして需要がある。「栃木県産いちご」にも周年的な供給が望まれていたが、促成栽培用品種（一季成り性品種）は高温・長日条件下となる夏秋期に花芽が分化しにくく、栽培技術の改善による実用的な対応は困難であった。

そこで、1990年から開花・結実が長期間連続する遺伝的特性を有し、夏秋期においてもいちごの生産が可能な四季成り性いちご品種の開発に着手した。本県初となる四季成り性品種「とちひとみ」が2007年に育成され、夏期に冷涼な県北の準高冷地帯において夏秋どおりいちごの産地化が取り組まれた。「とちひとみ」はこれまでの四季成り性品種に比べ、食味が極めて良好で輸送性が高いなどの優れた特性を有していたが、盛夏期には受精障害や着色不良が起りやすく、生産性は不安定であった。このようなことから、「とちひとみ」の欠点を改良した後継品種「なつおとめ」を2011年に育成し、「とちひとみ」からの品種転換はもとより、県中・県南地域を含めた県全域において新たな産地育成も進められているところである。

「なつおとめ」は、旧栃木分場において2005年に交配した株の中から選抜されたもので、盛夏期の受精能力や果実品質に優れるなど突出した品種特性を有していたことから、実生選抜から4年で品種登録出願に至るという異例の早さで開発に至った。そこで、「なつおとめ」の産地化を速やかに進め、高位安定生産を図るため、いち早く実施した基本栽培技術の確立試験結果とともに、現地実証栽培等での知見も参考として本栽培技術指針をとりまとめた。本指針が普及、行政、農業団体等の関係者多くの皆様に利用され、経営安定と「いちご王国とちぎ」のさらなる発展につながることを期待する。

2015年3月

栃木県農業試験場長 安納 義雄

目 次

第1章 「なつおとめ」の育成経過	-----	1
第2章 「なつおとめ」の品種特性		
1 形態的特性	-----	2
2 生育特性	-----	2
3 休眠特性	-----	2
4 開花・結実特性	-----	2
5 養分吸収特性	-----	4
6 果実特性	-----	5
7 地域適応性	-----	5
8 病虫害抵抗性	-----	6
第3章 栽培技術指針		
1 栽培体系	-----	7
2 育苗管理	-----	7
1) 親株床と親株の準備	-----	7
2) 親株の定植	-----	7
3) 定植後の管理	-----	8
4) 採苗・仮植	-----	8
3 本ば管理	-----	8
1) ほ場の選定	-----	8
2) 本ばの準備	-----	8
3) 定植	-----	8
4) 定植後の管理	-----	8
5) 心止まり株対策	-----	9
6) 高温対策	-----	10
7) 秋期の花房発生促進技術	-----	12
8) 病虫害防除	-----	13
9) 品質向上対策	-----	13
4 「なつおとめ」の夏秋どり栽培の要点	-----	15
第4章 なつおとめの経営モデル		
1 「なつおとめ」の経営モデル	-----	16
2 「なつおとめ」と「とちおとめ」の2品種栽培経営モデル	-----	17

第1章 「なつおとめ」の育成経過

「とちひとみ」で課題となった盛夏期の受精不良や着色不良の改良を主目的に、盛夏期の受精能力に優れた四季成り性系統「栃木24号」を母親に、大果で外観品質に優れた「00-25-1」を父親として2005年に交配し、その実生130個体の中から05-201-2の系統を2006年に選抜した。2007年に実施した系統選抜試験（2次選抜）において、盛夏期の不受精果の発生が極めて少なく果実品質も優れることが認められたことから、2008年に栃木25号として現地での系統適応性検定試験に供試した。「とちひとみ」に比べて、食味や果実の硬さが同程度で、不受精果や着色不良果の発生が少なく、県北の準高冷地での適応性が極めて高いことが確認されたことから、2009年12月に品種登録を出願し、2011年3月に品種登録（登録番号第20766号）となった（図1）。品種名は「なつおとめ」と命名され、主力品種「とちおとめ」との”ダブルおとめ”として栃木県産いちごの周年供給を図ることが可能となった。

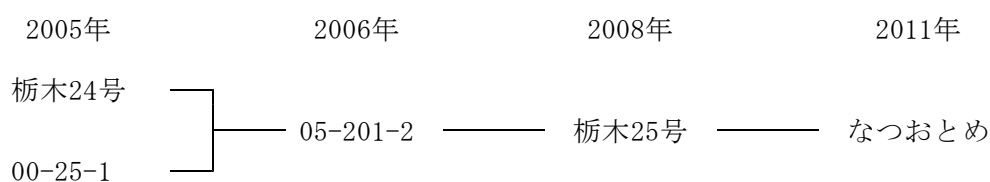


図1 「なつおとめ」の育成経過

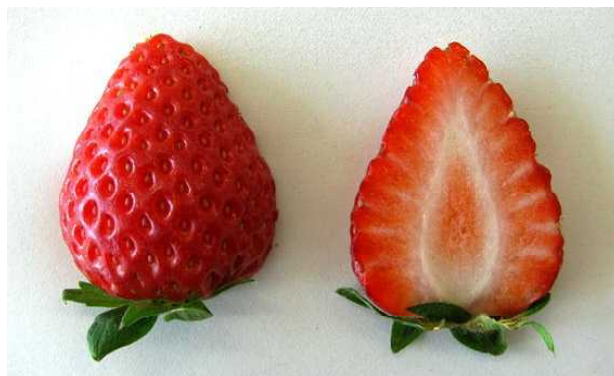


写真1 「なつおとめ」の果実



写真2 「なつおとめ」の着果状況（収穫始期）

第2章 「なつおとめ」の品種特性

1 形態的特性

草姿は立性で、草勢はかなり強い。葉は濃緑色で、小葉は縦長で鋸歯の形は鈍鋸歯状である。「とちひとみ」と比較すると葉柄長はやや長く、小葉は大きい。開花位置は葉と同水準で、花の直径は「とちひとみ」より大きく、花房当たりの着花数は少ない（写真2、表1）。

表1 生育

品種	葉柄長	葉身長	葉幅	着花数
	(cm)	(cm)	(cm)	(花/花房)
なつおとめ	18.0	8.2	6.4	8.3
とちひとみ	14.3	6.9	5.4	14.5

注. 2009年、試験地：那須塩原市。9月11日調査。

表2 ランナー発生本数

品種	苗数(本/株)				
	1次	2次	3次	4次以降	合計
なつおとめ	9.7	10.7	6.3	14.7	41.4
とちひとみ	6.8	11.5	13.3	49.0	80.6

注1. 2009年、試験地：栃木市。

2. 親株は5月13日にプランターに定植し、9月16日に調査した。

2 生育特性

初期（定植後2ヶ月程度）の草勢がつきやすく、過繁茂により新葉やガク片にチップバーンが発生することがある（写真3）。ランナーの発生本数は「とちひとみ」より少ない（表2）。

3 休眠特性

一般的に四季成り性品種の休眠打破に必要な低温遭遇量は、一季成り性品種より多いとされている。栃木市（標高58m）で越冬させた「なつおとめ」は、ジベレリン処理の効果が小さく、5℃以下の低温遭遇時間は、1,400時間程度で充足されていると考えられる（表3）。

表3 ランナー発生に及ぼす親株定植時期と促進処理の影響

定植日	発生促進 処理	ランナー発生数(本/株)		
		5月19日	6月16日	7月20日
4月20日	ジベレリン ²⁾	0.3	5.3	17.3
	冷蔵 ³⁾	0.6	6.0	15.3
	無処理 ²⁾	0.7	5.3	15.0
5月9日	ジベレリン ²⁾	-	4.7	13.3
	冷蔵 ³⁾	-	4.0	11.0
	無処理 ²⁾	-	3.7	11.3

注1. 2011年、試験地：越冬：栃木市。育苗：那須塩原市。

2. ジベレリン、無処理の苗の低温遭遇時間は、5℃以下1,383時間。

3. 冷蔵処理は、上記低温遭遇時間に加え500時間の低温（2℃）に遭遇させた。



写真3 チップバーンの様子

4 開花・結実特性

「なつおとめ」の花房の連続性は中程度で、「とちひとみ」より弱い。一般的に四季成り性いちごの花成は、高温条件下で短日により抑制され、長日により促進されるとされており（図2）、「なつおとめ」の花成に関しても同様の傾向が見られ、極度な高温条件下においては著しく花成が抑制される（表4、5）。

高温条件下での長日処理はなつおとめの花成を促進するが、その程度が過剰な場合、花芽形成後に葉の分化を伴わず、連続して後次の花芽を形成する「葉無着生腋花房」（西村2009）となることで心止まり株が発生しやすくなる（表6、写真4、図3）。

「なつおとめ」の不受精果の発生は「とちひとみ」と同程度で、先青果の発生はかなり少ないため、受精能力は「とちひとみ」よりも優れる（表7、写真5、6）。

		温度(°C)						
		0	5	10	15	20	25	30
一季成り性 品種	花芽分化しない	長日でも花芽分化し、日長の影響を受けない	長日でも花芽を分化するが、強光では長日で分化しないことがある(量的短日性)	短日でのみ花芽分化する(質的短日性)			短日でも花芽分化しない	
四季成り性 品種	同上	短日でも長日でも花芽分化するが、花房数は少ない	短日でも花芽分化するが、長日ほど花房数が多い(量的長日性)			短日下で花芽分化しないが、長日下で著しく促進される(質的長日性)。ある程度以上の温度では長日下でも分化しない		

図2 イチゴの花芽分化特性 西山(2009)から一部抜粋。

表4 昼夜温と日長が花房の発生本数と開花株率に及ぼす影響

昼夜温	日長	なつおとめ		とちひとみ	
		花房数 (本/株)	開花株率 (%)	花房数 (本/株)	開花株率 (%)
35°C-25°C	自然	1.1	66.7	4.0	100.0
	16時間	1.3	54.2	4.0	100.0
	24時間	1.6	70.8	3.8	100.0
25°C-20°C	自然	1.6	83.8	3.5	100.0

注1. 2012年、いちご研究所生理・生態実験温室でのポリポット栽培により試験を行った。
 2. 採苗・仮植は6月11日、温度・日長処理は6月27日から9月19日まで行った。
 3. 調査日は9月19日。

表5 24時間日長下での昼夜温が花房の連続性に及ぼす影響

品種	昼夜温	開花株率(%)			
		第1花房	第2花房	第3花房	第4花房
なつおとめ	25°C-20°C	100.0	100.0	4.3	0.0
	30°C-25°C	100.0	100.0	39.1	0.0
	35°C-30°C	100.0	13.0	0.0	0.0
とちひとみ	25°C-20°C	100.0	100.0	87.0	43.5
	30°C-25°C	100.0	100.0	69.6	8.7
	35°C-30°C	100.0	52.2	13.0	0.0

注1. 2013年、いちご研究所生理・生態実験温室でのポリポット栽培により試験を行った。
 2. 採苗・仮植は5月20日、温度・日長処理は6月3日から9月30日まで行った。

表6 長日処理が心止まり株の発生に及ぼす影響

長日処理開始時期	心止まり株率(%)
4月18日(定植直後)	75
7月11日	30
無処理	10

注1. 2011年、試験地：那須塩原市。品種「なつおとめ」。

2. 長日処理は日長が16時間となるように60wの白熱電球を用いて行った。

表7 不受精果、先青果の発生率

品種	不受精果 (%)	先青果 (%)
なつおとめ	1.7	2.7
とちひとみ	1.8	14.0

注1. 2009年、試験地：那須塩原市。

2. 収穫期間は7月から10月。

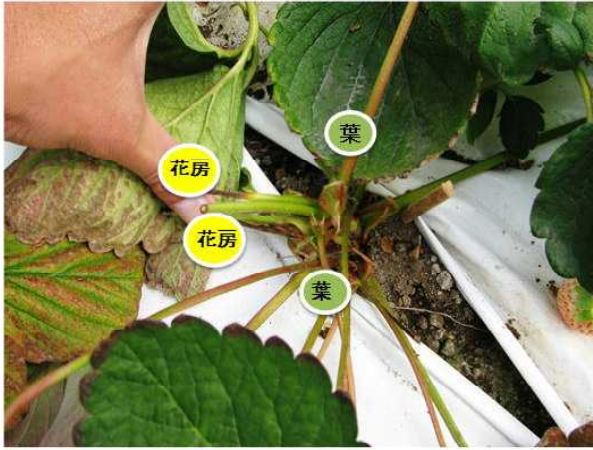


写真4 心止まり株の状況

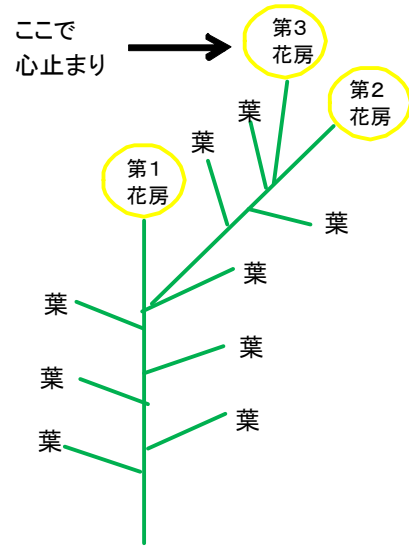


図3 「葉無着生腋花房」の発生と心止まり



写真5 なつおとめの荷姿



写真6 とちひとみの荷姿

5 養分吸収特性

窒素施用量を10 a 当たり成分で20kgとし、総収量が2.7 t 得られたときの地上部の養分吸収量は、10 a 当たり窒素16kg、リン酸11kg、カリ26kg程度である（表8）。窒素の時期別吸収量は、生育の増加に伴い施肥量に係わらず直線的に増加する。また、施肥量が多いほど多くなる（図4）。部位別で見ると地上部に吸収された窒素の多くは茎葉部に分配されており、施肥量が果実の窒素吸収量に及ぼす影響は少ない（図5）。

表8 養分吸収量

品種	総収量 (t/10a)	養分吸収量 (kg/10a) ²⁾		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
なつおとめ	2.7	16.0	10.7	26.0

注1. 2011年、試験地：那須塩原市。

2. 地上部の吸収量。栽培期間4月～11月。

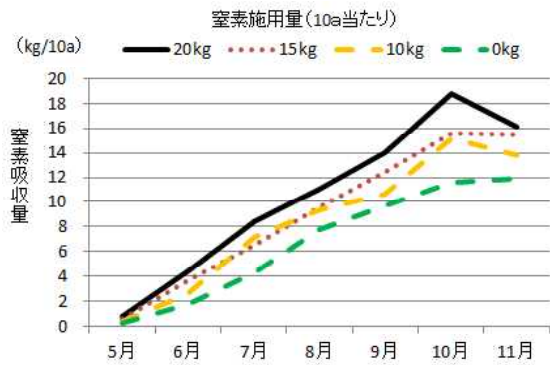


図4 時期別窒素吸収量

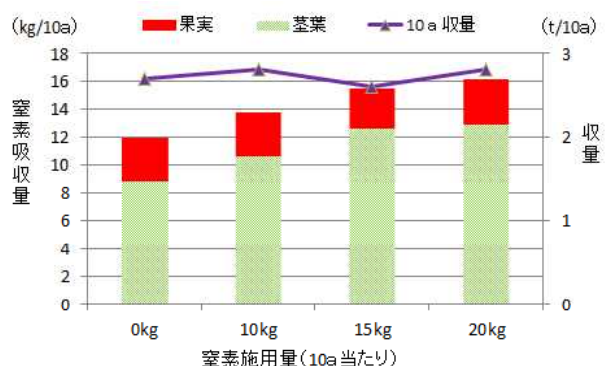


図5 部位別窒素吸収量

6 果実特性

果実は、果皮色が鮮赤色の円錐形で、光沢はやや強く、外観は良い。果肉色は鮮紅色で空洞は「とちひとみ」より少ない（写真1）。果実の大きさは、第1花房の頂果で30～40g程度となるが、夏期の高温条件下では小玉となる。夏秋どり栽培における可販果平均1果重は12.3g程度で、「とちひとみ」の10.5gより大果である（図6、7）。

着色は、果底部までよく着色し、むらが少ない（写真5、表9）。

果実の糖度はBrix7.8度と「とちひとみ」並に高く、酸度は0.82%で「とちひとみ」より低い。糖酸比が高く食味が良い。また、果実硬度も「とちひとみ」より優れる（表9）。

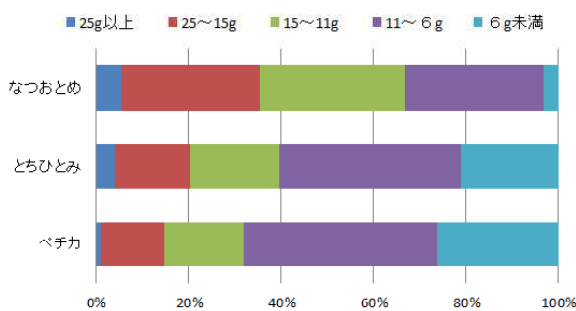


図6 階級別発生割合

注. 2009年、試験地：那須塩原市。

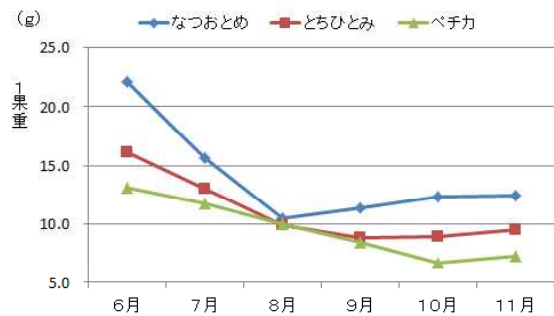


図7 月別可販果1果重

注. 2009年、試験地：那須塩原市。

表9 果実品質

品種	糖度 (%)	酸度 (%)	糖酸比	硬度 (g/φ2mm)	着色むら
なつおとめ	7.8	0.82	9.5	65.5	少
とちひとみ	8.0	0.99	8.1	56.8	やや多
ペチカ	8.0	0.82	9.8	51.9	少

注. 2009年、試験地：那須塩原市。

7 地域適応性

夏期の高温は「なつおとめ」の花成や果実品質に大きな影響を及ぼす。このため、一般的な栽培管理による夏秋どり栽培での収量性は、平坦地に比べ夏期が冷涼な準高冷地で優れる（表10、11）。従って、平坦地において夏秋どり栽培を行う場合は、遮光処理などによるハウス内の昇温抑制対策と併せて、後述するクラウン部冷却などによるより積極的な暑熱対策（P11参照）や品質向上対策（P13参照）が必要となる。

表10 栽培地域が収量に及ぼす影響

栽培地域 (標高m)	可販果収量 (g/株)								可販果数 (個/株)	可販果率 (%)
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計	収量比		
那須塩原市(345m)	14	210	108	50	74	79	535	100	43	64.7
宇都宮市(165m)	3	274	51	24	32	15	399	75	31	52.8
栃木市(58m)	37	218	25	4	8	22	314	59	24	36.3

栽培地域 (標高m)	奇形果率 (果数率 : %)				階級別発生割合 (果数率 : %)				
	乱形	不受精	先青	先詰り	25g以上	25~15g	15~11g	11~7g	7g未満
那須塩原市(345m)	7.6	2.2	3.7	2.1	3.4	9.9	17.2	34.2	35.3
宇都宮市(165m)	13.0	6.1	0.6	0.8	1.7	8.3	12.7	30.2	47.2
栃木市(58m)	12.8	14.7	3.4	3.6	1.7	8.1	10.1	17.3	62.9

注. 2010年試験。可販果は7g以上の果実。

表11 栽培地域が花房発生数に及ぼす影響

栽培地域	花房発生数 (本/株)						
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
那須塩原市	0.8	3.4	7.4	3.6	2.9	3.2	21.1
栃木市	1.3	4.7	8.3	2.3	2.2	1.5	20.3

注. 2011年試験。

8 病害虫抵抗性

炭疽病菌ならびに萎黄病菌の接種試験における発病度は、対照の「とちひとみ」より明らかに小さかった(表12)。また、炭疽病については感染後の病徴の進行は緩慢で、枯死に至るまでに長期間を要することから、罹病株の存在を見落としやすいと考えられる。うどんこ病は、「とちひとみ」より発生しにくい。ハダニ類、アブラムシの発生は「とちひとみ」と同程度である。

表12 炭疽病および萎黄病への耐病性

品種・系統	炭疽病	萎黄病	
	発病度	発病度	
なつおとめ	37.5	9.4	注1. 2009年試験。病原菌接種：8月11日。判定は炭疽病は9月22日、萎黄病は11月4日に行った。
とちひとみ	77.5	19.4	注2. 発病度 = ((発病指数 × 発病程度別株数の合計) × 100) / (4 × 調査株数)
Dover	25.0	—	炭疽病発病指数 1: 斑点型病斑を形成、2: 分子子層を形成 3: 萎凋、4: 枯死
宝交早生	45.0	25.0	萎黄病発病指数 1: 小葉のわずかな奇形、2: 小葉の奇形、黄化 3: 萎凋、4: 枯死
アスカウェイブ	—	0.0	注3. —は未調査。

第3章 栽培技術指針

1 栽培体系

「なつおとめ」の夏秋どり栽培を始める際、初年度は定植苗の増殖・育苗作業となり、本ぼでの果実生産は2年目からとなる(図8)。二作目以降は本ぼでの管理・収穫作業と、次作の育苗作業が同時進行となる。本ぼは雨よけ栽培が基本となるが、準高冷地等の気温の低い地域においては、定植から5月までと10月以降は保温が必要となる。また栽培地の標高に関わらず、7月から9月にかけての高温対策は必須となる。

夏秋どり栽培の体系としては、4月頃定植する「春定植」が一般的であるが、10月に定植して活着後越冬させ、翌年から収穫する「秋定植」や、春に定植し、収穫が終了した株を越冬させて、翌年再び収穫する「2年どり(2年株)」の体系がある(図9)。「秋定植」と「2年どり」は、「春定植」に比べ栽培期間が長いため、病虫害防除や肥培管理の面で注意する必要がある。ここでは、図8に示した「春定植」の栽培体系を基本に記述する。

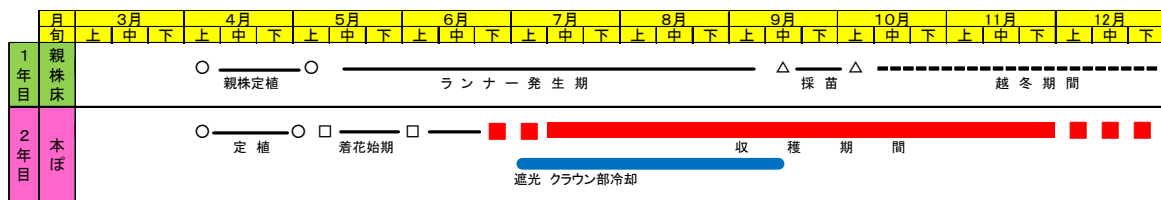


図8 夏秋どり栽培の栽培体系(栽培初年度)

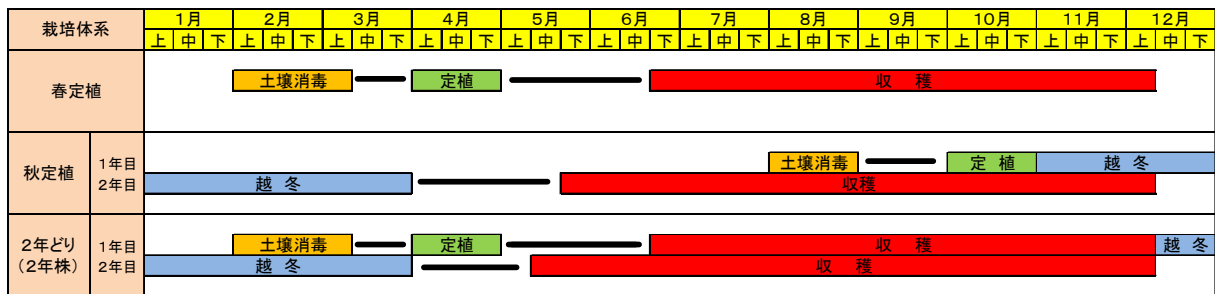


図9 夏秋どり栽培の栽培体系

2 育苗管理

1) 親株床と親株の準備

親株床は排水の良いほ場を選び、炭疽病や萎黄病の発生を防ぐため雨よけ栽培を基本とし、特に気温の高い平坦地などにおいては空中採苗方式やベンチ受け方式とすることが望ましい。また、同様の理由により、土耕連作ほ場では必ず土壤消毒を行う。親株は専用の無病苗を用い、十分に低温遭遇させ定植する。越冬時の低温・乾燥による芽枯れやクラウン部の凍害などを防ぐため、越冬時は不織布をべた掛けするなどの防寒対策を行う。親株1株あたりの子苗の採苗本数は30本程度を目安とし、必要な定植苗数を余裕をもって確保できる本数の親株を用意する。

2) 親株の定植

土耕栽培での栽植密度は、畝間200cm、株間60cm程度を目安とする。夏期の高温条件下では、ランナーの発生が抑制されるため、親株の定植時期は4月～5月上旬とする(表3)。また、準高冷地での露地栽培などでは、初期の生育を促進するため親株植え付け部にマルチ被覆を行う。また、灌水設備(灌水チューブ)の設置を行う。

施肥量は基肥として10a当たり成分で窒素5kg、リン酸10kg、カリ8kg程度を目安とし施用する。追肥は葉色や生育状況をみながら必要に応じて行うが、1回当たりの施肥量は窒素成分で10a当たり1kg程度とし、多肥栽培とならないよう注意する。

定植後は十分灌水して活着を促進する。ランナーの発生は乾燥により抑制されるため、ほ場に灌水チューブを配置するなどし、適宜灌水を行う。なお、空中採苗方式やベンチ受け方式での管理はとちおとめでの管理に準じる。病虫害防除は本ぼ同様の病虫害に注意するが、露地育苗においては、降雨後の炭疽病・萎黄病の発生に十分注意する。

3) 定植後の管理

土耕栽培では子苗の発根促進と過繁茂防止の観点から、随時ランナーの配置を行う。病虫害防除は本ぼ同様の病虫害に注意するが、特に炭疽病については、本ぼへの持ち込みを防ぐため、育苗期間中を通じて定期的な農薬散布を徹底する。

4) 採苗・仮植

ランナーの発生状況によるが、準高冷地では9月中旬～10月上旬、平坦地では7月上・中旬または、10月上・中旬に採苗し、ポットやセルトレイへ仮植するか、仮植床へ寄せ植えする。越冬させるためには厳寒期までに十分な根量を確保することが重要で、降霜する1ヶ月程度前までには採苗・仮植作業を終える。降霜後は不織布のべた掛け被覆などによる防寒対策を行い、越冬させる。なお、採苗・仮植を行わず無仮植で越冬させる場合も親株床において同様の防寒対策を行う。

3 本ぼ管理

1) ほ場の選定

夏秋どり栽培では夏期の高温が生産性に大きな影響を及ぼすことから、ほ場周辺環境にも注意を払い、排水良好で、風通しがよく、昼夜とも比較的涼しい環境条件が得られるほ場を選定する。

2) 本ぼの準備

炭疽病や萎黄病などの土壌伝染性病害の発生を防ぐため、必ず土壌消毒を行う。基肥は、10 a 当たり分量で窒素16kg、リン酸11kg、カリ26kgを基準とし、土壌診断結果に基づき決定する。初期の肥効が高いと、草勢が旺盛になりすぎることがあるため、基肥はやや控え、生育状況を確認しながら追肥を行うとよい。追肥の開始時期は7月を目安とし、窒素とカリを主体として施用する。

3) 定植

定植時期は、収穫開始予定日の2ヶ月前（4月上旬から5月上旬）を目安とする。栽植密度は畝幅110cm～120cm、株間24cm～27cm（6,000本/10 a）程度を目安とし、2条高畝に定植する（表13）。

4) 定植後の管理

(1) 灌水管理

定植直後は、活着促進のためクラウン付近が乾かないように一日数回のこまめな灌水を行う。活着後はベット上に灌水チューブを配置し、土壌水分をpF1.8程度に維持するよう、少量多回数の灌水を行う。

表13 株間が収量に及ぼす影響

株間 (cm)	栽植本数 (株/10 a)	草丈 (cm)	収量 (g/株)	1果重 (g)	換算収量 (t/10 a)
30	5,200	26.5	695	11.9	3.6
27	5,800	24.2	686	11.9	4.0
24	6,500	21.9	675	11.7	4.4

注1. 2011年、試験地：栃木市。 畝間110cm。

2. 7月5日から9月16日までヒートポンプによりハウス内平均気温を23℃程度で管理した。



写真7 親株床の様子

(2) 温度管理

準高冷地などの冷涼な地域では、活着と初期生育を確保するため、定植直後から5月下旬頃にかけて、昼温23～25℃、夜温8℃を目安とした温度管理を行う。同様に気温の低下する9月下旬以降は草勢維持と果実の着色促進のため、昼夜温管理を行う。

(3) 株養成と着果開始

定植時や、定植直後の株出来が不十分な状態のときに発生する花房は着果しても収量は低く、これを着果させることにより7月以降の収量は低下する(表14)。このため、定植後まもなく発生する花房は適宜摘除し、定植後30日～40日を着果開始の目安とする。また、着果開始にあわせて交配用のミツバチを放飼する。

(4) 芽数管理

7月から8月にかけて心止まり株が発生しやすいため、定植後に発生する腋芽は放任とし、芽数を確保する。

(5) マルチング

マルチングの時期は定植後1ヶ月(定植後の展開葉数4枚程度)を目安とし、夏期の地温上昇を抑えるため、白黒マルチや銀黒マルチを用いる(写真8)。また、マルチングを行う際には、腋芽がマルチに潜らないように注意する。

5) 心止まり株対策

「なつおとめ」の心止まりは「とちおとめ」の心止まりと発生原因が異なり、「葉無着生腋花房」の発生によるものである(P2参照)。

心止まり株の発生は、7月から8月に多く、その発生率は準高冷地に比べ平坦地で高い(表15)。心止まり株が確認される時期から「葉無着生腋花房」の分化時期は6月と推定される。6月の生育環境は、四季成り性いちごの花成が促進される高温・長日条件を満たしやすく、これにより「葉無着生腋花房」の分化が助長されていると推察される。従ってこの時期は積極的な換気や晴天日の遮光などによりハウス内を高温にしないことが重要と考えられる。

表14 花房摘除が収量に及ぼす影響

第1花房	開花始期 (月/日)	収量 (g/株)							
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
放任区	5/25	22	24	164	148	92	45	42	537
摘除区	6/30	0	28	199	198	90	55	29	600

注1. 2011年、試験地：栃木市。7月5日から9月16日までヒートポンプによりハウス内平均気温を23℃程度で管理した。

2. 定植は4月18日に行った。

表15 栽培地域が心止まり発生に及ぼす影響

栽培地域	心止まり発生株率 (%)	
	2010年	2011年
栃木市	20.0	15.0
那須塩原市	14.3	10.0

注. 両年次とも、同一条件で管理した苗を同一日に定植した。



写真8 マルチングの様子

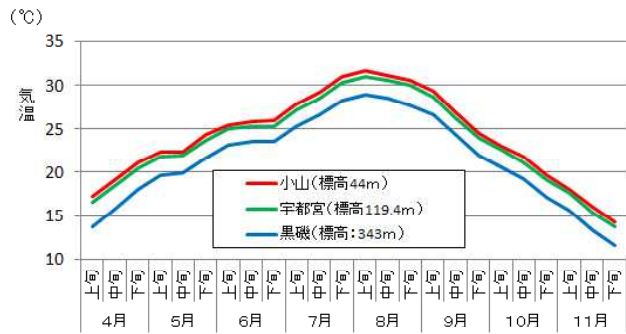


図10 日最高気温（平年値）の推移

注. アメダスデータ 平年値：1981年～2010年の数値の平均値

6) 高温対策

(1) 高温の影響

県内の標高の異なる各地域（小山市、宇都宮市、黒磯市）における栽培期間中の日最高気温は図10のとおりである。宇都宮市や小山市では梅雨明け以降30℃を越える日が続く、このような条件でのハウス内温度は40℃近くにまで上昇する。また、最近では夏期の高温傾向が顕著となっており、2010年の猛暑ではアメダス観測点の黒磯市においても、7月から9月の真夏日が40日にも及んだ。このような年は準高冷地においても収量は低下する（表16）。

高温は、受精障害や果実の小玉化を助長し（図11、写真9）、極度な高温は四季成り性品種の花芽分化を抑制し、花房発生の停滞や停止を引き起こす。このため、夏秋どり栽培においては、栽培地の標高にかかわらず、風通しのよいほ場を選定し、夏期の高温対策を徹底することが極めて重要である。

表16 年次別可販果収量

年次 (年)	可販果収量 (g/株)							換算収量 (t/10a)	7～8月の 日最高気温
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計		
2008	0	118	145	210	207	92	772	5.0	27.3
2009	35	143	166	202	180	131	857	5.6	27.2
2010	14	210	108	50	74	79	535	3.5	29.8
2011	0	174	77	95	49	33	428	2.8	28.2

注. 試験地：那須塩原市。

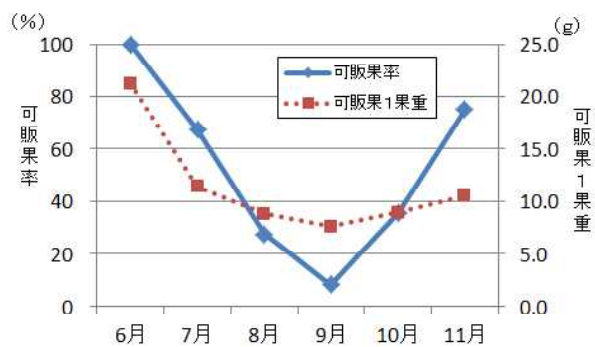
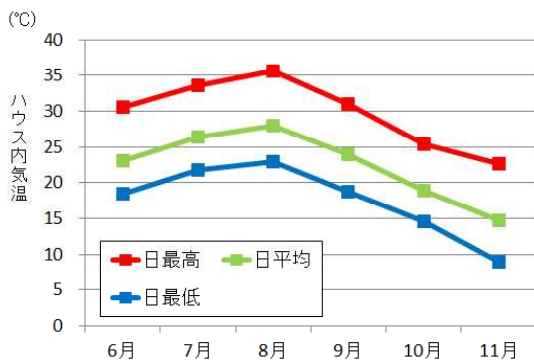
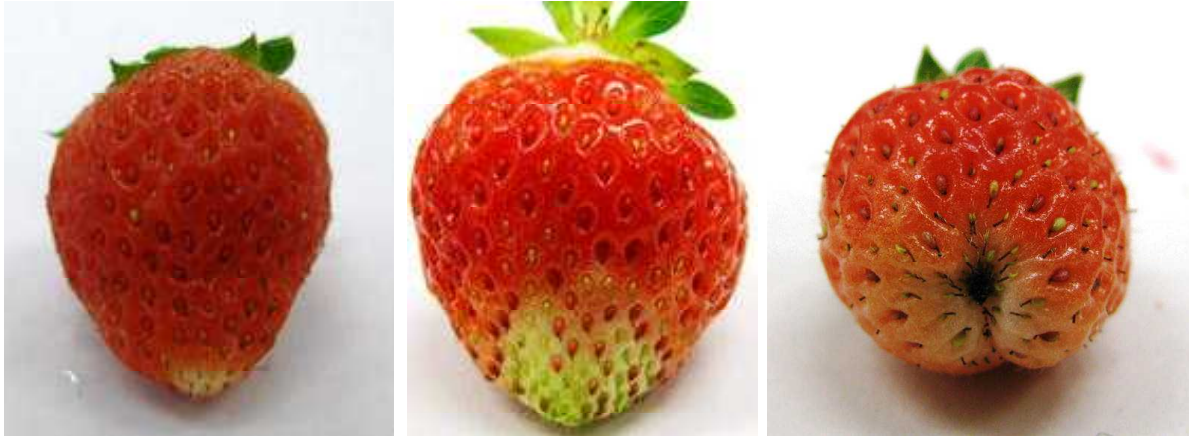


図11 ハウス内温度と可販果率、可販果1果重の推移

注. 2013年、試験地：栃木市。可販果は7g以上の果実。



先白果

先青果

先詰り果

写真9 受精障害による果実

(2) 暑熱対策

①ハウスの換気

ハウス内の温度を下げるためハウスサイド部はすそ換気と肩換気を併用した2段換気とし、換気開度の拡大をはかる（写真10）。加えてハウスの妻面に換気窓を設置したり、フィルムを防虫ネットに張り替えることが望ましい。

②遮光処理

ハウス内の温度上昇を防ぐために、遮光資材を利用する（写真11）。遮光は遅くとも梅雨明け直後から開始し、9月中旬頃までを目安として行う。資材の遮光率は40%～60%とし、平坦地などのハウス内温度が上昇しやすいほ場では熱線反射性資材などの昇温抑制効果に優れる資材を活用すると良い。また天候によっては、遮光処理が生育抑制や、灰色カビ病などの発生を助長するため、遮光資材を天候に応じて開閉できるようにすることが望ましい。

③クラウン温度制御

クラウン部を局所的に冷却するクラウン温度制御は、連続出蕾と生育促進により増収を図ることを目的に（独）九州沖縄農業研究センター久留米研究拠点（以下、九州沖縄農研）において開発された技術である。

「なつおとめ」の夏秋どり栽培におけるクラウン温度制御（クラウン部冷却）の効果は、準高冷地よりも平坦地で顕著となり、可販果収量は、慣行栽培の1.5倍以上となる。クラウン温度制御のための装置は九州沖縄農研などにより開発されているが、クラウン部にしっかりと接するように外径16mmのポリエチレンチューブを配し、チューブ内に終日地下水を通水することで代用が可能である（図12～14、表17、写真12）。なおクラウン温度制御は梅雨明け直後から9月中旬頃までを目安に行う。



写真10 2段換気の様子



写真11 遮光の様子

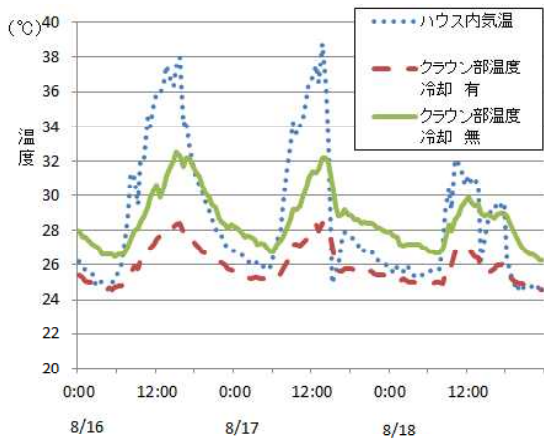


図12 ハウス内気温及びクラウン部温度（栃木市）

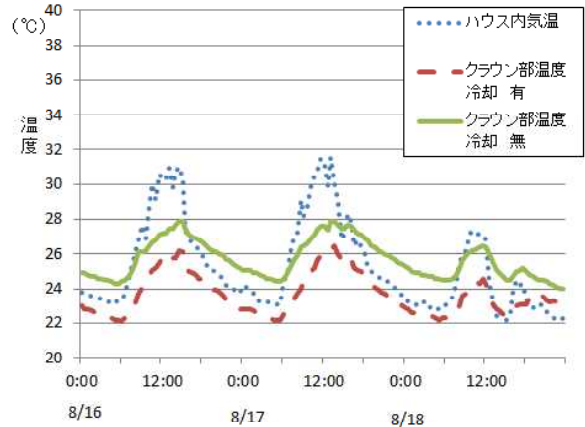


図13 ハウス内気温及びクラウン部温度（那須塩原市）

注. 2012年試験。

表17 クラウン部冷却が収量に及ぼす影響

試験場所	クラウン部冷却	可販果収量 (t/10a)	可販果収量対比	可販果率 (%)	不受精果率 (%)	平均果重 (g)
栃木市	有	2.5	160	51	42	8.3
	無	1.6	100	35	52	6.1
須塩原市	有	2.7	109	67	2	9.8
	無	2.5	100	63	2	9.3

注. 2012年試験。

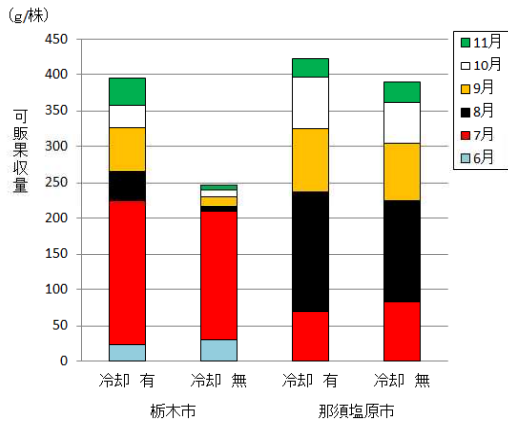


図14 クラウン部冷却が月別収量に及ぼす影響

注. 2012年試験。



写真12 クラウン部冷却チューブの設置例

7) 秋期の花房発生促進技術

「なつおとめ」の花房発生は、4月に定植した場合8月に最も多く、9月以降減少する（表11）。原因として、梅雨明け後の高温と、日照時間が短くなっていくことが花芽を分化しにくい環境にさせていると考えられる（P2参照）。

高温による花芽分化の抑制は、クラウン部冷却により改善されるが、加えて長日処理（16時間日長）を行うことにより、花房の発生は促進される（表18、写真13）。長日処理の方法として、電照により日長時間を16時間程度に延長するとよい。処理は7月下旬から8月上旬に開始し、栽培終了の1か月程度前までを目安に行う。また、長日処理はクラウン部冷却と併せて行う。

表18 長日処理が花房発生数と心止まり発生に及ぼす影響

定植時期	長日 ²⁾ 処理	花房発生数 ³⁾ (本/株)	心止まり発生株率 ³⁾ (%)
6月30日	有	3.2	25
	無	2.5	5
8月29日	有	1.8	0
	無	0.7	0

注1. 2014年、試験地：栃木市。

2. クラウン部冷却を行い、定植直後から16時間日長となるように電照を行った。

3. 花房数、心止まりは、定植後3か月間調査し、主茎を調査した。



写真13 長日処理（電照）の様子

8) 病虫害防除

ハダニ類、アザミウマ類などの害虫は、ほ場外からのとび込みが多く発見が遅れると防除が困難となるため、農薬散布の他、ほ場周辺の衛生管理や防虫ネットの展帳、天敵の放飼などを組み合わせたIPM防除を徹底することが重要である。

病害では、炭疽病（写真14、15）、萎黄病、灰色カビ病（写真16）などの防除がポイントとなる。炭疽病については、本ほで使用できる農薬に限られるため、育苗時からの防除を徹底し、本ほへの持ち込みを防ぐことが重要となる。また、感染した株は枯死までに時間を要するため、発見、処分の遅れにより2次感染源となるので、感染株は速やかに処分する。灰色カビ病は梅雨期や秋期に発生しやすく、特に秋期は栽培後半で株が過繁茂になりやすいので、計画的な防除と同時に葉かきを行い通風を図る。

「とちおとめ」の栽培を同時に行っている場合は、両品種の間で互いに病虫害を伝搬、移動させる恐れがあるので注意する。



写真14 炭疽病の斑点型病斑

写真15 果実における炭疽病の症状

写真16 灰色カビ病の果実

9) 品質向上対策

(1) 収穫時刻

いちごの果実は、果実温の上昇に伴い果実硬度が低下し、果皮も傷みやすくなる。盛夏期の果実温度は、日の出とともに急激に上昇し、午前7時には30℃を越える状況となるため、早朝の早い時間帯に収穫作業を済ませることが重要である（図15）。

(2) 果実の収穫熟度と保存温度

果実の着色は気温（保存温度）と密接に関係する。「なつおとめ」の果実は気温5℃では着色の進みは緩慢であるが、気温25℃では極めて早いことから、着色の進度を考慮して果実の収穫熟度を決定する。また、収穫後の果実は速やかに予冷し、収穫後の着色の進行を抑制することが重要である（写真17、図16～19）。

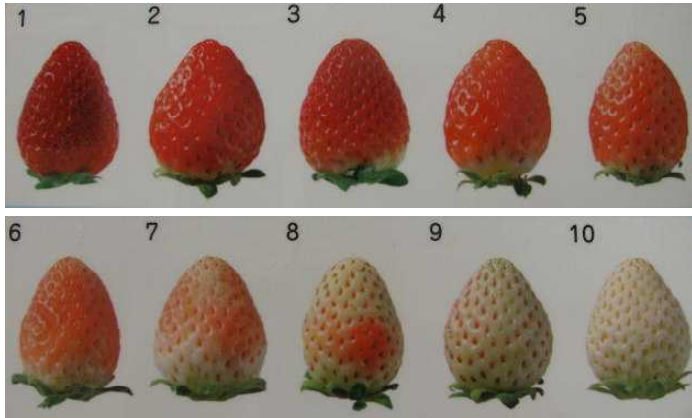


写真17 「なつとめ」原色選果標準表

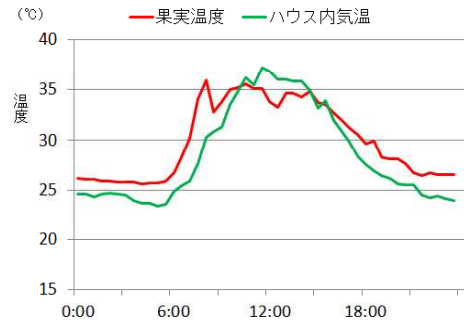


図15 ハウス内気温と果実温度の推移 (8月18日)

注. 2011年、試験地：栃木市。

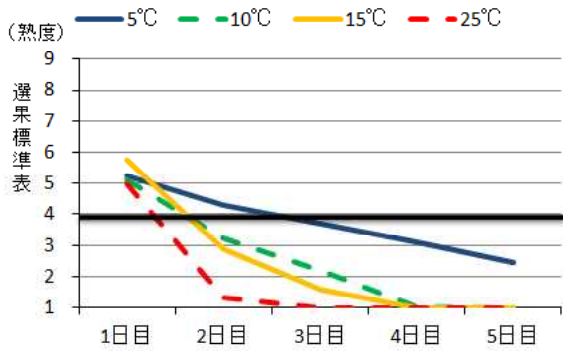


図16 熟度5～6で収穫した果実の着色変化

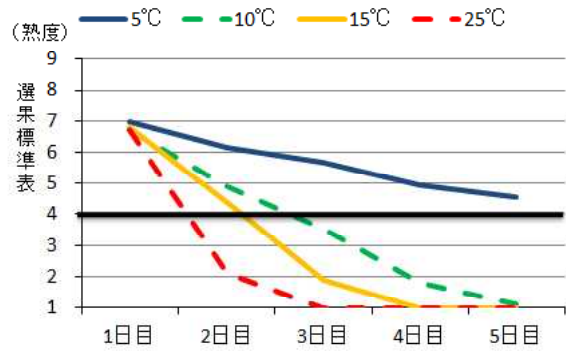


図17 熟度7で収穫した果実の着色変化

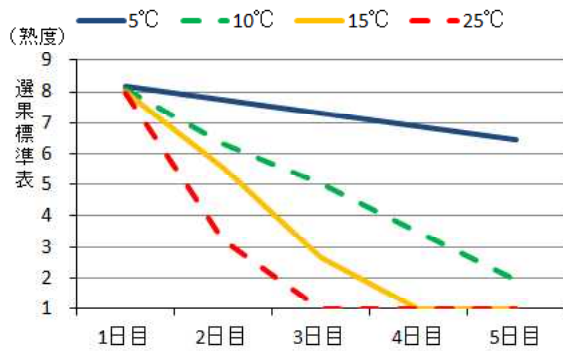


図18 熟度8～9で収穫した果実の着色変化
注. 2011年、試験地：栃木市。

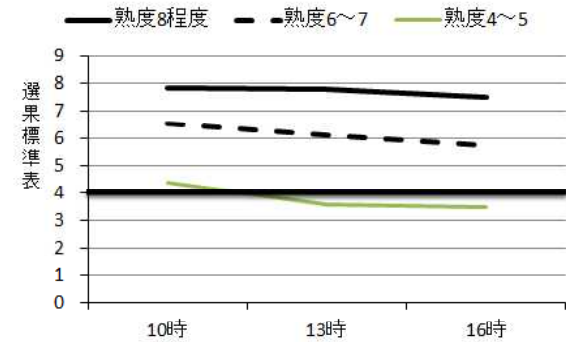


図19 収穫後の果実を25°C（常温）で6時間保存した場合の着色変化

4 「なつおとめ」の夏秋どり栽培の要点

		3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
親株・育苗床	親株床																														
	主な作業	親株定植準備			親株定植			ランナー配置			除草作業			採苗 仮植準備			採苗 仮植			越冬準備			越冬期間								
	栽培の要点	<p>1. 親株床の準備 親株床の土壤消毒は必ず行う。親株床は雨よけ栽培を基本とし、灌水設備を整える。</p> <p>2. 親株の定植と管理 親株は十分低温にあたった無病苗を使用し、定植は4月～5月上旬に行う。親株1株当たりの子苗の増殖本数は30本程度を目安とし、必要な本数の親株を定植する。</p>						<p>3. ランナー配置・除草作業 土耕栽培では、親株から発生するランナーを一方に揃え、子苗が動かないようにランナーピンなどで押さえる。また、定期的に除草作業を行う。</p> <p>4. 病害虫防除 親株床では、炭疽病、萎黄病の予防防除を徹底する。特に、露地育苗では、降雨後の炭疽病の防除を徹底する。害虫は、本ぽと同様にハダニ類、アザミウマ類、アブラムシ類などの防除を行う。</p>						<p>5. 採苗・仮植 準高冷地では9月中旬～10月上旬、平坦地では7月上中旬、または10月上中旬に採苗し、ポットやセルトレイに仮植する。</p> <p>6. 越冬時防寒対策 低温・乾燥による芽枯れやクラウン部の凍害を防ぐため、不織布資材などをべた掛けする。</p>																	
本ぽ	本ぽ																														
	主な作業	定植			株養成			着果開始			収穫開始			遮光局所冷却																	
	栽培の要点	<p>1. 本ぽの準備 ほ場選定の際には、標高、風通し、周辺環境に考慮し、涼しい場所を選定する。ほ場は土壤消毒を必ず行う。また、作付け前に土壤診断を行う。</p> <p>2. 定植と管理 定植は、4月～5月上旬頃を目安に行う。株養成のために定植後まもなく発生する花房は摘除し、着果開始は定植後30日～40日を目安とする。</p> <p>3. 肥培、灌水管理 窒素施用量は成分で10a当たり16kgを基準とする。初期生育が旺盛なため、基肥はひかえめに行い、7月以降追肥を行う。灌水は、土壤水分をpF1.8程度に維持するよう、少量多回数の灌水を行う。</p>						<p>4. 暑熱対策 夏期の高温は収量性に大きな影響を与える。そのため、梅雨明け直後から9月中旬頃まで、遮光処理と併せてクラウン冷却などの局所冷却を行う。</p> <p>5. 病害虫防除 害虫類はほ場外からの飛び込みが多く、増殖スピードも早いため、農薬散布の他に、防虫ネット、天敵を有効活用する。</p> <p>6. 収穫 果実の傷みを防止するために、早朝の早い時間帯に収穫作業を行う。連日収穫を基本とする。</p>						<p>7. 温度管理 定植直後から5月頃までと9月下旬以降は、昼温25℃、夜温8℃を維持するように温度管理を行う。それ以外の期間は雨よけ状態とし、できるだけ、ハウス内の温度上昇を防ぐようにする。</p>																	

第4章 「なつおとめ」の経営モデル

夏秋いちご「なつおとめ」は、収量が多く、食味や外観の果実品質にも優れており、中山間地域を中心に産地化が進められてきた。今後は、暑熱対策に加えて新たな技術であるクラン冷却を行うことにより、県中南部の標高の低い地域においても生産が可能であることから、より一層の普及、推進が図られると考えられる。

そこで、「なつおとめ」を導入している農家の経営調査から、「なつおとめ」における経営指標や所得目標となる経営モデルを作成した。この経営モデルは、「なつおとめ」を導入するときの参考になるように、1つは新規導入の指標となる経営モデルを、もう1つは平地における夏秋いちご「なつおとめ」と「とちおとめ」の2品種を栽培した場合の経営モデルとした。営農条件や労働時間、経営収支などの項目も記載されているので、「なつおとめ」を栽培するときの経営や販売などの参考にしていただきたい。

1 「なつおとめ」の経営モデル

経営モデルの営農条件は、調査した農家の実態を参考にし、作付面積10a、家族労働力2人とした。生産販売条件は、単収2,500kg/10a、1,650円/kg、販売量の80%を市場および契約販売（ソフトパック）とし、20%を直売および加工向けとした。

経営モデルは表19に示したとおり、粗収益は4,125千円、物財費や出荷経費などの経営費は1,797千円となり、所得は2,327千円となった。夏秋期の野菜としては収益性の高い品目である。

表19 「なつおとめ」の経営モデル

		科目	なつおとめ10a
粗収益		収量	2,500
		単価	1,650
		粗収益	4,125,000
費用	物財費	種苗費	50,000
		肥料費	60,000
		農業薬剤費	120,000
		光熱動力費	50,000
		諸材料費	320,000
		償却費	200,000
		計	800,000

※1 経営費……経営の外部に支払ったお金(家族労賃は含まない)

※2 生産原価……生産物の生産までにかかったお金(出荷経費のみ含まない)

※3 総費用……すべての費用の合計

※4 所得……自家労賃は費用と見ていない

		科目	なつおとめ10a
費用	労働費	家族	2,300,000
		雇用	160,000
		合計	2,460,000
	出荷経費	出荷資材	340,000
運賃		85,000	
手数料		412,500	
合計		837,500	
費用	経営費 ※1	1,797,500	
	生産原価 ※2	3,260,000	
	総費用 ※3	4,097,500	
所得	所得 ※4	2,327,500	
	所得率	56.4%	
	1hあたり所得	1,012	
		家族労働時間	2,300
		雇用労働時間	200
		合計労働時間	2,500

労働時間は2,500時間を要し、家族労働力2人とした場合は雇用労働力が必要となる労働集約型の品目である。旬別の労働時間は、収穫・出荷期間となる7月下旬頃から10月末までが多かった。家族労働力だけでは、収穫・パック詰めに係る旬別家族労働時間の上限を120時間にするると労働力が不足した。午後出荷というタイムスケジュールとすると、午前中に収穫・パック詰めに係る労働力の集中的な投下が必要となる。この収穫期間における労働力確保が経営のポイントとなる（図20）。

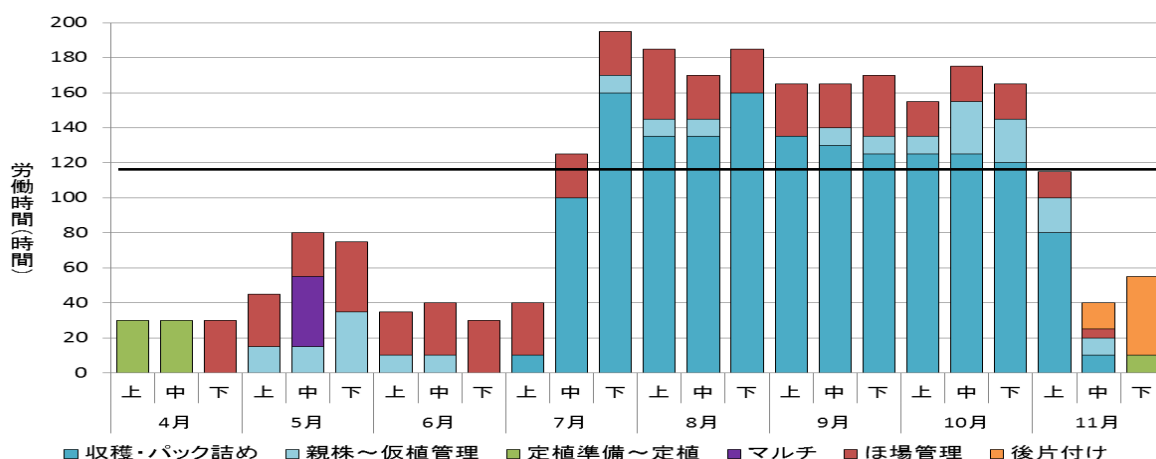


図20 「なつおとめ」の旬別労働時間

所得目標を200万円とした場合、単収と単価のシュミレーションから、単収が2,250kg以上では雇用労働力が必要となった。栽培する地域性や生産条件、販売条件等にあわせて経営費の内訳を検討し、単収と単価の目標を設定していくことが重要である（表20）。

表20 「なつおとめ」の所得目標を200万円とした場合の試算

単収 (kg/10a)	1,250	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000
単価 (円/kg)	2,680	2,270	1,970	1,750	1,600	1,510	1,440	1,380
粗収益 (円)	3,350,000	3,405,000	3,447,500	3,500,000	3,600,000	3,775,000	3,960,000	4,140,000
経営費 (a+b+c)	1,347,500	1,393,000	1,442,250	1,490,000	1,582,500	1,762,500	1,943,500	2,124,000
物財費 a	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000
雇用労賃 b					40,000	160,000	280,000	400,000
出荷経費 c	547,500	593,000	642,250	690,000	742,500	802,500	863,500	924,000
出荷資材費	168,750	200,000	236,250	270,000	303,750	337,500	371,250	405,000
運賃	43,750	52,500	61,250	70,000	78,750	87,500	96,250	105,000
手数料	335,000	340,500	344,750	350,000	360,000	377,500	396,000	414,000
労働時間 (時間)	1,750	1,900	2,050	2,200	2,350	2,500	2,650	2,800
所得 (円)	2,002,500	2,012,000	2,005,250	2,010,000	2,017,500	2,012,500	2,016,500	2,016,000
1 h 所得 (円)	1,144	1,059	978	914	859	805	761	720

2 「なつおとめ」と「とちおとめ」の2品種栽培経営モデル

経営モデルの営農条件は、作付面積を「なつおとめ」15a、「とちおとめ」80aとし、労働力は通年で家族2人とパート4人とした。生産販売条件は、単収を「なつおとめ」3,500kg/10a、「とちおとめ」5,000kg/10aとし、単価を「なつおとめ」1,700円/kg、「とちおとめ」900円/kgとした。

合計労働時間は15,535時間となり、収穫調整～出荷時間が全体の65%を占めた。また、労働者1人当たり8時間×10日×6人とするので旬当たり480時間となるが、「なつおとめ」の収量が少なくなる8～9月を除くと、一時期労働時間が多い期間もあるが、年間をとおして雇用労働力を活用できる（図21）。

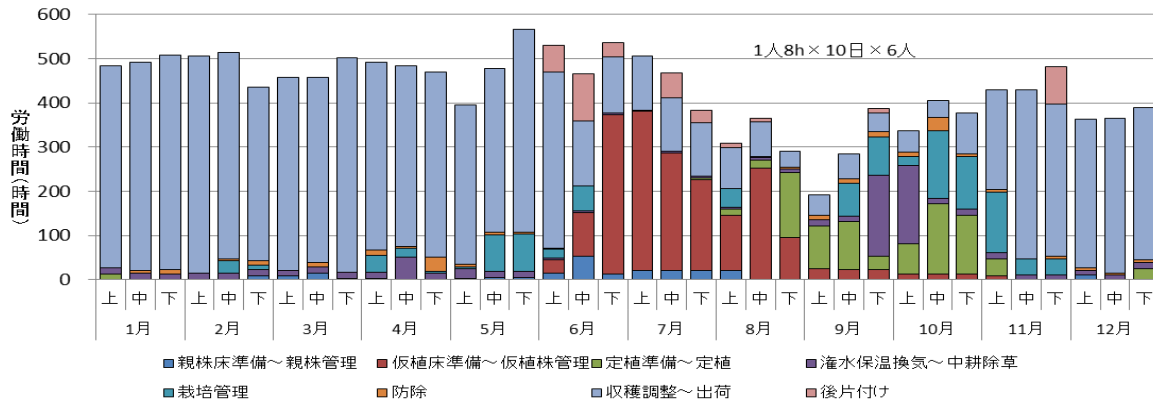


図21 「とちおとめ」80a + 「なつおとめ」15aにおける旬別労働時間の推移

経営モデルは表21に示したとおり、粗収益は44,925千円、物財費や出荷経費などの経営費は28,568千円となり、所得は16,357千円となった。所得率は雇用労賃が高額であったため低くなったが、「とちおとめ」のみの所得率が30.4%であることから、「なつおとめ」を導入するメリット（所得率36.4%）があり、「とちおとめ」を栽培している経営体に「なつおとめ」を導入することにより、周年雇用によるいちご経営が可能となる利点も考えられる。

表21 「とちおとめ」80a + 「なつおとめ」15aにおける複合経営モデル

科目		なつおとめ15a	とちおとめ80a	複合経営
粗収益	収量	5,250	40,000	45,250
	単価	1,700	900	993
	規模	15	80	95
	粗収益	8,925,000	36,000,000	44,925,000
	補助金等	0	0	
計	8,925,000	36,000,000	44,925,000	
費用	物財費			
	種苗費	52,125	390,000	442,125
	肥料費	41,283	662,247	703,530
	農業薬剤費	259,791	2,215,521	2,475,312
	光熱動力費	68,805	2,214,600	2,283,405
	賃借料及び料金		500,000	500,000
	小農具費			
	修繕費		537,966	537,966
	諸材料費	379,887	487,880	867,767
	公課諸負担物件税		143,220	143,220
	土地改良及び水利費		48,000	48,000
	償却費	187,650	5,379,660	5,567,310
	その他(生産管理)			
	計	989,541	12,579,094	13,568,635
費用	家族	678,915	3,661,770	4,340,685
	雇用	1,118,835	5,492,655	6,611,490
	合計	1,797,750	9,154,425	10,952,175
	出荷経費			
	出荷資材	301,021	6,972,000	7,273,021
	運賃	100,080		100,080
	冷蔵			
	手数料	1,015,066		1,015,066
	合計	1,416,167	6,972,000	8,388,167
	支払地代			
費用	経営費 ※1	3,524,543	25,043,749	28,568,292
	生産原価 ※2	2,787,291	21,733,519	24,520,810
	総費用 ※3	4,203,458	28,705,519	32,908,977
	所得 ※4	5,400,457	10,956,251	16,356,708
	所得率	60.5%	30.4%	36.4%
所得	1hあたり所得	10,874	10,874	2,657
	農企業利益 ※5	1,786,620	4,966,802	12,016,023
	所得	1,597	273.9	361
生産物 kgあたり	経営費	954	626.1	631
	生産原価	698	543.3	542
	総費用	1,109	717.6	727
	所得	1,597	273.9	361
家族労働時間	963	5,194	6,157	
雇用労働時間	1,587	7,791	9,378	
合計労働時間	2,550	12,985	15,535	

※1 経営費……経営の外部に支払ったお金(家族労賃は含まない)
 ※2 生産原価……生産物の生産までにかかったお金(出荷経費のみ含まない)
 ※3 総費用……すべての費用の合計
 ※4 所得……自家労賃は費用と見ていない
 ※5 農企業利益…粗収益—総費用

参考文献

1. 西山学 (2009), イチゴの四季成り性品種における生理生態的特性[1]. 農業および園芸, 第84巻 第7号, 763-768.
2. 西山学 (2009), イチゴの四季成り性品種における生理生態的特性[3]. 農業および園芸, 第84巻 第9号, 949-954.
3. 曾根一純・沖村誠・壇和弘・北谷恵美 (2005~2006), クラウン部冷却による四季成り性イチゴの連続出蕾性と果実肥大の向上効果. 農研機構研究情報.
4. 小林泰弘・植木正明・須永哲央・直井昌彦・癸生川真也・稲葉幸雄・家中達広・岡村照子・重野貴・畠山昭嗣・永嶋麻美・豊田明奈 (2015), 四季成り性イチゴ新品種「なつおとめ」の育成. 栃木農試研報73号掲載予定.
5. 中西達郎・小林泰弘・植木正明 (2013), クラウン冷却が夏秋どり四季成り性イチゴ「なつおとめ」の収量に及ぼす影響. 園学研, 12 (別1), 366.
6. 栃木県農試験場研究成果集. 第29号、31号、32号.
7. 栃木県農業試験場いちご研究所. 平成20年度~平成26年度イチゴ試験成績書.

「なつおとめ」育成者

植木正明 (現安足農業振興事務所)、須永哲央 (現上都賀農業振興事務所)、直井昌彦 (現生産振興課)、癸生川真也 (現農業試験場生物学研究室)、稲葉幸雄 (現農業大学校)、小林泰弘 (いちご研究所)、家中達広 (現経営技術課)、岡村昭子 (元栃木県農業試験場栃木分場)、重野貴 (いちご研究所)、畠山昭嗣 (いちご研究所)、永嶋麻美 (現芳賀農業振興事務所)、豊田明奈 (現下都賀農業振興事務所)

試験担当者

開発研究室

植木 正明 (平成20年~26年)	現安足農業振興事務所
直井 昌彦 (平成20年~21年)	現生産振興課
小林 泰弘 (平成20年~)	いちご研究所
中西 達郎 (平成22年~)	いちご研究所
永嶋 麻美 (平成23年)	現芳賀農業振興事務所
豊田 明奈 (平成23年~25年)	現下都賀農業振興事務所

企画調査担当

植木 一博 (平成21年~24年)	現下都賀農業振興事務所
宝野 陽子 (平成21年~23年)	現上都賀農業振興事務所
米倉禎都志 (平成23年~25年)	現生産振興課
大森 貴寿 (平成24年~26年)	現農業大学校
大森 雅子 (平成25年~)	いちご研究所
大橋 幸雄 (平成26年~)	いちご研究所

執筆担当者

第1章~第3章	中西達郎	いちご研究所	開発研究室	技師
	大橋 隆	いちご研究所	開発研究室	特別研究員
第4章	大橋幸雄	いちご研究所	企画調査担当	特別研究員