

いちご「とちおとめ」の 栽培技術



平成13年3月

栃木県農業試験場

〒320-0002 宇都宮市瓦谷町1080

TEL 028(665)1241

FAX 028(665)1759

発刊にあたって

本県のいちご栽培は、昭和47年以降全国一の産地として不動の地位を確立してきた。平成元年及び2年産については福岡県に販売額日本一の座を明け渡したのを契機とし、平成3年からは県・JA・生産者が一体となって、生産量・所得の向上を目指して努力した結果、平成7年産以降6年連続、日本一の生産・販売を誇り、平成8年産には「2 - 2 - 2運動」の目標3部門を完全に達成した。さらに平成12年産では系統販売額が初めて250億円を突破した。

この間、本県の主力品種は、「女峰」から「とちおとめ」へと順調に転換することができた。女峰の後継品種として平成8年産に登場した本県育成の「とちおとめ」は大果で食味・硬さが優れることから女峰登場時と同様に急激に作付面積を増やし、平成10年産の作付面積は50%を超え、平成13年産には95%に達した。このことは、生産者・JA・県が一体となって生産振興運動を展開するとともに、試験研究と現地との情報交換がスムーズに行われた結果でもある。

「とちおとめ」は、栃木分場においては平成2年に交配した4,314個体の中から選抜してきたもので、平成5年に「栃木15号」の系統番号を付し、現地での適応性を確認した後、平成8年に「とちおとめ」と命名した。また、品種の育成にあたり、基本的な生理生態の解明、品種特性として課題であった「がく焼け果」、「ランナーの先枯れ」、「心止まり」等の生理障害の解明および対策試験を実施してきた。さらに、安定生産と増収技術確立に向け、電照や炭酸ガス施用などによる多収技術等の研究についても重点的に取り組んできた。今回、これら試験研究や普及現場での知見を基に栽培技術をまとめ、「とちおとめ」のさらなる高位安定生産のため、参考に供することとした。この冊子が普及、行政、農業団体の関係者並びに農業士等多くの皆様に広く利用され、生産者の経営安定と産地基盤の強化につながることを期待する。

平成13年3月

栃木県農業試験場長

庄 司 健二郎

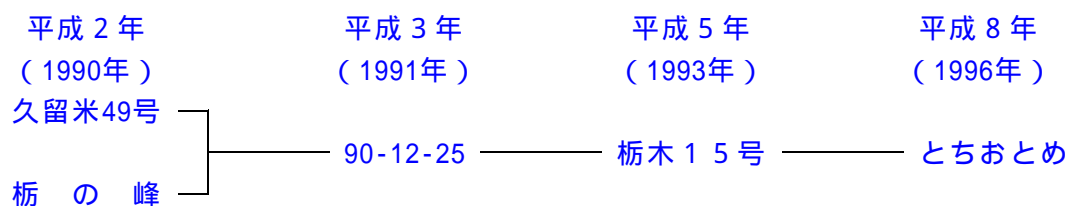
目 次

1 . 「とちおとめ」の育成経過	-----	1
2 . 「とちおとめ」の品種特性	-----	2
(1) 形態的特性	-----	2
(2) 生育特性	-----	2
(3) 花芽分化と開花特性	-----	3
(4) 休眠特性	-----	4
(5) 養分吸収特性	-----	4
(6) 果実特性	-----	4
(7) 作型適応性	-----	6
(8) 病虫害抵抗性	-----	6
3 . 栽培技術指針	-----	7
(1) 親株管理	-----	7
ア . 親株床と親株の準備	-----	7
イ . 親株の定植	-----	7
ウ . 先枯れ対策	-----	8
エ . 空中採苗におけるランナーの発生促進	-----	8
オ . 空中採苗における不時出蕾対策	-----	8
(2) 育苗管理	-----	9
ア . 夜冷育苗	-----	9
イ . ポット育苗	-----	10
ウ . 低温暗黒処理	-----	11
エ . 高冷地育苗	-----	11
オ . 平地育苗	-----	11
カ . 心止まり対策	-----	12
(3) 定 植	-----	12
ア . 本ぼの準備	-----	12
イ . 定植	-----	12
(4) 定植後の管理	-----	13
ア . かん水管理	-----	13
イ . 保温開始と温度管理	-----	14
(5) 低温期の草勢維持	-----	15
(6) 電照・炭酸ガス施用・地中加温による増収効果	-----	16
(7) 生理障害の発生要因と対策	-----	17
ア . チップバーンとがく焼け果	-----	17
イ . 不受精果	-----	17
(8) 病虫害防除	-----	19
(9) 収 穫	-----	20



1. 「とちおとめ」の育成経過

「女峰」より果実が大きく、食味が優れる促成用品種の育成を目標として、大果で多収性の「久留米49号」を母親に、大果で食味の良い「栃の峰」を父親として1990年に交配し、その実生個体519株の中から、1991年に90-12-25の系統を選抜した。1992年に特性検定を行い、大果で食味が良く、収量性も高いことが認められたので、1993年には栃木15号とし、現地での適応性を確認した。1994年6月に栃木15号として品種登録を出願し、1996年8月に「とちおとめ」と命名、同年11月に品種登録（登録番号第5248号）された。「とちおとめ」の品種名は、栃木県のイメージを表しながら、いちごの持つ女性らしさと多くの人に親しみをもたれるようにとの願いを込めて命名された。



女 峰 とちおとめ



女 峰 とちおとめ



「とちおとめ」の着果状況

2. 「とちおとめ」の品種特性

(1) 形態的特性

草姿は中性で、草勢は旺盛で暖候期には「女峰」より強い。葉は丸みを帯びて厚く葉色は濃緑色で光沢がある。葉柄長は「女峰」よりやや短く、小葉の大きさは「女峰」と同程度であるが、12月以降になると葉柄長や小葉の葉面積は急激に小さくなり「女峰」に比べ小型化しやすい(図1)。花房は適度に伸長し、花梗の長さはいずれの花房でも「女峰」より短い。

(2) 生育特性

ランナーの発生時期は「女峰」より遅く、発生本数も少ない。子苗の発根もやや遅く、発根が認められるのは本葉2枚程度からである。また、「とちおとめ」はランナーの先枯れ症状が発生しやすい。

葉の展開は「女峰」より速く(図2)、乾物生産量も大きい(図3)。過繁茂や土壤の乾燥等によって新葉やガク片にチップバーンが発生することがある。収穫期の葉の黄化は遅い。

根は太い1次根を発生するが、本数は「女峰」より少なく、1次根から発生した細根の割合が高い。子苗や移植後の発根はやや遅く、活着には「女峰」より2~3日多く時間を要する。しかし、発根後の根の生育は旺盛で、太い1次根から多くの細根を発生し、根の量は栽培期間を通して「女峰」より多い(図4)。

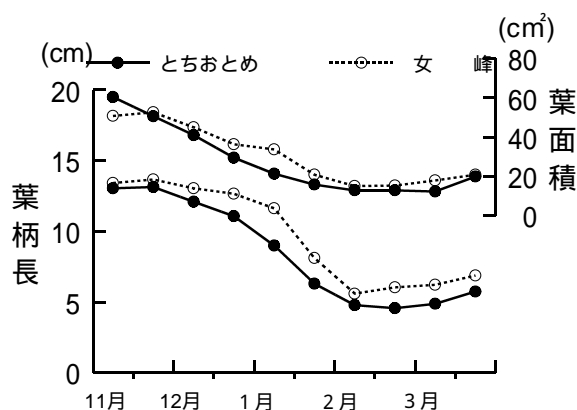


図1 葉柄長及び葉面積の推移

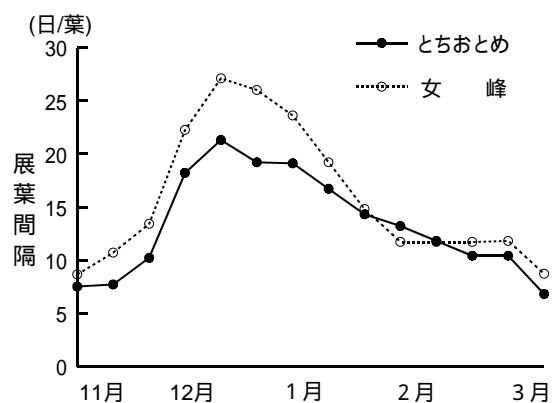


図2 展葉間隔の推移

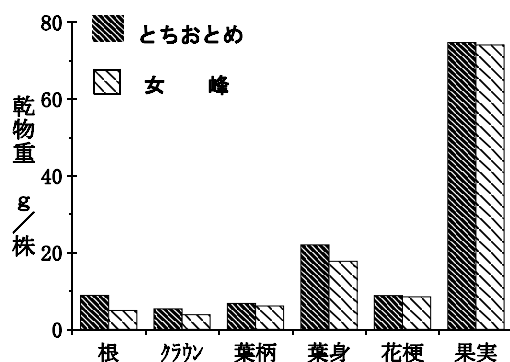


図3 器官別乾物生産量(収穫終了時)

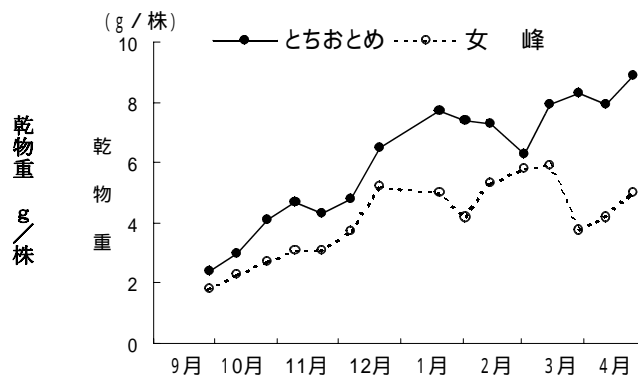


図4 根重の推移

(3) 花芽分化と開花特性

「とちおとめ」の花芽分化期は、平地育苗では9月25日頃である。早期夜冷育苗（8月上旬に処理を開始する夜冷育苗）では夜冷処理後26～27日で花芽が分化し、普通夜冷育苗（8月下旬に処理を開始する夜冷育苗）では夜冷処理後20～22日で分化期に達する。ポット育苗では、7月上旬に採苗すれば、9月中旬に花芽が分化する。7月中旬に子苗を無仮植で高冷地（標高1400m）に山上げすると、花芽分化期は9月中旬頃となる（表1）。

普通夜冷育苗及び平地育苗における花芽の発育経過をみると花芽分化期は「女峰」と大差はないが、花房間葉数が多いために第1次及び第2次腋花房の開花期は「女峰」よりやや遅れる（表2、図5）。着花数は苗質、育苗方法、定植時期などの影響をうけるが、普通夜冷育苗で頂花房の着花数は15花前後、早期夜冷育苗でも20花程度で「女峰」より2割程度少ない。各腋花房の芽数は「女峰」よりやや少ない。

表1 育苗方法と花芽分化期（1994）

育 苗 法 (処理開始 月.日)	花芽分化期(月.日)	
	とちおとめ	女 峰
早期夜冷(夜冷8.1)	8.28	8.28
普通夜冷(夜冷8.20)	9.11	9.11
ポット(採苗7.5)	9.13	9.13
高冷地(山上げ)	9.16	9.16
平地(採苗7.20)	9.25	9.25

表2 夜冷育苗における各花房の葉数及び開花日（1994）

品 種	花房別葉数(枚)			開花日(月.日)		
	頂花房*	1次腋花房	2次腋花房	頂花房	1次腋花房	2次腋花房
とちおとめ	4.0	5.7	4.0	10.23	12.11	2.12
女 峰	4.0	4.2	3.3	10.25	12.3	1.25

注. * 9月12日(定植時)の内生葉数

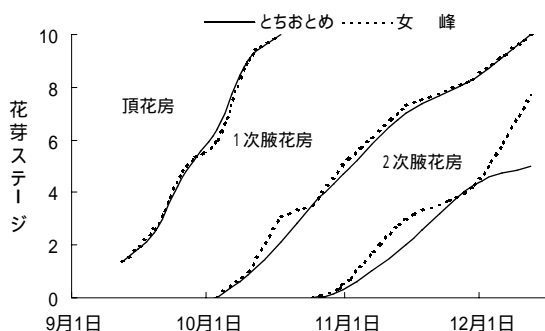


図5 普通夜冷育苗における花芽の発育経過

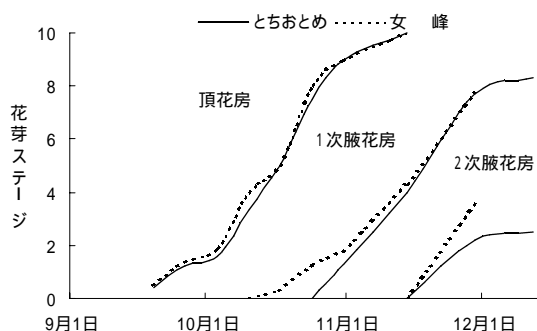


図6 平地育苗における花芽の発育経過

注. 花芽ステージ 1:花芽分化期、2:ガク初生期、3:花弁形成期、4:雄ずい形成始期、5:雄ずい形成期、6:雌ずい形成始期、7:雌ずい形成期、8:花器完成期、10:開花期

(4) 休眠特性

休眠は「女峰」とほぼ同程度かわずかに浅い。5 以下の低温遭遇時間が200時間をこえると葉柄の伸長はおう盛となり、300時間では保温後45日目にランナーの発生も認められている。休眠は150時間前後の時、最も深く、時期的には11月中下旬となる（図7）。

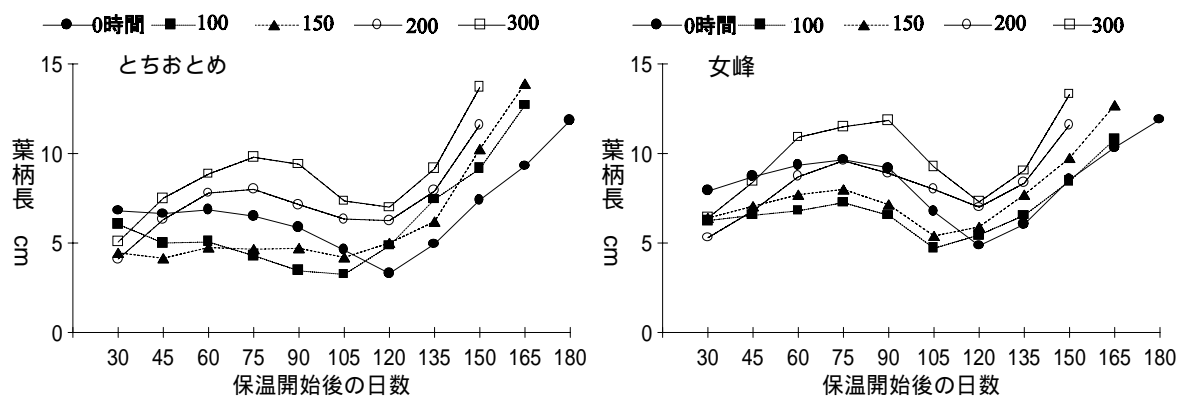


図7 5 以下低温遭遇時間の違いが保温開始後の葉柄の伸長に及ぼす影響

(5) 養分吸収特性

窒素施用量を10 a 当たり20kgとし総収量が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21kg、リン酸11kg、カリ27kg程度で「女峰」と同程度であった（表3）。カルシウム及びマグネシウムの吸収量は10 a 当たり9 kg程度で、カルシウムは植物体の含有率、吸収量とも「女峰」より少ない。十分に地力のあるほ場では10 a 当たり窒素を40kg施用しても20kg施用と窒素の吸収量は変わらない（図8）。

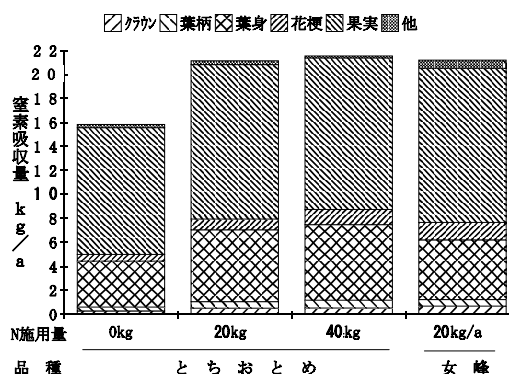


図8 窒素施用量が窒素吸収量に及ぼす影響

表3 養分吸収量

品 種	総収量 (t /10a)	養分吸収量 (kg/10a)				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
とちおとめ	6.9	21.1	11.1	26.9	8.9	8.9
女 峰	6.7	21.2	9.2	26.8	9.5	7.0

注：地上部の吸収量・夜冷処理：8月20日～9月12日、定植：9月13日

(6) 果実特性

果形は「女峰」と同様に均整のとれた円錐形である。果色は鮮赤色で、光沢がある。各花房の頂果に乱形果が発生しやすいが、頂部軟質果、先青果、先とがり果などの生理的障害果は発生しない。果実の大きさは、頂花房の頂果で30～40gほどで、可販果の平均一果重は15gを上回り、「女峰」より大きく「とよのか」並の大果である。第2果以降の果実の大きさの揃いはよく、「女峰」のように極端に小さくなることはなく、栽培後半まで安定して大きい（図9）。

着色は低温期、弱光下でも優れ、果底部までよく着色する。果肉部は「女峰」よりやや

淡い淡紅色で空洞は「女峰」と同様に少ない。

果実の糖度は9～10%と「とよのか」並に高く、酸度は0.7%程度と低いため、糖酸比が高く、果肉も緻密で多汁質で食味が極めて良い(表4)。収穫後半においても食味の低下はなく、品質は安定している。糖組成はシヨ糖が50%以上を占め、ブドウ糖や果糖の2倍以上含まれる(図10)。有機酸組成はクエン酸は低く、リンゴ酸の割合が高いのが特徴である(図10)。収穫熟度と品質との関係については、糖度は70～80%着色期以降の上昇が「女峰」に比べて顕著に認められる(図11)。

果実の硬度は、果皮果肉とも「女峰」より硬く、日持ちがよい(図12)。しかし、大きな果実は自重や果実同士のすれなどにより、輸送中に傷むことがある。開花から完全着色までの日数は「女峰」に比べ2～3日早く、とくに着色期以降の熟度の進みが早い。

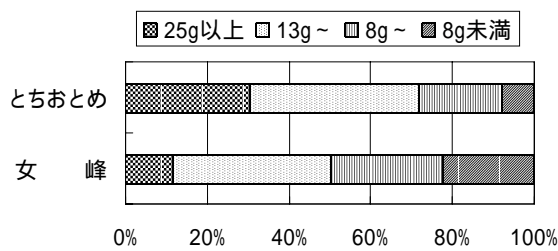


図9 果重別発生割合

表4 果実品質

品 種 系 統	糖度 Brix	酸度 (%)	糖酸比	硬度 (g/ 2mm)	
				果皮	果肉
とちおとめ	9.3	0.67	13.9	96	179
女 峰	8.1	0.73	11.1	74	138
とよのか	9.6	0.75	12.8	72	113
栃 の 峰	7.8	0.68	11.5	79	167
久留米49号	7.4	0.60	12.3	61	91

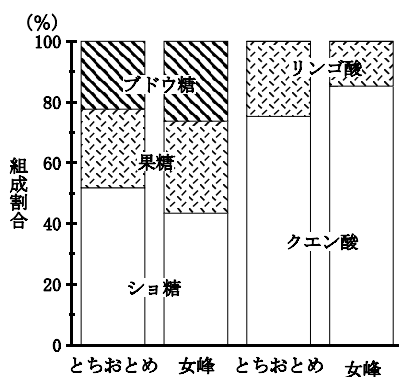


図10 糖及び有機酸組成割合

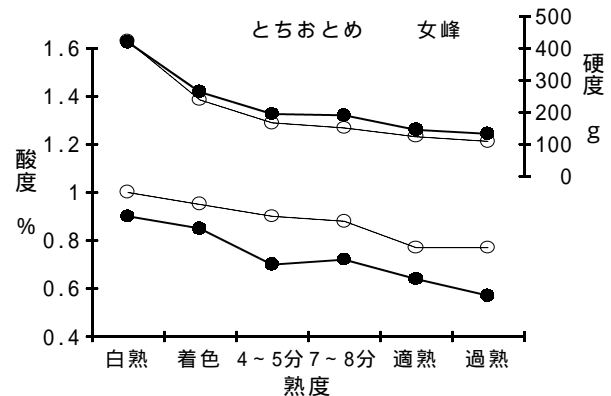


図12 熟度が果実の酸度及び硬度に及ぼす影響

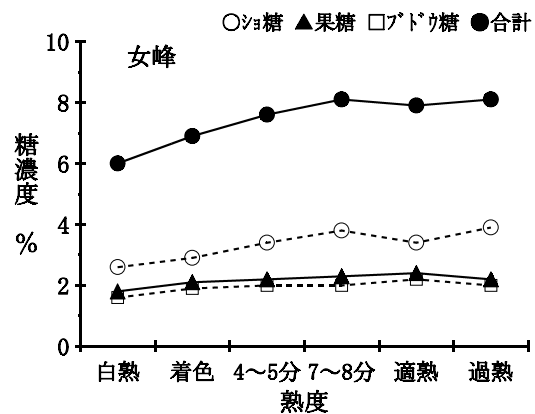
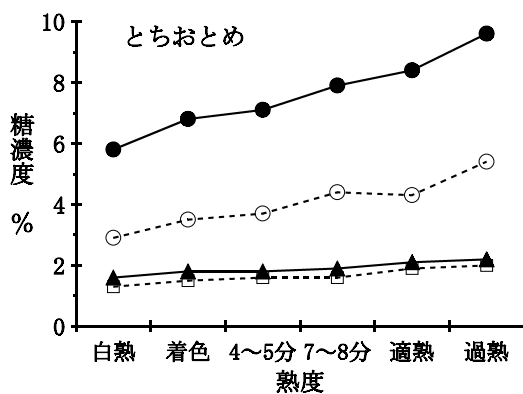


図11 熟度が果重の糖濃度に及ぼす影響

(7) 作型適応性

「とちおとめ」は促成栽培に適し、早期夜冷育苗、普通夜冷育苗、低温暗黒処理、高冷地育苗、ポット育苗のいずれにも適応性が高い。特に、早期夜冷、普通夜冷では可販果収量が「女峰」よりも10%以上多い。可販果率はいずれの作型も90%程度で、「女峰」よりも10%程度高く、L（13g）以上の割合が70%程度と優れる（表5、図13）。

表5 作型適応性（栃木農試,1997）

作 型	品 種	頂花房 着花数 (花/株)	収穫始 (月・日)	頂花房 着花数 (花/株)	可販果 収 量 (g / 株)	可販果 率(%)	可販果 1果重 (g)
早期夜冷	とちおとめ	17.5	11. 4	17.5	1015	91.2	16.8
	女 峰	20.4	11. 6	20.4	742	79.7	14.5
早期夜冷 (セル育苗)	とちおとめ	14.1	11.11	14.1	827	91.3	17.9
	女 峰	20.1	11.12	20.1	662	79.8	14.8
普通夜冷	とちおとめ	12.0	11.20	12.0	775	92.0	18.0
	女 峰	17.3	11.20	17.3	645	77.5	14.7
低温暗黒	とちおとめ	13.7	11.20	13.7	757	91.7	18.2
	女 峰	16.8	11.18	16.8	763	83.1	15.5
高 冷 地	とちおとめ	11.8	11.11	11.8	683	88.4	16.2
	女 峰	16.3	11.22	16.3	709	80.0	14.3
ポ ッ ト	とちおとめ	16.0	11.27	16.0	620	89.2	17.2
	女 峰	19.8	11.27	19.8	614	79.9	14.2

注．収量は8g以上を可販果として4月まで調査

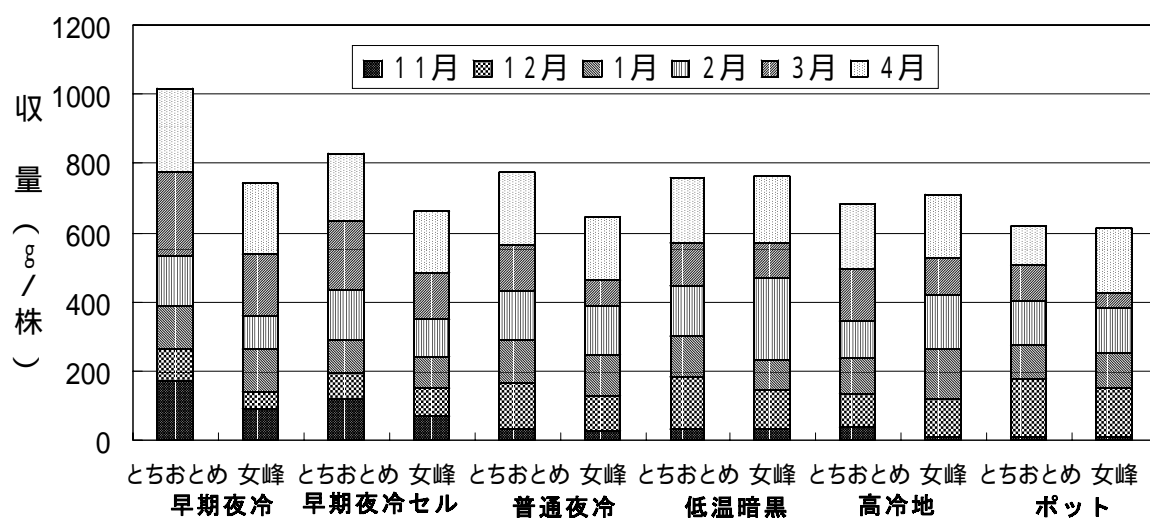


図13 作型別の月別収量

(8) 病害虫抵抗性

炭疽病菌の接種試験では萎ちょう枯死株率は「女峰」よりやや低かったが、抵抗性は認められない。萎黄病に対しても罹病性である。うどんこ病は、発生時期、広がりとも「女峰」よりやや早い。ハダニ類も「女峰」同様に発生するが、アブラムシは「女峰」より発生しにくい。

3. 栽培技術指針

(1) 親株管理

ア. 親株床と親株の準備

親株床は、連作を避け、排水の良いほ場を選び、必ず土壤消毒を行う。親株はウイルスフリーの専用親株を用い、十分低温にあたった株を定植する。「とちおとめ」は冬季の低温や乾燥により芽枯れやクラウン部の凍害がみられることがあるので越冬時の防寒を徹底する。萎黄病や炭疽病の持ち込みには十分注意する。「とちおとめ」はランナーの発生が少ないので、親株は「女峰」より多めに植え付ける(図14、15)。

イ. 親株の定植

親株の定植時期と保温方法は、採苗時期と採苗予定数から決める。親株の定植時期と保温がランナーの発生に及ぼす影響をみると、7月中旬のランナー数は「女峰」の半数程度しか発生しない。しかし、パイプハウス内へ植え付けて保温をすることにより、ランナー数は増加し、60~70本の採苗が可能になる(図16)。したがって、「とちおとめ」では親株の定植時期を早め、保温を行って早期からランナーの発生を促すことが重要となる。3月上中旬に定植する場合はパイプハウス内へ植え付け、3月下旬以降に植え付ける場合は有孔ポリフィルムのトンネル内へ植え付け、ランナー確保に努める。

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程度を目安に施用する。追肥は、葉色や生育状況をみながら必要に応じて1回当たり窒素成分で1kg/10a程度を適宜行う。

定植後は十分かん水して活着を促進する。とくに低温や乾燥によりランナーの発生が抑制されるので、親株植え付け後はマルチを行い、パイプハウスや小トンネルで被覆して保

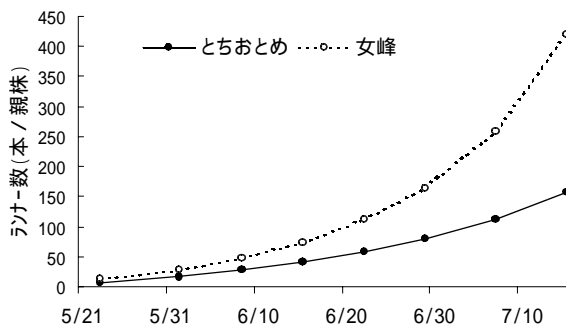


図14 ランナー発生数の推移

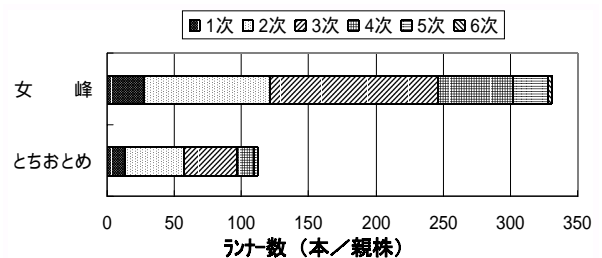


図15 採苗時の回数別使用可能ランナー数(2~5枚)

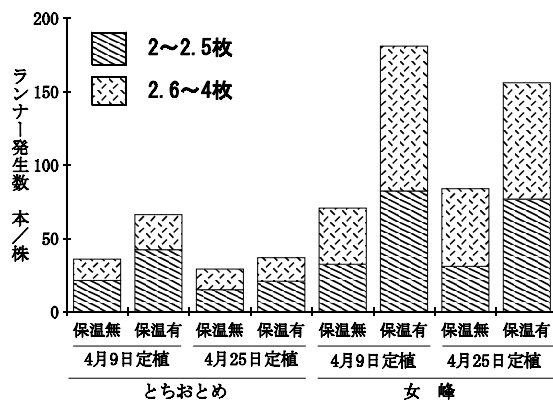


図16 定植時期と保温がランナーの発生に及ぼす影響



雨除けハウスにおける育苗状況

温につとめる。かん水も適宜行い、土壌水分を十分に確保して早い時期からのランナーの発生を促す。また、ランナーの発根はやや遅いため、ランナーの発生位置の土壌水分にも留意し、中耕やランナーの誘引を行って発根を促す。

ウ．先枯れ対策

「とちおとめ」でみられるランナーの先枯れは根からの水分吸収量が地上部の蒸散量に追いつかずに発生するチップバーン症状と考えられる。チップバーンはカルシウム欠乏症で、多肥栽培や土壌水分不足、高温・乾燥条件で発生しやすく、曇雨天が続いて（梅雨時など）根が弱った後の晴天時にも発生しやすい。このため、親株床の適正な施肥、こまめなかん水や遮光により先枯れの防止を図る（表6）。

表6 遮光がランナーの先枯れ発生に及ぼす影響

処 理	ランナー 発生本数 (本/株)	程度別先枯れ発生率(%)			
		軽	中	重	計
遮 光	50.2	10.7	5.3	1.1	17.1
無処理	46.7	7.9	9.3	20.5	37.7

注．遮光は、5月下旬から7月15日まで、白寒冷紗（遮光率21%）を被覆。



ランナーの先枯れ症状

エ．空中採苗におけるランナーの発生促進



空中採苗の状況

空中採苗では土耕栽培に比べランナーの発生数が少なく、親株の4月定植では発生状況も1次ランナーが多く3次以降のランナーの発生が少ない（表7）。これに対して、親株の定植時期を1ヶ月早めて3月とすることにより、ランナー数を4月定植の2倍の80本程度確保できる（表8）。クリプトモス・パーライトの混合培地を用いた栃木農試開発の養液栽培の場合、開放型・閉鎖型とも培養液はEC1.0程度で管理するのがよい（表8、9）。

表7 増殖方法がランナー発生数に及ぼす影響 (本/株)

増殖方法	品 種	1次	2次	3次	4次	5次	6次	7次	合計
空中増殖	とちおとめ	33	32	23	6	0	0	0	94
	女 峰	31	41	32	20	7	2	0	133
土耕増殖	とちおとめ	15	35	35	20	8	3	0	116
	女 峰	13	44	75	73	30	6	1	242

注．7月16日調査

オ．空中採苗における不時出蕾対策

空中採苗では土耕栽培でみられない不時出蕾が発生することがある。この不時出蕾は採苗時の葉数が多い苗で発生率が高く、4枚未満の苗ではほとんど発生が認められない。こ

のため、不時出蕾株は、一次及び二次ランナーのうち老化したものを除き、葉数で4枚未満のものを用いれば著しく低減できる（表8、9）。

表8 親株の定植時期と給液濃度がランナー発生数と不時出蕾株発生に及ぼす影響

処 理	EC(dS/m)	ランナー数(本/株)			ランナー葉数別不時出蕾発生株率(%)			
		ポット苗用	セル苗用	合計	6~5枚	4枚	3枚	2枚
3月15日	0.6	54.3	12.0	66.3	10.5	15.0	0	0
	0.8	60.5	14.3	74.8	26.3	0	0	0
	1.0	64.5	16.5	81.0	25.0	15.0	0	0

4月15日	0.6	25.8	5.9	31.7	-	16.7	0	0
	0.8	34.8	8.8	43.6	-	15.0	5.0	0
	1.0	38.5	11.0	49.5	-	5.0	0	0
土耕増殖					0	0	0	0

注1.親株1株から発生したランナー数。ポット苗は葉数2.0枚以上の苗、セル苗は葉数1.5枚程度の苗。
注2.育苗中から9月末までに出蕾したものを不時出蕾株として算出した。

表9 栽培システムと給液濃度がランナー発生数と不時出蕾株発生に及ぼす影響

処 理	EC(dS/m)	ランナー数(本/株)			ランナー葉数別不時出蕾発生株率(%)			
		ポット苗用	セル苗用	合計	7~5枚	4枚	3枚	2枚
開放型	1.0	69.8	5.8	75.6	17.5	14.3	0	0
	1.3	74.3	5.7	80.0	7.7	8.7	0	0
	1.6	70.5	5.2	75.7	12.9	0	0	0

閉鎖型	1.0	74.0	5.8	79.8	36.4	15.4	0	0
	1.3	71.8	3.2	75.0	20.0	8.7	5.0	0
	1.6	66.2	5.8	72.0	20.0	0	0	0

注.親株定植は3月15日。その他は表8に同じ。

(2) 育苗管理

ア.夜冷育苗

夜冷処理までの育苗は、ポットやセルトレイを用いて行う。ポットによる育苗では採苗は、夜冷処理30~35日前に行い、本葉2.5~3.0枚程度のそろった若苗を用いる。小苗は頂花房の着花数が減少して初期収量が低下し、極端な大苗は中休みがおきやすい。仮植後の子苗の発根はやや遅く、「女峰」に比べ活着までに2~3日よけいに時間を要するので、寒冷紗の被覆とこまめなかん水で活着の促進を図る。育苗初期はこまめなかん水と追肥により株の生育を促進し、



夜冷育苗の状況

後半はかん水も徐々に少なくして硬い苗に仕上げるが、ポット育苗ほど窒素を切る必要はない。夜冷処理は、日長時間を8時間、暗期の気温を10℃に設定して行う。

セル育苗では、「女峰」で実用化されている専用トレイを用いる。培地はポット育苗で使用されているものでよいが、とくに排水性の良いものを使用する。本葉2枚程度の発根の始まった子苗を夜冷処理3週間くらい前に採苗し、ランナーの切り口を培地にクラウン

部まで垂直に差し込んで仮植する。子苗は根が少ないので、仮植後の管理にはとくに注意する。施肥は液肥でおこない、活着後から窒素成分で株当たり5mgを5日おきに施用し、夜冷処理前に20mg程度、夜冷処理中にも継続して施用する。定植は根土を付けて行い、花房の発生方向をそろえるため、通路側に傾けて植え付ける。セル育苗では定植時のクラウン径も8mm程度の小苗であるため、頂花房の着花数は少なくなるが、連続的な出蕾・開花となる。収量は慣行のポット育苗と同程度かやや少なくなるが、育苗の労働時間は慣行の半分程度に節減できる。

表10 作型別育苗の目安

作 型	育苗法	育苗日数	窒素施用量	処理開始時期	花芽分化時期(処理期間)
夜冷短日処理	ポット	30～40日 "	70～140mg/株 70～140mg	早期夜冷：8月上旬 普通夜冷：8月下旬	8月下旬(26～27日間) 9月上旬(20～22日間)
	セル	20～25日	20+20mg	普通夜冷：8月下旬	9月上旬(20～22日間)
低温暗黒処理	ポット	50日以上	70～100mg	8月下旬以降	9月上中旬(15日間)
ポット	ポット	60日	140～210mg	8月中旬～窒素中断	9月中旬

注：セルの施肥量は、仮植後+夜冷処理開始後。ポット育苗の採苗は7月15日基準。

イ．ポット育苗

ポット育苗は、根圏を制限し水分と窒素のコントロールによって花芽分化を促進するため、雨よけパイプハウス内で育苗することが基本となる。培地は無病で排水、保水性の良い鹿沼土細粒や赤玉土細粒を用いる。12cmのポットの場合、培地は1万鉢当たり鹿沼土または赤玉土5～6m³、もみ殻くん炭1.5～2m³が必要となり、これに基肥として燐硝酸カリ5kg、焼成骨粉30kgを混ぜたものが一般に用いられている。

採苗は7月上中旬に行い、本葉2.5～3.0枚のそろった若苗を用いる。鉢受けで採苗する場合は、鉢受け後10日前後にランナーを切り放す。育苗前半は追肥とかん水で株の生育を促進し、後半はかん水を少なくして硬い苗質にする。窒素の施用は8月10日を目安に打ち切ることを基本とするが、「とちおとめ」では心止まり株の発生や定植後の初期生育の遅れにつながるので育苗後半の極端な肥切れはさける。定植時のクラウン径は10～11mmを目標にする。施肥量は窒素量が多いほど定植時の株重は大きくなるが、株当たり成分で210mgを施用すると徒長気味の生育となり、定植時の窒素含有率も高く、花芽分化はやや遅れる。70mgでは初期収量が低く、窒素施用量が少ないと腋芽がランナーとなる心止まり株の発生がみられる(表11)。

セル育苗では、7月20日頃に採苗し、施肥は活着後から窒素成分で株当たり5mgを5日間隔で8月中旬まで行う。花芽分化は慣行のポット育苗よりやや遅れるが、収穫始めはほぼ同時期となる。セル育苗では肥切れによる心止まり株が発生しやすいので特に注意する。

表11 育苗中の窒素施用量が定植時の生育、収量及び心止まりに及ぼす影響

窒素量 (mg/株)	定植時の生育				着花数 (花/株)	収 穫 期 (月・日)	収 量 (g/株)	心止まり 株発生率 (%)
	株重 (g)	クラウン径 (mm)	窒素含有率 (乾物%)	花芽 分化				
70	20.8	10.2	1.30	2.0	17.7	11.29	566	21.1
140	30.0	11.7	1.54	2.4	19.8	12. 2	627	16.7
210	34.5	11.5	2.18	0.6	23.6	12. 4	621	0

注1．花芽分化 1:肥厚期(前期) 2:肥厚期(後期) 3:分化期
2．ポット育苗(採苗：7月5日、定植：9月19日)

ウ．低温暗黒処理

低温暗黒処理は予冷库等を利用し、暗黒条件下で花芽を分化させるため、ポット育苗を基本とする。ポットの培地、施肥管理はポット育苗に準じて行い、雨よけ下で育苗する。小苗では花芽分化が不安定になるので、採苗は処理開始55日程度前に行う。育苗前半はこまめなかん水と肥料の葉面散布等で株の生育を促進する。入庫1カ月前からは窒素成分の追肥を打ち切り、本葉4枚程度に維持し、処理時の苗重20～25g、クラウン径10mm以上を目標に充実した苗を育成する。



低温暗黒処理状況と処理苗

処理開始は8月20～25日頃を目標とする。これより処理時期が早いと花芽分化が不安定になりやすい。コンテナに本葉3枚に整理した苗を寄せ植えして入庫するが、処理中のムレ防止のためかん水は入庫前日にたっぷり行い、葉が乾いた状態で入庫する。処理温度を13℃に設定し、入庫は苗温の低い早朝に行う。出庫は花芽分化確認後、夕方に行うが、株の消耗を考え、分化していなくても15日間を限度に出庫し、出庫後2日程度順化を行ってから定植する。

エ．高冷地育苗

子苗を直接山上げする無仮植育苗では、苗の大きさが花芽分化に影響し、採苗時の苗が大きいほど花芽分化が早まる。採苗山上げは7月中旬を目安に行い、本葉3～4枚程度のそろった苗を用い、小苗の利用は避ける。



高冷地育苗の状況

山上げほ場の基肥は、土壌の肥沃状態によって異なるが、窒素は施用せず、10a当たり成分でリン酸10kg、カリ10kg程度を施用する。しかし、肥料分の少ないほ場では窒素成分で2kg程度を施用し、気象条件や土壌条件によっては、「女峰」より不時出蕾しやすいので、株の充実とあわせ、8月上旬に2～3kg程度の追肥を行うとよい。

標高1,400m程度の高冷地では9月中旬に分化が始まるので、分化後は直ちに山下げして定植する。地床育苗のため植え傷みがしやすいので定植後のかん水管理にはとくに留意し、活着の促進につとめる。

オ．平地育苗

仮植床は排水の良いほ場を選び、土壌消毒を行う。施肥量は10a当たり窒素成分で3kg程度を施用する。採苗は7月中旬を目標に行い、本葉2.5～3.0枚のそろった苗を用いる。仮植後は十分かん水し、寒冷紗を被覆して活着の促進をはかる。新葉が展開し、本葉が4～5枚になった頃葉かきを行う。追肥を行う場合には8月上旬までとする。平地育苗ではとくに炭疽病が発生しやすいので、計画的に防除を行う。

カ．心止まり対策

「とちおとめ」では育苗中の肥料不足や定植遅れにともなう肥切れにより心止まり株の発生がみられる。また、用土量が少なく肥切れを起こしやすいセル育苗での発生が顕著である。「とちおとめ」は「女峰」に比べ頂花房下3～4葉の腋芽がランナー化せず花房化しやすく、育苗期や本ばで窒素栄養が少ないと座止ししやすい。また、育苗期の低窒素条件から本ばで急激に窒素肥効が高まると腋芽がランナー化しやすい。「とちおとめ」における心止まりは、育苗後半の肥料不足が原因で腋芽の発育が不良となって発生し、花芽分化後も肥料不足が続くと腋芽の生育が停止して心止まりになり、花芽分化後に急激に肥料の吸収が行われると腋芽がランナー化して心止まりになる(図17)。また、高温時に発生が助長される傾向がある。育苗後半の肥切れに注意するとともに、定植後のハウス内の高温対策や急激な肥料吸収をさげ心止まりの防止を図る。

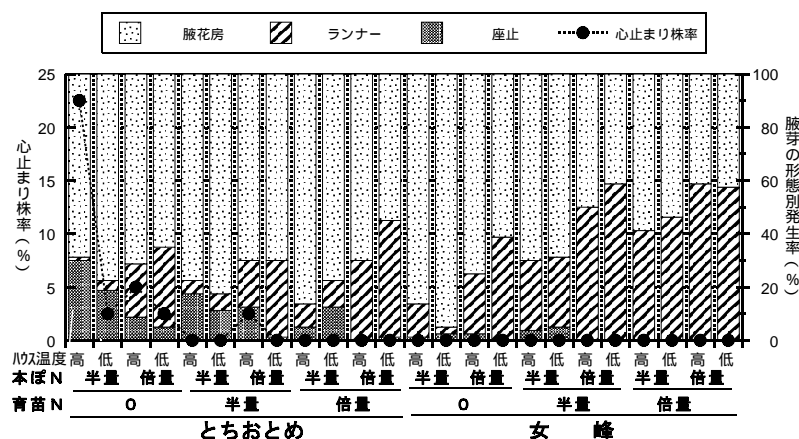


図17 窒素栄養条件と温度が腋芽の形態及び心止まりに及ぼす影響

注．腋芽の形態は頂花房下1～4葉について調査。

(3) 定植

ア．本ばの準備

本ばは、作付け終了後、湛水除塩等による土壌管理を行い、土壌消毒を徹底する。

「とちおとめ」の養分吸収量は窒素、リン酸、カリとも「女峰」と同程度で、吸収パターンも同様であるので、肥培管理は「女峰」に準じた方法でよい。基肥の窒素施用量は10a当たり15～20kgを基準とし、堆肥を多く投入したり、残存肥料が多い場合には土壌診断に基づいて減肥をする。初期の肥効が高いと、第1次腋花房の葉数が増加したり、乱形果の発生も多くなるので、基肥には有機質肥料や初期の溶出の少ない緩効性肥料を主体に施す。定植床は畝幅110～120cmの高畝とし、畝上げ後は、適期に定植ができるよう古ビニールなどで被覆しておく。

イ．定植

「とちおとめ」は花芽分化期が定植適期となる。花芽分化7日後の定植では、分化時に定植したものに比べ、収量が約15%減少している。とくに初期生育が抑制され、その後の

表12 定植時期が生育、収量に及ぼす影響

作型	定植日 (分化後日数)	葉柄長 (cm)	着花数 (花/株)	開花始 (月.日)	収穫始 (月.日)	花房別収量 (g/株)			
						頂	1次腋	2次腋	計
早期	0日	8.1	19.6	10.4	11.6	179	240	274	693
夜冷	7	5.6	14.8	10.11	11.8	132	196	263	591
普通	0	6.1	12.4	10.20	11.20	152	204	229	585
夜冷	7	5.1	12.1	10.22	11.26	124	176	209	509

注．夜冷処理、早期夜冷：8月1～29日、普通夜冷：8月20日～9月11日．葉柄長は10月18日調査．

回復も遅く、頂花房の着花数も早期夜冷では25%減少し、開花始期も7日の遅れが認められている。作型に関わらず、定植期が遅れると初期生育が抑制され、着花数の減少や収穫時期の遅れにつながる。そのため初期収量が少なくなり、総収量も低下するので、花芽分化後は速やかに定植する(表12)。

定植は根が土とよく密着するように根を広げて植え付け、クラウン部からの1次根の発生を良くするため、やや深植えとする。「とちおとめ」は発根がやや遅いので、定植後のかん水にはとくに注意し、クラウン付近が乾かないように一日数回こまめにかん水を行って、活着の促進につとめる。活着の遅れも定植の遅れと同様に生育の遅れや減収につながるので「女峰」以上に留意が必要である。根土がある場合にはそのまま定植すると植え傷みが少なく、初期収量が増加する。株間は収量、果実品質や管理労力の面から24cm程度に植え付ける。株間をせばめると単位面積当たりの収量は多くなる傾向があるが果実肥大が劣り、上位等級の発生も少なくなる。

(4) 定植後の管理

ア. かん水管理

栽培要因と「とちおとめ」の収量との関係を見ると、定植時期と初期の土壌水分の影響が大きく、初期生育を促進し着花数と葉面積を確保することが多収につながる(図20、23)。活着後は土壌水分をpF1.8程度に維持して草勢を確保する。一方、急激な草勢の回復や過繁茂は新葉やがくにチップバーンの発生を招くので、葉の溢液状況をみながら少量多回数のかん水を行う。とくに各花房出蕾期にがく焼け果が発生しやすいので出蕾期前はやや多めとするが、一度に多量のかん水を行うと、ハウス内湿度も高くなり、品質の低下や傷み果の発生につながる。従来の散水チューブに比べてより均一にかん水できるドリップチューブを用い、総かん水量を同じにしてかん水間隔を変えた試験では、週2回または毎日少量かん水すると土壌水分が安定し、増収につながる(表13、図18、19)。

表13 かん水方法・間隔の違いが収量と品質に及ぼす影響

処 理	頂花房 収穫始期 (月/日)	頂花房 着花数 (花/株)	可販果 収 量 (g/株)	収量比 (%)	1果重 (g)	糖度 (%)	酸度 (%)	果皮硬度 (g/ 2mm)
ドリップ毎日	11/22	17.1	769	116	17.7	9.2	0.50	82
ドリップ週2	11/26	15.4	789	119	18.1	8.9	0.48	85
ドリップ週1	11/26	13.4	649	98	17.5	9.5	0.49	85
慣 行	11/26	15.9	661	100	17.1	9.4	0.51	84

注：慣行は週1回かん水とした。週当たりかん水量は同じ。

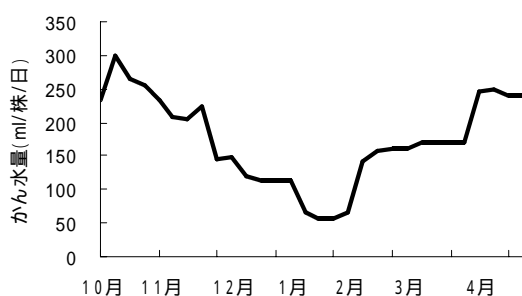


図18 試験中の時期別かん水履歴

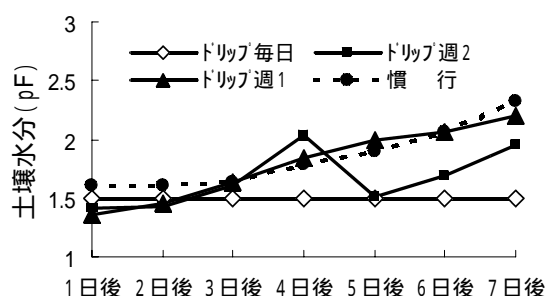


図19 試験中の土壌水分の推移

イ．保温開始と温度管理

保温開始は、花房の連続性を良くするため、第1次腋花房の花芽分化を確認してから行う。保温開始が早いと収穫期は早まるが、第1次腋花房の分化が遅れ、連続的な収穫が図れない。各作型の保温開始の目安は、早期夜冷が10月10日、普通夜冷、ポット、高冷地、低温暗黒育苗では10月10～15日、平地育苗では10月20～25日頃となる。この時期はまだ外気温も高いので、とくに高温管理にならないよう、天窓やサイドビニルも全開にして温度の上昇を防ぎ、日中の温度は25℃を目標に管理する(表14)。

保温開始期頃から葉の展開が早まり、草勢が旺盛になりやすいので、温度にも留意しながら草勢管理を行う。収穫開始期の生育と収量との相関が高く、草丈24～25cm、葉柄長14～15cmを目標に葉面積と根量を十分に確保するように管理する(図21～23)。

ハウス内温度が15℃以下となる10月下旬になったら夜間は天窓とサイドビニルも閉め、完全保温に入る。収穫期の温度管理は昼温25℃、夜温8℃を目標に管理するが、11月までは日中の高温に注意し、厳寒期はとくに夜温の確保につとめる。早期夜冷では11月上旬に収穫が始まるが、「とちおとめ」では11月及び3月以降に大きな果実を中心に傷み果の発生がみられる。果実は日中の高温管理によって軟らかくなるので、適正な温度管理につとめる(表14)。11月や3月には一時的に高温になる日もあるのでこまめな管理を要する。

表14 昼温管理の影響

温度 (°C)	収量 (g/株)	1果重 (g)	糖度 (Brix)	酸度 (%)	硬度 (g/2mm)
21	455	15.7	9.6	0.70	81
25	529	16.4	9.2	0.70	79
29	513	16.2	9.5	0.71	71



収穫始期の生育

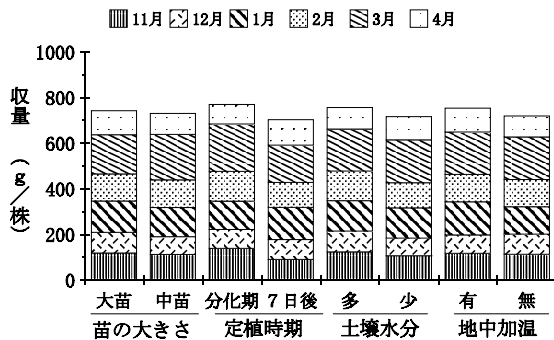


図20 栽培要因別の時期別可販果収量

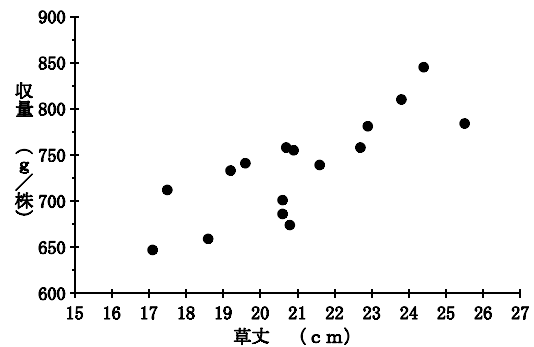


図21 収穫始期の草丈と収量の関係

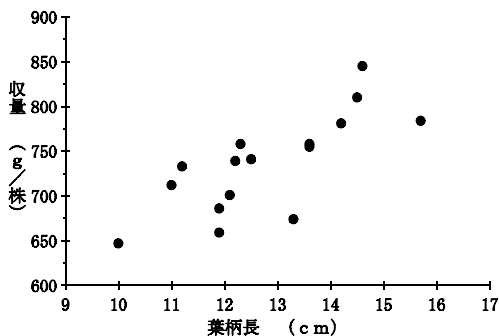


図22 収穫始期の葉柄長と収量の関係

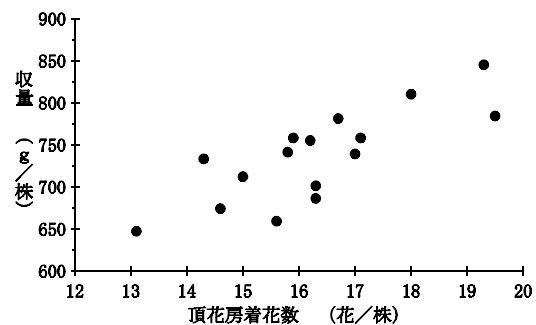


図23 頂花房着花数と収量の関係

(5) 低温期の草勢維持

「とちおとめ」は12月に入ると、葉柄長が短くなり、葉面積も急激に減少する。展葉間隔も長くなり、頂花房の着果負担が大きい場合には、2次腋花房の出蕾、開花が遅れ、2月下旬から3月上旬にかけて収穫の中休みも生じる。したがって、連続的に収穫するには厳寒期の草勢を維持し、葉の展開を促進することによって花芽の発育と出蕾を促すことが大切であり、この対策として、電照や地中加温が有効である。

電照開始時期の影響をみると、電照の効果は3月以降の第2次腋花房の収量に現れ、早期夜冷育苗では11月下旬、普通夜冷育苗では12月中旬から電照を開始した場合に1果重が増加し、増収効果が最も高い(表15、図24)。したがって、「とちおとめ」の電照開始時期は、生育の停滞が早くから始まる早期作型では11月下旬、その他の作型では12月上中旬が適当である。電照は生育状況をみながら調節するが、開始時期が早すぎると過繁茂となって品質の低下やぐく焼け果の発生を招くので草勢が強い場合には遅らせる(表16)。電照処理での葉柄長は20cm以内を目標にする。また、開始時期が遅いと効果が少なく1月中旬に開始した場合には全く効果はみられない。

地温が15℃を下回るといちごの根の活性が低下するとされており、深さ15cmの地温を16℃程度に加温してやると、厳寒期の葉の展開が促進され、第2次腋花房以降の収量が顕著に増加する。地中加温の開始時期は地温が低下し、生育停滞の進んだ12月下旬からではその効果は小さく、遅くとも12月上旬から加温を始める必要がある(表17)。



電照状況

表15 電照開始時期と生育

作型	電照開始時期	葉柄長 (cm)	葉面積 (cm ²)	2次腋収獲始
早期夜冷	11 / 25	11.0	143	3 / 1
	12 / 15	10.5	132	3 / 5
	無処理	4.6	49	3 / 5
普通夜冷	11 / 25	11.1	170	3 / 3
	12 / 15	10.7	169	2 / 24
	無処理	4.3	60	3 / 12

注1. 葉柄長は葉面積は1月の展開第3葉
 2. 葉面積は小葉の葉身長×葉幅で算出し、展開第1～3葉の合計とした。

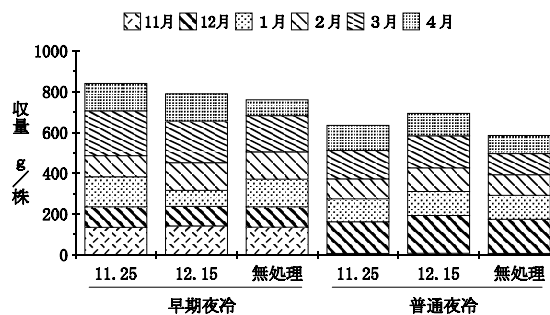


図24 電照開始時期と収量

表16 かん水量及び電照の効果

処理	かん水	電照	収量 (g/株)	1果重 (g)	ぐく焼け果発生率 (%)	T-R率 (%)
多	有	有	708	19.1	11.5	3.9
	無	有	628	17.2	6.3	3.1
少	有	無	611	18.8	15.9	3.5
	無	無	514	17.0	10.8	2.8

表17 地中加温が生育、収量に及ぼす効果

加温開始時期 (月.日)	葉柄長 (cm)	花房別収量 (g/株)			
		頂	1次腋	2次腋	計
11. 1	4.9	220	294	348	862
12. 9	4.9	208	279	354	841
12.31	4.2	200	279	284	763
無加温	3.4	204	260	287	753

(6) 電照・炭酸ガス施用・地中加温による増収効果

炭酸ガス施用は、中休みを軽減し、可販果数の増加により2次腋花房以降の増収効果が高く、果実硬度も高まる。ハウス内炭酸ガス濃度の低下する日の出から換気する時間まで、ハウス内濃度を700～1000ppmに維持するように施用する(表18)。

表18 炭酸ガス施用が生育、収量に及ぼす効果

処 理 炭酸ガス施用	葉柄長		葉面積		2次腋 収穫始 (月/日)	可販果 収 量 (個/株)	可販果 果 数 (g/株)	1果重 (g)	果 実 硬 度 (g/2mm)
	(cm)	(cm ²)	(cm)	(cm ²)					
有	6.4	25	3/16	44.3	797	18.0	90		
	6.3	21	3/20	38.5	689	17.9	86		

厳寒期の草勢維持及び中休み対策としての電照、地中加温に加え、増収技術としての炭酸ガス施用を組合わせて検討したところ、それぞれ単独で行うよりも組合せによる相乗効果が認められ、経営的にも有利であった(表19、20、図25)。収量は各処理により2月以降に増加が認められ、電照と炭酸ガス施用の組合せで相乗効果が高く17%増収し、電照・炭酸ガス施用・地中加温の3つとも実施した場合には24%増収した。厳寒期の草勢維持には電照の効果が高く、地中加温との組合せで相乗効果が顕著に認められた。

表19 電照、炭酸ガス施用及び地中加温が生育、収量に及ぼす効果

電照	炭酸ガス	培地 加温	葉柄長(cm)		葉面積(cm ²)		2次腋 収穫始 (月/日)	可販果 収 量 (g/株)	収量比 (%)	1果重 (g)	果 実 硬 度 (g/2mm)
			1月	3月	1月	3月					
			有	有	7.2	12.0					
有	無	有	7.5	9.4	68	101	3/ 5	834	117	18.3	92
		無	8.1	14.2	73	161	3/ 8	773	109	17.3	86
無	有	有	8.2	9.8	66	91	3/15	737	104	17.6	87
		無	6.4	4.3	66	50	3/ 8	781	110	18.0	92
	無	有	6.7	4.5	65	51	3/15	776	109	17.0	96
		有	6.3	5.0	60	60	3/12	749	105	17.9	84
無	無	有	5.9	4.0	58	46	3/15	712	100	17.4	85

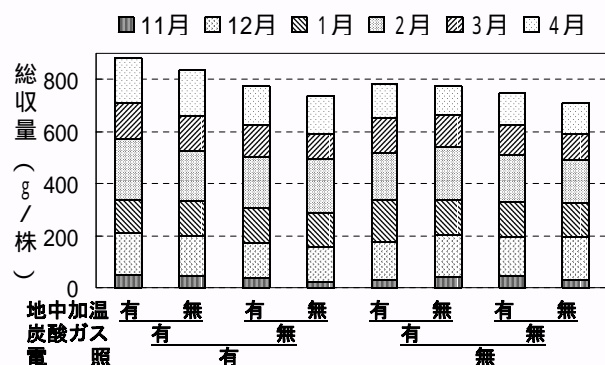


図25 電照、炭酸ガス施用、地中加温が収量に及ぼす影響

表20 10a当たりの粗収益(概算)

導入技術	収量 (t)	粗収益 (万円)	経費 (万円)	差額 (万円)
無処理	5.4	661	0	661
電照+炭酸ガス+地中加温	6.7	799	57	742
電照+炭酸ガス	6.3	754	25	729

注) 収量は7600株/10aとし、収益は当年各月の平均単価により算出。経費は設備の耐用年数を5年として算出。

(7) 生理障害の発生要因と対策

ア．チップバーンとがく焼け果

花房の出蕾時にがく片周縁が枯れるいわゆるがく焼け果や葉のチップバーンが発生しやすい。ほとんどは軽微なものであるが、程度の重いものは商品性が低下する。これらのチップバーン症状はカルシウム欠乏症といわれているが、カルシウムの葉面散布を行っても防止にまでは至っていない。土壤水分を多湿条件にしたり、摘葉によって葉面積を制限した場合に発生は軽減され、電照等によって過繁茂になった場合には発生が多くなることから、根からの吸水量と蒸散量のアンバランスによる株の水分不足が発生に影響しているものと考えられる（表21、22）。時期的には1次腋花房の出蕾期に発生が多い。この時期は頂花房の収穫の始まる時期にあたり、T/R率が急激に大きくなって果実との水分の競合や着果負担による根の活力低下が生じるためと考えられる（図26）。また、「とちおとめ」は「女峰」に比べ溢液が少ないことや、カルシウムの吸収量自体が「女峰」より少ないことも影響しているものと考えられる。対策としては、適正な草勢管理に心がけ、土壤水分はやや多めに安定供給し、老化葉や病葉も適宜摘葉することが重要である。



がく焼け果

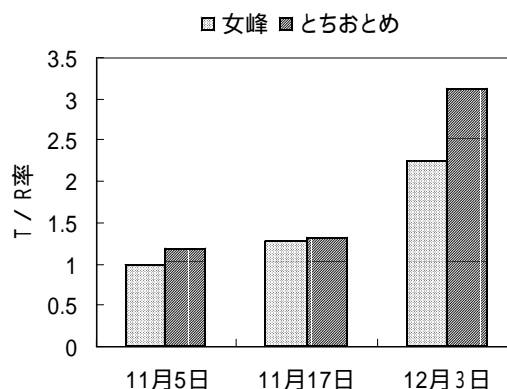


図26 地上部と地下部の割合の推移 (新鮮重)

葉数	収量 (g/株)	程度別ガク焼け果発生率 (%)				
		微	軽	中	重	計
4枚	560	1.4	0	0.2	0.1	1.7
8	742	2.3	1.0	0.7	0	4.1
放任	726	2.7	2.7	1.3	0.4	7.1

注．夜冷処理：8月1～28日 定植8月29日

表21 葉数ががく焼け果の発生に及ぼす影響

土壤水分	程度別ガク焼け果発生率 (%)			
	軽	中	重	計
少 (pF2.7)	8.8	7.5	17.5	33.8
中 (pF2.1)	3.8	1.3	2.5	7.6
多 (pF1.5)	6.2	2.5	5.0	13.7

注1．普通夜冷

2．腋花房第1花を調査

表22 土壤水分ががく焼け果の発生に及ぼす影響

イ．不受精果

「とちおとめ」は日照不足やなり疲れによる不受精果の発生が認められる。花粉と雌ずいの受精能力は「女峰」よりも日照不足の影響を受けやすく、特に花粉の受精能力が低下しやすい（図27）。1次腋花房の花芽発育時期別に遮光を行った結果では、開花1ヶ月前の11月16日～30日（雌ずい形成期から花器完成期）の日照不足の影響がもっとも大きく、この時期は頂花房の収穫始期にも当たり、養分の競合から影響が大きくなると考えられる（図28）。

「とちおとめ」は「女峰」に比べ開葯が遅く、花粉の量が少ない傾向がある。花粉の発芽率もやや低いが、開花後の花粉の発芽率は低下程度が小さい(図30)。雌ずいは先熟性が強く、開花後の受精能力保持期間は3日程度と短く受精能力の低下程度が大きい(図31)。これらのことから、曇雨天が4日以上続いてミツバチの訪花が期待できない場合には不受精果の発生が問題となる。栽培にあたっては、昼温を25℃程度に保って花粉発芽率を向上させるとともに(図29)、ミツバチの活動を促進して、開花後速やかに受精を図る必要がある。日照不足の実用的な解消法はないが、炭酸ガス施用などは有効と考えられる。

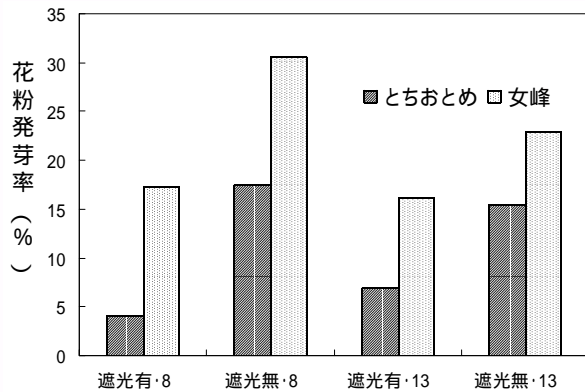


図27 遮光の有無及び最低夜温と花粉発芽率の関係



不受精果

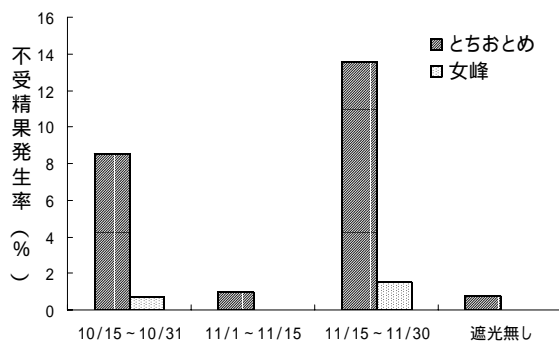


図28 遮光と不受精果発生率の関係

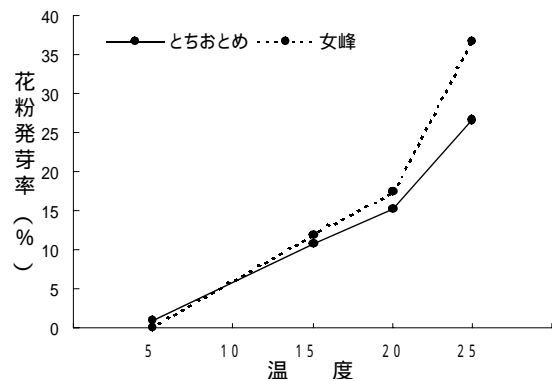


図29 温度と花粉発芽率の関係

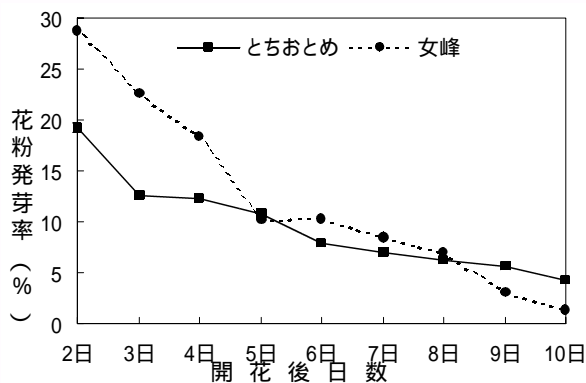


図30 開花後日数と花粉発芽率の関係

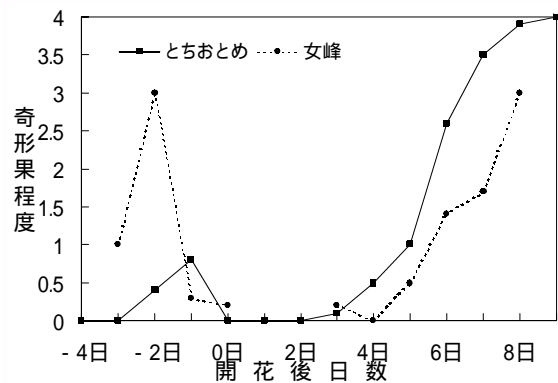


図31 開花後日数と雌ずい受精能力の関係

注：畸形果程度は、健全(0)、不稔部分10%未満(1)、同10~50%未満(2)、同50~80%(3)、花たたく未発達(4)

(8) 病害虫防除

とちおとめでは、炭疽病、萎黄病、うどんこ病、ハダニなどの防除が中心になる。炭疽病は高温、多湿の育苗期には徹底した防除が必要となるが、薬剤散布とともに雨除け等の耕種的防除を併せて行うと高い防除効果が期待できる。萎黄病に対しては、無病の親株を用い、土壌消毒や仮植時の薬液浸漬等の感染防止対策を行う。うどんこ病は発生時期、広がりとも「女峰」よりやや早いのでハウス内に持ち込まないように、予防を中心に計画的な防除を行う。ハダニ類も「女峰」同様に発生し、乾燥や肥切れで発生しやすいので年明け以降にも注意を怠らない。ミツバチを導入後は病害虫防除が困難になるので、うどんこ病、アブラムシ、ハダニ類、ハスモンヨトウを中心に開花期までに適切な防除を行うことが大切である。

(9) 収穫

成熟日数は10月中旬から1月中旬に開花したものは「女峰」より1～2日短く、10月上旬開花で約30日、12月下旬開花が最も長くて約55日を要する(図32)。「とちおとめ」は着色が早いので過熟にならないように「女峰」より短い間隔で収穫する。また、果実硬度は昼温管理の影響が強く、高温管理で低下しやすいので、開花期以降は25℃を目標に管理する(表23)。高温管理では病害も発生しやすくなるので、午後は換気につとめ湿度の低下をはかることも大切である。

収穫時の果実温度が上がるにつれ果実硬度は低下し、その傾向は予冷処理を行った後にも残る(図33、34)。果実の傷みは果実温度が高いほど発生しやすいことが明らかになっている。このようなことから、収穫は果実温度が上がらない時間帯に行い、速やかに予冷を行って果実温度が十分に下がってからパック詰めを行う。調整後も出荷まで予冷库に入れてコールドチェーンによって品質保持に努める。

「とちおとめ」では11月及び3月以降の暖候期に傷み果が発生しやすい。特に日射量の増加する3月以降では果実温度が急激に上昇しやすいのでできるだけ早い時間帯に収穫作業を終えるようにする(図35)。

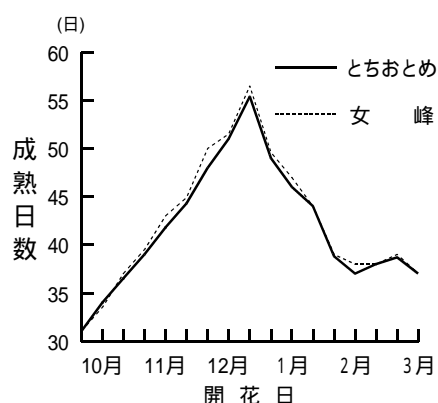
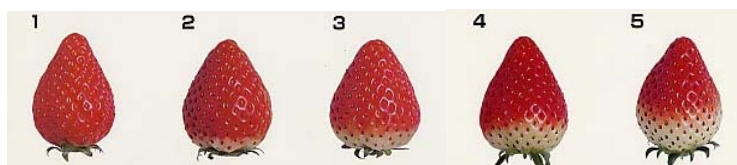


図32 成熟日数の推移

表23 昼温が収量及び果実品質に及ぼす影響

昼温	収量 (g/株)	1果重 (g)	糖度 (%)	酸度 (%)	硬度(g/mm)	
					果皮	果肉
21	455	15.7	9.6	0.70	81	180
25	529	16.4	9.2	0.70	79	174
29	513	16.2	9.5	0.71	71	173

注．夜冷育苗：8月20日～9月12日 定植：9月13日



収穫熟度標準表

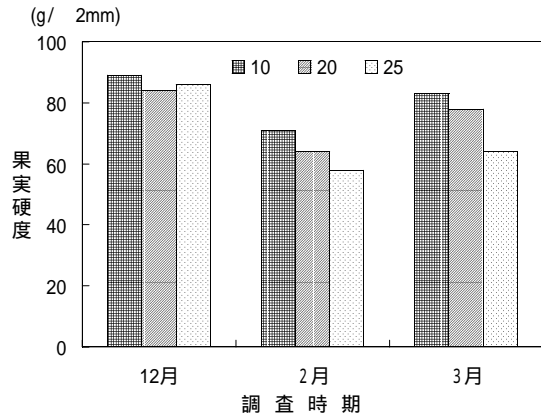


図33 収穫時の果実温度と硬度の関係

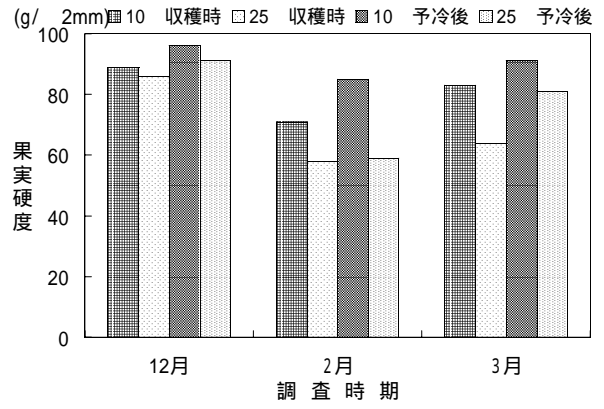


図34 収穫時の果実硬度と予冷後の果実硬度の関係

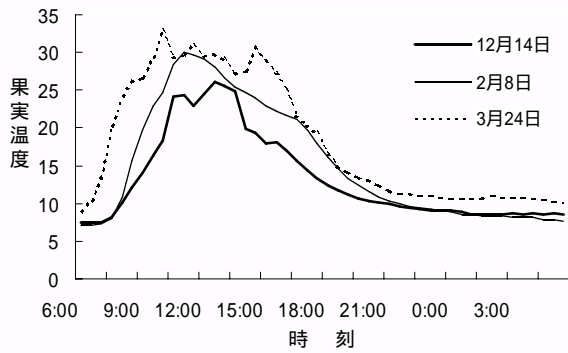


図35 果実温度の1日の推移

参考文献

1. 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．
2. 栃木博美（1997）とちおとめの生理・生態と栽培技術．農業技術体系「イチゴ」．農文協．東京．
3. 栃木農試栃木分場．平成7年度～平成12年度野菜試験成績書．

「とちおとめ」育成者

石原良行（現園芸技術部野菜研究室長）、高野邦治（現園芸技術部長）、植木正明（現上都賀農業振興事務所）、栃木博美（現経営技術課）

試験担当者

石原良行（平成2年～7年）現園芸技術部野菜研究室長
高野邦治（平成2年～5年）現園芸技術部長
植木正明（平成5年～11年）現上都賀農業振興事務所
栃木博美（平成5年～11年）現経営技術課
高際英明（平成6年～8年）現安足農業振興事務所
大橋幸雄（平成6年～9年）現農業大学校
稲葉幸雄（平成8年～）栃木分場 主任研究員
重野 貴（平成10年～）栃木分場 技師
畠山昭嗣（平成9年～）栃木分場 技師

執筆担当者

深澤郁男 栃木分場 いちご研究室長