

# 東北地域における 四季成り性品種を利用した 夏秋どりイチゴの栽培技術



独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

東北農業研究センター

転載複製する場合は当研究センターの許可を得て下さい。

---

**表紙写真**

上 : 気化冷却高設ベンチ栽培 (写真: 濱野 恵)

下左 : 'なつあかり' のタルト (写真: 濱野 恵)

下右 : 'なつあかり' のソフトパック (写真: 本城正憲)

---

## 序文

夏秋イチゴは北海道や東北などの夏期冷涼な地域で栽培され、おもにケーキなどの洋菓子の素材として利用されています。その需要は周年を通して堅調であり今後成長が見込める品目の一つであると考えています。

これまで、夏秋期のイチゴは高温による着果不良や品質劣化のために国内では生産が安定せず、全量を海外に依存していました。しかし、夏秋どりに適した四季成り性品種が開発され、流通網が整備されたことで、1990年代中頃より国産イチゴが夏秋期に生産され、流通するようになりました。統計調査がないために正確な数字は不明ですが、聞き取り調査などから、作付面積はおよそ80ヘクタール、生産量はおよそ1500トンと推定され、需要量の3割程度が国内生産されていると考えられます。

夏秋どり四季成り性品種はこれまでに国内で40品種余りが育成されています。収量や品質は著しく改良されてきましたが、食味の改善は十分ではありませんでした。このため、東北農業研究センターでは平成19年に良食味の四季成り性品種「なつあかり」と「デコルージュ」を育成しました。しかし、苗の増殖性が弱いことや収量性がやや低いなどの問題があることがわかりました。そこで、東北農業研究センターが主査となって東北6県の試験研究機関と共同して平成20年から22年の3年にわたり「寒冷地における良食味四季成り性品種定着のための夏秋どりイチゴ栽培技術の確立」と題する交付金プロジェクトを実施しました。

本稿は、このときの研究成果を取りまとめたものです。研究は「なつあかり」、「デコルージュ」を中心に行いましたが、その他の四季成り性品種も試験材料に加えていますので、これら2品種以外の品種を栽培する生産者にも参考になるものと考えます。研究途中のものもあり、不十分な点が多々ありますが、本研究成果が夏秋イチゴの生産安定に少しでも役立つことを願っております。

平成23年11月

農研機構  
東北農業研究センター所長

小 卷 克 巳

## 執筆者一覧（執筆順）

森 下 昌 三	東北農業研究センター
濱 野 恵	東北農業研究センター
矢 野 孝 喜	東北農業研究センター
山 崎 浩 道	東北農業研究センター
山 口 貴 之	岩手県農業研究センター
柴 田 昌 人	宮城県農業・園芸総合研究所
庭 田 英 子	青森県産業技術センター野菜研究所
伊 藤 篤 史	青森県産業技術センター野菜研究所
廣 野 直 芳	山形県最上総合支庁産地研究室
林 浩 之	秋田県農林水産技術センター農業試験場
篠 田 光 江	秋田県農林水産技術センター農業試験場
田 口 多喜子	秋田県農林水産技術センター農業試験場
小 林 智 之	福島県農業総合センター



# 目 次

第1章 プロジェクトの概要	(森下 昌三)	1
1. 目的		1
2. 達成目標		1
3. 研究内容		1
4. 研究推進体制		2
5. 年次計画		3
第2章 四季成り性の強さの評価法と品種分類	(森下 昌三)	4
1. 四季成り性品種		4
2. 四季成り性の強さ		4
3. 四季成り性の強さと側枝葉数の関係		5
4. 四季成り品種の日長反応		7
5. 採苗時期が四季成り性品種の開花に及ぼす影響		9
6. 四季成り性品種の類型		11
7. まとめ		12
第3章 長日処理による四季成り性品種の花成促進技術	(濱野 恵)	13
1. 冷蔵苗に対する長日処理の効果		13
2. 長日処理と肥料		14
3. 採苗時期が遅い苗の春定植栽培と長日処理		15
4. 長日処理による‘なつあかり’の夏植え秋どり栽培		15
5. 秋の長日処理の影響		17
6. 長日処理の注意点		17
第4章 越年株における連続安定開花技術 —新作型「三季どり栽培」の紹介—	(矢野 孝喜)	19
1. はじめに		19
2. 基本的な作型		19
3. 従来 of 秋定植作型との違い		19
4. 採苗		20
5. 育苗から定植		20
6. 定植年の秋どり		20
7. 越冬時の管理		20
8. 越冬後の春+夏どり		21
9. 収量性		21
10. 適品種		22
11. 留意点		22

第5章 安定多収のための施肥管理技術 ----- (山崎 浩道) -----	23
1. はじめに -----	23
2. 多収のための好適な窒素日施用量 (1日・1株あたり窒素施用量) は? -----	23
3. 少窒素処理による花成促進は可能か? -----	26
4. 病害軽減に関係するケイ素の施用技術 -----	27
5. まとめ -----	29
第6章 四季成り性イチゴの苗増殖 ー高増殖性母株作出技術ー ----- (山口 貴之) -----	30
1. はじめに -----	30
2. どのような手法を用いるのか? -----	30
3. 今回の試験で用いた茎頂培養手法 -----	31
4. 茎頂培養に用いるランナーの低温前歴が親株の増殖能力に及ぼす影響は? -----	31
5. 馴化時の日長・温度がランナー発生数に及ぼす影響は? -----	32
6. 低温遭遇時間の違いが培養苗のランナー発生数に及ぼす影響は? -----	32
7. 簡便な低温処理法 -----	34
8. 低コストで増殖力が高い親株生産 -----	35
9. おわりに -----	35
第7章 夏秋どりイチゴ栽培における組織培養苗利用技術 ----- (柴田 昌人) -----	36
1. はじめに -----	36
2. 培養苗利用上の課題 -----	36
3. 培養苗を上手に使うために -----	37
4. 培養幼苗を利用した苗コストの削減 -----	39
5. 培養変異はないのか? -----	40
第8章 やませ気候を活用した夏秋どり高品質多収土耕栽培技術 ー遮光と昇温抑制効果ー ----- (庭田 英子・伊藤 篤史) -----	41
1. はじめに -----	41
2. 青森県やませ地帯での「なつあかり」、「デコルージュ」の生産性 -----	41
3. 青森県のやませ地帯における栽培上の問題点 -----	42
4. 青森県のやませ地帯のイチゴ栽培におけるハウス内の昇温抑制に遮光は有効か? ----	43
5. 遮光と収量、品質「なつあかり」 -----	47
6. まとめ -----	49
第9章 気化冷却高設ベンチを利用した夏秋どり高品質多収高設栽培技術 ----- (廣野 直芳) -----	50
1. 技術のねらい -----	50
2. 気化冷却高設ベンチの送風システム改良による四季成り性イチゴの収量向上技術 ----	50
3. 四季成り性イチゴ「なつあかり」「デコルージュ」の栽培体系 -----	54

第10章 夏秋どりイチゴの品質評価と品質劣化防止出荷・輸送技術	
----- (林 浩之・篠田 光江・田口 多喜子) -----	61
1. はじめに -----	61
2. 四季成り性品種の成熟日数と果色・果実硬度の推移 -----	61
3. 市場出荷に求められる夏秋イチゴの収穫時の品質と輸送温度管理 -----	63
4. 夏秋期に実ルートで首都圏市場出荷された果実の生食需要の方向性 -----	68
第11章 夏秋どりイチゴの害虫に対する総合防除体系 ----- (小林 智之) -----	72
1. 技術のねらい -----	72
2. 総合防除体系とは? -----	72
3. 各防除技術の詳細 -----	72
4. 総合防除体系の効果 -----	76
5. 総合防除体系の導入に際しての留意点 -----	77
6. 参考 -----	78

# 第1章 プロジェクトの概要

## プロジェクト名

寒冷地における良食味四季成り性品種定着のための夏秋どりイチゴ栽培技術の確立（四季成りプロ）

## 研究実施期間

平成20～22年度

### 1. 目的

イチゴは年間を通して需要があり、国内生産が難しい夏秋期には海外から輸入されている。近年、この時期においても鮮度と食味に優れた国産イチゴが求められるようになり、輸入イチゴから国産イチゴへの置き換えが徐々に進んでいる。しかしながら、夏秋期のすべての需要を国産イチゴで賄うまでになく、夏秋イチゴの更なる自給率向上が期待されている。

それに対して、東北地域では夏期冷涼で秋冷が早いことを活かした夏秋どりイチゴ栽培の振興を目指して、東北農研が中心となり、夏秋どりイチゴの研究開発に取り組んできた。そのなかで、一季成り性品種による夏秋どり栽培技術の開発を行うとともに、食味の優れた四季成り性品種「なつあかり」と「デコルージュ」を育成した。これらの2品種は業務用のみならず、生食用としての適性も十分に備えているが、収量性、増殖性、品質劣化、病害虫対策についての課題が残されており、普及・定着上の障害となっている。

そこで、これらの問題を解決するために（1）四季成り性品種の連続安定開花技術の開発（2）四季成り性品種の迅速苗増殖技術の開発（3）夏秋どり四季成り性品種における高品質多収技術の確立（4）夏秋どりイチゴの病害虫に対する減農薬防除技術の開発、の4つの大課題を設定して、「なつあかり」、「デコルージュ」の生産安定に向けた技術開発を行う。

### 2. 達成目標

- （1）四季成り性品種の開花の集中と中断を四季成り性の強弱や日長、温度、栄養等の環境要因の面から究明し、長期連続収穫が可能な多収栽培技術を確立する。
- （2）四季成り性品種の大量苗増殖技術を開発して迅速な苗供給を可能にする。
- （3）高温期の果実品質劣化防止技術の開発と品質評価指標の作成および出荷・輸送技術を開発する。
- （4）減農薬のための病害虫防除技術を開発する。

### 3. 研究内容

#### （1）四季成り性品種の連続安定開花技術の開発

四季成り性品種では、一季成り性品種のような低温短日処理等の花成誘導操作なしで夏秋期でも自然に花芽分化するが、開花が一時期に集中あるいは中断するために収量が不安定である。そこで、四季成り性品種の開花の集中と中断について、日長、温度、栄養などの環境要因や芽数、休眠性などの生理的要因、さらには品種面から究明して、長期連続収穫するための開花制御技術を開発する。

## (2) 四季成り性品種の迅速苗増殖技術の開発

四季成り性品種は一般に増殖率が低く、苗の確保が難しいとされ、「なつあかり」「デコルージュ」でも生産農家への苗供給が遅れ、普及上の障害となっている。苗増殖には農家が自家増殖する方法と購入苗利用の2つの方法があるが、本プロジェクトでは両方に対応できるように高増殖性母株作出技術と組織培養による苗増殖技術の確立に取り組む。

## (3) 夏秋どり四季成り性品種における高品質化技術の確立

イチゴは、高温条件では果実が小さく軟らかくて収穫後の劣化も早い。劣化を防止して良品多収を実現するにはプレハーベストからポストハーベストに至る全工程についての厳しい温度管理が重要である。現在夏秋どり栽培には土耕栽培と高設栽培の2つが普及しているが、いずれも夏季の高温対策が必須技術である。東北北部で普及している土耕栽培には自然の冷涼な気候を活かした栽培、一方東北南部に普及している高設栽培では簡易な冷却システムを備えた栽培が想定される。また、東北地域は大都市から遠いことから品質を劣化させない出荷対策も重要である。そこで、夏季冷涼なヤマセ気候を活用した高品質多収栽培システムの開発、気化冷却高設ベンチを利用した高品質多収栽培技術の確立と遠距離輸送に対応した収穫後の品質管理技術の開発に取り組む。

## (4) 夏秋どりイチゴの病害虫に対する減農薬防除技術の開発

安全・安心の観点から、夏秋期に多発する病虫害に対する紫外線カットフィルム、天敵、ケイ酸施用等の個別技術を組み合わせた効果的防除技術を開発して化学農薬散布回数の削減に取り組む。

## 4. 研究推進体制

主査：東北農研 所長 八巻 正 (20.4-21.3)、岡 三徳 (21.4-23.3)  
推進責任者：東北農研 夏秋どりイチゴ研究チーム長 森下昌三

### 外部評価委員

東北大学大学院農学研究科 教授 金浜耕基  
秋田県立大学生物資源科学部 教授 高橋春實

### 参画機関

東北農業研究センター、青森県産業技術センター野菜研究所、岩手県農業研究センター、宮城県農業・園芸総合研究所、秋田県農林水産技術センター農業試験場、山形県最上総合支庁産業経済部農業技術普及課産地研究室、福島県農業総合センター



## 5. 年次計画

課題 番号	課 題 名	研究実施 年度	担 当 (所、部、研究チーム等)
<b>(1) 四季成り性品種の連続安定開花技術の開発</b>			
101	四季成り性品種の越年株利用における連続開花技術の開発	20-21-22	東北農研・夏秋どりイチゴチーム
102	四季成り性品種の冷蔵苗における連続開花技術の開発	20-21-22	同上
103	四季成り性品種の施肥管理による連続開花技術の開発	20-21-22	同上
104	四季成り性の強弱を評価する指標の作成と品種の類型	20-21-22	同上
<b>(2) 四季成り性品種の迅速苗増殖技術の開発</b>			
201	高増殖性母株作出技術の開発	20-21-22	岩手農研セ・技術部
202	組織培養による大量苗増殖技術の確立	20-21-22	宮城農園研 園芸栽培部野菜チーム、バイオテクノロジー開発部 遺伝子工学チーム
<b>(3) 夏秋どり四季成り性品種における高品質多収技術の確立</b>			
301	やませ気候を活用した高品質多収土耕栽培技術の確立	20-21-22	(地独) 青森県産業技術センター野菜研究所
302	気化冷却高設ベンチを利用した高品質多収高設栽培技術の確立	20-21-22	山形県・最上総合支庁・産地研究室
303	夏秋どりイチゴの品質評価と品質劣化防止出荷・輸送技術の確立	20-21-22	秋田県農林水産技術センター 農業試験場野菜・花き部
<b>(4) 夏秋どりイチゴの病害虫に対する減農薬防除技術の開発</b>			
401	無機成分等を利用した減農薬病害防除技術の開発	20-21-22	東北農研・夏秋どりイチゴチーム
402	夏秋どりイチゴの害虫に対する物理的・生物的防除体系の確立	20-21-22	福島農総セ・作物園芸部・野菜科、生産環境部・作物保護科

(東北農業研究センター 森下 昌三)

## 第2章 四季成り性の強さの評価法と品種分類

### 1. 四季成り性品種

栽培イチゴは花成の違いによって一季成り性品種と四季成り性品種に大別されます。一季成り性品種は短日条件で花芽分化が促進されるため、促成栽培などの冬春イチゴ生産に利用されています。一方、四季成り性品種は長日条件で花芽分化が促進されるため、夏期冷涼な地域において夏秋イチゴの生産に利用されています。我が国の四季成り性品種は欧米の四季成り性品種を元にして開発されました。四季成り性品種には大きく分けて従来型四季成り性品種と **day-neutral** 型四季成り性品種の2種類が存在します。**day-neutral** 型は北米に自生する *Fragaria virginiana ssp. glauca* から育成された品種群であり、1979年に初めて品種が発表されました。従来型は **day-neutral** 型品種が開発される以前から北米やヨーロッパで栽培されていた四季成り性品種から育成されたもので、我が国の四季成り性品種の多くはこのタイプに属します。最近の北米では、従来型を含めて四季成り性品種を **day-neutral** 品種と呼ぶようです。多くの研究者が2つの品種群の特性の違いを調べましたが、両群の間に明確な差異は検出されません。しかし、従来型と **day-neutral** 型の四季成り性遺伝子が同一であるかどうかについてはまだ明らかではありません。四季成り性品種は一季成り性品種に比べ、研究の歴史が浅く、不明な点がまだ多く残っています。

### 2. 四季成り性の強さ

四季成り性品種は春から秋にかけて栄養成長と生殖成長を繰り返してたくさんの花房を発生します。イチゴの分枝様式は仮軸分枝といい、茎頂部に花房が分化すると、その直下の葉腋から新たな側枝が発生します。側枝は数枚の葉を分化して再びその茎頂部に花房を分化します(図1)。このサイクルを春から秋にかけて繰り返すことによってたくさん花房が生まれるわけですが、品種によって花房数は異なります。花房の多い品種は四季成り性が強い品種、一方、少ない品種は弱い品種と呼んで、品種間の花成特性を区別します。四季成り性の強い品種では花房が連続発生するため、収穫の集中が起こり、摘花房あるいは摘花作業が必要となります。これに対して、弱い品種では花房の発生が不連続で少ないため、低収となり、花房数を増やす工夫が必要です。四季成り性の強さは収量や管理作業に関する重要形質ですが、詳細は分かっていません。そこで、四季成り性の強さと側枝葉数、日長、第1花房の着生節位などとの関係を調べ、四季成り性の強さの評価法の開発と四季成り性の強さによる品種分類を行いました。

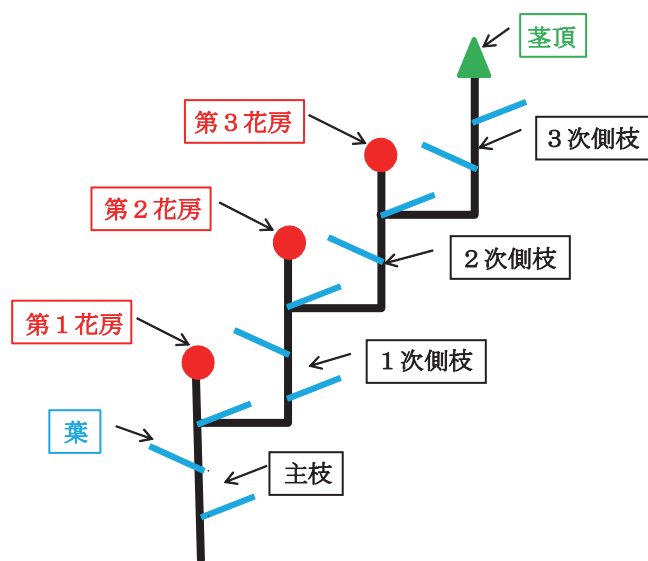


図1 四季成り性品種の側枝と花房の模式図

### 3. 四季成り性の強さと側枝葉数の関係

四季成り性が強い‘ペチカ’と弱い‘なつあかり’を用いて、4月中旬～11月中旬までの期間中に発生した花房数を比較しました。図2には5日ごとの花房数の合計値とその累積値を示しました。‘ペチカ’では5月下旬～6月上旬に第1花房が発生した後、15日程度の休止期間を経て、再び6月下旬から第2花房が発生しました。7～8月には合計13.6本の花房が発生し、9月以降減少して、11月上旬には花房の発生が停止しました。11月中旬までに発生した1株当たり総花房数は22.4本でした。‘なつあかり’では5月中旬～下旬に第1花房が発生した後、30日程度の休止期間を経て、7月上旬から第2

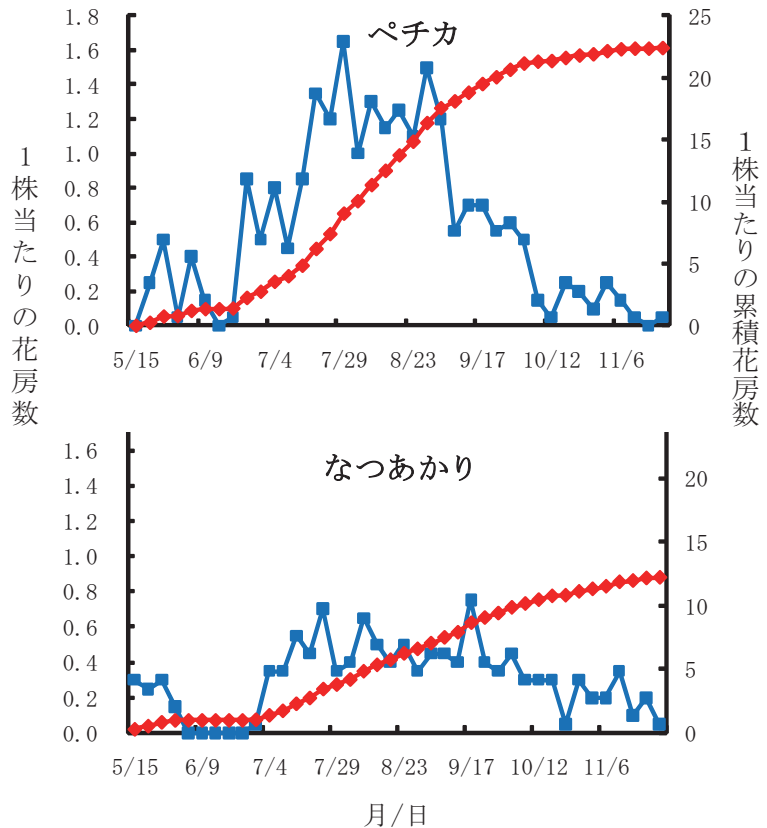


図2 ‘ペチカ’と‘なつあかり’の花房発生数の時期的推移と累積花房数

花房が発生しました。7～8月には合計5.6本の花房が発生し、その後11月中旬まで漸次減少しました。11月中旬までの‘なつあかり’の総花房数は12.2本で、‘ペチカ’の約1/2でした。並行して実施した花芽の検鏡調査によれば、第1花房は前年の秋に分化した花房であり、第2花房は翌年の春に分化した花房であることがわかりました。‘ペチカ’は‘なつあかり’に比べて休眠覚醒後の花芽分化の再開が早いと推測されます。また、7～8月の花房の平均発生間隔は‘ペチカ’が約4日、‘なつあかり’が約10日と計算され、‘ペチカ’は‘なつあかり’の約2倍の早さで花房が順次発生したと推定されました。

図3は‘ペチカ’と‘なつあかり’をそれぞれ解体調査して、その分枝構造を模式的に示したものです。1次側枝を除いて、側枝は上位3節以内から発生し、それ以下の節からの発生は認められませんでした。側枝葉数は低次の側枝で多く、高次の側枝ほど少ない傾向があり、また同じ次数の側枝間でも葉数は異なりました。花房が茎頂部に分化すると、その直下の葉腋から次の側枝が発生しましたが、‘ペチカ’では新たな側枝の発生が休止あるいは停止した、いわゆる「芯止まり」と称する状態が‘なつあかり’よりも多く見られました。

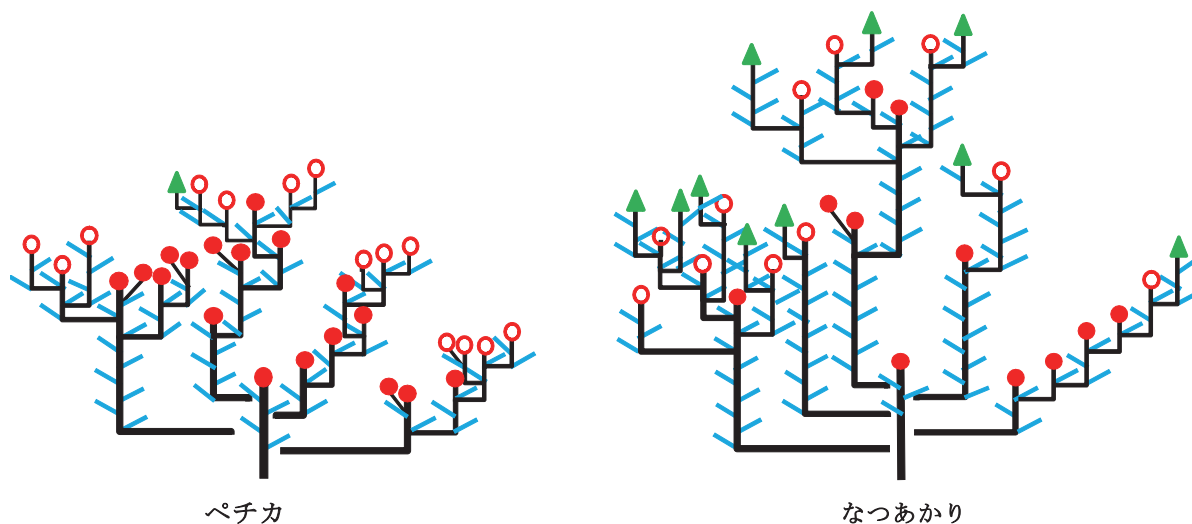


図3 ‘ペチカ’ と ‘なつあかり’ の分枝構造と花房および側枝葉数

●：開花・結実花房                      ○：花芽分化・発育花房  
▲：花芽が未分化の生長点              〃：葉

解体した5株のデータを集計して1株当りに換算し、側枝を葉数別、タイプ別に分類しました(表1)。側枝葉数は、平均で‘なつあかり’が約3.8枚、‘ペチカ’が約1.8枚となり、花房数が少ない‘なつあかり’には‘ペチカ’の2倍以上の葉が側枝に着生していました。両品種の1株当たりの合計側枝数(葉数0枚の側枝も含む)はほぼ同数の41本でした。側枝葉数に側枝数を乗じた1株当たり総葉数は、‘なつあかり’が157.6枚、‘ペチカ’が74.0枚となりました。

表1 ‘ペチカ’ と ‘なつあかり’ の葉数別、タイプ別の1株当たり側枝数

側枝葉数 (A)	ペチカ					なつあかり				
	I型 側枝	II型 側枝	III型 側枝	合計(B)	A×B	I型 側枝	II型 側枝	III型 側枝	合計(C)	A×C
0	6.6	1.8	0.0	8.4	0.0	2.0	0.4	0.0	2.4	0.0
1	4.0	5.4	0.2	9.6	9.6	2.8	2.4	1.4	6.6	6.6
2	7.0	4.8	0.2	12.0	24.0	1.0	2.6	3.6	7.2	14.4
3	4.0	1.0	0.4	5.4	16.2	1.6	1.8	3.2	6.6	19.8
4	2.2	0.8	0.2	3.2	12.8	0.6	4.4	1.0	6.0	24.0
5	1.2	0.2	0.0	1.4	7.0	0.6	1.4	0.4	2.4	12.0
6	0.2	0.0	0.0	0.2	1.2	3.0	0.6	0.0	3.6	21.6
7	0.2	0.0	0.0	0.2	1.4	1.0	0.8	0.0	1.8	12.6
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.6	0.2	1.6	12.8
9	0.2	0.0	0.0	0.2	1.8	1.2	0.6	0.0	1.8	16.2
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	2.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	1.2	13.2
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	2.4
合計	25.6	14.0	1.0	40.6	74.0	15.4	16.4	9.8	41.6	157.6

I型側枝：茎頂部に開花・着果した花房を持つ側枝

II型側枝：茎頂部に花芽分化・発育中の花房を持つ側枝

III型側枝：栄養成長中の側枝

花房の発生間隔を第 n 花房の開花日から第 n + 1 花房の開花日までの所要日数と定め、n 次側枝葉数との関係を調べました (図 4)。それによると、両品種とも側枝葉数と花房の発生間隔との間には高い相関が認められ、側枝葉数が多い場合に花房の発生間隔は長く、少ない場合に短いことが分かりました。側枝葉数は栄養成長期間と相関していると考えられます。このことから、‘ペチカ’は‘なつあかり’よりも花芽が分化しやすい品種であると考えられました。

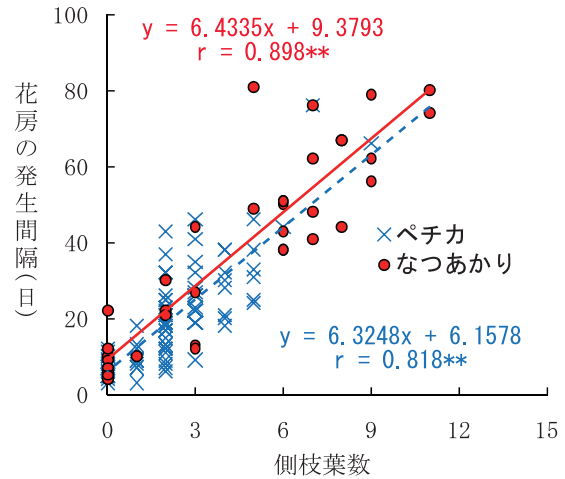


図 4 花房の発生間隔と側枝葉数の関係

花房の発生間隔：第 n 花房頂花の開花から第 n + 1 花房頂花の開花までの所要日数

側枝葉数：第 n + 1 花房が着生する側枝の葉数

#### 4. 四季成り品種の日長反応

四季成り性品種は我が国では一般に長日性植物と考えられていますが、北米では近年四季成り性品種を day-neutral 品種と呼んでいます。そこで、四季成り性品種の花成に対する日長反応の違いを明らかにするために、日長が花房発生に及ぼす影響を調べたのが図 5 です。日長区として、12 時間日長 (12h) 区、自然日長 (自然) 区および 24 時間日長 (24h) 区の 3 区を設けて、花房発生数を品種間で比較しました。自然区における花房の発生は、‘Selva’ と ‘なつあかり’ を除く 6 品種では 7 月下旬～8 月中旬に 1 回目のピークがあり、9 月中旬～10 月中旬に 2 回目の低いピークが認められました。これに対し、‘Selva’ では 1 回目の

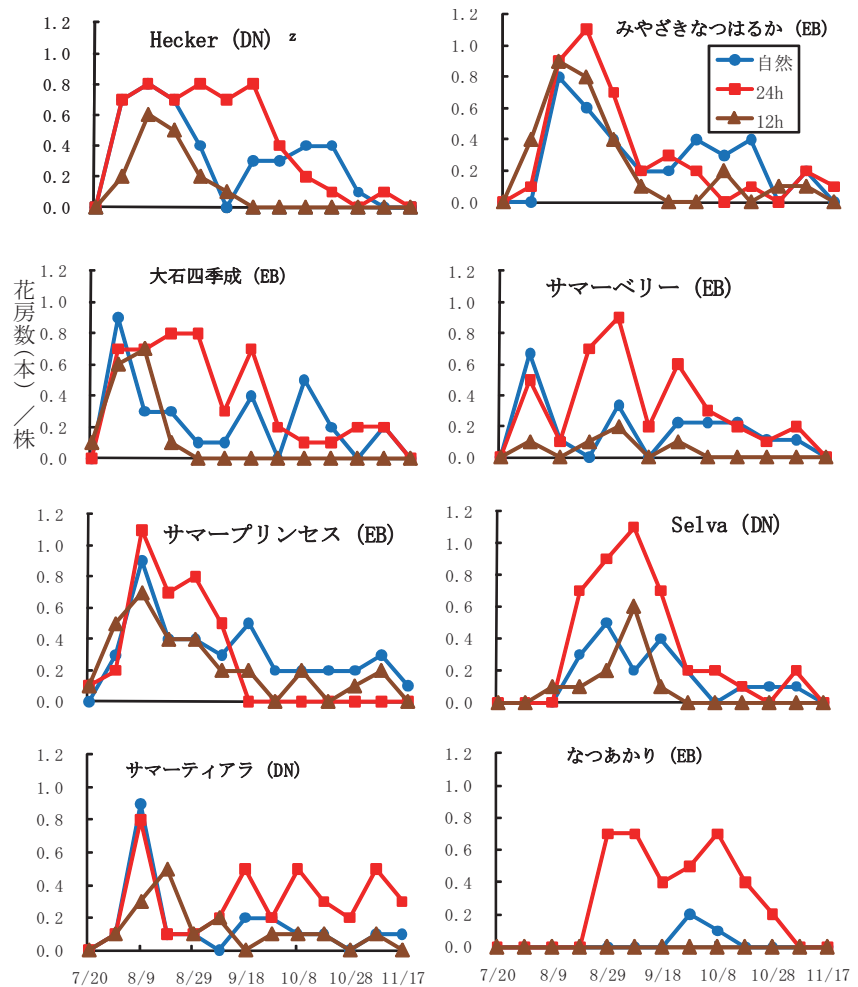


図 5 日長が花房の発生に及ぼす影響

<sup>2</sup>DN: day-neutral 型四季成り性品種 EB: 従来型四季成り性品種



ピークが8月中旬～9月中旬に、また‘なつあかり’では9月下旬に現れるなど、花房の発生パターンが品種間で異なりました。24h区は自然区よりもピークが全体に高く、また花房の発生が長く持続する傾向がありました。一方、12h区では‘なつあかり’は試験期間内に全く花房を発生しませんでした。また、その他の7品種でも発生ピークは1回のみであり、9月以降の花房の発生はほとんど見られませんでした。

1株当たりの総花房数は24h区が最も多く、次いで自然区、12h区の順でした(表2)。

表2 日長が1株当たり総花房数に及ぼす影響

品種	自然日長 (A)	24時間日長 (B)	12時間日長 (C)	平均	差 (B-A)	差 (C-A)
Hecker (DN) <sup>z</sup>	7.4 a	8.7 c	1.6 bcd	5.9	1.3 NS	-5.8 **
大石四季成 (EB)	5.3 b	10.0 c	2.7 ab	6.0	4.7 **	-2.6 **
サマープリンセス (EB)	5.5 b	5.5 ab	3.5 a	4.8	0.0 NS	-2.0 **
サマーティアラ (DN)	2.5 cd	4.8 ab	1.7 bc	3.0	2.3 **	-0.8 *
みやざきなつはるか (EB)	3.6 c	3.9 a	3.0 a	3.5	0.3 NS	-0.6 NS
サマーベリー (EB)	1.8 de	6.2 b	0.5 de	2.8	4.4 **	-1.3 **
Selva (DN)	1.9 d	5.7 b	1.0 cde	2.9	3.8 **	-0.9 **
なつあかり (EB)	0.3 e	5.5 ab	0.0 e	1.9	5.2 **	-0.3 NS
平均	3.5	6.3	1.8	3.9	2.8	-1.8

<sup>z</sup>DN: day-neutral 型四季成り性品種 EB: 従来型四季成り性品種  
異なるアルファベット間は Tukey の多重検定による 5%水準で有意差ありを示す  
\*, \*\* および NS はそれぞれ 5%、1%水準の有意性ありおよび有意性なしを示す

24h区では自然区に対して、‘Hecker’ と ‘サマープリンセス’ を除く6品種で花房数が増加しました。一方、12h区では自然区に比べて、‘みやざきなつはるか’ と ‘なつあかり’ を除く6品種で花房数が減少しました。自然区では ‘Hecker’ の花房数が最も多く、次いで ‘サマープリンセス’、‘大石四季成’ および ‘みやざきなつはるか’ が多く、次いで ‘サマーティアラ’、‘Selva’ および ‘サマーベリー’ と続き、‘なつあかり’ は最も少ない品種でした。従来型品種と day-neutral 型品種の1株当たり総花房数には明瞭な差異が認められませんでした。

側枝葉数は、1次側枝では自然区に比べて24h区の ‘サマーベリー’、‘Selva’ および ‘なつあかり’ で有意に少なく、

表3 日長が1次側枝および2次側枝の葉数に及ぼす影響

品種	日長	1次側枝葉数	2次側枝葉数
Hecker (DN) <sup>z</sup>	自然	1.9 b	2.4 b
	24時間	2.3 b	1.3 c
	12時間	5.0 a	4.6 a
大石四季成 (EB)	自然	3.9 ab	3.3 b
	24時間	2.0 b	1.2 b
	12時間	5.4 a	4.9 a
サマープリンセス (EB)	自然	2.1 a	2.1 a
	24時間	1.3 a	0.3 b
	12時間	2.9 a	2.6 a
サマーティアラ (DN)	自然	3.2 a	2.5 a
	24時間	2.2 a	1.3 b
	12時間	3.3 a	2.4 a
みやざきなつはるか (EB)	自然	1.7 a	1.5 ab
	24時間	1.3 a	0.8 b
	12時間	1.8 a	2.7 a
サマーベリー (EB)	自然	3.2 b	3.7 a
	24時間	1.6 c	0.8 b
	12時間	5.0 a	3.3 ab
Selva (DN)	自然	3.5 b	4.1 a
	24時間	1.4 c	0.7 b
	12時間	4.8 a	4.5 a
なつあかり (EB)	自然	3.4 a	2.0 a
	24時間	0.6 b	0.8 b
	12時間	3.3 a	2.0 a
平均	自然	2.9	2.7
	24時間	1.6	0.9
	12時間	3.9	3.4
分散分析	要因	品種	**
		日長	**

<sup>z</sup>DN: day-neutral 型四季成り性品種 EB: 従来型四季成り性品種  
異なるアルファベット間は Tukey の多重検定による 5%水準で  
\*\*は 1%水準の有意性を示す

12h 区の ‘Hecker’、‘みやざきなつはるか’、‘サマーベリー’ および ‘Selva’ で有意に多くなりました (表 3)。また、2 次側枝でも自然区に対して 24h 区で ‘大石四季成’ と ‘みやざきなつはるか’ を除く 6 品種において葉数の減少、一方、12h 区で ‘Hecker’ と ‘大石四季成’ において葉数の増加が見られ、日長時間が長いほど側枝葉数は少ない傾向が認められました。‘みやざきなつはるか’ の除くいずれの品種も日長が長い区において花房数は多く、また側枝葉数は少ない傾向がありました。従来型品種と day-neutral 型品種の間には日長反応に差異は見られませんでした。day-neutral 型品種は day-neutral 性植物というよりも従来型品種と同じ相対的長日植物であると考えられました。

## 5. 採苗時期が四季成り性品種の開花に及ぼす影響

四季成り性品種を 5 月 14 日 (5/14 区)、6 月 4 日 (6/4 区)、6 月 24 日 (6/24 区) および 7 月 16 日 (7/16 区) の 4 回に分けて採苗して、採苗時期が開花に及ぼす影響を調べました。その結果、各品種の第 1 花房頂花の開花日は 5/14 区ではおおむね 7 月下旬、6/4 区では 8 月上旬、6/24 区では 8 月中旬、7/16 区では 8 月下旬となり、採苗時期が遅れるほど開花は遅れました (表 4)。品種間の開花順位では ‘みよし’、‘エバーベリー’、‘Hecker’、‘とちひとみ’ が早く、‘盛岡 34 号’、‘サマーフェアリー’、‘きみのひとみ’、‘サマーベリー’、‘Selva’ などがこれらに続き、‘盛岡 33 号’ および ‘なつあかり’ は供試品種中で最も遅い品種でした。5/14 区では供試した 19 品種すべてが、また 6/4 区では ‘なつあかり’ を除く 18 品種すべてが試験終了の 10 月下旬までに 100% 開花しました。6/24 区では ‘なつあかり’ と ‘盛岡 33 号’ が 10 月下旬に至っても開花せず、また ‘Appelver’、‘サマーベリー’、‘サマーフェアリー’ および ‘大石四季成’ も開花株率が 50% 以下と低く、7/16 区では開花株率がさらに低下し、未開花品種は ‘なつあか

表 4 採苗時期別の供試品種の第 1 花房頂花の開花日

品種	5月14日	6月4日	6月24日	7月16日
みよし	7月10日 a	7月31日 abc	7月31日 a	8月17日 a
Hecker	7月16日 ab	7月23日 a	7月31日 ab	8月25日 ab
とちひとみ	7月15日 ab	8月2日 abc	8月7日 abcd	8月25日 ab
エバーベリー	7月24日 abcd	7月28日 ab	8月5日 abcd	8月27日 ab
ペチカ	8月4日 d	8月10日 cde	8月7日 abcd	8月27日 ab
サマープリンセス	7月22日 abcd	8月3日 abc	8月14日 abcd	8月31日 bc
デコルージュ	7月30日 cd	8月4日 abc	8月11日 abcd	9月4日 bc
サマーティアラ	7月25日 bcd	8月6日 bc	8月15日 abcd	9月8日 c
みやざきなつはるか	7月25日 bcd	7月28日 ab	8月14日 abcd	9月5日 bc
エッチェス-138	7月28日 bcd	7月30日 abc	8月3日 abc	8月26日 ab
盛岡34号	7月28日 bcd	8月19日 def	8月19日 cd	9月9日 c
サマーフェアリー	7月30日 cd	8月11日 cde	8月5日 abcd	9月11日 c
きみのひとみ	7月27日 bcd	8月11日 cde	8月9日 abcd	—
大石四季成	7月27日 bcd	7月28日 ab	8月21日 cd	8月26日 ab
Selva	7月19日 abc	8月9日 bcd	8月22日 d	—
Appelver	7月14日 ab	7月31日 abc	8月22日 cd	8月23日 ab
サマーベリー	7月27日 bcd	8月24日 efg	8月27日 d	—
盛岡33号	8月5日 d	9月4日 g	— <sup>z</sup>	—
なつあかり	8月27日 e	8月31日 fg	—	—
平均	7月26日	8月8日	8月12日	8月30日

<sup>z</sup> 開花株が 1 株以下のためデータなしとした

異なるアルファベット間は Tukey の多重検定による 5% 水準で有意差ありを示す

り’、‘盛岡33号’、‘サマーベリー’ および ‘Selva’ の4品種に増加しました。また、10月下旬までに100%開花した品種は‘みよし’、‘Hecker’、‘とちひとみ’などの8品種にとどまりました。未開花株は11月上旬の検鏡によって、いずれの株も雌蕊形成期～出蕾直前に達していることが観察され、花芽未分化株は認められませんでした。

第1花房の着生節位は開花株率と反比例し、開花株率が高い品種ほど第1花房の着生節位が低い傾向がありました(図6)。5/14区では‘なつあかり’を除く18品種が6.9～8.9節に着生し、6/4区でも‘盛岡33号’および‘なつあかり’を除く17品種が6.4～8.8節に着生しました。一方、6/24区では‘サマーフェアリー’などの10品種において着生節位が5/14区に比べ0.9～14.2節上昇しました。また7/16区でも‘盛岡34号’などの10品種において上昇が認められました。品種では‘なつあかり’が4回の採苗を通して最も高く、特に6/24区では平均着生節位が26.5節となり、次いで‘盛岡33号’の着生節位が高く、‘なつあかり’と同様に6/4区、6/24区および7/16区の各区において5/14区よりも有意に高くなりました。次いで、‘サマーベリー’、‘Selva’、‘Appelever’、‘大石四季成’、‘きみのひとみ’および‘サマーフェアリー’の着生節位が高く、6/24区および7/16区において5/14区との間に有意差が認められました。一方、‘みよし’、‘エバーベリー’、‘Hecker’、‘とちひとみ’、‘サマーティアラ’、‘ペチカ’、‘サマープリンセス’および‘デコルージュ’は4回の採苗を通して平均6～8節に着生し、着生節位が安定して低い傾向がありました。第1花房の着生節位が低い品種は第1花房頂花の開花が早いことから一季成り性品種における早生品種、これに対して着生節位が高い品種は開花が遅いことから晩生品種に似ていると考えられました。

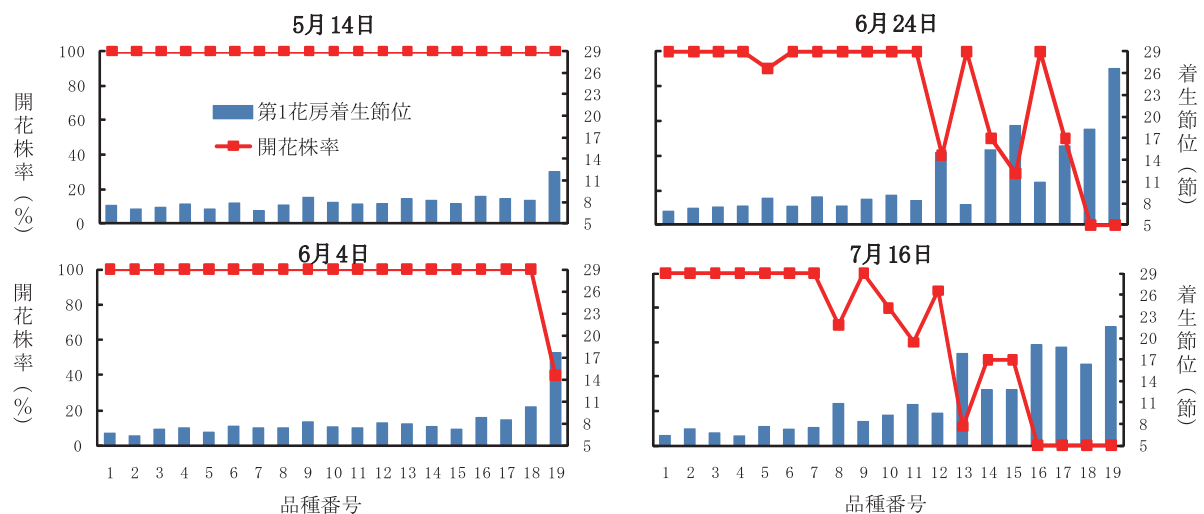


図6 四季成り性品種の採苗時期が第1花房の着生節位と開花株率に及ぼす影響

図中の月日は採苗日を表す

- 1: みよし 2: エバーベリー 3: Hecker 4: とちひとみ 5: サマーティアラ 6: ペチカ  
 7: サマープリンセス 8: エッチェス-138 9: デコルージュ 10: みやぎきなつはるか  
 11: 盛岡34号 12: サマーフェアリー 13: きみのひとみ 14: 大石四季成 15: Appelever  
 16: Selva 17: サマーベリー 18: 盛岡33号 19: なつあかり

1株当たり総花房数は‘ペチカ’、‘Hecker’、‘エバーベリー’などで多く、一方‘なつあかり’、‘盛岡33号’、‘サマーベリー’などでは少なく、幅広い品種間差異がありました(図7)。総花房数は採苗時期によって異なり、7/16区では5/14区に比べて著しく少なくなりました。総花房数と第1花房着生節位との関係は指数曲線で近似され、第1花房の着生節位が低い品種では総花房数が多く、高い品種では少ない傾向があることから、第1花房の着生節位が低い品種ほど四季成り性が強く、高い品種ほど弱いと考えられました。また、第1花房の着生節位はランナー子株に第1花房が分化するまでの出葉数を表すことから、第1花房の着生節位が低い品種では高い品種よりも短い日数で第1花房が分化し、また第2花房以降も短い日数で順次分化するために1株当たり総花房数が多いのであろうと推測されました。

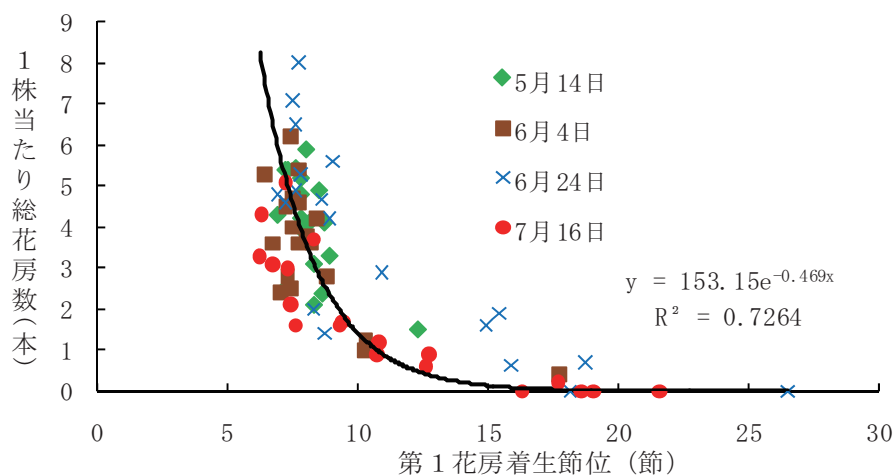


図7 第1花房着生節位と1株当たり総花房数の関係

## 6. 四季成り性品種の類型

前掲のデータのうち、品種間差異が大きい6/24区および7/16区における第1花房の着生節位および開花株率を品種ごとに平均して、値の小さい順に供試品種を並べました(表5)。その結果、‘みよし’、‘とちひとみ’、‘Hecker’、‘ペチカ’、‘エバーベリー’などの品種は第1花房の着生節位が低く、‘大石四季成’、‘サマーベリー’、‘Selva’などの品種は中位、‘なつあかり’は最も着生節位が高い品種に分類されました。既往の研究(熊倉・宍戸、1994; 沖村ら、2005; 泰松、1993; 植木ら、2006)によれば、‘Hecker’、‘エバーベリー’、‘みよし’、‘とちひとみ’は四季成り性が強

表5 第1花房の着生節位および開花株率による四季成り性品種の分類と四季成り性の強さ

第1花房着生節位 <sup>Y</sup> (節)	開花株率 <sup>Y</sup> (%)	品 種
6~9	80以上	みよし(強) <sup>Z</sup> とちひとみ(強), Hecker(強), エバーベリー(強) ペチカ(強), サマープリンセス, サマーティアラ デコルージュ, みやぎきなつはるか, エッチェス-138 盛岡34号
10~17	20~80	サマーフェアリー, きみのひとみ, 大石四季成 Selva(中), Appelever, サマーベリー(中)
17以上	20以下	盛岡33号 なつあかり(弱)

<sup>Z</sup>( )内は四季成り性の強弱を表す。文献(熊倉・宍戸, 1994; 沖村ら, 2005; 泰松, 1993; 植木ら, 2006)から引用して一部加工した

<sup>Y</sup>6/24と7/16の平均値

同一行内の品種は右ほど開花株率が低く、同一カラム内は下ほど第1花房の着生節位が高い

く、これに対して ‘サマーベリー’、‘Selva’ は弱いとされています。東北農業研究センター育成の ‘なつあかり’ は ‘サマーベリー’ よりもさらに四季成り性が弱い品種です。第1花房の着生節位は四季成り性の強さとよく一致し、**第1花房の着生節位が低い品種は四季成り性が強く、高い品種は弱い**ことが既往の研究からも確認されました。

## 7. まとめ

- 1) 四季成り性の強い品種は、弱い品種に比べて側枝の葉数が少なく、短い間隔で花房が順次分化するため、1株当たり総花房数が多い。
- 2) 四季成り性品種は長日条件で花房数が多く、短日条件では少ない。従来型と day-neutral 型品種の間には花成特性に明確な差異が認められない。いずれも相対的長日植物であると考えられる。
- 3) 採苗時期によって開花株率、第1花房の着生節位、総花房数は異なり、夏至後(6/24 および 7/16)の採苗では夏至前(5/14 および 6/4)に比べて開花株率は低く、第1花房の着生節位は高く、1株当たり総花房数は少ない。
- 4) 第1花房の着生節位が低い品種は四季成り性が強く、高い品種は弱い。第1花房の着生節位は四季成り性の強さの評価指標に適している。

## 引用文献

熊倉裕史・宍戸良洋. 1994. 四季成り性イチゴの寒冷地夏秋どり栽培における収量・果実形質の品種間差および花房摘除処理の影響. 野菜茶試研報 A. 9: 27-39.

沖村 誠・曾根一純・北谷恵美. 2005. 暖地におけるイチゴ四季成り性品種のランナー発生および開花に及ぼす低温遭遇の影響. 園学雑. 74 (別2) : 171.

泰松恒男. 1993. イチゴ四季成性品種の生態特性の解明並びにその生産性の確立に関する研究. 奈良農試特報. 1-206.

植木正明・大橋幸雄・重野 貴・出口美里・高際英明・栃木博美・深沢郁男・癸生川真也・稲葉幸雄. 2006. 四季成り性イチゴ新品種「とちひとみ」の育成. 栃木農試研報. 58: 47-57.

(東北農業研究センター 森下 昌三)



### 第3章 長日処理による四季成り性品種の花成促進技術

四季成り性イチゴを用いた夏秋どり栽培では、春に定植して年内いっぱい収穫することが多いのですが、数ヶ月に及ぶ収穫期間に生じる収穫の集中・中断が問題のひとつとなっています。花房出蕾が連続しない原因として、休眠覚醒後や高温時に花芽分化しにくいことがあげられます。一方で、四季成り性イチゴは一季成り性イチゴと異なり、長日条件で花芽分化が促進されることが知られていることから、長日処理（白熱灯による電照）が上記の問題解決に応用できないかを検討しました。

#### 1. 冷蔵苗に対する長日処理の効果

‘なつあかり’、‘デコルージュ’、‘エバーベリー’、‘ペチカ’の冷蔵苗を4月中旬に高設栽培槽に定植し、定植直後から長日処理（日長延長による16時間日長＋夜間3時間）を行いました。下図に示したように、‘なつあかり’、‘デコルージュ’、‘エバーベリー’は長日処理により花房数が増加しました。しかし‘ペチカ’は10月中旬まで長日の効果が明らかではなく、長日処理による促進効果には品種と時期に差がありました（図1）。

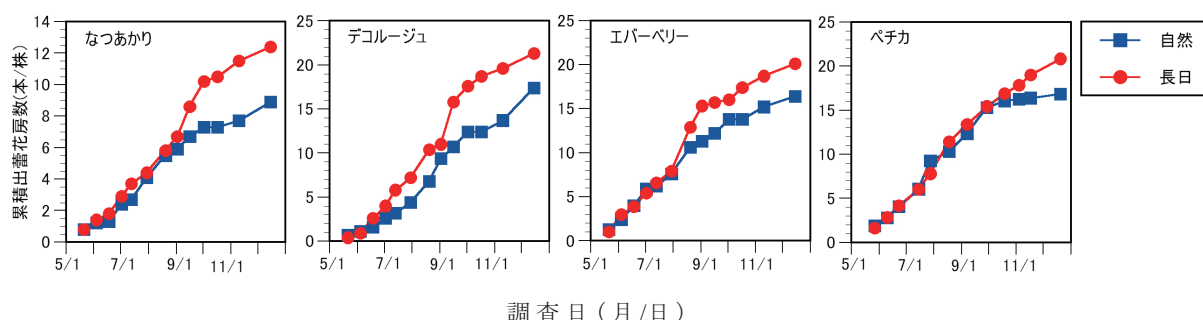


図1 長日処理が四季成り性イチゴ冷蔵苗の累積出蕾花房数に及ぼす影響

また、4月定植では定植後から長日処理を行うと出蕾花房数が増加し、6、7月の収量がやや多くなりましたが、5月定植では初夏の収量増ははっきりしません。しかしその後、長日処理を継続すると、夏～初秋の出蕾が促進されて秋の収量が増加します（図2）。ただし、品種によっては長日処理で花房出蕾が増えても必ずしも収量増とならない場合があります（エバーベリーなど）。花芽分化が促進されたことにより葉面積が制限され、心止まり芽の増加（表1）や地下部の減少が観察されており、それらの影響が考えられます。また、夏でも花芽分化が連続しやすい品種（ペチカなど）では、長日処理の出蕾促進効果が秋にならないと現れず、年内の収量増に結びつかない場合もあります。

表1 冷蔵苗の収穫終了時の心止まり芽数

	収穫終了時の心止まり芽（本/株）			
	なつあかり	デコルージュ	エバーベリー	ペチカ
自然日長	0.9	2.3	1.8	3.1
長日 <sup>z</sup>	1.7	3.1	2.8	4.0

<sup>z</sup> 日長延長による16時間日長＋夜間電照3時間  
株あたり4芽以下で管理した

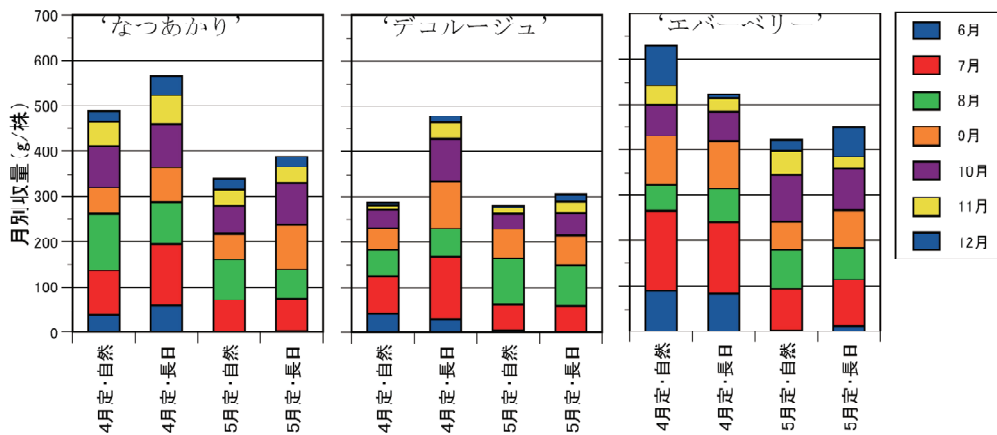


図2 定植後の日長が四季成り性イチゴの冷蔵苗の月別収量に及ぼす影響

夏期に果実品質が低下しやすい‘なつあかり’について、その時期の収穫を中断すると同時に着果負担を軽減するため高温期に摘花処理を行いました(図3)。着果負担が軽減すると、それだけでも秋以降の出蕾花房数が増加しますが、長日処理を併用すると花房数が更に増加しました。

なお、2010年夏は高温で、長日処理による6、7月の着果負担増や栄養生長抑制が株の消耗を助長して、秋の収量は自然日長より却って減少しました。長日処理を有効に活用するには、高温時に何らかの温度を低下させる処理が必要です。

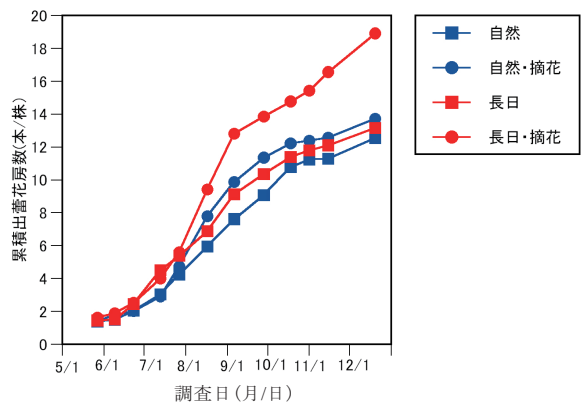


図3 摘花処理と日長が‘なつあかり’の冷蔵苗の出蕾花房数に及ぼす影響  
摘花は7/20～8/20

## 2. 長日処理と肥料

一般に、多肥条件は花成を抑制することが知られています。しかし、長日条件で栽培すると‘なつあかり’、‘デコルージュ’とも追肥回数が多いほど出蕾花房数が増加し、多肥による花成抑制はみられませんでした。また、短日条件では長日条件より花房数が少なく、‘デコルージュ’の花房数は追肥回数の影響がみられませんでした(図4)。長日条件下では、

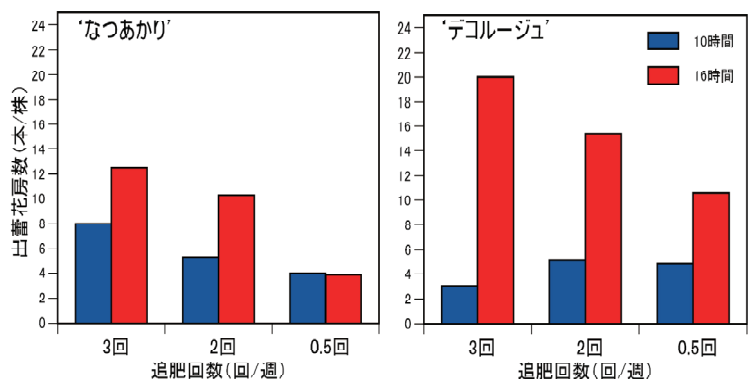


図4 追肥回数と日長が‘なつあかり’‘デコルージュ’の出蕾花房数に及ぼす影響

冷蔵苗を5/20に18cmポットに定植  
5/24から9月末まで日長処理

多少の多肥条件でも花成は抑制されず、逆に促進されることが示され、花芽分化促進を目的とする長日処理時には施肥抑制は不要です。

### 3. 採苗時期が遅い苗の春定植栽培と長日処理

四季成り性品種はその花芽分化特性から、一季成り性品種による促成栽培と比べて定植可能な時期が長く、また採苗も遅くまで可能だと考えられます。しかし、いろいろな時期に採苗した‘なつあかり’と‘デコルージュ’を屋外で越冬後、翌年4月にハウスに定植したところ、7月上旬までの出蕾花房数は採苗時期で異なり、採苗が遅い苗では翌春の出蕾が遅れました(表2)。

表2 採苗時期が異なる‘なつあかり’‘デコルージュ’の4月定植株の7月上旬の出蕾花房数

品種	採苗日(月/日)					
	6/23	7/7	7/28	8/19	9/8	9/24
なつあかり	4.2	4.5	4.6	4.5	3.2	2
デコルージュ	-	-	6.0	5.3	2.6	1.7

表中の数字は7月上旬までに出現した花房数(本/株)

四季成り性イチゴでも越冬後花芽分化が抑制される時期がありますが、長日条件ではその時期が短縮されました(表3)。

9/8採苗の‘なつあかり’越冬苗を用いて、5月中旬から長日処理(24時間日長)を行ったところ、7月上旬の株あたり花房数は自然日長より明らかに多くなり(図5)、採苗時期が遅い‘なつあかり’や‘デコルージュ’でも、長日処理により翌春の出蕾を早めることが可能だと思われる。

表3 越冬後の長日処理が‘なつあかり’と‘デコルージュ’の側枝葉数(前年秋に分化したと考えられる花房と翌春に最初に分化したと考えられる花房との間に発生した葉数)に及ぼす影響

日長	なつあかり	デコルージュ
自然日長	10.8 ± 1.8 *	8.8 ± 1.6
16時間日長	5.8 ± 1.0	4.2 ± 0.4

\*葉数(枚) ± 標準誤差

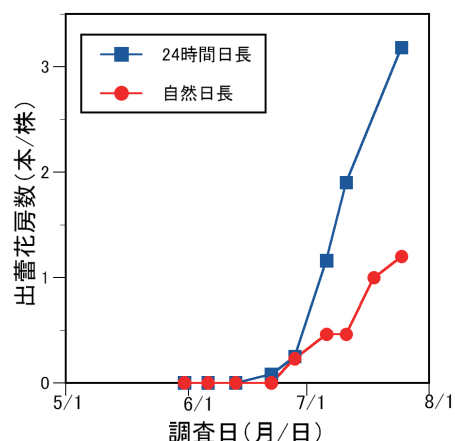


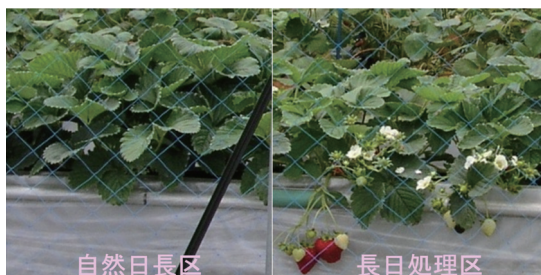
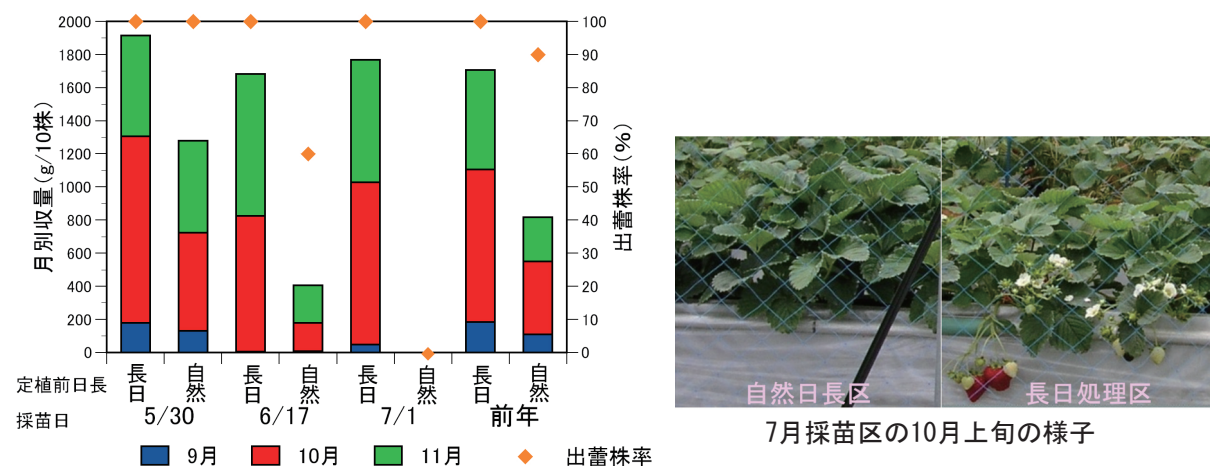
図5 長日処理が9/8採苗‘なつあかり’苗の翌春の出蕾花房数に及ぼす影響  
長日処理は5/20に開始

### 4. 長日処理による‘なつあかり’の夏植え秋どり栽培

イチゴの価格は特に9~10月に上昇します。その頃に品質のよい果実を得るには、高温時の着果負担を避け、夏に定植することが望ましいと思われる。しかし、‘なつあかり’

の当年苗は高温時には自然条件下では花芽分化が困難であり、出蕾が年内収穫に間に合わない場合があります。そこで、定植前に長日処理を行って花芽分化を促進し、秋からの収穫を目指しました。

採苗時期が異なる‘なつあかり’苗に対し、定植前1か月間長日処理（24時間日長）を行いました。試験地（盛岡市下厨川）において無加温栽培で年内に収穫するには、9月下旬～10月上旬の出蕾が目標となります。5/30採苗区は自然日長でも出蕾株率が100%でしたが、それ以外の採苗時期では100%ではありませんでした。しかし、定植前に長日処理を行うとすべての株が出蕾し年内収量は自然日長より多くなりました。さらに、5/30採苗区でも収量増となりました(図6)。長日処理による‘なつあかり’の秋どりの可能性が示されました。なお、効果が最も顕著であった7/1採苗では出蕾・開花が長日処理開始から1.5～2か月経過後であったことから、収穫時期から逆算すると、試験地における無加温栽培では、遅くとも7月中旬までに採苗することが必要であると考えられました。



7月採苗区の10月上旬の様子

図6 採苗時期と定植前長日処理が秋の出蕾株率と月別収量に及ぼす影響  
定植は8/11

上記の試験は24時間日長の結果ですが、長日処理の明期時間の長さが出蕾花房数に与える効果を調べました。

定植前に1か月間長日処理を行うと、出蕾花房数は明期時間が長くなるほど多くなりました(図7)。また、24時間日長は1ないし2週間の処理で100%出蕾しましたが、光中断4時間では2週間以上、16時間日長では1か月の処理期間が必要でした(表4)。以上の結果から、24時間日長が最も効果が高く安定していると考えられました。

更に長日処理の電照方式について比較

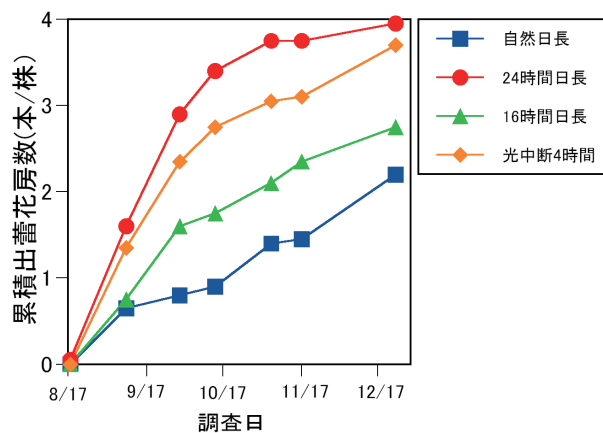


図7 長日処理の明期時間が‘なつあかり’当年苗の出蕾花房数に及ぼす影響  
定植は8/10 長日処理は定植前1か月

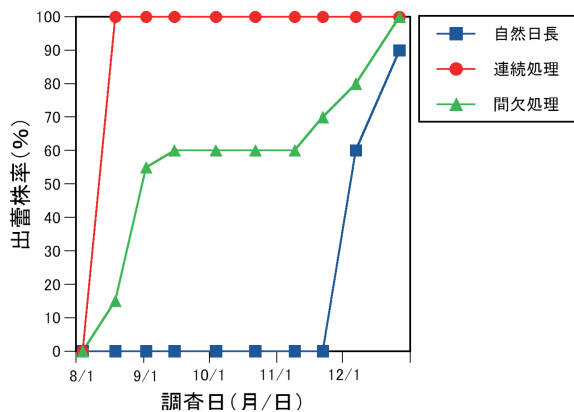


図8 電照方式が‘なつあかり’の出蕾花房数に及ぼす影響

定植は7/28 長日処理は定植前3週間行った

したところ、24時間連続処理に比べて、間欠処理（15分/時間）は効果が劣りました（図8）。イチゴ栽培では、草勢維持を目的として電照の間欠処理を行うことがありますが、花芽分化促進のためには間欠処理はあまり適当ではないと思われます。

表4 定植前長日処理の明期時間と処理期間が秋の出蕾株率に及ぼす影響

明期時間	処理時期と期間*						出蕾株率 (%) **
	7/10	7/17	7/24	7/27	8/3	8/10	
自然日長							60
24時間	←→						100
	←→						100
	←→						100
					←→		100
						←→	95
16時間	←→						100
	←→						90
	←→						80
					←→		75
						←→	55
光中断4時間	←→						100
	←→						85
	←→						100
					←→		100
						←→	70

\*日付は処理開始・終了日 矢印と矢印の間に処理 \*\*9月末の値

## 5. 秋の長日処理の影響

気温が低下する秋に‘なつあかり’の当年苗に長日処理を行ったところ、処理開始時から頂花房が出蕾するまでの間の出葉数に差がほとんどなく、花芽分化への影響は不明瞭でした。しかし、葉柄長が自然日長と比べて伸長したことから、自然日長下ではそろそろ休眠に入るこの時期の長日処理は、休眠導入を回避して、わい化を防止する効果が見込まれます。わい化防止効果は間欠電照や夜間中断3時間でも認められました（表5）。

表5 秋の長日処理が‘なつあかり’の花成と葉柄長に及ぼす影響

日長	頂花房までの出葉数 <sup>z</sup> (枚)	葉柄長 <sup>y</sup> (cm)
自然日長	8.1	12.1
12時間+夜間間欠電照 (15分/時間)	6.9	15.7
12時間+夜間中断3時間	7.1	19.8
12時間+夜間中断6時間	7.3	17.7
16時間+夜間中断3時間	7.8	15.6
24時間	7.8	18.1

長日処理は9/10~10/14

<sup>z</sup>長日処理開始時から頂花房が出蕾するまでに展開した葉数

<sup>y</sup>長日処理終了時の最新展開葉の葉柄長

## 6. 長日処理の注意点

- ・長日処理の花房出蕾促進効果には、品種と時期により差がみられます。‘なつあかり’のように花房の出蕾連続性が弱い品種には効果が現れやすいと思われます。
- ・長日処理のマイナス効果として、葉面積や根部の減少、心止まり芽の増加があり、長期間



の処理は草勢低下を招き、収量低下に繋がる恐れがあります。従って、特に花芽分化しにくい時期や収穫時期を定めた短期間の処理に限定するべきかもしれません。‘なつあかり’は24時間日長であれば、生育適期には2～3週間で分化します。出蕾・開花までには長日処理を開始してから2か月程度かかりますので、開花から収穫までにかかる時間を考慮して、目標とする開花の2か月前から数週間行うのが効果的であると思われます。

- 秋の長日処理は休眠回避による草勢維持効果が期待できます。但し、年内の収穫後に越冬させて翌春以降も収穫する場合には、イチゴは秋の短日で休眠導入するので、そのままでは低温耐性が不十分で越冬が危ぶまれるため、長日処理を早めに終えて休眠導入させる必要があります。
- ‘なつあかり’の秋どりを目的に当年苗を処理する場合、高温年には花芽分化しにくいことが予想されるため、処理期間を長めに設定し、花芽分化を確認するのが望ましい。
- ここで紹介した長日処理は白熱電球を使用しています。今後、白熱灯の利用が制限されるため代替光源が必要となりますが、蛍光灯やLEDは白熱灯と光の波長が異なるため、効果を事前に確認する必要があります。

(東北農業研究センター 濱野 恵)

## 第4章 越年株における連続安定開花技術 — 新作型「三季どり栽培」の紹介 —

### 1. はじめに

秋定植された四季成り性品種の越冬株（越年株）を利用した栽培では、収穫は一般に翌年の春から秋にかけて行われます。しかし、比較的単価の高い秋に品質のよい果実を出荷するためには、定植年の秋から収穫を始めるのが有利と考えられます。冬季の収穫は寒冷地では暖房に多大な費用を要することから経済性が低いとされています。そこで、定植年の秋から収穫を行い、冬季は収穫を休止し、翌春以降夏まで再び収穫を行う秋+春+夏の「三季どり」新作型の開発を行いました。ここでは、この「三季どり」の新作型を紹介します。

### 2. 基本的な作型

5、6月に採苗し、花成誘導のための長日処理を行った後、7月下旬頃に定植します（図1）。開花後、収穫は9月中旬頃から始まり12月上旬頃まで行います。その後、収穫を一旦休み、二重被覆で保温して越冬させます。翌年、温度の上昇とともに開花が再開し、4月下旬頃から再び収穫が始まります。収穫は7月下旬頃まで続けます。

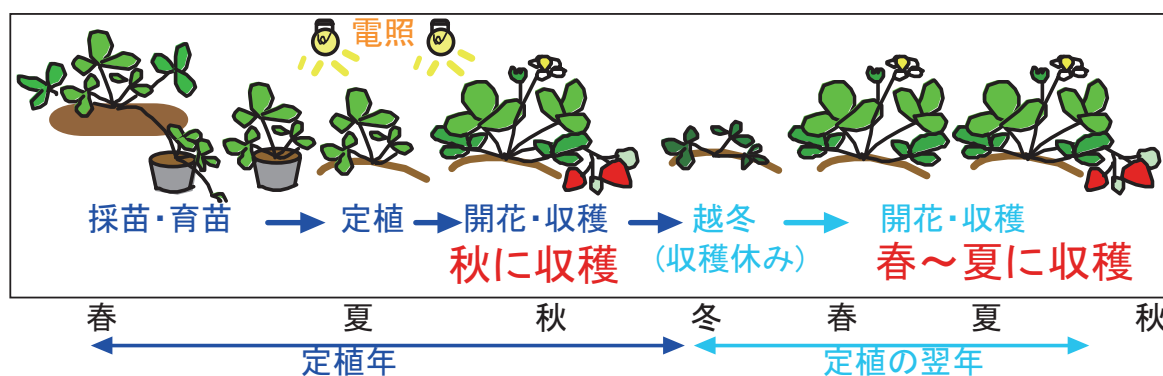


図1 三季どりの基本作型

### 3. 従来の秋定植作型との違い

従来行われてきた秋定植の作型（図2）では、定植後に保温や加温を行わずに、積雪下で越冬させていました。そのため、株が低温に長期間遭遇し春には休眠から完全に覚醒した状態となり、一時的に花成が停止することがあります。特に、連続出蕾性が弱い‘なつあかり’

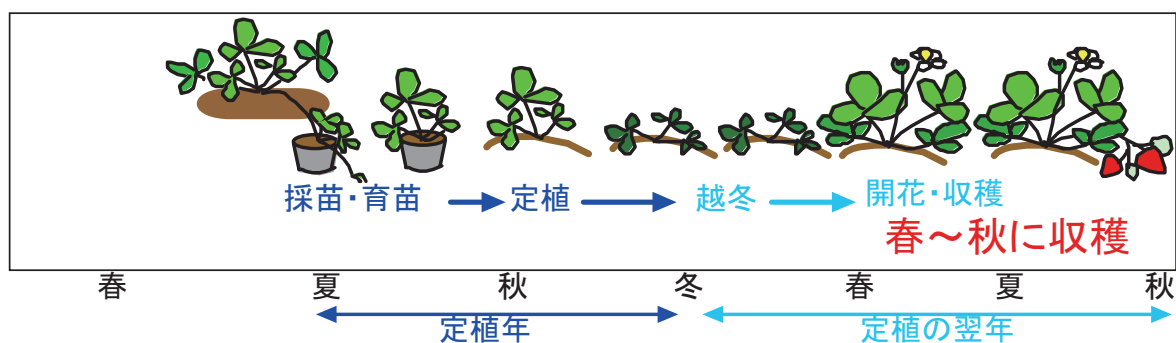


図2 従来の秋定植の基本作型

では、初夏に開花が停止し、収穫が一時中断することが問題となっています。これに対して、「三季どり」作型では、株を保温して越冬させるため、休眠覚醒のための低温遭遇量が不足した、いわゆる「低温カット」の状態となるために花成誘導されやすく、春以降も開花が連続すると考えられます。

#### 4. 採苗

秋の収穫に耐えうる株とするために、採苗は5月下旬頃、遅くとも6月中旬までに行うことが望ましいです。この頃に多くの苗を確保するためには、低温に十分に遭遇した親株を、2月頃から保温し、ランナーを多数発生させることが重要です。また、葉数が多い苗ほど花房数が多い傾向がありますので、大きなランナー苗を採苗します。



写真1 採苗時の様子（5月下旬）

#### 5. 育苗から定植



写真2 定植直後の様子（7月下旬）

育苗には10.5 cm径程度のポットを使用し、大きな苗に育てます。連続出蕾性の弱い‘なつあかり’では、高温により開花が停止してしまう場合がありますので、定植前から長日処理を行って、花芽分化を安定させる必要があります（第3章を参照）。

9月から収穫するために、7月下旬～8月上旬に定植します。また、株を養成するために、定植後まもなく発生する花房は摘み取ります。

#### 6. 定植年の秋どり

概ね9月下旬から12月上旬まで収穫を行います。気温の低下に伴い内張りカーテンを設置するなどして保温を行います。また、草勢の低下やわい化を防ぐために、収穫期間中は電照を行います。

9月中旬以前は高温のために果実品質が低下しやすく、12月中旬以降は低温による障害を受けやすくなるため、収穫が難しくなります。



写真3 秋どりの最盛期

#### 7. 越冬時の管理

秋の収穫終了後は、長日処理を停止し、内張りカーテンで保温した状態で越冬させます。厳寒期の管理は、休眠の深い一季成り性品種の低温カット栽培（寒冷地型半促成栽培）の管理方法に準じ、特に連続出蕾性の弱い‘なつあかり’では5℃以下の低温に遭遇させ過ぎ





写真4 越冬中の様子（1月下旬）

ないように管理します。低温に遭遇させ過ぎた場合には、春に一時的に連続出蕾性が失われ、開花が中断する可能性があるため、注意が必要です。

## 8. 越冬後の春+夏どり

3月上旬頃から再び開花が始まります。以降、温度の上昇とともに開花が進み、4月下旬頃から収穫が始まります。‘なつあかり’の旬別収量は図3の通りです。収穫ピークは5月上旬～7月上旬頃となりますが、春の気温の影響を受けやすく、ピークの時期は年によって異なる傾向があります。

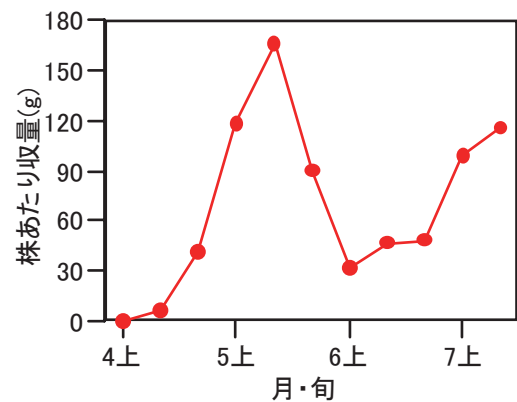


図3 越冬後の‘なつあかり’の旬別収量（2011年）



写真5 越冬後の開花盛期



写真6 春の収穫盛期

## 9. 収量性

四季成り性4品種の「三季どり」の月別収量は図4の通りです。定植年の秋どりおよび翌年の春夏どりにおいても、収穫がピークとなる時期は年次によって変動しますが、株あたり1,000g前後は穫れます。「三季どり栽培」は定植年に秋どりを行うことで、これまでの秋定植作型より収量が多くなります。また、定植年の秋に収穫できるため、従来の夏秋どり栽培と比べて高い収益性が期待できます。

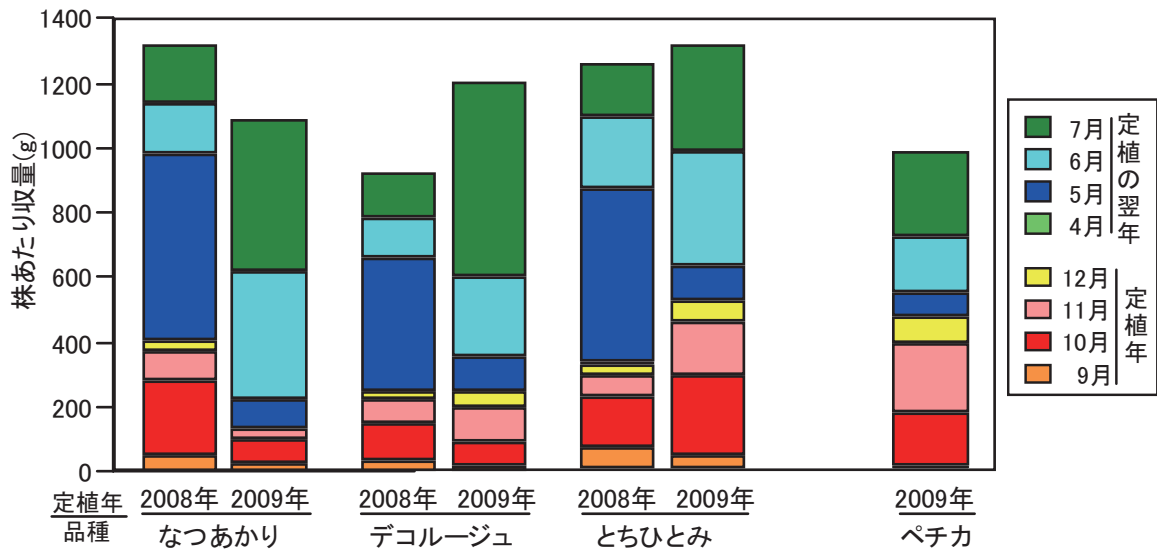


図4 四季成り性4品種の三季どり月別収量  
 ‘ペチカ’の2008年定植は未調査

## 10. 適品種

連続出蕾性（四季成り性）の強い品種では、採苗当年の早い時期から自然開花し、収穫開始までに不要な花房を摘み取る作業が必要となります。東北農研育成の四季成り性品種‘なつあかり’は、連続出蕾性が弱いことから、この「三季どり」の作型に適していると考えています。

## 11. 留意点

- ・長日処理によって花房数は増加しますが、芯止まり株や着果負担による草勢低下株が発生することがあります（写真7）。
- ・‘なつあかり’を5月下旬に採苗するには、低温に十分遭遇した親株を、2月頃に保温開始する必要があります。
- ・東北農研（岩手県盛岡市）での栽培試験に基づいて記載しており、各作業の適期は地域によって異なります。



写真7 秋どり後の1月上旬

(東北農業研究センター 矢野 孝喜)

## 第5章 安定多収のための施肥管理技術

### 1. はじめに

四季成り性品種を用いたイチゴ夏秋どり栽培における施肥管理技術については、これまでの知見が非常に少ないために、未確立の点が数多く残されています。このため、促成栽培において確立された技術を準用している場合が多くなっていますが、気象条件や品種特性等が大きく異なるために、必ずしも好適な技術とはなっていません。そこで本項では、四季成り性品種を用いた夏秋どり栽培において安定多収を達成するための好適な施肥管理技術について、東北農業研究センター（盛岡市）での試験結果を中心に解説します。

### 2. 多収のための好適な窒素日施用量（1日・1株あたり窒素施用量）は？

#### (1) 量的管理法の必要性 ー窒素日施用量による管理へー

通常、作物への施肥量・方法を決定するためには、当該作型における養分吸収量を基に、施肥試験を行って施肥量等を決定しますが、前述のように本栽培における養分吸収量等の知見はほとんどありませんので、促成栽培における施肥法を参考に施肥量を決定しているのが実状です。この場合、土壌の緩衝能や地力窒素の発現等が期待できる土耕栽培では比較的問題が少ないと考えられますが、近年、栽培が拡大している高設栽培では、培養液を連日かん水同時施用することや1株当たり培地量が少なく緩衝能が小さいこと、土壌以外の素材を用いた培地が多いために地力窒素がほとんどないことなどから、精密な施肥管理技術が要求されるため、肥料の過不足が生ずることが少なくありません。また、促成栽培では、温度条件の日間変動が比較的小さいことから、培養液濃度（電気伝導度:EC）による管理が主に行われ、夏秋どり栽培でも濃度管理が主流となっていますが、本栽培は高温条件下での栽培となるために株の吸水量が非常に多く、かつその季節・日間変動が大きいために、濃度だけでは適切な管理が困難となっています。



写真1 夏秋どり高設栽培での窒素日施用量試験の実施状況

そこで、好適な施肥管理技術と期待されるのが「量的管理法」です。これは作物の1日・1株あたりの養分吸収量に応じた養分量を施用するというもので、主にトマト等の養液栽培



で近年に開発が進められてきたものです。この量的管理法のイチゴ夏秋どり高設栽培への適用にあたっては、生育に最も重要な養分である窒素の1日・1株あたり施用量（以後、窒素日施用量とする）を明らかにするということが必要となります。

(2) 高設栽培での好適な窒素日施用量（1日・1株あたり窒素施用量）は？

まず、窒素日施用量による管理技術には、吐出口からの流量が一定（通常10ml/分程度）であるかん水チューブの使用が前提となります。その上で、窒素日施用量を培養液窒素濃度、かん水時間・回数、吐出口間隔、吐出量、栽植密度から計算して設定することとなります。

実際に、「なつあかり」、「デコルージュ」の春定植高設栽培（写真1）で窒素日施用量を6～12 mg N/株/日とした場合の累積収量（5～11月）を図1に示します。最終的な収量は、「なつあかり」>「デコルージュ」で、両品種とも6 mg ≤ 8、10 mg ≤ 12 mg N/株/日区となり、多収となる窒素日施用量は、12 mg N/株/日以上と考えられました。その後、より多施用条件での試験を行い、その結果も勘案した結果、両品種の春定植高設栽培における好適な窒素日施用量は、12～14 mg N/株/日程度と推測されています。なお、前記の試験における「な

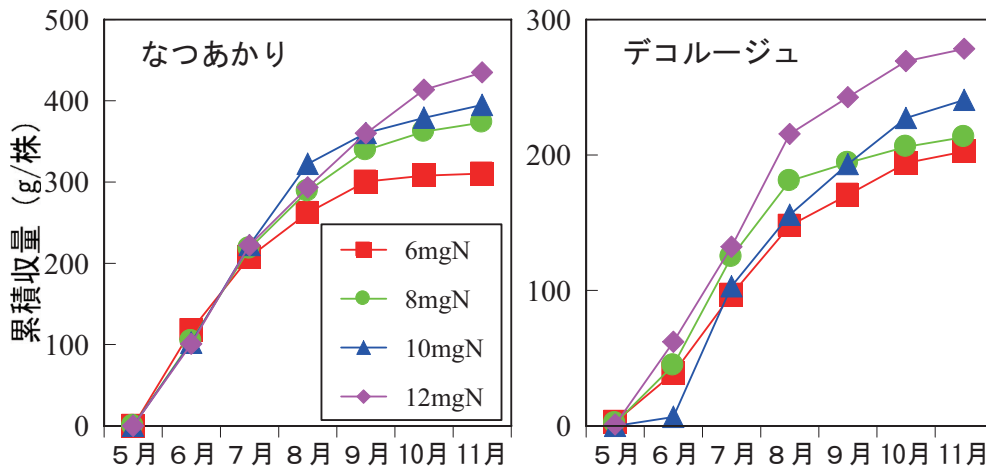


図1 窒素日施用量が累積収量に及ぼす影響

定植：2009年4月23日、収量：6g以上の果実収量

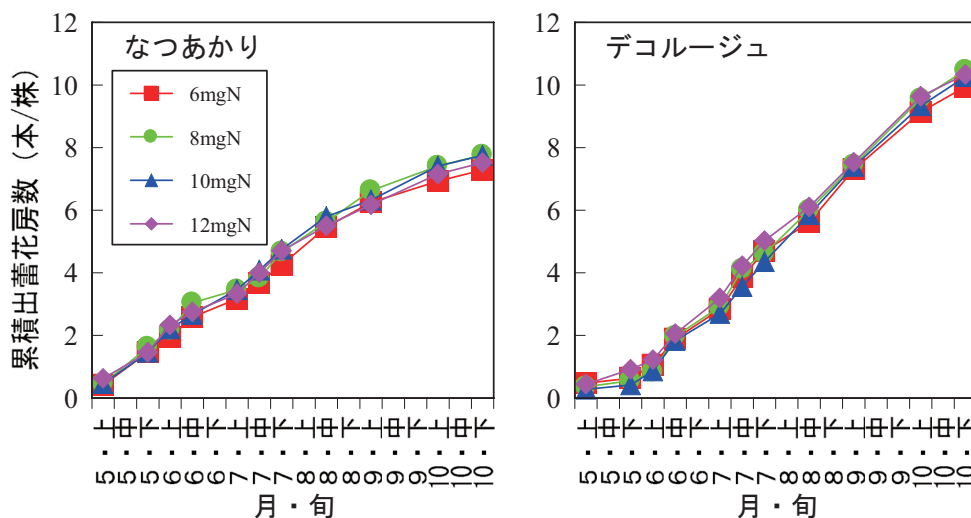


図2 窒素日施用量が累積出蕾花房数に及ぼす影響

つあかり」の 12 mg N/株/日区における収量は、400g/株以上となりましたが、これは 300 kg/a 以上に相当します。

前記の場合、出蕾花房数には窒素日施用量による差は認められませんでした(図2)。また、一果重にも差は認められず、果数の差が収量の差に対応していました(図3)。これらの結果は、窒素日施用量が各花房の生育に影響を及ぼし、その結果として果数の差が生じて収量に反映されたものと推定されます。

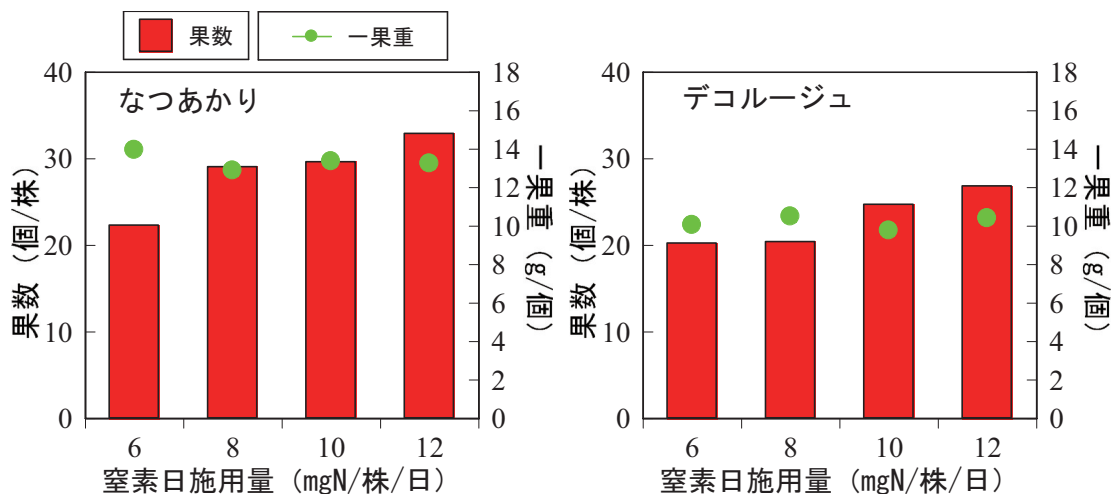


図3 窒素日施用量が果数および一果重に及ぼす影響

### (3) 土耕栽培での最適な窒素日施用量(1日・1株あたり窒素施用量)は?

「なつあかり」、「デコルージュ」の秋定植土耕栽培で、春期のかん水同時施肥による窒素日施用量を8～12 mg N/株/日と設定した場合(本試験では1週間に1回、7日分をまとめて施用)、高設栽培の場合と同様に、収量は両品種とも 8 mg ≤ 10 mg ≤ 12 mg N/株/日区となり、とくに「なつあかり」の 12 mg N 区で多収となりました(図4)。このように、土耕栽培においても、最適な窒素日施用量は 12 mg N/株/日以上と考えられます。なお、この場合、果数や一果重は高設栽培の場合と同様の傾向を示しました(図4)が、「なつあかり」の出

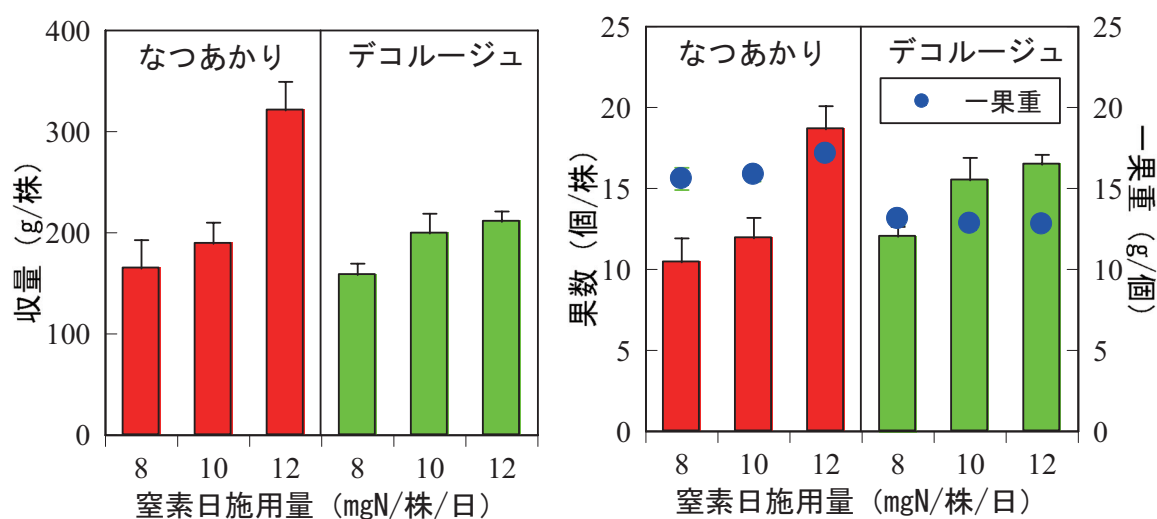


図4 土耕栽培での窒素日施用量が収量、果数、一果重に及ぼす影響

定植：2008年9月30日、収量：6g以上の果実収量

蕾花房数は、窒素日施用量が多いほど多くなる傾向を示し（図5）、このことが「なつあかり」の12 mg N区での多収につながったものと推定されます。

### 3. 少窒素処理による花成促進は可能か？

#### (1) 「なつあかり」の夏秋どり栽培における問題点と少窒素処理による花成促進の可能性

東北農業研究センター育成の「なつあかり」は、非常に良食味ですが、四季成り性が弱く、春～初夏期に花成が連続しないため、夏期に収穫できない期間が生じることが栽培・普及上の大きな問題点となっており、春～初夏期における花成促進技術の開発が強く求められています。一方、四季成り性品種の花成には、日長および温度が主に関与し、とくに長日条件が花成を促進することが知られていますが、このほかに窒素栄養条件が花成に関与し、少窒素条件が花成を促進し、多窒素条件が阻害することが示されています。このため、少窒素処理により「なつあかり」の春～初夏期の花成を促進できる可能性が想定されることから、少窒素処理が出蕾花房数および収量に及ぼす影響を検討しました。

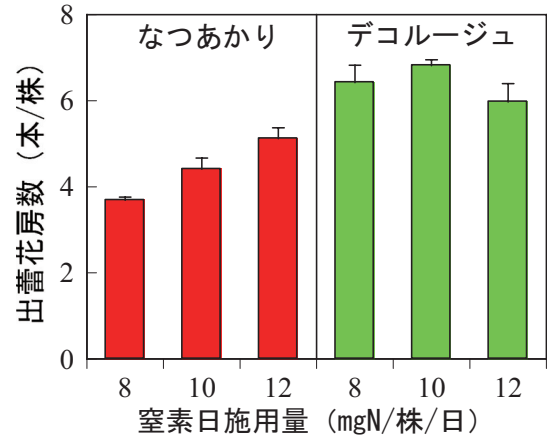


図5 土耕栽培での窒素日施用量が出蕾花房数に及ぼす影響

#### (2) 少窒素処理が出蕾花房数および収量に及ぼす影響

「なつあかり」、「デコルージュ」の春定植高設栽培で、定植後に窒素日施用量を段階的に増加させていく過程において、窒素日施用量 4 mg N/株/日の処理を 35 日間行う試験区（少窒素

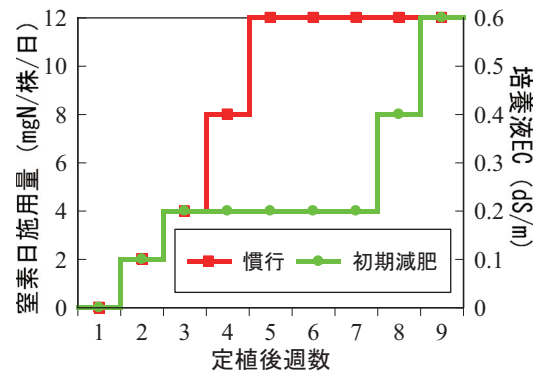


図6 定植後の少窒素処理時における窒素日施用量の推移

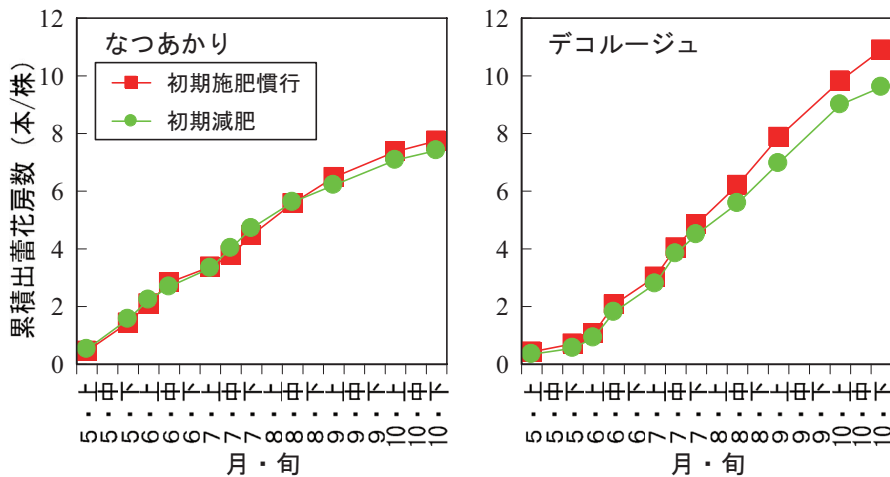


図7 定植後の少窒素処理が累積出蕾花房数に及ぼす影響

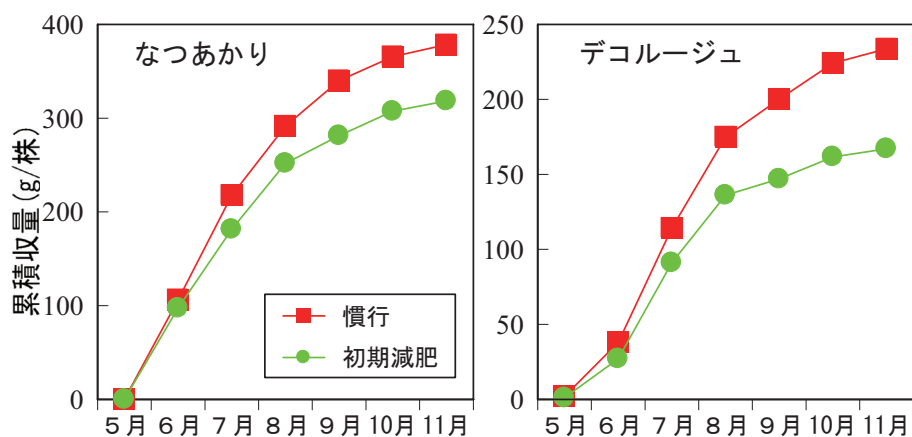


図8 定植後の少窒素処理が累積収量に及ぼす影響

処理区)を設け(図6)、その後の出蕾花房数および収量を調査しました。その結果、少窒素処理区における花房数の増加は両品種とも全く認められず(図7)、8月以降の収量が慣行区と比較して大きく減少しました(図8)。この収量の減少は少窒素処理による花芽の生育抑制に起因するものと推定され、これらのことから、栽培期間中における少窒素処理による花成促進については、効果がみられないだけでなく、減収となることから実用的ではないと判断されました。

#### 4. 病害軽減に関するケイ素の施用技術

##### (1) 施肥による病害軽減の可能性

四季成り性品種の夏秋どり栽培では、高温多湿条件下での栽培となるため、萎黄病、灰色かび病、うどんこ病等の病害(写真2)が多発し、大きな生産不安定要因となっています。一方、古くから施肥が各種作物の病害発生に影響を及ぼすことが観察され、とくにケイ素やカルシウムの施用が各種病害の発病を軽減することが知られています(表1)。イチゴについても、ケイ素施用によるうどんこ病の軽減ならびにカルシウム施用による灰色かび病の軽減等が報告されていますが、夏秋どり栽培におけるこれらの施用技術は未開発となっています。そこで本項では、ケイ素施用によるうどんこ病軽減技術開発の一環として、本栽培でのケイ素施用方法がイチゴのケイ素含有率上昇に及ぼす影響について示します。



写真2 四季成り性品種の夏秋どり栽培で問題となる病害例

表1 ケイ素およびカルシウムの施用による病害軽減が報告されている事例

施肥成分	成分の吸収による発病軽減が報告されている事例	
	病害	作物
ケイ素(Si)	うどんこ病	キュウリ、メロン、イチゴ、バラ、ブドウ、コムギ、オオムギ
	つる割病 褐斑病 根腐病	キュウリ
	いもち病 紋枯病 ごま葉枯病	イネ
カルシウム(Ca)	灰色かび病	トマト、ナス、キュウリ、レタス、イチゴ、バラ
	青枯病	トマト、ナス
	軟腐病	ハクサイ、ジャガイモ、インゲン
	萎ちょう病 かいよう病	トマト
	つる割れ病	メロン
	根こぶ病	ハクサイ
	花蕾腐敗病	ブロッコリー
	黒かび病	タマネギ
	茎疫病 菌核病	ダイズ
	萎ちょう細菌病	カーネーション

(2) ケイ素施用がイチゴのケイ素含有率上昇に及ぼす影響

「なつあかり」、「デコルージュ」の秋定植高設栽培で、春期に培養液へケイ酸を添加（50 mg SiO<sub>2</sub>/L、形態：シリカゲル）した場合、葉および果実のケイ素含有率は約 1.5 倍に上昇しました（図 9）。収量等は添加の有無で差がないこと（図 10）から、培養液へのケイ酸添加は施用法として有効と考えられます。次に、春定植高設栽培でケイ酸の形態の異なる肥料（ケイ酸カリ、シリカゲル）を培地混和した場合も葉のケイ素含有率は 1.5 倍程度に上昇し（図 11）、収量等には影響を及ぼしませんでした。さらに、未利用のケイ酸資源としてモミガラを用い、その育苗時施用および高設培地施用について検討した結果、モミガラ施用により葉および果実の含有率は上昇し、とくに育苗時ならびに高設培地双方に施用した場合には含有率が約 2 倍に上昇しました（図 12）。

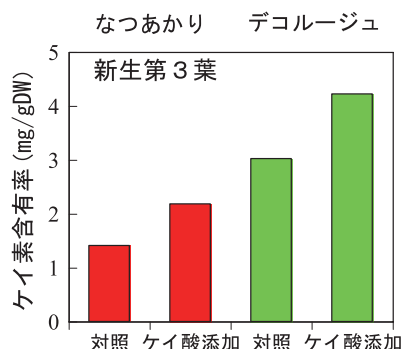


図9 培養液へのケイ酸添加が葉および果実のケイ素含有率に及ぼす影響

高設栽培、添加形態：シリカゲル、濃度：50mgSiO<sub>2</sub>/L

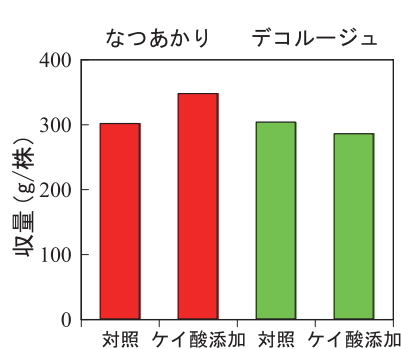
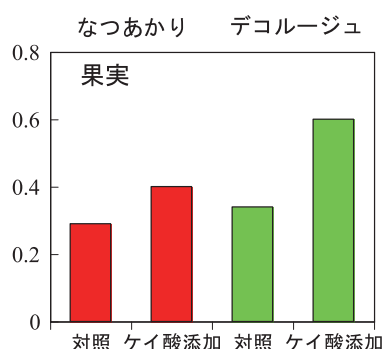


図10 培養液へのケイ酸添加が収量に及ぼす影響



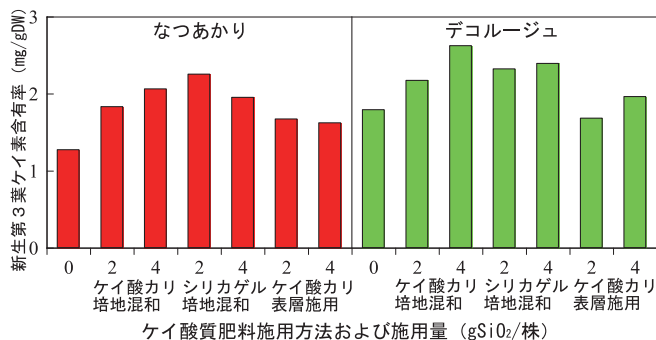


図11 ケイ酸質肥料の種類、施用方法、施用量が葉のケイ素含有率に及ぼす影響

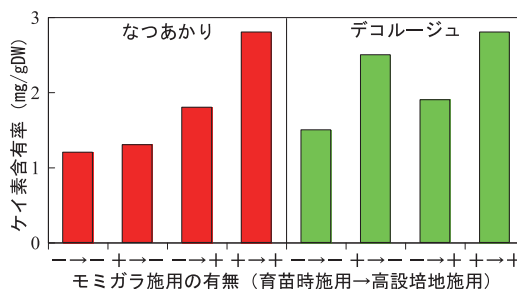


図12 モミガラの育苗時および高設培地施用が葉のケイ素含有率に及ぼす影響

育苗時施用 培地:モミガラ=2:1(v/v)  
高設培地施用 培地:モミガラ=3:1(v/v)

このように、ケイ酸の培養液添加、ケイ酸質肥料の培地混和、モミガラの培地施用のいずれもがイチゴのケイ素含有率を上昇させたことから、いずれも有効な施用技術と判断されましたが、これらの試験ではうどんこ病の自然発病が不十分であったため、発病軽減効果は不明瞭であり、その検討は今後の課題となっています。なお、過度のケイ酸施用は、品種によっては着色不良果の発生を著しく促進することが知られており、過剰施用とならないよう注意する必要があります。

## 5. まとめ

- 1) 四季成り性品種を用いたイチゴ夏秋どり栽培における施肥管理技術では、培養液濃度に基づく濃度管理法よりも1日・1株あたりの施用量に基づく量的管理法による施肥管理が望ましい。この場合、窒素日施用量(1日・1株あたりの窒素施用量)を基準として設定し管理する。
- 2) 「なつあかり」、「デコルージュ」の夏秋どり栽培において、多収となる好適な窒素日施用量は、高設、土耕栽培ともに12 mg N/株/日以上であり、12～14 mg N/株/日が適すると推定される。
- 3) 栽培期間中の少窒素処理による花成促進は、効果が無く、減収となることから実用的ではない。
- 4) 病害軽減技術としてのケイ素施用については、培養液へのケイ酸添加、ケイ酸質肥料の培地混和、モミガラの培地施用のいずれもがイチゴのケイ素含有率を上昇させ、施用技術として有効と判断される。

四季成り性品種を用いたイチゴ夏秋どり栽培における安定多収のための施肥管理技術については、未だに確立すべき点が数多く残されており、時期別の各養分吸収量とそれに基づく施肥技術、長日処理等の花成促進処理を行った場合の好適施用量、萎黄病や灰色かび病を軽減できる養分元素とその施用技術等について今後さらに検討を進める必要があります。

(東北農業研究センター 山崎 浩道)

## 第6章 四季成り性イチゴの苗増殖 —高増殖性母株作出技術—

### 1. はじめに

イチゴ栽培の場合、多くは生産者が親株を購入し、生産株を自家増殖します。ところが、四季成り性イチゴの場合、事情が異なっています。つまり、民間種苗会社育成の品種では、多くの場合生産者は自由に苗増殖することが許されていないため、生産株を購入することとなります(栽培様式や品種によって異なりますが、10aあたり7,000株、子株1株100～140円程度の経費が必要となります)。

この場合、生産者は親株管理や採苗を行う必要がないため、労力面やリスク面で有利であり、イチゴ生産に専念できることから、規模拡大の面でも有利であると言えます。

一方、子株の自家増殖は、コストの面から有利であるという大きな利点があり、生産者自身の増殖が認められている独法育成品種や都道府県育成品種等では、収益性を高めるためにも、生産者自らの子株増殖は欠かせない技術になります。

イチゴの子株増殖は、購入した健全な親株を秋までに大株に養成し、冬季の寒さに充分にあて、春からの保温によって多くのランナーを発生させる必要があります。これは、イチゴの休眠性と関係しており、一般にイチゴは休眠を打破しないとランナーが発生しないとされています。

このことは、四季成り性イチゴ品種でも同様であり、やはり冬季に十分な低温にあてることがとても大切です。

しかし、四季成り性品種は一季成り性品種と比較してランナーの発生が少なく、より多くの親株を準備する必要があることから、自家増殖のメリットであるコスト面での有利性を発揮することができません。

そこで、最終的なコストも加味しながら、ランナーの発生が多い増殖力が高い親株を生産する技術の開発に取り組みました。

### 2. どのような手法を用いるのか？

イチゴの親株を生産するには、大きく分けて2つの方法があります。1つは、春から夏にかけて発生するランナーを採苗し、それを親株とする方法です(慣行法)。もう1つは、茎頂(一般的にはランナーを用います)培養苗を親株とする方法です。

前述のとおり、一般的に四季成り性品種はランナーの発生数が少なく、慣行法であるランナーを用いた場合は増殖力が低い傾向にあります。一方、培養により増殖した親株はランナーの発生数が増加することが知られており、増殖力を高めることが期待できます。

また、イチゴでは萎黄病やコナダニ類等の重要病害虫が問題となっており、苗生産を行う際には細心の注意を払う必要がありますが、その点、茎頂培養を用いた苗生産ではこれらの病害虫をフリー(無菌)化することが可能であるため、病害虫の面でもリスク低減が期待できます。

そこで、組織培養により、より多くのランナーが発生する親株の生産をすることとし、できるだけ多くのランナーの発生が見られるよう、培養に用いる茎頂の前歴や馴化時の日長・温度、さらに、低温遭遇の有無等について検討し、増殖力が高い親株を生産することとしました。

試験に利用する品種としては、生産者自らの増殖が自由で、食味も良好な品種 ‘なつあかり’ と ‘デコルージュ’（育成：農研機構東北農業研究センター）を用いることとしました。

### 3. 今回の試験で用いた茎頂培養手法

今回の試験で用いた培養法は、一般的にイチゴで利用されている手法を用いていますが、一連の流れの中で、日長や温度等を変化させ、ランナー発生の違いを調査しています。

- ①ランナー先端を採取し洗浄後、クリーンベンチ内で茎頂を採取。
- ②採取した茎頂をハイポネクス培地にて70日程度培養。
- ③カイネチンを添加したハイポネクス培地に移植し、65日程度培養。
- ④増殖した株を分割
- ⑤分割した株をプラントボックス内の1/2MS培地で、50日程度培養
- ⑥黒ポットに鉢上げ、ハウスで馴化

### 4. 茎頂培養に用いるランナーの低温前歴が親株の増殖能力に及ぼす影響は？

茎頂培養には、春から秋にかけて発生するランナーの先端部を用いますが、茎頂を採取する親株はどのようなものを用いればよいのでしょうか。

イチゴがランナーを発生するには休眠を打破する必要がありますが、休眠打破には5℃以下の低温に一定期間遭遇させる必要があります。休眠打破に必要な低温遭遇時間は品種によって異なっており、品種 ‘なつあかり’ の場合は1,500時間以上が必要であると言われています。

では、茎頂を採取する親株は、どのくらい低温に遭遇していればよいのでしょうか。あまり寒さにあたっていない親株から採取した茎頂由来の培養苗と、寒さに充分あたった親株から採取した茎頂由来の培養苗では、ランナー発生数に違いはあるのでしょうか？

そこで、低温前歴が異なる3種類の親株から採取した茎頂を培養して、作出された培養苗から発生するランナー数を調査しました。

結果は表1のとおりです。茎頂培養で作出された株に低温前歴の影響は見られず、より多く低温に遭遇した親株から採取した茎頂由来の培養苗の増殖力が高いといったことはありませんでした。したがって、茎頂を採取する親株は、どのような低温前歴でもよいということとなります。一方、茎頂（ランナー）を多く確保するという観点においては、より低温遭遇量の多い親株を用意することが重要であるとも言えます。

表1 茎頂を採取した親株の低温前歴がランナー発生に与える影響

	なつあかり			デコルージュ		
	1500時間	2000時間	完全露地 (2832)時間	1500時間	2000時間	完全露地 (2832)時間
平均	2.1	2.0	2.5	2.2	2.4	1.0
標準偏差	1.2	1.4	1.4	1.2	1.5	1.0

10.5cmの黒ポットに鉢上げした株を使用。低温遭遇なし

## 5. 馴化時の日長・温度がランナー発生数に及ぼす影響は？

イチゴは花芽分化や休眠といった複雑な生理をもっており、日長や温度等に大きく支配されています。このことは、イチゴの生産を行ううえで極めて重要であり、栽培の成否を決める重要な要因です。また、旺盛な株（大きな株）ほど、ランナー発生数が多くなることが期待されることから、長日条件もランナー発生数を増加させる可能性があります。

そこで、異なる日長、温度条件化で培養苗の馴化を行い、よりランナーの発生が多くなる条件について検討しました。

結果は表2のとおりです。長日（16時間日長）、短日（8時間日長）、高温25℃、中温20℃の組み合わせで、処理時間を672時間（4週間）、1341時間（約8週間）、2016時間（12週間）と3段階に分けてランナー発生数の違いを調査しましたが（処理はEYELA FLI-301NHを利用）、日長・温度ともに、顕著に多くのランナー発生が認められる組み合わせは見られませんでした。一方、本試験で利用した株は、低温に遭遇していないにも関わらずランナーの発生が見られていることから、培養苗における低温遭遇の有無がランナー発生数に及ぼす影響について調査を行いました。

表2 培養苗における日長・温度条件の違いがランナー発生に与える影響

	明期8hr/暗期16hr 20℃区			明期16hr/暗期8hr 20℃区			
	672時間	1341時間	2016時間	672時間	1341時間	2016時間	
平均	1.8	1.4	2.8	平均	2.4	2.0	2.2
標準偏差	1.3	1.1	1.3	標準偏差	0.9	0.7	0.8

10.5cmの黒ポットに鉢上げした'なつあかり'での結果。低温遭遇なし

	明期8hr/暗期16hr 25℃区			明期16hr/暗期8hr 25℃区			
	672時間	1341時間	2016時間	672時間	1341時間	2016時間	
平均	1.8	2.4	1.0	平均	2.0	0.8	1.2
標準偏差	1.8	1.5	1.0	標準偏差	1.2	0.8	0.8

## 6. 低温遭遇時間の違いが培養苗のランナー発生数に及ぼす影響は？

イチゴがランナーを旺盛に発生するには、低温に遭遇させて休眠を打破する必要があります。逆に、低温に遭遇していない株は、ほとんどランナーの発生は見られません。ところが、培養苗では、本数は少ないものの、低温に全く遭遇していない株でもある程度ランナーが発生しました。そこで、低温遭遇の有無と遭遇時間の違いとランナー発生数の関係について調査を行いました。

結果は表3のとおりです。低温に全く遭遇していない培養苗では、表2で1～2本程度のランナーが発生していましたが（10.5cmポットの場合）、低温遭遇時間が多くなるにしたがって、ランナー発生数が多くなりました。これは、慣行法のランナーから採苗した株と同様の傾向であり、培養苗であっても、5℃以下の低温に十分に遭遇させることが重要です。また、低温に遭遇した株であれば、培養苗の方がより多くのランナーを発生する傾向にあることがわかりました（表4）。

一方、表5では、培地量を変化させてランナー発生数の違いを調べて見ましたが、培地量を多く確保すれば、低温に全く遭遇していない培養苗であっても、3～5本程度のランナーが得られることもわかりました。

表3 培養苗における低温遭遇時間の違いがランナー発生数に与える影響

	なつあかり			デコルージュ		
	4週間	8週間	12週間	4週間	8週間	12週間
平均	3.6	4.6	7.0	4.6	5.2	6.6
標準偏差	0.5	0.8	0.0	1.0	1.2	1.1

表4 培養苗とランナー苗のランナー発生傾向の違い（低温遭遇3ヶ月）

	なつあかり		デコルージュ	
	ランナー苗	培養苗	ランナー苗	培養苗
平均	5.8	7.0	5.0	6.6
標準偏差	1.1	0.0	1.0	1.1

10.5cmの黒ポットに鉢上げを行った苗を使用

表5 低温未遭遇培養苗の培地サイズがランナー発生数に与える影響

	デコルージュ			
	15cm黒ポット	24cm黒ポット	プランター 2株植え	プランター 1株植え
平均	1.0	2.1	5.1	3.3
標準偏差	0.8	2.9	3.0	3.6

	なつあかり			
	15cm黒ポット	24cm黒ポット	プランター 2株植え	プランター 1株植え
平均	2.8	2.4	3.4	2.0
標準偏差	1.3	1.5	1.5	1.4



培養苗の大きな特徴として、季節を問わず、必要な時期に苗を生産できるということが挙げられます。また、培養苗であれば、低温に全く遭遇しなくともある程度のランナーは発生することから、今までは採苗時期の制限によって実現できなかった、新たな作型開発に応用できる可能性が考えられます。

一方、培養苗であっても、より多くの低温に遭遇させることが、多くのランナーを得るためには大切です。従って、培養苗の特徴である「季節を問わず苗生産が可能」という点は「自然条件下で低温が得られない時期」の苗生産もありえるということですから、人為的に低温を与える手法について検討が必要です。

人為的に低温を与えるためには、冷蔵施設の利用が考えられますが、10.5 cmや9 cmといった小さなポットを利用したとしても、多くの親株を利用するイチゴ栽培では、コストの増大が懸念されます。また、長期間の低温処理となることから、処理期間中の土壌水分管理も気になるところです。そこで、より簡便に低温処理ができないか検討しました。

## 7. 簡便な低温処理法

培養苗を作出する場合、分割した株をプラントボックス内の1/2MS培地で培養を行い、ある程度大きくした株をポットに鉢上げ・馴化を行います。鉢上げする前のプラントボックスには、培養手法にもよるのですが、1つのプラントボックスに20～40株程度移植されています。そこで、馴化前のプラントボックスごと低温処理することにより、コストの低減を図ることができるのではないかと考えました。

プラントボックスの低温処理は、5℃12時間日長で行いました。

結果は、表6のとおりです。プラントボックスでの低温処理においても、低温遭遇時間が長いほど鉢上げ・馴化後のランナー発生数は多く、また、実用的なランナー発生数が得られると判断されました。さらに、ポット株での低温処理と比較して、低温処理中の水分管理の必要が無い点で有望であるとともに、低温処理済みのプラントボックスの株は、遮光をすることによって、簡易に鉢上げ・馴化が可能であることから、生産者自らが鉢上げ・馴化も可能である点も有望であると考えられました。

表6 冷蔵プラントボックス苗の低温処理時間の違いがランナー発生数に与える影響

	デコルージュ			
	4週間	8週間	12週間	16週間
平均	1.8	7.0	11.3	10.8
標準偏差	1.5	1.3	1.9	2.4

※低温処理後に24cmの黒ポットに鉢上げをおこなったもの

	なつあかり			
	4週間	8週間	*12週間	**16週間
平均	5.0	7.0	5.8	4.7
標準偏差	1.0	0.0	2.3	1.8

## 8. 低コストで増殖力が高い親株生産

以上の試験を踏まえ、品種‘なつあかり’‘デコルージュ’の親株生産に有望な組み合わせについて、コストを加味して比較を行いました（表7）。

最も有利な組み合わせは、培養苗をプラントボックスごと低温処理し、鉢上げ・馴化を生産者で行う場合です。また、今回の試算では、プラントボックスを使い捨てとして計算していますが、通いコンテナのように再利用することによって、よりコスト低減を図ることができます。

表7 親株作出法ごとの、子株1株あたりの単価

	子株1株あたりの単価 (資材代含) 3)	子株1株あたりの単価 4)	1株から得られる子株	親株1株あたりの単価
培養苗・冷蔵処理 <sup>1)</sup>	40.87	5.59	52.5	293.58
プラントボックス・冷蔵処理 <sup>1)2)</sup>	37.03	1.75	69	120.83
培養苗・冷蔵処理なし	43.85	8.57	12	102.88
慣行法	37.49	2.21	30	66.38

※品種‘なつあかり’の場合

<sup>1)</sup>冷蔵処理に定格出力270Wインキュベータを利用した場合

<sup>2)</sup>プラントボックス・冷蔵処理は、プラントボックスを回収（再利用）せず、自家培土を利用した場合の単価。プラントボックスを再利用した場合は25.7円コスト低減が可能

<sup>3)</sup>資材代として、人件費19円、培土14.6円、ポリポット1.68円を加算している

<sup>4)</sup>病害虫防除に係る経費は加算していない

## 9. おわりに

増殖力が弱いとされている四季成り性品種においても、培養苗を利用し、低温に遭遇させることにより、ある程度増殖力を高められることが明らかになりました。また、プラントボックスごと冷蔵処理することによってコスト低減が図れると同時に、イチゴ苗の広域的な流通の可能性が期待されました。

茎頂培養は施設整備が必要なことから生産者段階での利用は困難ですが、今後、冷蔵処理を行ったプラントボックス苗のような、低コストで増殖率が高い培養苗の利用により、四季成り性イチゴの安定生産が図られることが期待されます。

(岩手県農業研究センター 山口 貴之)

## 第7章 夏秋どりイチゴ栽培における組織培養苗利用技術

### 1. はじめに

夏秋どりイチゴ栽培で利用される四季成り性イチゴ品種は、一季成り性イチゴ品種と比べてランナー苗の増殖率が低いため、苗の確保が難しく新品種を育成してもすぐに産地化できないことや栽培しようとしてもすぐに栽培面積を増やすことができないなどの問題があります。

そこで、バイオテク手法による組織培養によって短期間に大量に得られた培養苗を使うことによって、これらの問題を解決する技術を開発しました。

### 2. 培養苗利用上の課題

#### ① 収量的にランナー苗に及ばない場合があります

一般的に培養苗は、組織培養により大量増殖した幼植物を128穴セルトレイに鉢上げし、本葉4～5枚程度に育苗された苗が流通されています(図1)。この培養苗を直接本ぼへ定植すると茎葉のみが繁茂しやすく、株あたりの果数や一果重がランナー苗より劣る場合があるので、本葉4～5枚の培養苗を二次育苗する必要があります。



図1 培養苗(128穴セル成型苗)

#### ② 苗のコストがかかります

セルトレイ苗として流通されている培養苗の販売単価は、品種や生産本数によって変わりますが、1株当たりおよそ100円～220円程度かかります。

一方、セルトレイに移植される前の培養幼苗が300～500本程度の入った培養瓶(500cc)は1瓶4,200円程度で購入することができます。これを利用して苗生産をすることで苗コストを下げるのが可能です。

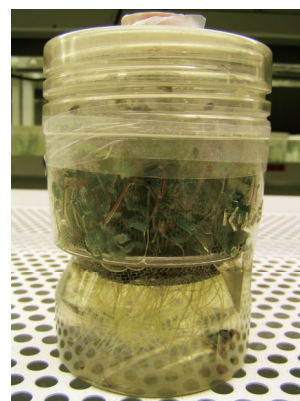


図2 培養瓶(500cc)

### 3. 培養苗を上手に使うために

#### ① 培養苗の二次育苗容器

本葉4～5枚の培養苗を24穴セルトレイ（容量約180ml）、35穴セルトレイ（容量約130ml）に鉢上げします。

これらの育苗容器を用いると本葉4～5枚の培養苗を10.5cmポリポット（容量約530ml）、9cmポリポット（容量約330ml）に鉢上げ、育苗し、本ばへ定植した場合と比べ、株当たり商品果収量に差は見られず、9cm、10.5cmポットと同等の収量を得られます（図3）。

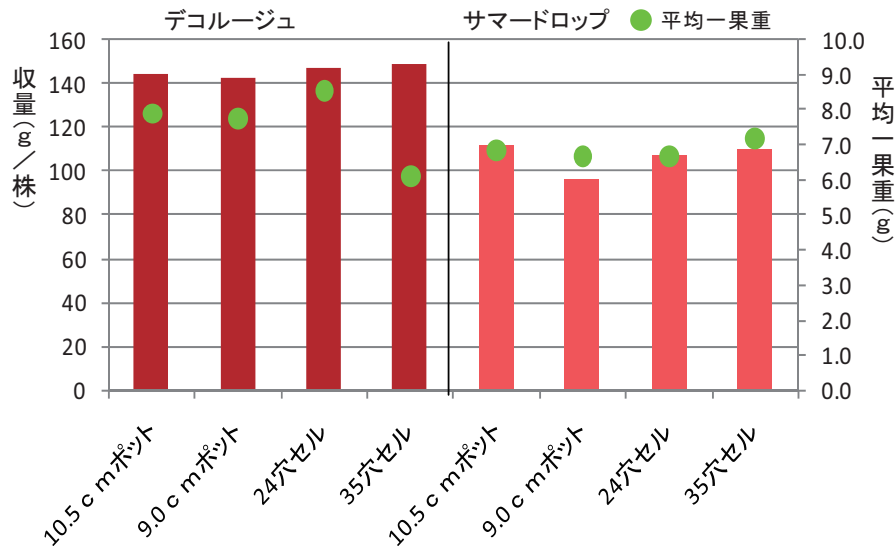


図3 育苗容器別株当たり商品果収量（2009年）

#### ② 培養苗の鉢上げ時期

ランナー苗と同程度の収量を得るには、「デコルージュ」では定植年の前年秋に「サマードロップ」では定植年の3月に35穴のセルトレイに鉢上げします（図4）。

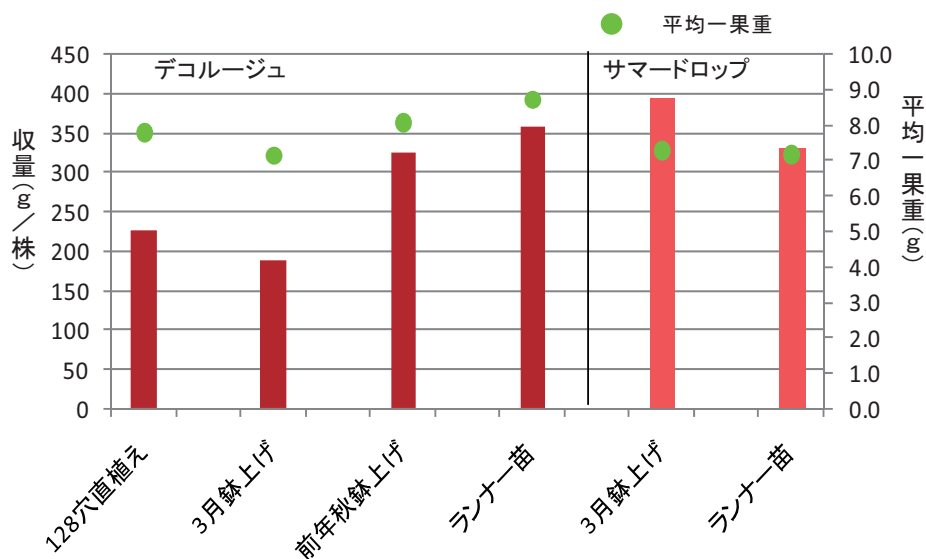


図4 苗の経歴別株当たり商品果収量（2010年）

苗の経歴別の草高については「デコルージュ」では前年秋鉢上げ苗とランナー苗が同程度であったのに対し、定植年の3月鉢上げ苗と128穴直接ではランナー苗よりも草高が劣ります。しかし、収穫開始時にはその草高差は小さくなります。「サマードロップ」では、定植時の培養苗の草高はランナー苗に比べて劣りますが、収穫開始時にはランナー苗よりも草高は高くなります(図5、6)。

培養苗とランナー苗から収穫された果実の糖度、酸度、硬度には差が見られませんでした(表1)。



図5 定植時の各苗の状態(品種:デコルージュ)  
左から128穴直接、3月鉢上げ苗、前年秋鉢上げ苗、ランナー苗

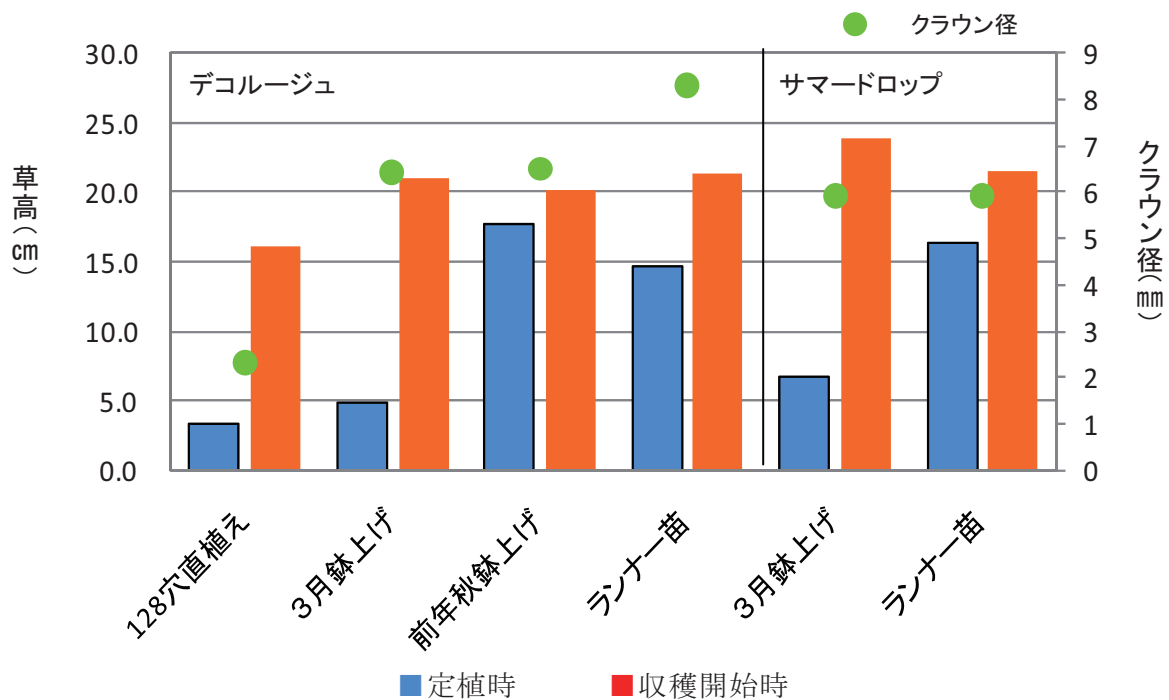


図6 定植時、収穫開始時の草高及び定植時のクラウン径(2010年)



表1 果実品質の比較（2010年）

品種	苗の経歴	糖度(%)	酸度(%)	硬度(g)
デコルージュ	培養苗前年秋鉢上げ	9.0	0.83	128
	ランナー苗前年秋採苗	9.1	0.90	123
サマードロップ	培養苗3月鉢上げ	9.0	0.87	91
	ランナー苗前年秋採苗	9.2	0.89	99

※数値は8月～11月まで、13回調査した平均値。

※糖度はアタゴ社製デジタル糖度計。酸度は滴定酸度、クエン酸換算値。

※硬度は山電社製3mm円柱貫入抵抗値。

#### 4. 培養幼苗を利用した苗コストの削減

培養瓶1本から仮植可能な幼苗は300～500本程度得られます。128穴セルトレイに仮植後は遮光をし、簡易ミストや葉水かん水等を行い活着させます（図7）。活着率は80%程度で、培養瓶1本から260～450本の苗をつくることができます（表2）。また、仮植した苗が2次育苗開始の目安となる本葉4～5枚の苗となるまでのおよそ60～80日間を育苗する必要があります。

培養瓶から128穴セル成型苗を作る場合、培養苗（128穴セル成型苗）を購入するのと比べて、およそ50%のコスト削減が可能です（表3）。

なお、新たに増殖を委託する場合には、委託増殖費（生長点培養から培養適正試験の経費）がかかります。また、登録品種であれば、育成権者と許諾契約の締結が必要です。

※試験で使用した培養苗はみかど協和㈱から購入したものです（培養苗1本125円、培養瓶1本4,200円）。



図7 簡易ミストフレーム

表2 培養瓶からの導入時期が品種別活着本数に及ぼす影響（2009年）

品種名	3月導入		4月導入		5月導入		6月導入	
	活着数(本)	活着率(%)	活着数(本)	活着率(%)	活着数(本)	活着率(%)	活着数(本)	活着率(%)
デコルージュ	435	84.4	273	81.9	285	76.6	431	88.1
サマーキャンディ	265	80.7	298	77.4	390	73.8	414	80.4
サマードロップ	446	86.7	315	80.9	277	80.7	401	83.1

表3 培養瓶と128穴セル成型苗のコスト比較

培養幼苗の購入 (1瓶4,200円)	1本当たり63円(資材費:25円, 労賃:38円)			
	内訳 (資材費)		(労賃)	
	培養幼苗	13円	培地づめ	1円
	セルトレイ	1.5円	苗調整	3円
	培土	0.5円	トレイへ仮植	3円
	肥料	10円	水かけ	20円
			その他	11円
128穴セル成型苗 購入	1本当たり125円(送料込み)			

※培養瓶(500cc)の仮植可能苗数は400本, 活着率80%で計算。

※労賃は時給800円で計算。

※育苗期間は70日で計算。

※培養瓶および128穴セル成型苗の購入価格は品種や苗の生産本数により変わる。

## 5. 培養変異はないのか?

組織培養で大量増殖した培養苗7,770株に対し、培養変異による形質変化の有無を調査したが、人為突然変異で誘発される矮化株等は見られませんでした(表4)。

また、AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism:増幅断片長多型)法のゲノムスキニングによるPCR検査で、DNAレベルでの変異の有無を調べた結果、0.7%の変異が生じましたが、これらのDNAの変異は形質調査で変異が無いことから非形質型の突然変異と推定されるので、培養変異は培養苗利用上の障害になりません。

表4 液体組織培養により増殖したイチゴ培養苗の培養変異の有無

	インビトロ		定植後		合計
	1区	2区	所内ほ場	現地ほ場	
品種*	DE	DE	DE,NA, SC,SD	SD	
BA濃度 (ppm)	0.03	0.06	0.03	0.03	
調査方法	生育 調査	生育 調査	生育調査 収量調査	達観調査 聞き取り	
調査株数	927	643	700	5,500	7,770
観察された 変異株数	0	0	0	0	0

\*:DE:「デコルージュ」、NA:「なつあかり」、  
SC:「サマーキャンディ」、SD:「サマードロップ」。  
培養した苗を直接定植して調査した。

(宮城県農業・園芸総合研究所 柴田 昌人)

## 第8章 やませ気候を活用した夏秋どり高品質多収土耕栽培技術 —遮光と昇温抑制効果—

### 1. はじめに

「なつあかり」、「デコルージュ」は、東北農業研究センターが育成した良食味の四季成り性イチゴ品種です。特に、「なつあかり」は、青森県（野菜研）における栽培試験において、草勢が強く株疲れが少なく、多収であるため、2007年、青森県は有望品種として選定しました。青森県内のホテルには、食味と果実色が鮮やかで艶が優れるとして、品種を指定するほどに高く評価しているところもあり、生産者の生産意欲も高まっています。しかし、連続出蕾性が低く生産量が低下する時期があるため、さらに多収で安定して生産できる栽培技術の確立が期待されています。

### 2. 青森県やませ地帯での「なつあかり」、「デコルージュ」の生産性

青森県では、「なつあかり」、「デコルージュ」の試験栽培は、2006年から実施しています。これまでの東北地域の試験研究機関の収量と比較すると、「なつあかり」は青森県が最も多収で、本県に適した品種であると考えられます。また、本県における収量の年次間差をみると、「なつあかり」は7～9月の気温が低い2009年に多収で、同時期の気温が高かった2010年には低収でしたが、「デコルージュ」は2006年を除いて気温が高かった（あるいは日照時間が長かった）年に多収となっています。

表1 青森野菜研における「なつあかり」、「デコルージュ」の越年苗・春定植土耕栽培の収量の年次間差

試験年次	野菜研気象観測値 (7～9月)		6月～10月の 可販収量 (g/株)		遮光条件 (但し、 外部被覆 による)
	平均気温	平均 日照時間	なつあかり	デコルージュ	
2006年	20.5℃	5.5h	434	296	55%遮光
2007年	20.5	5.6	557	409	55%遮光
2008年	20.3	5.0	580	540	55%遮光
2009年	19.7	4.1	726	398	45%遮光
2010年	23.2	5.5	381	617	30%遮光

注) 1 栽培条件：各試験年の前年9月中旬に採苗した苗を4月上旬に、P0被覆ハウス栽培（サイド・肩の2段換気）に定植して栽培

2 遮光期間：6月上旬～9月中旬まで

青森県は奥羽山脈の北端に位置し、県の東西で気候が大きく異なります。試験栽培を行った野菜研究所（青森県六戸町：北緯40°38'）は、県の東側に位置しており、年によって、夏期に冷たい偏東風である「やませ」が吹き、冷涼な気候を好むイチゴの夏秋どり栽培にとって「適地」とされています（山崎ら、2007年）。しかし、気象は年次によって異なり（図1）、夏期高温となる場合があります。そのため、夏秋どりイチゴの生産現場では、ハウス内の高温を回避するために屋根に遮光資材を被覆しています。

野菜研では、一季成り性品種の夏どり栽培試験においては55%遮光を標準としていましたが、四季成り性品種「なつあかり」及び「デコルージュ」では、露地栽培で得られた果実の食味がさらに優れ、果色も極めてよいことをたびたび観察していたことから、これら2品種に、遮光が本当に有効か否かを確認することとしました。

### 3. 青森県のやませ地帯における栽培上の問題点

#### ① 収量面での課題 (図2)

「なつあかり」の越年苗の春定植作型は、収量に波がありました。苗の越冬場所を露地からハウスに変えることで若干生産量の低下を抑えることができるようになりました。しかし、まだ十分ではありません。

一方、「デコルージュ」は「なつあかり」に比べると低収ですが、7月下旬に1つの大きなピークがあります。

#### ② 品質上の課題

「なつあかり」の果実の糖度は7月～8月の高温期も高めで推移しますが、果実硬度が低下し、日持ち性が問題となっています。一方、「デコルージュ」は、果実硬度は高めで推移しますが、7月～8月に糖度が低下し、食味は著しく低下します(図3、図4)。また、時期により果形が整わないことがあります。

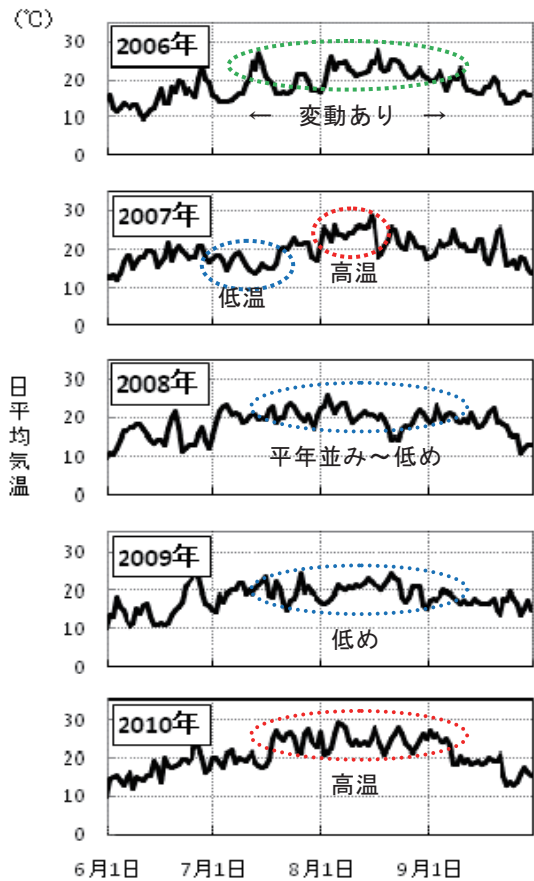


図1 青森県六戸町の気象変動

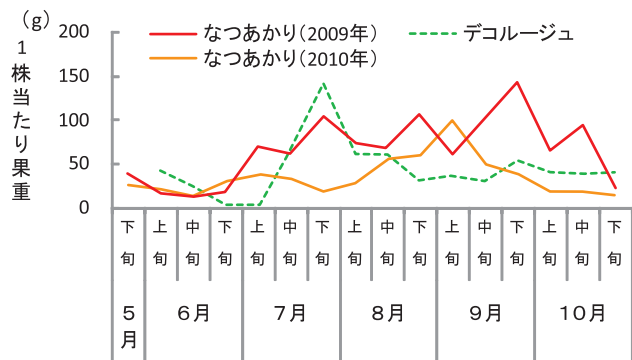


図2 果実収量の推移

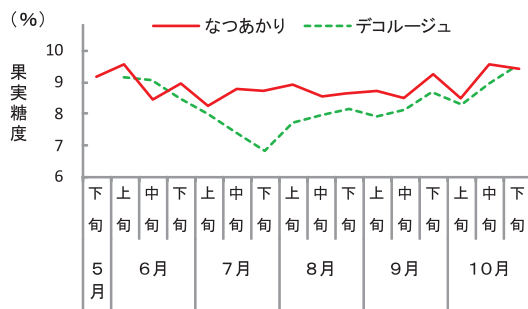


図3 果実糖度の推移

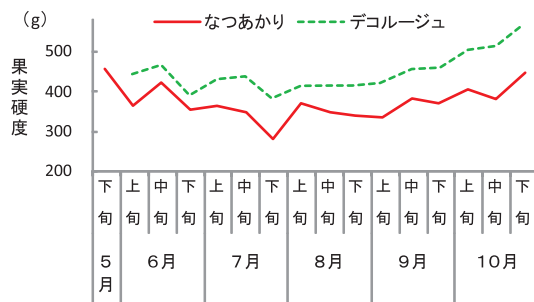


図4 果実硬度の推移

「なつあかり」の果実硬度、「デコルージュ」の果実糖度を高めるための対策としては、いずれもハウス内の昇温抑制が有効と考えられたため、現在、生産現場で広く実施されている遮光の有効性を調べることにしました。

#### 4. 青森県のやませ地帯のイチゴ栽培におけるハウス内の昇温抑制に遮光は有効か？

##### ① 遮光試験の設定

この地域のイチゴ栽培における遮光の影響を、遮光方法の違い（図5；現地慣行の外部被覆と内張り・日射量感应式遮光）で比較することとしました。

まず、2008年、日射量感应式遮光での制御基準を検討しました。遮光を始める日射量を決めるために3 J/cm<sup>2</sup>/minと4 J/cm<sup>2</sup>/minを比較し、「なつあかり」の収量が多く、果実糖度と硬度が高かった4 J/cm<sup>2</sup>/minを遮光開始日射量としました。この日射量は、青森県では、晴天で遮光され、薄曇りでは遮光が解除される光の強度に相当します。

2009年と2010年の2か年は、夏秋どおりイチゴで問題となっているアザミウマ類等の防除のために、ハウスサイドの開口部に防虫効果がある網を張った条件で行うこととしました。

2009年は、1mm目合いの防虫網と、遮光率25%から75%までの遮光資材を用いて、イチゴを栽培しました。

2010年は、遮光資材の遮光率は外部被覆遮光で30%遮光、内張り・日射量感应式遮光では30%遮光と45%遮光を、サイドの開口部に張る防虫網として目合いが異なる2種類（目合いの小さいものとして1mm目防虫網、目合いが大きいものとして、2×6mm

の目合いで施設内へのアザミウマ類等の侵入抑制効果が報告されている白色の資材（商品名：スリムホワイト）を用いました。なお、スリムホワイトは遮熱効果も有しています。

ハウス内の昇温抑制効果は、イチゴの株の最上部付近の気温と株間のベッド上面から下10cmの部分の温度（以下、地温とする）を調査、光の環境は、簡易光量子計（uizin社UIZ-PAR）を用いて、光合成に有効とされる波長300～約700nmの光量子量を測定し、日射量に換算しました。

表2 遮光試験の設定

試験年次	サイド開口部の防虫網 (目合いの大小)	遮光方法	
		外部被覆	内張り日射量感应式
2009年	1mm目 (小)	①無遮光	①無遮光
		②25%遮光	②25%遮光
		③55%遮光	③45%遮光
		④75%遮光	④55%遮光
2010年	1mm目 (小)	①無遮光	①無遮光
		②30%遮光	②30%遮光
	スリムホワイト30 (大)	①無遮光	①無遮光
		②30%遮光	②30%遮光

注) 1 遮光資材：2009年はクールホワイト（ダイオ化成）、2010年はスリムホワイト30及び同45（日本ワイドクロス）を使用。  
 2 開口部の防虫網と目合い（小）は1mm防虫網、目合い（大）はスリムホワイト30（2×6mmの3目に1目の割合で白色反射資材を織り込んだ資材）  
 3 パイプハウス被覆はPOダイヤスター（MKVプラテック）、マルチは白黒ダブルサマーマルチ（ミカド加工）使用。



## ② 遮光方法の違いとハウス内の光環境

図8に、2009年の6月21日(晴天日)と22日(曇天)の光量の変化を示します。光は、まず、パイプハウスの外張りに用いた被覆資材P0により約25%が遮光されます。これに遮光資材を使用すると、外部被覆では、晴天時も雨天時も区別なく遮光される一方、内張り・日射量感応式遮光では、日射が多い場合のみ遮光され、曇天や雨天の場合は遮光されません。

その結果、外部被覆ではハウス内の光量は天候により大きく変化し、曇りや雨天の場合に光量は著しく低下します。ハウス内の光量(最高光量子量で計算)は、25%遮光で54~61%、55%遮光で41~43%となり、1日の積算日射量は、25%遮光では野外の53~57%、55%遮光では40~43%となりました。一方、内張り・日射量感応式遮光では、晴天日の日中は遮光資材の遮光率に応じて光量が減少し、日射がない日は内張りカーテンによる遮光がないため、ハウス内の光量(最高光量子量で計算)は、25%遮光で野外の75~77%、55%遮光で76%、日積算日射量では、25%遮光で67~75%、55%遮光で63~75%となりました(表3)。

2009年のイチゴの栽培期間の1日ごとのハウス内の日射量変化をみる(図9)と、6月中旬に屋外の日射が強くなって遮光を開始しましたが、7月中旬から8月中旬までの期間、日射量が低い日がたびたび現れて、遮光区、特に外部遮光区の光量が低くなりました。それに比較して内張り・日射量感応式遮光では、日照が少ない日は遮光されませんので、ハウス内の光量変化は小さくなりました。

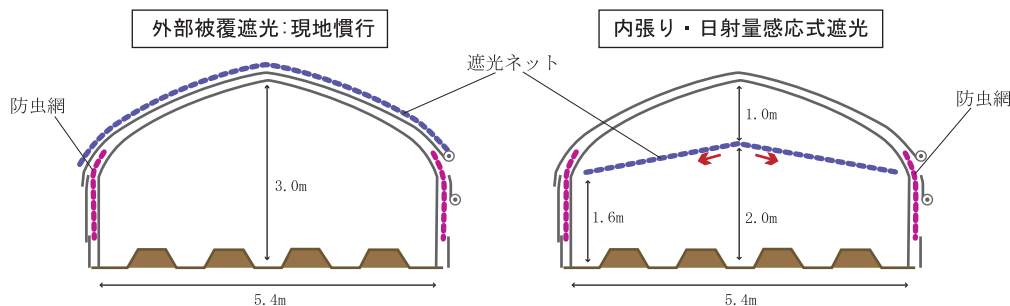


図5 遮光試験区の模式図

- (注) 1 模式図のハウス左側: サイド、肩部の密閉時、同右側: 同開放時の状態  
2 内張り・日射量感応式遮光: 野外の日射量に感応して自動開閉(日射量  $4\text{ J/cm}^2/\text{min}$  で遮光、 $3.5\text{ J/cm}^2/\text{min}$  で遮光解除、稼働制限時間: 7分間。)

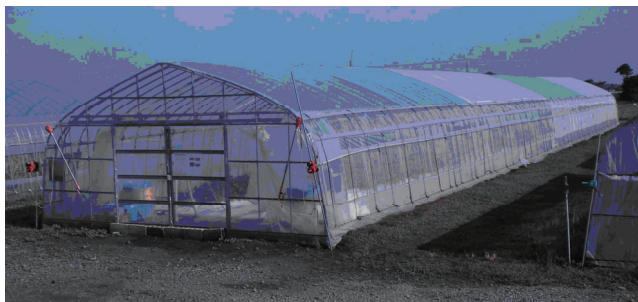


図6 遮光資材の外部被覆試験ハウス全景



図7 内張り・日射量感応式遮光ハウスの内部の様子

- (注) 1 手前が無遮光で、奥に行くにしたがい、遮光率が高い資材を展張。  
2 2009年は試験区の仕切りをつけず、2010年は仕切りを設けた。

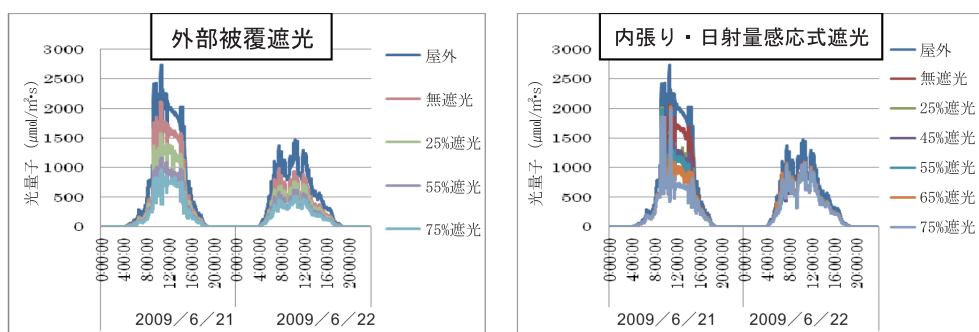


図8 遮光方法、天候の違いと光量の日変化（2009年）

- (注) 1 光量子量 ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) uizin 社簡易光量子計 UIZ-PAR (波長 300~約 700nm) で測定  
 2 外部被覆遮光区 随時遮光  
 3 内張り日射量感应式遮光区 6月21日は晴天、内張りで  $4\text{J}/\text{cm}^2/\text{min}$  で遮光、 $3.5\text{J}/\text{cm}^2/\text{min}$  で遮光解除、6月22日は曇天、いずれの区も遮光なし

表3 遮光方法の違いと透光率

遮光方法		資材の遮光率	内張り・日射量感应式遮光							外部被覆			
			無遮光	25%遮光	45%遮光	55%遮光	65%遮光	75%遮光	無遮光	25%遮光	55%遮光	75%遮光	
最大 光量子束値	晴天日	屋外対比	82%	75%	77%	76%	75%	72%	78%	61%	43%	37%	
		無遮光対比	100%	92%	94%	93%	92%	88%	100%	78%	56%	48%	
	曇天・雨天日	屋外対比	75%	77%	77%	76%	76%	74%	67%	54%	41%	36%	
		無遮光対比	100%	103%	103%	101%	102%	99%	100%	80%	60%	53%	
日積算 日射量	晴天日	屋外対比	77%	67%	67%	63%	59%	53%	72%	57%	43%	37%	
		無遮光対比	100%	87%	87%	82%	77%	69%	100%	80%	60%	52%	
	曇天・雨天日	屋外対比	73%	75%	74%	74%	75%	73%	65%	53%	40%	35%	
		無遮光対比	100%	103%	102%	101%	103%	100%	100%	82%	61%	54%	

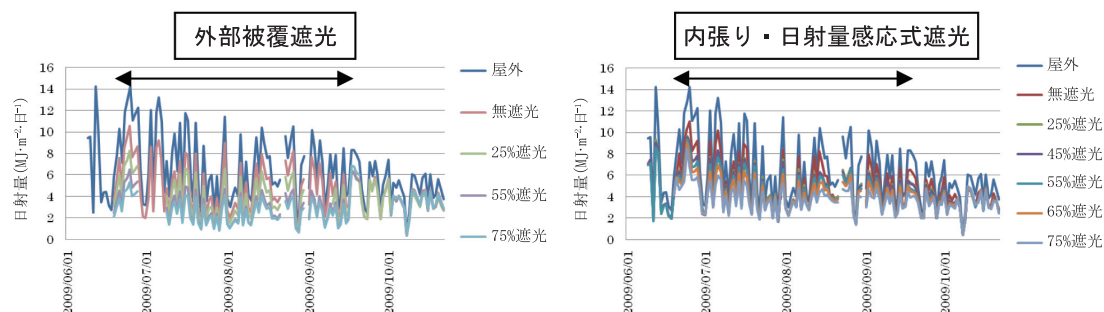


図9 遮光方法と日射量の変動（2009年）

注) 矢印は遮光期間

### ③ 遮光方法の違いとハウス内の気温・地温

気温の昇温抑制効果を遮光方法の違いで比較すると、平均気温及び最高気温は外部被覆が内張りカーテンより低くなりますが、最低気温は遮光区が遮光しない区より高くなりました。これは、外部被覆では、日中は日射がハウス内に入る前に遮られるために最高気温が低くなり、夜間は放射冷却が抑制されるため最低気温が低下しないためです。

一方、地温の昇温抑制効果は、最高、最低、平均とも、内張りカーテンが外部被覆より低くなります。これは、地面近くの内張りカーテンで遮光する方が外部被覆のように高いところから遮光するより、昇温抑制効果が高いためと考えられます。さらに、日射量が低下する夕方から夜にかけては遮光カーテンが開いているため、ハウス内の熱放射量が外部被覆より

多くなります。

その結果、栽培期間中の高温遭遇時間をみると、外部遮光では気温の高温遭遇時間が短くなり、内張り日射量感応式遮光では地温の高温遭遇時間が短くなりました（図10）。

#### ④ サイド開口部に目合いの大きな光反射資材を張った場合のハウス内の環境（2010年）

スリムホワイトは、2mm×6mmの網に、白色の光反射資材を織りこんで遮光率を調整した資材で、アザミウマ類やアブラムシ類の施設内への侵入抑制効果が報告されています（宮田・増田、2009年）。

ハウスの日中の温度上昇は換気量によって影響を受け、換気量は開口部の防虫網などの被覆資材に左右されます。防虫網は目が細かいほど防虫効果は高くなりますが、目合いが小さい1mm防虫網の使用は、ハウス内の換気量を低減させ、気温や地温を高めます。開口部のスリムホワイトは、1mm目合いの防虫網に比べて、光量と地温を若干高めますが、気温は若干低下させる傾向がありました（表4）。

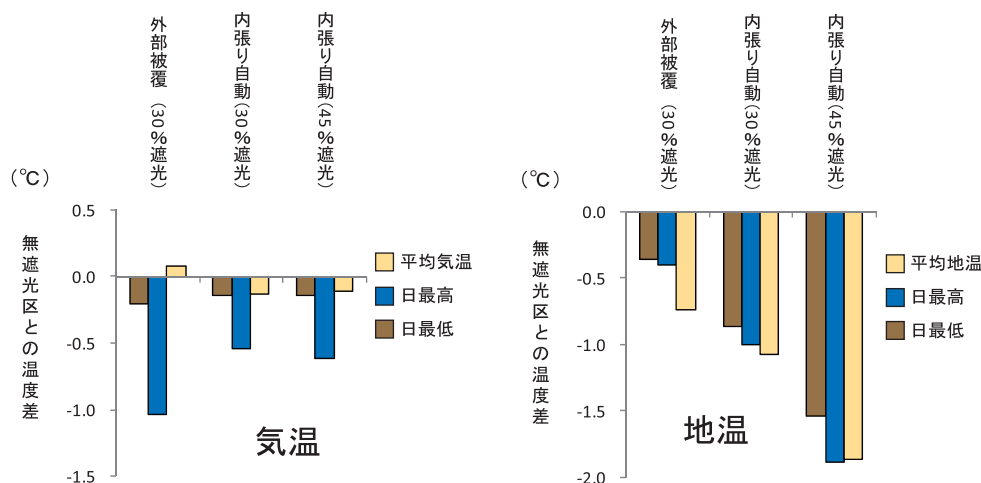


図10 ハウス内の気温・地温昇温抑制効果（2010年、遮光期間の日平均）

表4 遮光方法の違いとハウス内の気温、地温及び光量（2010年）

遮光方法	処理の内容		平均気温 (°C)	平均地温 (°C)	高温遭遇時間 (h)					光量子量 (mol/m <sup>2</sup> /day)	
	資材の遮光率	ネットの防虫網 (目合いの大小)			気温			地温		日平均	屋外比
					25°C ≤	30°C ≤	35°C ≤	25°C ≤	30°C ≤		
外部被覆	無遮光(対象)	1mm目 (小)	23.6	24.1	834	228	17	763	0	26.2	82
	30%遮光		23.4	23.8	796	182	9	690	2	20.0	62
	無遮光	スリムホワイト (大)	23.5	—	823	211	16	—	—	25.6	80
	30%遮光		23.4	23.7	814	184	11	625	0	19.6	61
内張り日射量感応式	無遮光(対象)	1mm目 (小)	23.6	24.2	837	222	25	848	6	24.6	77
	30%遮光		23.5	23.3	712	212	22	447	0	20.8	65
	45%遮光		23.5	22.7	808	213	23	249	0	20.6	64
	無遮光	スリムホワイト (大)	23.6	24.5	823	225	31	1012	11	25.0	78
	30%遮光		23.3	24.0	787	208	21	842	0	20.7	64
屋外			22.2	—	609	118	5	—	—	32.1	100

注) 1 地温は、株間のベット面から10cm下で測定。

2 遮光期間：2010年6月12日～9月15日まで、

3 内張り日射量感応式遮光の場合は、4J/cm<sup>2</sup>/minで遮光、3.5J/cm<sup>2</sup>/minで遮光解除（稼働制限時間：7分）

4 —：未調査

5 試験場所（緯度）：青森県六戸町。青森野菜研P0ハウス2段換気（北緯40°38'）

## 5. 遮光と収量、品質「なつあかり」

「なつあかり」の収量は、2009年が多収なのに対し、2010年は低収で、夏期高温年には収量が著しく低下しましたが、処理の違いでは、2009年と2010年のサイド防虫網の目合いが大きい区で、遮光による減収が認められました（表5）。2009年の収量と各処理区の光量子量との間には高い正の相関が認められ、光の量が多いほど、収量は多く、果数も収量と同様に光量と相関があったため、果数の増加が増収の要因と考えられました。また、同じ遮光率でも内張り・日射量感应式遮光では外部被覆遮光と比較すると減収率が低くなりましたが、これは、前者が1日に受ける光量が多いためと考えられました。

また、2009年は、外部被覆遮光において、7月下旬～8月の高温期に、資材の遮光率が高くなるほど糖度が低下し、硬度は高まりました（図12）が、内張り・日射量感应式遮光では、遮光率の違いによる差は明らかではありませんでした。2010年の無遮光と30%遮光処理との差は明らかではありませんでした（データ省略）。

表5 遮光と「なつあかり」の可販収量

試験年次	遮光方法	遮光資材の遮光率	サイドの防虫網（目合いの大小）	時期別収量（g/株）				遮光開始～9月収量（g/株）	対照比
				6月	7月	8月	9月		
2009年	外部被覆	無遮光（対照）	1mm目（小）	27	189	249	224	690	100
		25%遮光		28	209	226	210	673	98
		55%遮光		43	163	189	197	591	86
		75%遮光		39	147	165	196	547	79
	内張り・日射量感应式	無遮光（対照）	1mm目（小）	32	236	233	300	801	100
		25%遮光		37	230	238	275	780	100
		45%遮光		48	218	263	188	717	89
		55%遮光		28	244	266	230	768	96
		65%遮光		31	246	227	193	698	82
		75～80%遮光		39	231	245	167	683	83
2010年	外部被覆	無遮光（対照）	1mm目（小）	29	88	98	125	341	100
		30%遮光		18	108	92	153	371	109
		無遮光		28	109	165	159	461	135
		30%遮光		32	109	152	123	415	122
	内張り・日射量感应式	無遮光（対照）	1mm目（小）	56	86	121	163	425	100
		30%遮光		76	73	127	164	440	107
		45%遮光		57	97	140	153	447	107
		無遮光		20	127	166	168	481	122
		30%遮光		38	103	145	145	431	104

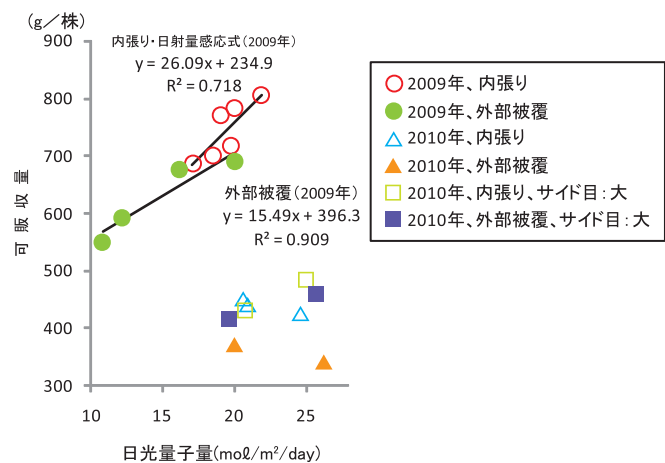


図11 遮光期間中の光量と「なつあかり」の収量との関係

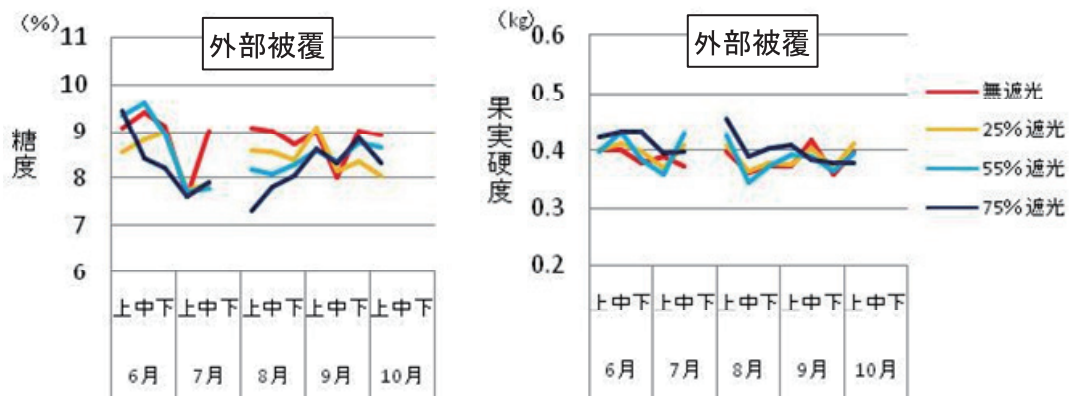


図12 遮光方法・遮光資材の遮光率と「なつあかり」の果実糖度、糖度との関係

注) 糖度はデジタル屈折糖度計（アタゴ社 PR-101）、硬度は果実硬度計（藤原製作所 KM-5）で測定



遮光・防虫網の試験結果をまとめると、「なつあかり」では、遮光は必ずしも有効でないが、サイド・肩部にスリムホワイトを張ることで、収量が22～35%増加しました。ここで22%の増収を販売価格に換算すると967千円/10a(1,438円/kg;2009年度全国農業協同組合連合会青森県本部資料)に相当しスリムホワイトの資材費は165千円/10a(215円/m<sup>2</sup>×768m<sup>2</sup>)を差し引いても、十分な使用効果が認められることとなります。

### ① 「デコルージュ」

「デコルージュ」の収量は、夏期高温年の2010年が2009年より多収で、2010年の高温年でも、サイドの防虫網は目合いが小さい1mm目を使用した区で多収となり(表6)、「なつあかり」と同様に、2か年とも、遮光による減収が認められました。

2009年及び2010年の収量と各処理区の光量子量との間には高い正の相関が認められ、光の量が多いほど、収量が増えています。果数も同様の関係にあり、果数の増加が増収の要因と考えられました。なお、処理による果重への影響に大きな差は認められませんでした。

また、2009年は、外部被覆遮光の7月下旬～9月中旬まで、資材の遮光率が高くなるほど糖度が低下し、硬度は高まりましたが、硬度は、7月上旬に、遮光率が高い区で一旦低下しましたが、8月中旬

～9月中旬まで(図12)は、遮光率が高くなるほど硬度は高くなりました。一方、内張り・日射量感応式遮光の遮光率の違いによる影響は明らかではありませんでした(データ省略)。2010年は、無遮光と30%遮光処理との差は明らかではありませんでした。

表6 遮光と「デコルージュ」の可販収量

試験年次	遮光方法	遮光資材の遮光率	サイドの防虫網(目合いの大小)	時期別収量(g/株)				遮光開始～9月収量(g/株)	対照比
				6月	7月	8月	9月		
2009年	外部被覆	無遮光(対照)	1mm目(小)	18	156	81	80	335	100
		25%遮光		26	89	104	60	278	83
		55%遮光		21	101	81	74	278	83
		75%遮光		32	133	61	64	291	87
	内張り・日射量感応式	無遮光(対照)	1mm目(小)	19	248	55	160	481	100
		25%遮光		32	224	76	108	440	90
		45%遮光		32	215	62	97	407	88
		55%遮光		18	228	64	98	409	86
		65%遮光		19	209	62	114	404	83
		75～80%遮光		17	193	54	101	364	80
2010年	外部被覆	無遮光(対照)	1mm目(小)	24	220	150	110	504	100
		30%遮光		16	227	185	114	541	107
		無遮光	2mm目(大)	34	203	212	105	555	110
		30%遮光		38	168	183	94	484	96
	内張り・日射量感応式	無遮光(対照)	1mm目(小)	46	214	183	99	542	100
		30%遮光		55	180	193	102	530	97
		45%遮光		72	169	197	94	532	99
		無遮光		52	177	194	99	522	97
		30%遮光	2mm目(大)	43	184	214	87	528	99

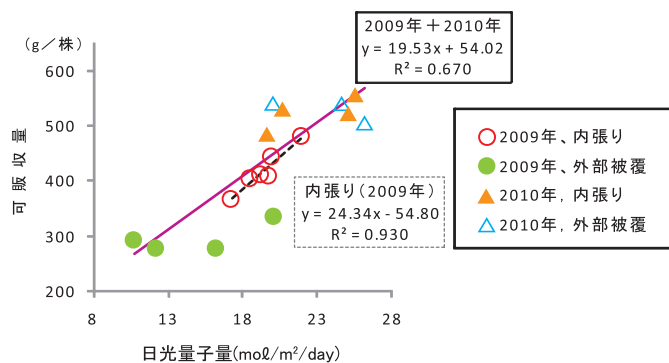


図13 遮光期間中の光量と「デコルージュ」の収量



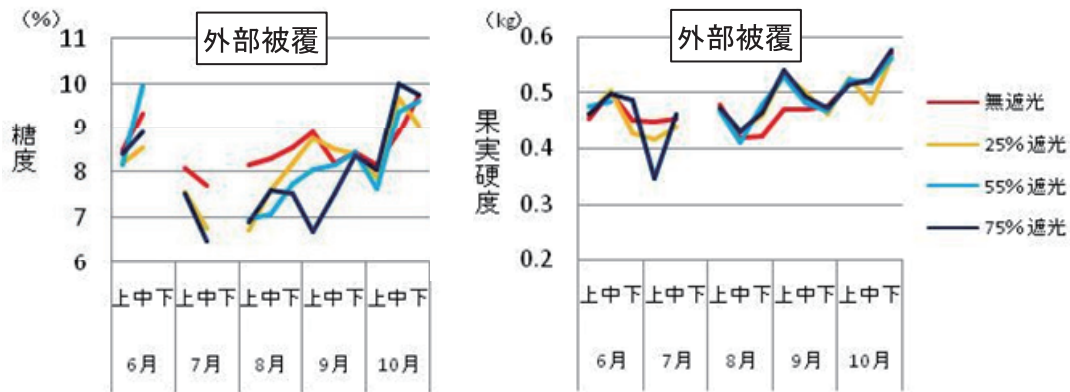


図14 遮光方法及び遮光資材の遮光率と「デコルージュ」の果実糖度

注) 糖度はデジタル屈折糖度計 (アタゴ社 PR-101)、硬度は果実硬度計 (藤原製作所社 KM-5) で測定

## 6. まとめ

今回、2か年、「なつあかり」及び「デコルージュ」の夏秋どり栽培において、外部被覆及び内張りカーテンを利用した日射量感应式遮光を行いました。その結果、青森県やませ地帯では、両品種とも、農家慣行の外部被覆遮光、内張り日射量感应式遮光のいずれにおいても、遮光処理による減収が認められました。遮光方法で比較すると、外部被覆では、減収率が高く、果実の糖度低下も認められるのに対し、同じ遮光率での内張り日射量感应式遮光では、減収率が低く、糖度低下は認められませんでした。

「なつあかり」では、2009年と2010年の栽培試験結果から、気温や地温が低い2009年の方が多収で、糖度や硬度が高い良質な果実が生産できますが、高温年となった2010年でさえ、遮光することがそのまま増収に結びつかないことは、遮光だけに頼らず、開口部に張る防虫網等を換気量が大きいものに変えたり、水の気化熱を利用した冷房や地下水を利用した局部冷却等の導入を考えることが重要であることを示唆していると思われます。

ただし、この2品種において、どれくらいの高温が、収量や糖度、果実硬度を低下させるか等、まだ、明らかではありません。農家が、効率よく昇温抑制を行うために、品種毎の温度と光合成や呼吸等の反応特性を明らかにすることが急務であると思われました。

(青森県産業技術センター野菜研究所 庭田 英子・伊藤 篤史)

## 第9章 気化冷却高設ベンチを利用した夏秋どり高品質多収高設栽培技術

### 1. 技術のねらい

夏秋どりイチゴの栽培では、高温期の生育や収量の低下が問題となっているため、培地温度等を低下させる「二槽ハンモック気化冷却ベンチ」を開発し、2007年度には送風システムを付加し、効果を高める技術を開発しました。今回、この既存技術を基本に、ベンチサイドの導風シートの設置方法等に改良を加えた送風システムの効果について検討し、培地の昇温防止および四季成り性イチゴ「なつあかり」「デコルージュ」「サマーティアラ」の収量が向上する技術を開発しました。

また、四季成り性品種「なつあかり」「デコルージュ」等は、苗の自家生産により、生産者の作業体系に合わせた定植時期の設定が可能です。このため、「二槽ハンモック式気化冷却高設ベンチ」を用いて、秋採苗後、定植時期の労力分散が可能な冬定植体系と春採苗による当年苗体系および従来の春定植体系の収量について検討し、新たな栽培体系を開発しました。

なお、この「二槽ハンモック気化冷却ベンチ」を利用するにあたっては、特許権実施許諾契約の締結が必要となります。特許に関する問い合わせ先は、山形県農業総合研究センター研究企画部（TEL 023-647-3500）です。

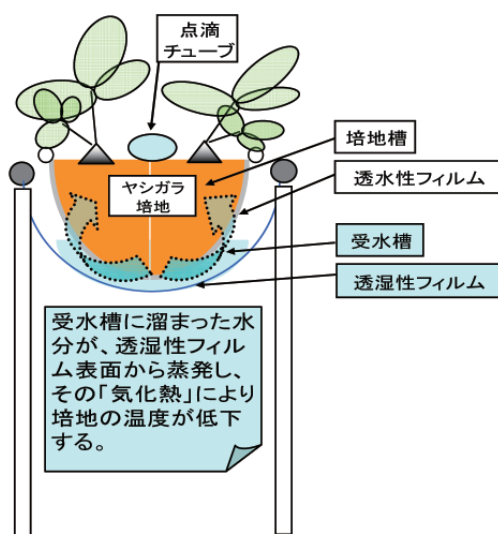


図1 「二槽ハンモック気化冷却ベンチ」の仕組み



図2 同左ベンチによる栽培風景

### 2. 気化冷却高設ベンチの送風システム改良による四季成り性イチゴの収量向上技術

二槽ハンモック気化冷却ベンチに付加する送風システムについて、設置方法を簡便化した改良タイプを用い、培地温度への影響や収量増加の効果を検討しました。

改良した送風システム（以下、改良送風システムとする）は、2007年度に開発した送風システムを基本とし、送風機や送風ダクトチューブ等を使用する資機材は同じですが、送風ダクトチューブを地表面に設置する方式にしたことで施工が容易になりました。また、導風シート（幅 40 cm）も送風ダクトチューブの上面から受水槽の下面までの高さに設置する方式のため簡単に設置できます（図3）。

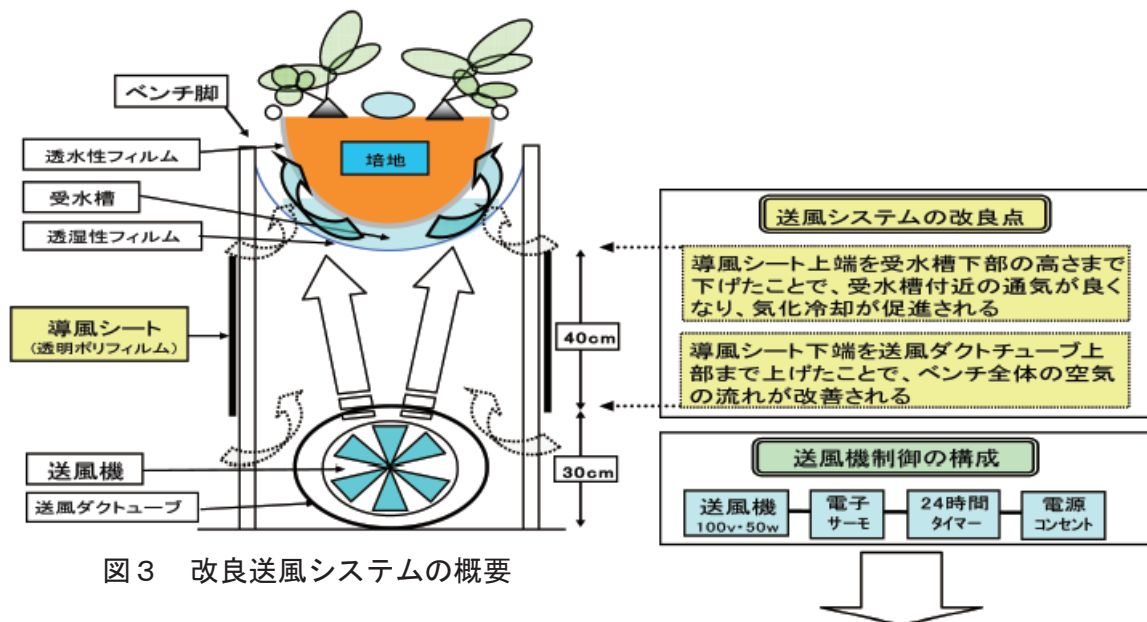


図3 改良送風システムの概要



図4 改良送風システムの設置状況

- ①送風機と送風ダクトチューブ：100 V・50 W、風量は50 m<sup>3</sup>/50 m / 分の機種を使用した。これに接続する送風ダクトチューブは直径30cmで、送風孔は10～20 cm<sup>2</sup>/mとなるよう加工した。
- ②送風機の稼働時間と温度：稼働時間は24時間タイマーにより7～19時とし、電子サーモにより草高付近の温度が25℃以上で稼働するよう設定した。

### ① 培地温度の昇温防止効果

当試験を実施した2010年の夏は、ハウス内温度が35℃を超える「猛暑」に連日のように見舞われました（図5）。

このような中で、受水槽の下に改良送風システムを設置して培地温を調査した結果、改良送風システムを付加した区（以下、「送風あり区」）が送風しない場合よりも、日中最大で約1.5℃低下することができました（図6）。

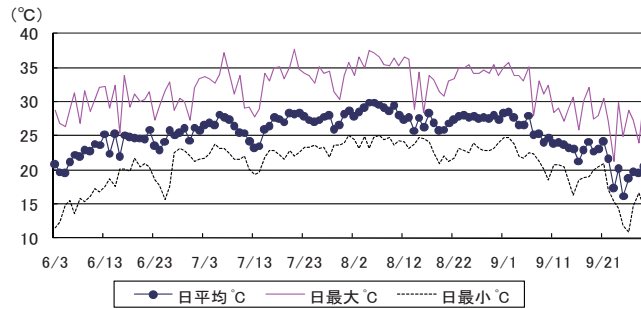


図5 ハウス内温度の推移 (2010年度)

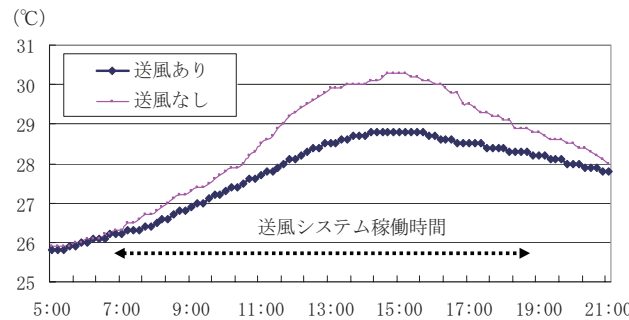


図6 改良送風システムが日中の培地温に及ぼす影響 (2010年8月5日)

## ② 花房数及び収量の増加効果

当試験では、当年苗（前年秋に採苗した苗を12月に定植。この株から当年春に伸びたランナーを5月上旬に鉢受けして養成した苗を6月上旬に定植）を利用して生育量や収量を調査しました。まず、生育量では、「送風あり区」が、草高が高く、葉が大きくなる傾向が見られました（表1）。

表1 改良送風システムが生育に及ぼす影響

		6月8日 (定植時)						7月21日						8月23日								
		草高		最大葉 <sup>z</sup> (cm)				草高		最大葉 <sup>z</sup> (cm)				草高		最大葉 <sup>z</sup> (cm)						
				芽数	葉柄		小葉			芽数	葉柄		小葉			芽数	葉柄		小葉			
					長	縦	横				長	縦	横				長	縦	横			
なつあかり	送風あり	16.3	1.0	10.9	7.5	6.0	22.4	1.4	14.4	8.9	7.2	26.0	1.8	16.3	8.7	6.4						
	送風なし	15.6	1.0	10.9	7.1	6.3	18.4	1.0	9.4	8.0	5.9	25.4	1.6	14.6	8.8	6.3						
デコルージュ	送風あり	18.8	1.0	12.3	7.4	5.5	19.0	1.0	10.6	8.2	6.1	27.8	1.6	18.1	8.5	6.9						
	送風なし	19.2	1.0	12.9	7.0	5.8	20.8	1.0	11.1	8.1	6.0	23.2	1.4	13.6	7.8	5.9						
サマーティアラ	送風あり	22.4	1.0	15.9	8.7	6.6	20.2	1.0	11.1	11.5	7.9	30.4	1.8	18.2	12.5	8.2						
	送風なし	22.0	1.0	15.2	8.0	6.1	20.8	1.2	10.7	10.1	7.6	29.2	1.8	17.2	10.2	7.0						

<sup>z</sup>上位展開葉3枚最大

さらに、収量に大きく関わりのある出蕾花房数をみると、「なつあかり」「デコルージュ」「サマーティアラ」とも、「送風あり区」では9月以降に出蕾する花房数が増加しました（図5）。

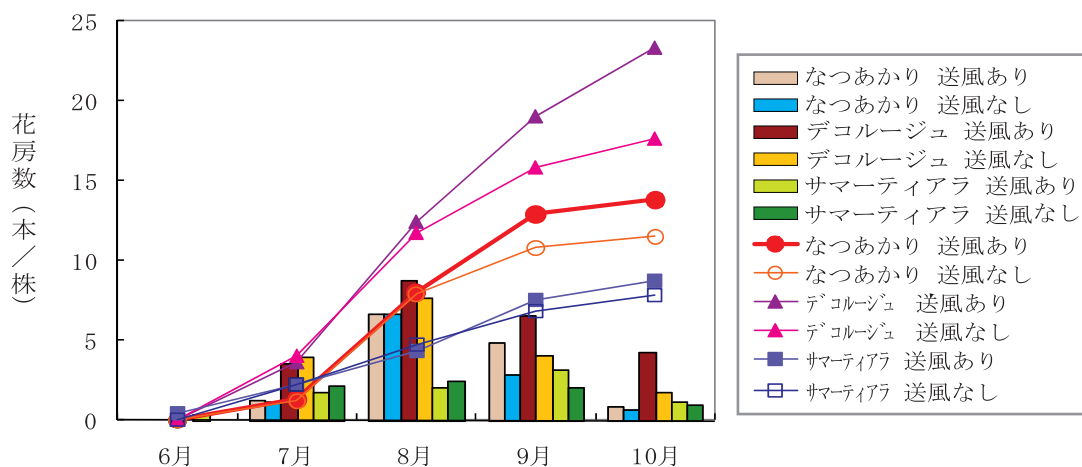


図5 改良送風システムが出蕾花房数に及ぼす影響（2010年度）

収量をみると、「送風あり区」では、高温期でも生育量が増大し、出蕾可販果数が増加した結果、秀品や優品の果数が増え、可販果収量が増加しました。また、1果重も重くなって大玉化し、商品性が高まる傾向がありました（表2）。

表2 送風の有無が収量に及ぼす影響

		秀品 <sup>z</sup>			優品 <sup>y</sup>		可販果 <sup>x</sup>
		個数/株	重量/株 (g)	1果重 (g)	個数/株	重量/株 (g)	収量/株 (g)
なつあかり	送風あり	35.5	276.1	7.8	3.3	30.3	306
	送風なし	22.7	170.9	7.5	2.8	23.9	195
デコルージュ	送風あり	24.4	224.8	9.2	2.7	29.5	254
	送風なし	16.1	142.5	8.9	1.6	17.3	160
サマーティアラ	送風あり	35.2	338.7	9.6	3.2	38.7	377
	送風なし	29.9	272.7	9.1	2.2	22.8	295

<sup>z</sup> 業務用出荷基準で区分（概観が良好で形状が円錐形で果重7g以上） <sup>y</sup> 業務用出荷基準で区分優品（外観や形状が劣り、果重7g以上（軟質果、先づまり果は外品） <sup>x</sup> 可販果（秀品、優品）の合計

以上のことから、二槽ハンモック気化冷却ベンチに改良送風システムを付加すると、培地温が低下し、四季成り性イチゴ「なつあかり」「デコルージュ」「サマーティアラ」の花房数が増え、可販果収量が増加することがわかりました。

なお、留意点として、改良送風システムを付加すると、気化作用の促進および花房数増加等による生育量増大のため、給液量はシステムを付加しない場合と比べ、10～30%増加します。このため、培地水分が不足しないよう、受水槽の水位や生育状態を考慮した給液管理を実施する必要があります。



### 3. 四季成り性イチゴ「なつあかり」「デコルージュ」の栽培体系

東北農業研究センターが開発した四季成り性イチゴ「なつあかり」「デコルージュ」は、親株購入後、自家増殖が可能な品種です。このため、定植時期や栽培期間は各生産者の作業体系や栽培環境に合わせて設定できます。

これまで四季成り性品種による夏秋どり栽培で、民間の種苗会社が育成した品種を利用する場合は春に定植作業を実施していました。当試験では、自家増殖が可能な品種の利点を活かし、春～秋季にかけて発生したランナーを秋に挿してセル苗を養成後、このセル苗を栽培ベンチに直接定植する「冬定植体系」を開発しました。ポットへの鉢上げを行わないため作業労力と資材コストを削減できる栽培体系です。さらに、「冬定植体系」から春に伸長するランナーを鉢受けして苗を養成し、初夏に定植する「当年苗体系」と当年苗を採苗した株からの果実を夏秋どりする「冬定植採苗体系」についても調査しました（図6）。

これらの栽培体系における管理のポイントや収量性について紹介します。

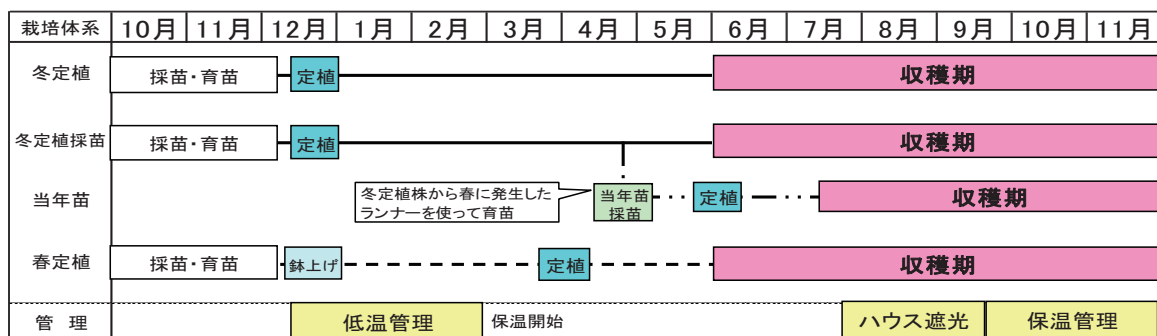


図6 気化冷却高設ベンチを利用した夏秋どり栽培体系

#### ① 冬定植体系

冬定植体系は、秋に採苗・養成したセル苗を、高設ベンチに直接定植し、越冬期間中に低温遭遇させた後に3月上旬から保温を開始し、生育・開花を促進します。収穫開始時期を6月上～中旬に設定する場合は、花房摘除作業を5月上旬まで実施し、5月中旬以降に開花した花房を収穫にします。

栽培管理のポイントは以下のとおりです。

##### i 採苗・育苗

ウイルス病等に感染していない健全な親株から、春～秋にかけて発生したランナーを採取し、無菌培土を詰めたセルトレイに挿します。当研究室では25穴タバコ連結ポット（容器サイズ：縦30cm×横30cm）を使用し、培土にはあらかじめ除塩しておいたヤシガラを用います。挿し苗は葉数を2～3枚程度に調整し、挿し苗作業まで乾かないように水に漬けておきます。

挿し苗の方法は図7のように行います。発根部が隠れる深さまで培土に挿しこみ、ランナークリップを使って、しっかりと固定します。発根までミスト装置等を利用すると順調に発根します（図8）。ミスト装置がない場合は、噴霧機による葉水かん水や遮光を行いながら萎

れないよう管理します。また、炭そ病が心配な場合は底面吸水を行います。発根状態や生育状況をみながら10日ほどたったら徐々に一般の育苗管理に移行します(図9)。

なお、秋季は気温低下とともに培土の温度も低下し、発根の速度や生育が次第に緩慢になることから、挿し苗の作業時期は、冬植え体系で12月に定植する場合は10月中旬までに作業を完了する必要があります。

また、病害虫を本圃に持ち込まないように防除を徹底します。



図7 挿し苗の状況



図8 ミスト装置



図9 一般管理

## ii 定植

定植は12月から開始します。セル成形苗であるため、老化する前に定植する必要があります。

定植時の株間は25cm程度、2条千鳥植えを基本とし、10a当たりの栽植本数は6,000本程度としますが、品種や定植時期で増減します(図10)。気化冷却高設ベンチの場合、栽培槽に透水性フィルムを使用しており通気性が良いため、培地が乾燥しやすいことから定植前に受水槽にたっぷり水を貯め、ヤシガラ培地に水を十分に吸水させてから作業します。さら



図10 冬定植の状況

さらに、あらかじめヤシガラ培地への基肥として、EC値0.5ds/m程度の液肥をジョーロで栽培槽から滴り落ちるくらいにたっぷりかん注しておきます。

## iii 定植後の管理

冬定植体系の場合、苗が活着後、低温のため休眠に入りますが、この期間中もヤシガラ培地の水分状態をチェックし、湿潤状態を保つように時々受水槽に水を入れて、ヤシガラ培地が吸水した後に落水します。また、春先にランナーを発生させる場合の低温遭遇時間は品種に依りますが、5℃以下で1,000～2,000時間必要となりますので、特に冬季間温暖な地域ではハウスを換気して温度調整を行います。

保温は3月上旬頃から開始し、日中の温度は15～25℃を目標に管理して株の生育を促進します。気化冷却高設ベンチではベンチサイドにフィルムを設置して受水槽からの気化を抑えて、培地温を高めます(図11)。さらに、ハウスサイドにも内張りカーテンを設置し、乾燥した冷たい外気がハウス内に急激に流れ込むのを防ぎます。

その他、うどんこ病等の病害虫防除を定期的実施し、発生を未然に防ぎます。

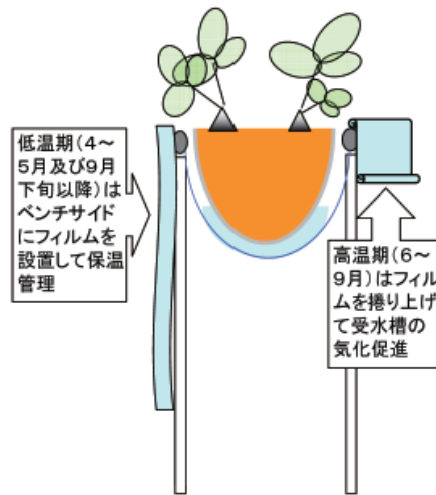


図11 気化冷却ベンチのサイドフィルム

#### iv 給液管理

給液管理は株の生育状態や着果量、気温等の影響による水分要求量の増減によって調整する必要があります。気化冷却高設ベンチによる「なつあかり」の冬定植体系では、時期別の給液のEC値 (ds/m) として、3～4月：0.5、5～9月上旬：0.8、9月中旬以降：0.4前後で管理した場合に収量が高い傾向がみられました。この際の、受水槽のEC値は給液量や気化、蒸発等の影響で変化します (図12)。受水槽のEC値は、特に高温期に高まる傾向がありますので、1.0ds/mを超える場合は受水槽の養液 (余剰水) を排液し、水道水で給液します。さらに、培地内EC値も定期的にモニタリングし、給液濃度が生育状態等に合致し、適正になるよう管理します (図13)。

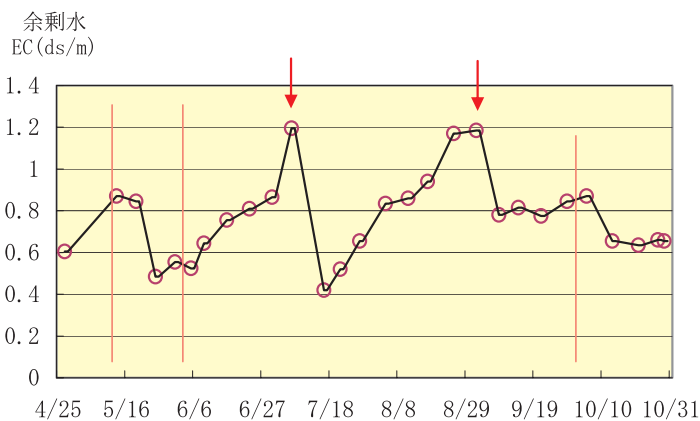


図12 冬定植体系における余剰水EC値の推移  
(図中の↓印は余剰水排水と水道水給液を示す。縦線は給液濃度の切り替えを示す。)



図13 培地内養液を採取してEC値をモニタリング

給液量はハウス内温度や株の生育状態に依りますが、通常は受水槽に溜まった余剰水で栽培槽が4～6 cm程度漬かる水位を維持します。但し、他の高設栽培と同様に、低温期や雨天時は給液量を少なくし、高温期や着果量が多い場合は更に給液量を増やすなどの調整を行います。

#### v 摘房

保温管理後、葉数が増加し、花房の出蕾が始まります。この花房に着果させるかどうかは、株の生育状態や花房の質、出荷開始時期等により判断します。草勢が良好でも、花柄径が2 mm未満の細い花房は果実が小さい可能性が高いので摘除します。

摘花房の終了時期は、出荷開始時期から逆算する必要がありますので、出荷団体や市場、実需者と協議して決定します。通常、夏秋どりイチゴの出荷は6月から始まりますが、花房を5月上旬まで摘除すると、収穫開始時期は6月中旬頃からとなります。

### ② 冬定植採苗体系

冬定植採苗体系は、冬定植体系と同様に管理した株から、春に当年苗を採苗する栽培体系です。この栽培体系では春先に当年苗を採苗するため、株が消耗し、株や葉がやや小さくなる傾向がみられますので草勢管理には注意が必要です。

- i 採苗・育苗
- ii 定植
- iii 定植後の管理
- iv 給液管理
- v 摘房

} 冬定植体系に準じて管理します。

#### vi 当年苗の採苗

冬季、十分に低温遭遇した株から、保温開始後、次第に1次ランナーが発生してきます(図14)。この1次ランナーを鉢受けして当年苗を養成します(図15)。

この体系で採苗できる当年苗数は、保温開始時期や品種によって異なります。「なつあかり」の場合、初夏定植が可能な当年苗数は株当たり2苗程度です(表3)。鉢受け後、次第に発根が進み、約1ヶ月で根鉢が形成され、定植可能な当年苗となります。鉢受け期間中に水分が不足すると発根が遅れるので、注意してかん水します。



図14 鉢受け時期の1次ランナーの発生状況





図15 1次ランナー鉢受けの状況

表3 「なつあかり」冬定植採苗での成苗数

年 度	1次ランナー 発生本数 <sup>z</sup> (本/株)	成苗数 <sup>y</sup> (苗/株)
2009	4.0	2.1
2010	4.3	2.2

<sup>z</sup>6月上旬までに発生した本数

<sup>y</sup>6月上旬までに本葉が2枚以上展開し、根量等で定植可能と判断された苗数

### ③ 当年苗体系

当年苗体系は、冬定植採苗体系で養成した当年苗を5月～6月上旬の初夏に定植する栽培体系になります(図16)。この栽培体系は、通常の秋採苗で十分な数の苗が確保できなかった場合や大規模栽培において定植時期をずらす場合等に利用できると考えられます。この栽培体系では、収穫開始時期が7月頃になり、この時期に質の良い花房が出蕾しますので、7～8月の高温時期に冬定植や春定植で見られる草勢低下、果実の小玉化等を回避することができます(図17)。



図16 定植時の当年苗



図17 当年苗体系の8月の着果状況

#### i 定植

栽植本数は冬定植体系に準じて株間25cm、2条千鳥植えを基本に行います。定植作業前の定植ベンチへの水分補給及び液肥による施肥は冬定植体系に準じて行います。1次ランナーは鉢受けすると約1ヶ月で定植可能となりますが、根鉢の形成具合をみて、崩れない状況になったら定植します。

#### ii 定植後の管理

定植時期が5月下旬～6月上旬となり、気温が高くなる場合があるので、定植後の萎れ防止のため必要に応じて遮光や葉水散布を行います。



### iii 給液管理

定植時期に気温が高いため、特に受水槽の水位に注意し、水分不足にならないよう給液します。給液濃度は、EC値0.5～0.8ds/mの範囲で管理し、培地内養液と受水槽のEC値を測定しながら適正な濃度となるように調整します。収穫期の給液管理は冬定植体系に準じて行います。

### iv 摘房

当年苗体系は、定植時期及び生育初期の気温が高く展葉の速度が速いことから花房の出蕾も早く、定植後約1ヶ月で第1花房が開花します。この際に草勢が弱い場合や花房が細かい場合は摘房します。

## ④ 春定植体系

春定植体系では、秋採苗してセルトレイで養成した苗を年内に鉢上げして苗質の低下を防ぎます。定植時期は3～4月となるため、多雪地帯では寒暖の差が激しいため定植後のハウス内の温度管理に注意が必要です。また、日射量が増加し、株の生育量が増大するとともに、気温も上昇することから気化冷却高設ベンチでは給液量不足で培地が乾燥しないよう注意します。

i 採苗・育苗 冬定植体系に準じて管理します。

### ii 鉢上げ

春定植体系の場合、セル苗では培土が少ないため定植までに苗が老化してしまいます。このため、越冬前に9cmポット（用土の窒素施用量は100mg/l程度）へ鉢上げして春定植に備えます。越冬期間中は乾燥しないようにポットにかん水しながら、十分に低温に遭遇するよう管理します。

### iii 定植

### iv 定植後の管理

### iv 給液管理

### v 摘房

} 冬定植体系に準じて管理します。

## ② 栽培体系の収量性

ここで紹介した各栽培体系の収量性は表4のとおりです。「なつあかり」の夏秋どり栽培における収量は、冬定植体系及び冬定植採苗体系とも春定植体系と同等でした。また、「なつあかり」の当年苗体系における夏秋どり収量は、株当たり200g程度が見込めます。

一方、「デコルージュ」の夏秋どり栽培における冬定植採苗体系は、春定植体系よりも出蕾花房数がやや多く、可販果収量も増加する結果となりました。また、「デコルージュ」の当年苗体系における夏秋どり収量は、株当たり160g程度が見込めます。

表4 各栽培体系の出蕾花房数と収量

品種名	年度	区名	出蕾花房 数/株	秀品 <sup>z</sup>		優品 <sup>y</sup>		外品 <sup>x</sup> 個数/株	総収穫個数 <sup>w</sup> 個数/株	可販果 <sup>v</sup> 収量/株 (g)	
				個数/株	重量/株 (g)	1果重 (g)	個数/株				重量/株 (g)
なつあかり	2009	冬定植採苗区 <sup>u</sup>	20.7	24.3	258.8	10.7	5.3	59.4	75.1	108.4	318
		冬定植区 <sup>t</sup>	19.8	26.4	291.9	11.1	4.0	39.2	83.8	120.9	331
		冬定植採苗区 <sup>s</sup>	16.1	34.1	303.5	8.9	3.4	33.1	69.3	106.8	337
	2010	春定植区 <sup>r</sup>	19.0	36.0	323.9	9.0	4.7	48.9	77.4	118.1	373
		当年苗区 <sup>q</sup>	11.5	22.7	170.9	7.5	2.8	23.9	49.4	74.9	195
デコルージュ	2010	冬定植採苗区 <sup>p</sup>	27.6	29.3	292.3	10.0	2.5	30.1	73.1	104.9	322
		春定植区 <sup>o</sup>	26.0	28.3	265.8	9.4	1.7	21.4	69.2	99.2	289
	当年苗区 <sup>n</sup>	17.7	16.1	142.5	8.9	1.6	17.3	42.5	60.2	160	

<sup>z</sup>業務用出荷基準で区分(概観が良好で形状が円錐形で果重7g以上 <sup>y</sup>業務用出荷基準で区分優品(外観や形状が劣り、果重7g以上(軟質果、先づまり果は外品) <sup>x</sup>7g未満の小果、7g以上の変形果、障害果、着色不良果等 <sup>w</sup>収穫果数(秀品、優品、小玉、外品)の合計 <sup>v</sup>可販果(秀品、優品)の合計 <sup>u</sup>定植日2008年12月15日、収穫期間2009年7月8日～10月6日 <sup>t</sup>定植日2008年12月15日、収穫期間2009年7月3日～10月6日 <sup>s</sup>定植日2009年12月15日、収穫期間2010年6月23日～10月31日 <sup>r</sup>定植日2010年4月14日、収穫期間6月23日～10月31日 <sup>q</sup>定植日2010年6月8日、収穫期間7月22日～10月31日 <sup>p</sup>定植日2009年12月15日、収穫期間2010年6月25日～10月31日 <sup>o</sup>定植日2010年4月14日、収穫期間7月5日～10月31日 <sup>n</sup>定植日2010年6月8日、収穫期間7月26日～10月31日

以上により、四季成り性イチゴ「なつあかり」「デコルージュ」の冬定植体系、冬定植採苗体系は、慣行の春定植体系と同等以上の収量が得られることがわかりました。定植時期の分散やセル成形苗であることから定植作業時間の短縮、ポット育苗コストの低減が図られる栽培体系です。

当年苗体系は収穫期間が短いため、他の夏秋どり栽培体系よりも収量が少ないものの、株あたり160～200gの収量が見込めます。秋の採苗数が予定よりも少ない場合に活用できる栽培体系です。

(山形県最上総合支庁産地研究室 廣野 直芳)

## 第 10 章 夏秋どりイチゴの品質評価と品質劣化防止出荷・輸送技術

### 1. はじめに

東北地域は夏季冷涼とは言え、真夏の気温はイチゴの生育適温を超えて、果実が小玉化し、軟らかく、収穫後の劣化が早まります。夏秋期に高品質なイチゴを首都圏の実需者へ提供するためには、流通過程を含めた栽培・品質管理が重要となります。

ここではアメダス気温値を活用し、栽培期間を通じての成熟時期を把握することで、適期収穫を可能とし、収穫後果実の市場到着までの温度管理指標を作成することで、実需者に安全に果実提供ができる条件を提案します。

またこの時期の業務（ケーキ）及び生食向けに実需者が重視する品質項目を確認し、今後の生食需要の方向性についてもあわせて提案します。

### 2. 四季成り性品種の成熟日数と果色・果実硬度の推移

#### ① ねらい

夏季の高温、秋期の急激な気温低下を伴うこの作型では、気温と果実の成熟日数の関係を明らかにすることは、収穫期を見通した栽培管理を可能にして、高品質なイチゴ生産に寄与することができます。そこで汎用性のあるアメダス気温値を用いて、四季成り性品種の成熟日数を推定し、栽培管理指標を作成します。

#### ② アメダスデータを活用した成熟日数の推定

試験場所（農業試験場）における栽培方式は、栽培期間中、屋根部に 30%遮光の被覆をした簡易雨よけパイプハウス（前後の出入り口に骨材がない）を用いた土耕栽培としました。施設内の気温の実測値は、アメダスデータに比べ 1.2（2010 年）～ 1.6（2009 年）℃高まっています。

この条件下で観察された花房頂果の成熟日数（ $y$ ）は、アメダス気温値を用いた開花から収穫までの平均気温（ $t$ ）で推定することが可能で、予測式は、 $(y = \exp(t) / (a \cdot t + b))$  で表わされます（図 1・表 1）。なおここでの成熟とは、6 割着色（収穫日）を意味します。

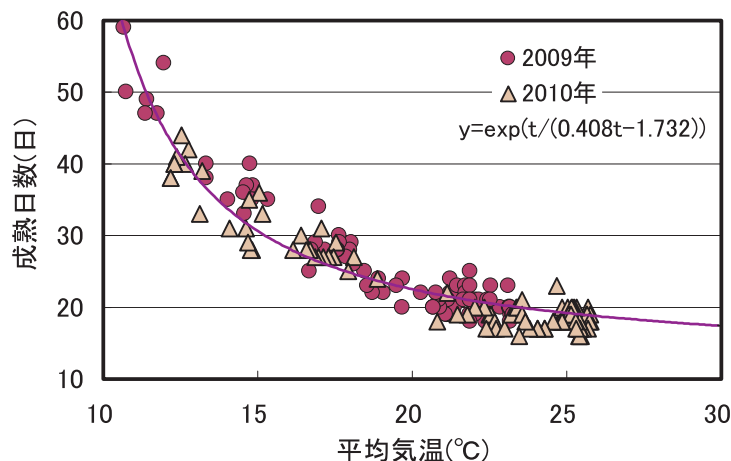


図 1 「なつあかり」の平均気温と成熟日数の関係

果実成熟の有効下限温度と最適気温は、品種により異なります。「エッチエスー138」は、他の2品種に比べて、有効下限温度と最適気温が高く、低温下で成熟日数が長くなる傾向が見られます。一方、「なつあかり」は、これらの値が低く、高温下で成熟が遅くなる傾向があります（表1・2）。

表1 四季成り性品種の果実成熟（頂果）に関する予測式の係数、決定係数、有効下限温度と成熟に適切な温度

品種名	a値 <sup>注1)</sup>	b値 <sup>注1)</sup>	R <sup>2</sup>	有効下限温度 (-b/a, °C)	成熟に最適な温度 <sup>注2)</sup> (°C)	最小となる積算温度 (°C・日)
エッチエス-138	0.439	-2.221	0.819	5.1	20.4	423
デコルージュ	0.423	-1.871	0.912	4.4	18.2	414
なつあかり	0.408	-1.732	0.853	4.2	17.9	446

注1) 成熟日数予測式  $y=\exp(t/at+b)$ の各定数

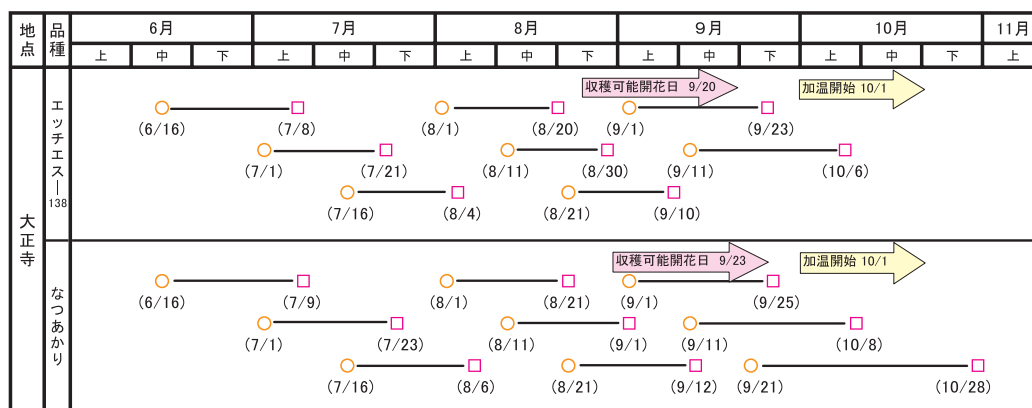
注2) 成熟に要する積算温度が最小となる温度

表2 予測式から推定される頂果の開花から成熟までの積算温度

品種名	平均気温				
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
エッチエス-138	1014 (0.42)	469 (0.90)	424 (1.00)	436 (0.97)	466 (0.91)
デコルージュ	695 (0.60)	429 (0.96)	417 (0.99)	442 (0.94)	481 (0.86)
なつあかり	712 (0.63)	460 (0.97)	451 (0.99)	480 (0.93)	523 (0.85)

注) カッコ内数値は有効温度係数を示す。

予測式とアメダス気温の日ごとの平年値（22年間）を基に、秋田県秋田市大正寺（試験場所在地）を事例に、6～10月の旬別の開花日と収穫日を推定しました（図2）。



注1) 図中、○は開花日、□は収穫日を示す。

注2) 収穫可能開花日以降に開花した果実は、無加温栽培での収穫ができないことを示す。

注3) 加温開始は、開花から30日後に収穫可能となる平均気温がアメダス気温日ごとの平年値で出現する日を示す。

図2 アメダス気温日ごとの平年値から推定される四季成り性イチゴ品種の収穫日

この図からは、無加温栽培において「エッチエスー138」と「なつあかり」の収穫可能となる開花日の晩限は、9月20日と9月23日であることがわかります。

予測式は、加温栽培における成熟日数を指標にした加温管理にも活用できます。開花から30日後の収穫を目指す場合、平均気温は15℃を目安とします。図2での加温を開始する時期は、平年値が15℃以下となる10月1日以降となります。

### ③ 果色と果実硬度の推移

着色指数（着色を10段階に分け、1:着色初め～10:過熟とした）と果実硬度の関係から、市場流通に耐えうる着色程度を推定したところ、硬度の下限を0.24kg（この数値は表3を参照のこと）とすると、「エッチエスー138」は着色度5.0、「デコルージュ」は着色度3.0、「なつあかり」は着色度0.2で収穫する必要があります（図3）。

なお果実硬度は、3mm円柱プランジャーを装着したレオメータ（山電）で計測し、果実硬度計（藤原製作所）の値に換算しています。

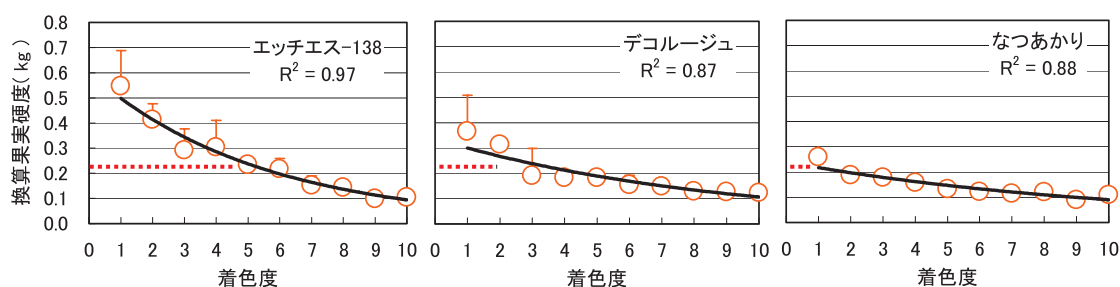


図3 収穫時の着色程度と果実硬度（着色度：(1)着色始め～(10)過熟）

図中、破線は果実を損傷なく市場出荷できる果実硬度（0.24kg）を示す。

これらのことから、栽培地に近いアメダス気温の日ごとの平年値を用い、成熟日数を推定することにより、収穫日の予測と輸送条件を加味した時期別の着色指数による収穫が可能となります。

（秋田県農林水産技術センター農業試験場 林 浩之）

## 3. 市場出荷に求められる夏秋イチゴの収穫時の品質と輸送温度管理

### ① ねらい

夏秋期に高品質なイチゴを、首都圏の実需者へ提供するためには、収穫時および輸送行程における品質管理が重要となります。そこで実際に夏秋イチゴを生産し、首都圏市場に出荷している産地の輸送経路をもとに、市場出荷に耐えうる収穫時の果実品質、輸送行程における温度管理指標を作成します。

### ② 産地から首都圏市場までの輸送行程における温度と振動の変化(2009年8月21～22日)

実輸送ルートでの7～9月期における農家予冷庫から大田市場（翌日午前6時）までの全輸送行程時間は、約21時間30分を要しています。輸送中に果実の品温が最高となるのは、トラック積み込み時で、16～24℃となっています。



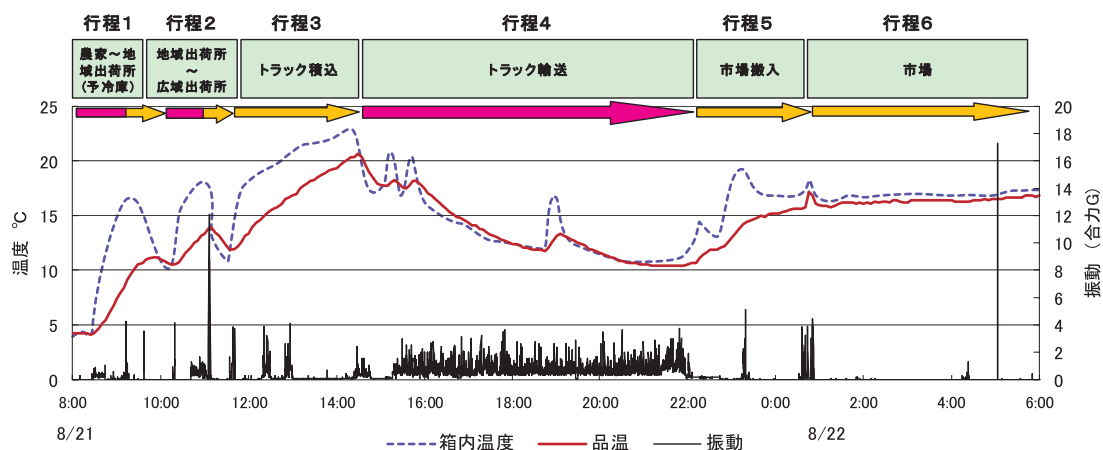


図4 輸送行程における箱内温度、品温、振動の推移（2009年8月21～22日の一事例）

注）7～9月にかけ2008年は3回、2009年は5回調査した事例から抽出

### ③ 輸送前後の果実品質

果実の品質をみると、着色は輸送中に進みますが、果実硬度、果実Brixは大きく変化することはありません。収穫時の果実硬度が輸送後の損傷に大きく影響していることがわかりました。

収穫時の果実硬度が0.24から0.3kgでは、輸送中の振動による損傷率（圧傷）は低下します（表3・4）。

表3 輸送前後の果実品質（2008年）

着色程度		硬度 kg		Brix %		損傷率 %
収穫時	輸送後	収穫時	輸送後	収穫時	輸送後	輸送後
1	2.0	0.31	0.36	6.7	7.2	0
2	2.6	0.28	0.30	6.5	6.5	0
3	3.8	0.29	0.32	6.7	6.0	0
4	4.3	0.22	0.24	6.6	6.7	38
5	5以上	0.14	0.15	6.8	7.0	100

損傷の内容は、収穫・調製作業中の手ずれ、輸送中の振動によるパッキング材あるいは隣の果実との接触面に発生する圧傷です（表4）。

このことから農家段階では、これまでと同様、着色度を目安とした収穫判断が重要となります。そして収穫や調製時の品温を極力上げないよう、作業には細心の注意を払う必要があります。

聞き取り調査によると、市場で求められる着色程度は4で、輸送中の着色の進行を最大で1ランクとすると、収穫時に求められる着色程度は3となります。

表4 輸送前後の果実品質（2009年）

収穫日	着色程度		硬度 kg		Brix %		損傷率%	
	収穫時	輸送後	収穫時	輸送後	収穫時	輸送後	手ずれ	圧傷
7月23日	2.6	4.0	0.25	0.20	6.5	6.7	2.9	1.4
8月6日	4.5	5以上	0.21	0.16	7.0	7.1	18.6	18.6
8月20日	3.3	4.8	0.18	0.16	7.0	6.9	11.4	5.7
9月3日	3.3	4.0	0.23	0.23	6.4	7.0	12.9	2.9
9月17日	3.5	3.5	0.24	0.23	7.4	7.0	3.2	0

品種：エッチェス138、損傷率：損傷個数/全個数、  
 着色程度：イチゴ着色チャート（JAこまち作成）1（薄）～5（濃）  
 果実硬度：果実硬度計（KM-1、藤原製作所、直径2mm円柱状フランチヤ）  
 果実糖度：デジタル糖度計（PR-101）  
 調査個数：2008年、果実品質・損傷率6～10個/各着色段階、  
 2009年、果実品質6～10個/回、損傷率60～70個（2009年）、

④ 輸送中の温度条件と着色の進行（シミュレーション）

輸送中の温度管理と着色の進行程度との関係を見るために、恒温器で輸送温度シミュレーションをしました。輸送中の着色の進行を1ランク以下に抑えるためには、農家出荷から市場到着までの（行程1～3）品温の積算温度を2,700℃・5min\*（\*測定間隔）以下に、品温は22.5℃以下に抑える必要があります（表5）。

表5 輸送温度シミュレーションによる品温、積算温度の変化と着色進行程度

設定温度条件	最高品温			積算温度℃・5min (行程1～4)	果実着色進行程度 (行程1～6)
	行程1	行程2	行程3		
	1hr/30min	1hr/30min	2hr	計13hr	計23hr
A	23℃/20℃	24.3℃/20.0℃	26.6℃	2,917	1.8
B	20.4℃/18.6℃	21.1℃/18.6℃	22.5℃	2,717	1
C	20.2℃/18.2℃	20.8℃/18.5℃	20.0℃	2,552	0.5

輸送温度シミュレーション温度設定条件

設定温度条件	行程1 農家→地域集出荷所予冷库 1hr/30min	行程2 →広域集出荷施設予冷库 1hr/30min	行程3 長距離輸送トラックへの積込 2hr
A	30℃/15℃	30℃/15℃	30℃
B	25℃/15℃	25℃/15℃	25℃
C	22℃/15℃	22℃/15℃	22℃

・シミュレーション開始時の果実品温は約17℃  
 ・行程4(長距離輸送)15℃・8時間、行程5(市場搬入):20℃・時間、行程6(市場)17℃・8時間は共通  
 ・供試品種:エッチェス138

## ⑤ 荷の積み込み時の品温上昇抑制対策

実輸送行程中、積み込み時の温度が最高値に達したため、これを抑制する対策を講ずることが必要となりました。30℃に設定した恒温器を用い、温度の推移をみたところ、箱内温度は予冷庫から出庫後急速に上がり、品温は2時間後には約6℃から約20℃となりました。これは、本来品温を素早く下げるために出荷箱の側面に開けられた穴から、高温の外気が流入したこと、高温の外気により出荷箱自体の温度が高くなったことにより、品温が急速に上がったと考えられました。そこで、出荷箱に開けられた穴をふさぎ、外気の流入を防ぐことにより（目張り）、箱内の気温は約1℃低めに推移し、品温は出庫から約1時間は無処理より低く推移しました。

さらに、断熱層をもつ資材A（商品名：アルミプチ）で出荷箱をきっちりと包むと、箱内の温度は無処理に比べ最大で5℃低く抑えられ、品温の無処理との差は、処理開始20分後から大きくなり、最大で1.5℃抑えられました（図5）。

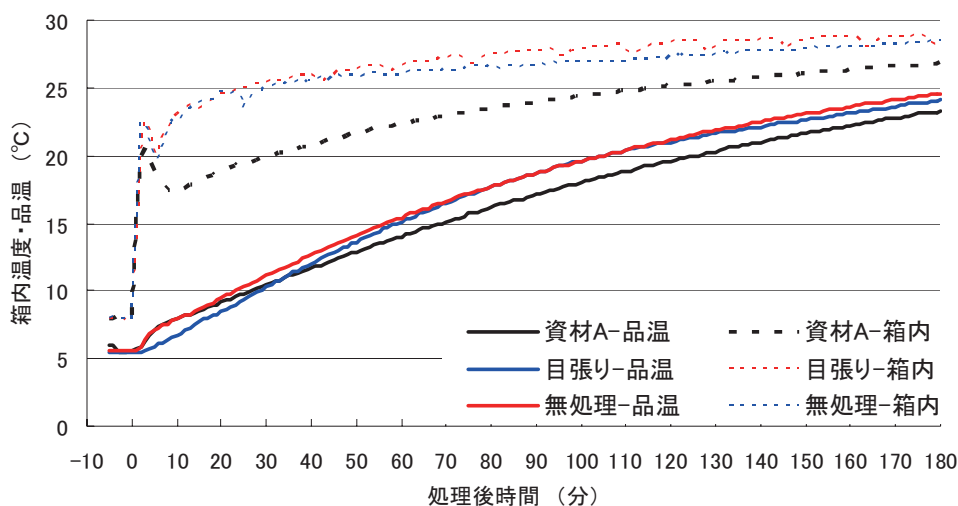


図5 恒温器内における箱内温度、品温の推移（2011年：恒温器設定温度30℃）

品温を上げないためには、箱内への外気の流入を防ぐ、箱の温度を上げないことが重要であると考えられます。

次に、予冷庫から出庫後にトラックに積み込むまでの行程を想定して屋外で試験をしました。出荷箱を予冷庫から屋外に出すと、箱内温度は無処理では、処理開始5分後には28℃となり、1時間後には32℃に達します。断熱層に加え、遮光機能をもつ資材A（商品名アルミプチ）で出荷箱を包むことにより、無処理に比べ箱内温度で7℃、品温では11℃低く抑えられます（図6）。これは、先ほどと同様に、外気による品温の上昇を防ぐことに加え、日射による出荷箱の温度の上昇を防ぐことにより、高温の箱からの放射や熱伝導による品温の上昇を抑制したと考えられます。品温上昇抑制のためには、日射を遮ることも重要です（図6）。

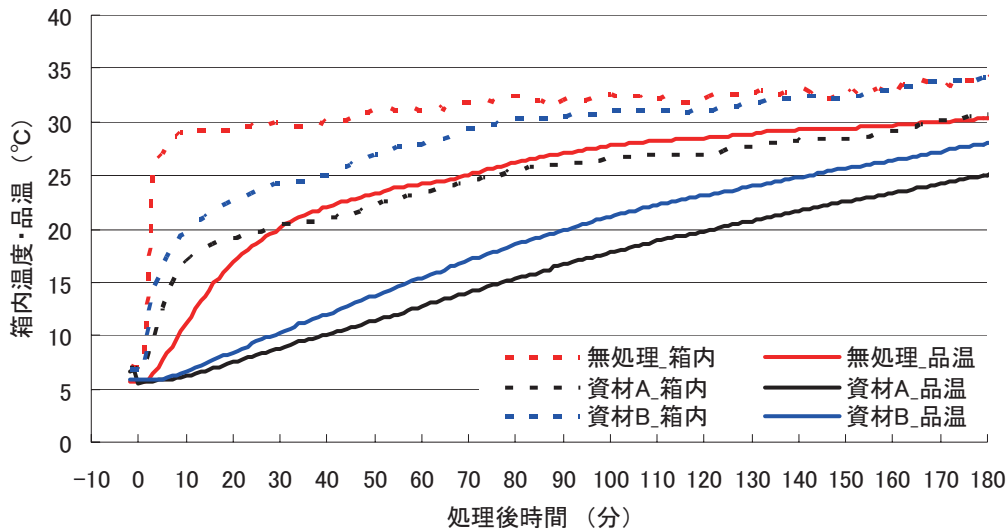


図6 屋外における箱内温度及び品温の推移 (2011年)

積み込み時の温度上昇のほか、産地から集出荷所などへの搬入時も予冷機能のない軽トラックなどが使用されています (図7)。出荷途中の果実品温の上昇抑制には、①出荷箱への日射を遮る、②外気に直接さらさない、③箱内への外気の流入を抑えることが必要であり、それには遮光プラス断熱層を持つ資材Aが有効であり、予冷库出庫直後から、出荷箱全体をできるだけ隙間なく包むと効果があると考えられます。

これらのことから、収穫時の着色程度を目安にした収穫指標は、輸送時高温条件下に曝される夏秋期において、最も重要となります。特に7月末～8月末までの1カ月は、輸送温度条件を一定に保つことを前提に、着色進行を1ランク以内に抑えるため、農家段階の収穫時の着色程度は3 (栽培管理指標の着色指数では6) 程度とし、その後の品温を抑制する管理を確実に行うことが求められます。

産地ごと、品種ごとに着色指標を作成することが重要であることは、これまでと同様です。



図7 ワゴン車積み込みの様子 (資材A使用)

(秋田県農林水産技術センター農業試験場 篠田 光江)

## 4. 夏秋期に実ルートで首都圏市場出荷された果実の生食需要の方向性

### ① ねらい

東北から首都圏に出荷している実際のルートで輸送した果実を用い、実需者が用途別（業務および生食）に求める品質で重視する項目について確認します。また試食によるアンケートと聞き取り調査により、夏秋期の生食需要の方向性を探ります。

### ② 方法

- (イ) 調査試料（産地及び品種）：秋田県JAこまち産「すずあかね」（2009・2010年）及び「エッチェスー138」（2008・2009年）、秋田県湯沢市農家産「WE48（秋田県立大育成系統）」（2008年）。青森県JA津軽みらい産「なつあかり」及び「サマールビー」（2009年）。
- (ロ) 出荷スタイル：[2008年] 35玉・秀品ソフトパック（市場経由→ケーキ店）及びSサイズ24玉浅型レギュラーパック詰め（ホテル宅配）。[2009年] 24玉・秀品ソフトパック。[2010年] 20玉・秀品6個入りソフトパック（以下生食向け「食べきりパック」と表す）。
- (ハ) 出荷ルート・調査日：[秋田県産] 農家→JA（全農集出荷所）→大田市場（2008～2010年）及び湯沢市農家→宅配便（クール）→ホテル（製菓部門：2009年）の2ルート。[青森県産] 農家→運送業者→大田市場の1ルート。調査日は8月23日、9月11日（市場ルート）及び8月27日、9月17日（ホテルルート）いずれも2008年。10月6日（2009年）及び10月7日（2010年）市場ルートのみ。
- (ニ) 調査対象者：[2008年] ホテル製菓部門のパティシエと購買担当部職員、洋菓子店のパティシエ（オーナー）、[2009年] 東京青果売り場責任者2人並びに産地開発室1人、仲卸1人、[2010年] 大田市場仲卸1社（大手イチゴ取り扱い）、高級果実専門店バイヤー1人及び東京青果売り場責任者1人。

### ③ 夏秋どりイチゴ（用途別）に実需者が求める品質項目

業務用イチゴの主な販売先であるケーキ店では、シート単位に一律に使用するため、ロスが少ないことが重要で、色回り（ヘタ部まで）、果実色、揃い（シート内熟度・着色）の順に重視しており、食味はあまり重視していません。

ホテルの製菓部（デザートとしてのケーキ仕向け）では、サイズ、色回り、果実色の順に重視しており、特色のある商品作りのための原料のひとつととらえています。

市場関係者が業務用（ケーキ）として重視する項目は、色回り、果実色、形、揃い、硬さの順で、食味とサイズはあまり重視していません。

生食用果実を扱う高級果実専門店は、食味、形（円錐形厳選）、サイズ（大玉）、果実色、揃いの順に重視しており、容器への満杯詰めで高級感を追求しています。市場関係者は、生食用に食味、硬さ、色回り、果実色の項目を重視しており、形とサイズにはあまりこだわっていません（図8）。

このことから夏秋期に四季成り性イチゴを首都圏出荷した場合に、実需者が求める品質項目は、業務用（ケーキ）の場合は、色回り、果実色、サイズ、揃い（シート内）の順、生食用の場合は食味、形、サイズ、果実色、硬さの順と言えます。



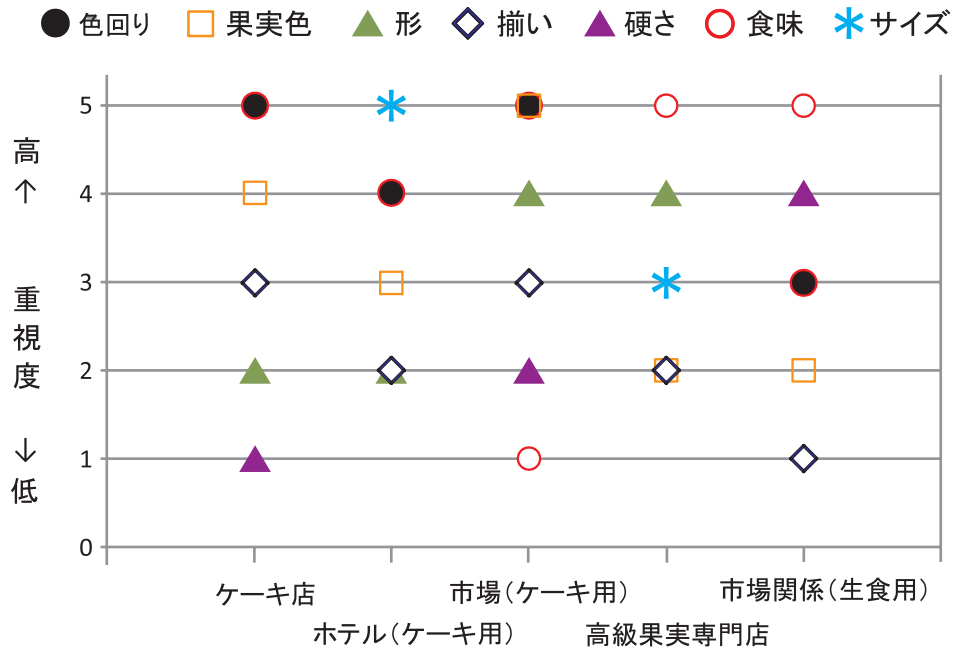


図8 用途別品質重要項目（2008～2010年）

注）評価は5段階で行い、重視度の高いものから5、4、3、2、1と配点した。

表6 生食需要の可能性（2009年）

聞き取り項目	回答	評価
ギフト商品としての可能性 (夏のお中元)	ギフトは旬に先駆けて送るものである。この時期は桃である（イチゴの旬は11月末～3月）	不適
	イチゴはリスクが大きい商品（日持ちしない 1箱の注文に対し、10箱は用意する必要がある） *いつ来るか解らないお客さんに対応するのは不可能	不適
S（5～8g）サイズの商品化	業務（ケーキ）・生食兼用可能な大果系品種への切り替えをして欲しい	不適
「なつあかり」の生食向け展開	現時点では、味、色回り、果実色、艶などに優れているが、明日以降の日持ちに問題を残している 生食向けの条件として、出荷された日から3日は持つ必要がある またこの硬さでは、夏場の長距離輸送は難しい	夏場は不適

\* 調査対象者は、首都圏市場売り場責任者1名、仲卸1社

生食需要の可能性について市場関係者は、業務と生食兼用の大果系品種への切り替えを強く要望しています。お中元、ギフト商品としての夏秋どりイチゴの可能性については、季節性（イチゴ旬は11月末～3月）がない、腐敗し易いなどリスクが高いことから不適としています。良食味品種「なつあかり」の生食向け展開については、硬さと日持ち性（出荷日から最低3日は必要）の点において、夏場は不適としています（表6）。

#### ④ 業務・生食兼用品種の生食需要の方向性

大田市場・東京青果に出荷された東北産および同時期市場出荷されている他県産の果実を対象に、産地と名前を伏せたうえで試食したのちに、生食需要に適するとみられる品種を複数選んでもらいました。

赤丸印がその結果となります。東北および北海道から出荷された「すずあかね」が食味、果実色、硬さの点から適当とされています。「なつあかり」は調査時最も高評価でしたが、盛夏期の日持ち性が懸念されています（表7）。

表7 試食アンケート結果（2009年10月6日調査）

供試番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
品種 産地	エッチェス-138 秋田県	すずあかね 秋田県	なつあかり 青森県	サマールビー 青森県	サマープリンセス 長野県	栃木 25 号 栃木県	すずあかね 北海道
(対象者) 仲卸	果肉良い	酸有る	艶良い	軟らかい	甘さあり、軟らかい	甘さない	形良い
市場産地 開発担当	硬さ良い	果実色・艶良い	色回り、果実色、艶良い	形良い、揃い良い	無回答	果実色、艶良い	無回答
市場売り場 責任者	着色まばら、酸強い	全体に着色薄い	色回り、着色、香り良し、甘みやや強い	硬さ弱い、酸が気になる	色薄い、味良い	着色、形良いが味に特徴がない	着色薄い、味に特徴がない
市場売り場 責任者	形、硬さ良いが、ヘタ部が白すぎ、酸味強い	硬さ、艶良い酸味やや強い	色、硬さ、艶、糖酸バランス良い(日持ち性が心配)	やや味薄い、硬さは普通	着色薄い、酸味程良く、香り有る、硬さは普通	形良い、色が特に良い、糖度低い、硬さは普通	糖酸バランス良い、硬さは普通
調査時の供試 果実の様子							

注) 調査は品種と産地を伏せた状態で実施した。○は、生食用として適当と思われたものを複数回答してもらった結果である。表中の左4品種は輸送試験試料、右3品種は県外産で市場からの提供によるものである。調査項目は、食味（糖と酸）、形（揃い）、着色（色回り）、硬さ、果実色、艶、香り、日持ち性など。

また「すずあかね」の大玉・6個入りを、高級スーパーの生食向けに、東京青果と仲卸が開発した小口消費者向け‘食べきりパック（表8の右端）’は、生食向け商品形態として有望とされ、調査対象者それぞれに実需者に提案できる商品であると認識されています。また、‘食べきりパック’商品が成立するための出荷期間は、一定量（数箱単位でも）を毎日、最低2週間続けることが求められています。卸売市場売場責任者と大手イチゴ仲卸は、この時の果実の大きさは、18玉以上のサイズであるとしています。

高級果実専門店のバイヤーは、高級感を高めるため、果実の形、ヘタ部までの着色、ソフトパックへの満杯詰め順に重視しており、図9の倍の入れ数（ボリューム感）が必要であるとしています（表8）。



図9 テスト輸送した20玉6個入り商品(2010年)

表8 「食べきりパック」に求められる事項（聞き取り調査日：2010年10月7日）

聞き取り項目	大手イチゴ仲卸 (輸入イチゴの荷受会社経営)	高級果実専門店 (バイヤー)	卸売り市場 売場責任者
夏秋期の生食条件	良食味で大果系のもの	食味、形、大玉サイズ(20玉以上)	食味がまあまあで大果系のもの(現在流通している品種では「すずあかね」「なつおとめ」「サマーティアラ」「サマープリンセス」が該当)
出荷期間	例えば数箱でも毎日続けて出荷できること(2週間は欲しい)	一定量を継続できること	一定量を毎日供給できること(四季成りは秋の大玉時期に限定)
サイズ	18玉サイズ以上のもの	20玉サイズで、12個入れ	18玉以上の大玉サイズ
形	秀品で円錐形のものを厳選(高級志向販売向け)、満杯詰め	高級感を高めるため、形は円錐形厳守	仕向け先による(一般向けスーパーには、多少形は山型でも良い)
着色	ヘタ部まで着色し、着色表では3以上	着色、揃いが良い	ヘタ部まで着色(着色むらがない)
商品の売り	国産である	国産果実の紹介	国産の18玉A品の有利販売が可能か
価格帯	輸入果実(15個)並の卸価格(参考400円/パック)	実際の取引でないと価格は決められない	量販店は有る程度価格帯が決まっている。中に何を詰めるかの違い。卸価格で200~300円
その他	商品として提案できる(売り込みたい)出荷10日位前から産地情報が欲しい	品揃え(以前から夏にイチゴを扱って見たかった)	食べきりパックの需要は今後も増える(このスタイルでペイできるのは本州)超促成の「とちおとめ」が出てくるまでが勝負

\*調査対象者は、各1名

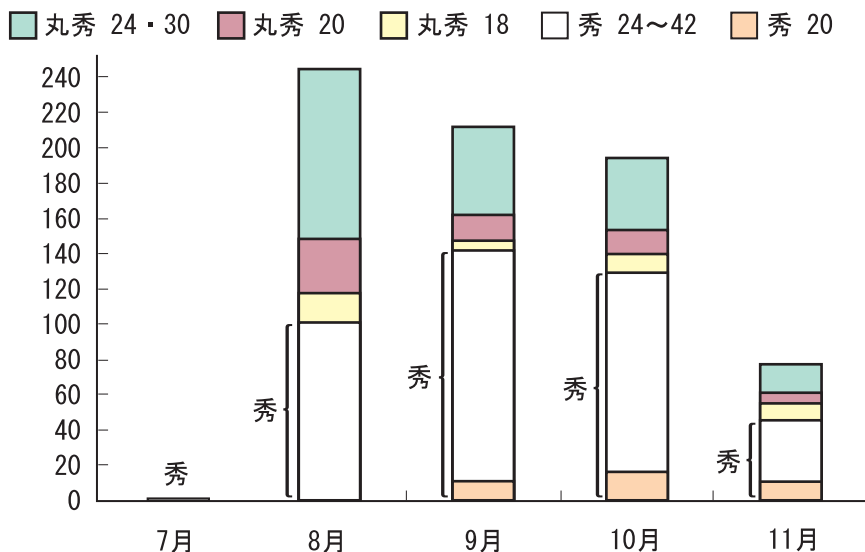


図10 「すずあかね」月別規格別パック数分布 (2009年・秋田県産)

この商品に向けての果実の出荷時期は、東北域内でも多少地域差があると思いますが、気温が低下し、18玉以上の秀品・大玉が安定的に生産される9~10月期とみられます(図10)。

最後に調査対象者それぞれに、生食向け販売の最大の売りは「国産」であることとしており、大玉サイズの有利販売を可能にするためにも、大玉・6個入り「食べきりパック」は今後有望視されます。しかし、資材経費が4割(12玉入れでは2.5割)程度増加するため、実販売では、産地側からの価格の提示や交渉が必要と思われます。

(秋田県農林水産技術センター農業試験場 田口 多喜子)

# 第 11 章 夏秋どりイチゴの害虫に対する総合防除体系

## 1. 技術のねらい

イチゴの夏秋どり栽培は、害虫の発生が多くなる高温期の栽培となるため、化学合成農薬の使用頻度が高くなり、害虫の薬剤抵抗性獲得のリスクが増大するおそれがあります。実際に一部の害虫では化学合成農薬の感受性低下が確認されており、化学合成殺虫剤に依存した防除は困難になっています。

そこで、生物的・物理的防除技術を取り入れた、難防除害虫へ対処可能な総合防除体系を確立しました。

## 2. 総合防除体系とは？

総合防除とは、生物的防除や物理的防除といった、化学合成農薬のみに依存しない技術を取り入れた防除手法です。イチゴの夏秋どり栽培における総合防除体系では、生物的防除資材であるミヤコカブリダニ、スワルスキーカブリダニならびに物理的防除資材であるUVカットフィルム、防虫ネットを取り入れて、化学合成農薬を補完的に使用します（図1）。このような複数の防除技術を組み合わせた総合防除体系は、化学合成農薬に抵抗を備えた害虫などに対しても、より高い防除効果が期待できます。

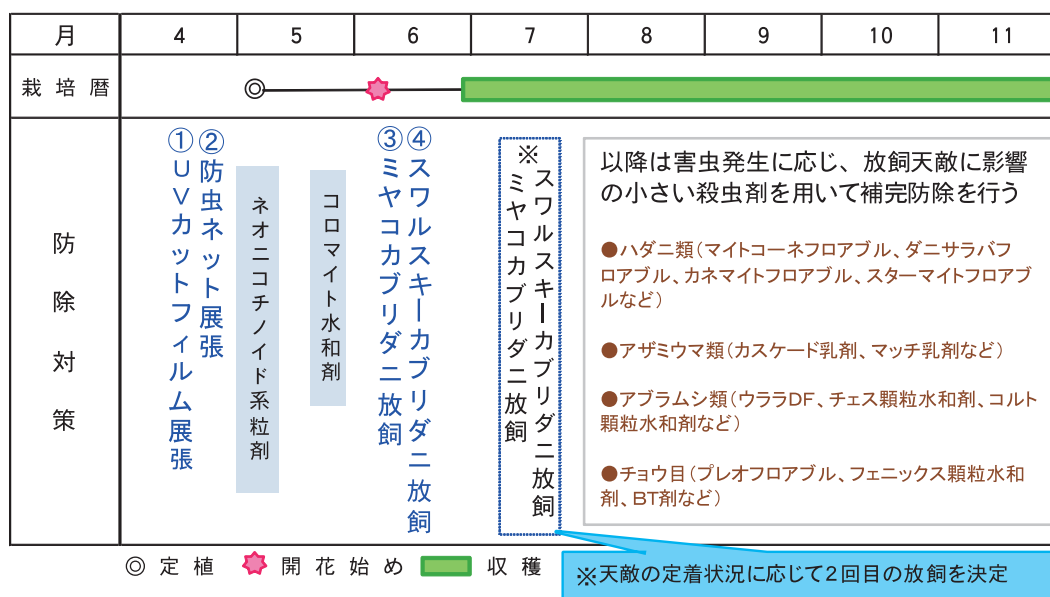


図1 夏秋どりイチゴ（施設栽培）における総合防除体系

## 3. 各防除技術の詳細

### ① UVカットフィルム展張

イチゴの夏秋どり栽培では、ヒラズハナアザミウマを主として、ミカンキイロアザミウマ等のアザミウマ類の飛び込みが認められます（写真1）。周辺雑草などから飛来したアザミウマ類成虫が産卵し、孵化した幼虫によりイチゴ幼果の表面が加害され、イチゴの着色異常を引き起こします（写真2）。



写真1 ヒラズハナアザミウマ (上 1.2 mm) とミカンキイロアザミウマ (下 1.4 mm)



写真2 アザミウマ類によるイチゴ果実への被害

アザミウマ類侵入防止対策として、390 nm～380 nm以下波長域不透過のUVカットフィルムを屋根面に展張することにより、アザミウマ類の発生数を抑制します (図2)。

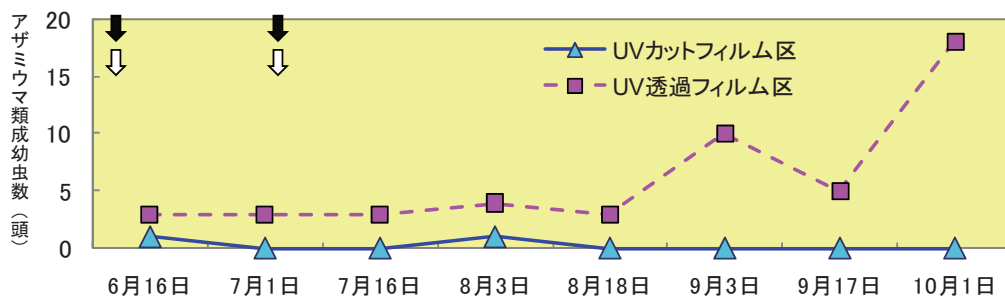


図2 被覆フィルムの違いによるアザミウマ類の発生推移 (福島農総セ、2010年)

- 1) 40果房調査の合計
- 2) 両区ともに開口部に1mm目合い防虫ネットを展張
- 3) 白矢印はUVカットフィルム区、黒矢印はUV透過フィルム区でのアザミウマ類対象の薬剤散布

ただし、UVカットフィルムの展張は、受粉媒介昆虫であるミツバチの飛行を妨げるため、土着の受粉媒介昆虫 (ハナアブ類等) が頻繁に飛来する環境下で使用するか、マルハナバチ類を導入します。

## ② 防虫ネット展張

施設開口部への目合い1mm以下の防虫ネットの展張は、飛来性害虫の侵入防止対策として極めて有効です (図3)。その防除効果は、アザミウマ類のみでなく、アブラムシ類やチョウ目の害虫に対しても効果的です。

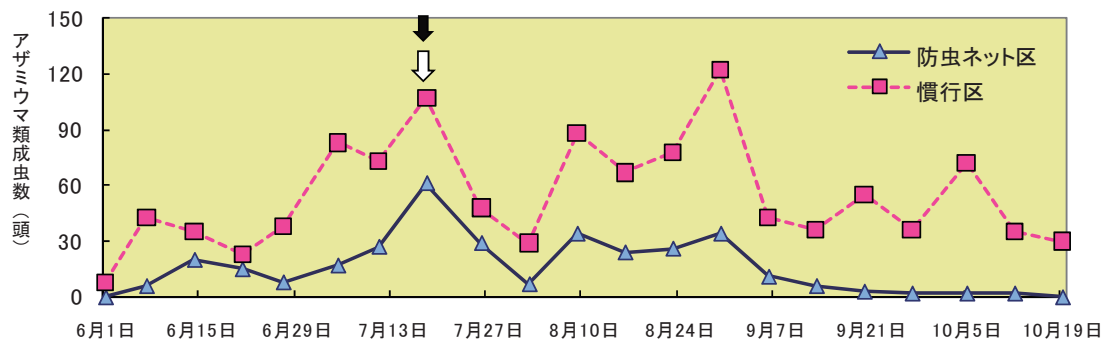


図3 1mm目合い防虫ネット展張によるアザミウマ類誘殺数の推移 (福島農総セ、2007年)

- 1) 誘殺数は青色粘着板2枚表面での誘殺数の合計
- 2) 白矢印は防虫ネット区、黒矢印は慣行区のアザミウマ対象の薬剤散布



アザミウマ類に対しては、防虫ネット単独の防除対策を導入しても施設への侵入を完全に防ぐことは困難なため、UVカットフィルムや天敵など複数の防除技術との併用により、さらに高い防除効果が期待できます。

防虫ネット使用の際は、施設内気温および湿度の上昇となりますので、換気設備の導入や屋根面へ遮光資材の展張によって、昇温抑制を図るようにします（写真3）。



写真3 目合い1mmの防虫ネットと遮光資材の展張

### ③ ミヤコカブリダニ放飼

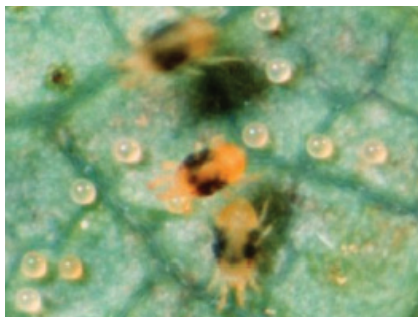


写真4 イチゴ葉裏に寄生したナミハダニ (0.5mm)

イチゴに発生するハダニ類は、主としてナミハダニ（写真4）やカンザワハダニです。その被害は、主に葉裏に寄生して吸汁し、葉の表面にかすり状の痕跡を生じます。多発した株では、糸を張り巡らせクモ巣様の状態となり（写真5）、株を萎縮させ枯死させます。

また、ナミハダニに対しては殺ダニ剤の効力低下が確認されており、化学合成殺虫剤の使用に際しては注意を要します（表1）。



写真5 ナミハダニが多発したイチゴ株

表1 福島県内のイチゴから採集したナミハダニに対する殺ダニ剤の効果（福島農総セ、2006年）

農薬名	効果	
	雌成虫	卵
アーデント水和剤	△	△
アフーム乳剤	◎	◎
オサダンフロアブル	○	○
カネマイトフロアブル	◎	◎
コテツフロアブル	○	○
コロマイト水和剤	○	○
ダニサラバフロアブル	◎	◎
ニッソラン水和剤	—	△
パロックフロアブル	—	○
ピラニカEW	△	△
マイトコーネフロアブル	◎	◎

1)◎:効果高い、○:効果が劣る場合有り、

△:効果が劣る場合が多い

2) - は、殺成虫活性がないため未検討

そのため、化学合成殺虫剤に依存しない防除法としては、ハダニ類を捕食する天敵であるミヤコカブリダニを放飼する生物的防除が有効です（図4）。ミヤコカブリダニは、ハダニ類以外にも花粉も餌とするため、定着性に優れており、計画的な放飼も可能です（写真6）。

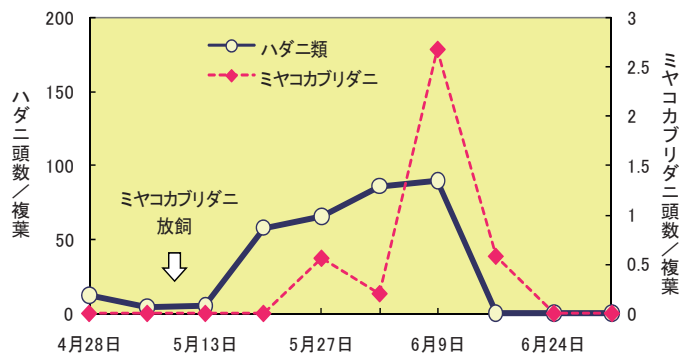


図4 夏秋どりイチゴ栽培におけるミヤコカブリダニによるハダニ類の防除効果 (福島農試、2004年)



写真6 ミヤコカブリダニ (0.3 mm)

#### ④ スワルスキーカブリダニ放飼

ミヤコカブリダニがハダニの天敵として利用されるのに対して、スワルスキーカブリダニは、アザミウマ類、コナジラミ類なども捕食する広食性のカブリダニです。近年、イチゴの夏秋どり栽培では、シクラメンホコリダニの被害が増加しており、本種はシクラメンホコリダニに対しても効果が期待できます。シクラメンホコリダニは、成長点内部に寄生し加害するため、新葉の萎縮、花房の出蕾不良や褐変を引き起こし、重度の被害では株を枯死させることもあります (写真7、8)。また、果実と萼の間に寄生し加害するため (表2)、不良果も多発させます。成虫の体長は0.2 mm程度と極めて小さく肉眼での確認が困難であり、発見の遅れから大きな被害となります。



写真7 シクラメンホコリダニによる新葉の萎縮



写真8 シクラメンホコリダニによる花房の褐変

表2 イチゴ苗におけるシクラメンホコリダニの寄生部位 (福島農総セ、2010年)

部位名	卵	幼虫	成虫
展開葉	0.6	0.6	1.8
未展開葉	34.6	15.0	6.6
果実	31.0	17.0	12.0

- 1) 調査各部位の詳細は、展開葉:新葉第3位 未展開葉:生長点部の未展開第1~2葉、果実:緑色肥大中期
- 2) 表中数値は、生長点部に重度の褐変のある5株あたりの個体数の平均値

シクラメンホコリダニに対しては、登録のある化学合成殺虫剤は少ないことから、天敵であるスワルスキーカブリダニの放飼によって被害を小さく抑えることができます（写真9）。なお、スワルスキーカブリダニは、アザミウマ類の幼虫も捕食することから、シクラメンホコリダニとの同時防除も期待できます。

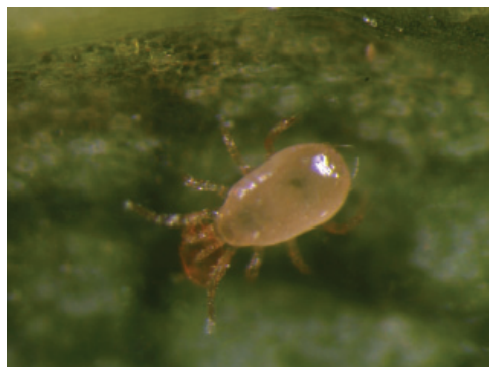


写真9 シクラメンホコリダニ幼虫 (0.1 mm) を捕食するスワルスキーカブリダニ (0.3 mm)

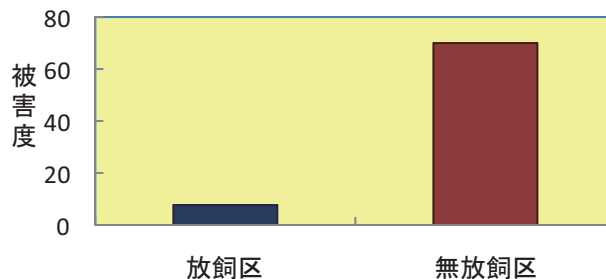


図5 スワルスキーカブリダニによるシクラメンホコリダニの防除効果 (福島農総セ、2008年)

- 被害度はA: 症状なし、B: 展開葉に軽い萎縮、C: 成長点部に軽微な褐変、D: 成長点部に重度の褐変、E: 生長点部の枯死とし、被害度 =  $(B + 2C + 3D + 4E) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$  (調査株数は40株) から算出
- 調査日 8月22日
- スワルスキーカブリダニは7月5日、12日、19日に、m<sup>2</sup>あたり50頭を放飼

#### 4. 総合防除体系の効果

各防除技術を総合的に取り入れた防除体系により、現地の実証ほ場において主要害虫の発生を抑えるという成果が得られました。



##### 【耕種概要】

- 試験場所 : 福島県北塩原村 (標高約800m)  
 施設規模 : 2.5aパイプハウス×2棟 (総合防除区1棟、慣行防除区1棟)  
 栽植本数 : 5,000本/10a  
 定植 : 5月20日 (出蕾6月20日～)  
 収穫時期 : 7月～11月

##### 【各区の防除概要】

###### 総合防除区

- ・屋根面へUVカットフィルム展張
- ・側面開口部に1mm目合防虫ネット展張 (屋根面へ遮光率20%の遮光資材展張)
- ・天敵: ミヤコカブリダニ5,000頭/10a  
スワルスキーカブリダニ25,000頭/10a
- ・化学合成殺虫剤は補完的に使用

###### 慣行防除区

- ・屋根面へUVカットフィルム展張
- ・化学合成殺虫剤を主体として使用

主要害虫のうちアザミウマ類は、総合防除体系により栽培期間中を通じて低密度に抑えることができました (図6)。特に難防除害虫として問題視されるシクラメンホコリダニは、低い被害度に抑えることができました (図7)。また、ハダニ類についても、発生時期を遅らせることができました (図8)。

天敵のカブリダニ類は、放飼直後から増加し、順調に定着しており（図9）、これら害虫の密度抑制の一因となっていたことが分かります。

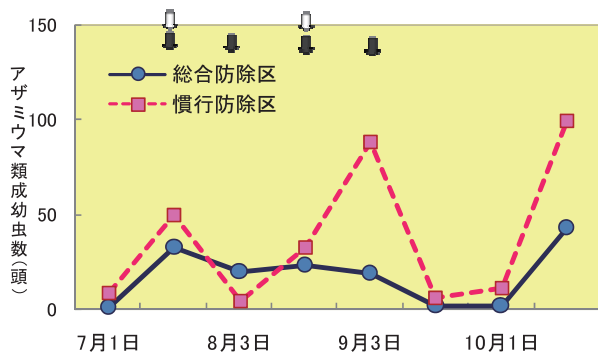


図6 アザミウマ類発生数の推移

- 1) 40花房調査の合計
- 2) 白矢印は総合防除区、黒矢印は慣行防除区のアザミウマ類を対象とした化学合成殺虫剤の使用時期を示す

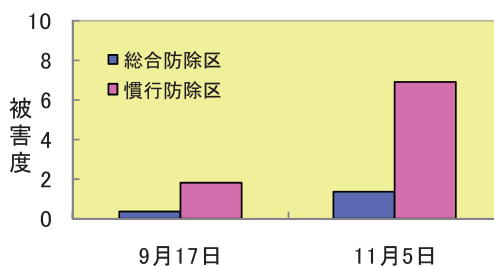


図7 シクラメンホコリダニの被害度

- 1) 被害度はA: 症状なし、B: 展開葉に軽い萎縮、C: 成長点部に軽微な褐変、D: 成長点部に重度の褐変、E: 生長点部の枯死とし、被害度 =  $(B + 2C + 3D + 4E) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$  (調査株数は1250株) から算出

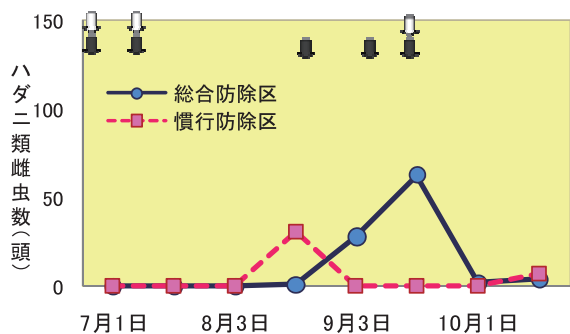


図8 ハダニ類発生数の推移

- 1) 40複葉調査の合計
- 2) 白矢印は総合防除区、黒矢印は慣行防除区のハダニ類を対象とした化学合成殺虫剤の使用時期を示す



図9 天敵・カブリダニ類発生数の推移

- 1) 40花房+40複葉調査の合計
- 2) 赤矢印はミヤコカブリダニ、スワルスキーカブリダニの同時放飼時期を示す

## 5. 総合防除体系の導入に際しての留意点

- ① UVカットフィルムや防虫ネットの展張は、定植前に実施し、施設内へのアザミウマ類、アブラムシ類、コナジラミ類などの侵入を抑制します。
- ② 定植時に植え穴に処理する薬剤は、天敵や訪花昆虫に対して影響の小さい農薬を選択します。選択する薬剤は、アブラムシ類対策として、ネオニコチノイド系粒剤であるモスピラン粒剤を使用します。
- ③ 天敵であるミヤコカブリダニはハダニ類で、スワルスキーカブリダニはアザミウマ類、コナジラミ類、チャノホコリダニで、いずれも野菜類（施設栽培）で農薬登録されています。
- ④ 天敵であるミヤコカブリダニおよびスワルスキーカブリダニは、対象害虫のハダニ類およびシクラメンホコリダニ密度が低い状態で放飼します。天敵放飼前に対象害虫が多発している場合は、天敵への影響期間が短いか影響の小さい化学合成殺虫剤（コロマイト水和剤、スターマイトフロアブル）であらかじめ防除してから放飼します。



- ⑤ 天敵の放飼時期は、開花始期を目安とします。放飼量は、ミヤコカブリダニでは約2,000～6,000頭/10a、スワルスキーカブリダニでは25,000～50,000頭/10aとします。放飼時にハダニ類やシクラメンホコリダニがスポット発生している場合は、発生スポットに重点的に放飼します。
- ⑥ 天敵放飼後は、天敵の定着状況を定期的に確認し、順調な定着が認められない場合は、追加放飼をします。なお、天敵の定着状況は、黒や濃紺の紙片上で果房や葉を軽く叩き、紙片上に天敵を落下させると個体数を確認しやすいです。
- ⑦ 天敵放飼後の化学合成殺虫剤は、天敵に影響の無いあるいは影響の小さいものを選択します（図1）。

## 6. 参考

カブリダニ放飼体系での使用（放飼前も含む）を控える主な農薬

- |   |
|---|
| <p>○殺虫剤</p> <p>有機リン剤（ディプレックス乳剤、マラソン乳剤など）</p> <p>合成ピレスロイド剤（アーデント水和剤、アディオン水和剤、マブリック水和剤など）</p> <p>ネオニコチノイド剤（ベストガード水溶剤、モスピラン水溶剤など）</p> <p>殺ダニ剤（コテツフロアブル、サンマイトフロアブル、ダニトロンフロアブル、バロックフロアブル、ピラニカEWなど）</p> <p>その他（アフーム乳剤、スピノエース顆粒水和剤など）</p> <p>○殺菌剤</p> <p>トップジンM水和剤、ポリオキシシンAL水和剤、モレスタン水和剤など</p> |
|---|

※各農薬に際しては最新の登録内容を確認のうえご使用ください。

※本文中生物的防除剤は施設栽培での登録です。

（福島県農業総合センター 小林 智之）



## 東北地域における四季成り性品種を 利用した夏秋どりイチゴの栽培技術

---

平成 23 年 11 月発行

編集・発行 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
東北農業研究センター  
夏秋どりイチゴ研究チーム

〒020-0198 岩手県盛岡市下厨川字赤平 4  
電話 019(641)9214

印刷所 〒020-0015 岩手県盛岡市本町通二丁目 8 番 37 号  
株式会社 阿部 騰 写 堂  
電話 019(623)2361

---

\* 乱丁・落丁の場合はおとりかえいたします。