# 72穴セル成型苗を利用したイチゴ促成栽培における育苗条件および圃場の窒素含量が生育や収量に及ぼす影響


| | |
|---|---|
| 誌名 | 園芸学研究 |
| ISSN | 13472658 |
| 著者名 | 山崎,敬亮<br>熊倉,裕史<br>浜本,浩<br>齋藤,弥生子 |
| 発行元 | 園芸学会 |
| 巻/号 | 10巻4号 |
| 掲載ページ | p. 521-529 |
| 発行年月 | 2011年10月 |



農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

園学研. (Hort. Res. (Japan)) 10 (4) : 521–529. 2011.

原　著

# 72穴セル成型苗を利用したイチゴ促成栽培における育苗条件および圃場の窒素含量が生育や収量に及ぼす影響

山崎敬亮[1]*・熊倉裕史[1a]・浜本　浩[1a]・齋藤弥生子[2]

[1] 農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センター　623-0035　京都府綾部市
[2] 愛知県農業総合試験場　480-1193　愛知県愛知郡長久手町

# Effects of the Raising Conditions and Nitrogen Concentration in the Field on Growth, Development and Fruit Yield in Strawberry Forcing Culture Using 72-Cell Plug Plants

Keisuke Yamazaki[1]*, Hiroshi Kumakura[1a], Hiroshi Hamamoto[1a] and Yaoko Saito[2]

*[1]National Agricultural Research Center for Western Region, Ayabe, Kyoto 623-0035*
*[2]Aichi Agricultural Research Center, Nagakute, Aichi, Aichi 480-1193*

## Abstract

Effects of the shape and volume of plugs, duration of raising runner plants, and soil nitrogen concentration before planting on the initial growth, development of terminal and axillary inflorescences, and fruit yield in plug-grown 'Akihime', 'Tochiotome' and 'Benihoppe' strawberry plants were investigated to develop a technique for division of labor between raising runner plants and fruit production in strawberry forcing culture. Runner plants excised from the mother plant formed root clumps in 20 days when grown in the round-type 72-cell plug tray (37 mL/cell) for all 3 cultivars. These plug plants were the most suitable for transplantation compared to those grown in other plug trays (45 and 70 mL/cell). When 'Benihoppe' plants raised in plug trays for 20, 30 and 40 days were transplanted on the same day, the 20-day-old plug plants showed a better rooting and initial growth 20 days after transplanting compared to those of the older plug plants. The fruit yields of terminal inflorescence were also high in 20-day-old plug plants. Furthermore, in all 3 cultivars, the flower bud emergence of terminal inflorescence tended to be delayed if a certain amount of nitrate nitrogen was present in the soil before fertilization, resulting in decrease in fruit yield until March. The optimal nitrate nitrogen content (mg per 100 g dry soil) before fertilization was 2.5 to 6.3 in 'Akihime' and 4.4 to 8.8 in 'Tochiotome' and 'Benihoppe'.

**Key Words** : date of flower bud emergence, division of labor

**キーワード** : 分業化，出蕾日

## 緒　言

促成イチゴの育苗では，親株を含めた養成期間が長いため，前作の収穫期や作業と重なり，労力負担が大きいうえに病害虫リスクが高い．またここ数年，法人による1 haクラスの大規模経営から，高齢化が進んだ小規模で零細的家族経営が多い従来のイチゴ産地まで，経営体が多様化している．これら多様な経営体からは，その経営規模に関わらず果実生産苗の外部供給，すなわち「育苗と果実生産の分業化」への要望が以前にも増して強まっている．

そこで著者らのグループは，日本における将来的な「育苗と果実生産の分業化」を見据えて，イチゴ促成栽培のための苗の大量生産および利用技術に関する研究・開発に着手した．ここで述べる「育苗と果実生産の分業化（以下，育苗の分業化と略す）」とは，果実生産者は一切の育苗作業を行わず，苗生産者より届けられた苗を本圃に定植し，果実生産・出荷のみに専念することである．この前提に基づき，栄養繁殖というイチゴの性状に合わせ，大量の苗を長期的に確保する課題として，ランナーの発生条件の解明（Watanabeら，2009），ランナー長期大量発生技術の開発（齋藤ら，2007），ランナー子株の貯蔵技術（山本ら，2008）などについて成果が得られてきた．

一方，実際の利用場面を考慮した出荷苗の形態や育苗条件，苗の利用技術についても知見や技術開発が必須であり，著者らはその課題に取り組んできた．育苗の分業化に当たり，苗生産者の立場からは苗の生産効率が高いことが重要であり，それには単位面積当たりの苗の生産数の増大と，育苗期間の短縮が不可欠である．このためには，野菜・花き類の苗生産に広く普及しているセル成型苗（小田，1993）

2010年7月20日　受付．2011年3月20日　受理．
本研究は「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業；（18050）イチゴ幼苗セル成型苗の長期大量生産技術と利用体系の開発」の助成を受けて行われ，本報告の一部は園芸学会平成20年度秋季大会，平成21年度秋季大会で発表した．
* Corresponding author. E-mail: kskyama@affrc.go.jp
[a] 現在：農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所

の利用が有効と考えられる．セル成型苗の利用については，イチゴ栽培においてもいくつか報告が見られており，18～128穴（容量20～300 mL）までのセルトレイを用いて，容器の種類や採苗・定植時期，育苗日数，育苗期間中の施肥量が生育や収量に及ぼす影響が検討されている（石原ら，1994; 鹿野・大沼，2004; 川下・吉田，1998; 小林ら，1997; 津田ら，1995）．しかしこれらの研究は，ポリポット（容量360～570 mL）を使用した従来の自家育苗の省力化に主眼を置いたもので，コンパクトで短期間に出荷可能な苗の作出や，徹底した省コスト・省スペース化といった育苗の分業化に必要な視点では研究されていない．実際に，セルトレイとしては比較的大容量のものを用いている例が多く，本来のセル成型苗とは異質なものと考えられているが，適切な名称がないためにセル成型苗と定義している面もある（小林ら，1997）．一方，川下・吉田（1998）の報告では，128穴セルトレイ（容量20 mL）を使用した場合，クラウン径が小さく葉柄が徒長した苗となり，定植後年内収量が劣ったとしている．そこで著者らは，これら過去の報告を踏まえ，健全な苗の生産が可能でかつ苗の生産効率を確保できる規格として，72穴のセルトレイを選択した．そして本研究で試験1として，一定育苗期間における苗の生育や移植時のハンドリングの良さなどから，適切な72穴セルの容量や形状を検討した．続いて，試験1で得られた結果を踏まえ試験2として，定植後の根の活着度や初期収量から，適切な育苗日数（苗の出荷までの日数）を検討した．

また，セル成型苗のような比較的小型の苗の特性から，本圃への移植時に基肥施用前の本圃に残存している窒素量や定植時の基肥量により，その後の生育が大きく影響を受ける．特にイチゴは，花芽分化が低窒素条件で促進的に，高窒素条件では抑制的に作用する（藤本，1971; 町田・宇田川，2004b; 田尻・西本，1999; 吉山ら，1983）ことから，基肥施用前もしくは定植時における本圃の土壌中の窒素含量の把握，および，適正管理が重要視されている（齋藤・矢部，2005）．セル成型苗は育苗期間が短いため，基本的には花芽が未分化の幼苗を定植することになるが，そうした場合，本圃の窒素含量の影響が出蕾や収穫時期，収量パターンに顕著に現れることが推測される．そこで試験3として，基肥施用前の土壌中の窒素含量が出蕾や収穫時期，収量に及ぼす影響を明らかにしようとした．

なお，本研究では育苗の分業化に必要な技術の開発を優先するため，現在主流となっているクリスマス需要に合致するような，ポット育苗による促成栽培作型を必ずしも目標としなかった．

## 材料および方法

本研究に関するすべての試験は，京都府綾部市の近畿中国四国農業研究センター綾部研究拠点（北緯35°17′，東経135°16′，標高60.5 m）で実施した．

### 1. 72穴セルトレイの容量および形状に関する適性試験（試験1）

いずれも72穴のプラグマスター（容量37 mL丸形，日新農工産業，以下PMと略す），根巻き防止ワンウェイセルトレイ（容量45 mL角形，タキイ種苗，以下OWと略す），トレイマスター（容量70 mL丸長形，日新農工産業，以下TMと略す）の3種類を用いた．培土として，小型ポット用イチゴ専用培土（$N : P_2O_5 : K_2O = 3 : 10 : 3$）を用いた．

品種は‘章姫’，‘紅ほっぺ’および‘とちおとめ’の3種を用いた．育苗方法は，均一で大量の苗を扱えることを前提とするため，ランナー子株の一斉採苗による挿し苗とした．各品種の親株ランナーから，2～3葉期に達した大きさの揃った子株を選抜して挿し芽した．2007年4月17日に挿し苗後，遮光率50%の被覆資材を2枚重ねた遮光下（遮光率約75%）に移し，育苗開始後6日目に1枚，10日目に残りの1枚を除去し，以後雨よけ条件下の架台上で育苗した．遮光中の10日間は1日3回，遮光材除去後は1日2回の手灌水を行った．育苗開始後15日目には，1株当たり5 mgの窒素を大塚A処方の培養液により，灌水と合わせて施用した．

苗生産のうえで，育苗日数はできるだけ短い方が良いが，根鉢が形成されていないセル成型苗は，商品として不適と考えられる．Yamazakiら（2008）は，‘さちのか’を用いた挿し苗と鉢受けポット育苗の比較において，挿し苗後2週間程度は発根量が少なく，地下部生体重が小さかったと報告した．また，光合成速度は，挿し苗後20日以降に安定するとのデータを示している．このことから，本実験では育苗日数を20日に設定した．挿し苗後20日目に，各セルトレイの各品種から6株ずつランダムに選抜し，クラウン径，地上部および地下部の生体重および乾物重，完全展開第2葉の葉柄長，その中央小葉の葉身長，葉幅および葉色（SPAD-502，ミノルタ）を計測した．また，移植作業時のハンドリングの指標として，苗をトレイから抜いた際にセル内に残った培土，および，周辺にこぼれ落ちた培土量（以下，セル内に残った培土量）を調査した．

なお本試験は，通常の促成栽培における採苗時期とは異なり，4月に採苗して試験を実施した．これは，セル成型苗を利用した育苗・栽培技術を開発するうえで，セルトレイの選択が最優先事項であり，試験に必要なランナー子株数が得られた段階で試験を開始したためである．

### 2. 定植後の初期生育や収量から見た‘紅ほっぺ’におけるセル成型苗の適切な育苗日数の特定（試験2）

品種は‘紅ほっぺ’を用い，育苗については試験1の結果を受けて72穴PMを使用し，試験1と同様に行った．前述したYamazakiら（2008）の報告と試験1の結果を踏まえ，20日未満の育苗日数では地下部の生育が十分でない可能性を考慮し，最短育苗日数を20日とした．育苗日数20，30および40日の苗を得るために，2007年7月7日，17日および27日の3回に分けて，2～3葉期で共通した大きさ

の子株を採苗した．追肥として，育苗開始15日後より10日おきに，大塚A処方の培養液を施用し，株あたり5 mgの窒素を与えた．8月16日に花芽が未分化の苗を各12株（6株2反復），株間25 cmでパイプハウス内の本圃に定植した．

また，比較のため，慣行のポット育苗区を設けた．7月7日にランナー子株を黒ボク土，籾殻クンタン，バーク堆肥，パーライト（容量比＝4 : 3 : 2 : 1）を混合して詰めた10.5 cm径のポリポットに鉢受けした．7月22日に親株から切り離して粒状化成肥料を3粒ずつ（窒素含量約180 mg）置き肥し，8月21日に置き肥を除去した（窒素中断処理）．花芽分化は未確認の状態で，9月5日に本圃に10株を定植した．

各区の頂花房，一次，二次および三次腋花房の出蕾日を記録し，頂花房，一次および二次腋花房の3月までの収量および蕾数を調査した．本圃定植後の栽培管理は，慣行の促成栽培に準じて行った．2007年10月15日にマルチングを行い，11月15日～2008年2月末まで日長が14時間となるよう電照による長日処理を実施し，冬期のハウス内の加温開始温度を10°Cに設定した．

本圃は，予めソルガム均一栽培と栽培後の連続散水を行い，作土層内の窒素含量を低下させた．その結果，畝立て前の土壌中の硝酸態窒素含量は，RQフレックス（メルク）の指示値から（山崎・六本木，1992），5.3 mg・100 $g^{-1}$ 乾土となった．その後，畝間120 cmで畝立てし，各区とも定植4日前に，施用後約30日間の養分溶出を抑制する緩効性肥料（N : $P_2O_5$ : $K_2O$ = 6 : 5 : 5）を施用した．その際，1株当たり窒素量が3 gとなるよう，畝表層全面に混和した．

本圃とは別に，定植後の根の活着度や生育調査用として，各区8株を市販の園芸用プランタ（14 L）に定植した．培土は籾殻クンタンとピートモスを等量ずつとし，本圃と同様の肥料を混合して使用した．定植時と定植後20日に，葉数，クラウン径，地上部および地下部の生体重および乾物重，完全展開第2葉の葉柄長，その中央小葉の葉身長，葉幅，葉色を計測した．定植時の計測には，定植個体とは別の各区6株を供試した．定植後20日には，根の活着度を表す指標として，引抜抵抗値を測定した．引抜抵抗値の測定には，DC12 Vの電動モータにより一定の速度で昇降する自作装置，および，デジタルフォースゲージ（FGP-1，日本電産シンポ）を使用した．フォースゲージと植物体の地際部とを固定し，昇降装置を上昇させて植物体が培地から引き抜かれる際の指示値を記録した．その後，ニュートン（N）に換算し引抜抵抗値とした．

### 3. 基肥施用前の土壌中の窒素含量が促成栽培セル成型苗の生育に及ぼす影響（試験3）

品種は‘章姫’，‘紅ほっぺ’および‘とちおとめ’を用いた．育苗は試験1に倣った．2008年7月16日に採苗し，72穴のPMに挿して20日間育成した苗を供試した．

土壌中の窒素含量が異なる圃場を作成するために，試験2と同様にソルガムの均一栽培と連続散水により，一旦作土層内の窒素含量を低下させた．そのときの圃場内5点（深さ10 cm）から採取した土壌中の硝酸態窒素含量は，2.5 mg・100 $g^{-1}$ 乾土であった．その後，畝間120 cmで5本畝立てし，定植の10日前に0，2，4，6および9 kg・10 $a^{-1}$ 相当の窒素（10 a当たりの定植数を6,500株に設定）を硝酸アンモニウムにより，各畝の表層全面に混和して施用した．その後，圃場表面が乾かない程度に灌水を続け，定植4日前の基肥施用時に，5つの畝の各5点から土壌サンプルを採取し，再び硝酸態窒素含量を測定したところ，それぞれ2.5，4.4，6.3，8.8および10.3 mg・100 $g^{-1}$ 乾土であった（以後，これらの数値を各区の呼称に用いる）．なお，硝酸アンモニウムを用いて窒素量を調整しているため，硝酸態だけでなくアンモニア態窒素含量も各畝で異なった．しかし，地床栽培におけるイチゴ生育への影響は，硝酸態窒素に依る部分が大きいと判断し，硝酸態窒素含量のみの測定とした．

定植の4日前に，基肥として試験2と同じ緩効性肥料を窒素量に換算して15 kg・10 $a^{-1}$（10 a当たりの定植数を6,500株に設定）となるよう，畝表層全面に混和して施用した．20日間育成したセル成型苗を，2008年8月5日に窒素含量を調整した5つの畝に，株間を25 cmとして各品種10株ずつ花芽が未分化のまま定植した．なお，定植日を8月5日とした理由は，普通ポット育苗における鉢受け開始から60日間の育苗を経て定植という形式を慣行法として，9月15日にポット苗を定植する場合，その採苗日が7月16日となり，これと同日にセル成型苗用の採苗を行うという前提で，20日間の育苗後を定植日としたためである．定植時（8月5日），定植後15日（8月20日）と30日（9月4日）に，六本木（1992）の報告にある葉柄汁液中の硝酸態窒素濃度の測定法に倣い，‘紅ほっぺ’の完全展開第3葉の葉柄における硝酸態イオン濃度を，各区3株の2反復で測定した．生育調査として，定植後30日に‘紅ほっぺ’について完全展開第3葉の葉柄長，その中央小葉の葉身長，葉幅を各区6株について計測した．また頂花房，一次および二次腋花房の出蕾日を観察し，3月までの各花房収量を調査した．定植後の栽培管理は試験2に倣った．

## 結　果

### 1. 72穴セルトレイの容量および形状に関する適性試験（試験1）

第1表には，各セルトレイにおける挿し苗後20日目の生育状況を品種ごとに示した．‘章姫’では，容量の大きいTMにおいて生育が良好で，クラウン径，葉柄長，地上部・地下部の生体重および乾物重とも他のセルトレイに比べて有意に大きかった．PMとOWの間には生育差がなかった．‘とちおとめ’では，PMにおいてクラウン径や葉身長，葉幅および地上部生体重が小さくなる傾向が見られたが，有意な差はなかった．‘紅ほっぺ’では，3つのセルトレイ区間に有意な生育差は見られなかった．セル内に残った培土

**第1表**　セルトレイの容量や形状が育苗後20日目の‘章姫’，‘とちおとめ’および‘紅ほっぺ’の苗の生育に及ぼす影響[z]（試験1）

| 品種 | セルトレイの種類 | 完全展開第2葉 | | | | | 生体重（g） | | 乾物重（g） | | セル内に残った培土量（mL）[y] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 中央小葉 | | | | | | | |
| | | クラウン径（mm） | 葉柄長（cm） | 葉身長（cm） | 葉幅（cm） | 葉色（SPAD） | 地上部 | 地下部 | 地上部 | 地下部 | |
| 章姫 | | | | | | | | | | | |
| | PM（37 mL，丸形） | 6.5 b[x] | 4.5 b | 4.2 a | 3.4 a | 34.9 a | 1.44 b | 0.82 b | 0.31 b | 0.08 b | 0.0 |
| | OW（45 mL，角形） | 6.6 b | 4.6 b | 4.2 a | 3.4 a | 34.8 a | 1.63 b | 0.81 b | 0.35 b | 0.08 b | 1.3 |
| | TM（70 mL，丸長形） | 8.1 a | 5.8 a | 5.0 a | 3.9 a | 35.8 a | 2.64 a | 1.47 a | 0.60 a | 0.16 a | 0.0 |
| とちおとめ | | | | | | | | | | | |
| | PM（37 mL，丸形） | 5.2 a | 4.7 a | 4.2 a | 3.3 a | 37.6 a | 1.27 a | 0.70 a | 0.34 a | 0.07 a | 0.0 |
| | OW（45 mL，角形） | 6.4 a | 5.0 a | 4.6 a | 3.6 a | 37.6 a | 1.64 a | 0.75 a | 0.33 a | 0.07 a | 1.7 |
| | TM（70 mL，丸長形） | 5.8 a | 4.4 a | 4.4 a | 3.6 a | 38.8 a | 1.56 a | 0.76 a | 0.37 a | 0.07 a | 4.0 |
| 紅ほっぺ | | | | | | | | | | | |
| | PM（37 mL，丸形） | 6.3 a | 5.5 a | 4.2 a | 3.6 a | 34.2 a | 1.67 a | 0.70 a | 0.42 a | 0.08 a | 1.4 |
| | OW（45 mL，角形） | 6.2 a | 5.0 a | 3.9 a | 3.4 a | 36.2 a | 1.57 a | 0.68 a | 0.37 a | 0.07 a | 13.0 |
| | TM（70 mL，丸長形） | 6.1 a | 6.0 a | 4.3 a | 3.7 a | 36.6 a | 2.02 a | 0.72 a | 0.47 a | 0.08 a | 22.7 |

[z]データは6個体の平均値
[y]苗を引き抜く際にセル内に残った培土，および，周辺にこぼれ落ちた培土量のことで，移植作業の際のハンドリングの指標として調査した
[x]異なるアルファベット間には有意差あり（Tukey's HSD Test, $p < 0.05$）

**第2表**　セル成型苗の育苗日数の違いが定植時および定植後20日目の生育に及ぼす影響[z]（試験2，‘紅ほっぺ’）

| 計測時期 | 育苗日数[y] | 完全展開第2葉 | | | | | 生体重（g） | | 乾物重（g） | | 引き抜き抵抗値（N）[x] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 中央小葉 | | | | | | | |
| | | クラウン径（mm） | 葉柄長（cm） | 葉身長（cm） | 葉幅（cm） | 葉色（SPAD） | 地上部 | 地下部 | 地上部 | 地下部 | |
| 定植時 | 20日 | 4.4 a[w] | 4.2 b | 2.9 a | 2.6 a | 33.6 a | 1.00 b | 0.26 b | 0.20 b | 0.03 b | —[v] |
| | 30日 | 4.3 a | 5.4 b | 2.9 a | 2.4 a | 33.3 a | 1.01 b | 0.42 b | 0.23 b | 0.05 ab | — |
| | 40日 | 4.8 a | 7.5 a | 3.0 a | 2.7 a | 31.1 a | 1.43 a | 0.72 a | 0.33 a | 0.10 a | — |
| 定植後20日 | 20日 | 7.2 a | 8.9 a | 5.2 a | 4.5 a | 36.7 a | 4.12 a | 1.33 a | 0.80 a | 0.14 a | 10.07 a |
| | 30日 | 7.1 a | 7.2 a | 4.4 b | 3.4 b | 36.4 a | 3.01 b | 1.37 a | 0.60 b | 0.15 a | 9.22 ab |
| | 40日 | 6.4 a | 7.9 a | 4.4 b | 3.6 b | 34.7 a | 2.78 b | 1.69 a | 0.57 b | 0.19 a | 8.23 b |

[z]定植時の計測では6個体，定植後20日の計測では8個体の平均値
[y]育苗日数15，25および35日に，1株当たりの窒素量が5 mgとなるように大塚A処方による追肥を実施
[x]デジタルフォースゲージ（FGP-1，日本電産シンポ）と植物体の地際部を固定し，フォースゲージにつなげた自作昇降装置を上昇させ，植物体が培地から引き抜かれる際のフォースゲージの指示値を記録し，ニュートン（N）に換算した
[w]異なるアルファベット間には有意差あり（Tukey's HSD Test, $p < 0.05$）
[v]測定せず

は，‘章姫’ではすべてのトレイでほとんどなく，‘とちおとめ’ではTMとOWでわずかに残った．‘紅ほっぺ’では，PMのセル内に残った培土は少なかったが，OWとTMではともに約1/3の量の培土がセル内に残った．

### 2. 定植後の初期生育や収量から見た‘紅ほっぺ’におけるセル成型苗の適切な育苗日数の特定（試験2）

育苗日数の異なるセル成型苗の定植時，および，定植後20日目の生育状況を第2表に示した．定植時の苗の葉柄長，地上部および地下部の生体重，乾物重は，40日育苗区で有意に大きかった．

定植後20日の時点では，必ずしも有意な差は認められないものの，育苗日数が短いほどクラウン径，葉および地上部生体重が大きくなる傾向になり，定植時の苗の性状とは逆転していた．活着の指標とした引抜抵抗値は，20日育苗区が40日育苗区に対して有意に大きかった．葉色は有意な差ではないが，育苗日数が長いほど薄くなる傾向があった．

各育苗日数のセル成型苗について，各花房の出蕾までの日数（出蕾日），蕾数および2008年3月までの各花房収量について第3表に示した．出蕾までの日数のうち，定植～頂花房出蕾までの日数には差が見られなかったが，頂花房出蕾～一次腋花房出蕾までの日数は，20日育苗区が他区より有意に短かった．以後，二次および三次腋花房までの出蕾に要した日数には差はなかった．平均出蕾日では，一次腋花房以降の出蕾において，20日育苗区が40日育苗区よ

**第3表** セル成型苗の育苗日数が各花房の出蕾までの日数（出蕾日，月／日），蕾数および収量に及ぼす影響[z]（試験2，‘紅ほっぺ’）

| 育苗法 | 育苗日数 | 各花房の出蕾までの日数[y] | | | | | | | | 蕾数[x] | | 収量（g）[x] | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 頂花房 | | 一次腋花房 | | 二次腋花房 | | 三次腋花房 | | 頂花房 | 一次腋花房 | 頂花房 | 一次腋花房 | 二次腋花房 | 総収量 |
| セルトレイ | 20日 | 87.4 a[w] | (11/12) | 24.3 b | (12/8) | 39.0 a | (1/18) | 42.7 a | (3/1) | 27.0 a | 21.4 a | 252.7 a | 131.4 a | 42.3 a | 426.4 a |
| | 30日 | 87.6 a | (11/11) | 28.8 a | (12/12) | 39.1 a | (1/19) | 43.2 a | (3/3) | 22.0 b | 20.0 a | 220.8 a | 135.8 a | 36.5 a | 393.1 a |
| | 40日 | 88.4 a | (11/13) | 30.1 a | (12/13) | 38.0 a | (1/22) | 44.0 a | (3/6) | 21.3 b | 20.6 a | 208.7 a | 141.0 a | 42.7 a | 392.4 a |
| 慣行ポット | | 78.3 | (11/3) | 28.5 | (11/30) | 36.2 | (1/4) | 42.1 | (2/14) | 20.2 | 23.4 | 237.4 | 147.2 | 106.4 | 491.0 |

[z] 2007年7月7日，17日，27日に採苗し，2007年8月16日に定植
[y] 出蕾までの日数の起算日は，頂花房は定植日とし，一次，二次および三次腋花房については，頂花房，一次および二次腋花房の出蕾日として各区12個体の平均値を示した
[x] 蕾数および収量は各区12個体の平均値で，各花房の蕾数を調査後に頂花房は13，一次・二次腋花房は11個に着生数を調整し，6g以上の果実を3月末まで調査，なお，二次腋花房は蕾数の調査に至らない個体も見られたため，蕾数のデータを省いた
[w] 異なるアルファベット間には有意差あり（Tukey's HSD Test, $p < 0.06$）

り5日程度早かった．頂花房の蕾数は，20日育苗区において有意に多かった．収量は，有意差はないものの頂花房において20日育苗区で多く，40日育苗区で少なくなる傾向があった．一次腋花房の収量には差がなかった．3月末までの総収量は，頂花房収量の影響を受けて，20日育苗区で多くなる傾向があった．

慣行のポット育苗区と比較すると，定植から頂花房出蕾までの日数において，セル成型苗はいずれの区とも10日程度多かった．その他の花房では大きな差はなかったが，花房の次数が進むにつれて出蕾日の遅れが徐々に大きくなった．セル成型苗の二次腋花房収量は，慣行ポット育苗区の4割程度に留まり，3月までの総収量でも劣る結果となった．

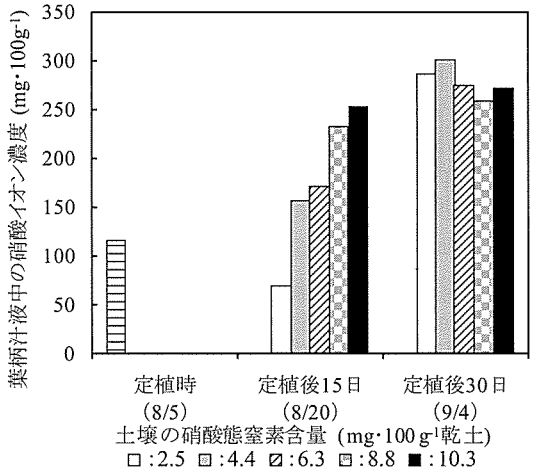
### 3. 基肥施用前の土壌中の窒素含量が促成栽培セル成型苗の生育に及ぼす影響（試験3）

定植時，定植後15日および30日の‘紅ほっぺ’における完全展開第3葉の葉柄汁液中硝酸イオン濃度を第1図に示した．定植後15日の各区の硝酸イオン濃度は，基肥施用前の土壌中の窒素含量に比例する傾向が見られた．土壌中の硝酸態窒素含量が2.5 mg・100 g$^{-1}$乾土の区では，定植時より硝酸イオン濃度が6割程度に減少した．定植後30日では，各区とも250～300 mg・100 g$^{-1}$となり，いずれも高い硝酸イオン濃度を示した．

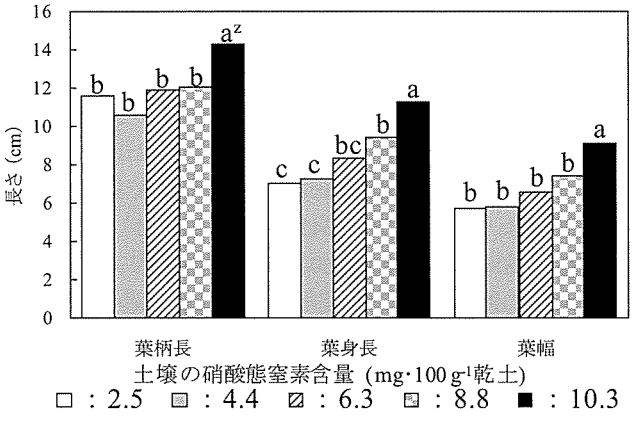
‘紅ほっぺ’について，定植後30日目に完全展開第3葉の生長を計測した結果を第2図に示した．葉柄長，葉身長および葉幅とも，土壌中の硝酸態窒素含量が多くなるにつれて大きくなる傾向があった．

品種ごとに，各花房の出蕾までの日数（出蕾日）について調査した結果を第4表に示した．各花房の出蕾までの日数は，いずれの品種でも土壌中の硝酸態窒素含量に比例して多くなる傾向を示した．特に‘章姫’の二次腋花房の出蕾日は，10.3 mg・100 g$^{-1}$乾土区で他の区より30日程度遅れた．

第3図に，品種ごとに2009年3月までの各花房収量を積算した結果を示す．頂花房収量については，3品種とも土壌中の硝酸態窒素含量の違いによる影響は見られず，‘章姫’は1株当たり275～288 g，‘紅ほっぺ’は262～282 gであった．‘とちおとめ’は，最も硝酸態窒素含量が少ない2.5 mg・100 g$^{-1}$乾土区と，最も多い10.3 mg・100 g$^{-1}$乾土区で他の区（210～225 g）より少なくなる傾向があったが，有意な差ではなかった．一次腋花房の3月までの収量については，3品種とも10.3 mg・100 g$^{-1}$乾土区で有意に少なかった．2.5～8.8 mg・100 g$^{-1}$乾土区では，1株当たり‘章




**第1図** 定植時および定植後15と30日目の完全展開第3葉における葉柄汁液中の硝酸イオン濃度*（試験3，‘紅ほっぺ’）
* 各区3個体2反復の平均値

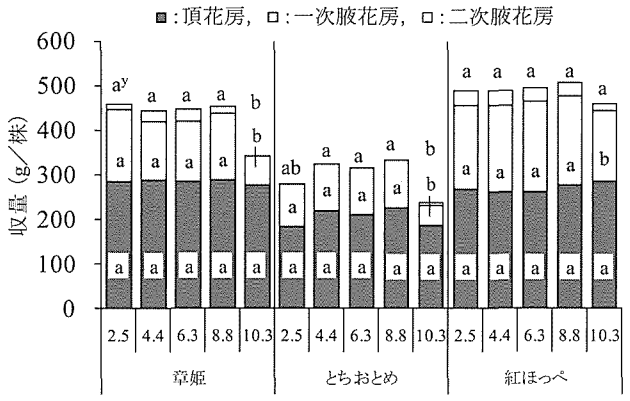



**第2図** 基肥施用前の土壌中の硝酸態窒素含量が定植30日後の完全展開第3葉の生長に及ぼす影響[z]（試験3，‘紅ほっぺ’）
[z] 各区10個体の平均値
[y] 異なるアルファベット間には有意差あり（Tukey's HSD Test, $p < 0.05$）

**第4表**　基肥施用前の土壌中の硝酸態窒素量が‘章姫’，‘とちおとめ’および‘紅ほっぺ’の各花房の出蕾までの日数（出蕾日，月／日）に及ぼす影響（試験3）

| 基肥施用前硝安混和量 (kg・10 a$^{-1}$)[z] | 硝酸態窒素量 (mg・100 g$^{-1}$ 乾土)[y] | 各花房の出蕾までの日数[x] | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 章姫 | | | とちおとめ | | | 紅ほっぺ | | | | | |
| | | 頂花房 | 一次腋花房 | 二次腋花房 | 頂花房 | 一次腋花房 | 二次腋花房 | 頂花房 | 一次腋花房 | 二次腋花房 |
| 0 | 2.5 | 81.6 b[w] (10/25) | 38.0 b (12/4) | 51.5 b (1/24) | 83.6 ab (10/28) | 42.2 a (12/9) | 56.1 b (2/4) | 90.1 a (11/3) | 17.5 b (11/20) | 54.2 b (1/17) |
| 2 | 4.4 | 82.6 b (10/26) | 45.8 a (12/11) | 42.0 c (1/22) | 81.7 b (10/26) | 40.8 a (12/7) | 57.7 b (2/2) | 87.1 a (10/31) | 18.0 b (11/18) | 69.3 a (1/24) |
| 4 | 6.3 | 87.8 a (10/31) | 44.1 a (12/13) | 42.3 c (1/23) | 85.8 a (11/1) | 39.8 a (12/9) | 55.5 b (2/3) | 88.6 a (11/1) | 16.1 b (11/17) | 67.9 a (1/24) |
| 6 | 8.8 | 87.2 a (10/31) | 45.7 a (12/14) | 46.7 bc (1/29) | 85.3 a (11/1) | 41.8 a (12/10) | 55.1 b (2/3) | 88.4 a (11/1) | 25.8 a (11/29) | 57.5 b (1/24) |
| 9 | 10.3 | 87.0 a (10/31) | 45.2 a (12/14) | 81.4 a (2/26) | 86.4 a (10/31) | 42.1 a (12/11) | 62.3 a (2/11) | 90.8 a (11/4) | 24.5 a (11/28) | 59.7 b (1/26) |

[z] ソルガム均一栽培と灌水により，土壌中の肥料成分を低下させた後，硝安（硝酸アンモニウム）で土壌中の窒素量を調整
[y] 基肥施用前に，RQflex（メルク）で土壌中の硝酸イオン濃度に基づく窒素量を測定
[x] 出蕾までの日数の起算日は，頂花房は定植日とし，一次および二次腋花房は頂花房および一次腋花房の出蕾日として，各区10個体の平均値を示した
[w] 異なるアルファベット間には有意差あり（Tukey's HSD Test, $p < 0.05$）



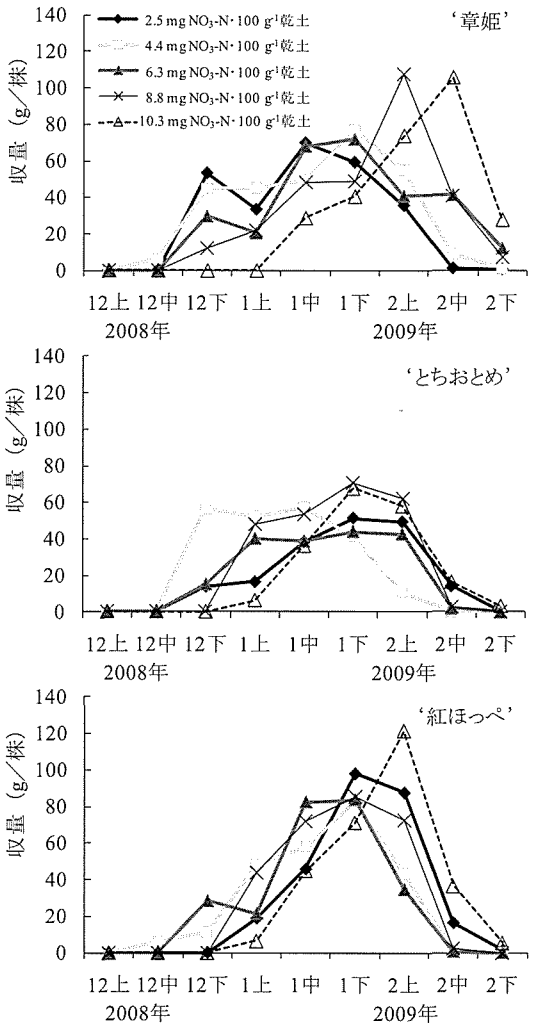

**第3図**　基肥施用前の土壌中の硝酸態窒素含量が各品種の3月までの収量に及ぼす影響[z]（試験3）
[z] 各区10個体の平均値で，蕾数を頂花房は13，一次・二次腋花房は11個に調整し，6 g以上の果実を調査
[y] 3月までの総収量，3月までの一次腋花房収量および頂花房収量について有意差検定（Tukey's HSD Test）を実施，異なるアルファベット間には有意差あり（$p < 0.05$）

姫’が135～160 g，‘とちおとめ’が95～107 g，‘紅ほっぺ’が188～202 gであったのに対し，10.3 mg・100 g$^{-1}$乾土区では，‘章姫’が約67 g，‘とちおとめ’が約45 g，‘紅ほっぺ’が約158 gであった．3月までの総収量は，1株当たり‘章姫’が450 g前後，‘とちおとめ’が320 g前後，‘紅ほっぺ’が490 g前後となる区が多かった．10.3 mg・100 g$^{-1}$乾土区は，‘章姫’と‘とちおとめ’で有意に少なく，1株当たり‘章姫’が約342 g，‘とちおとめ’が約236 gであり，‘紅ほっぺ’は約460 gであった．

第4図には，各品種の頂花房の旬別収量パターンを示した．‘章姫’では，土壌中の硝酸態窒素含量8.8 mg・100 g$^{-1}$乾土以上の区で，収穫開始時期や収量ピーク時期が遅く，また‘紅ほっぺ’では，2.5 mg・100 g$^{-1}$乾土区や10.3 mg・100 g$^{-1}$乾土区で収量ピーク時期が遅かった．‘とちおとめ’においても，この2区ではピークを迎える時期が遅かった．

## 考　察

イチゴ促成栽培における将来的な「育苗の分業化」を見




**第4図**　基肥施用前の土壌中の硝酸態窒素含量が各品種の頂花房の収量パターンに及ぼす影響*（試験3）
* 花房の蕾数を13個に調整して6 g以上の果実を収穫し，各区10個体の収量を旬（10日間）ごとに平均した

越して，セル成型苗の大量生産やその利用時に必要な基礎的要素を明確にするため，本研究では3つの試験を実施した．まず，セル成型苗の生産，または利用に当たって重要なセルの容量や形状を試験1において検討した．使用するセルトレイを72穴に固定したうえで比較した3種のセルト

レイのうち，容量 70 mL の TM では‘章姫’の生育が良好であったが，その他では品種間，セルトレイの種類間でも有意な違いは見られず，いずれのセルトレイでも生育や外観品質に問題はなかった．

生育調査と同時に，移植時のハンドリングの良否に関わる根鉢の形成について，セルから苗を引き抜く際にセル内に残った培土量を指標として検討した．地下部生体重が小さい（発根量が少ない）傾向にあった‘紅ほっぺ’においても，供試したトレイの中で最も容量の小さい 37 mL の PM では，20 日間で根鉢が形成され，セル内に残る培土量が少なかった．45 mL の OW では，‘紅ほっぺ’では十分に根鉢が形成されず，70 mL の丸長形でもセル内に培土が残らなかった‘章姫’においても，OW ではわずかにセル内に培土が残った．発根初期に太い一次根を発生させるイチゴの特性上，OW ではセル内の角や辺周辺への細根の伸長が足りず，培土を包み込む構造が 20 日間の育苗期間では十分に形成できなかったと考えられる．このことから，45 mL 以上の角形セルは，短日数での根鉢の形成に対する適性が低いと考えられた．70 mL の TM は，‘紅ほっぺ’において培地量に対して根の発根・伸長が明らかに不足しており，育苗日数がさらに必要であった．津田ら（1995）が，‘女峰’を供試して 74 mL の 50 穴丸形セルトレイの適用を検討した場合も，育苗に 50 日間要したとしている．

‘とちおとめ’と‘紅ほっぺ’では，いずれのセルトレイでも地下部生体重に大差がなかった．しかし，OW や TM のセル内に残った培土量には差異が認められた．石原ら（1996）は，‘とちおとめ’の形態的特性として，太い不定根（一次根）より細根の割合が高いとしている．両品種の発根特性を比較した研究は見当たらないが，品種による発根特性や培地の含水量に対する発根量の違いなどが，本試験での根鉢形成にも影響を与えた可能性がある．

根鉢形成は培地の含水量や温度などにも影響されるが，本研究で供試したいずれの品種においても，20 日間という育苗期間に根鉢が十分に形成された PM が，苗を生産または利用する両方の立場から優れていると思われる．生育に遜色がない場合，小苗は移動・梱包や本圃での移植において作業性が良いという利点も有することから，これを加味して本試験からは 72 穴のセル成型苗には PM が適していると判断された．

苗を大量生産する際には，育苗日数が短いことが生産効率を上げるうえで重要である．苗実需者の立場においても，定植適期を過ぎて老化した苗は，生産性が劣ることが予測されるため好まれない．また，届けられたセル成型苗を直ちに定植できるとは限らないため，生育に影響のない育苗日数の許容範囲，すなわち定植適期を明らかにしておくことが重要である．一方，育苗日数を短縮した結果，根鉢形成が不十分でハンドリングの悪い苗となっては，分業化するうえで「商品」として不適となる．すでに引用した Yamazaki ら（2008）の‘さちのか’を用いた報告より，挿し苗後 2 週間程度では，地下部生体重が小さく発根が十分でないため，品種によらずセル成型苗の育苗日数としても不足するものと考えられる．このことと試験 1 の結果を踏まえ，20 日間を最短の育苗日数として，セル成型苗の適切な育苗日数の検討を‘紅ほっぺ’を用いて試験 2 で行った．40 日育苗区の定植時の苗は，葉身長や葉幅に他区と差異がないのに対して，葉柄は有意に伸長した．これは生育が進むことで過度の密植状態となり，各個体で避陰反応が引き起こされ，葉柄が徒長したものと推察される．一方，定植後の生育は，20 日育苗の場合に良好であった．苗の活着度の指標とした引抜抵抗値も 20 日育苗区で高く，定植後早期に根系が発達して生育が旺盛になったと考えられる．しかし，育苗日数が 40 日になると引き抜き時に褐変した根が多く，新根の発生量は少なかった．本試験で採用したセルトレイ（プラグマスター，容量 37 mL 丸形）は，40 日間育苗するには容量が小さく，根域制限により根の活性低下が生じ，定植後の活着が悪く生育が停滞したものと推察される．この初期生育の差がそのまま頂花房の蕾数の差となり，平均 50 g 程度の収量差となって現れたと思われる．町田・宇田川（2004a）は，‘とちおとめ’を用いた頂花房分化後の根域制限がイチゴの生育に及ぼす影響を検討し，根域制限により根部新鮮重が少なく，花芽発達が遅延し，開花数が減少したとしている．品種による違いはあるが，根域制限された苗の生育概況としては，本研究も同様な結果が得られたと考えられる．育苗日数が長いほど葉色が薄くなる傾向にあった原因も，新根の発生量が劣り，養水分ストレスを生じやすかったことと関連しているのであろう．30 日育苗においても，20 日育苗よりも定植後の生育や収量が劣る傾向にあることから，セル成型苗の定植まで，もしくは苗出荷までの適切な育苗日数は，本セルトレイにおいて 20 ～ 30 日と判断できる．

試験 2 のように，セル成型苗の 8 月中旬定植では，慣行のポット育苗による 9 月 5 日定植に比べ，定植～頂花房の出蕾までの所要日数が 10 日程度多かった．イチゴの花芽分化は，体内の窒素濃度の低下により早まることがすでに知られている（古谷ら，1988; 川里・中枝，1977; 泰松・木村，1981）．吉田・森本（2010）は，130 mL のセルトレイ育苗においても，8 月末頃に窒素中断することで花芽分化が早まるとしている．本研究のポット（10.5 cm 径）育苗区では 8 月 21 日より窒素中断処理を行ったが，セル成型苗では圃場に 8 月中旬に定植してからの窒素供給が断絶できていないため，頂花房の花芽分化が遅れたものと考えられる．その後の各花房の出蕾は，頂花房の遅れに加え，花房間の養分競合や冬期の低温による生長速度の低下などが相まって，ポット育苗区に比べて徐々に遅れが大きくなったと推察される．

このような窒素中断できないことによる花房の出蕾の遅れについて，試験 3 で基肥施用前の土壌中の硝酸態窒素含量の数値を目安に検討した．土壌中の窒素含量を 5 段階に

変えた圃場において，‘紅ほっぺ’では第1図に示すように，定植後15日には植物体内の硝酸イオン濃度が各土壌中の硝酸態窒素含量に比例し，第2図に示す定植後30日の葉の生育差となって現れた．また，いずれの品種の各花房の出蕾日も，土壌中の硝酸態窒素含量が多いと遅れる傾向が見られた．前述したように，土壌からの連続的な窒素供給が遅れの主因と考えられる．特に‘章姫’では，土壌中の硝酸態窒素含量と各花房出蕾日との反比例的な関係が明確であった．一方，‘とちおとめ’，‘紅ほっぺ’においては，硝酸態窒素が最も少ない2.5 mg・100 $g^{-1}$ 乾土区で，頂花房出蕾までの所要日数が少ない(出蕾が早い)わけではなかった．これは，低窒素条件下での生育速度の品種間差異によるものと考えられる．基肥に初期溶出を抑制する緩効性被覆肥料を使用したため，2.5 mg・100 $g^{-1}$ 乾土区では，定植後の窒素供給が相当期間限定されたと推察される．‘章姫’では，そのような条件下でも比較的生育遅滞が生じなかったのに対して，‘とちおとめ’および‘紅ほっぺ’では，生育自体が鈍化して花房の出蕾も早まらなかったものと考えられる．

3月までの総収量や頂花房の収量パターンにも，土壌中の窒素含量の影響が現れた．3品種とも，最も窒素含量が多い10.3 mg・100 $g^{-1}$ 乾土区で3月までの総収量が低かった（第3図）．‘章姫’および‘紅ほっぺ’では，頂花房の収量に試験区間差異はなかったが，10.3 mg・100 $g^{-1}$ 乾土区では一次腋花房の収量が他区に比べて劣った．両品種とも，一次腋花房の出蕾日は8.8 mg・100 $g^{-1}$ 乾土区と変わりなかった．収量に差が生じた理由は，第4図で示した各品種の頂花房の収量パターンから説明できる．すなわち，両品種とも10.3 mg・100 $g^{-1}$ 乾土区は，収量ピークが2月上中旬と他区に比べて遅く，一次腋花房の発達と頂花房の果実成熟期が重なった．そのため花房間で養分競合を起こし，株疲れによる一種の中休み現象（伏原・室園，1988; 伏原ら，1984）を呈して一次腋花房の発達が遅れ，3月までに収穫できた果実数が減少したものと推察される．‘とちおとめ’では，頂花房の生育にも一次腋花房発達との養分競合が起こったと考えられる．基肥施用前の土壌中に残存する窒素量の目安は，硝酸態窒素を指標として，各花房の出蕾までの日数（出蕾日，第4表），3月までの総収量（第3図）および頂花房の収量パターン（第4図）のそれぞれに影響を及ぼさない値を基準とすると，‘章姫’では2.5 ～ 6.3 mg・100 $g^{-1}$ 乾土，‘とちおとめ’および‘紅ほっぺ’では4.4 ～ 8.8 mg・100 $g^{-1}$ 乾土であった．

以上のように，本研究では育苗の分業化を念頭に置いたイチゴ促成栽培でのセル成型苗の生産または利用について，想定される苗生産者および苗実需者双方にとって重要ないくつかの知見を得た．一つ目は，コンパクトでハンドリングが良く，育苗日数が比較的短期間で済むセルトレイの容量と形状の決定である．二つ目は，当該セルトレイを使用した場合に，定植後の根の活着や初期収量を含めた良好な生育が得られる育苗の最適日数である．三つ目は，1および2で決定した内容を基に生産したセル成型苗を，実際に栽培する場合に出蕾や収穫時期，収量に影響を及ぼさない基肥施用前の土壌中の硝酸態窒素含量を指標とした窒素量の許容範囲である．ただし本研究では，過去の文献を踏まえて当初よりセルトレイの規格を72穴に固定した．ランナー子株のサイズや灌水，温度または遮光などの育苗条件などにも挿し苗の生育は影響を受けるため，他の品種を含めた他のセルサイズでの比較・検討の余地は残されていると考える．また，試験2においては，挿し苗後の発根量が少ない傾向にある‘紅ほっぺ’のみを供試した．このような品種で適切な育苗日数が決定されることで，初期に発根の旺盛な品種ではさらに育苗日数を短くすることができると考えたためである．この点において，他の品種で72穴セルトレイにおける最適育苗日数は異なる可能性がある．

現在，育苗を高冷地域に委託する「リレー苗」が一部実用化されてはいるが，届いた苗の花芽分化の不安定さや，慣行のポット育苗に比べて収穫開始時期が遅れる（近藤・小早川，1996）といった問題が解消されておらず，大規模な普及には至っていない．本研究で用いているセル成型苗は幼苗のため，リレー苗に比べても苗の段階で花芽分化を安定させることは難しい．さらに地床栽培においては，定植後の窒素中断処理や温度環境の制御が困難であるため，定植後に花芽分化を早める手段にも乏しいのが実情である．そのような状況で検討の余地が残されているのは，セル成型苗の定植時期である．気象条件の年次変動にも影響されるが，定植時期を変更することで現行の促成栽培に近い作型開発も可能と考えられる．

## 摘　要

イチゴ促成栽培における将来的な「育苗の分業化」を想定して，苗の供給者，実需者双方が活用または参照できるようなセル成型苗の利用技術について，基盤的研究を行った．‘章姫’，‘とちおとめ’および‘紅ほっぺ’の3品種について，セルの容量と形状が生育や移植時のハンドリングの良さに及ぼす影響を検討したところ，72穴で1セル当たり37 mLの丸形セルトレイにおいて，挿し苗後20日で根鉢が良好に形成され，1セル容量45 mL角形や70 mL丸長形セルトレイと比較しても，生育に遜色がなかった．このセルトレイを用いた場合の適切な育苗日数について，‘紅ほっぺ’を用いて調査した．20日育苗のセル成型苗は定植後の根の活着が良く，地上部の生育も良かった．頂花房の収量も，有意性はないものの30日や40日育苗に比べて多い傾向が見られた．20日間育苗したセル成型苗を，基肥施用前の土壌中の硝酸態窒素含量が8.8 mg・100 $g^{-1}$ 乾土以上の圃場に定植すると‘章姫’，‘とちおとめ’および‘紅ほっぺ’のいずれの品種でも各花房出蕾日が遅れる傾向があり，10.3 mg・100 $g^{-1}$ 乾土では，3月までの総収量が減少した．これは頂花房の分化の遅れとともに，頂花房と一次腋花房

の分化・発達期が重なることで養分競合が起こり，全体的な生育遅延を招いたことが原因と考えられた．明らかな収量低下を招かないための基肥施用前の土壌中の硝酸態窒素含量の許容範囲は，‘章姫’では2.5 ～ 6.3 mg・100 $g^{-1}$，‘とちおとめ’および‘紅ほっぺ’では4.4 ～ 8.8 mg・100 $g^{-1}$乾土と判断された．

**謝　辞**　本研究の遂行に当たり，研究を補助していただいた当センター技術専門職員の西岡和也氏，岩本辰弘氏，原　富夫氏，契約職員の中川　泉氏，大槻和子氏，黒井誠司氏の各位に対して厚く御礼申し上げます．また，本研究に対してご指導，ご助言下さった香川大学農学部柳　智博教授，兵庫県立農林水産技術総合センター小林　保氏，山本晃一氏に深謝申し上げます．

## 引用文献

藤本幸平．1971．イチゴ宝交早生の生理生態的特性の解明による新作型開発に関する研究．奈良農試特別報告．42–70.

古谷茂貴・山下正隆・山崎　篤．1988．暗黒下での低温によるイチゴの花芽分化誘導に及ぼす体内窒素濃度の影響．野菜茶試研報D．1: 51–57.

伏原　肇・室園正敏．1988．促成イチゴの中休み現象に関する研究．第2報　果実肥大曲線による担果力の推定．福岡農総試研報B．7: 53–56.

伏原　肇・室園正敏・吉武貞敏．1984．促成イチゴの中休み現象に関する研究．第1報　‘はるのか’産地における実態について．福岡農総試研報B．4: 25–30.

石原良行・高野邦治・植木正明・栃木博美．1996．イチゴ新品種「とちおとめ」の育成．栃木農試研報．44: 109–123.

石原良行・植木正明・四方田純一・高野邦治・大谷晴美．1994．セル成型苗利用によるイチゴ育苗の省力化．栃木農試研報．42: 65–77.

鹿野　弘・大沼　康．2004．イチゴ‘さちのか’・‘とちおとめ’の促成栽培におけるセル成型苗利用技術．宮城農園研報．73: 20–30.

川里　宏・中枝　健．1977．イチゴの促成作型確立に関する研究．第1報　花芽分化期前後の葉柄中の硝酸態窒素濃度が花成並びに収量に及ぼす影響．栃木農試研報．23: 105–112.

川下輝一・吉田　良．1998．セル成型苗利用によるイチゴの促成栽培．徳島農試研報．34: 1–8.

小林　保・山元義久・小林尚武．1997．イチゴの促成栽培におけるセル成型苗の利用．近畿中国農業研究．93: 45–51.

近藤弘志・小早川弘文．1996．「北海道養成苗」利用によるイチゴ育苗の省力化．香川農試研報．47: 31–35.

町田剛史・宇田川雄二．2004a．頂花房花芽分化後の鉢施肥と根域制限がイチゴの生育，収量に及ぼす影響．園学雑．73（別1）: 296.

町田剛史・宇田川雄二．2004b．基肥および追肥窒素量がイチゴの腋花房の分化，発達に及ぼす影響．園学雑．73（別2）: 411.

小田雅行．1993．新しい苗生産方式―セル成型苗と接ぎ木苗―．農林水産技術研究ジャーナル．16: 14–19.

六本木和夫．1992．果菜類の栄養診断に関する研究．（第2報）葉柄汁液の硝酸態窒素濃度に基づくイチゴの栄養診断．埼玉園試研報．19: 19–29.

齋藤弥生子・番　喜宏・山下文秋．2007．イチゴの採苗方法がランナー子株の採苗数及び作業効率に及ぼす影響．園学研．6（別2）: 539.

齋藤弥生子・矢部和則．2005．イチゴ「とちおとめ」の窒素吸収特性と出らいを基準とした土耕栽培施肥法の開発．愛知農総試研報．37: 41–47.

泰松恒男・木村雅行．1981．イチゴ宝交早生の促成栽培における苗質と開花，収穫パターンについて．奈良農試研報．12: 30–42.

田尻一裕・西本　太．1999．促成イチゴ‘とよのか’の第2花房分化に及ぼす窒素施肥量と温度の影響．九州農業研究．61: 170.

津田　薫・藤本豊秋・田中一弘．1995．夏秋イチゴのセル成型苗利用技術の開発．岐阜高冷地農試研報．5: 23–34.

Watanabe, G., T. Yanagi, N. Okuda and Y. Saito. 2009. Effect of cold storage duration on runner production in strawberry. Acta Hortic. 842: 729–732.

山本晃一・小林　保・斎藤隆雄．2008．イチゴ仮植労力軽減を目的としたランナー冷蔵法の検討．近畿中国四国農業研究．13: 28–32.

Yamazaki, K., H. Hamamoto and T. Ikeda. 2008. Comparison between two methods of raising daughter plants on initial growth and photosynthetic rate in strawberry. Acta Hortic. 771: 157–160.

山崎晴民・六本木和夫．1992．土壌中の硝酸態窒素の簡易測定法．埼玉園試研報．19: 31–36.

吉田裕一・森本由香里．2010．トレイ育苗したイチゴ‘女峰’の花芽分化と開花に及ぼす挿し苗時期と施肥中断時期の影響．岡山大農学報．99: 49–53.

吉山久雄・原田泰彦・松本　理．1983．イチゴ‘宝交早生’の促成栽培に関する研究．（第1報）苗の窒素栄養状態と定植期が花芽分化並びに開花に及ぼす影響．山口農試研報．35: 45–55.