View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Okayama University Scientific Achievement Repository

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

吉田　裕一・森本由香里
（応用植物科学コース）

Flower Bud Differentiation and Flowering of Tray Grown Strawberry 'Nyoho' as Affected by Plant age and the Duration of Nutrient Starvation

Yuichi Yoshida and Yukari Morimoto
(Course of Applied Plant Science)

In the forcing production of strawberry *Fragaria* × *ananassa* Duch., the use of tray plants grown from cuttings of runner tips is becoming popular with the increase in strawberry production with substrate culture systems, due to their lower cost and ease of plant management compared to conventional pot-grown plants. Effects of the date of runner cutting and the duration of nutrient starvation on flower bud differentiation and flowering of tray grown plants of strawberry 'Nyoho' were investigated. Plants cut on mid or late July and rooted on cell trays performed early and uniform flower bud differentiation and flowering compared to June or August cut plants. When the plants were supplied nutrient solution containing ca. 6 mg-N/plant/week, nutrient starvation from the end of August led to the early and uniform flowering of tray plants, outperforming the earlier or later starvation.

Key words : forcing, *Fragaria* × *ananassa* Duch., nutrient solution, runner cutting

緒　　言

一季成り性のイチゴは，多くの落葉性果樹と同様に晩夏から初秋の低温・短日条件下で花芽が分化し，自然条件下では冬の低温を経過した後に開花する[4]．農業用ビニルが実用化された1960年頃から，低温で休眠打破された株をトンネルやビニルハウスで保温して開花結実を前進化させる半促成栽培が全国的に普及した．静岡や四国・九州などの温暖地ではほぼ同時期に，花芽分化が早く，休眠が浅くて低温要求量が少ない‘福羽’などの品種を利用したハウスの促成栽培が行われるようになった．ただし，これらの南方系品種は果実品質が劣り，適地も一部の温暖地に限られていた．その後，「断根ずらし」による花芽分化促進と電照による休眠制御を組み合わせることによって，中間型品種を用いたイチゴの促成栽培が可能であることが明らかにされ，奈良県農業試験場による精力的な研究によって，当時としてはきわめて優れた果実品質を有する‘宝交早生’を用いた年内どりの促成栽培技術が確立された[5]．

この技術開発の過程で，8月末から9月上旬に断根し，苗の窒素吸収を抑制することによって‘宝交早生’の花芽分化が促進されることが明らかにされたが，効果が天候に影響されやすい点と萎黄病の多発が栽培上の課題として残された．1970年代後半には，安定した窒素栄養制御が可能なポット育苗技術が確立され[2]，高い萎黄病の回避効果と相俟って苗床への仮植を大前提としたイチゴの育苗技術に大きな転換がもたらされた．1980年代にはいると，果実品質が優れ，花芽分化が早い‘とよのか’[7]，‘女峰’[1]が相次いで育成され，‘宝交早生’に替わってこの2品種が急速に普及した．ほぼ同時に，これらの品種を用いた夜冷短日処理[10]と低温暗黒処理[6]が実用化され，山上げ育苗に替わる人為的な花芽分化促進技術として多くの産地に導入された．

1990年代後半には，NFT，ロックウールに替わる低コストの高設養液栽培システムが実用化され[12]，様々な仕様のシステムが各地に導入された．近年では，収穫終了後にこれらの装置を転用してランナー子株を増殖し，空中採苗した子苗を利用するトレイ育苗が省力技術として注目されている．従来のポット育苗の場合，10 a 当たり約1万本の苗を育成するのに400～500時間の労働力投下が必要とされているが，トレイ育苗はきわめて省力的で200時間程度の労力で育苗が可能である[13]．しかし，ポット育苗と比較すると，花芽分化がやや遅く，不揃いになる傾向にある．省力化を目的とした育苗期間の短縮や苗数の確保のため，7月中旬から8月上旬にかけて採苗や挿し苗が行われるため株の充実が劣ること，密植で育苗されるためクラウンの肥大が劣ることなどがその要因として指摘されているが，その原因はまだ明らかではない．

Received October 1, 2009

一方，高窒素栄養条件下ではイチゴの花芽分化が抑制されるが，極端な低窒素栄養条件下でも花芽の分化と発育が抑制されることも以前から指摘されている[8]．トレイ育苗の場合には根域容量が130 mL程度と小さく，施肥中断後急激に体内窒素濃度が低下することも開花が不揃いになりやすい一因である可能性があると考えられた．そこで，トレイ育苗技術確立の端緒として，香川県内で空中採苗によるトレイ育苗が広く普及し始めている‘女峰’を用いて，花芽分化と開花に対する挿し苗時期と施肥中断時期の影響について検討した．

材料と方法

いずれの実験においても完全展開葉２枚以上を有する‘女峰’の子株を空中採苗し，実験に用いた．採苗後直ちに展開葉１枚に調整し，ピートモス２：RW細粒綿１：パーライト１の培地を詰めたすくすくトレイ（根域容量130 mL，丸三産業）に挿し苗した．挿し苗後１週間は日中30分毎，夜間３時間毎に２分ずつマイクロスクリンプラーによる散水を行った．１週間後から大塚A処方25％液（大塚化学）を株当たり約30 mL（１L/トレイ，35株）ずつ週３回施用し，１日に１～２回，適宜水道水で潅水した．挿し苗後２週間は50％遮光下におきその後は無遮光の雨除けハウス内で育苗した．

それぞれの実験で施肥中断時期（最終追肥日）を８月23，30日，９月６日とする３処理区を設け，９月11日は新生第３葉のみ，９月16，21，26日は新生第３葉と茎頂近傍組織を５個体ずつ採取した．新生第３葉は60℃で乾燥して粉砕し，葉身はサリチル硫酸－過酸化水素で分解し[9]，インドフェノール法で全窒素濃度を，葉柄はCataldらの方法[3]で硝酸態窒素濃度を測定した．茎頂組織はFAAで固定後，実体顕微鏡下で花芽発育段階を検鏡した．

2001年の実験では，挿し苗時期３水準（６月10日，７月17日，８月７日）と最終追肥日３水準を組み合わせて計９処理区を設けた．

2001年の実験において６月10日，７月17日挿し苗区は８月７日挿し苗区と比較して花芽分化が早く，施肥中断による花芽分化促進効果も安定していた．そこで2002年には，施肥中断によって花芽分化が安定する挿し苗時期を明らかにするため，６月26日から８月７日まで２週間間隔で挿し苗を行う４処理と施肥中断時期の３処理を組み合わせて，計12処理区で実験を行った．さらに定植時の花芽分化・発育段階とその後の開花との関係を明らかにするため，全処理区の苗８株ずつを９月21日にピートバッグに定植し，慣行[11]に従って管理し，開花日を調査した．

結　　果

Fig. 1に示したように，花成誘導期にあたる８月末から９月始めのサイドを開放し防虫ネットを展張した雨除けハウス内の平均気温は2001年が2002年より約４℃低かった．葉身中全窒素は，いずれの年においても９月６日最終追肥区がもっとも高かった（Fig. 2）．施肥中断後15日程度で葉身中全窒素は急速に低下し，葉柄中の硝酸態窒素は施肥中断10日後にはほとんど検出できない濃度まで低下した（データ省略）．

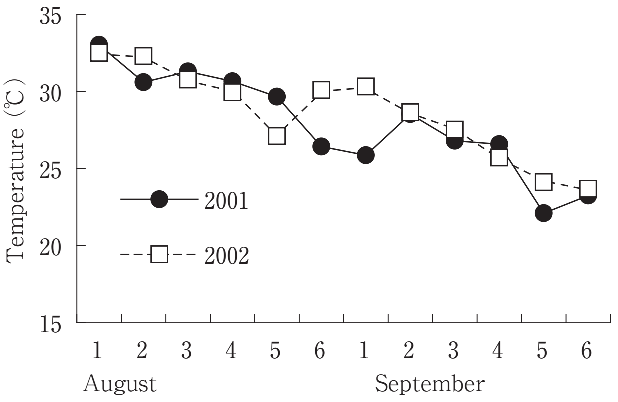

Fig. 1　Air temperature during experiments. Values are means of every 5(6) days.

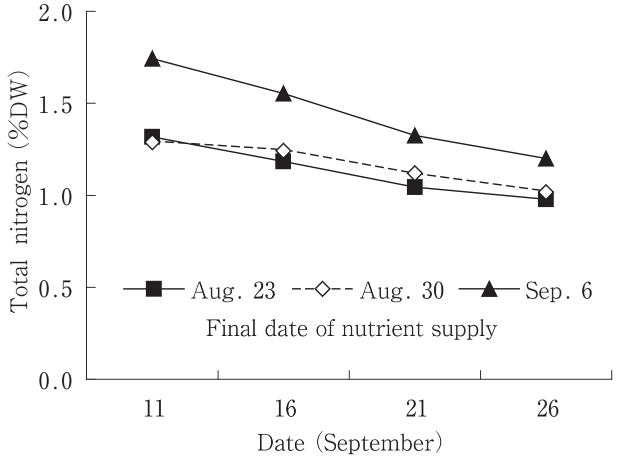

Fig. 2　Changes in the nitrogen concentration in the leaflets of the 3rd newly expanded leaf as affected by the duration of nutrient starvation (final date of nutrient supply). Values are means of 3 replications for 4 plant ages in 2002.

花芽の分化・発育段階をFig. 3とFig. 4に示した．2001年，2002年の両年ともに花芽分化が遅れた一部の処理区以外では，処理区内における分化発育段階のばらつきがきわめて大きく，2001年は特に顕著であった．挿し苗時期の影響についてみれば，早く挿し苗するほど花芽分化が早くなる傾向にあった．８月７日挿し苗区では明らかに花芽分化が遅かったが，2002年には施肥中断時期が遅い処理区でも早くに花芽分化して発育の進んだ個体

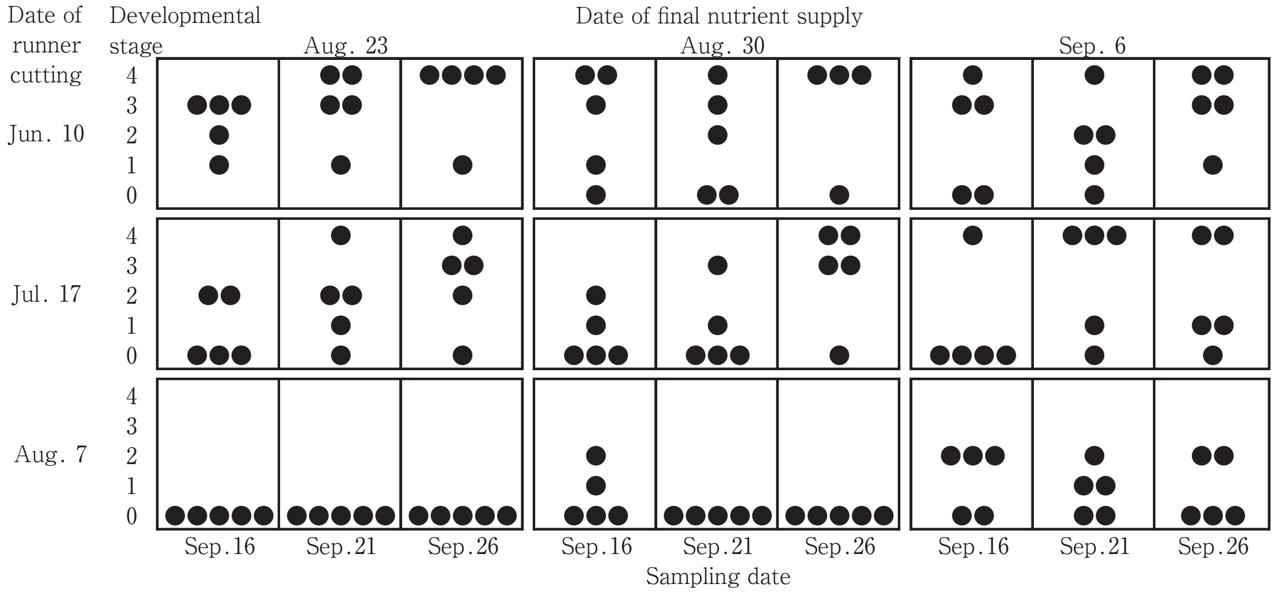

Fig. 3 Flower bud development of tray grown strawberry 'Nyoho' as affected by plant age (planting date of runner cutting) and the duration of nutrient starvation (final date of nutrient supply) (2001). Developmental stage of flower bud; 0 vegetative (uninitiated), 1 initiated, 2 differentiated, 3 sepal differentiated, 4 stamen differentiated, as described by Yoshida (1992).

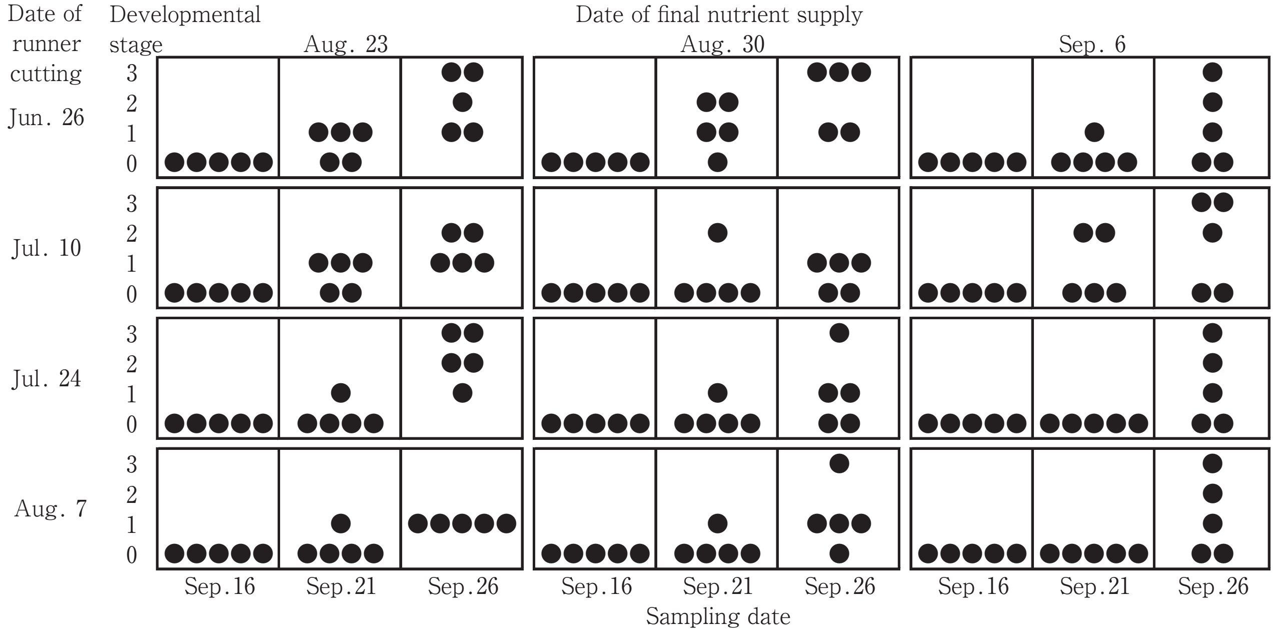

Fig. 4 Flower bud development of tray grown strawberry 'Nyoho' as affected by plant age (planting date of runner cutting) and the duration of nutrient starvation (final date of nutrient supply) (2002). Developmental stage of flower bud; see Fig. 3.

が一部に見られた．施肥中断時期の影響についてみれば，挿し苗時期の早い処理区では，９月６日まで施肥を続けると花芽分化が遅れる株が増加し，８月中に施肥中断した場合には比較的ばらつきが小さくなる傾向にあった．ただし，８月７日に挿し苗した若苗の場合には，早期に施肥中断するとかえって花芽分化が遅れる傾向にあった．

2002年に８個体ずつピートバッグに定植し，開花を調査した結果をFig. 5に示した．挿し苗時期については，いずれの施肥中断処理区においても７月10日区の開花が早く，斉一であった．６月26日挿し苗区では開花が12月にまで遅れる株の発生が多かった．施肥中断時期毎に比較すると，８月30日区の開花がもっとも斉一で，極端に開花が遅くなる株の発生が少なかった．最も挿し苗時期が遅く，施肥中断が早い８月７日挿し苗－８月23日施肥

中断区では11月中に開花した株が全処理区の中で最も少なかった．

開花日について2元配置の分散分析を行った結果，6月26日挿し苗から8月7日挿し苗処理区までの平均開花日は，それぞれ11月22日，12日，17日，23日となり，挿し苗日の平均値間には$P \fallingdotseq 0.02$で有意な差が認められた．施肥中断時期に関しては，8月23日，30日，9月6日最終追肥区の平均開花日はそれぞれ11月21日，16日，18日となったが，処理区内での変動が大きく，処理区間に有意な差は認められなかった（$P \fallingdotseq 0.29$）．

考　　察

イチゴのトレイ育苗については，香川県下における「らくちんシステム」開発の過程で空中採苗や子株の発根促進などについて実用レベルでの検討が進められ，生産農家への同システムの普及とほぼ同時に県内での導入が進んだ[13]．ウイルスフリー苗から増殖する場合には，園芸用プランター等で親株を事前に育成する必要があるものの，「らくちんシステム」の給液系や架台をほぼそのまま利用して空中採苗が可能である．前年にウイルスフリー株から増殖した栽培株からであれば，苗の増殖がさらに容易である上に，7月中下旬の挿し苗で従来のポット育苗と大きく変わらない時期に開花する苗が得られるため，実質的な育苗期間は1ヶ月以上短くなった．また，挿し苗後活着までの散水や活着後の培養液施用にも給液系が利用可能であるため，雨除けハウスでのポット受けによる増殖と切り離し後の棚上での育成という慣行のポット育苗と比較して，必要な労力が半分以下になり，香川県内では育苗の大幅な省力化が進んだ．

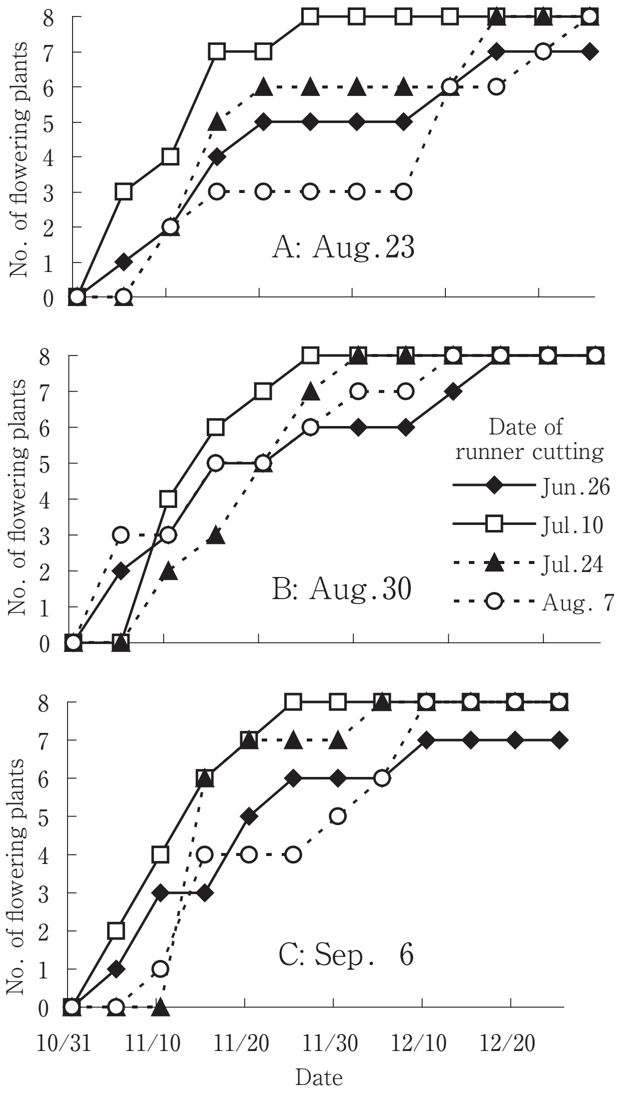

Fig. 5　Flowering of tray grown strawberry 'Nyoho' as affected by plant age (planting date of runner cutting) and the duration of nutrient starvation (final date of nutrient supply, A 23 Aug., B 30 Aug. and C 6 Sep.) (2002).

トレイ育苗した苗は，慣行のポット育苗と比較して，開花期のばらつきが大きいことが早くから指摘されていたが，‘女峰’を用いた2年間にわたる実験の結果，挿し苗によるトレイ育苗では花芽分化が不揃いになりやすいことが確認された．2002年の実験において，7月10日挿し苗区の開花は他の挿し苗時期と比較して施肥中断時期にかかわらず斉一であった．しかし，採取固定した花芽の分化発育段階については他の処理区とほぼ同様のばらつきが認められた（Fig. 4）．2001年の7月17日挿し苗区においても花芽発育段階に大きなばらつきが見られ，7月10日頃に挿し苗することによって特異的に揃って花芽分化するとは考えにくい．今回の結果の再現性については慎重に評価する必要があり，挿し苗でトレイ育苗した苗の花芽分化が不斉一になる要因について今後十分に検討した上で，斉一化技術の確立を進める必要があろう．

挿し苗時期については，苗数の確保と育苗労力の軽減という点で遅くできることが望ましい．8月上旬の挿し苗であれば採苗用の親株数を10a当たり500株程度まで削減することができるので，100株程度のウイルスフリー原親株から5月中に10a分の親株を確保することが可能である．しかし，8月7日挿し苗では育苗期間が40日程度しかなく，施肥中断までの苗の充実が劣るため，斉一に花芽分化させることは困難であるといえる（Fig. 5）．一方，6月中に挿し苗する場合には，必要な苗数確保が困難なばかりでなく，根域の小さいイチゴ用トレイでは，苗が老化しやすく，花芽分化が不斉一になる場合があると考えられる．60日程度の育苗を前提として慣行的に行われている7月中下旬は，労力や増殖効率など経済的な面だけでなく，花芽分化促進の面でもほぼ挿し苗の適期であることが今回の実験で確認された．

イチゴ苗の肥培管理については、9㎝～12㎝のポリポットを用いる慣行のポット育苗の場合，8月10日頃から施肥を中断して窒素濃度を低下させることが多い．しか

し，本実験の結果，８月23日で施用を中止した場合でも平均開花日が遅くなったことから，育苗期間が短く，培地量も少ないトレイ育苗では８月末まで体内窒素濃度を低下させないことが望ましいと考えられる．

イチゴのポット育苗用として置き肥用の粒状化成肥料が何種類か販売され，広く利用されている．しかし，培養液施用が可能な養液栽培ハウスを利用してトレイ育苗を行う場合には，潅水を兼ねた液肥の施用が基本となり，施用濃度と頻度が重要な技術要素となる．本実験では大塚Ａ処方25％液（約60 mg-N/L）を株当たり約30 mL，週３回施用しており，一週間当たりの窒素施用量は約5.5 mg/株であり，７月20日挿し苗で１週間後から培養液を施用すれば，育苗中の総窒素施用量は約５週間で株当たり約27 mgになる．この施与量であっても９月６日まで施用すると花芽分化が遅くなる処理区があったことから，花成誘導期間中の施用量としては過剰と判断された．

前川と峰岸[8]は，窒素栄養レベルが低すぎると花芽分化が不揃いになり，定植後の発育も抑制されることを明らかにし，夜冷処理中の窒素施用量として１日当たりで0.4～0.8 mg-N/株が適量であったと報告している．彼らの実験において，施肥量は本実験とほぼ同じ水準（約0.8 mg-N/株・日）であったが，継続的に培養液を施用した本実験とは異なり，一旦体内窒素濃度が低下した苗を用いて，夜冷短日処理開始時に施肥処理が行われている．窒素濃度が低下した苗に対しても0.4 mg-N/株・日で十分であったとされていること，また，本実験において培養液施用停止後は急激に窒素濃度が低下したことから，トレイ育苗においては８月25日頃まで本実験と同濃度の培養液を週３回程度施用し，その後は１週間から10日毎に施用することによって，適切な窒素栄養レベルを維持することが可能になると考えられる．

本実験によって，‘女峰’のトレイ育苗における挿し苗適期と育苗期間中の適切な施肥基準がほぼ明らかになったが，挿し苗育苗したトレイ苗は花芽分化が明らかに不揃いであることも確認された．その原因として，省力化を目的とした育苗期間の短縮や苗数の確保のため，挿し苗が遅くなりがちで株の充実が劣ること，あるいは密植で育苗されるためクラウンの肥大が劣ることなどが指摘されている．本実験では，不揃いになる原因についてまで検討することはできなかったが，処理区間には明らかな違いが認められたことから，その要因解明はトレイ育苗技術の確立にあたって今後の重要な検討課題であると考えられる．

要　　約

イチゴでは，根域容量130 mL程度のセルトレイを利用した挿し苗育苗が省力育苗技術として急速に普及している．そこで，‘女峰’を用いて挿し苗時期と施肥中断時期が花芽分化と開花に及ぼす影響について検討した．挿し苗は７月中下旬が適期であり，６月や８月挿し苗区より花芽分化と開花が早く，極端に遅れる株が少なかった．液肥を用いて約６ mg-N/株・週の割合で与えた場合，施肥中断時期は８月末が最も優れ，１週間早いと定植前の肥料不足によって極端に開花の遅れる株が増加し，１週間遅れると高窒素による花芽分化抑制が認められた．

引 用 文 献

1）赤木　博・大和田常晴・川里　宏・野尻光一・安川俊彦・長　修・加藤　昭：イチゴ新品種「女峰」について．栃木農試研報，**31**，29-41（1985）
2）新井和夫・松尾誠介・松田照男：促成イチゴの生理生態に関する研究（第４報）ポット育苗による収穫の早進化．農および園，**55**，561-562（1980）
3）Catald，D．A.，M．Haroon，L．E．Schrader and V．L．Youngs：Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid．Commun．Soil Sci．Plant Anal.，**6**，71-80（1979）
4）江口庸雄：桃，梨及苺の花芽分化期及其成生経過に就いて（第２報）．農学会報，**323**，63-87（1930）
5）藤本幸平：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．奈良農試特別研報（1971）
6）伏原　肇・高尾宗明：イチゴの夏期低温処理による新促成栽培（第１報）苗の栄養条件が低温処理効果に及ぼす影響．九州農業研究，**50**，206（1988）
7）本多藤雄・岩永喜裕・松田照男・森下昌三・伏原　肇：イチゴ新品種‘とよのか’の育種に関する研究．野菜茶試研報，**C8**，39-57（1983）
8）前川寛之・峯岸正好：イチゴの花成誘導期における施肥の影響．奈良農試研報，**22**，43-48（1991）
9）松永俊朗・塩崎尚郎：硝酸態窒素を含む作物中の全窒素量のための硫酸－過酸化水素分解法．土肥誌，**60**：458-460（1989）
10）成川　昇：イチゴ苗の夜間低温処理による花芽分化促進効果．農および園，**61**，884-886（1986）
11）吉田裕一：イチゴの花器および果実の発育に関する研究―‘愛ベリー’の奇形果発生を中心として―．香川大学農学部紀要，**57**，1-94（1992）
12）吉田裕一・森本義博・溝渕俊明・喜多忠一・松崎朝浩・近藤弘志・金場香織・糸川桂市：香川型イチゴピート栽培システム“らくちん”の開発（第１報）システムおよび栽培管理の概要と‘女峰’の収量．園学雑，**65（別２）**，44-45（1996）
13）吉田裕一：香川型イチゴピート栽培システム「らくちん」②．施設園芸，**42(7)**，38-41（2000）