

処理開始時期がトレイ育苗したイチゴ‘女峰’に対する 間欠冷蔵処理の効果発現に及ぼす影響

金城 朱理^{a)}・花田 惇史^{a)}・吉田 裕一・後藤丹十郎
安場健一郎・田中 義行・吉田 敦子^{b)}

(応用植物科学コース)

Effect of Beginning Date of Intermittent Low Temperature Treatments on Flowering of Tray-grown Strawberry 'Nyoho'

Akari Kinjo^{a)}, Atsushi Hanada^{a)}, Yuichi Yoshida^{b)}, Tanjuro Goto, Ken-ichiro Yasuba
Yoshiyuki Tanaka and Atsuko Yoshida^{b)}

(Course of Applied Plant Science)

Intermittent low temperature storage is expected to be a new artificial flower-inducing treatment and becoming to be a practical procedure as it does not require expensive equipment or much energy cost. Tray-grown 'Nyoho' plants were placed in a refrigerator (15°C, in the dark) for 3 days and then transferred to a further outdoor shelter for 3 days. Plants were transferred at noon and this cycle was repeated twice (3D/3D). Such 3D/3D treatments were begun on August 22, 25, 28, 31, and September 3 and the effectiveness on flowering was determined for 2 years. Both in 2012 and 2013, treatments begun before August 28 were less effective compared to the treatments begun on August 28 or later. Continuous 6 days of 15°C storage (6D) was effective to some extent, but 6D from August 25 was apparently less effective compared to those begun later. Both in intermittent and continuous treatments for 'Nyoho', it was confirmed that any flower-inducing effect became relatively small and unstable when the treatments were begun before 28 August in Okayama.

Key words : artificial flower induction, *Fragaria x ananassa* Duch., low temperature storage, runner cutting

緒 言

一季成り性イチゴは短日植物に分類され、低温短日条件下で花芽分化が促進される (Ito and Saito, 1962)。この特徴を利用した人工的な花芽分化促進処理として、夜冷短日処理と低温暗黒処理があり、いずれも9月上旬の定植を目標に15日程度の連続処理が行われている。夜冷短日処理は、形態的花芽分化を確認できるまで処理を継続することが可能であり、安定した処理効果が得られるが、処理施設に多額の初期投資を必要とし、冷却のためのエネルギー消費も大きい。一方、低温暗黒処理は出荷用の果実予冷用冷蔵庫でも処理が可能であり比較的コストであるが、処理効果が不安定になりやすい (古谷ら, 1988; 宍戸ら, 1990)。いずれの処理方法にも欠点があり、全国的に広く普及するには至っていない。

著者らは、低温暗黒条件下での冷蔵と自然条件下での管理を交互に繰り返す間欠冷蔵処理によってイチゴの花芽分化が促進されることを発見した (Yoshida ら, 2012)。8月末からの処理では3日冷蔵/3日自然×2回処理で十分な開花促進効果が得られるが、処理開始時期によ

て処理に対する反応が大きく異なる (花田ら, 2015)。そこで、2回処理における適切な処理開始時期について2年間にわたって調査した。また、3日冷蔵/3日自然×2回処理と冷蔵処理日数が同じ6日間の連続冷蔵処理が開花に及ぼす影響についても調査を行い、処理開始日の違いによって間欠冷蔵処理の効果が異なる要因について検討した。

材料および方法

実験は2012年および2013年に岡山市北区芳賀の(有)のぞみふあーむのプラスチックハウスで行い、いずれ

Received October 6, 2016

a) 大学院環境生命科学研究所

(Graduate School of Environmental and Life Science)

b) (有)のぞみふあーむ

(Nozomi Farm Co. Ltd.)

本研究は、攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業「間欠冷蔵処理によるイチゴの花芽分化促進」の一部として実施した。

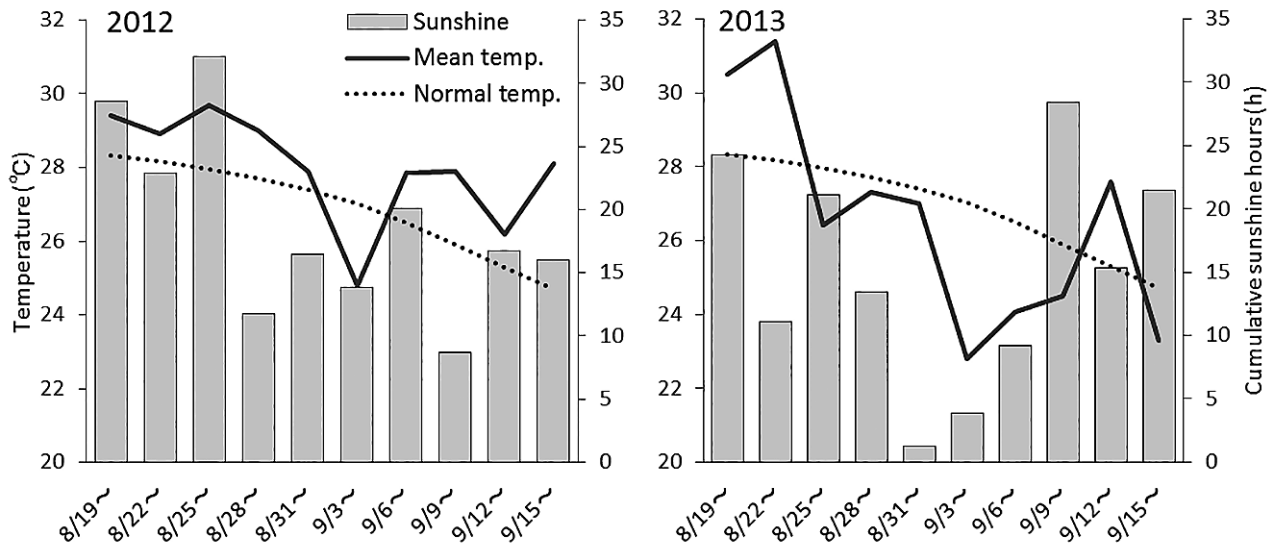


Fig. 1 Changes in air temperatures and sunshine hours during treatment at Okayama (Mean and cumulative values of 72 hours from noon (12:00) to noon respectively, Okayama Local Meteorological Observatory)

も空中採苗したイチゴ‘女峰’を供試した。2012年は7月16日、2013年は7月13日にそれぞれ35穴すくすくトレイ(榊丸三産業)に、既報(Yoshida and Motomura, 2011)と同様の条件で挿し苗した。挿し苗7~8日後から、8月20日まで30%濃度の太塚A処方培養液を1トレイあたり1Lずつ2日に1回与えた。間欠冷蔵処理は3日15℃冷蔵/3日自然を1サイクルとし、2サイクルの処理(2回処理)を行った。処理は8月22, 25, 28, 31日, 9月3日に開始した(8/22-2回, 8/25-2回, 8/28-2回, 8/31-2回, 9/3-2回)。6日間の連続冷蔵処理も行い、8月25, 28, 31日に開始した(8/25-6日, 8/28-6日, 8/31-6日)。

トレイの搬入、搬出はすべて11:30~12:30の間に行った。2回処理を行った区は各年9月13日、連続処理を行った区は9月17日にピートバッグ(pH調整済みのピートモス16Lを充填、(株)住化農業資材)に、株間20cmで8株ずつ定植した。間欠冷蔵処理区は64個体、連続冷蔵処理区と無処理の対照区は32個体を供試し、全個体の頂花房第一花開花日を記録した。

結 果

1. 温度と日照時間

冷蔵処理を開始した3日前の正午から3日(72時間)ごとの平均気温および積算日照時間について岡山気象台の観測データをFig.1に示した。2012年は8月19日から9月2日頃まで比較的高い気温で推移し、特に8月25日~28日は平均気温が29.7℃と高かった。日照時間について、8月28日~31日は11.8時間、9月9日~12日は8.7時間とやや短い期間があった。それに対し、2013年は8月

24日まで2012年より暑い日が続いたが、その後は、複数の台風が上陸・接近して天候不順となった。8月25日~28日の平均気温は25.4℃であり、その後も定植期まで平均気温は平年値を下回る日が続いた。2013年における処理期間中の積算日照時間については、8月22日~25日は11.1時間であったが、8月31日~9月3日は1.2時間、9月3日~9月6日は3.9時間、9月6日~8日は9.2時間と2012年と比較して短かった。

2. 3日冷蔵/3日自然×2回処理の効果

2012年および2013年の両年の結果をFig.2に示した。8月25日以降の気温が低かった2013年は、平年より高温で経過した2012年よりも無処理区の開花の斉一性が高く、多くの処理区で平均開花日が10日ほど早かった。

処理開始日の早い8/22-2回区および8/25-2回区は両年とも8/28以降の処理開始区と比較して処理効果が劣り、平均開花日が遅くなった。8/22-2回区の平均開花日は、両年とも無処理区とほぼ同等であった。また、8/25-2回区の平均開花日は、2012年には無処理区よりも有意に早かったが、2013年は開花遅延株が著しく多くなり、有意ではないものの無処理区よりやや遅くなった。その一方で、処理開始日を8月28日以降とする2回処理区では開花始めが無処理区より早く、平均開花日は2012年で約10日、2013年は約5日、無処理区より早かった。また、8月28日以降の2回処理開始区間には平均開花日の有意な差は認められなかった。

3. 6日連続処理

Fig.3に示したように、6日間連続冷蔵処理では両年において、8/28-6日区で無処理区よりも開花が早くなった。間欠冷蔵処理の結果と同様に、処理開始日が早い

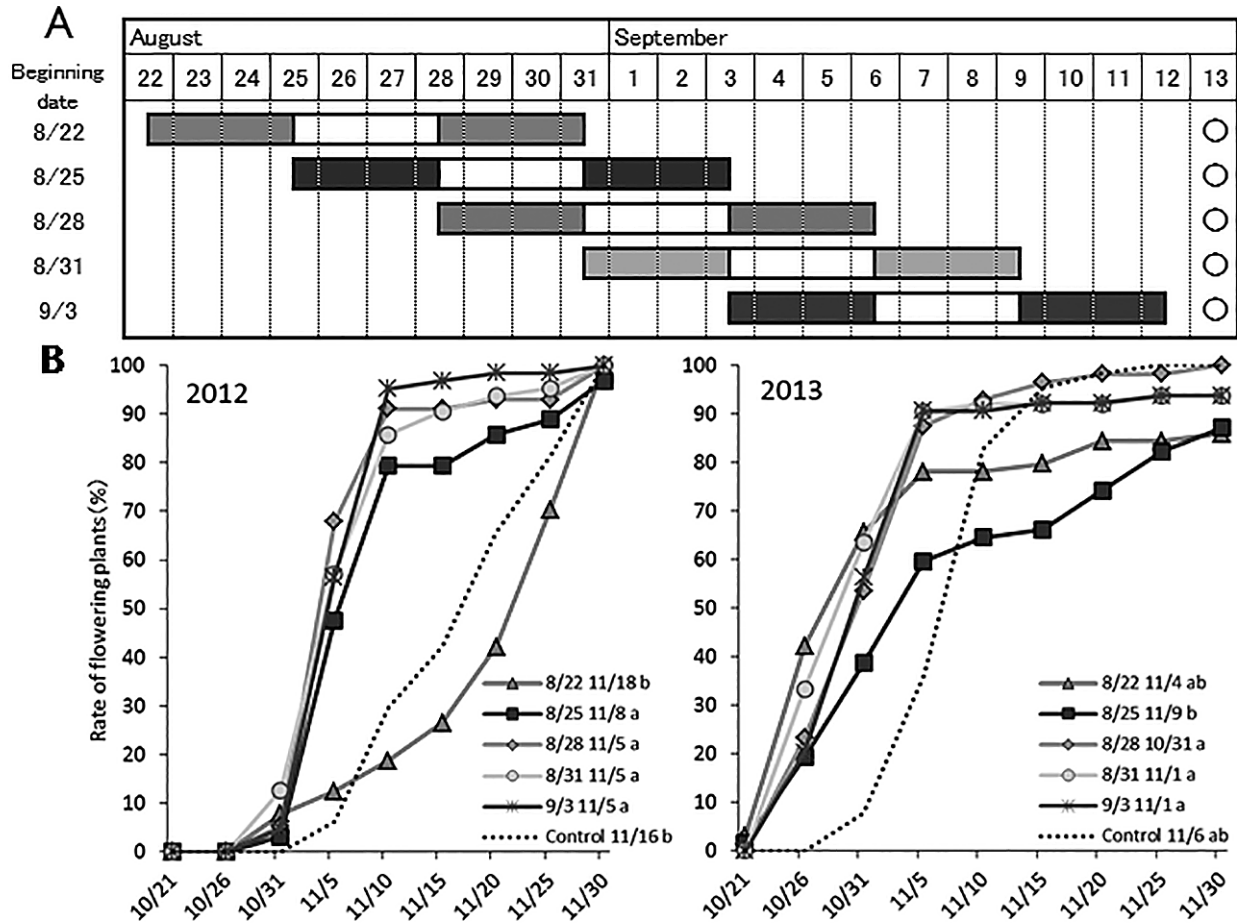


Fig. 2 Schedule of intermittent low temperature treatments for 2 years (A, all plants were planted on 13 September) and changes in flowering rate of 'Nyoho' strawberry (B, legends represent beginning date of intermittent low temperature treatment, mean flowering date and statistical significance among mean values by Tukey's HSD test, $P < 0.05$).

8/25-6日区では、8/28-6日区や8/31-6日区と比較して開花が遅くなり、とくに、2013年では11月5日の時点での開花株率が無処理区よりも低く、開花が遅れる株が多発した。

考 察

これまで我々が行ってきた研究において、冷蔵庫の利用効率を高めるために2組裏表の間欠冷蔵処理を組み合わせで行った場合、処理効果は処理開始が遅い処理区のほうが高い場合が多かった (Yoshidaら, 2012; 佐野ら, 2013)。本研究の結果、処理開始時期が早いほど間欠冷蔵の処理効果が劣ることが示され、裏表の処理区間に効果に違いが生じる要因の一つを明らかにすることができた。夜冷処理では処理開始時期が早いと花芽分化までに長い処理期間が必要であり (植木ら, 1993)、暗黒冷蔵処理では処理有効株率が低くなる (伏原・高尾, 1998) ことが知られている。これらのことから、処理開始前の高温や長日による花成阻害作用の強弱が影響していること

は間違いないと考えられる。

ただし、2013年については8/25-2回区が8/22-2回区より明らかに平均開花日が遅くなった (Fig. 2)。処理開始直前の8月22日~25日の気象条件を比較すると、2012年の平均気温が29.4℃、積算日照時間が22.9時間であったのに対し、2013年は31.4℃と11.1時間であった。一方、8/22-2回区の処理開始前3日間の平均気温は、2012年が29.4℃、2013年が30.5℃であり、積算日照時間はいずれも20時間以上であった。2013年について、8/25-2回区における処理開始前の高温が一定の影響を及ぼしたことは否定できない。しかし、8/22-2回区では2013年の処理効果が比較的大きかったことから、高温より日照不足の影響が大きかったと推察される。Yoshidaら (2012) は非冷蔵期間の光合成による炭水化物栄養改善が間欠冷蔵処理効果の発現に寄与していることを明らかにしており、稲角ら (2012) も同様に、間欠冷蔵処理において非冷蔵時の日照不足が処理効果を低下させることを報告している。すなわち、8/25-2回区は、処理開始

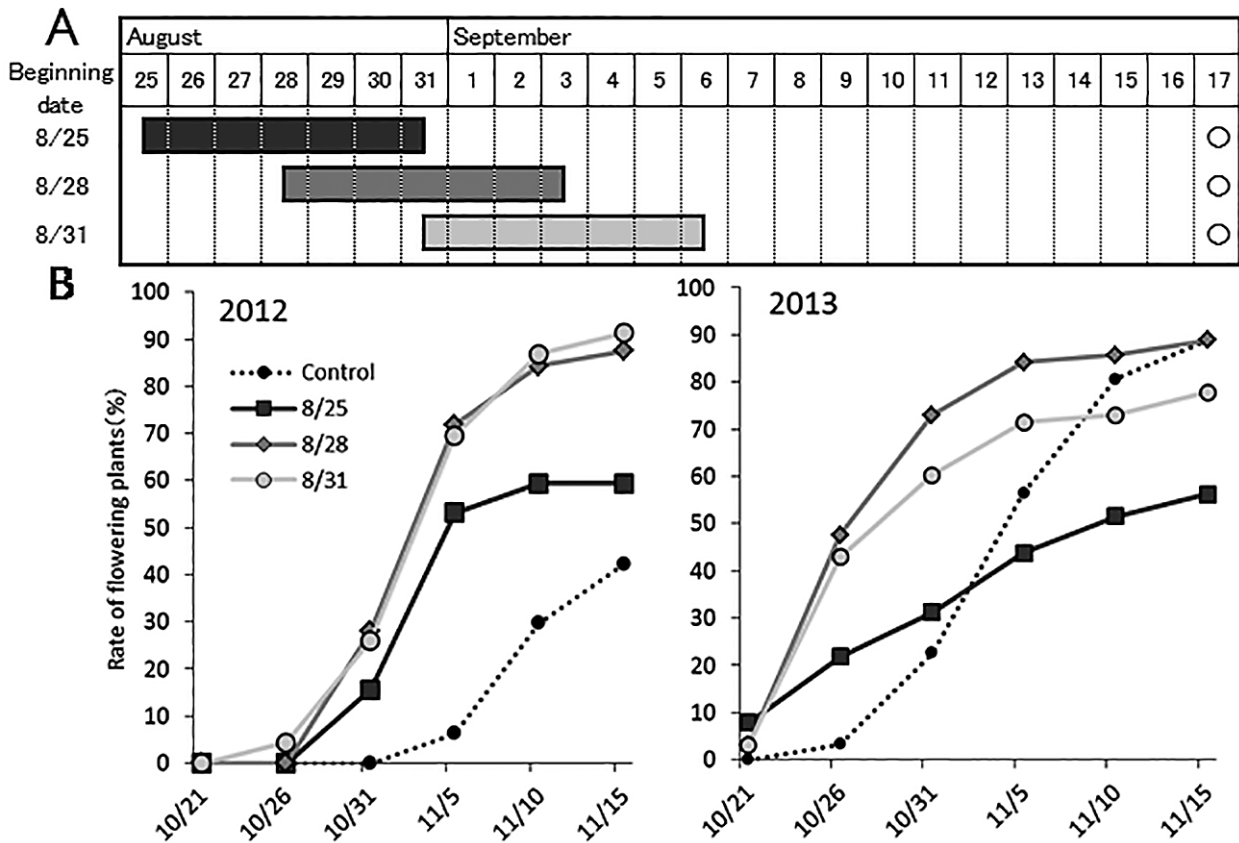


Fig. 3 Schedule of 6 days of continuous low temperature treatments for 2 years (A, all plants were planted on 17 September) and changes in flowering rate of 'Nyoho' strawberry (B, legends represent beginning date of continuous low temperature treatment).

前の高温の影響に加え、日照不足によって処理直前に十分な光合成を行えず、処理中に同化産物不足を引き起こしたため8/22-2回区よりも処理効果が得られにくかったと考えられる。西沢・堀(1988)は栄養成長だけでなく、イチゴの花芽発育にも多量の炭水化物が必要であると報告している。したがって、2013年の8/25-2回区は、植物体に蓄積された炭水化物の多くが植物体の維持に利用され、花芽の分化・発育に対する要求量を十分に満たすだけの供給ができていなかった可能性が高い。一方、35穴すくすくトレイで挿し苗した‘女峰’については、挿し苗時期やクラウンの深さが花芽分化に影響し、若苗ほど開花が遅れる傾向にある(Yoshida and Motomura, 2011)。また、‘アスカルビー’(佐野ら, 2013)や‘さちのか’(吉田ら, 2015)についても同様の結果が得られている。処理開始時期が遅くなるほど苗齢が進むことに加えて、施肥中断によって窒素栄養レベルが低下し、炭水化物栄養条件が向上することも影響している可能性が高く、今後これらの要因と合わせて検討する必要がある。

本実験における3日冷蔵/3日自然を2回繰り返す間

欠冷蔵処理区と6日間連続冷蔵処理区では、冷蔵日数が同じであるにもかかわらず、間欠冷蔵処理区で開花遅延株の発生率が低く、効果が高い傾向が認められた。12日間の連続冷蔵処理と同時に開始した4日冷蔵/4日自然×2回の間欠冷蔵処理とを比較した場合も、冷蔵期間中に明期を設け、間欠的に光合成を行わせた方が開花促進効果は高くなる(Yoshidaら, 2012)。気象条件が異なる2ヶ年ともに、間欠冷蔵処理と6日間連続処理における8/25処理開始区では、8月28日以降の処理開始区と比較して明らかに効果が劣った。また、処理効果の年次変動が大きく、不安定であった。‘女峰’に関しては8月25日までの13時間を超える日長も花成に対して抑制的に作用している可能性が高いため、この時期より早い処理で安定した効果を得るには、苗の育成条件などについてさらに検討する必要がある。

6日間連続処理については、8/28-6日区では8/28-2回区に近い開花促進効果が認められ、一定の開花促進効果があることが明らかになった。また、6日間連続処理では、処理開始日が早くなるに伴い処理有効株率が低くなるものの、冷蔵処理に反応して開花が促進される

株が一定の比率で存在していた (Fig. 3). これらのことから, 一回目の処理日数を6日程度にまで延長することによって, 間欠冷蔵処理開始前や非冷蔵期間の高温による低温処理効果の打ち消しを緩和し, 早期処理の効果が安定化できる可能性が示唆された. 苗の育成条件と合わせて今後の検討が必要と考えられる.

摘 要

イチゴの間欠冷蔵処理は, 新たな開花促進技術として期待されており, 低コストであることから生産現場において普及しつつある. 本実験では, イチゴ‘女峰’を用い, 3日15℃冷蔵/3日自然条件の処理を1サイクルとした2回処理を行い, 最適な処理時期について検討した. また, 6日間の連続冷蔵処理における開花促進効果についても調査を行った. 間欠冷蔵処理について, 2012年, 2013年ともに8月28日処理開始区は安定して開花促進効果が認められたが, 8月22日および8月25日処理開始区では開花が遅れる傾向にあった. また, 6日間の連続冷蔵処理でもある程度の開花促進効果が得られた. 間欠冷蔵処理および連続冷蔵処理のいずれにおいても処理開始日が8月28日より早いと‘女峰’では開花促進効果が得られにくいことが確認された.

引用文献

- 1) Ito, H and Saito, T: Studies on the flower formation in the strawberry plants. I. Effects of temperature and photoperiod on the flower formation. *Tohoku J. Agr. Res.*, **13**, 191-203 (1962)
- 2) 古谷茂貴・山下正隆・山崎 篤: 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. *野菜試報*, **D1**: 51-57 (1988)
- 3) 宍戸良洋・熊倉裕史・新井和夫: イチゴの花芽分化及び果実肥大に関する研究 (第1報) 花芽分化及び果実肥大に及ぼす暗黒低温処理及び夜冷短日処理の影響. *野菜・茶試報*, **C1**, 45-61 (1990)
- 4) Yoshida, Y., Ozaki, E., Murakami, K and Goto, T: Flower initiation in June-bearing strawberry by intermittent low temperature storage. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* **81**, 343-349 (2012)
- 5) 花田惇史・吉田裕一・後藤丹十郎・安場健一郎・田中義行: 間欠冷蔵処理回数がイチゴ‘女峰’の開花に及ぼす影響. *岡山大農センター報告*, **37**, 17-20 (2015)
- 6) Yoshida, Y and Motomura, S: Flower initiation in June-bearing strawberry as affected by crown depth, age, and size of tray plants. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* **80**, 26-31 (2011)
- 7) 佐野太郎・西本登志・神川 論・宍戸拓樹・堀川大輔・吉田裕一: 間欠冷蔵処理がイチゴ‘アスカルビー’の花芽分化および開花に及ぼす影響. *奈良農総セ研報*, **44**, 13-25 (2013)
- 8) 植木正明・須崎隆幸・高野邦治: イチゴ‘女峰’の夜冷短日処理における処理開始時期の影響. *栃木農試研報*, **40**, 75-82 (1993)
- 9) 伏原 肇・高尾宗明: イチゴの夏期低温処理栽培に関する研究 (第2報) 低温処理時期が収量, 品質に及ぼす影響. *園学要旨*, **昭和63春**, 356-357 (1988)
- 10) 稲角大地・吉田裕一・後藤丹十郎・村上賢治: 入れ替え時刻と遮光がイチゴに対する間欠冷蔵処理の効果発現に及ぼす影響. *園学研*, **11(別2)**, 426 (2012)
- 11) 西沢 隆・堀 裕: イチゴにおける14C 光合成産物の転流・分配に及ぼす果房発育段階の影響. *園学雑*, **57**, 433-439 (1988)
- 12) 吉田裕一・本村 翔・宮地大介・後藤丹十郎・安場健一郎・田中義行: 苗の大きさとクラウンの深さがイチゴ‘さちのか’の花芽分化と開花に及ぼす影響. *岡山大農センター報告*, **37**, 9-16 (2015)