NFT 夜間冷水処理装置によるイチゴの花成促進技術について

向井隆司*・小倉祐幸**

*東京農工大学大学院連合農学研究科

**宇都宮大学農学部

Development of a Technique for Promoting Flower-Bud Differentiation of Strawberry Plants by Using Night Cooling NFT System

Takashi MUKAI* and Yukoh OGURA**

**Doctoral Course in Agricultural Science, The United Graduate School,
Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu 183, Japan****Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, Utsunomiya 321, Japan*

Present study was performed to promote flower-bud differentiation of strawberry grown in the NFT (Nutrient Film Technique) system where the nutrient solution was cooled at night.

During raising period of strawberry ('Terunoka' and 'U7-13': 'Pajaro' seedling × 'Terunoka'), nutrient solution was kept at 10°C from 16:00 in the evening to 8:00 next morning, and nitrogen element was removed from the solution.

The treatment resulted in earlier flowering and harvesting, and in increase in fruit yield from the first harvesting through February.

During the treatment, rhizosphere temperature was 11–12°C and about 1°C higher than the solution temperature. Temperature in the crown was 13–15°C. Seemingly the solution temperature affected strongly at both root and crown, but not so significantly at leaf and petiole.

From the results, it was concluded that running cold nutrient solution through the channel of NFT cooled the roots and the shoot apex of strawberry and promoted flower-bud differentiation.

(Received November 2, 1987)

1987年11月2日受付

緒 言

イチゴの花成については古くから研究がなされ、今日までに多くのことが明らかにされている。

イチゴの花芽分化を左右する外的要因としては日長、温度があり、それぞれ短日、低温によって分化が促進されることが知られている¹⁻³⁾。ただし、分化後の花芽の発育に対しては、これらの影響が逆転し、それぞれ長日、高温によって促される^{2,4)}。さらに、これら日長、温度の効果は自然条件下では複合的に作用するため、独立効果が不明であるが、人工気象室を用いての詳細な実験により、花芽分化に及ぼす影響力は温度のほうが強く、一定温度(10°C)以下で日長に関係なく花芽分化が

誘導されることが明らかにされている^{5,6)}。また、イチゴの内的要因としては、花成促進物質⁷⁾、花成抑制物質⁸⁻¹⁰⁾の存在が提案されているが、その物質はいまだ特定されていない。

現在わが国のイチゴ栽培は、多くの地域において促成栽培が作型の主流をなしている。促成栽培では、収穫期を早めるために、花芽分化の促進をはかるが、このための栽培技術として、低温処理を主目的とした高冷地育苗^{11,12)}が従来から最も一般的であり、その効果を高めるために、短日処理や、遮光処理をあわせた方法¹³⁻¹⁵⁾が広く行われている。また、育苗中の再移植(ずらし)が、花芽分化を促進することは早くから知られており¹⁶⁾、苗中の窒素レベルの低下が分化を促すことが明らかにされ¹⁷⁾、低温処理に窒素吸収を抑える栄養調節の方法を併

せ用いる方式が一般に取り入れられている。この場合、花芽分化後は速やかに窒素吸収を復元する必要がある、このための技術が重要ともいわれる^{18,19)}。

また、花芽分化には生育ステージが大きく関与しており、たとえば苗が花成に好適な条件におかれても、栄養生長が優勢な時期（自然条件では、春先生育開始してから1~1.5ヵ月間）には花芽分化の誘導は起こりにくい²⁰⁾。

ところで、高冷地育苗は、栽培者の高齢化に伴う労働力の低下、作業効率の悪さ、育苗地の確保難といったさまざまなことが問題化してきており、近年では、より確実に、省力的かつ安価な育苗技術の確立が望まれている。このことから、窒素栄養の調節が容易なポット育苗²¹⁾が一部で普及しつつある。

一方、イチゴにおける養液栽培は、全養液栽培中に占める面積比率が約1% (1984年)²²⁾と、まだ普及の途上段階であるが、栽培方式として、NFT (nutrient film technique) が主流となっている²³⁾。NFTは、従来の水耕に比べコストが低く、高架式にすることによって、栽培者にとっては大きな負担であった腰をかがめた低い姿勢での作業から開放されることなどが、イチゴの養液栽培において NFT が広く普及している要因である。ところで NFT は、培養液によって根圏温度を比較的容易に制御することができ、培養液組成の調節とあわせて花芽分化の促進操作が可能であると考えられる。われわれは、イチゴの育苗期間中、夜間に NFT の循環水を冷却することで簡単に花芽分化の促進をはかる方法を開発し、試験を行った。

その結果、顕著な花芽分化促進効果が認められたので、ここに報告する。

材料および方法

1. 実験装置

実験は、宇都宮大学構内に設置した鉄骨ビニルハウス（間口 7.6 m, 奥行き 17.6 m）で行った。

実験に用いた NFT の概要を Fig. 1 に示す。ベッドには幅 28 cm, 長さ 4 m の鋼板を用い、地上約 30 cm に 1% の傾斜をつけて設置した。このベッドに塩化ビニルフィルム (PVC) を敷き、その上に不織布を張りチャンネルとした。タンクの容量は 90 l で、ベッド 2 列当りに 1 個のタンクを用いた。

循環方式としては、養液をタンクからポンプでくみ上げ、ベッドの上端部から流し、直接タンクに戻すように設計されている。冷水処理を行うために、タンク内に投げ込み型クーラー（冷凍機 300 W）とヒーター（1 kW）が入れられ、温度コントローラ（応用電子 U-1303）によ

(a) General schematic of the system

(b) Structure of the channel

Fig. 1 Schematics of NFT system.

って、養液を任意の温度に設定することが可能である。

2. 材料および方法

イチゴ‘てるのか’と‘U7-13’²⁴⁾ (‘Pajaro’ seedling × ‘てるのか’) を供試品種として用いた。‘U7-13’は‘てるのか’と比べて、開花・結実がやや晩生の性質を示す。いずれも、親株から発生したランナーの子株を、‘てるのか’は7月下旬にランナーから切り離し、一度仮植されたものを、‘U7-13’はそのままランナーの状態で、それぞれ1986年9月2日と9月20日に圃場から採苗した。採取した苗を洗浄したのち、NFT ベッドに移植した。根部支持体としてロックウールを用い、移植に際して、10×10×2.5 cm のロックウールキューブで苗の葉柄付け根の短茎部分（以下クラウンと記述する）をはさみ、根は外部に露出するようにした (Fig. 1 (b))。したがって、根は養液と直接接触することになる。

培養液は、Table 1 に示すものを用いた。(a) を標準液（対照区）として、処理区では窒素を切った (b) の組成とした。これらを成分ごとのグラム当量濃度で示すと、(a) が $\text{NO}_3\text{-N}$: 2 me/l, K: 3 me/l, Ca: 2.5 me/l, $\text{PO}_4\text{-P}$: 2 me/l, Mg: 1 me/l となり、(b) が $\text{NO}_3\text{-N}$: 0 me/l, K: 3 me/l, Ca: 2 me/l, $\text{PO}_4\text{-P}$: 1.5 me/l, Mg: 1 me/l となる。微量元素 (c) は各区共通とした。給液を連続で行い、給液量は 5 l/min とした。なお、養液は1週間ごとに更新した。

Table 1 Composition of nutrient solution.

(a) Macroelements (standard)	
Constituent	Concentration (mg/l)
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	295.2
KH ₂ PO ₄	68.1
KNO ₃	252.8
MgSO ₄ ·7H ₂ O	123.3
(b) Macroelements (night cooling treatment)	
Constituent	Concentration (mg/l)
CaCl ₂ ·2H ₂ O	147.0
KH ₂ PO ₄	68.1
KCl	186.5
MgSO ₄ ·7H ₂ O	123.3
(c) Microelements*	
Constituent	Concentration (mg/l)
Fe-EDTA	16
H ₃ BO ₃	1.2
MnSO ₄ ·4H ₂ O	0.81

* The same microelements are used in each plot.

養液の温度は、16時から翌日の8時までを10°Cに設定した。昼間の温度に関しては、とくに調節は行わなかった。

花芽分化の確認がなされた後に、養液の冷却は打ち切り、養液の組成も標準液のものとした。

その後、10月24日に苗はロックウール培地に定植した。培地であるロックウールスラブの大きさは90×15×7.5 cmで、スラブ1個当りに6苗を植えた。給液は掛け流しで、1株当たり1回約50 mlの量を1日2～4回行った。

3. 測定方法

液温、根圏温度および気温を直径0.3 mmの銅-コンスタンタン熱電対によって測定した。液温は養液タンク内温度と、ベッドの末端部における温度を測定した。また、養液に浸っている根群内部に熱電対を挿入し、これを根圏温度とした。気温は、ハウス内地上45 cmのイチゴの葉面付近を測定した。結果はハイブリッドレコーダ(横河北辰電機 3081)に連続記録し、データの一部はRS-232C インターフェイスを通してコンピュータ(EPSON HC-40)のRAM ディスク(128 kB)に収め、NEC PC-9801 のフロッピーディスクファイルに納めた。

花芽形成の状況は、光学顕微鏡で調べた。

出蕾・開花の調査はロックウールに定植した苗すべて

Fig. 2 Diurnal changes in air and rhizosphere temperatures.

について、ほぼ2日ごとに行った。苗数は、‘てるのか’処理区、対照区、‘U7-13’処理区、対照区においてそれぞれ51, 21, 41, 32 苗(‘てるのか’対照区の第2花房の出蕾・開花についてのみ20 苗)であった。

収量は、5 g 以上の果実について各区10 株を、ほぼ2日ごとに、2月末まで調査した。

結 果

1. 冷水処理中における温度状態

処理中における根圏温度の代表的な例として、晴天であった1986年9月14～15日における経時変化をFig. 2に示す。処理区の根圏温度は、16時に養液の冷却開始後、およそ3時間で目標値に達し、その後はほぼ一定温度に保たれている。この間、タンク内養液との温度差は0.7°Cであった。また、タンク内とベッドの末端部における養液の温度差は0.5°Cあった。翌朝8時の冷却停止後は、根圏温度は急激には変化せず、ゆるやかに上昇した。

これに対し、対照区の根圏温度は、日変動は小さいが、夜間は気温に比べ、終始1～2°C高い温度で推移している。

昼間の根圏温度についても、夜間の冷却の影響で、処理区が対照区に比べ低く維持されている。

なお、処理期間中の他の日における温度変化も、ほぼ同様のパターンを示した。

2. 花芽分化・出蕾・開花に及ぼす影響

各品種における花芽分化の状況をTable 2に示す。記号はサンプルに対応し、分化段階をあらわす。‘U7-13’に多少の変動が見られるものの、いずれも処理区が対照区に比べ花芽分化が早まっていることがうかがえる。

Table 3に出蕾および開花状況を示す。また、Table 4にロックウールへの定植後、開花までに要した日数の平均値とその95%信頼区間を示す。‘てるのか’においては0.1%水準で、‘U7-13’においては10%水準で

Table 2 Flower bud formation in different treatments.

(a) 'Terunoka'				
Treatment	Sept. 22	Sept. 25	Sept. 28	Oct. 1
Night cooling	××	○○	—	—
Control	××	××	××	○○

(b) 'U7-13'					
Treatment	Sept. 22	Oct. 10	Oct. 13	Oct. 15	Oct. 17
Night cooling	××	×○○	×◎	○○	◎◎
Control	××	×××	×○	×○	○○

×, non-formation; ○, the plant with flower bud formation; ◎, the plant with sepal formation: Number of marks correspond to number of plants.

有意であり、処理によって開花が促進される傾向が認められた。

3. 収量に及ぼす影響

収穫は‘てるのか’処理区で12月24日、対照区で1月7日、‘U7-13’が処理区で1月5日、対照区で1月14日から開始された。また、全株において収穫が開始されたのは、‘てるのか’が処理区で1月19日、対照区で1月25日、‘U7-13’が処理区で1月19日、対照区で1月29日であった。Table 4 にロックウールへの定植後、収穫までに要した日数、2月末までの1株当りの総収量、着果数および1個当りの果重の平均値とその95%信頼区間で示す。収穫までに要した日数については、‘てるのか’、‘U7-13’のいずれにおいても1%水準で有意であり、処理による促進効果が認められた。総収量についても、‘てるのか’、‘U7-13’ともに1%水準で有意であり、処理による増収効果が認められた。着果数については、‘てるのか’においては0.1%水準で有意であ

Table 3 Flower budding and flowering in different treatments.

(a) 'Terunoka'		Flower budding and flowering ratio (%)								
		Nov. 7	Nov. 17	Nov. 27	Dec. 7	Dec. 16	Dec. 27	Jan. 6	Jan. 18	Feb. 17
Night cooling treatment	I a	9.8	49.8	96.1	100	—	—	—	—	—
	I b	0	13.7	39.2	92.2	100	—	—	—	—
	II a	0	2.0	17.6	56.9	74.5	94.1	96.1	98.0	100
	II b	0	0	0	13.7	39.2	70.6	88.2	96.1	100
Control	I a	0	23.8	76.2	90.5	100	—	—	—	—
	I b	0	0	4.8	66.7	85.7	100	—	—	—
	II a	0	0	0	25.0	40.0	75.0	85.0	90.0	100
	II b	0	0	0	10.0	20.0	40.0	60.0	85.0	100

(b) 'U7-13'		Flower budding and flowering ratio (%)									
		Nov. 14	Nov. 23	Dec. 4	Dec. 16	Dec. 27	Jan. 19	Jan. 29	Feb. 23	Mar. 2	Mar. 13
Night cooling treatment	I a	9.5	81.0	100	—	—	—	—	—	—	—
	I b	0	7.1	71.4	100	—	—	—	—	—	—
	II a	0	0	7.3	43.9	61.0	65.9	65.9	92.7	100	—
	II b	0	0	0	9.8	31.7	63.4	63.4	70.7	85.4	100
Control	I a	5.9	52.9	85.3	100	—	—	—	—	—	—
	I b	0	2.9	47.1	85.3	94.1	100	—	—	—	—
	II a	0	0	3.1	21.9	43.8	59.4	59.4	75.0	87.5	100
	II b	0	0	0	3.1	9.4	56.3	59.4	62.5	71.9	78.1

I a, the 1st flower budding; I b, the 1st flowering;
II a, the 2nd flower budding; II b, the 2nd flowering.

Table 4 Yield and number of days taken before flowering and harvesting (means and corresponding 95% confidence intervals).

Treatment	Days after treatments*		Yield per plant		
	Flowering	Harvesting	Total weight (g)	Number of fruits	Weight per fruit (g)
'Terunoka'					
Night cooling	35.9±2.2	80.0±2.8	197.0±10.9	16.8±1.0	11.8±0.8
Control	43.5±3.9	87.3±4.3	158.6±26.2	12.5±1.3	12.7±1.8
'U7-13'					
Night cooling	39.2±1.9	82.7±2.0	188.8±13.5	13.5±2.1	14.5±2.2
Control	42.5±3.9	87.9±3.3	159.4±12.1	12.1±1.0	13.3±1.0

* Number of days from setting on rockwool (October 24) to flowering and harvesting.

Fig. 3 Effect of night cooling treatment on the date of the first harvesting and the yield per ten days.

Tn, 'Terunoka' night cooling treatment; Tc, 'Terunoka' control; Un, 'U7-13' night cooling treatment; Uc, 'U7-13' control; ■, the last of Dec.; ▨, the 1st of Jan.; ▤, the middle of Jan.; ▥, the last of Jan.; ▦, the 1st of Feb.; ▧, the middle of Feb.; □, the last of Feb.

り、処理による増加が認められたが、'U7-13'においては有意差は認められなかった。平均果重については、両品種ともに処理による有意差は認められなかった。

2月末までの、1株当りの時期別平均収量を Fig. 3 に示す。'てるのか'では処理区、対照区ともに各時期を通して安定した収量を上げているが、'U7-13'では2月中旬以後、とくに処理区において収量の減少がみられる。これは、'てるのか'が頂果房から第2、第3果房へと連続して出蕾、開花したのに対し、'U7-13'では1月中出蕾が中断されたためである (Table 3)。

収穫果を階級別に分類した結果を Fig. 4 に示す。'てるのか'では、SL と 2L の割合が、処理区で 66.8%、対照区で 64.8% と差がなかったが、S, M の割合は

Fig. 4 Effect of night cooling treatment on the number of fruits, the fruit weight and distribution ratio of fruit size. Tn, Tc, Un and Uc are denoted as shown in Fig. 3: S, 5-7 g; M, 7-9 g; L, 9-11 g; 2L, 11-15 g; SL, 15 g-; ●, average fresh weight of fruit; ▲, number of fruits.

処理区の方が高い傾向がみられた。'U7-13'では、SL, 2L の割合は、処理区が 79.9%で、対照区の 69.5% に比べてより高い傾向を示した。

考 察

イチゴの花芽分化が、低温によって促進されることは古くから知られており⁹⁾、これに基づいた育苗試験^{11,12,25,26)}によっても、その有効性は明らかである。実際、低温処理が目的である高冷地育苗は、最も一般的な花芽分化促進法であるし、近年では、冷凍機を用いた夜冷育苗²⁷⁾が実用化されるに至っている。

ただし、この低温が、イチゴのどの部位に作用し、花芽分化が誘導されるのかは、いまだ明らかにされていない。そして、多くの実験において、低温処理は、イチゴ

の周囲の気温を下げることによって行われ、地下部の温度に関してはほとんど注目されていなかった。

これに対して、本実験では、花芽分化に必要な低温量を、根圏の冷却によってイチゴの苗に与えることができるのではないかと考えた。実際、冷水処理中の根圏温度は、タンク内養液温度より 0.7°C ほど高い $10.5\sim 11^{\circ}\text{C}$ であったのに対し、葉面付近の気温は、 $20\sim 21^{\circ}\text{C}$ と高いままであった。なお、対照区の夜間の根圏温度は、気温よりも $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 高い値を示した。対照区の循環液温と根圏温度がほぼ同じ（根圏が $0.1\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ 高い）であることから、これは、夜間の液温が気温よりも高いことに起因している。対照区の養液温度が、夜間、気温よりも高いことは、タンクが地中に埋設されていることにより、地温（深さ $20\sim 60\text{ cm}$ で $24\sim 25^{\circ}\text{C}$ ）の影響を受けているためと考えられるが、このことから、養液の冷却に際し、冷却の効率を上げるためには、養液タンクの周囲をさらに断熱材で囲うなどの改良が有効であろう。

根圏冷却によるイチゴの各部位における温度変化をあらためて別の室内実験によって測定した。測点は、葉、葉柄、クラウン、根圏とした。葉温は、葉面にエポキシ樹脂で熱電対を接着して求めた。葉柄およびクラウン温度は、熱電対の先端を、それぞれの内部に挿入して求めた。根圏温度は、前回と同様に根群内部に熱電対を挿入して求めた。また、苗の 15 cm ほど上部における気温と、タンク内の養液温度もそれぞれ測定した。本試験と同様の冷水処理および照明を行い、測定結果を連続記録した。

各部温度の測定結果を Fig. 5 に示す。気温は、夜間でも $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ で、昼間の温度との差は小さかった。根圏温度は、養液温度よりも $1\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 高い $11\sim 12^{\circ}\text{C}$ であり、クラウン温度も冷水の影響を受けて $14\sim 15^{\circ}\text{C}$ まで下がっている。これに対し、葉温は、気温より $0.8\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 低い値で、冷水の影響は小さかった。なお、葉柄

Fig. 5 Diurnal changes in temperatures of several parts of plant. Temperature of nutrient solution was kept at 10°C from 16:00 in the evening to 8:00 in the next morning.

Fig. 6 Diurnal changes in crown temperature. a, A plant was held by rockwool; b, A plant was directly set on the NFT channel.

温度については、クラウンに近い部位では 21°C 、葉に近い部位では 26°C と、測定する位置によって異なった値を示した。生長点は、クラウンの測点より 1 cm 程度上部に位置し、クラウン温度より多少高くても、大きな差はないと考えられる。

気温はクラウン温度にも影響を及ぼしており、養液温度は同じ設定であっても、気温が 26°C の場合、クラウン温度は 13°C であった。

今回、苗を支持する目的で、クラウン部分をロックウールではさんだが、ロックウールを用いない場合との温度の比較も行った。それによると、根圏、葉柄、葉の温度には顕著な差はみられなかったが、クラウン温度はロックウールを用いない場合、用いた場合に比べ $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 高い値であった (Fig. 6)。養液が浸潤したロックウールは、養液温度とほぼ同じ温度（液温より 0.5°C ほど高い）になり、これがクラウンの冷却に有効に作用すると考えられる。

春化植物においては、ふつう低温は生長点部に直接作用する²⁹⁾が、本実験での花芽分化の促進結果によって、イチゴについても生長点部が低温に感応していると考えることができ、それに必要な低温操作は、今回の根圏冷却によって達成することができたといえよう。ただし、養液の設定温度は、日長に関係なく花芽が分化する温度として 10°C を用いた⁵⁾が、クラウンはこれよりも高い温度となるので、気温を考慮したうえで、さらに低く設定してもよいと思われる。

花芽分化の促進効果は、‘てるのか’のほうが顕著であった。これは‘U7-13’の処理の開始が遅かったため、開始した時点で、すでにある程度、生理的には分化が進んでいたためと考えられる。

収量は、収穫が早まった分、いずれも処理区のほうが多くなっているが、‘てるのか’では、対照区に比べ S, M の果実の割合が、処理区では高い傾向を示した。通常、収穫が進むにつれて、果実は次第に小さくなってい

くが、対照区が、2月下旬での平均果重で 10.5 ± 1.8 g あったのに対し、処理区では、2月上旬ですでに 9.1 ± 1.0 g (2月下旬では 8.4 ± 1.8 g) であり、処理区に小果の傾向が認められる。また2月以後、草姿がロゼット型を呈し、収穫終了後に行った根重(乾物重)の測定においても、対照区の 2.24 ± 0.57 g に対し、処理区が 1.38 ± 0.28 g と小さく、“株疲れ”、矮化が認められた。したがって、処理の開始、終了時期および終了後の苗勢の回復といった点についていっそうの考察を行うことが重要である。

一般に、イチゴは品種ごとに栽培技術にかなり違いがあり、それら作期・栽培法別に個々の品種特性に沿った細かな技術の確立が、今後さらに必要と考えられる。

文 献

- 1) 江口庸雄. 1933. 日照時間の長短と花芽分化期との関係に就いて. 園学雑 **4**: 208-215.
- 2) 江口庸雄. 1934. 苺の花芽分化前及分化後における日照時間の長短の影響に就いて. 園学雑 **5**: 42-62.
- 3) 江口庸雄. 1934. 低温及土壌の乾湿と苺の花芽分化期との関係に就いて. 園学雑 **5**: 233-250.
- 4) 伊東秀夫. 1965. イチゴ栽培の新技術. 65-70, 誠文堂新光社, 東京.
- 5) WENT, F. W. 1957. The Experimental Control of Plant Growth. 129-138, Chronica Botanica Company, Waltham, Mass.
- 6) ITO, H., and T. SAITO. 1962. 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.
- 7) HARTMAN, H. T. 1947. Some effects of temperature and photoperiod on flower formation and runner production in the strawberry. Plant Physiol. **22**: 407-420.
- 8) GUTTRIDGE, C. G. 1959. Evidence for a flower inhibitor and vegetative growth promoter in the strawberry. Ann. Bot. **23**: 351-361.
- 9) GUTTRIDGE, C. G. 1959. Further evidence for a growth-promoting and flower-inhibiting hormone in strawberry. Ann. Bot. **23**: 612-621.
- 10) JONKERS, H. 1965. On the flower formation, the dormancy and the early forcing of strawberries. Meded. Landbouwhoogeshool Wagen. **65**: 1-59.
- 11) 横溝 剛・小林正義. 1953. 促成苺栽培の研究 (第1報). 準高冷地に依る花芽分化期促進に就いて. 神奈川農試園芸分場研報 **1**: 21-28.
- 12) 遠藤喜重・土屋広道・山中昭雄. 1960. 促成いちご栽培に関する研究 (第1報). 山上げ時期と苗の発育, 花芽分化及び収量との関係について. 栃木農試研報 **4**: 21-28.
- 13) 横溝 剛・加藤和夫. 1955. 促成苺栽培の研究 (第3報). 花芽分化に関する二三の要因. 神奈川農試園芸分場研報 **3**: 73-77.
- 14) 遠藤喜重・土屋広道. 1963. 促成いちご栽培に関する研究 (第2報). 高冷地苗畑における短日処理の効果. 栃木農試研報 **7**: 51-56.
- 15) 遠藤喜重・長 修. 1964. 促成いちご栽培に関する研究 (第3報). 高冷地苗畑における遮光処理について. 栃木農試研報 **8**: 61-66.
- 16) 江口庸雄. 1939. 育苗中の移植が苺の花芽分化並花芽の発育に及ぼす影響に就いて. 園学雑 **10**: 91-108.
- 17) 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. 奈良農試特別研報 **1**: 151.
- 18) TAYLOR, R. W. 1933. Influence of nitrogenous fertilizers applied at different dates on the numbers of flower clusters, flowers, and fruits of the strawberry. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. **29**: 313-317.
- 19) 江口庸雄. 1935. 苺の苗取り時期と花芽分化期並花芽の発育との関係に就いて. 園学雑 **6**: 84-104.
- 20) 施山紀男・高井隆次. 1986. イチゴの発育とその周期性に関する研究. 野菜試報 **B6**: 33-77.
- 21) 新井和夫・松尾誠介・松田照男. 1980. 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. 農及園 **55**: 561-562.
- 22) 農林水産省食品流通局野菜振興課. 1986. 養液栽培におけるアンケート調査. 1-20.
- 23) 宇田川雄二. 1987. イチゴ栽培の実際 [1]. 農及園 **62**: 192-200.
- 24) 藤重宣昭・市川 清. 品種登録未申請.
- 25) 横溝 剛・杉山忠治. 1960. 苺苗の冷蔵による花芽分化, 開花, 結実の促進に関する研究. 神奈川農試園芸分場研報 **8**: 25-34.
- 26) 石黒嘉門・桜井雍三. 1966. イチゴ苗の低温電照処理による花成促進に関する研究. (第1報) 低温処理方法について. 愛知園試研報 **5**: 36-42.
- 27) 堀田 励. 1987. イチゴの夜冷育苗による早出し栽培. 農及園 **62**: 622-626.
- 28) 中村英司. 1973. 蔬菜園芸学. 100-102, 朝倉書店, 東京.