

イチゴの夜冷短日処理における昼夜温が 花成誘導に及ぼす影響

植木正明・望月龍也*・高野邦治

I 緒言

イチゴの花成は低温と短日によって誘導されるが^{1,2,3,4,6,7,8,11,12)}、イチゴの夜冷短日処理は、低温施設を用いて人為的に低温と短日環境を制御するので、気象条件に影響される高冷地育苗やポット育苗などの花成促進技術に比べて安定的に花成を誘導できる育苗技術である。

Itoら⁶⁾の基礎的な研究と、成川⁹⁾、堀田⁵⁾らの研究に基づき、日長を8時間、夜温を10~13℃として、8月下旬から処理を開始し、11月下旬より収穫を始める方法が現在最も実用的で一般的になっている。しかし、近年収穫期をより前進化させるため、あるいは施設の有効利用(2回転利用)のため、処理開始時期を早める場合も増加しつつあり、この場合花芽分化までに要する処理日数が8月下旬処理(20日程度)に比べて長くなる傾向がある。

処理開始時期を早めた場合、冷房装置を運転させても夏期の高温のため設定温度に下がるまで数時間を要する事例が多い。このことから現地では、処理開始時刻の数時間前から冷房運転を行い設定温度の早期維持に努めるといった対策も一部取られているが、その効果は明確でなく、より効率的な処理方法が望まれている。

イチゴの花成は日長と温度の相互作用によって誘導されるが^{4,6,7,8,11)}、Itoら⁶⁾によると、9℃の低温で花成を誘導した場合、この低温処理効果が24℃の高温に遭遇することで滅殺されるとしている。このことから夜冷短日処理においても夏期高温期では昼間の高温によって影響

されることが考えられる。またItoら⁶⁾、香川⁷⁾、森下⁸⁾は、いずれもある一定の低温処理時間で花成が誘導されること、成川⁹⁾は処理温度によって花成誘導に要する処理日数が異なることを報告していることから、夏期の高温による処理温度(夜温)の上昇が花成の誘導に影響していることも考えられる。

いずれにしても夜冷短日処理における昼夜温の影響についてはあまり明らかにはされてはならず、より効率的な処理のためにはこれらの解明が必要である。そこで夜冷短日処理における昼夜温が花成誘導に及ぼす影響について検討した結果、いくつかの知見が得られたのでここに報告する。

II 材料及び方法

1. 処理時期及び夜温の影響

1990年に女峰を供試し、昼温の異なる処理開始時期7月27日、8月6日、15日、24日の4時期に、それぞれ夜温10℃区と、処理開始時刻から4時間20℃、その後10℃とする変温区を設けて、日長8時間で夜冷短日処理を行った。

検鏡により花芽発達ステージの二分期を分化期として分化までに要した処理日数を調査するとともに、1分間隔の打点温度計を用いて処理期間中の昼夜温を測定した。

栽培方法は、それぞれ処理開始35日前に採苗し、a当たり窒素施用量0.5kgの自然下の仮植床で育苗した。処理開始当日に堀上げて展開葉数を2.5枚に整理し、パーミキュライトとピートモスの配合土(2:1)を詰めた40×60×10cmのコンテナ箱に42株を植え付け、処理に供した。

*野菜・茶業試験場久留米支場

2. 夜温の影響

1992年に女峰ととよのかを供試し、夜温を10℃、18℃区及び処理開始時刻から8時間18℃、その後10℃とする変温区を設けて、7月24日から日長8時間で夜冷短日処理を行った。検鏡により花芽発達ステージの二分期を分化期として、分化までに要した処理日数を調査した。

栽培方法は、6月5日に12cmのポリポットに採苗鉢上げし、ポット当たりN:70, P₂O₅:80, K₂O:60mg含有の錠剤型肥料を施用して育苗し、処理に供した。

3. 昼温の影響と品種間差異

1991年に野菜・茶業試験場久留米支場において早晩生の異なる4品種・系統、女峰、とよのか、宝交早生、久留米51号を供試し、8月15日から21日間夜温13℃、日長8時間で夜冷短日処理を行い、その間の昼温を25, 30, 35℃（自然

光型人工気象室利用）及び自然条件（参考、遮光条件下）として花成を誘導した。処理終了後直ちに定植し、開花日、定植後出蕾までの出葉数を調査した。なお、処理区内で最初に開花した株から3週間以内に開花した株を開花促進株とし、開花日、出葉数は開花促進株から算出した。

栽培方法は、6月25日に12cmのポリポットに鉢上げし、7月8日から7日おきに液肥を窒素成分でポット当たり計45mg施用して育苗した。

Ⅲ 結果

1. 処理時期及び夜温の影響

花芽分化までに要した日数はいずれの処理開始時期においても夜温の影響は認められなかったが、処理開始時期では8月6日処理開始区が最も長く、8月15日以降では処理開始時期が遅

第1表 処理開始時期及び夜温が遭遇温度及び花芽分化に及ぼす影響

時期 (月.日)	夜温 ℃	花芽分化期 (二分期)	分化までの 日数(日)	温度域別の積算時間(時間)					
				t ≤ 15℃	t ≤ 20℃	t ≤ 25℃	t ≤ 30℃	t ≤ 35℃	t ≤ 40℃
7.27	10-10	8.20	24	360.5	23.5	16.0	79.0	96.0	1.0
	20-10	8.20	24	287.0	97.0	16.0	79.0	96.0	1.0
8.6	10-10	9.1	26	389.5	26.5	13.0	78.5	112.5	4.0
	20-10	8.31	25	300.0	100.0	12.5	76.5	107.0	4.0
8.15	10-10	9.6	22	325.0	27.0	13.0	71.5	86.5	5.0
	20-10	9.5	21	251.0	85.0	9.5	67.0	86.5	5.0
8.24	10-10	9.10	17	255.0	17.0	23.5	58.0	50.5	4.0
	20-10	9.11	18	214.5	73.5	23.5	60.0	56.5	4.0

注. tは遭遇温度

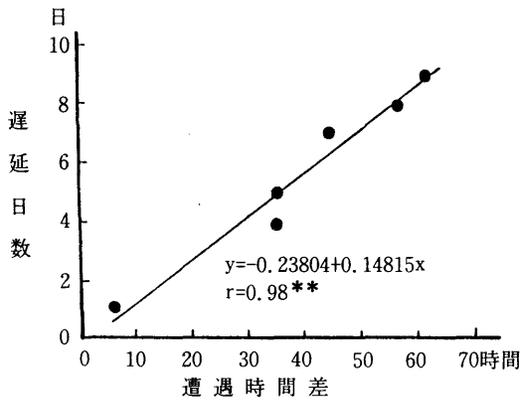
第2表 1日当たりの遭遇温度と花芽分化に要した日数との関係

時期 (月.日)	夜温 ℃	分化までの 日数(日)	温度域別の積算時間(時間)					
			t ≤ 15℃	t ≤ 20℃	t ≤ 25℃	t ≤ 30℃	t ≤ 35℃	t ≤ 40℃
7.27	10-10	24	15.02	0.98	0.67	3.29	4.00	0.04
	20-10	24	11.96	4.04	0.67	3.29	4.00	0.04
8.6	10-10	26	14.98	1.02	0.50	3.02	4.33	0.15
	20-10	25	12.00	4.00	0.50	3.06	4.28	0.16
8.15	10-10	22	14.78	1.22	0.59	3.25	3.93	0.23
	20-10	21	11.95	4.05	0.45	3.19	4.12	0.24
8.24	10-10	17	15.00	1.00	1.38	3.41	2.97	0.24
	20-10	18	11.92	4.08	1.31	3.33	3.14	0.22
分化までの日数との相関関係			NS	NS	-0.84**	-0.78*	-0.92**	NS

イチゴの夜冷短日処理における昼夜温が花成誘導に及ぼす影響

くなるにつれて短くなる傾向であった(第1表).

処理期間中の遭遇温度を見た場合、15℃以下、あるいは20℃以下の積算時間には一定の傾向は認められなかった(第1表). 1日当たりの温度遭遇時間と花芽分化までに要した日数との間の相関は、 $20 < t \leq 25^\circ\text{C}$ 、 $30 < t \leq 35^\circ\text{C}$ で認められ、特に $30 < t \leq 35^\circ\text{C}$ で相関が高かった(第2表). 花芽分化までの日数が最短の区を基準にした $30 < t \leq 35^\circ\text{C}$ での遭遇時間差と花芽分化遅延日数との関係から、 $30^\circ\text{C} < t \leq 35^\circ\text{C}$ の遭遇時間1時間当たり花芽分化遅延日数は約0.15日と算出された(第1図).



第1図 花芽分化までの日数が最短の区を基準とした $30 < t \leq 35^\circ\text{C}$ の遭遇時間差と花芽分化遅延日数との関係

2. 夜温の影響

花芽分化期は、女峰、とよのかとも10℃区に比べて18-10℃及び18℃区がやや早い傾向であったが、大きな差ではなかった(第3表).

3. 昼温の影響と品種間差異

開花日はいずれの品種・系統においても、昼温が高いと遅れる傾向が認められたが、25℃区

第3表 夜温が花芽分化に及ぼす影響

夜温	女峰		とよのか	
	分化期 (月・日)	処理日数	分化期 (月・日)	処理日数
10-10℃	8.17	24	8.17	24
18-10℃*	8.16	23	8.15	22
18-18℃	8.15	22	8.15	22

注. 処理時刻から8時間18℃, その後8時間10℃

第4表 昼温が花成に及ぼす影響

品種・系統	昼温 ℃	開花日 ¹ (月/日)	開花促進 株率 ² %	出葉数 枚
女峰	25	11/17.8	100.0	5.2
	30	11/22.9	100.0	5.3
	35	11/25.4	88.8	6.2
	自然	11/22.2	100.0	5.7
とよのか	25	11/21.8	100.0	6.1
	30	11/22.5	100.0	6.0
	35	11/28.2	93.8	6.1
	自然	11/25.9	100.0	6.2
宝交早生	25	11/19.8	74.6	6.1
	30	11/23.5	81.3	6.1
	35	11/26.2	40.2	6.2
	自然	11/26.2	75.0	6.0
久留米51号	25	11/10.2	100.0	4.6
	30	11/10.7	100.0	5.0
	35	11/14.1	100.0	5.5
	自然	11/13.9	100.0	5.4

注1. 開花促進株の平均値

2. 最初の開花株から3週間以内に開花した株率

を基準にした開花の遅れは女峰では30℃区から影響が現れたのに対し、とよのか、宝交早生、久留米51号では35℃から影響が強く現れ、品種によって反応が異なった(第4表)。また、25℃区を基準とした35℃区での開花の遅れの程度は、女峰、とよのか、宝交早生が7日前後でほぼ同じであったのに対して、久留米51号は4日程度と他の品種に比べて小さかった。開花促進株率は久留米51号がいずれの温度区もほぼ100%であったのに対して、女峰、とよのかは35℃区でやや低くなる傾向であった。また宝交早生は25℃、30℃区においても80%前後と他の品種に比べて低く、35℃区では40%程度にまで低下した。

出葉数は女峰では35℃区が多く、久留米51号では温度が高くなるにつれて多くなる傾向であったが開花日との相関は認められず、とよのか、宝交早生ではまったく差が認められなかった。

IV 考察

女峰を用いて、昼温の異なる処理時期に異なる夜温で短日処理を行って花成を誘導した結果は、花芽分化までに要した処理日数には夜温の影響よりも昼温の影響が強く認められ、高温によって花芽分化は遅延した。また早晚性の異なる4品種を用いて夜冷短日処理中の昼温の影響を検討した結果は、いずれの品種とも昼温が高くなるほど花成が遅延した。

イチゴの花成は温度と日長の相互作用によって誘導されるが^{4,6,7,8,11)}、Itoら⁶⁾は9℃の低温によって花成を誘導した場合、その低温効果は24℃の高温に遭遇することにより減殺されると報告している。また佐賀農試¹⁰⁾はとよのかを用いた夜冷短日処理において、昼温が30℃よりも35℃で花芽分化が遅れたことを報告しており、昼間の高温に遭遇することによって花成が遅延された本報の結果と一致する。Itoら⁶⁾、香川⁷⁾、森下⁸⁾の報告から、イチゴの花成があ

る一定の低温処理積算時間によって誘導されることを考えれば、夜冷短日処理においても昼間の高温によって夜間の低温効果が減殺され、その結果花成が遅延されたと考えられる。しかし、Itoら⁶⁾は9℃の低温で花成を誘導した場合、1日のうちの低温処理時間が16時間以上であれば24℃の高温に遭遇しても低温効果の減殺はほとんど認められず、いずれもほぼ一定の低温処理時間で花芽が分化したとも報告している。本報における夜冷短日処理は夜温が10℃、処理時間が16時間でItoら⁶⁾とはほぼ同条件であるにもかかわらず、Itoら⁶⁾の報告とは異なった結果となった。

昼温の影響とその品種間差異を検討した結果は、いずれの品種においても昼温が高いほど花成が遅延された。その影響は品種によって異なり、女峰では30℃以上で、とよのかでは佐賀農試¹⁰⁾の報告と同様に35℃で、宝交早生、久留米51号も35℃で強く現れたが、Itoら⁶⁾が高温とした24℃とほぼ同温の25℃でも前述の影響を及ぼす温度に比べて花芽分化が早まった。またその高温の影響も品種によって異なり、25℃を基準にした35℃での開花の遅れの程度は、開花日、開花促進株率からみて久留米51号が最も小さく、次いで女峰、とよのかで、そして宝交早生が最も大きく、早生品種ほど高温の影響が少ないものと考えられた。このことは、早生品種ほど高温下で花成を誘導しやすいことを示唆している。これらのことから、Itoら⁶⁾が高温とした24℃以上でも温度によって感応程度に差異があり、また品種によっても高温に対する感応程度に差異があるものと考えられる。このため、夜間の低温処理条件がほぼ同一であったにもかかわらず本報の結果とItoら⁶⁾の報告とが異なったものと推察される。

成川⁹⁾は夜冷短日処理において宝交早生では夜温の影響は少ないが麗紅では夜温10℃が15℃に比べて花芽分化が早まったと報告している。

また堀田⁵⁾は夜冷短日処理での夜温は13℃前後(±2℃)が花芽分化に適していると述べている。前述したように、イチゴの花成がある一定の低温処理積算時間によって誘導されると考えれば、夜温の影響は少なからずあるものと考えられるが、本報の結果では、花成誘導に及ぼす夜温の影響は、10~18℃の範囲では供試した2品種ともあまり認められなかった。前述したように花成誘導において高温に対する感応が品種によって異なり、このことから低温に対する感応においても品種間差異があることが推察される。そこで早生品種ほど花成誘導できる限界低温も高いと仮定すれば、本報では成川⁹⁾、堀田⁵⁾が用いた品種よりも早生の品種を供試したので、18℃前後の低温下では影響が認められなかったものと考えられる。

以上のように、8時間日長の夜冷短日処理においては、10~18℃程度の範囲の夜温では花成誘導に及ぼす影響は少なく、昼間の高温によって夜間の低温効果が減殺され、その結果花成が遅延されるものと考えられる。その高温の影響は品種によって異なり、本報の結果から女峰では30℃以上で、とよのか、宝交早生、久留米51号では35℃で強く現れるものと推察でき、また、その高温の影響は早生品種ほど少ないものと推察される。これらのことから、夏期の高温期においては処理開始時刻の数時間前から冷房運転を行う必要は少なく、遮光資材や降温可能な被覆資材などを利用して昼温を下げることによってより効率的な処理ができるものと考えられる。また、花芽の発達が高温下では不安定になることが知られており、高温に遭遇した場合は花芽が完全に分化するまで処理期間を長くすることが必要と考えられる。なお女峰においては、約30℃以上の高温に6~7時間遭遇した場合、約1日程度処理日数を長くする必要があるものと考えられる。

V 摘 要

イチゴの夜冷短日処理における昼夜温が花成誘導に及ぼす影響について検討した。

1. 女峰を用いて昼温が異なる処理時期に異なる夜温処理を行った結果は、いずれの処理開始時期においても夜温の影響は認められず、処理時期の影響だけが認められた。この場合、花芽分化までの所要日数は30℃を越える温度域の遭遇時間と深い相関が認められ、花成は昼間の高温に遭遇することにより遅延された。なお、女峰では約30℃以上の高温に6~7時間遭遇すると約1日花芽分化が遅延した。

2. 2品種を用いて10℃~18℃の範囲の夜温の影響を検討した結果、2品種とも夜温の影響はあまり認められなかった。

3. 昼温の影響と品種間差異を検討した結果、いずれの品種においても昼温が高温になると花成が遅延された。その高温の影響は品種によって異なり、女峰では30℃以上で、とよのか、宝交早生、久留米51号では35℃以上で強く認められ、高温による開花の遅れの程度は久留米51号が最も少なく、次いで女峰、とよのかで、宝交早生が最も大きかった。

引用文献

1. Darrow, G.M. (1936) Proc. Amer. Sci. 34:360-363
2. 江口庸雄 (1934) 園学雑5:42-62
3. 江口庸雄 (1936) 園学雑7:19-26
4. 本多藤雄 (1965) 農及園40:1309-1312
5. 堀田 励 (1987) 農及園62:622-626
6. Ito, H. & Saito, T. (1962) Tohoku J. Agr. Res. 13:191-203
7. 香川 彰 (1971) いちご栽培の理論と実際24-25 誠文堂新光社
8. 森下昌三 (1984) 農及園59:330-334
9. 成川 昇 (1986) 農及園61:884-886

10. 佐賀農試 (1990) 野菜成績概 佐賀県-19
11. 塚本洋太郎 (1970) 園芸植物の開花調節
152-185 誠文堂新光社
12. Yonkers, H. (1965) Meded Landbouwho-
gesch. Wageningen, 65:1-59

**Effects of the Day and Night Temperature
during Short-day and Low Night Temperature Treatment
on Flower Bud Initiation of Strawberry**

Masaaki UEKI, Tatsuya MOCHIZUKI and Kuniji TAKANO

Summary

Short-day and low night temperature treatment is commonly practiced to accelerate flower bud initiation of strawberry in Japan. To accelerate the harvesting time more, we investigated the effects of the day and night temperature during short-day and low temperature treatment on flower bud initiation of strawberry. The results are as follows:

1. Night temperature had no effects on flower bud initiation of cv. Nyoho no matter when the treatment was started. The treatment starting date had an effect on flower bud initiation. Cumulative hours above 30 °C had significantly correlated to the treatment days required for flower bud initiation. Every six or seven cumulative hours above 30 °C, flower bud initiation of cv. Nyoho delayed one day.

2. Night temperature ranged from 10 to 18 °C did not affect flower bud initiation of cv. Toyonoka and Nyoho.

3. Inhibitory effect of high day temperature was significant when the day temperature was higher than 30 °C with Nyoho, 35 °C with Toyonoka, Hokowase and Kurume 51. Degree of the delaying effect of high day temperature on flowering was greater with the order of Hokowase, Toyonoka, Nyoho and Kurume 51.

[Bull. Tochigi Agr. Exp.
Stn. No.40 : 83~88 (1993)]