ウンシュウミカンの花芽の分化, 発達の温度条件

井 上 宏

香川大学農学部 761-07 香川県木田郡三木町

Differentiation and Development of Flower Buds in Satsuma Mandarins under Different Temperature Conditions

Hiroshi INOUE

*Faculty of Agriculture, Kagawa University, Miki-Cho,
Kita-Gun, Kagawa 761-07*

Summary

One-year to three-year-old satsuma trees (cv. Okitsu Wase or Miyagawa Wase) on trifoliolate orange rootstocks grown at 15, 20, 25 and 30°C in a growth chamber were observed for flower bud differentiation and development.

1. One-year-old trees were grown in a growth chamber from March 1 or April 1. On trees grown at 15°C, flowers but no leaves were produced instead of summer flushes. On trees grown at 20°C, a smaller number of leafless flowers and some leafy ones were produced. On trees grown at 25 and 30°C, summer shoots grew vigorously and flower buds did not differentiate.

2. In mid-June, when spring shoots ceased their growth and their stems became mature, one-year-old trees were transferred into 20 and 15°C growth chambers. They were kept there for several months, and then transferred to 25°C rooms. On the trees grown at 15°C for 2 months or more and at 20°C for 2.5 months or more, flower buds were produced. More flower buds developed on the trees grown at lower temperatures for longer periods. Flowers of trees grown at 15°C or 20°C until flowering had large and flat ovaries. Flowers of trees that were transferred to the 25°C room before flowering had small and long ovaries.

3. Three-year-old trees were put in 15, 20 and 25°C rooms at the time of morphological flower bud differentiation (March 20) and one month before and after. Flower bud development was observed in February, whereas microscopic evidence of differentiation was not evident. Flowering periods on trees grown at higher temperature were shorter.

4. Two- or 3-year-old trees were put in 20 and 25°C rooms at half-month intervals from late September to next March. Flower buds were produced on the trees put at 25°C in late October and later. On the trees put at 20°C in early November and before, few flower buds were produced and they dropped before flowering.

緒 言

我が国のウンシュウミカンの主産地は年平均気温が15~16°Cの地域に分布しており、冬の低温が栽培の北限を規制している。一般に、カンキツ樹に対して冬の極端な低温は枝梢や樹上の越冬果実に凍害をもたらし、生産面での直接的な打撃を与えるが、ウンシュウミカンの花

芽の形態的分化期が多く報告(1, 2, 5, 9, 10, 12, 18)で、1~3月とされているところから、花芽の分化にいわゆる冬の低温が必要であるかのように考えられてきた。事実、花芽分化誘起条件としての冬の低温の必要性を強調した論文(15)もある。しかし、ハウスミカンの極早期加温栽培では11月中下旬からの加温で12月中下旬には開花させることが可能であり、真冬の低温は必ずしも花芽の分化、発達に必要でないようにも思われる。

筆者は前報(8)で、カラタチ台ウンシュウミカン(興津早生)の1年生樹を環境制御室の15, 20, 25及び30

1988年3月25日 受理

ウンシュウミカンの花芽分化に関する生理生態学的研究 第2報 本報告の概要は1980年及び1981年の園芸学会春季大会において発表した。

℃ 室に搬入し、昼夜恒温の条件下で4月から栽培したところ、25及び30℃区では春、夏、秋枝と伸長したのに対し、15及び20℃区では春枝が発生したのみで、夏枝はほとんど発生せず、春枝上に9～10月に花蕾の発生をみた。一方、露地においた個体では普通、春、夏、秋枝が発生し、越冬後の5月に春枝上に花蕾が発生した。これらのことから、冬季の低温はもちろんであるが、冬を迎える前でも15～20℃程度の温度条件下に一定期間以上おかれると花蕾が発生する事実が明らかになったので、花芽の分化と発達の温度条件を自然日長下で究明するため二、三の実験を行った。

材料及び方法

1. 春及び夏季の低温と花蕾の発生

実験1. 春季からの低温と春枝上の花蕾の発生：砂壌土を満した直径30cmの素焼鉢植えの‘興津早生’のカラタチ台1年生苗木を1978年には3月1日から香川大学農学部構内のファイトトロンの15、20、25℃室に、1979年には4月1日からコイトロンの30℃室を加え、自然日長下で昼夜恒温の各温度室に搬入し、新梢の伸長状態、とくに春枝上に発生する第2サイクル(夏枝など)の状態を観察した。春枝は主幹上に平等に配置されるよう摘除して1樹あたり8～10本に制限した。なお、隣接の自然条件下のは場に露地区をおいた。

実験2. 夏季の低温と花蕾の発生：砂壌土を満した5,000分の1aワグナーポットに1980年3月に定植した‘興津早生’のカラタチ台1年生苗木を春枝(8～10本に制限)が伸長を停止し、緑化した6月10日までほ場においた。6月11日より0.1、2、2.5、3及び3.5か月

間、それぞれ香川大学農学部構内のファイトトロンの自然日長下で昼夜恒温の20℃または15℃室においた後、25℃室に移して春枝上の第2サイクルの生長状態(夏枝の発生、発蕾の有無)を観察した。

2. 秋冬季の加温と花蕾の発生

実験3. 花芽の形態的分化期前後の加温と花蕾の発生：

1977年に露地のは場においた直径30cmの素焼鉢植えのカラタチ台‘宮川早生’3年生樹を2月18日、3月18日(形態的分化期)及び4月18日に香川大学農学部構内のファイトトロンの自然日長下で昼夜恒温の15、20、25℃の室内に3樹ずつ搬入して、花蕾の発生時期、発生数、開花期間、満開時の子房重などを測定した。

実験4. 加温開始時期と発蕾及び開花期：実験3の加

温開始期よりさらにさかのぼり、露地においた直径30cmの素焼鉢植えのカラタチ台‘興津早生’2年生樹を1978年11月下旬より3月上旬までの各月の6日または21日に、香川大学農学部構内のファイトトロンの自然日長下で昼夜恒温の20℃または25℃の室内に搬入して、発芽(葉芽)、発蕾及び開花の時期を調査すると共に、加温開始期の早晩による花の満開時の子房重を比較した。1979年には3年生樹を9月下旬からファイトトロンの20℃または25℃の室内に搬入して同様な観察を行った。

結 果

1. 春及び夏季の低温と花蕾の発生

実験1. 春季からの低温と春枝上の花蕾の発生：3月1日(1978年)または4月1日(1979年)からファイトロンまたはコイトロンの15～30℃の温度室に搬入した1年生苗木の新梢の発芽及び伸長状態を露地にお

Table 1. Effects of temperature treatments in spring on the 1st and 2nd growth flushes of one-year-old trees.

Treatment		Days to spring flushing	Growing period of spring flushing	Period from end of spring shoot growth through 2nd flushing	Kinds of 2nd growth flushes	Total number of flowers	Number of flowers per node on spring shoots
Period	Temperature						
From March 1, 1978	15℃	13	63	100	flowering	143	2.0
	20℃	8	53	95	flowering & summer shoot flushing	49	1.0
	25℃	7	24	50	summer shoot flushing	0	0
	Field	—	35	50	summer shoot flushing	0	0
From April 1, 1979	15℃	10	47	120	flowering	68	1.7
	20℃	6	24	98	flowering & summer shoot flushing	49	0.9
	25℃	5	24	62	summer shoot flushing	0	0
	30℃	3	18	42	summer shoot flushing	0	0
	Field	—	47	32	summer shoot flushing	0	0

Fig. 1. Effects of temperature treatments on bud break and flowering on spring shoots. Treatments were started on June 11, 1980.

△ Leaf bud break
○ Leafless flower bud break
● Leafy flower bud break
□ Flowering of leafless flower buds
■ Flowering of leafy flower buds

Table 2. Effects of temperature treatments on the 2nd growth flushes.²

	No. of summer shoots	Total length of summer shoots cm	No. of summer leaves	No. of flowers	
				leafless	leafy
25°C	7.0e ^y	130.7d	57d	0d	0d
20°C	2.0d	22.4e	13e	28.5b	1.3d
15°C	0.5d	1.6e	1e	64.0a	1.0d
1 month at 20°C, then at 25°C	17.3b	215.5b	121b	0d	0d
2 months at 20°C, then at 25°C	25.3a	271.6a	146a	0.5d	0d
2.5 months at 20°C, then at 25°C	19.5ab	191.2bc	113bc	2.3d	4.5c
3 months at 20°C, then at 25°C	25.5a	163.8c	109bc	10.3c	9.3b
3.5 months at 20°C, then at 25°C	23.8a	165.0c	111bc	7.3d	15.3a
1 month at 15°C, then at 25°C	8.0c	138.7cd	81cd	0d	0d
2 months at 15°C, then at 25°C	23.8a	222.1b	122b	4.5d	3.3cd
2.5 months at 15°C, then at 25°C	22.3a	166.8c	103bc	15.0c	4.3c
3 months at 15°C, then at 25°C	27.0a	162.4c	94c	28.5b	5.0c
3.5 months at 15°C, then at 25°C	17.7b	157.2cd	73cd	50.7a	1.7d
field	12.3b	178.9bc	100c	0d	0d

² Treatments were started on June 11, 1980.

^y Different letters within columns represent significant differences ($p < 0.05$).

いた個体のそれと比較した（第1表）。露地区の春枝は平均気温が10°Cを超え、15°Cになる前より発芽し、約40日間伸長を続けた。春枝の伸長停止後、30～50日して春枝上に夏枝が発生した。温度処理区では高温区ほど春枝の発芽までの日数が短く、伸長期間も短く、また夏枝発生までの伸長停止期間も短くなった。4月から温度処理した1979年の成績では3月からの1978年の成績にくらべ、春枝の発芽までの日数とその伸長期間は短縮されたが、伸長停止期間は長くなった。ただし、両年とも15°C区では春枝上に夏枝が発生せず、直花が多数発生した。20°C区でも夏枝の発生はごくわずかで、有葉花を含

む花蕾が多発した。一方、25°C及び30°Cの両区は露地区と同様に花蕾はまったくみられず、夏枝が盛んに伸長した。

実験2. 夏季の低温と花蕾の発生：春枝の伸長停止後の6月11日から20°Cまたは15°C室におき続けると、約100日後にまず多数の直花が発蕾したが、葉芽の発芽や有葉花の発蕾には130日以上を要し、いずれも少数であった。25°C室に6月11日に搬入した個体は、27日後に葉芽が発芽したが（第1図）、花蕾はまったく認められなかった。なお、露地では7月12日に夏枝が発生した。

Table 3. Effects of temperature treatments on flower and ovary sizes of leafless flowers.^z

	Flower weight	Ovary			
		Weight	Diameter	Height	D/h
	mg	mg	mm	mm	
20°C	562.0b ^y	53.1b	4.37b	4.08b	1.07b
15°C	603.4a	65.0a	5.16a	3.82c	1.35a
3 months at 20°C, then at 25°C	377.6d	46.8c	4.04c	4.53a	0.89c
3.5 months at 20°C, then at 25°C	400.4e	41.5d	4.11bc	4.34a	0.95b
2 months at 15°C, then at 25°C	296.2e	27.3e	3.26d	3.87c	0.84c
2.5 months at 15°C, then at 25°C	422.3c	42.3cd	3.94c	4.47a	0.88c
3 months at 15°C, then at 25°C	416.0c	37.6d	3.77c	4.36a	0.86c
3.5 months at 15°C, then at 25°C	554.1b	53.6b	4.36b	4.54a	0.96b

^z Treatments were started on June 11, 1980.^y Different letters within columns represent significant differences ($p < 0.05$).**Table 4.** Bud break and flowering influenced by temperature treatments.^z

Treatments started		Days after treatment			Flowering period (days)
		Leaf bud break	Flower bud break	Flowering	
Feb. 18	15°C	13	23	68	35
	20°C	6	15	37	17
	25°C	4	8	23	10
Mar. 18	15°C	11	22	58	25
	20°C	4	10	26	9
	25°C	2	6	19	7
Apr. 18	15°C	-12	6	41	18
	20°C	-12	1	18	7
	25°C	-12	1	14	7

^z Flower buds differentiated on the spring shoots by March 20, 1977.

20°C または 15°C 室に 1 か月おき、その後 25°C 室に移した個体は、10~13 日後に葉芽の発芽をみたが、発蕾は認められなかった。20°C 以下に 2 か月おいて、25°C 室に移した個体では、15°C 区でわずかに発蕾したが、20°C 区ではほとんど発蕾しなかった。葉芽は両区とも 25°C 室搬入 1 週間後に発芽した。

20°C 以下の室に 2.5, 3, 3.5 か月おき、25°C 室に移すと、低温の室においたものほど、また長期間おくほど発蕾数は多くなり、直花率（全花蕾に占める直花花蕾の割合）は高くなった。夏枝はいずれも 20~25 本前後発生した（第 2 表）。

25°C 室に移して後の春枝上にみられる萌芽のパターンは、いずれも「直花発蕾」→「葉芽発芽」→「有葉花発蕾」の順序であり、発蕾から開花までの日数は約 10 日間であった（第 1 図）。20°C または 15°C 室に 3.5 か月間、すなわち発蕾直前（9 月 25 日）までおいた個体でも、25°C 室に移すと多数の新梢の発生をみたが、さらに 20°C または 15°C 室に開花まで置いた個体より花蕾数

は若干減少する傾向にあった（第 2 表）。

20°C 以下に 2~3 か月おいた個体を、25°C 室に搬入して発蕾させたものでは、開花時の子房の形は高温の影響を受けて腰高となったが、発蕾直前まで低温においた個体では腰高の傾向がやや小さくなった（第 3 表）。20°C および 15°C 室に開花までおいたものでは、偏平な子房を示した。この傾向は低温の区で著しかった。また、開花時の子房重をみると、20°C 以下の低温に長くおいた個体の子房ほど大となった。

2. 秋冬季の加温と花蕾の発生

実験 3. 花芽の形態的分化期前後の加温と花蕾の発生：鉢植えのカラタチ台「宮川早生」の 3 年生樹の春枝の芽をとり、解剖顕微鏡下で花芽の形態的分化期を 3 月 20 日ごろと確認したが、1 か月前の 2 月 18 日、分化期の 3 月 18 日及び 1 か月後の 4 月 18 日にそれぞれ露地からファイトロンの 15, 20, 25°C 室に搬入した個体について発芽、発蕾の状況を観察した（第 4 表）。形態的分化 1 か月前の 2 月 18 日でさえも 25°C 区で 8 日、20°C 区で 15

Fig. 2. Effects of time of temperature treatments on bud break and flowering on spring shoots.

- △ Leaf bud break
- Leafless flower bud break
- Leafy flower bud break
- Flowering of leafless flower buds
- Flowering of leafy flower buds

Fig. 3. Effects of time of temperature treatments in winter on ovary weight.

- Leafless flowers at 25°C
- Leafy flowers at 25°C
- -△- - Leafless flowers at 20°C
- -▲- - Leafy flowers at 20°C
- Leafless flowers under field
- Leafy flowers under field

日、15°C 区で 23 日後に発蕾し、極めて短期間に花器が完成されることを認めた。形態的分化期に入る 3 月 18 日からの加温では 25°C 区で 6 日、20°C 区で 10 日、15°C 区で 22 日後に発蕾した。露地での発蕾直前で、形態的分化期から 1 か月後にあたる 4 月 18 日の搬入では、20、25°C の両区で翌日に発蕾したのに対し、15°C 区では 6 日後に発蕾し、満開期は露地区より約 1 週間遅れた。それぞれの開花期間も高温におかれるほど短くなった。

実験4. 加温開始時期と発蕾及び開花期：1978 年の

Fig. 4. Relationship between days to flowering after temperature treatments in winter and ovary weight.

- Leafless flowers
- Leafy flowers

11 月下旬から 2 年生カラタチ台「興津早生」樹を 20°C または 25°C 室へ搬入し、各温度室での加温開始期と葉芽の発芽、発蕾及び開花の時期を調査した (第 2 図)。発芽や発蕾に至る日数は加温時期が遅くなるほど短縮された。露地の自然状態で観察されるような「葉芽発芽」→「直花発蕾」→「有葉花発蕾」の順序のパターンは 1 月上旬の加温区から認められたが、それ以前では 12 月下旬の 25°C 区を除き、直花の発蕾が最初であった。開花時の子房重は加温開始期が遅れるほど小さくなったが、この傾向は有葉花より直花で著しかった (第 3 図)。すなわち、加温開始後開花までの日数と子房重の間には高い正の相関関係が認められた (第 4 図)。1979 年には「興津早生」の 3 年生樹を 9 月下旬からファイトロンの 20°C または 25°C 室に搬入して、加温を開始したところ、25°C 区では 10 月下旬加温区から花蕾が発生して開花したが、20°C 区では 11 月上旬以前には花蕾が極端に少なく、開花までに落蕾した。

考 察

果実を生産の対象とする果樹栽培において、花芽分化の時期を知ることは適切な樹体管理を実施する上で不可欠である。ウンシュウミカンでも例外ではなく、とくに最近発達したハウスミカンの加温開始期を決定するにあたって、適当な着果数を確保するための花芽分化程度の確認は最重要課題である。ウンシュウミカンのハウス栽培は、一般に果実収量が多く、高品質・高価格であるところから、加温資材費の高騰にもかかわらず、広く普及をみるに至った。しかし、個々の園を観察すると、隔年結果現象が認められたり、結果母枝の不充実のための着花数不足などから、必ずしも生産が安定しているとは言えず、花芽分化に関連する基礎的研究の重要性が痛感される。たまたま、ウンシュウミカンの栄養生長の温度条件

を知る目的で実施した筆者ら(8)の実験で、夏季に20℃以下の温度条件においた1年生苗木の春枝上に夏枝はほとんど発生せず、代って多くの花蕾を発生する事実をつきとめたことから、花芽の分化・発達の温度条件を明らかにするため本実験を行った。

1. 花芽の形態的分化期と生理的分化

Abbot (1) は米国フロリダ州中部(年平均気温、20℃)で尾張系ウンシュウミカンについて1928年と29年の両年に形態的に花芽分化期を調査し、それぞれ2月13日と1月26日より分化開始を認めた。わが国では、高田・倉岡(18)が1932年から1934年にわたり、神奈川県二宮と静岡県興津の材料について花芽分化期を調査し、1月中旬以降であると発表した。その後、日本各地で多くの研究者が花芽分化期を直接または間接のテーマとして研究し、その成果が発表されてきた(1, 2, 5, 9, 10, 12, 18)。それらを通覧すると、最も早い時期は岩崎(10)の静岡での調査の12月下旬であり、最も遅いものは藤田・八木(2)、伊東ら(9)の神奈川での調査の3月下旬である。

ウンシュウミカンの腋芽は小さく、観察対象としては取扱いにくい。それにしても、前述の花芽分化期に関する我が国の成績は12月下旬から3月下旬と幅が大き過ぎる。試料採取の年や、地域、樹体の栄養条件などにより分化期に若干の相違を生じることが理解できるが、同じ神奈川県(2, 9, 18)でも3か月の幅がみられて不思議である。この点の論議については、既往のカンキツ栽培の研究書は一様にふれていない。

一方、形態的な変化が芽の生長点付近にみられる前に、芽の内部に生理的または生化学的変化が生じていると見るのは当然である。大崎・佐宗(16, 17)は岡山県牛窓で時期別に結果母枝の摘葉・摘果及び環状剥皮の3処理を同時に行い、翌年5月に着花の見られた区の処理時期から判断して、花芽分化開始期を無着果の春枝で9月下旬ごろ、着果枝(果柄枝)で12月下旬ごろとした。以後、この成績を引用した研究者は、間接的な観察法によって調査したこの時期を、形態的分化期に先立つ生理的分化期として取り上げるようになった。

伊東ら(9)は、成木の側枝単位で摘葉ならびに環状剥皮を、9月初めから翌春3月初めにわたって実施し、花芽の分化が影響を受ける期間を感応期間として調査した。感応終止期は3月初めであり、花芽分化決定期であると断定したが、感応の始まる時期についてはさらにさかのぼって試験する必要があるとし、明らかにしなかった。なお、この材料の形態的分化期は3月中下旬であった。

我が国のミカン産地の自然条件下における樹勢の良好な、結果量の少ない幼木や若木では、通常、春、夏、秋枝と3回にわたり新梢の伸長がみられる。そのうち、春葉と夏葉は完全に展開するが、10月に入り、平均気温が20℃以下に低下するようになると、秋枝は伸長を途中で停止し、先端近くについた秋葉は未展開に終る。実験1で観察したように、伸長が停止して自己摘心し、充実した新梢を20℃以下に一定の期間以上さらすと、新梢上の葉芽が花芽に分化する。実験2でこの期間は15℃で2か月、20℃で2.5か月を要することを明らかにした。ただし、新梢が萌芽したり、新梢の生長が継続している樹体の状態では、明らかに花芽の生理的分化が進行しているとは考えにくい。しかし、新梢生長が促進される高温条件下でも、土壤乾燥などのように強制的に生長を抑制する処理は花芽の生理的分化を誘導するようである(7)。

2. 花芽の生理的分化と形態的分化の温度条件

極早期出荷型のハウスミカンでは11月中下旬に加温を開始すると、12月上中旬には結果母枝上に花蕾の発生をみるが、この現象は花芽の直接観察による形態的分化期からは説明できない。これらのハウスミカンでは加温前には全く花芽の形態的分化が見られないからである。

筆者が1977~79年に香川大学農学部構内の露地において鉢植え樹の観察(実験3, 4)では、形態的分化期は3月中旬であったが、25℃の温度室に搬入されると、分化期の4か月前にあたる11月下旬から2週間以内に発蕾するようになった。加温開始より発蕾までの期間は分化期に近づくほど短くなり、分化期には6日となった。12月中旬ごろ、結果母枝の先端近くの芽を解剖して加温直後から観察していくと、2日以内に形態的分化期に入り、がく片、雄しべ、雌しべと順次1週間ぐらいで形成された。

以上のように、形態的分化期以前でも加温により花蕾が発生することは確かであり、ハウスミカンの発蕾はいわゆる生理的分化期に起こっている。ただし、生理的分化は徐々に深くなっていくものであり、ある一時期を特定することはできない。生理的分化が浅い段階では当然、形態的な花芽分化にまで至らず、葉芽で終わることもあると考えられる。ただ、何らかの方法で1~2週間の短日時に花蕾を発生させることができれば、その処理時期には少なくとも形態的分化可能な生理的分化期に入っていると断定して差し支えない。その点、大崎・佐宗(16, 17)の前項で述べた成績は前年の9月下旬に処理して、自然条件下で越冬し、開花前の5月中旬に着蕾数を調査したのであり、結果母枝に摘葉処理をすれば、以後

はまったく花芽分化が進まないとする前提に立ったものである。しかし、前述したように、10月以降の気温の低下は花芽分化を著しく促進させる。亜熱帯性常緑樹のカンキツにおいて、低温が花芽の分化・発達を促進することはスイートオレンジ(3, 11, 13)やグレープフルーツ(4)ですでに報告されている。実験2では、春枝が伸長停止して、緑化・充実したと認められる6月中旬より1年生苗木を15℃のガラス室に2か月間おき、8月中旬に25℃室に移すと花蕾が発生したが、それより短期間では花蕾は発生しなかった。一方、筆者(6)は6月中旬より15℃室におき、1か月後の7月中旬に摘葉しても、そのままあと2.5か月、15℃室におき続けて花蕾を発生させた。もちろん、着葉期間が長くなるほど花蕾数は多くなった。このことからみても、摘葉した結果母枝でも低温条件下でいくらかは花芽分化が進行することは明らかで、大崎・佐宗(16, 17)の9月下旬とした分化期は摘葉枝でもその後に分化的に進んだことを考慮に入れると、形態的分化が可能となる生理的分化期は、1か月遅れの10月下旬とみるのが妥当な線ではないかと考える。

極早期及び早期出荷型のハウスミカンでは、晩秋から初冬にかけて生理的分化期にある花芽を、ビニール被覆後、昼間25~28℃、夜間15~20℃に加温して、形態的分化期に移らせ、花器を完成させて、開花させることになる。生理的分化の程度が深いほど形態的分化に移り易いため、加温が遅いほど失敗が少なくなる。加温開始が遅れるほど花数確保は容易であるが、果実の出荷が遅れ、単価が安くなるところから、生産者はともすれば加温開始期を前進させる傾向にある。しかし、これには限度があり、産地の立地、花芽の生理的分化期から考えても、特別の処理を施さなければ加温開始期は最大限、11月中旬である。なお、前述した神奈川県下の成績(2, 9, 18)の形態的分化期に3か月のずれがあったが、いずれも生理的分化が深くなった時期であり、1月ともなれば容易に形態的に分化するから、供試材料の環境や樹体内条件によって1月中旬にも3月下旬にも分化期が観察されたものと思われる。花芽の形態的分化期以前に加温を開始するハウスミカン栽培では、形態的に分化可能な生理的分化期にある芽の数によって着花数の多少が決定する。

3. 花芽の発達の温度条件

前述したように低温条件下で誘導され、形態的に分化したウンシュウミカンの花芽は発達して花器の各部分を順次形成しつつ、発蕾し、開花する。形態的分化期から開花までの日数は、実験4でみられたように温度が高くなるほど短くなるが、花は小さい、開花時の子房の大き

さの比較では、加温時期を遅くし、温度を高くするほど子房重が小さくなった。この傾向は有葉花より直花で著しかった。加温開始直後に形態的分化期に入るときには、加温時期を形態的分化期におきかえて考えてよい。加温開始期、すなわち形態的分化期から開花までの日数と子房重の間には直花、有葉花を問わず高い正の相関関係があった。花器の完成に長時間を要するほど子房も大きく発達するようである。

Moss(14)はスイートオレンジの挿木苗で温度と花の分化後の発達について観察し、昼温24℃、夜温19℃で花数が最も多かったが、36~31℃区では着蕾数が20%以下となり、開花前に全部落蕾したとしている。筆者もウンシュウミカンの若木をファイトロンの昼夜恒温の30℃室内で開花させようとしたところ、ほとんどが落蕾し、開花したものでも子房は異常に小さく、黄化していた。

摘 要

カラタチ台ウンシュウミカン(‘興津早生’または‘宮川早生’)の1~3年生樹(素焼鉢またはワグナーポット植え)を環境制御室の15, 20, 25及び30℃室に適宜、搬入し、昼夜恒温の条件下で栽培し、新梢上の花芽の分化と発達の温度条件を、露地においた個体との比較で観察した。

1. 1年生樹を、3月1日または4月1日から各温度室に搬入して、地上部の生長周期を調査した。露地区では春枝の伸長停止後、30~50日して、春枝上に夏枝が発生した。温度処理区では高温区ほど春枝の発芽までの日数が短く、その伸長期間も短く、また夏枝発生までの伸長停止期間も短くなった。ただし、15℃区では春枝上に夏枝は発生せず、直花が多数に発生した。20℃区でも夏枝の発生はごくわずかで、有葉花を含む花蕾が多発した。一方、25℃区と30℃区では夏枝が盛んに伸長したが、花蕾の発生は認められなかった。

2. 1年生樹を、春枝が伸長停止し、充実を開始した6月中旬より20℃または15℃室におく期間を種々変え、その後25℃室に移して花蕾発生の有無を観察した。15℃室に2か月、20℃室に2.5か月以上おいた個体で発蕾したが、低温の室におくほど、また長期間おくほど発蕾数が多くなり、直花の割合は高くなった。20℃または15℃室に開花までおいたものでは、大きな扁平な子房を示したが、25℃室に早く移した個体ほど腰高の子房となり、小さかった。

3. 3年生樹を花芽の形態的分化期(3月20日)及びその前後1か月に15, 20, 25℃室に搬入して、花芽の分化と発達の状態を観察した。形態的分化1か月前でさえ

も、各温度室で極めて短期間（25℃ 室で 8 日で発蕾）に花器が完成され、開花に至ることを認めた。開花期間も高温におかれるほど短くなった。

4. 2 年生または 3 年生樹を 9 月下旬から各月に 2 回、20℃ または 25℃ 室に搬入して、発蕾及び開花の状況を調査した。25℃ 区では 10 月下旬搬入区から花蕾が発生して開花したが、20℃ 区では 11 月上旬以前には花蕾が極端に少なく、開花までに落下した。

引用文献

1. ABBOT, C.E. 1935. Blossom-bud differentiation in citrus trees. *Amer. J. Bot.* 22: 476—485.
2. 藤田克治・八木利幸. 1955. 柑橘の花芽分化に関する研究. 第 1 報. 温州蜜柑の花芽分化期並びに花芽の発育経過について. 神奈川農試園芸分場研究報告. 3: 19—27.
3. HALL, A.E., M.M.A. KHAIRI and C.W. ASBELL. 1977. Air and soil temperature effects on flowering of citrus. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102: 261—263.
4. HIELD, H.Z., C.W. COGGINS, J.R. and L.N. LEWIS. 1966. Temperature influence on flowering of grapefruit seedlings. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89: 175—181.
5. 平林俊一・田中 守. 1958. 柑橘の花芽分化期について. 温州蜜柑の形態的花芽の分化. 園学要旨. 昭33秋: 2.
6. 井上 宏. 1982. ウンシュウミカンの花芽分化に及ぼす摘葉と温度の影響. 園学要旨. 昭57春: 108—109.
7. 井上 宏. 1984. ウンシュウミカンの花芽分化に及ぼす土壌乾燥と温度条件. 園学要旨. 昭59秋: 30—31.
8. 井上 宏・原田 豊. 1988. ウンシュウミカンの幼樹の生長と養分吸収の温度条件. 園学雑. 57: 1—7.
9. 伊東秀夫・藤田克治・大垣智昭. 1958. 温州蜜柑の隔年結果防止に関する研究. 第 2 報. 花芽の分化感応期間について. 園学雑. 27: 249—255.
10. 岩崎藤助. 1959. カンキツの花芽の分化と発達に関する研究. 東海近畿農試研究報告. 園芸. 5: 1—76.
11. LENZ, F. 1969. Effects of day length and temperature on the vegetative and reproductive growth of 'Washington navel' orange. *Proc. 1st Int. Citrus Symp.* 1: 333—338.
12. 松原茂樹・遠山良樹. 1941. 柑橘の花芽分化に関する研究. 柑橘研究 10: 61—75.
13. MOSS, G.I. 1969. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *J. Hort. Sci.* 44: 311—320.
14. MOSS, G.I. 1976. Temperature effects on flower initiation in sweet orange (*Citrus sinensis*). *Austral. J. Agr. Res.* 27: 399—407.
15. 大垣智昭・伊東秀夫. 1972. 温州ミカンの花芽分化誘起条件としての冬の低温. 農及園. 47: 1455—1457.
16. 大崎 守・佐宗久雄. 1940. 柑橘の花芽分化期に関する試験 (1). 園学雑. 13: 24—29.
17. 大崎 守・佐宗久雄. 1941. 柑橘の花芽分化期に関する試験 (2). 園学雑. 14: 103—106.
18. 高田邦輔・倉岡 繹. 1935. 温州蜜柑の花芽の形成時期に関する研究(予報). 園芸の研究 31: 85—92.