ウンシュウミカンの新梢発生と花芽分化に及ぼす夏秋季の ジベレリン散布と温度の影響

井 上 宏

香川大学農学部 761-07 香川県木田郡三木町

Effects of Gibberellic Acid Spray and Temperature in Summer and Autumn on
Shoot Sprouting and Flower Bud Differentiation of Satsuma Mandarin

Hiroshi INOUE

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

Summary

One-year-old potted satsumas (cv. Okitsu Wase) on trifoliate orange rootstocks were grown at 15, 20 and 25°C in a growth chamber and in the field for 6 months from mid-June. They were sprayed twice each month with 100 ppm of gibberellic acid on 11th and 26th from June to November. Effects of gibberellic acid sprays and temperatures in summer and autumn on shoot sprouting and flower bud differentiation were observed. Moreover, after defoliating and transferring the trees into 25°C room in mid-December, flushing of flowers and vegetative shoots was investigated.

1. Gibberellin sprays promoted flushing of summer shoots on spring ones at 25°C and in the field. The spring shoots without summer flushes increased in diameter as spraying times were earlier and temperatures were higher.

2. After defoliating and transferring the trees into 25°C room in mid-December, a smaller number of flowers developed in higher temperatures. Earlier sprays of gibberellin strongly depressed development of flower buds. Even the latest spray in November decreased the number of flushes below a quarter of the number of flowers in the non-sprayed trees.

3. On the defoliated trees after transferring into 25°C room in mid-December, more shoots flushed at lower temperature treatments. Effects of gibberellin sprays were different between temperature treatments. Earlier sprays at 15°C produced more shoots. However, later sprays at 25°C decreased flushing of shoots. In the field, the fewest number of shoots were observed in the non-sprayed trees. Gibberellin sprays promoted flushing of more shoots in and after September than in June to August.

緒 言

ウンシュウミカンの花芽は冬季に徐々に形態的分化期に入るが、この時期のジベレリン散布は著しく花蕾発生を抑制する(3, 4, 6, 16)。春枝上のえき芽は枝の充実に伴って花芽への生理的分化を開始し、気温が25°C以下に低下する秋季に次第にその程度を深化させるが、その程

度によっては高温条件下でえき芽の生長点は急激に形態的分化を起こして花蕾に発達する(7)。そこで筆者は、えき芽が形態的花芽分化期以前で生理的分化期にある夏秋季におけるジベレリン散布が花芽分化と新梢発生に及ぼす影響を種々の温度条件下で観察するため、本実験を行った。

材料及び方法

カラタチ台の1年生「興津早生」を砂壤土を満たした5,000分の1aのワグナーポットに、1984年3月下旬に定植し、供試した。4月上旬に発生した春枝を1樹あ

1989年5月17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5報 本報告の概要は1985年の園芸学会秋季大会において発表した。

Fig. 1. Changes in air temperature under field conditions during experimental period in 1984.

たり 10~12 本 (節数 70 ± 5) に制限し、露地において管理した。6 月 11 日にファイトロンの 15, 20 及び 25°C 室に搬入した 3 区とビニール布で屋根かけをした露地区を設定した。さらに、以上の 4 区に 6~11 月の各月に 11 日と 26 日の 2 回、ジベレリン酸の水溶液 (GA_3 100 ppm, Tween 20 0.05% 加用) を散布する区を設けた。各処理区はそれぞれ 4 鉢、合計で 112 鉢を供試した。土壌を適湿に保つために適宜灌水し、また夏枝の発生は放任した。12 月上旬に春枝の太さをその中間の位置の直径で測定するとともに、夏枝発生数も調査した。12 月

11 日に各区とも一せいに摘葉し、十分に灌水してファイトロンの 25°C 室に搬入し (摘葉高温処理)、以後 30 日間にわたって発芽と発蕾の状況を調査した。花蕾が肉眼で観察されるようになった日を発蕾日、新梢が 2 mm の長さに伸長した日を新梢発生日とした。

なお、実験期間中の露地の気温は第 1 図のとおりであった。

結 果

1. 春枝の肥大と夏枝の発生

4 月上中旬に発芽した春枝の生長は 6 月の実験開始時にはすでに停止しており、その伸長量と着葉数は実験終了時まで変わらなかったが、春枝の太さはジベレリン散布により太くなる傾向を示した (第 1 表)。すなわち、露地区においては 6, 7, 8 月散布樹で、15°C と 20°C の両区では 6~9 月散布樹で、25°C 区では 6~10 月散布樹で無散布樹より有意に太くなり、早期に散布するほど、また、気温や室温が高いほど太くなる傾向を示した。

露地区では 6 月から 8 月と気温が高くなり、ジベレリンの散布時期が遅くなるほど、夏枝の発生が多かった。25°C 区では 6 月の散布によって夏枝の発生は見られなかったが、7~10 月散布樹で、とくに 8 月と 10 月散布樹

Table 1. Spring shoots (diameter in mm) at early December influenced by gibberellic acid sprays.

Month sprayed	Field	15°C	20°C	25°C
June	4.38 a ^z	4.26 a	4.59 a	4.68 a
July	4.48 a	4.21 a	4.93 a	4.77 a
August	5.47 a	4.31 a	4.61 a	4.51 a
September	3.72 b	3.83 a	4.38 a	4.33 a
October	3.54 b	3.27 b	3.84 b	3.94 a
November	3.40 b	3.25 b	3.22 b	3.68 b
Control (non-sprayed)	3.48 b	3.08 b	3.20 b	3.08 b

^z Different letters within columns represent significant differences ($P < 0.05$).

Table 2. Number and total length of summer shoots flushed by gibberellic acid sprays.

Month sprayed	Number				Total length (cm)			
	Field	15°C	20°C	25°C	Field	15°C	20°C	25°C
June	2.75 c ^z	0	0 c	0 d	77.4 c	0	0 c	0 e
July	4.25 b	0	2.00 a	5.00 b	112.2 b	0	30.2 a	138.3 b
August	7.25 a	0	0.25 b	8.25 a	226.7 a	0	12.0 b	232.5 a
September	1.75 d	0	0 c	3.25 b	22.1 d	0	0 c	94.9 c
October	0.75 d	0	0 c	7.25 a	16.1 d	0	0 c	77.1 c
November	0.75 d	0	0 c	2.50 c	20.0 d	0	0 c	45.0 d
Control (non-sprayed)	1.00 d	0	0 c	1.50 c	21.5 d	0	0 c	37.9 d

^z Different letters within columns represent significant differences ($P < 0.05$).

で発生が多かった (第2表). 15°C 区では全く発生せず, 20°C 区では7, 8月散布樹のみに夏枝が発生した. 夏枝の総伸長量は発生数にほぼ比例したが, 夏枝1本当たりの長さは露地区の8月散布樹が最も長く, 次いで25°C 区の9月散布樹であった. これらに着生した夏葉は露地と25°C 区の8, 9月散布樹で柳葉を示した.

2. 花蕾の発生

12月中旬以前には各区とも無散布樹では花蕾発生は認められなかったが, 15°C 区と20°C 区の11月散布樹でそれぞれ8花蕾と5花蕾の発生を12月上旬に認めた. 露地及び25°C 区では花芽の形態的分化さえも認めなかった. 秋枝はいずれの区でも発生しなかった.

上記の12月上旬に発生した花蕾と12月11日の摘葉高温処理後30日間の発生花蕾の合計数を見ると, 第3表のとおりである. 無散布樹の花蕾発生数は高温区ほど少なかったが, ジベレリンの散布により, さらに発生数が減少し, 早期の散布ではほとんど発生しなかった. 最も遅い11月散布樹でさえ無散布樹の発生数の4分の1以下であった. 15°C 区の無散布樹ではすべてが直花であったが, 高温区ほど有葉率は高くなり, ジベレリン散布が遅いほど低くなった.

3. 摘葉高温処理後の新梢の発生

摘葉高温処理後の30日間の新梢発生数は第4表のとおりである. 低温の15°C 区ではジベレリン散布により新梢発生数は多くなり, とくに早期散布するほど発生数が多かった. しかし, 高温の25°C 区では散布により発生数が減少し, とくに10月及び11月散布でその減少が著しかった. 20°C 区では前二者の中間の傾向を示し, 6, 7月散布樹で無散布樹とほとんど変わらず, 8月以降, 散布が遅れるほど発生数は少なくなった. 一方, 露地区では無散布樹で最も新梢の発生数が少なく, ジベレリン散布で発生数は増加した. その増加は6~8月の散布樹より9月以降の散布樹で大きかった.

Table 3. Number of flower buds developed on the trees before and after defoliating and transferring into 25°C room in mid-December.

Month sprayed	Field	15°C	20°C	25°C
June	0 d ^z	0 d	0 d	0 c
July	0 d	0 d	0 d	0 c
August	0 d	0 d	0 d	0 c
September	4.3 c	4.0 c	0 d	0 c
October	6.8 c	1.3 c	1.3 c	0 c
November	17.3 b	19.5 b	5.3 b	0.8 b
Control (non-sprayed)	91.3 a	88.0 a	39.0 a	6.3 a

^z Different letters within columns represent significant differences ($P < 0.05$).

考 察

ウンシュウミカンの花芽の形態的分化期は多くの報告で1~3月にあり(1, 2, 5, 10, 11, 13, 19), 生理的分化期はそれ以前にあるとされている(17, 18). 冬季の低温, 短日は, いずれも直接, 間接に花芽分化を促進させる(8, 9)が, 井上(7)は年内に発蕾し, 開花する早期加温のハウスミカンでは生理的に花芽分化の程度が深化したえき芽が高温条件下で数日内に形態的分化期に移行し, 花器を完成させて開花にいたることを明らかにした.

冬季のジベレリン散布がウンシュウミカンを含むカンキツ類の花芽分化を抑制することは良く知られているが(3, 4, 6, 14, 16), 夏秋季の散布の花芽分化への影響は明かでない. ジベレリンのえき芽に対する生理作用を比較する場合には, 夏秋季と冬季ではえき芽の花芽分化の過程と, 樹体の温度環境が著しく異なることの2点を考慮しなければならない.

1. 夏秋季のジベレリン散布が新梢発生に及ぼす影響

1) 散布直後の新梢発生: 露地条件下で4月上旬中に発芽した新梢(春枝)は6月上旬には緑化して, えき

Table 4. Number and total length of shoots flushed on defoliated trees after transferring into 25°C room in mid-December.

Month sprayed	Number				Total length (cm)			
	Field	15°C	20°C	25°C	Field	15°C	20°C	25°C
June	17.25 b ^z	30.25 a	15.25 a	6.00 c	96.7 b	211.0 a	91.7 a	30.5 b
July	15.25 b	19.75 b	18.25 a	6.50 c	92.9 b	163.8 b	99.7 a	25.8 c
August	14.25 b	11.00 c	8.75 b	5.25 c	102.6 b	100.7 c	63.3 c	23.9 c
September	27.00 a	11.25 c	5.50 b	10.50 b	153.5 a	155.3 b	82.8 b	27.4 c
October	28.75 a	10.75 c	6.75 b	3.25 d	149.2 a	155.4 b	79.6 b	38.2 b
November	23.25 a	5.00 d	2.75 c	3.25 d	144.0 a	96.8 c	33.9 d	50.0 a
Control (non-sprayed)	6.00 c	5.25 d	14.00 a	15.25 a	6.4 c	14.6 d	45.2 d	51.4 a

^z Different letters within columns represent significant differences ($P < 0.05$).

芽が次第に充実する。7月上中旬になると夏枝が、9月上中旬には秋枝が発生する。本実験では秋枝はほとんど発生しなかったが、夏季のジベレリン散布は夏枝の発生と生長を促進し、春枝を太くした。散布時期が早いほど、温度が高いほどこの傾向は大であった。

しかし、西浦・伊庭(15)はカラタチ台ウンシュウミカン1年生苗木にジベレリンの10、50及び100ppm液を5月から9月にわたり、葉面散布または生長点に滴下処理したところ、無処理区に比べて発芽を助長し、葉形が細長くなったが、新梢伸長量に顕著な差を認めなかった。また、同濃度で5月から8月にユズ実生では5回、カラタチ実生では6回、葉面散布をおこなったが、前者では伸長は促進されたものの、幹径と根長は減少し、後者では伸長は促進されなかった。

2) 摘葉高温処理(12月中旬)後の新梢発生: 本実験で、12月の摘葉高温処理後の新梢発生数からみたジベレリン散布の影響は、温度区によって異なった。すなわち、低温の15℃区では早期に散布するほど新梢発生数が多くなったのに対し、高温の25℃区では散布により著しく少なくなり、遅く散布するほど発芽数は減少した。20℃区では前二者の中間の傾向を示し、6月及び7月散布区で無散布区より多く、8月以降散布が遅れるほど発生数は少なくなった。これらのことから、ジベレリン散布後に低温におかれるほど、またその期間が長いほど摘葉高温処理後の新梢発生数を増加させたのに対し、高温条件下でのジベレリン散布はその直後に新梢発生が促進されたため、12月の摘葉高温処理後の新梢発生数が少なくなったと思われる。一方、露地区でのジベレリン散布はどの時期でも新梢発生数を多くしたが、6～8月の散布より9月以降の散布が多かった。露地条件下において、盛夏には平均気温が25℃以上に上昇し、晩秋には10℃近くまで降下する。したがって、夏季の高温下でのジベレリン散布はその直後の新梢発生を促進するが、秋季には低温のため散布直後の新梢発生が抑制され、摘葉高温処理後に多数の葉芽の発芽をみたものと考ええる。ただ、新梢発生は次項の花芽分化とも直接関係がある。えき芽の中の生長点は葉芽または花芽として萌芽、生長するほか、休眠したままで終るものも多い。以上から、ジベレリン散布は新梢発生にプラスに、花芽分化にマイナスに働き、低温は花芽分化にプラス(7)、休眠打破にもプラスに働くと考えられるから、低温条件下のジベレリン散布が気温上昇後の新梢発生を増大させることは明らかである。このことは、広瀬(6)も認めており、厳冬季から早春季のジベレリンの継続散布が花芽分化を阻害せず、新梢発生数を増加させたことを報告している。

いずれにしても、後述の発芽も含めて、発芽の問題はえき芽の休眠打破との関連が大きいものと思われる。

2. 夏秋季のジベレリン散布が花芽分化に及ぼす影響

前述したようにウンシュウミカンのえき芽の生長点が形態的に花芽に分化する時期は、我が国の正常な環境条件下では12月下旬から3月下旬で、厳冬季から早春にかけてである。この時期のジベレリン散布は二、三の報告で、いずれも明かに着花数を減少させている、すなわち福島・比嘉(3,4)はウンシュウミカンの幼木の着花抑制を目的としたジベレリンの11月下旬から3月下旬までの50～100ppm処理が着花数を著しく減少させ、ジベレリンの摘花剤としての実用性を示唆した。また、広瀬(6)は生理的分化期の完了期に近い11月上旬からジベレリン酸の1,000ppmの高濃度液の散布を始め、4月中旬まで20日間隔で継続散布を行ったところ、散布開始の日が遅れるにしたがって開花数が増加した。このことから、ジベレリン散布による開花数の減少は形態的花芽分化期以前の芽について強く影響し、花芽分化が進み、がく片期以後の花芽については影響せずに開花すると思われる」と述べている。

本実験はえき芽の充実から花芽の生理的分化期間中の夏秋季に行ったが、いかなる温度条件下でもこの時期のジベレリン散布は明かに花芽分化を抑制した。この抑制は早期に散布するほど強く、6～8月散布では12月中旬の摘葉高温処理によっても全く花蕾の発生を見なかった。11月散布では若干の花蕾発生を認めた。外観的にはジベレリンが生長点の花芽の分化の進行を停止させて座止させるが、花芽の生理的分化の程度の浅いえき芽では葉芽としてそのまま発達すると考えられる。LordとEckard(12)もカリフォルニア州リバーサイドでネーブルオレンジに100ppmのジベレリン酸液を10月上旬に散布したところ、潜在的に花芽に分化する能力のある芽の90%を栄養生長に転換させたが、1月中旬になるとこのような効果は見られなくなったと述べている。ただし、カンキツのえき芽は複芽であり、複数の副芽が含まれているため、座止した副芽以外の未だ花芽に分化していない副芽の生長点が葉芽として発達したとも考えられる。井上(7)がすでに指摘しているところであるが、本実験でもファイトトロンの15、20℃室や秋季に気温が降下した露地区の無処理の個体で摘葉高温処理後に多数の花蕾の発生を認めたが、これらもジベレリン散布により花蕾の発生を抑制した、15℃及び20℃室では少数であるが12月上旬に春枝上に花蕾が発生したところから、11月にはすでに形態的分化期に入っていたと認めら

れるが、これらでもジベレリン散布により著しく花蕾発生が抑制された。したがって、花芽の生理的分化期はもちろん、形態的分化期に入り、形態的分化がかなり進んだ時期でもジベレリンは分化抑制の方向に作用したと考えられる。

なお、以上の報告はすべて外生的にジベレリンを施用した場合の例であるが、高木・鈴木(20)はウンシュウミカンの開花時における新梢及び母枝中のジベレリン様物質の活性を測定し、栄養生長に傾いた新梢及び母枝ほど活性が高い傾向を認め、花芽形成抑制に対する内生ジベレリンの関与を示唆している。

摘 要

鉢植えのカラタチ台ウンシュウミカン(興津早生)の1年生樹を、春枝の緑化・充実した6月中旬より環境制御室の15、20、25℃室及び露地で6か月間栽培した。これらに6～11月の各月に11日と26日の2回、ジベレリン水溶液(GA₃, 100 ppm)を散布し、各月の散布樹の新梢と花蕾発生の状況を調査するとともに、12月中旬に摘葉高温処理(25℃)を行い、発生した花蕾と無着花新梢数からウンシュウミカンの新梢発生と花芽分化に及ぼす夏秋季のジベレリン散布と温度の影響を観察した。

1. 露地及び25℃区でのジベレリン散布は、その直後に夏枝の発生を促進した。夏枝の発生を見ない春枝は散布時期が早いほど太くなったが、この傾向は高温区ほど著しかった。

2. 摘葉高温処理後の花蕾発生数は高温区ほど少なかったが、ジベレリン散布によりさらに花蕾の発生が抑制され、早期の散布ではほとんど発生しなかった。最も遅い11月散布でさえ無散布区の4分の1以下に花蕾発生数が減少した。

3. 摘葉高温処理後の新梢の発生数は低温区ほど多くなったが、ジベレリン散布の影響は温度区によって異なった。すなわち、低温の15℃区では早期に散布するほど新梢発生数が多くなったのに対し、高温の25℃区では散布により著しく減少し、遅く散布するほどその傾向は大であった。露地区では無散布区での新梢発生数が最も少なく、ジベレリン散布は新梢発生を多くしたが、6～8月の散布より、9月以降の散布で多くなった。

引用文献

1. ABBOTT, 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. 福島栄二・比嘉照夫. 1960. ジベレリン処理による温州ミカンの摘花(果)について。園学要旨. 昭41秋: 61-62.
4. 福島栄二・比嘉照夫. 1967. ジベレリン処理による温州ミカンの着花調節, 処理時期および処理濃度について。園学要旨. 昭42秋: 16-17.
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. 広瀬和栄. 1968. ミカンの花芽分化・発達の調節に関する研究, 第1報 ジベレリンの冬期継続散布が温州ミカンの花芽と新しようにおよぼす影響。園試報. B8: 1-11.
7. 井上 宏. 1989. ウンシュウミカンの花芽の分化, 発達の温度条件。園学雑. 58: 75-82.
8. 井上 宏. 1989. ウンシュウミカンの栄養生長と花芽分化に及ぼす日長と温度の影響。園学雑. 58: 印刷中.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. LORD, E. M. and K. J. ECKARD. 1987. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington navel orange) 11. Alteration of developmental fate of flowering shoots after GA₃ treatment. Bot. Gaz. 148: 17-22.
13. 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.
14. MONSELISE, S. P. and HALEVY, A. H. 1964. Chemical inhibition and promotion of citrus flower bud induction. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84: 141-146.
15. 西浦昌男・伊庭慶昭. 1964. カンキツに対するジベレリンの影響。園試報. B3: 27-49.
16. 大垣智昭・中島利幸・尾形亮輔. 1966. 温州ミカンの着花調節剤に関する研究(第1報)。園学要旨. 昭41秋. 59-60.
17. 大崎 守・佐宗久雄. 1940. 柑橘の花芽分化期に関する試験(2)。園学雑. 13: 24-29.
18. 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.
19. 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.
20. 高木敏彦・鈴木鉄男. 1985. ウンシュウミカンの開花時における新梢および母枝中のジベレリン様物質の活性。静岡大学農学部研究報告 35: 25-28.