

日向夏ミカンの単為結果性に及ぼすジベレリンの影響

中島 芳和・川添真知子・川村 一成・吉村不二男
(農学部果樹園芸学研究室)

Effect of Gibberellic Acid on the Parthenocarpic Fruiting of Hyūganatsu (*Citrus tamurana Hort. ex Tanaka*)

Yoshikazu NAKAJIMA, Machiko KAWAZOE,
Issei KAWAMURA and Fujio YOSHIMURA
Laboratory of pomology, Faculty of Agriculture

Abstract : The Hyūganatsu (*Citrus tamurana Hort. ex Tanaka*) has a low capacity to produce parthenocarpic fruit. Then the contents of gibberellin-like substances in the fruits were determined in the progressive stages of the fruit development from May to December in 1971. Those contents in the seedy fruit rapidly increased from May to June, followed by gradual decrease from early July. On the other hand, Those contents in the parthenocarpic fruits produced by GA application at full bloom were relatively high in mid December. The effect of GA and auxin application in bloom on the parthenocarpic fruiting was also determined in the same year, and the fruit quality was analysed in January 5, in 1972. With the result, GA could strongly promote the parthenocarpic fruiting by the application of treatment in bloom, and auxin application had almost no effect. The rate of parthenocarpic fruiting by GA application was higher in old flowers than in young flowers. The parthenocarpic fruits produced by GA application developed to smaller size, and their peels were thickened and late to degreening.

緒 言

日向夏ミカンは自家不和合性のために、交雑しなければ種子ができない⁽¹²⁾。この性質はオーランド⁽⁹⁾、ミネオラ⁽¹³⁾、クレメンティン⁽¹⁴⁾などの品種と同様で、無核果を生産するのに好ましいものと考えられるが、半面これらの品種の単為結果性は比較的弱い。したがって十分な生産量をあげるためには交雑を必要とするといわれている⁽¹²⁾。しかし種子が多いことは食用に不便というばかりでなく、収穫時期になると二次肥大が盛んになって、す上りや回青などの生理障害が激しくなり、果実品質を著しく低下させる場合が多い。そこで日向夏ミカンの単為結果性を向上させるためにホルモン剤の処理を行い、特にジベレリンの効果を検討した。

材料および方法

実験 I. 果実内ジベレリン含量の消長

土佐市高岡にある石元敬男氏の果樹園の中から11年生の日向夏ミカンを選び、1971年5月から同年12月まで時期別に果実を採取して分析試料とした。5～7月には約20日間隔で、またそれ以後は約1か月ごとに、幼果の間はそれぞれ約100個、10月以後は6～10個の果実を採取した。また実験IIで、5月15日にジベレリン処理をして得られた無核果と無処理の有核果をそれぞれ12月13日に採取した。採取した果実は直ちにドライアイスで凍らせた。

ジベレリン様物質含量の測定 抽出は小清水公一らの方法⁽¹⁰⁾に準じた。すなわち、果実を80%メタノールとともに細かく砕いて、室温のもとで数日間抽出した後、ろ過し、このろ液を50°Cで減

圧濃縮した。得られた水溶液残渣を6N-HClでpH3に調製し、酢酸エチルで3回振り分けた後、酢酸エチル相をリン酸塩緩衝液で3回振り分けた。この緩衝液相を6N-HClでpH3に調製し、酢酸エチルで3回振り分けて酢酸エチル分画(酸性分画)とした。この分画から5mlを取って減圧乾燥し、0.1mlの酢酸エチルで再び溶出した後、東洋ろ紙No.50にスポットし、展開剤にイソプロパノール:アンモニア:水(10:1:1v/v)を用いて暗黒で13時間、クロマトグラム、の長さが約20cmになるまで展開した。ジベレリン様物質の定量にはFrankland, BとWaring, P.F.のレタス下胚軸検定法⁽⁴⁾を用いた。

レタス下胚軸検定法 レタス種子(Great lake)を25°Cの暗黒の中で発芽させた。2日後、幼根の長さが6~8mmのものを10個体選び、6mlの試験液で湿らせた内径5.5cmのペトリ皿中のろ紙の上に移した。そのペトリ皿を恒温器に入れ、昼光色蛍光灯のもとで28°Cに保ち、3日後に下胚軸の長さを測定した。この方法による既知のジベレリン濃度と下胚軸の長さとの関係は第1表のとおりで、0.1~50ppmの濃度範囲で下胚軸の伸長を促進した。

Table 1. Effect of the application of gibberellic acid on the growth of lettuce hypocotyl

GA Treatment	Hypocotyl Length
ppm	mm
0	6.2 ± 0.55*
0.01	6.8 ± 0.32
0.1	14.9 ± 0.36
1	17.3 ± 0.65
10	20.6 ± 0.70
20	22.5 ± 0.50
50	21.4 ± 0.78
100	3.5 ± 0.21

* Standard error

実験 II. 単為結果性に及ぼすホルモン剤処理の影響

実験 I の供試樹を用い、同年5月6日および5月12日に、他家受粉を防ぐため開花前のつぼみにパラフィン紙の袋掛けを行った。満開1週間前の5月15日と5月21日にジベレリン、インドール酢酸、ナフタリン酢酸およびジベレリン+ナフタリン酢酸の溶液を、袋掛けしてあった花に浸漬処理した。各ホルモン剤の処理濃度は第3図のとおりである。浸漬処理の方法は袋をはずすと同時に開やく前後の花のみを、ブドウのジベレリン処理用容器を用いて浸漬し、直ちに再度袋掛けを行った。5月31日に袋を除去し、各処理果に糸でマークした。また、同日、袋掛けのみの無処理果(花べん脱落)にジベレリン100ppm液を散布した。なお、処理花数はそれぞれ約70個で、袋掛けのみの無処理区を設けた。1972年1月5日に、実験果実を採取して果実の形質を調べた。果実硬度は果実硬度計を用い、赤道部2か所の硬度を測定した。果皮の着色度は赤道部の果皮を1cm²ずつ10個とり乳鉢ですりつぶして、85%のアセトン液で抽出し、50mlに定容後、660m μ の吸光度で表示した。酸含量はアルカリ適定法によって定量し、滴定値をクエン酸に換算した。糖含量はソモギー法で定量した。

実験結果

実験 I. ペーパークロマトグラムを10等分して、レタス下胚軸テストを行うと、Rf値が0.2~0.5

の位置に強い活性を示した。そこで、この部分から検出されるジベレリン様物質含量を定量した。その結果は第1図に示すとおりである。すなわち、1果当たりのジベレリン様物質含量は5～6月の

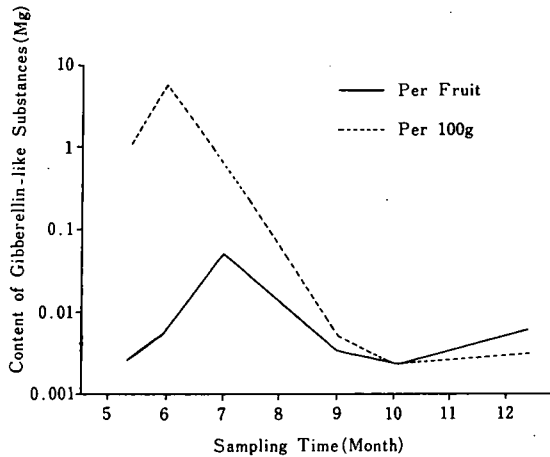


Fig. 1. Seasonal changes in the contents of gibberellin-like substances in Hyūganatsu fruits.

期間に急激に高くなり、7月5日以後は逆に10月上旬まで次第に減少する傾向にあった。なお、12月中旬にはごくわずかに増加した。一方、果実 100g 当たりのジベレリン様物質は5月31日の採取果実に最も多く含まれ、その後は急速に減少して、10月上旬以後はほとんど変化しなかった。したがって、果実内のジベレリンの最高濃度と一果あたりの最高含量には約1カ月の開きがある。5月15日にジベレリンを浸漬処理した無核果と無処理の有核果を12月13日に採取してジベレリン様物質含量を調べると、第2図のとおりである。ジベレリンを処理した果実では、特に Rf 値が0.1～0.2の位置に強い活性を示したのに対して、無処理果にはほとんどジベレリン様物質は認められなかった。

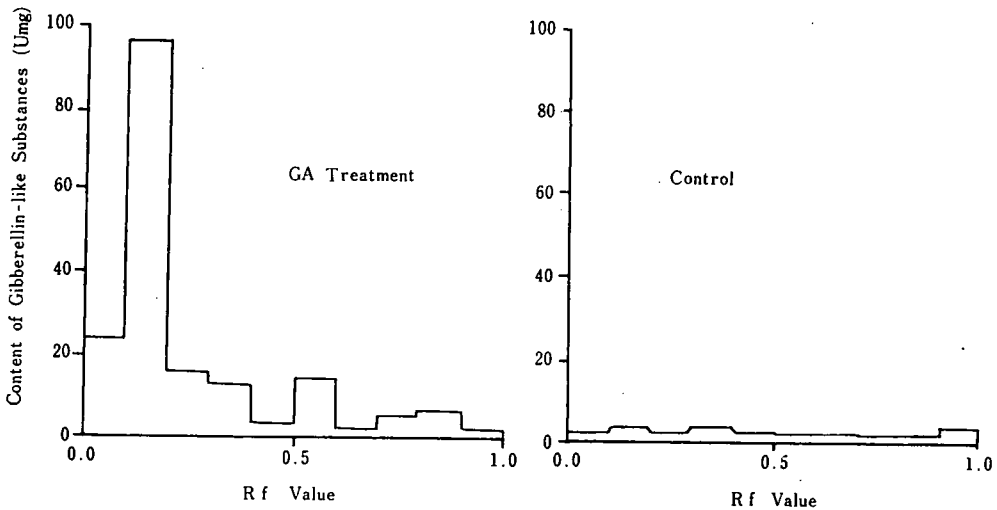


Fig. 2. Comparison of the contents of Gibberellin-like substances in the seedy, and parthenocarpic fruit of Hyūganatsu by the application of gibberellic acid treatment.

GA treatment applied in May 15.
Sampling date: Dec. 13, 1971.

実験 II. 生理落果後の7月24日に、結果率に及ぼすホルモン剤処理の影響を調べると第3図のとおりであった。すなわち、オーキシン類は単為結果性に及ぼす効果をほとんど示さなかったのに

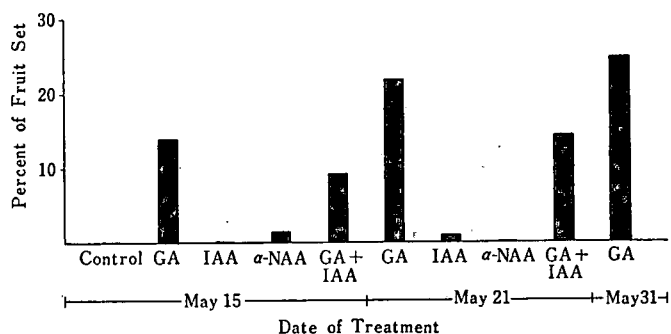


Fig. 3. Effect of the application of Gibberellic acid, Indoleacetic acid and Naphthaleneacetic acid on the fruit set of Hyūganatsu.

Concentration of experiment solutions (ppm): GA 100, IAA 10, α-NAA 20.

Method of treatment: Digging at May 15 and 21, Spraying at May 31.

Date of full bloom: May 20~25.

Flower buds were bagged at May 6 to prevent cross-pollination.

対して、ジベレリン処理区はいずれも比較的高い結果率を示した。またジベレリンは開花直前のつぼみよりも満開した花および花後の幼果に処理した方が結果率は高い傾向にあった。1月5日に採取した果実の形質は第2表および第4図のとおりである。ホルモン剤の処理を行わない樹から、ご

Table 2. Comparison of quality factors in the seedy and parthenocarpic fruits of Hyūganatsu by the application of gibberellic acid treatment.

	Date of GA Treatment	Fruit Weight	Peel Thickness	Peel Content	Seed Numbers	Fruit Hardness	Peel* Color	Fruit Juice	
								Total Sugars	Citric Acid
		g	cm	%		kg		%	%
Seedless Fruit	May 15	106.7	4.0	31.1	0	3.7	0.039	5.80	3.82
	May 21	93.4	3.6	30.2	0	3.6	0.034	5.95	3.76
	May 31	108.4	3.5	30.7	0	3.5	0.032	5.76	3.78
Seedy Fruit	Normal Size	142.0	4.6	29.0	7.5	4.2	0.020	5.75	3.65
	Small Size	108.4	3.5	24.6	1.2	3.2	0.019	5.82	3.80
	Size								

Sampling date: Jan. 5, 1972.

* Absorbance of peel extract at 660 mμ.

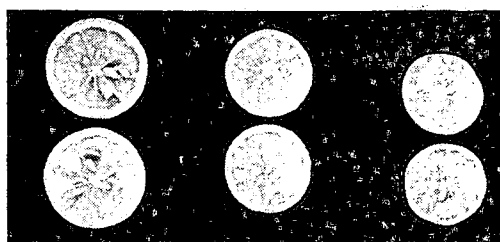


Fig. 4. Cross-sections of the seedy, commercially seedless, and parthenocarpic fruits by the application of gibberellic acid treatment.

Sampling date: Jan. 5, 1972.

くかわずの種子を含む極小果をとって果実形質を比較した。ジベレリン処理によってできた無核果はいずれも正常果に比べるとかなり小さく、極小果の大きさとほぼ同様であった。この無核果では果皮歩合が正常果や極小果よりも高い傾向を示し、さらに果皮の着色が正常果や極小果に比べるとかなり遅れた(第5図)。なお、果汁の全糖およびクエン酸含量には無核果と有核果の間に大きな差違はなかったが、正常果の方が無核果と極小果に比べていくらか低い傾向にあった。

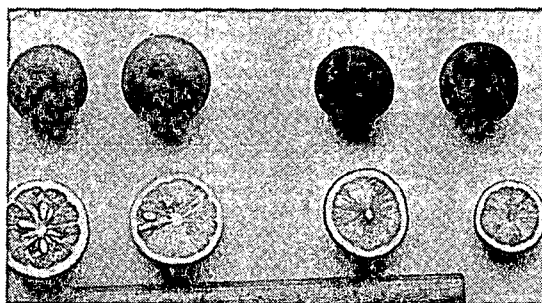


Fig. 5. Rind color and cross-sections of the seedy, and parthenocarpic fruits by the application of gibberellic acid treatment.

Sampling date: Dec. 13.

考 察

一般に有核果のジベレリン含量は果実の発育初期の生長率の高い時期に多く⁽¹⁷⁾, その後の果実の肥大に伴って減少する^(3,6,11,18) のに対して, 単為結果した果実では, 発育初期のジベレリン含量はごくわずかである^(6,11)。したがって, 果実中のジベレリンは種子によって作られる量が多いものと考えられる。本実験の日向夏ミカンはつぼみを袋掛けすることで交雑を阻止すると, ほとんど結果しなかったが, ジベレリンを処理することによって結果率を高めることから, 処理したジベレリンはある程度, 種子の働きをするものと考えられる。なお, ジベレリン含量が急激に増加する5~6月の細胞分裂期には生理落果が多い。その原因の一つには, この時期の果実内のジベレリン含量が充足していないことにあるのではなかろうかと考えられる。カンキツの中で, ネーブルオレンジ⁽⁵⁾, バレンシャオレンジ⁽⁸⁾, パイナップルオレンジ⁽⁸⁾, タンゼロ⁽⁸⁾, クレメンティンマンダリン⁽¹⁵⁾などがジベレリン処理によって結果率を高めると報告されている。クレメンティンは日向夏と同様に自家不和合性が強く, ジベレリン処理によって結果率は高くなるが, 十分に受粉させた場合よりも生産量は低い⁽¹⁵⁾。本実験の日向夏ミカンにおけるジベレリン処理の単為結果率は健全な有葉花を選んだことと, 袋掛けによる高温の影響などのために自然交配樹の結果率と比較することは困難である。日向夏ミカンは一般に樹勢が弱くなると花序を形成して, 直花が多くでき, ほとんど開花中に落ちる場合が多い。そして, これらの花は交雑していてもその結果率は有葉花に比べるとはるかに低い。本実験ではジベレリン処理による単為結果率が若い花よりも古い花で高くなる傾向にあったが, このことはさらに今後の検討が必要である。なお岩崎らのネーブルに対するジベレリン散布の試験でも開花時よりも幼果時散布の方が結果歩合が高い傾向を示している⁽⁷⁾。開花時期のジベレリン処理は濃度が高くなるとネーブルオレンジでは新芽や結果母枝の枯死と, 落葉などの激しい薬害が起り収量が減少した⁽⁵⁾。一方, バレンシャオレンジでは薬害の起らない低濃度では, ほとんど結果量が増加しないのに対して, 高濃度の処理ではかなりの落葉があったが, 結果量は増加している⁽²⁾。日向夏ミカンの満開時にジベレリンの100 ppm液を樹全体に散布すると, 落葉はなかったが, 新葉がいくらか上方にまきこんで薬害の兆候を示した。タンゼロの結果率は開花期に

2.5~10 ppm のジベレリン濃度の散布で顕著に増加し、一方では果実の大きさはごくわずかしかな減少しなかったといわれる⁽¹⁾。日向夏ミカンのジベレリン処理についても、浸漬法に代わる散布法を用いた場合には低濃度の効果を検討する必要がある。ジベレリン処理によって、できた無核果は全般に果皮の厚い小玉となって、しかも果皮の着色が遅れる。開花時期にジベレリン処理した無核果のジベレリン含量は発育後期の12月中旬になってもかなり高いことから、果実の肥大促進にはジベレリン以外の生長ホルモンや炭水化物が大きく関与しているものと考えられる。また、果皮の着色が遅れた大きな原因は種子の有無によるよりも、果実に残ったジベレリンが果皮の脱緑を促進する内生エチレンの発生を抑制したことにあるものと考えられる。

摘 要

1971年5月から同年12月まで、時期別に日向夏ミカンの有核果を採取して、果実内のジベレリン含量を測定した。また、5月中旬にジベレリン処理によって得られた無核果と有核果を12月中旬に採取し、果実内のジベレリン含量を比較した。さらに、同年5月15日、21日および31日に、あらかじめつぼみの時期に袋掛けした花にホルモン剤の処理を行い、単為結果性に及ぼす影響を調べた。またジベレリン処理で得られた無核果と無処理の有核果を翌年1月5日に採取して果実の形質を調べた。

1. 有核果のジベレリン含量は5~6月の間に急激に増加し、7月上旬以後は逆になって次第に減少した。一方、開花期にジベレリン処理して得られた無核果のジベレリン含量は12月中旬になってもかなり高かった。

2. 開花期におけるホルモン剤の処理で、単為結果を強く促進したのはジベレリンだけで、オーキシン類はほとんどその効果を示さなかった。

なお、ジベレリンによる単為結果率は若い花よりも、古くなった花で高くなる傾向にあった。

3. ジベレリン処理によって得られた無核果は果皮の厚い小玉となり、果皮の着色が著しく遅れた。

引 用 文 献

1. Coggins, C. W. Jr., and H. Z. Hield. 1968. Plant-growth regulators. The citrus industry Vol. II : 371-389.
2. ———, ———, and M. J. Garber. 1960. The influence of potassium gibberellate on Valencia orange tree and fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76 : 193-198.
3. Coombe, B. G., D. Cohen, and L. G. Paleg. 1967. Barley endosperm bioassay for gibberellins. II. Application of the method. Plant physiol. 42 : 113-119.
4. Frankland, B., and P. F. Wareing. 1960. Effects of gibberellic acid on hypocotyl growth of lettuce seedlings. Nature. 185 : 255-256.
5. Hield, H. Z., C. W. Coggins, Jr., and M. J. Garber. 1958. Gibberellin tested on citrus. Calif Agr. 12(5) : 9-11.
6. Iwahori, S., R. J. Weaver, and R. M. Pool. 1968. Gibberellin-like activity in berries of seeded and seedless Tokay grapes. Plant physiol. 43 : 333-337.
7. 岩崎藤助, 西浦昌男, 七条寅之助, 伊庭慶昭1962. カンキツの隔年結果防止に関する研究(第7報)ワシントンネーブルの開花期ならびに幼果期における薬剤散布および授粉が結実に及ぼす影響 園学雑. 31(2) : 101-108.
8. Krezdorn, A. H., and M. Cohen. 1962. The influence of chemical fruit-set sprays on yield and quality of citrus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 75 : 53-60.
9. ———, and F. A. Robinson. 1958. Unfruitfulness in the Orland tangelo. Proc. Fla. State Hort. Soc. 71 : 86-91.
10. 小清水公一. 1969. 田村三郎編. ジベレリン. 44-47.

11. Lodhi, F., M. V. Bradley, and J. C. Crane. 1969. Auxins and gibberellin-like substances in parthenocarpic and non-parthenocarpic syconia of *Ficus L.*, cv. King. *Plant physiol.* 44: 555-561.
12. 三輪忠珍, 1951. 日向夏蜜柑の授粉, 受精現象と落果問題に就いて. 宮崎大学時報. (自然科学) 2: 1-67.
13. Mustard, M. J., S. J. Lynch, and R. O. Nelson. 1956. Pollination and floral studies of the *Minneola tangelo*. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 69: 277-281.
14. Oppenheimer, H. R. 1948. Experiments with unfruitful "Clementine" mandarines in Palestine. *Palestine Agr. Res. Sta. Bul.* 48: 1-63.
15. Soost, R. K. 1958. Gibberellic acid on mandarin. *Calif. Agr.* 12 (5): 5.
16. ———, and R. H. Burnett. 1961. Effect of gibberellin on yield and fruit characteristics of clementine mandarin. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77: 194-201.
17. Weaver, R. J., and R. H. Pool. 1965. Relation of seededness and ringing to gibberellin-like activity in berries of *Vitis vinifera*. *Plant physiol.* 40: 770-776.
18. Wiltbank, W. J., and A. H. Krezdorn. 1969. Determination of gibberellins in ovaries and young fruit of navel oranges and their correlation with fruit growth. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 94: 195-201.

(昭和51年9月27日受理)

(昭和52年3月10日分冊発行)

