

ジベレリンによる ネーブルオレンジの生育調節

愛媛県立果樹試験場岩城分場 脇 義 富

はじめに

最近の園芸は、植物の生理生態を人為的に変化させ、季節はずれの農産物を生産する技術が進みつつある。環境制御した施設栽培の利用と植物調節剤の使用が欠くことのできない状況になっている。

植物生長調節剤は、植物体内にある植物ホルモンや生理活性に影響を及ぼし、その植物の栄養生長や生殖生長を調節し、生産性や品質の向上と生育調節を目的に利用される物質である。現在カンキツ類の生長調節剤として使用されている薬剤は、GA, BA, エチクロゼート, MCPB等がある。

この中でジベレリンは、果樹の単為結実や肥大促進剤として研究が進み、特にブドウでは無核化技術として非常に効果を発揮している。柑橘類においては、ネーブルオレンジの花芽分化の抑制^{1), 2), 3)}や生理落果防止⁴⁾、伊予柑の花ばけ防止、日向夏の単為結果剤として研究が進み、現在登録されて実用化している。

ジベレリンの果実肥大効果についての研究は、Wiltbank と Krezdorm⁵⁾がネーブルオレンジの果実内生ジベレリンが花卉落下の10日後まで果実肥大の増加と平行して増すことが認められており、また内生ジベレリンが他の器官から養分を引きよせる Sink となると推察した論文もある⁶⁾。

このようなことから、ネーブルオレンジの安定生産に特に影響の大きい着花制御、果実肥大および裂果の防止効果が期待されるジベレリンについて、使用方法・時期・濃度について試験を行ったので、その概要を述べる。

1. ジベレリンによる着花調節

ネーブルオレンジは、着花量が非常に多く、温州ミカンと比較しても、1母枝当たり2倍以上着花する場合も多い。特に着花過多樹では、開花前の蕾の時期から落下が始まり、生理落果も非常に多く、結実不良を起す。収量は着花量が100節当たり100花前後が最っとも多い。このようなことから着花量をある程度抑制することが安定生産に効果的であり、また着花過多樹は直花率が高いが、直花は結実性が劣る。結果性と肥大の優れるのは有葉花であり、この有葉花率を高めるのも安定生産につながる。

ジベレリンによる花芽抑制の試験は1983年から1986年まで4年間行った。品種は高接6年生大三島ネーブルである。1983年は散布時期の影響を見るため12月、1月、2月の3時期に行い、各時期とも花の減少効果を認めた(表-1)。1984年と1985年は1月と2月、1986年は1月と3月の比較であったが、各年とも1月処理で効果が高かった。処理時期に関する研究はCuadiola⁷⁾が11~12の散布で効果が高く、

表-1 ジベレリン散布がネーブルオレンジの着花に及ぼす影響

(1983)

散布時期	濃 度 (ppm)	全着花数※	着 花 数※				有葉花率 (%)
			直花・単花	直花・総状花	有葉花・単花	有葉花・総状花	
12 月	25	7.2	0.8	1.1	1.4	3.9	73.6
	50	17.9	3.5	3.6	3.7	7.1	60.3
	100	3.1	0.4	0.5	0.7	1.5	71.0
1 月	25	42.8	28.0	9.7	1.9	3.2	11.9
	50	8.8	1.7	1.5	2.4	3.2	63.6
	100	15.1	1.8	4.5	2.6	6.2	59.3
2 月	25	22.4	3.0	6.0	3.8	9.6	59.8
	50	16.0	3.2	2.5	4.6	5.7	64.4
	100	8.3	1.1	0.5	3.9	2.8	80.7
無 処 理		68.1	22.8	21.7	8.5	15.1	34.7
有 意 性		**	**	**	*	**	**

(注) ※調査枝葉数(12月27日調査)100葉当たり。

表-2 新梢・新葉の発生および着果に及ぼす影響

(1984)

処理区	濃 度 (ppm)	新梢数	旧葉数	新葉数	果 数
12 月	25	8.4	43.9	66.8	2.6
	50	20.4	55.1	31.7	0.3
1 月	25	12.8	58.3	52.8	2.2
	50	19.2	56.3	42.2	0.8
無処理		7.5	49.6	56.3	1.9
有意性		**	NS	NS	**

(注) 各数値は処理前葉数100葉当たり。

1月散布はやや効果の劣ることを示しているが、我が国では12月下旬まで殆んどの地域で収穫しておらず、緑色の残った果実に樹上散布すると着色不良を生じさせるため、この時期の散布は不可能である。また4カ年の試験結果からも、わが国では1月散布が適期と思われる。散布濃度は100, 50, 25ppmの3濃度の試験を行ったが、各年とも濃度の高い方が着花減少効果は優れるが、経済性と効果の両面から考えると25ppmは年度間差が大きくやや不安定であり、

新梢発生量、有葉花率から見て50ppmが安定していると思われる。

2. ジベレリンによる裂果・落果防止

瀬戸内の島しょ部は温暖寡雨な気候を生かし、古くからネーブルの適地とされ、ワシントンネーブルが栽培されてきた。この品種は結実率が非常に低く、さらに落果や裂果が多発するため、高価格で販売されても、収益性が劣り「貧乏するならネーブル作れ」と言われていた。しかし篤農家はこれに挑戦するのを誇りとしていた。

試験研究も古くから着果率向上技術の開発を行っており、海外ではKrezdorn⁸⁾はGAの散布で結実数が増加することを認めている。また原野ら⁹⁾も福本ネーブルの屋根かけ栽培でGA100~500ppmを満開後2週間目の散布で無散布の約5倍の着果率が向上する結果を示している。

しかし、昭和40年代の後半からは、各地で豊産性の枝変りが発見され、ネーブルは着果率よりも摘果の終わった9月頃から発生する裂果や果

頂部黄変落果が収量低下の最大の要因となった。またネーブルは大果が高価格であることから、果実肥大に効果のある薬剤の探索も行われた。

a) 各種ホルモン剤と裂果・落果防止効果

1986年に岩城分場において4種類の植物生長調節剤と裂果・落果の関係を見たのが表-3である。塗布区はラノリンペーストに溶かした剤である。G

A区は2.7%, 他は1%である。塗布部は果頂部である。散布処理区はエチクロゼートおよびMCPBは100ppm, BAは200ppm, GAは300ppmとし、噴霧機で果実に散布した。処理日は満開後30日目の6月20日である。各剤とも裂果防止効果は認められたが、塗布処理と散布処理ではいずれの薬剤も塗布の方が効果が優れた。落果防止効果は各剤とも認められず、BA

表-3 ホルモン処理と裂果、落果の発生数

(岩城分場)

試 験 区		処理時		収 穫	裂果数	落果数
		果 数	果 数			
Etyclozate	塗布	50	31	3	16	
	散布	50	16	5	29	
MCPB	塗布	50	22	1	27	
	散布	50	32	3	15	
BA	塗布	50	11	3	36	
	散布	50	22	7	21	
GA	塗布	50	26	0	24	
	散布	50	26	4	20	
無 処 理		50	23	8	19	

表-5 ジベレリン処理が果実に及ぼす影響

処 理 区	横 径 (cm)	縦 径 (cm)	重 量 (g)	果梗径 (mm)	ヘソ径 (mm)	果 皮 部 (mm)			果 皮 指 数 (果頂/果梗)
						果梗部	赤道部	果頂部	
果 梗	8.43	7.87	276.8	8.0	14.5	9.5	7.9	6.0	63.2
果 頂	8.17	7.61	253.1	5.1	6.2	6.7	6.2	6.0	89.5
果梗+果頂	8.10	7.86	246.1	7.6	12.9	9.9	6.0	5.1	51.5
対 照	7.22	6.86	185.5	4.8	10.3	5.8	3.6	2.7	46.6

表-4 ホルモン処理が果実品質に及ぼす影響

(岩城分場)

試 験 区		可溶性固形物 (g/100ml)	クエン酸 (g/100ml)	糖 度 計示度	甘味比
Etyclozate	塗布	13.45	1.37	12.0	9.8
	散布	13.71	1.46	12.3	9.4
MCPB	塗布	14.23	1.40	12.6	10.2
	散布	13.90	1.64	12.5	8.5
BA	塗布	14.53	1.50	12.7	9.7
	散布	13.50	1.56	12.2	8.7
GA	塗布	13.45	1.50	12.0	9.0
	散布	13.71	1.40	12.4	9.8
無 処 理		14.09	1.47	12.6	9.6

処理区は無処理区よりも多くなった。果汁の品質は、糖酸ともに無処理区に比べ差が認められなかった(表-4)。

b) ジベレリンペーストが果実に及ぼす影響

ジベレリンの結実効果は、多くの研究者によって認められているが、果実肥大については、Coggins¹⁰⁾らがバレンシアオレンジを用い、37.5~300ppmのGA散布で着果数は増加したが果実重は減少したことを報告している。筆者も伊予柑、アンコール、マーコットにGAペーストを塗布したが肥大効果は無かった。しかしネーブルオレンジにおいては、果実肥大にその効果が優れた。表-5はジベレリンペーストの塗布位置と品質を見たものである。処理は1985年6月6日であり、品種は大三島ネーブルを用いた。果実の肥大は果梗部、果頂部ともに肥大効果が認められたが、特に果梗部の塗布で果実肥大は優れた。

表－6 ジベレリン処理が品質に及ぼす影響

処 理 区	果肉重歩合 (%)	糖 度 計示度	可溶性固形物 (g/100ml)	クエン酸 (g/100ml)
果 梗	69.7	10.0	11.01	1.11
果 頂	73.3	10.7	11.80	1.22
果梗+果頂	69.2	10.1	11.21	1.12
対 照	80.0	11.0	12.32	1.37

表－7 ジベレリン処理と裂果率

処 理 区	裂 果 率 (%)
果 梗	80
果 頂	40
果 梗 + 果 頂	40
対 照	80

また果皮の厚さがペーストの塗布で厚くなったが、果梗部処理果は果梗部だけでなく果頂部も共に厚さを増した。果頂部塗布は果梗径の肥大や果梗部の果皮の肥厚は少なく、塗布した果頂部に影響が大きかった。塗布位置と果汁の品質を見たのが表－6である。処理位置と品質には差が生じなかったが、処理果の果汁濃度が無処理果と比べ糖、クエン酸ともに低くなる傾向が見られた。

表－7は塗布位置と裂果の関係を見たものである。裂果の発生時期は系統間や年度間で差はあるものの通常の年では8月下旬頃から始まり10月中旬頃にピークに達し、その後減少する。裂果初期は果実赤道部に横割れの生じる場合も裂果は、生育が進むにつれて果頂部の裂果が多くなる。果皮は表－5の無処理果に示すように果頂部の果皮が果梗部と比べ厚さが1/2以下であり、果頂部の果皮が薄いことも裂果原因の一つとして考えられる。しかし、ジベレリンペーストの塗布で果頂部の果皮を厚くしても、果梗部塗布区では裂果率が無処理とかわらなかったため、裂果は果皮厚だけでなく、果皮の活

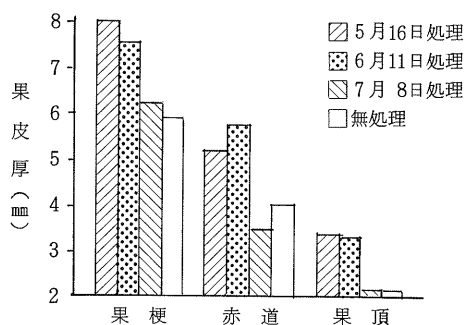
性や老化の影響があると思われる。たとえばGAの効果としてナツミカンの果梗部の亀裂防止やウンシュウミカンの浮皮防止として倉岡¹¹⁾が果皮の老化防止効果を認めており、GAの果頂部塗布は果皮の老化防止と考え、その結果が裂果防止に働いた推察できる。

c) ジベレリンペーストの処理時期と品質

ジベレリンの生理作用の最っとも顕著な効果は、生育促進であり、それは細胞分裂の促進よりも細胞の伸長効果であると言われている。このため、生育初期に効果の発現が認められ、ブドウ等では開花前後に使用されている。

ネーブルにおいても、これまで裂果防止として、裂果の発生期に使用し、その効果が認められなかった例が多く、逆に着色阻害を生じるなど悪影響も認められた。このためこの試験では処理時期を幼果期に行った。処理日は5月16日、6月11日、7月8日であり、処理部は果実の果頂部にペースト塗布を行った。ただし5月16日は開花直前のため母枝の基部に塗布した。濃度は2.7%のジベレリンペーストを用いた。

図－1は処理時期と果皮の厚さを示したものである。処理時期が早いほど果皮の厚さは大きくなったが、7月8日の処理では影響は生じな



図－1 ジベレリン処理時期と果皮の厚さ

表-8 ジベレリン処理が果実に及ぼす影響

処理時期	裂果率 (%) 9月~12月	果実の品質 (12月15日調査)							
		果実重	果肉歩合	果汁歩合	可溶性固形物 (g/100ml)	クエン酸含量 (g/100ml)	糖度 計示度	甘味比	果皮色 a 値
5月16日	20.0	209.3	74.0	67.9	13.36	1.69	12.4	7.9	34.6
6月11日	5.6	266.4	74.8	66.3	13.56	1.60	12.6	8.5	34.0
7月8日	0	242.4	80.6	69.0	13.96	1.80	12.9	7.8	30.3
無処理	23.5	194.1	81.6	66.9	14.84	1.93	13.4	7.7	31.1

かった。表-8は処理時期と裂果の発生率および果実の品質を見たものである。処理時期が早いほど裂果率が高く、7月8日処理は裂果が生じなかった。また6月処理も裂果率が5.6%と非常に少なかった。果実肥大は各処理時期とも効果は認められたが6月11日処理が最とも優れた。果汁の糖、クエン酸はどの処理区とも低くなったが、処理時期の早いほどその影響は大きい。

d) ジベレリン濃度が果実品質に及ぼす影響

ジベレリンペーストの濃度を2.7%, 1%, 0.1%の3種類を用い、1986年6月9日に果頂部塗布を行った。

ジベレリンの濃度は濃い区ほど果実肥大は優れたが、図-2に示すように肥大調査を開始した9月3日にはすでにその差が生じており、収穫期まで同様の傾向を示した。ただし無処理果は11月頃から生育を停止する状態を示したが、処理果は濃度に関係なく肥大を継続しており、

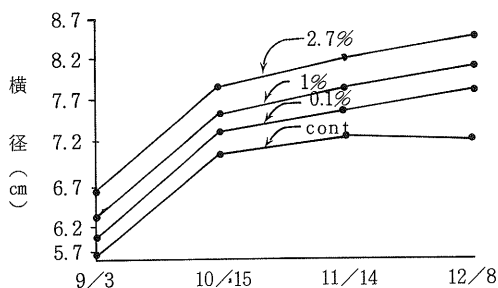


図-2 ジベレリン濃度と果実への影響(横径)

ジベレリンの効果が生育後期まで影響を及ぼしていることを認めた。図-3は収穫果の1果重を示した。処理果数は50果である。また図-4, 5は処理濃度と果皮の厚さを見たものである。果皮の厚さは幼果期に厚く、果汁の増加とともに薄くなって行くが、ある時点でまた果皮は厚さを増した。赤道部の果皮は対照無処理区が10月21日から果皮の肥厚が始まり、処理果は2.7

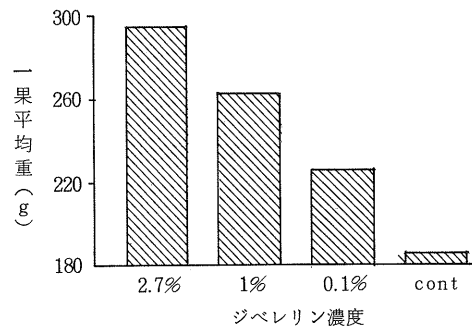


図-3 ジベレリン濃度と果実への影響(1果平均重)

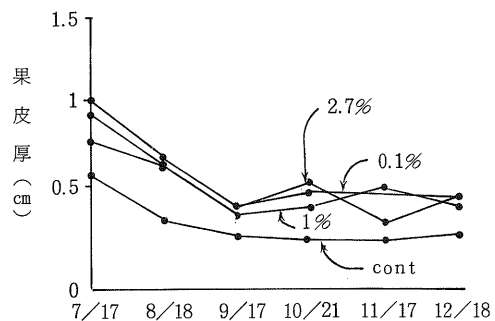


図-4 ジベレリン処理濃度と果皮の厚さ(果頂部)

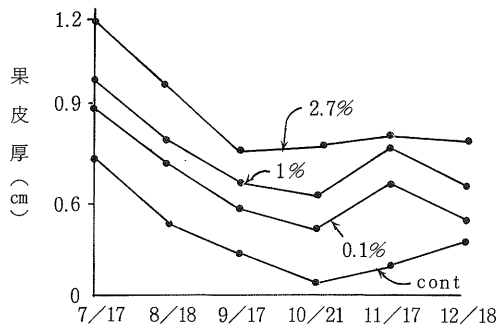


図-5 ジベレリン処理濃度と果皮の厚さ(赤道部)

%区が9月17日, その他の区は10月21日から厚さの増す状態を示した。濃度と果皮厚の関係は, 濃度の濃い方が赤道部の果皮は厚くなったが, 果頂部では明らかな差は生じなかった。

濃度と果汁成分の関係は, 糖, クエン酸ともに濃度が濃いほど低い値を示した。

裂果の発生は2.7%区で発生が無く, 1%区で2.6%, 0.1%区で4.8%となり無処理区の11.1%に対して濃度が濃いほど防止効果の高い結果となった。

表-9 ジベレリン処理が果実に及ぼす影響

処理濃度	裂果率 (%) 9月~12月	果実の品質 (12月15日調査)						
		果肉歩合	果汁歩合	可溶性 固形物 (g/100ml)	クエン酸 含量 (g/100ml)	糖度計示度	甘味比	果皮色 a値
0.1%	4.8	75.2	67.5	14.12	1.76	12.9	8.0	33.5
1%	2.6	75.5	66.9	13.82	1.72	12.7	8.0	33.9
2.7%	0	73.6	66.2	13.36	1.69	12.2	7.9	34.1
無処理	11.1	79.7	69.4	14.57	1.87	13.3	7.8	32.2

表-10 ジベレリン処理が果実に及ぼす影響

ジベレリン の種類	裂果率 (%) 7月~12月	果実の品質 (12月11日調査)						
		果実重	果肉歩合	果汁歩合	可溶性 固形物 (g/100ml)	クエン酸 含量 (g/100ml)	糖度計示度	甘味比
GA ₃ +4+7	26.0	301.2	69.5	66.7	11.35	1.22	10.4	9.3
GA ₄	32.0	319.2	71.3	67.9	11.42	1.14	10.5	10.0
GA ₃	32.0	273.7	70.7	65.9	12.15	1.20	11.1	10.1
無処理	46.0	244.2	79.7	66.9	13.10	1.42	12.0	9.2

e) ジベレリンの種類が果実に及ぼす影響

ジベレリンの種類は, 高等植物で約54種類も存在が確認されており, カンキツ類では, Kawarada¹²⁾らがウンシュウミカンの徒長枝からGA₁を単離, 同定している。この試験においても各種のジベレリンの比較を行えば良いが, 入手が困難であり, 試験に用いたのはGA₃, GA₄, GA₃₊₄₊₇の3種類のペーストである。濃度は各種とも3%とした。処理日は1987年6月10日であり, 品種は鈴木ネーブルを用いた。

表-10は, 3種類のジベレリンペーストが裂果に及ぼす影響と品質の関係を見たものである。

裂果は品種や年度による差が大きいが, 1987年は裂果の非常に多い年であり, 無処理区が46%の発生率を示したが, 各種類とも裂果防止効果が生じて減少した。裂果防止の効果が高かったのはGA₃₊₄₊₇の種類で26%であった。GA₄とGA₃はともに32%であった。裂果はGA₇

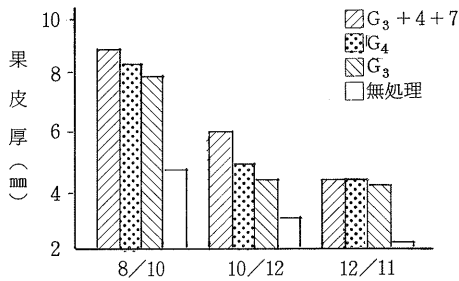


図-6 ジベレリン処理と果皮厚 (果頂部)

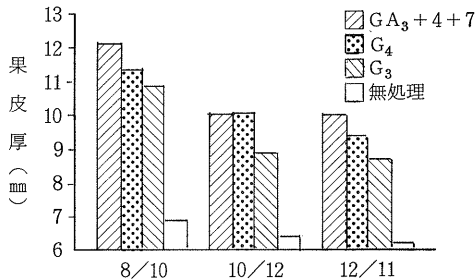


図-7 ジベレリン処理と果皮厚 (果梗部)

が加わった剤で少なくなったのか、GA₄+GA₃の混合により効果が生じたのか、この試験では判断ができなかったが、裂果防止には、従来から使用、販売されているGA₃+4+7の混合ペーストが単体よりも効果の高いことが確認できた。

果実の肥大はGA₄が319gで最っとも大きく、次いでGA₃+4+7が310g、GA₃が273gで無処理果の244gに比べ各剤とも肥大効果は認められた。果汁の品質は各処理果とも糖、酸とも低くなったが、特にGA₃+4+7が低くなった。果皮の厚さは図-6, 7に示すようにGA₃+4+7が厚くなった。GA₄とGA₃ではGA₄の方が果皮が厚くなる傾向が認められた。

さいごに

ジベレリンのネーブルオレンジの登録は落果防止の目的で使用が認められているが、それ以外の使用登録は現在許可されていない。

今回の試験はジベレリンペーストを用いた方法であり、登録がないため生産技術として指導で

きないが、ネーブルの大果生産や裂果防止効果に優れることは認められた。また果実の果頂部に1果ずつ塗布することも、カンキツ農家にとっては、労働力の面から導入はむづかしいと思われる。さらに、ラノリンを用いるため果頂部に油成分が残ることも問題であったが、テープに塗布した試材の提供をいただき試験を行ったところ、ペーストと同じ効果が得られ、作業性も優れた。

最近ネーブルオレンジの価格が低く、輸入果も多いため、生産者の栽培意欲も衰えており、栽培面積が非常に減少している。ネーブルを完熟栽培すると味と香りがすばらしく、柑橘類の中でも特に優れた品種である。このため最近では完熟栽培が中心となりつつある。消費者がこの味なネーブルに再度目を向けると、現在ネーブル作りに情熱を注いでいる農家に、昔のような篤農家の誇りと技術開発がさらに進むものと思われる。この研究にあたり、協和醗酵工業から各種の薬剤の提供を受けたものであり、ここに付記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 竹松哲夫: 農及園, (1949) 24, 693.
- 2) 大畑徳輔: 園芸学会 昭和54年秋研究発表要旨.
- 3) 鈴木邦彦: 園芸学会 昭和59年春研究発表要旨.
- 4) 西浦昌男・伊庭慶昭: 園試報, (1964).
- 5) W. J. Wiltbank and A. H. Krezdorn (1969), J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 195.
- 6) J. C. Crane. (1969), Hort Science,
- 7) J. L. Guardiola, M. Agusti and F. Garcia. (1977), Proc Int. Soc. Citriculture, 2, 704.
- 8) 原野博実ら(1979), 昭和53年度和歌山果試成績.
- 9) 倉岡唯行(1962), 愛媛大学紀要.