九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

ブドウの結実に対するジベレリン処理の効果について

村西, 三郎
九州大学農学部

https://doi.org/10.15017/23021

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 23 (4), pp.225-281, 1968-09. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

ブドウの結実に対するジベレリン処理の効果について

村　西　三　郎

The action of gibberellins on the fruiting of grapes

Saburo Muranishi

緒　言

ブドウに対する品種改良の目標として，古来，取上げられてきた主な改良形質の中に，生食用の大果型と無核種の育成がある．大果型の育成に関しては，品種固有の量的遺伝形質を改良するため，自然発生の巨大型（gigas type）が用いられた．これらのなかには，染色体数の倍加個体の存在することが明らかにされて以来，各国でかなり多数のブドウ品種や系統に属する自然発生の4倍体が発見されている（Nebel 1929, Einset ら 1951, Einset 1954）．また，これら自然発生の4倍体相互の交配育種も進められてきたが（Olmo 1942 a, 1952, Darrow 1952, 大井上 1957），コルヒチン発見以後は各種の果樹に対する葉芽の人為倍加実験が行なわれるようになつた（Dermen 1941, 1947 a, b, 1952）．

ブドウにおいても，Dermen（1954）により経済的品種に対する colchiploid の育成がなされた．しかしながら，これらの自然発生の4倍体に限らず，人為4倍体においても，大果形質は獲得されたが，そのほかの実用形質については母本品種より劣るところが多く，さらに，4倍体相互の交雑育種と選抜が必要とされている（Olmo 1942 a）．わが国においても，大井上（1937）により，大果4倍体品種相互間の交雑育種が行なわれているが，最近に至つて，そのうち，2，3の優良大果品種が紹介された（梶浦ら 1956）．

無核品種について，まず過去の記録をみると，ブドウの無核品種は各国にかなりの数が存在したようであるが，それらの無核ブドウのなかで，経済的品種として栽培価値のあるものは極めて少数のようである（Olmo 1940）．また，それらの比較的古い品種においては，発生起原が明らかではないけれども，“Seedless Muscat”（Snyder ら 1940）“Seedless Emperor”（Olmo 1940）および“Concord Seedless”（Nitsch ら 1960）などの新品種においては有核品種における somatic mutation を発生起原とするものや，“Parthenocarpic Sultanina”や“Sultanina gigas”の如く無核品種の somatic mutation に由来するものが知られている（Olmo 1934, 1935, Snyder ら 1935）．またさらに，自然交雑により遺伝子型的に発生する場合もあるものと考えられる．すなわち，交雑育種によつて無核ブドウの育成を試みた実験や育種事業についてみると，これもかなり古い時代から試みられていたことがわかる．たとえば，1875年ごろには，すでに英国においては，Tillery and Barron が“Black Monukka”（無核品種）を花粉親として雑種の F_1 世代に無核個体を作り出している（Snyder 1931）．その後，1923年に米国において，欧州ブドウ品種の交雑育種が行なわれ，無核ブドウ6品種“Black Monukka, Sultanina, Sultanina Rosea, Panasiti (Black corinth), Corinth rose”および“Corinth blame”を花粉親として使用しているが，“Black Monukka”のみが F_1 世代に無核の個体を作り出している（Snyder 1931）．また，Stout（1927, 1928）はニューヨーク州立農業試験場と協力して，耐寒性の無核品種の育成に着手し，交雑によりえた半無核個体（near-seedless grape）に無核品種“Sultanina Rosea”の花粉を交配して，有望な無核品種を作り出し，さらに彼は他の数種の無核品種を花粉親として交雑育種を行ない，そのうち，“Sultanina Rosea”および“Black Monukka”などを花粉親とした場合にのみ，F_1 世代において，新しい無核個体をえたという（Stout 1933, Wellington 1930）．その後，これと同様な結果を Snyder（1934）が報告している．さらに，Stout（1936 a）は1919年以後の耐寒性無核ブドウの育種に際して，花粉親として各種の無核品種の交配組合せ250組からえた交雑種子2000粒のうち1000粒から実生がえられ，そのうち84個体が無核個体となり，その出現率は4.2％に及ん

だ．そこで彼はこれらの育種実験の結果からブドウのSeedlessness は弱い femaleness と見られる個体からえられるとし (Chandler 1925)，また交雑育種により無核ブドウを作出する最も有効な方法は間性 (intersexualism) の状態を経て得られるという結論を導いた (Stout 1921, Gardner ら 1939)．なお Snyder and Harmon (1940) は currant type の単為結果個体 F_1 代よりもむしろ F_2 代に無核個体の出現が多いという．これらの報告より推察すれば，自然交雑により遺伝的な無核品種の発生することの可能なことも考えられる．しかしながら，交雑育種法による優良無核品種の選抜育成は，過去数十年にわたる育種の歴史から見て，極めて困難なことがわかる．

かくの如く，ブドウの大果品種のみならず，無核品種の成立には芽条変異や偶発実生の発見により得られる場合と，交雑育種により得られる場合とあるが，これらとは，全然異なる方法，すなわち作物の生理的現象を調整することにより，大果実と無核果実を生産しようとするのがそれで，植物ホルモンの発見と，それらが植物におよぼす生理的作用の究明の進歩によつて次第に多くの試みがなされてきている．ブドウに対する合成生長物質の処理実験としては Gardner and Marth (1937) が自家不結実性品種 "Brighton" に NAA を処理したものがあり，その結果，果実は形成されなかつた．その後この種の実験としてはジベレリン処理による結実の誘発が注目されるようになつた (Pratt and Shaulis 1962, 沢田 1962)．大井上 (1938) はセンテニアル品種にヘテロオーキシンを処理して無核果粒の形成を誘発した．Weaver とその協同研究者らはブドウに対する合成生長物質の処理試験を行なつているが，これらの供試品種は主として無核品種であつた (Weaver and William 1950, 1951, Weaver and Winkler 1952, Weaver 1952 a, Weaver and McCune 1957)．これらの無核品種においては，経済的生産をあげるため，いわゆる果粒の着生とその肥大をはかるには，果粒生育のある時期に環状剝皮の作業が必須の条件となつているが，この面倒な作業を合成生長物質の処理で代行できないものかを明らかにする研究が主体となつている．かくして，ついに無核品種の経済的栽培に不可決な環状剝皮作業をある種の合成生長物質 (4-chlorophenoxyacetic acid) の処理でおき代えることが可能となつた．一方，世界の研究者が注目していたジベレリン (以下 GB と略記する) については最近になつて，この新生長物質が栽培植物に対して極めて顕著な経済的効果を示す場合のあることが明らかとなつた (Stowe and Yamaki 1957, Wittwer 1957)．

ブドウに対しても，この BG は環状剝皮作業の代用物として認められてきた 4-chlorophenoxyacetic acid よりも強力な効果を示すことが，1958年に Weaver とその協同研究者らにより報告されて以来，無核品種ならびに有核品種に対する BG 処理の効果が次々と発表されてきている (Weaver and McCune 1958, 1959 a, b, c, 1960, 1961, Stewart, Halsey and Ching 1958, Weaver 1960, Lavee 1960)．

著者は1957年以来，ブドウ栽培における重要な摘果作業を省力化する方法として，開花前の幼花穂に対する GB 処理の実験を続けてきた．BG 処理が有核品種デラウエアおよびキャンベル・アーリーに対し果穂の伸長増加のほかに，無核果粒の形成，果粒の肥大および果粒成熟の促進など顕著な効果を現わすことを報告した (村西 1959)．この GB 処理で種なしブドウの経済的生産が最も有望視されるデラウエア品種に対して，引続き GB 処理種なしブドウの経済的生産実験を行なうとともに，ブドウの無核果粒の形成に対する GB の作用機作に関して，形態的ならびに生理的な両面から基礎資料をうるための研究を進めてきた．その結果無核果粒の形成に関する原因がほぼ明らかになつたので，ここにとりまとめて報告することにした．

本研究の遂行にあたり懇篤な指導と助言をいただいた九州大学農学部教授福島栄二博士ならびに常に激励を与えられた九州大学名誉教授 伊藤寿刀先生にたいし，ここに衷心より謝意を表する．なおこの研究の遂行にあたり日本ジベレリン研究会より多大の援助を与えられた．また終始協力を致された九州大学農学部園芸学教室および附属農場の各位にたいしても御礼を申し上げる．

実験材料および方法

1. 供試材料

供試材料は九州大学農学部附属農場において，水平棚に仕立てたブドウ樹で慣行の栽培管理を実施し，1959年までは中短梢剪定を行ない，1960年以降は専ら短梢剪定を実施してきた．それらは 10 アール当り 50 本の密植栽培で，品種はデラウエアおよびキャンベル・アーリーである．供試樹の台木は両品種とも共台である．樹令は実験年度により，デラウエア品種においては，1958 年の実験では 11 年生，1959 年は 12 年生，1960年には若木で 7 年生，1961年は 8 年生，1962年は 15 年生，1963 年は 16 年生，1964 年は 17 年生である．キャンベル・アーリー品種では 1960 年の実験には 16

年生，1962年は18年生，1963年は19年生，1964年は20年生，1965年は21年生をそれぞれ供試樹とした．ただし，樹勢の概ね揃つた各5株を選抜し，各々について発育程度の揃つた結果枝をそれぞれ5本宛選び，それらの結果枝の第2花穂，合計25花穂を供用した．なお，供試樹ごとに対照標準区と無処理区を同数ずつ設けた．

2. 供試薬および濃度

供試薬は実験年度で異なり，1958年は武田ジベラ（武田薬品供試品）を，1959年以降は日本ジベレリン研究会の供試薬（協和ジベレリン，GA_3 93％を主剤とする）を用いた．しかし，実用試験区（1961，1962，1963）は武田薬品市販ジベレリンによつた．供試薬濃度は，1958年には濃度比較試験のため，GB 25，50，

Table 1. Experimental method of gibberellin treatment for "Delaware" grape.

Year	Treatment: Conc. of gibberellin (ppm)	Treatment: Repetition	Treatment: Method	Date of treatment before the full bloom			
1958	100 80 50 20	1 2 4 8	Spray	April 26 (−31)[1]	April 28 (−29)	May 9 (−18)	May 17 (−10)
1959	50 25	4 4	Spray	—	May 6 (−14)	May 10 (−10)	May 16 (−4)
1960	100 50	2 4	Dipping Spray	—	—	May 3 (−24)	May 13 (−14)
1961	100	2	Dipping Spray	—	—	May 5 (−18)	May 10 (−13)
1962	100	2	Dipping	—	May 6 (−23)	May 10 (−19)	May 16 (−13)
1963	100	2	Dipping	—	—	—	May 18 (−7)
1964	100	2	Dipping	—	—	—	May 6 (−6)

	Date of the full bloom	Date of treatment after the full bloom					
1958	—	June 9 (+13)[2]	—	—	—	—	
1959	May 21	May 28 (+8)	June 4 (+15)	June 12 (+23)	—	—	
1969	May 27	June 6 (+10)	June 16 (+20)	June 23 (+27)	July 1 (+35)	—	
1961	—	May 28 (+5)	June 1 (+9)	June 10 (+18)	June 17 (+25)	June 24 (+32)	
1962	May 29	June 4 (+6)	June 8 (+10)	June 18 (+20)	June 26 (+28)	July 2 (+34)	
1963	—	June 9 (+15)	June 17 (+23)	June 24 (+30)	July 6 (+42)	—	
1964	—	May 27 (+12)	—	—	—	—	

N.B. (1) (−31) denotes 31 days before the full bloom.
(2) (+13) denotes 13 days after the full bloom.

Table 2. Experimental method of gibberellin treatment for "Campbell-Early" grape.

Year	Treatment			Date of treatment before the full bloom		Date of the full bloom	Date of treatment after the full bloom			
	Conc. of gibberellin (ppm)	Repetition	Method							
1960	100 50	2 4	Dipping Spray	May 3 (−22)[1]	May 12 (−13)	May 25	June 4 (+10)[2]	June 14 (+20)	June 20 (+26)	June 28 (+36)
1962	100	2	Dipping Spray	—	May 13 (−15)	May 28	—	—	—	—
1963	100	2	Dipping Spray	May 13 (−11)	May 18 (−6)	May 24	June 2 (+9)	June 9 (+16)	June 17 (+24)	June 24 (+31)
1964	100	2	Dipping Spray	—	May 3 (−8)	May 11	—	—	—	—
1965	100	2	Dipping Spray	—	May 11 (−15)	May 26	June 16 (+21)	—	—	—

N. B. 1), 2) See the footnote in Table 1.

80 および 100 ppm 水溶液の各種を使用したが，1959年以降の散布処理には 50 ppm 水溶液を用い，浸漬処理には 100 ppm 水溶液を使用した．いずれの供試液にも，展着剤として Airrol-op 100 ppm を加用し，対照標準区には Airrol-op 100 ppm の水溶液を使用した．

3. 処理方法

GB 水溶液の処理は 1958，1959 および 1960 年には散布法により，その後は専ら浸漬法によつた．散布には GB 水溶液を小型スプレヤーを用いて，花穂および結果枝の全面に噴霧する方法である．浸漬法においては容器の GB 水溶液中に花穂を花穂梗まで浸漬し，よく振動して気泡を取除いた．

4. 処理時期および回数

処理期は無処理花穂の開花期（全花穂の約 50%が開花した時期）を基準として，開花前処理と開花後処理の2回とし，無核果粒の形成のための処理期は開花期前 15 日を目途にし，果粒肥大のためには開花期後 10 日前後の処理とした．処理回数は実験の当初（1958, 1958）は1日1回連続4～8回散布としたが，1960年以降は散布は1日1回連続2回，浸漬には1回のみの処理を原則とした．実験年度別に濃度，処理回数，処理方法および処理期日を表示すれば次の如くである（Tables 1, 2).

5. 調査事項および方法

(1) 結実に関する調査法

GB 処理区の収穫期は実験年度により多少異なるが，大よそ，7月25日から8月5日の間にわたつた．無処理区の収穫期は8月10日頃に始まり8月25日頃に終つた．

1）果穂および果粒の測定法

果穂長は果穂の肩部より穂尖までの長さを平均値で示し，果粒径，果粒重および種子数は1果穂中より適宜10果粒をぬきとり，その平均値をもつてした．ただし，果粒重は1果粒穂中の30または50果粒の平均値をとつた場合もある．なお，無核果粒の形成率は1果穂中の全果粒数に対する平均%で示した．

2）糖度測定（Brix 値）法

1供試樹の5果穂より任意に果粒をぬきとり果汁を搾り，日立製 Hand sugar reffectometer により5回測定の平均値を以つて各供試樹の糖度とし，それらの平均値をもつて示した．

3）酸度測定法

糖度測定に用いた果汁残液 10 cc をとり，0.1 規定 NaOH 液で滴定して果汁 100 cc 中の酒石酸量（g）を求め，供試樹の酸度はそれらの平均値で示した．

(2) 花および花粉の形態観察ならびに花粉の発芽に関する調査法

花の各種器管の測定には拡大鏡を，花粉には低倍率の顕微鏡を用いた．花粉の発芽は4%寒天と4%蔗糖からなる人工発芽床を用い，Van Tieghem 氏湿室中で3時間から 24時間行なわしめたのち，顕微鏡下で測定した．

(3) 花粉および胚珠の授精能力に関する調査法

GB 処理区の花粉の授精能力を見るためには，あらかじめ無処理の除雄袋かけした花穂に対して GB 処理し，開花直前に袋かけした花穂よりとつた花粉を交配し，直ちに袋をかけて発育せしめ，収穫した果穂につ

いて，果粒数，果粒径および種子形成の状態を調査した．また，GB 処理区の胚珠の授精能力調査も同様に，GB 処理区の除雄袋かけ花穂にあらかじめ袋かけした無処理の正常花粉を交配して袋をかけ，それらの収穫果穂について同様な調査を行なつた．なお GB 処理花穂と無処理花穂のそれぞれに各種の交配または無交配の組合せ区を設けて，果粒の形成状態をも比較調査した．交配後他の花粉の混入を防ぐための袋かけには硫酸紙袋を使用した．

(4) 無核果粒形成の組織学的観察

GB 処理が胚珠におよぼす形態的変化を観察するとともに，無核果粒の発生過程をも組織学的に観察した．供試材料としては主としてデラウエア品種を用い，組織観察材料の作成は Nitsch ら (1960) が使用した方法に準じて，花穂あるいは果穂を処理後3日ないし7日おきに採集し，FAA 液にて固定し，それを n-butyl alcohol method によりパラフィン封入した．切片の厚さは 12μ とし，safranin と fast green にて染色して標本を作成した．

実　験　結　果

I. 結実におよぼすジベレリンの影響

(1) デラウエア品種の実験

1) 1958年の実験

1958年の実験は前年度の小規模な GB 処理結果を再確認するとともに，GB 処理で果穂の伸長増加をはか

Table 3. Elongation of the flower clusters at 11 days after gibberellin application (Delaware). (Observed on May 9, 1958)

Portion treated	Number of flower clusters used	Conc. of gibberellin (ppm)	Length of peduncle (mm)	Rate of elongation (%)	Length of flower cluster (mm)	Rate of elongation (%)
1st flower cluster	8	80	44.8	169	49.1	185
	8	50	35.8	135	33.8	128
	8	0	26.5	100	26.5	100
2nd flower cluster	8	80	42.8	163	48.5	180
	8	50	37.5	143	36.4	135
	8	0	26.3	100	26.9	100

Table 4. Elongation of the flower clusters at 13 days after gibberellin application (Delaware). (Observed on May 9, 1958)

Portion treated	Number of flower clusters used	Conc. of gibberellin (ppm)	Length of peduncle (mm)	Rate of elongation (%)	Length of flower cluster (mm)	Rate of elongation (%)
1st flower cluster	6	100	39.7	128	43.0	147
	8	50	39.4	127	49.9	170
	8	0	31.1	100	29.3	100
2nd flower cluster	4	100	45.5	165	44.5	162
	8	50	46.3	168	51.8	188
	8	0	27.6	100	27.5	100

Table 5. The time of flower opening in flower clusters treated with gibberellin. (Dalaware, 1958)

Date of treatment (Days before full bloom)	Conc. of gibberellin (ppm)	Treated part and repetition	Date of full bloom		Days of flowering hastened
			Treated	Untreated	
April 26(−31)	100 50	Fruiting shoot 1 spray	May 20	May 24	4
April 28(−29)	80 50	Fruiting shoot 4 sprays	May 20	May 24	4
May 9(−18)	80 50	Leaves and flower clusters only 4 sprays	May 21	May 24	3
May 17(−10)	25	Fruiting shoot 2 sprays	May 22	May 24	2

ることを目途として行なつた．これらの実験結果は次の如く概括することができる．すなわち，花穂梗および花穂は GB 処理後3日目頃より活発な伸長を開始し，処理後11日目および13日目の伸長増加は Tables 3，4の如くである．その効果は GB 処理濃度に比例する傾向を示した．しかし，濃度 100 ppm が 50 ppm よりも伸長率の減少しているのは薬害による影響と考えられる．なおこれらの伸長増加が収穫期の果穂にまで影響を与えたか否かについては明らかでない．

開花に対する影響では，開花前の処理の開始が早いほど開花期の促進は顕著であり，4月26日ならびに4月28日の両処理ではそれぞれ4日間，5月9日処理は3日間および5月17日処理では2日間それぞれ開花の促進がみられた (Table 5)．開花前の GB 処理花穂には無核果粒の形成が顕著に現われた (Table 6)．これら無核果粒の大きさは無処理有核果粒より著しく

Table 6. Effect of gibberellin application of the fruiting of Delaware. (Observed on July 27, 1958)

Treatment: Date (Days before or after full bloom)	Parts sprayed	Conc. of giberellin (ppm)	Number of sprayings	Average weight of a fruit cluster (5)× (g)	Average diameter of a berry (20)× (mm)	Average number of seeds per berry (29)×	Soluble solids in average of 10 berries (%)	Colouring of berries	Berries set on a cluster	Injury
April 26 (−31)	Bearing shoot	100	1	18.5	7.9±0.34*	0.05	—	green (seeded)	loose	severe
		50	1	33.0	10.2±0.71	0.05	20.2	red (seedless) 〃	〃	slight
April 28 (−29)	Bearing shoot	80	4	19.0	9.3±0.39	0	—	exclusively red	〃	severe
		50	4	11.0	7.9±0.42	0	—	〃	〃	〃
May 9 (−18)	Leaves and flower clusters	80	4	38.0	9.4±0.30	0	20.9	〃	compact	slight
		50	4	58.0	11.9±0.34	0	19.7	〃	〃	〃
May 17 (−10)	Bearing shoot	25	2	77.0	10.2±0.19	0	20.8	〃	〃	none
June 9 (+13)	Leaves and flower clusters	50	8	83.0	12.9±0.24	1.7	14.2	exclusively green	〃	〃
		25	8	81.0	12.6±0.27	1.7	—	〃	〃	〃
Untreated control				78.2	12.6±0.16	1.7	13.0	〃	〃	—

*) standard errors.
×) number of clusters or berries examined.

Table 7. Effect of gibberellin applied to the different parts on the fruiting of Delaware. (Aug. 8, 1958)

Treatment: Date (Days before full bloom)	Parts sprayed	Conc. of gibberellin (ppm)	Number of sprayings	Weight of a fruit cluster (Av. of 5 clusters) (g)	Diameter of a berry (Av. of 20 berries) (mm)	Number of seeds per berry (Av. of 10 berries)	Soluble solids (Av. of 10 berries) (%)	Berries set on a cluster	Injury
May 17 (−10)	Bearing shoot	25	2	46.0	10.3±0.16*	0	21.6	moderately compact	slight
	Leavesand flower clusters	25	2	41.0	10.4±0.27	0.2	21.0	〃	〃
	Flower clusters	25	2	36.0	11.4±0.24	0.2	21.3	〃	〃
	Leaves	25	2	67.5	13.9±0.17	1.7	19.2	compact	〃
Untreated				83.0	12.5±0.19	2.0	17.0	〃	—

*) standard errors.

小形であつたが，着色開始は速かで，果粒の外観上の成熟はすでに7月23日頃に完了し，7月27日の糖度は無処理有核果粒の13.0%に対してGB処理無核果粒は各処理とも19.7%以上を示している（Table 6）．したがつて収穫期は無処理のものより14日間も促進された（Table 9）．処理部位については結局花穂のみの処理で十分な効果のあることが明らかになつた（Table 7）．

2）1959年の実験

前年度にえたGBの無核果粒の形成ならびにそれらの成熟促進の効果をさらに詳細に観察するとともに，果穂の伸長増加にもとくに注目し，さらにデラウエア以外の実用品種キャンベル・アーリー，マスカット・オブ・アレキサンドリヤおよびマスカット・ハンブルグをも供試した．これらの実験の結果，とくにデラウエア品種については開花前のGB処理によつて96%以上の無核果粒の形成が成功した．これは薬剤処理による種なしブドウ生産の実用化の可能性を示すものであ

Table 8. Effect of gibberellin application on the fruiting in Delaware grape. (July 29, 1959)

Treatment			Av. length of fruit clusters (mm)	Av. weight of fruit clusters (g)	Number of seedless berries per cluster	Number of seeded berries per cluster	Percentage of seedless berries set per cluster (%)	Chemical characters of seedless berries	
Date (Days before or after full floom)	Number of fruit clusters used	Conc. of gibberellin (ppm)						Soluble solids (%)	Total acid (as tartaric) (%)
May 6	0	50	—	—	—	—	—	—	—
(−14)	2	25	105.0	98.5	75.0	19.0	79	19.0	0.62
May 10	4	50	101.3	97.8	96.5	1.5	98	17.8	0.80
(−10)	6	25	126.5	124.2	109.3	1.7	98	17.9	0.81
May 16	6	50	109.8	78.5	91.3	1.5	98	18.2	0.62
(−4)	5	25	111.0	71.6	76.0	0.8	98	19.2	0.51
May 21	4	50	66.3	18.3	—	—	—	—	—
(0)	7	25	113.6	106.0	105.7	2.4	96	18.3	0.70
May 28	7	50	89.6	66.4	40.1	17.1	70	19.4	0.66
(+8)	6	25	122.5	114.3	58.5	44.3	56	17.1	0.70
June 4	6	50	127.5	98.0	25.8	64.3	28	17.4	0.75
(+15)	6	25	116.6	104.8	16.8	71.3	19	17.0	0.76
June 12	6	50	118.5	116.2	10.5	60.8	14	19.0	0.86
(+23)	5	25	116.8	105.8	12.0	58.0	17	18.6	0.70
Untreated	6	—	115.2	105.8	0	68.5	0	seeded berries 11.2	1.90
Significant difference at 5%			4.86	11.00	—	—	—	—	—

Table 9. Effect of gibberellin application on flowering and maturing in Delaware grape.

year	Treatment			Date of flowering		Date of the first colouring of berries		Date of perfect colouring of berries	Date of harvest	
	Date (Days defore full bloom)	Conc. of gibberellin (ppm)	Method, repetition	Treated	Untreated	Treated	Untreated	Treated	Treated	Untreated
1958	May 9(−18)	50	4 sprays	May 24	May 27	July 11	July 15	July 23	July 27	Aug. 10
1959	〃 10(−10)	50	4 〃	〃 18	〃 20	〃 8	〃 23	〃 22	〃 26	〃 12
1960	〃 13(−14)	50	4 〃	〃 24	〃 27	〃 14	〃 20	〃 24	〃 28	〃 13
1961	〃 10(−13)	100	2 dippings	〃 20	〃 23	〃 6	〃 16	〃 25	〃 28	〃 14
1962	〃 16(−13)	100	2 〃	〃 27	〃 29	〃 15	〃 29	Aug. 2	Aug. 8	〃 28
1963	〃 18(−7)	100	2 〃	〃 23	〃 25	〃 10	〃 25	July 26	〃 3	〃 15
1964	〃 6(−9)	100	2 〃	〃 13	〃 15	〃 1	〃 15	〃 15	July 24	〃 10

る．その他の品種では無核果粒の形成の頻度が低く不確実であつた．またデラウエアに対する開花および成熟の促進効果は前年度とほぼ同様で，5月10日（開花10日前）処理区では2日間の開花促進が，成熟に対しては果粒の着色が15日間早く開始し，収穫期においても17日間の促進が見られた（Tables 8, 9）．処理による無核果粒の着色成熟は7月22日頃完了したが，未だ酸味が強く，果肉の成熟にはさらに数日を要するものと認められた．

果粒の肥大については，処理花穂中の無核果粒の果粒径および果粒重はともに無処理有核果にくらべて著しく肥大がおとつた．これに反し，処理花穂中の有核果粒は無処理区（対照）のそれに比べて有意な増大を示した．これは明らかに開花後のGB処理が果粒の肥大に影響をおよぼした結果と推定される（Table 10）．収穫期においてはGB処理の果穂伸長効果は認められず，むしろ，処理果穂長は短かい傾向がみられた（Table 8）．

また，GBが無核果粒の形成におよぼす影響として，デラウエアとキャンベル・アーリーでは果粒の形状には殆んど変化を認めないが，マスカット・オブ・アレキサンドリヤとマスカット・ハンブルグにおいて

Table 10. Comparison between the seeded and seedless berries of Delaware grape treated with gibberellin. (July 29, 1959)

Treatment		Seedless berries (Av. of 20 berries)			Seeded berries (Av. of 10 berries)			
Date (Days before or after full bloom)	Conc. of gibberellin (ppm)	Width (mm)	Length (mm)	Weight (g)	Width (mm)	Length (mm)	Weight (g)	Number of seeds per berry
May 6 (−14)	25	10.2	11.2	0.97	—	—	—	—
May 10 (−10)	50	10.2	11.5	1.13	—	—	—	—
	25	11.4	11.8	1.31	—	—	—	—
May 16 (− 4)	50	11.2	11.4	0.99	—	—	—	—
	25	10.3	10.4	0.81	—	—	—	—
May 21 (0)	25	10.9	12.1	1.13	—	—	—	—
May 28 (+ 8)	50	11.9	11.8	1.10	13.0	13.3	1.46	1.8
	25	11.4	12.3	1.05	12.7	14.0	1.47	1.6
June 4 (+15)	50	12.5	11.5	1.00	12.7	14.1	1.30	1.4
	25	11.7	10.7	0.80	12.6	14.0	1.25	2.2
June 12 (+23)	50	10.0	10.5	1.09	14.4	15.4	1.80	1.8
	25	11.5	12.3	1.04	13.9	14.6	1.63	1.5
Untreated		12.1	12.8	1.52	12.1	12.6	1.52	1.7
Significant difference at 5%		0.42	0.42	0.126	0.27	0.62	0.163	0.56

Table 11. Berry shapes in various grape varieties treated with gibberellin. (July 29, 1959)

Variety	Treatment		Number of berries used	Seedless berry		Untreated berry		Significant difference at 5%
	Date	Conc. of gibberellin (ppm)		Width (mm)	Length (mm)	Width (mm)	Length (mm)	
Delaware	May 10	25	20	11.4	11.9	12.1	12.8	1.10
	May 10	50	20	10.2	11.5			
Campbell-Early	May 6	25	20	15.6	15.8	19.0	19.9	1.35
	May 6	50	20	13.4	13.5			
Muscat of Alexandria	May 10	25	20	16.2	20.2	19.9	21.9	1.19
	May 10	50	20	17.2	22.8			
Muscat Humburg	May 10	25	20	17.2	20.5	21.2	21.9	2.10
	May 10	50	20	16.7	19.9			

Table 12. Berry set of Delaware clusters treated with gibberellin. (July 29, 1959)

Plot	Number of fruit clusters used	Av. weight of fruit cluster (g)	Av. number of berries set per cluster	Percantage ratio
Treated	25	108.2	110.8	132
Untreated	25	120.2	83.6	100
Significant difference at 5%		30.95	5.81	—
at 1%		40.69	7.63	—

は，果粒の横径に対する縦径の増加割合が大で，いわゆる長卵形となつた（Table 11）．さらに，GB 処理果穂の果粒の着生状態を見ると，果穂重は対照より劣るにもかかわらず1果穂当りの着果粒数には著しい増加を示している（Table 12）．

3）1960年の実験

1958，1959年におけるGB処理実験はデラウエア品種に限り無核果粒を驚異的に形成することができ，実用化の明るい展望をもつことができた．一方わが国でも各地でこの種の追試が重ねられるに至つた．それらの試験結果の地域差が意外に少ないこともようやく知られるにいたり，少なくともデラウエア品種に対してはGB処理種なしブドウの生産の見通しがもたれることとなつた．このような背景の下に，わが国の研究者らによつて日本ジベレリン研究会が組織され，早急に実際的技術の開発に協力して進められ，著者もその一翼を担うこととなつた．

1960年度の実験はこのような立場で進められている．まず，GB 処理期については，従来の実験の結果は，開花15日前が適当と考えられたのであるが，実際に処理時間を決定するにはまず推定開花期があらかじめ設定される必要がある．それにはブドウ樹の結果枝や花穂の発育状態よりその処理適時期を推定する外はない．そこでデラウエア品種の処理適時期における結果枝ならびに花穂の発育状態を決定することが肝要で，これらは地域的にも，また年次的にも著しく変動することはいうまでもない．著者の供試樹においては，結果枝の長さが 30～50 cm となり，展開葉数は7～9枚をつけ，幼花穂の長さは3～5 cm が開花前処理の適時期であるということとなつた（Table 13）．

次に展着剤であるが，Table 14 は GB 100 ppm 浸漬1回処理および 50 ppm 散布2回処理に対する展着

Table 13. Growth of bearing shoots in Delaware grape at the time of gibberellin treatment (1960).

Date of observation (Days before full bloom)	Number of trees used	Number of shoots used	Average length of bearing shoot (cm)	Average length of the 2nd flower cluster (cm)	Number of expanded foliage
May 3 (−24)	5	25	29.1±0.63[1]	2.6±0.63	7.3±0.09
May 13 (−14)	5	25	46.6±0.99	4.2±0.64	9.2±0.63

1) standard errors.

Table 14. Effect of the wetting agent (Airrol-op 100 ppm) added to gibberellin on the formation of seedless berries in Delaware grape. (July 28, 1960)

Treatment		Number of trees used	Number of flower clusters treated	Number of seedless berries per cluster	Number of seeded berries per cluster	Percentage occurrence of seedless berries (%)	Significant difference of seedless berries occurred
Method (Conc. of gibbelellin)	Wetting agent (Airrol-op 100ppm)						
Dipping (100 ppm)	Added	5	25	87.6	2.3	97.4	1.88 (at 5%)
	None	5	25	59.5	11.6	83.7	2.47 (at 1%)
Spray (50 ppm)	Added	5	25	72.7	1.5	97.9	3.40 (at 5%)
	None	5	25	69.2	8.5	89.1	4.47 (at 1%)

剤加用が無核果粒の形成におよぼす影響を示したもので，いずれの処理区においても展着剤加用区は無核果形成率を有意的に増加している．

なお，本実験においても，無核果粒形成のための開花前処理を開花25日前と開花15日前に行なうこととし，果穂の伸長増加の様相を観察した．さらに，無核果粒肥大のための開花後処理も，その有効処理期と処理回数について検討を行なった．

（i）果穂の伸長生長について

GB 処理による花穂の伸長促進効果は前記の実験結果（Tables 3, 4）と同様に極めて顕著である（Figs. 13, 14）．すなわち，5月3日（開花24日前）処理区

Table 15. Elongating growth of flower clusters in Delaware grape treated with gibberellin (1960).

Treatment Date (Days before full bloom)	Number of trees used	Nnmber of flower clusters used	Av. length of flower clusters before treatment (cm)	Av. length of flower clusters after treatment (cm)	Increase in length (Ratio) (cm)
May 3 (−24)	5	25	2.6±0.63[1] (May 3)	8.9±1.57 (May 14)	6.31 (295)
Untreated	5	25		4.7±0.74 (May 14)	2.14 (100)
May 13(−14)	5	25	4.7±0.74 (May 14)	8.4±1.67 (May 28)	3.66 (206)
Untreated	5	25		6.5±1.18 (May 28)	1.76 (100)

1) standard errors.

Table 16. Effect of gibberellin application on the fruiting in Delaware grape. (July 28, 1960)

Date of spraying: Prebloom spray	Date of spraying: Postbloom spray	Number of trees used	Number of fruit clusters treated	Av. length of fuit clusters (mm)	Av. weight of fruit clusters (g)	Number of seedless berries per cluster	Number of seeded berries per cluster	Percentage of seedless berries (%)
May 3(−24)[1]	None	5	25	117.1	34.2	61.2	2.7	95.8
May 13(−14)	〃	5	25	104.3	53.6	74.9	5.4	93.3
May 27(0)	None	5	24	100.8	120.3	59.1	50.2	54.1
None	June 6(+10)[2] 1 spray	5	25	102.0	132.9	33.6	80.7	29.4
〃	June 16(+20) 1 spray	5	19	103.4	125.0	7.1	82.0	8.0
May 13(−14)	1 spray (10 days after full bloom)	5	25	117.9	110.8	72.7	1.5	97.9
May 13(−14)	1 spray (20 days after full bloom)	5	25	108.4	90.8	78.4	2.0	97.5
May 13(−14)	2 sprays (June 6, 16)	5	25	108.2	107.6	72.2	1.7	97.8
May 13(−14)	4 sprays (June 6, 16, 23, July 1)	5	25	113.2	135.1	92.2	1.9	97.7
May 13(−14) Dipping	1 dipping (20 days after full bloom)	5	25	106.8	100.2	87.6	2.3	97.4
Control (Airrol-op 100 ppm)		5	18	84.7	87.2	5.2	70.1	6.9
Untreated		5	25	96.5	105.5	0.8	84.5	1.0
Untreated (Date of harvest Aug. 13)		5	25	108.7	118.3	1.3	66.6	1.8
Significant difference at 5 %				6.18	11.46	12.82	13.25	3.80

N. B. 1) (−24) denotes 24 days before full bloom.
2) (+10) denotes 10 days after full bloom.

は 11 日後の伸長増加率が無処理のものにくらべて約 3 倍となり，5 月13日（開花 14 日前）処理区では 15 日後の伸長増加率が約 2 倍となつた（Table 15）.

これによると，開花前の処理開始が早いほど，花穂の伸長増加は大である．さらに，これらの花穂伸長が収穫期の果穂長におよぼす影響として，5 月 3 日（開花 24 日前）処理区の果穂長（117.1 mm）と 5 月 13 日（開花 14 日前）処理区の果穂長（104.3 mm）との間には明らかに有意差が認められ，これら両者は対照区の果穂長（84.7 mm）および無処理区の果穂長（96.5 mm）に対しても有意な増加を示した（Table 16, Figs. 18, 19）．この現象は明らかに開花前の GB 処理が収穫期の果穂増加にまで影響をおよぼしたことを示すものであり，この伸長増加は開花前の処理開始が早いほど効果が大となつた（Fig. 17）.

（ii）無核果粒の形成について

開花 14 日前 GB 処理区の果穂については 93.3 %以上の無核果粒の高率な形成を見たが（Figs. 18, 19, 23～27），開花期および開花後の処理では何れの処理も開花期を隔たるにしたがい無核果粒の形成率は著しく低下している（Figs. 20, 21, 22）．また，無核果粒の着生頻度増加については前年度の実験結果（Table 12）とは一致しなかつた（Table 16）.

（iii）無核果粒の肥大について

無核果粒についての肥大処理実験は，前年度の開花後の GB 処理が有核果粒を肥大せしめた結果（Table 10）を摘用した試みで，予期の如く無核果粒に対しても開花期以後の処理は著しく肥大効果をおよぼした．例えば果穂重（Table 16），無核果粒の粒径および粒重（Table 17）の比較および Fig. 1 の果粒発育経過から見て明らかである．次に開花後の肥大処理期について，開花 10 日後と 20 日後処理の間には，果穂重，果粒径および果粒重の何れにおいても，開花 10日後処理が有意な増加を示している（Tables 16, 17, Figs. 23, 24, 28）．さらに，処理回数と果粒肥大との関係については，開花 10 日後 1 回処理区と連続 4 回処理区との間には回数増加に伴う肥大効果が認められた（Figs. 23, 25, 26, 28）．また，GB 処理無核果粒径は開花後の肥大処理期においてすでに無処理の有核果粒径より著しく大きく，開花後の処理回数の増加は果粒発育の前期における肥大を著しく促進していることが Fig. 1 から明らかである（Tables 16, 17, Figs.

Table 17. Effect of gibberellin application on the berries in Delaware grape. (July 28, 1960)

Date of spraying		Number of trees used	Number of fruit clusters used	Seedless berry		Seeded berry		
Prebloom spray	Postbloom spray			Diameter (mm)	Weight (g)	Diameter (mm)	Weight (g)	Number of seeds per berry
May 3 (−24)[1]	None	5	25	11.0	0.88	13.2	1.45	1.1
May 13 (−14)	〃	5	25	11.2	0.91	14.1	1.74	1.1
May 27 (0)	None	5	24	12.1	1.24	14.1	2.00	2.1
None	June 6(+10)[2] 1 spray	5	25	11.5	1.12	14.5	2.16	2.1
〃	June 16(+20) 1 spray	5	19	10.4	1.01	14.0	2.03	2.0
May 13 (−14)	1 spray (10 days after full bloom)	5	25	13.9	1.77	13.3	1.86	1.2
May 13 (−14)	1 spray (20 days after full bloom)	5	25	13.0	1.48	14.4	2.03	1.1
May 13 (−14)	2 sprays (June 6, 16)	5	25	13.9	1.89	14.4	2.10	1.1
May 13 (−14)	4 sprays (June 6, 16, 23, July 1)	5	25	14.0	1.88	14.1	2.02	1.1
May 13 (−14)	Dippiag 1 dipping (20 days after full bloom)	5	25	13.4	1.65	13.9	1.82	1.1
Control (Airrol-op 100ppm)		5	18	—	—	13.8	1.75	2.1
Untreated		5	25	—	—	14.0	1.83	2.3
Untreated (Date of harvest Aug. 13)		5	25	—	—	14.6	2.06	2.0
Significant difference at 5 %				0.32	0.091	0.37	0.132	0.27

N. B. 1), 2) See the footnote in Table 16.

Table 18. Effet of gibberellin application on the fruiting in Delaware grape. (July 28, 1960)

Date of spraying		Number of trees used	Number of fruit clusters used	Soluble solids (%)	Total acid as tartaric (%)	Average number of seedless berries per cluster		Average number of seeded berries per cluster	
Prebloom spray	Postbloom spray					Coloured	Not coloured	Coloured	Not coloured
May 3 (−24)	None	5	25	21.8	0.76	58.1	3.2	0.7	2.0
May 13 (−14)	〃	5	25	21.8	0.61	71.8	3.0	1.1	4.2
May 24 (−0)	None	5	24	19.8	0.77	59.1	0	4.0	46.2
None	June 6 (+10) 1 spray	5	25	19.7	0.75	33.6	0	4.2	76.3
〃	June 16 (+20) 1 spray	5	19	—	—	7.1	0	3.8	78.2
May 13 (−14)	1 spray (10 days after full bloom)	5	25	20.2	0.85	72.7	0	0.3	1.2
May 13 (−14)	1 spray (20 days after full bloom)	5	25	20.7	0.88	78.4	0	1.2	0.8
May 13 (−14)	2 sprays (June 6, 16)	5	25	19.8	0.90	72.2	0	1.4	0.3
May 13 (−14)	4 sprays (June 6, 16, 23, July 1)	5	25	19.4	0.87	92.2	0	1.0	0.9
May 13 (−14) Dipping	1 dipping (20 days after full bloom)	5	25	20.5	0.94	88.4	0	1.0	1.4
Control (Airrpl-op 100 ppm)		5	18	10.1	2.32	4.6	0.7	2.8	67.2
Untreated		5	25	10.0	2.26	0.8	0	4.8	79.2
Untreated (Date of harvest, Aug. 13)		5	25	20.4	0.76	—	—	—	—
Significant difference at 5%				3.89	0.072	9.52	0.95	1.09	6.16

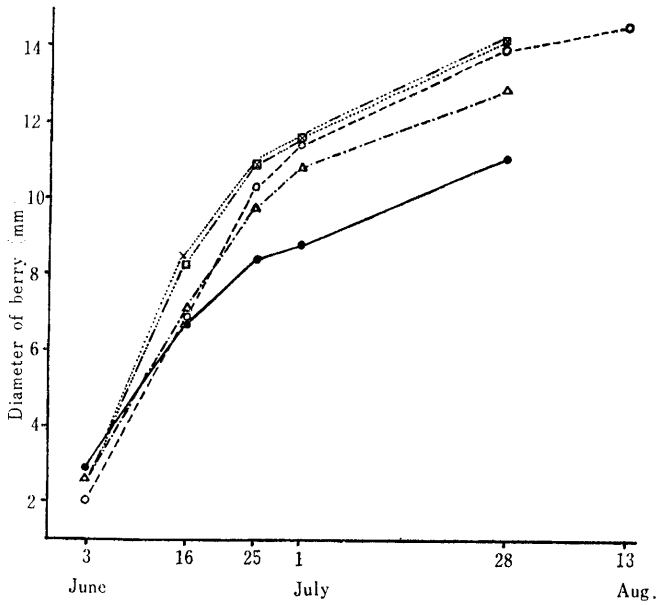


Fig. 1. Growth of the seedless berries in Delaware grape treated with gibberellin (1960).

All the plots were treated on May 13, and then treated none(●), once (△), twice (×), or four times (□), postbloom treatment, respectively ○, untreated control.

Table 19. Practical data of comparison between sprayings and dippings. (Delaware, 1960)

Treatment		Av. data for 50 flower clusters		Total requirement with 12,000 flower cluaters from 10a	
		Quantity of used gibberellin solution (cc)	Period necessary for treatment (min.)	Quantity of gibberellin solution (*l*)	Period of treatment (hrs)
Sprayed	Prebloom	57	12	13.7	48
	Postbloom	100	15	24.0	60
	Total	157	27	37.7	108
Dipped	Prebloom	23.2	6	5.6	24
	Postbloom	59	10	14.2	40
	Total	82.2	16	19.8	64

15, 16).

（iv）無核果粒の成熟について

GB 処理無核果粒の成熟においても前年度と同様に著しい促進を示めした．すなわち，着色開始期では6日間，着色完了期では21日間，さらに収穫期においても 16 日間それぞれ無処理にくらべ早くなつた (Table 9)．果粒に対する成熟期の判定は外観的には果粒の着色程度からの果色熟度と，糖度および酸度など果汁成分量の変化からみた果肉熟度の両面からなされるが，GB 処理区における果穂中の有核果粒および無核果粒の着色状態ならびに糖度，酸度は Table 18 の通りである．

これによると，既に無核果粒は着色をほとんど完了しているが，有核果粒では GB 処理による着色の促進は認められず，また，糖度および酸度においても，対照および無処理区の有核果粒にくらべて，GB 処理無核果粒は成熟が進み7月28日には無処理収穫期（8月13日）における果肉と等しい成熟状態に達していることが確認される．

（v）実用的処理法としての散布法と浸漬法との比較

散布処理は GB 50 ppm 水溶液をハンドスプレーヤーにて開花前と開花後とにそれぞれ2回づつ処理部位（幼花穂および幼果穂）へ散布することとし，浸漬処理では容器の GB 100 ppm 水溶液へ開花前と開花後にそれぞれ1回ずつ処理部位を浸漬する方法である．これら両処理法の実用的効果についての比較を試みたところ，両処理間に有意な差異を認めることはできなかつた (Tables 16～18, Figs. 24, 27)．その際の単純な経済的比較の結果は Table 19 の如くである．すなわち，浸漬処理法が実用的にはより有利である．

実用的処理基準としては，以上の実験結果から開花期の 15日以前に GB 100 ppm 水溶液（展着剤 Airrol-op 100 ppm 加用）に幼花穂を1回浸漬処理して無核果粒の形成を促がし，次には開花期の 10 日後にさらに1回果穂を同様に浸漬処理することにより，無核果粒の肥大をはかることを提唱しうると考えた．

4）1961 年より 1964 年までの実験

デラウエア品種に限り種なしブドウを生産する GB の実用的処理基準を上記の如く暫定的に設定できたが，この方法を直ちに広大な面積に適用実施するため，さらに詳細な検討をおこなう必要があろう．1961 年度には，その上，上記の実用的処理試験を本学附属農場のデラウエア品種 10 アールに対して実施した．

さらに 1962 年以降はこれを 10 アールに拡大して検討を行なつた．その結果を記述しよう．

（i）開花前の適正な処理期については，おおよそ開花 10 日前から 20 日前までの期間がえらばれれば，90％以上の無核果粒の形成を導きうると考えられたが，さらに収穫果穂の長さ，果粒の着生密度および品質などの点からより優良な種なしブドウ生産を確保するため，まず，開花 15 日前処理区と 20 日前処理区との比較検討を行なつた．

1961 年の実験でも，開花 18 日前処理区の果穂長は開花 13 日前処理区のものにくらべて著しく有意な増加を示したが (Table 20, Fig. 2)，1962 年の実験では，それまでの実験とは著しく異なる結果が現われている．すなわち，開花 23日前処理区の果穂長は 140.4 mm が，開花 19日前処理区は 145.2 mm に，さらに開花 13日前処理区では 151.4 mm に増大した．また，果穂重，着生果粒数，無核果粒径および果粒重などについても同様な結果をえた (Tables 21, 25)．これらの結果より，開花 15 日前が処理適期と考えられよう．

（ii）開花後処理の適正化では開花 10 日後の処理がさらに検討されるべきであるが，1961 年の結果では開花 9 日後の処理果穂重 (109.4 g) が開花 5 日後 (98.4 g) や開花 18 日後 (89.6 g) のものより有意的に大きく (Table 20)，1962 年の結果ではむしろ開花

Table 20. Effect of gibberellin application on the fruiting in Delaware grape. (Observed on July 28, 1961)

Date of dipping		Number of trees used	Number of fruit clusters used	Av. length of fruit clusters	Av. weight of fruit clusters	Number of seedless berries per cluster	Number of seeded berries per cluster	Percentage of seedless berries (%)	Seedless berries containing	
Prebloom treatment	Postbloom treatment								Soluble solids (%)	Total acid as tartaric (%)
May 5 (−18)	1 dipping (9 days after full bloom)	5	25	138.0	103.1	75.9	0.1	99.9	21.7	0.61
May 10 (−13)	None	5	25	112.4	30.8	88.6	1.7	98.1	23.1	0.59
May 13 (−13)	1 dipping (5 days after full bloom)	5	25	120.1	98.4	98.0	1.8	98.2	22.2	0.55
May 10 (−13)	1 dipping (9 days after full bloom)	5	25	118.6	109.4	95.2	1.5	97.4	21.7	0.62
May 10 (−13)	1 dipping (18 days after full bloom)	5	25	119.8	89.6	87.7	3.0	96.6	22.2	0.57
May 10 (−13)	2 dippings (June 1, 10)	5	25	119.6	133.4	94.7	1.2	98.7	21.0	0.59
May 10 (−13)	4 dippings (June 1, 10, 17, 24)	5	25	117.1	131.2	91.7	0.8	99.1	20.3	0.63
Control (only Airrpl-op 100 ppm)		5	25	96.4	60.7	1.6	47.7	3.2	12.6	1.56
Untreated		5	25	103.3	89.1	0	72.4	0	11.6	1.91
Untreated (Date of harvest, Aug. 14)		5	25	114.4	141.8	2.0	97.6	2.0	18.7	0.44
Significant difference at 5 %				6.00	18.05	9.83	4.78	7.11	0.45	0.113

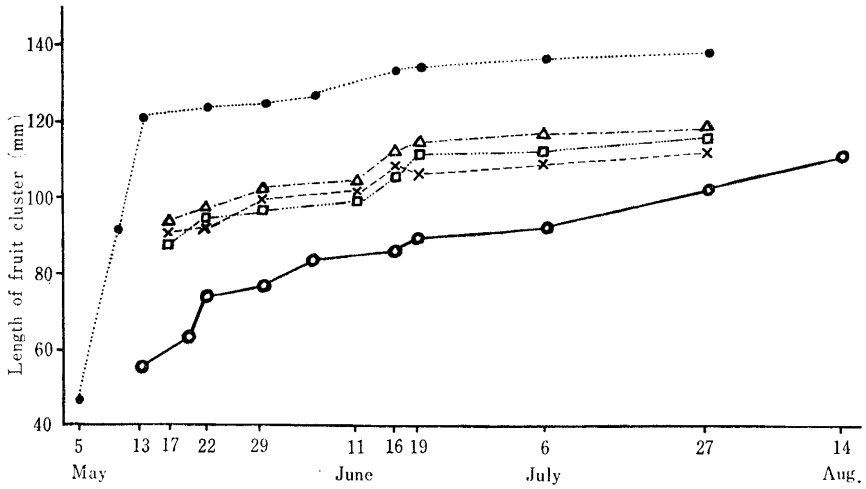


Fig. 2. Growth of fruit clusters in Delaware grape treated with gibberellin (1961).

● : Sprayed on May 5, and then sprayed once again as postbloom treatment. All the plots were sprayed on May 10, and then sprayed none (×), once (△), or four times (□), postbloom treatment, respectively

○ : Untreated control.

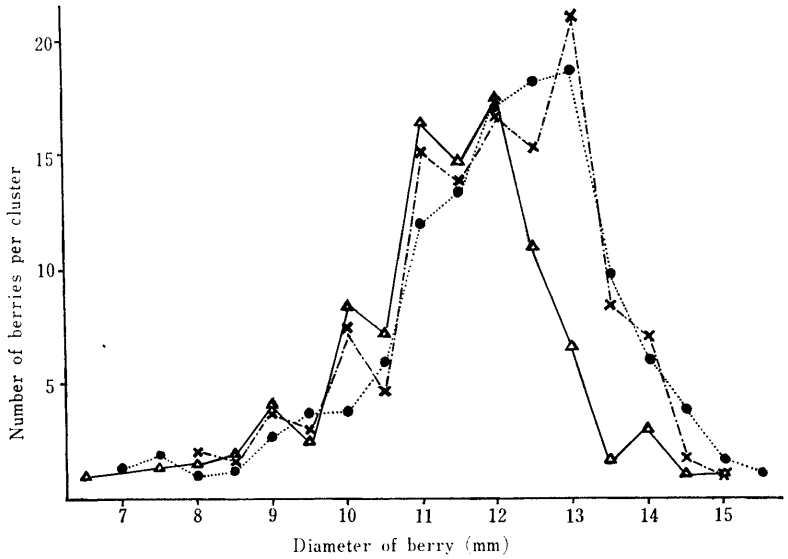


Fig. 3. Frequency distribution of berry sizes in Delaware clusters treated with gidderellin (1962).

All the plots were dipped on May 10, and then dipped once again on the 6th day (dotted line), 10th day (chain line), or 20th day (full line) after full bloom.

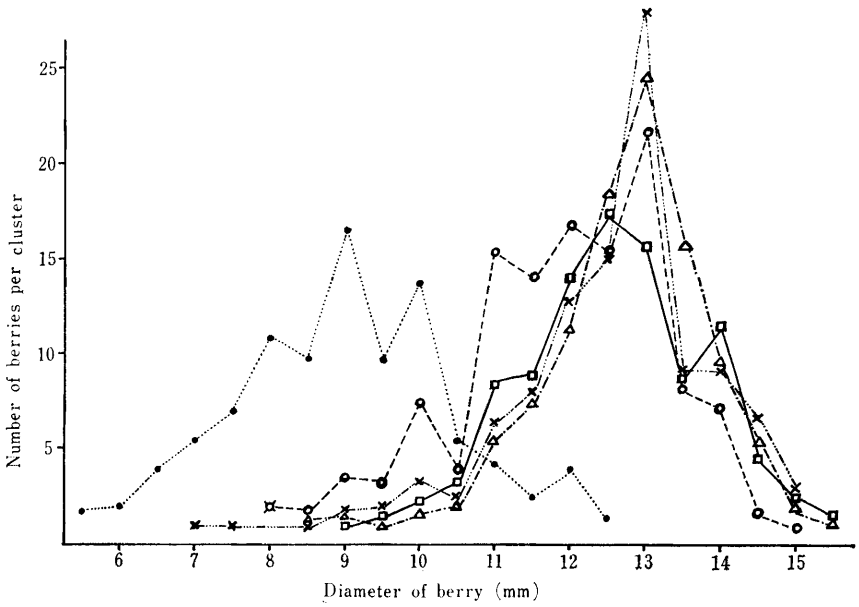


Fig. 4. Frequency distribution of berry sizes in Delaware clusters treated with gibberellin (1962).

All the plots were dipped on May 10, and then dipped none (●), once (○), twice (△), or four times (×), postbloom treatment, respectively [□], untreated control.

Table 21. Effect of gibberellin application on the fruiting in Delaware grape treated with gibberellin. (Observed on Aug. 8, 1962)

Date of dipping treatment		Number of trees used	Number of fruit clusters used	Av. length of fruit cluster (mm)	Av. weight of fruit cluster (g)	Number of seedless berries per cluster	Number of seeded berries per cluster	Percentage of seedless berries (%)	Seedless-berries contained	
Prebloom (Days before full bloom)	Postbloom								Soluble solids (%)	Total acid as tartaric (%)
May 6 (−23)	1 dipping (10 days after full bloom)	5	24	140.4	133.9	102.9	7.7	93.0	20.5	0.44
May 10 (−19)	None	5	25	131.3	54.4	92.5	3.5	96.4	21.0	0.41
May 10 (−19)	1 dipping (6 days after full bloom)	5	25	149.6	146.5	107.7	3.3	97.0	20.1	0.39
May 10 (−19)	1 dipping (10 days after full bloom)	5	25	145.2	137.9	105.5	3.9	96.5	20.1	0.42
May 10 (−19)	1 dipping (20 days after full bloom)	5	23	138.0	100.7	90.7	2.3	97.5	20.3	0.44
May 10 (−19)	2 dippings (June 8, 18)	5	25	150.7	149.2	100.3	2.1	97.9	19.9	0.44
May 10 (−19)	4 dippings (June 8, 18, 26, July 2)	5	25	149.6	154.2	102.6	3.8	95.2	19.4	0.55
May 29 (0)	1 dipping (10 days after full bloom)	5	25	125.8	139.9	47.5	54.5	46.6	21.3 seedless 16.4 seeded	0.55 seedless 0.56 seeded
Control only (Airrpl-op 100 ppm)		5	26	120.8	129.1	0	84.8	0	13.8	0.73
Untreated		5	25	124.8	128.4	0.04	94.8	0.04	13.5	0.77
Significant difference at 5 %				6.49	14.00	9.80	4.41	22.0	0.45	0.05

後の処理が早いほど果穂重は有意的に重くなつている (Table 21). 無核果粒径や果粒重においても同様な傾向が見られた (Table 22, Fig. 3). さらに, この年の無核果粒の肥大は無処理有核果粒に比べてまつたく遜色のないことが果粒調査から明らかである (Fig. 4).

次に開花後の処理回数については, 一応回数の増加に比例した肥大の効果が認められてきたが, 1961年も開花9日後の1回処理に比べて, 2回および4回処理はともに有意な増加を示しており (Table 20, Figs. 5, 6), 1962年でも肥大1回処理果穂重が 137.9 g で, 2回処理は 149.2 g, 4回処理では 154.2 g と次第に増加している. 果粒径や果粒重についても同様な結果がえられた (Tables 21, 22, Fig. 4).

一般に処理回数の増加に比例した肥大効果が認められたが, 開花後の肥大処理区と対照無処理区との間に見られるほどの肥大効果は肥大1回, 2回および4回の各処理区相互間には認められなかつた.

(iii) GB 処理無核果粒の成熟は一般に著しく促進されるが, 果粒の着色成熟に比べて果肉成熟が常に遅れるので, 成熟に伴う糖度と酸度の経時的変化を見ると, GB 処理, 無核果粒は無処理有核果粒にくらべて糖度において約22日間, 酸間では15日間ほど早まつた果肉成熟への漸進的移行が見られる (Fig. 7). しかし, 果粒の着色熟度から見て, GB 無核果粒の糖度に対する酸度の割合が無処理有核果粒におけるよりも高率であるため, 着色成熟の初期においては酸味を強く感ずることとなつた.

(iv) GB 処理無核果穂には無核果粒の着生頻度が著しく増加することを 1959年の実験で指摘したが (Table 12), その後は年次により多少の増減はあつたが, やはり, GB 処理無核果穂においては着生果粒数の増加の傾向が見られた. また, 1960年より 1963年に至る実験結果の集計からも着生果粒数が有意的に増

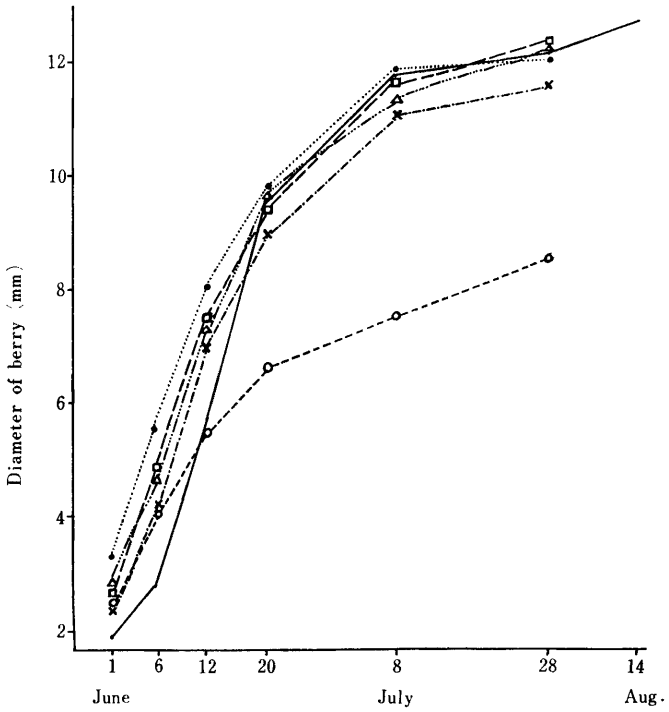


Fig. 5. Growth of seedless berries in Delaware grape treated with gibberellin (1961).

● : Dipped on May 5 (18 days before full bloom), and dipped once again on the 9th day after full bloom. All the plots were dipped on May 10, and then dipped none (○), once (×), twice (△), or four times (□), postbloom treatment, respectively Full line : Untreated control.

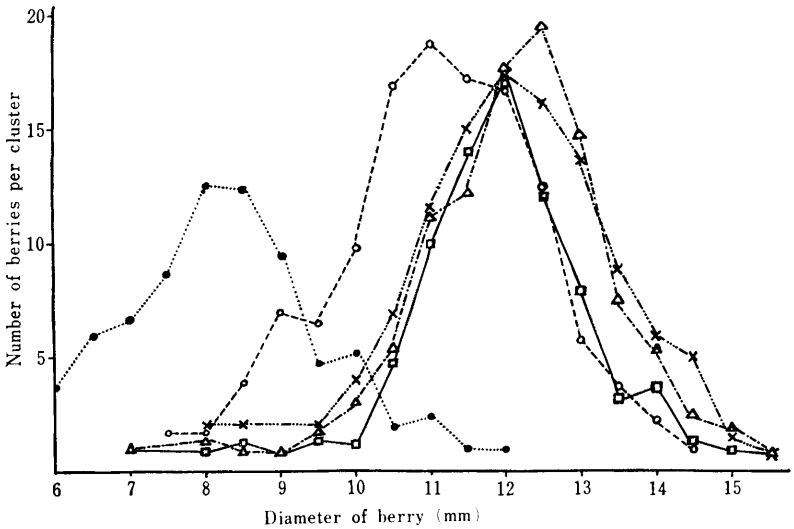


Fig. 6. Frequency distribution of berry sizes in Delaware clusters treated with gibberellin (1961).

All the plots were dipped on May 10, and then dipped none (●), once (○), twice (×), or four times (△), postbloom treatment, respectively Full line : Untreated control.

Table 22. Effect of gibberellin application on the berries in Delaware grape. (Observed on Aug. 29, 1962)

Date of dipping treatment		Number of trees used	Number of fruit clusters used	Experimental plot				Practical plot		
				Seedless berries		Seeded berries		Seedless berries		
Prebloom (Days before full bloom)	Postbloom			Diameter (mm)	Weight of 50 berries (g)	Diameter (mm)	Weight of 10 berries (g)	Number of fruit clusters used	Diameter (mm)	Weight of 50 berries (g)
May 6 (−23)	1 dipping (10 days after full bloom)	5	24	11.8	56.4	13.3	16.1	—	—	—
May 10 (−19)	None	5	25	9.4	30.2	13.4	16.4	—	—	—
May 10 (−19)	1 dipping (6 days after full bloom)	5	25	12.7	68.5	13.5	17.7	24	12.7	67.9
May 10 (−19)	1 dipping (10 days after full bloom)	5	25	12.4	62.2	13.1	15.2	25	12.7	73.8
May 10 (−19)	1 dipping (20 days after full bloom)	5	23	11.7	52.6	14.2	18.5	24	12.8	70.2
May 10 (−19)	2 dippings (June 8, 18)	5	25	12.9	72.1	13.6	17.2	25	13.1	82.8
May 10 (−19)	4 dippings (June 8, 18, 26, July 2)	5	25	12.7	69.7	14.0	18.8	24	13.0	75.0
May 29 (0)	1 dipping (10 days after full bloom)	5	25	10.5	43.9	13.8	17.4	—	—	—
Control (Airrpl-op 100 ppm)		5	26	—	—	12.7	14.1	—	—	—
Untreated		5	25	—	—	12.8	14.5	—	—	—
Significant difference at 5%				0.43	10.94	0.32	0.98	—	0.63	8.61

Table 23. Increase of number of seedless berries set per fruit cluster in Delaware grape induced by gibberellin treatment.

Treatment	Experimental year	Number of Experimental plots	Total	Number of fruit clusters examined	Total	Av. number of berries set per cluster
Treated	1960	5	25	125	618	89.9
	1961	6		150		
	1962	11		269		
	1963	3		74		
Control and untreated	1960	3	10	67	248	71.8
	1961	3		75		
	1962	2		51		
	1963	2		50		
Significant difference	at 5%					12.51
	at 1%					16.80

加していることが明らかとなつた (Table 23). さらに，デラウエア品種における開花前の1花穂当りの着生花蕾数を見ると，Table 24 の如くであつた．これらの比較から，1花穂当りの着生花蕾のうち，無処理の場合には，約3分の1程度が果粒として発育するに対し，GB 処理では約2分の1から3分の2の花蕾が無核果粒として発育する計算となつた．

5）実用的処理成績とその考察

九州大学附属農場で実施した 1962年の実用化試験では品質，収量ともにはなはだ優秀な種なしブドウの

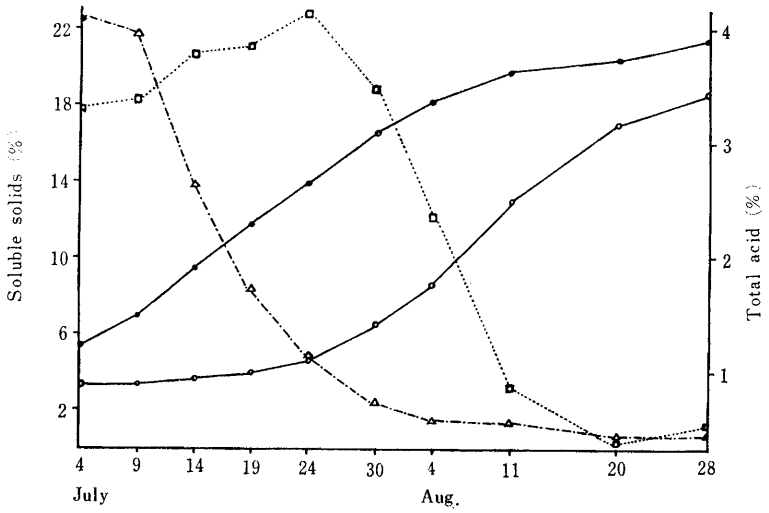


Fig. 7. Seasonal changes of amounts of both soluble solids and total acid in Delaware fruit clusters treated with and without gibberellin during period from July 4 to Aug. 28.

● : Soluble solids of gibberellin seedless berries.
( ) : Soluble solids of normal seeded berries.
| | : Total acid of normal seeded berries.
△ : Total acid of gibberellin seedless berries.

Table 24. Average number of flowerlets developed on the 2nd young flower cluster (Delaware).

Experimental year	Age of trees used	Number of trees used	Number of flower clusters used	Av. number of flowerlets per cluster
1960	13	5	10	199.3±5.20*
1962	15	5	25	198.7±4.14
1962	9	5	25	207.2±5.64

* standard errors.

生産が見られたが，さらにこれらは無処理有核果穂（対照）に比べても著しくすぐれていた（Tables 21, 25, Figs. 29, 30）．かくの如き素晴らしい種なしブドウの生産が導かれたのはGBの適期処理が成功した他に，環境条件はもとより，ブドウ樹自体の栄養状態が十分に満足すべきものであつたためと考えられる．

1963年は前年度と全く対蹠的で特異な現象として，GB処理果穂に多数の未発育果粒と異常落果の発生が指摘され，着生果粒数の著しい減少に基づく貧弱果穂の生成が顕著となつた（Table 26）．

このようなGB処理種なしブドウの生産の不況は同年10月25日開催の日本ジベレリン研究会の報告によつても，この種の不況が大阪以西の栽培地域に同年は広く発生していることが明らかにされた．この原因について考察するに，必らずしもGB処理上の欠陥が直接原因とは考えられず，むしろ樹自体の栄養生理的異常に基づくものと考えられたので，まず，1960年から1964年の5カ年にわたる開花前（4月）から結実（7月）までの半旬別気象，すなわち，平均気温，湿度，降水量および日照時間についての季節的推移をみるとFigs. 8～11の如くである（福岡気象台資料）．これによると，1963年の気温には異常を認めないが，湿度，降水量では4月中旬より5月の開花期にかけて，過去3カ年におけるよりも極めて高く，また日照時間においては著しい減少を示した．さらに，デラウエア品種の開花期前後の日照を詳細にみると，4月6日より6月19日までの75日間における1日1時間日照以下の日数はTable 27の如くである．すなわち，1963年度の1時間日照以下の日数は他の4カ年のいずれの場合よりも多く，2倍以上となつている．このような異常気象が種なしブドウの生産の不況と何らの関連があるものと考えられたが，おそらく，その他にも，少

Table 25. Effect of gibberellin application of practical scale on the fruiting in Delaware grape. (Observed on Aug. 10, 1962)

Date of dipping		Number of trees used	Number of fruit clusters used	Av. length of fruit clusters (mm)	Av. weight of fruit clueters (g)	Number of seedless berries per cluster	Number of seeded berries per cluster	Percentage of seedless berries (%)	Seedless-berries contained	
Prebloom treatment (Days bofore full bloom)	Postbloom treatment								Soluble solids (%)	Total acid as tartaric (%)
May 16 (−13)	1 dipping (6 days after full bloom)	5	24	153.9	165.9	116.5	0.8	99.3	17.4	0.46
May 16 (−13)	1 dipping (10 days after full bloom)	5	25	151.4	164.4	117.8	0.6	99.5	19.0	0.48
May 16 (−13)	1 dippiog (20 days after full bloom)	5	24	147.9	152.2	109.0	1.3	98.8	17.1	0.52
May 16 (−13)	2 dippings (June 8, 18)	5	25	146.4	163.7	105.0	0.6	99.4	17.9	0.51
May 16 (−13)	4 dippings (June 8, 18, 26, July 2)	5	24	150.6	164.5	105.0	1.3	98.9	16.5	0.50
Significant difference at 5 %				13.02	26.84	18.31	1.40	15.88	1.26	0.061

Table 26. Effect of gibberellin application of practical scale on the fruiting in Delaware grape.

Item		1963			1964		
		Treated	Untreated	Significant difference at 5 %	Treated	Untreated	Significant difference at 5 %
Number of trees used		5	5	—	5	5	—
Number of fruit clusters		25	25	—	25	25	—
Av. length of fruit cluster (mm)		106.6	95.1	9.00	112	90	0.51
Av. weight of fruit cluster (g)		100.3	92.7	17.10	123.0	58.2	2.32
Number of seedless berries per cluster		55.5	1.7	9.15	94.4	26.4	2.26
Number of seeded berries per cluster		3.6	52.7	9.00	1.1	30.0	2.23
Percentage of seedless berries (%)		94.0	2.8	17.90	98.5	41.2	4.63
Av. diameter of berries (mm)		—	—	—	12.0	13.2	1.41
Soluble solids	Seedless (%)	20.5	25.3	1.52	19.7	—	1.64
	Seeded (%)	18.6	16.8	0.70	—	15.4	
Total acid as tartaric	Seedless (%)	0.70	0.77	0.066	0.63	—	0.32
	Seeded (%)	0.57	1.01	0.158	—	1.08	

Table 27. Number of the cloudy days having less than an hour of sunshine per day during period from April 6 through June 19.

Year	Number of days
1960	17
1961	18
1962	19
1963	47
1964	20

なくとも樹体内養分の不調がある期間継続していたことも関連があろうとみなされた．なお前記の Table 9 はデラウエア品種に対する年次別無処理開花期を示し，それら開花期の推移と平均気温（Fig. 8）のそれとを比較すると，1960，1961 および 1963 年には開花 12 日前，18 日前および 15 日前には気温がそれぞれ 20°C 近くに達した．開花期もそれぞれ 5 月 27 日，5 月 23 日および 5 月 25 日であつた．開花期が著しく遅

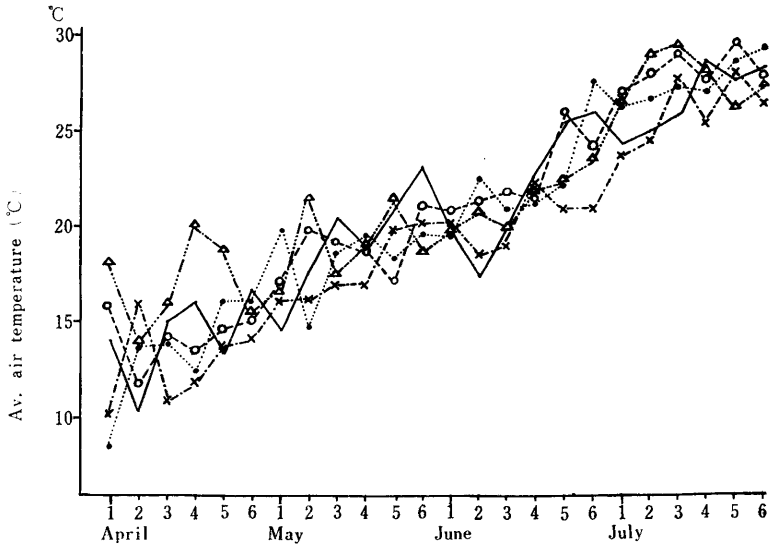


Fig. 8. Seasonal change of average air temperature during the period from April to July, throughout the half-decade of 1960～1964.

N. B. ●……● 1960, ○------○ 1961, ×-·-·-× 1962, —— 1963, △-·····△ 1964.

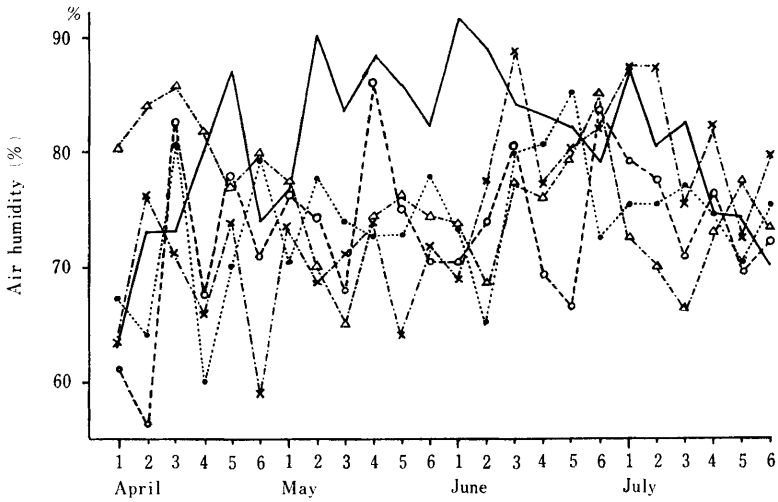


Fig. 9. Seasonal change of the relative air humidity during the period from April to July, throughout the half-decade of 1960～1964.

●, ○, ×, —, △ : See the footnote in Fig. 8.

れた1962年には気温も徐々に上昇して，5月20日（開花10日前）頃20°Cに達し，開花期は5月29日であつた．これに反し，1964年はすでに4月20日頃には気温は20°C近くに上昇し，その後一時低下したが再び5月5日頃20°Cをこえ，開花期は著しく促進されて5月15日となつた（Fig. 12）．かくの如く，開花前の気温が20°C近くに達する時期と，その後の気温の推移とにより開花期の大よその推定ができるものと思う．また最近ではGB浸漬処理をさらに省力化する方法が問題となり，散布処理の実用化試験が各地で実施されるようになつた．著者が実施したGB低濃度での散布処理はGB濃度を10 ppmおよび20 ppm（展着剤加用）とし，開花前に2回電気スプレヤーにて花穂をふくむ結果枝の全面に散布し，開花後の肥大処理として同液を1回果穂に散布した．散布量は一応浸漬処理の5倍液量としたが，この程度のGB散布では新梢

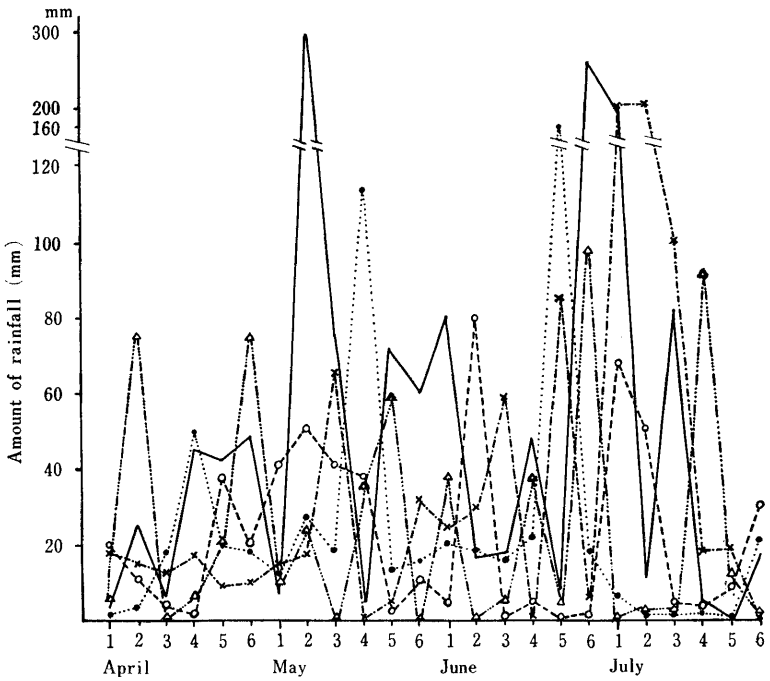


Fig. 10. Seasonal change of the amount of rainfall during the period from April to July, throughout the half-decade of 1960～1964.

●, ○, ×, —, △ : See the footnote in Fig. 8.

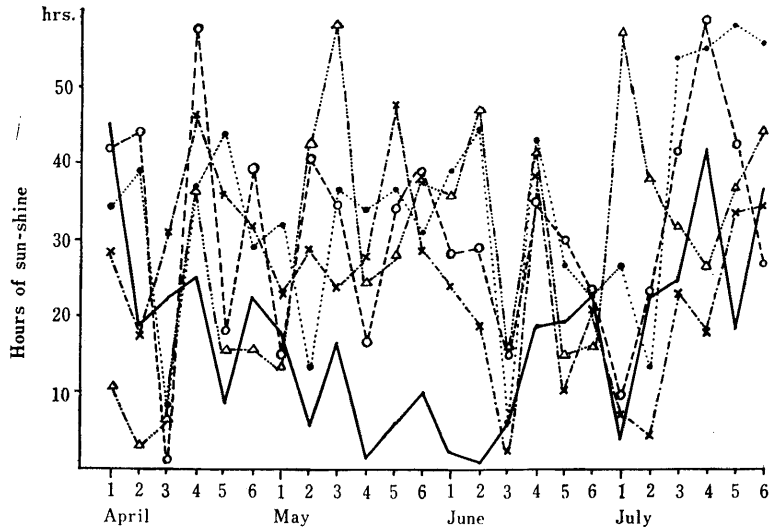


Fig. 11. Seasonal change of hours of sun-shine during the period from April to July, throughout the half-decade of 1960～1964.

●, ○, ×, —, △ : See the footnote in Fig. 8.

および新葉に薬害を現わさなかつた．これらの実験結果を Table 28 に要約している．これによると，無核果形成率は意外に低く，GB 10 ppm 散布区は 46.7% で，20 ppm 散布区でも 58.0%に過ぎなかつた．これらを 100 ppm 浸漬標準処理区の 94.2%に比較すれば著しく低率であり，この程度の無核果粒の形成では実用化は望めない．1964 年の気温は Fig. 12 に示したが，4月20日 20°C 近くにまで上昇して，デラウエ

Table 28. Effect of gibberellin spraying of the fruiting vines on the fruit growing of Delaware grape. (Observed on Aug. 5, 1963)

Treatment (Conc. of gibberellin)	Number of trees used	Number of fruit clusters used	Av. length of fruit cluster (mm)	Av. weigth of fruit cluster (g)	Av. number of berries per cluster		Percentage of seedless berries (%)
					Seeded	Seedless	
Sprayed (10 ppm)	5	25	91.2	73.0	23.6	20.8	46.7
Sprayed (20 ppm)	5	25	88.1	60.7	20.8	27.2	58.0
Dipped (100 ppm)	5	25	100.4	77.2	2.1	40.2	94.2
Control (Airrpl-op 100 ppm)	5	17	87.4	84.3	51.0	1.4	2.6
Untreated	5	25	97.5	106.6	62.0	0.8	1.4
Significant difference at 5%			2.07	3.45	7.37	7.00	3.27

Treatment (Conc. of gibberellin)	Av. diameter of berries		Av. weight of berries per 30 berries		Soluble solids		Total acid as tartaric	
	Seeded (mm)	Seedless (mm)	Seeded (g)	Seedless (g)	Seeded	Seedless	Seeded	Seedless
Sprayed (10 ppm)	12.1	9.5	96.1	51.1	18.0	22.2	0.87	0.75
Sprayed (20 ppm)	13.1	10.5	92.0	50.6	18.1	22.1	0.90	0.79
Dipped (100 ppm)	14.1	12.1	100.1	78.6	18.4	20.6	0.90	0.77
Control (Airrol-op 100 ppm)	12.3	2.9	81.2	11.8	17.0	26.7	1.08	—
Untreated	13.0	3.9	90.1	15.60	17.8	24.6	0.82	—
Significant difference at 5%		1.48	7.01	6.31	1.38	1.47	0.10	0.08

Table 29. Number of berries pushed out of the seedless berries which compose fruit clusters obtained by gibberellin treatment (Delaware). (Observed on July 25, 1964)

Frequency of pushed out berries	Number of fruit clusters used	Av. number of berries pushed out of each cluster	Av. number of berry set per each cluster	Percentage of pushed out berries (%)
severe	25	44.9	56.9	43.6
Slight	25	9.8	70.6	13.9
None	25	0.9	54.4	4.8
Significant difference at 5%		21.3	34.0	28.9

ア品種の新梢は急激に伸長を開始したが，その後気温は低下して生長は一時停止した．5月5日頃再び気温は 20°C を超えた．かくの如き気温の変化（Fig. 12）は結果枝の伸長に著しい不揃いを生じ，花穂の生長もまた同様で，1花穂内の開花の遅速も著しく，開花期の設定が極めて困難となつた．したがつて，開花前処理は適期から6日間遅れた処理となり，無核果穂に著しい押し出し果粒を発生する結果となつた（Table 29, Fig. 31).

この現象は一般に無処理の有核果穂において常時発生を見たもので，著者の GB 処理実験は実はこの問題を解決するのが初期の動機であつた．この現象は明らかに GB 処理によるセット果粒数の増加と果穂軸の伸長生長との間の不均衡に基づくものであつて，たとえ個々の無核果粒が有核果粒の大きさにまで肥大しなくても，着生果粒数の増加に応じた果穂軸の伸長増加が伴なわない限り，いわゆる押出し果粒の発生は避けられないものと考えられる．かかる理由により，開花前の GB 処理が開花10日前以内で，無核果粒の形成はたとえ十分であつても，果穂軸の伸長が不足であれば押し出し果粒の増加がおこる．開花前の GB 処理期の必要条件は無核果粒の実用的形成の他に着生果粒数の増

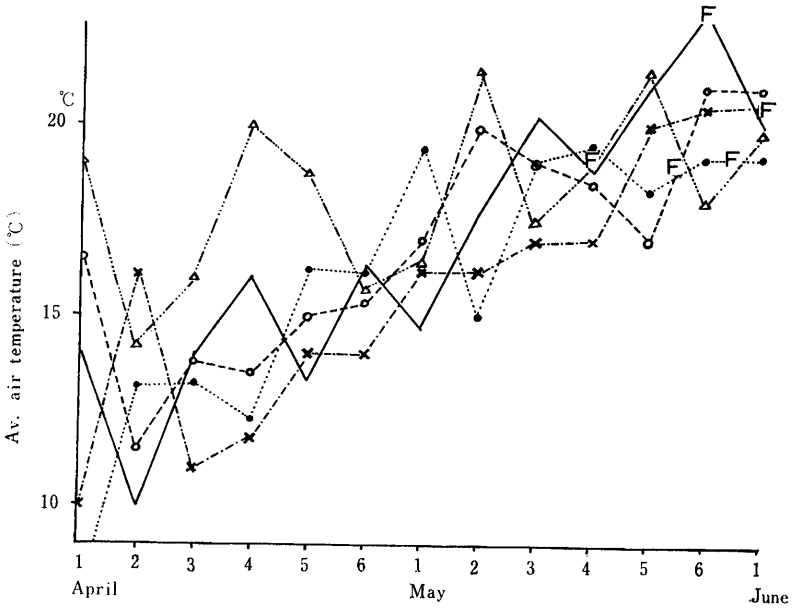


Fig. 12. Relationship between the average air temprature throughout the half-decade of 1960～1964 and respective dates of the full bloom.

F : Denoted dates of the full bloom on May 27, 1960 ; May 23, 1961 ; May 29, 1962 ; May 25, 1963 ; and May 15, 1964.
●, ○, ×, −, △ : See the footnote in Fig. 8.

加に応じた果穂軸の伸長増加が得られることである．これはまたブドウの穂形に対する商品性を維持する点からも重要なことである．その他の特異点としては原因は明らかでないが，無処理果穂にも著しく無核果粒が形成されたことである（Table 26）．

以上は 1962年から3カ年間の実用的種なしブドウの生産実績であるが，これによると 1960年に設定した暫定的な実用的処理基準はそのままで適切な処理方法であつたといえよう．なお，GB 処理が正しく行なわれても，種なしブドウの実用生産にはブドウ樹体の日常の周到な栽培管理が実施されることが前提で，その上に気象条件が好適であることが必要条件となる．これらの諸条件が満されない場合には発現の程度に差異こそあれ，果穂の伸長と無核果形成率の低下，着生果粒数と果粒肥大の減少および成熟の遅延など GB 処理の経済的効果は致命的に削減を受けるであろう．したがつて慣行の肥培管理をさらに検討して，ブドウ樹自体を強勢にして経済的生産能力を高めることが先決である．しかし，GB 処理の完全な実施に対して，なお困難な問題は無核果粒形成のためおよび果穂の伸長程度を決める開花前 15日前後の処理適期の推定であるが，現在では幼花穂の発育容姿と開花前の気温 20℃への上昇期がこの処理期を判定する重要な要因と考えられる．

次に GB 処理の実施にあたつて，花穂各部へ十分に GB 水溶液が展着浸潤するように，付着の気泡を完全に取除く注意が肝要である．開花後の肥大処理期は開花後10日目よりも早い方が効果は大きく，処理回数も普通1回で十分であり，回数増加の効果は小さい．さらに GB 処理直後の降雨の影響については2，3の研究者の報告がある．板倉ら（1965）によれば，開花前処理に対して無核果形成率の低下が実用的に許される範囲内の経過時間限界は少なくとも約 20時間であるとし，開花後の肥大処理では少なくとも8時間とし，これらの時間経過後の降雨は何ら影響がないことを確かめている．

(2) キャンベル・アーリー品種の実験

1）1960，1963 年の実験

1959年の予備実験で，デラウエア品種とほぼ同様に果穂の伸長増加と無核果粒の形成を見たので，さらに詳細な実験をデラウエア品種と全く同じ方法で実施した．以下その実験結果の概要を述べよう．

（i）果穂の伸長増加について

GB 処理による花穂の伸長促進効果はデラウエア品

Table 30. Elongating growth of flower clustere in Campbell-Early grape treated with gibberellin (1960).

Treatment Date (Days before full bloom)	Number of trees used	Number of fruit clusters used	Av. length of flower clusters before treatment (cm)	Av. length of flower clusters after treatment (cm)	Increase in length (Percentage) (cm)
May 3 (−22)	5	25	3.8±0.95* (May 3)	12.8±3.79* (May 14)	9.04 (299)
Untreated	5	25		6.8±1.34 (May 14)	3.02 (100)
May 12 (−13)	5	25	6.8±1.34 (May 14)	14.0±3.07 (May 28)	7.23 (211)
Untreated	5	25		10.2±2.50 (May 28)	3.38 (100)

* standard errors.

Table 31. Effect of gibberellin application on the fruiting in Campbell-Early grape. (Observed on July 24, 1960)

Spraying treatment: Date of prebloom (Days before full bloom)	Spraying treatment: Postbloom	Number of trees used	Number of fruit clusters used	Av. length of fruit clusters (mm)	Av. weight of fruit clusters (g)	Number of seedless berries per cluster	Number of seeded berries per cluster	Percentage of seedless berries (%)
May 3 (−22)	None	5	21	158.9	96.8	18.4	17.2	51.7
May 12 (−13)	〃	5	25	148.2	146.9	12.3	31.8	27.9
May 25 (0)	None	5	25	139	165.5	27.9	28.1	49.8
None	June 5 (+11)	5	22	129	239.8	8.1	58.9	12.1
〃	June 16 (+22)	5	20	117	224.8	0.2	57.9	0.3
May 12 (−13)	1 spray (10 days after full bloom)	5	24	131	155.2	14.1	30.3	31.8
May 12 (−13)	1 spray (20 days after full bloom)	5	22	139	131.3	15.9	20.3	43.9
May 12 (−13)	2 sprays (June 4, 14)	5	24	128	167.3	16.7	28.4	37.0
May 12 (−13)	4 sprays (June 4, 14, 20, 28)	5	25	146	154.9	18.3	21.8	45.6
May 12 (−13) Dipping	1 dipping (20 days after full bloom)	5	21	126	120.4	10.9	22.0	33.1
Untreated		5	19	120	203.2	0	54.8	0
Significant difference at 5%				13.3	31.08	7.09	8.78	13.87

種（Tables 3, 4, 15）と全く同じで極めて顕著であつた（Table 30）.

これらの花穂の伸長増加が収穫期（7月23日）の果穂長にどれほどの影響を及ぼしたかについては，5月3日（開花22日前）処理区の果穂長は5月12日（開花13日前）処理のものよりわずかな増加を示しており，これらは無処理果穂長にくらべて有意な増加を現わした（Tables 31）. これはデラウエア品種と同様に，開花前のGB処理が収穫期の果穂長増加にまで影響をおよぼしたことを示すものである.

しかし，この品種の特徴としては，GB処理で伸長した果穂には，デラウエア品種では全然現われなかつた果穂軸の異常な肥大硬化が発生したことである．これはGBが果穂の肥大伸長とともに，果穂軸と果梗の木質部を著しく発達硬化せしめたものと考えられる．とくに著しい場合は肥大硬化した果穂軸の皮部へ縦の亀裂を生じた．この亀裂は時には大きく開裂して，それより折損する果穂も少なくなかつた．このような果梗の異常硬化した果穂では果粒はわずかな振動に対しても，果梗の接着部に果皮と果肉の一部を残して脱落するものが多く現われた（Table 31, Figs. 32, 34).

（ii）無核果粒の形成について

GB（50 ppm）の開花前2回散布処理ではデラウエアの場合にくらべて無核果粒の形成は著しく低率に停り，常に51.7%以下であつた．またGB 100 ppm浸漬1回処理区においても無核果形成率は33.1%に過

Table 32. Effect of gibberellin application on the berries in Campbell-Early grape. (Observed on July 24, 1960)

Spraying treatment		Seedless berries		Coloured seeded berries			Not coloured premature seeded berries		
Date of prebloom (Days before full bloom)	Postbloom	Diameter (mm)	Weight of berry (g)	Diameter (mm)	Weight of berry (g)	Number of seeds per berry	Diameter (mm)	Weight of berry (g)	Number of seeds per berry
May 3 (−22)	None	13.0	1.80	17.4	4.0	2.3	17.0	3.4	2.5
May 12 (−13)	〃	14.8	1.98	19.3	4.3	3.0	18.3	3.7	3.3
May 25 (0)	None	15.4	2.37	18.6	3.9	2.4	18.8	3.9	3.7
None	June 5 (+11)	13.7	1.66	18.0	3.7	3.2	17.4	3.4	3.9
〃	June 16 (+22)	—	—	17.7	3.6	3.1	18.3	3.8	4.2
May 12 (−13)	1 spray (10 days after full bloom)	17.0	3.17	19.7	4.7	2.6	18.0	3.6	2.8
May 12 (−13)	1 spray (20 days after full bloom)	16.6	2.73	19.7	4.5	2.2	18.3	3.5	3.0
May 12 (−13)	2 sprays (June 4, 14)	17.6	3.44	20.0	4.9	2.5	17.9	3.6	3.0
May 12 (−13)	4 sprays (June 4, 14, 20, 28)	17.6	3.36	19.6	4.5	1.7	18.6	3.6	2.7
May 12 (−13) Dipping	1 dipping (20 days after full bloom)	15.6	2.47	19.1	4.3	2.0	18.0	3.6	3.2
Untreated		—	—	18.3	3.7	3.8	17.8	3.1	4.0
Untreated (Date of harvest, Aug. 8)		—	—	20.5	5.1	3.9	—	—	—
Significant difference at 5%		0.65	0.225	0.57	0.24	0.28	0.56	0.24	0.23

Table 33. Effect of gibberellin application on flowering and maturing in Campbell-Early grape.

Experimental year	Treatment			Date of flowering		Date of the first coloured berries		Date of perfectly coloured berries	Date of harvest	
	Date (Days before full bloom)	Conc. of gibberellin (ppm)	Method	Treated	Untreated	Treated	Untreated	Treated	Treated	Untreated
1960	May 12 (−13)	50	4 spray	May 22	May 25	July 8	July 20	July 20	July 24	Aug. 8
1963	〃 13 (−11)	100	2 dipping	〃 22	〃 24	〃 11	〃 22	〃 25	Aug. 4	〃 9

ぎなかつた (Table 31). このように無核果粒形成のための開花前の GB 処理効果は不充分で，この程度では実用化は望めない (Fig. 32).

(iii) 果粒の肥大について

GB 処理区の果穂重は開花後処理のものを除き無処理の果穂重にくらべて有意な減少を示している．これは主として無核果粒径，果粒重ならびに果粒数などの著しい減少に起因するとともに，GB 処理による果穂の硬化が落果数を激増したためとも考えられる．無核果粒に対する開花後処理の肥大効果はデラウエア品種と同様に極めて顕著であつたが，遂に無処理有核果粒の大きさにまでは達しなかつた (Table 32). 次に開花後の肥大処理時期もデラウエア品種におけると同様に開花10日後処理区（6月4日）は20日後区（6月14日）にくらべて肥大効果は優れていた (Fig. 33).

さらに肥大処理回数につれて，回数増加に対する肥大効果は現われており，肥大2回，4回処理は肥大1回処理にくらべて果粒径はわずかに増加したが，肥大2回と同4回処理区の間には回数増加の肥大効果は認められなかつた (Table 32, Fig. 33). 有核果粒についての肥大処理効果は無核果粒におけるほど顕著ではないが，その傾向は認められた．しかしその肥大効果も着色有核果粒の方が未着色のものよりも著しく，またそれらの含有種子数については，GB 処理の着色有

Table 34. Effect of gibberellin application on the coloured maturity in Campbell-Early grape. (Observed on July 24, 1960)

Spraying treatment		Number of seedless berries per cluster		Number of seeded berries per cluster			Date of first colouring of berries	Days of colouring hastened
Date of prebloom (Days before full bloom)	Postbloom	Coloured	Not coloured	Coloured	Not coloured	Percentage of coloured berries (%)		
May 3 (—22)	None	17.0	6.2	11.1	6.1	64.6	July 12	8
May 12 (—13)	〃	10.4	2.0	15.6	16.2	49.1	〃 12	8
May 25 (0)	None	25.1	2.6	6.5	21.6	23.3	〃 11	9
None	June 5 (+11)	6.0	2.0	21.0	38.4	35.4	〃 15	5
〃	June 16 (+22)	0.1	0.1	12.4	45.5	21.4	〃 19	1
May 12 (—13)	1 spray (10 days after full bloom)	14.1	0	27.8	2.7	91.3	〃 6	14
May 12 (—13)	1 spray (20 days after full bloom)	15.0	0.4	12.9	7.4	63.7	〃 8	12
May 12 (—13)	2 sprays (June 4, 14)	16.7	0	22.2	6.2	78.5	〃 6	14
May 12 (—13)	4 sprays (June 4, 14, 20, 28)	18.2	0.1	13.7	8.0	63.1	〃 4	16
May 12 (—13) Dipping	1 dipping (20 days after full bloom)	10.4	0.2	16.7	5.3	75.9	〃 8	12
Untreated		0	0	20.4	34.3	37.2	〃 20	0
Significant difference at 5 %		6.26	2.16	6.34	6.78	13.56	—	—

Table 35. Effect of gibberellin appliation on the content of soluble solids and total acid in Campbell-Early grape. (Observed on July 24, 1960)

Spraying treatment		Soluble solids (%)	Total acid as tartaric (%)
Date of prebloom (Days before full bloom)	Postbloom		
May 3 (—22)	None	14.5	1.56
May 12 (—13)	〃	13.9	1.26
May 25 (0)	None	14.3	1.11
None	June 5 (+11)	14.0	1.17
〃	June 16 (+22)	—	—
May 12 (—13)	1 spray (10 days after full bloom)	14.5	1.04
May 12 (—13)	1 spray (20 days after full bloom)	14.4	1.04
May 12 (—13)	2 sprays (June 4, 14)	14.9	0.96
May 12 (—13)	4 sprays (June 4, 14, 20, 28)	14.4	0.93
May 12 (—13) Dippiog	1 dipping (20 days after full bloom)	15.3	1.08
Untreated (Colored)		9.9	1.82
Untreated (Not colored)		7.4	2.73
Untreated (Date of harvest, Aug. 8)		14.1	0.99
Significant difference at 5 %		0.28	0.058

核果粒が無処理のものにくらべて有意な減少を示した(Table 32).

(iv) 果粒の成熟促進について

GB 処理によつて花穂の開花期はデラウエア品種と同様に促進された. 果粒の成熟促進もまた顕著であつた (Table 33).

まず果粒成熟の前徴である着色開始期をみると, GB 処理回数の多い処理区ほど着色開始が早まつた. 例えば開花後1回処理区は無処理のものに比べて12～14日間も着色開始が促進され, 開花後の4回処理区では16日間着色が早まつた. また無核果粒の未着色数は GB 肥大処理で著しく減少し, これは有核果粒においても, 着色果粒歩合が GB 肥大処理でかなりの有意な増加を示した (Table 34).

果肉の成熟を示す糖度 (%) と酸度 (%) について見ると, GB 処理無核果粒の収穫期 (7月24日) の糖度および酸度は無処理の収穫期 (8月8日) のそれらにほぼ同じ程度の果肉の成熟を示し, 収穫期は15日間促進された (Table 35).

1963年の実験は, 1960年の GB 処理で無核果粒の形成が51.7%以下であり, 実用的種なしブドウの生産に対して, この品種は不適と考えられたが, その他の処理効果, 例えば果穂の伸長増加と果粒の成熟促進などについての実用的価値はなお不明であつたので, これらの諸効果を明らかにするため行なわれた.

1963年の気象は異常であつたため GB 処理効果の現われ方に多少の変異を生じたことはいうまでもない.

果穂の伸長増加については, 1960年の実験では GB が収穫期の果穂を有意的に伸長増加したが, 今回の実験では果穂の明らかな伸長増加は認められなかつた

Table 36. Effect of gibberellin application on the fruiting in Campbell-Early grape. (Observed on Aug. 5, 1963)

Dipping treatment: Date of prebloom (Days before full bloom)	Dipping treatment: Postbloom	Number of trees used	Number of fruit clusters used	Av. length of fruit clusters (mm)	Av. weight of fruit clusters (g)	Av. number of berries per: Seeded	Seedless	Shot
May 13 (−11)	None	5	23	140.5	117.2	31.4	1.1	21.1
May 13 (−11)	1 dipping (9 days after full bloom)	5	23	127.6	94.6	23.2	7.3	18.0
May 13 (−11)	2 dippings (June 2, 9)	5	19	137.2	88.6	17.1	10.7	11.8
May 13 (−13)	4 dippings (June 2, 9, 17, 24)	5	22	134.7	98.3	20.6	9.6	24.8
May 13 (−11) May 18 (− 6)	1 dipping (9 days after full bloom)	5	24	121.3	56.6	11.1	8.1	41.7
Control (Airrpl-op 100 ppm)		5	24	141.1	156.8	43.4	0.4	11.0
Untreated		5	23	131.3	139.7	37.3	0.4	9.8
Significant difference at 5%				2.17	42.45	12.38	6.32	10.94

Dipping treatment: Date of prebloom (Days before full bloom)	Dipping treatment: Postbloom	cluster: total	Percentage of seedless berries (%)	Soluble solids: Seeded (%)	Soluble solids: Seedless (%)	total acid: Seeded (%)	total acid: Seedless (%)
May 13 (−11)	None	53.7	6.5	13.9	15.1	0.60	—
May 13 (−11)	1 dipping (9 days after full bloom)	48.5	29.3	13.6	15.8	0.59	0.52
May 13 (−11)	2 dippings (June 2, 9)	39.7	36.1	12.9	15.0	0.54	0.58
May 13 (−13)	4 dippings (June 2, 9, 17, 24)	56.1	26.8	12.9	13.9	0.53	0.53
May 13 (−11) 〃 18 (− 6)	1 dipping (9 days after full bloom)	61.4	43.8	14.0	15.2	0.60	0.64
Contnol (Airrol-op 100 ppm)		54.8	1.3	12.6	—	0.76	—
Untreated		47.6	1.5	12.9	—	0.80	—
Significant difference at 5%		18.72	20.75	0.90	2.92	0.049	0.230

Table 37. Effect of gibberellin application on the berries in Campbell-Early grape. (Observed on Aug. 5, 1963)

Dipping treatment		Number of trees used	Number of fruit clusters used	Seedless berries		Seeded berries		
Date of prebloom (Days before full bloom)	Postbloom			Diameter (mm)	Weight of 10 berries (g)	Diameter (mm)	Weight of 10 berries (g)	Number of seeds per berry
May 13 (−11)	None	5	23	10.3	11.3	16.3	30.3	2.2
May 13 (−11)	1 dipping (9 days after full bloom)	5	23	10.4	12.8	15.8	36.1	2.2
May 13 (−11)	2 dippings (June 2, 9)	5	19	12.2	15.2	16.9	35.9	2.2
May 13 (−11)	4 dippings (June 2, 9, 17, 24)	5	22	12.0	15.4	17.1	36.6	2.6
May 13 (−11) 〃 18 (− 6)	1 dipping (9 days after full bloom)	5	24	12.0	17.1	16.6	35.2	1.7
Control (Airrpl-op 100 ppm)		5	24	10.5	—	16.9	35.2	2.9
Untreated		5	23	8.2	—	17.3	42.3	2.9
Significant difference at 5 %				3.59	4.25	1.99	5.98	0.48

(Table 36).

果穂軸の異常肥大と硬化は開花前2回処理区の果穂に極めて顕著に現われた (Fig. 35). 一般に GB 処理回数の増加に伴つて肥大硬化が著しく，またその現象は開花前処理において開花後処理よりも一層顕著に現われている.

無核果粒の形成については 1960年の無核果粒率51.7%以下を高めるために開花前処理を2回実施したところ，1回処理に比べて幾分無核果粒の割合は増加したが，結局43.8%に停まつた (Table 36).

この品種の GB 処理果穂の特徴としてデラウエア品種では全く現われなかつた小形果粒（粒径5～6 mm 以下）が未熟の状態で著しく着生することである．この小果粒 (shot-berry) の形成は開花前2回の GB 処理が1回処理にくらべて有意な増加を示し，小果粒の多い果穂ほどの外観は著しく劣悪となつた (Table 36, Fig. 36, 37).

1963年の無核果粒に対する肥大処理の効果は 1960年の実験ほど顕著ではないがわずかにその傾向が見られた (Table 37). また果粒の成熟についても GB 処理無核果粒は無処理のものに比べて有意な促進を示した．有核果粒においても GB 処理でわずかな成熟促進が認められた (Table 37).

論　　議

1. 開花の促進について

著者 (1958) は先にデラウエア品種に対して開花前に花穂の GB 処理がその開花を著しく促進し，その促進効果は開花前処理の早いほど大であることを示したが，Weaver ら (1959 a, b, c, 1960) および Weaver (1960) らも無核品種 "Black Corinth" および "Thompson Seedless" において，開花前の GB 処理がその濃度に比例して萼帽の落下を早め，開花期は3日から4日間促進せられ，また有核品種においても同様な開花の促進を認めている.

わが国における，デラウエア品種の GB 処理実験でも，岸ら (1960 a) は開花前処理の早いほど開花期が促進されるという．また1961年および1962年にはデラウエア生産地の農業試験場が実施した GB 処理応用試験の結果を見ても，開花前15日前後の GB 処理で3日から4日間の開花促進が認められる．その他の品種については，著者 (1959, 1960) はいち早くキャンベル・アーリー，マスカット・オブ・アレキサンドリヤおよびマスカット・ハンブルグなどの品種に対しても同様な開花期の促進を明らかにした．このようにブドウに対する開花前の GB 処理は開花促進の効果が著しく，処理期が早く，処理濃度の高いほど促進効果の大きい傾向が判明している.

2. 果穂軸の伸長増大と異常肥大硬化について

GB は果穂軸の伸長のほかに，品種によつては異常肥大と硬化などの特異な現象を現わした．これはすでに Weaver ら (1950, 1951, 1952) による無核品種 "Black Corinth" および "Thompson Seedless" に対する β-naphthoxypropionic acid および 4-CPA (4-chlorophenoxyacetic acid) の処理実験にも現われている．すなわち，"Thompson Seedless" の如き

はその異常肥大した果穂軸に亀裂を発生し，またこの異常果穂軸は一般に著しく脆弱化しているという．これらとほぼ類似の現象は著者（1960, 1963）のキャンベル・アーリー品種に対する実験にも認められる．Weaver（1958）は無核性品種の GB 処理でも果穂の伸長増大を認め，有核品種でも同様な果穂の伸長増大とその脆弱化を指摘している．しかし，Stewart ら（1958）は "Thompson Seedless" に対する GB 処理では収穫期における果穂の有意な伸長増大を認めなかつたが，その後 Weaver ら（1959 a, b, c, 1961）および Weaver（1960）が無核ならびに有核品種のいずれにおいても，前記のごとく果穂の伸長増大は明らかで GB 処理濃度に比例し，また処理期の早いほど収穫期における果穂の伸長増大は明確であると報じている．わが国の実験でも，岸ら（1960 a），沢田（1961）および板倉ら（1961）によりデラウエア品種の GB 処理は果穂の伸長増大が報告せられている．著者は先に開花前の GB 処理が早いほど花穂の伸長増加が大であることを明らかにし，その後の実験でも，これら花穂の伸長増加が結局収穫期の果穂軸を有意的に伸長増大することを示した．このような GB による果穂の伸長増大が無核果粒の着粒増加にも拘わらずいわゆる押し出し果粒を発生しない原因と認めめられる．

キャンベル・アーリー品種に対する GB 処理では横沢ら（1961），佐藤ら（1961）は著者（1960, 1963）と同様に果穂軸の伸長増大と異常肥大硬化を認め，この異常硬化を板倉ら（1962 c）は組織学的観察から GB が果穂軸の形成層の活性を高め，二次生長を促進し，厚い後生木質部を形成させることによるとしている．しかし著者はデラウエア品種といえども可成りの果穂軸硬化を認めた．以上の如く GB 処理が果穂軸を伸長増大することは摘果操作を省くという意味で実用的価値は少なくないが，果穂軸の異常肥大硬化を伴う品種では実用化が困難である．

3. 無核果粒の形成について

ブドウに対する人為的な無核果粒の形成を目的とした昔の実験には Gardner ら（1937）が自家不結実性品種 "Brighton" についての naphthaleneacetic acid（0.0005〜0.01 %）処理があげられるが，この場合無核果粒の形成は生じなかつた．しかし大井上（1938）は有核品種センテニアルに対し β-indoleacetic acid（0.05 %）および Oestrone（卵巣ホルモン）の柱頭処理で 100 %の無核果粒の形成を報告している．最近における合成生長物質による無核果粒形成の実験には，1958年に著者および井上らがそれぞれ別々にデラウエア品種を用いて，開花前に GB の花穂処理が無核果粒を比較的容易に形成しうることを報告したものがその先駆をなしたものといえる．これを契機として翌 1959 年には大畑ら（1959），岸ら（1959）および浦野ら（1959）も同様にして高率で経済性のある無核果粒の形成が可能なことを報告している．その後における著者の 7 カ年にわたる実験結果や他の研究者らの報告を総合すれば，デラウエア品種においては実験年度や実施地域のいかんに関係なく，GB 処理によつて常に安定した実用的無核果穂の生産が可能となつたと見られる．米国でも 1957，および 1958 年にデラウエア品種においての GB 処理実験が行なわれているがわが国の如く無核果穂の形成については報告されていない（Pratt ら 1962）．

次にデラウエア以外の品種については，著者がキャンベル・アーリー，マスカット・オブ・アレキサンドリヤおよびマスカット・ハンブルグについて行なつた実験で，ある程度の無核果粒の形成を認めたものがある．この時キャンベル・アーリーでは 50 %の無核果粒の形成にとどまつた．またこの品種に対しては，岩垣ら（1961）は 70%（開花 20日前処理），横沢ら（1961）は 30〜50 %（開花 16 日前），佐藤ら（1961）は 59 %（開花 15 日前）および井上ら（1961）は 96.8 %（開花 8〜9 日前）の無核果粒の形成を報じているが，著者（1963）のその後の成績から見てもこの品種での実用化は殆んど望みがない．

デラウエア品種に次いで有望視されるものにマスカット・ベーリーA品種がある．これは 1963年の各主産地における GB 処理応用試験の結果，鈴木ら（山形）の無核果形成率 79.4%（開花 11日前処理），岸ら（山梨）の 97.7%（開花 16日前），足立ら（茨城）の 76.4 %（開花 17日前），板倉ら（神奈川）の 87.9%（開花 22日前），横沢ら（奈良）の 84.3 %（開花 14 日前），並河ら（京都）の 91.0 %（開花 14 日前），渡辺（大阪）の 87.4%（開花 13日前），大沢ら（兵庫）の 86.0 %（開花 17日前），佐藤ら（岡山）の 90.9%（開花 11 日前），吉原（広島）の 96.2%（開花 14日前）および星野ら（福岡）の 69.3 %（開花 14 日前）などの成績がある．しかしこの品種も年次や栽培地域により無核果粒の形成に可成りの変動が認められ，デラウエア品種の如き経済的な確実性は未だ認められないのが実情である．なおこの品種では処理花穂に果穂軸の肥大硬化が発現しないことから今後さらに経済的な無核果形成の研究を進められるべきであろう．

その他の品種では，古里（1959）のマスカット・キ

ャノンホールに対するもの，玉村（1960）のナイヤガラ（40％），ボルクイアナ（17.1％）があり，岸ら（1960 b）は巨峰で98％の無核果粒の形成を報じ，板倉ら（1961）も無核果粒の高率な品種としてネオマスカットと甲州三尺を，低率なものとしてブラック・クイーン，甲州などをあげている．井上ら（1961）はレッド・ミルレンニュームでも高率な無核果粒の形成を見ている．また Pratt ら（1962）は有核品種 "Fredonia" および small clustered "Concord" に対しても GB 処理で無核果粒の形成を認めている．これらの諸実験から，ブドウに対する GB 処理無核果粒の形成には品種間に顕著な差異が存在することは明らかである．しかし，その原因については全く明らかでない．

4. 果粒の肥大について

果実の肥大生長に関する研究のなかで果実の肥大を組織学的に研究した著名な報告に，Sinnot（1939）の cucurbita や Tukey ら（1929）の sour cherry に対する研究がある．Sinnot は果実の組織細胞の観察から，果肉細胞が分裂の段階をへて容積増大への移行点を反曲点と規定している．Tukey らは果実の発育は二重のS字形生長曲線を示し，その間3つの明瞭な生長相が区別できるとし，それを果実の第1，第2および第3生長期と名付けている．これは主として核果類の典型的な果実の肥大の様相であるが，ブドウ（デラウエア）においても，中川ら（1960）はこれらの3生長相の明瞭な存在を認め，果肉細胞の分裂停止は内部の組織ほど早く始まり，また，この場合の反曲点を開花（5月23日）後10日目，すなわち果粒径では 3.3 mm の時期にあたるとした．しかし Winkler ら（1935）の "Sultanina" ではこの3生長相の区別ができなかつたが，ブドウ果粒の肥大は果肉細胞の分裂増加と細胞容積の増大によつておこり，その主体は細胞の肥大生長にある．この生長作用には当然その活動に好適な環境（温度その他）が与えられ，同時に十分な栄養が供給されねばならない．さらに果実の生長を調節する物質（auxin）の作用が重要視せられる．

合成生長物質が果実の肥大促進と増大におよぼす影響については，Harley ら（1950）がリンゴに対し2，4，5-T（2, 4, 5 trichlorophenoxyacetic acid）処理で果実の生長割合を増加し，Crane（1949）はイチヂク果の 2, 4, 5-T 処理で肥大の著しい促進を認めている．さらに Crane ら（1952, 1956）はアンズでも 2, 4, 5-T が果実の肥大を促進し，収穫期の生果重は無処理にくらべて 33％の増大を示したという．わが国では沢田ら（1960 a）がモモ，ウメおよびアンズ類に対し 2, 4, 5-TP（2, 4, 5 trichlorophenoxypropionic acid）処理は無処理にくらべて果実肥大の著しい促進とその増大を認めている．ブドウ果に対しては Weaver ら（1950, 1951）は無核品種 "Black Corinth" に β-naphthoxypropionic acid (200 ppm) の浸漬処理および 4-CPA（4-chlorophenoxyacetic acid）の処理において果粒の肥大効果が顕著であつたという．しかしこの際肥大した果粒には硬質の種子状物質が形成され，着色が著しく遅延した．また無核の "Thompson Seedless" でも 4-CPA 処理で同様な肥大効果を認めている．その後 Weaver ら（1952, 1957）によると 4-CPA の処理は著しく果粒の肥大効果を導くが，環状剝皮の対照果粒以上の増大はおこらないとし，また果粒の肥大には果穂のほかに葉面へ同時処理が有効であるとした．GB の果粒処理では，Weaver ら（1958）が "Black Corinth" および "Thompson Seedless" に対する開花後の処理で著しい肥大効果を認めたが，Stewart ら（1958）も開花初期の GB 処理で "Thompson Seedless" の果粒重および果粒縦径の有意な増加を認めた．さらに Weaver ら（1959, a, b, c）は "Black Corinth" の GB 肥大処理果粒には硬質の種子状物質が形成されず，果形は "Thompson Seedless" と同様に縦径が横径よりも伸長増加の勝ることを示している．これと同じ現象を著者（1959）もマスカット・オブ・アレキサンドリヤとマスカット・ハンブルグの両品種において観察している．無核のヒムロットに対して，岩垣ら（1960, 1961），佐藤ら（1962, 1963）は開花10日後の GB 処理が果粒肥大に最も有効であるとした．次にデラウエア品種の GB 無核果粒に対しても著者のほか，大畑ら（1960），岸ら（1960 a），玉村（1960），原（1960）および井上ら（1960）が肥大処理効果を認めている．果粒肥大の限度については，板倉ら（1961）は無処理有核果粒の大きさ以上に達しないとしている．この点は著者が 1962 年に得た種なしブドウ生産の好成績から見ても，無処理の有核果粒の大きさ以上に肥大させることは不可能と考えられる．また開花後の肥大処理の回数を増すことの経済的効果は認められず，1回の肥大処理は板倉ら（1962 a，1963 a）によると満開の13日後が最有効時期としているが，著者の実験では無処理区の開花後10日目頃は果実の分裂細胞が容積増大に移行する反曲点（中川ら 1960）に当るが，これより早いほど肥大効果は明らかに大であつた．GB 処理無核果粒の肥大経過は著者（1960, 1961）の実験結果と同様に，板倉ら（1962 a）も無処理の有核果粒にく

らべて初期の肥大生長が著しく促進されることを指摘している．その他大井上（1938）のセンテニアル品種に対するヘテロオーキシン処理無核果粒，Pratt ら（1962）の "Fredonia" および small clustered "Concord" の GB 処理無核果粒は何れもそれぞれの有核果粒の大きさまでには肥大しなかつたという．

有核果粒の肥大処理効果については，Weaver ら（1951）がマスカット・オブ・アレキサンドリヤと "Hunisa" の 4-CPA（50 ppm）処理では肥大効果を認めず，その後 Weaver ら（1958, 1959 a, b）は多数の有核品種で行なつた GB 肥大処理実験の結果でも果粒の肥大効果を認めていない．なおこれら殆んどの品種においては（shot-berry）の形成を報じている．わが国では有核品種に対する GB 処理の肥大効果を認めている成績が多く，例えば著者（1959），井上ら（1960）は有核デラウエアにおいて，大畑ら（1960）はブラック・クイーン，マスカット・ベーリー，甲州三尺および甲州などで果粒径の 9～10%増大を認め，佐藤ら（1963）もキャンベル・アーリー，マスカット・ベーリーA，ネオマスカットおよびマスカット・オブ・アレキサンドリヤなどで果粒の肥大を認めている．また，Lavee（1960）は，一般に GB による果粒肥大は含有種子の少ない果粒ほどその効果が大であることを指摘し，吉原（1964）もマスカット・ベーリーAで 1 種子果粒に肥大効果の著しいことを認めている．以上の如く有核果粒に対する GB の肥大効果が認められているが，その際の経済的効果については未検討である．

一般にブドウ果では種子数の多いほど発育が良好なことは遠藤（1923），Olmo（1936）らにより明らかにされているが，これの説明として，Gustafson（1939 a, b）は発育中の果実には自生の生長物質が存在し，それは特に種子中に多く含まれることから，種子が果実の生長に必要な生長物質を供給しているものと論及し，Luckwill（1948）はリンゴの種子中 natural auxin は胚乳と珠心に最も多く含まれることから，種子中の生長物質は胚乳組織で作られるものと推論している．しかし Crane ら（1949, 1959）はイチヂク果の第2生長期の生長低下を 2, 4, 5-T処理で防ぎうることから，その原因を natural auxin の濃度が低いためと仮定して，それらの関係を究明したが，なんら関連性が見出せなかつたため，果実の肥大生長を調整する因子は non-auxin 物質であろうとしている．ところが，Weaver ら（1959 a）は無核ブドウ果の GB 処理が肥大効果の優れていることから，無核ブドウ果には GB やその類似物質の供給が少ないために，有核果粒に肥大が及ばないことに注目して，種子が果粒肥大に必要な GB またはその類似物質を生成するのであろうと推論している．さらに Coonbe（1960）はブドウ果粒の生長周期とその含有 auxin や糖分の消長との関係から，有核品種では果粒の肥大と auxin level とは密接な関係にあるが，無核品種では GB によつて果粒の肥大生長が支配されるとしている．また，伊藤（1962）は開花後の GB 肥大処理で，デラウエア品種の果粒内における auxin の増加をみたが，キャンベル・アーリー品種では僅かな増加に止つたとしている．しかし，両品種とも GB 処理果粒が無処理の受精果粒より高い auxin level を示したとしている．

以上の諸結果から考察すると，ブドウ果における果粒の肥大生長には自生の生長物質が関与し，果粒を構成する果肉細胞の分裂およびとくに細胞の容積増大を導くものであることが推察されよう．

5. 果粒の成熟促進について

一般に合成生長物質の処理が果実の成熟促進効果については，生長物質が果肉細胞の肥大を増進する結果として，成熟が促進される場合と，果肉細胞が成熟への化学的変化を促進せられる場合との区別が認められている．たとえばリンゴでは Batjer ら（1945）が naphthaleneacetic acid（0.001 %）による収穫 2～3 週間前の処理で果実の成熟促進を，Harley ら（1950）は同じく 2, 4, 5-T 処理で 1 週間以上の成熟促進を認め，Abbott ら（1954），沢田ら（1960 a）も収穫 4～7 週間前に 2, 4, 5-TP（20～40 ppm）処理で早期の発色および糖度の上昇を招き収穫期が 2～3 週間促進されたとしている．Marth ら（1950）および Weinberger（1951）らはモモに対する 2, 4, 5-T 処理で，品質はやや劣化したが，2 週間から 1 カ月間の成熟促進を認めた．また Crane ら（1956）は，アンズに対する 2, 4, 5-T 処理で，沢田ら（1960）はスモモ，ウメおよびアンズ類に対する 2, 4, 5-TP 処理で，それぞれ成熟の促進を認めており，Crane（1949）は単為結果性イチヂクに 2, 4, 5-T 処理を行なつたところ，果実の第2次生長期でも旺盛な肥大生長を続け，無処理のものより60日間も早く成熟したという．ブドウに対する実験をみると Weaver ら（1952 b, 1952 a）が環状剝皮により果粒の着色を早め，糖度を高め，成熟を促進したという．合成生長物質の処理でも，Weaver ら（1950, 1951）が無核の "Black Corinth" に対する β-naphthoxypropionic acid（200 ppm）処

理で果粒の著しい成熟促進を認め，糖度においても無処理の12.9％に対し処理区は23.5％に増大した．しかしWeaverら（1957, 1958, 1959 a, c, 1961）およびWeaver (1960) の"Black Corinth"に対するGB処理では着生果粒の増加と果粒肥大のためか成熟遅延の傾向を認めている．また無核の"Thompson Seedless"に対する4-CPA (15 ppm) およびGB処理によつても，糖度，酸度の点からみて成熟の遅延が認められたという．しかしStewartら(1958) の"Thompson Seedless"に対する開花初期のGB処理実験では糖度の有意的増加による成熟の促進が導かれている．

次に，有核品種に対するGB処理実験を通覧するに，Weaverら（1958 1959 a, b), Weaver (1960) が"Zinfandel"において，果粒の着色，糖度および酸度の変化から著しい成熟の促進を，"Ribier"および"Carignane"などでは着色のみの僅かな促進を認めたが，"Red Malaga"では着色と糖度の点では成熟促進を示すが，酸度の変化は見られなかつたという．

わが国におけるデラウエア品種のGB処理実験の多くの結果では，有核果粒においても，一般に着色の促進が見られるが，特に無核果粒に対しては着色，糖度および酸度ともに著しい成熟促進が認められている．しかし，酸度は幾分着色や糖度の成熟進行度から遅れる傾向があるため，果色と糖度の熟度に比べて酸味が強く感ぜられる．

著者の7カ年にわたるGB処理実験でも無核果粒の収穫期は無処理の有核果粒にくらべて12日から20日間の促進が見られた．他の研究者の実験でも，大畑ら(1960) は15日から20日間，岸ら（1960 a）は約4週間，沢田(1961) は27日間と，それぞれ促進を報じている．また1961年と1962年の2カ年にわたるデラウエア生産各地域にわたる連絡試験の結果でも，地域的に多少の差異は認められるが，着色開始期で13日から23日間の促進が報じられた．またキャンベル・アーリー品種においても，同様に顕著な促進が現われており無核果粒は勿論のこと，有核果粒においても，ジベレリン処理回数に比例して着色開始の促進が見られる．なお有核果粒では一般に含有種子数の減少が目立つている．

以上は合成生長物質がブドウ果の肥大と成熟におよぼす影響であるが，このような果実の成熟現象に関する機作について，2，3の文献を通覧すると，Tukey (1933, 1934, 1936) はsour cherryとモモにおいて，成熟期の早晩は果実の第2生長相の長短に直接関係するが，これらの早期成熟は胚の発育が停止したものに現われたとし，また果実の或る生長期に胚を外部より破壊すれば，果実の生長割合を増加し成熟を促進させられることから，胚の発育は果実の生長と成熟に密接な関係を有することを明らかにしている．Weaverら(1952 b, 1959 b) はブドウの環状剝皮は果粒の着色と全可溶性固形物を増加したが，これは剝皮上部の枝条に炭水化物の蓄積増加と自生ホルモン・レベルの増加が果粒の肥大と成熟を促がしたものとし，Mitchellら（1940）はインゲン（bean plant）に数種の生長物質を処理すると，澱粉の加水分解を促進し，ある果実では成熟への化学変化を促進したと述べている．またGerhardtら（1946）は，リンゴやナシに成熟前のα-naphthaleneacetic acid処理は果実の可溶性ペクチンの含量や呼吸量が増加することから，果実の成熟促進は生長物質処理で茎や枝条部の流通組織における栄養物質の移動が活発に進行し，同時に果梗の離層の形成が阻止せられるため，栄養物質の移動集積が増加する結果であろうとした．Craneら（1956）はアンズの核の硬化直後に2, 4, 5-T（100 ppm）処理で果実の水分吸収力が増加するのは果肉細胞の肥大にともない液胞の容積が増加するためとし，果実に糖水の蓄積が著しく増大するのは澱粉の加水分解の結果であろうと述べている．とにかく2, 4, 5-T処理で糖分が植物体各部から果実への流動蓄積がおこるものと考えられる．

6. 果粒の着生増加と小果粒（shot-berry）の形成について

合成生長物質の処理は一般に植物の結実を一時的にも増加する傾向を示すが，ブドウにおいても大井上(1938) はセンテニアル品種に対しβ-indoleacatic acidおよびoestroneを処理して着果歩合を著しく増加せしめた．Weaverら（1952, 1959 a, c）およびWeaver（1960）は無核品種"Black Corinth"にたいする開花直後の4-CPA処理でも着果粒数を増加し，果穂の粒着は稠密となつたという．また，彼らのジベレリン処理実験においても，ほぼ類似の結果を得ている．

著者（1959）はさきにデラウエア品種に対するGB処理で，無核果穂の着果粒が著しく増加したことを指摘したが，その後，1960年から1963年にわたる4カ年の実験の集計からも有意な増加を認めた．その他，玉村ら（1962）はデラウエア品種のGB処理無核果穂において，樹勢の強いほど優れた果穂を生産したと述べているが，板倉ら（1963）は開花前処理期の遅れるほ

ど着果粒数の増加することを示し，無核品種ヒムロットでは岩垣ら（1960, 1961）が開花10日後のGB処理でもつとも着粒数が良好であつたという．そのほかPrattら（1962）は有核品種"Fredonia"およびsmall clustered "Concord"に対するGB処理でも着果粒数の増加を認めている．また著者（1959, 1960）のキャンベル・アーリー品種に対するGB処理実験では果穂に多数の小果粒（shot-berry）の形成をみた．これは子房が果実として肥大生長の途中に，何らかの原因で果粒の肥大を停止し，そのまま収穫期まで果穂に付着残存したものであるが，著者（1963）の実験では開花前のGB処理回数を増せば，小果粒の形成を有意的に増加している．小果粒の形成に関する文献には，Weaverら（1951）が無核品種"Thompson Seedless", "Black Monukka"および"Sultana"などに対する4-CPAの花穂浸漬処理で多数の小果粒を，また有核品種"Muscat of Alexandria"および"Hunisa"においても同様に小粒果の形成をみている．とくにGB処理実験でも，Weaverら（1958, 1959 a, b, c）は無核の"Thompson Seedless"や有核の"Zinfandel", "Ribier", "Malaga"および"Muscat of Alexandria"などで小果粒の形成を認めているが，有核の"Zinfandel"ではGBを葉へ散布する場合に小果粒の形成が増加したという．またStewartら（1958）も"Thompson Seedless"に対し開花後1週間置きに5回GBの散布処理で小果粒の形成を増加したと報じている．GB処理果穂にはこのような小果粒のほかに開花時の子房が未発育の状態で多数付着している．これら異常果粒の形成要因については明らかでないが，生長物質の処理がこれらの脱落を阻止し付着残存を導くものと考えられる．またこれを解説する実験として，Luckwill（1948）は発育しているリンゴ果の種子の胚乳にnatural auxinの蓄積が増加すれば，種子より果実へ拡散されたnatural auxinはさらに果梗を通じて，その基部に離層の形成を抑制する作用をもつているとし，Craneら（1949）は，イチヂク果の種子の胚乳で作られたnatural auxinは果梗の離層の形成を防止するのがその本質的な役割であるとした．これらの研究から推察すれば，ブドウに対する開花前のGB花穂処理は伊藤（1962）の実験のごとく，子房中のauxin含量を増加して，果梗基部の離層の形成を阻止するため，GB処理果穂には小果粒や未発育子房の残存着生が増加するのであろう．

摘　　要

1．本研究は1958年から8カ年にわたり，デラウエアおよびキャンベル・アーリー品種の結実に対するGBの効果について行なつた研究の成果をとりまとめたものである．GB（100 ppm Airrol-op加用100 ppm水溶液）は開花15日前の幼花穂と開花10日後にそれぞれ処理を行なつた．その処理が果穂および果粒の増大，着果，無核果粒，成熟および花粉と胚珠の異常化などにおよぼす影響について検討したほか，無核果粒の形成過程の組織学的観察をも行なつた．

2．GBで開花15日前に処理された花穂の開花は3日ないし4日間促進された．デラウエア品種では開花15日前のGB処理で収穫時の果穂は有意的な伸長増加を示した．キャンベル・アーリー品種は同様の処理で，果穂軸が種々の程度に肥大，硬化，湾曲，などの異常現象を呈した．

3．デラウエア品種に対する開花15日前と開花10日後の2回のGB適期処理では，無核果粒形成が95%以上となり，生食用の種なしブドウ果として優れた特性を実現した．これに反し，キャンベル・アーリー品種においては，適期処理によつても最高50%の無核果粒の形成に停つたので，デラウエア品種の如き実用化は期待できなかつた．

4．開花後のGB処理は果粒の著しい増大をきたすのが一般的である．処理回数を2回および4回にまで増加しても，無核果粒の果粒径は開花後の1回処理の場合のように著しい増加率は示さなかつた．これはキャンベル・アーリーとデラウエアの両品種の何れたるを問わない．また，これら両品種における無核果粒の大きさは無処理の有核果粒にまではおよばなかつた．

5．デラウエア品種ではGB処理により，有核および無核果粒ともに着色を著しく促進するとともに無核果粒では糖度を増加し，酸度を著しく減少した．しかし，成熟の初期には無核果粒汁の糖度は高かつたが，酸味は果粒の着色成熟にくらべて高きにすぎた．7カ年の実験結果では，これら無核果穂の収穫期が無処理区にくらべて12日ないし20日間促進された．キャンベル・アーリー品種でもほぼ同様な結果をえた．

6．4カ年にわたるデラウエア品種の実験結果より，GB処理果穂における無核果粒の着果粒数は無処理果穂の有核果粒にくらべて著しく有意な増加を示した．キャンベル・アーリー品種においては，開花前のGB処理で多数の小果粒を形成したが，その際に1回処理よりも2回処理においてより多くの小果粒を生じ

た．これに反し，デラウエア品種ではこのような小果粒を全く形成しなかつた．

II. ブドウに対するジベレリンの作用機作

ブドウの結実に対するジベレリン（以下 GB とする）の処理効果の中で，無核果粒の形成に関する機構を究明するため，著者は1960年にはGB処理デラウエア品種の花の形態，花粉の発芽ならびに交配による種子形成能力などの予備的実験を試みたが，その後引続き，1961年から1965年にわたる5カ年間GBが無核果粒を形成する作用について，形態ならびに生理の両面より究明してきた．

(1) 無核果粒の形成機作について

既に古くから存在する比較的著名でかつ自然性の種なしブドウを通覧して，Pearson (1933) は次の如く3つの型を設定している．

第1型：胚珠が形態的にも異常であり胚嚢はほとんど形成されない．花粉は形態的に正常であるが，発芽力が低い．例として White Corinth 品種．

第2型：胚嚢は形成されるが不完全であり，花粉は外観が正常であるが発芽能力が低い．小果粒種の Black Corinth 品種がこれである．

第3型：花粉ならびに胚嚢は正常であつて，授精が完全に行なわれるが，その後胚嚢の発育が停止する．大果粒種の Sultanina 品種がある．

著者はGB処理によるデラウエア品種の無核果粒の形成過程を究明するにあたつて，まずこれら3類型との関連を明らかにすることを念頭におき実験を進めた．

1) 花および花粉の形態におよぼす影響

ブドウとくに自然発生の種なしブドウにおいて，子房，花糸および葯などの形態的異常は胚珠および花粉の機能に密接な関連をもつことが報告 (Stout 1921) されているので，GB 処理が花の各種器官におよぼす影響についてまず解明を行なつた．すなわちGBの5月5日（開花18日前）処理区および5月10日（開花13日前）処理区の花梗長，子房長，花糸長および葯長などにおいては対照および無処理区のものにくらべて有意な伸長増加を示している (Table 38, Fig. 38)．これらの実験では，GB 処理花の諸器官は伸長増加したが，各器官の形態的異常は何ら認められなかつた．花粉の大きさについては正常花粉（アセトカーミンで濃染した内容物をもつもの）も異常花粉（アセトカーミンで染色しないもの）も共にGB処理の影響は認められなかつた (Table 39)．

Table 38. Flower sizes in Delaware grapes treated with gibberellin.
(Observed on May 22, 1961)

Treatment / Date (Days before full bloom)	Number of trees used	Number of fruit clusters used	Number of flowers used	Average length of pedicel (mm)	Average length of ovary (mm)	Average length of filament (mm)	Average length of anther (mm)
May 5 (−18)	5	5	50	7.13	2.88	6.52	1.23
〃 10 (−13)	5	10	100	5.23	2.78	5.63	1.15
Control (Airrpl-op 100 ppm)	5	10	100	3.40	2.64	4.12	1.04
Untreated	5	10	100	3.93	2.55	4.12	1.03
Significant difference at 5%				0.33	0.11	0.25	0.09

Table 39. Pollen sizes in Delaware grapes treated with gibberellin.
(Observed on May 24, 1961)

Treatment / Date (Days before full bloom)	Number of flowers used	Number of pollens used	Average diameter of normal pollens (μ)	Average diameter of abnormal pollens (μ)
May 5 (−18)	5	100	27.1	21.3
〃 10 (−13)	5	100	28.1	22.1
Untreated	5	100	27.0	21.4
Significant difference at 5%			3.41	4.51

Table 40. Pollen sizes in Delaware grapes treated with gibberellin. (Observed on May 30, 1962)

Treatment / Date (Days before full bloom)	Number of fruit clusters used	Number of visual fields measured	Average diameter of normal large pollens (μ)	Average diameter of normal small pollens (μ)	Average diameter of abnormal pollens (μ)
May 6 (−23)	10	100	26.6	19.9	18.9
〃 10 (−19)	10	100	28.2	21.2	20.5
〃 16 (−13)	10	100	26.1	20.2	19.5
Untreated	10	100	26.1	19.0	18.4
Significant difference at 5%			3.20	2.36	3.19

Table 41. Frequency occurrence of various pollen grains in Delaware grapes treated with gibberellin. (Observed on May 30, 1962)

Treatment / Date (days before full bloom)	Number of trees used	Number of fruit clusters used	Number of visual fields measured	Average number of normal large pollens per visual field	Average number of normal small pollens per visual field	Average number of abnormal pollens per visual field
May 6(−23)	5	13	130	14.6	39.3	21.6
〃 10(−19)	5	10	100	11.8	28.3	16.5
〃 16(−13)	5	16	160	13.6	30.3	19.7
Untreated	5	18	180	15.6	29.3	31.8
Significant difference at 5%				7.60	16.25	18.72

1962年はさらに詳細な花粉観察を行なつたところ，アセトカーミンによく染色される内容物をもつた正常花粉の中には大形花粉と小形花粉との区別が認められたので，それらと異常花粉の大きさおよび数量に対するGB処理の影響を調査した．これによると正常大形花粉，正常小形花粉ならびに異常花粉などのそれぞれの大きさと数量に対するGB処理の影響は認められなかつた（Table 40, 41）．

以上の結果よりGB処理によつて花粉の形態的変化は全く導かれていないことが明らかになつた（Figs. 39, 40）．

2） 花粉の発芽におよぼす影響

以上の如くGB処理区の花粉は，形態的には無処理区の花粉との差異を認めることができなかつたので，1花穂中より任意に5花ないし6花を抜き取り，花ごとに花粉を寒天発芽床へ播き，置床3時間ないし24時間後の顕微鏡視野の花粉芽数および最大花粉管長を調査した（Table 42）．

Table 42. Pollen germination procedure in Delaware grapes treated with gibberellin. (Observed on May 25, 1961)

Treatment / Date (Days before full bloom)	Number of fruit clusters used	Number of flowers used	Germination period (hrs)	Number of flowers germinated	Av. number of germinated pollens per flower	Maximum pollen-tube length (μ)	Number of flowers holded non-germinated pollen
May 10(−13) (gibberellin 100 ppm)	12	74	3	34	4.0±0.73*	371.4±60.05*	40
	12	70	24	33	4.6±0.90	401.5±44.63	37
Control (Airrpl-op 100 ppm)	6	35	3	35	7.6±0.89	404.5±45.80	0
Untreated	9	51	3	51	13.2±0.54	467.3±22.32	0

* standard errors.

Table 43. Pollen gormination procedure in Delaware grapes treated with gibberellin. (Observed on May 31, 1962)

Treatment Date (Days before full bloom)	Number of fruit clusters used	Number of visual fields measured	Germination period (hrs)	Av. number of germinated pollens per visual field	Av. number of non-germniated pollens per visual field	Percentage of germinated pollens (%)
May 6(−23)	9	45	24	2.2	52.0	3.7
〃 10(−19)	9	45	24	1.3	46.6	2.5
〃 16(−13)	18	90	24	0.4	39.2	0.8
Untreated	7	35	6	12.5	74.0	14.4
Significant difference at 5%				2.44	23.54	3.69

これによると置床3時間後の結果は対照区および無処理区では全供試花の何れにも発芽が認められたのに対し，GB 処理区では全供試花の半数が不発芽となり，花ごとの平均発芽花粉数および最大花粉管長においても，GB 処理区は無処理区のものに劣つていた．1962年はさらに詳細な花粉の発芽試験を行なつたところ，前年度と同様にGB 処理区の花粉は発芽能力を著しく低下することが明らかになつた（Table 43）．

例えば無処理区は 14.4 %の発芽に対し，開花 13 日前処理区は 0.8%発芽し，開花 19日前処理区の発芽は 3.7%と次第に増加している（Figs. 41, 42）．

3） 花粉の授精能力におよぼす影響

GB 処理区の花粉は明らかに発芽能力を低下したが，さらにその授精能力について見るため，無処理除雄花にGB 処理区の花粉を交配して果粒の種子形成状態を調査したところ，交配花数 100 に対する比数で示すと，有核果粒数は 4.5，不完全種子果粒数（正常種子の 1/2 大からゴマ粒大の種子を含む果粒）は 1.0，無核果粒は 25.2 となつた（Table 44）．除雄および交配操作中の混交度を見るため，同一結果枝の隣接花穂に除雄のみで袋かけした区を設けたが，これによると除雄花数 100 に対し，有核果粒数は 2.6，不完全種子果粒数は 1.9，無核果粒数は 12.5 となつた．なお比較のため，無処理除雄花に無処理の正常花粉を交配した結果は，交配花数 100 に対し，有核果粒数は 46.1，不完全種子果粒数は 2.4，無核果粒数は 8.8 であつた．またこの場合も，隣接花穂に除雄袋かけ区を設けたが，除雄花数 100 に対し，有核果粒数は平均 2.9，不完全種子果粒数は 1.5，無核果粒数は 18.9 となつた．

これらの交配実験結果をさらに確認するため，1962

Table 44. Fertilizing ability of pollen-grains and seed forming ability of ovules in Delaware grapes treated with gibberellin. (Observed on July 31, 1961)

Plot		Number of trees used	Number of flower clusters used	Number of emas-culated flowers	Number of pol-linated flowers	Normal seeded berries: Number	Diamter (mm)	Number of seeds per berry
Fertilizing ability of pollen-grains (N.O. x G.P.)	Pollinated Per cent	4	10	580	580 100	26 4.5	13.0±0.25*	1.0±0
	Emasculated and bagged Per cent	4	10	536 100	—	14 2.6	12.9±0.28	1.2±0.14
Seed forming ability of ovules (G.O.x N.P.)	Pollinated Per cent	5	11	624	624 100	31 4.9	14.5±0.10	1.1±0.70
	Emasculated aad bagged Per cent	5	11	507 100	—	0 0		
Untreated Control (N.O.x N.P.)	Pollinated Per cent	5	9	673	673 100	310 46.1	12.9±0.23	1.3±0.14
	Emasculated and bagged Per cent	5	9	476 100	—	14 2.9	11.8±0.59	1.0±0.05

Table 44. Continued.

Plot		Imperfectly seeded berries			Seedless berries		Number of unfruitful ovaries
		Number	Diameter (mm)	Number of Seeds per berry	Number	Diameser (mm)	
Fertilizing ability of polleng-rains (N.O.x G.P.)	Pollinated per cent	6 1.0	9.1±0.05*	1.6±0.16*	146 25.2	2~8	402 69.3
	Emasculated and bagged Per cent	10 1.9	7.8±0.34	1.0±0	67 12.5	2~8	445 83.0
Seed forming ability of ovules (G.O.x N.P.)	Pollinated Per cent	69 10.9	14.0±0.28	1.7±0.22	490 77.3	12.9±0.28*	34 6.9
	Emasculated and bagged Per cent	2.0 3.9	13.8±0.27	1.6±0.26	287 56.6	12.7±0.21	200 39.5
Untreated Control (N.O.x N.P.)	Pollinated Per cent	16 2.4	9.5±0.31	1.0±0	59 8.8	3~8	288 42.7
	Emasculated and bagged Per cent	7 1.5	9.4±0.66	1.1±0.10	90 18.9	2~8	365 76.7

* standard errors.
N. B. N. O. : Normal ovules from untreated flowers.
G. P. : Pollen-grains obtained from flowers treated with gibberellin.
G. O. : Ovules from flowers treated with gibberellin.
N. P. : Normal pollen-grains from untreated flowers.

Table 45. Fertilizing ability of pollen-grains and seed forming abillty of ovules in Delaware grapes treated with gibberellin. (Observed on Aug. 10, 1962)

Plot		Number of trees used	Number of flower clusters used	Number of pollinated flowers	Normal seeded berries		
					Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry
Fertilizing ability of pollen-grains (N. O. x G. P.)	Pollinated Per cent	4	13	721 100	34 4.7	12.8±0.26*	1.1±0.05*
Seed forming ability of ovules (G. O. x N. P.)	Pollinated Per cent	6	18	1126 100	66 5.0	14.1±0.10	1.1±0.03
Untreated control (N. O. x N. P.)	Pollinated Per cent	3	12	547 100	259 47.3	13.7±0.22	1.4±0.06

Plot		Imperfectly seeded berries			Seedless berries		Number of unfruitful ovaries
		Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry	Number	Diameter (mm)	
Fertilizing ability of pollen-grains (N. O. x G. P.)	Pollinated Por cent	1 0.1	4.0±0*	1.0±0	6 0.8	3.9±0.65*	680 94.4
Seed forming ability of ovules (G. O. x N. P.)	Pollinated Per cent	98 8.7	14.0±0.22	2.6±0.11	933 83.7	13.2±1.02	29 2.6
Untreated control (N. O. x N. P.)	Pollinated per cent	22 4.0	8.5±0.95	1.2±0.10	45 8.2	40.±0.43	221 40.5

* standard errors.
N. B. N. O., G. P., G. O., N. P. : See footnote in Table 44.

Table 46. Fertilizing ability of pollen-grains and forming ability of ovules in Campbell-Early grapes treated with gibberellin. (Observed on July 25, 1965)

Plot		Number of trees used	Number of flower clusters used	Number of pollinated flowers	Normal seeded berries		
					Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry
Fertilizing ability of pollen-grbins (N. O. x G. P.)	Pollinated Per cent	3	4	232 100	50 21.5	17.2±0.24*	1.8±0.22
Seed forming ability of ovules (G. O. x N. P.)	Pollinated Per cent	5	10	875 100	146 16.7	18.1±0.24	2.1±0.25
Untreated control (N. O. x N. P.)	Pollinated Per cent	3	7	404 100	237 59.0	18.1±0.50	3.0±0.19

Plot		Imperfectly seeded berries			Seedless berries		Number of shot berries	Number of unfruitful ovaries
		Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry	Number	Diameter (mm)		
Fertilizing ability of pollen-grains (N. O. x G. P.)	Pollinated Per cent	2 0.9	10.5±1.50*	1.0±0*	2 0.9	7.3±0*	3 1.3	175 75.4
Seed forming ability of ovules (G. O. x N. P.)	Pollinated Per cent	32 3.6	15.1±0.58	1.6±0.16	168 19.2	15.1±0.31	510 58.0	19 2.2
Untreated control (N. O. x N. P.)	Pollinated Per cent	0 0			0 0		5 1.0	162 40.0

* standard errors.

N. B. N. O., G. P., G. O., N. P. : See footnote in Table 44.

年にこれと同様な交配実験を行なつたが，それによると無処理除雄花にGB処理区の花粉を交配した実験では前年度にくらべて不完全種子果粒数と無核果粒数が減少したのみで，対照としての無処理相互の交配結果は大差を認めなかつた（Table 45).

またこのような交配実験をGB処理でも無核果粒形成の比較的困難なキャンベル・アーリー品種に対して行なつた結果は Table 46 の如くである．これによるとGB処理区の花粉を無処理除雄花に交配して有核果粒を21.5%生じている．これを無処理相互の交配による有核果粒の形成（59.0%）に比較すれば著しく減少したが，それでも前記デラウエア品種におけるほど顕著な減少は示さなかつた（Table 44, 45).

これらの交配実験から，無処理の正常花粉の交配有核果粒数にくらべてGB処理区の花粉の交配有核果粒数は著しく減少することが明らかになつた．このことはGB処理区の花粉がその発芽試験結果と同様にその授精能力を著しく減退したことを示すものである．

4）胚珠の種子形成能力におよぼす影響

GB処理除雄花に無処理の正常花粉を交配して，胚珠の種子形成能力を検査したところ，総交配花数100に対し，有核果粒は4.9，不完全種子果粒は10.9，無核果粒は77.3の比数を示した．またGB処理隣接花穂に除雄袋かけ区を設けたが，これは除雄花数100に対し有核果粒は0，不完全種子果粒は3.9で，無核果粒は56.6の高率となつた（Table 44).

以上の結果から，GB処理区の胚珠は正常種子含有果粒の形成能力においては著しく低下したが，不完全種子果粒の形成能力の存在は幾分見られる．しかし，GB処理除雄袋かけ放置区においても相当高率な無核果粒（56.6%）が形成されたことから見て，花粉の影響を全く受けることなく，胚珠単独で無核果粒を形成せられることが考えられる．実際にブドウ園においては，GB処理花穂が自花の正常花粉はもとより，隣接花穂の正常な花粉をも多量に受ける機会が相当多いことを考えて，GB処理区の袋かけ状態と放任状態の両者の有核果粒数および不完全種子果粒数の比較から，胚珠のもつ授精能力を推定しようと試みた．その結果は無処理の放任状態では有核果粒数および不完全種子果粒数がともに増加したけれども，GB処理区ではこ

Table 47. Frequency occurrences of normal seeded, imperfectly seeded and seedless berries in Delaware clusters treated with gibberellin. (Observed on July 31, 1961)

Plot		Number of fruit clusters used	Number of berries used	Av. number of berries per cluster	Normal seeded berries		
					Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry
Treated	Bagged Per cent	10	797 100	79.7	26 3.2	13.4±0.21*	1.0±0.01*
	Unbagged Per cent	10	1066 100	106.6	5 0.5	11.9±1.08	1.0±0
Untreated	Bagged Per cent	5	316 100	63.2	250 79.1	13.2±0.19	1.2±0.01
	Unbagged Per cent	10	727 100	72.7	693 95.3	12.8±0.16	1.2±0.03

Plot		Imperfectly seeded berries			Seedless berries		
		Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry	Number	Diameter (mm)	
Treated	Bagged Per cent	23 2.9	13.7±0.37*	1.9±0.48*	748 93.9	12.6±0.20*	
	Unbagged Per cent	3 0.3	11.7±1.83	1.3±0.33	1058 99.2	12.3±0.10	
Untreated	Bagged Per cent	9 2.9	10.1±0.87	1.1±0.58	57 18.0	2～8	
	Unbagged Per cent	22 3.0	7.7±0.66	1.0±0.64	12 1.7	3.9±0.70	

N. B. * standard errors.

れとは逆に，隣接花穂の正常花粉を排除した袋かけ状態において有核果粒数および不完全種子果粒数が無袋放任状態にくらべて幾分増加を示す結果となつた (Table 47).

1962年には，さらにこれらの実験結果を確認するため，前年度と同様な交配実験を行なつた．その結果，無核果粒がわずかに増加したほか前年度と大差なく，この場合も不完全種子果粒 (8.7%) の形成がかなり認められた (Table 45). またキャンベル・アーリー品種のGB処理胚珠に正常花粉を交配すると，有核果

Table 48. Effect of pollination on the formation of berries in Delaware grapes treated with gibberellin. (Observed on Aug. 10, 1962)

Plot		Number of trees used	Number of flower clusters used	Number of flowers used	Normal seeded berries		
					Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry
Seed forming ability of pollens and ovules in treated clusters (G. O. x G. P.)	Emasculated bagged	3	9	603	0		
	Per cent			100	0		
Treated	Emasculated bagged	3	12	640	0		
	Per cent			100	0		
Treated	Not emasculated bagged	3	9	450	0		
	Per cent			100	0		

Plot		Imperfectly seeded berries			Seedless berries		Number of unfruitful ovaries
		Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry	Number	Diameter (mm)	
Seed forming ability of pollens and ovules in treated clusters (G. O. x G. P.)	Emasculated bagged	124	14.4±0.26*	3.2±0.17*	343	13.5±0.23*	135
	Per cent	20.6			56.9		22.5
Treated	Emasculated bagged	6	14.1±0.41	1.5±0.29	146	10.7±1.11	489
	Per cent	0.9			22.7		76.4
Treated	Not emasculated bagged	78	14.5±0.26	2.0±0.27	209	13.1±0.19	163
	Per cent	17.3			46.4		36.3

* standard errors.
N. B. G. O. : Ovules from flowers treated with gibberellin.
G. P. : Pollen-grains obtained from flowers treated with gibberellin.

Table 49. Effect of pollination on the formation of berries in Delaware grapes treated with gibberellin. (Observed on July 27, 1963)

Plot		Number of trees used	Number of flower clusters used	Number of flowers used	Normal seeded berries		
					Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry
Seed forming ability of pollens and ovules in treated clusters (G. O. x G. P.)	Emasculated bagged	7	10	981	3	14.5±0*	1.0±0*
	Per cent			100	0.4		
Treated	Emasculated bagged	4	6	631	0		
	Per cent			100	0		
Treated	Bagged	7	13	1300	1	14.0±0	1.0±0
	Per cent			100	0.07		
Treated	Bagged	5	11	1100	10	14.2±0.41	1.2±0.55
	Per cent			100	0.1		

Plot		Imperfectly seeded berries			Seedless berries		Number of unfruitful ovaries
		Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry	Number	Diameter (mm)	
Seed forming ability of pollens and ovules in treated clusters (G. O. x G. P.)	Emasculated bagged	10	1.4±0.51*	3.2±0.73*	384	12.9±0.20*	584
	Per cent	1.0			39.0		59.6
Treated	Emasculated bagged	4	13.6±0.06	1.5±0.43	345	12.6±0.30	282
	Per cent	0.6			54.7		44.7
Treated	Bagged	2	14.5±1.00	2.5±0.87	396	12.1±0.24	901
	Per cent	0.13			30.5		69.3
Treated	Bagged	2	14.0±1.00	3.0±1.00	378	11.8±0.45	710
	Per cent	0.1			34.4		64.5

* standard errors.
N. B. G. O.) G. P.) : See Table 48.

粒を16.7%形成している（Table 46）．これを無処理の対照区（59.0%）と比較すると胚珠の種子形成能力が大きく低下していることがわかるが，それでもデラウエア品種におけるほど顕著ではなかつた．以上の実験結果から，結局GB処理区の胚珠は種子形成能力が著しく低下していることが明らかとなつた．

5）授粉が無核果粒の形成におよぼす影響

種なしブドウの"Black Corinth"では果粒の着生に授粉の刺激が必要であるというが（Olmo 1936），GB処理種なしブドウにおいても，授粉が無核果粒の着生に影響するか否かを明らかにするため，次の如き授粉実験を行なつた．

まず，デラウエア品種の無処理除雄花にGB処理区の花粉を授粉して，無核果粒の形成状態をみると，1961年の交配実験では25.2%の無核果粒を形成したが，1962年には0.8%しか無核果粒を形成しなかつた（Tables 44, 45）．

次にGB処理区の除雄花にGB処理区の花粉を授粉して，それらの結実状態をみると，1962年には不完全種子果粒が20.6%，無核果粒が56.9%となつた．

これらは比較対照区のGB処理除雄袋かけ区および無除雄袋かけ区にくらべて，何れも結実数の増加を示している（Table 48）．

これは一見GB処理区の花粉が授粉された影響ともみなされるが，1963年の授粉実験では，これに反し，授粉の影響と考えられる着生果粒数の増加は認められ

Table 50. Effect of pollination on the formation of berries in Delaware grapes treated with gibberellin. (Observed on July 25, 1964)

Plot		Number of trees used	Number of flower clusters used	Number of flowers used	Normal seeded berries		
					Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry
Seed forming ability of pollens and ovules in treated clusters (G. O. x G. P.)	Emasculated bagged	5	10	907	0		
	Per cent			100	0		
Treated	Emasculated bagged	5	13	1297	6	14.7±0.23*	1.1±0.06*
	Per cent			100	0.5		
Treated	Bagged	5	11	1100	1	14.0±0	1.0±0
	Per cent			100	0.09		
Treated	Bagged	5	12	1185	5	13.5±0	1.1±0.1
	Per cent			100	0.4		

Plot		Imperfectly seeded berries			Seedless berries		Number of unfruitful ovaries
		Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry	Number	Diameter (mm)	
Seed forming ability of pollens and ovules in treated clusters (G. O. x G. P.)	Emasculated bagged	97	13.8±0.17*	3.2±0.17*	660	13.4±0.23*	150
	Per cent	10.5			73.0		16.5
Treated	Emasculated bagged	137	13.9±0.11	3.3±0.15	957	13.1±0.13	197
	Per cent	10.6			73.7		15.2
Treated	Bagged	69	13.7±0.22	3.3±0.14	760	12.5±0.52	270
	Per cent	6.2			69.5		24.2
Treated	Bagged	61	13.5±0.17	2.7±0.24	872	12.5±0.21	247
	Per cent	5.2			73.6		20.8

* standard errors.

N. B. G. O.) G. P.) : See Table 48.

ず，むしろ，除雄袋かけ放置区に無核果粒数の増加がみられた (Table 49).

この場合，除雄操作の傷害程度がかなり果粒の着生に影響することも考えられるので，さらに1964年にも追試を行なつた結果は Table 50 の如くである．これによるとGB処理区の除雄授粉袋かけ区と除雄無授粉袋かけ区の間に着生果粒数の差違が殆んどみられず，またこれらは比較のためのGB処理袋かけ区ならびに無袋放任区の着生果粒数とも殆んど差違を認めなかつた．

これらの結果からデラウエア品種に対するGB処理無核果粒の形成には "Black Corinth" 品種における如き授粉の刺激を全く必要としないことが明らかとなつた．さらに同様な実験をキャンベル・アーリー品種に対して実施した結果は Table 51 の如くである．これで GB 処理胚珠に GB 処理花穂の花粉を授粉すると，対照としてのGB処理花穂の除雄袋かけ，無除雄袋かけおよび放任などにくらべて無核果粒の形成が著しく増加している．これは授粉の影響とも考えられるが，さらに追試を要する．

5) 胚珠および胚嚢におよぼす影響

GB 処理花穂における無核果粒の形成は，いままでの実験結果によると，花粉の発芽および授精能力の低下やさらに授粉の刺激などが何れもその起因とは考えられなくなつた．むしろ主たる原因は胚珠の側における授精能の障害に基づくものと思われる．そこで胚珠

Table 51. Effect of pollination on the formation of berries in Campbell-Early grapes treated with gibberellin. (Observed on July 25, 1965)

Plot		Number of trees used	Number of flower clusters used	Number of flowers used	Normal seeded berries		
					Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry
Seed forming ability of pollens and ovules in treated clusters (G. O. x G. P.)	Emasculated bagged	5	9	593	5	18.2±0.51*	1.0±0*
	Per cent			100	0.8		
Treated	Emasculated bagged	4	7	535	0		
	Per cent			100	0		
Treated	Bagged	5	6	879	14	19.6±0.27	1.6±0.32
	Per cent			100	1.6		
Treated	Opened	5	11	1871	107	18.5±0.25	1.5±0.10
	Percent			100	5.7		

Plot		Imperfectly seeded berries			Seedless berries		Number of shot berries	Number of unfruitful ovaries
		Number	Diameter (mm)	Number of seeds per berry	Number	Diameter (mm)		
Seed forming ability of pollens and ovules in treated clusters (G. O. x G. P.)	Emasculated bagged	14	15.9±0.32*	2.2±0.46*	229	5.7±0.27*	242	103
	Per cent	2.4			38.6		40.8	17.4
Treated	Emasculated bagged	49	16.2±0.36	2.6±0.31	96	15.8±0.32	364	26
	Per cent	9.1			18.0		68.0	4.9
Treated	Bagged	9	16.3±0.66	1.9±0.56	137	16.4±0.26	598	121
	Per cent	1.0			15.6		68.0	13.8
Treated	Opened	26	15.7±0.71	1.7±0.26	275	15.9±0.25	1299	164
	Per cent	1.4			14.7		69.4	8.8

* standard errors.

N. B. G. O.} G. P.} : See Table 48.

Table 52. Relationship between the occurrence of seedless berries and seeded berries having various number of seeds in them in Delaware grapes.

Experiment year	Number of trees used	Number of fruit clusters used	Total number of berries	Number of seedless berries	Number of 1-seeded berries	Number of 2-seeded berries	Number of 3-seeded berries	Number of 4-seeded berries
1961	5	10	716	27	565(26)[1]	113(1)	11	0
	Per cent		100	3.8	78.9	15.8	1.5	0
1962	5	10	2217	3	1252(26)	791	163	8
	Per cent		100	0.2	56.5	35.6	7.3	0.4
1963	5	10	598	7	402 (9)	150	35	4
	Per cent		100	1.2	67.2	25.0	5.9	0.7

1) (26) shows the number of imperfectly seeded berries.

Table 53. Relationship between the occurrence of seedless berries and seeded berries having various number of seeds in them in Campbell-Early grapes.

Experiment year	Number of tree used	Number of fruit clusters used	Total number of berries	Number of seedless berries	Number of 1-seeded berries	Number of 2-seeded berries	Number of 3-seeded berries	Number of 4-seeded berries	Number of 5-seeded berries	Number of 6-seeded berries
1962	5	25	1635	0	6(1)[1]	232(7)	745(18)	597(11)	36(1)	19
	Per cent		100	0	0.4	14.2	45.5	36.5	2.2	1.2
1963	5	24	856	1	44(62)	195(22)	373(7)	229(4)	14	0
	Per cent		100	0	5.2	22.8	43.6	26.7	1.6	0
1964	5	25	1653	6	56(94)	435(5)	692(4)	441(2)	19	4
	Per cent		100	0.3	3.3	26.0	42.0	27.0	1.2	0.2

1) (1) shows the number of imperfectly seeded berries.

Table 54. Effect of gibberellin application on the size of ovule in Delaware grapes.

Experiment year	Treatment	Date of sampling	Normal ovule			Abnormal ovule		
			Number	Length (μ)	Width (μ)	Number	Length (μ)	Width (μ)
1963	Treated	May 28	18	640.9	248.8	160	637.2	245.7
		〃 30	20	689.9	269.5	365	630.6	247.5
		June 2	59	650.9	265.2	717	534.7	249.5
	Untreated	May 29	344	594.1	245.3	293	584.0	242.4
		June 1	341	608.0	249.5	344	603.5	249.8
	Significant difference at 5 %			57.44	27.92		156.67	29.89
1964	Treated		100	704.2	243.8	100	696.9	246.2
	Untreated		100	690.2	253.5	100	687.1	252.8
	Significant difference	at 5 %		12.09	3.94		8.91	4.22
		at 1 %		15.96	5.18		11.77	5.57

の形態的異常ならびに機能障害について解明するため，先ず胚嚢の詳細な組織学的観察を行なうことにした．その結果は無処理の場合といえども，1子房中にいくつかの授精不能な異常胚嚢（卵細胞と極核の欠除するもの）或いは未分化胚嚢を持つ異常胚珠が存在することが判明した（Fig. 53）．このような現象は既にStout（1963 b）により指摘されている．したがつて，これらの胚珠にはその健全さの程度により，完全種子

を形成するものおよび不完全種子となるもの或いは全く種子形成能力がないものも存在することはこの品種における果粒中の完全種子形成の状態から見ても推察できる (Table 52).

さらにこれをキャンベル・アーリー品種の完全種子形成の状態にくらべればデラウエア品種では著しく完全種子形成能をもつ胚珠数が少ないことが理解できる (Table 53).

そこでこれらの胚珠の発育程度とそれらに対するGB処理の影響について検討することにした.

先ず，胚珠の大きさの比較をおこなうと Table 54 の如くである.

これによると無処理の異常胚珠は正常胚珠より僅かに小さい傾向を示す程度でその他の差違は殆んど認められず，またこれらとGB処理区の正常および異常胚珠との比較においても殆んど差違を認めなかつた．また1964年の実験では正常と異常胚珠間には殆んどその差違を認めなかつたが，GB処理区の胚珠は正常および異常ともに無処理区のものにくらべて幾分細長い傾向が目立つている．すなわち胚株の長さは有意的に増大し，幅は有意な減少を示している (Table 54).

次にキャンベル・アーリー品種においてはGB処理が胚珠の大きさにおよぼす影響は殆んど認められなかつた (Table 55).

かくの如くGB処理が胚珠の発育におよぼす影響としては顕著なものが見られなかつたので，さらに正常胚珠の胚嚢に対するGB処理の影響を詳細に組織学的観察すると，デラウエア品種に対する無処理の1子房内に通常4個の胚珠が存在するが (Fig. 55)，時には5個稀には6個存在するものが見られる (Fig. 57). Table 56 は無処理区における1子房内の正常胚珠と異常胚珠の発生頻度を示すものである (Figs. 50, 53).

これによると4胚珠子房においては，正常胚珠1個と異常胚珠3個を持つ子房は32.0%，正常胚珠2個と異常胚珠2個を持つもの39.6%，正常胚珠3個と異常胚珠1個のもの12.3%，正常胚珠4個のみは2.6%および異常胚珠4個のみが11.2%の各頻度となつている．なお，5胚珠子房ならびに6胚珠子房は何れも2%以下の頻度である．これを上記 (Table 52) の無処理区デラウエアにおける含有種子数と果粒数との関

Table 55. Effect of gibberellin application on the size of ovule in Campbell-Early grapes.

Experiment year	Item		Measured number	Treated	Untreated	Significant difference at 5%	Significant difference at 1%
1962	Normal ovule	Length (μ)	100	603.0	606.5	6.14	8.11
		Width	100	273.6	275.9	7.74	10.21
	Abnormal ovule	Length (μ)	100	595.1	604.2	7.13	9.41
		Width	100	268.1	271.5	3.32	6.54
1963	Normal ovule	Length (μ)	100	619.2	603.4	5.98	10.03
		Width	100	272.7	269.8	4.15	5.48
	Abnormal ovule	Length (μ)	100	599.5	591.8	11.07	14.76
		Width	100	264.5	264.0	5.08	6.71

Table 56. Frequency occurrence of abnormal ovules in the flowers of untreated Delaware grapes (1963).

No. of ovules		4-ovules-ovary					5-ovules-ovary			6-ovules-ovary
No. of normal ovules		0	1	2	3	4	1	2	3	3
Date of sampling	No. of abnormal ovules / No. of ovaries measured	4	3	2	1	0	4	3	2	3
May 29	380	35	98	122	41	6	2	3	0	1
May 1	236	26	76	93	26	8	1	3	3	0
Total	544	61	174	215	67	14	3	6	3	1
Per cent	100	11.2	32.0	39.6	12.3	2.6	0.5	1.0	0.5	0.3

Table 57. Frequency occurrence of abnormal ovules in the flowers of Delaware grapes treated with gibberellin (1963).

No. of ovules		4-ovules-ovary					5-ovules-ovary				6-ovules-ovary
No. of normal ovules		0	1	2	3	4	0	1	2	3	0
Date of sampling	No. of abnormal ovules / No. of ovaries measured	4	3	2	1	0	5	4	3	2	6
May 28	127	78	38	9	0	0	2	0	0	0	0
May 30	207	114	76	16	0	0	0	1	0	0	0
June 2	228	161	52	10	0	0	0	1	1	1	2
Total	562	353	166	35	0	0	2	2	1	1	2
Per cent	100	62.7	29.5	6.2	0	0	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4

Tables 58. Effect of gibberellin application on the number of seeds formed in each berry in Delaware grapes.

Experiment year	Treatment repetition	Number of trees used	Number of fruit clusters	Total number of berries	Number of seedless berries	Number of 1-seeded berries	Number of 2-seeded berries	Number of 3-seeded berries	Number of 4-seeded berries
1961	Prebloom 1 Postbloom 1	5 Per cent	10	1061 100	1058 99.7	3(2)[1)] 0.3			
1963	Prebloom 1	5 Per cent	10	494 100	491 99.4	3 0.6			
	Prebloom 1 Postbloom 1	5 Per cent	10	611 100	580 94.9	29(13) 4.7	1(1) 0.2	1 0.2	
	Prebloom 1 Postbloom 2	5 Per cent	10	561 100	525 93.6	34(5) 6.0	2(5) 0.4	(1)	(1)
	Prebloom 1 Postbloom 4	5 Per cent	10	588 100	559 95.0	26(2) 4.4	3 0.6		
	Control 2 (Airrpl-op 100ppm)	5 Per cent	10	600 100	53 8.8	388(5) 64.7	143 23.8	14 2.3	2 0.4

1) (2) shows the number of imperfectly seeded berries.

係数値と比較すれば，たとえ，Olmo (1947 b) が報じたブドウの経済的結実を可能にする花粉の最低発芽率 (6～8 %) 以上の発芽能力を持つていても (Table 43)，デラウエア品種においては果粒中の完全種子形成がいかに困難であるかが窺われる．

さらにGB処理区の子房に対する組織学的観察からは Table 57 の如き結果が得られた．これによると4個以上の異常胚珠のみを持つ子房が 63.5 %をしめ，無処理区の場合の 11.2% に比べて著しい増加を示している (Table 56).

なお正常胚珠1個と異常胚珠3個を持つ子房は29.5 %で，正常胚珠が2個以上存在する子房は僅かに 6.6 %にすぎなかつた (Fig. 54).

このようなGB処理花穂における無核果粒の形成の実態については前節に記述した通りであるが，その際各果粒当り含有種子数についての調査の結果は Table 58 に示している．

すなわち，殆んどが 93.6 % 以上の無核果粒を形成し，含種子果粒は1種子果粒が大部分で，時には2種子果粒，稀には3種子果粒が存在する．そこでこれら1963年度の実験から Table 59 の如き結果が得られた．これによると，GB 処理による正常胚珠子房の異常化，すなわち，胚嚢中の卵細胞や極核が未分化に止どまるもの，あるいは未分化胚嚢を持つ異常胚珠子房の出現は 52.3 %となつた．さらに GB 処理により正常胚珠子房の無核果形成率は 30.1 %となつている．

また1964年度も前年同様の実験調査を繰返したが，その結果は Table 60 の通りである．すなわち，無処理区は前年度 (Table 56) と大きな差違を認めなかつたが，GB 処理区においては正常胚珠の異常化が前年

Table 59. Effect of gibberellin application on the formation of seedless berries in Delaware grapes with ovaries containing normal ovules.

Item \ Experiment year	1963 (%)	1964 (%)
Frequency of seedless berries in treated clusters	93.6	94.0
Frequency occurrence of ovaries in treated clusters containing abnormal ovules	63.5	44.7
Frequency occurrence of ovaries in untreated clusters containing abnormal ovules	11.2	14.7
Frequency occurrence of abnormal ovaries in treated clusters containing normal ovules	52.3	30.0
Frequency of seedless berries from ovaries contining normal ovules in treated clusters	30.1	49.3

Table 60. Frequency occurrence of abnormal ovules in flowers of Delaware grapes treated with gibberellin (1964).

No. of ovules		4-ovules-ovary					5-ovules-ovary			6-ovules-ovary		
No. of normal ovules		0	1	2	3	4	0	1	2	1	2	3
Treatment	No. of abnormal ovules / No. of ovaries measured	4	3	2	1	0	5	4	3	5	4	3
Treated	273	121	86	49	9		1	3	3	1		
	Per cent	44.3	31.5	17.9	3.3		0.4	1.1	1.1	0.4		
Untreated	205	30	70	72	28	1		1			1	2
	Per cent	14.7	34.1	35.0	13.7	0.5		0.5			0.5	1

Table 61. Relationships among the diameter of berries, number of berries, number of berries formed and the number of seeds holded in each berry of untreated grape clusters (1962).

Variety	Number of trees ussd	Number of fruit clusters used	Item measured		1-seeded berry	2-seeded berry	3-seeded berry	4-seeded berry	5-seeded berry	6-seeded berry
Delaware	5	25	Perfectly seeded berries	Diameter (mm)	12.1±0.03*	13.4±0.03*	14.3±0.06*	14.1±0.21*	—	—
				Number	1252	791	163	8	—	—
Campbell-Early	5	25	Perfectly seeded berries	Diameter (mm)	16.2±0.46	17.7±0.05	18.6±0.03	19.5±0.03	20.5±0.14	21.1±0.22
				Number	6	232	745	598	36	19
			Imperfectly seeded berries	Diameter (mm)	16.0	11.9±0.58	12.6±0.29	13.2±0.33	13.0	—
				Number	1	7	18	11	1	—

* standard errors.

度ほどは顕著に現われず，処理による異常胚珠子房は30.0%発生している．この場合の無核果形成率は94.0%であつたから，GB処理による正常胚珠子房の無核果形成率は前年度より高く49.3%となつた(Table 59).

これらの結果は明らかにGB処理が胚嚢母細胞の発生分化過程に異常を与えたことを示すものであり，またたとえ発生分化には形態的異常を示さなくても，正常花粉の授粉に対する実験結果(Tables 44, 45)からみて，生理的に機能障害を誘起したことも考えられる．同様の実験をキャンベル・アーリー品種に対して実施したが，前記 Tables 52, 53 ではデラウエア品種との含有種子数と果粒数との関係調査でそれらの結実状態の相違を示したが，さらにそれらと果粒径との関係については Table 61 の如くになつた．

これによるとキャンベル・アーリー品種はデラウエ

Table 62. Frequency occurrence of abnormal ovules in flowers of Campbell-Early grapes treated with gibberellin.

Experiment year	No. of ovules		4-ovules-ovary					5-ovules-ovary						6-ovules-ovary						
	No. of mormal ovules		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	6
	Treatment	No. of abnormal ovules / No. of ovaries measured	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3	2	1	0
1962	Treated	271	59	72	61	46	11	1	5	3	2			2	5	4				
		Per cent	22.0	26.5	22.5	17.0	4.0	0.4	1.8	1.0	0.7			0.7	1.8	1.5				
	Untreated	192		19	56	72	24			2	2	4	1			2	3	1	4	1
		Per cent		10.0	29.0	38.0	12.5			1.5	1.0	2.0	0.5			1.0	1.5	0.5	2.0	0.5
1963	Treated	200	37	40	58	51	23	1	1	1	2	1			1	1	1	1	1	
		Per cent	16.8	18.0	26.3	23.0	10.4	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
	Untreated	234		4	32	79	98				4	2	5				1	4	2	3
		Per cent		1.7	13.7	33.8	41.9				1.7	0.8	2.2				0.4	1.7	0.8	1.3

Tables 63. Effect of gibberellin application on the number of seeds in each berry of Campbell-Early grapes (1963).

Treatment / Repetition	Number of trees used	Number of fruit clusters	Total number of berries	Number of seedless berries	Number of 1-seeded berries	Number of 2-seeded berries	Number of 3-seeded berries	Number of 4-seeded berries	Number of 5-seeded berries
Prebloom 1	5	23	656	167	79(40)[1]	221(2)	154	35(1)	—
Postbloom 1	Per cent		100	25.5	12.0	33.7	23.5	5.3	—
Prebloom 2	5	24	442	179	92(29)	119(10)	42	8(8)	2
Postbloom 1	Per cent		100	40.5	20.8	27.0	9.5	1.8	0.4

1) (40) shows the number of imperfect seeded berries.

ア品種に比べて果粒の含有種子数が著しく多く，また果粒径との相関も極めて高いことを示している．

このようにデラウエア品種とは結実性の異なるキャンベル・アーリー品種についての実験結果は Table 62 に示された．

これによると無処理に対する1962年と1963年の正常および異常胚珠の関係に多少の数的相違が見られるが，これを前記 Table 53 の含種子果粒数の分布と比較すれば，正常胚株子房数と完全種子果粒数の間におおよその数的対応が見られる．

さらにGB処理が含種子果粒数におよぼす影響については Table 63 に示した．

開花前のGB処理2回は1回処理の場合より幾分無核果粒の形成率を増加したが，1回処理区では25.5%であつた．また1963年 GB処理による含異常胚珠子発生は僅かに 17.3%であるから，含正常胚珠子房の無核果形成率は 8.2%に過ぎなかつた．

これらの実験結果からキャンベル・アーリー品種においてもデラウエア品種ほど顕著ではないが，GB 処理が胚嚢母細胞の発生分化過程に異常を与えたことは明らかである．さらに胚嚢の外部形態には異常が認められなくても生理的機能障害の発現は幾らか認められる．

以上の如く両品種ともGB処理により明らかに胚嚢母細胞の発生分化過程に異常が導かれ，卵細胞と極核の形成を阻止し，なかには胚嚢すら未分化のままの異常胚珠が発生した．しかし，胚嚢の形態的異常が認められなくても，生理的な機能障害の誘起を起こしたことは前記の諸実験から明らかに推察できよう．要するに，GB が種子形成の母体である胚珠とくに胚嚢の授精機能を不能ならしめて，種子形成を阻止したことが根本的原因であると結論づけられよう．これを Pearson (1933) が試みた種なしブドウの発生機構的類型に従つて類別すれば，デラウエア品種における無核果粒の発生経過は前記 Pearson の第2型に属するものであり，キャンベル・アーリー品種の場合は Pearson の第2型に起因する無核果粒の形成を主体とするが，幾らかは第3型すなわち授精後における種子発育の停

止による不完全種子の形成型に属するものとみられよう．

(2) ジベレリン処理無核果粒の発生に対する組織学的観察

デラウエア品種に対する開花前のGB花穂処理がその花粉，胚珠および無核果粒などの発生分化におよぼす影響を組織学的に観察することにより，無核果粒の発生過程ならびにその形成様式を究明するため，1961年以来これらの組織学的観察を試みた．

1961年における開花前のGB処理，すなわち5月5日（開花18日間）の花粉発育段階は花粉母細胞の第2分裂後期ないし4分子期にあたつていた．一方，胚珠においては既に外珠皮と内珠皮の区別は明瞭であるが，いまだ珠心を包みきるまでには発育していなかつた（Figs. 43, 44）．花粉および胚珠に対するこのような発育段階の花蕾はおおよそ発育中等程度のものを観察したのであるが，おそらく同一花穂中といえども，開花に著しい差異のある如く，花蕾の発育程度にもまた著しい差異のあることが考えられる．この花蕾も5月11日（開花12日前）頃になると，花粉の小胞子は完全に分離し，輪郭も円味をおびた花粉球となつた（Fig. 45）．胚珠は次第に倒生となつて，その形態も完成に近ずき，なかには珠心の中央部に胚嚢分化の徴候が観察されるものがあつた（Figs. 46, 47）．この時期はGB処理の影響が外部的に花穂の伸長増加として顕著に現われ始めた頃に相当するが，組織形態的には花粉も胚珠もともに何ら変化を認めなかつた．したがつて，無核果粒形成のための開花15日前処理期における花蕾では，花粉母細胞の発育が4分子期前後にあたり，胚珠ではその形成の初期から中期にいたる頃で，胚嚢分化はその後に開始されるために，胚嚢の分化過程は花粉におけるよりも一層強くGBの影響下にさらされることが考えられよう．

5月15日（開花8日前）頃には，胚珠の組織形態がほぼ完成して，胚嚢の発生分化が進行期に入つており（Fig. 48），これらはそれぞれ開花直前までには発育を完了した（Fig. 49）．したがつて，1961年には無処理区のもので5月21日頃，GB処理区では5月19日頃，1962年には無処理区では5月27日頃，GB処理区は5月25日頃，それぞれの正常胚珠においては卵細胞と極核の存在する胚嚢が観察される（Fig. 50）．このようなGB処理区の正常胚珠の胚嚢といえども，無処理区のものと全く差違が認められなかつた．そこでこれらの正常胚珠の胚嚢をさらに詳細に観察すると，Stout (1936 b), Nitsch ら (1960), Pratt and Einset (1961) および Watanabe (1963) らのブドウに対する組織学的観察報告とほぼ同様な結果が得られた．すなわち無処理区ならびにGB処理区における正常胚珠の胚嚢は Fig. 50 の如き形態で，卵細胞の上部に極核が接着して存在するが，柱頭から伸長してきた花粉管は珠孔を通過して卵細胞に授精し（Fig. 51），さらに重複授精が完了すれば，極核は授精卵から離れて胚嚢の中央部へ移動した（Fig. 52）．

次にGB処理区および無処理区の異常胚珠であるが，これは胚珠自身の形態的異常を意味するものでなく，異常胚嚢を持つところの胚珠ということであり，その胚珠の発育形態にはGB処理区と無処理区の間に殆んど差異を認めない（Table 54, Figs. 53, 54），またこれらは正常胚珠の発育形態とも何ら異るところが見られなかつた（Table 54, Fig. 50）．それではこれらの異常胚嚢における形態的分化の差異を見ると，種々様々であつて，全然胚嚢分化が見られないものから完全な胚嚢に近い形態のものまで存在した．

授精を終つた正常胚珠では，その後，次第に外珠皮の細胞分裂が活発となつて肥厚し，7日から10日後にはその胚珠の形態も日増しに異常胚珠との間に発育上の差異を現わしてきた（Figs. 58, 59, 62）．なおGB処理区および無処理区の異常胚珠では，開花時以降の発育は停止して，それ以上の発育が殆んど見られず，珠心細胞の崩壊が現われ始めた（Figs. 59～63）．その後まもなく内珠皮の異常収縮が観察されるようになつた．

かくの如く授精した正常胚珠では種子の発育分化がますます活発に進行するが，一方無処理区およびGB処理区の異常胚珠では殆んど同じ形態的退化が除々におこり，胚珠の各組織は萎凋収縮した退化状態が観察された（Figs. 64, 65）．

論　　議

著者は先に自然発生の無核品種についての Pearson (1932, 1933) の3型分類に準じて，GB処理無核果粒の形成様式を類別したが，Stout (1936 b) によれば，これら品種の無核果粒の発生を刺激的単為結果によるものとして "White Corinth" と "Black Corinth" をあげ，授精型単為結果 (stenospermocarpy) としては "Sultanina" があるとした．

これらの花粉について見ると，刺激的単為結果の "White Corinth" と "Black Corinth" では外観と大きさは均整で異常花粉の混入も比較的少ないが，人工培養基 (sugar-agar medium) 上での発芽は約3

%で著しく低く，これに対し授精型単為結果の "Sultanina" では90%の高い発芽率を示している（Stout 1936 b）.

GB が花粉におよぼす影響として，直接 GB を花粉の発芽床へ添加処理した実験には，Chandler（1957）が29種の植物の花粉に対し人工培養基中へ GB（31.75 mg/*l*～1000 mg/*l*）を加えると，10種は花粉の発芽を抑制するが，7種は花粉の発芽を刺激して増加することを認めている．沢田（1960 b）はリンゴの花粉に対する発芽床の GB 処理で花粉の発芽を促進したとしている．これらと反対の影響として，Weaver ら（1960）はブドウに対する花粉発芽床への KGA_3（Potassium salt of gibberellin A_3）の処理が正常花粉の発芽を著しく減退せしめたとし，板倉ら（1962 b）もデラウエア，マスカット・ベーリーAおよびネオマスカットなどの品種に対する花粉発芽床へ GB 処理はその濃度に比例して花粉の発芽力を低下せしめたという．

次に，開花前の花穂の GB 処理が花粉の発芽におよぼす影響については，Weaver ら（1960）はブドウに対して低濃度（5 ppm）でさえ花粉の発芽力の減退を認めており，原（1960）はデラウエア品種の不良花粉を増加したのみならず，正常花粉といえどもその発芽率は低下したという．しかし GB 処理による不良花粉の発生は，著者の実験の範囲では全く認められなかつた．また花粉の発芽に関する著者の実験（1961, 1962）では，デラウエア品種に対する開花前の GB 処理（100 ppm）で著しく発芽力を減退せしめており，横沢ら（1962）もデラウエア品種で，板倉ら（1962 b, 1963 b）はデラウエア，キャンベル・アーリー，マスカット・ベーリーAおよびネオマスカットなどの諸品種でも，発芽力の著しい低下をみとめている．しかし加藤ら（1961）のアカマツにおける GB 花穂処理では，低濃度（200 ppm）処理の場合は花粉が発芽力を増加し，高濃度処理（600 ppm）では花粉の発芽力を低下したとしている．

このように GB が発芽力を低下した花粉に対する授精能力を調査するため，著者（1961, 1962）の行なつた交配実験によると明らかに種子形成能力の低下が認められる．また横沢ら（1962, 1963）もデラウエア品種において，花粉の授精能力の著しい喪失または減退を認めている．このように GB の花穂処理は花粉の発芽力を著しく減退するため，デラウエアの如く，正常花粉の発芽力が他品種にくらべて著しく低い品種においては，GB の花穂処理で，Olmo（1942 b）のいう経済的結実をうるための発芽率の限界（6～8%）以下に低下せしめることは容易であろう．またたとえ，花粉の発芽率が高い品種といえども，GB 処理で限界発芽率以下に低下せしめることは可能と思われる（板倉ら 1965）．このように GB が花粉の発芽能力を減退せしめる現象は，開花前 15 日前後における花粉の発育状態に大きく関係するものと考えられるので，組織学的究明を行なつたところ，その際には花粉母細胞はおおよそ4分子期前後の発育段階に達していた．したがつて，それ以後の幼花粉粒の発育には何ら形態的な異常が認められないが恐らく花粉の生理機能に障害がおよんだものと考えられる．なおこのような花粉の機能障害が無核果粒の形成にも何らか関与するのではないかとの疑問に対しては著者の交配実験の結果からは肯定する事実がえられなかつたことを附記しておく．板倉ら（1963 b）もデラウエア品種において，花粉の発芽力は無核果粒形成率とは無関係であるとしている．

次に刺激的単為結果を行ないうる胚珠について見ると，"White Corinth" の場合にはその形態的異常が著しく，正常な胚嚢も全く形成されない．また "Black Corinth" においては胚珠の形態は正常であるが，胚嚢は不完全で種々の発育程度のものが見られるとし，その授精作用は極めて稀にしかおこらないと述べている（Pearson 1933, Stout 1936）．これに反し授精型単為結果を行なう "Sultanina" 品種では形態的に正常な胚珠が大部分で，何れも正常な胚嚢を高率に含有することを明らかにした．Pearson（1932, 1933）は正常な果粒では少なくともそのうち1個の胚珠が授精能力をもつているという．

著者は開花前の GB の花穂処理が胚珠におよぼす影響を明らかにするため，デラウエア品種に対し開花前15日前後の花蕾の組織学的観察をおこなつたところ，胚珠はいまだ成長の極く初期にあたり，胚嚢においてはその後数日してようやく分化が開始されるため，胚嚢の形成には GB の影響を十分に受けうる状態下にあることが考えられる．しかし実際にデラウエア品種では GB の花穂処理による胚珠の形態的発育異常は殆んど認められず，またキャンベル・アーリー品種においても同様の結果がえられている．

次に著者（1961, 1962）はこれら胚珠の授精能力そのものについて解明するため，交配実験を行なつた結果，開花前の GB 処理は胚珠の種子形成能力を著しく低下せしめていることが明らかになつた．また板倉ら（1963 b）および横沢ら（1962, 1963, 1964）もデラウエア品種に対し同様な胚珠の種子形成能の著しい減退または喪失を見ている．合成生長物質の処理が果実

の種子形成を種々の程度に阻害することはリンゴでも報告されており（Luckwill 1953）．またこの現象を利用してリンゴの薬剤摘果の実用化が考えられている（Teubner 1955）．上記の如き種子形成能力を減退せしめる原因をさらに究明するため，子房の組織学的観察を行なつたところ，デラウエア品種では，開花前のGB花穂処理で子房には異常胚嚢を持つ胚珠の形成頻度が著しく増加している．またキャンベル・アーリー品種においても，その発現程度に差異はあるが，同様な傾向が認められる．しかし，このような異常胚嚢をもつ胚珠子房の出現率よりも，無核果粒の形成率がはるかに高いことを考えると，なおかなり多数の正常な胚嚢をもつ胚珠子房でさえも種子形成が行なわれないことが判明した．これは自家結実性のすぐれているこれらの品種ではGB処理により花粉の授精能力の減退が関係しているとも考えられるが，この際無処理の正常花粉を交配した結果では有核果粒の形成頻度が僅少であつた点から推察すると，GB処理花穂のもつ正常胚珠子房といえども生理的には種子形成能力を明らかに低下させられたものが多いといえよう．

かくの如く，GBが種子形成の根源である胚珠，特に胚嚢の形態（卵細胞と極核）ならびに生理に異常を与えうることは，種子形成を不可能にする根本的原因であることを示唆する．一般に果実は無核果を除けば種子が形成されない限り，その発育は起こらず，これはブドウにおいても同様で，正常果粒の発育には必ず1粒以上の種子の形成が必要である．このことはWeaverら（1960），著者（1961，1962）および板倉ら（1963 b）の実験結果から明らかである．すなわち無処理の除雄無交配花はそのままでは殆んど発育しないものである．しかしながら，開花前にGBの花穂処理を行なえば果粒の種子形成を不能にすると同時に，種子形成の起こらない果粒を単為結果せしめることも明らかである．さらに，このような単為結果の誘発がいかにしておこるかについては，GB単独の場合と，GBと花粉の授粉刺激の両者の協働とが考えられるが，著者（1961～1964）は先にGB処理除雄花に無処理の正常花粉を交配し，またはGB処理花穂の花粉を交配した実験を行なつたところ，無核果粒の形成にはこれら花粉の影響は全く認められなかつた．したがつて，GB処理花穂の除雄花でも十分に単為結果が可能であることが判明した．Weaverら（1960）は有核品種"Tokay"の無処理除雄花をKGA_3（5 ppm）で処理すれば殆んど正常な大きさの単為結果を誘起しえたという．また横沢ら（1964）もキャンベル・アーリーおよびマスカット・ベーリーA品種に対して無処理花穂の除雄直後にGB浸漬処理を行なつて，何れも94％以上の単為結果を誘起できたと記している．

GBが無核果粒を形成する過程を分析すると，それは種子形成体の異常化または発育停止と子房の肥大生長との2大現象が相伴つて発現することである．種子形成体の異常はすでに種子形成の本体である胚珠とくに胚嚢の形態と機能の異常化によつて明らかにされたが，種子を含まない子房の生長と肥大，すなわち単為結果の誘起についてもこれを実証することができた．

さらにこれらの現象に関する文献的検討を試みると，Gustafson（1939 a, b）は幼花期の子房中の高いauxin容量がnatural parthenocarpyと深い関係を有するという仮説をいち早く提案している．彼はこの仮説を実証するため，オレンヂとレモンの単為結果品種と有核品種の幼花期における子房中のauxin容量を測定したところ，無核品種は有核品種よりも著しく高かつた．しかし子房が生長を開始して2～4週間経つと，auxin容量は有核品種の方がかえつて増加してきた．これは授精と種子の発育により子房中のauxin容量が増加したためで，Gustafsonはこれは種子が子房（果実）の生長に必要なauxinを供給しているのだと論述している．またLuckwill（1948）によるとリンゴの種子中のnatural auxinは特に胚乳中で生成されるとした．したがつて，単為結果性植物においては幼花期の子房中に子房発育を引起こすに充分なだけのnatural auxinが含まれているから，種子形成が起らなくても子房の発育が開始されるものといえる．さらにGustafsonはブドウにおいても"Thompson Seedless"の子房中のauxin容量は殆んど2.74 gammas per kilogram fresh materialも含まれているに対し，seeded "Muscat"では0.34で著しく少ないことを指摘している．またNitschら（1960）はseeded "Concord"と"Concord Seedless"の比較において，果粒の発育経過とその生長物質（auxin）の経時的含有量の推移との関係を追究して，"Concord Seedless"の開花時の子房中にはTotal auxin容量がseeded "Concord"の約2.5倍多く存在し，2日後には半減したが，それでも10日後までseeded "Concord"よりも著しく大であつたという．またさらに，"Concord Seedless"では開花後20日頃より胚珠と胚乳の退化が始まり，それ以後はseeded "Concord"にくらべてauxinの生成が減少して，果粒の肥大も有核果粒にくらべてそれだけ減少したとのべている．また成熟中の果実に生成される生長物質に

ついては，Nitsch (1955) がブドウの生長物質として IAA (indole-3-acetic acid) と同様に IAN (indole-3-acetonitrile) と IAE (Ethyl-3-indoleacetate) が含まれているであろうとし，Wright (1956) は成熟中の Black currant (*Ribes nigrum*) の果実には IAA および IAN と共通の特性をもつもの，さらにその他に1つの indole 派生物質が含まれるという．かくの如く果実の生成にはこれら各種の生長物質が複雑に作用していることが推察される．

摘　　要

1．GB 処理花穂に生ずる花粉は形態的に何ら異常を示さなかつたが，その発芽力は人工発芽床上では著しく低下するのが見られた．これら花粉の種子形成能力を見るため，無処理の除雄花に処理花の花粉を授粉したところ，正常な有核果粒の出現率は著しく低下した．すなわち，GB 処理が花粉の授精能力を著しく減退せしめることが明らかになつた．

2．GB 処理花穂上の除雄花に無処理正常花粉を授粉した場合の正常な有核果粒の出現率は自家授粉の場合と同様に，5％以下であつた．これは GB 処理花の胚珠が種子形成能力の明らかな低下を示すものである．ただし，その代りに，多数の無核果粒を形成しうることはいうまでもない．その際，花粉の影響を受ける必要がなく，除雄花子房は無核果粒に発育することが判明した．

3．無核果粒の形成に関する GB の作用機作を究明するため，デラウエア品種を供用し，花粉および胚珠形成の組織学的究明を行なつた．花粉については GB 処理による形態的な悪影響は何ら認められなかつたが，胚珠においては形態的に異常な胚嚢の形成が著しく認められた．たとえ形態的に正常な胚珠子房といえども，殆んど無核果粒を形成しうることが明らかになつた．したがつて，GB 処理による無核果粒の形成は胚珠子房の形態的ならびに生理的異常がその根本的原因であると認められ，すなわち，無核果粒では胚の正常な発育は得られないで，子房の単為結果的発育が導かれるものである．

結　　論

ブドウに対する GB の処理効果の中で，デラウエア品種に対する経済的種なしブドウの生産効果を十分に発揮する GB (100 ppm 水溶液) の適正処理基準，すなわち無核果粒形成のための開花 15 日前処理と無核果粒の肥大のための開花 10 日後の処理を実証的に設定し，さらにこの適正処理とともに樹体の栄養的条件と気象要因が大きく関与することを明らかにした．次に GB が無核果粒を発生する機構については，GB は花粉の形態には何ら異常を及ぼさないが，その発芽力および交配による種子形成能を著しく減退せしめる．また胚珠においてもその形態的異常は認められないが，胚嚢母細胞の分化発育過程には種々の程度に異常が導かれていることを明らかにした．これは GB が種子形成の本体である胚珠とくに胚嚢の授精機能を不能にし，またたとえ，胚嚢の組織形態には異常が認められなくても，それらの胚珠には生理的機能障害を誘起して種子形成を阻止することが明らかである．これらの胚珠子房は花粉の刺激を要せずに GB 単独で単為結果的に無核果粒を形成せしめられることを立証することができた．

さらに，デラウエア品種に対する GB 処理無核果粒の形成様式は Pearson の第2類型（刺激的単為結果）に属するものであり，キャンベル・アーリー品種では主として第2類型に起因するほか，いくらかは第3類型（授精型単為結果）が併発するものと結論づけられた．

引　用　文　献

1) Abbott, D. L. (1954): Recent application of growth substances in fruit growing. Proc. Ass. Appl. Biol., 41, 215—220.

2) 足立之三・辛島紀男 (1961): ブドウ，マスカットベーリーAに対するジベレリン利用試験（第1報）園芸学会昭和36年秋季大会研究発表要旨，15—16.

3) Batjer, L. P. and H. H. Moon (1945): Effect of naphthaleneacetic acid spray on maturity of apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 46, 113—117.

4) Chandler, C. (1957): Studies on the effect of gibberellic acid on pollen-tube growth. Plant Physiol. Supplement, 32.

5) Chandler, W. H. (1925): Fruit growing. Houghton M. C.

6) Coombe, B. G. (1960): Relationship of growth and development to changes in sugars, auxins and gibberellins in fruit of seeded and seedless varieties of *Vitis vinifera*. Plant Physiol., 35, 241—250.

7) Crane, J. C. (1949): Controlled growth of fig fruits by synthetic hormone application. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 54, 102—108.

8) Crane, J. C. (1952): Growth of apricot fruit as influenced by 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetic acid application. Proc. Amer. Soc.

Hort. Sci., 59, 218—224.
9) Crane, J. C. (1956): The comparative effectiveness of several growth regulators for controlling preharvest drop, increasing size and hastening maturity of Stewart apricots. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 67, 153—159.
10) Crane, J. C., M. V. Bradley and L. C. Luckwill (1959): Auxins in parthenocarpic and non-parthenocarpic figs. Jour. Hort. Sci., 34, 142—153.
11) Crane, J. C., L. D. Dekazos and J. G. Brown (1956): The effect of 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetic acid on growth, moisture and sugar content of apricot fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 68, 105-112.
12) Darrow, G. M. (1952): Polyploidy in fruit breeding. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 59, 283.
13) Dermen, H. (1941): Simple and complex periclinal tetraploidy in peaches induced by colchicine. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 38, 141.
14) Dermen, H. (1947a): Inducing polyploidy in peach varieties. Jour. Hered., 38, 77—82.
15) Dermen, H. (1947b): Polyploidy pears. Jour. Hered., 38.
16) Dermen, H. (1952): Polyploidy in the apple. Jour. Hered., 43, 7—8.
17) Dermen, H. (1954): Colchiploidy in grapes. Jour. Hered., 45, 159—172.
18) Einset, J. (1954): "Giant" sports of grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 63, 251—256.
19) Einset, J. and B. Lamb (1951): Chimeral sports of grapes. Jour. Hered., 42, 159—162.
20) 遠藤政太郎 (1923)：葡萄粒の大きさにおよぼす種子の影響，園芸学研究集録，2，147—155.
21) 吉里和夫 (1959)：人為的種子無し果実の実例．果実日本，14(12).
22) Gardner, V. R., F. C. Bradford and H. D. Hooker (1939): The fundamental of fruit production. McGraw Hill B. C.
23) Gardner, F. E. and P. C. Marth (1937): Parthenocarpic fruits induced by spraying with growth promoting compounds. Bot. Gaz., 99, 184—195.
24) Gerhardt, F. and D. F. Allmendinger (1946): The influence of α-naphthaleneacatic acid spray on the maturity and storage physiology of apples, pears, and sweet cherries. Jour. Agr. Res., 73, 189—206.
25) Gustafson, F. G. (1939a) The cause of natural parthenocarpy. Amer. Jour. Bot., 26, 135.
26) Gustafson, F. G. (1939b): Auxin distribution in fruits and its significance in fruit developments. Amer. Jour. Bot., 26, 189.
27) 原　寿人 (1960)：ぶどうデラウエアに対するジベレリン散布の影響，第3回ジベレリン研究発表会抄録，82—83.
28) Harley, C. P., P. C. Marth and H. H. Moon (1950): The effect of 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetic acid sprays on maturation of apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 55, 190—194.
29) 井上四郎 (1961)：ジベレリンの諸影響とその品種間差異，園芸学会昭和36年秋季大会シンポジウム講演要旨，3—5.
30) 井上四郎・藤原康幸 (1958)：葡萄に対するジベレリン処理試験（第1，2報）．園芸学会昭和33年秋季大会研究発表要旨，3—4.
31) 井上四郎・藤原康幸・佐藤和郎・長野嘉行 (1960)：葡萄に対する Gibberellin の処理試験，第3回ジベレリン研究発表会抄録，84—86.
32) 井上四郎・長野嘉行・藤原康幸 (1961)：葡萄に対するジベレリン処理試験，第4回ジベレリン研究発表会抄録，69—70.
33) 板倉　勉・町田　裕・小崎　格 (1962c)：ジベレリン処理によるぶどう果穂軸の異常現象について（予報）．第5回ジベレリン研究発表会抄録，106—107.
34) 板倉　勉・小崎　格 (1962a)：ぶどうに対するジベレリン処理に関する試験，第5回ジベレリン研究発表会抄録 75—77.
35) 板倉　勉・小崎　格 (1962b)：ジベレリンによるブドウの無核果形成について，第5回ジベレリン研究発表会抄録，102—104.
36) 板倉　勉・小崎　格 (1963a)：ブドウのジベレリン処理に関する試験，第6回ジベレリン研究発表会抄録，66—67.
37) 板倉　勉・小崎　格・町田　裕 (1963b)：ブドウに対するジベレリンの作用について，第6回ジベレリン研究発表会抄録，44—45.
38) 板倉　勉・小崎　格・町田　裕 (1965)：ブドウに対するジベレリンの作用とその利用法に関する試験，園芸試験場報告A（手塚）第4号，67—95.
39) 板倉　勉・白木晴美・吉田雅夫 (1961)：ぶどうに対するジベレリン処理の影響，第4回ジベレリン研究発表会抄録，64—65.
40) 伊藤秀夫 (1962)：ジベレリンによる葡萄の種子なし果実形成に関する生理学的研究，第5回ジベレリン研究発表会抄録，44—47.
41) 岩垣駿夫 (1960)：果樹に対するジベレリンの応用試験，第3回ジベレリン研究発表会抄録，90.
42) 岩垣駿夫・会田益司 (1961)：ジベレリンのぶどうに対する利用試験，第4回ジベレリン研究発表会抄録，61—62.
43) 梶浦　実・熊沢三郎・宮沢文吾・塚本洋太郎共編 (1956)：園芸新品種大鑑，養賢堂.
44) 加藤善忠・福原檜勝 (1961)：ジベレリンによる針葉樹の花芽分化の促進，第4回ジベレリン研究発表会抄録，36—40.
45) 岸　光夫・田崎三男 (1959)：ブドウに対するジベレリン利用試験（第1報），園芸学会昭和34

年秋季大会研究発表要旨，2.
46) 岸 光夫・田崎三男 (1960a)：ぶどうに対するジベレリン利用試験（第1報），第3回ジベレリン研究発表会抄録，78—79.
47) 岸 光夫・田崎三男・雨宮 毅 (1960b)：ブドウに対するジベレリン利用試験（第2報），巨峰について，園芸学会昭和35年秋季大会研究発表要旨，15.
48) 岸 光夫・田崎三男・雨宮 毅 (1961)：ブドウに対するジベレリン利用試験（第3報），マスカットベーリーAについて，園芸学会昭和36年秋季大会研究発表要旨，15.
49) Lavee, S. (1960): Effect of gibberellic acid on seeded grapes. Nature, 185, 395.
50) Luckwill, L. C. (1948): The hormone content of the seed in relation to endosperm development and fruit drop in the apple. Jour. Hort. Sci., 24, 32—44.
51) Luckwill, L. C. (1953): Studies of fruit development in relation to plant hormones. I. hormone production by the developing apple seed in relation to fruit drop. Jour. Hort. Sci., 28, 14—24.
52) Marth, P. C., L. Havis and V. E. Prince (1950): Effects of growth-regulating substances on development and ripenning of peaches. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 55, 152—158.
53) Mitchell, J. W., E. J. Kraus and M. R. Whitehead (1940): Starch hydrolysis in bean leaves following spraying with alpha-naphthaleneacetic acid emulsion. Bot. Gaz., 102, 97—104.
54) 村西三郎 (1958)：葡萄の結実に対するジベレリン処理効果園芸学会昭和33年秋季大会研究発表要旨，4.
55) 村西三郎 (1959)：葡萄の結実に対するジベレリン処理効果，果実日本，2月号.
56) 村西三郎 (1959)：ブドウの結実に対するジベレリン処理効果（第2報），園芸学会昭和34年秋季大会研究発表要旨，2.
57) 中川昌一・南条嘉泰 (1960)：ブドウ果実の発育に関する研究（第1報），果実肥大の組織学的観察，園芸学会昭和35年度春季大会研究発表要旨，1.
58) Nebel, B. R. (1929): Zur Cytologie von *Malus* und *Vitis*. Gartenbau Wiss., 1, 549—592.
59) Nitsch, J. P. and C. Nitsch (1955): The separative of natural plant growth substances by paper chromatography. Beiten. Biol. Pflanz., 31, 387—408.
60) Nitsch, J. P., C. Pratt, C. Nitsch and N. T. Shoulis (1960): Natural growth substances in Concord and Concord Seedless grapes in relation to berry development. Amer. Jour. Bot., 47 (7), 566—576.
61) 大畑徳輔・吉田雅夫 (1959)：ブドウ果実に及ぼすジベレリン散布期の影響について，園芸学会昭和34年秋季大会研究発表要旨，1.
62) 大畑徳輔・吉田雅夫 (1960)：果実に及ぼすジベレリン散布の影響について，第3回ジベレリン研究発表会抄録，77—78.
63) 大井上 静一 (1957)：葡萄巨峰の特性と栽培，園芸新知識，8，4—5.
64) 大井上 康 (1938)：ヘテロオークシン処理による人工単為結果について，農業及び園芸，13，2213—2218.
65) Olmo, H. P. (1934): Bud mutation in the vinifera grapes. I Parthenocarpic "Sultanina" Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 31, 119—121.
66) Olmo, H. P. (1935): Bud mutation in the vinifera grapes. II Sultanina grapes Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 33, 438—439.
67) Olmo, H. P. (1936): Pollination and the setting of fruit in the Black Corinth grape. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 34, 402—404.
68) Olmo, H. P. (1940): Somatic mutation in the vinifera grape. III The Seedless Emperor. Jour. Here., 31, 211—213.
69) Olmo, H. P. (1942a): Breeding new tetraploid grape varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 41, 215—227.
70) Olmo, H. P. (1942b): Storage of grape pollen. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 41, 219—224.
71) Olmo, H. P. (1946): Correlations between seed and berry development in some seeded varieties of *Vitis vinifera*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 48, 291—297.
72) Olmo, H. P. (1952): Breeding tetraploid grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 59, 285.
73) Pearson, H. M. (1932): Parthenocarpy and seedlessness in *Vitis vinifera*. Science, 76, 594.
74) Pearson, H. M. (1933): Parthenocarpy and seed abortion in *Vitis vinifera*. Proc. Amer. soc. Hort. sci., 29, 169—175.
75) Pratt, C. and J. Einset (1961): Sterility due to pre-meiotic ovule abortion in small-clustered and normal Concord grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 78, 230—238.
76) Pratt, C. and H. Shauls (1962): Gibberellin induced parthenocarpy in grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 77, 322—330.
77) 佐藤敬雄・山部 馨 (1961)：ぶどうに対するジベレリン利用に関する試験，第4回ジベレリン研究発表会抄録，66—67.
78) 佐藤敬雄・山部 馨 (1962)：ぶどうに対するジベレリン利用に関する試験，第5回ジベレリン研究会発表抄録，81—82.
79) 佐藤敬雄・山部 馨 (1963)：ブドウに対するジベレリン利用に関する試験，第6回ジベレリン

研究会発表抄録，72—73.
80) 沢田英吉 (1961)：葡萄デラウエアの果粒発育に対しジベレリンの効果，第4回ジベレリン研究発表会抄録，2—3.
81) 沢田英吉 (1962)：ブドウ（ブライトン）に対するジベレリンの効果，第5回ジベレリン研究発表会抄録，3—6.
82) 沢田英吉・田村 勉・吉田竜夫・高橋正治 (1960a)：リンゴおよび核果類果実の熟期ならびに発育に及ぼす2, 4, 5-TPの影響，園芸学会雑誌，29(4)，253—263.
83) 沢田英吉・今河 茂 (1960b)：花粉の発芽ならびに花粉管の伸長に及ぼすジベレリンの作用，第3回ジベレリン研究発表会抄録，14.
84) Sinnott, E. W. (1939)：A developmental analysis of the relation between cell size and fruit size in cucurbits. Amer. Jour. Bot., 26, 179—189.
85) Snyder, E. (1931)：A preliminary report on the breeding of vinifera grape varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 28, 125—130.
86) Snyder, E. (1934)：Breeding for seedling vinifera grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 32, 381—383.
87) Snyder, E. and F. N. Harmon (1935)：Three mutation of *Vitis vinifera*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 33, 435—436.
88) Snyder, E. and F. N. Harmon (1940)："Synthetic" Zante currant grapes. Jour. Hered., 31, 315—318.
89) Stewart, W. S., D. Halsey and F. T. Ching (1958)：Effect of the potassium salt of gibberellic acid on the fruit growth of Thompson Seedless grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 72, 165—169.
90) Stout, A. B. (1921)：Types of flowers and intersexes in grapes with reference to fruit development. N. Y. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul., 82, 3—39.
91) Stout, A. B. (1927)：A new seedless grape. Jour. N. Y. Bot. Gar., 28, 20—23.
92) Stout, A. B. (1928)：A new hardy seedless grape. Jour. Hered., 19, 316—323.
93) Stout, A. B. (1933)：New hardy seedless grapes. Science, 77, 310—311.
94) Stout, A. B. (1936a)：Breeding for hardy seedless grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 43, 416—420.
95) Stout, A. B. (1936b)：Seedlessnesss in grapes. N. Y. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul., 238, 1—68.
96) Stowe, B. B. and T. Yamaki (1957)：The history and physiological action of the gibberellins. Ann. Rev. Plant Physiol., 8, 181—216.
97) 玉村浩司 (1960)：ぶとうに及ぼすジベレリンの影響について，第3回ジベレリン研究発表会抄録，80—81.
98) 玉村浩司・柴 寿 (1962)：ぶどうに対するジベレリンの影響，第5回ジベレリン研究発表会抄録，77—78.
99) Teubner, F. G. and A. E. Murneek (1955)：Embryo abortion as mechanism of "hormone" thinning of fruits. Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bul., 590, 1—79.
100) Tukey, H. B. (1933)：Growth of the peach embryo in relation to growth of fruit and season of ripening. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 30, 209—217.
101) Tukey, H. B. (1934)：Growth of the embryo, seed and pericarp of the sour cherry (*Prunus cerasus*) in relation to season of fruit ripening. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 31, 125—144.
102) Tukey, H. B. (1936)：Development of cherry and peach fruits as affected by destruction of the embryo. Bot. Gaz., 98, 1—24.
103) Tukey, H. B. and J. O. Young (1939)：Histological study of the developing fruit of the sour cherry. Bot. Gaz., 100, 723—749.
104) 浦野啓司・玉村浩司・手倉英雄・柴 寿 (1959)：ブドウに対するジベレリン効果試験，園芸学会昭和34年度秋季大会研究発表要旨，2.
105) Watanabe, S. (1963)：Histological study on the development of grape embryo by gibberellin treatment. Bull. Yamagata Univ. Agr. Sci., 4, 213—215.
106) Weaver, R. J. (1952a)：Response of Bluck Corinth grapes to applications of 4-chlorophenoxyacetic acid. Bot. Gaz., 114, 107-113.
107) Weaver, R. J. (1952b)：Thinning and girdling of Red Malaga grapes in relation to size of berry, color, and percentage to total soluble solids of fruit. Proc. Amor. Soc. Hort. Sci., 60, 132—140.
108) Weaver, R. J. (1960)：Gibberellin on grapes. Califor. Agr., Aug.
109) Weaver, R. J. and S. B. McCune (1957)：Response of Thompson Seedless grapes to 4-chlorophenoxyacetic acid and benzothiazol-2-oxyacetic acid. Hilgardia, 27, 189.
110) Weaver, R. J. and S. B. McCune (1958)：Gibberellin tested on grapes. Calif. Agr., Feb.：6—13.
111) Weaver, R. J. and S. B. McCune (1959a)：Response of certain varieties of *Vitis vinifera* to gibberellin. Hilgardia, 28, 297—350.
112) Weaver, R. J. and S. B. McCune (1959b)：Effect of gibberellin on seeded *Vitis vinifera* and its translocation with the vine. Hilgardia, 28, 625—645.
113) Weaver, R. J. and S. B. McCune (1959c)：

Effect of gibberellin on seedless *Vitis vinifera*. Hilgardia, 29, 247—275.

114) Weaver, R. J. and S. B. McCune (1959d): Girdling; its relation to carbohydrate nutrition and development of Thompson Seedless, Red Malaga, and Ribier grapes. Hilgardia, 28, 421—456.

115) Weaver, R. J. and S. B. McCune (1960): Further studies with gibberellin on *Vitis vinifera* grapes. Bot. Gaz., 121, 155—162.

116) Weaver, R. J. and S. B. McCune (1961): Effect of gibberellin on vine behavior and crop production in seeded and seedless *Vitis vinifera*. Hilgardia, 30, 425—444.

117) Weaver, R. J. and W. O. Williams (1950): Response of flowers of Black Corinth and fruit of Thompson Seedless grape to applications of plant growth-regulator. Bot. Gaz., III, 477—485.

118) Weaver, R. J. and W. O. Williams (1951): Response of certain varieties of grapes to plant growth-regulators. Bot. Gaz., 113, 75—85.

119) Weaver, R. J. and A. J. Winkler (1952): Increasing the size of Thompson Seedless grapes by means of 4-chloro-phenoxyacetic acid, berey thinning and girdling. Plant Physiol., 27, 626—630.

120) Weinberger, J. H. (1951): Effect of 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetic acid on ripening of peach in Georgia. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 57, 115—119.

121) Wellington, R. (1930): The value of the European grape in breeding grape for New York State. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 27, 416—421.

122) Winkler, A. J. and W. O. Williams (1935): Effect of seed development on the growth of grape. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 33, 430—434.

123) Wittwer, S. H. (1957): New chemical for crop production. Farm Chemicals, May, 55—57.

124) Wright, S. T. C. (1956): Studies of fruit development in relation to plant hormones. III. Auxins in relation to fruit morphogenesis and fruit drop in the Black currant (*Ribes nigrum*). Jour. Hort. Sci., 31, 196—211.

125) 横沢弥五郎 (1964): ぶどうに対するジベレリン試験, 第7回ジベレリン試験研究報告集抄録, 181—192.

126) 横沢弥五郎・福島信吾 (1962): ぶどうに対するジベレリン試験成績, 第5回ジベレリン研究発表会抄録, 79—80.

127) 横沢弥五郎・福島信吾・福島忠昭 (1963): ぶどうに対するジベレリン試験成績, 第6回ジベレリン研究発表会抄録, 68.

128) 横沢弥五郎・保井昭男 (1961): ブドウ・キャンベルアーリーに対するジベレリン処理試験, 第4回ジベレリン研究発表会抄録, 65—66.

129) 吉原千代司・黒川泰幸・上井和平 (1964): ブドウの無核小粒果に対するジベレリン処理効果, 農業及び園芸, 39(8).

Summary

1. Inquiries were undertaken to make clear the action of gibberellins (GB crystals for testing were kindly provided by the Japan Gibberellin Association) upon the fruiting of grapes, such as "Delaware" and "Campbell-Early" varieties, during past 8 years from 1958 through 1965. Treatments with gibberellin (100 ppm GB solution added with 100 Airrol-op as wetter) were carried out on the very young clusters through twice dipping at the date of 15 days before and of 10 days after the full-bloom, respectively. The present paper concerns with the responses of grapes to GB for the enlargement of flower-clusters and berries, frequency of berry set, formation of seedless berries, hastening of maturity, and for the abortion of pollen-grains and of ovules. Histological observations were also made throughout growing processes in those artificially induced seedless berries.

2. When the flower-clusters were dipped in GB solution 15 days before the date of full-bloom, the flowering has been remarkably hastened, i. e., 3 or 4 days earlier than that of non-dipped ones. When GB applied to the young clusters of "Delaware" before the full-bloom, the treated fruit-clusters attained at the time of harvest to the significantly longer size as compared with controls. In "Campbell-Early", however, anomalous responses, such as thickening, hardening, crooking and twisting of cluster-peduncles have resulted with different degrees by such pre-bloom GB treatment.

3. When flower-clusters of "Delaware" were dipped in GB solution at the most suitable time, which came twice at 15 days before and as well as 10 days after the date of full-bloom, seedless berries were formed in the treated clusters with more than 95% frequency, and the fruits thus obtained were superior in quality and well marketable as the new seedless grapes. On the other hand "Campbellearly", which was also treated with GB at the most proper time, could induce

seedlessness with less than 50% of berries per cluster, at the maximum, not attaining the level of commercial usage as in "Delaware".

4. Only one GB treatment at the proper time of after the full-bloom could cause usually more or less striking enlargement of berries. But the additional one or three GB treatments after the full-bloom, however, could not increase any more the extent of enlargement beyond that of single GB apllication. Experiments with "Campbell-Early" could raise nearly the same result as that with "Delaware". Sizes of seedless berries in both the varieties, however, did not attain those of normal seeded berries set on the untreated clusters.

5. In "Delaware", both the seeded and seeldess berries of the clusters treated properly with GB were no less promoted in their colouring towards maturity, and the seedless young berries on the treated cluster indicated that their Brix was increased but their acidity was decreased in turn. Towards ripening the juice of seedless berries became to show higher Brix, and rather high acid content in contrast to advanced colouring of their skins. Result of experiments carried out during 7 years showed clearly that the harvesting date of seedless grapes could be hastened definitly for the period of from 12 to 20 days as compared with that of untreated grapes. The "Campbell-Early" could reveal quite similar results as those of "Delaware".

6. According to the results obtained during 4 years by the experiment of "Delaware", the number of seedless berries per cluster induced by GB application increased significantly as compared with that of seeded berries on an untreated cluster. "Campbell-Early" clusters dipped in GB before the time of full-bloom produced usually a number of small shot-berries, mixed with normal berries, and much more frequent occurrence of shot-berries has resulted from the twice applications of GB. But "Delaware" clusters treated with GB did not respond at all to the stimulus of GB for the formation of shot-berries even under the twice or still more applications.

7. The pollen-grains collected from the GB treated flowers did not show any morphological differences from those of controls, but their germinating power was more or less weaker than the controls under the artificial tests. In order to determine the reproductive power of those pollen-grains, untreated and emasculated flowers were artificially pollinated with the pollen-grains obtained from the treated flowers. Consequently, the percentage occurrence of normal seeded berries was remarkably lower than in the berries from pollinated flowers. From such results, the pollen-grains formed in the GB treated flowers showed clearly a certain weakness in their fertilizing power.

8. When emasculated flowers of GB treated clusters were pollinated with the normal pollen-grains collected from untreated intact flowers, the rate of occurrence of normal seeded berries per cluster attained to less than 5%, showing quite similar state realized under open-pollination of those treated flowers. It becomes evident that the ovules of treated flowers would show definitely the weak ability of seed formation, and they could, in turn, produce a large number of seedless berries. And moreover, without fecundation by pollen-grains, seedless growing could be induced on the ovaries of emasculated flowers in those treated clusters.

9. To make clear the functional mechanism of GB towards development of seedless berries in "Delaware", the microscopic examinations were carried through extensively on the developmental processes in the reproductive organs of treated flowers. The results of these observations revealed that there could not be obtained any positive effect on the developmental defectiveness of male organs, and that the treated ovules became to form more or less malformed embryo-sacs which lack their major apparatusese (egg cell and polar nuclei) in contrast to the normal intact ovules. Even though there exclusively occurred ovaries with normal appearance in those treated flowers of "Delaware", almost all of them could grow up into seedless berries, not forming any one seeded berry at all. So that the induction of seedlessness in "Deraware" by GB application would be primarily caused by morphological and physiological abnormalities prevailing in the treated ovaries. That is to say, the parthenocarpic development of ovaries without containing mature intact embryo as well as the growing up of these ovaries into seedless berries, closely approaching to the size of ordinary seeded berries, could be brought about by the stimulative action of gibberellin.

Explanation of Plate 8

Fig. 13 and 14. Delaware clusters treated with gibberellin.

A : Sprayed on May 13.

B : Uusprayed.

(Photo. taken on May 22, 1960)

Fig. 15. Growing Delaware berries treated with gibberellin.

A : Sprayed on May 10 (10 days before full bloom).

B : Sprayed on May 16 (4 days before full bloom).

C : Unsprayed.

(Photo. taken on June 8, 1959)

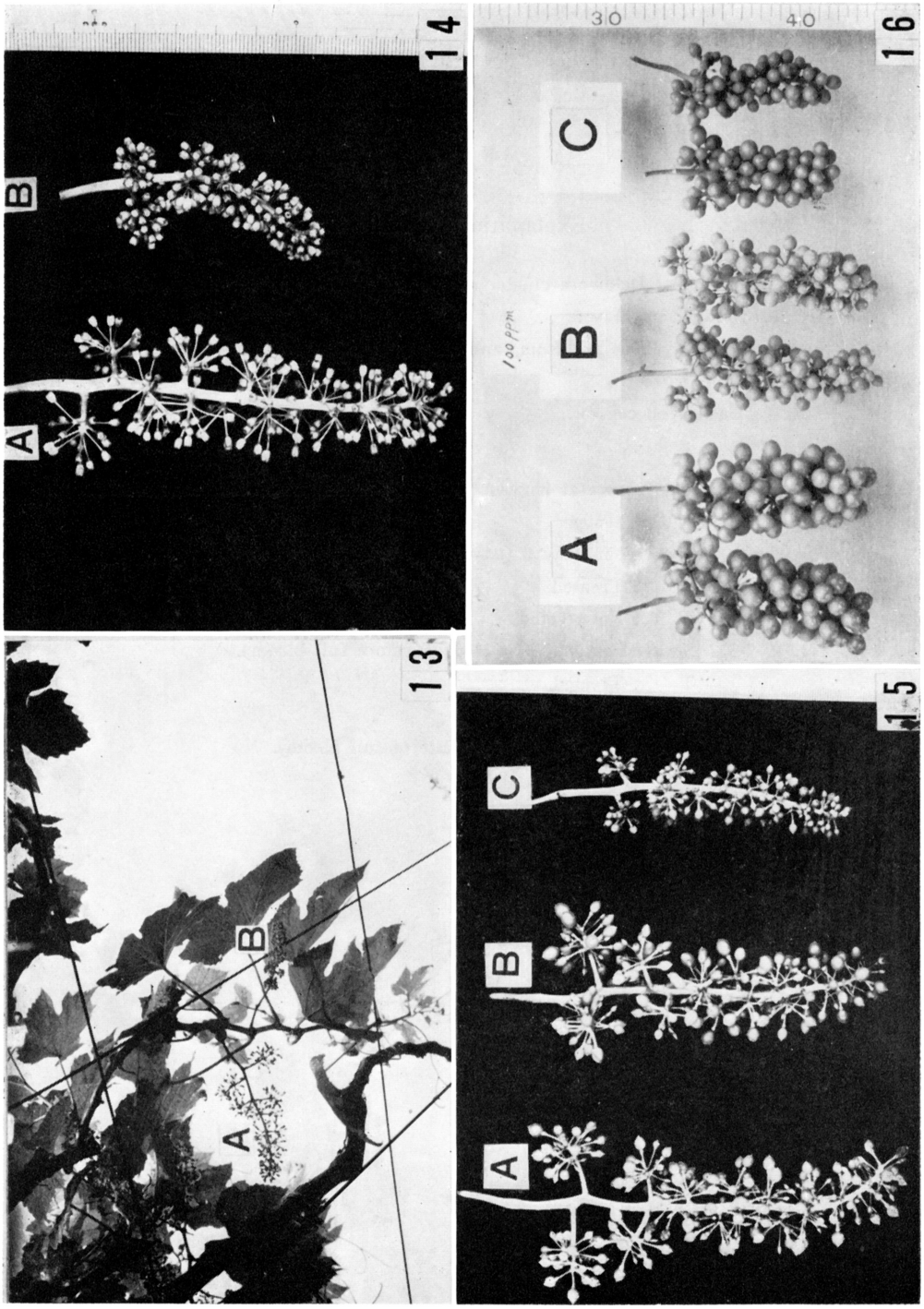
Fig. 16. Enlarged Delaware berries treated with gibberellin.

A : Dipped three times.

B : Once, with 100 ppm gibberellin as postbloom treatment.

C : Undipped control.

(Photo. taken on June 19, 1960)



ブドウの結実に対するジベレリン処理の効果

Explanation of Plate 9

Fig. 17. Elongation of Delaware cluster axes as affected by gibberellin application.

A : Sprayed on May 5.

B : On May 10 as prebloom, and also sprayed once again as postbloom treatment.

C : Unsprayed control.

(Photo. taken on July 30, 1961)

Fig. 18—20. Fruiting feature at harvest (July 28) of Delaware clusters treated with gibberellin (1960).

Fig. 18 (A). Sprayed on May 3 (24 days before full bloom).

T : Treated.

N. T. : Not treated.

Fig. 19 (B). Sprayed on May 13 (14 days before full bloom).

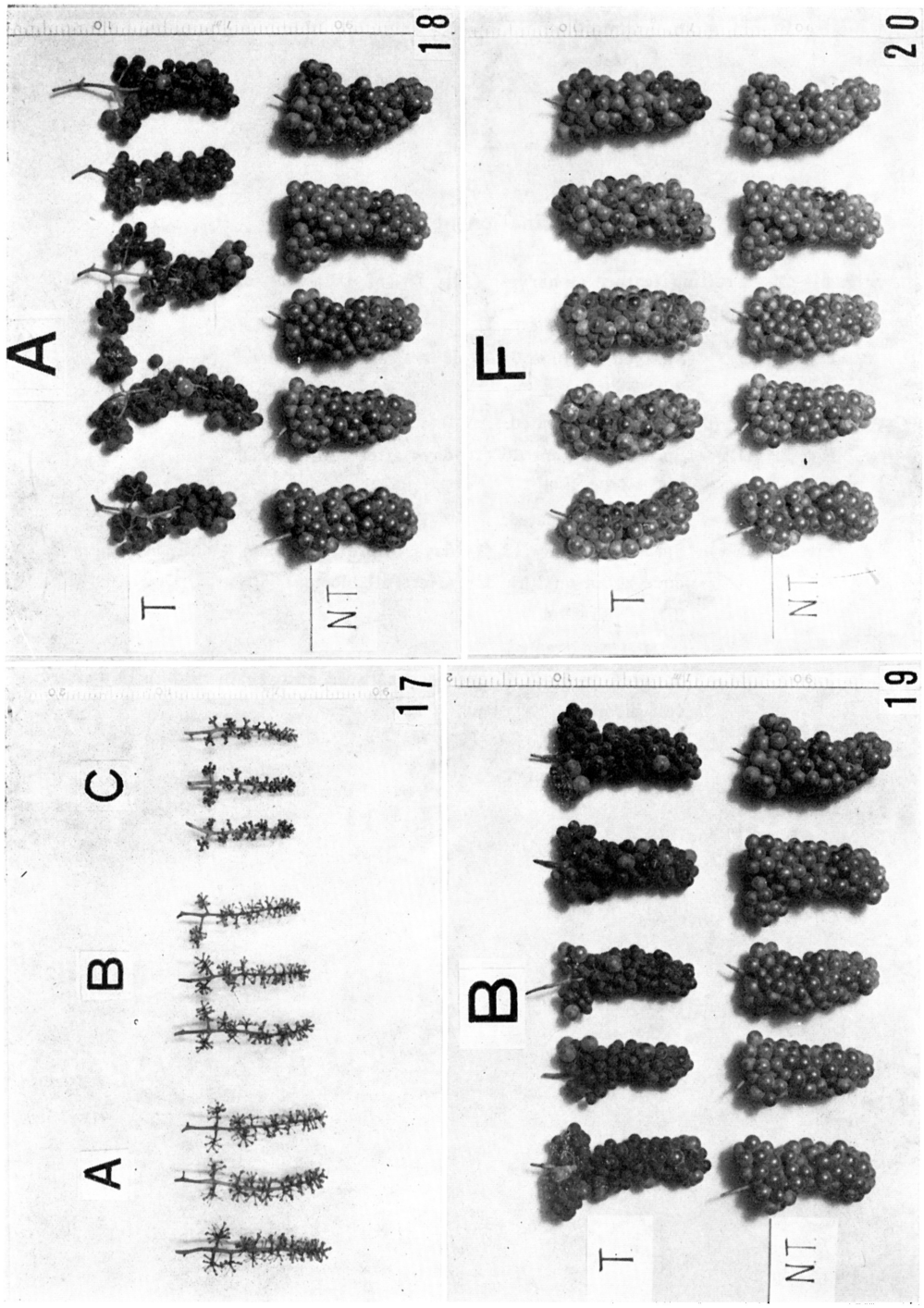
T : Treated.

N. T. : Not treated.

Fig. 20 (F). Sprayed on May 27 (the date of full bloom).

T : Treated.

N. T. : Not treated.



ブドウの結実に対するジベレリン処理の効果

Explanation of Plate 10

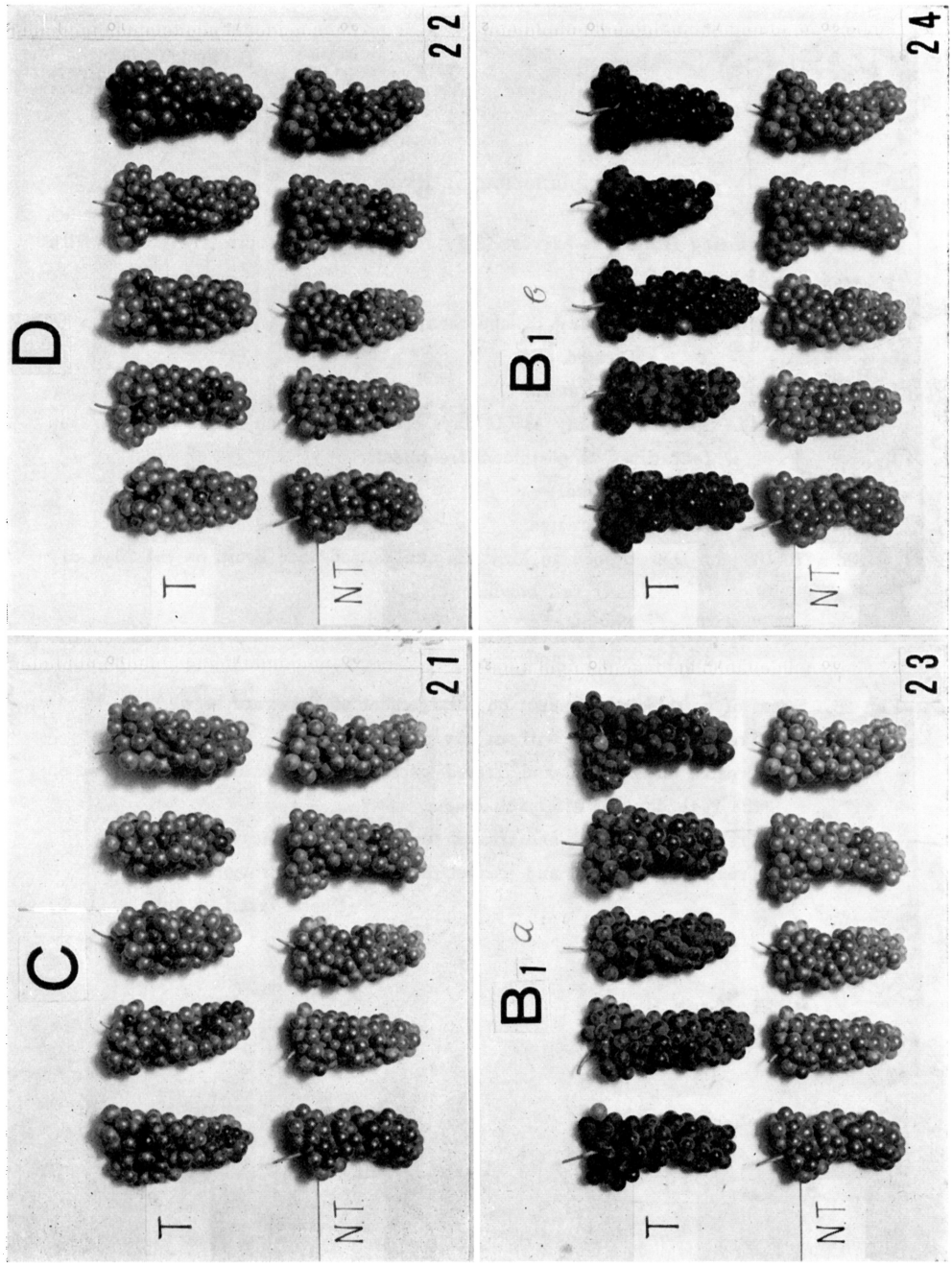
Fig. 21—24. Fruiting feature at harvest (July 28) of Delaware clusters treated with gibberellin (1960).

Fig. 21 (C). Sprayed on June 6 (10 days after full bloom).
T : Treated.
N. T.: Not treated.

Fig. 22 (D). Sprayed on June 16 (20 days after full bloom).
T : Treated.
N. T.: Not treated.

Fig. 23 (B1a). Sprayed on May 13 (14 days before full bloom), and then sprayed once again on 10th day after full bloom.
T : Treated.
N. T.: Not treated.

Fig. 24 (B1b). Sprayed on May 13, and then sprayed once again on 20th day after full bloom.
T : Treated.
N. T.: Not treated.



ブドウの結実に対するジベレリン処理の効果

Explanation of Plate 11

Fig. 25—27. Fruiting feature at harvest (July 28) of Delaware clusters treated with gibberellin (1960).

Fig. 25 (B2). Sprayed on May 13, and then sprayed twice as postbloom treatment.

T : Treated.

N. T.: Not treated.

Fig. 26 (B4). Sprayed on May 13 (14 days before full bloom), and then sprayed four times as postbloom treatment.

T : Treated.

N. T.: Not treated.

Fig. 27 (100 ppm D). Dipped on May 13, and dipped once again on the 20 th day after full bloom.

T : Treated.

N. T.: Not treated.

Fig. 28. Effect of postbloom treatment on enlargement of Delaware berries.

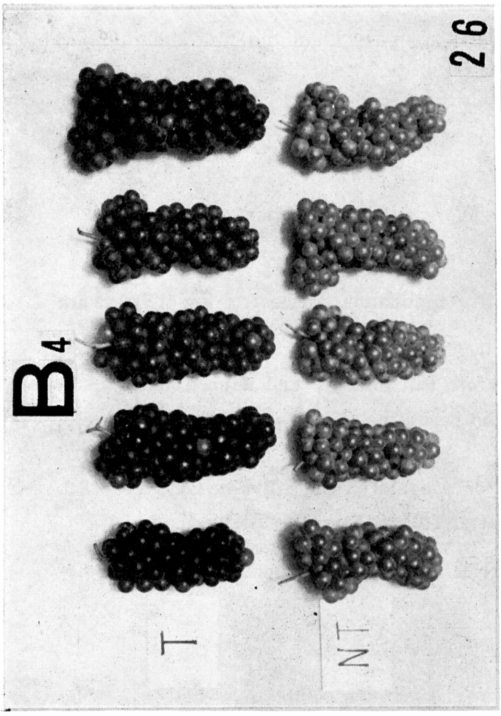
B : Treated on May 13, without any postbloom one.

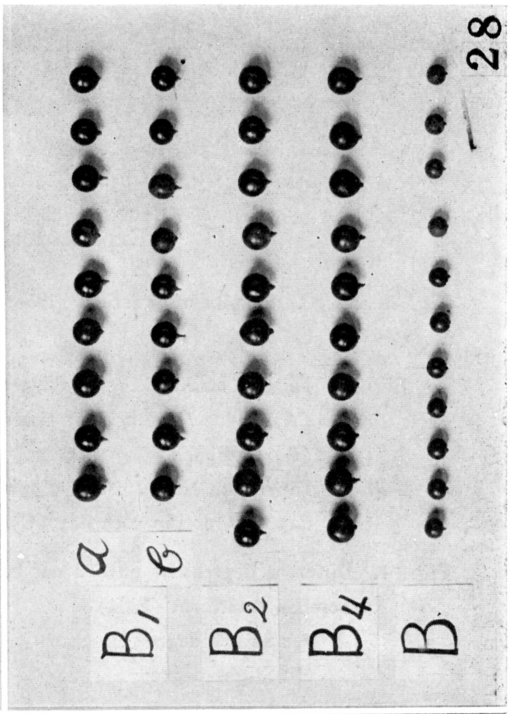
B1: Treated on May 13, and treated once again on the 10 th day (a), or on the 20 th day (b) after full bloom.

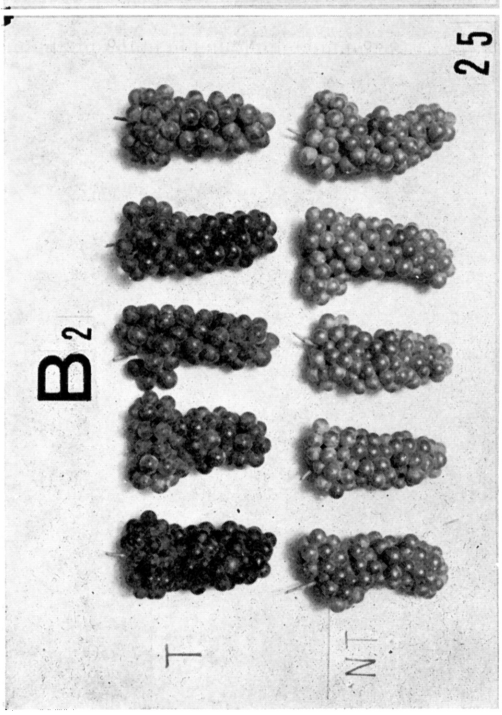
B2: Treated on May 13, and treated twice as postbloom ones.

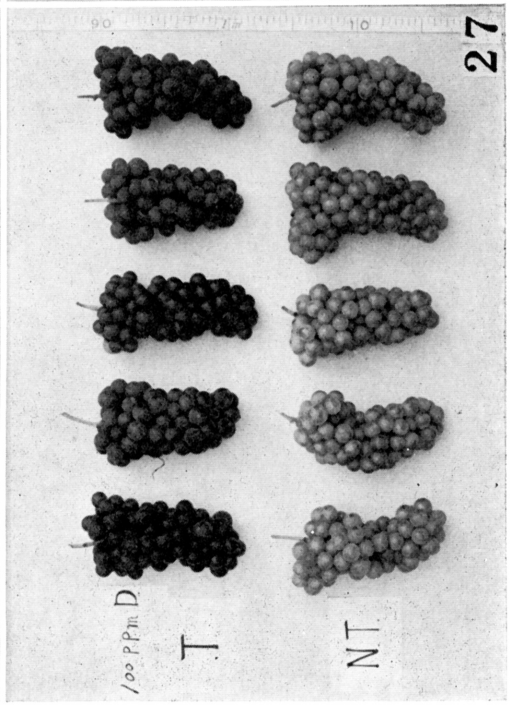
B4: Treated on May 13, and treated four times as postbloom ones.

(Photo. taken on July 30, 1960)









ブドウの結実に対するジベレリン処理の効果

Explanation of Plate 12

Fig. 29 and 30. Results of practical gibberellin application on the fruiting of Delaware grapes (1962).

Fig. 29. Dipped on May 16 (13 days before full bloom), and dipped once again (A), twice (B), or four times in repetition (C), as postbloom treatment. (D) Undipped.

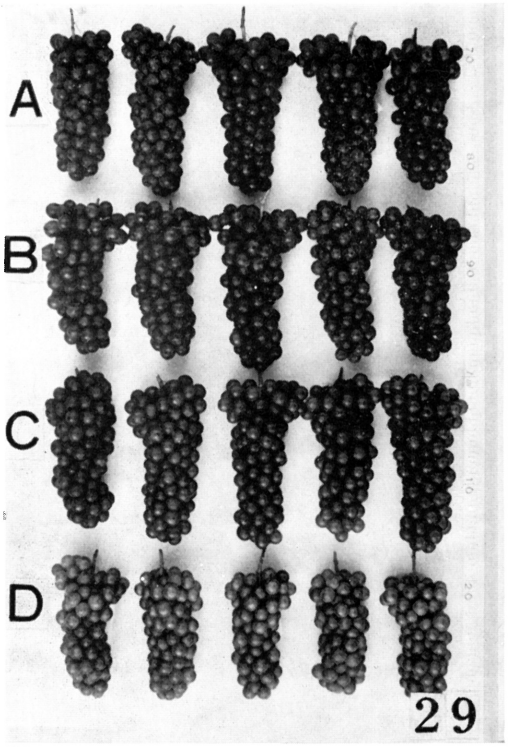
Fig. 30. Dipped on May 16, and dipped once again on the 6th day (A), the 10th day (B), or the 20th day (C) after full bloom. (D) Undipped.

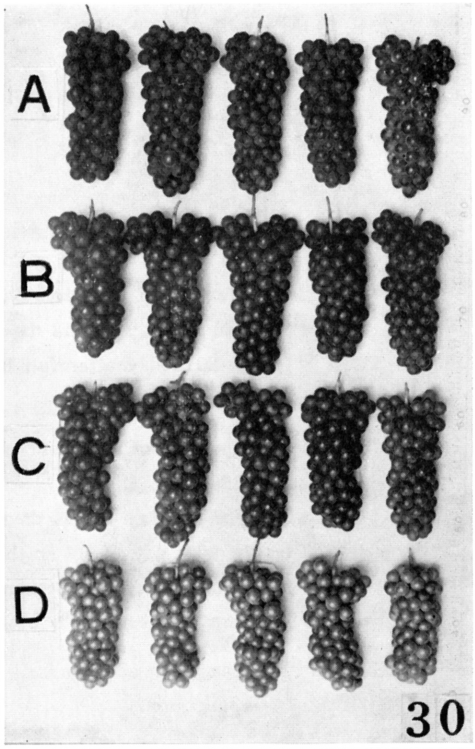
Fig. 31. Different degrees of pushed out berries in Delaware clusters raised by gibberellin treatment (1964).

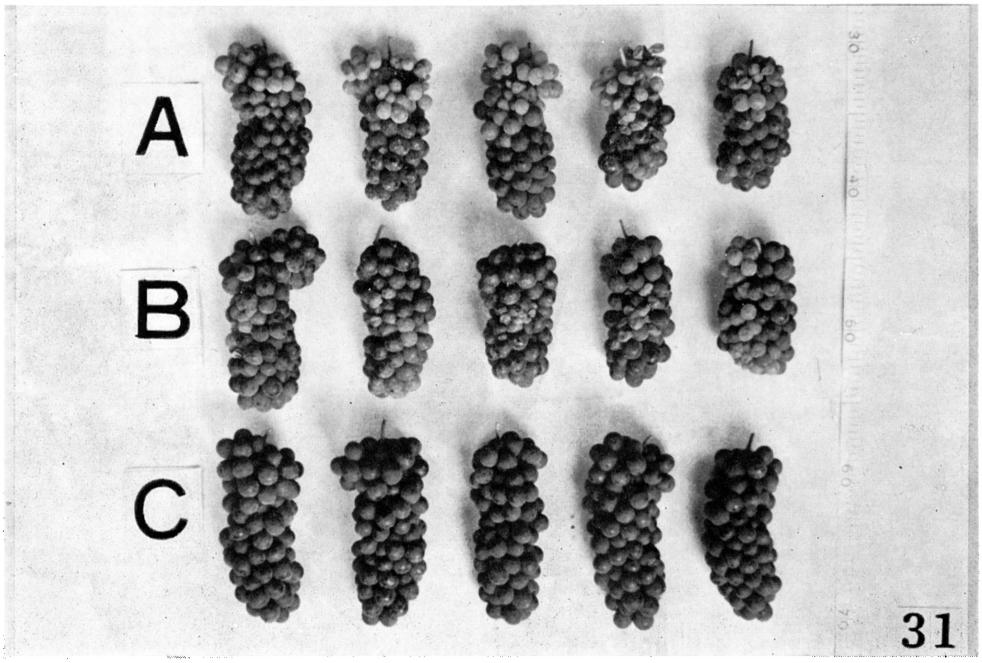
A : Severe degree.

B : Slight degree.

C : None.







ブドウの結実に対するジベレリン処理の効果