

香 川 大 学 農 学 部 紀 要

第 37 号

1982年2月

MEMOIRS OF FACULTY OF AGRICULTURE
KAGAWA UNIVERSITY

No. 37, February 1982

富有カキ果実の発育ならびに品質に及ぼす
温度条件に関する研究

中 條 利 明

香 川 大 学 農 学 部

香川県木田郡三木町

FACULTY OF AGRICULTURE, KAGAWA UNIVERSITY

Miki-tyô, Kagawa-ken, Japan

香川大学農学部紀要

第 37 号

1982年2月 発行

各研究室の業績を発表するため、本学部は“香川大学農学部学術報告”と“紀要”を発行している。この“紀要”は研究の完成した比較的長い論文を発表するために発行されている。既刊の標題は最後の i-iv 頁に記載されている。“学術報告”および“紀要”の交換または寄贈については、香川県木田郡三木町 香川大学農学部 (☎761-07) あて照会されたい。

Memoirs of Faculty of Agriculture, Kagawa University

No. 37, February 1982

The Faculty of Agriculture, Kagawa University publishes “Technical Bulletin” (Gakuzyutu Hokoku) and “Memoirs” (Kiyô), and latter contains extended treatises. The titles of each number of “Memoirs” are printed on the pages i to iv inside back cover. Correspondence concerning the exchange of publications should be directed to Faculty of Agriculture, Kagawa University, Miki-tyô, Kagawa-ken, Japan, 761-07.

富有カキ果実の發育ならびに品質に及ぼす
温度条件に関する研究

中 條 利 明

STUDIES ON THE EFFECTS OF THERMAL
CONDITIONS ON THE GROWTH AND
QUALITY OF FRUITS OF FUYU KAKI

Toshiaki Chujo

目 次

緒 言	1
第1章 萌芽, 開花および結実に及ぼす温度の影響	1
第1節 萌芽, 開花および結実に及ぼす影響	2
第2節 萌芽前からの加温が果実の肥大生長ならびに品質に及ぼす影響	4
第3節 考 察	6
第4節 摘 要	6
第2章 果実發育期における温度が果実の肥大生長ならびに品質に及ぼす影響	7
第1節 發育第 I 期の温度の影響	7
第2節 發育第 II 期の温度の影響	12
第1項 夜温の影響	12
第2項 昼夜の恒温の影響	13
第3項 昼夜の変温の影響	15
第3節 發育第 III 期の温度の影響	18
第1項 夜温の影響	18
第2項 昼夜の変温の影響	22
第4節 果実の糖画分への ^{14}C のとり込みに及ぼす温度の影響	25
第5節 考 察	27
第6節 摘 要	29
第3章 果実の脱渋に及ぼす温度の影響	29
第1節 發育第 I 期の温度の影響	30
第2節 發育第 I-II 期の温度の影響	31
第3節 考 察	36
第4節 摘 要	37
第4章 果皮の着色に及ぼす温度の影響	38
第1節 發育第 III 期の温度が果皮の朱色発現に及ぼす影響	38
第2節 發育第 III 期における採取果の果皮の朱色発現に及ぼす温度の影響	39
第1項 富 有	39
第2項 紅衣紋および荷頃子成場	42
第3節 産地を異にする果実の着色および品質	45
第4節 考 察	47
第5節 摘 要	49
第5章 ビニール被覆加温栽培による果実の早期出荷	49
第1節 大型コンクリートポット植栽樹における実験	50

第2節	成木園におけるビニール被覆加温栽培	53
第3節	考 察	56
第4節	摘 要	57
総 摘 要		58
文 献		59
英文摘要		62

緒 言

東洋原産のカキのわが国における栽培分布をみると、北は青森から南は鹿児島にまでおよんでいるが、その中の甘ガキについてみると、その栽培北限は表日本では宮城県、裏日本では山形県で、この両県でも海岸に近い気温の高い一部の地域に限られている。

一般に、甘ガキは渋ガキに比べて、樹体の耐寒性、果実の脱渋の難易などの点から風土に対する適応範囲が狭い²⁷⁾。とくに、その経済栽培の適地となると、関東以南の地域で、主産地は瀬戸内型および東日本型の黒潮の影響を受けた海洋性気候で、四季を通じて比較的温和な気候地域に属している⁸⁴⁾。

カキの生産量は第53次農林統計によると、264,100 tで、甘ガキが54.7%を占めているが、その中でも富有は出荷量の70%を占めており、現在甘ガキの代表的品種となっている。

ところで、富有の優良果の生産の温度条件として、過去の各地での栽培実績から、年平均気温 15°C 以上、4-11月までの在葉期間の平均気温 17°C 以上、8-11月の成熟期の平均気温 18-19°C 以上、9、10月の平均気温 21-23°C および 16°C 以上を必要とすると言われ^{19,23,28,33,42,64)}、それよりも低温であると、果実はたとえ着色して成熟しても、脱渋不十分となって、甘ガキとしての価値を失う場合がある。また、逆に高温であると、果実の着色が十分でなく、肉質が粗剛となって品質が劣る^{33,42)}。これらのことから、富有の真の適地はかなり限定されるようである²³⁾。

上述のとおり、富有の優良果の生産には、気温が極めて重要な環境要因であると思われるにも拘らず、その温度条件に関する研究は他の果樹、すなわち、カンキツ類^{41,43,47,48,55,56,60,61,83)}、ブドウ^{34-40,43,44,78)}、モモ¹⁾、アウトウ⁷⁶⁾、リンゴ^{77,79)} に比べて少ない⁶⁰⁾ のが現状であり、富有ガキ果実の肥大生長ならびに品質に及ぼす温度条件を明らかにすることは、実際栽培上きわめて重要な意義をもつものと考えられる。

このような観点から、筆者はカキ富有種を用い、その適地選定の基礎資料を得る目的で、果実の発育および品質に及ぼす温度条件について各種の調査を行い、さらにはこれらの調査成績に基づき実際の応用的栽培をも試みた結果、みるべき、二、三の知見を得たので、ここにその成果を取纏めて報告するものである。

本研究を行うにあたり、終始御懇篤な御指導を戴いた京都大学名誉教授小林章博士ならびに本稿の御校閲を賜った京都大学教授苦名孝博士に対し、ここに謹んで感謝の意を表する。

また、平素から絶えず御指導と激励を戴いた京都府立大学教授傍島善次博士、香川大学農学部教授葺澤正義博士、同井上宏博士ならびに研究途上に御教示と御援助を戴いた静岡大学農学部教授細井寅三博士、香川大学農学部教授樽谷隆之博士、同助教授北川博敏博士および同教授谷利一博士に対し、深甚の謝意を表する。

なお、成木園のビニール被覆加温栽培については綾歌郡綾南町陶、新名一市氏の絶大なる御協力を戴いた。実験に際しては専攻生各位の協力を得た。記して深謝の意を表する。

第1章 萌芽、開花および結実に及ぼす温度の影響

果樹における春季の萌芽前の気温と、萌芽または開花の早晩との関係を調べた成績は多いが、結果樹を用いて温度処理を行い、萌芽、開花および結実について調べた成績はブドウ^{35-40,43,44)} および温州ミカン^{41,43,47,48,55,56)} のみで、カキの調査成績は乏しい。

そこで、本章ではカキ富有種の鉢植樹を、萌芽前より環境制御温室内に置き昼夜を通じて恒温条件下においた

場合の、萌芽、開花、結実率および果実の肥大、品質におよぼす影響について調査した結果を述べる。

第1節 萌芽、開花および結実に及ぼす影響

温度の高低と、カキの萌芽、開花の早晚および結実率との関係について、とくに、積算温度の見地から検討した。

実験材料および方法

直径 30 cm の素焼鉢に壤土を用いて植栽した3年生の富有で、よく充実した結果母枝をもった樹を16樹選び、1973年2月21日から果実の成熟期まで、ファイトロンの15°、20°、25° および 30°C の自然光ガラス室内に各区とも4樹宛搬入して、昼夜を通じた恒温処理を行った。なお、授粉樹として、禪寺丸を各温度処理室内に1樹ずつ同日に搬入した。

温度処理開始時から萌芽までの日数および萌芽から開花までの日数を調べるとともに、各温度処理区における開花期の中期に各樹から5花ずつ採取して花器の重量を測定した。その後、各区とも10花を選び、アルミ箔で包んだデシケーター中で呼吸量を測定した。

禪寺丸花粉の発芽率は、開花1日前の蕾を採取して、室温で開葯させて花粉を採り、0.3 mol ショ糖添加1%寒天培地に置床し、20°Cで3時間、温室においた後、lacto phenol cotton blue で固定染色して顕微鏡で調べた。

結実率は、各区とも全樹の開花数を毎日調べるとともに、3樹に禪寺丸の花粉を授粉した人工授粉区および1樹を放任区として、開花3週間後の結実数を調べた。なお、花器の重量、呼吸の調査用に採取した花は、全開花数から除外した。

実験結果

萌芽および開花に要した日数

萌芽および開花に要した日数、10°C以上の積算温度は第1表および第1図のとおりである。すなわち、萌芽および萌芽から開花までに要した日数は高温区ほど短くなり、負の回帰曲線が得られた。同期間の10°C以上の積算温度を見ると、萌芽には80°-100°Cの間で平均90°Cであり、萌芽から開花までには275°-300°Cの間で平均300°Cとなって、処理温度の高低に拘らずほぼ一定の積算温度を要した。しかし、0°Cを基準とした積算温度をみると、両者とも低温区ほど大となり、負の回帰曲線が得られ、一定値とはならなかった。

花器の重量および呼吸量

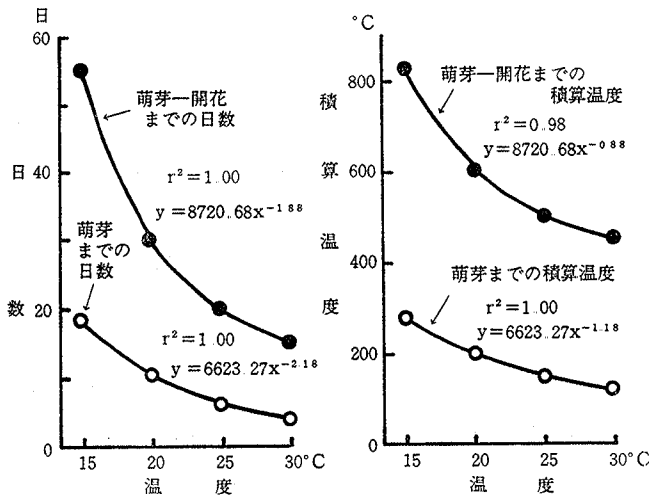
富有の開花時の花器の重量および呼吸量は、第2図に示すとおりである。すなわち、花器の重量は処理開始から、萌芽および萌芽から開花までに長期間を要した低温区ほどよく充実しており、15°C区で最もすぐれ、30°C区で劣った。花器の重量と温度との間には負の回帰直線が認められた。

単位重量当りの呼吸量は、処理温度が高くなるにつれて増加し、両者の間に正の回帰直線が認められ、 Q_{10} を

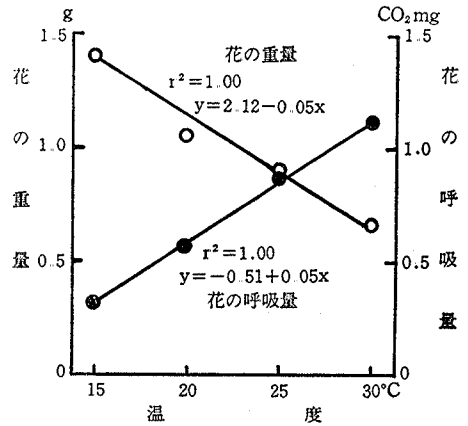
第1表 萌芽および開花に及ぼす温度の影響

温 度	萌芽まで の日数	同期間の 10°C以上の 積算温度	萌芽から 開花まで の日数	同期間の 10°C以上の 積算温度
°C	日	°C	日	°C
15	18	90	55	275
20	10	100	30	300
25	6	90	20	300
30	4	80	15	300

注：温度処理開始期2月21日。



第1図 萌芽、開花に要する日数および積算温度と処理温度との関係



第2図 花の重量および呼吸量に及ぼす温度の影響

みると2.0-2.5の範囲にあった。

1花当りの呼吸量は25°C区で最も大であり、ついで30°C、20°C区の順となり、15°C区で最も少ない値を示した。

花粉の発芽率および結実率

禅寺丸の花粉の発芽率は、第2表のとおりである。すなわち、禅寺丸の雄花の開花は、富有よりも1-2日早かった。20°Cにおける花粉の発芽率は、20°C区および25°C区ですぐれ、15°C区および30°C区で劣った。花粉

第2表 禅寺丸花粉の発芽に及ぼす温度の影響

温度 °C	開花期 月 日	萌芽—開花 日 数	調 査 花粉数 個	発 芽		発芽率 %	平均 花粉管長 μ
				花粉数 個	個		
15	5. 3	53	440	263	59.8	387	
20	4. 1	28	550	387	70.4	486	
25	3.17	18	348	246	70.7	436	
30	3.11	14	425	226	53.2	163	

第3表 結実率に及ぼす温度の影響

温度 °C	開花数	落果数	結実数		結実率 %
			個	個	
15	人工授粉区	30.0	0.0	30.0	100.0
	放任区	39.0	14.0	25.0	64.1
20	人工授粉区	27.3	9.0	18.3	67.2
	放任区	37.0	37.0	0.0	0.0
25	人工授粉区	34.0	13.3	20.7	60.9
	放任区	33.0	33.0	0.0	0.0
30	人工授粉区	33.7	32.7	1.0	3.0
	放任区	37.0	37.0	0.0	0.0

注：結実率は開花21日後に調査した。

管の伸長量も前2区ですぐれ、ついで15°C区の順となり、30°C区では花粉直径の1.5-2.0倍程度で最も劣った。

人工授粉区および放任区、開花21日後における結実率は第3表のとおりである。すなわち、人工授粉区の結実率は15°C区ですべて結実し、処理温度が高くなるにつれて低下し、20°C区で67.2%、25°C区で60.9%となり、30°C区では著しく劣り、わずかに3%であった。とくに30°C区の大部分の花は、開花2-3日後に果梗部から脱落した。

放任区では15°C区でのみ64.1%の結実を示し、すべて無核となったが、他の3区ではすべて落果した。

第2節 萌芽前からの加温が果実の肥大生長ならびに品質に及ぼす影響

実験材料および方法

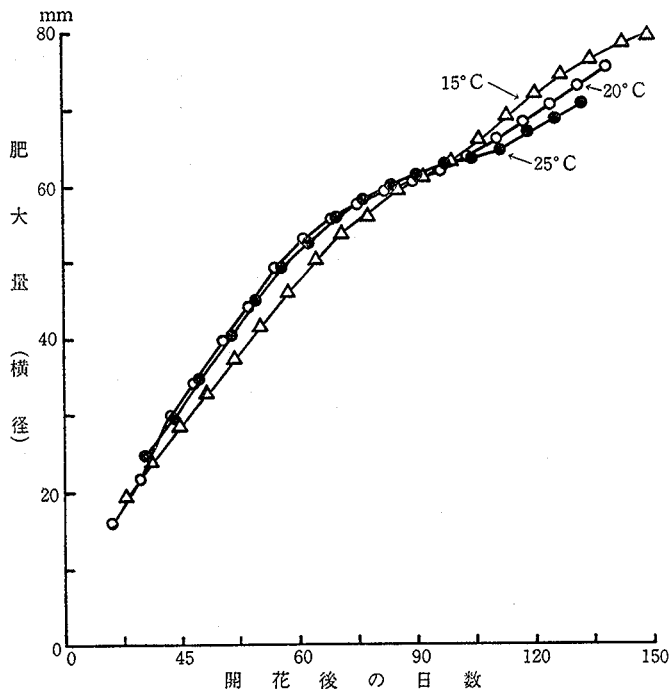
第1節と同じ材料について、すべて落果した30°C区を除いた3区について、結実調査後に各樹とも葉果比を20として、5-7果を残して他は摘果した後、果実の横径をキャリパーで1週間ごとに成熟期まで測定した。

各区とも果皮が黄色に着色した時期に、果実を採取してその品質を調べた。

実験結果

果実の発育および生長周期

果実の横径の肥大曲線および生長周期の日数は、第3図および第4図のとおりである。すなわち、果実の初期の肥大は20°C区および25°C区ですぐれたが、明らかに第II期の肥大の緩慢期が認められた。これに対して15°C区では初期の肥大が前2区に比べて劣ったが、第II期がやや不明瞭となり、成熟期ではその肥大量は他の処理よりすぐれた。



第3図 果実の肥大生長に及ぼす温度の影響

	果実発育第Ⅰ期	同第Ⅱ期	同第Ⅲ期
15°C	73	35	43
20°C	71	35	35
25°C	71	43	22
Cont.	73	46	53

第4図 果実の生長周期の期間に及ぼす温度の影響
注：図中の数字は日数を示す。

果実の生長周期の期間を見ると、第Ⅰ期は15°C区で73日、20°C区および25°C区で71日となり、自然条件下の対照区と同期間となった。第Ⅱ期は15°C区および20°C区では35日、25°C区で43日となり、対照区よりもそれぞれ11日および3日間短縮された。そして、15°C区では開花後108日で、20°C区では106日で第Ⅲ期に達したが、25°C区では115日とやや遅れた。第Ⅲ期は25°C区で22日、ついで、20°C区の35日、15°C区の43日と処理温度の高い区ほど短かくなった。

果実の品質

果実の成熟期、開花から成熟までの日数および果実の品質は、第4表に示すとおりである。

第4表 果実の成熟日数、品質に及ぼす温度の影響

温度	開花期		成熟期		成熟日数	果実の重量	縦径	横径	着色	褐斑	渋味	可溶性固形物含量
	月	日	月	日								
15	5	5	10	2	151	210 g	5.43 cm	7.96 cm	12 HCC	±	+	16.2 %
20	4	3	8	20	140	174	5.02	7.56	11	±	+	18.7
25	3	19	8	2	136	159	4.84	7.40	4	++	-	17.1

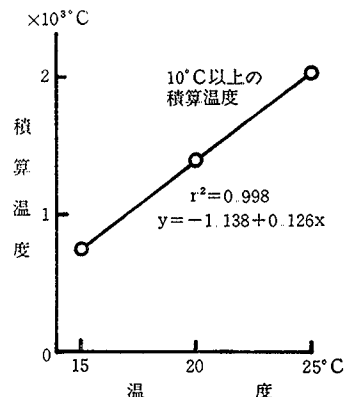
注：褐斑の程度 ±：わずかに認められる， ++：多い。
渋味の程度 +：わずかに渋い， -：ない。

果実の成熟日数は、開花の早い25°C区で136日と最も早く、ついで、20°C区で140日、15°C区で151日となり、いずれも対照区の170-180日よりも著しく短縮された。一果平均重および果径は、15°C区ですぐれ、20°C区および25°C区で劣った。果皮の着色は15°C区および20°C区で橙黄色となり、25°C区では果皮の緑色が退色して、淡黄色を呈した程度であった。

果肉の脱渋は、25°C区で完了しており、20°C区および15°C区では不十分であったが、可溶性固形物含量はいずれも16%以上ですぐれた。

果実の成熟と積算温度

処理温度と果実の成熟までの間の積算温度との関係は、第5図に示したとおりである。すなわち、10°C以上の積算温度は、15°Cから25°Cまでの処理温度では正の回帰直線が得られ、着色して成熟するが、脱渋の点からみて、果実の成熟にはほぼ2,000°Cを要すると推察される。



第5図 温度と果実の成熟までの積算温度との関係

第3節 考 察

果樹の開花期の早晚と、開花前の一定期間の積算温度との間に、密接な関係のあることはよく知られている。カキの萌芽および萌芽-開花までの所要日数は、高温区ほど短かくなり、ブドウ⁵⁶⁾ および温州ミカン^{55,56)} の結果とほぼ一致している。

カキの処理温度と萌芽および萌芽-開花までの日数、0°C 以上の積算温度との関係は負の回帰曲線が認められた。一方、永年作物の生理的零点を 10°C として、それ以上の積算温度をみると処理温度の高低に拘らず、前者では 90°C、後者では 300°C となった。このことは栽培地の温度条件が異なれば、0°C を基準とした積算温度では、萌芽期または開花期を予測することが困難であり、10°C 以上の積算温度が妥当であることを示しているように考えられる。

また、花器の発育と温度条件をみると、高温区ほど花重は低下した。この点について、カキの花芽は萌芽時から各器官が分化して、新梢の生長につれて急速に発育し、ほぼ 6 週目でその形態を完成することが知られているが^{18,68)}、本実験における 15°C 区を除いた他の 3 区では、高温区ほど萌芽および萌芽-開花までの期間が短縮され、花器の分化、発育も短期間になされたこと、さらには高温区ほど呼吸消費が増大した結果、花器の小形化をきたしたものと推察される。とくに 30°C 区では、花への炭水化物の転流と呼吸消費の均衡が開花期に崩れて、開花 2-3 日後にはほとんどすべての花の脱落を生じたものと考えられる。

結実率についてみると、開花 21 日後では低温区ほどすぐれており、ブドウ^{38,56)} および温州ミカン⁵⁶⁾ の結果とほぼ一致した。このことについても、高温条件下では同化と呼吸消費との均衡が崩れて落花したことが原因となっているように思われる。

以上のことから、カキにおける開花期および果実の肥大の初期の適温は、禅寺丸の花粉の発芽率ならびに結実率および初期の果実の肥大、成熟果の品質が、20°C 区および 25°C 区ですぐれたことから判断して、ほぼ 20°C から 25°C の間にあるものと考えられる。

カキ果実の肥大について、夏季の肥大の緩慢期、すなわち、第 II 期の存在することはすでに認められている^{30,65)}。本実験の結果、20°C 区および 25°C 区では開花後 71 日目から肥大の緩慢化がみられ、明らかに第 II 期に達したが、15°C 区では同時期にわずかに生長停滞が認められたものの、その程度は前 2 区に比べると判然としなない。なお、15°C 区では成熟果における果実肥大量がすぐれたが、これは第 III 期が他の処理区より長い期間を要したことによるものと思われる。しかしながら、脱渋程度、可溶性固形物含量などからみて、その品質はすぐれたものではなかった。

果実の成熟日数についてみると、自然条件下で栽培された対照区に比べて、各温度区で相当の短縮をみた。これは、第 I 期の日数は 71-73 日で大差がなく、むしろ第 II 期および第 III 期の日数の短縮によってもたらされたものである。酸果アウトウ⁷⁶⁾、リンゴ⁷⁹⁾ などでみられるように、第 II 期、とくに第 III 期の温度条件によって、それぞれの発育周期が短縮される事実が認められており、同様なことがカキにおいてもみられるのかも知れない。

以上の結果から、総合的な観点に立って、10°C 以上の積算温度と果実の成熟、品質との関係をみると、果実の成熟は 755°C-2,040°C でみられたが、脱渋完了の点からみると、ほぼ 2,000°C を必要とするようであった。これらの結果は、富有ガキ栽培の好適地判断の一資料として、極めて示唆的であるように思われる。

第4節 摘 要

カキの富有種の 3 年生の鉢植樹を、萌芽前から果実の成熟期まで、15°, 20°, 25° および 30°C のフایتトロ

ン内に置き、昼夜を通じた恒温処理を行い、萌芽、開花、結実および果実の肥大、品質を調べた。

1. 萌芽および萌芽から開花までの日数は高温区ほど短くなったが、10°C以上の積算温度は、処理温度の高低にかかわらずそれぞれ90°Cおよび300°Cとなった。
2. 花器の重量および結実率は低温区ほどすぐれたが、30°C区では開花直後にすべて落下した。果実の初期肥大は20°C区および25°C区ですぐれ、15°C区で劣った。なお、成熟期では15°C区の果実肥大量がまさったが、脱渋程度、可溶性固形物含量など果実品質の上からは他の処理区より劣った。
3. 果実の成熟日数は25°C区で最も早く136日、ついで20°C区の140日、15°C区の151日となり、自然栽培の172日より20-35日間短縮された。
4. 果実の重量は成熟日数の短かい区ほど小形化の傾向がみられた。脱渋は25°C区で完了しており、その10°C以上の積算温度はほぼ2,000°Cであった。

第2章 果実発育期における温度が果実の肥大生長ならびに品質に及ぼす影響

普通、カキ果実の果径肥大曲線は二重のS字型を示すが^{20,65)}、その生長周期は、開花後から7月までの発育第I期、8月から9月にかけて肥大がやや緩慢になる第II期、その後再び肥大して成熟する第III期に分けられている。

甘ガキの富有および次郎の成熟果の品質と、果実の発育期の温度条件との関係については、先述のとおり数多く論ぜられている^{19,23,28,33,42,64)}。しかし、各生長期に応じた温度条件についての実験的研究は、ほとんどみられないのが実情である。

そこで、本章では、果実の発育期、すなわち、第I期、第II期および第III期における種々の昼夜の温度処理が、果実の肥大生長ならびに品質に及ぼす影響を調べた結果を述べる。

第1節 発育第I期の温度の影響

実験材料および方法

鉢植えの3年生の富有の着果樹を供試して、第I期の1970年6月22日から8月6日までの45日間、15°、20°、25°Cのファイトロンおよび30°Cのコイトロンの自然光ガラス室を用いて、昼間（午前6時-午後6時）と夜間（午後6時-午前6時）に、それぞれの温度を組合わせた昼夜の変温処理を行った。温度処理後は、樹体を野外の自然条件下で、果実の成熟期まで管理した。なお、1樹当りの着果数は葉果比を20として、着果数を8果に調節した。

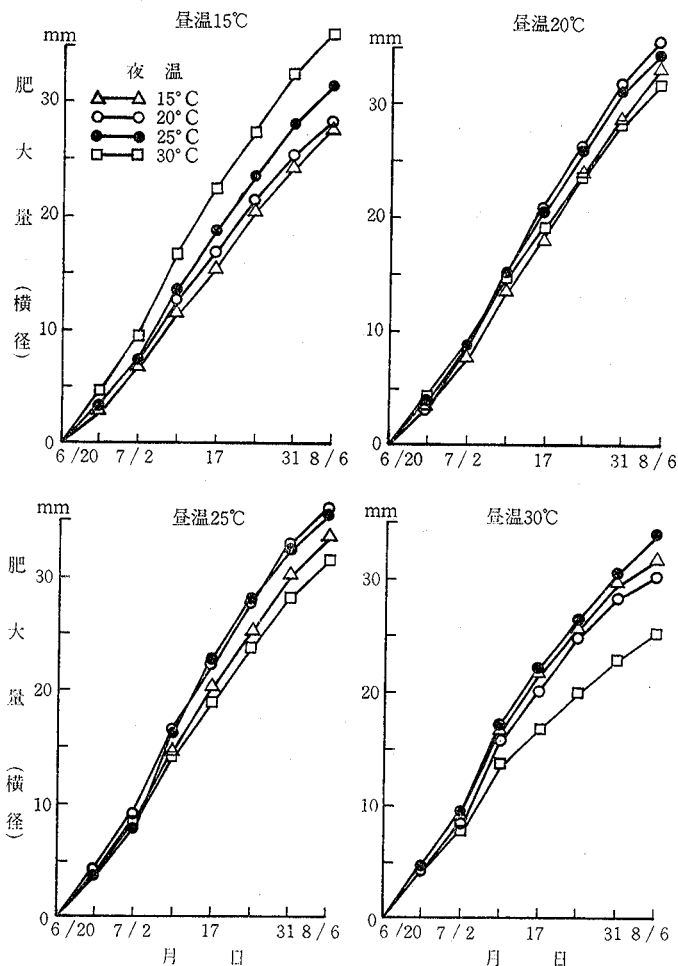
果実の肥大生長は、各樹とも生育中庸な4果を選び、横径肥大量を1週間おきにキャリパーを用いて測定した。温度処理後の果実の肥大生長は、その中の2果について成熟期まで調べた。

果実の品質は、温度処理終了時の8月6日および果実の成熟期の11月25日に、果実を採取して調べた。調査項目としては、果実の重量、果径を測定し、可溶性固形物含量は屈折糖度計で、糖含量はSomogyi法によって調べた。

実験結果

果実の肥大

温度処理期間中の果実の肥大量は、第6図に示すとおりである。すなわち、果実の肥大生長は、昼温20°Cお



第6図 第I期の昼夜温が果実の肥大生長に及ぼす影響

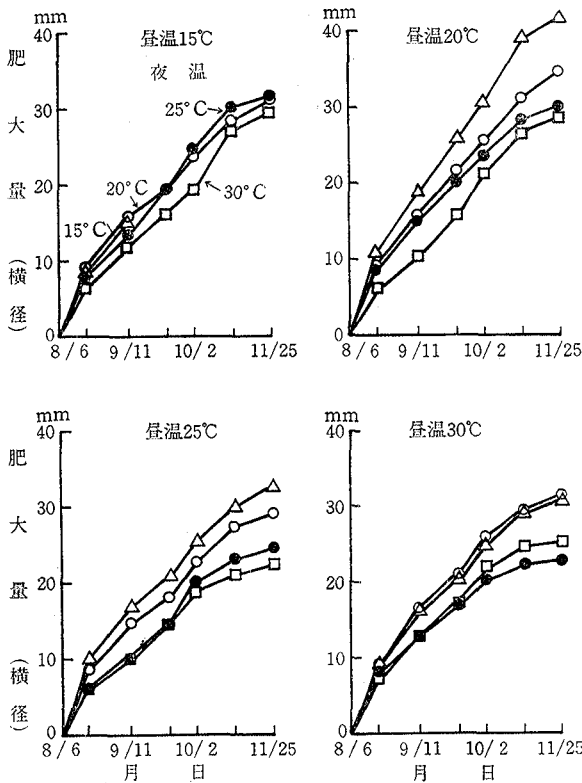
よび 25°C の処理区ですぐれたのに対して、昼温 30°C の処理区では、温度処理4週目から緩慢となり、とくに、30°-30°C 区で著しかった。また、15°-20°C 区および 15°-15°C 区では肥大が劣った。

温度処理後の果実の肥大生長は、第7図のとおりである。すなわち、温度処理終了時の一部果実の採取による葉果比の増加の影響と、9月中旬までの高温条件（第5表）の影響を無視できないが、果実の肥大は、20°-15°C 区および 20°-20°C 区で最もすぐれた。昼温 25° および 30°C の処理区では、8月下旬-9月中旬の間に肥大の緩慢化がみられ、とくに、25°-25°C 区、25°-30°C 区、30°-25°C 区および 30°-30°C 区で顕著に認められ、かつ、その後の肥大も劣った。

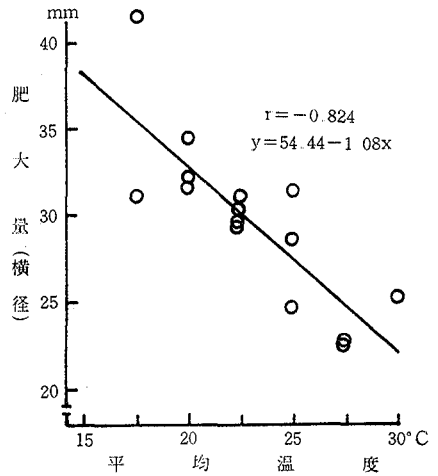
そこで、温度処理後の果実の肥大量と、温度処理期間中の昼夜の平均温度との関係を見ると、第8図に示すように両者の間には、 $r = -0.824$, $Y = 54.44 - 1.08x$ と負の相関関係ならびに回帰直線が認められた。

果実の重量および品質

温度処理終了時の、果実の重量および果径は第6表のとおりである。すなわち、果実の重量は 25°-25°C 区で最もすぐれ、ついで 25°-20°C 区、15°-30°C 区の順となり、15°-20°C 区、15°-15°C 区および 30°-30°C 区で著しく劣った。



第7図 第I期の昼夜温が温度処理後の果実の肥大生長に及ぼす影響



第8図 第I期の昼夜の平均温度と処理後の横径肥大量との関係

第5表 8月-11月の野外の温度条件

月	旬 別	平均気温 °C	最高温度 °C	最低温度 °C
8	1-10	29.2	33.1	25.7
	11-20	27.1	30.6	24.1
	21-31	28.1	31.7	25.1
9	1-10	27.3	31.8	23.2
	11-20	25.5	29.5	22.3
	21-30	22.4	25.5	20.5
10	1-10	19.4	24.2	15.1
	11-20	18.7	22.8	15.3
	21-31	15.3	20.9	9.9
11	1-10	12.6	18.9	7.0
	11-20	12.2	16.4	7.3
	21-30	11.0	14.7	7.2

果形指数は高夜温区ほど小さくなり、腰高果となる傾向が認められた。

果実の可溶性固形物含量および糖含量は、第7表のとおりである。すなわち、それらは8月上旬にはいまだ少量であり、20-20°C区でややすぐれる傾向がみられた以外は、昼夜温の相違の影響は顕著ではなかった。

つぎに、昼夜の平均温度が同じで、昼温>夜温とその逆の場合の、果実の可溶性固形物および全糖含量を比較

第6表 第I期の昼夜温が果実の大きさに及ぼす影響

昼一夜温	果実重	縦径	横径	果形指数
°C	g	cm	cm	
15-15	48.4(59.5)	3.40	4.88	143.5
20	48.5(59.6)	3.30	4.94	145.7
25	52.8(64.9)	3.54	5.01	141.5
30	76.9(94.5)	4.03	5.59	138.7
20-15	63.7(78.3)	3.46	5.36	147.2
20	66.4(81.6)	3.63	5.42	143.9
25	66.8(82.1)	3.86	5.41	140.1
30	61.9(76.0)	4.04	5.43	134.4
25-15	73.3(90.0)	3.98	5.53	138.9
20	79.3(97.4)	4.06	5.75	141.6
25	81.4(100)	4.11	5.77	140.3
30	65.0(79.9)	4.13	5.21	126.1
30-15	63.4(77.9)	3.70	5.36	144.8
20	61.6(75.9)	3.75	5.23	139.4
25	66.5(81.7)	3.84	5.35	139.3
30	52.9(65.0)	3.63	4.92	135.5

注：8月6日調査。()の数字は25°-25°C区を100とした比数を示す。

第7表 第I期の昼夜温が果実の可溶性固形物および糖含量に及ぼす影響

昼一夜温	水分含量	可溶性固形物含量	還元糖含量	非還元糖含量	全糖含量
°C	%	%	%	%	%
15-15	87.42	10.8	3.38	0.83	4.22
20	87.58	11.8	3.53	0.81	4.35
25	88.59	9.8	3.30	0.66	3.97
30	90.79	7.6	2.43	0.53	2.97
20-15	87.33	8.8	2.50	1.22	3.72
20	87.07	11.8	2.68	1.81	4.50
25	88.38	10.2	2.55	1.57	4.12
30	90.59	7.6	2.26	0.89	3.16
25-15	87.70	10.4	2.41	1.95	4.37
20	88.59	10.8	2.53	1.83	4.37
25	88.04	10.8	2.52	1.75	4.27
30	88.62	9.6	2.22	1.55	3.77
30-15	89.92	8.4	2.38	0.98	3.37
20	88.38	8.6	2.42	1.00	3.42
25	89.27	9.0	2.42	1.01	3.63
30	89.92	9.0	2.22	1.11	3.33

注：8月6日調査。

した結果は、第8表のとおりである。果実の重量は、30°Cと15°Cの組合わせを除いた以外は、すべて昼温>夜温ですぐれた。昼温15°Cの場合は高夜温ほどすぐれ、とくに15°-30°C区で著しかった。

成熟果の品質を調べた結果は、第9表のとおりである。果実の重量は、温度処理後の肥大がすぐれた20°-15°C区および20°-20°C区で300g以上の大果となり、25°-30°C区、30°-25°C区および30°-30°C区で著しく劣った。総じて低温区ほど果実重がすぐれる傾向がみられた。そこで、温度処理期間中の昼夜の平均温度と、成

第8表 第I期の昼夜温の相違と果実の可溶性固形物および糖含量

昼一夜温	果実重	可溶性固形物含量	全糖含量
°C	g	%	%
20—15	63.7	8.8	3.72
15—20	48.5	11.8	4.35
25—15	73.3	10.4	4.37
15—25	52.8	9.8	3.97
25—20	79.3	10.8	4.37
20—25	66.8	10.2	4.12
30—15	63.4	8.4	3.37
15—30	80.6	7.6	2.97
30—20	61.8	8.6	3.42
20—30	61.9	7.6	3.16
30—25	66.5	9.0	3.37
25—30	65.0	9.6	2.97

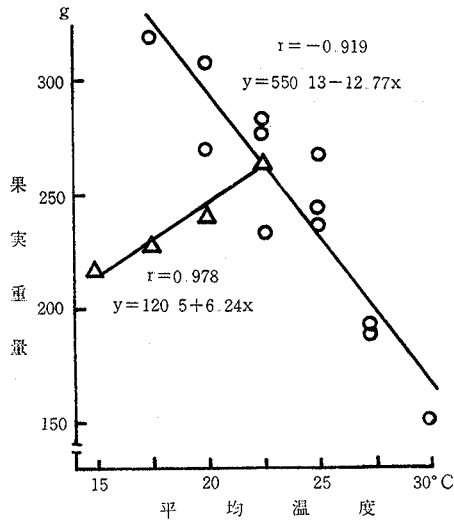
第9表 第I期の昼夜温が成熟果の果重、果径および可溶性固形物含量に及ぼす影響

昼一夜温	果実重	縦径	横径	容積指数	果色	可溶性固形物含量
°C	g	cm	cm		HCC	%
15—15	217	5.42	8.10	43.9	11	17.8
20	228	5.65	8.26	56.7	11.5	17.9
25	240	5.93	8.34	49.5	13	17.7
30	265	6.20	8.51	52.8	12.5	17.7
20—15	318	6.55	8.85	58.0	13	16.8
20	307	6.38	8.79	56.1	12	16.7
25	282	6.18	8.74	54.0	13	17.2
30	244	5.87	8.40	49.3	12.5	17.6
25—15	269	5.88	8.74	51.4	12	16.9
20	276	6.22	8.64	53.7	11.5	15.9
25	236	6.37	8.10	51.6	13	15.7
30	189	5.40	7.36	39.7	12.5	14.9
30—15	232	6.32	8.10	51.2	12	14.6
20	267	6.32	8.46	53.5	11.5	14.6
25	190	5.47	7.57	41.4	11.5	14.5
30	151	5.15	7.05	36.3	12	15.0

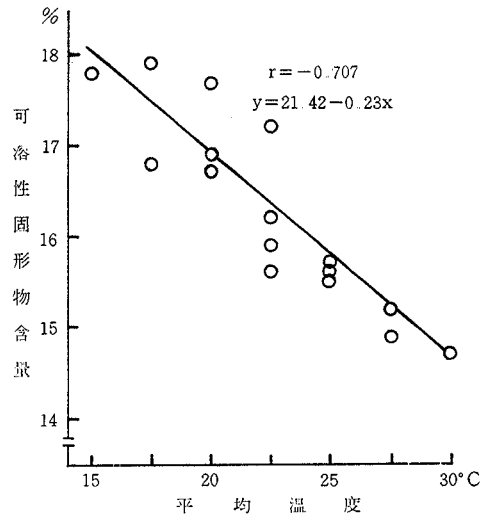
熟果の重量との間の関係を見ると第9図のとおりで、両者の間には低夜温ほど大果となり、負の関係が認められた。ただし、昼温 15°C 処理では高夜温ほど大果となり、正の関係がみられた。

可溶性固形物含量は、昼夜温の低い区ほどすぐれる傾向がみられた。そこで、温度処理期間中の昼夜の平均温度との関係を見ると、第10図のとおりで、両者の間には負の相関関係が認められた。

以上の結果から、夏季の6-8月の昼夜温の高低が、果実の肥大に直接的な影響を及ぼすばかりでなく、秋季の果実肥大および成熟果の品質にまでその影響を及ぼすことが認められた。



第9図 第I期の昼夜の平均温度と成熟果の重量との関係



第10図 第I期の昼夜の平均温度と成熟果の可溶性固形物含量との関係

第2節 発育第II期の温度の影響

第1項 夜温の影響

実験材料および方法

鉢植えの5年生の富有の着果樹を、7月上旬に葉果比を20として着果数を5-7果に調節し、1967年8月3日から9月21日までの第II期に相当する50日間、午後6時-午前6時までの夜間に、15°、20°、25°および30°Cに調節した大型電気定温器内に搬入して、夜温処理を行った。昼間は、樹体を野外の自然条件下で管理した。

夜温処理後は、果実の成熟期まで、樹体を野外に置いて管理した。

果実の肥大は、横径肥大量を1週間ごとにキャリパーで測定した。

果実の品質は、夜温処理終了時(9月21日)および果実の成熟期(11月10日)に、着果数のほぼ半数の果実を採取して調べた。果皮のクロロフィル含量はSmith and Benitez⁽⁶²⁾の方法で、可溶性固形物含量は屈折糖度計で調べた。

実験結果

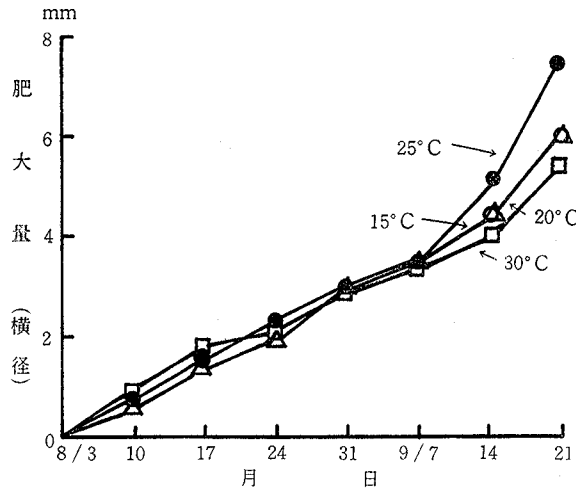
果実の肥大

果実の横径肥大量は第11図のとおりである。すなわち、処理当初から9月上旬までの5週間は、第II期に相当するため、夜温の相違による影響はほとんどみられなかった。9月上旬以降になると、第III期に入って25°C区で旺盛な肥大を示した。ついで、20°C区、15°C区の順となり、30°C区で劣った。

果実の重量および品質

夜温処理終了時の果実の重量および品質は、第10表のとおりである。すなわち、果実の重量および果径は30°C区でやや劣った。果皮のクロロフィル含量は着色の進んだ25°C区で最も減少しており、可溶性固形物含量もすぐれた。

成熟果の品質は第11表のとおりである。すなわち、果実の重量および果径は、夜温処理終了時に最も劣った



第 11 図 第 II 期の夜温が果実の肥大生長におよぼす影響

第 10 表 第 II 期の夜温が果実の品質に及ぼす影響

夜温	果実重	縦径	横径	果色	果皮の葉 緑素含量	可溶性 固形物 含量	水分
°C	g	cm	cm		mg	%	%
15	90.9	4.48	5.91	淡緑色	12.66	13.3	83.31
20	90.4	4.65	5.85	淡緑色	12.40	13.9	82.99
25	88.0	4.46	5.91	淡黄緑色	6.29	15.1	81.69
30	84.5	4.33	5.80	淡黄緑色	10.39	14.5	82.77

注：温度処理期間：8月3日-9月21日。 果実調査月日：9月21日。

第 11 表 第 II 期の夜温が成熟果の品質におよぼす影響

夜温	果実重	縦径	横径	果色	可溶性 固形物 含量	水分
°C	g	cm	cm	HCC	%	%
15	173	5.34	7.53	11.6	17.8	81.64
20	169	5.29	7.38	11.6	19.0	79.65
25	173	5.18	7.44	12.3	19.1	78.98
30	139	4.94	6.97	11.3	18.5	81.10

注：果実調査月日：11月10日。

30°C 区で著しく劣った以外は、概して大差がなかった。果皮の着色は 25°C 区ですぐれ、可溶性固形物含量は 25°C 区および 20°C 区ですぐれた。

第 2 項 昼夜の恒温の影響

実験材料および方法

鉢植えの 5 年生の富有の着果樹を、1970 年 8 月 6 日から 9 月 18 日までの 42 日間、15°、20°、25°C のファイトトンおよび 30°C のコイトロンの自然光ガラス室内に入れ、昼夜を通じて同じ温度で処理した。ただし、15°C 区は 8 月 21 日に台風 21 号の強風で屋根ガラスが一部破損したので、以後の温度処理はコイトロンの 15°C 室内で行った。温度処理後は、樹体を野外において果実の成熟期まで管理した。

果実の肥大は、横径肥大量を1週間ごとにキャリパーで測定した。

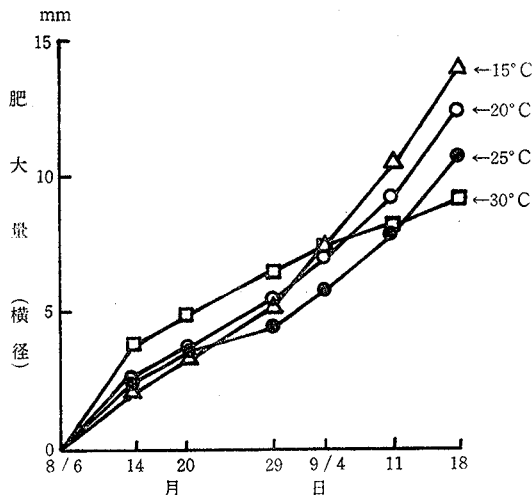
果実の品質の調査は、温度処理開始時、16日後の8月22日、温度処理終了時の9月18日および果実の成熟時の10月25日に行った。

可溶性タンニン物質の定量は北川³²⁾の方法によって行い、果汁1ml中の可溶性タンニン物質の酸化に要する0.05N KMnO₄のmlで表わした。糖含量はSomogyi法で調べた。

実験結果

果実の肥大

昼夜を通じた恒温が、果実の肥大生長に及ぼす影響は第12図のとおりである。すなわち、温度処理当初の2-



第12図 第II期の昼夜の恒温が果実の肥大生長に及ぼす影響

3週間は30°C区ですぐれたが、8月下旬から15°C区、20°C区および25°C区の順に旺盛な肥大を示して第III期に入った。30°C区では第II期以降においても緩慢な肥大を示し処理終了時では最も劣った。

果実の重量および品質

温度処理開始時および処理16日後の、果実の品質をみると第12表のとおりである。すなわち、処理16日後の果実の重量および糖含量は、各区の間にほとんど差がなかった。可溶性タンニン物質は、温度処理開始時にすでに

第12表 第II期の昼夜の恒温処理開始時および処理16日後の果実の品質

温度	果実重	果色	可溶性固形物含量	水分含量	褐斑	可溶性タンニン含量	還元糖含量	非還元糖含量	全糖含量
温度処理開始時 (8月6日)									
°C	g		%	%		ml*	%	%	%
	72.4	緑色	11.8	85.6	-	1.24	2.61	3.69	6.30
温度処理16日後 (8月22日)									
15	89.6	緑色	13.2	84.0	+	0	5.87	3.32	9.19
20	88.8	緑色	12.0	86.2	+	0	5.59	3.19	8.78
25	100.0	緑色	12.2	85.7	+	0	5.63	3.19	8.82
30	86.8	緑色	10.4	86.9	+	0	4.91	3.75	8.66

注：褐斑：-：認められない，+：認められる。

ml*：果汁1ml中の可溶性タンニンの酸化に要する0.05N KMnO₄の滴定数。

1.24 ml と減少しており、処理16日後には各区とも皆無となって、温度処理の影響がみられず、官能検査による渋味もまったくなかった。果肉の褐斑は 15°C 区および 20°C 区でやや少なかった。

温度処理終了時の、果実の品質は第13表のとおりである。すなわち、果実の重量および着色は 15°C 区で最も

第 13 表 第 II 期の昼夜の恒温が果実の品質に及ぼす影響

温度	果実重	果 色	褐斑	水 分 含 量	可溶性 固形物 含 量	還元糖 含 量	非還元糖 含 量	全 糖 含 量
°C	g			%	%	%	%	%
15	140.4	黄 色	+	83.63	15.5	12.04 (80.9)	2.84 (19.1)	14.88
20	137.5	淡緑黄色	+	84.23	16.0	11.86 (76.7)	3.60 (23.3)	15.45
25	128.5	淡緑色	++	83.28	15.8	11.91 (76.1)	3.74 (23.9)	15.65
30	124.5	緑 色	++	87.61	13.2	6.45 (44.9)	8.11 (55.1)	14.56

注：温度処理期間：8月6日-9月18日。 調査月日：9月18日。

褐斑：+：認められるが少ない， ++：中程度に認められる。

() 中の数字は各区の全糖含量に対する比数を示す。

すぐれ、ついで、20°C 区、25°C 区の順となり、30°C 区で最も劣った。可溶性固形物含量および全糖含量は 20°C 区ですぐれ、ついで、25°C 区の順となり、30°C 区では著しく劣った。全糖含量に対する還元糖および非還元糖含量の百分比をみると、低温区ほど還元糖率が増加し、逆に非還元糖率が減少した。

成熟果の品質は、第14表のとおりである。すなわち、果実の重量は 20°C 区で最もすぐれ、ついで、25°C 区、

第 14 表 第 II 期の昼夜の恒温が成熟果の品質に及ぼす影響

温度	果実重	果 色	褐斑	水 分 含 量	可溶性 固形物 含 量	還元糖 含 量	非還元糖 含 量	全 糖 含 量
°C	g	HCC		%	%	%	%	%
15	218	13	+	80.57	19.0	13.04 (77.4)	3.80 (22.6)	16.84
20	250	13	+	81.42	19.0	14.70 (85.7)	2.46 (14.3)	17.16
25	224	12	++	80.70	18.9	13.93 (82.9)	2.87 (17.1)	16.80
30	149	7	++	83.52	15.4	9.19 (67.4)	4.44 (32.6)	13.63

注：褐斑：+：少ない， ++：中程度。

() の数字は各区の全糖含量に対する比数を示す。

15°C 区の順となり、30°C 区で最も劣った。果皮の着色は、15°C 区および 20°C 区で十分な朱色の発現がみられ、25°C 区でやや劣り、30°C 区では淡黄緑色を呈してはなはだしく劣った。可溶性固形物含量および全糖含量は 15°C 区、20°C 区および 25°C 区の間にはほとんど差異はみられないが、30°C 区では劣った。

第 3 項 昼夜の変温の影響

実験材料および方法

昼夜温処理は、鉢植えの 4 年生の富有の着果樹を用いて、1968 年 8 月 7 日から 9 月 26 日までの 50 日間行った。昼温処理は午前 6 時から午後 6 時まで、コイトロンの 25°C および 30°C の自然光ガラス室を用いて 2 処理として、夜温処理は午後 6 時から翌朝の午前 6 時まで、15°C、20°C の定温室およびコイトロンの 25°C、30°C の

4 処理として、それぞれの昼夜温を組合わせた 8 処理区を設けた。

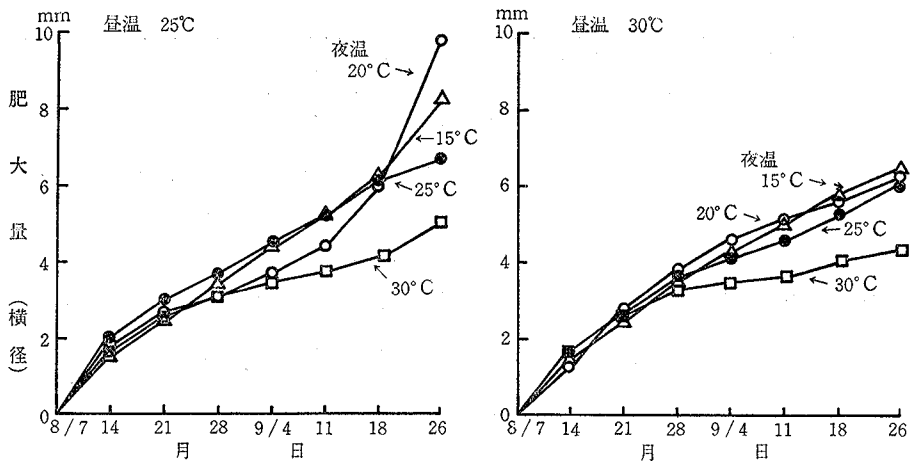
温度処理後は、樹体を果実の成熟期まで野外で管理した。

果実の肥大は、横径肥大量を 1 週間ごとにキャリパーで測定し、果実の品質の調査は、温度処理 30 日後、50 日後および果実の成熟期の 11 月 19 日に果実を採取して行った。可溶性固形物含量は屈折糖度計で、糖含量は Somogyi 法で調べた。

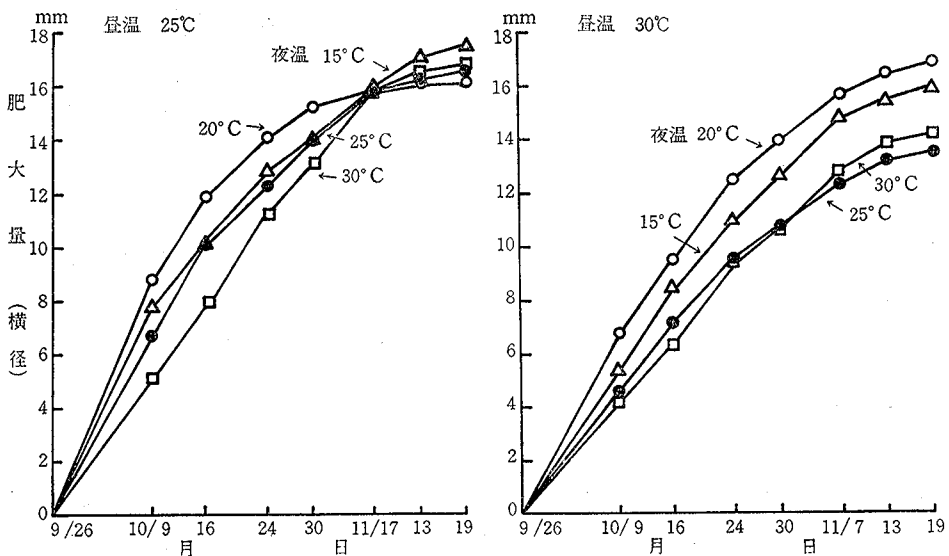
実験結果

果実の肥大

昼夜の変温が果実の肥大生長に及ぼす影響は、第 13 図に示すとおりである。すなわち、果実の肥大は 8 月下旬までは各区の間にほとんど差がなく、9 月上旬になって 25°-20°C 区で旺盛となり、より早期に第 III 期に入って最もすぐれた。ついで、25°-15°C 区の順となり、25°-30°C 区および 30°C-30°C 区では、9 月中旬に至っても



第 13 図 第 II 期の昼夜の変温が果実の肥大生長に及ぼす影響



第 14 図 昼夜温処理後の果実の横径の肥大曲線

なお緩慢な肥大を続け、第 III 期の肥大を示さず、かつ肥大量は最も劣った。

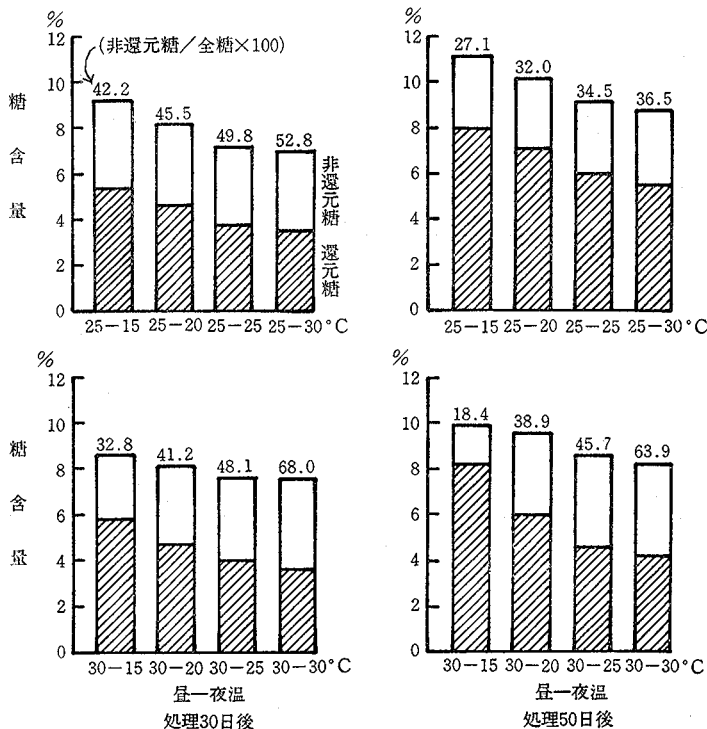
昼夜温処理終了時から、果実の成熟期までの間の果実の肥大量は、第14図のとおりである。すなわち、温度処理後の肥大は温度処理期間中の肥大が最もすぐれた 25°-20°C 区で、10月下旬まで最もすぐれ、11月上旬に緩慢となって他の区よりも早期に成熟期に達した。

果実の重量および品質

温度処理30日および50日後の果実の品質は、第15表のとおりである。すなわち、温度処理30日後の果実の重量は、25°-30°C 区および 30°-30°C 区でやや劣った以外はほとんど差がなかった。温度処理50日後では、25°-20°C

第 15 表 昼夜温が果実の重量、可溶性固形物含量および全糖含量に及ぼす影響

昼一夜温 °C	温度処理30日後 (9月7日)			温度処理50日後 (9月26日)		
	果実重 g	可溶性 固形物 含 量 %	全 糖 含 量 %	果実重 g	可溶性 固形物 含 量 %	全 糖 含 量 %
25-15	72.7	10.4	9.16	91.0	12.0	11.60
20	71.5	9.9	8.24	95.0	11.4	10.16
25	72.2	9.7	7.30	87.0	10.6	9.10
30	66.2	9.4	7.08	74.0	10.3	8.81
30-15	70.5	10.5	8.71	85.1	11.2	10.08
20	70.9	10.1	8.14	83.0	11.1	9.38
25	69.2	10.1	7.63	83.0	11.1	8.64
30	67.5	9.7	7.60	69.0	10.6	8.21



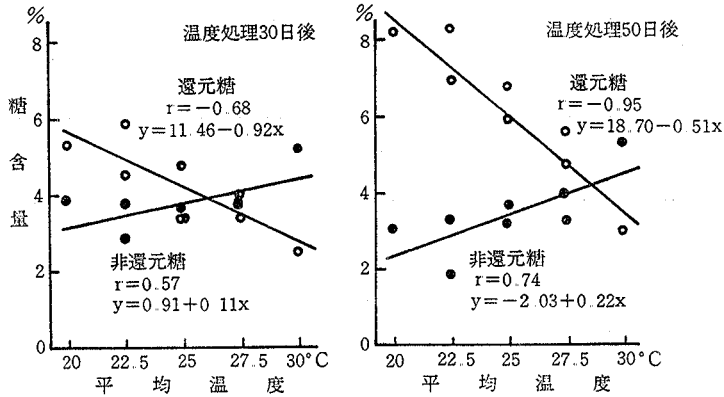
第 15 図 昼夜温処理30日および50日後における果実の糖組成の変化

区で最もすぐれ、ついで、25°-15°C 区、25°-25°C 区の順となり、25°-30°C 区および 30°-30°C 区ではなはだしく劣った。

可溶性固形物および全糖含量は両時期とも高夜温区ほど劣った。

全糖に対する非還元糖の百分比をみると第15図のとおりで、両時期ともに夜温 15°C 処理で最も少なく、高夜温ほど増加した。とくに、処理50日後の昼温 30°C 処理でその傾向が著しかった。

そこで、昼夜の平均温度と、還元糖および非還元糖含量との関係をみると第16図のとおりで、高温になるにつれて還元糖が減少し、非還元糖が増加した。前者では負の、後者では正の相関関係ならびに回帰直線が得られた。



第16図 昼夜の平均温度と還元糖および非還元糖含量との関係

成熟果の品質は第16表のとおりである。すなわち、果実の重量、果皮の着色、可溶性固形物および全糖含量の点から総合的にみて、果実の品質は、25°-20°C 区で最もすぐれ、ついで、25°-15°C 区、25°-25°C 区の順となり、25°-30°C 区、30°-25°C 区および 30°-30°C 区では著しく劣った。

第16表 第II期の昼夜温が成熟果の品質に及ぼす影響

昼一夜温	果実重	果色	果肉の 褐斑	可溶性 固形物 含量	水分 含量	還元糖 含量	非還元糖 含量	全糖 含量
°C	g	HCC		%	%	%	%	%
25-15	196	12.4	+	17.0	82.46	12.30	3.11	15.41
20	208	12.7	++	15.4	84.29	11.93	1.20	13.13
25	193	12.3	++	15.4	84.85	10.19	2.60	12.79
30	171	11.4	++	15.4	83.04	10.16	2.54	12.70
30-15	173	11.5	+	14.8	84.41	9.27	4.21	13.48
20	180	11.5	++	13.9	83.44	10.43	2.67	13.10
25	163	11.3	++	14.2	83.85	9.98	3.22	13.20
30	158	11.1	++	14.0	83.90	9.49	3.17	12.66

注：11月19日収穫調査 褐斑：+：少ない， ++：中程度。

第3節 発育第III期の温度の影響

第1項 夜温の影響

実験材料および方法

鉢植えの5年生富有の着果樹を、7月中旬に葉果比を20として、1樹当りの着果数を7果に揃え、夜温処理前

まで野外の自然条件下で管理した樹を供試した。

夜温処理は、第 III 期に相当する1967年9月21日から11月10日までの50日間、樹体を午後6時から翌朝午前6時まで、10°, 15°, 20°, および 25°C に調節した大型電気定温器内に搬入して行った。昼間は、樹体を野外の自然条件下で管理した。

果実の肥大は、横径肥大量をほぼ1週間ごとにキャリパーで測定した。

果実の品質は、夜温処理35日後および処理終了時に、可溶性固形物含量は屈折糖度計で、果皮の着色およびカロチノイドの定量はつぎの方法によって調べた。

果皮の着色は、果実の赤道部の着色度を Hort. colour chart と対照して比較観察した。果皮のカロチノイドは、まず、赤道部の果皮をうすく剥ぎ、石細胞層までを果皮とするため、メスで注意して附着した果肉組織をこすりとった。この果皮 1g をとり、乳鉢で少量の石英砂を加えてエーテル中で磨砕し、カロチノイドを抽出した。抽出液が無色となるまで4-5回抽出を繰り返し、エーテル抽出液を合せてグラスフィルターでろ過し、CO₂ 気流中で減圧乾固し、少量の石油エーテル (bp 35°-65°C) に色素を転溶し、60%苛性加里メタノールを加えて暗黒、室温で1晩、ケン化した。ケン化後、色素液を分液ロートに移し、ベンゼン、水を加えてカロチノイドを石油エーテル・ベンゼン層に転溶させ、さらに水を加えて苛性加里、メタノールを除いた。色素液に無水芒硝を加え、1時間放置して脱水したのち、グラスフィルターでろ過し、再び、CO₂ 気流中で減圧乾固した。5-7ml の石油エーテルに色素を溶解し、予め用意しておいた非活性アルミナカラム上に色素液を注ぎ、石油エーテル・エーテル混液を展開剤として液体分配カラムクロマトグラフィー法でカロチノイドを分離した (第17表)。

第17表 カキ果皮のカロチノイドの分離

カラムの色	吸収極大 (石油エーテル)	展開剤の エーテル含量	分配テスト	色素の同定
	nm	% (V/V)		
1 黄褐色		0		カロチン
2 黄褐色	425, 450, 475	20	石油エーテル	未同定
3 橙黄色	425, 450, 475	50	石油エーテル, メタノール	クリプト キササンチン
4 黄色	400, 410, 425, 435	70	メタノール	未同定
5 黄色	425, 450, 475	100	メタノール	ゼアキササンチン

注：カラム：非活性アルミナ

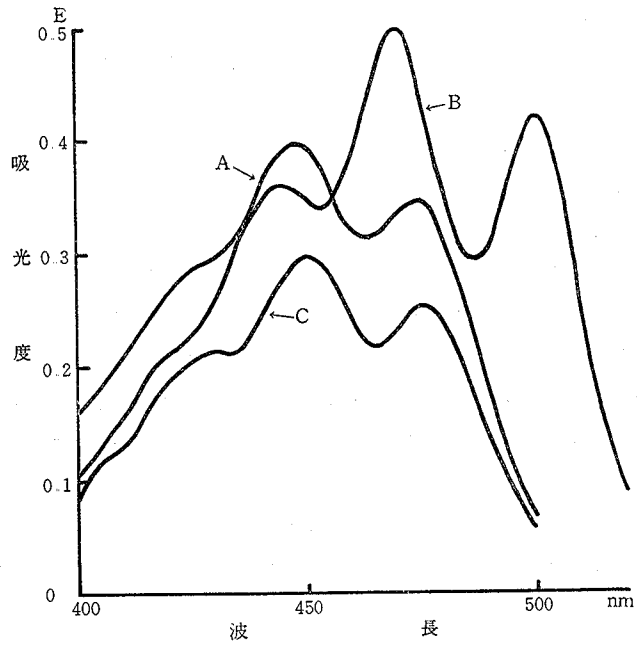
カロチンは、さらに、活性アルミナと非活性アルミナ (1:2) の混合カラムを用いて、β-カロチンとリコピンに分離した (第18表)。

第18表 カロチンの再分離

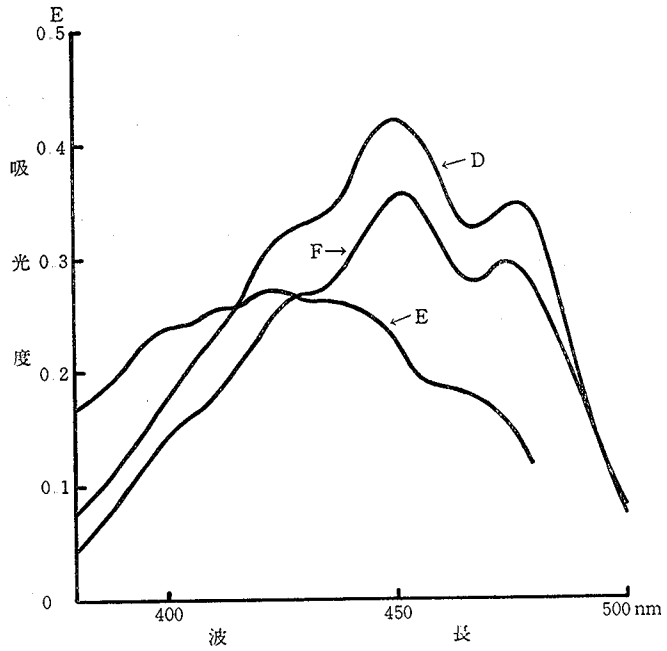
カラムの色	吸収極大 (石油エーテル)	展開剤の エーテル含量	分配テスト	色素の同定
	nm	% (V/V)		
1a 黄褐色	425, 448, 475	20	石油エーテル	β-カロチン
1b 橙色	445, 470, 500	50-100	石油エーテル	リコピン

分離したカロチノイドは溶媒を減圧乾固し、石油エーテルで 10 ml の定容とした後、日立 139型 光電分光光度計を用いて吸収スペクトルを測定した (第17, 18図)。

カロチノイドの同定はそれぞれの色素の吸収スペクトルおよび石油エーテル、90%メタノールによる分配テストの結果により行い、定量は各色素の極大吸収波長における吸光度から、E_{1%}^{1cm} 値によって算出した。



第17図 カロチンの吸収スペクトル
A: β -カロチン B: リコピン C: 未同定.



第18図 キサントフィルの吸収スペクトル
D: クリプトキサントフェール E: 未同定 F: ゼアキサントフェール.

実験結果

果実の肥大

夜温が果実の肥大に及ぼす影響は、第19図に示すとおりである。すなわち、果実の肥大は、25°C 区で10月下旬以降に劣った以外はほとんど差異が認められなかった。

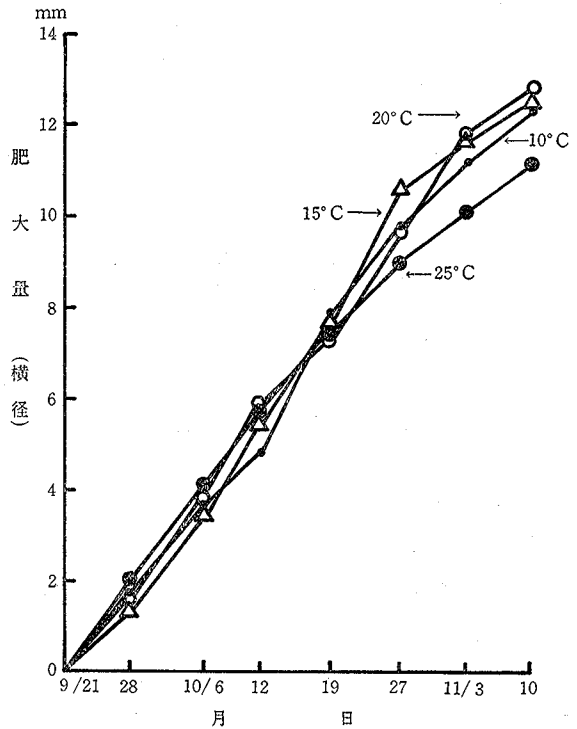
果実の重量および品質

夜温処理35日後および処理終了時の果実の品質は、第19表のとおりである。すなわち、処理35日後では果実の重量はほとんど差がみられず、可溶性固形物含量では20°C 区ですぐれた。

処理終了時には、果実の重量、果皮の着色および可溶性固形物含量からみて、果実の品質は20°C 区で最もすぐれ、10°C 区で劣った。

果皮のカロチノイド含量は、第20表に示すとおりである。処理35日後では、黄色色素のβ-カロチン、クリプトキサンチンおよびゼアキサンチン含量は、すでに相当量に達していたのに対して、朱色の発現に関与するリコピン含量は、いまだ少量であった。

処理終了時には、果皮の着色がすぐれた20°C 区でリコピン含量が最も多く、ついで、15°C 区となり、10°C 区では著しく少なかった。クリプトキサンチンおよびゼアキサンチン含量は、高夜温区ほど増加した。



第19図 第III期の夜温が果実の肥大生長に及ぼす影響

第19表 第III期の夜温が果重、果径および可溶性固形物含量に及ぼす影響

夜温	果実重	縦径	横径	果色	可溶性固形物含量
°C	g	cm	cm	HCC	%
処理開始35日後 (10月24日)					
10	112	4.61	6.74	10.7	16.5
15	108	4.41	6.34	11.8	16.5
20	112	4.58	6.52	11.3	17.1
25	111	4.41	6.49	10.5	15.8
処理終了時 (11月10日)					
10	140	4.91	6.99	10.5	17.1
15	155	5.05	7.31	12.5	17.2
20	156	4.95	7.32	14.0	19.8
25	156	5.11	7.18	11.5	16.6

第20表 第III期の夜温が果皮のカロチノイド含量に及ぼす影響

夜温	β -カロチン	リコピン	クリプトキササンチン	ゼアキササンチン	合計
°C	mg/100 g f.w.				
処理開始35日後 (10月24日)					
10	1.71	0.40	7.70	3.12	12.94
15	1.70	0.63	6.86	4.55	13.74
20	3.02	1.56	8.31	5.53	18.42
25	1.36	1.02	8.03	5.20	15.61
処理終了時 (11月10日)					
10	2.91	0.68	11.79	6.95	22.33
15	3.20	3.87	13.01	7.78	27.86
20	4.59	9.08	13.21	7.94	34.82
25	2.73	2.24	16.67	8.97	30.61

第2項 昼夜の変温の影響

実験材料および方法

鉢植えの3年生富有の着果樹を、7月中旬に葉果比を20として着果数を8果に調節した。樹体は温度処理開始時まで、野外の自然条件下で管理した。

昼夜温処理は、1970年9月25日から11月13日までの50日間、15°、20°、25°Cのファイトロンおよび30°Cのコイトロンの自然光ガラス室で、昼間(午前6時-午後6時)と夜間(午後6時-午前6時)に、それぞれの昼夜温を組合わせた16処理区を設けて行った。

果実の肥大は、横径肥大量を1週間ごとにキャリパーで測定した。

果実の品質は、温度処理終了時に果実を採取して、重量、果径、硬度、可溶性固形物含量および糖含量を調べた。硬度は三木式果実検圧計⁵³⁾を用いて測定した。

実験結果

果実の肥大

果実の肥大曲線は第20図のとおりである。すなわち、第III期の横径肥大量は10-15mmで、第I期に比べて約1/2にすぎなかった。

果実の肥大は20°-20°C区および25°-20°C区で最もすぐれ、25°-30°C区、30°-25°C区および30°-30°C区でははなはだしく劣った。とくに、後者は第III期の肥大のパターンを示さず、むしろ第II期と同様に緩慢な肥大を呈した。

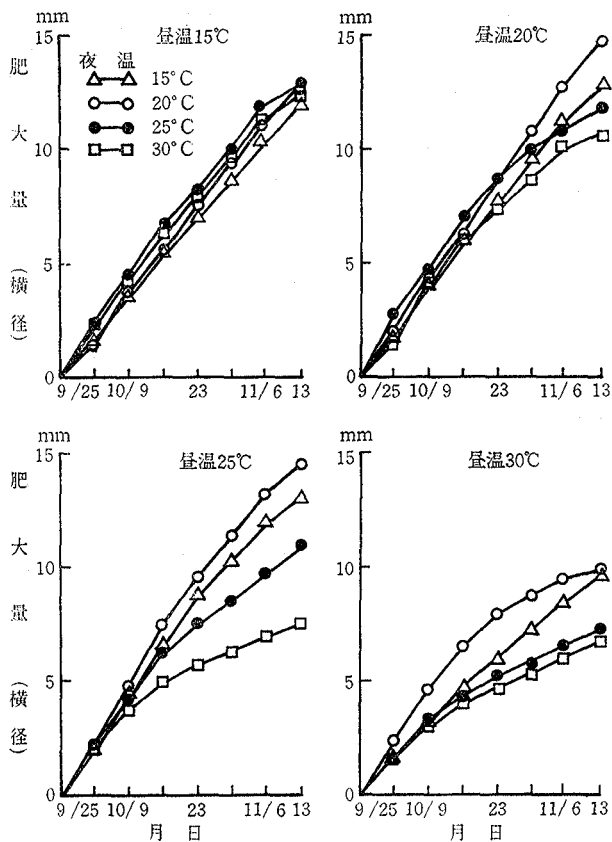
昼夜を通じた恒温処理区の果実の肥大をみると、20°-20°C区で最もすぐれ、ついで、15°-15°C区、25°-25°C区の順となり、30°-30°C区で最も劣った。

果実の重量および品質

温度処理終了時における果実の重量および大きさは、第21表に示すとおりである。すなわち、果実の重量および容積指数(縦径×横径)は、横径肥大量のすぐれた20°-20°C区および25°-20°C区で最もすぐれ、ついで、15°-25°C区、25°-15°C区、15°-20°C区の順となり、25°-30°C区、30°-25°C区および30°-30°C区では著しく劣った。

果形指数は昼夜温の高い区ほど小となり、腰高果となる傾向が認められた。

果実の品質は、第22表に示すとおりである。すなわち、果実の硬度は、25°-30°C区、30°-25°C区および30°-



第 20 図 第 III 期の昼夜温が果実の肥大生長に及ぼす影響

第 21 表 第 III 期の昼夜温が果実の大きさに及ぼす影響

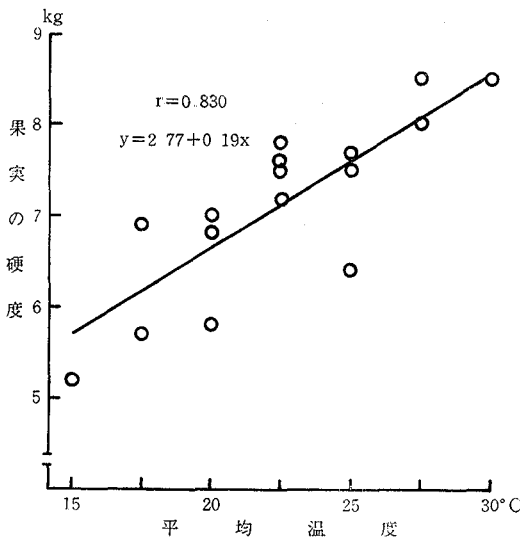
昼一夜温	果実の重量	縦 径	横 径	容 積 指数	果 形 指数
°C	g	cm	cm	LxT	T/L100
15—15	202.4 (83)	5.18	8.07	41.8	156
20	218.0 (83)	5.41	8.16	44.2	151
25	224.9 (92)	5.41	8.40	45.4	155
30	205.3 (84)	5.21	8.10	42.2	155
20—15	215.9 (89)	5.47	8.29	45.4	152
20	243.9 (100)	5.51	8.66	47.7	157
25	205.7 (90)	5.30	8.06	42.7	152
30	197.5 (81)	5.30	7.82	41.5	148
25—15	218.4 (90)	5.40	8.28	44.7	153
20	239.5 (98)	5.45	8.50	46.3	156
25	194.4 (80)	5.26	7.82	41.1	149
30	165.7 (68)	5.09	7.42	37.8	146
30—15	185.4 (76)	5.22	7.82	40.8	150
20	192.3 (79)	5.45	7.76	42.3	142
25	165.7 (68)	5.06	7.39	37.4	146
30	165.6 (68)	5.13	7.41	38.0	144

注：() 内の数字は 20°-20°C 区を 100 とした比数を示す。

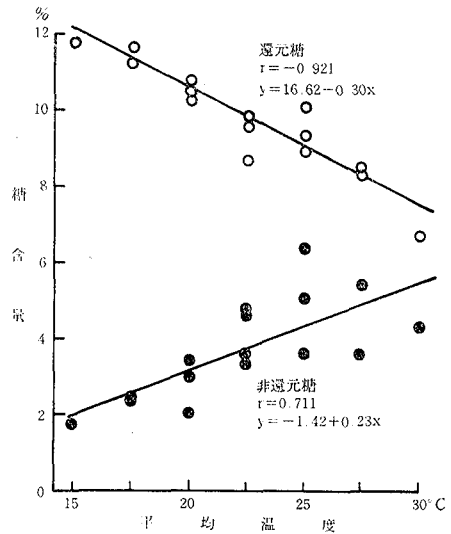
第22表 第III期の昼夜温が果実の品質に及ぼす影響

昼一夜温	果実の 硬 度	可溶性 固形物 含 量	水 分 含 量	還元糖 含 量	非還元糖 含 量	全 糖 含 量
℃	kg	%	%	%	%	%
15—15	5.3	15.1	85.24	11.74(87)	1.71(13)	13.45
20	5.7	15.5	85.90	11.26(82)	2.43(18)	13.69
25	5.8	15.4	86.48	10.46(78)	2.99(22)	13.45
30	7.5	15.1	85.73	9.84(75)	3.34(25)	13.18
20—15	6.9	15.3	85.40	11.66(83)	2.33(17)	13.99
20	7.0	15.4	86.74	10.77(76)	3.41(24)	14.18
25	7.2	15.6	87.24	9.53(66)	4.82(33)	14.35
30	6.4	15.4	85.31	8.91(64)	5.09(36)	14.00
25—15	6.8	14.8	86.16	10.30(83)	2.06(17)	12.36
20	7.8	16.0	84.71	9.53(67)	4.78(33)	14.31
25	7.7	17.1	82.85	9.73(60)	6.41(40)	16.14
30	8.0	15.5	85.33	8.36(61)	5.44(39)	13.80
30—15	7.6	15.2	86.04	8.67(71)	3.59(29)	12.26
20	7.5	15.0	85.08	10.11(74)	3.56(26)	13.67
25	8.5	13.5	86.28	8.47(70)	3.62(30)	12.09
30	8.5	12.6	86.97	6.70(61)	4.32(39)	11.02

注：() 中は全糖含量に対する勉数を示す。



第21図 昼夜の平均温度と果実の硬度との関係



第22図 昼夜の平均温度と還元糖および非還元糖含量との関係

30°C区で8kg以上と硬く、肉質も粗剛であった。そこで、昼夜の平均温度との関係を見ると第21図のとおりで、両者の間には正の相関関係および回帰直線が認められた。

また、可溶性固形物および全糖含量は、25°-25°C区で最も高く、ついで、25°-20°C区、20°-25°C区の順とな

り、30°-25°C 区および 30°-30°C 区では最も劣った。これらの結果からみると、果実の品質に関する限り、必ずしも昼夜の温度較差は必要ではないように思われた。

全糖中に占める還元糖および非還元糖の百分率をみると、還元糖は高温ほど減少し、非還元糖は逆に増加した。そこで、昼夜の平均温度とそれらとの関係を見ると第22図のとおりで、前者とは負の、後者とは正の相関関係および回帰直線が得られ、第2章第2節第3項の第II期の昼夜の変温における結果(第16図)と同様の傾向を示した。

つぎに、昼夜の平均温度が同じで、昼温>夜温とその逆の場合の果実の品質を比較すると、第23表に示すとおり

第23表 第III期の昼夜温の相違が果実の品質に及ぼす影響

平均温度	昼一夜温	果実重量	硬度	可溶性固形物含量	全糖含量
°C	°C	g	kg	%	%
17.5	20—15	215.9	6.9	15.3	13.99
	15—20	218.0	5.7	15.5	13.69
20.0	25—15	218.4	6.8	14.8	12.32
	15—25	224.9	5.8	15.6	13.45
22.5	25—20	239.5	7.8	16.0	14.31
	20—25	205.7	7.2	15.6	14.35
22.5	30—15	185.4	7.6	15.2	12.26
	15—30	205.3	7.5	15.1	13.18
25.0	30—20	192.3	7.5	15.0	13.67
	20—30	197.5	6.4	15.4	14.00
27.5	30—25	165.7	8.5	13.5	12.09
	25—30	165.7	8.0	15.5	13.80

りで、果実の重量は、25°C と 20°C の組合わせでは昼温>夜温ですぐれ、他の組合わせではほとんど差異がなかった。果実の硬度は 30°C と 15°C の組合わせを除いて昼温>夜温で硬くなった。可溶性固形物および全糖含量は、15°C と 25°C、15°C と 30°C、25°C と 30°C の組合わせでは昼温<夜温ですぐれ、その他の組合わせではほとんど差異がみられなかった。

第4節 果実の精画分への¹⁴Cのとり込みに及ぼす温度の影響

実験材料および方法

実験材料として、第2章第1節の第I期、第2節第2項の第II期および第3節第2項の第III期の温度処理における、それぞれ昼夜を通じて同じ温度においた恒温処理区の実験樹を用いた。¹⁴CO₂処理はそれぞれ8月2日、9月5日および10月28日に行ったが、その方法はつぎのとおりである。

着果枝の先端の5葉を小型プラスチック製の同化箱に入れて、加熱用の接ろうで密封し、小型真空ポンプで同化箱内を軽く減圧した。三角フラスコ内でNa₂¹⁴CO₃(1 mci/ml)にHClO₄を数滴加えて¹⁴CO₂を発生させ、その¹⁴CO₂を同化箱に導入したのち、同化箱を常圧にもどして午前9時から約1時間、光合成を行わせて¹⁴CO₂をとり込ませた。

果実の採取は第I期では処理2日後、第II期では処理3日後、第III期では処理5日後に行った。

果実中の糖の抽出は、果肉10gを秤取して乳鉢中で石英砂を加えて磨砕し、300mlの三角フラスコに移して

5倍量の70% EtOHを加え、還流冷却器を付けて沸騰水中で30分間行ったのち、熱時に EtOH をろ過し、果肉残渣を同様にして抽出を3回繰り返し行った。70% EtOHろ液を合せて減圧濃縮し、EtOHを溜去、H₂Oを加えて約100 mlとし、IR-120 H型およびIRA-410 OH型イオン交換樹脂を加えてバッチ法で妨害イオンを除去した。再び減圧濃縮して最終の糖液量を約1 mlとした。この糖液を毛細管で東洋ろ紙 No. 51 にスポットし、ブタノール：酢酸：水、4：1：2 (V/V) の展開剤で上昇法により3重展開してペーパークロマトグラムを得た。3% *o*-Anisidin-HClで発色させて、それぞれの糖の発色部を切り取って、液体シンチレーター(5gPPO, 0.3gPOPOP/lトルエン) 10 mlを加えたバイエルに入れて、液体シンチレーションカウンターを用いて¹⁴Cのcpmを測定した。

実験結果

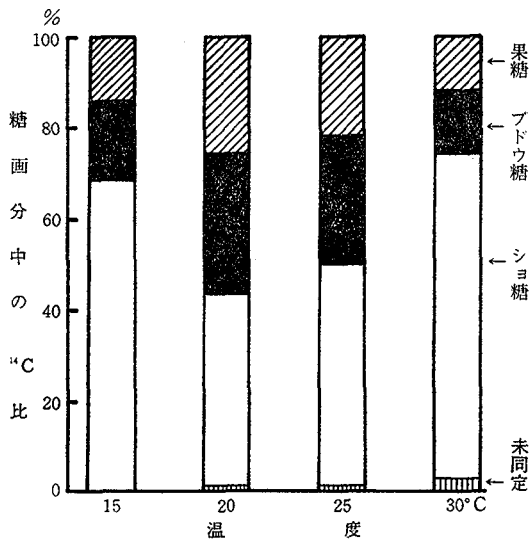
第I期における果実の糖面分への¹⁴Cのとり込みの様相は、第24表のとおりである。すなわち、8月上旬のカキ果実の糖の組成はショ糖とブドウ糖で構成されており、果糖は検出されなかった。

第24表 第I期の昼夜の恒温が¹⁴Cの果実中の糖面分へのとり込みに及ぼす影響

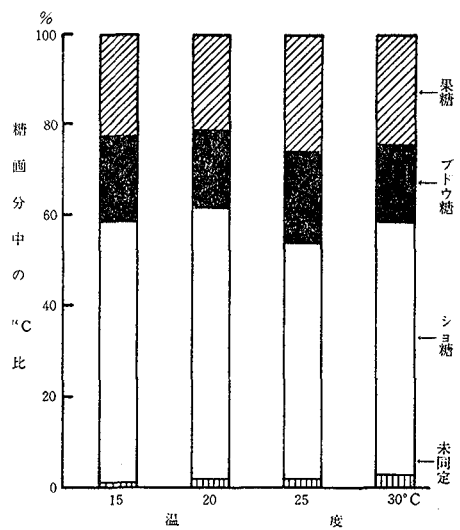
温度 °C	ショ糖		ブドウ糖	
	cpm	%	cpm	%
15	11.08 × 10 ³	90.4	1.18 × 10 ³	9.6
20	11.17	87.4	1.16	12.6
25	9.65	86.0	1.56	14.0
30	12.57	90.2	1.37	9.8

注：8月2日とり込み、8月4日調査。

¹⁴Cの大部分はショ糖にとり込まれて、ブドウ糖には9.6-14.0%にすぎなかったが、20°C区および25°C区ではやや増加した。



第23図 第II期の昼夜の恒温が¹⁴Cの果実中の糖面分へのとり込みに及ぼす影響



第24図 第III期の昼夜の恒温が¹⁴Cの果実中の糖面分へのとり込み及ぼす影響

第 II 期における果実の糖画分への¹⁴C のとり込みの様相は、第23図のとおりである。すなわち、20°C 以上では処理温度が高いほど、¹⁴C はショ糖に多くとり込まれ、ブドウ糖および果糖で減少した。この結果は第2節の第13表、第16図および第3節の第22表、第22図の全糖に対する還元糖および非還元糖の百分比の結果と一致している。しかし、15°C 区では¹⁴C の大部分がショ糖にとり込まれており、低温のためブドウ糖および果糖へのとり込みには相当の長時間を要するようであった。

第 III 期における果実の糖画分への¹⁴C のとり込みの様相は、第24図のとおりである。すなわち、¹⁴C の52-60%はショ糖にとり込まれてはいるが、温度の相違による影響が明らかではなかった。このことは、10月下旬における果実中の糖の代謝は8月ないし9月ほど活発でなく、すでに成熟段階に達しているものと解釈された。

第5節 考 察

カキの生育期の温度条件に関する研究は傍島ら⁶⁶⁾の新梢伸長期および果実の発育第 I 期の夜温についての成績のみで、果実発育の中期および後期の温度条件についての科学的根拠に乏しい。

本節ではカキ果実の発育期、すなわち、第 I 期、第 II 期および第 III 期における温度処理が、果実の肥大生長と品質のいずれにより効果的な影響を及ぼすかについて考察する。

果実の肥大

第1節の第 I 期の昼夜の温度処理における果実の肥大量は、25°-25°C 区および 25°-20°C 区で最もすぐれていた。したがって、第 I 期の果実肥大の好適温度は昼夜ともに 25°C、あるいは、昼温 25°C-夜温 20°C であり、傍島ら⁶⁶⁾のカキの果実の発育第 I 期の夜温、小林ら^{89,43)}、新居ら⁵⁶⁾の温州ミカンの果実肥大の適温とほぼ一致している。

ところで、自然条件下における気温の日変化は、昼間に高く夜間に低くなり、これを毎日繰り返す。そこで、1日の平均温度が同じで、昼温>夜温とその逆の場合における果実の肥大を比較すると、15°C と 30°C の組合せを除いて昼温>夜温の場合ですぐれ、ブドウ^{43,44,56)} および温州ミカン^{43,56)} の成績と一致する。ただし、昼温が 15°C と低い場合には、高夜温区で肥大が促されるが、これは補温的效果を示すものと思われる。すなわち、高夜温が樹体および果実の呼吸を促して代謝を活発にし、果実の肥大を促進すると考えられる。

温度処理終了後から、果実の成熟期までの果実の肥大は、8月上旬-9月中旬の間の野外の高温条件にもかかわらず、温度処理期間中の昼夜の平均温度の低い区ほどすぐれ、明らかにその影響が成熟期にまで及んだ。

第2節の第 II 期の夜温、昼夜を通じた恒温および変温処理における果実の肥大量は、あたかも肥大の緩慢期に相当するため 5-15 mm 程度と少なく、第 I 期の 25-35 mm に比べて著しく少なくなっており、8月上旬から8月下旬までの間では処理温度の相違による影響がほとんど認められない。その後、夜温処理で 25°C 区、昼夜の変温処理で 25°-20°C 区で旺盛となり、より早期に第 III 期に達した。また、昼夜変温処理における高温区の 25°-30°C 区、30°-25°C 区および 30°-30°C 区では、9月中-下旬になっても緩慢な肥大がみられるにすぎず、第 III 期に達せず、しかも、温度処理後の肥大も劣った。

したがって、第 II 期の果実肥大の適温は 20°C から 25°C の範囲にあり、この温度におかれるとより早期に第 III 期に達するものと考えられる。

これらのことから、6-7月の梅雨期の降雨の少ない年、あるいは、梅雨明け期の早い年には、7-8月の気温が高温となって、夏-秋季の果実の肥大生長に対して悪影響を及ぼすことが推察され、香川県などの暖地において、大果生産が困難である要因の一つとして、夏季の高温が挙げられよう。

つぎに、第3節の第 III 期の果実肥大量をみると、7-15 mm 程度であり、第 II 期とほぼ同じ程度で第 I 期よ

りも少ないものである。昼夜の変温処理における肥大量からみて、第 III 期の果実肥大の適温は 20°-20°C、または 25°-20°C であると考えられる。

以上の結果にみられるとおり、果実発育に対する温度条件は実験的には果実の各発育周期に対応した好適昼夜温が認められるが、先述のとおり、実際的には温度の日変化は昼間に高く夜間には低くなるので、最終的には果実の成熟期における肥大量および品質が問題となる。この点からみると、結局、カキ果実の肥大の適温は第 I 期、第 II 期および第 III 期を通じて、20°C-25°C の範囲にあるといえ、他のブドウ^{37,39,40,43,44)} および温州ミカン^{41,43,55,56)} の調査結果と概して一致するようと思われる。

ただし、カキでは果実発育第 II 期における 25°C 以上の高温条件は果実の肥大生長を明らかに抑制するものであって、カキにおける第 II 期の発育停滞は高温条件下でみられる現象であると考えられ、わが国におけるカキ栽培上注目すべき問題である。

果実の品質

第 1 節の第 I 期の昼夜変温処理終了時における、果実の可溶性固形物および全糖含量は、第 II 期および第 III 期の処理結果に比べて少なく、温度処理の影響が顕著ではなかった。

このことについてみると、果実発育第 I 期における肥大生長は、主として細胞分裂から細胞容積の増加に移りつつある過程であって、果実発育と糖含量の消長に関する稲葉ら¹⁶⁾ の結果でもみられるとおり、未だ糖集積の果実内代謝が活発でなく、この時期の温度条件は、むしろ肥大生長への影響が大きいことを示している。

これに対して、第 II 期以降では果実の肥大生長に対するよりは糖集積に対して直接、温度条件が影響することが認められ、果色、糖含量、硬度などの果実品質に対する影響が大きいものと考えられるが、すでに述べたとおり、第 2 節および第 3 節の第 II 期および第 III 期の温度処理の結果、温度処理終了時および成熟果の重量、可溶性固形物および全糖含量からみて、果実の品質に対する適温は総じて 25°C、または、昼温 25°C 夜温 20°C であり、肥大生長の適温とほぼ同様な結果を示した。

このカキの果実品質に対する適温も、ブドウ^{37,39,40,43,44)} および温州ミカン^{41,43,55,56)} の適温と一致しているように思われる。

なお、注目されることは、第 1 章で述べたとおり、萌芽から成熟期まで 20°C および 25°C の昼夜恒温処理で、果実発育第 II 期および第 III 期の周期が短縮され、結果として果実の成熟日数が短くなる事実、あるいは、第 II 期以降の昼夜変温処理で昼温 25°C-夜温 20°C で品質がすぐれ、かつ、成熟日数も短縮される事実から考えて、実験的研究の結果からは必ずしも著しい昼夜の温度較差は必要ではないように思われた。この結果は、デラウェアブドウ^{37,39,40,43,44)} および温州ミカン^{41,43,55,56)} の報告と類似しており、昼間の同化総生産に好適な温度範囲であれば、夜間の物質転流と消費の温度は昼温に近い程、生産-消費が円滑に進むことを示すものであって、温暖な温度条件を好むカキの生理的特性として興味あるところである。

つぎに、カキ果実の品質に最も大きな影響をもつ、全糖含量に対する還元糖および非還元糖の百分比をみると、第 II 期および第 III 期の温度処理の結果は同じ傾向が認められた。すなわち、処理温度の高い区ほど還元糖は減少し、非還元糖は逆に増加し、それぞれ、高い負および正の相関関係と回帰直線が認められた。

果実への糖集積についてみると、果実中の糖成分への¹⁴Cのとり込みは、第 II 期の結果と上述の全糖中に占める還元糖および非還元糖の百分比の結果と一致している。しかし、第 III 期の10月下旬の処理では、すでに果実の熟度が相当に進行していたためか、温度処理の影響が不明瞭であった。このことから、カキ果実の糖含量に対する温度の影響は、8月から10月中旬までの間に効果的に作用し、それ以後では果実の熟度の進行につれてかなり低下することが明らかとなった。

カキの富有の果実成分の消長を調べた成績^{52,68)}をみると、夏季の高温期には非還元糖がやや増加するが、秋季に次第に減少して成熟期にはほとんど皆無となる。傍島ら⁶⁹⁾はカキの同化物質の転流について、富有でショ糖への¹⁴Cのラベル割合が第II期に43%と高く、第III期に23.9%と低下することを認めているが、本実験の結果からも、この非還元糖の消長は、夏秋季の温度の高低に支配されることが明らかとなった。

なお、第3節第2項に示したとおり、第III期の昼夜の変温処理の結果、果実の硬度は昼夜温の高い区ほど硬くなって、従来から言われている高温地域で成熟した果実は、肉質が粗剛となる事実^{83,42)}と符合したことは注目されるところである。

第6節 摘 要

鉢植えの3-5年生の富有の着果樹を用いて、果実発育第I期、第II期および第III期に種々の温度処理を行い、果実の肥大ならびに品質に及ぼす影響を調査した。

1. 果実肥大の好適温度は、第I期、第II期および第III期を通じて昼夜温の25°-25°Cまたは25°-20°Cであり、必ずしも昼夜の温度較差は必要でなかった。

2. 第I期の処理温度の低温区(20°-15°C, 20°-20°C)で、温度処理終了後の第II期および第III期の肥大がすぐれ、第I期の温度処理の影響がその後の果実肥大にまでおよんだ。

3. 第II期の適温25°-20°Cでは、第II期の期間が短くなり、より早期に第III期に達した。高温の25°-30°C, 30°-25°Cおよび30°-30°Cでは、第II期の緩慢な肥大を続けて第III期に達する時期が遅れた。

この傾向は、第III期の温度処理の高温区(25°-30°C, 30°-25°C, 30°-30°C)においても認められた。

4. 果実の品質、すなわち、重量、可溶性固形物および全糖含量に対する好適温度は、果実発育第II期および第III期では昼夜を通じて25°C、または、昼夜温の25°-20°Cであった。それよりも高温でも、また、低温でも品質は劣った。

5. 還元糖および非還元糖含量と温度処理との関係は、第II期および第III期ともに処理温度が高くなるにつれて、前者は減少し、後者は逆に増加した。

6. 果実中の糖面分への¹⁴Cのとり込みと温度処理との関係は、第II期で明らかに一定の傾向がみられ、温度が高くなるにつれて、ブドウ糖および果糖のラベル割合が減少し、ショ糖では増加した。

7. 果実の硬度と温度との関係は、第III期の温度処理により高温ほど硬くなることがみられ、両者の間に明らかな正の相関関係が認められた。

第3章 果実の脱渋に及ぼす温度の影響

富有果実の脱渋温度として、静岡県興津における脱渋は10月下旬-11月上旬の間に完了する⁵²⁾ことから、この時期には少なくとも15°C前後の温度が必要とされている。

しかし、第2章第2節第2項で述べたように、8月上旬から昼夜の恒温処理の結果⁵⁾、温度処理を開始して16日目ですべての区で可溶性タンニン物質はまったく検出されなかった。このことは、富有果実の脱渋は、8月上旬以前の温度条件に支配されることを示唆している。

本章では、富有果実の脱渋を支配する時期の温度条件と、その限界温度について調査した結果を述べる。

第1節 発育第I期の温度の影響

実験材料および方法

第2章第1節の第I期の昼夜の変温処理と同じ材料について、温度処理終了時に可溶性タンニン物質を、北川²²⁾の方法によって調べた。

実験結果

温度処理終了時の8月6日に、果汁中の可溶性タンニン物質を調べた結果は、第25表に示すとおりである。すなわち、果汁中の可溶性タンニン物質は、昼夜の処理温度の高温区ほど減少した。

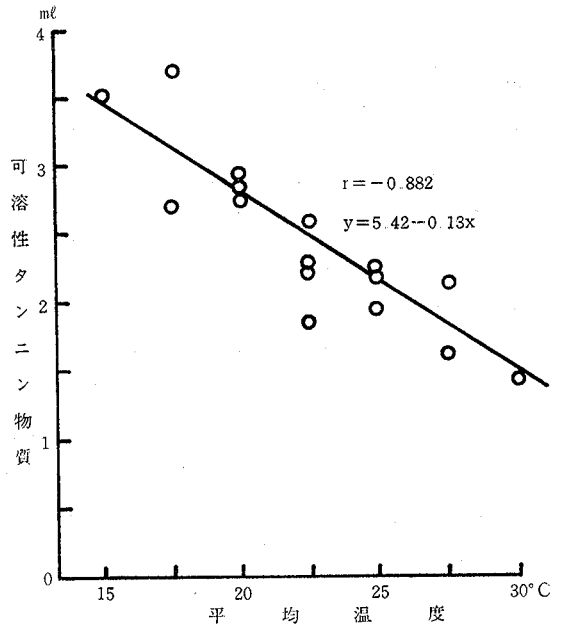
そこで、1日の平均温度との関係を見ると第25図のとおりで、両者の間には高い負の相関関係と回帰直線が得られた。

つぎに、昼夜の平均温度が同じで、昼温>夜温とその逆の場合とにおける可溶性タンニン物質の含量をみると、第26表のとおり、すべて昼温>夜温の場合に減少しており、タンニン物質の不溶化、または脱渋に対して昼温が、夜温よりも効果的に

第25表 第I期の昼夜温が果汁中の可溶性タンニン含量に及ぼす影響

昼一夜温 °C	可溶性 タンニン 含量 ml*
15—15	3.53
20	3.72
25	2.86
30	2.24
20—15	2.72
20	2.95
25	2.62
30	2.19
25—15	2.76
20	2.29
25	2.29
30	2.15
30—15	1.86
20	1.96
25	1.96
30	1.42

ml*：果汁 1 ml 中の可溶性タンニン物質の酸化に要する 0.05N KMnO₄ の滴定数。



第25図 昼夜の平均温度と可溶性タンニン物質との関係

第26表 第I期の昼夜温の相違と果汁中の可溶性タンニン含量との関係

平均温度 °C	昼一夜温 °C	可溶性 タンニン 含量 ml
17.5	20—15	2.72
	15—20	3.72
20.0	25—15	2.76
	15—25	2.86
22.5	25—20	2.29
	20—25	2.62
22.5	30—15	1.86
	15—30	2.24
25.0	30—20	1.96
	20—30	2.19
27.5	30—25	1.96
	25—30	2.15

作用することが認められた。

第2節 発育第I-II期の温度の影響

実験材料および方法

鉢植えの4年生の富有の着果樹を供試して、1971年6月22日から9月24日までの94日間、昼夜を通じて15°、20°、25°Cのファイトトロンおよび30°Cのコイトトロンを用いて恒温処理を行った。温度処理終了後は、樹体を野外の自然条件下で果実の成熟期まで管理した。

果実の肥大は、横径の肥大量を1週間ごとにキャリパーで測定した。

果実を2週間ごとに各区から採取して、果汁中の可溶性タンニン物質、ポリフェノール酸化酵素活性および果肉のタンニン細胞のアセトアルデヒド反応を調べた。

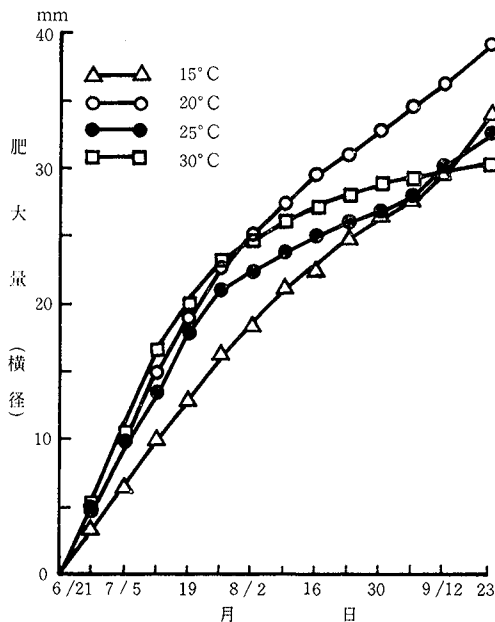
果肉を磁器製のおろし器ですりつぶし、ガーゼに包んで搾汁し、氷冷中の試験管中に果汁を入れた。この果汁について可溶性タンニン物質を北川²²⁾の方法で、ポリフェノール酸化酵素活性をワールブルグ検圧計で、30°Cの水槽中で酸素の吸収量を調べた。果肉のタンニン細胞のアセトアルデヒドの検出は、果肉を凍結マイクロームで切片を作り、氷冷水で洗ったのち、Schiff 試薬に30分間浸漬し、亜硫酸水で5分間、3回洗浄し、10分間水洗して光学顕微鏡で、桃赤色の呈色度を5段階に分けて観察した。

果実の品質は、温度処理終了時および果実の成熟時に調べた。

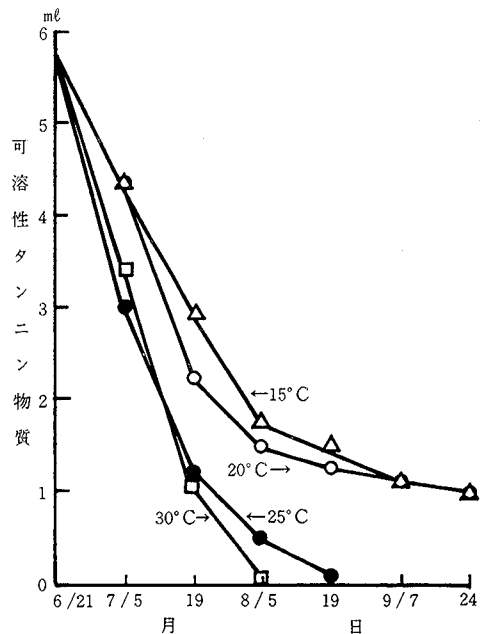
実験結果

果実の肥大

果実の肥大は第26図のとおりである。すなわち、7月下旬までの第I期の果実の肥大は、30°C区、25°C区および20°C区ですぐれ、15°C区で著しく劣った。8月上旬から25°C区および30°C区で、明らかに肥大の緩慢



第26図 第I-II期の昼夜の恒温が果実の肥大生長に及ぼす影響



第27図 第I-II期の昼夜の恒温が可溶性タンニン物質の消長に及ぼす影響

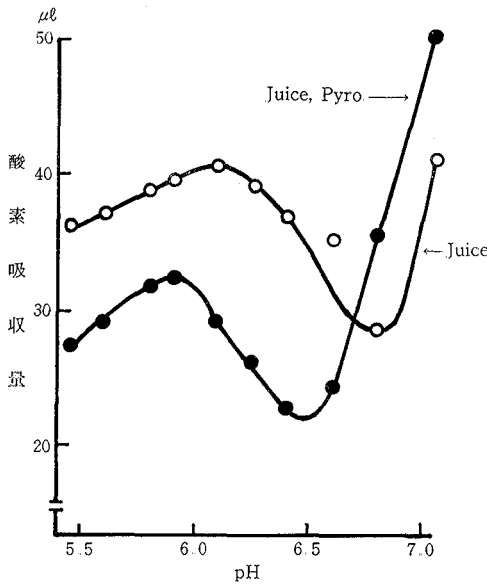
化が認められて第 II 期に入ったのに対して、20°C 区および 15°C 区では肥大を続けて第 II 期が明らかではなかった。

果実の脱渋

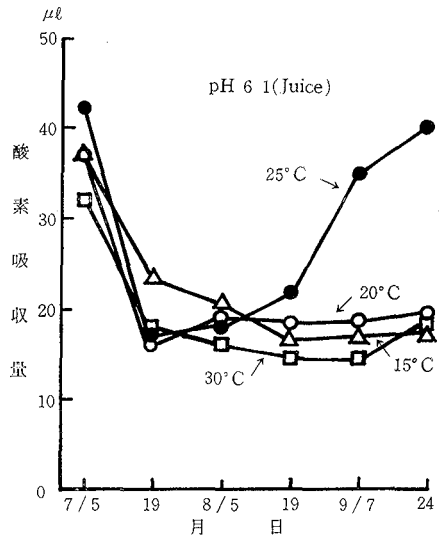
果汁中の可溶性タンニン物質の消長は、第27図のとおりである。すなわち、可溶性タンニン物質は、温度処理開始時から7月下旬の間に急激に減少し、高温の 30°C 区では 8月5日に、25°C 区では 8月19日に消失した。20°C 区および 15°C 区では 8月5日以後の減少が緩慢となり、最後までタンニン物質が認められた。

果汁中のポリフェノール酸化酵素活性の最適 pH をみると、第28図のとおりで、果汁にトリス緩衝液を加えて pH を調節した場合と、さらに、0.5%ピロガロール 0.2ml を加えた場合のポリフェノール酸化酵素活性は、前者で 6.1で、後者では 5.9で最適とみられた。したがって、以後の酵素活性は pH 6.1 で酸素吸収を測定した。

温度処理期間中の、果汁中のポリフェノール酸化酵素活性は、第29図のとおりである。すなわち、ポリフェノール酸化酵素活性は、25°C 区で 8月19日にやや増加し始め、9月になって著しく増加した。しかし、他3区ではほとんど変化しなかった。



第 28 図 果汁中のポリフェノール酸化酵素活性の最適 pH



第 29 図 果汁中のポリフェノール酸化酵素活性の消長

タンニン細胞のアセトアルデヒド反応は、第27表および第30図のとおりである。すなわち、タンニン細胞のアセトアルデヒドは、25°C 区および 30°C 区では、7月中旬に検出されたのに対して、低温の 20°C 区および 15°C 区では遅れて 8月上旬に検出された。そして、30°C 区では急速に増加し、20°C 区および 15°C 区ではほとんど変化しなかった。

25°C 区では 7月下旬からタンニン細胞の内容が収縮、凝固し始めたのに比べて、30°C 区ではその内容が収縮せずに直ちに凝固し始めた。20°C 区では 8月10日ようやく収縮を始めた。このように、低温ではタンニン細胞の変化は非常にゆるやかに進行した。

果実の重量および品質

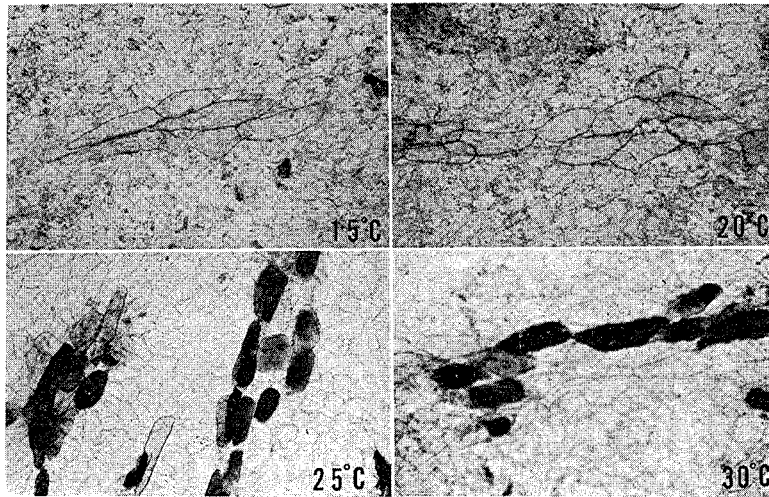
温度処理終了時における果実の品質は、第28表のとおりである。すなわち、果実の重量は、肥大のすぐれた

第 27 表 タンニン細胞の Schiff 試薬によるアセトアルデヒド反応

月	日	15°C	20°C	25°C	30°C
7	5	—	—	—	—
	10	—	—	±	±
	15	—	—	+	+
	20	—	±	++	+++
	25	—	±	++	+++
	31	±	±	++	+++
8	5	+	+	++	+++
	10	+	+	++	+++
	20	+	+	++	+++
9	7	+	+	+++	+++
	24	+	+	+++	+++

注：Schiff 試薬による桃赤色の呈色度

—：呈色しない， ±：わずかに呈色する， +：少ない，
++：中程度， +++：多い。



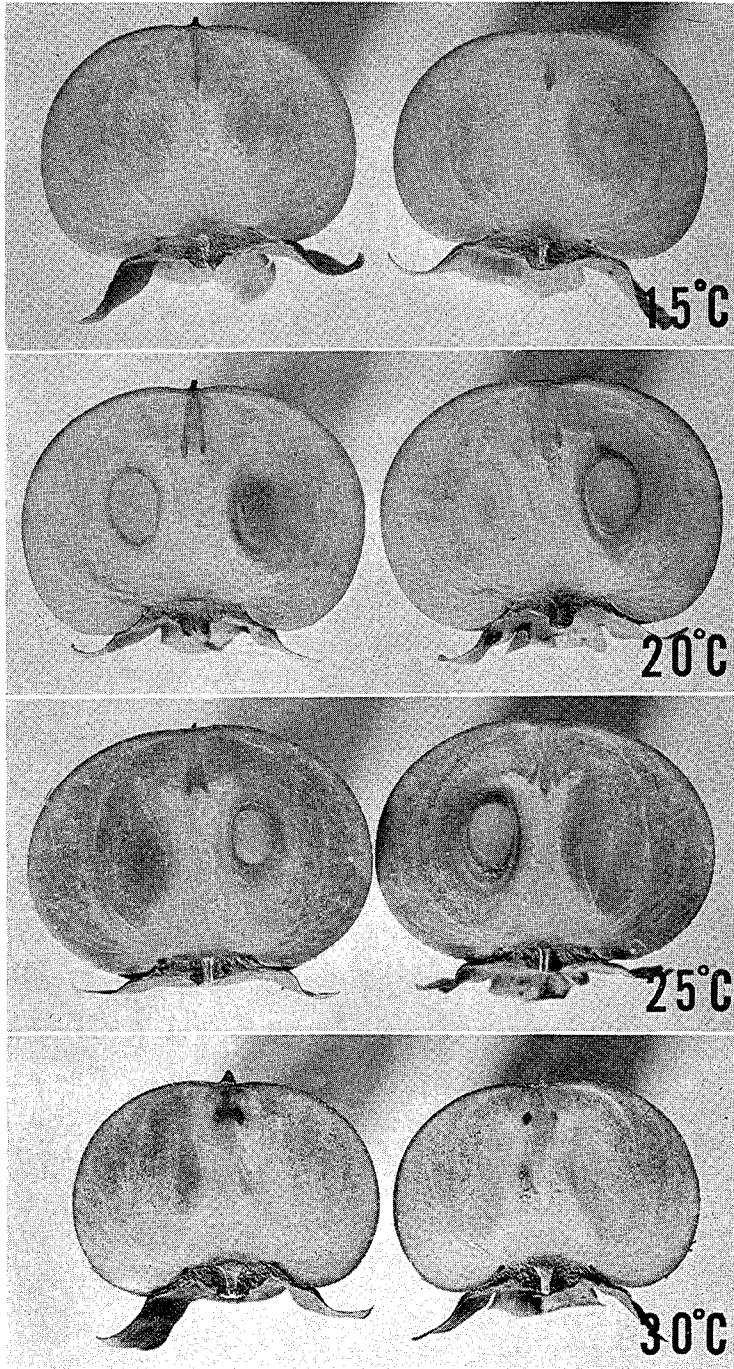
第 30 図 タンニン細胞のアセトアルデヒド反応

第 28 表 温度処理終了時における果実の品質

温度	果実重	縦径	横径	果色	渋味	可溶性 タンニン 含量	不溶性 タンニン 含量	可溶性 固形物 含量	還元糖 含量	全糖 含量
°C	g	cm	cm			ml	ml	%	%	%
15	87.9	5.88	4.19	淡黄緑色	+	1.0	0.4	14.0	7.19	10.13
20	109.0	6.22	4.79	淡黄緑色	+	1.0	0.5	14.6	8.94	9.38
25	80.5	5.64	4.35	緑色	—	0	1.1	12.9	9.28	9.50
30	77.7	5.55	4.19	緑色	—	0	1.1	9.8	2.59	7.50

注：9月24日調査 渋味：+：わずかに渋い， —：渋くない。

20°C 区で最もすぐれ、ついで、15°C 区、25°C 区の順となり、30°C 区で最も劣った。果皮の着色は、15°C 区および 20°C 区で淡黄緑色を呈し成熟は進んでいたが、脱渋はいまだ不完全で渋味が残っており、可溶性タンニン物質が認められた。これに比べて、25°C 区および 30°C 区では、果皮の着色は緑色であるが脱渋は完了していた。



第31図 温度処理終了時の果肉の褐斑の生成状態

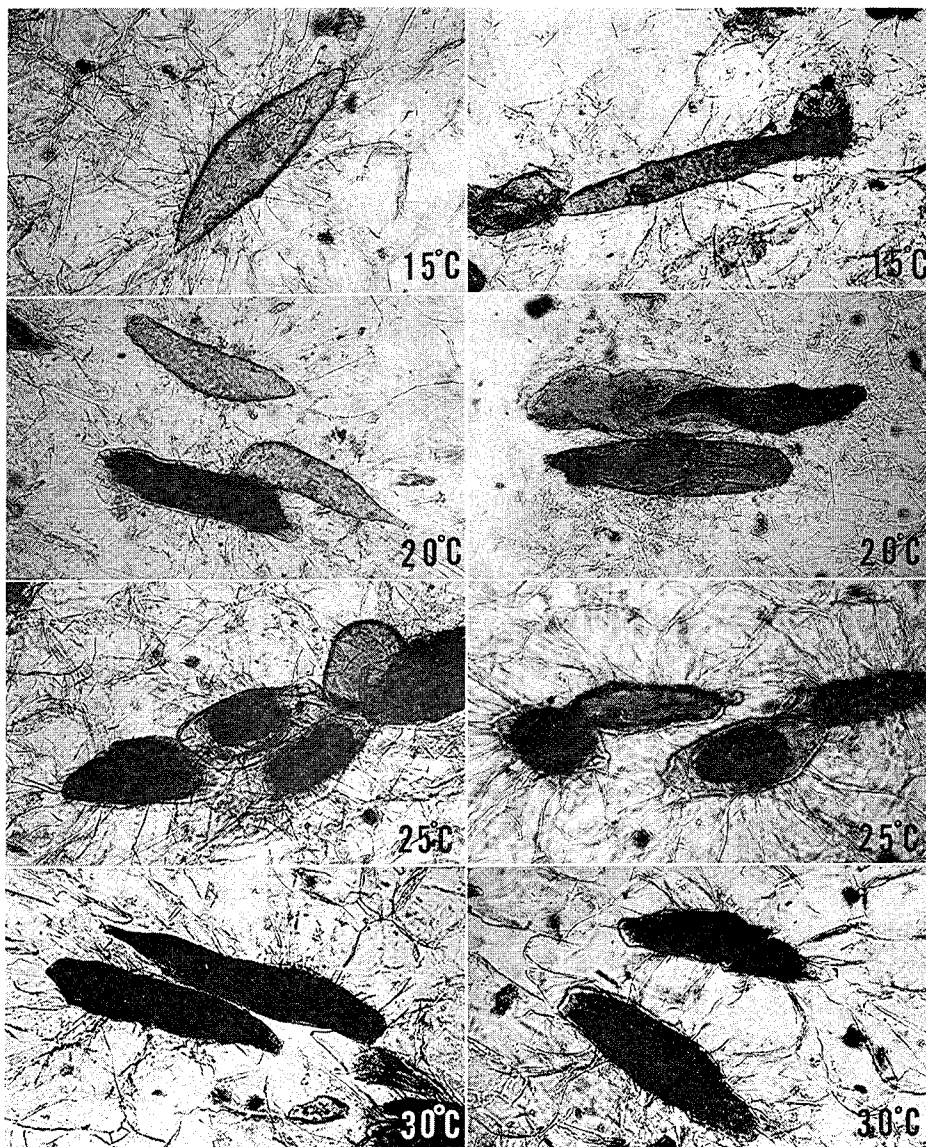
果肉の褐斑は第31図のとおりで、25°C 区で最も多く、ついで、30°C 区の順となり、20°C 区および 15°C 区で著しく少なかった。

成熟果の品質

温度処理終了時から、11月中旬までの野外の温度条件は第29表のとおりで、9月下旬には最高温度が 24.3°C

第 29 表 温度処理後の野外の旬別の温度条件

月	旬	平均気温 °C	最高温度 °C	最低温度 °C
9	21—30	21.9	24.3	19.4
10	1—10	18.4	22.4	14.4
	11—20	16.6	21.2	11.9
	21—31	15.2	20.2	10.2
11	1—10	13.3	18.6	8.0
	11—20	12.7	17.0	8.3



第 32 図 成熟果のタンニン細胞の褐変状態

と高温で、平均気温も約 22°C と果実の肥大、品質の適温であった。10月中旬以降は次第に低温となった。

成熟果の品質は第30表のとおりである。すなわち、果実の重量は 20°C 区で最もすぐれ、ついで 15°C 区、

第30表 果実の成熟時における品質

温度	果実重	縦径	横径	果色	渋味	可溶性 タンニン 含量	不溶性 タンニン 含量	可溶性 固形物 含量	還元糖 含量	全糖 含量
°C	g	cm	cm	HCC		ml	ml	%	%	%
15	167.2	7.20	5.16	11.3	+	0	0.4	18.5	15.46	17.13
20	210.1	7.79	6.01	11.8	-	0	0.7	18.9	16.39	18.44
25	135.1	6.71	5.01	12.5	-	0	0.9	19.6	16.78	16.63
30	128.1	6.74	4.88	10.6	-	0	0.8	18.2	9.71	16.00

注：11月18日調査 渋味，+：わずかに渋い， -：渋くない。

25°C 区の順となり，30°C 区では著しく劣った。

果実の脱渋は，温度処理終了時には不完全であった 20°C 区で渋味が消失していたが，15°C 区ではわずかに残存していた。果皮の着色，可溶性固形物および全糖含量は 25°C 区で最もすぐれ，ついで，20°C 区の順となった。

20°C 区の脱渋の完了には，9月下旬ないし10月上旬の温度条件が有効に作用したと考えられる。

結局，果実の肥大には 20°C が適温であるが，脱渋，着色，可溶性固形物および全糖含量には 25°C が適温である。

つぎに，タンニン細胞の状態をみると第32図のとおりで，15°C 区では脱渋不完全で，タンニン細胞の内容物が吐出するものが認められた。20°C 区ではその内容が凝固しかかっているのがみられたが，25°C 区では内容が収縮して凝固，褐変し，細胞内に大きい空隙を生じていた。また，30°C 区では内容が 25°C 区のような収縮がみられず，直ちに凝固，褐変して強く硬化し，切片作製中に折れるものが認められた。

以上のように，富有のタンニン細胞の褐変の状態は，明らかに温度の高低によって異なることが認められた。

第3節 考 察

甘ガキの脱渋は樹上で自然になされるので，栽培の北限の地域や秋冷の早い地域では，成熟期に向かっでの気温の低下が重要な問題である。実際栽培上脱渋と温度との関係は極めて重要課題であるにも拘らず，実験的研究はまったくなされていない。

甘ガキの樹上脱渋の機作については，掛下²⁴⁾，駒沢ら⁴⁶⁾，平田ら^{14,15)}，中林⁵⁴⁾，杉浦ら⁷⁰⁻⁷³⁾の報告があり，一般に，果実中のアセトアルデヒドの生成により，タンニン物質が凝固するものと考えられている。しかしながら，品種により，あるいは温度環境によって若干相違もみられ，詳細には，なお不明な点が多い。

普通，富有果実の，可溶性タンニン物質は，6月中旬から7月下旬に減少することはすでに報告されている^{14,67,75)}が，実験的に温度条件を設定した場合の脱渋についてみると，第1節で示したように，昼夜の変温処理における可溶性タンニン物質は，昼夜の処理温度が高温ほど減少し，昼夜の平均温度との間には高い負の関係が認められ，昼温>夜温の場合ではより減少した事実から，昼間の温度条件と果実温度が重要となるものと考えられる。また，第2章第2節第2項で述べたように，第II期の昼夜の恒温処理の結果，処理16日後にすべての区で可溶性タンニン物質が皆無となった。この原因には，7月，とくに梅雨明け以後の 25°C 以上の高温が関係するものと推察された。

また，第2節で述べたように，6月下旬から9月下旬までの間の昼夜の恒温処理の結果，7月上-下旬の間に 25°C 区および 30°C 区で可溶性タンニン物質の急激な減少がみられ，それよりやや遅れて7月中旬からタンニン細胞中にアセトアルデヒドが検出された。そして，8月上旬に 25°C 区のタンニン細胞の内容物の収縮，凝固が始まったが，30°C 区では内容の収縮がみられず直ちに凝固を始めて，両区とも褐斑を形成したことは興味あると

ころであった。この結果は、平田¹⁵⁾が富有の果実で可溶性タンニン物質の減少する7月下旬に、果実の呼吸率が高まり、果肉中のエチレン、エタノールおよびアセトアルデヒド含量が増加すると述べていることと関連しているように伺われた。しかし、杉浦ら⁷⁸⁾の富有の果実で、可溶性タンニンの大部分が消失する7月下旬までは果肉中のエタノール、アセトアルデヒド含量はきわめて低い値で推移し、8月上旬になってから、それらの含量が増加した成績とは相違した。このことは、エタノールおよびアセトアルデヒドの増加に温度条件が関与する可能性を示唆するものである。

果汁中のポリフェノール酸化酵素の活性は、25°C区でのみ8月下旬から増加し、褐斑が最も多くなったことから、タンニン細胞の褐変との関連が深いと推察される。

タンニン細胞の内容の収縮、凝固の状態から、25°C区では北川⁸¹⁾の褐変型の褐斑となるのに比べて、先述のとおり、30°C区ではアセトアルデヒド反応が25°C区よりも強く、その内容が収縮しないで直ちに凝固したが、20°C区および15°C区では、低温のためにその内容の収縮も非常にゆるやかになり、温度処理終了時において脱渋不完全となった。しかし、成熟時には、20°C区では脱渋が完了した。これら脱渋過程の相違は、野外の温度条件、すなわち、9月下旬の平均最高温度が24.3°Cと高かったことが、可溶性タンニン物質の不溶化ならびにタンニン細胞の内容の収縮を促したものと考えられる。

したがって、カキ富有果実の脱渋の限界温度は25°C以上であり、従来から秋季の気温が重要であることが認められているが⁴²⁾、実際には夏季、とくに7月の高温条件も脱渋に強く影響することが明らかとなった。

果実の肥大は20°C区で第II期の緩慢期がなく最もすぐれたのに対して、25°C区および30°C区では8月上旬から第II期の緩慢期に入った。この高温条件下での肥大の緩慢化の傾向は、第2章第2節第2,3項の第12,13図および第3節第2項の第20図の高温区の結果とほぼ一致するところであり、カキ果実の第II期における肥大の緩慢化は、8月上旬-9月中旬の間の25°C以上の高温条件がかなりの制限因子となっているものと考えられる。

第4節 摘 要

1. 鉢植えの3年生の富有の着果樹を用いて、6月22日から8月6日までの第I期に、昼夜の変温処理を行った結果、果汁中の可溶性タンニン物質は、昼夜の処理温度の高い区ほど減少して脱渋が促進された。

2. 鉢植えの4年生の富有の着果樹を用いて、6月22日から9月24日までの94日間、昼夜を通じて15°、20°、25°および30°Cの恒温処理を行い、果実の脱渋の限界温度を調べた。その結果はつぎのとおりである。

(1) 果汁中の可溶性タンニン物質は、6月下旬から7月下旬の間に著しく減少し、30°C区では8月5日に、25°C区では8月19日に消失した。しかし、15°C区および20°C区では温度処理終了時まで消失しなかった。したがって、脱渋の限界温度は25°Cであり、7月の温度条件が重要であると考えられた。

(2) タンニン細胞中のアセトアルデヒドは7月中旬に25°C区および30°C区で検出され、その後急速に増加したが、15°C区および20°C区では8月上旬に検出され、その後はほとんど増加しなかった。果汁中のポリフェノール酸化酵素の活性は、25°C区でのみ8月下旬から増加した。

タンニン細胞は25°C区でその内容が収縮して凝固したのに比べて、30°C区では直ちに凝固した。果肉の褐斑は25°C区で最も多く、ついで30°C区となり、20°C区および15°C区では少なかった。

(3) 温度処理終了後に、樹体を野外において果実の成熟期に脱渋を調べたところ、20°C区で脱渋は完了していたが、15°C区では不完全であった。

(4) 果実の肥大には20°Cが適当であるが、脱渋、可溶性固形物および糖含量の点からみて、品質的には、

25°C が最適であった。

第4章 果皮の着色に及ぼす温度の影響

カキ富有の成熟果の糖度が高く、果皮が濃い朱色を呈する、いわゆる優品生産地域として瀬戸内海沿岸地域が挙げられている^{49,58)}。

カキ果皮の色素については、カロチン、リコピン、クリプトキサンチン、ゼアキサンチンなどのカロチノイド色素が知られており^{10,25,68)}、とくに朱紅色の発現にはリコピンの消長が重要であることが認められているが⁸⁾、これらの色素の発現には、温度、光などの環境要因が相互に密接な関係をもつことが知られている¹²⁾。

富有の果実の着色については、樹冠内の受光量と果皮の着色についての調査成績^{19,45)}があるが、温度条件との関係はほとんど明らかにされていない。

そこで本章では、富有ガキの着色に及ぼす温度条件を追求するため、第2章第3節第2項の、发育第III期の昼夜の変温処理における果皮の朱色発現、採取果の温度処理における朱色発現ならびに産地を異にする果実の着色について調べた結果を述べる。

第1節 发育第III期の温度が果皮の朱色発現に及ぼす影響

実験材料および方法

第2章第3節第2項の、第III期の昼夜の変温処理に用いた材料について、温度処理終了時に、果皮の朱色発現ならびにカロチノイド含量を第2章第3節第1項の方法で調べた。

実験結果

第III期の昼夜の変温が、成熟果の果皮の着色ならびにカロチノイド含量に及ぼす影響をみると、第31表のとおりである。すなわち、各区の赤道部の着色は、総じて野外の自然栽培の成熟果の着色に比べてやや不十分で

第31表 第III期の昼夜温が果皮の着色、カロチノイド含量に及ぼす影響

昼一夜温	果色	β -カロチン	リコピン	未同定	クリプト キサンチン	ゼア キサンチン	合計
°C	HCC				mg/100g f.w.		
15—15	11.0	1.15	0.36	0.41	7.32	9.25	18.49
20	11.5	3.99	3.98	0.76	14.13	13.17	36.03
25	11.0	3.36	2.31	0.76	11.66	14.15	32.24
30	10.0	2.11	0.30	0.49	4.98	9.55	17.43
20—15	11.5	3.16	1.09	0.43	13.17	12.77	30.62
20	11.0	2.85	1.17	0.73	11.18	15.54	31.47
25	11.0	3.99	1.39	0.72	11.25	13.46	30.81
30	9.5	5.50	0.62	0.45	8.84	12.28	27.59
25—15	11.0	3.47	0.73	0.71	16.46	17.76	39.13
20	10.5	4.09	0.58	0.48	10.48	15.06	30.69
25	10.5	5.57	0.70	0.78	11.95	15.82	34.82
30	9.5	3.16	0.14	0.67	2.83	12.54	19.34
30—15	9.0	2.46	0.17	0.60	2.53	11.94	17.70
20	10.0	4.08	0.39	0.58	5.72	15.03	25.80
25	6.0	3.84	0.13	0.44	1.53	11.62	17.56
30	5.5	2.72	0	0.49	0.61	8.13	11.95

あった。ただし、15°-15°C 区の果実の基部では、朱色の発現 (H. C. C. 12.5) がみられた。

果実の赤道部の着色は、低温の 15°-20°C 区、20°-15°C 区でややすぐれ、高温の 30°-25°C 区および 30°-30°C 区では淡緑色を呈していた。

果皮のリコピン含量は、朱色の発現が認められた 15°-15°C 区の果実の基部で、5.38 mg/100 g とすぐれたのに対して、赤道部では 15°-20°C 区および 15°-25°C 区でややすぐれ、ついで 20°-25°C 区、20°-20°C 区、20°-15°C 区の順に少なくなり、高温区ほど減少し、とくに 30°-30°C 区ではまったく検出されなかった。

クリプトキサンチンおよびゼアキサンチン含量は、昼夜温の如何にかかわらず 30°C の組合わせ区で少ない傾向がみられたほかは、比較的多量に認められた。

なお、朱色の発現が認められた 15°-15°C 区の果実の基部では、 β -カロチン 3.10、未同定 0.73、クリプトキサンチン 14.09、ゼアキサンチン 12.45 mg/100 g f w. であった。

第 2 節 発育第 III 期における採取果の果皮の朱色発現に及ぼす温度の影響

前節 (第 4 章第 1 節) で、第 III 期の昼夜の変温が果皮の朱色発現に及ぼす影響を調べた結果、果皮の朱色は自然栽培において成熟した果実よりもかなり劣った。そこで、本節では果皮の緑色がほほたい色して、光線が果実に照射されなくても朱色が発現する 10 月中旬²⁾ から、旬別に果実を採取して温度処理を行い、果皮の朱色発現の条件を調べた。さらに、富有よりも果色のすぐれる紅衣紋および荷頃子成場の採取果に温度処理を行い、朱色発現の好適温度を比較調査した。

第 1 項 富 有

実験材料および方法

温度処理には、1962 年香川大学農学部附属農場大宮果樹園の富有の成木に結実した、発育中庸な果実を供試した。果実の採取時期は第 32 表のとおりで、果皮の緑色のたい色期の 10 月 15 日から 10 日ごとに 4 回とした。それぞ

第 32 表 果実の採取時期における果色、可溶性固形物含量および硬度

果実の 採取時期	果実重 g	果 色 HCC	可溶性 固形物 含 量 kg	硬 度 %
月 日				
10 15	126.5	7.0	15.9	12.0
10 25	137.3	8.5	15.6	12.9
11 5	151.4	10.0	16.0	9.5
11 15	156.1	11.0	16.1	9.6

れの採取時に、正常でよく揃った 90 果を採取し、果実の重量および着色を調べて、20 果宛の 4 温度処理区に分けた。残りの 10 果について、可溶性固形物含量および硬度を調べ、赤道部の果皮約 5 g を剥ぎとり、厚さ 0.05 mm のポリエチレン袋に入れてカロチノイドの定量時まで -20°C で貯蔵した。可溶性固形物含量は屈折糖度計で、硬度は三木式果実検圧計⁵³⁾ で測定した。

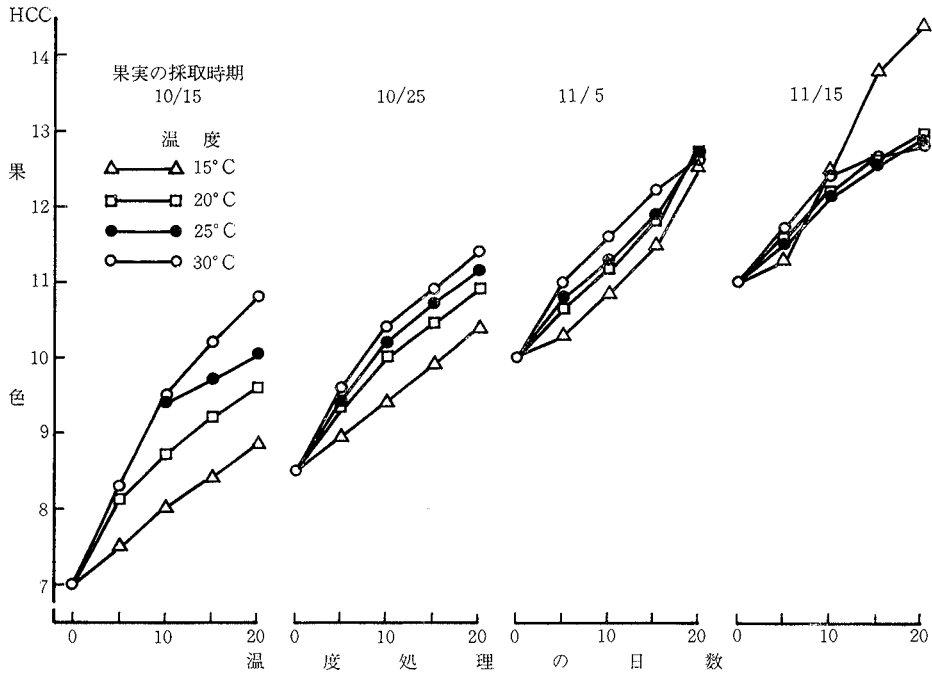
処理温度は 10°, 15°, 20° および 25°C としたが、10°C および 15°C 区は 5°C の大型冷蔵庫内に、20°C 区および 25°C 区は、18°C の定温室内にそれぞれ定温器を設置して所定温度に保った。温度処理の期間は 20 日間とした。

温度処理期間中の果色の変化は、5 日ごとに調べた。温度処理終了時に、赤道部の果皮約 5-10 g を剥皮し、ポリエチレン袋に入れて -20°C で貯蔵した。果色およびカロチノイド含量は第 2 章第 3 節第 1 項の方法で調べた。

実験結果

果色の変化

温度処理期間中の果色の変化は、第33図のとおりである。すなわち、果皮の着色は10月15日および25日採取果



第33図 温度処理期間中における果色の変化

では高温区ほど着色が促され、25°C区で最も良好となり、ついで20°C区の順となり、10°C区では劣ったのに比べて、11月5日および15日採取果では、温度の相違による影響がほとんどみられず、各区とも同程度に着色した。ただし、11月15日採取の10°C区では、温度処理10日頃から果実が軟化し始めて、過熟状態となり、著しい着色が認められた。

果皮のカロチノイド含量

温度処理開始時および終了時における、果皮のカロチノイド含量を調べた結果は第33-36表のとおりである。

第33表 10月15日採取果の果皮のカロチノイド含量に及ぼす温度の影響

温度 ℃	β-カロチン	リコピン	クリプト		合計
			キササンチン	キササンチン	
mg/100 g f.w					
10/15	1.79 (1.00)	0.14 (1.00)	5.60 (1.00)	3.44 (1.00)	10.97 (1.00)
10	2.10 (1.17)	0.20 (1.43)	6.75 (1.21)	4.05 (1.18)	13.10 (1.19)
15	2.93 (1.64)	0.54 (3.86)	7.45 (1.33)	4.48 (1.30)	15.42 (1.41)
20	3.01 (1.68)	1.10 (7.81)	10.16 (1.81)	6.10 (1.77)	20.37 (1.86)
25	4.88 (2.73)	1.56 (11.14)	12.11 (2.16)	7.20 (2.09)	25.75 (2.35)

注：()内の数字は採取時を1.00とした増加比を示す。

第34表 10月25日採取果の果皮のカロチノイド含量に及ぼす温度の影響

温 度	β-カロチン	リコピン	クリプト	ゼア	合 計
			キササンチン	キササンチン	
°C	mg/100g f w				
10/25	2.64 (1.00)	0.23 (1.00)	7.20 (1.00)	5.01 (1.00)	15.08 (1.00)
10	2.86 (1.08)	2.46 (10.70)	9.57 (1.33)	6.56 (1.31)	21.45 (1.42)
15	4.69 (1.78)	2.98 (12.96)	12.68 (1.76)	7.05 (1.41)	27.40 (1.82)
20	4.87 (1.84)	3.24 (14.09)	14.63 (2.03)	8.08 (1.61)	30.82 (2.04)
25	5.47 (2.07)	3.84 (16.70)	15.73 (2.18)	9.47 (1.89)	30.41 (2.29)

注：（ ）内は第33表と同じ。

第35表 11月5日採取果の果皮のカロチノイド含量に及ぼす温度の影響

温 度	β-カロチン	リコピン	クリプト	ゼア	合 計
			キササンチン	キササンチン	
°C	mg/100g f w				
11/5	3.23 (1.00)	0.67 (1.00)	8.26 (1.00)	5.97 (1.00)	18.13 (1.00)
10	3.26 (1.01)	8.01 (11.96)	9.83 (1.08)	5.87 (0.98)	26.07 (1.44)
15	4.46 (1.38)	9.23 (13.78)	16.42 (1.99)	9.44 (1.58)	39.55 (2.18)
20	6.51 (2.02)	6.44 (9.61)	18.19 (2.20)	9.27 (1.55)	40.41 (2.23)
25	5.07 (1.57)	2.89 (4.31)	17.56 (2.13)	8.52 (1.43)	34.04 (1.88)

注：（ ）内は第33表と同じ。

第36表 11月15日採取果の果皮のカロチノイド含量に及ぼす温度の影響

温 度	β-カロチン	リコピン	クリプト	ゼア	合 計
			キササンチン	キササンチン	
°C	mg/100g f w				
11/15	2.77 (1.00)	1.00 (1.00)	11.41 (1.00)	8.69 (1.00)	24.14 (1.00)
10	3.21 (1.16)	12.99 (12.99)	12.11 (1.06)	7.66 (0.85)	35.97 (1.49)
15	4.91 (1.77)	6.87 (6.87)	17.22 (1.51)	10.42 (1.16)	39.42 (1.63)
20	5.47 (1.97)	4.19 (4.19)	20.10 (1.76)	10.45 (1.17)	40.21 (1.67)
25	6.00 (2.17)	3.14 (3.14)	24.13 (2.11)	13.00 (1.45)	46.27 (1.92)

注：（ ）内は第33表と同じ。

すなわち、果皮の朱色の発現に関与するリコピン含量をみると、10月15日および25日採取果では25°C区で最も増加し、採取時の含量のほぼ11倍および17倍に達した。11月5日採取果では15°C区で最もすぐれ、採取時のほぼ14倍となり、ついで10°C区、20°C区の順となった。11月15日採取果では10°C区で最もすぐれ、採取時のほぼ13倍となり、ついで15°C区、20°C区の順となり、25°C区では最も劣った。

この結果、富有の果皮のリコピン増加の好適温度は、果実の成熟の進むとともに変化することが明らかとなった。すなわち、成熟期前の10月中-下旬では 25°C であるのに対して、完熟直前の11月上-中旬では 15°C と低下することが認められた。

黄色系色素の β -カロチン、クリプトキサンチンおよびゼアキサンチン含量は、11月5日採取果の成績を除いて、他の採取時期ではいずれも 25°C 区で最もすぐれ、採取時のほぼ 2 倍に達した。ただし、ゼアキサンチン含量の11月上、中旬の増加比は、10月中、下旬のそれよりもやや劣った。

第2項 紅衣紋および荷頃子成場

実験材料および方法

京都大学農学部京都農場に植栽のカキ品種のうちから、果皮の朱色発現が富有よりもすぐれている紅衣紋および荷頃子成場を選び、果皮の緑色のたい色期である1967年9月23日から10日ごとに3回、50果宛採取して、それぞれ10日間、10°、15°、20°および 25°C の定温器を用いて温度処理を行った。

なお、対照区として用いた富有では、10月13日から10日ごとに3回果実を採取して、前2品種と同様に温度処理を行ったが、供試果実は各区とも10果宛とした。

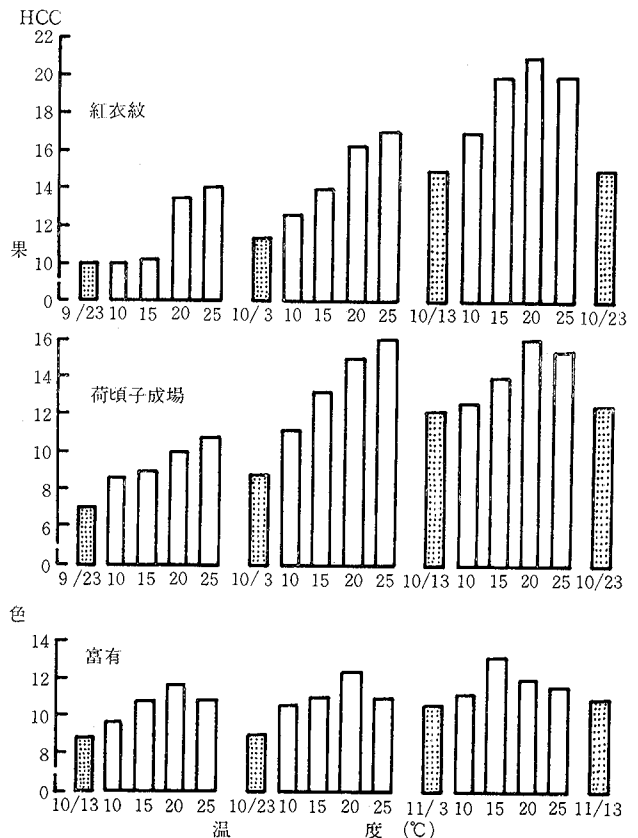
温度処理の開始時および終了時に、前項と同じ方法で、果皮の着色およびカロチノイド含量を調べた。

実験結果

果色の変化

紅衣紋、荷頃子成場および富有の、温度処理の開始時ならびに終了時の着色状態を調べた結果は、第34図のとおりである。すなわち、紅衣紋および荷頃子成場では9月23日および10月3日の採取果の温度処理10日後の着色は 25°C 区で最もすぐれ、ついで 20°C 区の順となり、15°C 区および 10°C 区では処理終了時の野外における樹上着生果の着色状態よりも劣った。10月13日の採取果では、両品種ともに 20°C 区で最もすぐれ、ついで 25°C 区、15°C 区の順となり、前2期の結果に比べて朱色発現の好適温度が低下した。10°C 区では10月13日の樹上の成熟果の着色と同程度の着色を呈した。紅衣紋の 20°C 区、25°C 区および 15°C 区の温度処理終了時の着色は、10月13日の樹上の成熟果よりも著しくすぐれた。荷頃子成場においても、20°C 区および 25°C 区で同じ傾向が認められた。

富有では通常、紅衣紋および荷頃子成



第34図 紅衣紋、荷頃子成場および富有採取果の果皮の朱色発現に及ぼす温度の影響

注： は果実の採取時および成熟時の果色を示す。

場よりも果実の着色，すなわち，朱色発現の程度が劣る。朱色発現の好適温度は，10月13日および23日の採取果では20℃区で最もすぐれたのに比べて，11月2日の採取果では15℃区で最もすぐれ，前2期よりも低温となり，紅衣紋および荷頃子成場の結果と同じであった。

なお，京都の自然環境下では，紅衣紋および荷頃子成場の果実の朱色の発現は10月中旬に最高値に達したが，富有では11月上旬であった。

果皮のカロチノイド含量

紅衣紋の温度処理の開始時および終了時の果皮のカロチノイド含量は，第37表のとおりである。すなわち，各処理開始時のカロチノイド含量をみると，9月23日から10月13日までは各色素とも増加の程度は緩慢であり，10月13日から23日の間に急増し，とくに，リコピンでその傾向が著しかった。

第37表 紅衣紋の果皮のカロチノイド含量に及ぼす温度の影響

温 度	α - カロチン	β - カロチン	リコピン	未同定	クリプト キサントシン	ゼア キサントシン	合 計	L/T比
℃	mg/100g fw							
9/23 採取果								
採取時	1.48	1.93	0.15	0.90	3.03	1.90	9.39	1.6
10	1.63	2.95	0.75	1.06	4.93	2.23	13.55	5.5
15	1.83	2.95	1.27	1.54	5.66	2.23	15.48	8.2
20	1.90	3.53	3.58	1.64	6.14	3.33	20.12	17.8
25	2.93	3.99	4.52	1.92	7.29	3.76	24.44	18.5
10/3 採取果								
採取時	1.87	1.85	2.02	0.77	5.36	3.90	16.77	12.0
10	2.59	3.49	9.25	0.94	7.97	4.58	28.82	32.1
15	2.67	3.90	15.32	2.32	8.18	5.41	37.80	40.5
20	3.63	4.34	16.33	2.58	9.51	6.47	42.86	38.1
25	4.19	5.18	16.33	3.14	11.52	8.14	48.50	33.7
10/13 採取果								
採取時	2.44	2.65	2.31	3.98	5.18	3.09	19.65	11.8
10	2.44	3.76	11.00	3.94	6.32	3.33	30.79	35.7
15	2.50	5.16	16.04	4.19	7.17	4.49	39.55	40.6
20	2.96	6.59	25.66	9.02	9.15	6.84	60.22	42.6
25	3.26	8.76	17.08	8.40	8.18	6.56	52.24	32.7
10/23	2.04	4.26	8.93	8.78	4.02	3.12	31.15	28.7

注：L/T比：リコピン-全色素含量比。

温度処理終了時のリコピン含量は，9月23日採取果では25℃区で，10月3日採取果では20℃区および25℃区で，10月13日採取果では20℃区で最もすぐれ，野外の樹上の着生果よりも著しく増加した。この結果，リコピンの増加の好適温度は，果実の成熟につれて25℃から20℃へと低下した。

つぎに，全色素含量およびリコピン以外の黄色系色素の含量は，20℃区および25℃区ですぐれた。全色素含量に占めるリコピンの比をみると，10月23日の成熟果では28.7%，リコピン含量のすぐれた25℃区および20℃区では18.5-42.6%を示し，供試3品種で最も高い値を示した。

荷頃子成場の温度処理の開始時および終了時の果皮のカロチノイド含量は，第38表のとおりである。すなわち，各処理開始時の色素含量は，紅衣紋と同じく10月13日から23日の間に急増した。処理終了時のリコピン含量は，9月23日採取果では20℃区ですぐれ，10月3日採取果では25℃区で，10月13日採取果では20℃区で最もす

第38表 荷頃子成場の果皮のカロチノイド含量に及ぼす温度の影響

温 度	α - カロチン	β - カロチン	リコピン	未同定	クリプト キササンチン	ゼア キササンチン	合 計	L/T比
°C	mg/100g f w							
9/23 採取果								
採取時	2.52	2.49	0.12	2.40	2.68	1.27	11.48	1.0
10	2.53	2.68	0.47	3.24	4.22	2.19	15.33	3.1
15	2.61	2.95	0.49	3.40	4.78	3.54	17.77	2.8
20	3.22	4.53	0.58	4.20	6.97	4.58	24.08	2.4
25	3.56	6.78	0.50	5.10	6.81	4.21	26.96	1.9
10/3 採取果								
採取時	3.63	5.85	0.26	2.24	7.32	3.02	22.32	1.2
10	3.36	6.85	1.73	2.04	9.55	3.66	27.46	6.3
15	5.04	9.05	9.54	3.52	10.37	3.71	41.23	23.1
20	5.79	9.59	15.75	3.26	18.86	5.22	58.47	26.9
25	5.48	8.18	17.05	3.26	14.63	4.69	53.29	32.0
10/13 採取果								
採取時	2.89	6.56	0.77	2.11	10.37	3.43	26.13	2.9
10	3.33	6.78	1.79	2.52	11.59	3.87	29.88	6.0
15	5.28	11.43	9.31	3.34	11.99	4.94	46.29	20.1
20	6.11	14.73	16.85	7.20	17.03	7.16	69.08	24.4
25	4.61	11.82	14.17	5.20	14.19	6.97	56.96	24.9
10/23	4.35	7.75	2.02	3.32	14.21	4.42	36.07	5.6

注：L/T比：リコピン-全色素含量比。

第39表 富有の果皮のカロチノイド含量に及ぼす温度の影響

温 度	α - カロチン	β - カロチン	リコピン	未同定	クリプト キササンチン	ゼア キササンチン	合 計	L/T比
°C	mg/100g f w.							
10/13 採取果								
採取時	1.18	0.63	0.08	0.59	2.32	2.46	7.26	1.1
10	1.18	0.73	0.10	0.54	3.25	3.39	9.19	1.1
15	1.48	1.05	0.29	1.48	3.82	4.23	12.35	2.3
20	1.59	2.79	0.82	1.86	6.73	4.92	18.71	4.4
25	2.54	2.42	0.77	1.79	6.50	5.11	19.13	4.0
10/23 採取果								
採取時	2.06	1.62	0.14	1.00	4.55	4.54	13.91	1.0
10	2.48	1.86	1.21	0.91	4.68	4.84	15.98	7.6
15	2.52	2.25	1.58	1.35	7.32	6.15	21.17	7.5
20	3.89	5.80	3.56	1.47	11.30	9.65	35.67	10.0
25	5.09	6.01	2.66	2.53	15.08	12.96	44.33	6.0
11/3 採取果								
採取時	2.07	2.91	0.87	1.24	6.71	5.10	18.90	4.6
10	2.22	4.17	1.11	1.32	8.44	5.42	22.68	4.9
15	2.51	4.46	6.21	2.00	10.77	7.66	33.61	18.5
20	2.52	6.16	2.89	1.96	12.91	8.67	35.11	8.2
25	4.93	7.17	2.43	2.06	17.32	10.69	44.60	5.4
11/12	3.43	5.76	2.03	1.74	12.70	7.90	33.56	6.0

注：L/T比：リコピン-全色素含量比。

ぐれた。本品種においてもリコピンの増加の好適温度は、果実の成熟につれて低くなる傾向が認められた。

黄色系色素含量は紅衣紋よりも多く、20°C 区および 25°C 区で最も増加した。リコピン-全色素含量比は、10月23日の樹上で成熟した果実では5.6%、9月23日採取果の 20°C 区で2.4%、10月3日採取果の 25°C 区で32%、10月13日採取果の 20°C 区で24.4%であり、供試3品種のうちでは中間の値を示した。

富有の温度処理の開始時および終了時の果皮のカロチノイド含量は、第39表のとおりである。すなわち、富有の果実の着色は、前2品種よりもほぼ20日程遅く、成熟は11月12日頃であった。11月2日から12日の間に、β-カロチン、リコピンおよびクリプトキサンチン含量が急増した。温度処理後の果皮のリコピン含量は、前2品種に比べて少なく、10月13日および23日採取果では 20°C 区で、11月3日採取果では 15°C 区で最もすぐれた。果実の成熟につれて、リコピン増加の好適温度は低下したが、リコピン以外の色素含量は、いずれも 20°C 区および 25°C 区ですぐれた。リコピン-全色素含量比は、供試3品種で最も低い値を示し、成熟果で6%、10月13日採取果の 20°C 区で4.4%、10月23日採取果の 20°C 区で10%、11月3日採取果の 15°C 区で18.5%に過ぎなかった。

第3節 産地を異にする果実の着色および品質

富有の栽培地を異にする果実の着色ならびに品質について、南は鹿児島県から、北は新潟県にわたる各地から果実を集めて調べた。

実験材料および方法

1972年10月から11月の間に、つぎの各地から果実を集めた。

- 南国市：高知大学農学部
- 松山市：愛媛果樹試験場
- 鹿児島県浦生町：栽培農家
- 徳島県上板町：徳島果試上板分場
- 鳥取市：鳥取大学農学部
- 高槻市：京都大学農学部附属農場
- 各務市：岐阜大学農学部
- 磐田市：静岡大学農学部附属農場
- 佐渡中興：新潟農試佐渡支場
- 香川県三木町：香川大学農学部
- 香川県綾南町：栽培農家
- 福岡市：福岡園芸試験場
- 和歌山県粉河町：和歌山果試紀北分場

果実の収穫は、それぞれの地域における富有の成熟期に行い、平均的な重量および着色状態の果実を10果ずつ集めて、その形質を調べた。

各地の温度条件は、各機関における気象観測値から、9月-11月の3カ月の平均気温を算出した。

可溶性固形物含量は屈折糖度計で調べた。果肉の糖の抽出は、70% EtOH で還流冷却器をつけて 100°C で30分間、3回繰り返して行い、抽出液を合せて EtOH を減圧濃縮し去溜して、飽和酢酸鉛溶液を加えて定容とした後、ろ過し、そのろ液に硫化水素ガスを通気して除鉛し、その上澄液を糖液とした。糖液の加水分解は、糖液 50 ml に 0.1 N HCl 15 ml を加えて 100°C で30分間行い、冷却後、0.1 N NaOH 15 ml を加えて中和して定容とした後、非還元糖の定量に供した。

糖の定量は Somogyi 法で行った。

果皮の着色ならびにカロチノイドの定量は第2章第3節第1項の方法で調べた。

実験結果

各産地の果実の着色および品質を調べた結果は、第40表のとおりである。すなわち、果色は鹿児島産が最も劣り、ついで収穫期が10月下旬の南国市および松山市の順となり、11月上旬の徳島で11.6、鳥取市で10.3とやや良好となり、11月中、下旬の収穫期では概してすぐれ、香川三木町および福岡市で14以上を示し濃朱色を呈した。

第40表 産地を異にする富有果実の着色および品質

産地	収穫期	9-11月平均気温		果実重量	果色		可溶性固形物含量	還元糖含量	非還元糖含量	全糖含量	カロチン含量	リコピン含量	キサントフィルス含量	全カロチノイド含量
		°C	°C		g	HCC								
南国市	10.23	18.4	220.2	10.3	14.2	10.28	2.96	13.24	3.06	1.45	4.20	8.71		
松山市	10.30	17.1	222.4	10.1	14.5	9.08	2.40	11.48	3.47	1.59	7.00	12.06		
鹿児島県 鹿浦生町	11.4	19.7	187.8	9.8	16.8	10.02	5.58	15.60	1.69	1.30	9.50	12.49		
徳島県上板町	11.4	17.2	250.0	11.6	14.2	7.81	6.19	14.00	5.32	3.11	4.80	13.23		
鳥取市	11.10	16.2	280.5	10.3	14.2	7.96	5.46	13.42	2.62	3.47	22.00	28.09		
高槻市	11.16	19.7	253.6	11.5	16.1	7.34	5.90	13.24	5.32	1.76	11.00	18.02		
各務市	11.17	16.8	227.8	12.0	14.9	8.82	3.90	12.72	5.08	6.65	9.60	21.33		
磐田市	11.20	18.3	280.0	11.7	14.2	8.51	4.11	12.62	3.39	3.60	12.00	17.99		
佐渡中興	11.20	15.2	241.9	13.1	14.0	9.48	3.30	12.78	3.55	10.50	13.60	27.55		
香川県三木町	11.22	16.9	219.8	14.3	17.9	9.16	4.78	13.94	7.26	15.17	18.00	40.43		
香川県綾南町	11.25	16.9	248.4	13.2	17.8	8.99	8.09	17.08	6.45	11.85	13.60	31.90		
福岡市	11.27	17.3	276.4	14.8	18.1	9.10	8.62	17.72	8.27	13.58	18.00	39.85		
和歌山県 粉河町	11.29	17.4	286.8	12.2	13.4	10.48	1.04	11.52	10.89	8.38	9.00	28.27		
平均気温との 相関			-0.28	-0.40	0.20	-0.01	0.10	0.11	-0.16	-0.53	-0.38	-0.49		
可溶性固形物 との相関				0.54					0.23	0.54	0.43	0.59		

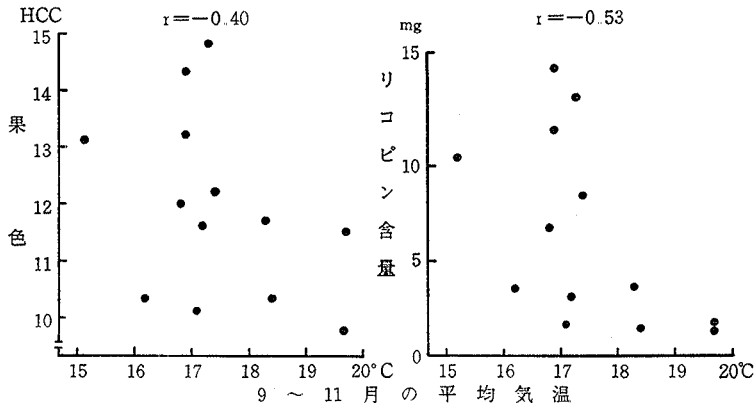
可溶性固形物含量は概して14%以上であり、高槻市、香川三木町、香川綾南町および福岡市ですぐれた。全糖含量も可溶性固形物含量とほぼ同じ傾向がみられた。

非還元糖含量は収穫期が11月下旬と遅い福岡市および香川綾南町で8%以上を示して最も多く、ついで11月上旬に収穫した徳島、高槻市、鹿児島、鳥取市で5%以上を示し、他の産地では4%以下であった。

なお、糖液のペーパークロマトグラムを作成した結果、すべての産地で、ブドウ糖、果糖およびショ糖が検出された。

果皮のカロチノイド含量をみると、リコピン含量は果色が13以上を示した、香川三木町、福岡市、香川綾南町および佐渡中興では10-15mgと著しくすぐれた。ついで和歌山、各務市、磐田市、鳥取市、徳島の順となり、高槻市および収穫期の早い南国市、松山市、鹿児島では少なかった。全カロチノイド含量もリコピンとほぼ同じ傾向が認められた。

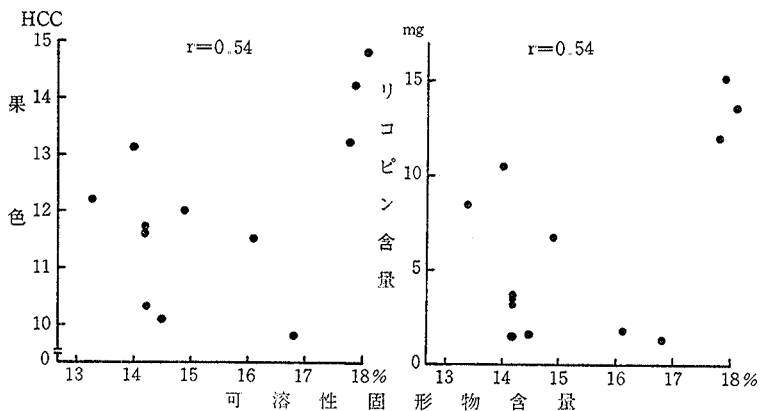
そこで、9月-11月の平均気温と、果色およびリコピン含量との関係をみると第35図のとおりで、果色およびリコピン含量ともに、平均気温の17°C附近に著しくすぐれる地域、すなわち、福岡市、香川の2地区、和歌山があり、同じ温度条件でも収穫期の早い松山市および徳島で劣った。一方、平均気温が18°C以上の地域では概して劣るようである。



第35図 9-11月の平均気温と果色ならびにリコピン含量との関係

相関係数をみると、果色との間には、 -0.40 、リコピン含量との間には、 -0.53 の値が得られたが、いずれも有意でなかった。

つぎに、可溶性固形物含量と、果色およびリコピン含量との関係を見ると第36図のとおりで、可溶性固形物含量の13-15%の地域で果色およびリコピン含量ともすぐれる傾向があるようにみられるが、同時に、そうでない地域も認められ、しかも、18%の地域で両者ともに著しくすぐれる地域も認められて、一定の傾向が認められず、相関係数は両者ともに、 0.54 となって、有意ではなかった。



第36図 可溶性固形物含量と果色ならびにリコピン含量との関係

第4節 考 察

カロチノイドの増加によって着色する果実において、温度との関係については温州ミカン^{55,56)}、バレンシャオレンジ^{11,60,61,81)}、グレープフルーツ^{80,82)}、トマト⁸⁰⁾などでの報告がみられる。すなわち、温州ミカン⁵⁶⁾では低温区で早くからクロロフィルが減少し、カロチノイドが増加するが、収穫期には 20°C で最もすぐれ、必ずしも昼夜の温度較差を必要とせず、 30°C では最後まで完全に着色しないし、バレンシャオレンジ¹¹⁾では昼温 20°C -夜温 5°C 区は昼温 30°C -夜温 10°C 区よりも着色がすぐれている。また、昼温 20°C -夜温 7°C -地温 12°C で良好となり、とくに高地温は着色を損う⁸¹⁾ことも報告されている。グレープフルーツ⁸²⁾では昼温が比較的低温の 21°C に 15°C 以下の夜温を組合せた場合、可溶性固形物および酸含量が高く、果皮が薄く、着色がすぐれるこ

とが認められている。以上のごとく、種類によって昼夜の温度較差を必要としないもの、あるいは、必要とするものがある。また、これらの果実の着色程度と糖含量との間には概して密接な関係がみられる^{56,82)}。この場合、糖の蓄積に対しては昼夜温の影響が強く働くことが考えられ、この点について、第 III 期、すなわち、9月25日から11月13日までの間、ファイトトロン[®]の自然光ガラス室を用いて昼夜の変温処理をした結果、富有の果皮の朱色発現に関係するリコピン含量を、それぞれの昼夜温処理でみると、昼温 15°C-夜温 20°C で最も高く、20°C-25°C、25°C-15°C、30°C-20°C ですぐれた。すなわち、昼温が 15°C または 20°C の場合には 5°C 程度夜温が高い場合にリコピン含量がすぐれ、逆に昼温が 25°C または 30°C の比較的高温の場合には、夜温が 5°C 程度低い場合ですぐれる結果を示した。これらの傾向は、全カロチノイド含量についても指摘される。

さらにまた、第22表でも示したように、昼夜の変温処理によってリコピンおよびカロチノイド含量のすぐれた区では、可溶性固形物および全糖含量が概してすぐれたことは注目されることである。

一方、採取果について果実のみを温度処理して果皮の着色を調べた結果、富有ならびにそれより果皮の朱色の発現がすぐれる紅衣紋および荷頃子成場とともに、果皮が黄色の成熟期の前半では比較的高温の 25°C で着色が良好となったのに対して、成熟期の後半にはほぼ 20°C となって、果実の成熟の進むにつれて朱色発現の好適温度が低下する傾向が認められた。この朱色発現の温度条件が果実の成熟につれて低下することは興味あるところである。

実際の自然環境下におけるカキ果実の着色は、前述のとおり、11月上旬に初霜をみる頃から急速に朱色の発現が認められる。香川県産の富有の着色が他県産よりすぐれている⁴⁹⁾ のは、9月-10月の温度条件が比較的温暖であり、かつ11月上旬以降に昼夜のある程度の気温較差があることによるものと考えられる。

他方、上述した実験結果を参考として、実際栽培地においてこれらが如何なる実態にあるかを知るため、産地を異にする果実の着色ならびに品質を調べたところ、秋季の9月-11月の平均気温と果色またはリコピン含量との間には(第35図)有意ではないが負の相関関係がみられた。すなわち、平均気温 17°C 附近の地域ですぐれ、それよりも高温では劣ることが認められた。しかし、収穫期の早い松山市および徳島県上板町の平均気温をみるとほぼ 17°C にあることから、両地域とも収穫期を11月中-下旬にまで遅らせると、果色およびリコピン含量は、香川、福岡市または和歌山と同程度にまで向上するものと考えられ、秋季の気温と果色との間には密接な関係があるものと考えられる。

さらに、可溶性固形物含量と果色およびリコピン含量との間の関係をみると(第36図)、果色およびリコピン含量は福岡市、香川の2地区で著しくすぐれたが、他の地域では必ずしも明らかな一定の傾向は認められなかった。

この点について、夏季から秋季にかけての摘葉は果実の糖含量を低下させて、果色が劣って、果皮のリコピン含量も劣ることをすでに筆者は明らかにしている⁴⁾ が、各産地における富有の商業的収穫あるいは肥培の実態が相違するところでもあり、これらの要因が加味されて、必ずしも一定の傾向がみられなかったものと考えられる。

ファイトトロンを用いて行った、発育第 III 期の昼夜の変温処理における果実の品質(第22表)および果色、カロチノイド含量(第31表)と、第40表の各産地における果実の成績を比較すると、可溶性固形物および全糖含量には大きい差は認められないが、果色およびリコピン含量をみると、前者で著しく劣っている。

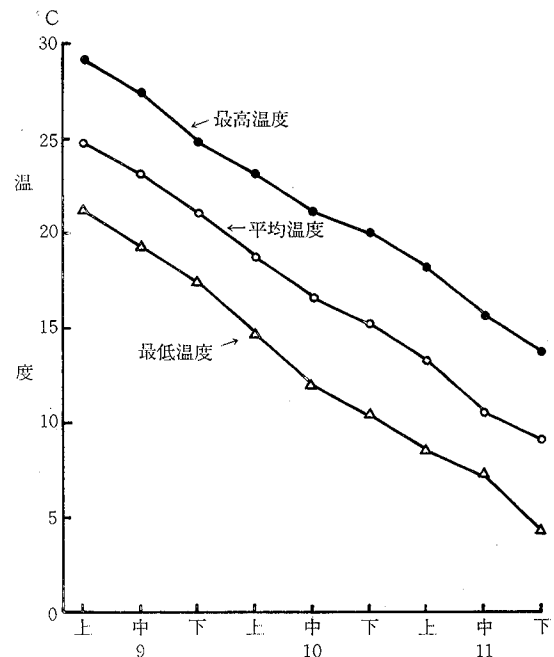
したがって、カキ果実の可溶性固形物および糖含量と果色またはカロチノイド含量の増加との関係については、単に温度条件のみならず、他の環境条件を整えた実験により、詳細な解析が望まれるところである。

なお、上述の第31表のファイトトロンでの温度処理における成熟果の果色ならびにリコピン含量が、自然栽培における果実に比べて、総じて不十分であった原因としては、ファイトトロン[®]の屋根ガラスによる紫外線の吸収

が影響すると考えられる。秋季にガラス室内で成熟させた富有果実の着色は、果頂部および赤道部では淡橙黄色となり、野外の自然環境下で成熟した果実よりも朱色の発現程度が劣ること、あるいは、ファイトロン内で秋季にブラックライトを用いて紫外線を補光した場合には、正常な朱色の発現が認められる⁹⁾ことから、カキ果皮の着色およびリコピンの発現には紫外線も関与している可能性が推察された。

なお、香川県地方における富有果実の着色実態は、9月下旬から果皮の緑色のたい色が始まり、10月中旬に緑色がほとんどたい色して黄色となる²⁾。その後、11月上旬から次第に朱色が発現し始めて、中旬には朱橙色に着色して成熟する。

この間の自然条件における秋季の温度条件をみると、第37図のとおりで、11月上旬以降の温度条件が朱色発現に明らかに効果的であると考えられ、今後、これらの点についての検討が望まれる。



第37図 香川県における秋季の温度条件

第5節 摘 要

1. 鉢植えの3年生富有の着果樹を用い、第III期の9月25日から11月13日まで、ファイトロンで昼夜の変温処理を行い、果実の着色に及ぼす影響を調べた結果、昼温15°Cまたは20°Cの場合には夜温が5°C程高い場合に、また、昼温25°Cまたは30°Cの場合には夜温が5°C程低い場合にリコピンおよびカロチノイド含量が高かった。なお、赤道部の朱色の発現ならびにリコピン含量は野外で成熟した果実に比べてやや劣った。

2. 10月中旬から11月中旬まで、旬別に富有の果実を採取して、10°C、15°C、20°Cおよび25°Cで温度処理を行い、果皮の朱色発現の温度条件を調べた結果、果実の成熟前の10月中、下旬では、25°C区で果皮の朱色およびリコピン含量がすぐれたのに比べて、11月上、中旬の完熟直前では15°C区ですぐれた。また、富有よりも、朱色の発現がすぐれる紅衣紋および荷頃子成場の採取果でも、9月下旬-10月上旬では25°Cであり、10月中旬では20°Cへと低くなり、富有と同じく、果実の成熟につれて朱色発現の好適温度が低下した。

3. 黄色系色素のβ-カロチン、クリプトキサンチンおよびゼアキサンチン含量は、3品種ともに高温の25°C区で最も増加し、ついで20°C区の順となり、低温の15°C区および10°C区では劣った。

4. 南は鹿児島から、北は新潟県佐渡までの13地域から、それぞれの成熟期に果実を収穫して、果実の着色および品質を調べたところ、香川、福岡の着色がすぐれ、9月-11月の平均気温の17°C付近の産地で、果色ならびに果皮のリコピン含量がすぐれる傾向が認められた。

第5章 ビニール被覆加温栽培による果実の早期出荷

第1章で述べたように、萌芽から果実の成熟まで、樹体を昼夜を通じて恒温条件におくと、25°C区の果実の成熟日数は135日となり、自然条件下に比べて約40日間短縮された。

さらに、第2章では果実の肥大および品質の適温が、 20°C – 25°C の範囲にあることを明らかにし、第3章では、脱渋の限界温度はほぼ 25°C であることを明らかにしてきた。

これらの結果から、1月下旬–2月上旬の低温期から、樹体をビニール被覆して加温栽培を行い、果実の成熟所要積算温度および日数を満たせば、かなり早期に果実を成熟させることが期待できると考えられた。

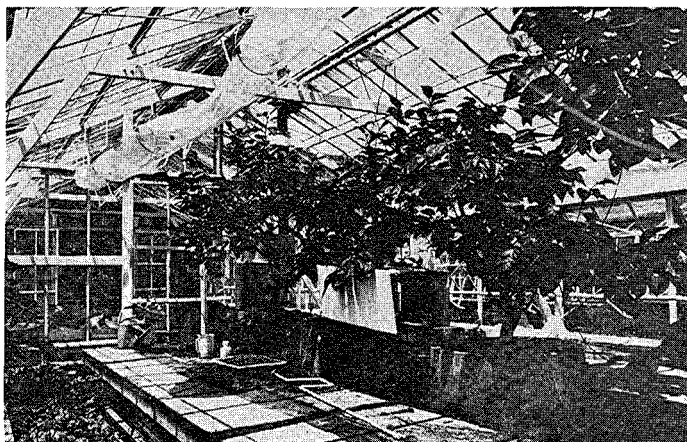
そこで本章では、果実の早期出荷の可能性を検討するために、鉢植えの着果樹ならびに経済栽培園の成木をビニール被覆して、2月中旬から加温栽培を行い、果実の発育、品質などについて調査した結果を述べる。

第1節 大型コンクリートポット植栽樹における実験

実験材料および方法

直径 50 cm、深さ 55 cm の大型コンクリートポットに植栽の8年生富有4樹を、1974年2月2日にガラス室内 (20 m^2) に搬入して、2月3日から灯油燃焼方式の温風加温機を用いて、夜間温度を 21° – 24°C に保った。昼間は気温が 25°C 以上に上昇しないよう、自動換気扇を設置して昇温を防いだ。さらに、3月中–下旬以降は天窓と側窓を開閉して、昇温防止に努めた。

ガラス室内での加温栽培の状況は、第38図のとおりである。



第38図 大型コンクリートポット植栽樹の加温栽培の状況

萌芽期および開花期を調べ、開花時に禅寺丸の花粉を授粉した人工授粉区と、GA-7 300 ppm 溶液を噴霧して単為結果をさせた GA-7 処理区を設けた。開花35日後に摘果して、1樹当りの着果数を34–37個にし、その中の10果を選び1週間ごとに果径を測定した。

野外の最低気温が 15°C に達した5月21日（開花68日後）に、樹体を野外に搬出して自然環境下においた。

果実の収穫は開花後140日の8月1日に行い、収量、品質を調べた。なお、実験期間中の温湿度は自記温湿度計で記録した。

また、直径 30 cm の尺鉢の着果樹についてもほぼ同じ温度処理を行った。

実験結果

加温開始後の萌芽および萌芽から開花に要した日数は、それぞれ10日および30日で、第1章第1節の 20°C 区と同じ結果となった。

開花後の果実の生理落果の経時的変化は第41表のとおりで、加温機の熱風吹出口に近い No. 1 の樹で、開花後

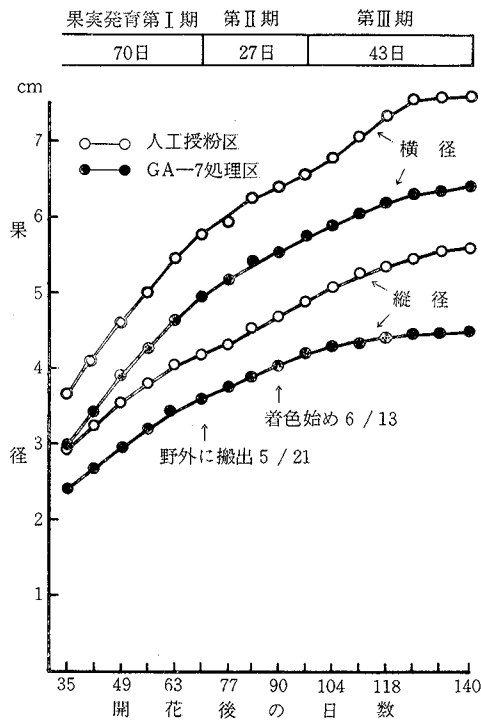
第41表 果実の生理落果の径時的变化

	樹体 No	開花数	開花後の日数					合計	生理 落果率 %
			20	23	25	27	35		
人工 授粉区	1	87	6	16	3	2	5	32	36.8
	2	62	0	0	0	0	0	0	0
GA-7 300ppm 処理区	3	89	0	0	0	0	0	0	0
	4	52	0	0	0	0	0	0	0

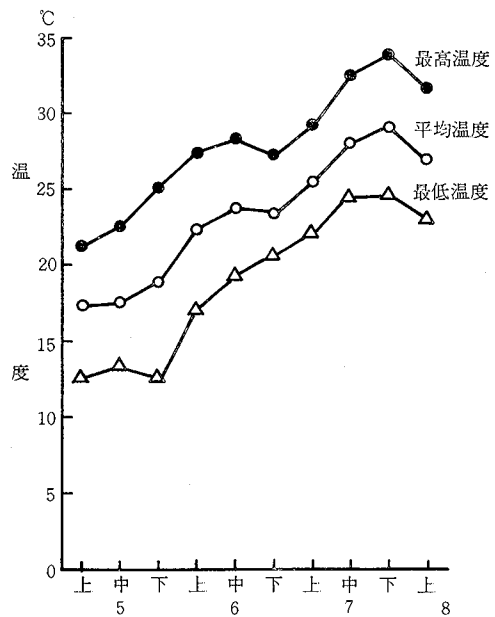
20-35日の間に36.8%の落果をみたのみで、他の樹ではまったく落果がなかった。

果実の肥大曲線は第39図に、5月-8月の野外の温度条件は第40図に示すとおりである。すなわち、果実の縦径および横径の肥大は人工授粉区ですぐれ、GA-7処理区で劣った。

両区ともに、開花後68日（5月21日）に野外に搬出した直後から、肥大の緩慢化がみられて第II期に達し、



第39図 大型コンクリートポットの加温栽培における果実の肥大曲線

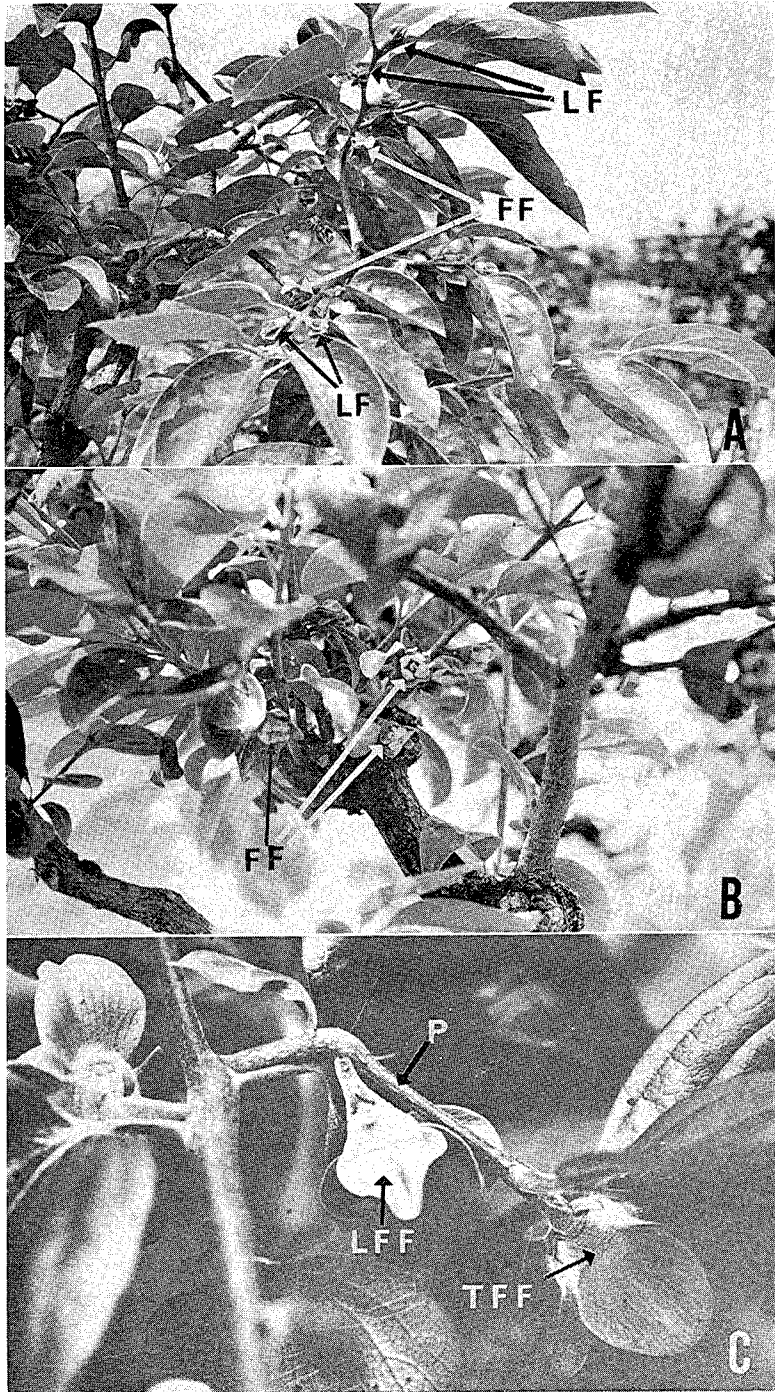


第40図 5-8月の野外の温度条件 (1974)

第42表 大型コンクリートポットの加温栽培における成熟果の品質

	開花期 月 日	成熟果実 日数	果実 重量 g	縦径 cm	横径 cm	果色 HCC	渋味 -	水分 含量 %	可溶性 固形物 含量 %	還元糖 含量 %	非還元糖 含量 %	全糖 含量 %
GA-7 300ppm 処理区	3 15	140	112.4	4.49	6.21	7.5	-	78.6	18.8	13.30	5.24	18.54

注：加温開始期：2月3日。 野外搬出期：5月21日。 収穫調査：8月1日。



第 41 図 コンクリートポット植栽樹の翌年度の着花状態
A. LF: 遅れ花, FF: 雌花,
B. FF: 陰芽の萌発枝に着生した雌花,
C. P: 数 cm に伸びた果梗, TFF: 頂生雌花,
LFF: 側生雌花.

90日頃に果頂部が黄色に着色し始め、97日頃から再び旺盛な肥大を始めて第 III 期に達し、140日で着色して成熟した。

5月下旬以降の温度条件をみると、5月下旬の昼間、6月の昼夜間、および7月の夜間は20°Cから25°Cの範囲で適温であったが、7月中、下旬の昼間の最高温度は、30°C以上の高温となった。

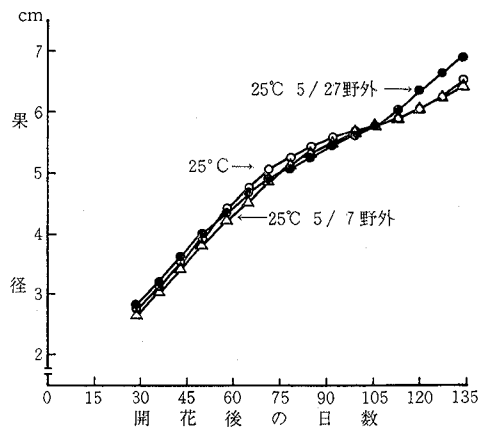
開花後140目の8月1日に、全果を収穫して品質を調べた結果は、第42表のとおりである。すなわち、果実の重量は、人工授粉区では190gでM級の大きさであったが、GA-7処理区では種子がなく112gと著しく小さかった。果色は両区とも黄色を呈したが、人工授粉区でややすぐれた。

果肉の渋味は両区ともにまったく感じられず、脱渋の完了期は7月中旬であった。

可溶性固形物および全糖含量は、両区ともに18%以上ですぐれ、非還元糖含量も5%以上であった。

なお、供試樹を翌春の開花期まで野外の自然環境下において、次年度の雌花の着生状態を観察したところ、第41図のとおり、多数の正常な雌花および遅れ花が着生し（第41-A図）、陰芽の萌芽枝にも雌花が着生した（第41-B図）。また、一部に果梗が数cmにまで伸長して、これに頂花と側生花が着生する興味ある事実が観察された（第41-C図）。

ちなみに、尺鉢の着果樹を1月25日からファイトトロン[®]の25°C室内に搬入して、萌芽、開花および果実の肥大を促進させて、野外の気温の上昇を待って、5月上旬および下旬に樹体を野外の自然環境下に搬出して調べた結果は、第42図および第43表のとおりで、先述の大型コンクリートポット植栽樹とほぼ同様な成績が得られた。



第42図 尺鉢の加温栽培における果実の肥大曲線

第43表 尺鉢の加温栽培における成熟果の品質

温 度	開花期	成熟 果実		縦径	横径	果色	硬度	果肉	渋味	水分	可溶性	還元糖	非還元糖	全 糖	
		日数	重量												
25°C	月 日 日	3 3	134	124	4.16	6.57	8.5	11.2	+	-	78.8	18.6	12.70	5.63	18.33
"	5/7 野外	3 3	134	120	4.92	6.41	3.5	12.0	+	-	81.5	16.2	10.78	4.48	15.26
"	5/27 野外	3 3	134	142	5.44	6.77	9.5	10.7	+	-	78.9	18.7	13.24	5.28	18.52
自然条件	5 26		55	3.62	5.01		7.8		-	++	91.3	7.4	4.66	1.88	6.54

注：温度処理開始期：1月25日。 収穫調査：7月15日。

第2節 成木園におけるビニール被覆加温栽培

実験材料および方法

香川県綾歌郡綾南町陶，新名一市氏の富有の成木（28年生）6aの22樹にビニール被覆し、1977年2月10日から重油燃焼式の加温機を用いて、夜温を15-18°Cに保温した。昼間は加温を中止し、晴天時には自動的に換気扇で吸排気して、ハウス内の昇温防止に努めた。夜間の加温は5月15日に中止し、自然のカキの開花期の5月25-28日の間にビニール被覆を除去し、以後は自然環境下においた。その栽培状況は第43図のとおりである。

1月中旬に有機質肥料を主体として、10a 当り窒素 20 kg，リン酸 15 kg，加里 16 kg を基肥として施用した。土層は深く、樹高を2-2.5 m と低くした整枝法を採用している関係から、樹勢は旺盛であった。ハウス内の土壤湿



第43図 成木園のビニール被覆加温栽培の状況

A: 4月上旬のビニール被覆の状態,

B: 5月下旬のビニール被覆を除去した状態。

度は適宜、灌水して適湿に保った。

開花後にウドンコ病と6月下旬にカキミガの防除を行った。

調査は萌芽期および開花期を調べるとともに、開花後25日目からハウス中央部の2樹に各20果宛、ラベルを附して、2週間ごとに縦径および横径をキャリパーで測定した。

果実の成熟の判定は、果皮の着色と可溶性固形物含量から行った。

実験結果

萌芽期および開花期は、第44表のとおりである。すなわち、萌芽に要した日数は12日で、萌芽から開花までの

第44表 萌芽期および開花期

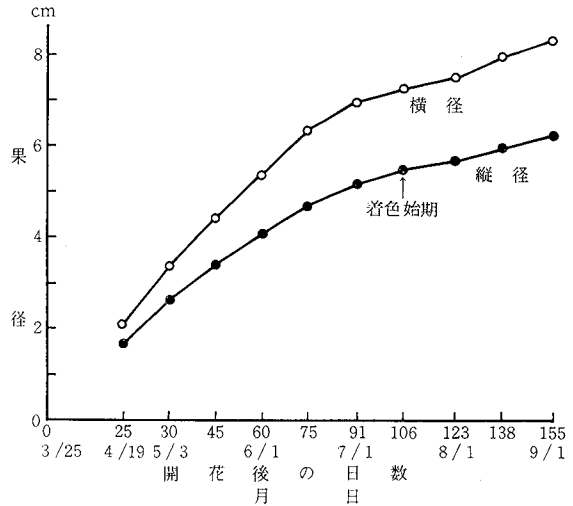
加温開始期	萌芽期	萌芽日数	開花期	萌芽から開花までの日数
月 日	月 日	日	月 日	日
2 10	2 22	12	3 22-27	28-33

日数は28-33日となった。

果実の肥大曲線は、第44図のとおりである。すなわち、開花後91日までは良好な肥大を続け、その後やや緩慢となり、果皮の緑色が淡くなり、106日頃から果頂部が淡黄色となって着色し始め、123日頃から再び肥大して、155日で成熟した。各生長周期の日数をみると、第Ⅰ期91日、第Ⅱ期31日、第Ⅲ期31日であった。

収穫果の品質は第45表のとおりである。すなわち、9月1日に成熟して、果実の重量も230g以上で2L級の大果となり、果色は黄色で、硬い果実となった。可溶性固形物含量は18.7%とすぐれ、非還元糖含量も5.2%と高く、大型コンクリートポットの加温栽培の結果(第42表)と同様な傾向を示した。

つぎに、翌年度も加温栽培を続けて行ったところ、第45図に示すとおり、富有本来の果形と異なる尖長円果が多数結実した。この尖長円果は温度条件によって小型花芽^{17,18)}が急速に発達したものか、あるいは、両性花型



第44図 ビニール被覆加温栽培における果実の肥大曲線 (1977)

第45表 ビニール被覆加温栽培における成熟果の品質

収穫期	成熟日数	果実重	縦径	横径	果色	硬度	水分含量	可溶性固形物含量	還元糖含量	非還元糖含量	全糖含量
月 日	日	g	cm	cm	HCC	kg	%	%	%	%	%
9 1	155	225.4	6.20	8.26	8.5	10.2	80.41	18.7	12.63	5.21	17.84



第45図 成木園の加温2年目に結実した富有の奇形果
注：上の3個は正常果である。

花²⁰⁾が形成されてそれが結実したものか、その花器形成の詳細は明らかではないが、富有における奇形果の着生は形態形成の上からは興味のあるところである。

第3節 考 察

温度制御による果樹の成熟促進は、古くからブドウで岡山県を始めとして、各地で温室栽培によって行われてきた。農業用プラスチックの普及にともなって、ブドウのビニールハウス加温栽培が昭和30年代に発展し、最近では温州ミカン、イチジク、スモモ、モモなどで行われて、果実の早期出荷がなされてきている。

本章では、第1章のカキの温度処理の結果に基づいて、低温期の1月下旬から樹体をビニール被覆して加温栽培を行い、果実の早期出荷の可能性を実験的に検討した。

本章第1節の大型コンクリートポットおよび尺鉢の萌芽日数、萌芽-開花所要日数、果実の成熟日数(第39図、第42表、第42図、第43表)および第2節の成木園の結果(第44表、第45表)と第1章第1節の第1表および第4図の結果を比較すると、第46表のとおりである。

第46表 加温栽培における萌芽、開花および成熟日数の比較

	温度処理	開始期		萌芽期	開花期	収穫期	萌芽	萌芽-	成熟	生 長 周 期					
		開始期		萌芽期	開花期	収穫期	日数	開花	日数	日数	I	II	III		
		月	日	月	日	月	日	日	日	日	日	日	日		
尺鉢	20°C	2	21	3	3	4	3	8	20	10	30	140	71	35	35
	25°C	"	"	2	27	3	19	8	2	6	20	136	71	43	22
鉢植樹	25°C	1	25	2	4	3	3	7	15	10	27	134	72	42	20
	25°C 5/7 野外	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	78	34	22	
	25°C 5/27 野外	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	72	28	34	
大型コンクリートポット		2	3	2	13	3	15	8	1	10	30	140	70	27	43
成木(1977)		2	10	2	22	3	24	8	1	12	30	155	91	31	31
対照区(自然条件)		—	—	4	5	5	27	11	15	—	52	172	73	46	53

*: (第1表、第4図)。

すなわち、本章のコンクリートポットおよび尺鉢の萌芽日数および萌芽-開花所要日数は20°C区(第1表)と同じで、果実の成熟日数は140日および134日であり、25°C区および20°C区(第4図)のそれとほぼ同じ日数となった。収穫期は温度処理の早い尺鉢では7月15日、遅いコンクリートポットでは8月1日で、夏季の高温期(7月中旬-8月下旬)までに果実の成熟日数をほとんど満たすことができた。

成木園での成績をみると、萌芽日数および萌芽-開花所要日数は20°C区(第1表)と同じで、果実の成熟日数は155日となり、鉢植樹の134-140日より15-21日遅れ、実際の収穫期では30-45日遅れた。

つぎに、果実の生長周期の日数をみると、夏を経過して秋季の11月中旬に成熟する自然栽培の場合の第I期、第II期および第III期の日数は、それぞれ、73日、46日、および51日で、合計170日(第4図)を要する。本章でのコンクリートポットおよび尺鉢の鉢植樹では、第I期が78日となった25°C5月7日野外区を除くと70-72日であり、自然栽培のそれとほぼ同じであった。第II期は5月21日に野外に搬出したコンクリートポットおよび5月27日に野外に搬出した尺鉢では27-28日となり、自然栽培よりも15-16日短縮されて、より早期に第III期に達した。

この原因は、香川県における自然栽培では、8月上旬から9月中旬までの高温期が第II期に相当するのに比べて、鉢植樹の加温処理では5月下旬から6月下旬の間がこれに相当し、その平均気温が19°C-24°Cで果実肥

大の適温で経過するため、第 II 期の期間が短縮されて早期に第 III 期に達するものと推察される。

コンクリートポットおよび成木園での果実の重量は 200 g 内外となり、硬度は夏季の高温期に成熟したため約 10 kg で硬く、第 2 章第 3 節の高温区（第 22 表）の結果と一致した。したがって、高温条件下で果実が成熟すると肉質が粗剛となることが一層明確となった。果皮の着色は黄色を呈して、朱色の発現はみられなかった。

果実の品質についてみると、可溶性固形物および全糖含量は総じて 18% 以上で高く、第 2 章第 2, 3 節の 25°C 区および 20°C 区の結果とほぼ一致しており、自然栽培の成熟果と比べて遜色がなく、十分に商品価値が認められた。

一方、成木園のビニールハウス内に植えられた早生種の伊豆では、8 月上-中旬に着色して成熟したことから、晩生種の富有よりも早生種の伊豆や西村早生の方が、一層果実の肥大ならびに成熟が促進される事実が観察された。

コンクリートポットの加温栽培を行った翌年の、春季の雌花の着生状態は良好（第 41 図）であり、成木園の 2 年目の加温栽培でも良好な雌花の着生がみられた（第 43 図）。このことから、カキの加温栽培を行って 8-9 月に果実を収穫し、その後、適正な肥培管理により、樹体に貯蔵養分を豊富に貯えさせて、更に翌年の 1-2 月から 20°C 前後の適温条件におくと、花芽の分化、発達に必ずしも悪影響を与えるものとは考えられない。しかし、一部に遅れ花と思われるものの発達がみられ（第 41 図）、加温が連年繰り返される場合には、これが果実の着生に及ぼす影響については今後の検討が望まれる。

カキの花芽の分化、発達の過程を調べた成績は多い。すなわち、蜂巢¹⁸⁾は春季に花芽が急速に発達する時期の栄養状態が、雌花と雄花の性分化を左右する条件であろうと推論し、また米山ら⁶⁰⁾は花御所で前年度の貯蔵養分の多少が、花芽とくに雄花の着生条件と密接に関連することを報告している。

カキの性に関しては²⁶⁾、主として雌花を着生するもの、雌花および雄花を混生するもの、および、雌雄両花の他に、両性花型花を混生するものがあり、雑性株であるとされている。普通、富有は雌花を着生する品種で、両性花²⁶⁾または完全花¹⁹⁾を着生した報告はないが、本実験の結果、前年の樹体の貯蔵養分が十分であれば、翌年の低温期から 20°C 前後の加温によっても雌花の発育は正常であり、かつ果実の発育も順調であることが認められ、加温栽培による早期出荷の可能性が明らかとなった。

なお、一部に小型で尖長円形の異常果の着生をみたことから、とくに温度条件との関係を明らかにすることは、カキの雌雄性を検討する上から、さらには、実際栽培上からも興味あるところである。

第 4 節 摘 要

鉢植樹および成木を用いて、2 月の低温期から 5 月中旬まで加温栽培を行い、以後は自然環境下において、カキの萌芽、開花および果実の肥大、成熟を促進させて果実の早期出荷の可能性を検討した。

1. 鉢植樹では加温開始後、10 日で萌芽し、萌芽-開花までに 30 日を要した。果実の成熟日数は 134-140 日となり、8 月上旬に成熟した。果実の重量は約 200 g となり、黄色に着色して、可溶性固形物および糖含量がすぐれた。

2. 成木のビニール被覆加温栽培では、加温開始後 12 日で萌芽し、萌芽-開花までに 30 日を要した。果実の成熟日数は 155 日となり、9 月上旬に成熟した。果実の生長周期の日数は、加温栽培によって第 I 期の日数は変わらないが、第 II 期および第 III 期の期間が短縮された。

果実の重量は約 230 g となり、黄色に着色し、可溶性固形物および糖含量も高い高品質の果実が得られ加温栽培による早期出荷の可能性が示唆された。

総 摘 要

カキ富有の栽培に当たり、適地選定の基礎資料を得る目的で、果実の各生長周期に種々の温度処理を行い、萌芽、開花、結実、果実の肥大、品質、脱渋および着色に及ぼす影響を調査した。その研究結果の概要はつぎのとおりである。

1. 萌芽前から温度処理を行うと、萌芽および開花は高温区ほど促進されるが、 10°C 以上の積算温度をみると、 15°C - 30°C までの温度範囲では、処理温度の高低にかかわらず、萌芽には 90°C 、萌芽から開花までには 300°C を要した。満開期の花の重量および結実率は低温区ですぐれ、 30°C では開花後2-3日の間にすべて落花した。

2. 萌芽前から果実の成熟期まで、昼夜を通じて恒温条件で処理すると、果実の成熟日数は 25°C で136日と最も早くなり、ついで、 20°C の140日、 15°C の151日となり、野外の自然栽培の170日より20-35日間、短縮された。

3. 果実肥大の適温は、果実の生長第I期、第II期および第III期を通じて、昼夜温 25°C - 25°C 、 25°C - 20°C または 20°C - 20°C であり、実験の結果からは必ずしも昼夜の著しい温度較差は必要ではなかった。第II期の適温ではその期間が短縮されて、より早く第III期に達したが、高温区の 25°C - 30°C 、 30°C - 25°C および 30°C - 30°C では第II期の緩慢な肥大を続けて第III期に達する時期が遅れた。また、第III期の高温区でも同様な傾向が認められた。

このことから、カキ果実の第II期における肥大の緩慢化は、明らかに夏季の昼夜の高温に基づくものと思われる、このことは富有ガキの適地選定の上で、示唆的な資料と考えられる。

4. 果実の品質に対する適温は、果実の重量、可溶性固形物および全糖含量からみて、第II期および第III期ともに昼夜温 25°C - 25°C または 25°C - 20°C であり、それより高くても低くても品質が劣った。全糖含量に占める還元糖および非還元糖の割合は、高温で前者が減少し、後者では逆に増加した。

5. 果実の硬度と温度との関係を見ると、第III期の温度処理によってその影響が認められ、高温ほど硬くなり、両者の間には明らかな正の相関関係が認められた。

6. 果実の脱渋に及ぼす温度の影響をみると、6月下旬-9月下旬の間の温度処理によって明らかな相違がみられ、可溶性タンニン物質は 30°C および 25°C で8月上旬および中旬に消失したが、 20°C および 15°C では9月下旬まで消失しなかった。したがって、脱渋の限界温度はほぼ 25°C であると推論した。

また、タンニン細胞中のアセトアルデヒドの消長をみると、 25°C および 30°C では7月中旬に増加したが、 20°C および 15°C では8月上旬になって検出され、その後はほとんど増加しなかった。タンニン細胞の内容物は 25°C では収縮して凝固したが、 30°C では収縮せず直ちに凝固する特徴がみられ、富有果実では温度の高低によって、タンニン細胞の凝固に相違のあることが明らかとなった。

7. 果実の朱色の発現およびリコピンの増加の適温は、10月中-下旬では 25°C であり、果実がほとんど成熟に達した11月上-中旬では 15°C となって、果実の成熟につれて 25°C から 15°C へ低下した。同じ傾向は、富有よりも朱色の発現がすぐれる紅衣紋および荷頃子成場においても認められた。

8. 以上の結果から、2月の低温期から5月中旬までの期間、樹体をビニール被覆して加温し、 20°C - 25°C の果実肥大の適温に維持し萌芽、開花および果実の肥大を促進させ、果実の成熟日数を満せば、果実の早期出荷が期待できる可能性が考えられた。そこで、鉢植樹および成木を用いて実際に加温栽培を行ったところ、果実の成熟日数は鉢植樹で140日、成木で155日となり、自然栽培の170-180日より相当短かくなり、8月上旬-9月上旬

には成熟して、可溶性固形物および全糖含量のすぐれた果実が得られ、実用的にも、カキの加温栽培が可能であることが明らかになった。

文 献

- 1) BATJIER, L. P. and G. C. MARTIN.: The influence of night temperature on growth and development of early Redhaven peaches. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **87**, 139-141. 1965.
- 2) 中條利明, 葦澤正義: 富有カキの果色に関する研究 I. 朱色の発現に及ぼす光線の影響. 香川大農学報. **16**, 31-37. 1964.
- 3) 中條利明: 富有カキの果色に関する研究 II. 朱色の発現に及ぼす光度の影響. 香川大農学報. **23**, 35-41. 1971.
- 4) 中條利明: カキ果実の生長, 糖含量および着色におよぼす摘葉の影響. 香川大農学報. **21**, 14-22. 1970.
- 5) 中條利明, 片岡正治, 山内 勲, 葦澤正義: カキ果実の生長, 品質に及ぼす温度の影響 I. 果実の肥大期における温度処理. 園学雄. **41**, 339-349. 1972.
- 6) 中條利明, 橋本忠幸, 葦澤正義: カキ果実の生長, 品質に及ぼす温度の影響 II. 果実の肥大期における昼夜温度処理. 香川大農学報. **25**, 25-34. 1973.
- 7) 中條利明, 葦澤正義: 富有カキの果色に関する研究 III. 採取果における朱色の発現に及ぼす温度の影響. 香川大農学報. **24**, 129-135. 1973.
- 8) 中條利明, 葦澤正義: 富有カキの果色に関する研究 IV. 果実の成熟期における朱色発現の好適温度の时期的差違について. 香川大農学報. **24**, 137-142. 1973.
- 9) 中條利明: ブラックライトによる紫外線の補光がカキ果皮の着色に及ぼす影響. 未発表.
- 10) CURL, A. L.: The carotenoids of Japanese persimmons. *Food Res.* **25**, 670-674. 1960.
- 11) ERICKSON, L. L.: Color development in Valencia oranges. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **75**, 257-261. 1960.
- 12) GOODWIN, T. W.: The comparative biochemistry of the carotenoids. pp. 39-42. London, Chapman and Hall, 1952.
- 13) 蜂巣統三: 柿の花芽分化に就いて I. 雌花. 園芸の研究. **25**, 91-103. 1930.
- 14) 平田尚美, 黒岡 浩, 周野文博: カキ果実の発育生理に関する研究 VI. ゴマ点発現に関する果実内メタボリズムについて. 園芸学会昭40秋大会発表要旨. 7. 1965.
- 15) 平田尚美: カキ果実の成熟促進に関するエチレンの利用と問題点. 園芸学会昭44秋大会 シンポジウム要旨. 24-34. 1969.
- 16) 稲葉昭次, 傍島善次, 石田雅士: カキ果実の主要成分の季節的变化. 京府大学報. 農学. **23**, 24-28. 1971.
- 17) 石田雅士, 弦間 洋, 傍島善次: カキの花芽の発育に関する研究 II. 冬芽の形態について. 園芸学会昭53秋大会発表要旨. 2-3. 1978.
- 18) 石田雅士, 弦間 洋, 傍島善次: カキの花芽の発育に関する研究 III. 萌芽期前後の花芽の分化について. 園芸学会昭53秋大会発表要旨. 4-5. 1978.
- 19) 石原三一: 柿の栽培技術. pp. 31. 東京. 朝倉書店. 1951.
- 20) 伊藤三郎, 逆瀬川浩: ペーパークロマトグラフ法による果汁成分の検索について I. 数種果実の糖類及有機酸について. 東近農試報. 園芸 **1**, 225-235. 1952.
- 21) ITO, S. and Y. OSHIMA.: Studies on the tannin of Japanese persimmon (*Diospyros Kaki* L.) part I. Isolation of Leucoanthocyanin from kaki fruit. *Agri. Biol. Chem.* **26**, 156-161. 1962.
- 22) 伊藤三郎: カキタンニンの化学的研究. 園試報. B. **1**, 1-16. 1962.
- 23) 梶浦 実: 原色果物図説. pp. 256. 東京. 養賢堂. 1971.
- 24) 掛下謹次郎: 二三果実の貯蔵及び成熟過程中に於けるアセタルデハイド及びアルコール量の消長. 農及園. **5**, 1151-1161. 1930.
- 25) KARRER, P., R. MORF, E. v. KRAUSS, und A. ZUBRYS.: Pflanzenfarbstoffe XXXIX. Vermischte Beobachtungen über carotinoide (α -carotin, zeaxanthin, carotinoide aus Kaki-früchten). *Helv. Chim. Acta.* **15**, 490-493. 1932.
- 26) 菊池秋雄: 果樹園芸学上巻果樹種類各論. pp. 366. 東京. 養賢堂. 1948.
- 27) 菊池秋雄: 果樹園芸学上巻果樹種類各論. pp. 367-368. 東京. 養賢堂. 1948.
- 28) 木村光雄: 柿編. pp. 11-12. 東京. 養賢堂. 1951.

- 29) 木村 進, 柴田富雄, 須藤節子: 渋柿の脱渋機構に就いて. 食研報告. 6, 7-11. 1952.
- 30) 北川博敏: カキの栽培と利用. pp. 42. 東京. 養賢堂. 1970.
- 31) 北川博敏: カキの脱渋および貯蔵に関する研究 I. 脱渋果中のタンニン細胞の顕微鏡的観察. 園学雑. 37, 89-94. 1968.
- 32) 北川博敏: カキの脱渋および貯蔵に関する研究 V. 温湯脱渋中に生ずるアセトアルデヒドと渋味消失との関係. 園学雑. 37, 379-382. 1968.
- 33) 小林 章: 果樹園芸総論. pp. 32-35. 東京. 養賢堂. 1954.
- 34) 小林 章, 岡本 茂, 行永寿二郎, 中西佐智子: ブドウの温度条件に関する研究(I). 夜温がブドウを含む数種の果樹の生長と呼吸に及ぼす影響. 京大食研報告. 24, 20-28. 1960.
- 35) 小林 章, 行永寿二郎, 福島忠昭, 和田英雄: ブドウの温度条件に関する研究(II). 夜温がブドウ Delaware の生長ならびに収量, 品質に及ぼす影響. 京大食研報告. 24, 29-42. 1960.
- 36) 小林 章, 行永寿二郎, 板野 徹: ブドウの温度条件に関する研究(III). 成熟期の夜温が Delaware の熟期と品質に及ぼす影響. 園学雑. 34, 26-32. 1965.
- 37) KOBAYASHI, A., H. YUKINAGA, and N. NII.: Studies on the thermal conditions of grapes. IV. Effects of day and night temperatures on the growth of Delaware. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 34, 77-84. 1965.
- 38) KOBAYASHI, A., H. YUKINAGA, and E. MATSUNAGA.: Studies on thermal conditions of grapes V. Berry growth, yield and quality of Muscat of Alexandria as affected by night temperature. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 34, 152-158. 1965.
- 39) KOBAYASHI, A., T. FUKUSHIMA, N. NII, and K. HARADA.: Studies on the thermal conditions of grapes VI. Effect of day and night temperatures on yield and quality of Delaware grapes. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 36, 373-379. 1967.
- 40) KOBAYASHI, A., H. YUKINAGA, T. FUKUSHIMA, N. NII, and K. HARADA.: Effect of day and night temperatures on the berry set, growth and quality of Delaware grapes. *Mem. Res. Inst. Food Sci. Kyoto Univ.* 28, 35-46. 1967.
- 41) 小林 章, 新居直祐, 原田公平: 温度が温州ミカンの開花, 結実ならびに成熟期の果実の品質に及ぼす影響. 農及園. 42, 1261-1262. 1967.
- 42) 小林 章: 果樹の良品生産技術. pp. 238-241. 試文堂新光社. 1968.
- 43) KOBAYASHI, A., N. NII, K. HARADA, and K. KADOWAKI.: Favorable day and night temperature combination for the fruit growth of Delaware grapes and Satsuma orange. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 37, 199-204. 1968.
- 44) KOBAYASHI, A., N. NII, K. HARADA, and K. KADOWAKI.: Effect of difference of temperature between day and night on the berry growth of Delaware grapes. *Mem. Coll. Agr. Kyoto Univ.* 93, 37-42. 1968.
- 45) 高馬 進: 富有柿の着色促進法. 農及園. 13, 1300-1304. 1938.
- 46) 駒沢利雄, 内田 泉: 柿の脱渋機構について. 農産技研誌. 3, 69-72. 1956.
- 47) 栗原昭夫: 制御環境下における温州ミカン果実の生長反応 I. 9月以降の温度が果実の発育ならびに着色・品質に及ぼす影響. 園試報. A. 8, 15-28. 1969.
- 48) 栗原昭夫: 制御環境下における温州ミカン果実の生長反応 II. 秋季における夜間温度が果実の発育ならびに着色・品質に及ぼす影響. 園試報. A. 10, 29-37. 1971.
- 49) 黒上泰治: 果樹園芸各論上巻. pp. 416. 東京. 養賢堂. 1956.
- 50) 松尾友明, 伊藤三郎: カキタンニンに関する研究 I. カキタンニンの構成成分の化学構造. 園芸学会昭52秋大会発表要旨. 470-471. 1977.
- 51) 松尾友明, 伊藤三郎: カキタンニンに関する研究 II. 繰り返し構造とその分子量及び分子量分布. 園芸学会昭52秋大会発表要旨. 472-473. 1977.
- 52) 松岡伸助: 果実の生育に伴う化学成分の変化に就て. 園芸報告. 10, 1-26. 1928.
- 53) 三木泰治: 検圧計について (1). 農及園. 6, 61-69. 1931.
- 54) 中林敏郎: 果実および野菜類のタンニン成分 (VII). 甘柿と渋柿のタンニン組成の相違. 食品工誌. 18, 33-37. 1971.
- 55) 新居直祐, 原田公平, 門脇邦泰: 温度が温州ミカンの果実の肥大ならびに品質に及ぼす影響. 園学雑. 39, 309-317. 1970.
- 56) 新居直祐: 果樹の発育と昼夜の温度条件に関する研究—ブドウと温州ミカンを中心として—. 静岡大農学

- 部園芸研究報告. 5, 1-89. 1971.
- 57) 西田光夫, 池田 勇: カキの花芽分化に関する研究. 東近農試報. 園芸. 6, 15-32. 1961.
- 58) 大崎 守: 果樹栽培技術. pp. 447-451. 東京. 朝倉書店. 1955.
- 59) PURCELL, A. E., R. H. YOUNG, E. F. SCHULTZ, Jr, and F. I. MEREDITH: The effect of artificial climate on the internal fruit color of Redblush grapefruit. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92, 170-178. 1968
- 60) REUIHER, W., and D. RIOS-CASTANÓ: Comparison of growth, maturation and composition of citrus fruits in subtropical California and tropical Colombia. *Proc. 1st. Int. Citrus Symp.* 1, 277-300. 1969.
- 61) REUIHER, W., G. K. RASMUSSEN, and R. H. HILGEMAN.: A comparison of maturation and composition of 'Valencia' orange in some major subtropical zones of the United States. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94, 144-157. 1969.
- 62) SMITH, J. H. C., and A. BENIEZ.: K. PAECH, and M. V. TRACEY, eds. in "Modern methods of plant analysis" 4, p. 142. Springer-Verlag, Berlin, 1955.
- 63) SCHÖN, K.: Studies on carotenoids I. The carotenoids of Diospyros fruits. II. The carotenoids of arbutus fruits (*ARBUTUS UNEPO*). *Biochem. J.* 29, 1779-1785. 1935.
- 64) 傍島善次: 柿. pp. 4. 東京. 朝倉書店. 1959.
- 65) 傍島善次: 柿. pp. 12. 東京. 朝倉書店. 1951.
- 66) 傍島善次, 小林 明, 出野暉久, 坪井勇雄: カキ樹の生理生態学的研究 III. 夜温が新梢生長, 開花ならびに果実肥大に及ぼす影響. 京府大学報農学. 18, 8-14. 1966
- 67) 傍島善次, 稲葉昭次, 石田雅士: カキ果実の発育生理に関する研究 I. 果実内成分の季節的变化. 京府大学報農学. 23, 24-28. 1971.
- 68) 傍島善次, 石田雅士, 稲葉昭次, 宮脇一徳: カキの発芽期以降における花器の発育について. 京府大学報農学. 26, 15-20. 1974.
- 69) 傍島善次, 石田雅士, 稲葉昭次, 増井敬次: カキ果実の発育に関する研究 III. 同化物質の転流ならびに蓄積について. 京府大学報農学. 28, 20-23. 1976.
- 70) 杉浦 明, 原田 久, 識田久美, 苫名 孝: カキの脱渋における種子の役割について (1). 種子からのエタノールの発生. 園芸学会昭50春大会発表要旨. 100-101. 1975.
- 71) 杉浦 明, 原田 久, 苫名 孝: カキの人工脱渋と果実の発育・褐斑の発生について (2). 7月中旬以前の脱渋処理. 園芸学会昭50春大会発表要旨. 102-103. 1975.
- 72) 杉浦 明, 原田 久, 苫名 孝: カキ果実の脱渋性に関する研究 (1). エタノール処理による樹上脱渋(その1). 園学雑. 44, 265-272. 1975.
- 73) 杉浦 明, 米森敬三, 原田 久, 苫名 孝: カキの脱渋に関する研究, とくに甘ガキの脱渋とエタノールおよびアセトアルデヒドとの関係について. 園芸学会昭52春大会発表要旨. 14-15. 1977.
- 74) 樽谷隆之: カキ果実の利用に関する研究 (IV). 富有の冷蔵における包装の効果. 園学雑. 29, 212-218. 1960.
- 75) 田崎桂一郎, 松岡伸助: 柿の脱渋に関する研究. 農学会報. 256 113-132. 1924.
- 76) TUKEY, L. D.: Effect of night temperature on growth of the fruit of sour cherry. *Bot. Gaz.* 114: 155-165. 1952.
- 77) TUKEY, L. D.: Some effect of night temperatures on the growth of McIntosh apples I. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 68, 32-43. 1956.
- 78) TUKEY, L. D.: Effect of controlled temperatures following bloom on berry development of Concord grape. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 71, 157-166. 1958.
- 79) TUKEY, L. D.: Some effects of night temperature on the growth of McIntosh apples II. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75, 39-46. 1960
- 80) WENT, F. D., LeROSEN, A. L. and ZECHMEISTER, L.: Effect of external factors on tomato pigments as studied by chomatographic method. *Plant Physiol.* 17, 91-108. 1942.
- 81) 米山寛一, 脇坂津雄: 柿樹の貯蔵養分と花芽の発育. 農及園. 32, 59-60. 1957.
- 82) YOUNG, B. L., and C. L. ERICKSON.: Influence of temperature on color change in Valencia oranges. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 78, 197-200. 1961.
- 83) YOUNG, R., F. MEREDITH, and A. PURCELL.: Redblush grapefruit quality as affected by controlled artificial climates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94, 672-674. 1969.
- 84) 和達清夫: 日本の気候. pp. 18. 東京. 東京堂. 1958.

Studies on the Effects of Thermal Conditions on the Growth and Quality of Fruits of Fuyu Kaki

Toshiaki CHUJO

Summary

The effects of temperature on sprout, flowering, fruit setting, enlargement and quality of fruits were investigated for 3-5 year-old kaki trees, cultivar Fuyu, grown in clay pots, in order to obtain basic data on the thermal conditions on the growth and quality of the fruits. The results are summarized as follows:

1. Bud sprout and flowering on trees kept at various temperatures from middle of February, when the trees were dormant, were better stimulated at the higher temperatures. At the temperature range between 15° and 30°C, the cumulative temperature above 10°C required for the sprout and flowering was calculated to be 90°C and 300°C, respectively, in all thermal conditions. Flower weight in full bloom and fruit set were rather superior on trees kept at lower temperature, however. At 30°C, all flowers were shed down 2 to 3 days after anthesis.

2. On trees incubated at constant temperatures throughout day and night from before sprout to fruit maturity, duration of time required for fruit maturation estimated from anthesis was shortened from 170 days in natural field condition to 136, 140 and 151 days at 25°, 20° and 15°C, respectively.

3. Optimum temperature for the fruit development on trees was found to be day-night temperature of 25°-25°C, 25°-20°C and 20°-20°C, throughout the 1st to 3rd growth stages of the fruits. This indicates that vigorous change of temperature between day and night is not necessary for the fruit development. The optimum temperature shortened the period of time of the 2nd stage. In contrast, under high temperature such as day-night temperature of 25°-30°C, 30°-25°C and 30°-30°C, the fruit development was slow at the 2nd stage and consequently delayed to reach the 3rd stage. Slow down of the fruit development at the 3rd stage was also observed on trees kept at high temperature.

These results of investigations strongly suggest that the slow down of the fruit development at the 2nd stage is caused by high temperature conditions at day and night during summer season. It was emphasized that thermal conditions during summer season should be considered for the planting of kaki trees.

4. Optimum condition for fruit quality was found to be day-night temperature of 25°-25°C and 25°-20°C during the 2nd and 3rd stages of the fruit development, as estimated the fruit quality by fruit weight and soluble solid and total sugar contents in the fruits. The ratio of reducing sugar in total sugar content decreased at high temperature condition, while it increased at low temperature.

5. Hardness of the fruits was positively correlated with temperature at the 3rd stage; it increased with an increased temperature.

6. Effect of temperature on reducing astringency of the fruits was examined on trees which were grown at various thermal conditions. The effects were most clearly observed between late of June and late of September. On trees incubated at 30° and 25°C, soluble tannin

decreased almost completely on early to middle of August, but on trees grown at 20° and 15°C, it remained until late of September. It was assumed that critical temperature for the removal of astringency of fruits growing on the trees is about 25°C.

Acetaldehyde in tannin cells within fruit tissues increased on middle of July at 25° and 30°C, but at 20° and 15°C it was slightly detectable on early of August and did not increase thereafter. Tannin cells shrunk and coagulated in fruits grown at 25°C, but coagulated without shrinking at 30°C. This indicates that the coagulation process of tannin cells is varied depending on the growing thermal conditions.

7. Effect of temperature on fruit color was investigated by placing detached fruits in a temperature controlled chamber. Optimum temperature for the development of reddish color and the increase of lycopene content in fruit peel was found to be 25°C to the fruits sampled before maturation on middle to late of October. To the fruits sampled on early to middle of November, when the fruits were mostly matured, however, optimum temperature was 15°C. Similar tendency was observed in the investigation with detached fruits of other kaki cultivars, Beniemon and Nigorokonashiba. It was suggested that there is inclination to lower optimum temperature for the development of fruit color as the maturity of fruits proceeds.

8. Based on the results of this study, it was considered that the shortening of duration for fruit maturation would be possible if kaki trees were grown in a plastic house and temperature was maintained at the range between 20° and 25°C during middle of February to middle of May, expecting stimulation of bud sprout, flowering and shortening the period of fruit development. In the following examinations, practical application was made in a plastic greenhouse maintained night temperature at 18° to 20°C by heating with an oil heater. The duration for fruit maturation was shortened under this thermal condition to 140 days in young trees grown in clay pots and to 150 days in adult trees from 170–180 days on trees which were grown under natural thermal condition. As a consequence, fruits on the heat-treated trees matured on early of August to early of September and their quality was superior in soluble solid and total sugar contents. It would be recommended to apply this technique for the early shipment of kaki fruits.

香川大学農学部紀要

- 第1号 幡 克 美：アカマツ材の成分並びにパルプ化に関する研究（1955年3月）
- 第2号 内 藤 中 人：植物成長ホルモンに関する植物病理学的研究 特に植物病原菌に及ぼす影響について（1957年10月）
- 第3号 松 沢 寛：アオムシコマユバチの生態に関する研究（1958年3月）
- 第4号 梶 明：和紙原料の醗酵精練に関する研究（1959年3月）
- 第5号 森 和 男：傾斜地蜜柑園経営の構造分析（1960年3月）
- 第6号 玉 置 鷹 彦：ガラク並びに池泥の研究（1960年3月）
- 第7号 上 原 勝 樹：傾斜地開発利用に関する物理気象的研究（1961年3月）
- 第8号 桑 田 晃：オクラとトロロアオイとの種間交雑およびそれらより育成された種々の雑種ならびに倍数体に関する研究（1961年9月）
- 第9号 中 潤三郎：甘藷の生育過程に関する作物生理学的研究（1962年3月）
- 第10号 斉 藤 実：香川県及び北愛媛県の地質について（1962年3月）（英文）
- 第11号 小 杉 清：グラジオラスの生産と開花に関する研究（1962年9月）（英文）
- 第12号 吉 良 八 郎：貯水池の滞砂に関する水理学的研究（1963年2月）
- 第13号 野 田 愛 三：禾穀類の根鞘に関する研究（1963年3月）
- 第14号 川 村 信一郎：豆類のデンプンの研究（1963年3月）（エスペラント文）
- 第15号 浅 野 二 郎：種子の耐塩性を中心とした海岸地帯におけるアカマツおよびクロマツ林の成立に関する研究（1963年3月）
- 第16号 山 中 啓：乳酸菌のペントース・イソメラーゼに関する研究（1964年8月）（英文）
- 第17号 葦 沢 正 義：香川県における葡萄の早害に関する研究（1964年3月）
- 第18号 谷 利 一：カキ炭疽病の病態生理学的研究，とくに罹病果実の病徴発現にあずかるペクチン質分解酵素の役割（1965年3月）
- 第19号 樽 谷 隆 之：カキ果実の貯蔵に関する研究（1965年3月）
- 第20号 狩 野 邦 雄：ラン種子の発芽培地に関する研究（1965年3月）（英文）
- 第21号 山 本 喜 良：コモンベッチおよびその近縁種の雑種に関する研究（1965年3月）
- 第22号 中 広 義 雄：鶏における飼料の消化率測定法に関する研究（1966年10月）
- 第23号 井 上 宏：ナツダイダイの果実発育に関する研究，とくに水腐病の発生機構を中心として（1967年3月）
- 第24号 宮 辺 豊 紀：異常乳の生成と塩類均衡とくにカゼイン燐酸カルシウムに関する研究（1967年8月）（英文）
- 第25号 十 河 村 男：樹皮リグニン及び樹皮フェノール類に関する研究（1971年9月）
- 第26号 大 島 光 昭：赤クローバーサイレージ中の窒素栄養源に関する研究（1971年11月）（英文）
- 第27号 辰 巴 修 三：林木葉部中におけるカルシウムの化合形態とその生理に関する基礎的研究（1974年11月）
- 第28号 樽 谷 勝：ブドウの葉脈黄変による早期落葉の研究（1974年12月）
- 第29号 倉 田 久 男：カボチャ・スイカの性の分化におよぼす日長および温度の影響に関する研究（1976年3月）
- 第30号 鎌 田 萬：中小河川治水計画に適用する計画降雨の合理的算定法に関する研究（1976年6月）

- 第31号 山本 弘 幸：エンバク冠さび病の抵抗性発現機構に関する研究（1978年3月）
- 第32号 岡本 秀 俊：テントウムシの摂食の生態に関する実験的研究（1978年3月）
- 第33号 山崎 徹：*p*-ヒドロキシフェニル並びにシリギルリグニンに関する研究（1978年9月）
（英文）
- 第34号 市川 俊 英：イネを加害する4種の同翅亜目顎吻群昆虫の配偶行動に関する研究（1979年2月）（英文）
- 第35号 吉田 博：農業生産共同組織の展開・構造・運営に関する研究（1980年3月）
- 第36号 一色 泰：鶏盲腸の栄養生理学的研究（1980年3月）
- 第37号 中條 利 明：富有カキ果実の発育ならびに品質に及ぼす温度条件に関する研究（1982年2月）

Memoirs of Faculty of Agriculture, Kagawa University

- No. 1 Katsumi HATA: Studies on the Constituents and Pulping of "Akamatsu" (*Pinus densiflora* STEB et ZUCC) Wood (March, 1955)
- No. 2 Nakato NAITO: Phytopathological Studies Concerning Phytohormones with Special Reference to Their Effect on Phytopathogenic Fungi (October, 1957)
- No. 3 Hiroshi MAISUZAWA: Ecological Studies on the Branconid Wasp, *Apanteles glomeratus* (March, 1958)
- No. 4 Akira KAJI: Studies on the Retting of Plant Fiber Materials for Japanese Paper Manufacture (March, 1959)
- No. 5 Kazuo MORI: An Analytical Study on the Structure of the Mandarin Orange Growing Orchard Farm in a Sloping Land Region (March, 1960)
- No. 6 Takahiko TAMAKI: Studies of Garaku Paddy Soil and Reservoir Deposits (March, 1960)
- No. 7 Masaki UEHARA: Physical and Meteorological Studies on the Cultivation and Utilization of Slope Land (March, 1961)
- No. 8 Hikaru KUWADA: Studies on the Interspecific Crossing between *Abelmoschus esculentus* MOENGH and *A. Manihot* MEDIC and the Various Hybrids and Polyploids Derived from the Above Two Species (September, 1961)
- No. 9 Junzabro NAKA: Physiological Studies on the Growing Process of Sweet Potato Plants (March, 1962)
- No. 10 Minoru SAIIO: The Geology of Kagawa and Northern Ehime Prefectures, Shikoku, Japan (March, 1962) (in English)
- No. 11 Kiyoshi KOSUGI: Studies on Production and Flowering in Gladiolus (September, 1962) (in English)
- No. 12 Hachiro KIRA: Hydraulical Studies on the Sedimentation in Reservoirs (February, 1963)
- No. 13 Aizo NODA: Studies on the Coleorhiza of Cereals (March, 1963)
- No. 14 Sin'itiro KAWAMURA: Studoj pri Ameloj de Legumenoj (March, 1963) (in Esperanto)
- No. 15 Jiro ASANO: A Study on the Formation of Pine Forests on Seaside Areas, giving due Consideration to the Salt Resistance of the Seeds (March, 1963)
- No. 16 Kei YAMANAKA: Studies on the Pentose Isomerases of Lactic Acid Bacteria (August, 1963) (in English)
- No. 17 Masayoshi ASHIZAWA: Studies on the Drought Damage of Grape Trees in the Region of Kagawa Prefecture (March, 1964)
- No. 18 Toshikazu TANI: Studies on the Phytopathological Physiology of Kaki Anthracnose, with Special Reference to the Role of Pectic Enzymes in the Symptom Development on Kaki Fruit (March, 1965)
- No. 19 Takayuki TARUTANI: Studies on the Storage of Persimmon Fruits (March, 1965)
- No. 20 Kunio KANO: Studies on the Media for Orchid Seed Germination (March, 1965) (in English)
- No. 21 Kiyoshi YAMAMOTO: Studies on the Hybrids among the *Vicia sativa* L. and its Related Species (March, 1966)
- No. 22 Yoshio NAKAHIRO: Studies on the Method of Measuring the Digestibility of Poultry Feed (October, 1966)
- No. 23 Hiroshi INOUE: Studies on the Fruit Development of Natsudaidai (*Citrus Natsudaidai* HAYATA), with Special Reference to Water Spot Injury (March, 1967)
- No. 24 Toyoki MIYABE: Studies on the Production and the Salt Balance in Relation to Calcium Phosphocaseinate of Abnormal Milk (August, 1967) (in English)
- No. 25 Murao SOGO: Studies on the Bark Lignin and Bark Phenolic Compounds (September, 1971)
- No. 26 Mitsuaki OHSHIMA: Studies on Nutritional Nitrogen from Red Clover Silage (November, 1971) (in English)
- No. 27 Shuzo TATSUMI: Fundamental Studies of the Chemical Forms of Calcium and Their Metabolisms in the Tree Leaves (November, 1974)
- No. 28 Masaru KURETANI: Studies on the Early Summer Defoliation of Grape Vines Caused by Vein-yellowing (December, 1974)

- No. 29 Hisao KURATA: Studies on the Sex Expression of Flowers induced by Day-length and Temperature in Pumpkin and Watermelon (March, 1976)
- No. 30 Takashi KAMADA: Studies on the Rational Estimation of Rainfall for Design Flood (June, 1976)
- No. 31 Hiroyuki YAMAMOTO: Study on the Mechanism of Resistance Expression in the Crown Rust Disease of Oat (March, 1978)
- No. 32 Hidetoshi OKAMOTO: Laboratory Studies on the Food Ecology of Aphidophagous Lady Beetles (Coleoptera: Coccinellidae) (March, 1978)
- No. 33 Toru YAMASAKI: Studies on *p*-Hydroxyphenyl- and Syringyl Lignins (September, 1978) (in English)
- No. 34 Toshihide ICHIKAWA: Studies on the Mating Behavior of the Four Species of Auchenorrhynchos Homoptera which Attack the Rice Plant (February, 1979) (in English)
- No. 35 Hiroshi YOSHIDA: A Study of the Development, Structure and Management of Co-operative Groups (March, 1980)
- No. 36 Yutaka ISSHIKI: Nutritional and Physiological Studies on the Function of Ceca in Chickens (March, 1980)
- No. 37 Toshiaki CHUJO: Studies on the Effects of Thermal Conditions on the Growth and Quality of Fruits of Fuyu Kaki (February, 1982)

昭和57年2月20日印刷 昭和57年2月25日発行

香川県木田郡三木町
香川大学農学部

印刷所 大学印刷株式会社
広島市中区十日市町二丁目1-15
電話 広島 231-4231 番(代)