

ジベレリン利用による 日向夏ミカンの無核化について

宮崎大学農学部植物生産学講座 山本 末之

1. はじめに

日向夏ミカンは1820年頃に宮崎県宮崎郡赤江町の真方安太郎氏の宅地で偶発実生として発見された晩生のカンキツで、日向の国に由来して日向夏蜜柑と命名されたものである。

現在、宮崎県その他、高知、静岡、福岡、愛媛の各県で栽培され、日向夏ミカンの他ニューサマーオレンジ、土佐小夏など多様な名で販売されている。1992年の全国の栽培面積は449 ha、生産量が5,302 tで晩カン類の中では8位と量的にまだ少ないカンキツといえる。しかしながら、晩生カンキツの中でも香りや風味がきわめて優れているので市場でも人気があり、高価に取引されている。ただ、このミカンの結実には他家受粉によって種子を作ることが前提条件となっているため、“種子の多いミカン”というイメージが強い。こうしたことから、このミカンは外皮の黄色の部分ナイフで剥き、内皮の白色部分（アルベド）と果肉と一緒にそぎ落として利用する独特の食べ方で、種子の多い果芯部は捨てられている。

筆者はこのミカンの種子の多い欠点を改良するため1972年より研究を始め、ジベレリンを用いて無核果を作出することができた。しかしながら有核果に比較して果実が小さく、商品性からみて問題が残された。ところが6年前、加温されたハウスの中でジベレリン処理を行った結果、

完全な無核果で有核果に勝るとも劣らない大きな果実を大量生産することができた。

そこで、宮崎県において3年前より実用栽培として取り組み、現在15戸余り300 aの栽培が行われ、今後が増えることが見込まれる。今回はハウスを利用したジベレリンによる日向夏ミカンの無核化についてそのポイントを紹介することにした。

2. 日向夏ミカンの栽培上の特性

前述のとおり、日向夏ミカンは品質が優れているにもかかわらず生産量が伸びないのは、つぎのいくつかの問題点があげられる。

その一つは露地栽培では結実が不安定で、収量が少ないことである。この原因は果実が樹上で越冬するため寒害を受けやすく、ス上り果や落果が多くなること、また強度の自家不親和で単為結果性が低いためアマナツやハッサクなど他のカンキツの受粉が要求されることなどである。そのため開花期の天候が悪いと訪花昆虫の活動が鈍く、人工受粉をしないと結実が悪い。一方、人工受粉を行うと当然含核数が増え一果当たり50粒近い種子を有する果実も多くなる。

露地栽培では5月中旬に開花し翌年4月に収穫されるので、晩生カンキツとしてこの長い着果期間と多くの種子を有することは、樹体に多大の負担を与えることになり、10 a当たり2 tを

越える収量で隔年結果を生じ易い。したがって露地で高い収益性を上げるにはまず恒久的対策として冬季低温（ -3°C 以下）の少ない適地を選択すること、つぎに結実を確保するため積極的に他家受粉を図ること、さらに樹勢を維持するための十分な肥培管理が大切である。

筆者が1991年にこのミカンの特産地である宮崎郡清武町において50数戸の栽培農家で調査した結果、収量と高い相関を有する要因は整枝（間伐などを含む）と病虫害対策（ウイルス病を含む）に加えて樹勢の維持であり、上記のことが明瞭に裏付けられた。

日向夏ミカンの果実の肥大と含核数

前述のように日向夏ミカンは種子がないと殆んど結実しないので通常の栽培ではほぼ100%の果実が有核である。しかし筆者の調査では年によって一果当りの含核数が異なり、3ケ年で平均8~20個、最多含核数で31~51個の変動が観察された。この含核数は果実の重さと高い相関が認められ、大きい果実を得るにはできるだけ受粉受精を促進させて種子の多い果実を作る

ことが必要なことを示唆している。筆者の調査で受粉を自然の昆虫に任せた場合、果実の重さが100 g前後から240 g前後のものまで大小が認められ、170 gから190 gの果実が略々70%を占めた（図-1）。

3. ジベレリン利用による無核果生産の経緯

種子の多い日向夏ミカンが無核にできれば消費者にとって食べ易く付加価値を高めることは間違いない。そこで筆者が日向夏ミカンの無核化を試みたのは1972年のことで、その方法はこのミカンの開花前に他家花粉をしゃ断するため、樹全体を寒冷紗で被覆し昆虫による花粉の媒介を避け、その中で各種の植物生長調節物質の水溶液を開花期に処理し、単為結果の誘越を検討した。その結果、使用した各種薬剤（GA₃, NAA, 2,4,5-T, Cytokinin, Ethrel 1）の中で特異的に高い着果率を示したのはジベレリンのみで、他は途中で殆んど落果してしまった。翌春1月にジベレリン処理果実を収穫し調査した結果、すべて完全な無核果であるこ

とが認められたが、果実の大きさは自然受粉の有核果に比べて劣り、最小40 gから最大160 gの範囲で、90 g~100 gの果実が最も多かった。しかし数量的には自然受粉の有核果を上廻ったので総収量は殆んど変らない結果となった（図-1）。

果実の内容としては有核果に比べて糖度が約1度高く、酸は変らなかったが、果皮が薄く、種子がない上、じょうのうも薄いのできわめて食べ易く、可食部合の高い果実であった。しかしながら、当時はこれらの果実が温州ミカン並みの大きさであり、商品

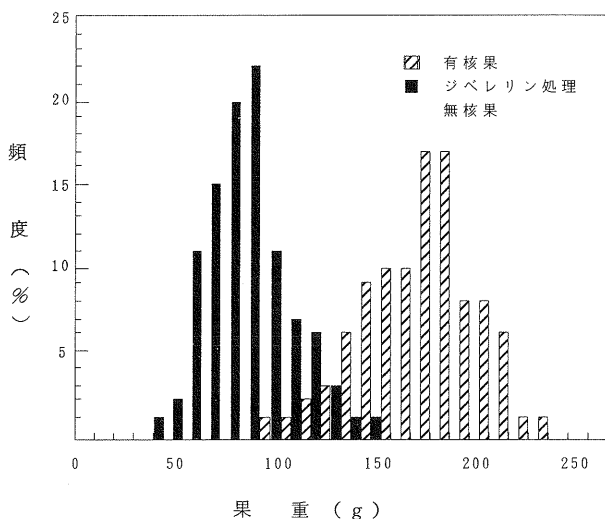


図-1 露地栽培における日向夏の果重の分布

性からみた市場性と他家花粉シャ断の手間やジベレリンの薬価等の面から、生産者の経済的栽培として普及することは無理であった。その後筆者は果実の肥大促進の色々な手段およびジベレリン処理の最適時期や濃度の検討など、より効果的な手段の探索を続けてきた。その中で冬期の袋かけによる果実の保温が果実肥大に効果的であることを認めた。そこで1985年に温州ミカンの加温ハウス栽培の中で数本の木に日向夏ミカンを高接ぎし、温州ミカンと同様の加温を行った。その結果、翌年12月下旬に加温された高接ぎ2年目の日向夏ミカンは次の1月下旬に満開となり、その1週後の落弁期に400 ppmのジベレリン水溶液を老花にまんべんなく散布した。その後、着果と果実の肥大はきわめて良好で、着色が始まる11月には、大多数の果実が200 gを超える果実に肥大させることができた。これらの結果から露地栽培では小さかったジベレリン処理による無核日向夏ミカンが加温栽培で十分な大きさになること、これは果実生育期間の温度環境が肥大に大きく関与することが考えられた。

その後の実験からジベレリンの処理濃度は、500 ppm から 350 ppm位まで希釈しても大差ないこと、また処理時期は満開期より7日から10日後位で落弁期の方が着果および肥大により効果的であることがわかった。

4. ハウスを利用したジベレリンによる日向夏ミカンの無核果生産

ビニールハウスを利用した果樹の施設栽培はこれまでブドウが最も早く、その後早生温州ミカンが年々増加し、この二者が主流を占めてきたが、近年では他の雑カン類を始め、多くの落葉果樹に加えてマンゴーなどの熱帯果樹まで多

様化の傾向を強めている。こうした栽培は、高い設備投資が生産物のコストを上げるので、付加価値があり、高価に売れるものを単位面積当りできるだけ収量を上げないと経営的に成立させることは困難である。

ハウスを利用した日向夏ミカンの無核果生産も露地の有核果に比べてより高い収益性が得られるよう高付価値化、高収量を追究するために始められたものである。つぎにこれまで栽培農家で行った実際栽培の調査結果について紹介する。

1) 少加温ハウスによる無核果生産

冬期10℃以下で温度設定された少加温のビニールハウス（A P型連棟、2重被覆）における試験結果について述べる。

材料は1991年3月に2年生のカラタチ台日向夏ミカンに10アール当り200本植栽された園で、当年11月にビニール被覆し、12月下旬から夜温が10℃を下廻らないように温風式重油暖房機で加温されたものである。施肥その他の管理は露地栽培のもの1本当りに換算して行い、なお日中の温度は30℃を上廻らないよう谷の巻上げによって管理された。その結果翌年3月中旬から下旬に十分な開花が認められた。

ジベレリン処理は350 ppmと500 ppm水溶液の2区と無処理区の主枝別処理とし、6樹6反覆を設けた。時期は満開10日後の4月6日に上記水溶液を小型スプレーで老花または幼果にまんべんなく散布した。その後、1か月に1回着果率と果実の肥大について調査し、果実が着色後の1993年1月13日に収穫して、露地栽培の有核果実とともに形質の調査を行った。この場合、ビニールは7月初旬から10月下旬まで除去し、その間果実の日焼けおよび防風対策としてダイオネットをハウスに被覆した。

結 果

まず着果率についてみると図-2に示す通りで、無処理区が6月には全数落果したのに対し、ジベレリン処理区は500ppm区および350ppm区とも7月以降で26~24%と高い着果率を示した。この場合有葉果のみの着果果を示したが、ジベレリンの濃度間では僅かな差しか認められなかった。直花果の着果は18~14%と低かった(データーに示していない)が、ジベレリンが着果にきわめて高い効果のあることが認

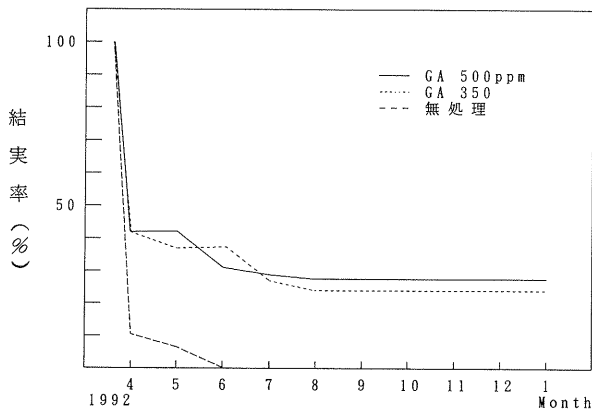


図-2 ハウス栽培日向夏の結実率におよぼすジベレリン処理の影響



写真-1 少加温ハウスにおけるジベレリン処理無核果の結果状態(2年目の結実)
(1992.12.18)

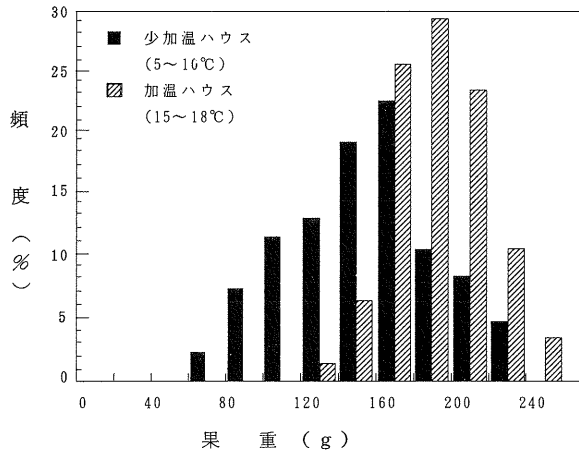


図-3 ハウス栽培日向夏のジベレリン処理による無核果の果重分布

められた(図-2)。

果実の大きさについては、図-3の少加温ハウスのヒストグラムに示される通り120gを越える果実が80%(GA 500ppm, 350ppm両区を含む)を占めた(図-3)。この場合の平均果重はGA 500ppm区が175.6gで、露地栽培の有核果に較べやや劣るものの有意差は認められなかった。GA 350ppm区は158.7gで、500ppmより有意に劣ることが認められた。

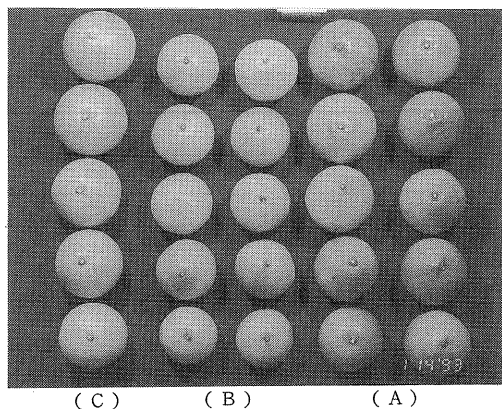


写真-2 少加温ハウスのジベレリン処理無核果(A)と露地栽培のジベレリン処理無核果(B)および露地栽培の有核果(C)
(1993.1.14)

表-1 ハウス栽培によるジベレリン処理無核果と露地栽培有核果の形質

処 理	果 重 (g)	果 肉 重 (g)	果皮の厚さ (mm)	種 子 数	糖 度 (%)	酸 (%)
無 核 果						
GA 500 ppm	175.6 a	117.6 a	5.6 a	0	10.4 a	1.7 a
GA 350 ppm	158.7 b	103.4 b	5.3 b	0	10.6 a	1.7 a
有 核 果 (露地栽培)	184.6 a	121.6 a	5.8 c	48	9.9 b	2.3 b

注 GA処理時期 4月6日

調 査 日 1月13日

その他の果実の形質については表-1に示されたように、GA 500 ppm 区は露地栽培の有核果に比べて果肉重についても有意差はなく、果皮の厚さが薄くなる傾向があり、さらに糖度が有意に高く、酸が有意に低かった。GA 350 ppm 区は 500 ppm 区に

比べて果肉重も劣ったが、果皮はさらに薄い傾向を示し、糖度と酸については変らなかった(表-1)。

つぎに測色色差計を使用し上記3処理区の果実について12月24日と1月13日における果皮色をL, a, b値で示した(表-2)。

その結果、表-2に示した通り、12月と1月においてL値とa値については大差が認められなかったが、a値においてGA処理区は何れも露地の有核果に比べマイナス値が大であり、つまり着色の遅れが認められた。ただ、この着色遅延は1月中旬以降の低温により、2月上旬迄には殆んど露地の果実に近い着色を示した。(データ省略)



写真-3 ジベレリン処理適期の日向夏ミカン

表-2 ジベレリン処理が果皮の着色におよぼす影響

果皮色の測定日	ハ ウ ス 栽 培 無 核 果		露地栽培有核果 (GA無処理)
	GA 500 ppm	GA 350 ppm	
24 Dec.			
L	59.2 ± (4.5)	63.8 ± (4.7)	64.7 ± (5.2)
a	-17.5 ± (1.9)	-16.2 ± (3.9)	-6.5 ± (5.9)
b	48.4 ± (5.8)	54.4 ± (5.1)	56.3 ± (7.9)
13 Jan.			
L	66.9 ± (7.2)	64.4 ± (7.8)	73.9 ± (3.2)
a	-10.6 ± (5.5)	-12.4 ± (4.2)	-0.8 ± (5.2)
b	57.1 ± (8.3)	54.1 ± (9.1)	67.6 ± (3.1)

()内は標準誤差を示す。

2) 加温ハウスによる無核果生産

1993年の試験栽培では、A P型連棟ビニールハウス（ビニール3重被覆）に植栽された4年生の日向夏ミカン（20アール400本植栽）園で実施した。今回は、1月18日より加温を開始し、徐々に温度を上げ1月25日以降は18℃に設定した。なお昼温は3月末まで25℃を上廻らないよう谷の巻上げによる換気を行った。その結果、2月20日には満開となり、その約10日後の3月3日および同月11日の2回、ジベレリン380 ppm水溶液を老花および幼果にまんべんなく散布を行った。その結果、着果はきわめて良好で過多になる傾向もあるので4月中旬から發育不良の果実や塊まって着果したものを対象に摘果を行った。7月中旬ビニールを除去後、果実の日焼けならびに防風対策としてカンレイシャ被覆を行った。なお、11月から再度ビニールを被覆し無加温のまま夜は保温につとめた。その後、12月に果実の着色が始まり、下旬より1月中旬にかけて収穫が行われた。

加温ハウスにおけるジベレリン処理無核果の肥大はきわめて良好であった。図-3のヒストグラムに認められるように160gから240gまでの果実が90%を占めた（図-3、写真-4・5）。

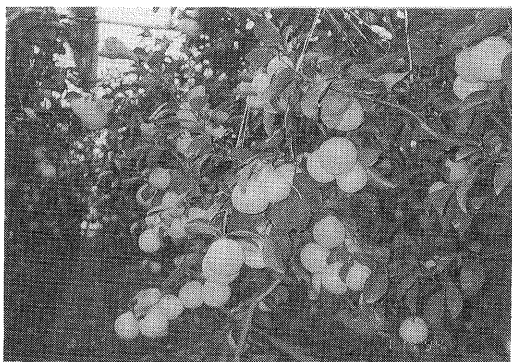


写真-4 加温ハウスにおけるジベレリン処理無核日向夏ミカンの結果状態

（1994.1.14）

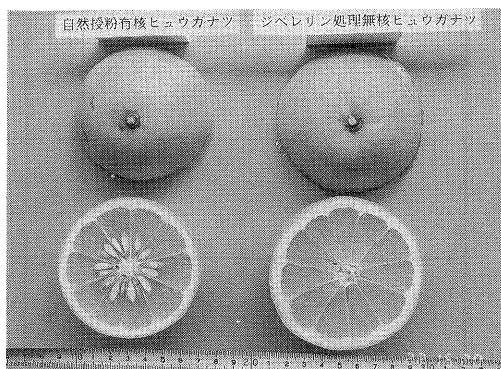


写真-5 加温ハウスのジベレリン処理無核日向夏ミカン（右）と露地栽培有核日向夏ミカン（左）

果実の品質についてはほぼ少加温ハウスの場合と同様であったが、加温が早かったため成熟も早くなったものと思われ酸が低く1.4～1.5%であった。また、少加温の果実で認められた着色の遅れもほとんど認められなかった。今回20アールで行った現地試験の初年度収量は10アール当り4.1tであった。

5. ま と め

これまでの結果から認められたように、ビニールハウスに日向夏ミカン2年生幼木を植栽し、植え付け後2年目の1月から加温栽培し、開花末期（満開後7～10日）にジベレリン400 ppm水溶液を老花または幼果に散布処理することにより商品性の高い大きな無核果実を大量に生産することができた。こうした一連の実験結果から無核果実の発達肥大に最も関係の深い要因は果実發育期の温度であると考えられる。これまで露地栽培で他家花粉をしゃ断し、ジベレリン処理により無核果を作ることができたが、その後あらゆる手段を試みたものの有核果の大きさに肥大させることは不可能であった。しかしながら今回加温という手段がこれを簡単に解決させたことは実際栽培に大きな一歩を踏みだすこ

ジベレリン処理無核日向夏管理基準（加温栽培）

生育状況	樹果実	開花	満開	生理落果	果	実	肥	大	期	温度管理						旬	月	管理	主な作業項目	かん水	主要病害虫の発生期																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
										25℃																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
										加温始め																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
										満開																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10~20℃に上げる						30℃						上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
12						1						2						3						4						5						6						7						8						9						10						11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上						中						下						上											

(宮崎県指針を一部修正)

とができたといえる。

今後こうした栽培を新しく取り入れる人のために別紙の日向夏管理基準を作成してみた。

この基準に示す通り、1月中～下旬に加温を始めた場合、3月初旬にジベレリン処理を行うと12月下旬から1月初旬に収穫できるので、その後半旬間をおき次年度の加温が可能となり、連年同様の栽培を継続することができる。実際に前述の園における1995年の10アール当り収量は5.5 tを越えるものであった。通常、露地栽培における有核果実の生産では考えられない収量であり、若しこの収量を上げたとしても隔年結果をまねがれることはできないと考えられる。このことはいかに無核果実が有核果実に比べて樹勢に対する着果負担を軽減させる要因となっているかを改めて考えさせる問題である。

今後の課題として考えられることは、ジベレリンが日向夏ミカンの無核化剤として正規に登録された上で、この無核の日向夏ミカンを消費者に付加価値の高い果物としていかに評価して貰えるかであろう。栽培上では、できるだけ生産費を軽減させる対策として施設・資材・薬品等の低廉化技術を進めるとともに、病虫害対策としてトリステザウィルスに免疫性を有する苗木を確保することである。現在、ハウス栽培の一部の枝にピッチング症状を呈する苗が認められ、それらは着果や肥大が著しく劣っている。したがって、苗木導入の段階でチェックし健全な苗

の導入を図ることが大切である。また日向夏ミカンの中で宮崎県では早熟系と称する減酸の早い系統も発見されており、ハウス栽培にとっては有利な特質として導入がすすめられている。

今後、日本の果樹産業がいよいよ国際化時代を迎え厳しさを加える中で、この技術の紹介が少しでもお役に立てれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) Coggins, C.W., others (1961): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76: 193-198.
- 2) Coggins, C.W., others (1963): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82: 154-157.
- 3) 原 節生 (1965): 静岡柑試研報. 5: 9-14.
- 4) 三輪忠珍 (1951): 宮崎大時報. 2: 1-67.
- 5) 中島芳和 (1973): 高知大農紀. 22: 1-53.
- 6) 山本末之・山下研介 (1972): 農および園. 47: 635-636.
- 7) 山本末之 (1960): 宮崎大農研報. 5 (2): 172-178.
- 8) 山本末之 (1975): 宮崎大農果研報. (2): 1-99.
- 9) 山本末之 (1978): 宮崎大農果研. 1-26.
- 10) 山本末之・岩崎直人・上村啓三 (1992): 宮崎大農研報. 39 (2): 147-154.
- 11) Yamamoto, S. and Iwasaki, N. (1994): XXIVth International Hort. Cong. Abs. 247.

水田雑草の生態と防除 —水稲作の雑草と除草剤解説—

宮原益次／著

A5判 定価3,090円(税込)

水田雑草の発生特性、雑草害について著者40年の知見を網羅。さらに水田における合理的で省力的・低コストの雑草防除について解説。

全国農村教育協会

〒110 東京都台東区台東1-26-6(植調会館)
Tel.03-3833-1821 Fax.03-3833-1665