

カンキツ「天草」の施設栽培における高品質果実安定生産技術

川野達生・松原公明*・江藤光史**

Stable Production Technique of High Quality Fruit of Citrus Cultivar 'Amakusa' in Greenhouse

Tatsuo KAWANO, Kimiaki MATSUBARA and Mitsufumi ETO

大分県農林水産研究指導センター農業研究部果樹グループ

Fruit Tree Group, Agricultural Research Division,
Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

キーワード：カンキツ、「天草」、施設栽培

目次

I 緒言	57
II 現地栽培実態調査	58
III 隔年結果防止	59
IV 高品質大玉果生産技術	60
V 果皮障害防止	65
VI 総合考察	69
VII 摘要	69
引用文献	70
Summary	71



写真1 施設栽培「天草」(加温栽培)

I 緒言

カンキツ「天草」は、農林水産省果樹試験場口之津支場(現(独)農研機構果樹研究所カンキツ研究口之津拠点)において、1982年に「清見」と「興津早生」の交雑実生に「ページ」を交配して育成された品種で、果形は扁球形(果形指数120程度)、果皮は淡赤橙色で平滑、外観は美麗である。果実の大きさは、露地栽培で180~200g程度、施設栽培で250~300g程度である。果皮は薄く、剥きにくい、肉質は柔軟多汁で、じょうのう膜も薄いので、カットフルーツに適する。オレンジに似た良好な芳香があり、種子はほとんど入らず、糖度は11~12%(Brix)、クエン酸含量は1%程度であるが甘さを感じ、食味・食感は極めて良好である。

露地栽培での熟期は12月下旬~1月上中旬であるが、施設栽培(加温)では11月下旬から12月に収穫、販売が可能であることから、「不知火(デコボン)」と同様に年末贈答用の高級果実が生産できる施設栽培用品種である(写真1)。

大分県でのカンキツ類の施設栽培は、ハウスミカン

が主力となっているが、1981年に中晩生カンキツの「アンコール」、「マーコット」が導入され、ハウスミカンと労力的に競合が少なく省力的であったことから、施設栽培農家の経営規模拡大品目として栽培面積が拡大した。しかし、「マーコット」は裂果が多く、生産が不安定なため栽培は衰退した。「アンコール」は根強い人気に支えられ、年末の贈答向けから4月までの長期間にわたって出荷、販売されているが、熟期が遅いこと、果皮障害の発生が多いため施設栽培としては収益性が低いことが難点であった。

県内における「天草」の導入は、「アンコール」、「マーコット」に替わる新たな施設栽培品種として1997年より杵築市を中心に始まった。耐候型ハウスへの新植、ハウスミカンからの改植により「不知火(デコボン)」とともに、栽培面積が拡大した。

しかし、本品種の施設栽培の事例、試験成果は少なく、産地では暗中模索の中で加温ハウス栽培が行われ、隔年結果の是正、年末贈答向け商品としての高品質大玉果実の生産が課題であった。

そこで、現地試験を中心として、産地と試験研究、普及が一体となって栽培技術の確立に取り組み、高品質果実の安定生産技術について検討したので報告する。

* 大分県東部振興局

** 元おいた中央柑橘園芸農業協同組合連合会

II 現地栽培実態調査

現地における加温ハウス栽培「天草」の栽培実態調査を行い、果実生育特性、収量を明らかにした。

1) 材料および方法

2003年に杵築市の耐候型軽量鉄骨ハウス2棟（ハウス1：加温日1月22日、満開日3月5日、ハウス2：加温日1月21日、満開日3月10日）の加温ハウス栽培天草7年生4～5樹を用いて、果実肥大は満開後90日より、果実品質は満開後120日より調査した。また収穫時に樹容積、収穫量、果実階級を調査した。温度管理は1月下旬から5月末まで最低温度16～18℃、最高温度22～28℃、6月以降は自然換気とした。

2) 結果および考察

果実肥大では、調査を行ったハウス2棟とも有葉果が直果に比べて、果実肥大が進み、大果となった。肥大の推移では満開後150日頃より次第に緩慢となった。ハウス1は摘果が遅れ、果実肥大が遅れたが、着色開始期（8月下旬）以降も収穫期まで適宜少量かん水を行い、土壌の過乾燥を避けたため、収穫時まで肥大が進んだ。ハウス2では満開後40日からの早期荒摘果を実施したため果実肥大は優れたが、果実品質向上のため8月下旬（満開後170日）から収穫時までかん水を控え土壌を乾燥状態にしたため、果実肥大が緩慢となった。（図1）。

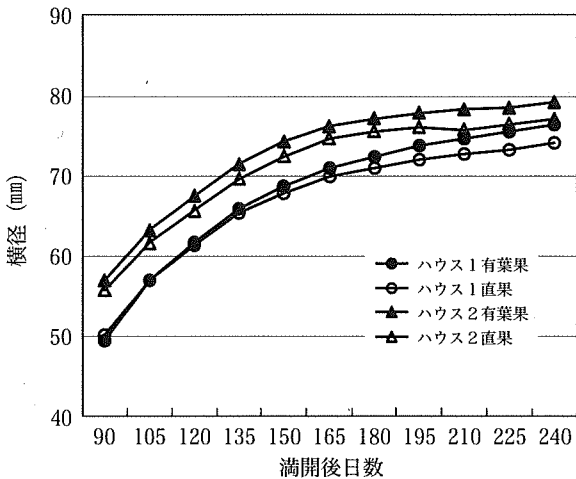


図1 果実肥大の推移

果形指数では、有葉果が直果に比べて扁平で、満開後120日までは次第に大きくなったが、着色の進む満開後200日以降は次第に小さくなった（図2）。

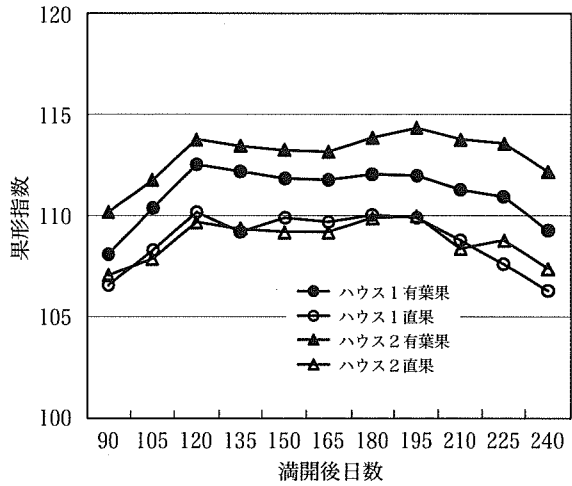


図2 果形指数の推移

果実品質では、糖度は園地差が大きく、調査を開始した満開後120日時点での差が収穫時まで続き、ハウス1では収穫時に13%（Brix）まで上昇した。ハウス2は果肉の熟度が遅れ、糖度は低く推移した。クエン酸含量は園地差が比較的小さく、果実の肥大に伴って減少し、満開後240日には1%（g/100ml）程度となり、収穫適期となった（図3）。

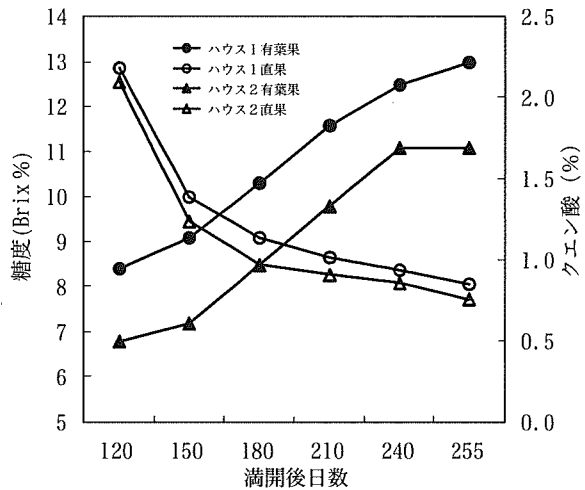


図3 果実品質の推移

収量では、ハウス1は樹が大きく、園内の着果量が安定していたこと、ハウス2は樹が小さく、着果量の少ない樹が1～2割程度認められたことから、ハウス1が多かった。しかし、樹容積1m³当たり収量ではハウス間の差は小さかった。L果以上の割合はハウス1：76%、ハウス2：85%であった（表1）。

以上のことから、本現地調査では露地栽培より約2ヶ月早い3月上旬に満開、11月上旬（満開後240日）には収穫適期となり、同様の試験を行った加美ら¹⁾の報告と一致した。

また、果実品質に優れたハウス1での結果をもとにした収穫時階級別果実肥大からは、収穫時にL果（横径73～80mm）となるには摘果が終了する満開後90日に

49.5mm、満開後120日に61.3mmであり、2L果（横径80～88mm）となるには満開後90日に55.7mm、満開後120日に68.6mmであり、果実肥大基準になると考えられた（図4）。

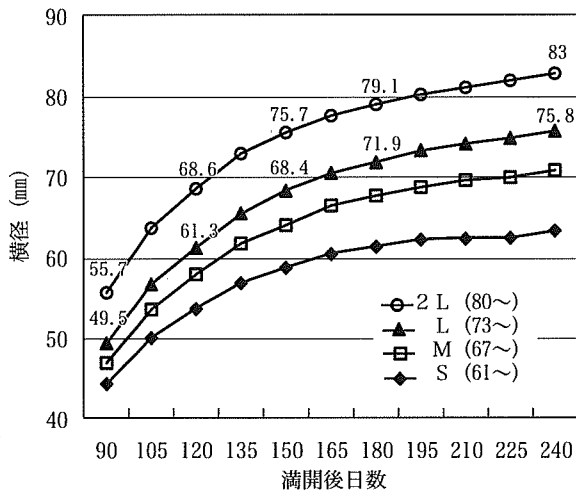


図4 収穫時階級別の果実肥大の推移（ハウス1）

果実の糖度については満開後120日での差が収穫時まで続くことから、果汁発現期である満開後90～120日の着果管理、土壌水分管理が品質を左右することが示唆された。

III 隔年結果防止

「天草」の加温ハウス栽培では隔年結果が認められ、生産が安定していない。そこで、現地実態調査から果実が連年安定生産できる適正着果量・収量を検討した。

1) 材料および方法

杵築市の現地ハウス5～8棟の各4樹（加温ハウス栽培「天草」、6～7年生、2月上旬加温）を供試し、樹容積、収量、着果数、翌年着花量、翌年新梢量について、2003年産から2005年産まで3カ年調査を行った。

2) 結果および考察

年次別では、2003年産は不作傾向であり、収量と翌年の着花数の間には負の相関が認められ、また翌年の新梢数とは正の低い相関が認められた。2004年産は豊作傾向であったが、収量と翌年の着花数、新梢数との間に有意な相関は認められず、樹容積1m³当り収量が多い園地でも翌年の着花は安定した。2005年産は着色開始後も果実肥大が続き収量が比較的多い園地が多くなり、翌年の着花は少なくなった（表2）。

園地別では、A園およびD園は比較的確着が安定しているが2005年産は収量が多く、翌年の着花が少なくなった。B園は隔年結果を起し、2004年産が裏年、2003年産、2005年産が表年となった。C園は2003年産は裏年で収量が少なかったが、表年の2004年産で摘果の徹底により収量は多かつたがその後の着花は安定した。D園は収量が安定しているが2005年産は着花がやや少なくなった。E園は収量は安定しているが年により着花にややバラツキが認められた（表2）。

3カ年の樹容積1m³当り収量と翌年の着花数との分布から、翌年に十分な着花数（結果母枝当たり総花数で3～4花、有葉花数で1花以上）が得られ、隔年結果が防止できる適正着果量（収量）は樹容積1m³当り3.5kg程度、果数ではL果で16～18果、2L果で12～14個であると考えられた（図5、図6）。また、この

表1 加温栽培天草の樹容積と収量・階級割合

	樹容積 (m ³)	植栽本数 (本)	収量(kg)			階級割合 (%)					
			10a	1樹	樹容積1m ³ 当り	4L	3L	2L	L	M	S
ハウス1	22.4	80	5,221	65.3	2.9	0	5	26	45	23	1
ハウス2	11.6	105	3,022	28.8	2.5	0	5	32	48	15	0

表2 収量と翌年着花数・新梢数

	2003年産				2004年産				2005年産			
	収量(kg)	総花数	有葉花数	新梢数	収量(kg)	総花数	有葉花数	新梢数	収量(kg)	総花数	有葉花数	新梢数
A園	3.6	3.2	2.1	1.8	3.4	4.5	1.7	1.6	4.2	1.4	0.4	2.1
B園	3.8	0.9	0.8	3.2	1.3	4.1	1.4	1.3	5.2	1.5	0.9	3.4
C園	2.6	8.1	2.3	0.5	4.6	3.5	1.6	1.5	4.1	3.9	0.8	1.2
D園	3.5	4.2	1.7	2.0	3.5	3.8	1.4	1.7	3.3	1.8	0.8	2.3
E園	3.8	2.4	0.6	1.9	3.8	3.3	1.0	1.4	3.8	1.5	0.4	2.2
F園	3.9	3.3	1.8	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—
G園	3.5	3.3	1.3	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—
H園	4.2	2.7	0.8	1.4	—	—	—	—	—	—	—	—
収量との相関		-0.872 **	-0.668	0.601		-0.529	0.065	0.389		-0.080	0.303	0.547

※注1) 収量は樹容積1m³当たりの収量(kg)

2) 総花数、有葉花数、新梢数は翌年の結果母枝1本あたりの発芽数

3) **は1%レベルの有意性あり

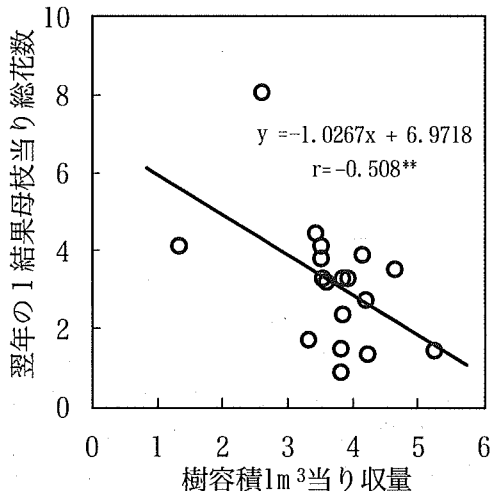


図5 収量と翌年着花量（総花数）の関係

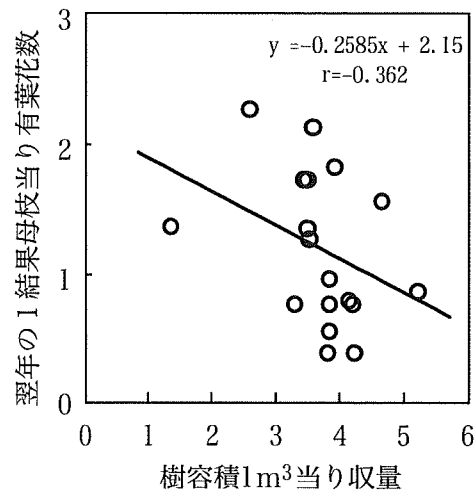


図6 収量と翌年着花量（有葉花数）の関係

結果は隔年結果を防ぐ適正着果量は葉果比80~100(樹容積1m³当たり14果)とした福元ら²⁾の報告と同等であった。

IV 高品質大玉果生産技術

贈答用販売を目的とした「天草」の2月上旬加温ハウス栽培での目標果実品質は11月下旬に糖度12%、クエン酸含量1%以下で、果実の大きさはL果(73~80mm)以上が必要で2L果(80~88mm)が望まれる。そこで、上記の高品質大玉果の安定生産技術を確立するため、摘果方法、夏季および秋季の土壌水分管理方法について検討した。

試験1 摘果方法

平野ら³⁾は満開後50日に葉果比80~120に早期摘果を行うことにより果実肥大が良好となり2L果以上が増加し、収量は増加するが、果実品質では糖度がやや低くなると報告している。本試験では現地での慣行摘果に準じて摘果を3回に分け、早期摘果による肥大促進効果について検討した。

1) 材料および方法

2004年に杵築市現地(耐候型ハウス)の加温ハウス栽培「天草」6年生(加温日2月1日、満開日3月15日)を用いて、早期摘果による果実肥大促進について検討した。

試験区として、①早期摘果区は満開後50日(5月6日)に葉果比60程度に荒摘果、②慣行摘果区は満開後50日に葉果比45程度に荒摘果した。両区とも満開後90日(6月16日)に葉果比70~80程度に摘果し、満開後100日(6月下旬)までに摘果を終了(最終葉果比80程度、着果数では樹容積1m³当たり15果程度)した。かん水は8月までは適宜行い(10t/7日程度)、9月以

降は土壌水分をpF2.6~2.8に維持する少量かん水とした。

各区とも1区4樹にて、果実肥大、着色、果実品質、樹容積、収穫量、果実階級について調査した。

2) 結果および考察

早期摘果区は6月下旬までの摘果期間中の果実肥大が促進され、収穫開始時(11月16日)には慣行摘果区に比べて横径が約4mm大きくなり、果形指数に差異は認められなかった(図7、8)。

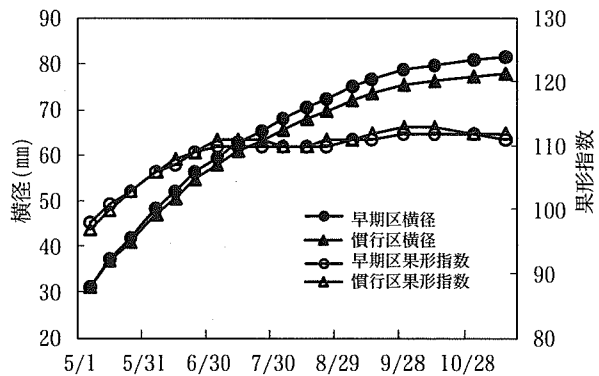


図7 摘果方法の違いによる果実肥大と果形指数の推移

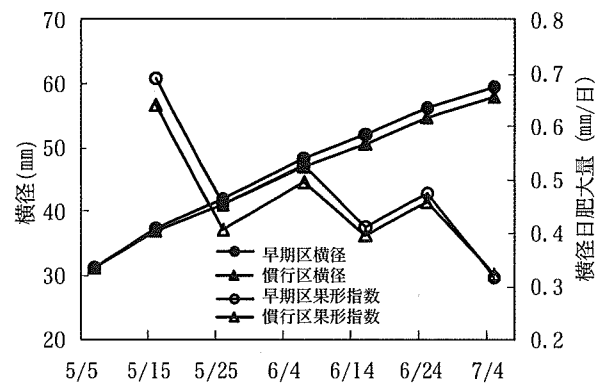


図8 摘果期間中の果実肥大の推移

着色は両区に差は認められなかった (図9)。

果実品質については、糖度、クエン酸含量とも両区に差は認められなかったが、糖度は11%程度で目標に届かなかった (図10)。

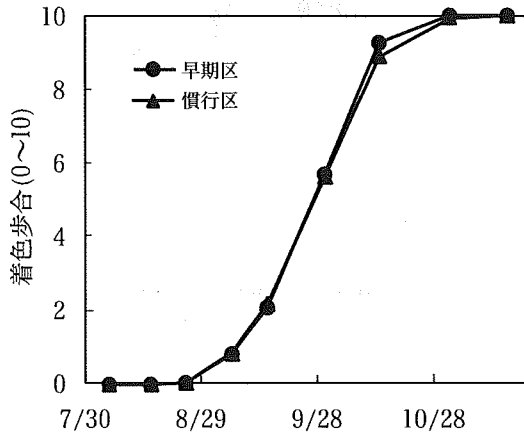


図9 摘果方法の違いによる着色の推移

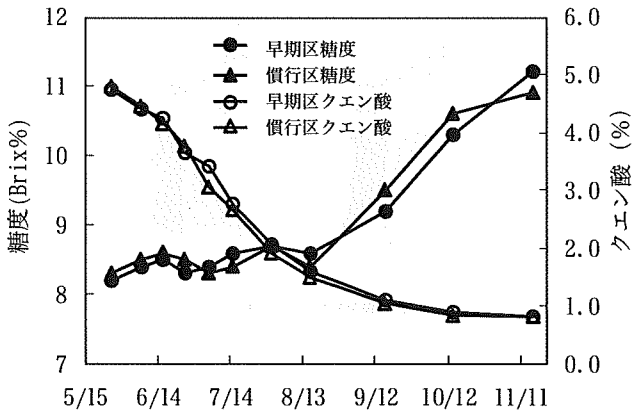


図10 摘果方法の違いによる果実品質の推移

早期摘果区は果実が大きくなったため1樹収量および樹容積1m³当たり収量が増加し、階級構成では、早期摘果区は2L果以上の比率が増加した (表3)。

以上のことから、荒摘果の程度を強めて早期摘果を図り、仕上げ摘果を行うことで、2L果を目標とした大玉果生産が可能となることが明らかとなった。

表3 摘果方法の違いによる収量と階級構成

	樹容積 (m ³) (a)	着果数 (個) (b)	b/a (個/m ³)	1樹収量 (kg) (c)	c/a (kg/m ³)	階級構成 (%)		
						M以下	L	2L以上
早期摘果区	12.5	197	15.7	48.2	3.86	7.2	46.3	46.6
慣行摘果区	11.2	169	15.0	39.2	3.49	9.7	56.6	33.8
有意性	*	*	ns	*	*	ns	ns	**

※注1) 果実階級：M果 (67～73cm)、L果 (73～80cm)、2L果 (80～88cm)

2) 有意性：t検定により**は1%レベル、*は5%レベルの有意差あり

試験2 夏季の土壌水分管理方法

平野ら⁴⁾はフルオープンハウスを用いて夏秋期に天井被覆を適宜開閉して降雨を遮断し、土壌水分を制御することで樹体に安定した水分ストレスが付与され糖度の高い果実が生産できると報告している。しかし、県内産地においては周年被覆型ハウスでの栽培が中心であることから、夏季はハウス内が高温になるので樹勢を維持するための十分なかん水が欠かせない。

川野⁵⁾はハウスミカンにおいて満開後60日から満開後80～90日の期間かん水量を制限して、果汁が発現する満開後80～90日の時点で果皮が滑らかで果汁の糖度が8%以上になるように管理することで高糖度の果実が生産できるとしている。

そこで、本試験では「天草」の果汁発現期が満開後120日頃であることから、満開後90～120日の一時的土壌乾燥処理による増糖効果を検討した。

1) 材料および方法

試験1と同じ材料 (2004年産) を用いて検討した。

試験区として、①乾燥区は満開後90～120日 (6月16日～7月17日)は無かん水とし、他の期間は通常かん水 (果実発育期は10t/7日、満開後150日以降は土壌水分pF2.6～2.8を維持する少量かん水) とした。7月17日 (満開後120日) に十分かん水し、水戻しを行った。②対照区は満開後90～120日は通常かん水を行った。なお、両区とも摘果方法は慣行とし、最終葉果比は80程度とした。

各区とも1区5樹にて、果実肥大、果実品質、樹容積、収穫量、果実階級、葉の水ポテンシャル (プレッシャーチャンバー法にて測定)、土壌水分 (テンシオメーターにより深さ20cmで測定) について調査した。

2) 結果および考察

果実肥大では、満開後90～120日の土壌乾燥処理による影響は小さく、乾燥区は乾燥処理後の果実肥大が対照区より進んだ。これは乾燥区がハウスのサイド部に位置していたため、8月中旬からの台風による多雨が影響したものと考えられた (図11、12)。

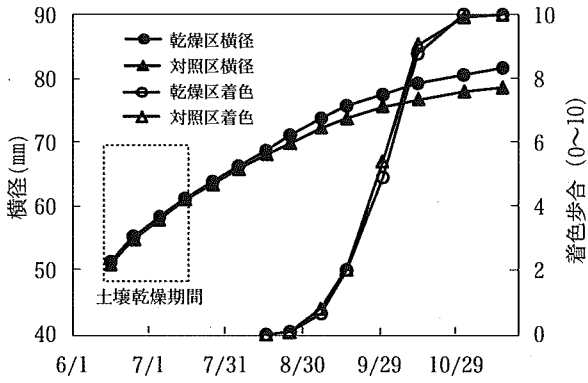


図11 夏季土壤乾燥処理による果実肥大と着色の推移

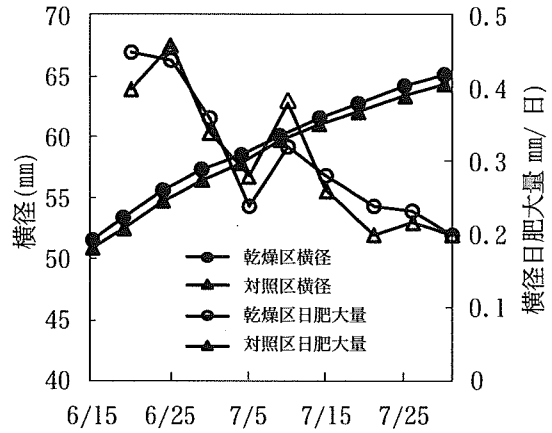


図12 夏季土壤乾燥処理期間中の果実肥大の推移

乾燥処理中の土壌水分については、乾燥区は梅雨時期であったが次第に乾燥程度が進み、pF値2.8程度で推移した（図13）。

葉の水ポテンシャルでは、乾燥区が次第に水分ストレス状態が高まったことを示した（図14）。

果実品質については、乾燥区の糖度は土壤乾燥処理中に高まり、その後果実の肥大が進んだため対照区との差は小さくなったが、収穫直前には11.5%を超え、目標にほぼ達した。クエン酸含量には両区に差は認められなかった（図15）。

収量では、乾燥区は土壤乾燥処理後の果実肥大が進

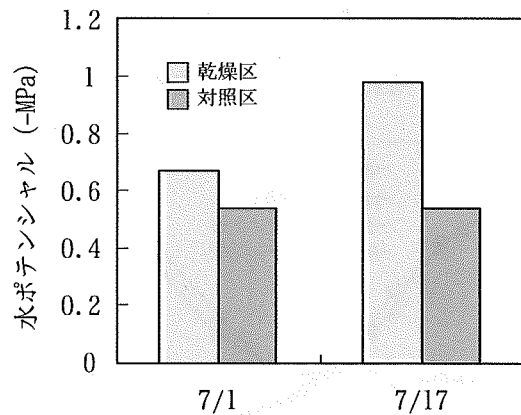


図14 夏季土壤乾燥処理期間中の葉の水ポテンシャル

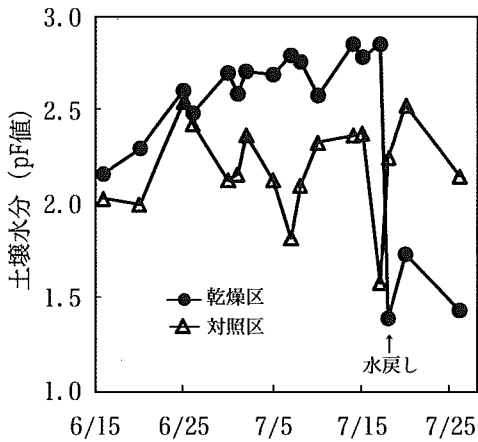


図13 夏季土壤乾燥処理期間中の土壌水分変化

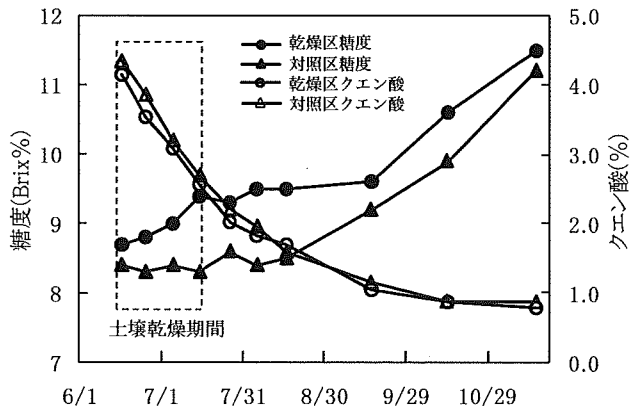


図15 夏季土壤乾燥処理による果実品質の推移

んだため増加し、階級構成では2L果以上の比率が増加した（表4）。

表4 夏季土壤乾燥処理による収量と階級構成

	樹容積 (m ³) (a)	着果数 (個) (b)	b/a (個/m ³)	1樹収量 (kg) (c)	c/a (kg/m ³)	階級構成 (%)		
						M以下	L	2L以上
乾燥区	10.4	180	17.1	42.8	4.07	11.8	48.8	39.5
対照区	10.3	169	16.6	36.2	3.54	30.3	47.8	22.0
有意性	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	*

※注1) 果実階級：M果（67～73cm）、L果（73～80cm）、2L果（80～88cm）

2) 有意性：t検定により**は1%レベル、*は5%レベルの有意差あり

以上のことから、果汁発現期にあたる満開後90~120日に一時的土壤乾燥処理を行うことによって果実肥大に影響を与えることなく糖度を高めることができ、高温期の7月下旬から8月中旬にかん水を行っても高品質果実の生産が可能となることが明らかとなった。

試験3 早期摘果と夏季土壤水分管理の組み合わせ実証

1) 材料および方法

2005年に杵築市現地（耐候型ハウス）の加温ハウス栽培「天草」7年生（加温日2月1日、満開日3月15日）を用いて、前年に実施した早期摘果と夏季の一時的土壤乾燥処理の組合せ効果を検討した。

試験区として、①改善区は満開後40日（4月25日）に葉果比60程度に荒摘果（早期摘果）し、満開後90~130日（6月12日~7月22日）は無かん水（土壤乾燥処理）とし、満開後130日（7月23日）に十分かん水を行った。②慣行区は満開後40日（4月25日）に葉果比40程度に荒摘果（慣行摘果）し、土壤乾燥処理を行わず通常かん水（10t/7日）を行った。両区とも、満開後90日（6月13日）に葉果比80程度に仕上げ摘果を行い、土壤乾燥処理期間以外は通常かん水（果実発育期10t/7日、満開後160日（8月下旬）以降は土壤水分 pF2.6~2.8を維持する少量かん水）とした。

各区とも1区5樹にて、果実肥大、着色、果実品質、樹容積、収穫量、果実階級、葉の水ポテンシャル（プレッシャーチャンバー法にて測定）、土壤水分（テンシオメーターにより深さ20cmで測定）について調査した。

2) 結果および考察

果実の横径は、改善区が調査開始時点より大きく推移し、収穫開始時（11月15日）に約3mm大きくなった。果形指数では、改善区が小さくなり、その差は次第に拡大し、やや腰高となった（図16）。

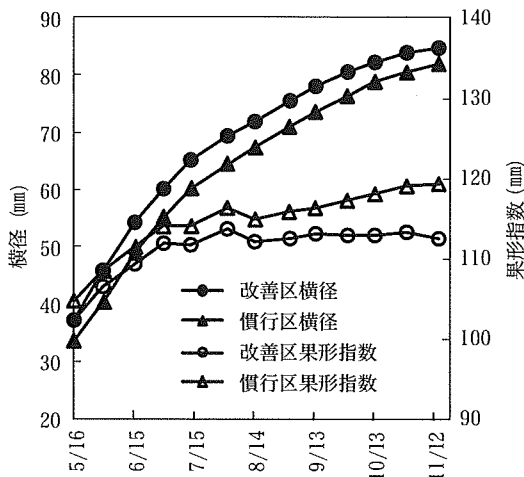


図16 管理方法の改善による果実肥大と果形指数の推移

土壤乾燥処理期間中の土壤水分は次第に減少し、処理終了時には pF2.8（深さ20cm）となった（図17）。また葉の水ポテンシャルは、改善区がやや高く推移した（図18）。

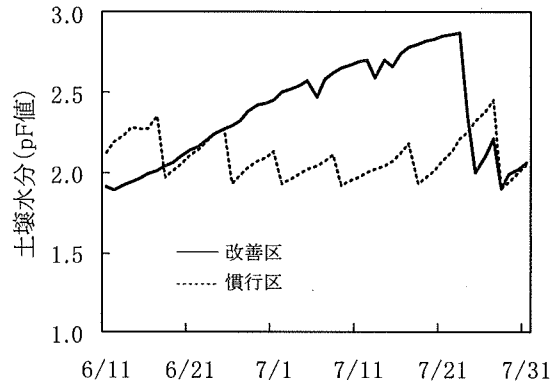


図17 夏季土壤乾燥期間中の土壤水分の推移

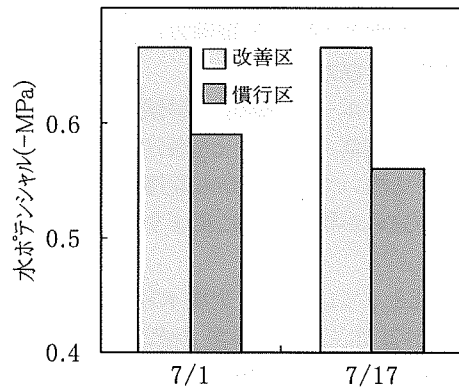


図18 夏季土壤乾燥期間中の葉の水ポテンシャル

果実品質については、糖度は土壤乾燥処理期間中に慣行区は減少したが、改善区は横ばいとなり、その後は改善区がやや高く推移し、収穫直前には11.5%を超え目標に達した。クエン酸含量は、改善区が8月まではやや低く推移したがそれ以降は差が見られなかった（図19）。

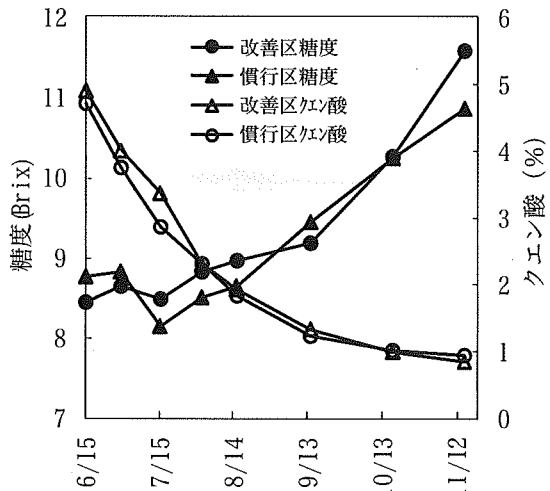


図19 管理方法の改善による果実品質の推移

表5 管理方法の改善による収量と階級構成

	樹容積 a (m ³)	着果数 b (個)	b/a (個/m ³)	1樹収量 c (kg)	c/a (kg/m ³)	階級構成 (%)		
						M以下	L	2L以上
改善区	16.3	224	14.0	63.1	3.91	2.1	15.4	82.5
慣行区	15.9	212	13.5	50.7	3.23	3.3	37.1	59.6
有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*

※注1) 果実階級：M果（67～73mm）、L果（73～80mm）、2L果（80～88mm）
 2) 有意性：t検定により**は1%レベル、*は5%レベルの有意差あり。

収量では、改善区がやや多くなり、2L果以上の比率は改善区82.5%、慣行区59.6%であった（表5）。

以上のことから、早期摘果と夏季の一時的土壤乾燥処理（満開後90～130日）を組み合わせることによって、果実はやや腰高となるが、2L果（80～88mm）で精度12%を目標とした高品質大玉果生産が可能となり、収量もやや増加する傾向であることが明らかとなった。

試験4 秋季の土壤水分管理方法

1) 材料および方法

2007年にグループ内圃場（耐候型ハウス）の加温ハウス栽培「天草」6年生（加温日2月1日、満開日3月7日）を用いて、秋季から収穫時までの土壤水分管理方法の違いが果実品質に及ぼす影響について検討した。

試験区として、①区は土壤水分を9～10月は少湿（pF2.7～2.8）、11月は多湿（pF2.3以下）にて管理、②区は土壤水分を9月多湿、10～11月少湿にて管理した。なお、土壤水分は8月下旬よりかん水を控え、事前に少湿状態とし、②区は9月上旬に十分かん水を行った。

各区とも1区4樹にて、果実肥大、着色、果実品質、土壤水分（テンシオメーターにより深さ20cmで測定）を調査した。

2) 結果および考察

土壤水分では、9～10月少湿処理とした①区は、9月10日以降は水戻しまでpF2.7～2.9で推移した。9月25日まで十分かん水を行った②区は、10月9日以降はpF2.8程度で推移した（図20）。

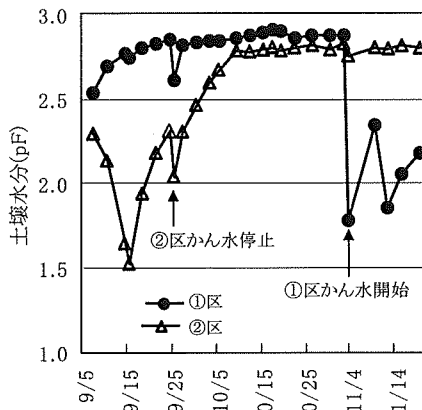


図20 秋季の処理別土壤水分の推移

果実の肥大は、両区の差異は小さく、11月に十分かん水を行った①区でやや日肥大量が大きくなり、果皮の肥厚が観察された（図21）。

果実の着色は、両区の差異は小さく、11月上旬に完全着色となった（図22）。

果実品質については、①区の精度が10月以降で高くなり、減酸は処理期間を通して遅れ、②区は精度の上

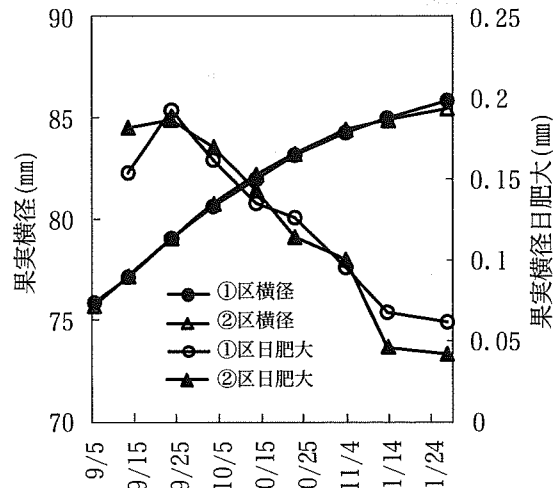


図21 秋季土壤水分管理による果実肥大の推移

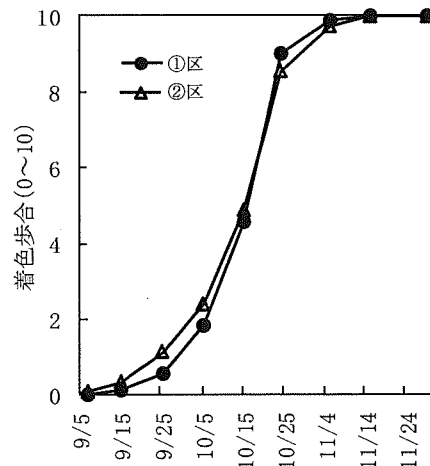


図22 秋季土壤水分管理による着色の推移
 昇が遅れた。①区では11月に十分かん水を行ったが精度上昇への影響は認められなかった（図23）。

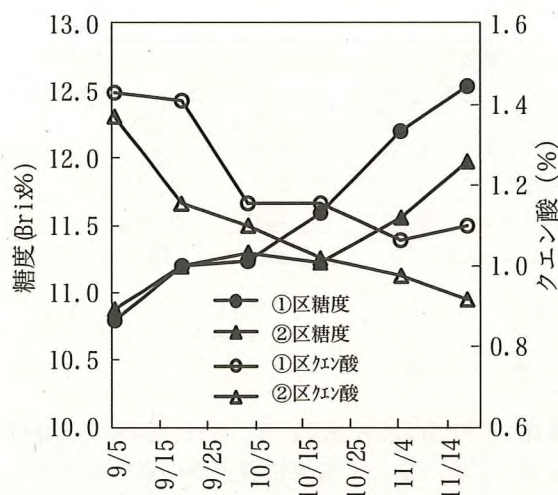


図23 秋季土壌水分管理による果実品質の推移

以上のことから、果皮緑色の脱色期（9月上旬）から完全着色期（10月下旬）までの土壌水分管理によって果実品質は左右され、高糖度な果実生産のためには少湿管理が必要である。しかし、pF2.8程度の乾燥状態が続くと減酸が遅れるので適度な少量かん水を行う必要があると考えられた。

V 果皮障害防止

「天草」の加温栽培では着色期に入ってから果頂部果皮の油胞の肥厚により果面が凸凹になり、外観を損ない商品性が低下する果皮障害（油胞肥厚症）が発症するので、その発症要因、防止対策を検討した。

試験1 油胞肥厚症の実態調査

1) 材料および方法

2003年に杵築市現地（耐候型ハウス）の加温ハウス栽培「天草」5年生を用いて、果皮障害、果実品質について調査した。

2) 結果および考察

油胞肥厚症は、達観調査より果皮緑色の脱色期（9月上旬）から発症が認められるようになり、初期は油胞が果頂部～赤道面にかけて点々と肥大し、鳥肌症状となり、着色の進行とともに発生部位の果皮の肥厚が進み、収穫時には凸凹症状となった（写真2、3）。

症状の発生部位では大きな油胞が点在し、大きな油胞の発生位置で果皮の肥厚が認められた（写真4）。

果実品質と着果形態からは、発症程度が激しくなるほど縦径が大きく、果形はやや腰高となり、果梗の軸径もやや大きくなった。しかし、糖度、クエン酸含量に差は認められなかった（表6）。

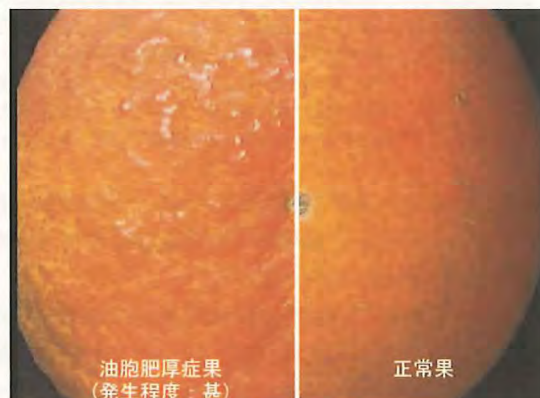


写真2 油胞肥厚症発症果と健全果



写真3 油胞肥厚症の発症部拡大



写真4 油胞肥厚症の果皮断面

表6 油胞肥厚症の発症程度別果実品質と着果形態

発生程度	果実重 (g)	横径 (mm)	縦径 (mm)	糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)	着果形態 (有葉果)		
						果梗軸長 (mm)	果梗軸径 (mm)	新葉数
軽	263.1	83.6	70.5 ^a	10.7	0.94	13.4	3.1 ^a	6.3
中	275.0	84.2	71.9 ^{ab}	11.1	1.00	10.7	3.4 ^b	6.0
甚	283.2	84.6	73.2 ^b	11.0	0.99	13.2	3.4 ^b	7.1
有意性	ns	ns	**	ns	ns	ns	*	ns

※注1) 発生程度 軽：果頂部を中心に鳥肌症状が発生しているもの
 中：果頂部を中心に軽い火ぶくれ症状が発生しているもの
 甚：果頂部を中心に火ぶくれ症状が発生しているもの

2) 有意性：Tukeyの多重検定により異符号間で**は1%レベル、*は5%レベルの有意

表7 油胞肥厚症の発症程度別果皮形質

発症程度	果皮厚		果皮色					
	赤道面 (mm)	果頂部 (mm)	赤道部		果頂部		果梗部	
			a値	a/b値	a値	a/b値	a値	a/b値
軽	2.7 ^a	3.0 ^a	30.8 ^a	0.49 ^a	32.8 ^a	0.55 ^a	30.8	0.56
中	2.7 ^{ab}	3.2 ^{ab}	32.3 ^{ab}	0.52 ^{ab}	33.9 ^{ab}	0.58 ^{ab}	31.7	0.57
甚	2.9 ^b	3.4 ^b	33.4 ^b	0.53 ^b	34.4 ^b	0.59 ^b	32.0	0.60
有意性	*	**	**	**	*	**	ns	ns

※注1) 発症程度 軽：果頂部を中心に烏肌症状が発生しているもの
 中：果頂部を中心に軽い火ぶくれ症状が発生しているもの
 甚：果頂部を中心に火ぶくれ症状が発生しているもの

2) 有意性：Tukeyの多重検定により異符号間で**は1%レベル、*は5%レベルの有意

果皮形質では、発症程度が激しいほど果頂部の果皮が厚くなり、果皮色は果頂部から赤道部にかけて赤味の濃い傾向が認められた（表7）。

以上のことから、油胞肥厚症は果頂部の油胞の肥厚が原因で発生すると考えられ、症状が進むと果皮の肥厚が進み、果面は凸凹になり、果皮色の赤味が増すが、食味には影響が認められなかった。

試験2 油胞肥厚症の発生要因の解明

1) 材料および方法

2004年から2006年の3カ年において、杵築市現地（耐候型ハウス）の加温ハウス栽培「天草」7年生78樹（1棟全樹調査、2006年のみ52樹）を用いて、収穫時の果皮障害程度、樹勢、着果数、果実肥大、果形、幹周等について、また翌年着花量、翌年新梢数（量）につい

て調査し、相関関係を検討した。また、2004年は発症程度別に1区3樹にて着果位置近隣の葉の水ポテンシャル（プレッシャーチャンバー法にて測定）、根域調査を、2005年は着果量別に1区4樹にて果実肥大、葉の水ポテンシャルを、2006年は糖度、クエン酸含量を加えて調査した。

2) 結果および考察

2004年の調査からは、果皮障害程度と各要因の関係では、果形 $r=-0.687^{***}$ 、翌年の着花数 $r=-0.465^{***}$ の負の相関が認められた。また樹勢 $r=0.507^{***}$ 、着葉数 $r=0.463^{***}$ 、新葉数 $r=0.467^{**}$ 、翌年新梢量 $r=0.407^{***}$ の正の相関が認められた。

2005年の調査からは、果皮障害程度と各要因と関係では、果形、前年果形、着果数の順に負の相関が、幹

表8 果皮障害の各要因との相関係数（2005年）

項目	調査日	相関係数
前年樹勢	04/11/12	0.151
前年着果数	04/11/12	0.186
前年着葉数	04/11/12	0.245 *
前年肥大	04/11/12	-0.119
前年果形	04/11/12	-0.316 **
前年果皮障害	04/11/12	0.447 ***
前年キク果	04/12/1	-0.021
旧葉数	05/3/10	0.181
着花数	05/3/10	-0.281 *
新梢数	05/3/10	0.133
新梢長	05/3/10	0.171
樹勢	05/10/7	0.302 **
着果数	05/10/7	-0.291 **
肥大	05/10/7	0.287 *
果形	05/10/7	-0.492 ***
キク果	05/11/22	-0.109
落果	05/11/23	0.252 *
翌年着花量	06/2/27	0.133
翌年新梢数	06/2/27	0.141
翌年新梢長	06/2/27	0.509 ***
幹周	06/3/20	0.512 ***

注1) 果皮障害（11/11調査）は無：0～甚：5にて6段階達観評価

2) キク果、落果は無：0～甚：4にて5段階達観評価

3) 樹勢は弱：1～強：5にて5段階達観評価

4) 着果数は少：1～多：5にて5段階達観評価

5) 果実肥大は小：1～大：5にて5段階達観評価

6) 果形は腰高：1～扁平：5にて5段階達観評価

7) 着花量は極少：0～甚：6にて7段階達観評価

8) 新梢数は少：1～多：5にて5段階達観評価

9) 新梢長は短：1～長：5にて5段階達観評価

10) 有意性：*：5%、**：1%、***：0.1%

11) n=78

周、翌年新梢数、前年果皮障害、樹勢の順に正の相関が認められた(表8)。最も高い相関が認められた幹周は、自根発生による大木化を示していると考えられた。

2006年の調査では、裏作で着果量がやや少なかったが、夏秋季から収穫まで土壌水分を少湿度で管理したため、果実肥大は中程度で、果皮障害の発生は少なく、果実品質は高糖高酸傾向であった。果皮障害程度と各要因との関係では、糖度、クエン酸含量、翌年着花量、前年障害の順に負の相関が、翌年新梢数、前年果形、翌年新梢長、肥大の順に正の相関が認められ、土壌乾燥により果実肥大を抑制することで高糖高酸となり、果皮障害発生が少なくなる傾向が認められた(表9)。また、前々年との関係では、着果数と負の相関が、肥大と正の相関が認められ、果皮障害発生は隔年結果とも関連が高いことが明らかとなった(表9)。

表9 果皮障害の各要因との相関係数(2006年)

項目	調査日	相関係数
前々年樹勢	04/11/12	0.200
前々年着果数	04/11/12	-0.363 **
前々年肥大	04/11/12	0.400 **
前々年果形	04/11/12	0.003
前々年障害	04/12/ 1	-0.095
前年樹勢	05/10/ 7	-0.133
前年着果数	05/10/ 7	0.147
前年肥大	05/10/ 7	-0.180
前年果形	05/10/ 7	0.398 **
前年障害	05/11/22	-0.336 *
着花量	06/ 2/27	0.028
新梢数	06/ 2/27	-0.095
新梢長	06/ 2/27	-0.233
樹勢	06/11/14	0.117
着果数	06/11/14	0.233
肥大	06/11/14	0.306 *
果形	06/11/14	-0.174
幹周	06/11/14	-0.059
糖度	06/11/21	-0.689 ***
クエン酸	06/11/21	-0.639 ***
翌年樹勢	07/ 3/ 5	0.218
翌年着花量	07/ 3/ 5	-0.404 **
翌年新梢量	07/ 3/ 5	0.423 **
翌年新梢長	07/ 3/ 5	0.361 **

- 注1) 果皮障害(11/14調査)は無:0~甚:5にて6段階達観評価
 2) 樹勢は弱:1~強:5にて5段階達観評価
 3) 着果数は少:1~多:5にて5段階達観評価
 4) 果実肥大は小:1~大:5にて5段階達観評価
 5) 果形は腰高:1~扁平:5にて5段階達観評価
 6) 着花量は極少:0~甚:6にて7段階達観評価
 7) 新梢数は少:1~多:5にて5段階達観評価
 8) 新梢長は短:1~長:5にて5段階達観評価
 9) 有意性:*:5%、** :1%、*** :0.1%
 10) n=52

表10 果皮障害発症程度と葉の水ポテンシャルおよび根域分布(2004年)

発症程度 (11/12)	水ポテンシャル (11/15) (-Mpa)	根域深さ (cm)	主要根域 深さ (cm)	耕土第1層		耕土第2層	
				深さ (cm)	土壌硬度 (kg/cm ²)	深さ (cm)	土壌硬度 (kg/cm ²)
無	0.59	50.0	32.7	33.0	15.3	54.3	23.7
軽	0.63	45.3	29.7	32.0	14.5	48.0	20.8
中	0.74	40.7	30.0	31.0	17.5	44.3	23.3
甚	0.79	37.0	29.5	31.0	15.0	45.5	22.3
有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注) 根域調査:2005年1月29日

果皮障害の形態別では、着果少区で果柱痕を中心に果頂部に発生した障害（障害1）が多く、程度も強くなる傾向が認められた（表11）。また、いずれの区も果形の良い果実では果柱痕周辺の果皮障害が発生したが、外観を損なわないものが多かった。なお、着色の早晚、果実品質と果皮障害の間にはいずれの区も相関が認められなかった。

以上のことから、果皮障害は幹周が大きく、着果数が少なく、果形指数が低い樹ほど発生が多く、発生樹は連年発生する傾向があることから、自根発生による着花不安定も原因の一因として推測された。また着色開始期以降は、土壤水分を少湿管理することで発生が抑制されると推察された。

試験3 収穫前のかん水による果皮障害の助長

1) 材料と方法

IV高品質大玉果生産技術の試験4の試験区(①区(収穫前かん水区)、②区(収穫前乾燥区))を用いて、収穫前のかん水による果皮障害の助長について検証した。各区とも1区30果にて、果実肥大、果皮障害発生率・程度を調査した。

2) 結果および考察

果皮障害は完全着色となる11月上旬より発生が始まった。①区の障害程度は軽度が中心であったが、②区と比較して、程度、発生率ともに次第に高くなった（表12）。また達観調査で果頂部果皮の肥厚が認められた。

以上のことから、減酸をねらった着色期のかん水は果皮障害発生を助長することが明らかとなった。

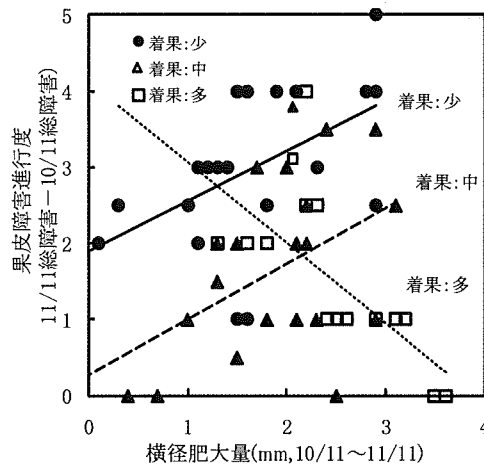


図24 着果量別着色期の横径肥大と果皮障害の進行（2005年産）

表11 着果量別果皮障害発生程度と関連要因（2005年）

着果量	障害10/11		障害11/11		果実横径(mm)			果形指数 10/11	着色 10/11	葉の水ポテンシャル 期間平均(Mpa)	幹周 (cm)
	総障害	障害1	障害2	10/11	11/11	肥大量					
少	0.5 a	3.5 a	2.4 a	1.9	84.1 a	85.8 a	1.7 a	106 a	8.1	-0.81 a	39.6 a
中	0.3	2.0 b	0.8 b	1.4	82.5 a	84.4 a	1.9	117 b	7.9	-0.71 b	30.8 b
多	0.0 b	1.5 b	0.5 b	1.0	76.8 b	79.3 b	2.5 b	121 b	8.2	-0.73	28.4 b
有意性	**	**	**	ns	**	**	**	**	ns	**	*

- ※注1) 果皮障害は無(0)、微(1)、少(2)、中(3)、多(4)、甚(5)として評価。
- 注2) 障害1は果柱痕を中心に果頂部に発生したもの。
- 注3) 障害2は果頂部周辺にリング状に発生したもの。
- 注4) 葉の水ポテンシャルは10/13～11/11まで10日間隔で測定。
- 注5) 有意性: Tukeyの多重検定により異符号間で**は1%レベル、*は5%レベルの有意差あり

表12 収穫前のかん水による果皮障害の発生率と発生程度（2007年）

	11月5日			11月15日				11月29日					
	横径	障害発生率(%)	障害程度 総障害	横径	障害発生率(%)	総障害	障害1	障害2	横径	障害発生率(%)	総障害	障害1	障害2
①区	84.3	26.7	0.37	85.0	63.3	0.80	0.40	0.43	85.9	70.0	0.95	0.50	0.50
②区	84.5	13.3	0.13	84.9	36.7	0.38	0.13	0.27	85.5	43.3	0.45	0.10	0.37
有意性	ns	-	ns	ns	-	*	*	ns	ns	-	**	*	ns

- ※注1) 果皮障害程度は無(0)、微(1)、少(2)、中(3)、多(4)、甚(5)として評価。
- 注2) 障害1は果柱痕を中心に果頂部に発生したもの。
- 注3) 障害2は果頂部周辺にリング状に発生したもの。
- 注4) 有意性: **は1%レベル、*は5%レベルの有意差あり

VI 総合考察

カンキツ「天草」の加温ハウス栽培は、1月下旬～2月上旬に加温を開始し、11月中旬から12月上旬に収穫・出荷されている。

着花については、池田ら⁶⁾は直花が主体で、有葉果のほとんどが単生花であり、生理落果により直花の大半は落果し、生理落果終了後の結実果実は大部分が有葉果となると報告している。

果実は、生理落果終了後から肥大を始め、着色が進む9月下旬（満開後200日頃）まで果実肥大は続き、その後は緩慢となった。有葉果は直花果に比べて果実肥大が優れ、果形指数は大きかった。また、糖度は9月に入ると次第に高くなり、収穫時にはBrix11～13%となった。減酸は9月までは果実肥大とともに進むが、その後は次第に緩慢となり、11月上旬（満開後240日）にはクエン酸含量1.0%となった。

「天草」の加温ハウス栽培は年末贈答用商品としての高級果実生産が目的であることから、本研究では高品質な大玉果（2L果、横径80～88mm）が連年安定生産できる技術確立に取り組んだ。

摘果方法では福元ら²⁾、平野ら³⁾の報告をもとに現地で行われている摘果方法の改良を行った。荒摘果（満開後50日）の程度を葉果比60程度に強め（早期摘果）、満開後90～100日に葉果比80に仕上げ摘果することにより同等の果実肥大効果が得られた。梅雨明け以降の夏季晴天日は、日中の強日射により果実肥大が抑制されるので、閉閉式寒冷紗等が利用できる場合は、ハウス内が高温になる時間帯に利用し、果実肥大を促すことが望まれる。

早期摘果により大玉果生産ができるが、糖度が低くなる傾向が認められることから、その対策としてハウスミカン同様に果汁が発現する時期（満開後90～130）に一時的に土壤水分レベルを下げるにより糖度の高い果実が生産できることが明らかになった。しかし、樹勢が弱い場合は土壤乾燥処理は避けるべきであると考えられた。

また、秋季の土壤水分管理では満開後160～180日（8月下旬～9月上旬）から収穫時までは再び土壤水分を少湿にて管理し、果実肥大・品質を調整することで高品質な果実が安定生産できることも明らかとなった。しかし、9月に土壤を乾燥させすぎると、果実肥大が劣り減酸が遅れるばかりでなく、10月に入り気温が下がると果実の肥大が再び進み、アルベドの断絶症状が発生し、裂果しやすくなることが観察されているので、土壤水分管理には十分に注意する必要がある。

果実の生理障害では、果頂部側の果面が油胞の突出により荒れる「油胞肥厚症」と果面に無数の亀裂が入

りコルク化した「メロン症」（写真5）と呼ばれるものが認められる。



写真5 メロン症果実

油胞肥厚症については発生が比較的多く、着色が進む10月中旬頃から果頂部に発生が始まり、樹勢が強く、着果数が少ない樹で発生が多く、症状が激しい果実は赤色が濃くなるが外観が劣る。発生樹は連年発生する傾向があることから、自根発生による着花不安定も原因の一因として推測された。また、着色期以降は土壤水分を少湿で管理することで果皮障害発生を抑制できると考えられ、それまでに果実の減酸を図る必要がある。

メロン症の発生は少なく、局所的に樹別に発生する。発生は仕上げ摘果時期頃から始まり、樹勢がやや弱く、果実肥大が劣る樹で発生が観察されている。症状の激しい樹では枝にも黒点状となった同様の症状が認められるが、発生要因は明らかでない。

「天草」は自根が発生しやすく、福元ら⁷⁾は自根発生樹は樹勢が旺盛となり、着花が安定せず、糖酸ともに低い果実が生産され、隔年結果しやすくなると報告している。苗木からの導入でも発生が認められ、自根は生育が早く、カラタチ台が枯死することもあるので、早期に発見し除去する必要がある。また、定植後に接ぎ木部が土やわら等に覆われないように高めに植え付けることも必要である。自根が発達し、大きくなっている場合は、切除すると極端な樹勢低下を招くので、自根の切除は行わず、強剪定を避け、樹を落ち着かせる。着花が安定すれば高品質果実の生産は可能である。

VII 摘要

カンキツ「天草」の施設栽培における高品質果実の安定生産技術について、果実生育特性、隔年結果防止、摘果、土壤水分管理、果皮障害防止について検討した。

1. 「天草」は1月下旬からの加温ハウス栽培により3月上旬に満開となり、11月上旬（満開後240日）には収穫適期となる。

2. 隔年結果が防止できる適正着果量（収量）は樹容積1 m³当り3.5kg程度である。
3. 満開後50日に葉果比60程度に早期摘果し、満開後150日までに葉果比80に仕上げ摘果することで果実肥大は促進される。
4. 夏季の満開後90～120（130）日に一時的な土壤乾燥処理を行うことによって、果実肥大に影響することなく糖度を高めることができる。
5. 着色期（9月上旬～10月下旬）のかん水を控えて土壤水分を少湿（pF2.6～2.8）にて管理することで果実肥大が抑制され、糖度が高まる。
6. 果皮障害の油胞肥厚症は、果頂部に発生し、症状が進むと果面が凸凹になる。
7. 油胞肥厚症は、幹周が大きく、着果数が少なく、果形指数が低い樹ほど発生が多く、発生樹は連年発生する傾向がある。また、減酸をねらった着色期のかん水は発生を助長する。

実品質、九州沖縄農業研究成果情報16、207-208

謝 辞

本研究の実施にあたり、現地での調査にご協力いただいた杵築市農業協同組合柑橘研究会美娘部会の生産者の方々に深く敬意を表する。

引用文献

- 1) 加美豊・池内温・井上久雄・藤井栄一・藤原文孝（2002）：タンゴール‘天草’の加温ハウス栽培における果実発育と品質、愛媛県立果樹試験場研究報告15、13-20
- 2) 福元博・荒武貴浩・平田力也（2003）：カンキツ「天草」の加温ハウス栽培における適正着果量は葉果比80～100、九州沖縄農業研究成果情報18、259-2 60
- 3) 平野稔邦・池田繁成・新堂高広（2003）：カンキツ「天草」の摘果の早期化による果実肥大促進、九州沖縄農業研究成果情報18、247-248
- 4) 平野稔邦・池田繁成・新堂高広（2002）：カンキツ“天草”のフルオープンハウス栽培による水分制御が果実品質に及ぼす影響、園芸学会九州支部研究集録10、21
- 5) 川野信寿：ハウスミカンの生産安定と品質向上〔5〕、農業および園芸63-7、847-854
- 6) 池田繁成、松元篤史、新堂高広、平野稔邦、篠倉耕作（2007）：中晩生カンキツ‘天草’の施設栽培における着花・果および果実生育特性、佐賀県果樹試験場研究報告16、17-24
- 7) 福元博・黒木重文・荒武貴浩（2001）：カンキツ新品種「天草」苗木における自根発生と樹勢及び果

Stable Production Technique of High Quality Fruit of Citrus Cultivar 'Amakusa' in Greenhouse in Greenhouse

Tatsuo KAWANO, Kimiaki MATSUBARA and Mitsufumi ETO

Summary

To establish stable production techniques for high quality fruit of the citrus cultivar 'Amakusa' in greenhouse, we studied its characteristics on fruit growth, alternate bearing control, fruit thinning, soil moisture control, and peel disorder control.

- 1 Under heated greenhouse conditions beginning late in January, 'Amakusa' fully blooms early in March to be in a suitable harvesting period early in November (240 days after full bloom).
- 2 The amount of proper fruit bearing (yield) for the control of alternate bearing is about 3.5 kg per 1 m³ of tree capacity.
- 3 The vertical fruit growth is enhanced by early fruit thinning to about 60 leaves per fruit 50 days after full bloom and finishing fruit thinning to 80 leaves per fruit by 150 days after full bloom.
- 4 Soil drying treatment practiced once during the period of 90-120 (130) days in the summer can increase soluble solids content without affecting vertical fruit growth.
- 5 Controlled watering during the fruit coloring period (early in September to late in October) keeps soil slightly wet (pF 2.6-2.8), controls vertical fruit growth, and increases soluble solids content.
- 6 Oil gland enlargement, a peel disorder, occurs at fruit apices to make fruit surface uneven as the enlargement progresses.
- 7 Oil gland enlargement occurs more frequently in fruit of trees with larger trunk circumferences, smaller fruit setting numbers, and lower shape indices of fruit. Oil gland enlargement tends to occur in affected trees in successive years. Also, watering for reducing acid during a fruit coloring period facilitates the occurrence of oil gland enlargement.

