

カンキツ ‘大分果研4号’ のハウス栽培における

樹体および果実品質の特性

吉澤栄一・松原公明

Characteristics of Tree and Fruit Quality of Citrus Fruit 'Oita Kaken 4gou' Grown in a Greenhouse Cultivation

Eiichi YOSHIZAWA and Kimiaki MATSUBARA

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

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

キーワード：大分果研4号、無加温ハウス栽培、少加温ハウス栽培、開花期温度、かん水時期と量

目次

I 諸言

I	諸言
II	ハウス栽培における樹体および果実品質の特性
1	ハウス栽培における樹体および果実品質の特性
2	開花期の温度と果形
3	かん水時期と量が果実品質に及ぼす影響
4	マルチ資材敷設による着色促進効果
III	総合考察
IV	適要
	謝辞
	引用文献
	Summary

大分県のハウスミカン栽培面積は全国第3位で、大分県を代表する果樹の1つであり、ハウスミカンは県カンキツ産業の中心となっている。しかし、近年、重油価格高騰によって生産コストが上昇し、生産者は厳しい経営状況に置かれている。そのため、生産現場では次に挙げる二つの基本対策を講じている。一つ目は、ハウス内の温度管理の見直しやヒートポンプ等の導入による重油使用量の削減、または重油使用量が少ない‘不知火’や‘天草’等の施設カンキツへの転換による重油使用量の削減である。これらの施設カンキツを導入した場合の重油使用量は、ハウスミカンのおよそ半分となっている。二つ目は、単収向上による相対的な生産コスト削減による経営改善である。

このように、生産現場での生産コスト削減技術への関心が高いことから、大分県では、2月下旬から3月上旬頃の加温開始によって重油使用量を少なく抑え、昼夜温を15℃～30℃程度にコントロールする「少加温

ハウス栽培」や、昼温のみを30℃前後にコントロールして重油を使用することなく生育を前進させる「無加温ハウス栽培」の栽培技術を活用し、県内カンキツ産地に散在している遊休施設（ハウス）の有効利用を検討している。

このため、少加温ハウス栽培や無加温ハウス栽培において、高品質な果実が生産できるカンキツ品種の選定と栽培技術を確立することが重要である。

カンキツ‘大分果研4号（商標登録名：ゼリーオレンジ・サンセレブ）’【以下、‘大分果研4号’と記す】は、1995年に大分県柑橘試験場（現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）において、高糖系温州‘大津八号’（‘大津四号’の兄弟系統）に、オレンジの血を引く‘天草’の花粉を交配して得られた交雑実生から育成し、2009年に品種登録された県オリジナルの早生カンキツ品種である。果皮色は濃橙、果形は果形指数115程度の扁球型で、1果重は170g程度、果皮は中程度でやや滑らかであり、じょうのう膜は柔らかく、中程度のオレンジ香があり、多汁で果肉が軟らかい。露地栽培での収穫期は、果皮が完全着色となり、果実のクエン酸含量が1.0%以下となる11月下旬から12月中旬である（檜原ら¹⁾）。「大分果研4号」は、とろけるようなゼリー状の食感と上品な食味が特徴で、年内収穫が可能な優れた年末商材としてブランド化が図られている。

しかしながら、‘大分果研4号’は、露地栽培ではやや糖度が低いことが生産上の課題となっている。生産現場では、根からの水分吸収を抑制し、樹体に水分ストレスを付与して果実糖度を高めるマルチ敷設や屋根かけ栽培が取り組まれているが、近年の極端な気象等によりその効果は安定していない。

そこで、県オリジナル品種‘大分果研4号’の無加温ハウスおよび少加温ハウスにおける樹体特性および果実品質、開花期の温度と果形、かん水時期と量および果実品質、マルチ資材敷設による着色促進効果につ

いて検討したので以下に報告する。

II ハウス栽培における樹体および果実品質の特性

1 ‘大分果研4号’の無加温ハウスおよび少加温ハウス栽培における樹体特性および果実品質

1) 目的

‘大分果研4号’のハウス栽培における樹体および果実品質の特性を明らかにするため、無加温ハウスおよび少加温ハウス栽培における温度条件、生育および果実品質について検討した。

2) 材料および方法

2016～2018年に、温州ミカンチームの6-2号ハウス内の高接ぎ5～7年目（結実4～6年目）8樹、6-3号ハウス内の高接ぎ8～10年生（結実7～9年目）3樹、高接ぎ9～11年目（結実8～10年目）3樹、高接ぎ6～8年目（結実5～7年目）3樹の合計17樹の‘大分果研4号’を供試して、6-2号ハウスでは無加温ハウス栽培を、6-3号ハウスでは少加温栽培を行い、ハウス内温度、満開日、栽培開始から満開までに要した日数、満開から収穫までに要した日数、果形指数、果実重、Brix、クエン酸含量、1樹当たり収量を調査した。

果形指数、果実重、Brix、クエン酸含量は、樹冠赤道部の平均的な果実を1樹から5果採取し、果実毎に測定し、その平均値を求めた。Brix、クエン酸含量は、酸糖度分析装置(NH-2000、堀場製作所)により測定した。

無加温ハウスおよび少加温ハウスともに、2016年は3月8日、2017年は3月7日、2018年は2月20日に栽培を開始した。ハウス外周のビニール被覆は、無加温ハウス栽培では3カ年ともに一重、少加温ハウス栽培では、2016年は二重、2017年および2018年は一重

表1 ‘大分果研4号’の無加温栽培および少加温栽培における満開日と収穫日

栽培方法	年度	サイド被覆日 または 加温開始日	被覆	設定温度 (夜温～昼温)	満開日	満開までの 日数	収穫日	満開から収穫ま での日数
無加温栽培 ²⁾	2016年	3月8日	1重	自然温度～25℃	4月22日	46日	12月20日	243日
	2017年	3月7日	1重	自然温度～30℃	4月22日	47日	11月27日	220日
	2018年	2月20日	1重	自然温度～30℃	4月11日	51日	12月6日	239日
少加温栽培 ²⁾	2016年	3月10日	2重	18℃～25℃	4月8日	30日	12月15日	252日
	2017年	3月7日	1重	15℃～25℃	4月12日	37日	12月6日	239日
	2018年	2月20日	1重	12℃～25℃	4月1日	41日	12月3日	247日

²⁾天井ビニールは周年被覆。6月以降はサイドビニールを解放し、天井ビニールのみを被覆した状態で管理。

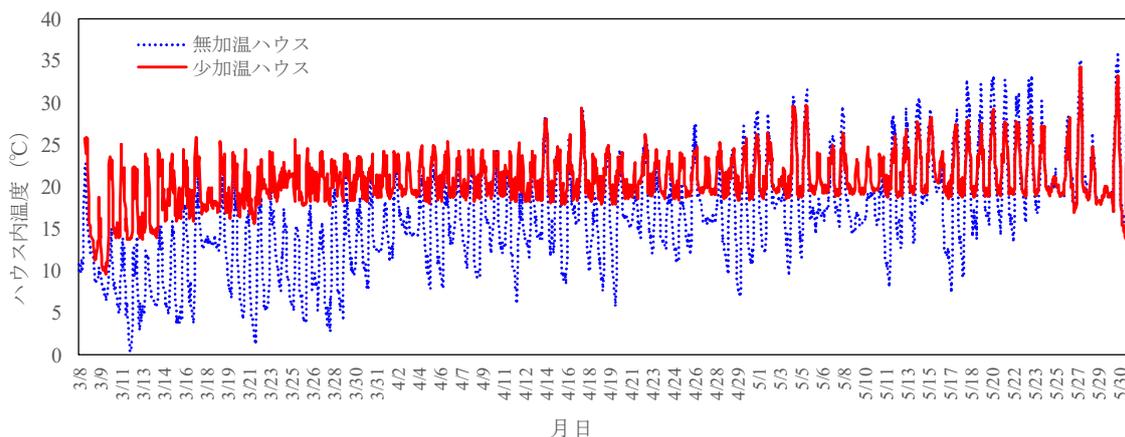


図1 2016年度の無加温および少加温ハウス内の栽培開始からサイドビニール開放までの間の温度の推移

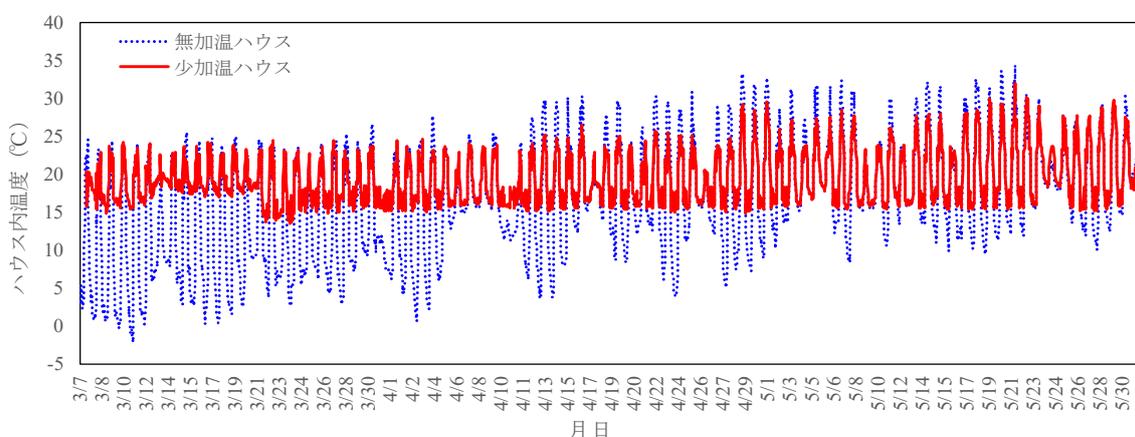


図2 2017年度の無加温および少加温ハウス内の栽培開始からサイドビニール開放までの間の温度の推移

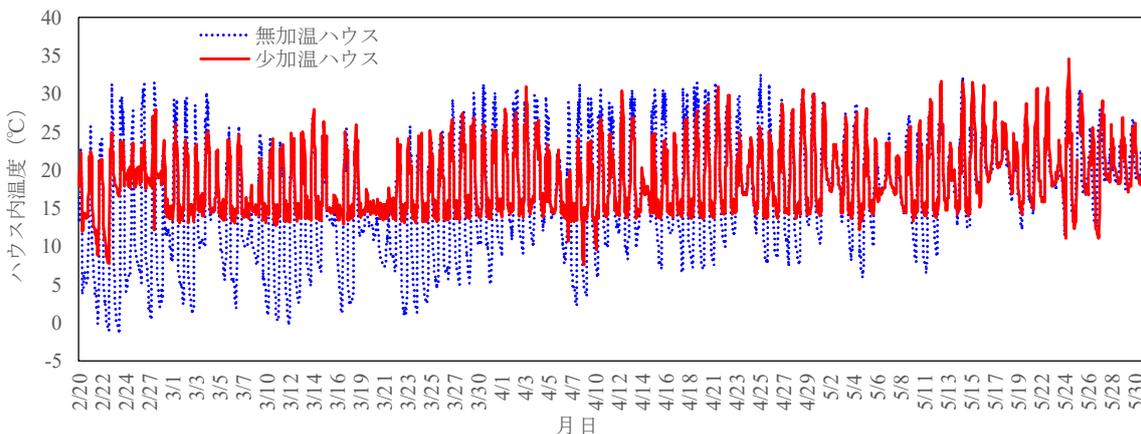


図3 2018年度の無加温および少加温ハウス内の栽培開始からサイドビニール開放までの間の温度の推移

とした。ハウス内の設定温度は、無加温栽培では、昼温を2016年は25°Cに、2017年および2018年は30°Cに設定した。少加温栽培では2016年は夜温を18°C、昼温を25°Cに、2017年は夜温を15°C、昼温を25°Cに、2018年は夜温を12°C、昼温を25°Cに設定した。

6月以降はいずれのハウスもサイドビニールを解放し、天井ビニールのみを被覆した状態で管理した。

3) 結果および考察

栽培開始から開花期までのハウス内温度は、無加温ハウス栽培では3カ年ともに0°C~30°Cと昼夜温の日較差が大きく推移し、2016年は最高温度が36.1°C、最低温度が0.5°C（図1）、2017年は最高温度が34.3°C、最低温度が-2.1°C（図2）、2018年は最高温度が32.5°C、最低温度が-2.1°C（図3）であった。満開日は、2016年

表2 ‘大分果研4号’の無加温ハウス栽培および少加温栽培における収穫時の果実品質

栽培方法	年度	分析 月日	横径 (mm)	果形 指数	1果平 均重 (g)	Brix	クエン酸 (%)	1樹当たり収量 (kg)
無加温栽培 ^z	2016年	12/22	74.3	101	251.3	10.9	0.97	30.2
	2017年	12/4	72.2	97	188.0	11.2	1.08	52.5
	2018年	12/7	72.0	83	217.4	12.7	1.08	41.0
少加温栽培 ^y	2016年	12/16	81.0	104	265.7	11.6	0.99	56.8
	2017年	12/11	76.0	111	210.1	11.6	1.16	77.3
	2018年	12/6	68.5	99	168.4	12.6	1.17	66.5

^z無加温ハウス栽培は、2016年は3月8日、2017年は3月7日、2018年は2月20日に栽培を開始。ハウス外周のビニールは3カ年ともに一重被覆、ハウス内の設定昼温は2016年は25℃、2017年と2018年は30℃。6月以降はいずれの年もサイドビニールを解放し、天井ビニールのみを被覆した状態で管理。

^y少加温ハウスは、2016年は3月8日、2017年は3月7日、2018年は2月20日に栽培を開始。ハウス外周のビニール被覆は2016年は二重、2017年と2018年は一重。ハウス内の設定温度は、2016年が夜温18℃、昼温25℃に、2017年が夜温15℃、昼温25℃、2018年が夜温12℃、昼温25℃。6月以降はいずれの年もサイドビニールを解放し、天井ビニールのみを被覆した状態で管理。

が4月22日、2017年が4月22日、2018年が4月11日で、栽培開始から満開までに要した日数は、2016年が46日、2017年が47日、2018年が51日であった(表1)。

少加温ハウス栽培では、2016年は概ね18℃～25℃で推移し、最高温度が34.2℃、最低温度が9.6℃(図1)、2017年は概ね15℃～25℃で推移し、最高温度が32.0℃、最低温度が13.6℃(図2)、2018年は概ね12℃～25℃で推移し、最高温度が34.5℃、最低温度が7.6℃(図3)であった。満開日は、2016年が4月8日、2017年が4月12日、2018年が4月1日で、栽培開始から満開までに要した日数は、2016年が30日、2017年が37日、2018年が41日であった(表1)。

無加温ハウス栽培では、3月上旬にハウス外周をビニール被覆し、昼温を25℃と30℃に設定した場合、満開日および満開までに要する日数がそれぞれ46日、47日であり、この2つの昼温設定環境でほぼ変わらなかった。栽培開始時期を3月上旬から2月下旬に早めると満開日および満開までに要する日数は5日程度長くなった。これは、夜間の低温により生育が遅延したためと考えられるが、いずれにしてもハウス外周のビニール被覆から満開までに要する日数は概ね50日であった。

一方、少加温栽培では栽培開始時期に関わらず、夜温設定が高いほど栽培開始から満開までに要する日数が短くなり、満開日の早晩は夜温の設定温度によって調節することが可能であった。ただし、栽培コストが無加温栽培比べ、加温に要した暖房費分だけ多く必要となった。

満開から収穫までに要した日数は、無加温ハウス栽培で2016年が243日、2017年が220日、2018年が239



写真1 果梗部にデコ(凸)が発生した‘大分果研4号’の果実

日、少加温ハウス栽培では2016年が252日、2017年が239日、2018年が247日であった(表1)。

12月上旬の果実のBrixは、無加温ハウス栽培で2016年が10.9、2017年が11.2、2018年が12.7、少加温ハウス栽培では2016年が11.6、2017年が11.6、2018年は12.6であった。クエン酸含量は、少加温ハウス栽培において2016年は0.99%、2017年が1.16%、2018年が1.17%、無加温ハウス栽培では2016年が0.97%、2017年が1.08%、2018年が1.08%であった(表2)。

また、無加温ハウス栽培の果形指数は、2016年が101、2017年が97、2018年が83と概ね100以下となり、果梗部にデコ(凸)が発生するなどし、果形が球形から洋梨型となった(表2、写真1)。少加温ハウス栽培での果形指数は、2016年が104、2017年が111、2018年が99であった(表2)。

早生温州ミカンのハウス栽培において、西山・船上ら²⁾は、発芽期以降の高温条件と昼夜温の日較差によって腰高果、三宝柑型の奇形果が発生したことを報告

している。今回の試験においても、3カ年の無加温ハウス栽培および2018年の少加温ハウス栽培で、発芽期から開花期までの間の昼温が30℃～35℃と高温であったことと、昼夜温の日較差が0℃～30℃と大きかったことにより、果梗部にデコ（凸）が発生するなどし、果形が球形から洋梨型となり、果形指数が小さくなったと考えられた。

1樹当たりの収量は、無加温ハウス栽培では2016年が30.2kg、2017年が52.5kg、2018年が41.0kg、少加温ハウス栽培では2016年が56.8kg、2017年が77.3kg、2018年が66.5kgであった。

以上のことから、「大分果研4号」は、無加温ハウス栽培でハウス外周のビニール被覆時期を2月下旬～3月上旬とすると、栽培開始から約50日後の4月上旬頃に満開となり、少加温栽培により加温開始時期を2月下旬～3月上旬に昼夜温を15℃～30℃程度にコントロールすると、加温開始からおよそ30～40日後に満開となる。また、無加温ハウス、少加温ハウス栽培のいずれにおいても、満開後240日頃の12月上旬頃にBrixが11～12度、クエン酸含量は概ね1%の果実品質となると考えられた。

ただし、無加温ハウス栽培や少加温ハウス栽培でも開花までの昼夜温の日較差が今回の試験のように0～30℃と大きくなる場合は、果形指数が100以下となり、果梗部にデコ（凸）が発生するなどし、果形が球形から洋梨型となることに注意する必要があると考えられた。

2 「大分果研4号」の開花期の温度と果形

1) 目的

「大分果研4号」の無加温ハウス栽培に資するため、開花時期の日較差が果形指数に与える影響について検討した。

2) 材料および方法

2017年に温州ミカンチームの9-1、9-2号ハウス（いずれも単棟ハウス）の6年生（結実2年目、各ハウスに4樹）の「大分果研4号」8樹を供試して、9-1号ハウスの4樹を「周年屋根かけ栽培区（以下「周年区）」、9-2号ハウスの4樹を「開花期間ビニール除去区（以下「除去区）」とし、満開前後のハウス内温度、満開日および収穫後の果実品質を調査した。果実品質は、各樹より2L果を10果サンプリングし、各処理区80果（10果/樹×4樹）の果形指数、果実重、Brix、クエン酸含量を調査した。

収穫した果実のBrix、クエン酸含量は、酸糖度分析装置（NH-2000、堀場製作所）により測定した。

「周年区」は、発芽前から収穫までの間、ハウスの天井ビニールを被覆したままにした。

「除去区」は、発芽前から開花3週間前までハウスの天井ビニールを被覆し、開花3週間前から開花後2週間の間は天井ビニールを除去した。さらに、開花2週間後にハウスの天井ビニールを再被覆し、収穫までの間、天井ビニールを被覆したままにした。また、いずれの処理区もハウスのサイドビニールは被覆しなかった。

果実生育期間中の栽培管理は、摘果を満開後40～70

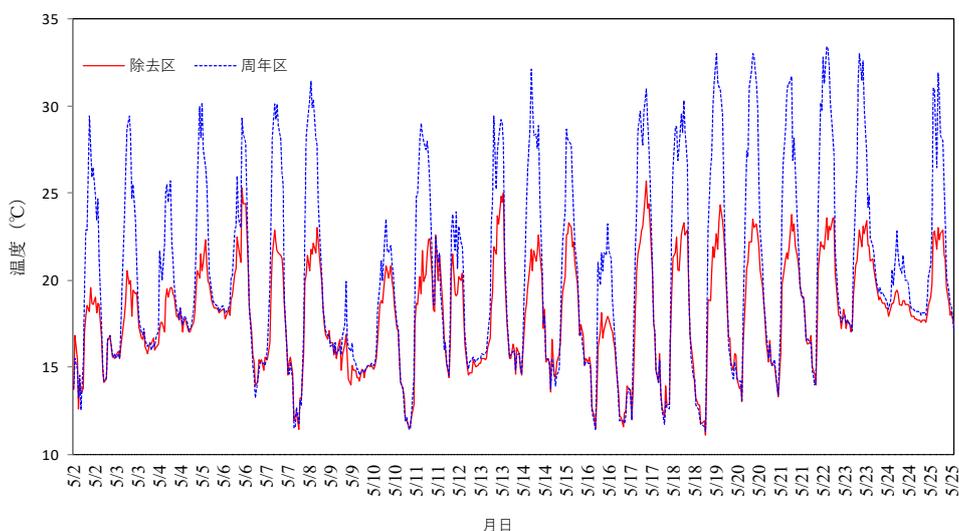


図4 「周年区」および「除去区」の開花期のハウス内温度の推移

表3 開花前後の天井ビニール除去が‘大分果研4号’の果実品質に及ぼす影響

処理区	満開日	果数 (個)	平均 横径 (mm)	平均 縦径 (mm)	平均 果形 指数	果形指数 110以上の 割合 (%)	1果 平均重 (g)	Brix	クエン酸 含量 (%)
周年区	5/12	390	73.1	71.9	102	32.5	195.3	12.2	1.25
除去区	5/17	363	72.9	64.6	113	87.7	178.3	11.6	1.22
t検定結果 ^z			n.s.	*	*			n.s.	n.s.

^zt検定により*は5%水準の有意差があることを、n.s.は有意差なしを示す。

日の間に行い、かん水は満開後 70 日まで 5~7t/10a/7 日、70~110 日間の間は無かん水とし、110~120 日の間は 5~7t/10a/7 日、120 日以降は無かん水とした。

3) 結果および考察

「周年区」の開花期のハウス内温度は、概ね 12℃~33℃で推移し、満開日は 5 月 12 日であった。

「除去区」は、開花前の間の 4 月 26 日までハウスの天井ビニールを被覆し、開花前後の 4 月 26 日~5 月 31 日の間は天井ビニールを除去した。そして、開花後の 5 月 31 日に再びハウスの天井ビニールを被覆した結果、開花期のハウス内温度が概ね 12℃~24℃で推移し、満開日は 5 月 17 日であった。「周年区」の満開日は、「除去区」より 5 日間早くなった (図 4、表 3)。

満開後約 210 日の 12 月 8 日に収穫した果実の横径、縦径、果形指数の平均は、「周年区」でそれぞれ 73.1mm、71.9mm、102、「除去区」でそれぞれ 72.9mm、64.6mm、113 であり、両処理区間の縦径、果形指数において、有意な差が認められた。果形指数について、檜原ら¹⁾は、110~115 (平均 113) で果形は扁球形としており、果形指数 110 以上の割合は「周年区」が 33%、「除去区」が 88%で、「除去区」の果実が扁球形であったのに対し、「周年区」の果実は果梗部にデコ (凸) が発生するなどし、果形が球形から洋梨型となった (表 3)。

なお、Brix、クエン酸含量に有意な差は認められなかった (表 3)。

以上のことから、開花前 3 週間から開花後 2 週間間の温度を 12℃~22℃程度で昼夜温の日較差をおよそ 10℃で管理すれば、果形指数が概ね 110 以上となり、果形指数の低下を軽減できると考えられた。

3 ‘大分果研4号’のハウス栽培におけるかん水時期と量が果実品質に及ぼす影響

1) 目的

‘大分果研4号’のハウス栽培において、高糖度果

実栽培のため、果汁蓄積開始期、かん水時期と量が果実品質に及ぼす影響について検討した。

2) 材料および方法

温州ミカンチームの 6-2 号の高接ぎ 6~7 年生 (結実 5~6 年目) の 6 樹を用い、2017 年は「満開後 70 日以降無かん水・水戻しかん水・少かん水管理区 (以下「70 日・戻しかん水区」)」、「満開後 80 日以降無かん水・水戻しかん水・少かん水管理区 (以下「80 日・戻しかん水区」)」、「満開後 90 日以降無かん水・水戻しかん水・少かん水管理区 (以下「90 日・戻しかん水区」)」の 3 処理区 (各区 2 樹) を設けた。2018 年は「満開後 70 日以降無かん水・少かん水管理区 (以下「70 日・少かん水区」)」、「満開後 80 日以降無かん水・少かん水管理区 (以下「80 日・少かん水区」)」、「満開後 90 日以降無かん水・少かん水管理区 (以下「90 日・少かん水区」)」の 3 処理区 (各区 2 樹) を設け、各処理区の葉内最大水ポテンシャル、果実生育期間中の果実横径、Brix、クエン酸含量の推移、1 樹当たり収量、階級割合、1 果平均重、収穫時の果実の Brix およびクエン酸含量について調査した。

かん水管理は、2 ヶ年各処理区ともに満開後 70~90 日まで 1 週間当たり 100ℓ/樹を 3 回に分けてかん水し、各処理区で満開後 70~100 日、80~110 日、90~120 日の 30 日間は無かん水とした。その後は、2017 年では各処理区とも 1 週間当たり 100ℓ/樹を 3 回に分けて水戻しかん水を行い、その後少かん水管理を行った。水戻しかん水から収穫までのかん水量は平均で 1 週間当たり 8ℓ/樹とした。2018 年は各処理区とも水戻しかん水を行わず、収穫まで少かん水管理を行った。無かん水処理開始から収穫までのかん水量は、平均で 1 週間当たり 8ℓ/樹とした。

各処理区の葉内最大水ポテンシャルは、2017 年は 7 月下旬から 11 月の間、2018 年は 7 月上旬から 10 月までの間にいずれも 10 日間隔で、日の出前に樹冠赤道部の春枝の先端から 2~3 枚目の葉を 1 樹から 3 枚、各処理区合計 6 枚をサンプリングして直ちにアルミ袋

に入れて遮光し、プレッシャーチャンバー法（Model600、メイワフォーシス（株））で計測した。

果実横径は、樹冠赤道部の平均的な果実を調査対象とした。2017年は6月中旬から12月上旬の間に各処理区30果（15/樹）を、2018年は7月上旬から12月上旬までの間に各処理区20果（10/樹）をノギスにより果実の同一箇所を10日間隔で測定し、その平均値を求めた。

果実生育期間中のBrixおよびクエン酸含量は、2017年は6月中旬から12月上旬の間、2018年は7月上旬から12月上旬までの間にいずれも15日間隔で樹冠赤道部の平均的な果実を、1樹から2～3果採取して酸糖度分析装置（NH-2000、堀場製作所）により果実毎に測定し、その平均値を求めた。

また、収穫時に1樹当たり収量、階級割合、1果平均重、Brix、クエン酸含量を調査した。収穫した果実のBrixおよびクエン酸含量は、平均的な果実を1樹から10果、各区計20果をサンプリングし、酸糖度分析装置（NH-2000、堀場製作所）により果実毎に測定し、その平均値を求めた。

2017年は、満開後70日以降の果汁蓄積状況について、果実断面の観察と実際に果実を手で絞ることにより達観で調査した。

ハウス内の温度管理は、2017年は3月7日、2018年は2月20日にハウス外周をビニール一重で被覆し、昼温を30℃に設定した。2カ年とも6月以降はサイドビニールを解放して天井ビニールのみを被覆した状態で管理した。

3) 結果および考察

満開日は、2017年はハウス外周のビニール被覆から5月末日の満開後40日までのハウス内温度が概ね4℃～30℃で推移し、満開日は4月22日であった（図2、表1）。2018年は、ハウス内温度が概ね2℃～30℃で推移し、4月15日であった（図3、表1）。

果汁蓄積開始期は、満開後80日以降の果実の断面の果肉色が白色からわずかに黄色に変化したこと、手で絞ると果汁がわずかに得られたことから満開後70～80日頃と判断した（写真2～6）。

葉内最大水ポテンシャルについては、2017年は各処理区とも無かん水管理により低くなり、「70日・戻しかん水区」は満開後100日頃に-0.81MPa、「80日・戻しかん水区」は満開後110日頃に-0.72MPa、「90日・戻しかん水区」は満開後130日頃に-0.77MPaと低くなった。戻しかん水後にそれぞれ、-0.51MPa、-0.55MPa、

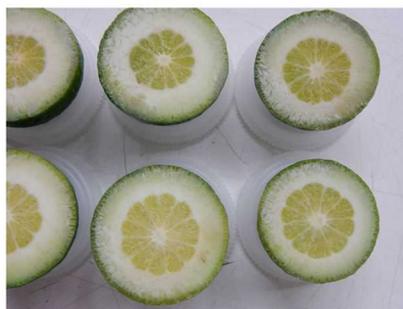


写真2 満開後60日の果実断面



写真3 満開後70日の果実断面



写真4 満開後80日の果実断面



写真5 満開後90日の果実断面



写真6 満開後100日の果実断面

-0.68MPaと値が高くなり、その後の少かん水管理により各処理区とも満開後130日に-0.7MPa~-0.9MPaと再び低くなった。その後は、かん水により各処理区とも値が高くなっていき、満開後180日に-0.4MPa程度と最も高くなった後、収穫に向かって再び値は低くなっていった(図5)。

2018年は、各処理区とも無かん水管理により葉内最大水ポテンシャルが-0.8MPa程度と低くなり、その後の少かん水管理で低下を続け、「70日・少かん水区」で満開後110日頃に-0.8MPa、「80日・少かん水区」と「90日・少かん水区」で満開後140日頃にそれぞれ-0.9MPa、-1.1MPaと最も低くなった。その後は、かん水により各処理区とも値が一時的に高くなることを繰り返しながら、収穫までおよそ-0.4~-0.8MPaの範囲で推移した(図6)。

果実横径は、2ヶ年ともに無かん水管理の開始時期が早いほど肥大が小さく推移した。2017年は満開後226日の12月4日に「70日・戻しかん水区」で7.0mm、「80日・戻しかん水区」で7.1mm、「90日・戻しかん水区」で7.3mmとなった。2018年は満開後234日の12月5日に「70日・少かん水区」で4.6mm、「80日・少かん水区」で4.9mm、「90日・少かん水区」で5.1mmとなった(図7、8)。

2017年と2018年と比較すると、2018年は果実の肥大が抑えられ、果実横径が2.0mm程度小さくなった(図7、8)。

果実生育期間中のBrix、クエン酸含量の推移は、2ヶ年ともに無かん水管理の開始時期が早いほど高糖度で減酸が緩慢に推移した。

2017年と2018年と比較すると、2018年のBrix、クエン酸含量は高糖度、高酸度で推移した(図9、10)。

収穫時の果実のBrixは、無かん水管理の開始時期が早いほど高くなった。2017年では「70日・戻しかん水区」と「90日・戻しかん水区」の間で、2018年では、「70日・少かん水区」と「90日・少かん水区」および「80日・少かん水区」と「90日・少かん水区」の間に有意差が認められた(表4、5、図11)。また、クエン酸含量は、2ヶ年とも各処理区間に有意な差は認められなかった。

また、2017年と2018年の収穫時1樹当たりのBrixを比較すると、各処理区とも2018年の方が高糖度であった(表4、5)。

1樹当たりの収量および果実階級については、2017年の収量は各処理区とも約50kg/樹で、果実階級は中心階級が全ての処理区で「2L以上」であった(表4)。

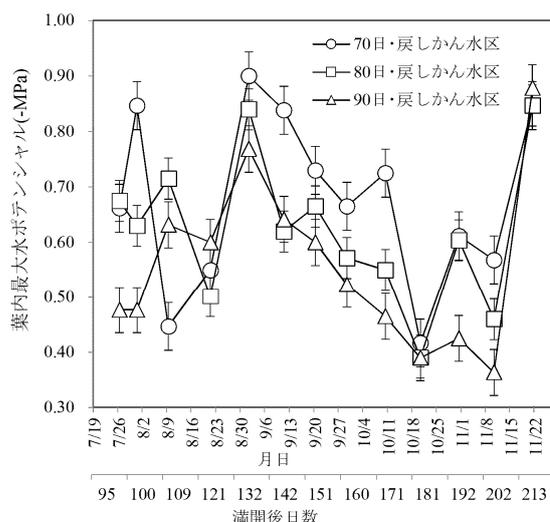


図5 2017年の各処理区の葉内最大水ポテンシャルの推移

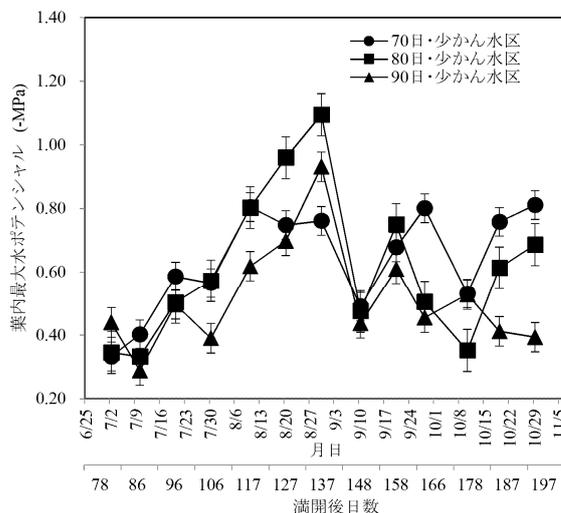


図6 2019年の各処理区の葉内最大水ポテンシャルの推移

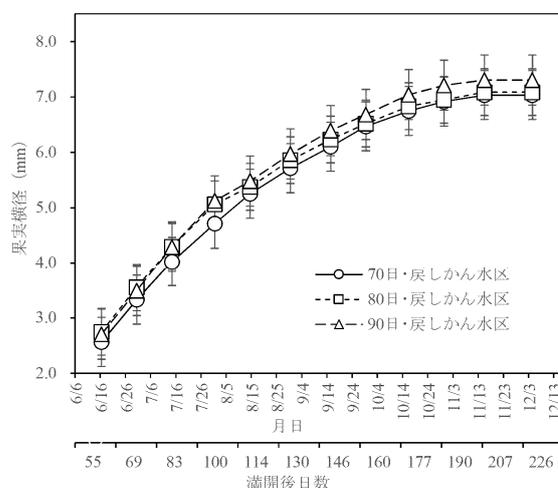


図7 2017年の各処理区の果実横径の推移

2018年は「70日・少かん水区」の収量が45kg/樹、中心階級がL（33.0%）、「80日・少かん水区」の収量が29.5kg/樹、中心階級が2L以上（70.3%）、「90日・少かん水区」の収量が32.1kg/樹、中心階級が2L以上（67.5%）であった（表5）。

2017年の1樹当たり収量が各処理区ともにほぼ50kgと同数のときに、無かん水管理の開始時期が早いほど小玉傾向がみられた。2018年では、1樹当たり収量にばらつきがあったものの、無かん水管理の開始時期が早い「70日・少かん水区」で小玉傾向がみられた。これらのことは、果汁蓄積期の早い時期からの無かん水管理が果実肥大に影響すると考えられた。ただし、2018年の「70日・少かん水区」は、「80日・少かん水区」と「90日・少かん水区」の着果数の約2倍であったことも果実肥大に影響したと考えられた。「80日・少かん水区」と「90日・少かん水区」の着果が少なかったことの要因は判然としなかった。

1 果平均重は、無かん水管理の開始時期が早いほど小さくなる傾向であった（表4、5）。

2017年と2018年を比較すると、2018年の1樹当たりの収量は低く、1果平均重は小さくなった。果実階級は年度及び各処理区間での差が判然としなかった（表4、5）。

以上のことから、満開後70～80日の果汁蓄積開始期以降から収穫までの間、少かん水管理を行い、樹体に葉内最大水ポテンシャルが-0.8MPa程度の水分ストレスを付与することにより、Brixを12～13程度に増糖できると考えられた。また、水分ストレスを付与する開始時期が早く、その期間が長いほど果実のBrixが高くなり、小玉になると考えられた（図11）。

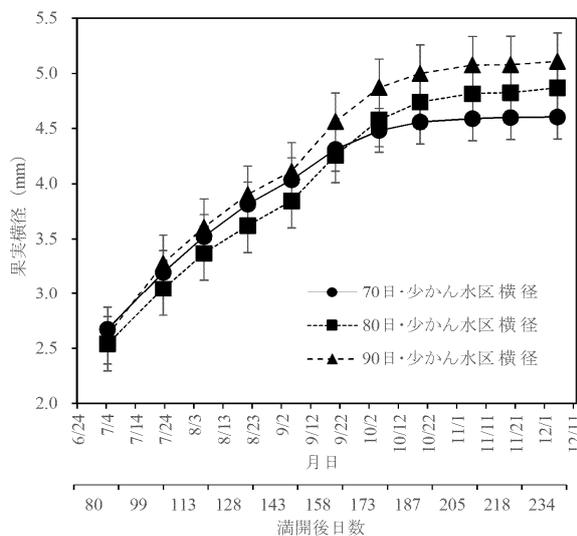


図8 2018年の各処理区の果実横径の推移

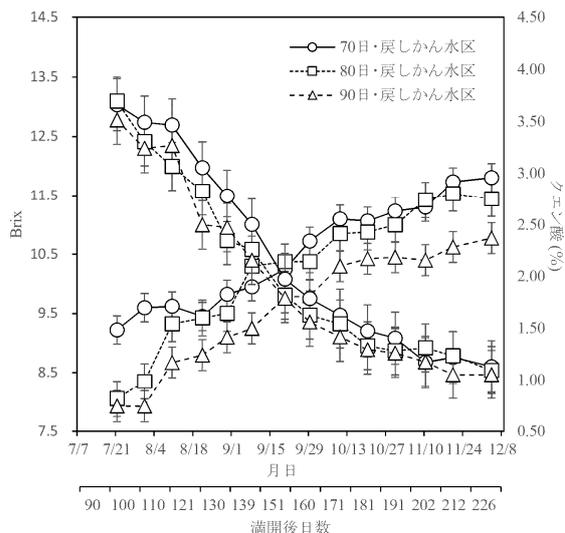


図9 2017年の各処理区のBrixおよびクエン酸含量の推移

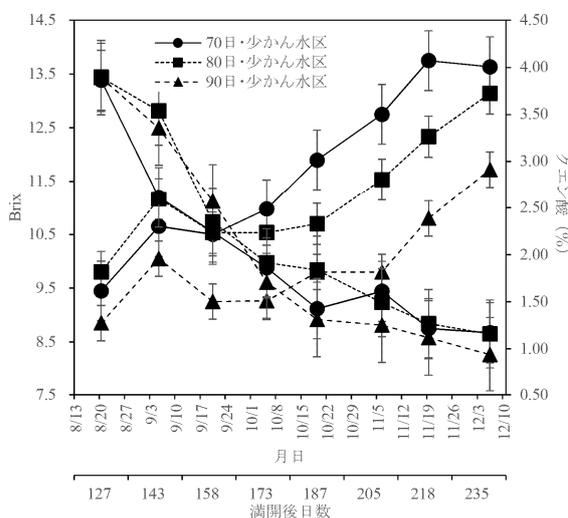


図10 2018年の各処理区のBrixおよびクエン酸含量の推移

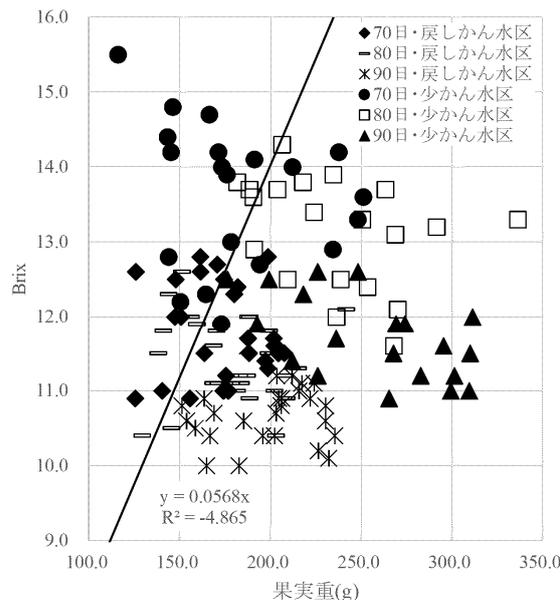


図11 処理区毎のBrixと果実重の関係

表4 2017年の収穫時の1樹当たり収量、階級割合、1果平均重、Brix、クエン酸含量

処理区	1樹当たり 収量 (kg)	階級割合				1樹当たり 果数 (個)	1果 平均重 (g)	Brix	クエン酸 (%)
		S以下 (%)	M (%)	L (%)	2L以上 (%)				
70日・戻しかん水区	50.0	2.7	20.4	34.1	42.8	300.0	166.6	11.8 a ^z	1.13 a ^z
80日・戻しかん水区	52.3	1.0	9.9	41.0	48.1	302.0	173.2	11.4 ab	1.09 a
90日・戻しかん水区	51.4	0.1	5.0	22.9	72.0	257.0	199.8	10.8 b	1.05 a

^zTukeyの多重比較により、異符号間に5%水準で有意差あり。

表5 2018年の収穫時の1樹当たり収量、階級割合、1果平均重、Brix、クエン酸含量

処理区	1樹当たり 収量 (kg)	階級割合				1樹当たり 果数 (個)	1果 平均重 (g)	Brix	クエン酸 (%)
		S以下 (%)	M (%)	L (%)	2L以上 (%)				
70日・少かん水区	45.0	12.0	32.8	33.0	22.2	276.5	162.8	13.6 a ^z	1.17 a ^z
80日・少かん水区	29.5	0.6	3.5	25.6	70.3	140.0	210.5	13.1 a	1.16 a
90日・少かん水区	32.1	1.0	6.4	25.2	67.5	150.5	213.0	11.7 b	0.94 a

^zTukeyの多重比較により、異符号間に5%水準で有意差あり。

4 ‘大分果研4号’のハウス栽培におけるマルチ資材敷設による着色促進効果

1) 目的

‘大分果研4号’のハウス栽培において、果実の着色向上を目的としたマルチ敷設処理の効果について検討した。

2) 材料および方法

温州ミカンチームの6-3号圃ハウスにおいて、2016年に「大分果研4号」高接ぎ7年生(結実6年目)を2樹、高接ぎ10年生(結実9年目)2樹の計4樹を供試し、「収穫120日前マルチ敷設区(以下「120日区」)」、「無処理区2016」を設置した。

2017年は、高接ぎ11年生(結実10年目)3樹、高接ぎ8年生(結実7年目)3樹、高接ぎ5年生(結実4年目)2樹の計8樹を供試し、「収穫90日前マルチ敷設区(以下「90日区」)」、「収穫60日前マルチ敷設区(以下「60日区」)」、「収穫30日前マルチ敷設区(以下「30日区」)」、「無処理区2017」を各処理区2樹設置した。

2016年の「120日区」では、8月8日(満開後122日、収穫前120日)から収穫までの間に「タイバックシート(デュボン社製)」を4m×4mに成形し、株元がそのシートの中心になるように敷設した。

2017年の「90日区」は9月6日(満開後147日、収穫前90日)、「60日区」は10月6日(満開後177日、収穫前60日)、「30日区」は11月6日(満開後208日、収穫前30日)から収穫までの間に「美味シート(中国紙工業株式会社製)」をそれぞれ2016年と同様に敷設した。

収穫後に各処理区のL~2L果を1樹あたり2016年

は10果、2017年は20果をサンプリングし、果実の赤道面の果皮色を測色色差計(日本電色工業(株)社製 Colormeter ZE6000)で計測して各処理区と無処理との色差(ΔE 、 $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$)を求めた。同時に果実重、Brixとクエン酸含量を調査した。果実のBrix、クエン酸含量は、酸糖度分析装置(NH-2000、堀場製作所)により測定した。

栽培管理は、2016年は3月10日にハウス外周をビニール二重で被覆して加温を開始し、夜温は18℃、昼温は25℃、開花期の温度は20℃~25℃とし、満開日は4月8日であった。摘果は満開後90日に行い、かん水は満開後120日まで1週間当たり10t/10a、以降少かん水管理とし、12月13日(満開後249日)に収穫した。

2017年は、3月7日にハウス外周をビニール一重で被覆して加温を開始し、昼温を25℃、夜温を15℃に設定し、満開日は4月12日であった。6月以降はハウスのサイドビニールを解放し、天井ビニールのみを被覆した状態で管理した。摘果は、満開後40~70日の間に2回に分けて実施した。かん水は、満開後80日まで1週間当たり100ℓ/樹を3回に分けて行い、満開後80~110日の間は無かん水とした。その後、1週間当たり300ℓ/樹を3回に分けて水戻しかん水を行い、その後は少かん水管理(無かん水管理開始から収穫までのかん水量は平均でおよそ1週間当たり20ℓ/樹)を行った。果実は12月11日(満開後243日)に収穫した。

3) 結果および考察

2016年および2017年の収穫時の果皮色の明度(L*)、彩度(C*)は、2016年では両処理区ともに、明度(L*)は65.0程度、彩度(C*)は70.0程度、2017年は各処理区ともに、明度(L*)は65.0程度、彩度(C*)は73.0

表6 「大分果研4号」の2016年および2017年の収穫時の果皮色、色差および果実品質の差異

処理区	調査月日	L*	a*	b*	彩度 ^z (C*)	色差 ^y (ΔE)	1果重 (g)	Brix	クエン酸
120日区	2016/12/14	64.51	26.57	64.99	70.21	2.09	250.8	10.7	0.78
無処理区	2016/12/14	65.28	24.63	64.98	69.48	—	235.3	10.6	0.85
90日区	2017/12/11	65.58	25.59	68.57	73.19	0.80	221.4	11.7	1.34
60日区	2017/12/11	65.65	26.06	69.24	73.98	1.07	205.2	11.6	1.15
30日区	2017/12/11	65.38	25.46	69.39	73.92	1.48	240.5	10.9	0.96
無処理区	2017/12/11	65.58	26.30	68.19	73.09	—	173.3	12.2	1.20

^z 彩度C*は、 $C^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ により求めた。

^y 色差ΔEは、 $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ により求めた。

程度であった。

各処理区と無処理区との色差（ΔE）は、2016年の「120日区」で2.09、2017年の「90日区」で0.80、「60日区」で1.07、「30日区」で1.48と、いずれも実用色差aから実用色差bの範囲であったため、マルチ敷設による果皮色の向上効果は2カ年ともに認められなかった（表6）。

マルチの敷設による果皮色の向上効果が認められなかった原因として、ハウス栽培により、満開から収穫までの間の日数が2016年で249日、2017年で243日と果実の着果期間を長くしたため、その分果実の成熟が進み、マルチ敷設の有無に関わらず、全ての処理区において果実の着色が進んだためと考えられた。

また、今回の試験では生育期間中の果皮色を調査していないため、生育期間中のマルチの敷設による果実の着色促進効果は確認できなかった。

Ⅲ 総合考察

2月下旬から3月上旬頃に栽培を開始し、重油使用量を抑えながら昼夜温を15℃～30℃程度にコントロールする「少加温ハウス栽培」と、昼温のみを30℃前後にコントロールして重油を使用することなく生育を前進させる「無加温ハウス栽培」における、「大分果研4号」の樹体特性および果実品質を検討した。

「大分果研4号」の無加温ハウス栽培において、2月下旬から3月上旬にハウス外周をビニール被覆し、昼温を25℃～30℃に設定すると、被覆から5月末日までのハウス内温度が概ね0℃～35℃で推移するため、ビニール被覆から満開までに要する生育日数が概ね50日となり、燃料を使用することなく露地栽培よりも満開時期を30日ほど早めることができた。

一方、少加温栽培の満開日の早晩は、昼温を25℃に設定した場合、栽培開始時期に関わらず、夜温設定が高いほど栽培開始から満開までに要する日数が短くな

り、夜温の設定温度によって満開日を調節することが可能であった。ただし、少加温栽培の栽培コストは、無加温栽培よりも燃料費分が高く必要となった。

露地栽培での収穫時期について、檜原ら¹⁾は、「成熟期は12月上旬から1月中旬頃までであるが、収穫適期は果皮が完全着色となり、クエン酸含量が0.8%程度となる11月下旬頃から12月中旬までである」としている。姫野ら³⁾は、「収穫時期が遅くなるほど果実のBrixが向上し、クエン酸含量が減少することから、1月下旬頃までは収穫期間延長の可能性が考えられる」と報告している。

今回の試験において、無加温ハウス、少加温ハウスのいずれにおいても、満開後240日頃に果実のBrixが11.0～12.0と高くなったことは、果実の樹上熟成期間が、露地栽培の210日（5月上旬に満開、12月上旬収穫）と比較して、30日間ほど長くなったことが影響したと考えられる。

このことから、無加温ハウスや少加温ハウス栽培により、果実の樹上熟成期間を露地栽培より長くすれば、果実の糖度を安定的に高められることを示している。

年末贈答品等としての利用を考えた場合、糖度上昇のため果実樹上熟成期間を露地栽培より長くし12月上旬頃に収穫する必要がある。そのためには、無加温ハウスにおいては、2月下旬にハウス外周をビニール被覆して栽培を開始し、昼温を30℃に設定する栽培管理が、少加温ハウスでは、加温開始時期を2月下旬～3月上旬とし、昼夜温を15℃～30℃程度にコントロールする栽培管理が最適であると考えられた。

ただし、無加温ハウス栽培では、重油を使用することなく生育を前進できるというメリットがある反面、発芽から開花時期の間の昼夜温の日較差が大きくなり、果形指数が100以下となるため、果形が球形から洋梨型となるという側面がある。無加温ハウス栽培において、生育を前進させながら日較差を調節することは困難である。そのため、販売の際に果形が球形から洋梨

型の果実が問題となる場合は加温を行い、開花前3週間、開花後2週間の間の温度を調節し、ハウス内の日較差を10℃程度にコントロールして果形指数を110程度に調節する必要があると思われる。

また、ハウスの天井ビニールを周年被覆した栽培、即ち屋根かけ栽培については、開花期前後に天井ビニールを除去した場合に比べて満開日の前進は5日程度であったため、満開から収穫までの期間延長による果実の高糖度化は期待できないと考えられた。

‘大分果研4号’の花粉親である‘天草’について、川野ら⁵⁾は、「ハウスミカン同様に果汁が発現する時期（満開後90～130日）に、一時的に土壌水分レベルを下げることで糖度の高い果実が生産できる」としている。さらに、「秋季の満開後160～180日（8月下旬～9月上旬）から収穫時までには再び土壌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」ことを報告している。

また、姫野ら³⁾は、‘大分果研4号’において、「8月下旬からのマルチシートの敷設は、Brixが高く、果実品質の向上に有効である」ことを報告している。藤原ら⁶⁾は、「カンキツ‘愛媛果試第28号’のマルチ栽培において、果実肥大をやや抑制するものの、糖度を高める効果が期待できる」ことを報告している。また、岩崎ら⁷⁾は、「カンキツ‘はれひめ’において、夏秋季の水分ストレスは果実がやや小玉化するものの果汁が濃厚となり、商品性の高い果実が生産される」ことを報告している。

今回の報告では、2017年にハウスミカンや‘天草’と同様のかん水管理を、2018年に露地栽培の‘大分果研4号’や‘はれひめ’、‘愛媛果試第28号’と同様に、夏秋期に水分ストレスを付与するかん水管理を行った。つまり、2017年は、果汁蓄積開始期頃までは十分な量のかん水を行い、果汁蓄積開始期から約30日間の無かん水管理を行った後に水戻しかん水を実施し、その後は少かん水管理とした。2018年は無かん水管理後の水戻しかん水を実施せず、収穫まで少かん水管理とした。

2017年と2018年を比較すると、2018年の収穫果実は、2017年より小玉となり、Brixが高くなった。このことから、果汁蓄積開始期である満開後70～80日からの約30日間の無かん水管理後の水戻しかん水を実施せず、少かん水管理を行うことによって樹体に葉内最大水ポテンシャルが-0.8MPa程度の水分ストレスを付与することで、果実のBrixを12～13程度に向上できると考えられた。

なお、果汁蓄積開始時期の調査において、本報告では二つの手法を検証した。一つは満開後に果実断面の果肉色やさじょうの変化を経時的に観察すること、もう一つは実際に果実を手で絞ることにより果汁が得られるかどうかを達観的に判断した。

この二つの手法により、果汁蓄積開始時期を判断できたことは、カンキツ品種の果汁蓄積開始期を特定する調査方法がまだ確立されていない現状において、簡易かつ有効な手法に成り得ると考えられた。

また、果皮色の向上についても果実のBrixと同様と考えられ、ハウス栽培では、満開から収穫までの日数が240日以上と果実の成熟樹上期間を露地栽培より長くできるため、果実の着色を進められると考えられた。

IV 摘要

2009年に品種登録された県オリジナルの早生カンキツ品種‘大分果研4号’は、露地栽培ではやや糖度が低いことが課題となっている。そこで、無加温ハウスおよび少加温ハウス栽培で‘大分果研4号’の糖度や品質を安定的に向上させられるのかを明らかにするために、それぞれの栽培法での樹体特性および果実品質、開花期の温度と果形、かん水時期と量および果実品質、マルチ資材敷設による着色促進効果について検討したので報告する。

- 1) 無加温ハウス栽培では、被覆時期を2月下旬～3月上旬とすると、被覆開始後およそ50日の4月上中旬頃に満開となり、少加温ハウス栽培では、加温開始時期を2月下旬～3月上旬にして昼夜温を15℃～30℃程度にコントロールすると、加温開始後およそ30～40日で満開となった。また、無加温ハウス、少加温ハウス栽培のいずれにおいても、満開後240日頃の12月上旬頃にBrixが11～12度、クエン酸含量は概ね1%の果実品質となった。ただし、無加温ハウス栽培や、少加温ハウス栽培でも開花までの昼夜温の日較差が大きい場合は、果梗部にデコ（凸）が発生し果形指数が100以下となり果形が悪くなることに注意する必要があった。
- 2) 開花前3週間、開花後2週間の温度の日較差をおよそ10℃で管理すれば、果形指数がおおむね110以上となり、球形から洋梨型の果実を軽減できた。
- 3) 果汁蓄積開始期は満開後70～80日頃であった。それ以降から収穫までに、少かん水管理により樹体に葉内最大水ポテンシャルが-0.8MPa程度の水分

ストレスを付与することにより Brix を 12～13 程度に高めることができた。

- 4) 果実を樹上で長く(満開～収穫までの日数 240 日以上)成熟させることにより着色が向上した。

引用文献

- 1) 檜原稔・若月洋・佐藤祥子・小出聖・小田眞男・吉澤栄一・川野信壽・小原誠. カンキツ新品種「大分果研 4 号」の特性. 大分県農林水産研究センター研究報告（農業編）.(2009) ; 3 : 69-73.
- 2) 西山富久・船上和喜・大和田厚・石田善一. 早生温州のハウス栽培に関する研究（第 2 報）開花期前後の温度環境と果形との関係.愛媛県立果樹試験場研究報告.(1991) ; 10 : 23-33.
- 3) 姫野悟・信貴竜人・高盛俊介. カンキツ‘大分果研 4 号’の高品質化技術の確立. 大分県農林水産研究指導センター研究報告（農業編）.(2019) ; 2 : 9-25.
- 4) 川野信壽. 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
- 5) 川野達生・松原公明・江藤光史. 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. 大分県農林水産研究指導センター研究報告（農業編）.(2011) ; 1 : 56-72.
- 6) 藤原文孝・三堂博昭・安倍伸一郎・加美 豊. ‘愛媛果試第 28 号’栽培における雨除け施設、マルチ被覆が高品質果生産に及ぼす影響.愛媛県農林水産研究所果樹研究センター研究報告.(2014) ; 5 : 1-9.
- 7) 岩崎光徳・深町浩・今井篤・野中圭介：中晩生カンキツ‘はれひめ’における夏秋季の水ストレスが果実品質に及ぼす影響. 園学研. (2011);10:191-196.

Characteristics of Tree and Fruit Quality of Citrus Fruit
'Oita Kaken 4gou' Grown in a Greenhouse Cultivation

Eiichi YOSHIZAWA and Kimiaki MATSUBARA

Summary

The prefecture's original early-season citrus variety "Oita Kaken No. 4", registered as a variety in 2009, has a problem of somewhat low sugar content in open field cultivation. In order to clarify whether the sugar content and quality of "Oita Kaken No. 4" can be stably improved by greenhouse cultivation with non-thermal or in small heated, we examined the tree characteristics and fruit quality, flowering temperature and fruit shape, watering time and amount, and fruit quality in each cultivation method, as well as the effect of mulching material on coloration promotion. The following is a report on the results of these studies.

- (1) In the greenhouse cultivation with non-thermal, full bloom was observed around the middle of April, about 50 days after the start of the covering, when the covering was applied from late February to early March, and in the greenhouse cultivation in small heated, full bloom was observed around 30 to 40 days after the start of the heating when the heating was applied from late February to early March and the day/night temperature was controlled at about 15°C to 30°C. When the temperature was controlled between 15°C and 30°C, full bloom was achieved in 30-40 days after the start of heating. In both un- and under-heated greenhouses, the fruit quality was 11 to 12 degrees Brix and 1% citric acid content in early December, about 240 days after full bloom. However, it should be noted that when there was a large diurnal variation in temperature between day and night before flowering in the greenhouse cultivation with non-thermal or in small heated, the fruit shape deteriorated due to the development of convexity in the fruit stalk, resulting in a fruit shape index below 100.
- (2) If the daily temperature difference between the three weeks before and two weeks after flowering was controlled at about 10°C, the fruit shape index was generally 110 or higher, and the occurrence of spherical and pear-type fruit could be reduced.
- (3) The onset of juice accumulation was around 70 to 80 days after full bloom. From then until harvest, Brix could be increased to about 12 to 13 by applying water stress to the trees with a maximum water potential in the leaves of about -0.8 MPa by low watering management.
- (4) Coloration was improved by allowing fruit to mature longer on the tree (more than 240 days from full bloom to harvest).