

## ウンシュウミカンの施設栽培における温度管理技術

濱口 壽幸・松永 茂治<sup>1</sup>・山中 昇<sup>2</sup>・岸野 功

The Temperature Control Technique for Growing Satsuma Mandarin  
Fruits under Plastic Film Greenhouse

Toshiyuki HAMAGUCHI, Shigeharu MATSUNAGA<sup>1</sup>, Noboru YAMANAKA<sup>2</sup> and Isao KISHINO

### 緒 言

ウンシュウミカンの施設栽培が開始されてから20年が経過した。当初は手探り状態だった栽培管理技術も、その後の多くの研究<sup>4)10)</sup>により、温度管理法、水管理法を中心に、栽培技術の改善が進んできている。

温度管理技術についてみると、各生育ステージにおける管理法はかなり解明されてはいるが、加温開始から成熟期までの総合的な温度管理法については未解明な点が多い。特に、積算気温と果実の生育との関係についてはあまり解明されていない。

また、成熟期が7月、8月となる加温タイプの場合、開花後日数が経過していても着色が進まず、酸含量が低下しないため、出荷できないことが多く、栽培上の大きな問題となっている。

このため、総合的溫度管理指標としての積算気温と果実の生育との関係解明並びに成熟期における着色に関係する要因の解明が必要である。

そこで、満開日を基点として着色初期、酸含量が1.0 g/100mlに減少した時期及び収穫期までの気温の積算値と果実の発育との関係を解析した。

また、開花後の積算気温が一定の値に達し、果実が着色を開始した以降の気温と果皮の着色及び酸含量との関係を解析するとともに、果実の肥大を促進し、果実の品質向上に効果的な温度管理法を明らか

にするため、生理落果期、果実肥大期の温度管理法を検討した。

### 材料及び方法

#### 1. 開花後の気温と果実肥大、果実品質

##### 1) 加温時期が異なる場合の開花後の気温推移と果実肥大、果実品質

35年生(1989年)早生温州13樹及びビニールハウス2棟(450m<sup>2</sup>, 200m<sup>2</sup>)を供試した。1989年~1991年にかけて、各年度、各ビニールハウスで加温時期を変え、早期加温栽培8樹と、後期加温栽培5樹について、開花後70日目から10日おきに、各樹20果の果実径と着色歩合を調査した。

さらに、開花後100日目から各樹5果を採取し、糖度と酸含量を測定した。

なお、温度管理は慣行に従って行い、着花が少ない場合は、生理落果終了時まで気温を低く維持した。また、最高気温は、30°Cを越えないことを目標に管理した。

各年度の加温開始時期及び開花時期は下記のとおりである。

#### 加温時期と開花時期

年度	早期加温		後期加温	
	加温日	開花日	加温日	開花日
1989	11. 25	1. 1	12. 15	1. 18
1990	11. 16	12. 25	12. 21	1. 30
1991	12. 1	1. 1	1. 5	2. 12

<sup>1</sup> 現長崎県島原農業改良普及センター

<sup>2</sup> 現長崎県農業技術課

また、加温後のビニールハウス内気温の調査は、10秒間隔で測定した値を2時間毎に平均し、その値から日平均気温、最高気温、最低気温を求め、生育ステージ別の積算気温を算出した。

果実の調査は、以下の全試験とも「カンキツの調査法（農林水産省果樹試験場興津支場編）」<sup>1)</sup>に準じて行った。

果皮の着色歩合は、着色していないものを0、完全に着色したものを10とし、果実の表面積に対する着色部分の面積率により遠観で11段階に分けた。

果皮色は、測色色差計でL値、a値、b値を測定し、a値及びa/b値について検討した。

果肉色は、日本色研事業株式会社製（農林水産省果樹試験場監修）カラーチャート（オレンジ系）を用いて調査した。

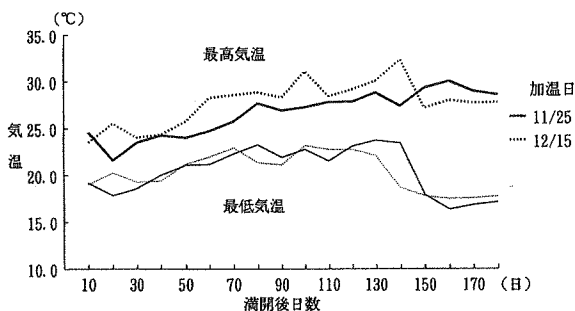
収穫時期は、酸含量が1.0 g/100ml以下に達し、果皮の着色歩合が7分以上の果実が全体の半分以上になった時期を目安にした。

## 2) 開花時期が異なる場合の開花後の気温推移と果実肥大及び果実品質

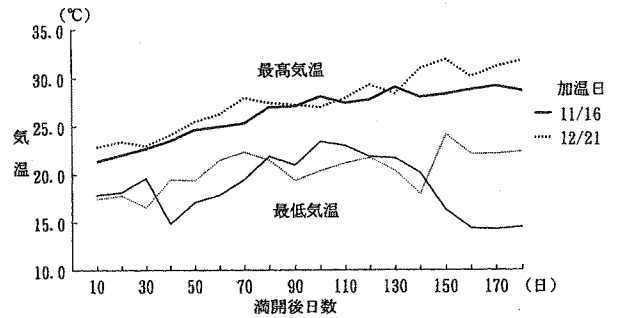
1993年11月15日加温の38年生‘宮川早生’4樹を供試した。同一樹内で1993年12月24日開花と1994年2月12日開花の果実をそれぞれ20果選び、開花後70日目から10日おきに、果径と着色歩合を調査した。また、開花後100日目から各樹5果を採取し、糖度と酸含量を測定した。

なお、ビニールハウスの温度管理は早期開花の果実の生育ステージに合わせて行った。

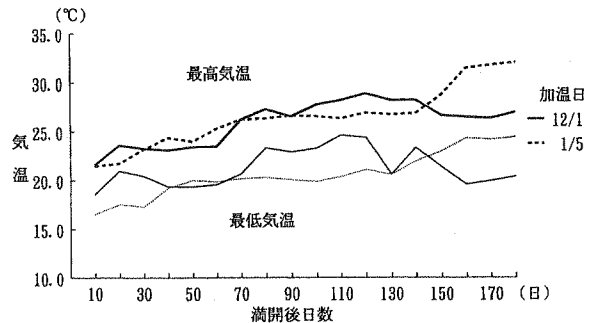
ビニールハウス内気温は、前記試験と同様の方法で調査した。



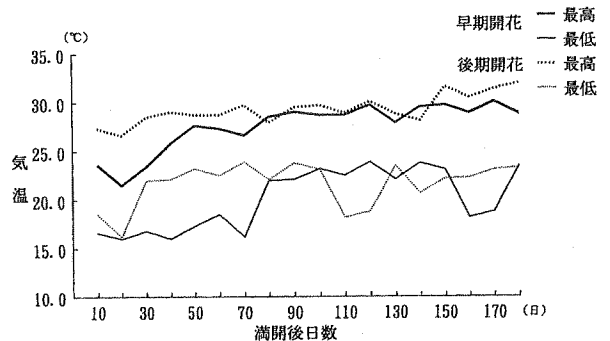
開花後の気温推移(1989年)



開花後の気温推移(1990年)



開花後の気温推移(1991年)



開花後の気温推移(1993年)

## 2. 開花後の積算気温、気温変化と果実品質

### 1) 一定積算気温経過後の気温変化と果実品質

試験には、加温ビニールハウス内で管理したコンテナ植え4年生の‘興津早生’及び‘原口早生’を供試した。1989年～1991年に、開花日からの平均気温の積算値が一定の値に達した後に、屋外の人工気象室に各処理当たり3樹（1991年は4樹）を移した。

人工気象室の温度は、10:00～16:00までを最高気温で、16:00～10:00までを最低気温で維持した。

温度処理開始時の積算気温及び処理温度は下記の通りである。

温度処理開始時の積算気温と処理温度

年度	積算気温 (°C)	処理温度 (°C)	供試品種
1989	3500	25-20	興津早生
	〃	25-15	〃
	4000	25-20	〃
	〃	25-15	〃
1990	3000	30-15	興津早生
	〃	25-15	〃
	3500	30-20	〃
	〃	25-15	〃
1991	3500	25-20	原口早生
	〃	30-20	〃
	3700	25-20	〃
	〃	30-20	〃

なお、各年度ともそれぞれの積算気温に達した後  
の温度処理時期は異なる。

処理後、経時的に着色歩合と果皮色を調査し、糖  
度と酸含量を測定した。

### 3. 開花後の気温変化と果実の肥大、成熟

#### 1) 生理落果期、果実肥大期の気温変化と果実肥 大及び果実品質

1990年12月1日加温、1991年1月3日開花の4年  
生‘原口早生’のコンテナ植え樹、20樹を供試した。

ビニールハウス2室を用い、1月8日(開花後6  
日目)～2月5日(同34日目)の生理落果期に高温  
区(平均気温23.1°C)と低温区(平均気温19.4°C)  
のビニールハウスに、各区10樹を搬入した。

さらに、2月6日(開花後35日目)～6月2日(同  
151日目)を果実肥大期として、高温区(平均気温  
25.1°C)と低温区(平均気温20.5°C)を設け、各区  
5樹を入れ替えた。

そして、6月3日(開花後152日目)～7月12日(同  
192日目)の着色期は、ほぼ同じ温度で管理した。

各区5樹について、経時的に生理落果の波相を調  
査し、各樹5果について果実径を調査した。また、  
7月12日(開花後192日目)に果実重、果皮色、果肉  
色を調査し、糖度と酸含量を測定した。

生理落果期～着色期の気温推移(1991年)

処理区	項目	生理 落果期 (°C)	果実 肥大期 (°C)	着色期 (°C)
高温区	最高気温	24.9	27.1	27.6
	最低気温	21.2	22.4	21.8
	平均気温	23.1	25.1	24.4
低温区	最高気温	21.7	23.3	27.6
	最低気温	17.4	18.5	21.6
	平均気温	19.4	20.5	24.1

#### 2) 果実肥大期、着色期の気温と果実肥大及び果 実品質-1

1991年11月20日加温、12月24日開花の4年生‘興  
津早生’のコンテナ植え樹、8樹を供試した。

生理落果後の2月1日(開花後39日目)～3月15  
日(同82日目)までの44日間を果実肥大前期とし、屋  
外の人工気象室2室を用い、高温区(最高気温30°C、  
最低気温25°C)と低温区(最高気温25°C、最低気温  
20°C)を設け、各区4樹を搬入した。

3月16日(開花後83日目)～5月13日(同141日目)  
までの59日間を果実肥大後期とし、各区2樹を入れ  
替えた。さらに、5月14日(開花後142日目)～6月  
26日(同185日目)の44日間を着色期として、一定温  
度区(20°C一定)と変温区(最高気温:25°C、最低  
気温:15°C)を設け、2樹を入れ替えた。

人工気象室の温度設定は10:00～16:00までを最  
高気温で、16:00～10:00までを最低気温で維持し  
た。

定期的に果実径を調査し、5月14日(開花後142日  
目)と6月26日(開花後185日目:収穫時)に果皮の  
着色歩合、果皮色を調査し、糖度と酸含量を測定し  
た。

果実肥大期の気温推移(1992年)

処 理	肥大前期 (2.1～3.15)		肥大後期 (3.16～5.13)	
	最高 <sup>z</sup>	最低 <sup>y</sup>	最高 <sup>z</sup>	最低 <sup>y</sup>
	(°C)		(°C)	
高温区	30	25	30	25
低温区	25	20	25	20

<sup>z</sup> 最高気温10:00～16:00

<sup>y</sup> 最低気温16:00～10:00

## 着色期の気温推移(1992年)

処 理	着色期 (5.14~6.26)	
	最高 <sup>z</sup>	最低 <sup>y</sup>
(°C)		
一定温度区	20	20
変 温 区	25	15

<sup>z</sup> 最高気温10:00~16:00

<sup>y</sup> 最低気温16:00~10:00

## 3) 果実肥大期の気温変化と果実肥大及び果実品質

1992年12月18日加温, 1993年2月5日開花の4年生‘興津早生’のコンテナ植え樹, 20樹を供試した。

生理落果後の3月18日(開花後41日目)~4月15日(同69日目)までの29日間を果実肥大前期とし, 気温推移の異なるビニールハウスに各10樹を搬入した。

さらに, 4月16日(開花後70日目)~5月25日(同109日目)までの40日間を果実肥大後期とし, 各区5樹を入れ替えた。

5月26日(開花後110日目)以降はほぼ同じ温度条件下で管理し, 定期的に果実径と果実重, 果皮色, 果肉色を調査し, 糖度と酸含量を測定した。

## 果実肥大期, 着色期の気温推移(1993年)

項目	処理	開花後日数(日)			
		1~40	41~69	70~109	110~193
最高 気温 (°C)	I	29.7	29.9	30.7	31.2
	II	29.7	29.9	29.1	30.7
	III	29.7	27.5	30.7	31.2
	IV	29.7	27.5	29.1	30.7
最低 気温 (°C)	I	21.0	25.0	24.1	22.2
	II	21.0	25.0	19.3	22.0
	III	21.0	16.6	24.1	22.2
	IV	21.0	16.6	19.3	22.0
平均 気温 (°C)	I	24.5	27.5	27.1	25.6
	II	24.5	27.5	23.2	25.3
	III	24.5	20.9	27.1	25.6
	IV	24.5	20.9	23.2	25.3

## 4) 果実肥大期, 着色期の気温と果実肥大及び果実品質-2

1992年12月22日加温, 1993年2月5日開花の4年生‘興津早生’のコンテナ植え樹, 8樹を供試した。

試験樹は, 4月14日(開花後68日目)までは同一ビニールハウス内(平均気温20.8°C)で管理し, 4

月15日(開花後69日目)以降は高温区(最高気温30°C, 最低気温25°C)と低温区(最高気温25°C, 最低気温20°C)に設定した屋外の人工気象室内に, 各4樹を置いた。

処理後, 経時的に果実径と果実重, 果皮色, 果肉色を調査し, 糖度と酸含量を測定した。

なお, 人工気象室の温度は10:00~16:00までを最高気温, 16:00~10:00までを最低気温で維持した。

## 結 果

## 1. 開花後の気温と果実肥大, 果実品質

## 1) 加温時期が異なる場合の開花後の気温推移と果実肥大, 果実品質

加温開始から満開日までの平均気温の積算値は, 700~850°Cであった。満開日から着色始期までに要した平均気温の積算値は3,300~3,700°C前後で, 日数にして140~160日であった。同一年度では, 加温時期の早晩にかかわらず, これらの積算値はほぼ一定の値になった。

満開日から酸含量が1.0g/100ml以下に達する時期までの平均気温の積算値は, 早期加温型で3,500°C~3,800°C, 後期加温型で4,100°C~4,200°Cであった(第1表, 第2表)。酸含量は, 年度によって減少傾向が異なったが, 満開後の同じ時期で比較するといずれの年度でも後期加温の樹が高かった。

また, 果皮の着色は, 後期加温の樹で遅れる傾向がみられた。果実肥大及び糖度は年度間のふれが大きく, 加温時期との関連は見られなかった。

なお, 満開後150日目における気温の積算値は, 最低気温, 平均気温は3か年とも早い加温型で高く, 最高気温は3か年のうち2か年早い加温型で高かった。着色歩合には各年度とも差は見られず, 酸含量は, 早い加温の場合が低かった。満開後180日目における最高気温, 最低気温の積算値は, 加温の早晩によって一定の傾向は見られなかったが, 平均気温は, 早い加温型が遅い加温型に比べ高かった。酸含量は, 早い加温の場合が低く, 着色歩合は早い加温型で進む傾向が見られた(第3表, 4表, 5表)。

第 1 表 加温時期別の生育ステージ間の所要日数(1989~1991年)

生育ステージ	年 度 加温時期	所 要 日 数 (日)					
		1989		1990		1991	
		11. 25	12. 15	11. 16	12. 21	12. 1	1. 5
加 温 ~ 満 開 期		38	35	40	41	32	39
満開期~着色始期		143	139	152	147	156	161
〃 ~酸含量1.0以下 <sup>2</sup>		165	179	157	177	159	178
満開期~収穫始		180	175	178	185	185	211

<sup>2</sup> 満開期から酸含量が1.0 g/100ml以下に達するまでの期間

第 2 表 加温時期別の生育ステージ間の積算気温(1989~1991年)

生育ステージ	年 度 加温時期	積 算 気 温 (°C)					
		1989		1990		1991	
		11. 25	12. 15	11. 16	12. 21	12. 1	1. 5
加 温 ~ 満 開 期	最高気温	1,006	855	1,012	941	763	896
	最低気温	781	661	773	734	629	689
	平均気温	869	740	865	853	688	774
満開期~着色始期	最高気温	3,750	3,850	3,927	3,942	4,013	4,234
	最低気温	3,064	2,942	2,967	2,932	3,342	3,298
	平均気温	3,306	3,283	3,397	3,350	3,677	3,692
満開期~酸含量 <sup>2</sup> 1.0以下	最高気温	4,344	4,955	4,079	4,875	4,100	4,705
	最低気温	3,426	3,700	3,032	3,652	3,398	3,658
	平均気温	3,792	4,194	3,501	4,161	3,747	4,097
満開期~収穫始	最高気温	4,754	4,836	4,726	5,155	4,814	5,795
	最低気温	3,696	3,614	3,402	3,856	3,956	4,410
	平均気温	4,122	4,092	3,990	4,399	4,372	4,992

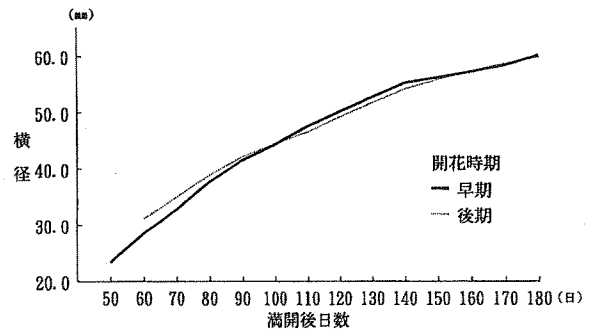
<sup>2</sup> 満開期から酸含量が1.0 g/100ml以下に達するまでの期間

第 3 表 満開後日数と積算気温(1989~1991年)

満開後 日 数 (日)	年 度 加温時期 項 目	1989		1990		1991	
		11. 25	12. 15	11. 16	12. 21	12. 1	1. 5
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
50	最高気温	1,180	1,141	1,149	1,232	1,187	1,148
	最低気温	967	874	986	992	906	905
	平均気温	1,034	997	1,068	1,087	1,017	1,009
100	最高気温	2,503	2,466	2,463	2,683	2,546	2,459
	最低気温	2,082	1,909	2,083	2,098	1,955	1,908
	平均気温	2,240	2,173	2,282	2,317	2,197	2,136
150	最高気温	3,915	3,871	3,865	4,154	4,030	3,816
	最低気温	3,179	2,938	3,226	3,139	3,077	2,978
	平均気温	3,463	3,354	3,549	3,526	3,429	3,330
180	最高気温	4,791	4,737	4,664	4,989	4,961	4,770
	最低気温	3,683	3,369	3,826	3,667	3,674	3,708
	平均気温	4,135	3,983	4,232	4,187	4,208	4,156

第4表 加温時期と着色歩合(1989～1991年)

年 度	加 温 時 期	満 開 後 日 数 (日)				
		140	150	160	170	180
1989	11. 25	0.5	1.2	3.4	3.9	7.0
	12. 15	0.4	1.2	3.0	5.3	7.5
1990	11. 16	0.3	1.4	4.5	6.5	6.9
	12. 21	0.5	1.5	3.5	4.3	4.3
1991	12. 1	0.2	0.5	1.7	2.2	4.9
	1. 5	0.2	0.7	0.5	0.8	2.8



第1図 満開時期と果実横径の推移(1993年)

第5表 加温時期と果実品質(1989～1991年)

項 目	年 度	加 温 時 期	満 開 後 日 数 (日)									
			100	110	120	130	140	150	160	170	180	
糖 度	1989	11. 25	8.6	9.4	10.0	10.4	10.7	11.1	12.0	12.1	12.9	
		12. 15	9.2	9.5	9.7	9.8	10.5	11.4	11.9	12.5	13.7	
	1990	11. 16	8.0	8.1	8.2	9.0	9.6	10.1	10.8	11.6	11.7	
		12. 21	7.9	8.3	8.7	9.2	9.8	10.5	11.2	11.5	12.3	
	1991	12. 1	7.5	8.0	8.2	8.7	9.2	9.4	9.9	10.5	10.3	
		1. 5	7.3	7.4	7.8	8.6	8.6	9.1	9.1	9.3	10.0	
酸 含 量 (g/100ml)	1989	11. 25	4.36	3.45	2.53	1.87	1.49	1.30	1.11	1.09	0.93	
		12. 15	4.09	3.37	2.60	2.12	1.82	1.51	1.21	1.10	1.08	
	1990	11. 16	3.31	2.46	1.96	1.49	1.28	1.15	0.94	0.86	0.76	
		12. 21	3.99	3.60	3.16	2.39	1.94	1.91	1.47	1.28	1.02	
	1991	12. 1	3.63	2.61	1.93	1.57	1.31	1.16	0.94	0.76	0.83	
		1. 5	4.37	3.80	2.90	2.34	2.01	1.24	1.16	1.10	0.95	

2) 開花時期が異なる場合の開花後の気温推移と  
果実肥大及び果実品質

開花後高温で推移した後期開花の果実が、満開後90日目までは果実横径は大きかったが、成熟時の大きさはほとんど変わらなかった(第1図)。果皮の着色歩合及び果肉色(カラーチャート値)は後期開花果実で高く推移した。

酸含量は、早期開花果実では満開後約180日で、後期開花果実では満開後約160日で1.0g/100mlになった。なお、いずれの場合も最低気温の積算値は約3,600°Cであった(第6表、第7表)。

第6表 開花後日数と積算気温(1993年)

開花 時期	項 目	満 開 後 日 数 (日)			
		50	100	150	180
早期	最高気温(°C)	1,219	2,619	4,075	4,954
	最低気温(°C)	826	1,846	2,999	3,604
	平均気温(°C)	975	2,160	3,411	4,158
後期	最高気温(°C)	1,400	2,856	4,332	5,271
	最低気温(°C)	1,019	2,173	3,205	3,891
	平均気温(°C)	1,184	2,465	3,682	4,471

第 7 表 開花時期の早晚と果実品質(1993年)

項 目	開花 時期	開 花 後 日 数 (日)									
		90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
果 肉 歩 合 (%)	早期	64.7	70.0	75.0	76.1	80.7	82.8	84.9	84.4	82.9	81.6
	後期	75.0	77.7	79.6	81.3	82.7	85.0	84.8	84.1	83.4	81.7
果 肉 色 (カラーチャート)	早期	—	2.9	4.5	5.0	6.2	6.8	7.2	7.2	7.5	8.4
	後期	4.2	4.9	5.9	6.5	7.5	8.2	8.1	8.3	8.7	8.6
着 色 歩 合	早期	—	—	—	—	—	—	—	1.7	3.9	5.5
	後期	—	—	—	0.2	0.7	1.3	2.3	3.6	4.9	6.3
糖 度	早期	6.3	6.5	7.2	8.0	8.1	8.3	9.1	9.6	10.3	11.2
	後期	8.0	8.7	9.1	9.9	10.3	10.1	10.4	10.6	10.8	11.1
酸 含 量 (g/100ml)	早期	4.77	4.11	3.52	3.04	2.37	1.80	1.59	1.36	1.24	1.06
	後期	4.11	3.60	3.18	2.52	2.14	1.61	1.33	1.05	0.93	0.77

2. 開花後の積算気温、気温変化と果実品質

1) 一定積算気温経過後の気温変化と果実品質

(1) 1989年

果皮色の a 値及び a / b 値は、満開日からの積算気温が3,500°Cに達した後の温度処理では、25—15°C区が25—20°C区よりやや高かった。なお、25—20°C区では、温度処理30日後も果梗部に緑色が残った。満開日からの積算気温が4,000°Cに達した後の温度処理では、果皮色にはほとんど差は見られなかった(第8表)。

果皮の着色歩合は、満開日からの積算温度が3,500°Cに達した後の温度処理では、25—15°C区が25—20°C区よりやや高かった。満開日からの積算温度が4,000°Cに達した後の温度処理では、ほとんど差は見られなかった。

酸含量は、満開日からの積算気温が3,500°C及び4,000°Cに達した後のいずれの温度処理でもほとんど差は見られなかった。糖度には温度処理の影響は見られなかった(第9表)。

(2) 1990年

果皮色の a 値及び a / b 値は、満開日からの積算気温が3,000°Cに達した後の温度処理では、25—15°C区が赤道部、果梗部、果頂部とも30—15°C区より高かった。なお、30—15°C区では、果梗部に一部緑色が残った。満開日からの積算気温が3,500°Cに達した後の温度処理では、25—15°C区が、

30—20°C区より高かった。

果皮の着色歩合は、満開日からの積算気温が3,000°Cに達した後の温度処理では25—15°C区が30—15°C区に比べ高かった。満開日からの積算気温が3,500°Cに達した後の温度処理では、差は見られなかった。

酸含量は、満開日からの積算気温が3,000°Cに達した後の温度処理では、25—15°C区が30—15°C区より低く、3,500°Cに達した後の温度処理では、25—15°C区が30—20°C区より低かった。糖度には、温度処理の影響は見られなかった。

(3) 1991年

果皮色の a 値及び a / b 値は、満開日からの積算気温が積算気温3,500°C、3,700°Cに達した後のいずれの温度処理とも、25—20°C区の方が30—20°C区より高かった。積算気温が3,500°Cに達した後の30—20°C区では、処理後も果梗部に緑色が残った(第10表、第11表)。果皮の着色歩合は、いずれの積算温度でも25—20°C区の方が30—20°C区より高かった。糖度及び酸含量については、温度処理の影響は見られなかった。

第8表 着色期の温度処理と処理30日後の果皮色(1989, 1990年)

年度	積算 気温	処 理 温 度	温度処理30日後の果皮色					
			a 値			a / b 値		
			果梗部	果頂部	赤道部	果梗部	果頂部	赤道部
1989	3500°C	25—20°C	-3.4	23.7	13.0	-0.11	0.61	0.32
		25—15°C	0.7	26.2	16.9	0.02	0.69	0.42
	4000°C	25—20°C	4.5	26.4	20.3	0.14	0.70	0.50
		25—15°C	5.7	25.8	20.8	0.17	0.69	0.52
1990	3000°C	30—15°C	12.8	20.3	15.8	0.19	0.30	0.23
		25—15°C	19.2	24.9	22.8	0.27	0.36	0.32
	3500°C	30—20°C	18.2	20.3	19.9	0.25	0.29	0.29
		25—15°C	24.4	26.7	36.1	0.34	0.39	0.52

第9表 着色期の温度処理と果実品質(1989~1991年)

年度	積算気温	処 理 温 度	着 色 歩 合		糖 度		酸 含 量	
			処理前 <sup>z</sup>	処理後 <sup>y</sup>	処理前	処理後	処理前	処理後
			(g/100ml)					
1989	3500°C	25—20°C	5.6	8.6	10.6	13.2	1.19	1.16
		25—15°C	5.9	9.2	10.4	13.4	1.17	1.14
	4000°C	25—20°C	6.2	9.9	10.8	10.1	0.98	0.82
		25—15°C	6.1	9.8	10.4	10.9	0.95	0.88
1990	3000°C	30—15°C	1.8	4.5	10.1	13.3	2.24	1.65
		25—15°C	1.8	7.7	9.3	12.4	2.23	1.40
	3500°C	30—20°C	—	9.6	8.7	11.8	2.30	1.26
		25—15°C	—	9.7	9.1	12.4	2.25	1.04
1991	3500°C	25—20°C	0.5	8.6	9.9	12.5	1.23	1.07
		30—20°C	0.4	7.2	8.8	10.8	0.97	0.89
	3700°C	25—20°C	1.6	9.7	8.6	10.8	1.21	1.00
		30—20°C	1.6	7.5	10.4	12.7	1.45	1.21

<sup>z</sup> 1989年積算気温3500°Cの着色歩合は処理10日後の値

1990年積算気温3500°Cの着色歩合は処理15日後の値

<sup>y</sup> 処理30日後の値

第10表 着色期の温度処理と果皮色 (a 値) (1991年)

処理前の 積算温度	処 理 温 度		果 梗 部		果 頂 部		赤 道 部	
	最高	最低	処理前 <sup>z</sup>	処理後 <sup>y</sup>	処理前	処理後	処理前	処理後
3,500°C	25°C	20°C	-13.9	19.5	-9.0	24.7	-16.3	19.6
	30°C	20°C	-15.1	-2.9	-11.8	11.3	-17.6	3.4
3,700°C	25°C	20°C	-17.3	24.7	-2.8	30.1	-17.6	23.2
	30°C	20°C	-16.8	13.9	-3.9	21.6	-16.4	10.6

<sup>z</sup> 7月23日調査<sup>y</sup> 8月22日調査



第11表 着色期の温度処理と果皮色 (a/b値) (1991年)

処理前の 積算温度	処理温度		果 梗 部		果 頂 部		赤 道 部	
	最高	最低	処理前 <sup>z</sup>	処理後 <sup>y</sup>	処理前	処理後	処理前	処理後
3,500°C	25°C	20°C	-0.60	0.29	-0.20	0.37	-0.55	0.29
	30°C	20°C	-0.60	-0.05	-0.27	0.17	-0.56	0.05
3,700°C	25°C	20°C	-0.56	0.36	-0.01	0.47	-0.46	0.35
	30°C	20°C	-0.49	0.22	-0.08	0.33	-0.40	0.17

<sup>z</sup> 7月23日調査

<sup>y</sup> 8月22日調査

3. 開花後の気温変化と果実の肥大, 成熟

1) 生理落果期, 果実肥大期の気温変化と果実肥大及び果実品質

生理落果は, 低温 (最高気温21.7°C, 最低気温17.4°C) で推移した区が, 高温 (最高気温24.9°C, 最低気温21.2°C) で推移した区より少なく, 結果母枝当たりの着果率が高かった (第12表)。

生理落果終了後の2月6日時点の果実横径は, 高温区で大きく, 低温区で小さかった。その後の肥大は高温 (最高気温27.1°C, 最低気温22.4°C) で推移した区が大きかった。

収穫時の着色歩合は, 果実肥大期に高温で推移し

た区は8分以上であったが, 低温区 (最高気温23.3°C, 最低気温18.5°C) は3分前後であった。

果形指数は, 生理落果期に低温で推移した区が, 高温で推移した区より大きかった (第13表)。

第12表 生理落果期の気温と結実率(1991年)

処理区	節数 <sup>z</sup>	着花数 <sup>z</sup>	着果数 <sup>z</sup>	着果率 (%)
高温区	9.6	11.9	2.0	16.8
低温区	9.8	10.5	2.5	23.8

<sup>z</sup> 母枝当たりの数

第13表 生理落果期, 果実肥大期の気温と果実形質(1991年)

処 理 区	着色	縦径	横径	果形	果実重	糖度	酸含量
生理落果期	果実肥大期	歩合	(mm)	(mm)	指数	(g)	(g/100ml)
高温区	高温区	8.5	44.2	56.9	129	85.3	10.5
高温区	低温区	3.6	40.3	51.6	128	65.9	9.3
低温区	高温区	8.4	46.8	64.6	138	110.4	9.7
低温区	低温区	2.6	41.6	55.1	133	76.5	8.4

2) 果実肥大期, 着色期の気温と果実肥大及び果実品質—1

肥大前期, 後期ともに高温 (最高気温30°C, 最低気温25°C) で推移した区は, 果実横径の肥大率が小さかった。果実肥大前期~収穫時までの肥大率は, 肥大前期低温 (最高気温25°C, 最低気温20°C), 肥大後期高温 (最高気温30°C, 最低気温25°C) で推移した区が最も大きかった (第14表)。

果皮の着色は, 満開後142日 (5月14日) 時点では肥大後期に高温で推移した方が, 低温で推移した区よりやや遅れていた。着色期の一定温度区 (20°C—

定) と変温区 (最高気温25°C, 最低気温20°C) では果皮の着色に差は見られなかった (第15表)。

果形指数は肥大前期低温, 肥大後期高温で推移した区でやや大きい傾向が見られた。果肉歩合は, 果実肥大前期に低温で推移した区が高温で推移した区に比べやや小さい傾向が見られた。糖度, 酸含量には, 温度処理の影響は見られなかった (第16表)。

第14表 果実肥大期, 着色期の気温と果実肥大(1992年)

肥大 前期	肥大 後期	着色期	横 径 (mm)				肥 大 率			
			2.3	3.13	5.11	6.26	肥大 <sup>z</sup> 前期	肥大 <sup>y</sup> 後期	着色 <sup>x</sup> 期	肥大前期 <sup>w</sup> ~収穫時
高温	高温	一定	19.5	34.9	51.8	58.1	1.79	1.48	1.12	2.98
〃	〃	変温	19.3	34.4	50.7	55.0	1.79	1.47	1.09	2.86
〃	低温	一定	18.6	36.1	55.5	59.1	1.94	1.54	1.07	3.18
〃	〃	変温	17.2	32.9	50.5	55.4	1.91	1.53	1.10	3.21
低温	高温	一定	16.6	30.9	52.2	58.8	1.86	1.69	1.13	3.53
〃	〃	変温	18.9	34.8	53.2	63.5	1.84	1.53	1.19	3.36
〃	低温	一定	16.7	31.8	52.8	58.3	1.90	1.64	1.04	3.23
〃	〃	変温	17.5	32.7	52.4	56.2	1.79	1.63	1.10	3.21

<sup>z</sup> 3.13横径 / 2.3横径

<sup>y</sup> 5.11横径 / 3.13横径

<sup>x</sup> 6.26横径 / 5.11横径

<sup>w</sup> 6.26横径 / 2.3横径

第15表 果実肥大期, 着色期の気温と着色歩合及び果皮色(a/b値)(1992年)

肥大 前期	肥大 後期	着色期	着色歩合		果 梗 部		赤 道 部		果 頂 部	
			5.14	6.26	5.14	6.26	5.14	6.26	5.14	6.26
高温	高温	一定	0.3	9.9	-0.74	0.39	-0.62	0.44	-0.61	0.49
〃	〃	変温	0.4	10.0	-0.69	0.48	-0.61	0.47	-0.55	0.50
〃	低温	一定	0.8	9.8	-0.64	0.33	-0.53	0.47	-0.42	0.56
〃	〃	変温	0.5	10.0	-0.72	0.39	-0.57	0.46	-0.45	0.55
低温	高温	一定	0.2	9.4	-0.69	0.37	-0.41	0.32	-0.62	0.35
〃	〃	変温	0.0	8.0	-0.74	0.22	-0.68	0.27	-0.66	0.35
〃	低温	一定	1.2	10.0	-0.63	0.53	-0.46	0.56	-0.59	0.62
〃	〃	変温	0.4	8.3	-0.69	0.14	-0.61	0.28	-0.43	0.39

第16表 温度処理と果実品質(1992年)

肥大 前期	肥大 後期	着色期	果形指数	果 実 重	果肉歩合	糖 度		酸 含 量	
			6.26	6.26 (g)	6.26 (%)	5.14	6.26	5.14 (g/100ml)	6.26
高温	高温	一定	123	89.7	79.6	8.5	13.4	1.35	1.34
〃	〃	変温	120	78.8	82.6	10.0	11.7	1.84	0.99
〃	低温	一定	122	90.9	79.5	8.7	11.5	1.37	0.98
〃	〃	変温	121	77.1	80.3	9.5	12.0	1.22	0.96
低温	高温	一定	126	86.7	78.5	7.4	10.7	1.70	1.22
〃	〃	変温	127	107.2	78.4	6.7	8.7	1.45	1.16
〃	低温	一定	118	72.6	77.8	10.2	13.7	1.33	0.97
〃	〃	変温	124	84.2	76.0	6.9	7.9	1.50	1.07

第17表 果実肥大期の気温と果実肥大(1993年)

項目	処理	開花後日数(日)								
		40	59	68	90	109	130	151	170	193
横径 (mm)	処理 I	19.2	26.5	31.7	41.3	47.4	53.5	59.4	61.6	68.4
	処理 II	18.8	27.2	32.4	41.6	46.6	55.0	60.9	64.4	70.0
	処理 III	18.9	26.3	29.8	40.1	46.2	51.9	57.4	58.7	65.8
	処理 IV	19.2	26.0	29.8	40.1	45.7	54.3	60.5	63.3	67.7
縦径 (mm)	処理 I	17.8	24.3	28.4	35.2	38.9	42.3	45.2	45.8	47.9
	処理 II	17.6	25.1	29.3	35.9	37.9	43.9	46.9	47.7	49.9
	処理 III	18.0	24.7	27.6	35.5	39.3	42.8	45.5	45.6	48.1
	処理 IV	17.9	24.1	27.2	35.2	37.7	43.6	47.1	47.8	50.1
肥大率 <sup>2</sup>	処理 I	3.56	2.58	2.16	1.66	1.44	1.28	1.15	1.11	1.00
	処理 II	3.72	2.57	2.16	1.68	1.50	1.27	1.15	1.09	1.00
	処理 III	3.48	2.50	2.21	1.64	1.42	1.27	1.15	1.12	1.00
	処理 IV	3.52	2.60	2.28	1.69	1.48	1.24	1.12	1.07	1.00

<sup>2</sup> 収穫時横径/各調査時期の横径

第18表 果実肥大期の気温と果実品質(1993年)

項目	処理	開花後日数(日)				
		109	130	151	170	193
果歩 (%)	処理 I	81.5	83.3	84.3	85.5	80.6
	処理 II	79.9	81.5	82.4	82.0	79.3
	処理 III	78.1	81.4	82.9	83.4	77.9
	処理 IV	78.7	82.2	83.1	83.2	79.4
果肉色 (カラーチャート)	処理 I	5.1	6.2	7.6	8.4	8.3
	処理 II	5.2	7.1	8.1	8.3	7.8
	処理 III	4.6	6.3	7.5	8.4	8.1
	処理 IV	4.6	6.3	7.6	8.4	8.3
着色歩 合	処理 I	—	—	0.8	3.8	5.6
	処理 II	—	—	1.1	3.4	6.8
	処理 III	—	—	0.3	2.4	5.5
	処理 IV	—	—	0.5	1.6	5.4
糖度	処理 I	7.8	9.4	10.3	11.4	10.5
	処理 II	8.3	9.0	9.8	9.7	11.4
	処理 III	7.5	8.8	9.8	10.8	10.0
	処理 IV	8.4	9.0	9.2	9.8	11.6
酸含量 (g/100ml)	処理 I	3.84	2.69	1.55	1.23	0.75
	処理 II	3.78	2.06	1.06	0.79	0.83
	処理 III	3.47	2.23	1.37	0.93	0.70
	処理 IV	3.98	2.07	1.12	0.84	0.68

3) 果実肥大期の気温変化と果実肥大及び果実品質

果実横径は、満開後41~69日にかけての気温が高く、70~109日にかけて低い気温で推移した処理II区で大きかった(第17表)。

果肉色(カラーチャート値)は、満開後151日まで

は、処理II区が高い傾向であったが、満開後170日以降は処理間にほとんど差はなくなった。着色歩合は処理II区で高い傾向が見られた。

酸含量は、満開後70~109日にかけての気温が高かった処理I区及びIII区で、減少がやや遅れる傾向

第19表 果実肥大期，着色期の気温と果実肥大(1993年)

項 目 処 理	開 花 後 日 数 (日)							
	69	90	109	130	152	170	193	
横 径 (mm)	25—20°C	26.6	33.7	41.2	48.6	54.9	60.2	64.6
	30—25°C	28.0	34.7	39.8	45.6	50.8	54.9	59.4
縦 径 (mm)	25—20°C	24.9	30.0	34.4	38.6	39.5	44.8	45.6
	30—25°C	25.2	29.9	32.2	36.8	39.6	41.8	43.7
肥 大 率 <sup>2</sup>	25—20°C	2.43	1.92	1.56	1.32	1.17	1.06	1.00
	30—25°C	2.13	1.72	1.50	1.30	1.17	1.08	1.00

<sup>2</sup> 収穫時横径/各調査時期の横径

第20表 果実肥大期，着色期の気温と果実品質(1993年)

項 目 処 理	開 花 後 日 数 (日)					
	109	130	152	170	193	
果 肉 歩 合 (%)	25—20°C	73.2	77.2	77.7	84.2	76.9
	30—25°C	76.0	78.2	81.8	83.2	80.6
果 肉 色 (カラーチャート)	25—20°C	5.6	7.1	8.3	8.0	8.5
	30—25°C	4.7	5.8	6.9	8.2	8.2
着 色 歩 合	25—20°C	—	0.1	0.6	3.4	7.1
	30—25°C	—	0.0	0.1	0.7	4.2
糖 度	25—20°C	8.3	8.6	8.6	9.0	9.6
	30—25°C	8.3	8.4	8.9	8.5	9.3
酸 含 量 (g/100ml)	25—20°C	4.06	2.42	1.37	0.82	0.65
	30—25°C	3.99	2.50	1.47	0.91	0.79

が見られたが，満開後193日目では処理間に差はなかった。糖度は，満開後170日目では，処理 I 区及び III 区が高かったが，満開後193日目ではむしろ処理 II 区，IV 区のほうが高かった (第18表)。

の影響は見られなかった (第20表)。

#### 4) 果実肥大期，着色期の気温変化と果実肥大及び果実品質—2

果実径は最高—最低気温：25—20°C区が30—25°C区に比べ，満開後109日以降大きかった (第19表)。果肉色，着色歩合は最高—最低気温：25—20°C区が優れた。酸含量は25—20°C区が30—25°C区に比べ，満開後130日以降低く推移した。糖度には，温度処理

## 考 察

ウンシュウミカンの施設栽培において、開花後の気温と果実品質(主に酸含量)、果皮の着色並びに果実肥大との関係を解析した。

### 1. 開花後の気温と果実品質

満開日から着色始期までの気温の積算値は、年次によって多少のふれはあったが、同一年次では加温時期の早晚にかかわらず、ほぼ一定の値であった。

ところが、満開日から酸含量が1.0 g/100ml以下になる時期までの気温積算値は、各年次とも加温時期が遅い場合が高かった。また、満開日から収穫期までの気温積算値も同様な傾向で加温時期が遅い場合に高かった。

このことから、着色始期以降の気温の高低が、酸含量の変化に影響しているものと考えられる。

開花後、同一日数経過後の積算気温と酸含量との関係は、開花後150日及び180日時点において、早い加温型が平均気温の積算値は大きく、酸含量も低い傾向であった。

また、満開日から同一日数経過後の気温の積算値は、開花日が遅い場合が高く、同一樹内で、開花時期が異なる果実では、開花後150日及び180日時点の酸含量は開花時期が遅い果実が低かった。満開日から酸含量が1.0 g/100ml以下になる時期までの最低気温の積算値は、早期開花の果実も後期開花の果実も約3600°Cであり、岸野<sup>3)</sup>が露地栽培で、気温と酸含量の推移との関係から酸含量が1.0 g/100ml以下になるには、満開日からの気温の積算値が約3500°Cを要するとした結果と一致する。

このことから、温州ミカンの施設栽培における酸含量の減少は、積算気温、特に最低気温の積算値との関連が深いことが推察される。もちろん、酸含量の減少には、着果程度や土壤乾燥程度等、他の樹体要因や環境要因も作用していると考えられるが、満開日からの気温積算値は品質の推移を押し量一指標となると考える。

なお、糖度の上昇にも積算気温が影響しているとは考えられるが、本試験では糖度の推移と積算気温との関係は、年次変動が大きく明らかでなかった。

乾燥ストレス等、他の要因が大きく作用しているようである。今後、土壌水分管理等と関連させて検討する必要がある。

### 2. 開花後の気温と果皮の着色

果皮の着色についても、酸含量の減少と同様、積算気温値が高い場合が、着色歩合も高い傾向がみられ、積算気温との関係は大きいと考えられる。しかし、収穫期が、7月、8月となる加温タイプの場合には、開花後の積算気温値がかなり高い値に達していても果皮の着色が進まないことが多い。

着色遅延の原因としては、着色初期までの積算気温値が加温開始時期に関わらずほぼ一定の値であったことから、果実が着色始期に達した後の環境要因が影響していることが考えられる。

宇都宮ら<sup>2)</sup>、苫名ら<sup>7)</sup>は30°C以上の高温では、果皮のクロロフィルの分解が抑制され、カロチノイドの生成が進行しないとしている。重里<sup>4)</sup>は、昼温を30°Cから25°Cに低下させると果皮の着色は進むが、最高気温が30°Cでは、最低気温が低くても果皮の着色は進まなかったと報告している。

本試験の成績は、これらの報告<sup>2,7,4)</sup>と一致し、開花後の積算気温が3,000~3,500°Cに達し、着色期を迎えた果実では、昼夜温とも低い温度のほうが果皮の着色は進むことが明らかになった。特に、着色期においては昼の温度は25°C以下で着色が進み、最高気温が高いと果皮の着色は遅れ、酸含量の減少も遅れることが確認できた。

しかしながら、7月、8月には、最高気温が30°Cを越えるのはもちろんのこと、最低気温も25°Cを越えるようになる。この高温がハウスミカンの着色遅延の大きな要因となっているのは明らかである。

このため、着色促進を図るには、果実の成熟期はできるだけ気温を低く維持する方法について、検討が必要である。

ところが、夏季の高温時に気温を低下させることは経済的に非常に難しいので、あくまでも着色にこだわるのではなく、果実内容の充実を全面に出した出荷、販売対応も必要と考える。

また、著者ら<sup>9)</sup>は、収穫した果実を20°C予措する

ことによって、着色促進と鮮度保持が図られることを報告したが、これらの技術を出荷、販売対応の一方法として活用すべきであろう。

さらに、高木ら<sup>9)</sup>や廣瀬<sup>10)</sup>は糖度と果皮色との関係を指摘しており、着色の良い果実を生産するためには、糖度向上を図ることが前提となる。水分管理等に留意し、糖度の高い高品質果実を生産することが大切である。

### 3. 開花後の気温と果実肥大

生理落果期においては、気温を低く（平均気温19.4℃）維持したほうが、着果率が高く、結実安定が図られた。また、収穫時の果径指数が大きく、へん平な果実が生産され、商品性が向上した。これは、重里の報告<sup>4)</sup>と一致しており、結実安定を図るために留意すべき基礎的事項と思われる。

また、生理落果終了後の果実肥大期においては、平均気温25℃の場合が平均気温20℃の場合より果実の肥大は良好であることが認められた。しかし、果実肥大期の全期間が、最高気温30℃で推移した場合は、いずれの試験でも果実の肥大が抑制された。

果実肥大期の温度管理については、重里は<sup>4)</sup>昼夜の温度差をできるだけ小さくし、平均気温を20～25℃に近づけたほうがよいと報告している。また、新居ら<sup>8)</sup>もウンシュウミカンの果実肥大は20～25℃で最も優れたと報告しており、本試験の結果と一致する。

なお、本試験では果実肥大前期、後期の気温変化が、果実肥大に及ぼす影響は明らかでなかった。今後、果肉や果皮細胞の発達と関連させた検討が必要と思われる。

### 4. 実用的温度管理法

実際栽培における開花後の温度管理法としては、生理落果期までは、着果の安定と奇形果の発生を抑えるために日較差を小さくし、平均気温を20℃に調節することが基本である。また、果実肥大期は最高気温を極力30℃以下に抑え、平均気温25℃を目安に夜温を調節しながら、日較差を10℃以下に保つことが目標となる。

着色期以降は、最高気温が高いと果皮の着色は遅れ、酸含量の減少も遅れることから昼の温度は25℃以下を目標に、極力下げようとする。

なお、最高気温が25℃以下で最低気温が15℃の場合は、果皮の着色は進んでも、酸含量の減少はやや遅れる傾向が見られるため、夜温の推移と酸含量をチェックし、加温の停止時期が早くなりすぎないように注意が必要である。

また、生育の進んだ果実は高温によっても着色が遅延しにくいので、日常の温度管理をこまめに行い、最高気温をコントロールできる時期までにできるだけ果実の生育を進めることも大切と考える。

以上のように、温度要因からみたウンシュウミカンの施設栽培管理指標を明らかにしたが、今後は、着果程度や土壌乾燥程度等、他の要因も考慮した果実発育及び品質向上に効果的な生育ステージ別の栽培管理技術について検討する必要がある。

また、最適な温度管理指標が明らかになっても、実際の栽培管理では、目標どおりに制御ができないことが多く、経済的な温度制御技術、特に昼温のコントロール法の確立が重要と考える。

## 摘 要

ウンシュウミカンの施設栽培において、加温時期が異なる場合の積算気温と果実の生育との関係を明らかにした。満開日から着色始期までの平均気温の積算値は、3,300～3,700℃前後で、日数にして140～150日で、加温時期の早晚にかかわらずほぼ一定であった。満開日から酸含量が1.0 g/100mlに低下するまでの平均気温の積算値は、加温時期の早晚で異なり、加温時期が遅い場合が大きかった。また、満開日から収穫開始期までの積算気温値も、加温時期が遅い場合が大きかった。

満開日から平均気温の積算値が3,000～3,500℃に達し、着色期を迎えた果実は、昼夜温とも低い温度のほうが果皮の着色が進み、最高気温、最低気温が高い場合には、着色は遅れた。最高気温が30℃で推移すると、果皮の着色は遅れ、酸含量の減少も遅れる傾向が見られた。最高気温が25℃以下で、最低気

温が15°Cの場合は、果皮の着色は進むが、酸含量の減少はやや遅れる傾向が見られた。

生理落果期は、気温を低く(平均気温20°C)維持したほうが、着果率が高く、成熟時の果形指数も大きかった。果実肥大期には、気温を高く維持(平均気温25°C)したほうが、気温が低い場合(平均気温20°C)より果実の肥大が促進され、成熟も進んだ。しかし、果実の肥大期間を通して、最高気温30°Cで管理すると果実の肥大が抑制され、着色が遅れ、酸含量も低下しなかった。

### 引用文献

- 1) 農林水産省果樹試験場興津支場編. 1987. カンキツの調査法. p.4-13.
- 2) 宇都宮直樹・山田 寿・片岡郁雄・苔名 孝. 1982. ウンシュウミカン果実の成熟に及ぼす果実温度の影響. 園学雑. 51 : 135-141.
- 3) 岸野 功. 1987. 果樹生産力の地域特性解明. 平成元年度常緑果樹試験成績概要集. p.317-320.
- 4) 重里 保. 1984. 早生ウンシュウの加温時期と生理生態. p.70-83. 廣瀬和榮編著. カンキツ類ハウス栽培の新技术. 誠文堂新光社. 東京.
- 5) 白石雅也. 1989. ミカンのハウス栽培. p.58-62. 農文協. 東京.
- 6) 高木敏彦・向井啓雄・市川珠世・鈴木鐵夫. 1994. ウンシュウミカンの着色に及ぼす温度と果実の糖集積の影響. 園学雑. 62 : 725-731.
- 7) 苔名 孝・宇都宮直樹・片岡郁雄・藤本欣司. 1979. ウンシュウミカン果実の温度環境と成熟との関係. 園学要旨. 昭54春 : 16-17.
- 8) 新居直祐・原田公平・門脇邦泰. 1970. 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.
- 9) 濱口壽幸・松永茂治・山中 昇・岸野 功. 1996. ウンシュウミカン収穫果実の着色促進と鮮度保持技術. 長崎果樹試研報. 3 : 11-30.
- 10) 廣瀬和榮. 1984. カンキツの環境と生理生態. p. 8-28. 廣瀬和榮編著. カンキツ類ハウス栽培の新技术. 誠文堂新光社. 東京.

## The Temperature Control Technique for Growing Satsuma Mandarin Fruits under Plastic Film Greenhouse

Toshiyuki HAMAGUCHI • Shigeharu MATSUNAGA • Noboru YAMANAKA and Isao KISHINO

*Section of Evergreen Fruit Tree, Nagasaki Fruit Tree Experiment Station, 1370 Onibashi-cho  
Omura, Nagasaki, 856*

### Summary

The effects of temperature on fruit growth and quality of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) grown under plastic film greenhouse were investigated.

The accumulation of average temperature in plastic film greenhouse from the full bloom stage to the coloring of fruit skin was approximately equal in spite of difference of the beginning time of heating. But the accumulation of average temperature from the full bloom to the ripening, when the acid content reduced less than 1.0g/100 ml, in the early heating system was more than in the late heating system. The cumulative temperature from the full bloom stage to the harvesting time in the early heating system was more than in the late heating system, too.

After the accumulation of average temperature reached 3,000~3,500°C, the rind color did not develop well, when the maximum temperature or the minimum temperature was high. Especially the rind color development and the acid content reduction of fruit were suppressed at the maximum temperature above 30°C. When the minimum temperature was 15°C, the rind color developed well, but the acid did not reduce.

In the physiological fruit drop stage, the low temperature (average temperature: 20°C) was more effective for the fruiting and the fruit shape than the high temperature (average temperature: 25°C). In the fruit growth stage, the high temperature was more effective for the fruit growth and the ripening. But if the maximum temperature was 30°C through this period, growth, coloring and acid content reduction of fruit were suppressed.