

# ハウスミカンの成熟期における地温冷却が樹体,果実品質に及ぼす影響

誌名	香川県農業試験場研究報告
ISSN	03748804
巻/号	49
掲載ページ	p. 33-41
発行年月	1997年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# ハウスミカンの成熟期における地温冷却が樹体、 果実品質に及ぼす影響

大谷 衛・豊嶋貴司\*・森末文徳・野田啓良

キーワード：ハウスミカン，地温，冷却，成熟期，ストレス

Effect of cooling soil temperature in maturing period on tree growth and fruits quality  
in sastuma mandarin trees grown in a plastic house

Mamoru OHTANI, Takashi TOYOSHIMA\*, Fuminori MORISUE and Hiroyoshi NODA

Keywords : Sastuma mandarin trees grown in a plastic house, Soil temperature, Cooling,  
Maturing period, Stress

Effects of controlled cool soil on peripheral environment of tree, growth of tree and fruit quality were investigated on sastuma mandarin trees grown in plastic house. The cooling treatment of soil was performed from middle May to late June and soil temperature was kept at 11 to 12°C. The trees were heated from late December to late May. The results were as followed.

1. In a fine day, the temperature of the trunk and leaf and fruit sets on the inner part of tree canopy was lowered by the cooling treatment of soil, but there was no difference in a cloudy day. The temperature was measured by thermometer.
2. The leaf water potential and photosynthetic rate were lowered by the cooling soil treatment, but its feeder roots activity was increased.
3. The fruit growth wasn't controlled by the cooling treatment of soil, but coloration of the fruit was advanced. Cooling treatment enhanced the rind color, but the Brix and citric acid content of fruit were not affected.
4. By three years cooling soil treatment, summer shoots were longer and its leaves were larger than those of untreated trees were. These shoots and leaves were developed after harvest. Also its feeder roots were developed much in the depth ranging from 20 to 40cm.

## 摘 要

早期加温ハウスミカンにおいて5月中旬から6月下旬までの間、地温を11~12℃に下げる処理を行い、樹体及び樹体の周辺環境、果実品質等に及ぼす影響を検討し、以下の結果を得た。

1. 樹体放射温度は晴天日においては主幹部、樹冠内部で低下したが、曇天日においては差は見られなかった。
2. 冷却処理により、葉の水ポテンシャルはほぼ調査全期間を通して低くなり、光合成速度は低下する傾向であったが、細根活性は高くなった。
3. 冷却処理による果実肥大の抑制は認められなかったが、

着色促進効果が認められた。また、果皮の紅が濃くなったが、糖度計示度及びクエン酸濃度については明らかな傾向を認めなかった。

4. 地温冷却を3年間連続処理した樹では、無処理樹に比べ長く、面積の広い葉が着生した夏枝が収穫後に発生した。また、細根は、深さ20~40cmの範囲で発生が多かった。

## 緒 言

現在、ハウスミカンでは、樹勢や収量の低下が大きな問題となっており、樹勢強化、増収対策に迫られている。これらの原因の一つとして、高糖果生産を行うための収

\*現在 小豆地域農業改良普及センター

穫前（果実成熟期）、及び加温前に花芽分化促進のために行う強度の土壤乾燥処理による細根の枯死が考えられている。一方、Poerwanto and Inoue<sup>19)</sup>は、鉢植えのウンシュウミカンについて、秋季2～3か月の地温冷却が花芽分化を促進することを認めている。また、井上<sup>6)</sup>は、夏季に地温の冷却を行うことにより早期加温ハウスミカンでの花芽分化促進効果を認め、樹体が強度な土壤乾燥下に置かれた場合によく似た状態になることを報告し、筆者ら<sup>16-17)</sup>も同様な結果を得ている。さらに、農家では夏季に地温冷却を行い、9月加温、4月収穫といった栽培方法が行われている園地もある。このように、地温冷却が花芽分化を促進することは明らかであるが、花芽分化促進以外の効果についての報告はほとんどない。

そこで、土壤乾燥処理と同様な効果を得られると思われる地温冷却処理をハウスミカンにおいて果実の成熟期に行い、これが樹体、果実に及ぼす影響を検討したので、その概要を報告する。

なお、本論文の一部はすでに報告した（大谷<sup>18)</sup>）。

## 材料及び方法

試験は1994年から1996年にかけて3回実施した。1993年2月に府中分場ほ場のハウス（100m<sup>2</sup>、2棟）内に定植した10年生（1993年当時）カラタチ台‘興津早生’20樹を供試した。地下20cmに直径30mmの塩化ビニールパイプを30cm間隔に埋設し、設定温度を10～11℃として、冷却機で3～5℃に冷却した水を循環させた。冷却処理時期は1994年は5月16日から、1995年は5月23日から、また、1996年は5月17日からそれぞれ収穫当日まで継続して行った。冷却区では試験期間中に地温上昇を防止するために1994年と1995年はアルミ蒸着シート、1996年は白色透湿性シートで土壤表面を被覆した。その他の管理は、場内の慣行に従い同一に行った。

なお、試験を行った3カ年の加温開始日は1993年、1994年は11月16日、そして、1995年は11月21日である。収穫は1994年は6月15日、1995年は6月30日、そして、1996年は6月27日にそれぞれ行った。なお、収穫終了後は直ちに十分な灌水と軽いせん定を行った。

### 1. 地温冷却の樹体環境への影響

気温は、白金測温抵抗体を用い、ハウス内の中央部で高さ1.7mのところを測定した。地温は、測温抵抗体を地下20cm（地温冷却区では塩化ビニールパイプのほぼ中間地点とした。）まで挿入し測定した。これらは、温室環境制御装置（チノー社製GC-300）により集計した。

土壤水分は、地下15cmのところをセラミックス土壤水分計（藤原製作所製 SPAD:PF-33）の低水分センサー（pF1.5～2.9）と高水分センサー（pF2.5～3.9）を用い測定した。なお、1994年の試験では5月20日と6月2日に5mm程度の灌水を実施した。

樹体の放射温度は、晴天日（1996年5月21日）と曇天日（同6月24日）の午前11:00～11:30の間で、放射温度計（ミノルタ社製 TA-0510F）により測定した。測定部位は、それぞれ主幹部（接ぎ木部上10cm）、樹冠外周部の陽光面の葉及び果実、樹冠内部（樹冠の表面から約1m内部で地上から30cmの高さ）の葉及び果実とした。また、無処理区においては、白色透湿性シートで土壤表面を被覆した区と無被覆区を設け測定を行った。

### 2. 地温冷却が樹体に及ぼす影響

葉色は、グリーンメーター（ミノルタ社製 SPAD-502）を用い前年に発生した夏葉を1樹当たり10枚選び測定した。葉の水ポテンシャルは、プレッシャーチャンパー法により、前年に発生した夏葉を1樹当たり2～3枚採取し、1994年は5月15日から6月11日まで、1995年は5月20日から6月20日まで、また1996年は5月15日から6月17日まで、ほぼ5日ごとに日の出前に測定した。光合成速度は、携帯用光合成蒸散測定装置（Li-cor社製 LI-6200）を用い、前年に発生した夏葉を1樹当たり2～3枚選び測定した。なお、測定は晴天日の午前中に行った。

根活性は、吉田<sup>20)</sup>の方法により1996年5月13日、6月7日及び24日に採取した細根について調査した。すなわち、直径1mm程度の新鮮細根1gを試験管に入れ、0.2% 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride 10mlを加え、37℃条件下で3時間放置した。その後、2mlの2NH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>で反応を停止し、生成されたフォルマザンを酢酸エチルで抽出し、485nmにおける吸光度を測定することによって算出した。

### 3. 地温冷却が果実肥大、品質に及ぼす影響

果実の肥大は、1樹当たり10果について、1994年は5月10日から6月10日まで、1995年は5月20日から6月25日まで、1996年は5月15日から6月25日まで、5日ごとにノギスを用い横径を測定し、測定初期値に対する肥大率を算出した。果実の着色（遠観による0～10段階に区分）状況は、着色調査と同じ果実について1994年は5月5日から6月10日まで、1995年は5月20日から6月25日まで、また1996年は5月15日から6月25日まで、5日ごとに調査した。果実品質は、収穫後直ちに常法に従い調査した。果皮色は1994年、1996年には色彩色差計（ミノ

ルタ社製 CR-200) を用い、果実赤道部の着色良好部を、また、1995年にはオレンジ系カラーチャートを用い、果梗部、果頂部、赤道部の着色良好部及び不良部を測定した。浮皮度は「カンキツの調査方法」<sup>16)</sup>に基づき算出した。糖度計示度は屈折糖度計 (アタゴ社製 DBX-50)、クエン酸濃度はアシライザー (富士平社製 Model 3) により測定した。

4. 地温冷却の収穫後の樹体への影響

地温冷却を1994年から1996年まで3か年連続して処理した5樹及び無処理5樹について、1996年に収穫後の夏枝の発生状況を調査した。夏枝の形質は、緑化完了後1樹当たり20枝を無作為に選び、長さ、葉数及び葉面積を測定した。葉面積指数 (LAI) は、1996年8月29日に植物群落構造解析装置 (Li-cor 社製 LAI-2000, 商品名: プラントキャノピーアナライザー) を用い、森永<sup>9)</sup>の樹冠下4方向法で測定した。夏葉及び細根の無機成分含量は、1996年8月12日にそれぞれを採取し、分析に供した。分析方法は、全窒素がケルダール法、りんがバナドモリブデン酸法、そして、他の無機成分含量については原子吸光法とした。また、根量は、1996年8月12日に各区2樹について主幹から西1mの部分50cm四方で深さ40cmまで掘り上げ、中根 (5~10mm)、小根 (2~5mm)、細根 (2mm以下) に区分し、生体重を測定した。

結果及び考察

1. 地温冷却の樹体環境への影響

1994年から1996年までの地温冷却期間中の日平均地温及びハウス内日平均気温の推移を図-1~3に示した。地温は、無処理区が20~23℃であったのに対し、冷却区では冷却を開始すると急速に低下し、5~7日程度ではほぼ設定温度の11~12℃となった。また、冷却区では、収穫終了時に冷却を停止すると急速に地温が上昇し、3日程度で無処理区とほぼ同じになった。ハウス内の気温は冷却区、無処理区とも20~25℃であった。

試験期間中の土壌水分 (pF 値) の変化を図-4に示した。冷却区では結露により塩化ビニールパイプの周囲の土壌は湿っていた。また、シートマルチを行い、少量の灌水をしていることから pF 値は2以下で低く推移した。無処理区ではシートマルチを行っておらず、pF 値は灌水による低下とその後の地表面からの蒸発、樹体からの蒸散等による上昇を繰り返した。

地温冷却が樹体の放射温度に及ぼす影響を表-1に示した。晴天日における樹体の放射温度は、地中冷却区で

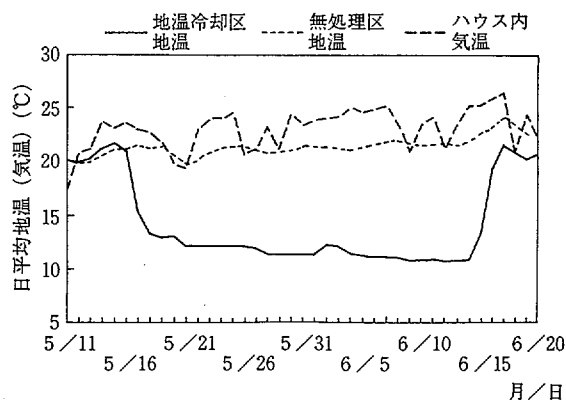


図-1 冷却期間中の日平均地温及び気温の変化(1994)

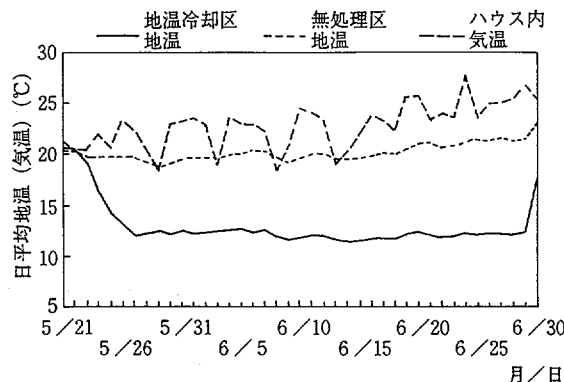


図-2 冷却期間中の日平均地温及び気温の変化(1995)

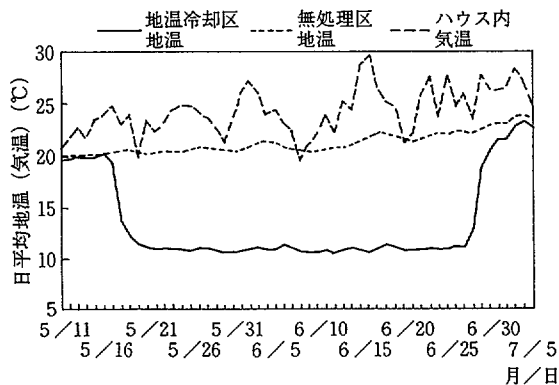


図-3 冷却期間中の日平均地温及び気温の変化(1996)

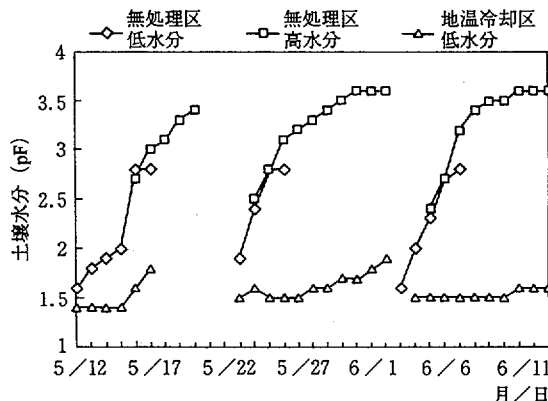


図-4 冷却期間中の土壌水分の変化 (1994)

主幹部が無処理区に比べ約4℃低下した。また、樹冠外周部の葉及び果実温度も低下したが、主幹部ほどではなく、無処理区のシートマルチ無被覆のものに比べ1.2~1.5℃の低下であった。樹冠内部の葉及び果実温度は、同様に0.9~1.9℃低下した。曇天日における樹体の放射温度は、地中冷却区ですべての調査部位で低くなったが、晴天日ほど低下しなかった。無処理区においては、晴天日でシートマルチ処理により樹冠内部の葉及び果実の放射温度が高くなったが、曇天日ではシートマルチの有無による差は認められなかった。これらのことから、地温冷却処理により蒸散が多いと思われる晴天日には、樹冠内部の葉や果実温が低下することが明らかになった。

ウンシュウミカンでは、吸水及び蒸散は地温が20~25℃で最大となり、地温が低下するにつれてそれらも低下し、地温が10℃前後になると吸水及び蒸散は最高時の1/3近くになるとする飯塚<sup>4)</sup>、松本<sup>8)</sup>の報告がある。また、岩崎は<sup>7)</sup>レモンの挿し木苗では蒸散作用が

地温0~50℃の間で行われ、25~30℃で最も盛んであると著述している。これらのことから、本試験の地温11~12℃でも晴天日には、蒸散作用は活発ではないがある程度行われているものと思われる。従って、主幹部の放射温度の低下は、土壤中の冷却された水の根から吸収に起因するものと推察された。しかし、葉及び果実の放射温度低下の原因については明らかではなく、今後検討する必要がある。

2. 地温冷却が樹体に及ぼす影響

地温冷却が葉色 (GM 値) に及ぼす影響を表-2 に示した。葉色 (GM 値) は、1994年は冷却区で小さくなる傾向であったが、1995年は処理による差は認められなかった。1996年は冷却区で大きくなる傾向であった。1994年から1996年までの地温冷却が、葉の水ポテンシャル ( $\psi_{max}$ ) に及ぼす影響を図-5~7 に示した。葉の水ポテンシャルは、1994年、1995年はほぼ調査全期間を通じて冷却区で低くなり、樹体にはより強い水分ストレスがかかっていた。1996年については大きな差は認められなかった。次に、地温冷却が光合成速度に及ぼす影響を表-3 に示した。光合成速度は、1994年は5月23日には冷却区で高かったが、その後急速に低下し、6月2日には無処理区より低くなった。1995年は冷却区で低く、1996年は1994年と同様に冷却開始時には無処理区で低い状態であったが、その後、冷却区で低下した。地温冷却が細根活性に及ぼす影響を表-4 に示した。細根活性は、すべての調査時において冷却区で高い傾向であった。

本試験では、地温の低い冷却区で葉の水ポテンシャル及び光合成速度がやや低下し、細根活性が高まった。ウンシュウミカンにおける樹体の水分ストレスと光合成速度との関係については、森永<sup>10)</sup>が夏秋期の光合成速度を低下させない葉の水ポテンシャル ( $\psi$ ) を-15bar 以

表-1 地温冷却処理が樹体の放射温度に及ぼす影響 (1996)

試験区	シートマルチ	主幹部 (℃)	樹冠外周部		樹冠内部	
			葉 (℃)	果実 (℃)	葉 (℃)	果実 (℃)
晴天日						
地温冷却区	有り	21.1	32.3	32.6	27.6	28.0
無処理区	有り	25.0	34.3	33.8	29.4	31.2
無処理区	無し	25.1	33.8	33.8	29.5	28.9
曇天日						
地温冷却区	有り	22.4	23.4	23.8	22.3	22.6
無処理区	有り	23.9	24.9	24.4	23.4	23.3
無処理区	無し	24.4	24.5	24.8	23.5	23.6

注) 晴天日及び曇天日の午前11:00の外気温はそれぞれ24.2℃, 21.3℃

表-2 地温冷却処理が葉色 (グリーンメーター値) に及ぼす影響

試験区	1994年			1995年			1996年		
	5/20	6/1	6/14	5/19	5/31	6/20	5/17	5/28	6/7
地温冷却区	72.6	72.0	72.9	80.0	79.2	78.8	76.9	77.9	75.6
無処理区	73.6	75.1	76.3	81.3	80.4	80.0	75.7	76.5	74.7

表-3 地温冷却処理が光合成速度に及ぼす影響

試験区	1994年				1995年			1996年	
	5/23	5/25	6/2	6/6	6/1	5/17	5/31	6/25	
地温冷却区	11.27	7.99	3.72	6.94	5.51	14.02	11.78	11.91	
無処理区	7.13	6.22	4.92	6.37	7.38	12.04	15.02	13.37	

注) 単位は  $\mu \text{molCO}_2 / \text{m}^2 / \text{s}$

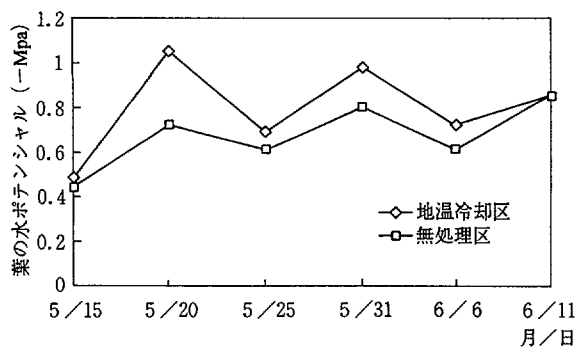


図-5 地温冷却が葉の水ポテンシャルに及ぼす影響 (1994)

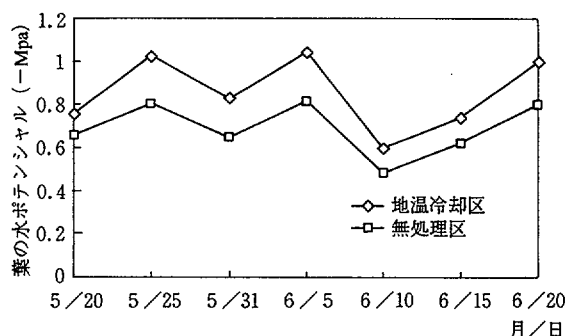


図-6 地温冷却が葉の水ポテンシャルに及ぼす影響 (1995)

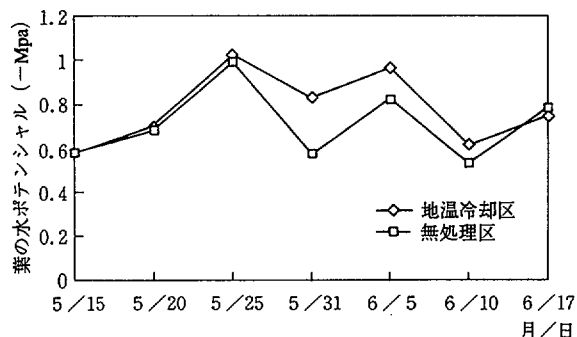


図-7 地温冷却が葉の水ポテンシャルに及ぼす影響 (1996)

表-4 地温冷却処理が細根活性に及ぼす影響(1996)

試験区	5/13	6/7	6/24
地温冷却区	0.50	0.66	0.68
無処理区	0.33	0.52	0.32

注) 単位は mg/hr/g

上としている。冷却区において葉の水ポテンシャル ( $\psi_{max}$ ) が  $-0.8 \sim -1.0$  Mpa となった場合に、光合成速度も無処理区に比べ低下した本試験での結果に比べやや小さい値である。しかし、これは、栽培条件や測定時期、時刻の違いによるものと考えられ、今後、さらに詳細な

検討が必要と思われる。

ウンシュウミカンでは、根の活性が低下すると光合成能もそれに伴って低下し、高地温 ( $22 \sim 24^\circ\text{C}$ ) のほうが低地温 ( $9 \sim 12^\circ\text{C}$ ) より光合成速度が高いという森永<sup>10)</sup>の報告がある。また、久保田ら<sup>2)</sup>は、根の活性に及ぼす地温の影響について‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’を用い調査し、 $13^\circ\text{C}$ よりも $27^\circ\text{C}$ で高い活性を示したと報告している。ハウスミカンにおいては、野田ら<sup>14)</sup>は秋季の地温冷却を行うことによって細根活性が高まることを報告している。また、中島ら<sup>12)</sup>は地中冷却のみでは根活性は低下せず、土壌の乾燥処理を併用することにより根活性が低下することを報告している。これらのことと、地温冷却区では土壌が多水分状態であるが、無処理区では土壌が乾燥状態となっていた本試験での結果を考えあわせると、地温より土壌乾燥の程度の方が、光合成速度や細根活性の高低により強く影響するものと思われる。

### 3. 地温冷却が果実肥大、品質に及ぼす影響

1994年から1996年までの地温冷却が、果実肥大に及ぼす影響を図-8~10に示した。果実肥大は1994年、1995年は冷却区でやや抑制されたが、1996年は無処理区でやや抑制された。しかし、3か年とも大きな差では無かった。1994年から1996年までの地温冷却が、果実の着色の推移に及ぼす影響を図11~13に示した。着色の推移は、1995年には差が認められなかったが、1994年は収穫時において約1.5分、1996年は約2分冷却区で着色が進んだ。地温冷却が収穫時の果実品質に及ぼす影響を表-5に示した。冷却区では、果皮の紅の濃さの指標となる色彩差計 a/b 値及びカラーチャート値が大きくなった。また、浮皮発生の指標となる果実比重は冷却区で大きくなったが、浮皮度は年次による差がみられた。糖度計示度は、3カ年とも冷却区でやや高くなったが、その差は  $0.1 \sim 0.4$  であり小さかった。クエン酸濃度については、年次による差がみられ、明らかな傾向を認めなかった。

向井ら<sup>11)</sup>は、ウンシュウミカン果実の品質に及ぼす地温および水ストレスの影響について調査を行い、水ストレスの有無に関わらず低地温区で果実肥大が抑制され、可溶性固形物及び酸含量が高くなるが、果皮色については差が認められなかったと報告している。本試験では、冷却区と無処理区との葉の水ポテンシャル ( $\psi_{max}$ ) の差は  $0.1 \sim 0.3$  Mpa 程度であり、果実肥大や品質については大きな差は認められなかった。これについては、それぞれ供試樹の樹齢や、設定地温及び樹体の水ストレスの程度の違いによるものと思われる。したがって、収穫

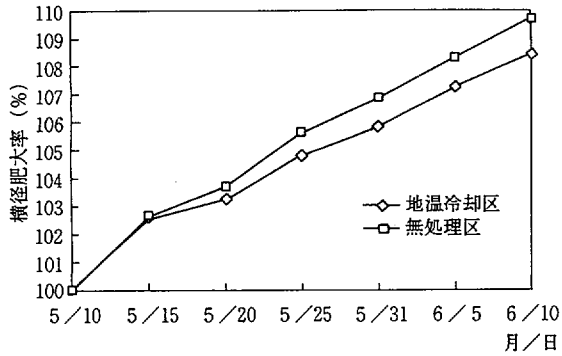


図-8 地温冷却が果実肥大に及ぼす影響 (1994)

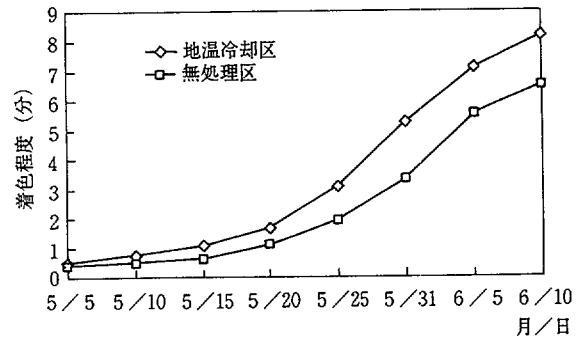


図-11 地温冷却が着色に及ぼす影響 (1994)

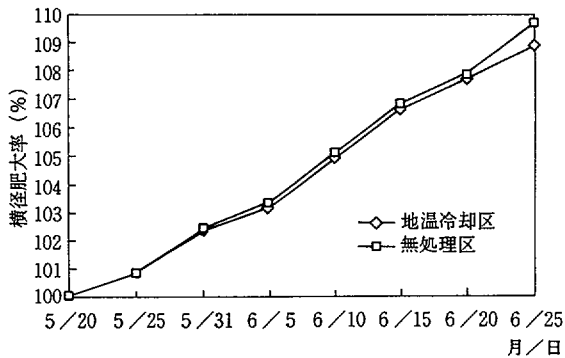


図-9 地温冷却が果実肥大に及ぼす影響 (1995)

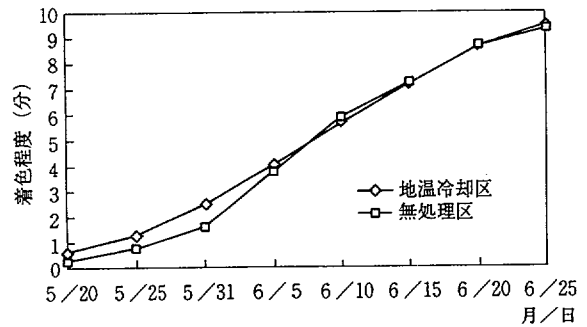


図-12 地温冷却が着色に及ぼす影響 (1995)

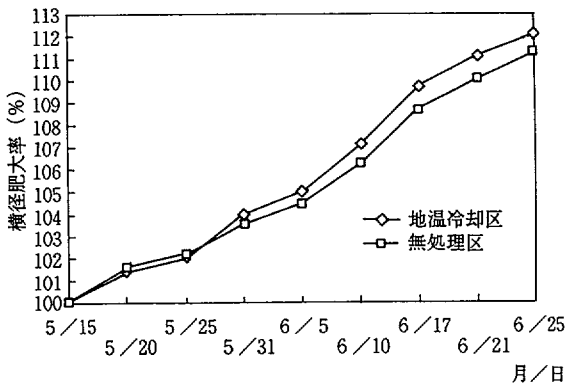


図-10 地温冷却が果実肥大に及ぼす影響 (1996)

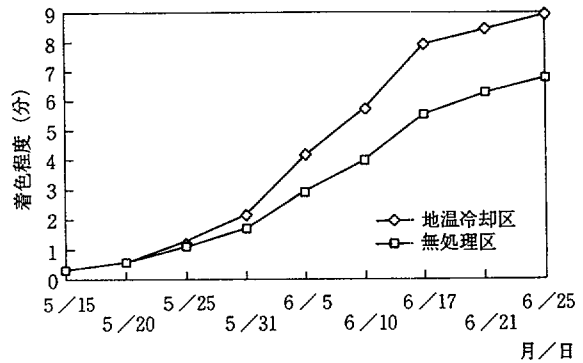


図-13 地温冷却が着色に及ぼす影響 (1996)

表-5 地温冷却処理が果実品質に及ぼす影響

調査年次	試験区	分析果平均重 (g)	着色程度 (分)	果皮色 <sup>z</sup>	果実比重	浮皮度	糖度計示度	クエン酸濃度 (%)
1994年	地温冷却区	99.8	7.7	20.4	0.937	-	12.1	0.73
	無処理区	100.2	6.2	15.5	0.917	-	11.7	0.60
1995年	地温冷却区	86.4	9.8	8.1	0.916	0.22	12.1	0.71
	無処理区	92.4	9.6	7.7	0.901	0.33	11.8	0.80
1996年	地温冷却区	106.1	9.2	39.0	0.916	0.43	12.3	0.72
	無処理区	97.6	8.2	35.6	0.910	0.13	12.2	0.76

z : 1994年, 1996年は色彩色差計 a / b \*100値, 1995年はカラーチャート値

前30~40日間におけるこの程度の葉の水ポテンシャル ( $\psi_{max}$ ) の差は、果実の肥大、果汁の糖度や酸含量にはあまり影響を及ぼさないのかもしれない。しかし、果実の着色については冷却期間中に促進効果が認められた。藤井ら<sup>1)</sup>は、ハウスミカンの密植園において成熟期にアルミ蒸着反射フィルムを樹冠下に被覆すると、果実や樹体の表面温度が低下し、果実の着色が促進されることを明らかにしている。このことや、地温冷却の樹体環境に及ぼす影響に関する本試験の結果から、地温冷却による樹体温の低下は、果実の着色促進に有効であると思われる。

4. 地温冷却の収穫後の樹体への影響

地温冷却が夏枝の発生及び形質に及ぼす影響を表-6に示した。夏枝の発芽は、地中冷却区で無処理区に比べ1日早くなった。試験期間中において、無処理区ではごく少数ではあるが夏枝の発生が見られるのに対し、冷却区では低地温のため発芽がほぼ完全に抑制されていた。冷却終了後、冷却区では地温の上昇とともに、根の吸水能が急速に回復し、発芽が斉一化し早くなったものと思われる。新梢停止、展葉完了も同様に冷却区で1~2日早くなった。発生した夏枝の長さは、冷却区で約2cm長くなった。また、1枝当たりの葉数も冷却区で多く、1枚当たりの葉面積は約25%大きくなった。葉面積指数は、無処理区に比べ冷却区で高くなった。このことから、

地温冷却により収穫後の夏枝の発生が旺盛になるものと思われる。

地温冷却が夏葉の無機成分含量に及ぼす影響を表-7に示した。地中冷却区でカルシウム含量がやや少なくなった以外は、大きな差は認められなかった。地温冷却が根量に及ぼす影響を表-8に示した。根量(生体重)は、深さ0~20cmの範囲では大きな差はなかった。20~40cmの範囲では、無処理区が細根だけが僅かに認められたのに対して、地中冷却区では細根の発生が多く、小根、中根も見られた。地温冷却が根の無機成分含量に及ぼす影響を表-9に示した。根中の無機成分含量は、地中冷却区で窒素、りん、カリウムが高くなる傾向であった。以上のことから、収穫前の地中冷却処理により、収穫後に形質の良好な夏枝(結果母枝)が発生し、細根量が増加することが明らかになった。

カンキツの根の生長と地温との関係については、カンキツ実生苗において、伸長最適温度は25~26℃で、12℃以下や35~37℃以上になると伸長が止まること(岩崎<sup>7)</sup>)が明らかにされている。本試験において、冷却処理を行った場合の地温が11~12℃であることから、試験期間中においては根はほとんど伸長できないものの、土壌は湿潤な状態に保たれており、試験開始以前に発生していた根が高い活性のまま維持されと思われる。しかし、原

表-7 地温冷却処理が夏葉の無機成分含量に及ぼす影響 (1996)

試験区	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
地温冷却区	2.95	0.182	1.74	1.74	0.45
無処理区	2.96	0.192	1.80	2.00	0.48

表-9 地温冷却処理が根(深さ0~20cm)の無機成分含量に及ぼす影響 (1996)

試験区	区分	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
地温冷却区	細根	1.87	0.174	2.59	1.92	0.44
	小根	1.49	0.129	1.23	1.14	0.35
無処理区	細根	1.57	0.148	2.50	1.93	0.50
	小根	1.38	0.098	0.76	1.30	0.37

表-6 地温冷却処理が夏枝の発生、夏枝の形質等に及ぼす影響 (1996)

試験区	夏枝の発生状況			夏枝の形質			LAI
	発芽 (月/日)	新梢停止 (月/日)	展葉完了 (月/日)	長さ (cm)	葉数 (枚)	葉面積 (cm <sup>2</sup> )	
地温冷却区	7/8	7/20	7/29	11.4	7.3	19.3	2.46
無処理区	7/9	7/22	7/30	9.6	6.9	15.4	2.08

表-8 地温冷却処理が根量(生体重)に及ぼす影響 (1996)

試験区	深さ0~20cm			深さ20~40cm			
	細根 (g)	小根 (g)	合計 (g)	細根 (g)	小根 (g)	中根 (g)	合計 (g)
地温冷却区	114.2	9.6	123.8	33.0	10.5	5.3	48.8
無処理区	97.1	14.4	111.5	5.0	0.0	0.0	5.0



田ら<sup>3)</sup>の指摘のように、無処理区では土壤乾燥のため表層の細根が枯死しやすい状態であったと考えられる。このことから、地温冷却が収穫後の根の再生や無機成分含量に好影響を及ぼし、夏枝の発生を旺盛にしたものと推察された。

カンキツの根は、他の果樹と同様に養水分の吸収、養分の貯蔵、植物ホルモンの生産等非常に重要な機能を持っている。したがって、根の多少やその活性の高低は、地上部の生育にも大きな影響を及ぼすと思われる。本試験では、地温冷却により細根の活性が高まり、冷却停止後は地上部及び地下部の生育が旺盛となることを明らかにした。従って、ハウスミカンにおいて、果実の成熟期に地温を11~12℃程度に低下させることによって、樹勢を良好な状態に維持できる可能性が示唆された。また、梅雨明け後に収穫期となる作型のハウスでは気温が高く、着色が遅延し品質が低下するケースが多い。従って、成熟期の地温冷却処理は、このような作型の園地の着色促進に有効であると思われる。しかし、本試験においては、地温冷却処理が糖度の上昇や減酸の促進等の品質向上に及ぼす影響については明らかな傾向を認めなかった。また、果菜類では、低地温で養分とくにリンやカリウムの吸収が少なくなるとの報告<sup>5)</sup>があり、ハウスミカンでは、秋季の地温冷却により葉中の窒素、リン及びカリウム含量が低下したとの報告<sup>13)</sup>もある。今後は、地温冷却が樹体に及ぼす影響を栄養生理的な面からも検討する必要がある。

## 引用文献

- 1) 藤井栄一・高木信雄・菊地泰志 (1995) : ハウスミカンの密植園の反射マルチによる樹体温度低下と着色促進効果, 四国農業 研究成果情報: 124-125
- 2) 久保田尚浩・江川俊之・島村和夫 (1987) : 加温時期の異なるブドウ 'マスカット・オブ・アレキサンドリア' の根の生長及びその活性に及ぼす地温の影響, 園学雑56(3) : 280-286
- 3) 原田 豊・銭 長発・井上 宏 (1985) : ハウスミカンの温度管理と生長周期について, 香川農試研報 37 : 55-65
- 4) 飯塚一郎 (1967) : カンキツ樹の水分収支に関する研究, 愛媛大教育報 : 1-87
- 5) 位田藤久太郎 (1979) : 農学講座 生物生産と環境調節 [2] 地温と養分の吸収, 農及園54 : 691-697
- 6) 井上 宏 (1994) : 早期加温ハウスミカンの地温冷却による花芽分化促進, 園学雑63別1 : 146-147
- 7) 岩崎藤助 (1966) : カンキツ栽培法 (改訂新版), 朝倉書店, 東京 : 571pp
- 8) 松本和夫 (1973) : 柑橘園芸新書, 養賢堂, 東京 : 358pp
- 9) 森永邦久 (1991) : ウンシュウミカン樹における葉面積指数 (LAI) の非破壊的測定, 園芸学会中四国支部要旨 : 23
- 10) 森永邦久 (1993) : カンキツの光合成の向上と果実生産に関する研究, 四国農試報57 : 135-205
- 11) 向井啓雄・岡田慎一・高木敏彦・鈴木鐵男 (1992) : ウンシュウミカン果実の品質に及ぼす地温および水ストレスの影響, 園学雑61別1 : 52-53
- 12) 中島貞彦・池田繁成・末次信行 (1995) : 早期加温ハウスミカンの着花確保と着色促進技術の確立 2) 地中冷却及び土壤乾燥処理が土壤水分・樹体に及ぼす影響, 平成6年度常緑果樹試験研究概要集育種・栽培・流通利用編 : 541-542
- 13) 野田啓良・森末文徳・豊嶋貴司・藤田 学 (1995) : ハウスミカンの樹体栄養に及ぼす地中冷却の影響, 香川県農業試験場府中分場平成7年度果樹試験成績 : 11-13
- 14) 野田啓良・豊嶋貴司・森末文徳・大谷 衛 (1996) : ハウスミカンの葉中成分及び着花に及ぼす地温冷却の影響, 園芸学会中四国支部要旨35 : 24
- 15) 農林水産省果樹試験場興津支場 (1987) : カンキツの調査方法, 5-13
- 16) 大谷 衛・豊嶋貴司・森末文徳 (1994) : 施設カンキツ高度生産システム開発事業(2)極早期加温栽培ハウスミカンにおける地中冷却処理期間の違いが加温後の着花に及ぼす影響, 平成5年度常緑果樹試験研究概要集育種・栽培・流通利用編 : 661-662
- 17) 大谷 衛・豊嶋貴司・森末文徳 (1995) : 施設カンキツ高度生産システム開発事業(6)ハウスミカンにおける加温前の地中冷却処理が着花に及ぼす影響, 平成6年度常緑果樹試験研究概要集育種・栽培・流通利用編 : 527-528
- 18) 大谷 衛・豊嶋貴司・森末文徳・野田啓良 (1996) : ハウスミカンの成熟期における地温冷却が樹体, 果実品質に及ぼす影響, 園芸学会中四国支部要旨35 : 23
- 19) Poerwanto, R. and H. Inoue (1990) : Effects of Air and Soil Temperature in Autumn on Flower Induction and Some Physiological Response of Satsuma Mandarin, J. Japan. Soc. Hort. Sci. 59(2) : 207-214

- 20) 吉田武彦 (1966) : 根の活力測定法, 土肥誌37 :  
63-68