

# 日向夏ミカンの凍結す上りに関する研究

## II. じょうのう奇形症について

中島 芳和・新開 邦男・吉村不二男

(農学部果樹園芸学研究室)

### Studies on Dry Juice Sac of Hyūganatsu (*Citrus tamurana Hort. ex Tanaka*) Occurred by Freezing

#### II. Deformation of the Endocarp Segment

Yoshikazu NAKAJIMA, Kunio SHINGAI, Fujio YOSHIMURA

Laboratory of pomology, Faculty of Agriculture

**Abstract:** The deformed endocarp segment of Hyūganatsu (*Citrus tamurana Hort. ex Tanaka*) in this study shows that the endocarp epidermis near the dorsal bundle is dented to the central axis at equatorial portion. The deformation of the segment appeared in the field in late January in 1975, and by freezing treatment in the controlled chamber.

This symptom more occurred in the sunscald fruits at canopy or outside location of the tree. The disordered rind of the sunscald fruit was apt to freeze more than the other portion of the same one, and has a comparatively spongy albedo tissue.

#### 緒 言

日向夏ミカンのじょうのう奇形症にはいろいろな形があるが、この研究では特に脊面維管束の走るじょうのう皮の部分が赤道部周辺で果皮から離れて、中軸に向かってV字形に陥没した症状をさしている<sup>(1)</sup>。この症状は果実の第一次肥大期には全く発生せず、越冬後の天なり果や樹冠外側の日焼け果に多く発生する<sup>(1)</sup> ところから、その発生原因には寒害が関与しているものと考えられる。そこで、本実験は冬季に圃場の果実を採取し、凍結す上りとじょうのう奇形症の発生状態を調査するとともに、ポット栽培の結果樹を凍結処理して、じょうのう奇形症の発生に及ぼす影響を調べた。また、圃場の日焼け果について、凍結の難易と果実の細胞組織学的観察を行なった。

#### 実験材料および方法

1. 圃場調査 前報<sup>(2)</sup> の日向夏ミカン6本を供試し、1975年1月28日に果実を採取した。

果実はその着生位置を天なり、樹冠外側および樹冠内側に分け、6本の樹からそれぞれ90~120個をとって赤道部の横断面を調査した。

2. 凍結実験 ポット栽培の5年生結果樹を供試し、1975年1月11日から同月17日にかけて凍結実験を行なった。まず、ポット栽培の結果樹16本(果実数97個)を供試し、5本(36個)は処理を1回、別の5本(28個)は2回処理、2本(9個)は3回の処理を行ない、残りの4本(24個)は対照樹として無処理とした。処理後はそれぞれ15日間と22日間、ガラス室で栽培し、奇形症とす上りの発生状態を調査した。一方、1月16日から25日にかけて上記圃場から日焼け果および日焼け防止果を採取し、凍結処理を行なった。凍結処理は3.3 m<sup>2</sup> の恒温、恒湿室の中にポットまたは採取果実を入れて行ない、その処理温度は戸外における自然の気温の変化に適合するようにプログラムを

設定し、早朝の最低気温を  $-5^{\circ}\text{C}$  から  $-7^{\circ}\text{C}$  に降下させた。温度の測定には12点式の銅コンスタンタン熱電対温度計を使用し、果皮表面の測定には針状の感温部を傷をつけないように果皮にあて、その上を布テープで固定した。また、果肉の測定では赤道部から果心に向けて感温部を1.5~2.0 cm の深さの位置においた。

3. 果実組織の解剖 1月25日に採取した日焼け果について、障害部と健全部の脊面維管束の大きさ、じょうのう皮の厚さ、砂じょう表皮細胞の大きさ、アルベド組織の粗密状態を顕微鏡で観察した。

## 実 験 結 果

1. 圃場調査 1月下旬に採取した果実のじょうのう奇形症および凍結す上りの発生率は第1表のとおりである。すなわち、この両症状とも天なりと樹冠外側の果実に多く発生したが、樹冠内側

Tabb 1. Relation between the bearing location of the tree and occurrence of the deformed segment and of dry juice sac by freezing

Location	Deformed segment	Dry juice sac	Deformed segment contained dry juice sac	Dry juice sac in deformed segment
	%	%	%	%
Canopy	38.1	74.7	47.3	80.0
Outside	40.8	55.6	46.7	72.8
Inside	6.7	0	—	—

の果実には奇形症がごくわずか発生しただけで、凍結す上りはまだ起っていなかった。奇形症は天なり果よりも樹冠外側の果実に多く発生したが、凍結す上りは逆に天なり果に最も発生率が高かった。また、奇形症の発生した果実はその7~8割がす上り果であったが、す上り果の中の奇形症は約半数であった。奇形症は陽光側の一部のじょうのうに発生し、その症状の程度は樹冠外側の果実で最も激しく、凍結す上りの程度は天なり果で最も激しかった(第1図)。天なりおよび樹冠外側の果実で、日焼け果と奇形症果との関係は第2表のごとく、奇形症は健全果よりも日焼け果にかな

Table 2. Relation between occurrence of the deformed segment and sunscald fruits

Sunscald fruit	47.8
Healthy fruit	17.0

り多く発生した。日向夏ミカンの凍結は  $-3.5^{\circ}\text{C}$  以下に気温が下ると起りやすい<sup>(2)</sup>。そこで、果実の採取前に最低気温が  $-3.5^{\circ}\text{C}$  以下となった日とその温度は、1月の11日に  $-3.5^{\circ}\text{C}$ 、12日に  $-4.5^{\circ}\text{C}$ 、18日に  $-5.0^{\circ}\text{C}$ 、そして19日に  $-5^{\circ}\text{C}$  となった。

2. 凍結実験 ポット栽培の結果樹は凍結処理前に自然状態での果実の凍結を防止するために、気温が  $0^{\circ}\text{C}$  以下に下る日には部屋の中に入れた。凍結処理が奇形症の発生に及ぼす影響は第3表のとおりである。すなわち、処理後15日目の奇形症は1回処理の6.6%に対して、2回処理が25%、3回処理が66.6%となった(第2図)。また、処理後22日目の発生率は1回と2回処理で25%であったが、3回処理では全調査果実で発生していた。なお、この期間に発生した症状の程度はごく軽く、

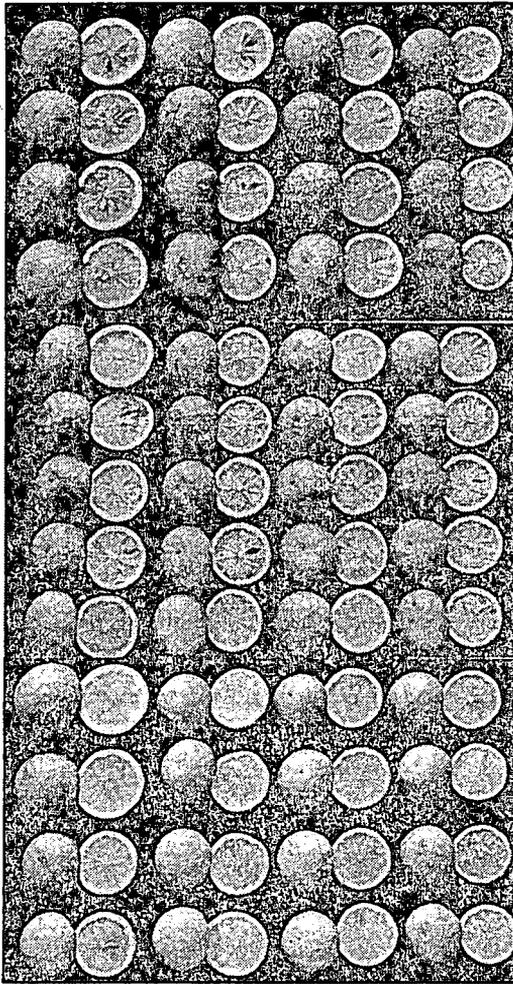


Fig. 1. Occurrence of the deformed segment and dry juice sac by freezing at various bearing parts of trees in the field in late January.

Top; canopy, middle; outside, bottom; inside location.

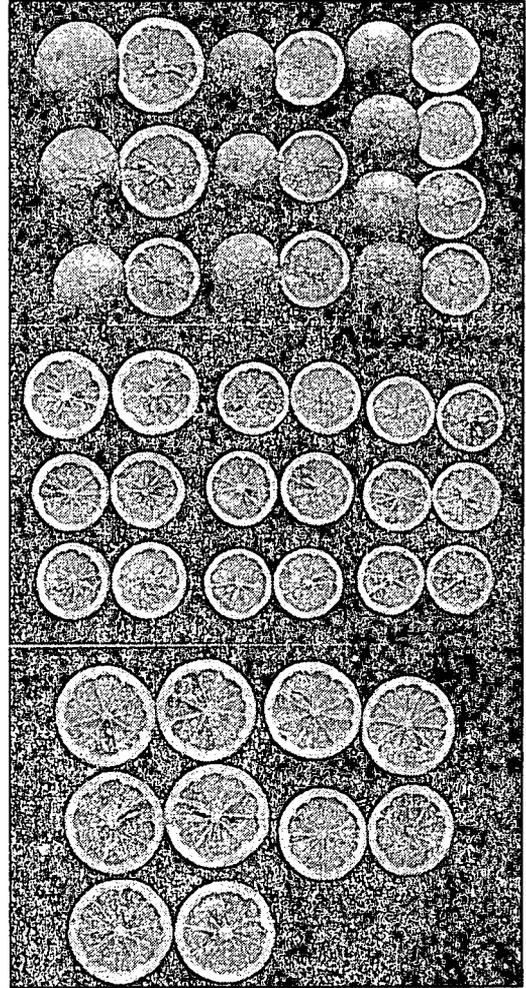


Fig. 2. Deformation of the endocarp epidermis at 15 days after the repeat of freezing treatment.

Top; once, middle; twice, bottom; thrice.

Table 3. Effect of freezing treatment on occurrence of the deformed segment

Repeat of treatment	Days after treatment	
	15	22
Once	6.6%	25.0%
Twice	25.0	25.0
Thrice	66.6	100.0
Control	0	0

同一果実の中の障害じょうのうの数はほとんど1個であった。一方、この期間には、凍結す上りを起している果実は認められなかった。日焼け果および健全果を凍結処理し、それぞれ陽光部（日焼け果の場合は障害部）と日陰部の果皮の凍結状態を調査した。その結果は第3図および第4表のとおりで、日焼け果は健全果よりも凍結しやすく、また、同一果実でも陽光部が日陰部よりも凍結し

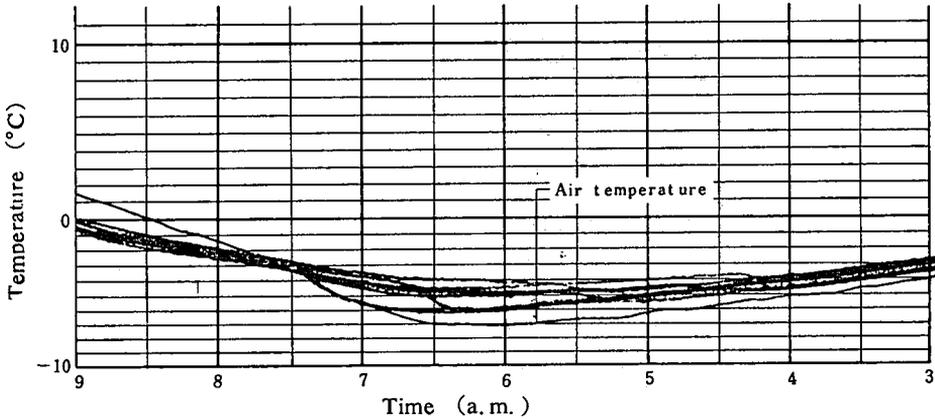


Fig. 3. Freezing curves of the rind surface of sunscald and healthy fruits in controlled chamber. The details of values are shown in table 4.

Table 4. Rind freezing of the sunscald and healthy fruits

Order of freezing time	Minimum air temperature before freezing	Minimum rind temperature before freezing
	°C	°C
Sunscald fruit (a)		
Affected side	-5.3	-4.6
Healthy side	-5.9	-4.8
Sunscald fruit (b)		
Affected side	-6.4	-5.5
Sunscald fruit (c)		
Affected side	-6.6	-5.3
Healthy side	-6.6	-4.8
Sunscald fruit (b)		
Healthy side	-7.0	-5.4
Healthy fruit (a)		
Sunshiny side	-7.1	-6.0
Shady side	-7.1	-6.0
Healthy fruit (b)		
Sunshiny side	Unfreezing	Unfreezing
Shady side	Unfreezing	Unfreezing

Freezing curves are shown in Fig. 3. Letters in the brackets are fruit names.

やすい傾向にあった。1月上旬に日焼け果を採取し、3回凍結処理をした後、10日間室温に放置すると、第4図のように日焼けを起している部分のじょうのうに奇形症が発生した。

3. 果実組織の解剖 1月25日に採取した日焼け果の障害部と健全部の細胞組織学的差異は第5表のとおりである。すなわち、障害部は健全部に比べて、脊面維管束、じょうのう皮の厚さ、および砂じょうの表皮細胞の発達がいずれも劣った。一方、アルベド組織は障害部が健全部よりも粗雑であった。

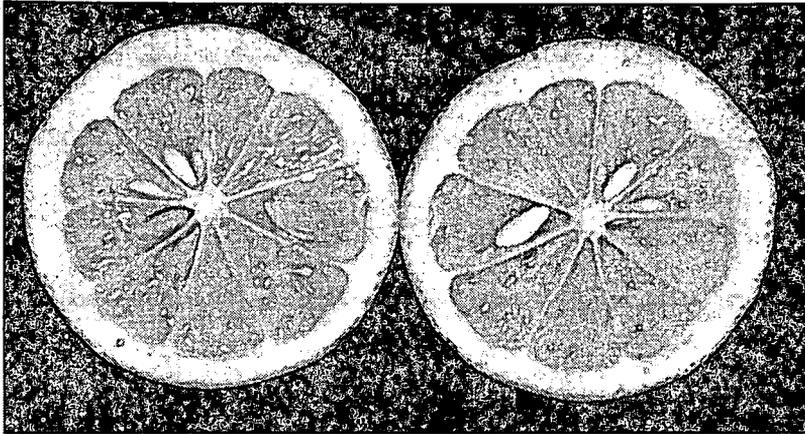


Fig. 4. Deformation of the endocarp epidermis at sunscald side of the fruit after freezing treatment in early January.

Table 5. *Histological difference of the disordered and healthy side of the sunscald fruits in the equatorial section*

	Size of dorsal bundle	Thickness of endocarp epidermis	Width of epidermal cell of juice sac	Roughness of albedo tissue
Healthy side	600 <sup>μ</sup>	170 <sup>μ</sup>	27 <sup>μ</sup>	Adhesive
Disordered side	350	140	16	Spongy

### 考 察

前報<sup>(2)</sup>で、圃場における凍結す上りの発生状態を調査したなかで、じょうのう奇形症が多く認められたが、調査時期が成熟初期の4月中旬に行なわれたために、この奇形症が凍結によって発生したものかどうかを確かめることができなかった。そこで、今回は1月下旬に果実を調査したところ、すでにじょうのう奇形症が発生しており、その発生原因には寒害が強く影響していることが分かった。さらに果実の凍結実験から、このじょうのう奇形症は果実が凍結することによって発生し、じょうのうが果皮から離れて中軸に向かって陥没していることが確かめられた。したがって、この症状は凍結す上りの一つのタイプと考えられる。この奇形症は日焼け果の障害部や健全果であっても陽光側の一部のじょうのうに発生するが、これらの発生部位の果皮は凍結しやすく、アルベド組織が軟弱となって分離しやすい。カンキツ果実の凍結す上りは砂じょうが脱水されて収縮し、そのために、じょうのうの内部が減圧することから、その形が異常となりやすい。ポンカン(第5図)や温州ミカンのように成熟した果実が凍結す上りを起す場合には、中軸柔組織が崩壊していて、じょうのうは果皮の方に向かって収縮する

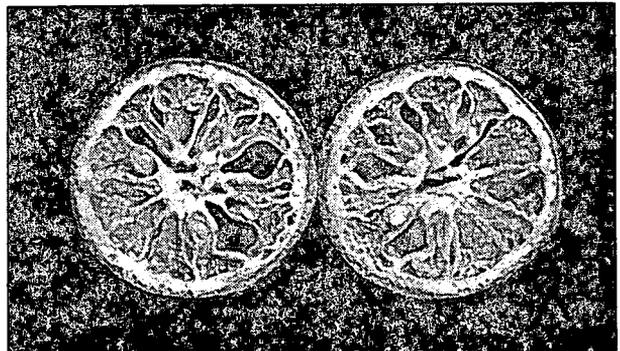


Fig. 5. Dry juice sac of Ponkan (*Citrus reticulata* Tanaka) by freezing in early January.

が、日向夏ミカンは冬季には、まだ、中軸柔組織の崩壊がほとんど進んでおらず<sup>(1)</sup>、じょうのうが凍結す上りを起して果皮の方向に収縮することは少ない。前報で調査した凍結す上りはおもにじょうのうの中に空洞が現れる型であるが、この場合には果皮全体が均一の堅さ、一様の耐凍性を持ち、中軸柔組織、果皮のアルベド組織、およびじょうのう側膜の柔組織が均衡した強さを持っているものと考えられる。また、この凍結す上りの発生している果実はじょうのう奇形症果と比べると、樹勢が強く、果実の発育が盛んな場合に多くみられる。すなわち、凍結後、砂じょうの脱水が早く進行する果実に多いものと考えられる。一方、じょうのう奇形症は耐凍性の弱い果実に発生しやすいことから、前述の凍結す上りに比べると比較的高い低極温で発生することが考えられる。日焼け果の障害部は脊面維管束、じょうのう皮ならびに砂じょうの表皮細胞などの発育が同じ果実の健全部と比較して劣っているが、アルベド組織の崩壊の程度や各組織の生理的機能を比較すると（未発表）、障害部は健全部よりも熟度が進んでいるものと考えられる。なお、冬季の日焼け果は霜害果と混同しやすく、す上りの起る危険が大きいと考えられるが今後の検討が必要である。

### 要 約

1975年の冬季に、圃場の果実について、凍結す上りとじょうのう奇形症の発生状態を調査するとともに、ポット栽培の結果樹を凍結処理して、じょうのう奇形症の発生に及ぼす影響を調べた。また、圃場の日焼け果について凍結の難易と果実の細胞組織学的観察を行なった。

1. じょうのう奇形症は冬季の圃場で発生した。
2. じょうのう奇形症は果実の凍結処理によって発生した。また、処理回数が多いほど発生率が高くなった。
3. じょうのう奇形症は日焼け果の障害部に多く発生した。その障害部は健全部に比べると脊面維管束、じょうのう皮および砂じょうの表皮細胞の発達が悪かった。またアルベド組織は軟弱であった。
4. じょうのう奇形症はおもに赤道部で脊面維管束の周辺のじょうのう皮が果皮から離れて中軸に向って陥没するために起る。

### 文 献

- 1) 中島芳和、高知県における日向夏ミカンの果実発育と発育後期の生理障害について。高知大学農学部紀要 22, 1-53 (1973)。
- 2) 中島芳和・宮本富博・安藤良紀・新開邦男、日向夏ミカンの凍結す上りに関する研究。1. 凍結す上り果の圃場における発生状態。高知大学学術研究報告, 23 (農15), 147-153 (1974)。

(昭和50年9月30日受理)