

## 2016年の低温による被害から見たカンキツの耐凍性の品種間差異

松本和紀\*・奥村 麗・四宮 亮・村本晃司<sup>1)</sup>

2016年 1月下旬に九州に到来した強い寒波により、カンキツ苗木産地である福岡県筑後北部では大きな被害が発生した。そこで、今後の栽培品種の選定や苗木の管理技術向上に資するため、41品種の凍害程度と45品種の4月以降の生育状況をそれぞれ調査した。凍害程度に関しては、耐凍性が既知の品種において弱いものほど葉枯れおよび枝枯れが強い傾向がみられた。このことから耐凍性が明らかでなかった新品種の「はれひめ」および「南津海」はやや強、「せとか」は中、「不知火」および「西南のひかり」は弱にそれぞれ区分されるものと推察された。また、4月以降の生育に関しては、回復力が既知の品種において弱いものほど主幹の枯れ込みが大きく、春枝の伸長が抑制される傾向がみられた。新品種の回復力は、「南津海」は強、「早香」は中、「不知火」、「はれひめ」、「西南のひかり」は弱と推察された。

[キーワード：カンキツ，凍害，品種，苗木，耐凍性]

Differences in Freezing Resistance of Citrus Varieties in Nursery Stocks based on Data Obtained During a Cold Snap in 2016. MATSUMOTO Kazunori, Rei OKUMURA, Ryo SHINOMIYA, and Koji MURAMOTO (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 4: 122-128 (2018)

A severe cold snap hit Kyushu in late January 2016, and caused serious damage to citrus nursery stocks in the northern part of Chikugo, Fukuoka. The aim of this study was to identify criteria to determine the suitability of certain citrus cultivars for cultivation in specific areas. The degree of freezing damage to 41 citrus cultivars growing as nursery stocks at the time of the cold snap, and the growth status of 45 cultivars after April were investigated. Regarding the degree of freezing damage, the weaker the freezing resistance of a cultivar, the stronger the symptoms of leaf blight and branch wilting. Based on this fact, several new citrus varieties were classified into the following groups: excellent resistance: 'Harehime' and 'Natumi'; intermediate resistance: 'Setoka'; weak resistance: 'Shiranui' and 'Seinannohikari'. Regarding growth after April, varieties that were more cold-sensitive showed weak deformities of the trunk and inhibited elongation of the spring branches. Several new varieties were grouped according to their presumed recovery ability as follows: smooth recovery: 'Natumi'; middle recovery: 'Hayaka'; weak recovery: 'Shiranui', 'Harehime', and 'Seinannohikari'.

[Key words: citrus, freezing damage, variety, nursery stock, freezing resistance]

### 緒 言

2016年 1月24日から26日にかけて九州・山口県では強い寒波による記録的な大雪・低温になり、沖縄県においても115年ぶりの雪を観測した。本県でも山間部を中心に大雪となった他、全ての観測地点において最低気温が氷点下を記録するなど厳しい寒さに見舞われ、朝倉市の-8.3℃をはじめ8か所で観測史上1位の最低気温となった(第1図, 第1表)。

本県のカンキツ生産は有明海および玄界灘の沿岸地域が主産地であるが、今回の低温で果実の凍害、落葉、枝枯れや樹の枯死等の被害が生じた。久留米市田主丸町は国内カンキツ苗木出荷量の約8割を占める苗木産地であり、周辺を含む筑後地区北部は苗木の主産地となっているが、

苗木の落葉、枯死による被害は6億4千万円もの大きなものとなっている(農林水産省2016)。さらに、苗木生産では充実した穂木の確保が重要であり、現地では苗木の出荷の際に切除する苗先端の夏秋枝を穂木に利用する生産体系を確立しているが(猪崎ら1989)、今回の苗木の凍害により穂木不足が生じ、2015年度産地活性化総合対策事業推進費補助金等雪害対応産地再生緊急支援事業で



第1図 2016年1月のカンキツ苗ほの積雪<sup>1)</sup>

1) 2016年1月25日撮影 久留米市田主丸町

第1表 2016年1月の最低低温と低温の継続時間<sup>1)</sup>

月・日	最低気温 (°C)	継続時間			
		-6°C以下	-5°C以下	-3°C以下	0°C以下
1・23	-1.9				5
1・24	-7.0		8	23	24
1・25	-8.3	4	8	10	24
1・26	-1.5				8

1) 朝倉市アメダスのデータ

\*連絡責任者(苗木・花き部: k-matsu@pref.fukuoka.lg.jp)

1) 現 福岡県筑後農林事務所 八女普及指導センター

受付2017年8月1日; 受理2016年11月9日

は約 3.4 t, 2千9百万円相当の穂木が県内外から導入される等、影響は大きなものとなった。

カンキツの樹体の凍害は、1963, 1977, 1981年に全国的に発生したが(中川ら 1967, 池田ら 1980, 木原ら 1985), 枝枯れがみられた樹ではその後の新梢伸長の抑制や着花・着果が減少する等の被害が生じた。永年性のカンキツにとって樹体被害は、回復するまでに年数を要し、経営的ダメージも大きい。近年の品種構成は交雑育種による新品種開発で大きく変わったが、枯死に至るような低温はなかったため、新しく育成された品種については耐凍性が不明なものが多い。今後、カンキツ園における栽培品種の決定、苗木の生産・管理を行う上でも品種の耐凍性を明らかにしておくことは重要である。そこで、カンキツ苗ほにおいて、品種や種(以下、「品種」)別に凍害発生経過や被害程度、4月以降の生育に及ぼす影響を明らかにしたので報告する。

## 材料および方法

### 試験 1 低温遭遇後の樹体の変化

久留米市田主丸町と隣接するうきは市吉井町のカンキツ苗ほ約20点で、低温遭遇後3日後と以降1週間間隔で、3月中旬まで葉枯れ、落葉および枝枯れ等樹体の変化を達観調査した。1年生苗を用いて、品種はウンシュウミカンと中晩柑に区分した。調査した苗は、水田でマルチ栽培されたカラタチ中葉系実生2年生を台木に、2015年4月下旬から5月上旬に接ぎ木し、春枝を20cm、夏枝を50cmの高さで順次摘心し、10月上旬に幹長80cmを目安に切り揃えてその後芽かきを実施したものであった。なお、栽植間隔は畝幅60cm、条間20cm、株間12.5cmの2条千鳥植えであった。

### 試験 2 低温遭遇樹の品種別の被害程度

低温遭遇樹の品種別の被害程度について、うきは市吉井町の苗ほのうち、被害が比較的軽度な園地を選び、市場販売されている1年生苗41品種を対象に3月中旬に調査した。調査に用いた1年生苗の幹長は、 $72.2 \pm 6.0$ cm、幹径は $10.0 \pm 1.3$ mmでいずれも生育良好なものとした(データ略)。被害項目は、池田ら(1980)の調査に準じた葉枯れ、落葉および枝枯れとし、被害程度は指数0から4の5段階に区分して各品種5本調査した(第2表)。また、被害発生率を各品種50~100本調査して算出した。

### 試験 3 低温遭遇樹の品種別の4月以降の生育

低温遭遇樹の4月以降の生育について、久留米市田主丸町のカンキツ苗ほにおいて2年生苗45品種の調査を行った。低温遭遇した1年生苗のうち被害が少ないものを選び幹長30cmに切り返して、2016年3月下旬に畝幅60cm、条間20cm、株間30cmの2条千鳥植えで水田に定植し、マルチ栽培したものを2年生苗として供試した。春枝が伸長し概ね自己摘心が終わった6月1日に、主幹の枯れ込み程度、発生率および長さを調査した。また、春枝への影

第2表 カンキツ1年生苗の凍害調査基準

指数	被害程度	葉枯れ <sup>1)</sup>	落葉	枝枯れ
0	無	無被害	無被害	無被害
1	軽	20%未満	20%未満	秋枝枯れ
2	中	20~50%	20~50%	夏枝一部枯れ
3	甚	50~90%	50~90%	夏枝枯れ
4	極甚	90%以上	90%以上	春枝枯れ

1) 葉枯れは残った健全葉の割合から判断、落葉を含む

第3表 低温遭遇したカンキツ1年生苗の4月以降の生育調査基準

指数	程度	主幹の枯れ込み	春枝への影響(春枝の生育)
0	無	無被害	正常に伸長
1	小	3cm未満	伸長がやや悪く、10~15cm
2	中	3~10cm	伸長が悪く、5~10cm
3	大	10~25cm	伸長が明らかに悪く、5cm未満
4	極大	25cm以上	発芽後の枯死

響について、春枝の生育の程度を調査した。主幹の枯れ込み程度、発生率および春枝の生育の程度は、指数0から4の5段階に区分して各品種50~100本達観調査した(第3表)。主幹の枯れ込みの長さは各品種10本を測定した。

## 結果

### 試験 1 低温遭遇後の樹体の変化

低温遭遇3日後には、秋枝の充実が悪い苗、中晩柑の中でもブンタンの葉と枝の先端に水浸状の変色が認められた。低温遭遇1週間後の2月上旬には、1年生苗はウンシュウミカンを除くほとんどの中晩柑で葉の変色(第2図)、落葉、秋枝の枝枯れが進み、被害が明瞭となった。特にライム、レモンは全葉が黄化した(第3図)。

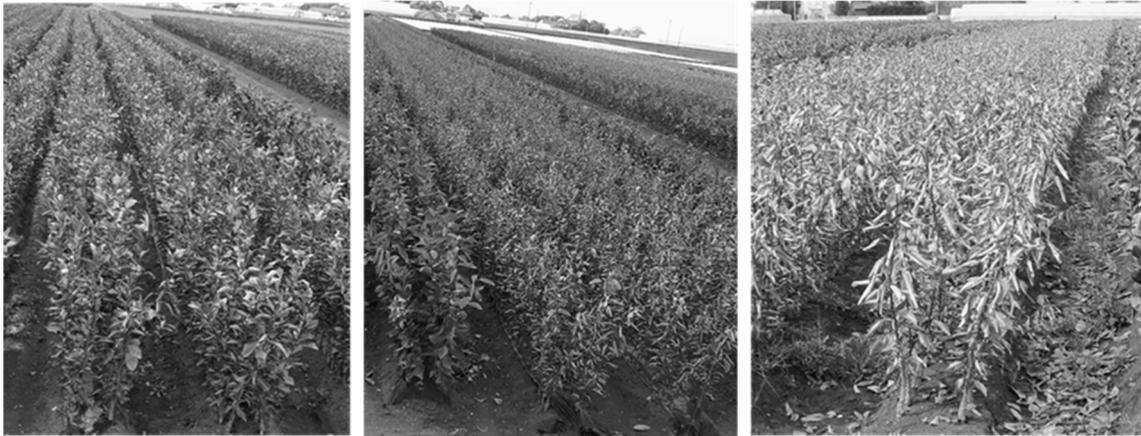
低温遭遇3週間後の2月中旬には「不知火」等中晩柑1年生苗の葉枯れ、落葉、枝枯れが急速に拡大し(第2図)、被害が著しい園ではほ場全体の樹の枯死も認められるようになった。枝枯れは、秋枝から夏枝にも発生した。

3月に入っても葉枯れ、落葉、枝枯れは進行し(第2



第3図 ライム、レモン<sup>1)</sup>1年生苗の葉色の変化<sup>2)</sup>

- 1) ライム(左列)は葉が褐色、レモン(中央列)は葉が黄白色~褐色、他の中晩柑(右列)は特に変化はみられていない。
- 2) 低温遭遇1週目の状態



第2図 低温遭遇後の「不知火」1年生苗の葉色の変化<sup>1)</sup>

1) 低温遭遇1週間後(左), 3週間後(中), 6週間後(右)



第4図 低温遭遇した「せとか」1年生苗における葉枯れ, 落葉の発生 (2016年 3月11日撮影)



第5図 低温遭遇した「不知火」1年生苗における葉枯れ, 落葉の発生 (2016年 3月11日撮影)

図), 低温遭遇 8週間後の 3月中旬には全てのほ場で葉枯れ, 落葉が明らかとなった。中晩柑はウンシュウミカンに比べて葉枯れ, 枝枯れが多く, 夏枝まで変色した品種が

多かった。被害の状況は品種で異なり, 葉枯れや枝枯れは幹先端から下部に向けて進行したが, 「せとか」では幹上部だけが枯死し下部の葉や幹に変化がなく, 「不知火」は下部の葉や幹まで枯死が進むなど, 品種によって葉枯れ, 落葉, 枝枯れの程度に違いがみられた(第4図, 第5図)。

#### 試験 2 低温遭遇樹の品種別の被害程度

品種による被害程度の違いは第4表に示すとおりであった。葉枯れについては, 調査品種の63%で指数2.0以上であった。ユズ, 「ジャバラ」, 「日南1号」や「宮川早生」等ウンシュウミカンにおいて指数が1.0以下, 発生率が15%以下であり, 被害は比較的少なかった。一方, 「ブッシュカン」, ライム, 「リスボンレモン」, 「ピラフランカ」等のレモンは葉枯れの指数が4.0, 発生率が100%であり, 供試苗の中で最も被害が著しかった。落葉については, 枯死葉が全て落葉するわけではなく, 葉枯れに比べて指数が小さく発生率が低い品種が多かった。特に, レモンの落葉指数は1.0以下, 落葉の発生率は20%以下で, 葉枯れに比べて著しく低く, 枯れた葉が落葉せずに残った状態であった。枝枯れについては, 調査品種の73%で指数1.0以下であり, 大半が秋枝までの枝枯れに止まった。枝枯れ指数は, ユズ, 「ジャバラ」が0.0であった一方, 「ブッシュカン」が4.0と最も大きく, 次いでライムの3.7であり, これら2品種は接ぎ木部近くまで枝枯れした(第6図)。葉枯れが多い品種ほど枝枯れが多い傾向にあった。

今回新たに調査した交雑品種14品種には, 「不知火」をはじめ葉枯れ指数が3.0以上の品種が7品種と半数あったが, 「はれひめ」は指数1.2で被害が軽かった。枝枯れは「津之望」, 「西南のひかり」が指数1.2で一部夏枝まで枝枯れしたが, 「はれひめ」, 「せとか」は指数0.5で被害は軽かった。

#### 試験 3 低温遭遇樹の品種別の4月以降の生育

低温遭遇樹は, 2016年の4月中旬の春芽の発芽開始以降, 主幹の枯れ込みが発生した(第5表)。調査品種の71%で主幹の枯れ込み発生率50%以上と高い頻度で枯れ

第4表 品種の違いによるカンキツ1年生苗の寒害被害程度

品 種	葉枯れ <sup>1)</sup>		落葉 <sup>1)</sup>		枝枯れ <sup>1)</sup>	
	指数	発生率	指数	発生率	指数	長さ
		%		%		cm
ユズ	0.3	0	0.0	0	0.0	0
ジャバラ <sup>2)</sup>	0.3	5	0.2	5	0.0	3
清見	0.5	3	0.0	3	0.3	3
スイートスプリング	0.5	10	0.3	10	0.3	5
シークワーシャー	0.6	5	0.1	5	0.4	5
日南1号	0.6	5	0.0	5	0.4	3
させぼ温州	0.9	15	0.2	5	0.4	5
宮川早生	0.9	15	0.2	0	0.7	10
川田温州	1.0	10	0.2	5	0.8	5
南津海	1.1	25	1.0	15	0.8	10
はれひめ*	1.2	20	1.0	15	0.5	5
紅甘夏	1.6	25	1.6	25	0.6	5
川野夏橙	1.6	15	1.2	10	0.6	5
はるか	1.8	30	1.4	20	0.3	5
せとか*	1.8	30	1.0	10	0.5	5
みはや*	2.2	30	2.2	30	0.8	15
はるみ*	2.4	40	2.4	40	0.8	20
はるひ*	2.5	50	2.0	40	0.5	10
麗紅*	2.6	40	2.6	50	0.8	10
ルビーレッド	2.6	40	2.2	25	1.0	25
西南のひかり*	2.6	40	2.4	30	1.2	20
吉田ボンカン	3.0	80	3.0	70	0.8	15
不知火*	3.0	80	1.0	10	0.9	20
太田ボンカン	3.0	80	3.4	75	1.0	10
オロブランコ*	3.0	50	3.0	30	1.0	40
大三島ネーブル	3.0	60	2.4	30	1.0	30
タロッコ	3.0	40	3.0	30	1.2	30
モロ	3.0	60	2.2	20	1.4	30
晩白柚	3.0	80	2.0	50	1.8	40
あすみ*	3.2	80	3.2	70	1.0	10
璃の香*	3.3	70	3.3	70	0.7	5
マイヤーレモン	3.6	80	3.2	30	0.7	5
津之望*	3.6	80	3.6	80	1.2	20
津之輝*	3.8	80	3.8	80	0.7	10
山見阪ネーブル	3.8	90	1.8	20	2.0	30
べにばえ*	4.0	80	4.0	80	0.9	25
ピラフランカ	4.0	100	1.0	20	1.2	30
宮内伊予柑	4.0	90	3.2	90	1.4	25
リスボンレモン	4.0	100	0.7	5	1.4	40
ライム	4.0	100	2.4	50	3.7	70
ブッシュカン	4.0	100	3.4	80	4.0	70

1) 葉枯れ, 落葉, 枝枯れは, 被害指数: 無(0), 軽(1), 中(2), 甚(3), 極甚(4)の5段階に区分。

2) 太字の品種21種は, 1980年以降の育成, 品種登録されたもの。\*は交雑品種

込みがみられたが, 調査品種の80%は枯れ込み指数 2.0以下で長さは 3cm以下と短かった。ユズ, スダチ, カボス等在来の香酸カンキツ, 「オロブランコ」, 「晩白柚」等のブンタン, ウンシュウミカンの「興津早生」で枯れ込み指数 0.5以下, 発生率が10%以下であった。一方, レモンの「ピラフランカ」, 「農間紅八朔」, 「土佐文旦」は枯れ込み指数 3.8以上, 発生率が100%であった。

春枝への影響は, 指数 1.0以上が調査品種の71%以上



第6図 低温遭遇した「ブッシュカン」1年生苗における葉枯れ, 落葉の発生(2016年 3月11日撮影)



第7図 「西南のひかり」春枝の発芽後枯死(2016年 6月1日撮影)



第8図 「不知火」の主幹の枯れ込みと春枝伸長(2016年6月1日撮影)

と多くの苗で春枝の伸長抑制が認められた。枯れ込みの少ないユズ, カボス等は指数 0.3以下であったが, 「ピラフランカ」は指数 3.6で発芽後の春枝が枯死する樹も多く, 「西南のひかり」は指数 2.4で春枝の伸長は短く, 伸長途中で萎凋, 枯死する樹も認められた(一部データ略, 第7図)。

第5表 品種の違いによる低温遭遇したカンキツ1年生苗の4月以降の生育

品 種	主幹の枯れ込み <sup>1)</sup>			春枝への影響 <sup>2)</sup> 指 数
	指 数	発 生 率	長 さ	
		%	cm	
ユズ	0.0	0	0	0.2
スダチ	0.0	10	2	0.3
興津早生	0.0	10	2	0.8
オロブランコ*	0.0	0	0	1.0
晩白柚	0.0	0	0	1.2
アンセイカン	0.1	0	0	0.7
チャンドラ	0.1	5	3	1.0
南津海 <sup>3)</sup>	0.2	10	1	0.4
カボス	0.3	5	3	0.0
多田錦	0.5	0	0	0.0
へべス	0.5	40	2	1.0
ヒュウガナツ	0.7	80	3	0.5
早香*	0.8	70	3	0.9
ダイダイ	0.8	8	3	0.7
田口早生	0.8	70	2	1.0
クレメンティン	0.8	80	3	2.2
清見	0.9	80	2	0.9
シークワーシャー	1.0	100	1	1.1
天草*	1.0	90	3	1.9
紅まどか*	1.0	20	20	2.9
河内晩柑	1.1	70	3	1.9
べにばえ*	1.1	50	2	1.0
せとか*	1.1	100	5	1.8
白柳ネーブル	1.2	80	3	0.7
川野夏橙	1.3	100	3	1.3
はるみ*	1.4	90	5	1.6
麗紅*	1.6	100	3	1.4
はるか	1.6	90	2	1.6
みはや*	1.7	100	3	1.7
小みかん	1.8	100	5	0.7
津之輝*	1.8	100	10	1.5
紅甘夏	1.8	100	5	1.6
甘香*	1.8	100	5	1.8
はれひめ*	1.9	100	10	2.6
吉田ポンカン	1.9	100	10	1.0
西南のひかり*	1.9	100	5	2.4
太田ポンカン	2.1	100	5	2.0
不知火*	2.4	100	15	2.1
ライム	2.5	100	20	2.2
山見阪ネーブル	2.6	100	5	1.6
宮内伊予柑	2.6	100	15	1.8
ハッサク	2.9	100	20	1.5
土佐文旦	3.8	100	23	2.3
農間紅八朔	3.8	100	23	2.6
ピラフランカ	3.9	100	25	3.6

- 1) 主幹の枯れ込み指数：無(0), 小・3cm以下(1), 中・3~10cm(2), 大・10~25cm(3), 極大25cm以上(4)の5段階に区分。
- 2) 春枝への影響指数：無・正常(0), 小(1), 中(2), 大(3), 極大・枯死(4)の5段階に区分。
- 3) 太字の品種19種は、1980年以降の育成、品種登録されたもの。\*は交雑品種

今回新たに調査した交雑品種14品種において、「不知火」は主幹の枯れ込み指数が2.4で最も大きく、春枝への影響も指数2.1以上で比較的大きかった(第8図)。また、「西南のひかり」、「はれひめ」は主幹の枯れ込み指数が1.9で「不知火」に次いで大きく、春枝への影響も指数はそれぞれ2.4, 2.6であった。一方、これら交雑品種の中では「早香」の枯れ込み指数が0.8, 春枝への影響指数が0.9で小さかった。なお、調査した19の新品種のなかでこれらの指数がともに最も小さかった品種は「南津海」であった。

## 考 察

カンキツはアジア原産、亜熱帯性常緑樹で、冬季の安全越冬温度は5℃前後である(松本 1978)。器官別の耐凍性は果実が最も弱く、次いで葉、枝梢の順であり(中川 1963b)、本県でも晩霜による果皮褐変や水腐れ、す上がり等の果実被害、樹勢低下樹の落葉被害が生じることがあるが、樹体の被害はまれである。樹体の凍害の発生は、遭遇時期、遭遇時間、風、水分等気象要因に加え、栄養等、樹の状態では差が生じるが、気温が植物の持つ凍結の限界温度を下回って生じる被害であり低温の程度が最も大きな要因であるといわれている(小中原 1984, 別府 1985)。池田ら(1980)は、西日本を中心に甚大な被害をもたらした1977年の寒波に際し、多くの品種を用いてほ場条件下で樹体被害と耐凍性の品種間差異を明らかにしているが、この調査ほ場での最低気温は2月中旬に-9.1℃、-6.0℃以下の低温が12時間継続している。しかしながら今回の降雪前後の気温は、朝倉市のアメダスにおいて1月25日に最低気温-8.3℃、23~26日に0℃以下が約60時間、-5.0℃以下が15時間、-6.0℃以下が3時間続いている(第1表)、池田らが報告した低温には及ばない。

しかし一方で、最低気温-6.7℃が記録された鹿児島市内のカンキツほ場においてもライム、シトロンおよびレモンで葉の障害や落葉、樹体枯死が確認され、被害が広い範囲に及んだことが報告されている(山本ら 2016)。多くの木本性植物では、秋期以降低温に遭遇することでハードニングが進み耐凍性が高まる(中川 1963a, 西山ら 1972)。カンキツの耐凍性が最も高まる時期としては、ウンシュウミカンが1月下旬、「川野夏橙」やネーブルオレンジが2月上旬であることがそれぞれ報告されており(小中原ら 1967, 河瀬ら 1982)、他の多くの品種の耐凍性もこの期間に高いと考えられる。しかし今回、この時期の低温によって多くの品種で凍害が発生した。近年、果樹の生育に関する気候温暖化の影響が指摘されているが(杉浦ら 2007)、2015年の秋冬期も朝倉市のアメダスにおいて平均気温は11月で14.6℃、12月で8.0℃で平年に比べてそれぞれ2.9℃、1.6℃高く、近年15年で最も暖かい状況であった。冬季の気温上昇に伴う耐凍性の低下と凍害発生についてはクリ等の品目でも確認されており(水田ら 2016)、今回の凍害に関しても前年11, 12月の高温によりハードニングが十分でなかったことが被害が大きくなった

た要因の一つと推察される。

カンキツの凍害と栄養状態について、小中原（1984）は成木の場合前年の着果負担によって被害が変動することを明らかにし、中川ら（1967）は窒素過多や秋枝が遅伸びした樹や幼木では被害を受けやすいことを報告している。更に、小中原（1984）は樹冠が大きくなったカンキツの成木では同一樹内でも方位により凍害の状態が異なることを明らかにしている。カンキツにおいて耐凍性の品種間差異を検討するにはこれらの条件を揃える必要があり、河瀬ら（1982）も未結実かつ生育を揃えやすい1年生実生および2年生幼木を用いて試験を行っている。今回の調査は苗ほで実施し、接ぎ木1年目の幼木を用いているが、いずれも河瀬らが用いた1年生実生と比べて生育は良好かつ揃っており、同じほ場内で同一の肥培管理の条件下で品種間差を明らかにした知見として、品種導入を検討する上で活用できると考えられる。

本来、耐凍性とは凍結に耐える能力であり、果樹をはじめ花木、緑化樹において栽培地域の判断等に重要な性質である（西山ら1972、酒井1978）。凍害を受けたカンキツでは枝葉の枯死、落葉等比較的短期間に生じる被害と、春以降の新梢の伸長抑制や着花の減少、枯れ込み等遅れて生じる生育異常があることが報告されているが（中川ら1967）、これは芽、花芽、葉、枝等の器官により耐凍性が異なるために生じると推察される。池田ら（1980）は旧安芸津支場に栽植された約200品種について、低温遭遇後の3、4月の枝枯れ程度と栽培条件等を総合的に評価して耐凍性を7群に分類した。今回の調査では、池田らによって分類された20品種が含まれており、例えばユズの耐凍性は甚だ強、「清見」、「宮川早生」等ウンシュウミカンが強、「川野夏橙」は中、ポンカン、「宮内伊予柑」が弱、「リスボンレモン」、「ブッシュカン」は甚弱である（池田ら1980）。耐凍性が低い品種ほど低温遭遇後の葉枯れ指数と枝枯れ指数が大きかったことから、これらの指数値を他品種と比較することで新品種の耐凍性についても次のように分類可能であると推察される。強（「日南1号」）やや強（「はれひめ」、「南津海」）中（「せとか」、「みはや」）、弱（「西南のひかり」、「不知火」）。

耐凍性の異なる品種間の交雑実生の耐凍性について、吉田（1981）は大部分の交雑実生が両親の耐凍性の間に位置することを報告している。近年、育成されている品種は、耐凍性が弱いとされるポンカンや「アンコール」等に由来した品種が多く、遺伝的に耐凍性は強くはないと推察される。今回の調査では、耐凍性の強い「清見」とポンカンの交雑品種である「不知火」、「アンコール」に由来する「西南のひかり」は弱と推察された。しかし、「せとか」はこれら同様に「アンコール」と「清見」に由来した品種であるが、耐凍性は「川野夏橙」同等の中と推察され、耐凍性に幅があることが認められた。一方、耐凍性が強い「宮川早生」を交雑親とする「はれひめ」、耐凍性がやや強とされた「カラ」の珠心胚の「南津海」は、耐凍性が強の「宮川早生」と中の「川野夏橙」の間のやや強と推察され、吉田の報告に合致した。

品種の選定に当たっては、低温遭遇後の直接的な被害だけでなく、春期以降の発芽等生育への影響を明らかにすることが重要である。木原ら（1985）は、カンキツ経営においては被害後の復元がより重要であるとし、回復力を耐凍性と区別して3段階区分で評価した。今回の試験では定植予定の苗を対象としたことから、樹の拡大にとって重要な主幹の枯れ込み程度と春芽の発芽、伸長量を回復力の判断基準として調査した。今回の調査には木原らによって分類された約20品種が含まれており、例えばユズ、カボスは強、ヒュウガナツ、「川野夏橙」は中、「宮内伊予柑」は弱であり（木原ら1985）、回復力は弱いものほど主幹の枯れ込みと春枝への影響が大きくなった。これに従って新品種の回復力を区分すると、「南津海」はカボス同等で強く、「早香」はヒュウガナツ同等で中、「不知火」、「はれひめ」、「西南のひかり」は「宮内伊予柑」同等で弱と推察された。

低温遭遇樹の4月以降の生育について、池田ら（1980）は、枝枯れに基づく耐凍性が弱い品種は回復力も弱い傾向を示すとしたが、木原ら（1985）は「土佐文旦」等異なる品種があったことを示し、低温の程度や栽培管理状態が影響すると考察している。本試験では同一の栽培管理条件で耐凍性がやや強いと判断された「はれひめ」で、回復力は弱と推察され、回復力に関与する要因については栽培管理条件以外に更に検討する必要がある。

今回、耐凍性を確認した品種には、現在本県の中晩柑生産の中心品種となっている「不知火」や早熟品種として普及が期待されている「西南のひかり」があるが、いずれも耐凍性、回復力が共に弱と推察され、栽培に当たっては注意が必要である。

今回調査を行ったカンキツ苗産地である久留米市田主丸町では、水田において作業を機械化した大規模、低コスト生産が行われている（藤原2005）。現段階では、苗木生産ほ場において冬季の全園防寒被覆による凍害回避を図るには大きなコストを要するため実施困難である。しかし、今回耐凍性の弱さが明らかとなった「不知火」、「西南のひかり」に加え、従来弱いとされていたレモン、ライム等耐凍性に応じて防寒対策を設けることで凍害を少ないコストで回避可能となる。今後、苗木産地として苗木の安定生産に対応した優良穂木安定確保システムの構築、耐凍性を高める栽培技術、省力的な防寒方法等、取り組むべき課題は多い。

## 謝 辞

今回の現地調査、被害のとりまとめに協力、情報提供いただいた福岡県苗木組合ならびに苗木研究会の皆様へ感謝の意を表す。

## 引用文献

別府英治（1985）カンキツ寒害の低温条件と被害程度。  
四国農試報。別No3、：p. 62-67。

- 藤原伯晴(2005) 苗木産業の現場を追う 4. 果実日本60(4):74-76.
- 池田勇・小林省蔵・中谷宗一(1980) 1977年の寒波による被害から見たカンキツ類の耐寒性. 果樹試験場報告. E, 安芸津, p. 49-65.
- 猪崎政敏・丸橋亘(1989) 果樹繁殖法. 養賢堂, 東京, p. 260.
- 河瀬憲次・吉永勝一・内田誠・広瀬和栄(1982) カンキツ類の耐凍性に関する研究 I 幼木及び実生での品種間差異とその季節変動. 果樹試験場報告. D, 口之津, 4: p. 25-45.
- 木原武士・池田富喜夫(1985) カンキツ類の耐寒性と樹体回復力の種・品種間差異. 四国農試報. 別No3, :p. 76-79.
- 小中原実・酒井昭(1967) カンキツの寒害防除に関する研究(第1報) 温州ミカンの耐凍性, 浸透濃度および糖含量の季節変動. 園学雑36(2):30-38.
- 小中原実(1984) カンキツ類の寒害とその対策. 農業気象39(4):315-322.
- 松本和夫(1978) 果樹栽培の立地条件. 果樹園芸学, 東京: 朝倉書店, pp. 21-35.
- 水田泰徳・織邊太(2016) クリの凍害発生および耐凍性の品種間差異. 兵庫農技総セ研報64:25-30.
- 中川行夫(1963a) 果樹の凍霜害とその対策(1). 農業及園芸38(3):5-8.
- 中川行夫(1963b) 果樹の凍霜害とその対策(2). 農業及園芸38(4):11-14.
- 中川行夫・角田篤義(1967) 昭和38年1・2月の果樹寒雪害に関する調査報告書. カンキツ類. 農林省園芸局 p. 1-78.
- 西山保直・宮下揆一・村上準市・中島二三一・橘昌司(1972) 果樹の種類および品種と耐凍性, ならびに耐凍性に関する諸要因について. 北海道農業試験場彙報. 100: p. 20-28.
- 農林水産省(2016) 1月17日から25日にかけての降雪, 低温等による農作物被害. 統計部, 東京, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001173304> (2017年2月20日公表)
- 酒井昭(1978) 花木及び緑果樹の耐凍性. 園学雑47(2):248-260.
- 杉浦俊彦・黒田治之・杉浦裕義(2007) 温暖化がわが国の果樹生育に及ぼしている影響の現状. 園学研6(2):257-263.
- 山本雅史・川口昭二・福留弘泰・廣瀬潤(2016) 2016年の寒波による被害から見たカンキツ類の耐寒性. 園芸学会九州支部24:33.
- 吉田俊雄(1981) カンキツ交雑実生群における耐凍性の分離. 果樹試験場報告. B, 安芸津, p. 49-65.
- 吉村不二男・大野芳信・川北高資(1963) カンキツの寒害(第3報) 二, 三の凍結および融解処理と樹体の寒害発生との関係. 園学雑32(3):1-8.