ウンシュウミカンのほう芽期の霜害発生限界温度

中川 行夫*・下大迫三徳**・本条 均*

(*農林省果樹試験場
**福岡県園芸試験場)

Critical Temperature for Frost Damage at Sprouting Stage in Satsuma Orange

Yukio NAKAGAWA*, Mitsunori SHIMOOSAKO** and Hitoshi HONJO*

* Fruit Crops Research Station, Hiratsuka, Kanagawa 〒254

** Fukuoka Horticultural Experiment Station, Fukuoka 〒815

1. は し が き

カンキツ類は耐凍性が弱いので、冬季に低温になりにくい傾斜地や沿岸部に主として栽培されている。このような場所では、春季の晩霜も早く終わり、また低温の程度も軽いので、ほう芽期の晩霜害はまったく起こらないといってよいようである。しかし、近年になって最低気温の下がる平坦地への栽植が見られるようになったことや道路、鉄道の新設に伴って道路沿いのカンキツ園に冷氣湖が形成された事例が認められる(中川, 1973)ようになったことなどを考えあわせると、年により場所によってはカンキツのほう芽期における晩霜害発生の可能性が生じてきたといえよう。

カンキツ類のほう芽期の晩霜害に関する研究が、これまでまったく見当たらないのは、上述のような理由によるものである。この報告は、ウンシュウミカンのほう芽期における霜害発生限界温度を実験的に解明しようとしたものである。

2. 研究の目的および方法

ウンシュウミカンのほう芽期にその耐凍性を上回る低温に見舞われると、花芽を内蔵する新芽が被害をこうむるために着花量が著しく減少し、ひいては着果量の甚だしい低下がもたらされる。これは、結果母枝の先端付近から出る数個の新芽はその後正常に生育すれば結果枝となり、花を開き実を結ぶからである。本研究はウンシュウミカンのほう芽期(新芽が3~15mmの長さに伸長した時期)の耐凍性を実験的に解明することを目的としたものである。

1974年は4年生杉山系普通ウンシュウ(内径36cmの12号鉢に栽植したもの)と2年生宮川早生ウンシュ

ウ(内径30cmの10号鉢に栽植)を、また1975年は3年生杉山系普通ウンシュウ(10号鉢に栽植)と3年生宮川早生ウンシュウ(10号鉢に栽植)を供試し、新芽が3~15mmの長さに伸長した4月上~中旬に、-1~-6℃の間の数段階の低温で2時間の低温処理を行なった。低温処理は材料を低温室に入れて0℃に1時間さらした後、所定の処理温度まで下げて2時間おき、その後にふたたび0℃まで温度を上げて1時間おいてから、低温室外に搬出した。処理にあたっては、樹体を水で十分に濡らして過冷却を防いだ。処理の終わった材料はその後屋外に置き、数ヶ月にわたって芽の凍死率、着花量、着果量、新梢数、夏梢数などについて調査した。

さらに、新芽の温度と百葉箱内気温との関係を調査するために、太さ約0.1mmの熱電対を百葉箱の中と新芽に差しこみ、2mVフルスケールの記録計で自記させ、霜害の起こるような夜について新芽温度と百葉箱内気温の関係を求めた。

3. 結 果

3.1 1974年の結果

表1に芽長10~15mmのステージのときの低温処理の結果を示す。低温処理10日後の調査によると、普通ウンシュウでは-3.8℃以下の低温が2時間続くとすべての芽が凍死し、また、-2.9℃・2時間処理でも約8割の芽が凍死している。しかし、-1.4℃・2時間ではまったく被害が認められない。一方、早生ウンシュウでは-2.6℃・2時間処理で85%の芽が凍死している。なお、新芽の被害は低温処理後すぐ判定できることが認められた。すなわち、上記の実験で低温室から戸外に搬出した時点で新芽はすでに褐変しており、翌日には黒褐色に変色していて明らかに枯死が認められた。

低温処理後間もない4月下旬の段階では芽の健全また

表1 ウンシュウミカンのほう芽期における耐凍性
(1974年4月上～中旬処理, 各区4鉢)

品 種	処 理 区	凍 死 芽 率 ^a	節間数あたりの 新 梢 数 ^b	節間数あたりの 夏 梢 数 ^c	節間数あたりの 果 実 数 ^d
普 通 ウンシュウ	無 処 理	0.0%	0.91	0.0	0.4
	-5.5℃・2時間	100.0	0.03	0.01	0.0
	-4.5℃・2時間	100.0	0.06	0.10	0.0
	-3.8℃・2時間	97.3	0.18	0.06	0.01
	-2.9℃・2時間	76.2	0.27	0.04	0.07
	-1.4℃・2時間	0.0	0.66	0.0	0.2
早 生 ウンシュウ	無 処 理	0.0	0.82	0.0	0.3
	-2.6℃・2時間	84.8	0.51	0.0	0.0

注) a 4月25日調査, 結果母枝とみなされる枝の先端4芽について調査

b 6月6～7日調査, 直花を含む

c 7月26日調査, ここでは凍死芽のあとから6月上旬に発生した不定芽を指す

d 7月26日調査

は枯死の判定を肉眼観察によってしか行なうことができなかったが, 6月上旬になると凍死を免れた芽は伸長して葉を着けあるいは実を結んだ状態になっているので, 低温処理の影響をよりはっきりと観察できるようになる。各結果母枝の先端4葉腋から出た新梢数(直花果を含む)を葉腋数で割ったもの(節間数あたり新梢数)を表1に示したが, 普通ウンシュウの-2.9℃・2時間処理では無処理区の約1/3に, -3.8℃・2時間処理では1/5になっていて, 低温被害の激しいことがわかる。-1.4℃・2時間処理では無処理区の3割減に過ぎず, 被害のきわめて軽微なことを示している。一方, 早生ウンシュウの-2.6℃・2時間処理では無処理区の6割の値を示し, 被害が明らかである。

さらに幼果の生理落果がほぼ終了した7月下旬の着果状況を見ると, 普通ウンシュウの-3.8℃以下の処理では着果がまったく見られないという激甚な被害である。また, -2.9℃・2時間処理も無処理の約15%の着果量しかない。-1.4℃・2時間処理では無処理の約半分の着果量を示した。なお, 早生ウンシュウの-2.6℃・2時間処理では着果がまったく認められなかった。

6月上旬になると, 4月の低温処理によって凍死した芽のあとから新しく新梢(夏梢)がほう出した。勿論, 凍死芽のあとからすべて新梢がほう出したわけではなく, ごく一部に過ぎなかった。たとえば, 不定芽のほう出が最も多くみられた普通ウンシュウの-4.5℃・2時間処理でも約10%に留まった。低温処理温度と6月上旬ほう出した不定芽による夏葉数の関係を図1に示したが, 処理温度が低くなるほど, すなわち凍死芽率が大いほど6月上旬の不定芽による夏葉数が多く発生している。しかし, -5.5℃・2時間処理では, 芽だけでなく結果母枝

図1 低温処理温度による7月下旬における節間数あたりの果実数および不定芽による夏葉数の関係

そのものがやられて枯死寸前の状態であったために, 新梢のほう出はほとんど認められなかった。いうまでもなく, 6月上旬にほう出した新梢にはまったく花が着生しておらず, 結果枝とはなり得なかった。

3.2 1975年の結果

表1に芽長3～5mmと8～10mmのステージのときの低温処理の結果を示す。低温処理後約25日にあたる5月上旬の調査によると, 早生ウンシュウの-2.0℃・2時間処理ではまったく被害が認められないが, -2.5℃・2時間処理では約30%の芽が凍死し, また-2.7℃・2時間では65%の芽が凍死している。一方, 普通ウンシュ

表2 ウンシュウミカンのほう芽期における耐凍性
(1975年4月上～中旬処理, 各区3鉢)

品 種	処 理 区	処理時の芽長	凍 死 芽 率 ^a	結果母枝1本あたりの花数 ^b	結果母枝1本あたりの果実数 ^c
早 生 ウンシュウ	無 処 理	—	0.0%	7.7	1.1
	−3.6℃・2時間	3～5 mm	52.8	1.9	0.1
	−3.4℃・2時間	8～10	97.6	0.0	0.0
	−2.7℃・2時間	8～10	65.0	0.5	0.1
	−2.5℃・2時間	3～5	31.0	4.0	0.8
	−2.0℃・2時間	3～5	0.0	7.5	0.5
	−1.7℃・2時間	8～10	3.8	5.5	1.2
普 通 ウンシュウ	無 処 理	—	0.0	10.3	1.3
	−3.9℃・2時間	3～5	100.0	0.0	0.0
	−2.8℃・2時間	8～10	96.2	0.2	0.1
	−2.4℃・2時間	3～5	39.7	3.3	0.4
	−1.5℃・2時間	3～5	20.8	6.7	0.8
	−1.1℃・2時間	3～5	3.3	7.5	1.1
	−1.1℃・2時間	8～10	25.0	5.8	0.5

注) a 5月6日調査, 調査枝は表1に同じ

b 5月22日調査

c 7月24日調査

ウでは−2.4℃・2時間処理で約40%の芽が凍死している。

5月下旬の開花数の調査によると, 早生ウンシュウの−2.0℃・2時間処理は無処理に比べて差が認められないが, −2.5℃・2時間処理で花数が少し減少し, さらに−2.7℃・2時間処理では無処理の5～6%にしか過ぎなかった。普通ウンシュウでも早生ウンシュウと同様な傾向を示し, −2.4℃・2時間処理で着花量が無処理の約半分, −2.8℃・2時間処理では1～2%という少なさであった。

生理落果のほぼ終了した7月下旬の調査によると, 早生ウンシュウの−2.5℃・2時間処理の着果量は無処理とほとんど差がなかったが, −2.7℃・2時間処理では無処理の10%以下であった。一方, 普通ウンシュウの−2.4℃・2時間処理では無処理の約1/3の着果量を示したが, −2.8℃・2時間処理では無処理の1/10未満であった。また前年同様に, 5月下旬～6月上旬に凍死芽のあとから発生した不定芽による新梢のいずれもが結果枝となり得なかった。

次に, 3月の霜害が起こるような夜の新芽温と百葉箱内気温の関係を図2に示した。その関係を回帰式であらわすと次のようになる。

$$Y = -1.11 + 0.97X$$

ただし, Y: 新芽温度, X: 百葉箱内気温

この関係から, 3月の霜害が起こるような夜には, 新芽の温度は平均して百葉箱内気温に比べて約1℃低温に経過することが理解される。

図2 3月の晴夜におけるウンシュウミカンの新芽温度(Y)と百葉箱内気温(X)の関係

4. 考 察

4.1 ほう芽のステージと霜害

表2に示した低温処理時の芽長と凍死芽率の関係をみると, 同程度の低温で処理した場合には例外なく芽長の短い3～5 mmのときのほうが芽長の長い8～10 mmのときよりも被害の軽い傾向が認められる。すなわち, 早生ウンシュウの−3.6℃(3～5 mm)と−3.4℃(8～10 mm),

−2.5℃(3~5 mm)と−2.7℃(8~10 mm) および普通ウンシュウの−1.1℃(3~5 mm)と−1.1℃(8~10 mm)のそれぞれを比較すると、いずれも芽長の短い前者が後者に比べて凍死芽率が低くなっている。この影響はずっとあとまで続き、7月下旬の結果母枝1本あたりの果実数を比較してもかなりはっきりした差が認められている。したがって、ほう芽時の霜害は遅いステージに受けるほど被害が大きいことが、このデータからはいえるようである。

4.2 早生ウンシュウと普通ウンシュウの比較

表1および表2からは、とくに早生ウンシュウと普通ウンシュウの霜害抵抗性の違いを見出すことはできない。また、早生ウンシュウと普通ウンシュウのほう芽期はほとんど同じとみなされるので、この点からも両者の霜害抵抗性はほぼ似かよっているといえる。

4.3 霜害発生限界温度

1974年の成績によると、−1.4℃・2時間ではまったく被害が認められないが、−2.6~−2.9℃・2時間では著しい被害が発生している。また1975年の結果では、減収をもたらすような霜害は−2.5℃以下の低温が2時間以上続いたときに起こるといえる。したがって、両年の成績からみて、−2.5℃が著しい霜害発生の限界温度といえる。

4.4 芽温と百葉箱内気温

ここで、低温室や低温槽の実験で得られた霜害発生限界温度の意味を少し考察してみたい。低温室内に収容された実験材料の体温、つまり葉温、芽温、花器温などは収容後間もなく低温室の気温にほとんど等しくなる。し

たがって、低温室内気温を−5℃に維持したことは、芽や花器、葉の温度が−5℃に保たれたことを意味している。しかし、太枝の内部や果実の果肉部などのようにすぐに冷えない材料では、室内気温と体温は材料収容後数時間は異なるのが普通である。

さて、本研究は芽を対象としているので、芽温が−2.5℃以下に2時間以上維持されたときに著しい減収をもたらすような霜害が発生すると換言することができる。ところで前述したように、野外で霜害の起こるような夜の新芽の温度は百葉箱内気温に比較して平均約1℃低温に経過することが図2から明らかである。したがって、百葉箱内気温が−1.5℃以下に2時間以上下がると著しい霜害が発生するといえる。

5. む す び

ウンシュミカンのほう芽期の霜害発生限界温度は、体温(新芽の温度)であらわすと−2.5℃以下・2時間、また百葉箱内気温で表示すると−1.5℃以下・2時間であることを実験的に解明した。そして、新芽のステージが選んだものほど被害を受けやすいことも明らかにされた。本研究を行なうに当たり、実験材料その他で多大の協力をいただいた静岡県柑橘試験場小中原実博士に深甚なる謝意を表したい。

引 用 文 献

- 1) 中川行夫, 1973: 道路の新設に伴う最低気温分布の変化, 農業気象, 29, 121-122