

### 3 寒害

#### (1) 災害の様相

##### (ア) 地形と被害程度

昭和52年の被害は冷気流の停滞による冷え込みからくる凍結害が主体で園の地形も平坦地や凹地、谷間に属する園地で被害が大きかったのに比べ、38年と56年は山腹・尾根部の園地で被害が多く発生した。これは低温が訪れた時点で冷気に風が加わったため寒風が吹きさらす状態となり、標高の高いところまで広範囲に被害が及んだ。

52年と56年は温州みかんの転換で中晩かん類へ更新された園地が増えてきており、これらが大きな被害を受けた。(表12, 表13を参照)

表12 園の地形と落葉程度(昭和38年秋元ら)

地形 落葉率	尾 根	斜 面 突出部	山 腹	平坦地	凹 地	谷 間	計
0 ~10%	0	0	16	2	2	2	22
11 ~30%	1	3	12	2	1	8	27
31 ~50%	1	2	10	1	2	0	16
51%~	1	2	3	0	0	0	6
計	3	7	41	5	5	10	71

( $X^2=15.69$   $P0.5\sim0.3$ )

##### a 比較の条件

- 1.普通温州成木(15年生以上) 2.防風施設なし
- 3.マシン油乳剤散布 4.こもかけしない 5.樹勢中のもの
- 6.前年結果量は普通又はそれ以上 7.ハダニ、ヤノネの被害少なく
- 8.樹冠密度の中〜粗の園について比較

##### b 表中数字は調査園の数

表13 温州みかんの寒害程度と地形(昭和52年岡崎ら)

地形 程度	尾 根 %	山 腹 %	平坦地 %	谷 間 %	計 (実数) 園
甚	46	37	33	52	57
軽・微	54	63	67	48	85
計	100	100	100	100	142

##### (イ) 方位と被害程度

傾斜地方位についても寒風害の時は、西北西に面した傾斜地が被害が大きくなっている。

一樹のなかでは南側半分の被害がひどく、北側半分が軽いことはよくみられることである。

また、傾斜地では、東向きまたは南向き斜面で被害が多く、北向きまたは西向き斜面の被害が軽いという事例があった。この現象を説明するのに、凍結、融解速度が南側で速やかであるという説と、陽の当たる側のほうが休眠程度が浅いためという説があってまだ結論まででない。また、風が強いときには当然傾斜地の頂上または傾斜地上部の西側斜面の被害が著しいことも知られている。

表14 園の傾斜方位と落葉程度(昭和38年秋元ら)

傾斜方位 落葉率	東	南東	南	南西	西	北西	北	北東	計
0 ~10%	6	6	16	1	—	5	6	2	42
11 ~30%	12	9	12	1	7	8	3	4	56
31 ~50%	6	7	7	8	13	10	5	4	60
51%~	2	5	14	11	24	19	9	5	81
	26	27	49	21	44	42	23	15	247

$X^2=45.25$   $P0.001\sim0.001$

(注) 防風施設の無い普通温州成木園(15年生以上)について比較

表15 温州ミカンの寒害程度と傾斜方位(昭和52年岡崎ら)

方位 程度	東南東	南南西	西北西	北北東	その他	計
甚	16園	16園	11園	12園	2園	57園
中	16	12	8	11	2	49
軽	21	18	12	9	0	60
微	7	10	4	2	2	25

$X^2 = 6.97$     $P = 0.90$

(ウ) 土壌の排水の良否

土壌が過湿になりやすい位置にある樹の寒害が著しい。これは過湿そのものの障害と、そのような地形は冷気が溜まったり、通過したりしやすい所でもあることによると思われる。

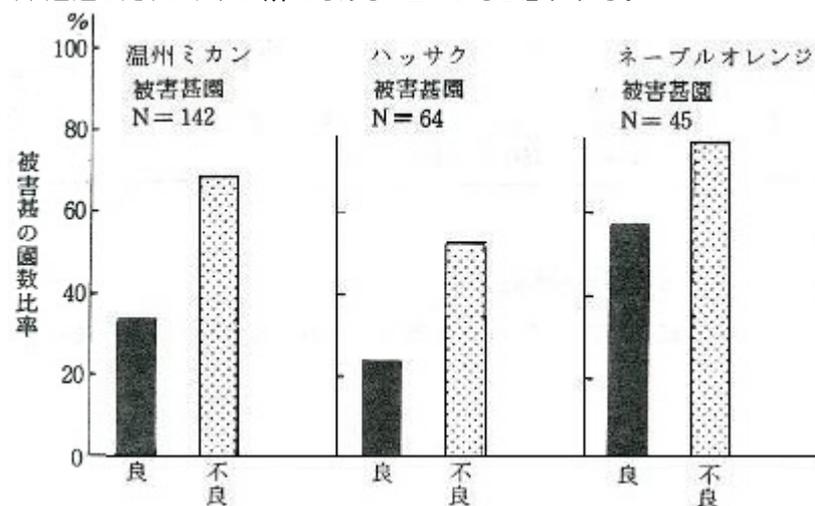


図1 排水と寒害(S.52岡崎ら)

(エ) 樹勢の良否 前年の結果量との関係

ネーブルについては、樹勢不良の樹は被害が大きい。いづれも、前年に結実の多かった樹ほど寒害に弱かった。

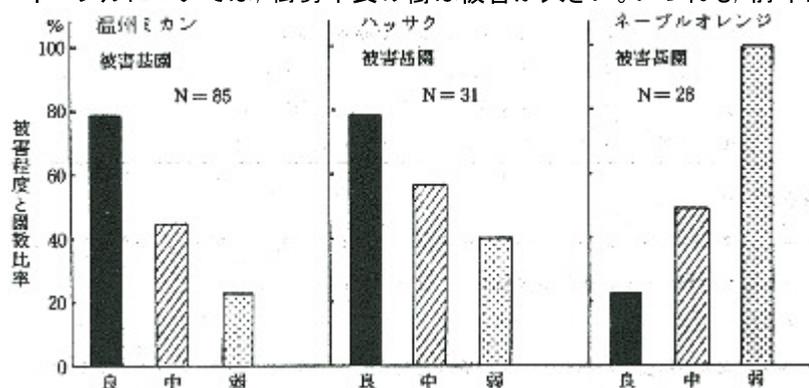


図2 樹勢と寒害(S.52岡崎ら)

表16 温州みかんの寒害程度と前年の結実量(S.52岡崎ら)

結実 被害程度	多	中	少	計
甚	27 園	24 園	6 園	57 園
軽・微	25	48	12	85

$\chi^2 = 4.54$      $P = 0.20 \sim 0.10$

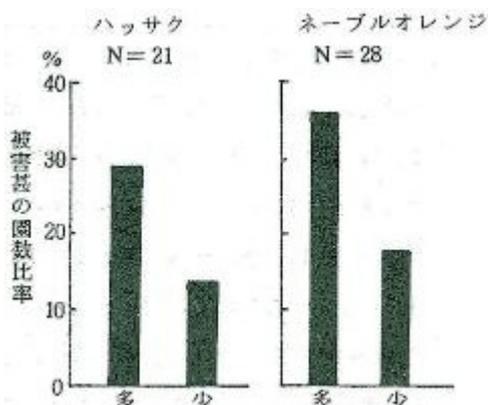


図3 被害程度と前年の結実量(S.52岡崎ら)

#### (オ)耐寒性品種の分類

品種によって耐寒性に著しい違いがみられた。昭和52年の寒害発生時における各種かんきつの葉枯れ、落葉、枝枯れ、回復の難易についての実態調査の結果を総合して、かんきつ品種の耐寒性の強さ別にグループ分けされている。

表17 品種別耐寒性(長谷ら)

極めて強い	カラタチ, ヌズ, スダチ
強い	温州ミカン(早生, 普通), カボス, 三宝柑
やや強い	ハッサク
中くらい	甘夏ミカン, タンカン, 福原オレンジ
やや弱い	ネーブルオレンジ, 谷川ブンタン, ナルト, バレンシアオレンジ
弱い	グレープフルーツ, イヨカン, 日向夏, ポンカン
極めて弱い	メキシカンライム, リスボンレモン, 平戸ブンタン

## (2)寒害の種類

寒害は、果実・樹体が低温のために凍結することによって生じる凍害と、温度はそれ程低くないが主として強い風のために生じる寒風害とに分けられる。

### ア 寒風害

冬季西向き斜面や鞍部など、季節風が当たる所で、30-70%の落葉が起こる現象である。常緑性果樹では冬季に著しい落葉が起こると、着花量の減少や不完全花の増加をきたし、生理落果が増大し、結実量が減るなどして生産が不安定になる。

落葉の発生時期は季節風の卓越する時期と一致し、気温や地温の低い1月-2月に多い。

寒風害の発生機構は図4のような構造から成り立っており、強風による物理的な加害力が落葉を最終的に決定づける。強風による蒸散促進と、地温の低下による吸水阻害で、樹体内水分の不均衡が落葉抵抗力を減退させ被害を助長させる。

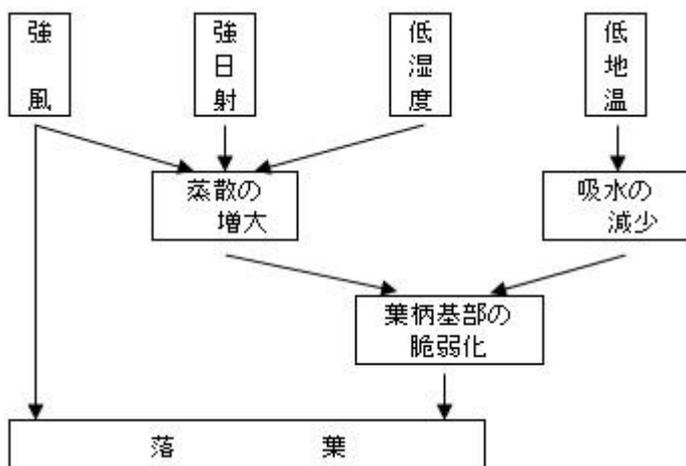


図4 寒風害の発生機構(久保)

落葉は、最大風速が秒速7-8m以上になると急激に増大する。落葉は同じ風速でも気温が低いときほど増加する。風による蒸散の促進度は日射や湿度、気温や地温の条件で変化するので風速だけで明らかにすることは困難である。温州みかんでは、秒速12m程度のとき、蒸散量は20-80%促進される。また葉内水分に著しい影響を与えるのは風より地温の方が顕著で、地温が5℃内外以下になると、葉内水分は急激に減少する。地温低下によって根の吸水阻害が起こる。

### イ 凍害

樹体の各部や果実に特徴的な障害がみられる。葉では萎凋、壊死、落葉があり、枝、幹では枯込みがあり、著しいときは樹全体の枯死となる。

果実では苦味の発生、す上がり、落果などである。

#### (ア) 葉の被害

低温に遭った直後の葉は様々の様相を呈する。やや萎れた葉、舟形の葉、暗褐色に変色した葉などで、あとで必ず落葉する。落葉期は3月下旬から4月中旬までである。

葉の凍害症状に枯葉になってからも落葉せずにいつまでも枝に付着していることがある。

葉の被害発生現象と寒さの程度と落葉率についての実験結果については次のようである。

表18 葉の被害(庫内温度と落葉率、長谷ら)

品種	温度						
	-12℃	-10	-9	-8	-7	-6	-4
温州ミカン		95~100	50~90	30~70	10~40		
ハッサク		95~100	60~90	40~80	5~15		
日向夏	100	97	60~90	60	30~50	10~15	
夏ミカン		100	100	99~100	70~95	65~70	15~40

自然条件下、結果量、方位、樹冠部位(凍結融解速度)により差あり。

葉の凍害は葉の組織の凍結によって引き起こされる。凍結の順序は葉柄が最初で、次いで葉の中筋であり、その後が葉身の中筋に近い部分で、次第に葉緑部に進む。落葉時の葉の離脱部は、多くは葉柄基部の枝への付着部分の離層であるが、時に葉柄と葉身の境の離層のこともある。

#### (イ) 枝の被害

枝の被害は組織の凍結のために生じる枯込みである。枯込みは軽い場合、枝の先端に生じ、ひどくなると次第に太い枝にも発生するようになる。また主枝の分岐部の股の部分も枯込みやすい。

1年生枝の枯死割合は減収率に直接関係する。

ハッサク樹での低温処理実験では-9℃で前年生の枝に枯込みを生じ径3-4mmの枝が枯れた。自然条件下の寒さによる枯込みは-9.1℃のとき普通温州には枯込みは無かったが、-10.4℃の場合、前年生の秋枝全部と、春枝の一部とに枯込みが生じ、枯込み部の枝の太さは太いところで平均2.7-3.4mmであった。

#### (ウ) 樹の枯死

昭和52年の最低気温が-9.1℃の寒波のとき11年生樹のリズボンレモンは100%枯死し、伊予柑は全樹の1/3が枯死した。鈴木ネーブル、甘夏ミカンでは枯死樹はないが80%の樹が主幹部まで枯込みをみた。

表19 52年(-9.1℃)11年生樹の枯込み(長谷ら)

品 種	枯 込 み
リスボンレモン	100%枯死
パレンシア, 伊予カン	30%
甘夏ミカン, 鈴木ネーブル	主幹まで枯込み80%
福原オレンジ, ハッサク	主幹枯込~1~2年枝枯込
三宝カン	1~2年生枝枯込み
早生温州, 普迦温州	1年生枝一部枯込み

(エ)果実の被害

果実に生じる凍害は果皮への障害と果肉への障害と果実の落果に大別できる。

**a 果皮の被害** 果皮が凍結すると水浸状になり, 霜腐れ状態となる。品種によって差がある。

一般に小果で果皮の薄いものは果皮の害が出やすい。

また, 貯蔵中も含めて, 果皮の油胞が低温の被害を受けて果梗部周辺から赤道部にかけて油胞が黒変する油胞黒変症を生じることがある。

甘夏みかんは低温のため油胞とその周辺の細胞が破壊され, 油胞内容物が流出した果皮は褐色の斑点ができ外観を損なう。

表20の1

カンキツの品種	果皮の被害	
	果皮の凍結 → 水浸状 → 霜腐れ	油胞低温害 → 油胞黒変症
温州ミカン	-2.5℃	小果, うす皮果実で被害が多い
レモン	-5.7℃	大果, 厚皮果実は少ない
ハッサク, ワシントンネーブル	-8℃ 以下	ハッサク, 小油胞果実は少ない
ミネオラ, カラ, ヤカラ, セミノール, 綱皮	-8.2℃	
鳴門ミカン, 旭カン, オレンジ日向	-8.2℃以下	

**b 果肉の被害**

最も大きな被害はす上がりであるが, このほかに苦味の発生, 異味異臭の発生などである。

(a)す上がり

凍害によるす上がりでは砂じょうが壊れて特有の形を保ってないので生理的す上がりと区別できる。す上がり程度は果実の比重によって測定することができる。す上がりの起こる温度とす上がり果限界比重は次のようである。

表20の2 す上がり被害 凍害と生理症がある。



判別基準

品 種	ス上り果限界比重	正常果の比重
ポンカン	0.74	
伊予カン	0.75	
甘夏ミカン	0.77	
夏ミカン	}	0.82~0.85
ハッサク		
日向夏		
温州ミカン	0.80	0.85~0.90
福原オレンジ	0.86	
ネーブルオレンジ	0.90	0.92~0.93

(b) 苦味

凍害によって苦味を発生するのはナリンギンを含む種類である。

凍害によって苦味を発生するものは、ハッサク、夏みかん、甘夏みかん、セミノール、プンタンであり、発生しないものは伊予柑、三宝柑、福原オレンジ、ネーブルオレンジである。苦味を発生させる温度はす上がり発生温度と同じか、少し高い温度であり、甘夏みかんでは-6℃、3-6時間で発生する。

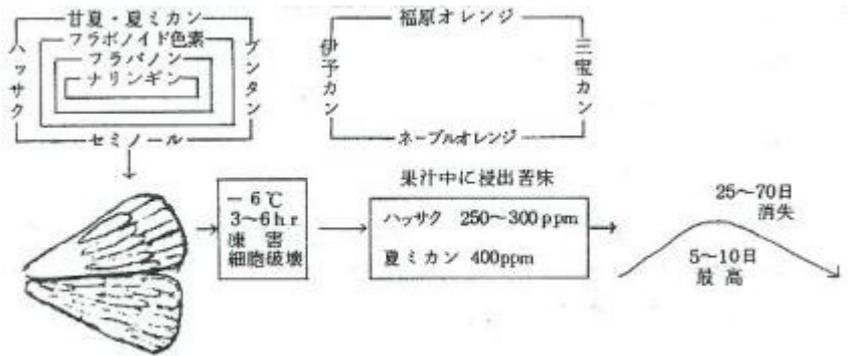
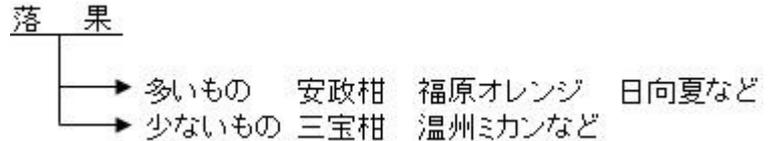


図5 苦味の発生機構

c 落果

晩生かんきつでは収穫前の果実が寒さのために落果することによる被害がある。

種類によって落果しやすいものとそうでないものがある。



(3) 災害対策

ア 事前対策

(ア) 適地選定対策

(1)の寒害の実態からも分かるように、園地の環境や樹体生理環境の差によって被害の程度が大きく異なる。まず園地は適地基準に基づいて選定する。

(イ) 品種系統の耐寒性の把握 (表17を参照)

(ウ) 園地微気象の把握する。地形(傾斜方位)の把握、被害分布図、凍害危険ライン、気象資源図などを活用する。

(エ) 園地土壌特性の把握する。土壌分級図、土壌水分分布図、土壌統図を利用する。

表21 適地基準(良質果実の安定生産のための基準)

種類	区分	年 平均気温	冬期の 最低気温	備 考
温州ミカン		15℃以上	-7℃以上	
ハッサク		15.5	-5℃	収穫期までに-4℃以下に下がらないこと
伊予カン		15.5	-5℃	収穫期までに-4℃以下に下がらないこと
ネーブルオレンジ		15.5	-4℃	収穫期までに-3℃以下に下がらないこと
甘夏ミカン		16	-4℃	
福原オレンジ		16	-4℃	
プンタン		16	-4℃	収穫期までに-3℃以下に下がらないこと
日向夏		16.5	-4℃	
タンゼロ類		16.5	-3℃	
ボンカン		17	-3℃	
タカン		18	-3℃	
ビワ		15	-4℃	

イ 一般対策

(ア) 開園時の環境整備として、防風垣の設置(潮風害と同じ)と深植え。高接ぎの力枝を残す。

(イ) 樹勢改善

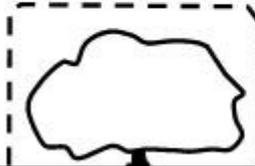
排水や土壌改良、チッソの施用量、結果量(摘果)着葉数、樹容積、草生管理、灌水など平素の樹勢に影響する要因と寒害との関係が高いので樹勢の維持改善に努めること。

(ウ) 防寒被覆

風の当たる園、冷気の停滞する園、特に耐寒力の弱い中晩かんでは、コモ、寒冷紗、不織布などで樹冠を被覆防寒する。高接ぎ樹では中間台、穂部ともワラなどで結束防寒する。樹冠の間接被覆の方が防寒効果が高い。

直接被覆によって気温は約1℃、葉温約1.5℃。間接被覆では同2℃、同3℃上昇し、落葉は1/2-1/3少なくなる。また、保温効果はコモ、耐久性では寒冷紗が優れる。

表22 被覆法による保温・落葉防止効果(井伊谷)

被 覆 方 法	資材 項目	寒冷紗	不織布	コルククロス	こ も	無被覆
		(#120)	(ビニロン)	(#505)	(厚手)	
 直 接 被 覆	気温差℃			(+0.7)	+1.0	0
	葉温差℃			(+1.2)	+1.5	0
	落葉率%	17.2 (42)	18.7 (46)	20.4 (50)	19.3 (48)	40.5 (100)
 間 接 被 覆	気温差℃	+1.2	+1.0	+1.5	+1.8	0
	葉温差℃	+1.7	+2.7	+2.7	+3.2	0
	落葉率%	8.6 (33)	12.7 (49)	9.2 (36)	10.8 (42)	25.8 (100)
耐用年数		7~8	3~4	4~5	3	
作業性		○	○	○	×	
多目的利用度		○	○	○	○	

\* -7℃以下の日2日平均 , \*\* -7℃以下の日6日平均 落葉率は12/17から3/14計

### (エ)袋掛

果実に袋かけ(三重袋で4℃保温できる)

### (オ)土面被覆

土壌乾燥は凍害を助長するので、日中温暖時に灌水する(1樹70L程度の局部灌水)。また、敷わら、敷草で乾燥を防ぐ。(但し根元は裸地化しておくこと。)

## ウ 緊急対策

### (ア)樹上越冬果の採取

甘夏みかん、ハッサクなどは-3.5から-4℃で苦味、す上がりが発生するので事前採取を行う。被害果は内成り、外成り、区分採取、区分貯蔵する。

### (イ)貯蔵果実の管理

庫内の低温によっても苦味や、果皮障害(コハン症、油胞黒変症など)を受ける。冷気の侵入を防ぐとともに、ビニールシートや毛布で覆う。さらに室温が2℃以下になる恐れがあるときは暖房する。

表23 貯蔵中の温湿度管理

品 種	貯 蔵 中			
	追 熟 予 措		本 貯 蔵	
温州ミカン	温度 3~5℃ 湿度 80~85%			
	2月中旬までの低温日は日中換気			
ネーブルオレンジ	温度	湿度	温度	湿度
	12℃(密閉)	95%以上	6~8℃	90%以上換気注意
伊予カン	10~15℃(密閉)	85%	5~6℃	85% 換気注意
ハッサク			4~5℃	90~95%
甘夏ミカン	6~7℃	80~85%	6~7℃	70~80%
	換気に注意		ポリ個装 換気注意	

### (ウ)被害樹の整枝せん定

#### a 温州みかん

落葉50%以上の樹を除き健全樹同様のせん定を実施する。

#### b ハッサク、甘夏みかん、伊予柑

落葉58%以下の園は計画通りのせん定を実施する。ただし50%以上の落葉園は発芽状況のみて実施する。

#### c ネーブル

落葉30%以下の園では従来通り実施する。40%以上の園では3月下旬頃、落葉枝の枯込み状況のみて実施する。

### (エ)樹冠および太枝の保護

樹皮に亀裂を生じたり、落葉が激しい樹は直射光線によって日焼けを起こす恐れがあるので樹脂病予防のためボルドー糊を塗布し樹冠を保護する。

(硫酸銅700g:生石灰1,400g:水10L:ボンド糊500g)

(オ)春肥

施用量は基準通りとし、被害のひどい園は2回分施する。

(カ)摘果

被害の程度によって結果量を調節する。樹勢回復に重点をおき、早い時期に果実を除き、新梢の発生伸長を促す。

(キ)病虫害防除

寒害発生園では、5-9月にかけて枯枝が発生しやすく、これが黒点病の伝染源となる。従って、寒害多発園では6-7月、8月に枯枝せん定と農薬散布を徹底する必要がある。防除時期と防除農薬は病虫害防除基準を参照のこと。

## (4)災害調査

### ア 寒害における減収率の推定

昭和52年の寒害追跡調査結果をもとに農水省安芸津支場が減収量推定のための尺度を作成したのによると、寒害樹の落葉率(前年生葉のうち落葉したものの割合)を調査して、その後の収量との関係を明らかにしている。

表24

寒害発生時の落葉率によるその後の減収率の推定表(温州みかん)

落葉率 (%)	減収率 (%)		
	1年目	2年目	3年目
45	0	0	0
50	15	0	0
55	30	0	3
60	半減 44	3	6
65	57	回復 8	10
70	68	15	16
75	79	25	23
80	90	33	31
85	皆無 99	半減 53	41
90	100	71	半減 52

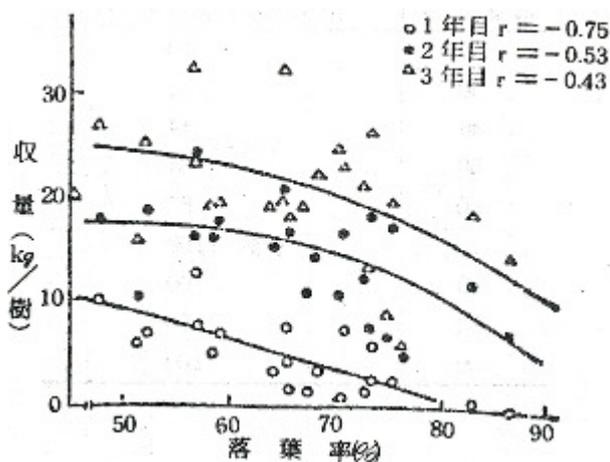


図6 落葉率と収量の関係(温州みかん)(長谷ら)

表25

寒害発生時の落葉率によるその後の減収率の推定表(ハッサク)

落葉率 (%)	減収率 (%)		
	1年目	2年目	3年目
20	0	0	0
30	15	8	0
40	29	15	0
50	42	23	0
60	半減 55	1/3 31	2
70	67	39	11
80	78	半減 47	29
90	89	63	43
100	皆無 99	75	半減 60

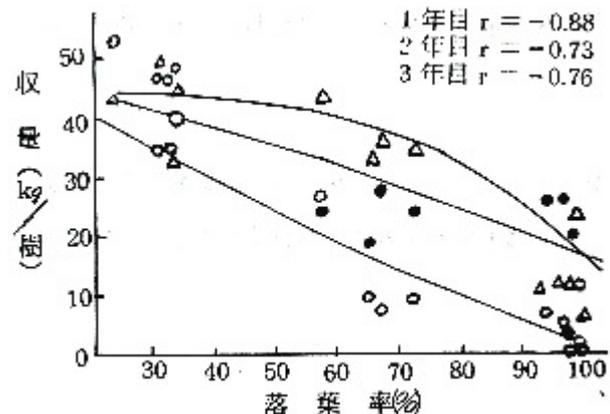


図7 落葉率と収量との関係(ハッサク)

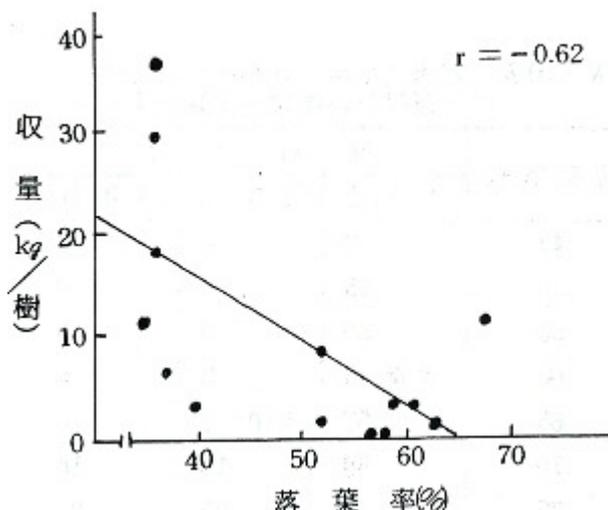


図8 落葉率と収量との関係(ワシントンネーブル)

表26 寒害発生時の落葉率による  
その後の減収率の推定表(ワシントンネーブル)

落葉率(%)	寒害当年の減収率(%)
20	20
30	22
40	半減→44
50	65
60	87
70	皆無→100
80	100
90	100
100	100

表27 低温による果実障害と樹体被害シグナル一覧表

温度	持続時間	温州ミカン	ネーブルオレンジ	ハッサク	甘夏ミカン(安政柑)	レモン
0℃	1~2h 3~4 5 以上		果皮に虎斑症発生			
-1	1~2h 3~4 5 以上	樹冠外周果霜焼け 果汁氷点				
-2	1~2h 3~4 5 以上	未熟果・油胞黒変症発生	捲葉			捲葉 樹上果実に凍害の危険
-3	1~2h 3~4 5 以上		夏秋梢霜焼け 落葉10~20% 枝の先端部枯死	捲葉 夏秋梢霜焼け	捲葉, 夏秋梢霜焼け 果実に凍結の危険 樹上果実スリ苦味発生	果実に苦味, 枝の先端部枯死 葉の一部枯死, 落葉軽微 樹皮に亀裂
-4	1~2h 3~4 5 以上		葉の一部枯死, 落葉始め 落葉30~50%	枝の先端部枯死	枝の先端部枯死 葉の一部枯死, 落葉始め 落葉30~50%	落葉30~50%
-5	1~2h 3~4 5 以上	窓際など室内果実凍害発生 夏秋梢霜焼け	樹皮の亀裂	葉の一部枯死, 落葉始め 落葉10~20%	庫内の果実凍害発生 樹皮の亀裂	落葉70%以上
-6	1~2h 3~4 5 以上	凍害発生, 落葉20%	庫内の果実凍害発生 落葉70%以上	庫内の果実凍害発生 落葉30~50% 樹皮の亀裂	落葉70%以上	全樹体が凍結(枯死)
-7	1~2h 3~4 5 以上	落葉50%, 枝枯20%	全樹体が凍結(枯死)	側枝枯込 落葉70%以上		
-8	1~2h 3~4 5 以上	落葉90%以上, 枝枯60% 苗木枯死		全樹体が凍結(枯死)	全樹体が凍結(枯死)	
-9	3~4	落葉100%, 枝枯90%, 主枝枯込				
-10	3~4	樹勢の弱い成木枯死				

※温度は百葉箱の中での気温