

ナシ「幸水」の凍害（胴枯病）に関する研究

第1報 実態調査および発生要因の究明

小笠原静彦・遠藤融郎・吉原千代司

1 緒 言

広島県中部山間地帯に位置する世羅台地に昭和38年、開拓パイロット事業として幸水ナシの集団園が造成された。

幸水ナシは品質が極めて優れていることから市場性の高いものとして評価され、将来、県中北部の果樹の基幹品種として期待されている。しかし、凍害、胴枯病の発生が多く、栽培上大きな問題となっている。

この凍害発生については、幸水が若木時代に軟弱な徒長の生長をしやすいという樹体の特性に関連して考えられ、樹体生長を支配する栄養、土壌水分、それを供給する土壌条件が主要因としてあげられる。つまり、幸水の集団園は機械開墾による造成地であるが、大型果樹園造成に当って土壌の大量移動が行なわれたために園地内土壌が地域的に極めて不均一であり、しかも未熟畑が多い等、理化学性の劣る諸条件が重なっている。それに加えて果実生産の早期多収を急ぐあまりに多肥や灌水によって樹冠拡大をはかってきた。

これら一連のことが一層栄養生長を促す結果となり、凍害発生にもつながっているのではないかと想定されるのである。

そこで筆者らはここに焦点を合わせて凍害発生要因を究明して防止対策を講ずると共に幸水ナシの栽培技術を確立するために昭和42年以来研究を進めてきた。試験は未だ継続中であるが、被害の実態および発生要因について二、三の結果を得たので、第1報として報告する。

2 試験材料および方法

世羅郡世羅町農事法人組合幸水農園の圃場（面積 40 ha、標高 350~450m）における幸水の凍害、胴枯病の発生状況および発生に関与する要因について調査を行なった。

1) 被害の実態調査

凍害の発生時期、形態および被害の進展状況について観察した。更に胴枯病との関係を明らかにするため、被害枝の菌の分離を行なうと同時に胴枯病が多発している低湿地と発生の少ない乾燥地の健全樹に対し有傷接種を行なった。

被害調査は幸水農園の主要圃場（昭和38年植栽）について圃場別の被害調査、落葉状況や植栽位置の環境条件について解析した。

2) 施肥、灌水と耐凍性

第1表の区分のとおり昭和42、43年の二カ年継続して窒素施用処理および灌水処理（7月25日~10月10日まで5日毎、10日毎、無灌水の三処理）を行ない圃場での被害状況を調査した。更に同処理樹の枝を採集して、枝令別に冷凍処理による耐凍性の比較を行ない、合わせて枝の水分、でんぷん、窒素(N)等の含量を比較した。

供試枝の採取は結実量、剪去量等の影響を少なくするため主枝を対象とした。主枝を枝令別に切断し、それを三等分して冷凍処理、含水量調査、貯蔵養分の分析に供した。

冷凍処理は採取枝を24時間冷凍室に入れ、1日戸外に放置した後ビニール袋に入れて約2週間室内（0°~10°C）で保存した。冷凍処理によって細胞が壊死したものは黒変腐敗を起こして酸酵臭を呈するようになるので、これを被害判定の方法として応用した。

枝の含水量は60°Cで約1週間、更に105°Cで2日乾燥した後生体重との差をもって含水量とした。

Nはセミマイクロゲルダール法により、でんぷんはベルトラン¹⁶⁾氏法によった。

3) 耐凍性の品種間差違

広島県農試圃場のナシ幸水、長十郎、廿世紀、新世紀、雲井、翠星の各品種について、枝の冷凍処理による耐凍性、含水率、貯蔵養分を比較した。

第1表 窒素の施用時期別成分量

昭和42年(幸水5年生)

区分	月旬	10下 (g)	5中 (g)	6中 (g)	7上 (g)	8中 (g)	9中 (g)	10上 (g)	合計 (g)
標準		128	46				92		266
前期		128	92	92	92				404
後期		128				92	92	92	404
無追肥		128							128

- (注) 1. Nは尿素を使用
2. 各区共通して鶏糞6.0kg, 加里300g, 燐酸80g施用
3. 鶏糞の成分量は含まない。

昭和43年(幸水6年生)

区分	月旬	4上 (g)	5中 (g)	6上 (g)	7上 (g)	8上 (g)	8下 (g)	9中 (g)	10上 (g)	合計 (g)
標準		160						128		288
前期		160	128	128	128					544
後期		48				128	128	128	128	560
無追肥		48								48

- (注) 1. Nは硝安を使用
2. 各区共通して鶏糞12kg, 加里200g, 燐酸150g施用
3. 鶏糞の成分量は含まない。

3 試験結果

1) 被害の実態調査

(1) 凍害の形態と発生の実態

幸水の樹皮に4~7月頃にかけて胴枯症状を呈するものが多く見られたが、これはいずれもナシ胴枯病(*Phomopsis fukushii* Tanaka et Endo)であった。しかし厳寒期(1~2月)に凍害発生枝の組織内で胴枯病菌は認められなかった。

第2表 胴枯病の接種と発病

区分	供試 本数	発病程度		
		-	±	+
低湿地	10	9	1	0
乾燥地	10	10	0	0

- (注) 1. 接種は4月中旬に行ない11月初めに調査した。
2. 記号は- (健全, カルスを形成)
± (健全, カルス形成なし)
+ (病斑の拡大を認める)

低湿地と乾燥地の健全樹の3年枝に胴枯病菌を有傷接種した結果は第2表のとおりであって、病斑の進展はほとんど認められず、接種跡はカルスを形成して治癒した。

幸水農園で凍害発生を見るのは主に12~1月初め頃である。凍害の発生形態は黒変型と裂開型が認められた。(写真2, 3, 4)

黒変型は、まず樹皮の皮目を中心とした1~2mmの黒紫斑が現われ、ついで樹皮部、形成層とも細胞は

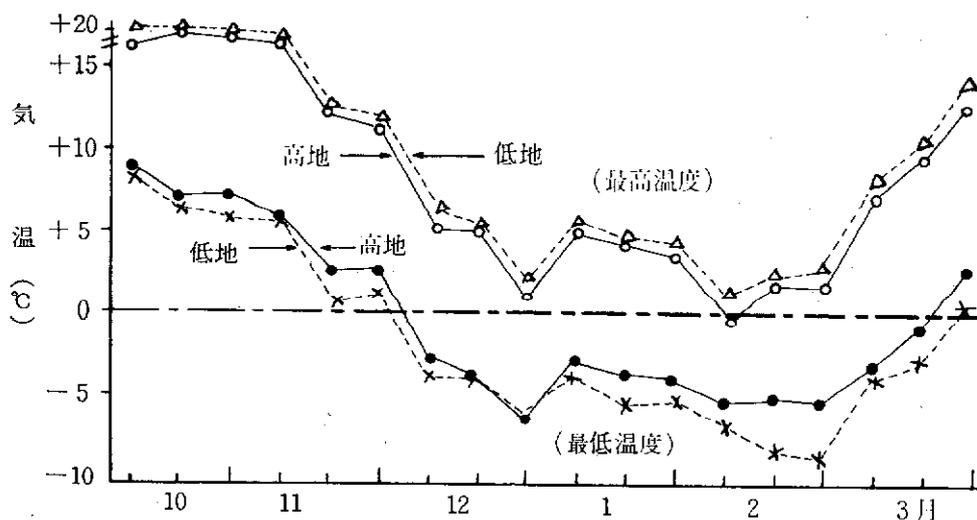
壊死して緑色をおびて多汁質となり、醗酵臭を発するようになる。この被害部は次第に上方枝に拡大するが下部へ拡大することはない。3～4年生枝が被害を受けた直後に上方枝である1～2年生枝を切除して保存したものには黒変腐敗は認められなかった。凍害の軽い症状としては樹皮に紫褐色斑が現われるが、樹皮を剥いだ時に醗酵臭を発しないものであれば患部が進展拡大することはない。

また、凍害を受けるのは枝令3～4年の枝であって、昭和41年度（樹令4年）は主幹、昭和42、43年度は主枝、側枝（枝令3～4年）であり、被害発生部は年々上部枝へ移動してきている。枝令5～6年の主幹、主枝では全く異常を認めず、1～2年生枝も直接凍害を受けることは極めて少なかった。

裂開型は樹皮が数cm～十数cmにわたって裂開し、形成層部が壊死褐変した。被害の著しいものは樹皮が剥離して木部が露出するため枯死した。しかし、裂開型は黒変型と異り、樹皮が健全であるため治療により多くのものはカルスを形成して治癒した。被害を受けたのは黒変型同様3～4年生枝が多く、1～2年生枝、6年生枝では全く被害を認めなかった。また幸水では芽のみが被害を受ける例は少なかった。

第3表 圃場別の凍害発生率（昭和42年度）

圃場	項目	調査本数	凍害被害率 (%)	被害形態別発生率 (%)			圃場の状態
				黒変型	裂開型	黒変、裂開併発	
2号圃		286	54.2	30.8	32.9	9.4	西南に面した緩傾斜畑
5号圃		290	23.8	1.7	22.4	0.3	ほぼ平坦な畑
8号圃		82	7.3	0	7.3	0	北に面した傾斜畑
9号圃		235	28.9	10.2	20.0	1.3	北に面した階段畑
11号圃		169	62.7	29.0	46.2	12.4	南に面した緩傾斜畑
12号圃		310	72.3	28.7	55.5	11.9	東に面した傾斜畑
15号圃		290	16.2	10.0	6.6	0.3	東に面した傾斜畑
合計		1,662	40.6	17.1	28.9	5.2	



第1図 圃地の標高差と半月別最高最低温度（昭和43年度）

幸水農園における被害の実態調査は第3表に示したように調査本数1662本のうち40.6%の被害を認めた。この内、黒変型発生率17.1%、裂開型発生率28.9%であり、同一樹で黒変型と裂開型が併発したものは5.2%であった。

圃場別の被害を見ると、2号、11号、12号圃で半数以上の樹が凍害を受けているのに比べ、8号、15号圃の被害は少なかった。これは第1図に示したように圃地内で約50mくらい低い地帯にある8、9号圃は最低極温が-2°～-3°C程度低いにもかかわらず被害はむしろ少なく、この温度分布と被害率との関係は認め

難かった。

植栽位置の環境と凍害発生を見た結果は第4表に示した。

圃地の造成法別に比較すると切土部の健全樹率が高かった。発生形態別にみると黒変型が盛土部に多い傾向であり、裂開型は切土部で少なかった。

地形との関係は傾斜畑の下部に黒変型が多く、裂開型は下部に少なく中部が多かった。これは下部が盛土区に相当するところが多く、盛土区に黒変型が多かったことと一致している。

植栽位置の日照条件との関係をみると黒変型は日照時間の短いところに多かったが、裂開型は日照時間長く、朝日の当たりの良好なところに多い傾向があった。

圃場が北西に面し冬期の寒風を強く受けるところは黒変型、裂開型ともに少ない傾向であった。

第4表 植栽位置の環境と凍害発生

区 分	調査本数	被害樹率 (%)	発生率 (%)		
			黒変型発生率	裂開型発生率	
造成法	山成り	1,133	41.7	14.5	32.6
	盛土	210	51.0	25.2	33.3
	切土	227	34.8	12.8	26.9
地形	頂部	525	35.2	9.7	29.1
	中部	713	51.3	17.5	40.0
	下部	343	38.8	22.5	16.3
日照時間	長い	737	40.3	10.3	39.9
	中位	743	47.9	21.0	32.3
	短い	92	34.8	25.0	13.1
朝日の当り	良好	877	47.4	15.7	37.7
	中位	445	42.5	24.3	24.1
	悪い	209	37.8	13.9	27.8
寒風の当り	少ない	214	56.1	19.2	41.6
	中位	775	46.1	23.7	32.3
	強い	583	32.4	5.0	27.6

(2) 紅変落葉樹と凍害の発生

紅変早期落葉樹の凍害発生は第5表に示した。幸水では調査樹約3,000本(15ha)のうち141本(4.7%)の紅変早期落葉樹があり、紅変早期落葉樹中17.0%の凍害発生を認めた。これに対し紅変樹に隣接する標準落葉樹の調査では3.4%の被害であり、しかも被害をみたのは特定の圃場のみであった。同一樹で2カ年連

第5表 落葉状態と凍害発生

圃 場	標 準 樹		早期紅変落葉樹(2年連続紅変)	
	調査本数	凍害発生率 (%)	調査本数	凍害発生率 (%)
4号圃	27	3.7	21(12)	14.3(16.7)
5 "	23	0	14(5)	14.3(0)
7 "	28	0	14(10)	7.1(0)
8 "	36	0	30(13)	6.7(7.7)
9 "	70	0	43(17)	18.6(29.4)
10 "	20	34.0	9(5)	77.7(80.0)
11 "	32	0	10(1)	10.0(10.0)
合 計	236	3.4	141(53)	17.0(24.5)

統して紅葉落葉した樹は24.5%の被害を認めた。混植している長十郎についても同様の傾向であった。

紅葉早期落葉樹の耐凍力をみるため、紅葉樹の落葉終期にあたる10月25日（標準樹葉は黄変始め期）と標準樹の落葉完了期である11月28日に2～3年生枝を採取して耐凍性を比較した。第6表に示したとおり10月25日、-5℃処理では紅葉樹が凍害症状を認めなかったのに比べ、標準樹では凍害症状が認められた。

第6表 落葉状態と枝の耐凍性

区分	10月25日		11月28日	
	温度	-5℃	-5℃	-10℃
紅葉樹	-	-	+	+
標準樹	+	-	±	+

- (注) 1. 供試樹, 農試圃場幸水 8年生
 2. 記号- (全く異常を認めない)
 ± (切口部が僅か黒変)
 + (枝の中央部で一部黒変し酸酵臭を發する)
 ++ (枝の1/2以上が黒変し酸酵臭を發する)

標準樹の落葉が完了した11月28日、-5℃処理では両枝とも凍害症状を認めなかったが、-10℃処理では紅葉樹枝に凍害症状を認めた。-20℃処理では両枝とも著しい凍害症状を示した。

2) 施肥, 灌水と耐凍性

窒素(N)の施用時期と凍害の発生および耐凍力を比較するため第1表の処理を行なった。処理区の凍害発生状況は第7表に示したように、処理1年目の昭和42年度は全区にわたって凍害が発生した。しかし、その程度はN後期施用区が発生率も高く、被害度も21.4と高かった。N無追肥区では被害率、被害度も低かった。

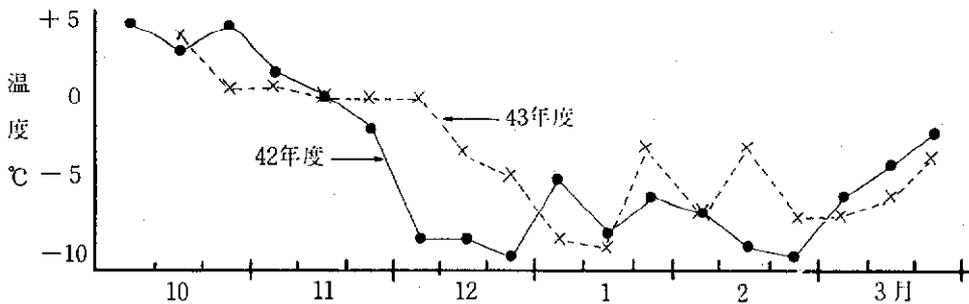
処理2年目である昭和43年度はN後期施用区で38.5%の被害を認めたが、他処理区では全く発生を認めなかった。

第7表 Nの施用時期と凍害発生

(昭和38年植栽の幸水)

区分	昭和42年度			昭和43年度		
	供試樹数	被害樹率	被害度	供試樹数	被害樹率	被害度
標準	9	55.6	16.1	9	0	0
前期	10	60.0	15.6	10	0	0
後期	13	69.2	21.4	13	38.5	15.4
無追肥	10	40.0	13.3	9	0	0

- (注) 被害度 = $\frac{\sum(\text{被害程度別樹数} \times \text{指数})}{\text{調査樹数} \times 3} \times 100$
 被害指数 0 = 健全, 1 = 主枝1本被害,
 2 = 主枝2本被害, 3 = 枯死伐採



第2図 秋～冬期の旬別最低極温分布

両年の凍害発生率に差が生じた主な原因は第2図に示したように昭和42年度は12月上旬に厳寒期の最低極温に相当する-9℃の低温が襲来したことによるものとみられる。

同処理枝の耐凍性, 含水率, でんぷん含量および樹皮のN含量をみた結果は第8, 9, 10表に示した通りである。

N処理した樹の耐凍性比較では11月5日、-7℃でN後期施用区の2～3年生枝に凍害症状を認めたが、

N標準施用区、N前期施用区、無追肥区では明確な凍害症状は認められなかった。

12月25日、 -13°C 処理では全区とも明確な凍害症状を認めなかった。耐凍力を枝令別にみると圃場の被害と同様に3~4年生枝が弱い傾向であった。

第8表 枝の耐凍性

区	分	月 日	11月5日 (-7°C)			12月25日 (-13°C)			
			枝 令	1年	2年	3年	1年	2年	3年
標	準		—	±	±	—	—	—	—
前	期		—	±	±	—	—	—	—
後	期		±	±	±	—	—	±	±
無	追	肥	—	—	±	—	—	—	—

記号(—~±)は第6表参照

第9表 Nの施用時期と枝の含水量、澱粉含量

区	分	採取日	項 目	11月5日		12月25日		
				含水量※1	澱粉含量※2	含 水 量 ※1		
						2・3年 (%)	2年 (%)	3年 (%)
標	準			50.5	22.2	51.3	50.2	50.0
前	期			49.4	19.9	50.9	49.8	46.9
後	期			51.5	19.8	51.7	51.0	50.1
無	追	肥		49.1	20.3	50.9	49.0	47.4

※1 通風乾燥機 105°C 処理

※2 樹皮中の乾物%

第10表 N施用時期と樹皮のN含量(乾物%)

区	分	項 目	幸 水		長 十 郎	
			12月19日	3月13日	12月19日	3月13日
標	準		1.210	1.378	1.153	1.294
前	期		1.167	1.125	1.266	1.350
後	期		1.364	1.505	1.336	1.435
無	追	肥	1.139	1.111	1.079	1.308

(注) 昭和42年12月19日、43年3月13日採取枝

同処理枝の含水率はN後期施用区が前期施用区や無追肥区に比べて多かった。N後期施用区は樹皮のでんぷん含量は少なくN含量は多かった。

昭和42年度のみ灌水処理したが無灌水区の被害度4.6に対し10日毎灌水した区は被害度38.2と著しく高かった。

3) 耐凍性の品種間差違

広島農試圃場の主要品種について採取枝の耐凍性をみた結果は第11表に示した通りである。

11月28日、 -10°C 処理では幸水、雲井、翠星に凍害症状が現われたが、廿世紀、新世紀、長十郎では凍害症状を認めなかった。12月25日、 -13°C 処理ではいずれの品種も凍害症状は認められなかった。

枝令別に各品種の耐凍力をみると3~4年生枝に比べて1年生枝が強い傾向にあった。枝の含水率は品種により著しい差違があり、11月28日、12月25日とも耐凍力の弱かった幸水、雲井、翠星の含水率が高かった。樹皮中のでんぷん含量も第12表のように幸水が廿世紀等に比べて低いことが認められた。すなわち、耐

凍力の弱い幸水は耐凍力の強い廿世紀等に比べてでんぷん含量が低く、しかも含水率が著しく高いことから樹液濃度が稀薄であることを暗示している。

第11表 耐凍性、含水率の品種間差違

区 目 分	耐 凍 性								含 水 率 (%)					
	11月28日 (-10°C)				12月25日 (-13°C)				11月28日			12月25日		
	1年	2年	3年	4年	1年	2年	3年	4年	2年	3年	4年	2年	3年	4年
幸 水	-	±	+~++	++	-	-	-	-	52.0	53.9	53.3	53.5	53.9	52.2
廿世紀	-	-	±	-	-	-	-	-	49.8	49.9	50.0	52.6	49.2	50.0
新世紀	-	±	-	-	-	-	-	-	48.6	47.1	45.8	48.0	46.9	44.8
長十郎	-	-	±	-	-	-	-	-	50.6	47.4	49.3	49.8	49.5	49.3
雲 井	-	+	+~++	+					51.7	50.5	48.9			
翠 星	±	-	+	+					50.7	50.4	50.5			

- (注) 1. 供試樹の樹令は8~12年生
 2. 記号(-~++)は第6表参照
 3. 含水率は通風乾燥機105°C処理

第12表 樹皮内澱粉含量

区 分	乾物中の澱粉含量 (%)
幸 水(現地健全)	16.91
幸 水(現地凍害)	15.50
幸 水(農試健全)	16.85
廿世紀(")	17.84
新世紀(")	19.39
長十郎(")	18.87
長十郎(現地無追肥)	16.97

(注) 12月25日採集4年生枝の樹皮

4 考 察

1) 被害の実態調査

幸水農園において胴枯病が激発している現状は上記に示したように凍害が主因であり、胴枯病が二次的の症状であった。このことはナン胴枯病菌 (*Phomopsis Fukushimai* Tanaka et Endo) は傷い寄生菌であり、また接種試験の結果からも胴枯病菌が健全部に侵入感染して大発生したとは考えられない。

凍害の発生時期は、初冬期で樹体が十分耐凍性を備えていないとき起こるもの、厳寒期で樹体の耐凍限界温度を超えて起こるもの、早春頃樹体がディハードニングして耐凍力を失なったとき起こるものの三段階に分けられるが、幸水農園では11~12月頃、樹体が十分ハードニングされれば耐えられる温度 (-3°C~5°C) で凍害が発生しており、主に初冬期型であると考えられる。

凍害の発生は圃場によって異り、低温分布地域の8、9号圃は4、5号圃に比べて最低極温で2°C~3°C低いにもかかわらず温度差と被害については相関は認められず、このことは、この程度の温度差よりもむしろ圃場の土壌環境等からもたらされる樹体の耐凍力の差の方が大きく関与するものと考えられる。

凍害症状としては黒変型と裂開型が認められたが、土壌環境や日照条件によって発生率が異っており、しかも各樹単独で現われることが多いことからみて、樹体栄養、水分に基づく組織的な差に関係あるものと思像される。また赤羽は-20°C以下という低温下でリンゴの樹皮に亀裂を認めているが幸水では-10°C前後

で裂開型の発生をみた。

酒井¹²⁾はクリ樹で各部位の耐凍力を比較して地際部の耐凍力が最も弱く、これは品種間差違よりも大きいとしているが、幸水の被害調査では3年連続して3~4年生枝の被害が多かった。これに類似するものとしてクロ樹でも2~5年生樹が弱いという記載があるがこの原因については明らかでない。

早期落葉樹の凍害発生率が高かったが、これは耐凍力の限界温度が高いためであろう。しかし、晩秋期では早期落葉樹が標準樹に比べて耐凍力が強い。これは早期落葉樹が早くからハードニングを開始しているためと想像されるが、逆に晩秋まで着葉状態にある樹で初冬期に寒波が襲来したときは甚大な被害を受けることが十分考えられる。

2) 施肥、灌水と耐凍性

窒素(N)の施用と耐凍性については多くの報告^{5,12,18,19,20)}があり、Nの多肥、遅効は耐凍力が弱まるといわれているが、幸水のように徒長生長しやすい品種では特にその傾向が強いようである。果樹の耐凍力は秋から冬にかけて気温の低下とともに増すといわれているが¹⁴⁾、本実験では晩秋まで濃緑色の葉を付けていたN後期施用区はハードニングの開始が遅れたことも考えられ、多くの被害をみたのであろう。

枝を使つての耐凍力の比較について、沢野の報告があるが、切枝での耐凍力の検定は圃場条件の再現としてみることは無理としても両者間の耐凍力の比較は可能なものと判断される。しかし、供試枝の採取にあたっては着生位置による充実度の差をさけるため比較的均一である主枝が望ましい。

晩秋まで灌水処理した樹も凍害発生が多かったが、これも樹体内水分含量を多くし、Nの吸収をおそくまで続けてハードニング開始を遅らせたものと想像される。

耐凍力を増すにはNの肥効が生育前半期で切れるような肥培管理が望ましく、特に若木時代に早期樹冠拡大を主眼とした施肥や灌水はさけるべきである。

3) 耐凍性の品種間差違

ナンの耐凍力の比較では廿世紀、新世紀に比べて幸水は弱く、弱い品種は枝の含水量も多かった。また天野³⁾らは広島県内の幸水栽培地帯数カ所から取り寄せた枝の水結温度を調べた結果、3年生枝で幸水農園の樹は氷結温度 -4.4°C であったのに比べ同園より気温の高い産地の樹でも -6.8°C であり、幸水農園の樹が弱いことを認めている。このように同一品種でも栽培条件によって大きな差が認められることから、品種間差違を論ずるにしても、その品種に適した管理がなされていたかどうかということも当然問題にしなければならない。

ナンの耐凍限界について高馬⁷⁾らは廿世紀で -10°C では枝幹の被害を認めないが、芽の一部で被害を受けたという報告もある。廿世紀の初冬期の安全限界温度が -10°C 前後と想像されるが、これまでの調査結果からみて幸水は廿世紀や長十郎よりも弱いものと考えらるべきであろう。幸水農園でも初冬期に極低温は -9°C を記録しており、幸水の耐凍限界温度に近いことが十分考えられる。このような気象条件下でありながら他産地よりも耐凍力の弱い樹が作られていたわけである。

4) 凍害発生樹の対策

凍害、胴枯病対策については今後の試験調査にまたなければならないが、実態および要因調査から考察してみると、黒変型の発生枝は幹周全体の形成層が壊死するためにほとんどの樹は枯死に至る。このため処置としては被害患部より上方枝は切除することが望ましい。しかし5~6年生樹では主幹や主枝の基部が健全であるため強剪定と同じ結果となり、徒長枝が乱立する。このため肥培管理面の十分な配慮が必要であらう。

裂開型は枝幹に亀裂を生じて形成層の壊死は幹周の20~50%で止まることが多いことから昇水+ワックス処理によって患部の治療は可能である。しかし、形成層の壊死部と健全部との境界の判別が困難であり、壊死部を残すと胴枯病菌等の侵入を受けてカサの形成が遅れる。このため健全部も一部切除する程度削った方がむしろ安全であろう。このような処理樹も見かけ上の樹勢は衰えなかった。

以上のように幸水農園において凍害の激発をみたのは幸水が必ずしも耐凍力の強い品種でないこと、土壌の大量移動による大型果樹園造成が土壌の不均一や排水不良地をもたらし、未熟畑の上に多肥栽培をして栄

養のバランスを崩し栄養生長を旺盛にして樹体の充実を欠いたこと等によるものであろう。しかし、これは幸水の栽培歴が浅くて栽培技術が確立されていないために、徒長生長しやすく花芽の着生の悪い幸水に対して花芽の着生が良好で早期に充実しやすい廿世紀や長十郎の技術をそのまま適用してきたことにも大きな原因がありそうである。

幸水の凍害は厳寒期の耐凍限界温度を超えることよりも、むしろ初冬期の耐凍力が問題となっていることから凍害対策も含めて、幸水のような徒長生長しやすい品種の栽培技術を確立することによって被害を軽減することは可能なものと考えられる。今後、凍害要因の追究とともに重要な課題である。

5 摘 要

ナン幸水の集団園が広島県中部山間地帯に造成され、すでに結実樹令を迎えている。幸水ナンはその品質が優れていることから将来の増殖発展が期待されているが、凍害、胴枯病の被害が多く栽培上大きな問題となっている。この原因を究明し防除対策をたてるために本試験を開始した。

① 幸水農園で栽培している幸水に胴枯病の発生を多くみるが、これは凍害あとに侵入したものである。

② 幸水は11～12月の低温（ -5°C 前後）で凍害を受けている。もし樹体が十分ハードニングされておれば耐えられる温度である。

③ 凍害の発生形態には樹皮が裂開するものと黒変腐敗するものがある。裂開型は形成層の一部のみに壊死が起こるが、黒変型は形成層、皮層とも壊死するため被害枝は枯死する。黒変型は土壌が肥沃で排水不良地に多い傾向にあった。

④ 凍害を受けるのは枝令3～4年の枝が多く1～2年生枝、5～6年生枝での発生は極めて少なかった。これは昭和41、42、43年とも同様であった。

⑤ 圃場調査では早期落葉樹の凍害発生率が高かった。しかし早期落葉樹と標準樹の耐凍力を比べた結果、10月下旬では早くからハードニングされている早期落葉樹の耐凍力が強かったが11月下旬では標準樹が強くなっていた。

⑥ 窒素を後期（夏～秋）に施用した樹は凍害が多く現われた。また灌水を遅くまで続けた樹も多かった。

⑦ 幸水、雲井、翠星、長十郎、廿世紀、新世紀の耐凍力を比較した結果11月下旬の耐凍力調査では幸水、雲井、翠星が弱い。弱い品種はいずれも軟弱徒長しやすい樹特性をもっており、また枝の含水率も著しく高かった。

⑧ 幸水の凍害は初冬期型が主体であると考えられることから窒素の多施用、過剰灌水をさけて、初冬期の耐凍力を増すような管理をすることによって被害の軽減は可能である。

引 用 文 献

- 1) 赤羽紀雄 1955 「リンゴ」の寒害と寒地栽培法 農及園 第30巻12号
- 2) ———— 1961 リンゴ及びブドウの凍害に関する研究 北海道農試報告 第9号
- 3) 天野法海 1969 果樹（和ナン）の凍害に関する研究 未発表
- 4) 樋浦 誠 1964 植物病原菌解説 養賢堂 p.161
- 5) 檜山博也他 1968 クリの凍害防止試験 園学会発表要旨（44春季）
- 6) 小林 章 1968 日本の風土と果樹園芸 農及園 第43巻12号
- 7) 高馬 進他 1955 果樹の耐凍性に関する研究 園芸研究集録 第7輯
- 8) 野口弥吉 1961 農学大事典 養賢堂 p.294～295
- 9) 中川行夫 1963 果樹の凍霜害と対策 農及園 第38巻3号
- 10) ———— ———— ———— " " 4号
- 11) 酒井 昭 1959 バラの耐凍性（第1報） 園学会誌 第28巻4号
- 12) ———— 1967 果樹幼木の幹の地際の凍害 園学会研究発表要旨（44春季）

- 13) 坂村 徹 1959 植物生理学上・下巻 裳華堂
- 14) 沢野 稔 1968 クリの耐凍性(第2報) 兵庫農大報告 第7巻1号
- 15) 高橋栄治他 1962 ナシ胴枯病多発原因と対策 農及園 第37巻4号
- 16) 東大農芸化学教室 1960 実験農芸化学上・下巻 朝倉書店
- 17) 塚本正美他 1969 クリの耐凍性(第3報) 神戸大農学部研究報告 第8巻2号
- 18) 柳沢新一 1948 クワ樹胴枯病の発病条件とその予防 農及園 第24巻9号
- 19) 安延義弘 1963 クリ樹の凍害に関する研究(第1報) 神奈川園試報告 第11号
- 20) ————— 1966 ————— (第2報) ————— 第14号
- 21) ————— 1968 ————— (第3報) ————— 第16号
- 22) ————— 1969 ————— (第4報) 園学会研究発表要旨(44春季)



写真1 幸水農園の遠望



写真2 里変型の被害



写真3 裂開型の被害



写真4 裂開型の被害（著しいもの）

Summary

Studies on the Cold Injury Causing the Canker, *Phomopsis*

fukushii Tanaka et Endo, on the Japanese Pear Kosui

(I) Research on the actual condition of cold injury

Shizuhiko OGASAWARA, Michiro ENDO and Chiyoshi YOSHIHARA

The orchards of Japanese pear Kosui have been built in the mountainous region of the middle part of Hiroshima Prefecture. Most of them have already been in the age of fruiting. An increase of Kosui planting area has been expected for its high quality of fruit, but recently it was found that the stem of Kosui were injured greatly by freezing and canker by the infection with the fungi, *Phomopsis fukushii* Tanaka et Endo.

Therefore, several experiments were carried out to clarify the factors related to these damages and to make up some cultural managements to protect them.

The results obtained are summarized as follows.

1. Canker symptoms which were observed frequently in the Kosui orchards were brought by the infection with *Phomopsis fukushii* to the parts previously damaged by freezing.
2. Kosui was injured when exposed to the low temperature of about -5°C during November to December. If Kosui had been normally hardened it will be able to endure the injury.
3. Injured stems are classified into two types according to the symptoms of the damaged portions. They are a bark dehiscent type and a black septic one. In the former type necrosis was observed only in a part of cambium, but in the latter type it was extended to all parts of cambium and cortex. Severe injury such as the latter type seemed to appear frequently in the fertile and damp fields.
4. The freezing damage was often observed on the 3 or 4 years old branches, while it was rarely observed on the 1 or 2 and 5 or 6 years old ones. All the results obtained in 1965, 1966 and 1967 showed the same tendency.
5. In the fields more damages appeared on the early defoliated trees. In hardening test, however, the cold resistance was higher in early defoliated trees late in October, whereas it was higher in normally defoliated trees late in November.
6. Severe damages appeared on the trees which were applied nitrogen from summer to autumn and prolonged the irrigation later.
7. In the comparison of hardiness for the freezing injury among six varieties, Kosui, Kumoi and Suisei were found to be more liable than the others. These varieties were characterized by the high elongating tendency of the stems and high water content in branches.
8. From the results mentioned above, it is necessary that some managements to avoid

the excessive application of nitrogenous fertilizer and the prolonged irrigation must be practiced to keep Kosui safe from the freezing injuries in early winter.