

りんご矮性台木に関する試験

1 耐凍性とその電気抵抗測定法について

赤羽 紀雄† 細貝 節夫†

STUDIES ON SOME APPLE CLONAL ROOTSTOCKS

1. Frost hardiness and certain Electrolytic Methods of testing one.

Norio AKABANE, & Setsuo HOSOGAI

りんご矮性台木の耐凍性を従来の場合より簡単で、かつ正確に知るための手段として、人工凍結によって凍害をおこさせた新梢について、Kohlrusch Bridgeを使用して測定した。この方法は特製の電極針を直接に凍害枝にさしこんで電気抵抗の読みを記録して、凍害程度を判定し、その耐凍性をきめたものである。これは比較的簡単で短時間で多数の個体を調べることができる。しかし凍害をうける以前にその耐凍性を予測することは困難なようである。

供試した矮性台木は従来の「まるばかいどう」、「みつばかいどう」よりも耐凍性が低くないことが判明したので、今後これら台木の利用は寒冷地において興味のある問題となろう。

【 緒 言

(A) わが国で果樹園芸の近代化が叫ばれてからすでに10余年になる。最初りんご園にスピードスプレーヤーが導入されて以来、大型機械化の実用性が認められてきた。それ以来りんご生産者の経営形態が変わってきたといっても過言でない。しかし一方、いかに経営が近代化されても、収穫、剪定などについては機械の性能に限度がある。したがって将来においてもこれ以上はコストダウンができないという労力の限界点があるであろう。事実果樹園の機械化について自負している欧米、カナダでさえも、従来の果樹園における樹高では労力の点でどうにもならないところまできている。そこでこの隘路をつき破るためには、樹高を低くすることがまず前提となることに着目し、果

樹の矮化をはかるために矮性台木の利用が、今日欧米で普及しつつある。特にりんごに矮性台木を利用すれば樹高は低くなるので管理上の労力が節減されるばかりでなく、結実達成年数を短縮させ、果実の着色、品質を改善させることができるという利点が欧米、カナダで立証されて以来、一般の関心は非常に高まってきた。

(B) 北海道では構造改善事業の一環としてりんご園の新設が行なわれているが、一方旧産地においては労働力の問題、栽植後収益があがるまでの7~8年間の苦境の打開策、寒冷地における収量品質、耐凍性の関連問題など解決されなければならない問題が残されている。したがってその打開策の1つとして諸外国で有望視されている数種類のりんご矮性台木を大量輸入して当场において試験に着手したのである。その第1試験として矮性台木が本道のような寒冷地において、どの程度の耐凍性を保有することができるかを検討した。な

† 中央農業試験場

* 昭和38年春果園芸学会、同39年北海道農林学会に発表

お耐凍性の測定法^{1) 2) 5)}は従来報告されているが、もっと簡単であって比較的正確な方法が望まれるので、耐凍性の測定方法についても検討して第1報とした。

なお試験に際しては渡辺研究職員に一部応援を得た。記して謝意を表す。

II 試験方法

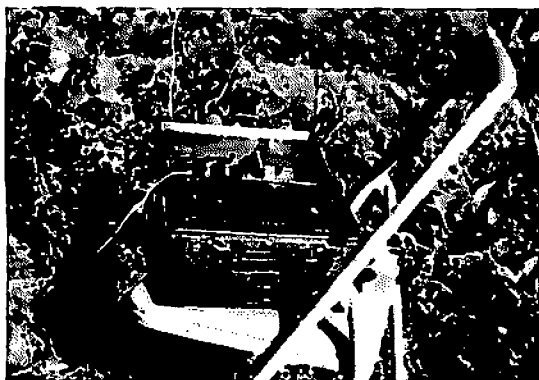
1) 従来の耐凍性測定法

従来果樹類の耐凍性を検討するために、生理化学的方法^{1) 6)}などいくつもあって、正確度は高いが、やりかたに手数がかかり、実用上採用することは困難であった。最も簡単な方法は樹幹や枝の皮層部に傷をいれて、その褐変状態の多少で判定することが比較的容易であるが、これは被害程度を数字で表現することができない。そこで電気伝導による表現方法がとられた¹⁰⁾。すなわち凍害を受けたと思われる枝を一定の長さで切断して、一定量の水に投入し、一定温度(25°C)に放置して、その浸出液に電極を通じ、電解質に対する電気抵抗を測定して電気伝導で表現した。この方法もかなり手数がかかるので多くの個体を調査するには不便である。

2) 本試験に採用した測定法

圃場で生育中の枝を切断することなく、そのまま耐凍性を測定する方法として、Kohlrausch Bridge (Pho. 1 参照)による電気抵抗法を採用し

Pho. 1 Kohlrausch Bridge used

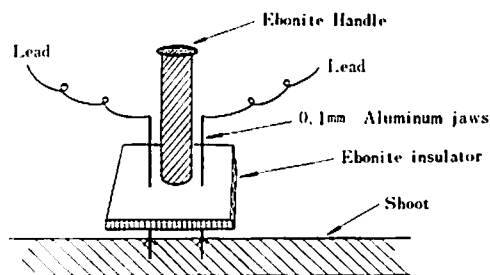


Equipment used to evaluate frost hardness of shoots of apple clonal rootstocks by the resistivity method

た。すなわち電極針を直接に一定の深さに枝にさしこんだ。この電極針は Kohlrausch Bridge に接続し、電気抵抗音をイヤホンで聞き、指示目盛りで読みとった。この方法に類似したものについては WILNER¹¹⁾が実施しているが、電極針が筆者らの場合と違し、測定に際し枝梢の温度が明記されていない。筆者らは測定に際し電子温度計で必ず樹温を測定してから実施した。なぜなら Fig. 2 のように樹温によって電気抵抗に大きな差が現われるからである。

一方りんご台木を圃場で各品種ごとに10個体を任意に選定し、生長末期から同一個体の同一枝(あらかじめ印をつけておく)の同一部分を5~10日ごとに継続測定し、一方では測定枝と同一個体から生育の類似した枝を切断して、これを一定温度で凍結させた。凍結前と凍結後の電気抵抗を測定する場合は枝梢内の温度を一定にして実施した。なお凍結枝は組織の凍害程度を鏡検し、電気抵抗値と比較対照してその正確度を確かめた。この予備試験における比較によって電気抵抗の読みだけで直接に凍害程度を判定する尺度となりうることを認めたので、以後電気抵抗をつづけることにした。供試した矮性台は「EM VII」,「EM IX」,「EM XVI」,「EM XXV」,「MM 109」,「MM 111」で、対照として従来の「みつばかいどう」,「まるばかいどう」を供試した。

Fig. 1 Electrode apparatus

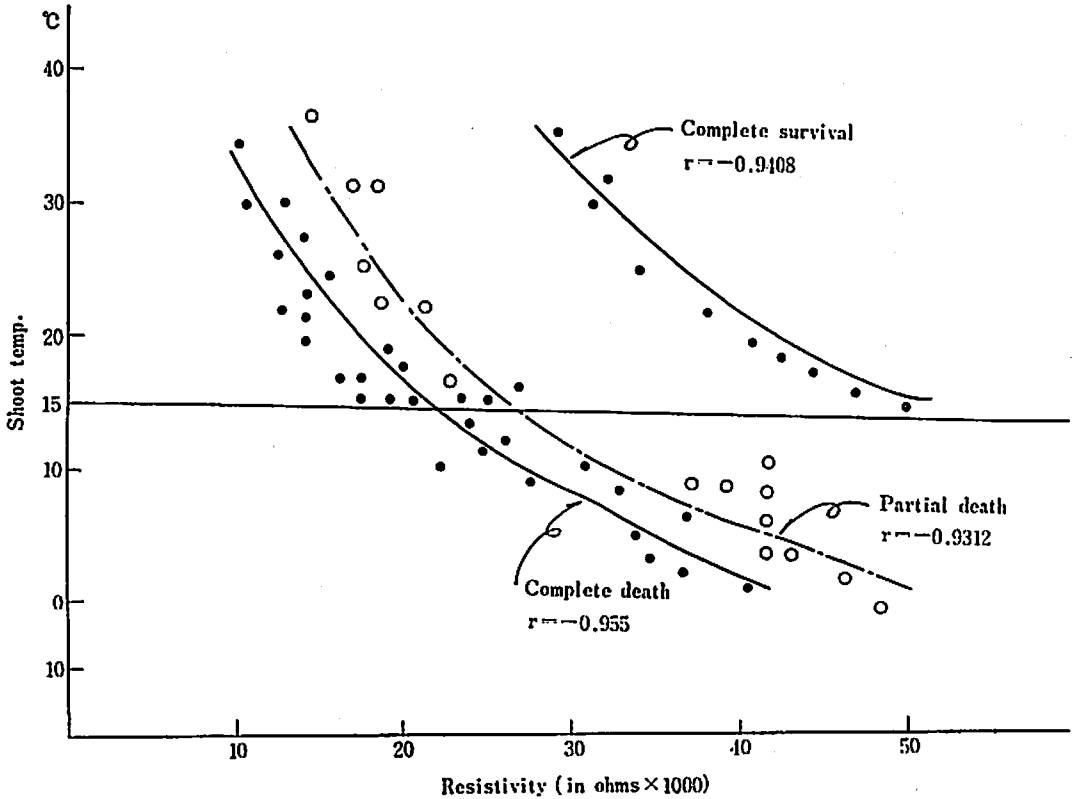


III 試験結果

1 樹温と電気抵抗の関係

Fig. 2 で示したように無凍害枝、一部凍害にかかった枝、全部凍害にかかった枝について電気抵

Fig. 2 Relationship between shoot temperature and electric resistance



抗をみると各枝とも枝温が高いほど抵抗値は小さくなっている。すなわち負の強い相関のあることがわかる。また凍害の程度が大きくなるほど抵抗値が小さくなる。したがって凍害の有無に関係なく、電極針を枝にさしこむときは枝温を一定にして抵抗を比較することが大切である。

2 9月下旬における新梢の電気抵抗

9月下旬に圃場で生育中のままの枝に電極針をさしこんで(全く凍結のおこっていない場合)電気抵抗値を測定したものが Tab. 1 である。1本の新梢を3つの部分に区別し基部、中部、先端部とし、それぞれの中心部の電気抵抗を測定すると、各品種ともに先端部ほど抵抗値が大きくなっている。また品種別に基部、中部、先端部の平均は「MM 111」が20,000Ωで最も少なく、「まるばかいどう」が42,500Ωで最高であった。「EM VII」, 「EM IX」, 「EM XXV」は抵抗が低い部類にはいる。これらの差は枝梢内の含水量とも一部

関係してくるのではないかと考えられたので、含水量と電気抵抗との関係を検討したものが Tab. 2 である。10月上旬における北海道のりんご新梢の含水量は各品種を通じ約50%程度で大差がなかったが、電気抵抗値に差があることからみて、電気抵抗値と含水量との間には特別に明らかな関係は見られなかった。

3 中秋における新梢の耐凍性

10月12日に供試8品種を圃場から採取し、これを-11°Cで46時間凍結させ、融水後24時間で枝温15°Cの電気抵抗をみると Tab. 3, Fig. 3 のようになる。すなわち1例を示すと「MM111」の場合、凍結前は抵抗値43,000Ωであったものが融水後24時間で14,200Ωに減少している。各品種も同様に抵抗値は凍結後に減少している。これは明らかに凍害をうけた証左である。一方この場合を細胞の生死について鏡検してみると枝温15°Cの測定で抵抗値が25,000Ωで、ほぼ50%の凍死であるこ

Tab. 1 Electric resistance of shoots in early autumn (Sep. 20, in orchard)

Variety	Resistivity (in ohms×1000)			
	Basal	Median	Terminal	Mean
MM 111	20.6	18.4	21.0	20.0
EM VII	23.3	24.6	30.0	25.6
EM IX	20.6	26.8	32.9	26.8
EM XVI	25.2	34.7	40.8	33.6
MM 109	24.7	28.9	40.4	31.3
EM XXV	22.0	25.1	29.9	25.6
<i>P. sieboldii</i>	22.5	29.2	33.5	28.4
<i>P. prunifolia</i>	30.5	37.3	59.7	42.5

L.S.D. (0.05) 8.02
(0.01) 11.13

Tab. 2 Relationship between moisture content and electric resistance (Oct. 9)

Variety	M. content %	Resistivity (in ohms×1000)
MM 111	51.4	34.1
EM VIII	50.1	35.5
EM IX	51.6	40.0
EM XVI	53.2	43.0
MM 109	52.5	38.0
EM XXV	50.3	33.5
<i>P. sieboldii</i>	44.9	27.6
<i>P. prunifolia</i>	50.2	33.2

Tab. 3 Frost hardness of shoots in mid-autumn. (Shoots collected on Oct. 12)

Variety	Electric resistance (kilo ohms)								Ranking of frost hardness
	Check (non-frost)				*Treated at -11°C for 46 hrs. (shoot temp. 15°C)				
	Basal	Median	Terminal	Mean	Basal	Median	Terminal	Mean	
MM 111	40.0	40.0	50.0	43.3	14.7	13.0	15.0	14.2	III
MM 109	35.0	34.0	42.5	37.3	24.2	26.0	30.0	26.7	II
EM XVI	36.0	45.0	50.0	43.7	20.2	15.5	16.0	17.2	III
EM VII	33.0	38.0	50.0	40.3	20.0	24.0	18.0	20.7	III
EM IX	41.0	47.0	47.0	45.0	20.0	21.0	19.0	30.0	I
EM XXV	38.0	43.0	50.0	43.7	20.0	15.2	13.2	16.0	III
<i>P. sieboldii</i>	41.0	43.0	50.0	44.7	31.0	30.0	30.0	30.0	I
<i>P. prunifolia</i>	47.0	50.0	50.0	49.0	34.0	35.0	30.0	33.0	I
L.S.D.	(0.05)			5.03				4.2	
	(0.01)			7.00				5.8	

* Measured on 24 hrs. after melting ice.

とがわかった。この判定からみて10月12日の測定では「EM IX」, 「みつばかいどう」, 「まるばかいどう」は他品種より耐凍性が高い方で、「MM 109」は中等、そのほかは耐凍性が低い部類に属した。

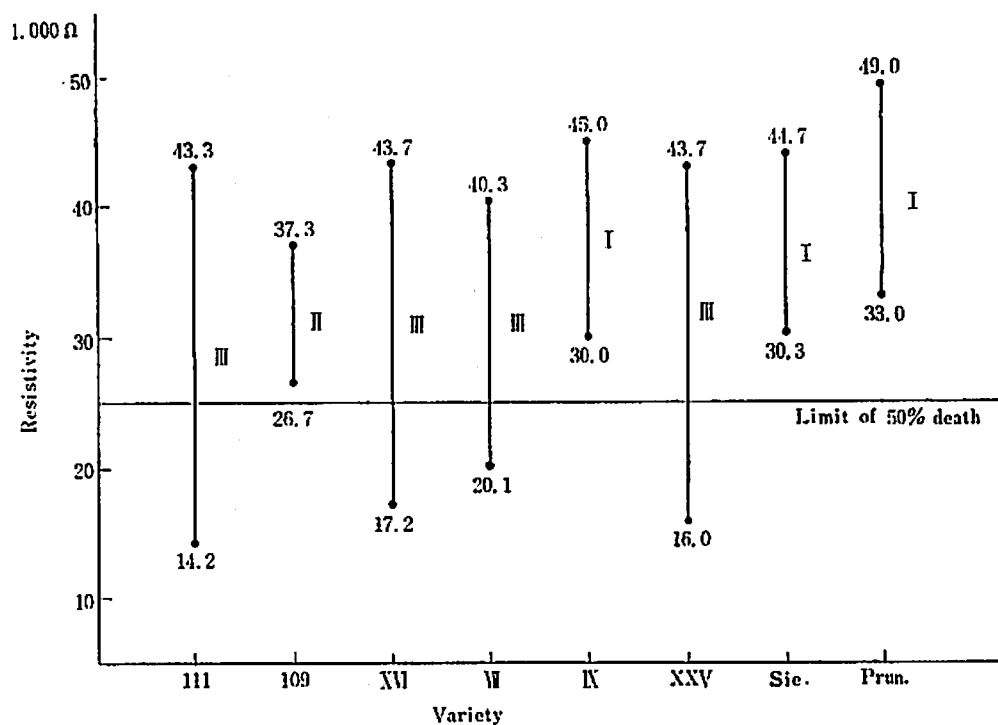
4. 晩秋における新梢の耐凍性

12月2日に前回と同様の品種を同一個体から新梢を採取し、-20°Cで24時間凍結させて融氷直後、枝温15°Cで電気抵抗を測定したものがTab.4 Fig. 4である。今回は各枝の基部と中央部、先端部の3か所について測定したが、中央部と基部との間には差がなかった。しかし前回よりは耐凍性が増大してきたりために50%の凍死の限界線に達したものは「みつばかいどう」, 「まるばかいどう」で、ほかの品種は少なくとも凍死程度は50%より少なかった。なお細胞の鏡検によってみると「MM 109」, 「MM 111」は全く無被害であった。これは凍結前の電気抵抗(37,000Ω)凍結融氷後の電気抵抗(34,500Ω)の差が非常に少なかったことによって一応うかがえる。

5. 初冬における新梢の耐凍性

12月18日に各品種ともに前回と同一の個体から新梢を採取し、-25°C, 24時間の凍結を行ない、融氷後4日目に枝温20°Cで測定したものと、融氷後8日目に枝温22°Cで測定したものを比較すると

Fig. 3 Frost hardness of shoots in mid-autumn (Oct. 12) (See Tab. 3)



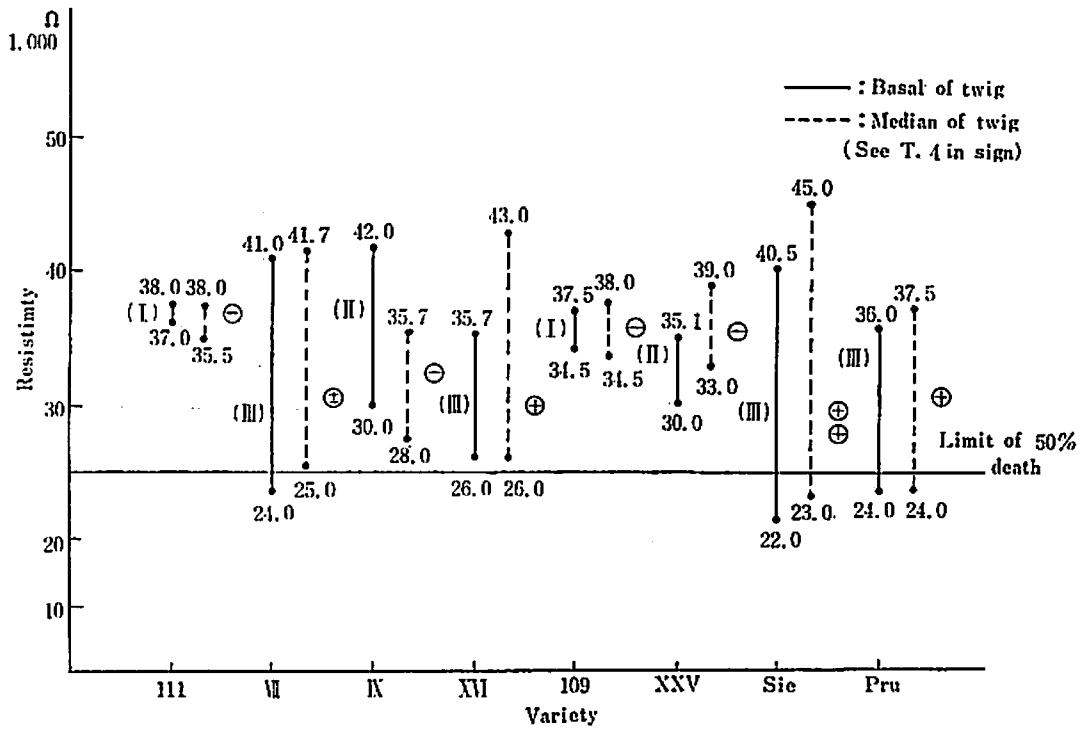
Tab. 4 Frost hardness of shoots in late-autumn. (Shoots collected on Dec. 2)

Variety	Electric resistance (kilo ohms)										Hardness group
	Check (non-frost)				* Treated at -20°C for 21 hrs. (Shoot temp. 15°C)						
	Basal	Median	Terminal	Mean	Basal	Median	Terminal	Mean	Survival or death in buds	Sur. or dea. in twig	
MM 111	37.0	38.0	41.5	38.8	38.0	35.5	30.0	34.5	⊕⊕	⊖	I
MM 109	37.7	38.0	44.3	40.0	34.5	34.5	33.5	34.2	⊕	⊖	III
EM XVI	35.7	43.0	39.3	39.3	26.0	26.0	24.0	25.3	⊕⊕	⊕	II
EM VII	41.0	41.7	45.0	42.5	24.0	25.0	23.0	24.0	⊕	⊕	III
EM IX	42.0	35.7	33.7	37.1	30.0	28.0	27.0	28.3	⊕	⊖	I
EM XXV	35.7	39.0	38.0	37.5	30.0	33.0	26.5	29.8	⊕⊕	⊖	II
<i>P. sieboldii</i>	40.5	45.0	46.5	44.0	22.0	23.0	23.0	22.7	⊕⊕⊕	⊕⊕	III
<i>P. prunifolia</i>	36.0	37.5	36.5	36.6	24.0	24.0	20.0	22.7	⊕⊕	⊕	III
L. S. D	(0.05) (0.01)	(N.S)			5.0 7.0	2.8 3.9					

- ⊖ : Complete survival
- ⊕ : below 10% injury
- ⊕ : 10~30% injury
- ⊕⊕ : 30~50% injury
- ⊕⊕⊕ : over 50% injury

* Measured just after melting ice.

Fig. 4 Frost hardness of shoots in late-autumn (Dec. 2) (See Tab. 4)



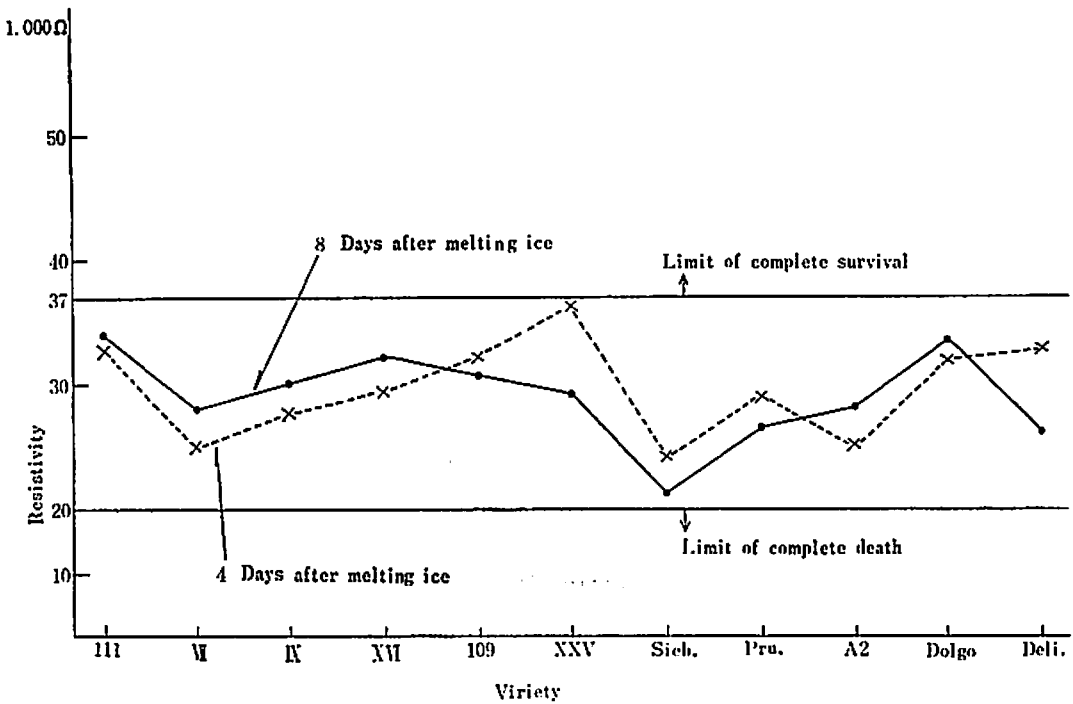
Tab. 5 Frost hardness of shoots in early-winter. (Shoots collected on Dec. 18)

Variety	Electric resistance (kilo ohms)									Hardiness group			
	* Frozen at -25°C for 24 hrs.				** Frozen at -25°C for 24 hrs.					Bud	4 days	8 days	
	Basal	Median	Termi.	Mean	Basal	Median	Termi.	Mean	Twig				
MM 111	38.0	35.0	27.0	33.3	40.0	30.0	27.0	32.3	⊖	⊕	I	I	
MM 109	35.0	31.0	25.0	30.3	30.0	30.0	35.0	31.6	⊖	⊕	I	I	
EM VII	28.0	29.0	25.0	27.3	27.0	21.0	22.0	23.3	⊖	⊕	III	II	
EM IX	30.0	30.0	28.0	27.3	30.0	25.0	25.0	26.6	⊖	⊕	II	II	
EM XVI	30.0	35.0	30.0	31.6	30.0	30.0	25.0	28.3	⊖	⊕	II	I	
EM XXV	34.0	24.0	29.0	29.0	40.0	35.0	34.0	36.3	⊖	⊕	I	I	
<i>P. sieboldii</i>	22.0	22.0	20.0	21.3	22.0	25.0	23.0	23.3	⊖	⊕⊕	III	II	
<i>P. prunifolia</i>	28.0	22.0	21.0	27.0	35.0	25.0	27.0	29.0	⊖	⊕⊕	II	II	
A 2	28.0	27.0	27.0	27.3	25.0	28.0	21.0	24.6	⊖	⊕⊕	II	II	
Dolgo C.	36.0	34.0	26.0	32.0	38.0	29.0	25.0	30.6	⊖	⊕	I	I	
Delicious	25.0	24.0	23.0	24.0	30.0	30.0	35.0	31.6	⊖	⊕	I	II	
L. S. D.	(0.05)			6.09	4.72								
	(0.01)			8.31	6.44								

* Measured on 8 days after melting ice. Twig temp. 22°C.

** Measured on 4 days after melting ice. Twig temp. 20°C.

Fig. 5 Frost hardness of shoots in early-winter (Dec. 18) (See Tab. 5)



Tab. 5, Fig. 5 のようになる。まず細胞の鏡検によってその生死を判定し、電気抵抗値と比較すると、無被害の限界は電気抵抗値 37,000 Ω であり、完全凍死の限界は 20,000 Ω であった。供試品種はいずれも、この両値間にあるので組織の一部に凍害をうけていることが認められた。その程度の差は Fig. 5 によって示した。すなわち「MM 111」, 「EM XVI」, 「ドルゴ」は他品種より抵抗値が大きい。いかえれば被害程度が少ないということになる。さらにいかえれば上記 3 品種の耐凍性はほかの品種より、この時期において耐凍性が高かったといえる。なおこの調査は凍結融氷後、比較的長い日数が経過してから実施されたので、凍死の進行は徐々に大きくなっていることは事実であって、融氷直後の調査であれば抵抗値はもっと大きな値をとったであろうことは推定できる。

6. 厳寒時における枝梢の耐凍性

1月21日の厳寒時に圃場から前回と全く同様に

して枝を採取し、 -25°C で 24 時間凍結させ、融氷後 2 日目、5 日目、8 日目の 3 回にわたり、凍死の進行がどの程度行なわれるかを電気抵抗によって測定された。これは耐凍性の低い品種ほど被害が大きくなり、また凍死の部分が早く進行するであろう¹⁾ という予想のもとに行なわれ、これが電気抵抗との関係を検討したものである。測定に際しては枝温 $20^{\circ}\text{C} \sim 21^{\circ}\text{C}$ で行なった。Tab. 6, Fig. 6 が示しているように抵抗値 35,000 Ω 以上の場合は無被害であって、20,000 Ω 以下では完全凍死となった。例えば「MM 111」は凍結処理後融氷して 5 日目までは、35,000 Ω 以上の電気抵抗値であって、無被害状態を示したが、融氷後 8 日目において、幾分抵抗値が下がって、一部に被害が現われた。これは処理後の環境が不良であったため、凍結によって弱められた組織の一部に被害が進行してきたと思われる¹⁾。ほかの品種についても同様な傾向がみられた。特に「MM 109」は融氷後 8 日目においても被害がほとんど現われなかった。すなわ

Tab. 6 Frost hardness of shoots in the depth of winter. Shoots collected on Jan. 21.

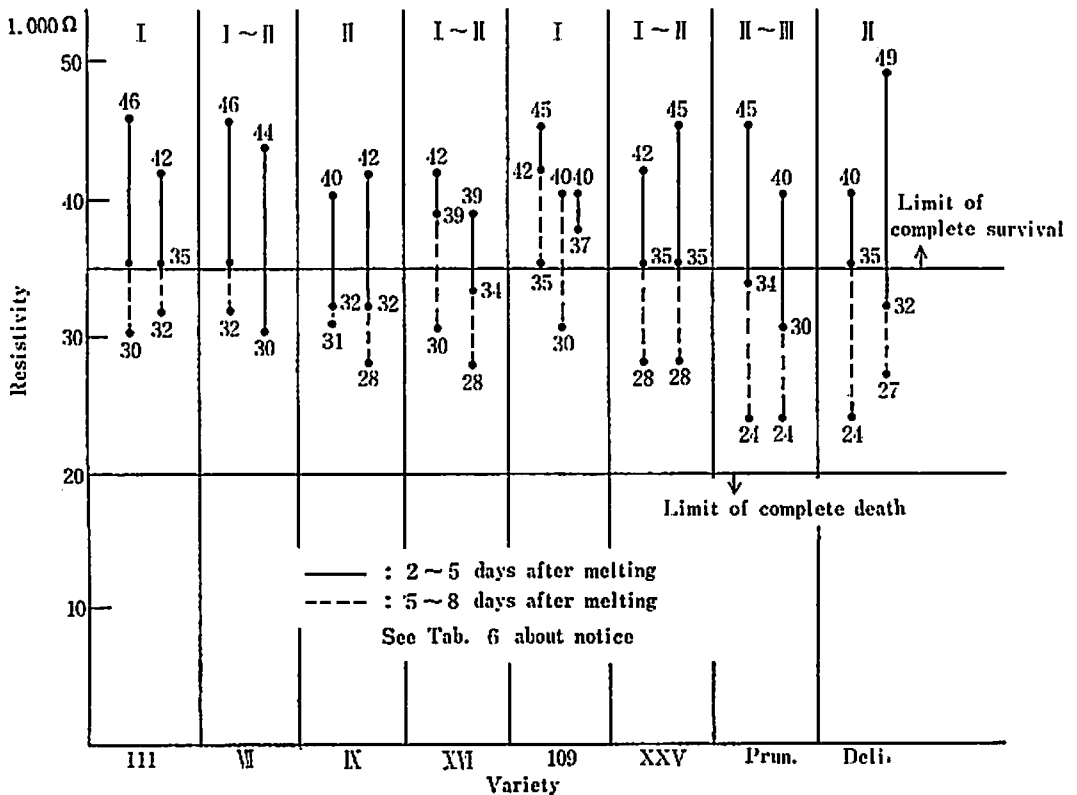
Variety	Electric resistane(kilo ohms)											* Survival or death in buds (germination)			Hardness group		
	Frozen at -25°C for 24 hrs.																
	2 days after melting				5 days after melting				8 days after melting			Ba.	Me.	Te.	2 Da.	5 Da.	8 Da.
	Bas-al	Med-ian	Term.	Mean	Bas-al	Med-ian	Term.	Mean	Bas-al	Med-ian	Term.	Ba.	Me.	Te.			
MM 111	46.0	42.0	27.0	38.3	35.0	35.0	30.0	33.3	30.0	32.0	31.0	⊖	⊖	⊖	non-Difference	I	I
MM 109	45.0	37.0	24.0	35.3	42.0	40.0	30.0	37.3	35.0	30.0	32.5	⊖	⊖	⊖		I	I
EM VII	46.0	44.0	23.0	37.6	35.0	30.0	30.0	31.6	32.0	30.0	31.0	⊖	⊖	⊕⊕		II	I
EM IX	40.0	42.0	23.0	35.0	32.0	32.0	30.0	31.3	31.0	28.0	29.5	⊖	⊖	⊖		II	II
EM XVI	42.0	39.0	27.0	36.0	39.0	34.0	34.0	35.6	30.0	28.0	29.0	⊖	⊖	⊕⊕		I	II
EM XXV	42.0	45.0	33.0	40.0	35.0	35.0	35.0	35.0	28.0	28.0	28.0	⊖	⊖	⊖		I	II
<i>P.prunifolia</i>	45.0	40.0	33.0	39.3	34.0	30.0	27.0	30.3	24.0	24.0	24.0	⊖	⊖	⊕		II	III
<i>Delicious</i>	40.0	49.0	37.0	42.0	35.0	32.0	32.0	33.0	24.0	27.0	25.5	⊖	⊕	⊕⊕		I	III
L.S.D.	(0.05)		(N.S.)		6.9		3.9		2.3								
	(0.01)				9.6		5.5		3.2								

Twig temp. 20~21°C

* ⊖ : complete survival
 ⊖ : below 10% injury
 ⊕ : 10~30% injury

⊕⊕ : 30~55% injury

Fig. 6 Frost hardness of shoots in the depth of winter (Jan. 21) (See Tab.6)



ち電気抵抗値の変化が、きわめて少なかったことによっても証明された。この調査時における耐凍性の順位を分類すれば、Fig. 6 のように「MM 109」, 「MM 111」は耐凍性が高く、「EM VII」, 「EM XVI」, 「EM XXV」は中等程度、「まるばかいどう」は低い方であった。いかえれば供試した矮性台木はいずれも従来の「まるばかいどう」と同様か、それ以上の耐凍性があった。

7. 耐凍性の序列

各時期別に調査してきた各品種の耐凍性を比較して3つの群に分けてみた。すなわち耐凍性の高い群から1, 2, 3の順で示せば Tab. 7 のようになる。各時期別の耐凍性の序列を算術平均して、その数の少ないものほど一応耐凍性が高いと考えれば「MM 109」, 「MM 111」が耐凍性が最も高い群となり、「EM XXV」, 「EM IX」, 「EM XVI」が中間群、「みつばかいどう」, 「まるばかいどう」, 「EM VII」が低い群となる。各時期別の序列の算術平均をもって、その品種全体の耐凍性を判定するのは妥当ではないが、各調査期別の品種間の耐凍性については、少なくとも中秋以後では同一の傾向がみられている。したがって算術平均で示すように「EM VII」を除いては従来の「みつばかいどう」, 「まるばかいどう」よりも供試品種はすべて耐凍性が高いといえることができる。

IV 考 察

1 年生作物や木本類の耐凍性を判定する手段と

して細胞の滲透濃度、水の透過性、脱水抵抗、含水量、CO₂ 排出量などについて検討すれば、それぞれ程度の差はあるが、一応耐凍性の関係を知ることができる^{1) 2) 4) 5) 8) 9)}。すなわち細胞の生理から耐凍性を知る方法として知られている。また SIMINOVITCH and BRIGES⁷⁾ および 酒井⁶⁾ は樹木類の含有する糖類や水溶性蛋白質から耐凍性を論じているが、いずれも耐凍性判定の尺度としては正確度が立証されている。しかし実際問題としては、樹の耐凍性をもっと簡単に知りたい。特に冬期に寒波が急にきた場合、凍害を確かめるために樹木に傷をつけて皮層部の褐変状態を目測して判定するのが最も簡便な方法とされてきた。この方法は被害の有無を結果的にみただけで、凍害前に樹の耐凍性を予測するには至らない。そこで凍害程度を知るとともに、耐凍性も同時に判定するための比較的容易な方法として WILNER¹⁰⁾ は電気伝導法を検討した。これと同時に LAPINS³⁾ も同様な方法をもってりんご矮性台木について耐凍性を検討した。電気伝導法とは切断された枝梢を一定の温度で凍結させてから融氷し、これを一定量の水に投入して、浸出してきた電解質の液に電極を通してその伝導度を調べ、凍害程度を判定するものである。なおこの場合伝導度の正確度を証明するため細胞の鏡検と並行に行ない、伝導度の値と細胞の生存比率との関係が示されている。その後 WILNER¹¹⁾ は追試験をして電気抵抗法を検討した。この方法は枝梢の浸出液をとり出さず、枝梢に直接電極針をさしこみ、電気抵抗によって凍害

Tab. 7 Classification from the ranking of frost hardness

Variety	MM 111	MM 109	EM XVI	EM VII	EM IX	EM XXV	<i>P. Sieboldii</i>	<i>P. prunifolia</i>	A 2	Dolgo C.	Delicious
Oct. 12	3	2	3	3	1	3	1	1			
Dec. 2	1	1	3	3	2	2	3	3			
Dec. 18	1	1	2	3	2	1	3	2	2	1	1
Dec. 18	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2
Jan. 21	1	1	1	2	2	1		2			1
Jan. 21	1	1	2	1	2	2		3			3
Mean	1.33	1.16	2.00	2.33	1.83	1.66	2.25	2.16			

Hardy : MM 109, MM 111.

Moderately hardy : EM XXV, EM IX, EM XVI.

Moderately tender : EM VII, *P. prunifolia*, *P. Sieboldii*.

程度や耐凍性を判定する方法である。この方法は電気伝導法と深い関係があるので、どちらを採用してもよいということである。

筆者らはすでに述べたように特製の電極針(Pho. 1)を直接に枝梢にさしこみ、これを Kohlrausch Bridge に接続させて電気抵抗を音で聞きわけるといゆる電気抵抗法を採用したのであるが、その操作はきわめて簡単である。ただ問題となることは抵抗音の高低を聞きわけるときに個人差があること、さらに電極針を組織にさしこむときの深さである。したがって、さしこむには熟練が必要である。電極針をさしこむ際に誰でも容易にそれができるように一定の深さにはいるよう規定する装置を考案すれば容易にできる。この電気抵抗法は圃場で測定できるので、Kohlrausch Bridge を携行すればよい。注意を要することは、ある個体の凍害程度を知りたいとき、あらかじめ組織を鏡検して全体の組織の何パーセント凍死した場合に電気抵抗は何オームになるかという表を枝梢温度別に作成しておかないと電気抵抗だけでは被害程度を推定することはできない。WILNER¹¹⁾ は枝梢温度についてはふれてはいない。ただ室内と戸外では電気抵抗値が異なると述べているが、これは要するに室内と戸外では枝梢温度が違うことを意味するものであろう。

さて電気抵抗法だけをもって作物や樹木の耐凍性を知るためにどの程度の信用度がおけるかということについて、WILNER¹¹⁾ はきわめて正確度が高く実用価値があると述べているが、一方糖や水溶性蛋白質などが耐凍性の判定尺度であるとして学者らには一部反対論はある。筆者らの検討した目的はすでに述べたように、簡便にして比較的正確度のあるものということであって、十分この目的にはかなうものと思われる。しかし凍害をうける以前に電気抵抗法によって品種間の耐凍性を判定することは、筆者らの使用した Kohlrausch Bridge では困難であった。なぜならこの器械の測定しうる最高抵抗値は50,000Ωであるが、秋のりんご枝梢の抵抗値はこの数字を上まわることがしばしばあるからである。

矮性台木の耐凍性を電気抵抗法によって序列を

つけたのが Tab. 6 であるが、これの対照となったものは従来の「まるばかいどう」、「みつばかいどう」であるので LAPINS⁹⁾ の分類とは必ずしも一致しなかった。また LAPINS⁹⁾ の分類は世界でも最も耐凍性が高いものの1つである「アントノブカ」を対照として耐凍性を4段階に分類している。いま参考までにその分類を示せばつぎのようである。

低：「EM IV」, 「EM IX」

やや低：「EM XXV」, 「EM II」, 「MM 106」, 「MM 109」

やや高：「EM 104」

高：「EM VII」, 「MM 111」, 「アントノブカ」

耐凍性の高低は気象、土壌条件で違ってくことはいうまでもなく、また樹体の栄養、生育過程でも異なるので、筆者らの場合と比較することは適当でないかもしれない。しかし彼の場合と共通にいえることは、MM系はEM系より耐凍性が高いということである。彼の場合と大きく違ったことは、「EM VII」の耐凍性である。筆者らの場合は耐凍性が低かったが、彼の場合は高い部類にはいつている。また「EM IX」は筆者らの結果では耐凍性は中であるが、彼は低い部類にいた。これは対照品種の差からでたものであろう。今後さらに検討を加えながら追試をしたいと考えている。さらに本試験はあくまで台木そのものの耐凍性であって、この台木に穂品種を接いだ場合に、穂の耐凍性はどうかということが大切であり、現在試験続行中である。

V 摘 要

1. りんご矮性台木の耐凍性を測定する1手段として電気抵抗法を採用した。この方法は従来の生理化学面から検討するよりも簡単に比較的正確度があり、多数の個体を短時間で測定できる。

2. 電気抵抗法は圃場にある樹木の枝梢に特製の電極針を直接さしこみ、Kohlrausch Bridge で電気抵抗音を聞き、その示す読みで凍害程度を記録するものである。

3. 枝梢が無凍死、一部の凍死、完全凍死にか

かわらず、常に枝温と電気抵抗とは負の相関があり、凍死程度が大きいほど電気抵抗値は小さくなる。

4. したがって測定に際しては必ず枝温を測定し、あらかじめ抵抗値と凍害程度(鏡検によって)との表を作成しておけば非常に便利である。

5. 供試したりんご矮性台木中、MM系はEM系より耐凍性が高く、少なくとも従来の「みつば台」、「まるば台」よりは耐凍性は低くなかった。

6. しかし「EM VII」については「みつば台」、「まるば台」と同等か、やや低い耐凍性となったが、この台木はほかの特性からみて寒冷地に有望であるので再検討したい。

文 献

- 1) 赤羽紀雄, 1961; りんご及びぶどうの凍害に関する研究 道農試報 第9号, 1~47.
- 2) CHANDLER, W.H., 1913; The killing of plant tissue by low temperature. Missouri Agri. Expt. Sta., Res. Bull., 8.
- 3) LAPINS, K. 1961; Cold hardiness of some apple clonal rootstocks, Summerland Res. Sta., B.C. CANADA.
- 4) LEVITT, J. and G.W. SCARTH, 1936; Frost hardening studies with living cells. Canada Jour. Res. Sect. C., 14, 267-305.
- 5) 酒井 照, 1956; 植物における耐凍性と外周温度 低温科学生物篇 14, 7~15.
- 6) ———, 1957; 木本類の耐凍性増大と糖類および水溶性蛋白質との関係 低温科学生物篇15, 17~29.
- 7) SIMINOVITCH, D. and D.R. BRIDGES, 1949; The chemistry of living bark locust variation in protein content. Arch. Biochem., 23, 8-17.
- 8) 照本 勲, 1957; タマネギの耐凍性について 低温科学生物篇 15, 39~44.
- 9) WIEGAND, K.M., 1960; Some studies regarding the biology of buds and twig in winter. Bot. gaz., 41, 373-424.
- 10) WILNER, J. 1960; Relative and absolute electrolytic conductance tests for frost hardiness of apple varieties. Can. Jour. of Plant Sci., 40, 630-637.
- 11) ———, 1961; Relationship between certain method

and procedures of testing for winter injury of outdoor exposed shoots and roots of apple tree. Can. Jour. of Plant Sci., 41, 309-315.

Summary

Frost hardiness of some apple clonal rootstocks of the Malling (EM) and Malling Merton (MM) series; EM VII, EM IX, EM XVI, EM XXV, MM 109 and MM111, all imported in 1963 were tested by electrolytic methods.

It was recognized that their methods were more simple and the results obtained were more accurate than those which had being practised. In electrolytic methods the resistance of the electrolytes in twigs was determined by inserting the needle electrodes joined to Kohlrausch Bridge equipped with earphones directly into twig tissues, and recording the reading in ohms. In this case it is necessary to test the temperature of twig tissues. The seasonal frost resistance of each variety couldn't be compared without measuring the temperature of twig tissues, because the resistance of electrolytes was variable due to the temperature of twig. Moreover in this method it is difficult to evaluate frost hardiness before being subjected to a stress by freezing injury.

Of course the rootstock varieties tested increased naturally their frost resistance from fall to severe winter. However the definite relations of seasonal frost hardiness each other, were not always found through the investing period. MM 111 and MM 109, however, were the hardest through the winter season after early December.

It is interesting that the cold hardiness of EM 9 and EM 7 was not less than that of *Malus prunifolia* Borkh. and *Malus Sieboldii* Rehder.