切り枝の凍結処理による紅茶用品種の耐凍性の検定(第1報)*

処理方法と品種の耐凍性

農林省茶業試験場枕崎支場 鳥屋尾忠之・家弓実行・勝尾 清

Measurement of the Frost Hardiness in Black Tea Variety
Using the Freezing Test of Matured Leaves (Part 1)Standardizing the Method of Measuring the Frost Hardiness and
Responses of Tea Varieties to the Various Conditions of Freezing

By Tadayuki TOYAO, Saneyuki KAYUMI, and Kiyoshi KATSUO

1 ま え が き

冬期に茶の枝条を凍結処理して、その後に現われる凍害の程度によって、品種の耐凍性を検定する方法は、試験操作としては比較的簡単であり、しかも、内容積が大きく、性能のよい冷凍器を使えば、一度に多数の試料の検定ができるなどの利点もありすぐれた方法と考えられている。また、ほ場観察で耐凍性の検定ができれば好都合であるが、枕崎の気象条件ではアッサム種が凍害を受ける程度で、これより強い系統の耐凍性の判定はまず不可能である。暖地を対象とした紅茶の育種では、とくに取り扱う材料が耐凍性極弱のアッサム種から、極強の日本種までの幅広い変異が含まれるために、このような材料を対象とした耐凍性の検定方法が要求される。この目的のために、37年の冬期から各種の実験を繰り返して行なうて、40年には標準の処理条件と、いくつかの標準品種を決定し、選抜過程の特性検定の一つとして育種にくり入れることができた。

この実験で得た各種の処理条件に対する品種の反応と、同じ系統の環境条件による耐凍性の変異について、一、二の知見が得られたのでまとめて報告する。

なお、ここでは耐凍性検定の最終的な目標である農家のほ場の自然条件下での耐凍性と、この検定の結果とが一致するという前提をおいている。このことについては、別にとり上げて検討する予定である。

2 凍結処理の温度、時間と品種の耐凍性

2.1 材料および方法

供試品種と、その来歴はつぎのとおりである。

やぶきた	緑茶用品種	日本在来種
べにほまれ	紅茶用品種	多田系インド雑種
ただにしき	"	"

青心烏竜	烏竜茶用品種	台湾種
べにかおり	紅茶用品種	Ai 21×O 3 (鹿緑原3号)
はつもみじ	"	Ai 2×O 5 (鹿緑原5号)
F ₁ 552	紅茶育成系統	Ak 31×べにかおり
F ₁ 635	"	Ak 65×F ₁ 18 (Ai 26×O 1)
Ai 2	導入原種	アッサム種 野生型
Ai 50	"	" "

供試した枝条は、各品種ごとに特定のは場から採取した。いずれも秋に生長し、十分に硬化した枝条の、中央位の成葉2～3枚を着けた穂を調整して供試した。使用した低温恒温器は、内容積 55×45×85 cm のもので、器内を3段にして、8×4 cmの間隔に切り枝が立てられるような木わくを作り、品種および試験区の器内でランダムに配置されるようにした。

凍結処理にはまず試料を器内に入れ、30分間0℃前後において、器内の温度差をできるだけ少なくした後に、30～40分かけて所定の温度に下げた。処理時間を経過したものは直ちに室温に出し、木わくのまま2日間水耕した。2人以上の判定者によって、成葉の凍害の程度を肉眼で、最強1から最弱(完全凍死)の10までの10階級に1本ずつ分類判定し、これの平均値で処理区の凍害程度を示した。以上の実験方法は、とくに、断わらない限りこの報告の他の実験に共通する。

処理温度を-3℃、-5℃、-7℃および-9℃の4段階とし、処理時間は30分、1時間、2時間、3時間、5時間、7時間、9時間および15時間の8段階として、これらを組み合わせた32の処理区をつくり、それぞれの10品種について各処理区とも切り枝3本ずつを供試した。

実験は38年1月18～21日、39年1月16～23日、40年2月25日の3カ年にわたって行なったが、40年は-9℃区

* 茶業技術研究 No. 35, 32～39 (1967) より転載

表 1 凍結処理条件と品種の耐凍性 (昭和39年1月)

処理温度	品 種 処理時間	やぶきた	べ に ほまれ	た だ にしき	青心烏竜	べ に かおり	は つ もみじ	F ₁ 552	F ₁ 635	Ai 2	Ai 50
-3℃	30分	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	2.0
	1時間	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.3	3.3
	2 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.7	3.0
	3 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	2.3
	5 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	2.7	5.3
	7 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	2.0	3.3
	9 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.7	4.3
	15 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.3	5.7	3.0
-5℃	30分	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	4.3	5.0	6.3	8.7
	1時間	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	6.0	4.3	6.3	9.0
	2 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.3	4.3	7.3	8.3
	3 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.7	1.3	6.0	4.3	8.7	8.0
	5 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.7	1.0	5.3	5.7	9.7	8.3
	7 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.7	1.3	6.7	6.0	9.7	9.0
	9 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	6.7	5.7	9.0	9.3
	15 "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	6.0	4.3	8.0	9.0
-7℃	30分	1.0	1.0	1.0	1.3	2.3	2.7	4.7	4.0	8.0	9.3
	1時間	1.0	1.0	2.0	2.0	1.7	2.7	4.3	5.0	8.0	8.7
	2 "	1.7	1.7	1.7	1.3	4.3	3.0	6.7	5.7	8.7	9.3
	3 "	1.7	1.3	2.3	2.0	4.0	3.3	6.7	6.3	9.0	9.3
	5 "	2.0	1.7	1.7	1.7	4.3	5.0	6.0	6.7	9.3	9.7
	7 "	1.7	1.3	1.7	2.3	4.7	4.3	6.7	6.0	9.7	9.7
	9 "	1.7	1.7	2.7	1.7	3.7	4.7	6.7	6.0	9.7	10.0
	15 "	1.7	2.3	2.3	1.7	4.7	6.0	5.7	7.3	10.0	9.3
-9℃	30分	1.7	1.7	2.3	3.0	4.0	4.3	7.7	7.0	9.0	9.3
	1時間	2.0	2.0	3.0	3.3	5.0	4.3	7.0	8.0	8.3	9.0
	2 "	1.7	2.0	2.7	3.7	5.3	6.0	7.7	7.7	9.3	9.7
	3 "	1.7	1.7	3.3	4.3	4.7	6.7	7.0	8.7	8.7	9.0
	5 "	2.0	2.0	3.3	4.0	6.3	6.7	7.0	8.3	9.3	9.3
	7 "	2.0	2.3	5.3	4.0	6.0	6.3	9.3	9.0	9.3	9.3
	9 "	2.0	3.0	4.3	4.7	6.3	5.7	8.3	9.7	9.7	9.0
	15 "	3.0	5.3	6.0	6.7	7.0	8.7	9.7	10.0	10.0	10.0

注：1区3本の切り枝を供試して平均値で凍害程度を示した。

の試験のみ行なった。

2.2 結果と考察

38年, 39年, 40年の3カ年の成績からは, 同じ供試品種および方法でも, 38年の凍害の程度が全般に大きいことと, 39年の成績では -5°C 区と -7°C 区の差が少な

いことなどの, いくらか異なった傾向が認められたが, 品種および処理区間の相互の関係では, ほぼ一定した結果が得られた。ここでは, 39年の成績を表1に, また同じ39年の成績の各時間区の平均値を各処理温度ごとに表2に示した。

表 2 処理温度と品種の耐凍性 (昭和39年1月)

処理温度	品 種	やぶきた	べにほまれ	ただにしき	青心烏竜	べにかおり	はつもみじ	F ₁ 552	F ₁ 635	Ai 2	Ai 50
-3°C		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.11	1.11	2.71	3.31
-5°C		1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	1.24	5.79	4.95	8.13	8.69
-7°C		1.56	1.50	1.93	1.75	3.71	3.96	5.94	5.88	9.05	9.41
-9°C		2.01	2.50	3.78	4.21	5.58	6.09	7.96	8.55	9.20	9.33

注: 処理時間 8 区の平均値

—— 凍害発生限界温度, ——— 完全凍死の限界温度

-3°C 区: 30分~15時間の処理時間の長短はほとんど影響せず, Ai 2 (処理時間 8 区の平均値が2.71) と Ai 50 (3.31) にわずかに凍害が現われ, 他の 8 品種には認められなかった。

-5°C 区: Ai 2 (8.13), Ai 50 (8.69) は強度の凍害を受け, F₁ 552 (5.79), F₁ 635 (4.95) は中程度の被害であった。他の 6 品種にはほとんど凍害が認められなかった。この処理温度でも, 処理時間の差はきわめて少なかった。

-7°C 区: Ai 2 (9.05), Ai 50 (9.41) および F₁ 552 (5.94), F₁ 635 (5.88) は -5°C 区よりわずかに凍害が大きい程度である。この点38年の成績では, この処理温度と -5°C 区との差がやや大きく現われた。べにかおり (3.71), はつもみじ (3.96) は軽い凍害を受けた。やぶきた・べにほまれ・ただにしき・青心烏竜の4品種はほとんど凍害が認められなかった。処理時間を長くすると, はつもみじと F₁ 635 ではかなりの差があったが, その他の品種ではその差は顕著ではなかった。

-9°C 区: Ai 2 (9.20), Ai 50 (9.33) が最も凍害が大きく, F₁ 552 (7.96), F₁ 635 (8.55) はこれにつき, はつもみじ (6.09), べにかおり (5.58) もかなりの凍害を受けた。また, -7°C で凍害の認められなかったただにしき (3.78), 青心烏竜 (4.21) が軽度の凍害を受け, やぶきた (2.01), べにほまれ (2.50) もわずかに被害を受けた。

以上の実験結果の分散分析表は表3であるが, これで見ると品種×処理温度の交互作用が顕著に認められ, 品種×処理時間の交互作用は有意ではなかった。このことは, 各品種の処理温度に対する反応が, 品種ごとに異なることを示している (表2)。つまり, 処理温度を下げることによって凍害が明らかに認められる温度が, それぞ

表 3 凍結処理条件と品種の耐凍性の分散分析表

要 因	自由度	平均平方	F
品 種	9	178.045	559.890**
処 理 温 度	3	285.770	898.648**
処 理 時 間	7	7.207	22.664**
品 種×処理温度	27	14.117	44.393**
品 種×処理時間	63	0.337	1.060
処理温度×処理時間	21	1.463	4.601**
品種×処理温度 ×処理時間	189	0.318	
合 計	320		

れの品種によって異なり, 凍害の程度も異なっていること, この限界温度以上の温度であれば, 凍結時間を長く (この実験では15時間) しても, 凍害は発生しないことなどを現わしているものと考えられる。たとえば F₁ 552, F₁ 635 では -3°C と -5°C の間に, はつもみじとべにかおりでは -5°C と -7°C の間に, またただにしき, 青心烏竜では -7°C と -9°C の間にそれぞれ, この実験条件のもとで凍害が発生する限界温度があるといえよう。

しかし, 限界温度以下の処理温度でも, この実験条件のもとで, 完全凍死にはさらに温度を下げねばならない。この凍害発生から完全凍死までの温度では, 凍害は温度の下降に伴ってほぼ連続的に増加している。したがって, 品種と処理温度との関係では, 1) 限界温度以上の凍結温度範囲, 2) 限界温度から完全凍死にいたるまでの温度範囲, 3) 完全凍死以下の温度範囲が, それぞれの品

種にあると考えることができる。凍害発生の限界温度と、完全凍死の限界温度を表 2 に細線と太線で示した。

処理時間を長くすれば、特定な品種と処理温度では凍害は大きくなるが、これは前記の 3 段階の温度範囲のうち 2) の温度段階と考えられる。しかし、その度合いは少ないことから凍害の程度は、処理時間の長短よりも、処理温度によって、ほぼ一義的に決まるとみてよいように思われる。

LEVITT は植物の耐凍性を、結氷温度 (Δ) と 50% の凍死温度 (T_k) の差、 $T_k - \Delta$ で正確に表わされると述べている。一般には、凍結処理の時間を一定として、凍死温度の高低によって耐凍性を表わす場合と、逆に凍結温度を一定にして、これに耐える限界時間で表わされる場合の二つがある。茶樹でも原田らは、冬期の品種の耐寒性を -10°C で処理し、寒害を生ずる限界処理時間で比較する方法と、寒害を受ける限界温度を、それぞれ

1 時間の凍結処理で示す方法を併用している。この実験結果から耐凍性は、凍害を生ずる限界温度または完全凍死の限界温度を示すか、あるいは一定の処理温度における凍害の程度によって評価するのが妥当と考えられる。この実験で扱った材料の耐凍性の品種間差異を、一つの温度処理で判定しようとするれば、大部分の品種が前記の 2) の温度段階に含まれる -9°C が選ばれ、処理時間は 2 時間でほぼ安定した耐凍性の検定を行なうことができる。

実験に供試した 10 品種は、耐凍性の強弱で、およそつぎの五つのグループに 2 品種ずつ分けることができる。すなわち、やぶきた、べにほまれは強、ただにしき、青心烏龍はやや強、べにかおり、はつもみじは中、F₁ 552、F₁ 635 はやや弱、Ai 2、Ai 50 は弱のグループにそれぞれはいる (図 1)。

図 1 品種の耐凍性と凍結処理による被害程度 (昭和 39 年 1 月)

3 凍結・融解の方法と芽の凍害

3.1 材料および方法

試験 I : 39 年 1 月 24 日にはつもみじを供試して、急冷却ファンでかくはん、急冷却ファン止め、緩冷却の 3 段階とし、それぞれ 0°C から、急冷却は 10 分、緩冷却は 50 分かけて -9°C に冷却し、90 分の凍結処理をして、凍害を調べた。

試験 II : 37 年 2 月 24 日に、べにほまれ、はつもみじ、べにたちわせ、Ai 26 の 4 品種を供試して、 -10°C の凍

結処理を 30 分、60 分、90 分、120 分、150 分および 150 分の処理後 15 時間かけて徐々に室温まで升温した区の 6 処理区を設けて、成葉の凍害程度と芽の生死を調査した。

試験 III : 39 年 2 月 27 日に、系統比較試験および紅茶地方適否試験の供試系統などの 30 系統について、 -10°C 2 時間の凍結処理をし、処理後直ちに室温にとり出したものと、15 時間かけて徐々に升温したものに 2 分して、凍害の発生状況を調べた。

3.2 結果と考案

試験 I : はつもみじの 1 品種を供試して、冷却の速度

表 4 凍結処理方法と成葉および芽の凍害(昭和37年2月)

品 種 \ 処理時間		30分	60分	90分	120分	150分	150分*
べにほまれ	成 葉	1.00	1.00	1.50	1.50	2.75	1.25
	芽	0.0	21.7	47.8	7.1	0.0	40.0
はつもみじ	成 葉	4.00	4.00	6.50	7.00	8.00	6.75
	芽	5.5	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0
べにたちわせ	成 葉	5.00	5.00	6.50	7.25	8.00	7.25
	芽	11.1	0.0	12.0	17.4	21.0	4.2
Ai 26	成 葉	6.50	6.50	8.00	9.00	9.00	9.25
	芽	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0

注：成葉の凍害は供試した4本の平均値で示した。芽は全腋芽のうち生存しているものを%で示した。* 処理後に15時間かけて徐々に昇温する。

を変えた結果は、急冷却は緩冷却よりも明らかに凍害が大きく、また、冷却時のファンによる器内かくはんの有無は、かくはんしたほうがいくらか凍害が大きかった。

試験Ⅱ：表4にみられるとおり、品種間では、4品種の間に成葉の凍害程度の差が明りように認められた。処理時間を長くすると、各品種とも凍害は漸増するが、その程度は比較的少ない。このことは、前節の実験結果ともよく一致する。150分処理後に徐々に昇温した区は150分区に比べると、いくらか被害が軽い程度で大きい差ではなかった。また、この二つの区の品種間差をみると、この点でも品種間の順位が変わるなどの大きい差は認められなかった。

一方、芽の生存率でみると、べにほまれ、べにたちわせが高く、はつもみじ、Ai 26は低いなどの傾向はあるようであるが、処理時間区間の差が非常に大きく、また一定の傾向もないようである。処理時間・品種を通じて、成葉の凍害と芽の生存率との間には、ほとんど関係が認められなかった。この実験だけでは詳しいことはわからないが、芽の凍結に対する抵抗性と成葉のそれとは、機構的にもかなり異なった面があることを示しているように思われる。耐凍性の判定には、成葉の凍害とともに芽の凍害もあわせて調査されることが多いが、判定が容易であることなどからも、成葉を対象とした凍害の判定で十分ではないかと考えられる。

試験Ⅲ：凍結処理後、直ちに室温にとり出した急昇温区と、15時間で室温にもどした緩昇温区の凍害を比較すると、全般に急昇温の被害が大きく、これを供試した30系統の平均値の凍害の階級でみると、急昇温は3.97、緩昇温は3.40となった。また、同じ系統で凍害階級値が変わるのは、耐凍性中位のものに多いことがわかる。両区の30系統の順位相関係数は0.965ときわめて高い値であった(図2)。

以上の三つの試験から、凍結および融解の速度は、凍害の程度に明らかな影響を与え、急速な凍結と融解は被害を著しく助長することがわかった。この点は従来の知見とよく一致する。また、成葉について、凍害の品種間差をみると、凍結・融解の緩急によって耐凍性の相対的な順位は、大きくは変わらないものとみてよさそうである。このようなことは、実際の切り枝の凍結処理ではかなり大きい意味を持っている。というのは、供試した全試料が均一な温度条件で、凍結され融解されれば、降温・昇温の速度そのものは、品種の耐凍性の相対的な関係を乱さないといえるが、一方、試料を入れた器内の均一な温度による降温と昇温は低温恒温器の性能によるところが大きく、温度差、とくに上下の差の大きいときは、降温の速度をおそくするか、試料の数量を少なくするなどの配慮がとくに必要である。降温時の器内の上下のわずかな温度差が、試料の凍害程度に大きい影響を与えることをしばしば観察している。このためにも、隔

表 5 はつもみじの栽培条件による耐凍性の変異(鹿籠ほ場, 昭和37年3月)

ほ 場 名	東 10			東 9		東 4		南 7			南 7			南 6
	8			8		8		4			21			1
枝 の 状 態	若枝	標準枝	古枝	若太枝	日陰細枝	標準施肥	多肥	若枝	標準枝	古枝	若枝	標準枝	古枝	標準枝
階 級	6	6	7	7	8	4	5	5	5	5	6	6	7	8
順 位	8	9	10	12	13	1	4	2	3	5	6	7	11	14

凍害

図 2 融解の緩急と凍害程度（昭和39年2月）

測自記温度計によって、器内温度を正確に測定しながら、温度調節するべきであるが、さらに、器内温度差の少ない低温恒温器を使用することが望ましい。

前節で凍害発生について、各品種に三つの温度段階があることを指摘したが、このことと凍結・融解の速度との関連については、さらに、明らかにされねばならない点が多い。たとえば、凍害の発生しない温度範囲でも、凍結・融解の速度を早くした場合に、同じ結果が得られるかどうか、また、凍結処理の反復によって凍害が増大するとの報告があるが、この反復処理を加味した場合にどうなるかなどは今後に残された問題である。

4 はつもみじの栽培条件による耐凍性の変異

4.1 材料と方法

試験Ⅰ：37年3月5日に、鹿籠試験地は場の栽培条件の異なった14点の切り枝を、 -10°C 2時間の凍結処理で、耐凍性を検定した。試料採取は場と栽培条件は実験結果とともに表5に示す。

試験Ⅱ：40年3月1日に、別府ほ場の栽培条件の異なった58点について、 -9°C 2時間の処理方法で、耐凍性の検定を行なった。供試個体は、37年3月に個体養成圃の標準品種として定植したものが大部分で、一部に苗床および肥料試験などに供試されている材料が含まれる。

4.2 結果と考案

試験Ⅰ：鹿籠試験地の材料を供試したこの試験では、凍害は階級4から8に変異している。7と8にはいるものは特に若いものか、または古枝で日陰の細枝であり、通常の生育状況の試料では、5と6の階級にはいることがわかった。

試験Ⅱ：供試材料58点の平均値は 5.34 ± 0.10 となり、4～7の間に変異するが、その多くは5と6の階級にはいった。さらに、個体養成園に栽植してある38個体について、ほ場観察による樹勢の強弱と耐凍性の階級は表6に示すとおりで、明らかな関係は認められなかった。この結果は、樹勢と耐凍性(耐寒性)との間に相関があるとの観察と矛盾するものであるが、ここでは樹勢極弱な

表 6 はつもみじの樹勢と耐凍性
(別府ほ場, 昭和40年3月)

階 級	樹 勢		
	弱	中	強
4	1	3	1
5	1	14	6
6	1	7	2
7		1	1
平均 値	5.00	5.24	5.30

表 7 はつもみじのほ場による耐凍性の変異
(別府ほ場, 昭和40年3月)

ほ 場 名	F 3	F 4	F 5	M 1	M 2	M 3
平 均 値	4.86	4.67	5.40	6.00	5.60	5.67
調査個体数	14	3	10	3	5	3

個体からは試料をとっていないこと、および1個体の枝条の中から、生育のよい枝だけ選んでいることなども影響しているかもしれない。つぎに、同じ個体を園別に平均値をとってみると、園により凍害程度にかなりの差のあることがわかった(表7)。この表は園は左から右に標高の順にならべてあるので、ほ場の高低と耐凍性との間に関係があるようにみえる。この場合は標高の低いほ場が凍害が大きく出ていることになるが、これには、低いほ場ほど霜害を受けやすいこと、およびM1ほ場はとくに発芽が早いので、このことも耐凍性が弱くなることに関係しているのではないかと考えられる。このような傾向は試験Iでどうかかわれ、また、他の実験でも東10園は東9園よりも常に耐凍性が弱く、霜害を受けやすいほ場なので、このことを裏づけているものと考えられる。

以上の実験から、はつもみじの栽培条件による耐凍性の変異は、通常の生育状態の枝の硬化した中位の成葉を供試すれば、その変異は比較的少なく、大部分が凍害の階級の5と6にはいるが、ほ場が異なり、微細な気象条件が異なれば、耐凍性に明らかな差異が認められる。このことから、耐凍性を検定するには、同一ほ場の同一樹齢の材料を供試することが必要であると思われる。

5 結 論

冬期における、茶樹の成葉の耐凍性には、顕著な品種間差異が認められる。このような材料について、凍結処理の方法を適当に選べば、強から弱までの材料について耐凍性の検定をすることができる。これまでの実験結果から、アッサム雑種を中心とする範囲の耐凍性の検定方法は、およそつぎのように要約できる。

1. 切り枝を冷凍器に入れ、0℃前後の温度で30分おいて、試料および器内の温度差をできるだけ少なくしてから、-9℃に下げ、2時間後にとり出して、2日間水耕したのちに、凍害程度を判定して耐凍性を決定する。

2. 試料をとったほ場か、あるいはできるだけ似合った立地条件の、ほ場の標準品種も同時に処理して、これらの凍害程度と比較しながら判定する。標準品種としては、つぎの5品種を選び、それぞれの耐凍性の階級はつぎのとおりである。

やぶきた 青心烏竜 はつもみじ F₁ 552 Ai 50
1 3 5 7 9

3. とくに、耐凍性の弱い材料を対象とするときは、-7℃あるいは-5℃の処理温度も加え、また、耐凍性のさらに強い試料については、-9℃以下の処理温度を設けて検定することが望ましい。

6 摘 要

耐凍性の検定方法を定めるために、4段階の処理温度と8段階の処理時間を組み合わせた凍結処理によって、

凍害に対する、耐凍性の異なる10品種の反応を調べた。この試験の結果から、アッサム雑種の耐凍性に対する、標準処理方法を決定した。すなわち、成葉を着けた切り枝を低温恒温器内で0℃で30分間おいたのち、-9℃で2時間凍結処理をする。その後2日間水耕し、凍害の程度を観察によって、1から10までの階級に判定するものである。また、凍害判定の標準品種として、つぎの5品種が選定された。

品種 やぶきた 青心烏竜 はつもみじ F₁ 552 Ai 50
階級 1 3 5 7 9

成葉の凍害発生の限界温度には、明らかな品種間差異があり、この実験条件での品種の限界温度は、つぎのとおりであった。

F₁ 552, F₁ 635 (アッサム雑種) -3~-5℃
はつもみじ, ベにかおり (アッサム雑種) -5~-7℃
ただにしき, 青心烏竜 (アッサム雑種, 中国種) -7~-9℃

凍結処理の時間を長くしても、この限界温度は変わらないこと、また、限界温度を越える低温を与えれば、凍害は漸増し、この場合には処理時間を長くすれば、いくらか被害が大きくなった。

急速な凍結と融解は、いずれも凍害を助長するが、品種の順位は大きくは変わらないことを確かめた。

はつもみじの各種の栽培条件による耐凍性の変異は、4から8までの階級に変異するが、その多くは5と6の階級にはいった。ほ場条件による耐凍性の変異があることから、同一ほ場の標準品種と比較しながら、耐凍性の検定をすることが必要である。

7 文 献

- 1) LEVITT, J.: The hardiness of plants, (Academic Press, N. Y.), pp. 44~47 (1957).
- 2) 原田重雄, 渡辺 明, 加納照崇: 東海近畿農試研報(茶), No. 7, 25~30 (1960).
- 3) SIMURA, T. and N. SUGIYAMA: Jap. J. Brce., 15, 230~240 (1965).
- 4) 塘 二郎, 渡辺 明, 三ツ井 稔, 増田 清: 茶技研, No. 34, 18~25 (1967).
- 5) LEVITT, J.: The hardiness of plants, (Academic Press, N. Y.), pp. 128~133 (1957).
- 6) 原田重雄, 中山 仰, 加納照崇, 酒井慎介: 東海近畿農試研報(茶), No. 7, 5~11 (1960).
- 7) 原田重雄, 中山 仰, 加納照崇, 酒井慎介: 日作紀, 29, 1, 149~150 (1960).
- 8) 原田重雄, 中山 仰: 茶技研, No. 25, 11~15 (1961).

- 9) LEVITT, J.: The hardiness of plants, (Academic Press, N. Y.), pp. 38~39 (1957).
- 10) 吉村不二男, 葛岡曉男, 浜田光輝: 高知大学学術報告, 7 (7), 1~7 (1959).*
- 11) 塘 二郎, 淵之上康元, 淵之上弘子: 茶研報, No. 10, 20~23 (1957).
- 12) 原田重雄, 渡辺 明, 中山 仰: 東海近畿農試研報 (茶), No. 7, 53~55 (1960).

注: * 間接引用

Summary

For the purpose of standardizing the method of measuring the frost hardiness using the matured leaves, responses of the varieties showing the various hardiness to the frost injury were investigated under four levels of freezing temperature (-3°C , -5°C , -7°C , and -9°C) [and eight levels of freezing time (30 min., 1 hr., 2 hr., 3 hr., 5 hr., 7 hr., 9 hr., and 15 hr.)] in this study.

As a result of this experiments, the standardized method of measuring the frost hardiness of Assam hybrid was determined as follows: The shoots with matured leaves were placed into a freezer and kept at 0°C for 30 min., and then kept at -9°C for 2 hr. in the freezer. After the treatment the shoots were water-cultured at room temperature for 2 days, and the degree of the frost injury was graded from one to ten by visual observation. For this test, five check varieties were chosen as follows:

Variety	<i>Yabukita</i>	<i>Chinshin-Oolong</i>
Glade	1	3
	<i>Hatsumomiji</i>	F ₁ 552 Ai 50
	5	7 9

Clear varietal differences of the critical temperature occurring the frost injury of matured leaves were observed among the following varieties in this experimental condition.

F₁ 552, F₁ 635 (Assam hybrid) $-3\sim-5^{\circ}\text{C}$.
Hatsumomiji, *Benikaori* (Assam hybrid) $-5\sim-7^{\circ}\text{C}$.

Tadanishiki, *Chinshin-Oolong* (Assam hybrid, China) $-7\sim-9^{\circ}\text{C}$.

The critical temperature of each variety was approximately invariable regardless of the lengthened freezing time. The frost injury became more severe as temperature was dropped under the critical point, and increased slightly with the lapse of freezing time in the range of above-mentioned temperatures.

It was confirmed that rapid freezing and rapid thawing also promoted the degree of the frost injury, but the relative frost hardiness of different varieties was practically unchanged.

The frost hardiness of *Hatsumomiji* in the various cultural conditions was found to fluctuate from 4 to 8 grade, but this variety was usually graded 5 or 6. On account of the fluctuation of the frost hardiness varying with the field conditions, hardiness test must be carried out comparing with the check variety in the same field. (Sept., 4, 1967)