



Title	ウダイカンバ稚樹の耐凍性及び皮層細胞の滲透濃度に及ぼす高温の影響について
Author(s)	高樋, 勇; TAKATOI, Isamu
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 21(2), 397-407
Issue Date	1962-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20806
Type	departmental bulletin paper
File Information	21(2)_P397-407.pdf



ウダイカンバ稚樹の耐凍性及び皮層細胞の 滲透濃度に及ぼす高温の影響について

高 樋 勇

Influences of Warm Temperature Treatment to the Dehardening
and Osmotic Pressure of Cortical Cells of Birch
Twigs (*Betula Maximowicziana* REGEL)

By

Isamu TAKATOI

北海道では造林木の寒冷による被害が極めて屢起り被害樹種は多くの場合常緑針葉樹である。カンバ類は北海道では耐凍性の強い樹種と考えられており、ヨーロッパ地方でも JAHNEL H. (1959), DIMPFLMEIER von R. (1957) 等によれば主要造林樹種中最強の樹種の中に入れられている。即ち DIMPFLMEIER 氏は Oberbayern の Grafrath 実験林の外国産樹種の凍害について調査した結果に基づいて日本産のウダイカンバ、ダケカンバ北米産の *B. lenta* L., *B. lutea* MCHX., *B. papyrifera* MARSH を耐凍性の最も強い樹種の群として区分した。しかしながら北海道産のカンバ類中ウダイカンバは造林地でも屢凍害をうけて枯死する場合があるが未だその被害の機構については全く明らかにされていない。これらの被害は帯広・釧路地方の冬季積雪量の少ない地方に多くみられ、特に初冬の気温の比較的高い場合にみられる。筆者はウダイカンバの凍害の機構を明らかにする目的をもって先ず冬季間の高温がその耐凍性に及ぼす影響について実験したので未だ不十分な点多々あるがここに報告する次第である。

この研究の実施にあたり林試北海道支場三井場長にはいつも御鞭撻をいただき、北大低温科学研究所酒井昭氏には種々の御指導をいただいた。また当场渡辺富夫氏には実験について援助をうけたのでここに厚く御礼を申し上げる。

I. 枝条の耐凍性と高温処理の関係

昭和 35 年 3 月 25 日に当场構内に庭木として植えられている樹高約 13 m, 胸高直径約 30 cm の孤立木の樹冠の中央部の高さから長さ約 20 cm の小枝約 260 本を採取し、その半数ずつについて次の処理を行なった。

A 無 処 理……ガラス室内においてポットに水挿する

B 高温処理……+20°C 恒温器内においてポットに水挿する

高温処理はガラス張りで面積 50×50 cm 高さ約 80 cm のものを作製して用いた。実験中温度の調節、特に昼間の温度が快晴の日には所定の温度より高くなった。実験期間中の両処理装置の中央における気温の 5 日毎の平均値をみると次表のようになった。

以上の処理枝条について次の調査を行なった。

i) 耐凍性

無処理、高温処理枝条についてそれぞれ 7 日後、14 日後、21 日後に耐凍性の調査を行なった。温度段階は -5°C、-16°C、-15°C、-26°C、-25°C とし 1 段階に使用する枝条は各 5 本とした。枝条は水漬した後 -10°C 以下の温度の場合は -10°C に 1 時間処理して予備凍結を行なった後、所定の温度に 24 時間凍結せしめ後取出して +5°C で 1 時間処理して融解せしめ実験室 (最高 25°C) に水挿した。

月 日 Month day	無 処 理 Cont.		高 温 処 理 Warm temperature treatment
	Max. (°C)	Min. (°C)	Max. (°C)
III 26--31	10.5	- 1.8	20.8
IV 1- 5	12.0	- 2.5	21.7
	6-10	15.1	0.0
11-15	14.2	1.4	20.6
16-20	13.8	1.5	21.5
21-26	16.8	5.0	22.2

凍害の判定は室内に水挿した枝条を約 2 カ月後に取出して冬芽の生死、茎の生死を観察して決めた。この場合茎と冬芽の生死は全く一致し、茎は被害部分が黒色となり冬芽も黒褐色となるので、生死の判定は容易であった。

ii) 茎の含水率

茎の耐凍性の測定と同時に別に両処理枝条について各 2 本を取出し、冬芽を除去した後長さ 9 cm に切断し 100°C の恒温器中で乾燥して含水率を求めた。含水率は生材料に対する比率をもって表わした。

iii) 凍結曲線

茎の耐凍性測定と略同時期に両処理枝条の各 2 本について -10°C の低温室内で凍結曲線の測定を行なった。

以上の方法によって実験した結果は次のようになった。

i) 耐凍性

枝条の高温処理中に若し冬芽の成長が進行することがあれば両処理の間に耐凍性の差

が現われたとしてもその原因が温度のみに因るか、或いは高温による成長の進行、即ち発育の Stage によるものか判らなくなるので、処理期間中冬芽の成長経過について観察を行った。両処理枝条の冬芽は 14 日間は全く外部形態上の変化はみられなかったが、21 日後には無処理の枝の冬芽は全く変化なく、高温処理の枝は冬芽が膨大し、開舒直前の形態となった。そして 31 日後には無処理枝条は未だ形態的变化がみられず、高温処理枝条の冬芽は完全に開葉した。

高温処理前、高温処理の 7 日、14 日、21 日、31 日後に両処理枝条の中から各温度毎に 5 本ずつとりだして、耐凍性を調べた結果は次の様になった。

処理前 (0 日)

無処理枝条 -15°C 以上では全枝条は被害なく開舒したが、 -20°C では 4 本開舒し 1 本は茎も冬芽も枯死した。 -25°C では全枝条が冬芽は枯死し、茎も皮層が黒色となり材も褐色となって枯死した。

7 日 処理

無処理枝条 前回と同様 -15°C 以上では、全く被害なく、 -20°C では 2 本が芽及び茎が枯死し、 -25°C では全枝条が枯死した。

高温処理 -15°C 以上では全枝条が健全で開舒し、 -20°C 以下では全枝条が枯死した。

14 日 処理

無処理枝条 -15°C 以上では全部健全で開舒し、 -20°C では 4 本が健全で 1 本が冬芽及び茎共に枯死した。 -25°C では全枝条が枯死した。

高温処理枝条 -10°C では全枝条が健全で、開舒し、 -15°C 以下では全枝条が冬芽茎共に枯死した。

21 日 処理

無処理枝条 この場合のみ供試枝条 5 本中 2 本を早期に取出し調査したため被害の判定が処理不確実となり、各温度共に最後の被害判定数を 3 本とした。高温処理の場合も同様である。 -15°C 以上では全枝条が開舒し健全であり、 -20°C 以下では全枝条が冬芽、茎共に枯死した。

高温処理枝条

-5°C では供試枝条 3 本中 1 本は冬芽が開舒し、茎も健全であったが、2 本は冬芽は枯死し茎は健全であった。 -10°C 以下では冬芽茎共に枯死した。

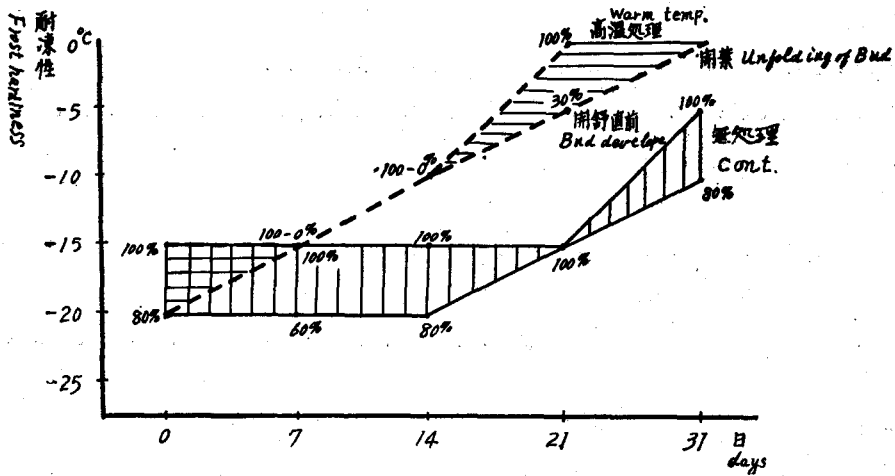
31 日 処理

無処理枝条 -5°C では全枝条が健全に開舒した。 -10°C では 4 本の冬芽が開舒し、茎も健全であった。但し 4 本の中に冬芽 1 個が枯死したものがあつた。1 本は冬芽は全部

枯死し、材も枯死した。-15°C では全枝条が冬芽、茎共に枯死した。

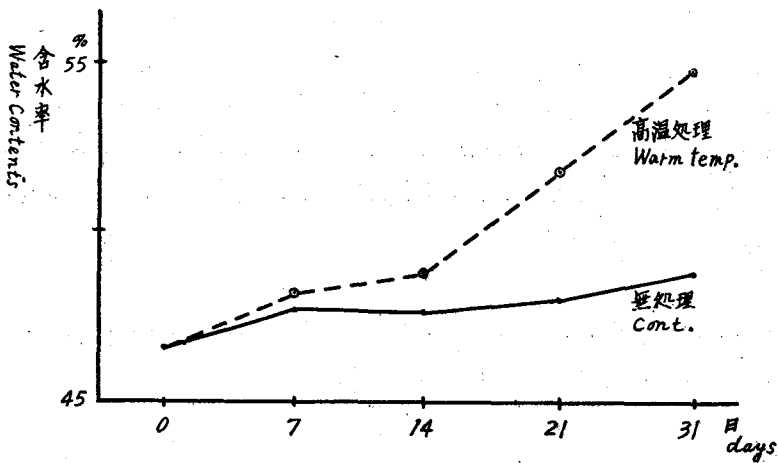
高温処理枝条 -5°C 以下の温度では全枝条が芽、茎共に枯死した。

以上の結果を図示すると Fig. 1 となる。即ち、全く被害なしに耐え得る温度の経過をみると7日後では差がなく、14日後では5°C、21日後では15°C 高温処理の方が高くなっている。また何%でも耐え得る温度の限界をみると7日後で5°C、14日後で10°C、21日後で15°C 高温処理の方が高くなっている。即ち高温処理7日後ですでに dehardening されており、期間が長くなるに従ってその差が大きくなっている。



第1図 耐凍性と高温の関係

Fig. 1. Effects of warm temperature on frost hardness



第2図 含水率と高温の関係

Fig. 2. Effects of warm temperature on water contents

ii) 枝条の含水率の変化

冬芽を除いた茎の含水率の変化についてみると無処理枝条ではその耐凍性と同様に僅かに増加しているが高温処理枝条では14日以降急に上昇を示している。

次に全く害の現われない温度限界即ち Fig. 1 における 100% 生存し得る最低温度限界と Fig. 2 における含水率との関係を見ると無処理枝条の場合では最低温度限界 -15°C は0—21日間であるが、その間の含水率は46.5~47.9%であり、高温処理の場合でも温度限界 -15°C は0—7日間で含水率46.5~48.2%である。しかしながら最低温度限界が -10°C ~ -5°C となった時の含水率は無処理枝条では48.7%となり、高温処理枝条もまた48.7%となっている。また -5°C にも耐えられなくなった即ち温度限界が 0°C を示す時は高温処理枝条にのみ現われたが、この場合の含水率は51.8%以上であり、且つ外部形態の上では冬芽が膨大して開舒の兆候を示している。即ち以上のことから耐凍性は高温 20°C 処理によって急に低下していくことは明らかであるが、その耐凍性の低下に伴って含水率は増大していくことも明らかである。

植物の耐凍性と環境要素としての温度とは密接な関係のあることは多くの報告によって既に認められており、その影響の程度も植物の種類によって異なるようである。一般に温帯の植物ではある温度範囲内では hardening も dehardening も起らず、その範囲以下の温度の下では hardening が起り、またその範囲以上の温度の下では dehardening が起ると考えられる。

dehardening については GÖPPERT (1930) は高温に2週間以上処理することが必要であると云い、PISEK (1950) は数時間の処理で起ると云っている。また EDGERTON (1954) BRIERLEY and LANDON (1952, 1954) 等が樹木の dehardening と温度の関係について研究しているが BRIERLEY (1954) は raspberry が $38\sim 40^{\circ}\text{F}$ 5日間処理で著しく dehardening されることを報告している。しかしながら LEVITT (1956) は耐凍性に及ぼす環境要素の中で温度との関係については、それが他の環境要素との相互作用によって影響すると云っている。LARCHER (1954) は地中海地方の常緑樹について研究し、これらを resistance stable と resistance labile に分類し、前者はその耐凍性は光週性によって影響をうけ後者は温度によって影響をうけるが以上の2群に属さないもの、即ちソテツなど夏冬によって耐凍性の変化しないものを第3群としている。酒井氏 (1956) によればポプラの材は冬季間 0°C 以上の温度で5日後に dehardening が起りその冬芽は 0°C では dehardening が起らず $+5\sim +10^{\circ}\text{C}$ では10日後に、 $+15^{\circ}\text{C}$ では5日後に dehardening が起ることを報告された。hardening については多くの報告があるが、LEVITT (1956) は一般的にはそれぞれの植物の凍結温度より数度高い温度に1~2週間あてることが hardening の方法の一般であり、hardening の起らない限界の温度は略 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ であると云う。

この実験ではウダイカンバは +20°C で7日後に枝の一部に dehardening 現象が現われ、14日後にはそれが著しくなっている。このことは上述の酒井氏その他の研究に矛盾するものではないが、この実験では、枝条を水挿した条件で行なっているので、環境即ち高温処理が直接ウダイカンバを dehardening したものが高温によって枝の含水率が増加しそれによって含水率の増加が dehardening を促したものは不明瞭である。一般に冬季間本道の林野土壌はある期間凍結しているので自然環境下でこの現象が常に起ると断定し得ないであろう。

iii) 凍結経過

高温処理によって耐凍性が低下する経過の中で、凍結様式が細胞外凍結から細胞内凍結が起りやすい状態に変化していくことが推定されるので、サーミスターを1年生枝に挿入して -10°C で凍結様式を調査し、それら過冷却点、0°C から過冷却点に達するまでの時間及び氷点を求めた。

第1表 過冷却点, 氷点, 高温の関係

Table 1. Relation between undercooling point, time from 0°C to undercooling point, rebound point and warm temp.

日数 Days	無 処 理 Cont.			高 温 処 理 Warm temp.		
	過冷却点 Undercooling point (°C)	時 間 Time (min.) (sec.)	氷 Rebound point (°C)	過冷却点 Undercooling point (°C)	時 間 Time (min.) (sec.)	氷 Rebound point (°C)
0	- 4.9	18.15	- 2.5			
	- 5.7	29.00	- 2.1			
7	- 5.8	11.15	- 2.5	- 6.6	12.00	- 2.9
	- 6.8	13.00	- 3.0	- 6.3	11.00	- 2.3
14	- 5.8	28.45	- 1.9	- 6.6	30.00	- 2.0
	- 5.9	28.30	- 2.6	- 6.3	30.00	- 2.2
21	- 6.2	14.30	- 2.6	- 5.8	13.10	- 1.7
	- 6.4	15.30	- 3.7	- 6.2	12.40	- 2.5
31	- 5.8	26.15	- 3.3	- 5.8	26.00	- 1.9
	- 4.1	13.00	- 2.0	- 6.2	26.30	- 2.2

上の表についてみると過冷却点, 氷点, 時間共に高温処理によって明らかな変化がみられなかった。これは dehardening の場合にこれらの要素, 即ち凍結様式の変化がみられないことを示しているものと思う。

II. 高温及び水挿処理と耐凍性の関係

先の実験において高温 (20°C) 処理が約7日間でウダイカンバの枝の dehardening を起させることが判ったが、その場合高温処理が直接枝の dehardening を促すのか、あるいは水挿によって枝の含水率を増加し、その結果として dehardening が起ったものか明らかにすることができなかった。この点を明らかにするために昭和36年3月6日に当時構内

に植栽された4年生ウダイカンバ稚樹の枝を採取し、次の処理を行なった。

- A +0°C 水 挿
- B +0°C 乾 燥
- C +20°C 水 挿
- D +20°C 乾 燥

温度処理は恒温器を使用し、水挿は枝条を一定数長さ約20 cmとして、ガラス瓶に挿して恒温器中に放置した。又乾燥処理は枝条を水を湿した脱脂綿と共に、ポリエチレンの袋に入れて恒温器中に放置した。この様に処理した枝について10日後の含水率、耐凍性の変化及び皮層柔細胞の滲透圧の変化について調査した。

以上のようにして調査した結果を表にあらわすと次のようになった。

第2表 高温及び水挿と含水率、滲透圧の関係

Table 2. Relations between water contents, Osmotic pressure and warm temperature, water culture.

項 目 Items	日 数 Days	0°C 乾 燥 0°C dry	0°C 水 挿 0°C water culture	20°C 乾 燥 20°C dry	20°C 水 挿 20°C water culture
Osm. press. 滲 透 圧	0	1.2 mol	1.2 mol	1.2 mol	1.2 mol
	6		0.8		
	23	0.9	0.7	枯 死	0.3
Water contents 含 水 率	10	31.1%	52.7%	21.7%	56.1%

ただし滲透圧は NaCl:CaCl₂=9:1 の溶液で、皮層柔細胞の約50%以下が plasmolysis をした場合の最高濃度であらわした。又含水率は前回の実験と同様生重量に対する含水量の百分率で示した。

第3表 高温及び水挿と耐凍性の関係

Table 3. Relation between frost hardiness and warm temperature, water culture.

温 度 Temp.	0°C 乾 燥 0°C dry (%)	0°C 水 挿 0°C water culture (%)	20°C 乾 燥 20°C dry	20°C 水 挿 20°C water culture (%)
Cont.	100	100	death	100
-5°C	100	100	"	100
-10°C	100	100	"	100
-15°C	100	100	"	0
-20°C	100	100	"	0

ただし耐凍性は10日後に各恒温器から枝を取出し、それぞれの低温に5本ずつ24時間処理して室内で水挿し茎及び冬芽の生存している枝の本数を5本に対する百分率であら

わした。芽及び茎の耐凍性の差も認められなかった。

この場合も高温処理中に冬芽の発育について観察した。0°C 処理では乾燥、水挿共 23 日間芽の外部形態的变化はみられなかったが、20°C 水挿処理では、6 日後は全く変化なく、10 日後に芽が膨大し開舒の兆候をあらわし、23 日後には完全に開葉した。又 20°C 乾燥処理では、芽の変化がみられなかったが枝条の先端部約 10 cm が全部枯死していることが後日判明した。

含水率の変化についてみると、高温処理前の含水率は調査しなかったので判らないが 4 月 3 日に 48% であったところから 46~48% の間にあったものと考えられる。10 日間処理の結果では処理方法によって著しく異なることが判る。0°C 処理でも水挿によって含水率が著しく多くなったが、これは乾燥処理は水分が減少し、水挿処理は水分が増加したと考えられる。20°C 処理の場合も同様のことがいえるが、20°C 乾燥処理では耐凍性調査の結果枯死していることが判明した。又水挿でも高温処理の方が含水率は高くなった。

なおこのことを確かめるためにその後 4 月 1 日に実験 I に使用した場合と同じ林木から枝条を採取して実験 II と同じ方法で 5 日後の含水率の変化について調査した処、処理前 48% のものが 0°C 乾燥処理は 43%、0°C 水挿処理は 49%、20°C 乾燥処理は 39%、20°C 水挿処理は 49% となったので上述の関係は确实であると思う。

耐凍性についてみると、0°C 処理では乾燥、水挿共に -20°C に 100% 耐え得るので、その差は判明せず、20°C 処理では乾燥が枯死したのでこれも乾燥と水挿による耐凍性の差を見出すことができなかった。しかし 0°C 水挿と 20°C 水挿の耐凍性の間には著しく差のあることは先の実験結果と一致する。

次に滲透圧の変化についてみると 0°C 処理では乾燥より水挿の方が滲透圧の低下が大きいが水挿の場合の高温による滲透圧の低下の方がはるかに大きいことが判る。

なお 4 月 1 日に実験 I と同一林木から採取した枝について上と同じ処理を行なって 5 日後の滲透圧の変化について調査した処理前、1.1 mol のものが 0°C 水挿で 0.8 mol となり、20°C 乾燥、20°C 水挿共に 0.6 mol となった。

この結果からこのような短期間の処理の場合には滲透圧の低下に対して水挿より高温の方が影響が大きいことが推定される。

植物の耐凍性と滲透圧の関係について多く実験が行なわれてきた。そしてその多くは耐凍性の増減に伴って滲透圧も増減することを認めているが、この関係がないとする報告もある。LEVITT (1956) はこれについて滲透濃度の増大のみによって耐凍性の増大を説明することはできないと結論づけている。実際に滲透圧が高い植物が滲透圧の低い植物より冬季の耐凍性の弱い場合が知られている。しかし酒井氏はクワについて耐凍性の増減に伴って滲透圧の増減することを実験しており、PISEK (1952) は *Pinus cembra* について、

LEVITT (1936) は *Liriodendron*, *Catalpa* 等についてこの関係を認めている。

このウダイカンバの実験において耐凍性の増大に関して高温と水分のどちらが直接の原因であるかは、今後の研究によって明らかにする必要があるが、高温水挿によって dehardening されることは明らかであって、それに伴って滲透圧も亦低下することは明らかである。

また滲透圧の低下に対しては高温の影響が著しいと考えられる。

III. 高温と皮層細胞の滲透濃度の関係

先の実験によって枝条を 20°C の高温に処理することによって dehardening すると共に皮層細胞の滲透濃度が低下することが判ったので、実験 II と同じ樹木の枝条を用いて +5°C, +10°C, +15°C, +20°C の 4 種の温度が滲透濃度に及ぼす影響について実験した。

枝条は長さ約 20 cm として、ガラス瓶に水挿してそれぞれの温度の恒温器の中におき一定期間後に各温度毎に 1 本の枝条を取出し、滲透圧の測定を行なった。滲透圧の測定には先の実験と同じ NaCl:CaCl₂=9:1 の溶液を用いた。溶液の濃度は 0.1 mol 段階とし、柔細胞数の 50% 以上が plasmolysis した場合の最低濃度を plasmolysis したとみなし、50% 以下の柔細胞が plasmolysis した場合又は全く plasmolysis しない場合の最高濃度を滲透濃度とした。1 本の枝について切片 5 枚を観察し、モードとなった滲透濃度値をもって 1 本の枝の滲透濃度とした。又滲透濃度を表であらわす場合は、mol 数で示すことにした。

第 4 表 高温と皮層細胞の滲透濃度の関係

Table 4. Relations between warm temperature treatment and Osmotic pressure of cortical parenchyma.

日 数 Dags	無処理 Cont.		+5°C		+10°C		+15°C		+20°C	
	O.P. (mol)	Diff. (mol)	O.P. (mol)	Diff. (mol)	O.P. (mol)	Diff. (mol)	O.P. (mol)	Diff. (mol)	O.P. (mol)	Diff. (mol)
0	1.3		1.3		1.3		1.3			
21	1.3	0.0	1.3	0.0	1.3	0.0	1.0	0.3		
0	1.3		1.3		1.3		1.3		1.3	
7	1.3	0.0	1.2	0.1	1.1	0.2	1.0	0.3	0.6	0.7
0	1.3		1.3		1.3		1.3		1.3	
7	1.2	0.1	1.2	0.1	1.2	0.1	—		—	
14	1.2	0.1	1.2	0.1	1.2	0.1	0.8	0.5	0.7	0.6
0	1.2						1.2		1.2	
7	1.2	0.0					0.7	0.5	0.6	0.6

註: O.P.=Cell sap concentration 滲透濃度

Diff.=Difference 減少量

測定は36年12月20日から37年2月14日までの間に7日後、14日後、21日後など併わせて5回行なった。測定結果は次のとおりである。

この実験には無処理とし野外の自然状態の枝も観察した。

上の表によれば7日後、14日後、21日後の減少量も含めて濃度の減少量は、+5°C処理の場合には0.0~0.1 mol、+10°Cの場合には0.0~0.2で減少量が共に極めて少ないが+15°Cの場合には0.3~0.5 molでかなり多くなり、+20°C処理の場合には0.6~0.7 molで著しく多くなっている。これを総合すると+5°C及び+10°C処理の場合は滲透濃度の低下は極めて少ないが+15°C及び+20°C処理の場合にはその減少量が著しく多くなることが判る。即ち滲透濃度に対する高温の影響は1~2月の冬期間では+5°C、及び+10°Cは少なく、+15°C及び+20°Cは著しく大きいと考えられる。

又これらの影響は高温処理7日後にあらわれるが処理温度が高いほど早くあらわれる傾向がみられる。

なおこの実験において、特に7日間処理後に滲透濃度を測定した場合に+10°C以下で処理した枝は測定が容易であったが、+15°C及び+20°Cで処理した枝は原形質膜が細胞膜から離れにくく測定が困難であった。このことは高温が滲透濃度を低下させるのみならず、原形質の生理的性質にも悪影響があったものと思われる。

IV. 摘 要

1) ウダイカンバの切枝を用いて、冬期間の耐凍性及び枝の皮層細胞の滲透濃度に及ぼす高温の影響について実験した。

2) ガラス室の中で20°C恒温器を用い、水挿したウダイカンバの切枝について、無処理及び20°C高温処理が耐凍性及び茎の含水率の変化に及ぼす影響を調べた結果は、Fig. 1 Fig. 2のとおりである。即ち耐凍性は20°C処理で、7日後に影響があらわれ、14日後には著しくdehardeningした。そして21日後には多くの枝は-5°Cに耐えられなくなったが、この時は冬芽は外部形態的に発育していた。31日後には全枝条は-5°Cに耐えられなくなったがこの時は冬芽は開葉していた。

3) 高温(20°C)処理によって耐凍性が低下するに伴って、茎の含水率は増大し、皮層細胞液の滲透濃度は低下する。

4) 高温処理によって過冷却点、氷点、凍結の早さは変化しない。

5) 高温処理によってdehardeningが起るのは高温が直接影響するのか、あるいは高温によって、茎の含水率が高まりその結果として、dehardeningが起ったかは明らかにすることができなかった。

6) 高温(20°C)処理によって茎の皮層細胞液の滲透濃度が低下するが、この原因として水挿操作より高温の影響の方が大きい傾向がみられた。

7) 茎の皮層細胞液の滲透濃度の変化に及ぼす高温 (+5°C, +10°C, +15°C, +20°C) の影響について試験したところ, 1~2月の冬期間では, +5°C及び+10°Cは少なく, +15°C及び+20°Cは著しく大きいと考えられる。又この影響は7日後にあらわれた。

参 考 文 献

- 1) DIMPFLMEIER von R. (1957): Winterfrostschäden Sonderdruck aus Forstw. Cbl. 76 Jg. 5/6, 1955/56 im Forstlichen Exotenversuchsgelände Grafrath.
- 2) JAHNEL, H. (1959): Über Frostresistenz bei Waldbäumen. Sonderdruck aus Archiv für Forstwesen 8 Bd. Heft 8, 1959.
- 3) LARCHER von WALTER (1954): Die Kalteristenz Mediterraner immer grüner und ihre Beeinflussbarkeit. Planta Bd. 44.
- 4) LEVITT, G. (1956): The hardiness of plants.
- 5) LEVITT, G. (1958): Frost, Drought and Heat Resistance.
- 6) 酒井 昭 (1958): 桑の耐凍性及び皮層細胞の生理的狀態の季節的变化. 低温科学生物篇 第13輯.
- 7) 酒井 昭 (1956): 植物における耐凍性増大と外圍温度. 低温科学生物篇 第14輯.
- 8) 酒井 昭 (1956): 耐凍性の持続及びそれに及ぼす温度の影響 (1). 低温科学生物篇 第14輯.
- 9) 杉山貞儀 (1944): 蔬菜の凍害について. 農業及び園芸 19卷2号.
- 10) 吉井義次 (1936): 植物の凍死と耐寒性の問題. 農業及び園芸 No. 1.
- 11) BRIERLEY, W. G. and R. H. LANDON (1954): Effects of dehardening and rehardening treatments upon cold resistance and injury of Latham raspberry canes. Proceeding of the American Society for Horticultural Science Vol. 63, 173-178.

Résumé

The studies were made on the effects of warm temperature treatment to dehardening of birch twigs (*Betula Maximowicziana* REGEL) in winter. The results are as follows;

1) Experiments were made on the progress of dehardening and decrease of water contents in birch twigs that were water cultured and kept in green house and in thermostat (20°C constant). Dehardening effects of warm temperature (20°C) began after 7 days and became severely after 14 days.

After 21 days, most of the twigs and buds were not tolerable to -5°C, but at that time the buds already developed. After 31 days all the twigs and buds became intolerable to -5°C and at that time the buds already unfolded.

2) According to dehardening progress of the twigs by warm temperature treatment, water contents of the twigs increased and osmotic pressure of cortical layers decreased, but undercooling point, rebound point, and speed of freezing were not altered.

3) It was not distinct that the dehardening of the twigs owed to warm temperature directly or to increase of water contents resulted after warm temperature treatment.

4) On the relation between the decrease of osmotic pressures and the warm temperature (+5°C, +10°C, +15°C, +20°C) in January and February, effects of 5°C, and 10°C were slight but that of 15°C and 20°C were very severe.