

台湾産クスの耐寒性について*

助手 渡 辺 章

Akira WATANABE:

On the Cold Resistance *Cinnamomum Camphora* SIEB. and
C. Camphora var. *nominale* HAY. from Formosa.

まえがき

台湾産クスのホンクス (*Cinnamomum Camphora* SIEB.) およびラウクス (*C. Camphora* var. *nominale* HAY.) の中にはリナロールを主成分としてもつ一群のものがある¹⁾。これらはリナロール油給源として注目されているものであるが、樹芸研究所での育苗の経験によると、ラウクスは一般にホンクスにくらべて耐寒性が弱く越冬は野外では困難なようである。国生²⁾もまた鹿児島でこれら台湾クスの発育経過をしらべて、ホンクスは気温 16°C を境とし成長を停止し、日本産クスと同様の発育経過をたどるが、ラウクスは気温 16°C を下つてもなお成長を続け、寒害にかかりやすいことを指摘している。ここではこれら台湾産クスの冬期間における滲透価、含水量、および炭水化物含量の変化を日本産クスのそれと比較してしらべた。

おみちびきいただいた中村賢太郎教授、佐藤大七郎助教授、および実験に協力してくださった樹芸研究所の職員に、またとりまとめにあたり御指導を賜つた大政正隆教授に厚く御礼を申上げる。

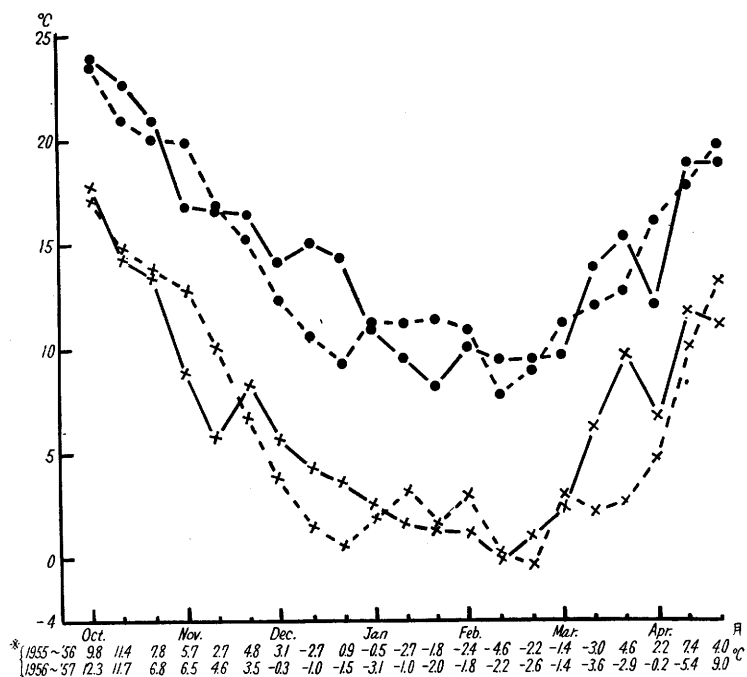
材料および測定の方法

材料は台湾産クス類および日本産クスとも苗畑で育成中の1年生苗の葉を用いた。苗が小さいので5本を1組にし、それぞれ6組をもちい、天候、時間、採集位置等をできるだけ同一になるように注意して、よく晴れた日の午後1~3時の間で苗の中程から上部についている秋の初に展開した葉を試料としてとつた。試料はそのつど無作意に選ばれた苗からとられ、1本からは1回しかとらなかつた。滲透価の測定はWALTER³⁾の方法に従つた。すなわちガラス管につめ実験室にもちかへつた試料は30分間煮沸処理をおこなつたのち、冷蔵庫に貯えておいて、そのつど必要におうじ搾液をとり、氷点降下法で求めた。また含水量は常法で、炭水化物含量は乾燥した葉を

* 樹芸研究所業績 第20号

使つてベルトラン法でそれぞれ求めた。澱粉は HCl で加水分解して単糖として求めた値に0.9を乗じて澱粉量とした。

滲透価の測定は 1955~'56と1956~'57年の冬期2回くりかえしおこなつたが、炭水化物の分析は第2回目の年にはおこなわなかつた。なおこの間における最高気温と最低気温の旬別平均値の変化と最低の極を示すと第1図のようになる。



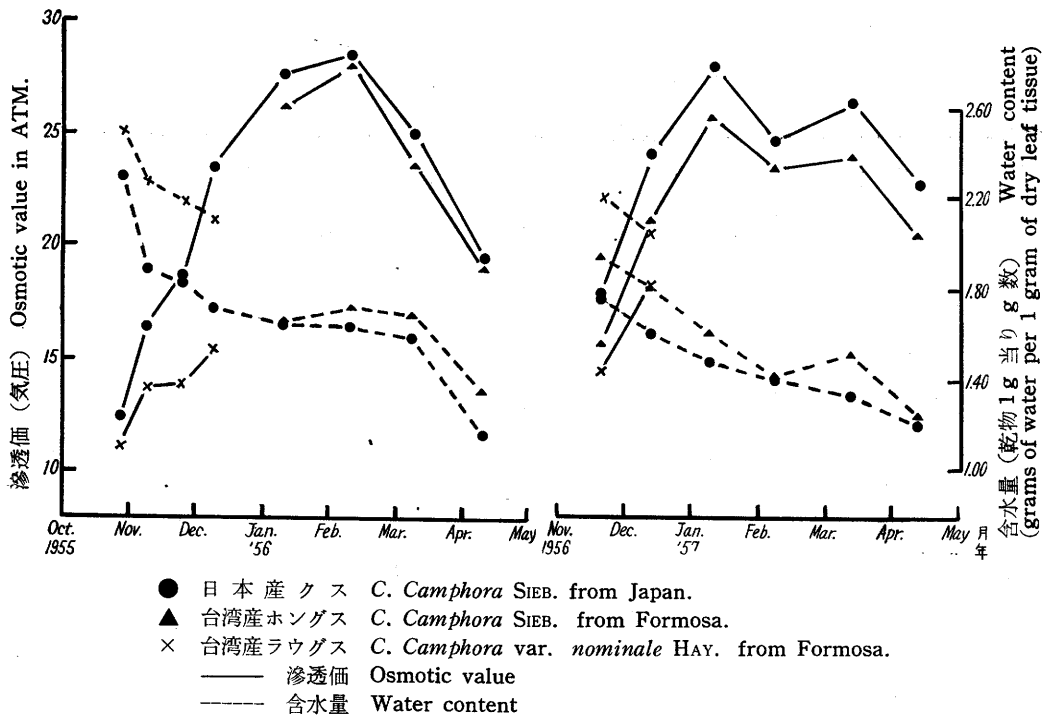
第1図 旬別平均最高気温、最低気温と低極*

Fig. 1. Mean values of maximum and minimum atmospheric temperatures for each decade of a month, and the lowest atmospheric temperature* during the decade.

Solid or dotted line shows the determinations in 1955~1956 or 1956~1957, respectively.

結果 および 考察

植物細胞液の滲透価の季節的变化についてはこれまで多くの研究がある。滲透価は一般に夏期に低く冬期に上昇することはすでに古くから認められている。また搾液中の滲透的に作用する物質は炭水化物（とくに糖類）、その他無機または有機の酸または塩類が考えられているが²⁻⁷⁾、とくに常緑広葉樹の冬期における滲透価の上昇は糖類が重要な役割を演じていることが一般に認められている⁸⁾。ここでは実験の都合で搾液については分析出来なかつたが、それとは別な意味で植物細胞の滲透価調節作用にも関係が深く、耐寒性にも大いに関係があると考えられる葉の乾物についての炭水化物含量を求めてみた。滲透価、含水量および炭水化物の測定結果は第2図およ



第2図 滲透価および含水量の季節的变化

Fig. 2. Seasonal changes in osmotic value and water content of leaves.

び第1表に示す。

これらの結果は一般的にいつてこれまで常緑広葉樹でしらべられた結果とよく一致している。すなわち、滲透価の冬期における変化曲線は寒気に向うにつれて上昇し、1~2月にその極があつて早春ふたたび曲線は降下する。それと相平行して還元糖、非還元糖の可溶性糖の増減がみられるが他方水分と澱粉はこれとは全く逆に変化する。

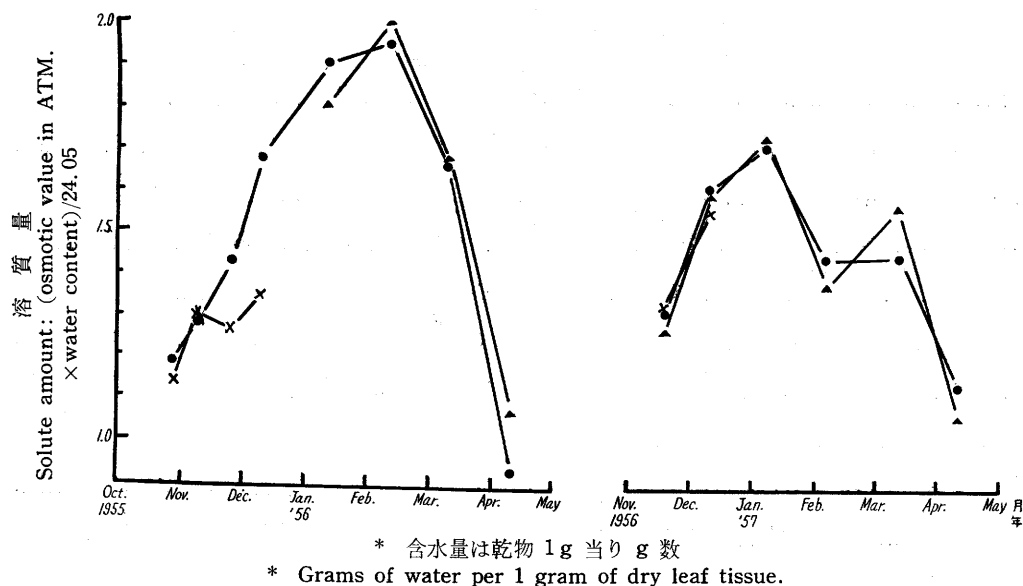
そこで台湾産クスと日本産クスの滲透価、含水量および炭水化物含量の変化をくらべてみると、まずラウクスの滲透価は日本産クスおよび台湾産クスのホンクスにくらべ明かに低い値を示し、上昇曲線もゆるやかにみえる。そしてラウクスは最初の年は12月18日の -2.7°C の初結氷にあつて霜害をうけ地上部は全く枯死し、次の年は12月6日の -0.3°C の初結氷では上部の極めて若い葉がすこしいためつけられた程度だつたが、それに続く寒波と1月6日の -20°C と8日の -3.1°C の低温で全く枯死してしまつた。この時の滲透価は最初の年はおおよそ16気圧で、次の年は18気圧であつた。一方同じ台湾産クスのなかのホンクスはラウクスにくらべはるかに耐寒性がつよく、滲透価の変化も日本産クスのそれと近似していた。ただし台湾産クスのホンクスの滲透価は2カ年の結果から明らかに日本産クスの滲透価より低いといえる。つぎに炭水化物含量についても上記滲透価について3者の間でみられた関係とほぼ同じことがいえる。しかし含水量についてはまったく逆にラウクスが最も高く、ついでホンクス、日本産クスの順になる。

第1表 炭水化物の季節的変化
(対乾物)

Table 1. Seasonal changes in the amount of carbohydrate.
(Oven-dry weight basis)

採取年月日 Date of sampling		日本産クス <i>C. Camphora</i> from Japan			
		還元糖 Reducing sugar	非還元糖 Non-reducing sugar	可溶性糖 Soluble sugar	澱粉 Starch
1955	10. 27	7.72 %	0 %	7.72 %	16.01 %
	11. 24	10.97	0.85	11.82	13.37
1956	1. 9	15.68	0.31	15.99	12.06
	3. 7	5.84	4.59	10.43	16.42
	4. 9	3.42	1.76	5.18	31.63
採取年月日 Date of sampling		ホンクス <i>C. Camphora</i> from Formosa			
		還元糖 Reducing sugar	非還元糖 Non-reducing sugar	可溶性糖 Soluble sugar	澱粉 Starch
1955	10. 27	— %	— %	— %	— %
	11. 24	—	—	—	—
1956	1. 9	11.62	1.08	12.70	13.16
	3. 7	2.54	5.37	7.91	13.01
	4. 9	3.15	2.03	5.18	24.43
採取年月日 Date of sampling		ラウクス <i>C. Camphora</i> var. <i>nominale</i> from Formosa			
		還元糖 Reducing sugar	非還元糖 Non-reducing sugar	可溶性糖 Soluble sugar	澱粉 Starch
1955	10. 27	5.94 %	0 %	5.94 %	14.86 %
	11. 24	6.31	0.35	6.66	18.30
1956	1. 9	—	—	—	—
	3. 7	—	—	—	—
	4. 9	—	—	—	—

さてここで滲透価の冬期間における変化曲線を求めたのは滲透価が耐寒性の指標としての内的要因の重要な一つであると考えたからにほかならない。すなわち含糖量の増加と含水量の減少とによる滲透濃度の増大は耐寒性の増大を意味すると考えられるからであるが、以上考察してきた3者の間の滲透価、炭水化物の大小、およびそれらの変化は我々が実際に苗畑で観察している3者のあいだの耐寒性の差とムジニンするものではないようだ。ところで古くは WALTER³⁾が論じているように耐乾性を考えるとき問題になるのは最大滲透価であつて、その点筆者がここで得た価は台湾産クスのラウクスについてはほぼ最大滲透価に近いものと考えられるが、他はかならずしもそうとはいえないし、また、それだけでは耐寒性が決定されるものではないようだ。そのような例はしばしばみられる。加藤はトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの滲透価の周年変化曲線でこのことを観察している。WALTER³⁾はそのようなくいちがいを滲透圧抵抗性で説明し、滲透



第3図 溶質量の季節的变化

Fig. 3. Seasonal changes of the solute amount calculated from the osmotic value and water content.* (see the explanation of Fig. 2.)

圧抵抗性が大きければ耐寒性が大きく、このことは最大浸透価より重要であるとのべている。また SCHOPMEYER¹⁰⁾ は浸透価と耐乾性の大小とのくいちがいを説明するために、浸透価が含水量で変動するのをさけて、浸透価と含水量とから一定乾性を考察している。ころみに SCHOPMEYER の方法にしたがつて溶質量を計算してみたが (第3図参照)、この価はいずれも浸透価および糖類の季節的变化と相平行しているが、3者のあいだでは差はほとんど認められない。このような種のちがうもの間の比較にはいろいろ論議のあるところと考えられるが、この方法はこのばあいではまらない。

いずれにしても、これら浸透価、含糖量あるいは溶質濃度等の諸因子の耐寒性とのあいだの相関は、LEVITT⁸⁾ が論じているように、あるばあいはあるとしても、あまり高いものではなく、またいつでも保たれるというものではないらしい。

したがってここで得られた結果からは、台湾産クスのラウグスとホングス、あるいは日本産クスのあいだの耐寒性の差は一応浸透濃度の増大によつて細胞液が凍りにくいことで説明がつくにしても、ホングスと日本産クスのあいだにどれだけの差があるかは実証されていないし、ここでえられた浸透価、炭水化物含量の相対的大きさのちがいからだけではなんともいえない。この問題はさらにもつと寒いところで栽培してしらべるか、実験的にいろいろの低温にあわせてその被害の状態をくらべてみる必要がある。またこの問題は、同一の種内で地理的にはつきりときりはなされていて、ecotype の分析の問題と関連して興味深い。

む す び

苗畑での経験から耐寒性に差があることがはつきりわかっている台湾産クスの中のラウグスとホングスの冬期における滲透価、含水量および炭水化物含量の季節的変化曲線を外界の同一環境条件のもとで日本産クスのそれらと比較して耐寒性について検討を加えた。これら滲透価、含水量および炭水化物含量のウゴキは一般的にいつてこれまで常緑広葉樹でしらべられた結果と同じだといえる。そして3者のあいだでは滲透価、および還元糖、非還元糖の可溶性糖は常に日本産クスで最も多く、ついで台湾産クスの中のホングスであつた。ラウグスは -3°C 以下の低温では野外で生きのこることはできなかつた。一方含水量は逆にラウグスが最も多く、ホングスがこれにつき、日本産クスが最も少なかつた。

以上の結果からいえることは、ラウグスとホングス、あるいは、日本産クスとのあいだの耐寒性の差は、含糖量の増加と含水量の減少によつて示される滲透濃度の増大、いかえれば、細胞液の凍りにくさによつて一応説明がつくにしても、ホングスと日本産クスのあいだの耐寒性を論ずるにはさらに別な面から、もつと低温にあわせて追究されねばならないといえる。

文 献

- 1) 藤田安二: クスノキ及びその近似種の種的, 成分的, 分布的, 進化的諸関係.
植雑, 65: 245~250. (1952)
- 2) 国生哲夫: 台湾産クスの成長量について.
64回日林講, 225~226. (1955)
- 3) WALTER, H.: Die Hydratur der Pflanzen. Jena. (1931)
- 4) STEINER, M.: Zum Chemismus der osmotischen Jahresschwankungen einiger immergrüner Holzgewächse.
Jahrb. f. wiss. Bot. 78: 564~622. (1931)
- 5) 木下三郎: 常緑潤葉樹に於ける滲透圧に就て.
植物及動物, 3: 2082~2088. (1935)
- 6) 神保忠男: 植物細胞滲透価の季節的変化.
生態学研究, 2: 231~234. (1936)
- 7) 佐藤弥太郎・岡崎文彬・柴田信男: スギの細胞液滲透濃度に関する研究.
第2報, 日林誌, 24: 337~343. (1942)
- 8) LEVITT, J.: Frost, drought, and heat resistance.
Ann. Rev. Plant Physiol. 2: 245~268. (1951)
- 9) 加藤亮助: トドマツ, エゾマツ極盛地帯に於ける滲透価による森林植生の生活標示.
第2報, 日林誌, 33: 215~218. (1951)
- 10) SCHOPMEYER, C.S.: Transpiration and physicochemical properties of leaves as related to drought resistance in loblolly pine and short leaf pine. Plant Physiol. 14: 447~462. (1939)

Résumé

From the experience in nursery practices of seedlings of *C. Camphora* SIEB. and *C. Camphora* var. *nominale* HAY. from Formosa, it has been evident that the latter is less resistant to freezing injury than the former, and the cold resistance of the former is similar to that of *C. Camphora* SIEB. in Japan.

The seasonal changes of osmotic value, water content, and amount of carbohydrate in these plants during dormant season from later autumn to early spring were studied with the leaves of one-year old seedlings.

Generally speaking, the osmotic value and the amount of soluble sugar of the evergreen broad leaved trees increase towards winter, but the water content and amount of starch adversely decrease.

Such informations about the water relations and amount of carbohydrate were affirmed similarly in this study. However, the osmotic value and the amount of soluble sugar were always the highest in came to the next. Those of *C. Camphora* var. *nominale* HAY. were extremely lower than the other two, though this plant was killed in early winter when air temperature was reduced to -3°C and diterminations were not made thereafter. On the other hand, water content was the highest in *C. Camphora* var. *nominale* HAY., and next higher in *C. Camphora* SIEB. from Formosa.

From the above mentioned results, it may be said that the specific difference in empirical relative cold resistance between *C. Camphora* var. *nominale* HAY. and *C. Camphora* SIEB. from Formosa as well as *C. Camphora* SIEB. from Japan could be attributed to the increase of osmotic concentration of cell-saps, but the difference between the last two must be ascertained in future under lower temperature conditions of freezing chamber or field. The relations between *C. Camphora* SIEB. from Japan and from Formosa is of special interest considering that they are geographically isolated groups of the same species, though it needs further investigations.