

イタヤカエデの樹液流出とメープルシロップ

くろ だ けい こ
黒 田 慶 子

(2003.5.28 受理)

はじめに

冷温帯・亜寒帯地域では、早春に広葉樹樹幹から樹液が流出する現象が見られる。樹液の利用といえばカナダのメープルシロップが有名であるが、ロシアや中国大陸ではシラカンバ樹液を健康飲料として利用しており、近年では北海道でも生産されている^(1,2)。日本のカエデ樹液は糖濃度が1.5%以下で⁽⁶⁾、しよ糖を3%前後含むシュガーメープルよりかなり低い。しかしシロップは作れるらしいという話を聞いて、試してみることにした。

カエデ樹液は、昔からの知恵として、気温が0℃前後で変動する時期に採集できることが知られている。しかし葉が展開しない時期の樹液上昇と流出のメカニズムは、科学的には解明されていない。たとえば、冬季に糖濃度が上昇していた細胞が春先に水を吸うから、あるいは、気温が0℃前後で変動し樹液が凍結融解を繰り返す時期(freeze/thaw cycle)に、樹液が木部繊維内腔に吸い込まれるため⁽³⁾と説明されるが、実際の樹液流出量に見合う現象かどうか明らかではない。樹液の上昇メカニズムは論争の多い課題であり、定説が転覆しかねない部分もある^(4,5)。筆者は罹病木の樹液上昇阻害に関する研究を行っており、樹液流動に関するメカニズムを理解するためにも、北方特有の現象を自分の目で確認してみたくなった。

カエデの樹液流出に関しては日本では福山と半澤が1940年に北海道大学苫小牧演習林で大がかりな実験を行っている⁽⁶⁾。単年度の測定ではあるが、100以上の個体の流出量や個体差について、すでに報告されているので、筆者は気温や樹幹内温度の変動と樹液流出の關係に注目することにした。札幌の早春は2シーズンしか経験できなかったため、研究データとしてはおおよっぱなものであるが、興味深く思った点とイタヤカエデのシロップについて紹介したい。

樹液採集と気温データの記録

森林総合研究所北海道支所構内のイタヤカエデ(写真-1)1本を供試木とした。株立ちで樹齢は不明である。予備実験として、1999年3月17日に樹幹下部に深さ3cm程度の穴をドリル(径7mm)で開けてガラス管を差し込み、シリコンチューブで容器に樹液を回収した(写真-2)。1か所の穴では樹液流出量が非常に少ないと思われたので、同一個体の他の2本の幹にも各1カ所穴を開けた。その後、樹液流出が停止するまで数日ごとに液を回収した。



写真-1 森林総合研究所北海道支所構内のイタヤカエデ供試木

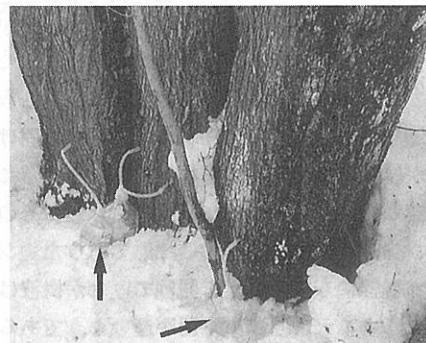
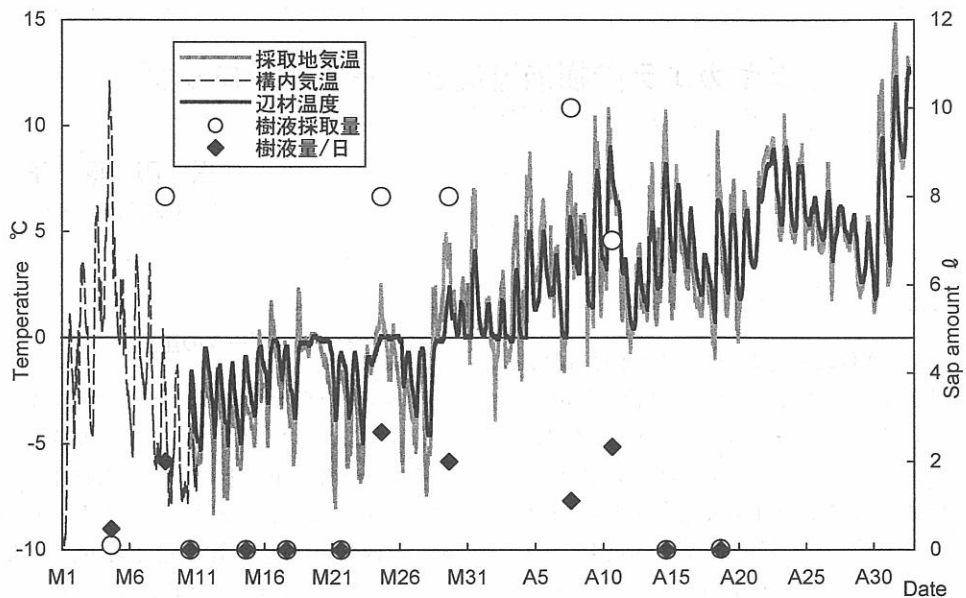


写真-2 穴開け処理と回収容器のセット



図一 2000年3～4月の気温、辺材温度と採取樹液量

翌2000年3月4日には、同一個体の樹幹下部4カ所に穴を開けた。プラスチック管とチューブをつなぎ、ペットボトルに誘導した。樹液流出開始から4～5日ごとに夕方に樹液を回収し、1ℓ単位の概算ではあるが樹液総量を測った。樹液流出が停止するまで回収を続け、回収した樹液は鍋で煮て濃縮した。

2000年3月10日には温度センサーを胸高位の樹皮にとりつけ、採取地の気温を記録した。また、同じ高さで、樹皮下約2cmの深さまで径5mmの穴を開けてセンサーを差し込み、辺材（樹幹木部の外縁で水分通導を行っている部分）の温度を記録した。温度データは1時間間隔でデータロガーに蓄積した。なお、図一1に示す3月1日から10日までの気温データは北海道支所構内で測定された気温データで補完した。構内測定データは、樹幹表面で測定した気温に非常に近い値を示していた。

樹液流出と気温変動との関係

1999年3月17日の午前10時に樹幹に穴を開けた。樹皮が厚いので、ドリルが材まで達していることを確認した後、さらに2cmほど深くした。その時点で、少量の樹液が滴下する状態であった。シラカンパ樹幹にも同日に穴を開けてみたが樹液はまだ出ず、カエデより流出時期が遅いようである。翌朝10時までに穴3か所からの合計で約1ℓの樹

液が回収された。同じ個体でも、株立ちのなかの幹により樹液流出量が異なった。樹液流出は4月中旬ごろに停止した。

2002年は実験の時期を2週間早めたが、3月4日午前10時に樹幹に穴を開けると、すでに少量の樹液流出が見られ、15時までの5時間で100mlが回収された。気温は前日3月3日の午前9時にプラスになり、その後は夜間も零下にならずに推移して4日の最高気温は12℃に上がっていた（図一1）。この時期としてはかなり高温であったと思われる。しかし3月8日は昼間も0℃以下の真冬日で、15時の回収時には容器中の樹液は凍結していた。8日15時までの樹液量は8ℓで（図一1，○）、1日あたりに換算すると約2ℓになる（◆）。福山と半澤⁶⁾は、昼間は7.5～10℃程度の暖かさで、夜は-4℃程度に下がる時期に樹液が出ると記述しているが、この間の気温は-5.9℃から3.9℃の間で変動しており（図一2）、定説どおりの樹液の出方である。

3月9日から21日までは樹液流出は無かった。この期間の気温はわずかな時間を除いて常に0℃以下であった（図一1）。樹幹辺材温度は気温と連動して変化し、この期間は-5.3℃～0.1℃を示した。チューブ内の液だけでなく樹幹の道管内の水分が凍っていたようである。形成層や師部は冬季に細胞内の糖濃度が上がって凍結しないことか

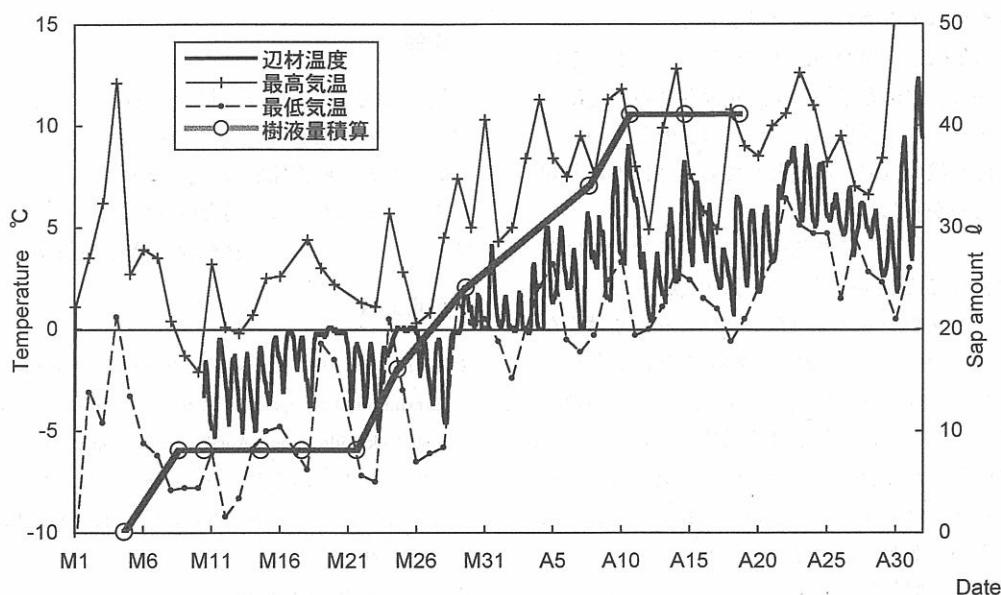


図-2 2000年3～4月の最高最低気温と辺材温度変動の関係

ら、樹幹内の水はすべて凍らないと誤解されることがある。しかし木部樹液は真水に近く、真冬日が続く気候では完全に凍結する。この事実、回収した樹液が0℃以下で凍ること、樹幹に凍裂が発生すること、北海道では2月ごろ、樹幹が凍って手斧が食い込まないくらい硬いことなどから推測できる。

3月22日から4月7日までの期間では、24日と29日に回収された樹液はそれぞれ8ℓ、4月3日は回収できず欠測となり、4月7日にはあふれた容器もあって、10ℓよりやや多かったと推定された。この期間の気温は-7.5～11.3℃で日々の変動が大きい、樹液が出やすいとされる範囲を含んでいる。辺材温度は3月28日までは-4.6℃～0.1℃の範囲で変動し、3月29日に急に上昇してプラス側に転じ、その後は-0.2～5.2℃の範囲で変動した(図-1, 2)。28日まで0℃以上に上がらなかったのは、樹液は氷と水が共存するような状態であったため、その後急速に氷が溶けたのではないかと推測された。29日以降、最低温度がほぼ0℃を示した時期にも、氷と水が共存する部分があったと推測される。

4月10日には7ℓの樹液が回収された。4月8日から10日までは気温はほとんど0℃以下にはならず、辺材温度は常にプラスで凍った形跡はないが(図-2)、樹液流出は約2.3ℓ/日(図-1)

で流出速度は低下していない。しかし4月14日には測定できないほど少量となり、4月18日は20mlであった。これで流出が終了したと判断し、5月2日に測定を終了した。

以上のように、1日に数時間は辺材温度が0℃を示した日には樹液が流出していたことが図-1と図-2から読みとれた。流出期間は、過去の文献にあるように^(1,3,6)「樹液の凍結融解が交互に起こっている時期」に重なっていたが、流出が終了する時期については、やや後にずれるようである。このデータで樹液流出メカニズムについて議論することは難しいが、繊維内腔への樹液蓄積と排出が樹液流出に関わるという説⁽³⁾には、木部繊維の空隙が流出液量に対して小さすぎるのではないかと、懐疑的になる。

メープルシロップ

シロップの生産は、樹液の回収ごとに大鍋で煮詰める方法をとった。北海道ではストーブに載せて濃縮できるが、4月中旬ごろになるとかなり室温があがる。液の粘度が高まって甘みが十分に感じられる程度で濃縮を終了した。2000年の2ヶ月間に採集できた樹液の総量は約40ℓで、最終的には70～80分の1に濃縮した。少量単位で濃縮したので、正確な濃縮率は測定できていない。北米のシュガーメープルでは40倍の濃縮で良いらしい。

イタヤカエデ樹液の糖濃度はシュガーメープルの濃度の半分以下のため、濃縮の作業はかなり手間がかかる。福山と半澤⁶⁾は糖分含有量の測定はしているがシロップ生産については言及していない。糖濃度が低い点で、商品としての生産に不適と判断したのかもしれない。

シロップは透明で無色に近い薄茶色で、しばらく放置すると白い濁りの成分が沈殿した。シュガーメープルからとったシロップより香りは少ないが、きわめて素直な味で風味はよい。市販のメープルシロップにはカラメル（焦がした砂糖）が混じっているため色が濃く風味が強いと聞かすが、真偽は明らかでない。カナダ産でも色の薄いものの方がグレードが高いらしい。なお、白い沈殿部分は舌触りが悪いので十分に沈殿させてからスボイトなどで取り除いたほうがよい。煮沸殺菌して乾燥させたガラスビンに保存すると、冷蔵庫で長期貯蔵できる。

表-1 メープルシロップを作る方法

1. 3月上旬に樹幹下部にドリルで穴（径1cm、深さ2～3cm）を数個開ける
2. 樹液がしみ出てくるようならば、穴と同じ太さのプラスチックの管を差し（すき間から液がもれないように、十分に差し込む）、チューブでペットボトルなどに集める。
3. 数日毎に液を回収する。数リットル出る場合があるのであふれないように注意する。チューブと容器の継ぎ目を閉じておけばゴミは入らないので、回収した樹液を濾過する必要はない。
4. 鍋で煮詰めて、粘りがでる程度まで濃縮する。底面積の広い鍋をストーブに載せて、とりあえず10分の1くらい濃縮しておき、量がまとまったら小鍋で最終濃度まで濃縮するとよい。
5. 夜の気温がプラスになるころに（4月中～下旬）樹液は出なくなるので回収は終了する。
6. シロップは煮沸殺菌したガラスビンに詰めて冷蔵庫で保存する。
7. 白くざらざらしたものが沈殿するので取り除く。

毎年同じ樹幹に穴を開けることについては、腐朽菌の感染などで樹勢を弱めないか、多少の心配がある。個人でシロップ作りを楽しむには、大木を何本か確保する必要があるだろう。また、穴を深く開けすぎないという注意も必要である。樹液は辺材からしか出ないので、深さ3cm程度で十分であろう。表-1にはシロップ作成を目的とした場合の手順をまとめた。北米では現在でも庭の木で自家製シロップを採っており、ご馳走になる機会がある。利用できるカエデがあれば、北海道ならではの早春の楽しみが増えるのではないかとと思う。

謝辞

眞田勝氏（元森林総研北海道支所）には、イタヤカエデの樹液からシロップが作れることを教えていただき、樹液採取の方法についてアドバイスいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。（森林総合研究所関西支所）

引用文献

- 1) Terazawa, M.: Tree sap II. Proceedings of the 2nd International Symposium on Sap Utilization in Bifuka 2000, Hokkaido, Japan, April 21-23, 153pp, 2000
- 2) 黒田慶子：第2回国際樹液サミット美深2000 —北方圏8カ国による最先端シンポジウム—。北方林業, 52, 205-209, 2000
- 3) Johnson RW., Tyree, M.: Effect of stem water content on sap flow from dormant maple and butternut stems: Induction of sap flow in butternut. Plant Physiology, 100, 853-858, 1992
- 4) Tyree, M.: The cohesion-tension theory of sap ascent: Current controversies. J. Exp. Bot. 48, 1753-1765, 1997.
- 5) Holbrook NM., Zwieniecki MA., and Melcher, P.J.: The dynamics of "dead" wood: Hydrogel-mediated changes in xylem hydraulic properties. American Zoologist. 40, 1062, 2000
- 6) 福山伍郎・半澤道郎：槭の樹液に就いて（第一報）。北海道帝国大学農学部演習林研究報告, 11, 105-147, 1940