

樹齡の異なるモモ樹の水分及び炭水化物含量の季節的变化

宮本善秋・福井博一^{1*}・若井万里子^{1*}・成瀬桃江^{1*}・梅丸宗男^{**}・若原浩司^{***}

Seasonal Changes of Moisture and Carbohydrate Contents in Different Tree Age of Peach Trees

Yoshiaki Miyamoto, Hirokazu Fukui¹, Mariko Wakai¹, Momoe Naruse¹, Muneo Umemaru and Kouji Wakahara

¹ Faculty of Applied Biological Science, Gifu University, Yanagido, Gifu 501-1193

Summary

Young peach trees are more vulnerable to freezing injury than old trees. We chose 'Showa Hakuto' peach trees to investigate the freezing injury. First, we divided the trees into three groups: 1) 3 to 4 year old trees (most vulnerable to freezing injury) 2) 15 year old trees (least vulnerable to freezing injury) 3) 5 to 6 year old trees. Second, we took samples from roots, branches and trunks of each tree group and analyzed seasonal changes in moisture level and carbohydrate content, both of which are deeply related to the tree's freezing resistance. Investigation Results: There were no significant differences in moisture level at any tree groups. Starch content reached its peak at roots, branches and trunks at any tree groups from September to October, but young trees had less starch at their roots and trunks in comparison to old trees. Sugar content reached its peak in January at any tree groups, but it stayed low in 3 to 4 year old trees throughout a year. Our conclusion is that young trees are more vulnerable to freezing injury largely because they have little starch accumulation in autumn and their sugar content at main trunks remains low during the winter.

Key Words : peach, tree age, sugar content, freezing resistance.

緒 言

岐阜県飛騨地方の高標高積雪地帯では、近年モモ幼木の主幹部に亀裂や褐変壊死を生じて枯死する樹が多発し大きな問題となっている。このため、著者ら(1999)は発生実態調査を行い、この障害が3~4年生の幼木期に発生が多く、被害部位が主幹の地上80cm以下の南~南西側日射面に集中する傾向があることから、発生原因は凍害であることを報告した。

果樹類ではしばしば凍害の発生が大きな問題となり、中でも地際部に発生する主幹部の凍害は、樹全体の衰弱枯死を招き致命的な被害となる場合が少なくない。このため、果樹の凍害や耐凍性に関する研究は古くから数多くなされてきた(黒田、1988)。耐凍性は樹種や品種によって異なり、同じ品種でも気象・土壌などの環境条件や施肥・剪定などの栽培条件、さらに同一個体でも組織や器官などの部位の違いや樹齡によっても大きく異なる。また、耐凍性は秋から冬にかけて高まり、季節的にも大きく変動している(黒田、1988; 酒井、1982)。この耐

凍性の変化は、樹体内の水分含量や糖およびデンプンなどの炭水化物含量と密接な関係があり、耐凍性の向上に対応して水分含量が減少し、反対に糖含量が高まることから、耐凍性の高い樹では糖含量が多く、耐凍性の低い樹では糖含量が少ないことが認められている(黒田ら、1985)。

そこで、本研究では凍害の被害を受けやすい3~4年生樹の幼木と被害を受けにくい15年生樹の成木、および両者の中間にあたる5~6年生樹を供試し、それぞれの枝・主幹・根の3部位について、耐凍性と関連の深い水分、デンプンおよび糖含量の季節的变化を調査し、幼木の主幹部に凍害が発生しやす要因の解析を試みた。

材料および方法

岐阜県飛騨市古川町にある農業生産法人黒内果樹園(細粒黄色土、標高約600m)に栽植されている主幹形整枝の'昭和桃'の3~4年生樹、5~6年生樹、15年生樹をそれぞれ60樹供試した。1997年8月から1998年7月まで約1か月間隔で、各樹齡の樹から太根、主幹、1年枝(5月~11月は新梢)の3部位を1回当たり5樹から採取した。太根は株元付近の深さ20cm前後の太根(直径1cm以上)を対象とし、主幹は地上約50cmの部位に電

* 岐阜大学応用生物科学学部

** 現在：飛騨市古川町

*** 現在：西濃地域損斐農業改良普及センター

本報告の一部は園芸学会平成11年度秋季大会で発表した。

気ドリルを使用して直径8mm、深さ約2cmの穴を1箇所あけ、その際出た木片を採取した。1年枝は目通りの高さから長さ40~50cm程度のを1本選び、その基部から10~30cmの部位を切り取り採取した。

採取した材料は、生重および80℃で24時間乾燥後の乾物重を測定し含水率を求めた後、振動ミルにより粉碎して全糖およびデンプンの抽出に供試した。糖は80%エタノールにより80~85℃湯浴下で2回抽出した。抽出液からエタノールを蒸留除去後、0.3N水酸化バリウムと5%硫酸亜鉛を加えて攪拌し、ろ過したものを測定液とした。デンプンについては、糖抽出後の残さを煮沸湯煎で攪拌しながら加熱してデンプンを糊化させた後、過塩素酸により抽出を繰り返した。糖およびデンプンの定量は、各抽出液に5%フェノール溶液および濃硫酸を加えた後、分光光度計(HITACHI社製U-2000)で比色定量した。その際、既知濃度溶液についても試料液と同様に処理し、482.6nmの波長で吸光度を測定した。

気温および積雪量は飛騨市古川町の中山間農業技術研究所内にある気象観測露場(標高493m)での観測値を用い、日平均気温はその日の最高気温と最低気温の平均とし、平年値は1961年~1990年の30年間の平均とした。

結 果

1. 水分含量の季節的変動

1年枝の水分含量には、調査した全期間中に樹齢による顕著な差は認められなかった。いずれの樹齢においても8月から冬季にかけて徐々に低下し、落葉後の12月から2月までは最低値を示し一定で推移した後、発芽期の4月にかけてわずかに増加した(Fig 1-A)。

主幹の水分含量には、調査期間中に樹齢による顕著な差は認められなかった。いずれの樹齢においても8月から12月にかけて低下したが、その後は2月中旬まで増加傾向を示した。2月中旬以降は5月まで低下し最低値を示し、再び夏季に向けて増加した(Fig 1-B)。

太根の水分含量は、いずれの樹齢においても主幹部同様に8月から12月にかけて低下し、その後は2月中旬まで再び増加傾向を示した。しかし、2月中旬以降は5~6年生樹と15年生樹では5月まで低下したのに対して、3~4年生樹の幼木では低下することなくやや増加する傾向を示した(Fig 1-C)。

2. デンプン含量の季節的変動

1年枝のデンプン含量には、調査した期間中に樹齢による顕著な差は認められなかった。いずれの樹齢においても収穫後の9月に増加し10月に最高値に達し、それ以降は冬季にかけて徐々に減少した(Fig 2-A)。

主幹のデンプン含量は、8月~11月にかけて15年生樹

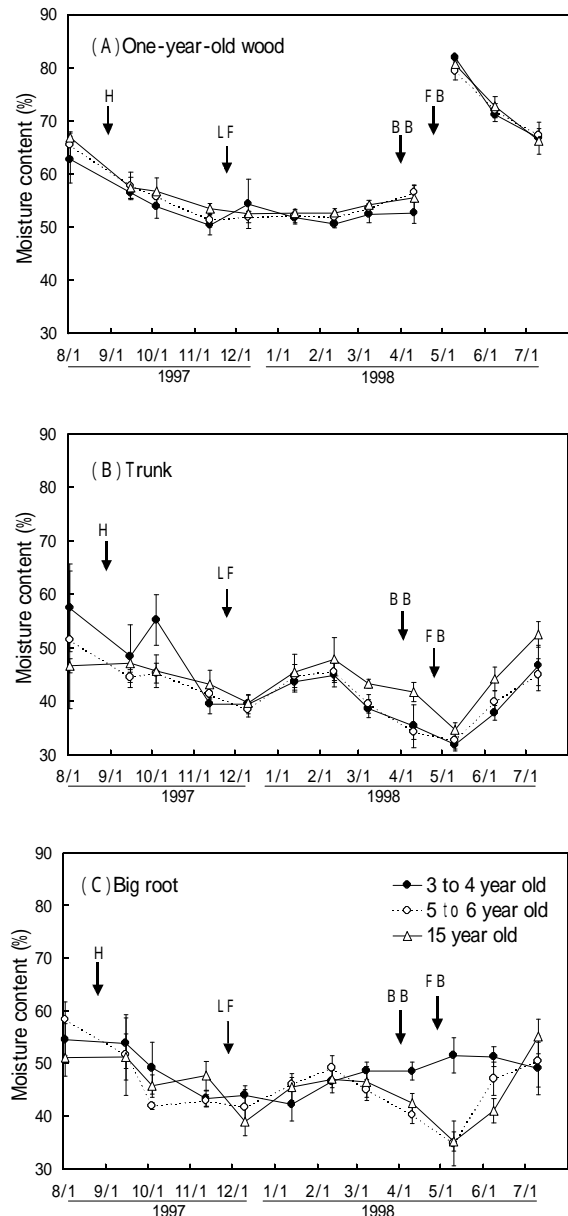


Fig.1 Seasonal changes of moisture content in one-year-old wood(A),trunk(B),and big root(C).

Vertical bars represent \pm SE.

H:harvesting,LF:leaf fall,BB:bud break,FB:full bloom.

の成木に比べて、3~4年生樹の幼木で低く推移した。いずれの樹齢においても10月に最高値を示した後は冬季に向けて減少し、12月以降はほぼ一定で推移した(Fig 2-B)。

太根のデンプン含量は、8月~10月にかけて15年生樹に比べて3~4年生樹で低く推移した。いずれの樹齢においても8月~9月にかけて急増し9月中旬に最高値を示した後、冬季にかけて急速に減少し、2月以降は変化

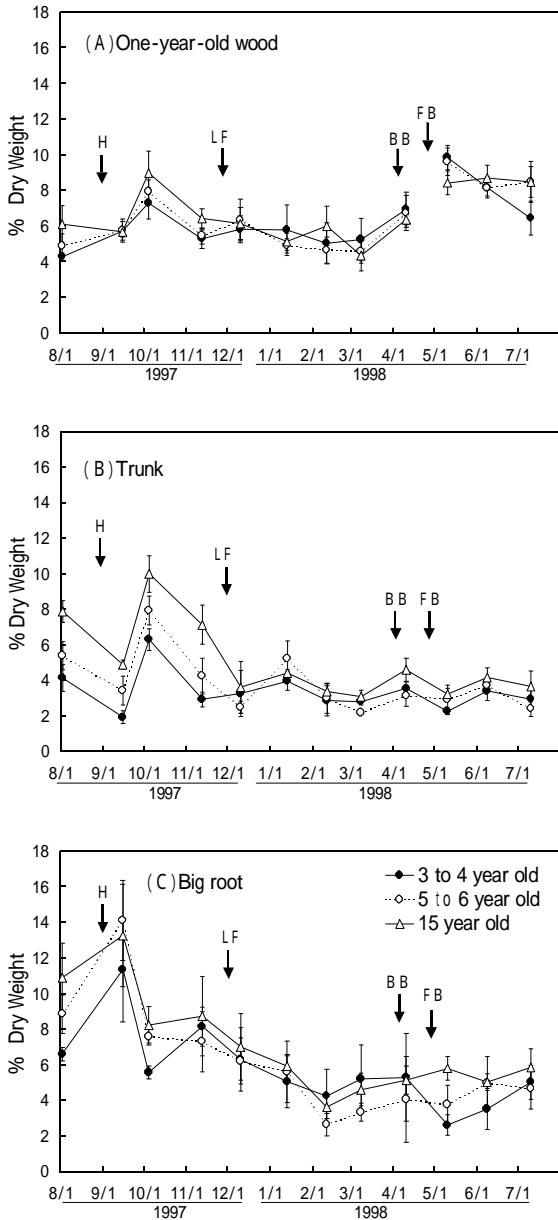


Fig2 Seasonal changes of starch content in one-year-old wood(A),trunk(B),and big root(C).
Vertical bars represent \pm SE.
H:harvesting,LF:leaf fall,BB:bud break,FB:full bloom

が小さかった。なお、いずれの部位においても夏季から秋季にかけて増加し最高値に達したが、太根における増加が特に顕著であった (Fig 2 - C)。

3. 全糖含量の季節的変動

1年枝の全糖含量には、調査期間中に樹齢の違いによる顕著な差は認められなかった。いずれの樹齢についても8月から冬季にかけて急激に増加し、厳寒期の1月に最高値に達した後、春季の発芽期にかけて減少した。なお、いずれの部位においても糖含量は厳寒期の1月に最

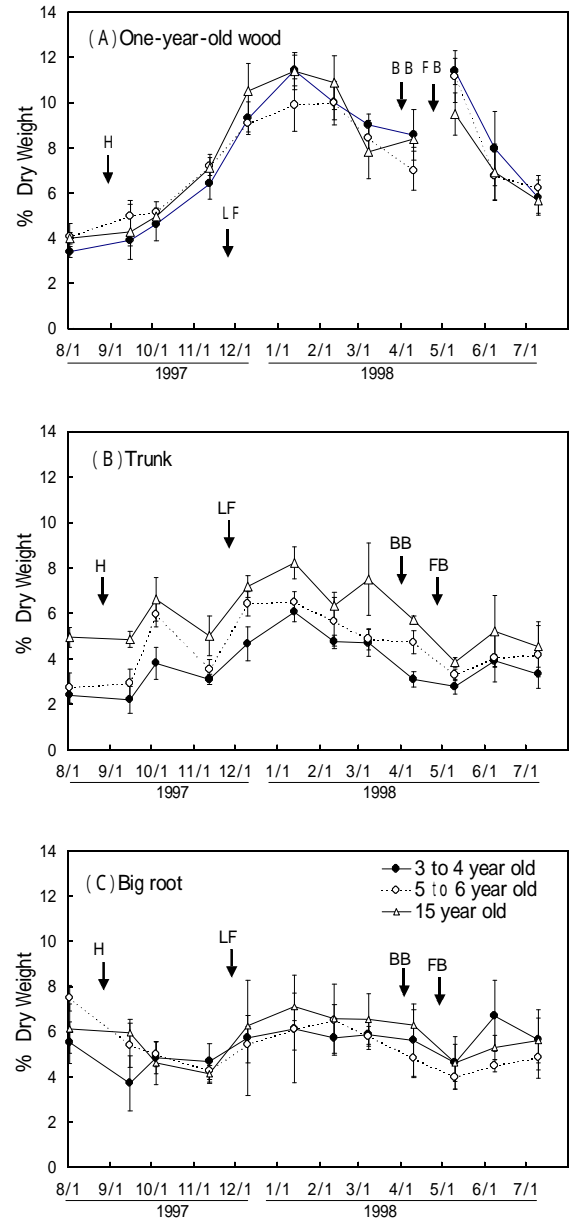


Fig3 Seasonal changes of total sugar content in one-year-old wood(A),trunk(B),and big root(C).
Vertical bars represent \pm SE.
H:harvesting,LF:leaf fall,BB:bud break,FB:full bloom.

高値に達したが、1年枝における増加が特に顕著であった (Fig 3 - A)。

主幹の全糖含量は、調査した全期間を通して15年生樹の成木と比較し、3～4年生樹の幼木が常に低く推移し、5～6年生樹は両者の間で推移した。いずれの樹齢においても8月から冬季にかけて徐々に増加し、厳寒期の1月に最高値に達した後、5月の満開期まで徐々に減少した。厳寒期における主幹部の糖含量の増加は、1年枝に比べると少なく、特に3～4年生樹の幼木は1年枝の半分程度と少なかった (Fig 3 - B)。

太根の全糖含量は、8月～11月にかけて他の部位とは反対に減少した後、厳寒期の1月にかけてわずかな増加を示し、その後は5月の満開期までやや減少したものの、他の部位に比べると年間の変動幅が小さかった（Fig 3 - C）。

4. 気温および積雪量の推移

調査期間中の気温推移を平年値と比較すると、一般的に高めに推移し、特に11月～5月は平年値を大きく上回り、暖冬傾向であった（Fig4）。このため、モモの発芽は1週間、開花は2週間程度平年より早まった。また、積雪は12月上旬～4月上旬までの約4ヶ月間認められた（Fig5）。

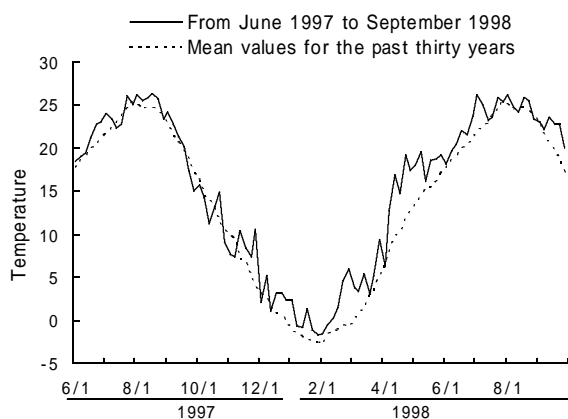


Fig4 Seasonal changes of average air temperature from June 1997 to September 1998 and annual average air temperature for the past thirty years.

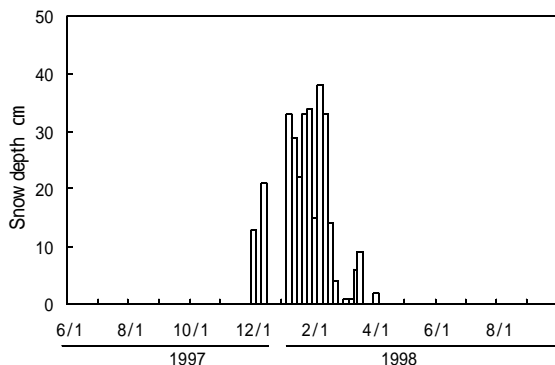


Fig5 Seasonal changes of snow depth from June 1997 to September 1998.

考 察

果樹の耐凍性は樹種によって遺伝的にある程度決まっており、ブルーベリーやリンゴは耐凍性が高いが、モモは落葉果樹の中では耐凍性の低い部類に属する（黒田、

1988）。また、同一樹種でも樹齡の違いや枝・幹・根などの部位によって大きく異なり、これらの耐凍性は季節的に大きく変動することが知られている（黒田、1988；酒井、1982）。

耐凍性の獲得過程では、まず枝の伸長が停止し冬芽が形成され自発休眠に入ると、根の吸水力が低下するため枝の水分含量は急速に減少すると言われている（酒井、1982）。今回の調査では平年より気温が高い条件下であったが、水分含量はいずれの部位、樹齡においても気温の低下に伴って8月～12月にかけて徐々に低下し、耐凍性が増大したものと考えられた。しかし、12月～2月にかけて、1年枝では最低値を示しほぼ一定で推移したのに対して、主幹と太根では増加を示した。酒井（1967）はスギを用いて積雪と樹体の含水量について調査し、幹や根の含水量は積雪中に埋められると高まり、耐凍性が著しく低下することを認めていることから、本調査においても12月以降の積雪の影響で水分含量が増加し、幹や根の耐凍性は低下したものと考えられる。

耐凍性の増大は樹体内の水分含量の低下に続いてデンプンの蓄積が始まり、9月～10月にデンプン含量は最高値に達し、木部の放射組織などに多量に蓄積される（酒井、1982）。本調査においてもデンプン含量は秋季に向けて増加し、太根では9月、1年枝と主幹では10月に最高値に達した。特に、太根ではデンプンの増加が1年枝や主幹に比べて顕著であったことから、根は炭水化物の貯蔵器官として大きな役割を持つものと考えられる。また、主幹と太根の秋季におけるデンプン含量は成木に比べて幼木が低かったことから、幼木期では秋季におけるデンプンの蓄積が少ないと考えられた。

デンプン蓄積期以降は、気温が低下するにつれて核酸、タンパク質、糖、リン脂質などが著しく増加する（酒井、1982）。中でも耐凍性の向上に対応して糖含量と細胞の浸透濃度が平行して増加することから、耐凍性の増大に糖が何らかの重要な役割を果たしていることが示唆されている（酒井、1957；Sakai, 1962）。本調査においても太根や主幹に蓄積されたデンプンは気温の低下に伴って徐々に減少し、反対に糖含量は徐々に増加した。この糖含量の増加は、秋季に蓄積されたデンプンの糖化によるもので、秋季におけるデンプン蓄積量の多少が耐凍性を大きく左右している（酒井、1964）。このことから、本調査においても葉で生産された炭水化物はデンプンとして主に太根に蓄えられた後、気温の低下に伴って糖化が進み、樹体内の糖含量が増大したと考えられる。

越冬中の糖含量はいずれの部位、樹齡においても厳寒期の1月に最高値を示した。しかし、主幹では1年枝に比べて糖含量が明らかに低かったことから、耐凍性が劣る部位と考えられた。越冬中の主幹部の温度は、日中晴天の時は著しく上昇し、夜間は急激に低下するため日較差が非常に大きく、主幹部は地上部で最も耐凍性が低下

しやすい部位である(黒田, 1988)。しかも, 多雪地帯では冬季間長期にわたって積雪中におかれ保温されるため耐凍性が低下しやすく, 融雪期には耐凍性が低下した幹が雪面上に現れるため, 凍害を受けやすいと考えられる。このように主幹部では, 環境条件の著しい変化と糖含量の低下の双方の影響を強く受けるため, 凍害が発生しやすいものと推察される。

主幹の糖含量を樹齢別に比較した結果, 秋季のデンプン含量が少なかった3～4年生の幼木では, 凍害を受けにくい成木に比べて年間を通して糖含量が常に低く推移した。このことから, 幼木期は秋季のデンプン蓄積量が少ないため, 冬季における糖含量の増大が小さく耐凍性が劣るものと推察され, このことがモモ樹の凍害が幼木に多発しやすい原因と考えられる。

過去に行われてきた耐凍性に関する研究では, 切り枝を用いて樹体の耐凍性を評価している事例がほとんどである。しかし, 今回の調査でも明らかのように, 1年枝では水分, デンプンおよび糖含量には樹齢による差が全く認められなかった。このため, 今後は樹体の耐凍性を評価する際, 実際に被害の発生する部位であり, 今回の調査で糖含量に差の認められた主幹部を対象とした調査を実施することが重要である。

秋から冬にかけて糖含量の変化について吉岡(1988)はリンゴの枝を用いて調査し, 糖含量の増大には主にソルビトール, グルコース, フラクトース, スクロースが影響しており, 同じ枝でも木部と皮部ではこれらの糖組成が異なることを明らかにしている。本調査では木部と皮部を区分せずに調査を行ったが, 今後はこれらを区分して主要な糖組成についても調査を進める必要がある。

また, 今回の調査から, 幼木は秋季のデンプン蓄積量が少なく冬季における糖含量の増大が小さいため, 凍害を受けやすいことが推察されたが, 今後はこのことを証明するため, 摘葉処理によって樹体内の炭水化物含量を低下させることで凍害の人為的誘発を試みる予定である。

摘 要

モモ栽培において, 幼木は成木に比べて凍害を受けやすい。この要因を明らかにするため‘昭和白桃’を供試し, 凍害の被害を受けやすい3～4年生樹の幼木と被害を受けにくい15年生樹の成木, および両者の中間にあ

る5～6年生樹の3つに区分し, それぞれの樹から根・枝・主幹の3部位を採取して, 耐凍性と関連の深い水分および炭水化物含量の季節的变化を調査した。水分含量には, いずれの部位においても樹齢による大きな差は認められなかった。デンプン含量はいずれの部位においても9月～10月に最高値に達したが, 根と主幹においては幼木が成木に比べて低かった。糖含量は厳寒期の1月に最高値に達したが, 3～4年生樹の幼木は成木に比べて年間を通して常に低く推移した。これらのことから, 幼木に凍害が発生しやすい要因は, 幼木では秋季のデンプン蓄積量が少なく, 冬季における主幹部の糖含量が低く耐凍性が劣るためと推察された。

謝辞 本調査の実施にあたりご協力を頂いた農業生産法人黒内果樹園に厚く感謝を表します。

引用文献

- 黒田治之・西山保直・中島二三一. 1985. リンゴ樹の耐凍性の季節的変動に及ぼす土壌水分含量の影響. 北海道農試研報. 141: 29-41.
- 黒田治之. 1988. 寒冷地果樹の寒害. 北海道農試研究資料. 37: 1-101.
- 宮本善秋・梅丸宗男・若井万里子・福井博一. 1999. 岐阜県飛騨地方におけるモモの胴枯れ様障害の発生状況. 園学雑. 68(別1): 184.
- 酒井 昭. 1957. 木本類の耐凍性増大と糖類及び水溶性蛋白質との関係(1). 低温科学. 生物編. 15: 17-29.
- SAKAI, A. 1962. Studies on the frost-hardiness of woody plants. The causal relation between sugar content and frost-hardiness. Contr. Inst. Low Temp. Sci., Ser. B. 11: 1-40.
- 酒井 昭. 1964. 木本類の耐凍性増大過程. 枝の耐凍性を効果的に高める温度. 低温科学. 生物編. 22: 29-50.
- 酒井 昭. 1967. 幼木の幹の基部における凍害. 低温科学. 生物編. 25: 45-57.
- 酒井 昭. 1982. 植物の耐凍性と寒冷適応. p. 81-125. 学会出版センター. 東京.
- Yoshioka et al. 1988. Seasonal changes of carbohydrate metabolism in apple trees. Scientia Horticulture. 36: 219-277.