

イチジク密植株仕立て栽培が凍寒害後の 生育・収量・果実品質に及ぼす影響

門脇伸幸・関根伸昭*・江橋賢治**・多比良和生

Effect of Close Planting on the Growth, Yield, and Fruit Quality
of the Fig Tree (*Ficus carica* L.) after Frost and Cold Damage

Nobuyuki KADOWAKI, Nobuaki SEKINE, Kengi EBASHI and Kazuo TAHIRA

Summary

We studied the effects of close planting cultivation on the growth and yield of the fig tree 'Masui Dauphine' after frost and cold damage in Ibaraki prefecture. When fig trees are subjected to low temperatures (below -8°C) for long periods between winter and spring, the ground part of the trees withered due to the hardest frost and cold damage in both close planting cultivation and straight line training cultivation (normal method) was observed. In that year of frost and cold damage, the yield of the close planting cultivation was not sufficient but was still greater than that of the straight-line training cultivation. In addition, after that year of frost and cold damage, the yield of close planting cultivation recovered quickly, and the tree branches were able to grow sufficiently. Thus, if regular buds of fig branches are not sufficiently available after frost and cold damage, the same yield and fruit quality may be obtained by using non-regular buds.

キーワード：イチジク，榊井ドーフィン，凍寒害，密植，株仕立て栽培，収量

I. 緒言

イチジクの主要品種「榊井ドーフィン」の耐凍性は、時期によっても異なるが $-4\sim-13^{\circ}\text{C}$ とされている(堀本ら, 1994)。一般に果樹類の耐凍性は $-25\sim-35^{\circ}\text{C}$ 程度(黒田, 1988)であることから、本県で栽培されている果樹類の中では、イチジクは耐凍性が小さい果樹と言える。そのため、営利目的の栽培は県南部の比較的温暖な地域に限られ(茨城県編, 1996)、それ以外の地域では冬季の低温により主枝が凍寒害を受けるため、安定的な収量を確保することが極めて困難である。しかし、イチジクは健康機能性を有する果実(間苧谷・田中, 2003, 小学館編, 2002)として消費者のニーズがあり、特に直売所で人気を呼んでいるため、これまで安定生産が難しかった県北部の寒冷地域でも栽培拡大が望まれている。

イチジクの凍寒害軽減対策としては、冬季にアルミ

蒸着フィルムで樹体を被覆する技術が開発されている(堀本ら, 1994)。また、従来の一文字整枝栽培より栽植間隔を狭くし、密植することで早期に成園並みの収量を確保できる栽培方法(真野・濱田, 2005)が開発されている。この方法は、密植することで凍寒害による収量減少を軽減できる可能性もあるが、気象条件がより厳しいとみられる本県のイチジク栽培に適用できるかについては不明である。

そこで本研究では密植栽培を進展させ、主枝を作らず株元から直接結果枝を発生させるように改良し、密植株仕立て栽培(図1, 以下:株仕立て栽培)とした。この方法は本県の凍寒害を受けやすい地域での安定栽培を可能にする技術と期待されることから、慣行の一文字整枝栽培と比較検討して、凍寒害の程度および凍寒害を受けた後の生育・収量・果実品質などについて調査し、若干の知見を得たので報告する。

なお、果樹類の低温障害は、耐凍性の大きい冬季に

* 現 横浜市環境創造局

** 現 生物工学研究所



生育初期の株元



生育期の着果状況

図1 密植株仕立て栽培

受ける凍害と、春季に生長を開始して、耐凍性を失った後に受ける霜害に大別される。また、凍害や霜害を含めて寒害と称する場合もある(中川, 1981)。本研究においては、イチジクの低温障害が冬季から春季のどの時点における被害か必ずしも明確ではないため、総称の「凍寒害」を用いた。

II. 材料および方法

1. 試験年の低温遭遇時間および凍寒害程度

茨城県農業総合センター園芸研究所(笠間市安居)気象観測露場において観測された時間別平均最低気温を用いて、2005年から2009年の各試験年12月~翌年4月の -4°C 以下および -8°C 以下の2とおりの累積時間を低温遭遇時間として算出した。また、最低気温の極値をそれぞれの最低極温とした。

凍寒害の指標として、株仕立て栽培ならびに一文字整枝栽培とも、1樹当たりの目標結果枝数に占める定芽由来の結果枝の発生割合(定芽由来結果枝率、2006~2008年)と一文字整枝栽培の主枝長(2005年は結果枝数からの推定値、2006~2008年は実測値)を調査した。

2. 密植株仕立てと一文字整枝の仕立て方法の違いが生育・収量・果実品質に及ぼす影響

供試したイチジク‘榊井ドーフィン’は、2004年3月に購入した1年生苗を白色不織布ポット(容量約30L)に仮植し、地際部から30cmで切り戻して無加温の温室で2年生苗を養成し、2005年3月に露地圃場に定植した。なお、培養土は、完熟たい肥と赤土を同

量(容積)混合したものを用いた。また、植え付け列毎に20cm程度盛土し、盛土用土には完熟たい肥・砂・赤土を同量(容積)混合したものを用いた。

密植株仕立て栽培は列間1.8m・樹間0.8mで、10a当たり692株を栽植し、1樹当たりの結果枝は4本、10a当たり2,768本とした。2005年3月に、前年に生育した枝(結果母枝)の定芽2芽程度を残して切り戻し、発芽後に生育の揃った各1芽を残して、四方に0.4m間隔になるように配置して結果枝とした。結果枝は25~30節程度で摘芯し、生育中に発生した腋芽(わき芽)は適宜切除した。

慣行の一文字整枝栽培は、列間1.8m・樹間4.0mで10a当たり138樹を栽植し、1樹当たりの結果枝は20本、10a当たり2,760本とした。2004年の発育枝2本を水平に誘引し主枝とした。2005年以降、主枝は主幹の両側で目標4.0m(片側2.0m)になるよう水平に誘引した。結果枝は主枝の左右それぞれ0.4m間隔になるように、発芽後に芽かきを行い生育のそろった芽を残して配置した。主枝先端が凍寒害を受けた場合は健全な部分まで切り戻し、そこから新たに伸びた新梢を主枝として養成した。また、基本的に定芽から発生した新梢を結果枝としたが、定芽で確保できない場合は潜芽から発生した新梢を利用した。結果枝の摘芯は株仕立て栽培に準じて行った。12月~翌年3月まで、防寒対策として稲ワラを株元および主枝に厚さ5cm程度に被覆した。

試験規模は、密植株仕立て栽培および一文字整枝栽培ともに1区1樹、4~5反復とした。

落葉後に1樹当たりの結果枝数、結果枝長、結果枝基部径(元から5cmの部分)、節間長(結果枝長/節

数)を調査した。また、各結果枝の最初に着果した節を着果開始節位とした。

収穫適期となった果実について、結果枝当たりの果実数、果実重、糖度、果皮表面色、果底部の裂果程度を調査した。糖度は果実の赤道面を厚さ1cmで切り取って、果汁を搾り、糖度計(Brix)で測定した。果皮色は、兵庫県農業技術センター作成のイチジク果皮色カラーチャートを用い、果皮表面の着色程度を9段階で評価した。果底部の裂果程度は、0：裂果なし、1：軽度(秀品)、2：中程度(優品)、3：重度(規格外)の4段階で評価した。収穫期間は、収穫が連続した最初の日から降霜等により収穫不能となる日までとした。2005年が9月7日～11月17日、2006年が9月15日～11月16日、2007年8月29日～11月16日、2008年9月3日～11月18日であった。

3. 密植株仕立て栽培における結果枝の由来(定芽と潜芽)の違いが生育・果実品質に及ぼす影響

前記の密植株仕立て栽培試験樹を使用し、前年の結果枝の定芽由来の結果枝と潜芽由来の結果枝について、それぞれの生育と収量および果実品質を調査した。管理方法、調査方法は前記の2と同様とした。

Ⅲ. 結果および考察

1. 試験年の低温遭遇時間および凍寒害程度

各試験年度における -4°C 以下の低温遭遇時間は、2005年12月から2006年4月が274時間、2006年12月から2007年4月が67時間、2007年12月から2008年4月が168時間であった。また、 -8°C 以下の低温

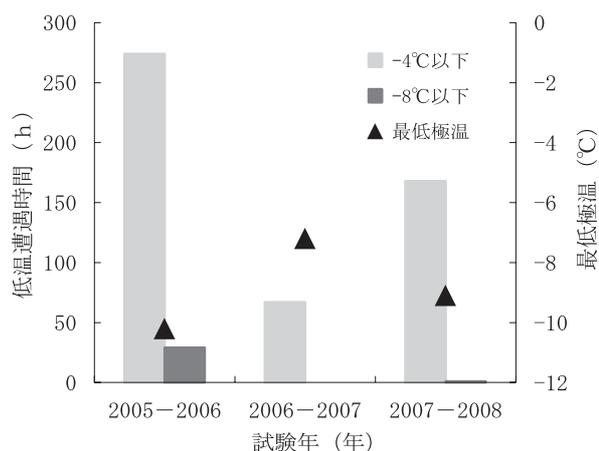


図2 12月から翌年4月の低温遭遇時間および最低極温

遭遇時間は、2005年12月から2006年4月が最も多く29時間であった(図2)。最低極温は、2005年12月から2006年4月が最も低く -10.2°C であった。低温遭遇時間および最低極温を考慮すると、2005～2006年、2007～2008年、2006～2007年の順に低温の程度が大きかった。

株仕立て栽培ならびに一文字整枝栽培とも2006年は地上部が枯死し、結果枝を定芽から確保できなかったため、すべて潜芽由来となった。各試験年の定芽由来結果枝率は、株仕立て栽培ならびに一文字整枝栽培とも2006年が0%、2007年が100%、2008年は約75%であった(表1)。また、一文字整枝栽培における主枝長は目標の4.0mに対し、2005年が2.0m、2006年が0m、2007年が3.1m、2008年が2.0mと推移した。

以上のことから、凍寒害の程度は2005～2006年、2007～2008年、2006～2007年の順に大きく、それ

表1 仕立て方法の違いが結果枝の生育に及ぼす影響

試験年	仕立て方法	定芽利用率 (%)	結果枝数 (本/樹)	結果枝数 (本/10a)	結果枝長 (cm)	結果枝基部径 (mm)	節間長 (cm)	着果開始節位 (節)
2005年	株仕立て	—	4.0 ***	2768***	207.3 **	28.9 *	6.8 *	4.8 NS
	一文字整枝	—	10.2	1408	184.7	25.0	6.3	5.7
2006年	株仕立て	0	3.8 NS	2595***	168.9 NS	29.2 NS	6.7 NS	10.0 NS
	一文字整枝	0	4.2	580	168.5	31.4	6.3	11.8
2007年	株仕立て	100	4.5 ***	3114**	176.3 ***	26.9 **	7.1 ***	6.8 NS
	一文字整枝	100	15.6	2153	153.9	22.2	6.2	6.6
2008年	株仕立て	75	4.0 ***	2768***	146.7 NS	24.6 NS	5.9 NS	7.2 NS
	一文字整枝	74	10.0	1380	149.5	25.6	6.0	7.1

注) 有意性は各試験年の仕立て方法の間においてt検定により、NS：有意差なし、*：5%、**：1%、***：0.1%で有意であることを示す

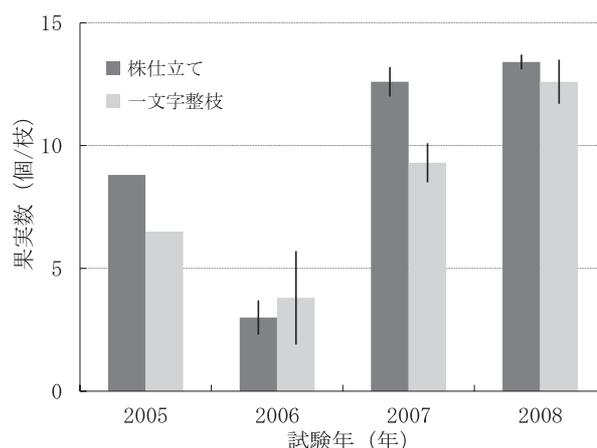
ぞれ2006年、2008年、2007年の生育に影響を及ぼしたと考えられた。

耐凍性は秋季から冬季にかけての低温遭遇により大きくなり（ハードニング）、樹体内の糖含量が多いほど耐凍性が高いとされている（酒井，1964）。モモにおいては、秋季に摘葉処理を行うと冬季の樹体中糖含量が少なくなり凍害が発生しやすい（宮本ら，2004）とされているが、イチジクの露地栽培でも落葉期前の11月中旬の降霜により落葉すると、冬季の樹体糖含量が少なく耐凍性が小さい原因になると考えられる。本研究では、樹体中の糖含量は測定していないが、ハウス等の被覆により早期の落葉を避けることで、耐凍性を高くできる可能性があると考えられる。また、イチジク株仕立て栽培の結果枝の生育は、一文字整枝栽培より旺盛になるので、仕立て方法の違いが樹体の耐凍性に及ぼす影響についても検討する余地があると考えられる。

2. 密植株仕立てと一文字整枝の仕立て方法の違いが生育・収量・果実品質に及ぼす影響

株仕立て栽培では、毎年1樹当たりの結果枝数が3.8～4.5本で目標結果枝数4.0本、また10a当たりの目標結果枝数2,768本をほぼ確保することができた。一方、一文字整枝栽培で目標とした1樹当たりの結果枝数4.2～15.6本、10a当たりの目標結果枝数2,760本は確保できなかった（表1）。

結果枝長、節間長および結果母枝基部径は、特に凍害がなかった2005年と2007年には、株仕立て栽培



注1) 縦線は標準誤差を示す (n=4~5)

注2) 有意性は各試験年においてt検定により、NS:有意差なし、*:5%水準で有意であることを示す

図3 仕立て方法の違いが結果枝1本当たりの果実数に及ぼす影響

の方が一文字整枝栽培より有意に大きくなった。しかし、2006年および2008年には凍寒害を受け樹冠が縮小したため一文字整枝栽培でより樹勢が強くなった結果、株仕立て栽培と同程度となった。着果開始節位は、2006年には株仕立て栽培の方が一文字整枝栽培より高かったが他の年は差がなかった（表1）。

結果枝1本当たりの果実数は、株仕立て栽培と一文字整枝栽培とはほぼ同程度であった。2006年はいずれも3.0～3.8個で少なかったが、凍寒害により着果の開始が上位節になり、収穫開始が若干遅れたことが要因と考えられた。また、2007年に株仕立て栽培が一文字整枝栽培より多かったのは、凍寒害翌年の一文

表2 仕立て方法の違いが果実品質に及ぼす影響

試験年	仕立て方法	果実重 (g)	糖度 (Brix%)	果皮色	裂果程度
2005年	株仕立て	99.2	12.9	6.4	1.1
	一文字整枝	92.3	13.4	6.7	0.9
2006年	株仕立て	80.3 NS	13.7 NS	5.7 NS	1.2 NS
	一文字整枝	78.1	13.7	6.2	1.7
2007年	株仕立て	94.5 NS	13.3 NS	5.2 NS	1.5 NS
	一文字整枝	99.7	13.8	5.4	1.4
2008年	株仕立て	87.9 NS	14.3 *	7.2 NS	0.6 NS
	一文字整枝	84.2	13.6	7.1	0.7

注1) 果皮色:着色程度で9段階評価 (兵庫農技セ作成のカラーチャート使用)

注2) 裂果程度:0 (なし), 1 (秀品), 2 (優品), 3 (規格外) で分級評価

注3) 有意性は各試験年の栽培方法間においてt検定により、NS:有意差なし、

*:5%水準で有意であることを示す

字整枝の樹冠が大きくなり過ぎ、養水分の競合等により着果が安定しなかったためと考えられた。2008年には株仕立て栽培と一文字整枝栽培の果実数は同等であった(図3)。

果実重および糖度は、各試験年とも株仕立て栽培と一文字整枝栽培の間にほとんど差がなく、果実重が80~100g程度、糖度が13度程度(表2)で、'榊井ドーフィン'の標準的な果実特性を示した(株本編著, 1996)。果皮色および裂果程度については、株仕立て栽培と一文字整枝栽培の間に差がなく、凍寒害の影響等は判然としなかった。

1樹当たりの結果枝数、結果枝1本当たりの果実数および果実重から10a当たりの収量を求めた結果、各試験年において株仕立て栽培は10a当たり643~3,692kgで、一文字整枝栽培より多く2005年が2.3倍、2006年が4.0倍、2007年1.8倍、2008年が2.0倍であった。なお、本県における'榊井ドーフィン'の目標収量は10a当たり2,000kgであり(茨農総セ, 2009)、一文字整枝栽培がほぼ毎年目標収量を確保できなかったのに対し、株仕立て栽培では凍寒害当年の2006年を除き定植1年目から目標収量を確保することができた(図4)。

以上のことから、密植株仕立て栽培でも凍寒害当年は収量が少なくなるが、密植しているため凍寒害翌年には結果枝を十分確保することができ、収量は比較的安定している。一方、一文字整枝栽培は凍寒害を受けると、主枝長と結果枝数を安定的に確保することが困

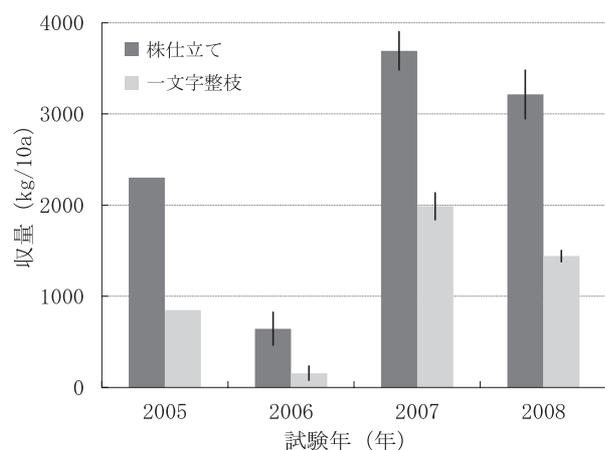
難であるため、収量が不安定になることが明らかになった。

真野ら(2011)は、兵庫県において本研究と同時期(2004~2008年)にイチジクの超密植栽培が低温障害後の収量等に及ぼす影響を検討している。その中で、低温障害当年は生育が遅れ収量も回復しないが、栽植密度を高くするほど収量の回復が早まり、低温障害翌年にはほぼ元の水準に回復することを明らかにしている。気象条件や土壌条件の異なる本県においても、若干栽培方法は異なるものの、ほぼ同様の結果が得られたことから、密植株仕立て栽培の適応地域は広いと考えられる。

3. 株仕立て栽培における結果枝の由来(定芽と潜芽)の違いが生育・果実品質に及ぼす影響

株仕立て栽培において、結果枝の芽の由来の違いと生育・果実品質について検討した結果、定芽と潜芽それぞれから発生した結果枝の間には結果枝長、結果枝基部径および着果開始節位に差がなく、生育・収量および果実品質も同等であった(表3, 表4)。このことから、凍寒害等により結果母枝が枯死し、結果枝が定芽で確保できない場合は、潜芽を利用して定芽と同等の収量および果実品質が得られることが明らかとなった。

ニホンギリにおいて、夜間と日中の樹体の温度較差が大きいことが凍寒害の一つの発生要因とされている(猪崎, 1978)。イチジクでも樹体が低温で凍結した後、日射等により急速に融解することが要因であると報告されている(堀本ら, 1994)。また、イチジクにおいて主枝位置を高くすると低い場合より樹体表面温度が高く、低温障害の発生を軽減できることが明らかになっている(真野ら, 2010)。これらのことから、凍寒害は地表に近いほど発生しやすく、結果枝の発生位置が地表に近い株仕立て栽培では、凍寒害の被害を受けやすい可能性があると考えられた。本研究では、凍寒害により結果枝を定芽から確保できない場合を想定し、潜芽からの結果枝を利用する方法について検討し、定芽と同等の収量・果実品質を得られることを明らかにした。しかし、株仕立て栽培では気温の低い地表付近に結果枝が発生することから、安定栽培を図るには凍寒害の発生を軽減するための対策が必要と考えられた。凍寒害の軽減対策としては、古くから稲ワラ被覆が行われているが、樹体をアルミ蒸着フィルムで被覆する方法で、稲ワラ被覆と同程度の凍害防止効果



注1) 縦線は標準誤差を示す (n=4~5)

注2) 有意性は各試験年においてt検定により、*: 5%水準、**: 1%、***: 0.1%水準で有意であることを示す

図4 仕立て方法の違いが収量に及ぼす影響

表3 株仕立て栽培の結果枝の芽の由来の違いが結果枝の生育および収量に及ぼす影響 (2008年)

結果枝の 芽の由来	結果枝長 (cm)	結果枝基部径 (mm)	着果開始節位 (節)	果実数 (個/枝)
定芽	146.8	24.7	7.0	13.8
潜芽	146.6	24.5	7.4	12.6
t検定	NS	NS	NS	NS

注) 有意性はt検定により, NS:有意差がないことを示す

表4 株仕立て栽培の結果枝の芽の由来の違いが果実品質に及ぼす影響 (2008年)

結果枝の 芽の由来	果実重 (g)	糖度 (Brix%)	果皮色	裂果程度
定芽	86.0	14.2	6.5	0.6
潜芽	89.9	14.4	6.5	0.6
t検定	NS	NS	NS	NS

注) 有意性はt検定により, NS:有意差がないことを示す

を得られることが実証されている(堀本ら, 1994)。本研究では慣行の稲ワラ被覆を行ったが, 多大な労力を要することから, 省力・低コスト化を図る必要がある。特に, 主枝を形成せず樹高が高くない株仕立て栽培の特長を活かした軽減対策が求められる。そこで, トンネル栽培を試行したところ, 白黒ダブルフィルム等で樹体に直接日射が当たらないようにトンネル遮光被覆を行うことにより, 凍結の急速な融解を防止できることが明らかになっている(未発表)。防寒の必要がなくなった後に遮光資材を透明ポリフィルムに張り替え, また, 使用後の遮光資材を株元のマルチとして再利用すると生育促進効果が期待できる。

以上のように, 密植株仕立て栽培が凍寒害後の収量回復に有効であることが明らかになったものの, 株枯れ病, いや地対策など, イチジク特有のいくつかの問題が発生しやすくなると懸念される。今後, 株仕立て栽培の特長を活かし, 新たに発生する問題も十分考慮した長期的な安定栽培技術を構築する必要がある。

IV. 摘要

茨城県におけるイチジク‘榊井ドーフィン’の露地栽培において, 密植株仕立てが凍寒害後の生育および収量に及ぼす影響を検討した。その結果, 冬季の最低気温が低く, -8°C 以下の低温遭遇時間が長い場合, 密植株仕立て栽培ならびに慣行の一字整枝栽培ともに樹体の地上部が枯死する甚大な凍寒害を被った。

しかし, 密植株仕立て栽培では, 凍寒害当年に収量が一時的に少なくなるものの, 密植しているため慣行の一字整枝栽培より収量を多く確保でき, さらに, 翌年の結果枝も安定して確保でき, 収量回復が早かった。

また, 凍寒害により結果母枝が枯死し結果枝が定芽で確保できない場合は, 潜芽を利用して定芽と同等の収量および果実品質が得られることを明らかにした。

引用文献

- 堀本宗清・松浦克彦・荒木 斉. 1994. イチジク‘榊井ドーフィン’の耐凍性とアルミ蒸着フィルムによる凍害防止チジク耐凍性. 兵庫農技セ研報. 42: 37-42.
- 茨城県編. 1996. 茨城県果樹農業振興計画書. pp.6-7.
- 茨城県農業総合センター編. 2009. 茨城県果樹栽培基準. pp.12-13, 142-147.
- 猪崎政敏. 1978. クリ栽培の理論と実際. pp.509-533. 博友社. 東京.
- 株本暉久. 1996. 新特産シリーズ イチジク. pp.47, 81. 農文協. 東京
- 黒田治之. 1988. 寒冷地果樹の寒害. 北海道農業試験場研究資料. 37.
- 間苧谷徹・田中敬一. 2003. くだものはたらき. pp.61. 日本園芸農業協同組合連合会. 東京
- 真野隆司・濱田憲一. 2005. 超密植がイチジク幼木

- の樹体生育と果実品質，収量に及ぼす影響，近畿中国四国農報，6：72-75.
- 真野隆司・水田泰徳・小山佳彦，2010. イチジク‘榊井ドーフィン’の樹高が低温障害発生に及ぼす影響，園学研，9（別冊1）：314
- 真野隆司・水田泰徳・森口卓哉，2011. イチジクのいや地と低温障害からの早期回復のための超密植栽培，園学研，10（3）：367-373
- 宮本善秋・福井博一・成瀬桃江・杉山もも子，2004. モモ幼木への秋季摘葉処理による樹体内糖含量の低下と凍害の人為的誘発，岐阜中山間農技研研報，4：32-36
- 中川行夫，1981. 果樹の凍害，農業気象，36（4）：276 - 286.
- 酒井 昭，1964. 木本類の耐凍性増大過程X. 枝の耐凍性を効果的にたかめる温度，低温科学，生物編，22：29-50
- 小学館編，2002. フードメディカ食の医学館，pp.455. 小学館，東京

