HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	マタタビ属果樹の耐凍性および凍害防止
Author(s)	劉, 永立; 原田, 隆; 田村, 春人
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 30, 15-20
Issue Date	1997-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/13430
Type	bulletin (article)
File Information	30_p15-20.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学農学部農場研究報告　第30号：15～20（1997）

マタタビ属果樹の耐凍性および凍害防止

劉　永立・原田　隆
（北海道大学農学部園芸学講座）
田村 春人
（北海道大学農学部附属農場）

（1997年1月17日受理）

緒　　言

マタタビ属（*Actinidia*）果樹の栽培地域を拡大するためには，マタタビ属果樹の耐凍性および凍害防止方法について検討しておくことが必要である。ここでは，寒冷地域でのマタタビ属果樹の栽培の基礎となる耐凍性の季節的変化を調査するとともに，圃場における凍害防止方法について検討した。

材料および方法

実験1．マタタビ属果樹の耐凍性の季節的変化および種間差

野生のサルナシ（*Actinidia arguta*），マタタビ（*Actinidia polygama*）およびキウイフルーツ（*Actinidia chinensis*）の耐凍性について，1994年11月16日から1995年4月15日までの変化を調べた。

30 cmの長さに切断した枝（冬芽をもつ）をプログラムフリーザーで各凍結温度（−10℃から5℃ごとに−50℃まで9段階設定）まで冷却し，それぞれの温度に1時間保った。処理区当たり，枝（冬芽4個をもつ）5本を用いた。調査は3週間後に行った。調査部位は，芽（20個），皮層部（20箇所），形成層（20箇所），木部（20箇所）とし，褐変している場合を凍死と判定して，生存率を算出した。この生存率から算出したLT_{50}[1]によって耐凍性を表した。

実験2．マタタビ属果樹の凍害防止

サルナシならびにキウイフルーツ‘ヘイワード’および‘香緑’を用いた。“わらむしろ”被覆区は樹体を降ろしてから“わらむしろ”で覆った。土被覆区は，“わらむしろ”で覆ったのち，その上に10 cmの覆土を行った。調査は以下の項目について行った。

（1）被覆下における樹体近傍温度の季節的変化

自記温度計の受感部を被覆下の樹体の近傍に置き，樹体近傍温度を調べた。

（2）被覆下における樹体の耐凍性の季節的変化

被覆下にある枝の耐凍性を次のように調べた。一年生の枝の節間部を輪切りにして，長さ0.5 cmの切片を切り出し，蒸留水で3回洗浄したのち，切片を培養びん（直径4 cm，高さ7 cm）に入れた。次に，プログラムフリーザーを用いて0.5℃/minの冷却速度で所定温度まで冷却し，その温度で1時間保ったのち，取り出して室温下で融解した。その後，このびんに蒸留水30 mlを注入し，3時間ごとに振盪するようにして，12時間置いたのち，電気伝導度計で電導度を測定した。次に，この試料を培養びんに入れたままオートクレーブによって100℃まで加熱して組織を壊死させ，冷却したのち，再び電導度を測定した。各所定温度の電解質滲出率（電解質滲出率＝凍結融解後電導度／加熱壊死後電導度）を算出し，これによって導き出されたLT_{50}を以って耐凍性を表した。

（3）各種被覆下の凍害発生

1994年から1995年にかけての冬期間における凍害発生状況を把握するため，5月8日に無被覆区，“わらむしろ”被覆区，土被覆区の凍害発生率を調査した。

結果および考察

実験1．マタタビ属果樹の耐凍性の季節的変化および種間差

第1図に示したように，札幌地域の最低気温は

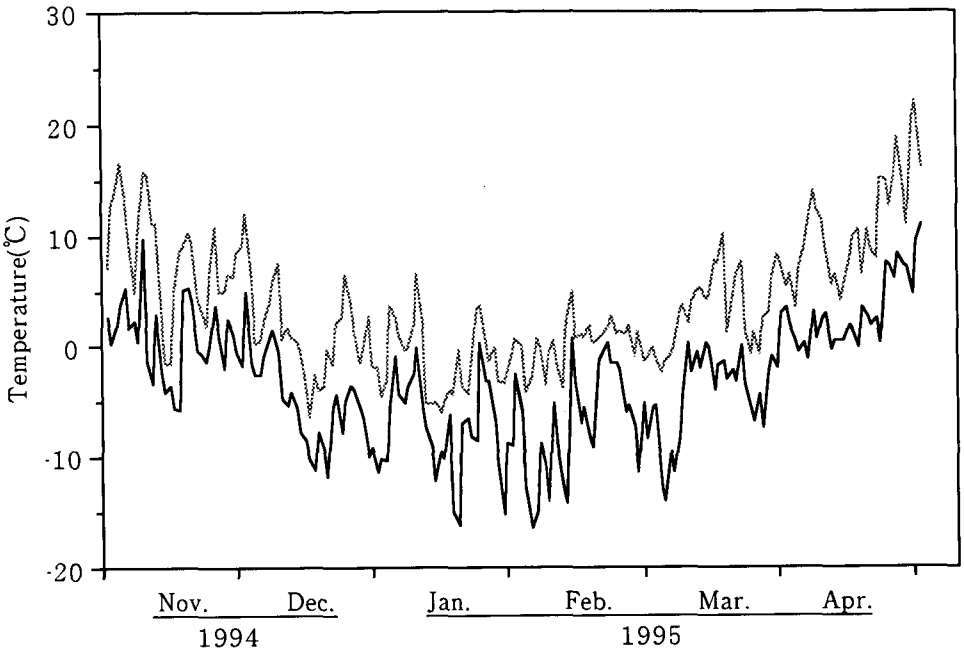

Fig. 1. Changes in daily maximum (……) and minimum (——) temperatures from November, 1994 to April, 1995.

0℃以下になる日もあった。北海道中央地域では，11月上旬から翌年4月下旬までの6か月間，最低気温が低く，低温期間が長いことが特徴である。また，冬季には，平均気温は0℃を中心にして変動するが，3月以降には10℃以上に上昇する日もあった。最低気温は12月から2月までの間，−10℃以下になる日が多く，1995年1月29日には最低気温が−16.2℃となった。

多年生のマタタビ属果樹では，初秋から初冬にかけて，枝が成熟し，低温に馴化して耐凍性を獲得すると考えられる。この時期に，北海道の中央地域の山に自生しているサルナシおよびマタタビの枝は木質化し，充分に成熟したが，北海道大学農学部附属農場で生育しているキウイフルーツの各品種では，一年生枝の先端部は緑色で，充分木質化せず，成熟しなかった。

このようなことから，北海道地域では，耐凍性が強く，耐凍性が持続する期間が長いマタタビ属果樹またはその品種が必要であると思われる。

次に，耐凍性の季節的変化についてみると，第2図に示したように，サルナシおよびマタタビの耐凍性は11月以降に徐々に高くなり，1月下旬から2月末までは最も高かった。3月以降では，気温の上昇に伴い，両者の耐凍性が次第に低くなった。両者の耐凍性の変化は気温の変化と同じ傾向を示した。また，これはリンゴの耐凍性の変化に似ている[2]。一方，キウイフルーツの耐凍性は11月1日から12月にかけて高くなり，それまでより4℃低い温度に耐えられるようになって，凍害は発生しなかったが，それ以降は，凍害が発生した。このように温暖地域で栽培しているキウイフルーツと北海道中央地域に自生しているサルナシおよびマタタビとの間では大きな差がみられた。各種組織の耐凍性についてみると，形成層は強く，皮層部および芽はやや弱く，木部では比較的弱かった。

また，北海道の山に自生しているサルナシおよびマタタビは耐凍性が強く，両者の間に差はみられなかった。栽培化されているキウイフルーツの2品種は，いずれもサルナシおよびマタタビに比べて耐凍性が顕著に弱かった。

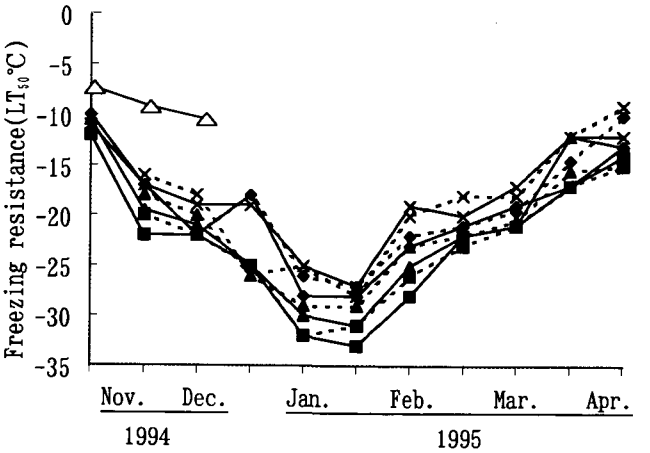

Fig. 2. Changes in freezing resistance of 1-year-old twigs of wild *A. arguta* (——) and *A. polygama* (……). ◆, bud ; ■, cambium ; ▲, cortex ; ×, xylem. △, cortex and xylem of *A. chinensis*. LT_{50} represents a temperature at which 50% of samples dies. Survivability was determined by browning of tissues frozen and thawed.

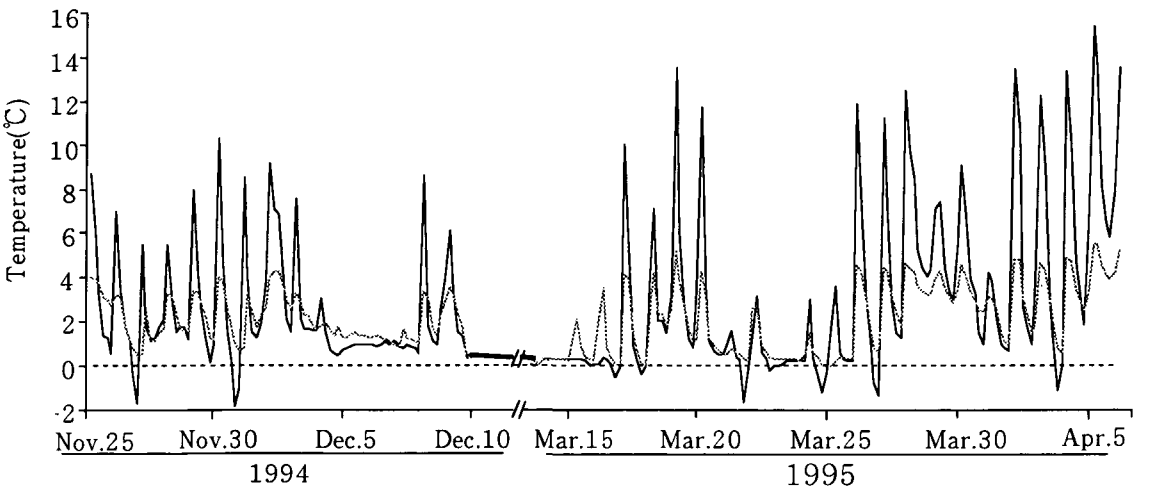

Fig. 3. Effect of covering material on temperature around tree. Covering material : straw mat (——), 10-cm soil on straw mat (……).

実験２．マタタビ属果樹の凍害防止

（１）被覆下における樹体近傍温度の季節的変化

被覆下における樹体近傍温度の変化は，気温のそれより少なかった(第３図)。“わらむしろ”被覆下の樹体近傍温度は，11月から積雪前の12月10日にかけて，－２℃～11℃の間で変動したが，積雪期間（12月10日～翌年３月15日）は０℃～１℃の範囲で変動し，融雪後の３月15日から４月末までは－２℃～15℃の間で変動した。土被覆区での樹体近傍温度は，積雪期間(12月10日～翌年３月15日）には０℃～１℃の間で変動し，“わらむしろ”被覆区と同様であったが，非積雪期間では０℃～６℃の間で変動し，“わらむしろ”被覆区より変動幅が小さかった。

次に，被覆下の最低温度についてみると，“わらむしろ”被覆区では－２℃であり，土被覆区では０℃であって，気温の最低値よりはるかに高かった。また，積雪期間には，樹体近傍温度がほとん

ど変わらなかった。

以上のように，樹体を被覆することにより，樹体近傍温度が高くなり，温度の変動も小さくなった。また，厳寒期においても，積雪により，両処理区とも樹体近傍温度が0℃～1℃の間に維持された。

（2）被覆下における樹体の耐凍性の季節的変化

耐凍性の季節的変化についてみると，サルナシおよびキウイフルーツの'ヘイワード'では同じ傾向を示した(第4図)。11月から12月にかけては，温度の低下に伴って耐凍性が高くなったが，12月上旬から3月上旬にかけては，耐凍性がほとんど変化しなかった。3月15日以降では，融雪後，樹体近傍温度が高くなるにしたがって，耐凍性が低くなった。

"わらむしろ"被覆区と土被覆区との間の耐凍性の差についてみると，秋から冬にかけては両種の間に差は認められなかった。しかし，3月15日以降では，"わらむしろ"被覆区と土被覆区との間に耐凍性の差が認められ，"わらむしろ"被覆区より土被覆区で耐凍性が高かった。これは，"わらむしろ"被覆区の温度が土被覆区のそれより高かったことにより，"わらむしろ"被覆区の枝では，耐凍性が早く低下したためと考えられる。また，"わらむしろ"被覆区でも，温度が0℃以下になることがあるので，耐凍性が低いキウイフルーツ'ヘイワード'では，凍害が発生する可能性がある。

サルナシとキウイフルーツ'ヘイワード'との間の耐凍性の差は20℃程度であった。このことから，サルナシは耐凍性の強い種として利用価値が高いと考えられる。

（3）各種被覆下の凍害発生

凍害発生率についてみると，第1表に示したように，サルナシでは，無被覆区と被覆区("わらむしろ"被覆および土被覆)との間には，差が認められなかった。しかし，キウイフルーツでは，いずれの品種または部位においても，無被覆区の凍害発生率が100％で最も高かったが，土被覆区では凍害発生率が最も低く，生存している個体が多かった。

種間差についてみると，北海道中央地域の山地に自生しているサルナシの凍害発生率は低かったが，栽培種であるキウイフルーツの凍害発生率は高く，一年生枝では100％となった。また，キウイフルーツにおける品種間差については，'ヘイワード'と'香緑'との間には差はなかったが，'ゴー

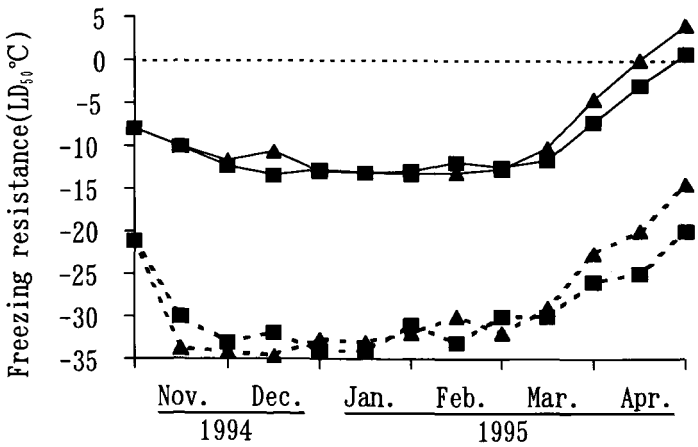

Fig. 4. Effect of covering material on freezing resistance of 1-year-old twigs of *A. arguta* (……) and *A. chinensis* 'Hayward' (——). Covering material : straw mat (▲) ; straw mat+10 cm soil (■). LT_{50} represents a temperature at which 50% of samples dies. Survivability was determined by electric conductivity of water in which tissues frozen and thawed were immersed.

Table 1. Effect of covering material on frequency of freezing injury in *A. arguta* and *A. chinensis* growing in field[z].

Species and Varieties		Covering material	Frequency of freezing injury (%)		
			1-year-old twig		Internode of 2-year-old twigs
			Bud	Internode	
A. arguta		Nontreated	3.3±1.9	3.3±1.9	0
A. arguta		Straw mat	3.3±1.9	4.4±2.2	0
A. arguta		Straw mat+soil	2.2±2.2	2.2±1.1	0
A. chinensis	'Hayward'	Nontreated	100±0.0	100±0.0	92.2±4.8
A. chinensis	'Hayward'	Straw mat	66.7±5.1	68.8±7.2	44.4±2.9
A. chinensis	'Hayward'	Straw mat+soil	10.0±3.8	12.2±2.2	2.2±2.2
A. chinensis	'Kouryoku'	Nontreated	100±0.0	100±0.0	93.3±3.8
A. chinensis	'Kouryoku'	Straw mat	65.6±6.7	68.9±6.7	46.7±3.8
A. chinensis	'Kouryoku'	Straw mat+soil	12.2±4.4	14.4±4.0	3.3±2.7
A. chinensis	'Golden king'	Nontreated	100±0.0	100±0.0	96.6±3.3
A. chinensis	'Golden king'	Straw mat	71.1±6.2	75.6±8.0	52.2±2.9
A. chinensis	'Golden king'	Straw mat+soil	13.3±5.0	14.4±2.9	4.4±2.2

[z]Data were taken in May, 1995.

ルデンキング'の凍害発生率が高かった。次に，植物体の部位別にみると，二年生枝の凍害発生率は一年生枝のそれより低く，一年生枝では，節間部の凍害発生率は芽のそれより高かった。

また，土被覆区では，樹体近傍温度が0℃以上であったにもかかわらず，'ヘイワード'，'香緑'および'ゴールデンキング'の一年生枝の凍害発生率が10％以上になった，この原因は，枝が十分に成熟していなかったためであると考えられる。

以上の結果から，北海道中央地域では，早生の耐凍性が弱い品種でも，冬季間は土で樹体を被覆すれば，栽培することが可能であると推測される。

摘　要

耐凍性の季節的変化についてみると，サルナシ（*A. arguta*）およびマタタビ（*A. polygama*）の耐凍性が11月以降に徐々に高くなり，1月下旬から2月末まで最も高かった。3月以降は，耐凍性が次第に弱くなった。サルナシおよびマタタビの耐凍性は強く，両者の間に差はみられなかった。しかし，本研究で用いたキウイフルーツ（*A. chinensis*）の2品種は，サルナシおよびマタタビに比べて，耐凍性が顕著に弱かった。

冬季には，保護被覆下の樹体近傍温度の変化は気温のそれより少なかった。"わらむしろ"被覆区では，樹体近傍温度の変化は，11月から積雪前の12月10日までの間，－2℃～11℃の間で変動し，積雪期間内は0℃～1℃の間で変動したが，融雪後の3月15日から4月末までの間は，－2℃～15℃の間で変動した。土被覆区の温度は，0℃以上であり，その変動幅は"わらむしろ"被覆区のそれより小さかった。

凍害発生率については，サルナシの場合には，無被覆区と被覆区（"わらむしろ"被覆および土被覆）との間には差が認められなかった。キウイフルーツの場合には，無被覆区で100％と最も高かったが，土被覆区では最も低く，成熟した枝は凍害を被ることなく越冬した。このことから，北海道中央地域では，早生の耐凍性の弱いキウイフルーツ品種でも，冬季間には樹体を土で被覆すれば，栽培することが可能であると推測される。

引用文献

1. Rajeev Arora and Michael E. Wisniewski. 1992. Frost hardiness of *Asparagus officinalis* L. Hort. Science. 27 : 823－824.
2. Kuroda H., S. Sagisaka and K. Chiba. 1990. Seasonal changes in peroxide-scavenging systems of apple trees in relation to cold hardiness. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 59 : 399－408.

Freezing resistance and freezing injury prevention of genus *Actinidia* fruit tree

Yong-Li LIU and Takashi HARADA
(Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)
Haruto TAMURA
(Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)
(Received January 17, 1997)

Summary

Freezing resistance of *Actinidia arguta* and *Actinidia polygama* became high by degrees after November, and was the highest from late January to the end of February. After March, the freezing resistance became weak gradually. Freezing resistance of *A. arguta* and *A. polygama* was strong, and showed no difference between them. Freezing resistance of two cultivars (Hayward, Kouryoku) of kiwifruit (*A. chinensis*) used in this experiment was weak conspicuously, compared with *A. arguta* and *A. polygama.*

In winter, the change of temperature around the tree coated with covering material was less than that of air temperature. The temperature around the tree coated with straw mat changed between −2°C and −11°C from early November to early December before snow fall, fluctuated between 0°C and −1°C during snow fall season, and varied between −2°C and 15°C from the 15th of March after snow thawing to the last week of April. In addition, the change of temperature around the tree which was covered with 10-cm soil on straw mat was above 0°C, and its fluctuation range was less than that of covering treatment with straw mat alone.

Frequency of freezing injury in *A. arguta* showed no difference between the treatments with no covering and with coating by covering materials (straw mat or soil). Reversibly, the frequency in *A. chinensis* was the highest (100%) in nontreatment, and the lowest in a covering treatment with 10-cm soil on straw mat. The mature branch of *A. chinensis* covered with 10-cm soil on straw mat wintered safely. This fact indicates that in central Hokkaido, even *A. chinensis* early cultivars with a low freezing resistance can grow through covering the tree with soil.