ウメの緑枝挿し発根と枝梢中のソルビトールとの関係

村井泰広¹・原田 久¹・望岡亮介²・尾形凡生²・塩崎修志²・堀内昭作²・向井啓雄¹・高木敏彦¹

¹ 静岡大学農学部 422-8529 静岡市大谷 836

² 大阪府立大学農学部 593-8531 堺市学園町 1-1

Relationships between Rooting in Softwood Cuttings of Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) and Sorbitol in Shoots

Yasuhiro Murai¹, Hisashi Harada¹, Ryosuke Mochioka², Tsuneo Ogata², Shuji Shiozaki², Shosaku Horiuchi², Hiroo Mukai¹ and Toshihiko Takagi¹

¹ Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Ohya, Shizuoka 422-8529

² College of Agriculture, Osaka Prefecture University, Gakuen-cho, Sakai 593-8531

Summary

We attempted to vegetatively propagate mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) by softwood cuttings and investigated the relationship between carbohydrates in shoots and root formation.

With IBA treatment, rooting rate was more than 50 % when cuttings were collected in early June to early August, whereas it decreased to no rooting in October. Without IBA treatment, cuttings did not root except in June. There is a relationship between rooting ability and bud dormancy in that rooting ability decreased as bud break rate became reduced. High rooting rate occurred when sorbitol content in the cuttings was high. The carbohydrates, sorbitol and total sugars content, in the basal part of cuttings increased in IBA-treated cuttings 14 days after planting, whereas in untreated cuttings, they increased 21 days after planting. Moreover, the maximum quantity of sorbitol in IBA-treated cuttings was more than that in untreated ones. When sorbitol, glucose, sucrose and fructose were tested in *in vitro* rooting of microcuttings, the highest *in vitro* rooting rate and the largest number of roots per microcutting were obtained when the explants were imbedded in WP medium supplemented with sorbitol.

Key Words: propagation, cutting, *Prunus mume*, sorbitol.

緒 言

ウメは中国原産の落葉小高木であり、本邦では古くから栽培され、果実の収穫を目的とする実ウメと花を觀賞目的とする花ウメとに分化してきた。現在、実ウメは約 100 品種、花ウメは約 300 品種が確認されている (大坪, 1992)。ウメの栽培品種は一般に挿し木繁殖が困難とされているため (猪崎・丸橋, 1989)、ウメ苗の繁殖は接ぎ木繁殖が行われており、栽培品種や野梅の実生が台木として用いられている (井上, 1991)。しかし、実生台木は遺伝的に雑種性が強く、生育が不均一となり、栽培上問題となりやすい。最近、モモでは、わい性台木等の優良台木が選抜導入され実用化されている (吉田, 1995)。ウメにおいても優良な形質をもった台木が選抜された場合、その形質を維持するには挿し木繁殖などのクローン増殖が

不可欠となる。そこで、挿し木技術が確立されれば大量かつ容易に台木生産が可能となる。しかし、挿し木苗は接ぎ木苗に比べて樹勢が弱く短命であるとされる (町田, 1991)。その一方で、従来、接ぎ木苗が良いとされていたバラにおいても品種によっては挿し木苗の方が生産性が高いとする報告もある (横山ら, 1991)。果樹の自根苗繁殖を試みた研究はモモの一部の品種で報告されている (福島, 1975)。特に、モモは米国などで自根苗栽培が試みられ、接ぎ木苗同様に良好な生育が報告されており (Couvillon・Erez, 1980)、ウメでも‘伊那豊後’などの品種は初期生育が若干、遅れるものの、挿し木苗で好成績をあげている (熊代・小林, 1989)。また、花木として利用される花ウメは庭木や盆栽として利用され、果樹のように必ずしも大木になる必要はなく、むしろ、挿し木苗の特徴であるコンパクトな樹形が好まれる。筆者ら (村井ら, 1994) は以前、‘南高’などの主要品種の休眠枝挿しを試みたがほとんど発根個体が得られなかったが、‘白加賀’な

1998年5月15日 受付. 1998年9月2日 受理.

どの緑枝挿しでは比較的高い発根率を得ている。一方、挿し木発根と糖やデンプンなどの炭水化物やC/N率などの枝梢中成分との関連が報じられてきたが、必ずしも結果は一致せず、不明な点も多い(弦間, 1987; Doud・Carlson, 1977; Kraus・Kraybill, 1918)。

そこで、本研究はウメの挿し木による苗生産の可能性の検討を行った。さらに、台木繁殖の基礎資料を得るために、代表的な実ウメ品種を用いて緑枝挿しにおける挿し木発根能と枝梢中の炭水化物との関係について検討した。

材料および方法

供試樹は静岡県藤枝市の静岡大学農学部附属農場に植栽の接ぎ木5-6年生の開心自然型整枝の実ウメ‘南高’を用い、1-1.5 m程度に伸長した徒長枝を用いた。なお、徒長枝は主枝上から発生したものをを用いた。

実験 1. 挿し木時期が発根に及ぼす影響と枝梢中成分との関連

挿し木時期がウメの発根に及ぼす影響を調査するため、6月上旬から10月上旬までの毎月2回ずつ、徒長枝を採取し、先端の未充実の部分を摘除し、枝の上部1/3の部分の挿し穂として利用した。挿し穂は長さ12 cm(3葉着生)に調整し、切り口は水平切りで管挿しとした。床土はバーミキュライトを幅50 cm×35 cm×深さ10 cmの挿し木箱に入れて用いた。処理区はオーキシシン処理区(インドール酪酸; IBA 4000 ppmの50%エタノール溶液に10秒間浸漬)と対照区(無処理区)の2処理区を設けた。なお、調整した挿し穂はIBA処理前に20時間蒸留水に浸漬し水揚げ処理をした。かん水はミスト装置を用い、ミストは40分間隔で20秒間噴霧させた。ミスト室内の相対湿度は実験期間中ほぼ、70-90%であった。発根率の調査は各時期とも挿し木後40日目に行った。また、各処理区の供試個体数は20本とし、2反復とした。

次に、枝梢中の炭水化物として全糖、糖アルコールであるソルビトールおよびデンプン含量をそれぞれ調査した。すなわち、挿し穂を各月の月上旬に採取し、新鮮試料を80℃で熱風乾燥後、全糖、ソルビトール含量は80%エタノールで熱抽出後、エバポレーターで水層にまで減圧濃縮し、全糖はアンスロン硫酸法、ソルビトールは高木ら(1994)の糖分析方法を用いて高速液体クロマトグラフィー(HPLC)で測定した。デンプン含量は糖を抽出した残さを0.7N塩酸で2.5時間熱分解後、ソモギ・ネルソン法で求めた。なお、炭水化物含量の測定の反復数はいずれも5回であった。また、インドール酪酸(以下IAAとする)の抽出は挿し穂の芽を含む基部1 cmの部位を新鮮重で3-5 g採取し、ただちに液体窒素で凍結後、-30℃で分析まで保存した。そして、0.1%の2, 6-ジ-*tert*-ブチル-4-メチルフェノール(BHT)および0.2%アスコルビン酸を添加し氷冷した80%メタノールで抽出し、望岡

ら(1996)の方法により溶媒分配し(第1図)、酢酸エチル可溶性分画を樹脂(Alytichem Bondesil C18, Varian)を充填したカラムクロマトグラフィーを用いて0.1%酢酸メタノール(20%→70%)で溶出した。これらのフラクションのうち、酢酸メタノールが40%, 50%, 60%および70%の部分を取り、濃縮乾固してHPLCで分析した。HPLC分析はカラム: Shim-pack CLC (M) (4.6×250 mm; 島津製作所), 溶媒: 0.1%酢酸メタノール(20%→80%), 流速: 1 ml/分, 検出器: 蛍光検出器で励起波長280 nm, 蛍光波長350 nmの条件であった。なお、用いた新鮮試料は7月および9月上旬に採取し、各試料とも無作為に5回分析した。

次に、発根能と芽の休眠との関連を調査するために挿し穂を切り枝処理した。すなわち、6月上旬から10月上旬まで経時的に挿し穂を採取、調整した後、すべての葉を除去後、26℃、16時間日長、光量子密度40 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ の恒温室で水挿しした。なお、水挿しではほとんどの個体が水の腐敗等で枯死したため、予備実験で効果のあった切り花鮮度保持剤; フレッシュ・キープ・フラワー(フジ製糖)を50倍に希釈した液に挿した。この鮮度保持剤の成分は明らかにはされていないが、糖、有機酸、防腐剤等が含まれている。なお、予備実験でこの液に挿した枝は鉢植個体を摘葉した実験と同じ程度の萌芽率を示したので、保存剤による萌芽促進効果はないと考えている。30日後、萌芽率を調査した。萌芽は挿し穂で1つでも萌芽がみとめられれば、萌芽個体とみなした。なお、1処理区当たり24-30個体とした。

実験 2. IBA処理が挿し木期間中の挿し穂中の炭水化物含量の消長に及ぼす影響

IBA処理が挿し穂中の炭水化物含量の消長に及ぼす影響を調査した。すなわち、6月上旬に‘南高’の徒長枝を採取し、前述同様に挿し穂を採取後調整した。挿し穂は20時間蒸留水に基部を浸漬後、IBA処理区と対照区の2処理区を設けた。IBA処理区IBA4000 ppmの50%エタノール溶液に10秒間浸漬処理後にバーミキュライトにミスト挿しした。対照区ではIBA処理を行わず、ミスト挿しした。その後、経時的に挿し穂を抜取り、発根調査を行うとともに、挿し穂の基部1 cmの部分80℃で熱風乾燥後、80%熱エタノールで抽出し、エバポレーターで減圧濃縮後、実験1と同様に求めた。デンプン含量は実験1と同じソモギ・ネルソン法で定量した。また、同様に挿し穂基部はただちにFAAで固定後、徒手切片を作成し、根原体の形成時期を光学顕微鏡下で観察した。

実験 3. 炭素源の種類が *in vitro* 発根に及ぼす影響

不定根形成に特定の種類の炭素源が関与しているかどうかを確認するために培地中の炭素源の種類を変え発根に及ぼす影響を調査した。すなわち、Harada・Murai(1996)の報告により‘南高’のシュートをBA 5 μM 、寒天0.7%およびソルビトール3%をそれぞれ含んだWP培地

Fig. 1. Flow diagram showing procedure for extraction and purification of IAA.

で増殖させ、長さ約1 cm程度のシュートを IBA1 μM , 寒天0.7%および炭素源としてスクロース, グルコース, ソルビトールおよびフルクトースをそれぞれ3%ずつ添加した Lloyd・MacCown (1980) の WP 培地に植え付け 30 日間培養し、発根率と平均根数を調査した。なお、培養条件は 16 時間日長, 26°C, 光量子束密度は 40 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ であった。各処理区とも供試個体数は 15 個体であった。

結 果

実験 1.

挿し木発根能と萌芽率の季節的消長を第 2 図に示した。IBA 処理区では 6 月上旬から 8 月上旬までは常に 50% 以上の高い発根率を示したが、その後、発根率は急減し、9

月上旬以降ではほとんど発根はみられず、10 月上旬では全く発根しなかった。なお、第 3 図に 7 月上旬に処理し発根した挿し穂を示した。一方、対照区では発根がみられたのは 6 月上中旬のみであり、その値も 30% 以下で、IBA 処理区に比べて著しく低かった。萌芽率の季節的变化は 6 月から 7 月上旬までは常に 80% 以上の萌芽率を示したが、その後、8 月上旬には約 30% にまでに急減し、9 月上旬では全く萌芽がみられなかった。次に、枝梢中の炭水化物含量の季節的消長を第 4 図に示した。すなわち、全糖含量は 6 月上旬が約 12 mg と最も高く、その後 9 月上旬にかけてゆるやかに減少し、約 7 mg となり、10 月上旬になると再び増加した。ソルビトール含量は 6 月上旬では約 9 mg であったが、その後、増加し、8 月上旬には約 17 mg ともっとも含量が高くなり、その後、急減し、10

Fig. 2. Changes in rooting ability and budbreak rates of 'Nanko' mume cuttings.

● : IBA treatment, ○ : Non-IBA treatment (Control),
□ : Budbreak rate

Fig. 3. Photograph showing rooted mume cuttings 40 days after planting. Cuttings were collected in July, and treated with IBA before planting.

月上旬には約 12 mg となった。デンプン含量は6月上旬には約 70 mg でやや高かったが、その後、7月上旬には約 50 mg までに急減がみられ、その後、急増し、10月上旬には再び 70 mg 程度にまで増加した。また、7月上旬と9月上旬に採取した試料の IAA 含量を第5図に示した。すなわち、発根率の高かった7月上旬では約 13 ng とやや高く、発根率の低かった9月の試料の含量は 10 ng 程度にまで低下したが、統計的に有意ではなかった。

実験 2.

IBA 処理区と対照区(無処理区)の挿し穂の発根率の消長を第6図に示した。IBA 処理区では発根個体は挿し木後 21 日目から観察されるようになり、その後、直線的に増加し、40 日目には約 70 % となった。一方、対照区では

Fig. 4. Changes in carbohydrate contents in 'Nanko' mume cuttings.

● : Total sugar, ○ : Sorbitol, — : Starch (Mean $\pm$ SE).

Fig. 5. IAA contents in basal parts of cuttings collected in July or Sept. procedure for IAA extraction and purification is shown in Fig. 1.

J: July, S: September. Same letters are not significant by t-test at 5% level.

発根個体は挿し木後 30 日目から観察され、IBA 処理区よりも遅れた。また、挿し木後 40 日目の発根率も IBA 処理に比べて顕著に低く、10 % 程度であった。また、各処理区の挿し穂の根源体が初めて観察されたのは IBA 処理区では挿し木後 14 日目、対照区では IBA 処理より遅れて、挿し木後 21 日目であった(データ省略)。次に、IBA 処理区と対照区における挿し木後の挿し穂中の炭水化物含量の消長を第7, 8図に示した。すなわち、IBA 処理区で

Fig. 6. Changes in rooting rates of 'Nanko' mume cuttings after planting in rooting medium.

Arrows indicate the time when root primordia were observed.

● : IBA treatment, ○ : Control

Solid arrow : IBA treatment, broken arrow: control

は挿し木後 14 日目に挿し穂の基部の全糖およびソルビトール含量が急増し、最高値を示し、その後、挿し木後 21 日目には減少した。逆にデンプン含量は挿し木後 14 日目に急減した後に再度増加した。一方、対照区では処理区よりもやや遅れて挿し木後 21 日目に全糖含量が急増し、最高値を示し、その後減少した。ソルビトール含量は挿し木後常に増加し続け、40 日目には最高値を示した。デンプン含量の急減は IBA 処理区と同様に挿し木後 14 日目にみられ、その後、増加し続けた。また、対照区のデンプン含量は IBA 処理区のそれを常に上回っていた。以上のことから、IBA 処理により挿し木後の炭水化物変動

Fig. 8. Changes in sorbitol content in basal part of cuttings after planting.

Arrows indicate the time when root primodium was observed.

● : IBA treatment, ○ : Control

パターンが対照区に比べて明らかに異なっていた。

実験 3.

炭素源の種類が発根に及ぼす影響を第 1 表に示した。すなわち、もっとも発根率が高かったのはソルビトール添加培地の 40%，次いでグルコース添加培地の 33.3%，スクロース添加培地の 20% となり、フルクトース添加培地では全く発根しなかった。一方、平均根数はソルビトール添加培地で 2.4 本もっとも高く、次いでスクロース添加区の 2.3 本、グルコース添加区の 1.4 本の順となった。

Fig. 7. Changes in total sugar and starch contents in basal part of cuttings after planting. Arrows indicate the time when root primodium was observed.

● : IBA treatment, ○ : Control

Table 1. Effect of different carbon sources on *in vitro* rooting of mume microcuttings.

Carbon source ¹	Rooting rate ² (%)	No. of roots per microcuttings
Sorbitol	40.0	2.4 ± 0.4 ³
Sucrose	20.0	2.3 ± 0.3
Glucose	33.3	1.4 ± 0.2
Fructose	0	—

¹ Each carbon source was added in rooting medium at 3%.² There were 15 microcuttings for each treatment.³ Mean ± standard error.

考 察

挿し木発根能と挿し木時期との関連は古くから多くの研究がなされている (Fadl・Hartmann, 1967; Bhella・Roberts, 1975; Roberts・Fuchigami, 1973). 一般に、緑枝挿しでは発根能は春季から夏季にかけて高く、秋季にかけて低下する。また、その要因の一つとして芽の休眠との関連があげられている (Roberts・Fuchigami, 1973). 芽の自発休眠の誘導時期は樹種により異なるものの、夏季の終わりから秋季の初めにかけて誘導されるが、オリーブや野生モモなどでは発根能は春季から夏季にかけて高く、秋季には低下する (Porlingis・Therias, 1967; 弦間, 1987). また、セイヨウナシでは芽の自発休眠の誘導と発根能との関連があげられているが、それと同時に発根抑制物質の蓄積が起こるとされている (Fadl・Hartmann, 1967). 本実験においても切り枝の萌芽率が高い夏季に発根率が高く、萌芽率の低下する秋季には発根率が低下することから他の樹種で報告されているように自発休眠の誘導とは何らかの関連があるものと考えられた。

一方、枝梢中成分と発根能との関連も多く報告されており、その中でも炭水化物含量との関連を追究したものが多く、デンプン含量、C/N比などと発根との関連が多く論じられている (Doud・Carlson, 1977; Kraus・Kraybill, 1918). すなわち、炭水化物は直接発根を誘導する物質ではないと考えられているが、デンプン含量やC/N比が高いと発根能が高いとされる。本実験では発根率の高い時期にはソルビトール含量が高く、逆に、全糖やデンプン含量が低い傾向が明らかとなり、従来から報告されているようなデンプンや全糖含量よりもむしろソルビトール含量との関係がうかがわれた。

また、発根能と IAA 含量との関連を指摘した報告も多い。すなわち、発根能の高い時期では枝梢中の IAA 含量が高いとされている (弦間, 1987; Heide, 1967; Odom・Carpenter, 1965). しかし、本実験では発根率の高い7月には IAA 含量が発根率の低くなる9月の含量と比べてやや高かったが、統計的に有意差がみられなかったことから、9月に発根能が低下するのは必ずしも枝梢中の IAA

含量の低下のみでは説明出来ないものと考えられる。

以上の結果、挿し木発根能の高い時期では挿し穂の芽が自発休眠に入っておらず、挿し穂中のソルビトール含量が高いことが明らかとなった。

挿し穂への IBA 処理は明らかに対照区よりも発根を促進したが、挿し木後の根原体形成促進、挿し穂基部への炭水化物蓄積の促進、とりわけ炭水化物の中でもソルビトールの蓄積の促進程度が顕著であった。オーキシンの効果としては Altman・Wareing (1975) は挿し穂基部への糖蓄積と転流を促進し、デンプンの糖化にも影響するとし、Altman (1972) は光合成産物の増加、貯蔵炭水化物の糖化促進、葉から処理部位への転流、根原体形成に直接影響を与えたことによる炭水化物要求度の増大をあげている。このことから、ウメの挿し穂でも IBA 処理を施すと同様の現象が起こり、発根に促進的に働いたものと考えられた。

次に、直接的に種々の炭素源を外部から与え、発根に及ぼす影響を調査するために、*in vitro* 条件下でシュートの発根を試みたところ、ソルビトール添加培地でもっとも発根率が高く、平均根数の値も高かった。シュートの発根には通常スクロースが用いられる。発根に対する炭素源の種類の影響を調査した報告はみられない。筆者ら (村井ら, 1996) はウメのシュートの増殖には炭素源のなかでもソルビトールが最適であったことやバラ科植物の光合成産物の転流形態はソルビトールであること (Coffinら, 1976) から、他の糖よりソルビトールの代謝系が発達していることを考えあわせるとシュートの増殖や発根等の生長現象には重要な炭素源であることが推察された。

以上の実験結果から、挿し木発根が困難とされてきた実ウメでも芽の自発休眠誘導以前の緑枝を採取し、IBA 処理を行えば容易に発根個体が得られることが明らかとなった。また、発根に重要な役割を担う炭水化物はソルビトールであることが推察された。

摘 要

ウメの緑枝挿し繁殖の可能性と発根と枝梢中成分として特に炭水化物との関係について検討した。

ウメの緑枝挿しは IBA 4000 ppm 溶液の浸漬処理を行えば6月上旬-8月上旬に採取した挿し穂で高い発根率が得られた。発根能は芽の自発休眠が誘導されるにつれて低下した。また、枝梢中成分としてはソルビトール含量が高い時期に発根能が高かった。挿し木後の挿し穂中成分の消長を調査したところ、発根率の高かった IBA 処理区では対照区に比べて早い時期に挿し穂基部の全糖、特にソルビトール含量が顕著に増加した。*in vitro* 条件下でソルビトール、スクロース、グルコースおよびフルクトースを添加した WP 培地でシュートを発根させたところ、ソルビトール添加培地でもっとも発根率が高かった。

謝 辞 本実験を行うに当たり、実験材料を提供して頂

いた静岡大学農学部付属農場岩垣 功博士, 浅井辰夫氏ならびに増田幸直氏に深謝します。

引用文献

- Altman, A. 1972. The role of auxin in root initiation in cuttings. Proc. Intl. Plant Prop. Soc. 22: 280-294.
- Altman, A. and P. F. Wareing. 1975. The effect of IAA on sugar accumulation and basipetal transport of ^{14}C -labelled assimilates in relation to root formation in *Phaseolus vulgaris* cuttings. Physiol. Plant. 33: 32-38.
- Bhella, H. S. and A. N. Roberts. 1975. Seasonal changes in origin and rate of development of root initials in douglas-fir stem cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100: 643-646.
- Coffin, R., C. D. Taper and C. Chong. 1976. Sorbitol and sucrose as carbon source for callus culture of some species of Rosaceae. Can. J. Bot. 54: 547-551.
- Couvillon, G. A. and A. Erez. 1980. Rooting, survival and development of several peach cultivars propagated from semihardwood cuttings. HortSci. 15: 41-43.
- Doud, S. L. and R. F. Carlson. 1977. Effects of etiolation, stem anatomy and starch reserves on root initiation of layered *Malus* clones. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 487-491.
- Fadl, M. S. and H. T. Hartmann. 1967. Relationship between seasonal changes in endogenous promoters and inhibitors in pear bud, cutting bases and the rooting of pear hardwood cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 91: 96-112.
- 福島正幸. 1975. 自根果樹と接ぎ木果樹の生育の相違. 第1報 モモについて. 園学要旨. 昭45秋: 46-47.
- 弦間 洋. 1987. モモのさし木繁殖に関する研究. 筑大農林学報. 3: 157-257.
- Harada, H. and Y. Murai. 1996. Micropropagation of *Prunus mume*. Plant Cell, Tiss. Org. Cult. 46: 265-267.
- Heide, O. M. 1967. The auxin level of begonia leaves in relation to their regeneration ability. Physiol. Plant. 20: 886-902.
- 井上四郎. 1991. 核果類の苗の作り方. p134-155. 大野正夫編著. 図解果樹の接木・挿木と高接更新. 博友社. 東京.
- 猪崎政敏・丸橋 亘. 1989. 果樹繁殖法. p128-132. 養賢堂. 東京.
- Kraus, E. J. and H. R. Kraybill. 1918. Vegetation and reproduction with special reference to the tomato. Ore. Agr. Exp. Sta. Bull. 149: 1-90.
- 熊代克巳・小林俊夫. 1989. ウメ「伊那豊後」の挿し木繁殖. 農および園. 64: 1049-1056.
- Lloyd, G. and B. McCown. 1980. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia* by use of shoot tip culture. Proc. Intl. Plant. Prop. Soc. 30: 421-427.
- 町田英夫. 1991. さし木のすべて. p6-7. 誠文堂新光社. 東京.
- 望岡亮介・東部光伸・堀内昭作・尾形凡生・塩崎修志・河瀬憲次・黒岡 浩・松井弘之. 1996. 数種の日本原産野生ブドウの芽の休眠と内生 ABA および新梢内水分含量との関係. 園学雑. 65: 49-54.
- 村井泰広・原田 久・大石 惇. 1994. スモモ亜属果樹のさし木繁殖. 果実日本. 49: 46-48.
- 村井泰広・原田 久・高木敏彦. 1996. 花ウメ品種の in vitro におけるシュートの増殖と発根. 園学雑. 65: 155-159.
- Odom, R. E. and W. J. Carpenter. 1965. The relationship between endogenous indole auxins and the rooting of herbaceous cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87: 491-501.
- 大坪孝之. 1992. 趣味の園芸作業 12 か月. ウメ. p140-146. 日本放送出版協会. 東京.
- Porlingis, I. C. and I. Therias. 1967. Rooting response of juvenile and adult olive leafy cuttings to various factors. J. Hort. Sci. 51: 31-39.
- Roberts, A. N. and L. H. Fuchigami. 1973. Seasonal changes in auxin effect on rooting of douglas-fir stem cuttings as related to bud activity. Physiol. Plant. 28: 215-221.
- 高木敏彦・向井啓雄・市川珠世・鈴木鐵男. 1994. ウンシュウミカンの着色に及ぼす温度と果実の糖集積の影響. 園学雑. 62: 725-731.
- 横山文哉・村上公一・石田 明. 1991. バラのロックウールおよび土耕栽培における収量, 品質の品種間差異. 静大農研報. 41: 35-42.
- 吉田雅夫. 1995. モモ. 3. 台木用植物の分類と特性. p347-356. 河瀬憲次編著. 果樹台木の特性と利用. 農文協. 東京.