

植え付け時期および根の剪除が1年生リンゴ樹の新梢成長に及ぼす影響

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者	荒川, 修 徐, 剣波 浅田, 武典
巻/号	13巻3号
掲載ページ	p. 261-265
発行年月	2014年7月

植え付け時期および根の剪除が1年生リンゴ樹の新梢成長に及ぼす影響

荒川 修^{1*}・徐 劍波²・浅田武典¹

¹ 弘前大学農学生命科学部 036-8561 青森県弘前市文京町

² 岩手大学大学院連合農学研究科 020-8550 岩手県盛岡市上田

Effect of Planting Season and Root Removal on Shoot Growth on One-year-old Apple Trees

Osamu Arakawa^{1*}, Jianbo Xu² and Takenori Asada¹

¹ Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University, Bunkyo-cho, Hirosaki, Aomori 036-8561

² The United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University, Ueda, Morioka, Iwate 020-8550

Abstract

The effects of the planting season and root mass on shoot growth of one-year 'Fuji/Marubakaido' trees were examined after a heading cut was performed of their trunks. Shoot lengths of the trees planted and grafted two springs prior to the measurements (Test Group 1) were higher than those planted the previous fall (Test Group 2) and those planted during the previous spring (Test Group 3). The shoot lengths of trees in Test Group 1 decreased gradually from top to bottom, while in those of Test Groups 2 and 3, the top three-to-four shoots were markedly longer than the shoots below. When half of the roots of Test Group 1 trees were removed prior to the heading cut of the trunk, the shoot length of the top two shoots was markedly longer than that of the shoots below. These suggest that the root condition and root volume may affect the supply of stored nutrients to the shoot, which influences shoot growth, and also has regulatory effect on apical control of shoot growth.

Key Words : apical control, shoot length, transplanting

キーワード : 頂部優勢, 移植, 新梢長

緒言

リンゴ栽培では、新植後の新梢の発生と成長はその後の樹形形成や初期の果実生産に影響するために重要である。リンゴの1年生苗の多くは一本棒状であり、植え付け後に切り返しを行って新梢の発生を促すが、十分な大きさや数の新梢が得られない場合も多く、新梢の発生を促すために、芽かきや芽傷、摘葉、BA剤の散布などが行われている。新梢の発生や成長は主に植物ホルモンによる頂部優勢によって制御されており、頂部に優勢な新梢が3本程度成長し、それらが下部の新梢の成長や発生を抑制すると考えられている (Brunner, 1990)。

一方、リンゴは秋に苗木を掘り上げ、冷蔵されたものが春に植え付けられるが、このときの根の損傷が樹の養分の吸収を減少させ、植え付け後の根の活着中における樹の成長を抑えるとされている (Preston, 1972)。植物の根は、土壌からの養水分の吸収および地上部の支持などの機能を持つとともに (Fallahi, 1996)、植物の成長と生育を調整する

植物ホルモンを合成することから (Brunner, 1990)、根の損傷は根の役割と樹全体の成長に影響を及ぼすことが考えられる。根の切除による損傷が樹全体の成長に及ぼす影響については幾つかの報告があるが (Hippsら, 1996; Preston, 1972; Sutton, 1967; Young・Werner, 1982)、根の損傷や根量が新植時の新梢成長に及ぼす影響について、新梢成長の様相を詳細に検討した報告は少ない。また、これまでの報告は1年生の苗木を植え付けてその年に調査を行っており、根がまだ十分機能していない状態であると考えられるが、そのような根の状態が植え付け後の新梢成長に及ぼす影響について比較検討した報告は見当たらない。

そこで本研究では、根の状態が特に新梢成長に及ぼす影響を明らかにするために、前年に切り接ぎして植え付けた場合と、苗木を春季および秋季に定植した場合の定植時期の違い、さらに根の切除による根の量がその後の新梢成長に及ぼす影響について比較検討した。

材料および方法

1. 定植時期が新梢成長に及ぼす影響

2006年5月9日に「マルバカイドウ」を台木として「ふじ」 (*Malus X domestica* Borkh.) の枝を接ぎ木して弘前大学学内ほ場 (黒ボク土) に植え付け、萌芽後に新梢を1本

2013年10月3日 受付。2014年2月18日 受理。
本報告の一部は園芸学会平成16年秋季大会で発表した。
* Corresponding author. E-mail: oarakawa@cc.hirosaki-u.ac.jp

残して生育させた（以下、前年切り接ぎ定植区）。秋季定植として、秋に購入した‘ふじ／マルバカイドウ’の苗木を11月15日に同様の場所に植え付け（秋季定植区）た。また、春に秋季定植用の苗木を購入した業者から同じ‘ふじ／マルバカイドウ’の苗木を購入し（秋に掘り上げて冷蔵庫で貯蔵されていたもの）、2007年4月24日に苗木を植え付けた（春季定植区）。これらの苗木は、この地域で通常販売されている苗木のように、台木の長さは約20 cm、根が20 cm程度で切断されており、副梢がほとんどない一本棒状のものである。2007年4月24日にこれらの樹について繰り返し剪定（幹の全長の1/3を残す）を行った。この時期における繰り返し後の樹高は、前年切り接ぎ定植区で 41.3 ± 3.7 cm、秋季定植区で 49.3 ± 6.2 cm、春季定植区で 44.5 ± 2.5 cmであった。処理後の新梢成長期間中には、殺虫剤および殺菌剤を適宜散布し、土壌が乾燥した場合にはかん水を行った。なお、施肥は植え付け前に標準的な量を行い、追肥は行わなかった。各区とも4本の樹について個々の新梢長を経時的に調査した。最上位の芽から伸びた新梢を新梢1として順次芽の位置で新梢に番号を付した。下部の芽は伸長しない場合もあったので、新梢長の経時的な変化の結果には、上位の芽から伸びた新梢の長い順に10本の新梢長を示した。10月1日にこれらの全樹を丁寧に掘り上げ、水道水で樹全体を洗い流した。その後、新梢（主幹から直接出ている葉を含む）、主幹（根を除く台木部分を含む）、根に分けて解体して熱風乾燥し、乾物重を測定した。

2. 根の切除が新梢成長に及ぼす影響

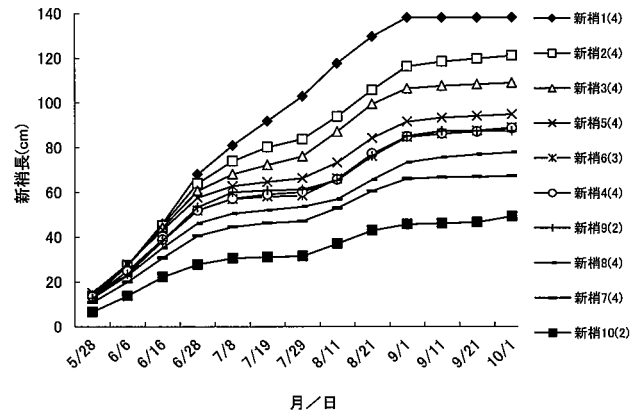
2002年4月に‘マルバカイドウ’を台木として‘ふじ’の枝を接ぎ木して弘前大学教育学部附属千年農場に植え付け、萌芽後に新梢を1本残して生育させた。2003年4月15日に幹の長さを1/3残して（残った幹の長さは55 cm）繰り返し剪定を行った。同時に5本の樹について幹を中心に半円形部分の根をスコップで丁寧に掘り上げながら根元から切り落とした。無処理の樹5本を対照区とした。これらの樹について個々の新梢長を経時的に調査した。また、処理後の新梢成長期間中には、殺虫剤および殺菌剤を適宜散布した。11月17日に全樹を丁寧に掘り上げ、水道水で樹全体を洗い流した。その後、新梢（主幹から直接出ている葉を含む）、主幹（根を除く台木部分を含む）、根に分けて解体して熱風乾燥し、乾物重を測定した。

統計分析はエクセル統計（社会情報サービス）を用いて行った。

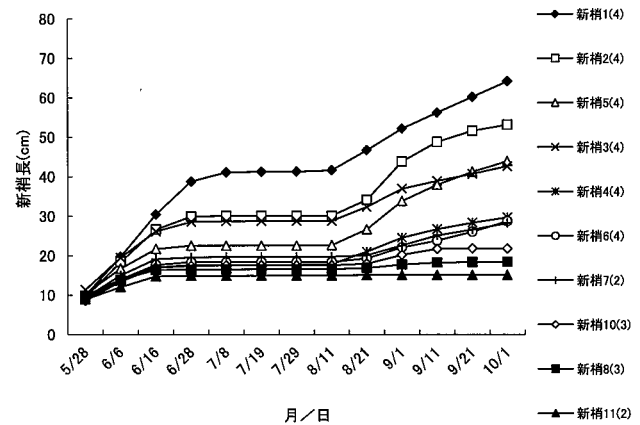
結 果

1. 定植時期が新梢成長に及ぼす影響

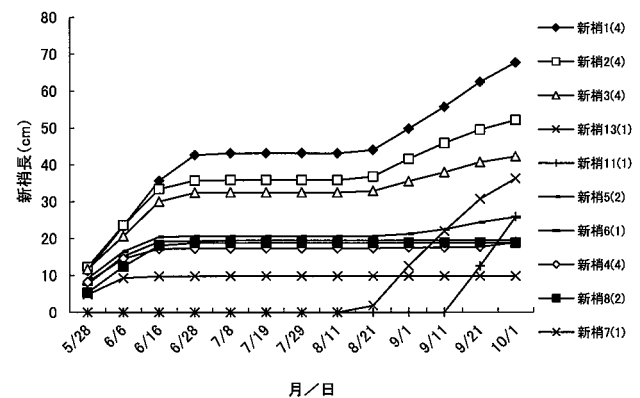
前年切り接ぎ定植区における繰り返し剪定後の新梢成長は、全体的に他の処理に比べて旺盛だった（第1, 2, 3図）。新梢は新梢1を除いて6月下旬～7月下旬にかけてはやや成長が停滞したが、9月までほぼ直線的に成長し、その後



第1図 前年度に切り接ぎ定植したリンゴ‘ふじ／マルバカイドウ’1年生樹の繰り返し剪定後の新梢成長
最上位の芽から伸びた新梢を新梢1として順に番号を付し、長い新梢10本の結果を示した
()は調査した新梢の本数である



第2図 前年度の秋季に定植したリンゴ‘ふじ／マルバカイドウ’1年生樹の繰り返し剪定後の新梢成長
最上位の芽から伸びた新梢を新梢1として順に番号を付し、長い新梢10本の結果を示した
()は調査した新梢の本数である



第3図 春季に定植したリンゴ‘ふじ／マルバカイドウ’1年生樹の繰り返し剪定後の新梢成長
最上位の芽から伸びた新梢を新梢1として順に番号を付し、長い新梢10本の結果を示した
()は調査した新梢の本数である

第1表 定植時期がリンゴ‘ふじ’の新梢成長に及ぼす影響

定植時期	総新梢長 (cm)	平均新梢長 (cm)	総新梢数 (本)
前年切り接ぎ定植	867.3 a ²	89.5 a	9.8 ab
秋季定植	345.0 b	31.6 b	10.8 a
春季定植	246.2 b	37.0 b	6.8 b

² 同一列における異なる英小文字の付いた定植時期の間には Tukey-Kramer 法の多重比較検定により 5% の水準で有意差があることを示す

第2表 定植時期がリンゴ‘ふじ’の乾物重に及ぼす影響

定植時期	新梢 (g)	幹 (g)	根 (g)	総乾物 (g)
前年切り接ぎ定植	242.61 a ²	176.1 a	101.6 a	520.36 a
秋季定植	55.61 b	133.2 b	52.7 b	241.49 b
春季定植	34.73 b	67.5 c	28.8 b	130.99 b

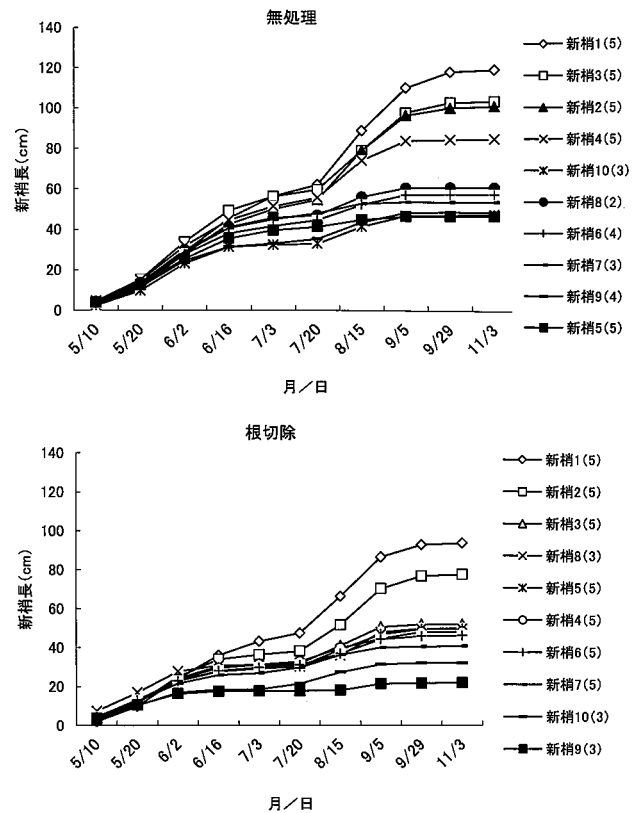
² 同一列における異なる英小文字の付いた定植時期の間には Tukey-Kramer 法の多重比較検定により 5% の水準で有意差があることを示す

成長は停止した。新梢の長さは上部の新梢ほど長く、下部ほど順に短くなった。一方、秋季定植区では、新梢は6月末までは直線的に成長したが、その後は8月下旬まで成長が停滞し、それから再成長した。新梢の長さは上部の3本と5番目の新梢が長く、それより下の新梢は極端に短かった。春季定植区では秋季定植区と同様に新梢成長は6月下旬～8月下旬まで一度停止し、その後上部の3本は再び成長したが、下部の新梢は2本を除いてその後成長しなかった。その結果、上部の3本の新梢は下部の新梢に比べて長くなり、その差は顕著だった。総新梢長および平均新梢長は前年切り接ぎ定植区が他の両区より有意に長かった(第1表)。しかし、秋季と春季定植区の間には有意な差が認められなかった。また、総新梢数は秋季定植区が春季定植区より有意に多かった。

乾物重の中の総乾物重は前年切り接ぎ定植区で最大となり、他の両区の2倍以上であった(第2表)。新梢の乾物重は前年切り接ぎ定植区で最も重く、他の2区の4倍程度となった。また、幹および根の乾物重は前年切り接ぎ定植区が他の両区より有意に重かった。

2. 根の切除が新梢成長に及ぼす影響

根の半分を切除した根切除区では、新梢成長の初期段階は個々の新梢長の差は小さかったが、上部の2本の新梢は8月中旬から下部の新梢より大きく成長し、最終的には上部の2本の新梢が下部の新梢に比べて顕著に大きくなった(第4図)。無処理樹では、初めは上部と下部の新梢長の差は小さかったが、8月中旬から上部の新梢が下部より大きく成長し、それからその差が顕著になった。総新梢長と平均新梢長は根の切除によって対照区に比べて有意に減少したが、総新梢数は根の切除による影響が認められなかった(第3表)。



第4図 根の切除がリンゴ‘ふじ/マルパカイドウ’1年生樹の切り返し剪定後の新梢成長に及ぼす影響
最上位の芽から伸びた新梢を新梢1として順に番号を付し、長い新梢10本の結果を示した
() は調査した新梢の本数である

第3表 根の切除がリンゴ‘ふじ’の新梢成長に及ぼす影響

処理区	総新梢長 (cm)	平均新梢長 (cm)	総新梢数 (本)
無処理	664.3	76.1	9.2
根切除	491.0	51.7	10.0
有意性	* ²	*	—

²t 検定により 5% 水準で有意差が認められる

第4表 根の切除がリンゴ‘ふじ’の乾物重に及ぼす影響

処理区	新梢 (g)	幹 (g)	根 (g)	総乾物重 (g)
無処理	86.3	157.8	84.2	323.3
根切除	47.6	129.0	64.7	241.4
有意性	*	—	—	* ²

²t 検定により 5% 水準で有意差が認められる

乾物重では、根を切除した場合は無処理樹における総新梢の乾物重の半分程度まで有意に減少した。しかしながら、その他の部位では有意な違いが認められなかった(第4表)。

考 察

青森県のような寒冷地のリンゴ栽培では、一般に春に苗木を購入して定植し、切り返しを行って新梢の発生を促す

が、その場合、上部に3本程度の優勢な新梢が発生し、その下にはごく短い新梢しか成長しないことが認められる(Kikuchiら, 2003)。この現象は頂部優勢として樹の生理的な特性として理解されてきた。今回の実験でも秋季定植樹と春季定植樹では、これまでの報告のように上部の3~4本の新梢が長く、それより下部の新梢は顕著に短くなった。それに対して、前年に切り接ぎをして植え付けた樹ではより多くの新梢が成長し、上部から下部に向かって段階的に短くなった。そして平均新梢長と総新梢長が他の2区より有意に長くなった。前年に植え付けた樹の根を半分程度に切除すると、上部の2本の新梢は6月中旬から下部の新梢より長くなり、特に7月下旬以降に優勢に成長したが、それより下部の新梢は顕著に短くなった。根を切除した時に上部の新梢が下部の新梢より顕著に優勢に成長し、下部の新梢長が上部の新梢より顕著に短くなる様相は、優勢に成長する新梢の本数は異なるものの、春季あるいは秋季に定植した場合の新梢の成長特性に類似していたことから、春季あるいは秋季に定植した場合に上部の新梢だけが極端に大きく成長するのは、頂部優勢に加えて、移植時に根が切断されて根量が少なくなり、さらに根が十分機能していないためであると考えられる。これらのことから、根の状態や量が新梢の成長量や頂部優勢の様相に大きく影響していることが推察された。

1年生樹を用いた新梢成長に関するこれまでの研究では、春季定植のように春に樹を植え付けてその年に調査が行われている(Kikuchiら, 2003)。しかしながら、本研究の結果から、新梢成長や頂部優勢の様相は根の状態によって左右され、植え付け直後の根が活着していない状態では頂部優勢が強くと表れ、上部の新梢に対して下部の新梢成長が極端に劣るが、前年度に植え付けて根が活着している状態では、頂部優勢の程度は下部に向かって段階的に弱くなり、それに対応して下部の新梢も成長することが示された。秋季定植樹と春季定植樹では早い時期から上部の新梢と下部の新梢長の差が顕著に現れ、さらに下部の新梢は7月頃から成長が停止することが前年度に植え付けた場合の新梢成長との違いだった。

移植や植え付け時の根の損傷や切除が全新梢長や樹全体の成長を抑制することはこれまでも報告されており、Ferree(1976)は移植によって、Preston(1972)は植え付け時の根の切除によって新梢成長や樹の成長が減少することを報告している。しかしながら、これらの研究では新梢成長の様相を詳しく調査しておらず、さらにその機構について検討している研究は少ない。Dongら(2003)は、1年生の‘ふじ/M.26’を用いた研究において、植え替えや根の切除によってその後の窒素吸収が減少し、初期の新梢成長が減少するが、根の速やかな回復によってその後の樹全体の成長が回復することを報告している。著者らは前年度に植え付けた樹を用いた先の研究で、切り返し剪定後の初期の6月頃までの新梢の成長には、地下部の貯蔵養分、特に窒素

が利用されていること、そして長い新梢は短い新梢より多くの貯蔵養分を利用していることを明らかにした(徐ら, 2008)。この点から各処理区の新梢成長を考察すると、前年度に植え付けた場合には、5~6月にかけては貯蔵窒素を利用して成長し、その後の吸収窒素を利用した成長に間断なく移行して新梢は連続的に成長する。しかし、春季定植の場合には、根が切断除去されているために初期の成長時における貯蔵窒素が減少し、養分の競合によって下部の新梢の成長が極端に抑制されること、さらに7~8月にかけては根の働きがまだ不十分であるか、あるいは根の成長に窒素が利用されるために新梢成長に利用される吸収窒素が不十分となって成長が停滞するものと考えられる。

秋季定植樹は春季定植樹ほど極端ではないものの、6~7月にかけて新梢成長の停滞が認められることから、秋季定植の場合でもまだ根の働きや根の貯蔵窒素が不十分であることが推察される。このことは春の新梢成長に利用される窒素は特に秋に吸収貯蔵されたものの役割が大きいことを考慮すると(徐ら, 2008)、たとえ秋に植え付けてもその後の窒素の吸収と貯蔵が十分でなかったことが推察される。前年に切り接ぎ定植した場合でも根を切除すると新梢成長の様相が春季定植の場合と類似することから、根の貯蔵養分が新梢成長や競合に大きく影響していると考えられる。

新梢の成長は利用できる窒素だけではなく、炭素やホルモンにも影響を受けることが知られており(Saure, 1992)、根が切断除去されて根が活着していない状態では、根からのホルモン供給、特にサイトカイニン類が不足したことが新梢の成長を抑制した可能性も推察される。

新梢成長と新梢以外の部位においても最後まで前年切り接ぎ定植区が他の2区より有意に大きく成長した。また、乾物重は前年切り接ぎ定植区、秋季および春季定植区の順に大きかった。特に、前年切り接ぎ定植区の新梢の乾物重は、秋季や春季定植区より4倍以上と有意に高く、根の乾物重も他の両区より有意に重かった。一般に、園芸作物は、ある環境条件で育てられた時に、比較的一定の根/新梢の比率を維持するために、バイオマスを地上部と地下組織に分配する。根の切除あるいは根の損傷は、この比率を減少させ、そのため樹は、根の成長の促進と新梢成長の抑制によってその比率を回復するように反応することが示されている(Geisler・Ferree, 1984)。Dongら(2003)は根の切除や移植による損傷によって新梢や根の成長および根の窒素の吸収は抑制されたが、その後は根の成長が回復し、対照の樹とほぼ同様な成長をすることを示した。根を切除した場合には新梢成長は実験の最終時期まで対照区より抑制されたが、他の部位の乾物重には有意な差は認められなかった。従って、前年切り接ぎ定植区は、前年度に根が成長して回復したことで新梢が旺盛に成長し続け、新梢や根における乾物重を増加させたものと考えられる。また、初期段階における根の切除がその後の新梢成長を抑制し、新梢および根の乾物重も小さくなったものと推察された。

リンゴ栽培においては、植え付け後の新梢の発生はその後の樹形形成と初期生産に大きく影響する。一般に販売されている一本棒状の苗木を購入して新植し、切り返し剪定を行った場合に、十分な数と大きさの新梢が得られない場合も多い。今回の研究から、前年度に植え付けて切り接ぎを行えばより多くの新梢が発生して成長することが示された。畑で前年に切り接ぎ樹を植え付けることは現実的には難しいと考えられるが、不織布のポットを利用するなど、根を傷めないで移植することは有効であろう（浅利, 2008）。また、新植後も根の成長を促すような土壌や水分の管理が重要である。

摘 要

リンゴ栽培において、新植後の新梢の発生は初期の果実生産に影響を及ぼすために重要である。そこで、定植時期の違いと根の切除による根量が、切り返し剪定した1年生‘ふじ/マルバカイドウ’リンゴ樹の新梢成長に及ぼす影響について比較検討した。苗木の春季定植区と秋季定植区では上部の3～4本の新梢はそれより下部の新梢より強勢に成長した。一方、前年に切り接ぎして定植した場合には新梢成長が全体的に旺盛で、上部の新梢長は長かったが、下部の新梢の成長も良好で段階的に短くなった。前年切り接ぎ定植区において切り返し時に根を半分切除すると、上部の2本の新梢は優勢に成長したが、それより下の新梢長は極端に短くなり、春季あるいは秋季定植区の新梢成長に類似した。これらのことから、苗木定植後の新梢の成長には根の状態や根量が影響し、それには貯蔵養分、特に窒素が大きく影響していることが推察された。

引用文献

- 浅利正義. 2008. 不織布ポット栽植によるフェザーの多発生した1年生リンゴわい性台木苗の育成. 園学研. 7: 197–202.
- Brunner, T. 1990. Physiological fruit tree training for intensive growing. p. 25–74. Akademiai Kiado, Budapest.
- Dong, S., L. Cheng., C. F. Scagel and L. H. Fuchigami. 2003.

- Root damage affects nitrogen uptake and growth of young Fuji/M.26 apple trees. J. Hort. Sci. Biotech. 78: 410–415.
- Fallahi, E. 1996. Root physiology, development and mineral uptake. p. 19–30. In: A. B. Peterson and R. G. Stevens (eds). Tree fruit nutrition: A comprehensive manual of deciduous tree-fruit nutrient needs. Good Fruit Grower, Yakima, Washington.
- Ferree, D. C. 1976. Effect of rootstocks, propagation method, and transplanting on growth and flowering of young apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 10: 676–678.
- Geisler, D. and D. C. Ferree. 1984. Response of plants to root pruning. Hort. Rev. 6: 155–188.
- Hipps, N. A., K. H. Higgs and L. G. Collard. 1996. The effect of irrigation and root pruning on the growth of sycamore (*Acer pseudoplatanus*) seedlings in nursery beds and after transplantation. J. Hort. Sci. 71: 819–828.
- Kikuchi, T., Y. Shiozaki, T. Adachi, F. S. Yasunaka, Y. Otake and T. Nishide. 2003. Growth responses from one-year-old apple branches to heading as a factor governing terminal shoot length in cultivars with different branching habits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72: 473–481
- Preston, A. P. 1972. Apple rootstock studies: growth of trees on three clonal rootstocks planted with and without roots. J. Hort. Sci. 47: 329–335.
- Saure, M. C. 1992. Interference of pruning with endogenous growth control. Acta Hort. 322: 241–248.
- Sutton, R. F. 1967. Influence of root pruning on height increment and root development of outplanted spruce. Can. J. Bot. 45: 1671–1682.
- 徐 劍波・荒川 修・浅田武典. 2008. 切り返し剪定した1年生リンゴ樹の新梢成長と貯蔵養分との関係. 園学研. 7: 375–380.
- Young, E. and D. J. Werner. 1982. Early season root and shoot growth of ‘Golden Delicious’ apple on four rootstocks as affected by pruning at planting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 822–826.