

新植圃場及び改植圃場に定植したニホンナシ大苗を用いた ポリエチレンフィルムによる株元マルチの現地実証

戸谷智明・鈴木 健・藤井義晴*1

キーワード：いや地現象，果実品質，生産者圃場，新梢生育，初期収量

I 緒 言

ニホンナシは老木期になると、花芽の質が低下することから結果量が減少し、収量も低下するので更新が必要になってくる(平田, 1983)。千葉県においては、樹齢30年生を超える老木が4割を占めていることから、園地の若返りが課題となっている(千葉県, 2016)。しかし、ニホンナシでは盛果期に達するのは7~8年生以後であり(中川, 1978)、改植した場合にはいや地現象の発生により樹の初期生育が著しく悪くなるため(戸谷ら, 2012)、新植圃場よりも成木になるまでの日数を要すると考えられる。そこで、新植や改植を促進して産地の生産力を維持するためには、定植した樹の新梢や根の生育を促進させ、初期収量を増大させる技術の開発が必要である。

これまでに、著者らはニホンナシの樹の初期生育を促進させる技術としてマルチ処理を開発している(戸谷ら, 2011; 戸谷ら, 2014)。この技術は、肥効が長期間継続する被覆肥料を地表面に施用後、ポリエチレンフィルムで株元を被覆するものである。マルチ処理を行うことで、定植した樹の新梢や根の生育が増大し、活着促進や樹の骨格の早期完成が可能となるため、初期収量の増大も期待できる(戸谷ら, 2017)。この技術を確立して、生産現場に普及していくためには、生産者がマルチ処理やせん定、着果などの栽培管理を実施しても、樹の生育や初期収量が増大することを実証する必要がある。

そこで、生産者の新植圃場及び改植圃場に定植された「幸水」の大苗に対して、生産者にマルチ処理や栽培管理を2年間継続して行ってもらい、樹の生育や初期収量、果実品質に及ぼす影響を調査した。

受理日 2017年8月10日

*1 東京農工大学大学院

本報の一部は、園芸学会(2016年9月,名古屋)において発表した。

本研究を実施するに当たり、試験にご協力いただいた八街市の新井康夫氏、新井悠太氏に感謝の意を表する。

II 材料及び方法

1. 新植圃場におけるマルチ処理の現地実証(試験1)

(1) 定植の方法

生産者の新植圃場(千葉県八街市,腐植質普通黒ボク土,前作は落花生,ニホンナシは未栽培)で実施した。2013年3月に、定植位置を4m×4mの間隔に設け、植え穴を掘り、2年間育成した4本主枝の「幸水」(ホクシマメナシ台)大苗を定植した。なお、大苗の育成は、吉岡・石田(1982)の架線式大苗育成法により大苗育成圃場(八街市)にて行った。

(2) 処理区の設定及び定植後の栽培管理

試験は、マルチ処理した区(以下マルチ区とする)及び無処理区を設定し、各区1樹4反復とした。

マルチ区は、ポリエチレンフィルム(厚さ0.02mm,透明)で地表面を2013年4月20日~11月30日及び2014年4月25日~11月30日の期間、被覆した。被覆の範囲は、主幹を中心に2013年が縦横1.4m,2014年が縦横2mとした。無処理区は被覆を行わなかった。

定植後の施肥は、年間の窒素成分量で2013年が170g/樹,2014年が340g/樹とした。マルチ区では、被覆燐硝安加里424(窒素:リン酸:加里=14:12:14,溶出期間270日,ジェイカムアグリ(株)製)を用いて年間窒素成分量の内70%を被覆時に地表面に施用し、残りは被覆前の4月と除去後の12月に無処理区と同様に施用した。無処理区は、尿素(窒素=46,三井化学(株)製)と油かす(窒素:リン酸:加里=5.3:2.0:1.0)を用い、年5回(4月に10%,5月と6月に各25%,10月と12月に各20%)に分けて地表面に施用した。

樹の仕立て法は折衷式平棚仕立てとした。かん水や新梢誘引,せん定等の栽培管理は生産者が行った。また、定植2年目に側枝に着果させたが、着果数や収穫時期などの判断は生産者に一任した。

(3)調査項目

新梢、主枝及び主幹径の生育は、定植直後の2013年4月と2014年11月に測定した。新梢の生育は、長さ30cm以上を対象とし、長さ、基部から約10cm上部の節間の基部径及び発生本数を測定した。また、総伸長量は長さで発生本数を掛け合せて算出した。主枝の生育は、主枝長として新梢と旧枝を併せた主枝全体の長さを、主枝基部径として旧枝の基部から約10cm上部の節間の直径を測定した。主幹径は、台木の接ぎ木部から約10cm上部の主幹の直径を測定した。また、結果枝長として、定植2年目の側枝の旧枝の長さを測定した。

果数は、2014年8月に収穫直前の着果数を測定した。1果重は、収穫盛日に収穫した果実から、平均的な大きさの4果/樹を測定した。収量は、果数と1果重を掛け合せて算出した。着果密度は、果数を結果枝長で除して算出した。果実品質は、収穫盛日に収穫した果実から、平均的な大きさの4果/樹を調査した。地色は、ニホンナシ地色用カラーチャート（農林省果樹試験場）を用いて、ていあ部の中間着色部の相対する2か所の色調を判定した。硬度は、マグネステラー硬度計（D.Ballauf.Mfg製、10lbs.、プランジャーは5/16インチ）を用いて、育成系統適応性検定試験・特性検定調査方法（農林水産省果樹試験場、1994）に基づき測定した。糖度は、果実赤道部における中間着色部の相対する2か所を、幅1cm、深さ1cmの三角錐状に切り取り、デジタル屈折計（RX-5000、アタゴ(株)製）を用いて測定した。

試験終了の2014年12月に、土壌の化学性の分析を行った。土壌は、調査したすべての樹の主幹から50cm離れた深さ20～40cmの位置からオーガで採取した。pHはガラス電極法、無機態窒素は10%塩化カリウム抽出法、可給態リン酸はトルオーグ法、交換性陽イオン及びCECはショールンベルガー法で分析した。

2. 改植圃場におけるマルチ処理の現地実証（試験2）

(1)定植の方法

試験1と同じ生産者のニホンナシの改植圃場（千葉県八街市、腐植質普通黒ボク土、2013年12月に前作樹を抜根）で実施した。2014年3月に、定植位置を4m×4mの間隔に設け、植え穴を掘り、試験1と同様の方法で育成した4本主枝の「幸水」（ホクシマメナシ台）の大苗を定植した。

(2)処理区の設定及び定植後の栽培管理

試験は、マルチ区及び無処理区を設定し、各区1樹4反復とした。

マルチ区は、試験1と同様にポリエチレンフィルムで地表面を2014年4月25日～11月30日及び2015年4月20日～10月13日の期間、試験1と同様の範囲を被覆した。無処理区

は被覆を行わなかった。

施肥は、両区とも試験1と同様に行った。それ以外の栽培管理は、試験1と同様に生産者が行った。また、定植2年目に側枝及び主枝に着果させたが、着果数や収穫時期などの判断は、試験1と同様に生産者に一任した。

(3)調査項目

新梢、主枝及び主幹径の生育は、定植直後の2014年4月と2015年11月に試験1と同様に測定した。結果枝長は、定植2年目の側枝及び主枝の旧枝部分の長さを合わせて算出した。

収量と果実品質は、2015年8月に試験1と同様に調査した。試験終了の2015年12月に、土壌を試験1と同様の方法で採取し、化学性を分析した。

III 結 果

1. 新植圃場におけるマルチ処理の現地実証（試験1）

(1)新梢の生育

定植時の新梢は、全ての項目で処理区間に有意な差がなかった（第1表）。定植2年目の新梢は、発生本数ではマルチ区が79.8本/樹であり、無処理区の50.0本/樹と比べ有意に多かった。総伸長量では、マルチ区が58.5m/樹であり、無処理区の34.9m/樹と比べ有意に長かった。長さや基部径では、処理区間に有意な差が認められなかった。

(2)主枝、結果枝長及び主幹径の生育

定植時の主枝及び主幹径は、全ての項目で処理区間に有意な差がなかった（第1表）。定植2年目は、基部径ではマルチ区が40.6mmであり、無処理区の35.4mmと比べ有意に太かった。主幹径では、マルチ区が74.6mmであり、無処理区の65.5mmと比べ有意に太かった。長さや結果枝長では、処理区間に有意な差が認められなかった。

(3)収量及び果実品質

果数は、マルチ区が19.0果/樹であり、無処理区の9.8果/樹と比べ有意に多かった（第2表）。収量は、マルチ区が6.0kg/樹であり、無処理区の2.9kg/樹と比べ有意に多かった。着果密度、1果重、果実の地色、硬度及び糖度では、処理区間に有意な差が認められなかった。

(4)試験終了時の土壌化学性

土壌のpHは、マルチ区が5.9であり、無処理区の6.2と比べ有意に低かった（第3表）。無機態窒素は、マルチ区では12.0mg/100gであり、無処理区の2.5mg/100gと比べ有意に高かった。交換性カリウムは、マルチ区では110.0mg/100gであり、無処理区の51.0mg/100gと比べ有意に高かった。その他の項目では、処理区間に有意な差が認められなかった。

第1表 マルチ処理が新植圃場に定植した「幸水」大苗の新梢、主枝、結果枝及び主幹径の生育に及ぼす影響

定植後の年数	処理区 ^{注1)}	新梢 ³⁾				主枝		結果枝長 (m/樹)	主幹径 (mm)
		長さ (cm)	基部径 (mm)	発生本数 (本/樹)	総伸長量 ⁴⁾ (m/樹)	長さ (cm)	基部径 (mm)		
定植時	マルチ	76.0	9.4	4.8	3.6	186.0	20.2	-	37.8
	無処理	74.8	9.5	6.0	4.5	183.3	19.7	-	37.1
	有意性 ²⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns
2年目	マルチ	73.1	10.8	79.8	58.5	310.1	40.6	5.9	74.6
	無処理	69.8	10.7	50.0	34.9	285.5	35.4	3.9	65.5
	有意性	ns	ns	**	**	ns	**	ns	**

注1) 処理区は各区1樹4反復

2) t検定で処理区間に、nsは有意差がないことを、**は1%水準の有意差があることを示す

3) 30cm以上の長さの新梢を調査

4) 総伸長量は発生本数と長さを掛け合わせて算出

第2表 マルチ処理が新植圃場に定植した「幸水」大苗の収量及び果実品質に及ぼす影響

処理区 ^{注1)}	果数 (果/樹)	着果密度 (果/m)	1果重 (g/果)	収量 (kg/樹)	地色	硬度 (lbs.)	糖度 (brix%)
マルチ	19.0	3.3	317.7	6.0	3.8	5.0	13.0
無処理	9.8	2.8	298.4	2.9	3.2	4.8	12.8
有意性 ²⁾	**	ns	ns	*	ns	ns	ns

注1) 処理区は各区1樹4反復

2) t検定で処理区間に、nsは有意差がないことを、*は5%水準の有意差があることを、

**は1%水準の有意差があることを示す

第3表 新植圃場に定植した「幸水」大苗の栽培終了時の土壌化学性

処理区 ^{注1)}	pH	無機態窒素 (mg/100g)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性陽イオン(mg/100g)			CEC (me/100g)
				CaO	MgO	K ₂ O	
マルチ区	5.9	12.0	4.9	351.3	58.2	110.0	29.9
無処理区	6.2	2.5	4.2	337.5	52.3	51.0	30.1
有意性 ²⁾	**	**	ns	ns	ns	**	ns

注1) 処理区は各区1樹4反復

2) t検定で処理区間に、nsは有意差がないことを、**は1%水準の有意差があることを示す

2. 改植圃場におけるマルチ処理の現地実証 (試験2)

(1)新梢の生育

定植時の新梢は、全ての項目で処理区間に有意な差がなかった(第4表)。定植2年目は、発生本数ではマルチ区が44.3本/樹であり、無処理区の28.0本/樹と比べ有意に多かった。長さ、基部径及び総伸長量では、処理区間に有意な差が認められなかった。

(2)主枝、結果枝長及び主幹径の生育

定植時の主枝及び主幹径は、全ての項目で処理区間に有意な差がなかった(第4表)。定植2年目は、基部径ではマルチ区が34.8mmであり、無処理区の31.2mmと比べ有意に太かった。側枝と主枝を併せた結果枝長ではマルチ区が

15.7m/樹であり、無処理区の11.3m/樹と比べ有意に長かった。主幹径ではマルチ区が70.5mmであり、無処理区の61.7mmと比べ有意に太かった。長さは、処理区間に有意な差が認められなかった。

(3)収量及び果実品質

果数は、マルチ区が39.8果/樹であり、無処理区の22.0果/樹と比べ有意に多かった(第5表)。着果密度は、マルチ区が2.6果/mであり、無処理区の1.9果/mと比べ有意に多かった。収量は、マルチ区が13.3kg/樹であり、無処理区の6.9kg/樹と比べ有意に多かった。1果重、果実の地色、硬度及び糖度は、処理区間に有意な差が認められなかった。

(4)試験終了時の土壌化学性

第4表 マルチ処理が改植圃場に定植した「幸水」大苗の新梢、主枝、結果枝及び主幹径の生育に及ぼす影響

定植後の年数	処理区 ^{注1)}	新梢 ⁴⁾				主枝		結果枝長			主幹径
		長さ (cm)	基部径 (mm)	発生本数 (本/樹)	総伸長量 ⁵⁾ (m/樹)	長さ (cm)	基部径 (mm)	側枝部分 (m/樹)	主枝部分 (m/樹)	合計 (m/樹)	
定植時	マルチ	61.8	8.1	5.3	3.2	187.1	21.6	-	-	-	42.5
	無処理	57.3	8.7	5.5	3.2	186.3	20.0	-	-	-	40.9
	有意性 ²⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns				ns
2年目	マルチ	65.6	9.7	44.3	29.1	313.8	34.8	6.7	9.0	15.7	70.5
	無処理	78.1	10.1	28.0	21.5	319.9	31.2	2.7	8.6	11.3	61.7
	有意性	ns	ns	*	ns	ns	*	* ³⁾	*	* ³⁾	*

注1) 処理区は各区1樹4反復

2) t検定で処理区間に ns は有意差がないことを, *は5%水準の有意差があることを示す

3) welch 法で処理区間に*は5%水準の有意差があることを示す

4) 30cm以上の長さの新梢を調査

5) 総伸長量は発生本数と長さを掛け合わせて算出

第5表 マルチ処理が改植圃場に定植した「幸水」大苗の収量及び果実品質に及ぼす影響

処理区 ^{注1)}	果数 (果/樹)	着果密度 (果/m)	1果量 (g/果)	収量 (kg/樹)	地色	硬度 (lbs.)	糖度 (brix%)
マルチ	39.8	2.6	334.1	13.3	2.3	5.2	13.4
無処理	22.0	1.9	312.0	6.9	2.1	5.1	13.6
有意性 ²⁾	**	*	ns	**	ns	ns	ns

注1) 処理区は各区1樹4反復

2) t検定で処理区間に, ns は有意差がないことを, *は5%水準の有意差があることを, **は1%水準の有意差があることを示す

第6表 改植圃場に定植した「幸水」大苗の栽培終了時の土壌化学性

処理区 ^{注1)}	pH	無機態窒素 (mg/100g)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性陽イオン(mg/100g)			CEC (me/100g)
				CaO	MgO	K ₂ O	
マルチ区	6.2	9.7	16.0	404	67.2	98.4	38.8
無処理区	6.5	2.4	25.2	470	84.8	89.5	38.6
有意性 ²⁾	**	**	ns	ns	ns	ns	ns

注1) 処理区は各区1樹4反復

2) t検定で処理区間に, ns は有意差がないことを, **は1%水準の有意差があることを示す

土壌の pH は、マルチ区が 6.2 であり、無処理区の 6.5 と比べ有意に低かった（第 6 表）。無機態窒素は、マルチ区では 9.7mg/100g であり、無処理区の 2.4mg/100g と比べ有意に高かった。その他の項目では、処理区間に有意な差が認められなかった。

IV 考 察

本報では、新植及び改植圃場に定植された「幸水」大苗に、生産者にマルチ処理を2年間継続して行ってもらう、樹の生育や初期収量、果実品質に及ぼす影響を調査した。

試験1では、新植圃場に定植された「幸水」の大苗にマルチ処理を2年間継続して行った結果、新梢の発生本数や総伸長量が無処理の1.6倍及び1.7倍に増大した。新梢の生育については、著者らが千葉県農林総合研究センター内の圃場で「あきづき」大苗を用いて実施した結果（戸谷ら、2011）と同様に増大することが確認された。また、主枝の基部径や主幹径がともに1.1倍に増大しており、骨格を形成する部位の肥大が増大したことも確認できた。一方で、新梢や主枝の長さについては有意な差がなかった。これまでの「あきづき」大苗の試験事例の定植2年目（戸谷ら、2011）や「幸水」1年生苗木の試験事例の定植3年目（戸谷ら、2014）では、マルチ処理した区の新梢の長さは無処理区や慣行区と比べ有意な差が認められなかった。これらのことから、マルチ処理は新梢の1本当たりの伸長を促進する効果はないと考えられる。そのため、主枝先端の新梢などの伸長を促進する必要がある部位には、新梢の伸長促進効果が認められているジベレリンペーストの塗布（島田、2017）の併用が考えられる。次に、1果重は処理区間に差がなかったが、着果数は無処理の1.9倍、収量が2.1倍と増大した。また、樹勢が盛んになっても果実品質は反対に低下することが多いこと（古屋、1995）が指摘されているが、マルチ処理した樹の果実の硬度や糖度は、無処理と同程度であった。以上のことから、マルチ処理は新植圃場において、樹の生育を増大するとともに、果実品質を低下させることなく初期収量を増大することができる技術であることを実証できた。

試験2では、いや地現象の発生が予測される改植圃場に定植された「幸水」の大苗にマルチ処理を2年間継続して行った結果、新梢の発生本数が無処理の1.6倍に、側枝と主枝部分の結果枝長の合計が1.4倍となった。着果密度は、樹の生育が旺盛であると生産者が判断したため、マルチ区が無処理区の1.4倍となった。その結果、マルチ区では結果枝長と着果密度が増大し、着果数は無処理区と比べ1.8倍になり、収量が1.9倍と増大した。一方で、1果重や果実品質には差がなく、主枝の基部径や主幹径はマルチ区では無処理

区に比べそれぞれ1.1倍に増大するなど、着果負担による樹勢への影響は認められなかった。以上の結果から、改植圃場においても、マルチ処理による樹の生育増大とそれに伴う初期収量増大を確認することができた。

また、定植した年度に違いがあるが、改植圃場の無処理区における定植2年目の新梢の発生本数や総伸長量は、新植圃場の無処理区と比べ56%及び62%であった。これまでの研究で、ニホンナシの改植圃場に「幸水」の1年生苗木を定植すると、定植2年目の地上部の生体重が、同一圃場内の新土区に比べ53%となった（戸谷ら、2012）。これらのことから、本試験の改植圃場でも、いや地現象の発生により樹の生育が抑制されたと推察できる。一方で、改植圃場でもマルチ処理を行えば、新梢の発生本数や総伸長量が新植圃場の無処理区に比べ89%及び83%に向上した。これまでに著者らは、いや地現象を軽減させる方法として、客土や活性炭の混和を行い、原因物質を除去することによって、改植した樹の生育を促進する方法を開発している（戸谷ら、2014）。これらの方法は、効果は大きいものの作業が繁雑である。マルチ処理は、手軽に樹の新梢や根の生育を増大させることで、いや地現象による生育抑制を改善する効果があると考えられ、改植を促進する技術の一つとして活用することが期待される。

栽培終了時の土壌の化学性を分析したところ、新植及び改植圃場とともに、マルチ区におけるpHが両圃場とも無処理区より低くなったが、火山灰土の適正なpHが5.5～6.0（千葉県、2009）であるため、生育への影響はないと考えられる。土壌が酸性を示す原因は、有機物や肥料に由来する窒素が土壌中で硝酸態窒素に変化する際にH⁺を生成するためであり（後藤、2001）、pHが低かった原因は、両圃場ともにマルチ区では無機態窒素の濃度が無処理区よりも高かったためと考えられる。一方で、土壌中の窒素は、枝の充実や果実の肥大などに利用され（平田、1983）、土壌中の濃度が高まったことがマルチ処理で樹の生育が促進された要因の一つと考えられる（戸谷ら、2017）。無機態窒素の濃度が高かった原因としては、ポリエチレンフィルムで降雨が遮断されるため、流失が少ないことが原因と推察され、今後はこのことに配慮した施肥量を再検討する必要がある。さらに、新植圃場ではマルチ区の交換性カリウムが110.0mg/100gと無処理区に比べ高くなった。また、改植圃場では処理区間に差はないが、両区ともに89.5～98.4 mg/100gであった。カリウムは、新梢や果実の発育や充実に必要である（平田、1983）が、千葉県の火山灰土の基準値は25～60mg/100g（千葉県、2009）で、試験を行った圃場では基準値を超過している。このことから、カリウムが過剰な圃場では窒素単肥の肥料を利用する等の工夫が必要と考えられる。なお、マルチ区で交換性カリウムの濃度

が増加した原因は、無機態窒素と同様と推察される。

以上のことから、マルチ処理は、新植圃場はもとより改植圃場においても樹の生育やそれに伴う初期収量の増大が期待できることが現地実証された。

V 摘要

マルチ処理をニホンナシ苗木の定植後の管理方法の一つとして用いる技術として確立するため、新植及び改植圃場に定植された「幸水」大苗に対して、生産者にマルチ処理と栽培管理を2年間継続して行ってもらい、樹の生育や初期収量、果実品質に及ぼす影響を調査した。

1. 新植圃場では、マルチ処理により新梢の発生本数や総伸長量が無処理の1.6倍及び1.7倍に増大した。また、主枝の基部径や主幹径がともに1.1倍に増大した。樹の生育増大に伴い、着果数は無処理の1.9倍、収量は2.1倍に増大した。これらのことから、マルチ処理は、新植圃場における成園化を促進する技術として活用することが期待できる。
2. 改植圃場では、マルチ処理により新梢の発生本数が1.6倍に、結果枝長が1.4倍に、主枝の基部径や主幹径がともに1.1倍に増大した。また、樹の生育の増大に伴い、マルチ区の着果数は無処理の1.8倍、収量は1.9倍に増大した。
3. 改植圃場の無処理区では、新植圃場の無処理区と比べ、新梢の発生本数や総伸長量は56%及び62%となり、樹の生育が抑制された。一方で、改植圃場でマルチ処理を行えば、新植圃場の無処理区に比べ83~89%と向上したことから、いや地現象による生育抑制を改善する効果があると考えられ、改植を促進する技術の一つとして活用することが期待される。
4. 栽培終了時の土壌の化学性は、マルチ区では pH や無機態窒素、交換性カリウムの濃度が無処理区よりも高かった。

VI 引用文献

- 千葉県 (2009) 主要農作物等施肥基準. pp. 22-24. 千葉県. 千葉.
- 千葉県 (2016) 千葉県果樹農業振興計画. pp. 2-3. 千葉県. 千葉.
- 古屋 栄 (1995) 肥効調節型肥料による施肥技術の新展開4 果樹の被覆肥料施肥技術. 日本土壤肥科学雑誌. 66(5) : 574-580.
- 後藤逸男 (2001) 土壌学概論. p. 172. 朝倉書店. 東京.
- 平田尚美 (1983) 農業技術大系果樹編3. pp. 26-31. 農山漁村文化協会. 東京.
- 中川昌一 (1978) 果樹園芸原論. pp. 431-432. 養賢堂. 東京.
- 農林水産省果樹試験場 (1994) 育成系統適応性検定試験・特性検定調査方法. pp. 56-58. 農林水産省. 東京.
- 島田智人 (2017) ジベレリンペースト塗布剤を利用したナシの新梢伸長促進効果. 果実日本. 72. 61-65.
- 戸谷智明・川瀬信三・北口美代子 (2011) 定植後の点滴かん水やマルチがニホンナシ大苗の初期生育に及ぼす影響. 千葉農林総研研報. 3. 73-78.
- 戸谷智明・川瀬信三・北口美代子 (2012) ニホンナシにおけるいや地現象の発生と原因. 千葉農林総研研報. 4. 57-62.
- 戸谷智明・加藤 修・藤井義晴 (2014) ニホンナシ改植における客土のいや地現象軽減効果およびマルチ処理の併用による若木生育促進効果. 園芸学研究. 13 (3) . 229-234.
- 戸谷智明・押田 正義・鈴木 健・藤井 義晴 (2017) ポリエチレンフィルムを用いた株元マルチによるニホンナシの初期生育促進効果. 千葉農林総研研報. 10. 29-36.
- 吉岡四郎・石田時昭 (1982) 架線方法によるナシ大苗の育成法. 千葉農試研報. 23. 49-57.