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

戸谷智明・押田正義・鈴木 健・藤井義晴*1

キーワード：地温，改植，根量，新梢，硝酸態窒素

Ⅰ 緒 言

ニホンナシの主力品種の「幸水」の経済樹齢は概ね 30 年程度とされており（高橋，2016），生産力を維持するために改植が行われている．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），改植圃場ではいや地現象が発生するため樹の初期生育が著しく悪くなることがある（戸谷ら，2012）．そこで，ニホンナシの改植を促進し，産地の生産力を維持するためには，定植後の樹の初期生育を促進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．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．苗木圃場で 2 年間育成したニホンナシ「あきづき」大苗を用いて改植圃場で 2 年間実施した試験では，新梢の生育が増大し，早期に樹冠が拡大したことを明らかにしている（戸谷ら，2011）．また，「幸水」1 年生苗木を用いた試験では，いや地現象を軽減するための客土にマルチ処理を併用することで，定植 1～2 年目の新梢の生育が客土単独区より増大したことを報告している（戸谷ら，2014）．これらのことから，マルチ処理は定植 1～2 年目の樹の生育を増大させることができるため，改植を推進する技術の一つとなる可能性がある．

しかし，この技術を確立し，生産者の圃場に導入するためには，以下の 2 つの課題がある．1 つ目は，マルチ処理で樹の生育が増大する要因が明らかでないことである．これまでに要因の一つとして地温が上昇することで根の活性が高まること（戸谷ら，2011）が想定されているが，根の発生状況や新梢の伸長時期などの詳細な樹体生育や，硝酸態窒素などの環境要因については精査されていない．また，これまでの試験では定植後に新梢の摘心及び誘引，せん定など人為的な栽培管理を行っており，これらの管理が樹の生育に影響を与えている可能性がある．そこで，試験 1 では，1 年生苗木を定植後，人為的な新梢の管理を行わず 1 年間栽培を行い，マルチ処理が樹体生育に与える影響を調査するとともに，土壌中の窒素量等の環境要因について分析した．

2 つ目は，生産者が改植に多用する 1 年生苗木を用いて，マルチ処理を敷わら及び慣行的な施肥体系と比較した事例がないことである．そこで，試験 2 では，1 年生苗木を定植後 3 年連続してマルチ処理を行った場合の樹の生育を調査し，慣行的な方法と比べて生育が増大する効果があることを検証した．

受理日 2017 年 8 月 7 日
*1 東京農工大学大学院
本報の一部は，園芸学会（2013 年 3 月，小金井市及び 2016 年 3 月，厚木市）において発表した．

Ⅱ 材料及び方法

1．マルチ処理で樹の生育が促進される要因の解明（試験 1）

(1) 定植の方法

千葉県農林総合研究センター内のニホンナシ圃場（千葉県千葉市，腐植質普通黒ボク土，1997 年 12 月にニホンナシを抜根後 17 年間放置）において試験を実施した．

定植位置は 4m×4m の間隔に設け，それぞれに縦横 100cm，深さ 60cm の穴を 2014 年 11 月に掘り上げた後，掘り上げた土壌で上下層が混和されないように埋め戻した．埋め戻す際に，炭酸苦土石灰（苦土=15，吉澤石灰工業(株)製）800g/穴，粒状 BM ようりん（リン酸:ケイ酸:苦土:マンガン:ホウ素=20:20:12:1.0:0.5，朝日工業(株)製）500g/穴及び微量要素入り硫酸苦土（苦土:マンガン:ホウ素=15:0.5:0.2，小野田化学工業(株)製）320g/穴を，深さ 30cm と 60cm の 2 層に分けて施用した．「幸水」1 年生苗木（ホクシマメナシ台）を，縦横 40cm，深さ 40cm の植え穴を掘り，2015 年 1 月に接ぎ木部が地表面より 10cm 上になるように定植した．また，定植直後に，接ぎ木部から 100cm の長さになるように切り返した．なお，苗木は主幹径を測定し，処理区間に有意な差がないことを確認した．

(2) 処理区の設定及び定植後の栽培管理

試験は，マルチ区及び敷わら区を設定し，それぞれ各区 1 樹 6 反復とした．被覆 70 日目に両区とも 3 樹を解体調査に用いたため，生育調査及び被覆 220 日目の解体調査を 3 反復，被覆 70 日目の解体調査を 3 反復で統計処理を行

った．

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 2015 年 4 月 21 日～11 月 26 日の期間，被覆した．敷わら区は，同期間中，稲わら（厚 6cm の束）で地表面を被覆した．被覆の範囲は，両区ともに，主幹を中心に縦横 0.5m とした．

定植後の施肥は，両区とも同じとし，3 月に高度複合ナシ専用（窒素:リン酸:加里=12:14:7，太平物産(株)製）を窒素成分量で 10g/樹，4 月 21 日の被覆時に被覆燐硝安加里 413（窒素:リン酸:加里=14:11:13，溶出期間 270 日，ジェイカムアグリ(株)製）を窒素成分量で 70g/樹を地表面に施用した．新梢の摘心や誘引は行わなかった．その他の栽培管理については常法に準じて行った．

(3) 調査項目

新梢は，長さ 15cm 以上を調査対象とした．長さ，基部から約 10cm 上部の節間の基部径及び発生本数を被覆 40 日目から 220 日目まで 30 日おきに測定した．総伸長量は発生本数と長さを掛け合せて算出した．葉の生育は，葉数及び葉色を被覆 40 日目から 220 日目まで 30 日おきに測定した．葉色は，各調査日とも各樹 20 枚の果そう葉を樹全体から無作為に選び，葉緑素計（SPAD-502，MINOLTA 社製）で測定した．主幹径は台木の接ぎ木部から約 10cm 上部の主幹の直径を被覆 40 日目から 220 日目まで 30 日おきに測定した．

樹の乾物重は，被覆 70 日目と 220 日目に各区 3 樹ずつ掘り上げて，新梢，旧枝及び地際より下の根に分けて調査した．根は，直径 2mm 未満，2mm 以上 5mm 未満（以下 2～5mm とする），5mm 以上 10mm 未満（以下 5～10mm とする），10mm 以上 20mm 未満（以下 10～20mm とする）及び 20mm 以上に分けた．試料はいずれも通風乾熱器（MOV－112F，三洋電機バイオメディカ(株)製）により，90℃で 1 週間乾燥後に測定した．

地温は各樹 1 か所ずつ各区 3 反復で，樹の主幹から 30cm 離れた場所の深さ 20cm の位置にセンサー（TR-0506，エスペックミック(株)製）を埋設し，サーモレコーダー（RS-11，エスペックミック(株)製）で，4 月 21 日～11 月 26 日の期間，毎正時ごとに測定した．なお，8 月 20 日～9 月 19 日の期間は測定器の故障のため反復がとれなかった．

土壌水分は各樹 1 か所ずつ各区 3 反復で，樹の主幹から 30cm 離れた場所の深さ 20cm の位置にセンサー（EC-5，Decagon 社製）を埋設し，土壌水分計（ECHO ロガー，Decagon 社製）で，4 月 23 日～11 月 17 日の期間，毎正時ごとに体積含水率を測定した．

土壌中の硝酸態窒素は，各樹 1 か所ずつ各区 3 反復で，主幹から 30cm 離れた深さ 20～40cm の位置から土壌を被覆当日及び被覆 40 日目から 30 日ごとに採取し，10%塩化カリウム抽出法で抽出後，ろ液を銅・カドミウム還元―ナフチルエチレンジアミン吸光光度法（FA-100，アクアラボ社製）で測定した．

２．マルチ処理を 3 年連用した場合の樹の生育促進効果（試験 2）

(1) 定植の方法

千葉県農林総合研究センター内のニホンナシ圃場（千葉県千葉市，腐植質普通黒ボク土，1997 年 12 月にニホンナシを抜根後 13 年間放置）において試験を実施した．

土壌改良は，2010 年 10 月に試験 1 と同様に行った．「幸水」1 年生苗木（ホクシマメナシ台）を，2010 年 12 月に試験 1 と同様に定植し，切り返した．なお，苗木は主幹径を測定し，処理区間に有意な差がないことを確認した．

(2) 処理区の設定及び定植後の栽培管理

試験は，マルチ区及び慣行区を設定し，各区 1 樹 5 反復とした．試験は 2011 年から 2013 年の 3 年間実施した．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 2011 年 4 月 25 日～11 月 30 日，2012 年 4 月 25 日～11 月 30 日及び 2013 年 4 月 26 日～11 月 30 日の期間，被覆した．慣行区は，同期間中，稲わら（厚さ 6cm の束）で地表面を被覆した．被覆の範囲は，両区とも主幹を中心に 2011 年が縦横 0.5m，2012 年が縦横 1.0m，2013 年が縦横 1.5m とした．

定植後の施肥は，年間の窒素成分量で 2011 年が 100g/樹，2012 年が 200g/樹，2013 年が 300g/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，残りは高度複合ナシ専用を用いて被覆前の 3 月に 20%と除去後の 12 月に 10%を地表面に施用した．慣行区は，高度複合ナシ専用を用い，年 6 回（3 月，5 月，6 月及び 9 月に各 20%，10 月及び 12 月に各 10%）に分けて地表面に施用した．なお，慣行区は，千葉県農林総合研究センター果樹研究室で実施している定植時の方法に準じた敷わらや施肥を行った．

樹の仕立ては，4 本主枝折衷式平棚仕立てとした．2011 年の新梢管理は，主枝を養成するため 5～6 葉展開した時期に主枝候補となる 4 本以外の新梢の先端を摘心し，その後発生した新梢や再伸長した新梢も基部の 5～6 葉残して先端を適宜摘心した．かん水は，2011 年 2～4 月が 2 週間に 1 回程度，5～11 月が 1 か月に 1 回程度の割合で 20L/樹を行った．2012 年及び 2013 年の新梢管理は，5～6 葉展開した時期に，主枝及び側枝として使用する新梢を残して先端を摘心し，その後発生した新梢や再伸長した新梢も主枝及び側枝に使用しないものは基部の 5～6 葉残して先端を適宜摘心した．せん定及び 2012～2013 年のかん水な

どの栽培管理は，常法に準じて行った．

(3) 調査項目

定植 3 年目の新梢の調査は，主枝先端以外の長さ 30cm 以上を対象とした．長さ，基部から約 10cm 上部の節間の基部径及び発生本数を，せん定前の 2013 年の 11 月に測定した．また，総伸長量は発生本数と長さを掛け合せて算出した．

定植 3 年目の主枝の生育は，次年度主枝として使用する新梢と旧枝の長さを合わせたものを主枝長として，旧枝の基部から約 10cm 上部の節間の直径を主枝基部径として，せん定前の 2013 年の 11 月に測定した．

定植 3 年目の主幹径は，接ぎ木部から約 10cm 上部の主幹の直径を，2013 年の 11 月に測定した．

生体重は，せん定前の樹を掘り上げて，新梢，旧枝（主幹部を含む）及び地際より下の根に分けて，2013 年 12 月に測定した．

Ⅲ 結　果

1．マルチ処理で樹の生育が促進される要因の解明（試験 1）

(1) 樹の生育

新梢の生育は，長さでは被覆 40 日目にマルチ区が 74.4cm であり，敷わら区の 49.8cm に比べ有意に長く，その後もマルチ区が敷わら区と比べ有意に長かった（第 1 表）．基部径は，被覆 100 日目にマルチ区が 10.3mm であり，敷わら区の 8.8mm と比べ有意に太く，その後もマルチ区が敷わら区と比べ有意に太かった．総伸長量は，被覆 40 日目にマルチ区が 3.5m/樹であり，敷わら区の 2.0m/樹と比べ有意に長く，その後もマルチ区が敷わら区と比べ有意に長かった．発生本数は処理区間に有意な差がなかった．

葉の生育は，葉数では被覆 40 日目にマルチ区が 86.0 枚/樹であり，敷わら区の 58.0 枚/樹と比べ有意に多く，その後もマルチ区が敷わら区と比べ有意に多かった．葉色は処

第1表　マルチ処理による「幸水」1年生苗木の新梢，葉及び主幹径の生育の推移

被覆後日数	処理区[注1)]	新梢[3)] 長さ (cm)	基部径 (mm)	発生本数 (本/樹)	総伸長量[4)] (m/樹)	葉数 (枚/樹)	葉色 (SPAD値)	主幹径 (mm)
40日	マルチ	74.4	6.7	4.7	3.5	86.0	46.7	15.1
	敷わら	49.8	6.1	4.0	2.0	58.0	44.3	15.3
	有意性[2)]	*	ns	ns	**	*	ns	ns
70日	マルチ	88.8	8.3	4.7	4.2	104.0	49.0	17.8
	敷わら	65.7	7.2	4.0	2.6	77.0	46.7	17.3
	有意性	**	ns	ns	*	**	ns	ns
100日	マルチ	93.1	10.3	4.7	4.3	140.3	50.5	21.0
	敷わら	69.8	8.8	4.0	2.8	91.0	46.7	19.6
	有意性	*	**	ns	*	**	ns	ns
130日	マルチ	117.7	10.8	4.7	5.5	142.7	53.2	23.0
	敷わら	83.8	9.6	4.0	3.4	88.7	50.6	20.9
	有意性	*	**	ns	*	*	ns	ns
160日	マルチ	118.2	11.6	4.7	5.5	106.0	51.2	24.6
	敷わら	83.6	10.0	4.0	3.5	72.3	50.4	21.5
	有意性	*	**	ns	*	*	ns	*
190日	マルチ	118.2	11.7	4.7	5.5	91.7	47.2	25.1
	敷わら	87.9	10.5	4.0	3.5	58.7	45.7	21.7
	有意性	*	*	ns	*	*	ns	*
220日	マルチ	118.5	11.8	4.7	5.6	-	-	25.1
	敷わら	88.7	10.6	4.0	3.5	-	-	21.7
	有意性	*	**	ns	*			*

注 1）処理区は各区 1 樹 3 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

3）15cm 以上の長さの新梢を調査対象とした

4）新梢の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「幸水」1年生苗木の乾物重に及ぼす影響

被覆後日数	処理区[注1)]	新梢	旧枝	葉	根				
					2mm未満	2～5mm	5～10mm	10～20mm	20mm以上
		（g/樹）							
70日	マルチ	92.7	175.9	81.8	13.3	16.3	21.6	34.6	56.9
	敷わら	47.3	138.0	42.7	7.3	7.2	12.6	21.2	43.1
	有意性[2)]	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns
220日	マルチ	234.0	273.9	-	19.1	33.0	53.1	56.9	99.7
	敷わら	109.7	188.0	-	9.6	19.6	23.8	55.2	72.8
	有意性	**	*		**	*	**	ns	ns

注 1）処理区は各区 1 樹 3 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%水準の有意差が在ることを，**は 1%水準の有意差があることを示す

第3表　マルチ処理による「幸水」1年生苗木の新梢，葉及び主幹径の生育の推移（6月に抜根した幼木）

被覆後日数	処理区[注1)]	新梢[3)]				葉数	葉色	主幹径
		長さ	基部径	発生本数	総伸長量[4)]			
		（cm）	（mm）	（本/樹）	（m/樹）	（枚/樹）	（SPAD値）	（mm）
40日	マルチ	51.6	5.7	8.0	4.1	99.0	45.9	15.4
	敷わら	36.4	5.6	4.7	1.6	52.0	41.7	13.9
	有意性[2)]	ns	ns	ns	**	*	*	ns
70日	マルチ	58.7	7.0	8.0	4.8	135.7	47.0	17.5
	敷わら	53.3	6.0	4.7	2.3	63.0	45.5	14.9
	有意性	ns	ns	ns	*	*	ns	ns

注 1）処理区は各区 1 樹 3 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
3）15cm 以上の長さの新梢を調査対象とした
4）新梢の総伸長量は発生本数と長さを掛け合わせて算出

理区間に有意な差がなかった.

主幹径の生育は, 被覆 160 日目にマルチ区が 24.6mm であり，敷わら区の 21.5mm と比べ有意に太く，その後もマルチ区が敷わら区と比べ有意に太かった.

(2) 被覆後 70 日及び 220 日の乾物重

新梢の乾物重は，被覆 220 日目にマルチ区が 234.0g/樹であり，敷わら区の 109.7g/樹と比べ有意に重かった（第 2 表）.

旧枝は，被覆 220 日目にマルチ区が 273.9g/樹であり，敷わら区の 188.0g/樹と比べ有意に重かった.

葉は，被覆 70 日目にマルチ区が 81.8g/樹であり，敷わら区の 42.7g/樹に比べ有意に重かった.

直径 2mm 未満及び 2～5mm の根は，被覆 70 日目にマルチ区が 13.3g/樹及び 16.3g/樹であり，敷わら区の 7.3g/樹及び 7.2g/樹に比べ有意に重く，被覆 220 日目もマルチ区が敷わら区と比べ有意に重かった．直径 5～10mm の根は，被覆 220 日目にマルチ区が 53.1g/樹であり，敷わら区の 23.8g/樹と比べ有意に重かった．直径 10～20mm 及び 20mm 以上の根は，処理区間に有意な差がなかった.

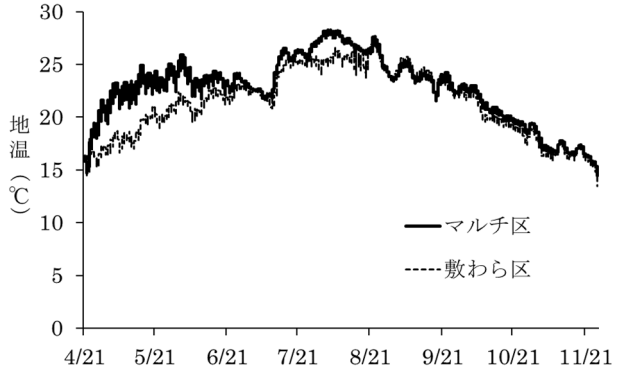
なお，被覆 70 日目に抜根した樹の生育は，新梢の総伸長量や葉数において, 被覆 220 日目に抜根した樹と同様に, マルチ区が敷わら区に比べ有意に増大していた（第 3 表）.

(3) マルチ被覆期間中の地温，体積含水率及び硝酸態窒素の推移

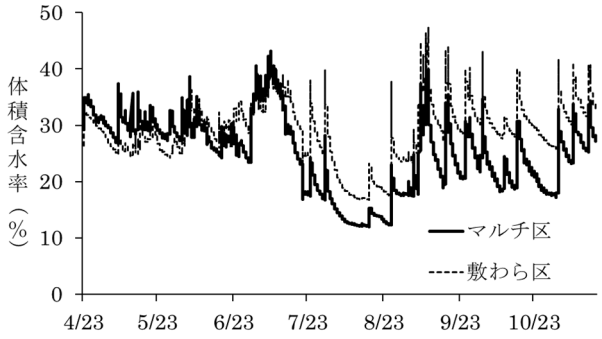
地温は，マルチ区では被覆当日～被覆 70 日目（4 月 21 日～6 月 29 日）の平均が 23.5℃であり, 敷わら区の 21.7℃と比べ 1.8℃高くなったが，被覆 100 日目以降から差が縮まり，被覆 130 日目以降は同程度となった（第 1 図）．土壌の体積含水率は，マルチ区では被覆 3 日目～被覆 100 日目（4 月 23 日～7 月 29 日）の平均が 29.2%であり，敷わら区の 32.5%と比べ大きな差がなかったが，それ以降は敷わら区に比べ低く推移した（第 2 図）．土壌の硝酸態窒素は，マルチ区では被覆 40 日目～被覆 160 日目では 12.6～23.9mg/100g であり, 敷わら区の 3.5～8.6mg/100g と比べそれぞれ有意に高かった（第 4 表）.

２．マルチ処理を 3 年連用した場合の樹の生育促進効果（試験 2）

(1) 定植 3 年目の新梢の生育



第 1 図　被覆期間中の地温の変動
注 1）各区，樹ごとに 1 か所ずつ 3 反復で，主幹から 30cm 離れた場所の深さ 20cm の位置にセンサーを埋設し，4 月 21 日～11 月 26 日の毎正時ごとに測定
2）敷わら区は 8 月 20 日～9 月 18 日の反復なし



第 2 図　被覆期間中の土壌の体積含水率の変動
注）各区，樹ごとに1か所ずつ3反復で，主幹から30cm離れた場所の深さ20cmの位置にセンサーを埋設し，4月23日～11月17日の毎正時ごとに測定

第 4 表　被覆期間中の硝酸態窒素の変動(mg/100g)

処理区[注1)]	被覆後日数							
	当日	40日	70日	100日	130日	160日	190日	220日
マルチ	5.8	14.6	15.7	12.6	23.9	14.5	4.3	5.3
敷わら	5.3	4.9	3.5	8.6	4.4	6.0	4.9	2.4
有意性[2)]	ns	**	**	*	**	**	ns	ns

注 1）処理区は各区 1 樹 3 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 5 表　マルチ処理が定植後 3 年目の「幸水」の新梢や主枝及び主幹径の生育に及ぼす影響

処理区[注1)]	新梢[3)]				主枝		主幹径
	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）	（mm）
マルチ	88.7	11.0	63.2	56.2	285.2	36.5	64.2
慣行	88.2	10.9	29.8	26.7	235.4	31.3	55.2
有意性[2)]	ns	ns	**	**	*	*	*

注 1）処理区は各区 1 樹 5 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
3）30cm 以上の長さの新梢を調査対象とした
4）新梢の総伸長量は発生本数と長さを掛け合わせて算出

第 6 表　マルチ処理が定植後 3 年目の「幸水」の生体重に及ぼす影響

処理区[注1)]	新梢	旧枝	根	合計
	（kg/樹）			
マルチ	5.4	9.9	4.2	19.4
慣行	3.2	6.7	3.2	13.1
有意性[2)]	*	*	*	*

注 1）処理区は各区 1 樹 5 反復
2）t 検定で処理区間に*は 5%水準の有意差があることを示す

発生本数は，マルチ区が 63.2 本/樹であり，慣行区の 29.8 本/樹と比べ有意に多かった（第 5 表）．総伸長量は，マルチ区が 56.2m/樹であり，慣行区の 26.7m/樹と比べ有意に大きかった．長さ及び基部径は処理区間に有意な差がなかった．

(2) 定植 3 年目の主枝及び主幹径の生育

主枝の長さは，マルチ区が 285.2cm であり，慣行区の 235.4cm と比べ有意に長かった（第 5 表）．主枝の基部径は，マルチ区が 36.5mm であり，慣行区の 31.3mm と比べ有意に太かった．主幹径は，マルチ区が 64.2mm であり，慣行区の 55.2mm と比べ有意に太かった．

(3) 定植 3 年目の生体重

生体重は，新梢ではマルチ区が 5.4kg/樹であり，慣行区の 3.2kg/樹と比べ有意に重かった（第 6 表）．旧枝ではマルチ区が 9.9kg/樹であり，慣行区の 6.7kg/樹と比べ有意に重かった．根ではマルチ区が 4.2kg/樹であり，慣行区の 3.2kg/樹と比べ有意に重かった．新梢，旧枝及び根の合計は，マルチ区が 19.4kg/樹であり，慣行区の 13.1kg/樹と比べ有意に重かった．

Ⅳ 考　察

本研究では，マルチ処理をニホンナシの早期成園化を目的に用いる技術として確立するため，圃場に定植した樹の生育を促進させる効果やその要因を検証した．

これまでに著者らはマルチ処理により樹の生育が促進されることを報告している（戸谷ら，2011；戸谷ら，2014）が，本研究においてもマルチ区の新梢の生育は，敷わら区に比べ，被覆 40 日目（5 月 30 日）には長さが 1.5 倍と長くなり，総伸長量も 1.8 倍に増大し，葉数も 1.5 倍と増大した．

マルチ処理で変動した環境要因を調査した結果，被覆当日～被覆 70 日目（4 月 21 日～6 月 29 日）の地温の平均は，マルチ区では 23.5℃で，敷わら区に比べ 1.8℃高かった．これまでの試験（戸谷ら，2011；戸谷ら，2014）において，マルチ処理で樹の生育が増大する要因は，地温の上昇により根の生育が増大したことと推察している．そこで，本研究では，地温の上昇が根の発生量に及ぼす影響を明らかにするため，6 月 29 日（被覆 70 日目）に樹を掘り上げて根部の乾物重を調査したところ，マルチ区では敷わら区に比べ，2mm 未満の根が 1.8 倍に増大していた．春根は非常に細く，枝の伸長などに使用される養水分を吸収する役割がある（平田，1983）ことから，マルチ処理により地温が早期に上昇したことで直径 2mm 未満の太さの根の発生量が増大し，養水分の吸収が促進されたと推察される．

次に，土壌の体積含水率は，マルチ区では被覆 100 日目までは敷わら区と比べ大きな差がなかったが，それ以降は低く推移した．マルチ処理をすると体積含水率が低下することは，以前の試験（戸谷ら，2011）と同様の結果であり，ポリエチレンフィルムで降雨が遮断されるためと推察される．一方で，体積含水率が低く推移した被覆 100 日目以降においても，マルチ区の新梢の伸長や基部径の肥大が継続しており，しおれ等の症状もなかったことから，縦横 0.5m の範囲のポリエチレンフィルムによるマルチ処理は樹の生育に負の影響がないと考えられる．

また，土壌中の硝酸態窒素の濃度を見てみると，マルチ区では 5 月 30 日（被覆 40 日目）～7 月 29 日（被覆 100 日目）が敷わら区と比べ 1.5～4.5 倍と高くなった．この原因として，被覆肥料からの窒素成分の溶出は周辺温度が高いほど進むこと（古屋，1995）やポリエチレンフィルムで降雨が遮断されるため窒素成分の流失が少ないことが原因と推察される．また，ニホンナシの樹の窒素吸収量のピークは 5 月及び 7 月で，この時期に根が急激に発達するため吸収も多くなることや 5～6 月に吸収された窒素は枝の充実や果実の肥大に利用されること（平田，1983）が報告されている．これらのことから，マルチ処理では春季の地温上昇が早まり，直径 2mm 未満の太さの根の発生量が増大することに加え，土壌中の硝酸態窒素の濃度が高まることにより，植物体の窒素吸収量が増大し，新梢の生育が増大したと考えられる．

マルチ区では敷わら区に比べ，新梢の増大により葉数も増大しているが，このことは同化産物の増大につながると推察され，樹の初期生育が増大した要因の一つと考えられる．また，新しく合成された炭水化物は枝や根に貯蔵され，翌春の発芽直後の新梢の生長や開花結実後の幼果の生長に利用されること（石原，1991）が報告されている．本研究では，マルチ区の生育は敷わら区のそれより，新梢の基部径では被覆 100 日目以降，主幹径では被覆 160 日目以降から太くなり，被覆 220 日目では直径 5mm 未満の根に加え，5～10mm の根量が 2.2 倍に増大していた．これらのことから，マルチ処理は貯蔵養分を増やすことで新梢や主幹，根を含めた樹全体を肥大させる効果があると推察され，さらに蓄えられる貯蔵養分が増大することは翌年の樹の生育にも好影響を与える可能性が高くなると考えられる．

次に，1 年生苗木にマルチ処理を 3 年間連用して行った結果，定植 3 年目では慣行区に比べ新梢の発生本数や総伸長量がそれぞれ 2.1 倍に増大した．新梢の生育が増大した結果，定植 3 年目では慣行区に比べ主枝長が 1.2 倍と長く，主枝の基部径や主幹径も 1.2 倍に肥大し，根部の生体重も 1.3 倍重くなったことから，樹全体の生育が慣行的な方法に比べ増大したと考えられる．栽培面から考えると，定植後の樹の生育に求められることは，速やかに活着すること

や主枝に代表される樹の骨格部分の早期完成であると考えられる．マルチ処理は，根量を増大させることで活着を促進するとともに，主枝長や主枝基部径の生育を増大させることで樹の骨格部分を早期に完成することができる．さらに，マルチ処理は，新梢の発生本数を増大させることで配置できる側枝数の増大が可能になると考えられ，その後の初期収量の増大が期待できる．

以上のことから，マルチ処理で樹の生育が向上する要因を明らかにできた．また，マルチ処理を行うことにより，慣行的な方法よりも樹の生育が促進され，早期成園化を促進できることが明らかになった．今後は，マルチ処理による樹の生育促進が初期収量の増加に繋がっていくかを実証する必要がある．

Ⅴ 摘　　要

マルチ処理をニホンナシの早期成園化を目的に用いる技術として確立するため，樹の生育が増大した要因を調査するとともに，慣行的な方法と比べて生育が増大する効果があることを検証した．

1. マルチ処理で樹の生育が増大する要因は，早期に地温が上昇することと土壌中の硝酸態窒素の濃度が高まったことが挙げられる．その結果，マルチ区では敷わら区に比べ，2mm 未満の根の発生量が 1.8 倍に増大し養水分の吸収が促進されることや，新梢の生育が増大し葉数も 1.5 倍に増大することで同化産物が多くなることが樹の生育を増大させた要因と推察される．また，マルチ区では敷わら区に比べ，新梢の基部径や主幹径が肥大し，5～10mm の根の発生量も増大していることから，樹の貯蔵養分が増大していることも推察され，このことは翌年の生育に好影響を与える可能性が高いと考えられる．
2. 1 年生苗木にマルチ処理を 3 年間連用して行った結果，慣行的な方法と比べ，新梢の発生本数や総伸長量が 2.1 倍に，主枝や主幹径の基部径が 1.2 倍に，根部の生体重が 1.3 倍になるなど，樹全体の生育が増大した．
3. マルチ処理は樹全体の生育が増大させ，定植後の活着促進，樹の骨格の早期完成及び配置できる側枝数の増大が可能となり，初期収量の増大に繋がることが期待される．

Ⅵ 引用文献

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．日本土壌肥料学雑誌．66(5):574-580.

平田尚美（1983）農業技術大系　果樹編 3. pp.基 31-41. 農山漁村文化協会．東京．

石原正義（1991）果樹園芸大辞典．p.48. 養賢堂．東京．

中川昌一（1978）果樹園芸原論. pp.431-432. 養賢堂. 東京.

高橋ゆうき（2016）老木園の更新（1）改植の試算．標準技術体系．pp.89-90. 千葉県．千葉.

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及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.

Effects on the Early Growth of Japanese Pear Trees of Mulching with Polyethylene Film

Tomoaki TOYA, Masayoshi OSHIDA, Takeshi SUZUKI, and Yoshiharu FUJII

Key words: nitrate nitrogen, replanting, root amount, shoot, soil temperature

Summary

We carried out the following verification tests to establish a method for accelerating the early growth of Japanese Pear trees using polyethylene film mulching.

1. Mulching promotes the growth of young trees by increasing the soil temperature and providing higher levels of nitrate nitrogen in the soil. Our results showed the growth of roots less than 2 mm in diameter to be 1.8-fold increased in the mulched plot, suggesting increased nutrient uptake and therefore enhanced shoot growth of trees and number of leaves, leading to increased photosynthesis. Shoot proximal diameter and trunk diameter were enlarged, and generation amount of roots 5 - 10 mm in diameter was also greater in the trees in the mulched plot, which we assume to be associated with increased nutrient storage.

2. In annual nursery treated with mulching for three years, the number of shoots and total elongation of shoots were 2.1-fold greater, branch proximal diameter and trunk diameter growth were 1.2-fold enlarged, and the dry weight of roots was 1.3 times greater than in the controls.

3. These observations suggest that mulching promotes the growth of saplings by assisting root growth after planting and early development of the key parts of the tree. The resultant greater number of lateral branches suggests a higher initial yield.