

育種年限短縮に向けたニホンナシ交雑実生の生育促進法及び花芽着生促進法

押田正義・加藤 修*1・小出 香*2・平井達也・北口美代子*1

キーワード：ニホンナシ，育種，幼若性，桃澤式育成法，花芽

I 結 言

果樹の育種には長い年月を必要とする。その原因の一つが、幼若相から成熟相の移行に年数がかかるためである。植物は種子の発芽から一定期間、どのような外的条件を与えても花芽が着生しない状態を示す。この性質を幼若性と呼び、幼若性を示す発育段階を幼若相と称する。木本性作物である果樹は幼若相の期間が長く、育種年限短縮の障害となっている（農林水産技術会議事務局，1996）。

落葉果樹の幼若相の期間は、*Malus* 属では4~8年、*Pyrus* 属では6~10年、*Prunus* 属では2~8年とされるように（古藤田，2005），播種後の年数で示されることが多い。一方、交雑実生における花芽着生の早晩には同樹齢でも個体差があり、播種後年数以外の要因も関与していると推察される。Ryugo（1988）は、幼若相の期間は遺伝的形質と考えられること、花が分化するには樹がある限界の高さに達するか、最低限の節数に達するか、数回の成長サイクルを経過することが必要であるとの説を紹介している。このことは、個体の持つ遺伝的性質以外に育成技術において幼若相の期間を短縮できる可能性があることを示している。しかし、ニホンナシにおいてこれらの研究は見当たらない。

現在、本県で行っているニホンナシの育種のための育成方法（以下、慣行法とする）は、1次選抜までに次に示す3つの段階に便宜上分けられる。交雑により得られた種子を播種し、2~3年間育成する（第1段階）。直径7~8mmの穂木が採取できるようになった時点で成木の側枝に高接ぎする（第2段階）。高接ぎ後2~3年目に初結実するが、1次選抜に必要な果実数を数年かけて確保する（第3段階）。以上のように、播種から1次選抜開始まで最短でも約5年を要しており、幼若相から成熟相への移行を促進し育種年限を短縮するには、播種から1次選抜開始までの3つの各段階において育成方法を改良する必要がある。

播種から高接ぎまでの第1段階は、慣行法では2~3年を要しているのに対し、「幸水」（農林省農林水産技術会議事務局，1967）や「なつひかり」（吉岡ら，1997）などの品種では播種の翌年に高接ぎを行っている。これらの品種がたまたま初期生育の優れる個体であった可能性もあるが、成木の樹勢は「幸水」が「やや強」，「なつひかり」が「中」であり、実生の生育が特に強勢であったとは考えにくい。このことから、一定の割合の交雑実生は、適切な栽培管理を行えば播種後1年で高接ぎに適した直径の穂木を採取することが可能と考えられるが、そのための具体的な管理方法は明らかになっていない。実生の初期生育に大きく影響すると推察される施肥法に関する報告もなく、田村ら（2010）や千葉県・千葉県農林水産技術会議（2012）が苗木生産時の台木の施肥法について述べているのみである。そこで試験1として、播種後1年で高接ぎ用の穂木を採取するための施肥法を検討した。

第2段階で実施している成木への高接ぎは、実生のまま育成するより花芽着生を早める効果があるとされる（梶浦，1987）。しかし、慣行法では穂木の高接ぎから初結実まで2~3年を要しているため、高接ぎと組み合わせで行うことができる花芽着生促進技術を取り入れることで、この年月を短縮できる可能性がある。

実生のまま育成する場合の花芽着生促進技術として、2~3年主幹を上方へ伸長させる育成方法がある（梶浦・佐藤，1990）。これは、枝の先端部ほど幼若性が弱まる原則を利用し、生育促進により幼若相の期間を短縮する有効な方法であり、高接ぎと組み合わせで行う技術に応用することも可能と考えられる。しかし、多くの交雑実生を効率的に処理できないことや、樹体の小さい実生を圃場に定植するため、活着不良による生育遅延が懸念されることが問題である。

この方法と同様に、枝を上方に伸長させて生育を促進する技術として、桃澤（1954）が考案した主枝を早期に育成する方法と、それに基づき吉岡・石田（1982）が開発した架線方式による大苗育成法が広く知られている。この大苗育成法は、狭い苗木圃場で効率的に大苗を生産できることから、多数の交雑実生の生育促進に応用することが可能と考えられる。また、ニホンナシは接ぎ木の活着が容易であることから、あらかじめ定植しておいた台木に実生から採取した穂木を接ぎ木すれば、実生を直接圃場に定植するより生育が良好

受理日 2017年8月16日

*1 元千葉県農林総合研究センター

*2 現千葉県君津農業事務所

本報の一部は、園芸学会（2016年3月，厚木市）において発表した。

になると期待される。更に、その際に強勢な品種を中間台木として利用すれば、穂木からの新梢伸長を更に促進できる可能性がある。中間台木はリンゴなどで矮化のために利用されることが多いが、ニホンナシでは樹勢が強い「二十世紀」を中間台木とした「幸水」は生育が良好であると報告されている(佐藤ら, 2000)。そこで試験2として、本試験で新たに開発した生育促進法(以下、桃澤式育成法とする)による花芽着生の促進効果を検証した。

初結実から1次選抜開始までの第3段階を考えると、成熟相への移行直後は花芽が少ないことが多く、1次選抜を適切に行うために必要な果実数の確保が課題となっている。果実生産の現場では、「幸水」などの花芽が少ない品種に安定して花芽を着生させるため、予備枝の育成(加藤, 2008)、環状剥皮(今部・本間, 2008)、新梢の摘心(吉岡・松波, 2000)といった技術が開発されている。これらを育種のための育成に応用すれば、花芽着生が増加し1次選抜を早期に実施できる可能性がある。しかし、環状剥皮はカキにおいて成熟期などの果実品質に影響を与えることが知られており(梶浦, 1987)、ニホンナシにおいても選抜に支障をきたす可能性がある。また、新梢の摘心は、2次伸長が停止するまで繰り返し行う必要があるため労力が大きく、成熟相に移行直後の生育旺盛な枝に適用しても効果が低いと推察される。これに対して予備枝の育成は、6月頃に1回誘引するだけで良いこと、「幸水」同様に花芽の少ない「あきづき」でも効果があることから(森田ら, 2010)、有望な方法と推察される。そこで試験3として、「幸水」の予備枝育成法を応用した新梢管理法による花芽着生の促進効果を検証した。

幼若相の期間が播種後年数だけでなく育成技術によっても変化するとすれば、幼若相の期間と生育量には一定の相関関係があると想定される。幼若相から成熟相に移行する生育量の指標として、枝長(奥代ら, 1980)、節数(塚原ら, 2009)、接木部幹周(小森ら, 2014)などが調査されているが、ニホンナシにおいては報告がない。この生育量の指標が明らかになれば、初結果する時期を事前に推定するなど、計画的に育種が行えるようになると考えられる。また、遺伝子発現や植物ホルモンの動態と幼若性との関係を解析する基礎研究においては、生育量の指標は試験を行ううえで重要な情報となる。そこで、試験1から試験3で得られたデータから、幼若相の期間と枝長及び節数との関係について重回帰分析により検討した。

II 材料及び方法

1. 交雑実生の播種1年目の生育促進法(試験1)

試験は千葉県農林総合研究センター果樹研究室旧果樹育

種試験地(千葉市緑区辺田町)のビニルハウス(無加温、50%遮光の寒冷紗で被覆)で実施した。2009年に交雑した花粉親が同一の3家系(「H-13」(「なつひかり」×「豊水」)×「若光」、 「寿新水」×「若光」及び「H-9」(「なつひかり」×「豊水」)×「若光」;以下、それぞれ家系A、B及びCとする)の種子を、2010年2月24日に赤玉土小粒を詰めた21cm径ポリエチレン製鉢(以下、鉢とする)に1粒ずつ播種した。発芽後の3月11日に、家系A、B及びCの実生を各5、7及び9個体選んで2分し、追肥区(家系A、B及びCを各2、4及び7個体、合計13個体)及び対照区(家系A、B及びCを各3、3及び2個体、合計8個体)を設定した。

追肥区は基肥を施用せず、追肥として液肥(商品名:ハイポネックス、N6%、P₂O₅10%、K₂O5%、希釈倍率1,000倍)を4月末から8月末まで週1回、1鉢当たり200mLかん注した。窒素成分量は1鉢当たり1回12mg、施肥回数は18回、総窒素成分量は1鉢当たり216mgとした。対照区は基肥及び追肥を行わず、総窒素成分量は0mgとした。両区ともかん水は適宜実施した。

実生の展葉数、苗丈及び地際部直径を2010年11月8日に調査した。得られたデータは、家系及び追肥処理を因子とする2因子完全無作為化法による分散分析により有意性を検定した。なお、この解析にはJMP version 8.0.2J(SAS Institute Japan;以下、JMP)を用いた。

2. 桃澤式育成法による生育及び花芽着生促進(試験2)

2012年2月に播種し、鉢で1年間育成した「南水」×「豊水」の家系(以下、家系NHとする)及び「南水」×「若光」の家系(以下、家系NWとする)の実生を各19個体、合計38個体供試した。直径約6mmの位置から2節を有する穂木を2本連続して採取し、播種2年目の2013年4月11~12日に以下の2区を設定して接ぎ木を行った(第1図)。

(1) 慣行区(以下、CC区)

農林総合研究センター果樹研究室果樹園(千葉市緑区大膳野町、表層腐植質黒ボク土)に8m×4mに植栽された一文字整枝並木植え平棚仕立て「幸水」11年生樹6樹を台木として、家系NH及び家系NWの穂木をそれぞれ無作為に3樹選び高接ぎした。各台木内で隣接する3本の側枝を1組として2~9組を選定し、各組1本の側枝の基部を残して切断し、各家系個体から採取した2本の穂木のうちの1本を高接ぎした。穂木から伸長した新梢は、5月以降に長さ約30cmになった時点で仰角約30°に誘引した。

播種3年目の2014年1月のせん定時に、側枝基部に穂木を高接ぎして育成した部位(以下、育成部位とする)から伸長した1年生枝は1本を残して他を切除し、先端を切り返して棚付けした。花芽着生を促進するため1年生枝の先端を切り返さない方法もあるが(梶浦・佐藤, 1990)、

播種後 年数	時期	試験 3		
		試験 2		桃澤式育成法—予備枝 育成法区 (MY区)
		慣行区 (CC区)	桃澤式育成法区 (MC区)	
2	2012年 休眠期	1年生交雑実生(2家系, 各19個体)の直径約6mmの位置から2節を有する穂木を2本連続して採取		
	2013年 4月	各個体から採取した2本の穂木を2区に分けて接ぎ木		
		2013年 生育期	一文字整枝平棚仕立て「幸水」11年生樹の側枝に1本ずつ, 1樹当たり2~9口高接ぎ(1家系当たり3樹, 計6樹を供試)	主幹形「あきづき」4年生樹の主幹に1樹当たり1口接ぎ木
3	2014年 1~2月	先端を充実した芽で切り返して棚付け	1年生枝の先端部(直径約9mmの位置)から2節を有する穂木を2本連続して採取	
	2014年 4月		CC区を設定したのと同じ一文字整枝平棚仕立て「幸水」12年生樹に高接ぎ(同一個体由来の3区が隣接するように高接ぎ)	
	2014年 生育期	先端から伸長した新梢は仰角30°程度に誘引	穂木から伸長した新梢は仰角30°程度に誘引	
4	2015年 3月	先端及び他の一部の1年生枝を充実した芽で切り返して棚付け	先端を充実した芽で切り返して棚付け	先端を充実した芽で切り返した後, 先端を垂直に誘引
	2015年 生育期	先端から伸長した新梢は仰角30°程度に誘引	先端から伸長した新梢は仰角30°程度に誘引	先端から発生した新梢を垂直方向に伸長させた後, 6月22日に旧枝ごと仰角30°程度に誘引
5	2016年 3月	先端及び他の一部の1年生枝を充実した芽で切り返して棚付け		
	2016年 生育期	先端から伸長した新梢は仰角30°程度に誘引		

第1図 播種後年数別の処理の概要(試験2及び試験3)

本試験では育成部位先端の1年生枝の伸長が停止することがないよう, 充実した芽まで最小限(平均5~7節)切り返した。生育期間中に育成部位先端から発生した新梢は, 前年と同様に仰角約30°に誘引し, その他の新梢は切除するか下向きに誘引した。

播種4年目の2015年3月のせん定時に, 育成部位先端の1年生枝は充実した芽で切り返し棚付けした。その他の1年生枝のうち, 中庸な生育の発育枝で周囲に誘引できる空間がある場合は充実した芽で切り返して棚付けし, 他は切除した。生育期間中の管理は前年と同様とした。

播種5年目の2016年3月のせん定及び生育期間中の管理は播種4年目と同様とした。

基肥は毎年11月に高度複合ナシ専用(N 12%, P₂O₅ 14%, K₂O 7%)を10a当たり100kg, 追肥は4月に尿素

(N 46%)を10a当たり13kg, 9月に高度化成肥料(N 15%, P₂O₅ 15%, K₂O 15%)を10a当たり53kg施用し, 10a当たりの施用分量はN 26kg, P₂O₅ 20kg, K₂O 12kgとした。

(2) 桃澤式育成法区(以下, MC区)

穂木の生育を促進することを目的として今回開発した桃澤式育成法の具体的な方法を以下に示す。千葉県農林総合研究センター果樹研究室旧果樹育種試験地果樹園(千葉市緑区辺田町, 表層腐植質黒ボク土)に樹間0.6m間隔に植栽された, 主幹形の「あきづき」4年生樹を中間台木とし, 主幹を高さ約50cmの位置で切断した後, 各家系個体から連続して採取した2本の穂木のうちの1本を各樹に接ぎ木した。中間台木の品種として「あきづき」を選択したのは, 樹勢が強いことに加えて新梢伸長が他品種に比較し

て遅くまで続くため(森田ら, 2010), 穂木からの新梢伸長が優れると判断したためである。穂木から発生した新梢は芽かきにより1本に整理し, 高さ3mの架線に誘引して垂直方向への伸長を促進した(写真1)。副梢は適宜除去した。施肥は化成肥料(N 8%, P₂O₅ 8%, K₂O 8%)を用い, 1樹当たり100gを5, 6, 7及び8月の4回施用し, 1樹当たりの施用分量をN 32g, P₂O₅ 32g, K₂O 32gとした。



写真1 桃澤式育成法によるニホンナシ交雑実生の生育促進(2014年1月14日撮影)

注)主幹形の「あきづき」4年生樹を高さ約50cmの位置で切断し, 交雑実生から採取した穂木を1本接ぎ木し, 伸長した新梢を高さ3mの架線に誘引して垂直方向への伸長を促進した。

以上, 桃澤式育成法により1年間育成した各家系個体の1年生枝先端部(直径約9mmの位置)から, 播種3年目の2014年2月に2節を有する穂木を2本連続して採取した。同年4月17日に, 2013年にCC区を設定したのと同じ一文字整枝並木植え平棚仕立て「幸水」12年生樹において, 3本1組とした側枝の残り2本を基部を残して切断し, 採取した2本の穂木を高接ぎして一方をMC区とした。穂木から伸長した新梢は, 5月以降に長さ約30cmになった時点で仰角約30°に誘引した。

播種4年目の2015年3月のせん定及び生育期間中の管理は, CC区の播種3年目と同様とした。

播種5年目の2016年3月のせん定及び生育期間中の管理は, CC区の播種4年目と同様とした。

(3) 調査項目及び調査方法

調査は各年次ともせん定前の1月に行った。

CC区の播種2年目は, 「幸水」に高接ぎした穂木から伸長した1年生枝の枝長及び節数を調査した。1年生枝が2本発生している場合は, せん定時に残す1本のみ調査した。また, 穂木先端から育成部位先端の1年生枝の先端までの長さ及び節数と, 実生における地際から穂木先端までの長さ及び節数との合計を算出した(以下, それぞれ通算

枝長及び通算節数とする)。播種5年目は, 育成部位先端から伸長した1年生枝の枝長及び節数, 通算枝長及び通算節数を調査した。また, 花芽の着生状況の指標として, 播種3~5年目に以下の項目を調査した。

先端腋花芽数: 育成部位先端から伸長した1年生枝の腋花芽数

全花芽数: 育成部位全体の花芽数(腋花芽及び短果枝)

全花芽数別個体率: 育成部位全体の花芽数が0個, 1~2個及び3個以上の個体の割合

花芽初着生年数: 全花芽数が1個以上になるまでの年数(播種5年目のみ調査;ただし, 播種5年目に全花芽数が0個の育成部位は, 播種6年目に1個以上になると仮定して算出した)

MC区の播種2年目は, 「あきづき」に接ぎ木した穂木から伸長した1年生枝の枝長及び節数, 並びに通算枝長及び通算節数を調査した。播種5年目はCC区の播種5年目と同様に調査した。花芽の着生状況もCC区と同様に調査した。

得られたデータは家系を1次因子, 播種2年目の育成法(桃澤式育成法の実施の有無)を2次因子とする分割法による分散分析により有意性を検定した。1次因子と2次因子間の交互作用が有意であった場合は, 単純主効果検定を行った。これらの解析にはJMPを用いた。なお, 調査終了までの間に接ぎ木の不活着や風による折損で欠測が生じたため, 家系NHは19個体中13個体, 家系NWは19個体中14個体, 合計27個体のデータを解析に供した。

3. 「幸水」の予備枝育成法を応用した新梢管理法による花芽着生促進(試験3)

試験2においてMC区を設定した2014年4月17日に, MC区とともに接ぎ木した同一個体由来の穂木を桃澤式育成法—予備枝育成法区(以下, MY区)とした(第1図)。穂木から伸長した新梢は, 5月以降に長さ約30cmになった時点で仰角約30°に誘引した。

播種4年目に, 本県の黒ボク土地域向けに開発された「幸水」の予備枝育成法(加藤, 2008)を応用した新梢管理を行った。すなわち, 2015年3月のせん定時に育成部位から伸長した1年生枝は1本を残して他を切除し, 充実した芽で切り返した後, 先端を垂直に誘引した。生育期間中は, 先端から発生した新梢を垂直方向に伸長させた後, 新梢伸長停止が認められた2015年6月22日に旧枝ごと仰角約30°に誘引した。

播種5年目の2016年3月のせん定及び生育期間中の管理は, MC区の播種5年目と同様とした。

調査項目及び調査方法は, MC区の播種3年目以降と同様とした。

得られたデータは家系を1次因子, 播種4年目の新梢管

理法（「幸水」の予備枝育成法を応用した新梢管理法の適用の有無）を2次因子とする分割法による分散分析により有意性を検定した。1次因子と2次因子間の交互作用が有意であった場合は、単純主効果検定を行った。これらの解析にはJMPを用いた。なお、試験2と同様に、家系NH13個体、家系NW14個体、合計27個体のデータを解析に供した。

4. 播種後年数、通算枝長及び通算節数と花芽着生との関係

試験2及び試験3のデータを播種後年数、家系及び処理（育成法及び新梢管理法）ごとに分け、先端腋花芽数が1個以上になった個体数を供試個体数で除して、その割合を求めた（以下、花芽着生個体率とする）。花芽着生個体率を目的変数、播種後年数、平均通算枝長及び平均通算節数を説明変数として重回帰分析を行った。なお、説明変数間に高い相関が認められるなど多重共線性が懸念される場合は、その変数を除外して重回帰式を求めた。これらの解析にはJMPを用いた。

III 結 果

1. 交雑実生の播種1年目の生育促進法（試験1）

交雑実生3家系の追肥有無別の播種8か月後の平均展葉数、平均苗丈及び平均地際部直径を第1表に示した。全ての調査項目で家系間には有意差がなかったが、処理間には

有意差が認められた（ $p < 0.01$ ）。交互作用は有意でなかった。平均展葉数は追肥区が61.0～74.0枚と対照区の26.0～33.3枚に比べて多かった。平均苗丈は追肥区が79.3～133.0cmと対照区の10.3～23.3cmに比べて長かった。平均地際部直径は追肥区が10.1～11.6mmと対照区の4.2～

第1表 ニホンナシ交雑実生3家系の追肥有無別の播種8か月後の平均展葉数、平均苗丈及び平均地際部直径（試験1, 2010年）

家系	処理	供試 個体数 (本)	平均 展葉数 (枚)	平均 苗丈 (cm)	平均 地際部直径 (mm)
A	追肥	2	74.0	133.0	11.6
	対照	3	33.3	22.3	6.0
B	追肥	4	61.0	79.3	10.1
	対照	3	26.0	10.3	4.2
C	追肥	7	69.4	104.1	10.9
	対照	2	31.5	23.3	4.9
分散 分析	家系		0.24	0.11	0.39
	処理		<0.01	<0.01	<0.01
	交互作用		0.89	0.38	0.98

注1) 播種日は2010年2月24日、調査日は11月8日。

2) 家系Aは「H-13」（「なつひかり」×「豊水」）×「若光」、家系Bは「寿新水」×「若光」、家系Cは「H-9」（「なつひかり」×「豊水」）×「若光」。

3) 追肥区はハイポネックス（N6%、 P_2O_5 10%、 K_2O 5%、希釈倍率1,000倍）を1鉢当たり200mL、週1回灌注した。対照区は追肥を行わなかった。

4) 家系及び処理を因子とする2因子完全無作為化法による分散分析を行い、p値を示した。

第2表 ニホンナシ交雑実生2家系における育成法別の播種2年目及び5年目の育成部位先端1年生枝の平均枝長、平均節数、平均通算枝長及び平均通算節数（試験2, 2013年及び2016年）

播種後 年数	家系	育成法	供試 個体数 (本)	平均枝長 (cm)	平均節数 (節)	平均 通算枝長 (cm)	平均 通算節数 (節)	
2	NH	MC	13	297	79	361	106	
		CC	13	104	31	174	60	
	NW	MC	14	267	78	323	101	
		CC	14	98	31	160	56	
	分散 分析	家系			0.08	0.98	0.054	0.28
		育成法			<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
交互作用				0.14	0.76	0.14	0.76	
5	NH	MC	13	51	13	522	141	
		CC	13	70	17	364	103	
	NW	MC	14	75	21	526	150	
		CC	14	62	17	337	102	
	分散 分析	家系			0.38	0.06	0.52	0.36
		育成法			0.72	0.86	<0.01	<0.01
交互作用				0.06	0.08	0.22	0.09	

注1) MC区は播種2年目に桃澤式育成法を行った。

2) 家系NHは「南水」×「豊水」、家系NWは「南水」×「若光」を表す。

3) 平均枝長及び平均節数は、穂木から伸長した1年生枝（播種2年目）又は育成部位先端から伸長した1年生枝（播種5年目）の長さ及び節数の平均値。

4) 平均通算枝長及び平均通算節数は、穂木先端から1年生枝先端（播種2年目）又は育成部位先端（播種5年目）までの長さ及び節数と、実生における地際から穂木先端までの長さ及び節数との合計の平均値。

5) 家系を1次因子、育成法を2次因子とする分割法による分散分析を行い、p値を示した。

6.0mm に比べて太かった。

2. 桃澤式育成法による生育及び花芽着生促進 (試験 2)

交雑実生2家系における育成法別の播種2年目及び5年目の育成部位先端1年生枝の平均枝長, 平均節数, 平均通算枝長及び平均通算節数を第2表に示した。MC区で桃澤式育成法を行った播種2年目は, 全ての調査項目で家系間には有意差がなかったが, 育成法間に有意差が認められた (p<0.01)。交互作用は有意でなかった。平均枝長はMC区が267~297cmとCC区の98~104cmに比べて長かった。平均節数はMC区が78~79節とCC区の31節に比べて多かった。平均通算枝長はMC区が323~361cmとCC区の160~174cmに比べて長かった。平均通算節数はMC区が101~106節とCC区の56~60節に比べて多かった。

播種5年目は, 全ての調査項目で家系間には有意差がなかったが, 育成法間には平均通算枝長及び平均通算節数で有意差が認められた (p<0.01)。交互作用は有意でなかった。平均通算枝長はMC区が522~526cmとCC区の337~364cmに比べて長かった。平均通算節数はMC区が141~150節とCC区の102~103節に比べて多かった。

交雑実生2家系における育成法別の播種3~5年目の育成部位の花芽着生状況を第3表に示した。播種3年目は, 平均先端腋花芽数及び平均全花芽数について家系間には有意差がなかったが, 育成法間に有意差が認められた (p<0.01)。交互作用は有意でなかった。平均先端腋花芽数はMC区が3.2~3.6個とCC区の0.0~0.3個に比べて多かった。平均全花芽数はMC区が3.2~3.6個とCC区の0.0~0.4個に比べて多かった。全花芽数別個体率は, 全花芽数3個以上がMC区で31~43%であったのに対し, CC区では0~8%と低かった。

播種4年目は, 平均先端腋花芽数及び平均全花芽数について家系間には有意差がなかったが, 育成法間に有意差が認められた (p<0.01)。交互作用は平均先端腋花芽数で有意であった (p=0.04)。平均先端腋花芽数について家系ごとに単純主効果検定を行ったところ, 家系NHではMC区とCC区の間には有意差がなかったが, 家系NWではMC区が12.9個とCC区の3.8個に比べて多かった。平均全花芽数はMC区が25.5~26.2個とCC区の8.1~9.6個に比べて多かった。全花芽数別個体率は, 全花芽数3個以上

第3表 ニホンナシ交雑実生2家系における育成法別の播種3~5年目の育成部位の花芽着生状況 (試験2, 2014~2016年)

播種後年数	家系	育成法	供試個体数 (本)	平均先端腋花芽数 (個)	平均全花芽数 (個)	全花芽数別個体率 (%)			平均花芽初着生年数 (年)
						0個	1~2個	3個以上	
3	NH	MC	13	3.2	3.2	62	8	31	—
		CC	13	0.3	0.4	85	8	8	—
	NW	MC	14	3.6	3.6	57	0	43	—
		CC	14	0.0	0.0	100	0	0	—
	分散分析	家系		0.96	0.99	—	—	—	—
		育成法		<0.01	<0.01	—	—	—	—
		交互作用	0.72	0.70	—	—	—	—	
4	NH	MC	13	11.0 A	25.5	0	15	85	—
		CC	13	7.8 A	9.6	31	0	69	—
	NW	MC	14	12.9 a	26.2	7	0	93	—
		CC	14	3.8 b	8.1	36	7	57	—
	分散分析	家系		0.65	0.93	—	—	—	—
		育成法		<0.01	<0.01	—	—	—	—
		交互作用	0.04	0.77	—	—	—	—	
5	NH	MC	13	8.1	50.1	0	0	100	3.6
		CC	13	9.4	40.4	8	0	92	4.2
	NW	MC	14	10.6	42.4	0	7	93	3.6
		CC	14	6.9	32.4	14	14	71	4.5
	分散分析	家系		0.99	0.41	—	—	—	0.51
		育成法		0.46	0.14	—	—	—	<0.01
		交互作用	0.13	0.98	—	—	—	0.42	

注1) 平均先端腋花芽数: 育成部位先端から伸長した1年生枝の腋花芽数の平均値
 平均全花芽数: 育成部位全体の花芽数 (腋花芽及び短果枝) の平均値
 全花芽数別個体率: 育成部位全体の花芽数が0個, 1~2個及び3個以上の個体の割合
 平均花芽初着生年数: 播種から全花芽数が1個以上になるまでの年数の平均値
 2) 家系を1次因子, 育成法を2次因子とする分割法による分散分析を行い, p値を示した。
 3) 交互作用に有意差が認められた場合は単純主効果検定を行った。異なる英大文字間及び英小文字間には5%水準で有意差あり。

がMC区で85～93%であったのに対し、CC区では57～69%と低かった。また、全花芽数0個はMC区で0～7%であったのに対し、CC区では31～36%と高かった。

播種5年目は、平均花芽初着生年数の育成法間のみ有意差が認められ ($p<0.01$)、MC区が3.6年とCC区の4.2～4.5年に比べて短かった。全花芽数別個体率は、全花芽数3個以上がMC区で93～100%、CC区で71～92%といずれも高かった。

3. 「幸水」の予備枝育成法を応用した新梢管理法による花芽着生促進 (試験3)

交雑実生2家系における新梢管理法別の播種4～5年目の育成部位先端1年生枝の平均枝長、平均節数、平均通算枝長及び平均通算節数を第4表に示した。MY区で「幸水」の予備枝育成法を応用した新梢管理法を行った播種4年目は、全ての調査項目で家系間には有意差がなかったが、新梢管理法間には有意差が認められた ($p<0.01$)。交互作用は有意でなかった。平均枝長はMY区が136～137cmとMC区の82～96cmに比べて長かった。平均節数はMY区が30～32節とMC区の20～25節に比べて多かった。平均通算枝長はMY区が493～536cmとMC区の470～487cmに比べて長かった。平均通算節数はMY区が138～140節とMC区の133～135節に比べて多かった。

両区とも同じ管理とした播種5年目は、全ての調査項目で家系間には有意差がなかったが、新梢管理法間には通算枝長で有意差が認められた ($p=0.02$)。交互作用は平均節

数 ($p=0.04$)、通算枝長 ($p<0.01$) 及び通算節数 ($p<0.01$) で有意であったため、これらについては家系ごとに単純主効果検定を行った。平均節数は、家系NHでは新梢管理法により差がなかったが、家系NWではMC区が21個とMY区の14個に比べて多かった。平均通算枝長は、家系NHではMY区が571cmとMC区の522cmに比べて長かったが、家系NWでは差がなかった。平均通算節数は、家系NHではMY区が150節とMC区の141節に比べて多かったが、家系NWでは差がなかった。

交雑実生2家系における新梢管理法別の播種4～5年目の育成部位の花芽着生状況を第5表に示した。播種4年目は、全ての調査項目で家系間には有意差がなかったが、新梢管理法間には有意差が認められた ($p<0.01$)。交互作用は有意でなかった。平均先端腋花芽数はMY区が16.9～18.0個とMC区の11.0～12.9個に比べて多かった。平均全花芽数はMY区が36.6～45.0個とMC区の25.5～26.2個に比べて多かった。

播種5年目は、平均全花芽数の新梢管理法間のみ有意差が認められ ($p<0.01$)、MY区が56.5～77.4個とMC区の42.4～50.1個に比べて多かった。

4. 播種後年数、平均通算枝長及び平均通算節数と花芽着生との関係

播種後年数、平均通算枝長及び平均通算節数に対する花芽着生個体率の重回帰分析の結果を第6表に示した。得られた重回帰式は、花芽着生個体率を y (%)、播種後年数

第4表 ニホンナシ交雑実生2家系における新梢管理法別の播種4～5年目の育成部位先端1年生枝の平均枝長、平均節数、平均通算枝長及び平均通算節数 (試験3, 2015～2016年)

播種後年数	家系	新梢管理法	供試個体数 (本)	平均枝長 (cm)	平均節数 (節)	平均通算枝長 (cm)	平均通算節数 (節)
4	NH	MY	13	137	30	536	140
		MC	13	82	20	487	133
	NW	MY	14	136	32	493	138
		MC	14	96	25	470	135
	分散分析	家系		0.55	0.10	0.12	0.99
		新梢管理法 交互作用		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
5	NH	MY	13	52	14 A	571 A	150 A
		MC	13	51	13 A	522 B	141 B
	NW	MY	14	51	14 b	523 a	146 a
		MC	14	75	21 a	526 a	150 a
	分散分析	家系		0.27	0.13	0.34	0.66
		新梢管理法 交互作用		0.17	0.13	0.02	0.30
			0.15	0.04	<0.01	<0.01	

注1) MY区は播種4年目に「幸水」の予備枝育成法を応用した新梢管理法を行った。

2) 平均枝長、平均節数、平均通算枝長及び平均通算節数は第2表の注3及び注4を参照。

3) 家系を1次因子、新梢管理法を2次因子とする分割法による分散分析を行い、 p 値を示した。

4) 交互作用に有意差が認められた場合は単純主効果検定を行った。同一列の異なる英大文字間及び英小文字間には5%水準で有意差あり。

を x_1 (年), 平均通算枝長を x_2 (cm), 平均通算節数を x_3 (節) として, 以下のとおりであった.

$$y = 20.27 x_1 + 0.150 x_2 - 74.39 \dots \text{式①}$$

$$y = 20.62 x_1 + 0.627 x_3 - 87.30 \dots \text{式②}$$

いずれの重回帰式も有意 ($p < 0.01$) であったが, 決定係数は式① ($R^2 = 0.821$) が式② ($R^2 = 0.812$) よりわずかに大きかった. 標準偏回帰係数は, 式①では播種後年数と平均通算枝長でそれぞれ 0.547 と 0.514, 式②では播種後年数と平均通算節数でそれぞれ 0.557 と 0.502 であり, いずれも有意 ($p < 0.01$) であった. 播種 5 年目に花芽着生個

体率が 100% になる平均通算枝長は式①から 487cm, 平均通算節数は式②から 134 節と推定された.

IV 考 察

1. 交雑実生の播種当年の生育促進 (試験 1)

交雑実生の播種から高接ぎまでの期間を短縮するため, 播種 1 年目に週 1 回, 1 鉢当たり窒素成分量 12mg (総窒素成分量 216mg) の追肥を行ったところ, 苗丈は 1 年で 100cm 以上に伸長した. また, 地際部直径は 10mm 以上

第5表 ニホンナシ交雑実生2家系における新梢管理法別の播種4~5年目の育成部位の花芽着生状況 (試験3, 2015~2016年)

播種後年数	家系	新梢管理法	供試個体数 (本)	平均先端腋花芽数 (個)	平均全花芽数 (個)	平均花芽初着生年数 (年)
4	NH	MY	13	18.0	45.0	—
		MC	13	11.0	25.5	—
	NW	MY	14	16.9	36.6	—
		MC	14	12.9	26.2	—
	分散分析	家系		0.90	0.65	—
		新梢管理法 交互作用		<0.01	<0.01	—
5	NH	MY	13	11.1	77.4	3.5
		MC	13	8.1	50.1	3.6
	NW	MY	14	8.7	56.5	3.5
		MC	14	10.6	42.4	3.6
	分散分析	家系		0.97	0.19	0.98
		新梢管理法 交互作用		0.75	<0.01	0.28
			0.20	0.24	0.74	

注1) 平均先端腋花芽数, 平均全花芽数及び平均花芽初着生年数は第3表の注1を参照.

2) 家系を1次因子, 新梢管理法を2次因子とする分割法による分散分析を行い, p値を示した.

第6表 ニホンナシにおける播種後年数, 平均通算枝長及び平均通算節数に対する花芽着生個体率の重回帰分析

説明変数	式①			式②		
	偏回帰係数	標準偏回帰係数	p値	偏回帰係数	標準偏回帰係数	p値
播種後年数(年)	20.27	0.547	<0.01	20.62	0.557	<0.01
平均通算枝長(cm)	0.150	0.514	<0.01	—	—	—
平均通算節数(節)	—	—	—	0.627	0.502	<0.01
定数項	-74.39	—	<0.01	-87.30	—	<0.01
決定係数 R^2	0.821			0.812		
p値	<0.01			<0.01		

注1) 花芽着生個体率は, 試験2及び試験3のデータを, 播種後年数, 家系及び処理 (育成法及び新梢管理法) ごとに分け, 先端腋花芽数が1個以上になった個体数を供試個体数で除して求めた.

2) 花芽着生個体率を目的変数, 播種後年数, 通算枝長及び通算節数を説明変数として重回帰分析を行った ($n=18$).

3) 決定係数は自由度調整済み.

で、通常高接ぎに用いる穂木（直径 7～8mm）が十分採取できる太さであった。

播種 1 年目のニホンナシ実生の施肥法についてはほとんど報告がないが、田村ら（2010）は苗木生産の際に播種 1 年目の台木に対して、化成肥料 50g/m² を 4～6 月に 3 回程度施用すると述べている。また、本県が作成した苗木育成方法の技術指導資料（千葉県・千葉県農林水産技術会議，2012）では、播種 1 年目のマンシュウマメナシ台木に対して、生育が不良な場合に硫酸 0.5% 水溶液を施用するとある。これらの施肥量を 1m² 当たりの総窒素成分量に換算すると、田村ら（2010）では化成肥料の窒素成分割合を 8%、施用回数を 3 回と仮定して 12g、本県の技術指導資料（千葉県・千葉県農林水産技術会議，2012）では 1m² 当たりの灌注量を 1L、施用回数を 3 回と仮定して 3.1g と大きな差がある。本試験は鉢栽培のため単純な比較はできないが、1m² 当たりの総窒素成分量は 6.2g で上記報告の 0.5～1.9 倍と、ほぼ中間に当たる数値となった。この施肥量の妥当性については更に検討する必要がある。

本試験では、追肥区の液肥かん注時に対照区に対して同量のかん水を行っていないため、鉢土の水分状態は両区で異なり、追肥区がより湿潤であったと推察される。戸谷ら（2011）は「あきづき」大苗の定植後の生育と点滴かん水との関係を調査し、定植 1 年目に 1 樹当たり 5L の点滴かん水を行った区は敷きわらのみの慣行区と比較して、土壌の体積含水率が約 10% 高く、新梢の総伸長量が 2 倍以上になることを報告している。このことから、追肥区の生育が優れた一因として、鉢土の水分状態が影響した可能性がある。本試験は 50% 遮光の寒冷紗を被覆したビニルハウス内で行っていることや、対照区も鉢土が乾燥する前にかん水していることから、樹体に強い水分ストレスはかかっておらず、鉢土の水分状態が生育に及ぼす影響は大きくないと推察されるが、今後検証が必要である。

本試験では全ての調査項目で家系間及び交互作用に有意差は認められず、追肥の効果が複数の家系で検証できた。しかし、本試験で供試した家系は 3 家系と少なくかつ近縁であった。家系数を増やすとともに遺伝的に遠縁の家系を供試した場合には、家系間差や交互作用が有意になる可能性があり、今後検証が必要である。

2. 桃澤式育成法による生育及び花芽着生促進（試験 2）

桃澤式育成法を実施した播種 2 年目の MC 区の生育は、CC 区と比較して大幅に促進された。また、播種 5 年目における平均通算枝長及び平均通算節数の MC 区と CC 区の差は播種 2 年目と同程度であり、生育促進効果が 3 年間維持されていた。その結果、MC 区では播種 3 年目に平均 3 個以上の花芽が着生したのに対し、CC 区では平均 0.4 個以下と極めて少なかった。

播種 3 年目に一定数の花芽が着生すれば、播種 4 年目に 1 次選抜が可能になる。ニホンナシの育種において 1 次選抜に必要な調査果実数は明確ではないが、山田（2011）は果樹における量的形質の 1 次選抜に関して、1 樹 3～10 果の調査を結実開始から 1～3 年間行うとしている。この基準をもとに全花芽数別個体率から判断すると、MC 区においては 30% 以上の育成部位で全ての花芽に着果させれば 1 次選抜が可能であるのに対し、CC 区では 8% 以下と極めて少なかった。

播種 4 年目の MC 区では平均全花芽数が 25 個以上、全花芽数 3 個以上の個体が 90% 程度となったことから、播種 5 年目にはほぼ全ての育成部位において十分な果実数で 1 次選抜が実施できると推察された。一方、CC 区の平均全花芽数も 8 個以上に増え、全花芽数 3 個以上の個体も 60% 程度まで増加したが、全花芽数 0 個の個体も 30% 以上残されており、1 次選抜の進捗度は MC 区より劣ると推察された。

播種 5 年目になると、MC 区では平均全花芽数が 40 個以上、全花芽数 3 個以上の個体は 100% 近くになり、翌年に 1 次選抜を行える育成部位が更に増加した。一方、CC 区でも平均全花芽数が 30 個以上、全花芽数 3 個以上の個体が 70% 以上と増加したことから、MC 区にはやや劣るものの、翌年にはほとんどの育成部位で 1 次選抜が可能と推察された。平均花芽初着生年数は MC 区が CC 区に比べて 0.6～0.9 年短く、花芽着生の促進程度は約 1 年と考えられた。

以上から、桃澤式育成法による生育促進効果により花芽着生が促進され、1 次選抜を慣行法より約 1 年早く行うことができると推察された。

なお、本試験では家系間差及び交互作用はほとんどの調査項目で有意でなく、桃澤式育成法の有効性が複数の家系で検証できた。しかし、供試した家系が近縁な 2 家系のみであるため、今後は遺伝的に多様なより多くの家系で試験を行い、家系間差や交互作用の有無について検証する必要がある。

3. 「幸水」の予備枝育成法を応用した新梢管理法による花芽着生促進（試験 3）

試験 2 の結果から、桃澤式育成法を適用することで播種 4 年目には翌年の 1 次選抜に十分な花芽が着生することが示された。しかし、今回供試した家系より花芽着生が少ない家系の場合は、桃澤式育成法のみでは花芽数が不足する可能性がある。

そこで、「幸水」の予備枝育成法を応用した新梢管理法を播種 4 年目に適用したところ、MY 区は MC 区に比較して枝長や節数が増加し、花芽数が増加した。枝長や節数の増加は、試験 2 と同様に新梢を垂直に伸長させたことの影

響と推察された。一方、花芽数の増加は新梢伸長停止期の誘引によるものと考えられた。すなわち、「幸水」では新梢伸長停止期に誘引することで新梢内のオーキシン含量が減少するとともに、側芽中のサイトカイニン含量が増加することが腋花芽数増加の一因と考えられている(伊東, 2001)。また、新梢伸長停止期が遅い「あきづき」では、誘引時期を「幸水」より遅い6月下旬から7月上旬とすることが腋花芽着生に有効とされている(森田ら, 2010)。以上、交雑実生を高接ぎした育成部位においても「幸水」や「あきづき」と同様に、新梢伸長停止期の誘引が花芽着生を増加させることが明らかになり、1次選抜をより確実にを行うために有効な技術と考えられた。

なお、本試験の枝の生育に関する調査項目では、家系間差は全て有意でなかったが、播種5年目の平均節数、平均通算枝長及び平均通算節数で交互作用が有意であった。播種5年目は試験区にかかわらず同じ新梢管理を行ったため、平均枝長及び平均節数は同程度となり、平均通算枝長及び平均通算節数は新梢管理法間で前年と同程度の差が生じることが期待された。しかし、家系NWのMC区の生育が特に良好であったため、交互作用が有意になったと考えられる。この原因は明らかでなく、今後検証する必要がある。一方、花芽着生に関する調査項目については家系間差及び交互作用のいずれも有意でなかった。このことから、花芽着生の促進効果に関しては複数の家系で本法の有効性を検証できたと考えるが、試験2と同様により多くの多様な家系で家系間差及び交互作用の有無を確認する必要がある。

4. 播種後年数、通算枝長及び通算節数と花芽着生との関係

花芽着生個体率を目的変数とする重回帰分析で得られた2種類の式における標準偏回帰係数を比較すると、いずれの重回帰式でも播種後年数の標準偏回帰係数が最も大きかった。しかし、平均通算枝長又は平均通算節数の標準偏回帰係数との差はわずかであった。このことから、ニホンナシの幼若相の期間は播種後年数と最も強い関係があるが、平均通算枝長や平均通算節数もほぼ同程度説明できる項目であると推察された。

本試験で求められた重回帰式から、ニホンナシでは播種5年目で通算枝長が487cm、通算節数が134節になると幼若相から成熟相に移行すると推定された。奥代ら(1980)は幼若相から成熟相に移行する生育量の指標として枝長に着目し、バレンシアオレンジ実生の高接ぎでは3年間に200cm以上伸長したものに着花がみられたのに対し、180cm以下のものには着花がなかったと報告している。塚原ら(2009)は節数を指標とし、モモ「矢口」の1年生実生にウニコナゾールを処理すると、最低花芽形成節位

が87節から70節に低下することを報告している。ニホンナシにおいてはこれまで同様な報告がないため、本試験結果の妥当性については今後更に検討する必要がある。なお、実際の育種で利用する場合は、通算節数より通算枝長を用いるのが簡便である。例えば、実生からの通算枝長の目標値を約5mに設定し、施肥、かん水、誘引角度の調整など栽培管理を工夫して生育を揃えることで、1次選抜を一斉に開始することができると考えられる。

5. 本研究で開発した技術の総合的な評価

本研究で開発した一連の技術で期待される育種年限の短縮効果は、播種当年の液肥による追肥で約1年、桃澤式育成法により約1年、合計で約2年と推定された。また、「幸水」の予備枝育成法を応用した新梢管理法は、桃澤式育成法と組み合わせて使用することで、1次選抜を確実にを行うために有効と考えられた。

本研究で開発した技術を適用すると、慣行法に比べて育成にかかる管理労力が増大するため、一定の労力のもとでは選抜対象となる交雑実生数を減らす必要が生じる。しかし、カキの育種においては、1個体当たりの選抜年数を短縮するよりも個体数を増やす方が優良個体の選抜につながると判断されており(梶浦, 1987)、ニホンナシでも交雑実生数を減らすことは避けるべきと推察される。したがって、交雑実生数は維持したうえで重要度の高い実生に限定して本技術を適用するとともに、育成作業全体の省力化を図る工夫が必要と考えられる。

本研究で開発した技術は、通常交雑育種法でも有効であるが、特定の形質の導入を目的として戻し交雑を繰り返す場合など、世代促進の重要度が高い育種手法においては、更に効果が高いと考えられる。今後は実際の育種に適用し、その効果を検証する必要がある。

V 摘 要

ニホンナシにおいて、実生の生育を促進させて幼若相の期間を短縮するとともに、花芽着生を増やして1次選抜を促進する技術の開発を目標に試験を行った。

1. 播種1年目の交雑実生に対し、1鉢当たり窒素成分量12mgの液肥灌注を週1回行うことにより、播種後1年で高接ぎに適した穂木を採取できる大きさまで生育が促進した。家系間差及び交互作用は認められず、複数の家系で本効果が検証できたが、より多くの家系での検証が必要と考えられた。
2. 播種2年目に、交雑実生から採取した穂木を主幹形の間台木に接ぎ木し、垂直方向への新梢伸長を促進する桃澤式育成法を行うことで、成木に高接ぎする慣行法と比較して生育が促進した。播種3年目にその先端から採

取した穂木を平棚仕立ての成木側枝に高接ぎすることで花芽着生が促進し、30%以上の個体で播種4年目に1次選抜を開始できると推察された。家系間差及び交互作用は一部を除いて認められず、複数の家系で本技術の有効性が検証できたが、更に多くの家系での検証が必要と考えられた。

3. 桃澤式育成法に加えて、播種4年目に「幸水」の予備枝育成法を応用した新梢管理を行うことで花芽着生が更に促進し、播種5年目に1次選抜を確実にを行うために有効と考えられた。花芽着生に関して家系間差及び交互作用は認められず、複数の家系で本技術の有効性が検証できたが、更に多くの家系での検証が必要と考えられた。
4. 花芽着生個体率を目的変数、播種後年数、平均通算枝長及び平均通算節数を説明変数として重回帰分析を行った結果から、幼若相の期間は播種後年数だけでなく、平均通算枝長や平均通算節数と強い関係があると推察された。
5. 本研究で開発した一連の技術で期待される育種年限の短縮効果は、播種1年目の液肥による追肥で約1年、桃澤式育成法により約1年、合計で約2年と推察された。

VI 引用文献

- 千葉県・千葉県農林水産技術会議（2012）ニホンナシ、イチジク苗木及びビワ台木の育成方法。農林水産技術会議技術指導資料。p2.
- 伊東明子（2001）ニホンナシの花芽形成における植物ホルモンの役割とその利用による制御技術。農及園。76：39-48.
- 梶浦一郎（1987）果樹における育種年限の短縮。今月の農業。31(4)：91-96.
- 梶浦一郎・佐藤義彦（1990）ニホンナシの育種及びその基礎研究と栽培品種の来歴及び特性。果樹試報特別報告。1：1-36.
- 加藤 修（2008）ニホンナシ‘幸水’の栽培の現状に関する一考察 [2] 主に千葉県東葛飾地域におけるえき花芽利用について。農及園。83：1097-1102.
- 小森貞男・守谷（田中）友紀・山形 拓・押野秀美・高岸香里・山本俊哉・阿部和幸・渡邊 学（2014）リンゴの相転換に関する実験系確立の試み。園学研。別2：93.
- 今部恵里・本間禎明（2008）夏期誘引および環状剥皮がニホンナシ‘あきづき’の花芽着生に及ぼす影響。東北農研。61：121-122.
- 古藤田信博（2005）実生リンゴの早期開花技術と育種の利用。果樹種苗。99：7-14.
- 桃澤匡勝（1954）梨廿世紀の栽培に対する二、三の問題 [1]。農及園。29：23-27.
- 森田寛江・加藤 修・伊藤実佐子・鈴木隆洋（2010）ニホンナシ‘あきづき’の栽培方法 [2] 千葉県東葛飾地域における技術開発について。農及園。85：304-313.
- 農林水産技術会議事務局（1996）木本性作物における幼若性（Juvenility）の解明とその制御技術の開発。研究成果309：1-6；97-99.
- 農林省農林水産技術会議事務局（1967）園芸作物の新品種。pp.81-82.
- 奥代直巳・吉永勝一・高原利雄・石内伝治・生山 巖（1980）カンキツ実生の着花及び結実の促進に関する研究（2）。果樹試報。D2：15-28.
- Ryugo, K.（1988）[訳者代表 山木昭平，1993] 果樹の栽培と生理。pp.61-63. 文永堂。東京.
- 佐藤 守・斉藤義雄・井上重雄・阿部 薫（2000）主幹部中間台木方式における‘幸水’の生育特性。福島果樹試研報。18：9-59.
- 田村文男・吉田 亮・池田隆政（2010）図解ナシをつくりこなす。p.30. 農山漁村文化協会。東京.
- 塚原清子・山根健治・八巻良和・藤重宣昭・本篠 均（2009）断根およびウニコナゾール処理がモモ1年生実生の花芽分化に及ぼす影響。園学研。8：341-346.
- 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.
- 山田昌彦（2011）果樹の交雑育種法。pp.105-110. 養賢堂。東京.
- 吉岡正明・松波達也（2000）摘心処理によるニホンナシ‘幸水’の短果枝着生効果。群馬園試研報。5：65-75.
- 吉岡四郎・石田時昭（1982）架線方式によるナシ大苗の育成法。千葉農試研報。23：49-57.
- 吉岡四郎・北口美代子・大嶋敏昭・関本美知・川瀬信三・一 敏田 濟・石田時昭（1997）ニホンナシ新品種‘なつひかり’の育成経過とその特性。千葉農試研報。38：83-92.

Studies on the Promotion of Growth and Flower Bud Formation of Seedlings for Shortening Breeding Cycle in Japanese Pear

Masayoshi OSHIDA, Shu KATO, Kaori KOIDE, Tatsuya HIRAI and Miyoko KITAGUCHI

Key words: Japanese pear, breeding, juvenility, Momozawa's training system, flower buds

Summary

The aim of this study is to shorten the length of the juvenile phase by promoting seedling growth and flower bud formation, which will allow earlier primary selection in a Japanese pear breeding program.

1. In the first year of sowing, weekly application of liquid fertilizer with a nitrogen content of 12 mg per pot promoted seedling growth to the extent that they were suitable for grafting onto adult trees after one year.
2. We developed Momozawa's training system, which promotes seedling shoot growth and shortens the juvenile phase in the second year after sowing. The details of Momozawa's training system are as follows. A scion cut from one-year-old seedling was grafted onto a 4-year-old 'Akizuki' interstock, followed by training the shoot vertically with steel wire during the growing season. A scion cut from the top of the shoot was grafted onto an adult tree in the third year after sowing. More than 30% of seedlings had formed three or more flower buds by the end of the growing season, whereas less than 8% of seedlings had formed three or more flower buds with the conventional method, in which a scion cut from a one-year-old seedling is grafted onto an adult tree in the second year after sowing. This result suggests the potential for starting primary selection in the fourth year after sowing by applying Momozawa's training system to seedlings.
3. In addition to the use of Momozawa's training system, applying a shoot management method for 'Kosui' trees to the shoot from the grafted scion further promoted flower bud formation. This enabled primary selection to be started in the fifth year of sowing.
4. Multiple regression analysis suggests that the length of the juvenile phase has a

strong relationship with cumulative shoot length or number of nodes after sowing, as well as years after sowing.

5. The degree of shortening the breeding cycle expected by the series of techniques developed in these studies was estimated to be about 2 years; about 1 year by applying liquid fertilizer in the first year of sowing; and about 1 year by applying Momozawa's training system in the second year of sowing. A large-scale confirmatory study will be needed to verify whether this conclusion is valid.