平棚で栽培したマルバカイドウ台リンゴ樹における 果実収量と果実品質の経年変化

伊藤大雄 *

弘前大学農学生命科学部附属生物共生教育研究センター 038-3802 青森県藤崎町藤崎

Inter-annual Trend of Fruit Yield and Quality of Apple Trees with Marubakaido Rootstock Trained with Flat Trellis System

Daiyu Ito*

Teaching and Research Center for Bio-coexistence, Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University,
Fujisaki, Fujisaki, Aomori 038-3802

Abstract

To develop a low-tree-height apple cultivation technique using a flat trellis system, large-sized nursery stocks of the apple cultivars ‘Fuji’, ‘Tsugaru’, and ‘Koukou’ with Marubakaido rootstock were planted under a 1.8-m-high flat trellis in 2004, at a density of 400 plants ha⁻¹. They were then grown and trained following an H-shaped pattern for 9 years, with fruit yield and quality evaluated annually. It was found that apple trees under the flat trellis system were high yielding in the first years compared with those under the conventional open center training system, because the fruit yield of the three varieties exceeded local average productivity (22 t · ha⁻¹) in the fifth or sixth years after planting, and two of them met local target productivity (35 t · ha⁻¹) in the ninth year. However, the average yield of each variety from the seventh to ninth years was 71–81% of the target productivity, which was lower than that of the adult trees under the open center training system. The fruit weight and soluble solids content of each variety increased annually, and fruits grown under the trellis system became larger than those grown under the open center training system, with soluble solids contents greater than 13° or 14° at the end of the study. A high number of water sprouts, however, emerged on trees under the flat trellis system, which led to a lower number of flower buds, particularly on the lateral shoots near the main stem, despite pinching and summer pruning being conducted. The decreased number of flower buds further resulted in a reduced fruit yield in the following years, therefore, the cultivation system used in this study should be improved to reduce water sprout emergence.

Key Words : flower bud, fruit weight, H-shaped training, high yielding in the first years, soluble solids content

キーワード : 花芽, H字形仕立て, 一果重, 早期成園化, 糖度

緒 言

我が国のリンゴ栽培では、現在、省力化により労働生産性を向上させ経営規模を拡大することが重要な課題となっている。そのためには、諸作業の機械化が望まれるが、摘果、摘葉、玉まわし、収穫などの手作業が労働時間の50%以上を占めており（青森県農林水産部, 2016; 福田・増田, 2006）、機械化は進展していない。この状況を打破するためには、低樹高化して脚立を伴う作業を減らし、手作業の効率を少しでも向上させる必要がある。我が国では、低樹高化を図るために1970年頃からわい性台木の導入が続けられてきた。しかしわい性台木を使用しても樹高は通常で4 m、時には5 m近くに達し（福田, 1988）、従来のマルバカ

イドウ台木の開心形樹より高樹高となる場合も少なくない。とりわけ積雪地ではわい性台木を用いて低樹高に仕立てると雪害のリスクが高まる。このような事情を背景に、特に積雪地ではわい性台木の導入が進展しておらず、10アール当たり労働時間もこの20年間ほとんど減少していない（青森県農林水産部, 2016）。

平棚栽培は、ニホンナシにおいては台風対策などのため、またブドウやキウイフルーツなどのつる性果樹では枝を誘引するため、古くから採用されてきた日本独特の栽培法であるが、極めて低樹高に仕立てられているので諸作業に脚立を全く必要とせず、省力・軽労働化が期待できる。そのため上記以外の樹種でも各地で導入が試みられるようになってきた。カキでは福岡県において、林ら（2004）が樹幹の切り下げにより、また藤島ら（2006）が高接ぎ品種更新により立木仕立てから平棚仕立てに移行させたところ、平棚仕立て移行樹は立木樹より面積当たり収量や1果重が優れていた。和歌山県では樹幹を切り下げることなく

2017年7月10日 受付. 2017年10月6日 受理.
本報告の一部は園芸学会東北支部平成22年大会ならびに園芸学会平成26年春季大会で発表した。

* Corresponding author. E-mail: daiyu@hirosaki-u.ac.jp

既存の主枝を棚面まで下方誘引することでカキ樹の平棚仕立てへの移行が試みられ、その省力性が実証されたほか、果実品質の向上も確認された(川尾ら, 2005)。モモでは熊本県において、まずビニールハウスへの導入が試みられ(岡田ら, 1996)、続いて露地栽培樹を樹形改造して平棚栽培に移行させる試験(岡田・益田, 2000)が実施されて、省力性や早期多収性が実証された。そのほか、群馬県においてスモモとウメの平棚栽培法が考案され(松波, 2003; 松波ら, 1998)、収穫作業の省力化はもとより、収量や一果重の増大がはかられている。

リンゴにおける平棚栽培の実証的な研究は、著者の知る限り実施されていないが、Y字棚(波状棚)を利用した場合には早期多収性が立証されている。米国においてM.26台木のリンゴ樹をY字棚の凹部に栽植し、棚面に斜立主枝8~10本を車枝状に誘引配置する樹形により、植え付け後10年間の累積収量がわい性台木、強勢台木のいずれの主幹形樹にも勝ることが報告されている(Robinsonら, 1991)。我が国でも倉橋・高橋(1994)がM.26台木のリンゴ樹をY字形の2本主枝に仕立て、側枝をY字棚に誘引することにより、植え付け9年目には主幹形樹の1.3倍の収量を得た。しかし、Y字棚を利用した樹の樹高は、主幹形樹よりは低いものの2.5~3.5mに達し諸作業には脚立が必要となる。

著者らは、リンゴ樹を脚立作業が不要となるような低樹高に仕立てる可能性を追究する目的で、様々な樹種で導入が進められている平棚栽培をリンゴでも検討しようと考え、2004年に園地を造成し、毎年調査データを蓄積してきた。しかし、試験園が成園化した直後の2013年2月に、試験地では観測史上最高となる153cmの積雪に見舞われ、平棚が積雪荷重により倒壊した。本報では、2012年(植付9年目)までの果実収量と果実品質の経年変化を報告するとともに、平棚栽培の導入に向けて残された問題点を考察する。

材料および方法

1. 大苗の育成

本研究では、早期多収を狙いとして市販の苗木をさらに2年間苗圃で育て、大苗を育成してから棚下に定植した。すなわち、2002年4月に‘ふじ’25樹、‘つがる’7樹および‘こうこう’7樹の市販苗(台木: マルバカイドウ)を弘前大学農学生命科学部附属生物共生教育研究センター藤崎農場(青森県藤崎町)の苗圃に植え付け、主幹を地上高1mで切り戻した(第1図A)。2003年4月には、前年伸長した新梢の中から最も旺盛な2本を選んで主枝候補枝とし、支柱を添えて水平から60°の角度に誘引するとともに、1m以上伸長している場合は基部から約1mのところまで切り戻した。また、それ以外の新梢はすべて基部から剪除した(第1図B)。2004年4月には第1図Cのような樹姿となった。

第1図 平棚栽培供試樹の大苗育成方法

2. 定植後の供試樹数と目標樹形

育成した大苗の中から、生育のよい‘ふじ’20樹、‘つがる’6樹および‘こうこう’4樹を選んで、棚面の高さが1.8mの平棚の下に定植した。試験実施場所は苗圃と同じく弘前大学藤崎農場である。栽植距離は樹間5m、樹列間5m(400樹・ha⁻¹)とした。樹形は、いわゆるH字形整枝(加藤ら, 1999; 岡田・益田, 2000)により、成園化した時に第2図に示すような形態になることを目標とした。すなわち、主幹から約40°の角度で斜立させた2本の主枝のそれぞれを、棚面に達したところで2方向に分岐させて4本主枝とし、以降主枝を上から見るとH字形になるよう、棚面に沿ってそれぞれを水平に伸長させた。ただし、各主枝の先端は勢いを保つために斜立させた。なお、正確に表現するなら上記4本のうち2本は垂主枝であるが、本研究では垂主枝と主枝延長部が完全に等しい大きさになり区別できないため、4本とも主枝と呼称することにする。植付7年目(2010年)頃より主枝の先端が隣接樹の主枝の先端と接触するようになり、ほぼ目標樹形に到達した。研究はその後継続したが、2013年2月に積雪荷重により平棚が倒壊したため中止した。

主枝の両側には約40cm間隔で長さ1mあるいは1.5mの側枝(成り枝)を配置するようにした。側枝は棚面に誘引後、さらに1~2年かけて目標の長さ(1~1.5m)まで伸長させた。

第2図のとおりに樹形を完成させると総側枝長は60m

第2図 平棚栽培供試樹の目標樹形(H字形仕立て)

となり、側枝長 20 cm につき 300 g の果実 1 個を結実させることにより 1 樹から 300 個、90 kg の果実を収穫することが期待できる。これは $36 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ に相当し、計算上は青森県の目標収量である $35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ を達成できる。

3. 新梢管理と着果・着色管理

定植当年（2004 年）は、わずかに着果する個体もあったが、すべて摘果した。植付 4 年目（2007 年）までは、主枝の棚下部分から発生した枝を 1 樹当たり数本、側枝として残し着果させたが、5 年目に‘ふじ’4 樹の棚下側枝をすべて剪除して、その影響を調査した。そして 6 年目（2009 年）以降は原則として全樹の棚下側枝を剪除し、棚面上の側枝だけに着果させるようにした。

全研究期間を通じ、供試した 3 品種のすべてについて、生育期間中に主枝の背面から著しい徒長枝の発生が認められた。そのため、7～8 月に夏季剪定を必ず 1 回は実施し、旺盛な徒長枝を剪除した。

徒長枝は、主枝の背面ばかりでなく側枝の背面からも大量に発生し、側枝の維持を困難にするばかりでなく花芽の確保にも影響した。そこで 5 年目（2008 年）と 6 年目（2009 年）に一部の樹を供試して摘心試験を実施したところ、花芽数を増大させる効果が認められたので（伊藤ら, 2010）、6 年目（2009 年）以降は 6～7 月に少なくとも 1 回、側枝上に発生した 15 cm 以上の新梢をすべて基部 5 cm を残して切除する摘心処理を実施した。なお、‘ふじ’については、摘心処理を実施しても果実着色期に棚面が暗くなるほど徒長枝が発生している場合があり、必要に応じて果実着色期にも徒長枝を基部から剪除した。

摘果は 2 回に分けて実施し、果実が密生している所は最終的に 4 頂芽に 1 果、あるいは側枝長 20 cm に 1 果程度に制限した。果実は、枝齢 2 年以上の側枝に着生する短果枝や中果枝の頂芽に結実させ、えき芽には結実させなかった。果実の着色促進のための摘葉は、‘ふじ’と‘つがる’について、収穫日の 15～30 日前に実施した。

4. 収穫果実の調査

植付 2 年目（2005 年）から 9 年目（2012 年）まで毎年、11 月上旬（‘ふじ’と‘こうこう’）あるいは 9 月中旬（‘つがる’）にすべての果実を収穫し、樹ごとに果実数と総果実重を調査して ha 当たりの果実収量と平均 1 果重を計算した。なお、5 年目（2008 年）だけは、棚面の果実と棚下の果実を区別して収穫した。さらに、着色や果実重量が中庸な果実を 20 果（‘ふじ’）、12 果（‘つがる’）、あるいは 8 果（‘こうこう’）程度選び、果実赤道面の 2 箇所から果肉を少量採取して、搾汁の上デジタル糖度計（PAL-1、（株）アタゴ）により糖度を測定した。

試験園は、植付直後の 2005 年と 2006 年にも記録的な積雪に遭遇し（最深積雪はそれぞれ 150 cm, 139 cm）、棚面を残してほぼ全体が雪の下に埋もれたため、一部の樹では野鼠の食害を受けた主幹や主枝を作り直すこととなった。とりわけ‘ふじ’3 樹は被害が激甚で、2008 年あるいは

2009 年まで果実が収穫できなかったため、収量の計算に当たってはこの 3 樹を一貫して除外した。

本研究では、開心形仕立て・マルバカイドウ台木で、同じ樹齢の樹を用意できなかった。そのため、対照樹としては必ずしも適当ではないが、藤崎農場内に樹間 9 m、縦列間 9 m で栽植された開心形仕立て・マルバカイドウ台木の‘ふじ’（1980 年植え付け。最終調査年の 2012 年が植付 33 年目に相当する）より毎年生育中庸な 3 樹を選び、樹ごとに果実数と総果実重を測定するとともに、着色や果実重量が中庸な 15 果程度の糖度を測定して比較対象とした。

5. 花芽数の調査

2010 年 12 月に、‘ふじ’4 樹から、先端新梢を除いて長さが 75 cm 以上ある側枝を 31 本選び、それぞれ主枝上の発生位置を記録した。そして各側枝について、1 年生部位（2009 年に伸長した部位）、2 年生部位と 3 年生以上の部位に区分して部位ごとの側枝長を測定後、各部位に着生している頂芽花芽数を計測した。その際、実体顕微鏡による予備観察を踏まえて、直径が目視で 4 mm 以上あり丸みを帯びた芽を花芽と判定した。

結 果

1. 収量の推移

植付 2 年目（2005 年）から 9 年目（2012 年）までの単位面積当たり果実収量（単収）の経年変化を品種ごとに第 3 図に示した。また比較のため開心形‘ふじ’成木の各年（植付 26～33 年目）の単収も第 3 図に示した。平棚で栽培された 3 品種の単収は 2～4 年目（2005～2007 年）にかけて毎年増大した。5 年目（2008 年）は、青森県において過去 16 年間（2001～2016 年）でリンゴが最も高単収の年であり、本実験の‘ふじ’と‘つがる’でも同年に単収が急増して $22 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ を突破した。‘こうこう’は他の 2 品種より収量の経年的増大が遅れたが、6 年目（2009 年）に $25.87 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ を記録した。その後は、7 年目（2010 年）頃

第 3 図 2004 年に植え付けた平棚栽培リンゴ樹の品種別・年次別果実収量
比較のため開心形‘ふじ’（1980 年植付。植付 26～33 年目）の果実収量も示す
同一年次の同じ文字間には Tukey 検定により 5% 水準で有意差がないことを示す

に樹冠の拡大が停止し、8年目（2011年）は青森県において過去16年で最も低単収の年となったこともあって、平棚栽培樹の単収も頭打ちが続いた。しかし9年目（2012年）は再び単収が急増して $32.40 \sim 36.08 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ を記録した。目標樹形到達後の3年間（2010～2012年）について見ると、平棚で栽培した3品種の単収は、開心形‘ふじ’成木との間に有意な差は認められなかった。しかし、上記3年間の平均単収は‘ふじ’で $28.24 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 、‘つがる’で $25.56 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 、‘こうこう’で $24.99 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ であり、いずれも開心形‘ふじ’成木の8年間（2005～2012年）の平均単収（ $30.40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ）と比べて若干少なく、青森県の目標単収（ $35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ）の71～81%にとどまった。

2. 平均1果重の推移

植付2年目（2005年）から9年目（2012年）までの平均1果重の経年変化を品種ごとに第4図に示した。また比較のため、平棚試験園がほぼ成園化した2009年以降の開心形‘ふじ’成木の平均1果重も第4図に示した。平棚で栽培された3品種の平均1果重は、2年目（2005年）は250g前後と低かったが、‘ふじ’では5年目（2008年）まで、‘つがる’と‘こうこう’では6年目（2009年）まで年次の経過とともに増大し、5年目以降は3品種とも310g以上で推移した。6年目以降の平均1果重は開心形‘ふじ’樹を上回ることが多かった。

平均1果重は摘果強度の影響を受けることが知られており、一般に強く摘果すると単収は低下するが平均1果重は増大する。そこで目標樹形がほぼ完成した6年目（2009年）以降について、単収と平均1果重の関係を検討して第5図に示した。また比較のため開心形‘ふじ’樹の調査結果（2009年以降）も第5図に併せて示した。平棚で栽培した3品種では、平均1果重は低収量年ほど高く、3品種を込みにした平均1果重と単収の間には有意な負の相関関係が認められた。一方、開心形‘ふじ’樹では、両者の間に明瞭な関係が認められず、総じて平棚で栽培された3品

第4図 2004年に植え付けた平棚栽培リンゴ樹の品種別・年次別平均1果重
比較のため2009～2012年の開心形‘ふじ’（植付30～33年目）の平均1果重も示す
同一年次の同じ文字間にはTukey検定により5%水準で有意差がないことを示す

第5図 平棚栽培リンゴ樹の単位面積当たり果実収量と平均1果重の関係（2009～2012年）
比較のため開心形‘ふじ’のデータ（2009～2012年、植付30～33年目）も示す

第1表 棚面下側枝の切除が収量と平均1果重に及ぼす影響（2008年）

棚面下側枝	収量 ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)			平均1果重 (g)		
	棚面	棚面下	全体	棚面	棚面下	全体
残存	24.81	5.71	30.52	417	342	400
切除	25.16	0.00	25.16	458	—	458

種より平均1果重が低かった。そのため平棚で栽培された3品種は、とりわけ低収量年において、開心形‘ふじ’より大果を生産する傾向が認められた。

3. 棚下側枝の生産性（5年目）

植付5年目（2008年）の‘ふじ’において、棚下側枝をすべて切除した樹と棚下側枝を残した樹の生産性を第1表に示した。棚下側枝を残した場合でも、棚下から収穫される果実は $5.71 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ にすぎず、その平均1果重も342gと、棚上果実より75gも少なかった。棚下側枝を切除した樹では、残された棚上側枝の平均1果重が増大し、収量も棚下側枝残存樹の棚上部分を上回ったが、棚下側枝残存樹の全体収量には及ばなかった。

4. 糖度の推移

植付3年目（2006年）から9年目（2012年）までの平均果実糖度の経年変化を品種ごとに第6図に示した。また比較のため開心形‘ふじ’成木の2009～2012年の平均果実糖度も第6図に示した。平棚で栽培した3品種の糖度は、8年間を通して‘ふじ’が最も高く、‘つがる’および‘こうこう’との間に、しばしば有意な品種間差が認められた。また、いずれの品種でも、若木のうちは糖度が低かったが経年的に糖度が上昇した。‘ふじ’では2010年以降14°以上の、‘つがる’および‘こうこう’では2011年以降13°以上の糖度が確保された。平棚で栽培した‘ふじ’と開心形‘ふじ’樹の果実糖度を比較すると、年次によって前者が勝る場合や後者が勝る場合があり、一定の傾向は認められなかった。

第6図 2004年に植え付けた平棚栽培リンゴ樹の品種別・年次別果実糖度 (Brix)
比較のため2009～2012年の開心形‘ふじ’ (植付30～33年目)の果実糖度も示す
同一年次の同じ文字間にはTukey検定により5%水準で有意差がないことを示す

第2表 側枝の発生位置が花芽着生密度に及ぼす影響 (2010年)

側枝発生位置 (主枝分岐点からの距離: cm)	調査 枝数	花芽着生密度 (個・m ⁻¹)			
		1年生 部位	2年生 部位	3年生以上 部位	側枝 全体
0–50	9	10.7 a ²	15.0 a	16.5 a	14.8 a
50–100	9	26.0 a	20.5 a	20.9 a	20.6 ab
100–150	7	16.8 a	23.4 a	28.4 a	23.5 b
150–200	6	19.2 a	18.1 a	17.7 a	18.5 ab

² 同一列の同じ文字間にはTukey検定により5%水準で有意差がないことを示す

5. 花芽の着生

調査対象とした側枝を、側枝発生位置の主枝分岐点 (棚面に到達した主枝が2分される点) からの距離に応じて4群に分類し、群別・部位別に花芽着生密度を計算して第2表に示した。側枝上の部位別に花芽着生密度を比較すると、基部 (3年生以上部位) の方が着生密度が高い場合も、先端部 (1年生部位) の方が着生密度が高い場合もあって、一定の傾向は見いだせなかった。しかし側枝発生位置が主枝分岐点から0–50 cmの群は、側枝上のどの部位をとっても、花芽着生密度が他のどの群よりも少なかった。同群の花芽着生密度は側枝全体で14.8個・m⁻¹で、最も花芽が多い100–150 cmの群と比較すると有意な差が認められた。

考 察

青森県のリンゴ園の平均的な果実収量は、近年およそ22 t・ha⁻¹である (青森県農林水産部, 2016)。本研究では、‘ふじ’と‘つがる’で植付5年目に、‘こうこう’で植付6年目に、収量が22 t・ha⁻¹を突破した。そして7年目頃に目標樹形に到達し、9年目には‘ふじ’と‘こうこう’において青森県の目標 (35 t・ha⁻¹) を超える収量を記録した。ところで開心形仕立てのリンゴ園は、栽植密度が123

樹・ha⁻¹の場合は成園化するのに植付後15年以上を要した事例 (塩崎ら, 1988) があるほか、栽植密度が180 樹・ha⁻¹でも成園化するまでに植付から15年程度を要するとされている (横田, 2000)。一方塩崎ら (1988) は、マルバカイドウ台の3年生の苗木を417 樹・ha⁻¹の密度に植え付け、主幹形に整枝したところ、植付5年目には盛果期に到達したと報告している。本研究でも、市販の苗木をさらに2年間苗圃で養成した後、平棚施設に定植した。また、栽植密度も400 樹・ha⁻¹と、マルバカイドウ台のリンゴ園としてはやや高めにした。早期成園化を狙ったこのような試みが、本研究でも一定程度成功したものと考えられる。また、平棚栽培では成り枝を平面的に誘引配置するため、樹冠占有面積の拡大が早い。カキ (林ら, 2004) やモモ (岡田ら, 1996) では、平棚栽培において早期成園化が実現した要因として、樹冠占有面積の早期拡大が指摘されており、本実験でも早期成園化の一要因と考えられる。

平棚栽培リンゴ樹の平均1果重は、結実開始年やその直後は低かったが、経年的に増大し、植付6年目以降は開心形仕立ての成木に勝ることが多かった。平棚栽培では低収量年に目標とおりの果実数が確保できなかった個々の果実が肥大した可能性も考えられたが、開心形樹では低収量年であっても平均1果重が増加する傾向はなかった (第5図)。また糖度についても、年次の経過とともに上昇する傾向が見られ、最終的には14°あるいは13°以上が確保されて、開心形樹と比べても遜色なかった。以上のことから、平棚栽培のリンゴ樹は、成木に到達すれば開心形樹より大玉化しやすく、かつ相応の糖度の果実を生産できると考えられる。

一方、本研究を通じて浮き彫りになった平棚栽培の問題点は、(1) 目標樹形が完成し、樹冠がほぼ棚面全体を覆い尽くすようになっても単収は目標の8割前後にとどまり、開心形樹に及ばなかったこと、(2) 徒長枝の発生が極めて多く、6～7月に摘心、7～8月に夏季剪定を丁寧に実施しても、果実着色期には再度徒長枝の剪除が必要になる場合があったこと、である。このうち第1の問題点、すなわち低単収の原因は、果実1個1個の大きさではなく果実数の少なさである。既に明らかにしたように平棚栽培樹の平均1果重は開心形樹より大きく、当初の想定 (300 g) をも上回った。しかし1樹当たりの平均収穫果実数を第3図と第4図から計算すると、目標とおりの樹形に到達した後の2010～2012年でも204果 (‘ふじ’), 181果 (‘つがる’) および188果 (‘こうこう’) で、当初の想定 (300果) に遠く及ばなかった。モモ (岡田ら, 1996), カキ (藤島ら, 2006; 林ら, 2004), ウメ (松波, 2003), スモモ (松波ら, 1998) など、多くの果樹では平棚栽培の導入で着果数が増大したり結実が安定することが報告されており、本研究はこれらの報告とは異なる結果となった。

リンゴ平棚栽培における果実数の不足は、上述した第2の問題点、すなわち前年度における徒長枝の多発が深く関

与していると考えられた。側枝背面からの徒長枝の多発は、本来短果枝となって頂芽に花芽が形成されるべき枝の多くが徒長し、花芽を形成しないために花芽数が減少することを意味する。本研究では著しく徒長する前の6~7月に摘心処理を実施したので、数cm~十数cm伸長した再発枝の先端に花芽が形成される場合もあったが(伊藤ら, 2010)、十分な数の花芽を確保することはできなかったために、翌年の果実数の減少につながったものと考えられる。

平棚栽培樹の平均1果重は開心形樹より大きかったことから、隣接する徒長枝の光合成産物が果実に転流して個々の果実を肥大させた可能性も考えられる。しかし実際には、モモにおいて隣接する新梢からの光合成産物の転流はほとんど起こらないことが知られている(Volpeら, 2008)。従って、徒長枝の多発は総合的に見れば翌年の果実数を減少させて樹を低収量へと導き、加えて棚面への光の透入を悪化させ果実の着色にも悪影響を及ぼすため、克服すべき重大な欠点だといえよう。さらに、徒長枝が剪除されずに冬季まで持ち越された場合、積雪地では棚面上への積雪を助長することになる。緒言で述べたように、本実験に供した平棚施設は、記録的な大雪に見舞われた2013年に積雪荷重のため倒壊したが、同じ平棚施設でもニホンナシが栽植されていた箇所は倒壊を免れた。まさに、徒長枝の多発が平棚施設の倒壊を誘発し、本研究の続行を不可能にした要因であるといつてよい。

花芽は、主枝分岐点からの距離が0~50cmの側枝群、すなわち主幹からの距離が最も近い側枝上で最も少なかった。本研究では徒長枝発生密度の調査を実施しなかったが、一般に徒長枝は主幹に近い所ほど発生が多い。本研究でも0~50cmの群では目視的に徒長枝の発生が多く、花芽数が少なかったのは徒長枝の多発が関係していると考えられた。なお、第2表によると0~50cmの群でも側枝長1m当たり14.8個、すなわち側枝長6.8cmに1個の割合で花芽が着生していた。側枝長20cmに1個の果実を着果させるには十分な花芽数に思えるが、実際には花芽は著しく偏在しており、側枝長数十cmにわたって花芽が存在しない箇所が多数あった。

以上のことから、本研究を踏まえたリンゴ平棚栽培の今後の最重要課題は、可能な限り徒長枝の発生を抑えて花芽数と果実数を確保し、十分な収量に結びつけることである。これは、夏季剪定および摘心労力の軽減や、棚面の採光改善にも結びつく。脚立不要の低樹高栽培を目指しているため、徒長枝の多発はやむを得ない一面もあるが、以下の4つの改善策が考えられる。

第1は、栽植密度が高すぎて強剪定せざるを得ないことが徒長枝多発の根本的原因と考えられることから、現在より疎植にすることである。しかし、栽植密度を減じれば樹冠の完成が遅れ、早期多収性が失われると予想される。そのため、予め永久樹と間伐予定樹を決めて現在と同じ程度

の密度で植え付け、適切な時期に間伐予定樹を間引く方法(計画密植)も考えられる。

第2は、主幹近くの主枝から直接側枝をとることをやめ、開心形樹の一般的な整枝法に倣って垂主枝を設けることである。

第3は、強勢台木(マルバカイドウ)でなくわい性台木を用いることである。台木を変更すれば栽植密度を再検討する必要がある。

第4は、樹体ジョイント栽培(神奈川県農業技術センター, 2010)を導入することである。すなわち、主幹あるいは主枝の延長枝が隣接樹と交差したら、隣接樹の主幹あるいは主枝に接ぎ木して接続して樹勢を落ち着かせる。接ぎ木後は、樹冠面積を減じることなく間伐することも可能である。なお、樹体ジョイント栽培を導入するならば、樹型もこの栽培法に適したものに変更する必要がある。

現在、倒壊した平棚施設を改修し、上記の改善策を実証するために新たな圃場実験を実施している。

摘 要

平棚を利用した低樹高栽培によりリンゴ栽培の省力化を図るため、2004年にマルバカイドウ台木の‘ふじ’‘つがる’ならびに‘こうこう’の大苗を合わせて30本、高さ1.8mの平棚施設に400樹・ha⁻¹の密度で定植し、H字形仕立てに整枝しながら9年間にわたって収量や果実品質などを調査した。各品種の収量は植付5~6年目に現地の平均収量(22t・ha⁻¹)を超え、植付9年目には2品種が現地の目標収量(35t・ha⁻¹)に到達するなど、開心形仕立てに比べて早期成園化が実現した。しかし、7~9年目の平均収量は目標収量の71~81%にとどまり、成木の開心形樹より劣った。平均1果重と糖度は各品種とも経年的に増加し、研究終了時には開心形樹より大玉で平均糖度が13°あるいは14°以上の果実が生産された。一方、平棚栽培のリンゴ樹は徒長枝の発生が極めて多く、摘心や夏季剪定を実施して対応したが、とりわけ主幹近くの側枝における花芽の減少を招いた。さらに花芽の減少は翌年の果実数の不足と低収量につながった。そのため、今後の課題として、徒長枝の発生が抑制されるように栽培体系を改良する必要性が認められた。

謝 辞 本研究の実施に当たって有益な助言を頂いた弘前大学名誉教授・塩崎雄之輔博士と、収穫調査に協力して頂いた弘前大学農学生命科学部果樹園芸学教室の学生諸氏に深く感謝します。

引用文献

- 青森県農林水産部. 2016. 図説 農林水産業の動向 統計資料. <<http://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/nourin/nosui/files/H26toall.pdf>>.
- 藤島宏之・矢羽田二郎・松田和也・千々和浩幸・林 公彦. 2006. 平棚仕立て法による栽培を行ったカキ‘太

- 秋’の着花特性と収量, 果実品質. 福岡農総試研報. 25: 83–87.
- 福田博之. 1988. リンゴの低樹高栽培の現状と問題点. 農林水産研究ジャーナル. 11: 12–16.
- 福田博之・増田哲男. 2006. リンゴ栽培における省力化の現状. 果樹研報. 5: 1–13.
- 林 公彦・牛島孝策・千々和浩幸・姫野周二. 2004. カキ‘松本早生富有’の平棚仕立て法における収量および果実品質. 園学雑. 73: 346–353.
- 伊藤大雄・蒔苗勝也・相馬洋一. 2010. リンゴ平棚仕立て栽培における側枝上の新梢摘心処理が花芽形成に及ぼす影響. 園芸学会東北支部平22要旨. 19–20.
- 神奈川県農業技術センター. 2010. ニホンナシの樹体ジョイント仕立て. <<http://www.pref.kanagawa.jp/uploaded/attachment/530382.pdf>>.
- 加藤 修・北口美代子・石井克文・関口美知・石田時昭. 1999. ニホンナシ花粉採取専用樹の仕立て法. 千葉農試研報. 40: 9–21.
- 川尾尚史・久保浩之・角川敬造・奥野直行・北野欣信. 2005. カキ‘刀根早生’の平棚栽培. 和歌山農林水総技セ研報. 6: 123–134.
- 倉橋孝夫・高橋国昭. 1994. リンゴ‘ふじ’の棚仕立てY字形整枝法と主幹形整枝法における生産力と果実品質の比較. 園学雑. 63: 305–311.
- 松波達也. 2003. ウメの平棚栽培法. 群馬園試研報. 8: 19–31.
- 松波達也・吉岡正明・関根幹弘. 1998. スモモの棚仕立て栽培法. 群馬園試研報. 3: 9–16.
- 岡田眞治・増田信篤. 2000. 露地モモの平棚仕立て栽培における整枝法と作業効率. 熊本農研セ研報. 9: 110–118.
- 岡田眞治・土田通彦・増田信篤・坂井健輔. 1996. ハウスモモの平棚仕立て栽培における枝梢管理法と適正着果量. 熊本農研セ研報. 5: 141–152.
- Robinson, T. N., A. N. Lakso and S. G. Carpenter. 1991. Canopy development, yield, and fruit quality of ‘Empire’ and ‘Delicious’ apple trees grown in four orchard production systems for ten years. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 179–187.
- 塩崎雄之輔・菊池卓郎・今 満・藤井明彦・三上道彦. 1988. マルバカイドウ台半密植栽培の技術確立に関する研究 第1報 半密植主幹形樹と疎植開心形樹の収量, 品質の比較. 弘前大農学報. 49: 22–33.
- Volpe, G., R. L. Bianco and M. Rieger. 2008. Carbon autonomy of peach shoots determined by ^{13}C -photoassimilate transport. Tree Physiol. 28: 1805–1812.
- 横田 清. 2000. リンゴ樹の一生. p.27–35. 果樹園芸大百科2 リンゴ. 農文協. 東京.