リング‘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

倉橋孝夫・高橋国昭

島根県農業試験場 693 島根県出雲市

Comparison of Yields and Fruit Quality between 'Fuji' Apple Trees Trained to a Y-Trellis
and a Central Leader System

Takao Kurahashi and Kuniaki Takahashi

Shimane Agricultural Experiment Station, Izumo Shimane 693

Summary

The yields and fruit quality of 'Fuji' apple trees on 'Marubakaido' rootstock with the M.26 interstock trained to a Y-trellis system were compared with those trained to a central leader. The experiment continued until the trees were 9-yr-old.

1. The trees in the Y-trellis system consistently yielded more fruits annually than did those trained to a central leader, the former yielded 6.2t/10a, 1.3 times more than did the latter in the final season.

2. No significant difference in fruit weight was observed between two training systems, but the fruit color was superior and soluble solids content (brix) was higher in fruits harvested from the Y-trellis system than they were in fruits from the central leader trees.

3. The crown density of 8- to 9-yr-old trees trained to the Y-trellis reached 96%, whereas that of central leader trees attained only 75%; the maximum leaf area indices (LAI/land area) were almost the same, about 3 in both training systems, and the maximum LAI/tree crown area were 3.8 and 3.2 respectively.

4. Maximum yields were attained when the crown density attained the ultimate levels in both training systems, and reached to each maximum level at the LAI of 3 in the Y-trellis and at that of 2.3 in the central leader.

5. From above results, it seems possible to assume that the superior yield and fruit quality obtained in Y-trellis is due to its higher crown density as well as its larger LAI.

緒 言

果樹の整枝せん定の目的は、高品質果実を毎年安定的に多収穫することができる樹に誘導することにある。そのためには、単位土地面積当たりの光合成生産能力を高め、さらに、その産物の果実への分配率が高くなる樹形をつくる必要がある。

現在、わが国のわい性台木を利用したリング栽培では、ヨーロッパから台木と同時に導入された主幹形の並木植えが行われている。この主幹形では、太陽光線の利用率が65~70%にすぎず、30~35%の光は光合成に利用されずに通路に到達してしまう (Jackson,

1970)。また、立木仕立てのリングやモモでは、樹冠の上部と下部の品質の較差が大きい (小池, 1984; 末澤ら, 1991)。ところが、高橋 (1989) はブドウなどで行われている平棚仕立ては、園を樹冠でほぼ完全に覆うことができるため、園に降り注ぐ太陽エネルギーをほぼ完全に利用することができ、品質の揃った果実が生産できると報告している。一方、直立喬木性果樹のニホンナシでは、平面棚で栽培をした場合、収穫前の台風による落果防止や均一な果実を生産できる利点がある。しかし、主枝の基部に徒長枝が発生し、先端部分が早く衰弱する欠点がある。これらのことから、わい性台木を利用したリング栽培において、光線の効率的利用と樹勢維持の両面を満たす仕立て方法として、

Fig. 1. 'Fuji' apple trees on 'Marubakaido' rootstock with an M.26 interstock trained to a Y-trellis system.

筆者らはY字型に配置した2本主枝による波状棚栽培を考案し、棚仕立てY字形整枝法と名付けた。

これまで、果樹の仕立て方に関する報告の中で、Y字形の樹形をしているのは、山崎(1987)によるわい性台木を利用したモモの2本主枝整枝、文室・村田(1987)のカキ'富有'の2本主枝仕立て、Hutton・McFadyen(1987), Van den Endeら(1987), Van Heek・Adem(1980)などによるモモ、ナシなどの機械収穫を目的としたTatura-trellisの報告があるが、わい性台リングを用いて検討したものはほとんどみあたらない。

本報では、棚仕立てY字形整枝法(Y字形)と主幹性整枝法(主幹形)の並木植え栽培を行い、収量、果実品質の年次変化および収量構成要素について比較検討した。

材料および方法

実験には、島根県農業試験場果樹圃場の1984年春植えの'ふじ'(M26台中間台, 'マルバカイドウ'台の二重根方式)をY字形72本, 主幹形36本用いた。栽培距離はY字形, 主幹形ともに条間3.6m, 株間は2mであった。Y字形の樹形は第1図のように, 2本の主枝を地上約0.6mの高さから地表面に対して約53度の角度で, 高さ3mのY字棚の先端まで伸ばし, 側枝は1主枝当たり20本程度とした。主幹形は第2図のように, 樹高は約3m, 側枝数は15~20本とし

Fig. 2. 'Fuji' apple trees on 'Marubakaido' rootstock with an M.26 interstock trained to a central leader system.

た。栽培管理は鳥根県の栽培指針に準じ、両整枝法ともほぼ同じように行ったが、1年間の新梢の誘引および夏季せん定回数はY字形が3回、主幹形は1回であった。

収量および果実品質の調査は全樹について行い、葉面積、樹冠占有面積などの調査は各年に平均的な3~5樹を選んで行った。

果実品質の調査は、各樹から無作為に20個採取し、屈折計示度 (Brix)、果皮色 (農林水産省果樹試験場基準のカラーチャート値) および滴定酸度を測定して行った。平均果重は収穫全重量を収穫個数で除して求めた。

葉面積については、落葉前に樹全体を透明寒冷沙で覆い、全葉を採取したのち、その約10%を抽出して、緑葉面積計 (林電工製 AAC-400) で葉面積を測定し、さらに乾物重を求め、単位乾物重当たりの葉面積を計算した。残りの葉はすべて風乾し、全乾物重を求め、これらの値をもとに全葉面積を算出した。樹冠占有面積は樹冠投影法で求め、樹冠占有面積率は土地面積に対する樹冠占有面積から求めた。また、特に注意書きのないLAIは土地面積当たりの値である。

結 果

1. 収量の年次変化

整枝法の違いが収量に及ぼす影響について年次別に調査した結果は第3図に示すとおりである。収量はY字形、主幹形ともに7年生までは年とともに増加し、

Fig. 3. Comparison of annual yields between 'Fuji' apple trees trained to a Y-trellis system and those trained to a central leader.

5 t/10 a 程度になった。8年生では台風19号の被害を受けたためにやや減少したが、9年生では再び収量は増加した。Y字形と主幹形を比較してみると、調査を開始してから7年間つねにY字形が多かったが、特に8、9年生でその差が顕著であった。9年生におけるY字形の収量は6.2 t/10 aで、主幹形の約1.3倍であった。

2. 果実品質の年次変化

整枝法の違いが果実品質に及ぼす影響を第1表に示した。平均果重と滴定酸含量には、整枝法の違いによる有意な差は認められなかった。しかし、果皮色には5年生時を除き、有意な差が認められ、Y字形の方が

Table 1. Annual quality evaluation of 'Fuji' apple harvested from trees trained to a Y-trellis compared to those trained to a central leader.

Year		1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Tree age		3	4	5	6	7	8	9
Mean fruit weight (g)	Y-trellis	346.2	293.7	309.4	313.5	274.8	325.8	326.8
	Central leader	327.8	291.9	344.4	333.9	295.9	329.3	304.5
	Significance	NS	NS	**	*	*	NS	*
Color index (chart value)	Y-trellis	—	3.6	3.3	3.6	2.9	3.0	3.7
	Central leader	—	2.7	2.9	2.6	2.4	1.9	2.9
	Significance	—	**	NS	**	*	**	*
Brix (%)	Y-trellis	15.6	15.2	13.1	14.4	14.8	14.0	14.6
	Central leader	14.9	15.0	12.8	14.2	13.7	13.0	13.7
	Significance	NS	NS	NS	NS	*	*	*
Titratable acidity (mg/100g)	Y-trellis	0.40	0.38	0.40	0.40	0.32	0.39	0.46
	Central leader	0.38	0.38	0.40	0.44	0.31	0.33	0.40
	Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

** Significantly different at the 1% level.

* Significantly different at the 5% level.

NS Nonsignificant.

高かった。糖度は各年とも Y 字形の方が高かったが、5 年生までは有意な差はなく、7 年生以後に有意な差が認められた。

3. 樹冠占有面積率、葉面積指数 (LAI) の年次変化

第 4 図は整枝法の違いが樹冠占有面積率の年次変化に及ぼす影響について示したものである。Y 字形の樹冠占有面積率は 4 年生樹で 75% 程度になり、その後も増加し続け、6 年生樹で 90% 程度、9 年生では 96% となり、成園に近い状態になった。それに対して、主幹形は、列間を空ける必要があるため、Y 字形に比べて相当低く、4 年生で 52% であり、その後徐々に増加したが、9 年生でも約 76% であった。

整枝法の違いが LAI の年次変化に及ぼす影響について示すと第 5 図のとおりである。LAI は Y 字形、主幹形とも年とともに増加し、8 年生で 3 程度になっ

Fig. 4. Annual growth of the crown density of 'Fuji' apple trees trained to a Y-trellis and a central leader system. Vertical lines represent the standard error (SE).

Fig. 5. Yearly increases in the leaf area indices (LAI) of 'Fuji' apple trees trained to a Y-trellis and a central leader system. Vertical lines represent the standard error (SE).

た。整枝法で比較してみると、6 年生までは Y 字形が主幹形に比べてやや高い傾向にあったが、7 年生以後はほぼ同じ値になった。樹冠占有面積当たりの LAI は 4 年生以降つねに主幹形が Y 字形より高く、9 年生では約 1.2 倍高かった。

4. 樹冠占有面積率および LAI と収量の関係

樹冠占有面積率と収量の関係を第 6 図に示した。Y 字形では、樹冠占有面積率が高くなるにつれて収量が増加し、樹冠占有面積率が 100% で最大となった。それに対して、主幹形では樹冠占有面積率が 70% 程度までは、その値が高くなるにつれて収量も増加したが、それ以上は増加せずほぼ一定となった。

LAI と収量の関係を示したのが第 7 図である。Y 字形、主幹形とも LAI が高くなるにつれて収量は増加したが、Y 字形では LAI が約 3、主幹形では 2.3 程度で上限となった。また、LAI が 1.5 程度までは整枝法による収量の差は認められなかったが、それ以上にな

Fig. 6. Relation between crown density and yield of differently trained 'Fuji' apple trees.

Fig. 7. Relation between leaf area index (LAI) and yield of differently trained 'Fuji' apple trees.

ると Y 字形の方が多くなり、LAI が高くなるにつれてその差が大きくなった。そして、収量の最大値は、Y 字形の方が 1.3 倍多かった。

樹冠占有面積率と LAI の関係は第 8 図に示したとおりである。Y 字形、主幹形とも樹冠占有面積と LAI の間には 1% 水準で正の有意な相関が認められた。主幹形は Y 字形に比べ、低い樹冠占有面積率で LAI が高くなった。LAI 3 における樹冠占有面積率は主幹形が 80% 前後、Y 字形は 100% 程度であった。

5. 樹冠占有面積率および LAI と単位葉面積当たりの収量の関係

樹冠占有面積率と単位葉面積当たり収量との関係を示したのが第 9 図である。Y 字形、主幹形とも単位葉面積当たりの収量は樹冠占有面積率が高くなるにつれて、2 次曲線を描いて低下したが、主幹形の方が顕著であった。

第 10 図に LAI と単位葉面積当たりの収量との関係を示した。単位葉面積当たりの収量は LAI が 1.5 程度までの低い状態では、Y 字形と主幹形の差が認められなかったが、LAI が 1.5 以上では Y 字形の方が高かった。

考 察

わが国における全天日射量は年平均で 13.54×10^{11} GJ であり、そのうち植物生産に利用され、乾物の中に固定されるのは 1% 弱にすぎないとされている (内嶋, 1987)。したがって、作物の太陽エネルギー利用効率を高める余地は十分にあり、リンゴの果実生産力を高めるために太陽エネルギー利用効率の高い栽培法へ改善することは可能と考えられる。

果樹栽培では高品質多収および単位労働時間当たり

の労働生産性の向上が最も重要である。このため、樹形は受光効率が高く、かつ同化産物の果実への分配率が高い樹形で、なおかつ管理作業能率の良いものが望まれる。

果樹の仕立て方には立木仕立て、棚仕立て、垣根仕立てなどがあるが、平棚仕立てについて、高橋 (1989) は樹冠占有面積率の面で有利であると報告し、ニホンナシでは金戸ら (1968)、岸本ら (1971) が、果実への分配率が高いため収量、平均果重で優れているとしている。さらに、棚仕立ては立木仕立てに比べて、樹高が低い作業が安全に能率良くできるという利点がある。

リンゴの収量については、菊池・佐藤 (1987) が青森県内の 8~11 年生のわい化密植リンゴ園における 'ふじ' (M26 台) の 10 a 当たり収量を調査した結果、最大が 5.4 t で、最小が 1.8 t であり、平均が 3.7 t であった。福田ら (1987) は M26 台 'ふじ' を用いた 13

Fig. 9. Relation between crown density and Yield/Leaf area of differently trained 'Fuji' apple trees.

Fig. 8. Relation between crown density and leaf area index (LAI) of differently trained 'Fuji' apple trees.

Fig. 10. Relation between leaf area index (LAI) and Yield/Leaf area of differently trained 'Fuji' apple trees.

年間の台木試験結果から、4 t以上の収量をあげたのはわずか2年間のみであったとしている。また、小池ら(1990)は、長野県ではM26台‘ふじ’で4~5 t/10 aを目標としているとしている。本結果では、主幹形で6年生以降4~5 tの収量が得られ、ほぼ長野県の目標収量に近い値を得た。これに対して、Y字形は6年生が4.5 t、7年生が5.9 tであり、1991年に台風19号の被害を受けた8年生では5.1 tとやや減少したが、9年生は6 tで、明らかに主幹形より高収量が得られ、岸本ら(1971)のナシの報告と一致した。

果実品質についてみると、文室・村田(1987)は、カキ‘富有’でY字形に類似した2本主枝仕立ては大果が多く、品質の変動が少なかったと報告している。また、岸本ら(1971)は‘長十郎’の棚仕立ては立木仕立てに比べ平均果重が大きいと報告している。本報告では、平均果重はY字形と主幹形では差は認められなかったが、果実糖度はいずれの年もY字形の方が高く、特に7~9年生では有意に高くなった。

このようにY字形は主幹形に比べて、収量や果実品質が優れたが、この原因についてLAIを中心に解析検討すると次のようである。わい性台を利用した主幹形並木植えのリンゴ園におけるLAIの報告は、M9台‘ふじ’の4 m×2 m植えで2.39(福田ら, 1991)、M26台‘ふじ’の4 m×1.5 m植えで1.5と2.5(Koikeら, 1988)などがあるが、いずれも1.5~2.5の範囲の報告である。本報告ではY字形、主幹形とも8、9年生樹ではLAIが3程度となり、従来の報告よりやや高かった。

リンゴの最適LAIについて、小池(1984)は果実品質のそろったものを生産するためには2~2.5が良いとしている。また、橘・中井(1989)はウンシュウミカンで、収量はLAIが高くなるにつれて増加するが、LAIが6.7のときに最大値となり、それ以上になると減少したと報告している。本報告でも、LAIが高くなるにつれて収量は多くなったが、Y字形ではLAI 3、主幹形は2.3が上限であった。このように、果実収量や品質からみたリンゴの最適LAIは、主幹形については小池(1984)の値に一致したが、Y字形では明らかに高かった。

高橋(1986)は、棚仕立てのブドウにおける葉の受光態勢について調査を行い、葉の分布は層としては平面的であるが、個々の葉と葉の間には間隙があり、葉層の最上位の葉はやや反って立つために下層に光を漏らし、下層葉は木漏れ日を逃さないように平面的にな

って、光の強い方に向き、合理的な光合成生産が行われていることを報告している。

Y字形は棚仕立てであるため、冬季には、結果枝を園全体にゆきわたるように整枝せん定し、夏季には新梢が混まないように誘引して、園内に葉層を均一に配置することができる。これに対して、主幹形では作業をするために列間をあける必要があるために、樹冠占有面積率は50~70%であり、葉層のない空間がある。そのため、葉層の部分は厚く、樹冠占有面積当たりのLAIは著しく高くなって、無効葉が多くなると考えられる。実際に、9年生樹における樹冠占有面積当たりのLAIは主幹形が3.9でY字形より1.2倍高い。また、Y字形と主幹形のLAIと単位葉面積当たりの収量の関係を見ると、LAIが1.5以上になると、単位葉面積当たりの収量はY字形が主幹形より多い。

さらに、Y字形では、棚面が60度の傾斜角度をもつ波状棚である場合、園の実面積より2倍棚面が広くなる。したがって、Y字形はより広い面積に葉を効率よく配置していることになり、LAIが高くても単位葉面積当たりの果実収量が高くなるものと考えられ、平面棚よりさらに多収獲が望める可能性がある。

以上より、Y字形が主幹形より収量が多く、果実品質が優れたのは、Y字形が棚仕立てで樹冠占有面積率がが高く、最適LAIを高くすることができるためと考えられる。今後は、樹冠内の光環境や物質生産および果実への分配率の違いなどを明らかにしたい。

摘 要

M26台リンゴ‘ふじ’の棚仕立てY字形整枝法と主幹形整枝法における収量、果実品質の年次変化と収量構成要素について9年生まで比較検討した。

1. Y字形の収量は9年生まで毎年主幹形より多く、特に、9年生ではY字形が6.2 t/10 aで、主幹形の1.3倍であった。

2. Y字形は主幹形に比べ、平均果重は変わらなかったが、果色、果実糖度が優れた。

3. 成木時の樹冠占有面積率はY字形が96%、主幹形が75%であった。土地面積当たりのLAIは両者とも3前後で、樹冠占有面積当たりでは主幹形が3.8で、Y字形は3.2であった。

4. 収量が最大となった樹冠占有面積率は、Y字形が96%、主幹形が75%であり、LAIではY字形が3、主幹形は2.3であった。

5. 以上の結果より、Y字形が主幹形より収量が多く、果実品質が優れたのは、Y字形が棚仕立てで樹冠

占有面積率が高く、Y字形の最適 LAI が 3 と主幹形の 2.3 より高いためと考えられた。

謝 辞 本報のご校閲を賜った鳥根大学名誉教授内藤隆次博士および鳥取大学教授田辺賢二博士に深く感謝の意を表する。

引用文献

- 福田博之・工藤和典・榎村芳記・西山保直・瀧下文孝・久保田定三・千葉和彦. 1987. わい性台木利用によるリンゴの密植試験. (第1報). わい性台リンゴ樹の生産力. 果樹試報. C14 : 27-38.
- 福田博之・瀧下文孝・工藤和典・榎村芳記. 1991. M.9 わい性台木利用リンゴ樹における乾物生産とその樹体内分配に対する着果程度の影響. 園学雑. 60 : 495-503.
- 文室政彦・村田隆一. 1987. 低樹高密度植カキ園の整枝法. (第1報). 整枝法による果実生産力及び品質の差異. 滋賀農試研報. 28 : 72-76.
- Hutton, R. J. and L. M. McFadyen. 1987. Relative productivity and yield efficiency of canning peach trees in three intensive growing systems. HortScience 22 : 552-560.
- Jackson, J. E. 1970. Light distribution within hedgerow orchards. Annual Rep. E. Malling Res. Stn. 32-35.
- 金戸橋夫・岸本 修・中屋栄治. 1968. 日本ナシの整枝せん定に関する研究. I. 整枝法を異にしたナシ樹の果実生産の経年変化. 園試報. A7 : 147-156.
- 菊池卓郎・佐藤健勝. 1987. 青森県における密植リンゴ園の盛果期収量. 第1報. 'ふじ', 'ジョナゴールド', 'つがる'の樹勢と収量. 弘大農報. 48 : 136-147.
- 岸本 修・清家金嗣・松永晴夫. 1971. 日本ナシの整枝せん定に関する研究. II. 整枝法を異にしたナシの生態的特性. 園試報. A10 : 39-54.
- 小池洋男. 1984. 果樹の物質生産と収量問題. II. リンゴわい性樹の収量に関する諸問題. 園学シンボ講演要旨. 12-26.
- Koike, H., K. Tsukahara and Y. Kobayashi. 1988. Influence of planting depth on growth, yield and fruit quality of M.26 interstem 'Fuji' apple tree. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 57 : 360-365.
- 小池洋男・吉沢しおり・塚原一幸. 1990. リンゴわい性台樹の適正着果量と乾物生産の分配. 園学雑. 58 : 827-834.
- 末澤克彦・若林義則. 1991. モモの果実品質に及ぼす光条件の影響. 香川農試研報. 42 : 33-39.
- 高橋国昭. 1986. ブドウの適正収量に関する研究. 鳥根農試研報. 21 : 1-104.
- 高橋国昭. 1989. 果樹の物質生産と収量. p. 125-155. 農文協. 東京.
- 橘 温・中井滋郎. 1989. 異なった栽植密度及び栽培条件におけるワセウシユウの収量と葉面積指数の関係. 園学雑. 57 : 561-567.
- 内嶋善兵衛. 1987. 太陽エネルギーの分布と測定. p. 1-12. 学会出版センター. 東京.
- Van den Ende, B., D. J. Chalmers and P. H. Jerie. 1987. Latest developments in training and management of fruit crops on Tatura trellis. HortScience 22 : 561-568.
- Van Heek, L. A. G. and H. H. Adem. 1980. Mechanical harvesting of Tatura trellis fruit trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 695-699.
- 山崎利彦. 1987. 果樹のわい化栽培. [1] モモのわい化栽培. 農及園. 62 : 877-886.