省力栽培を前提とした果樹の樹形

第3報 モモ2本主枝樹の発育とその栽培労力

佐藤幹夫・浅野生三郎・林 光夫

Tree Forms for Labor Saving Farm Work

III. Labor hours for cultivation and
growth of two scaffold branches type
peach tree

Mikio SATO, Seizaburo ASANO and
Mitsuo HAYASHI

1 緒 言

果樹の栽培においては、樹の形が果実の品質、収量あるいは管理労力に多大の影響を与えていることは言を待たない。

モモについては従来「開心自然形（主として3本主枝）」に仕立てることを理想としてきた。そして農家はかなりの神経を使い1本1本の樹について形通りに作りあげている。しかし隣の樹との関連には余り注意を払っていない。このような園で機械作業を行なう場合には、樹のすぐそばにはトラクタは近寄れず、また直進することも困難で、作業能率が上がらない。

機械を用い易い樹形、栽植方式としてリングのわい性台木を用いての密植かき根仕立てがある²⁾。モモについてもこの密植かき根仕立てが考えられている⁸⁾が、わが国では適当な台木の探索が目下の課題となっている³⁾。また、モモにとって都合の良いわい性台木があったとしても、かき根仕立ては従来の樹形とは全く異なるもので、

枝の生長、結実などについて未知の部分が余りにも多い。

そこで筆者らは、3本主枝の開心自然形によく似た枝の構成で、機械作業にも手作業にも共に都合の良い樹形、ならびに栽植方式を考えた。この樹形を作るには今までに習得した技術をそのまま活用できるので、現在の農家に普及させるのは容易なことと思っている。

これが筆者らの言う「2本主枝平行並列植栽培」である⁵⁾。神奈川県下の東京大学農学部農場二宮果樹園内において、この栽培の試作を昭和43年より始めた。昭和48年には樹形も目標通りに出来上る見通しを得⁶⁾、また果実収穫用の作業台についての考察も試みた⁷⁾。本年で試験開始後13年を経過し、樹の発育、収量の推移、栽培労力などの全貌について推定がつくようになったので、今までの経過を発表する次第である。

昭和55年6月30日受理 農作業研究会第15回講演会で発表

東京大学農学部農場二宮果樹園，神奈川県中郡二宮町中里518，〒259-01

Experimental Orchard, Faculty of Agr., Univ. of Tokyo

Nakazato Ninomiya, Nakagun, Kanagawa 259-01

写真 1 2本主枝平行並列植 (6年生樹)
ロータリカッタによる草刈作業: 樹の根元の草は
トラクタをバックさせて刈る。

写真 2 2本主枝平行並列植園の全景
(13年生樹)

2 実験材料および方法

樹形の案出に際しては, 模型あるいは図面によって検討を行ない, 3本主枝に代って2本主枝の開心形を考えた. そしてそれぞれの樹の主枝方

第 1 図 新樹形園と慣行仕立園の配置図

注) A → B → C → A' → . モモ樹
ロータリカッタによる草刈においてのトラクタ進行方向を示す。

向をそろえて並木植えとすることが良いと結論づけた⁵⁾。

第 1 図は試験は場の配置図であるが, 新樹形園 (2本主枝樹) には砂子早生 12 樹, 白鳳 24 樹, その他の品種 6 樹計 42 樹 (約 20 a) を植えた。この新樹形園の北側に隣接したモモ園には砂子早生, 白鳳, あかつきの 3 品種がそれぞれ 8 樹ずつ, 計 24 樹 (11.4 a, 昭和 38, 39 年定植) が栽植されており, 3 本主枝の慣行仕立てとなっているので, この慣行仕立園を対照として比較調査した。

年間を通じての栽培労力は作業日誌より集計した。また個々の作業についてはメモーション撮影あるいはストップウォッチを用いての動作分析をも試みた。モモ樹の発育量, 収量については樹別に調査した。

3 試験結果

1) モモ樹の発育

3本主枝樹と2本主枝樹の発育状態を表わすものとして, 幹周, 枝の拡がり (樹冠の大きさ) 樹高について測定を行った。このうち収量に関係の深い枝の拡がりについて調査した結果を第 2 図(i)(ii)に示す。この場合合同図にあるように 3 本主枝樹, 2 本主枝樹共に東西の枝の拡がり, 南北の枝の拡がりをそれぞれ測定し, 両者の積をもって樹冠面積 (枝の拡がり面積) とした。この測定は毎年 1 月のせん定前に行なわれた。

砂子早生については, 3 本主枝樹 8 樹, 2 本主枝樹 12 樹の比較を第 2 図(i)に示す。白鳳については 3 本主枝樹 8 樹, 2 本主枝樹 20 樹の比較を第 2 図(ii)に示す。砂子早生では 2 本主枝樹より 3 本主枝樹のほうが 4 ~ 10 年生時で樹冠面積が大きく, 12 年生以後は同じとなっている。白鳳の 3 本主枝樹は各樹齢を通じて 2 本主枝樹より発育が劣っている。2 本主枝樹のみを比較すると両品種ともほぼ同じような樹冠の拡大を示し, 品種間差異はみられなかった。白鳳の 3 本主枝樹の発育が良くなかったのは

(i) 砂子早生

第2図 3本主枝樹・2本主枝樹についての樹冠面積の推移

(ii) 白鳳

第2図 3本主枝樹・2本主枝樹について樹冠面積の推移

(i) 砂子早生

第3図 3本主枝樹・2本主枝樹についての1樹当たり収量の推移

(ii) 白鳳

第3図 3本主枝樹・2本主枝樹についての1樹当たり収量の推移

土地条件が不良であったためとみている。砂子早生3本主枝樹の發育状態を理想と考えているので、これにくらべれば、2本主枝樹は両品種とも4～10年生時で樹冠がやや小さいとみるべきであろう。

2) 収量

樹冠面積測定に用いた樹の収量を樹齡別に示したものが第3図(i)(ii)である。第3図(i)の砂子早生は無花粉品種で結実量は開花時の天候に大きく左右されるので年による収量の増減幅が大きい。砂子早生においては3本主枝樹のほうが12年生に至るまでは収量が大であった。白鳳については第3図(ii)にあるように、2本主枝樹のほうが収量が大であった。両品種を通じてみると、2本主枝樹は10年生になれば3本主枝樹と同じ収量となるが、それまでは砂子早生3本主枝樹にくらべ、2本主枝樹の方が少ない。

3) 個々の作業労力

(1) 機械作業

年に数回行われる草刈作業について, 10 a 当たりの作業時間を第 1 表に示す. 昭和 45 ~ 47 年の平均値は慣行仕立園 (3 本主枝樹) で 80.0 分, 新樹形園 (2 本主枝樹) で 44.4 分, また 53 年には慣行仕立園 85.4 分, 新樹形園 47.9 分と樹齢, 年次に関係なくいずれの場合にも新樹形園はほぼ半分の時間で作業が終了している.

(2) 手作業

① セン定

冬季セン定について比較を行った結果が第 2 表である. これは同一作業者が 3 本主枝樹, 2 本主枝樹について脚立を用いてセン定作業を行ない 1 樹のセン定が完了する時間を示したものである. また 2 本主枝樹については作業台を用いてのセン定時間も計測した. この作業台は農業機械化研究所より借用したもので HA-10 型と称している.

セン定時間は樹の発育状況により大きく異なるもので第 2 表は両者間の違いの大きなものの事例を示している. 3 本主枝樹で 90 分, 2 本主枝樹脚立使用で 32.25 分, 作業台使用で 29.75 分と

2 本主枝樹では短時間でセン定が完了している.

② 収穫作業

54 年産白鳳について収穫作業時間を作業日誌より拾い出したものが第 3 表である. 7 月 16 日, 23 日は慣行仕立園のみでの収穫で, この日の 1 人 1 時間当たりの果実収穫量は 30.5 kg, 47.6 kg となっている. 新樹形園のみでの収穫日は 7 月 20 日, 24 日で, この日の 1 人 1 時間当たりの果実収穫量は 50.1 kg, 60.6 kg となっている. 作業者は園による区別なく同じ要領で作業を行っているのであるが, このように大きな違いがでてくる.

適熟果を探す必要度の比較的小さい 7 月 23 日 (慣行仕立園), 7 月 24 日 (新樹形園) には, 各樹について採集果実数と採集に要した

第 1 表 慣行仕立園と新樹形園における 10 a 当たり草刈作業時間

園	昭和 45 年 ~ 47 年	昭和 53 年
慣行仕立園	80.0 分 (7 ~ 11)	85.4 分 (15)
新樹形園	44.4 (4 ~ 6)	47.9 (12)

() 内数字は樹齢

第 2 表 1 樹のセン定時間

(昭和 51 年)

樹形	セン定時間	樹冠面積	10 m 当たり時間
3 本主枝樹 (脚立使用)	90.00 分	47.6 m ²	18.91 分
2 本主枝樹 (脚立使用)	32.25	41.8	7.72
2 本主枝樹 (作業台使用)	29.75	40.9	7.27

第 3 表 収穫作業の比較

(昭和 54 年・品種白鳳)

項目 \ 収穫日	7 月 16 日	19 日	20 日	23 日	24 日	26 日
慣行仕立園	182.8 kg	557.9 kg	0 kg	690.2 kg	0 kg	215.6 kg
新樹形園	0	189.9	500.8	0	1060.0	376.3
作業時間 (時)	6.0	15.0	10.0	14.5	17.5	15.0
1 人 1 時間当たり 収穫量 (kg)	30.5		50.1	47.6	60.6	

時間を測定した. 作業には両日とも 5 名の同一人が従事した. 1 本の樹は 1 名で収穫することを原則とし, 高い位置にある果実は 2.7 m (9 尺) の脚立を用いて採集した. 計測した樹数は慣行仕立園, 新樹形園それぞれ 12 樹ずつであった.

また, 新樹形園では作業台の使用が可能であり, 54 年は HA-10 型作業台を使用し, 樹の南半分, 北半分と分けて収穫し, 作業時間を測定した. 収穫は 7 月 23 日であった. 収穫用作業台は当農場でも試作⁷⁾しているが HA-10 型とはほぼ同じ作業能率が得られるので, 両作業台を用いての測定値すべてをまとめて考察した.

採集果実数と採集時間との間には第 4 図に示すようにかなり高い相関関係が認められ, 慣行

仕立園では $r = +0.955$ ，新樹形園脚立使用で $r = +0.964$ ，新樹形園作業台使用で $r = +0.995$ となっている．それぞれについて，回帰を求め，果実100果採集するに要する時間を計算すると慣行仕立園では17.24分，新樹形園脚立使用で10.06分，作業台使用で8.42分である．

第4図 1樹内の採集果実数と採集に要した時間との相関

慣行仕立園（3本主枝樹） 脚立使用	$r = +0.955$	$P < 0.01$
新樹形園（2本主枝樹） 脚立使用	$r = +0.964$	$P < 0.01$
新樹形園（2本主枝樹） 作業台使用	$r = +0.995$	$P < 0.01$

回 帰 $x = 100$ とすれば

慣行仕立，脚立 $y = 3.435 + 0.138x \quad s = 6.137 \quad y = 17.24$

新樹形，脚立 $y = -3.437 + 0.135x \quad s = 4.518 \quad y = 10.06$

新樹形，作業台 $y = 0.74 + 0.0768x \quad s = 0.469 \quad y = 8.42$

y ：採集に要する時間，（分）， x ：果実数（果）

s ：標準誤差

第4表 10a 当たり作業別栽培労力（品種白鳳）
（昭和53年）

作業名	東京大学農場		農 家 ※	
	慣行仕立園	新樹形園	山梨県	福島県
	時間	時間	時間	時間
土 壌 管 理	15.8	7.9	25.5	8.2
施 肥	16.7	16.7	18.9	3.3
防 除	12.1	12.1	18.1	4.5
摘 果	46.8	38.3	163.4	66.5
せん定	50.0	25.0	62.3	20.5
収 穫	65.8	37.0	100.5	45.2
袋 かけ	0	0	65.8	6.0
そ の 他	0	0	17.7	7.2
計（時）	207.2	137.0	472.2	161.4
収 量（kg）	1969.8	2022.0	3689.0	1538.0
果実100kg当たり 労働時間（時）	10.5	6.8	12.8	10.5

※ 農林水産統計報告 昭和52年産果実生産費

4）全栽培労力

年間を通じての全栽培労力を比較したものが第4表である．当農場では慣行仕立園でもトラクタが使用できるように低い枝はある程度切っており，スピードスプレーによる薬剤散布，トレーラによるたい肥の運搬，施肥など樹より離れてトラクタが進行している作業では両園の間に作業能率の差はない．

しかし他の作業については，すべて新樹形園で作業能率が高く，慣行仕立園では10a 当たり総作業時間は207.2時間，新樹形園で137.0時間となっている．収量はそれぞれ1969.8kg，2022.2kgと両園の間に大差はなかった．

4 考 察

1) モモ樹の發育

3本主枝の慣行仕立園は11.4aに24樹栽植されており, 1樹が占有できる面積は47.5㎡となる。

2本主枝樹についても同じ広さを与えれば良いと考えて樹列間隔7.5m, 株間6.3m ($7.5 \times 6.3 = 47.25$) に栽植することとした。ところが2本主枝の新樹形園で枝がは場一面に広がったと見られるようになったのは植付後約10年を経たからである。このことは第2図(iii)の樹冠面積の推移にも示されており, 樹冠面積47.5㎡に達するのは砂子早生2本主枝樹で10~12年生時, 白鳳2本主枝樹で10年生時である。これは發育状態の理想と考えている砂子早生の3本主枝樹にくらべると数年遅くなっている。

2) 収 量

1樹収量の樹齢に伴う増加状況は樹冠面積の推移と同様の傾向を示している。砂子早生3年生樹で成園なみの収量に達するには植付後8~10年, 2本主枝樹では10~12年であり, 2本主枝樹で数年遅い。しかも10年生に至るまでの各年次の収量は3本主枝樹では2次曲線的に増加し, 2本主枝樹では直線的に増加している。發育の良くない3本主枝白鳳の場合でも2次曲線的に収量が増加している。3本主枝樹は發育の良し悪しにかかわらず収量の増加は曲線的であると言える。したがって直線的に収量が増加する2本主枝にくらべ4~10年生時では3本主枝の方が収量が大ということになる。この時点における2本主枝樹の収量が少ないのは, 枝の構成に理由があるのかさらに検討したい。

この2本主枝平行並列植えの場合, 樹の發育, 主枝・亜主枝の配置などより考えて, 株間6.3mを10~15%縮め, 3本主枝樹の慣行仕立園より栽植本数を多くし, 全体として収量の増加をはかることが可能と考えている。

3) 個々の作業労力

(1) 機械作業

草刈作業はトラクタの後部に装着するロータリカッタで行なわれる。慣行仕立園は第1図にあるように千鳥植えになっている。この園の草刈要領は第1図に示すA方向に樹の間をそれぞ

れ1往復, 次にB方向へ樹の間をそれぞれ1往復半, C方向へ樹の間をそれぞれ1往復半, トラクタが進行して草を刈る。その走行距離は約1,700m(11.4a)となる。

これに対し新樹形園では, 樹列方向, すなわち第1図のA方向に樹列間を2~2.5往復するのみではほぼ刈り終り, 樹の根元は1樹ごとにトラクタを後退させて刈る。トラクタの走行距離は約700m(10a)となる。第1表に示したとおり新樹形園では慣行仕立園のは半分の時間で作業が完了するのは, このトラクタの走行距離が短いことに大きく起因している。

なお, 新樹形園ではトラクタ進路上に低い枝がないので, トラクタ操縦者は安心して, かつ安全に作業ができる。

(2) 手作業

①せん定

第2表によると, せん定時間が3本主枝樹より2本主枝樹において短い。この2本主枝樹形は型通りに作ることが比較的容易である。樹が型通りに出来上がっていないと, どの枝を切り落すべきかの判断に長時間を要することがある。第2表の3本主枝樹では, どの枝を切り落すべきか考えていた時間がかなりあった。また, それに加えて2本主枝樹では地上に立ったままで手の届く所に枝が多くあり, かつ脚立の移動回数も少なかったことなどが短時間でせん定が完了した理由としてあげられる。

② 収穫作業

第4図にあるように慣行仕立樹では100果採るのに17.24分, 新樹形園で10.06分となっているが, 両園とも同一人が作業しており, 樹より果実をもぎ採る時間には樹形による違いはないはずである。従って果実を採る動作以外の動きの違いでこの作業能率の差がでてくるのである。

第5図は慣行仕立園, 新樹形園の中でそれぞれ代表的な樹について, 果実の位置を示したもので, 両樹を比較すると地上190cm以下の位置にある果実(脚立を用いずに採れる果実)は3本主枝樹で北側24.6%, 南側19.3%, 2本主枝樹北側45.3%, 南側30.6%と2本主枝樹で多い。3本主枝樹で低い位置に果実が少ないのは, 低い枝はトラクタ運行の邪魔になるた

め切り落してあることによる。低い位置に果実が着くようにすれば、トラクタも耕うん機も使えなくなる。この点2本主枝樹では低い位置にあ

(i) 慣行仕立（3本主枝樹）16年生白鳳

(ii) 新樹形（2本主枝樹）13年生白鳳

第5図 代表的なモモ樹の着果位置（平面図）

る枝はトラクタ進路上にはないので、この枝を残しておいて果実を着けてもトラクタ作業には不便を来さない。

つぎに、脚立を用いなければ採れない高い位置にある果実は、3本主枝樹では樹冠の全面に散在している。これらの果実を採るには1樹の全体にわたって脚立を動かさなければならない。一方2本主枝樹では高い位置の果実は樹冠の限られた部分にあり、その範囲内だけ脚立を動かせば良い。従って脚立の移動回数は少なくてすむ。このことを調べたのが、第6図で、両樹について収穫時の脚立移動の軌跡を示したものである。3本主枝樹では北半分の果実を収穫するのに脚立を7回動かし、その移動距離は12.9 mとなる。一方2本主枝では北半分の収穫に4回の脚立移動で、移動距離は3.6 mである。南半分では5回の移動で移動距離は6.5 mとなっている。また、第6図(i)には脚立の移動軌跡が

(i) 慣行仕立（3本主枝樹）

(ii) 新樹形（2本主枝樹）

第6図 第5図モモ樹に対する果実採集時の脚立の移動

ループ状に曲線になっている所が2カ所あるが、これは低い枝があり直線的に脚立を動かすことができなかったためである。2本主枝樹では脚立の移動方向には低い枝がないので、脚立を立てたまま簡単に移動させることができる。

第5表 1樹内の脚立の移動

項 目	慣行仕立園	新 樹 形 園
平均移動回数 (回)	7.3 (16.8)	5.1 (9.1)
移動に要した時間 (秒)	14.4	11.1
樹 冠 面 積 (㎡)	43.5	55.8

() 内数字は樹冠面積 100 ㎡当たりの回数

第5表は7月23日、24日の収穫時に慣行仕立園・新樹形園内のそれぞれ12樹につき1樹内の平均脚立移動回数、移動に要した時間を記したものである。両園の1樹平均樹冠面積が異なるので、100㎡に換算した数字をカッコ内に示す。これによると新樹形園（2本主枝樹）では9.1回の脚立移動であるのに対して、慣行

仕立園 (3 本主枝樹) では 1 6.8 回の移動と約 2 倍の回数となっている。また脚立をつぎの場所へ動かす移動時間も新樹形園で短い。

樹形を変え、樹の栽植方式を変えたのみで、手作業に関する管理方法は全く従来と同じ要領でも、このように作業能率が変わってくる。これは果実生産のみに注意が払われ、人の動きには全く関心がなく、人は無駄に動き廻っていた面がかなりあったということになる。その結果が、100果採集時間3本主枝樹で17.24分2本主枝樹で10.06分という作業能率の違いをもたらしたのである。

一方、作業台を用いた場合は、作業手順も変わり100果採集時間8.42分とさらに時間は短くなる。ただ、この場合、台の移動にある程度の時間を要しているため、1回に採集する果実数が多くないと能率的とは言えない。作業台に関しては、台そのものの開発、使用方法など今後の検討を要する。

4) 全栽培労力

第4表にあるように新樹形園の全栽培労力137.0時間は慣行仕立園の207.2時間の約3/5である。当農場全体の運営が省力栽培を目標としており、全園にわたってトラクタを使用している関係上、慣行仕立園においても一般農家に比べれば栽培労力は少なくなっている。農林水産省の統計によるとモモ白鳳では山梨県の農家で472.2時間、福島県の農家で161.4時間となっている。環境条件、経営の方針などが異なるので直接の比較はできないが、新樹形園の137.0時間は山梨県農家の約30%、福島県農家の85%に相当し、非常に少ない時間で栽培していることになる。

山梨県の例は収量が多いが、これを収量100kg当たりの労働時間でみると、山梨県12.8時間は新樹形園の6.8時間の約2倍である。福島県農家と当農場の慣行仕立園のそれは10.5時間と同じであった。

収量は山梨県、当農場、福島県の順に少なくなっているが、経営形態の違い、土地条件・気候条件などの差がこの違いとなっているものと思われる。

機械作業の便を考えて、トラクタの動きの単

純化を計ったことが、すべての面の作業能率の向上になった。今回の調査は全作業労力の比較を中心として解析を試みたもので、個々の作業についてはまだ改善の余地はある。今後さらに細かい動作分析を試みるつもりで、その結果によりさらに栽培労力を少なくすることができるものと考えられる。

5 摘 要

1) モモの2本主枝平行並列植栽培を始めて13年を経過し、モモ樹の発育状況、収量、栽培労力の大略が判明してきたので、今までの経過をとりまとめた。

2) 樹の発育・1樹当たり収量については、3本主枝の慣行仕立樹にくらべ、2本主枝樹は4~10年生時に枝の拡がり、収量共にやや劣る。しかし栽植密度を10~15%高めることによりは場全体としてこの不足分は補うことができる。

3) ロータリカッタによる草刈作業は、2本主枝の新樹形園で約1/2の時間で作業が完了する。これはトラクタの走行距離が少ないことによる。

4) せん定作業においても2本主枝樹は作業時間が短い。能率の高い理由は、どの枝を切り落すべきかの判断に時間を要しないこと、脚立の移動が簡単であることなどによる。

5) 1人1時間当たりの収穫量は、慣行仕立園30.5~47.6kg、新樹形園50.1~60.6kg、果実100果の採集時間は慣行仕立園脚立使用で17.24分、新樹形園脚立使用で10.06分、作業台使用で8.42分であった。2本主枝の新樹形では、低い位置にある果実が多く、また1樹内での脚立移動の回数が少なく、移動に要する時間も短い。そのために作業能率が高まったと考えられる。

6) 10a当たり栽培労力は慣行仕立園207.2時間、2本主枝の新樹形園で137.0時間と、対照の約3/5であった。

6 引 用 文 献

1) 今 喜代治・久米靖穂・田口辰雄・神戸和猛登 (1973) 既成リンゴ園のヘッジロー化に関する研究。園芸学会発表要旨48年春

112-113.

2) 牧田 弘・小池洋男・宮川健一(1975) リンゴの高密植並木植栽培に関する研究. 第1報 各種台木の栽植様式および密度が穂品種の生育, 花芽着生におよぼす影響. 園芸学会発表要旨50年秋 38-39.

3) 水谷房雄・山田昌彦・杉浦 明・苔名孝(1979) モモのわい性台木について. 園芸学会発表要旨54年春 60-61.

4) 農林水産省統計情報部(1979) 昭和52年産果実生産費. 農林水産統計報告54-21: 64-65, 68-69.

5) 佐藤幹夫(1969) モモ園新規造成時

における機械化と樹形に関する図上検討について. 農作業研究 7号: 86-90.

6) 佐藤幹夫・浅野生三郎(1973) 省力栽培を前提とした果樹の樹形. 第1報 モモ整枝の結果とナシ樹形の図上検討. 農作業研究会講演要旨48年春 27-28.

7) 佐藤幹夫・浅野生三郎・林 光夫(1974) 果樹の収穫作業に関する研究. 第2報 モモ果実採集用作業台についての考察. 農作業研究 21号: 66-70.

8) 島村和夫(1972) モモの密植栽培について. 果実日本 37(10): 74-77.