

カキ「富有」の超低樹高一文字整枝が 作業性、収量性、果実品質に及ぼす影響

藤島宏之*・千々和浩幸・白石美樹夫・牛島孝策¹⁾・松田和也²⁾

カキ「富有」を用いて超低樹高一文字整枝法を新たに開発した。この整枝法では、地上から 1m の部分で水平に 2本の主枝を誘引し、側枝を主枝から横方向に配置する。このことにより、樹高が約 2m と慣行の立ち木仕立て栽培（樹高約 3.5m）と比べて著しく低くなり、摘蕾、摘果、収穫の各管理作業に脚立は不要であった。着果位置から推定される収穫作業姿勢は、作業負担が小さい手下げの姿勢が多くなり、軽作業化が可能であった。結果母枝当たりの着蕾数は仕立て法による顕著な違いはなかったが、結果母枝当たりの着果数は立ち木仕立て栽培より多く、樹冠面積 1㎡当たりの収量が増加した。結果開始した2001年から2008年まで 1樹当たりの収量は仕立て法による顕著な違いはなかったが、超低樹高一文字整枝では栽植本数を多くすることで、10a当たり収量は増加し、樹齢11年生で約2.3tと慣行の立ち木仕立て栽培の成園並みの収量が確保できた。また、結果開始（樹齢 4年）から2008年（同11年）までの累積収量は、超低樹高一文字整枝で顕著に多く、早期収量確保が可能であった。一方、果実品質は仕立て法による顕著な違いはなかったが、超低樹高一文字整枝では主幹近くから発生した強大な側枝に環状はく皮処理を行うと、果実肥大が促進され果実品質が向上した。

[キーワード：カキ、超低樹高一文字整枝、軽作業化、収量性、果実品質]

Effect of Low Straight-line Training System on Work Conditions, Yield and Fruit Quality in Japanese Persimmon 'Fuyu' Cultivation. FUJISHIMA Hiroyuki, Hiroyuki CHIIWA, Mikio SHIRAIISHI, Kosaku USHJIMA and Kazuya MATSUDA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 30: 48- 55(2011)

A low straight-line training system was developed for cultivation of the Japanese persimmon 'Fuyu'. Two primary scaffold branches were trained horizontally at a height of 1 m and the lateral branches were trained at right angles to the scaffold branches. The tree height with this system was about 2 m, remarkably low compared with the modified open-center training system (about 3.5 m), and a stepladder was unnecessary for disbudding, fruit thinning, and harvesting. For harvesting, the workload in the low training system was lighter compared with the modified open-center training system, resulting in labor-saving benefits. There was no difference in the number of flower buds per fruiting mother shoot between both training systems. The number of fruits per fruiting mother shoot and the yield per 1 m² were higher than with the modified open-center training system. Although the yield per tree did not differ between both training systems from 2001 to 2008, the yield per 10 a of 11-year-old trees was about 2.3 t, which was almost the same level obtained from adult trees with conventional production, under the high-density planting system. The number of harvested fruits per tree after 2001 was remarkably higher than that of the modified open-center training system and there was no marked difference in fruit quality between both training systems. Girdling of vigorous lateral branches increased fruit weight and improved fruit quality.

[Key words : Japanese persimmon, low straight-line training system, labor-saving, yield, fruit quality]

緒 言

福岡県のカキ栽培では、従事者の高齢化が進行するとともに労働力不足や価格の低迷等により、栽培面積が減少している。また、カキは高木性の果樹であるため樹高が非常に高くなりやすく、慣行の開心自然形による立ち木仕立て栽培では樹高は3.5mを超え、摘蕾、摘果、収穫等の管理作業に脚立の使用を余儀なくされている（福井 1998）。脚立作業は、脚立の持ち運びや昇り降り等、作業負担が大きくなるだけでなく、脚立上では転落等の不安を感じながら無理な姿勢をとる場合が多く、作業安全上大きな課題がある（山岸 2005）。

果樹では管理作業の軽作業化・省力化を実現するために、クリ、カンキツ、リング等で低樹高化の取り

組みが行われており（神尾ら 2005、松本ら 2006、菅原ら 2009）、脚立の使用割合が 0～8%と慣行栽培（30～46%）に比べて大幅に減少し、収穫やせん定等の作業時間も10～40%程度短縮されることが報告されている。

カキでも整枝法の違いにより低樹高化の程度がやや異なるが、いずれの方法でも脚立の使用割合が減少し、作業時間が10～40%短縮するとされている（郷ら 1986、井上ら 1999、文室 1999、林 2000、林ら 2002、鈴木・菅沼 2002）。特に、福岡県農業総合試験場では、全国に先駆けカキの平棚仕立てによる栽培法（以下、平棚栽培とする）を開発し、管理作業時に脚立が不要（急傾斜地では使用割合が80%程度減少）で、軽作業・省力化が可能だけでなく、「松本早生富有」や「富有」などでは例年 3t/10a程度の収量（立ち木

* 連絡責任者

（果樹部:hiroblue@farc.pref.fukuoka.jp）

1) 現 果樹苗木分場

2) 現 筑後農林事務所八女普及指導センター

仕立て栽培では約2.3t/10a)が確保でき、果実肥大の促進や着色の前進化、果実糖度の上昇等高品質果実の安定生産が可能であることを明らかにしている(林 2000, 林ら 2002, 林ら 2004)。しかし、平棚栽培では、棚の高さを1.8m程度に設定していることから腕を上げた状態での管理作業が連続し、高齢者や女性を中心に肩や首等に疲労が蓄積するといった問題点が指摘されている(福岡県果樹振興協議会・福岡県農業協同組合連合会 1998, 林 2000)。さらに作業部の高さが身長比(作業部の高さ/身長×100で算出)110%を超える(作業部の高さが1.8m, 作業員の身長は165cm以下)場合、作業負担の増加や作業効率を低下させる(山岸 2005)等作業性に改善の余地が残されている。一方、井上ら(1999)は、フラワーネットを利用した栽培法で樹高が顕著に低く着果部位が50～125cmの範囲にあるカキの底面ネット栽培を開発しているが、収量性や果実品質、作業性に及ぼす影響やその仕立て方法等不明な点が多い。

そこで、さらなる軽作業化を目的に、「富有」を用いて樹高が2m程度の超低樹高一文字整枝法を新たに開発し、その導入の可能性を検討するために、作業性、収量および果実品質について、福岡県の主要な仕立て法である立ち木仕立て栽培(以下、立ち木栽培とする)との比較を行ったので報告する。

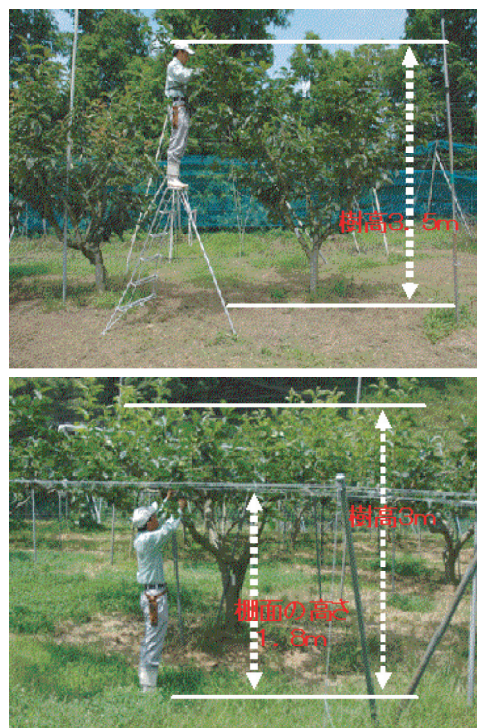
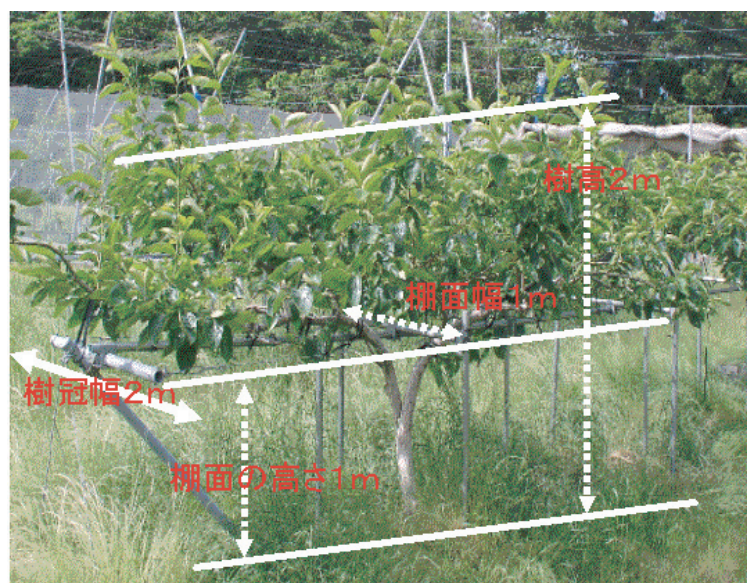
また、超低樹高一文字整枝では主幹の近くに発生した側枝は強化しやすく、そのような側枝上に結実した果実は果実肥大が不良になる等果実品質が低下しや

すい。キウイフルーツやブドウでは、枝幹部の環状はく皮処理により果実肥大の促進、果実糖度の増加、果皮色の向上等果実品質向上効果が確認されている(森口ら 2002, 藤島ら 2005)。そこで、超低樹高一文字整枝で発生する強大な側枝に対する環状はく皮処理の効果を検討したので併せて報告する。

材料および方法

1 超低樹高一文字整枝の仕立て方法

1998年4月に1年生「富有」を株間2.5m間隔で栽植し、樹勢の制御を目的に防根シート(東レ アクスター: ポリエステルの不織布 厚さ0.5mm)で根域制限(縦2m×横2m×深さ0.5m)を行った。2001年3月に地上部70～80cmの部位で分岐・開張させ、2本の主枝を養成し、地上部から約1mの部分に水平に設置した直管パイプに誘引した。樹齢の進行・樹冠の拡大に伴い、2004年までに株間が5mとなるように間伐した。2006年に超低樹高一文字整枝用の棚を改修し、側枝は必要に応じて主枝下の直管パイプから両側それぞれ約50cmの部分に新たに設置した鋼線に誘引した(第1図)。主枝先端は強く切り返し斜め上に誘引してその高さを高く維持し、樹冠拡大促進および樹冠完成後の主枝基部の徒長枝発生抑制、側枝の強化防止を図った。主枝長は片主枝2.5m程度を目安とし、3年程度使用した側枝は基部から切除し、新たに発生した不定芽由来新梢等を利用して結果母枝を確保した。



第1図 超低樹高一文字整枝の樹形の比較¹⁾

1) 左: 超低樹高一文字整枝, 右上: 立ち木仕立て栽培, 右下: 平棚仕立て栽培

2 仕立て法の違いが作業性、収量および果実品質に及ぼす影響

根域制限(縦 2m×横 2m×深さ0.5m)を行った超低樹高一文字整枝(11年生:2008年次,以下一文字区とする)が作業性、生育・収量および果実品質に及ぼす影響について、同一樹齢の立ち木仕立て樹(開心自然形,根域制限なし,以下立ち木区とする)と比較調査した(各区3~4樹供試)。

(1) 作業性調査 33才男性作業員(身長182cm)を対象として2008年5月に摘蕾作業における所要時間,脚立使用割合,作業時の心拍数を,7月に摘果作業における所要時間,脚立使用割合を,12月には女性作業員(身長155~160cm)3名による収穫作業における所要時間を調査した。摘蕾作業時の心拍数は心電計(ALICE AM01-M01 ナデックス社)を用い,各試験区の作業時および休憩時(10分間)に測定した。また,2007年11月には試験樹の全果実において地上からの着果位置を測定し,作業員の身長を155cm(女性の平均身長並み)と想定した場合に予想される作業姿勢を推定した。

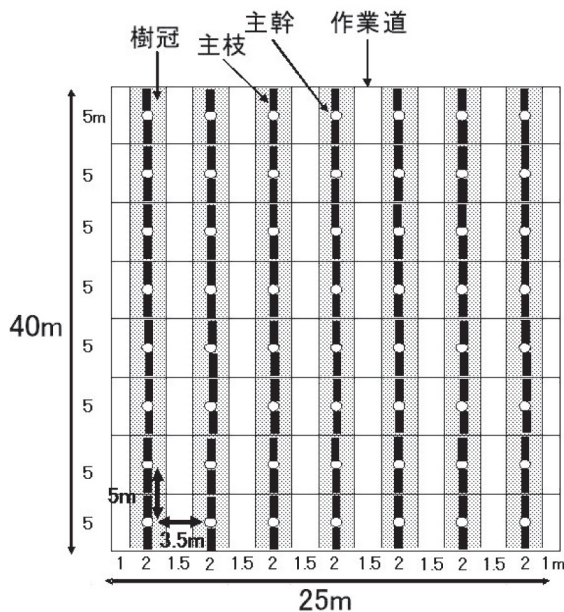
(2) 生育・収量調査 2006~2008年の4月に1樹内の結果母枝数とその長さを,4~5月にかけて着蕾数を調査した。さらに,2006年と2007年の7月中旬に生理落果率(生理落果後の着果数/摘蕾後の着蕾数×100)を調査した。摘果は両区とも生理落果終了後の7月中下旬に葉果比20(慣行)で実施した(摘果は福岡県農業技術課(2007)に準じ,結果母枝の長さによって調整した)が,2008年の一文字区では樹勢の制御と収量の確保を目的に葉果比15とした。なお,仕立て法の違いと着果数の関係を明らかにするために,1樹当たりあるいは結果母枝当たりの着果(収穫果)数を調査した。

仕立て法の違いと収量性の関係を明らかにするために1樹当たり収量を結実開始した2001年より2008年の間(2005年データ欠測),収穫期の11月下旬~12月上旬にかけて適宜収穫・調査した。また,10a当たり収量は2001~2003年まで一文字区では株間2.5m(総主枝長に相当),列間3.5m(うち樹冠幅2m,通路1.5m)の並木植えの栽植本数105本/10aで算出し,間伐実施後の2004年および2006~2008年は,株間5m(総主枝長に相当)の並木植え(第2図),栽植本数56本/10aで算出した。一方,立ち木区は2001~2003年まで株間4m×列間4mの計画密植(4倍植え),栽植本数64本/10a(福岡県果樹栽培技術指針2007)で算出し,一次間伐実施後の2004年および2006~2008年は,株間5.6m×列間5.6mの計画密植(2倍植え),栽植本数32本/10aで算出した。

2006~2008年には収穫終了後の12月に樹冠面積を調査(樹冠面積の算出方法はいずれの区も最大樹冠横幅(m)×最大樹冠縦幅(m)で算出)し,樹冠面積1㎡当たりの収量を算出した。

(3) 果実品質調査 結実開始後6年に当たる2006年から2008年までの3カ年間,果実品質を調査した。調査方法は,1樹につき10~20果採取し,果径(横径,縦径),果実重,果皮色(果頂部,赤道部,果底部:カキ用果実カラーチャート(旧農林水産省果樹試験場作成)使用),汚損程度(0:無~3:多の4段階),

へたすき程度(0:無~3:大の4段階)を調査後,果頂部から果底部にかけてくさび形に果実を切除し,その搾汁液を果実糖度(液体糖度計PAL-1,アタゴ社)の測定に供試した。また,果肉硬度はユニバーサル果実硬度計を用いて,果実赤道断面2カ所を測定し,その平均値で表した。



第2図 超低樹高一文字整枝のモデル的栽植距離

3 超低樹高一文字整枝における側枝への環状はく皮処理が果実品質に及ぼす影響

2007年に超低樹高一文字整枝(根域制限なし)を4樹(9年生)供試した。同一樹内の使用年数が3年程度の強大な側枝(基部径が30mm以上)を選定し,1本を環状はく皮区,1本を無処理区として供試した。環状はく皮処理は仕上げ摘果終了後の6月29日に処理幅1cmで行い,はく皮部の被覆は行わなかった。収穫期の11月19日に試験区内の果実を一斉に収穫し,果実品質を調査した。なお,調査には試験区内のすべての果実(1区4~7果)を供試した。

結 果

1 超低樹高一文字整枝の特徴

超低樹高一文字整枝は樹高が2m程度であり,慣行の立ち木栽培(同約3.5m)や平棚栽培(同約3m)と比べて顕著に低く,低樹高化が可能な整枝法である(第1図)。1樹内において側枝齢別の結果母枝数を調査し,全結果母枝数に対する構成割合を算出したところ,立ち木区では4年以上の側枝に全結果母枝の45%程度が存在するのに対し,一文字区では枝齢の若い側枝上の結果母枝の割合が高い傾向にあった(第1表)。また,第2図に示すとおり,一文字区では樹冠が一直線に繋がっており,多くの果実が主枝に並行して存在し,樹冠と並行して作業道を確保することも可能であった。

第1表 仕立て法の違いと側枝齢別の結果母枝構成割合 (2006～2008年平均¹⁾)

試験区	側枝齢別の結果母枝構成割合 (%) ²⁾			
	1年生 ³⁾	2年生	3年生	4年生以上
一文字	24.9	34.9	30.3	9.8
立ち木	16.2	22.7	15.7	45.4

1) 各年とも 4月に調査

2) 各側枝上に存在する結果母枝の割合

3) 前年の不定芽由来の新梢に相当 (本年の結果母枝として利用可)

2 仕立て法の違いが作業性、収量および果実品質に及ぼす影響

(1) 作業性調査 一文字区では樹高が顕著に低くなることから、生育期の主な管理作業である摘蕾、摘果、収穫のいずれの作業においても脚立は不要で、摘果作業では作業時間が有意に短くなった (第2表)。さらに、摘蕾作業時の平均心拍数は立ち木区で最も多くなり、また、最大心拍数も立ち木区で多い傾向にあった (第3表)。特に立ち木区では、6段脚立の最上段での作業時に最大の心拍数を示した (データ略)。また、収穫期における全果実の着果位置は立ち木区では地上 67～311cm で平均着果位置は約 170cm に対し、一文字区では地上 63～153cm で同約 100cm と顕著に低くなった (第4表)。これらの着果位置から推定される収穫時の作業姿勢 (作業員の身長を 155cm とした場合) は、立ち木区では脚立・踏み台作業から座り込み作業まで多種の作業姿勢が出現し、特に作業負担が大きいとされる脚立や踏み台作業、肩上・手上げの作業姿勢が多く出現することが推定された (第3図)。一方、一文字区では中腰姿勢が多くなるものの、作業負担が比較的小さい手下げ姿勢が 70% 近く出現することが推定された。

(2) 生育・収量調査 1樹当たりの結果母枝数は年次を経るごとに立ち木区で有意に多くなったが、結果母枝長は仕立て法による違いはなく、結果母枝当たりの着蕾数は仕立て法による一定の傾向は認められなかった (第5表、一部データ略)。2006年、2007年とも生理落果率が立ち木区で有意に高かった (第6表) が、1樹当たりの着果数は仕立て法の違いにかかわらず増加傾向にあり、結果母枝当たりの着果数は一文字区で多くなった (第7表)。1樹当たり収量は結実開始以降 2007年まで仕立て法による有意な差はなかったが、2008年は立ち木区で有意に多かった。また、10a 当たり収量は一文字区で安定して多い傾向にあり、特に 2006年以降は立ち木区より有意に多く、2008年

は約 2.3t/10a と立ち木栽培の成園並みの収量が得られた。さらに、結実開始からの 8年間 (うち 1年は欠測) の 10a 当たりの累積収量も一文字区で 4.6t ほど多かった (第4図)。また、樹冠面積 1m² 当たりの収量は 2006年以降、年次を経るごとに一文字区で多くなった (データ略)。

(3) 果実品質調査 果実品質は果径 (横径)、果実重、果皮色、果実糖度等で年次による変動が認められたが、その他の品質も含め仕立て法による違いはほとんどなく、へたすきの発生程度がわずかに立ち木区で多くなる程度であった (第8表)。

3 超低樹高一文字整枝における側枝への環状はく皮処理が果実品質に及ぼす影響

側枝への環状はく皮処理により、果実重と果実糖度が顕著に増加し、果頂部等果皮色が促進される傾向にあった (第9表)。また、環状はく皮処理によりへたすき程度がやや大きくなる傾向にあったが、有意な差ではなかった。なお、環状はく皮部はビニールテープ等で保護せず露出させたままであったため、収穫期になってもゆ合することはなかった (データ略)。

第3表 摘蕾作業¹⁾時の心拍数²⁾ (2008年)

試験区	平均心拍数 (拍/分)	最大心拍数 (拍/分)
一文字	86.6b ³⁾	99.5
立ち木	90.1a	110.4
休憩	83.9c	—
F検定	** ⁴⁾	—

1) 摘蕾作業に使用した脚立はアルミ製で高さ 1.8m (6段)

2) 心拍数は心電計にて調査 (被験者 33 才男性)

調査の手順は、まず一文字区の摘蕾を行い、10分間の休憩をとった後、立ち木区の摘蕾を行い、再度10分間の休憩を行い、この工程を 3回繰り返した

3) Tukeyの多重検定により、異文字間には 1%水準で有意差あり

4) F検定により、**は 1%水準で有意差あり

第4表 仕立て法の違いと果実の着果位置 (2007年)

試験区	全果実の 着果位置 ¹⁾ (cm)	平均着果位置 (cm)
一文字	63～153	103.9
立ち木	67～311	170.2
t検定	—	** ²⁾

1) 2007年11月に地上部からの高さを調査

2) t検定より、**は 1%水準で有意差あり

第2表 仕立て法の違いと生育期における管理作業時間¹⁾ (2008年)

試験区	摘蕾 ²⁾		摘果		収穫	
	1蕾当たり (秒/蕾)	脚立割合 ³⁾ (%)	1果当たり (秒/果)	脚立割合 (%)	1果当たり (秒/果)	脚立割合 (%)
一文字	2.4	0	5.4	0	4.3	0
立ち木	3.1	61.9	8.1	49.6	7.3	57.1
t検定	ns ⁴⁾	—	*	—	ns	—

1) 各作業時間に脚立移動時間は含まない

2) 摘蕾、摘果は男性 (身長 182cm) 1名、収穫は女性 (身長 155～160cm) 3名で実施

3) 脚立割合は各管理作業における脚立を使用して作業した時間の割合

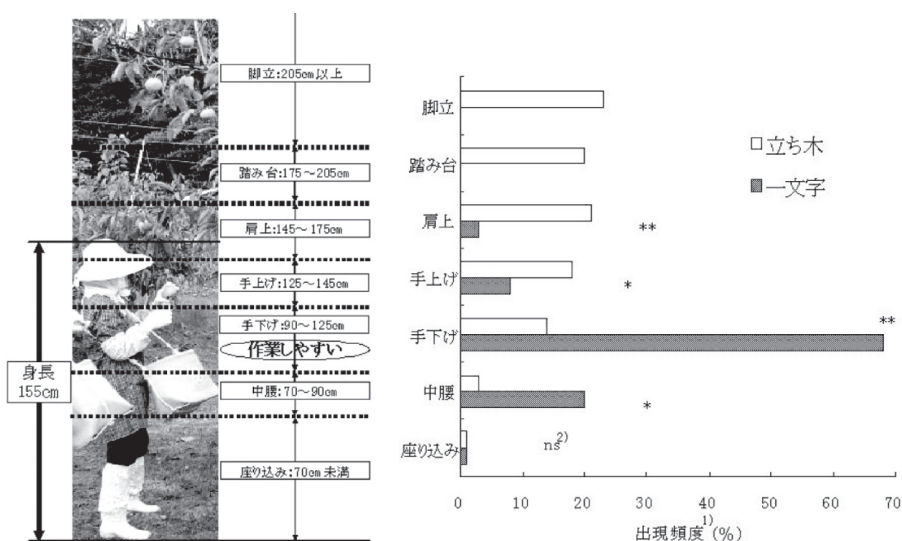
4) t検定により、*は 5%水準で有意差あり、nsは 5%水準で有意差なし

第5表 仕立て法の違いと結果母枝数、着蕾数¹⁾ (2006~2008年)

試験区	1樹当たりの結果母枝数 (本/樹)			結果母枝当たり着蕾数 (蕾/結果母枝)			
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	平均
一文字	56.3	60.3	81.7	7.5	5.7	7.9	7.0
立ち木	65.3	97.3	131.0	6.8	6.7	5.1	6.2
t検定	ns ²⁾	*	**	ns	ns	**	ns

1) 各年とも結果母枝数は 4月調査, 着蕾数は 4月下旬~ 5月上旬調査

2) t検定により, **は 1%水準で, *は 5%水準で有意差あり, nsは 5%水準で有意差なし



第3図 着果位置から推定される仕立て法の違いと収穫時の作業姿勢の出現頻度 (2007年)

1) 全果実の着果位置から作業姿勢を推定(作業員の身長を 155cmと想定)

2) t検定により, **は 1%水準で, *は 5%水準で有意差あり, nsは 5%水準で有意差なし

第6表 仕立て法の違いと生理落果率¹⁾ (2006, 2007年)

試験区	生理落果率 (%)	
	2006	2007
一文字	17.7	7.7
立ち木	32.4	14.2
t検定	** ²⁾	**

1) 両年とも 7月中旬調査

生理落果率: 生理落果後の着果数/摘蕾後の着蕾数×100

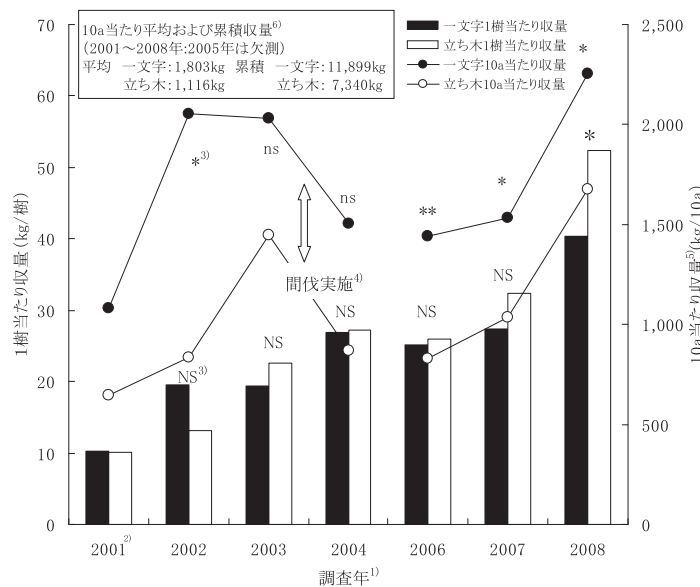
2) t検定により, **は 1%水準で有意差あり

第7表 仕立て法の違いと着果数¹⁾ (2006~2008年)

試験区	1樹当たりの着果数 (果/樹)			結果母枝当たり着果数 (果/結果母枝)			
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	平均
一文字	94.8	106.3	153.3	1.78	1.77	1.92	1.82
立ち木	95.3	139.0	183.0	1.43	1.44	1.39	1.42
t検定	ns ²⁾	*	ns	*	*	ns	*

1) 生理落果終了後の着果 (収穫果) 数を示す

2) t検定により, *は 5%水準で有意差あり, nsは 5%水準で有意差なし



第4図 仕立て法の違いと収量(2001～2008年)

- 1) 2005年はデータ欠測
- 2) 2001年は統計結果欠測
- 3) t検定により, **は 1%水準で, *, *は 5%水準で有意差あり, NS, nsは 5%水準で有意差なし (大文字は 1樹当たり収量, 小文字は10a当たり収量を示す)
- 4) 2003年収穫終了後に (一次) 間伐実施
- 5) 10a当たり収量の算出基礎
一文字:2001～2003年;栽植本数 105本/10a
(株間2.5m×列間3.5m)
2004年, 2006～2008年;栽植本数56本/10a
(株間 5m×列間3.5m)
立ち木:2001～2003年;栽植本数64本/10a
(株間 4m×列間 4m: 4倍植え)
2004年, 2006～2008年;栽植本数32本/10a
(株間5.6m×列間5.6m: 2倍植え)
- 6) 2001～2008年 (2005年欠測) の10a当たりの平均および累積収量は, いずれも 1%水準で仕立て法による有意差あり

第8表 仕立て法の違いと果実品質 (2006～2008年)

年次	試験区	果径 (mm)		果実重 (g)	果皮色 (カラーチャート値)			果実糖度 (Brix)	果肉硬度 ¹⁾ (kg)	汚損 ²⁾ へたすき ²⁾	
		横径	縦径		果頂部	赤道部	果底部				
2006	一文字	90.6	64.6	280	5.0	5.0	5.0	15.5ab ⁴⁾	1.54bc	0.1	0.8
	立ち木	88.9	63.9	289	5.1	5.2	5.2	14.1b	1.29c	0.1	1.2
2007	一文字	86.7	62.9	266	4.8	5.1	5.0	15.6ab	1.78ab	0.2	1.0
	立ち木	83.2	61.8	238	5.2	5.0	4.9	15.7ab	1.91a	0.2	1.5
2008	一文字	90.4	64.2	295	5.6	5.4	5.4	16.2a	1.63b	0.0	0.5
	立ち木	92.3	62.9	308	5.6	5.5	5.5	16.5a	1.59b	0.1	0.8
年次		* ³⁾	ns	**	**	*	*	**	**	ns	ns
仕立て法		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
交互作用		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns

1) 果肉硬度はユニバーサル果実硬度計で測定

2) 汚損は 0(無)～ 3(多)の 4段階, へたすきは 0(無)～ 3(大)の 4段階で評価

3) 二元配置分散分析により, **は 1%水準で, *は 5%水準で有意差あり, nsは 5%水準で有意差なし

4) Tukeyの多重検定により, 異文字間は 5%水準で有意差あり

第9表 強大な側枝に対する環状はく皮処理と果実品質 (2007年)

試験区	果実重 (g)	果皮色 (カラーチャート値)			果実糖度 (Brix)	果肉硬度 ¹⁾ (kg)	汚損 ²⁾	へたすき ²⁾
		果頂部	赤道部	果底部				
はく皮	270	5.1	5.6	5.7	16.5	2.0	0.4	1.5
無処理	222	4.3	4.4	4.3	15.5	2.2	0.0	0.4
t検定	* ³⁾	*	ns	ns	*	ns	ns	ns

1) 果肉硬度はユニバーサル果実硬度計で測定

2) 汚損は 0(無)～ 3(多)の 4段階, へたすきは 0(無)～ 3(大)の 4段階で評価

3) t検定より, *は 5%水準で有意差あり, nsは 5%水準で有意差なし

考 察

超低樹高一文字整枝は, 樹高が 2m程度と同樹齢の立ち木仕立て樹 (同約3.5m) と比べて樹高が低く, 地上からの高さ90～ 125cmの範囲に多くの果実が分布した。立ち木栽培では各管理作業時に脚立の使用が50～60%程度必要となるが, 低樹高化により各管理作業に脚立は不要となり, 摘果時間が立ち木栽培の70%程度に短縮した。さらに, 作業員の身長を 155cmと想定した場合, 収穫作業の約70%が手下げ姿勢となることが明らかとなった。通常, 脚立上での作業は地上

での作業と比べて不安定な姿勢が多く, さらに脚立の移動や昇り降りといった一連の作業が加わるため, 作業者の負担は大きいと考えられている。本報告では摘果作業時の心拍数を比較し, 脚立が必要な立ち木栽培よりも超低樹高一文字整枝で心拍数が有意に少なくなり, 作業者の負担が軽減されることが示唆された。また, 超低樹高一文字整枝と平棚栽培との直接比較は行っていないが, これまでの研究で平棚栽培は各管理作業時間が立ち木栽培の70～80%であるとの報告があり (林 2000), 超低樹高一文字整枝は平棚栽培とほぼ同程度の作業時間短縮効果があると推測された。一方,

着果位置が約1.8m付近に多く分布し、各管理作業に脚立がほとんど不要な平棚栽培でも、摘蕾作業時における肩部の疲労度は立ち木栽培との間に有意な差はないとしており（林 2000）、肩上等の作業姿勢が少ない超低樹高一文字整枝で作業負担が小さくなることが推察された。

管理作業における作業動線は、作業員の移動距離に関連するなど作業効率を左右する重要な項目である。ブドウの短梢せん定では、長梢せん定よりせん定作業が単純化されるだけでなく、作業員の移動が直線的に行われるため効率的な作業管理が可能で、長梢せん定と比べて20%程度作業時間が短縮するとされている（山梨県果樹園芸協会 2007）。立ち木栽培では果実が垂直方向だけでなく水平方向にも着果しているため、作業員の移動距離が長くなる傾向にある。平棚栽培でも脚立は不要であるものの、水平方向には果実が樹冠全体にまんべんなく着果し、作業員の移動距離は長くなりやすい。これに対し、超低樹高一文字整枝では第2図に示すとおり樹冠が一直線に繋がっており、果実も主枝に並行して着果している。このことから、作業員は直線的に移動することができ、移動時間に無駄がなくなり、その結果、作業時間の短縮につながる可能性が示唆された。

次に、低樹高化で問題となるのは収量性である。郷ら（1986）は低樹高化に伴い収量性の低下を指摘し、その対策として密植を推奨している。文室（1999）は、「刀根早生」の低樹高栽培で 303～455本/10aの超密植により、樹齢 5～8年生の樹で 4～5t/10aの収量が得られ、早期収量確保が可能であることを明らかにしている。また、井上ら（1999）も「富有」の底面ネット栽培において株間 2mの密植栽培で成園化後 4～6t/10aの収量が確保できることを示唆しているが、いずれの栽培法も列間が短く、スピードスプレーヤ（以下、SSとする）や運搬車等の導入は不可能な状況にある。本研究でも、超低樹高一文字整枝の収量性を高めるために 105本/10a程度の密植栽培を行い、早期収量確保が可能であることを示した。その場合の収量は 1.5～2t/10aと、これまでの低樹高超密植栽培の報告に比べて低いが、超低樹高一文字整枝は作業道を広く確保することによりSSや運搬車を利用することができ、軽作業化を可能とする栽培法であるため、導入の可能性も十分にあると考えられる。

結果母枝当たりの着蕾数は、仕立て法による一定の傾向はみられなかったが、生理落果率は超低樹高一文字整枝で立ち木栽培に比べて低く、結果母枝当たりの着果数が多かった。林ら（2004）は、平棚栽培では結果母枝当たりの着蕾数が増加し、生理落果率が低下するなど収量確保に有効であり、それらの要因の一つとして結果母枝の誘引による効果をあげている。本研究では、結果母枝を多めに配置し、上向きに立っている結果母枝を中心に誘引を図ったことで、生理落果が軽減され、着果数や収量の確保につながったと推察される。

以上のことから、超低樹高一文字整枝は脚立作業の解消、手下げ作業姿勢割合の増加、作業動線の直線化等、軽作業化が可能だけでなく、早期に慣行の立ち木栽培の成園並の収量確保を可能とする整枝法である

と考えられる。しかし、本研究は根域制限条件下による結果であり、根域無制限条件下での着蕾性や収量性等については、地上部と地下部のバランスや新梢の伸長程度等を考慮しながら、樹冠面積の拡大、結果母枝数や着果負担の多少等が樹勢に及ぼす影響についてさらなる検討が必要である。

文室（1999）は、カキの葉果比の違いにより果実重が変動することを指摘しており、葉果比が小さいほど着果負担は多く果実が小さくなりやすくなる一方で、果皮色や果実糖度には差がないとしている。さらに立ち木栽培の下層部では光環境の劣化により、着色が悪くなったり小果となることを指摘している。本研究でも、立ち木栽培の下層部では品質の劣る果実が散見された。一方、超低樹高一文字整枝では結果母枝や側枝の誘引による着果数の確保を図り、さらに4年以上の側枝を原則としてせん定時に切除することで樹内の側枝年数は若くなり、その結果、葉材比が大きくなり、葉で作られた同化産物の果実への転流が促進され、さらに樹勢をやや強め（4年程度経過した側枝を切除した部分から不定芽由来の新梢が2～3本発生する程度）に維持することで立ち木栽培と同程度の果実品質が維持できると考えられる。また、2008年の超低樹高一文字整枝では、「富有」の着果基準である葉果比20（福岡県農業技術課 2007）より多い葉果比15としたが果実肥大に顕著な差はなかった。不定芽由来の新梢の葉数が増加した分、果実肥大に及ぼす影響は小さかったと推察され、葉果比15でも立ち木栽培並みの果実品質が維持できると思われる。

一方、主幹近くの基部径が大きい側枝では栄養生長が盛んとなり、生理落果や果実肥大不良等が発生しやすかった。そこで、これら強大な側枝に対して環状はく皮処理を実施したところ、果実肥大が顕著に促進され、果頂部の着色が向上する傾向にあり、果実糖度が増加した。カキに対する環状はく皮処理については、藤本・前阪（1998）や千々和ら（2008）が6月中旬の処理で16～40%程度の果実肥大促進効果や果皮色の促進、果実糖度の増加等を明らかにしており、本研究の効果を支持するものであった。なお、藤本・前阪（1998）ははく皮処理による樹勢の低下を懸念しているが、超低樹高一文字整枝では、はく皮処理をした強大な側枝はせん定時に切除することを前提とするため、ゆ合不良等による樹勢への影響は小さいと考えられる。また、環状はく皮処理時間は1側枝当たり1分程度（データ略）で、1樹に対して処理に該当する側枝は3～4本程度、10a当たり約3～4時間程度の作業時間の増加につながるが、管理作業時間全体の短縮効果と比較すると、これらの増加分は経営上大きな影響はないと考えられる。

超低樹高一文字整枝のせん定については、原則として4年以上の側枝を基部から切除し、残った2～3年生側枝の切り返しや不定芽由来の新梢の誘引によって樹冠を埋めていく作業が必要となる。一方で、のこぎり等を使用して切除する側枝が明確となることや、結果母枝や側枝の配置を平面的に検討できること等によりせん定作業の単純化が可能となり、経験年数の浅い作業員でも十分対応できる整枝法と考えられる。また、薬剤防除に関してもSSの導入が困難なほ場において、

手散布による薬剤防除を行わざる得ない場合、低樹高化による薬剤散布作業における心拍数増加率が立ち木栽培と比べて20%程度低下し、薬剤付着量の増加が明らかとなっており（米田ら 2004, 米田ら 2007）、今回開発した超低樹高一文字整枝でも薬剤散布の軽作業化や病虫害防除効果の向上等同様の効果が期待できる。

今回新たに開発した超低樹高一文字整枝法は、作業員の作業負担の軽減や効率性、安全性を重視した栽培法として、栽培経験の浅い作業員等、雇用を前提とした大規模栽培園や、体力面での負担が大きくなる高齢生産者等を対象とした導入が考えられる。超低樹高一文字整枝棚の設置コストは平棚と同等以下の約74万円/10a程度必要であり、今後は設置コストの低減を模索するとともに、早期成園化技術の確立や「太秋」等の高単価な有望品種への適用などを図る必要がある。

引用文献

- 千々和浩幸・藤島宏之・白石美樹夫（2008）側枝への環状剥皮によるカキ「富有」ならびに「松本早生富有」の果実品質向上.園学研7別2：141.
- 藤本欣司・前阪和夫（1998）環状はく皮がカキ「平核無」の果実肥大及び品質に及ぼす影響.和歌山果樹試研報10：11－24.
- 藤島宏之・白石美樹夫・下村昌二・堀江裕一郎（2005）環状はく皮処理がブドウ「ピオーネ」の果実品質に及ぼす影響.園学研4：313－318.
- 福井博一（1998）農業技術大系果樹編 4カキ.農山漁村文化協会，東京，基礎編p19－39.
- 福岡県果樹振興協議会・福岡県農業協同組合連合会（1998）かき棚栽培手引書，福岡，p.1－28.
- 福岡県農業技術課（2007）福岡県果樹栽培技術指針.カキ.福岡，p.125－146.
- 文室政彦（1999）カキ（*Diospyros kaki* L.f.）の低樹高栽培に関する研究.滋賀農試特研報21：1－189.
- 郷 隆雄・矢井治夫・後藤光憲・松村博行・松永晴夫（1986）カキの低樹高栽培に関する研究.岐阜農試研報15：54－69.
- 林 公彦（2000）農業技術大系果樹編 4カキ.農山漁村文化協会，東京，技術編p132の2－9.
- 林 公彦・千々和浩幸・牛島孝策（2002）急傾斜地でのカキ平棚仕立て栽培における整枝法と収量、果実品質および作業性.園学雑別2：275.
- 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.
- 井上雅央・今川順一・浦崎孝行・前川寛之・小田道宏（1999）カキの底面ネット（テーパー型）の開発.園学雑68別2：207.
- 神尾真司・塚本 實・田口 誠・柳瀬関三・松村博行（2005）クリの省力化および生産性の向上を可能とする超低樹高栽培法（改良型岐阜方式低樹高栽培法）の開発.農業および園芸.80：270－277.
- 松本和紀・牛島孝策・矢羽田二郎・巢山拓郎（2006）ワセウンシュウの高うねマルチ栽培における作業性および収益性.福岡農総試研報25：71－75.
- 森口一志・矢野 隆・新開志帆・佐川正典・井上久雄・越智政勝（2002）キウイフルーツの生育期の環状剥皮による果実肥大効果，果実品質及び樹体への影響.愛媛果樹試研報15：55－65.
- 菅原 彰・野田智明・稲川 裕・松村裕司（2009）高所作業台車および低樹高化によるおい性台木M26を用いたリンゴ栽培の省力化と軽労化.北海道立農試集報93：47－51.
- 鈴木寛之・菅沼健二（2002）カキ「前川次郎」の主枝切下げと新梢へのリングング処理が生育・収量と作業性に及ぼす影響.愛知農総試研報34：139－146.
- 山岸主門（2005）果樹作業の軽労化.農耕と園芸11：50－55.
- 山梨県果樹園芸協会（編）（2007）葡萄の郷から.栽培管理の実際.山梨，p.32－47.
- 米田健一・前川寛之・井上雅央（2007）心拍数を指標としたカキ底面ネット栽培における薬剤散布作業強度の評価.奈良農総セ研報38：55－56.
- 米田健一・前川寛之・井上雅央・高藤晃雄（2004）シニアシュミレーターを利用したカキ底面ネット栽培における散布液付着状況の評価.農作業研究39：205－211.