

機械化作業に適したカキ軽労化栽培技術

三輪直邦*, 坂川和也**

The Improvement of the Mechanized Cultivation Technology for Labor-Saving on Japanese Persimmon (*Diospyros kaki* cv. Hiratanenasi)

Naokuni MIWA, Kazuya SAKAGAWA

高所での作業負担の大きい摘蕾および収穫の軽労化を図るため、樹形改造樹における高所作業車利用の軽労化の効果を検討した。摘蕾の作業効率は、高所作業車を利用した作業体系で3.4~3.9秒/蕾となり、脚立を利用した慣行作業体系の3.9秒/蕾に比べ高くなった。収穫の作業効率は、高所作業車を利用した作業体系で10.2~10.5秒/果となり、脚立を利用した慣行作業体系の12.5秒/果に比べ高くなった。摘蕾と収穫では、樹形改造樹の高所作業車の利用は、軽労化に効果的であることを明らかにした。

樹形改造では、垂主枝や側枝の切除が通常のせん定より増えるため、結果母枝数が減少することで収量の減少が懸念される。そこで、樹形改造後の収量確保を目的に、主枝・垂主枝の上部から発生した新梢をE型金具で誘引する側枝養成法を検討した。6月下旬から8月上旬にかけて、新梢をE型金具で水平に誘引した結果、翌年には誘引枝に1枝当たり6.6~7.2果が着果し、平均果重240~255g、糖度(Brix%)は15.4~16.3となり、通常の結果母枝の果実と同程度の果実品質であった。6月下旬から8月上旬におけるE型金具による新梢誘引は、結果母枝の養成に効果的であることを明らかにした。

キーワード：カキ、高所作業車、軽労化、誘引、E型金具、結果母枝養成

I. 緒言

福井県の主要果樹であるカキは、あわら市・南越前町などを中心に30ha程度の産地が形成され、そのほとんどが平坦地に位置し、傾斜地等に比べ作業性のよい土地条件にある。栽培品種は、主に渋カキの‘刀根早生’、‘平核無’で、その多くは植え付けから30年程度が経過している。カキは高木性で樹高が高くなりやすく、摘蕾や収穫など高所作業の負担が大きいため、栽培面積の拡大や高齢者の栽培維持が難しい。近年、生産者の高齢化等により栽培面積が減少傾向にあり、放任園の増加が懸念されている。

リンゴやオウトウなどの立木栽培における摘果等の着果管理や収穫などに幅広く利用できる高所作業車が市販されている。カキでは、国内の主要産地の多くが傾斜地に位置しているため、高所作業車の利用事例はほとんどなく、高所作業車の軽労効果や栽培体系を明らかにした

試験事例もほとんどない。また、高所作業車を既存園地で効率よく使用するためには、高所作業車の走行に支障となる骨格枝や作業台が進入できない骨格枝上部の側枝等の切除といった樹形改造が必要になる。このため、樹形改造樹では、慣行の整枝せん定樹に比べ結果母枝が不足することが考えられ、収量の減少が懸念される。

そこで、本県のカキの栽培面積の維持・拡大を図るため、平坦地で高い作業性と軽労化が望める高所作業車の軽労栽培体系を確立することを目的に、樹形改造樹における高所作業車の摘蕾および収穫の作業時間と作業効率を検討した。また、樹形改造による収量の減少を補うための側枝養成法を検討したので報告する。

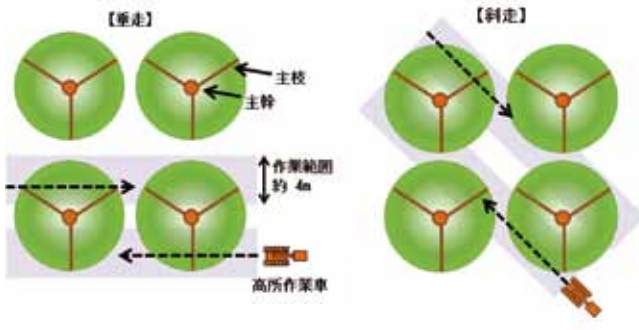
II. 試験方法

1. 樹形改造が摘蕾の作業時間に及ぼす影響

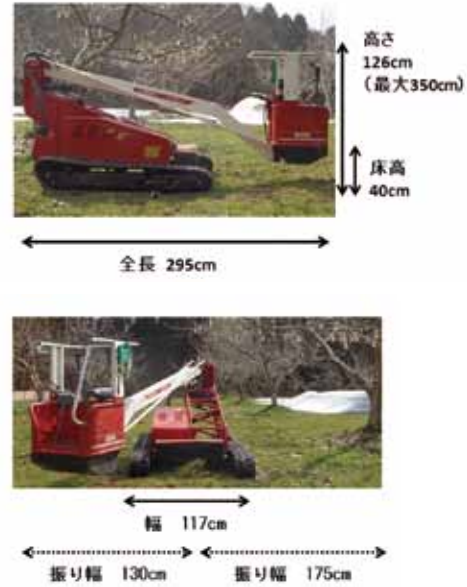
2011年3月、高所作業車の走行方向を考慮して樹形改

* 福井県園芸研究センター

** 福井県安全環境部環境政策課



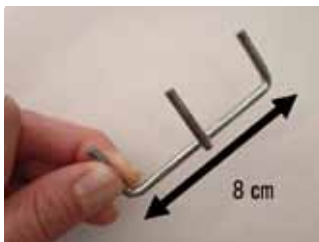
第1図 圃場における高所作業車の走行方向



第2図 高所作業車（共立 KCG-350-SH/1）の規格と作業範囲

造した。高所作業車の走行方向は、樹列に対し垂直方向に走行する場合（以下、「垂走」という。）と、斜め方向に走行する場合（以下、「斜走」という。）の2通りとした（第1図）。樹形改造は、摘蕾と収穫が脚立を使わずすべて地上および高所作業車からできることを前提とし、高所作業車で作業できない高所部や走行の支障となる枝をすべて切除した。供試樹は、12年生‘平核無’（変則主幹形3本主枝、植栽間隔8m×8m）を各処理3樹、無処理（慣行樹形）3樹とした。本試験で使用した高所作業車の規格と作業範囲は第2図のとおり。

摘蕾は、2011年6月3～6日に実施し、供試樹のすべての蕾において、1結果枝当たり1蕾を残してその他は摘蕾した。高所作業車を利用した作業体系では、初めに地上から作業できる着蕾部位についてすべて摘蕾し、その後、残りの蕾を高所作業車で摘蕾した。慣行樹形における脚立を利用した作業体系では、初めに3段脚立を持ち歩きながら地上もしくは3段脚立を利用して摘蕾し、3段脚立で摘蕾できない蕾は6段脚立を用いて摘蕾した。摘蕾の各作業において、摘蕾数、作業時間を調べた。



第3図 E型金具



第4図 E型金具による誘引

2. 樹形改造が収穫の作業時間に及ぼす影響

供試樹は、試験1と同じ樹を供試した。ただし、無処理（慣行樹形）については2樹供試した。

収穫は、2011年10月28日、11月2日、および11月8日に実施した。高所作業車を利用した作業体系では、始めに地上から作業できる果実について収穫した後、高所作業車を用いて収穫した。慣行樹形における脚立を利用した作業体系では、脚立を使わない地上からの収穫から始め、地上から収穫できない果実を3段脚立、6段脚立を用いて収穫した。収穫作業は、収穫カゴを用いてコンテナに移しながら行った。収穫時間は、各作業の収穫開始から終了まで測定し、果実をコンテナに移す時間は除いた。

3. 収量確保のためのE型金具を用いた側枝養成法の検討

1) 誘引時期の違いが翌年の着果数および果実品質に及ぼす影響

誘引は、リンゴの花芽安定着生のための誘引に使用されるE型金具を用いた(第3図)。樹形改造した樹において、骨格枝等の上部から発生した1m程度の新梢をE型金具を用いてできるだけ水平に誘引した。伸長中の新梢は、先端の数葉を摘心した(第4図)。誘引処理は、2011年6月20日、7月22日、8月1日に行い、誘引枝数は各供試樹20本とした。

2012年5月、誘引枝から発生した新梢に着蓄した蕾を1枝当たり1蕾に摘蓄した。その後は、傷果等生育不良果だけを摘果する着果管理とした。収穫は、2012年11月に随時行い、収穫果すべてについて果実重、糖度を測定した。

2) 誘引枝の生育特性と果実生産との関係

2012年4月25日および2013年1月21日、試験3-1で誘引処理した枝について、発生基部から1cm程度上部の直径を測定した。また、2012年4月25日に誘引枝長を、2013年1月21日に主幹から誘引枝の発生位置との距離をそれぞれ測定した。

4倍程度多かった。高所作業車の体系では、垂走、斜走ともに同じ傾向となり、地上と高所作業車の割合がそれぞれ50%程度と同程度であった。1蕾当たりの摘蓄時間で求めた摘蓄効率は、高所作業車利用体系(斜走)の高所作業車で3.3秒/蕾と最も高く、次いで高所作業車(斜走)の地上3.5秒/蕾、高所作業車(垂走)の地上3.7秒/蕾、慣行体系の地上および3段脚立利用、6段脚立利用、および高所作業車利用体系(垂走)での高所作業車で3.9秒/蕾の順に低かった。各作業体系の平均摘蓄効率は、高所作業車(斜走)が3.4秒/蕾で最も高く、次いで高所作業車(垂走)、慣行の順で低くなった(第1表)。摘蓄数は、慣行作業体系に比べ高所作業体系で少なくなったが、これは樹形改造により骨格枝を間引いたことによる骨結果母枝数の減少のためと考えられる。摘蓄時間は、摘蓄数が少ない作業体系で短くなる傾向となり、摘蓄効率の高低に比べ摘蓄数の多少の影響が大きかったと考えられる。摘蓄の作業効率は、地上からの作業で効率が低い傾向であるが、3段や6段の脚立を利用した場合でも作業性が大きく低下しなかった。これは、通常新梢1枝に4蕾程度の着蓄があり、作業者の作業範囲に多くの摘蓄可能な蕾が存在するため、脚立等の乗り降りにかかる時間の作業全体に占める割合が少なくなったためと考えられる。高所作業車を利用した作業体系は、脚立利用の作業体系に比べ作業効率が低いと言えるが、着蓄位置などの条件により、脚立利用体系とほぼ同等の場合もあると考えられる。1樹当たりの作業効率を高めるためには、高所作業車で作業しやすい部位に結果母枝を多くすることと併せて、最も効率的な地上からの作業割合を多くすること考えて樹形改造する必要がある。高所作業車の走行方向については、垂走に比べ斜走で作業効率が高かったが、次年度(2012年)では、垂走が斜走に比べ作業効率が高かったため(データ省略)、その当年度の着蓄位置などが影響していると考えられる。

Ⅲ. 結果および考察

1. 樹形改造が摘蓄の作業時間に及ぼす影響

慣行作業体系の摘蓄は、摘蓄数が平均で738蕾、摘蓄時間が平均で48.1分となり、高所作業車体系に比べ、摘蓄数、摘蓄時間ともに多かった。高所作業車体系では、斜走が摘蓄数599蕾、摘蓄時間34.2分、垂走が538蕾、33.8分と同程度であった。摘蓄割合は、慣行では地上と3段脚立での割合が81%を占め、6段脚立の19%に比べ

第1表 摘蓄作業体系別の摘蓄時間および摘蓄効率

摘蓄作業体系	摘蓄数 (蕾)	摘蓄時間 (分)	摘蓄割合 (%)		摘蓄効率 (秒/蕾)		
			地上+3段	6段	地上+3段	6段	平均
慣行	738	48.1	81	19	3.9	3.9	3.9
			地上	高所作業車	地上	高所作業車	平均
高所作業車(垂走)	538	33.8	53	47	3.7	3.9	3.8
高所作業車(斜走)	599	34.2	52	48	3.5	3.3	3.4

注) 数値は3反復平均を示す

第2表 収穫作業体系別の収穫時間と収穫効率

収穫作業体系	収穫果数 (果)	収穫時間 (分)	収穫割合 (%)			収穫効率 (秒/果)			
			地上	3段	6段	地上	3段	6段	平均
慣行	307	57.4	31	44	25	8.7	12.4	16.5	12.5
高所作業車(垂走)	278	46.1	62	38		10.1	10.9		10.5
高所作業車(斜走)	266	41.6	64	36		8.8	11.5		10.2

注) 数値は3反復平均(慣行は2反復平均)を示す

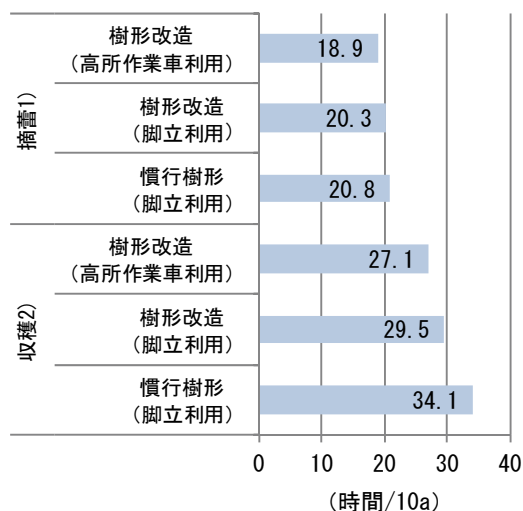
2. 樹形改造が収穫の作業時間に及ぼす影響

慣行作業体系での収穫は、収穫果数が平均で307果、収穫時間が平均で57.4分となり、高所作業車体系のそれぞれ278果、266果、および46.1分、41.6分と比べ、収穫果数、収穫時間ともに多かった。地上からの収穫割合は、高所作業車利用体系でそれぞれ62%、64%となり、慣行体系の31%と比べ高かった。慣行体系の収穫割合は、3段脚立利用で44%と最も高く、次いで地上からが31%、6段脚立利用が25%であった。高所作業車体系の収穫割合は、垂走と斜走でほぼ同程度の割合となり、地上からが62%および64%、高所作業車利用が38%および36%であった。収穫効率は、地上からの収穫が8.8~10.1秒/果と最も効率が高く、次いで高所作業車利用の10.9~11.5秒/果、3段脚立利用が12.4秒/果、6段脚立利用が16.5秒/果であった(第2表)。

収穫では、地上からの作業効率が最も高く、次いで高所作業車、3段脚立、6段脚立利用の順であった。摘蕾と同じく、脚立等を使用しない地上からの作業性が最もよいことから、樹形改造する場合は、地上から作業できる

枝をできるだけ多くするせん定が必要である。高所作業車は、脚立より作業の効率が高いため、積極的な利用を検討する必要がある。また、作業効率が高だけでなく、脚立作業に比べ脚立の持ち運びや乗り降りの労力が軽減でき、肉体的疲労の軽減も期待できる。さらに、リング栽培で高所作業台車を利用した場合、慣行の脚立利用に比べ心拍数の増加が低く抑えられた報告がある¹⁾。このことから、本試験では、作業負担に関する調査は実施していないが、高所作業車利用により労働負荷軽減の効果も期待できると考えられる。

樹形改造樹における高所作業車利用による10a当たりの作業時間の短縮効果は、摘蕾で2時間程度、収穫で7時間程度と推察される。樹形改造した樹を脚立で作業すると仮定した場合においても、摘蕾で0.5時間程度、収穫で2時間程度の作業時間短縮効果が想定され、作業の効率化に樹形改造は効果的と考える(第5図)。供試した試験圃場では、スピードスプレーヤによる防除など、通常の栽培管理は垂走方向で行っているため、高所作業車の垂走に支障となる枝が斜走の場合に比べ少なく、樹形改造がしやすかった。今回の試験では、摘蕾においては斜走が垂走に比べ作業効率が高かったが、収穫においてはほぼ同等と考えると、普及の現場で垂走と斜走のどちらを採用するかは、日頃の栽培管理のしやすさや植栽間隔などを考慮して決定すればよいと考える。



第5図 各作業体系における10a当たりの作業時間

注1) 2012年の調査データから算出(データ省略)

注2) 2011年の調査データから算出。収穫については10,000果/10a着果と仮定して算出

3. 収量確保のためのE型金具を用いた側枝養成法の検討

1) 誘引時期の違いが翌年の収量および果実品質に及ぼす影響

E型金具による誘引枝の着果枝数は、6月20日処理で18本と最も多く、次いで7月22日処理の17本、8月1日処理の13本の順に少なかった。誘引枝の果数および収量は、着果枝数が多い処理日で多く、6月20日処理で120果30.5kg、7月22日処理で113果28.2kg、8月1日処理で93果22.3kgであった。1樹の収量に占める誘引枝の収量の割合は、16~20%であった。平均着果数は、8月1日処理で7.2果/枝と最も多く、6月20日処理で6.7果/枝、7月22日処理で6.6果/枝となった。平均果重は、6月20日処理で255

第3表 E型金具による誘引時期の違いと果実生産の関係

処理月日	処理枝数 (本)	着果枝数 (本)	果数 (果)	平均着果数 (果/枝)	収量 ¹⁾ (kg)	平均果重 ²⁾ (g)	糖度 ²⁾ (Brix%)
6月20日	20	18	120	6.7	30.5 (18)	255 (275)	15.4 (15.7)
7月22日	20	17	113	6.6	28.2 (20)	250 (255)	15.7 (15.2)
8月1日	20	13	93	7.2	22.3 (16)	240 (243)	16.3 (14.7)

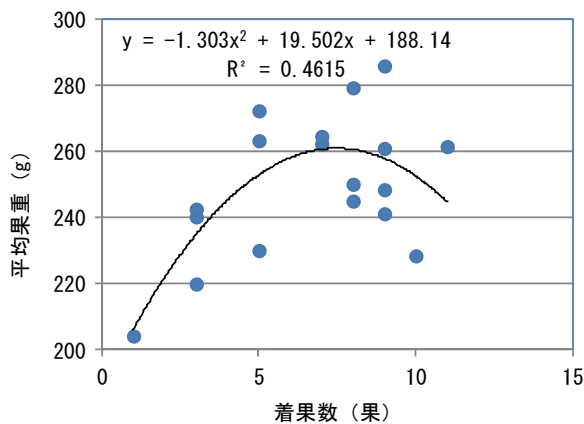
- 1) ()内数値は1樹あたりに占める割合
2) ()内数値は慣行結果母枝の果実における測定値

g, 7月22日処理で250g, 8月1日処理で240gとなり, 同一樹の慣行結果母枝の平均果重に比べやや小さかった。糖度(Brix%)は, 8月1日処理で16.3と最も高く, 次いで7月22日処理で15.7, 6月22日処理で15.4となった。慣行結果母枝の糖度と比べ, 6月22日処理の誘引枝の糖度は低かったが, その他の処理日では誘引枝の糖度が高かった(第3表)。

誘引処理時期が早いほど, 着果枝数, 収量は多く, 平均果重は大きくなる傾向であったが, 本試験以外での結果では7月11日処理が8月1日処理と同等の結果枝数, 収量であった(データ省略)。このため, 6月下旬から8月上旬であれば誘引処理時期に関わらずほぼ同程度の収量が確保できると考える。また, 新梢がE型金具で誘引できる1m程度の長さになる時期は, 6月下旬頃であり, その後順次新梢が発生・伸長し, 8月上旬頃には新梢基部が茶色に木質化してくる。誘引時に木質化していると折損する可能性があるため, 誘引処理の適期は, 6月下旬から7月下旬であると考えられる。

カキの雌花の花芽分化期は, 6月下旬から7月上旬と考えられている²⁾。本試験では, 6月下旬から8月上旬にかけて誘引処理したが, 着果に大きな差異は認められなかったことから, E型金具による誘引が花芽分化に与える影響は少ないと考えられる。

誘引枝における着果数と平均果重には相関関係が見ら



第6図 誘引枝(6月20日処理)の着果数と平均果重との関係
注) データ数n=18, 5%水準で有意差あり

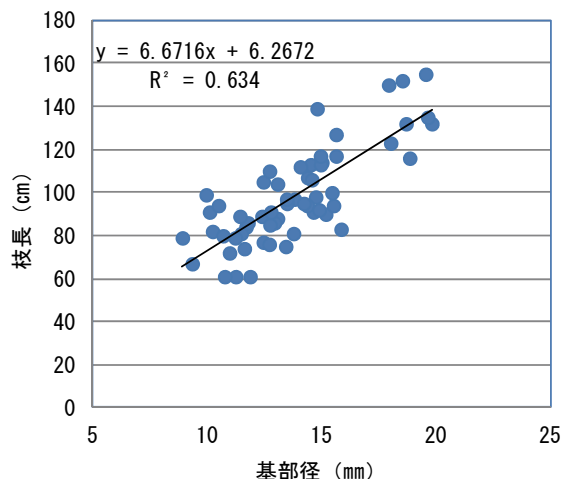
れ, 6月20日処理枝では, 着果数が少ない処理枝で平均果重は小さく, 着果数が7~8果/枝で最も平均果重が大きくなり, それ以上の着果数では小さくなる傾向であった(第6図)。その他の処理日においても同様の傾向が見られた。このため, 誘引枝の1枝当たりの着果基準は, 7~8果と考えられる。慣行栽培では, 結果母枝長が30cm程度の場合が多く, 1枝当たり2~3果を着果させる。誘引枝長は平均1m程度と慣行の結果母枝に比べ3倍程度長く, 1枝当たりの果実生産性も3倍程度高いと考えられる。

E型金具で養成した‘刀根早生’の側枝では, 誘引の翌々年でも慣行結果母枝と同等の果実が生産できたが, 3年目では長大化して樹形を乱す側枝が増えたことから(データ省略), 養成した側枝は2年程度果実生産に利用できると考える。

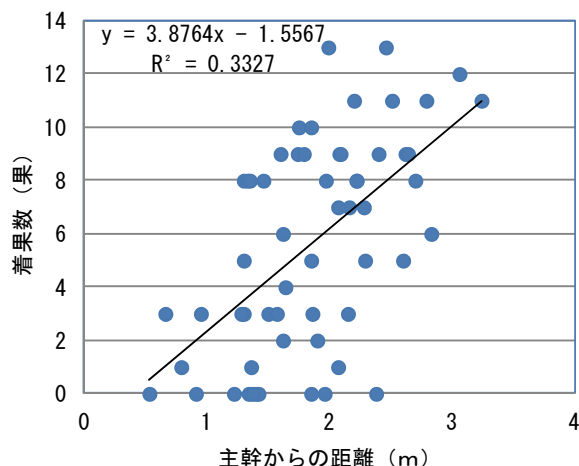
2) 誘引枝の生育特性と果実生産との関係

誘引処理翌年(2012年4月)の処理枝の基部径は, 枝長と相関が高く, 基部径が太い枝で枝長が長かった(第7図)。収穫後の基部径(2013年1月)は, 枝長との相関が少なくなった(データ省略)。また, 基部径, 枝長と果実品質(平均果重および糖度)との関係は判然としなかった(データ省略)。基部径と果実品質との関係は判然としなかったが, 誘引枝を側枝として2年以上利用する場合, できるだけ基部径が細く短い新梢を誘引する必要がある。しかし, 短い新梢は曲げ部から新梢先端までの枝自重が軽いので, 金具を取り付けても水平にならず枝先が立ち上がった姿勢となり, 誘引翌年, 勢力の旺盛な新梢が発生して誘引枝の基部径を太らせることになる。逆に, 長すぎる誘引枝は, 枝重と着果量が多くなることにより下垂し, 高所作業車等での作業性を低下させる。このため, 誘引する新梢は, 1m程度の長さが適当と考える。

誘引に用いる新梢の発生位置についても検討した。誘引枝の着果数は, 主幹から離れた誘引枝ほど着果数が多い傾向であった(第8図)。通常, 果樹では植え付け位置(主幹部)から近いところで枝伸長(栄養成長)が旺盛になりやすい。また, 徒長枝が立ちやすく, 樹冠周辺部



第7図 誘引枝の基部径(2012年4月)と枝長との関係
注) データ数 n=59, 5%水準で有意差あり



第8図 誘引枝の主幹からの距離と着果数との関係
注) データ数 n=58, 5%水準で有意差あり

に比べ受光態勢が悪いため、主幹から近いところでは花芽着生が少なかったことにより着果数が少なかったと考えられる。1枝6果程度の果実を安定的に着果させるためには、主幹から2m程度離れた部位の新梢を誘引する必要がある。

誘引後の管理の注意点として、誘引後、新梢の勢力が旺盛なときは先端が2次伸長する場合があるので、伸長枝は元から摘心する。次年度、曲げ部近くから勢力の強い新梢が発生した場合、随時芽かきで取り除く。E型金具は、新梢の肥大に伴い枝に食い込むため、枝の水平姿勢が固まる誘引当年の9月～10月に取り除く。

以上により、カキの摘蕾・収穫では、樹形改造して高所作業車を利用することで軽労化が見込まれ、慣行の脚立利用体系においても樹形改造は労働力軽減効果があることを明らかにした。また、E型金具を用いた新梢誘引によって樹形改造樹の収量確保が可能となる。

引用文献

- 1) 太田智彦, 山田祐一, 猪之奥康治, 宮崎昌宏, 小林研, 吉永慶太, 中山夏希, 金光幹雄, (株)サンワ, 畠良七, 福田典明 (2010) : 果樹の高所作業を軽労化する左右水平制御機能付き小型電動高所作業台車. 普及成果情報(農研機構)
- 2) 西田光夫, 池田勇 (1961) : カキの花芽分化に関する研究. 東海近畿農試研報, 園芸 6, 15-37

The Improvement of the Mechanized Cultivation Technology for Labor-Saving on Japanese Persimmon (*Diospyros kaki* cv. Hiratanenasi)

Key words:

aerial work platform, E-form clips, Japanese Persimmon, labor-saving, nurture the fruit bearing branches, training

Naokuni MIWA, Kazuya SAKAGAWA

Summary

For reducing the labor time and burden of both disbudding and harvesting on high space, we investigated the effect of the aerial work platform on the form-remodeling tree of Japanese persimmon. The disbudding was performed on all branches remaining one flower bud in early June. The work efficiency of using the aerial work platform was 3.4 to 3.9 seconds per bud; it is higher than that of using the stepladder (3.9 seconds per bud). The harvesting efficiency of using the aerial work platform was 10.2 to 10.5 seconds per fruit; it is also higher than that of using the stepladder (12.5 seconds per fruit). These results suggested that using the aerial work platform was very effective to labor-saving on disbudding and harvesting of the form-remodeling trees.

On the other hand, the form-remodeling needs the pruning of the secondary scaffold branches and/or lateral branches more than the usual pruning. So it will be concerned to reduce the fruit yield resulting from the reduction of the fruit bearing branches. So we examined the effect of the E-form clips to the training of the current shoots which grow on the primary and secondary scaffold branches for increasing of fruit yield. The current shoots were trained by E-form clips horizontally in late June to early August, the fruit yield was 6.6 to 7.2 fruits per branch, the average fruit weight was 240 to 255 gram per fruit, and Brix was 15.6 to 16.3. These data were equivalent to usual pruning. Hence, this result assumed that the training of the current shoots by E-form clips is very useful to nurture the fruit bearing branches from late June to early August.