

カキ‘西条’の果実発育に及ぼす側枝結縛処理時期の影響

長谷川耕二郎・高山典雄*・北島 宣

(農学部暖地園芸学講座)

Effect of Branch Strapping Time on Fruit Growth in Persimmon ‘Saijo’

Kojiro HASEGAWA, Norio TAKAYAMA and Akira KITAJIMA

Chair of Horticulture, Faculty of Agriculture

Abstract : Experiments were conducted to analyze the effect of strapping time with covered insulated wires 2 mm in diameter (partial girdling) of lateral branch at full bloom (FB), 6 and 12 weeks after full bloom (AFB) on fruit set, fruit growth and carbohydrate accumulation of leaf, shoot and fruit in persimmon cv. Saijo 14 years old trees. The wire rings were not removed.

1. Percentages of fruit set were increased by lateral branch strapping at FB. Optimum response of fruit size increase was obtained by lateral branch strappings at FB, and the next was obtained by lateral branch strappings at 6W AFB. The other side, fruit size increase by lateral branch strappings at 12W AFB was not found.

2. At harvest, fruit size and weight were increased by lateral branch strapping at FB and 6W AFB and fruit yellow pigments were increased by lateral branch strapping at FB.

3. At middle time of stage 1 of fruit growth, carbohydrate accumulation of leaves and shoots were increased by lateral branch strapping at FB

These result indicate that carbohydrates accumulation of leaves and shoots at stage 1 of fruit growth could be related to fruit growth increase by lateral branch strapping at FB.

脚注 *現在：石川県農業総合研究所

緒 言

カキ‘西条’は、脱渋後の肉質が柔軟緻密で甘みが多く、品質は極上とされており、中・四国地方の代表的渋ガキ品種となっている¹⁾。しかし、他の品種と比べて果実はやや小ぶりで、果皮色が劣る欠点を持つため、果実の発育と果皮の着色を向上させる技術が望まれている。結縛処理は、針金を用いて枝を縛り、果実発育や品質を向上させ、花芽形成を促進させることを目的とした処理で、環状はく皮と同様の効果を期待したものである。

既報^{2,3)}で、カキ樹の側枝を針金の被覆線で結縛することにより、果実の肥大や着色が良好となり、果実品質の向上に効果があったと報告した。また、結縛処理は結果率を向上させ^{2,4)}、花芽形成を促進し花芽数を増加させ、翌年の着果数や収量を増加させたことを報告した^{2,3,4)}。しかし、カキ樹の結縛処理において、果実発育や花芽分化に深く関係している枝葉内成分の季節的な変化を調査した報告はほとんど見当たらない。そこで本研究では、果実発育や枝葉内成分に及ぼす結縛処理

の影響について明らかにするため、処理時期の違いが、果実発育や枝葉内成分の季節的变化に及ぼす影響について調査した。

材料および方法

本学研究室圃場に栽植の14年生‘西条’10樹を1996年に供試した。対照区(無処理)、満開時(5月23日)結縛区、満開6週間後(7月4日)結縛区、満開12週間後(8月15日)結縛区の4区を設け、1樹当たり各処理区3~4年生の側枝を2本(1区20本)ずつ供試した。満開時に1結果枝当たり1花(先端第1枝は2花)に摘花した。結縛処理は外径2.0mm(内径1.5mm)の被覆線を、側枝の基部から3.0cm上部に被覆線の約半分が食い込む程度にペンチで締め付けて行った。結縛処理に用いた被覆線は取り外さずにおいた。なお、各処理区とも満開時に‘禅寺丸’花粉(1倍)を用いて人工受粉を行った。満開時から生理落果終了時(7月25日)まで、各処理区のラベルした側枝の着果数を1週間間隔で調査し、結果率を算出した。5月23日から9月26日まで1週間間隔で、各処理区20果の果径(縦径、横径<長径、短径>)を、デジタルキャリパーを用いて測定した。ラベルした側枝の先端第1枝の新しょう長を、処理時から1ヶ月間隔でメジャーを用いて測定した。満開後、1ヶ月間隔でラベルした側枝の先端第1枝の基部から第5葉のクロロフィル含量を、葉緑素計SPAD-502を用いて測定した。満開時から2週間間隔で、側枝処理部(処理上部1cm、処理部、下部1cm)の枝直径をデジタルキャリパーで測定し、結縛処理部の癒合状態を調査した。9月上旬にラベルした側枝内の全ての新しょうについて、2次伸長の有無を調査し、2次伸長した新しょうの割合を夏枝発生率として算出した。

満開時、6月7日、6月23日、7月23日、8月23日、9月23日の計6回、代表的な結果枝を葉、果実が着生した状態で各処理区5本ずつ採取した。採取した結果枝について、長さ、基部直径、生体重を測定した。また、採取した結果枝の基部から第5葉の葉を用い、葉重、葉面積、葉身長、葉幅長を測定した。結果枝、葉それぞれの試料について酵素活性を停止させるために電子レンジに3分間かけ3日間通風乾燥した。乾物重を測定した後、乾物率を算出し、粉碎した試料を冷凍庫で凍結保存した。乾物重を葉面積で割ることにより、葉面積(1cm²)当たりの乾物葉重(mg/cm²)を算出した。結果枝の果実について果実重、果径(縦径、横径<長径、短径>)を測定した後、果実(果皮を含む)を細断して新鮮重を測定し、酵素活性を停止させるために電子レンジに1~2分かけた後、凍結乾燥した。乾燥後に乾物重を測定し、乾物率を算出した。乾燥試料は粉碎後冷凍庫で保存した。枝、葉、果実とも粉碎試料0.2gを10ml遠沈管にとり、80%エタノール5mlおよび内部標準として2%ペンタエリスリトール1mlを加え、1分間に3000回転で10分間の遠心分離をし、抽出を5回行った。その上澄み液を50mlメスフラスコにとり、除タンパクを行うため5%硫酸亜鉛溶液5mlと5%水酸化バリウム溶液5mlを加え、蒸留水で50mlに定容し、No.2のろ紙でろ過したものを糖の分析試料とした。分析は、高速液体クロマトグラフ(ポンプLC-4A、検出器RID-6A、データ処理装置CR-3A、以上島津制作所製、カラムWokosil 5NH2和光純薬工業社製)によって80%アセトニトリルを移動相として測定した。枝、葉の粉碎試料をケルダール法により窒素含量を測定した。枝、葉、果実のデンプン含量は、エタノール抽出残さを過塩素酸で抽出し、フェノール-硫酸法でデンプンの分解と呈色反応を行い、分光光度計で得られたブドウ糖含量に0.9を乗じて、試料のデンプン含量とした。

9月28日に果実を収穫し、各処理区50果の品質調査を行った。果重、果径(縦径、横径<長径、短径>)を測定し、果皮色はカキカラーチャートで果頂部および赤道部を測定した。果肉硬度はユニバーサル型果実硬度計で測定し、糖度は果汁をデジタル屈折糖度計で測定した。なお、果肉硬度

および糖度については、固形アルコールにより4日間脱渋後に測定した。1処理区20果について、脱渋前および脱渋後の糖含量を高速液体クロマトグラフによって分析した。

結 果

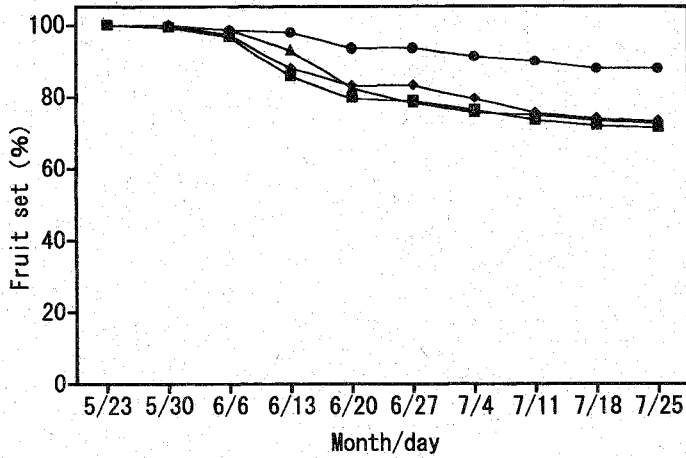


Fig. 1. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0 mm diameter) on fruit set in persimmon cv. Saijo.

- ; Strapping at full bloom,
- ▲ ; Strapping at 6 weeks after full bloom,
- ◆ ; Strapping at 12 weeks after full bloom,
- ; Control.

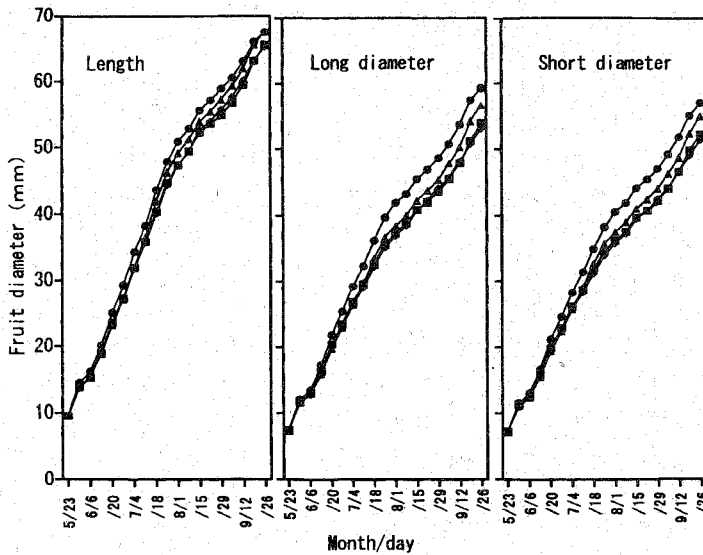


Fig. 2. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0 mm diameter) on fruit diameter in persimmon cv. Saijo.

- ; Strapping at full bloom,
- ▲ ; Strapping at 6 weeks after full bloom,
- ◆ ; Strapping at 12 weeks after full bloom,
- ; Control.

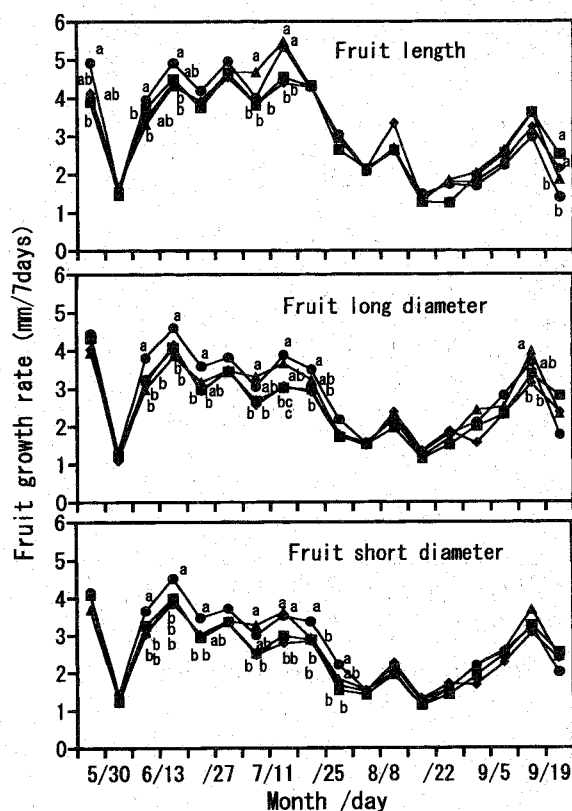


Fig. 3. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0 mm diameter) on fruit growth rate in persimmon cv. Saijo.

- ; Strapping at full bloom,
- ▲ ; Strapping at 6 weeks after full bloom,
- ◆ ; Strapping at 12 weeks after full bloom,
- ; Control.

Different letters mean significant at 5% level by Duncan's multiple range test.

新しょう長は、各処理区とも満開時の5月23日には21~24cmで、ほぼ伸長を停止しており、結縛処理の影響はみられなかった。満開時結縛処理の夏枝の発生率は6.4%であり、他の処理区の約3分の1であった。葉のクロロフィル含量は、満開時結縛処理によって低く推移する傾向がみられたが、9月23日ではSPAD値が51前後で処理間に差はみられなかった。葉の乾物率は、対照区では満開2週間後以降ほぼ一定で推移したが、満開時結縛区では処理後急速に増加し、対照区に比べて高い値で推移した (Fig. 4)。しかし、8月23日以降は各処理区で差はみられず、31~33%程度であった。1cm²当たりの乾物葉重も、満開時結縛処理により処理2週間後の6月7日から明らかに増加し、対照区に比べて高く推移した (Fig. 5)。また、満開6、12週間後結縛区においても処理により増加する傾向がみられたが、8月23日以降では各処理区間に有意な差はみられなかった。葉の炭水化物含量は、満開時結縛処理により果実成長第1期が終了する7月中旬まで増加した (Fig. 6)。しかし、9月23日では満開6週間後および満開12週間後結縛区で増加する傾向にあり、満開時結縛区では対照区より低下し、処理時期の違いによる炭水化物含量の季節的な変化は異なった。葉の炭

生理落果終了時 (7月25日) の結果率は、満開時結縛区において87.9%と他の処理区 (71.4~73.2%) に比べて高くなり、生理落果が抑制された (Fig. 1)。果実の縦径、横径 (長径、短径) の肥大経過を Fig. 2 に、果実肥大速度を Fig. 3 に示した。5月23日~7月18日が果実成長第1期、7月18日~8月22日は果実成長第2期、8月22日~9月26日が果実成長第3期であった。満開時結縛区の果実の縦径が、処理1週間後から有意に大きくなり始めた。また、満開6週間後結縛区においても、処理2週間後より果実の縦径が満開時結縛区に次いで大きくなり始めた。果実の横径は、満開時結縛区で処理3週間後から差が現れはじめ、成育期間を通し他の処理区と比べて大きくなった。しかし、満開12週間後結縛区では、処理の効果はみられず、果実の大きさは対照区と同様か、劣る傾向がみられた。満開時結縛処理により、果実成長初期の果実肥大速度が増加し、その効果は果実成長第2期の初めまで持続された。また、満開6週間後結縛区においても、結縛処理により果実肥大速度は増加したが、その効果は処理後2週間程度であった。しかし、果実成長第3期の横径の果実肥大速度が高くなる傾向がみられた。満開12週間後結縛区では、結縛処理による果実肥大の効果は認められなかった。

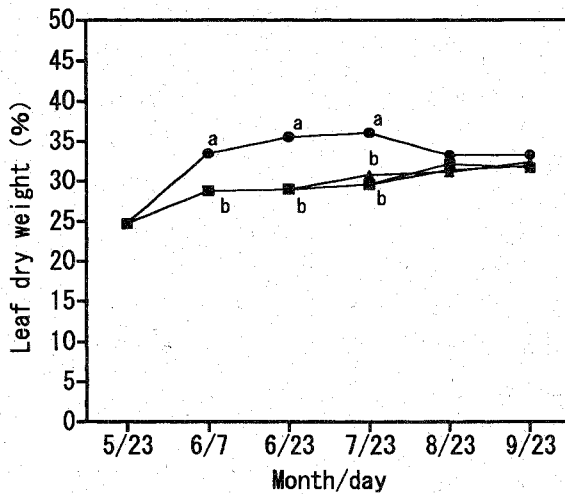


Fig. 4. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0 mm diameter) on percentage of leaf dry weight in persimmon cv. Saijo.

●; Strapping at full bloom,
▲; Strapping at 6 weeks after full bloom,
◆; Strapping at 12 weeks after full bloom,
■; Control.
Different letters mean significant at 5% level by Duncan's multiple range test.

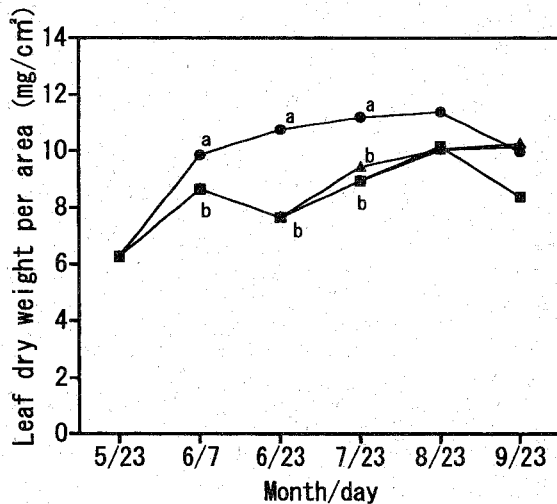


Fig. 5. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0 mm diameter) on leaf dry weight per unit area (cm^2) in persimmon cv. Saijo.

●; Strapping at full bloom,
▲; Strapping at 6 weeks after full bloom,
◆; Strapping at 12 weeks after full bloom,
■; Control.
Different letters mean significant at 5% level by Duncan's multiple range test.

水化物蓄積量 (葉 1 cm^2 当たりの炭水化物含量) は満開時結縛処理により、6月に著しく高くなった (Fig. 7). 葉の窒素含量は各処理区とも2%前後で推移し、満開時結縛区において6月中旬以降やや低くなる傾向がみられた。葉のC/N率は7月23日まで満開時結縛区が他の処理区より高く推移する傾向にあった。枝の乾物率は、成育期間を通して増加する傾向にあり、5月23日から9月23日の期間に約26%から43%前後に増加した。枝の炭水化物蓄積量は、満開時結縛区において果実成長第1期の前半の6月下旬において他の処理区より高かった (Fig. 8)。果実の炭水化物と全糖の蓄積量は成育期間を通して急増した (Fig. 9)。

収穫果実の品質では、満開時結縛区において果皮の着色が良好となり、果実の大きさが有意に大きかった (Table 1)。また、満開6週間後結縛区の果実も、果実重および縦径が満開時結縛区に次いで大きかった。しかし、満開12週間後結縛区では果実の大きさは、他の処理区に比べて小さかった。硬度、糖度、側溝の深さ、種子数については各処理区間に差はみられなかった。収穫果実の脱渋前の糖組成をFig.10に示した。各結縛処理区において、果糖とブドウ糖の割合が増加し、シヨ糖

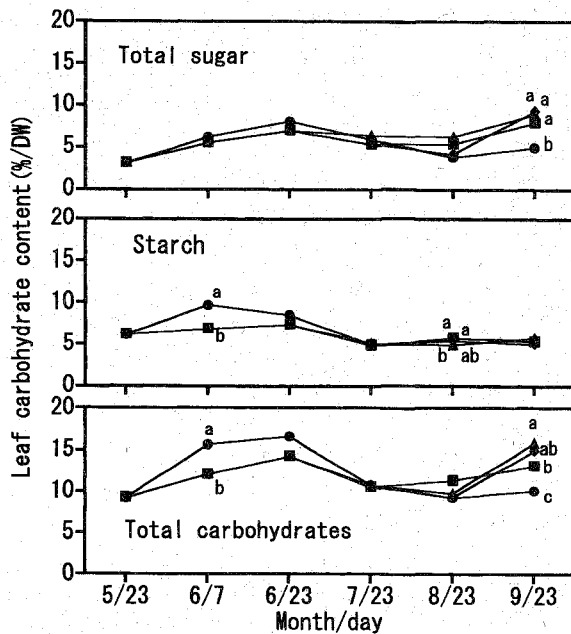


Fig. 6. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0 mm diameter) on carbohydrate content of leaf in persimmon cv. Saijo.

● ; Strapping at full bloom,
▲ ; Strapping at 6 weeks after full bloom,
◆ ; Strapping at 12 weeks after full bloom,
■ ; Control.

Different letters mean significant at 5 % level by Duncan's multiple range test.

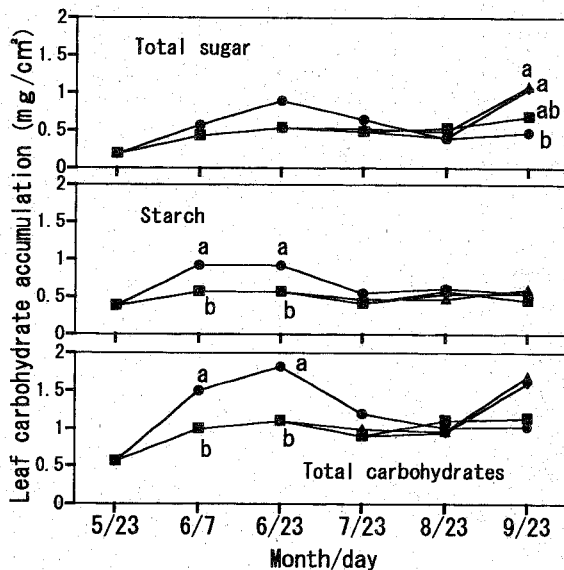


Fig. 7. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0mm diameter) on carbohydrate accumulation of leaf per unit area (cm²) in persimmon cv. Saijo.

● ; Strapping at full bloom,
▲ ; Strapping at 6 weeks after full bloom,
◆ ; Strapping at 12 weeks after full bloom,
■ ; Control.

Different letters mean significant at 5 % level by Duncan's multiple range test.

の割合が減少した。それに対し、対照区ではシヨ糖が53%であった。脱渋後の果実の糖組成において、シヨ糖の割合は、対照区で脱渋前に比べて低くなったが、結縛処理区では逆に高くなった。

満開時結縛処理により、処理上部の枝の直径が大きくなり、満開3ヶ月後の8月23日には、癒合組織が被覆線をほぼ覆っていた。また、満開6週間後結縛区においても、処理上部の枝径が徐々に増加した (Fig.11)。しかし、満開12週間後結縛区では処理上部での枝の肥大は9月26日でも全くみられなかった。満開時結縛区では、処理上部での枝の肥大速度が処理後急速に増加した。また、満

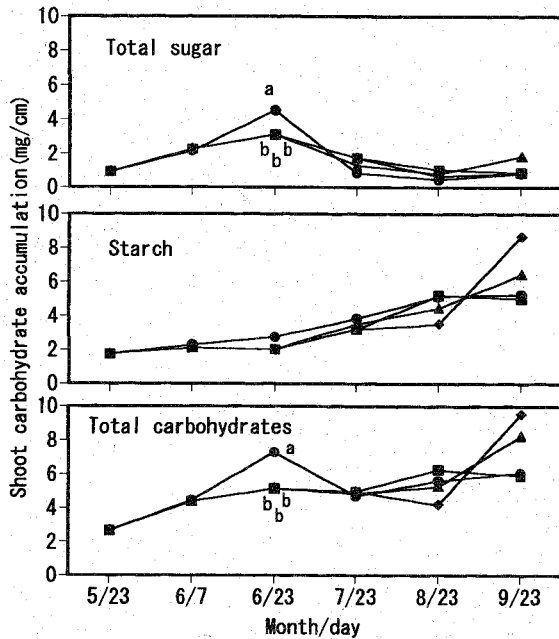


Fig. 8. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0 mm diameter) on carbohydrate accumulation of shoot per unit length (cm) in persimmon cv. Saijo. ●; Strapping at full bloom, ▲; Strapping at 6 weeks after full bloom, ◆; Strapping at 12 weeks after full bloom, ■; Control. Different letters mean significant at 5% level by Duncan's multiple range test.

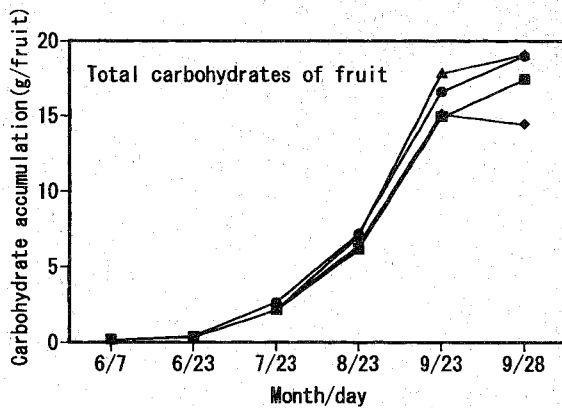


Fig. 9. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0 mm diameter) on carbohydrate accumulation of fruit in persimmon cv. Saijo. ●; Strapping at full bloom, ▲; Strapping at 6 weeks after full bloom, ◆; Strapping at 12 weeks after full bloom, ■; Control.

開6週間後結縛区においても処理上部での肥大速度が増加し、処理部の肥大速度も8月中旬まで徐々に増加する傾向にあった。しかし、満開6週間後結縛区および満開12週間後結縛区では、10月23日も被覆線は癒合組織に覆われていなかった。

考 察

カキ '西条' の果実発育は側枝結縛により、促進することが認められ、収穫果実は大きくなった。この果実肥大促進の効果は、結縛処理時期により異なり、満開時処理で顕著であった。果実肥大促進効果は満開6週間後処理でもみられたが、満開12週間後処理では認められなかった。Dayら⁵⁾は、ネクタリン品種 'メイファイヤー' を供試して、異なる4時期に主枝の環状はく皮を行い、果

Table 1. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0mm diameter) on fruit quality in persimmon cv. Saijo.

Time of strapping	Rind color ^a		Fruit weight (g)	Diameter		Length (mm)	Fresh ^b firmness (kg/cm ²)	Brix ^c values (%)	Number of seed	
	Fruit apex	Equatorial		Long size (mm)	Short size (mm)				Perfect	Imperfect
Control	2.9b ^a	2.7b	121b	66.7b	55.8b	54.3b	0.71a	15.5a	4.0a	1.0a
Full bloom	3.5a	3.0a	142a	68.8a	59.2a	57.0a	0.67a	15.3a	3.4a	1.4a
6 weeks after full bloom	3.1b	2.9ab	133a	69.1a	56.9b	55.2b	0.82a	15.5a	3.1a	1.1a
12 weeks after full bloom	3.0b	2.8b	111c	65.8b	54.0c	52.3c	0.75a	15.5a	3.2a	0.6a

^aColor chart value for japanese persimmon

^bValue after removing astringency by solid alcohol

^cDifferent letters within a column mean significant at 5 % level by Duncan's multiple range test

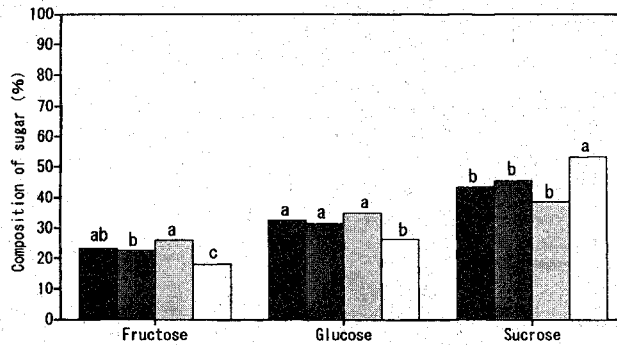


Fig.10. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0 mm diameter) on composition of fructose, glucose and sucrose of fruit in persimmon cv. Saijo at harvest.

Different letters mean significant at 5 % level by Duncan's multiple range test.

- ; Strapping at full bloom,
- ; Strapping at 6 weeks after full bloom,
- ; Strapping at 12 weeks after full bloom,
- ; Control

実成長第2期以前の剥皮が果実成長速度のピークを早めたことを報告している。また、中島ら⁶⁾は‘水晶ブタン’7年生樹の側枝を直径1.6mmの針金で締め付ける処理を時期を変えて行い、果実肥大初期以前の処理で果実肥大に効果があったことを報告している。このように、果実発育の早い時期の処理が果実肥大に効果があることを認めており、本実験の結果と一致した。しかし、これらの報告ではなぜ果実発育の早い時期の処理が果実肥大を促進するかについては明らかにされていない。そこで、結縛処理による枝葉の炭水化物含量の季節的な変化を調査した。結縛処理³⁾や環状はく皮⁵⁾により、葉面積1cm²当たりの乾物葉重が増加することが知られている。本実験においても、満開時結縛により処理2週間後から葉の乾物率や葉面積1cm²当たりの乾物葉重(比葉重)が8月下旬まで明らかに増加した。しかし、満開6週間後および満開12週間後結縛では、処理による増加はあまりみられず、処理時期の違いにより結縛処理の効果は大きく異なった。また、満開時結縛区の葉の乾物率や乾物葉重が8月下旬から他の処理区と差がみられなくなった。これは、処理

部を癒合組織が覆ってきた時期とほぼ一致しており、被覆線による師部の遮断効果がなくなった可能性が考えられる。一方、枝葉の炭水化物含量の季節的な変化を調査した結果、果実成長第1期前半の6月下旬まで、満開時結縛区の葉の炭水化物含量が顕著に増加していることが確認された。しかし、葉の炭水化物含量は7月下旬には対照区との差違が少なくなっており、癒合組織が覆ってきた時期よりも早かった。また、満開6週間後結縛区においても果実成長第3期での炭水化物含量が増加していたことから、処理時期が遅い場合には枝葉における炭水化物含量の増加が遅れてみられるものと考えられた。しかし、満開12週間後結縛区では処理による果実肥大の促進効果はみられなかった。これらのことから、果実成長第1期の葉の炭水化物含量の増加が、果実肥大促進にとって重要であることが示唆され、満開時結縛は果実成長第1期を通じて葉の炭水化物含量が高い値で推移するため、果実肥大が顕著に促進されたものと推察された。一方、満開12週間後結縛区で、処理後の果実肥大がみられなかったのは、夏枝発生による栄養成長との養分競合が激しくなったことが一因と考えられる。また、満開12週間後結縛区では側枝の処理部や処理上部での枝径の肥大もみられなかったことから、処理時期にはすでに側枝の肥大成長も緩慢になっており、被覆線が十分に締め付けられなかったことも考えられる。

モモを用いた環状はく皮⁵⁾や結縛処理⁷⁾により、果実発育パターンに違いが生じ、果実成長第2期が短縮されたと報告されている。しかし、本実験では満開時および満開6週間後処理は果実成長第2期以前の処理であったが、果実発育パターンに違いはみられず果実成長第2期の長さは無処理と変わらず、果実成長第1期または第3期の果実成長速度を高めることにより果実成長を促進したと考えられた。カキにおいても果実成長第2期の開始までの早い時期に結縛処理を行うことが果実肥大に有効であると考えられる。

以上のことから、結縛処理によるカキの果実肥大の促進は処理時期によって異なり、満開期の結縛処理が果実成長第1期における炭水化物の蓄積を促し、果実発育を良好にしたものと考えられた。

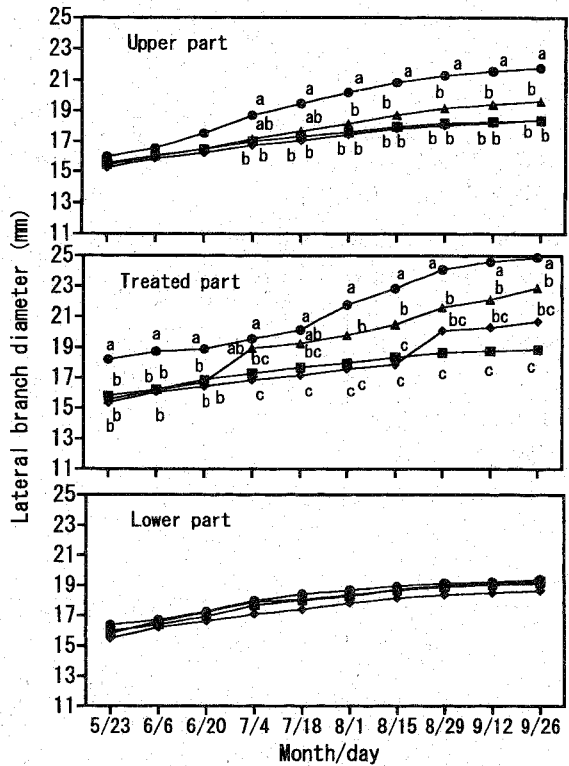


Fig.11. Effect of time of lateral branch strapping with wire (covered wire in 2.0 mm diameter) on lateral branch diameter in persimmon cv. Saijo.
 ●; Strapping at full bloom,
 ▲; Strapping at 6 weeks after full bloom,
 ◆; Strapping at 12 weeks after full bloom,
 ■; Control.
 Different letters mean significant at 5% level by Duncan's multiple range test.

要 約

カキ‘西条’の14年生成木を供試し、側枝に針金の被覆線で満開時、満開6週間後および満開12週間後に結縛処理を行い、枝葉と果実の炭水化物蓄積の変化と果実肥大の関係について検討した。なお、被覆線は取り外さなかった。

1. 満開時の結縛により、結実は増加し、果実成長第1期における果実成長速度が高まった。果径の増大に最も効果的な結縛の処理時期は満開時であり、次いで満開6週間後であり、満開12週間後処理では果実肥大効果は見られなかった。
2. 収穫時の果径と果実重の値は満開時と満開6週間後の結縛により高まり、特に、満開時結縛による果実肥大効果が大きかった。また、満開時の結縛処理では収穫時の果皮色が良好となった。
3. 満開時の結縛処理により、葉と新しょうの炭水化物蓄積量は果実成長第1期中期に对照区に比べて著しく高まった。

これらの結果から、果実成長第1期の枝と葉における炭水化物蓄積が満開時の側枝結縛による果実成長の増加と関連することが示唆された。

キーワード：カキ‘西条’，果実発育，結縛処理時期，炭水化物含量

引用文献

- 1) 広島県果樹試験場：種苗特性分類調査報告書(カキ)，p.164(1978)。
- 2) 長谷川耕二郎・中島芳和：カキ‘西条’および‘前川次郎’の開花ならびに果実品質に及ぼす側枝結縛の影響。園学雑，60，291-299(1991)。
- 3) 長谷川耕二郎・中島芳和：カキ‘西村早生’の果実生長に及ぼす側枝の環状はく皮ならびに結縛の影響。高知大学研報，41，39-45(1992)。
- 4) 長谷川耕二郎・傍島真人：カキの結実と果実品質並びに花芽形成に及ぼす垂主枝結縛の影響。熱帯農業，36，14-20(1992)。
- 5) DAY, K. R. and DEJONG, T. M. : Girdling of early season ‘Mayfire’ nectarinetrees. J. Hort. Sci. 65, 529-534 (1990)。
- 6) 中島芳和・水田 篤・杉野 等・スラメト スサント：ハウスブントンの果実発育に及ぼす側枝括約の影響。柑橘研究，15，7-12(1989)。
- 7) 長谷川耕二郎・中平智章・北島 宣：モモ‘白鳳’の果実品質に及ぼす側枝結縛時期の影響。高知大学研報，47,67-76(1999)。

平成13年(2001)10月5日受理

平成13年(2001)12月25日発行