

# モモのメドウ・オーチャード集約システムの試作 (第2報) 環状剥皮処理およびポリテープ結束処理が果実品質に及ぼす影響

上田 和幸・村田 隆一・沖嶋 秀史

## Adaptation of the Peach to the Intensive Meadow Orchard System.

### (2) Effects of Girdling and Binding with Polyethylene Tape on the Fruit Quality

Kazuyuki UEDA, Ryuichi MURATA and Hidehumi OKISIMA

モモのメドウ・オーチャード集約システムおよび慣行仕立て栽培において、枝幹における環状剥皮処理およびポリテープ結束処理が果実品質に及ぼす影響を検討した。

- 1) 環状剥皮処理は、果重および糖度が著しく増加したが、果実内全フェノール含量も高まり渋果の発生も多くなった。また、果実内全フェノール含量と渋味との間には、高い正の相関 ( $r = 0.91$ ) が確認された。
- 2) メドウ・オーチャード集約システム下でのポリテープ結束処理は、環状剥皮処理ほど顕著ではなかったものの、果重および糖度の向上に効果が認められた。しかも、果実内全フェノール含量の増加や渋果の発生はみられなかった。
- 3) 慣行仕立て樹においても環状剥皮処理により果実内全フェノール含量は増加した。しかし、収穫時に癒合していなかった枝の果実内全フェノール含量を100とすると、収穫1週間前に癒合した枝の同含量指数は69であり、収穫1週間前に癒合していれば果実内全フェノール含量は低下する傾向がうかがえた。

また、環状剥皮処理を行った同一樹内で環状剥皮処理を行わなかった枝の果実内全フェノール含量は、無処理樹果実の約1.5倍量となり、環状剥皮の影響が全樹体に及ぶ傾向がうかがえた。

## 1. 緒 言

前報<sup>10)</sup>では、モモのメドウ・オーチャード集約システムは収穫果の糖度が低く、小果であったが、硬核期初期に環状剥皮を施すことにより糖度は慣行栽培を上回り、また適度な夏季せん定を施せば果実肥大と糖度の向上に効果があることを明らかにした。

しかし、実験4年目の1990年5月に著しい降ひょう害を受け、樹勢が弱り、環状剥皮部の癒合が困難となってから、環状剥皮を施すと収穫果に渋味が発生し問題となった。

そこで本報では、環状剥皮をはじめとする各種枝幹処理と果実の渋味の発生について検討を加えた結果を報告する。

## 2. 材料及び方法

### 2.1 各種枝幹処理が果実品質に及ぼす影響

#### 2.1.1 メドウ・オーチャード集約システムにおける各種枝幹処理が果実品質に及ぼす影響

滋賀農試園芸分場植栽のメドウ・オーチャード集約システム栽培による7年生‘白鳳’を供試し1992年に実験を行った。

供試樹はそれぞれ樹勢のそろった樹を選び、無処理区、満開50日後環状剥皮区、満開60日後環状剥皮区、満開70日後環状剥皮区およびポリテープ結束処理区の5区を設け、各区2樹を供試した。

環状剥皮は主枝の基部に行い、剥皮幅はいずれも3mmとした。また、ポリテープの結束処理は5月28日(満開43日後)に荷作り用ポリエチレンテープ(商品名:ポリ平テープ)を用いて主枝の基部に10回巻

き付け、処理幅が約8 cm程度となるように行った。

なお、満開日は4月15日、収穫始めは7月20日であった。

適熟果を収穫し、果重および糖度を測定後、食味検査により渋味の判定を行った。糖度は果実の縫合線から90度側方の赤道部の果肉を厚さ約1 cmで切断し、屈折糖度計を用いて測定した。食味検査は園芸分場職員13名に渋味に対する感受性の試験を予め行い、その結果、感受性の特に高い2名を選んで評価を行った。また、果実の縫合線から90度側方の赤道部で糖度測定用採取部位から180度の部位の果肉を厚さ約1 cmで切断し、ただちに凍結保存し、1992年12月下旬全フェノール含量をFolin-Denis法により分析した。

### 2.1.2 慣行仕立て樹における各種枝幹処理が果実品質に及ぼす影響

農林水産省果樹試験場千代田試験地栽植の6年生‘あかつき’ (開心自然形) を供試し、1992年に実験を行った。

供試樹は樹勢、結実のそろった4樹を選んで環状剥皮処理 (処理幅3 mm)、ポリテープ結束処理 (処理幅約8 cm) および無処理区を設け、6月4日 (満開62日後) に処理を行った。

各処理は垂主枝単位で行い、2反復とし、各処理は垂主枝の基部で行った。また、ポリテープ結束処理の方法は実験2.1.1と同様である。

調査は環状剥皮処理樹の無処理枝の果実も含めて、収穫時期・糖度および果実内全フェノール含量について行った。なお果実の糖度および全フェノール含量等の分析は実験2.1.1と同じ方法によった。

また各種枝幹処理後、処理部から基部側および先端側へそれぞれ約2 cmの位置の枝径を測定して枝の肥大率を調査し、環状剥皮処理枝については処理部の癒合時期を調査した。

### 2.2 ポリテープ結束処理が果実および新梢の全糖および還元糖含量の蓄積に及ぼす影響

農林水産省果樹試験場千代田試験地栽植の6年生‘櫛形白桃’ 2樹を供試し、1992年に実験を行った。供試樹はいずれも2本主枝仕立てで、一方の主枝上の2年生側枝の基部にポリテープ結束を施し、他方の主枝を無処理とした。

ポリテープ結束の方法は実験2.1.1と同様であり、6月4日 (満開59日後) に処理を行った。

処理後約15日間隔で果実および新梢を採取し、果実については収穫期の7月15日まで、新梢についてはその後7月29日まで還元糖および全糖含量を調査した。

果実、新梢とも各処理区からの1回の採取数は、反復も含め各8点である。果実は、採取後ただちに果重を測定し、約1 cm角に細断後、ホモゲナイザーで磨砕し80%エタノールで抽出したものを糖分析の試料液とした。新梢は約50 cm長のもを選び、採取後ただちに摘葉したのち枝梢部について新鮮重を測定後、細断し通風乾燥機で110℃、1時間で酵素を失活させ、その後70℃、5時間乾燥して乾物重を測定した。乾燥させた新梢の枝梢部はミルで粉碎し、80%エタノールで80℃1.5時間抽出し、濾液を糖の分析に供した。

各試料液の還元糖はSomogyi-Nelson法で、全糖はアンスロン-硫酸法で定量した。

## 3. 結 果

### 3.1 各種枝幹処理が果実品質に及ぼす影響

#### 3.1.1 メドウ・オーチャード集約システムにおける各種枝幹処理が果実品質に及ぼす影響

メドウ・オーチャード集約システム栽培の‘白鳳’において各種枝幹処理が果実品質に及ぼす影響を表1に示した。環状剥皮処理によって果重および糖度ともに無処理区に比較して著しく増加した。特に満開50日後環状剥皮処理区では果重は約30%、糖度は屈折糖度計示度で約50%の増加を示した。また、果重および糖度ともに環状剥皮の処理時期が遅れるほどその効果も劣る傾向がうかがえた。

しかし、環状剥皮処理区は果実内全フェノール含量が無処理区に比べて約3~4倍と高くなり、食味検査による渋味の評価 (0~4の5段階評価) において全収穫果に渋味を感じ、評価の平均が2.0~2.7であった。

一方、ポリテープ結束処理については果重および糖度とも環状剥皮処理ほどその効果が顕著でなかったが、無処理区に比べるとそれぞれ約10%程度の向上効果が認められた。なお、果実内全フェノール含量は無処理区と大差がなく、渋味を感じた果実はまったくなかった。

表2に食味検査による渋味の評価と果実内全フェノール含量との関係を示した。「渋くない」と評価した果実の全フェノール含量は平均値で果重100gあたり94.7mg(以下単にmgで表示する)で、標準偏差は26.8であった。評価ごとの全フェノール含量の標準偏差は渋味の評価が高いほど大きかった。

食味検査による渋味の評価と果実内全フェノール含量との間には図1に示したとおり、高い正の相関が認められた。

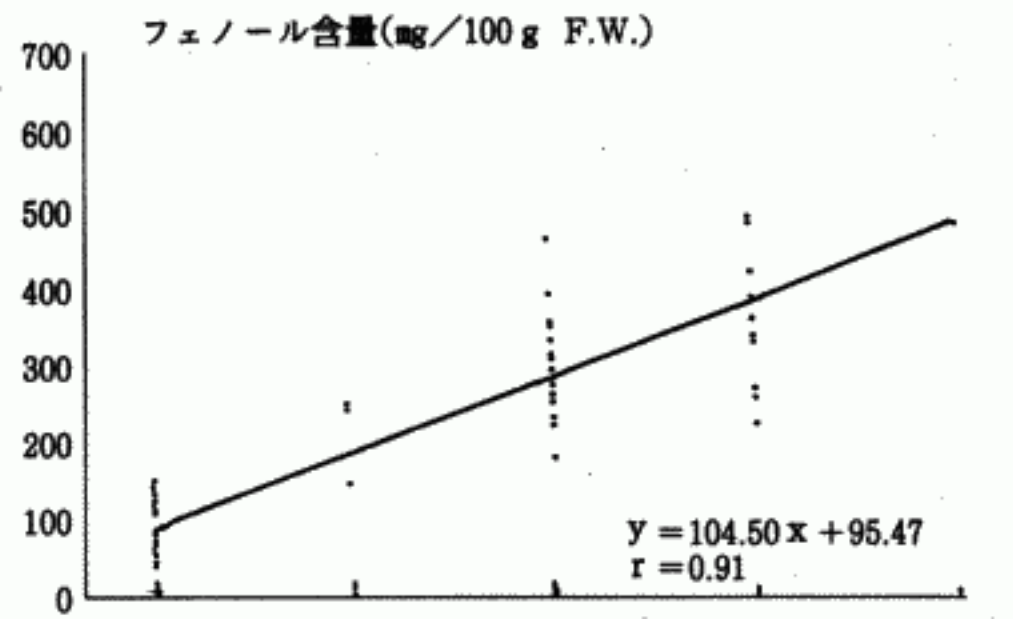


図1. 果実内全フェノール含量と渋味評価との関係

表1. メドウ・オーチャード集約システムにおける各種枝幹処理が果実品質に及ぼす影響

	果重(g)	糖度	全フェノール <sup>x</sup>	渋味評価 <sup>y</sup>
ポリテープ結束処理	216.3 <sup>c</sup>	12.3 <sup>c</sup>	90.8	0.0
満開50日後環状剥皮処理	248.3 <sup>a</sup>	16.6 <sup>a</sup>	415.1	2.0
満開60日後環状剥皮処理	232.0 <sup>b</sup>	15.5 <sup>ab</sup>	297.6	2.0
満開70日後環状剥皮処理	217.0 <sup>bc</sup>	14.5 <sup>b</sup>	288.9	2.7
無処理	191.5 <sup>d</sup>	10.9 <sup>d</sup>	96.3	0.0

注: 1) 品種 白鳳

2) X 果実内全フェノール含量 mg/100g F.W.

Y 渋味評価 0(渋くない)~4(非常に渋い)

3) 同一英小文字を付した平均値間にはNew multiple range test 5%有意水準で有意差が認められないことを示す。

表2. 食味検査による渋味評価と果実内全フェノール含量との関係

	渋くない	微かに渋い	やや渋い	渋い	非常に渋い
平均	94.7 <sup>a</sup>	227.2 <sup>b</sup>	309.2 <sup>c</sup>	379.8 <sup>d</sup>	592.8 <sup>e</sup>
最大値	159.2	266.6	490.5	522.3	675.4
最小値	42.2	156.3	189.5	239.1	510.2
標準偏差	26.8	61.6	76.2	96.9	116.8

注: 1) 果実内全フェノール含量 mg/100g F.W.

2) 同一英小文字を付した平均値間にはNew multiple range test 5%有意水準で有意差が認められないことを示す。

### 3.1.2 慣行仕立て樹における各種枝幹処理が果実品質に及ぼす影響

各処理が果実の収穫期および果実品質に及ぼす影響を表3に示した。果実の糖度は環状剥皮処理樹の処理枝では、無処理樹に比べて、屈折糖度計示度で0.9~2.2向上したが他の処理では糖度の向上はみられなかった。また、収穫期は環状剥皮処理樹の処理枝が無処理樹に比べて12日早くなり、ポリテープ結束処理樹でも7日早くなった。しかし、環状剥皮処理樹の

処理枝の果実は渋味がかすかに認められた。

環状剥皮処理樹では、環状剥皮を施した亜主枝間で癒合時期が著しく異なったため、果実内の全フェノール含量の調査はそれぞれの亜主枝ごとに行った。

その結果、環状剥皮処理後に癒合の遅れた処理枝-Bの果実内全フェノール含量を100とした場合、癒合が早かった処理枝-Aの果実は同指数が69で、無処理枝の果実は同指数が44、無処理樹果実は同指数

表3. 慣行仕立て樹における各種枝幹処理が果実品質に及ぼす影響

		糖度(Bx)	全フェノール <sup>X</sup>	渋味	収穫日
環状剥皮処理樹	処理枝-A <sup>Y</sup>	16.0	92.5	微	7/29
	処理枝-B <sup>Y</sup>	17.3	134.0	微	7/29
	無処理枝	14.8	58.8	無	8/10
ポリテープ結束処理樹	処理枝	15.0	46.3	無	8/3
無処理樹		15.1	39.8	無	8/10

注: 1) 品種 あかつき

2) X 果実内全フェノール含量 mg/100g F.W.

Y 7月23日の観察で、B枝が処理部全周の1/3程度の癒合を示したのに対し、A枝はほぼ完全に癒合していた (B枝はその後、8月3日の観察でも80%程度の癒合にとどまった。)

が30であった。このように、環状剥皮部分の癒合の早晚によって、果実内全フェノール含量に差を認めた。

しかし、ポリテープ結束処理では、果実内全フェノール含量は無処理枝と大差がなかった。

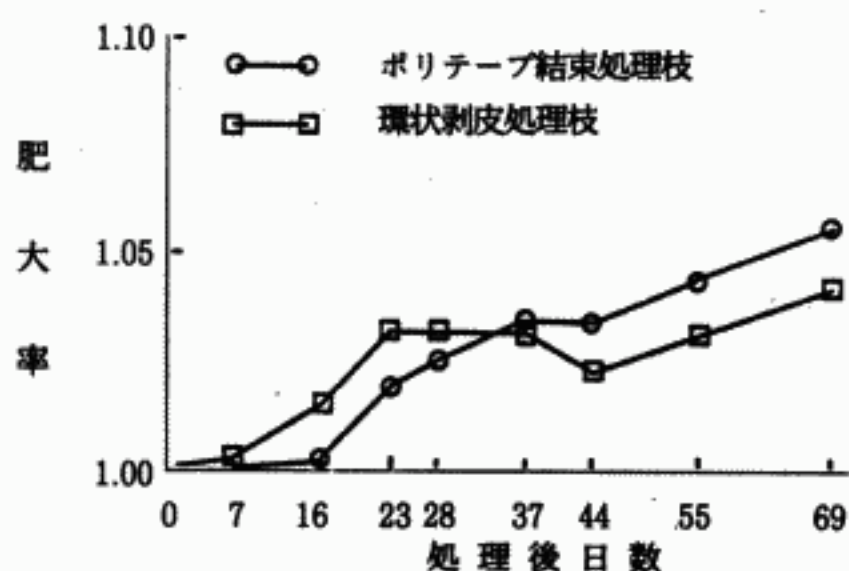
各処理が枝径肥大に及ぼす影響を図2に示した。ここでの肥大率は処理部から基部側へ約2cmの部位の枝径に対する先端側へ約2cmの部位の枝径の比を示したものであるが、ポリテープ結束処理および環状剥皮処理ともに、先端側での顕著な枝径肥大は認められなかった。

### 3.2 ポリテープ結束処理が果実および新梢の全糖および還元糖含量の蓄積に及ぼす影響

果実および新梢の還元糖含量の経時的変化を図3に示した。ポリテープ結束処理が果実、新梢の還元糖含量に及ぼす影響は明らかではなく、無処理区とほぼ同様の経過を示した。すなわち、果実においては処理後から収穫期に向けて漸減傾向であり、新梢についても同様であったが果実収穫後は漸増に転ずる傾向がうかがえた。

また、果実および新梢の全糖含量の経時変化を図4に示した。ポリテープ結束処理が全糖含量に及ぼす影響は、還元糖含量の変化と同様に明らかではなく、新梢では無処理区とほぼ同様の経過を示し、処理後から7月29日の最終調査までほとんど変化は認められなかった。一方、果実においては処理後から収穫期にかけて増加したものの無処理区ほど急激ではなかった。

ポリテープ結束処理が果重の増加に及ぼす影響を図5に示したが、ポリテープ結束処理による果重の増加効果は判然としなかった。



注: 肥大率 = A/B

A: 処理部から枝梢先端側約2cmの部位の枝径  
B: 処理部から枝梢基部側約2cmの部位の枝径

図2. 各処理が枝径肥大に及ぼす影響

## 4. 考 察

Erez<sup>1,2,3)</sup> がモモで開発したメドウ・オーチャード集約システムは、せん定の簡易化、低樹高による栽培管理時あるいは収穫時の労力軽減といった現在のモモ栽培がかかえる問題を解決する可能性を持っている。

Erezはこの方法で10aあたり4tから5tの収量を得ているが、1果平均重が100g以下の小果であり、日本の市場ではこのような小果はまったく商品価値がない。

そこで、本栽培システムにおける果実品質の向上を図る目的から、前報<sup>10)</sup>では、摘蕾・摘果・夏季せん定および環状剥皮処理等の効果を検討し、植栽3年間の結果を報じた。そしてこれらの処理によって果重は品種本来の標準値に近づき、糖度は慣行栽培よりも優ることを認めた。しかし、植栽4年目の1990年5月に著しい降ひょう害を受け、樹勢が弱り、環状剥皮

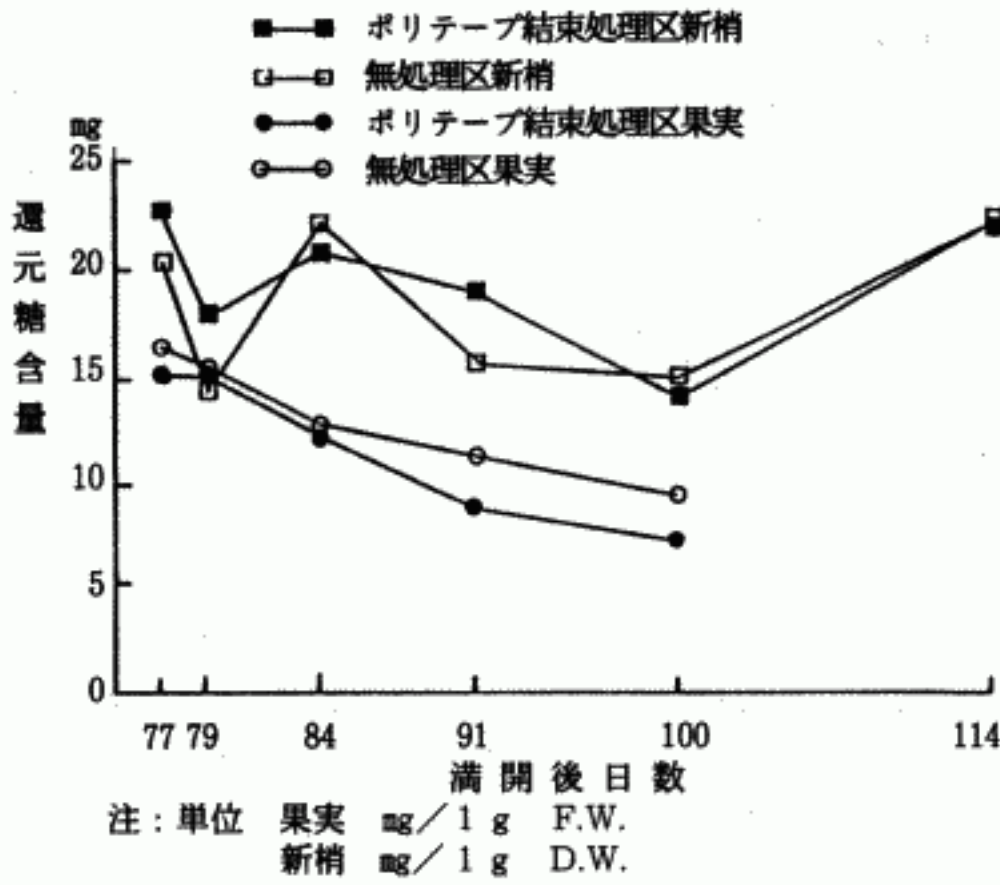


図3. ポリテープ結束処理がモモ '櫛形白桃' の果実および新梢内還元糖含量に及ぼす影響 (慣行仕立て樹)

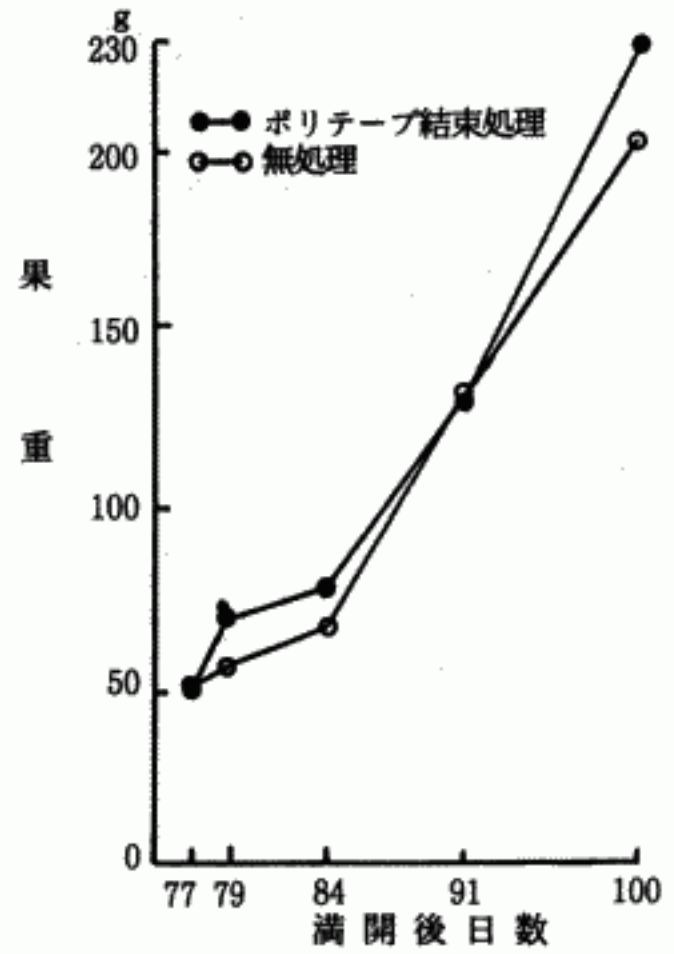


図5. モモ '櫛形白桃' における果重の増加

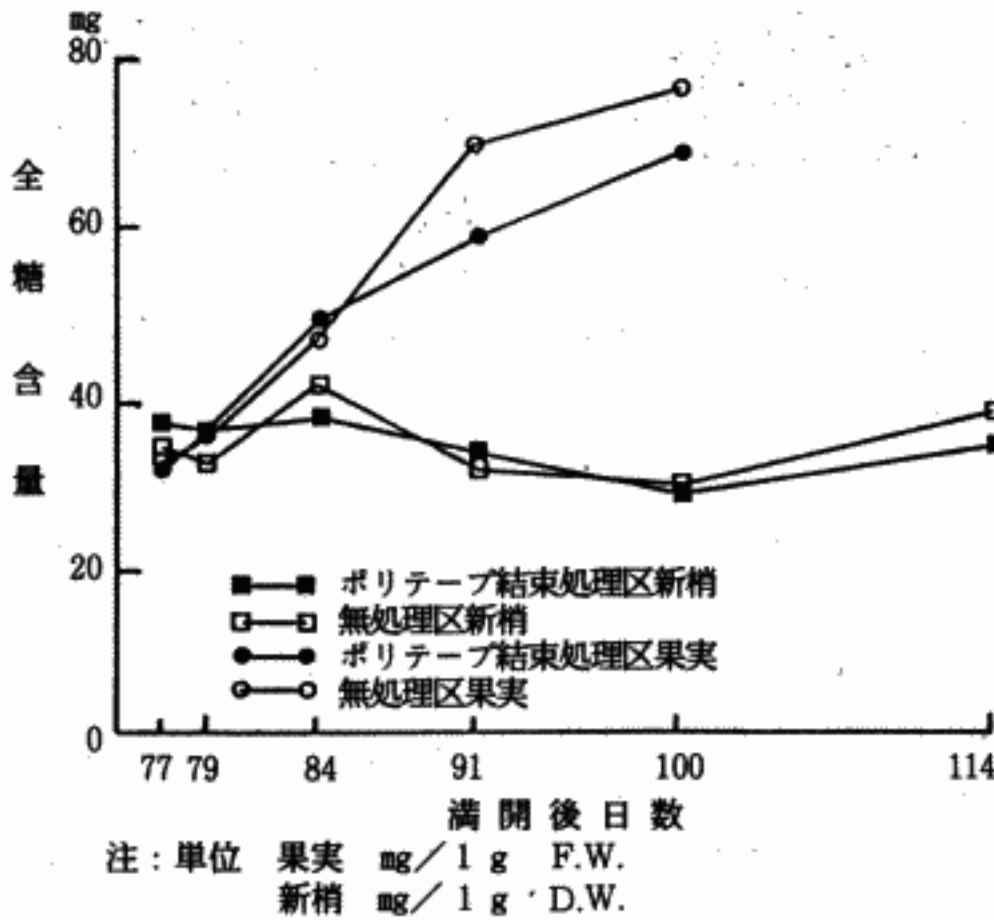


図4. ポリテープ結束処理がモモ '櫛形白桃' の果実および新梢内全糖含量に及ぼす影響 (慣行仕立て樹)

部の癒合が困難となってから、環状剥皮を施すことによって渋果が発生した。本報(実験2.1.1)では、環状剥皮処理の処理幅は3mmとし、処理時期を満開50日後、60日後および70日後の3段階としたが、いずれの処理区においても渋果が発生した。

久保田らは、モモの渋味と果実内全フェノール含量の関係について正の相関があることを認めているが、本試験でも  $r=0.91$  という高い正の相関を確認した。

本試験では食味検査による渋味の評価を「渋くない」から「非常に渋い」まで5段階に分類したが、全フェノール含量は「渋くない」の94.7mgに対して「非常に渋い」は592.8mgと6倍強の高含量となった。すなわち、本試験では果実内の全フェノール含量が100mg内外であれば渋味は感じられないが、150~160mg程度になると渋味の感じられる果実も現れ、200mgになると全てに渋味が感じられた。また、各評価段階の果実内全フェノール含量の標準偏差をみると渋味が強くなるにともなって標準偏差も大きくなる傾向がうかがわれた(図1および表2)。

慣行仕立て樹を供試した実験2.1.2においても環状剥皮処理樹の処理枝-Bの果実内全フェノール含量は無処理樹のそれに比べて著しく高かった。しかし、環状剥皮処理樹内での着果枝別の果実内全フェノール含量の変動をみると、処理枝-Bの同全フェノール含量を100とした場合、剥皮後の癒合組織の発達が早かった処理枝-Aの同含量指数は69で、無処理枝の同指数は44であった。このことから、収穫の1週間前までに環状剥皮部分が完全に癒合していれば、収穫時に癒合していない枝の果実に比べて全フェノール含量は低下すると考えられた。なお、環状剥皮処理樹の無処理枝の果実の全フェノール含量は無処理樹の果実に比して約1.5倍量となっており、環状剥皮処理の影響は全樹体に及ぶと考えられた。

Tukey<sup>11)</sup> はモモの果実発育はダブルシグモイド曲線

をえがき、熟期の早晚を問わず、開花49日後に第Ⅱ期すなわち硬核期に入ることを明らかにした。また、村田<sup>9)</sup>は第Ⅱ期は果実の炭水化物要求が最大の時期であることを認めている。本試験では環状剥皮の処理時期を3段階に分けて行ったが、本試験の処理時期はいずれも果実発育第Ⅱ期に相当している。そして、'白鳳'では処理時期が遅くなるにともなって果重、糖度および果実内全フェノール含量が、ともに低下する傾向がうかがわれた。

環状剥皮処理がモモの果実品質に及ぼす影響を調査した報告は少ないが、久保田ら<sup>7)</sup>は早期(5月中旬)の環状剥皮は果実肥大に効果があり、後期(6月上旬)の環状剥皮は糖度を向上させるとしている。本試験は、この久保田の実験の後期処理にあたると思われる。また、久保田ら<sup>5)</sup>は果実発育とフェノール含量の関係を調査して、フェノール含量は幼果期に一時的にやや減少した後急激に増加して、硬核期にピークに達し、その後成熟期に向けて急減することを認めている。

これらのことから、モモ果実の炭水化物要求が最大となる果実発育第Ⅱ期、すなわち硬核期のしかも初期の段階で養分遮断を目的とした環状剥皮処理を行うことは糖度および果重の増大に効果はあるものの、フェノール含量も高くなるものと考えられた。果実の渋味の発生は樹体の衰弱といった内的条件の変化や、土壌の乾湿<sup>6,8)</sup>といった外的条件に影響されるといわれており、樹体を傷つけることがフェノールの産生を助長するのではないかと考えられた。これに対して、樹体にまったく傷をつけないポリテープ結束処理は、メドウ・オーチャード集約システム栽培樹で、果重および糖度ともに無処理を上回り、果実の全フェノール含量は無処理と差がみられなかった。

モモ果実は硬核期以後、フラクトースとグルコースが減少するのに対しシュウクロース含量が成熟3週間前から急増するのが特徴であり、またその際の果実内のシュウクロースの集積は果実内の物質変化によるものではなく、果実発育後期の葉の同化物質の転流が重要であるされている<sup>4)</sup>。そこで、養分遮断を目的とした枝幹処理が葉および新梢の糖含量の変化に及ぼす影響を調査するため、本試験(実験2.2)では慣行仕立て栽培樹を用いて側枝基部にポリテープ結束処理を行った。これはポリテープ結束処理が、処理時の結束力は弱いものの、その後枝梢の肥大にともなって加速度的に結束力が高まり、処理部の先端側と基部側に枝

径差が生じることにより処理部先端側で同化養分が蓄積されることを期待して行った処理である。しかし、慣行仕立て樹での実験では、早生種を供試したことも一因ではあるが、収穫期までに処理部の基部側および先端側に顕著な枝径差が認められず、果実、枝梢の糖含量の変化、収穫果実の糖度等に無処理区と差が認められなかった。

一方、メドウ・オーチャード集約システム栽培樹を供試した実験(2.1.1)ではメドウ・オーチャード集約システムが元来徒長枝を利用することもあって、枝梢の肥大が旺盛で、ポリテープ結束後の枝径差が非常に顕著であることを観察している。そして、収穫後処理部で枝梢の折損した供試樹もみられた。このように、メドウ・オーチャード集約システム栽培でのポリテープ結束処理は、収穫期までに結束力が非常に強まり、養分遮断の効果から果重および糖度の向上に効果がみられたのではないかと考えられた。

以上、環状剥皮処理は、果重および糖度の向上に効果は高いものの、処理部の癒合が遅れると果実内全フェノール含量も高くなる傾向が認められたことから、癒合時期と果実内全フェノール含量との関係、および癒合時期を念頭においた処理時期の根本的な再検討が必要ではないかと考えられた。一方、ポリテープ結束処理は果実内全フェノール含量を増加することなく果重および糖度の向上に効果が認められたので、現地での導入にあたってより安全な処理法であると思われる。しかし、その効果は環状剥皮処理に比べて低く、処理時期および処理方法についてさらに検討が必要であると考えられた。

## 5. 謝 辞

本研究の一部は、著者が農林水産省依頼研究員として研修先である農林水産省果樹試験場育種部育種第3研究室において実施したものである。山口室長をはじめ同研究室土師氏には研修期間中多くの有益なご指導とご助言を賜った。また、加工研究室垣内室長(現安芸津支場長)をはじめ同室の高野氏には分析にあたりご指導とご助言をいただいた。企画連絡室の上田科長には依頼研究全般にわたってご配慮いただいた。さらに、業務課の諸氏、千代田試験地の枝松、市川両氏や研修生の諸氏にはほ場に関して多くのご援助をいただいた。これらの方々に厚く感謝の意を表します。

## 6. 引用文献

- 1) Erez, A. : Meadow orchard for the peach. *Scientia Horticulturae* 5, 43-48, 1976.
- 2) \_\_\_\_\_ : Adaptation of the peach to the meadow orchard system. *Acta Horticulturae* 65, 245-250, 1978.
- 3) \_\_\_\_\_ : Peach meadow orchard: Two feasible systems. *Hort Science* 17(2), 138-142, 1982.
- 4) 石田雅士: 果樹全書 モモ・スモモ: 72, 農文教(東京), 1985.
- 5) 久保田尚浩・三村博美・島村和夫: モモ果実におけるフェノール含量の品種間差異及びその季節的变化. *園学要旨* 61春, 62-63, 1986.
- 6) \_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_ : 土壌の乾燥と湛水がモモ果実のフェノール含量に及ぼす影響. *岡山大学農学報* 71, 17-21, 1988.
- 7) \_\_\_\_\_・西山範子・島村和夫・中野幹夫: モモ果実のフェノール含量に及ぼす成熟期の早晚、核割れ及び環状剥皮の影響. *園学要旨* 63秋, 112-113, 1988.
- 8) \_\_\_\_\_・川尾尚史・島村和夫: モモ果実のポリフェノール含量に及ぼす土壌の乾燥ならびに気温の影響. *生物環境調節* 28 (4), 141-146, 1990.
- 9) 村田隆一: モモの施肥と品質に関する研究. *滋賀農試特別研報* 12, 1979.
- 10) \_\_\_\_\_・上田和幸: モモのメドウ・オーチャード集約システムの試作(第1報) 植栽後3年間の結果. *滋賀農試研報* 33, 1-6, 1992.
- 11) Tukey, H. B. : Growth of the peach embryo in relation to growth of fruit and season of ripening. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30, 209-218, 1933.

## Summary

Girdling of peach branches can enhance fruit size and sugar content, but it damages the trees and astringent fruit can be produced in some cases.

Some experiments were carried out to clarify the effect of girdling and binding with polyethylene tape, on the content of sugar and polyphenolic compounds in peach fruit in relation to astringency.

7 year old 'Hakuho' trees raised by the intensive meadow orchard system, 6 year old 'Akatsuki' and 'Kushigatahakuto' raised by the conventional vase shape, were used for the experiments.

Results obtained were as follows.

- 1) Girdling(3mm width) notably increased the weight and the sugar content of the fruit, but also increased the content of polyphenolic compounds and astringency in the fruit.

A High correlation coefficient was found between the content of total polyphenolic compounds in fruit flesh and the degree of astringency.

- 2) Although the effect was less than girdling, binding with polyethylene tape also improved fruit size and sugar level. In addition, astringent fruits were found.

- 3) As for the trees raised by the conventional system, treatments were carried out on the secondary scaffold branches. However, the negative effect of girdling extended over the whole tree. The polyphenolic compounds content of the fruit from girdled trees was 1.5 times higher than the fruit from non-treated ones.

The polyphenolic compounds content of the fruit from girdled branches, which healed up by 1 week before harvest, was 69% of the fruit from unhealed ones.