

白桃の追熟における果肉硬度，アルコール不溶性固形物， ペクチンの変化及び剥皮性について

大熊 昌子，田村 文代，高橋 英史，森 大蔵

Changes in Firmness, Alcohol Insoluble Matter, Pectins and Peeling Character in White Peach Fruit During Ripening

Masako Oguma, Fumiyo Tamura, Hidehito Takahashi and Daizo Mori

The changes in firmness, alcohol insoluble matter and pectins of white peach (*Prunus persica*) fruit during the developmental and ripening stages were measured. Peel and mesocarp tissue of the fruit were observed under a microscope during the same stages. The boil-peeling character was evaluated by hand peeling.

Firmness, alcohol insoluble matter, hydrochloric acid-soluble pectin and hexametaphosphate-soluble pectin decreased with maturation of the fruit.

With progress of the maturity, flattening occurred in soft tissue of small size cell in the white peach fruit. An abscission layer was appeared between soft tissue of small size cell and that of large size cell. The formation of the layer which appeared distinctly on four days after harvest made possible boil-peeling of the fruit. It was suggested that the changes of various components of the fruit were clearly correlated to the boil-peeling character.

Key words: white peach, ripening, peeling, pectic substances, firmness, alcohol insoluble matter, abscission layer.

わが国において、白桃シラップ漬缶詰は果実缶詰の主要品目の一つであるが、その生産量は1986年の18,000トンから1990年の13,000トンとなり、過去5年間の国内生産量は減少し続けている。一方、韓国、中国からの輸入量は1986年にはわずかであったが、1990年には4,200トン（国産品に対し24.4%）となり、増加傾向にある。国産品が輸入品と同等の品質、食味であれば、安価な輸入品の需要が増し、国産品は伸びない。

1970年代には、白桃シラップ漬缶詰製造工程の剥皮法として、湯剥き法が広く用いられていたが、最近では、熟度判定者の人材難及び人手不足のためアルカリ剥皮法が大部分を占めるようになった。しかし、現在でも自社製品の優位性を確立するため、“湯剥き”を強調した製品が販売されている。

白桃は果実の成熟に伴って、果肉が軟化するとともに、モモの芳香成分であるラクトン化合物が増加し、フレーバーがよくなり、官能的にもおいしくなることが知られている。そのため、シラップ漬缶詰の場合も成熟果実を用いることによって、よりおいしい製品が製造できると考えられる。また、アルカリ剥皮を行った場合、高濃度の熱アルカリで処理することにより、ラクトンの開環が起り、フレーバーが劣化することも報告されている²⁾。従って、成熟果実を用い、湯剥き法で製造することにより、おいしいシラップ漬缶詰が製造できると思われる。

そこで本研究では、おいしい白桃シラップ漬缶詰を製造するため、モモの熟度と剥皮法が缶詰の品質に及ぼす影響及びモモ果実の発育及び追熟中における成分並びに果皮と果肉間組織の変化、更にモモ以外の果実の果皮と果肉間組織の違いについても検討した。

実験材料及び方法

1. モモ果実とシラップ漬缶詰の品質評価

1) 材 料

本研究農産物産白桃‘大久保’の開花後100日(着色開始期), 105日(収穫適期), 追熟1日後, 4日後及び6日後の果実を用いた。

2) 品質評価の方法

アルカリ剥皮法(100°C, 5%NaOH, 30秒処理)で全試料を, また, 湯剥き法(100°C, 5分ボイル)では, 湯剥き可能となった追熟4日後及び6日後の果実を用いて缶詰を製造した。缶詰を室温で1ヶ月間貯蔵し, 5段階で評価した。また, 湯剥き及びアルカリ剥皮法で製造した追熟4日後の缶詰を本研究の職員44名をパネルとして, 2点嗜好試験法で評価し, χ^2 検定を行った。

2. モモ果実の発育及び追熟中における成分変化

1) 材 料

本研究農産物産白桃‘大久保’の同一樹の果実を用いた。

2) サンプルング

開花後85日(肥大期前), 93日(肥大期), 100日(着色開始期), 105日(収穫適期), 追熟1日後, 2日後, 3日後, 4日後及び6日後の計9時点の果実について試験を行った。糖, 有機酸及びペクチンの定量は, 3個のモモの果肉を混合後, 分析用サンプルとし, 行った。

追熟は室温(27~30°C)で行った。

3) 糖組成

果肉に等量の水を加えホモゲナイズし, 1000×gで10分間遠心分離後, 上澄液を希釈, 0.45 μ のフィルターで濾過した後, 島津製作所製LC-3A型高速液体クロマトグラフ(カラム: シマズゲル101N, 検出器: 示差屈折計RID-2A)を用いて測定した。

4) 有機酸組成

3)と同様の方法で調製した上澄液を弱塩基性陰イオン交換樹脂1R-4BのOH型カラムに通し, 遊離酸として存在するもの(遊離型)と可溶性塩として存在するもの(塩型)に分離後, Shodex Ionpack KC-811カラムを装着した昭和電工製有機酸分析セットShodex OAを用いて測定した。

5) ペクチン質

果肉50gを70V/V%エタノール200mlを用いて沸騰直前の温度で抽出し, 可溶分を除去後, アルコール不溶性固形物(AIM)を得た。このAIMから水溶性ペクチン(WP), ヘキサメタリン酸可溶性ペクチン(PP), 塩酸可溶性ペクチン(HP)を順次抽出した。これらのペクチンをカルバゾール比色法により, ガラクツロン酸量として定量した³⁾。また, 対照として, 湯剥き困難な缶詰系白桃‘と-2’の未熟果及び成熟果より同様の方法で各ペクチンを抽出, 定量した。

6) 硬 度

果皮付の果実を用い, 今田製作所製プッシュプルスケール(2mm針状プランジャー使用)

で測定した。

7) 剥皮性

半割, 除核後のモモを100℃で5分間ボイル後, 水で冷却し, 手剥きによる剥皮の難易度を0~100の尺度で示し, 剥皮率(%)とした。

3. 追熟によるモモの果皮と果肉間組織の変化

1) 材 料

成分変化を調査した白桃‘大久保’, 缶桃系白桃‘とー2’及び黄桃‘明星’を用いた。

2) サンプルング

‘大久保’は開花後93日, 100日, 105日, 追熟4日後, 6日後の果実, ‘とー2’は未熟果及び成熟果, ‘明星’は成熟果より表皮を含む大きさ約5×5×5mmの組織片を採取した。また, ‘大久保’の手剥き及び湯剥き後の果皮と果肉の組織片も採取した。

組織片をホルマリン・酢酸・アルコール(FAA)液で固定後, パラフィン法により, 20μmの切片を作製した。サフラニンとファーストグリーンFCFで2重染色を行い, バルサムで封入⁴⁾, 光学顕微鏡で観察し, 写真撮影した。

4. 各種果実の組織的差異

1) 材 料

市販のリンゴ‘ふじ’, アンズ‘昭和’及び本研究所農場産ビワ‘田中’を用いた。

2) サンプルング

各種果実の成熟果よりモモと同様に組織片を採取し, 切片を作製, 光学顕微鏡で観察した。また, ビワの手剥き後の果皮からも組織片を採取し, 同様に調査した。

結果及び考察

1. モモ果実とシラップ漬缶詰の品質評価

Table 1に示すとおり, 未熟果より追熟果を用いた缶詰の方が, また, アルカリ剥皮より湯剥き法で製造した缶詰の方がフレーバー, 食味ともに良好であった。追熟4日後の果実を用い, 湯剥き及びアルカリ剥皮法を2点嗜好試験で比較した結果はTable 2のとおりで, 湯剥き法が5%水準で有意であった。

Table 1. Results of sensory evaluation on fresh fruit and canned white peach fruit in syrup.

sample	fresh fruit	canned	
	flavor*	flavor*	taste*
DAF 93	1	1	1
105	1	2	2
DAH 1	1.5	2	2
2	2	3	2.5
4	3	4	3
4**	—	4.5	5
6	3	4	3.5
6**	—	5	4.5

DAF: days after flowering DAH: days after harvest

* Five steps evaluation

5: excellent 4: good 3: fair 2: poor 1: very poor

** Boil-peeling

Table 2. Result of paired preference taste of canned white peach fruit in syrup.

sample	point*	χ^2	significance
boil-peeling	30	5.8	5%
NaOH-peeling	14		

* The number of persons who feel preferable canned white peach fruit in syrup.

追熟後、湯剥き法で剥皮し、製造した缶詰の風味が最も良好であったので、モモの発育及び追熟中の成分変化並びに湯剥きの難易と果実の果皮と果肉間組織の変化について調べた。また、モモ以外の果実についても剥皮性との関連から組織を調べた。

2. モモ果実の発育及び追熟中における成分変化

1) サンプル段階における果実の状態

果皮が緑色で、果実がまだ小さい時を肥大期前とした。果皮の緑色が薄くなり、果実が肥大した時を肥大期とした。果頂部がわずかに着色した時を着色開始期とした。果頂部の赤色が濃くなり、果皮が全体的に黄色になった時を収穫適期とし、収穫した (Fig. 1)。収穫果実の追熟処理を行った。追熟1日後には、収穫直後と果皮色に顕著な差は認められなかった。追熟2日後には赤色部が全体的に広がったが、縫合線付近に緑色部があった。追熟3日後にも、若干、緑色部が残っていた。追熟4日後には緑色部は消失した (Fig. 2)。追熟6日後には赤色部はより全体的に広がった。

2) 糖組成

糖組成の変化をFig. 3に示した。主となる構成糖はシュクロースで、約3%~6%程度まで増加した。開花後93日まで増加し、その後減少するが、このような増減傾向は分析試料のばらつきによると思われる。グルコースとフラクトースもシュクロースと同様の傾向を示した。一方、ソルビトールは未熟果中には1.5%程度存在したが、果実の成熟に伴って減少し、成熟果では検出されなかった。

3) 有機酸組成

果実の発育及び追熟中において遊離状態で存在する有機酸 (遊離型) と可溶性塩として存在する有機酸 (塩型) の変化をFig. 4とFig. 5に示した。遊離型としてリンゴ酸、クエン酸、 α -ケトグルタル酸及びコハク酸が検出された。塩型のコハク酸は検出されなかった。開花後100日から追熟6日後まで、遊離型のリンゴ酸とクエン酸が増加したが、対照的に塩型は、減少傾向を示した。この傾向は追熟3日後に顕著に現れ、塩型のリンゴ酸は消失した。

4) ペクチン質と硬度

AIM量の変化をFig. 6に示した。‘大久保’のAIMは追熟3日後まで徐々に減少した。果肉硬度は開花後100日までは1kg以上であったが、105日に急激に低下し、追熟中は徐々に低下した (Fig. 7)。つまり、AIMの減少に伴って、果肉硬度も低下した。このように果実の成熟に伴って、果肉の軟化が起こるのは主にAIM量の減少によると思われる。

ペクチン組成の変化をFig. 8に示した。WPは開花後93日の0.62mg/100gから追熟1日後の3.69mg/100gまで増加した。HPは開花後85日の4.47mg/100gから105日にかけて激減し、追熟3日後に再び大きく減少した。PPは開花後93日に激減し、その後はほぼ一定であった。



Fig.1. Fruits on 105 days after flowering.



Fig.2. Fruits on 4 days after harvest.

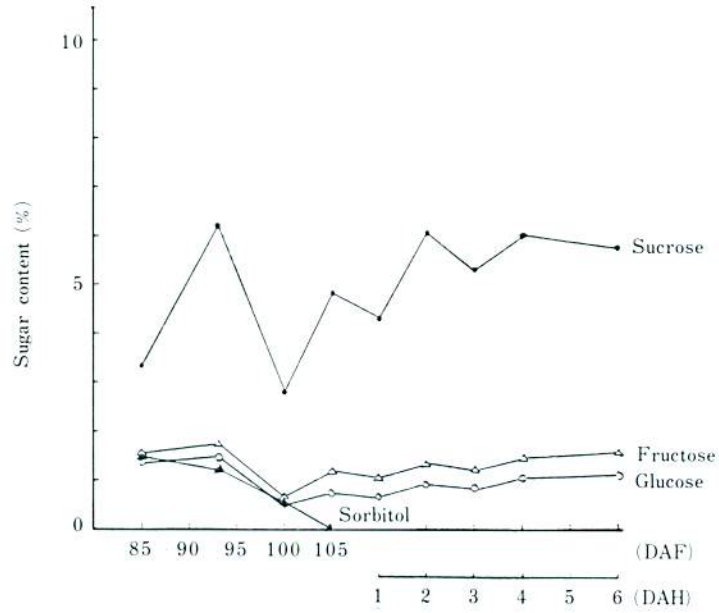


Fig.3. Changes in sugar content in white peach 'Ohkubo' fruit during developmental stage and after harvest.

DAF: days after flowering

DAH: days after harvest

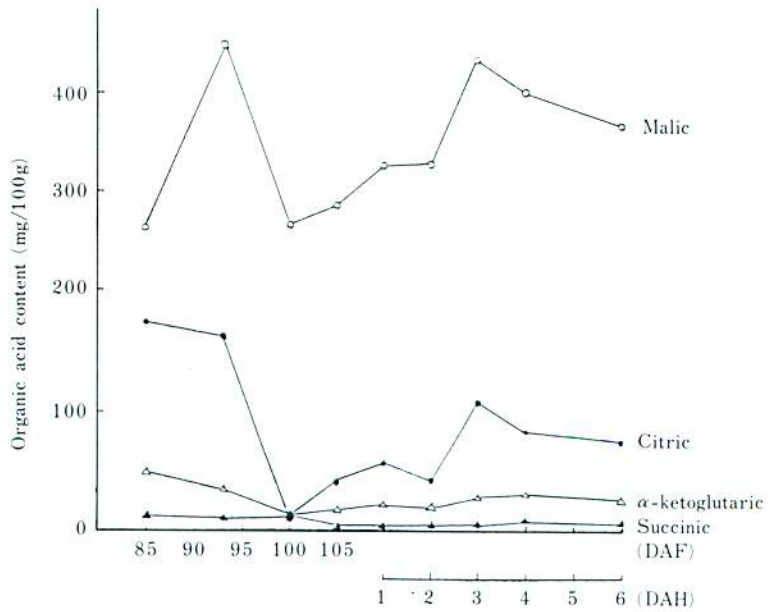


Fig.4. Changes in free organic acid content in white peach 'Ohkubo' fruit during developmental stage and after harvest.

DAF: days after flowering

DAH: days after harvest

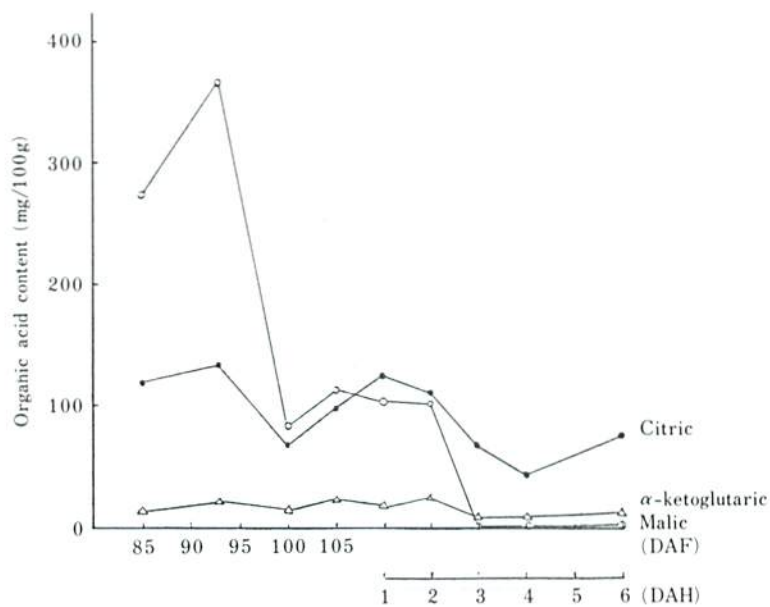


Fig.5. Changes in organic acid salt content in white peach 'Ohkubo' fruit during developmental stage and after harvest.

DAF: days after flowering

DAH: days after harvest

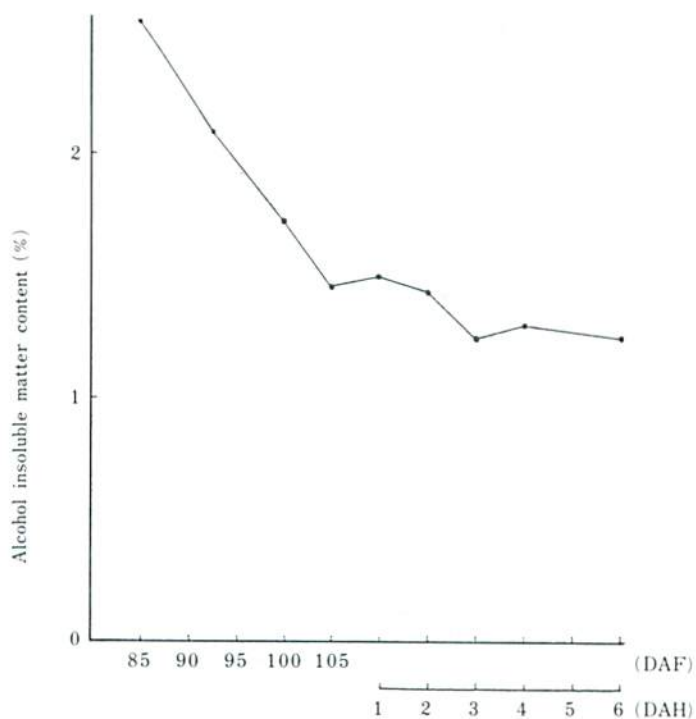


Fig.6. Change in alcohol insoluble matter content in white peach 'Ohkubo' fruit during developmental stage and after harvest.

DAF: days after flowering

DAH: days after harvest

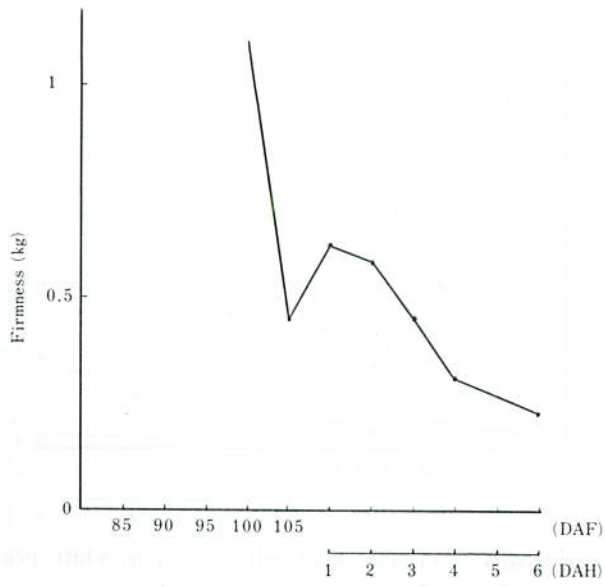


Fig.7. Change in firmness in white peach 'Ohkubo' fruit during developmental stage and after harvest.

DAF: days after flowering
DAH: days after harvest

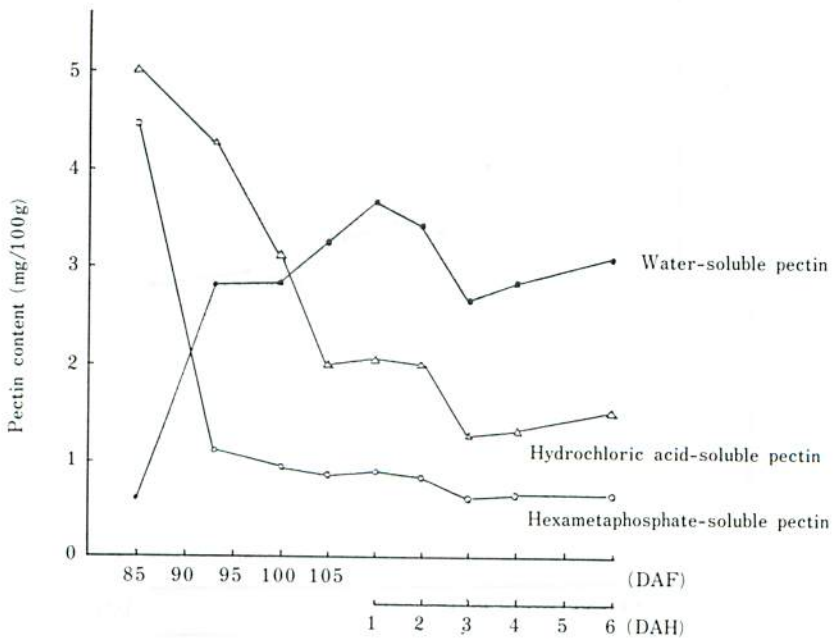


Fig.8. Changes in pectic substances content in white peach 'Ohkubo' fruit during developmental stage and after harvest.

DAF: days after flowering
DAH: days after harvest

HPはペクチン酸が糖やセルロースと結合し、水不溶となっているペクチンで、PPはペクチン酸がCa²⁺、Mg²⁺と結合して塩を作り、水不溶となっているペクチンであるため³⁾、未熟果中に多く存在すると思われる。

図には示していないが、‘とー2’は‘大久保’に比べ、果実の成熟に伴うWPの増加、HPの減少の程度、果肉硬度の低下が小さく、果実の成熟は‘大久保’の開花後105日程度でとどまると思われた。

熟度の進行に伴って、溶質のモモ品種（白桃系）ではエンド型及びエクソ型のポリガラクトクロナーゼが上昇し、細胞壁の分解が進むため、果肉が軟化する。一方、ゴム質のモモ品種（缶桃系）ではエクソ型のみが上昇し、エンド型は低いレベルにとどまり、果肉の軟化は進まない⁵⁾。従って、‘大久保’ではエンド型及びエクソ型ポリガラクトクロナーゼが上昇し、‘とー2’ではエクソ型ポリガラクトクロナーゼのみが上昇するため、果肉の軟化の程度が異なると思われる。

5) 硬度、AIM、ペクチン質及び湯剥き性

果肉硬度、AIM及びペクチン質と湯剥き性との関連をTable 3に示した。開花後100日までのように、硬度1 kg以上の時、剥皮率は0%、追熟2日後までのように、HPが2 mg/100 g以上の時には10~20%、追熟3日後には80%、4日後には100%となった。このように、剥皮可能となった追熟3日後及び4日後にはAIM、総ペクチン量が減少し、WPの増加、HPの減少がほぼ停止した。

これらのことから、湯剥きと果肉硬度、AIM量及びペクチン質の変化との間には明らかに相関があると思われる。

Table 3. Firmness, AIM, WP, PP, HP, and boil-peeling character during developmental stage and after harvest.

	DAF				DAH				
	85	93	100	105	1	2	3	4	6
firmness (Kg)	>1	>1	>1	0.45	0.62	0.58	0.45	0.31	0.23
AIM (%)	2.55	2.09	1.73	1.46	1.50	1.44	1.25	1.30	1.25
WP (mg/100g)	0.62	2.81	2.84	3.25	3.69	3.43	2.68	2.85	3.09
PP (mg/100g)	4.47	1.11	0.94	0.85	0.88	0.83	0.62	0.64	0.64
HP (mg/100g)	5.03	4.29	3.13	2.00	2.07	2.03	1.30	1.36	1.59
boil-peeling character	0	0	0	10	10	20	80	100	100

DAF: days after flowering

DAH: days after harvest

AIM: alcohol insoluble matter

WP: water-soluble pectin

PP: hexametaphosphate-soluble pectin

HP: hydrochloric acid-soluble pectin

Boil-peeling (%): see text.

3. 追熟によるモモの果皮と果肉間組織の変化

1) 白桃 ‘大久保’

開花後93日には果皮部分に何層もの小形細胞の形がはっきりと確認できた (Fig. 9)。開花後100日も同様で、小形細胞は小さいが、形は大形細胞とほぼ同様であった (Fig. 10)。開花後105日には小形細胞がやや扁平化し、大形細胞と明らかに形が異なった (Fig. 11)。

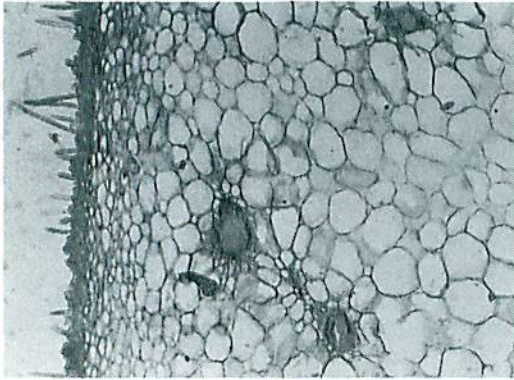


Fig.9. Microscopic picture of peel and mesocarp tissue of white peach 'Ohkubo' fruit on 93 days after flowering. ($\times 20$)

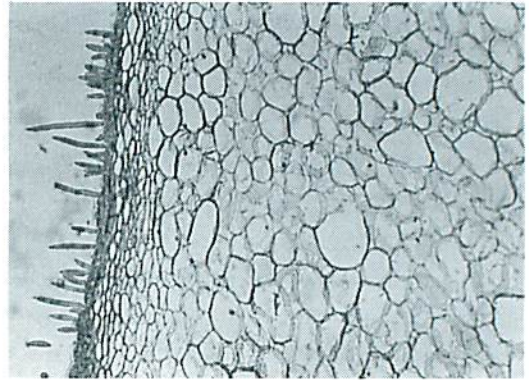


Fig.10. Microscopic picture of peel and mesocarp tissue of white peach 'Ohkubo' fruit on 100 days after flowering. ($\times 20$)

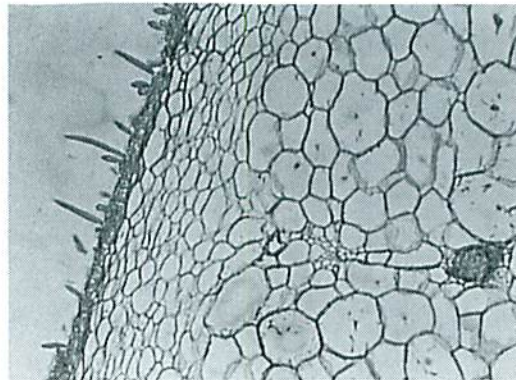


Fig.11. Microscopic picture of peel and mesocarp tissue of white peach 'Ohkubo' fruit on 105 days after flowering. ($\times 20$)

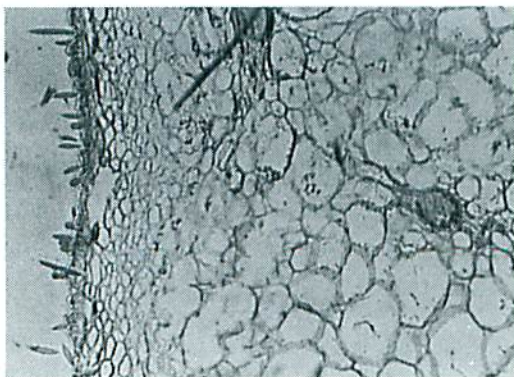


Fig.12. Microscopic picture of peel and mesocarp tissue of white peach 'Ohkubo' fruit on 4 days after harvest. ($\times 20$)

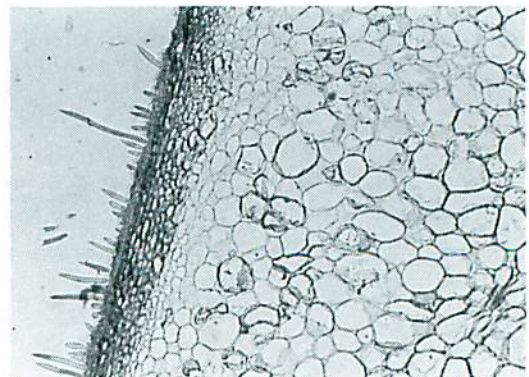


Fig.13. Microscopic picture of peel and mesocarp tissue of white peach 'To-2' fruit (unripe). ($\times 20$)

追熟4日後には小形細胞の扁平化が進行し、小形細胞と大形細胞の間に離層が現れた (Fig. 12) .

Table 3に示すように、剥皮率が追熟4日後には100%となったことから、剥皮は小形細胞と大形細胞の形が同様であるときには不可能で、小形細胞と大形細胞間に離層が現れることによって可能となり、剥皮部は小形細胞による柔組織と大形細胞による柔組織、つまり、果肉との間であると思われる。

2) 白桃 ‘とー2’

未熟果は、‘大久保’の未熟果と同様であった (Fig. 13) . 成熟果は‘大久保’の開花後105日の状態と同様で、小形細胞は扁平化し、大形細胞の形と異なった (Fig. 14) . しかし、その後、離層はできず、そのままの状態ですべて完熟した。つまり、小形細胞と大形細胞の間に離層が現れないまま熟度が進むため、剥皮不可能であると思われる。‘とー2’の成熟果が‘大久保’の開花後105日程度の熟度であることはペクチン質の変化からも明らかである。

3) 黄桃 ‘明星’

成熟果は‘とー2’の成熟果と同様で、‘大久保’の開花後105日程度であった (Fig. 15) . ‘明星’においても小形細胞と大形細胞の間に離層が現れないため、剥皮不可能であると思われる。

4) 剥皮部の組織

‘大久保’の湯剥き後の果皮には、約10層の小形細胞からなる柔組織がついていた (Fig. 16) . また、生果を手で剥皮した場合も、小形細胞と大形細胞の間が離れ、組織的には湯剥きの場合と同様だった (Fig. 17) .

従って、ボイルすることによって剥皮可能となるのではなく、手で剥皮できる程度まで追熟処理を行った果実を用いれば湯剥きが可能であり、その際には小形細胞と大形細胞の間が離れていることがわかった。

4. 各種果実の組織的差異

1) リンゴ ‘ふじ’

表皮付近の細胞ではやや扁平化がおこったが、モモのように細胞間における顕著な差は認められなかった (Fig. 18) .

2) アズキ ‘昭和’

小形細胞と大形細胞からなる柔組織があり、モモに類似しているが、細胞間に離層が現れる兆候は認められなかった (Fig. 19) .

3) ビワ ‘田中’

モモと同様に、小形細胞と大形細胞からなる柔組織があり、果実の成熟に伴って、小形細胞の扁平化がおこった (Fig. 20) . 適熟果を手で剥皮した場合、大形細胞の中程が離れ、小形細胞と大形細胞の間が離れたモモとは異なった (Fig. 21) .

このように、果実の種類によって、果皮と果肉間組織に明らかに差があることがわかった。湯剥きが可能であるかどうかは、果実の成熟に伴って、柔組織の小形細胞の扁平化がおこり、小形細胞と大形細胞の間に離層が現れるかどうかということによって決まった。

要 約

1) モモの成分変化について

(1) 主な構成糖はシュクロースで、果実の発育及び追熟中に約3%から6%程度まで増加した。

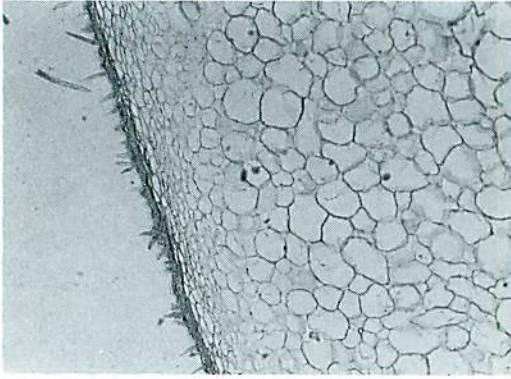


Fig.14. Microscopic picture of peel and mesocarp tissue of white peach 'To-2' fruit (ripe). ($\times 20$)

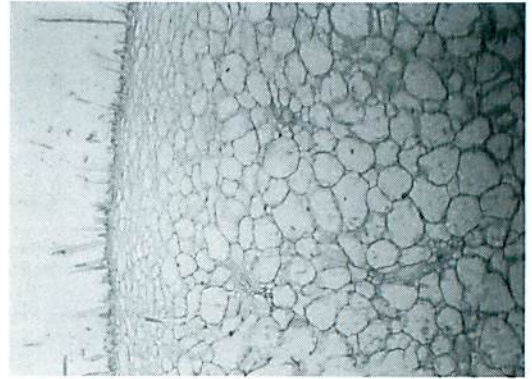


Fig.15. Microscopic picture of peel and mesocarp tissue of yellow peach 'Myojo' fruit (ripe). ($\times 20$)

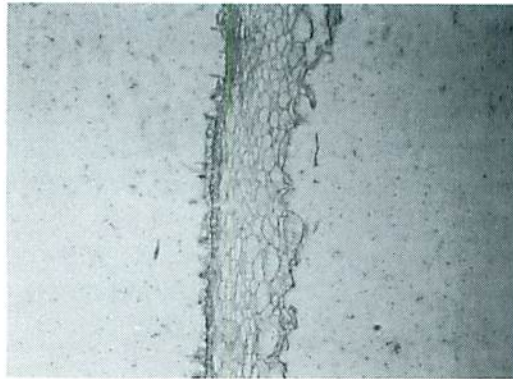


Fig.16. Microscopic picture of peeling tissue of white peach 'Ohkubo' fruit by boil-peeling method. ($\times 20$)

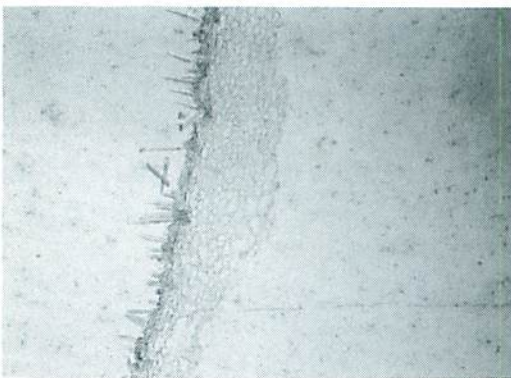


Fig.17. Microscopic picture of peeling tissue of white peach 'Ohkubo' fruit by hand-peeling method. ($\times 20$)

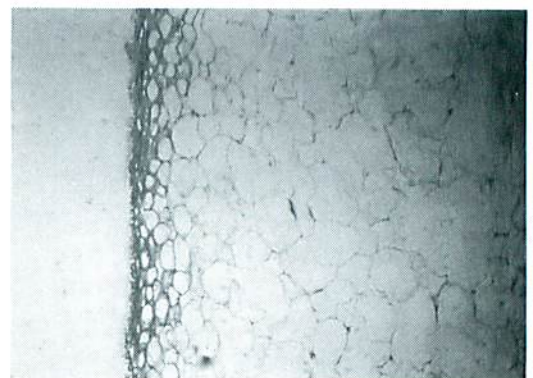


Fig.18. Microscopic picture of peel and mesocarp tissue of apple 'Fujj' fruit. ($\times 20$)



Fig.19. Microscopic picture of peel and mesocarp tissue of apricot 'Showa' fruit. ($\times 20$)



Fig.20. Microscopic picture of peel and mesocarp tissue of loquat 'Tanaka' fruit. ($\times 20$)

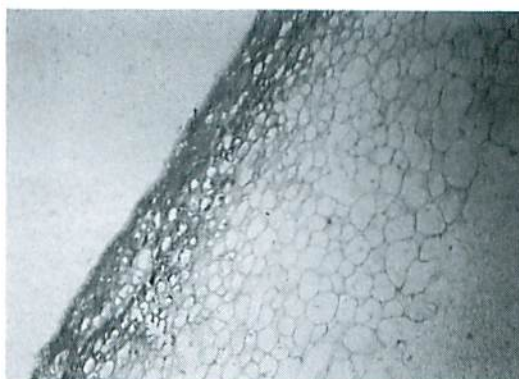


Fig.21. Microscopic picture of peeling tissue of loquat 'Tanaka' fruit by hand-peeling method. ($\times 20$)

- (2) 追熟中には遊離型のリンゴ酸とクエン酸が増加したが、塩型のリンゴ酸は減少し、追熟3日後には消失した。
 - (3) 追熟中にはヘキサメタリン酸可溶性ペクチン並びに塩酸可溶性ペクチンが減少し、水溶性ペクチンは増加した。
 - (4) 湯剥きが可能となったのは追熟4日後であり、湯剥きと果肉硬度、AIM量、ペクチンの変化との間には明らかに相関があった。
- 2) 果皮と果肉間組織の変化について
- (1) モモの未熟果中では、柔組織の小形細胞と大形細胞の形がほぼ同様であるが、果実の熟度の進行に伴って、小形細胞の扁平化並びに密集化がおこった。
 - (2) モモでは、小形細胞と大形細胞の間に離層が現れることによって剥皮が可能となり、剥皮部は小型細胞による柔組織と大形細胞による柔組織、つまり果肉との間であった。
 - (3) 果実の種類によって果皮と果肉間組織には差異があり、湯剥きが可能であるかどうかは小形細胞と大形細胞の間に離層が現れるかどうかで決まった。
- 以上のように、湯剥きが可能な状態になるまで追熟処理を行った果実を用いれば、よりおいしい缶詰が製造できることがわかった。

謝 辞

本研究を行うにあたり、原料の提供並びに御指導いただいた本研究所農産原料研究室の宮崎室長並びに若狭研究員に深謝致します。

文 献

- 1) 森 光國：日食工誌，24，215-220 (1977)。
- 2) 森 光國：缶詰時報，65，86-94 (1986)。
- 3) 飯野久栄：食品分析法，日本食品工業学会食品分析法編集委員会編（光琳，東京），pp. 232-237 (1982)。
- 4) 亘理俊次：作物試験法，戸刈義次・松尾孝嶺・畑村又好・山田 登・原田登五郎・鈴木直治編（農業技術協会，東京），pp. 189-211 (1959)。
- 5) Pressey, P., Avants, J. K. : *J. Food Sci.*, 43, 1415-1417, 1423 (1978)。