

# モモ果実の発育に関する生理学的研究 II

## 果実中のペクチン物質の季節的消長

石田雅士・稲葉昭次\*・傍島善次

MASASHI ISHIDA, AKITSUGU INABA and YOSHITSUGU SOBAYAMA

Physiological studies on the growth and development of peach fruits II.

Seasonal changes in pectic substances in peach fruit.

**要旨：**モモ果実の品質の良否を決定する要因の基礎的な資料を得る目的で、モモ果実のペクチン物質の消長を調べた。

1) 総ペクチン物質は開花後減少し、以後生育中期まで増加したが、それ以降漸次減少して成熟期に至った。

2) 水溶性ペクチン物質は、開花後ゆるやかに成熟期まで増加する傾向が認められた。

3) モモ果実のペクチン物質を加水分解して、その構成成分を調べた結果、いずれの生育時期でもキシロース、アラビノース、マンノース、ガラクトース、グルコースとガラクトロン酸であった。

以上の結果からモモのペクチン物質は、成熟期になると不溶性ペクチンから水溶性ペクチンへと変化すると推察されるが、これらがシュクロースの蓄積に直接関与するのかどうかについては、今後更に検討を要するものと考えられる。

## I 緒 言

一般に果実中に含まれる遊離の糖としては、グルコース、フルクトースおよびシュクロースが主要なもので、生育の後期になって、グルコースとフルクトースが蓄積するものとシュクロースが蓄積するものがあるが、モモ果実は生育第3期後半に急激にシュクロースが蓄積する。したがってモモ果実の品質の良否、とくに甘味に関してはシュクロース含量の多少が重要な要素になると考えられる。果実の収穫期におけるシュクロースの集積されるメカニズムについては興味ある問題であるが、Biale (1960)<sup>2)</sup> は、バナナでは果実中のデンプンが加水分解して、シュクロースが増加したと述べている。しかしモモ果実の場合、デンプンの季節的消長、石田<sup>3)</sup> (1971)<sup>4)</sup> からみて、バナナと同様には考えられない。そこで成熟果

の品質、とくに肉質と密接な関連性があるペクチン物質が分解して、シュクロースの増加に寄与する可能性があるのかどうかを検討するために実験を行なった。

## II 実験材料および方法

実験は本学圃場の9年生大久保樹を供試して、果実は生育初期の5月1日より成熟期まで、1週間間隔で採集し、その後凍結乾燥を行なった各時期の果肉試料1gを用い、70%エタノールで遊離の糖などを除いた残渣を、95%エタノールで湿らし、0.5% Versene 溶液 200ml を入れて pH 11.5 に調整後、0.1g の市販のペクチナーゼを、その溶液に入れて1時間保った。その後、ろ液の一部を McCready (1952)<sup>7)</sup> の方法にしたがって、カルバゾール比色法でウロン酸として算出した。また水溶性ペクチン物質は、各果肉5gを100 m<sup>l</sup>

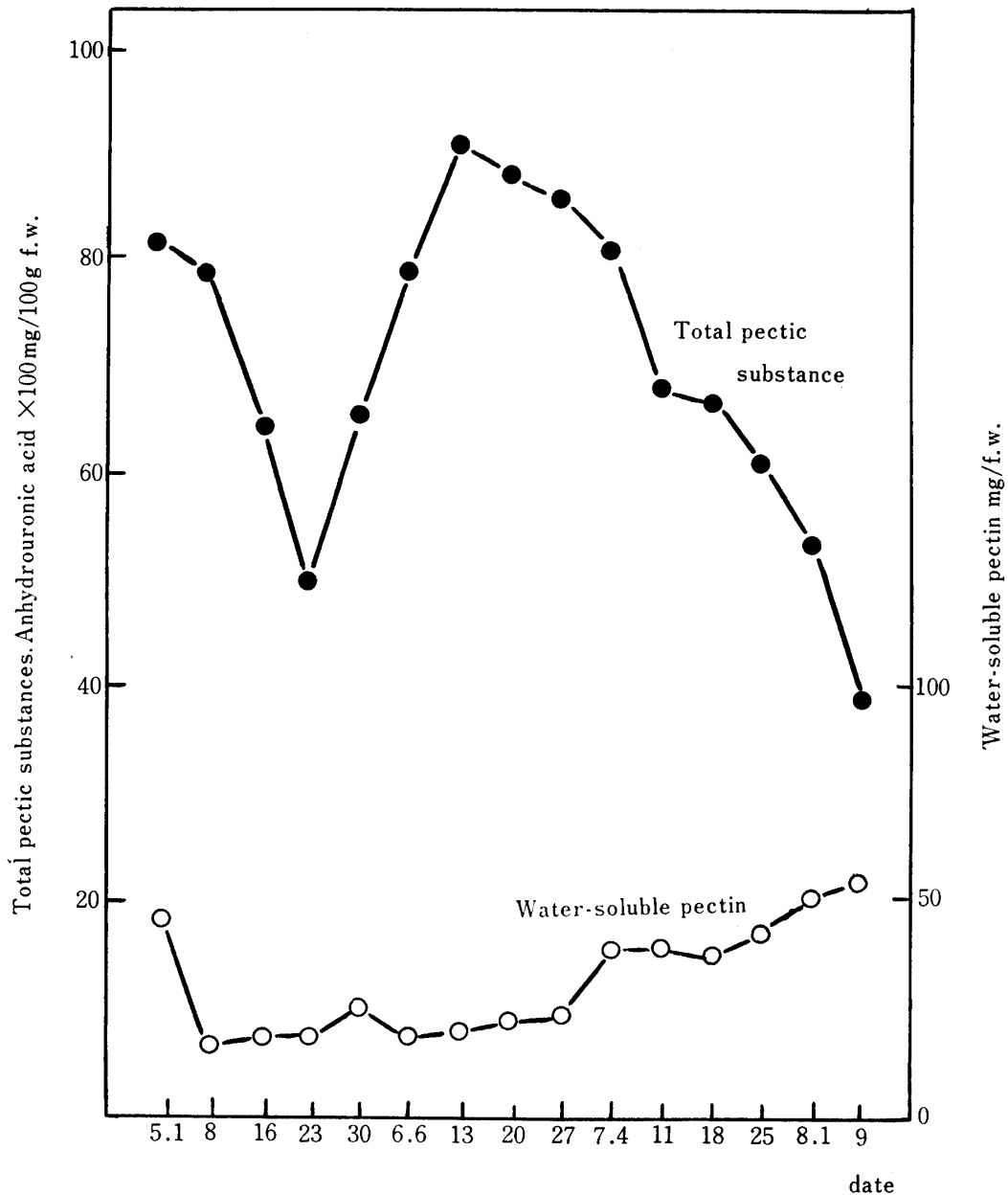


Fig. 1. Changes in pectic substances during development of peach fruit

の蒸留水で抽出後、その抽出液に3倍量のエタノールを加えてペクチン物質を沈澱させ、その後の分析は上記と同様に行なった。また別にペクチン物質が分解してシュクロースの増加に寄与する可能性があるかどうかを調べるために、生育第1期の5月25日に大久保果実を供試して、摘葉あるいは枝から取った果実の経時的な糖の変化をイオン交換樹脂で分離後、アンスロン法により各処理果のシュクロース含量を定量すると同時に、水溶性ペクチン物質と不溶性ペクチン物質についても分析した。

一方モモペクチン物質の構成成分が、果実の生育時期によって異なる可能性があるかどうかを検討するた

めに、開花および成熟時期の果実と摘葉果および採取果のペクチン物質を、Crowell (1967) ら<sup>9)</sup>と McCready (1960) ら<sup>8)</sup>の方法にしたがって、1N 硫酸で2.5時間加水分解して、イオン交換樹脂で脱塩後、Sweeley (1963) ら<sup>10)</sup>の方法によりTMS化を行ない、ガスクロマトグラフィで、その構成成分を調べた。

### III 結 果

大久保果実のペクチン物質の季節的变化を第1図に示した。すなわち全ペクチン物質は、生育初期よりやや減少し、その後漸増して硬核期にピークに達した。

それ以後成熟期にかけて低下する傾向が認められた。一方水溶性ペクチン物質は開花期から成熟期まで、ゆるやかであるが増加した。

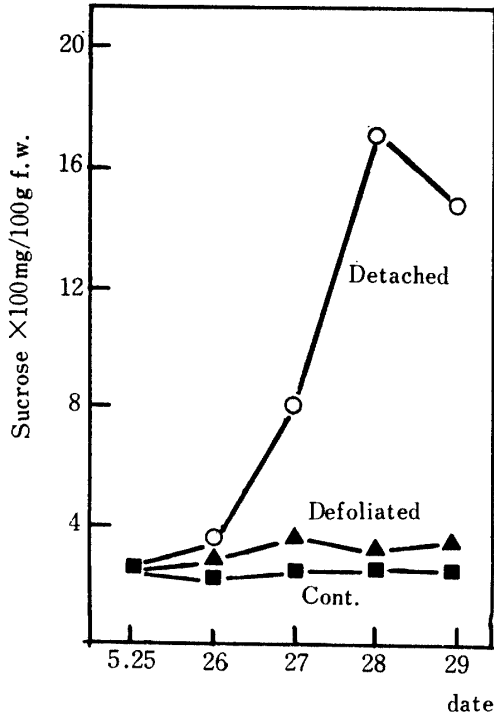


Fig. 2. The effect of detached and defoliated treatment on the changes in sucrose of the developing peach fruit

次にペクチン物質が分解してシュクローズ含量の増加に寄与する可能性があるかどうかを調べるために、生育第1期の5月25日に大久保果実を供試して、摘葉処理あるいは枝から取った果実（採取果）の経時的な糖の変化を調べた結果、第2図のように摘葉、採取果ともに一時的にシュクローズが増加し、その傾向は、とくに採取果において著しかった。これら果実について不溶性および水溶性のペクチン物質の経時変化を調べた結果を、第3図および第4図に示した。

すなわち不溶性並びに水溶性ペクチン物質は、対照区に比較して、摘葉、採取果ともに減少した。しかし採取果の水溶性ペクチン物質の経時変化をみると、処理1日後より4日まで、やや増加する傾向が認められた。

そこでモモ果実のペクチン物質の構成成分が果実の生育時期により変化するのかどうかを検討するために、摘葉果、採取果、幼果および成熟果のペクチン物質を加水分解して、その構成成分をガスクロマトグラフィーにより調べた。その結果を第5図に示した。すなわち、いずれの果実のペクチン物質も、その構成成分は、アラビノース、キシロース、マンノース、ガラクトース、グルコースおよびガラクトロン酸の6種で、各生育時期および処理による相違は全く認められなかった。

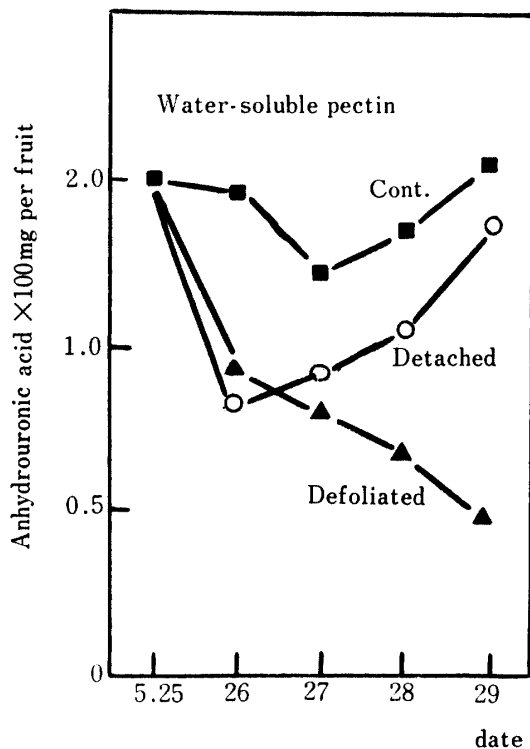
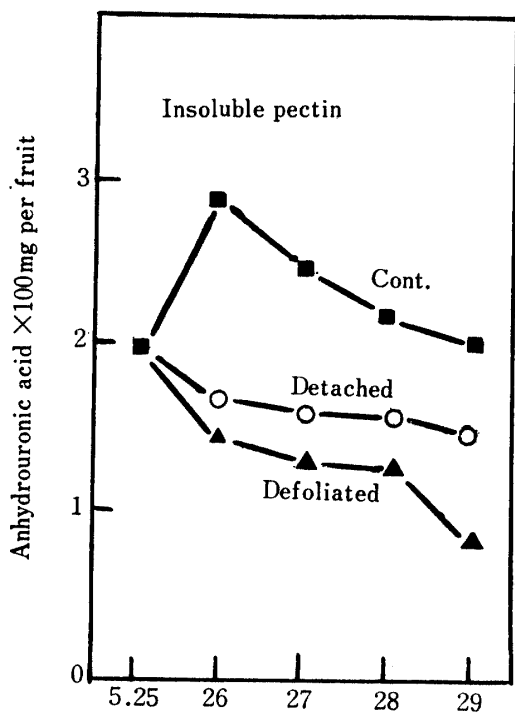


Fig. 3. Influence of detached and defoliated treatment on the changes occurring in the pectic substances of peach fruit

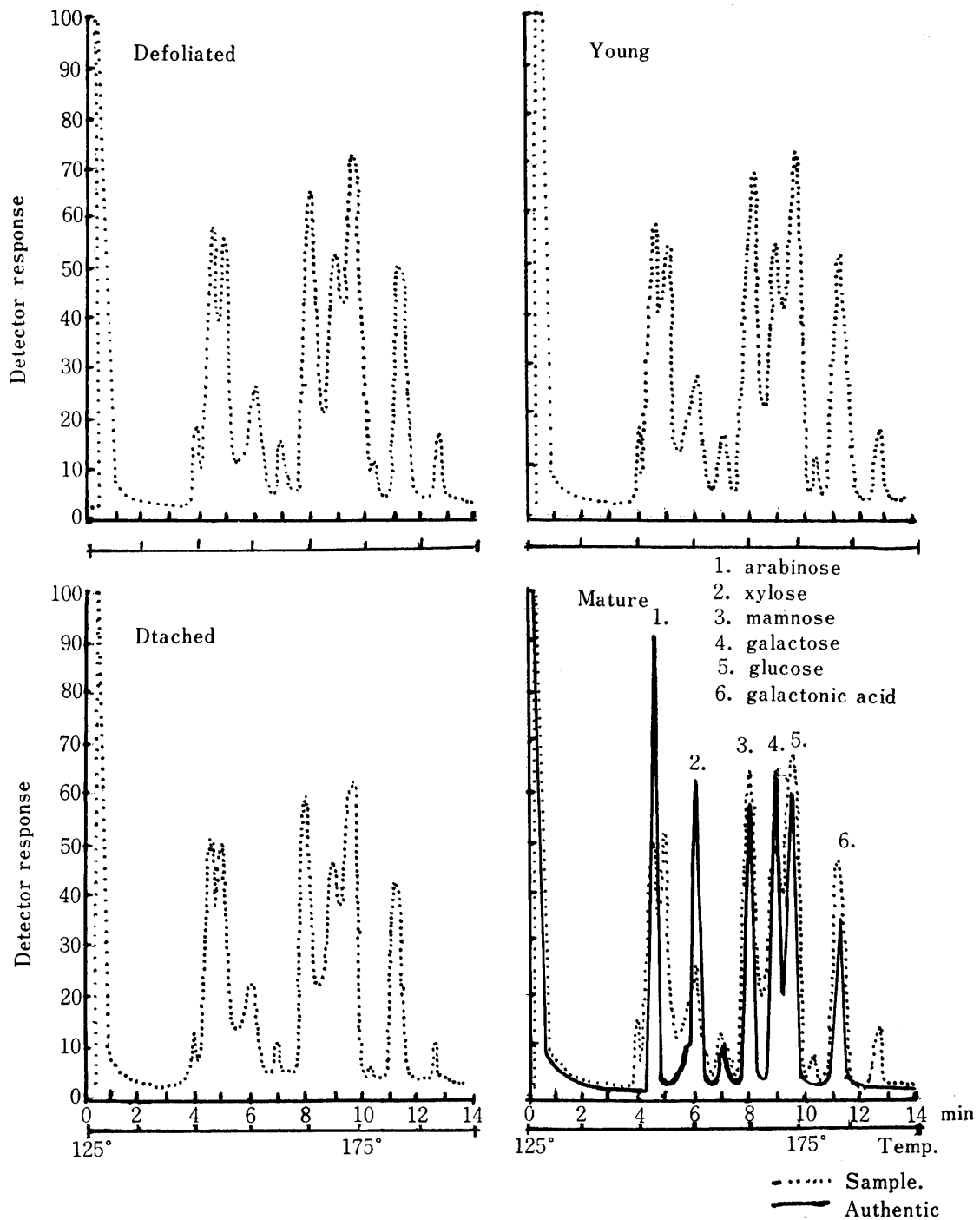


Fig. 4. Sugars liberated by partial acid hydrolysis of purified pectinic acids in peach fruit

#### IV 考 察

果実のペクチン物質については、Joslyn (1962)<sup>6)</sup> の総説に詳しく述べられているが、一般に細胞の構成物質の重要な一つであり、果実では品質面、とくに肉質と密接な関連性がある。

未熟の果実は、主としてプロトペクチンを含み、成熟期に近づくにつれて、プロトペクチンからペクチン

へと変化する。本実験においても、成熟期には全ペクチン物質が減少し、水溶性ペクチンの増加がみられた。

Mildred ら (1959)<sup>9)</sup>、Ben-Arie ら (1971)<sup>1)</sup> によると、モモ Elberta で成熟期になると、ペクチン物質のエステル化が進み、モモ果実のペクチン物質の40%以上を占めるに至ると指摘し、また成熟期の早晚による差異は認められなかったと報告している。

いずれにしても果実が成熟に近づくと、ペクチン物質の変化が考えられるが、果実の生育時期によって構成成分の変化があるかどうか調べた結果、生育時期による相違は認められず、その構成成分の主要なものは、アラビノース、キシロース、グルコース、マンノース、ガラクトースおよびガラクトロン酸の6種であった。これらは McCready (1960)<sup>8)</sup> のモモでの結果とよく一致しており、リンゴでの Tavakoli ら (1965)<sup>11)</sup> も類似した結果を報告している。

しかしながら果実の成熟過程において、細胞膜の厚さが薄くなり、ペクチン物質の変化が起きているという事実は、Jermyn (1956) ら<sup>5)</sup> もナシについて指摘しており、本実験の結果からも明らかである。これらペクチン物質の変化が、直接シュクロース蓄積にかかわりあいがあるのかどうかについては、採取果の経時的なシュクロース蓄積と水溶性ペクチン物質の増加が一致することから、密接な関連性がある可能性が示唆される。しかし、今後は酵素を含めて詳細に検討する必要があると思われる。

#### 引用文献

- 1) Ben-Arie, R., and Lavee, S. 1971. Pectic changes occurring in Elberta peaches suffering from woody breakdown. *Phytochem.*, **10**: 531-538.
- 2) Biale, J.B. 1960. Respiration of fruits. In: *Handb. Pflanzen Physiol.*, 12 part **2**: 536-592.
- 3) Crowell, P., and B. Burnett. 1967. Determination of the carbohydrate composition of wood pulps by gas chromatography of the alditol acetates. *Anal. Chem.*, **39**: 121-124.
- 4) Ishida, M., A. Inaba and Y. Sobajima. 1971. Seasonal changes in the concentration of sugars and organic acids in peach fruits. *Kyoto Pref. Univ. Agr.*, **23**: 18-23.
- 5) Jermyn, M.A., and Ishewood, F.A. 1956. Changes in the cell wall of pear during ripening. *Biochem. J.*, **64**: 123-132.
- 6) Joslyn, M.A. 1962. The chemistry of protopectin: A critical review of historical date and recent developments. *Adv. Food. Res.*, **11**: 1-105.
- 7) McCready, R.M. and Mc Comb, E. 1952. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. *Anal. Chem.*, **24**: 1986-1988.
- 8) McCready, R.M., and Mildred, G. 1960. Determination of pectic substances by paper chromatography. *Agr. and Food. Chem.*, **8**: 510-513.
- 9) Mildred, G.R., M., and McCready, R.M. 1959. Reaction of hydroxylamine with pectinic acids. Chemical studies and histochemical estimation of the degree of esterification of pectic substances in fruit. *Agr. and Food. Chem.*, **7**: 34-38.
- 10) Sweeley, C.C., Bentley, R., Makita, M., and Wells, W.W. 1963. Gas-liquid chromatography of trimethylsilyl derivatives of sugars and related substances. *J. Amer. Chem. Soc.*, **85**: 2497-2507.
- 11) Tavakoli, M. and Wiley, R. 1965. Qualitative determination of enzymatic degradation products obtained from apple cell wall polysaccharides. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **87**: 104-112.

#### Summary

The present experiment was planned to investigate in the pectic substances in relation to quality of peach ripening.

- 1) Total pectic substances continued to decrease rapidly in the first a few weeks of growth, although increased gradually with growth reaching a maximum in mid-season and subsequently declined steadily as the fruit matures.
- 2) Water-soluble pectin continued to increase slowly

during the developing fruit.

- 3) The partial hydrolysis products of peach pectinic acids were found xylose, arabinose, mannose, galactose, glucose and galactonic acid respectively.

It is suggested that the increase of water-soluble pectin could be the reason for the degradation of insoluble protopectin to soluble pectin in the ripening.