モモ果実の渋味発生に及ぼす環状はく皮の影響

久保田尚浩・西山範子・島村和夫*

岡山大学農学部 700 岡山市津島

Effects of Girdling Lateral Bearing Branches on Astringency and Phenolic Contents of Peach Fruits

Naohiro Kubota, Noriko Nishiyama and Kazuo Shimamura

Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsushima, Okayama 700

Summary

Lateral bearing branches of two peach cultivars, 'Sanyo-suimitsu' grafted on *Prunus persica* or *P. tomentosa* rootstocks and those of 'Shimizu-hakuto' grafted on *P. persica* rootstock, were girdled at Stages 1 and 2 of fruit development. At harvest phenolic contents were determined and related to astringency. The relationships between phenolic content and fruit maturity and pit-splitting of fruit, were also investigated. Girdling advanced fruit maturation and increased fruit weight, except in 'Sanyo-suimitsu' grafted on *P. tomentosa*. Total soluble solids contents were higher in fruits from girdled branches except for 'Shimizu-hakuto'. Regardless of cultivar and rootstock, the total phenolic contents and fraction of higher molecular weight phenols were higher in fruits from girdled branches than in fruits from non-girdled branches. However, there was no consistent correlation between the girdling stage and phenolic content in the fruits. The earlier the fruit matured, the higher was the phenolic content, especially those on girdled branches. The exception were those fruits from non-girdled branches of 'Sanyo-suimitsu' trees grafted on *P. tomentosa* rootstock. There were little differences in phenolic contents between fruit with and without split pits, although girdling markedly increased the frequency of split pits.

緒 言

品種や気象条件にもよるが、モモ果実が渋味を呈することはよく知られており、その程度が強い場合には市場での商品価値を著しく低下させる (Joslyn・Goldstein, 1964)。筆者ら (久保田ら, 1986; Kubotaら, 1986) は、モモ果実の渋味に関するこれまでの研究で、官能検査による渋味の強さと全フェノール含量との間には正の相関があること、一般に渋味の発生しやすい品種や台木では成熟果実のポリフェノール含量が多いことなどを明らかにした。

ところで、果樹栽培において環状はく皮が果実の成熟促進や品質向上 (Cohen, 1984; 岡田・高橋, 1986; 山本ら, 1986)、花芽の形成 (Lahavら, 1986; Laveeら, 1983; 内藤ら, 1981) などに有効なことは

よく知られている。一方、環状はく皮は樹勢を低下させ、またモモでは果実に渋味を発生させるともいわれている。しかし、このことを具体的に示すデータは皆無と思われる。また、モモ果実の渋味は同一園内や1樹内でも早く成熟したものや核割れしたものに発生しやすいとされているが、これを裏づける資料は無いようである。

本研究は、モモ果実における渋味の発生要因の解明ならびにその防止策を確立するための基礎資料を得ることを目的としたもので、ここでは側枝に対する環状はく皮が成熟果実のポリフェノール含量に及ぼす影響を調査するとともに、成熟期の違いや核割れの有無によるポリフェノール含量の差異について検討した。

材料および方法

実験には、岡山大学農学部附属農場に栽植されている寿星桃台 (共台) とユスラウメ台の6年生 '山陽水蜜'、および野生モモ台 (共台) の16年生 '清水白桃'

1992年6月23日 受理。

*現在：川崎医療福祉大学医療技術学部 岡山県倉敷市。

を2樹ずつ供試した。各個体、5~10果を着けた側枝を4本選び、そのうちの2本については1987年5月18日（果実発育の第1期）、残りの2本については6月8日（同、第2期）に、1 cm 幅で環状はく皮を行った。前者を第1期処理区、後者を第2期処理区とし、‘山陽水蜜’についてははく皮していない側枝のすべて、また‘清水白桃’については各個体4本の側枝を対照区とした。施肥やかん水などの管理はおおむね慣行に従った。いずれの区も、成熟期に達した果実から順次収穫し、重さ、核割れの有無、屈指折示度、およびポリフェノール含量を調査した。ポリフェノールの分析は、既報（久保田ら、1986；Kubotaら、1992）と同様にFolin-Denis法（中林ら、1967）により行った。すなわち、果肉約10 gに水を加えて煮沸抽出した後、その一定量にFolin試薬と10%炭酸ナトリウムを加え、700 nmの吸光度を測定し、これを全フェノールとした。また、抽出液の一部をゼラチンと酸性飽和食塩水で除タンニン処理した後、ろ液について同様の測定を行い、ここで得られた値を前述の全フェノールから差し引き、これを高分子フェノールとした。

結果および考察

通常のもも栽培で環状はく皮が行われることはほとんどないが、栽培者の間では環状はく皮した枝やはく皮状になった枝の果実は渋味を呈しやすいとされている。

‘山陽水蜜’と‘清水白桃’を用いて、果実発育の第1期と第2期の側枝に環状はく皮を行った本実験におい

て、品種や処理時期によって若干の差異がみられたものの、はく皮は果実重や糖含量を増加させる（第1表）とともに、成熟を促進させた（第1図）。この結果は、モモあるいはモモ以外の果樹で調査された結果（Cohen, 1984；Escobarら、1987；山本ら、1986）とほぼ一致したが、本実験の主たる目的は環状はく皮が果実の渋味発生に及ぼす影響を明らかにすることであった。第1表に示したように、両品種とも環状はく皮によって果実のポリフェノール含量が増加した。しかし、ポリフェノール含量の増加に及ぼすはく皮時期の影響は品種や台木によって異なった。すなわち、‘山陽水蜜’のユスラウメ台樹では第1期処理区で最も多かったのに対し、共台樹では第1期処理区と第2期処理区との間に差がなく、また‘清水白桃’では第1期よりも第2期処理区で多かった。環状はく皮によってポリフェノール含量が増加する機作については明らかでないが、筆者ら（久保田ら、1986；久保田ら、1987）は、モモ果実のポリフェノール含量がピークに達する前の果実発育第1期にフェノール生合成のキー酵素とされているL-フェニルアラニンアンモニリアーゼ（PAL）の活性も高いことを明らかにした。これから推察すると、果実発育の第2期よりも第1期の処理でポリフェノールの増加が大きいことが考えられたが、前述したようにはく皮時期による明確な傾向は認められなかった。これが品種や台木の違いに起因するののか否かについては明らかでない。

筆者ら（久保田ら、1992）は、モモ果実のポリフェ

Table 1. Effects of girdling lateral bearing branches at two stages of fruit development on the weight, total soluble solids, and phenolic contents of ‘Sanyo-suimitsu’ and ‘Shimizu-hakuto’ peach fruits at harvest.

Cultivar & rootstock	Time of girdling ^z	No. of sample fruits	Fruit weight (g)	Total soluble solids (°Brix)	Phenolic content (mg/100gFW)	
					Total	Higher molecular fraction
Sanyo-suimitsu on <i>P. persica</i>	Stage 1	16	263.3 a ^y	10.3 b	93.7 a	65.5 a
	Stage 2	21	234.0 b	12.4 a	92.0 a	64.1 a
	Cont	164	201.5 c	9.6 c	27.8 b	12.2 b
Sanyo-suimitsu on <i>P. tomentosa</i>	Stage 1	30	207.2 a	12.5 a	90.0 a	61.1 a
	Stage 2	22	195.4 b	11.7 b	68.8 b	47.5 b
	Cont	201	193.7 b	10.5 c	34.0 c	14.9 c
Shimizu-hakuto on <i>P. persica</i>	Stage 1	20	309.9 a	9.9 b	65.3 b	38.1 b
	Stage 2	23	305.8 a	11.4 a	90.9 a	62.5 a
	Cont	58	281.0 b	9.5 b	37.2 c	22.9 c

^z Branches were girdled on 18 May (Stage 1) and 8 June (Stage 2).

^y Average values were derived using Duncan's multiple range test. Values within cultivar, rootstock and column followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$.

Fig. 1. Effects of girdling lateral bearing branches on the time of fruit maturity and phenolic content in 'Sanyo-suimitsu' and 'Shimizu-hakuto' peach fruits. Girdled (upper) and non-girdled (lower) branches. Vertical bars are SE.

ノール含量と糖含量との間には正の相関があることを報告したが、本実験でもポリフェノール含量が多い処理区では糖含量も多い傾向であった。また、これまでの報告 (Kubota ら, 1986; 山崎, 1984) と同様、台木の異なる '山陽水蜜' においては共台樹よりもユスラウメ台樹の果実でポリフェノール含量が多かった。ところが、環状はく皮による増加の程度はユスラウメ台樹よりも共台樹で大きかった。このことは、環状はく皮によるモモ果実の渋味発生はユスラウメ台樹よりも共台樹で大きいことを示唆しているが、この点については更に検討する必要がある。

一般に、モモ果実の渋味は同一園内や1樹内でも早く成熟したもののほど強く現れやすいといわれている。本実験において、環状はく皮した枝とそうでない枝の果実について、成熟時期別に果実のポリフェノール含

量をみたところ、第1図に示したようにユスラウメ台 '山陽水蜜' の対照区を除いては、早く成熟した果実ほどポリフェノール含量が多かった。本実験では着果部位に関する調査をしていないが、一般に樹冠内部よりも外周部で果実の成熟が早いことはよく知られている。これには体内要因だけでなく環境要因、特に光条件が密接に関係していると思われるが、本実験での大きな特徴は成熟の早いもののほどポリフェノール含量が多いことである。その原因は明らかでないが、光がPAL活性のレベルを上昇させる最大要因の一つで、これが強いほどその活性も高いとされている (Buren, 1970; 吉田・南川, 1980)。本実験において、成熟期の早晩によるポリフェノール含量のこのような差異は環状はく皮した場合に特に顕著に現れた。したがって、環状はく皮は果実の成熟促進に作用するだけでなく、果実

Table 2. Effects of girdling lateral bearing branches on the incidence of split pits in 'Sanyo-suimitsu' and 'Shimizu-hakuto' peach fruits and the relationship between split pits and phenolic contents.

Treatment, and Cultivar & rootstock	Split or non-split pit	No. of sample fruits	Fruit weight (g)	Total soluble solids ("Brix)	Phenolic content (mg/100gFW)	
					Total	Higher molecular fraction
Girdled						
Sanyo-suimitsu	Split	7 (18.9) ^z	290.2±13.2 ^y	11.1±0.5	114.0±9.1	83.0±7.9
on <i>P. persica</i>	Non-split	30 (81.1)	236.7±10.2	11.8±0.6	100.4±8.9	71.0±6.9
Sanyo-suimitsu	Split	6 (13.0)	227.2± 5.5	12.1±0.4	73.8±6.8	47.1±3.2
on <i>P. tomentosa</i>	Non-split	46 (87.0)	193.7± 4.1	11.0±0.4	79.7±7.1	54.8±4.1
Shimizu-hakuto	Split	19 (44.2)	314.6±20.8	10.5±0.6	83.2±8.7	49.7±4.5
on <i>P. persica</i>	Non-split	24 (55.8)	300.6±15.7	10.6±0.6	77.5±7.7	44.3±3.7
Non-girdled						
Sanyo-suimitsu	Split	8 (4.9)	224.2±12.7	10.3±0.6	25.9±2.4	7.8±0.8
on <i>P. persica</i>	Non-split	156 (95.1)	197.5± 7.3	9.7±0.5	23.4±3.6	7.0±0.6
Sanyo-suimitsu	Split	18 (9.0)	193.3± 4.4	9.8±0.5	24.9±2.1	7.9±0.8
on <i>P. tomentosa</i>	Non-split	183 (91.0)	199.8± 4.5	10.4±0.3	33.5±2.9	13.2±0.9
Shimizu-hakuto	Split	12 (20.7)	335.1±27.2	10.2±0.6	38.6±3.3	33.9±2.2
on <i>P. persica</i>	Non-split	46 (79.3)	278.7±15.6	9.6±0.5	37.0±3.1	21.4±1.8

^z Figures in parenthesis indicate the percentages of the total number of fruits in each cultivar and rootstock.^y Mean ± SE.

内でのフェノール物質の生合成あるいは蓄積も増加させるといえる。この結果は、果実発育第3期の土壤乾燥によって果実の成熟が遅れ、ポリフェノール含量が増加するとした筆者ら（久保田ら，1990；久保田・工藤，1992）の報告と矛盾する。このことは、環状はく皮と土壤乾燥とは渋味発生のメカニズムが異なることを示唆しているのかも知れない。

品種にもよるが、モモ果実に発生する核割れは生理的落果を誘発するだけでなく、その果実は形状や“味”の点で劣る。この“味”の低下には渋味が関係しているのではないかと考えられている。第2表に示したように、核割れ果率ははく皮しなかった場合の4.9～20.7%に対し、はく皮した場合には13.0～44.2%と、環状はく皮によって著しく上昇した。また、一般にいわれているように健全果よりも核割れ果が大きかった。このように、環状はく皮によって核割れ果の発生が増加したが、はく皮処理に関係なくポリフェノール含量には核割れ果と健全果との間に差がなかった。モモ栽培では、渋味だけでなく苦味が問題になることがある。苦味の主成分はアルカロイド（五十嵐，1986）で、これは渋味成分と同様に2次代謝産物であるが、渋味物質とは異なるものである。したがって、核割れした果実の“味”の低下には渋味よりも苦味が関係しているのではないかと推察される。

本実験では、既報（久保田ら，1992）と同様に全フェノール含量が多い場合に高分子フェノール含量も多かった。現在、モモ果実の渋味物質がどのようなものであるかは明らかでないが、渋味を呈するカキやバナナの場合と同様にフェノール化合物が縮重合した比較的分子量の大きい物質と思われる。したがって、本実験で測定した高分子フェノールは全フェノールよりも渋味の強さを適切に反映していると考えられるが、この方法で測定した高分子フェノールがどの程度の分子量であるかは明らかでない（中林ら，1967）。

以上のように、モモ樹の側枝に対する環状はく皮は果実の成熟を促進させ、また肥大や糖含量を増加させた一方、核割れの発生やポリフェノール含量を増大させた。この事実は、土壌水分や温度などの環境要因（Hesse，1975；久保田ら，1990；久保田・工藤，1992）に加えて、環状はく皮もまたモモ果実の渋味の発生に大きく関係していることを示している。なお、核割れした果実の“味”の低下は渋味以外の物質の働きによるものと推察された。

摘 要

共台とユスラウメ台の‘山陽水蜜’および共台の‘清水白桃’を供試し、果実発育の第1期と第2期に側枝に環状はく皮を行い、渋味との関連でポリフェノール含量に及ぼす影響をみた。また、成熟期の早晩や核割

れの有無とポリフェノール含量との関係についても調査した。環状はく皮は、ユスラウメ台‘山陽水蜜’の果実重と共台‘清水白桃’の糖含量を除いては、果実の成熟を促進させ、また果実重と糖含量を増加させた。いずれの品種や台木でも、環状はく皮によって果実の全フェノール含量および高分子フェノール含量が増加した。しかし、ポリフェノール含量に及ぼすはく皮時期の影響は明確でなかった。環状はく皮していないユスラウメ台の‘山陽水蜜’を除いては、早く成熟した果実ほどポリフェノール含量が多く、特に環状はく皮した場合にその差が顕著であった。環状はく皮によって核割れ果の発生が促されたが、核割れ果と健全果の間にはポリフェノール含量に差がなかった。

謝 辞 本研究の実施に際して材料を提供していただいた本学農学部附属農場果樹部の各位に謝意を表する。

引用文献

- Buren, J. V. 1970. Fruit phenolics. p. 269-304. In : A. C. Hulme (ed.). The biochemistry of fruits and their products. Academic Press, New York.
- Cohen, A. 1984. Citrus fruit enlargement by means of summer girdling. J. Hort. Sci. 59 : 119-125.
- Escobar, R. F., R. Martin, P. L. Rivas and M. P. Suarez. 1987. Girdling as a means of increasing fruit size and earliness in peach and nectarine cultivars. J. Hort. Sci. 62 : 463-468.
- Hesse, C. O. 1975. Peaches. p. 285-335. In : J. Janick and J. N. Moore (eds.). Advances in fruit breeding. Purdue University Press, West Lafayette, Ind.
- 五十嵐 脩. 1986. 食品化学. p. 101-103. 弘学出版. 川崎.
- Joslyn, M. A. and J. L. Goldstein. 1964. Astringency of fruits and fruit products in relation to phenolic content. p. 179-217. In : Advances in food research. Vol. 13. Academic Press, New York.
- 久保田尚浩・島村和夫・三村博美. 1986. 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. 昭 61 春 : 62-63.
- Kubota, N., K. Shimamura, H. Mimura and M. Nakano. 1986. Changes in the content of total phenolic compound during fruit ripening of peaches as affected by different rootstocks. HortScience 21 : 765.
- 久保田尚浩・西山範子・薬師寺浩子・島村和夫. 1987. モモ果実におけるフェノール生合成と PAL 活性との関係. 園学要旨. 昭 62 秋 : 182-183.
- 久保田尚浩・川尾尚史・島村和夫. 1990. 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 : 141-146.
- 久保田尚浩・三村博美・薬師寺浩子・島村和夫. 1992. モモ果実における渋味発生の果樹園、樹体および果実内部位による差異. 岡山大農学報. 79 : 45-51.
- 久保田尚浩・工藤正吾. 1992. モモ果実の渋味とポリフェノール含量に及ぼす土壌乾燥の影響. 園学雑. 61 : 31-37.
- Lahav, E., D. Zamet, S. Gazit and U. Lavi. 1986. Girdling as a means of shortening the juvenile period of avocado seedlings. HortScience 21 : 1038-1039.
- Lavee, S., A. Haskal and Y. Ben Tal. 1983. Girdling olive trees, a partial solution to biennial bearing. 1. Methods, timing and direct tree response. J. Hort. Sci. 58 : 209-218.
- 内藤隆次・植田尚文・山村 宏. 1981. カキ西条若木の結実促進に関する研究. (第 1 報). 環状はく皮、はく皮逆接, SADH 散布の効果. 島根大農研報. 5 : 12-21.
- 中林敏郎・木村 進・加藤博通. 1967. 食品の変色とその化学. p. 64-115. 光琳書院. 東京.
- 岡田正道・高橋哲也. 1986. ウンシュウミカンに対する環状はく皮の時期及び程度と樹体養分及び果実品質. 園学要旨. 昭 61 秋 : 30-31.
- 山本孝司・高橋国昭・高田 光. 1986. 巨峰の環状はく皮に関する試験. 園学要旨. 昭 61 秋 : 515.
- 山崎利彦. 1984. わい化栽培. p. 177-187. 農業技術体系. 果樹編 6 (モモ, ウメ, スモモ, アンズ). 農文協. 東京.
- 吉田精一・南川隆雄. 1980. 高等植物の二次代謝. p. 37-53. 東大出版会. 東京.