果樹研報　Bull. Natl. Inst. Fruit Tree Sci. 2 : 85 〜 90, 2003
原著論文

モモ‘あかつき’およびその変異品種‘暁星’の系統・産地・台木による果実重，中果皮細胞数および細胞横径の差異[†1]

山口正己・土師　岳・八重垣英明・松川　裕[†2]

独立行政法人農業技術研究機構
果樹研究所遺伝育種部
305-8605　茨城県つくば市

Differences in Fruit Weight, Mesocarp Cell Length and Cell Number among ‘Akatsuki’ Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch], its Larger Fruit Strains and Early Maturing Bud Sport ‘Gyousei’ Grown at Several Districts

Masami YAMAGUCHI, Takashi HAJI, Hideaki YAEGAKI and Yutaka MATSUKAWA

Department of Fruit Breeding, National Institute of Fruit Tree Science
National Agricultural Research Organization, Tsukuba, Ibaraki 305-8605, Japan

Summary

Differences in fruit weight, radial cell length and cell number of mesocarp among common ‘Akatsuki’ peach, three larger fruit strains of ‘Akatsuki’, and ‘Gyousei’, early maturing bud mutation of ‘Akatsuki’ were investigated. Significant differences of fruit weight, radial cell length and cell number of mesocarp were found in common ‘Akatsuki’ fruit sampled from four districts. The fruit of common ‘Akatsuki’ grafted on *Prunus japonica* showed the smallest cell number among common and larger strains of ‘Akatsuki’ from four districts. There were also wide variations of cell length and cell number in larger fruit strains of ‘Akatsuki’. However, cell numbers were not always larger than those of common ‘Akatsuki’. The fruit size and cell number of ‘Gyousei’ peach was clearly affected by tree age. The younger tree showed lighter fruit weight and less cell number. The cell number of adult tree of ‘Gyousei’ was significantly fewer than those of common ‘Akatsuki’ tree. Therefore, this bud sport cultivar seemed as the mutation into early maturing and fewer cell number than ‘Akatsuki’. It was found that cell number of mesocarp of ‘Akatsuki’ peach differed by strains and distircts where trees were grown.

Key words: cell size, cell number, fruit size, mutation, *Prunus persica*

緒　　言

モモの果実の大きさは市場における評価に大きく影響し，大玉果は高い価格で取り引きされることが多い．このため，産地では大玉品種の導入や摘蕾，摘果等の結実管理などにより大玉果実の生産を心掛けている．同一品種であっても産地や年によって果実の大きさに差が生じ

[†1] 果樹研究所業績番号：1298
（2002 年 10 月 7 日受付・2003 年 2 月 28 日受理）

[†2] 現　福島県いわき農林事務所　970-8026 福島県いわき市

ることはよく観察される現象である（金戸ら，1980;　京谷ら，1992）．また，交雑によって育成された品種では，交雑からの年数を経るに従って果実が大玉化する傾向が認められる（山口ら，1996）．さらに，広く普及した品種からは大玉系と呼ばれる肥大の優れた系統が選抜され，系統名で種苗が流通するケースも見られる．このようにモモの果実の大きさあるいは重さに関係する要因は多岐にわたっている．果実の大きさは主として中果皮における細胞数と細胞の体積によって決定される．著者らは，同一園内に殖栽されているモモ品種について，果実重，中果皮細胞数および細胞横径の関係について検討し，果実重には品種による幅広い差異が認められ，その差異には中果皮細胞数の違いが強く影響していること，また中果皮細胞数は年次間の変動が小さく，比較的安定した数値を示すことを明らかにした（Yamaguchi et al., 2002b）．しかし，異なる産地における果実重，中果皮細胞横径および細胞数の差異については検討を行っておらず，その点での解明が必要であると考えた．

‘あかつき’は，果樹試験場で20年以上前に育成された中生の白肉モモである（金戸ら，1980）．品質および日持ち性が良いことから命名登録後増植され，日本各地で栽培されるに至っている．育成当初，本品種の果実重は全国平均で200 gに満たず，果実を大きくするための栽培管理法が検討されたが，近年果実は大玉化しており，300 gを超えることも珍しくない．また，‘あかつき’からは‘暁星’や‘嶺鳳’などの枝変わり品種や大玉系といわれる系統も数多く見出されている．そこで，‘あかつき’を用いて，産地，樹齢，台木などの違いにおける果実重，中果皮細胞数および細胞横径の比較を行った．

謝　辞　本試験を実施するに当たり，快く果実を提供くださった，福島県の板橋氏，鈴木氏，山梨県の広瀬氏に心から謝意を表明します．

材料および方法

供試品種として普通系‘あかつき’，大玉系‘あかつき’およびその早生系の枝変わりである‘暁星’を用いた．普通系‘あかつき’として，農林水産省果樹試験場（茨城県つくば市，現果樹研究所，以下果樹試）に植栽されている普通台（モモ実生台）樹およびニワウメ台樹，福島県果樹試験場（以下福島果試）および福島県伊達町の普通台樹，愛媛県温泉青果農協から購入した4kg箱15玉（普通台樹），山梨県大藤の普通台樹の果実を用いた．供試果実は温泉青果農協を除き，いずれも同一樹から収穫されたものである．また，大玉系‘あかつき’として，福島県保原町の普通台の大玉系（以下‘保原大玉系’），同梁川町の普通台の大玉系（以下‘梁川大玉系’），山梨県大藤の普通台の大玉系（以下‘大藤選抜系’）‘あかつき’樹を用いた．果実を採取した樹はいずれも成木に達していた．

‘あかつき’の早生系枝変わり品種である‘暁星’については，福島市に植栽される普通台の成木と若木，および果樹試の普通台樹を用いた．

それぞれの樹から，収穫期に達した果実を採取し，Yamaguchi et al.（2002a, b）の方法により，中果皮細胞数および細胞横径の測定を行った．すなわち果実重，果実側径，核側径を測定した後，果実を赤道部で切断し，頬部の徒手切片を作成し，顕微鏡下で核直近から果皮方向に連続した写真を撮影し，写真上で核から果皮方向に引いた直線にふれる中果皮細胞の横径（直線に平行方向，以下細胞横径；Radial cell length）を測定した．細胞横径の平均値で中果皮厚（果実側径－核側径）を除して得られた数値を中果皮細胞数とした．したがって，本報における中果皮細胞数は果実赤道部の核から外果皮までの中果皮断面に細胞がいくつ並んでいるかを示す指数である．果実重，果実径，細胞横径等の測定にはそれぞれ1区当たり5果を用い，細胞横径は1果当たり2反復とした．採取果実のうち，果実重が大きく異なっていた樹については，果実重が220 g（果実側径76mm）以下の小果区と普通区を設け，同様の測定を行い細胞数，細胞横径の比較を行った．また，中果皮細胞数と中果皮細胞横径の樹内差異を確認するため，果樹試圃場に植栽されている普通台の‘日川白鳳’の果実20果について，果実の大きさ別に大果区（果実側径80mm以上），中果区（73～79mm），小果区（66～72mm），極小果区（64mm以下）の４区を設け，同様の測定を行った．

結　　果

供試果実全体についての果実重と果実側径の相関をFig. 1に示した．果実重と果実側径の間にはr^2=0.955の高い正の相関係数が得られ，両者が極めて密接な関係にあることが判明した．

産地および台木を異にする普通系‘あかつき’の果実重，中果皮細胞横径および細胞数をTable 1に示した．普通台に接ぎ木した樹の中で，果実重が最も重かったのは山梨県大藤の351.6 g，最も軽かったのが福島果試の211.1 gであった．中果皮細胞横径は，果樹試普通台樹の果実が284.9μmと最も大きく，福島果試の果実が最も小

さかった．また，福島県伊達町の果実も福島果試に次いで中果皮細胞横径が小さかったが，これは福島県で採取した果実がいずれもやや未熟で，品種本来の数値に達していなかったためであると推定された．中果皮細胞数にも大きな差異が認められ，最も多かったのが山梨県大藤の 282.6，少なかったのが温泉青果産果実の 236.3 であった．一方，果樹試のニワウメ台樹は中位の果実重を示し，細胞横径は最も大きく，細胞数は最も少なかった（Table 1）．

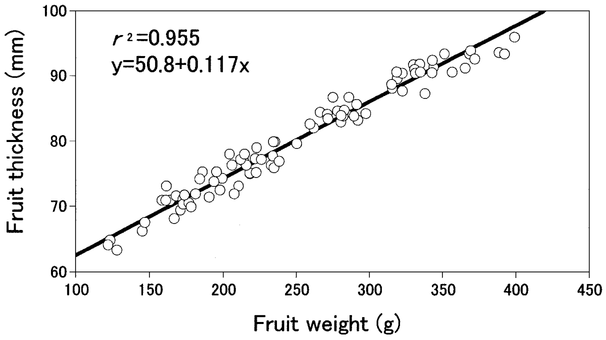

Fig. 1. Relationship between fruit weight and fruit thickness of ‘Akatsuki’ and its bud mutation cultivar and selections used in this study.

大玉系‘あかつき’の果実重，中果皮細胞横径および細胞数を Table 2 に示した．大玉系とされる‘あかつき’はいずれも 300 g を超える果実重を示した．しかし，細胞数は‘保原大玉系’および‘大藤選抜系’のように，240 前後と果樹試の普通系‘あかつき’と同程度のものがみられる一方で，‘梁川大玉系’のように，320 と細胞数が極めて多い系統もみられた．(Table 2)．

以上のように普通系‘あかつき’および大玉系‘あかつき’とも，果実重，中果皮細胞横径および細胞数に産地や系統による差異が認められた．

Table 1. Fruit weight, radial cell length and cell number in mesocarp of common ‘Akatsuki’ peach sampled from trees grown in several districts and grafted on peach seedling or dwarf rootstock, *Prunus japonica*.

District	Rootstock	Fruit weight (g)	Radial cell length (μm)	Cell number in mesocarp
Yamanashi Ofuji	Peach	351.6 a[z]	260.6 c	282.6 a
Tsukuba NIFTS[y]	Peach	300.9 b	284.9 b	246.0 c
Ehime Onsenseika	Peach	251.0 c	267.1 c	236.3 d
Fukushima Date	Peach	231.6 d	203.4 d	270.0 b
Fukushima FTES[x]	Peach	211.1 e	191.7 e	273.3 b
Tsukuba NIFTS	*P. japonica*	252.4 c	312.9 a	193.2 e

[z] Mean values within column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan’s multiple range test, p<0.05. Caluculated by (flesh thickness) / (radial cell length).
[y] National Institute of Fruit Tree Science.
[x] Fukushima Fruit Tree Experimental Station.

Table 2. Fruit weight, radial cell length and cell number in mesocarp of larger fruit strains of ‘Akatsuki’ peach sampled from several districts.

Strains & districts	Fruit weight (g)	Radial cell length (μm)	Cell number in mesocarp
Larger strain of Akatsuki			
Fukushima Hobara selection	302.6 b[z]	257.7 b	238.8 d
Fukushima Yanagawa selection	306.7 b	191.4 d	320.9 a
Yamanashi Ofuji selection	364.0 a	278.1 a	242.9 d
Common Akatsuki			
Fukushima Date	231.6 c	203.4 c	270.0 c
Yamanashi Ofuji	351.6 a	260.6 b	282.6 b
Tsukuba NIFTS[y]	300.9 b	284.9 a	246.0 d

[z] Mean values within column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan’s multiple range test, p<0.05.
[y] National Institute of Fruit Tree Science.

‘あかつき’の枝変わりである‘暁星’の成木および若木における果実重，中果皮細胞横径および細胞数を Table 3 に示した．‘暁星’は果実重も小さく，細胞数も明らかに少なかった．また，樹齢の若い福島県梁川町の樹では，中果皮細胞数が福島県伊達町および果樹試の成木よりも明らかに少なく，細胞横径は有意に大きかった（Table 3）．

果樹試の‘日川白鳳’の細胞横径は果実の大きい区ほど大きくなったが，細胞数は極小果の区でやや少なくなった他は，有意な差は認められなかった（Fig. 2）．

考　　察

果実重と果実側径との間で極めて高い相関が認められたこと（Fig. 1）は，両者が極めて密接な関係にあることを示すものである．果実重は果実の体積に比重を乗じたものであり，果実側径は果実の大きさの１次元的数値であるが，果形が極めて類似する場合には，両者の間には高い相関が認められることは一般に観察されることである．この場合，果実側径は中果皮における細胞横径と細胞数によって決定されることになる．また，果実の大きさの品種間差異には細胞数の影響が大きいことが明らかになっている（Yamaguchi et al., 2002a）．

供試した‘あかつき’の細胞数には，産地および系統の違いによる明らかな差異が認められた．普通系‘あかつき’樹のうち，福島果試および果樹試に植栽されている樹は，‘あかつき’原木の 2 代あるいは 3 代目の接ぎ木樹であり，原木に近い世代である．福島果試樹から採取した果実の中果皮細胞数が 273.3，果樹試樹が 246.0 と，二つの地域間で差異が認められたことは，中果皮細胞数が産地により変動することを示すものである（Table 1）．果樹試における‘あかつき’果実の中果皮細胞数は，これまでの試験でも 220 ～ 240 程度で推移しており（Yamaguchi et al., 2002a），福島県における同品種の細胞数は明らかにこれより多くなっている．また，果樹試の普通台樹とニワウメ台樹の比較でも，ニワウメ台樹は普通台樹に較べて細胞数が少なくなっていた．さらに,‘暁星’の成木と若木の果実の比較からは，本品種の細胞数が樹齢の影響を強く受けると推測された．実際栽培においても,‘暁星’は若木のうちは果実が極端に小さく，成木になるに従って果実の大きさが増すことが知られている．

このように，地域や台木，あるいは樹齢などの違いにより，同一品種であっても中果皮細胞数が変動することが明らかになった．果樹研究所における新品種育成試験では，多くの場所で同一系統を試作する系統適応性検定試験が実施されるが，この試験の中でも供試系統の果実重に大きな差異が認められることが多い（金戸ら，1980；京谷ら，1992；山口ら，1996）．交雑からの年次の浅い供

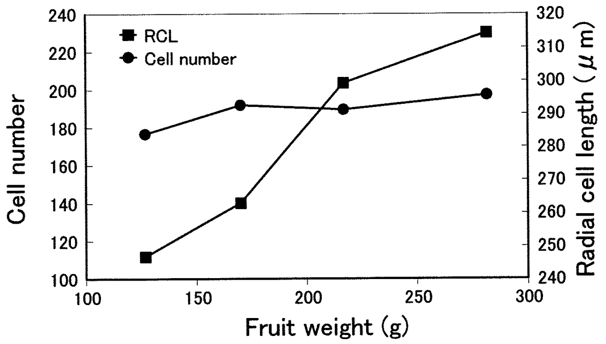

Fig. 2. Cell number and radial cell length in mesocarp of different weight of ‘Hikawahakuhou’ peach.
RCL: Radial cell length.
Cell number: Mesocarp thickness/mean radial cell length.

Table 3. Differences of fruit weight, radial cell length and cell number in mesocarp of ‘Gyousei’ peach sampled from Fukushima pref. and Tsukuba.

Districts	Tree age (yrs.)	Fruit weight (g)	Radial cell length (μm)	Cell number in mesocarp
Gyousei				
Fukushima Date	12	218.6 c[z]	249.4 b	229.4 c
Tsukuba NIFTS[y]	8	172.6 d	247.9 b	220.3 d
Fukushima Yanagawa	4	133.1 e	279.1 a	173.9 e
Common Akatsuki				
Fukushima Date	–	231.6 b	203.4 c	270.0 a
Tsukuba NIFTSx	–	300.9 a	284.9 a	246.0 b

[z] Mean values within column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan’s multiple range test, p<0.05.
[y] National Institute of Fruit Tree Science.

試系統で果実の大きさに関わる遺伝的変異が発生したとは考えにくいことから，細胞横径だけでなく，細胞数の遺伝的変異以外の変動も系適試験における果実の大きさの変動に影響を及ぼした結果であると考えられる．

モモの花芽は分化後も成長を続け，子房の内果皮および中果皮は開花以前にも分裂することが知られている（Scorza, 1991）．開花後展葉期前までは，果実の肥大は前年の貯蔵養分により進むと推定されている（阿部，2001）．また，栽培品種の中果皮細胞数の差異は開花後の細胞分裂期間の長短と関係している（Yamaguchi et al., 2002a）．杉浦ら（1996）は，ナシの果肉細胞の分裂期間および速度が温度に依存し，高温で分裂期間が短くなることを明らかにした．このように，花芽分化後の樹体の栄養条件や，次年度の休眠覚醒から中果皮細胞分裂停止時期までの気象・土壌条件，樹体の貯蔵養分と花芽数など，モモの中果皮細胞数に影響を及ぼす要因は多岐にわたると推定される．類似の条件下では品種毎に比較的安定している中果皮細胞数が，これらの要因に強く影響を受けると推定されることは，果実の大きさを評価する上で重要な知見であると考えられる．今後，これらの要因について，中果皮における細胞数および細胞横径の変動の観点から検討を行うことが必要である．

もう一方の果実の大きさの構成要素である中果皮細胞横径にも有意な差が認められた（Tables 1 and 2）．中果皮細胞の肥大には，摘果時期やその程度が顕著な影響を及ぼす（Grossman and De Jong, 1995）．また，細胞分裂停止後の果実肥大は中果皮細胞の増大に依っていることが知られている．肥大第2期の土壌水分や樹体の栄養条件が成熟果の果実の大きさに強い影響を及ぼすことは一般によく観察されている．これは前述した条件の差が中果皮細胞の肥大に直接的な影響を及ぼすためであると考えられる．本試験でも，果実の大きさの樹内変動を確認するために調査した‘日川白鳳’の果実では，果実重の違いに較べて中果皮細胞数の差異は極めて小さかった（Fig. 2）ことから，同一樹内の果実の大きさの変動は主として，成熟果の中果皮細胞横径の差異によると推定された．

本試験では‘あかつき’の大玉系といわれる３系統と普通系との間には，細胞数，細胞横径に関して一定の傾向の変異は認められなかった．福島果試および福島伊達の普通系‘あかつき’に較べて，‘保原大玉系’の中果皮細胞数はむしろ有意に少なく，‘梁川大玉系’は有意に多かった．‘大藤選抜系’は同じ大藤の普通系‘あかつき’に較べて細胞数が少なく，果実重についても明瞭な差異が認められなかった（Table 2）．これに対して，‘あかつき’の早生系枝変わりである‘暁星’は福島県および果樹試のいずれにおいても‘あかつき’に較べて明らかに少ない細胞数を示しており（Table 3），遺伝的変異により細胞数が減少したと推定された．このように，果実の大きさに関わる遺伝的変異は，細胞数だけでなく，成熟果の細胞横径の大きさの増減においても生じている可能性がある．また，各地のいわゆる大玉系が遺伝的変異によらず，その他の要因により果実肥大が促進されているケースも多くあると推定される．したがって，果実の大きさのような量的形質における系統間差異の確認は慎重を要し，可能な限り同一条件で比較することが重要であると考えられる．

摘　　要

福島県，山梨県，愛媛県および果樹試験場（茨城県）の普通系‘あかつき’，その大玉系とされる３系統，および早生系枝変わり品種の‘暁星’の果実について，果実重，中果皮細胞横径および中果皮細胞数の差異を検討した．普通系‘あかつき’には果実重，中果皮細胞横径および細胞数とも産地による有意な差異が認められた．また，ニワウメ台‘あかつき’は，いずれの産地の普通台樹と比較しても中果皮細胞数が有意に少なかった．大玉系‘あかつき’でも，系統により中果皮細胞横径および細胞数に有意な差が認められたが，普通系‘あかつき’に較べて必ずしも中果皮細胞数は多くなく，一定の傾向は認められなかった．‘暁星’の果実は，樹齢による果実の大きさの差異が明瞭であり，細胞数は若木で明らかに少なくなったが，成木の細胞数も原品種に較べて有意に少なかった．また，同一樹から採取した‘日川白鳳’においても，中果皮細胞数は安定した数値が得られた．以上の結果から，モモ‘あかつき’の果実細胞数は産地および台木により変動することが明らかになった．また早生系の枝変わりである‘暁星’には細胞数が減少する遺伝的変異が存在することが示唆された．しかし，大玉系とされる3系統については，果実重の増加と中果皮細胞数，細胞横径との間には一定の傾向は確認されず，大玉系統には遺伝的変異によるものと，気象，栽培条件などの違いによるものとが混在している可能性が示唆された．

引用文献

1）阿部　薫．2001．おいしい（高糖度）モモを安定生産するための着眼点．P.13-18．阿部　薫・井上重雄・志村浩雄編．モモの作業便利帳．農文協．東京．

2）Coombe, B. G. 1976. The development of fleshy fruits. Ann. Rev. Plant Physiol. 27 : 207-228.

3）Grossman, Y. L. and M. De Jong. 1995. Maximum fruit growth potential following resource limitation during peach growth. Ann. Bot. 75 : 561-567.

4）**金戸橘夫・吉田雅夫・栗原昭夫・佐藤敬雄・原田良平・京谷英壽．**1980. **モモの新品種‘あかつき’について．果樹試報．** A7 : 1-6.

5）**京谷英壽・吉田雅夫・山口正己・西田光夫・石澤ゆり・西村幸一・小園照雄．**1992. **モモ新品種‘まさひめ’．果樹試報．** 23 : 13-24.

6）Scorza, R. 1991. Differences in number and area of mesocarp cells between small- and large- fruited peach cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 861-864.

7）**杉浦俊彦・本條 均・吉田 均・尾関 健・吉田 亮・北村光康．**1996. **ニホンナシ果実の細胞分裂停止期および細胞数に対する温度の影響について．園学雑．**65（別 2）: 166-167.

8）**山口正己・京谷英壽・吉田雅夫・中村ゆり・西村幸一・土師 岳・小園照雄・福田博之．**1996. **モモ新品種‘あきぞら’．果樹試報．** 29 : 1-13.

9）Yamaguchi, M., T. Haji, M. Miyake and H. Yaegaki. 2002a. Varietal differences in cell division and enlargement period during peach (*Prunus persica* Batsch) fruit development. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 71 : 155-163.

10）Yamaguchi, M., T. Haji, M. Miyake and H. Yaegaki. 2002b. Studies on the varietal differences and yearly deviation of mesocarp cell number and length and fruit weight among commercial peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] cultivars and selections, wild type , and their hybrids. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 71 : 459-466.