

カキ果のタンニン

(第1報) 脱渋に伴うタンニン細胞の外観的变化*

吉村不二男・楠本 正次**

Tannin in Kaki fruits. I

Visible variation of tannin cells with artificial
removal of astringency.

Fujio YOSHIMURA, Masatsugu KUSUMOTO
Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture

Summary

There are many treatments to remove artificially astringency of Kaki fruits after harvest. The fruits of astringent cultivars are dried up after peeling in room, dipped in warm water for 24 hours, over-ripened and stored in the freezer for long days. In present report, the visible variation of tannin cells with these treatments was microscopically examined.

Just after peeling (Fig. 1-A and B), the protoplast of tannin cells was carried away easily by cutting with microtome. 2 or 4 days after (Fig. 1-C, D, E and F), the peeled fruits were still astringent, but decreased in fresh weight on rate of 10 % or over a day. In those fruits the protoplast of tannin cells was coagurated and plasmolyzed easily, and the coagurated protoplast jutted out easily with light pressure, but in outer parts and near by vascular bundles of the peeled fruits, there were tannin cells being shrunken. 6 or 8 days after (Fig. 1-G, H, I, J, K and L), the peeled fruits decreased more and more in fresh weight, but the inner parts of them were jelly-like, and they were almost never astringent. In jelly-like parts the protoplast of tannin cells was coagurated to be gelatin-like, and get out of shape or marked by cutting with microtome. In dried outer parts of the peeled fruits, there were many crystallized protoplasts of tannin cells. 14 days after (Fig. 1-M, N and O), the peeled fruits decreased almost never in fresh weight, and they were wholly not astringent and edible. In those fruits the protoplast of all tannin cells was crystallized, not able to cut and destroyed partially by cutting with microtome. And further, just after peeling, the protoplast of tannin cells was easy to be dark purple or black with 5 % solution of FeCl_3 , but as coaguration of the protoplast went on, the protoplast was difficult to dye with the FeCl_3 solution, that is, only jutting parts and outer parts of the coagurated protoplast were partially dark purple or black. And then the crystallized protoplast was only dyed very light purple with FeCl_3 solution.

The fruits being over-ripened for 60 days in room were berry-like, not astringent and edible. In those fruits the protoplast of tannin cells was coagurated to be gelatin-like, white and glittering (Fig. 4).

With dipping in 40°C water for 24 hours, the "over-ripen" was hastenand and then was over (Fig. 5). That is, 4 or 6 hours after dipping begun, the dipped fruits were still astringent, but in those fruits the protoplast of tannin cells begun to be coagurated. 8 or 12 hours after, the dipped fruits were soften and a little astringent. In those fruits the protoplast was coagurated more and more. At last, 16 hours after, the dipped fruits were wholly not astringent and edible, and the protoplast of tannin cells was gelatin-like.

The fruits being stored in -30°C freezer for 60 days were not astringent (Fig. 6). In those fruits the protoplast of tannin cells was dehydrated by the intracellular freezing, and then coagurated and gelatin-like.

* : 昭和46年度, 秋季, 日本園芸学会中四国支部会で発表 ** : 現在カバヤ食品技術研究室

緒 言

北川氏⁽¹⁾は脱渋したカキ果のタンニン細胞について観察して、かっ変形、収縮形、凝固形、分離形および破裂形の5つの形に分けているが、脱渋過程におけるタンニン細胞の変化について観察した報文がない。そこで、1969年に、皮を除いたカキ果の風乾に伴う脱渋過程について、1971年には、カキ果の温湯浸漬や凍結に伴う脱渋過程について観察して、渋ガキの過熟果（熟しガキ）、甘ガキの熟果と比較検討した。

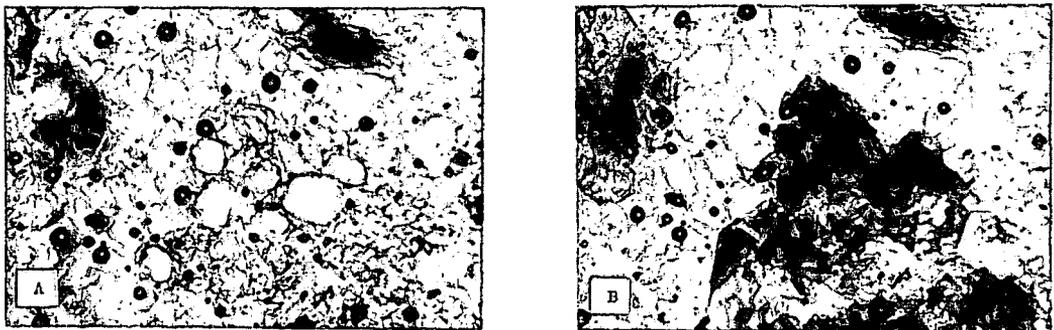
実験材料と方法

カキ果は10月中～下旬に採集して、5°Cの恒温器で貯蔵して、適宜、実験に供した。1969年度では、主として、皮を除いて室内に糸でつるして風乾した材料（平核無、横野、川端）について、経時的に果実の各部位の切片をとり、塩化第二鉄の5%液で染色して、そのタンニン細胞の内容物の変化を観察した。他方、比較のために、室内に60日間放置して、熟しガキとした平核無および成熟した富有、次郎について検鏡した。また、干しガキ（平核無、横野）を1.5～3.0時間煮沸して、“渋もどり”の有無とタンニン細胞内容物の変化を比較観察した。1971年度には、カキ果（平核無、横野）を40°Cの温湯に24時間漬けて、経時的に取り出して、そのタンニン細胞の内容物を調べた。また、-30°Cの恒温器に60日間入れて凍結させたカキ果（横野）について検鏡した。

実験結果と考察

皮を除いた平核無、横野について、風乾処理に伴った、タンニン細胞内容物の変化を経時的に示すと、第1図-A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, NおよびOのとおりである。なお、参考のために、皮を除いた横野の風乾に伴う重量変化を示すと第2図のとおりである。皮を除いて数日間は水分が急速に減少するもので、14日以後では、その生体重がほとんど減っていない。

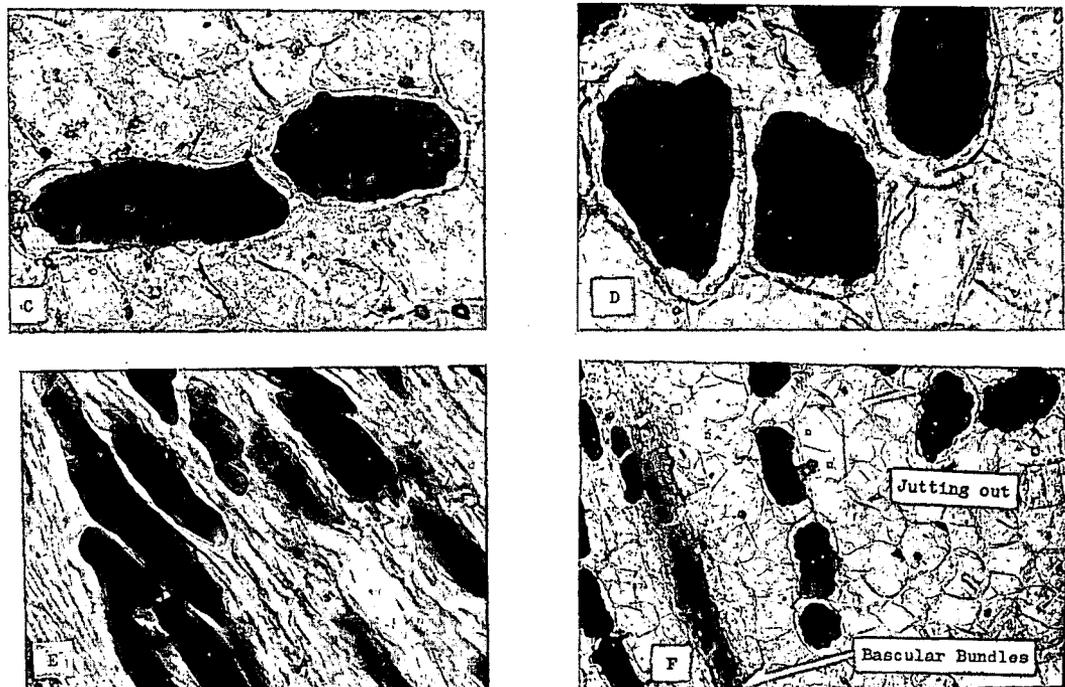
すなわち、皮を除いた直後では、ミクロトームで切片を作る際に、タンニン細胞の内容物が壊れて、細胞外に流出し、塩化第二鉄液で染色してはじめて、タンニン細胞と判別できる状態である（第1図-AとB）。その後、乾燥に伴って、タンニン細胞が脱水されて収縮することは、他の細胞



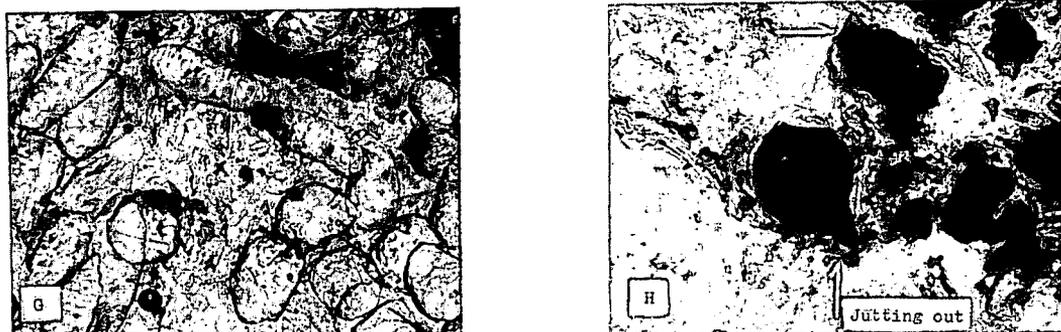
Just after peeling, the protoplasts of tannin cells are shown to be carried away easily by cutting with mycotome (A) and then to be dark purple or black in and around them with 5% solution of FeCl₃ (B).

Fig. 1 Visible variation of tannin cells in the peeled fruits after air-drying begun. Astringent cultivars were Hiratanenashi and Yokono.

と同じであるが、タンニン細胞では、その内容物が凝固して、特に容易に原形質分離を起こしやすい。この場合、タンニン細胞内容物に皮膜がじょじょにできて、流動しにくくなっては行くが、そ

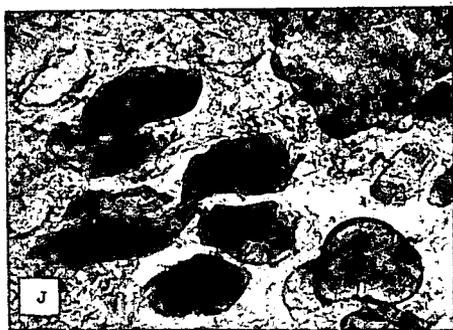
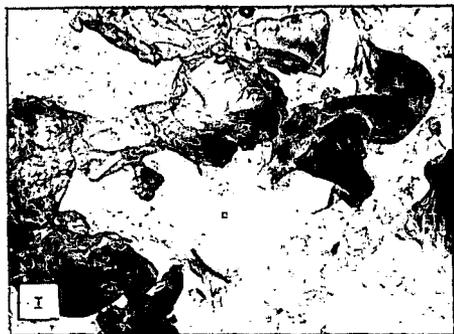


2 or 4 days after, the peeled fruits were still astringent. The coagurated and plasmolyzed protoplasts are shown (C, D and F), and there were tannin cells being shrunk similarly to other cells in outer parts (E) and near by vascular bundles (F) of the peeled fruits.

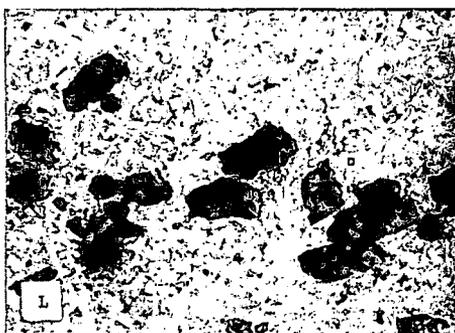


6 or 8 days after, the inner parts of the peeled fruits were jelly-like, and they were almost never astringent. The jelly-like pulp was picked up with a pincette and rubbed with cover-glass on deck-glass. Outer parts and jutting parts of the protoplasts are shown to be dark purple or black with the $FeCl_3$ solution.

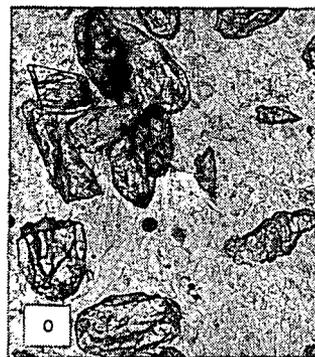
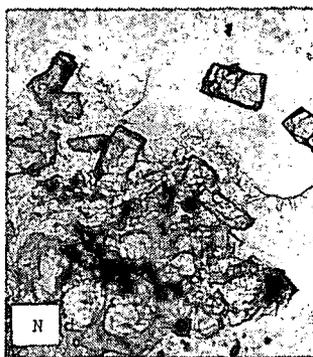
Fig. 1 Visible variation of tannin cells in the peeled fruits after air-drying begun.



6 or 8 days after, the gelatin-like protoplasts are shown to be get out of shape (I) and marked (J) by cutting with microtome, and to be purple with FeCl_3 solution.



6 or 8 days after, the crystallized protoplasts are shown to be found in dried outer parts of the peeled fruits (Left in K).



14 days or over after, the crystallized protoplasts (M). They were not able to cut and destroyed partially by cutting with microtome (N and O).

Fig. 1 Visible variation of tannin cells in the peeled fruits after air-drying begun.

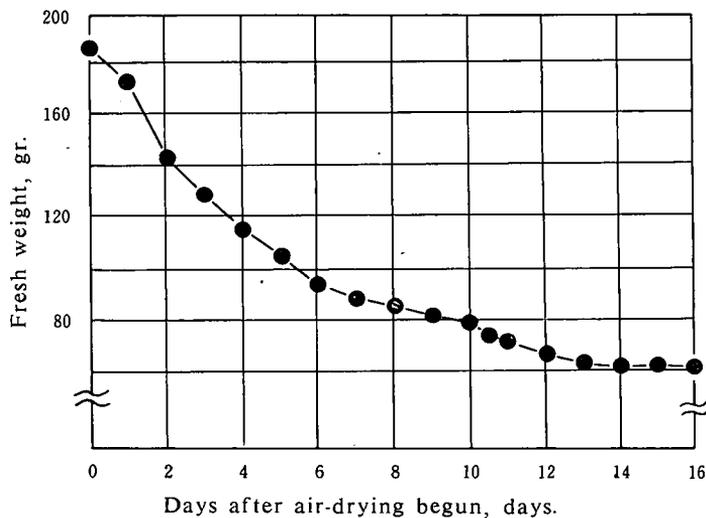


Fig. 2 Variation of the peeled fruits (Yokono) in fresh weight after air-drying begun.

れが不十分で、マイクロームで切片にすることで、タンニン細胞内容物が、一部で細胞外に吐出しやす (第1図-C, DおよびE)。その際、塩化第二鉄液で、吐出した部分から、紫黒色～黒色に急速に染まる。6～8日経ると、さらに脱水が急速に進んで、果実は著しく軟化して、渋味がほとんどなくなる。タンニン細胞の内容物においては、上記の傾向が一層顕著となる (第1図-G, Hおよび第3図), 内部がゼリー状となっている干しがきの、ゼリー状部位のタンニン細胞の内容物の状態は、渋ガキを追熟して漿果 (しょうか) 状となっている熟しがきや熟した軟い甘ガキで見られる、白色タンニン細胞と同じであると考えられる (第4図および第9図)。これを北川氏は分離形と表現している。なお、参考のために、熟しがきの白色のタンニン細胞内容物を取り出して、

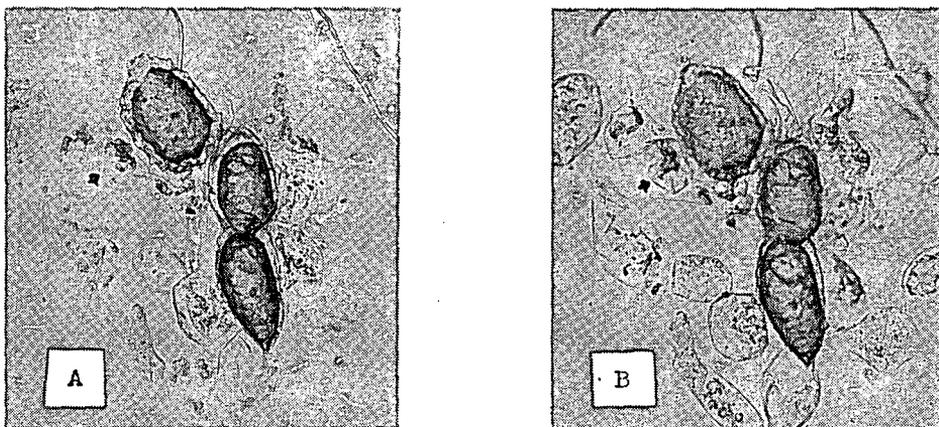


Fig. 3 The plasmolyzed and gelatin-like protoplasts in the fruits (Yokono) being air-dried for 10 or 12 days after peeling (A). They were swollen out after watering between cover-glass and deck-glass on rate of a few drops a hour for 12 hours (B).



Fig. 4 The gelatin-like protoplasts of tannin cells in the berry-like fruits (Hiratanenashi) being over-ripened for 60 days after harvest (A). They were air-dried on the deck-glass for 24 hours, and then were shrunken and crystallized partially (B). And the protoplast jutting out with saturated solution of sugar (C).

試みに高濃度のしょ糖液に漬けてみると吐出することから考えて、ゼラチン状よりやや軟い状態にあることが伺える。そのまま、デッキグラスの上で24時間風乾すると、一部で収縮し、結晶化してくる(第4図-A, BおよびC)。また、除皮果の外側や維管束付近では、脱水が急速なためか、細胞ごと収縮して、タンニン細胞内容物のコロイド化や凝固が著しく早い(第1図-EおよびF)。これは北川氏のいう収縮形と類似している。今までの報文では、カキ果のタンニンは不溶解のゲル形成とともに、ハイドロカーボン化したコロイド物質によって固定される⁽⁴⁾とも、また、成熟に伴って粘性を持ち、強い凝固性を有する、可溶性ペクチン自体のゲル化によって⁽¹⁾、渋味を感じなくなるとも言われている。すなわち、果実の軟化——タンニン細胞内容物のゼラチン化——したとき、渋くなくなるといえよう。なお、渋くなくなった干しがきの外側では、一部で、タンニン細胞の内容物が乾固して、結晶化している(第1図-KおよびL)。脱渋した干しがきをさらに風乾すると、ゼラチン状のタンニン内容物がじょじょに固くなって、塩化第二鉄液でいよいよ染まりにくく、長時間で紫色となる(第1図-IおよびJ)。北川氏のいう凝固形であろう。やがて、ついには乾固して、14日後には全てのタンニン細胞で結晶状となり、強く圧すと破碎して、塩化第二鉄液で、長時間で薄い紫色に染まる。北川氏のいう結晶形である(第1図-M, NおよびO)。

温湯浸漬処理(湯抜き法)についてみると、短時間で果実が軟化して、熟しがき状態を短時間につくるようなものである。すなわち、浸漬後4~6時間して、タンニン細胞の内容物が凝固しはじめ、8~10時間で明かに白色ゼラチン状となっているが、やや渋く、16時間経ると完全に脱渋していた(第5図-A, B, CおよびD)。

凍結処理では、経時的な変化を観察していないが、解凍、軟化した果実のタンニン細胞の内容物は軽く圧してつぶれにくく、一部でひび割れが見られ、つぶれてもごくわずかに吐出、流動するだけであった。すなわち、ゼラチン状である。いかえると、細胞外凍結現象によって脱水されて、タンニン細胞の内容物が凝固して、ゼラチン状となっていると思われる(第6図AおよびB)。北川氏が凍結脱渋によるものは破裂形といっていることと異なる。



0 or 2 hours after dipping begun (A), the protoplasts are shown to be carried away by cutting with microtome, and to be dark purple or black in and around tannin cells with FeCl_3 solution.



4 or 6 hours after (B), the fruits were still astringent. The protoplasts are shown to begin to be coagurated but get easily out of shape by cutting with microtome.



8 or 10 hours after (C), the fruits were softened and a little astringent on Hiratanenashi. The soft pulp was picked up with a pincette on deck-glass, and then the coagurated protoplasts are shown in right photograph. They were get out of shape by rubbing with cover-glass on deck-glass (Left).



12 hours after (D), the fruits were a little berry-like and not astringent on Hiratanenashi. The gelatin-like protoplasts are shown to be dark purple or black in outer parts and jutting parts with FeCl_3 solution. And to be wholly not astringent, it took longer 4 hours on Yokono than on Hiratanenashi.

Fig. 5 Visible variation of tannin cells with dipping in 40°C water. Astringent cultivars were Hiratanenashi and Yokono.



Fig. 6 The protoplasts of tannin cells in the fruits (Yokono) stored in -30°C freezer for 60 days. They were gelatin-like (A), that is, they were rubbed with cover-glass on deck-glass and then get out of shape (B).

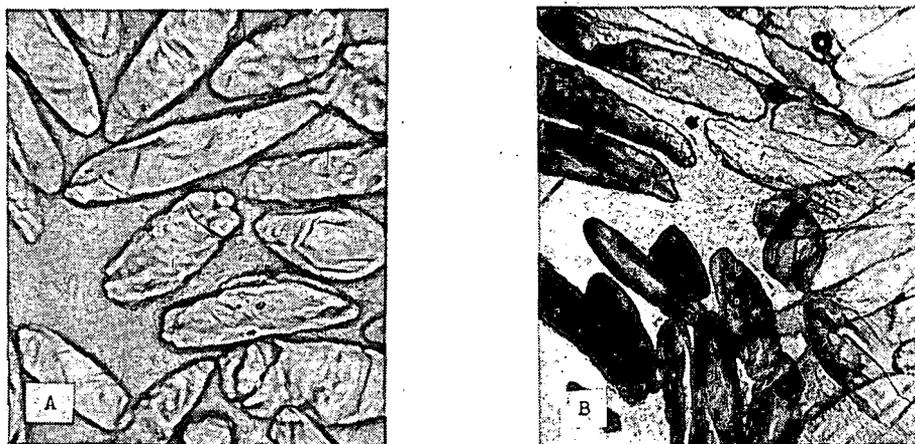


Fig. 7 The white and gelatin-like protoplasts in the edible fruits (Hiratanashi) being dried for 12 days after peeling (A). After boiling for 1.5 hours, they were light brown and still gelatin-like (B). Then, the boiled fruits were softened and turned to be a little astringent.

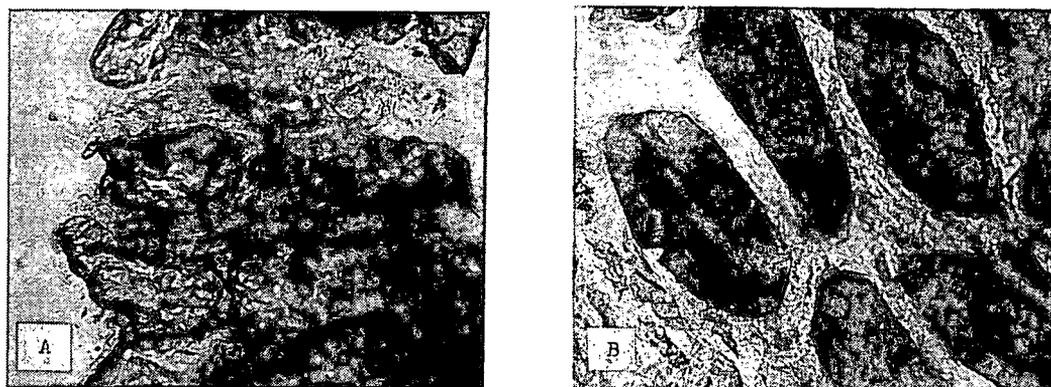


Fig. 8 The pale and crystallized protoplasts in the edible and tough fruits (Yokono) being dried out for 50 days after peeling (A). After boiling for 3 hours, they were redish brown and gelatin-like (B). Then, the boiled fruits became fragile but did not turn to be astringent.

また、タンニン細胞の内容物がゼラチン状となって、脱渋しているカキ果を煮沸すると、解膠作用が起きて、“渋もどり”する⁽³⁾といわれているので、参考のために、皮を除いて風乾後12日で、内部のまだ軟い干しがキ(平核無)を1.5時間煮沸してみたところ、“渋もどり”という程でないが、やや渋味が感ぜられた、その際、白色、ゼラチン状のタンニン細胞の内容物がそのまま薄くかっ変し、ゼラチン状には変りはなかった(第7図-A および B)。さらに、皮を除いて風乾50日を経た、かたい干しがキ(横野)を3時間煮沸してみたが、果肉がほろほろにもろくなっても、渋くはならなかった。その際、白色、結晶状のタンニン細胞の内容物が赤かっ色となり、ややゼラチン状にもどった(第8図-A および B)。カキ果のカテゴールタンニンは大気中で次第に酸化して重合し、水に不溶な、かっ色のフロバノンになる⁽⁵⁾といわれていることと関係あるのか疑問である。

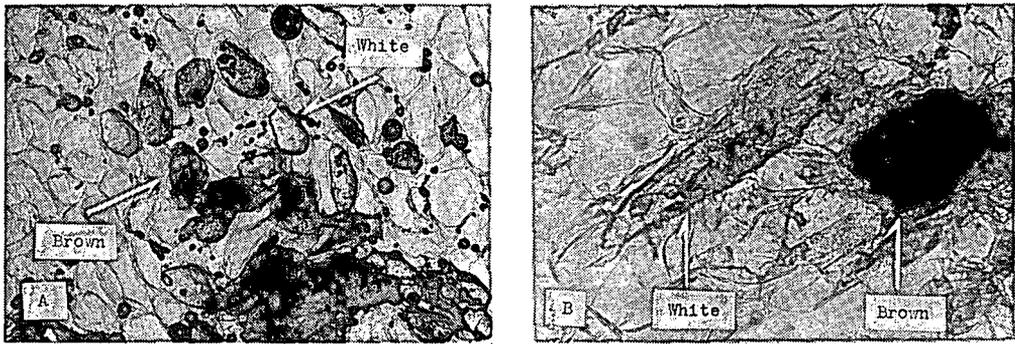


Fig. 9 The tannin cells in matured fruits of non-astringent cultivars. There were much more the white, coagurated and gelatin-like protoplsats than the shrunken and brown protoplsats as brown speck (A, Ziro). The white protoplast, being get slightly out of shape, and the brown protoplast, being destroyed partially by cutting with microtome, are shown in right microphotograph (B, Fuyū).

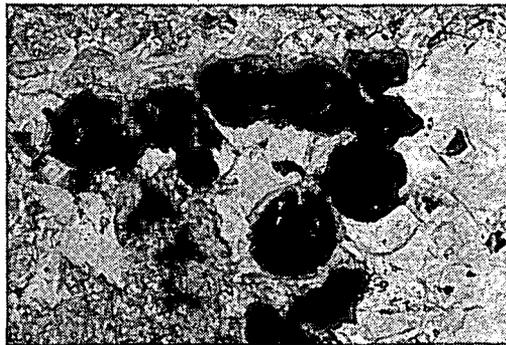


Fig. 10 The shrunken and yellow brown or brown protoplasts in the fruits (Hiratanashi), which had been suffered from traumatic injury by wind, they were similar to brown specks in non-astringent cultivars and partially destroyed by cutting with mycrotome (Fig. 9).

なお、甘ガキの富有、次郎の成熟果において、タンニン細胞内容物が収縮し、かっ変、固化した、かっ変タンニン細胞⁽²⁾が意外に数少なくて、内容物がゼラチン状の、白色タンニン細胞が数多く見られた(第9図-AおよびB)が、甘ガキがかっ斑を生じて脱渋する⁽³⁾ことと趣きを異にしている。熟した甘ガキで白色タンニン細胞の多いことから、富有、次郎がやや軟化した状態で最もあまいことが理解できる。本実験の観察中に、風による当たり傷と思われる箇所には、黄～たんかっ色のタンニン細胞群が渋ガキ(平核無)に見られ、これが日の経過につれて赤かっ色となっていた(第10図)。これらはマイクロトームの切断で破碎されて、ちょうど甘ガキのかっ斑と同じ状態であった。

引用文献

- 1 緒方邦安. 1968. 園芸食品の加工と利用: 83~85
- 2 北川博敏. 1968. 園学雑. 37: 89-94
- 3 ————. 1969. 園学雑. 38: 92-96
- 4 Lloyd, R. and Aldrich, W. W. 1944. Jour. Agr. Res. : 121-133
- 5 宮道悦男, 松浦信, 伊藤一男. 1970. 最近植物成分研究法:

(昭和49年7月20日受理)