

夏橙果実の利用に関する研究（第2報）

原料果実の採取時期についての一考察

長坂啓助^{*}・原奈美子^{*}

Keisuke NAGASAKA and Namiko HARA

Studies on the Utilization of Citrus Natsudaidai Part 2.

Discussion on the Harvesting Period of Fruits
as Materials for Manufacturing

緒 言

一般に夏橙果実はシラップ漬罐詰を製造する際、温州ミカンと比較すると果肉の崩壊しやすいことが一つの欠点になっている。これは果粒が温州ミカンのそれにくらべて大型であること、また種子を有するためにそれを除いた跡が裂目となってその後の加工操作中に崩壊する率が多くなることなどのためである。さらに、かなり熟度の進んだ果実を加工原料として用いる場合は、果肉中の Pectin 質も水溶性のものが多くなっていて肉質が軟化しており、加工操作中の果肉の崩壊率は一層大きくなる傾向がある、そこで不溶性 Pectin の多い、果肉のしっかりしている時期、すなわち早期に果実を採取してそれを加工原料とした場合には当然加工製品の Broken の率は減少する筈である。

また、夏橙栽培可能な北限に当るような比較的寒冷な地方では、しばしば冬季の寒害のために落果し安定な生産が望めないのであるが、もし本格的な寒気の襲来する以前に果実の早期採取ができるとすれば、生産は安定化し夏橙栽培可能域も拡大するわけである。さらに早期に果実を採取すればそれだけ樹の負担を軽減することになりひいては樹の寿命も延びる結果となる筈である。

このように果実の早期採取には多くの利点が考えられるが、しかし早期といっても、果形の肥大、含有成分量等からそこにはおのずから一定の限界がある筈で、果実がある程度までの加工適性を持つまでには発育していることが必要である。筆者らは 1964 年 10 月から翌年 5 月まで果実の生育に伴う含有成分の消長を調査し、この点

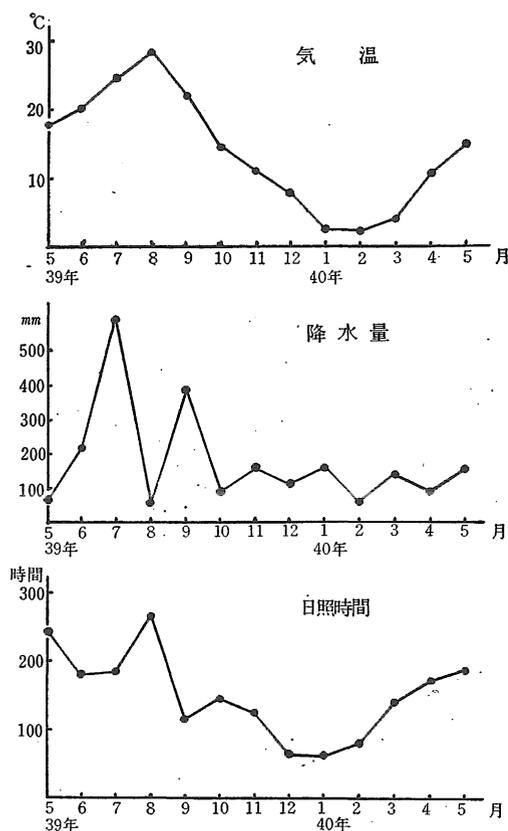
について種々検討を加え、加工原料用果実としては 12 月中～下旬もまた一つの採取時期であるとの結論を得た。この時期はちょうど果実の一次肥大の終わった頃に当り、果形の大きさも十分にあり、果色の発現、呈味成分の含有量からみても加工原料とすることに大きな無理はないと考えられる。ただこの季節は市場には温州ミカンが回っている頃で、生食用としての商品価値は疑問であるが加工原料として考えるならばこうしたことも大きな支障とはならず、加工操業期間の拡大という利点も加わってさらに意義は大きくなるのである。

実験材料並びに方法

本実験に供試した果実は島根県出雲市の岡氏園のもので、樹令の詳細は不明であるがほぼ 30 年生位のもので推定される。園は砂壤土の平坦地で、調査期間中の気温、降水量および日照時間は第 1 図に示したとおりである。

調査は果実がある程度肥大してきた 10 月上旬から翌年の 5 月中旬まで同一樹から大体 15 日間隔に Sampling して含有成分の分析を行なった。調査項目は呈味成分である酸、糖、Naringin の他に加工上極めて重要な意義を有する Pectin 質物をもあわせて調査した。ただこれらの成分は、同一時期に同一樹より採取した果実間においてもその含量にかなりの個体差が認められ⁽⁷⁾、熟度の相異なるいは果形の大小等によっても異なるので、Sampling に際しては十分注意し、その時期において最も熟度の進んでいると思われるもので、果形も大きいものを選んで供試した。1 回の調査に供試した果実数は

5~10個で、それぞれ別に分析を行なって結果はその算術平均をもって示した。



第1図 調査期間中の気温
降水量・日照時間

1. 糖含量の定量

果実の表皮およびじょうのう部を手で注意深く除去して果肉部を取り出し、これを2枚重ねたガーゼに包んで軽く搾汁する。この搾汁液を水で10倍に稀釈して還元糖定量の検液とした。全糖は10倍に稀釈した搾汁液 50ml をとり、これに N/10 の塩酸 15 ml を加えて沸騰湯浴中で1時間還元冷却器を附して加水分解を行なった後 N/10 水酸化ナトリウム液で中和し、後水を加えて 100 ml として検液とした。定量方法は BERTRAND 法によった。

2. 酸含量の定量

糖の定量の場合と全く同様にして得た搾汁液の一部をとって、これを水で10倍に稀釈したものを検液として Phenolphthaleine を指示薬として N/10 の水酸化ナトリウム液で滴定しその滴定値からクエン酸としての酸濃度を算出した。

3. Naringin 含量の定量

果汁中の溶存 Naringin 量の測定は前述のようにして得た搾汁液を水で10倍に稀釈し濾紙 (No.2) で濾過した後濾液 1 ml をとり、Diethylene glycol を 10 ml 加え、さらに 1 N の水酸化ナトリウム 1 ml を加えて発色させ、30 °C において30分後に 420 mμ で吸光度を測定し、あらかじめ描いておいた標準曲線に照合して Naringin 濃度を決定した。(DAVIS 変法)⁽³⁾

果肉中の全 Naringin 量については前報⁽²⁾と同様に表皮およびじょうのう部を除去した果肉 10 g を乳鉢中でよく磨砕した後約 100 ml の水でピーカーに洗いこみ、これを沸騰湯浴中で30分加熱、冷却後 200 ml のメスガラスコに移して定容とし、その濾液 1 ml をとって上述のように DAVIS 変法に従って Naringin 量を求めた。

4. Pectin 質物の定量

表皮およびじょうのう部を手で除去した果肉約 300 g を Mixer にかけて細断し直ちにあらかじめ沸点近くまで加温しておいた Ethyl Alcohol 中に投入する。この際混合液中の Alcohol 濃度が70%になるようにする。投入後さらに5分間加熱した後濾過し、濾紙上の Alcohol 不溶残渣を70%の Alcohol で糖の反応 (MORISH 反応) が消失するまで洗滌する。その後無水 Alcohol と Ether で1回ずつ洗った後 40 °C で乾燥させる。乾燥後これを粉碎機にかけて粉末化し、後は大体 McCOLLOCH 法に準じて分別抽出するが⁽⁴⁾、本実験では多少 Modify して行なっている。

まず乾燥粉末 2 g を秤取し、これに水 100 ml を加えてスターラーで攪拌しながら 30 °C に2時間おき、後これをナイロン布で濾過し、この濾液をとって水溶性 Pectin の検液とした。つぎにナイロン布上の残渣を水でよく洗って水溶性 Pectin を流去した後ピーカーに移し再び水を加えてこの際加えた水の量が 100 ml となるようにする。そしてこれを沸騰湯浴中に還元冷却器を附して1時間加熱した後再び乾いたナイロン布で濾過し、この濾液を熱水可溶性 Pectin の検液とした。つぎにこのナイロン布上の残渣を熱湯でよく洗滌した後これにシュウ酸アンモニウム溶液を加えて、液量 100 ml, シュウ酸アンモニウムの濃度が 0.2% となるように調整する。抽出は 30 °C で2時間スターラーで攪拌しながら行なう。後同様にナイロン布で濾過しその濾液をとってシュウ酸アンモニウム可溶性 Pectin の検液とした。つぎにナイロン布上の残渣を 0.2% のシュウ酸アンモニウム液でよく洗滌し、さらに水でくりかえし洗滌した後これに稀塩酸を加え、液量 100 ml, 塩酸濃度 0.05 N となるようにし、還元冷却器を附して沸騰湯浴中で2時間加水分

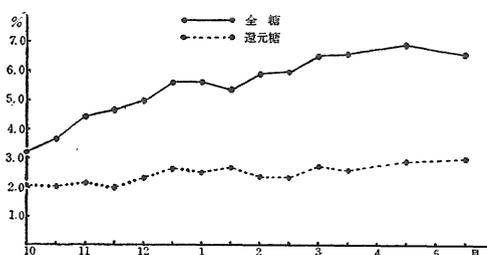
解を行なった後ナイロン布で濾過し、その濾液をとって塩酸可溶性 Pectin の検液とした。

各検液は Ca-Pectate 法に従ってそれぞれ分析定量し、結果は Ca-Pectate. とし新鮮物に対する%で示した。total Pectin 量は水溶性、熱水可溶性、シュウ酸アンモニウム可溶性、塩酸可溶性の各 Pectin 量の合計である。

実験結果

1. 糖分

果実の発育に伴う果肉内の糖分の消長は第2図に示すとおりで、還元糖含量は10月より12月までは次第に増加している。しかしその後の増加のしかたは極めて僅かで、12月下旬と5月頃を比較しても大差のない値を示している。一方全糖含量は10月から翌年5月まで次第に増

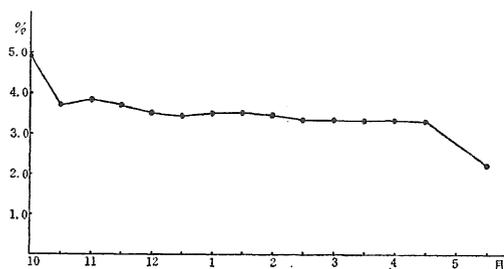


第2図 果実発育に伴う糖含量の変化

加し、5月には前年10月の約2倍の含有量を示している。しかしこれも12月下旬と5月のものと比較すると12月中旬の果実は既に翌年5月のものの約86%の全糖含量を有していることがわかる。すなわち夏橙果実においては糖分は12月中旬までには既にかなりの蓄積量がありその後の増加は微々たるものであるということである。

2. 酸度

酸含量の季節的变化は第3図に示すとおりで、調査開

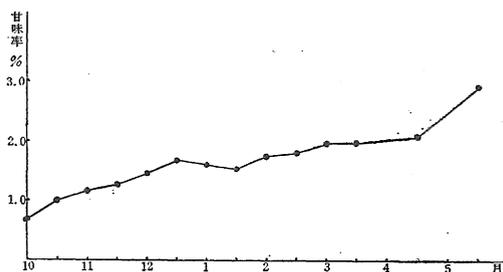


第3図 果実発育に伴う酸含量の変化

始の10月初旬頃に急激な減少をみせ、その後12月中旬頃まで徐々に減少をつづける。しかし1月から4月頃まではほとんど変化がなく、5月に入って再び大きく減少している。こうした傾向は井上氏⁽⁴⁾ (1966) の調査においても認められており酸減少の Pattern は全く類似している。

3. 甘味率

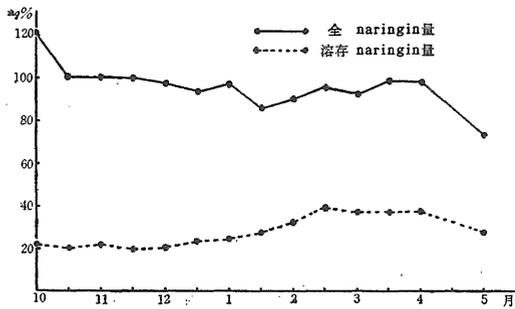
我々が果実を食する場合、その甘さの感覚は単に糖濃度のみによって決定されるものではなく、酸濃度も大きく影響することはよく知られている。こうした理由から、糖濃度(%)の酸濃度(%)に対する比率を求めてこれを甘味率と呼んで感覚的な甘さの indicator としている。そこで上述の糖、酸の含有量から甘味率を算出し季節的な変化を示したものが第4図である。10月から翌年5月まで甘味率は次第に高い値を示している。しかし詳細にみると、調査開始の10月上旬から12月中旬にかけて次第に上昇している curve も1月中はほとんど変化なく、2月以降になって再び上昇し始めている。5月中旬には甘味率は3.0に近い値となっている。しかし温州ミカンの甘味率が普通 10.0~15.0 であるのに比較すると夏橙果実はやはり相当酸味の強いものであることがわかる。



第4図 果実発育に伴う甘味率の変化

4. Naringin

Naringin は極く微量でも強い苦味を呈する flavanone の配糖体で、生果の果汁中にはそれ程多くは含まれていないが、加工に際して殺菌その他の目的で果肉に熱が加えられた場合には果汁中の Naringin 濃度が異常に増加して極めて強い苦味を持つようになる。これは普通に搾汁した程度では果汁中に溶出してこない非可溶性の Naringin が加熱によって容易に果汁中に溶出してくるため、このことが夏橙加工上の大きな支障となっているのである。果汁中の溶存 Naringin (可溶性 Naringin) 量および、全 Naringin (可溶性 Naringin + 非可溶性 Naringin) 量の季節的变化を調べた結果が第5図であ

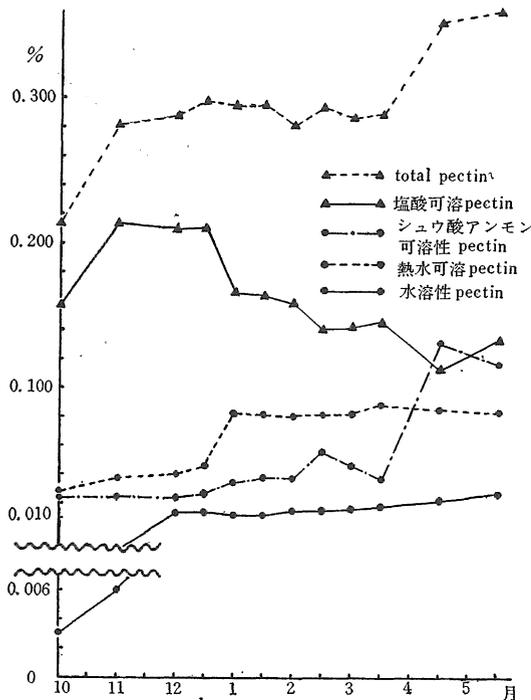


第5図 果実の発育に伴う果汁中の溶存 Naringin 量と果肉中の全 Naringin 量の変化

る。これをみると可溶型の Naringin は未熟の果実中には比較的少なく、熟度が進むにつれて漸次増加しているのに反して、果肉中の全 Naringin 量は熟度が進むにつれて減少する傾向を示している。これは全 Naringin 中の非可溶型のものが一部可溶型に移行しているためである。

5. Pectin 質物

果実の発育に伴う Pectin 質物の消長を調査した結果を第6図に示した。水溶性および熱水可溶性の Pectin



第6図 果実発育に伴う Pectin 質物の変化

は果実の発育に伴って次第に増加しているのに反して塩酸可溶性の Pectin すなわち不溶性の Protopectin は減少する傾向を示している。この傾向は他の一般果実についても常にみられる変化で、これが果実の肉質を軟化させる大きな原因となっている。ただシュウ酸アンモニウム可溶の Pectin すなわち金属イオンと結合した不溶性 Pectin 量が4~5月にかけて急激に増加しているがこれについてはよくわからない。

考 察

夏橙果実中の成分は生育条件あるいは Sampling のしかたなどによって一概に論ずることはできないが、以下筆者らの得た結果にもとづいて加工を目的とした場合の果実の採取時期について考察を加えてみたい。

糖分について筆者らの得た結果は井上氏⁽¹⁾(1966)の調査の結果とほぼ似たような傾向で、全糖含量は調査当初の10月より翌年5月まで次第に増加している。これを量的にみると10~12月は急激な増加を示しているが、1月中はほとんど変化なく2月以降の増加は比較的緩慢である。12月中旬の果実の全糖含量は5月頃の果実の86%で、12月中旬にはすでにかかりの糖量の蓄積があることがわかる。一方酸含量についてみると10月から12月にかけて次第に減少し、その後は大きな変動がなく5月に入って大きく減少している。12月中旬の果実は5月のものの約1.6倍の酸含量を示し、これを甘味率の点から比較すると12月中旬の1.65に対して5月のものは3.0に近く約2倍の差のあることがわかる。このことから考えても12月中旬の果実は5月のものに比較してかなりの酸味の強いもので、生食用として考えた場合は採取時期としてなお早いといえるであろう。しかしこれを加工原料としてみた場合糖分が僅か少ないということは必ずしも致命的なものではない。酸含量が高く甘味率が低いということも、加糖して甘味率を調整できるので加工に際してはほとんどの場合大して問題にならない。むしろ酸含量の高い方がかえって濃厚な味をもつ製品を得ることができる。

つぎに Pectin 質物の消長についてみると、果実の発育に伴って塩酸可溶性 Pectin、すなわち Protopectin の含量が次第に減少し、反対に水溶性 Pectin および熱水可溶性 Pectin が増加している。これは果肉が軟化していくことを示すもので、夏橙果実のシラップ漬醃詰製造における果肉の崩壊と密接な関係をもつものとして重要である。12月中旬の果実中の水溶性 Pectin 量が0.012%、Protopectin量0.213%、5月頃の果実中の水溶性 Pectin 量が0.026%、Protopectin量0.134%という値からみても12月中旬に採取した果実の方が5月

のものより肉質が緊密で、加工に際して果肉の崩壊の少ないことが予想される。

また夏橙果実の肥大は第一次肥大期と第2次肥大期に分れ、第2次肥大期の発育は主として果皮部において盛んで果肉部の肥大はほとんど期待できないといわれている⁽⁴⁾。そのため果肉部は第一次肥大期の終期12月中旬で既に十分の大きさを有していることになり、果肉部のみを利用する加工の立場からは12月中旬～下旬に果実を採取することが果実の大きさの点からも何等不都合はないことになる。しかし問題は夏橙果実中に含まれる苦味成分 Naringin にある。可溶性の Naringin がある。可溶性の Naringin 量についてみると12月中旬のものは5月頃のものに比較するとむしろ少なく、生食する場合は12月中旬の果実でも苦味に関する限りではほとんど問題とする必要はない。ただ果肉中の全 Naringin 量をみた場合12月中旬の果実は5月のものにくらべてかなり多い値を示している。加工に当って果肉に熱が加えられた場合、この果肉中の全 Naringin のほとんどが可溶化して非常な苦味を呈することを考えると、12月に採取した果実を原料とした加工製品は5月頃の果実を原料としたものに比較してはるかに苦味の強いものになるのは当然である。しかし近年 Naringin 分解酵素 Naringinase の工業的生産が可能となり、酵素法による夏橙果実の苦味除去がある程度成功しており⁽⁵⁾⁽⁶⁾、さらに現在も各方面で研究されているので、12月採取果実のもつ苦味の問題もまもなく解決されるであろう。

以上今回調査した項目に関する限りでは12月中旬に採取した果実を加工原料として使用することに大きな支障はないようである。ただ本実験では果実の flavor についての調査は行なわなかったが、この問題は極めて重要であるので今後ぜひ実施したいと考えている。

摘 要

夏橙果実是一般に4～5月頃収穫されるのが普通であるが、それ以前に果実を採取して利用することができればその利益するところは非常に大きい。しかし早期といっても、果形の大きさ、含有成分量等からおのずから一定の限界があるはずである。筆者らはこの限界を明らかにするために1964年10月から翌年の5月にかけて果実の生育に伴う呈味成分および Pectin 質物の消長について調査を行なった。そして種々検討の結果、生食用としての果実の早期採取には疑問があるが、加工原料として夏橙果実を考えた場合12月中～下旬もまた一つの採取時期であるとの結論を得た。この時期には果形の大きさも十分にあり、果実中の呈味成分量から考えても加工原料として使用する上に支障はないものと思われる。

引 用 文 献

1. 井上宏：ナツダイダイ果実発育に関する研究，1966，香川
2. 長坂啓助：島根農大研究報告 14 (A)：124～128，1965
3. 中林敏郎：食品工誌 9 (1)：24～25，1962
4. 左右田徳郎・江上不二夫：多糖類化学，共立出版，東京 P243～265
5. 下田吉夫他：東洋食品工業短大研究報告 7：108～116，1966
6. 下田吉夫他：東洋食品工業短大研究報告 7：117～125，1966
7. 榛葉良之助・中山明子：食品工誌 10 (11)：456～460，1963

Summary

Though the fruits of Citrus Natsudaidai have been harvested in April or May generally, numerous benefits are expected when the fruits are harvested more early, but on the harvesting time, a certain limit should be present so as to make use of the fruits for manufacturing, even if the early harvest may be desirable.

This experiment was conducted to find out the limiting time for early harvest. The changes of components in the fruits sampled semi-monthly were investigated from October in 1964 to May in 1965.

Discussing on the results obtained, we reached a colusion that the middle of December was one of the harvesting time of Citrus Natsudaidai fruits. By the middle of December, the fruit size has grown enough and components in the fruits have come to considerable amount and no troubles are expected in using them as materials for manufacturing.