

果実の追熟におけるアスコルビン酸の動態

西川 陽子*・兵藤 祐美*

(2005年10月5日受付)

The Oxidation and Metabolism of Ascorbic Acid in Fruit Ripening

Yoko NISHIKAWA* and Yumi HYODO*

(Received October 5, 2005)

1. はじめに

近年、輸送及び保蔵システムの向上により食品の流通は非常にスムーズになり、世界各国の生鮮食品が日本のスーパーにも数多く並ぶようになった。果実は季節性の高いものであるが、季節を日本とは異にする国からの輸入や国内における栽培技術の進歩によって、量の多少はあるが一年中出回るものも多くなった。果実は鮮度を保つのが難しく、摘果後の保蔵管理においてはそれぞれの果実種の特性に応じたケアが必要である。果物から摂取される重要な栄養素の一つにビタミンC（＝アスコルビン酸（AsA））がある。AsAは光、熱、アルカリによって酸化分解されやすく（Bode *et al.*, 1990）、特に鉄や銅などはこれらAsAの酸化反応を促進する（Nishikawa *et al.*, 2003）。果物は加熱調理せず生のまま食されることが多いため、加熱調理に弱いAsAの有力な供給源となっている。しかし、AsAは抗酸化ビタミンであり、保蔵中のAsAの酵素的及び非酵素的酸化分解は避けられず（倉田, 1989；二木, 1994；木村・小林, 2002）、保蔵・加工方法の違いによっては含量に大きな差が生ずる。果物の中には収穫後、好ましい甘さと食感にするための追熟操作をしてから出荷されるものも多い。収穫後追熟を要する果物において、追熟時の酸化反応は特に速く、この類の果実では、追熟のコントロールは栄養学的見地からとても重要であると考えられる。

本研究では、果物の流通、保蔵、調理・加工の各過程で、どのような操作が最もAsAの酸化反応に影響を及ぼすか、性質の異なる果物（AsAオキシダーゼの有無、クライマクテリックライズの有無、*etc.*）におけるAsAの酸化動態を分析することから検討を試みる。そして、果物の“熟し”においてAsAの酸化は必要不可欠であるのか明らかにし、特にAsA供給源として有効な果物において、個々の特性に応じたよりAsAを効率よく摂取できる最適な保蔵・加工方法が提示できることを目的とする。

今回、試料として選んだ果物はバナナとキウイフルーツである。バナナは果物において日本の輸

* 茨城大学教育学部家政教育講座 食物研究室（〒310-8512 茨城県水戸市文京 2-1-1; Laboratory of Food Science, College of Education, Ibaraki University, Mito, Ibaraki, 310-8512 Japan）

入量第一位であり（図1-a）、安価なこともあり日本で日常的に非常によく食される果物であること、樹上完熟させると甘み、風味を失い果肉が柔らかくなりすぎて腐りやすくなるため、青いうちに収穫し、収穫後の追熟が必要とされる果物であるため、輸送及び保蔵中の管理による栄養的な変動が大きいものと予想されたため今回試料として選んだ。バナナはバショウ科バショウ属に属する果物であり、原産地は東南アジアの熱帯地とされ、紀元前5千年から1万年頃に栽培が始まったといわれている（国際農林業協力協会，2000）。日本で出回るバナナはほとんどが輸入によるものであり、沖縄をはじめ国内でも栽培されてはいるが市場にはほとんど出回っていない（図1-b）。輸出用のバナナは運搬中の自然追熟の進行と低温傷害（12℃以下）を抑制するため輸送中は常に13℃前後を保つよう温度管理され、目的国にて直ちにエチレングラス等により追熟処理される。平均的な追熟操作は、温度20℃前後、相対湿度90～95%の高湿度、エチレンを1000 ppm前後で12～24時間、密閉状態で行われる。エチレン処理後、数日で果皮が黄化し可食状態となり出荷される。日本でも植物防疫法に基づき青い成熟していないバナナの輸入しか認められておらず、輸入後この操作が行われる。バナナの品種は200～300種あるとされているが（岩佐俊吉，2001）、日本で一般に多く食される黄色いバナナは、ジャイアント・キャベンディッシュ（Giant Cavendish）という種類に属するものである（表1）。バナナにおけるAsA含量は100g当たり16mg（五訂版食品成分表より）であり、メロンやトマトに匹敵し、特に含有量が高い食品とは言えないが、季節を問わず頻度も多く食されることを考えると日本人にとって有力なAsA供給源と言える。

一方、キウイフルーツは中国を原産とするマタタビ科の植物であり、近年市場に出回る種類は増えつつある（表2）（農山漁村文化協会，2000）。現在キウイフルーツは日本でもかなり栽培されるようになり、輸入率は約50%であり、日本で収穫できない季節を輸入に頼っており、輸入相手先は約9割がニュージーランドである。キウイフルーツは果物の中でもAsA含量が果実100g当たりグリーンキウイでは69mgと甘柿に次いで非常に高く、さらにビタミンEも13mg/100gと果物にしては含量が高く、ビタミンCとEの相乗効果が期待される抗酸化機能の優れた果物である（実

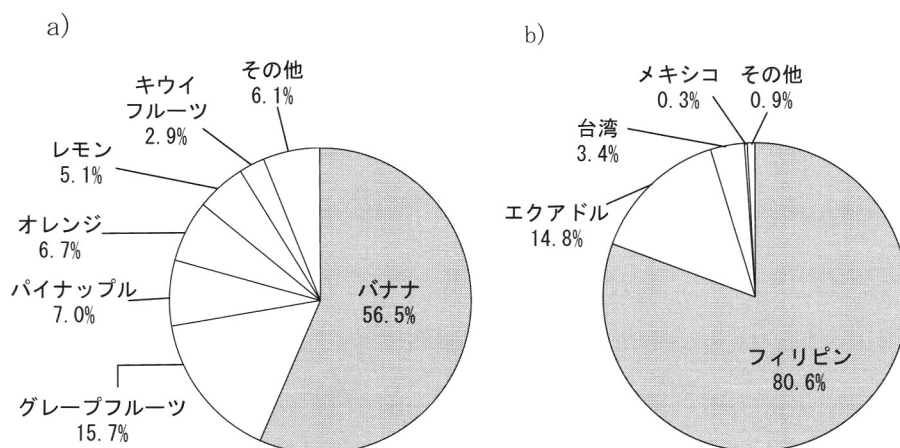


図1. 日本の輸入果物の種類別輸入割合とバナナの国別輸入割合（平成15年度財務省貿易統計より）。
a) 主要輸入果物の割合, b) バナナの国別輸入割合

務出版第二編集部, 2000)。また、樹上完熟させてしまうと、輸送に耐えられなかったり、家庭に届くまでに熟しすぎて商品価値が下がるといった問題から、キウイフルーツもバナナと同様、未熟なうちに収穫し、追熟を待って食される果物である。追熟に関しては、高温では品種によって軟腐症が出る危険があり、また、温度が0～1℃と低すぎても果肉の色の退色が起こりよくないため、20℃を超えない程度の室温が適当とされている。このように AsA 含量が特に高く、収穫後の追熟を要し、そのコントロールがおいしさ及び栄養面に大きく影響する果物であることから、今回試料として選んだ。

表1. バナナの主な品種.

生食用バナナ	ジャイアント・キャベンディッシュ (Giant Cavendish)	日本でポピュラーなバナナ。スーパーや果物店で一般に売られている。大型で細長く、皮が厚いため日持ちもよくさっぱりした味が特徴。
	セニョリータ (Senorita)	通称モンキーバナナと呼ばれる長さ9 cmほどの小型のバナナ。皮が薄く、甘い。
	モラード (Morado)	フィリピン産の野生種で皮が厚く、赤褐色である。果肉は普通のバナナと同じクリーム色をしており、あっさりした甘みでやや酸味がある。香りも強い。レッドバナナとも呼ばれる。
	ラツンダン (Latundan)	小～中型でやや太短いバナナ。皮が薄い。とても甘みが強くやや酸味がある。フィリピンで生食用バナナとしてポピュラー。
料理用バナナ	台湾バナナ	ねっとり濃厚で甘みも強い。北蕉や仙人蕉という品種が中心。完熟すると果肉がオレンジがかった色になり、強い芳香を持つ。日本では3月～7月が主。
	ツンドク (Tindok)	超大型で長さ40 cm以上のものもある。ホーンバナナとも呼ばれ、牛の角に似ている。成熟した果肉はオレンジ色になる。バナナチップはこの種で作られる。
	サバ (Saba)	フィリピンで料理用バナナとして代表格。短く角ばっており、果肉は淡黄白色で粘りがある。魚介と炒めたりココナッツと煮込んだりして調理する。
	カルダバ (Cardava)	太短く、角ばっている。成熟すると果肉は黄色くなる。焼くとホクホクしてサツマイモのような味になる。

表2. マタタビ属の主な品種.

グリーンキウイ	ヘイワード (Hayward)	市販のキウイフルーツはほぼこの品種。果実の大きさ、味、貯蔵性などバランスに優れている。低温で保存すれば収穫後6ヶ月保存可。
	ブルーノ (Bruno)	果実は細長くやや小、果肉は濃い緑で酸味強。追熟は早い貯蔵性は劣る。
	アボット (Abbott)	果実は楕円形でやや小さめ。甘みが強く酸味が少ない。
	モンティ (Monty)	果実は長台形で果頂部に近い部位が最も太い。追熟が容易で貯蔵性は悪い。
	香緑 (Koryoku)	香川県でヘイワードの偶発実生から育成された品種。果肉の緑色が濃くとても甘い。
ゴールドキウイ	アップルキウイ (Apple Kiwi)	果実はりんごのような形で大きい未熟果の果肉は緑色だが熟すと黄色になる。
	ホート16A (Hort16A)	ゼスプリゴールドと呼ばれる品種。現在はニュージーランドからの輸入品のみ。5～11月が主。とても甘く、刺激少。
	レインボーレッド (Rainbow Red)	中国系キウイから育成。選抜された新品種。やや小さく表面は無毛。黄色果肉で芯周辺に赤い色素が入っている。
	さぬきゴールド (Sanuki Gold)	香川県でアップルキウイから交配。選抜した新品種。甘く、栗のような濃い黄色。AsAがヘイワード種の約3倍以上も含まれている。果実の大きさも約2倍。
サルナシ (arguta 種)	日本、朝鮮、中国、シベリアなどに広く自生。球形の小型果実で食味はよい。耐寒性、耐干性に優れる。	
シマサルナシ (rufa 種)	本州、四国、九州、南朝鮮など暖地に自生。果実は長さ2～3 cmの広楕円形で表面に斑点があり食味はよい。	
マタタビ (polygama 種)	日本に広く自生。果実は先端が尖り大きさは約3 cm。味は渋く主に薬用。	

2. 材料と方法

2.1. 試料および試料の調製と試薬

分析に用いたそれぞれの果物の主な品種は、バナナは最も一般的な黄色品種であるフィリピン産のキャベンティッシュ種、キウイフルーツはニュージーランド産のグリーン系ヘイワード種である。バナナ及びキウイフルーツはいずれも硬い未熟な状態で購入し、これらを室温下（20℃）にて食べ頃とされるまで追熟させ、その間の還元型、酸化型 AsA 量を高速液体クロマトグラフィー（HPLC）にて測定した。さらに、一般の食用としてはあまり出回っていないがキウイフルーツの参考試料としてキウイフルーツと同じマタタビ科のサルナシについても分析を行った。サルナシについては、福島県山林の自生種を用い、果実が若い状態のうちに枝ごと採取し、果実を枝につけたままと、枝から切り離した状態のもの両方の状態で 20℃にて追熟させ、その間の AsA の変動をみた。サルナシの枝と果実をつなぐ茎の部分（図 2）については追熟操作はせず採取時にサンプル調製した。サンプル調製における食べ頃の判断については、糖度（糖度計：ATAGO ATC-1E）と硬度（簡易型物性測定器：RHEO TEX SD-700）の測定と、いずれの果物においても食味確認することによって統一を期した。食べ頃までにはバナナで 3～4 日、キウイフルーツで 8～9 日、マタタビで 7～8 日を要した。各サンプルグループともサンプル数 n=6 を用意し統計処理を行った。試料の調製と本実験の分析に用いた試薬は全て和光純薬工業より購入したものである。

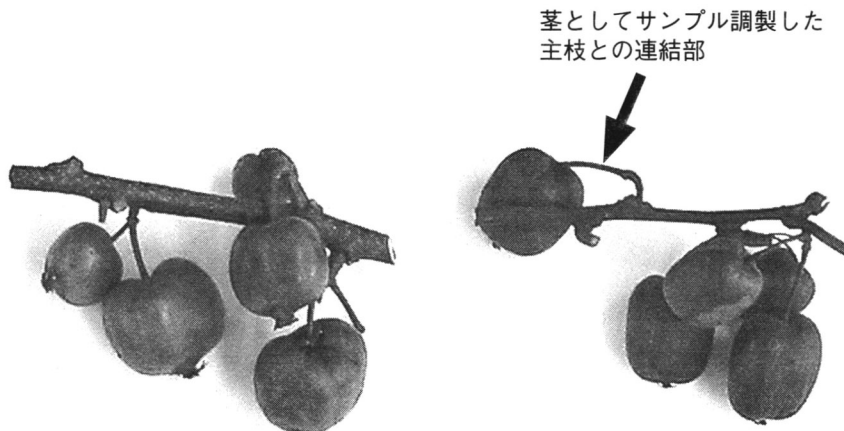


図 2. サルナシ 2 品種（福島産）.

2.2. 糖度測定

果実の中心と外側が均一に採取されるよう果実の赤道部から輪切り状に採取搾汁し、果汁をシリジフィルター（ポアサイズ 0.45 μm ）にてろ過した後、手持ち屈折糖度計（ATAGO ATC-1E）にて測定した。10、15、20%のショ糖溶液を標準溶液として調製し、測定値の補正を行った。バナナにおいては搾汁困難であったため、サンプルに精製水を加え磨碎し、液量から補正を行った後、ろ過し糖度測定を行った。

2. 3. アスコルビン酸の定量

AsA の定量は HPLC を用いて文献記載の方法 (Nishikawa and Kurata, 2000) に従った。試料の HPLC サンプル調製方法は図 3 に示した通りである。酸化型アスコルビン酸 (DHA) 量は総 AsA 量 (ジチオトレイトール (DTT) による還元サンプル) から還元型 AsA 量を差し引くことにより算出した。HPLC 分析に用いた装置及び条件の概要は以下の通りである。

システム：コントローラ (SCL-10A vp, SHIMADZU), 分析処理 (CLASS-VP, SHIMADZU)

カラム：ODS-2 (Inertsil, 4.6 mm × 150 mm), 25℃

溶離液：リン酸バッファー (0.05 M, pH 2.3), 0.7 ml / min

検出：UV 245 nm (SPD-10AV vp, SHIMADZU)

2. 4. キウイフルーツジュースの AsA 酸化分解における糖の影響

食べ頃に熟したキウイフルーツに半分量の水を加えてミキサー (機種：HITACHI VA-PRO4) にかけて、できたジュース (糖度 8~9%) を 20 ml ずつビーカーに取り分け、30 分、1 時間、1 時間半、2 時間と 20℃ にて振とうインキュベーションし、ジュース内の総 AsA 量と DHA 量を測定した。また、ジュースにショ糖を加え糖度 14~15% に調製し、同じ条件にてインキュベーションし、総 AsA 量と DHA 量の経時変化を同様に測定した。各キウイフルーツジュースの AsA 量測定のための HPLC サンプル調製は図 3 の手順と同様である。

3. 結果と考察

バナナにおける測定結果から、スイートスポットが全体に出た食べ頃とされる状態まで追熟されたものでは、既に AsA の酸化分解はかなり進んでおり、未熟果の 50% まで減少し (図 4)、AsA 摂取量は食品成分表にあるような高い値 (16 mg / 100g 試料) は望めないことが確認された。収穫後十分な糖度上昇を期待し追熟が必須とされる果物では、実際の AsA 摂取量においてかなり低いものが種類によってはあることが推察され、食品成分表の AsA の値については、摂食時の食品の状態を考慮した値に改める必要があると考えられた。現在の食品成分表に掲載されているものの AsA の測定に関しては、より新鮮な状態での測定を重視しており、追熟を要す果実の場合、現実の AsA 摂取量に現在の食品成分表の値はそぐわず、特に果実では追熟を要するものが多く、見直しが必要なものと思われる。

今回のバナナの結果をはじめ、食品の保蔵や追熟によって抗酸化ビタミンである食品中の AsA は酸化分解を受け、食品の種類により大小の差はあるが一般的に損失されると考えられており、損失をより低く抑えるために、追熟を要しない食品では低温暗所保存や、脱酸素等のガスコントロールといった工夫がなされている。

キウイフルーツの追熟実験の結果では、摘果後の追熟時に AsA 含量が増加することが確認され (図 5)、キウイフルーツが稀な AsA 代謝を有する果物であることが推察された。キウイフルーツはバナナに比べ果皮が薄く、追熟中の水分の損失による AsA の濃縮が要因の一つとして考えられ

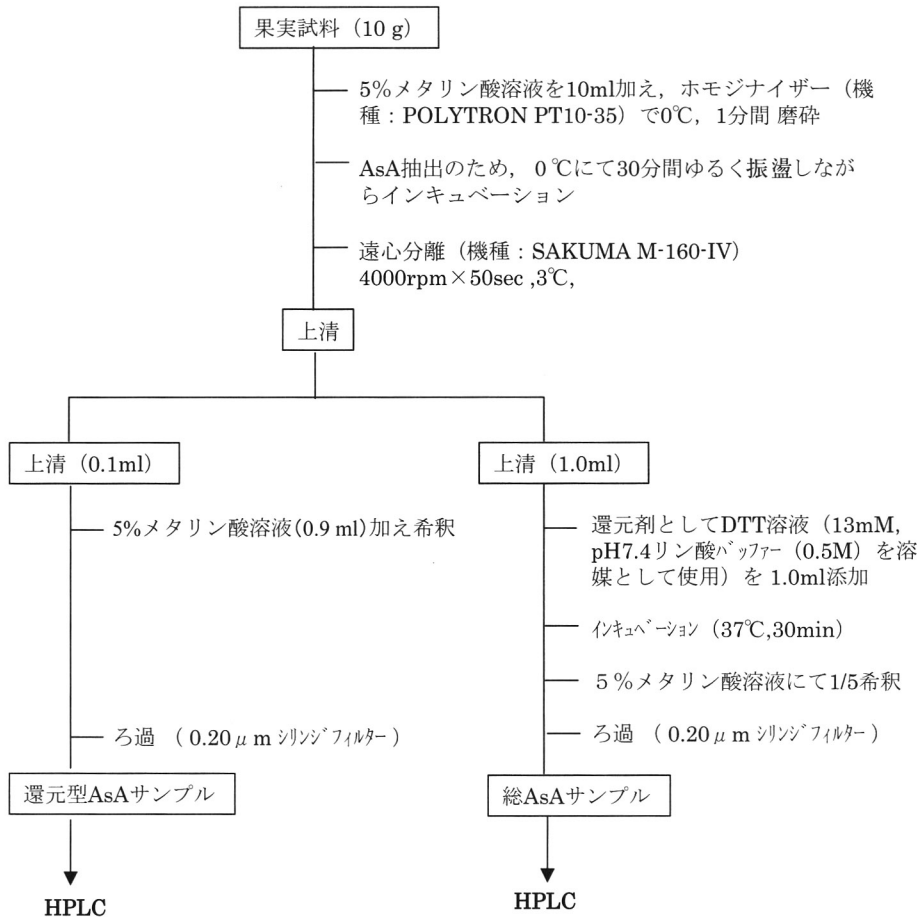


図3. HPLC分析サンプル調製方法.

たが、追熟期間（8～9日間）の果実における重量変化はなく、この可能性はないと考えられた。今回詳細な分析を行ったのは日本で最も多く食されている品種のグリーン系 Hayward 種であったが、別の品種でより AsA 含有量が高いゴールドキウイに属する Hort 16A においても実験を行った結果、同様の特異的な AsA 代謝を有することが確認された。また、食べ頃の状態における総 AsA 量は果実 100g 当たり 75.56 ± 4.49 mg であり、食品成分表の値より約 6 mg 多く、食品成分表で示されている値が摂食時の状態を基準としていないことがキウイフルーツの結果からも推察された。以前キウイフルーツを用いて行った果実外皮の AsA 酸化抑制能に関する実験の際、キウイフルーツ中の AsA の酸化分解は非常に緩やかであり、キウイフルーツ中の AsA が他の果実に比べ比較的安定な傾向にあることを観察していたが（西川ら, 2005）、今回の実験結果から、キウイフルーツにおいては摘果後に果実中で AsA の合成が行われる特異的な性質があり、これがキウイフルーツ中の AsA の見かけ上の安定化の一因と推察された。この他の要因としてキウイフルーツの果実中に AsA の安定化に寄与する特異的な AsA 前駆体の存在なども考えられるが、これらに関

しては更なる検討が必要である。一方、キウイフルーツに見られた AsA 代謝における特異的な性質は、キウイフルーツと同種のもの全般に見られるものなのか明らかにするため、同じマタタビ科のサルナシを用いて、同様の追熟実験を行った。サルナシは果物として一般市場に多くは出回っておらず、目にすることがあまりないが、近年の健康ブームから、AsA 含有量が高いサルナシへの関心は高まっており、酒や加工食品として市場に出回りは始めている。加工食品にされる主な理由として、サルナシはキウイフルーツと同じマタタビ科の植物であるが、摘果後の追熟が早く、果実は弱く劣化しやすいため、搬送が難しいといったことが挙げられる。今回、追熟実験は2品種に対して行った(図2)。2品種に関しては、外見上若干の違いがあるが、味や収穫期、追熟の速度等はほぼ等しく、追熟時の AsA の酸化動態も違いはなく、図6に示すようにキウイフルーツほどの大きな AsA 量の増加ではなかったが、キウイフルーツと同様の AsA の増加が確認された。すなわち、キウイフルーツに見られた摘果後の AsA の合成に関する特異的な性質はキウイフルーツが属するマタタビ科に共通してある性質である可能性の高いことが推察された。また、サルナシにおいて、果実を枝から切り離さず追熟させた場合(枝付)と切り離して追熟させた場合(枝無)で、追熟後の食味に大きな違いを生じることから、果実を枝に付けたままと枝からはずした状態とで追熟させ、それぞれに分析を行った。糖度、総 AsA 量いずれも果実を枝につけたまま追熟させたほうが総 AsA 量、糖度ともに有意に高くなることが確認され(図6)、サルナシの保蔵および追熟形態として望ましく、流通における利便性を欠くといった問題はあがるが、同種に属すキウイフルーツの保蔵および追熟形態においても応用できる可能性が推察された。この枝の有無が及ぼした追熟後の糖度及び AsA 量の違いに対して知見を得る目的で、果実以外の各部について AsA の測定を行った結果、サルナシの果実と枝をつなぐ蔓部分(茎)において総 AsA 量が約 14 mg / 100g (試料)と、比較的 AsA 含有量の高いことが確認された。この結果より、サルナシの摘果後の果実中 AsA 量増加に関しては、果実中での AsA 合成と、枝側から取り込まれる両方の要因が推察された。

以上のことから、一般には生鮮野菜や果実の保蔵中に AsA は酸化分解され AsA 含量は減少するケースが多いが、種類によって AsA の分解が極めて小さいもの、さらには AsA 合成能を有し、上昇するものもあり、保蔵中の AsA の変化は種類により異なり、今後種類による詳細な検討が必要であると考えられた。追熟においていずれの果物でも糖度の上昇が見られたが(伊藤, 1991)、追熟時の果実中の AsA に対して、この間急増する糖による影響はないか明らかにするために、キウイフルーツジュースにショ糖を添加し、ジュース中の AsA 酸化分解における経時変化を分析した。その結果、図7にあるように、20℃のインキュベーションで2時間まででは有意差は認められなかったが、糖により AsA の酸化分解が抑制されることが確認された。追熟における糖濃度の上昇は、AsA の酸化分解を抑制し安定化に寄与している可能性が示唆された。近年、健康志向から癌の抑制効果が期待できストレスにより体内で増える活性酸素の消去によいとされるビタミンの摂取(五十嵐, 2000; 二木, 1994; 中野, 1988)が注目され、より簡便に効率よく摂取できる生ジューススタンドが街中や駅などに増えてきたが、あまり客が来ずに長い間ジュースがジュースサー内に放置される場合には、果肉破碎後だけあって AsA の酸化分解は激しく損失は大きいことが予想される。例えばこの生ジュースにおいて、健康のことを考えて糖を控えたり、人工甘味料で代用するよりも、糖の添加により一定した好ましい糖濃度を保つほうが AsA の酸化抑制にはよいことが今回の結果から考えられる。構造的に糖がどのように AsA の酸化抑制に寄与しているのか、また、糖

以外に水溶液中の AsA の安定性に寄与する物質があるのかなどについては今後更なる検討が必要である。

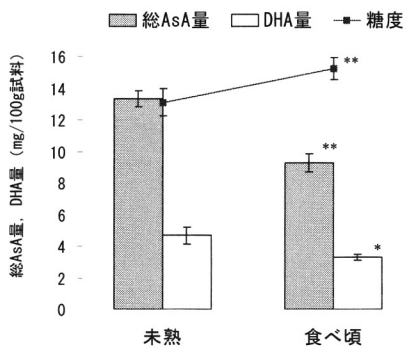


図4. バナナ追熟過程における糖度変化と AsA の動態.

* P<0.05 (未熟果の同項目に対して)
** P<0.01 (未熟果の同項目に対して)

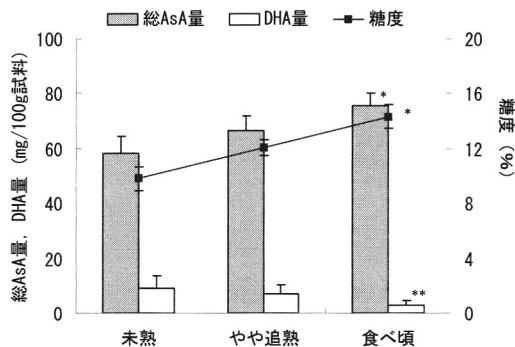


図5. キウイフルーツの追熟過程における糖度変化と AsA の動態.

* P<0.001 (未熟果の同項目に対して)
** P<0.01 (未熟果の同項目に対して)

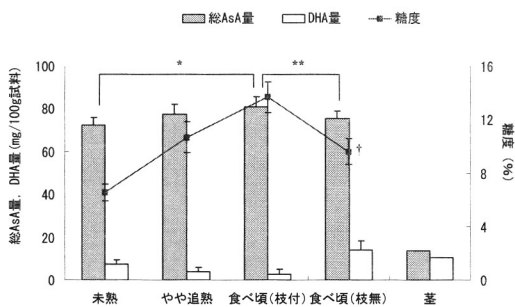


図6. サルナシの追熟過程における糖度変化と AsA の動態.

* P<0.01 (未熟果の総 AsA 量に対して)
** P<0.05 (枝付で追熟させた食べ頃果実における総 AsA 量に対して)
† P<0.01 (枝付で追熟させた食べ頃果実における糖度に対して)

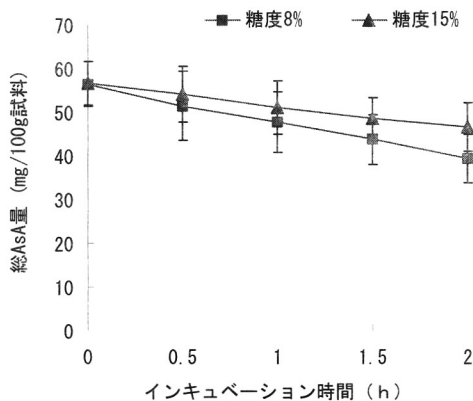


図7. キウイフルーツジュース中の AsA に対する糖の効果.

4. まとめ

果実の追熟時の AsA の酸化動態について明らかにする目的で、バナナとキウイフルーツ及びその参考としてマタタビを試料として用い分析、検討を行った。以下が本研究で明らかになったこと

である。

- ・果実の追熟時の AsA の変動は果実種により大きく異なり、食べ頃まで追熟したものでは、食品成分表に示されている値と大きく異なる場合があり、摘果後の追熟を必須とするものでは、食品成分表の分析値の見直しが必要と考えられた。
- ・追熟によって食品中の AsA は酸化により減少するものばかりではなく、キウイフルーツを含むマタタビ科の植物では、摘果後も AsA の合成が行われ、追熟し食べ頃になるほど AsA は増加する特異な AsA 代謝を有することが明らかになった。
- ・追熟の初期から中期にかけて多くの果物では糖度が増すが、この生成された糖により食品中の AsA の酸化分解が抑制されることを示唆する結果が得られた。ジュース等への適当な糖の添加は AsA の安定に寄与するものと考えられた。

AsA は加熱調理等での損失が大きく、果物は AsA の摂取源としてとても有効と考えられているが、今回の結果から、種類によっては期待するほど AsA が摂取できていない可能性が高いと考えられた。追熟を必須とするもので、日本人が日常的に摂取する機会が多いものについてだけでも、適切な追熟過程を経たサンプルによる正確な栄養分析を行い、早急に公表値を改める必要があると思われる。一方、食品の追熟において、AsA の酸化分解物が追熟の促進等の作用をもたらしているのではないかと推察していたが、今回のマタタビ科の植物の結果では、追熟中 AsA の合成と果肉の軟化が同時進行しており、その可能性は低いものと推察された。AsA は動物ではコラーゲン合成の補酵素として主に寄与しており、動植物がその形状を保つために重要な物質である。摘果後のキウイフルーツでさらに AsA の合成が進められていた要因について、その必要性等不明であるが、生体内において未だ明らかにされていない AsA の働きがある可能性が高いと考えられた。

引用文献

- Bode, A. M., L. Cunningham and R. C. Rose. 1990. Spontaneous decay of oxidized ascorbic acid (dehydro-L-ascorbic acid) evaluated by high-pressure liquid chromatography. *Clin. Chem.*, **36**, 1807-1809.
- 五十嵐脩. 2000. からだとビタミンの知識. pp. 50-51, オーム社.
- 伊藤三郎. 1991. 果実の科学. pp. 160-162, 朝倉書店.
- 岩佐俊吉. 2001. 図説 熱帯の果樹. pp. 575-578, 養賢堂.
- 実務出版第二編集部. 2000. カラーグラフ五訂食品成分表. 208 pp., 実務出版株式会社.
- 木村修一・小林修平. 2002. 最新栄養学 (第8版). pp. 208-220, 建帛社.
- 国際農林業協力協会. 2000. 熱帯作物要覧 No.30 パナナ. pp. 29-47, 創造社.
- 倉田忠男. 1989. ビタミンハンドブック, 水溶性ビタミン. 日本ビタミン学会編. pp. 171-191, 化学同人.
- 中野 稔. 1988. 活性酸素-生物での生成・消去・作用の分子機構-. pp. 13-25, pp. 484-491, 共立出版.
- 二木鋭雄. 1994. 抗酸化物質 フリーラジカルと生体防御. pp. 79-85, 学会出版センター.
- Nishikawa, Y. and T. Kurata. 2000. Chemical characteristics of dehydro-L-ascorbic acid. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **64**, 1651-1655.
- Nishikawa, Y., B. Dmochowska, J. Madaj, J. Xue, Z. Guo, M. Satake, D.V. Reddy, P. L. Rinaldi and V. M. Monnier. 2003. Vitamin C metabolomic mapping in experimental diabetes with 6-deoxy-6-fluoro-ascorbic acid and high resolution 19F-nuclear magnetic resonance spectroscopy, *Metabolism*, **52**, 760-770.

- 西川陽子・吉澤明子・沼田美智子. 2005. 渋柿の脱渋とこれに関連する果実の追熟におけるアスコルビン酸の動態. 茨城大学教育学部紀要（自然科学）, **54**, 79-90.
- 農山漁村文化協会. 2000. 果樹園芸大百科 12, キウイフルーツ. pp. 5-7, pp. 23-26, 農山漁村文化協会.