

果樹未利用素材の活用に関する研究

樋口 かよ・斎藤 美貴・木村 英生・中川 裕子*1・仲尾 玲子*2・飯野 久和*3

Study on Utilization of Unused Fruit Tree Materials

Kayo HIGUCHI, Miki SAITO, Hideo KIMURA, Yuko NAKAGAWA, Reiko NAKAO and Hisakazu IINO

要 約

山梨県で栽培されている果樹の未利用素材の活用について検討した。本報では、「摘果」という作業において廃棄されているモモ（以下摘果モモ）について、安全性・成分・機能性成分について分析を行い、食品素材としての活用を試みた。

摘果モモは、生の状態で青酸配糖体が存在し、酵素反応等によりシアン（青酸）化合物が検出されたが、加熱による前処理の結果、シアン化合物を不検出とすることができた。また、一般成分分析結果では「モモ」と比較して大きな差は見られなかったが、機能性の評価としてORAC法による抗酸化活性値を測定した結果、「モモ」より高い活性値を示し、加熱した後も保持された。冷凍保存した摘果モモの加工・料理への適性を検討し、食品素材として活用できることが分かった。

1. 緒 言

山梨県では、ブドウやモモ等の果樹生産が盛んであり、重要な地域特産物となっている。高品質の果実を生産するためには、摘蕾、摘花、剪定、摘果などが必要であるが、これまでその作業によって生じた「花弁、葉、果実」などが未利用素材として廃棄されていた。近年、特徴ある加工品開発のために、これらの未利用素材を活用したいという動きが見られたが、先行研究が少なく、安全性に関する知見が十分ではなかった。

そのため、未利用素材を活用するためには、安全性・成分・機能性成分について分析し、活用するための検討が必要となっていた。

本報では摘果モモの検討結果について報告する。摘果作業は、予備摘果（満開後 2～3 週間）、本摘果（満開後 40 日～50 日頃）及び修正摘果の 3 回行われる¹⁾とされている。そこで、摘果の大部分を占めると考えられる本摘果までに摘果された直径 3cm 前後の摘果モモを供試試料として検討した。

まず、安全性の検討として、シアン定性試験及び金属元素の分析を行った。次に、有機酸分析を含む一般成分分析を行い「モモ」の値と比較した。さらに、機能性の評価として、ポリフェノール量及び抗酸化活性値

の測定を行った。分析の結果から食品素材として活用できることが分かったため、その活用例も報告する。

2. 実験方法

2-1 供試試料

摘果モモは平成 24 年 5 月下旬～6 月上旬に山梨県内の農業生産法人マルサフルーツ古屋農園で入手し供試試料とした。試料は分析方法に応じて随時調製した。

2-2 安全性の検討

2-2-1 シアン（青酸）化合物定性試験

摘果モモには、バラ科の植物や豆などの植物に広く分布する青酸配糖体が含まれ²⁾、酵素等による加水分解によりシアン化合物が検出される可能性があった。そこで、酵素反応を停止させる方法として加熱による処理について検討した。

供試試料を沸騰水中で 0～20 分加熱した試料を用い、食品衛生小六法（平成 16 年度版）法令 1-食品衛生 食品の規格基準（D 各条）（56）のシアン化合物試験法にて試験した。すなわち、細断した試料 40g を 200ml ビーカーに量り採り、クエン酸緩衝液 50ml を加え、ホモジナイザー（日立工機株式会社、HG30）で破碎後、pH5.9 に調整し、200ml 三角フラスコに移した。用時 10%の炭酸ナトリウム溶液で潤したピクリン酸紙をコルク栓に挟み、コルク栓でフラスコを密栓し、25～30℃で時々静かに振りまぜながら、3 時間放置した。3 時間放置後、酒石酸 2g を加え、直ちに上記のコルク栓で密栓し、

*1 山梨学院短期大学

*2 山梨学院大学

*3 昭和女子大学

時々振り混ぜながら 50~60℃で 1 時間加熱した。シアン化合物が存在すれば黄色のピクリン酸紙が赤褐色に変色するため、色の変化により判定した。

2-2-2 金属元素の分析

農業用殺菌剤などに含まれるボルドー液（硫酸銅溶液と石灰乳との混合液）の影響を調べるために、原子吸光光度計（㈱日立ハイテクノロジーズ, Z-2310）を用いて銅の量を測定した。

供試試料を細断し、るつぼに 1~2g 精秤後、マッフル炉（ヤマト科学㈱, Muffle Furnace FP32）で灰化させた。灰化後、0.5%塩酸溶液を用い、るつぼを洗いこみながら 50ml メスフラスコへ定容した。定容後、原子吸光光度計を用いて原子吸光分析法により分析した。銅標準液を用いて検量線を作成後、検量線の値から、銅の量 (mg/100g) を算出した。

2-3 一般成分分析及び有機酸分析

供試試料と沸騰水中で 15 分加熱した供試試料を用いて、一般成分分析を行った。項目としては、エネルギー、水分、タンパク質、脂質、炭水化物、灰分を新・食品分析法³⁾に準じて分析した。すなわち、エネルギーはエネルギー換算係数を乗じた算出法、水分は常圧乾燥法、タンパク質はセミマイクロケルダール法、脂質は酸分解及びエーテル抽出法、炭水化物は差引法、灰分は直接灰化法にて算出した。

また、試料中に含まれる有機酸すなわちリンゴ酸、クエン酸、酒石酸については、供試試料を凍結乾燥（東京理化学器械㈱, FDU-220）後、粉末試料を 0.8~1.0g 精秤し、超音波洗浄器（アズワン㈱, ASU-2）を用いて 80%エタノールで抽出した（2 回）。上清を回収し 80%エタノールで 100ml に定容したものを測定試料とした。測定は、斎藤ら⁴⁾の方法に準じ HPLC（高速液体クロマトグラフィー）を用いたポストカラム pH 緩衝法により分析した。ポンプ（LC-10AD2 台）・検出器（電気伝導度検出器 CDD-6A）及びカラム（SHIMADZU shim-pack SCR-102H φ8.0×300mm）は㈱島津製作所のものを使用した。溶離液は 5mM p-トルエンスルホン酸（p-トルエンスルホン酸一水和物 0.9511g を超純水に溶解し 1000ml に定容）を使用し、反応液は 5mM p-トルエンスルホン酸、20mM Bis-Tris, 100mM EDTA の混合液（p-トルエンスルホン酸一水和物 0.9511g, Bis-Tris 4.1848g, 2NA(EDTA・2Na) 0.0372g を超純水に溶解し 1000ml に定容）を使用した。測定温度は 40℃、流速は溶離液・反応液共に 0.6ml/min に設定して分析した。分析結果は、新鮮重量 (g/100g) に換算して算出した。

2-4 機能性成分の分析

2-4-1 ポリフェノール量の測定

ポリフェノール量は、既報⁵⁾に準じてフォーリン・チオカルト試薬を用いて定量し、没食子酸相当量として算出した。すなわち、没食子酸一水和物 0.1106g 採取後、蒸留水で 100ml に定容し 100mg/100ml 濃度の没食子酸水溶液を調製した。

各試験管に没食子酸水溶液の濃度が 1, 2, 4, 6, 8mg/100ml になるよう蒸留水を用いて希釈し 1ml を検量線用の標準溶液として使用した。供試試料は、各条件で前処理後 5~10g 精秤し、80%エタノールを添加して加熱還流により抽出した（2 回）。上清を回収し、80%エタノールで 100ml に定容し、試料溶液とした。試料により、蒸留水を用いて 0~10 倍希釈し、1ml を試料溶液として用いた。市販のフォーリン・チオカルト試薬を 1ml 加えて攪拌し、3 分後 0.4mol/l 炭酸ナトリウム水溶液 5ml を加え攪拌した後、試験管を 50℃で 5 分間保持した。試験管を 1 時間水冷後、分光光度計（㈱島津製作所, UV-1800）で 765nm の吸光度を測定し、没食子酸水溶液を用いて検量線を作成後、検量線の値から、試料溶液の没食子酸相当量 (mg/100g) を算出した。

2-4-2 ORAC 法による測定

ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity: 活性酸素吸収能力) 法による測定は、木村ら⁶⁾の方法及び食品機能性評価マニュアル⁷⁾を一部改変して測定した。本研究では、L-ORAC (親油性 ORAC) 法と H-ORAC (親水性 ORAC) 法に分けて分析し、その合計値を ORAC 法による抗酸化活性値として算出した。

2-4-2-1 試料抽出

供試試料を凍結乾燥後、試料粉末を 0.6~0.7g 精秤し、ヘキサソール-ジクロロメタン混液 (1:1) で抽出した。30 秒攪拌し、3000rpm で 10 分遠心分離（㈱コクサン, H-60R）後上清を回収した（2 回）。回収した上清に窒素ガスを吹き付けながら 37℃の湯浴中で溶媒を留去後、アセトン 2ml で溶解したものを L-ORAC 用試料溶液とした。

続いて、抽出後の固体残渣に MWA 溶液（メタノール：水：酢酸=90：9.5：0.5）を加え、超音波洗浄器で 10 分間抽出し、遠心分離後上清を回収し（2 回）MWA 溶液で 25ml に定容したものを H-ORAC 用試料溶液とした。

2-4-2-2 測定

ORAC 法では、標準試料として Trolox ((±)-6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) を用いた。

L-ORAC 用試料溶液は RMCD (メチル-β-シクロデキス

トリンを 50%アセトン溶液で 7%(w/v)に調製), H-ORAC 用試料には Assay buffer (75mM K2HP04 500ml に 75mM KH2PO4 115ml を添加し pH7.4 に調製)を用いて適宜希釈し, 96 穴マイクロプレートに 35 μ l ずつ分注した。

Fluorescein 溶液 (Assay buffer 25ml に 6.0 μ M FL stock solution 470 μ l を添加し 37°Cに保温)を各ウェルに 115 μ l ずつ分注し, 10 分後 37°Cに保温したプレートリーダー (コロナ電気㈱, SH-9000Lab)にて蛍光強度を測定した (Ex. 485nm, Em. 520nm)。

測定後, 96 穴マイクロプレートを取り出し, Assay buffer で調製した AAPH (2,2'-azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride) 溶液 (L-ORAC 用は 63.4mM, H-ORAC 用は 31.7mM)を 50 μ l 添加後, プレートリーダーに戻し, 2 分間隔で蛍光強度の経時変化を測定した (L-ORAC 法は 120 分間, H-ORAC 法は 90 分間)。

L-ORAC 法と H-ORAC 法による分析結果を新鮮重量に換算し, その合計値を ORAC 法による抗酸化活性値として Trolox 相当量 (μ mol of TE/100g-fw) で算出した。

2-5 保存方法の検討

摘果モモは収穫可能期間が短いため, 食品素材として活用するためには, 長期保存するための検討が必要であると考えられた。

そこで, 常温・冷蔵・冷凍保存について検討した。収穫直後に洗浄を行わず冷凍耐性のあるチャック付袋に入れ, 可能な限り空気を抜いてから常温 (25°C)・冷蔵 (4°C)・冷凍にて保存した。冷凍には, 家庭用冷凍庫 (-18°C)と -20°C・-30°C及び -60°Cに設定したディープフリーザーを用いた。

2-6 加工品の試作

摘果モモを食品素材として活用するために, 摘果モモの可食化だけではなく, 加工品への利用も考えられた。そこで本研究では, 糖蔵・アルコール保存・塩蔵による加工や料理への適性についても検討した。

3. 結果及び考察

3-1 安全性の検討結果

3-1-1 シアン (青酸) 化合物定性試験結果

シアン化合物定性試験を行った結果を表 1 に示した。加熱時間 0 分, すなわち非加熱の摘果モモでは通常黄色を示す試験紙がシアンと反応して褐色に変化し, シアンが検出されたが, 10 分以上の加熱後はシアンが検出されなくなった。今回の条件では, 10 分以上の加熱処理によりシアンが検出されなくなったが, 調理器具や個体差等の影響により時間に差が生じると想定される。そのため, 食品素材として活用するためには, 安全係数 1.5~2 を掛け 15~20 分以上の加熱を必須とし

た。

また, 加熱によりモモの汚れや毛も大部分茹で汁に移行したため, その後の加工においても加熱は有益であると思われた。

表 1 シアン定性試験結果

加熱時間(分)	試験紙の色	判定
0	褐色	+
5	微褐色	±
10	黄色	-
15	黄色	-
20	黄色	-

+陽性, -陰性

3-1-2 金属元素の分析結果

原子吸光光度計による測定の結果を表 2 に示した。3-1-1 におけるシアン化合物定性試験結果から, 沸騰水中における加熱が必要であることが分かったため, 15 分加熱した摘果モモについても検討した。

五訂増補版食品標準成分表による「モモ」の数値と比較したところ, 銅の量にほとんど差は見られなかった。さらに, 日本人の食事摂取基準⁸⁾における銅の 1 日耐用上限摂取量は, 18 歳以上で 10mg とされていたことから, 今回の供試試料においては, 食品素材として活用する際に銅の影響は少ないと考えられた。

表 2 金属元素の分析結果

試料	条件	銅 (mg/100g)
モモ*	生	0.05
摘果モモ	生	0.09
摘果モモ	15分加熱	0.09

*五訂増補版食品標準成分表より引用

3-2 一般成分分析及び有機酸分析結果

一般成分の分析結果を表 3 に示した。摘果モモについては 3-1 における安全性の検討結果を考慮し, 15 分加熱した摘果モモについても分析した。その結果「モモ」と摘果モモに大きな差は見られなかった。

加熱処理した摘果モモは, 生の状態と比較して水分

表 3 一般成分分析結果

一般成分	モモ*		
	生	摘果モモ 生	摘果モモ 15分加熱
エネルギー (kcal/100g)	40	44.3	25
水分 (g/100g)	88.7	88.6	93.6
タンパク質 (g/100g)	0.6	1.3	1.0
脂質 (g/100g)	0.1	0.3	0.2
炭水化物 (g/100g)	10.2	9.1	4.8
灰分 (g/100g)	0.4	0.7	0.4

*五訂増補版食品標準成分表より引用

量が増加し、他の成分は減少したと思われたが、乾物重量に換算して比較したところ、大きな差は見られないことが分かった。したがって、加熱による一般成分への影響は少ないと考えられた。

次に、有機酸の分析結果を表 4 に示した。摘果モモ及び 15 分加熱した摘果モモからはリンゴ酸が検出された。文献⁹⁾によると、成熟したモモの有機酸はリンゴ酸・クエン酸などが 0.2~0.6%含まれるとされている。摘果モモはリンゴ酸のみ検出されたが、「モモ」と比較して同程度の有機酸が含まれることが分かった。

表 4 有機酸分析結果

試料	条件	リンゴ酸 (g/100g)	クエン酸 (g/100g)	酒石酸 (g/100g)
摘果モモ	生	0.4	ND	ND
摘果モモ	15分加熱	0.3	ND	ND

3-3 機能性成分の分析結果

ポリフェノール量の結果を表 5 に示した。摘果モモ試料の個体差の影響はあると考えられるが、加熱によるポリフェノール量の軽減は少ないと考えられた。

一般的な「モモ」のポリフェノール量は、白肉腫で 50~150mg/100g⁹⁾とされているが、過去の「モモ」のポリフェノール量測定結果は没食子酸相当量で 29mg/100g⁶⁾ (5 品種平均)であったため、摘果モモのポリフェノール量は、「モモ」と比較して同程度であるか、個体によっては少し多い傾向があることが分かった。

表 5 加熱時間による摘果モモのポリフェノール量の変化

加熱時間 (分)	ポリフェノール (mg/100g)*
0	83
5	136
15	131
30	145
45	131
60	81

*没食子酸相当量

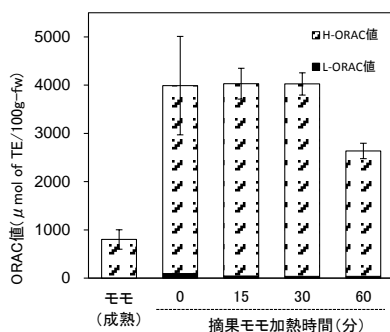


図 1 加熱による摘果モモの抗酸化活性値の変化

ORAC 法により、0~60 分加熱した摘果モモの抗酸化活性を測定した結果、摘果モモは「モモ」と比較して全体的に高い値を示すことが分かった (図 1)。60 分加熱した摘果モモは、0~30 分加熱した摘果モモの値と比較すると低い値であったが、「モモ」と比較すると約 3 倍の抗酸化活性値であった。したがって、摘果モモは 60 分加熱した後も「モモ」と比較して高い抗酸化活性を示すことが分かった。

また、ポリフェノール量は「モモ」と比較して同程度であったが、抗酸化活性は高い値を示したため、摘果モモにはポリフェノール以外の抗酸化成分も含まれていると思われた。

3-4 保存方法の検討結果

常温・冷蔵保存した摘果モモは、収穫後 1 週間程度から目視による変質が確認され、長期保存には不向きであることが確認された。

家庭用冷凍庫 (-18℃) と -20℃・-30℃及び -60℃に設定したディープフリーザーにて保存した結果、家庭用冷凍庫では数週間程度から袋中に氷の生成が見られた (図 2)。

一方、-20℃より低温に設定したディープフリーザーでは 1 年以上変質が見られなかった (図 3)。

食品中の水分は、凍結点 (-0.5~-2℃) に達すると氷の結晶ができ始めるとされている。最大氷結晶生成帯 (-1~-5℃) を急速に通過すると氷結晶が微細



図 2 家庭用冷凍庫中の試料 (-18℃)



図 3 ディープフリーザー中の試料 (-30℃)

になり、食品の組織内に均一に分散するため品質への影響が少ないと言われているが、温度帯を緩慢に通過すると、細胞内の自由水が氷結晶となった後、細胞外へ出て大きな氷結晶となり、細胞が破壊され、品質が悪化すると言われている¹⁰⁾。ディープフリーザーは冷凍能力が高く、最大氷結晶生成帯を通過する速度が急速だったため、家庭用冷凍庫と比較して品質が保持された一因と考えられた。

3-5 加工品の試作結果

3-4 において、ディープフリーザーによる長期保存が可能であることが明らかになったため、実際の加工を想定し、冷凍試料を試作に使用した。また、3-1 における安全性の検討結果から、試料を沸騰水中に入れ、沸騰後 15~20 分加熱による前処理を行った後、試作に利用した。試作にあたっては書籍等^{11,12)}を参考にした。

3-5-1 摘果モモ餡

3-5 の前処理を行った後、氷水で冷却し剥皮した。種を除去し、灰汁を除くため数時間水に浸した後、ミキサー（大阪ケミカル㈱、フォースミル）でピューレ状にした。鍋に入れ、砂糖をピューレの重量の 1/2 弱に加え、香り付けとしてトップグランシュ（ドーバー洋酒貿易㈱、ピーチ）などのモモシロップ等を数滴添加し、中火~強火で良くかき混ぜながら Brix63° 程度になるまで加熱した。

その結果、摘果モモ独特の酸味あるフルーツ餡を試作することができた。色はうぐいす餡のような黄緑色を示し、見た目も良好であった。

さらに、従来のフルーツ餡のように白餡などを加えることなく、餡の食感を得られたため、新しい和菓子素材等として活用できると思われた（図 4）。



図 4 摘果モモ餡の活用例（最中）

3-5-2 摘果モモのリキュール漬

3-5 の前処理を行った後、目立った毛を洗浄により取り除いた。全果または剥皮した実を約 250g 果実酒用



図 5 摘果モモのリキュール漬

の瓶にいれ、氷砂糖 150g・果実酒用ホワイトリカー（アルコール 35%）450g を加え、3 ヶ月以上漬け込んだ（図 5）。

見た目は梅酒と類似していたが、かすかにモモの香りが感じられた。全果のほうが香りは強く感じられたが、やや青臭さがあるという意見があった。今後、熟成の進行や調味の改善等により、活用できる可能性が示唆された。

3-5-3 摘果モモのシソ漬

3-5 の前処理を行った後、マルチ洗浄器（福農産業㈱、MW-01）で 10 分程度洗浄し、加熱で除去できなかった毛を取り除いた。保存瓶に全果・塩・砂糖を適量加えた後、5%クエン酸溶液を全果が隠れるまで注ぎ、実の隙間等に液色が桃色になるまでシソを入れた。シソは、塩でよく揉み一度水で洗った後、梅酢又は 5%程度のクエン酸を加えて再びよく揉み鮮やかな桃色に発色させたものを使用した。冷蔵庫で半年以上経過させたところ、塩味が落ち着いてまろやかな味になり、新しい漬物素材としての活用が可能であると思われた。実の内部にも桃色が浸透し、見た目も鮮やかであった。

3-5-4 摘果モモの料理への活用

3-5 の前処理を行った後、天ぷらやドレッシングなど、通常の食材として活用した。その結果、天ぷらではソラマメ様の食感と若干の苦味が感じられた。

また、摘果モモを細断し、調味液と混ぜてドレッシング等に活用したところ、柑橘類のような酸味を活かすことができた。摘果モモは幅広い料理に活用できると思われた。

4. 結 言

(1) 摘果モモは、シアン定性試験及び金属分析の結果、15~20 分以上の加熱による前処理により食品素材として活用可能であることが分かった。

- (2) 摘果モモの一般成分はモモと同程度の値を示した.
- (3) 機能性の評価として, ORAC 法による抗酸化活性値を測定したところ, 「モモ」と比較して高い活性値を示し, 加熱した後も保持された. 今後の成分同定等により, 機能性食品素材として期待されると思われた.
- (4) 摘果モモの保存方法を検討した結果, 冷凍により 1 年以上保存できることが分かった. 加工品及び料理への活用を検討したところ, 概ね良好な評価を得ることができ, 味の面でも新しい食品素材として活用できると思われた.

第 6 版, (株)学文社(2011)

- 12) 佐多 正行: 農産加工の基礎, 農山漁村文化協会(2006)

謝 辞

研究にあたり, 山梨県富士工業技術センター上垣良信研究員, 農業生産法人マルサフルーツ古屋農園様, 株式会社ルミエール様, 株式会社竹屋あさかわ様, 藤本修子様にご協力・ご助言をいただきました. この場を借りてお礼申し上げます.

参考文献

- 1) 阿部 薫, 井上 重雄, 志村 浩雄: モモの作業便利帳—高糖度・安定生産のポイント, 農山漁村文化協会, p. 43-48(2010)
- 2) 奥田 拓男編: 最新 生薬学 第 2 版, 廣川書店, p. 87(2011)
- 3) 新・食品分析法編集委員会編: 新・食品分析法, (社)日本食品科学工学会, 株式会社 光琳(1996)
- 4) 齋藤 美貴, 橋本 卓也, 小嶋 匡人, 長沼 孝多, 木村 英生, 吾郷 健一, 森 智和: 山梨県工業技術センター研究報告, No.24, p. 144(2010)
- 5) 木村 英生, 長沼 孝多, 小松 正和, 恩田 匠: 山梨県工業技術センター研究報告, No.20, p. 102(2006)
- 6) 木村 英生, 樋口 かよ, 小嶋 匡人, 橋本 卓也: 山梨県工業技術センター研究報告, No.25, p. 64-67(2011)
- 7) 食品機能性評価支援センター編: 食品機能性評価マニュアル集第Ⅱ集, p. 71(2008)
- 8) (社)全国調理師養成施設協会: 食品標準成分表 五訂増補版, (株)調理栄養教育公社, p. 250(2010)
- 9) 伊藤 三郎編: 《シリーズ食品の科学》果実の科学, 朝倉書店, p. 64-111 (1991)
- 10) 本間 清一, 村田 容常編: スタンダード栄養・食物シリーズ 7 食品加工貯蔵学, 東京化学同人, p. 140-143 (2004)
- 11) 仲尾 玲子, 中川 裕子: つくってみよう加工食品