

キハダの葉と実の有効活用の検討（第二報）

首藤 明子^{*1)}, 清水 浩美^{*2)}

The Consideration of Effective Use of leaves and fruits of *Phellodendron amurense* (2nd Report)

SHUTO Akiko^{*1)}, SHIMIZU Hiromi^{*2)}

キハダの葉と実を食品として活用するためには栄養成分を把握しておくことが重要である。本報では分析委託で実施したキハダの葉及び実のビタミン類の分析結果を報告する。キハダの葉は実よりビタミン類の含有量が高く、特にビタミン A (β -カロテン), ビタミン E (α -トコフェロール) は含有量の高い他の野菜と比較して、ほぼ同量若しくはそれ以上の含有量であることが示された。

1. 緒言

キハダは、ミカン科キハダ属の落葉高木で、内皮はオウバクという生薬で、オウバクの主成分であるベルベリンには抗菌作用があることがわかっている。

奈良県では県産キハダによる産業拡大と森林地域の振興を目的に、研究機関が連携して研究に取り組んでいる^{1)~4)}。このキハダの葉や実は食として利用可能で、県内事業者により飴やお茶、清涼飲料水等の商品への展開が進められ、今後、広がりがある地域特性食材である。

キハダの葉や実の食用研究事例が少ないことから、我々は食品としての栄養成分把握のため、第一報⁵⁾より栄養成分分析を進めてきた。

今回、2020年に一般財団法人日本食品分析センターへ分析委託したビタミン類の結果を報告する。また、これまでの栄養成分結果を基にキハダの葉及び実を用いた食品開発を行ったので併せて報告する。

2. 実験方法

2.1 試料

測定に使用した葉と実の詳細については、表 1 に示す。伐採後収穫し、水洗せず生の状態を宅配便（冷蔵）で送付した。乾燥粉末は、凍結真空乾燥機（日本真空技術株式会社製 DF2-01H 型）で 72 時間程度乾燥（真空度 0.1 Torr 以下、加熱温度 25 °C）後、粉碎器（輸入発売元株式会社東京ユニコム T-429）で粉碎し、500 μ m のふるいを通したものを検体として送付した。

2.2 委託項目及びその方法

委託した項目は、ビタミン A（レチノール活性当量, α -カロテン, β -カロテン, 総キサントフィル), ビタミン B₁, ビタミン B₂, ビタミン C（総アスコルビン酸), ビタミン E（ α -トコフェロール）である。分析方法は、総キサントフィルのみ吸光光度法で、その他は全て液体クロマトグラフである。なお、総キサントフィルのみ乾燥粉末を検体とした。

表 1 検体の詳細

	採取日	場所	樹齢 (年)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	胸高円周 (cm)
1	2020.6.21	奈良県山辺郡山添村	30	20.9	21.0	65.9
2	2020.7.10	奈良県宇陀郡曾爾村	22	18.7	28.7	90.1
3	2020.7.18	奈良県桜井市	54	17.2	41.4	130.0
4	2020.8.1	奈良県吉野郡下市町	61	15.0	32.8	103.0

*1) バイオ・食品グループ, *2) 元 バイオ・食品グループ

表 2 ビタミン類分析結果

	葉				実			
	山添村	曾爾村	桜井市	下市町	山添村	曾爾村	桜井市	下市町
ビタミン A (μg/100g)								
レチノール活性当量	892	1930	913	1010	47	40	38	52
α-カロテン	400	1400	900	400	56	34	17	15
β-カロテン	10500	22400	10500	11900	538	459	443	612
ビタミン B ₁ (mg/100g)	0.22	0.3	0.22	0.22	0.07	0.08	0.1	0.1
ビタミン B ₂ (mg/100g)	0.51	0.92	0.5	0.47	0.14	0.12	0.18	0.11
ビタミン C (mg/100g)	117	202	109	141	11	10	17	21
ビタミン E (mg/100g)								
α-トコフェロール	30.7	19.8	18.2	23.7	1.7	0.4	1.9	1.9

3. 結果及び考察

3.1 ビタミン類の分析結果

キハダの葉と実の結果を表 2 に示す。図 1 と 2 にビタミン A の結果としてβ-カロテンを、図 3 にビタミン B₁、図 4 にビタミン B₂、図 5 にビタミン C、図 6 にビタミン E の結果としてα-トコフェロール含有量を示す。

また、食品成分表より、それぞれの成分含有量が高い食品（データは「生」）⁹⁾と、前報⁷⁾でビタミン含有量を報告したヤマトトウキ葉を比較のために併記した。

分析した各項目において、キハダの葉の各ビタミン含有量は実の含有量を大きく上回った。

脂溶性ビタミンのβ-カロテンでは、キハダの葉は 10500～22400 μg/100g で、キハダの実 443～612 μg/100g の 19～49 倍あり、野菜の中でβ-カロテンが一番多く含まれる「しそ(葉・生)」11000 μg/100g や、ヤマトトウキ葉 11400 μg/100g と同程度の含有量であった。特に曾爾村の検体は、しそ(葉・生)の 2 倍以上の高含有量であった。キハダの実は、トマト 540 μg/100g やブルーーン 480 μg/100g と含有量が近いことが分かった(図 2)。β-カロテンは、緑黄色野菜等に多く含まれるカロテノイドの一種で、強力な抗酸化力を持つ栄養素である。体内で脂溶性のビタミン A に変換され、ビタミン A として効果を発揮する。キハダの葉は人体の粘膜や皮膚、免疫機能を正常に保ち、視力を維持する食材としての活用の可能性が見いだされた⁸⁾。ビタミン A の成人男性食事摂取量の目安は 600～650 μgRAE/日(レチノール活性当量 μgRAE)、成人女性は 450～500 μgRAE/日、高齢男性は 550～600 μgRAE/日、妊婦(後期)は 60 μgRAE/日であることから⁹⁾、キハダの葉からのβ-カロテンの摂取は有効な方法と考えられる。

キハダの葉にβ-カロテンが多く含まれることから、一番含有量の高い曾爾村の検体を用いて、総キサントフィルを追加分析した。キサントフィルは、カロテン類の酸化に

よって生成されると考えられ、パプリカやトウガラシの実の色、卵黄、魚卵の黄体等の色はこの色素によるもので、機能性表示食品としても利用が進められている成分である。カロテノイドからカロテン類(代表的なβ-カロテンやリコピン等)を引いた残りがキサントフィルに該当する。キサントフィルには、β-クリプトキサントフィルやルテイン等が上げられる¹⁰⁾。今回、曾爾村の葉の総キサントフィルは 74.4 mg/100g であった。今後も引き続き総キサントフィルの分析を継続していく。

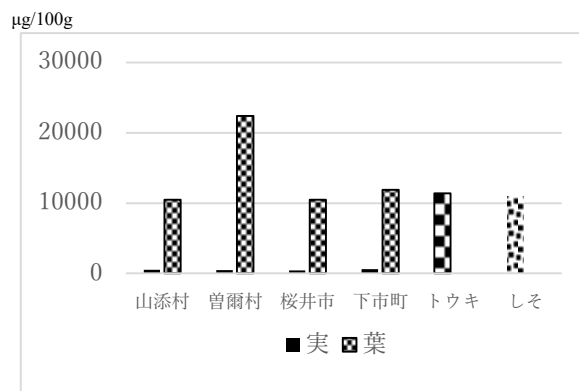


図 1 β-カロテン含有量

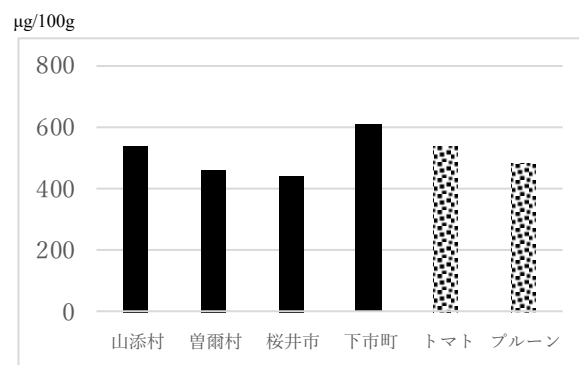
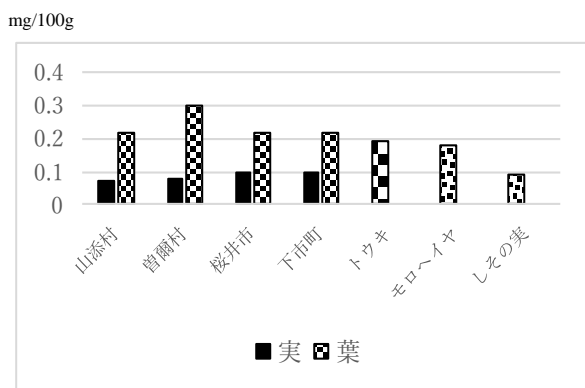
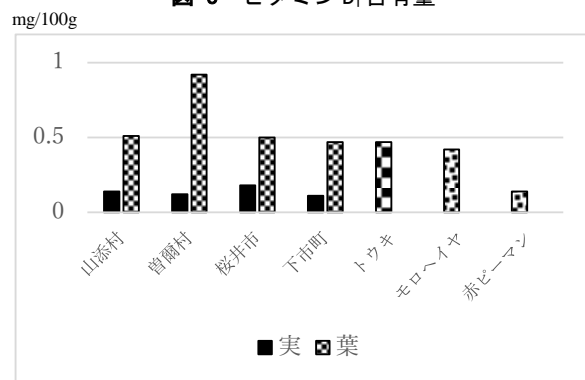


図 2 キハダの実のβ-カロテン含有量

図 3 ビタミン B₁ 含有量図 4 ビタミン B₂ 含有量

水溶性ビタミンのビタミン B₁ は、豚肉や魚介類、ナッツ類に多く含まれ、野菜の含有量は総じて低いとされる。その中でキハダの葉は 0.22~0.3 mg/100g で、キハダの実 0.07~0.1 mg/100g の 2.2~3.8 倍あり、野菜の中でビタミン B₁ の含有量の高いモロヘイヤ (生) 0.18 mg/100g や、ヤマトトウキ葉 0.19 mg/100g より含有量が高かった。キハダの実は、しその実 0.09 mg/100g の含有量に近く、他のビタミン成分より、キハダ葉との差が少ないことから、比較的 B₁ 含有量が高いと考えられた。

水溶性ビタミンのビタミン B₂ では、キハダの葉は 0.47~0.92 mg/100g で、キハダの実 0.11~0.18 mg/100g の 2.8~7.7 倍あり、野菜の中でビタミン B₂ の含有量の高いモロヘイヤ (生) 0.42 mg/100g より高く、ヤマトトウキ葉 0.47 mg/100g と同程度含まれていた。特に曾爾村の葉の検体は、他の検体の約 2 倍含有量が高かった。キハダの実には赤ピーマン (生) 0.14 mg/100g に近い含有量であった。

水溶性ビタミンのビタミン C では、キハダの葉は 117~202 mg/100g で、キハダの実 10~21 mg/100g の 6.4~20.2 倍あり、特に曾爾村の検体は、野菜の中でビタミン C 含有量の高い赤ピーマン 170 mg/100mg より高かった。

キハダの実は、果物ではマンゴー 20 mg/100g と含有量が同程度であった。

脂溶性ビタミンのビタミン E (α -トコフェロール) は、ナッツ類や植物油、緑黄色野菜に多く含まれる。キハダの葉は 18.2~30.7 mg/100g で、キハダの実 0.4~1.9 mg/100mg

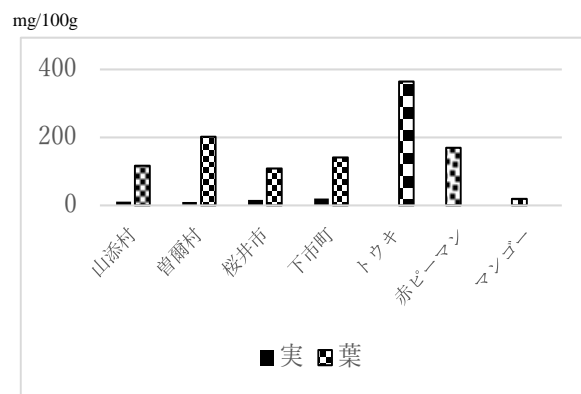
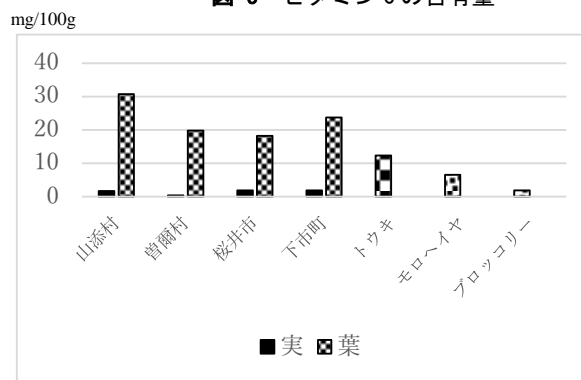


図 5 ビタミン C の含有量

図 6 α -トコフェロールの含有量

の 9.6~49.5 倍あり、野菜の中で α -トコフェロールが多いとされるモロヘイヤ 6.5 mg/100g の 4.7 倍でヤマトトウキ葉 11.0 mg/100g の 2.8 倍となり各地域とも高い含有量を示した。キハダの実にはブロッコリー 1.9 mg/100g と含有量が同程度であった。 α -トコフェロールは抗酸化作用があり、脂質の過酸化防止や細胞壁及び生体膜の機能維持に関与し、欠乏すると筋力低下や視覚障害を引き起こすことが知られている⁸⁾。成人男性の食事摂取量の目安は 6.5 mg/日、女性が 6.0 mg/日、高齢者 6.5 mg/日、妊婦 6.5 mg/日であることから⁹⁾、キハダ葉からのビタミン E 摂取は有効な方法であると考えられる。

以上より、キハダの葉は水溶性ビタミンの B₁, B₂, C を含み、特に脂溶性ビタミン類 β -カロテン及び α -トコフェロールの含有量が高いことが今回の分析で明らかになった。また、奈良県が栽培を推進しているヤマトトウキ葉よりも β -カロテン、ビタミン B₁, ビタミン B₂, α -トコフェロールは高い含有量であった。

キハダの実にビタミン類は含まれているが葉と比較してその含有量は低いことがわかった。その中で、野菜等の含有率が少ないビタミン B₁ の含量が比較的高く、その含有量は葉の 1/2~1/3 程度であることが判明した。

地域別から見ると α -トコフェロール以外の項目において、曾爾村の葉は他の地域の検体より明らかに高い含有量を示し、キハダの実は他の地域より低い含有量の結果を示している。各検体は、オウバクであるキハダ樹皮を採取可

能な樹齢 20 年以上の十分に生育した木から採取し、その中で曾爾村の検体は樹齢が他より若く、胸高直径は小さいものであった。

なお、今回は、検体が一地域 1 検体としていることと、地域により樹齢や胸高直径等が同一植林地であっても、植林の間隔、日照条件や生育管理等、環境要因に大きく左右されるため、含有量との関係を明確にできないが、地域差や個体差等今後の検討課題として継続的な検証を行っていく予定である。

今回分析したビタミン類は、生命を維持するためには微量ながら必須で、体内で作ることができないか、作れても必要量を満たせない有機化合物で、体の調子を整えるのに欠かせない栄養素である。そのため、様々な食品から摂取する必要があり、健康との関わりからも常に消費者の関心が高い成分である。調理過程による損失や味覚の問題解決を踏まえキハダの葉及び実をビタミン類の多い有益な地域性食材として用途の拡大検証を引き続き進める必要がある。

3.2 キハダの葉及び実粉末を用いた食品の開発

新型コロナウイルス感染症拡大の中、外部の関係者を集めて試食会を開催することは困難であったため研究員 5 名での試食調査を実施した。試作品は、プチパン（図 7）、ディップ 3 種（図 8）、ひつつみ、ソーセージ、あられである。プチパンは小麦粉の 1 %のキハダの葉を凍結真空乾燥後、細かくせず手で粗く砕いた状態を入れた。ディップは、サーモン、アボカド、ひよこ豆のそれぞれ 1 %をプチパン同様に粗く砕いた状態で入れた。その結果、小麦粉や豚肉の 1 %の添加量よりさらに増量しても食するには全く問題ないとの意見が多かった。これまでの試作結果から、緑黄色野菜に含まれる β -カロテンや α -トコフェロールは、油と組み合わせると吸収率が上昇するため、炒めたり揚げたりする等油脂や酸味のある食材（ディップのレモン果汁の添加）と組み合わせることでキハダ独特の香りや苦味がマスキングされることが明らかになった。今後は製品化に向けて、におい分析を行う予定である。



図 7 プチパン



図 8 ディップ 3 種（サーモン・アボカド・ひよこ豆）

4. 結言

本研究での主な結果は次のとおりである。

- 1) キハダの葉は実よりビタミン類の含有量が高く、ビタミン類の含有量が高い野菜類と比較して、ビタミン B₁, B₂, C が含まれており、特に β -カロテン及び α -トコフェロールの含有量が高く、栄養面で特徴があることがわかった。
- 2) キハダの実にビタミン類は含まれているが葉と比較して含有量は低いことがわかった。その中でビタミン B₁ 含有量が他のビタミン成分より比較的高いと考えられた。

謝辞

本研究にあたり、検体を提供いただいた関係各位に深謝いたします。

参考文献

- 1) 立本行江, 西原正和, 林田平馬, 奈良県内のキハダ生育地調査とベルベリン型アルカロイド含量の傾向, 生薬学雑誌, Vol.74 (2), 98-105, 2020
- 2) 成瀬達哉, 酒井温子, キハダ材の人工乾燥スケジュールの推定, 奈良県森林技術センター研究報告, 49, 51-55, 2020
- 3) 米田正樹, 樋上絢, 立本行江, キハダの果実および葉の農薬分析法の妥当性評価および残留農薬実態調査, 日本食品化学学会誌, Vol.27 (1), 1-9, 2020
- 4) 西原正和, 大住優子, 田中尚, 国内産キハダ葉中のクロロゲン酸分析における抽出条件の検討及び含有量調査, YAKUGAKU ZASSHI, Vol.140 (1), 113-116, 2020
- 5) 首藤明子, 清水浩美, キハダの実と葉の有効活用の検討 (第 1 報), 奈良県産業振興総合センター研究報告, No.46, 33-36, 2020
- 6) 香川明夫監修, 八訂食品成分表 2021, 女子栄養大学出版部, 2021
- 7) 首藤明子, 大橋正孝, 清水浩美, 生薬の医薬品以外の部位を食品に利用するための加工技術の開発 (第 5 報) ～トウキ葉のビタミン類等について～, 奈良県産業振興総合センター研究報告, No.45, 28-33, 2019
- 8) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査文科会報告 「日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂)」
- 9) 厚生労働省, 日本人の食事摂取基準 (2020 年版) 「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書
- 10) 眞岡孝至, カロテノイドの多様な生理作用, 食品・臨床栄養 2, 3-14, 2007