

## キハダの葉と実の有効活用の検討（第三報）

首藤 明子<sup>\*1)</sup>， 立本 行江<sup>\*1)</sup>

### The Consideration of Effective Use of leaves and fruits of *Phellodendron amurense* (3<sup>rd</sup> Report)

SHUTO Akiko<sup>\*1)</sup>， TATSUMOTO Yukie<sup>\*1)</sup>

キハダの未利用部位で、食利用が可能な葉と実を活用するために、栄養成分や機能性成分の把握を進めている。本報では2021年採取の県内外のキハダ葉、実を中心に雄木、雌木で栄養成分分析を実施した。

葉は、個体差はあるが県内外検体の検査結果からカリウムとカルシウムは栄養強調表示や栄養機能表示が可能な含量を有し、これら栄養素の摂取に有効で、第一報<sup>1)</sup>の調査結果を裏付けた。葉はビタミンのルテイン、β-カロテン、α-トコフェロールの含有量が高く、目に良く、抗酸化力、血流に良い素材であることを確認した。香気成分では実の柑橘香や緑葉香を利用できることや、葉の血圧上昇抑制効果から、今後、キハダの葉と実は機能性表示食品などの製品展開を期待できる素材と考える。

#### 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葉になり胃腸薬等、生薬製剤に広く使用されている。

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、研究機関が連携し研究に取り組んでおり、食用可能なキハダの葉や実の研究事例が少ないことから、我々は第一報<sup>1, 2)</sup>より栄養成分分析等を進めてきた。

今回、キハダを利用した機能性食品の開発を目標に2021年県内外キハダ調査地点で得られた葉・実を中心に雌雄別の栄養成分と、機能性成分として血圧上昇抑制効果のアンジオテンシン変換酵素（以下、ACEと記載）阻害作用、総ポリフェノール、抗酸化能、ビタミン類、香気成分の分析結果を報告する。また、栄養成分結果等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を表1に示す。また、県産との地域性の違いの比較として、基原<sup>3)</sup>が *phellodendron amurense* として生育栽培されている他府県のキハダの葉と実、及び *phellodendron chinense* の葉と実 (No.52 (表1) 以下富山中国と記載) を試料とした。また、2019年から継続採取して

いる山添村の葉 No. 36 (表1) の一部を60℃48時間乾燥したものと、2019年、2020年の県内キハダ葉を茶に加工製造したもの (乾燥60℃) を試料とした。

収穫したものを水洗し冷凍後、栄養成分を測定 (2021年採取葉15検体、実5検体、県外葉6検体)。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0.1Torr以下、加熱温度25℃) 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、500μmのふるいを通したものを検体 (以下、FD試料という) とした。60℃48時間乾燥物とキハダ茶も同様に、粉碎後篩過したものを検体とした。

(一財) 日本食品分析センターに分析委託した検査項目のうち、ビタミン類の試料は、収穫後水洗せずに生で送付した。その他の検査項目の試料は凍結真空乾燥した乾燥粉末を送付した。

##### 2.2 分析方法

###### 2.2.1 栄養成分

水分は直接乾燥法、タンパク質はケルダール法、脂質は酸分解法、灰分は直接灰化法 ((株) 東洋製作所: (現) アドバンテック東洋 (株) 電気マッフル炉 KM-600)、炭水化物は差し引き法、ミネラルは高周波プラズマ発光分析装置 ((株) 島津製作所製 ICPE-9820) を用いて測定した。

エネルギーは定量したタンパク質及び脂質、計算式より求めた炭水化物にそれぞれ係数としてタンパク質4 kcal/g、

\*1) バイオ・食品グループ

脂質 9 kcal/g, 炭水化物 4 kcal/g を乗じたものの総和とした.

### 2.2.2 ACE 阻害作用, リパーゼ力価

2019 年から継続して検体採取している, 山添村 No. 36 (表 1), 曾爾村 No. 40 (表 1) の 2021 年の葉と実について, (一財) 日本食品分析センターに分析委託を行った.

表 1 キハダ検体概要

| No.    | 採取地     | 採取年月日     | 雌雄 | 樹高<br>m | 樹齢 | 胸高直径<br>cm |
|--------|---------|-----------|----|---------|----|------------|
| 1      | 奈良市矢田原町 | 2021.6.8  | ♀  | 13.2    | 28 | 36.0       |
| ***2   | 奈良市矢田原町 | 2021.6.8  | ♀  | 15.6    | 29 | 30.9       |
| 3      | 奈良市矢田原町 | 2021.6.8  | ♀  | 10.5    | 30 | 13.7       |
| *4     | 奈良市矢田原町 | 2021.6.14 | ♂  | 10.5    | 30 | 28.7       |
| 5      | 奈良市矢田原町 | 2021.6.14 | ♂  | 12.3    | 28 | 22.3       |
| 6      | 奈良市矢田原町 | 2021.6.14 | ♂  | 11.8    | 27 | 17.5       |
| *7     | 奈良市矢田原町 | 2021.6.14 | ♂  | 12.0    | 27 | 17.5       |
| 8      | 奈良市矢田原町 | 2021.6.14 | ♂  | 13.2    | 28 | 20.1       |
| 9      | 奈良市矢田原町 | 2021.6.14 | ♀  | 12.8    | 26 | 17.8       |
| 10     | 奈良市矢田原町 | 2021.6.15 | ♀  | 7.9     | 25 | 25.5       |
| ***11  | 奈良市矢田原町 | 2021.6.15 | ♀  | 8.5     | 26 | 23.2       |
| *12    | 奈良市矢田原町 | 2021.6.15 | ♂  | 8.8     | 27 | 23.9       |
| 13     | 奈良市矢田原町 | 2021.6.15 | ♀  | 6.8     | 26 | 19.7       |
| 14     | 奈良市矢田原町 | 2021.6.15 | ♂  | 9.4     | 27 | 19.7       |
| 15     | 奈良市都祁   | 2019.7.9  | ♀  | 10.0    | 28 | 31.5       |
| 16     | 奈良市都祁   | 2019.7.9  | ♀  | 10.0    | 31 | 20.5       |
| 17     | 奈良市都祁   | 2019.7.9  | ♂  | 10.0    | 27 | 27.1       |
| ***18  | 桜井市     | 2021.7.9  | ♀  | 15.3    | 55 | 35.0       |
| 19     | 桜井市     | 2021.7.9  | ♀  | 12.5    | 56 | 24.8       |
| **20   | 桜井市     | 2021.7.9  | ♀  | 24.0    | 57 | 26.8       |
| 21     | 桜井市     | 2020.7.18 | ♂  | 18.7    | 56 | 45.2       |
| 22     | 桜井市     | 2020.7.23 | ♀  | 18.0    | 56 | 31.2       |
| *23    | 御所市     | 2021.7.16 | ♂  | 10.0    | 43 | 15.9       |
| 24     | 御所市     | 2021.7.16 | ♀  | 13.0    | 43 | 17.5       |
| *25    | 御所市     | 2021.7.16 | ♂  | 20.0    | 35 | 15.9       |
| 26     | 御所市     | 2020.7.19 | ♂  | 13.6    | 40 | 25.5       |
| 27     | 御所市     | 2020.7.19 | ♂  | 16.8    | 39 | 18.2       |
| *28    | 宇陀市     | 2021.7.8  | ♂  | 8.0     | 6  | 29.6       |
| *29    | 宇陀市     | 2021.7.8  | ♂  | 5.0     | 3  | 15.9       |
| *30    | 山辺郡山添村  | 2021.6.21 | ♂  | 12.7    | 30 | 21.0       |
| 31     | 山辺郡山添村  | 2021.6.21 | ♂  | 16.0    | 30 | 15.9       |
| 32     | 山辺郡山添村  | 2021.6.21 | ♂  | 11.8    | 30 | 17.5       |
| *33    | 山辺郡山添村  | 2021.6.21 | ♂  | 11.6    | 31 | 20.1       |
| 34     | 山辺郡山添村  | 2021.6.21 | ♀  | 12.1    | 31 | 22.3       |
| 35     | 山辺郡山添村  | 2021.6.21 | ♂  | 11.0    | 31 | 19.4       |
| ***●36 | 山辺郡山添村  | 2021.6.25 | ♀  | 12.2    | 31 | 20.7       |
| 37     | 山辺郡山添村  | 2020.6.24 | ♀  | 20.9    | 30 | 21.0       |
| 38     | 山辺郡山添村  | 2019.6.23 | ♀  | 18.8    | 32 | 33.5       |
| 39     | 山辺郡山添村  | 2019.6.23 | ♀  | 18.3    | 32 | 27.8       |
| ***●40 | 宇陀郡曾爾村  | 2021.7.2  | ♀  | 11.3    | 29 | 42.7       |
| 41     | 宇陀郡曾爾村  | 2021.7.2  | ♀  | 12.8    | 30 | 42.4       |
| 42     | 宇陀郡曾爾村  | 2020.7.10 | ♀  | 18.7    | 22 | 28.7       |
| 43     | 宇陀郡曾爾村  | 2019.7.6  | ♀  | 12.0    | 27 | 24.0       |
| 44     | 吉野郡下市町  | 2020.8.1  | ♀  | 13.7    | 62 | 23.9       |
| 45     | 吉野郡下市町  | 2020.8.1  | ♀  | 14.0    | 61 | 30.6       |
| 46     | 吉野郡天川村  | 2019.6.27 | ♀  | 20.0    | 63 | 61.0       |
| **47   | 北海道     | 2021.6.1  | ♀  | -       | -  | -          |
| *48    | 富崎      | 2021.7.19 | ♂  | -       | -  | -          |
| **49   | 三重      | 2021.7.22 | ♀  | -       | -  | -          |
| *50    | 長野      | 2021.7.24 | ♂  | -       | -  | -          |
| **51   | 富山      | 2021.8.3  | ♀  | -       | -  | -          |
| **52   | 富山 中国   | 2021.8.3  | ♀  | -       | -  | -          |
| 53     | キハダ茶    | 2020      | -  | -       | -  | -          |
| 54     | キハダ茶    | 2019      | -  | -       | -  | -          |

栄養成分分析 \* ♂葉 \*\* ♀葉 \*\*\* ♀葉 実

● 日本食品分析センターへ分析委託(葉・実)

### 2.2.3 ビタミン類

#### 2.2.3.1 葉酸, パントテン酸, ビオチン, イノシトール, コリン

2019年から継続して検体採取している, 山添村 No. 36 (表1), 曾爾村 No. 40 (表1) の葉と実について (一財) 日本食品分析センターに分析委託を行った。

#### 2.2.3.2 ビタミンA (ルテイン, $\beta$ -カロテン)

分析条件を表2に示す。

サンプル処理方法はFD試料0.2gに30g/Lピロガロール-エタノール溶液(溶媒1)15mL及び硫酸ナトリウム10gを加え攪拌, 5分間回転抽出後, 遠心分離(10,000rpm $\times$ 5min)し, 上澄みを回収。さらに, 溶媒1を15mL加えて, 上記と同様2回繰り返した。抽出液を溶媒1で50mLに定容後, 10mLを採取し, 60%水酸化カリウム溶液1mLを加え, 5分おきに攪拌しながら70 $^{\circ}$ Cで30分間加熱。室温まで水冷後, 1%塩化ナトリウム溶液20mL, 2-プロパノール5mL及びn-ヘキサン-酢酸エチル(9:1)混液(溶媒2)12mLを加え攪拌後, 静置し上澄みを回収。さらに, 沈殿物に溶媒2を12mL加えて上記と同様に攪拌, 抽出し上澄みを回収する操作を2回繰り返した。回収液をロータリーエバポレーターで乾固後, エタノール1mLを加え溶解し回収。この操作を3回実施後, エタノールで5mLに定容し, 孔径0.45 $\mu$ mのメンブレンフィルターを用いてろ過し分析試料とした。

標準品には富士フィルム和光純薬(株)製 $\beta$ -カロテン, フナコシ社製ルテイン(純度:98%)を用いた。

表2 ルテイン,  $\beta$ -カロテン分析条件

|       |   |
|-------|---|
| 装置    | 株式会社津製作所製 LC-MS2010EV                               |
| カラム   | YMC-Pack C18, 粒子径5 $\mu$ m 内径4.6mm $\times$ 長さ150mm |
| 検出器   | UV455nm   |
| 移動相   | 4%クロロホルム含有メタノール<br>(50 $\mu$ g/mLパルミチン酸アスコルビル含有)    |
| カラム温度 | 40 $^{\circ}$ C                                     |
| 注入量   | 10 $\mu$ L  |
| 流速    | 1.0 mL/min  |

#### 2.2.3.3 ビタミンE ( $\alpha$ -トコフェロール)

分析条件を表3に示す。

FD試料約1gを取り, エタノール(99.5)を20mL添加し遠心分離(10,000rpm $\times$ 10min)を行い上層をナスフラスコへ取る。これを2回繰り返す。減圧蒸留後残留物をエタノール1mLで溶解。その液について孔径0.22 $\mu$ mのメンブレンフィルターを用いて濾過し分析試料とした。

標準品には富士フィルム和光純薬(株)製ビタミンE定量標準試薬を用いた。

表3  $\alpha$ -トコフェロール分析条件

|       |   |
|-------|---|
| 装置    | Waters社製(LC)ACQUITY UPLC <sup>TM</sup>                      |
| カラム   | SUPELCO SIL-ABZ+PLUS, 粒子径5 $\mu$ m 内径4.6mm $\times$ 長さ150mm |
| 検出器   | UV285nm   |
| 移動相   | メタノール/水(46:4)   |
| カラム温度 | 35 $^{\circ}$ C   |
| 注入量   | 20 $\mu$ L  |
| 流速    | 0.8 mL/min  |

#### 2.2.4 ポリフェノール含有量

ポリフェノール量は, 三重県科学技術振興センター(現:三重県工業研究所)の柿ポリフェノールの分析方法に準拠した<sup>4)</sup>。FD試料1.0gに70%メタノール約40mLを加え80 $^{\circ}$ Cで10分間抽出後, 遠心分離(10,000rpm $\times$ 10min)した上澄み液を可溶性ポリフェノールとし, その後1%塩酸を加えた70%メタノール約40mLを加え80 $^{\circ}$ C30分間抽出後, 遠心分離(10,000rpm $\times$ 10min)した上澄み液を不溶性ポリフェノールとし, フォーリン・デニス法により760nmでの吸光度を測定した。

#### 2.2.5 抗酸化能

抗酸化能は, 須田ら<sup>5)</sup>の方法に準じ, DPPHラジカル消去能を測定し, Trolox相当量として算出した。FD試料0.2gに抽出溶媒(80%エタノール)10mLを加え一晩室温で回転浸透した後, 遠心分離(10,000rpm $\times$ 10min)した上澄みを適宜希釈し用いた。

#### 2.2.6 香気成分

香気成分の定性分析は, 大野ら<sup>6)</sup>の方法を一部改変し行った。すなわち, 各試料1gを匂い袋に精秤し, 窒素で充てんし30分後加熱脱着捕集管(ジーエルサイエンス社OPTIC用充填剤TENAX TA 60/80以下TENAXという)に吸着し, ガスクロマトグラフ質量分析計(以下, GC/MSと記載)を用い, TENAXガス中の成分について定性分析した。分析条件は表4のとおりとした。得られたTotal Ion Chromatogram(以下, TICと記載)についてリテンションタイム及びMSスペクトルの比較により同定を行った。

表4 香気成分の定性分析条件

|          |   |
|----------|---|
| 装置       | 株式会社津製作所製 GCMS-QP2010Ultra AOC-5000Plus   |
| カラム      | HP-INNOWAX, 60m $\times$ 0.25mmID, 0.25 $\mu$ m   |
| カラム流量    | Helium, 0.61 mL/min   |
| 注入口温度    | 250 $^{\circ}$ C  |
| 注入モード    | スプリット(スプリット比 1/5)   |
| 注入量      | 2 mL  |
| 昇温条件     | 35 $^{\circ}$ C(5min) $\rightarrow$ 5 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 220 $^{\circ}$ C(5min) |
| イオン化法    | EI  |
| イオン源温    | 200 $^{\circ}$ C  |
| イオン化電圧   | 70eV  |
| スキャン質量範囲 | 50-500 m/z  |
| スキャン速度   | 1666  |

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 栄養成分

キハダの葉と実の結果を表5~7に示す。

キハダ葉はカリウム、カルシウム、マグネシウム、リンの含有量が多く、これらは標準偏差から個体差が見られバラツキが大きい成分であった。

カリウムは葉の全体平均  $874.0 \pm 356.9$  mg/100 g、雄葉  $937.8 \pm 371.5$  mg/100 g、雌葉  $778.3 \pm 310.1$  mg/100 g となり、雄葉の含有が高い傾向を示した。生育地域でみると山添村で  $1,000$  mg/100 g を超える含有量を示した。野菜でカリウムの含有量が多いパセリ（生） $1,000$  mg/100 g、アボカド（生） $720$  mg/100 g、ほうれん草（生） $690$  mg/100 g と同程度<sup>7)</sup>で、キハダ葉はカリウムを含む旨の表示が可能（ $420$  mg/100 g）<sup>8)</sup>であることが示された。カリウムはナトリウムとともに、細胞の浸透圧を維持するほか、腎臓でのナトリウムの再吸収を抑制して、尿中への排泄を促進し、血圧を下げる働きを持つ<sup>9)</sup>。

カルシウムは葉の全体の平均が  $618.7 \pm 306.4$  mg/100 g、雄葉  $604.4 \pm 266.4$  mg/100 g、雌葉  $640.0 \pm 357.0$  mg/100 g で雌雄差はほぼなかった。採取時期が遅いほど、樹齢が高いほど含有量の高い傾向が見られた。カルシウムが多い野菜である、しそ葉（生） $230$  mg/100 g、ケール（生） $220$  mg/100 g より含有量が多く<sup>7)</sup>、カルシウムが高い旨の表示（ $204$  mg/100 g）<sup>8)</sup>が可能な含有量であった。カルシウムは歯や骨の形成に役立ち、細胞の分裂、筋肉収縮、神経興奮の抑制、血液凝固の作用に促進する<sup>9)</sup>。

マグネシウムは葉の全体の平均が  $112.8 \pm 37.8$  mg/100 g、雄葉  $118.8 \pm 35.0$  mg/100 g、雌葉  $103.8 \pm 40.5$  mg/100 g で雌雄差はほぼなくカルシウムと同様、採取時期が遅くなると含有量が多くなる傾向が見られた。マグネシウムの多い野菜のらっかせい（生） $100$  mg/100 g やほうれん草（生） $69$  mg/100 g より多く含まれ<sup>7)</sup>、マグネシウムを含む旨の表示（ $48$  mg/100 g）<sup>8)</sup>が可能な含有量であった。マグネシウムは酵素活性化する働きがあり、筋肉の収縮、神経情報の伝達、体温・血圧の調整を行う<sup>9)</sup>。

リンは葉の全体の平均が  $129.9 \pm 59.5$  mg/100 g、雄葉  $137.1 \pm 59.0$  mg/100 g、雌葉  $119.0 \pm 58.6$  mg/100 g で、山添村、御所市、桜井市の検体は雌雄問わず  $100$  mg/100 g を超える含有量を確認できた。リンはカルシウムやマグネシウムとともに歯や骨を作る成分になり、エネルギーを作り出すときに必須の役割を持つ<sup>9)</sup>。

これらの結果から既報<sup>1)</sup>での報告のとおり、カリウム（含む旨  $420$  mg/100 g）<sup>8)</sup>、カルシウム（高い旨  $204$  mg/100 g）<sup>8)</sup>は栄養強調表示が可能な含有量を示した。

実は葉と比較して亜鉛が多く含まれ、それに関連し雌葉は実をつけることから水分、亜鉛が雄葉より高い傾向が見られた。

県外産との比較（表7）では、栄養成分は奈良県産とそれほど差はないが、ミネラルは、カリウムとカルシウムは北海道を除き、全国的に  $500$  mg/100 g 以上の含有量を示しており、キハダ葉はカリウムとカルシウム含量が高い素材であることが明らかになった。

#### 3.2 ACE 阻害作用, リパーゼ力価

ACE 阻害作用の結果を図1に示す。2021年採取の山添村、曾爾村の葉にも実にも血圧上昇を抑制する効果があることが判明した。IC<sub>50</sub>値は山添村で葉は  $1.40$  mg/mL、実は  $1.77$  mg/mL、曾爾村で葉は  $1.90$  mg/mL、実は  $2.59$  mg/mL となり、葉は実より低い濃度で血圧上昇抑制効果があることが示された。

リパーゼ力価は葉及び実にも確認されなかった。（表8）

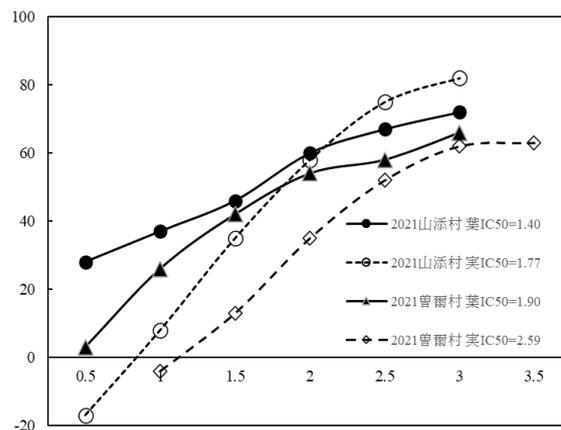


図1 ACE 阻害活性結果

#### 3.3 ビタミン類

##### 3.3.1 葉酸, パントテン酸, ビオチン, イノシトール, コリン

結果を表8に示す。キハダの葉には、葉酸とイノシトールが多く含有することが示された。

葉酸は水溶性ビタミンの一種で赤血球の生産を助けるビタミンで、特に胎児に重要な栄養成分であることが知られている<sup>9)</sup>。12歳以上の男女が一日に食事から摂取する推奨量（対象年齢に属するほとんどの者（97~98%）が充足する量）は  $240$  μg/日<sup>10)</sup>であり、葉酸の高い旨の強調表示ができるのは、 $60$  μg/100 g<sup>8)</sup>であることから、葉は表示が可能である。

イノシトールは脂肪肝や動脈硬化を予防し、脳細胞に栄養を与える効果があるといわれている。また、人間の初乳に多く含まれ、乳児に欠かすことのできない成長物質ともいわれている<sup>9)</sup>。

表 5 栄養成分分析結果 (キハダ葉)

|             | ♂    |      |       |       |       |       |       |       |       |       | ♀    |       |       |       |       |       |             |             |             |  | (100gあたり) |
|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------------|--|-----------|
|             | 4奈良市 | 7奈良市 | 12奈良市 | 23御所市 | 25御所市 | 28宇陀市 | 29宇陀市 | 30山添村 | 36山添村 | 40曹爾村 | 2奈良市 | 11奈良市 | 18桜井市 | 20桜井市 | 36山添村 | 40曹爾村 | ♂平均         | ♀平均         | 全体平均        |  |           |
| エネルギー(Kcal) | 153  | 117  | 148   | 154   | 188   | 121   | 135   | 191   | 153   | 138   | 119  | 124   | 132   | 177   | 153   | 138   | 151.1±24.3  | 140.5±19.6  | 146.9±23.1  |  |           |
| 水分(g)       | 61.0 | 69.8 | 61.7  | 59.7  | 50.2  | 69.0  | 65.6  | 49.8  | 59.9  | 63.9  | 68.9 | 67.7  | 65.7  | 54.6  | 59.3  | 63.9  | 60.7±6.7    | 63.4±5.0    | 61.8±6.2    |  |           |
| タンパク質(g)    | 9.0  | 6.8  | 7.8   | 10.4  | 9.5   | 8.4   | 8.5   | 8.8   | 8.7   | 7.0   | 7.8  | 4.8   | 7.9   | 7.0   | 6.9   | 7.0   | 8.7±1.0     | 6.9±1.0     | 8.0±1.3     |  |           |
| 脂質(g)       | 1.5  | 1.2  | 1.3   | 1.7   | 1.9   | 1.8   | 2.1   | 2.0   | 1.7   | 1.4   | 1.0  | 1.0   | 1.8   | 2.4   | 1.3   | 1.4   | 1.7±0.3     | 1.5±0.5     | 1.6±0.4     |  |           |
| 炭水化物(g)     | 25.8 | 19.6 | 26.3  | 24.4  | 33.3  | 17.9  | 20.5  | 34.6  | 25.7  | 24.5  | 19.8 | 24.0  | 21.0  | 31.8  | 28.5  | 24.5  | 25.9±5.4    | 24.9±4.1    | 25.2±4.9    |  |           |
| 灰分(g)       | 2.7  | 2.6  | 2.9   | 3.9   | 5.1   | 3.0   | 3.4   | 4.9   | 4.0   | 3.3   | 2.5  | 2.6   | 3.6   | 4.2   | 4.0   | 3.3   | 3.6±0.9     | 3.4±0.6     | 3.5±0.8     |  |           |
| ナトリウム(mg)   | 44   | 29   | 19    | 9.4   | 12    | 21    | 5.1   | 11    | 41    | 23    | 32   | 8.9   | 14    | 7.4   | 18    | 23    | 21.3±13.2   | 17.2±8.5    | 19.7±11.7   |  |           |
| カリウム(mg)    | 720  | 730  | 770   | 870   | 860   | 680   | 710   | 1200  | 1900  | 780   | 820  | 720   | 450   | 500   | 1400  | 780   | 937.8±371.5 | 778.3±310.1 | 874.0±356.9 |  |           |
| カルシウム(mg)   | 330  | 250  | 430   | 620   | 1200  | 590   | 620   | 830   | 570   | 590   | 160  | 300   | 960   | 1200  | 630   | 590   | 604.4±266.4 | 640.0±357.0 | 618.7±306.4 |  |           |
| マグネシウム(mg)  | 78   | 70   | 120   | 150   | 190   | 120   | 120   | 130   | 91    | 78    | 68   | 72    | 150   | 170   | 85    | 78    | 118.8±35.0  | 103.8±40.5  | 112.8±38.0  |  |           |
| リン(mg)      | 96   | 93   | 52    | 140   | 180   | 73    | 170   | 240   | 190   | 140   | 74   | 48    | 170   | 72    | 210   | 140   | 137.1±59.0  | 119.0±58.6  | 129.9±59.5  |  |           |
| 鉄(mg)       | 2.4  | 1.6  | 2.6   | 2.9   | 3.8   | 3.1   | 2.3   | 2.8   | 3.2   | 2.2   | 1.9  | 1.7   | 3.6   | 3.2   | 2.3   | 2.2   | 2.7±0.6     | 2.5±0.7     | 2.6±0.6     |  |           |
| 亜鉛(mg)      | 0.4  | 0.6  | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.2   | 0.02  | 0.5   | 0.2   | 0.1   | 2.1  | 0.2   | 0.9   | 0.2   | 0.4   | 0.1   | 0.3±0.2     | 0.7±0.7     | 0.4±0.5     |  |           |
| 銅(mg)       | 0.34 | 0.26 | 0.31  | 0.32  | 0.43  | 0.07  | 0.23  | 0.36  | 0.24  | 0.29  | 0.30 | 0.20  | 0.16  | 0.24  | 0.30  | 0.29  | 0.25±0.05   | 0.2±0.1     | 0.28±0.10   |  |           |
| マンガン(mg)    | 1.70 | 1.58 | 1.52  | 1.21  | 2.27  | 1.29  | 0.97  | 2.39  | 1.40  | 1.41  | 1.80 | 1.00  | 1.80  | 2.16  | 1.40  | 1.41  | 1.60±0.37   | 1.6±0.4     | 1.59±0.44   |  |           |

番号は表1の番号と同じ

表 6 栄養成分分析結果 (キハダ実)

|             | ♂    |       |       |       |       |       |       |        |       |       | ♀      |        |       |       |        |             |              |             |      |  | (100gあたり) |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------------|--------------|-------------|------|--|-----------|
|             | 2奈良市 | 11奈良市 | 18桜井市 | 36山添村 | 40曹爾村 | 47北海道 | 48宮崎  | 49三重   | 50長野  | 51富山  | 52富山   | 52富山   | 52富山  | 52富山  | 52富山   | 52富山        | ♂平均          | ♀平均         | 全体平均 |  |           |
| エネルギー(Kcal) | 75   | 50    | 109   | 100   | 73    | 86    | 130   | 207    | 167   | 130   | 122    | 122    | 130   | 122   | 122    | 148.5±18.5  | 136.3±44.1   | 140.3±38.0  |      |  |           |
| 水分(g)       | 81.8 | 87.9  | 75.3  | 75.8  | 82.2  | 78.3  | 65.9  | 45.0   | 56.4  | 65.9  | 67.1   | 67.1   | 65.9  | 67.1  | 67.1   | 61.2±4.8    | 64.1±12.0    | 63.1±10.3   |      |  |           |
| タンパク質(g)    | 5.2  | 4.6   | 3.4   | 3.7   | 3.1   | 8.2   | 2.7   | 3.0    | 5.7   | 5.5   | 2.6    | 2.6    | 5.5   | 2.6   | 2.6    | 4.2±1.5     | 4.8±2.2      | 4.6±2.0     |      |  |           |
| 脂質(g)       | 1.4  | 1.2   | 3.0   | 2.0   | 1.4   | 0.9   | 1.5   | 2.3    | 1.9   | 1.3   | 1.6    | 1.6    | 1.9   | 1.3   | 1.6    | 1.7±0.2     | 1.5±0.5      | 1.6±0.4     |      |  |           |
| 炭水化物(g)     | 10.3 | 5.3   | 17.0  | 16.9  | 12.1  | 11.3  | 26.5  | 43.5   | 31.7  | 24.0  | 24.3   | 24.0   | 31.7  | 24.0  | 24.3   | 29.1±2.6    | 25.8±11.5    | 26.9±9.7    |      |  |           |
| 灰分(g)       | 1.3  | 1.0   | 1.3   | 1.7   | 1.2   | 1.4   | 3.4   | 6.2    | 4.3   | 3.3   | 4.5    | 4.5    | 4.3   | 3.3   | 4.5    | 3.9±0.5     | 3.9±1.8      | 3.9±1.5     |      |  |           |
| ナトリウム(mg)   | 21   | 6.8   | 7.6   | 9.5   | 8.2   | 5.9   | 26.8  | 8      | 13.3  | 7.6   | 5.5    | 5.5    | 13.3  | 7.6   | 5.5    | 20.1±6.8    | 6.8±1.1      | 11.2±7.4    |      |  |           |
| カリウム(mg)    | 420  | 270   | 400   | 490   | 390   | 386.1 | 710.9 | 959.3  | 605.3 | 620.4 | 583.5  | 583.5  | 605.3 | 620.4 | 583.5  | 658.1±52.8  | 637.3±206.1  | 644.3±356.9 |      |  |           |
| カルシウム(mg)   | 78   | 75    | 120   | 160   | 90    | 150.1 | 539.4 | 1114.8 | 895.8 | 581.2 | 1026.6 | 1026.6 | 895.8 | 581.2 | 1026.6 | 717.6±178.2 | 718.2±385.33 | 718.0±311.0 |      |  |           |
| マグネシウム(mg)  | 55   | 35    | 42    | 55    | 36    | 28.8  | 56.9  | 252.5  | 111.7 | 109.6 | 112    | 112    | 111.7 | 109.6 | 112    | 84.3±27.4   | 125.7±80.49  | 111.9±70.4  |      |  |           |
| リン(mg)      | 70   | 39    | 72    | 90    | 68    | 78.9  | 58    | 117.2  | 71.6  | 93.6  | 102.2  | 102.2  | 71.6  | 93.6  | 102.2  | 64.8±6.8    | 98.0±13.9    | 86.9±19.7   |      |  |           |
| 鉄(mg)       | 0.7  | 2.7   | 2.7   | 1.5   | 0.8   | 2     | 2.7   | 3.1    | 2.5   | 2.6   | 2.8    | 2.8    | 2.5   | 2.6   | 2.8    | 2.6±0.1     | 2.6±0.4      | 2.6±0.3     |      |  |           |
| 亜鉛(mg)      | 2.0  | 2.6   | 0.7   | 0.7   | 0.2   | 0.3   | 0     | 0.4    | 0.1   | 0.4   | 0.1    | 0.1    | 0.4   | 0.1   | 0.1    | 0.1±0.1     | 0.3±0.1      | 0.2±0.2     |      |  |           |
| 銅(mg)       | 0.20 | 0.10  | 0.12  | 0.16  | 0.18  | 0.1   | 0.3   | 3.10   | 0.3   | 0.18  | 0.05   | 0.05   | 0.3   | 0.18  | 0.05   | 0.3±0.0     | 0.9±1.3      | 0.7±1.1     |      |  |           |
| マンガン(mg)    | 0.80 | 0.30  | 0.34  | 0.40  | 0.35  | 0.30  | 0.68  | 3.20   | 1.72  | 1.27  | 1.41   | 1.41   | 1.72  | 1.27  | 1.41   | 1.2±0.5     | 1.5±1.1      | 1.4±0.9     |      |  |           |

番号は表1の番号と同じ

表 7 栄養成分分析結果 (県外キハダ葉)

|             | ♂    |       |       |       |       |       |       |        |       |       | ♀      |        |       |       |             |              |             |      |  |  | (100gあたり) |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------------|--------------|-------------|------|--|--|-----------|
|             | 2奈良市 | 11奈良市 | 18桜井市 | 36山添村 | 40曹爾村 | 47北海道 | 48宮崎  | 49三重   | 50長野  | 51富山  | 52富山   | 52富山   | 52富山  | 52富山  | 52富山        | ♂平均          | ♀平均         | 全体平均 |  |  |           |
| エネルギー(Kcal) | 75   | 50    | 109   | 100   | 73    | 86    | 130   | 207    | 167   | 130   | 122    | 122    | 130   | 122   | 148.5±18.5  | 136.3±44.1   | 140.3±38.0  |      |  |  |           |
| 水分(g)       | 81.8 | 87.9  | 75.3  | 75.8  | 82.2  | 78.3  | 65.9  | 45.0   | 56.4  | 65.9  | 67.1   | 67.1   | 65.9  | 67.1  | 61.2±4.8    | 64.1±12.0    | 63.1±10.3   |      |  |  |           |
| タンパク質(g)    | 5.2  | 4.6   | 3.4   | 3.7   | 3.1   | 8.2   | 2.7   | 3.0    | 5.7   | 5.5   | 2.6    | 2.6    | 5.5   | 2.6   | 4.2±1.5     | 4.8±2.2      | 4.6±2.0     |      |  |  |           |
| 脂質(g)       | 1.4  | 1.2   | 3.0   | 2.0   | 1.4   | 0.9   | 1.5   | 2.3    | 1.9   | 1.3   | 1.6    | 1.6    | 1.9   | 1.3   | 1.7±0.2     | 1.5±0.5      | 1.6±0.4     |      |  |  |           |
| 炭水化物(g)     | 10.3 | 5.3   | 17.0  | 16.9  | 12.1  | 11.3  | 26.5  | 43.5   | 31.7  | 24.0  | 24.3   | 24.0   | 31.7  | 24.0  | 29.1±2.6    | 25.8±11.5    | 26.9±9.7    |      |  |  |           |
| 灰分(g)       | 1.3  | 1.0   | 1.3   | 1.7   | 1.2   | 1.4   | 3.4   | 6.2    | 4.3   | 3.3   | 4.5    | 4.5    | 4.3   | 3.3   | 3.9±0.5     | 3.9±1.8      | 3.9±1.5     |      |  |  |           |
| ナトリウム(mg)   | 21   | 6.8   | 7.6   | 9.5   | 8.2   | 5.9   | 26.8  | 8      | 13.3  | 7.6   | 5.5    | 5.5    | 13.3  | 7.6   | 20.1±6.8    | 6.8±1.1      | 11.2±7.4    |      |  |  |           |
| カリウム(mg)    | 420  | 270   | 400   | 490   | 390   | 386.1 | 710.9 | 959.3  | 605.3 | 620.4 | 583.5  | 583.5  | 605.3 | 620.4 | 658.1±52.8  | 637.3±206.1  | 644.3±356.9 |      |  |  |           |
| カルシウム(mg)   | 78   | 75    | 120   | 160   | 90    | 150.1 | 539.4 | 1114.8 | 895.8 | 581.2 | 1026.6 | 1026.6 | 895.8 | 581.2 | 717.6±178.2 | 718.2±385.33 | 718.0±311.0 |      |  |  |           |
| マグネシウム(mg)  | 55   | 35    | 42    | 55    | 36    | 28.8  | 56.9  | 252.5  | 111.7 | 109.6 | 112    | 112    | 111.7 | 109.6 | 84.3±27.4   | 125.7±80.49  | 111.9±70.4  |      |  |  |           |
| リン(mg)      | 70   | 39    | 72    | 90    | 68    | 78.9  | 58    | 117.2  | 71.6  | 93.6  | 102.2  | 102.2  | 71.6  | 93.6  | 64.8±6.8    | 98.0±13.9    | 86.9±19.7   |      |  |  |           |
| 鉄(mg)       | 0.7  | 2.7   | 2.7   | 1.5   | 0.8   | 2     | 2.7   | 3.1    | 2.5   | 2.6   | 2.8    | 2.8    | 2.5   | 2.6   | 2.6±0.1     | 2.6±0.4      | 2.6±0.3     |      |  |  |           |
| 亜鉛(mg)      | 2.0  | 2.6   | 0.7   | 0.7   | 0.2   | 0.3   | 0     | 0.4    | 0.1   | 0.4   | 0.1    | 0.1    | 0.4   | 0.1   | 0.1±0.1     | 0.3±0.1      | 0.2±0.2     |      |  |  |           |
| 銅(mg)       | 0.20 | 0.10  | 0.12  | 0.16  | 0.18  | 0.1   | 0.3   | 3.10   | 0.3   | 0.18  | 0.05   | 0.05   | 0.3   | 0.18  | 0.3±0.0     | 0.9±1.3      | 0.7±1.1     |      |  |  |           |
| マンガン(mg)    | 0.80 | 0.30  | 0.34  | 0.40  | 0.35  | 0.30  | 0.68  | 3.20   | 1.72  | 1.27  | 1.41   | 1.41   | 1.72  | 1.27  | 1.2±0.5     | 1.5±1.1      | 1.4±0.9     |      |  |  |           |

番号は表1の番号と同じ

表 8 ビタミン類及びリパーゼ力価分析結果

|                  | 葉    |      | 実    |      |
|------------------|------|------|------|------|
|                  | 山添村  | 曾爾村  | 山添村  | 曾爾村  |
| 葉酸 (µg/100g)     | 180  | 190  | 58   | 40   |
| パントテン酸 (mg/100g) | 0.76 | 0.6  | 1.37 | 1.32 |
| ビオチン (µg/100g)   | 9.5  | 9.2  | 10.2 | 6.5  |
| イノシトール (mg/100g) | 537  | 434  | 227  |      |
| コリン              | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| リパーゼ力価           | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |

番号は表1の番号と同じ (分析委託 (一財) 日本食品分析センター)

3.3.2 ビタミンA (ルテイン, β-カロテン)

2019~2021年採取キハダの葉と実の結果を図2~3に示す。

検査した県内のキハダ葉全てに、ルテインが17.6~45.9 mg/100 g, β-カロテンが9.0~32.2 mg/100 gの含有を確認した。キハダ葉ではβ-カロテンよりルテインの含有量が高い傾向が見られた。2021年山添村 No. 36 (表1)のルテインは20.2 mg/100 gで、野菜で多いケール21.9 mg/100 g とほぼ同じ含有量, β-カロテン16.5 mg/100 g

では野菜で最も含有量が高いしそ葉 (生) 11.0 mg/100 g<sup>7)</sup>よりも高い含有量で、既報<sup>2)</sup>の報告結果の根拠となるデータを示すことができた。

乾燥条件等で比較すると60℃48時間になると各成分が半分に減少した。2020年と2019年製造キハダ茶も含有量は減少したことより、製造条件で含有量が変化することが示された。

キハダ実もルテイン, β-カロテンを含有しており、ルテインは0.7~4.3 mg/100 g, β-カロテンは2.1~3.9 mg/100 gであった。葉と比較して含量は1/10になり、個体差はあるが、実はβ-カロテンの含有量が高いことが示唆された。

県外キハダ葉でも同様に、β-カロテンよりルテインの含有量が高く、北海道や宮崎の検体はルテインがβ-カロテンの2倍程度含有されていた。富山は突出してルテインとβ-カロテンの含有量が高かった。

実は、富山、富山中国と、奈良県産の含有量の差はなかった。

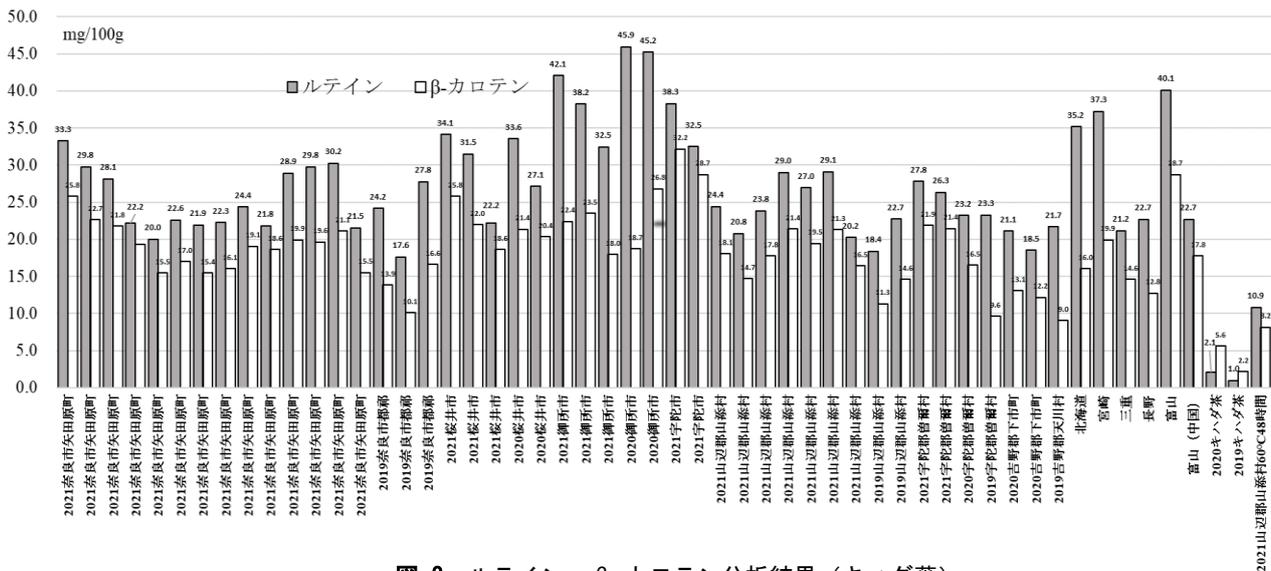


図 2 ルテイン・β-カロテン分析結果 (キハダ葉)

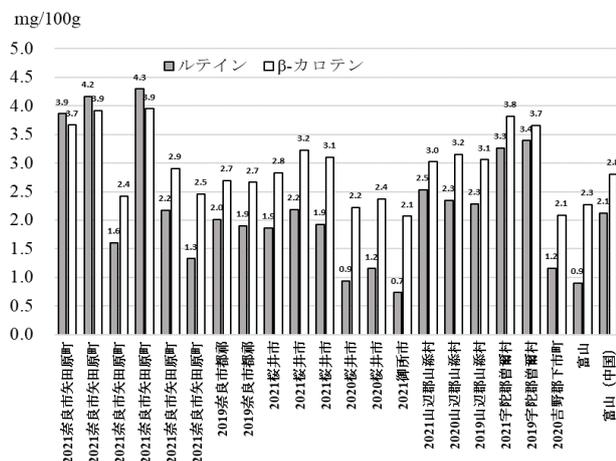


図 3 ルテイン・β-カロテン分析結果 (キハダ実)

3.3.3 ビタミンE (α-トコフェロール)

キハダの葉と実の結果を図4~5に示す。キハダ葉は検査したすべての葉で14.3~84.2 mg/100 gの含有量を確認した。グラフを採取日順に並べると7月を頂点に含量の増加傾向が見られた。2021年の山添村 No. 36 (表1)の含有量58.8 mg/100 gは、α-トコフェロールの含有量が多い煎茶65.0 mg/100 g<sup>7)</sup>と同様、また野菜で多いモロヘイヤの6.5 mg/100 g<sup>7)</sup>の10倍近く含有していることが判明した。

乾燥条件等で比較すると、60℃48時間で各成分が半分に減少した。2020年と2019年製造キハダ茶も含有量は減少したことより、製造条件で含有量が変化することが示唆された。

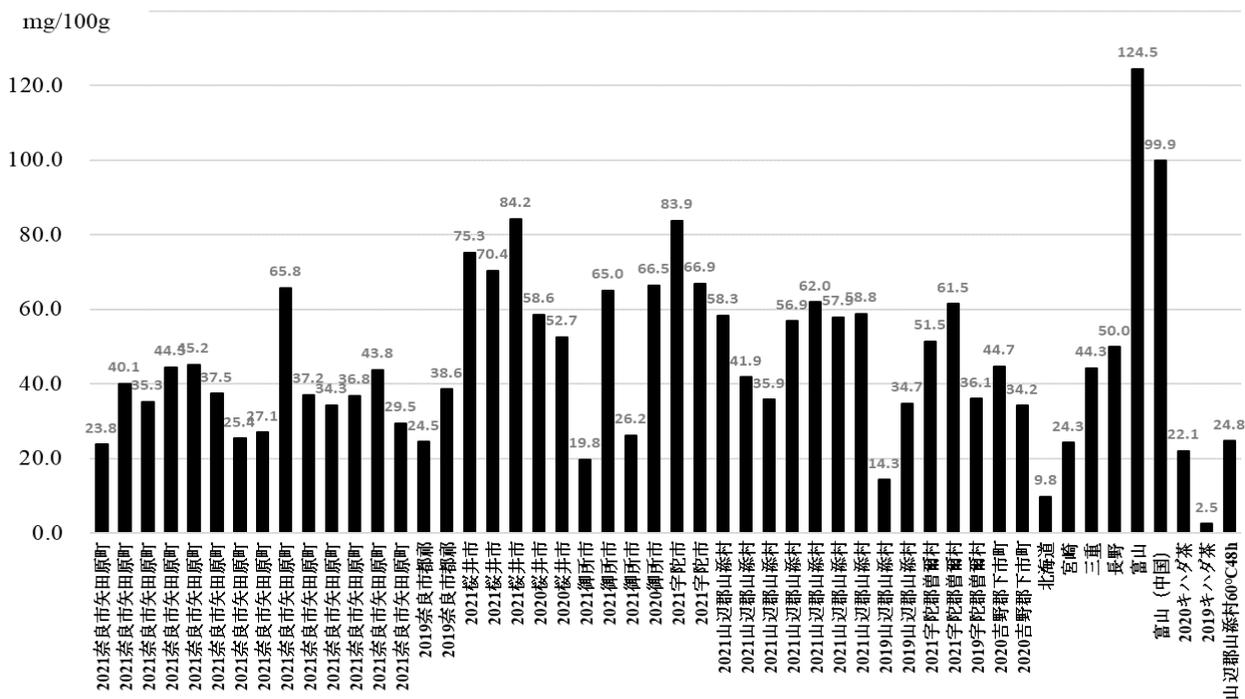


図4  $\alpha$ -トコフェロール分析結果 (キハダ葉)

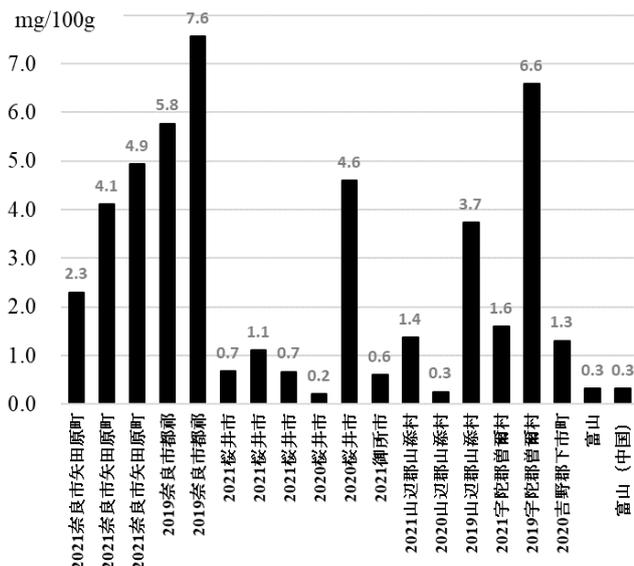


図5  $\alpha$ -トコフェロール分析結果 (キハダ実)

キハダ実には、 $\alpha$ -トコフェロールは0.2~4.9 mg/100 g 含有しており葉と比較して1/20の含有量になる。

県外産との比較では、北海道の含有量は低く富山、富山中国の含有量は奈良県産よりも高い結果が出た。地域性が栽培環境によるものかは今後の継続的な検証が必要である。

### 3.4 総ポリフェノール含有量

総ポリフェノールの結果を図6~7に示す。

葉は3.6~11.8 g/100 g (乾燥物換算)、実は1.5~11.7

g/100 g (乾燥物換算) で葉と実のポリフェノール含量は同程度であった。

実は2021年奈良市矢田原町 No. 1~3, No. 9 (表1) の検体が他地域と比較し、含有量が高い結果を示した。これは6月初旬に採取した若い実であるが、ポリフェノール類を多く含むことが想定された。

県外産との比較では、北海道は2.4 g/100 g で奈良県産と比較して含有量が低く、長野、富山、富山中国が比較的に高い含有量を示した、特に富山中国が9.3 g/100 g と高い値であった。北海道は奈良市矢田原町の検体と同時期の採取であるが、含有量が低いことから個体差、気候条件、栽培条件の違いも考えられた。キハダ実には奈良県産と県外産の含有量の差はほぼなかった。

### 3.5 抗酸化能

抗酸化能の結果を図8~9に示す。

葉は25.7~404.0 Trolox 相当量  $\mu\text{mol/g}$  乾燥重 (以下単位省略) 実は0.2~472.2 となり、含有量が高いものは抗酸化能が高いといわれるカキ葉<sup>11)</sup>の3倍程度の抗酸化能を確認できた。総ポリフェノールと抗酸化能の相関性は高く (葉  $r=0.7$   $p<0.01$  実  $r=0.8$   $p<0.01$ )、含有されている成分による抗酸化能と考えられる。

県外産との比較では葉は長野206.8、富山164、富山中国327と高い値を示した。実は奈良県産の低い含有量のものとの差がなかった。

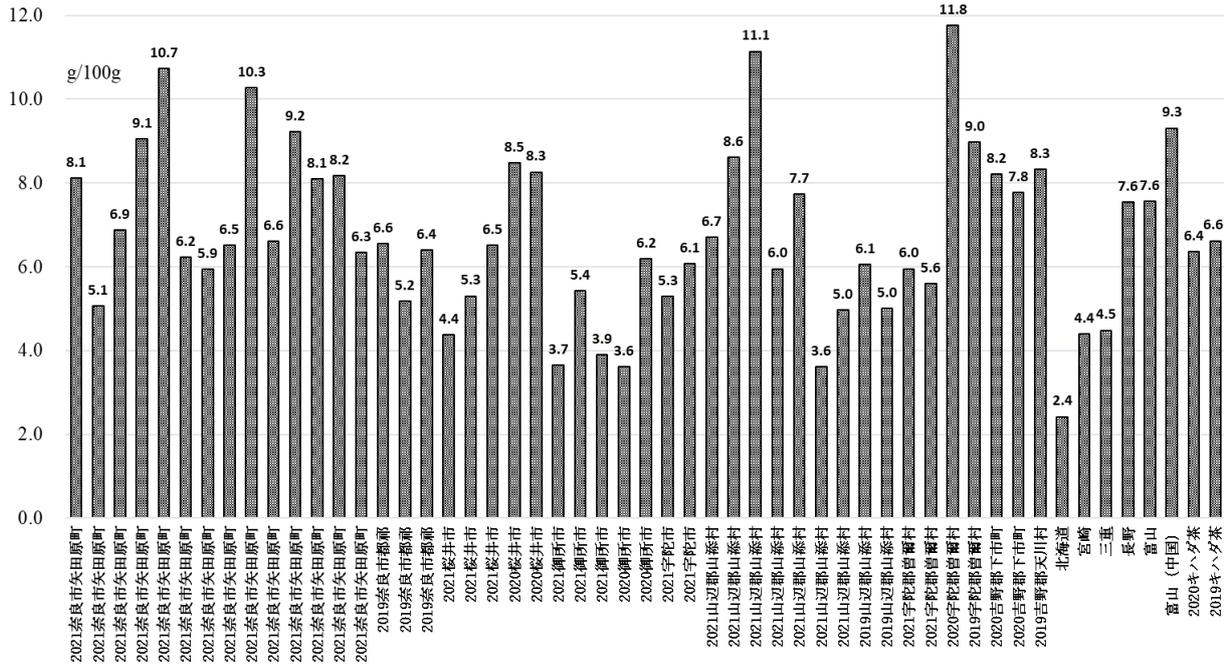


図 6 総ポリフェノール含有量 (キハダ葉)

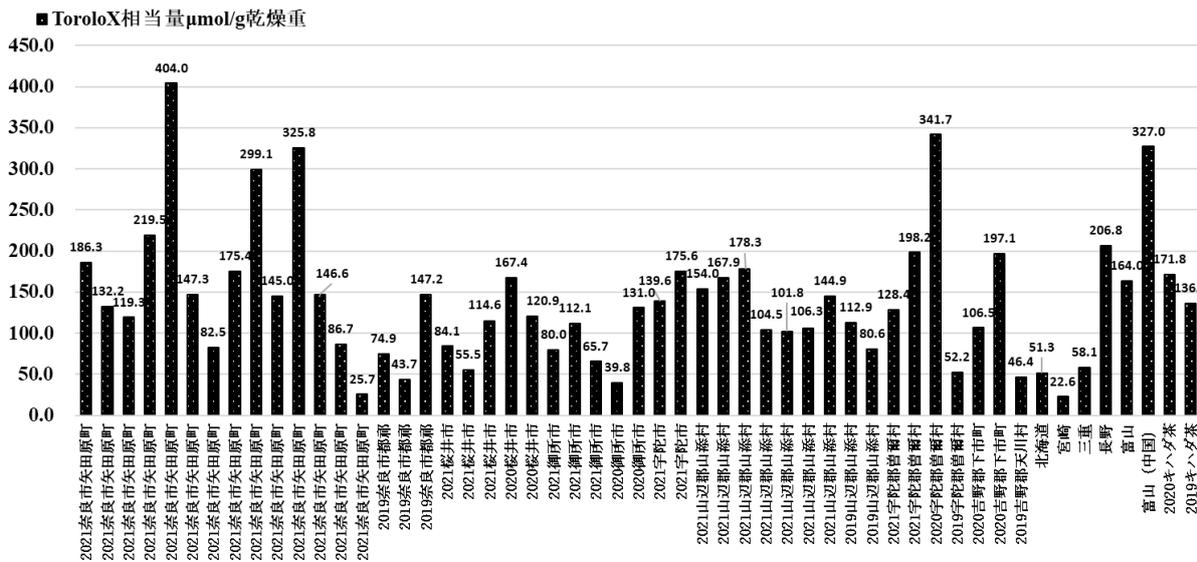


図 8 抗酸化能 (キハダ葉)

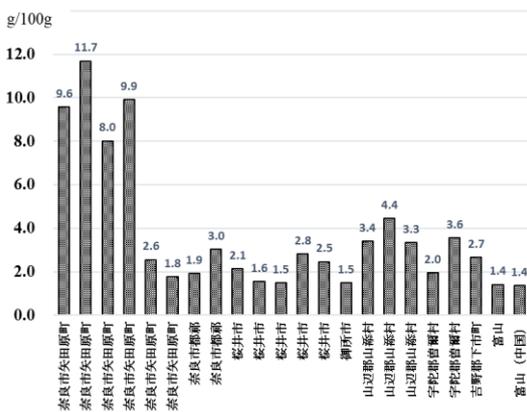


図 7 総ポリフェノール含有量 (キハダ実)

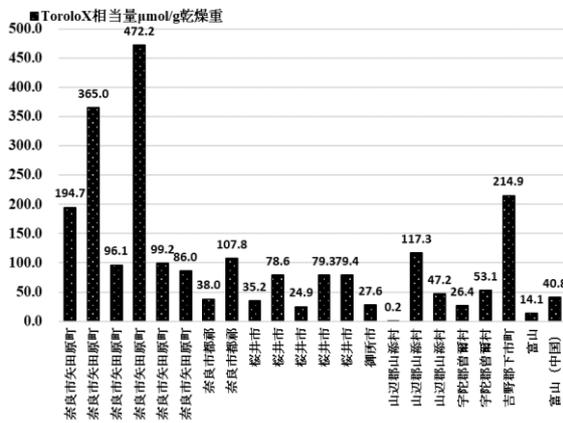


図 9 抗酸化能 (キハダ実)

### 3.6 香気成分

キハダの雄葉, 雌葉のクロマトグラムを図 10~12 に示す. 各検体に共通なピークが顕著な奈良市と県外産比較として富山中国を示した.

ピークの強弱があるが① $\beta$ -Myrcene, ②D-Limonene など柑橘香が含まれている. また柑橘香は雌雄葉に差はなく個体によっては検出できないものもあった. また, 青葉アルデヒドの③2-Hexenal (カメムシ臭) は雌の葉の方がピーク強度が強くなる傾向が見られた. ④1-Hexanol (芝刈りの臭), ⑤4-Hexen-1-ol, (E)-, ⑥2-Hexen-1-ol, (E)-, ⑦3-Hexen-1-ol, (E)-, などの強いグリーンの香りは, 雄葉にピーク強度が強くなる傾向が見られた.

県外産との比較で, 雄葉の宮崎, 長野は, ⑥2-Hexen-1-ol, (E)-, ⑦3-Hexen-1-ol, (E)-の強いピークを確認し, 奈良県産と差がなかった. 雌葉では北海道は若葉のため強い香気成分のピークを確認できず, 三重は③2-Hexenal, 富山と富山中国は④1-Hexanol, ⑥2-Hexen-1-ol, (E)-の強いピークを確認した.

キハダの実のクロマトグラムを図 13~15 に示す. 各検体に共通なピークが顕著な山添村, 桜井市と県外産比較として富山中国を示した.

実はミカン科柑橘特有の① $\beta$ -Myrcene, ⑧ $\alpha$ -Phellandrene, ②D-Limonene, ⑨ $\beta$ -Phellandrene, ⑩ $\beta$ -Ocimene などの柑橘香が含まれていた. また, ⑪Sabinene (胡椒の辛味), ⑫linalool (クロモジや, ラベンダーの精油成分), ⑬Caryophyllene (チョウジのつぼみ臭), ⑭Germacrene D (木の香り), ⑮Geranyl acetate (バラの香り) の含有を確認した.

県外産では三重, 富山, 富山中国に上記の柑橘香と⑯Cyclobutane, 1,2-bis(1-methylethenyl)-, 3 trans-の含有を確認した.

以上の結果より, 葉は, 個体差はあるがカリウムとカルシウムは栄養強調表示や栄養機能表示が可能な含量を有し, これら栄養素の摂取に有効であり, 既報りの調査結果を裏付けた. さらに葉はビタミンの $\beta$ -カロテン,  $\alpha$ -トコフェロールの含有量が高く, 抗酸化力, 血流に良い素材であることを確認した. 香気成分として実の柑橘香や緑葉香を利用できることや, 葉の血圧上昇抑制効果から, 今後, キハダの葉と実は機能性表示食品などの製品展開を期待できる素材と考える. 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.

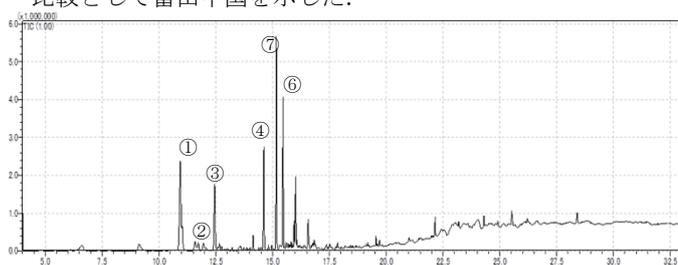


図 9 香気成分キハダ葉オス (奈良市)

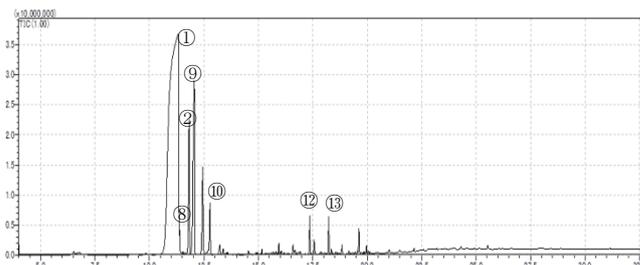


図 12 香気成分キハダ実 (山添村)

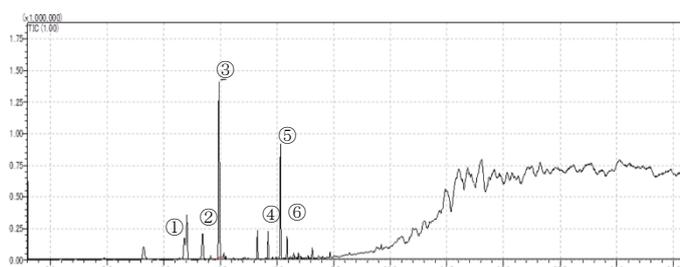


図 10 香気成分キハダ葉メス (奈良市)

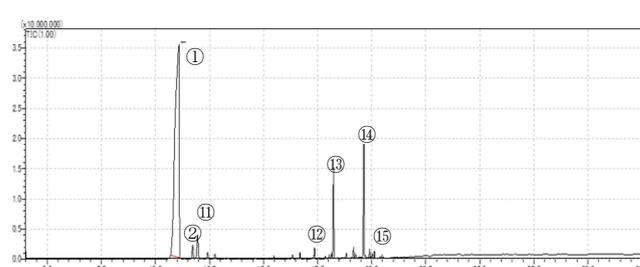


図 13 香気成分キハダ実 (桜井市)

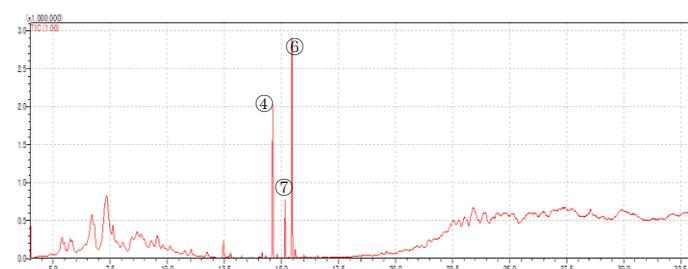


図 11 香気成分キハダ葉メス (富山中国)

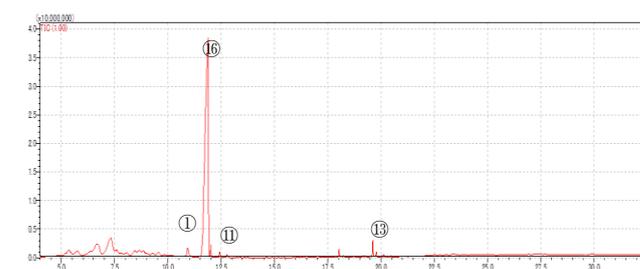


図 14 香気成分キハダ実 (富山中国)

### 3.7 キハダの葉及び実粉末を用いた食品の開発

センター職員5名で試食調査を行い、葉、実の栄養成分を有効に生かせる油脂、酸味、甘み等を利用した調理品で検証した。餃子、塩パンなど試作品は14品目（図15～16）。葉は凍結真空乾燥粉末を濃度10%まで添加したが、濃度が高くて、苦みも含めおいしく味わえることが確認できた。色も緑色がきれいに出ることから葉の含有する栄養成分や機能性を摂取することを目的として加工することを推奨する。実は特徴的な香り、苦みを持つため添加濃度を工夫することが必要である。



図 15 餃子



図 16 塩パン

## 4. 結言

本研究での主な結果は次のとおりである。

- 1) 葉は、個体差はあるが県内外検体の検査結果からカリウムとカルシウムは栄養強調表示や栄養機能表示が可能な含量を有し、これら栄養素の摂取に有効で、第一報りの調査結果を裏付けた。
- 2) 葉はビタミンのルテイン、 $\beta$ -カロテン、 $\alpha$ -トコフェロールの含有量が高く、目に良く、抗酸化力、血流に良い素材であることを確認した。香気成分として実の柑橘香や緑葉香を利用できることや、葉の血圧上昇抑制効果から、今後、キハダの葉と実は機能性表示食品などの製品展開を期待できる素材と考える。

## 謝辞

本研究にあたり、キハダの伐採協力と検体提供をいただきました農業法人ポニーの里ファーム、山添村オウバク生産組合、天川村森林政策課、曾爾村企画課、大峯山

陀羅尼助製薬有限会社、株式会社前忠、株式会社三光丸、福田浩三氏、北海道大学植物園、長野県小谷村キハダ生産組合、富山県薬事総合研究開発センター 薬用植物指導センター、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 林木育種センターに深謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 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
- 2) 首藤明子, 清水浩美, キハダの葉と実の有効活用の検討 (第2報), 奈良県産業振興総合センター研究報告, No.47, 50-53, 2021
- 3) 厚生労働省, 第十八改正日本薬局方, p1879-1880, 2021
- 4) 西川豊, 前川哲男, 伊藤寿: 共同研究報告書「県内農水産物への機能性成分賦与・強化による健康食品の開発」三重県科学技術振興センター, p17-22
- 5) 須田郁夫, 抗酸化機能; 食品機能研究法, 光琳, p218-223, 2000
- 6) 大野一仁, 明賀久弥, 市川亮一, 柑橘の精油, 農水産物・加工食品中の健康機能性成分の分析マニュアル集, 178-184, 四国地域イノベーション創出協議会, 2010
- 7) 香川明夫監修, 八訂食品成分表 2021, 女子栄養大学出版部, 2021
- 8) 消費者庁, 食品表示基準 (平成 27 年内閣府令第 10 号) 第 7 条別表第 9
- 9) 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 2020 年版 (八訂)」
- 10) 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
- 11) 鶴永陽子, カキおよびヤマモモ葉の機能性ならびに茶への利用に関する研究, 日本食品保蔵科学学会誌, Vol.35(2), 85-94, 2009