

輸出向けヤマトトウキ葉の製品表示のための栄養成分分析

立本 行江^{*1)}

Nutritional component analysis for product labeling of

Angelica acutiloba leaves for export

TATSUMOTO Yukie^{*1)}

奈良県で栽培されるヤマトトウキ葉は、生葉の食利用や独特の香りを楽しむ加工食品の製品展開が進んでおり、将来海外輸出を目指せる素材のひとつである。食品輸出に重要な表示にかかる栄養成分として、海外で求められるコレステロール等の分析、評価を行った。ヤマトトウキ葉は米国、EU、韓国基準においてもナトリウム、コレステロール、飽和脂肪酸は「低い旨」表示が可能で、乾燥粉末では糖類の含有が高いことを認識し輸出に向けた製品化、使用方法の検討が必要であることが示された。

1. 緒言

2022 年の日本の食品・農林水産物の輸出額総額は、過去最高の 1 兆 4,148 億円¹⁾で、海外の日本食レストラン数は、2023 年時点、約 18.7 万店²⁾となり、日本食や日本食材は海外で人気が高いことを示している。また、2020 年に日本政府は、家庭向け食品の輸出を強化する方針を示し³⁾、農林水産物・食品の輸出額を 2030 年までに 5 兆円にする目標を掲げていることより、日本からの食品輸出は今後も成長が見込まれる分野である。

食品の輸出に関する規制は輸出相手国により異なり、その中で重要なものが栄養成分表示になる。これは各国の規制に従い食品の成分、栄養成分、アレルギー情報等の表示が求められている。(表 1)⁴⁾

表 1 諸外国における栄養成分等の表示項目

	米国 カナダ	韓国	アルゼンチン ウルグアイ パラグアイ ブラジル	香港	台湾	オーストラリア ニュージーランド	EU	中国	日本
エネルギー 炭水化物 たんぱく質 脂質 ナトリウム	義務	義務	義務	義務	義務	義務	義務	義務	義務
飽和脂肪酸	義務	義務	義務	義務	義務	義務	義務	義務	任意
トランス脂肪酸	義務	義務	義務	義務	義務	任意	任意	任意	任意
コレステロール	義務	義務	任意	任意	任意	任意	任意	任意	任意
糖類	義務	義務	任意	義務	任意	義務	義務	任意	任意
食物繊維	義務	任意	義務	任意	任意	任意	任意	任意	任意
ビタミンA ビタミンC カルシウム 鉄	義務	任意	任意	任意	任意	任意	任意	任意	任意

奈良県で栽培される優良なヤマトトウキ葉は、この 10 年間で生葉の食利用や、その独特の香りを楽しむお茶等、様々な加工食品への製品展開が進んでいる。ヤマトトウキ葉は日本らしさを感じる食材であり、輸出を目指せる素材のひとつである。今後、奈良県内のヤマトトウキ葉

製品の製造者が海外輸出する際、表示の参考とするために、生葉及び加工に便利な粉末について、輸出先で求められる成分並びに、葉の特徴成分であるフロクマリン類と香気成分のフタライド類の分析を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 試料

2023 年に奈良県産業振興総合センター圃場で栽培し 10 月に採取したヤマトトウキ葉（生葉 10 株）の生葉と、定温乾燥機（(株) 島津製作所製 STAC-5100）で 70℃一晩乾燥後、粉碎したものを試料とした。

生葉の一部は凍結し、凍結真空乾燥機（東京理化器械（株）製 EYELA-FDU-2100）で乾燥後、粉碎したものをフロクマリン類、フタライド類の試料とした。

2.2 試験方法

2.2.1 栄養成分

水分は常圧加熱乾燥法、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（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。食物繊維はプロスキー変法で測定した。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、脂質 9 kcal/g、炭水化物 4 kcal/g を乗じたものの総和とした。食物繊維分析キットは富士フイルム和光純薬（株）製、その他の試薬は市販特級品または LC-MS 用を使用した。

コレステロール、トランス脂肪酸、飽和脂肪酸、糖類（果糖、ブドウ糖、ショ糖、麦芽糖、乳糖、ガラクトース）

^{*1)} メディカル技術支援科（現 薬務・衛生課）

はユーロフィン QKEN (株) へ分析委託を行った。

2.2.2 フロクマリン類, フタライド類

分析条件を表2に示す。

サンプル処理方法は試料約 0.1 g を採取し, LC-MS 用メタノール: 超純水 (4: 1) を 10 mL 加え, 10 分おきにボルテックスミキサーで攪拌しながら超音波振とう 30 分間攪拌した。その後遠心分離 (3000 rpm×10 min) し, 上澄みを孔径 0.45 μm 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。

標準品は Ligustilide (富士フイルム和光純薬 (株) 製 100 μg/mL メタノール溶液 500 μL アンプル入り), Butylidenephthalide (シグマ・アルドリッチ製), Psoralen, Xanthotoxin, Bergapten (東京化成工業 (株) 製) を用いた。

表 2 フロクマリン類, フタライド類分析条件

装置	畿島津製作所製 LC20 Prominence
カラム	Inertsil ODS-3, 粒子径 3 μm 内径 2.1 mm×長さ 150 mm
検出器	UV 300 nm
移動相	A: 0.1% 酢酸入りアセトニトリル B: 0.1% 酢酸入り超純水 グラジエント 0-10 分 40:60 10-40 分 50:50 45 分分析
カラム温度	40℃
注入量	1 μL
流速	0.25 mL/min

3. 結果及び考察

3.1 栄養成分

栄養成分の結果を表3に示す。

ヤマトトウキ生葉はカルシウム 197.4 mg/100 g, カリウム 730.5 mg/100 g, 食物繊維は 7.5 mg/100 g となり, 70℃乾燥粉末はカルシウム 811.7 mg/100 g, カリウム 2760.0 mg/100 g, 食物繊維 37.2 g/100 g を示した。

食物繊維に注視すると, 8 月～10 月の生葉 6.8 g/100 g～9.4 g/100 g, 凍結真空乾燥葉 31.1 g/100 g～32.8 g/100 g の報告⁹⁾があり, 今回の測定結果は同様の値を示している。

韓国の栄養表示基準では, 食物繊維の「含有または供給源」の表示は, 「食品 100 g あたり 3 g 以上, 食品 100 kcal あたり 1.5 g 以上の時, または 1 回の摂取基準量あたりの 1 日の栄養成分基準値の 10 % 以上の時」⁹⁾ となり, ヤマトトウキ生葉, 70℃乾燥粉末とも表示が可能と考えられる。

食物繊維は, 人の消化酵素で消化されない食物中の難消化性成分の総体で, 便秘の予防をはじめとする整腸効果だけでなく, 血糖値上昇の抑制, 血液中のコレステロール濃度の低下などの機能が明らかになっている⁹⁾。

ナトリウムは, 生葉 21.5 mg/100 g, 70℃乾燥粉末は 30.5 mg/100 g を示し, 日本, 米国, EU, 韓国の栄養表示基準で「低い旨」の表示 (表 4) が可能と考えられた。

今回, 米国, カナダ, 韓国での輸出販売において必須項目のコレステロール, トランス脂肪酸, 飽和脂肪酸, 糖類

(果糖, ブドウ糖, ショ糖, 麦芽糖, 乳糖, ガラクトース) を新たに測定した。

結果より, 生葉, 70℃乾燥粉末とも, コレステロール, トランス脂肪酸と, 糖類のうち麦芽糖, 乳糖, ガラクトースは定量下限値以下で検出しなかった。

ヤマトトウキ葉の飽和脂肪酸は, 生葉 0.11 mg/100 g, 乾燥粉末 0.76 mg/100 g を示し, 日本の栄養強調表示の基準値から「低い旨」の表示 (1.5 g/100 g) を示すことが可能であった。米国, EU, 韓国の栄養表示基準 (表 4) においても飽和脂肪酸は「低い旨」の表示が可能と考えられた。

飽和脂肪酸は主に動物性油脂に多く, 摂取しすぎると LDL (悪玉) コレステロールや中性脂肪を増やし, 心疾患のリスクを高めることが報告されている¹⁰⁾。

また, ヤマトトウキ葉の糖類は, 生葉 2.4 mg/100 g, (果糖 0.9 mg/100 g, ブドウ糖 0.9 mg/100 g, ショ糖 0.6 mg/100 g), に対し 70℃乾燥粉末 11.1 mg/100 g (果糖 1.2 mg/100 g, ブドウ糖 1.1 mg/100 g, ショ糖 8.8 mg/100 g) を示し, 70℃乾燥粉末になるとショ糖の割合が糖類全体の約 8 割に増加した。70℃乾燥することでショ糖に転化することが考えられた。

以上の結果より, ヤマトトウキ葉は, カリウム, カルシウム, 食物繊維が豊富でコレステロール, トランス脂肪酸, 飽和脂肪酸が低含量の素材であることから, 今後, 日本の薬草食品の活用による生活習慣病の予防が期待される。

3.2 フロクマリン類, フタライド類

結果を表5に示す。

乾燥条件で, フロクマリン類, フタライド類の各成分は増減する結果となった。夏を超えた 10 月時点の葉であれば, 70℃乾燥でフロクマリン類は 10 mg/100 g 以下, フタライド類は 500 mg/100 g 以上の含有量を確認出来た。ヤマトトウキ葉の独特の香り及び成分を維持していることが示された。

4. 結言

本研究での主な結果は次のとおりである。

- 1) ヤマトトウキ葉は生葉, 70℃乾燥粉末ともカルシウム, カリウム, 食物繊維が豊富で, 韓国の栄養表示基準において, 食物繊維の「含有または供給源」の表示も可能と考えられる。
- 2) 日本だけでなく米国, EU, 韓国の栄養成分表示基準において, ヤマトトウキ葉は生葉, 70℃乾燥粉末ともナトリウム, コレステロール, 飽和脂肪酸は「低い旨」の表示が可能な素材であることが判明した。
- 3) ヤマトトウキ葉の糖類は乾燥粉末にすると含有が高いことを認識の上, 輸出に向けた製品化や使用方法を検討する必要がある。

表 3 栄養成分分析結果

単位	項目	生葉	70℃乾燥粉末
kcal/100 g	エネルギー	67.0	338.0
g/100 g	水分	82.9	17.1
g/100 g	タンパク質	4.2	13.7
g/100 g	脂質	1.1	8.5
g/100 g	炭水化物	10.1	51.7
g/100 g	灰分	1.8	9.0
mg/100 g	カルシウム	197.4	811.7
mg/100 g	銅	0.1	0.3
mg/100 g	鉄	1.2	2.8
mg/100 g	カリウム	730.3	2760.0
mg/100 g	マグネシウム	23.0	97.5
mg/100 g	マンガン	0.5	2.2
mg/100 g	ナトリウム	21.5	30.5
mg/100 g	リン	61.6	414.0
mg/100 g	亜鉛	0.7	2.6
g/100 g	食物繊維	7.5	37.2
mg/100 g	コレステロール	N.D.	N.D.
g/100 g	トランス脂肪酸	N.D.	N.D.
g/100 g	飽和脂肪酸	0.1	0.8
g/100 g	糖類 (以下果糖～ガラクトースの合計)	2.4	11.1
g/100 g	果糖	1.0	1.2
g/100 g	ブドウ糖	0.9	1.1
g/100 g	ショ糖	0.6	8.8
g/100 g	麦芽糖	N.D.	N.D.
g/100 g	乳糖	N.D.	N.D.
g/100 g	ガラクトース	N.D.	N.D.

表 4 栄養成分表示の基準値「低い旨」
(米国, EU, 韓国, 日本と比較) ⑧, ⑩～⑬)

栄養成分	米国	EU	韓国	日本
飽和脂肪酸	通常消費基準量 (RACC) 中1 g以下及び飽和脂肪酸由来カロリーが15 %以下 食事及び生葉 100 gにつき18 以下で飽和脂肪酸由来カロリーが10 %未満	1.5 g以下 (ただし飽和脂肪酸とトランス脂肪酸の合計量とする) 飽和脂肪酸とトランス脂肪酸による熱量が当該食品に含有する熱量の10%を超えないこと	1.5 g未満 または0.75g/100mL未満で熱量の10%未満の時	1.5 g ただし、当該食品の熱量のうち飽和脂肪酸に由来するものが当該食品の熱量の10 %以下である物に限る
コレステロール	通常消費基準量 (RACC) 中20 mg以下 (RACCが少量の場合は10 g以下) 食事及び生葉 100 gにつき20 mg以下	記載なし	20 mg未満 または10 mg/100 mL未満で、飽和脂肪酸が食品1.5 g/100 g未満、または食品0.75 g/100 mL未満で、飽和脂肪酸が熱量の10 %未満の時	20 mg ただし、飽和脂肪酸の量が1.5 g以下であって当該食品の熱量のうち飽和脂肪酸に由来するものが当該食品の熱量の10 %以下である物に限る
糖類	定義なし 使用できないことがある	5 g以下	5 g未満 または2.5 g/100 mL	5 g
ナトリウム	通常消費基準量 (RACC)中140 mg以下 (RACCが少量の場合は10 g以下) 食事及び生葉 100 gにつき140 mg以下	0.12 g以下	120 mg未満	120 mg

表 5 フロクマリン類, フタライド類結果

mg/100 g乾燥重	Picralen	Xanthotoxin	Bergapten	Lignostilide	Butylidenephthalide	フロクマリン類合計	フタライド類合計
生葉 (70℃乾燥)	0.0	4.3	5.5	561.2	3.6	9.8	564.8
乾燥葉 (凍結真空乾燥)	0.0	11.4	14.4	447.8	0.0	25.8	447.8

参考文献

1) 「2022 年の農林水産物・食品の輸出実績」について、農林水産省
https://www.maff.go.jp/j/press/yusyutu_kokusai/kikaku/attach/pdf/230203-1.pdf

2) 海外における日本食レストランの数の調査結果（令和 5 年度）の公表について 令和 5 年 10 月 13 日 農林水産省 輸出・国際局 輸出企画課
https://www.maff.go.jp/j/press/yusyutu_kokusai/kikaku/231013_12.html

3) 農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略～マーケットイン輸出への転換のために～令和 4 年 12 月 5 日 農林水産省 輸出・国際局 輸出企画課
<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/progress/>

4) 栄養成分の対象成分について、平成 25 年 12 月 4 日 消費者庁食品表示企画課
https://www.cao.go.jp/consumer/histry/03/kabusosiki/syokuhinhyouji/doc/c131204_shiryoul.pdf

5) 首藤明子, 岡本雄二, 大橋正孝, 清水浩美, 生葉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 1 報）, 奈良県産業振興総合センター研究報告, No.41, 37-40, 2015

6) 首藤明子, 岡本雄二, 大橋正孝, 清水浩美, 生葉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 2 報）, 奈良県産業振興総合センター研究報告, No.43, 9-14, 2017

7) 首藤明子, 岡本雄二, 大橋正孝, 清水浩美, 生葉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）, 奈良県産業振興総合センター研究報告, No.45, 28-33, 2019

8) 韓国食品衛生法
https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/asia/kr/law/pdf/report_krlawreport201706.pdf

9) 香川明夫監修, 八訂食品成分表 2021, 女子栄養大学出版部, 2021

10) 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）」

11) 「米国連邦規則集第 21 巻 101 章 食品表示 (the Code of Federal Regulations title 21 part101-food labeling)
<https://www.fda.gov/media/80736/download>

12) 「消費者への食品情報提供に関する規制：欧州議会・理事会規則 ((EU) No 1169/2011Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers)」
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:304:0018:0063:en:PDF>

- 13) 「栄養成分表示, 栄養成分強調表示とは」消費者
庁,
https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/nutrient_declaration/assets/food_labeling_cms206_20220531_02.pdf