

高用量ツバキ油の摂取による肝臓性状の検証

及川大地, 本村菜摘, 谷口由夏, 野口華奈美, 横田望来

長崎大学教育学部 生活健康講座 食物学研究室

Verification of liver properties by intake of high-dose camellia oil

Daichi OIKAWA, Natsumi MOTOMURA, Yuka TANIGUCHI, Kanami NOGUCHI and Miku YOKOTA

Food Science Laboratory, Faculty of Education, Nagasaki University

概要

[背景]

長崎県のツバキ油生産量は日本でトップクラスにあり、そのほとんどは五島地域で生産されている。これまでにツバキ油の摂取により血液中の遊離脂肪酸 (NEFA) や血液および皮膚中の総コレステロール (T-Chol) が低下する傾向が確認された。さらに、ツバキ油のオレイン酸を主とした脂肪酸は、皮膚の脂肪酸組成として移行することも実証され、ツバキ油の経口摂取は皮膚の性状に影響を与えることが明らかになっている。しかしこれまでの研究では脂質の餌中含有量を10%以下に設定しており、ツバキ油の高用量摂取による生理機能の検証をしていない。

そこで本研究では、高用量ツバキ油摂取が、肝臓の性状にどのように影響するのか、脂質代謝を中心に検証した。

[実験方法]

4週齢のICR雄マウス28匹を単飼ケージにて馴化後、4群 (n=7) に分け、ラード7%を添加したAIN93G改変飼料 (Control群)、精製ツバキ油7%を添加したAIN93G改変飼料 (ツバキ油群)、ラード15%を添加したAIN93G改変飼料 (高ラード群)、精製ツバキ油15%を添加したAIN93G改変飼料 (高ツバキ油群) をそれぞれ4週間与えた。飼育終了後、解剖により摂取した肝臓、腎臓周辺脂肪、精巣上体脂肪は重量を測定し、肝臓はトリアシルグリセロール (TG)、T-Chol、総脂質重量を測定し、脂肪酸組成を同定した。血液 (血漿) はTG、T-Chol、NEFAの各濃度、Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT)、Glutamic pyruvic transaminase (GPT) 活性を測定した。

[実験結果]

血液分析の結果から、TG、T-CholおよびNEFAの各濃度において有意差がみられなかった。また、肝臓の総脂質重量、TG量およびT-Chol量において有意差はなかった。しかし、肝臓の脂肪酸組成については、パルミチン酸 (C16:0) で交互作用に有意差がみられ、高ツバキ油群において、Control群および高ラード群よりも有意に低くなった。またツバキ油群においても、Control群および高ラード群よりも低くなることが示された。他の脂肪酸含有率に有意差はみられなかったが、パルミトオレイン酸 (C16:1) およびステアリン酸 (C18:0) の脂肪酸含有率についてはControl群および高ラード群に比べ、ツ

バキ油摂取両群で低くなり、オレイン酸 (C18:1) の脂肪酸含有率については、高くなった。

[まとめ]

本研究により、日常食の油脂の一部をツバキ油に代替すると、肝臓の脂肪酸組成が変化することが実証できた。一方、脂質代謝のほとんどが、ツバキ油の摂取量の違いによる変化はみられなかった。これらの結果により、高用量ツバキ油の経口摂取は通常量のツバキ油と比較すると肝臓の性状変化は少ないが、ラード摂取時と比較すると肝臓の性状に影響を与えることが明らかになった。

背景

長崎県のツバキ油生産量は日本でトップクラスにあり^[1]、そのほとんどは五島地域で生産されている^[2]。地元自治体の振興計画には「ツバキによる地域振興」が謳われており、ツバキ関係のボランティア団体の設立や活動など、ツバキ油を利用した地域活性化の機運が高まっている^[3]。また伝統として地域の人々は椿の実を採取して油を搾り^[4]、日常食としてうどんの加工工程に用いる油として珍重されてきた^{[5][6]}。このツバキ油に多く含まれている脂肪酸がオレイン酸である^[2]。オレイン酸は、食品中の一価不飽和脂肪酸の多くを占めており、ツバキ油以外にオリーブ油に多く（総脂肪酸の70%以上）含まれている。リノール酸に比べると酸化を受けにくく、血清コレステロールを低下させるなど、種々の優れた性質が確認されている^[7]。一方、オレイン酸はニキビを引き起こす要因ともいわれ、皮膚にオレイン酸を塗布しニキビを形成させる実験もある^[8]。

ツバキ油の塗布に関する研究では、頭部に皮膚疾病のある患者にツバキ油配合シャンプーを4週間用いることで発赤、鱗屑、乾燥、掻痒、湿潤が軽減することを報告した^[9]。また、100%精製ツバキ油を皮膚にスプレーするとアトピー性皮膚炎患者の即時的なかゆみを軽減する^[10]。このように、ツバキ油を皮膚に直接塗布し、皮膚への効果を検証している研究は既の実施されている。しかし、ツバキ油を経口摂取し、生理機能を研究した研究はほとんどない。

これまで当研究室では、ツバキ油の摂取によって血液中の総コレステロール (T-Chol) 濃度およびレプチン濃度が低下する傾向が確認された。また、ツバキ油に含有している脂肪酸の割合が、皮膚および肝臓の脂肪酸組成に影響を与えることも実証した^[11]。武藤らは、オレイン酸が脂肪酸の主成分であるツバキ油とオリーブ油を用いて、皮膚の脂質代謝に関する比較検証を行った。その結果、オリーブ油に比べツバキ油を摂取した群は血液中の遊離脂肪酸 (NEFA) 濃度や皮膚中の T-Chol 量が低くなる傾向になった^[12]。及川らの実験では、ラード10%、ツバキ油4%およびラード6%、ツバキ油8%およびラード2%をそれぞれ添加した餌を使用し、武藤らの実験では、大豆油10%、オリーブ油10%、ツバキ油10%をそれぞれ添加した餌を使用しており、いずれも脂質の餌中含有量が10%以下に設定されている。そのため、これまでツバキ油の高用量摂取による生理機能の検証をしていなかった。

そこで本研究では、高用量ツバキ油摂取による肝臓を中心とした生理機能を検証することを目的とした。成長過程において摂取する高用量のツバキ油が、肝臓の性状にどのよう

に影響するのか、脂質代謝を中心に検証した。

実験方法

1. 実験動物と飼育調製

ICR 雄マウス（日本エスエルシー（株））4週齢を28匹使用した。個別ケージに導入後、市販飼料（オリエンタル酵母工業（株））を給餌し、マウスを一週間馴化した（飼育条件：室温22℃，湿度55%）。馴化後体重を測定し、各群の平均体重が一定になるよう4群（n=7）に振り分け、ラード7%（雪印メグミルク（株））を添加した AIN93G 改変飼料（Control 群）、精製ツバキ油（今村製油所）7%を添加した AIN93G 改変飼料（ツバキ油群）、ラード15%を添加した AIN93G 改変飼料（高ラード群）、精製ツバキ油15%を添加した AIN93G 改変飼料（高ツバキ油群）をそれぞれ4週間与えた^[13]。これらのマウスに与えた飼料の食餌組成を表1に示し、添加したラードおよび精製ツバキ油の脂肪酸組成を表2に示した。飼料および水は自由摂取とした。1週間ごとに体重測定を行い、摂餌量はローデントカフェを用いて測定した。

飼育試験終了後、頸椎脱臼および頸動脈からの放血により屠殺し、皮膚、精巣上体脂肪、腎臓周辺脂肪および肝臓を採取し、液体窒素により急速凍結した。血液はヘパリンナトリウム注射液（味の素（株））を添加し、遠心分離した後、血漿を採取した。これらの臓器および血漿は分析に用いるまで-80℃にて冷凍保存した。

表1 食餌組成

(g/100g)	Control	ツバキ油	高ラード	高ツバキ油
カゼイン	20.0	20.0	20.0	20.0
ラード	7.0	-	15.0	-
ツバキ油	-	7.0	-	15.0
α化コーンスターチ	13.2	13.2	13.2	13.2
βコーンスターチ	39.75	39.75	31.75	31.75
スクロース	10.0	10.0	10.0	10.0
セルロース	5.0	5.0	5.0	5.0
ミネラル混合 AIN-93	3.5	3.5	3.5	3.5
ビタミン混合 AIN-93	1.0	1.0	1.0	1.0
L-シスチン	0.3	0.3	0.3	0.3
重酒石酸コリン	0.25	0.25	0.25	0.25
t-ブチルヒドロキノン	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014
合計	100	100	100	100

表2 油脂の脂肪酸組成 (%)

脂肪酸の種類		ラード	精製ツバキ油
ミリスチン酸	C14:0	1.6	0.02
パルミチン酸	C16:0	26.8	7.9
パルミトオレイン酸	C16:1	2.5	0.1
ステアリン酸	C18:0	15.1	2.3
オレイン酸	C18:1	45.6	86.5
リノール酸	C18:2	8.3	3.2
その他		0.04	0
合計		100.0	100.0

総脂肪酸あたりの含有割合 (%)

なお、本研究は「長崎大学動物実験規則」を遵守し、長崎大学動物実験委員会のガイドラインに則して実施したものである。

2. 測定

2.1 油脂の脂肪酸分析

ラードおよび精製ツバキ油の脂肪酸のエステル化は Kamegai らの方法を用いて行った^[13]。油脂に0.5M-NaOH メタノールを1.5mL加え、窒素で封入し攪拌した。次に室温下で冷却し、1 mL BF₃メタノールを加え窒素ガスで封入した後攪拌し、40℃で10分間加温した。飽和食塩水を3 mL添加し攪拌した後水で冷やし、2 mLのヘキサンを加え攪拌した。上層のヘキサン層を回収した後、窒素気流化により乾固した。最終的にヘキサンで溶解した脂肪酸メチルエステル溶液を分析に用いた。ガスクロマトグラフィー(GC) (GC 2025, Shimadzu co.)の測定条件は以下の通りである。(カラム: Omegawax320 (30m x 0.32mm x 0.25μm film), カラム温度: 120℃ (1分) → 4.0℃/分 → 205℃ (20分) → 4.0℃/分 → 240℃ (2分) → 10.0℃/分 → 250℃ (3分), 注入口: 205℃, 検出器: 250℃, 検出器の種類: FID, キャリアガス: ヘリウム, 試料注入量: 1 μl, スプリット比: 1:20, 流速: 1 mL/分)

2.2 肝臓重量, 腎臓周辺脂肪重量および精巣上体脂肪重量

飼育試験終了後、解剖により血液, 肝臓, 腎臓周辺脂肪並びに精巣上体脂肪, 皮膚を採取した。また, 肝臓, 腎臓周辺脂肪, 精巣上体脂肪については重量を測定した。

2.3 血漿成分

摂取した血液は、20 μ l のヘパリンナトリウム液を添加し4℃の冷却遠心(850g x 20分)にて血漿を分取した。血漿はトリアシルグリセロール (TG), T-Chol, NEFA の各濃度, Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT), Glutamic pyruvic transaminase (GPT) 活性をそれぞれ測定キット (和光純薬工業 (株)) を用いて測定した。

2.4 肝臓中の脂質分析

解剖により採取した肝臓の TG 量, T-Chol 量はそれぞれ測定キットを用いて測定した。

肝臓中の脂質の抽出は Folch 法の改変した方法を用いて行った^[15]。-80℃で凍結保存した肝臓0.1g を細かく刻み、メタノール、クロロホルムをそれぞれ6 ml ずつ加えてホモジナイズした。その後さらにクロロホルムを6 ml 加え、再度ホモジナイズした後、40℃で30分間加熱した。30分経過後常温まで冷まし、ろ紙を用いてろ過した。試験管内に残った脂質は、クロロホルムとメタノールの混合液 (2 : 1) 2 ml を同試験管内に注ぎ、再度ろ過した。ろ過後、ろ液に蒸留水3.6ml を加え軽く攪拌した。これらを4℃下で一晩放置した後、パスツールピペットで上層を捨て、下層は窒素気流化により乾固した。残留物は総脂質として重量を測定した。さらに総脂質を5 ml の2-プロパノールに溶解し、以下の測定に用いた。

まず総脂質溶液5 ml から100 μ l 採取し、TG 濃度の測定を行った。TG 測定には、トリグリセライド測定キット (和光純薬工業 (株)) を用いた。次に総脂質溶液から300 μ l 採取し、T-Chol 濃度測定を行った。T-Chol 濃度測定には、総コレステロール測定キット (和光純薬工業 (株)) を用いた。

さらに残りの脂質抽出液を用いて脂肪酸組成についても測定した。脂肪酸のエステル化は Kamegai らの方法を用いて行った^[14]。脂質抽出液から1 ml 採取し窒素気流化により乾固した後、0.5M-NaOH メタノールを1.5ml 加えた。窒素で封入し攪拌した。室温下で冷却し1 ml BF₃メタノールを加え窒素ガスで封入した後攪拌し、40℃ 10分間加熱した。飽和食塩水を3 ml 添加し攪拌した後、氷で冷やし2 ml のヘキサンを加え攪拌した。上層のヘキサン層を回収した後、窒素気流化により乾固した。最終的に100 μ l のヘキサンの溶解した脂肪酸メチルエステル溶液を分析に用いた。ガスクロマトグラフィー (GC) (GC 2025, Shimadzu co.) の測定条件は以下の通りである。(カラム：Omegawax320 (30m x 0.32mm x 0.25 μ m film), カラム温度：120℃ (1分) →4.0℃/分→205℃ (20分) →4.0℃/分→240℃ (2分) →10.0℃/分→250℃ (3分), 注入口：205℃, 検出器：250℃, 検出器の種類：FID, キャリアガス：ヘリウム, 試料注入量：1 μ l, スプリット比：1:20, 流速：1 mL/分)

3. 統計解析

実験結果は、平均値および標準誤差で示した。有意差検定は、Excel ソフト (Microsoft, USA) を用いて二元配置の分散分析 (ANOVA) を行った。交互作用の P 値が0.05以下の時、エクセル統計ソフト (社会情報サービス (株)) にて Tukey-Kramer の多重比較を行い、P 値が0.05以下の時、有意差ありと判定した。また、油脂間または摂取量の間で P 値が0.05以下の時、Excel ソフト (Microsoft, USA) にて F 検定 (2 標本を使った分散の

検定)を行った後, t 検定 (等分散を仮定した2標本による検定) にて比較した。

実験結果

1. ラードおよび精製ツバキ油の脂肪酸組成

本研究で用いた油脂の脂肪酸組成を分析した結果, ラードではオレイン酸が最も高く (45.6%), 次にパルミチン酸 (26.8%), ステアリン酸 (15.1%) の順に示された。一方, 精製ツバキ油ではオレイン酸の含有量が最も高く (86.5%), 次にパルミチン酸 (7.9%), リノール酸 (3.2%) の順に示された (表2)。

2. 体重および飼料摂取量

飼料摂取量においての全群で有意差はなかった (表3)。また, 飼育試験終了時の体重増加量は, すべての群で有意差はなかった (表3)。

表3 飼料摂取量, 体重増加量および各臓器重量

	Control	ツバキ油	高ラード	高ツバキ油	P 値		
					油脂	量	油脂 x 量
飼料摂取量 (g)	148 ± 5	148 ± 2	135 ± 3	131 ± 3	> 0.05	< 0.001	> 0.05
体重増加量 (g)	13.8 ± 1.4	13.3 ± 0.4	14.9 ± 1.0	14.0 ± 1.0	> 0.05	> 0.05	> 0.05
肝臓 (g)	2.35 ± 0.10	2.37 ± 0.11	2.24 ± 0.06	2.40 ± 0.15	> 0.05	> 0.05	> 0.05
腎臓周囲脂肪 (g)	0.47 ± 0.04	0.50 ± 0.03	0.53 ± 0.05	0.58 ± 0.06	> 0.05	> 0.05	> 0.05
精巣上体脂肪 (g)	1.85 ± 0.23	1.73 ± 0.13	2.00 ± 0.26	1.95 ± 0.19	> 0.05	> 0.05	> 0.05

数値は平均値±標準誤差を示す。各群 n=7, 有意水準 p ≤ 0.05。

3. 肝臓重量, 腎臓周辺脂肪重量および精巣上体脂肪重量

飼育期間終了後の肝臓重量, 腎臓周辺脂肪および精巣上体脂肪重量において, どの臓器においても群間に有意差はなかった (表3)。

4. 血液分析

血漿の TG, T-Chol および NEFA の各濃度について測定したところ, 統計的な有意差はみられなかった (表4)。しかし, TG, NEFA については Control 群および高ラード群に比べ, ツバキ油群および高ツバキ油群が低くなった。また, GOT, GPT 活性についても測定を行ったが, 群間に有意差はなかった。

5. 肝臓の脂質分析

肝臓の総脂質重量, TG および T-Chol は, いずれも統計的な有意差はみられなかった (表5)。しかし, 全ての肝臓脂質分析において, Control 群および高ラード群に比べ, ツバキ油群および高ツバキ油群が高くなった。

表4 血液分析

	Control	ツバキ油	高ラード	高ツバキ油	P 値		
					油脂	量	油脂 x 量
TG (mg/dL)	297 ± 22	208 ± 26	255 ± 57	181 ± 18	0.03	> 0.05	> 0.05
T-Chol (mg/dL)	160 ± 5	176 ± 21	167 ± 13	160 ± 11	> 0.05	> 0.05	> 0.05
NEFA (mEq/L)	0.98 ± 0.05	0.84 ± 0.12	0.94 ± 0.06	0.81 ± 0.07	0.08	> 0.05	> 0.05
GOT (Karman)	392 ± 53	370 ± 63	363 ± 82	374 ± 41	> 0.05	> 0.05	> 0.05
GPT (Karmen)	20.4 ± 2.7	19.3 ± 3.1	17.1 ± 2.9	27.6 ± 5.4	> 0.05	> 0.05	> 0.05

数値は平均値±標準誤差を示す。各群 n=7、有意水準 p ≤ 0.05。

TG : Triacylglycerol, T-Chol : Total Cholesterol, NEFA : Non-Esterified Fatty Acid, GOT : Glutamic oxaloacetic transaminase, GPT : Glutamic pyruvic transaminase

表5 肝臓の脂質分析

	Control	ツバキ油	高ラード	高ツバキ油	P 値		
					油脂	量	油脂 x 量
Total lipids (g/g liver)	0.07 ± 0.01	0.10 ± 0.02	0.08 ± 0.02	0.12 ± 0.03	0.09	> 0.05	> 0.05
TG (mg/g liver)	36.2 ± 5.8	59.3 ± 8.4	34.4 ± 6.0	68.6 ± 16.2	0.009	> 0.05	> 0.05
T-Chol (mg/g liver)	4.19 ± 0.37	7.84 ± 1.03	3.64 ± 0.40	8.27 ± 1.18	< 0.001	> 0.05	> 0.05

数値は平均値±標準誤差を示す。各群 n=7、有意水準 p ≤ 0.05。

TG : Triacylglycerol, T-Chol : Total Cholesterol

表6 肝臓の脂肪酸組成 (%)

脂肪酸の種類		Control	ツバキ油	高ラード	高ツバキ油	P 値		
						油脂	量	油脂 x 量
パルミチン酸	C16:0	28.4 ± 0.6 ^a	23.2 ± 0.5 ^b	30.0 ± 1.3 ^a	20.4 ± 1.2 ^b	< 0.001	> 0.05	0.03
パルミトオレイン酸	C16:1	4.06 ± 0.31	2.84 ± 0.12	2.88 ± 0.27	1.59 ± 0.44	< 0.001	< 0.001	> 0.05
ステアリン酸	C18:0	7.78 ± 1.23	5.66 ± 0.46	7.19 ± 0.57	5.06 ± 0.42	< 0.01	> 0.05	> 0.05
オレイン酸	C18:1	45.5 ± 1.6	59.1 ± 0.9	44.8 ± 1.2	60.4 ± 3.2	< 0.001	> 0.05	> 0.05
リノール酸	C18:2	5.76 ± 0.43	3.03 ± 0.48	5.46 ± 1.51	5.65 ± 2.64	> 0.05	> 0.05	> 0.05
	C20:3n3	4.69 ± 0.64	2.94 ± 0.40	5.57 ± 0.90	3.50 ± 0.41	0.006	> 0.05	> 0.05
その他		3.40 ± 0.86	2.79 ± 0.61	3.52 ± 0.66	3.02 ± 0.39			
合計		100.0	100.0	100.0	100.0			

総脂肪酸あたりの含有割合 (%)。数値は平均値±標準誤差を示す。各群 n=7、異符号間に有意差あり (p ≤ 0.05)。

6. 肝臓の脂肪酸測定

Control 群において肝臓の脂肪酸含有率の高い順に挙げると、オレイン酸 (C18:1)、パルミチン酸 (C16:0)、ステアリン酸 (C18:0)、リノール酸 (C18:2)、C20:3 (n-3) となっ

た(表6)。この順位はツバキ油群においても変化はなかった。しかし、高ラード群ではオレイン酸(C18:1)、パルミチン酸(C16:0)、ステアリン酸(C18:0)、C20:3(n-3)、リノール酸(C18:2)という順になり、高ツバキ油群ではオレイン酸(C18:1)、パルミチン酸(C16:0)、リノール酸(C18:2)、ステアリン酸(C18:0)、C20:3(n-3)の順で脂肪酸が含有されていた。

パルミチン酸の脂肪酸含有率は交互作用に有意差がみられた。高ツバキ油群のパルミチン酸割合は、Control群および高ラード群の含有量より有意に低くなった。また、ツバキ油群においてもControl群および高ラード群より肝臓のパルミチン酸割合が低くなることが示された。他の脂肪酸含有率は統計的な有意差はみられなかった。しかし、パルミトオレイン酸およびステアリン酸の脂肪酸含有率についてはControl群および高ラード群に比べ、ツバキ油群および高ツバキ油群が低くなった。また、オレイン酸の脂肪酸含有率についてはControl群および高ラード群に比べ、ツバキ油群および高ツバキ油群が高くなった。

考 察

本研究では、飼育期間の摂食量において4群共に同量摂取したことが統計的に確認できた(表3)。このことから、摂食量が分析結果に影響を与えていないことが前提となっている。

これまで当研究室では、ツバキ油の摂取によって血液中のT-Chol濃度が低下する傾向があることを報告した^[11]。これらの実験では、ラード10%、ツバキ4%およびラード6%、ツバキ8%およびラード2%をそれぞれ添加した餌を使用した。血液中のT-Chol濃度は、8%ツバキ油群よりも4%ツバキ油群が有意に減少することが示され、脂質代謝への影響は特定の摂取割合があることを示唆していた。一方、今回の実験では7%または15%ツバキ油を添加している餌を使用し、どちらの群も当研究室の先行報告の8%ツバキ油群よりも血液中のT-Chol濃度は低くなった。また武藤らは、オリーブ油に比べツバキ油を摂取した群は血液中のNEFA濃度や皮膚中のT-Chol量が低くなる傾向になることを報告している^[12]。武藤らの実験では、大豆油10%、オリーブ油10%、ツバキ油10%をそれぞれ添加した餌を使用した。本実験のツバキ油7%および15%両群は、武藤の実験のツバキ油群よりも、血液中のT-Chol濃度が高かった。これらの結果から、脂質代謝を対象とするツバキ油の効果的な摂取割合および餌中ツバキ油の単独含有または複合含有は、今後の研究課題となった。

血液分析の結果から、TG、T-Chol、NEFAの各濃度において有意差がみられなかった。しかし、TGおよびNEFAの各濃度がControl群および高ラード群に比べ、ツバキ油群および高ツバキ油群が低くなる傾向がみられた(表4)。脂肪細胞内では、TGはNEFAに分解され、NEFAはTGに再合成されて脂肪細胞や肝臓に蓄積する^[16]。本実験では、ツバキ油を摂取した群は血液中のTG、NEFAともに減少した一方で、肝臓中のTG量が増加した。これは、血液中のNEFAがTGに合成され、肝臓に蓄積したのではないかと推測される。

肝臓については、肝臓の総脂質重量、TG量およびT-Chol量において有意差はみられ

なかった。しかし、全ての肝臓脂質分析において、Control 群および高ラード群に比べツバキ油群および高ツバキ油群が高くなった（表5）。Control 群で肝臓 1g 当たりの総脂質重量が約70mg であるのに対し、TG 約36mg、T-Chol 約4.2mg という結果であり、総脂質の半分程度を占めている。ツバキ油群および高ツバキ油群の総脂質重量が増加傾向にあったのは、TG 量の動向に大きく起因していると考えられる。また、オレイン酸により T-Chol の肝臓への取り込みが上昇している可能性が考えられ^[17]、本実験においても T-Chol 量が高くなる傾向が示されたのはツバキ油の摂取によるものだと推測される。

肝臓の脂肪酸組成において、パルミチン酸で交互作用に有意差がみられた。パルミチン酸の割合は、高ツバキ油群に比べ、Control 群および高ラード群よりも有意に低くなった。またツバキ油群においても、Control 群および高ラード群よりも低くなることが示された。他の脂肪酸含有率に有意差はみられなかったが、パルミトオレイン酸およびステアリン酸の脂肪酸含有率については Control 群および高ラード群に比べ、ツバキ油摂取両群で低くなった。一方で、オレイン酸の脂肪酸含有率については、Control 群および高ラード群に比べ、ツバキ油群および高ツバキ油群が高くなった（表6）。これらの結果は、ツバキ油に含まれている脂肪酸が大きく関与している。本研究で使用したツバキ油はオレイン酸を86.5%含んでおり、ツバキ油の脂肪酸組成の半分以上を占めている（表2）。そのため、ツバキ油群および高ツバキ油群の肝臓オレイン酸含有率が高くなったと考えられる。一方、ツバキ油はラードと比べ、パルミチン酸やパルミトオレイン酸、ステアリン酸などの飽和脂肪酸の含有率が低いため（表2）、ツバキ油摂取両群における飽和脂肪酸の含有率が低くなったといえる。これらの結果は、及川らの報告と類似している^[11]。このような結果から、ツバキ油の脂肪酸の一部は肝臓に移行することが明らかになった。

本研究により、日常食の油脂の一部をツバキ油に代替すると、ツバキ油の脂肪酸が肝臓の脂肪酸組成として顕著に移行することが実証できた。一方、脂質代謝のほとんどが、ツバキ油の摂取量の違いによる変化はみられなかった。これらの結果により、高用量ツバキ油の経口摂取は通常量のツバキ油と比較すると肝臓の性状変化は少ないが、ラード摂取時と比較すると肝臓の性状に影響を与えることが明らかになった。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、ご指導、ご協力くださった長崎大学大学院水産・環境総合研究科環境科学専攻山下樹三裕教授ならび研究室の皆様にご心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 独立行政法人統計センター．特用林産物生産統計調査；平成27年特用林産基礎資料－つばき油．2015，2017年2月16日公表
- [2] 前田正道．五島つばきの新用途及び育成管理技術の開発－五島つばきの機能性評価と新用途開発－．長崎県工業技術センター研究報告．2006，35，21-25.
- [3] 前田正道，玉屋圭，松本周三，久林高市，前田一，西幸子，宮田裕次，田中隆，佐藤伸一，田中一成，五島典昭，川崎利人，横道智宏．ツバキの新機能活用技術及び高生産性ツバキ林育成技術の開発．長崎県工業技術センター研究報告．2009，38，16-17.

- [4] 鈴木敏江. ツバキ油 –受けつがれる自然の恵み–. 化学と工業. 2007, 60 (12), 1160-1162.
- [5] 齋藤潤. 五島うどん ブランド化の現状. しま. 2007, 53-2(211), 78-89.
- [6] 新上五島町観光物産課. 五島うどんの挑戦 ~西の島から全国へ~. 人と国土21. 2006, 32(3), 36-38.
- [7] Bonanome A, Pagnan A, Biffanti S, Opportuno A, Sorgato F, Dorella M, Maiorino M, Ursini F. Effect of dietary monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on the susceptibility of plasma low density lipoproteins to oxidative modification. (1992) *Arterioscler Thromb*; 12(4):529-533.
- [8] 山腰高子, 牧野輝彦, 松永憲治, 吉久陽子, 関大輔, 林義人, 清水忠道. 実験的面皰の形成におけるオロナイン H (R) 軟膏の抑制効果の検討. 新薬と臨牀. 2010, 59 (2), 232-238.
- [9] 坪井良治, 植木理恵, 平嘉也子, 池嶋文子, 山本恵美子, 小川秀興. 頭部皮膚疾患患者に対するツバキ油およびツバキ油配合シャンプーの有用性の検討. 西日本皮膚科. 2002, 64(5), 625-629.
- [10] 濱田学, 行徳隆裕, 佐藤さおり, 松田哲男, 松田知子, 絹川直子, 古江増隆. アトピー性皮膚炎患者に対するツバキ油スプレーの安全性及び有用性の検討. 西日本皮膚科. 2008, 70(2), 213-218.
- [11] 及川大地, 吉田彩乃, 宮崎駿平, 武藤文恵. 五島産ツバキ油の経口摂取が皮膚および肝臓の脂質代謝に与える影響. 日本家政学会誌. 2018, 69(3), 169-175.
- [12] 武藤文恵. ツバキ油及びオリーブ油摂取による皮膚性状の比較検証. 長崎大学教育学部卒業論文. 2014.
- [13] Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC Jr. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. (1993) *J Nutr*; 123(11):1939-1951.
- [14] Kamegai T, Kasai M, Ikeda I. Improved method for preparation of the methyl ester of conjugated linoleic acid. (2001) *J Oleo Sci*; 50(4):237-241.
- [15] Folch J, Lees M, Sloane Stanley G H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. (1957) *J Biol Chem*; 226(1):497-509.
- [16] 坂井堅太郎. 基礎栄養学 (第3版). 2010 ; p149. (株) 化学同人
- [17] Mata P, Garrido JA, Ordovas JM, Blazquez E, Alvarez-Sala LA, Rubio MJ, Alonso R, de Oya, M. Effect of dietary monounsaturated fatty acids on plasma lipoproteins and apolipoproteins in women. (1992) *Am J Clin Nutr*; 56(1):77-83.