

天然植物中の脂質組成の比較

石川 博美*

Comparison of Lipid Composition in Natural Plants

Hiromi ISHIKAWA

要旨 脂肪酸やステロールは天然・自然界に広く分布しており、生命維持に重要な役割を果たしている。抗菌効果や抗炎症作用の高い Manuka と、生活習慣病予防との関係で注目されている日本茶と、n-3 系の多価不飽和脂肪酸の含有量が多く、抗酸化作用が高いと言われているグリーンナッツについて、脂質組成や脂肪酸組成、ステロール組成を比較検討した。

脂質組成では Manuka の葉・樹皮、新茶の茎、秋の茶の茎にフォスファチジルエタノールアミン (PE) が特に多かった。ステロール組成では Manuka の樹皮に β -シトステロールが 62mg と多い含有量であった。脂肪酸組成では Manuka の葉とグリーンナッツおよび秋の茶の葉に、n-3 系の α -リノレン酸の含有量が多かった。 α -リノレン酸は光や熱に弱く酸化されやすいが、グリーンナッツオイルは熱にも強いと言われているので、グリーンナッツオイルを 160 ~ 180°C に加熱したところ、ほとんどの脂肪酸は加熱処理により増加傾向を示したが、 α -リノレン酸のみ約 10% の減少傾向が認められた。

Manuka や日本茶、グリーンナッツなど天然植物の脂質組成やステロールは血漿高コレステロール低下作用などの生理作用との関連性が示唆されると共に、天然植物の季節による変化の大きい事が示された。

キーワード：Manuka 日本茶 グリーンナッツ 植物ステロール ω 3 (n-3) 系 α -リノレン酸

はじめに

自然界に分布している植物には、脂質やステロイドなど油脂成分が多く含まれている。ステロイドと総称される天然物中には、ステロール、ステロイドホルモン、など極めて多くの種類があり、生理作用も多岐にわたっている。これらの成分に関し、すでに多数の研究がなされているが、分布や組成等についてはまだ解明されていない部分も多い。

これまで著者らは Manuka や、日本茶、グリーンナッツを試料とし主要な植物油脂(種子油や茎、

樹皮、葉等の抽出油) やステロール成分について検討を加えてきた。

Manuka (*Leptospermum*) は、ニュージーランド原産の植物で古くから伝統的な民間薬として、原住民であるマオリ族の人々は、Manuka の葉、花、樹皮を煎じて飲んだり、葉を利用した蒸気浴、樹皮の浸出液を皮膚治療に、樹液を循環器系に用いていた。特に近年、*Helicobacter Pylori* に抗菌的に作用することなどが報告されている¹⁾。

また、わが国で古くから愛飲されている茶 (*Camellia sinensis*) は東南部アジアに起源をもつ植物である。近年になって茶葉成分の機能が科学的に明らかにされ、生活習慣病予防との関係で注目されている。日本茶(緑茶)のポリフェノー

*いしかわ ひろみ 文教大学教育学部学校教育課程家庭専修

ルの一種、茶カテキン類が、がんの予防や、コレステロールの低下、高血圧の予防、血糖値の上昇を抑制し、強い殺菌作用など、様々な働きが報告されている^{2) 3) 4) 5)}。

一方、インカグリーンナッツ（サチャイン）はペルー、アマゾン熱帯雨林に分布する蔓性常緑樹で、老化や心疾患、がんなど様々な疾患の原因となる、活性酸素を除去する効果が高く、抗酸化作用が高いオイルとして近年注目されている。

そこで、ここではこれら天然植物3種の脂質組成や脂肪酸組成、ステロール組成について比較検討し、それらの生理活性との関係を考察することとした。

実験方法

1. 試料の抽出および分画

天然植物として、Manukaの葉・樹皮と日本茶は新茶の葉・茎、秋の茶の葉・茎を使用した。インカグリーンナッツはナッツを試料とした。

これらの試料は、酵素活性の作用を防ぐため、熱湯に数秒くぐらせ乾燥させたものを試料とした。それぞれの試料を細かく粉碎し、従来⁸⁾の方法により総脂質を得た。総脂質の不純物等を取り除くため、固相抽出(ENVI-Carb)カラム(2層式固相抽出管)により色素を取り除いた後、減圧により濃縮し総脂質を得た。さらに総脂質をSep-pak⁹⁾カラムにより、単純脂質と複合脂質とに分画した後、乾燥させ試料とした。

2. 脂質および脂肪酸組成の測定

Manukaの葉・樹皮、新茶の葉・茎および秋の茶の葉・茎、グリーンナッツの種子について、薄層クロマトグラフィー(TLC)により脂質組成を調べた。また脂肪酸組成の測定は、メチルエステル化後、PACKARD-5890型を用いたガスクロマトグラフィーにより行った¹⁰⁾。

3. 植物ステロールの測定

ステロール類は1.で得られた試料(脂質)から、不ケン化物を得た後、薄層クロマトグラフィー(TLC)で分離してステロール部分を得た。その後、溶媒洗浄などで精製度を高めたうえで、TLCにより分離を行い、さらにトリメチルシリル化した後、ガスクロマトグラフィー(GC-MS)により測定した。用いたGC-MSは、日立M-9000GC溶3DQMS.AI-7200オートインジェクターを使用した。また、標準ステロール試薬としては、和光純薬製のコレステロール・エルゴステロール・カンベステロール・ステイグマステロール・ β -シトステロール・ブラシカステロール、コレスタノール・シトスタノールを用いた。

結果および考察

1) Manukaと日本茶・グリーンナッツの水分および脂質含有量

表1に示したように、新茶の葉と茎および秋の茶の葉の水分量は約36%以上の含有量であり、秋の茶の茎に含有される水分量は約16%と、新茶の茎に比べ約1/2量の少ない含有量で、春の葉や茎のみずみずしさや、柔らかさが伺える半面、秋の茶の茎が暑い夏の太陽を一杯に浴びた茎の力強さを示すものであろう。この環境経過がカテキンの増加につながっているもので、茶に含まれるアミノ酸量は一番茶に多く含有されているが、カテキン量は3番茶に多く含まれると阿南^{11) 12)}らの報告とも関係するものと考えられる。

表1 脂質及び水分の含有率

	Manuka		日本茶		日本茶(新茶)		グリーンナッツ
	葉	樹皮	葉	茎	葉	茎	
水分	9.7	7.7	36.2	16.7	37.7	36.0	4.3
総脂質	17.5	0.7	9.0	1.3	2.9	6.7	48.7
中性脂質	86.0	74.0	15.0	65.0	23.0	26.0	92.5
リン脂質	10.3	25.0	61.0	29.0	67.0	73.0	6.7

(単位: %)

また Manuka の葉や樹皮およびグリーンナッツの水分量は、4.3% から 8%前後であり、茶に比べて低い含有量であった。

一方、脂質含有量では、総脂質がグリーンナッツで約 49% と最も高いが、他のナッツ類のくるみ (68.8%) や、えごま (43.4%) などと比べると同等であると考えられる。Manuka の 17.5% に比べ、

新茶の葉、秋の茶の葉ともに全脂質含有量が 2.3 ~ 2.9% と低い。食品成分表による茶の脂質成分は 4.1 ~ 4.6% であるが、これらは煎茶の状態に乾燥させた状態での脂質含有量である。一方、実験に供した茶葉と茎は、生を採取後すぐに使用したものであることから、乾燥させた場合とで水分含有量が異なる事から、脂質にも差が出たものと考えられる。

茶の脂質の研究は多くなされているが、生の葉については阿南¹³⁾ 14) らの報告と、同様の傾向を示していた。また茎の脂質含有量に関しては、Manuka の樹皮、新茶の茎、秋の茶の茎ともに同様の傾向と言える。

次に総脂質から単純脂質 (中性脂質) と複合脂質 (リン脂質) に分離した結果では、Manuka は葉・樹皮ともに中性脂質が多かった。茶では秋の茶の茎に多くの中性脂質が含有されており、新茶の茎の 2.5 倍量の多さであった。また新茶は、葉と茎でほぼ同じ含有量であったが、とくに秋の茶の茎に突出して中性脂質が多かった。これは、夏の太陽を十分に浴びて生育している事から中性脂質が茎に蓄えられたものと考えられる。

グリーンナッツでは、殆どが中性脂質で 92.5% とあったが、Manuka の樹皮にはリン脂質が多く含有しており、さらに新茶の葉・茎に Manuka の樹皮の約 2.6 ~ 3 倍、秋の茶の葉にも約 2.5 倍のリン脂質が含有しており、日本茶の葉や茎にリン脂質の多い傾向が示された。

2) Manuka および日本茶のステロール含有量

植物の細胞膜を構成する成分の植物性ステロールの含有量を表 2 に示した。

表 2 Manuka 及び日本茶のステロール類含有量

	Manuka		日本茶		日本茶(新茶)	
	葉	樹皮	葉	茎	葉	茎
β -シトステロール	23.4	62.1	3.8	26.8	13.5	2.7
コレステロール	0.92	1.6	1.7	1.2	7.8	1.7
カンベステロール	0.8	3.1	1.94	0.9	1.0	0.9
ステイグマステロール	10.1	8.4	3.6	12.7	29.1	0.7
ブラシカステロール	0.2	0.3	0.2	Tr.	0.2	Tr.

(単位: mg/100g)

植物性ステロールの主要成分である β -シトステロールは、Manuka の樹皮に 62.1% と最も多く含有しており、秋の茶の茎に 26.8mg, ついで Manuka の葉および新茶の葉にやや多くの β -シトステロールを含有していた。 β -シトステロールは、コレステロールと類似した構造をもち、コレステロールと側鎖がわずかに異なる植物性のコレステロールである。その植物性コレステロールが新茶の葉に 7.8% 含有し、秋の茶葉や茎、Manuka の葉・樹皮に比べ多い含有量であった。またステイグマステロールも新茶の葉に 29.1mg%, 秋の茶の茎に 12.7mg%, Manuka の葉に 10.1mg% 含まれていた。さらにカンベステロール、ブラシカステロールも含有しており、表には示していないが、エルゴステロール、コレスタノール、シトスタノール、ステイグマスタノールも微量検出された。我々は、日常の食生活で、野菜や果物などの植物性食品や植物油から、これらの植物性ステロールを摂取していると考えられる。野菜類の多い食生活と肉類の多い食生活とでは、植物ステロールの摂取量に違いは出てくるが、日常の食生活ではおそらくコレステロール (CHOL) は 300 ~ 400mg/日 摂取されているものと推定されている¹⁵⁾。植物ステロールを摂食すると血漿 CHOL 濃度が低下する事は 1951 年 Peterson により報告され¹⁶⁾、また Pollak も、ウサギと人で高 CHOL 血症に有効であることを報告し、臨床利用への道が拓かれ¹⁷⁾、その後、多くの実験研究が繰り返され植物ステロールの血漿 CHOL 濃度低下作用は実証されている。日常の食生活の中でも、Manuka や茶の

葉や茎、抹茶などを利用し、また野菜類・果物類さらに植物性油脂などを摂取することにより血漿中コレステロール値をコントロールし心臓病や動脈硬化の予防が試みられている。「国民栄養調査」によると20歳以上の日本人の3人に1人が高コレステロール血漿と診断されており、動脈硬化性疾患の多発要因であろうと考えられている^{18) 19) 20)}。

その様な現状から、植物ステロールの作用が大きく期待され、健康食品として位置付けられていると考えられる。

3) Manukaの葉と樹皮・日本茶(秋)の葉と茎・新茶の葉と茎の脂質組成

Manukaと日本茶の脂質組成(リン脂質)の含有量を比較して図1に示す。

Manukaの葉・樹皮、秋の茶の葉・茎、新茶の葉・茎にリン脂質のホスファチジルエタノールアミン(PE)がすべてに含有していた。特にManukaの葉(70mg)・樹皮(63mg)と新茶の茎(47mg)に多い含有量であった。また、ホスファ

チジルコリン(PC)も全体に分布していたが、特に秋の茶の茎(23mg)に多く含有しており次いで新茶の茎とManukaの葉に多い傾向が示された。Manukaの葉と樹皮ではManukaの葉にPCが多く、秋の茶葉と茎では茎の方にPCの多い傾向が示された。PCは一般的にはレシチンと言われており、リン脂質は細胞膜の主要な構成成分であり、生体内でのシグナル伝達にも関わる成分である¹⁷⁾。とくに脳は水分を除くと60%が脂質で、脳の神経細胞膜や神経線維も脂質から出来ており、脂質とくにリン脂質は人の体にとってとても重要な物質と思われる。

植物性コレステロールは新茶の葉に42mg%と大変多い含有量で、次いで秋の茶の茎に26mg%とやや多かった。コレステロールエステルは秋の茶の葉に52.1mg%と多い含有量だったが、秋の茶の茎には微量であった。新茶の葉と秋の茶の葉ではコレステロールとコレステロールエステルの含有量が季節により逆転している事がわかる。これは周りの温度条件など環境変化によるものと考えられる。

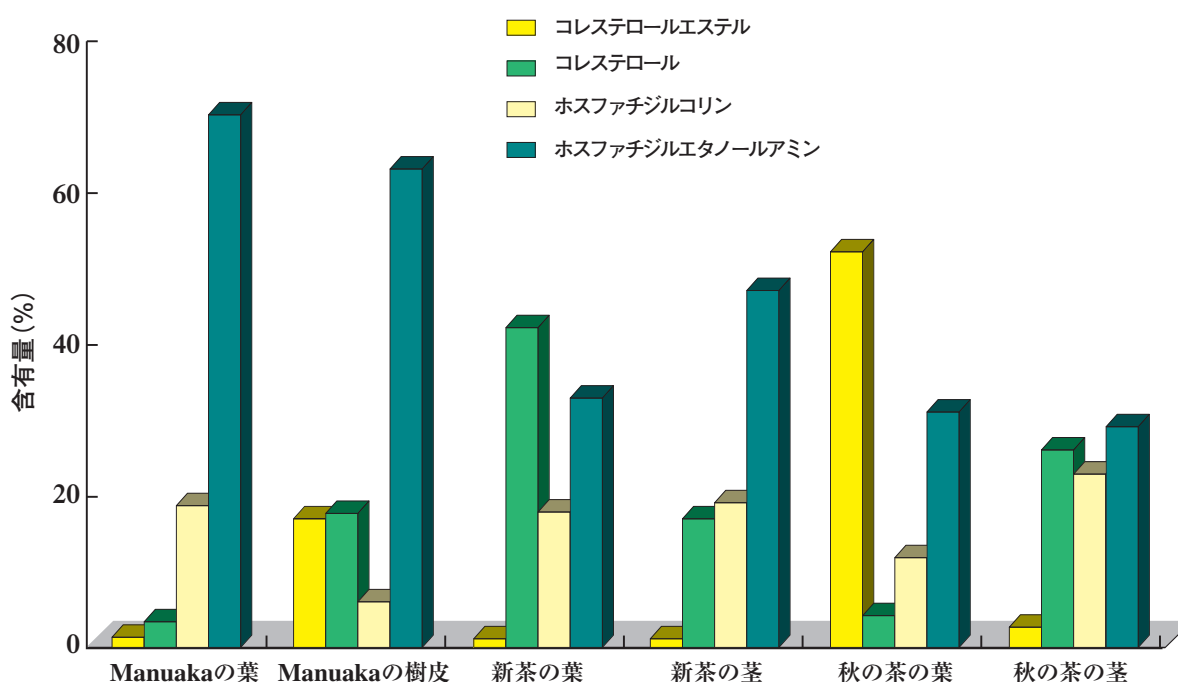


図1 Manukaと日本茶の脂質組成

3) Manuka の葉・樹皮, 新茶の葉・茎,

秋茶の葉・茎とグリーンナッツの脂肪酸組成

図2に主な脂肪酸組成を表示したが、パルミチン酸 (C_{16:0}), パルミトオレイン酸 (C_{16:1}), ステアリン酸 (C_{18:0}), オレイン酸 (C_{18:1}) リノール酸 (C_{18:2}), リノレン酸 (C_{18:3}) が多く検出され, 他にミリスチン酸 (C_{14:0}) やアラキジン酸 (C_{20:0}), アラキドン酸 (C_{20:4}) などの脂肪酸が検出された。

Manuka の葉と秋の茶の葉およびグリーンナッツに n-3 系の多価不飽和脂肪酸である α -リノレン酸が多く, 含有量は Manuka の葉は約 56%, 秋の茶の葉は 47%, グリーンナッツは約 49% という高値を示した。次いで, 新茶の葉・茎およびグリーンナッツに, n-6 系の不飽和脂肪酸である リノール酸を 40% 前後含有し, 新茶の茎や秋の茶の茎および Manuka の樹皮にパルミチン酸が約 37% 前後の含有量であった。オレイン酸は Manuka の樹皮と新茶の葉に多く含有されていた。

今回試料とした Manuka の葉・樹皮, 春・秋の日本茶の葉・茎およびグリーンナッツには, いずれも飽和脂肪酸よりも不飽和脂肪酸を多く含有

していた。不飽和脂肪酸には一価不飽和脂肪酸と多価不飽和脂肪酸があるが, 一価不飽和脂肪酸は熱に強い。

オメガ9系不飽和脂肪酸は, オレイン酸が代表とされオリーブオイルには70%以上のオレイン酸が含有している。また多価不飽和脂肪酸には, オメガ6系とオメガ3系脂肪酸があり, その生理作用の違いが注目されている。オメガ6系多価不飽和脂肪酸にはリノール酸が属し, サフラワー油(紅花油)や菜種油, グレープシードオイルなどに多く含まれる。一方オメガ3系多価不飽和脂肪酸には α -リノレン酸が属し, 主にはえごま油やシソ油に多いと言われている。我々が試料とした材料には多く α -リノレン酸が含有していた。Manuka の葉には約 56mg%, グリーンナッツには約 49mg%, 秋の茶の葉には 47mg%, 秋の茶の茎や新茶の葉にも 20mg% 以上の含有量であった。お茶の葉や茎は工夫して食したり, 抹茶を飲んだりすると, 多く α -リノレン酸を摂取することが出来る。 α -リノレン酸は一般的に熱に弱く酸化されやすいと言われている。

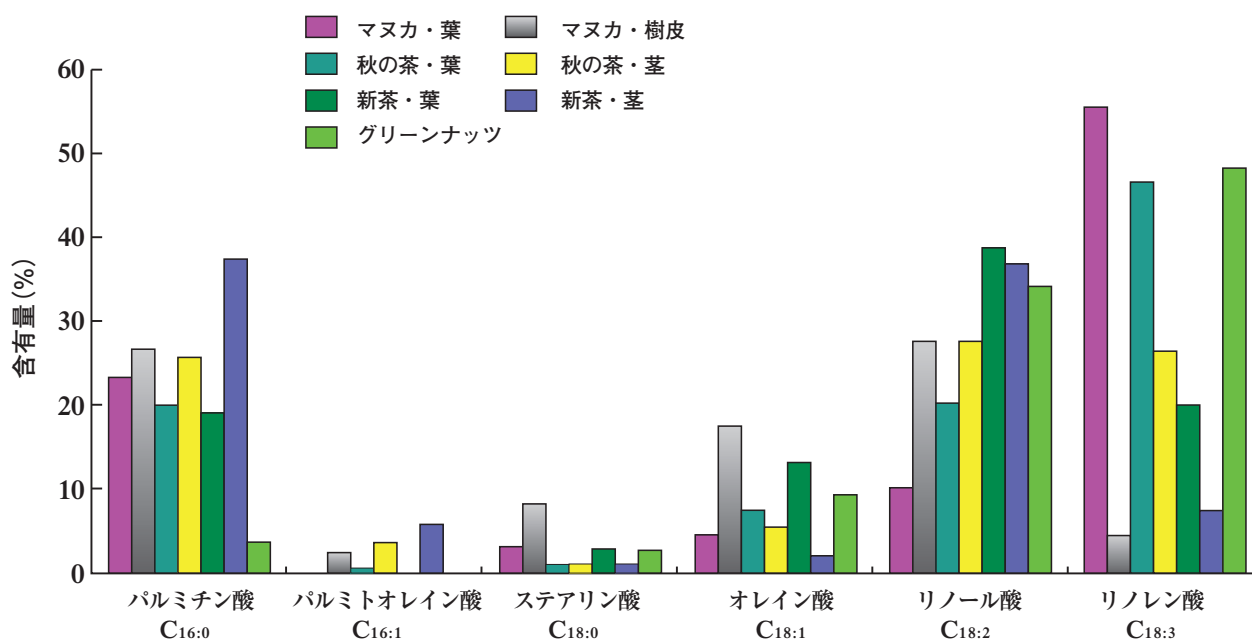


図2 Manuka、日本茶、グリーンナッツの脂肪酸組成の比較

そこでグリーンナッツオイルを160～180℃に加熱した場合の脂肪酸組成を分析し比較した結果を図3に示した。

加熱グリーンナッツオイルでは、パルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸、アラキドン酸などの脂肪酸は増加傾向を示したが、 α -リノレン酸は10%程度減少した。これはグリーンナッツオイルが加熱によりリン脂質等の熱重合^{21) 22) 23) 24)}が起こったものと考えられた。 α -リノレン酸の生理作用は、血圧を下げ、血栓症の予防、脳細胞を活性化し、ガン細胞を変化させ増殖を抑え、血液の流れを良くするなど多くの利点が報告されている。今回用いたManukaや日本茶、グリーンナッツには、 α -リノレン酸の多いことが確認されたので、これらの生理作用との関係が示唆された。

まとめ

Manukaや日本茶およびグリーンナッツについて脂質組成を検討した結果、Manukaの樹皮に、植物性ステロールの一部である β -シトステロー

ルがとくに多い含有量であった。また茶の葉の植物性コレステロール含有量は新茶と、秋の茶に明らかな差が見られ、新茶の葉に植物性コレステロール含有量の高い傾向を示した。植物性コレステロールやコレステロールエステルはすべての試料に存在していた。さらに秋の茶の茎にリン脂質であるフォスファチジルコリン(PC)の含有量が多く、Manukaの葉・樹皮および新茶の茎に特にホスファチジルエタノールアミン(PE)の含有量が高かった。

脂肪酸組成ではすべての試料において、パルミチン酸、リノール酸、リノレン酸の含有量が多かった。 ω 3(n-3)系多価不飽和脂肪酸である α -リノレン酸がManukaの葉に特に多く、次いでグリーンナッツ、秋の茶の葉の順に多い含有量であった。n-6系のリノール酸も新茶の葉・茎とグリーンナッツに多い傾向が示された。飽和脂肪酸であるパルミチン酸の含有量も多く、特に新茶の茎に高い含有量を示した。

グリーンナッツにはn-3系多価不飽和脂肪酸の α -リノレン酸が多かったが、加熱する事によ

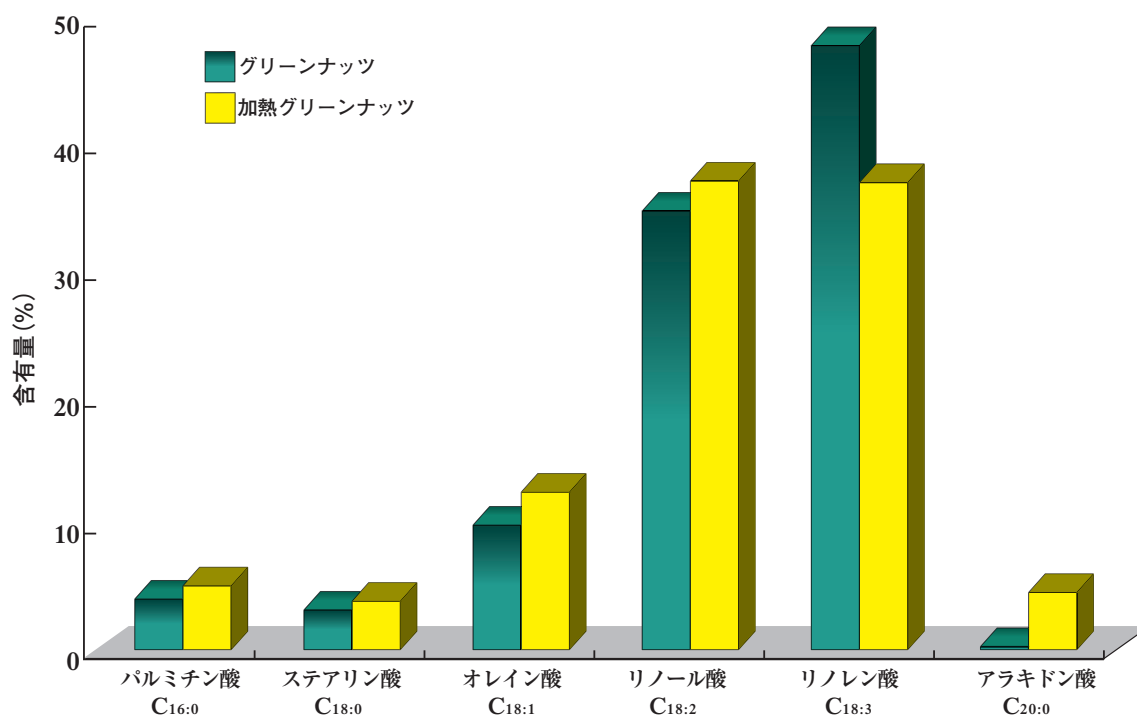


図3 グリーンナッツと加熱グリーンナッツオイルの脂肪酸組成の比較

り減少するという傾向が認められた。

以上の事から、これらの天然植物における脂質組成の特性が、各々の天然脂質の生理活性との関連を示唆するものと考えられた。

謝辞

本研究をするにあたり、終始ご指導頂きました東京歯科大学 客員教授、山中すみへ博士に深謝致します。と共に、衛生学教室、生化学教室の皆様方に心から謝意を表します。

参考文献

- 1) N. G. porter. A. L. Wilkins. L. phytochemistry. 50 (3): 407-415 (1999)
- 2) 近藤知義, 仲上和博, 和田義彦, 今井嘉博, 志和将一: 滋賀農技セ研報, 46, 36 ~ 44, (2007)
- 3) 久保田芳美, 湯浅明子, 湯浅勲: 大阪市立大大学院生活科学研究誌, 2, 1 ~ 9, (2003)
- 4) 角田隆巳: 伊藤園中央研究所所長, ファルマシア, 38, 11, (2002)
- 5) キャロリン・リスター: 二木鋭雄監修, 大久保貴代美訳, 「抗酸化物質」フレグランスジャーナル社, (2006)
- 6) 村松敬一郎, 小國伊太郎, 伊勢村護, 杉山公男, 山本(前田)万理: 「茶の機能」学会出版センター, 東京, (2002)
- 7) 村松敬一郎編: 「茶の科学」朝倉書店, 東京, (1991)
- 8) Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanly (1957) G.A., J. Biol. Chem. 226: 497 (1957)
- 9) J.G. Hamilton. K. Comai. Lipids. (1988) 23: 1146
- 10) 石川博美: 文教大学教育学部紀要, 46, 181-188 (2012)
- 11) 阿南豊正, 高柳博次, 池ヶ谷賢次郎, 中川致之: 茶業技術研究, 62, 44 ~ 49, (1982)
- 12) 阿南豊正, 高柳博次, 池ヶ谷賢次郎, 中川致之: 野菜・茶業試験研究報告, 4, 25 ~ 91, (1991)
- 13) 阿南豊正, 中川至之: 食品工業誌, 24, 6, 305 ~ 310 (1977)
- 14) 阿南豊正, 高柳博次, 食品工誌, 29, 9, 513 ~ 517 (1982)
- 15) Peterson DW: Proc Soc Exp Biol Med 78:1 (1951)
- 16) Sperry WM, Bergmann W: J Biol Chem 119:171 (1953)
- 17) Pollak OJ: Circulation 7:696-701, 702 (1953)
- 18) 斎藤信一郎, 池田郁男, 菅野道廣: 栄養食糧 55, 3, 177-189 (2002)
- 19) 大山勝彦, 関慎二, 日高一郎, 近藤和雄, 他: 栄養学誌, 59, 6, 271-276 (2001)
- 20) 奥山治美, 浜崎智仁, 大槲陽一, 他: コレステロールガイドライン, 日本脂質栄養学会, (2010)
- 21) 梶本五郎, 大西久子, 吉田弘美, 芝原章: 日本農芸化学, 61, 2, 191 ~ 198, (1987)
- 22) 金田尚志: 食品衛生学, 11, 5, 321 ~ 326 (1970)
- 23) 金田尚志: 油化学, 31, 903, (1982)
- 24) 奥山治美: Environ. Mutagen Res. 25, 147-157 (2003)