

総 説

オレイン酸摂取が代謝に及ぼす影響

Effect of consuming oleic acid on metabolism

木村 公喜[※]

Koki Kimura[※]

Key words : oleic acid, olive oil, health promotion

1. はじめに

油脂は、飽和脂肪酸、単価不飽和脂肪酸、および多価不飽和脂肪酸に分類される。油脂の特徴は、その脂肪酸組成に依存する。近年、脂質は他の主要栄養素と比べて同量における熱量が倍以上あるため、肥満の予防と改善のために敬遠されてきた。また、肥満は生活習慣病のリスクファクターである。さらに、油脂の質も重要となって動物性の脂は液体の植物油へと移行し、バターなどを除き食料品店でもほとんどみることがなくなった。しかし、植物油の摂取が健康に良いとされ、先に述べたような移行がされたが、最近の知見でその代名詞となったリノール酸の長期摂取は必ずしもコレステロールを低下させず、さらにコレステロールも身体にとって害になるばかりではないことがわかるなど、単に植物油がよく動物脂が悪いとも言い難く、さらなら科学的検証に期待がかかっている。本来、脂質はヒトのエネルギー源である重要な役割を担う栄養素である。また、脂質を構成する脂肪酸はエネルギー基質として、運動時や絶食時に活動組織のミトコンドリアで酸化利用される。

屋代ら（1990、1991、1992）は、紀元前から利用されてきたオリーブオイルに注目し、その作用機序を追求してきた。オリーブオイルの脂肪酸組成は、オレイン酸がそのほとんどを占める特徴をもつ。このためオレイン酸の影響を受けやすい油であるといえる。そこで本総説では、主に脂肪酸の中でもオレイン酸について、その摂取がヒトの代謝に及ぼす影響について考察する。

2. 摂取脂肪と体脂肪について

脂肪酸は、長鎖の炭化水素鎖の一つの末端にカルボキシル基をもつ構造を成し、炭素鎖が12以上のものを長鎖脂肪酸と呼ぶ。また、脂肪酸の炭素鎖に二重結合を一つ持つものを一価不飽和脂肪酸、二つ以上のものを多価不飽和脂肪酸という。二重結合のないものは、飽和脂肪酸である。さらに、多価不飽和脂肪酸はメチル基から数えて二重結合の位置が3番目をn-3 (ω -3) 系多価不飽和脂肪酸、6

[※]日本経済大学経済学部健康スポーツ経営学科

表1 脂肪酸の種類

脂肪酸名	化学式	慣用記号	系列	含有食品など
飽和脂肪酸				
酪酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	C _{4:0}	}	バター、やし油
カプロン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	C _{6:0}		
オクタン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	C _{8:0}		
デカン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	C _{10:0}		
ラウリン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	C _{12:0}		
ミリスチン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	C _{14:0}		
パルミチン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	C _{16:0}	動植物油	
ステアリン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	C _{18:0}		動植物油
アラキジン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	C _{20:0}	落花生油、綿実油	
一価不飽和脂肪酸				
バルミトオレイン酸	$\text{CH}(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	C _{16:1}		魚油、鯨油
オレイン酸	$\text{CH}_2(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	C _{18:1}		動植物油
多価不飽和脂肪酸				
リノール酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2\text{CH}=\overset{9,12}{\text{CH}})_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	C _{18:2}	n-6	とうもろこし油、大豆油
α-リノレン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\overset{9,12,15}{\text{CH}})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	C _{18:3}	n-3	しそ油
アラキドン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\overset{5,8,11,14}{\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}})_4(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	C _{20:4}	n-6	魚油、肝油
エイコサペンタエン酸	$\text{CH}_3(\overset{5,8,11,14,17}{\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}})_5(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	C _{20:5}	n-3	魚油
ドコサヘキサエン酸	$\text{CH}_3(\overset{4,7,10,13,16,19}{\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}})_6(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	C _{22:6}	n-3	魚油

※奥常之他 (2010). 栄養素の構造と機能. In: 柴田克己他編, 基礎栄養学 改訂第3版, 南江堂, 東京 pp.17-35. を引用し編集

番目にあるものを n-6 (ω-6) 系多価不飽和脂肪酸と呼び健康との関係が明らかにされている (下村、2010)。また、n-3 系と n-6 系の脂肪酸は、哺乳類には6番目よりもメチル基側にある炭素結合を不飽和化する酵素がないため、体内でこれらを合成する能力が備わっていない。このため、この2つの系の脂肪酸は必須脂肪酸といい、食事により摂取する必要がある。

体脂肪に占める脂肪酸組成の割合は、摂取脂肪の脂肪酸組成を反映する (有山、1974; Ney et al., 1989)。このため、日常的な摂取脂肪の特徴 (脂肪酸組成) が自身の体脂肪の脂肪酸組成に反映されることになる。マウスを対象とし、食餌中の脂肪源としてオリーブ油を用い5%、20%、40%の3群で8週間行った結果、5% < 20% < 40%の順でオリーブ油の特徴であるオレイン酸の脂肪酸組成が高くマウスの副睾丸脂肪組織に反映する結果が報告されている (屋代・轟、2011)。

3. 脂質のエネルギー代謝

脂質は、炭水化物とともにヒトのエネルギー源として必要不可欠な栄養素である。近年、エネルギー過多でかつ消費エネルギーの不足により、肥満者が増加したことに伴い敬遠される傾向がうかがえる。

エネルギー源としての脂肪酸の利用促進により、組織中のグリコーゲンの消費が抑制されることが持久力を高める要因になる (Rennie et al., 1976)。身体活動中や絶食中では、血中グルコースや血中

遊離脂肪酸が利用される (Dohm et al., 1983)。脂質代謝と糖質代謝は、いずれかが活発な場合に他方は抑制される。このため、脂肪酸の利用促進により肥満解消を目的とした身体活動を実施する際は、このことに留意し脂質代謝に傾いた状態で有酸素運動を実施する必要がある。

脂肪酸の酸化は、ミトコンドリア内の β 酸化系で行われる。このミトコンドリアへの脂肪酸の取り込みに重要なのがL-カルニチンである。また、脂肪酸とL-カルニチンを合成するのに働く酵素がカルニチン-パルミトイルトランスファーゼ I (carnitine-palmitoyltransferase I: CPT I) である。このため、脂肪酸、L-カルニチン、および CPT I がそろってはじめて脂肪酸の代謝が行われることになる。L-カルニチンは加齢により低下する (Costell et al., 1989; McMillin et al., 1993)。このため、L-カルニチンは、食事から摂取する必要がある (永田, 2012)。カルニチンは、赤身の肉に多く含まれている (Owen, 2011)。

4. オレイン酸摂取と代謝

表2 動物性および植物性油脂中の組成脂肪酸 g/100g 脂肪 (NRC*) 文献: 内藤博 (1986). 栄養生化学. pp.23より引用

	飽和			不飽和		
	パルミチン酸	ステアリン酸	その他	オレイン酸	リノール酸	その他
動物性						
ヒト貯蔵脂肪**	26.7	6.8		52.8	7.3	
ラード	29.8	12.7	1.0	47.8	3.1	5.6
鶏油	25.6	7.0	0.3	39.4	21.8	5.9
バター脂	25.2	9.2	25.6	29.5	3.6	7.2
牛脂	29.2	21.0	3.4	41.1	1.8	3.5
植物性						
トウモロコシ	8.1	2.5	0.1	30.1	56.3	2.9
落花生	6.3	4.9	5.9	61.1	21.8	-
棉実	23.4	1.1	2.7	22.9	47.8	2.1
大豆	9.8	2.4	1.2	28.9	50.7	7.0
オリーブ	10.0	3.3	0.6	77.5	8.6	-
ヤシ (ココナツ)	10.5	2.3	78.4	7.5	0	1.3

*米国 National Research Council

**内藤周幸 1967

オリーブオイルを多く摂取する地中海地方において、心臓病が少ないという疫学調査結果が報告されている (Lorgeril et al., 1994; Keys et al., 1986)。これは、イタリアやギリシャを始めとする地中海沿岸の諸国における食事では、オリーブ油を日常的に多く使用しているにもかかわらず、心臓病が少ないことを検証した報告である。また、心筋でオレイン酸を優先的に取り込むことも報告されている (Rothlin and Bing, 1961)。さらにオレイン酸は、ヒトを対象に HDL-コレステロールを低下させずに、LDL-コレステロールを減少させる (Mattson & Grundy, 1985)。また、LDL の酸化は、動脈硬化が進行する要因となっている。オレイン酸の摂取は、リノール酸摂取に比べ LDL 酸化を抑制することが報告されている (Reaven et al., 1991)。このように体内で合成できない必須脂肪酸の摂取が必要であ

ることとともに、一方で健康づくりに関連する油の選択的摂取が重要である。

オリーブ油の最大の特徴は、その脂肪酸組成にあるといえるだろう。その脂肪酸組成の特徴は、オレイン酸がおおよそ7割と特定の脂肪酸が際立って多い点である（表2）。また、調理を実施する際の油脂の課題の一つに酸化があげられるが、オリーブ油は比較的酸化しにくい油脂である。

わが国では、オリーブは瀬戸内海沿岸に立地する香川県が産地である。先に述べた健康志向などによりわが国では高価であったオリーブ油も他の油と同様に選択可能な価格帯になってきた。これまで述べてきたように、油脂の摂取は日常的に摂取しているものの脂肪酸組成を反映し、このことを介して代謝に影響する可能性がある。いうまでもなく、異なる脂質の熱量（Kcal）は同量で同じである。このため、特に健康づくりの観点では、オレイン酸など消費する油脂の脂肪酸組成に注目し、消費行動に関連づけることが重要である。

本稿では、摂取脂肪の脂肪酸組成がヒトの健康づくりに作用する観点から特にオレイン酸に着目して述べてきた。さらに、脂肪酸とカルニチンやCPT Iとの関連も追求し脂質代謝について検討をすすめていきたい。

参考文献

- 有山 恒（編）（1974）. 食物の機能と生態, 84, 東京同文書院（東京）.
- Costell M, O'Connor JE and Grisolia S (1989). Age-dependent decrease of carnitine content in muscle of mice and humans. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 161(3), 1135-1143.
- de Lorgeril M, Renaud S, Mamelle N, Salen P, Martin J L, Monjaud I, Guidollet J, Toubou P, Delaye J (1994). Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. *Lancet*, 343, 1454-1459.
- Dohm G L, Tapscott E B, Barakat H A, Kasperek G J (1983). Influence of fasting on glycogen depletion in rats during exercise. *J Appl Physiol*, 55(3), 830-833.
- Keys A, Menotti A, Karvonen M J, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Djordjevic B S, Dontas A S, Fldanza F, Keys M H, Kromhout D, Nedeljkovic S, Punsar S, Seccareccia F, and Toshima H (1986). The diet and 15-year death rate in the seven countries study. *Am J Epidemiol*, 124, 903-15.
- Mattson F H & Grundy S M (1985). Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J Lipid Res*, 26, 194-202.
- McMillin JB, Taffet GE, Taegtmeier H, Hudson EK and Tate CA (1993). Mitochondrial metabolism and substrate competition in the aging Fischer rat heart. *Cardiovascular Research*, 27(12), 2222-2228.
- 内藤博（1986）. 栄養生化学. pp.23, 裳華房, 東京.
- 永田純一（2012）. 健康食品におけるカルニチンの基礎-測定, 生化学, 生理学的役割について-. *生物試料分析*, 35 (4), 275-280.
- Ney D M, Lasekan J B, Spennetta T, Grahn M and Shrago E (1989). *Lipids*, 24, 233.
- 奥 常之他（2010）. 栄養素の構造と機能. In: 柴田克己他編, 基礎栄養学 改訂第3版, 南江堂, 東京 pp.17-35.
- Owen L and Sunram-Lea SI (2011). Metabolic agents that enhance ATP can improve cognitive functioning: a review of the evidence for glucose, oxygen, pyruvate, creatine, and L-carnitine. *Nutrients*, 3(8), 735-755.
- Rennie, M.J., Winder, W.W. and Holloszy, J.O. (1976). A sparing effect of increased plasma fatty acids on muscle and liver glycogen content In the exercising rat. *Biochem J*, 156, 647-655.
- Reaven P, Parthasarathy S, Grasse B J, Miller E, Almazan F, Mattson F H, Khoo J C, Steinberg D and Witzum J L (1991). Feasibility of using an oleate-Rich diet to reduce the susceptibility of low-density lipoprotein to oxidative modification in humans. *Am J Clin Nutr*, 54(4), 701-706.
- Rothlin, M.E. and Bing, R.J. (1961). Extraction and release of individual free fatty acids by the heart and fat depots, *J Clin In-*

vest, 40, 1380-1386.

下村吉治 (2010). スポーツと健康の栄養学第3版. NAP, pp119 東京.

屋代正範, 木村公喜 (1992). トリオレイン摂取マウスの血清エネルギー基質レベル及び組織グリコーゲンに及ぼす絶食負荷の影響. 日本体力医学会第48回大会, 山形, pp661.

屋代正範, 木村公喜, 屋代彰子 (1990). ヒト血中エネルギー基質及びホルモンレベルからみたオリーブ油ならびにコーン油摂取の持久力発現効果に及ぼす影響. 日本体力医学会第45回大会, 福岡市, pp844.

屋代正範, 湊 美勝 (1991). 食餌脂肪のマウス血清エネルギー基質レベルおよび肝グリコーゲン量に及ぼす運動または絶食時の影響. 日本栄養・食糧学会誌 Vol.44(4), 267-272.

屋代正範, 轟 孝史 (2011). 食事脂肪源としてのオリーブ油のレベルが運動時の脂肪酸代謝関連酵素活性に及ぼす影響. 福岡教育大学紀要, 60(5), 133-142.