

適切なたんぱく質・脂質・糖質比率についての一考察 : レビューのレビュー

A Review of Reviews of Acceptable Macronutrient Distribution Range

柳 元和

Motokazu Yanagi

糖質制限ダイエットなるものが急速に広がり、栄養教育の現場に多大な混乱をもたらしている。しかし文献的には糖質制限食による減量効果や血糖コントロール改善効果について多数のエビデンスがあり、短期的効果については議論の余地が無いように思われる。現時点で議論の焦点は、その長期的コンプライアンスやアウトカム評価（体重減少が維持できるのか、生活習慣病による死亡を本当に減らせるのかなど）に移っていると考えられる。残念ながら日本においてアウトカム指標を明確にした糖質制限食の効果についての報告は見られない。長期的観察に適した食事調査法の開発とランダム化比較試験の実施が喫緊の課題である。

はじめに

糖質制限ダイエットを巡る栄養教育現場の混乱には心痛むものがある。その原因の一つは「日本人の食事摂取基準」（2010年版, <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/sessyu-kijun.html>）にあると思われる。そこには次のように記載されている。

「2-3.成人・小児（目標量）

1歳以上について、推定エネルギー必要量（身体活動レベル:レベルII [ふつう]）を摂取していると仮定し、脂質を目標量の範囲で摂取し、たんぱく質を推奨量だけ摂取すると仮定した場合の炭水化物摂取量を性及び年齢階級別に算出すると、60～72%エネルギー（%E）の範囲になる。」

「2-2.生活習慣病との関連

高炭水化物摂取が高中性脂肪血症に関連していることが知られている。高中性脂肪血症は循環器疾患の危険因子のひとつであり、メタボリックシンドロームの診断基準項目のひとつでもある。したがって、炭水化物の過剰摂取には注意すべきであるが、それについての根拠は十分ではない。」つまり實際上、糖質（炭水化物）摂取について、エネルギー比率上限値は70%より上にあるかのような記載になっている。これは本当だろうか?そこでUS National Library of Medicineの提供する医学データベースPubMedを使い、“carbohydrate cholesterol”をキーワードにしてフリーで入手できるレビュー記事の検索を試みた。276件がヒットしたが、その中からいくつかの文献を選んで紹介しながら、糖質制限食の実態について考察し、今後の見通しを明らかにしたいと考える。

糖質エネルギー比率と生化学的指標

Knuiman (1987) らの報告¹⁾によると、20カ国から、それぞれ109名～133名の男児(7-9歳)を分析した結果、糖質エネルギー比率(%)と血清HDLコレステロール値は、国毎の分析で有意の負相関($r = -0.99$, $n = 5$)を示し、国別個人の分析では $r = -0.26 \sim 0.04$ を示した。Grundy (1990) らのレビュー²⁾によると、低脂質・高糖質食は血清トリグリセリドを有意に上昇させるという報告が複数あるとしている。また飽和脂肪酸または一価不飽和脂肪酸を糖質に置き換えると血清HDLコレステロールが有意に低下するという報告が複数あるとしている。Katan (1997) は低脂質・高糖質食についてのレビュー³⁾で、LDLは低下するがHDLも低下すること、VLDLはむしろ上昇することを問題視している。また減量効果も余り良くなく、むしろ不飽和脂肪酸を多く含む脂質の摂取が重要ではないかとしている。

上記のような研究の歴史を踏まえて、現時点での総括的文書が存在する。Hauner (2012) らは既存の文献を徹底して調査し、ガイドライン⁴⁾を作り上げた。その際、最もエビデンスのレベルが高いとされたのはランダム化比較試験のメタ・アナリシスなので、当然コクラン共同計画(The Cochrane Collaboration, <http://www.cochrane.org/>)によるシステマティック・レビューもチェックされている。そして検討した課題についてエビデンスのレベルが一目で分かるように記述されている。たとえば、

「入手可能な成人に関するコホート研究と介入研究は、主として砂糖添加清涼飲料水の消費量に比例して肥満のリスクが増大することを示している。したがって関連するエビデンスからは、**たぶんそうである**と言える。」

のようにである。ちなみに脂質・たんぱく質に代えて高糖質摂取をすると血漿総コレステロールとLDLコレステロールが低下するのは「**確実である**」と記されている。

また米国の食事摂取基準(Dietary Reference Intake, DRI)の解説書日本語訳⁵⁾(田中ら、2010)には次のような記述がある。

「…過剰なエネルギーは排泄されず、最終的に体脂肪の形で蓄積されるので、推奨量の考えはエネルギーには当てはまらない。…人の体重が習慣的なエネルギー摂取量の過不足の簡便な指標となる」

と断った上で、

「高脂肪摂取と比較して、低脂肪・高炭水化物食の摂取は、アテローム誘発性リポ蛋白表現型と呼ばれるリポ蛋白パターンを引き起こす。…一方、脂肪摂取量が多いと、その多くの人びとは、エネルギー摂取量がさらに多くなり、そのため一層体重が増える。」

としている。つまり肥満の予防に低脂質・高糖質食は役に立つかもしれないが、いったん肥満になってしまった人々が、体重変化をチェックせず、高糖質食を漫然と続けることは正当化されないと解釈できる。その点を考慮してのことと思われるが、DRIでは

「成人は、総エネルギーの45～65%を炭水化物から…摂取すべきである。」
というように、許容範囲を大きめにとっている。

また日本語のレビュー⁶⁾としては、多田(2007)が次のように述べている。

「摂取エネルギー制限食において、炭水化物の理想的摂取割合を55~60%とすることが、メタボリックシンドロームの食事療法としての妥当性を支持するエビデンスは見当たらない。」

「前述のFosterらの成績や低炭水化物食が高炭水化物食より血圧を低下するという他の報告も含め、これらの結果はメタボリックシンドロームの食事療法では脂質の内容を考慮しながらも、

むしろ脂質より炭水化物の摂取割合を減らすことが妥当であることを示しており…」

ゆえに、メタボリックシンドロームの指導マニュアルには、既に低糖質食の有用性が言及されていたと理解すべきである。

グリセミック・インデックス (Glycemic Index, GI)

GIとは、同量の糖質を含む標準食に比して被験食がどれだけ血糖の変化をもたらすかという指標である。初期にはブドウ糖が標準食として用いられていたが、最近では精白パンなどが用いられる。

Jenkins (2002) らはGIに関するレビュー⁷⁾で、低GI食は、健康人の尿中Cペプチドを減少させ、糖尿病患者の血糖コントロールを改善し、高脂血症患者の血清脂質を低下させるとしている。また糖尿病発症率に関するコホート研究を3つ紹介し、高齢者での研究ではGIとの関連を認めなかったが、壮年者ではGIが低い群ほど糖尿病発症率が低いという結果であった。

Anderson (2004) らは、糖尿病患者に対する糖質と食物繊維の推奨量についてのレビュー⁸⁾で、多くの西洋諸国が糖質エネルギー比率推奨量を45～60%にしているのに対し、インドは65%より大、日本は60% (55～65%と解釈) となっていることを紹介している。その上でGIが低いと空腹時血糖が有意に低下するというメタ・アナリシスを示している。また食物繊維の摂取量が多い群に食後高血糖が少なく、LDLコレステロールも低下するというメタ・アナリシスを示している。

糖質制限食

糖質制限食には、かなりの種類がある。軽度の糖質制限食はDRIの提唱する糖質エネルギー比率の下限値45%程度に相当する。この程度の制限であれば長期間続けることは比較的容易であろう。なぜなら少なからぬ欧米人が日常的に実行している値だからである。最も極端な治療食としては、超低糖質食 (very low-carbohydrate diets, VLCD) が存在し、恣意的基準 (arbitrary level) として⁹⁾ 糖質エネルギー比率10%未満 (糖質50g未満) が用いられる。なお、この応用型治療食として、小児てんかん治療に用いられるケトン食¹⁰⁾ (丸山ら、2010) がある。

Volek (2005) らのレビュー⁹⁾によると、VLCDは魚油のサプリメントと併用すると血清トリグリセリドが著明に減少するとしている。VLCDのコンプライアンスは余り良くないが、それでも血清脂質に与える影響は確かなようである。血清総コレステロール、LDLコレステロール、HDLコレステロールは上昇し、トリグリセリドは低下する。またVolekらは低脂質・高糖質食の欠点は高トリグリセリド血症を起こすことであり、メタボリックシンドロームの治療上、無視できない問題であると考察している。

Lichtenstein (2006) のレビュー¹¹⁾によると、低糖質食による減量効果は、6ヵ月の時点では明らかだったが、12ヵ月の時点では維持できていなかった。しかしながら血漿トリグリセリド値の低下は12ヵ月後も継続していた。総じて効果は認められるものの個人差が大きく、どのような食事を続けるべきかを個別に判断するべきであると考察している。

糖質制限食の有害作用についてであるが、これは研究途上である。参考になるのは前出のケトン食¹⁰⁾で、よく知られているものに食欲不振、嘔吐がある。また動脈硬化の促進が懸念されている。まれなものとしてケトン性低血糖症や栄養不良があげられる。また1型糖尿病には禁忌と

考えられる。

たんぱく質の位置

Layman (2008) らの心疾患や2型糖尿病 (T2D) における、たんぱく質エネルギー比率に関するレビュー¹²⁾によると、高たんぱく食は西洋型食として危険視されていたが、最近の研究では高たんぱく食の方が心疾患のリスクが小さいとされている。おそらく過去の研究は現代生活にかかわる危険因子と、たんぱく質摂取量が交絡していたのであろう。過去に推奨されていたT2Dに対する低脂質・高糖質食は大幅な見直しを迫られている。たんぱく質・糖質・脂質比率をそれぞれ約30%、40%、30%に調整した臨床試験では、有意な血清トリグリセリド減少(ベースラインから20%～55%の減)を報告している。また低糖質・高脂質食群に比して低糖質・高たんぱく食群はLDLコレステロールが有意に低かった。さらに高たんぱく食は血圧を有意に低下させる。ただし、そのメカニズムは解明されていない。2004年には米国糖尿病学会、北米肥満学会、米国臨床栄養学会が合同で、T2Dの患者に対する低糖質食は低脂質食に優るというレビューを出している。

ところで日本人の平均的たんぱく質摂取量推定値であるが、NIPPON DATA 90研究¹³⁾(Watanabeら、2010)によると、40-49歳男性でBMI 23.5±2.9に対し、たんぱく質93.1±18.1 g、40-49歳女性でBMI 22.8±3.1に対し、たんぱく質78.2±15.3 gであった。1000 kcal当りに換算すると男性38.8±4.6 g、女性39.9±4.8 gとなり、たんぱく質エネルギー比率は男女それぞれ15.5%、16.0%となる。日本人の食事摂取基準に記載されている、たんぱく質の推定平均必要量(g/kg 体重/日)は0.72であるから、実際の摂取量とは大きな乖離があることを念頭に栄養教育を進める必要がある。

食事調査法の限界性と方向性

糖質制限食の長期効果を確認するためには長期間にわたる食事調査が不可欠である。現時点で最も精密な調査方法は食事記録法や24時間思い出し法であるが、被験者、験者ともに相当の負担がかかり、何度も繰り返すのは困難を極める。一方で疫学調査によく用いられている食物摂取頻度調査法は、被験者が平均的な摂取量を思い浮かべて回答するので、食事内容の変化を捉えるには適していない。

Frost (1999) ら¹⁴⁾は血清脂質の変化と栄養素摂取量の関連を検討するに当たり、7日間食事日記法を採用している。家と出先の2ヵ所に記録簿を置き、指示された方法にしたがって全ての食品と飲料を記入し、与えた上皿秤で重量を記録させている。

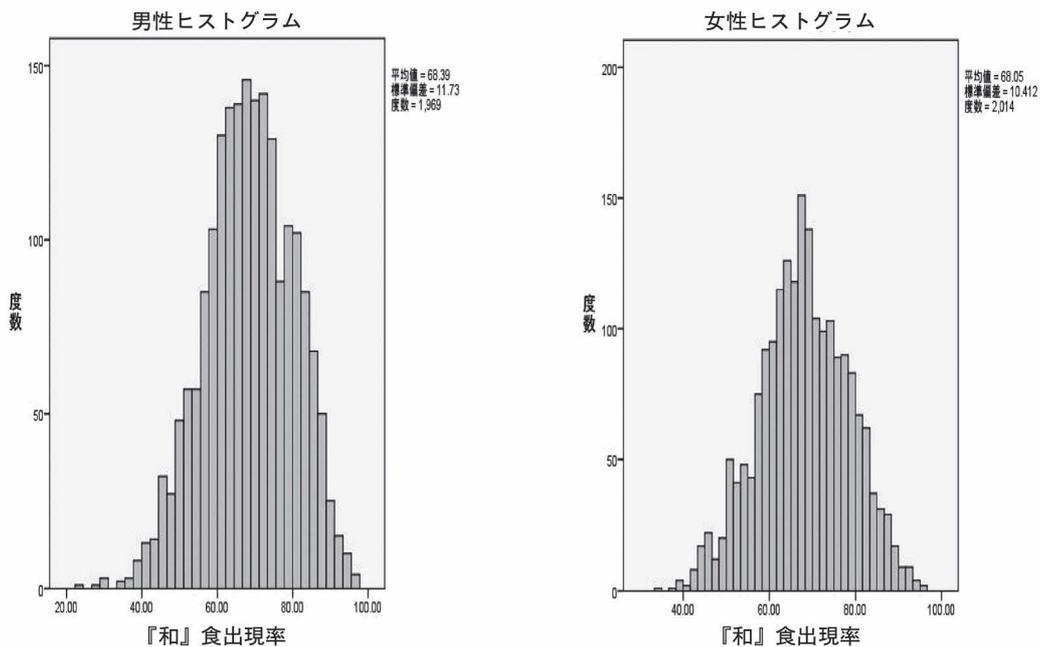
筆者とその共同研究者は、料理単位の日記法による食事調査を開発中である。被験者には料理名と食べたおおよその量だけを記録してもらい重量測定は課さない。地域住民を対象に実施したところ回収率は90%を超えるものとなった。本法を用いて回収されたデータに料理コードを振り、料理コード毎の出現率(%)を計算して、生化学的検査との関連を検討した(柳ら、2012)¹⁵⁾。

対象は2007年に開始したコホート調査、藤原京スタディ(対象地域:奈良市、天理市、大和郡山市、橿原市、香芝市)の参加者で、自立した65歳以上の高齢者3983名である。コーディングは、和・洋・中・その他の『文化相』、焼く・煮るなどの『調理相』と料理を構成する『主材相』の3相構造とした。『主材相』は、その料理を特徴付ける材料と定義したが、コーディングに当っ

ては栄養士の経験的知識に依存した。その際、過去の国民栄養調査（現、国民健康栄養調査）で利用されてきた分類法に準じた。具体的には、めし類・パン類・めん類・他の穀物・いも類・砂糖及び甘味料・豆類・種実類・野菜類・果実類・きのこ類・藻類・魚介類・肉類・卵類・乳類・油脂類・菓子類・嗜好飲料の19種を使用した。

分析方法は、1名あたり7日間分の食事と間食で摂取した料理と飲食品の情報から、1週間当たりの各『相』出現率を算出し、『和』食の出現率の説明変数として『主材相』の出現割合を採用し回帰分析を行った。また『和』食と生化学検査の相関分析を行った。分析にはSPSS Statistics ver.19を使用した。

『和』食出現率平均値は、男性68.4±11.7%、女性68.1±10.4%であった（図参照）。



『和』食と『主材相』の回帰分析の結果、『和』食出現率の有意な説明変数として、男性では、パン類 -1.21、めし類 0.82、魚介類 0.64、海藻類0.64、乳類 -0.50、豆類0.44など、女性では、パン類 -1.02、めし類 0.91、海藻類0.77、その他穀物0.75、魚介類 0.70、果実類0.51、豆類0.49、乳類 -0.47などが抽出された。

『和』食と生化学検査の相関分析の結果、男女とも血清総コレステロール値と有意な負相関を示した。また女性ではHDLコレステロール値とも有意な負相関を示した。男性ではASTと有意な正相関を示した（表参照）。

		Spearman の 順位相関係数	A S T	A L T	総コレステ ロール	HDLコレス テロール	尿 酸
『和』 食 出 現 率	男	相関係数	.183	.099	-.129	-.040	.067
	1968名	有意確率 (両側)	.000	.000	.000	.075	.003
		女	相関係数	.070	.010	-.074	-.121
	2001名	有意確率 (両側)	.002	.659	.001	.000	.000

結論として、主材相に着目した食事調査法は、和・洋・中など食事摂取パターンの数量化に活用できる可能性が示唆された。『和』食出現率と血清総コレステロール値等との関連については

今後も追跡して行く価値があり、糖質摂取量との関連が予想される。また『和』食の数量化は、栄養教育上のツールとなる可能性がある。今後、本法がランダム化比較試験での食事調査に活用できることが期待される。

謝 辞

本研究の実施に当たり、帝塚山学園より2010年度、2011年度、特別研究費の助成を受けた。また一部英国での資料入手に当たっては、帝塚山学園より2011年度海外研究員派遣の助成を受けた。ここに記して感謝の意を表する。

文 献

- 1) Knuiiman JT, West CE, Katan MB, Hautvast JG.: Total cholesterol and high density lipoprotein cholesterol levels in populations differing in fat and carbohydrate intake. *Arteriosclerosis*. 1987;7 (6) :612-9.
- 2) Grundy SM, Denke MA.: Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *J Lipid Res*. 1990;31 (7) :1149-72.
- 3) Katan MB.: High-oil compared with low-fat, high-carbohydrate diets in the prevention of ischemic heart disease. *Am J Clin Nutr*. 1997;66 (4 Suppl) :974S-979S.
- 4) Hauner H, Bechthold A, Boeing H, Bronstrup A, Buyken A, Leschik-Bonnet E, Linseisen J, Schulze M, Strohm D, Wolfram G; German Nutrition Society.: Evidence-based guideline of the German Nutrition Society: carbohydrate intake and prevention of nutrition-related diseases. *Ann Nutr Metab*. 2012;60 Suppl 1:1-58. Epub 2012.
- 5) 田中平三, 徳留信寛 監訳:よくわかる食事摂取基準 DRIエッセンシャルガイド. 医歯薬出版, 東京, 2010.
- 6) 多田紀夫: 食事療法の実際. メタボリックシンドロームup to date. 日本医師会雑誌. 2007;136(特別号1): S200-S204.
- 7) Jenkins DJ, Kendall CW, Augustin LS, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, Jenkins AL, Axelsen M.: Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr*. 2002 ; 76 (1) : 266S-73S.
- 8) Anderson JW, Randles KM, Kendall CW, Jenkins DJ.: Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence. *J Am Coll Nutr*. 2004;23 (1) :5-17.
- 9) Volek JS, Sharman MJ, Forsythe CE.: Modification of lipoproteins by very low-carbohydrate diets. *J Nutr*. 2005;135 (6) : 1339-42.
- 10) 丸山博 編: ケトン食の本. 第一出版, 東京, 2010.
- 11) Lichtenstein AH.: Thematic review series: patient-oriented research. Dietary fat, carbohydrate, and protein: effects on plasma lipoprotein patterns. *J Lipid Res*. 2006;47 (8) : 1661-7. Epub 2006.
- 12) Layman DK, Clifton P, Gannon MC, Krauss RM, Nuttall FQ.: Protein in optimal health: heart disease and type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr*. 2008;87 (5) : 1571S-1575S.
- 13) Watanabe M, Higashiyama A, Kokubo Y, Ono Y, Okayama A, Okamura T: Protein Intakes and Serum Albumin Levels in a Japanese General Population: NIPPON DATA90. *J Epidemiology* 2010;20 (Suppl. III) :S531-S536.
- 14) Frost G, Leeds AA, Doré CJ, Madeiros S, Brading S, Dornhorst A.: Glycaemic index as a determinant of serum HDL-cholesterol concentration. *Lancet*. 1999;353 (9158) :1045-8.
- 15) 柳 元和, 天野 信子, 兼重 和子, 福岡 明美, 島田 豊治: 高齢者における食の「和」の割合と食材・生化学的指標との関連について—藤原京スタディから—. *栄養学雑誌*. 2012 ; 70 (5 Suppl) : S257.