

## 高齢者における適正たんぱく質摂取量についての一考察

### A Review of Acceptable Protein Intake for the Elderly

柳 元和

Motokazu Yanagi

日本人の食事摂取基準（2010年版）では、たんぱく質の推奨量について、体重あたりの量が示されているに過ぎず、日常食での留意点について具体的な議論が欠けているように思われる。そのため高齢者の日常食におけるたんぱく質の推奨量について、少なからぬ混乱が生じている。すなわち体重あたりの摂取量を優先するのか、それとも摂取エネルギーを優先してたんぱく質の量を決めるのか、たんぱく質・脂質・糖質（PFC）比率を重視すべきかなどの諸点が整理されているとは言いがたい。これらの混乱の一因は推定エネルギー必要量算定方法のあいまいさにもあると考える。今後、献立作成に当たっては、たんぱく質必要量からだけでなく、栄養密度、すなわち、たんぱく質エネルギー比率にも最大限の注意が払われるべきである。またハリス・ベネディクト推定式日本人版の開発も重要な検討課題である。いずれにしても、患者・クライアントのQOLを改善することが最終目的であることを明確にするべきである。

#### はじめに

「日本人の食事摂取基準（2010年版、<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/05/dl/s0529-4f.pdf>）」（以下、食事摂取基準）では、たんぱく質の推奨量について、

$$\begin{aligned}\text{推定平均必要量 (g/kg体重/日)} &= \text{窒素平衡維持量 (g/kg体重/日)} \div \text{消化率} \\ &= 0.65 \div 0.90 = 0.72\end{aligned}$$

$$\text{推定平均必要量 (g/日)} = \text{推定平均必要量 (g/kg体重/日)} \times \text{基準体重 (kg)}$$

$$\text{推奨量 (g/日)} = \text{推定平均必要量 (g/日)} \times \text{推奨量算定係数}$$

と記載されているが、これは窒素出納実験から得られた結果を重視した考え方である。しかしながら実際の献立作成に当たっては、推定エネルギー必要量を算出してから、たんぱく質・脂質・糖質（PFC）比率を考慮しながら細部を決定していくことも多いであろう。したがって個人差の大きい集団にあっては、たんぱく質推奨量を考慮しながら、限られた料理で給食を提供することは、本当に至難の業である。そこで本稿では、食事摂取基準やアメリカ科学アカデミーによる食事摂取基準エッセンシャルガイド<sup>1)</sup>の記述・引用文献を中心に検討を行い、主として高齢者における適正たんぱく質摂取量について、どのような考え方で臨むべきかの整理を試みた。

## 窒素平衡維持量

窒素平衡維持量については、食事摂取基準で詳述されている。「健康な成人における良質（動物性）たんぱく質の窒素平衡維持量」について15の引用文献から17の実験が示され、その幅は0.46-0.96（g/kg体重/日）、平均は0.65となっていて前出の推定式に用いられている。

この値は他のレビューでも、おおむね一致しているようである。Randら<sup>2)</sup>はMEDLINEの検索によって得られた27研究から抽出した健康成人の出納実験45から、窒素必要量中央値を104.6mgN・kg<sup>-1</sup>・日<sup>-1</sup>と報告している。窒素量からたんぱく質量を算出するには6.25を乗じなければならないので、推定平均必要量は0.65g良質たんぱく質/kg/日となって食事摂取基準の窒素平衡維持量と一致する。

また必要量をlog変換して得た個人間標準偏差は0.12であり、この1.96倍の値を加えると97.5パーセンタイル推定値が求まる。再変換して元に戻して得られた値は132mgN・kg<sup>-1</sup>・日<sup>-1</sup>で、これを推奨量としている。6.25を乗じると推奨量は0.83g良質たんぱく質/kg/日となり、アメリカ臨床栄養学会では日本の食事摂取基準とは少し異なる考え方をしていることが分かる。

Randらの報告で注目すべきは、気候や年齢、性、たんぱく質源で窒素平衡維持量に違いがあるか検討したが、彼らのメタ・アナリシスの結果からは必要量の差を見出せなかったと報告している点である。ただし女性の必要量は男性よりも少ない可能性は否定できない。また高齢者においては、必要エネルギー量が減少するので、適切なたんぱく質エネルギー比率が上昇することに注意すべきだとしている。

## 耐容上限量

薬物と異なり、食事は満腹になったら摂取は止まるので、日常生活で急性たんぱく質過剰摂取が問題になることは、おそらく無いであろう。食事摂取基準にも「たんぱく質の耐容上限量を策定しうる明確な根拠となる報告は十分には見当たらない。」と記載されている。しかし大量のたんぱく質を摂取し続けると、身体に異常を来す例は複数報告されている。食事摂取基準にも1.9～2.2g/kg体重/日のたんぱく質摂取による「インスリンの感受性低下、酸・シュウ酸塩・カルシウムの尿排泄増加、糸球体ろ過量の増加、骨吸収の増加、血漿グルタミン濃度の低下などの好ましくない代謝変化」（MetgesとBarth<sup>3)</sup>）が紹介されている。そして、たんぱく質摂取量は2.0g/kg体重/日未満に留めるのが適当としている。

ところで日本人の平均的たんぱく質摂取量の推定値であるが、NIPPONDATA90研究<sup>4)</sup>によると、40-49歳男性でBMI23.5±2.9に対し、たんぱく質93.1±18.1g、40-49歳女性でBMI22.8±3.1に対し、たんぱく質78.2±15.3gであった。1000kcal当りに換算すると男性38.8±4.6g、女性39.9±4.8g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。したがって日本において2.0g/kg体重/日以上なたんぱく質摂取は、特殊なスポーツ栄養や経静脈栄養等で見出せないと思われる。ただしMetgesとBarthの報告にある高たんぱく質摂取群は動物性脂肪を同時に多く摂取している人々であり、糖質を極端に減らし肉食を中心とするような生活（糖質制限食など）を送っている人々には注意を促すべきである。また日系アメリカ人2世では2型糖尿病の頻度が高かった<sup>5)</sup>との報告がある。



## 成人での重篤な栄養不良

手術や外傷、火傷などに伴う中心静脈栄養においては、人工的な高エネルギー・高たんぱくの補給が可能である。しかしその効果を巡っては様々な議論が積み重ねられてきた。

1970年にKinneyら<sup>6)</sup>は外傷後患者の身体組成変化を観察し、平均約6%の体重減少のうち75-90%は脂肪の減少によるもので、残りがたんぱく質によるものであると報告している。またエネルギー消費量と体重減少は必ずしも相関せず、エネルギー消費量のうち、たんぱく質が占める割合は12%から高々22%であるとしている。そして術後に起こる体たんぱく質の減少はエネルギー補給が主目的とは思えないと考察している。これらの変化はグルコースの増量によって容易に改善せず「外傷性糖尿病 traumatic diabetes または diabetes of injury」と呼ぶ状態が惹起される。インスリン抵抗性が改善されない限り、単純にグルコースを補給しても非ケトン性高浸透圧性昏睡の原因となりうる。

1980年にAskanaziら<sup>7)</sup>はクローン病や急性膵炎、腸閉塞、膿瘍などで消耗している患者について安静時エネルギー消費量、呼吸商などを測定し、代謝低下群、代謝亢進群の2群に分けて報告している。代謝低下群は体重が減少し食欲も低下しており、グルコースと10%アミノ酸溶液の補給（平均して安静時エネルギー消費量の1.5倍のエネルギー補給）で体脂肪の分解は抑制された。しかし代謝亢進群（骨盤骨折や膿瘍など）では体脂肪の分解を抑制することはできず、グルコースの利用も進まなかった。その一因はインスリン抵抗性の増大によるものであろうと考察している。

1998年にCollinsら<sup>8)</sup>は内戦状態にあるソマリアの都市バイドアで重度栄養不良の人々に提供した栄養補給法の検討結果を報告している。ランダム化比較試験は実施できなかったため、症例シリーズ報告の形をとっている。栄養治療センターに収容された人々はBMIが13.5未満の人々で、食欲不振を訴えていた。これらの人々に当初はたんぱく質エネルギー比率16.4%の食事（リカバリーミルク、UNIMAX（大豆粉、油脂、砂糖の混合物）、米、豆、ビスケットからなり、平均含有たんぱく質158g/日）が与えられた。しかしながら患者の摂取量が少なく、栄養状態の改善は良くなかった。そこでミルクをスキムミルクに、UNIMAXをバナナなどに変更し、たんぱく質エネルギー比率8.5%、平均含有たんぱく質82g/日の食事に変更したところ摂取量が増加した。食欲の改善、浮腫や腹水の軽減が多く認められ、食欲が改善した患者は高たんぱく食への移行が可能であった。この結果、高たんぱく食から開始した群に比して低たんぱく食から開始した群の死亡率は2割以上減少した。この傾向はクワシオルコルなど浮腫のある者に顕著で、マラスムスでは有意でなかった。著者らはクワシオルコルでは肝機能異常が生じており、たんぱく質を代謝する力が落ちているため、急激な負荷に耐えられないのではないかと考察している。

これらの報告から、栄養状態を改善しようとする際には、患者・クライアントの身体機能を慎重に総合的に判断し、緩やかにかつ適切に変更を加えて行くべきであると言えることができる。

## 基礎エネルギー消費量の推定

食事摂取基準では基礎代謝基準値を用いて、次式からエネルギー必要量を推定する。

推定エネルギー必要量（kcal/日）＝基礎代謝量（kcal/日）×身体活動レベル

しかしながら、この方法では臨床栄養の場で主として用いられているハリス・ベネディクトの推定式（以下、H-B式）と食い違いが生じる。H-B式は米国人を対象に作成されたものであり、日本人に当てはめると推定値が大きすぎる可能性があると言われている。それでも臨床現場で多用されているのは、個人のエネルギー必要量推定に当たって誤差が少ないからであろう。誤差が少ない理由は、実測値を基にした推定式だからである。

男性の場合、基礎代謝基準値で直線回帰を用いてもH-B式を用いても大きな差はない（図1）。ただしH-B式ではBMIが大幅に異なっても誤差の少ない推定が可能である。また基礎代謝基準値を用いる方法では全般的に高めの推定値となってしまうことも判る。

図 1. 基礎エネルギー消費量推定値（男性 69 歳の場合）

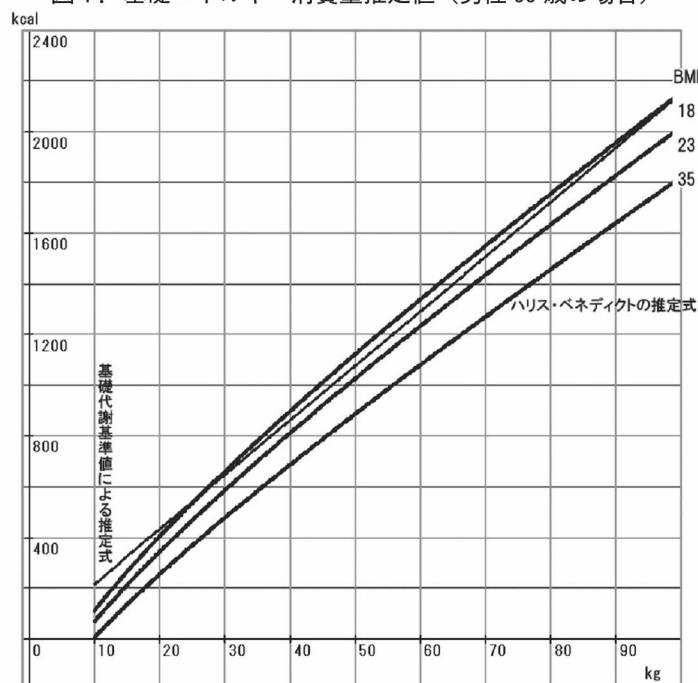
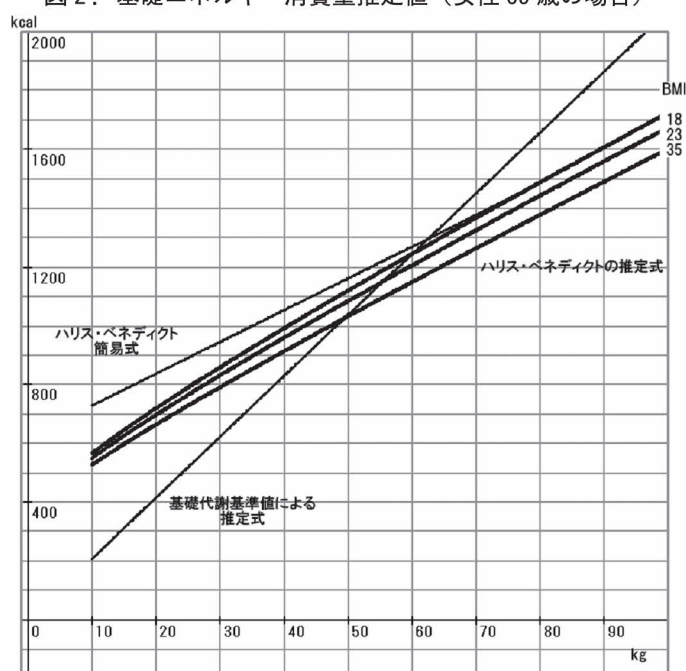


図 2. 基礎エネルギー消費量推定値（女性 69 歳の場合）



一方、女性では、基礎代謝基準値を用い原点を通る回帰直線を描くと、H-B式と大きなずれを生じることが判る（図2）。女性では体脂肪率が高く、基礎エネルギー消費量は体表面積に比例するので、体重を用いた推定曲線は原点を通らないのが実際の姿である。ところが原点を通る回帰式を用いると、体重の軽い人々ではエネルギー予測値が低く、体重の重い人々では予測値が高く出てしまう。これは適正なたんぱく質エネルギー比率を考えるとときに大きな妨げとなる。したがって、たんぱく質エネルギー比率を検討する際には、食事摂取基準の提唱する基礎代謝基準値は使うべきでない。H-B式か、あるいは、その日本人向け簡易式（ $10.8 \times \text{体重 (kg)} + 620$ ；以下、H-B簡易式）を用いるべきである。米国では引き続きH-B式の改訂が試みられているようである<sup>9)</sup>が、日本でも実測値に基づく推定式の検討が行われるべきであろう。

### たんぱく質エネルギー比率から見た推定たんぱく質必要量

DRIエッセンシャルガイド<sup>1)</sup>には「たんぱく質の推奨量はエネルギーの約10%である。」とし記載されていないが、肉食を主体としない日本人にあって、この点は検討を要すると思われる。そこで、どの程度のたんぱく質エネルギー比率であれば、窒素平衡維持量ないし必要量を満たしているのかを検討するために表1を算出した。その際、先に述べた理由から、男性では基礎代謝基準値を用いた回帰式を、女性ではH-B簡易式を用いた。

男性の場合、原点を通る直線回帰であるので計算結果は単純で、体重の影響を受けない。仮に、たんぱく質摂取量を1.0g/kgに設定すると、身体活動レベル1.5（運動習慣なし）の時、たんぱく質エネルギー比率は0.124（12.4%）となり、平均的な日本人の摂取量内<sup>4)</sup>に収まることが判る。しかしながら、ほとんどベッド上の生活をしているような場合には身体活動レベルが1に近づくため、1.0g/kgのたんぱく質摂取量で、たんぱく質エネルギー比率は0.186程度に上昇する。0.8g/kgのたんぱく質摂取量でも、たんぱく質エネルギー比率は0.149程度となり、運動量に係わりなく健康人並の比率が必要であることになる。

表1. たんぱく質エネルギー比率の概算

体重 (kg)	身体活動レベル 1.5の時	たんぱく質摂取量 (g/kg)			基礎エネルギー 消費量	たんぱく質摂取量 (g/kg)		
		1.2	1.0	0.8		1.2	1.0	0.8
男性50歳以上								
50	1613	0.149	0.124	0.099	1075	0.223	0.186	0.149
60	1935	0.149	0.124	0.099	1290	0.223	0.186	0.149
70	2258	0.149	0.124	0.099	1505	0.223	0.186	0.149
80	2580	0.149	0.124	0.099	1720	0.223	0.186	0.149
女性50歳以上								
30	1416	0.102	0.085	0.068	944	0.153	0.127	0.102
40	1578	0.122	0.101	0.081	1052	0.183	0.152	0.122
50	1740	0.138	0.115	0.092	1160	0.207	0.172	0.138
60	1902	0.151	0.126	0.101	1268	0.227	0.189	0.151
70	2064	0.163	0.136	0.109	1376	0.244	0.203	0.163
80	2226	0.173	0.144	0.115	1484	0.259	0.216	0.173
90	2388	0.181	0.151	0.121	1592	0.271	0.226	0.181

女性の場合、推定式が原点を通らないので、たんぱく質エネルギー比率は体重の影響を受ける。体重が重いほど、たんぱく質エネルギー比率は高くなる。たとえば1.0g/kg、身体活動レベ



ル1.5の時、体重50kgならたんぱく質エネルギー比率は0.115だが、80kgなら0.144に上昇する。身体活動レベルが低下すると、この値はさらに上昇し、70kg以上の体重では0.20（20%）を超える可能性が出てくる。Rand<sup>2)</sup> やJackson<sup>10)</sup> は、この点に注意を促しているのである。一方で、たんぱく質エネルギー比率を無理に上げると患者の食欲を損なう危険性<sup>8)</sup> があることも忘れてはならない。

今後、献立作成に当たっては、必要量からだけでなく、栄養密度、すなわち、たんぱく質エネルギー比率にも最大限の注意が払われるべきであろう。そして、食欲も含め、患者・クライアントのモニタリングを行いながら、給与量の継続的調節に努めるべきである。

## 謝辞

本研究の実施に当たり、帝塚山学園より2012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) 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.
- 2) Rand WM, Pellett PL, Young VR: Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. *Am J Clin Nutr.* 2003;77 (1) :109-27.
- 3) Metges CC, Barth CA: Metabolic consequences of a high density protein intake in adulthood: assessment of the available evidence. *J Nutr* 2000; 130: 886-9.
- 4) 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.
- 5) Tsunehara CH, Leonetti DL, Fujimoto WY: Diet of second-generation Japanese-American men with and without non-insulin-dependent diabetes. *Am J Clin Nutr.* 1990;52 (4) :731-8.
- 6) Kinney JM, Duke JH Jr, Long CL, Gump FE: Tissue fuel and weight loss after injury. *J Clin Pathol Suppl (R Coll Pathol)* . 1970;4:65-72.
- 7) Askanazi J, Carpentier YA, Elwyn DH, Nordenström J, Jeevanandam M, Rosenbaum SH, Gump FE, Kinney JM: Influence of total parenteral nutrition on fuel utilization in injury and sepsis. *Ann Surg.* 1980;191 (1) :40-6.
- 8) Collins S, Myatt M, Golden B: Dietary treatment of severe malnutrition in adults. *Am J Clin Nutr.* 1998;68 (1) :193-9.
- 9) Roza AM, Shizgal HM: The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr.* 1984;40 (1) :168-82.
- 10) Jackson AA: Protein. In: Mann J, Truswell AS, eds. *Essentials of human nutrition.* Oxford, Oxford University Press, 2007:53-72.