

タンパク質摂取と健康づくり

木 村 公 喜

1. 緒 言

われわれの身体は細胞の集合体であり、この細胞はタンパク質によりなるため、食事の構成成分の中で一定量以上のタンパク質摂取が必須となる。また、身体活動やトレーニングが筋肉づくりに効果的であることがスポーツ生理学の科学として明らかとなっている。また、食事と運動のセットを追求しているのがスポーツ栄養学であり、プロテインはウェイトトレーニング後の早いタイミングで摂取するのが筋肉づくりには最適であるなど、単に摂取行動や身体活動のみの実施よりもさらに効率の良いノウハウが科学的に蓄積されている。

タンパク質はアミノ酸から構成され、生体の主要構成成分であり、他の栄養素と比較してN（窒素）を含む特徴がある。ヒトが必要とするアミノ酸は、タンパク質合成に活用される20種類が主である。またこのうち9種類（ロイシン、イソロイシン、バリン、スレオニン、トリプトファン、フェニルアラニン、メチオニン、リジン、ヒスチジン）は、体内で合成することができないため必須アミノ酸と呼ばれ、これを摂取する必要がある。栄養学では明確と成っているこの事実も、大衆の食行動に十分に落とし込まれているとはいえない。例えば、肉をタンパク質ととらえ、これを食べていても、十分に生命に必要なタンパク源とを摂取しているとは限らないということである。細胞づくりの材料であるタンパク質の摂取は、必要な種類と量を確保しなければならない。欧米などの先進国では、サルコペニア（sarcopenia）が高齢者の要介護となるリスクファクターであるため、それにかかる膨大な医療費負

担とともに大きな課題となっている¹⁾。

わが国は、島国であることから魚を生であったり、加熱したりと、タンパク源として摂取してきた。また、大豆製品が豊富にあることも食文化のひとつといえよう。ヒトの身体はタンパク質により維持されている。本稿は、この生命にとって重要な栄養素であるタンパク質と健康づくりについて最新の知見とともにまとめた。

2. 栄養素としてのタンパク質について

2010年の日本人の食事摂取基準では、一般成人の1日あたりのタンパク質推定平均必要量は、消化率を考慮すると体重1kgあたりに0.72gといわれている。また一般のものよりも筋肉量が多いアスリートにおいては、この1.5～2.0倍の摂取が推奨されている。一方で筋肉が体重に占める割合は約40%とされ、その70～80%が水分でこれ以外のほとんどが、タンパク質で構成されている。このことから解るように、筋肉づくりにはタンパク質やアミノ酸が重要な因子となる。また、筋タンパク質の合成には、この栄養素とともに筋タンパク質合成を促進する運動の関わりが重要となる。

タンパク質の摂取パターンは、通常の食事から摂る場合とは別に、サプリメントによるものをドラッグストアや家電量販店でも購入し利用することができる。このサプリメントは、「プロテイン」として一般化している。通常は粉末物を水などに溶かして飲用する。アスリートなど筋肉をよく使う者は良質のプロテインを筋肉に強い刺激（ウェイトトレーニングなど）を加えた直後に摂取することが推奨されている。

3. タンパク質と健康づくりについての先行研究

運動直後のタンパク質摂取が筋肉痛と運動障害を軽減させる効果があることが報告されている²⁾。

表1 必須アミノ酸と筋肉で分解されるアミノ酸

必須アミノ酸	筋肉で分解されるアミノ酸
ロイシン*	ロイシン*
イソロイシン*	イソロイシン*
バリン*	バリン*
スレオニン	アスパラギン酸
トリプトファン	アラニン
ヒスチジン	グルタミン酸
フェニルアラニン	
メチオニン	
リジン	

※：分岐鎖アミノ酸

食事行動により食後に体温が上昇する現象を、食事誘発性体熱産生（diet-induced thermogenesis：DIT）という。現代社会では、特に先進国において肥満対策のための食事のあり方に活用できる指標である。すなわち、無闇に食事制限することなく、きちんと食事をしながら DIT の高い食事によりエネルギー消費を促すものである。一般的にヒトの安静状態で消費される DIT 量は、摂食量のカロリーの約10%と計算できる³⁾。栄養素の中ではタンパク質が DIT が30%と、脂質の7%、炭水化物の10%と比べてその高さが抜きん出ている⁴⁾。また、タンパク質のエネルギー価は1gあたり4kcalと脂質の9kcalの半分以下である。これで分るようにタンパク質は、他の栄養素に比べてヘルシーでかつ、消費されやすいのである。

周知の通り、肥満は多くの生活習慣病のリスクファクターであるため、肥満対策は健康づくりの重要なポイントの一つとなっている。高タンパク質食摂取、すなわち食事時のタンパク質（P）と炭水化物（C）の比率（C/P）を1.5以下にすると効果的であることが報告されている^{5,6)}。近年、炭水化物摂取を極端に減量することで体重の減少を図る行動が多くみられるが、炭水化物はヒトの行動に必須のエネルギー源であるので、前述の C/P 指標を活用した献立の利用が望ましいと考える。

アミノ酸による筋タンパク質の合成は、必須アミノ酸によるがその中でも分岐鎖アミノ酸（表1）が重要と成る。特にロイシンが最も高い同化作用を

示す。このように、最新の科学的知見からサプリメントなどを有効に活用し、さらに効率よく、タンパク源摂取の恩恵を図ることが可能になってきた。

4. 体温・血流と免疫力と筋肉

身体活動は、体温を上げる作用があることは広く経験的に知られている。筋収縮により安静時の10~20倍も熱産生量が増加する。このため、陸上の投擲選手など見た目にも筋量が多いアスリートは、冬でも半袖で過ごす者も珍しくない。

木村らは、1970年~1993年までの24年間の小学4年生児童の腋窩温測定の結果、平均体温は男女ともに低下しており、起床時の腋窩温が35度台である割合が、1970年代の平均1.5%から80年代に3.3%、90年代には9.3%に増加していると報告している⁷⁾。石井は、口腔温により起床時の小学生1090人の結果として、36度未満の者が約13.3%であったと報告している⁸⁾。

通常体温には24時間周期のリズムがあり、平均すると午後2時頃に最高値、午前2時頃に最低値を示すとされている⁹⁾。

ヒトは、恒温動物である。体温はヒトが獲得した高度な免疫機能と関係しており、異物が侵入した際に体温が上昇するなどの現象として知られている。低体温症の増加は、この免疫力低下にもつながりうる。ヒトの動作は、筋収縮から成り、筋収縮により体温は劇的に増加する。一定量の筋肉を維持することは身体を暖めることを介して健康づくりに貢献すると考えられることから、その原料と成るタンパク質の適切な摂取は重要と考えられる。

5. タンパク質摂取と身体活動による効果

筋量の減少は、30歳を過ぎると年齢階級ごとに約3~5%起こり、60歳からはさらに加速することが報告されている¹⁰⁾。このことで日常生活が若い頃よりも不自由になると健康問題となる。また、筋量の低下による身体活動量

の減少は、骨粗鬆症、肥満、代謝障害のリスクファクターに成りうるため¹¹⁾、年齢に応じて維持したい因子である。

筋タンパク質の合成を図るには、タンパク質と炭水化物を同時に摂取するのが効果的であることが分っている¹²⁾。

効率的な筋タンパク質の合成は、身体活動と摂取行動の組み合わせと順番などの相互のタイミングにより成る。身体活動後のできるだけ早いタイミングで良質のタンパク質を摂取するのが、そのタイミングが遅れるよりも良い¹³⁾。

また、身体活動前にタンパク質を摂取することでも、筋タンパク質の合成を高める報告もある^{14,15)}。

運動会参加などで、久しぶりに全力疾走したり、綱引きで大きな力を発揮した後などに筋肉痛を起こすことがある。このように身体活動により筋肉がダメージを受けているケースでは、筋細胞の損傷が見込まれる。これは、運動不足の状態でエキセントリックな動作を実施した際に著しい¹⁶⁾。

多くのアミノ酸は、肝臓で分解されるのに対して筋肉で分解されるアミノ酸が6種類ある(表1)。このうちの半分は、分岐鎖アミノ酸(BCAA)と呼ばれている。分岐鎖アミノ酸の科学はまだ不明な点もあるが、筋肉の損傷の軽減などに期待されている。

一過性の有酸素運動により血管内皮機能やインスリン刺激による血管拡張、シグナリング経路の活性が有意に増加し、タンパク質代謝に対するインスリン抵抗性が有意に改善されることが報告されている¹⁷⁾。

一過性のレジスタンス運動で若年者、および高齢者の筋原繊維と骨格筋全体の筋タンパク質合成を刺激し、筋タンパク質同化を促進することが認められている¹⁸⁾。

タンパク質合成速度の増加率は運動強度に依存しており、加齢に関わらず最大筋力の60%強度が必要であることが報告されている¹⁹⁾。また、活動筋が制限された状態においては、最大筋力の20%の低強度のレジスタンス運動もタンパク質合成速度は、高強度に匹敵する程に増加する²⁰⁾。

このように、適切な強度による身体活動とタンパク質の摂取タイミングを図ることで効率よくタンパク質合成を利用し筋タンパク質を合成することを介して、健康づくりに有効に働くことが理解できる。

6. 結 語

ヒトは、代謝においてスクラップアンドビルドを生涯続けている。タンパク質の摂取は、このことにおいて必須の食行動となる。体内で分解が合成を上回ると当然、衰えとなっていく。

ヒトの生命維持には、最低限適切なタンパク質の摂取が必要である。また、身体活動とタンパク質の摂取タイミングを図ることで摂取するだけよりもさらなる効率的で効果的な影響を得ることができる。わが国には、良質なタンパク源も多い。このような伝統食材や伝統食と身体づくりとの関連も検討し広めていくことで、多くの者にとって食行動を介してヒトの健康づくりに通じていくと考えている。生命にとって必要な栄養素の適量を摂取しているかの判断は難しい。タンパク質においては、サプリメントを活用するとこの適量が定量しやすい。食事と健康づくりについてのテーマは、このように食事の内容についてだけではなく、実際に活用できる方法にまで言及していき、理論と実際を可能としたものとして普及のしやすさも追求していきたい。

参考文献

- 1) Janssen I, et al. : The healthcare costs of sarcopenia in the United States. *J Am Geriatr Soc*, 52 : 80-85, 2004.
- 2) Flakoll P, et al. : Post-exercise protein supplementation improves health and muscle soreness during basic military training in marine recruits. *J Appl Physiol*, 96 : 951-956, 2004.
- 3) LeBlanc J: Nervous and endocrine control of meal thermogenesis. In : Bray GA, et al., eds., *Diet and Obesity*, Japan Scientific Societies Press, Tokyo, pp61-69, 1988.
- 4) 鈴木正成：食事と時間. *Health Sciences*, 7 : 7-12, 1991.

- 5) Layman DK. Et al. : Dietary protein impact on glycemic control during weight loss. *J Nutr*, 134 : 968S-973S, 2004.
- 6) Layman DK. Et al. : Dietary protein and exercise have additive effect on body composition during weight loss in adult women. *J Nutr*, 135 : 1903-1919, 2005.
- 7) Nishijima Y, Ikeda T, Takamatsu M, Kiso Y, Shibata H, Fushiki T, Moritani T Influence of caffeine ingestion on autonomic nervous activity during endurance exercise in humans. 87 : 475-480, 2002.
- 8) 木村慶子, 南里清一郎, 米山造志, 井手義顕, 玄葉道子, 齋藤郁夫, 中川真弥, 松尾宣武 : 児童の体温に関する研究-24年間の比較-. 慶應保健研究, 15, 81-88, 1997.
- 9) 石井好二郎 : 口腔温による小児の体温の検討-小児の低体温問題-. 日生気誌, 39, 25-30, 2002.
- 10) Melton LJ 3rd, Khosla S, Crowson CS, et al. : Epidemiology of sarcopenia. *J Am Geriatr Soc*, 48, 625-630, 2000.
- 11) Evans WJ : What is sarcopenia? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 50, 5-8, 1995.
- 12) Hamada K, Matsumoto K, Minehira K, et al. : Effect of glucose on ureagenesis during exercise in amino acid-infused dogs. *Metabolism*, 47, 1303-1307, 1998.
- 13) Levenhagen DK, Gresham JD, Carson MG, et al. : Post exercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose and protein homeostasis. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 280, E982-993, 2001.
- 14) Tipton KD, Rasmussen BB, Miller SL, et al. : Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alerts anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 281, E197-206, 2001.
- 15) Kerksick C, Stout J, Campbell B, et al. : International Society of Sports Nutrition position stand : nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr*, 5, 17, 2008.
- 16) Evans WJ, et al. : Metabolic Changes following eccentric exercise in trained and untrained men. *J Appl Physiol*, 61, 1864-1868, 1986.
- 17) Fujita S, Rasmussen BB, Cadenas JG, et al. : Aerobic exercise overcomes the age-related insulin resistance of muscle protein metabolism by improving endothelial function and Akt/mammalian target of rapamycin signaling. *Diabetes*, 56, 1615-1622, 2007.
- 18) Yarasheski KE, Zachwieja JJ, Bier DM : Acute effect of resistance exercise on muscle protein synthesis rate in young and elderly men and women. *Am J Physiol*, 265, E210-214, 1993.
- 19) Kumar V, Selby A, Rankin D, et al. : Age-related difference in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. *J Physiol*, 587, 211-217, 2009.
- 20) Fujita S, Abe T, Drummond MJ, et al. : Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *J APPL PHYSIOL*, 103, 903-910, 2007.