

## 食品に含まれる「たんぱく質」の”質“から見た環境負荷の再検討① ～たんぱく質摂取量は必要量を満たしているか？～

たんぱく質は私たちの体の組織をつくる大切な栄養素であり、筋肉や臓器、細胞、免疫抗体、消化酵素などの材料になります。私たちにとって必要不可欠な栄養素であるため、個人および集団レベルでの食事性（食事由来）たんぱく質の十分な供給を確保することは、世界的な食料システムにおける栄養の安全保障を検討する上で重要です。今回は2021年の5月にGlobal Food Securityに掲載された「集団のたんぱく質摂取量と食品の持続可能性指数：測定基準（指標）の重要性」<sup>1)</sup>について2回にわたって解説します。世界の国々の平均的なたんぱく質摂取量は健康上必要とされる量を満たしているかのように見えますが、食品たんぱく質（食品に含まれるたんぱく質）のアミノ酸組成や消化率と利用率を考慮すると、多くの国で必須アミノ酸の供給を満たしておらず、これは現在の食品に対する環境負荷の評価にも影響を及ぼします。

### 食品によって違う栄養価も考慮

食料の持続可能性に関する研究では、総たんぱく質量（総量）に基づき、集団の平均的な摂取量を用いて環境への負荷を示す環境フットプリントを表すことが一般的に行われています。

また、現在、土地と水の利用、エネルギー変換および温室効果ガス排出を考慮して、植物性食品の生産が動物性食品の生産に比べて環境的に負荷が小さく持続可能であるという仮定に基づいて、植物性食品への世界的なシフトに多くの関心が集まっています。動物性食品の摂取は、家畜の餌に穀類を与えることから、その穀物をつくるための労働や水を含めた環境への負荷について考慮すると、地球環境に悪影響を与えているといった意見があるからです。

しかし、ニュージーランド・リデット研究所のPaul J. Moughan 博士は2つのことに注目しました。従来の分析から、たんぱく質のアミノ酸供給としての役割を考え、たんぱく質を回腸消化吸収率も考慮した「質」で再評価すること。また、それらのたんぱく質を植物性食品と動物性食品で品質や栄養価の違いを考慮したうえで環境負荷を再評価し、持続可能性について

検討するということです。

### 食品たんぱく質の“質”の評価指標とは

たんぱく質の質を評価する指標として広く用いられてきたものとして、アミノ酸スコアがあります。食品のたんぱく質を構成している必須アミノ酸が、どれだけバランスよく含まれているかを表しており、アミノ酸スコアの最大値である100の食品を一般的に「良質なたんぱく質」といいます。

アミノ酸スコアは、食品たんぱく質の第一制限アミノ酸含量 (mg/gN) ÷ アミノ酸評定パターン (基準値) 当該アミノ酸含量 (mg/gN) × 100 で計算されます。

「制限アミノ酸」とは基準値に比べて充足率の低いアミノ酸のことで、特に最も少ないものを「第一制限アミノ酸」といいます。たんぱく質の栄養価を考えると、大切なのが必須アミノ酸のバランスです。有名な「桶の理論」(図1)は、必須アミノ酸を桶の材料の板とみなし、そのバランスをみるものです。短い板があるとそこまでしか水が貯められないのと同じで、アミノ酸バランスに凹凸があると、いちばん少ない

アミノ酸にあわせてたんぱく質の栄養価が決まってしまう。つまり、摂取するたんぱく質の「質」を考えないと、たんぱく質をとっているつもりが実は不十分だった、ということがあります。一般的に、卵、肉や魚、乳製品などの動物性たんぱく質食品は、必須アミノ酸をバランスよく含む良質なたんぱく質です。一方、植物性たんぱく質は、小麦やトウモロコシのリジンなど、不足している必須アミノ酸があるため、他の食物で補う必要があります。

## 消化性必須アミノ酸スコア (DIAAS) とは

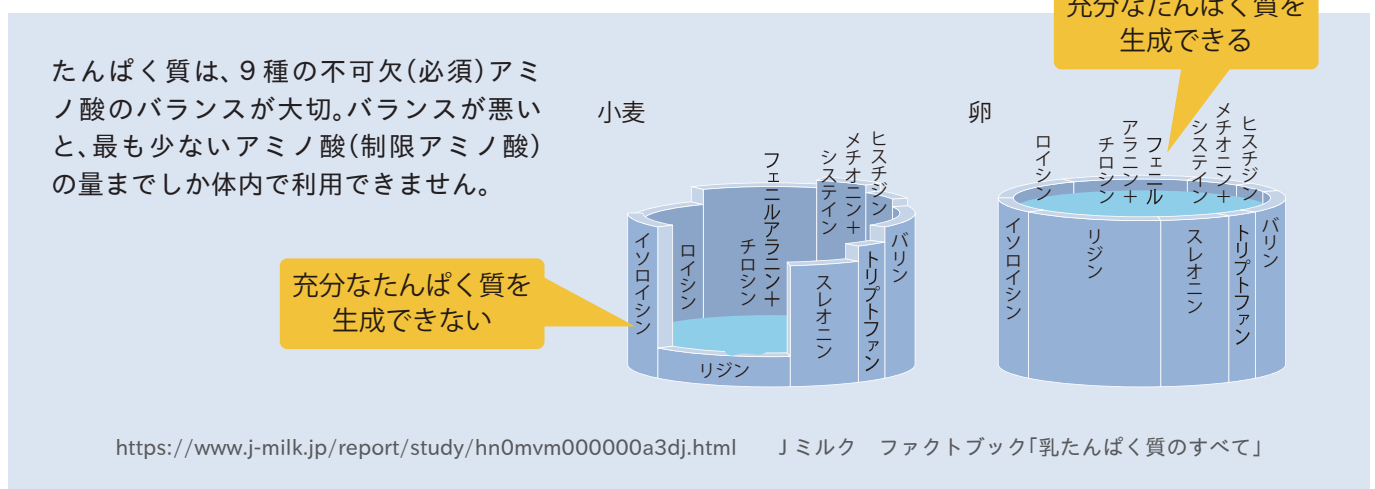
こうしたアミノ酸スコアに、たんぱく質の消化性を便中で測定される消化率を加味した指標として、たんぱく質消化率補正アミノ酸スコア (PDCAAS: Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score) が用いられるようになりました。さらに、最近では、たんぱく質の消化性を小腸末端部での消化率の測定に基づいて補正した消化性必須アミノ酸スコア (DIAAS: Digestible Indispensable Amino Acid Score) が用いられるようになってきました。DIAAS ではアミノ酸の消化率を PDCAAS よりも正確に反映することができます。また、PDCAAS は 100% もしくは 1 で切り捨てられていましたが、このことは低い品質のたんぱく質に比べて高い品質のたんぱく質に制限を設け、品質の低いたんぱく質と高いたんぱく質の混合物の品質を、余ったアミノ酸が補完する利点を認めないこととなりますので、DIAAS では、品質の高いたんぱく質は 100% あるいは 1 を超えることがあります。混合食の

場合、DIAAS 値が 1.0 または >1.0 であれば、食事性たんぱく質が完全に利用されていることを示し、1.0 未満であれば、摂取したたんぱく質の利用が完全ではないことを示しています。例として、0.50 の DIAAS 値は、摂取された総たんぱく質の半分だけが利用されることを示しています。植物性食品は、様々な食物繊維や非栄養因子を含むため、植物性たんぱく質は動物性たんぱく質に比べてアミノ酸の消化率が低い傾向にあり、DIAAS 値は低くなります。したがって、混合食の場合、植物性たんぱく質の割合が増えると DIAAS は低下し、食事が完全に非動物性食品で構成されている場合、DIAAS は(単純に外挿すると)約 60% になると推定されます。すなわち摂取したたんぱく質の約 40% が利用されないこととなります。食事性たんぱく質の効率的な利用を達成するためには、混合食の場合、高品質のたんぱく質(動物性たんぱく質または同等の品質の食品)を 40% 以上含む必要があります。

## たんぱく質の摂取量は足りていない？

世界のさまざまな国や地域(103 カ国)における平均的な必要量と成人 1 人あたりの 1 日平均総たんぱく質摂取量とを比較したデータに基づき、消化率・利用率で補正し、比較しました(図 2)。必要量は、一般的に「良質な」たんぱく質 (DIAAS が 100 以上) をもとに策定されます。(A) 総たんぱく質に基づく補正前の元図(図 2A)  
世界のほとんどの国で、人々の総たんぱく質摂取量は必要量を満たしており、むしろ過剰に供給されているという結論でした。

図 1 アミノ酸の桶の理論



## (B) たんぱく質消化率で補正(図 2B)

真の回腸(小腸末端部)たんぱく質消化率で補正すると、1日平均の消化性食品たんぱく質摂取量は、103か国のうち18か国が必要量をわずかに上回ったのみで、ほとんどの国で必要量を満たしていませんでした。

## (C) たんぱく質利用率で補正(図 2C)

食事性たんぱく質の推定 DIAAS 値で補正すると、必須アミノ酸のバランスがとれた吸収たんぱく質の1日平均摂取量が必要量を満たしている国は、103か国中1つもありませんでした。

## 植物性食品シフトで摂取量と必要量に乖離

このように世界の多くの国で平均総たんぱく質摂取量は必要摂取量を満たしているのようには見えますが、摂取されているたんぱく質の質を消化率、利用率を加味した指標で評価すると、ほとんどの国でたんぱく質の必要摂取量を満たしていないことがわかります。今、世界で環境負荷の観点から動物性食品から植物性食品へ置き換えるという動きが起きています。植物性食品のたんぱく質はDIAAS値が動物性食品のたんぱく質に比べて低いため、必要量を満たすためには多くの量を摂取する必要があります。たんぱく質の摂取量が必要量を満たしていない現状において、さらに植物性食品へのシフトが進めば、たんぱく質摂取量と必要量との乖離が進み、栄養の安全保障上、深刻な事態になることが危惧されます。

食品たんぱく質の消化率・利用率を考慮した分析と、制限アミノ酸のリジンをとれるように考慮した食事を仮定した場合の環境への影響、持続可能性について分析した結果を次回に解説します。

次号へ続く

(十文字学園女子大学アジアの栄養・食文化研究所 研究員 平川あずさ)

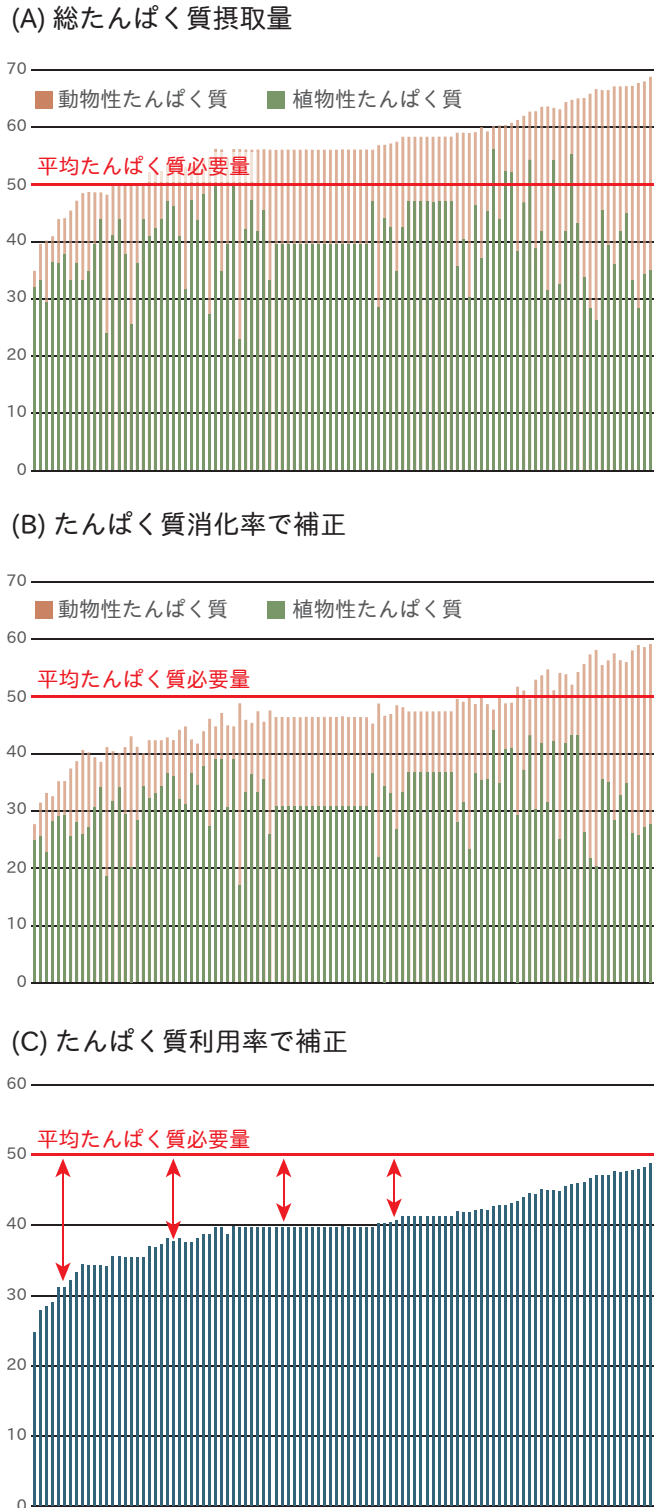
### 文献

1) Moughan PJ. Population protein intakes and food sustainability indices: The metrics matter. *Glob. Food Secur.* 29, 2021. (<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100548>)

## ACADEMIC RESEARCH Up date とは

牛乳・乳製品摂取が私たちの健康に及ぼす影響は、古くから膨大な数の研究が国内外で行われてきました。これらの研究から、社会的にも信頼度の高い学術誌に掲載された最新論文について、何が新しく、どのような乳の価値向上に貢献する研究なのかをわかりやすく解説します。なお、本誌内容は Web サイトや発行物、各種媒体物等での転載を禁止といたします。

図 2 103 の国と地域の平均たんぱく質摂取量と平均たんぱく質必要量 (g/人/日)



(Global Food Security 29 (2021) 100548 を参考に作成)