



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② ～動物性食品の環境負荷は本当に大きいのか？～

今回は、前回に引き続き 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」¹⁾について解説します。近年、ベジタリアンやビーガンが増加し、大豆肉のハンバーガーやオーツミルクなどが人気を集めています。この背景には、環境や健康、動物愛護に対する意識の高まりがあると考えられます。しかし、前回お伝えした通り、食品たんぱく質の「質」から分析すると、現在のたんぱく質摂取量では、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 ヶ国中一つもありませんでした。今後、植物性食品へのシフトが進むと、食事性たんぱく質に占める植物性たんぱく質の割合が増え、体内でのたんぱく質の利用効率は低下し、必要量との乖離がさらに進むことが予想されます。健康的で持続可能な食事を考えるうえで、食品たんぱく質の質などを考慮すると、必ずしも動物性食品の環境負荷が一方向的に大きい訳ではないことが見えてきます。

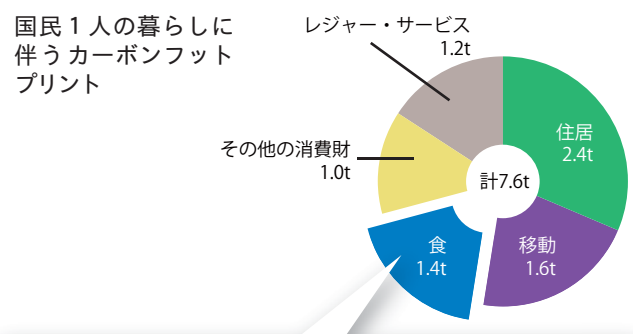
日本人のカーボンフットプリント

日本においては、平均的な日本人の暮らしに伴う一人当たりのCO₂排出量は年間7.6トンで、その中でも「食」に由来するものは23%の1.4トンと試算されています（図1）。さらに「食」由来の排出量の内訳をみていくと、カーボンフットプリントが高いものは、①肉類、②穀類、③乳製品となっています。①の肉類は、温室効果ガス（GHG）排出量が、「食」全体の4分の1を占めています。理由は、畜産に使用される飼料の生産、輸送に伴うCO₂排出、さらに家畜のゲップから生ずるメタンガスの発生です。②の穀類は、稲作による水田からのメタンガスの発生で、コメの消費量が多い日本においては高くなる傾向があります。その他、食べ残しや廃棄処分された食品を可燃ごみとして燃やすことでCO₂排出や焼却後の灰の埋め立てによる環境負荷が考えられています。

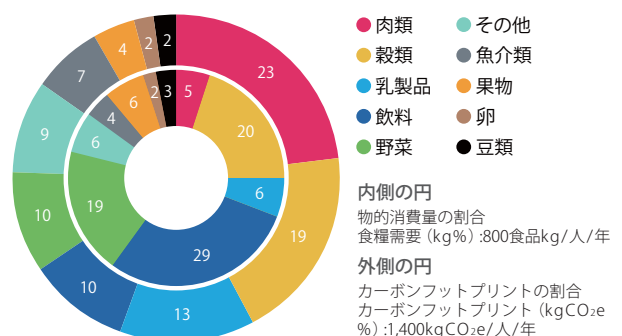
現在、動物性食品から植物性食品へのシフトに関心が高まっています。これは、土地や水の利用、エネルギー変換温室効果ガスなどの排出を考慮すると、動物性食品に比べ、植物性食品

の生産のほうが環境的に持続可能であるという仮定に基づいたものです。

図1 日本人のカーボンフットプリント



食に関するカーボンフットプリントおよび物的消費量の割合



注：平均ライフスタイル・カーボンフットプリントおよび物的消費量の2017年時点の推計値

出典：地球環境戦略研究機関（IGES）ほか

「1.5-Degree Lifestyles: Targets and options for reducing lifestyle carbon footprints」2019

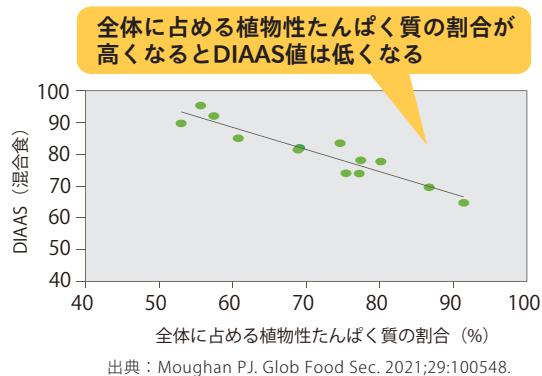
たんぱく質の“質”を考慮した環境への影響と持続可能性は？

植物性食品の方が動物性食品よりも環境負荷が少ないという仮定には、健康で病気が起きない栄養摂取としての重要な視点が考慮されていません。すなわち、動物性食品と植物性食品の栄養価の違いや、特にたんぱく質のアミノ酸組成や、消化吸収率といった点が必要量との関係から環境負荷の評価に影響することに着目する必要があります。この論文では、植物性のたんぱく質摂取の割合とたんぱく質の利用効率との関係について検討しています。

①植物性たんぱく質の割合が高まると利用効率は低下

さまざまな食事パターンとその食事の DIAAS

図2 植物性たんぱく質が食事中に占める割合と DIAAS の計算値とのプロット

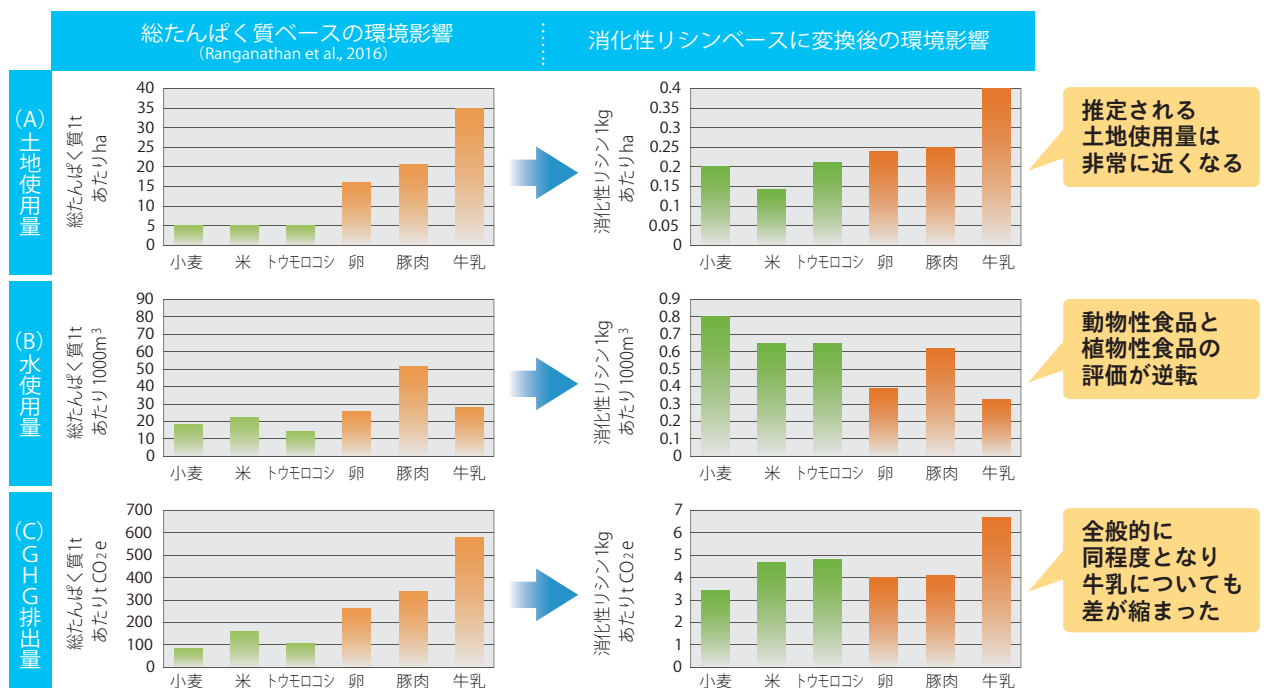


(vol.15 参照)値のプロット(図2)から、食事性たんぱく質に占める植物性たんぱく質の割合が増えると DIAAS 値は低下することが示されました。食事が完全に植物性食品(非動物性食品)で構成された場合、DIAAS 値は約 60% まで下がると推定され、これは摂取したたんぱく質の 40% が利用されないことを意味し、非常に非効率的な値です。是正するためには高品質のたんぱく質(動物性たんぱく質または同等の品質の食品)を 40% 以上含む混合食とする必要があります。このように、植物性食品の割合が高い食事へ移行する場合には、正確な DIAAS 値を求め、たんぱく質の質の影響を考慮することがますます重要になります。

②正しくない「動物性食品の生産は環境影響が大きい」

リシン(リジン)は一般的にヒトの食事における第一制限アミノ酸(vol.15 参照)であることから、リシンの供給は重要です。そこで、いくつかの動物性食品と植物性食品の環境フットプリント(土地使用量、水使用量、GHG 排出量)について、生産された総たんぱく質 1 トンあたりで表されていた既報のデータを、消化性リシン 1kg あたりに変換して比較しました。すると、たんぱく質の質を考慮した場合、これまでとは大きく異なる結論が導き出されました(図3)。

図3 たんぱく質の「質」を考慮した、生産に伴う環境影響の比較



(A) 土地使用量

食料生産に使用される土地の面積については、総たんぱく質ベースで、ライフサイクルアセスメント分析で行われた当初の想定によると、卵、豚肉、牛乳たんぱく質の生産には植物性食品の3～7倍の土地が必要とされていました。しかし、より適切な消化性リシンベースで比較すると、推定される土地使用量は非常に近くなり、卵と豚肉の生産に必要な土地面積はトウモロコシや小麦と同程度になります。牛乳生産との差も大幅に縮まり、米は最も効率的に土地を利用していました。

(B) 水使用量

さまざまな食料生産システムにおける淡水の使用量については、消化性リシンベースで変換後、動物性食品と植物性食品で評価が逆転しました。比較的水の使用量が少ないように見えた小麦、米、トウモロコシが、変換後は最も使用量の多いグループになっています。豚肉生産は小麦よりも効率的であり、牛乳生産は比較対象の中で最も効率的という結果になりました。

(C) GHG 排出量

消化性リシンベースで変換後、驚くべきことに、動物性食品と植物性食品の消化性リシン1kgあたりのGHG排出量は、全般的に同程度となりました。卵生産のGHG排出量はトウモロコシよりも低くなり、牛乳と植物性食品の差も大幅に縮まりました。

③ 穀物や豆乳は一部の動物性食品よりGHG排出量が高い

発表済みのさまざまな動物性および植物性食品ごとの総たんぱく質100gあたりGHG排出量を、消化性リシン供給量1gあたりに変換しました(図4)。

その結果、総たんぱく質と消化性リシンどちらで表すかに関係なく、平均GHG排出量が最も少ないのは豆腐で、最も多いのは牛肉でした。総たんぱく質ベースでGHG排出量が2番目に少なかった穀物は、消化性リシンベースに変換後7番目となり、卵や養殖魚、鶏肉、豚肉のほうが穀物や豆乳よりもGHG排出量が少ない結果になりました。牛乳は、総たんぱく質ベースで穀物の3.6倍のGHG排出量でしたが、リシンベースではその差が1.16倍にまで縮まりました。

ほかにも、線形計画法^{注1)}を用いてGHGへの影響を最小化しつつ成人の必要量を満たす実用的な食事の考案に取り組んだMacdiarmidらは、最終的に最適な食事として動物性食品を含んだ食事を提案³⁾しています。現状の環境影響評価を見直す議論も始まりつつあります。

食料安全保障の議論においては、近年、食料を単に供給する「量的側面」だけでなく、健康で肥満や病気などの問題が起きない「質的側面」も課題です。健康的で持続可能な食事を議論するには、こうしたたんぱく質の質や含まれる栄養成分なども考慮に入れることが求められます。そのうえで、食物を分かち合うことや、世界の食文化を生かした食べ方について議論を深めていく必要があると考えます。

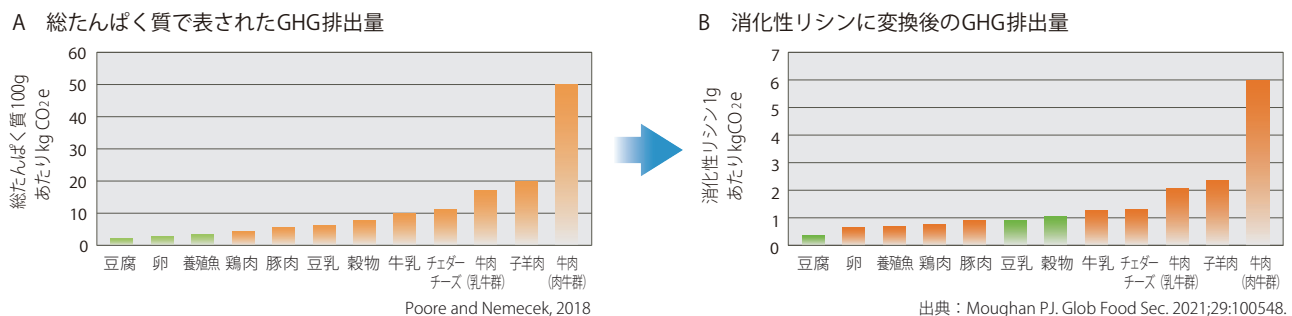
注1) 数理計画法において、いくつかの1次不等式および1次等式を満たす変数の値の中で、ある1次式を最大化または最小化する値を求める方法

(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.
- 2) ミルク ファクトブック「動物性食品と植物性食品」2021年12月 <https://www.j-milk.jp/report/study/h4ogb40000008400.html>
- 3) Macdiarmid JJ et al. Sustainable diets for the future: Can we contribute to reducing greenhouse gas emissions by eating a healthy diet? *Am J Clin Nutr.* 2012;96(3):632-639.

図4 たんぱく質の「質」を考慮した食品ごとのGHG排出量



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いたします。