

No.46 Dec. 2005

食品たんぱく質の栄養価としての 「アミノ酸スコア」

はじめに

食品たんぱく質の栄養価には、「生物価」や「正味たんぱく利用率」が用いられます。しかし、これらは食品の利用割合を動物・ヒトで測定する生物学的評価法であるため、時間と経費がかかります。また、食品素材の種類や混合割合が変化した場合は、生物価や正味たんぱく利用率を推定することも難しくなります。そのため、アミノ酸組成に基づくたんぱく質の栄養評価法が考案され、「化学価(ケミカルスコア)」と名付けられました。生物学的評価法に対し、これを化学的評価法と言い、現在では、「アミノ酸スコア(Amino Acid Score)」の名称で広く一般的に用いられています。

アミノ酸スコアとは

食品に含まれるたんぱく質の各必須アミノ酸含量を一定の基準値(アミノ酸評点パターン)と比較します。この比較割合(百分率)の最小値を「アミノ酸スコア」と呼び、最小値が100を上回る場合のアミノ酸スコアは通例100としています。最小値を示すアミノ酸は「第1制限アミノ酸」と言います。

食品たんぱく質の栄養価は必須アミノ酸の量と割合に依存し、たんぱく質を多く含む食品であっても、必須アミノ酸含量のバランスの悪い食品、または、必須アミノ酸が少ない食品はたんぱく質としての栄養価が下がります。体内でたんぱく質が合成される際には、そのたんぱく質を構成する全てのアミノ酸の存在することが必要です。どれか1つでも不足していれば、合成がうまく進まず、最も不足するアミノ酸によって合成量が決まってきます。言い換えれば、たんぱく質の利用率は必要量に対して最も少ない割合で存在する必須アミノ酸量によって制限を受けることになり、数値が高いほど栄養価が優れていて、最大値は100となります。

アミノ酸スコアが低い場合は、不足を補う食品を組み合わせた食事にするのが勧められます。

必須アミノ酸とは

体たんぱく質の合成のためには約20種類全てのアミノ酸が必要ですが、一部のアミノ酸は体内で他のアミノ酸から合成されたり、アミノ基の供給源があれば糖の代謝物から合成されたりするため、食物から直接摂取しなくても成長や生理機能に支障をきたさないのが非必須アミノ酸(可欠アミノ酸)とされています。一方、バリン、ロイシン、イソロイシン、リジン、メチオニン、スレオニン、トリプトファン、フェニルアラニンの8種類はヒ

トの体内で合成することができないので食品から摂取する必要があり、必須アミノ酸（不可欠アミノ酸）と言われていました。

ヒスチジンは幼児のみ正常な成長のために必要な半必須アミノ酸と言われていましたが、比較的近年の研究により成人にとっても必須アミノ酸として取り扱われるようになり、現在はヒスチジンを加えた9種類を必須アミノ酸としています¹⁾。また、従来非必須アミノ酸と言われてきた、シスチンやチロシンは、最近の研究によって必須、非必須を厳密に区別することが困難なアミノ酸であると言われていています¹⁾。

アミノ酸評点パターンについて

ヒトによる試験結果や数多くの生物試験によって極めて良質のたんぱく質であると判断された鶏卵、人乳、牛乳のアミノ酸組成を用いて、1957年にFAO（国連食糧農業機関）によって最初のアミノ酸評点パターンが提案されました。そのアミノ酸評点パターンに基づいて算出された化学価は「たんぱく価（プロテインスコア）」と呼ばれ、次いで1965年にFAO/WHO（世界保健機関）から提案された新しいパターンに基づいて算出された化学価は「卵価」または「人乳価」と呼ばれました。ついで1973年にFAO/WHOから提案された新しいパターンに基づいて算出された化学価は「アミノ酸スコア」と呼ばれました。その後、1985年にFAO/WHO/UNU（国連大学）から再び提案された新しいパターンに基づいて算出された化学価はそのまま「アミノ酸スコア」と呼ばれています。

1973年と1985年のアミノ酸評点パターの考え方は共通しています。ただし、1973年のものは乳児、学齢期、成人の3つの年代区分の他に、乳児、学齢期のパターンを参考にした一般的な評点パターンが示されたのに対し、1985年のものは、乳児、学齢期前、学齢期、成人の4つの年代区分で示されたのみで一般的な評点パターンは示されませんでした。

1989年2月の植物たんぱく質に関する公定書委員会（CCVP, The Codex Committee on Vegetable Proteins）の第5回会合で、アミノ酸スコアを算出するための比較基準として1985年にFAO/WHO/UNUが提案した2-5歳児童のアミノ酸評点パターンを使用することが是認されました。その後、たんぱく質の品質を評価するために、必須アミノ酸に対する人体必要量、アミノ酸測定方法、たんぱく質消化吸収率及びアミノ酸利用率等を総合的にレビューするために、たんぱく質の品質評価に関するFAO/WHO合同専門家協議が、1989年12月に開催されました。その場で、1985年にFAO/WHO/UNUが提案した2-5歳児童のアミノ酸評点パターンは、乳児を除く全ての年齢グループに対する食事たんぱく質の品質を評価するために使用される最も妥当なパターンであることが確認されました。これに従い弊財団では、1985年2-5歳児童のアミノ酸評点パターンを使用することにしています。

1985年学齢期前2-5歳及び1973年の一般用評点パターンを表-1に示しました。

表-1 評点パターン(mg/gN)

必須アミノ酸	1985年 学齢期前 2-5 歳	1973年 一般用
リジン	360	340
ヒスチジン	120	-
フェニルアラニン + チロシン ^{*1}	390	380
ロイシン	410	440
イソロイシン	180	250
メチオニン + シスチン ^{*2}	160	220
バリン	220	310
スレオニン	210	250
トリプトファン	70	60

*1 芳香族アミノ酸

*2 含硫アミノ酸

アミノ酸スコア算出方法

1985年の学齢期前 2-5 歳の評点パターンを用いてアミノ酸スコアを算出します。

試料を酸またはアルカリで加水分解後，アミノ酸自動分析計法及び高速液体クロマトグラフ法で試料中の各アミノ酸含量(g/100 g)を定量する。

試料中の全窒素含量(g/100 g)をケルダール法で定量する。

各アミノ酸含量を全窒素含量で除した後 1,000 倍し，窒素 1 g 当たりの mg 数(mg/gN)を算出する。

で算出した各値を表-1中の当該アミノ酸含量(mg/gN)で除し，100倍する。

最小値をアミノ酸スコアとする。

$$\text{アミノ酸スコア} = \frac{\text{食品たんぱく質中の第1制限アミノ酸含量 (mg/gN)}}{\text{アミノ酸評点パターの当該アミノ酸量 (mg/gN)}} \times 100$$

(日本人の食事摂取基準 2005 年度版のアミノ酸必要量の項には，「アミノ酸スコアは化学的に分析された食品中のアミノ酸組成を用いて計算されたものである。しかし，人が摂取する場合は，たんぱく質の消化・吸収率やアミノ酸の有効性についても考慮する必要がある。そこで，通常のアミノ酸評点パターンに，たんぱく質の消化・吸収率を加味したたんぱく質消化・吸収率補正アミノ酸評点パターンがより正確な評価法として用いられるようになってきた。また，加熱，アルカリ処理などによってもアミノ酸の有効性は変化するので，アミノ酸スコアがそのまま生体におけ

る利用率を表しているとは限らない。」としています。学問的知見で基準は改訂されるとしても、一定の評点パターンを用いる評価は計算で求めることができる簡便さがある一方で、個別の実質的な評価には十分対応しきれない制約も併せ持っています。)

主な食品のアミノ酸スコア

一般的な食品のアミノ酸スコア例(アミノ酸組成表及び1985年学齢期前2-5歳の評点パターンを用いて算出)を表-2に示しました。大豆を除いては1973年の一般用評点パターンで算出した値とほぼ一致します。

表-2 アミノ酸スコア例

食品	アミノ酸スコア	第1制限アミノ酸
精白米	65	リジン
大豆	100*	-
卵	100	-
牛乳	100	-
プロセスチーズ	91	メチオニン
ジャガイモ	68	ロイシン
里イモ	84	イソロイシン
牛肉・豚肉・鶏肉	100	-
魚類	100	-
トマト	48	ロイシン
みかん	50	ロイシン

* 1973年の評点パターンを用いると86(第1制限アミノ酸：含硫アミノ酸)

参考資料

- 1) 岸恭一監修，日本必須アミノ酸協会編：アミノ酸セミナー，工業調査会(2003)
- 2) 科学技術庁資源調査会・資源調査所編：改訂日本食品アミノ酸組成表(1986)
- 3) 国際連合食糧農業機関編，国際食糧農業協会訳：「たんぱく質の品質評価，FAO/WHO 合同専門家協議報告，FAO・ローマ，1990年」国際食糧農業協会(1992)

(固有名詞等の英文和訳は、引用した参考資料の表現をそのまま用いました。)

(本稿は、JFRL ニュース Vol.1, No.20, 1988年「アミノ酸価」の内容を改訂・再編集したものです。)