研究ノート

食事及び食品たんぱく質のアミノ酸スコア (FAO 1973)

The Amino Acid Score of Proteins in Diet and Food in Japan

その1. 日本人摂取たんぱく質のアミノ酸スコア

Part 1. The Amino Acid Score of Proteins Ingested by the Japanese People

国立栄養研究所 (National Institute of Nutrition)

松 野 信 郎 (Nobuo Matsuno)

There are many kinds of the chemical scoring methods to estimate the nutritive value of protein in food and diet. Recently, the new chemical scoring method, which is called "Amino Acid Score", was proposed by the Joint of FAO and WHO Energy and Protein Requirement Committee in 1973.

Therefore, the amino acid score of protein consumed by the Japanese people was calculated from the data of the National Nutrition Survey conducted in Japan in 1971.

The results are shown as follows:

In comparing the amino acid pattern of the Japanese diet with the FAO's new reference pattern of amino acid, only threonine was the limiting amino acid among the eight essential amino acids. Thus the amino acid score of the Japanese diet based on the amounts of all essential amino acids was 98 and the most limiting amino acid was found to be threonine. But the score based on the amounts of three amino acids (lysine, tryptophan and the total of sulfur containing amino acids) calculated was 100.

食品たんぱく質の栄養価を、アミノ酸組成より推定する化学的評価法は種々考案されている。なかでもFAOたんぱく質必要量委員会は、1957年人体アミノ酸必要量パターンを比較基準とするたんぱく価法 (Protein score)を提唱した¹⁾。その後 FAO と WHO の共同専門委員会は、1965年に鶏卵や人乳のアミノ酸パターンを基準とし、A/E 比 (必須アミノ酸/必須アミノ酸総計) を比較するケミカルスコア法を提案した²⁾。しかし、また最近同委員会は、たんぱく質評価法として新たにアミノ酸スコアを求める方法を、その熱量及びたんぱく質必要量報告³⁾で示している。

このアミノ酸スコアは、1957年のたんぱく価を求める方法と非常によく似ている。比較基準は主として人体アミノ酸必要量推定値を基礎とし、幼児が正常に成長するための十分量の乳や、各種穀類たんぱく質のアミノ酸量を考慮に入れて作製したアミノ酸パターンであり、計算方法もたんぱく価法と非常に似ている。

著者はすでに、日本人の摂取たんぱく質や食品たんぱく質の化学価について種々検討報告してきたが、今回は新たに提案されたアミノ酸スコアを日本人摂取たんぱく質について試算したので報告する。

方 法

a) 比較基準アミノ酸パターン

アミノ酸スコアを求めるための、比較基準アミノ酸パターンを表1に示した。1957年の基準パターンと比較して明らかな相違は、トリプトファンと含硫アミノ酸の減少である。またリジン、スレオニン、ロイシンも若干ふえている。しかしスレオニンとリジン、又はロイシンとの

比は両パターン共ほとんど変わっていない。このパターンのE/T比は、乳児のアミノ酸必要量パターンのE/T比に近い。そして1957年のパターンより幾分高いが、鶏卵や人乳のそれよりかなり低い。なおこのパターンは暫定的なものであり、今後の研究の進展により変り得ることを同委員会は述べている。

b) アミノ酸スコア算出方法
算出方法は、たんぱく価¹⁾や

A/T比²⁾を求むる方法と同様で、同報告書³⁾によると、

$$\text{アミノ酸スコア} = \frac{\text{試験たんぱく質 1g 当りのアミノ酸 mg}}{\text{比較基準のアミノ酸 mg}} \times 100$$

とし、最小のもの（第一制限アミノ酸）をアミノ酸スコアとしている。そしてスコアの計算には、差し当りリジン、含硫アミノ酸及びトリプトファンについて行えば良いとしている。これらのアミノ酸は、大部分の食品や食餌の第一制限アミノ酸となるからである。

以上のように、アミノ酸スコアの算出はたんぱく1g当りのアミノ酸量で比較することになるが、従来の全窒素当りのアミノ酸量を比較するよりも実際的であると考えられる。しかし、現在食品のアミノ酸含量表は、日本⁵⁾のものにしてもFAO⁶⁾のそれにしてもたんぱくg当りでなく、N1g当りのアミノ酸量で表示されており、また各種化学価の計算にもN1g当りのアミノ酸量の比較を行ってきたので、この報告ではN1g当りのアミノ酸パターンで比較した。また比較は8種の全必須アミノ酸について行ったが、アミノ酸スコアは原則として3種のアミノ酸（リジン、含硫アミノ酸、トリプトファン）のスコアで示した。前記3アミノ酸以外が第一制限アミノ酸になる場合は併記した。

c) 計算に用いた資料

(イ)昭和46年度国民栄養調査成績より算出した日本人必須アミノ酸摂取量⁷⁾、及び(ロ)日常摂取している食餌献立をモデル化した食品混合物⁸⁾、(ハ)日本人の平均的な摂取食物たんぱく質の栄養価を推定するための23種類の食品混合物⁹⁾である。

なおこれらの計算には、日本食品アミノ酸組成表⁵⁾を用いた。

結 果

日本人摂取たんぱく質のアミノ酸パターンと、FAOのパターンを比較すると、表2に示す通りであり、ス

表1 新しいFAOの暫定アミノ酸パターン

アミノ酸	FAO パターン (1973)		FAO パターン (1957)	鶏 卵	人 乳
	mg/ たんぱく g	mg/Ng	mg/Ng	mg/Ng	mg/Ng
Ile	40	250	270	330	320
Leu	70	440	306	530	610
Lys	55	340	270	440	420
Met+Cys	35	220	270	380	220
Phe+Tyr	60	380	360	560	580
Thr	40	250	180	290	270
Trp	10	60	90	100	100
Val	50	310	270	410	370
合 計	360	2,250	2,016	3,040	2,890

注：鶏卵、人乳のアミノ酸組成は日本食品アミノ酸組成表（1966）の数値を用いた

表 2 日本人摂取たんぱく質のアミノ酸スコア
(昭和46年度国民栄養調査成績より算出)

アミノ酸	日本人 摂取たんぱく質(A) mg/Ng	FAO パターン(B) mg/Ng	(A)/(B)×100
Ile	286	250	114
Leu	483	440	110
Lys	366	340	108
Met+Cys	227	220	103
Phe+Tyr	526	380	138
Thr	246	250	98
Trp	78	60	130
Val	335	310	108
合 計	2,547	2,250	

レオニンが98で、他の7種のアミノ酸はいずれも100を越えている。したがってアミノ酸スコアをリジン、含硫アミノ酸、トリプトファンの3者の内、最低のものとするれば、日本人摂取たんぱく質のアミノ酸スコアは100となる。またもし、全必須アミノ酸を比較したとしても、スレオニンだけが制限アミノ酸となり、アミノ酸スコアは98となる。同パターンについて各種の化学価を算出したが⁷⁾、このアミノ酸は他の化学価よりかなり高いようである(表3)。

つぎに、日本人の摂取食

物たんぱく質の栄養価を推定するために用いた食品混合物のアミノ酸スコアを求め、表4に示したが、この混合物のアミノ酸パターンは、表2のパターンと非常によく似ており、アミノ酸スコアは100であった。そしてこの混合物より動物性たんぱく質を除いた混合物(表4混合B)のアミノ酸スコアは72で、制限アミノ酸はリジンであった。この2種類の混合物の生物価のシロネズミによる測定値は、それぞれ86と71であった⁹⁾が、化学価によっては混合物AとBとの間にはっきりした差異を示さなかったものが認められた。これに対し、アミ

表 3 日本人摂取たんぱく質の各種化学価

評 価 法	化 学 価
たんぱく価 (FAO 1957)	84 (S)*
アミノ酸スコア (FAO 1973)**	100 [98 Th]
A/E 比卵価 (FAO 1965)	71 (S)
A/E 比人乳価 (FAO 1965)	89 (T)
A/T 比卵価	59 (S)
EAA-index	82

* 第一制限アミノ酸を示す (S=含硫アミノ酸, T=トリプトファン, Th=スレオニン)

**アミノ酸スコアは、3種アミノ酸(リジン、含硫アミノ酸、トリプトファン)を比較したスコアと、8種のアミノ酸を比較したスコアは[]内とを併記した

表 4 日本人摂取たんぱく質のアミノ酸スコア (その2 食品混合物)

アミノ酸	FAO パターン (1973)	混合物 A (動蛋40%)	混合物 B (動蛋 0%)
Ile	250	278	266
Leu	440	472	470
Lys	340	359	243
Met+Cys	220	236	226
Phe+Tyr	380	527	534
Thr	250	239	220
Trp	60	81	78
Val	310	335	337
合 計	2,250	2,527	2,374
アミノ酸スコア		100 [96(Th)]	72 (L)
たんぱく価		87 (S)	84 (S)
A/E 比卵価		74 (S)	70 (L)
A/E 比人乳価		89 (Le)	70 (L)
A/T 比卵価		62 (S)	55 (L)
EAA-index		81	76
生物価(実測値)		86 (S)	71 (L)

注 1: ()内は第一制限アミノ酸を示す (L=リジン, Le=ロイシン, S=含硫アミノ酸, T=トリプトファン, Th=スレオニン)

注 2: アミノ酸スコアは、3種のアミノ酸(リジン、含硫アミノ酸、トリプトファン)を比較したもの、8種のアミノ酸を比較したスコアは[]に併記した

酸スコアは、両混合物の差異を示している。

われわれが日常摂取している食事献立をモデル化した食品混合物のアミノ酸スコアを計算すると、表 5 に示す通りである。(各混合物のアミノ酸パターン、及び各種化学価は文献 8 を参照) 小麦粉やパンに対する他のたんぱく添加による栄養価改善は、アミノ酸スコアでもたんぱく価でも推定出来るが、米に対して大豆を補ってもたんぱく価はほとんど変わらず、更に豚肉を足しても変化がみとめられなかった。しかしアミノ酸スコアでは、明らかに補足効果が推定された。このことは、前述の食品混合物 A B における場合と同様の傾向である。

以上のように、FAO より提案されたアミノ酸スコア法によって算出された日本人摂取たんぱく質の(化学的)栄養価は、非常に高く 100 と推定された。この結果は、従来算出された種々の化学価の数値中、最高値である。たしかに、最近の日本人の食生活は量質共に著しく向上し、食事たんぱく質の栄養価の向上も異論のないところである。しかし、このアミノ酸スコアほどに高い栄養価を持っているであろうか。もちろん、このアミノ酸スコアの算出には食品のアミノ酸含量の正確度、アミノ酸利用率など化学価推定時における共通の問題点が考慮されていないが、同時に基準アミノ酸パターンや、E/T 比などの妥当性について十分明らかでない。したがって、少なくとも基準アミノ酸パターンや E/T 比の妥当性について、動物実験や人体実験により十分検討された上で、このアミノ酸スコア法を一般的に用いるか否か決定すべきであろう。

要 約

たんぱく質の栄養価評価法として、最近、FAO よりアミノ酸スコア法が提案されたが、日本人の摂取たんぱく質のアミノ酸スコアを最近の国民栄養調査成績より算出した。その結果、新しい基準アミノ酸パターンに対して摂取たんぱく質のアミノ酸パターンは、スレオニンが 98 で僅かに低かっただけであった。したがって、日本人摂取たんぱく質のアミノ酸スコアは非常に高く、3 種類のアミノ酸(リジン、含硫アミノ酸、トリプトファン)比較では 100、全必須アミノ酸比較でも 98 となった。

その他、数種食品混合物についてアミノ酸スコアを算出し、たんぱく価などと比較を行った。

文 献

- 1) FAO 蛋白必要量委員会報告：蛋白質必要量(吉村訳)、第一出版(1957)
- 2) FAO/WHO 共同専門委員会報告：蛋白質必要量(必須アミノ酸研究委員会訳)、第一出版(1965)
- 3) Report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee: "Energy and Protein Requirement",

表 5 食品混合物のアミノ酸スコア

混 合 物	アミノ酸スコア		たんぱく価
	3 種アミノ酸比較	8 種アミノ酸比較	
白米 120 g	62 (L)	62 (L)	78 (L)
白米+大豆 20 g	94 (L)	94 (L)	79 (S)
白米+大豆+豚肉 50 g	100	100	82 (S)
小麦粉 70 g	44 (L)	44 (L)	56 (L)
小麦粉+そば粉 30 g	68 (L)	68 (L)	76 (S)
小麦粉+そば粉+鶏卵 50 g	92 (L)	92 (L, Th)	96 (T)
パン 100 g	35 (L)	35 (L)	44 (L)
パン+牛乳 200 g	78 (L)	78 (L)	70 (S)
パン+牛乳+豚肉 50 g	94 (S)	92 (Th)	76 (S)
パン+牛乳+鶏卵 50 g	94 (L)	92 (Th)	92 (S)
パン+牛乳+肉+卵	100	97 (Th)	96 (T)

注：()内は第一制限アミノ酸を示す (L=リジン, S=含硫アミノ酸, T=トリプトファン, Th=スレオニン)

FAO/WHO (1973)

- 4) H. H. Mitchell & R. J. Block : *J. Biol. Chem.*, **163**, 599 (1946)
松野, 深味, 飯沼 : 栄養学雑誌, **30**, 35 (1972)
- 5) 科学技術庁資源局 : 日本食品アミノ酸組成表, (1966)
- 6) FAO : 食品のアミノ酸含量とその蛋白生物価 (大磯訳), 第一出版 (1972)
- 7) 松野 : 栄養学雑誌, **31**, 122 (1973)
- 8) 松野, 松野 : 栄養学雑誌, **30**, 136 (1972)
- 9) 松野, 岩谷, 田村 : 栄養学雑誌, **29**, 250 (1970)

(受付 : 昭和48年12月10日)