資 料

各種食品蛋白質中の全必須アミノ酸割合について

松 野 信 郎, 山 口 迪 夫

国立栄養研究所

On the Essential Amino Acid Proportion of Protein in Foods

Nobuo Matsuno and Michio Yamaguchi

National Institute of Nutrition

食品蛋白質の栄養価や人や動物のアミノ酸必要量を検討する際に、必須アミノ酸の相互比率や個々のアミノ酸レベルが重要な問題であるが、同時に蛋白質中の全必須アミノ酸の割合も重要な因子である。この蛋白質中の必須アミノ酸総量の割合をFAO/WAOの1965年の蛋白質必要量に関する報告書¹⁾では窒素1g当りの全必須アミノ酸量(g)として示し、E/T比(E/T ratio)と名付けている。そして同委員会はE/T比の重要性は説いているが、その割合がどの程度が適当であるか示していない。更に、最近FAO/WHOでは「エネルギー及び蛋白質必要量」(1973)²⁾の報告書に蛋白質1g当りの全必須アミノ酸必要量を示しているが、その合計は幼児では359mg(除ヒスチジン)、学童は326mg、成人では152mgとなっている。なおこれをE/T比になおすと、それぞれ2.24, 2.03, 0.95となる。また同報告によれば新しい化学価を求める方法としてのアミノ酸スコア法の基準パターンの全必須アミノ酸量は360mg/蛋白質gで同E/T比は2.25であり、1957年の蛋白質価を求めるための比較基準のE/T比2.02よりは若干高くなっている。しかし、これらの幼児学童成人などの必須アミノ酸必要量パターンやアミノ酸スコアの基準パターンの必須アミノ酸総量は天然蛋白質で生物価や正味蛋白利用率(NPU)が100近い鶏卵や人乳、牛乳などのそれに比べかなり低い。

必須アミノ酸割合〔蛋白質中あるいは全アミノ酸中の全必須アミノ酸の占める割合を示す(EA%と称する)。但し、本報告では、粗蛋白質中の全必須アミノ酸割合を示しているの以下EAcp%(cpはcrude proteinの略)と称する。〕はどの位が適当であるか、言いかえれば至適EAcp%に関する研究ははなはだ少いようで、従ってFAOの提案するEAcp%程度でよいのかそれとも乳や卵などのように50%というように高くなければならないのか、或いはその中間としてどの程度がよいのか明かでない。

それ故至適EAcp%に関係のある研究が急がれるが、今回はこの種の研究の一資料とするため各種食品蛋白質のEAcp%を食品群別に集計整理したので報告する。なお用いた資料はFAO(1970)³⁾および日本(1966)⁴⁾の食品アミノ酸組成表である。なお両組成表共窒素1gあたりの必須アミノ酸がmgで示されている。

それ故、まず蛋白換算係数⁴⁾を用い、蛋白質当りのmgで示した。

結 果

1. 各種食品のEAcp%について

表1はFAOの食品アミノ酸組成表より求めた各食品群のEAcp%の平均値である。同表中の食品でEAcp%の明かなものは276品目で、そのうち植物性食品は221、動物性は55品目であった。これらの食品のうちEAcp%の最低のものは野菜のアフリカ・ファンパームの葉で12mg, 0.78(E/T比)であった。最高のものはあひる

の卵白で58%, E/T 比 3.62 であった。食品群別の平均では動物性食品がいずれも高く平均44%で、なかでも乳は51%であり、ついで卵、魚となっている。そしてこれら動物性食品群では食品による変動は比較的少ない。植物性食品は動物性食品と比べ全般的に低く、また食品間の変動も大きいようである。植物性食品の7群のうち、最も低いものは果物類で、穀類や酵母は41%と動物性並であった。そして穀、豆、種実の平均は、36%で、他のいも、野菜、果実3群の平均は35%であった。そして、植物性食品の平均は36%と動物性の3/4程度となった。

表2は日本食品アミノ酸組成表の152品目の食品について求めたもので、動物性食品72品目の平均は44%であり、最低はあわびの29%(E/T 比 1.29)で最高はやぎ乳の51%(E/T 比 3.21)であった。植物性食品80品目の平均は2.12で食品による変動は動物性食品よりも大で変異係数は2倍以上にもなっている。最低は茶の4%で最高はひじきの47%であった。なお個々の EAcP %を表3に示した。

FAO のアミノ酸組成表から求めた植物性食品の EAcP %の平均は36%で、日本のそれは32%で両組成表が食品や例数が違っているためであろうが、FAO の方が高い傾向を示した。動物性食品は FAO も日本も同じ値を示した。

これらの結果から、動蛋%と EAcP %との関係は、FAO では、

$$y=0.08x+36 \quad \dots\dots\dots(1)$$

日本では、

$$y=0.12x+32 \quad \dots\dots\dots(2)$$

(1)と(2)の平均では、

$$y=0.10x+34 \quad \dots\dots\dots(3)$$

但し、 $y=EAA\%$ 、 $x=動蛋\%$

表 1 食品群別 EAcP %
その1. FAO 食品のアミノ酸組成表よりの計算値

食 品 群	例数	平均±標準偏差	変異係数 (%)	範 囲
穀 類	23	40±4.5	11	33~48
豆 類	30	34±6.1	16	31~46
種 実 類	77	34±7.5	22	24~44
小 計	130	36±3.0	8	24~48
いも、根 菜 類	10	32±6.0	19	21~41
野 菜 類	57	36±10.6	29	12~52
果 物 類	13	29±5.4	19	20~39
小 計	80	35±10.0	29	12~52
酵 母	11	41±3.0	7	36~48
植 物 性 合 計	221	36±12.1	38	12~52
肉 類	21	41±5.3	13	30~51
卵 類	4	51±5.4	11	46~58
魚 介 類	18	45±2.7	6	40~49
乳 類	12	47±6.6	14	33~55
動 物 性 合 計	55	44±5.6	13	30~58
総 計	276	37±11.6	31	

表 2 食品群別 EAcP %
その2. 日本食品アミノ酸組成表よりの計算値

食 品 群	例数	平均±標準偏差	変異係数 (%)	範 囲
植 物 性	80	32±12.7	40	4~47
動 物 性	72	44±3.1	7	29~50
合 計	152	37±11.1	30	

表 3 食品別 EAcp %

a) 植物性食品		b) 動物性食品	
EAcp %	食 品 名	EAcp %	食 品 名
4	茶	29	あわび
14	れんこん	31	なまこ
17	トマト, 清酒	32	さざえ
18	ごぼう	35	かき, くるまえび
19	にんじん, 黒砂糖	38	ベーコン, ばかがい, さつまあげ, ほたて貝, ソーセージ
20	しょうゆ	39	かに, たこ, どじょう, さば
21	バナナ	40	ます, かつお, にじます, しばえび
22	マッシュルーム, たまねぎ, ねぎ, はくさい	41	ハム, 魚肉ソーセージ, ぶり, はまぐり, あじ, はんぺん, かつおぶし, 羊肉
23	たくあんづけ	42	うなぎ
24	ビール, だいこん	43	あなご, やきちくわ, 馬肉, さんま
25	みかん, なし, なつみかん	44	いか, 鯨肉, ひらめ, 兎肉, うに
26	いちご, きゃべつ	45	とり肉, かまぼこ, あかがい, かれい, あさり, 卵黄, とび魚, 牛肉
27	かぶ, まつたけ, ぶどう, もも	46	さけ, たら, 豚肉, たい, しじみ, 牛肝, 人乳
28	いちじく	47	はぜ, 牛乳, チーズ
29	かぼちゃ, はくさいづけ, しいたけ	48	こい, あみ, にしん, たらこ, かじきまぐろ, ぼら, まぐろ (赤身)・(脂身), いわし, 豚肝, 山羊乳
30	チョコレート, すいか	49	全卵, さわだまぐろ, 卵白, とり肝, すじこ
31	りんご, ほうれんそう, びわ	50	ふな, 生クリーム
33	食パン		
34	きゅうり		
35	くるみ, 小麦粉(強), じゃがいも, なす, いんげんまめ, そば粉, 落花生		
36	小麦粉 (中)・(薄), 麩, えんどう, さやいんげん, こんぶ, うどん		
37	くり, わかめ, そらまめ (生)		
38	押麦 (はだか), さつまいも, 柿		
39	押麦 (大麦)		
40	コーンフレーク, あさくさのり, とうもろこし (生)		
42	オートミール, あずき		
43	納豆, 凍どうふ, ささげ, さといも, さらしあん		
44	米, とうふ, あまみそ, おから, さやえんどう, ひじき, たけのこ		
45	大豆, そらまめ, ゆば, 豆みそ, ごま		
47	からみそ		

昭和48年度の国民栄養調査によれば動蛋白は50%で同調査より算出した日本人の必須アミノ酸摂取量のEAcp %は41%である。

上記(2)式に $x=50$ を外挿すると38となり41%より1割程低い。事実前表2の植物性平均は、我国における蛋白源としての寄与率の低い野菜、果物、いもその他を含めての平均であり、むしろ穀、豆、種実の平均40±4.3% ($n=27$) と動物蛋白との数値とから式を作った方が实际的で、

$$y=0.04x+40 \dots\dots\dots(4)$$

となり、

この式からは動蛋0%でも EAcp %は40%, 又動蛋100%でも, 44にすぎないことで, EAcp %は動蛋とあまり強力な関係にないとも言える。たしかに先に示したように, 国民栄養調査では EAcp %は41であり, 動蛋50%で式(3)では42%となっている。

なおパンと動蛋では,

$$y=0.11x+33 \dots\dots\dots(5)$$

となり, パンの蛋白質と同量の動蛋をとっても, $35+5.5=39\%$ にしかない。

又, 米や大豆は, EAcp %が高く44%と45%で, 動物性の44%と同程度であり, その結果, 米と大豆にいくら動蛋を加えても, EAcp %の増加は望めそうもなく, 又, 単一食品, たとえば卵やEAcp %の高い魚を加えても, それほどの増加は考えられそうもない。従って, 米のみ, 又は米と大豆という食生活をおくるとすると, 動蛋の多少に拘らず, EAcp %は44%程度であり, 又, 国民栄養調査に見られるような食形態では, EAcp %は40%程度となろう。従って日本人食のEAcp %は40~45%程度であると考えられよう。なお, これらの数値は全卵のEAcp %49の0.8~0.9倍であり, また FAO/WHO (1973)²⁾ のパターン36%の1.1~1.2倍に当る。従って習慣食の場合ケミカルスコアの比較基準のEAcp %はこの程度が良いのではないだろうか。

また, シロネズミのようにアルギニンとヒスチジンを必須アミノ酸に加えた場合, 表4に示したように, アルギニンとヒスチジンの合計は, 17%程度が多く, 上記EAcp %40~45%に両アミノ酸を加えると48~54%程度に相当する。この数値は著者の成長期シロネズミの実験結果⁵⁾ に非常に近似している。

2. EAcp %と個々のアミノ酸量との関係

蛋白質中のEAcp %と個々の必須アミノ酸との間にどんな関係があるか, 相関係数を算出した。その結果は表5の通りで, 植物性食品ではロイシン, イソロイシン, 芳香族アミノ酸合計, バリン, スレオニンなどの相関係数が高く, リジンや含硫アミノ酸は0.4以下であった。動物性食品では, リジンの相関が0.62と高くなり, スレオニンの相関は逆に0.35と低くなったほかは,

多少の係数の差はあっても植物性, 動物性共傾向が似ていた。

3. EAcp %と化学価との関係

EAcp %と各種化学価との関係を見るため, EAcp %と化学価との相関係数を算出した。

表 4 必須アミノ酸にアルギニン, ヒスチジンを含めた場合のアルギニン, ヒスチジンの割合

食 品 群	例数	平均±標準偏差	変異係数 (%)	範 囲
植 物 性	80	17.0±5.9	34.7	8~37
動 物 性	72	17.7±3.5	19.8	10~27
合 計	152	17.3±4.9	28.3	

表 5 EAcp %と必須アミノ酸量との相関関係

ア ミ ノ 酸	植物性	動物性	合 計
イ ソ ロ イ シ ン	0.815	0.678	0.763
ロ イ シ ン	0.326	0.783	0.851
リ ジ ン	0.396	0.621	0.701
含硫アミノ酸計	0.386	0.322	0.142
芳香族アミノ酸計	0.806	0.664	0.714
ス レ オ ニ ン	0.705	0.350	0.587
トリプトファン	0.590	0.589	0.513
バ リ ン	0.728	0.785	0.674

表 6 EAcp %と化学価との関係

化 学 価	相関係数	化 学 価	相関係数
蛋 白 価 ⁶⁾	0.766	A/T 比 卵 価 ⁷⁾	0.608
アミノ酸スコア ⁶⁾	0.608	EAA-index ⁷⁾	0.952

その結果は表6の通りで、EAA-index が最も高く0.952であった。蛋白価は0.7程度、アミノ酸スコア及びA/T 比卵価は共に0.6程度であった。EAA-index の相関が高いのは、この指数が8種の必須アミノ酸の比較値の幾何平均のためで、他の3種の化学価が比較基準に対する最小値をスコアとしているためである。

要 約

各種食品蛋白質中の必須アミノ酸総量の割合 (EAcp %) を明かにする目的で、FAO(1970)及び日本(1966)のアミノ酸組成表より算出した。

- (1) FAO の組成表のうち276種の食品では、植物性の平均は36%で、動物性は44%であった。
- (2) 日本の組成表152種では、植物性は32%、動物性は44%であった。
- (3) 日本食品152種のそれぞれのEAcp %を表示した。最低は茶の4%で、最高はふな、生クリームの50%であった。
- (4) EAcp %と個々の必須アミノ酸含量との相関関係及びEAcp %と各種化学価との関係について検討した。

文 献

- 1) FAO/WHO: 「蛋白質必要量」 必須アミノ酸委員会訳, (1965) 第一出版
- 2) FAO/WHO: 「エネルギー及び蛋白質必要量」 井上訳, (1973) 医歯薬出版
- 3) FAO: 「食品のアミノ酸含量とその生物価」 大磯訳, (1970) 第一出版
- 4) 科学技術庁資源局: 「日本食品アミノ酸組成表」 (1966)
- 5) N. Matsuno, M. Yamaguchi, R. Saiki and E. Tamura: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **22**, 321~331 (1976)
- 6) 松野: 栄養学雑誌, **31**, 292 (1973)
- 7) 松野, 深味, 飯沼: 栄養学雑誌, **30**, 35 (1972)

(受付: 昭和51年11月10日)