

アミノ酸スコアによるイワシ蛋白質の栄養価の評価

上野照雄*・森嶋伊佐夫**・山本和子**

平成2年5月31日受付

Evaluation of the Nutritive Value of Sardine Protein by Amino Acid Score

Teruo UENO*, Isao MORISHIMA** and Kazuko YAMAMOTO**

The amino acid compositions of sardine (Japanese pilchard) and its meal product for food (fish powder) were analyzed, and the nutritive values of them were evaluated from their amino acid scores based on the new amino acid evaluation pattern proposed by the FAO/WHO/UNU Joint Committee in 1985.

The amino acid score of Japanese pilchard was 100 for preschool age, school age and adult. The score, however, was 73 for baby and the first limiting amino acid was tryptophan.

The amino acid score of fish powder for food was 100, 96, 65 and 47 for adult, school age, preschool age and baby, respectively. The fish powder lacks some essential amino acids, especially leucine. Therefore, leucine must be fortified to fish powder for food using.

緒 言

動物性蛋白質の給源として魚は重要な位置を占めており、なかでもイワシは入手容易で、安価な多獲性魚として食糧に供せられており、また、魚粉として飼料、餌料などにも広く利用されている。

食品蛋白質の栄養価の判定には、蛋白質の消化吸収率に基づく生物学的評価法と共に、アミノ酸組成に基づく化学的評価法が用いられている。

化学的評価法に関して、FAO/WHO/UNU (国連大学)

が、従来のアミノ酸評点パターン (1973年) にかわって、1985年に新しく乳児、学齢期前、学齢期、成人の4つの年代区分で示されたアミノ酸評点パターンを示した¹⁾。そこで、1985年の新評点パターンによるアミノ酸スコアをもとにして、イワシ及びイワシ加工食品のフィッシュパウダーについてその蛋白質の栄養価の判定を試みた。

実験材料及び方法

1. 試 料

1987年5月13日～6月24日 (春期試料)、ならびに1987

* 鳥取大学大学院連合農学研究科

* *United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University*

** 鳥取大学農学部農林総合科学科生物資源科学講座

** *Department of Bio-resource Science, Faculty of Agriculture, Tottori University*

年12月8日～1988年1月18日（冬期試料）の間に境港に陸揚げされたマイワシを全魚体ごと、ミートチョッパーで二度びきしたものと、及び企業より入手した食用のイワシ魚粉（フィッシュパウダー）の2種類を試料とした。後者は原料のイワシ（1987年春期）をヘキサンで抽出脱脂したものである。

2. 分析方法

1) 粗蛋白定量法

ケルダール法²⁾によって試料中の全窒素量を測定し、これに6.25を乗じたものを粗蛋白として表した。

2) 蛋白態窒素の定量

試料に200倍量の水を加え、煮沸、放冷後トリクロル酢酸(TCA)を加え(TCA最終濃度2.5%)、一夜放置した。生じた沈殿物をろ過採取し、ケルダール法で窒素量を測定し、それを蛋白態窒素として表した。

3) アミノ酸分析²⁾

一般のアミノ酸は試料を塩酸で加水分解、シスチンは過ギ酸分解、トリプトファンは水酸化バリウムで分解後、アミノ酸自動分析計（島津高速液体クロマトグラフLC-6A）により、試料中のアミノ酸の種類及び量を測定し、個々のアミノ酸の総和をもって全アミノ酸量（試料100g当たりの全アミノ酸のg数）として表した。

実験結果及び考察

1. 粗蛋白、蛋白態窒素及びアミノ酸の測定

マイワシ10検体（春期及び冬期試料）、フィッシュパウダー1検体（春期試料）について、粗蛋白、蛋白態窒素及びアミノ酸を分析し、第1表にその定量結果を示した。また、マイワシの季節別分析値の平均値と標準偏差

を第2表に示した。

粗蛋白は、マイワシ10検体の平均値が16.09%であり、季節別では春期試料の平均値16.64%に比べ、冬期試料は平均値15.54%とやや低い傾向が見られた。フィッシュパウダーは粗蛋白が94.9%と高い値を示した。

蛋白態窒素はマイワシ10検体の平均値1.87%で、標準偏差0.34と変動が少なかった。フィッシュパウダーは、11.2%であった。

全窒素に対する蛋白態窒素の割合を%で示したものを蛋白態窒素率とし、試料中の窒素化合物に占める蛋白質の割合を示す指標とした。この蛋白態窒素率はマイワシでは74～81%で、季節別による差はあまり認められなかった。検体No.4（6月15日）が34.6%と低い値を示したのは、魚体の自己消化によるものと考えられ、蛋白態窒素率はマイワシの鮮度表示に有効ではないかと思われる。

全アミノ酸量は、マイワシは春・冬合わせて7検体の平均値が17.19g/100g、標準偏差0.98で、季節別変動も少なかった。フィッシュパウダーは76.4g/100gと高い値を示し、アミノ酸供給源としての有効性を示唆している。

粗蛋白に対する全アミノ酸量の割合を%で示したものをアミノ酸率とし、粗蛋白で表された全窒素成分のうち、アミノ酸成分の占める割合を示す指標とした。マイワシはアミノ酸率がNo.4検体を除き、ほぼ100%を示した。No.4検体が95%と低値を示したのは蛋白態窒素率で認められたと同様に、検体の自己消化によるものではないかと考えられる。フィッシュパウダーのアミノ酸率は80.5%であったが、これは脂質抽出工程中にアミノ酸が分解したためではないかと考えられ、食用として利用するには

第1表 マイワシ及びフィッシュパウダーの粗蛋白、蛋白態窒素、全アミノ酸量

| No. | 試料 年・月・日 | 備考 | 全窒素 (A) % | 粗蛋白 (B) % | 蛋白態窒素 (C) % | 全アミノ酸量 (D) g/100g | 蛋白態窒素率 (C/A)×100% | アミノ酸率 (C/B)×100% |
|-----|-------------|------|--------------|--------------|----------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 1987. 5.13 | マイワシ | 2.60 | 16.2 | 1.99 | 17.4 | 76.5 | 107.0 |
| 2 | " 5.13 | " | 2.66 | 16.6 | 1.97 | 16.5 | 74.1 | 99.5 |
| 3 | " 5.28 | " | 2.66 | 16.6 | 2.06 | 16.7 | 77.4 | 100.8 |
| 4 | " 6.15 | " | 2.80 | 17.5 | 0.97 | 16.7 | 34.6 | 95.1 |
| 5 | " 6.24 | " | 2.61 | 16.3 | 1.94 | 16.1 | 74.3 | 98.7 |
| 6 | " 12. 8 | " | 2.38 | 14.9 | 1.76 | - | 74.0 | - |
| 7 | " 12.10 | " | 2.70 | 16.9 | 2.20 | - | 81.5 | - |
| 8 | " 12.17 | " | 2.48 | 15.6 | 1.95 | 18.9 | 78.6 | 121.8 |
| 9 | 1988. 1. 8 | " | 2.23 | 13.9 | 1.79 | - | 80.3 | - |
| 10 | " 1.18 | " | 2.62 | 16.4 | 2.11 | 18.0 | 80.5 | 109.6 |
| | フィッシュパウダー | | 15.0 | 94.9 | 11.2 | 76.4 | 74.6 | 80.5 |

第2表 マイワシの季節別成分分析の平均値と標準偏差

| | | マイワシ | | |
|--------------------|------|--------|-------------|--------------|
| No. | | 全試料 | 春試料 1から5 | 冬試料 6から10 |
| 粗蛋白質 (%) | 平均 | 16.09 | 16.64 | 15.54 |
| | 標準偏差 | 1.04 | 0.51 | 1.19 |
| 蛋白態窒素 (%) | 平均 | 1.87 | 1.79 | 1.96 |
| | 標準偏差 | 0.34 | 0.46 | 0.19 |
| 全アミノ酸量 (g/100g) | 平均 | 17.19* | 16.68 | 18.45** |
| | 標準偏差 | 0.98* | 0.47 | 0.64** |

* No.1 ~ 5, No.8, No.10の値

** No.8, No.10の値

その製造工程を再検討する必要があると思われる。

2. アミノ酸組成

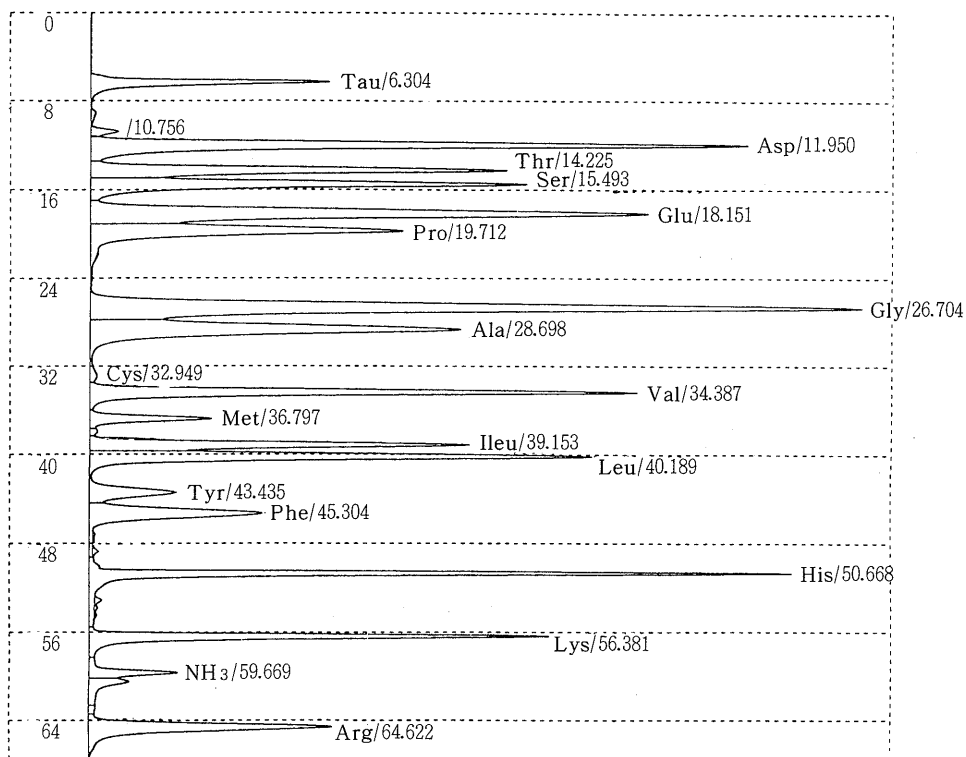
マイワシ7検体（春期試料5検体，冬期試料2検体）およびフィッシュパウダー1検体（春期試料）について、含有するアミノ酸の種類及び量を分析した。第1図にマ

イワシのアミノ酸分析結果の1例を示した。各種既知アミノ酸のほかに、タウリンの存在がすべての検体で認められた。タウリンの含量はマイワシよりもフィッシュパウダーの方が少なく、また、マイワシでは魚体加水分解物よりも魚体遊離アミノ酸区分にタウリンが多く含まれていた（データ不提示）。これらよりパウダー製造工程中にタウリンは流出するものと思われる。

アミノ酸分析の結果から、各試料について含有アミノ酸の種類と量を第3表に示した。各アミノ酸の含有割合はマイワシ、フィッシュパウダーの各試料で差がほとんど認められず、これら試料のアミノ酸パターンはほぼ同じであるといえる。

3. 食品蛋白質としての栄養価

マイワシ並びに食品素材として用いられているフィッシュパウダーについて、それらの人間に対する栄養価を評価するため、1985年FAO/WHO/UNUによって提案されたアミノ酸評点パターンとの比較検討を行った（第4表）。これに基づいてアミノ酸スコアを算出したものが第5表である。アミノ酸スコアの算出方法は、試料中の



第1図 マイワシのアミノ酸分析

第3表 マイワシ, フィッシュパウダーのミノ酸組成

(g/100g)

| No | マイワシ | | | | | | | フィッシュ パウダー |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|---------------|
| | 1 5/13 | 2 5/18 | 3 5/28 | 4 6/15 | 5 6/24 | 8 12/17 | 10 1/18 | |
| アスパラギン酸 | 1.65 | 1.66 | 1.83 | 1.72 | 1.62 | 1.86 | 1.76 | 7.70 |
| スレオニン | 0.78 | 0.81 | 0.82 | 0.77 | 0.70 | 0.85 | 0.81 | 3.44 |
| セリン | 0.75 | 0.77 | 0.74 | 0.73 | 0.66 | 0.76 | 0.76 | 3.26 |
| グルタミン酸 | 2.27 | 2.37 | 2.41 | 2.31 | 2.09 | 2.62 | 2.50 | 11.0 |
| プロリン | 0.71 | 0.79 | 0.75 | 0.79 | 0.74 | 0.80 | 0.81 | 3.49 |
| グリシン | 1.01 | 1.10 | 1.10 | 1.22 | 1.14 | 1.17 | 1.17 | 5.14 |
| アラニン | 1.08 | 1.16 | 1.14 | 1.14 | 1.18 | 1.27 | 1.22 | 5.00 |
| バリン | 1.91 | 0.88 | 0.92 | 0.84 | 0.83 | 0.97 | 0.91 | 3.78 |
| メチオニン | 0.46 | 0.36 | 0.49 | 0.45 | 0.42 | 0.47 | 0.50 | 2.22 |
| イソロイシン | 0.76 | 0.73 | 0.76 | 0.68 | 0.67 | 0.80 | 0.76 | 2.92 |
| ロイシン | 1.33 | 1.35 | 1.35 | 1.23 | 1.21 | 1.51 | 1.40 | 4.01 |
| チロシン | 0.64 | 0.55 | 0.59 | 0.54 | 0.58 | 0.67 | 0.63 | 2.86 |
| フェニルアラニン | 0.71 | 0.71 | 0.75 | 0.70 | 0.70 | 0.86 | 0.81 | 3.27 |
| ヒスチジン | 0.90 | 0.88 | 1.02 | 0.88 | 0.98 | 0.91 | 0.80 | 3.72 |
| リジン | 1.56 | 1.43 | 1.64 | 1.48 | 1.55 | 1.76 | 1.61 | 7.08 |
| アルギニン | 1.21 | 1.01 | 1.06 | 1.02 | 1.00 | 1.12 | 1.06 | 5.26 |
| トリプトファン | 0.22 | 0.20 | 0.21 | 0.20 | 0.23 | 0.20 | 0.22 | 1.13 |
| シスチン | 0.51 | 0.53 | 0.55 | 0.52 | 0.50 | 0.27 | 0.24 | 1.11 |
| 計 | 17.4 | 16.5 | 16.7 | 16.7 | 16.1 | 18.9 | 18.0 | 76.4 |

第4表 フィッシュパウダー, マイワシの窒素1g当たりの必須アミノ酸含量(mg)とFAO/WHO/UNUの
アミノ酸評点パターンとの比較

| アミノ酸 | 窒素当たりの必須アミノ酸 (mg/gN) 1985年 (FAO/WHO/UNU) | | | | フィッシュ パウダー (mg/gN) | マイワシ (mg/gN) |
|---------------|---|-------------------|-------------------|-----|--------------------------|-----------------|
| | 乳 児 | 学 齡 期 前 (2~5歳) | 学 齡 期 (10~12歳) | 成 人 | | |
| ヒスチジン | 170 | 120 | 120 | 100 | 250 | 350 |
| イソロイシン | 290 | 180 | 180 | 80 | 190 | 270 |
| ロイシン | 580 | 410 | 280 | 120 | 270 | 490 |
| リジン | 410 | 360 | 280 | 100 | 470 | 570 |
| メチオニン+シスチン | 260 | 160 | 140 | 110 | 220 | 360 |
| フェニルアラニン+チロシン | 450 | 390 | 140 | 120 | 410 | 490 |
| スレオニン | 270 | 210 | 180 | 60 | 230 | 290 |
| トリプトファン | 110 | 70 | 60 | 30 | 80 | 80 |
| バリン | 340 | 220 | 160 | 80 | 250 | 330 |
| 合 計 | 2,880 | 2,120 | 1,540 | 800 | 2,370 | 3,230 |

各必須アミノ酸含量 (mg/g nitrogen) を1985年のアミノ酸評点パターンの各アミノ酸含量 (mg/gNと略記) で除して%表示し, そのうちの最低値をもってアミノ酸スコアとした。なお, 最低値が100を上回る場合のアミノ酸スコアは100として表示した。

マイワシは乳児の場合, トリプトファンが第1制限アミノ酸, ロイシンが第2制限アミノ酸となっていたが, 乳児以外のものが摂取する場合はすべての必須アミノ酸が必要量を満たしており, すぐれた蛋白質源であると言える。フィッシュパウダーは成人の場合のみすべての必

第5表 フィッシュパウダー、マイワシのアミノ酸スコア

| アミノ酸 | フィッシュパウダー | | | | マイワシ | | | |
|---------------|---------------------|------|-----|-----|---------------------|------|-----|-----|
| | 1985年のパターンに対する割合(%) | | | | 1985年のパターンに対する割合(%) | | | |
| | 乳児 | 学齢期前 | 学齢期 | 成人 | 乳児 | 学齢期前 | 学齢期 | 成人 |
| ヒスチジン | 147 | 208 | 208 | 250 | 206 | 292 | 292 | 350 |
| イソロイシン | 66 | 106 | 190 | 238 | 93 | 150 | 150 | 338 |
| ロイシン | 47 | 65 | 96 | 225 | 84 | 120 | 175 | 408 |
| リジン | 115 | 131 | 168 | 470 | 139 | 158 | 204 | 570 |
| メチオニン+シスチン | 85 | 138 | 157 | 200 | 138 | 225 | 260 | 330 |
| フェニルアラニン+チロシン | 91 | 105 | 293 | 342 | 109 | 126 | 350 | 408 |
| スレオニン | 85 | 110 | 128 | 382 | 107 | 138 | 161 | 408 |
| トリプトファン | 73 | 114 | 133 | 267 | 73 | 114 | 133 | 267 |
| バリン | 97 | 114 | 156 | 313 | 97 | 150 | 206 | 413 |
| アミノ酸スコア | 47 | 65 | 96 | 100 | 73 | 100 | 100 | 100 |

須アミノ酸が必要量を満たしていたが、乳児の場合には、ヒスチジン、リジンのみが必要量を満たしているだけで、第1制限アミノ酸であるロイシンは、47%と非常に低い値を示した。また、学齢期前及び学齢期の場合でもロイシンが要求量を満たしておらず、フィッシュパウダーを食用に供する際は、不足するアミノ酸を添加すると共に、特にロイシンの強化が必要であることが判明した。

要 約

マイワシの季節別漁獲試料（春期、冬期）及び食用に開発されたイワシ魚粉（フィッシュパウダー）について、一般成分ならびにアミノ酸成分の分析を行い、FAO/WHO/UNUの1985年アミノ酸評点パターンに基づいて蛋白質の栄養価の評価を行った。

- 1) マイワシの粗蛋白は季節により変動を示し、冬期試料は春期試料より粗蛋白量は少ない傾向を示した。
- 2) 蛋白態窒素、全アミノ酸量、アミノ酸パターンはいずれも季節別変動が少なかった。
- 3) 蛋白態窒素率及びアミノ酸率は魚体の自己消化時に低い値を示した。

4) マイワシのアミノ酸スコアは、乳児以外の場合には100を示し良好な蛋白質源であるが、乳児では73で、トリプトファンが第1制限アミノ酸、ロイシンが第2制限アミノ酸であった。

5) フィッシュパウダーは成人の場合のみアミノ酸スコア100を示したが、乳児、学齢期前、学齢期いずれの場合も必須アミノ酸、特にロイシンが不足し、乳児では、アミノ酸スコア47と低い値を示した。フィッシュパウダーの食用に際しては、ロイシンの強化を必要とすることを指摘した。

文 献

- 1) 科学技術庁資源調査局・資源調査所：改訂日本食品アミノ酸組成表，大蔵省印刷局，東京（1986）pp. 211-233
- 2) 科学技術庁資源調査局・資源調査所：改訂日本食品アミノ酸組成表，大蔵省印刷局，東京（1986）pp. 204-210
- 3) 安井明美，堤忠一：食品分析法，日本食品工業学会食品分析法編集委員会編，光琳，東京（1982）pp. 101-105