

アコヤガイタンパク質の栄養価に関する研究

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	中島, 滋 河野, 竜一 松下, 精孝
巻/号	56巻6号
掲載ページ	p. 941-945
発行年月	1990年6月

アコヤガイタンパク質の栄養価に関する研究

中島 滋, 河野 竜一, 松下 精孝, 土屋 隆英

(1989年12月15日受付)

Studies on Nutritive Values of Pearl Oyster Proteins

Shigeru Nakajima,*¹ Ryuichi Kawano,*² Kiyotaka Matsushita,*²
and Takahide Tsuchiya*³

The amino acids composition and nutritive values of pearl oyster proteins were examined. The amino acid score of pearl oyster proteins was 88. Growth rates of rats fed a pearl oyster diet were higher than those fed a casein diet. True digestibility of pearl oyster proteins was lower than that of casein. The nutritive values of pearl oyster proteins measured for rats were about the same as those of casein. The level of total plasma cholesterol in rats fed the pearl oyster diet was lower than that of those fed the casein diet. Pearl oyster was thus considered to be a useful protein source, which could control the accumulation of total plasma cholesterol.

未利用水産物をタンパク質源として有効利用するために、オキアミ^{1,2)}や深海魚³⁾等の食用化が検討されている。

水産食品の中で貝類は、必須アミノ酸組成からみて、一般に栄養価の高いタンパク質を含んでいる。⁴⁾ また血漿中コレステロールの増加を抑制する作用をもつと言われるタウリンやベタインも貝類に多く含まれている。⁵⁾

大量の未利用貝として我が国ではアコヤガイ *Pinctada martensii* があげられる。アコヤガイは、真珠養殖用の母貝として年間約 1500 トンが使用されているが、真珠を取り除いた後、わずかに約 100 トンの貝柱が珍味食品や粕漬食品として使用されているのみで、大部分は投棄されてしまっている。アコヤガイの貝柱には、アミノ酸組成や人工消化率から判断し、良質なタンパク質が含まれている可能性がある。^{6,7)} しかしながら、アコヤガイ全肉のタンパク質の栄養価についてはいまだ研究例が少ない。

真珠採取後、貝柱だけでなく、アコヤガイの全貝肉を食品として利用するためには、その栄養価に関する知見も必要である。

本研究は、アコヤガイ全肉のタンパク質について、アミノ酸組成を測定するとともに、その栄養価を白ネズミを用いた動物実験で調べ、真珠養殖後のアコヤガイを食品素材として利用できるかどうかを検討したものであ

る。

実験方法

アコヤガイ アコヤガイは愛媛県宇和海産の母貝 (3-5 年貝、殻長約 7 cm) を用いた。内臓を含むアコヤガイ全肉をミンチ状にして混合後、凍結乾燥してアコヤガイ粉末とし、動物実験用のタンパク質源とした。この粉末中の一般成分は Table 1 に示した通りであった。

アミノ酸分析 アコヤガイ粉末 10 mg に 6 N HCL を 10 ml 加え 110°C で 24 時間加水分解した。減圧濃縮して HCl を除去後、0.2 N クエン酸緩衝液 (pH 2.2) で希釈し、アミノ酸自動分析機 (ポンプ: 島津 LC-5A, 検出器: 島津 RF-530, カラム: 島津 ISC-071S1504Na 型) を用いて必須アミノ酸およびタウリン量を測定した。アコヤガイ粉末の必須アミノ酸含量 (mg/g N) を暫定的評点パターン⁸⁾ (Provisional scoring pattern) と比べて第一制限アミノ酸を求め、アミノ酸価 (Amino acid score) を算出した。

飼料 タンパク質源としてアコヤガイ粉末およびカゼインを用い、動物実験用飼料を調製した。タンパク質含量が約 20% になるように配合したアコヤガイ食およびカゼイン食の組成を Table 2 に示した。無タンパク質食は、タンパク質量分を糖質 (コーンスターチおよびグルニュー糖) の割合を増加して配合した。これらの飼料を

*¹ 聖カタリナ女子大学 (St. Catherine Women's College, Hojo, Ehime 799-24, Japan).

*² ヤマキ株式会社研究開発室 (Research Laboratory, Yamaki, Co., Ltd., Iyo, Ehime 799-31, Japan).

*³ 上智大学理工学部化学科 (Department of Chemistry Sophia University, Kioi, Chiyoda, Tokyo 102, Japan).

Table 1. Proximate composition of dried meat of pearl oyster (%)

Water	Protein	Fat	Others
0.6	75.9	1.0	22.5

Table 2. Composition of experimental diets

Ingredients	Pearl oyster diet (g)	Casein diet (g)
Dried meat of pearl oyster	264	—
Casein	—	200
Corn-starch	387	430
Granulated sugar	189	210
Corn oil	100	100
Mineral mixture*1	40	40
Vitamin mixture*2	10	10
Cellulose powder	10	10
Choccola A*3	0.5	0.5
Choline chloride	4	4

*1 Clea Japan, Inc.
 *2 Oriental yeast industry Co., Ltd.
 *3 Commercially obtained from Eisai Co., Ltd., One ml contains 30,000 I.U. of vitamin A and 75 µg of vitamin D.

用いて, ラットを飼育した。

実験動物, 飼育法および動物の処理 実験動物として体重 114 g 程度の Wister 系雄ラットを使用した。15 匹のラットを 5 匹ずつ, アコヤガイ食群, カゼイン食群, 無タンパク質食群に分けた。ラットは 1 匹ずつ代謝ケージで 3 週間飼育した。動物室の温度は 22~24°C とし, 照明は 12 時間の周期で明暗を切り替えた (7:00-19:00 点灯)。飼料および水は自由に摂取できる様にした。飼育開始より毎日, 体重と飼料摂取量を測定した。無タンパク質食群ラットの 1 週間ごとの減体重は正味タンパク質率 (NPR) の計算に, 糞中 N 排泄量は真の消化吸収率, 生物価 (BV) の計算に, 尿中 N 排泄量は BV の計算にそれぞれ使用した。飼育の終了したラットは, 注射麻酔後心臓より採血した。タンパク質効率 (PER) および NPR は次式を用いて 1 週間毎に算出した。

$$PER = \frac{\text{増体重}}{\text{タンパク質摂取量}}$$

$$NPR = \frac{\text{増体重} - \text{無タンパク質食群ラットの減体重}}{\text{タンパク質摂取量}}$$

分析法 尿, 糞, および飼料の窒素量は, セミマイクロケルダール法⁶⁾で測定した。血漿中総コレステロール量は, 臨床検査キット (コレステロール C-テストワコー) を用いて測定した。

真の消化吸収率, BV, 正味タンパク質利用率 (NPU) は次式を用いて算出した。

真の消化吸収率 (%)

$$= \frac{\text{摂取N量} - (\text{糞中N量} - \text{代謝性糞中N量}^{*1})}{\text{摂取N量}} \times 100$$

$$BV = \frac{\text{体内保留N量}}{\text{吸収N量}} \times 100$$

$$= \frac{\text{摂取N量} - (\text{糞中N量} - \text{代謝性糞中N量}^{*1}) - (\text{尿中N量} - \text{内因性尿中N量}^{*2})}{\text{摂取N量} - (\text{糞中N量} - \text{代謝性糞中N量}^{*1})} \times 100$$

$$NPU = \frac{\text{体内保留N量}}{\text{摂取N量}} \times 100 = BV \times \text{真の消化吸収率} (\%)$$

*1 無タンパク質食群ラットの糞中N量
 *2 無タンパク質食群ラットの尿中N量

結 果

必須アミノ酸およびタウリン組成 アコヤガイ粉末の必須アミノ酸量を測定し, 暫定的評点パターン⁶⁾を基準として, アミノ酸価を求めた。(Table 3) アコヤガイ粉末の第 1 制限アミノ酸はロイシンであり, そのアミノ酸価は 88 であった。また, タウリン含量は, 169 mg/g N であった。

体重増加量 アコヤガイ食群およびカゼイン食群ラットの体重増加の様子を Fig. 1 に示した。1 週目, 2 週目, および 3 週目の体重増加量はアコヤガイ食群がそれぞれ, 74.4 g, 58.2 g, 62.6 g で, カゼイン食群がそれぞれ, 55.0 g, 46.2 g, および 53.4 g であった。アコヤガイ食群の体重増加量は, 全飼育期間を通じてカゼイン食群より勝っており, 両食群の間に有意差 (危険率 5%) が認められた。

タンパク質効率および正味タンパク質率 タンパク質効率 (PER) および正味タンパク質率 (NPR) を Table 4 に示した。1 週目, 2 週目, および 3 週目の PER は, アコヤガイ食群がそれぞれ, 3.15, 2.11, および 2.14 で, カゼイン食群がそれぞれ, 2.79, 2.15, および 2.39 であった。また, 1 週目, 2 週目, および 3 週目の NPR は,

Table 3. Essential amino acids and taurine of pearl oyster sample

Amino acids	Amount of amino acid (mg/gN)		Ratio to provisional scoring pattern (%)
	Sample	Provisional scoring pattern	
Ile	550	250	220
Leu	388	440	88
Lys	429	340	127
Met+Cys	269	220	122
Phe+Tyr	485	380	128
Thr	319	250	128
Trp	256	60	417
Val	280	310	91
Tau	169	—	—

The first limiting amino acid is underlined.

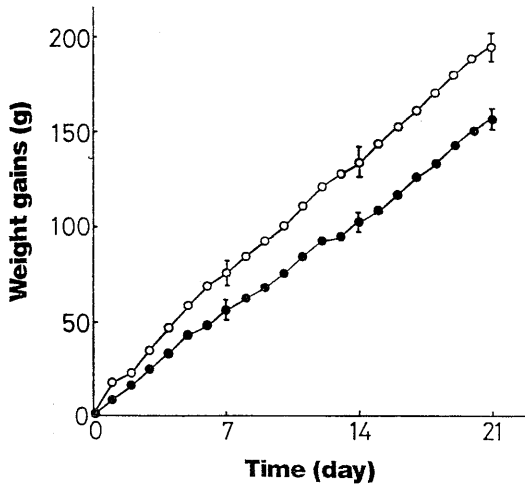


Fig. 1. Changes in body weight of rats.

The symbols specify the groups of rats as follows: ○, Pearl oyster diet group; ●, Casein diet group. Initial body weight of rats was 114 ± 10 g. Each point is the means of five rats and the vertical bar represents one standard deviation.

Table 4. Nutritive values of pearl oyster proteins measured for rats (I)

Group	Protein efficiency ratio (PER)		
	First week	Second week	Third week
Pearl oyster	3.15 ± 0.233	2.11 ± 0.394	2.14 ± 0.200
Casein	2.79 ± 0.251	2.15 ± 0.151	2.39 ± 0.185
<i>t</i> *	2.365	0.212	2.051

Group	Net protein ratio (NPR)		
	First week	Second week	Third week
Pearl oyster	2.36 ± 0.232	1.87 ± 0.366	1.97 ± 0.209
Casein	1.81 ± 0.236	1.68 ± 0.211	2.21 ± 0.185
<i>t</i> *	3.716	1.006	1.923

Values represent means of 5 rats \pm S.D.

* Significance determined by Student's *t*-test. $t_{0.05} = 2.306$

アコヤガイ食群がそれぞれ、2.36、1.87、および 1.97 で、カゼイン食群がそれぞれ、1.81、1.68、および 2.21 であった。1 週目は、PER および NPR ともアコヤガイ食群の方がカゼイン食群よりも高く、有意差 (危険率 5%) が認められた。2 週目、および 3 週目は、両食群の PER および NPR はほぼ等しく、有意差 (危険率 5%) は認められなかった。

消化吸収率 消化吸収率を Table 5 に示した。1 週目、2 週目、および 3 週目の真の消化吸収率は、アコヤ

Table 5. Digestibilities of pearl oyster proteins measured for rats

Group	True digestibilities (%)		
	First week	Second week	Third week
Pearl oyster	94.2 ± 0.54	92.1 ± 0.31	92.2 ± 0.19
Casein	96.4 ± 0.53	96.5 ± 0.81	95.7 ± 1.37
<i>t</i> *	6.502	11.344	5.658

Values represent means of 5 rats \pm S.D.

* Significance determined by Student's *t*-test. $t_{0.05} = 2.306$.

Table 6. Nutritive values of pearl oyster proteins measured for rats (II)

Group	Biological values (BV)		
	First week	Second week	Third week
Pearl oyster	70.6 ± 2.79	64.1 ± 5.31	64.0 ± 3.18
Casein	71.3 ± 4.86	64.2 ± 2.57	64.9 ± 2.63
<i>t</i> *	0.279	0.038	1.571

Group	Net protein utilization (NPU)		
	First week	Second week	Third week
Pearl oyster	66.5 ± 2.94	59.0 ± 4.83	59.0 ± 2.90
Casein	68.7 ± 4.85	61.9 ± 2.40	61.4 ± 2.51
<i>t</i> *	0.867	1.202	1.399

Values represent means of 5 rats \pm S.D.

* Significance determined by Student's *t*-test. $t_{0.05} = 2.306$

ガイ食群がそれぞれ、94.2%、92.1%、および 92.2% で、カゼイン食群がそれぞれ、96.4%、96.5%、および 95.7% であった。全飼育期間を通じて、アコヤガイ食群の消化吸収率はカゼイン食群よりも低く、両食群の間に有意差 (危険率 5%) が認められた。

生物価および正味タンパク質利用率 生物価 (BV) および正味タンパク質利用率 (NPU) を Table 6 に示した。1 週目、2 週目、および 3 週目の BV は、アコヤガイ食群がそれぞれ、70.6、64.1、および 64.0 で、カゼイン食群がそれぞれ、71.3、64.2、および 64.9 であった。また、1 週目、2 週目、および 3 週目の NPU は、アコヤガイ食群がそれぞれ、66.5、59.0、および 59.0 で、カゼイン食群がそれぞれ、68.7、61.9、および 61.4 であった。全飼育期間を通じて、両食群の BV はほぼ等しく、有意差 (危険率 5%) は認められなかった。NPU は BV に真の消化吸収率を乗じた値であるため、真の消化吸収率の低い結果を反映し、全飼育期間を通じてアコヤガイ食群の値の方がカゼイン食群の値より低くなっているものの、両食群の間に有意差 (危険率 5%) は認められなかった。

Table 7. Total plasma cholesterol in rats fed pearl oyster and casein diets

Group	Total plasma cholesterol (mg/dl)
Pearl oyster	57.2 ± 3.82
Casein	81.8 ± 14.3
t*	3.731

Values represent means of 5 rats ± S.D.

* Significance determined by Student's t-test. $t_{0.05} = 2.306$

血漿中総コレステロール量 飼育終了後採血した血漿中の総コレステロール量を Table 7 に示した。アコヤガイ食群の値はカゼイン食群の値より低く、両食群の間に有意差 (危険率 5%) が認められた。

考 察

必須アミノ酸組成より求めたアコヤガイのアミノ酸価は 88 であった。食用として供されているアサリ、カキ、シジミ等の貝類のアミノ酸価 (Table 8) と比べると、アコヤガイのアミノ酸価は、シジミよりやや低いものの、他の貝より高かった。このことはアコヤガイがタンパク質源として栄養価の高い貝であることを示していた。

PER, NPR は、1 週目はアコヤガイ食群がカゼイン食群より高く、2 週目および 3 週目はほぼ同じであった。このことから、アコヤガイタンパク質の栄養価は、カゼインと同等かそれ以上であると思われた。また、体重増加量は全飼育期間を通じて、アコヤガイ食群の方がカゼイン食群より多かった。これは、自由摂取による飼育方法をとったため、ラットがアコヤガイ飼料をより多く食べた結果であった。

消化吸収率、BV, NPU の結果を考えあわせると、アコヤガイのタンパク質はカゼインのそれと比べ、消化吸収率はやや低いものの、吸収されたものは、カゼインと

同等の栄養価があった。また、これらの値は、先に報告したにぼしの値¹¹⁾より高いことから、アコヤガイのタンパク質はにぼしのそれよりも栄養価が高いことを示していた。

以上のことから、アコヤガイタンパク質は、カゼインと同程度の良質なタンパク質であった。

飼育終了後のラットの血漿中総コレステロール量は、アコヤガイ食群の方がカゼイン食群より低かった。この理由の一つに、アコヤガイに含まれるタウリンの作用があげられる。タウリンには血漿中コレステロール量を減少させる作用があることが村上ら¹²⁾および阿部ら¹³⁾により報告されている。また、魚貝類では貝類のタウリン含量が高いことが小沢ら¹⁴⁾により報告されている。本研究の結果得られたアコヤガイ粉末のタウリン含量は 169 mg/g N であった。この価は、小沢ら¹⁴⁾の結果から計算した他の貝のタウリン含量 (mg/g N) と比較すると、トコブシ (473) やサザエ (313) より低いものの、アサリ (137) とほぼ同じであり、ホタテガイ (48) やトリガイ (102) より高かった。また、アコヤガイ貝柱エキスには、ペタインが多く含まれていることが藤田ら⁶⁾により報告されている。ペタインにも血漿中コレステロール量を減少させる作用があるので^{18,19)}、このこともアコヤガイ食群ラットの方がカゼイン食群ラットより、血漿中総コレステロール量が低値になった要因ではないかと思われる。これらのことから、アコヤ貝は、有望な健康食品であると思われる。

以上より、アコヤガイを食用に供することができるならば、未利用タンパク質源の有効利用や健康増進に有効であるとともに、投棄による環境汚染の防止にも役立つと思われる。

文 献

- 1) 岩谷昌子, 小島義樹, 田村盈之輔: 栄養学雑誌, **35**, 101-107 (1977).
- 2) 小島義樹, 印南 敏, 岩谷昌子, 田村盈之輔: 栄養学雑誌, **37**, 13-21 (1979).
- 3) 西 紘平, 野俣 洋, 高橋玄夫, 鳥谷部憲男, 北林 透, 中村金良: 水産物加工利用技術研究開発総合報告書, 水産庁研究部研究課, 1985, pp. 525-562.
- 4) 鴻巣章二, 渡辺勝子: 水産学シリーズ 52 水産食品と栄養, 恒星社厚生閣, 東京, 1979, pp. 39-53.
- 5) 鴻巣章二, 藤本建四郎, 高島良子: 日水誌, **31**, 680-688 (1965).
- 6) 藤田真夫, 葉守 仁, 池田静徳: 日水誌, **34**, 146-149 (1968).
- 7) 藤田真夫, 葉守 仁, 早山万彦, 池田静徳: 日水誌, **34**, 150-153 (1968).
- 8) Report of a Joint FAO/WHO Adhoc Expert Committee Energy and Protein Requirements,

Table 8. Amino acid scores of shellfishes¹⁰⁾

Shellfishes	Amino acid score	Limiting amino acid
Pearl oyster*	88	Leu
Ark shell	81	Val
Short-necked clam	81	Val
Abalone	68	Val
Oyster	77	Val
Top shell	71	Val
Corb shell	95	Leu
Whelk	84	Val
Egg cockle clam	87	Val
Hen clam	77	Val
Hard clam	81	Val
Scallop	71	Val

* Pearl oyster was examined by this study.

- FAO and WHO, 1973.
- 9) 菅原 潔, 副島正美: 生物化学実験法 7 蛋白質の定量法, 第 2 版, 学会出版センター, 東京, 1977, pp. 25-73.
 - 10) 科学技術庁資源調査会編: 改訂日本食品アミノ酸組成表, 大蔵省印刷局, 1986, pp. 86-87.
 - 11) 中島 滋, 遠藤章二, 角田好美, 土屋隆英, 松本重一郎: 日水誌, **54**, 1607-1610 (1988).
 - 12) 村上忠正, 松浦千文, 宇治木三太郎, 高田 尚, 三好秋馬, 梶山栢郎, 水野敏之, 井上正規, 朝倉靖夫, 角田幸信: 基礎と臨床, **7**, 2870-2874 (1973).
 - 13) 阿部重信, 金田尚志: 栄養と食糧, **28**, 125-128 (1975).
 - 14) 小沢昭夫, 青木 滋, 鈴木香都子, 杉本昌明, 藤田孝夫, 辻 啓介: 日本栄養・食糧学会誌, **37**, 561-567 (1984).
 - 15) 大田静行, 戸井田貞子: 調理科学, **18**, 162-166 (1985).