

ホタテガイ閉殻筋のエキスアミノ酸組成と酸可溶性燐

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	大石, 圭一 飯田, 優 吉村, 彩子
巻/号	36巻12号
掲載ページ	p. 1226-1230
発行年月	1970年12月

ホタテガイ閉殻筋のエキスアミノ酸組成 と酸可溶性燐*

大石圭一・飯田 優・吉村彩子

(1970年6月22日受理)

Amino Acid Composition and Phosphorous Content in the Extracts of Scallop Adductor Muscle

Keiichi OISHI,** Atsushi IIDA,** and
Ayako YOSHIMURA***

The adductor muscle of scallops consists of two kinds of muscles: One is a striated muscle and the other is a smooth muscle. These muscles are different from each other in some respects: In color, the striated muscle is slightly reddish, but the smooth muscle is rather white; in size, the former is almost nine times as large as the latter. Physiologically the former works in the instant closing of valves, while the latter keeps the valves closed. Furthermore, the striated muscle is more palatable than the other.

With this in mind, the extractives from both the adductor muscles and the body juice of scallop, *Pecten yessoensis*, were analyzed for amino acid composition and organic and inorganic phosphorus contents.

To the muscle homogenate or body juice 10 volumes of 1% picric acid solution were added. Then the extracts were passed through a column of Dowex 2X 10 to remove picric acid. Amino acids were determined by the Hitachi Amino Acid Analyzer Model KLA-3. The determination of phosphorus in a 0.6N perchloric acid extract was carried out by the FISKE and SUBBAROW's method.

No distinct difference was found in the amount of amino nitrogen between the two muscles. The same tendency was observed in the ratio of amino nitrogen to the total nitrogen. As for the amino acid content, glycine formed about 50% of the total amino acids, and taurine accounted for 23~42% in all the samples examined.

Of the three samples, the striated muscle was the highest in phosphorus content and the body juice was the lowest. The content of arginine in the striated and smooth muscles was higher than that of the other amino acids except glycine, taurine, glutamic acid, and alanine. From these results, the authors have presumed that arginine phosphate acts as an energetic source in the two muscles.

ホタテガイ閉殻筋は随意筋（有紋筋）である横紋筋と不随意筋（無紋筋）である平滑筋とから構成されている¹⁾。横紋筋は閉殻筋の大部分を占め、やや赤色を呈した縦に脆弱な筋繊維の束で、外敵に襲われたり、移動する時など急に貝殻を閉じる場合に働くのに対して、平滑筋は白色を呈した強靱な筋繊維で、リガメントの開殻作用に抵抗して常時貝を閉じている²⁾。

前者は赤筋、後者は白筋と通称され、その重量比は Table 1 に示したように約 9:1 である。すなわち市販される貝柱の大部分は赤筋であり、その一部に付着して噛んだ時、割合堅い感じのするのが白筋で

* 本論文は昭和 42 年 11 月、日本水産学会秋季大会（東大阪市）にて講演発表。

** 北大水産学部食品化学研究室 (Laboratory of Seafood Chemistry, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate)

*** 大阪樟蔭女子大学 (Osaka Shoin Women's College, Higashi-Osaka)

ある。白筋の味は赤筋に劣る。このように両筋肉は生理的作用、大きさ、色調、味などが異なるので、エキスやその他の成分にも差があるのではないかと考えた。

しかしながらこの観点に立つてエキス成分を研究した報告は未だ見当たらない。そこでまずこれら2種の筋肉と体液についてエキリアミノ酸を測定した。また無脊椎動物では Arginine phosphate がエネルギー源として重視されているので³⁾、遊離アルギニンの定量に加えて磷の含量についても検討した。

Table 1. Weight composition of scallops in grams.

Specimen No.	Whole	Shell	Striated muscle	Smooth muscle	Body juice
A. Specimens in 1966					
1	735	425	120	12.5	16.5
2	750	450	131	11.1	11.2
3	515	260	118	8.4	15.8
4	330	165	70	5.4	17.7
5	465	225	94	8.8	26.4
3. Specimens in 1967					
1	334	178	60	5.4	19.0
2	266	146	53	4.8	5.0
3	241	140	41	6.9	2.5
4	246	108	49	4.1	22.0
5	239	137	46	3.4	7.5
6	187	106	35	3.0	1.5
7	209	112	36	2.3	18.5
8	183	93	40	3.0	8.5
9	211	104	39	3.0	26.5
10	172	90	39	2.9	6.5

Table 2. Total, extractive and amino nitrogens of the scallops (g. per 100 g. of dry matter).

Sample	Total nitrogen (TN)	Extractive nitrogen (EN)	Amino-nitrogen* (AN)	EN/TN (%)	AN/EN (%)
A. Specimens in 1966					
Striated muscle	11.9	3.5	2.0	29.4	57.1
Smooth muscle	13.3	2.9	2.0	21.8	69.0
B. Specimens in 1967					
Striated muscle	11.7	3.6	1.8	30.8	50.0
Smooth muscle	13.9	3.0	1.8	21.6	60.0

* Determined by ninhydrin reaction, and calculated as leucine-N.

ここで体液と称するものは、貝殻より筋肉採取時の流出液であり、これは体腔内外液に海水が混じたものと推察される。

実 験

試料 実験は A, B 2 回行なった。1 回目 (A) は 1966 年 7 月 14 日、函館近郊の上磯沿岸で採捕されたホタテガイ 5 個を、2 回目 (B) は 1967 年 7 月 4 日、北海道噴火湾沿岸で採捕されたホタテガイ 10 個を用い、いずれも採捕当日生きていた状態のものから横紋筋と平滑筋とを分離したのち磨砕し、5 個あるいは 10 個を均一に混ぜて試料とした。また筋肉を取り出す際に流出した液を集めて体液とし、供試した。

エキスの調製 各試料に 10 倍量の 1% ピクリン酸を加えて 5 分間ブレンダーにかけたのち遠心分離し、上澄を Dowex 2X10 のカラムに通してピクリン酸を除去、減圧濃縮して一定容とし、アミノ酸の定量に供した。

また上記の各試料を 3 倍量の 0.6 N 過塩素酸とともに 5 分間ブレンダーにかけたのち遠心分離し、上澄を水酸化カリで中和し、生じた沈澱を遠心分離し、一定容として磷酸の定量に供した。

化学分析 全窒素はケルダール法、アミノ態窒素はニンヒドリン比色法、またアミノ酸は日立アミノ酸分析計 KLA-3 型でアンバーライト CG-120 を用いて測定した。磷酸の定量は FISKE-SUBBAROW 法⁴⁾ によつた。無機磷はそのまま比色、次に酸加水分解後全磷を測定し、それと無機磷との差を算出し有機磷とした。

結果および考察

ホタテガイ各個体の重量と貝殻、

Table 3. Amino acid composition of extractives from the striated muscle, smooth muscle and body juice.

Amino acid	A. Scallops caught in 1966				B. Scallops caught in 1967							
	Striated muscle		Smooth muscle		Body juice		Striated muscle		Smooth muscle		Body juice	
	mg. per 100 g. of dry matter	%	mg. per 100 g. of dry matter	%	mg. per 100 g. of dry matter	%	mg. per 100 g. of dry matter	%	mg. per 100 g. of dry matter	%	mg. per 100 g. of dry matter	%
Cysteic acid	161	1.19	388	3.22	32.2	0.52	17.6	0.01	6.3	0.04	10.7	0.14
Taurine	3130	23.18	4200	34.90	1720	27.75	4810	31.19	6000	41.53	1790	23.73
Aspartic acid	13.5	0.10	46.5	0.39	14.2	0.23	24.8	0.16	41.6	0.29	22.9	0.30
Threonine	143	1.06	88.3	0.73	48.4	0.78	104	0.67	76.9	0.53	41.9	0.56
Serine	224	1.66	68.6	0.57	10.9	0.18	48.7	0.32	70.6	0.49	29.3	0.39
Glutamic acid	559	4.14	404	3.36	195	3.15	374	2.42	327	2.26	142	1.88
Proline	328	2.43	51.9	0.43	74.4	1.20	269	1.74	53.5	0.37	65.6	0.87
Glycine	7620	56.43	5510	45.79	3000	48.40	8550	55.44	6380	44.16	4040	53.56
Alanine	536	3.97	814	6.76	368	5.94	648	4.20	684	4.73	221	2.93
Valine	87.5	0.65	16.6	0.14	32.8	0.53	73.7	0.48	30.8	0.21	55.6	0.74
Methionine	87.7	0.65	32.6	0.27	24.7	0.40	49.7	0.32	52.4	0.36	24.2	0.32
Isoleucine	26.6	0.20	7.8	0.06	18.2	0.29	21.2	0.14	15.2	0.11	27.2	0.36
Leucine	31.9	0.24	19.4	0.16	27.8	0.45	35.3	0.23	28.6	0.20	50.5	0.67
Tyrosine	14.3	0.11	18.3	0.15	19.0	0.31	10.0	0.06	32.5	0.23	25.5	0.34
Phenylalanine	12.2	0.09	13.6	0.11	16.5	0.27	19.5	0.13	32.6	0.23	24.7	0.33
Tryptophan	4.6	0.03	5.7	0.05	trace	—	trace	—	trace	—	trace	—
Lysine	50.3	0.37	44.8	0.37	74.7	1.21	21.6	0.14	43.8	0.30	120	1.60
Histidine	44.4	0.33	23.5	0.20	19.7	0.32	16.4	0.11	32.5	0.23	29.4	0.39
NH ₃	35.5	0.26	36.6	0.30	131	2.11	44.2	0.29	104	0.72	140	1.86
Arginine	394	2.92	243	2.02	371	6.00	285	1.85	435	3.01	682	9.04
Sum of amino acids	13503.5	100.01	12033.2	99.98	6198.5	100.04	15422.7	99.90	14447.3	100.00	7542.5	100.01
Sum of amino-N	2068.4		1788.6		894.2		2378.9		2170.0		1220.4	
Sum of amino-N Detd. amino-N* × 100 (%)	103		89		81		132		121		122	

* Determined by ninhydrin reaction, and calculated as leucine-N.

Table 4. Inorganic and organic phosphorus contained in the extractives (P_2O_5 mg. per 100 g. of dry matter).

Phosphorus	Striated muscle	Smooth muscle	Body juice
A. Specimens in 1966			
Inorganic	874	456	772
Organic	353	489	15
Total	1227	945	786
B. Specimens in 1967			
Inorganic	2710	1582	1708
Organic	1099	547	100
Total	3809	2129	1808

横紋筋、平滑筋および体液の重量を Table 1 に示した。横紋筋は閉殻筋の約 90% を占め、平滑筋は約 10% であった。なお水分は横紋筋 74~75%、平滑筋 79%、体液 95% であった。

全窒素とアミノ態窒素の定量結果を Table 2 に、アミノ酸は Table 3 に、磷酸は Table 4 にそれぞれ無水物中の含量で示した。

全窒素は横紋筋約 12%、平滑筋 13~14%、体液 4.5~5.5%、エキス全窒素は、横紋筋約 3.5%、平滑筋約 3%、体液 1~2% であり、両筋肉は 2 回の実験でほぼ同じ値を示した。またエキシアミノ態窒素は横紋筋約 2.0%、平滑筋約 2.0%、体液約 1.0% であり、全窒素に対するエキス全窒素と、エキス全窒素に対するアミノ態窒素の各割合は、両筋

肉とも 2 回の実験でほぼ同じ値であった。

エキシアミノ酸は各試料ともグリシンの含量が非常に多く、横紋筋無水物中 7620~8550 mg%, 平滑筋 5510~6380 mg%, 体液 3000~4040 mg% で、いずれも全アミノ酸量の約 50% を占め、土屋ら^{5,6)}がホタテガイ平滑筋エキスで得た結果とほぼ同じ割合であった。次いでタウリンが多く、その全アミノ酸量に対する割合は横紋筋 23~31%、平滑筋 35~42% で後者にやや多く、体液にも 24~28% 含まれていた。アラニン、グルタミン酸、アルギニンも比較的多く、両筋肉ではアラニン 4~7%、グルタミン酸 2~4%、アルギニン 2~3%、体液はアルギニン 6~9%、アラニン 3~6%、グルタミン酸 2~3% であった。アルギニンは体液の場合アミノ酸総量に対する割合が両筋肉に比べて大きく、タウリンに次いで第 3 位であり、横紋筋で第 5 位、平滑筋で第 4 および第 6 位であった。またマキガイ可食部のエキシアミノ酸中にも 300~900 mg% 含まれており⁷⁾、無脊椎動物筋肉中でアルギニンは磷酸と結合し、フォスファージェンとしてエネルギー

Table 5. Comparison of free amino acid compositions of scallop, abalone, and short-necked clam. Values are expressed as mg. per 100 g. of wet matter.

Scallop			Scallop ⁵⁾	Abalone ⁶⁾	Short-necked clam ⁷⁾
Striated muscle*	Smooth muscle*	Body juice*	Adductor muscle	Muscle	Soft part
Gly 1950 2250	Gly 1140 1330	Gly 160 202	Gly 1455.0	Tau 946	Tau 664.2
Tau 769 1260	Tau 869 1250	Tau 92 90	Ala 1233.0	Arg 299	Gly 328.5
Glu 137 170	Ala 169 143	Arg 20 34	Glu 150.5	Gly 174	Ala 129.5
Ala 132 98	Glu 84 68	Ala 20 11	Pro 81.5	Glu 109	Glu 102.8
Arg 97 75	CySO ₃ H 80 1	Glu 10 7	Arg 32.0	Ala 98	Arg 93.5
Pro 80 71	Arg 50 91	NH ₃ 7 7	Val 29.5	Ser 95	Lys 25.0
Ser 55 13	Thr 18 16	Lys 4 6	Leu 8.4	Pro 83	Ser 23.6
CySO ₃ H 39 5	Ser 14 15	Pro 4 3	Ser 6.4	Thr 82	Asp 20.9

* The upper figures are data on the specimens in 1969 and the lower ones those in 1967.

一伝達にあずかると言われる³⁾が、ホタテガイ閉殻筋のアルギニンもその役割を果たしていると推察される。横紋筋と平滑筋とではアミノ酸組成に幾分かの差があるが、それが生理的意義の差を反映したものでどうかは不明である。

本実験の定量値を生肉中の含量に換算し、土屋ら^{5,6)}のホタテガイ閉殻筋および鴻巣^{8,9)}の貝類肉のエキスアミノ酸の定量結果とともに Table 5 に列挙した。表中われわれの各アミノ酸含量は上の段が1回目、下の段が2回目の結果である。さきに述べたようにホタテガイ閉殻筋にはグリシンがもつとも多く、土屋らの報告と同様であるが、土屋らのアラニン含量は非常に多く、本実験結果の約 10 倍である。その他のアミノ酸は土屋らの方が少なめであった。アワビ、アサリはホタテガイに比べて一般に遊離アミノ酸が少なく、さきのマキガイの結果と同様タウリンがグリシンより多いのが特長である。アルギニンはアワビに多い。

エキス磷酸は1回目と2回目の実験結果に差があるが、いずれも横紋筋、平滑筋、体液の順に少なく、1回目の平滑筋の定量結果を除けば、無機磷は有機磷より多かつた。ことに体液ではその傾向が著しかつた。これらの定量値からただちに生鮮筋肉中の有機磷と無機磷の含有割合を考察することは難しいが、全磷が横紋筋に多いということと、横紋筋は平滑筋よりはるかに重量が大であるということと相まつて、急に貝殻を閉じることは、貝殻をリガメントに拮抗して常時閉じていることよりも、はるかに多くのエネルギーを要するという見方ができるであろう。

体液あるいは筋肉採取時の流出液には、Tables 3~4 にみられるように、エキスアミノ酸や磷が含まれている。それゆえ、体液は海水のみでなく、生理的意義のあるものと推察された。

要 約

ホタテガイ閉殻筋の生理作用に関連して、主にそのエキスアミノ酸組成と磷酸の含量を検討した。

1. ホタテガイ各個体の全重量に対する横紋筋、平滑筋、体液の重量比はそれぞれ 16~23%、1~3%、1~13% で、横紋筋が閉殻筋の重量の約 90% を占めていた。
2. 無水物中の全窒素は横紋筋、平滑筋、体液でそれぞれ約 12%、13~14%、4.5~5.5% を占め、エキスアミノ態窒素はそれぞれ約 2%、2%、1% の割合であつた。エキス全窒素に対するエキスアミノ態窒素の割合は横紋筋、平滑筋、体液でそれぞれ 50~57%、60~69%、48~79% であつた。
3. 横紋筋と平滑筋のアミノ酸組成にはグリシンとタウリンの含量について若干の差が認められた。
4. 横紋筋無水物中の全磷酸の含量は平滑筋や体液に比べてかなり多かつた。
5. アルギニンは横紋筋でアミノ酸中 394 と 285 mg%、平滑筋では 243 と 435 mg% であり、また磷酸が多いので、アルギニン磷酸塩の形で筋肉の収縮のエネルギー源になつていると推論した。

文 献

- 1) 野村七録：動雑，30，後 43 (1918)；動雑，31，後 1 (1918)。
- 2) 高槻俊一：貝の生活，213 pp.，河出書房，東京 (1942)。
- 3) E. BALDWIN: Dynamic aspects of biochemistry, 456 pp., Cambridge University Press, Cambridge (1949)。
- 4) 江上不二夫・石本 真・丸尾文治・三浦義彰・関根隆光・須田正巳・田宮信雄編：標準生化学実験，625 pp.，文光堂，東京 (1953)。
- 5) 土屋靖彦：水産物のエキス，40 pp.，北大水産食品化学研究室，函館 (1957)。
- 6) 土屋靖彦・鹿山 光・佐々木 劭・工藤英郎：冷凍，36，1011~1017 (1961)。
- 7) 奥村彩子・村田喜一・高木光造・大石圭一：北大水産研究彙報，17 (3)，147~151 (1966)。
- 8) S. KONOSU and Y. MAEDA: This Bull., 27, 251~254 (1961)。
- 9) 鴻巣章二・藤本建四郎・高島良子・松本輝子・橋本芳郎：本誌，31，680~686 (1965)。