

甲殻類並びにかぶと蟹の筋肉蛋白の研究 (第2報)

伊勢海老, くま蝦, さる蝦, あか蝦, とら蝦等の
諸蝦がざみ並びにかぶと蟹の筋肉蛋白の研究

八坂 茂・宮原昭二郎・田端義明

Studies on the Muscle Protein of Crustacea and "Kabutogani" (*Tachypleus tridentatus*) II.

On the crustacean Proteid of Crayfish, other Shrimps,
Crab and horseshoe Crab.

Shigeru YASAKA Shōjirō MIYAHARA and Yoshiaki TABATA

We already reported a prawn secreted an agaragarlike substance in the first report "Studies on the muscle-protein of *Penaeus japonicus* BATE".

Now we intend to entitle a series of agaragarlike protein as a crustacean proteid. A crustacean proteid of crayfish contains fifteen substances—serine, lysine, glycine, arginine, histidine, threonine, alanine, tyrosine, methionine, phenyl-alanine, leucine, trace of proline and three unknown matters.

The another crustacean proteid has an almost similar constitution.

[I] 伊勢海老 *Panulirus japonicus* (v. SIEDOLD) の Crustacean proteid

緒 言

多くの蝦類, かに, かぶと蟹中で此の伊勢海老が最も Crustacean proteid を集めるのに都合が宜しい. 又その収量も最も良い. 生きて居る伊勢海老が始めに泡を吹くこと, 水から揚げて硝子板上に載せ, それを下から徐々に加熱して行くか或は日光の直射下に放置すると泡を吹き Crustacean proteid を分泌することは前報告の車蝦の場合と全く同様である. そして吹き出す泡も車蝦と同様に塩水でその塩素量は 25/1,000~30/1,000 である.

実 験

[1] 試料の採取並びにその Crustacean proteid の諸性質

佐世保港外の黒島で捕獲した生きた伊勢海老……月齡 6.7 の時 4 尾, 月齡 11.2 の時 1 尾 月齡 17.1 の時 2 尾, 合計 7 尾……を材料に供し, 第一腹節を輪切りにして Crustacean proteid の分泌を待つ. 腹節の殻を取り除いて観察すると車蝦の場合と同様に此の Crustacean proteid は筋肉の表面から分泌され, 体液として血液と共存するもの様に見受けられる. 此の体液は若し体外に排出されるか, 或は海老が死んだりすると此の Crustacean proteid は寒天状に凝固してしまう. 死んだ伊勢海老では筋肉と筋肉との間隙部に凝固して居る Crustacean proteid を観察することが出来る.

生きて居る伊勢海老の腹部の切断面から流れ出る体液の pH は 6.7~6.9 平均 6.8 を示し

暫時にして寒天状に固まる。此の Crustacean proteid と、之と共存する水液とは共に Haemocyanine の為に青紫色を帯びて居る。分泌された Crustacean proteid の最も多かつたものは 535g の雌海老からの 24.0g (4.49%), 2.140g の雌海老からの 81.3g (3.80%) であつた。

同じ生きて居る海老でも海水から揚げたばかりの極めて元気なものを切断すると、出る水液は多いが Crustacean proteid の方は外部に出るものは寧ろ少く、筋肉束と筋肉束との間に凝固してしまう分が多い。少し弱りかけた海老では水液はその時迄に或る程度排出したためか少く、之に反し Crustacean proteid の分泌は多いようである。此の寒天状に凝まつた Crustacean proteid の含む水分と、之を分泌した母体であるその海老の筋肉の水分とを比較測定した処次の様な数値を得た。

Table 1. Moisture % in a Crustacean proteid and a muscle of a crayfish (♀) 535g

	sample (g)	moisture (g)	moisture (%)	average (%)
Crustacean proteid	2.0102	1.6861	83.88	84.14
	1.6629	1.4035	84.40	
muscle	1.1510	0.8684	75.44	75.22
	1.2225	0.9198	75.24	
	1.2145	0.9108	74.99	

Table 2. Moisture % in a Crustacean proteid and a muscle of a crayfish (♂) 494g

	sample (g)	moisture (g)	moisture (%)	average (%)
Crustacean proteid	1.6841	1.4097	83.71	83.90
	0.7757	0.6522	84.08	
muscle	1.1575	0.8809	76.10	76.18
	1.2520	0.9502	75.89	
	1.3415	0.9671	76.56	

尙参考の為に自然に死んで、動かなくなつた直後の筋肉の水分を測定し次の様な結果を得た。

Table 3. Moisture % in a muscle of a naturally dead crayfish.

	sample (g)	moisture (g)	moisture (%)	average (%)
muscle (♀ 570g)	1.5840	1.2354	77.99	77.92
	1.0319	0.8033	77.84	
	2.0103	1.5671	77.94	
muscle (♂ 515g)	1.4380	1.0774	74.92	75.02
	1.2066	0.9075	75.22	
	1.7322	1.2978	74.92	

以上の総ての結果を平均すると次の Table 4. の通りである。

此の表は寒天状に凝まつた当初は Crustacean proteid の水分は筋肉の水分よりも大であることを示す。

寒天状に凝固した Crustacean proteid は嚙んで見ると水母より少しは粘り気があるが、よく似た感じを持つて居り、その味は凝固する時に抱え込んだ saline water の為に塩気が感ぜられる。凝固した Crustacean proteid は時間が経つにつれて、その抱え込んだ水分を段々と分離し出す。之は一つの特徴である。約1時間も放置すると判然と gel と水液とに分かれ Haemocyanine の色は水液の方に強く移行し、gel の方は殆んど無色になる。此の寒天様に凝まつた Crustacean proteid を細かく砕いて水の中に投入し、徐々に加熱して行くと 72°~75°C で完全に白色の Curd となる。この白色の Curd と比較する為に生きて居る海老の筋肉を細分し、同様に水中に投入加熱して行くと 52°C 附近から液は少し宛白濁し始め、70°~72°C 附近になると全部白色化し水の表面に浮び上つて来る。

之等両者の白色化したものを較べて見ると外見上では区別が出来かねる位に酷似して居る。Crustacean proteid の方は塩気があり、海老の味を示す。加之きめの細かく凝固した卵白の如き歯ざわりである。

白色になつた Crustacean proteid の Curd は常温で永く水中に放置しても復元して sol にはならない。

生きて居る海老を輪切りにし Crustacean proteid の固まる以前に之を急いで thionine で染めて見ると外見上は染色されたかのように見受けられるが、之を水で洗うと遂には脱色されて行く。

〔2〕構成成分の検出

白色になつた Crustacean proteid を集め、之を塩酸で加水分解し前報の如く paper-chromatography を行くと serine を始めとして 12 物質と三つの未知物質とがある。この未知物質の一つは butanol 展開の時は glycine の位置、phenol 展開の時は $R_f=0.7$ を示す。

未知物質の他の二つは butanol 展開で threonine の位置、phenol 展開では $R_f=0.12$ と $R_f=0.18$ で之は恐らくは aspartic acid と glutamic acid と思われる。

以上の 15 物質をニンヒドリンで発色させた場合のそれぞれの示す斑点の面積の大小を示すと次の様になる。

Table 5. Curd-composition of a crayfish.

serine	++++	threonine	++	leucine	++++++
lysine	+++	alanine	++++	proline	trace
glycine	++++	tyrosine	+	unknown $R_{f(ph)}^*=0.07$	+
arginine	+++	methionine	++++	" $R_{f(ph)}=0.12$	++++
histidine	++	phenyl-alanine	++++	" $R_{f(ph)}=0.18$	++++

* Phenol 液 (phenol 100 : 0.1 % Ammonia 23) で展開した時の R_f (以下同じ)

〔3〕海老の肥瘠と Crustacean proteid の関係

佐世保港外の黒島で生きて居る伊勢海老を手に入れその肥瘠程度を調べた。

Table 6. The relation between the moon-age and the corpulence-degree.

moon-age	number	sex	degree of corpulence
6.7	4	♀ 2 ♂ 2	Shell is full of abdominal stout muscle in cross section.
11.2	1	♀ 1	〃
17.1	4	♀ 2 ♂ 2	〃

又月齢5.7の夜に獲つた伊勢海老2尾(雌雄各1尾)を水から揚げ室温で自然死を待ち…雌は40時間後に又雄は32時間後に死ぬ……第一腹節を輪切りにすると孰れも瘠せて居り、而も筋肉束と筋肉束の間隙部分の寒天状に凝固した Crustacean proteid の量は極めて僅少であつた。

以上のことから推測すると伊勢海老がその棲息場所で餌を十分に摂れなかつた時は勿論、又何等かの原因で此の Crustacean proteid を体外に分泌することがあつたとすると、その分泌量が多ければ多い程筋肉は瘠せて見えることと思われる。又月齢の点を之丈の材料から考えて見ると月齢そのものは伊勢海老の肥瘠に直接の関係はなく、俗に言われて居る「月明の晩は海老が瘠せて居る。」と言うことは「月明の晩は上記二原因の発生する機会が多い」と解すればよい。

〔II〕クマ蝦 *Penaeus monodon* FABRICIUS の Crustacean proteid

クマ蝦も川棚町附近の大村湾で獲られる蝦の一つである。その数量はそう多くはないが、多くの場合車蝦と一緒に生きてそのまま市場に出される。その大きさは大きなものになると60~65gに及ぶものがある。

〔1〕材料の採取

月齢27.1の晩にクマ蝦の生きたもの5尾…24g, 35g, 36g, 41g, 57g 平均38.6g…を手に入れ、前報告の車蝦、伊勢海老の場合と同様の実験を試みた。

水から取り上げて硝子板上に横たえた時に出す泡の塩素量は平均13/1,000で、又体液の塩素量は平均33/1,000を示した。Crustacean proteidの凝固は62.5°Cから始まり、その性質等は全く車蝦と同様である。尙母体の筋肉の凝固も62.0°C位から始まる。沸騰水の中にクマ蝦を投入すると Crustacean proteid が Curd となつて外殻や脚にくつ附くことも車蝦と同様である。白色の Crustacean proteid の Curd を集めて次の試料とする。

〔2〕Curdの構成成分の追求

Curdを加水分解し前記の如き paper-chromatography を行くと Table 7 の様になる。

Table 7. Curd-composition of *Penaeus monodon* FABRICIUS

serine	++	threonine	+	leucine	+++
lysine	+	alanine	++++	unknown Rf _(ph) =0.04	+++
glycine	++++	tyrosine	++	" Rf _(ph) =0.14	++
arginine	++	methionine	+++		
histidine	++	phenyl-alanine	+++		

未知物質の一つは butanol 展開の場合 glycine の位置, phenol 展開で Rf=0.04 であり, 他の未知物質は butanol 展開で threonine の位置, phenol 展開で Rf=0.14 の物質である。

〔III〕サル蝦 *Trachypenaeus curvirostris* STIMPSON の Crustacean proteid

サル蝦も亦川棚町附近で漁獲される蝦で体長は 11~12cm に及ぶ, サル蝦は小型の蝦なのでその Crustacean proteid を採取するのに分泌量が少く, 従つて第一腹部を輪切りにし, その頭胸部の側から出て来るものを採取する以外は僅かにその存在を確かめ得る程度に過ぎない。

〔1〕材料の採取

生きたサル蝦 54 尾に前同様の操作をする。体液中の塩素量は 22/1,000~28/1,000 でその pH は 6.6 を示した。Crustacean proteid の総量も少いが Haemocyanine による着色度も極めて淡い。その筋肉の凝固は 64.0°C 位から始まり又 Crustacean proteid の凝固は 62.5°C 附近から始まる。この Curd を集めて試料とする。

〔2〕Curd の構成成分の追求

Curd を加水分解し, 前記の如き paper-chromatography によつて次の結果を得た。

Table 8. Curd-composition of *Trachypenaeus curvirostris* STIMPSON.

serine	+	alanine	++++	unknown Rf _(ph) =0.03	++++
lysine	+	tyrosine	+	" Rf _(ph) =0.14	+++
glycine	++++	methionine	++		
arginine	++	phenyl-alanine	++		
histidine	++	leucine	++		

未知物質の一つは butanol 展開の場合 glycine の位置, phenol 展開の場合 Rf=0.03 の物質, 他は butanol 展開の場合 threonine の位置, phenol 展開の場合 Rf=0.14 の物質である。

〔IV〕アカ蝦 *Metapenaeopsis barbatus* DE HAAN 並びに *Ceratopenaeus dalei*(RATHBUN)の Crustacean proteid

アカ蝦も亦川棚町で漁獲される小蝦で, その漁獲数量は相当に多い。体長 4.5cm 位のも

のが最も多い。 *Ceratopeneus dalei*(RATHBUN)はアカ蝦の類である。

〔1〕試料の採取

アカ蝦の生きたもの 176 尾を前同様の操作をする。 Crustacean proteid の sol はサル蝦の場合と同じく Haemocyanine による着色度が極めて淡い。 体液の pH は 6.6 で、筋肉の凝固は 64°~65°C から始まり、 Crustacean proteid の凝固は 61.5°C 附近から始まる。 この Curd を集めて次の試料とする。

〔2〕 Crustacean proteid 構成成分の追求

Crustacean proteid を加水分解し、前記の如き paper-chromatography を行い、11 物質の存在を知つた。

Table 9. Curd-composition of *Metapeneopsis barbatus* DE HAAN.

serine	++	alanine	+++	leucine	++
lysine	+++	tyrosine	+	unknown Rf _(ph) =0.04	++++
glycine	+++	methionine	++	" Rf _(pl) =0.12	++++
histidine	+++	phenyl-alanine	++		

未知物質は butanol 展開の場合、 glycine の位置、 phenol 展開で Rf=0.04 のもの一つ、 butanol 展開で threonine の位置、 phenol 展開で Rf=0.12 のもの一つ計二物質である。

〔V〕トラ蝦 *Metapeneopsis acclivis*(RATHBUN)の Crustacean proteid

トラ蝦も赤川棚町附近で多量に漁獲される小蝦であり、その大きさも殆んどアカ蝦と同じ位である。

〔1〕試料の採取

生きたトラ蝦 127 尾を材料とし前同様の操作を行う。 体液の pH は 6.6 で前述のサル蝦、アカ蝦と同値を示す。 又 Haemocyanine による Crustacean proteid の着色もサル蝦、アカ蝦と同様に極めて淡い、筋肉は 64°~65°C 附近から凝固し始め、 Crustacean proteid は 63°C から固まり始める。

〔2〕 Crustacean proteid の構成成分の追求

前同様の操作を行つて次の結果を得た。

Table 10. Curd-composition of *Metapeneopsis acclivis* (RATHBUN)

serine	+	threonine	+	leucine	+++
lysine	+	alanine	++++	unknown A	+++
arginine	++	tyrosine	++	" B	+++
glycine	++	methionine	+++	" C	+++
histidine	++	phenyl-alanine	+++	" D	++++

未知物質のAは (butanol 展開で $R_f=0.22$, phenol 展開で $R_f=0.05$) Bは (butanol 0.32, phenol 0.05) Cは (butanol 展開で threonine の位置, phenol 0.07) Dは (butanol 展開で threonine の位置, phenol 0.18) の物質である。

[VI] ヨシ蝦 *Metapenaeus monoceros* FABRICIUS, シバ蝦 *Metapenaeus joyneri* MIERS 及び *Alpheus bistinguendus* DE MAN の Crustacean proteid

ヨシ蝦, シバ蝦及び *Alpheus distinguendus* も亦川棚町附近で獲られる小蝦である。併し此の研究を行つた9月~11月の間では各蝦とも入手数僅かに3~7尾に止まつたので Crustacean proteid はその存在を確かめ得た程度に過ぎぬ。そしてその性質は孰れも前述のアカ蝦, トラ蝦のそれと酷似するものようである。体液のpHは共に6.6を示す。

[VII] ガザミ *Neptunus trituberculatus* MIERS の Crustacean proteid

Crustacean proteids が広く蝦類に存在することから, 同じ Crustacea に属する蟹類にも存在するものと考えられる。

長崎県では9月~10月はがざみの時期で此の候に生きたがざみが容易に入手出来る。その大なるものは1尾600gにも達する。普通のは170~180gの大きさである。

[1] 試料の採取

佐世保附近で獲れた生きたガザミ3尾...175g, 183g, 188g 平均182g...を入手し(月齢24.1), その歩脚 (ambulatory leg) の付け根を切断し蝦の場合と同様の操作をする。歩脚中では鉞から数えて最後の歩脚の切断面が一番排出量が多い。3尾のガザミの体液のpH, Chlor-ion, 胃液のpH, 筋肉並びに Crustacean proteid の凝固温度を調べた処, 次の結果を得た。

Table 11. pH in bodily fluid and gastric juice, Cl-ion in bodily fluid, and coagulating temperature in a muscle and a curd.

crab	pH of bodily fluid	Cl-ion of bodily fluid	pH of gastric juice	coagulating temperature of muscle	coagulating temperature of Crustacean proteid
175g	6.2	$\frac{28}{1,000}$	5.6	59°~60°C	62.°0C
183g	6.2	$\frac{36}{1,000}$	5.6	59°~60°C	62.°0C
188g	6.2	$\frac{32.5}{1,000}$	5.6	59°~60°C	62.°0C

[2] Crustacean proteid の構成成分の探求

Crustacean proteid を加水分解し前記の paper-chromatography によつて次の構成成分の存在を明らかにした。(Table 12. 参照)

未知物質の第一は butanol 展開で glycine の位置, phenol 展開で $R_f=0.04$ の物質。第二は butanol 展開で threonine の位置, phenol 展開で $R_f=0.12$ の物質。第三は

Table 12. Curd-composition of *Neptunus trituberculatus* MIERS.

serine	++++	histidine	++	leucine	++
lysine	+++	alanine	++++	unknown Rf _(ph) =0.04	++++
glycine	++++	tyrosine	+	" Rf _(ph) =0.12	+
arginine	+++	methionine	++++	" Rf _(ph) =0.24	++++
threonine	+	phenyl-alanine	++		

butanol 展開で同じく threonine の位置, phenol 展開で Rf=0.24 の物質である。

〔3〕蟹の吹く泡に就て

蝦, 蟹を水から揚げ放置するとよく泡を吹くものである。そして…殊に蟹類でよく見るのだが…沢山に泡を吹いてその泡が仲々消えぬのを見る。

Crustacean proteid を集める場合に蝦, 蟹の口から吐き出す液を見ると, 水から揚げで始めに吹く泡は saline water 丈であるが, 時が経つにつれて Crustacean proteid が始め, 時とともにその量を増して行く。換言すると Crustacean proteid は初め零で漸増して行き体外で寒天状の gel となる。従つて蝦, 蟹殊に蟹の場合の泡は初めに出す泡の組成は saline water 丈であるが段々 Crustacean proteid で組成の中に含まれ出すと仲々消え難くなつて来る。ふつと吹いた位では仲々蟹の泡の消えぬ事はよく経験することである。

〔VIII〕カブト蟹 *Tachypleus tridentatus* LEACH の Crustacean proteid

カブト蟹は生物学的に Crustacea に縁の近い動物である。佐世保附近では真申の海岸, 相浦川, 日宇川の河口附近に多く棲んで居る。

生きたカブト蟹から果して Crustacean proteid が発見出来るかと言うことは非常に興味のあることであつたが実験の結果は同じ系列の Crustacean proteid が存在することが判明した。

〔1〕試料の採取

本研究に供したカブト蟹は全部で7尾で相浦漁業組合の好意によつて入手出来た。生きた取り立てのカブト蟹は10月頃の気候では日蔭であれば優に7~10日間位は元気で居るから研究には非常に便利である。

胸脚を切断すると蝦や蟹と全く同様な状態で体液が出て次に Crustacean proteid は寒天状に凝固する。胸脚の切断直後, 未だ凝固しない間の体液の pH は平均 6.64……5尾が pH=6.6, 1尾が pH=6.7, 1尾. pH=6.8……を示す。

前報告の蝦や蟹に比して特徴的なことは血色素のため, 相当に濃い青紫色を帯びることである。その濃さは pH 原画表 I. P. B. の 5.6 のものに近い色である。

又体液の塩素量は 25/1,000~30/1,000 を示す。

カブト蟹が自然に死んだ直後にその体液の pH を測定すると pH 6.2 は酸性に移行し更に一日後は(此の時は Crustacean proteid は凝固して居る) pH は 5.6 と更に酸性に移行している。

胸部の筋肉をとり、水中に投入し、徐々に加熱して行くと 65°C 附近から白色化し凝固して行く。一方 Crustacean proteid の方は同様の操作により 61.5°C 位から白色化し凝まつて行く。此の Crustacean proteid の thionine に対する染色は蝦や蟹の場合と全く同様である。

〔2〕 Crustacean proteid の構成物質の追求

今迄の諸実験と同様の操作を行い、paper-chromatography によつて次の様な結果を得た。

Table 13. Curd-composition of *Tachypleus tridentatus* LEACH

glutamic acid	+++++	alanine	+++	leucine	++++
serine	++	tyrosine	+	unknown A	+++
glycine	++	methionine	+++	" B	+++
threonine	+	phenyl-alanine	+++++		

未知物質 A は (butanol 展開で Rf=0.32, phenol 展開で Rf=0.04) B は (butanol 0.32, phenol 0.12) の物質である。

摘 要

1. 前報告の車蝦に存在した Crustacean proteid は同じ蝦類の伊勢海老、クマ蝦、サル蝦、アカ蝦、トラ蝦、ガザミ、カブト蟹等にも存在する。
2. Crustacean proteid は体液を構成して居る。
3. Crustacean proteid を多量に排出した蝦蟹は肉が瘠せて見える。
4. 蟹の口から吹く泡の仲々消えぬのは此の Crustacean proteid が泡構成物質として存在する為と思われる。
5. 蝦、蟹を煮た場合に殻や脚に附着する Curd は此の Crustacean proteid であつてその味は筋肉より少し劣る。
6. 一連の Crustacean proteid は下表のような構成成分を有する。+印の数は chro-

Table 14. Curd. compositions of various Crustacea and a horseshoe crab

	<i>Penaeus japonicus</i>	<i>Panulirus japonicus</i>	<i>Penaeus monodon</i>	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>
serine	+	++++	++	+
lysine	++	+++	+	+
glycine	++	++++	++++	++++
arginine	+	+++	++	++
threonine	++	++	+	
histidine	+++	++	++	++
alanine	+++	+++++	++++	+++++
tyrosine	+++	+	++	+
methionine	+++++	+++++	+++	++
phenyl-alanine	++++	+++++	+++	++
leucine	++++	++++	+++	++
glutamic acid				
proline		trace		
unknown	3 物質	3 物質	2 物質	2 物質

	<i>Metapenaeopsis barbatus</i>	<i>M. acclivis</i>	<i>Neptunus trituberculatus</i>	<i>Tachypleus tridentatus</i>
serine	++	+	++++	++
lysine	+++	+	+++	
glycine	+++	++	++++	++
arginine		++	+++	
threonine		+	+	+
histidine	+++	++	++	
alanine	+++	++++	++++	+++
tyrosine	+	++	+	+
methionine	++	+++	+++++	+++
phenyl-alanine	++	+++	++	++++
leucine	++	+++	++	++++
glutamic acid				+++++
proline				
unknown	2 物質	4 物質	3 物質	2 物質

matography を行い、ニンヒドリンで発色させた斑点の示す広さを表わして居る。

本研究に関し蝦類の識別は横屋猷教授の教示を煩わした。茲に誌して篤く感謝の意を表する。

文 献

- 1) T. H. HUXLEY ; The Crayfish, The international scientific Series, vol XX VIII, London (1906)
- 2) PARKER and HASWELL ; A Text-book of Zoology, Macmillan and Co., London (1951)
- 3) BLOCK and BOLLING ; The amino acid composition of proteins and foods, Springfield, (1951)
- 4) 酒井 恒：日本蟹類図説，三省堂，東京（1945）
- 5) 赤堀，水島：蛋白質化学，共立出版，東京（1954）