

## クルマエビの神経分泌に関する研究—VIII

血リンパ性状と PAS 陽性物質量との相関性の検討

中 村 薫\*

Studies on the Neurosecretion of the Prawn, *Penaeus japonicus* B. —VIII

Correlation between Hemolymph and a Quantity of the PAS-Positive Granules in the PAS-Cells

Kaworu NAKAMURA\*

### Abstract

It dealt with the examination of the physiological relationship between the hemolymph and the PAS-cells, observed in the supraoesophageal ganglion of the prawn, *Penaeus japonicus* B.. It was carried out with the quantitative analysis on the calcium, the protein and the reducing sugars in the hemolymph. For the PAS-cells, the granules were calculated quantitatively by transcription, the same method as in the previous reports.

The hemolymph calcium was analyzed by BACKRA's EDTA-chelatometry. The normal value was 2-4 meq/dl. No relationship was observed in the cells with the calcium value.

The hemolymph protein was analyzed by GORNALL's biuret-colorimetry. The normal value was 5-14 g/dl. No relationship was observed in the cells with the protein value.

The hemolymph reducing sugars were analyzed by SASAKI's o-toluidine boric acid-colorimetry. The normal value was 5-20 mg/dl. No relationship was observed in the cells with the reducing sugars value.

In additions, it suggests that the dark red-purple spot of the  $R_f=0.35$ , observed distinctly in the paper chromatograph of the hemolymph, would be glycine. Further, by the disc-electrophoresis of the hemolymph, 1 and 3 bands, at least, were observed always at the front and the origin, respectively. For the reducing sugars, the effect of adrenalin was tested by the method of injection. As a result, it seems that the adrenalin must have no action on the level of the reducing sugars.

甲殻類の血リンパ中に存在する無機および有機成分に関しては、特に十脚目において脱皮現象との関連からその生理的役割が検討され、沼野井<sup>1)</sup>、TRAVIS<sup>2)3)4)5)</sup>、YAMAMOTO<sup>6)</sup>、DALL<sup>7)</sup>、SATHER<sup>8)</sup>等によるカルシウムや蛋白質の動向、ABRAMOWITZ等<sup>9)</sup>、KLEINHOLZ等<sup>10)</sup>、KNOWLES等<sup>11)</sup>、DALL<sup>12)</sup>等による血糖値の変動の測定その他、血リンパ諸成分に関する測定は FLORKIN<sup>13)</sup>、PASSANO<sup>14)</sup>、HOHNKE and SCHEER<sup>15)</sup>、SCHOFFENIELS and GILLES<sup>16)</sup>、およ

\* 鹿児島大学水産学部増殖生理学研究室 (Lab. of Propagation Physiology, Fac. of Fisheries, The Univ. of Kagoshima, Kagoshima, Japan)

び JEUNIAUX<sup>17)</sup> 等により綜説されている。著者はクルマエビの食道上神経節腹面後部の細胞集団に所在する PAS 細胞に関して、その生理的役割を解明する必要上、血リンパの主要成分の中よりカルシウム、蛋白質および還元糖を対象として、その定量を行ない、当該細胞との生理的関連を調べた。

### 実験方法

材料にはクルマエビ、*Penaeus japonicus* B. を用い、その血リンパ hemolymph を下記項目の試料とした。採血には頭胸甲の心臓域後縁を、小型のガラス・スポイトを用い、背側後方より心臓方向へ挿入し、中腸腺を損傷せぬよう注意して血リンパを吸引採取した。採取後、直ちに未凝固分を遠心管に移し3,000回転2~3分間の遠心分離を行ない、ベルンツセン・ミクロピペットにより採取可能な分より20 $\mu$ lを定量して試料とした。なお採血と同時に食道上神経節を摘出し、組織標本の作成に当てた。PAS陽性物質の計量操作は先報<sup>18)</sup>と同様の方法に従った。

- 1) 血中カルシウム定量：1974年9月(水温27.0~29.5°C)に飼育した、体重4~7gの個体を用いた。定量にはBACKRAのEDTA滴定法<sup>19)</sup>を適用し、標準には焰光用CaCl<sub>2</sub>液を用いた。
- 2) 血中蛋白定量：1974年7~8月(水温30°C)に飼育した、体重1~2gの個体を用いた。定量にはGORNALLのビウレット比色法<sup>19)</sup>を適用し、標準には牛アルブミン血清蛋白を用いた。東芝ベックマン分光光度計(SPECTA-10)による540nm渡長帯の吸光度を求めた。

なおペーパー・クロマトグラフィー<sup>20)</sup>により血中ニンヒドリン陽性物質の多寡を参考として調べた。体重1~2gの個体より採血した血リンパをそのまま、直接スポットした。溶媒にはn-ブタノール・酢酸・水(3:1:1)を用い、20cm展開を行なった。

又、ディスク電気泳動法<sup>21)</sup>により血中蛋白質パターンを参考として調べた。体重3~4gと10~15gの個体を用い、アクリルアミドゲル・150~200V・1mAの条件で3時間泳動しアミドブラック染色処理を行なった。

- 3) 血中還元糖定量：1974年8月(水温30°C)に飼育した、体重1~2gの個体を用いた。定量には佐々木のオートルイジン硼酸法<sup>19)</sup>を適用し、標準にはd,l-グルコースを用いた。血中蛋白定量と同一計器で660nm波長帯の吸光度を求めた。

なおアドレナリン注射による血糖値効果を調べた。改良HANKS液\*に溶かして0.001Mとしたアドレナリンの一定量を体重の異なる2群の個体の腹部筋肉に注射し、注射後の血中還元糖値を測定した。なおアドレナリン溶液のpH調整はせず、対照には改良HANKS液の等量注射を実施した。体重3~5gの個体には0.1mlを注射し、注射後0, 1, 3および6時間の4区を設定し、血中還元糖と同時にPAS陽性物質を求めた。体重15~20gの個体には0.5mlを注射し、注射後0, 1, 3, 6および10時間の5区を設定し、同一個体より3回の繰返採血を、切断した額角の基部よりスポイトを挿入して行ない(対照区とも特に1個体については5回の繰返採血)、所定の経過時間区における還元糖値を求めた。

\* クルマエビに適用するため、ここに変更されたHANKS<sup>22)</sup>液は一般甲殻類の血リンパの

塩類組成を考慮して、NaCl と CaCl<sub>2</sub> を多く、グルコースを減じて次の様な組成とした (1l H<sub>2</sub>O 中); NaCl (23.0g) CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (1.0g) KCl (0.4g) Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O (0.045g) NaHCO<sub>3</sub> (0.35g) KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (0.06g) MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O (0.1g) MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (0.1g) グルコース (0.1g).

結 果

血中カルシウム量と PAS 陽性物質量との関係を Table 1 に示した。クルマエビの血中カルシウム量は大概 2~4 meq/dl の値を示す。PAS 陽性物質量との間には相関性が認められない。

血中蛋白質量と PAS 陽性物質量との関係を Table 2 に示した。血中蛋白質量は 5~14g/dl の値を示す。PAS 陽性物質量との間には相関性が認められない。一方、血リンパ中のニンヒドリン陽性物質に関するペーパークロマトグラフィーの結果を Fig. 1 に示した。血リンパを直接用いたためカスポットの拡大とテーリングが生じた。濃赤紫色を呈するスポットが Rf=0.35 付近に検出された。3段階に分けた、当該スポットの呈色度合と PAS 陽性物

Table 1. Relationship between hemolymph calcium and a quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells.

No.	PAS-positives*	Hemolymph calcium (meq/dl)
1	0.0	3.0
2	0.0	2.8
3	0.1	2.3
4	0.0	2.8
5	0.0	2.3
6	1.3	2.1
7	0.7	2.6
8	0.0	2.6
9	0.4	2.1
10	0.3	1.8
11	0.1	2.6
12	0.0	3.9
13	0.0	2.8
14	0.0	3.7
15	0.1	2.8
16	0.3	1.8
17	0.2	2.3
18	0.0	2.8
19	0.3	1.8
20	0.0	1.8

\*: A value of the weight converted from the magnified volume of the histological specimen by transcription (unit: g)

Table 2. Relationship between hemolymph protein and a quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells.

No.	PAS-positives*	Hemolymph protein (g/dl)
1	1.3	5
2	1.0	13
3	0.6	8
4	0.0	10
5	0.3	9
6	0.2	7
7	1.1	14
8	0.4	11
9	0.8	10
10	1.7	10
11	0.4	7
12	0.1	7
13	0.0	9
14	0.1	6
15	0.3	8
16	0.3	12
17	2.1	8
18	1.0	6
19	1.1	10
20	0.0	9

\*: The same as in Table 1.

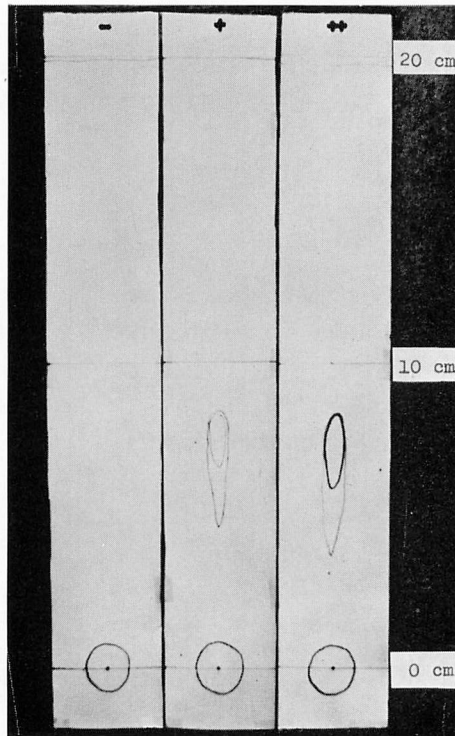


Fig. 1. 3 grades of the ninhydrin reactions on the spot,  $R_f=0.35$  (n-Bt-OH: Acetic acid:  $H_2O=3:1:1$ ), observed in the paper chromatography of the hemolymph.

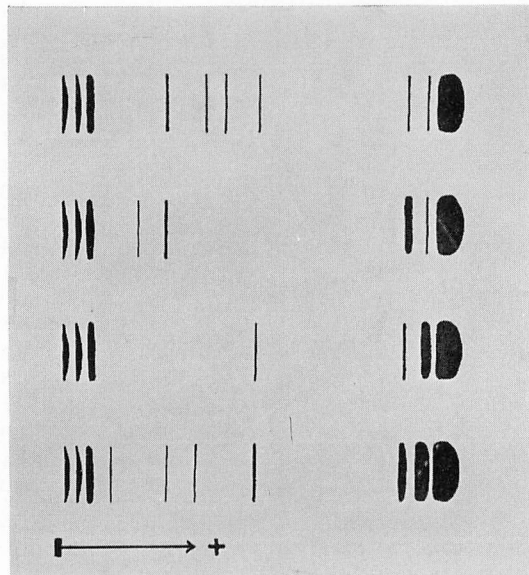


Fig. 2. Some patterns observed in the DISC-electrophoresis of the hemolymph proteins (Acrylamide gel; 150-200 V).

Table 3. Relationship between the reducing sugars in hemolymph and a quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells.

No.	PAS-positives*	Reducing sugars (mg/dl)
1	0.6	8
2	0.3	6
3	0.0	6
4	0.1	10
5	1.1	13
6	0.4	6
7	1.0	10
8	0.1	6
9	0.1	7
10	1.1	6
11	1.7	8
12	0.0	6
13	0.2	12
14	0.1	6
15	0.1	10
16	0.6	9
17	0.4	5
18	2.1	6
19	0.7	20
20	3.2	8

\*: The same as in Table 1

Table 4. Effect of the adrenalin injection on the quantities of the hemolymph-reducing sugars and the PAS-positive granules in the PAS-cells.

	No.	The quantity of the PAS-positives* after injection (hemolymph-reducing sugars; mg/dl)			
		0 hr	1 hr	3 hrs	6 hrs
Experiment	1	2.1 (14)	1.4 (29)	0.1 (18)	0.9 (17)
	2	0.1 ( 9)	0.7 (30)	0.0 (17)	0.7 (15)
	3	0.2 (12)	0.0 (25)	2.2 (18)	1.3 (14)
	4	1.7 ( 8)	1.2 (23)	1.1 (13)	0.0 (11)
	5	1.0 (10)	0.4 (27)	0.6 (17)	2.0 (10)
Control**	1	0.6 ( 8)	0.1 (28)	0.2 (17)	0.7 (13)
	2	0.3 ( 9)	0.0 (24)	2.3 (15)	1.4 (15)
	3	0.0 ( 6)	1.0 (24)	1.9 (12)	1.2 (10)
	4	2.1 (11)	0.2 (25)	0.0 (12)	0.0 (16)
	5	1.1 (13)	0.9 (23)	1.3 (18)	1.0 (11)

\*: The same as in Table 1

\*\* : Injected with the improved HANKS' solution

Table 5. Values of the hemolymph-reducing sugars by repeated collections at the set times after adrenalin injection.

		Hemolymph-reducing sugars (unit: mg/dl)				
		0 hr	1 hr	3 hrs	6 hrs	10 hrs
Experiment	No.					
	1	11	12	6	5	6
	2	13	—	9	—	13
	3	16	20	—	6	—
	4	10	—	16	—	9
	5	10	11	—	6	—
	Average	12	14	10	6	9
Control*	1	10	8	6	5	8
	2	11	—	7	—	8
	3	12	22	—	6	—
	4	13	—	6	—	14
	5	11	24	—	12	—
		Average	11	18	6	8

\*: The same as in Table 4

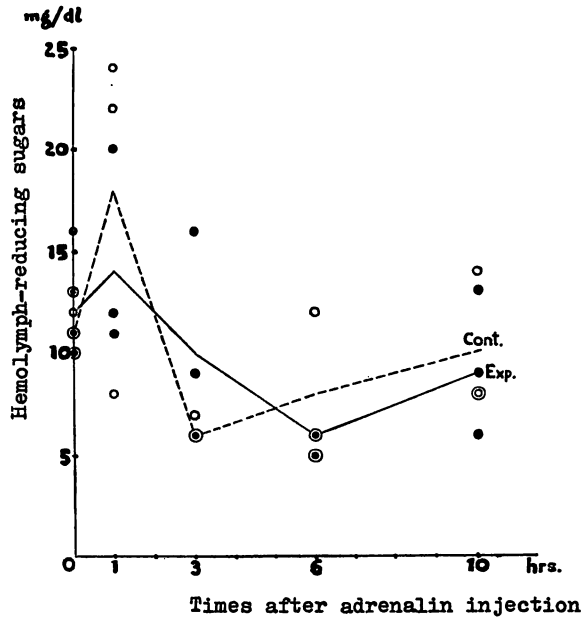


Fig. 3. Values of the hemolymph-reducing sugars by repeated collections at the set times after adrenalin injection. Closed circle: adrenalin injected (0.001 M—0.5 ml), Open circle: HANKS' solution injected (0.5 ml), Exp.: line connected with the average values of the closed circles at each time, Cont.: as the same line on the open circles

質量との間に相関性は認められなかった。又、血リンパ蛋白質の電気泳動の結果を模式的に Fig. 2 に示した。泳動パターンは個体により異なるが、概して、少なくとも10の泳動帯が分離され中でも原点付近の3本と泳動先端の1本は明瞭で個体全てに認められた。しかし泳動パターンと PAS 陽性物質量との間に相関性は認められなかった。

血中還元糖量と PAS 陽性物質量との関係を Table 3 に示した。血中還元糖量は 5~20mg/dl の値を示す。測定値と PAS 陽性物質量との間には相関は認められない。アドレナリン注射後の各経過時間における血中還元糖量を Table 4 と 5 に示した。Table 4 には PAS 陽性物質量の値も合わせて示してある。血中還元糖はアドレナリン注射後、1時間で非常に高い値を示し以後3時間、6時間において減少の傾向を示す。同様の結果は対照区にも認められ、アドレナリン自身による血糖上昇効果とは考えられない。一方、PAS 陽性物質は実験区、対照区ともに注射による量的変動は認められず又、血中還元糖量との相関は示されない。Table 5 の繰返採血において、注射後10時間には値の回復的傾向が認められる。なお、Table 5 の結果を Fig. 3 に図示した。

## 考 察

血中カルシウム量は生理状態、特に脱皮と関連して大きく変動することが報告されており沼野井<sup>1)</sup>によるとアカテガニ *S. hematocheir*、クロベンケイ *S. dehaani* などでは脱皮時の胃石形成と付随して平常時の 40~50倍に達し、TRAVIS<sup>2)</sup> によると *Panulirus argus* では脱皮前期に間期の1.8倍になる他、JEUNIAUX<sup>17)</sup> によると脱皮時の増加は間期の 1.1~1.3倍になることが *Maja*, *Carcinus* 等で示されており血中カルシウムの測定の際、脱皮周期は無視できないとされる。ところで平常時の値としては TRAVIS<sup>2)</sup> の *P. argus* では 22.8meq/l, DALL<sup>7)</sup> の *Metapenaeus sp.* では 20~30meq/l, JEUNIAUX<sup>17)</sup> の *Homarus americanus* では 34~38 meq/l 等が示され、ここにクルマエビについて得られた 20~40 meq/l の値と比較して大きな差異はないことがわかる。しかしクルマエビの場合、脱皮時に生ずると考えられる値の変動は本測定からは予測できない。一方、PAS 陽性物質量は脱皮周期と相関を示さないことが先の実験<sup>23)</sup>においてわかり、又、本測定の血中カルシウム値の変動と当該物質量とは相関を示さないことから、PAS 細胞のカルシウム代謝に果たす生理的役割は直接的には存在しないことが察知される。

血中蛋白質量は脱皮時の増加が FLORKIN<sup>18)</sup>, PASSANO<sup>14)</sup>, JEUNIAUX<sup>17)</sup> 等により報告され、JEUNIAUX によると *H. americanus* では脱皮前期には後期の1.4~5.5倍に達するとされる。ところでここにクルマエビについて得られた 5~14g/dl の値は *H. americanus* の値 2~11g/dl と比較すると大略同じ値と云える。但し、後者の場合、脱皮時の変動を含めた値を示すものであり、このことから、クルマエビの上記の値は脱皮周期上の変動が入っているとも考えられる(採血の際、脱皮周期は特に留意しなかった)。又、測定値と PAS 陽性物質量との相関性の欠如は先の実験<sup>23)</sup>結果と同様、脱皮と PAS 細胞が密接な生理的関連をもたないことを裏付けるものと解される。一方、血リンパのペーパー・クロマトグラフにより検出された Rf=0.35 のスポットは L-グリンシンを標準として得た呈色・Rf 値とも近似した結果を示した。SCHOFFENIELS and GILLES<sup>16)</sup>, JEUNIAUX<sup>17)</sup> によると *Carcinus*, *Cancer*, *Maja*, *Homarus*,

*Leander* 等, 多くの甲殻類で筋肉中のアミノ酸プールは中でもグリシンが首位を占め, 34~58%に達すること, 血中アミノ酸にはグリシン, グルタミン酸等の多いことが *Astacus*, *Homarus* 等で示されており, 又鴻巣<sup>24)</sup> によると甲殻類一般の筋肉エキスにはグリシンが多く含まれると云う. 以上の諸例を考慮すると上記ニンヒドリン陽性のスポットは血リンパの主要アミノ酸の一つであり, それはグリシンである可能性が大きい. 一方, 血リンパの電気泳動によって得られた泳動最先端の帯は FLORKIN<sup>18)</sup> によると *Homarus gammarus* における易動度の最も速く, 且つ濃度の最も高いヘモシアニンに一致するものと考えられる.

甲殻類の血中還元糖の平常値は HOHNKE and SCHEER<sup>15)</sup> によると *H. americanus* で 12 mg/dl とされ, 一方, JEUNIAUX<sup>17)</sup> によると血中グルコースとして 1~182mg/dl の値が甲殻類一般の範囲とされる. 中でもグルコースは約66%を占める, 還元糖の主要な成分とされ, 又, 血糖値は脱皮時に増加を示すことが KLEINHOLZ 等<sup>10)</sup>, KNOWLES 等<sup>11)</sup>, DALL<sup>12)</sup>, PASSANO<sup>14)</sup>, JEUNIAUX<sup>17)</sup> 等により報告されている. ここにクルマエビについて還元糖として得られた値は 5~20mg/dl であり, 上記の各値と比較して平均的な値と云える. ところで PAS 陽性物質との量的相関は認められないことから PAS 細胞は血中還元糖と直接, 生理的関連がないものと推察される. 一方, アドレナリンに関しては FLORKIN<sup>18)</sup> によると生理的食塩水によっても注射後高血糖となる例が KALMUS and WALDES (1936) および FLORKIN and DUCHATEAU (1939) 等により報告されておりアドレナリンの血糖上昇効果は疑問視されている. 同様の結果はクルマエビについても得られ, その高血糖現象はストレス反応(甲殻類においても認められるとするならば)の一つと解するのが妥当と考えられる.

## 要 約

1. クルマエビの食道神経節腹面後部に所在する PAS 細胞の生理的役割について血リンパの性状との関連を調べた. 特に血中カルシウム, 血中蛋白質および血中還元糖を対象として選び, その定量を行ない PAS 陽性物質量との相関性を検討した.
2. 血中カルシウム量は BACKRA の EDTA 滴定法を用いて定量した. 平常値として 2~4meq/dl の値を得た. PAS 陽性物質量との相関性は特に認められず, このことから PAS 細胞と血中カルシウム量とは生理的関連がないものと考えられる.
3. 血中蛋白質量は GORNALL のビウレット比色法を用いて定量した. 平常値として 5~14g/dl の値を得た. PAS 陽性物質量との相関性は特に認められず, このことから PAS 細胞と血中蛋白質量とは生理的関連がないものと考えられる.
4. 血リンパのペーパークロマトグラフィーによりニンヒドリン反応に濃赤紫色を呈する Rf 値0.35のスポットを検出し, それがグリシンである可能性を指摘した.
5. 血リンパのディスク電気泳動を行ない, 少なくとも原点付近に3本, 泳動先端に1本の明瞭な泳動帯が恒常的に出現することを確認した.
6. 血中還元糖量は佐々木の o-トルイジン硼酸法を用いて定量した. 平常値として 5~20 mg/dl の値を得た. PAS 陽性物質量との相関性は認められず, このことから PAS 細胞と血中還元糖とは生理的関連がないものと考えられる.
7. アドレナリン注射により示された血中還元糖値の増加は対照とした生理的食塩水の注



射によっても認められ、両者は同等の経時的パターンを辿ることから、アドレナリンの血糖上昇効果はクルマエビの場合認められないと判断される。又、アドレナリン注射によるPAS陽性物質の変動は明瞭ではなく、よってPAS細胞はアドレナリンにより影響を受けないことが推察される。

## 文 献

- 1) 沼野井春雄 (1939)：甲殻類十脚目の胃石形成と血液内カルシウムの行動. 動雑, **51**, 751-752.
- 2) TRAVIS, D. F. (1951)： Physiological changes which occur in the blood and urine of *Panulirus argus* Latreille during the molting cycle. *Anat. Rec.*, **111**, 573.
- 3) TRAVIS, D. F. (1955)： The molting cycle of the spiny lobster, *Panulirus argus* Latreille II. Pre-ecdysial histological and histochemical changes in the hepatopancreas and integumental tissues. *Biol. Bull.*, **108**, 88-112.
- 4) TRAVIS, D. F. (1955)： The molting cycle of the spiny lobster, *Panulirus argus* Latreille III. Physiological changes which occur in the blood and urine during the normal molting cycle. *ibid.*, **109**, 484-503.
- 5) TRAVIS, D. F. (1958)： The molting cycle of the spiny lobster, *Panulirus argus* Latreille IV. Post-ecdysial histological and histochemical changes in the hepatopancreas and integumental tissues. *ibid.*, **113**, 451-479.
- 6) YAMAMOTO, Y. (1961)： Hormonal control of formation of gastrolith in the crayfish, *Procambarus clarkii*. *Annot. Zool. Japon.*, **34**, 38-42.
- 7) DALL, W. (1965)： Studies on the physiology of a shrimp, *Metapenaeus sp.* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) V. Calcium metabolism. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, **16**, 181-203.
- 8) SATHER, B. T. (1967)： Studies in the calcium and phosphorus metabolism in the crab, *Podophthalmus vigil* (Fabricius). *Pac. Sci.*, **21**, 193-209.
- 9) ABRAMOWITZ, A. A., F. L. HISAW and D. N. PAPANDREA (1944)： The occurrence of a diabotogenic factor in the eyestalks of crustaceans. *Biol. Bull.*, **86**, 1-5.
- 10) KLEINHOLZ, L. H., and B. C. LITTLE (1949)： Studies in the regulation of blood sugar concentrations in crustaceans. I. Normal values and hyperglycemia in *Libinia emarginata*. *ibid.*, **96**, 218-227.
- 11) KNOWLES, F. G. W., and D. B. CARLISLE (1956)： Endocrine control in the crustacea. *Biol. Rev.*, **31**, 396-473.
- 12) DALL, W. (1965)： Studies on the physiology of a shrimp, *Metapenaeus sp.* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) IV. Carbohydrate metabolism. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, **16**, 163-180.
- 13) FLORKIN, M. (1960)： Blood chemistry. in "The Physiology of Crustacea" (ed. by T. H. WATERMAN), Vol. 1, Academic Press, New York and London, 141-159.
- 14) PASSANO, L. M. (1960)： Molting and its control. *ibid.*, 473-536.
- 15) HOHNKE, L., and B. T. SCHEER (1970)： Carbohydrate Metabolism in Crustaceans. in "Chemical Zoology" (ed. by M. FLORKIN and B. T. SCHEER), Vol. V, Academic Press, New York and London, 147-166.
- 16) SCHOFFENIELS, E., and R. GILLES (1970)： Nitrogenous Constituents and Nitrogen Metabolism in Arthropods. *ibid.*, 199-227.
- 17) JEUNIAUX, C. (1971)： Hemolymph-Arthropoda. in "Chemical Zoology" (ed. by M. FLORKIN and B. T. SCHEER), Vol. VI, Academic Press, New York and London, 63-118.

- 18) 中村 薫 (1974): クルマエビの神経分泌に関する研究—III. 環境条件と PAS 陽性物質量との相関性の検討. 鹿大水紀要, **23**, 195-200.
- 19) 柴田 進・佐々木匡秀 (1967): “日常臨床化学・超微量定量法”, 金芳堂, 東京.
- 20) 岩井和夫・佐々岡啓 (1969): 第2節ペーパークロマトグラフィー. in “新改版・農芸化学実験書” (京都大学農学部農芸化学教室編), 第1巻, 産業図書株式会社, 東京, 370-386.
- 21) 萩田善一・中村正二郎 (1971): 第9章ポリアクリルアミドゲル電気泳動法. in “電気泳動実験法” (電気泳動学会編), 文光堂, 東京, 241-274.
- 22) WOLF, K., and M. C. QUIMBY (1969): Fish Cell and Tissue Culture. in “Fish Physiology” (ed. by W. S. HOAR and D. J. RANDALL), Vol. III, Academic Press, New York and London, 253-305.
- 23) 中村 薫 (1974): クルマエビの神経分泌に関する研究—IV. 脱皮周期, 両眼柄結紮条件および無給餌条件等と PAS 陽性物質量との相関性の検討. 鹿大水紀要, **23**, 201-207.
- 24) 鴻巣章二 (1971): 水産動物筋肉中の含窒素エキス成分の分布. 日水誌, **37**, 763-770.