

## クルマエビの神経分泌に関する研究—Ⅺ

### SDH<sub>ase</sub> 等の酵素活性と PAS 陽性物質と の相関性の検討

中 村 薫\*

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

#### Correlations between the Activities of Some Enzymes in the Internal Organs and a Quantity of the PAS-positive Granules in the PAS-Cells

Kaworu NAKAMURA\*

#### Abstract

Experiments were carried out to examine the physiological relationship of the PAS-cells, located on the ventro-posterior of the supraoesophageal ganglion of the prawn, *Penaeus japonicus* B., to the internal respiration and the nerve metabolism. For the midgut gland, the dorsal muscle, the gill, the heart, the scaphognathite muscle and the ventral nerve, the succinate dehydrogenase (SDHase) activity was measured by the method of methylene blue's reduction. In addition, the alkaline and the acid phosphatases (Alk. Pase and Acid Pase) were measured by the KIND-KING's colorimetry. Before measurement, the tissues were homogenized with buffer and dialyzed.

For the ventral nerve, the cholinesterase (ChEase) and the glutamate-oxaloacetate transaminase (GOTase) activities were measured, too, by the *m*-nitrophenol and the REITMAN's methods respectively. For the hemolymph, both the phosphatases were examined. After sampling, the ganglions were fixed histologically and the PAS-positive granules in the cells were calculated quantitatively by the transcription method as previously. The SDHase and the Alk. Pase activities were high in the heart. The Acid Pase activity was high in the gill. In the hemolymph, each of the Pases was 3-21 and 8-20 KING-ARMSTRONG's unit respectively. The ChEase activity was 8-19  $\mu$ M acetic acid/mg/hr in the ventral nerve. There were weak correlations of the SDHase and the Alk. Pase in the heart and the ventral nerve with the quantity of the PAS-substance in the cells. Therefore it seems that the cells have some role related with the metabolism of the heart or the ventral nerve.

コハク酸デヒドロゲナーゼは TCA 回路と呼吸鎖電子伝達過程の間に介在し、いわゆるコハク酸酸化系として細胞内呼吸上重要な位置を占めるが、甲殻類においても BALL and MEYERHOF<sup>1)</sup>, NAYAR and PARAMESWARAN<sup>2)</sup> 等によりその存在が確認されている。アルカ

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

リ性ホスファターゼは等脚，端脚或いは十脚目等において DE NICOLA<sup>8)</sup>，HUSSON<sup>4)</sup>，KUGLER and BIRKNER<sup>5)</sup>，NEEDHAM<sup>6)</sup>，YAMAOKA and SCHEER<sup>7)</sup> 等により甲殻，消化腺，腎臓或いは脱皮液中にその存在が確認され，さらに酸性ホスファターゼは藤井<sup>8)</sup>，GRÉGOIRE<sup>9)</sup> 等により腎臓，血球における検出例がある．しかし両ホスファターゼの生理的意義にはなお不明な点が多いようである．神経系のコリンエステラーゼは WALOP and BOOT<sup>10)</sup> により *Carcinus* で高濃度の検出がなされ，L'HÉLIAS<sup>11)</sup> によると昆虫の鱗翅目においては内分泌系との関連性が検討されている．又，グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼは甲殻類においても，オキザロ酢酸を介して TCA 回路とグルタミン酸代謝の連絡に与かり，さらに呼吸鎖 NAD-NADH 過程を調節する位置を占めることが SCHOFFENIELS and GILLES<sup>12)</sup> の綜説に記されている．ところで先に報告した<sup>13),14)</sup> クルマエビの食道神経節の PAS 細胞に関して上記各酵素の活性との生理的関連の有無を検討するために，ここに内臓器官として中腸腺，腹部背筋，鰓，心臓，顎舟葉付属筋，腹髄神経索および血リンパを対象として選び，各々に関して酵素の比活性を求め，当該細胞中に出現する顆粒量との相関性を調べることにした．

### 実験方法

各臓器は下記の要領に従い試料に供した：血リンパ (Hem) はスポイトで頭胸甲の心臓後縁より採血後，遠心分離 (3000rpm. 1分間) して未凝固分より 50 $\mu$ l をベルンツセン・マイクロピペットで定容した．中腸腺 (Mg) および心臓 (H) は採血後，直ちに頭胸甲を剝離して

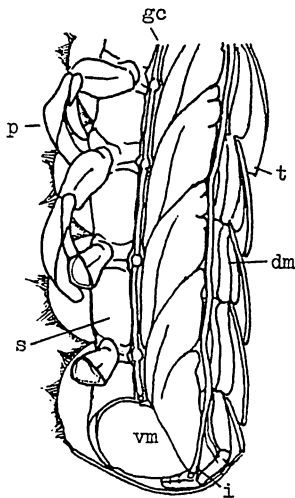


Fig. 1. Diagram of the abdominal musculature indicating the position of the dorsal muscle. This muscle situates on the midline and connects the overlying tergites each other. Its function is the extensor of the abdomen as the antagonist to the ventral muscle, that is the flexor. Abbrev., dm: dorsal muscle, gc: ganglion cord, i: intestine, p: pleopod, s: sternum, t: tergum, vm: ventral muscle.

摘出し，前者はその一部を後の試料とした．腹部背筋 (Dm) は腹部背面の正中線上を走る腹部伸筋 (Fig. 1 参照) の一部を切り出した．顎舟葉付属筋 (Sm) は顎舟葉部位を含めた挙筋・降下筋等の筋肉を両側について摘出した．鰓 (G) はその一部を切り出した．腹髄神経索 (Vn) は食道神経節を摘出した後，胃食道神経連絡から後方の，尾端の神経節までを含む神経索 (但し顎脚，歩脚等に入る末梢部位は除外) を腹面の切開により摘出した．血リンパ

を除く以上の臓器は冷却した HANKS 緩衝液で洗滌の後、湿重を求めた。次いで緩衝液を加えて冷却条件にて Potter-Elvehjem ガラスホモゲナイザーによる 2 分間のホモゲナイズ処理を行なった。ここでコハク酸デヒドロゲナーゼ (SDHase)、アルカリ性および酸性ホスファターゼ (Alk. Pase, Acid Pase) そしてコリンエステラーゼ (ChEase) の各活性測定のため試料を洗滌液とともに透析嚢へ移し、冷蔵庫内で 1 晩 (17~20 時間) 透析した。一方、グルタミン酸 オキサロ酢酸トランスアミナーゼ (GOTase) の試料は透析処理を行わず直ちに測定に供した。

各臓器の試料は下記の要領により活性測定を実施した；

- 1) SDHase：血リンパを除く他の臓器を対象とし石本<sup>15)</sup> によるメチレン青還元能の測定を行なった。基質はコハク酸 Na とし、37°C にて Thunberg 管内の反応を開始しメチレン青の脱色終了までの所要時間をストップ・ウォッチで求めた。活性は測定値の逆数に 10 を乗じ単位湿重当たりの相対値として表示した (単位： $10^{-1}/g/min$ )。なおマロン酸添加による活性阻害作用を確認した。
- 2) Alk. Pase：全ての臓器を対象とし降矢<sup>16)</sup> による KIND-KING 法を適用した。基質緩衝液はフェニル磷酸 2Na・アミノアンチピリン・炭酸塩緩衝液 (pH 10.0) とし、37°C にて 15 分間保温の後、赤血塩試薬による発色を行ない 500nm の吸光度を求めた。活性は血リンパに関しては KING-ARMSTRONG 単位で、他の臓器は単位湿重・15 分間当たりの phenol 生成量で表示した (単位： $mg\ phenol/g/15min$ )。
- 3) Acid Pase：全ての臓器を対象とし降矢<sup>16)</sup> による KIND-KING 法を適用した。基質緩衝液はフェニル磷酸 2Na・アミノアンチピリン・クエン酸緩衝液 (pH 4.9) とし、37°C にて 1 時間保温の後、赤血塩試薬による発色を行ない 500nm の吸光度を求めた。活性は血リンパに関しては KING-ARMSTRONG 単位で、他の臓器は単位湿重・単位時間当たりの phenol 生成量で表示した (単位： $mg\ phenol/g/hr$ )。
- 4) Ch Ease：腹髄神経索を対象として柴田・佐々木<sup>17)</sup> による *m*-ニトロフェノール法を適用した。420nm 波長帯の吸光度を求め、活性は単位湿重・単位時間当たりの酢酸生成量で表示した (単位： $\mu M\ acetic\ acid/mg/hr$ )。
- 5) GOT ase：腹髄神経索を対象として降矢<sup>18)</sup> による REITMAN 法を適用した。505nm 波長帯における吸光度を求め、活性は単位湿重・単位時間当たりの吸光度で表示した (単位： $absorbancy/100mg/hr$ )。

なお各個体とも食道神経節は摘出の後、組織標本とし PAS 細胞の顆粒量を複写計量法により求めた。材料として実験 1)~4) には体重 6~9g、実験 5) には体重 2~4g のクルマエビ *Penaeus japonicus* B. を用い、前者は 1976 年 6 月より 7 月の間に (水温 25.0~30.5°C)、後者は同年 9 月に (水温 24.0~25.5°C) 実施した。

## 結 果

SDH ase 実験の結果を Table 1 に示し、各臓器間の活性の比較を Fig. 2 に示した。当該活性は心臓において 18~40 単位と高く、腹部背筋では 4~8 単位と低い値を示しその他の臓器では両者の中間の値を示した。ところで腹部背筋の他は、いづれの臓器にも個体間には著

Table 1. Relationship between the succinate dehydrogenase activity of some internal organs and a quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells.

| No. | PAS-positives* | SDHase activities of the homogenized organs** |               |      |       |                 |               |
|-----|----------------|-----------------------------------------------|---------------|------|-------|-----------------|---------------|
|     |                | Midgut gland                                  | Dorsal muscle | Gill | Heart | Scaphog. muscle | Ventral nerve |
| 1   | 0.5            | 5                                             | 4             | 8    | 23    | 10              | 8             |
| 2   | 0.4            | 18                                            | 4             | 9    | 20    | 14              | 8             |
| 3   | 3.2            | 13                                            | 6             | 15   | 21    | 25              | 12            |
| 4   | 3.8            | 4                                             | 5             | 20   | 40    | 23              | 18            |
| 5   | 2.4            | 6                                             | 5             | 14   | 18    | 15              | 16            |
| 6   | 1.8            | 5                                             | 4             | 25   | 20    | 13              | 17            |
| 7   | 1.9            | 8                                             | 7             | 8    | 27    | 10              | 14            |
| 8   | 5.3            | 10                                            | 8             | 10   | 40    | 12              | 20            |
| 9   | 3.9            | 4                                             | 6             | 13   | 38    | 25              | 15            |
| 10  | 1.6            | 20                                            | 8             | 13   | 32    | 20              | 25            |
| 11  | 0.0            | 7                                             | 5             | 8    | 18    | 11              | 10            |
| 12  | 0.5            | 9                                             | 5             | 8    | 29    | 12              | 19            |
| 13  | 0.0            | 10                                            | 5             | 11   | 20    | 15              | 9             |
| 14  | 0.2            | 8                                             | 4             | 18   | 33    | 19              | 11            |
| 15  | 0.6            | 12                                            | 4             | 8    | 18    | 20              | 10            |
| 16  | 4.0            | 7                                             | 5             | 20   | 36    | 11              | 15            |
| 17  | 0.0            | 8                                             | 4             | 25   | 30    | 13              | 8             |
| 18  | 0.3            | 6                                             | 6             | 8    | 35    | 13              | 13            |
| 19  | 0.8            | 18                                            | 4             | 10   | 20    | 11              | 18            |
| 20  | 0.5            | 4                                             | 4             | 9    | 24    | 15              | 12            |

\*: Values of the weights converted from the magnified volumes of the histological specimens by transcription (unit: g).

\*\* : Measured by the methylene blue's reduction. Unit= $10^{-1}/g$  tissue/min.

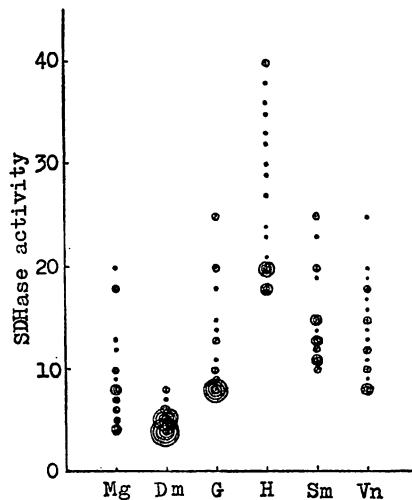


Fig. 2. Succinate dehydrogenase activity of the midgut gland, the dorsal muscle, the gill, the heart, the scaphognathite muscle and the ventral nerve measured by the methylene blue's reduction (unit:  $10^{-1}/g/min$ ). Concentric circles indicate the degree of the frequency.

Table 2. Relationship between the alkaline phosphatase activity of some internal organs and a quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells.

| No. | PAS-positives* | Alk. Pase activities of the homogenized organs** |               |      |       |                 |               |               |
|-----|----------------|--------------------------------------------------|---------------|------|-------|-----------------|---------------|---------------|
|     |                | Midgut gland                                     | Dorsal muscle | Gill | Heart | Scaphog. muscle | Ventral nerve | Hemo-lymph*** |
| 1   | 0.5            | 30                                               | 2             | 12   | 52    | 15              | 22            | 4             |
| 2   | 0.4            | 16                                               | 1             | 16   | 51    | 20              | 19            | 13            |
| 3   | 3.2            | 30                                               | 3             | 25   | 44    | 58              | 17            | 8             |
| 4   | 3.8            | 30                                               | 3             | 23   | 120   | 57              | 40            | 15            |
| 5   | 2.4            | 15                                               | 2             | 18   | 37    | 12              | 31            | 13            |
| 6   | 1.8            | 30                                               | 2             | 14   | 30    | 16              | 25            | 20            |
| 7   | 1.9            | 15                                               | 3             | 12   | 67    | 15              | 20            | 6             |
| 8   | 5.3            | 16                                               | 2             | 18   | 110   | 24              | 40            | 5             |
| 9   | 3.9            | 30                                               | 2             | 10   | 100   | 25              | 29            | —             |
| 10  | 1.6            | 25                                               | 1             | 20   | 93    | 53              | 41            | 4             |
| 11  | 0.0            | 30                                               | 2             | 14   | 50    | 15              | 16            | —             |
| 12  | 0.3            | 17                                               | 2             | 12   | 41    | 28              | 16            | 4             |
| 13  | 0.8            | 35                                               | 1             | 10   | 85    | 19              | 40            | 3             |
| 14  | 0.5            | 20                                               | 2             | 13   | 35    | 15              | 20            | —             |
| 15  | 0.0            | 15                                               | 1             | 30   | 48    | —               | 25            | 5             |
| 16  | 4.1            | 14                                               | 3             | 25   | 40    | 18              | —             | 21            |
| 17  | 0.4            | 24                                               | 1             | 21   | 55    | 30              | —             | 5             |
| 18  | 0.0            | 15                                               | 1             | 26   | 74    | 52              | —             | 4             |
| 19  | 0.7            | 25                                               | 2             | 10   | 30    | 20              | 20            | 5             |
| 20  | 0.4            | 30                                               | 1             | 10   | 30    | 15              | 15            | 10            |

\*: The same as in Table 1.

\*\* : Measured by the KIND-KING's colorimetry. Unit=mg phenol/g tissue/15 min.

\*\*\*: KING-ARMSTRONG unit.

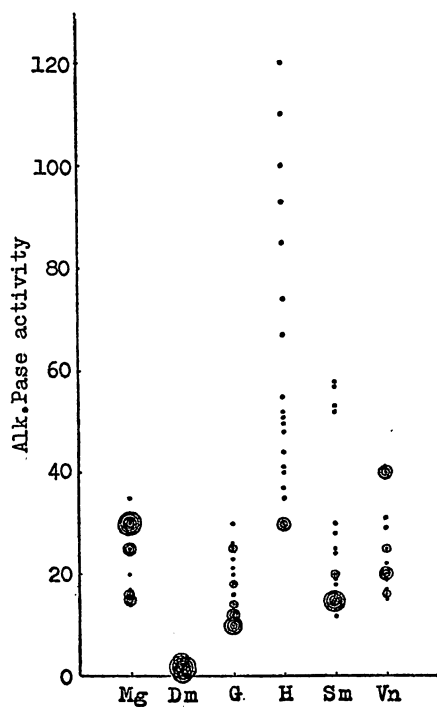


Fig. 3. Alkaline phosphatase activity of some internal organs measured by the KIND-KING's colorimetry (unit: mg phenol/g/15 min). Abbreviation is the same as in Fig. 2.

Table 3. Relationship between the acid phosphatase activity of some internal organs and a quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells.

| No. | PAS-positives* | Acid Pase activities of the homogenized organs** |               |      |       |                 |               |               |
|-----|----------------|--------------------------------------------------|---------------|------|-------|-----------------|---------------|---------------|
|     |                | Midgut gland                                     | Dorsal muscle | Gill | Heart | Scaphog. muscle | Ventral nerve | Hemo-lymph*** |
| 1   | 0.5            | 12                                               | 1             | 22   | 6     | 3               | 5             | 13            |
| 2   | 0.4            | 12                                               | 3             | 18   | 5     | 4               | 4             | 15            |
| 3   | 3.2            | 9                                                | 2             | 20   | 5     | 4               | 4             | 15            |
| 4   | 3.8            | 10                                               | 2             | 20   | 5     | 4               | 5             | 17            |
| 5   | 2.4            | 10                                               | 3             | 37   | 4     | 4               | 6             | 15            |
| 6   | 1.8            | 9                                                | 1             | 20   | 6     | 4               | 4             | 10            |
| 7   | 1.9            | 13                                               | 1             | 27   | 4     | 3               | 4             | 8             |
| 8   | 5.3            | 8                                                | 2             | 20   | 7     | 3               | 5             | 8             |
| 9   | 3.9            | 20                                               | 1             | 28   | 2     | 4               | 4             | —             |
| 10  | 1.6            | 9                                                | 3             | 18   | 4     | 5               | 5             | —             |
| 11  | 0.5            | 8                                                | 1             | 19   | 0     | 0               | 4             | 11            |
| 12  | 0.0            | 16                                               | 2             | 45   | 6     | 4               | 4             | 15            |
| 13  | 0.2            | 8                                                | 2             | 50   | 5     | 5               | 4             | 20            |
| 14  | 0.6            | 10                                               | 1             | 40   | 6     | 5               | 6             | 10            |
| 15  | 4.0            | 11                                               | 1             | 50   | —     | 3               | 4             | 20            |
| 16  | 0.0            | 9                                                | 2             | 37   | 6     | 5               | 6             | 10            |
| 17  | 0.3            | 10                                               | 2             | 35   | 7     | 4               | 4             | 20            |
| 18  | 0.8            | 15                                               | 1             | 38   | —     | 4               | 4             | 15            |
| 19  | 0.5            | 13                                               | 2             | 26   | 7     | 4               | 5             | 18            |
| 20  | 4.0            | 14                                               | 2             | 24   | 4     | 3               | —             | 15            |

\*: The same as in Table 1.

\*\*: Measured by the KIND-KING's colorimetry. Unit=mg phenol/g tissue/hr.

\*\*\*: KING-ARMSTRONG unit.

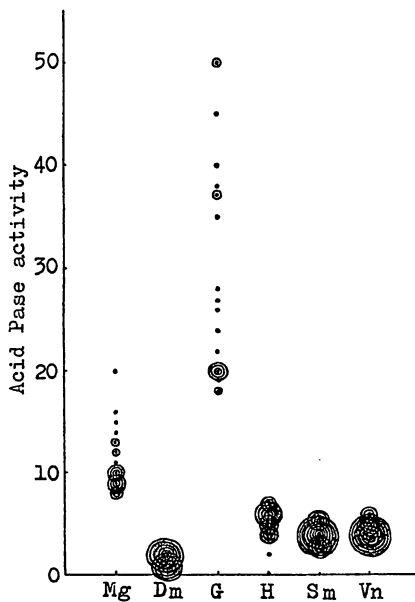


Fig. 4. Acid phosphatase activity of some internal organs measured by the KIND-KING's colorimetry (unit: mg phenol/g/hr). Abbreviations is the same as in Fig. 2.

しい活性の変動が認められた。PAS 顆粒量と活性度との相関性は心臓と腹髄神経索において多少の傾向が認められる以外は他の臓器では明瞭ではない。なお心臓における相関係数は  $r=0.55$ ，腹髄神経索では  $r=0.52$  と算出された。

Alk. Pase 実験の結果を Table 2 に示し，各臓器間の活性の比較を Fig. 3 に示した。当該活性は心臓において 30~120 単位と高く，腹部背筋では 1~3 単位と低い値を示しその他の臓器では両者の中間の値を示した。又，血リンパは 3~21 KING-ARMSTRONG 単位であった。ところで腹部背筋の他は，いずれの臓器にも個体間に著しい活性の変動が認められた。特に心臓においては著しい。PAS 顆粒量と活性度との相関性は心臓と腹髄神経索において多少の傾向が認められる以外は，他の臓器では明瞭ではない。なお心臓における相関係数は  $r=0.52$ ，腹髄神経索では  $r=0.56$  と算出された。

Acid Pase 実験の結果を Table 3 に示し，各臓器間の活性の比較を Fig. 4 に示した。当該活性は鰓において高く 18~50 単位を示し，腹部背筋，心臓，顎舟葉付属筋，腹髄神経索等

Table 4. Relationship between the cholinesterase activity of the homogenized nerve and a quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells.

| No. | PAS-positives* | ChEase activity** |
|-----|----------------|-------------------|
| 1   | 2.5            | 8                 |
| 2   | 2.7            | 11                |
| 3   | 1.0            | 13                |
| 4   | 0.0            | 12                |
| 5   | 0.4            | 9                 |
| 6   | 0.7            | 15                |
| 7   | 1.5            | 11                |
| 8   | 3.2            | 12                |
| 9   | 0.0            | 14                |
| 10  | 2.0            | 19                |
| 11  | 0.5            | 10                |
| 12  | 3.4            | 11                |
| 13  | 3.8            | 12                |
| 14  | 0.3            | 18                |
| 15  | 0.0            | 16                |
| 16  | 1.0            | 17                |
| 17  | 1.3            | 17                |
| 18  | 1.4            | 13                |
| 19  | 0.5            | 16                |
| 20  | 0.1            | 18                |
| 21  | 0.6            | 15                |
| 22  | 1.3            | 18                |
| 23  | 0.7            | 16                |

\*: The same as in Table 1.

\*\* : Measured by the *m*-nitrophenol colorimetry. Unit= $\mu$ M acetic acid/mg nerve/hr.

Table 5. Relationship between the glutamate-oxaloacetate transaminase activity of the homogenized nerve and a quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells.

| No. | PAS-positives* | GOTase activity** |
|-----|----------------|-------------------|
| 1   | 0.0            | 20                |
| 2   | 0.0            | 18                |
| 3   | 0.0            | 23                |
| 4   | 0.1            | 19                |
| 5   | 0.0            | 25                |
| 6   | 0.0            | 16                |
| 7   | 0.0            | 17                |
| 8   | 0.2            | 19                |
| 9   | 0.0            | 19                |
| 10  | 0.0            | 22                |
| 11  | 0.0            | 15                |
| 12  | 0.0            | 20                |
| 13  | 0.0            | 20                |
| 14  | 0.0            | 17                |
| 15  | 0.0            | 24                |
| 16  | 0.0            | 18                |
| 17  | 0.6            | 16                |
| 18  | 0.1            | 20                |
| 19  | 0.0            | 30                |
| 20  | 0.0            | 17                |

\*: The same as in Table 1.

\*\* : Measured by the REITMAN's colorimetry. Unit=absorbancy/100 mg nerve/hr.

ではいずれも0~7単位と低く、中腸腺では両者の中間の値を示した。なお血リンパは8~20 KING-ARMSTRONG 単位であった。ところで鰓と中腸腺では、特に前者においては、個体間に活性の著しい変動が認められた。PAS 顆粒量と活性度との相関性はいずれの臓器においても明瞭ではない。

Ch Ease 実験の結果を Table 4 に示した。腹髄神経索における当該活性は8~19単位を示した。PAS 顆粒量と活性度との相関性は認められない。

GOT ase 実験の結果を Table 5 に示した。腹髄神経索における当該活性と PAS 顆粒量との相関性は認められない。

## 考 察

SDH ase は細胞内呼吸上、重要な位置を占めることから、本実験において心臓器官に高い活性が示されたことはその心筋の果たす機能から考えて期待されることであるが、活性には個体相互の間に変動が認められ、それは当該臓器の代謝 level の相違を示唆するものと解される。一方、活発な筋活動により ventilation を行なう顎舟葉の付属筋における当該酵素の活性は予測される程の値を示さず、その解釈としては一つに、試料が筋肉部位に加えて広い容積を占める顎舟葉自体を含むため、単位湿重当たりに算出された活性値では見掛け上の低下を生じたことが考えられる。Alk. Pase は心臓器官において、又、Acid Pase は鰓器官において各々高い活性が示されたが、両者はいずれも呼吸機能上、重要な役割を荷う臓器である。しかし甲殻類におけるのみならず哺乳類においても両酵素の生理的意義に関しては不明な点が多い様であり、本実験の結果は説明が難しい。ところで心臓および腹髄神経索の両臓器は SDH ase, Alk. Pase の両活性とも PAS 顆粒量と多少の相関性を示したが、特に腹髄神経索の SDH ase に関しては、当該酵素が細胞の呼吸代謝系の中心的位置にあるところから、同一神経索の食道神経節内に認められる PAS 顆粒との生理的関連の可能性は重要な意味を有すると考えられる。

Ch Ease は L'HÉLIAS<sup>11)</sup> によると昆虫の鱗翅目において内分泌系との関連性が検討されている。つまり脳部位の当該酵素の活性は休眠開始時に活動電位と共に消失し、休眠終了時に両者は賦活されると云う報告があり、休眠に与かる神経内分泌系との関連が指摘される一方、逆に当該活性は休眠による影響は受けずその活性変動は神経内分泌系と関係は無いとする反証も示されている。本実験で得られた腹髄神経索の Ch Ease 活性は PAS 顆粒量と特定の相関性は示さず、よって両者には生理的関連は無いものと判断される。又、GOT ase に関してもその活性は当該顆粒の出現量とは関係無いものと考えられる。

## 要 約

1. クルマエビの食道神経節の腹面後部に所在する PAS 細胞に関して、中腸腺、腹部背筋、鰓、心臓、顎舟葉付属筋、腹髄神経索および血リンパ等におけるコハク酸デヒドロゲナーゼ、アルカリ性および酸性ホスファターゼ、コリンエステラーゼ或いはグルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼの諸活性度との生理的関連性を調べた。各酵素の活性は



下記の方法に依り測定し、一方、当該細胞はその顆粒量を組織標本上から複写計量した相対値を以て出現量の把握を行なった。

2. コハク酸デヒドロゲナーゼはメチレン青還元能の測定に依った。活性は心臓において最も高く18~40単位 ( $10^{-1}/g/min$ ) を示した。
3. アルカリ性ホスファターゼは KIND-KING 法に依り測定した。活性は心臓において最も高く30~120単位 ( $mg\ phenol/g/15\ min$ ) を示した。なお血リンパでは3~21 KING-ARMSTRONG 単位であった。
4. 酸性ホスファターゼは KIND-KING 法に依り測定した。活性は鰓において最も高く18~50単位 ( $mg\ phenol/g/hr$ ) を示した。なお血リンパでは8~20 KING-ARMSTRONG 単位であった。
5. コリンエステラーゼは *m*-ニトロフェノール法に依り測定した。腹髄神経索の活性は8~19単位 ( $\mu M\ acetic\ acid/mg/hr$ ) を示した。
6. 心臓と腹髄神経索におけるコハク酸デヒドロゲナーゼとアルカリ性ホスファターゼの両活性は両臓器とも PAS 顆粒量と  $r=0.52$  以上の相関が認められた。特にコハク酸デヒドロゲナーゼは細胞内呼吸上、重要な位置を占めることから腹髄神経索において示された当該顆粒との量的相関は当該酵素と PAS 細胞が何らかの機能的関係を有する可能性を示唆するものと解される。

## 文 献

- 1) BALL, E. G., and B. MEYERHOF (1940): On the occurrence of ironporphyrin compounds and succinic dehydrogenase in marine organisms possessing the copper blood pigment hemocyanin. *J. Biol. Chem.*, **134**, 483-493.
- 2) NAYAR, K. K., and R. PARAMESWARAN (1955): Succinic dehydrogenase in the neurosecretory cells of the thoracic ganglion of the crab. *Current Sci. (India)*, **24**, 341.
- 3) DE NICOLA, M. (1949): Alkaline phosphatases and the cycle of nucleic acids in the gonads of some isopod crustaceans. *Quart. J. Microscop. Sci.*, **90**, 391-399.
- 4) HUSSON, R. (1953): Recherches histochimiques des phosphatases alcalines chez l'amphipode *Niphargus virei* Chevreux. *Ann. Sci. Nat. Zool. et Biol. Animale*, **15**, 361-368.
- 5) KUGLER, O. E., and M. L. BIRKNER (1948): Histochemical observations of alkaline phosphatase in the integument, gastrolith sac, digestive gland and nephridium of the crayfish. *Physiol. Zoöl.*, **21**, 105-110.
- 6) NEEDHAM, A. E. (1954): Properties of minerals in the exuvia of crustacea. *Quart. J. Microscop. Sci.*, **95**, 183-190.
- 7) YAMAOKA, L. H., and B. T. SCHEER (1970): Crustacean growth and development. in "Chemical Zoology" (ed. by M. FLORKIN and B. T. SCHEER), vol. V, Academic Press, New York and London, 327.
- 8) 藤井宏彦 (1970): アメリカザリガニ腎臓における酸性フォスファターゼの分布について。動雑, **79**, 271-275.
- 9) GRÉGOIRE, C. (1971): Hemolymph coagulation in arthropods. in "Chemical Zoology" (ed. by M. FLORKIN and B. T. SCHEER), vol. VI, Academic Press, New York and London, 177.
- 10) WALOP, J. N., and L. M. BOOT (1950): Studies on cholinesterase in *Carcinus maenas*. *Bi-*

- ochim. et Biophys. Acta*, 4, 566-571.
- 11) L'HÉLIAS, C. (1971): Chemical aspects of growth and development in insects. in "Chemical Zoology" (ed. by M. FLORKIN and B. T. SCHEER), vol. V, Academic Press, New York and London, 370.
  - 12) SCHOFFENIELS, E., and R. GILLES (1970): Nitrogenous constituents and nitrogen metabolism in arthropods. *ibid.*, 216.
  - 13) 中村 薫 (1974): クルマエビの神経分泌に関する研究-I. 食道および眼柄内神経節に分布する神経節細胞集団の位置的關係. 鹿大水紀要, 23, 173-184.
  - 14) 中村 薫 (1974): クルマエビの神経分泌に関する研究-II. PAS 陽性物質の組織化学的検討および VP 神経節細胞集団のトポグラフィ. 同上, 23, 185-193.
  - 15) 石本 真 (1954): Thunberg 管の使い方・ロイコ色素の作り方. in "酵素研究法" (赤堀四郎編), vol. 1, 朝倉書店, 東京, 606-615.
  - 16) 降矢 震 (1965): Alkaline phosphatase および Acid phosphatase. in "臨床酵素化学" (山村雄一・織田敏次編), 医学書院, 東京, 312-322.
  - 17) 柴田 進・佐々木匡秀 (1971): "日常臨床化学・超微量定量法", 金芳堂, 京都, 142-152.
  - 18) 降矢 震 (1965): Transaminase. in "臨床酵素化学" (山村雄一・織田敏次編), 医学書院, 東京, 425-432.