

## 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

中 村 薫\*

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

Correlations between Some Physiological Conditions and a Quantity of the PAS-Positive Granules in the PAS-Cells

Kaworu NAKAMURA\*

#### Abstract

The examinations were carried on the influences of molting, eyestalks ligation and keeping with no food to the PAS-cells of the ventro-posterior ganglion cells group in the prawn.

The molting cycle was divided into 3 stages; pre-, post- and inter-molts. The PAS-positive granules in the cells were, then, compared quantitatively in those stages. Eyestalks ligation was undertaken in order to remove the influence of the x-organ-sinus gland complex. Analytical procedures were all identical with the previous report-III.

The quantitative variances of the granules were not observed in the cells at any molting stage, nor in the eyestalks ligated. In the females of the latter group, however, the ovaries showed remarkable development. It seems, therefore, that there is no correlation between the PAS-cells and molting nor eyestalks. The eyestalks might be inhibitive to ovarian development.

Under the no food condition, especially in the females, the cells showed a distinct increase of the granules. It may indicate that the PAS-cells have a certain relationship with some nutritional conditions, although no reason is understood, at the present, why the females were affected more severely than the males.

甲殻類の神経分泌現象は主に十脚目の眼柄内X器官—サイナス腺系を対象として, ENAMI<sup>1)</sup>, PASSANO<sup>2)3)</sup>, BLISS and WELSH<sup>4)</sup>, CARLISLE<sup>5)</sup> 等により, 組織学的研究がなされ, また当該神経分泌系が十脚目の生理的機構の上に占める重要性が, 色素拡散収縮作用, 脱皮および卵巣発達の抑制作用, 水分, 糖質およびカルシウム代謝また呼吸代謝等における生理的意義に関して, ABRAMOWITZ 等<sup>6)7)</sup>, BROWN 等<sup>8)9)</sup>, PANOUSE<sup>10)11)</sup>, PASSANO 等<sup>12)13)14)</sup>, BLISS<sup>15)</sup>, CARLISLE 等<sup>16)17)18)19)20)</sup>, TAKEWAKI 等<sup>21)</sup>, 松本<sup>22)</sup>, ECHALIER<sup>23)24)</sup>, DURAND<sup>25)</sup>, ADIYODI 等<sup>26)</sup>の器官摘除, 抽出注射, 摘出移植等の方法により解明されたが, 著者<sup>27)28)</sup>が先に報告したクルマエビの PAS 陽性顆粒に関しては, なお未詳の課題である. 今回は, 当該物質を有する神経細胞 (PAS 細胞) と脱皮および重要な神経内分泌器官を内蔵する眼柄とに関する生理的関連性の有無を検討した. また代謝生理上, マ

\* 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)

イナスの要因となる無給餌条件との関連も調べた。

### 実 験 方 法

脱皮に関する実験設定：従来、脱皮周期の区分けには DRACH<sup>29),30)</sup>, SCHEER<sup>31)</sup>, SKINNER<sup>32)</sup>, KURUP<sup>33)</sup> 等による、殻組織を基準とした分類がある。著者は DRACH<sup>30)</sup> の游泳器目に関する分類を参考として、周期を大別して3区分し、stage A-B<sub>1</sub> を脱皮後期、stage B<sub>2</sub>-C を脱皮間期、stage D<sub>0</sub>-D<sub>4</sub> を脱皮前期とした。実験には 1973年3月26日より5月10日の期間、飼育した個体群より体重 1~4g のクルマエビ *Penaeus japonicus* を材料として、各期における個体を選んだ。

両眼柄結紮条件に関する実験設定：両眼柄除去が PAS 細胞に与える影響を目的とし、除去手術による出血を防ぐためにナイロン糸による眼柄基部結紮法を適用した。また両眼柄の同時結紮は、個体の斃死を招くおそれが大きいため、結紮には2日間をかけて片側ずつ処理した。実験期間は 1973年4月11日より30日までの20日間とした。

無給餌条件に関する実験設定：無給餌飼育が PAS 細胞に与える影響を目的とし、実験には給餌区（対照）と無給餌区を設け、期間を置いて繰返し実験を実施した。第1回目は体重 2~5g の材料を用い、1973年5月3日より22日まで20日間飼育し、途中10日目に無給餌区の半数個体を標本固定した。第2回目は体重 5~8g の材料を用い、1973年8月24日より9月12日まで20日間飼育した。

上記飼育に関する装置は先報<sup>28)</sup>と同様である。また給餌にはアサリ *Tapes sp.* を与えた。飼育水温は無給餌条件第2回目実験が  $26.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 、他の各実験では  $23.0 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$  である。

飼育実験終了ののち、各実験区に関して組織標本を作成した。対象部位は食道神経節とし、両眼柄結紮区に関しては生殖巣を加えた。前者の腹面後部に分布する PAS 細胞の PAS 陽性物質に関して計量をおこなった。標本作成および計量法は先の報告<sup>28)</sup>と同様である。

### 結 果

脱皮周期各区の測定値：脱皮周期を前期、後期および間期に分け、各期5検体に関して PAS 陽性物質を計量した。測定値を Table 1 に示す。各期の測定値の間に著しい差異は認められない。なお脱皮周期上の位置を決定する基準とした各期の殻組織（鰓蓋後縁部）の断面を Fig. 1 に示した。脱皮前期は次期脱皮の準備期で、殻組織には旧殻に加えて新殻が真皮層に分泌され、前者は真

Table 1. Measurement of the quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells on the different molting stages.

No.	Pre-molt	Post-molt	Inter-molt
1	1.4	1.3	0.8
2	1.0	0.8	2.4
3	0.7	0.7	1.1
4	0.6	2.3	1.4
5	1.9	1.2	1.0
Total	5.6	6.3	6.7
Average	1.1	1.3	1.3

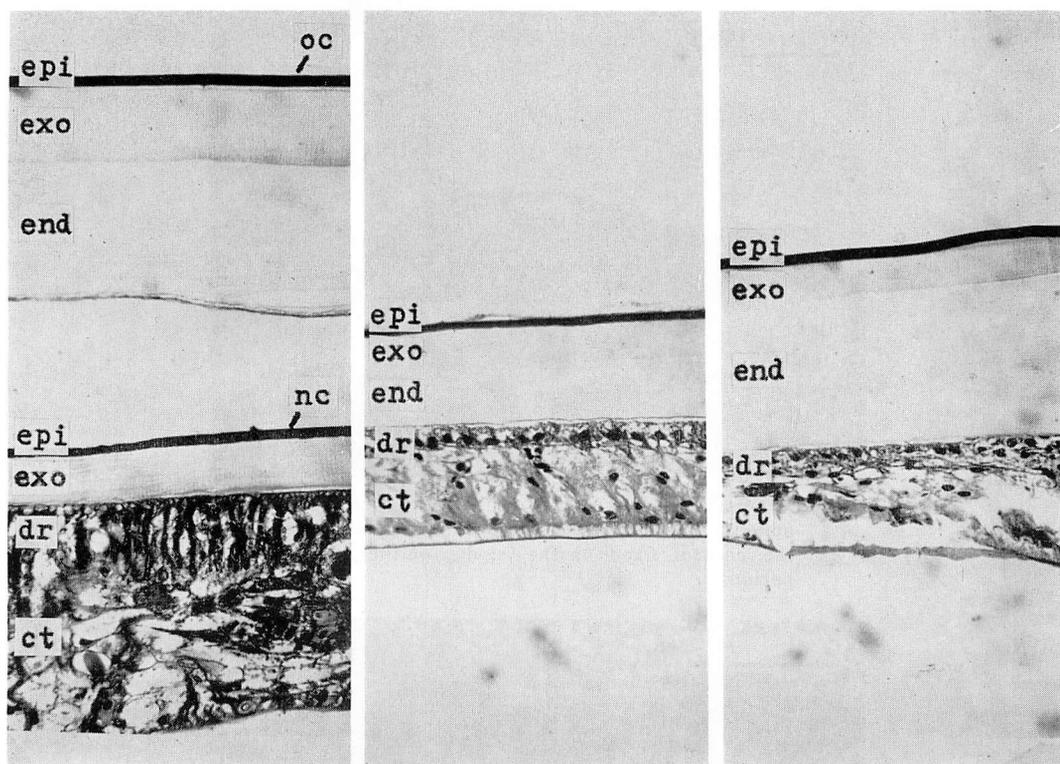


Fig. 1. Integumentary tissues of the 3 different molting stages. Left; pre-molt stage Middle; post-molt stage Right; inter-molt stage ct; a connective tissue dr; a dermis layer end; an endo-cuticle epi; an epi-cuticle exo; an exo-cuticle nc; a new cuticle oc; an old cuticle

皮層より遊離する。真皮層と結合組織層は肥厚して、代謝の活動状態が推察される。Fig. 1 に示された前期の様相は次期脱皮時期に近接したもので、stage D<sub>2</sub>-D<sub>4</sub> に相当するものと考えられる。脱皮後期は脱皮直後の、殻に未だ柔軟性の残る時期で、真皮層の丈は間期の状態に戻る。脱皮間期は後期に続く、次期脱皮準備期に入るまでの、殻の硬い時期である。

Table 2. Examination of the eyestalks ligation effect on the quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells.

No.	Ligated	Control
1	0.5	0.8
2	1.7	2.4
3	2.3	1.1
4	2.9	1.4
5	1.2	0.4
Total	8.6	6.1
Average	1.7	1.2

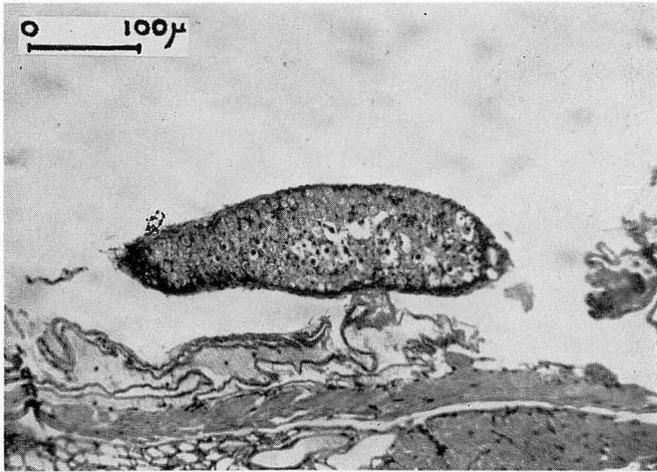


Fig. 2. Ovary adhered to the wall of the stomach. The oogonia are observed in the ovary. The sample was the control fixed on the 1st day of the experimental period.

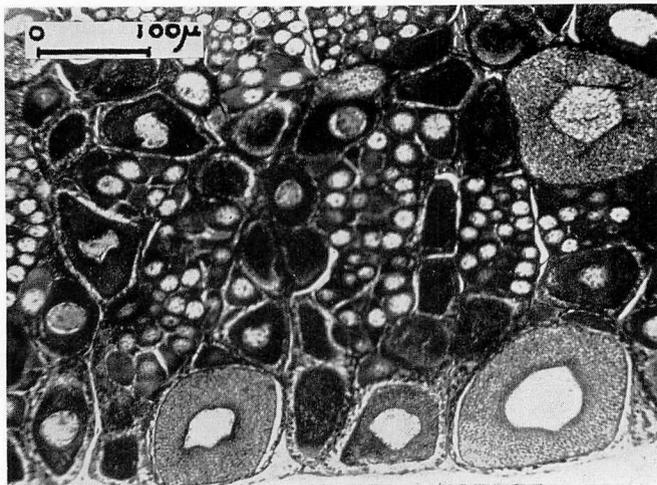


Fig. 3. Oocytes in the peri-nucleolus and the early yolk granules stages. The sample was the ligated fixed on the 20th day of of the experimental period.

両眼柄結紮区の測定値：両眼柄結紮個体の斃死率は高く、結紮後20日間に15匹中10匹が死亡した。結紮および対照両区に関する測定結果をTable 2に示す。両者の測定値に著しい差は認められない。しかし、傾向として結紮区は対照区より高い値を示すと言える。実験1日目の対照区および20日目の結紮区の♀個体における卵巣組織を各々Fig. 2, Fig. 3に示す。結紮区卵巣は著しく発達を促進され、周辺仁期、初期卵黄顆粒期等の卵細胞によって多くを占められるが、対照区の卵巣は実験開始時の状態と大差なく未発達のままであった。

無給餌区の測定値：第1回目の測定結果をTable 3に、第2回目の測定結果をTable 4に示す。前者に関しては、対照区と比較して両無給餌区の値に高い傾向が認められる。特に対照区と無

Table 3. Examination of the no food effect on the quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells. Abbrev., N 10: 10 days with no food N 20: 20 days with no food

No.	N 10	N 20	Control
1	1.8	2.0	0.8
2	1.6	2.3	0.8
3	2.6	2.5	2.4
4	1.2	1.8	1.1
5	2.9	2.6	1.4
Total	10.1	11.2	6.5
Average	2.0	2.2	1.3

Table 4. 2nd Examination of the no food effect on the quantity of the PAS-positive granules in the PAS-cells. Abbrev., N 20: 20 days with no food

No.	N 20		Control	
	♀	♂	♀	♂
1	2.6	1.3	1.3	1.7
2	1.9	1.4	0.7	1.1
3	2.5	1.4	1.1	1.4
4	1.1	1.3	1.8	0.7
5	2.0	2.0	1.6	1.3
Total	10.1	7.4	6.5	6.2
Average	2.0	1.5	1.3	1.2

給餌 20 日区との間には著しい差異が存在する。また第 2 回目の測定値に関しては、対照区の ♀ ♂ 間および無給餌区の ♀ ♂ 間に著しい差異は認められない。一方、対照区と無給餌区の間を比較すると、特に無給餌区の ♀ に高い値が認められる。

### 考 察

脱皮周期の各期の間には、代謝上、重要な生理的変動が存在すると推察されるにもかかわらず、各期の PAS 陽性物質量を比較しても明瞭な差異が認められない。これより PAS 細胞の生理的機能は脱皮周期上の生理的変動と関連性がないか、或いは僅少なものと考えられる。

両眼柄を結紮除去された個体と正常個体との PAS 陽性物質量には明瞭な差異が認められない。これより PAS 細胞と眼柄内神経分泌系との生理的関連性は薄いと考えられる。一方、両眼柄除去により卵巢の発達が著しく促進されたことは BROWN 等<sup>8)9)</sup>、PANOUSE<sup>10)11)</sup>、TAKAWAKI 等<sup>21)</sup>、ADIYODI 等<sup>26)</sup> の他の十脚目における実験結果と一致し、それは眼柄内に卵巢発達を抑制する生理的機構が存在する可能性を支持するものと言える。

無給餌条件の 2 回の実験結果より、PAS 陽性物質は個体が無給餌状態におかれると量的増加を

示す傾向があり、特に♀個体において明瞭である。これにより、栄養条件が悪化するとクルマエビは生理的影響を受け、直接的或いは間接的にPAS細胞が刺激を受けることが推察される。しかし、その影響の度合が♀個体と♂個体とで異なる点に関しては不明である。

### 要 約

1. クルマエビの食道上神経節の腹面後部に所在するPAS細胞に関して、脱皮周期、両眼柄除去条件および無給餌条件との生理的関連性の有無を、組織標本上のPAS陽性物質を複写計量することにより調べた。
2. 脱皮周期を前期、後期および間期に分け各期における測定値を比較したが、各期の間には明瞭な差を認めえず、よってPAS細胞は脱皮周期上の生理的変動とは関連性がないか或いは少ないものと考えられる。
3. 両眼柄の結紮除去によりPAS陽性物質の測定値に明瞭な差を認めえず、よってPAS細胞は眼柄内神経分泌系とは関連性が薄いと考えられる。また両眼柄除去により卵巣が著しく発達を促進された。これより眼柄内には卵巣発達を抑制する生理的機構が存在する可能性が支持される。
4. 無給餌条件によりPAS陽性物質には測定値の増加傾向が明瞭に認められる。特に♀個体において著しい。これよりPAS細胞は体内の栄養状態と直接的或いは間接的に関連するものと推察される。

### 文 献

- 1) ENAMI, M. (1951): The Sources and Activities of Two Chromatophorotropic Hormones in Crabs of the Genus *Sesarma*. II. Histology of Incretory Elements. *Biol. Bull.*, **101**, 241-258.
- 2) PASSANO, L.M. (1951): The X-organ-Sinus Gland Neurosecretory System in Crabs. *Anat. Rec.*, **111**, 502.
- 3) PASSANO, L. M. (1954): Phase Microscopic Observations of the Neurosecretory Product of the Crustacean X-organ. *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, **24** suppl., 72-73.
- 4) BLISS, D. E., and J. H. WELSH (1952): The Neurosecretory System of Brachyuran Crustacea. *Biol. Bull.*, **103**, 157-169.
- 5) CARLISLE, D. B. (1953): Studies on *Lysemata seticaudata* Risso (Crustacea Decapoda) VI. Notes on the Structure of the Neurosecretory System of the Eyestalk. *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, **24**, 434-446.
- 6) ABRAMOWITZ, A. A., and R. K. ABRAMOWITZ (1938): On the Specificity and Related Properties of the Crustacean Chromatophorotropic Hormone. *Biol. Bull.*, **74**, 278-296.
- 7) ABRAMOWITZ, R. K., and A. A. ABRAMOWITZ (1940): Moulting, Growth, and Survival after Eyestalk Removal in *Uca pugilator*. *ibid.*, **78**, 179-188.
- 8) BROWN, F. A. Jr., and O. CUNNINGHAM (1939): Influence of the Sinusgland of Crustaceans on Normal Viability and Ecdysis. *ibid.*, **77**, 104-114.
- 9) BROWN, F. A. Jr., and G. M. JONES (1949): Ovarian Inhibition by a Sinusgland Principle in the Fiddler Crab. *ibid.*, **96**, 228-232.
- 10) PANOUSE, J. (1943): Influence de l'ablation du Pédoncule Oculaire sur la Croissance de l'Ovaire chez la Crevette *Leander serratus*. *C. R. de l'Acad. des Sci.*, **217**, 553-555.
- 11) PANOUSE, J. (1944): L'Action de la Glande du Sinus sur l'Ovaire chez la Crevette *Leander*. *ibid.*, **218**, 293-294.
- 12) PASSANO, L. M. (1951): The X Organ, a Neurosecretory Gland Controlling Molting in Crabs. *Anat. Rec.*, **111**, 559.
- 13) PASSANO, L. M., and S. JYSSUM (1963): The Role of the Y-Organ in Crab Proecdysis and Limb Regeneration. *Comp. Biochem. Physiol.*, **9**, 195-213.

- 14) JYSSUM, S., and L. M. PASSANO (1957): Endocrine Regulation of Preliminary Limb Regeneration and Molting in the Crab *Sesarma*. *Anat. Rec.*, **128**, 571-572.
- 15) BLISS, D. E. (1953): Neurosecretion and Crab Metabolism. *Anat. Rec.*, **117**, 599.
- 16) CARLISLE, D. B. (1953): Studies on *Lysmata seticaudata* Risso (Crustacea Decapoda). III. On the Activity of the Molt-Accelerating Principle When Administered by the Oral Route. *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, **24**, 279-285.
- 17) CARLISLE, D. B. (1953): Studies on *Lysmata seticaudata* Risso (Crustacea Decapoda). IV. On the Site of Origin of the Molt-Accelerating Principle-Experimental Evidence. *ibid.*, **24**, 285-292.
- 18) CARLISLE, D. B. (1953): Studies on *Lysmata seticaudata* Risso (Crustacea Decapoda). V. The Ovarian Inhibiting Hormone and Hormonal Inhibition of Sex-Reversal. *ibid.*, **24**, 355-372.
- 19) CARLISLE, D. B. (1955): On the Hormonal Control of Water Balance in *Carcinus*. *ibid.*, **27**, 227-231.
- 20) CARLISLE, D. B., and P. F. R. DOHRN (1953): Studies on *Lysmata seticaudata* Risso (Crustacea Decapoda). II. Experimental Evidence for a Growth- and Molt- Accelerating Factor Obtainable from Eyestalks. *ibid.*, **24**, 69-83.
- 21) TAKEWAKI, K., and Y. YAMAMOTO (1950): Hormonal Regulation of Ovarian Development in the Shrimp, *Paratya compressa*. *Annot. Zool. Japon.*, **23**, 187-190.
- 22) 松本邦夫 (1951): カニに於ける卵巢發育抑制器官について. *動雑*, **60**, 13.
- 23) ECHALIER, G. (1955): Rôle de l'Organe Y dans le Déterminisme de la Mue de *Carcinides* (*Carcinus*) *moenas* L. (Crustacés Décapodes): Expériences d'Implantation. *C. R. de l'Acad. des Sci.*, **240**, 1581-1583.
- 24) ECHALIER, G. (1956): Influence de l'Organe Y sur la Régénération des Pattes, chez *Carcinides moenas* L. (Crustacé Décapode). *ibid.*, **242**, 2179-2180.
- 25) DURAND, J. B. (1956): Neurosecretory Cell Types and Their Secretory Activity in the Crayfish. *Biol. Bull.*, **111**, 62-76.
- 26) ADIYODI, K. G., and R. G. ADIYODI (1970): Endocrine Control of Reproduction in Decapod Crustacea. *Biol. Rev.*, **45**, 121-165.
- 27) 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. *鹿大水紀要*, **23**, 83-91.
- 28) 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. *同上*, **23**, 93-98.
- 29) DRACH, P. (1936): L'Eau Absorbée au Cours de l'Exuviation, Donnée Fondamentale pour l'Étude Physiologique de la Mue. Définitions et Déterminations Quantitatives. *C. R. de l'Acad. des Sci.*, **202**, 2103-2105.
- 30) DRACH, P. (1958): in "The Physiology of Crustacea" (ed. by T. H. WATERMAN), Vol. 1, Academic Press, New York and London, 1960, 478.
- 31) SCHEER, B. T. (1960): Aspects of the Intermolt Cycle in Natantians. *Comp. Biochem. Physiol.*, **1**, 3-18.
- 32) SKINNER, D. M. (1962): The Structure and Metabolism of a Crustacean Integumentary Tissue during a Molt Cycle. *Biol. Bull.*, **123**, 635-647.
- 33) KURUP, N. G. (1964): The Intermolt Cycle of an Anomuran, *Petrolisthes cinctipes* RANDALL (Crustacea-Decapoda). *ibid.*, **127**, 97-107.