

## クルマエビの神経顆粒に関する研究—III

### VP 細胞集団と近傍神経節との軸索連絡

中 村 薫\*

Studies on the Granular Inclusion in the Nerve Cells of the Prawn,  
*Penaeus japonicus* BATE—III

Axonal Connections of the VP-Ganglion Cell Group with the  
Neighbouring Ganglions

Kaworu NAKAMURA\*

#### Abstract

As for the ventro-posterior ganglion cell group in the supraoesophageal ganglion of the prawn, *Penaeus japonicus* B., the axonal connections were investigated by the injecting method of procion yellow into the cut ends of the nerve bundles of some relating ganglions. Such ganglions as the commissural, stomatic (oesophageal) and gastric were chosen. After fixation with 15% formalin, the tissues were settled being accompanied with deriving nerves for dye injection. As results, small cells of the inhibitory neurons controlling the stomatic ganglion were identified in the VP-ganglion cell group. The commissural ganglion sends axons of its component neurons to the supraoesophageal ganglion and to the connective nerve of the stomatic ganglion.

The commissure has axonal connections with its ganglion and directly with the supraoesophageal ganglion. Both of the stomatic and gastric ganglions have some of the cell bodies concerning respectively with the oesophageal and gastric nerves which innervate their periphery on the neighbouring muscle wall of each organ.

クルマエビの食道前神経節の表層に分布する神経節細胞集団の中で、腹面後部正中域に位置する腹面後部神経節細胞集団 ventro-posterior ganglion cell group (VP 細胞集団) には過沃素酸-SCHIFF 反応に陽性を呈する顆粒状物質を含有した特殊細胞 (PAS 細胞) が認められる<sup>1)2)</sup>。ところで VP 細胞集団はその解剖学的位置関係から当該神経節を構成する第3脳 tritocerebrum の腹面を占め、後者は機能的には上唇、口胃神経系および後食道交連へ神経を送り、且つ甲殻外皮、第2触角等より情報を受ける神経氈 neuropile を備えている<sup>3)</sup> が、上記 PAS 細胞の神経機能を明らかにする上で、理解の一端としてその細胞体が位置する当該細胞集団の構成細胞の少数に関して、近隣神経節との軸索連絡を先報<sup>4)</sup> と同様の蛍光色素注入法により調べた。そしていくつかの細胞について軸索連絡を確認し得たのでここに報告することとした。

\* 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)

## 実験方法

材料には体重 10 g 前後の養殖クルマエビ, *Penaeus japonicus* BATE を用いた。近傍神経節として囓食道神経連絡の連鎖神経節と口(食道)・胃神経節を選び、両者と食道上神経節との神経繊維連絡を損傷せぬよう周囲組織とともに上記神経節を摘出し、15%の割合にホルマリンを溶かした SÖRENSEN 緩衝液 (pH 7.4) で1~2晩冷蔵庫内で固定した。該当神経節はその末梢部を所定の長さに切断処理した派生繊維を備えた状態で周囲組織より分離し、予め用意された実験台に移した。次いで4%プロシオン黄水溶液を充填したガラス電極の先端を、対象とする軸索束の切断口に挿入し注入実験を開始した。以上に関する装置、方法等は先報<sup>4)</sup>と同様の要領に従った。通電終了の後、神経節は直ちに脱水、包埋の処理を経てパラフィンによる約 20  $\mu\text{m}$  の連続切片としビオライト封入を施した。標本の観察は蛍光顕微鏡下で 450 nm 波長帯の励起蛍光に依った。

## 結果

注入実験に供した軸索束の切断箇所は、食道上神経節では囓食道神経連絡と口(食道)神経節連絡、連鎖神経節は囓食道神経連絡、口(食道)・胃神経節連絡および上唇神経、また口(食道)神経節は食道上、連鎖、胃の各神経節連絡と上方、下方の両食道神経、胃神経節は連鎖、口(食道)の各神経節連絡と胃末梢神経等で該当部位は Fig. 1 に示した。

食道上神経節の後部背面正中線に入り口(食道)神経節と連絡する不對の軸索束は前者後方部位の腹板正中線上に沿って走り、食道の前側壁表面に位置する後者と直接的に連絡するが、当該軸索束を前者の派出箇所において切断し色素注入を施した結果、軸索束内の少なくとも3本に関しては VP 細胞集団にその細胞体が位置することを確認した (Fig. 2)。いずれも当該細胞集団にあっては滴状或いは球状に近い小形細胞である。また囓食道神経連絡から注入した結果では、VP 細胞集団の後部を占める大形細胞に可染像が認められた。

連鎖神経節に関しては囓食道神経連絡の前切断面よりの注入の結果では、当該神経節を構成する中形および小形細胞の、また口(食道)神経節連絡においては連鎖神経節内の小形細胞の、いずれもその細胞体に至るまでの軸索を確認し得たが、他方胃神経節連絡と上唇神経よりの注入では連鎖神経節内の細胞体に明瞭な結果を認め得なかった。なお当該神経節に所在する巨大細胞の細胞体への直接的注入により、その軸索が囓食道神経連絡を後方に向うこと、および囓食道神経横連鎖からの注入により横連鎖は連鎖神経節へ中継する軸索と直接的に食道上神経節と連絡する軸索の両者を備えることが確認された。

口(食道)神経節に関しては、食道上、連鎖および胃の各神経節連絡そして下方食道神経よりの注入のどの結果においても当該神経節内に可染された細胞体は確認されず、他方当該神経節より派出する上方食道神経よりの注入では当該神経節を構成する小形細胞に明瞭な蛍光反応を認め得た (Fig. 3 上)。

胃神経節に関しては、口(食道)および連鎖の両神経節連絡の合流部位より当該神経節に対して近位の、そして当該神経節末梢側の、両軸索束の切断箇所における注入結果では、当

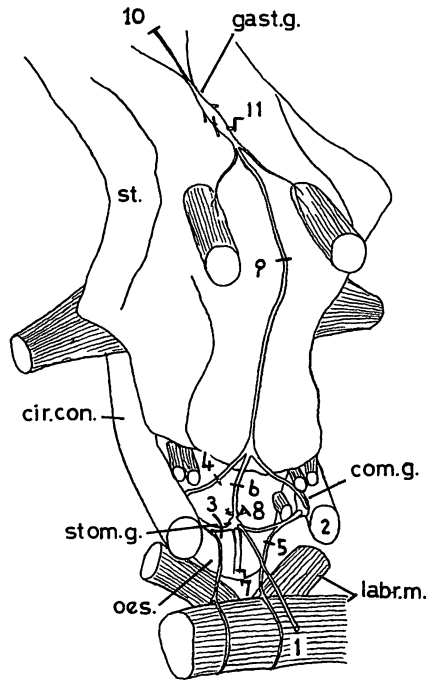
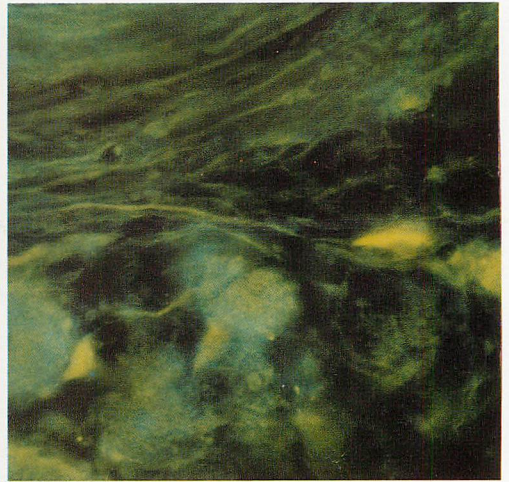
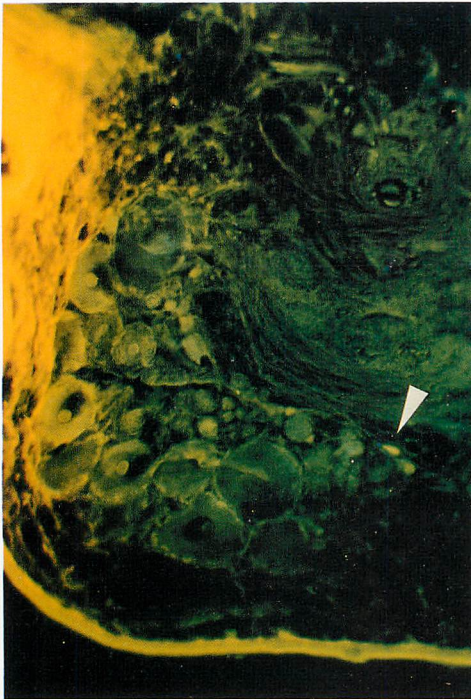
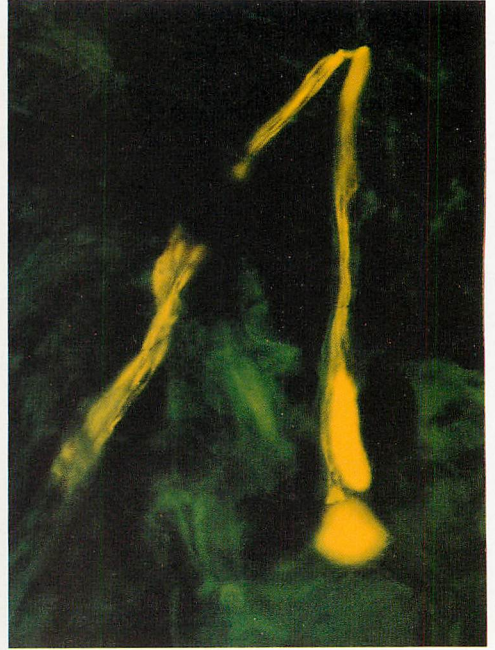


Fig. 1. Frontal view of the stomato-gastric nervous system representing the injecting points of procion yellow dye. Each of the numbers on the nerve fibers means the treated sections after cutting at those levels. Abbrev., cir. con.: circumoesophageal connective, com. g.: commissural ganglion, gast. g.: gastric ganglion, labr. m.: labral muscle, oes.: oesophagus, st.: stomach, stom. g.: stomatic (oesophageal) ganglion, No. 1: connective nerve between the supraoesophageal and stomatic ganglia, 2: circumoesophageal connective, 3: connective nerve between the commissural and stomatic ganglia, 4: connective nerve between the commissural and gastric ganglia, 5: labral nerve of the commissural ganglion, 6: connective nerve between the gastric and stomatic ganglia, 7: inferior oesophageal nerve of the stomatic ganglion, 8: superior oesophageal nerve of the stomatic ganglion, 9: connective nerve of the gastric ganglion with the commissural and stomatic ganglia, 10: distal trunk of the gastric nerve, 11: peripheral nerve of the gastric ganglion.

該神経節内に可染細胞体は認め得ず、他方当該神経節より派出した胃神経よりの注入ではその細胞体が神経節内に確認された (Fig. 3 下)。

以上の諸結果をまとめて模式的に表現した図を Fig. 4 に示しておいた。図中、その細胞体が確認されていない軸索を含め、諸神経節間の軸索連絡は今後の調査で一層精細なものとなることが期待される。



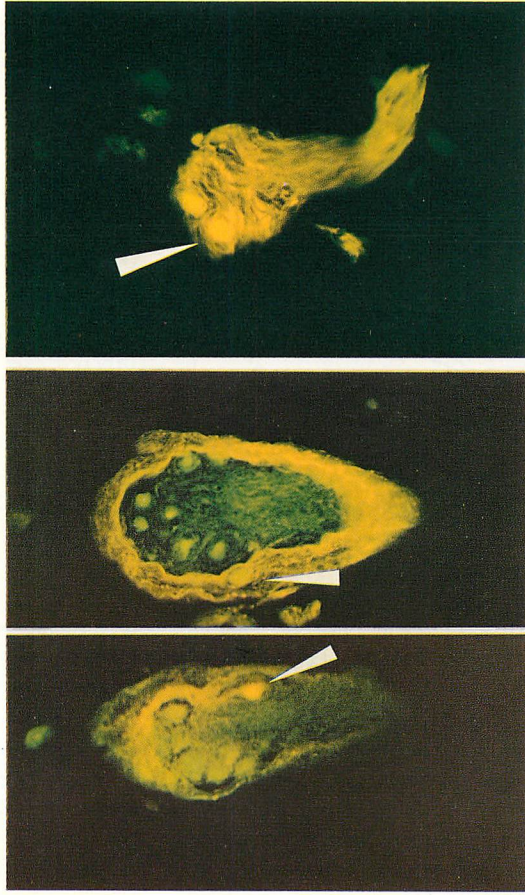


Fig. 3. Fluorescent micrographs of the stomatic (oesophageal) and gastric ganglions containing stained cell bodies (arrows). The stomatic neuron (upper) sends its axon to the neighbouring wall of the oesophagus. The other two in the gastric ganglion of lower photographs send each axon to the dorsal area of the stomach wall.

Fig. 2. Fluorescent micrographs of the longitudinal outlines of the VP-ganglion cell groups (left) and their magnified inhibitory neurons connecting to the stomatic (oesophageal) ganglion (right). Upper: anterior to the left, Lower: anterior to the right. Inhibitory neurons show their cell bodies as a small type in size and wry bulb or drop-like shape. They may lie principally in the posterior half of the group, but someone as in lower photograph is situated at the anterior area.

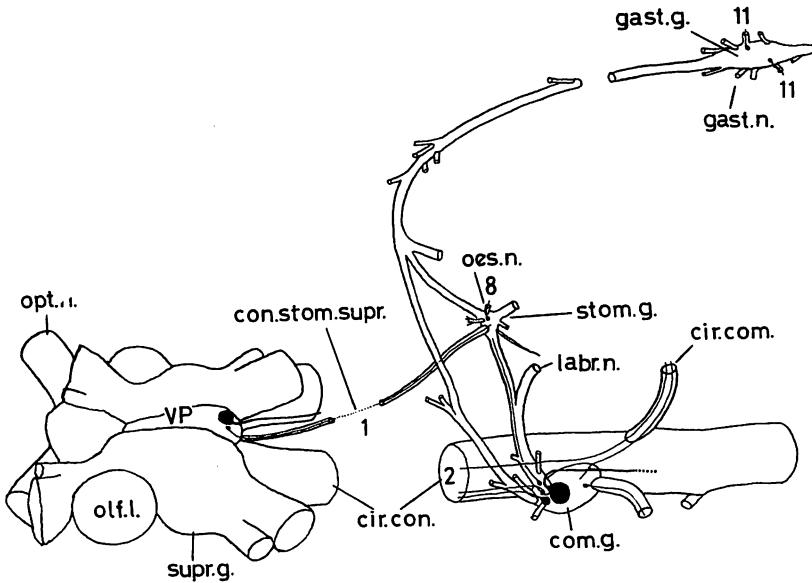


Fig. 4. Confirmed cell bodies in the supraoesophageal, commissural, stomatic (oesophageal) and gastric ganglia by the axonal injection of procion yellow (as seen ventrally). Such numbers as 1, 2, 8 and 11 in the figure mean same points as in Fig. 1.

Abbrev., cir. com.: circumoesophageal commissure, cir. con.: circumoesophageal connective, com. g.: commissural ganglion, con. stom. supr.: connective between the stomatic and supraoesophageal ganglia, gast. g.: gastric ganglion, gast. n.: gastric nerve, labr. n.: labral nerve, oes. n.: oesophageal nerve, olf. l.: olfactory lobe, opt. n.: optic nerve, stom. g.: stomatic ganglion, supr. g.: supraoesophageal ganglion, VP: ventro-posterior ganglion cell group.

## 考 察

食道上神経節のVP細胞集団にその細胞体があって口(食道)神経節に軸索を送る小形細胞はその機能上、興奮性もしくは抑制性ニューロンであろうが、試みに軸索連絡の切断手術を施したところ日毎摂餌量への影響に関して Fig. 5 に示した結果を得た。即ち非手術区に比較して手術区は処置当日の摂餌量に増加傾向が認められ、sham 区においても同様の傾向は窺えるが前者程に著しくはない。手術は連絡軸索がその内面に沿って走る腹板正中線を、食道の前方且つ両側第2触角基部に挟まれた位置で切断する方法を採ったが、sham では該当部位の腹板のみに損傷を与えることとした。結果的には sham 処理でも摂餌行動は興奮的刺戟を受けたものと解される。さらに術後の摂餌状態は一定せず、増減が著しいことから摂餌機構には複雑な支配系の関与が推察される。先の結果を考慮すると VP 細胞集団の上記細胞は口(食道)神経節に対して抑制性ニューロンであろうと考えられる。また当該細胞集団の大形細胞にはその軸索を囲食道神経連絡へ送る例が確認されたことは食道上神経節の下位(後方)神経系への機能的支配を裏付けるものと云える。

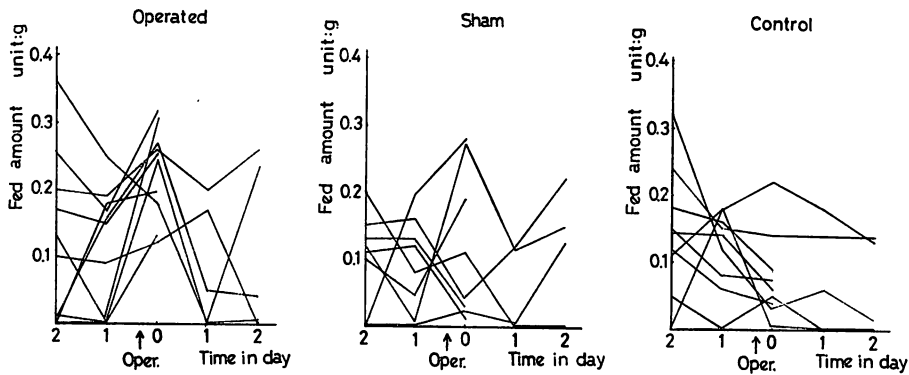


Fig. 5. Effects on the feeding behaviour of the cutting operation of the stomato-supraoesophageal connective. Operated ones show a distinct increase of feeding just at the operated day. The gluttony is seen also in the sham, but its frequency is low comparatively to the operated.

連鎖神経節は咽食道神経連絡の食道通過域の腹側面に位置するが、当該神経節は解剖学的に判断して口（食道）・胃神経系と密接な軸索連絡を備えているものと考えられる。しかし本実験では両者間の軸索支配の關係に充分な結果を得ることが出来ず、これは今後の研究に待たれる所である。一方当該神経節は食道上神経節に軸索を送ることからその情報伝達は直接的なものと解される。さらに咽食道神経連鎖は上記神経節との他、食道上神経節と直接的に軸索連絡を備えることから両者間の機能的緊密性が窺われる。

口（食道）および胃の各神経節より派出する末梢神経群の少なくとも一部はその細胞体を該当神経節内に存在させることから、形態的位置關係を考慮すると運動性ニューロンに属するものと判断される。

以上の口（食道）・胃神経系を構成する神経節の各節内・節間における纖維連絡に関してはORLOV<sup>(5)</sup>によるメチレン青法を用いた *Astacus* の例が十脚目では代表的とも云えるが、その錯綜した調査の結果を本実験と比較して検討してみると、口（食道）神経節については前者の場合、当該神経節より派出する上方食道神経を欠如する点がクルマエビとは異なるようであり、よって本実験で後者に確認された上方食道神経ニューロンの細胞体は前者では扱われていない。また、胃神経節についてはその節内に所在するニューロン細胞体が中心神経叢 neuropile core を囲む位置に配置する点はクルマエビと同様であるが、末梢胃神経群に直接的に軸索を送る例が不明確な点が後者とは異なる等、両者には種間の相違が見受けられる。よってクルマエビにおいてもメチレン青法を併用した今後の調査が錯綜な纖維連絡に対して一層の有益な資料を与えるものと思われる。

## 要 約

1. クルマエビの食道上神経節の腹面後部を占める VP 細胞集団に関連させて軸索の追跡を螢光色素注入法により調べた。対象として食道上神経節、咽食道神経連鎖神経節および口（食道）・胃神経系を選び、各連絡軸索束の切断口よりガラス電極を挿入し電気泳動的に注入した。

2. 食道神経節と口(食道)神経節を連絡する軸索の細胞体は前者のVP細胞集団に所在する小形細胞で、それは抑制性ニューロンと判断された。
3. 連鎖神経節はその軸索を食道神経節と口(食道)神経節連絡へ送ること、さらに咽食道神経横連鎖と連絡のあることが確認された。なお後者は食道神経節とも直接的連絡を備えることが認められた。
4. 口(食道)および胃両神経節はその構成細胞の中に軸索が該当神経節より派出して近傍の末梢部位に分布する運動性ニューロンを所在させることを確認し得た。

## 文 献

- 1) 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関係. 鹿大水紀要, **23**, 173-184.
- 2) 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.
- 3) BULLOCK, T. H., and G. A. HORRIDGE (1965): "Structure and Function in the Nervous Systems of Invertebrates", vol. 2, W. Freeman and Company, 816-833.
- 4) 中村 薫 (1978): クルマエビの神経顆粒に関する研究-I 食道神経節におけるVP細胞集団の軸索連絡. 鹿大水紀要, **27**, 9-17.
- 5) ORLOV, J. (1927): Die Magenganglion des Flusskrebsses. Ein Beitrag zur vergleichenden Histologie des sympathischen Nervensystems. *Z. mikr. anat. Forsch.*, **8**, 73-96.
- 6) ORLOV, J. (1929): Ueber den histologischen Bau des Ganglion des Mund-magennervensystems der Crustaceen. *Z. Zellforsch.*, **8**, 493-541.