

6). 細胞先端部の粗面小胞体は、有核部および棒状体部でみられた程には拡張していない。またグリコーゲン顆粒は他の部域よりも多く、糸粒体間および細胞質被膜と内形質の境界域に多数分布する。この境界域には有芯小胞(900~1000Å)が最も多くみられ(Fig. 8)，しかも滑面小胞体の一端に有芯小胞内の芯と同様の大きさの電子密度の高い円形物質塊(芯)が含まれることがしばしばある(Fig. 5)。このことは有芯小胞が滑面小胞体より形成されることを示唆する。

幽門垂腔に近づくにつれて棒状体起始部の数は少くなり、内形質の大部分は糸粒体によって占められるようになる。さらに幽門垂腔に近づくと、内形質内には糸粒体はほとんどなく、その代りに有芯小胞、無芯小胞、空胞、胞状を呈する膜構造および雲絮状物質が含まれる(Fig. 9)。

なお細胞の先端には微絨毛が認められる(Fig. 6)。

pear-shaped cell と幽門垂上皮細胞との接触面はゆるやかな波状を呈し、ほとんど細胞間嵌合はなく、約250~350Åの間隙をもって接している。この間隙の幅は上皮細胞同志のそれとほぼ同様である。また上皮細胞と *pear-shaped cell* とが接する面のところどころには、両形質膜の電子密度の高まりがあり、その間にやや電子密度の高い物質が存在する。さらに細胞先端部の上皮細胞と接する面には、tight junction, intermediate junction および attachment plaques の明瞭な desmosome の三つの結合要素よりなる junctional complex が認められる(Fig. 7)。

II. “小胞細胞”

ニジマスの幽門垂上皮には、上皮細胞、杯細胞、銀親和性細胞および遊走細胞のいずれとも形態的に異なる細胞が、*pear-shaped cell* と密接して時おり観察される(Figs. 8, 9)。この細胞の上端は幽門垂腔に面し、

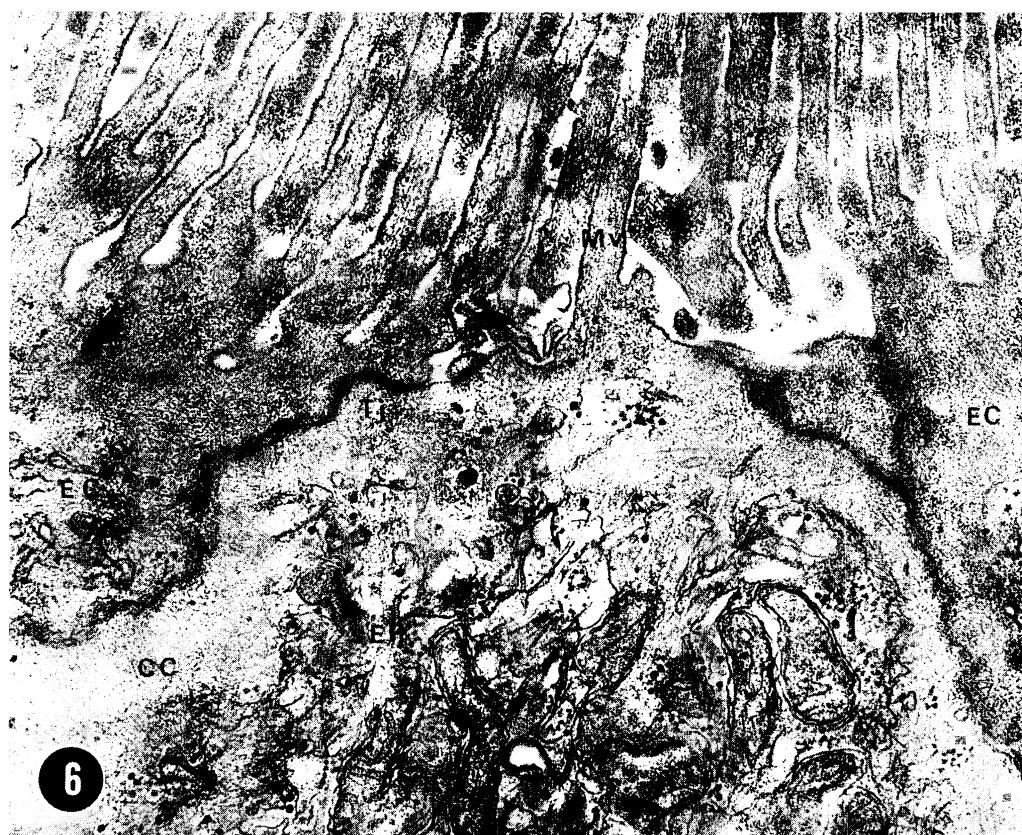


Fig. 6. A longitudinally sectioned apical region of a *pear-shaped cell*. The cell projects a microvillus (Mv) into the epithelial lumen. The cytoplasmic capsule (CC) in this area becomes narrower in width. EC: epithelial cell, sER: tubular profiles of the smooth endoplasmic reticulum. $\times 38,000$.

有核部より下部は、細く基底膜の方向に延びる。核は卵形で内部に 2~3 個の核小体を含む。粗面小胞体の大部分は小胞状を呈し、その中には、やや電子密度の低い雲絮状あるいは微細な顆粒状物質が含まれる (Figs. 8, 9)。この小胞状を呈する粗面小胞体膜の外側にはリボソームの付着が極めて少なく、通常 1~2 個で、電

顕写真上では滑面であることも稀でない。このような形態上の特徴から、これを“小胞細胞”(vesicle-rich cell) と呼ぶ。この細胞の滑面小胞体は扁平で、しかも二重ないし三重の層板を形成し、これらが糸粒体を取り囲むように存在していることもある (Fig. 9)。また扁平な粗面小胞体と連続していることもあるが、そ



Fig. 7. A longitudinally but somewhat obliquely sectioned apical region of a pear-shaped cell. The pear-shaped cell and epithelial cells are connected by the junctional complex. Arrows show a fusion line of tight function (Tj). D: desmosome provided with attachment plaques, EC: epithelial cell, Ij: intermediate junction, sER: smooth endoplasmic reticulum. $\times 62,300$.

の構造は全体としてゴルジ装置の層板に似ている。しかし、その近くにはゴルジ小胞やゴルジ空胞はみられなかった。滑面小胞体の発達程度は細胞により差があるが、核下部の基底膜に向う細胞質内にも多少みられる。糸粒体は円形または卵形で、その数は上皮細胞、杯細胞およびpear-shaped cell内の糸粒体数に比べる

とはるかに少ない。グリコーゲン顆粒も非常に少ない。遊離のリボソームは非常に多数で、おおむね細胞質基質を満たしている。稀れに高電子密度の多胞体（恐らくライソソーム）も存在する (Fig. 8)。隣接する幽門垂上皮細胞との間に tight junction がみられる。

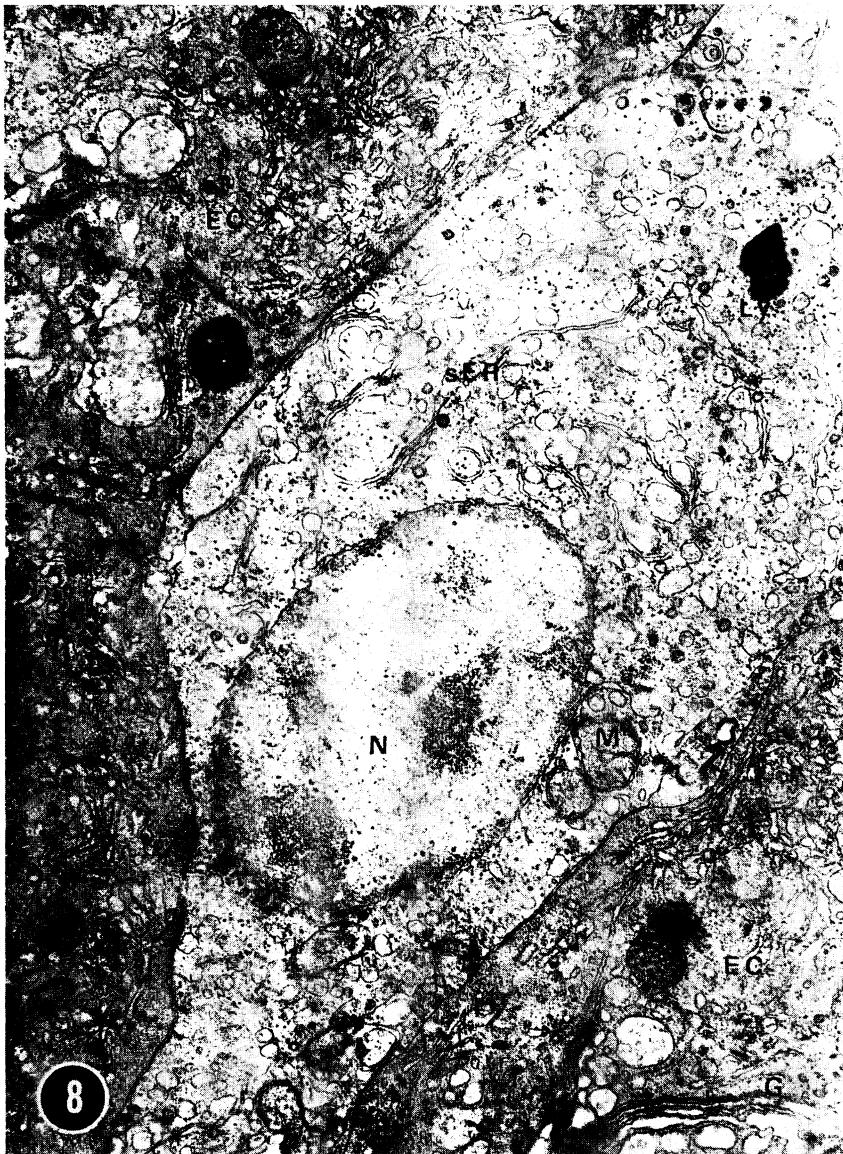


Fig. 8. A longitudinally sectioned "vesicle-rich cell". The majority of the rough endoplasmic reticulum take the form of vesicles which contain the moderately electron-opaque flocculent material. EC: epithelial cell, G: Golgi apparatus of the epithelial cell, Ly: lysosome, M: mitochondria, N: nucleus, sER: lamellar profiles of the smooth endoplasmic reticulum. $\times 20,000$.

考 察

pear-shaped cell はこれまでにいろいろな名称で呼ばれてきているが、このような細胞が寄生体と考えられた発端は、Thélohan (1892) がこれを円口類、板鰓

類および魚類の腸管上皮で胞子虫類の *Rhabdospora thelohani* の被囊体として報告したことある。

Bannister (1966) は、さらに、コイ科の *Phoxinus* の嗅粘膜上皮、消化管その他の器官で、岩井 (1968, 1969) はメバルの幽門垂上皮やコイの腸管上皮で

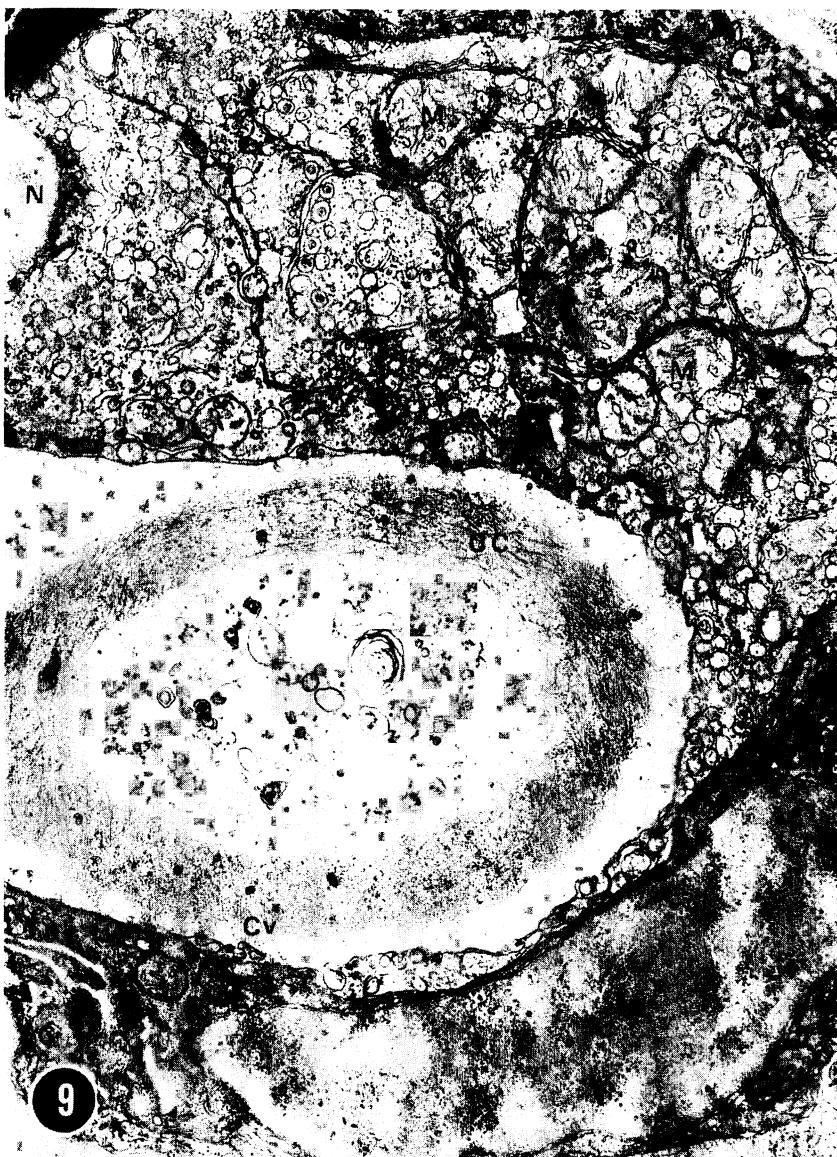


Fig. 9. A "vesicle-rich cell" close to and surrounding a pear-shaped cell. The vesicle-rich cell contains several vesicular profiles of the rough endoplasmic reticulum some of which show a double contour and flattened winding lamellae of the smooth endoplasmic reticulum (sER). The space containing the flocculent material under the plasma membrane of the pear-shaped cell is an artifact. CC: cytoplasmic capsule, Cv: cored vesicle, EC: epithelial cell, M: mitochondria, N: nucleus. $\times 16,300$.

pear-shaped cell を電顕的に観察し、寄生体であろうと報告しているが、その主たる根拠は、その細胞がそれぞれの組織内で異質的な存在であるのみならず、腺細胞でも白血球でもないというところにある。しかし本研究で明らかにしたようにニジマス幽門垂上皮のpear-shaped cell では、少数の微絨毛で幽門垂腔に接しており、しかも決して基底膜に接することではなく、また核、棒状体および糸粒体などは細胞内で常に配置が一定しており、そこには幽門垂腔に向う形態学的な極性が認められる。さらに最も重要な所見は、隣接する上皮細胞との間に細胞間の強い結合を示すjunctional complex が存在することである。これらの事実から、pear-shaped cell を寄生体とみなすことは出来ない。

Duthie (1939) は、ウナギの腎臓と腸間膜にみられたこの細胞を顆粒性白血球の一型とみなしているが、ニジマス幽門垂上皮中の顆粒性白血球の微細構造から考えて pear-shaped cell の顆粒性白血球説も否定される。すなわち、遊走細胞としての顆粒性白血球は、pear-shaped cell にみられるような細胞質被膜をもたないし、隣接する細胞との間には結合要素が認められない。

pear-shaped cell を腺細胞(杯細胞)とみなす説があるが(Plehn, 1906; Klust, 1939; Al-Hussaini, 1949a, 1949b)，これらはいずれも光顕レベルでの観察であり、電顕的にはそれを腺細胞の生活環の一型とするには細胞内部の形態学的所見にあまりにも大きな差がある。また杯細胞は基底膜に接するが、pear-shaped cell が基底膜に接することは決してない。したがって両細胞を同一視することはできない。

pear-shaped cell の細胞質被膜は、上皮細胞と比較して異質的であり、線維性物質に富む外形質とみなすことが出来る。ヒドロの刺胞(nematocyst)はケラチン様の線維性蛋白質からなるとされて来たが、近年それが電顕的にはケラチンあるいはキチン様の物質からなる厚さ約 1100Å の被膜(capsular wall)であることが明らかにされた(Chapman and Tilney, 1959a, 1959b)。したがって pear-shaped cell が細胞質被膜をもつことで、異質的な存在(あるいは寄生体)とみなすことは適切ではないと考えられる。

ところで最近 Wilson and Westerman (1967) は、フナの嗅粘膜上皮内に “foliaceous cell” と名付けた、pear-shaped cell とほとんど同様な形態を有する細胞を見出し、この細胞が嗅受容細胞と密接な関係があり、その上、受容器かも知れないし、また分泌機能を持つかも知れないと推論している。しかし “foliaceous cell”

では分泌顆粒の記載はないが、仮りにこの細胞が分泌機能を有するとすれば、ニジマスの pear-shaped cell で見出された無芯小胞や有芯小胞以外ないとおもわれる。しかしながら、これらの両小胞を通常の分泌顆粒と決定してよいかはなお疑問である。

pear-shaped cell の基底部と先端部付近に比較的集中する傾向のある有芯小胞は、神経終末にみられるシナプス小胞、特に大有芯胞(直径約 800~1500 Å)に形態的に酷似する(Richardson, 1964; Robertson, 1967; Watari, 1968; Kobayashi and Fujita, 1969; Gosling and Dixon, 1969; Kudo, 1971)。また pear-shaped cell の基底部の細胞質被膜内に多数みられた無芯小胞は、神経終末、ハムスターの副腎髓質の自律神経節(Unsicker, 1967)、トカゲの星状神経節(Colborn and Adamo, 1969)、ニワトリ脾臓内神経節(Kudo, 1971)などで知られているものと形態的に同一の範疇に属するものである。さらに、メクラウナギの網膜の受容細胞(receptor cell)はその先端部に多くの糸粒体が集中し、また基底部には 400~500 Å の無芯小胞が多数集中している(Holmberg, 1971)。これもまた pear-shaped cell の形態との類似性において興味深い。さらにイソギンチャクやヒドロの刺細胞が食物の脂質成分に対して特異的に接触化学的な応答をし、刺胞の発射という現象が起こることを考えると、pear-shaped cell の棒状体は、刺糸のように発射されることはないとしても化学物質に対しては応答するかも知れない。

これらのことから pear-shaped cell が化学受容器(chemoreceptor)である可能性も推測されるので、現在 pear-shaped cell と神経終末との関連の有無について追求中である。

“小胞細胞”はこれまでに報告のないタイプの細胞で、その機能については現在不明である。また、この細胞が pear-shaped cell に密接して、時おり観察されたが、両細胞間に機能上の関連性があるのかどうかも不明である。

要 約

ニジマス幽門垂上皮の pear-shaped cell と “小胞細胞”を主として電顕的に検索した。pear-shaped cell は少数の微絨毛で幽門垂腔に接し、上皮細胞とは junctional complex によって結合されている。最も顕著な特徴は形質膜下に微細な線維性物質に富む厚さ約 700~850 mμ の細胞質被膜があること、細胞内に棒状体があることおよびほとんどすべての糸粒体が細胞先端部に集中することなどである。核下部の細胞下端で

は被膜の一部が不明瞭またはほとんど存在しない部域がある。そこには有芯小胞、無芯小胞、粗面小胞体およびグリコーゲン顆粒が存在する。pear-shaped cell はその形態学的特徴から考えると、寄生虫でも、杯細胞でも、顆粒性白血球でもない。ニジマス幽門垂上皮に、これまでに報告のなかった特徴のある細胞、“小胞細胞”が観察された。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、群馬大学医学部第一解剖学教室の工藤重治博士をはじめ同教室の各位にご協力を賜わった。ここに深く感謝の意を表する、まことに。ご校閲を賜わった東京水産大学の隆島史夫博士に厚くお礼申し上げる。

引 用 文 献

- Al-Hussaini, A. H. 1949a. On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits: anatomy and histology. Quar. J. Micr. Sci., 90: 109~139, (cited from Bannister, 1966).
- Al-Hussaini, A. H. 1949b. On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits: cytology and physiology. Quar. J. Micr. Sci., 90: 323~354, (cited from Bannister, 1966).
- Bannister, L. H. 1966. Is *Rhabdospora thelohani* (Laguesse) a sporozoan parasite or a tissue cell of low vertebrates? Parasitology, 56: 633~638, text-figs. 1~3, pl. 1.
- Bullock, W. L. 1963. Intestinal histology of some salmonid fishes with particular reference to the histopathology of Acanthocephalan infections. J. Morph., 112: 23~44, pls. 5.
- Chapman, G. B. and L. G. Tilney. 1959a. Cytological studies of the nematocysts of *Hydra*. I. Desmonemes, isorhizas, chidocils, and supporting structures. J. Biophys. Biochem. Cytol., 5: 69~78, pls. 22~27.
- Chapman, G. B. and L. G. Tilney. 1959b. Cytological studies of the nematocysts of *Hydra*. II. The stenoteles. J. Biophys. Biochem. Cytol., 5: 79~84, pls. 28~33.
- Colborn, G. L. and N. J. Adamo. 1969. The ultrastructure of sympathetic ganglia of the lizard *Cnemidophorus neomexicanus*. Anat. Rec., 164: 185~204, pls. 1~7.
- Duthie, E. S. 1939. The origin, development and function of the blood cells in certain marine teleosts. I. Morphology. J. Anat., 73: 396~412. (cited from Iwai, 1968).
- Gosling, J. A. and J. S. Dixon. 1969. The fine structure of the vasa recta and associated nerves in the rabbit kidney. Anat. Rec., 165: 503~514, pls. 1~3.
- Hale, P. A. 1965. The morphology and histology of the digestive systems of two fresh water teleosts, *Poecilia reticulata* and *Gasterosteus aculeatus* J. Zool., 146: 123~149, (cited from Bannister, 1966).
- Holmberg, K. 1971. The hagfish retina: Electron microscopic study comparing receptor and epithelial cells in the pacific hagfish *Polistotrema stouti*, with those in the atlantic hagfish, *Myxine glutinosa*. Z. Zellforsch., 121: 249~269, figs. 1~17.
- Iwai, T. 1968. Notes on the pear-shaped cell (rodlet cell) in the epithelium of the digestive tract of fishes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 34: 133~137, pl. 1.
- Iwai, T. 1969. Fine structure of gut epithelial cells of larval and juvenile carp during absorption of fat and protein. Arch. histol. Jap., 30: 183~199, figs. 1~7.
- Klust, G. 1939. Über Entwicklung, Bau und Funktion des Darmes beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). Int. Rev. Hydrobiol., 39: 498~536, (cited from Bannister, 1966).
- Kobayashi, S. and T. Fujita. 1969. Fine structure of mammalian and avian pancreatic islets with special reference to D cells and nervous elements. Z. Zellforsch., 100: 340~363, figs. 1~21.
- Kudo, S. 1971. Fine structure of autonomic ganglion in the chicken pancreas. Arch. histol. Jap., 32: 455~497, figs. 1~26.
- Laibach, E. 1937. Das Geruchsorgan des Alas (*Anguilla vulgaris*) in seinen verschiedenen Entwicklungsstadien. Zool. Jb. (Abt. Anat.), 63: 37~72 (cited from Bannister, 1966).
- Plehn, M. 1906. Über eigentümliche Drüsenzellen im Gefäßsystem und in anderen Organen bei Fischen. Anat. Anz., 28: 192~203, (cited from Bannister, 1966).
- Richardson, K. C. 1964. The fine structure of the albino rabbit iris with special reference to the identification of adrenergic and cholinergic nerves and nerve endings in its intrinsic muscles. Amer. J. Anat., 114: 173~205, pls. 1~10.
- Robertson, D. R. 1967. The ultimobranchial body in *Rana pipiens* III. Sympathetic innervation of the secretory parenchyma. Z. Zellforsch., 78: 328~340, figs. 1~10.
- Thélohan, P. 1892. Sur des sporozoaires indéterminés parasites des poissons. J. Anat. Physiol. Paris, 28: 163~171 (cited from Bannister, 1966).
- Unsicker, K. 1967. Über die Ganglienzellen im Nebennierenmark des Goldhamsters (*Mesocricetus auratus*). Ein Beitrag zur Frage der peripheren Neurosekretion. Z. Zellforsch., 76: 187~219,

- figs. 1~18.
- Vickers, T. 1962. A study of the intestinal epithelium of the goldfish *Carassius auratus*: its normal structure, the dynamics of cell replacement, and the changes induced by cobalt and manganese. Quar. J. Micr. Sci., 103: 93~110, figs. 1~2.
- Watari, N. 1968. Fine structure of nervous ele-
- ments in the pancreas of some vertebrates. Z. Zellforsch., 85: 291~314, figs. 1~15.
- Wilson, J. A. F. and R. A. Westerman. 1967. The fine structure of the olfactory mucosa and nerve in the teleost *Carassius carassius L.* Z. Zellforsch., 83: 196~206, figs. 1~7.

(371 群馬県前橋市敷島町 群馬県水産試験場)