

クロスズメバチ *Vespula lewisii* (COMERON). に関する研究

V中樞神経系の形態及びその組織学的構造について

高 松 好 文

Studies on *Vespula lewisii* (COMERON). (Hym. Vespidae).

V. On the form and histological structure of the central nervous System.

YOSHIFUMI TAKAMATSU

Resume

The form and histological structure of the central nervous system of Hymenoptera were studied by many investigators, especially on the honey-bee most evidently, but as the studies on the Vespidae are not so advance the writer carried on this study with the purpose to clear up the structure of the central nervous system of the *Vespula lewisii* (COMERON). (Hym. Vespidae). And the obtained results are as follows :

- 1). The larva; the central nervous system is organized by the brain and suboesophageal ganglion in the head, and 11 ganglions in the thorax and abdomen. The brain takes the position on the upper part, the suboesophageal ganglion on the lower part to the oesphagus in the head. These two are connected with the circumoesophageal commissures. The 11 ganglions in the thorax and abdomen organize ventral nerve track and project a pair of peripheral nerves to the each segment.
- 2). The adult ; there are the brain and suboesophageal ganglion in the head, and these two are made up by fusion with 3 embryonal ganglions respectively. The protocerebrum controls the ocelli or simple eyes above and the compound eyes on the sides. The deutocerebrum consists of the two prominent antennal lobes (some times called the olfactory lobes) which give off the large sensory antennal nerves and two smaller nerves that go to the muscles that move the antennae. The tritocerebrum gives off a pair of labral nerves that go to the labrum, two smaller nerves that go to the frontal ganglion, and moreover a pair of smaller nerves (nervous corporis allati) that go to the pharyngeal ganglion, the corpus allatum, and the salivary gland. The suboesophageal ganglion is somewhat angular and gives off 3 pairs nerves that go to the mandible (mandibular nerve), the maxilla (maxillary nerve) and the labium (labial nerve).
- 3). In the thorax of the adult there is one great ganglion made up by fusion of 4 larval ganglions, and this ganglion gives off 5 pairs large nerves that go to 2 pairs of wings and 3 pairs of legs. In the abdomen there are 6 ganglions, and these ganglions, except the last ganglion, give off one pair nerves that go to the each segment. The last ganglion consist of 2 last larval ganglions, and gives off 7 nerves that go to the reproductive organ and poisonous glands.
- 4). The general internal structure of the brain, by the section, shows that it is composed of an outer cellular layer and an internal fibrillar tissue.

- 5). The caps of the mushroom bodies and central bodies in the outer cellular layer of the brain are composed of large characteristic cells, and the other parts are composed of, in some degree, smaller cells than the former. And in the other ganglions the large characteristic cells distribute on the outer parts, the smaller cells situate on the inner parts in the ganglion.
- 6). The large amount of this characteristic cells, are contained much in the suboesophageal ganglion, the last ganglion in the abdomen and the large adult ganglion in the thorax. In the others there are few.
- 7). The part of the cap of the mushroom body is composed of large characteristic cells and the part of its stock is composed of the fibrillar tissue, and this part receives the nerve connections from the compound eye, the antenna and the suboesophageal ganglion.
- 8). In the internal fibrillar tissue there are many minute nerve cells, which are most abundant in the part of the brain, but few in the ganglions which do not develop.
- 9). Putting together above mentioned facts, the writer thinks that the mushroom bodies are the nerve center of the intelligence, and the nerve center of each ganglion seems to be in the layer of the outer large cells. So that the each ganglion has progressive autonomic nature in accompany with its development.

結 言

膜翅類の神経系，就中，脳の構造及びそれ等各部分の関係については可成り古くより研究されている。特に、人生と最も関係の深い蜜蜂についての研究は最も進んでいる様である。即ち、脳の構造について KENYON (1896) 及び JONSCU (1909) は外部細胞層 (outer cellular layer.) と内部神経組織 (internal fibrillar tissue) とを區別し，更に JONSCU は第一大脳 (Protocerebrum) に7つの部分を區別している。KENYON はこの7つの區分の1つに該当する茸様体 (mushroom body) が組織學上，特殊なものである關係から，高等脊椎動物の脳の灰白質に相當するものならん，と述べている。更に，ALTON (1910) は第一大脳 (Protocerebrum) 及び茸様体 (mushroom body) の形態的大きさの測定數値より，4つの指數 (indices) を算出して，膜翅類の知能の發達程度を論じている。ARMBRUSTER (1919) は更に，ALTONの指數を別な方法によつて計算し，これを Brain index と稱し，各種の膜翅類の腦を研究した結果，*Bombus (Brenus) agrorum*, ♀ が最大で，次が *Bombus terrestris*, ♂，であり，*Vespa vulgaris*, ♀ は第三位であることを述べている。更に，ARMBRUSTER は同一屬でも，Brain indices は種によつて相違があるので，Brain indices は屬間の關係を示す指數にはならないことを指摘している。

NELSON (1918) は蜜蜂の segmentation の研究に於て各神経球の發生學的形成過程を論じている。

以上は膜翅類，殊に蜜蜂を中心としての，神経系の構造に関する研究の概要であるが，筆者は，以上とは別の目的の下に，クロスズメバチ *Vespula lewisii* (COMERON.) の神経系の形態及び組織學的構造を研究したので，今こゝに，これを報告する。

筆を進めるに當り，種々の御懇篤なる御指導を賜りたる平岩馨邦博士及び文献閱覽の御便誼を與えられた石森直人博士に対し，深甚なる謝意を表する。

尙，本報文は昭和二十三年度文部省科學研究費の一部によつてなされたものであることを記し，當局に対し感謝の意を表する

材料及方法

本研究に使用した材料は木曾山脈駒ヶ嶽山麓に産したクロスズメバチ *Vespa lewisii* (COMERON) を7月下旬採集し、実験室前の土中で飼育したものである。

神経系の形態の観察には、生のまゝ及びホルマリンの中に投じ固定したものゝ兩者を使用した。固定したものの一方が、解剖並びに観察には好都合であつた。

組織學的研究の爲には、固定剤として、Champy の液及び Bouin の液を用い、夫々10時間及び24時間固定した。染色には、Heidenhain's ironalum haematoxylin 及び Delafiel's haematoxylin を用い、普通のパラフィン法によつて切斷した。切片の厚さは6~7 μ に切斷し、挿圖はすべてカメラルンダーを用いて出来るだけ正確に描寫した。

I. 中樞神経の一般形態

幼虫. 食道下神経球(脳)及び食道下神経球並びに胸腹部の各關節に1個ずつある神経球と、これより発する末梢神経とより構成されていることは他の昆虫類と同様である。(第1圖)

食道下神経球(脳)は比較的小さいが、第1大脳 Protocerebrum, 第2大脳 Deutocerebrum, 及び第3大脳 Tritocerebrum は明かに區別される。食道下神経球は他の神経球に比較して稍大きく、幼虫末期に於ては、大腿、小腿、及下唇に分布する3対の神経を出していることが認められる。

胸部腹部の神経球は、各々大体同様な形状を呈して居り、各神経球よりは各節に分布する末梢神経を1対宛出しているが、末端の神経球は3対の末梢神経を出している。胸腹部に11対の神経球があるが、前端の4神経球は比較的小さいが発達し、最末端の神経球は別として、胸腹部の神経球は、末端に到る程、弱小にある傾向を示している。

成虫. 成虫時代の中樞神経系は幼虫のそれとは大分異なつて居る。即ち、幼虫時代の神経球は部分によつて癒合を起して居り、各神経節より発する末梢神経は複雑化している。幼虫時代の食道下神経球に相次ぐ4節は癒合して一大神経球を形成し、後胸の内胸後板 Furca (Endo-metasternum) の下に存し、左右へ夫々5対の強大なる末梢神経を出している。(第2圖) これ等の神経は前肢(FLN.)、前翅(FwN.)、中肢(MLN.)、後翅(HwN.)、及び後肢(HLN.)、に分布している。

腹部の神経球は6ヶより成り、末端の神経球を除く各神経節より、左右へ1対宛の末梢神経を出し、之の神経は夫々、各關節に分布している。末端の神経節は、幼虫時代の腹部末端の2ヶの神経球が合着癒合したものであり、これよりは、左右へ3対と中央へ1本(2本が合着したものと思われる。)と計7本の頗る分岐した複雑な神経を出している。之等のものは生殖器及び毒線に分布している。圖示(第2圖)したものは、雌蜂であるので、之の部分の発達には特に顯著であるが、雄蜂及び働蜂ではその発達程度が稍々劣つて居る。

脳は複眼の発達と共に、視葉が極度に発達し、それにつれて、脳全体がまた発達している。即ち視葉は発達して、その先端に夫々複眼を形成し、第1大脳中央の頂には3ヶの單眼を戴き、第2大脳よりは觸角に分布する觸角神経と、觸角の筋肉に分布する神経とを出している。第3大脳よりは上唇に分布する神経及び frontal commissure を出して居る。なお極く微細なる神経ではあるが、之の第3大脳の後面より、食道側神経球、食道側腺を経て唾腺に向う神経を出している。(第1圖, 第2圖 CoAlG, CoAl.)

食道下神経球は第3大脳よりの連絡を受け、頭部後腹面の食道下に位置を占めている。可成発達した神経球である。之の神経球よりは3対の末梢神経を出し、夫々、上腿(MbN.)、下腿(MxN.)、及び下唇(LbN.)に神経を送つて居る。

蛹虫. 蛹虫時代の中樞神経系は、他の器官と同様、幼虫器官の成虫器官への改変期であるので、従つて各種の段階が見られる。従つて固体によつて、解剖學的に相當な相違があるので、今こゝで一々詳

細に記述することを差控えたい。只幼虫期の神経球が相當合着している各種の段階があることを述べておく。

II. 中樞神経系の組織學的構造

脳. 外表は細胞性の皮膜によつて被われ、その内部に外部細胞層があり、更にその内部は神経纖維組織によつて構成されている。細胞性の皮膜は部分によつて厚薄があり、一般に大型の核が認められる。Heidenhain's Haematoxylin に対する染色反應は、細胞質はよく染色され、核は少々明色に、小核は極度に濃く染色される。細胞膜は余り明瞭でない。

外部細胞層は概して言えば、小形の神経細胞より成り、比較的大形の核及び Haematoxylin によつて濃染する小核を認めることが出来る。只茸様体 mushroom body 及び中心体の部分には大形の特殊な細胞を認めることが出来る。これらの部分の組織學的構造については、別に述べることにする。

内部神経纖維組織は髓質とでも稱すべき部分であつて、神経纖維より構成されている。この部分を低倍率にて檢鏡するときには、等質的物質の中を僅かに神経纖維が、或る一定の方向に走るのを認るだけであるが(第3圖)、高倍率($\times 900$ 以上)に於ては各種の方向に走る神経纖維が基質の中を満していることを認めることが出来る。(第4圖, 第5圖) この神経纖維には微小な神経細胞を含んで居り、この神経細胞は、概して明色に染色されて居り、小核のみが Haematoxylin によつて濃染されるので、一見小顆粒を散布した様に見える。(第4圖, 第5圖)

皮膜は第一大腦 Protocerebrum の正中線凹陷部、即ち、中心体に接する部分に於て、特に肥厚し、その部に大形の核が多數存在するのを認めることが出来る。この部分には、細胞膜は全く認められない。(第5圖)

中心体. 第一大腦中央凹陷部の左右、皮膜に接して、半球形と言うよりは寧ろ腎臟形に近い形態を示した、特殊細胞の集合体が見られる。(第4圖) この特殊細胞の集合体である中心体は、その断面に於て $90\mu \times 60\mu$ 程度の大きさを有するものである。これを構成する各細胞の細胞質は Haematoxylin によつて、よく染色されるが、核は比較淡色の淡色である。小核はその他の神経細胞と同様 Haematoxylin によつて濃染される。中心体の一端は小形の數列の細胞を距て、茸様体 Mushroom body の菌傘様部に接し、この間に多數の神経纖維も走っている。側面及び後端は多數の神経纖維によつて取圍まれている。

茸様体 Mushroom body. 第一大腦中央部の膨出部の内部即ち、中心体の外側方に接した部分に茸様体が左右夫々2ヶ宛存する。形態は Mushroom 状を呈し、菌傘様部は不規則な大形細胞(大形のもの、長徑は 17μ 程度)より構成されている。染色反應等は畧中心体の細胞の染色反應と同様であるが、細胞質が中心体の細胞より少々濃く染る。更に中心体の細胞と異なる点は、中心体の細胞は、1個1個が完全に分離されているのに、茸様体の細胞は分離されていないことである。(第4圖, 第5圖) 細胞質は等質的であり、特殊な顆粒、空胞等は認めなれなかつた。菌傘様部には殆ど神経纖維も認められず、各細胞は相接しているが間々細胞間隙が認められる(第5圖) 菌傘部の大きさは長徑 145μ 内外、中央部の短徑 65μ 内外である。

菌柄様部は相密集した神経纖維より構成されている。その神経纖維間には、微小神経細胞が散在し、神経纖維と連絡している。この細胞は、小核のみが特に濃染されるので、 900 倍程度の倍率に於て檢鏡するときは、一見微顆粒を散布せる如き状態に見える。(第5圖) 菌柄様部は $110\mu \times 25\mu$ 程度の大きさのものであり、部分によつては、少々細いところもある。

茸様体は左右2ヶ宛あるのであるが、正中線側は、數列の神経細胞を距て、中心体に接し、その間に神経纖維を交えている。兩茸様体の間は第5圖に示されている様に、 $6\sim 7$ 列の神経細胞とそれより發する神経纖維を距て、畧々平行して兩者が存在している。反正中線側は $2\sim 3$ 列に排列した神経細胞及びそれより發する神経纖維を距て、腦の一般外部細胞層に續いている。

食道下神経球。 第三大脳より発する圍食道神経索を経て、頭部食道直下に位す大形の神経球が食道下神経球である。この神経球も脳の場合と同様、皮膜、外部細胞層及び内部神経組織の3つの部分より構成され、外部細胞層は更に、大形の細胞より成る外層と、小形の細胞より成る内層とが區別される。(第6圖)之の外層は、細胞の大きさ、形態、染色反應等より、茸様体の菌傘様部を形成する細胞と同一種類の細胞と思われる。

内細胞層は比較的小形の紡錘形を呈する細胞より成り、その数は少なく、一般に神経繊維と交つて存在する。

内部神経繊維組織は髓質とでも稱すべき部分であつて、全部神経繊維より成り、低倍率においては第6圖に示す様な方向に走る神経繊維が目立つて見える。處々に、小核が特に濃染された小細胞が觀察されるが、その数は脳の内部神経繊維組織の場合程多數ではない。他の神経球の場合と同様、食道下神経球も亦、横斷切片に於て、一列の細胞及び若干の神経繊維によつて左右の2部に分たれている。

尚こゝに一言すべきは、外部細胞層の分布である。第6圖に示される様に食道側には殆どその分布を見ず、主として反食道側に分布しているのを觀察することが出来る。

腹部神経球。 以上述べた神経球以外の神経球は何れも畧々同様な構造を示している。即ち、最外部に皮膜があり、次に外部細胞層があり、次に内部神経繊維組織がある。外部細胞層が大形の細胞より成る外層と小形の細胞より成る内層とより成ることも、食道下神経球の組織學的構造と同様である。然し一般に是等の神経球は發達が悪く、外部細胞層の細胞の数の少ないのが常である。(第7圖)

神経繊維の間には、微小な神経細胞が觀察されるが、その数は少ない。内部神経繊維組織を中斷する細胞列及び若干の神経繊維があるが、その間を左右より神経繊維が貫通連絡している。(第7圖)

皮膜は一様に薄く處々に楕圓形の核を觀察することが出来る。外部細胞層の外層を形成している大形細胞は茸様体 Mushroom body の菌傘様部を形成する細胞と同一種類のものの様に思われる。外部細胞層を形成する細胞の数は食道下神経球の場合と異なり、腹面に少なく、背面に多い。(第7圖)

腹部末端の神経球。 生殖器や、毒線の發達に伴い、それ等を支配する神経を出す腹部末端の神経球は成虫に於て特に發達している。

組織學的構造に於て、特に顯著なことは外部細胞層がよく發達していることである。外層を形成する大形細胞も、内層を形成する小形細胞も、比較的その量が多い。内部神経繊維組織を縦斷する様式も一般の腹部神経球と異なり、縦走する繊維が整然と2列に並び、その間に細胞が介在する。又左右兩半球を連絡する神経繊維も圖示(第8圖)する様に整然としている。

内部神経組織は神経繊維に滿され、神経繊維が各種の方向に走っている。その間に前述せる微小細胞が觀察されるが、その数は脳に於ける場合程多くはない。

考 察

膜翅類の脳は發生學上3つの神経球の癒合によつて形成され、それらが夫々第一大脳 Protocerebrum, 第二大脳 Deutocerebrum 及び第三大脳 Tritocerebrum を形成すること、及び第一大脳より單眼へ、第二大脳より觸角及び觸角を動かす筋肉へ、第三大脳より上唇、前額神経球 Frontal ganglion 及び食道側神経球、食道側線を経て唾腺に向う神経を夫々出していることは、蜜蜂やその他の昆虫の場合と同様である。

食道下神経球は SNODGRASS (1925) が述べている様に、第三大脳より發する圍食道神経索 Circumoesophageal commissures に連つているが、蜜蜂の場合より少し長いため、脳とは少し離れて、食道下に存在する。扁平な而も或る程度角のある神経球で、大腮小腮及び下唇に分布する3対の神経を出している。この事実から3対の神経球の癒合によつて形成されているものであることも畧々推定される。

以上のことは、大体終齡の幼虫及び成虫に共通なことであるが、然し、胸腹部に存する神経球は幼虫

と成虫では大分異つている。幼虫については、NELSON (1918) が蜜蜂の胚子發生の場合に研究せるものと全く一致し、胸腹環節に11對存するが、然し、これが蛹虫期を経て成虫化するや、胸部には、幼虫期の第1. 2. 3. 4 神経球の癒合によつて形成される一大神経球を認めることが出来る。この胸部神経球より前、中、後肢及び前、後翅に分布する神経が発している。前肢に分布する神経を出している部分は胸部に存す大神経球とは、完全には結合していない様に見えるが、然し、SNODGRASS (1925) が示す蜜蜂の場合の様に別個の2つの神経球とはなつていない。蜜蜂に於ては (SNODGRASS, 1925) 胸部に2大神経球が見られ、前肢に分布する神経は、前部の神経球より神経を分布している。

第5. 6. 7. 8. 9 の幼虫神経球は、夫々1ケの成虫神経球を構成し、腹部に存在するが、第10. 11 神経球は癒合して、1ケの大神経球を構成し、腹部末端に存在し、7本の末梢神経を出し、生殖器及び毒線等に分布している。このことは、特に雌蜂に於て顯著に發達している。結局に於て、クロスズメバチ *Vespula lewisii* (COMERON.) に於ては、腹部に6ケの神経球が認められ、各神経球よりは1對宛の末梢神経を出して、各環節に分布し、最末端の神経球は7本の末梢神経を出して生殖器、毒線及び交尾器に分布し、且つ前後の神経球は2本の神経索によつて相連絡している。SNODGRASS (1925) によれば蜜蜂に於ては、腹部神経球は5ケを示して居り、腹部末端の神経球もクロスズメバチ程は發達していない様である。このことは恐らく、刺整作用と深い関係をもつものと考えられる。

脳及び各神経球の構造は KENYON (1896) 及び JONESCU (1909) が指摘している様に、外部細胞層 (outer cellular layer) 内部神経纖維組織 (internal fibrillar tissue) から形成されていることは、蜜蜂の場合と同様であるが、クロスズメバチ *Vespula lewisii* (COMERON.) について、筆者が調べたところでは、この外部細胞層に2種の細胞が識別される。即ち脳においては、茸様体と中心体とを構成する細胞及びその他の神経球に於ては外部細胞層の外側を構成する大形の細胞がその一種であり、他は脳の一般外部細胞層を構成する細胞及びその他の神経球の外部細胞層の内側に分布する比較的小形の細胞とである。KENYON は茸様体の菌傘様部、即ち Cup の部分の神経細胞をば "Purkinje cell" なる名稱を與えている。KENYON が言う如く、この部分の神経細胞は、確に他の部分の神経細胞と異つている点から考へて、高等脊椎動物の脳の灰白質に匹敵するものと考えられる。更に、その他の多くの研究者も指摘している様に、この部分には、複眼、單眼、觸角、食道下神経球及び、その他の神経球からの感覺及び運動神経の連絡を受けていることは確である。JONESCU も亦之の茸様体を知能 (intelligence) の器官と見ている。従つて之の茸様体が知能の器官である以上 ARTON (1910) や ARMBRUSTER (1919) の様に、第一大腦の他の部分との割合を算出して、その指數によつて、そのものゝ知能活動を知らんと企圖するのも当然のことである。その結果は一般に社會性膜翅類は孤獨性膜翅類よりも高い程度の發達をなしていると言う結論になつて居るが、*Bombus (Brevus) agrorum* ♀ が最高で、*Vespa vulgaris*, ♀, は第3位であることを示している。

食道下神経球も亦脳と同様、3つの神経球から構成されて居り、縦斷に於てはその模様を知ることが出来るが、横斷切片に於ては第6圖に示す様に左右の神経球が合して構成されたものであることを示している。内部構造の3つの区分に従つて、夫々、大腮、小腮及び下唇に向う神経を出しているのである。

その他の各神経球は畧々同様な組織學的構造をなして、外部細胞層と内部神経纖維組織とから構成され、外部細胞層には大形細胞より成る外層と、比較的小形の細胞から成る内層とが存すこと等は食道下神経球の場合と同様であるが、筆者の調べたところでは、外側の大形細胞は茸様部の菌傘様部の細胞、即ち KENYON の "Purkinje cell" に匹敵するものと思われるので、この細胞の分量の多い神経球、即ち食道下神経球、腹部末端の神経球及び成虫の胸部神経球は或る程度、脳の支配を受けずに、自律的に神経支配をなし得るものと考えられる。實際、頭を切斷した後に於ても、歩行もすれば、或は翅も或る程度は動かすし、又螫刺も盛に活動することは日常目撃するところである。従つて、食道下神経球や腹部末端の神経球や成虫の胸部神経球に之の種大形細胞が多量に見られることも亦當然である。然し、その

他の神経球に於いても、多少なりとも、この種、神経細胞が存する限り、自律性は少ないにしても、自律的神経支配はなし得るわけである。

内部神経繊維組織に見られる、極く微小なる神経細胞の分布は、神経繊維の分布量と比例している様である。筆者はこの種細胞と神経繊維の連絡を充分確めることは出来なかつたが、それ等の分布量が並行している点から考察して、この両者は一定の型に従つて連絡あるものと思われる。

結 論

以上クロスズメバチ *Vesputa lewisii* (COMERON.) の神経系の形態及び組織學的構造について述べたのであるが、之を要約すると、次の通りである。

- 1). 幼虫に於ては、脳及び食道下神経球と胸腹部に11対の神経球があり、それらより各環節へ1対宛の末梢神経を出している。
- 2). 成虫においては、頭部に脳及び食道下神経球があり、夫々3ヶの神経球の癒着によつて形成され、第一大脳よりは單眼及び複眼へ、第二大脳よりは觸角及び之れを動かす筋肉へ、第三大脳よりは上唇、食道側神経球及び前額神経球へ夫々神経を送つている。食道下神経球は扁平で多少角があり、大腮、小腮及び下唇へ分布する3対の神経を出している。
- 3). 成虫の胸部には4ヶの神経球の癒合によつてなれる大形の神経球が1ヶ存在し前後翅及び3對の肢に大きい神経を送つている。腹部には6ヶの神経球があり、最末端のものは、幼虫時代の2ヶの神経球の癒合によつて形成されたものである。前方5ヶの神経球からは1對ずつの末梢神経を各環節へ送り、最末端のものは生殖器及び毒線へ分布する7本の神経を出している。
- 4). 脳及びその他の神経球の内部構造は外細胞組織と内部神経繊維組織とから出来ている。
- 5). 脳に於ては外細胞層の中、茸様体及び中心体は特殊な大形細胞から形成され、その他の部分は前者より稍々小形の細胞から出来ている。その他の神経球では、大形細胞は外側に、比較的小形細胞は内側に在る。
- 6). この大形細胞の量は、脳を除いては、食道下神経球腹部末端の神経球及び成虫の胸部神経球に多く存し、その他の神経球には少ない。
- 7). 茸様体の菌傘様部は大形の特殊細胞で構成され、菌柄様部は神経繊維組織で構成されて居り、この神経組織は複眼、單眼、觸角及び食道下神経球等より神経連絡を受けている。
- 8). 内部神経繊維組織には多數、微小の神経細胞が見られる。このものは脳において最も數が多いが、發達の悪い神経球程、その數が少ない。
- 9). 以上のことを綜合して、茸様体は知能の中心であり、各神経球の神経中樞は皮膜大形細胞層中にあると思われる。従つて、各神経球も夫々の發達に應じた自律性を有するものと思われる。

文 献

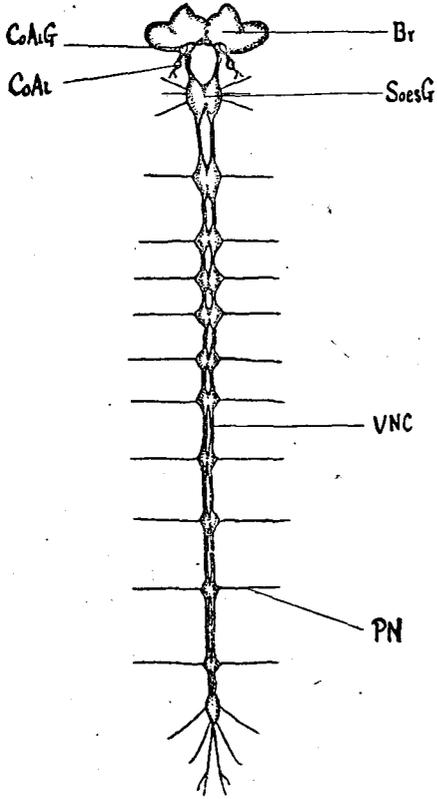
- 1). von ALTON, H. 1910. Zur Phylogenie des Hymenopterngehirns, Jen. Zeitschr. Naturwiss., 46 : 511—590.
- 2). ARMBRUSTER, L. 1916. Messbare phaenotypische und genotypische Instinktveränderungen. Bienen- und Wespengerhirne, Archiv Bienenkunde, 1 : 145—184.
- 3). JONESCU, C. N. 1909. Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn der Honigbeine, Jen. Zeitschr. Naturwiss., 45 : 111—180.
- 4). KENYON, F. C. 1896. The Brain of the Bee, Journ. Comp. Neural., 6 : 133—210.
- 5). NELSON, J. A. 1918. The segmentation of the abdomen of the honeybee, Ann. Ent. Soc. Amer., 11 : 1—8.
- 6). R. E. SNODGRAESS, 1925. Anatomy and Physiology of the Honeybee, 124—146.

- 7). 三宅恒方, 1924. 昆虫學汎論, 131—138.
 8). 鈴木直吉, 1939. 動物神經學, 無脊椎動物篇, 481—550.

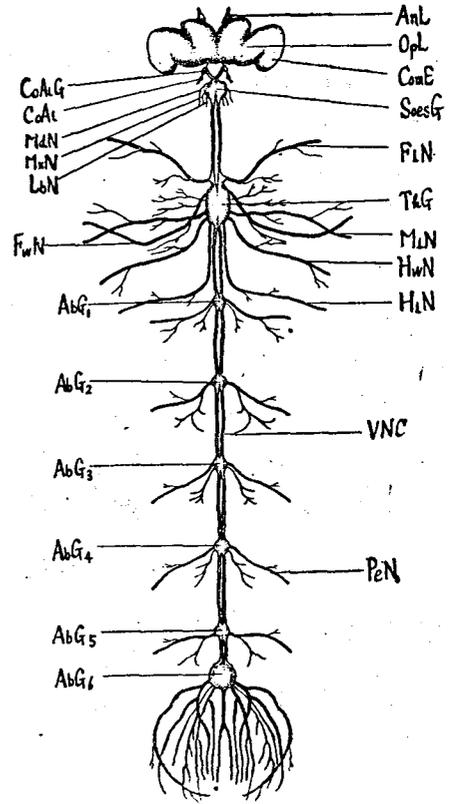
挿圖に用いた記號の説明

AbG₁, AbG₂, AbG₃, AbG₄, AbG₅, AbG₆, 第1, 第2, 第3, 第4, 第5, 第6 腹部神經球. AnL, 觸角葉. Br, 腦. CB, 中心体. CeCB, 中心体の細胞. CeMB, 茸様体の細胞. CeOCL, 外部細胞層の細胞. CoAL, 食道側腺. CoALG, 食道側神經球. ComE, 複眼. COesC, 圍食道神經索. EpB, 腦の皮膜. FpG, 神經球の皮膜. FLN, 前肢に向う神經. Fm1, Fm2, Fm3, 視葉の外, 中, 内神經纖維組織塊. HLN, 後肢に向う神經. HwN, 後翅に向う神經. HyEpB, 腦の皮膜の肥厚部. IFT, 内部神經纖維組織. LbN, 下唇に向う神經. LCeOCL, 外部の細胞層の大形細胞. MB, 茸様体. MdN, 大腮に向う神經. MLN, 中肢に向う神經. MxN, 小腮に向う神經. OCL, 外部細胞層. Oes, 食道. OpL, 視葉. PeN, 末梢神經. PrL, 前腦葉. SCOCL, 外部細胞層の小形細胞. SoesG, 食道下神經球. StMB, 茸様体の菌柄様部. ThG, 胸部神經球. TrCL, 第三大腦. VNC, 腹部神經連鎖. Ven. 腹面

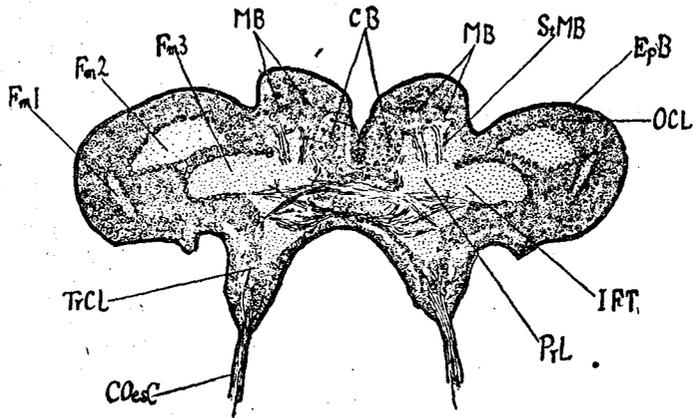
第1圖 雌蜂幼虫の中樞神経系



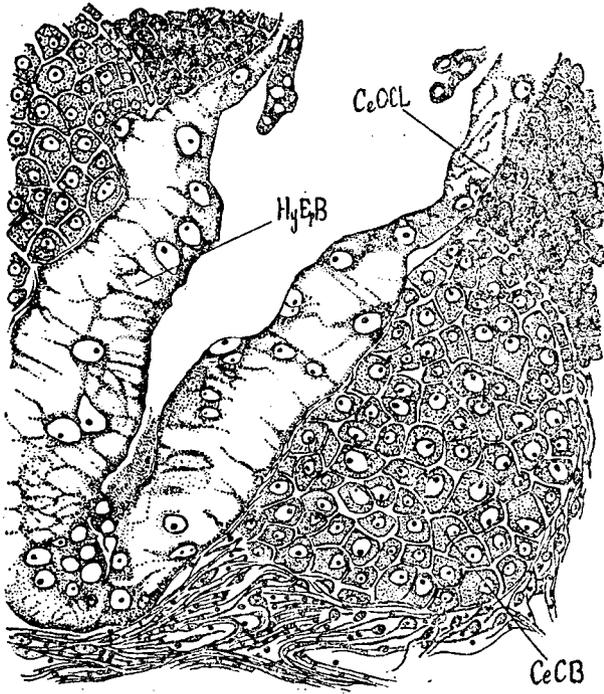
第2圖 雌蜂成虫の中樞神経系



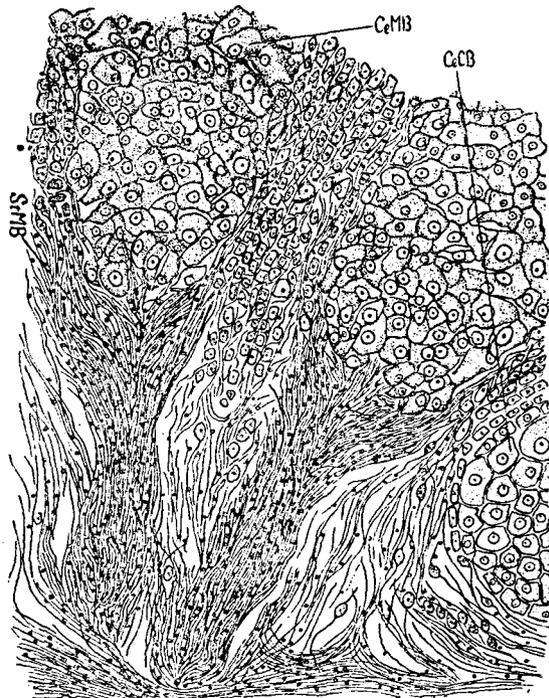
第3圖 雌蜂幼虫の脳の横断面圖, ×60



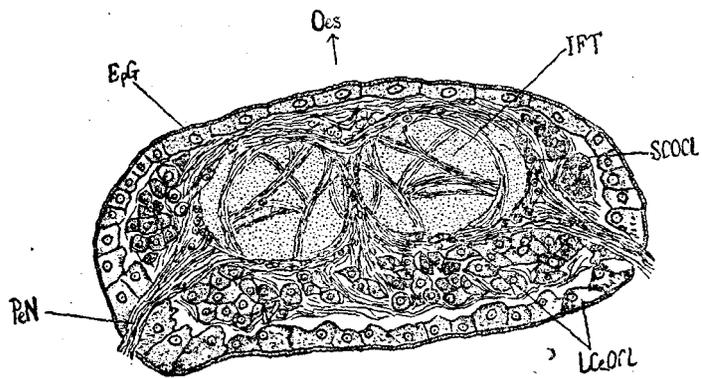
第4圖 幼虫雌蜂の中心体部の擴大圖, ×575



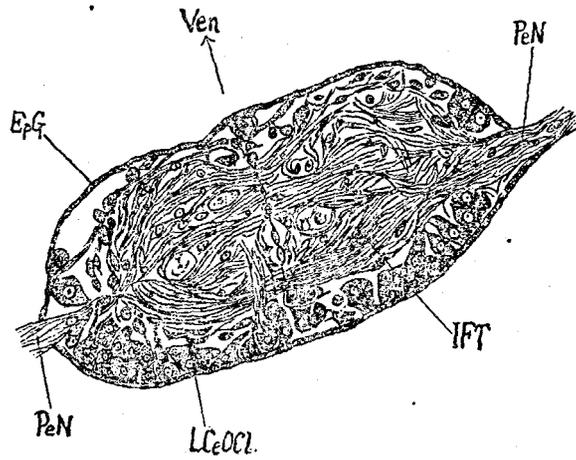
第5圖 雌蜂成虫の茸様体部の擴大圖, ×450



第6圖 雌蜂幼虫の食道下神経球の横断面圖, ×225



第7圖 雄蜂成虫腹部第3神経球の横断面圖, ×260



第8圖 雌蜂成虫第6腹部神経球の横断面圖, ×185

