S. INAMURA, M.D.: ANATOMICAL STUDIES ON THE LABYRINTH OF JAPANESE EEL, *ANGUILLA JAPONICA*日本産ウナギ *Anguilla japonica* の聴器迷路の研究

東北大学耳鼻咽喉科学教室 (主任 立木教授)

稲 村 正 三
イナ ムラ ヌサミ

第1章 緒 言

古くから、魚類の聴器に関しては、多数の學者によつて探索究明せられてゐることは既に周知の事である。文献によると、魚類の聴器迷路の研究は夙に Retzius (1871) により進められ、氏の業績中にも *Anguilla vulgaris* の聴器について簡単な解剖學的記述が見られる。私は偶々1946年11月から、正常な日本産ウナギを使用し、其聴器迷路について解剖組織學的探索を行い、聊か成果を得たので茲に報告する次第である。

尚、標本作製法については、其詳細は省略するも、私は脱灰液による内耳軟部組織の損傷を出来る限り避けんとし、稍々不完全な脱灰法(2時間後第1回交換、3時間後第2回交換、16時間後第3回交換で、脱灰時間数22時間)を實施した。且つ對照標本として、非脱灰標本をも作製した點を特に附言する。

第2章 聴器迷路の解剖學的構造

聴器迷路は次の各部に區別せられる、即ち橢圓囊上室を伴う橢圓囊、橢圓囊窩、前庭腹部、外及後庭腹部、正圓囊、橢圓正圓囊管、内淋巴管、内淋巴囊、ラゲナ、看溫部及び三半規管等である。

橢圓囊窩。大体に於て圓形をなし、其底部、外前方及び背側方に亘り聽斑を載き、形態的にも外前方の邊緣部と底部とに區別され、前者では上皮層の丈けが高いが、後者では低い、底部に於ては耳石膜を介して上部に耳石を見る。

前庭腹。前庭腹部の聴節は内腔の前外方側方から、内側方に亘つて占居している。即ち Septum-hauptebene に於ける聴節断面(後述のⅧ型)は水平斷の場合にのみ出現する。

外室腹。外室腹腔内にある聴節の位置は腔の前外方から内方に亘り占居している、即ち Septumha-

uptebene に於ける聴節断面(Ⅷ型)は常に前頭斷の場合にのみ出現する。

而して、後庭腹腔内の聴節は前庭腹腔と相對照の位置にある。

橢圓正圓囊管。橢圓囊下部から起り、稍々狹窄を示す非常に短い管狀の部分であつて、正圓囊の上部から開口し連絡する。此開口部に近く橢圓囊内腔の内側と外側とに小さい丘隆狀の所謂看溫點を見る。此兩者は互に密接して存し、前頭斷の場合に於てのみ橢圓囊上室の吻合する橢圓囊管底部の内壁と外壁とに見られる。

正圓囊。此聴節の占居範圍は小さく、内腔壁の稍々上部に位置し基礎膜上に在る。細胞層上に耳石膜を伴い大なる耳石が存在し、耳石は聴節の細胞層の占居範圍より更に大なる不規則な塊を有する卵圓形のもので、正圓囊内腔の約 1/3 の大きさを占めている。

且つ、正圓囊の感覺上皮と橢圓囊窩にある感覺上皮とは互に直角をなす2つの面に位置している。

ラゲナ。正圓囊の後端内下から次第に括れ正圓囊から區別せられる卵圓形囊狀腔室がある。之がラゲナで正圓囊の後方に水平の位置にある。

内淋巴囊。橢圓正圓囊管から、殆んど直角に分れた内淋巴道は内方で稍々後方に向いつゝ小腦と延髄との間に於て内淋巴囊となる。内淋巴囊の内腔は單層圓柱上皮細胞から出來ている。

以上は主たる構造であるが、尚、橢圓囊、橢圓囊上室、前庭直半規管、外水平半規管、後垂直半規管、聽神經分布狀態等については省略する。

第3章 聴節の微細構造

私は特に聴節の觀察の全きを期し、次の如き7つの斷面型を定めて探索を進めた。即ちⅧ型では丘隆(Hügel)部と、鞍(Sattel)部とに於て觀察した。更に Septumguerebene に現われる聴節断面を、

I, II 型 (前縁部に位す), IV, V, VI 型 (前縁部 I 型から VI 型までに於ける所見, 並に VII 型の中心部に位す) として検鏡の基準とした。に於ける所見に關しては第 I 表に譲る。

第 I 表

各細胞層	細胞層	感 覚 細 胞		支 柱 細 胞	
		胞 体	核	胞 体	核
I 型~VI 型	I 型~VI 型	長径は 21.4~46 μ で大部分は紡錘形或は不規則な四角形, 楕圆形, 大体に I 列に配列している	胞体の中央部に位置し楕圆形のもの大部分で, 此他四角形, 卵圆形で径 6.9~5.7 μ である。	胞体の原形質は塊状のため不鮮明で核のみ明かである	重複し或は群落して現われ, 径 4.5~5.7 μ の四角形, 楕圆形, 卵圆形である
	II 型 (Hügel)	長径 16~20 μ で四角形, 楕圆形, 紡錘形である	胞体の中央部に位置し, 径 6.9~4.6 μ の四角形, 卵圆形, 楕圆形である	同 上	群落して現われ径 4.6~5.7 μ の不規則な四角形, 卵圆形である
	III 型 (Sattel)	長径 18~26 μ で紡錘形のもの大部分で長い四角形, コルベン型もある	同 上	同 上	同 上
VII 型	IV 型	長径 26.9 μ で細長い四角形紡錘形である	胞体の中央部に位置し径 9.2~11.5 μ の卵圆形, 長楕圆形である	胞体は神経細胞の形を示す	群落して現われ長楕圆形で稀に卵圆形である
	V 型	長径 26.9 μ で細長い四角形紡錘形である	胞体の中央部に位置し径 9.2~11.5 μ の卵圆形, 長楕圆形である	胞体は神経細胞の形を示す	群落して現われ長楕圆形で稀に卵圆形である

管連膜斑 (私の橢圓蓋聴斑) について

丘腹をなした半月状の細胞層で, 此物は 2 種の細胞即ち感覚細胞と支柱細胞とから構成されている。各細胞の構造は聴斑の場合と略々同様である。4~9 μ のクアラ下腔が明視され, クアラ基質は明かに縦走微細繊維から構成せられて居り且つ此繊維の間に稍や極の廣い明るい縦走構造が浮出し来たつて, 此全体は正に壺腹蓋聴斑のものと同様である。然も離毛が縦走繊維に移合するものを明視し得る。

前頭固定標本に於ける聴斑クアラ基質の微細構造

殊に脱灰を施した標本に於て IV 型乃至 V 型のクアラ基質の尖端部に於ける横走重層微細繊維は強擴大により次の様な構造を雄辯に示している。即ち, 此横走重層微細繊維は縦走微細繊維から分岐したもので且つ互に吻合している。即ち, 先ず鋭角度を以つて分岐し, 次で緩かに弧線を描いた様な所見を示し, 水平断に近く切斷されたクアラの尖端の一部では明かに網状微細繊維性構造を呈している。

第 4 章 聴斑の微細構造

各細胞の組織學的微細構造

橢圓蓋窩, 正圓蓋, ラゲナには前庭器である神経終末装置, 即ち, 橢圓蓋聴斑, 正圓蓋聴斑, ラゲナ聴斑がある。

橢圓蓋聴斑

耳石膜の網状纖維性構造は細胞層の表面に近づくに従つて疎らとなる。耳石膜上部の前頭断面では恰も微細繊維が集合し或は平行に或は錯綜して耳石を支えるが如き外觀を呈している。其水平断面では所所に重層網状微細纖維性構造を現わしている。

耳石は常に特徴ある構造を示して層をなし一見年輪の如き觀を呈して重層構造をなして居る。耳石膜の附着部に於ては放射状に或は平行に走る微細纖維性構造を呈し, 此微細繊維は耳石から發足して Rampa 上の耳石膜を構成した様な密接な移行状態は橢圓蓋底部の水平断面に於て最も著明に現われる。然も各微細繊維が耳石に移行するに當り, 時折り恰も纖維が石灰化した様な硬塊は耳石が各纖維に

一致した幅さを以つた突起を延ばして、直接に纖維上に乗っている様な像が見られる。

正圓囊聴斑

正圓囊聴斑も同様、細胞層、耳石膜、耳石等から構成せられている。耳石膜と耳石との間には特別な結合状態が見られないで、單に耳石膜上に耳石を載せたものと云うに過ぎない。耳石は聴斑より大で特徴ある微細構造を示さず、切斷面に於て層をなし重い鈍い感じを与える構造である。

ラゲナ聴斑

該聴斑も同じく、細胞層は1層の感覚細胞と1層の支柱細胞とから出来ている。

耳石膜の微細纖維性構造は明かで、之等の纖維は耳石と直接的な結合をなし、耳石は濃紫色で聴斑より大きく、其構造は橢圓囊聴斑に於けるものと同じである。

各聴斑の細胞層に於ける微細構造は第2表に示すものである。

第 2 表

細胞層 各聴斑	感 覚 細 胞		支 柱 細 胞	
	胞 体	枝	胞 体	枝
精圓囊聴斑 Rampa	長径 23 μ 不規則な円柱形、紡錘形、稀にコルベン型	胞体の中央部に位置し、径 6.9~6.2 μ の円形、橢圓形	不鮮明で枝のみが基礎膜上に1列に配列した様な像	円形、卵円形で径 4.6~6.9 μ である
橢圓囊聴斑 Cottilus	長径 6.9 μ で低いコルベン型、紡錘形	胞体の中央部に位置し、不規則な円形である	同 上	卵円形、不規則な円形で径 4.6~5.2 μ
正圓囊聴斑	長径 34 μ で円柱形	胞体の中央部に位し、径 4.6~6.4 μ の橢圓形、円形	同 上	不規則な円形、橢圓形で径 4.2~6.1 μ である
ラゲナ聴斑	長径 15~17.5 μ で円柱形である	胞体の中央部に位し、径 3.0~4.2 μ の円形、不正円形	同 上	不正円形、橢圓形で径 3.5 μ

第5章 考 按

硬骨魚類の膜様迷路の形態並に解剖學的構造は魚類中特に著しいと云われている。凡魚類に於ける内淋巴管の存在に關しては、從來多少の疑義なしとしない。又此器官の發生についても、今日尙悉く解決せられたものとは云うを得ない。嘗て Hasse が一旦魚類に於ける内淋巴管の存在を否定したことは Retzius の論文にも明かで、未だ Retzius は 1878 年再び此問題を取り擧げている。其後 1880 年彼の名著 *Das Gehörorgan der Wirbeltiere* に於ける *Anguilla vulgaris* の聴器の記載を見ると、此管が直接正圓囊腔から出て橢圓囊上質の内側壁に接して上行し盲端に終止すべきことを記載している。然るに私の今回の検索では此管は矢張り *Canalis utriculosaccularis* から分岐せられている様に觀察せら

れたので、此點は Retzius の記載と初め異なる點であり、新しい一つの事實を追加し得たものと信ずる。

聴器に於て興味のある問題はクアラ基質の微細構造、之が素性或はクアラ基質、クアラ下腔、細胞層等の相互的關係の究明であると思う。クアラ基質の構造或は素性に關する多くの學者の論文に就いては、今茲に省略するが、只クアラの構造については次の様な學説がある。即ち Van der Stricht (1921)、Kolmer (1923, 1936) 等はクアラ基質を以つて小皮形成物 (Kutikulares Gebilde) であると考えた。之に對して、Wittmaack, Studnicka 等はクアラ基質は胞外原形質 (extrazelluläre Protoplasma, Protoplasmatische Fasernetz, Exsostroma (Studnicka)) から構成せられるものであり、先ず

横走線維は聴毛の幹を表わし、此聴毛の幹からは横に規則的に分岐を出し之が横走線維を形成する。然も之等の小分岐は網目の如く互に吻合して以てクブラの基質を形づくるのであると考えた。又 Werner (1927) の説は Wittmaack 氏の學説を肯定するものであるけれども個々の所見は必ずしも之と一致するものではない。其最も著しい相違點は聴毛の分岐及び吻合に関する見解の相違である。

私は既に前述した様に、クブラ基質の微細構造が斷頭固定標本に於て初めて明白に確認し得た最大の理由は、要するに、此場合にはクブラ基質が全体として膨張した爲であらう。斯かる所見は Wittmaack, Studnicka 等の學説を支持するものであり、従つて Kolmer, Van der Stricht 等の學説を妥當なりとは看做し得ない。殊に該微細構造がクブラの尖端部に於てのみ明視された事實は、偶々尖端部に於ける膨張の度合がクブラの兩側の部分に比し特に大なることを意味するものであらう。

上皮細胞層の構造については種々論ぜられてゐる。例えば、Retzius, Burlet, Schultze, Ebner, Ottokaiser 等で其詳細は省略するも、Benjamins は *Anguilla vulgaris* の上皮細胞を各1層の毛細胞と支柱細胞 (Stützzellen (Basalzellen)) とに區別した。然るに、私の標本に於ては、各感覚細胞は互に相接觸して1列に配列し、稀に不染色帯を有する細胞間隙に支柱細胞の上方の突出を介在せしめ、其尖端は上皮膜を形成しており、其下に1列に配列した支柱細胞が見られる。

看過點斑の各稱並に解剖組織學的所見に関しては、Retzius (1872) 以來 Benjamins (1913), Wittmaack (1912), Narban Pritchard (1913), 増田 (1918), 岡島 (1911), 宮本 (1930) 其他の論説を見るが、私の場合は其組織學的構造と位置的關係を吟味し、之を橢圓囊聴毛と呼ぶべきを提議し、少くとも Benjamins 並に宮本の提議を妥當なりとするものである。

Werner (1928, 1929) は耳石と耳石膜との親密な結合状態を魚類の橢圓囊聴毛に於て見ている。特に耳石には只 Macularium の石灰化した様な外觀を呈した部分があると記載している。此部を Wittmaack (1916) は Steinzone der Otolithenmem-

bran とし迷路變性の初期に此部に變化が發來することを認めた。又 Chillo (1926) も Werner と同様な構造を認めた。耳石膜の構造に對する論説に關しては私は Wittmaack (1926) に賛同するものである。即ち耳石膜は感覚細胞の聴毛の延長によつて構成されて居り、其斷面の如何によつて或は蜂窠狀或は所謂 Randfaserung として Randwalenwerke の状態を示すものであらう。耳石の構造については、とくに橢圓囊聴毛に於て Werner (1928) と略々同様の所見を得た。*Anguilla japonica* の正圓囊聴毛の細胞層と橢圓囊のそれとは直角に交わる2つの面に存在する。斯かる所見は菊地も (1933) スナヤツメの聴器に於て見ている。

第6章 結 論

(1) 私は正常なる日本ウナギを使用し、生体固定及び斷頭固定を實施した。尚後處置として非脱灰並に稍々不完全な脱灰法を行い、且つ頭部の水平斷、前頭斷、矢狀斷の 15~20 μ 連續切片を作製し、該聴器の解剖及び組織學的構造の検索を行つた。

(2) *Anguilla japonica* の聴器迷路に於ては、次の各部を明かに區別し得る。即ち橢圓囊上壁を伴う橢圓囊並に橢圓囊窩、前、外、後の3蓋腹部及び三半規管、正圓囊、橢圓正圓囊管、内淋巴管、内淋巴腔、ラゲナ、看過部等である。

(3) 3つの各半規管は橢圓囊上壁に對して凡そ同一の距離約 1.56~1.65mm を有し、曲線を描きつゝ各々立体的位置を占めている。

(4) 内淋巴管の存在に關しては Retzius と同様に、之を肯定するものであるが、其出發點に關し Retzius の記載せる所と稍々異なる知見を追加した。

(5) 私は聴前第I型からⅧまでを定め、量的測定を行つた。

(6) クブラ基質の微細構造に關しては Wittmaack, Studnicka 等の學説に賛成するものである。即ちクブラ基質は縱走微細纖維から規則的に分岐し、之が横走重層微細纖維として窺われる。然も各小岐は互に吻合し、此所に網目を形成する。之等の微細纖維は結局聴毛の幹であり、之により感覚上皮細胞と直接に結合している。即ち Protoplasmatische

Fasernetz (extrazelluläre Protoplasma) がクアラ基質の本体である。斯かる所見は膨脹せるクアラ基質先端部に於て特に著明である。

(7) 聴槽の細胞層に於ては各感覚細胞は相接觸し大体1列に配列している。稀に細胞間隙に聴毛に見られる所見と同様な構造が認められ、感覚細胞の胞体は一般に紡錘形であるが或は圓柱形、鞭形型、コルベン型、糸状型等を呈するものも見られる。支柱細胞は其下に1列に出現する。

(8) 感覚上皮層には不染色帯或は稀に間隙形成かと思われる像が見られた。又感覚細胞原形質内には粗大な網状構造然も稀に小なる空胞形成かと思われる程度の網目の形成が認められた。

(9) 音道聴斑の名稱に關しては、私は Benjamins 及び宮本の提唱を妥當とするが、盲腹部に於ける感覚終末装置の名稱に傾い、之を椭圆囊聴斑と呼ぶべきことを提議したい。何となれば此物は椭圆囊に位置し且つ其感覚上皮にはクアラ下腔及び微細網維性構造を有するクアラ基質を發見するが耳石を缺くからである。

(10) 椭圆囊聴斑に於ける耳石膜と耳石と感覚上皮との間には親密なる結合的關係が認められ、然も此關係は椭圆囊窩の水平断面像に於て最も明瞭に看取される。

(11) 耳石膜の構造はクアラ基質の構造と同様で、此點は Wittmaack (1926) の説に賛成する。

(12) 耳石は微細結晶(多角形か)の集塊で、重層構造を示す比較的大なるものである。而して特に椭圆囊耳石の微細構造に關しては Werner (1928) の所見と略々同様な結論を得た。

(13) 椭圆囊聴斑に於ける感覚上皮の高さは不平等であると云う Retzius の説に同意すると共に該上皮の占居範圍に關しては Werner (1928) の説に賛成する。

(14) 正圓囊聴斑は椭圆囊及びラゲナ聴斑とは趣を異にし、耳石と耳石膜との親密なる結合的關係を認めず、且つ大なる耳石が感覚上皮面に位置し腔内腔の約3/4を占めている。

(15) 正圓囊聴斑の感覚上皮と椭圆囊のそれとは直角に交わる2つの面に占居している。

主要文献

- 1) Retzius: Arch. f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte Bd. 2, 1878, Das Gehörorgan der Wirbeltiere 1880.
- 2) Wittmaack: Arch. f. Ohrenheilk., Bd. 114, 1926; Bd. 115, 1926; Arch. f. Ohren-nasen-u. Kehl. Bd. 99, 1916.
- 3) Werner: Zeit. f. Zellforschung u. Mikros. Anat. Bd. 4, 1927; Zeit. f. Wiss. Zoologie Bd. 131, 1928; Zeit. f. Hals-, Nasen-, Ohrenheilk Bd. 16, 1926.
- 4) Chilton: Zeit. f. Hals-, Nasen-, Ohrenheilk Bd. 16, 1926.
- 5) Benjamins: Zeit. f. Ohrenheilk. Bd. 68, 1913.
- 6) 岡島: 京府医大誌 8 卷, 1911.
- 7) 菊地: 崎医会誌 11 卷 9 号, 1933.

(拙筆するに当り終始御懇篤な御指導と御校閲とを下さつた恩師立木教授に纏んで謝意を表します)

(原稿到着=昭和 26. 3. 28 日)

附 圖 説 明

- 第1図, 第2図: 生体固定(脱灰), 水平断, 椭圆囊聴斑の耳石と耳石膜と細胞層との間に於ける關係を示す。Hämat-Eos. 染色, 10×8.
- 第3図: 生体固定(脱灰), 前頭断, 椭圆囊聴斑の耳石膜の微細構造を示す。Hämat-Eos. 染色, 略450倍
- 第4図, 第5図: 生体固定(脱灰), 前頭断, 椭圆囊聴斑と正圓囊聴斑とは直角をなした位置にある。Hämat-Eos. 染色, 5×8
- 第6図, 第7図: 断頭固定(脱灰), 聴槽クアラ基質の微細構造を示す。Hämat-Eos. 染色, 略450倍, 5×40

第 1 圖

第 2 圖

第 3 圖

第 4 圖

第 6 圖

第 7 圖

第 5 圖