OBSERVATION OF THE ATTACHMENT OF THE TECTORIAL MEMBRANE
TO THE SURFACE OF THE ORGAN OF CORTI IN THE NEONATAL HAMSTER

CHIKAO INAGAKI, M. D.

Department of Otolaryngology, Kawasaki Medical School, Kurashiki

Morphological developmental change of the attachment of the tectorial membrane to the surface of the organ of Corti in the neonatal hamster was studied.

Golden hamsters were decapitated under ether anesthesia everyday from the day of birth until 20 days after birth. The inner ears were extirpated within 10 minutes in chilled 1% paraformaldehyde-3% glutaraldehyde solution. All specimens were refixed in 2% osmic acid, dehydrated and observed by scanning electron microscope with the styrene resin cracking method.

As a result, the following conclusions were obtained.

- 1) In the immature organ of Corti on the day of birth, marginal complex of the tectorial membrane is noted as an amorphous substance on the supporting cells surrounding sensory cells.
- 2) From 3 days after birth, marginal complex forms a network and the attachments of the membranous part to the surface of pillar cells, radial strands to the surface of each rows of Deiters' cells and oblique strands to the basal direction to the surface of Hensen's cells begin to be observed. These attachments gradually disappear from about a week after birth when marginal pillars appear on the surface of the third row of Deiters' cells.
- 3) Marginal pillars begin to disappear on 16 days after birth and are not observed on 20 days after birth at all.
- 4) The imprints of the sensory hairs of the outer hair cells on the undersurface of the tectorial membrane are clearly observed from about two weeks after birth.
- 5) It seems that the sensory hairs of the inner hair cells do not make an attachment to the tectorial membrane in the normal condition.
- 6) It seems that though the attachment of the tectorial membrane (Hensen's stripe) to the surface of supporting cells surrounding inner hair cells exists in the developing stage, it is much weaker than the attachment in other parts.
- 7) Considering the findings from other mammals reported by other investigators, it seems that the disappearance of marginal pillars indicates maturity of the organ of Corti.

A86—0531—23010

新生仔ハムスターにおける蓋膜とコルチ器表面との接続形態の観察

川崎医科大学耳鼻咽喉科学教室（主任：折田洋造教授）

稲 垣 千 果 夫

緒 言

蝸牛感覚細胞の最初の興奮、いわゆる initiating excitation の誘因として、traveling wave が基底板を偏位させた結果生じる蓋膜と聴毛との形態学的なズレ、すなわち shearing motion が重要視されている。Békésy¹⁾によれば、外有毛細胞では蓋膜の蝸牛軸から Hensen 細胞へ向かう放射状方向のズレが最大興奮を引きおこし、内有毛細胞では蓋膜が聴毛側へ向かう際のズレが最大興奮を引きおこすという。では、なぜ shearing motion により感覚細胞の initiating excitation が引きおこされるかについては種々の仮説^{2)~5)}はあるものの定説を下すまでには至っていない。現在、このメカニズムに関する研究は主に二つの観点から行われている。一つは蓋膜下面と聴毛を中心としたコルチ器表面との形態学的関係の解明であり、もう一つはそれらを取りまく化学的、電気生理学的環境の解明である。このうち前者については、蓋膜そのものが固定、脱水、乾燥等の標本作製操作により容易に変形するため、報告者によって食い違いのある部分が多く、多少の混乱を招いているのが現状である。著者は、このたびゴールデンハムスターの新生仔を用い、コルチ器の発達に伴う蓋膜とコルチ器表面との接続形態の変化を走査電子顕微鏡で観察し、接続部位についての新知見を得たので報告する。

実験材料および方法

実験材料は、正常妊娠、正常分娩にて出生したゴールデンハムスター（以下ハムスター）の新生仔を用いた。生後の体重増加が悪く、発育不良と思われるものは対象から除外し、出生日から生後20日目までのものを経目的に実験に供した。

エーテル麻酔下に断頭、1%パラフォルムアルデヒド・3%グルタルアルデヒド（磷酸緩衝）固定液中で、10分以内に内耳を摘出した。固定液を十分に浸透せしめるために卵円窓と正円窓を開放し、さらに前庭部分と蝸

牛の一部に小孔を設け、新鮮な同固定液中で一昼夜冷却保存した。2%オスミウム溶液で2時間30分第二固定を行い、上昇エタノール系列にて脱水後、スチレンモノマーに置換し、スチレン樹脂⁶⁾を固めた。酸化プロピレンにて脱樹脂後、酢酸イソアミルに置換し、臨界点乾燥の後 Au-Pd 蒸着を行い、日立 HHS-2R 型走査電子顕微鏡にて観察した。

結 果

出生日ハムスターのコルチ器表面は、基底回転においてやっと外有毛細胞が周囲の microvilli と区別できる程度で、柱細胞も未熟であるために、内有毛細胞と外有毛細胞第一列目が接近して位置している。蓋膜は線維状の fibrous body と、その辺縁部を取りまく無定形状の marginal complex よりなる⁷⁾が、この時期には二つの部分は分離して観察され、marginal complex は外有毛細胞周囲の支持細胞表面の microvilli 上に附着物として観察される。したがって、蓋膜辺縁部にみられる marginal net あるいは ladder-like formation もまだこの頃には未形成である（図 1, 2）。

生後 1～3 日目になると外有毛細胞にも徐々に発達がみられ、marginal complex もそれにつれて発達し、外有毛細胞周囲の支持細胞表面に索状物として観察されるようになる。また、生後 3 日目では蓋膜辺縁部の network formation も目立ってくる（図 3）。

生後 5～6 日目では marginal complex はさらに発達し、network formation も顕著となる。この時期の marginal complex は内有毛細胞領域を被う膜状の部分と外有毛細胞領域を被う索状の部分とに大別され、索状部分は互いに細い枝を出し合ってさらに細かい network を形成している（図 4, 5）。この頃よりコルチ器表面を詳細に観察すると、蓋膜との接続部位をはっきりと確認することができる。

1) 柱細胞表面との接続

生後3日目頃のコルチ器表面では、内有毛細胞と外有毛細胞第一列目との間、すなわち内柱細胞領域表面の microvilli の先端に、らせん方向に連続性に marginal complex のものと思われる無定形物質の付着しているのが観察される。拡大像を見ると、この無定形物質の付着は内柱細胞や外柱細胞表面の microvilli にはみられるが、inner phalangeal cell (内有毛細胞同志にはさまれた細胞) や border cell (内有毛細胞の蝸牛軸側に隣接する細胞) 表面の microvilli にはみられないことがわかる (図 6, 7)。この柱細胞表面と接続するのは、前述した marginal complex の二つの部分のうちの膜状の部分であり、断面の観察ではこの接続により蓋膜下腔が内有毛細胞領域と外有毛細胞領域とに分離されていることが確認できる (図 8, 9)。また、コルチ器外側より蝸牛軸側に向かって観察すると、膜状部分が柱細胞表面でちょうどカーテンを引いたように接続しており、このため、この時期のコルチ器を外側から観察すると、内有毛細胞の聴毛はこの膜状部分に隠れて観察できないことが多い (図 10, 11)。この部位での接続は、ハムスターでは生後2日目頃の基底回転より認められ、Deiters 細胞第三列表面に marginal pillar が出現する生後1週すぎまでみられる。以後次第に消失して行き、生後10日目頃にはみられなくなる。

2) Deiters 細胞表面との接続

ハムスターでは、生後5～6日目頃より蓋膜辺縁部における network formation が顕著となってくる。この network は、蝸牛軸側からやや頂側に傾いて放射状に伸びる索状物と、それとはほぼ直角に交わり、基底方向へ斜行する索状物とから形成され (図 12)、このうち前者が Deiters 細胞各列表面と接続する。コルチ器表面を上方より観察すると、膜状部表面から外側へ伸びる索状物が Deiters 細胞第三列目だけではなく、第一、二列目の細胞表面とも接続しているのがわかる (図 13, 14)、これら Deiters 細胞各列表面での接続も、柱細胞表面での接続と同様に生後2日目頃より認められ、次に述べる marginal pillar の出現とともに marginal pillar による Deiters 細胞第三列目での接続を残し、次第に離れて行く。

生後1週をすぎると、Deiters 細胞第三列目の細胞表面に marginal pillar (以下 MP) が萌出してくる (図 15)。MP は、それまで接続していた索状物の基部にこれを持ち上げるように出現し、marginal net 全体をこの位置で固定、保持するがごとく観察される。MP によ

る固定が強固であるために、この時期の標本では蓋膜がコルチ器表面から離れず、聴毛を観察し難いことが多い。ハムスターでは、MP は生後1～2週の間にみられ、生後10～14日目頃が最も顕著な像を呈する時期で、Deiters 細胞第三列目の細胞表面に一致して整然と柱状物の並んでいるのが観察される。標本作製操作によるアーチファクトのために、多くの場合 MP は途中でちぎれてみえるが、蓋膜下面にも同様の構造物の付着しているのが観察され、生体下では蓋膜は MP により固定されているであろうことが容易に推測できる。また、生後2週近くになると聴毛の形態はほぼ成獣の域に達し、周囲の支持細胞表面の microvilli も Deiters 細胞第三列目表面以外はほぼ脱落する (図 16)。MP は生後2週すぎまで Deiters 細胞第三列目表面の microvilli により固定され存在するが (図 17, 18)、以後次第に消失して行く。生後16～18日目のコルチ器では、一部にその遺残物をみることがあるが MP はほぼ消失し、Deiters 細胞第三列目表面の microvilli も脱落を始める (図 19, 20)。

3) Hensen 細胞表面との接続

前述したように、marginal net は二種類の索状物で形成されている。このうち、蝸牛軸側から基底方向に斜行する索状物は、その末端で Hensen 細胞表面と接続する (図 21, 22)。接続がみられるのは Hensen 細胞の最内側列または第二列目であることが多く、細胞表面の短い microvilli に無定形物の付着が観察される (図 23)。また MP が出現する頃にも、これを越えて蓋膜が Hensen 細胞領域まで達している像がみられる (図 24)。生後1週頃まではこの索状物の一本一本を確認できるが、以後次第に融合し、やがて蓋膜辺縁部で marginal band を形成し、その外縁部に指状突起物を持つようになる (図 25)。生後10日目以後の標本では、ほとんど蓋膜はコルチ器表面から離れており、Hensen 細胞表面にも無定形物質の付着を認めず、接続はないものと思われる。

4) 外有毛細胞聴毛との接続

外有毛細胞聴毛の最外側列が蓋膜下面に陥入している事実については、すでに多くの諸家の報告がある⁷⁾⁻¹¹⁾。ハムスターにおいても同様で、生後2週日頃から蓋膜下面には聴毛の圧痕がはっきりと認められる。圧痕は、他の動物と同様にW字型をした一列の点状物として観察され、ハムスターの外有毛細胞の聴毛は生後2週頃に完全に蓋膜下面に陥入するものと思われる (図 26)。

5) 内有毛細胞聴毛との接続

内有毛細胞聴毛と蓋膜との接続について、大方の意見

は否定的である。著者も観察し得るすべての標本で蓋膜下面を詳細に観察したが、内有毛細胞聴毛の圧痕と思われるものは全く認めることができなかった。

6) 内有毛細胞周囲の支持細胞表面との接続

内有毛細胞周囲の支持細胞、特に inner phalangeal cell や border cell の表面と蓋膜下面の Hensen's stripe とが細い索状物で接続している可能性があるという報告があり⁷⁾、著者はこの点についても詳細に観察を試みた。一部の標本において確かに接続を示す像がみられたが、それは索状物による接続ではなく、比較的幅の広い、inner sulcus cell の表面までもを含んでいると思われるものであった(図 27)。しかし同時期の別の標本では、この部位で接続形態を示さないものもあり、確定的な結論を得るには至らなかった。

考 察

蓋膜とコルチ器表面との接続形態については、Lim⁷⁾¹²⁾、Lindeman¹³⁾、星野¹⁴⁾、Kraus¹⁵⁾らの報告がある。Lim は主にモルモットを用いて観察し、成獣における蓋膜とコルチ器表面との接続は、border cell および inner phalangeal cell と Hensen's stripe、外有毛細胞聴毛と Hardesty's membrane、Deiters 細胞第三列目と蓋膜最外縁部の三カ所で認められると報告している。しかしその他の報告は、Deiters 細胞第三列目における接続は確かに認められるが、それはコルチ器発達過程に限られたものであり、成獣では認められないとしており、内有毛細胞周辺と Hensen's stripe との接続についても確証が得られず、疑問視している報告が多い。また蓋膜最外縁部の到達部位についても Deiters 細胞第三列目という意見と⁷⁾⁹⁾¹⁶⁾¹⁷⁾、Hensen 細胞という意見¹⁸⁾²²⁾が混在している。

著者は、新生仔ハムスターのコルチ器を出生日より経日的に観察した結果、これらの混乱をある程度整理することができた。

1) 接続形態の生後変化

出生日のハムスターコルチ器では、未熟な蓋膜の marginal complex が外有毛細胞周囲の支持細胞表面に付着しているのが観察された。蓋膜の fibrous body が蝸牛軸側の interdental cell から発生してくるのに対して、marginal complex は聴毛周囲の支持細胞からの分泌物で形成されるといわれており²³⁾、これを支持する所見であると考えられる。

生後3日目頃になると marginal net の形成が顕著と

なり、蓋膜とコルチ器表面との接続形態もはっきりと確認できるようになる。この頃の蓋膜は marginal complex の膜状部分が内、外柱細胞表面と、放射状索状部分が Deiters 細胞各列表面と、斜行索状部分が Hensen 細胞表面と接続している。生後7～8日目頃には Deiters 細胞第三列表面に新たに MP が出現し、これに伴いそれ以外の部位での接続は次第に離れて行く。MP は外有毛細胞の聴毛が蓋膜下面に陥入する生後2週目頃まで蓋膜を固定、保持しており、以後徐々に消失を始めて、生後20日目には全くみられなくなる。このうち、Deiters 細胞第三列目での接続形態については Kraus ら¹⁵⁾がマウスで、星野¹⁴⁾、Lindeman ら¹³⁾が猫で観察しており、いずれもコルチ器が完成する頃にはここでの接続は離れていたと報告している。著者のハムスターにおける観察でも同様の結果であり、ここでの接続はコルチ器の発達過程に限られたものであると言える。

内、外柱細胞や Deiters 細胞第一、二列目での接続形態については、文献を渉猟した限りでは今までに報告がなく、今回の著者の観察により初めて明らかにされたものである。これは、ハムスターでは生後2～3日目より認められ、MP が出現する生後1週すぎには消失して行く。これまでのマウスや猫での観察は、経日的なものではなく5日～1週間隔の観察であり、これらの動物においても経日的、あるいはそれに近い観察を行えば同様の形態を認め得るのではないと思われる。

また、marginal net を形成する索状物のうち、基底方向に斜行する部分が Hensen 細胞に達し、かつ発育期にはその表面に接続していることも明らかとなった。田中ら²⁴⁾は、18～20週のヒト胎児のコルチ器においてこれに類似した形態を観察しており、蓋膜の最外縁部が Hensen 細胞に達しているのは間違いないようである。ただし、この頃の蓋膜辺縁部は SEM での観察に関する限りは網目状であり、内リンパ液は蓋膜下腔、特に外有毛細胞領域へは“flow free”の状態であると思われる。

内有毛細胞周囲の支持細胞表面と Hensen's stripe との接続に関しては、一部それを思わせる像を観察できたが、今まで論じられているような細い索状物による接続ではなく、比較的幅の広い部分での接続であった。しかも、同時期のすべての標本で観察し得たわけではなく、この部位での接続はあっても、他の部位での接続に比べるとはるかに弱く、短期間で消失するものと考えられる。

内有毛細胞聴毛の蓋膜下面の圧痕は、今回の観察では

全く認めなかった。星野¹⁴⁾²⁵⁾²⁶⁾は、幼若な猫の蓋膜に内毛細胞聴毛の圧痕を認めた報告をしているが、それは基底回転に限られたものであり、他の動物によるその他の報告にはこれを確認したものは少ない。これらを考慮すると、内毛細胞の聴毛は、通常の生体下では蓋膜とは接していないとするのが妥当であろう。

ハムスターにおいて、蓋膜辺縁部は生後2～3日目から柱細胞、Deiters細胞各列、およびHansen細胞の表面と接続する。生後1週をすぎるとDeiters細胞第三列目表面にMPが萌出し、それ以外の部位での接続は次第に消失する。MPは外毛細胞の聴毛が蓋膜下面に陥入する生後2週頃まで蓋膜を固定保持し、以後次第に消失

して生後20日目では蓋膜とコルチ器表面との接続部位は外毛細胞聴毛のみとなる(表1, 2)。

2) 聴覚反応出現時期との比較

これまでに、マウス、猫等で電氣的な聴覚反応出現時期の検討が行われている²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾。これらを形態学的な生後変化と比較検討してみた(表3)。

マウスにおいてMPが生後2週頃に消失するのに対して、Alfordら²⁷⁾はプライエル反射と蝸牛電位の出現時期がともに生後12～13日目であったと報告している。また、猫においてLindemanら¹³⁾は生後4週の仔猫でMPを認めたが、生後5および6週では消失していたと報告し、星野¹⁴⁾は生後20日目よりMPが消失し始め、生後32日目の仔猫では認めなかったと報告している。これに対し、Fernández²⁸⁾は猫の蝸牛電位が成獣レベルに達するのは生後4～5週であることを確認している。ただ、Pujolら²⁹⁾は猫の聴覚反応は生後12～15日目に成獣

表1 蓋膜とコルチ器表面との接続部位

	Lim	Lindeman	星野	稲垣
IHC	×	×	○?	×
OHC	◎	◎	◎	◎
BC & IPh	◎	×	◎?	○?
IPC				○
OPC				○
DC 1				○
2				○
3	◎	○	○	○
HC	◎?	×	×	○

(◎→成獣での接続 ○→発達過程に限られた接続
×→接続なし IHC→内毛細胞聴毛 OHC→
外毛細胞聴毛 BC & IPh→border cell & inner
phalangeal cell IPC→内柱細胞 OPC→外柱細胞
DC→Deiters細胞 HC→Hensen細胞)

表3 Marginal Pillar 消失時期と聴覚反応出現時期の比較

	Marginal Pillar の消失時期	聴覚反応の出現時期
マウス	生後13～15日 (Kraus)	生後12～13日 (Alford)
ネコ	生後4～5週 (Lindeman) 生後20～30日 (星野)	生後4～5週 (Fernández) 生後12～15日 (Pujol & Hilding)
ハムスター	生後16～18日 (稲垣)	不明

表2 Golden Hamster における蓋膜とコルチ器表面との接続部位の生後変化。

(DC 3 での生後1週以降の接続は、MPによるもの。OHC→外毛細胞聴毛
IPC→内柱細胞 OPC→外柱細胞 DC→Deiters細胞 HC→Hensen細胞)

レベルに達するとしており、やや異なった意見を述べている。しかし、これらの報告を全体的に判断すると、MPの消失時期と聴覚反応の出現時期は、ほぼ一致するということができる。

ハムスターの聴覚反応の出現時期に関する報告には接していないが、著者はMPの消失が始まる生後16日目頃であろうと推測しており、今後検討して行く考えである。

ハムスターにおいて、聴毛の形態がほぼ完成するのは生後14日目頃である³⁰⁾。しかし、それ以後にMPの消失という過程を経て生後20日目頃にはじめてコルチ器の形態は成獣と同様のものとなる。Lindemanら¹³⁾も、コルチ器の発達過程における形態上の最終的变化はMPの消失であると述べており、MPの消失時期と聴覚反応の出現時期がほぼ一致することから考えても、形態学的にコルチ器の完成時期を論じる場合には、聴毛形態の完成よりもMPの消失を指標にすべきであると考ええる。

結 語

コルチ器の発達に伴う、蓋膜とコルチ器表面との接続形態の変化について、ハムスターを用いてSEMで観察し、次のような結果を得た。

- 1) 出生日の未熟なコルチ器では、蓋膜の marginal complex は有毛細胞周囲の支持細胞表面に無定形付着物として観察される。
- 2) marginal complex は生後3日目頃より顕著な network を形成し、膜状部分は柱細胞表面と、放射状索状部分は Deiters 細胞各列表面と、斜行索状部分は Hensen 細胞表面と接続する。これらの接続は、Deiters 細胞第三列目表面にMPが出現する生後1週すぎより次第に離れて行く。
- 3) MP は生後10～14日目に最も顕著となり、生後16日目より次第に消失を始め、生後20日目にはみられなくなる。
- 4) 外有毛細胞の聴毛は、生後2週目頃に蓋膜下面にはっきりと陥入を示す。
- 5) 内有毛細胞の聴毛は、通常の生体下では蓋膜と接していないと思われる。
- 6) 内有毛細胞周囲の支持細胞表面と蓋膜との接続は、生後発達過程において存在する可能性が高いが、他の部位における接続に比べてはるかに弱く、短期間で消失するものと思われる。
- 7) これまでの諸家の報告をも併せて考えると、MPの

消失時期と聴覚反応の出現時期はほぼ一致しており、MPの消失はコルチ器の発達完了を示す形態上の指標になるものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) Békésy G von: Experiment in hearing. McGraw-Hill, New York, 1960.
- 2) Davis H: A mechano-electrical theory of cochlear action. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 67: 789-801, 1958.
- 3) Lawrence M: Electric polarization of the tectorial membrane. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 76: 287-312, 1967.
- 5) Engström H, Ades H W and Hawkins J E: Structure and functions of the sensory hairs of the inner ear. *J Acoust Soc Amer* 34: 1356-1363, 1962.
- 5) Jensen C E, Koefoed J and Vistrup T: Flow potentials in hyaluronate solutions. *Nature* 174: 1101-1102, 1954.
- 6) 田中敬一: スチレン樹脂割断法 図説走査電子顕微鏡: 65-67, 朝倉書店, 東京, 1980.
- 7) Lim D J: Fine morphology of the tectorial membrane. *Arch Otolaryngol* 96: 199-215 1972.
- 8) Kimura R S: Hairs of the cochlear sensory cells and their attachment to the tectorial membrane. *Acta Otolaryngol* 61: 55-72, 1966.
- 9) Hoshino T: Contact between the tectorial membrane and the cochlear sensory hairs in the human and the monkey. *Arch Otolaryngol* 217: 53-60, 1977.
- 10) Saito K and Hama K: Scanning electron microscopic observations of the under surface of the tectorial membrane. *J Electron Microsc* 28: 36-42, 1979.
- 11) Kawabata I and Nomura Y: The imprints of the human tectorial membrane. *Acta Otolaryngol* 91: 29-35, 1981.
- 12) Lim D J: Cochlear anatomy related to cochlear micromechanics. A review. *J Acoust Soc Amer* 67: 1686-1695, 1980.
- 13) Lindeman H H, Ades H W, Bredberg G and Engström H: The sensory hairs and the tectorial

- membrane in the development of the cat's organ of Corti. *Acta Otolaryngol* 72: 229-242, 1971.
- 14) Hoshino T: Relationship of the tectorial membrane to the organ of Corti. A scanning electron microscope study of cats and guinea pigs. *Arch histol jap* 37: 25-39, 1974.
- 15) Kraus H J and Kraus K A: Morphological change in the cochlea of the mouse after the onset of hearing. *Hearing Res* 4: 89-102, 1981.
- 16) 小坂直也: 走査電子顕微鏡による蝸牛膜迷路の形態学的研究 *日耳鼻* 73: 1465-1473, 1970.
- 17) Ross M D: The tectorial membrane of the rat. *Am J Anat* 139: 449-482, 1974.
- 18) Hilding A C: A study of the Anatomy and function of the tectorial membrane. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 57: 35-45, 1953.
- 19) Tonndorf J T, Duvall A J and Peneau J P: Permeability of intracochlear membranes to various vital stains. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 71: 801-841, 1962.
- 20) Tanaka T, Kosaka N, Takiguchi T, Aoki T and Takahara S: Observation on the cochlea with SEM. *SEM III*: 427-434, 1973.
- 21) Kronester Frei-A: Sodium dependent shrinking properties of the tectorial membrane. *SEM II*: 943-948, 1978.
- 22) Lawrence M and Burgio P A: Attachment of the tectorial membrane revealed by scanning electron microscope. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 89: 325-330, 1980.
- 23) Kolmer W: 13) より引用.
- 24) Tanaka K, Sakai N and Terayama Y: Organ of Corti in the human fetus. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 88: 749-758, 1979.
- 25) 星野知之: 蝸牛の構造 — とくに 蓋膜と内毛細胞, ダイレルス細胞, 基底板細胞について — *耳喉* 47: 951-958, 1975.
- 26) 星野知之: 聴覚平衡器器官の形態 — とくに蝸牛感覚細胞感覚毛と蓋膜の接着について — *神経進歩* 25: 354-367, 1981.
- 27) Alford B R and Ruben R J: Physiological, behavioral and anatomical correlates of the development of hearing in the mouse. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 72: 237-247, 1963.
- 28) Pujol R and Hilding D: Anatomy and physiology of the onset of auditory function. *Acta Otolaryngol* 76: 1-10, 1973.
- 29) Fernández: 13) より引用.
- 30) 折田洋造 沖田容一 永野隆治 稲垣千果夫: 新生仔ハムスターにおける蝸牛毛細胞の発達 *Ear Res Jpn* 12: 32-35, 1981.
- 31) Nakamura Sh and Kikuchi K: Fine structures of the organ of Corti in the newborn mouse. *Nihon Univ J Med* 9: 401-408, 1967.
- 32) 斎藤 等 豊田弥八郎: モルモット蓋膜の計測値 *Audiology* 15: 53-58, 1972.
- 稿を終えるにあたり、御指導ならびに御校閲を戴いた恩師折田洋造教授に深く感謝致します。また、実験方法について御指導戴いた当教室の故沖田容一先生、電顕写真撮影について御助言下さった本学電子顕微鏡センターの上平賢三主任、実験全般にわたり御協力下さった当教室研究補助員の守屋真理子さんに謝意を表します。
- 本論文の要旨は、昭和57年11月20日、日本耳鼻咽喉科学会第8回中国四国地方部会連合講演会において発表した。
- (原稿受付 昭和 57. 12. 2日)
- 別刷請求先 〒701-01 岡山県倉敷市松島 577
川崎医科大学耳鼻咽喉科学教室 稲垣千果夫
- 付 図 説 明
- 図中および付図説明文中の略語説明:
IHC → 内毛細胞, OHC → 外毛細胞, IPC → 内柱細胞, DC → Deiter 細胞, HC → Hensen 細胞, MP → marginal pillar, TM → 蓋膜, DAB → days after birth
- 図 1 出生日のコルチ器(基底回転). OHC の聴毛は周囲の microvilli とどうか区別できる程度で、蓋膜も fibrous body (TMf) は認められるが、marginal complex は未形成である。
- 図 2 図 1 の拡大像. OHC 周囲の microvilli に無定形物の付着を認める (矢印)。
- 図 3 生後 1, 2, 3 日目のコルチ器(基底回転). 蓋膜の辺縁の marginal complex が徐々に発達してくる。3日目では network formation も顕著となる。
- 図 4 生後 5 日目のコルチ器(中央回転). 蓋膜辺縁部は

IHC 領域を被う膜状部分と、それより外側の索状部分よりなる。

図 5 生後 6 日目のコルチ器(中央回転). network を形成する索状物は互いに細い枝を出し、さらに細かい network を形成する。

図 6 生後 3 日目のコルチ器(中央回転). IHC と OHC 第一列目との間 (IPC 表面) に、らせん方向に連続性の無定形物の付着を認める (矢印)。

図 7 図 6 の拡大像. 無定形物が付着しているのは内、外柱細胞表面の microvilli である。

図 8 生後 4 日目のコルチ器(基底回転). 蓋膜辺縁部の膜状部分が柱細胞表面と接続している。

図 9 生後 4 日目のコルチ器(中央回転). 柱細胞表面での接続 (矢印) により、蓋膜下腔は IHC 領域と OHC 領域とに分離されている。

図 10 生後 5 日目のコルチ器(中央回転). 蓋膜辺縁部の膜状部分は柱細胞表面で連続性に接続するので、外側からは IHC の聴毛を観察できない。

図 11 図 10 の拡大像. 蓋膜辺縁部の膜状部分は柱細胞表面の microvilli と接続している (矢印)。

図 12 生後 6 日目のコルチ器 (中央回転). 蓋膜の marginal net は、放射状の索状物と基底方向に斜行する索状物とにより形成される。

図 13 生後 6 日目のコルチ器(頂回転). 放射状索状物は Deiters 細胞の各列表面と接続する。

図 14 生後 7 日目のコルチ器(中央回転)。

図 15 生後 8 日目のコルチ器. Deiters 細胞第三列目の表面に marginal pillar (矢印) がみられる。

図 16 生後 10, 12, 14 日目のコルチ器(中央回転). 蓋膜

下面の各 MP に対応する位置にも同様の物質がみられる (破線矢印). Deiters 細胞第三列目以外の支持細胞表面の microvilli はほぼ脱落している。

図 17 生後 16 日目のコルチ器 (中央回転). Deiters 細胞第三列目 (DC 3) の表面に MP の遺残物がみられる。

図 18 marginal pillar の基部. Deiters 細胞第三列目表面の microvilli が MP 基部に陥入し、固定している (矢印)。

図 19 生後 16 日目のコルチ器(中央回転). MP はほぼ脱落しているが、所々にその遺残物 (矢印) を認める。

図 20 図 19 の拡大像. Deiters 細胞第三列目表面 (矢印) の microvilli も脱落を始める。

図 21 生後 5 日目のコルチ器(基底回転). 蓋膜辺縁を基底方向に斜行する索状物の末端は Hensen 細胞表面に達している。

図 22 図 21 の拡大像。

図 23 図 21 の拡大像. Hensen 細胞表面の短い microvilli の先端に無定形物の付着を認める (矢印)。

図 24 生後 8 日目のコルチ器(中央回転). 蓋膜の最外縁部は MP を越えて、Hensen 細胞表面に達する (矢印)。

図 25 生後 14 日目の蓋膜辺縁部 (中央回転, 下面よりの観察). 蓋膜辺縁から外側に突出した指状突起物 (矢印)。

図 26 生後 12, 14 日目の蓋膜下面(中央回転). 生後 12 日目頃より OHC 聴毛の線状圧痕を認めるが、はっきりと点状配列を示すのは生後 14 日目頃からである。

図 27 生後 8 日目のコルチ器(頂回転). IHC の蝸牛軸側で、やや幅の広い接続形態を認める (矢印)。

稲垣論文付図(1)

稲垣論文付図(2)

稲垣論文付図(3)

稲垣論文付図(4)

稲垣論文付図(5)

稲垣論文付図(6)