人胎児例における側頭骨含気蜂巢の発育

——豚実験例における蜂巢発育、抑制過程との比較から——

東京慈恵会医科大学耳鼻咽喉科学教室（主任：本多芳男教授）

青木和博，清水佐和道，江崎史朗，本多芳男

PROCESS OF THE DEVELOPMENT OF PNEUMATIZATION
IN HUMAN FETAL TEMPORAL BONE
——COMPARED WITH THE RESULTS OF PNEUMATIZATION
BY THE EXPERIMENTAL STUDY OF PIGS——

KAZUHIRO AOKI, M.D., SAWAMITI SIMIZU, M.D., SIROU ESAKI, M.D.
and YOSHIO HONDA, M.D.

Department of Otolaryngology, Jikei University School of Medicine, Tokyo

It is generally believed that an intimate connection exists between chronic middle ear inflammatory conditions and inhibited growth of the pneumatized cellulae. In our previous report, we demonstrated the process of inhibited pneumatization in experimental studies using pigs. In the present study the histological study for the process of pneumatization was done using frontal sections of temporal bones by 100 sides of human fetuses between 16th and 36th week of pregnancy.

Until the middle phase of pregnancy, the cavities of mesotympanum, epitympanum and antrum are observed around the otic capsule but the other cells are not observed. The formation of these cavities is done only by absorbing the spongy bone surrounding the otic capsule. In the late phase of pregnancy, the lateral development of temporal bone begins to start, especially in that portion which later gives rise to the mastoid process. The development of cavities in this portion is more active than other lateral portions. In these lateral portions, the expansion of pneumatic space is rapid and the formation of cellulae is heralded by the active bone metabolism, both by absorbing the bone tissues and by making new trabecular bones. This active bone metabolism is similar to the one that we observed in the experimental study using pigs. By the normal process of the pig's pneumatization with active bone metabolism, the middle ear inflammatory stimulus influenced adversely this active bone metabolism and inhibited the growth of cellulae causing inhibited pneumatization. From the results of this human fetal study, it is clear that the experimental inhibitory process of pneumatization seen in pigs will also apply to the human temporal bone, and the portion with active bone metabolism will be more affected.

Key words: temporal bone, pneumatization, human, fetus

A91—1220—22010

緒 言

人の中耳慢性炎症病態と側頭骨含気蜂巢抑制との関係については、以前より繰り返し論じられており、抑

制された蜂巢に中耳炎が好発し易いのか¹⁾²⁾、中耳炎がその蜂巢の発育を抑制するのか³⁾⁴⁾、常に問題となる点である。しかし我々の行った豚を用いた動物実験より、

蜂巢発育期に含気蜂巢内に加わった慢性的炎症性刺激が、その蜂巢発育過程を抑制して著明な含気蜂巢の抑制を生ずることが明らかとなった⁵⁾。すなわちこのような実験結果を踏まえて、人の蜂巢発育期に含気腔内に加わった炎症性刺激がその蜂巢発育過程を抑制するものと考えられるが、人の蜂巢発育がどのような過程で生じるものか、豚と同様な骨代謝様式で蜂巢を形成するか否か定かでない。このため今回は人の含気蜂巢発育様式について、妊娠16週より36週までの人胎児側頭骨(100側)を用い、その蜂巢形成様式について観察し、豚の実験結果と比較検討した。

研究方法

対象は妊娠16週から36週までの人胎児側頭骨(100側)を用い、前額断連続切片、矢状断連続切片標本(厚さ3ミクロン)を作成して観察した。染色は hematoxylin-eosin 染色と Masson 染色を行った。胎年齢は妊娠週数により、その決定は児頭大横径(B. P. D.)による。

作成した標本は妊娠16週 6側、17週11側、19週13側、20週10側、21週10側、22週 4側、23週12側、24週 6側、26週 4側、27週 4側、28週 4側、29週 2側、30週 4側、31週 2側、32週 2側、33週 4側、36週 2側であるが、全標本を観察した結果、含気腔の発育過程をより簡潔に表現するために妊娠16週、20～24週、28～30週、34～36週に要約して述べる。なお観察部位は前額断標本を主体として全例を観察した結果、含気腔の発育を

よりの確に表現するために、①上鼓室、槌骨、蝸牛を通る断面、②乳突洞、前、外側半規管断面、で集約して述べる(図1)。

研究結果

1) 妊娠16週

この時期の腔の形成状態は、側頭骨の大部分を占める耳囊を中心とした軟骨組織に側頭骨外側皮質部の板状骨が連続し、その内側に胎生間葉組織で満たされた中鼓室、上鼓室、乳突洞口、乳突洞が存在しており、これらの空間は耳囊と側頭骨板状骨の接合点に出来た間隙にすぎない。当然この時点では乳突蜂巢の形成は見られない。

図2 妊娠16週、上鼓室、槌骨、蝸牛断面
(×3.5)
C: 蝸牛 M: 槌骨 T: 上鼓室天蓋

人胎児標本作成部位 (前額断)

図1 標本作成断面(前額断)
①上鼓室、槌骨、蝸牛断面
②乳突洞、前外側半規管断面

図3 妊娠16週、乳突洞、前、外側半規管断面
(×3.5)
Ms: 乳突洞 S-L: 外側半規管

①, ②での各断面の精細については以下に述べる。

①上鼓室, 槌骨, 蝸牛を通る断面 (図2)

中耳腔は鼓膜の内面に一部胎生結合組織の吸収による腔を認め, 耳管より侵入した上皮がその内腔を覆っているが, 槌骨は胎生結合組織内に埋没し, 鼓室の大部分は胎生間葉組織で充満している。蝸牛の大部分は軟骨組織で, 上鼓室天蓋部の軟骨板は一部化骨している。

②乳突洞, 前, 外側半規管断面 (図3)

乳突洞は側頭骨外側皮質板状骨と耳囊の軟骨組織との間隙にわずかに形成されており, 胎生間葉組織で充満している (図4)。前・外側半規管周囲は軟骨のままで, この部位では耳囊の化骨化は見られない。

2) 妊娠20週～24週

この時点では鼓室, 上鼓室, 乳突洞口, 乳突洞の腔の広さは16週の標本に見られた基本的な形態から周囲の軟骨組織の発育, さらには化骨化に伴い全体にやや拡大する傾向にある。すなわち軟骨期に拡大してきた耳囊の軟骨性発育も化骨に伴い終了し, 耳小骨, 上鼓室天蓋部もほぼ化骨を終了している。加えてその後は新たな骨組織の形成により, 天蓋部や耳囊は外側へ拡大しつつある。耳管からの上皮の侵入程度は鼓膜内側面から中, 下鼓室へと進展しているが, 鼓室の耳小骨周囲や上鼓室以下の末梢側では16週と同様に胎生間葉組織で充満しており, この胎生間葉組織と周囲組織との境界は明瞭であるが, この中の血管組織は増加して来ている。

①上鼓室, 槌骨, 蝸牛を通る断面 (図5)

耳管よりの上皮の侵入は鼓膜の内面から一部中鼓室に進展しているが, 上鼓室, 中鼓室の大部分は胎生間葉組織で充満している。槌骨の化骨は終了しており, また上鼓室天蓋部も骨組織に置換されている。この骨組

織は線維性結合組織の中に島状の骨が浮かんだ海綿骨組織の状態であるが, この線維組織と上鼓室を充満した胎生間葉組織との境界はこの時期ではいまだ明瞭である。蝸牛は膜迷路に接し一層の骨迷路が形成されており, その周囲に骨組織を含む赤色骨髄を認め, さらにその外側では線維性造骨により骨を形成しつつ外側へと (中耳腔方向を除く) 拡大しつつある。すなわち厚い軟骨で形成されていた耳囊は, 化骨に伴い膜迷路に接した内側で菲薄な一層の骨迷路を形成し, 残りの中間部位では赤色骨髄に変化し, さらに外側へ (中耳腔側を除く) と拡大しつつ, 後の変化 (含気腔の拡大) に備えているようである。

②乳突洞, 前, 外側半規管断面 (図6)

乳突洞は16週と同様に胎生間葉組織で充満している。一方その洞を形成している壁は, 16週での軟骨組織から化骨に伴う海綿骨組織に変化しており, 骨組織間の線維性結合組織と胎生間葉組織が接している境界はいまだ

図5 妊娠20週, 上鼓室, 槌骨, 蝸牛断面(×3.5)
A: 上鼓室 C: 蝸牛 L: 骨迷路

図4 妊娠16週, 乳突洞部 (×35)
Ms: 乳突洞 S-L: 外側半規管

図6 妊娠20週, 乳突洞, 前, 外側半規管(×3.5)
M: 乳突洞 S-L: 外側半規管
B-P: 胸鎖乳突筋付着部の軟骨性造骨点

鮮明に観察され、洞が自ら周囲を吸収しつつ拡大している所見は認められない(図7)。半規管部での骨迷路も形成されつつあり、この断面部において、耳囊の内方(錐体尖端方向)および下方への線維性造骨による拡大が盛んに観察される。一方外側半規管の外側に軟骨組織の残存を認めるが、これは胸鎖乳突筋付着部に相当し、軟骨性造骨による側頭骨の外側への発育が開始されている(図6)。乳突洞より末梢側での腔の発育は妊娠20～24週では生じていない。

3) 妊娠28～30週

この時点では上鼓室、乳突洞口、乳突洞の腔は、全体に側頭骨そのものの拡大に伴いわずかに広がりつつあるが、主に内腔側で化骨した耳囊の海綿骨を吸収して内側から拡大しており、十分に吸収拡大されると骨迷路と接してその広がりには限定されてくる。耳管よりの上皮の侵入は、これら腔の拡大後その腔を充滿していた胎生間葉組織が吸収されるにつれて進展し、上鼓室後方から乳突洞口まで侵入して含気化している。

①上鼓室、槌骨、蝸牛断面(図8)

図7 妊娠20週、乳突洞部(×35)
E: 胎生間葉組織 M: 乳突洞 S: 海綿骨組織

図8 妊娠28週、上鼓室、槌骨、蝸牛断面(×3.5)

中鼓室、上鼓室の大部分は含気化し、周囲壁面にわずかに胎生間葉組織の残存を認めるのみである。これら残存した胎生間葉組織と周囲海綿骨組織間の結合組織との境界はこの頃より不鮮明となり、相互の結合組織間で移行しているような感を受ける。またこの部に破骨細胞も出現し、特に骨迷路周囲の海綿骨組織内へ向かって腔拡大のための骨吸収を主体とした腔形成が開始されている。上鼓室外側壁骨、天蓋部骨および耳囊自体も、中耳腔側を除き周囲へと線維性造骨により発育拡大している。

②乳突洞、前、外側半規管(図9)

乳突洞もこの時期に含気化しつつある。洞の表面では腔内の胎生間葉組織と壁を形成している海綿骨組織内の線維性結合組織との境界が不明確になりつつある。この含気腔の上皮は単層の扁平な上皮形態を示しているが、この上皮下には破骨細胞が出現し、海綿骨組織が吸収されて内側の骨迷路方向へと洞が拡大し始めている。

図9 妊娠28週、乳突洞、前、外側半規管断面(×3.5) M: 乳突洞 S: 海綿骨組織
M-P: 胸鎖乳突筋付着部

図10 妊娠28週、乳突洞部(×175)
O-C: 破骨細胞 E: 胎生間葉組織

る所見を認める(図10)。特に外側半規管部尖端では乳突洞の拡大に伴い、軟骨性耳囊由来の海綿骨組織はほとんど吸収され、最内層の骨迷路を残すのみとなっている。すなわちこの部での洞の内側方向への拡大は、これで限界に達したと考えられる。一方側頭骨外側面の胸鎖乳突筋附着部においては著明な軟骨性造骨を認め、この部位で多くの海綿骨を形成して外方へ側頭骨が発育拡大しているが、いまだこの部への腔の拡大はない(図9)。錐体の天蓋方向や錐体尖端方向へは線維性造骨による拡大を示している。

4) 妊娠34～36週

側頭骨の発育に伴い全体の含気腔も拡大している。この時期では側頭骨の発育は外方への著明な線維性造骨による拡大、外後上方・下方への軟骨性造骨による発育が著しい。このため上鼓室部も外・上方へと腔が拡大し、乳突洞部においては後上方および外下方への軟骨性造骨による著明な骨代謝により、海綿骨を盛んに形成しつつ拡大しており、それに伴い内腔の洞も外上下方へと主に拡大しつつある。この時期のこれらの部位での洞の拡大は、単に破骨細胞の出現により海綿骨が吸収されて拡大するのみでなく、骨芽細胞の出現により海綿骨を骨梁へと作り変え、蜂巢を形成しつつ拡大しており、非常に盛んな(アクティブな)骨代謝様式が観察される。洞内の胎生間葉組織はほぼ吸収されており、海綿骨組織の表面を覆う結合組織も胎生間葉組織に由来するか、海綿骨組織間の結合組織そのものなのか判別し難い。

①上鼓室、槌骨、蝸牛を通る断面(図11)

上鼓室は完全に含気化しており、単層の扁平な上皮に覆われた海綿骨組織が周囲を形成している。天蓋部の一部は単層の菲薄な骨で形成されており、この部での腔の拡大傾向はそれほど著明ではないが、外側壁部には未熟な海綿骨を多く認め、その内腔面では骨梁の形成も観察され、主に腔が外側へと拡大しつつあることを示している。耳囊部では骨迷路に接した一部の海綿骨組織は緻密骨へと変化しているが、さらにその周囲では錐体尖端方向へといまだ盛んな線維性造骨を示して発育しており、新たな海綿骨の形成も盛んである。

②乳突洞、前、外側半規管断面(図12)

乳突洞は海綿骨組織の中に単層な扁平上皮で覆われた状態で腔を形成しており、天蓋方向、内側錐体方向へは主に含気腔上皮下に破骨細胞のみが出現し、海綿骨組織を吸収して少しずつ拡大している所見を呈している。一方側頭骨の外側への拡大は著明で、外上方で

図11 妊娠36週、上鼓室、槌骨、蝸牛断面(×3.5)
Tr: 骨梁 T: 上鼓室天蓋

図12 妊娠36週、乳突洞、外側半規管(×3.5)
M-P: 乳様突起 Tr: 骨梁

図13 妊娠36週、乳突部蜂窩形成(×87.5)
Tr: 骨梁 O-B: 骨芽細胞 O-C: 破骨細胞

線維性造骨により、また外下方では胸鎖乳突筋附着部の著明な軟骨性造骨により盛んに海綿骨を形成して拡大しており、この部の内腔面では破骨細胞と共に骨芽細胞も出現し、骨梁を形成しつつアクティブに腔は拡

大している(図13)。胸鎖乳突筋の付着部もわずかに外方へ突出し、乳様突起を形成しつつある。

小 括

以上①上鼓室、槌骨、蝸牛を通る断面、②乳突洞、前、外側半規管断面の2部位についての妊娠16週、20～24週、28～30週、34～36週の週別に含気腔の広がり方について検討を加えてきたが、以上の結果より腔の発育形成過程について以下の4期に分類することが出来る。

第1期(軟骨期)

側頭骨外側皮質の板状骨と、側頭骨の大部分を占める耳嚢を中心とした軟骨組織との間に、胎生間葉組織で充満した腔(鼓室、上鼓室、乳突洞口、乳突洞)を形成する。

第2期(化骨期)

軟骨組織(耳嚢)の発育に伴い耳嚢に接した周囲の腔も拡大する。さらに耳嚢の化骨化により海綿骨組織へと置換され、胎生間葉組織で充満した腔を形成する。

第3期(パッシブな腔形成期)

洞内の胎生間葉組織も徐々に吸収されてくる。腔の拡大は主に耳嚢の化骨によって生じた海綿骨組織方向に

向かって進展しており、海綿骨組織の表面に破骨細胞のみが出現し、それに伴い海綿骨が吸収されて腔が内耳方向に向かって少しずつ拡大する。

第4期(アクティブな腔形成期)

胎生間葉組織の吸収により腔は含気化する。洞の耳嚢方向への発育は海綿骨の吸収に伴い一部骨迷路に接するまでに到っている。外側部では胸鎖乳突付着部および後上隅角の盛んな軟骨性造骨により、側頭骨が外後・下方へ大きく発育し、加えてその内腔面でも洞の著明な拡大を呈している。すなわち内腔面では破骨細胞の出現と共に骨芽細胞も出現し、このため側頭骨の外側で形成された海綿骨が内腔面で単に吸収されるのみでなく、一部ではすぐに骨梁へと変化し、蜂窩を形成しつつアクティブな腔形成が行われる。

以上腔の形成過程を4期に分類したが、乳様突起の発育は、生後に外下方へと強く発育していくことを考えると、乳突洞より乳突蜂巣への拡大は、主に生後の乳様突起の発育に伴い、その内腔面で骨梁を形成しつつアクティブに蜂窩を形成して生じるものと考えられる。

考 案

人の胎生期における中耳・内耳の発育に関する研究は過去にも多く報告されており、今更目新しい研究とは言いがたい。しかし過去の研究は主に鼓膜⁶⁾⁷⁾・耳小骨⁸⁾⁹⁾・耳嚢^{10)～13)}などの個々の発育およびこれらの部位を中心とした限られた部位での含気腔の発育に関した研究が多く、側頭骨全体の発育を土台として乳突蜂巣の発育過程を観察した研究は非常に少ない¹⁴⁾¹⁵⁾。特に本研究のように、含気腔の拡大に伴う骨代謝を中心とし、さらに側頭骨全体の発育と絡めた個々の部位での蜂巣形成様式について、骨代謝様式から分類した研究は他にない。

乳突蜂巣の発育に関与する個々の因子としては、①含気腔内への上皮侵入及び上皮下の細胞浸潤、②耳嚢及び周囲側頭骨の化骨過程、の2点が注目されて多くの研究が成されている。そこでこれらの点について再度検討を加えてみた。

①含気腔内への上皮侵入及び上皮下の細胞浸潤

中耳・乳突蜂巣内への上皮の侵入過程については、内胚葉性由来の上皮が耳管から乳突洞まで連続して徐々に侵入して気胞化するとした説¹⁶⁾¹⁷⁾と、乳突洞や中耳腔は耳管からの上皮侵入とは別の間葉系組織由来の上皮に被覆されて気胞化するとした説¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾に分

図14 豚の蜂窩形成過程⁵⁾

類され、いずれの場合にも上皮自体の侵入が腔拡大に大きな影響を及ぼしているような印象を与えている。

我々の観察では、胎性間葉組織で充満した中耳腔内に初めに血管成分が増加し、その後この間葉組織が吸収され、それに伴って耳管より上皮が引き込まれるように入ってくるような印象を受け、上皮そのものが自ら侵入し、含気化を促進させているような所見は観察されなかった。また乳突洞は耳管より上皮が侵入する以前に胎性間葉組織で充満した腔を形成しているが、耳管からの上皮の侵入以前に上皮化しているような所見は観察されなかった。

上皮の侵入と共に、含気腔の拡大に大きく関与していると推測される所見に、上皮下の細胞浸潤様の所見がある。我々の研究でも胎性間葉組織が吸収され、含気化の拡大が海綿骨まで至ると、上皮下に血管成分の増加と共に大型な多核細胞や、また所により小型の核の明確な細胞が多数出現して来る。このような細胞浸潤が生理的なものか²¹⁾、炎症性変化に由来するものか²²⁾議論的であるが、上皮の進展が上皮自らの侵入作用による結果とするならば、このような細胞浸潤が常に上皮下の一定の部位に観察されることから、上皮侵入に伴う炎症性反応と考えられないこともない。しかしこのような細胞は我々の観察では、上皮下と言うよりはむしろ含気化している最尖端の海綿骨組織の骨細胞に接して出現しており、さらに上皮細胞にも乱れがないことから、海綿骨組織内の骨細胞吸収に伴う腔の拡大や、骨梁出現部での骨形成に伴った生理的な反応と考える。

②耳囊及び周囲側頭骨の化骨過程

鼓室、乳突洞、乳突蜂巢を形成している周囲の骨は、単一の骨組織より構成されているのではなく、個々の部位で異なる。また同一部位でも内側と外側で異なった骨より形成されており、一部分の腔形成様式から全体の腔形成過程を推し量ることは不可能である。一方腔が拡大していく過程では、その土台となる海綿骨組織が必ず必要で、同様な関係を示唆しているような報告も散見される²³⁾²⁴⁾²⁵⁾。この海綿骨組織は既に存在した軟骨組織の化骨化に伴い、またその他の部位では線維性造骨に伴い形成される。さらには著明に腔の拡大していく一部分では、軟骨性造骨に伴いこの含気腔の土台が盛んに形成されてその中へ含気腔が広がっていく。既に存在した軟骨組織として耳囊があり、耳囊の化骨起点については非常に多くの報告があるが¹⁰⁾¹¹⁾、化骨後の海綿骨組織の吸収に伴う耳囊周囲の含気化に

ついて、骨の代謝様式から検討した報告は少ない。特に側頭骨外側部や乳様突起部などにおける著明な造骨反応に伴うアクティブな腔の拡大様式と比較し、耳囊周囲の腔形成過程が単に海綿骨の吸収のみに伴うことから、これをパッシブな腔形成様式として分類したことは、腔形成に伴った骨代謝様式を明確に現しており、生後の乳突蜂巢の発育も踏まえて、非常に臨床的にも有意義な分類と考える。

我々の過去に行った豚を用いた動物実験より、豚の正常な蜂巢発育過程およびその蜂巢抑制過程は以下の通りである。

豚は下鼓室に連続した乳様突起内に蜂巢を形成しているが、生後乳様突起外側面の骨膜下骨代謝層の線維性造骨により、海綿骨を盛んに形成して乳様突起自体が外方へと大きく発育していく(生後0～6ヵ月)。同時にその内腔面では含気腔上皮下の骨代謝層で外側で形成された海綿骨組織を骨梁へと作り変えることにより、含気腔が拡大して蜂巢が形成されていく(図14)⁹⁾。一方実験的にこの含気腔内に継続した炎症刺激を作成した場合、含気腔上皮下の骨代謝層がこの炎症性刺激により障害され、海綿骨組織を骨梁へと変換することが出来ず、腔の拡大も停滞するが、これに反し外側の乳様突起の骨膜下骨代謝層では内腔の骨代謝層ほど影響を受けずに継続して海綿骨組織を形成しており、このため乳様突起そのものは大きく発育し、結果として肥厚した骨皮質を有する著明に抑制された乳突蜂巢が形成されている²⁶⁾。すなわち蜂巢形成過程とは、蜂巢の器である乳様突起そのものが外側へとアクティブに発育拡大していく時期に、同部位の内腔面で生じたアクティブな骨代謝の結果による腔形成過程であり、アクティブな腔形成過程であればこそ、その過程が障害された時の影響も大きいと考えられる。豚に見られた下鼓室に連続した乳様突起内での蜂巢形成過程が、人間例では側頭骨の外側後方・下方へと大きく発育していく乳様突起内に生ずることは今回の研究で明らかとなった。

以上より豚の蜂巢形成に伴う骨代謝様式と同様な経過が人間例でも観察された。すなわち人間例においても胎生末期より始まる乳様突起の拡大とそれに伴う蜂巢形成過程は、生後も継続して15歳頃まで進展していくが²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾、この時期に蜂巢内に長期の炎症性刺激が継続することは、後の蜂巢発育抑制を来す重大な因子と成り得る。このため蜂巢発育期に生じた小児の中耳慢性炎症病態に対する確実かつ十分な治療が、後の蜂

巢発育を考えた場合いかに重要な意味を有しているか痛感した²⁷⁾。

参考文献

- 1) Diamant M: Pneumatization of the mastoid bone. J Laryng 72: 343-364, 1958.
- 2) 後藤敏郎, 永田静夫: 乳突蜂巢の再生に就いて. 日耳鼻 49: 609-623, 1946.
- 3) Turmarkin A: On the nature and significance of hypocellularity of the mastoid. J Laryng 73: 34-44, 1959.
- 4) Ojala L: Pneumatization of the bone and environmental factors. Acta Otolaryngol Suppl 133: 1957.
- 5) 青木和博, 江崎史朗, 本多芳男: 中耳病態の側頭骨含気蜂窩発育に及ぼす影響. 耳展 25: 249-254, 1984.
- 6) Hammar JA: Studien über die Entwicklung des Vorderdarms und einiger angrenzender Organe. Arch mikr Anat 59: 471-628, 1902.
- 7) Proctor B: Attic-aditus block and the tympanic diaphragm. Ann Otol 80: 371-375, 1971.
- 8) Reichert C, Bast TH and Anson BJ: The Temporal Bone and the Ear 1949: Charles C Thomas, Springfield, Ill.
- 9) Anson BJ and Bast TH: Development of the incus of the human ear. Quart Bull Northw Univ Med Sch 33: 110-119, 1959.
- 10) Bast and Anson: The temporal bone and the ear. Charles C Thomas, Springfield, Illinois, 1949.
- 11) 松村元良: 側頭骨内顔面神経に関する発生学的研究: ヒト胎児における組織学的観察. 日耳鼻 84: 815-825, 1981.
- 12) 大島昭夫: 本邦人胎児聴器骨化過程の超軟X線および Alizarin red 骨染色による観察. 日耳鼻 74: 1226-1234, 1971.
- 13) 高原滋夫: 超軟X線装置を応用せる聴器骨化過程の胎生学的研究. 日耳鼻 70: 440-444, 1966.
- 14) 光増 昭: 中耳 pneumatization の遺伝形式について. 日耳鼻 58: 303-312, 1954.
- 15) 小林 泰: 中耳 pneumatization の生後の発育に関する研究. 日耳鼻 57: 196-205, 1954.
- 16) Wittmaach K: Schleimhautkonstitution und pneumatisation. Archivf Ohren- Nasen-U Kehlkopfheil Kunde Bd 132: 261-274, 1932.
- 17) Proctor B: The development of the middle ear space and their surgical significance. J Laryng 78: 631-648, 1964.
- 18) Bast TH and Forester HB: Origin and distribution of air cells in the temporal bone. Arch Otolaryngol 30: 183-250, 1939.
- 19) Schwarzbart A: The pneumatization of the temporal bone: A new concept. J Laryng 73: 45-47, 1959.
- 20) Schwarzbart A: Repneumatization of the tympanic cavity in otosurgery. J Laryng 74: 541-551, 1960.
- 21) 後藤敏郎: pneumatization の成立とその臨床. 日耳鼻 56: 1028-1049, 1952.
- 22) 新沢章二: 周産期新生児聴器の病理組織学的研究 (特に中耳を中心として). 日耳鼻 72: 759-778, 1968.
- 23) Wittmaach K: Über die normale und Pathologische Pneumatisation des Schläfenbeins entschleisslich ihrer Beziehungen suder Mittelohrkrankungen. Jena East Germany, Fischer, 1-64, 1918.
- 24) 土田武正: 側頭骨含気腔について. 耳鼻臨床 45: 111-116, 1952.
- 25) Meyer M: Die Erkrankungen des Ohres bei Influenza. Ztsch Hals- Nasen-u Ohrenh 29: 106-112, 1931.
- 26) 江崎史朗, 清水佐和道, 森川清見, 菊池康隆, 青木和博 他: 中耳炎症病態より見た鼓膜所見並びに蜂窩発育抑制 (動物実験). Ear Res Jpn 14: 45-47, 1983.
- 27) 青木和博, 本多芳男: 滲出性中耳炎と側頭骨含気蜂窩との関係. 耳喉 56: 779-785, 1984.
- 28) Rubensohn G: Mastoid pneumatization in children at various ages. Acta Otolaryng 60: 11-14, 1965.
- 29) Diamant M: Mastoid pneumatization and normal curve distribution. Acta Otolaryng 60: 1-10, 1965.

本研究に利用した研究費の一部は文部省科学研究費を利用した。なお本稿の要旨は第33回日本基礎耳科学会において発表した。

(原稿受付 昭和62.11. 9日)

別刷請求先 〒125 東京都葛飾区青戸6-41-2

東京慈恵会医科大学青戸病院耳鼻咽喉科 青木和博