

## ヒトの鰓弓について——発生学ノートより——

後藤 仁 敏\*

## I まえがき

筆者は、4年ほど前から歯学部の解剖学教室に所属し、人体と歯に関する解剖学・組織学・発生学について、学生への講義や実習を通して学んできた。

当初の興味の中心は、化石となる歯や骨の構造や発生であったが、学んでゆくなかで、歯だけをとりだしてやることよりも、口腔全体、さらに頭蓋顔面領域についての発生や比較解剖に興味をひかれるようになった。なぜなら、原索動物からヒトまでにおいて、頭の部分はもっとも激しい変化がみられる領域であるだけでなく、ヒトの頭部領域の発生過程には、みごとなまでの系統発生のくり返しが見とめられるからである。

個体発生と系統発生の関係の問題をはじめ、生物の進化をあきらかにするためには、化石の資料(古生物学)、いろいろな動物の体制の比較(比較解剖学)、ヒトをはじめ種々の動物の個体発生(発生学)の3つを正しく統一することが必要であることは、いうまでもない(三木, 1974)。

ここでは、まず、ヒトの頭部領域の個体発生の初期に出現する鰓弓と、その後の鰓弓の変化についてのべ、それを古生物学と比較解剖・比較発生によってあきらかにされている脊椎動物の頭部の系統発生と比較することにより、個体発生のなかで系統発生がどのように再現されているかについて考えてみたいと思う。

## II 鰓弓の出現と構成要素

ヒトの胚に鰓弓が出現するのは、受精後約25日目、最初は2対ほどしかみられないが、30日目(頭尾長約7mm)になると、5ないし6対の中胚葉の隆起が、将来顎頸部となる頭屈のすぐ尾方

の腹側に出現する(図1)。この時期は、体節期とよばれ、胚の各器官系のほとんどが確立されるという重要な時期であり、その名のとおりに、後頭部から尾にかけて胚の背部両側に、42から44対の隆起、すなわち体節がみとめられるのが特徴である。

鰓弓と体節との関係については、古くから問題にされているため、鰓弓についてのべる前に、体節について説明する必要がある。体節は、中胚葉が側板・中間中胚葉・索側中胚葉に分化するなかで、脊索に沿う索側中胚葉から形成される。各体節は、後に軟骨や骨を形成する椎板、筋肉を形成する筋板、皮膚の真皮や膜性骨を形成する皮板の3つから構成される。

このような体節の構造が最もよく保持されているのは胸部であり、そこには一組の骨(胸椎と肋骨)と一組の筋(内・外肋間筋など)、そこに走る一組の神経(肋間神経)と一組の血管(肋間動・静脈)といった、はっきりした分節構造がみられる。

この体節こそ、脊椎動物の体を構成する最も基本的な解剖学的単位と考えられているが、ヒトの

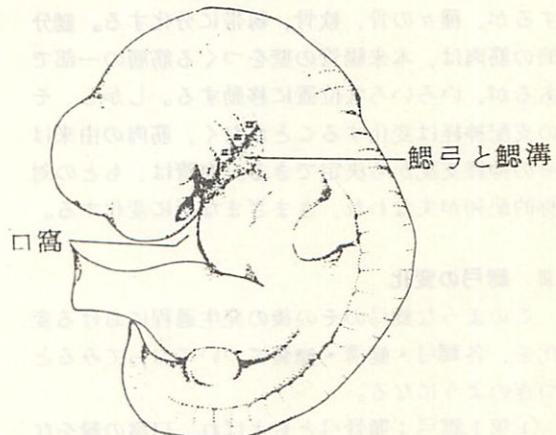


図1. 体節期後期のヒトの胚(31日)(Sperberより)

\* 鶴見大学歯学部解剖学教室

胚においては、後頭部に5対、頸部に8対、胸部に12対、腰部に5対、仙骨部に5対、尾骨部に8～10対出現する。頸・胸・腰・仙骨部では、その数は椎骨と脊髄神経の数に一致しているが、尾骨部ではのちに著しい退化がおり、後頭部では頭蓋の形成により、融合、退化、移動などの大きな変化がおきる。

さて、このような背側の脊索—神経管のまわりの分節構造としての体節に対応して、頭頸部だけではあるが、腹側の腸管の前部（前腸の咽頭）のまわりの分節構造として、鰓弓が発生するのである。しかし、ヒトの発生をみる限りでは、体節と鰓弓の対応関係は、明らかでない。

鰓弓は、外側からみると4つの鰓溝によってしきられているが、内側（咽頭側）には、5対の溝すなわち鰓嚢がならんでいる（図2）。したがって、鰓弓とはいっても、魚類の鰓弓のように、咽頭と外界とを連絡する穴や裂目（鰓裂）はできず、中胚葉性の鰓弓の間にある外胚葉性および内胚葉性の上皮の膜は存在している。

鰓弓は、頭方のものから、第1鰓弓、第2鰓弓、……第6鰓弓とよばれ、第1鰓弓がもっとも大きく、順に小さくなってゆく。このうち、第5鰓弓は一過性で、できるや否やすぐに消失してしまう。

これらの鰓弓は、つぎの4つのものから構成されている（図3）。①鰓弓の骨格を形成する中心の軟骨、②鰓分節とよばれる筋肉、③心臓からでて咽頭壁をまわり背側大動脈へそぐ、鰓弓動脈という血管、④鰓弓の筋肉を支配する脳神経の内臓性運動線維からなる神経。

軟骨は、神経提からくる外胚葉性間葉の細胞によってつくられると考えられており、一部は消失するが、種々の骨、軟骨、靭帯に分化する。鰓分節の筋肉は、本来腸管の壁をつくる筋層の一部であるが、いろいろな位置に移動する。しかし、その支配神経は変化することがなく、筋肉の由来はその神経支配から決定できる。血管は、もとの対称的配列が失なわれ、さまざまな形に変化する。

### Ⅲ 鰓弓の変化

このような鰓弓のその後の発生過程における変化を、各鰓弓・鰓溝・鰓嚢についておってみるとつぎようになる。

①第1鰓弓：顎骨弓ともよばれ、口窩の縁をなす上顎突起と下顎突起からなり、のちに上顎およ

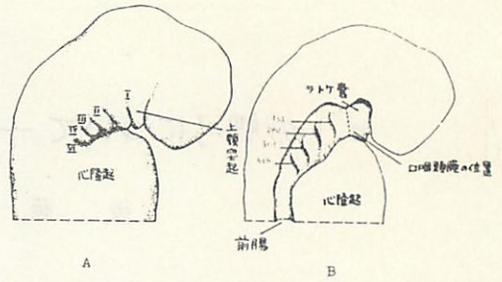


図2. A：鰓弓（I～M）とその間の鰓溝を示す外観  
B：鰓嚢を示す咽頭の内面（Sperberより）

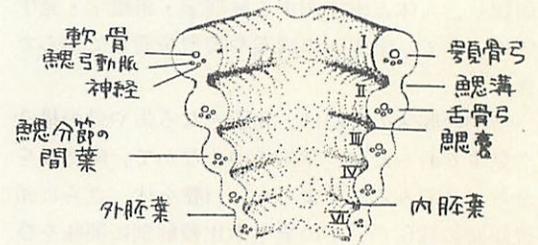


図3. 鰓弓の構成要素を示す模式図（Sperberより）

び下顎となる。第1鰓弓の軟骨は、メッケル軟骨とよばれ、下顎の型をなしているが、その大部分は下顎骨の形成において消失し、わずかにオトガイ小骨だけが、メッケル軟骨の軟骨内骨化によってつくられる。残りの部分は、ツチ骨とキヌタ骨という2つの耳小骨の大部分、蝶形骨棘、前ツチ骨靭帯、蝶下顎靭帯を形成する（図4）。鰓分節筋は、いくつにも分かれて移動し、咀嚼筋（咬筋・側頭筋・内側および外側翼突筋）、顎舌骨筋、顎二腹筋前腹、鼓膜張筋、口蓋帆張筋を形成する。これらの筋は、すべて三叉神経の下顎神経によって支配される。第1鰓弓動脈は残存しない。

②第2鰓弓：舌骨弓ともよばれ、軟骨はライヘルト軟骨であり、アブミ骨の大部分（頭・頸・脚）ツチ骨の柄とキヌタ骨の長脚、側頭骨の茎状突起、茎突舌骨靭帯、舌骨の小角と体の上部を形成する（図4）。鰓分節筋は、アブミ骨筋、茎突舌骨筋、顎二腹筋後腹、顔面の多くの表情筋に分かれる。これらの筋は、顔面神経によって支配される。鰓弓動脈は残存しない。

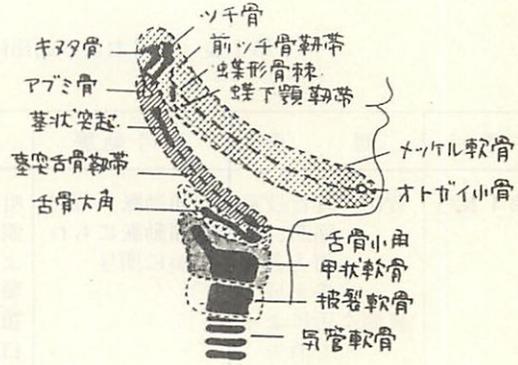
③第3鰓弓：軟骨は、舌骨の大角と体の下部を形成し、他の部分は消失する。鰓分節筋は、茎突咽頭筋をつくり、この筋は、舌咽神経によって支配される。鰓弓動脈は、総頸動脈と内頸動脈の一

部となる。

④第4鰓弓：軟骨は、甲状軟骨を形成すると思われる。鰓分節筋は、輪状甲状筋、咽頭収縮筋、口蓋帆挙筋と口蓋垂筋、口蓋舌筋に分化する。これらの筋は、迷走神経の上喉頭神経によって支配される。第4鰓弓動脈の左側は、大動脈弓を形成し、右側は右鎖骨下動脈と腕頭動脈をつくる。

⑤第5鰓弓：一過性の構造で、形成されるや否や消失してしまい、いかなる構造も残さない。

⑥第6鰓弓：軟骨は、喉頭の輪状軟骨と披裂軟骨をつくるといわれる。鰓分節筋は、喉頭の固有筋をつくり、迷走神経の枝の反回神経によって支配される。第6鰓弓動脈は、その一部が肺動脈となり、残りは、右側では消失するが、左側では動脈管を形成する。動脈管は、出生後退化して動脈管索となる。



- 第1鰓弓
- 第2鰓弓
- 第3鰓弓
- 第4鰓弓
- 第6鰓弓

図4. 各鰓弓の軟骨から由来する器官を示す模式図 (Sperberより)

⑦第1鰓溝：他の鰓溝はすべて消失するが、この鰓溝だけは残存し、深まって外耳道を形成する。外耳道のつきあたりには、第1鰓嚢との間を隔てている外胚葉・内胚葉の膜が、鼓膜として残る (図5)。耳介は、第1鰓溝のまわりの顎骨弓と舌骨弓に3つずつならんだ耳介結節からつくられる。

⑧第2～4鰓溝：第2鰓弓が尾方へ突出してゆくことにより、これらの鰓溝は消失し、頸の平滑な外形がつくりだされる。これらの鰓溝を完全に消失するのに失敗すると、外側に開いた穴 (頸瘻) や、閉じた包 (頸洞、頸嚢包) を生じる (図5)。

⑨第1鰓嚢：前腸の咽頭の両側にある5対の鰓嚢は、背側および腹側にくぼみをつくり、その内胚葉性上皮から多くの重要な器官が形成される。第1鰓嚢の腹側部は舌の形成により消失するが、背側部は外側にむかって深まり、耳管をつくり、その先端は広がって鼓室を形成する。

⑩第2鰓嚢：腹側部は舌の形成により消失するが、背側部はわずかに残存し、扁桃窩を形成し、口蓋扁桃の上をおおうようになる。

⑪第3鰓嚢：腹側部の内胚葉は増殖し、両側から内側尾方に移動して、ひとつの正中に位置する胸腺を形成する。背側部からは、下上皮小体がつくられる。

⑫第4鰓嚢：腹側部の上皮は、胸腺や甲状腺の形成に関与するともいわれている。背側部は、上上皮小体に分化し、甲状腺とともに尾方へ移動する。

⑬第5鰓嚢：第4鰓嚢のなかに小さなくぼみと

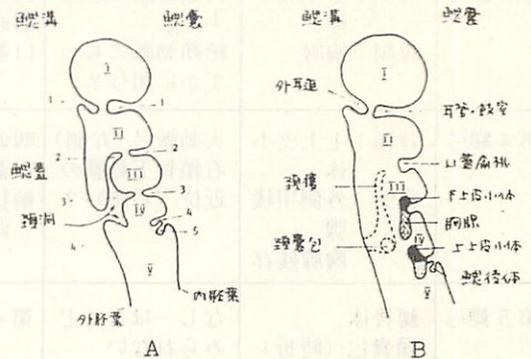


図5. 鰓溝と鰓嚢の発生を示す模式図 (Sperberより)

して存在し、鰓後体を形成する。

⑭咽頭底：以上のほかに、咽頭底から、舌、甲状腺、および気管・気管支・肺が形成される。

舌の粘膜は、前 $\frac{2}{3}$  (舌体) が第1鰓弓から由来し (三叉神経支配)、後 $\frac{1}{3}$  (舌根) はおもに第3鰓弓からつくられ (舌咽神経支配)、舌の最後部と喉頭蓋は第4鰓弓由来 (上喉頭神経支配) とされている。なお、舌筋は、舌下神経によって支配されることから、後頭体節から由来したものと考えられている。

甲状腺は、咽頭底ののちに舌盲孔となる地点から発生するが、第4鰓嚢由来かどうかは、まだ問題があるとされている。

第1表 鰓弓および頭部体節の誘導器官 (Sperber より)

鰓弓	鰓 嚢	鰓弓動脈	鰓分節筋	運動性神経	骨格(内臓頭蓋)
第1鰓弓	背側：耳管鼓室 陥凹，耳 管と鼓室 を形成 腹側：舌によっ て消失	内頸動脈(一部) 外頸動脈にもわ ずかに関与	咀嚼筋(咬筋・ 側頭筋・内側お よび外側翼突筋) 顎舌骨筋， 顎二腹筋前腹， 口蓋帆張筋， 鼓膜張筋，	V 三叉神経の下顎 神経中の運動枝	上顎突起と口蓋板， キヌタ骨，蝶形骨， ツチ骨，前ツチ骨靱帯， 蝶下顎靱帯，および メッケル軟骨由来 の下顎骨の芯
第2鰓弓	背側：扁桃窩と 口蓋扁桃 の形成に よりみた される 腹側：舌によっ て消失	アブミ骨動脈 (一部) 顔面動脈にも わずかに関与	表情筋， 顎二腹筋後腹， 茎突舌骨筋， アブミ骨筋	VI 顔面神経	アブミ骨，茎状突起， 茎突舌骨靱帯， 舌骨の小角と体上部 (ライヘルト軟骨)
第3鰓弓	背側：下上皮小 体 腹側：胸腺	内頸動脈の近位 1/3， 総頸動脈にもわ ずかに関与？	茎突咽頭筋， 咽頭上部の筋？， 口蓋舌筋？	X 舌咽神経 (咽頭神経叢)	舌骨の大角と体下部
第4鰓弓	背側：上上皮小 体 腹側：外側甲状 腺 胸腺残存	大動脈弓(左側) 右鎖骨下動脈の 近位(右側)？	咽頭収縮筋， 口蓋帆挙筋？ 輪状甲状筋， 頭筋	X 迷走神経の上喉 頭神経 (咽頭神経叢)	甲状軟骨， 喉頭軟骨
第5鰓弓	鰓後体， 頸嚢包(時折)	なし-ほとんど みられない	第4鰓弓と同じ		甲状軟骨と喉頭軟 骨の下部，
第6鰓弓	なし	左右の肺動脈の 近位と動脈管の 大部分(左側)	輪状甲状筋を除 く喉頭筋	X 迷走神経の下喉 頭神経	輪状軟骨 (おそらく)
鰓弓より 後の領域			僧帽筋， 胸鎖乳突筋	XI 副神経， 脊髄神経	気管軟骨??
4つの後頭体節			筋節筋，内舌筋 茎突舌筋 舌骨舌筋 オトガイ舌筋 } 外 舌筋	XII 舌下神経	椎節 後頭骨
前脊索体節			外眼筋？	III 動眼神経 IV 滑車神経 V 外転神経	
頸体節上部			オトガイ舌骨筋 舌骨下筋	脊髄神経C 1, 2	頸椎

呼吸器の原基は、第3週ころに、咽頭底の尾側端から内胚葉上皮の突出として出現し、後に、前腸の腹側を尾方にのびて、気管・気管支・肺を形成する。肺動脈は第6鰓弓動脈から由来する。

以上をまとめると、第1表のようになる

#### IV 頭部の系統発生

このように、ヒトの顔面・口腔・咽頭領域の発生においては、鰓弓が基本的構造であり、鰓弓のその後の変化によってさまざまな器官が形成されていくのである。

それではつぎに、以上みたヒトの鰓弓の発生と変化を、脊椎動物の頭部領域の系統発生における変化と比較して論じてみよう。

鰓弓は、古生代初頭の原始脊索動物においては、腸管の前方にある濾過摂食装置として、最初からそなわっていた基本的な器官であった。それは、背側に位置する脊索-神経管という動物性器官（感覚-運動に關する器官の総称）に対して、腹側に位置する腸管-血管という植物性器官（栄養-生殖に關する器官の総称）の重要な一部分を構成した。オルドビス紀に出現した無顎類以上では、呼吸という重要な機能をにうことになった。

そして、脊索-神経管のまわりの中胚葉の隆起からなる分節構造として体節が出現したのに対応して、鰓弓は腸管-血管のまわりの分節構造として出現したものとみることができる。したがって、体節-鰓弓の構造こそ、脊椎動物の頭部の基本構造であると考えられる。<sup>\*</sup>

しかし、前述したように、ヒトの胚には後頭部より頭方には体節がみられず、鰓弓と体節との関係も明らかではない。これに対し、Goodrich と西は、サメの胎児において、脊椎動物の頭部の原形をみごとな模式図に描いている（図6）。

この図はつぎのようなことを意味している。脊

\*Romer (1970) などのように、体節と鰓弓は無関係であるという考えをとる学者も多い。

\*\*後頭部より頭方には体節がなく、眼筋の原基は体節とは関係がないと考える学者も多い。また、Halstead (1969) のように、このような頭の先端まで分節構造をそなえた動物を仮定する必要はない、と考える学者もいる。なお、頭部の構成における系統発生については、わが国では、田中(1974)によって研究がすすめられている。

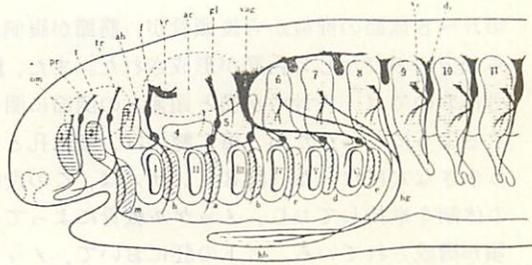


図6. 頭部の分節模式図（サメの胎児）（Goodrich および西より）

1-11: 筋節, I-V: 鰓裂, m: 顎骨弓筋, h: 舌骨弓筋, a-e: 鰓弓筋, hb: 鰓下筋(舌筋), ac: 内耳を包む軟骨包  
 神経(頭方から) om: 動眼神経, pr: 深眼神経, t: 滑車神経, tr: 三叉神経, ab: 外転神経, f: 顔面神経, vc: 内耳神経, gl: 舌咽神経, vag: 迷走神経, vl: 第1脊髄神経前枝, dl: 第1脊髄神経後枝, hg: 舌下神経

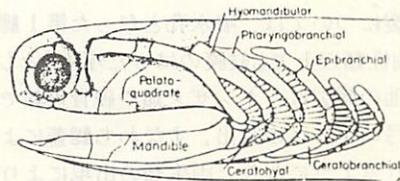


図7. アカントーデスの頭部骨格（Watsonより）

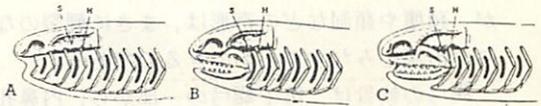


図8. 顎骨弓と舌骨弓の進化を示す模式図（Romerより）A: 無顎類の段階, B: 顎の出現, C: 舌顎軟骨(H)が顎の支持をおこなうようになるため、鰓裂から噴水孔(S)ができる。

脊椎動物の頭部には、本来8対の体節が存在しており、その延長として8対の鰓弓がならんでいた。<sup>\*\*</sup>ところが、脊椎動物の進化上での第1の革命といわれる顎の形成により、最も頭方の鰓弓は退化し（軟骨魚類にみられる唇軟骨がこの残存であるという）、2番目の鰓弓が顎骨弓となり、その尾方に6対の鰓弓がならぶことになった（その最初の記録は、シルル紀の地層から発見されているアカントーデス類（図7）である）。

その後、体節においては、第1~3体節の筋節は、眼球の発達にともなって眼窩中の眼筋となり、第4・5体節は内耳の発達などによって消失し、

第6～8体節の椎板から後頭骨が、筋節が腹側から頭方にのびだして舌筋が形成された。また、鰓弓においては、舌骨弓が顎と頭蓋との関節に関与するようになったため、第1鰓裂は、噴水孔という小さな穴になった(図8)。サメは、この段階の体制を維持しており、メッケル軟骨によって下顎が構成されている。ヒトの胚において、メッケル軟骨の上に歯胚が出現するが、その様子は、まさにこの軟骨上に存在するサメの歯の姿の瞬間的な現れと思われる。

デボン紀におこなわれた脊椎動物の上陸という第2革命によって、全身的な体制の大きな変化がおきるが、なかでも頭頸部は著しく変化するのである。すなわち、気管一肺が鰓弓の尾側端から形成され、呼吸器としての機能を失った鰓弓は、全面的に退化し、本来鰓弓のあった領域が細くなって、顎が形成されるのである。そして、鰓弓の諸要素は、それぞれの運命をたどることになる。

鰓裂については、噴水孔となった第1鰓裂だけが、両性類以上でも鼓膜のはった外耳孔として残り、その他の鰓裂は、キンザメ類や硬骨魚類では、第2鰓弓の尾方への突出、すなわち鰓蓋によっておられるようになり、両生類の出現により頭部の外側に完全に融合してしまう。このような過程は、ヒトの胚においてもまったく同様にくり返されるが、頸瘻や頸洞などの奇形は、まさに鰓裂のなごりの出現とみなすことができるのである。\*

鰓弓の軟骨は、第1鰓弓の一部から、内鼻孔魚類から爬虫類までにみられる一次口蓋と、哺乳類において出現する二次口蓋が形成される。第1および第2鰓弓の軟骨は、爬虫類までは顎関節に関与していたが、哺乳類になるとその大部分が退化して、鼓室のなかに入り耳小骨となる。また、第2から第6までの鰓弓軟骨から、両生類以上で、舌骨および喉頭軟骨が形成される。気管軟骨も、おそらく古い第6鰓弓より尾方の鰓弓軟骨のあらわれかもしれない。

鰓分節の筋肉については、第1鰓弓のものが頭蓋と下顎骨を結ぶ咀嚼筋となって顎運動をおこなっている姿は、鰓弓の筋肉の基本形をとどめているが、第2鰓弓のものは、その役割を大きく変えて、中生代における哺乳類の進化によって、耳の下から顔面表層にはりだし、種々の表情筋を形成した。ヒトでは、これらの筋が豊かに発達して、さまざまな感情のあらわれをつくっている。第3

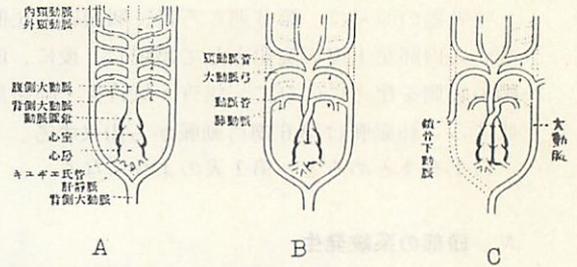


図9. 心臓および鰓弓動脈の変化(西より)

A: サメ類, B: 両生類, C: 哺乳類

～6鰓弓の筋は、咽頭、喉頭、食道のまわりの筋に分化する。

鰓弓動脈は、上陸とともに大きな変化をおこす。すなわち、第1、2および第5鰓弓動脈は消失し、第3鰓弓動脈は内・外頸動脈の一部となり、第4鰓弓動脈が大動脈弓をつくって背側大動脈につら

\*このように、奇形の多くは、系統発生のあらわれとみることができ、このほかにつぎのようなものがあげられる。

- ①外胚葉性異形成：毛・歯・爪・汗腺などの外胚葉性誘導体の形成不全(爬虫類化)。
- ②鎖骨頭蓋骨異骨症：外骨格の欠如(軟骨魚類化)。
- ③軟骨發育不全症：内骨格の形成不全。
- ④口蓋裂：二次口蓋をもたない内鼻孔魚類・両生類・爬虫類的段階のあらわれ。
- ⑤動脈管開存：第4鰓弓動脈をもつ魚類・両生類的段階のあらわれ。
- ⑥海豹肢症：四肢の長骨がなく、手足が直接体幹についている魚類的段階のあらわれ。
- ⑦心房・心室中隔の異常：2心房2心室をもたない爬虫類以下のあらわれ。
- ⑧潜伏精巣：精巣が骨盤腔にとどまっている下等哺乳類以前の段階のあらわれ。
- ⑨多乳頭症(副乳)：一般的な哺乳類的段階のなごり。
- ⑩尾の残存：第三紀漸新世のパラピテクス以前のなごり。

このような例は、他にも多くあると思われるが、系統発生の目でみれば、異常こそ正常であり、異常のなかに正常をみつけだすことこそ、古生物学と病理学の協力によらねばならないと思われる。なお、系統発生的に古く獲得されたものは、新しく獲得されたものよりも変異性が少なく、したがって、奇形がおきる率も少ないといわれている。

なり、第6鰓弓動脈が肺動脈となる。第3と第4鰓弓動脈の連絡は、動脈管として残ることがある。つづいて、鳥類では、左大動脈根が消失し、右大動脈根が大動脈弓となるが、哺乳類では、左大動脈弓が大動脈に接続し、右大動脈弓は右鎖骨下動脈を形成する(図9)。

軟骨、筋肉、血管は、容易に移動、分節化、消失するが、神経はその経路が二次的に変化することがない。したがって、その領域の神経支配をしらべることによって、その起源をあきらかにすることができるのである。すなわち、脳神経の基本的要素は、サメからヒトまではほとんど変化しておらず、それらは、つぎの3つのタイプに分けられる。

①特殊な感覚をつかさどる嗅・視・内耳(側線)神経、②脊髄神経の前根にあたる体性運動神経である動眼・滑車・外転・舌下神経、③後根にあたる体性および内臓性知覚神経と内臓性運動神経である深眼(三叉神経の眼神経)・三叉・顔面・舌咽・迷走および副神経。このうち、②は体節を、③は鰓弓を支配する筋肉で、動眼-深眼神経が第1体節-顎前弓に、滑車-三叉神経が第2体節-顎骨弓に、外転-顔面神経が第2体節-舌骨弓に、舌咽神経が第3鰓弓に(第4、5体節は出現しない)、舌下-迷走・副神経が第6~8体節-第4~6鰓弓にそれぞれ分布する。このような基本的配列をしていた神経も、体節-鰓弓の変化にともなって、いろいろな方向にのびてゆくのである。

鰓嚢および咽頭底の内胚葉から由来する器官については、甲状腺と胸腺は魚類以上から、上皮小体は両生類以上から出現する。舌は口腔底の高まりとして、軟骨魚類以上から出現すると考えられるが、舌筋がよく発達するようになるのは両生類の親以上である。唾液腺は、哺乳類の出現により、二次口蓋が形成され、頭蓋・下顎・咀嚼筋・頬・舌・臼歯の働きによって口腔内消化がおこなわれるようになって、完成された。気管-肺が確立されるのは、デボン紀の内鼻孔魚類からであり、おおくの硬骨魚類では、うきぶくろに変化している。

以上のような系統発生における変化は、ヒトの発生においても、まったく同様に再現されるのはもはやきわめて明りょうである。

しかし、脊椎動物の頭部を構成する基本的要素は、**体節-鰓弓**だけではない。これに加えて、もうひとつの基本的要素として、**感覚器-脳**をあげることができる。すなわち、脊椎動物の頭部前面

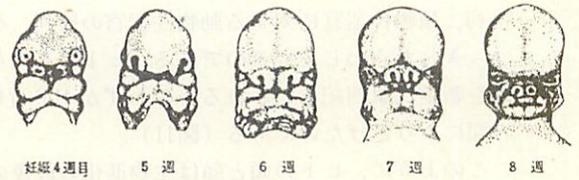


図10. ヒトの顔の発生(三木より)

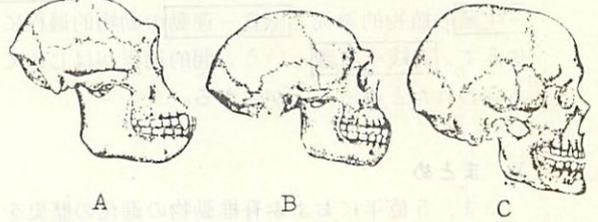


図11. 脳の急速な発達と咀嚼器の退化(三木より)

A: 猿人(100万年前), B: 原人(50万年前), C: 現代人

面には、植物性器官(呼吸器と消化器)の入口である鼻と口があるだけでなく、動物性器官の入口である感覚器と、それに対応して発生した神経管(脊髄)の前部のふくらみ、脳が存在しているのである。鼻・眼・耳に対応して、前脳・中脳・後脳が発達した。

感覚器は、それぞれの役割の度合の変化にともなって、その位置を変え、大きな鼻が正中部に小さく位置するようになり、眼は前方内側にならぶようになり、耳は下顎の下から上昇する。このような過程は、ヒトの顔面の発生において再現され、そこに脊椎動物の歴史をみることができ(図10)。

脳は、哺乳類において前脳が著しく発達して大きな大脳半球を形成し、さらにヒトにおいてはその前頭葉がとくに発達して、大きな脳頭蓋がつけられる。いま、脊椎動物の進化における最後の段階、すなわちサルからヒトへの進化にあつて、頭部は大きな革命をおこした。すなわち、古く鰓弓から由来した顎口腔領域の咀嚼器からなる顔面頭蓋は、手による料理のために全面的に退化し、それにかわって、著しく発達した大きな脳頭蓋が形成されたのである。オーストラロピテクスにあつては、脳頭蓋と顔面頭蓋の比は1:1であるのに現代人では2.5:1\*となっており、顔に対する頭の

\*ヒトの脳頭蓋と顔面頭蓋の比は、新生児で8:1、2才で6:1、5才で5:1、成人で2.5:1であり、子供ほど相対的に頭が大きいのは、未来のヒトの姿を暗示しているものと考えられる。

勝利、植物性器官に対する動物性器官の勝利、をはっきりあらわしているのである。ヒトはこの革命を新生代第四紀といわれるこのわずか100万年の間にやりとげたのである(図11)。

このように、ヒトの頭と顔は生物進化の最後の革命を意味するものであり、これによって、栄養—生殖の植物的過程と感覚—運動の動物的過程に加えて、実践—認識という人間的過程がはじめてあらわれたとみることができる。

## V まとめ

いま、5億年におよぶ脊椎動物の進化の歴史をみわたせば、カンブリア紀における原始脊索動物の出現以後、顎の獲得、上陸、恒温性と胎盤の獲得、直立といった進化の各段階において、頭部領域には何度かの大きな変化がおこることがわかる。すなわち、動物性器官(脊索—神経管)と植物性器官(腸管—血管)の単純な結合として出現した原始脊索動物の段階、そこに体節—鰓弓という分節構造が確立される段階、感覚器と脳が発達し鰓弓から顎が出現する段階、上陸にともなって鰓弓が退化し、感覚器の一層の発達がおきる段階、恒温性にともなって口腔内消化と脳が発達する段階、直立による咀嚼器の退化と大脳の巨大化、ヒトの顔と頭が完成される段階がみられる。

そして、ヒトの個体発生は、このような5億年にもおよぶ歴史を、ほんの瞬間的ともいふべきわずかな期間に、しかし各段階を順序正しくおって再現するのである。このことは、まさに系統発生の歴史性の反映としての個体発生の論理性を意味することにはかならないのではないと思われる。ここにヒトの進化をあきらかにする鍵があり、脊椎動物研究の大きな展望があるのではないだろうか。これは、他の無脊椎動物の体制が、すでにカンブリア紀に確立されているのに対し、ひとり脊椎動物だけが、その体制の変革をこの5億年間に各段階をおってやりとげてきたことにもとづくのである。

個体発生と系統発生の問題は、ヘッケルによって1866年に「反復説」が提唱されて以来、おおくの生物学者と古生物学者がさまざまな見解をと伝えてきている。わが国でも徳田ら(1953)における討論や、井尻(1968)による紹介があり、最近では、井尻(1975)がその理論的説明をおこなっている。

筆者は、この小論において、ヒトの発生と脊椎動物の系統発生について、教科書的な事実を紹介し、脊椎動物の研究についての興味と意味を提起したまでである。浅学のため、多くの誤りや独断、かたてな類推があると思われるが、会員諸氏の御叱責、御批判をお願いする次第である。

最後に、筆者に解剖学への興味を最初に与えてくださった三木成夫氏、有益な討論をしていただいた脊椎動物の進化に関する勉強会の会員諸氏、および頭蓋顔面発生の勉強会に参加されている東京医科歯科大学の学生諸氏に、あらためて深謝の意を表したい。

## 参考文献

- 赤崎兼義編(1960):病理学総編. 南山堂, 東京.  
コルバート著(田隈本生訳)(1967):脊椎動物の進化, 上・下, 築地書館, 東京.  
Goodrich, E. S. (1958): Studies on the Structure and Development of Vertebrates. vol. 1, 2, Dover, New York.  
Halstead, L. B. (1969): The Pattern of Vertebrate Evolution. Oliver & Boyd, Edinburgh.  
Hamilton, W. J. and Mossman, H. W. (1972): Human Embryology. 4th ed., Heffer, Cambridge.  
井尻正二(1968):人体の矛盾. 築地書館, 東京.  
———(1975):ヘーゲル「精神現象学」に学ぶ. 築地書館. 東京.  
ラングマン著(沢野十蔵訳)(1967):人体発生学—正常と異常. 医歯薬出版, 東京.  
三木成夫(1966):解剖学ノート. 高校看護. 看護一般Ⅱ, メジカルフレンド社, 東京.  
———(1974):ゲーテの形態学と今日の人体解剖学. 理想, No. 495, pp. 62—72.  
森 於菟・大内 弘(1969):筋学. 解剖学1, 第10版, 金原出版, 東京.  
西 成甫(1931):比較解剖学. 岡書院, 東京.  
Romer, A. S. (1970): The Vertebrate Body. 4th ed., Saunders, Philadelphia.  
———(1933): Man and the Vertebrates. Vol I, II, Penguin Books, Harmondsworth.  
Sperber, G. H. (1973): Craniofacial Embryology. Wright, Bristol.  
田中重徳(1974):ホシザメの脊髓神経に関する比較解剖学的研究. 解剖誌, Vol. 49, pp. 217—248.  
徳田御絵編(1953):現代の進化論. 理論社, 東京.