

動脈の同定規準について

松本 真

動脈の同定ないし相同決定のための規準について、レマネおよびダイヤモンドを参考にしながら次のように再整理した。すなわち、動脈そのものの特徴として分岐の起始、分枝、終枝、吻合、他枝との位置関係、分布領域があげられ、また静脈、神経、筋や臓器および骨との位置的關係が経路に関する同定の根拠となる。さらに時間的な要素を含むものとして入れ子の関係で、個体発生上の継続、種内変異上の接続、種間変異上の接続が順にあげられる。これらの分析によって動脈の相同性とその進化が明らかにされ、人体の特殊性や自然界におけるヒトの位置づけへの理解が深まるものと期待される。(平成6年5月9日採用)

Criteria for the Identification of Arteries

Shin Matsumoto

The criteria for identification of arteries are discussed and summarized as follows. The characteristics of the arteries themselves are their origin, branches, end branches, anastomoses, positional relationships with other branches, and their territory of supply. The courses of the arteries are based on their relationships with veins, nerves, muscles, and other organs including bones. The continuities during ontogenetic development and the sequences among intra- and interspecific variations are keys to discrepancies. These analyses of arterial homologies and evolutionary changes lead to an understanding of the specialization of the human body and the place of humans in nature. (Accepted on May 9, 1994) *Kawasaki Igakkaishi* 20 Suppl : 127-132, 1994

Key Words ① Artery ② Identification ③ Homology ④ Variation

はじめに

臨床医学においては、診断や手術に際し血管の同定はきわめて重要である。血管は全身に分布しており、血管と無関係な器官はない。ことに疾患部位や手術の対象が血管そのものであったり、主要な血管の存在が重要な意味をもつ場合には、血管の正しい同定はもっとも基本的な

こととなる。

この同定のために解剖学用語や臨床上の慣用名があるわけだが、ここで現実的な問題となってくるのが個体変異である。個体変異は正常な範囲のものでも、背丈や体重のようなものから筋や神経・各臓器にまでいろいろな程度で認められるが、血管はからだの構造のうちでももっとも変異に富んでいる。

したがって動脈を同定するためには教科書的

な名前だけでなく、局部ごとの変異を把握しておくことが必要である。しかしその変異がどのようなものであるかよく分かっていないものもあれば、また診断や手術の方法が発達することによって、より繊細なレベルの変異が新たに問題になることもある。

血管の同定が容易でないことは個々の臨床の場のみならず、変異そのものを調査・分析する基礎的な研究においても同様である。それではこのような課題を考えるとときに規準とすべき方法はあるのだろうか。この問題について、これまで示されている考え方を紹介し、考察を加えることにしたい。

相 同 の 概 念

動脈の同定とは、対象である個体の特定部位の動脈を何と呼ぶかということである。名前を与える根拠は、過去に記載された名前を使うにしろ、整理しなおして新しく命名するにしろ、個体間の共通性にある。つまり別々の個体に対して同じ血管名を与えるのは、その血管どうしが同じものであると判断するからである。この“同じものである”ということ、(特殊)相同と呼んでいる。

相同という概念は、形態学のみならず比較生物学全般における最も根本的な概念で、本来は異種間の比較の際の原理である¹⁾。たとえば別々の人であっても、またイヌでもネコでも顔面の中央の構造物を同じく「鼻」と呼ぶのは、それらを同じものだとみなすからである。しかしそのように自明そうな器官ではなく、もっと細部の構造についてはどうか。問題は、どんな規準が満たされれば「同じもの」つまり相同であると判断してよいかということになる。

形態を要因論的に考えると、その特徴発現の基礎は遺伝子にある。ある構造を相同と考えるというのは、相同な遺伝子が個体間あるいは異種間で共有され、それが発現した結果だとみなしているということである。したがって一見違うように見える構造でも、本来は同じ遺伝子ま

たは同じ座位の遺伝子が想定されれば相同である。逆に外見は同じように見えても、それに関わる遺伝子が無関係ならば相同ではありえない。ただし現在のところ、解剖学的に問題となる形態特徴と遺伝子の関係が明らかになっているものはきわめてまれである。

話を形態の相同関係にもどすと、たとえばニワトリの翼とヒトの上肢は相同だが、イカの眼とヒトの眼は相同ではない。そして、この相同関係を認めるということは、ニワトリとヒトが共通の祖先からある時期に別々に進化したという系統発生上の関係を認めることにほかならない。

レマネの相同規準

相同に関する一般的な定式化を行ったのはレマネである²⁾。レマネが与えた規準はハンソン³⁾によれば、

- 1 位置規準
- 2 構成規準
- 3 系列規準

とされている。

レマネの原著では、これらはそれぞれ

- 1 位置の規準
 - a 局所的な位置の類似
 - b 幾何学的に類似する形状または構造の位置的類似
 - c 構成系における位置の類似
- 2 構造の特殊な質の規準
- 3 中間型による連接の規準 (定常規準)

と書かれており、ハンソンの第2規準は1cと紛らわしくなっている。

規準を何と呼ぶかはともかくとして、レマネは具体的な例にもとづいて補助規準などを設けながら詳しく論じている。しかしこれらの規準は一般性をもたせてあるので、あいまいに感じられるのはやむをえないし、実際にこれに照らせば相同性を容易に決定できるというものでもない。どんな分類群のどんな形質を対象とするかによって、その変異性の意味を分析しながら

結論を導かねばならない。

考 察

ダイヤモンドの動脈の相同規準

ダイヤモンドはアブミ骨動脈を中心に発生学的・比較解剖学的に研究した際に、動脈の相同関係を決める規準を以下のようにまとめている^{4),5)}。形質が動脈系に限定され、対象も霊長類に限られているから、規準はレマネのものより具体的になっている。

- 1 個体発生上の継続
- 2 位置関係の類似
- 3 神経の伴行
- 4 他の動脈との連結
- 5 種間の変異勾配
- 6 種内の変異勾配
- 7 分布領域
- 8 共存性
- 9 静脈、静脈洞との関係

ダイヤモンドの説明にはまわりくどい表現もあるが、意図しているところは明瞭である。しかしこれらの規準は動脈の相同決定について網羅しているようだが、きちんと整理されているとはいえない。

ある個体における動脈の形態に関する項目は2~4, 7~9である。そのうち動脈そのものの形態としては、4, 7, 8があげられる。ただし、7は動脈が分布する部位の器官に関係している。他の器官系との局所関係として静脈が9, 神経が3, 筋が2, 骨が2, 9にあげられている。静脈と骨の特徴をとくに項目9にまとめているのは、ダイヤモンドが頭蓋冠でこの関係を詳しく調べたことと無関係ではない⁴⁾。また、8の共存による相同性否定の規準は4に含まれてもよいものだが、ダイヤモンドが脳頭部血管を議論したときにこれを主要な根拠に用いた経緯がある⁵⁾。

これらは個体の各構造が規定される3次元空間における特徴である。しかし生物のからだは個体発生をへて変化し出来上がるのであり、項

目1の個体発生上の継続というのは3次元空間とは独立な時間軸上の問題である。個々の時点で上記の諸特徴が存在する。

5と6の変異勾配というのは個体や種を超えた特徴で、やはり時間に関係があるが個体発生における時間とはスケールが違うし、個々の変異は不連続である。種内変異と種間変異の違いは小進化と大進化に対応しており、断絶のレベルも大きく異なる。

したがって、1から9で述べられている特徴は対等なものではなく、個体のある時点での特徴、その個体発生的変化、種内変異、種間変異が順に入れ子の関係にあると考えられる。

規準の再整理

レマネやダイヤモンドの考えを参考にしながら、動脈同定のための規準をまとめると次のようになるだろう。

- 1 動脈そのものの特徴
 - a 分岐の起始
 - b 分 枝
 - c 終 枝
 - d 吻 合
 - e 他枝との位置関係
 - f 分布領域
- 2 静脈との関係
- 3 神経との関係
- 4 筋や臓器との関係
- 5 骨との関係
- 6 個体発生上の継続
- 7 種内変異上の接続
- 8 種間変異上の接続

前章の最後に述べたように、これらは同等な特徴ではなく、(((1~5)6)7)8のような入れ子関係にある。紙数の都合上詳論はできないが、以下これらの項目について概説する。

まず、末梢域の動脈はその分布域(1f)によって命名されるべきである。血管のもっとも本質的な機能は末梢を栄養することにあり、それぞれの器官との関係はレマネの第2規準に相当

して、ある程度絶対的なものである。

動脈の基部や経路は、1a, e, 2, 3, 4, 5から同定されることになる。すなわち、どのような本幹から分かれ、どのような経路をとって、何という終枝になるかによって名称が与えられる。これらはレマネの第1規準、第2規準の複合であり、1b, c, d はやや副次的な特徴といえる。動脈系の変異はこの基部や経路にあることが多く、心臓から末梢までのつながり方は必然的ではなく、いくつかの可能性を示している。細かな特徴の違いに対応した名称を作ってそれぞれの変異を区別するのは実用上煩瑣で、必ずしも正当ではないこともあるだろうが、本来は別のものを混同して認識していると形態の本質を見誤ることになる。

よく知られている例として、肩甲骨の内側縁にそって下行する肩甲背動脈には、甲状頸動脈の枝である場合と鎖骨下動脈のもっと外側から直接起る場合とがある(Fig. 1)⁶⁾。これなどは、個体によってこんなにかげはなれた起始部から動脈がどうやって同じ末梢にたどりつくのかと考えると訳がわからなくなるが、起始が別物であることに気づけば容易に納得がいく。末梢部と起始部の異なる組合せがどのようにして生じるかという問題は、後で述べる個体発生と深い関係がある。

静脈は毛細血管をつうじて動脈につながったものであり、局所的にも伴行しあうから、お互いの関係が他の器官より密接なのは当然である。

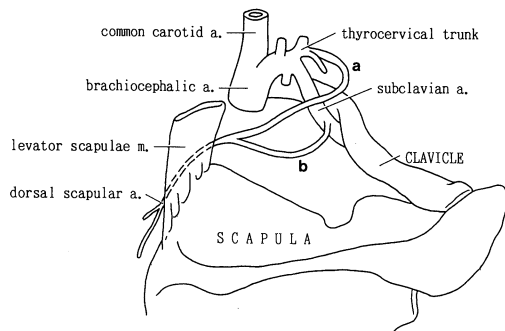


Fig. 1. Two alternative origins of the dorsal scapular artery : a, via the thyrocervical trunk ; b, directly from the third part of the subclavian a.

しかしこの場合、静脈は動脈に伴行するべく二次的に形成されたものなので、静脈から動脈を同定することは本末転倒になりかねない。また静脈系はいろいろな部分で静脈叢をつくり、動脈系よりも変異が大きいのがふつうである。しかし、しばしば出現する右副肝動脈は門脈の背側を走向するというように、動脈とは独立な主要静脈に対する位置関係が動脈同定の根拠になることもまれではない⁷⁾。

とりわけ体壁系においては、末梢神経にも動脈との伴行がよく認められる。神経ないし神経被膜自身も血液の供給を必要とすると思われるし、ともに末梢に向かって走行し分布する点で両者は共通している。途中の通路を共有するには、何らかの機械的な要因が関係しているとも考えられる。しかし上腕動脈は正中神経に伴行するのに、その終枝である尺骨動脈と橈骨動脈はそれぞれ同名の神経に伴行して、前腕部で正中神経に伴行する枝は細枝になってしまうように、伴行関係が途中で変化することもよくある。中枢と末梢を結ぶ関係において神経系のほうが動脈系よりも安定的なのは確かなようで、神経およびそれに対する位置関係は動脈同定の最も有力な根拠となりうる。

項目4や5にあげたように、他の器官も経路における動脈同定の根拠となる。しかし逆説的な例として、外側翼突筋の内側を通るか外側を通るかによって頸動脈の名前を区別しないように、これらによる根拠は絶対的とはいえない。骨と軟組織を分けたのは、骨には動脈の走行に関係した構造に名称がつけられているという便宜上のことに過ぎない。実際、骨の孔を脈管や神経が通るといっても、それらが骨に孔をあけてもぐりこむのではなく、もともと走っているものを取り囲んで骨化した結果が孔になるのである。この意味で、骨も軟組織と異なるわけではない。

動脈が神経などよりも変異に富む原因のひとつは、本来別々の動脈が発生途中で吻合によってくっついたり、消長を繰り返したりすることにある。前記の肩甲背動脈の異なる起始はこの

例であろう。また上記の正中神経伴行枝は、もとは発生初期に前腕部の主要な枝として出現する正中動脈である。ふつうは退縮して小枝になるのだが、約8%では手掌に達する枝として残る⁸⁾。このように発生過程の変化パターンが成体の変異として認められるので、動脈の同定や相同関係の決定においては、項目6の個体発生上の継続性やその変化要因を明らかにすることが必須だといえる。

しかし個体の発生過程は連続しているはずだが、実際に観察できるのは別々の個体の不連続な状態でしかない。さまざまな変異の発生上の経過や起因を調べることはきわめてむずかしいし、さらにこれをいろいろな種で比較することはほとんど不可能である。したがって個体発生研究の可能性を模索するいっぽうで、つぎの項目7や8の検討が現実的に有効な方法となってくる。

すなわちできるかぎり豊富な個体数について1から5にあげた個体特徴を明らかにし、その種内変異を根拠のある個体発生のパターンに関連させて説明できる動脈相同の仮説を導くことが重要な作業になる。変異のタイプやその頻度を調べるのはもっとも基礎的なことだが、表面的なタイプ分けにとどまらず、相同仮説にもとづいて分類されるのが望ましい。冒頭で述べたように個体差が動脈同定を困難にしているわけだが、じつはその多様性を分析することによって形態の本質の理解が可能になるのである。

ここまではヒトだけに関わっていて、臨床などの実用上はそれで十分と考えられなくもないが、人体の構造も系統発生をへて変化してきたものである。ヒトのからだは何ら機能的に完成

したものでもないし、生物の歴史という過去から解放されてもいない。その過程を明らかにすることは比較生物学的に大切で、理論的にも上記の相同仮説は系統発生的に検証されなければならない。しかしそればかりでなく、他の動物との比較からヒトの形態や変異の意義がいつそう明瞭に理解されることもあり、むしろここではその点を強調しておきたい。

現実に行われる解剖学的研究は項目7や8で、各個体に対して1から5の検討がなされるわけである。この作業はそれだけでは現象論もしくは変異論にとどまることになるが、重要なのは時間軸を考慮に入れた過程論的な理解をめざすことである。同時にまた「個体発生は系統発生をくりかえす」という単純な図式へのあてはめも強くいましめられなければならない。

上記の正中動脈はツパイや原猿類では成体でも手への本幹として存在し、機能する。すなわち正中動脈は霊長類の祖先の段階における成体の主要動脈であったと考えられる⁹⁾。ヒトの個体発生や成体の変異にみられる正中動脈の意義はこのような系統発生的観点からよく理解される。ただしツパイ成体の正中動脈は上腕動脈の枝ではないので、上の結論は単に成体を比較するだけでなく、ツパイの個体発生を調べることによって初めて導かれたという点が重要である。

同定の作業および相同性の検討をつうじてヒトへの動脈系進化の過程を明らかにすることは、人体のその部分の特殊化を理解するよりどころとなり、ひいては自然界におけるヒトの位置そのものの理解につながるものと期待される。

文 献

- 1) Hall BK: Homology—the hierarchical basis of comparative biology. San diego, Academic Press. 1994
- 2) Remane A: Die Grundlagen des natürlichen Systems, der vergleichenden Anatomie und der Phylogentik. 2te Aufl. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft. 1956
- 3) Hanson ED: Animal diversity. 3rd ed. 邦訳「動物の分類と進化」(八杉竜一訳), 岩波書店. 1975

- 4) Diamond MK : Homology and evolution of the orbitotemporal venous sinuses of humans. *Am J Phys Anthropol* 88 : 211—244, 1992
- 5) Diamond MK : Homology of the meningeal-orbital arteries of humans : a reappraisal. *J Anat* 178 : 223—241, 1991
- 6) Basmajian JV, Slonecker CE : *Grant's method of anatomy*, 11th ed., Baltimore, Williams & Wilkins. 1989, p 494
- 7) Adachi B : *Das Arteriensystem der Japaner*, Bd. II. Kaiserlich Japanischen Universität zu Kyoto, 1928
- 8) Lippert H, Pabst R : *Arterial variations in man*. München, JF Bergmann. 1985
- 9) Matsumoto S, Kuhn H-J, Vogt H, Gerke M : Embryological development of the arterial system of the forelimb in *Tupaia*. *Anat Rec* (in press)