

こうら驚いた話

長島 寛

〒951-8510 新潟市中央区旭町通1-757 新潟大学 医学部 第一解剖

Development of the carapace in hard-shelled and soft-shelled turtles.

By Hiroshi NAGASHIMA

Division of Gross Anatomy and Morphogenesis, Department of Regenerative and Transplant
Medicine, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, 1-757
Asahimachi-dori, Chuo-ku, Niigata 951-8510, JAPAN

スッポンとアカミミガメは甲羅のでき方が違うという説がある。確かにスッポンの甲羅の表面は亀甲模様がなくのっぺりとしているし、甲羅の縁もアカミミガメやクサガメのそれと違って固くない。しかしここで言われている甲羅のでき方はこのような細かな違いではなく、甲羅の本体のでき方のことである。

では甲羅の本体とは何であろうか。先ほど述べた亀甲模様はウロコであって皮膚が固く角質化した爪のようなものに過ぎない。スッポンはこのウロコがなくなったカメである。このウロコの下に甲羅の本体が隠れている。それは背側の背甲と腹側の腹甲に分けられる。腹甲は9つの

骨要素が関節したもので、頭側の一対は鎖骨、それらの間にあるものが間鎖骨、そして残りの3対、6個の骨が腹肋と呼ばれる骨である(図1)。これらのうち鎖骨はヒトでも見られるが、それ以外はヒトでは失われて見られない。しかしワニやムカシトカゲはこれらの骨を持っている。一般に間鎖骨とは文字通り鎖骨の間にある骨であり、腹肋とは肋骨の外側、腹の辺りを横方向に走る、棒状の骨である。これら全ての骨は体の浅い部分にできる外骨格だ。つまり、カメは体の表層近くに元々あった骨を広げて腹側を守る装甲としているのである。一方、背側の甲羅は背骨と板状に広がった肋骨で作られている。この様子は、背甲を内側から見れば縦に走る背骨とそこから横方向に伸びるいくつもの肋骨の畝として見られる(図1)。背骨と肋骨はヒトでも持っているが、ヒトは甲羅を作れない。というのもこれらの骨は体の深い所にできる内骨格だが、甲羅と言う装甲は体の表面付近になければならないからだ。このようにカメでは内骨格のはずの肋骨が体の表面近くにあるのだ。この結果、肩の骨である肩甲骨が肋骨つまり甲羅の内側にある。カメ以外の動物の場合、肩甲骨は肋骨の外側にあるから、カメではこれらの位置関係が逆転した不思議な形をしているのが分かる(図2上)。

この逆転はどのようにして起こるのであろうか。一般に、動物の体は一つの細胞、すなわち受精卵が、二つ、四つと分裂をして数を増やし、骨や筋、神経等ができ、手足や頭ができてくる発生と呼ばれる過程によって作られる。カメも発生の最初から甲羅を背負っているのではなく、その最初にはヒトやニワトリの胚(卵

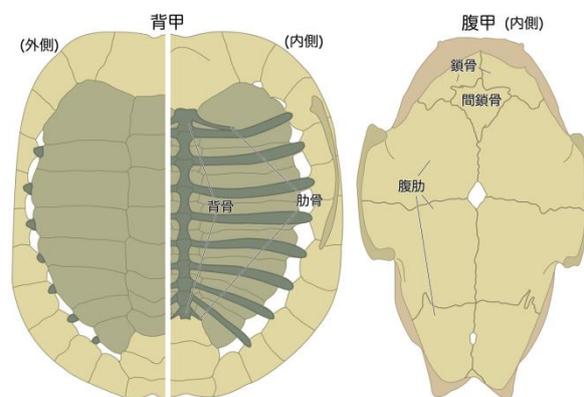


図1. クサガメの甲羅。背甲ではウロコを取り除いた骨格のみを示す。背甲の本体は肋骨と背骨で作られることに注意。

の中の赤ちゃん)と非常に良く似た形をしている。しかしその途中段階から甲羅ができてくるのである。問題は、この時、甲羅の本体である肋骨がどのように伸び、そして肩甲骨と肋骨の位置関係がどうやって逆転してゆくのかということである。アカミミガメを用いたアメリカの研究グループによれば、体の表面から肋骨を誘引するような化学物質が分泌され、肋骨が体の表面に向かって伸びる結果、体の深い所にできる肩甲骨を追い越してしまうのだと主張している。一方、スッポンを用いた日本の研究グループによれば、肋骨も肩甲骨も体の深い所にできるのだが、カメでは肋骨を包む筋肉(スペアリブに相当する部分)が発達しないために体の表層にあるように「見える」のだと考える。さらに肩甲骨と肋骨の位置関係については、カメでも他の動物と同じように肩甲骨は肋骨の外側にできるのだが、カメでは肋骨が腹側まで伸びないため、腹側にできた隙間に引き込まれてしまい骨格の位置関係が逆転しているように「見える」のだと主張している(図2下)。これらの結果の違いについて、アメリカの研究グループは用いたカメの種類の違い、すなわちウロコのあるカメ(hard-shelled turtle)とウロコのないカメ(soft-shelled turtle)の違いであると説明している。

しかし、である。甲羅のでき方の一番重要なポイントがカメの種類でそんなにも違うものだろうか。これを確かめるため2013年の7月、神戸市立須磨海浜水族園からアカミミガメの卵を分けて頂き、アカミミガメとスッポンの発生を比較した。その結果、アカミミガメでもスッポンでもアメリカの研究グループが主張するような化学物質は働いておらず、むしろアカミミガメの肋骨や肩甲骨のでき方は、スッポンのものと同様であることが分かった(Nagashima et al.,2014)。つまり成体のカメが体の外にある手足を甲羅に引き込むよう

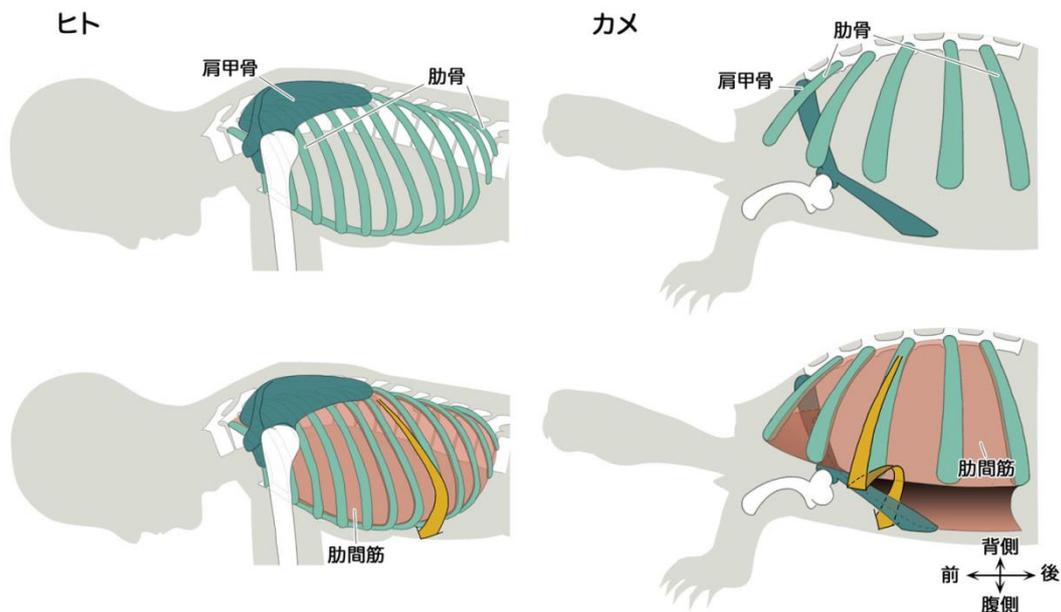


図2. ヒトとカメの骨格の比較

左上:ヒトでは肩甲骨が肋骨の外側にある。右上:カメでは肋骨が背甲を作り、肩甲骨が肋骨の内側にある。左下:ヒトでは肋骨が体の前側まで伸び、肋間筋が肋骨の間に張っている。右下:カメでは肋骨が背側だけに留まり、腹側には肋骨がない。しかし肋間筋は腹側にもあり、内側へとへこんでくぼみを作っている。カメの肩甲骨はこのくぼみに引き込まれている。ヒトでもカメでも肩甲骨は肋間筋の外側にあるが、カメでは腹側に肋骨がないので、体の内側へと肩甲骨が押し込まれた状態となっていることに注意。

に、発生期のカメは肋骨の外側にできた肩甲骨をその腹側に引っ込めてしまうのである。

カメも進化の産物である。カメの祖先動物は、それが祖先であるが故にまだカメではなく、甲羅を持っていなかったと想像される。であれば、その動物の肩甲骨はヒトと同じように肋骨の外側にあったはずだ。しかし、その動物の発生過程で肋骨が短くなったり、肩甲骨が肋骨の腹側に引き込まれるような過程が加わって甲羅ができた、つまりカメが進化したと考えられる。

参考文献

このコラムは以下の論文の内容の一部を簡単に解説したものです。

Nagashima, H., M. Shibata, M. Taniguchi, S. Ueno, N. Kamezaki and N. Sato. 2014.
Comparative study of the shell development of hard and soft-shelled turtles. *J. Anat.*
225:60-70.

カメの背甲形成に関する和文の総説は以下を参照下さい。

長島寛. 2014. カメの不思議な体. “このは” 8:52-53.

長島寛・倉谷滋. 2010. カメはどうやって甲羅を作ったのか?. *遺伝* 64(2):35-40.

倉谷滋・長島寛. 2009. カメの謎 甲羅はどのようにして獲得されたのか. *科学* 79(11):1177-1180.

謝辞

アカミミガメの卵は神戸市立須磨海浜水族園の亀崎直樹さん、谷口真理さん、上野真太郎さんから頂きました。どうも有り難うございました。