

今回は、新年ということで、縁起がよいとされるカメについてのニュース記事を取り上げます。中国で見つかった最古のカメの化石には、右図のように、背中側の甲羅がまだなかったのです。カメの甲羅の起源についての各研究者の意見を整理しながら、読んでみましょう。

NEWS nature news

語数：568 words 分野：進化・古生物

Published online 26 November 2008 | *Nature* | doi:10.1038/news.2008.1260

http://www.nature.com/news/2008/081126/full/news.2008.1260.html

How the turtle got its shell

Chinese fossil forces palaeontologists to rethink turtle origins.

Natasha Gilbert

1. The discovery, in China, of the oldest known turtle fossil has **turned** palaeontologists' understanding of the species' origin and ecology **on its head**.
 2. The fossil of *Odontochelys semitestacea* was found in sediments deposited in the Nanpanjiang Trough Basin and dates back 220 million years — around 14 million years older than previous fossils found in Germany.
 3. The find suggests that turtles evolved in a marine environment. The oldest turtle fossils previously found are thought to be from land-based animals, which led scientists to conclude that turtles evolved in a terrestrial environment.
 4. Those fossil reptiles had similarly formed shells to those of existing animals, offering palaeontologists few clues to how the turtle's distinctive shell evolved. The Chinese specimen has a fully developed **plastron** — the flat **ventral** part of the shell — but the **carapace**, the **dorsal** part, is absent. The team says that this suggests that the two parts of the shell evolved separately, with the plastron developing first — **an idea that contradicts the prevailing hypothesis** that the shell was formed by **osteoderms** (bony deposits) **fusing together**. The team's findings are published in *Nature*¹.
- Missing link**
5. One of the study's authors, Chun Li, from the Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology at the Chinese Academy of Sciences, told *Nature News*, "[The fossil] could be seen as the missing link of turtle evolution. We found how the turtle shell formed. It is not **derived from** a fusion of osteoderms."
 6. "It is the first fossil evidence to show that the turtle may have originated from a water rather than land environment," he says.
 7. But Robert Reisz and Jason Head, palaeontologists at the University of Toronto in Mississauga, Canada, disagree with the team's interpretation of the shell's origin². Reisz and Head propose that the absence of the carapace is an **adaptation to** living in a marine environment.
 8. "This is a very exciting discovery," says Reisz, speaking on the *Nature* podcast.
 9. "The paper suggests there is a **disconnect** between the evolution of two parts of the shell. This is an interesting idea but we disagree. Because what you see in turtles that live in marine environments today is that their shell **is reduced**. So another interpretation of the fossil could be that this form of the Chinese fossil is actually a **specialised condition**, so that this shell may actually be in the process of reducing," he adds.
- Embryonic clue**
10. Walter Joyce, a palaeontologist, who will **take up a position** at the University of Tübingen, Germany, in the new year, is equally excited by the new find but agrees that questions remain over the origins of the shell.
 11. "The specimen does not answer the question of whether this is the **basal condition** or not," he says. "This is unbelievable material. This specimen **is a blessing and a curse** because it **throws everything back up in the air again**."
 12. But another of the study's authors, Olivier Rieppel, of the department of geology at the Field Museum in Chicago, Illinois, says the view that the shell is reducing is wrong. He says the shell formation seen in the fossil **more closely resembles** that of embryonic turtle shells **than** that of **extant** aquatic turtles. This supports his team's interpretation that the two parts of the shell evolved separately, says Rieppel.
 13. "If you look at aquatic turtles alive today that have reduced carapace, none match the patterns seen in the fossil. Our fossil looks like the embryonic pattern," he says.

References

1. Li, C., Wu, X.-C., Rieppel, O., Wang, L.-T. & Zhao, L.-J. *Nature* **456**, 497-501 (2008).
2. Reisz, R. R. & Head, J. J. *Nature* **456**, 450-451 (2008).



化石をもとに描かれた *Odontochelys semitestacea* の想像図。

TOPICS

最古のカメの化石 *Odontochelys semitestacea*

これまで現存するカメの最古の化石は、ドイツとタイで発見された、三畳紀後期（約2億600万～2億400万年前）に生息していたプロガノケリス（*Proganochelys*）というカメであった。このカメはサンジョウキガメともよばれ、陸生または半水生で、皮骨性の背甲をもつ完全な形の甲羅をもっていた。首の骨の側方に肋骨があり、また関節の柔軟性もなかったと考えられ、首を甲羅に引っ込めることはできなかったと推定される。原始カメに特徴と考えられる歯をもっているが、口蓋部に残存しているだけである（これ以降のカメには歯はなく、鳥のような角質のクチバシで覆われている）。そのほかの骨格的特徴からは、頭蓋骨に穴のない無弓類爬虫類で、原始爬虫類に近いことがわかる。

今回、中国南西部で発見されたオドントケリス（*Odontochelys semitestacea*）は、プロガノケリスよりさらに古い、2億2000万年前に生息していたと思われる。オドントケリスの最大の特徴は、甲羅が不完全な形であるということだ。腹側の甲羅（腹甲）は完全に発達している一方、背側は、背肋骨の拡幅がみられるが、皮骨はなく、神経板のみが認められた。つまり、カメの甲羅形成の進化は、腹側がまず初めにでき、その後、背肋骨の拡幅を伴う神経板の骨化で背側が形成されたと考えられる。これは、カメの発生段階に似ている。口はクチバシ様ではなく、歯がまだ口の周辺部に存在している。また、現生爬虫類と同様に頭蓋骨に穴が2つ開いた双弓類爬虫類であることも、プロガノケリスと異なる。さらに、オドントケリスの化石が発見された地層から、このカメが水生であったと推測できる。

現在、オドントケリスの化石については、カメが水生環境で進化した原始的なカメの形態を示しているという説と、カメの生息環境が陸生から水生へ変わっていく初期段階における特殊な適応を示しているという説が唱えられている。



Odontochelys semitestacea の化石。上の写真は背側から、下の写真は腹側からみた状態。

SCIENCE KEY WORDS

タイトル **shell: 甲羅**

カメの甲羅は、一部の骨格と皮骨が結合して一体化したもので、外側を鱗板（角質板）とよばれる表皮が平板上に角質化したものが覆い、そのすぐ下に皮骨がある。鱗板や皮骨はたくさんのパーツに分かれ、それぞれの接合部が重ならないようにして、甲羅の強度を保持している。水生のカメでは、鱗板が退化して薄くなる傾向があり、スポンヤオサガメでは、鱗板は完全に欠如している。逆に、陸生のカメでは、鱗板は肥厚している。

4. **plastron: 腹甲**

カメの腹側の甲羅のこと。前のほうは、鎖骨などの肩の骨が変形したものであり、ほかの部分は、腹肋骨に由来する。

4. **carapace: 背甲**

カメの背側の甲羅のこと。脊椎と扁平に変形した背肋骨が癒合して一体となっている。陸生のカメほど中央部が盛り上がり、水生のものほど水の抵抗を少なくするため扁平である。ブリッジとよばれる縁の部分で、腹甲と結合している。

4. **osteoderm(s): 皮骨**

皮膚（真皮）が骨質化したもの。

見出し **missing link: ミッシングリンク**

進化の段階で、まだ発見されていない中間形態を示す生物のこと。例えば、ヒトとチンパンジーの間を埋めるものなど。今回の発見された化石は、カメの進化過程でのミッシングリンクとなる可能性がある。

WORDS AND PHRASES

リード **palaeontologist(s): 「古生物学者」**

1. **turn ~ on its head: 「(～)「ひっくり返す」「覆す」**

4. **ventral: 「腹側の」 ↔ 4. dorsal: 「背側の」**

動物解剖学や植物学関係の文献で頻繁に使われる。

4. **an idea that contradicts the prevailing hypothesis: 「有力な仮説と矛盾する見方」**

contradict は「矛盾する」「反対する」、prevailing は「有力な」「一般的な」という意味。

4. **fuse together: 「融合する」**

5. の fusion は名詞形で「融合」という意味。

5. **derive(d) from ~: 「～に由来する」「～によって生じる」**

7. **adaptation to ~: 「～への適応」**

遺伝子型あるいは表現型の変化によって、新たな環境条件や環境条件の変化に適合すること。

9. **disconnect: 「つながりが断ち切られていること」**

9. **(be) reduced: 「小さくなっている」**

9. **specialized condition: 「特殊化した状態」**

↔ 11. **basal condition: 「原始状態」**

見出し **embryonic: 「胚の」**

10. **take up a position: 「ポスト（職位）に就く」**

11. **a blessing and a curse: 「幸福でもあり災難でもあること」**

11. **it throws everything back up in the air again: 「すべてを未決着の状態に戻す」**

throw ~ back は「～を元の状態に戻す」という意味。up in the air は「宙に浮いている」状態を表し、ここでは「未解決」「はっきりしない」という意味で使われている。

12. **A more closely resembles B than C: 「A は、C より B に似ている」**

12. **extant: 「現存の」「現生する」**

参考訳

カメが甲羅を生やすまで

中国で出土した化石が、古生物学者にカメの起源について再考するよう促している。

ナターシャ・ギルバート



Odontochelys semitestacea の化石。現在のカメにはない歯があったことがわかる。

- これまで知られているなかで最も古いカメの化石が中国で発見されたことで、カメの起源と生態に関する古生物学者の理解が覆されてしまった。
 - このほど南盤江海盆の堆積物の中から見つかったのは *Odontochelys semitestacea* というカメの化石であり、今から2億2000万年前のものと推定されている。この年代は、これまで最古とされていたドイツのカメの化石より約1400万年も古い。
 - 今回の発見は、カメ類が海洋環境で進化したことを示唆している。これまで最も古いとされていた化石のカメは陸上動物であったと思われるため、科学者たちは、カメ類は陸上環境で進化したと結論づけていた。
 - (ドイツで出土した) これらの爬虫類化石には、既に現存のカメ類と同じような形の甲羅があったため、古生物学者たちは、カメに特有の甲羅が進化してきた過程に関する手がかりをほとんど得ることができなかった。今回中国で出土した化石標本には、十分に発達した腹甲(甲羅の腹側の平らな部分)があったが、背甲(甲羅の背側)はなかった。ここから、甲羅の2つの部分が別々に進化してきたこと、そして、先に発達したのは腹甲であったことが示唆されるというのが研究チームの見解である。これは、カメの甲羅は皮骨(骨質の沈着物)が融合することによって形成されたとする有力な仮説と矛盾する。研究チームのこの発見は、*Nature* で発表された¹。
- ミッシングリンク**
- この研究論文の著者の1人である中国科学院古脊椎動物古人類研究所のChun Liは、*Nature News* に対して、「[この化石は]カメの進化におけるミッシングリンクと考えられるかもしれませんが。カメの甲羅の形成過程がついに明らかになったのです。それは、皮骨の融合によってできたものではなかったのです」と語った。
 - 「これは、カメが陸上環境ではなく水環境で進化してきた可能性を示す初めての化石証拠なのです」。
 - しかし、トロント大学ミシサガ校(カナダ)に所属する古生物学者のRobert ReiszとJason Headは、甲羅の起源に関するLiらの解釈に異議を唱えている²。彼らは、この化石のカメに背甲がないのは、海洋環境で生きるために適応した結果であると提案している。
 - Reiszは*Nature podcast*で、「これは、とてもエキサイティングな発見です」と話している。
 - 「(Liらの)論文では、カメの甲羅の2つの部分は独自に進化してきたとされています。これは興味深い見解ですが、私たちの見解は違います。現存するカメ類のうち、海洋環境に生息するものは、甲羅が小さくなっています。ですから、中国で見つかった化石の甲羅の形は、特殊化した状態にあると解釈することもできるわけです。この甲羅は、実際には小型化する途上にあっただのかもしれないのです」。
- 胚の発生過程との類似性**
- 2009年からチュービンゲン大学(ドイツ)に所属することになっている古生物学者のWalter Joyceも、今回の新発見に心を躍らせているが、やはり甲羅の起源については複数の疑問点が残っていると考えている。
 - 「今回の化石標本は、それが原始状態なのかどうかという疑問には答えていません」と彼はいう。「とはいえ、すごい標本です。解決したと思われていた議論のすべてが振り出しに戻ってしまうわけですから、幸福と災難がいつんに来たようなものです」。
 - 今回の論文のもう1人の著者で、フィールド博物館地質学部(米国イリノイ州シカゴ)に所属するOlivier Rieppelは、この化石の甲羅が小型化の途上にあるという考え方は間違っていると主張する。彼によると、この化石にみられる甲羅の形は、現存する水生のカメよりも、カメ胚における甲羅の形に近く、甲羅の2つの部分が別々に進化してきたという自分たちの解釈を裏づけているという。
 - 「小さい背甲をもつ現存の水生のカメを見れば、今回の化石にみられるパターンとまったく一致していないことがわかります。私たちが発見した化石は、胚の発生パターンのようにみえます」とRieppelは話す。