



巨大竜脚類の成長

池尻武仁

地球の歴史上、最大の陸上動物・竜脚類
巨大な体へと成長するその謎にせまる

相対成長する竜脚類

北アメリカで発見されたジュラ紀のスーパーサウルスの全長は30メートルを超え、オクラホマから見つかった白亜紀前期のサウロプセイドンの首の長さは12メートルに達すると考えられている。このような巨体へと成長するのは何年かかり、寿命はどのくらいだったのか。また、現在生きている大型爬虫類やほ乳類と比べて、成長速度やパターンは似ているのか、あるいは大きく違うのだろうか。

巨体にはかり注目が集まりがちな竜脚類だが、その成長パターンを探るうえでカギを握るのは、比較的小型の個体（＝幼体や亜成体）かもしれない。しかし、竜脚類の子どもの化石は非常に少なく、全身の骨格がつかった赤ん坊の化石が見つかるチャンスはなかなかない。そうしたなかで、私が研究しているア

メリカ・ワイオミング州北部にあるジュラ紀後期の地層から見つかったディプロドクス類の幼体「トニー」は、非常に重要な情報をもたらしてくれる。

トニーは、頭と尻尾の先だけを除いて、ほぼ全身の骨格がそろった幼体である。肩の高さは70センチほどで、大型犬よりやや大きい程度だ。興味深いことにトニーの首と尻尾は、どの成体のディプロドクス類と比べても極端に短い。肩甲骨は体の大きさと比べて明らかに大きく、前あしは後ろあしと比べて今まに見つかっているどのディプロドクス類の成体よりも長い。トニーに見られるこうしたユニークな体つきは、カマラサウルスの幼体や亜成体にも見られ、これを「相対成長」という（図1）。この相対成長は人間の赤ん坊を考えるとわかりやすい。人間の赤ん坊は成人と比べて、頭が極端に大きく（＝劣成長。発達



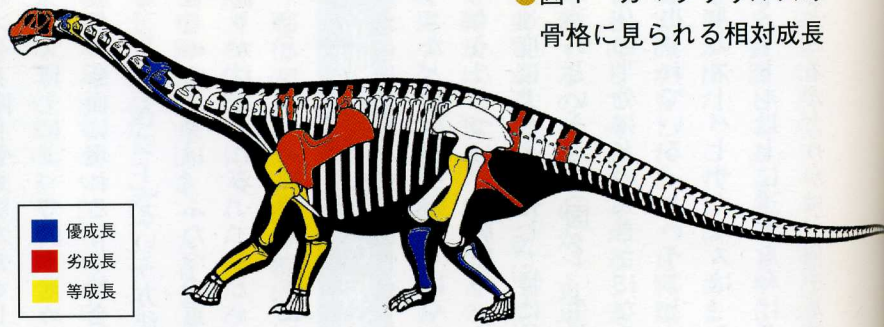
●ディプロドクス類の幼体の化石「トニー」

モリソン層より発見された。写真内のスケールは10cm。全身は大型犬の大きさで、首と尾が極端に短い
(Sauriermuseum Aatahl)

の速度がおとなへと成長するにつれて相対的に遅くなる）、手足が短い（＝優成長。発達の速度は相対的に速く進む）。ちなみに、相対的に大きめな頭骨は爬虫類、ほ乳類および鳥類の胎児や幼体に共通して見られ、アルゼンチンから見つかった竜脚類や南アフリカの古竜脚類メソスポンダイルスにも報告されている（Chiappeほか 2005; Reiszほか 2005）。



● 図1 カマラサウルスの骨格に見られる相対成長



■	優成長
■	劣成長
■	等成長

劣成長は、幼体のときに全身の骨格のなかではサイズが大きいのが、成長していくにつれて相対的な大きさが減少する。優成長は、その逆に幼体のときに小さい骨が成体になると相対的なサイズが増大する。等成長は、一生を通じてその相対的なサイズに大きな変化が見られない。骨格図は、Wilson & Sereno (1998)を基にした

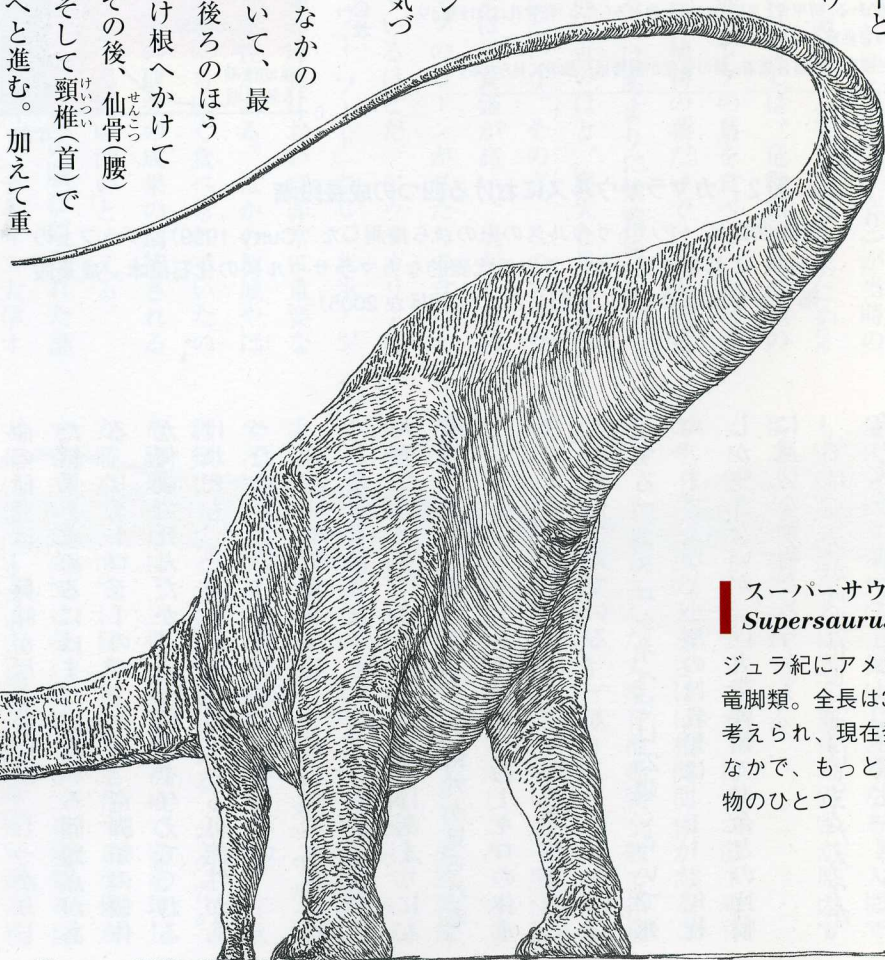
成長にともなう体骨格の変化

私は爬虫類と鳥類の成長段階と進化にともなう体骨格、特に脊椎の椎体と椎弓に起る癒着結合パターンを研究している。癒着結合とは、ふたつの骨と骨とが成長するにつれて互いにしっかりとつくつくことをいう。この癒着結合は、一般に成長とともに促進されると広く考えられていて、爬虫類でいくつか例外

もあるものの、未結合の椎体と椎弓は幼体および亜成体を見わけるときの重要な特徴として、恐竜学者がよく使っている。私はここに目をつけ、何十とあるカマラサウルスの個体に見られる結合度をもとに、4つの成長段階を設け(38頁図2)、いくつか重要なパターンのあることに気づいた。

まず脊椎のなかの癒着結合において、最初に尾椎では後ろのほうから尻尾の付け根へかけて癒着が進み、その後、仙骨(腰)へといたる。そして頸椎(首)では前から後ろへと進む。加えて重要なことに、胸腰椎(胴体)の癒着は

脊椎間で最後に起きると考えられるが、大型の個体内では共通して脊椎縫合線(neurocentral suture 骨と骨とが癒着した部分に見られる柔らかい組織)は見られない。



スーパーサウルス Supersaurus

ジュラ紀にアメリカに生息した竜脚類。全長は30mを超えると考えられ、現在発見されているなかで、もっとも大きい陸上動物のひとつ

2006

現生の鳥類では、亜成体の時点で、この結合癒着はほとんど完了して、縫合線がなくなるが、現生のワニの仲間では一生のあいだ、この縫合線が完全になくならない。そのため、竜脚類の成長にもなう癒着結合パターンは、ちょうど鳥とワニの中間ということになる。

竜脚類の成長速度と寿命

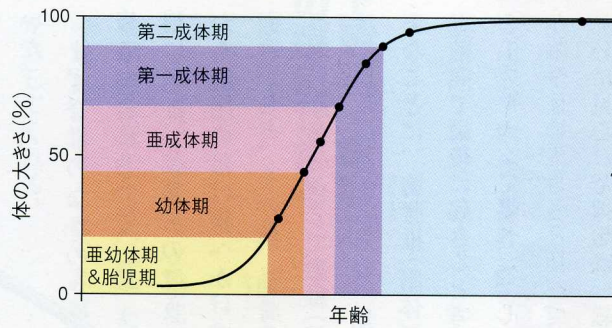
竜脚類の成長速度の研究は、マーティン・サンダー博士やクリスティーナ・カリー・ロジャース博士によって広く進められていて、四肢骨の断面に現れる骨年輪を調べる、いわゆる「ヒストロロジー」という方法が用いられる。彼らのデータは、ふたつの重要な点を我々に語りかけてくれる。

ひとつは、竜脚類の一生における成長速度は大型のクジラなどに近いという点。これはほかのほ乳類や現生の鳥類より遅いものの、ワニなど現生爬虫類よりはやや速い。

もうひとつは、竜脚類の一生において、成長速度は大きく変化し、特に幼体期でいちばん速いという点だ(図2)。生後わずか5年で成体の半分ほどの大きさになるというデータも出されている。ということは、全長33メートルのスーパーサウルスは、5年未満で16・5メートル以上に達するわけだ。この値を速いとみるかどうかは、何を基準にするかで意

体骨格の形態に基づくカマラサウルスの四つの成長段階

成長段階	主な特徴
幼体期	真ん中から先端にかけた尾椎を除き全ての椎体と椎弓は、未結合。肩甲骨と鳥口骨は、離れている。恥骨孔と鳥口骨孔と鳥口骨孔は開いている。
亜成体期	尾椎の結合が尻尾の根本近くまで進むが、脊椎縫合線が頸椎や胸腰椎にまだ見られる。肩甲骨と鳥口骨に縫合線がみられる。恥骨孔はほぼ塞がる。
第一成体期	全ての脊椎縫合線はなくなる。
第二成体期	頸椎と頸肋骨の結合癒着。腿の骨化が胸腰椎や仙骨に見られる。



● 図2 カマラサウルスにおける四つの成長段階

成長曲線は、アバトサウルスのものから推測した (Curry 1999)。グラフ上の点は、これまで見つかった代表的なカマラサウルスの化石標本。成長段階のおもな特徴を下に列記した (Ikejiriほか 2005)

見の分かれるところだ。しかし、一生を通じても、現生の脊椎動物の何パーセントが、全長16メートル以上に達することができるだろうか。

それでは寿命はどうだろうか。竜脚類の寿命の研究は、興味が尽きないが、しっかりした結果を求めるにはまだいろいろ問題点がある。ヒストロロジーのデータは、竜脚類の個体が何歳で死んだかという情報を与えてくれるけれども、その種が何年間生きる可能性があるのかという手掛かりにはならない。

現生の脊椎動物では、一般に体の大きい種ほど寿命も長いと考えられているが、私の個人的なデータによるとこの考えはあまりにも漠然としすぎていて、多くの例外が見られる。たとえば、ムカシトカゲは、約1キロの体重までしか成長しないが、90年近く生きることが報告されている。一方、158キロにも達するアミメニシキヘビは25歳くらいで死ぬ。ネズミなど小型のほ乳類は、1〜2年程しか生きないが、巨大竜脚類の寿命との比較に適切な動物だろうか？

では、恐竜から進化した鳥はどうだろうか。鳥の体重は飛行に適応して軽量化が進んでいる。たとえば、比較的大型な鳥であるフラミンゴでも、体重は3キロくらいにしかならない。それでも、50年近く生きることもある。



ために鳥のデータをもとに大型竜脚類の寿命を推測してみると、1000年以上という結果が出た。これでは、あまりに突拍子で非現実的かもしれない。竜脚類の代謝の効率をもとにして寿命を考えると、大型ほ乳類と比較するのがいいのか、現生の鳥類なのか、爬虫類が適切なのか、私には正直わからない。竜脚類は、現生のほかのどの動物と比べても成長パターンが独特なのかもしれない。

竜脚類巨大化の秘密

進化の過程で、竜脚類はどのようにして、巨大な体を手に入れたのだろうか。この質問を竜脚類研究の第一人者ジェフ・ウィルソン博士に尋ねたところ、「アイ・ドント・ノウ(私には、わからない)」という率直な答えが返ってきた。いわゆるギガンティズム(巨大化)という現象は、竜脚類に限らずほかの動物種にも進化したときに見られるが、その直接の原因はいまだ謎につつまれている。

そこで、竜脚類のギガンティズムに関わるふたつの新しい情報をここに紹介しておきたい。ひとつは、その竜脚類の巨体を支えるパワー源だ。これは、2005年春、スイスのアータル博物館で開かれた「竜脚類シンポジウム」で、ドイツ・ボン大学の古植物学者キヤロル・ギー博士率いるチームが発表した研

究で、ジュラ紀後期のモリソン層からよく見つかうアラウカリア(現生のナンヨウスギと近似のグループ)という針葉樹の「コーン」と呼ばれる種子(いわゆる松ぼっくり)が当時の竜脚類のパワー源だったという考えだ(Gee et al. 2005)。これまでは、竜脚類の歯や顎の

形から、針葉樹やシダの葉を食べていたと考えられていたが、植物の葉だけでは巨大恐竜の巨体を支えるにはあまりに栄養価が低く、実際には不可能に近いほど、膨大な量を食べる必要があったという。その点、このアラウカリアのコーンは栄養価が高い。現在でも同じ属のパラナマツのコーンが私たちの食用として採集されているほどだ。アラウカリアのコーンは、「パワー・フード」として北米・ジュラ紀の竜脚類の成長において非常に重要な役割を担った可能性がある。ほかの地域やほかの時代の竜脚類にも広く食べられていたのかどうかは、今後の研究成果の期待されるところだが、たいへん興味深いといえる。

もうひとつは、竜脚類の脳に隠された謎だ。私は、ゲイブ・ビーバー(テキサス大学オースティン校)およびエイミー・バラノフ(コロンビア大学)とアパトサウルスの頭蓋骨をCTスキャンで調べた。その結果、脳下垂体が脳全体の大きさと比べて異常に大きいことがわかった。竜脚類は、ほかの脊椎動物と比

較しても脳下垂体の相対的なサイズが極端に大きい。脳下垂体は、成長ホルモンの分泌と直接関わりが深い。一般に成長ホルモンが多量に分泌されれば、体は大きくなる。人間でも末端肥大症患者は脳下垂体の異常が原因であることが報告されている。

1942年にエディンガー博士が脳下垂体のサイズと体の大きさには相関関係があることを、恐竜を含んだ大型脊椎動物全般で指摘した。脳下垂体が大きい動物ほど、体が大きいというわけだ。この研究に、いま一度注目すべきかもしれない。私の見たところ、ティラノサウルスやアロサウルスなど大型獣脚類の脳下垂体は、竜脚類のように発達しているというわけではない。しかし、大きめの脳下垂体はカマラサウルス、ブラキオサウルス、ディプロドクスなど竜脚類だけでなく、古竜脚類にも広く共通して見られる。そのため、竜脚形亜目は、三畳紀後半に初めて姿を現した時点で、すでに巨大化へと進化する準備ができていたのではないだろうか。竜脚類の巨大化には、まだまだ無数の興味深い謎が残されているようだ。

教養・文化シリーズ

超最新

NHK
2006
恐竜の夏
徹底ガイド

恐竜ワールド

監修
小林快次

2006
恐竜の夏

NHK出版





教養・文化シリーズ

NHK 2006 恐竜の夏 徹底ガイド
超最新・恐竜ワールド

編集人：栲原直樹 発行人：長岡信孝 発行所：日本放送出版協会
電話：03-3780-3318 (編集) 048-480-4030 (販売) 印刷・製本：大日本印刷

〒150-8081 東京都渋谷区宇田川町41-1

定価：1000円 本体952円

雑誌 64071-44

Printed in Japan

ISBN4-14-407144-8

C9445 ¥952E



9784144071447



1929445009524