

恐竜の不思議



左の写真は世界最大の蝶アレキサンドラトリバネアゲハの雌です。この蝶を最初に発見した人は、鳥と間違えて鉄砲で打ち落としたといわれています。

蝶の撮影をしていて、よく疑問に思ったことは、世界で一番大きな蝶はアレキサンドラトリバネアゲハの雌だといわれていますが、その他に、「まだ発見されていないもっと大きな蝶がいるのではないか」ということでした。

そのことがきっかけで、考えるコーナーで「蝶は大きくなれないか」、「昆虫がもっと大きくなったら」と題してその可能性を調べてみましたが、答えは「NO」でした。

次に、じゃあ鳥や哺乳類は昆虫大の大きさにまで小さくなれるのだろうかともた疑問が沸いてきました。そこで「温血動物は昆虫のように小さくなれるか」を調べ、その可能性を調べましたが、これも「NO」でした。

そうするとさらに疑問がわいてきます。じゃあ、鳥類や哺乳類はどのくらいまで大きくなれるのかが疑問点として浮かび上がってきました。

そこで、そのことを議論するうえで必要な「恐竜は温血動物か冷血動物か」を考えてみました。それが、考えるコーナーでの「恐竜は冷血動物か」の部分です。ここでは、高校での理科の知識を駆使して、消去法で考えてみると、「どうも恐竜は温血動物である」という結論になりました。この立場は、学会ではまだ結論は出ていませんが、以下の議論のために「恐竜は温血動物である」という立場をとることにします。

恐竜について、考えをめぐらせると、何よりもその「生命の神秘と造化の妙」に夢中にさせられます。恐竜たちの復元と生態研究を大きな柱とする古生物学の最も進んでいる国はアメリカですが、それは北米大陸自体が化石の宝庫だからです。

さて、恐竜関係の雑誌や本を開いてみると面白い記事がたくさんあります。恐竜の中でもっとも巨大なのは、言うまでもなくディプロドクスやアパトサウルスなどの竜脚類です。

1899年に北米で発見されたディプロドクスは全長27m、首の長さだけでも8mもあります。1970年代、やはり北米で発掘されたウルトラサウルスやスーパーサウルスは、さらに巨大でした。ところが、その記録もあえなく塗り替えられてしまいました。現在のところ、最大・最長と認められているのは、1986年アメリカのニューメキシコ州アルバカーキの近くで発見されたサイズモサウルス(seismosaurus)です。直訳すれば「地震竜」ですから、歩くと地震のように大きな音とともに大地を揺るがしたに違いないところから命名されたようです。

その大きさは、体型の似た体長 27mのディプロドクスとの比較から推定したところでは、約 1.5~2 倍、つまり 39m~52m あることが判りました。この化石の保存状態は良好だそうですが、これだけ巨大だと、化石の発掘も一苦労のようです。現在も発掘中で、あまり大きいので体の前半分はまだ発掘されていないようです。



恐竜の中で最も人気の高いのはティラノサウルスです。SF映画「エイリアン」シリーズの仇役である地球外生物は、明らかにティラノサウルスの骨格をヒントにして造形されたもので、その人気のほどがうかがえますが、ここでは大型の竜脚類に話題を絞ることにします。

これらの恐竜が生存するために問題になるのはどんなことでしょうか。リストアップしてみましょう。

1. 大型化によって、重力の影響をもろに受けます。もっと大型化した場合、恐竜の 4本の足はその体重をまともに支えることができるのでしょうか。竜脚類の化石の中には、明らかに生きていたときに脚の骨が折れたり、脱臼した跡があるものが多く発見されているようです。中には、骨のガンの化石も見つかっています。これらのことを考えると、巨大化しすぎて、かなり無理な構造をしており、強度的には問題の多い生き物だったようです。

また、首や尻尾が長くなりこれらは 10m~20m 近くにもあります。今では、竜脚類は首をもたげても背から尾に至る線を地面に水平にした姿で描かれていますが、首や尻尾を持ち上げることが物理的にできたのでしょうか。脚と同様、強度上の問題が多すぎる感があります。

2. 首が長くなり、呼吸する鼻と肺との距離が長くなり、吐いた息が完全に外に出ないうちに、吸い込むことになり、酸欠に陥ってしまう心配はないのでしょうか。

長い首で悠然と歩いているように見えるキリンですが、実は一日中、意識がボンヤリしているというのです。原因は、その長い首です。普通の哺乳類のように呼吸していると、吐いた息が完全に外に出ないうちに、吸い込むことになり、肺と口・鼻を結ぶ気道が長すぎるため、酸欠に陥ってしまうというわけです。そこで、キリンは深く、速い呼吸を繰り返す「過呼吸」によって酸欠を免れているそうです。このため、キリンは夜でもせいぜい20分ほどしか睡眠が取れず、一日中ウトウトした状態だといいます。

キリンでさえこの有様ですから、首の長さが15mもあったマメンチサウルスは、一体どうやって呼吸をすることができたのでしょうか。キリンの例から類推すると、ものすごい勢いで吸ったり、吐いたりを繰り返さなければならないはずですが。しかもキリンと違って恐竜には横隔膜がない(確実な情報ではありません)ため腹式呼吸ができません。強靱な肋間筋で一日中、激しい胸式呼吸をしていたのでしょうか。

3. 「**キリンは高血圧か**」の項で考えた手法は恐竜にもあてはまるのでしょうか。竜脚類はキリンとは比べものにならないくらい長い首を持っています。大型のものは首を30mくらいの高さまで持ち上げられたといえます。脳に少しの間でも血液が届かなければ、動物は意識不明になります。

そこで、そのために必要な血圧を首の長さを10mとして計算してみましょう。

血液の比重は水と余り変わらないとすれば、恐竜の心臓が10mの高さまで、つまり心臓から脳まで血液を押し上げる血圧は

$$\begin{aligned} \text{血圧}_{10\text{mの高さ}} &= 1000 / 1.36 \\ &= 735\text{mmHg} \quad \text{となります。} \end{aligned}$$

最低、これだけは必要であるという血圧です。単純計算ですから、血管の抵抗などを考えれば、もっと高い800mmHgくらいの高さになるのではないのでしょうか。ということは、われわれ人間からすれば、超高血圧ということになります。

1. そんな血圧に耐える血管は考えられるのでしょうか。
2. しかも、心臓は重さ何百kgというかなり大型のものが必要とされるのではないのでしょうか。

4. 巨体を維持するための食糧

体が大きくなれば、それだけ生きるために必要なエネルギーも大きくなります。恐竜たちの大型化は気候の影響でしょうか。中生代は、地球全体の気温が上昇し続けていたことが知られています。気温が上昇すれば、当然植物は繁茂し、草食性恐竜は思う存分食べることができたと考えられます。「恐竜は冷血動物か」では次のような結論に達しましたが、どうでしょうか。

すなわち、「これらが温血だったとして話を進めてみることにしましょう。まず、プロントサウルスの食物必要量を求めてみましょう。体重35トンのこの恐竜は、象に比べて体重は5倍です。したがって、体表面積は $5^{2/3}=2.92$ 倍(5の三乗根が長さで、その二乗が面積です)ということになります。これより、活動のための食物は象の5倍の410kg、体温維持用の食物は53kgとなります。すなわち、毎日460kg(410+53)の食物を食べることになります。ここでは、プロントサウルスと象は同じ体温で、同じように活動しており、ジュラ紀の植物も現在のものと同程度の栄養価があると仮定しています。1日に500kg近く食物という大変な量のように思われますが、体重の1/60程度でそれほど多くはありません」。

以上、4つの大きな疑問点を挙げてみましたが、4. は何とか形になりましたが、1.

～3. はそのデータ不足も加わって、高校レベルの理科(数理解物理というのかもしれませんが)の知識では太刀打ちできません。科学の解説本などでは、数式が一つ出るごとに読者が半分に減るといのは、出版界の常識のようですが、しかし数式を使えば、厳密な記述ができることは確かで、共通する数学の構造から、多様な現象を貫く単純な原理が洗い出されることも多々あるということを忘れてはなりません。もう少し、この種の本があればよいのですが、残念です。

さて、若い皆さん、科学の分野では、20世紀は「物理学の時代」でしたが、21世紀は「生物学の時代」です。恐竜の世界には、一筋縄では捉えられない多様性ととも、生き残りと繁栄という確固たる目標が貫徹しています。恐竜たちの復元や生態研究などの「古生物学」は大きく手を広げて、皆さんを待っています。

そこで、一つ付け加えておきたいことがあります。それは、生物学を「数理解物理」として取り扱うことができる若い人材が求められているように思います。私が、生物の書物を読んでいて、「それはそうだろうけど」と、いつも物足りないものを感じるのは、それが理論的でないところです。勿論、「生物学で説得力があるのは、理論ではなく現場だよ」とよく言われます。全くその通りだとは思いますが、それでも「できるだけ数理解物理の理論で追い詰めていくという姿勢」は大切ではないかと思っています。

例を挙げれば、「昆虫がもっと大きくなったら」や「温血動物は昆虫のように小さくなるか」で示したように、「昆虫が大きくなれないのは重力の影響である」とか、「温血動物が小さくなれないのはエネルギーの問題がある」など、出来るだけ数式でアプローチすることです。ところが、今までの生物学では、昆虫や温血動物と大きさの関係をグラフ化して、「両者の線が交わるあたりが境界線だよ」というように統計的にごまかしてしまう姿勢です。そこには、「現実がこうなんだから、それを受け入れなさいよ」という安易な姿勢さえ感じさせられます。

この分野は、何もかもが判っているようで、ほとんど仮説の世界です。仮説を立てるには、何らかの理論的根拠が必要ですが、新しい事実が出てくれば、今までの学説はたちどころに覆されてしまうという脆さを持っています。

卑近な例では、プロントザウルスなどは、より正しく復元されていたアパトサウルスの粗雑な復元形であったことが後で判って、哀れにもアパトサウルスに吸収合併されたという話さえあります。恐竜の種類が一つ減ったわけです。

人類の進化についても同じようなことがいえます。1980年ぐらいまで主流だったのは、人類は、猿人→原人→旧人(ネアンデルタール人)→現代人というように順番に進化したという考え方でした。私達の年代の者はそのように習いましたが、最近ではもう一つ学説があって、現代人とネアンデルタール人は共に約10万年ほど前に誕生しており、何万年かは共存していましたが、三万年前ごろにネアンデルタール人は絶

滅して、現代人だけが残ったと考えられています。これは年代測定法の進歩などに負うところが大きいようです。

「恐竜の研究など何の役にも立たないではないか」と思っている人はいませんか。恐竜の問題は、結果しか知らず、すでに失われてしまった原因を探そうとするからこそ面白いのです。役に立たない科学だからこそ人の心を豊かにするのです。若い諸君には、まだまだやらなければならないことが沢山ありますよ。

2003.7.27
