

# 再び恐竜は冷血動物か

「恐竜は冷血動物か」では、熱量の問題を  $Q=mc\Delta t$  の関係から論じてみましたが、ここでは相似則を使って、恐竜がもし爬虫類だとしたら、活発に動くことができたかどうかを考えてみましょう。

温血動物は体温を一定に保つ特性を発達させた動物で、哺乳類や鳥類がこれにあたります。一般に動物が脳皮質でものを考える場合、体温が不安定では脳が十分に機能しません。したがって、温血(恒温)か、冷血(変温)かは、その動物にとって生き方を決める大きな要素になります。

そこで、まず恐竜が冷血動物であると仮定して、議論を進めてみることにしましょう。ふつう、ヘビやワニなどの冷血動物は夜のうちに冷えた体温を温めてやらないと活発に動くことができません。

春になると、午前中舗装道路でヘビが日向ぼっこをしているのをよく見かけますが、これは活動前に体を温めているところです。体温は、熱の発生と熱の発散の関係で決まりますが、変温動物はこの調節ができないのです。

ワニなどは、1時間も甲羅干しをすれば活発に活動することができるようです。そこで、中生代の半ばジュラ紀の恐竜で、全長 25m、体重 30トンと標準的な大きさのアパトサウルスについて考えてみましょう。

朝、目を覚まして体温を高めるところから考えましょう。先ほど出てきたワニ(1トン)の甲羅干しと恐竜(30トン)の甲羅干しとを比較して、恐竜が体温を高めて活動できるようになるまでにどの位の時間がかかるかを計算してみましょう。

§ 1.05 でも述べた、熱伝導と蓄積した熱による温度上昇の関係(ダチョウの卵)から求めることにします。

ワニは 1 時間程度の甲羅干しで活発に動くことができると仮定します。計算式は既に導いておいた次式を使います。

$$\frac{t}{t_n} = \left( \frac{W}{W_n} \right)^{\frac{2}{3}}$$

ここに、 $t$ : ワニが温まるまでの時間、 $t_n$ : 恐竜が温まるまでの時間

$W$ : ワニの体重、 $W_n$ : 恐竜の体重 とします。

ワニの体重を1トン、恐竜の体重を30トン、ワニが活動できる程度に温まる時間を1時間とします。

これより、

$$t_x = t \left( \frac{W_x}{W} \right)^{\frac{2}{3}} = 1 \times \left( \frac{30}{1} \right)^{\frac{2}{3}} = 9.65 \text{ (時間)}$$

が得られます。これでは、活動できるようになるまでに時間がかかりすぎ、体が温まっていざ何かを食べようとしても、すぐ夜になってしまいます。

上の例では簡単に求めることが出来ましたが、本当にこれでよいのでしょうか。少し考えておきましょう。

この問題が相似模型の問題であると気付いた人は多いと思います。この場合、相似な体温上昇というのは、ワニの時間をある一定の割合で延ばせば、どの時間をとっても、恐竜の体温がワニの体温と等しくなるということです。つまり、熱の伝導によって体内に入る熱量と体内に溜まる熱量の比がワニと恐竜で等しければ、温度上昇は相似になるはずで

### 1. ワニと恐竜の体温が同じだけ上昇するために必要な熱量

30tの恐竜が、1tのワニと同じ体温になるために必要な熱量について考えてみましょう。

この熱量は、両者の質量密度と比熱が等しければ、体重比、すなわち30t/1t=30倍でよいわけです(1tの水を沸かすには、2tの水を沸かす熱量の半分で済みますね)。

したがって、太陽エネルギーから30tの恐竜に伝わる熱量が、1tのワニに伝わる熱量の30倍であれば、両者の温度は等しくなるわけです。

### 2. 体表面から入る熱量

ワニと恐竜の重さの比は1:30ですから、寸法比は $1:30^{1/3}$ になっています。熱は温度の高い方から低い方に伝わりますが、図1のようにワニの方が温度勾配が急ですから、熱は伝わり易くなっています。熱は体の表面から入ってきますが、表

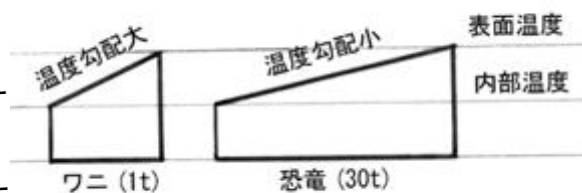


図1 体表面に流れ込む熱量

面積は長さの2乗に比例しますから、30tの恐竜の表面積は、1tのワニの $(30^{1/3})^2$ 倍になります。恐竜の温度勾配はワニの温度勾配の $1/30^{1/3}$ 倍、表面積は $(30^{1/3})^2$ 倍ですから、けっきょく、同じ時間内に恐竜の体の表面から入ってくる熱量は、ワニの $1/30^{1/3} \times (30^{1/3})^2 = 30^{1/3}$ 倍であることが判ります。

このように、恐竜には大きい割合で熱が入ってきますが、1.にも記したように恐竜に溜まる熱はワニの30倍、つまり $(30^{1/3})^3$ であれば良いわけです。したがって、同じ温度になる時間は恐竜の場合、ワニの $30^{2/3}$ であれば良いことになり、つまり、同じ体温になる時間比が $30^{2/3}$ というわけです。

ただし、上の計算では、日光の熱吸収率を100%とし、空は雲一つなく、太陽は1日中真上から全身を照らしており、アパトサウルスの体表面から逃げる熱もないものとして無視しています。

上の結果が示すように、恐竜がワニと同じ体温になって活動できるようになるには10時間近くもかかります。これでは、体が温まりきれない内に1日は終わってしまいます。

以上より、アパトサウルスが冷血動物だとすれば、太陽熱で体を温め、温まったところで活動を開始するということはほぼ不可能であったと考えられます。

---