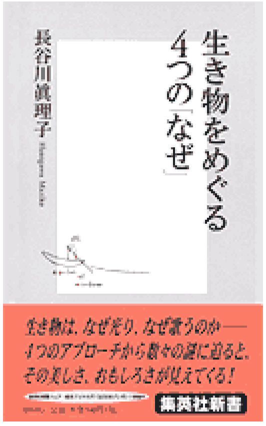
生き物をめぐる4つの「なぜ」



タイトル　生き物をめぐる4つの「なぜ」

著　者　長谷川眞理子

出 版 社　集英社新書

発 売 日　2002 年 11 月 15 日

ページ数　228p

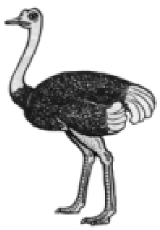
著者は、「はじめに」で、『小さい頃から生き物が好きでも、「生物学」というのは、長らく面白くない学問だと思っていました。進化は、私達が生き物に対して抱く「なぜ？」という疑問に答えてくれた。高校までの生物の教科書に決定的に欠けているのは、この「なぜ？」という疑問ではないでしょうか。』と述べています。実際、生き物を見ていると「なぜ？」という疑問が限りなく湧いてきますね。

さて、生物の不思議な特徴について、オランダの動物行動学者ニコ・ティンバーゲンは、四つの「なぜ」に答えなければならないと考えました。

（1）　それがどのような仕組みであり（至近要因）、
（2）　どんな機能をもっていて（究極要因）、
（3）　生物の成長に従いどう獲得され（発達要因）、
（4）　どんな進化を経てきたのか（系統進化要因）、

の四つの要因です。これらの問いに、それぞれ異なる解答を用意しなければなりません。

著者は、雌雄の別、鳥のさえずり、鳥の渡り、親による子の世話、生物発光、角や牙、ヒトの道徳という、生物の持つ不思議な特徴について、これら四つの要因から読み解くことを試みています。知的好奇心あふれる動物行動学入門書です。新書版で内容もページ数も丁度手頃の読み物です。お薦めの書です。



その中にこんな面白い話があります。「昔、イギリスの動物学者のデズモンド・モリスが、自分の出演していたテレビ番組で、ダチョウの卵でオムレツを作ったらどんなに大きなオムレツが出来るか、という実演をやったことがあるそうです。もちろん、大きなフライパンに溢れるほどの巨大なオムレツになります。しかし、当時は全部生中継で、とびきり大きなオムレツが焼けるのに何分かかるのかという計算を間違ったため、時間内にオムレツが焼きあがらず、まだなんにも固まっていないどろど

ろの卵をスプーンですくって、「おいしい！」と無理やり笑顔を作って見せねばならなかったと回想していました。・・・・・」。

デズモンド・モリスといえば、「裸の猿」（日高敏隆訳：角川文庫）を思い出しますが、それにしてもどんな計算をしたのでしょうか。面白そうなので挑戦してみましょう。

まず問題を簡単にするために、ここでは「オムレツ」ではなく「完熟卵」としましょう。ニワトリの卵1個の重さはおおよそ50gで、完熟卵は10分程度で出来上がります。ダチョウの卵は、長さが15cmもあり、その重さは1600gといわれており、ニワトリの卵の重さの32倍にもなります。これだけの情報からダチョウの卵が完熟するにはどのくらいの時間がかかるかを推定してみることにしましょう。

ニワトリの卵を原型、ダチョウの卵を模型とし、相似則を使って考えてみましょう。

この問題を支配する法則は、熱伝導と蓄積した熱による温度上昇の二つであることが分かります。すなわち、卵に伝わる熱量（Q_d）と卵に蓄積される熱量（Q_c）を考えればよいわけです。

卵に伝わる熱量は次式で表わされます。

$$Q_d = \kappa A \frac{\theta}{\ell} t \qquad ①$$

また、卵に蓄積される熱量は次式で表わされます。

$$Q_c = c\rho V\theta \qquad ②$$

ここに、ℓ は長さ、A は面積、V は体積、θ は温度、t は時間、κ は熱伝導率、c は比熱、ρ は密度とします。$A = \ell^2, V = \ell^3$ なので、式①、②を変形すると、次式が得られます。

$$Q_d = \kappa \ell \theta t$$

$$Q_c = c\rho \ell^3 \theta$$

これより、π ナンバーを求めると

$$\pi = \frac{Q_d}{Q_c} = \frac{\kappa t}{c\rho \ell^2} \qquad ③$$

が得られます。式③よりニワトリとダチョウの π ナンバーが等しいことから

$$\frac{\kappa t}{c\rho \ell^2} = \frac{\kappa_n t_n}{c_n \rho_n \ell_n^2} \qquad ④$$

が得られます。ここで、下付き文字のない物理量はニワトリ、下付き文字 n が付いた物理量はダチョウのものとします。

さて、ニワトリとダチョウの卵の材質は同じと考えてもよいので、$c = c_n$, $\rho = \rho_n$, $\kappa = \kappa_n$ となり、式④は次のように簡単な形で表わされます。

$$\frac{t}{t_n} = \left(\frac{\ell}{\ell_n}\right)^2 \qquad ⑤$$

右辺は長さの形で表わされていますので、これを重さの関係に直しておきましょう。重さを W とすると

$$\frac{\ell}{\ell_n} = \sqrt[3]{\frac{W}{W_n}}$$

ですから、この式を式⑤に代入すると次式のようになります。

$$\frac{t}{t_n} = \left(\frac{W}{W_n}\right)^{\frac{2}{3}} \qquad ⑥$$

式⑥より、ニワトリの卵が完熟までに10分かかることを利用して、ダチョウの卵では何分かかるかを推定してみましょう。t ＝10 分、W =50g 、W_n ＝1600g ですから、これを式⑥に代入すれば

$$t_n = t \cdot \left(\frac{W}{W_n}\right)^{-\frac{2}{3}} = t \cdot \left(\frac{W_n}{W}\right)^{\frac{2}{3}} = 10 \times \left(\frac{1600}{50}\right)^{\frac{2}{3}} = 10 \times 32^{\frac{2}{3}} = 100.8\text{分} = 1\text{時間}41\text{分}$$

という結果が得られます。

つまり、ニワトリの卵であれば 10 分程度で完熟するものが、ダチョウの卵のように重さがニワトリの32倍ともなると1時間 41 分もかかるというわけです。これでは、放映時間が1時間程度の番組であれば、テレビの放映時間内に収めることは出来なかったかも知れませんね。

2004. 12. 19