

ダチョウの卵



「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。……」。

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。

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

また、卵に蓄積される熱量は次式で表わされます。

$$Q_c = c\rho V\theta \dots \textcircled{2}$$

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

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

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

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

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て扱います。

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。

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

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

$$\frac{l}{l_n} = \sqrt[3]{\frac{W}{W_n}}$$

ですから、この式を式⑤に代入すると次式のようにになります。

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

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つたかも知れませんね。