

(広告ロゴ)

恒温動物の耐寒・防寒

元神奈川県立西湘高等学校教諭 池田博明

冬の北海道で探検部の川下り中にボートが転覆し、水中に落ちたことがあります。木綿の下着だった私は寒風に吹かれて体温が急激に下がり数分後には歯の根が合わなくなりました。けれども、ウールの下着の先輩は濡れても平気でした。ウールは天然の動物繊維、羊毛が原料です。毛皮をもつ哺乳類は冬の寒さのなかでも、平気で生きていけるのです。

耐寒の適応

一定の体温を維持する恒温性を獲得した脊椎動物は鳥類と哺乳類です。恒温動物の寒さに対する適応としては、体内で発熱するしくみと、放熱を防ぐしくみがあります。進化の過程で、鳥類は羽毛を、哺乳類は体毛を獲得しましたが、ともに毛の間に空気をためることによる断熱効果が大きく、皮膚からの放熱を防ぐしくみです。スキューバ・ダイビングで使われる、体とスーツの間に空気層を作って着るドライスーツも、空気層を体温で温めるものです。

ただし、羽毛はウロコから進化したのですが、体毛は皮膚から新生したもので中胚葉成分を含みません。発生的には別のものです。冬に備えて毛が生え換わる温帯や寒帯の哺乳類の冬毛は夏毛より厚くなります(ローマーら,1983)。

熱伝導度が小さい物質は保温効果が大きく、水の熱伝導度を1とすると、空気のそれは水の

24分の1しかありません。つまり、空気の保温効果は水の24倍もあります。空気を閉じ込めた動物の毛皮は15倍でした。

断熱と熱生成に働く脂肪

ブタのような毛の少ない哺乳類や、水中で体毛の空気層を保つのが難しいクジラやアザラシなどの海生哺乳類は皮下脂肪を発達させ、末梢血管を体表から遠ざけて断熱しています。また、断熱効果のある白色脂肪のほかに、赤ん坊には「非ふるえ熱生成」をする褐色脂肪がありますが、大人では失われます。寒さは食欲を刺激して「摂食性熱生成」を活発にします。温かい動脈を静脈と逆方向に接し、血管の温度差を小さくして熱損失を減らす「対向流熱交換式の血管」を備えているイルカや水鳥もあります(シュミット=ニールセン,2007)【完成稿からは削除】

体のサイズと熱量

同種または近縁の哺乳類では寒い地域の動物ほど体が大型化することは「ベルクマンの法則」として知られています。その理由は、発熱量は体積、つまり体長の3乗で増えるのに対して、放熱量は体表面積、体長の2乗でしか増えないからです。つまり、大きいほうが体重あたりの表面積が小さくなるため、寒さに有利なのです。

また、耳や吻などの体の突出部は寒い地域ほど小型化する傾向がありますが(アレンの法則)、これは末端からの熱の放散を防ぐ適応です。

恒温性を放棄するしくみ = 冬眠

毛皮を厚くすれば小型哺乳類は動作が不自由になります。そこで、恒温性を維持するよりも、冬季にそれを放棄するしくみが進化しました。それが「冬眠」です。ヤマネヤリス、コウモリのような小型種では体温を下げ、代謝を活動時の10%程度まで低下させることができます。

クマ類は、体温は数度低下し、代謝は70%程度に下がります。途中で覚醒せず摂食・排尿・排便もしません。メスは冬眠中に出産・保育もします。クマの冬眠は以前は「冬ごもり」といわれましたが、現在は小型種とは異なるしくみの冬眠と考える研究者が増えています。

【執筆メモ】

参考文献と参考にした項目

ローマー&パーソンズ 『脊椎動物のからだ』
(法政大学出版局, 1983)・・・羽毛と体毛の
発生と進化

シュミット=ニールセン 『動物生理学』(東京
大学出版会, 2007)・・・熱伝導度、発熱、放
熱、対向流熱交換器

アッシュクロフト 『人間はどこまで耐えられ
るか』(河出文庫, 2008)・・・褐色脂肪組織

日本生気象学会(編) 『生気象学の事典』(朝
倉書店, 1992)・・・「B19 冬眠」「B29 熱生
産」

川道武男ほか 『冬眠する哺乳類』(東京大学出
版会, 2000)・・・冬眠
近藤宣昭 『冬眠の謎を解く』(岩波新書, 2010)