

2008年度前期開講「英国諸島の地史」一期末定期試験問題一

問: 古生代に栄えた三葉虫や現在の地球上にも広く分布する昆虫などは「外骨格」をもっている。一方、われわれヒトに代表される哺乳類やかつて栄えた恐竜などは「内骨格」をもつ。骨格とはやわらかい組織である筋肉や脂肪、皮膚などとは異なる「硬い」組織であり、やわらかい組織を保護し支えるとともに、陸上などでは生物が自立するための組織として発達してきた。それぞれの骨格系がもつ利点や難点などは講義で述べたとおりである。三葉虫が脱皮をくりかえすことで成長を続けることは記憶にあるだろう。

では、ヒトがもし外骨格をもつ生物だったとしたらきみたちの生活はどのようなものになるだろうか？ 平日でも休日でもかまわない(終日ごろごろしている日はだめ)。あるふつうの日ををふりかえり、もし外骨格だったらどんな生活になるか、朝起きてから夜寝るまでの間について、その利点や難点に着目しながら記述し、そのうえでどちらの骨格系がより好ましいか個人的な見解として結論づけなさい。なお、その日が脱皮の時期かどうかはきみたちの判断にまかせる。

※ この問題は先週もらったコメントのひとつからヒントを得ました。コメントをくれた方へどうもありがとう。

以下、参考資料として「骨格」、「外骨格」、「内骨格」について、Wikipediaを一部修正し記述する。

I. 骨格

骨格(こっかく、もとは骨格)とは、複数の骨によって構成される構造のこと。転じて、基本的な構造一般を指すこともある。骨組み(ほねぐみ)とも言い換えられる。別の表現をすると、全体の構造を支えるための硬化した部分、及びそれらが繋がり合って出来上がった構造の支持をその役割とする構造のことを骨格という。

生物学の範囲では、脊椎動物・棘皮動物では骨は体内にあって、互いにかみ合って全体の構造を支えるようになっている。これを内骨格という。これに対して、節足動物では体表面が固くなっており、体節ごとに硬化した殻を持つ形で、それらが関節によって繋がり、全体でひと繋がりになっている。これを外骨格という。これらの骨格は、体を支えるだけでなく、それに骨格筋が結びつくことで、骨格の繋がりを変形させて運動を行うという機能をも有する。これは特に節足動物と脊椎動物が体を持ち上げて移動したり跳躍したりと素早い運動を行うことを可能にしている。

また、細胞においても、特殊な形の細胞では、内部に微小管などからなる、その形を支える構造が発達していることが知られており、それらを細胞骨格という。

II. 外骨格

1. 外骨格とは

外骨格(がいこっかく)は皮膚骨格とも呼ばれる骨格構造のこと。内骨格の対義語として使われ、皮膚に付属するように形成される骨格を指す。主に節足動物など、無脊椎動物に見られる。また、カメの甲羅のような骨格が露出したものや、魚類や爬虫類の鱗のような骨格ではないものも、内部骨格と対比して外骨格と呼ばれることもある。外骨格の生物は脱皮に多量のエネルギーを消費し、さらに脱皮のときの事故(うまく脱げない、気管に殻の破片が詰まる、など)の発生で死亡することもおおいのが最大のデメリットといえる。

2. 節足動物における外骨格

節足動物門の生物は、ほぼすべてが外骨格を持っている。主に水生動物にとっては水圧の変化に対応することに役立っており、陸上動物にとっては体内の水分を保持することに役立っている。関節部分は薄く蛇腹様の構造をとる骨格でできている。内骨格生物と比べて動きはギクシャクするものの、内部器官が露出することが無いため、かなり活動的になることができる。関節付近の骨格の内部には、腱に相当するクチクラ質器官が付着しており、それを骨格筋で引っ張ることによって各部を曲げ伸ばしすることができる。この方法は内骨格生物の方法とほぼ同じであるが、屈筋と伸筋の付着点が遠い内骨格生物のほうが運動性はよい。

2-1. 甲殻綱における外骨格

常に水圧を受けながら生活する甲殻綱の生物の外骨格は基本的に厚い(プランクトン性のもは除く)。また、水の浸入を防ぐために気密性が高くなっている。

2-2. 昆虫綱における外骨格

昆虫綱の生物は、気管や口陥、肛門など外気に直接触れるであろう場所はクチクラ質の外骨格で覆われている。気密性はそれほど高くないが、甲殻類と比べるとかなり運動性が高い。

3. 殻との違い

往々にして外骨格と殻とは混同される。一般に殻は動物体表面から分泌されるカルシウム分などが固まったものであり、生物体の外と考えられる。殻には生体組織がなく、表面は摩耗したり他の動物が穴を開けたりすることがよくある。これに対して外骨格はあくまでも動物体表面が硬化したものであり、厚くなったクチクラ層、あるいはそれに石灰質が沈着したのからなる。たとえば外骨格の表面には多くの感覚器があったり、物質を分泌する穴があったりと、生物としての機能を持っている。陸上の節足動物の場合(ゴキブリを想像するといいい)、このような穴からワックスが分泌され、体表からの水の蒸散を防いでいる。

4. 人間とのかかわり

外骨格は硬いので、食用とはなり難いが、殻が薄い場合にはそのまま食べる事もある。むしろ、唐揚げなどにした場合、ぼりぼりとした触感を楽しむ事もある。人間は古くから節足動物など外骨格生物の骨格をまねて鎧などの兵器を作ってきた。鎧や戦車・深海大気潜水服などの可動装甲などではエビやカニなどの甲殻類の関節と似ているところも多い。また、人体に何らかの機能性を追加する道具として人間は様々な装置を作ってきたが、その中でもパワードスーツと言うアイデアは、体の外部に筋力を補助する装置を追加するものである。

Ⅲ. 内骨格

1. 内骨格とは

内骨格(ないこっかく)は骨格構造の一つ。外骨格の対義語として使われ、骨格を体内にもつ構造をさす。典型的な内骨格は、支持や運動性の面で外骨格より優れているので、主に大型動物がこの構造をとる。また、イカなど、平滑筋が運動器官を構成するものも、体を作る基礎として内骨格を持つ場合もある。

2. 運動器官としての内骨格

内骨格は骨格筋の付着点の役割もしている。関節の屈伸運動の際は、関節の骨格末端部に近いほうに付着する屈筋と基部に近いほうに付着する伸筋を伸縮させる。回転運動の際は二本の平行した骨と関節に付着する回転筋をそれぞれ交互に伸縮させる。運動させる時、関節や回転軸から筋肉の付着点が遠ければ遠いほど効率がよく機動性の高い運動ができるが、内骨格生物は外骨格生物より付着点を遠くにおくことができるため外骨格生物より有利である。

3. 支持・保護器官としての内骨格

外骨格は外部環境から生体を保護する役割をしているが、内骨格の骨は専ら支持の役割をしており、保護の役割は皮膚などの器官に譲っている。前述のように回転運動のためには二本の平行した骨を置かなければならない。人の脛や前腕はこの構造になっており足首を回すことができるが、ゾウなどの大型動物ではまず体重を支えることを優先させなければならぬために、骨を太くする代わりに回転機構は採用していない。外骨格と比べ内骨格は支持性能と運動性能のどちらかがよくなる。

4. 内骨格の起源

生物がどのようなきっかけで内骨格をもつようになったのかについての定説はまだない。そのひとつとして最近提出された仮説であり、塚脇個人が興味を持っているものに以下がある。その説とは、生物は支持組織として内骨格を開発したのではなく、生命活動には不可欠であり、古生代の海には不足勝ちだったカルシウムを体内に保存する仕組みをまずみだした。その後、海水にカルシウムが増加するにつれて、体内のカルシウムを骨格として利用するようになった、というものである。