

動物の骨格と筋肉をどう教えるか 鳥の飛翔を中心に

東京・生物学教育研究サークル

サークルではこのところ鳥をテーマにすることが多く、2007 年 8 月に我孫子市鳥の博物館へ見学に行ったり、2008 年 2 月と 3 月にはウズラ、カラス、ニワトリの解剖をやってみた。その後も残った骨を標本にしてまた持ち寄るなどして、結構面白い勉強ができた。雑誌「理科教室」2008 年 9 月号の口絵写真と解説文で一連のことをまとめてみたのでご覧いただけたらありがたい。授業でどのように扱っていくかを模索中である。

以下に、義務教育終了までに教えたい動物学習の内容（簡略な案）および解剖当日のようすと用意した資料をご紹介します。

動物学習をどのように積み上げるか

1. 小学校第 3 学年から第 4 学年までに学習させたい内容

〔到達目標 1〕 みのまわりの自然で、りくちにはいろいろな生きものがいる。

〔到達目標 2〕 生きものはそだつ。

〔到達目標 3〕 生きものはふえる。

〔到達目標 4〕 ヒトの体も大きくそだつ。

2. 小学校第 5 学年から第 6 学年までに学習させたい内容

〔到達目標 1〕 生物は栄養を取って生きている。

具体的内容

（1） 生物の体は、水の他にタンパク質、糖質、脂質からできている。

（2） 動物は食物を食べる

（3） 植物は自分で必要な栄養物質をつくる（光合成）

（4） ヒトも食物を食べ、成長する。

〔到達目標 2〕 生物は子孫をのこしている。

〔到達目標 3〕 ヒトは直立二足歩行する哺乳類（霊長類）である。

3. 中学校で何を教えるか（義務教育修了までに何を教えるか）

第 1 学年の初めには第 1 分野の学習をさせたい。そして生物学習に入りたい。

（1） 生物界の特徴（動物の概観、植物の概観、その他の生物の概観）

（2） 生物体の構造と機能（動物体の構造と機能、植物体の構造と機能）

（3） 遺伝・変異、生殖・発生

（4） 自然界のつながり（生物と環境）

（5） 生物の歴史（地球の誕生から生命の出現、多細胞生物の出現と適応放散、脊椎動物の出現、霊長類、類人猿・ヒトの出現）

2008 年 3 月 1 日 解剖の会のようす

（1） ハシブトガラス

外部形態 真っ黒な体表面を改めて見たのであるが、小さくちばし（喙、嘴）に鼻孔を探し、耳は羽毛をかき分けて確認していった。まぶた（瞼、目蓋）の構造を確認していった。翼を広げて手羽根・腕羽根の枚数を数えたり、肩羽根・被い羽根・小翼などの用語を使いながら確認していった。足の裏の様子を確認した。

羽根・羽毛を抜き取ることはしないで、内臓の観察に入った。

内臓の様子 はさみを入れる前に、カラスの引き締まった体躯に空を飛ぶ動物の仕組みの巧みさを感じた。贅肉といったものは、もちろん付いていないのだ。

ウズラの解剖の時から気囊の確認が話題になっており、皮膚を切り開いていくなかで探す、はっきりしない。大胸筋の色は赤褐色である。ニワトリで知っている白っぽいとはかなり違ってい



た。食道と気管を確認し、「そのう」も見る。鳥嘴（口）骨はわたしたちにはなじみの骨になってきているので、鎖骨、竜骨突起などを見つめ、前肢（翼）がどのように動かせるか小胸筋を探して引っ張ってみるところに集注する。だから、内臓の様子を確認するといっても、実際は運動器官の仕組みの確認をしているという学習が進んでいった。腸管の長さを調べたら1m

以上はあった。

体長の2倍に近い長さだ。
ビーカーに入れた水で洗浄すると内臓に付着している血液が薄まって赤みがやわらぎ、観察しやすくなる。しかし、写真撮影では反射が増えてマイナスになるような気がする。なお、カエルの解剖の指導では水の中で解剖をつづけさせたと記憶しているので、今回の執刀者の意見を伺いたい。

飛翔運動の確認 鈴木さんが調整したウズラの骨格標本がここでの学習に役立った。ニワトリなど食用で大きな大胸筋よりも、翼が打ち上げられるようにする小胸筋と腱を探していく。

（1）コノハズク

カラスを見たので、夜の王者とでもいえるコノハズクの頭部に耳の位置が左右どう違うのか調べてみる。相対的な高さの違いは1cm以上あるように見えた。右の耳の方が低い位置にある。

生きている状態の観察の大切さを感じながら観察をつづけていく。カラスの足、その爪と比べてみるが、下りてきて獲物を掴めば食い込むことが分かるような爪の鋭さを確認する。

双眼実体顕微鏡を使って鼓膜を調べてみる。

（2）ニワトリ

ニワトリはカラスと比べるとグロテスクといった形容がふさわしい。飛翔のためでなくて大胸筋が発達している。脂肪が多い。野生種のスタイルと比べるとおかしいかも知れないが、ここで言いたいのは理科学習として野生種を解剖すべきであるということである。

外部形態 脛、蹴爪(距)、水かき(蹼)、足指(趾)などいちいちこれらの文字を使うことはほとんど無いが、それでも、距の形と付いている向きなど生徒は気にするだろう。

内臓の様子 上腕骨の端に気囊が入り込む孔があるが、これは後ほど確認できたところである。これは鳥

類の特徴でもあるのだから、今後の解剖でははっきり調べていきたいと思う。CT スキャンによる気嚢がはっきり分かる写真を探そうではないか。なお、鳥類の特徴に目が大きいというのがあるから、頭部の観察では忘れないようにしたいと思っている。くちばし、目（眼窩）、脳の三つの大きさ比較は、オオミズナギドリの骨格でもはっきり分かったから、ビデオ記録をしたことは言うまでもない。

大胸筋・小胸筋、胸骨・鎖骨・烏嘴骨 ニワトリの骨を使って恐竜の骨格理解の為に組み立てるという実践があるけれども、わたしは飛翔に適応した仕組みの学習を重視してほしいと思っている。

ウズラ、ハシブトガラス、ニワトリの順で観察をすすめてきたが、今回の解剖の学習はウズラで分かりかけた飛翔のための運動、筋肉と骨格の関節部分のつらなりの働きが出席者すべてに見えるようになってきたのではなかろうか。ニワトリでは一番筋肉の発達がみられるところから、飛翔運動のメカニズムがかえって理解しやすいように見えてきた。

さらに、ニワトリの観察では上腕骨、そして尺骨・とう骨から先の骨のつらなりと運動についての観察がすすんだ。羽根とのつながりも納得できたのである。

残された課題は骨格標本がどこまで作られていくか、であろう。「やりやすい解剖のしかた」の記述であろう。



当日に用意した資料 「鳥類 解剖の会 資料」

ハトを例に解剖の手順を見ていこう。

生きた試料が手に入ったときはクロロホルムなどで麻酔してはじめる。食肉としての処理なら首を切り落として逆さ吊りにして血抜きをするのが普通であるが、のちに骨格標本としても利用するのなら骨の破壊は最小限にとどめたい。

1. 外部形態の観察

1. 外形のようす

(1) 鳥類の特徴は何か

- ア 鳥類やほ乳類が恒温動物であること
 - 抱きかかえてみると分かること
 - 体表面全体に毛が生えている
 - 鳥類の羽毛（顕微鏡で観察してみたい）
 - 羽毛と「発熱、保温」 ダウンジャケット

イ ハトの前肢は翼になっている。

(2) 頭部のようす

- ア くちばし（くちばし、喙、嘴）
 - あご（あご、顎）の骨に角質のさや（さや、莢、鞘）がかぶさったもの。

イ とさか

ハトでは上くちばしの上の方にぶよぶよした小さなとさか（鶏冠、とさか）がある。

ウ 下くちばしの根元近くには、これも小さなぶよぶよがあり、これはニワトリにある肉垂れに相当する。

エ 鼻のあな（あな、穴、孔）

くちばしの根元にある。

オ 目 (め、目、眼)

大きさ 鳥類の特徴として大きい。ネズミの口ひげ、イヌの嗅覚

まぶた (まぶた、瞼)

上下のまぶた、下側のまぶたの開閉。ヒトの上まぶたの開閉。

目を閉じるときに内側のまなじりの上方から上下のまぶたの内側に広がる膜(瞬膜、両生類・は虫類・鳥類で発達、魚類ではサメ)。ヒトでは退化。

カ 耳

目の後ろに。

キ あごに歯が無い。

2. 前肢、つばさ

つばさ (つばさ、翼)

前肢に羽毛が生えてつばさを形作っている。皮膚に羽毛の根が入り込んでいるように見える。

ア 手羽根 (第一風切り) と腕羽根 手羽根 (手はね、手羽、手羽根) 外側の半分程の羽根

腕羽根 内側の半分程の羽根

イ 小翼 一番外側のもの

ウ 被い羽根 第2段目から背の方の羽毛第6段目

エ 肩羽根 被い羽根の背側、翼の付け根と肩にあるものを肩羽根という

オ 尾羽 尾にある

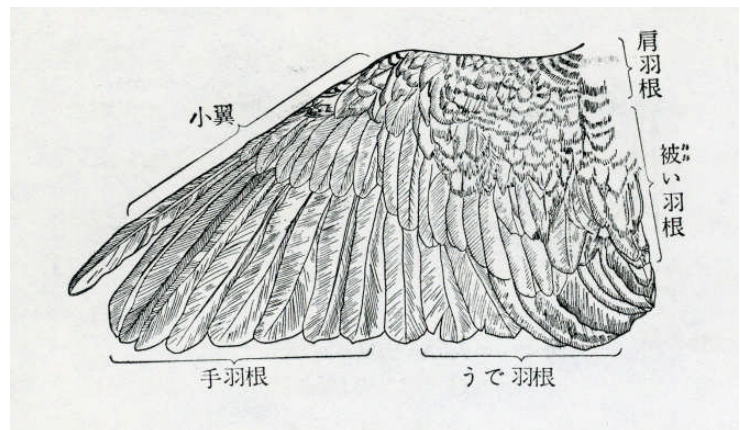
3. 後肢 (あとあし、後肢)

ア もも(もも、股、腿)、すね (すね、脛、脛。はぎ)、あし (あし、足、脚)

イ 羽毛の無い部分にヒトの「手のひら」に相当するところと「あしゆび」

あしゆび4本。3本は前方に、
1本は後方に向いている

ウ 脚や足指には角質のうろこ (うろこ、鱗) 片がある



2. 羽根を除いて体を見る

羽根、羽毛を抜き取ってみる。

皮膚が破れないように、はじめは少量の羽根をつまんで抜く。

3. 内臓の観察

1. 腹部から切り開く

腹部の皮膚をつまみ上げてから、はさみで切り目を入れる。

正中線の方と横の方にはさみを入れて内部を観察できるようにする。

ア 筋肉質の壁が内臓を覆っている

イ 竜骨突起に連なる胸骨と大胸筋(一対)

飛翔用の構造 大胸筋の色は一般には赤褐色だがニワトリでは飛翔しないので白っぽい色
大胸筋(浅胸筋) は胸肉の名で店頭に並んでいる

ウ そのう (そのう、そ嚢)

エ うかい骨(うかいこつ、鳥喙骨、鳥口骨)、竜骨突起

うかい骨は前肢(の骨)と連なっている。

はさみで両方の肋骨を切り、うかい骨と前肢の骨との関節を外してみると、竜骨突起が腹部から取り出せる。

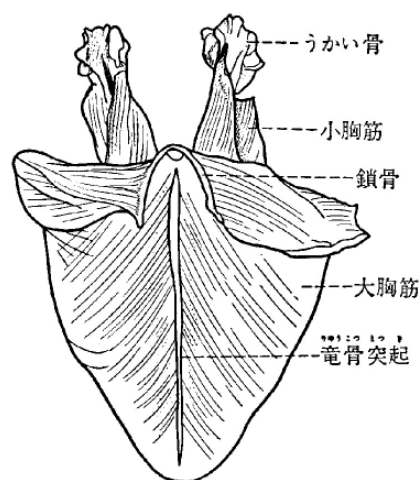
竜骨突起を取り出してから、大胸筋の前端がうかい骨に付き、V字型をしたさ骨（鎖骨）のまわりに付いていることを確認する。

この二つの筋肉が翼の運動をつかさどる。

大胸筋が翼を打ち下ろす筋肉。小胸筋が翼を持ち上げる筋肉。小胸筋の腱が肩関節の穴を通って上腕骨につき、収縮すると翼が持ち上がる仕組みになっている。

ウ 胸郭の構造と機能

鳥類の「首が長い」現象は動かない「胸郭」の構造にある。飛翔のためにそのようになっており、肋骨の構造も他の脊椎動物とは異なる仕組みをもつようになっている。



心臓と肝臓との間にしきりはない。

食道を下に見ていくと、「前胃」がある。胃液の分泌。さのうは胃の一部。分厚い筋肉。

軟骨の連なり

食道の一部が「そのう」になっている

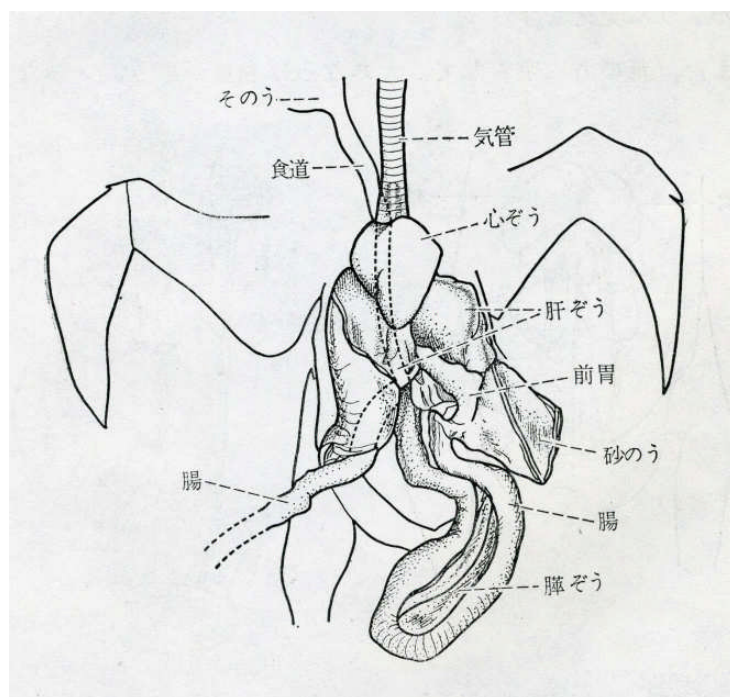
2心房2心室（別個にくわしく観察したい）
薄い膜に包まれている。

大きな臓器だから、すぐ分かる。

胆汁が溜まるところで、これは肝臓の中にある（包まれている）ので外からは見えない。

砂ぶくろについて十二指腸がある。

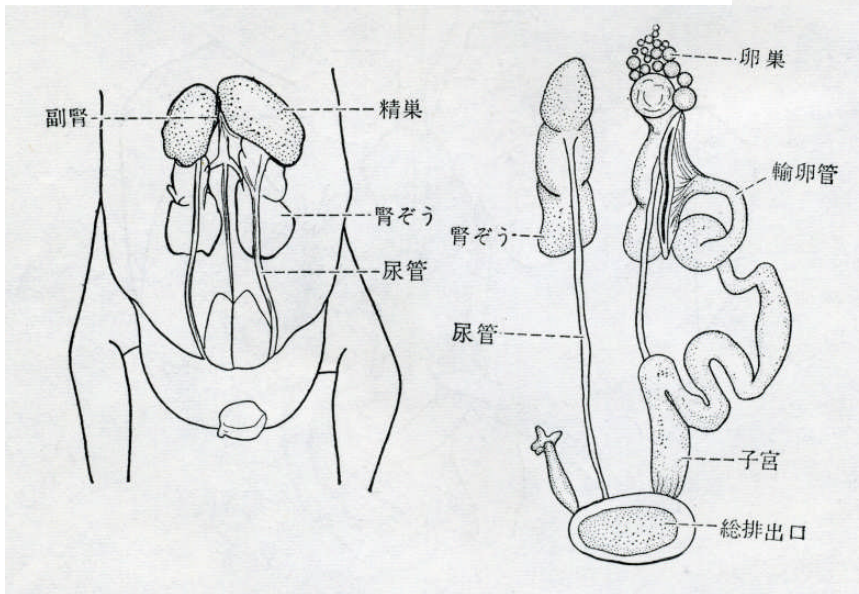
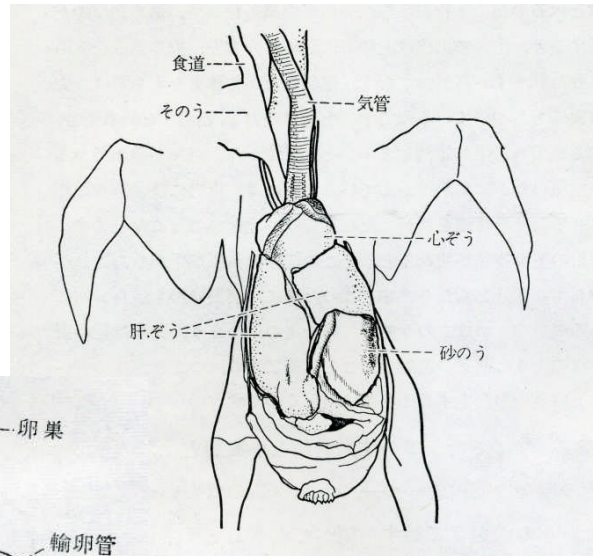
肝臓の陰にある。



コ 生殖器

雄 背側に精巢

雌 卵巣の他に大きな輸卵管がある。



前肢の骨と羽根のつながり

