

## 蛙のからだの仕組み

—人との比較において—

### Anatomical structure of the frog

池田寛子, 會川義寛

Hiroko IKEDA, Yoshihiro AIKAWA

お茶の水女子大学大学院ライフサイエンス

#### 1. はじめに

蛙は古くから発生学, 生理学, 生物学, 免疫学など多方面の研究に使用されてきた<sup>9)</sup>. 蛙は両棲類であり, 哺乳類としての人とは構造的にも機能的にも大きくかけ離れている. しかし, 両者とも脊椎動物に属し, その共通の基本形を持っているため, 脊椎動物について調べるには欠かせない実験動物として利用されてきた.

本稿では, 蛙の解剖構造を, 哺乳類としての人との構造と比較しつつ解説する.

#### 2. 脊椎動物の基本体制

脊椎動物に共通する基本的形態特徴は, 正中対称性 (左右対称性), および頭尾軸 (前後軸) 性, 腹軸 (上下軸) 性である. そして中軸骨格としての脊椎が頭尾軸方向に伸び, その上下に背側腔および腹側腔が存在してそれぞれ脊髄および内臓を納めている. また循環器系としては閉鎖血管系を有することもその特徴である.

#### 3. 骨格系

人の骨は体幹と体肢に分けられ, 体幹は頭蓋, 脊柱, 胸郭, 骨盤の, 体肢は上肢, 下肢の骨からなる. 上下肢はそれぞれ自由上下肢, 上下肢帯とに分けられる.

これに対し蛙の骨は, 頭蓋, 脊柱からなる体幹と, 肩帯を含む上肢, 腰帯を含む下肢からなる体肢から構成されており, 胸郭と骨盤がない. 肋骨は退化している (Table 1).

人の脊椎は頸椎 7, 胸椎 12, 腰椎 5, 仙椎 5, 尾椎 4 の計 33 個からなる. このうち胸椎は発達した肋骨を有し, 上下の頸椎と腰椎とを区別している. 仙椎は融合して一枚の仙骨となっている.

これに対し蛙の脊椎は 10 個の椎骨からなり, 第 1 椎骨は環椎, 第 9 椎骨は仙椎, 第 10 椎骨は尾椎である. 肋骨は退化しているので頭椎・胸椎・腰椎の区別がない. 環椎は後頭骨と関節し, 仙椎は腰帯 (腸骨, 坐骨, 恥骨) と関節して, 後肢 (大腿骨, 頸腓骨, 付骨, 蹠骨, 趾骨) に続く (Fig. 1).

第 3 椎骨の上に肩帯 (肩甲骨, 烏啄骨, 鎖骨) があり, 前肢 (上腕骨, 橈尺骨, 腕骨, 掌骨, 指骨) に続く.

Table 1 The bones of man and frog.

人	体幹	頭蓋
		脊椎
		胸郭
		骨盤
	体肢	上肢 (含む上肢帯)
		下肢 (含む下肢帯)
蛙	体幹	頭蓋
		脊椎
	体肢	前肢 (含む肩帯)
		下肢 (含む腰帯)

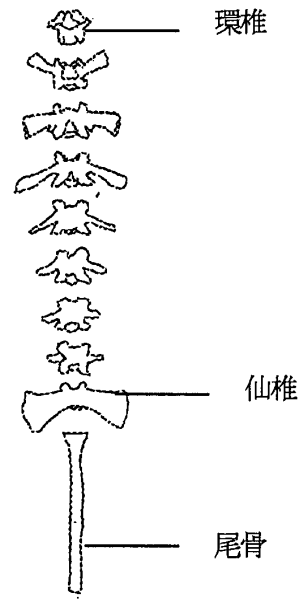


Fig. 1 Vertebral column of frog, ventral side.

#### 4. 筋系

筋は脊椎動物の各種器官系の中でも最大の重量を占め、人では体重の35から49%を占める。

##### (1) 頭部

人の頭部には皮筋である表情筋とその下にある咀嚼筋とがあるが、蛙では表情筋はなく、咬筋などの咀嚼筋や下顎を開く頤下筋、顎下筋、舌骨筋などがある。その他鼻孔や眼球を動かす小筋がある。

##### (2) 頸部

人では胸鎖乳突筋や椎前筋、斜角筋、舌骨筋などがあるが蛙では頸部のくびれがないためこれらに相当する筋は下顎を開く舌骨筋のみである。

##### (3) 胴部

人の胴部は横隔膜により胸部と腹部に分けられるが、蛙は肋骨が退化して胸郭がなく、かつ横隔膜がないため胸部と腹部との区別はできない。肋骨がないので肋間筋もない。背側には僧帽筋、背長筋が、腹部では腹直筋が正中を通る。腹直筋に白線と腱画があるのは人と同じである。肩には三角筋が、腰には臀筋が、胸には前胸筋、後胸筋がある。また側腹部には腹外斜筋がある。背部の深層には尾仙骨筋、尾腸骨筋などが、尾骨、仙骨、腸骨などがつくる腰帯を固定している。

##### (4) 前肢

前肢には表側上腕屈筋、橈腕屈筋、尺腕屈筋、総指屈筋、短掌筋などの屈筋群と、上腕三頭筋、肘筋、長総指伸筋などの伸筋群がある。

##### (5) 後肢

後肢には大腿直筋、腸内転筋、縫工筋、大腿二頭筋、半膜様筋などの大腿の筋と前脛骨筋、腓骨筋、腓腹筋や短脚伸筋、総趾伸筋、長伸筋、足根前屈筋、足根後屈筋、などの足を動かす筋などがある。腓腹筋の遠位端は人と同じく下腿三頭筋腱（アキレス腱）となって踵骨に付着する。

蛙の筋の特徴は後肢の筋肉が発達していることである。また、喉頭筋が発達しており、これを速い頻度で収縮することにより鳴き声を発している。

#### 5. 神経系

蛙の中樞神経は人と同じく脳と脊髄からなり、脳は脳幹（間脳、中脳、橋、延髄）及び

大脳、小脳から成り立っている。哺乳類の場合大脳、小脳の役割が大きい、蛙では大脳は嗅覚に関与している程度であり発達しておらず、情報の制御は中脳背側にある中脳蓋で行われている。

末梢神経は12対の脳神経と10対の脊髄神経からなる。第2脊髄神経は前肢神経となり、さらに尺骨神経と橈骨神経とに分かれる。第4-第6脊髄神経は腹壁の皮膚、筋に分布している。第7-9脊髄神経は腰仙骨神経叢を形成し、特に第8-9脊髄神経は合流して坐骨神経となり、膝前で脛骨神経と腓骨神経とに分かれる。脊髄に平行して一対の交感神経管が存在する。

#### 6. 消化器系

蛙の消化器系は人と同じく口、食道、胃、小腸、大腸、肛門と一本の消化管をなしている。喉頭付近で一対の肺が、肛門手前で膀胱が消化管に開口する。胃と小腸の間付近に膵臓と肝臓とが左右から開口し、それぞれ吸収前の消化と吸収後の検査・解毒を担当している。

#### 7. 呼吸器系

人の呼吸器官が肺のみであるのに対し、蛙は幼生時は鰓と皮膚で呼吸を行い、変態後は肺と皮膚で呼吸を行う。蛙は必要酸素の最高40%を皮膚から得ている。蛙の肺は袋状になっており、人のように内部が肺胞によって細分化されていないため、人の肺ほどは効率が良くない。蛙は肋骨と横隔膜がないため、口を閉じて鼻孔から空気を吸い、口の底を上げたり下げたりすることで空気を肺へ入れる。このため蛙は絶えず喉を動かしていなければならない。

#### 8. 循環器系

人の心臓は2心房2心室であるに対し、蛙の心臓は2心房1心室である。全身を回ってきた大静脈血は右心房に帰り、心室へ入る。酸素に富んだ血液は肺静脈を経て肺から左心房に帰り、心室へ入る。人の場合、右心室へ入ってきた静脈血と左心室へ入ってきた動脈血は心室中隔によって分離されているため混合することはないが、蛙の場合は心室中隔がないため、少しは混合する。しかし、左右の心房から心室への開口部の位置がずれている

ことと、心臓球にある螺旋弁の働きにより、両血液の混合はそれほど多くはない。

## 9. 排出器系

蛙の腎臓は、人と同じく、ネフロンを基本構造としている。人の場合、ネフロンにおいて尿細管で再吸収される水分量は、糸球体で濾過された量の約99%であるのに対し、蛙の場合は約5%にすぎない。腎臓が排出する窒素排出物は、蛙も人も同じく尿素である。しかし、蛙の幼生時の窒素排出物はアンモニアで、鰓から水中に排出される。

## 10. 被覆系 (皮膚)

脊椎動物の皮膚は外胚葉由来の表皮と中胚葉由来の真皮からなる。表皮は細胞成分から成り、毛、羽、各種の腺などが分布する。真皮は繊維性構造で、単純で均一な構造をしている。

人の表皮は主に角質層とその下の胚芽層とからなる(この間に薄い角質形成層(淡明層、顆粒層よりなる)を置く)。この二つの層は細胞の生死により明白に異なっている。

これに対し、蛙の皮膚はこの二層の分離が明白でなく、深さ方向に連続的に変化していることが特徴である。

蛙の角質層は透過性に富み、水や酸素、二酸化炭素を透過する。このため、周囲から水分を吸収することができ、また皮膚呼吸も可能である。しかし逆に体内の水分を蒸散しやすく、このため水辺でしか棲息できない (Fig. 2)。

人の表皮は角質の変形した爪、毛、指紋などで覆われているが、蛙はこれらを有せず、四肢先端の角質化した上皮性構造を持つこともあるが、真の爪はもたない。

人の体表には脂腺、汗腺、乳腺などが分布している。これは表皮が真皮や皮下組織に落ち込んでできたものである。これに対し、蛙はこれらを有せず、体表には粘液腺と顆粒腺が分布するだけである。粘液腺は皮膚に湿り気を与えて皮膚呼吸に関与し、顆粒腺は他の動物に対して有毒な物質を分泌して外敵から身を守っている。しかし蛇には食べられる。

また、蛙は表皮と真皮の間に色素細胞を持ち、体色を変化させることができる。これもまた外敵から身を守るためといわれている。人もまた表皮と真皮の間に色素細胞を持つが、

これは日光の紫外線を吸収して紫外線から体を守るためである。

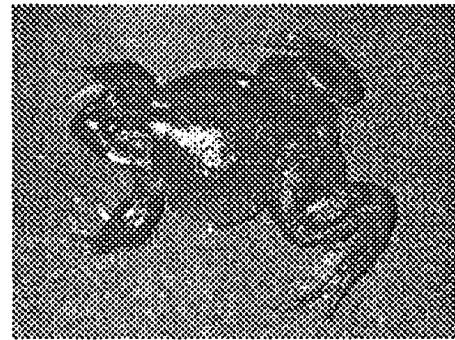


Fig. 2 Bull frog

## 11. 感覚器系

蛙の耳は外耳道を持たず、鼓膜が露出している。

蛙の目は、焦点を合わせる場合はレンズを前後に動かして調節する。人はレンズの厚みを変えることで調節している。

## 12. おわりに

蛙は両棲類とはいえども、形態学的にも生理的にも非常に精密で優れた構造、機能を有している。蛙の構造や機能を理解することは脊椎動物の構造や機能の理解につながるだけでなく、さらには人の構造や機能の理解にも役立てることができる。

### 【謝辞】

常に高い立場より御指導下さっている佐藤昭夫教授に深甚なる感謝の意を表します。

### 【参考文献】

1. 岩波書店編集部編, 「岩波科学百科」, 岩波書店, 1989.
2. 浦野明央, 石原勝敏, 「ヒキガエルの生物学」, 裳書房, 1987.
3. 河野邦夫, 伊藤隆造, 堺章, 「解剖学」, 医歯薬出版株式会社, 1999.
4. 佐藤昭夫, 「自律機能生理学」, 金芳堂, 1995.
5. 田嶋嘉雄監修, 「実験動物学」, 朝倉書店, 1991.
6. 「日本大百科全書」, 小学館, 1988.
7. 日本動物学会編, 「動物解剖図」, 丸善, 1990.
8. フランク B. D. ギブニー (編), 「ブリタ

- ニカ国際大百科事典」, TBS ブリタニカ, 1993.
9. 星野一正, 「生体の観察」, 医歯薬出版, 1987.
  10. 松井正文, 「両生類の進化」, 東京大学出版会, 1996.
  11. Alfred Sherwood Romer and Thomas S. Parsons (平光萬司訳) "The vertebrate body", 法政大学出版局, 1983.
  12. M. Fingerman (青木偕爾訳), 「比較動物学」, 培風館, 1982.
  13. W. Kahle, H. Leonhardt, W. Platzer, "Taschenatlas der Anatomie", Georg Thieme Verlag, 1986, Stuttgart.
  14. Eichelberg H., Schneider H., "The fine structure of the larynx muscles in female tree frogs", *Hyla a. arborea* L. (anura, amphibia) *Cell. Tiss. Res.* 1974; **152**, 185-191.
  15. Eichelberg H., Schneider H., "The fine structure of the laryngeal muscles of the tree frog, *Hyla arborea arborea* (L), compared with that of a skeletal muscle." *Z. Zellforsch.* 1973; **141**, 223-233.