

## 4. からだの仕組みを知る ③1 (丈夫な馬を育てるために)

# XX = 眼、耳、鼻、舌の仕組みを知ろう =

元 軽種馬育成調教センター 参与 兼子 樹廣

### . 眼（視覚）の仕組み

眼は精巧につくられた**体のカメラ**の働きをし、フィルムの役割を**網膜**が、水晶体がレンズの働きをしている。

人種によって**瞳の色**が違うのは、眼球の真ん中に小さな黒い瞳孔と、その周囲に瞳孔の大きさを変えて眼に入る光の量を調節している**虹彩のメラニン色素の量**によっている。メラニン色素が少ないほど薄い色になり透明感があり、魅力的だが太陽光線をもろに受けてしまうために**欧米人はサングラスを多用する**。美しい瞳のヒトにはそれなりの苦勞があるようだ。

眼は周囲を取り巻く環境を認識しているが、**感覚器から得る情報の80%は眼で集めている**。**角膜は血管が通っていない**ために栄養は毛様体で作られる眼房水から得ている。

左右の眼が同じものを見ているようでも実際は微妙に見え方が違っていて、両眼でお互いに補い合って初めて正確に見ることが出来る仕組みになっている。

**色を識別する能力**は、網膜にある明るい時に働く**錐体**と暗い時に働く**杆体**と言う視細胞による。**錐体**は光を細かく分けられる3種類の細胞からなり（波長の長い赤、そして緑、短い波長の青を吸収し、その吸収率で色分けをしている）。杆体は1種類の細胞だけなので光の強弱しか捉えられないため、暗いところではモノトーンにしか見えない。この光センサーである錐体が光を上手く吸収しなくなると色の識別が出来なくなり**色弱**となる。

涙腺から出た**涙**は、鼻涙管を通して鼻に抜けるが大量に出ると涙嚢が一杯になってあふれ出て頬を伝って流れる。この涙は **殺菌力のある酵素**を含んでいるので消毒の働き、**ゴミを洗い流す働き**、**栄養や酵素を角膜に与え**眼の働きを助けている。

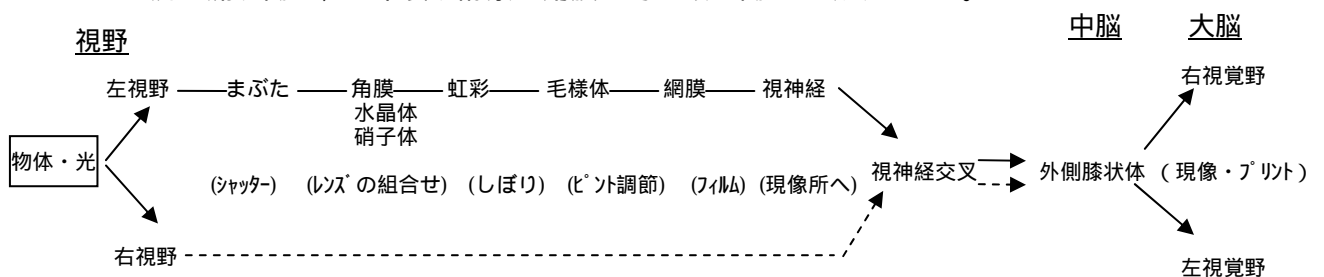


図 - 1：物の見える仕組み（視覚が成立するまでの道筋）

視覚が脳に達するまでの道筋をカメラとフィルムの関係で示してあるが、視神経交叉と言う部位で左右の物体が逆になって大脳の後方にある視覚野で感知する。

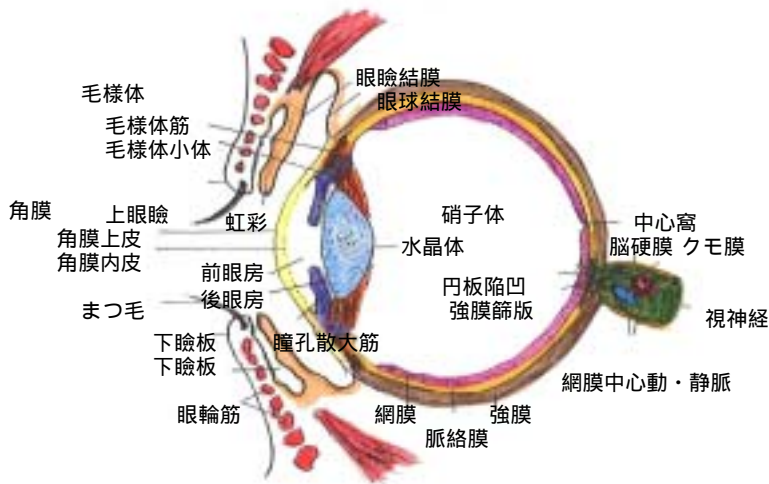


図 - 2 : 眼球の仕組み模式図

眼球の外形をつくっている外膜は強膜がいまくと言ひ白眼に相当する部位である。中膜は脈絡膜きょうまくと言ひ血管を富裕し眼球の内部を暗くして光が散乱しないようにしている。内膜は視る神経細胞ないまくの集合部位で網膜もうまくと言ひ主に色を見分ける錐体細胞すいたいさいぼうと弱い光でも見えるようにしている杆体細胞かんたいがある。眼の前方には水晶体すいしょうたい（カメラのレンズに相当）眼の大半を占めて眼内圧を保っている硝子体しょうしたいがあり、角膜の下には眼内圧に關与している眼房水かんぼうすいが入っている。瞼まぶたや睫毛まつげ、結膜けつまく、涙腺るいせんなどがある。

なお、毛様体筋もうようたいきんは眼の焦点距離を調節している筋である。

## 1) 眼の構造と機能 (図 - 1, 2)

視覚器としての眼は、眼球がんきゅうと視神経ししんけいそして副眼器ぶくがんき（眼瞼・結膜・淚器・眼筋、眉毛まゆげを含む）からなる。

眼球は外膜、中膜、内膜の3層の被膜で包まれ、視神経ししんけいによって脳と直接連絡している。

馬の色別の程度は、ヒトよりも劣るが哺乳動物の中では能力が高い。それは網膜もうまくにある視細胞しさいぼうのなかで杆体かんたいと色を感じる錐体すいたいの2種類をもっていることから推察される。特に馬は黄色（波長540ナノメートル）を最も良く識別し、次いで緑、青や赤は実験的には間違えることが多いと言う。

### (1) 外膜（線維膜）;

眼球を保護する滑らかで強靱な線維性膜で、白眼に見る強膜きょうまくと、眼球の前方うすの薄い皿状の膜で知覚敏感な角膜かくまくからなる。

(2) 中膜 (血管膜);

メラニン色素と血管に富む層で、眼球内部を暗黒にして散乱光を吸収し網膜外層に栄養を与えている脈絡膜と、水晶体 (レンズ) を輪状に取り巻く毛様体小帯と水晶体の厚さを調節して遠近を調節している毛様帯筋、そして毛様帯の前端で水晶体の前面を取り囲む色素・血管・神経に富むドーナツ状の虹彩からなっている。

この虹彩の中央を瞳孔と言ひ、虹彩に色素細胞が多いと茶褐色に、少ないと外国人のように青色から灰色に見える。

(3) 内膜 (神経膜);

光の受容器である視細胞と視神経からなり剥離し易く網膜と言う。明るいところで働き視力が強く色の見分けをする錐状体細胞 (物の象を結ぶ中心窩に多く、昼行性の鳥でこの細胞の数が多い) と、弱い光で物を見る時に役立ち色を感じない杆状体細胞 (夜行性の動物にこの細胞が多く、ビタミンA 欠乏で夜盲症) からなる

網膜の特殊な部位として、中心窩 (黄斑; 物を注視したとき光の集まる場所で網膜が薄く最も視力が鋭敏な部位) と視神経円板 (光りを感じない部位) がある。

(4) 水晶体 (レンズ);

瞳孔の直後にある凸レンズで、血管・神経が無く無色透明で弾力性がありピント合わせの働きをする。

この障害は白内障; 水晶体が白く濁る病気。

(5) 硝子体;

水晶体と網膜の間にある無色透明・無定形のゼリー状・ゼラチン様の物質で、眼房水とともに眼内圧を保っている。

(6) 眼房水;

水晶体と角膜の間の眼房に透明のリンパ液の一種である液を満たし、水晶体、硝子体、角膜に栄養を与えている。

眼房水は毛様体の上皮から分泌され、虹彩角膜隙から静脈に吸収され、眼内圧を一定に保っている。この障害は緑内障と言う。

(7) 角膜;

神経の分布はある (眼にゴミが入った時に痛い) が角膜を透明に保つために血管が無い。

免疫学的な拒絶反応が起こり難いため他の器官よりも角膜移植が容易である。

角膜上皮は表皮の特殊化した重層扁平上皮で再生能力が高い。

(8) 脈絡膜；

眼球に分布する血管の大半を占める層で、臨床家はブドウ膜とも言う。

(9) 血管板；

メラニン細胞が多く、眼球の内部を暗くしている。カメラと同じく余分な光りの反射を防いでいる。

(10) 眼瞼（まぶた）；

カメラのシャッターに相当し、眼球の保護や強い光刺激を遮断する役目。白色人種は脂肪を欠くため東洋人のように腫れぼったくならない。

睫毛；3～4列で斜めに生えている。毛包は真皮に深く入り、脂腺は無く立毛筋も無い。更新は100～150日、汗腺を睫毛の毛包に開口。

(11) 結膜；

眼瞼の運動を円滑にする働きをし、血管や神経に富んでいるので結膜の色調で健康状態をチェック可能。この部の炎症を結膜炎と言う。

(12) 眼筋；

4個の直筋（上下、内外）と2個の斜筋（上下）により眼球を眼窩に固定し自由に動かす筋肉。

(13) 涙器；

涙腺から涙が分泌され、涙小管、涙嚢、鼻涙管、外鼻孔、鼻腔へ。余分な涙は、涙管から鼻涙管を通り鼻に抜ける。

ドライアイ；涙の量が減少すると、眼の恒常性や自浄作用を失い、目やにが多くなり、眼も乾燥する。

(15) 眼底検査；

網膜、視神経円板、脈絡膜など目の内部変化を直接診る検査である。

身体の血管を直接見ることが可能にし、血管の変化から失明、高血圧、糖尿病、妊娠中毒などの診断、脳血管の状況推測を可能にする。

(16) 焦点距離；

毛様体筋の収縮 毛様体が前方に引きつけられる レンズの間隔が狭められる  
毛様体小帯が緩む レンズ自身の弾力により膨らむ 焦点距離が短くなる  
近くにピントが合う。

老眼；老人 水晶体の弾力を失う 形を変えることが出来ない 一定のところでのみピントが合う。

遠視；網膜上に像を結ばない。

(17) 人種による虹彩の色の違い；

こうさいひしつ  
色は虹彩皮質にある色素細胞の数と色素量で決まる。

有色人種 色素が多い 黒く見える。色素が少なくなるにつれ、茶 緑 青（白人の眼は色素の色が透けて見える）。

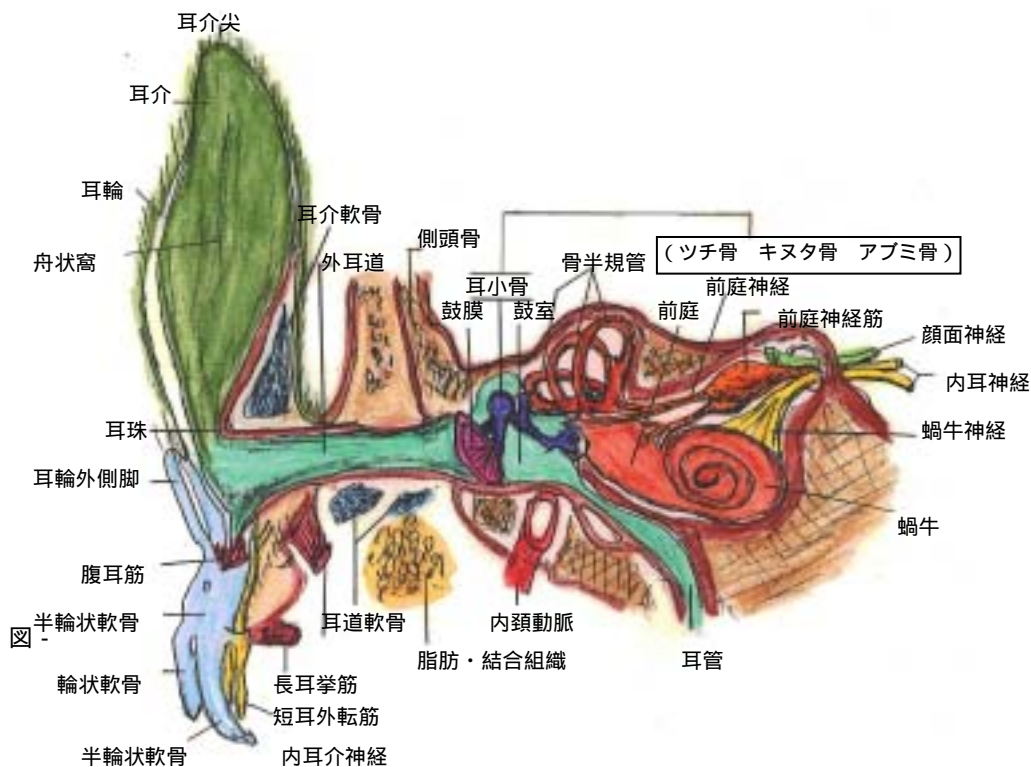
白子 もうまくこうさいぶ  
色素上皮と網膜虹彩部に色素を欠く。

眼は まぶた 瞼 といわれる眼瞼によって覆われている。多くの動物は第三眼瞼（しゅんまく瞬膜）を持つ（ヒトでは退化している）。

耳（聴覚と平衡感覚）の仕組み（図-3）

耳は音を聞くだけでなく、体のバランスを保ち、気圧の変化を調節している。

動物はいろいろな音（周波数）を聞き分け、音を分析する仕組みをもっている。例えば、耳が二つあるのは音がどちらの方向からきたのかを左右の耳に届く微妙な時間差から判別するためである。音耳は重力を感じとって無意識に体のバランスをとる平衡感覚をもっている。耳の奥には知恵の輪が組み合わさったような形をした三半規管と、その中心には内耳神経の一つでバランス感覚を大脳へ伝える前庭と呼ぶ部位があり、どちらも袋状になっていて、中はリンパ液で満たされ有毛（感覚毛）細胞があり、更に前庭には炭酸カルシウムからなる細かい耳石が入っていて体の動きにあわせてこの細胞が流れるリンパ液と石に刺激されて動きを感じとっている。感じとった情報を大脳の知覚野に送り、全身に指令が出てバランスを保っている。



馬の耳の周りには耳を自由に動かす13個の筋肉が付いていて、音は外耳（耳介）でキャッチして外耳道を通り鼓膜から耳小骨で音の調節を行い脳に伝えている。一方、耳は前庭、蝸牛、骨半規管で体の平衡感覚を司っている。なお、鼓膜から通じている馬の耳管は特殊で耳の内圧を調節する喉嚢と呼ぶ嚢を顎の後方にもっていて、しばしばカビが生えて鼻出血を起こす。

## 1) 耳の構造と機能

馬の耳は、左右の耳を個々バラバラに前後左右に180度の弧を描くように自由に動かすことができる。それは、耳に分布している筋肉がヒトの耳で3個、馬では13個作用しているためである。

馬の聴覚の範囲（可聴域）は、音が空気の振動で伝わる振動数（周波数；ヘルツ）がヒトの2万～16万ヘルツ（この範囲を超えると超音波と言う）に対し、3万ヘルツが限度なのでヒトより高音を聞き別けるが低いヘルツ域では劣っている。

耳は聴覚と平衡感覚を司り、音の伝達器として外耳（耳介、外耳道）と中耳（鼓膜、鼓室、耳管）があり、平衡器として内耳（骨迷路；前庭、蝸牛、骨半規管、膜迷路；球形嚢、卵形嚢、蝸牛管、半規管）がある。

### (1) 外耳；

耳介は皮膚が薄く血管が外気と直に接するため温熱の調節をしていて、耳介軟骨（弾性軟骨）を持っている。

外耳道は外耳の入り口から鼓膜までの細長い管で、脂腺、耳道腺（皮膚のアポクリン腺の一種）や耳毛があり、異物が鼓膜に達するのを防いでいる。外界から入った空気の振動を鼓膜に伝える役目をしている。

耳道腺や脂腺の分泌物、皮膚の脱落細胞、塵、異物などが混じったものを耳垢（みみあか）と言う。

### (2) 中耳；

外耳からくる音波を耳小管で適度な強さの振動に変え内耳に音を伝える。

鼓膜は皮膚の外耳道と知覚神経に富む粘膜の鼓室との境界にある線維性の膜である。因みに、鼓膜が破れても内耳まで機能を失っていなければ、周囲の骨などの組織に伝わった音の振動で聞こえる。

鼓室はツチ骨、キヌタ骨、アブミ骨の3個の耳小骨が関節で連結されている。

ツチ骨は鼓膜と、アブミ骨は内耳に接し音波の骨伝導を行なっている。更に耳小管には小筋が付いていて内耳へ過度の刺激が伝わるのを防いでいる。

耳管は鼓室と咽頭をつなぐ管で、馬では憩室をつくり喉嚢と言い左右鼓膜の圧（鼓

室内圧と外気圧)を等しくしている。

(3) 内耳；

内耳は平衡感覚と聴覚の感受装置を持っている。側頭骨の中にある中空の骨迷路と膜迷路のすき間にリンパ液を入れている。

前庭は蝸牛と骨半規管の間にあり、中に膜迷路の卵形嚢が半規管と、球形嚢が蝸牛管と連絡していて、両嚢の内壁の有毛細胞が平衡感覚を司っている。

蝸牛はカタツムリの貝殻の形をし、前庭の前内側にあつて、リンパ液が音を伝え、受容する聴細胞(内外有毛細胞)を持っている。

骨半規管は前庭の外側にあり、平衡感覚の重要な役割を果たしている。

(5) 耳のノウハウ

腋臭(アポクリン汗腺)の強いヒトは耳道腺も発達し粘性である。

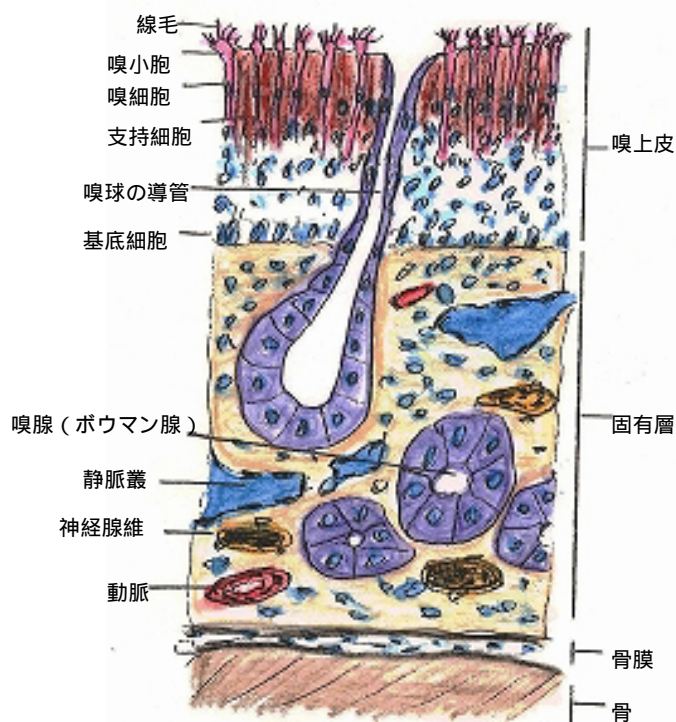
耳介は哺乳類のみにみられ、外耳道は魚類と両生類には無い。カエルの鼓膜は体表面に露出している。

耳管は通常閉鎖されていて、嚥下運動をするときに開いて空気を咽頭から鼓室に出し入れする。

鼻(嗅覚)の仕組み(図-4)

鼻は鼻腔粘膜上部にある嗅部に位置する嗅覚器(嗅上皮)を持っている(BTCニュース52, 10、図1を参照)。

においを感じ取る嗅細胞は嗅腺から出る液体で臭い物質を吸着させて脳へと連結している。



#### 図 - 4 : 臭いをキャッチする粘膜の仕組み

鼻腔の上皮に線毛を持った嗅細胞が嗅腺（ボウマン腺）から分泌される液体で臭い物質を線毛に吸着させて、大脳の先端にある嗅球から脳へと伝えている。

#### (1) 嗅覚のノウハウ

嗅細胞が臭いを感じるためには、嗅ぐ物質はイオンの状態になっていなければならない。

鼻の骨や粘膜が萎縮する萎縮性鼻炎では嗅上皮の表面が粘液に乏しく乾燥するため、嗅覚を消失する。

嗅上皮の細胞は、炎症によって嗅覚が低下するが、無嗅症では全く臭いの感覚がなくなった状態を言う。

#### . 舌（味覚）の仕組み

味覚器としての舌は、美味しい食物を見つけ、有害物を識別し、食欲を高め、消化液の分泌を促す。

#### (1) 味蕾 ; (BTCニュース55、11、図 - 4を参照)

味覚の受容器は味蕾で、その中に味細胞を20~30個持っている。

#### (2) 味細胞 ;

味蕾の上端の小さな味孔から味細胞の先端にある味毛を口腔内に出し、物質が味毛を刺激 味細胞に電位変動 脳幹の味覚神経核を興奮 視床 大脳半球の味覚中枢で知覚する。

#### (3) 舌の感受性 ;

味覚の甘味は舌の先で、苦味は舌の根部、酸味は舌の外側縁、塩味は舌先と周縁でもっとも感じやすい。

食べ物の味は4つの味覚と同様に見た目、精神的・肉体的条件、気候風土等の影響を受ける。

#### (4) 味覚のノウハウ

成人の舌には約1,000個の味蕾があるとされ、その数は20歳で最高、45歳以上で減少するとされている。

魚類の味蕾は、鰓弓の上皮、ひげ、口の周囲の表皮、咽頭の粘膜に見られるらしい。ある種の魚では全身の外皮にも味蕾があるという。



平成12年（通巻第38号）から約7年間にわたり掲載してきた本シリーズは、今回で31回を迎えることとなりました。これまでに馬体の構造について図表を交えて解説され、さらにその機能についても詳しくかつ非常に分かりやすく説明されており、親しみやすい内容であったと思います。

前回は、感覚器官のうち沢山の機能を保有している皮膚についての説明でしたが、今回は残りの部分である眼（視覚）、耳（聴覚、平衡感覚）、鼻（嗅覚）および舌（味覚）について説明していただきました。このシリーズも今回をもちまして一応終了することとなりました。財団法人軽種馬育成調教センター元参与の兼子樹廣博士には長年にわたりましてご執筆いただきましたことを厚く御礼申し上げます。