

5. からだの仕組みを知る②③(丈夫な馬を育てるために)

= 肺の仕組みを知ろう =

元 軽種馬育成調教センター 参与 兼子 樹廣

古くから『肋張りの良いウマ』は、よく走ると言われていたが、その実態はどうなのか。肋張りをつくっている肋骨と胸椎、そして胸骨で囲まれた胸腔は、体内の老廃物である炭酸ガスを体外に排出し、身体のエネルギーの基になる酸素を取り入れるために大量の血液が流れている肺、その血液を全身に廻らしている心臓、そして感染症から守っている免疫機能に関係している胸腺を容れています。しかし昔の人は、外貌からこれらの臓器を視るよしもないことから、肋張りを見て馬の機能を判断したものと思います。

免疫力の不十分な幼駒は、我々の病理解剖で明らかにされているように、牧場の土壌のなかに常時いる細菌の感染によって肺炎が取り分け多くなっています。肺炎になった幼駒が獣医師の治療で治ったとしても、競走馬になってからの『肋張りの良い馬』、すなわち、優れた肺機能を持った馬にはなりきれない可能性をもつこととなります。そして競走馬の肺の疾患としては、大きな問題となるレース中に肺破裂で突然死してしまう馬を残念ながらしばしば病理解剖することになります。

また最近、人ではタバコに関係した肺癌や肺機能の衰えによる疾患が急増しています。肺の仕組みを知り、丈夫で健康な馬の育成とそれができる人間になろうではありませんか。

肺の仕組みは複雑で、しかも走る馬にとっては大切な器官なので、2回に分けて書くことにします。

1) 肺とはどんなところか

簡単に言えば体内に酸素を取り入れ、炭酸ガスを体外に排出する臓器、すなわち血液をきれいにする組織です。

(1) 位置

肺は気管支によって右と左に分かれていて、その左右の肺は心臓をはさんで、肋骨と胸椎、そして胸骨で囲まれた器の中に入っていて横隔膜で腹腔と仕切られた胸腔の中のほとんどを満たしています。

胸腔内は常に陰圧の状態にあるため、肺は縮小しようとする性質があるにもかかわらず、肺は胸腔壁にひきつけられて、胸腔のほとんどを肺で満たしています。そのために胸腔が拡大すれば、肺もそれにともなって拡張し、その結果として外界から空気が肺内に侵入してくる仕組みになっていることから呼吸が自然体の状態で常に行われる仕組みになっているというわけです。

肋張りの良いウマはよく走ると巷で言われますが、このようなウマは胸腔が広く呼吸循環器の良好な機能をかもし出すことになるからです。

胸腔内には、肺が呼吸で動く時に肺と肋膜とが擦れて肺に炎症(肋膜炎)を起さないように常に

液体（胸水）をいれ潤（うるお）しています。肺炎や肋膜炎・胸膜炎になった際には透明で琥珀色（こはくいろ）である胸水は増量し濁（にご）って溷濁（こんだく）した色になってしまいます。

（2）形状

肺の形は、家畜によって違っています。例えば、馬では左葉が2つ（前葉、後葉；別名横隔葉とも言う区切りがある）、右葉が3つ（前葉、後葉、副葉・中間葉）の計5葉に区分されていて家畜のなかでは最も少ない。牛や山羊などの反芻類では最も多く8葉からなっています。豚、犬、猫では7葉です（図 - 1）。

ニワトリで代表される鳥の肺は、肺自体の収縮も拡張も無く空気がただ出入りするだけの通路となっていて、さらに肺から連続している沢山の気嚢（たかさん きのう）と言う袋を全身に持っています。だからニワトリなどの鳥類の肺は、空気を充満（じゅうまん）させたり、空虚（くうきょ）にしたりして呼吸運動を行っているのみならず、この気嚢（ふくら）という嚢（骨髄の中にまで分布している）のおかげで、身体を軽くして空中に浮いて飛ぶことを可能にしているのです。

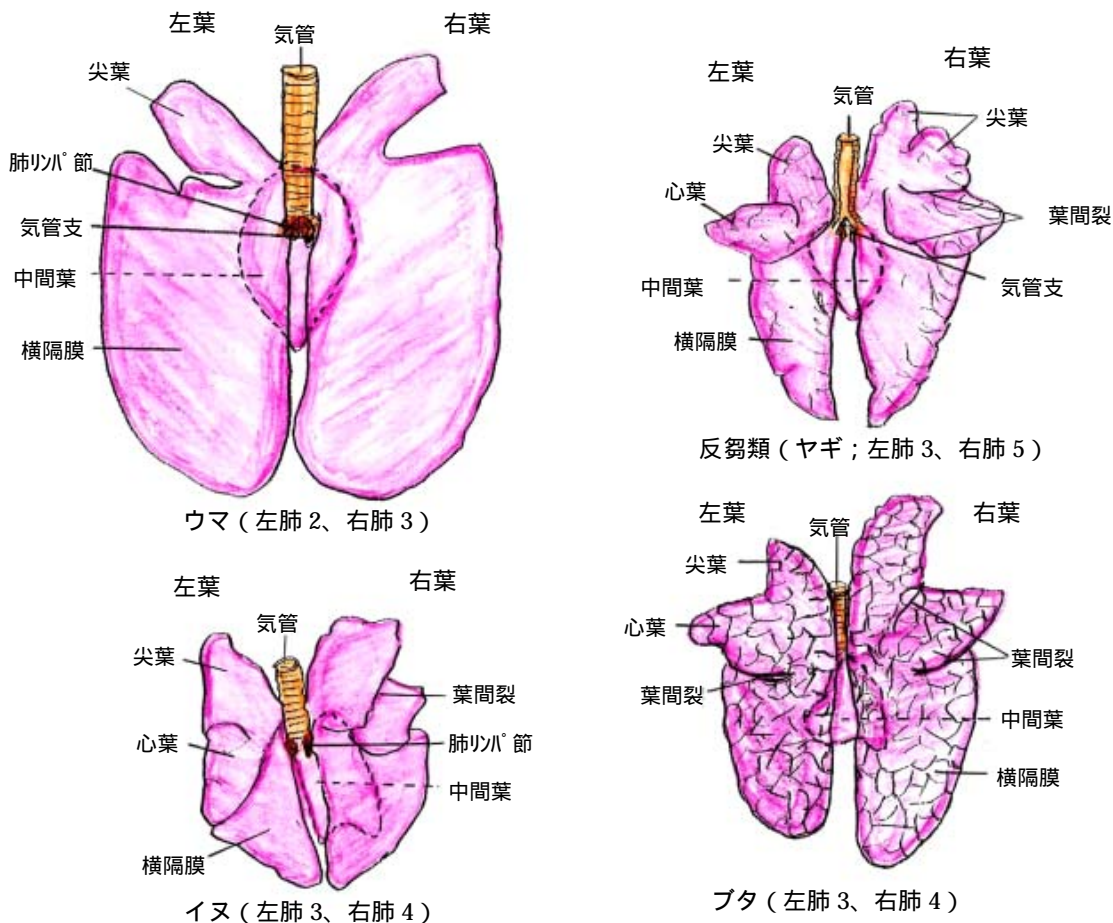


図 - 1 家畜の肺の分葉像と名称模式図

図は背側から見た模式図だが、肺は基本的には魚のウキブクロと同じ発生過程を経て、心臓を境に右と左に分かれて出来てきます。常に肺は縮もうとする性質があるが、胸腔内は陰圧になっているために外側（皮膚側・胸腔側）にひきつけられて胸腔のほとんどを肺で占めることとなります。したが

って肺は胸腔・肋張りにほぼ一致して存在していることになるわけです。肺の外形は葉のような形に区分されていますが、頸の方を尖葉、横隔膜に接ししかも背中側・胸椎側で最大の葉からなる横隔葉（後葉）、内側・胸骨側で左右のほぼ中間にあるのを中間葉といいます。馬は他の家畜と違う所は葉が少ないことと葉を分けている葉間裂というものが無いことです。

(3) 肺の色調

放血死（血を抜いてしまった状態の死体）の肺は淡赤色（ピンク色）ですが、レース中の骨折などで死んだ斃死体などでは暗赤色（死後に時間が経つと、肺内にあった大量の血液が溜まってしまい、沈降性充血と言って、ドスグロイ色にみえます）となっています。

環境汚染やタバコの煙そして埃などの肺への吸収・沈着などにより肺全体が真っ黒くなった場合は、炭粉症と言いい肺機能の減退や肺の病気になり易い状態にあることを示しています。

(4) 肺と気管支の細胞

肺と気管支をつくっている主な細胞には4種類の細胞（クララ細胞、肺胞の型と型細胞、大食細胞）があり、それぞれの細胞の役割を持って肺の正常な機能を果しています。（図 - 2、3）

クララ細胞；

この細胞は、気管の末端部分に相当する終末細気管支（気管の内部に潤いを与えるための液体を分泌している腺と気管が空気を通り易くするための管の空間を保っている軟骨がなくなる部位）にある単層円柱上皮細胞と呼ぶ1層の細胞でしかも細い毛が生えている線毛（纖毛とも書き、異物を痰として体外に出すための毛）を持たない大型の分泌細胞です。

クララ細胞の分泌物は一種の脂質からなっていて、界面活性剤（石鹼のような洗浄剤、乳化剤、あるいは去痰剤としての役割）の作用をし、肺胞の表面張力を低下させる働きをしています。

肺胞；3種類の細胞からなっています。

扁平肺胞細胞（タイプ細胞とも呼びます）；細胞の活力を示している濃染する核をもち、しかも薄く扁平な細胞で外気の酸素を血液へ取り入れ、血液から炭酸ガスを排出する役目をしてしています。

大肺胞細胞（タイプ細胞とも呼びます）；約3%位しか存在していませんが、大型で円形の核をもち大きく、肺胞の壁より空気の通り道にやや飛出していて表面活性剤の作用をもっています（肺胞の壁の表面張力を低下させて肺胞の拡張を容易にする細胞です；肺胞の表面張力が大きい場合は引き伸ばされたゴム膜のように逆に出来るだけ縮もうとする力が強く働くので、この細胞の界面活性剤の作用によって肺胞自体の働きを上手にコントロールしていることになるのです）。

肺胞大食細胞（塵埃細胞とも呼びます）；誤って気管内に入ったかあるいは肺から気管内に分泌された異物を排除するために貪食するいわゆる食べてしまう食作用を持っている大きな細胞で、血液中にある単球に由来する細胞です。

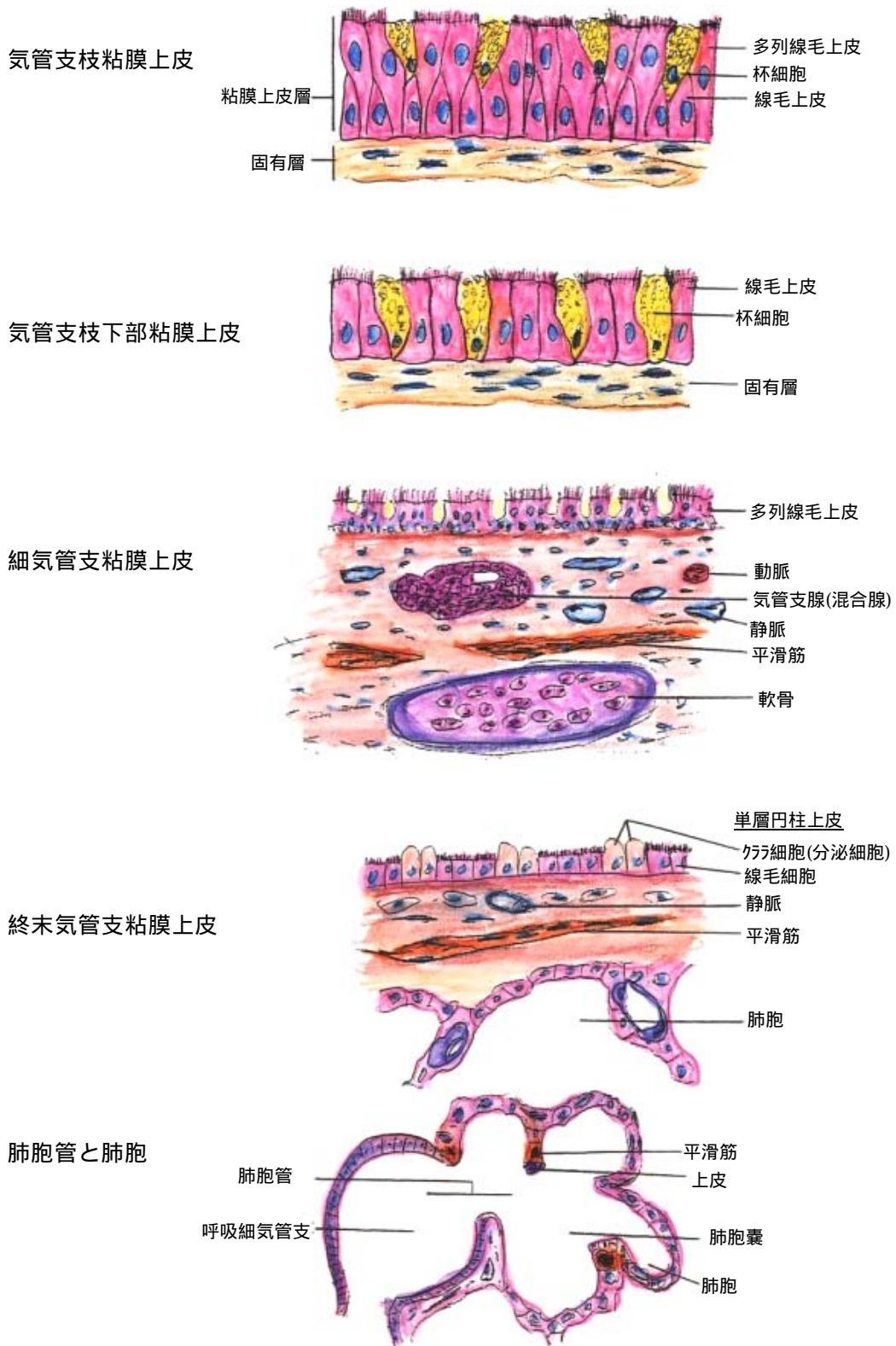


図 - 2 気管支枝から肺泡に至る粘膜上皮の変遷模式図

この図は、気管支上部（鼻腔に近い側）から順に下降し、最末端の肺泡へと進むが、それぞれの部位で働きの違いで粘膜細胞の大きさや背の高さ、一層か多層かなどの形態も異なります。特に杯細胞は粘液を分泌している細胞で、線毛は異物や排泄物を口腔の外に出す役目をもっています。一方、クララ細胞は気管支の最末端に相当する部位の細胞群ですが、界面活性剤の作用をし、肺泡の表面張力を低下させる働きをしている物質をもっています。

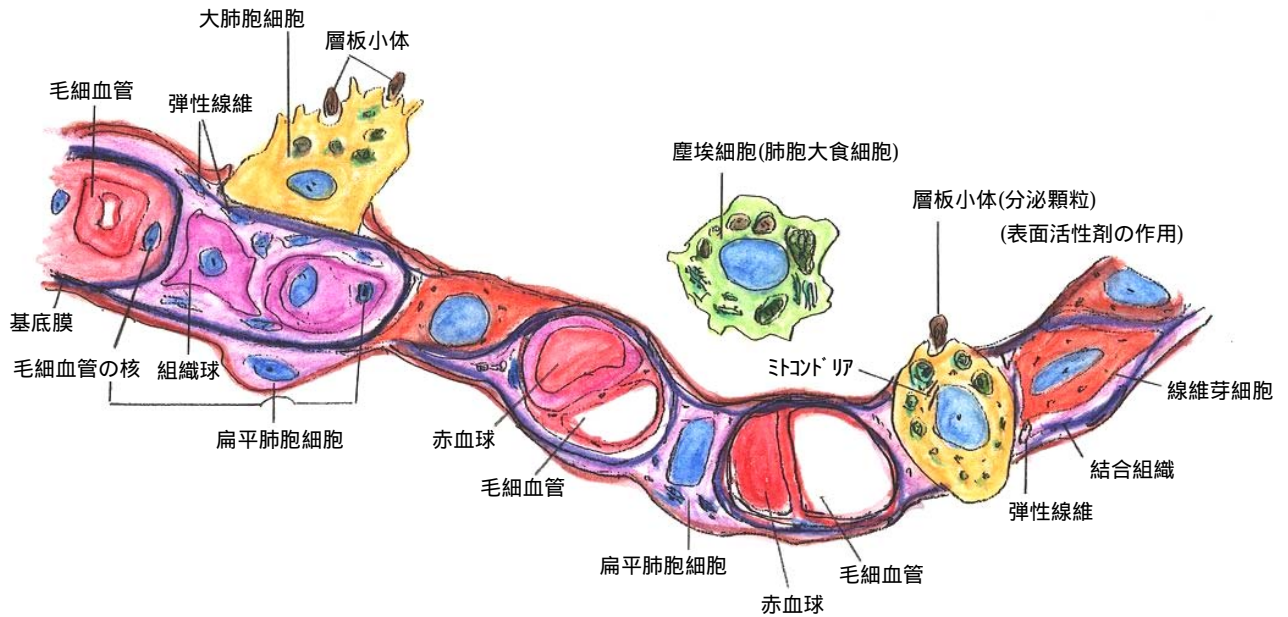


図 - 3 肺泡中隔 (壁) の細胞の模式図

肺泡中隔 (肺泡の壁) をつくっている細胞は幾種類もありますが、図の中の **扁平肺胞細胞** は、外気の酸素を血液へ取り入れ、血液から不要な炭酸ガスを排出する役目をしています。だから、周囲には多くの毛細血管が走っています。

大肺胞細胞 は、肺泡の壁からやや飛出している数少ない細胞で、**層板小体** という物質を分泌して肺泡の壁の表面張力を低下させて肺泡の拡張を容易にする細胞です。

肺泡大食細胞 は、誤って気管内に入ったかあるいは気管内に分泌された排泄物・異物を排除するための大きな細胞です。

(5) 肺の血管

肺の血管は、酸素を取り入れて炭酸ガスを排出するための血管と肺自体の組織を養うための血管の二系統の血管からなっています (図 - 4) 。

機能血管 : (肺動脈と肺静脈からなる)

肺動脈 (肺がガス交換の機能をはたすために必要な血管です。ただし動脈と言っても炭酸ガスを沢山入れている静脈血なのです。炭酸ガスが多いのに何故動脈と呼ぶかと言えば、心臓から出る血管は全て動脈と呼ぶ約束事になっているからです) ;

肺動脈は、心臓の右心室から炭酸ガスの多い静脈血を運び出し、二枝に分かれて左右の肺に入ります 気管支の分枝に沿って次第に細くなり、肺泡へ達し ここで毛細血管のように細くて網目状をした**毛細血管網**をつくり (この部で血液中の不要な炭酸ガスを肺泡に出し、必要な酸素を血液中に取り入れるいわゆるガス代謝を行っています) 次いで、おのこの肺泡を区分している肺小葉間と呼ぶ肺組織に出て酸素を沢山もった肺静脈枝となり 気管支に沿って逆行して **肺静脈** (心臓に帰っていく血管なので、酸素を多くもっていても肺の血管だけは静脈と言う名前が付くこととなります) として肺門を出て 左心房に動脈血として送り込んで 全身の組織に酸素を供給しています。

栄養血管（肺の組織そのものに酸素や栄養を与える血管で、気管支動脈と静脈からなっています）;

胸大動脈と言う通常の酸素の多い太い血管から直接に分岐した細い枝のような**気管支動脈**が肺門から入り、気管支壁、肺胸膜・肺肋膜の直下または肺小葉に分布をして、この肺小葉・肺泡葉に分布した酸素の多く含む動脈は炭酸ガスの多い**肺動脈の毛細血管**と**吻合**（血管と血管が一緒になって合体することを言いますが、これは例えば、肺動脈系の血管に血栓などが起こった場合に吻合部が働いて、わき道の血管を通らせるいわゆる血管の代行をする役目）をして**毛細管**となり再び気管支壁の静脈となって最終的に心臓に還る血管です。

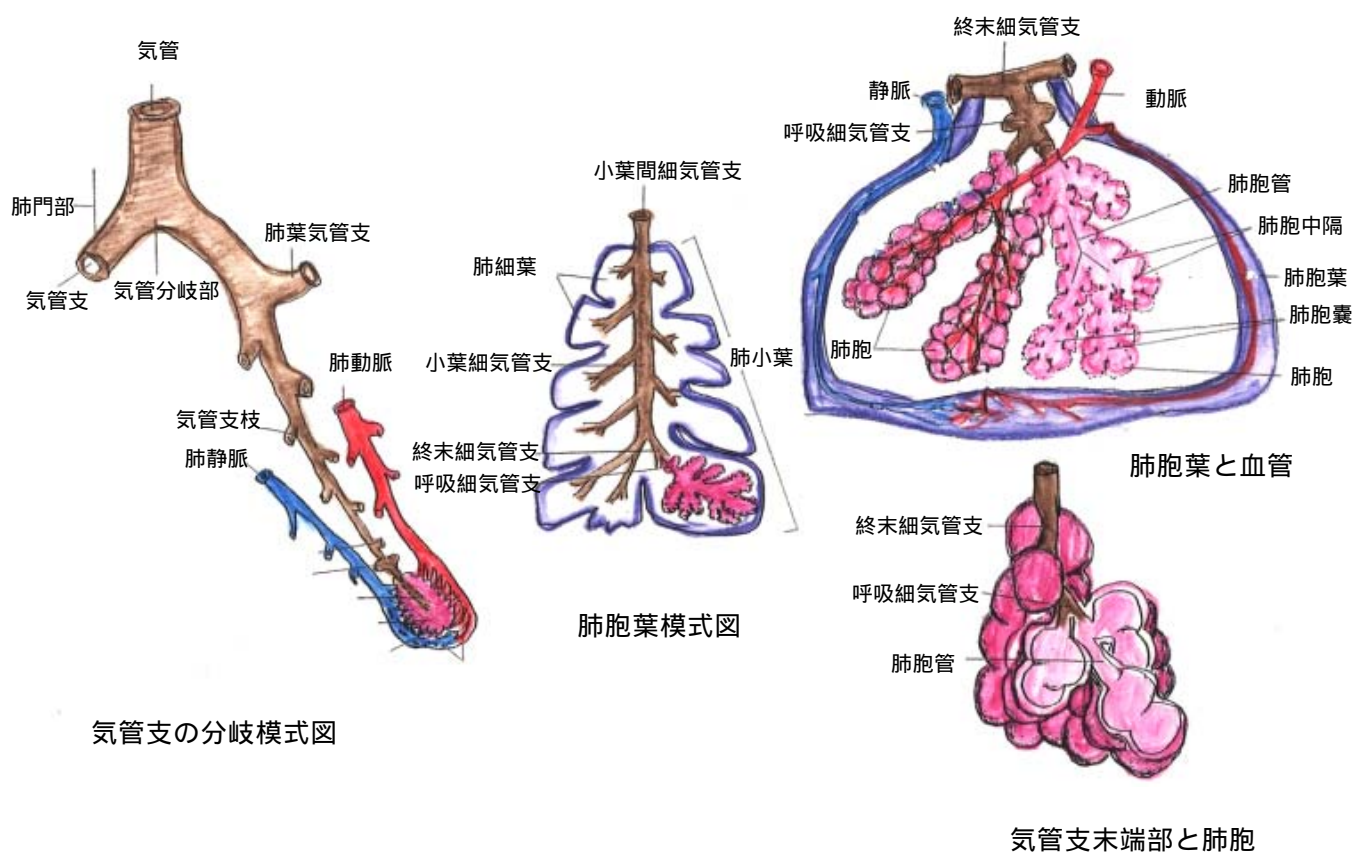


図 - 4 気管支分岐と肺の血管模式図

気管支は家畜の種類によって特有の枝分かれ分岐・分枝をして肺泡まで達しますが、一般的には鼻孔から図左側の気管支の分岐模式図で示すように、空気・酸素は 気管 気管支 肺実質内に入り葉気管支として 肺葉気管支 気管支枝 図の中央の肺泡葉模式図で示す小葉細気管支に通じ 小葉間細気管支 図右側上と下に示す模式図の終末細気管支 呼吸細気管支 肺泡管 肺泡と進みます。血液は図の赤色の肺動脈で静脈血を、青色の肺静脈は動脈血を入れて**機能血管**として流れ、その際に肺泡を取り巻く血管網でガス交換が行われて再度同じ道・管・気管支・気管を通過して鼻孔から二酸化炭素・炭酸ガスが排出されています。しかし、図右側上の模式図は**栄養血管**をも示していますが、肺泡葉を通る血管・血流は毛細血管が吻合して毛細管となり静脈として心臓へと循環していきます。

2) 呼吸運動の仕組み；

平時の運動は横隔膜おうかくまくの運動が主です。

安静時の呼吸数は8～15回/1分。肋骨の運動は微弱で、主として横隔膜おうもんきんの横紋筋おうもんきんの運動によって呼吸がなされています。

強運動の際の呼吸は、吸気きゅうきは横隔膜 + 肋骨頭の回転運動こきで、呼気は肋骨頭の復帰運動 + 腹筋の収縮によって行なわれています。

呼吸のメカニズムとして、肺は胸部や横隔膜の筋肉などの呼吸筋の作用によって、胸腔内を陰圧にして、受動的に肺を拡張させ、鼻から空気が吸い込まれます(吸気)。その反対に呼吸筋しかんの弛緩ゆる(緩み)によって胸部せばが狭まり、胸腔の陰圧が低くなることによって、肺は収縮して空気を体外に放出する(呼気)仕組みになっています。

肺胞ガス交換；外呼吸の主体は、肺胞内の空気・酸素と肺毛細血管中の血液ガスとの間で行われる**ガス交換**によって行なわれています。その際、**酸素**は肺胞内の分圧・圧力ぶんあつ あつりょくが空気の吸い込みによって肺動脈の静脈血中の酸素分圧よりも高くなっているために、血液中に酸素が拡散(入り込み)することになります。**二酸化炭素**は、逆に肺胞内の二酸化炭素の分圧・圧力が血中より低いために肺胞内に拡散することになります。この**お互いの拡散によって**赤血球が血管外もに漏れ出ることなく、酸素と炭酸ガスの交換が肺毛細管内でスムーズにガス交換を行なうことになります。空気が足りないと気付いて、呼吸が速くなって、息が苦しくなり「ハーハー」と喘あえぐような息づかいを**呼吸困難**と言いますが、その原因に心臓や呼吸器の病気が考えられます。しかし**激しい運動の後で呼吸が速くなるのは**、体内の酸素が消耗して足りなくなって、その酸素不足を調達しようと一生懸命に自律神経が働いて空気を吸い込んでいるためなのです。

呼吸の種類で、主に横隔膜の運動によって行われている呼吸型を**腹式呼吸**といい腹壁ふくが膨らみます(男性に多い)。他方、主として肋間筋の働きによって行われる呼吸型を**胸式呼吸**と言います(女性に多い)が、当然ながら普通は両方を併用して呼吸を行っています。この呼吸型の区分は、病気の症状診断に利用されることがあります。

特殊な呼吸型として、**アクビ**(欠伸と書きます)は、口を開けて深く息を吸う状態をいいますが、緊張が急に緩ゆるんだり、眠気ねむけをもよおしたような時に、換気不良の肺胞を拡張させる反射的な呼吸運動のことを言います。**シャックリ**は横隔膜の神経が過敏になり過ぎて起こる横隔膜けいれんの痙攣による収縮のことを言うと言っていますが、実際のところはそのメカニズムすら十分に分かりません。因みにシャックリの「**ヒック**」という音は声帯せまが緊張して狭くなっているところに、息を急激に吸い込むために出てくる音なのです。

病的な呼吸として、**チェーン・ストークス呼吸**というのがあります。無呼吸と深い呼吸の時期が交互かんかく ちがく かえに間隔を違えて繰り返して起こる病的な呼吸です。一見健康な人でも起こり**無呼吸症候群**むこきゅうしょうこうぐんと言って最近問題になっていますが、実際は恐ろしい呼吸タイプで、脳卒中や尿毒症、心不全などにみられる呼吸です。

(次号へつづく)