

<201_年：動物組織学実験：組織標本の観察法（はじめの一步解説）

氏名：_____

□1. 組織染色標本を観察すると疑問が生じる。その対応策としてテキストを参照するは不可欠である。下記は解剖学的な区分とその主要な名称である。観察においてはテキストを参照しその成り立ちを自分自身で理解する。答えはないが道筋はある。疑問を解決するプロセスに意味意義を置く。

□2. 実験ノートの日次構成の「組織標本観察の部」は、よって下記の器官系区分とする。ルーズリーフなどを用い、器官系区分による頁構成でノートを作成する。観察像は、所定区分の頁に、その標本番号、参照した参考書の頁とコメント、感想などを記す。必要に応じてデジカメなどで撮影印刷し、ノートに貼付ける。（なお、下記名称は英名でも覚えること：カタカナ発音をノートに作成する）

くなお、この解説本文はサイト「Ch. 2. 迷路の歩き方/L12 実験演習」：図はサイトで参照>

・ ・ 構造と言えは：部位・形状・名称・繋がり・区分（構成）・役割・仕組み（物性）・由来・その他 ・ ・

（下記の器官組織の構造一部はサイト「描き見て考える」の各項目を参照）

A 外皮系

□ 表皮/細胞層、□ 粘液腺、□ 真皮、□ 鱗、□ メラニン色素、

B 消化器系- 腸管系

□ 口腔、□ 歯、□ 鰓腔、□ 咽頭、□ 咽頭歯、□ 胃（□噴門部、□盲嚢部、□幽門部）、
□ 胃上皮、□ 胃腺、□ 幽門垂、□ 腸上部/小腸、□ 腸下部/大腸、□ 肛門、□ 筋板、
□ 管内腔、□ 単層上皮層、□ 重層上皮層、□ 筋層

C 消化器系- 附属器

□ 肝臓、□ 胆嚢、□ 輸胆管、□ 膵臓、□ 膵管

D 呼吸器系（構造はサイト「描き見て考える K2参照」）

□ 鰓、□ 鰓弁、□ 2次鰓弁、□ 鰓血管、□ 鰓弓骨、

E 循環器系/脈管/造血器系

□ 静脈洞、□ 心房、□ 心室、□ 動脈球、□ 腹大動脈、□ 鰓弓血管、□ 背大動脈、
□ 腸管膜動脈、□ 肝門脈、□ 肝静脈、□ 総主静脈、□ 脾臓、□ 腎臓、□ 胸腺、

F 泌尿器系

□ 腎臓、□ ボウマン嚢、□ 糸球体、□ 尿細管、□ 輸尿管、□ 膀胱、

G 生殖器系

□ 精巣、□ 卵巣、□ 輸精卵管、

H 感覚器系

□ 角膜、□ 網膜、□ 色素上皮層、□ 脈絡膜、□ 水晶体、□ 硝子体、□ 三半規管、□ 感丘、
□ 味蕾、□ 側線管、□ 鼻腔、□ 嗅板、

I 神経系

□ 終脳/端脳/大脳、□ 間脳、□ 中脳、□ 小脳、□ 延髄、□ 視神経、□ 松果体、□ 嗅球、
□ 脊髄、□ 脳室、

J 筋肉系

□ 骨格筋、□ 内臓筋、□ 体側筋、□ 横紋筋、□ 平滑筋、□ 心筋、□ 血合筋、

K 骨格系

□ 頭蓋骨、□ 脊椎骨、□ 下顎骨、□ 神経棘、□ 血管棘、□ 肋骨、□ 背索遺残、□ 脊柱、
□ 担鰭骨、

L 内分泌系

□ 脳下垂体、□ 甲状腺、□ 膵島、□ 松果体、□ スタニウス小体、

M その他多義的な器官

□ 皮膚、□ 鰓、□ 腎臓:造血性、□ 鰓:塩類調整、□ 漿膜、

<観察演習1：マクロ組織HE染色標本の観察手順（ニジマス稚魚縦断面）>

では、実際にニジマス稚魚の「マクロ組織 HE 染色標本」を顕微鏡で観察してみよう。見ながら、「迷路の歩き方」を試してみよう。はじめての人は、書き込みを入れながら理解した「器官系の概念図 (図 1)」と「2系6要素+ α 」の表 (図 2) を手元において、各器官の位置や名称をもう一度確認しながら確かめてみる。もし、手元にスキャナー取り込みの拡大した「マクロ組織印刷画像 (図 2)」があるときには、標本の観察部位を印刷画像で確認しながら進めてみる。組織標本の「チャート」として用いる。もちろん、生物学や組織学などの教科書には臓器の模式図 (構造図) が沢山載っているし、その解説も付記されているので、特定の臓器を観察するときにはそれも参照する。

繰り返しではあるが、組織標本観察の「枠組み」をもう一度確認すれば図 3 に示すような具合になるかもしれない。説明すれば、

- 1) イメージの枠組み：組織染色標本 (プレパラート) を虫眼鏡や実体顕微鏡などで観察し、その様子を確認する (もちろん、明視野正立顕微鏡の最低倍率で観察してもよい)。つまり、プレパラートでは体のどの辺りを見る事ができるのか、また頭尾軸や背腹軸は標本のどちらの方向か、など。観察する主体は君自身。
- 2) イメージの確認：この時、そのプレパラートをスキャナーやデジタルカメラなどでパソコンに取り込み印刷した画像 (図 2) があると大変都合が良い。その画像を見ながら 1) の事を確認し、同時に体内構造の基本的な成り立ち、つまり主要な器官系を「2系6要素+ α (図 6,7)」の観点からも考えてみる。想像してみる。
- 3) 確認作業：但し、手元に体内構造の資料や印刷物がないと主要な器官臓器の名称も忘れがちになるので、例えば、「器官系の概念図：図 4 (概要しか描かれていない)」に教科書や参考書を参照しながら主要な器官や臓器などの位置や名称を書き込んでみる。参考資料として図 5,6,7,8,9 も参照する。
- 4) 練習：いずれにしても「体の中には何がある：その主要な器官臓器」である。普段「サカナの体内は考えない」のが一般の人なので、改めて練習しておくのも都合が良い。図 10 には魚類の主要器官などが記されている。「Ch.0,3-G：解剖学演習」に移動し、少し悩んでみる事もお薦めである。
- 5) 顕微鏡観察 (図譜、教科書との対比)：以上の事を意識しながら観察を始めれば、体内のことに親しみが持てるはずである。「これは何」と疑問を持ちながら落ち着いて観察してみる。そのとき君を支えるのが教科書であり専門書のはずなので、実物組織像と対比させながら「自然物の成り立ち」を考えてみる。もちろん先生や学友との対話はことに重要、実り多い経験なのは言うまでもない。
- 6) 補足 1：「体の断面を考える」とは立体がイメージできている必要があるので、サカナの断面に関する資料を 3 つ図として示す (図 11,12,13)。参考にして下さい。
- 7) 補足 2：「器官系 11 区分は 2 系 6 要素 + α 」なので、その設問形式の図も付記する (図 14,15,16,17,18,19,20,21)
- 8) 補足 3：顕微鏡が使えないと困るので顕微鏡の基本構造の模式図も示す (図 22,23)。
.....

組織標本観察の練習を行なう手順として一連の模式図も提示する。効率的に練習する時の補助として使えると思う。ともかく組織学の学習は逃げるものではない。と云うより、自然物を読み解く時間は一生続くものである。あわてず急がず、疑問を大切に継続すること (経験値) を大切にしてほしい。時間は君を支援する。グッドラック!

□ Lesson 1. 観察部位の確認

まず始めに、組織観察の練習に適した部位を指定するので、手元のマクロ組織標本（実物の組織標本プレパラート）を顕微鏡にセットして観察し、どこにあるのか確かめる。見つけてほしい部位は、「皮膚」、「腸管」、「腎臓の尿細管」「眼」である。時間があれば、また必要に応じて「口腔上皮」、「背骨」、「脊髄」「心臓」「背側大動脈」「体側筋」の部位も確認する。この場合、低倍率で確認するが、指定部位の周囲にある組織は何？という視点も並列する。

君が見る「マクロ組織染色標本」は「世界に唯一の標本」であり、周りの人が見ている標本とは同じではない。よって、上記の確認する部位（観察に適した部分）は、以下に記す特徴などにに基づき自分自身で確認して行う。なお、手元にスキャナー取込画像（図2）がある場合は、それを参照しながら観察部位の推定も行う。

少し不安かもしれないが、誰もが必ず「見間違い」という経験を持つ。違っていても、その後、いつのまにか、その「見間違い」に気づくので心配はいらない。その経験が重要である。

「お願い」として云えば、体の解説に用いる「体軸」や「体部」の名称、「切断面」に関する名称なども少し考えてほしい。例えば「頭部正中断面/縦断面、頭頂部の皮膚」、「胴部縦断面、腹腔背部に細長く位置する腎臓」など、適切な表現法についても時には練習が必要と思う。老婆心だが、文字で記載する努力は「優れた経験値」になるので、実験ノートには勤めてその「表現」を書いてみる。お願い！！

<観察部位の特徴>

□「**皮膚**」：外界に面した皮膚（表皮と真皮からなる）の上皮組織は細胞が上下に重なった「重層上皮細胞」である。だいたい4から5層の細胞層で、その裏側の「繊維性の結合組織」との境界には基底膜が見える。魚類の表皮の特徴は粘液細胞である。観察に慣れると鱗（真皮に位置し、上皮層まで突出しているが、上皮細胞層を突き破る事はない：脱灰した鱗はコラーゲン繊維が豊富なので赤く染まる）や基底膜、メラニン顆粒も見える。補足：ウロコの周囲には時々（頻繁に）空白が見える。これは人為的な標本作製に起因する断裂である。体側筋に見られる隙間も同様である。

□「**腸管**」：胃も重要な消化管ではあるが、はじめての人が観察する場合、適した断面を探すのに戸惑うこともある（胃腺や粘液細胞や筋層が複雑にも見えるので観察は慣れてからとする）。よってここでは胃の観察は省略し、胃に続く腸管（十二指腸と幽門垂、腸上部、腸下部）についてその特徴を記す。幽門垂は胃下部つまり幽門胃の閉塞部に直結した腸管（云うなれば十二指腸）の腔壁に開口する細い短い附属腸管である。肉眼解剖所見では、ちょうど胃の下部に太い「ひも」または「細いチューブ」が沢山付いている器官である。顕微鏡でみる幽門垂は断面であるので尿細管と同じように様々な形であるが、多くの標本にはパイナップルの輪切りのような形が見えることから解りやすい。幽門垂も腸管の組織構造であるので、単層の立方上皮細胞が管状に配列しているので容易に判別できるので観察に適している。その他の腸管も同様である。ちなみに幽門垂の周りには組織は「膵臓」である。魚類や齧歯類の膵臓は腸管の周りに散在している。解剖の時「膵臓がない」と戸惑ってしまう臓器である。

□「**腎臓の尿細管**」：胴部縦断面の腹腔背部（背骨の下部）に細長く位置する腎臓を観察すれば、教科書に出ている尿細管などネフロン構成単位が沢山観察できる。

□「**眼**」：知っての通り眼（眼球）は球体であり、層状構造の網膜や球状のレンズの断面は簡単に見つけられる。

□ Lesson 2. 細胞核と細胞シートの確認

まず始めに細胞の「核」はどこにあるか、どのような形・色かを確認する。場所としては「皮膚」、「腸管」、「腎臓の尿細管」とする。少し悩むかもしれないが体腔壁/漿膜の扁平上皮細胞の「核」も確かめる。

いま見たところの細胞とその細胞層はどこからどこまでか、またその「オモテ・ウラ」も確かめる。細胞層が区別出来るようになったら、その構成細胞の形状・形態から上皮組織の分類に対応させてみる。表皮には粘液細胞（分泌細胞）があるが、これは中が空洞のように見える。核がどれなのか、細胞膜は

どこなのかを配慮する。

□ Lesson 3. 断面から立体を推定する。

腎臓の「尿細管」が確認できたら、改めて、尿細管の「形」を見てほしい。断面でみる尿細管（チューブ構造）の形は一様ではない。ドーナツ状だけでなく、細長いものや不定形なものなど沢山である。そこで、「クネクネ曲がったホース」を適当に切った時の断面を思い浮かべながら、尿細管の断面が立体（チューブ構造）のどの部分を切ったものか、簡単なスケッチをしながら考察してみる。

消化管のクネクネや胃の断面を判断するのは難しい。でも、例えば、胃には厚い筋層が付いている。そこで、その筋層の切れ具合、つまり、厚さから判断して、その断面の様子を推察する。

□ Lesson 4. 繊維性結合組織の観察

基底膜と繊維性の結合組織とはどのようなものか、確認してみよう。その前に補足を少々。皮膚の部分を見て、表皮の裏側に「空っぽの編み目様の構造」があれば脂肪組織かもしれない。この時、その編み目に黒っぽい部分がついているが、それは脂肪細胞の核である。標本作製にはキシレンなどの有機溶媒を使用するので脂肪が溶け出てしまった結果である。

上皮組織の直下には基底膜があるはずなので確認する。その下には繊維性の結合組織となる。中には「線維芽細胞」や「毛細血管」もあると思う。確認してみよう。線維芽細胞とは結合組織に埋もれた細胞で、その名前の通り、繊維、つまりコラーゲンなどを生産分泌する細胞である。

上皮組織に近いところに、黒っぽく小さな顆粒状の層があれば「メラニン色素」である。「鱗」を探してみる。鱗は真皮中から発生し上皮層に陥入しているが、表皮表面から外へは突出してはいない。つまり鱗は細胞層の裏側にあり、結合組織である。薄い膜状のピンクに伸びた円盤を縦断面にしたような形をしている。

□ Lesson 5. 体側筋と平滑筋の観察

体側筋、つまり、横紋筋だからといってどこでも横紋が見えるわけではない。どのような部位で見えるのか、確かめてみよう。

消化管の周囲には平滑筋層がある。縦走筋と輪層筋である。確かめてみよう。筋組織の核はどこにあるかも確かめる。

筋細胞は繊維状に細長く見える細胞で、筋繊維と呼ばれる。体側筋では横紋も見えるが細い繊維（細胞）の周りには核が見えるはずである。筋繊維は複数の細胞が融合して多核巨細胞になったもの、である。

□ Lesson 6. 硬組織の観察

結合組織に含まれる硬組織には、軟骨、硬骨、歯と鱗であるが、ここでは軟骨と硬骨の確認を行う。ちなみに手元の標本は「ニジマス稚魚」である。よって頭蓋骨などの骨はまだ柔らかく硬骨ではなく軟骨である。「軟骨性骨化」によって硬骨となる。軟骨なので青っぽく染まる。ちょうど、コンクリートブロックのような感じで、その中には少なからず小さな空洞見える。その中には軟骨細胞があるので核が見えるはず。軟骨が充分成長すると軟骨細胞は死んでしまい、空洞の中にも軟骨成分が満ちてくる。硬骨の部分は、カルシウムが除かれてもその基質となるコラーゲンが骨の形を維持するのでピンク色に見える。

更に、背骨の観察。椎骨がそろばん玉のように連なって椎体（背骨）となるが、その構成を見てみよう。これは結構難しいぞ。椎骨の中にある網目状に見える処、そこは脊索がなごりである。「脊索遺残」と呼ぶ。

□ Lesson 7. 感覚器の観察

眼、味蕾、三半規管、側線管などが該当する。眼は網膜やレンズ、角膜など興味深い組織構造を持つ。眼の観察だけで時に1時間くらい必要かもしれないが、数多くの項目を観察するのが目的ではないので、図説参考書に対比させながら自分のペースで詳観察する、解読することが重要である。これは何だ、という疑問を自分で解いてみる、良いチャンスである。解る喜びもきっとあると思う。

但し、球体の断面には、例えば極点近くの断面と赤道面付近の断面では全く違った形になるので注意を要す。

その他の感覚器も興味深い形状をしているが、同時に多くの類似性を有している。その点に配慮して観察する。

□ Lesson 8. 特定部位の観察

以上のことを踏まえて、次にいろいろな部位を観察し、不明瞭な構造「これはなんだ！」というものを探してみる。例えば、精巣や卵巣なども該当する。これには多くの人が「これはなんだ！」と聞いてくる。何って返答すればいいかちょっと躊躇するが、ともかく「体の中には限られたものしかないよ、消去法でもう少し考えてごらん」と答える。しかし、本来は「教科書を参照しながら考えてごらん」が適切かもしれない。

といった経緯で、自由に観察するには必ず組織学図譜や魚類解剖学などの教科書（地図）が必要である。「迷路の歩き方」である。まず、教科書で観察したい部位の特徴を把握し、また、これまでの経験に基づき更に観察検討してみる。

□ Lesson 9. 器官系区分に基づく観察

まとめとして、器官系区分に従い、その器官系に該当する主な部位や器官を列記し、その構造を探すということも是非行ってほしい。消化器官だけでも沢山ある。時間も必要だが試してみる価値はある。観察実験中はコメント・感想も大切にす。顕微鏡観察で重要なことは、対象が見えるようになる時が来る、である。

もう一つ、たまには休憩することを忘れずに。以上。

補足：関連資料・・・・・・・・

<□ 体は細胞と細胞間物質からできている>

動物のからだは、五臓六腑、鰓、心臓、脳、目玉などの「器官」からできている。これら全ての器官は4種類の「組織」から構成されている。教科書で扱う4大組織（上皮組織、結合組織、筋肉組織、神経組織）である。これらの組織には、程度の差はあるが、いずれもたくさんの「細胞」が含まれている。

肝臓のような塊（器官）はそのほとんどが細胞からできているが、体の中には「骨」や、細胞の層を取り除いた後の「皮（革製品の皮）」のような細胞には思えない部分もたくさんある。これらはなんだろう。顕微鏡で組織染色標本（プレパラート）を観察するとき、戸惑う部分でもある。

答えは、少しの細胞と細胞ではない大量の「細胞間物質」からできたところ（器官の一部）である。この細胞間物質を大量に含む組織が「結合組織」であり、その主要な成分で且つ最も多量にある細胞間物質が「コラーゲン」という繊維状の蛋白質である。

骨は、骨の中や周りにある細胞が作り出し、分泌した「コラーゲン」に「カルシウム」が結合した硬い組織である。酸で処理すればカルシウムが除かれ柔らかくなる。骨の形はそのままにコラーゲン繊維などが骨の形として残る。皮膚の真皮層はコラーゲンを主とする繊維性の細胞間物質からできている。革製品の皮である。

実際に組織染色標本を顕微鏡で見ると、生物の組織は「細胞」と「細胞以外の物質」からできている、

ということが実感できる。ちなみに、筋肉は細く長くなった細胞（筋繊維とも呼ぶ）束になった塊であり、眼の水晶体も細長い細胞（水晶体繊維）が規則正しく集まった構造体である。

細胞以外の物質で、特に細胞が張り付く物質や部分を細胞外マトリックス(ECM)、あるいは単に基質と呼ぶ。

多細胞体制をなす動物の体は多数の細胞からできているが、デタラメな細胞の塊ではない。多数の細胞はある形式で特定の物質に「結合や接着」し、特定の構造を保つ。つまり、多細胞体制となる。その時、細胞は細胞に接着するか、細胞外マトリックスに接着する。それで、その接着を「細胞-細胞間接着」と「細胞-基質間接着」と云う。

細胞外マトリックスや細胞間物質は細胞にとって不可欠な物質である。細胞は体の基本単位であるが、体は細胞だけでできているのではなく、細胞が生み出す細胞間物質や細胞外基質と協調して出来ている。

<□ 細胞シート（上皮組織）の基本的な性質>

（シートからの身体づくり（1991） 本多久夫，中公新書 1035：，中央公論社 ¥680）

性質1：細胞が集まってできたシートである。

細胞が1層に集まった単純な面から多層に集まった複雑な面まで、シートの構成はさまざまである。

性質2：シートは連続である。

シートは途切れて端（エッジ）が有るようなことはない。連続にずっと続いている。普通袋状に閉じた曲面になる。端（エッジ）ができると再生しようとする（創傷治癒）。

性質3：シートには裏・表の区別がある。

上皮シートの片側には必ず基底膜がある。こちらの（基底膜）側面を「裏」、反対側（体腔や内腔側など）を「表」とする。

性質4：シートが対面するときには裏同士または表同士、互いに同じ側同士が向かい合う。

平行に並んだシートがあるとき、一方が他方に対して裏を向けていたなら、他方のシートもこれに裏を向けて対面する。シートの裏側にシートの表側が対面することはない。

性質5：裏同士または表同士が対面したシートは融合してシートのつなぎ換えが起こることがある。

<要約：動物体の考察の視座視点>

実体あるものには「構造：要素の配置とその繋がり」があり、動物体には「階層性/階層構造型：1.個体-2.器官系-3.器官-4.組織-5.細胞-6.細胞小器官-7.巨大分子-8.分子-9.元素」がある。

その要素の基本的な視点は「形・役割・仕組み・由来」であるが、「形」には補助的な視点を加え「部位・形状・名称・繋がり・区分・役割・仕組み・由来・その他」という常用「考察の視点9項目」を用いる。但し「役割」は「動物生理の基本：2系6要素-器官系11区分とその順列」に準じた具体性から考察する。なお、動物体に与えられた学理領域は「解剖組織学・生理生化学・発生遺伝学」の3区分であるが、体の基本単位は「細胞」であることから「細胞生物学」として統合的な取扱いも可能である。