

大學叢書

生物學實驗指導

874220  
(增訂本)

鄭作新著

商務印書館

商務印書館印行

A16  
2.2.2  
3

大學叢

生物學實驗指導

(增訂本)

鄭作新著

商務印書館印行



3 1774 0806 3

## 增訂要點

- 一、全書凡六十二課，較原本增加十二學分，足敷大學課程全年實驗之用。
- 二、所引名詞皆改用教部新頒譯名以符劃一。
- 三、內容較前更為廣博，其關於生物分佈發生遺傳等實驗，尤多為國內同類教本中所未經載。
- 四、所用實驗教材皆取於國產。
- 五、自初版至今又經試教七八載，迭經刪益斟酌至再，自信必較原本更適於吾國教學之用。

## 凡 例

1. 本書全部凡六十二課，足供大學或專門學校普通生物學（或普通動物學與普通植物學）課程兩學期每週二次的實驗用。
2. 本教程內容係從顯微鏡的構造與應用入手，次及細胞學，組織學，胚胎學，分類學以至動植物形態構造及生理的種種實驗，更益以生物分佈學，遺傳學及生物統計與同原現象的研究，末段以經濟生物學的實際問題。
3. 本書所用的實驗材料，悉以我國境內常見的種類充之，以期取材容易。
4. 書中所用名詞，悉以教育部所審定者為準繩；並於其初見時，附以原文，俾便對照。
5. 本書每課均冠以實驗應用的器具，材料及藥品等，冀使實驗者知所準備，以免臨時周章。
6. 著者另編生物學講義一書（由福建協和大學生物學系發行），可與本教程相輔並用。
7. 書末附有中西名詞索引，藉資檢查。
8. 本教程曾經著者在福建協和大學試教，瞬將十載，迭經刪益，斟酌至再，然誤謬豈復，仍恐難免，尚希海內斯學鴻遠，不吝指正，以便再版時修訂之。

著者識於福建協和大學科學館

民國二十八年九月



# 目 錄

實驗用具	
實驗規則	
圖畫	
報告	
課一	顯微鏡(1)..... 1
課二	顯微鏡(2)..... 5
課三	原形質的化學組成(1)..... 7
課四	原形質的化學組成(2)..... 10
課五	細胞(1)..... 13
課六	細胞(2)..... 16
課七	細胞的分裂..... 19
課八	動物組織(1)..... 21
課九	動物組織(2)..... 24
課一〇	植物組織(1)..... 28
課一一	植物組織(2)..... 30
課一二	原生動物(1)..... 32
課一三	原生動物(2)..... 35
課一四	原生動物(3)..... 38
課一五	海綿動物..... 40
課一六	腔腸動物..... 42
課一七	寄生蠕蟲(1)..... 44
課一八	寄生蠕蟲(2)..... 46
課一九	環形動物..... 49
課二〇	節足動物(1)..... 53
課二一	節足動物(2)..... 58
課二二	蛙的解剖(1)..... 61
課二三	蛙的解剖(2)——消化系統..... 64

課二四	蛙的解剖(3)——呼吸排泄及生殖系統.....	67
課二五	蛙的解剖(4)——肌肉系統.....	69
課二六	蛙的解剖(5)——神經系統(上).....	73
課二七	蛙的解剖(6)——神經系統(下).....	76
課二八	蛙的解剖(7)——循環系統(上).....	78
課二九	蛙的解剖(8)——循環系統(下).....	81
課三〇	蛙的解剖(9)——骨骼系統(上).....	83
課三一	蛙的解剖(10)——骨骼系統(下).....	86
課三二	動物的分類.....	89
課三三	生殖細胞的發生.....	96
課三四	動物的個體發生(1).....	100
課三五	動物的個體發生(2).....	103
課三六	藻菌植物(1)——細菌(上).....	106
課三七	藻菌植物(2)——細菌(下).....	108
課三八	藻菌植物(3)——菌類(上).....	110
課三九	藻菌植物(4)——菌類(下).....	112
課四〇	苔蘚植物.....	114
課四一	羊齒植物.....	116
課四二	裸子植物.....	119
課四三	被子植物(1)——花的研究(上).....	121
課四四	被子植物(2)——花的研究(下).....	124
課四五	被子植物(3)——果的研究(上).....	127
課四六	被子植物(4)——果的研究(下).....	129
課四七	被子植物(5)——種子的研究(上).....	131
課四八	被子植物(6)——種子的研究(下).....	133
課四九	被子植物(7)——莖的研究(上).....	135
課五〇	被子植物(8)——莖的研究(下).....	148
課五一	被子植物(9)——根的研究(上).....	141
課五二	被子植物(10)——根的研究(下).....	144
課五三	被子植物(11)——葉的研究(上).....	146
課五四	被子植物(12)——葉的研究(下).....	149

---

課五五	動物的分佈(1).....	151
課五六	動物的分佈(2).....	155
課五七	生物的遺傳(1).....	160
課五八	生物的遺傳(2).....	162
課五九	生物統計法.....	166
課六〇	同原現象.....	168
課六一	害蟲防除法.....	171
課六二	經濟動植物的調查.....	178
索引		

## 實驗用具

### I. 由學系備整配發者：

1. 解剖刀 (scalpel) 一柄
2. 解剖剪 (dissecting scissors) 大小各一
3. 鑷子 (forceps) 一副
4. 解剖針即裝柄針 (dissecting needle) 二枝
5. 定針 (pin) 二打
6. 滴管 (pipette) 一枝
7. 磁杯 (porcelain cup) 大小各一
8. 蠟盤或解剖盤 (dissecting pan) 一副
9. 玻片 (slide) 半打
10. 蓋片 (coverglass) 半打 (直徑為 16 毫米)
11. 複顯微鏡 (compound microscope)
12. 解剖顯微鏡 (dissecting microscope) (1)
13. 晶片紙 (lens paper) 一束
14. 濾紙 (filter paper) 五張
15. 抹布一方

注意：凡解剖器具大都磨銳，故用後當即清潔拭乾之，使不至生銹損壞。

### II. 由學生自備者：

1. 實驗簿封面
2. 繪圖紙 50 張 (亦可用為報告紙)
3. 尺 (兩側分度, 30 釐米)
4. 硬鉛筆一枝
5. 硬橡皮

(註) 可採購英國 Arthur H. Thomas Co. 所製的仿式解剖顯微鏡 (Cat. No. 4224)。

## 實 驗 規 則

- I. 每次上課前，學員須先將本次所應作的實驗，細閱一遍，以求明瞭本次實驗時應行留意的一切事項。
- II. 每一實驗的圖案及報告等，除有特別原因外，概須於實驗室作完呈繳。
- III. 每次實驗完畢後，桌上一切用具均須洗拭清淨，並應妥為妥置。
- IV. 實驗報告及圖案，經教師閱改發還後，應即修妥呈繳複閱。
- V. 學者對於所作的實驗及所繪的圖案，均應切實了解，以備隨時口試。
- VI. 一切報告及圖案經閱可後，均須慎為保存；在學期結束時，須將全部裝訂完妥，備呈核閱。

## 繪圖 二

生物學的實驗，非僅使學者對於生物的事實及原理易於領會，且可訓練實地觀察的機能，增進思想的能力及培養科學的態度與習慣。實驗中草圖描畫，並非實驗的目的，乃是實驗的一種方法，用以記載觀察與實驗的所得。關於繪圖法則，學者務須隨時請教師的講解與指導，下列數端，尤須特為注意。

I. 圖畫須潔淨明瞭，整齊有序；每圖的位置及大小，均須支配適宜。性質相近或相關的圖畫，宜列在一處。

II. 圖畫概須詳確，務求其逼真，未繪之前，應先有明晰的觀察，

III. 慎勿繪顯微鏡下所見的浮沫、氣泡、塵埃以及破碎畸形或不全的物體。

IV. 切勿以鉛筆或墨水在圖中著施陰影 (shading)，惟可酌用細點，以綴辨圖中明暗之處。

V. 繪圖時，應用尖利的鉛筆，將所欲繪者先草一略圖，錯誤處擦去另畫之。待稿成後，再用硬鉛筆將準確之線畫出，使其成為潔淨而平滑的單線；一切粗線，雙線，紊亂或無用及不應有的切線，概須擦去。

VI. 每圖各部均應詳細註明。標註時，須由所欲標註的各部，引出虛線，將其名稱標註於線的先端。所畫的指線，須與圖畫紙的上下邊線平行；所寫的字橫列或縱列皆可，惟不可歪斜不整。

VII. 所繪的圖，可有下列三種之別：

1. 略圖 (sketch or outline)。用以描畫物體的自然狀態。

2. 表解圖 (diagram)。用以解明物體全部或其一部的大概結構或其他情形。

3. 詳圖或稱放大圖 (detailed figure)。即以物體中的特殊部分或構造，詳為繪畫示明之。

## 報 告

實驗工作的記錄，務求明斷周詳，並須用墨水繕寫。關於各課中所列的種種問題，學者應有切實的了解，並應將答案錄入實驗報告中。

# 生物學實驗指導

## 課一 顯微鏡(1)

### (The Microscope)

用具：複顯微鏡(compound microscope)。

材料：動植物組織的切片標本。

試將複顯微鏡從容器中取出，置於桌上，依次詳察其構造。

I. 鏡座 (foot or base)。為顯微鏡的最低部分，形似蹄鐵，足以固定全鏡，使不至有傾倒之虞。

II. 鏡柱 (pillar)。係直立，上裝鏡臂；柱與臂之間，有一傾斜關節 (inclination joint)，藉可傾折顯微鏡至九十度內之任何角度，以供鏡檢工作的需要及便利。試以左手握鏡柱，右手按鏡座，將鏡柱屈下。

III. 鏡臂 (arm)。為形稍彎，便於握取。

IV. 載物臺 (stage)。為安置標本物的平面臺。切勿以全力倚於臺上。臺的中央處有一圓孔，以通光線；旁有一對彈簧鎖 (clip)，備為固定載片於臺上，使其不易移動。

V. 集光器 (condenser)。位於載物臺的下面，為多數透鏡 (lens) 所組成，用以集合由後透反光鏡所反射的光線，使照於標本物上。集光器可上下調設，以求適宜的光度。器中裝有調光圈 (iris diaphragm)，能任意啓閉，用以調節集光器口徑的大小，及照明的面積。若光度過強時，宜縮小集光器的口徑，藉以減光。

VI. 反光鏡 (mirror)。為集光器下方的圓鏡。鏡分平面兩面；凹面鏡的反射力較強，故於光線微弱時用之較宜。用此鏡時，不宜用前述的集光器以調節光度。何故？反光鏡具有輪轉關節，能向任何方面移動，將光反射於集光器。



VII. 鏡筒(cylinder)。為鏡臂上方的圓筒部。筒內有抽管(draw tube)，能任意抽長或縮短，其正規的長度為 160 毫米 (mm.)。抽管上端為目鏡(ocular) 插入之處。鏡筒下端置有旋轉盤(revolving nosepiece)，上裝二物鏡(objective)；兩鏡可交換使用。簡單的顯微鏡多無旋轉盤，物鏡係直接裝於鏡筒的下端。

VIII. 目鏡與物鏡。各備有二：前者為 5x 及 10x 的兩種；後者有 4 毫米與 16 毫米的兩種。物鏡上所鐫的數目，係指行鏡檢時該鏡與標本物距離的遠度。距離 4 毫米者，為高度物鏡；16 毫米者，為低度物鏡。物鏡與標本物，距離愈近，則其放大力亦愈高。顯微鏡的放大力，可依下列公式核算之。

$$\text{抽管長度} \div \frac{\text{物鏡與標本物的距離}}{\text{物鏡的放大力}} \times \text{目鏡的放大力} = \text{顯微鏡的放大力}$$

$$\text{例如：} 160 \text{ mm.} \div 16 \text{ mm.} \times 10 = 100 \text{ 倍}$$

$$160 \text{ mm.} \div 4 \text{ mm.} \times 5 = 200 \text{ 倍}$$

餘可照例推算。

IX. 調節輪(adjustment screw)。鏡筒的內旁有二齒輪，一大一小：大者為粗調節輪(coarse adjustment)，小者稱微調節輪(fine adjustment)。調節輪功能調動鏡筒的位置，依時鐘指針的方向旋轉之，則鏡筒下行；逆時鐘指針的方向旋轉之，則鏡筒上昇，微調節輪每一全轉，即表示鏡筒 0.1 毫米長度的調動；粗調節輪的一全轉，可使鏡筒上昇或下降 10 毫米的遠度。鏡檢時，須先用粗調節輪來對光準焦(focusing)；及見到標本物的大體映像後，再以微調節輪調準正確的焦點。

使用顯微鏡時，應先注意下列諸點：

1. 抽管須調節至 160 毫米的長度。
2. 凡透鏡不可用手指或手巾塗擦，宜用清潔柔軟的晶片紙(lens paper)，細心揩淨。必要時可略蘸二甲苯(xylol)少許，或將紙的一角沾濕應用。
3. 鏡檢時，宜將兩眼同時張開，得可左右交換使用，藉以省減鏡檢工作的疲勞，且對於輪回亦有莫大的便利。初學者可用二、三立方毫米的白紙，中撕一個孔而套於鏡筒上，使一眼接鏡，一眼接紙，實得養成同時並用的習慣。
4. 應選擇高度適宜的桌及椅，使可保持正確體位的姿態。若桌太低，

或顯微鏡的位置距離桌邊過遠，勢必俯屈鏡檢者的身體，甚有礙其康健。

5. 鏡檢完畢後，須用布揩拭鏡的各部。後覆以布罩，收藏於容器中。目鏡須留在抽管上，以免塵埃的竄入。

6. 學者不可將顯微鏡暴露於日光下，亦不得將其中任何部分自行拆開。

#### 低度物鏡檢視法。

1. 將反光鏡調向光處，繼用集光器調節光度，使有適當均等的照明。光力不可過強，因有傷眼之虞。

2. 將切片標本置於載物臺上。用左手安置並移動載片。

3. 旋轉粗調節輪，使鏡筒徐徐下降，至物鏡的鏡面幾於標本相觸為止。

此事宜細心留意行之，切不可使物鏡過於下降，致與標本物上的蓋片相衝挫。

4. 光透視目鏡，隨用右手將粗調節輪徐徐逆轉，使鏡筒漸次上昇，至標本物放大的映像現出為止。

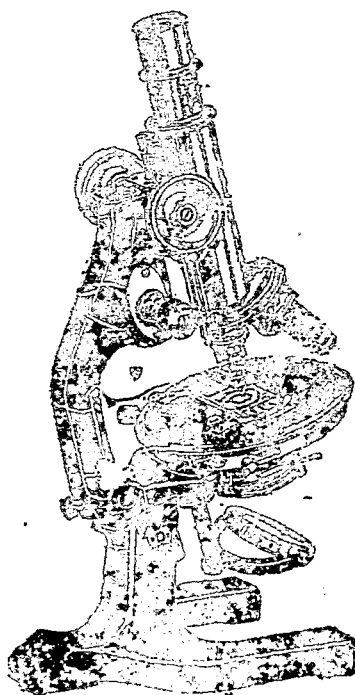
5. 略動微調節輪，使鏡筒稍上稍下，以求正確的準焦。使得最明晰的映像。

#### 高度物鏡檢視法。

1. 依前法先用低度鏡，將焦點調準。

2. 將欲檢察的標本，或標本中的一部，移置於視野的中央。念準或注。次用彈簧鎖，將載片的兩端鎖定於臺上。

3. 將微調節輪上下輕旋，至得準確的焦點為止。若光不亮，可將反光鏡及集光器稍為調動，使得更亮的照明。



△圖案：複顯微鏡的側面觀，註

## 生物學實驗指導

---

明其各部。

△報告：參看顯微鏡發明的歷史，作一報告。

## 課二 顯微鏡(2)

(The Microscope)

用具：解剖顯微鏡 (dissecting microscope)，蠟線，圓形玻璃瓶，方形玻璃瓶，帶質油紙，磨光玻璃。

材料：印有英文字母或其他字樣的白紙，任何透明及不透明的標本物。

顯微鏡中的主要部，如目鏡，物鏡，集光器等，均為各種透鏡所組成。透鏡為一片透明的晶體，具有背向的二面；鏡面或彎或平，或凹或凸，形狀種種不一。

I. 試以蠟線一端折成一小環孔，中滴點水，以此為鏡，視察窗中之字。可得見之否？有否放大？

II. 貯水於一圓形玻璃瓶，置標本物於瓶後，而從瓶前透視之。有否放大？再以一方形玻璃瓶，依前法試驗之，結果有否不同？

III. 取解剖顯微鏡置於桌上。先將光線配準，然後置標本物於玻璃臺板上，以解剖鏡（即放大鏡）窺之。上下調動解剖鏡，使至焦點。準焦後，可用米尺測量鏡面與標本物的距離，是為焦點距離 (focal length) =  $F$ 。

人眼的焦點距離，規定為 10 吋，即 25.40 釐米；以此被除於  $F$ ，即得解剖鏡的放大倍數。試核算所用解剖鏡的放大力。

IV. 取印有英文字母或其他字樣的白紙一小方，置於桌上，而用解剖鏡窺視之。試以鏡持近紙面，眼的位置須離紙 15 釐米。鏡可上下調動，以求明晰的映像。見字否？其為直立，抑為倒置？

V. 此次檢視時，眼的位置須離紙面 45 釐米。先就鏡近眼，然後將鏡徐徐下降，俟其準焦。所見的字，是否直立？再移下小鏡。見字否？是否直立？

VI. 試用解剖顯微鏡，檢視不透光的物體，如昆蟲的頭或附肢等。先用反光鏡對光，使光線透射物體，映像如何？後以黑玻璃板掩蓋反射鏡，使無透射光 (transmitted light)，而用直接反射的物體上面的光線，即反射光 (reflected light)，而觀察之。映像有否不同？試用一透明或半透明的物體，

## 生物學實驗指導

按前法察驗之。

△圖案：用圖表繪示透射光與反射光照明法的不同。

VII. 取一載片，其上貼有小字或英文字母，置於複顯微鏡的載物臺上。試用 5x 目鏡及低度物鏡準焦檢視。映像如何？若將標本向左推動，物像是否亦同時左移？試取出目鏡，以薄質油紙小方或磨光玻璃一小片，置於抽管的頂端，再調節準焦。如光線太強，可用手或厚紙遮蔽檢視之處。可得見字否？映像是否倒置？若將標本向左移動，物像亦向左移否？後置 10x 目鏡於抽管上；所得的映像，增大幾倍？視野較前大小如何？

△圖案：將實驗中所見的映像，一一繪出，以資比較。

VIII. 試用複顯微鏡，窺視透明的物體，映像如何？隨即移開反射鏡，使無光線透射物體，而利用反射光再行鏡檢。映像明晰否？如有草履蟲，細菌或其他微小生物，可置於載片上，而用反射光檢視之。空中塵埃或水中氣泡等，亦可依法察驗之。

△圖案：就以上所見，擇一繪示之。

△報告：將以上各實驗的情形及結果，詳為記載，以作報告。

## 課三 原形質的化學組成(1)

### (Chemical Composition of Protoplasm)

用具：解剖器，燒杯，試管，滴管，酒精燈，磁杯，研鉢 (mortar) 及杵 (pestle)。

材料：火柴，石蕊試紙 (litmus paper)，葡萄糖，甘藷俗稱番薯（或用馬鈴薯），蔗糖，蠶豆，玉蜀黍，米，菜油，胰身，牛脂（或豬脂），種子，（以多含有脂肪者為佳），雞蛋，尿。

藥品：氫氯酸 (hydrochloric acid)，10% 氫氧化鈉 (sodium hydroxide)，乙醚 (ether)，硝酸 (nitric acid)，硫酸 (sulphuric acid)，氫氧化銨 (ammonium hydroxide)，1% 硫酸銅 (copper sulphate) 水溶液，碘液 (1)，生理食鹽水 (2)，斐林氏甲及乙二試液 (Fehling solutions, A & B) (3)，95% 酒精 (alcohol)，10 福馬林液 (formalin)。

原形質乃構成生命的物質基礎，其構造至為複雜，且常變化而不固定，其中所含的物質，亦甚繁多，不勝枚舉；然就其化學性質大別之，可分為無機物質與有機物質二類。茲分別究察如次。

#### I. 無機物質

A. 水。為氫 (hydrogen)，氧 (oxygen)，二元素所成，為原形質所不可或缺的成分，約佔其重量 60% 乃至 90% 以上不等。

B. 無機鹽。即由鈉，鈣，硫，氮，磷，鉀，碘等諸元素化合所成的各種化合物。

〔實驗一〕 試以一火柴置火上燃燒之。燃後所留的灰燼，究為何物？

#### II. 有機物質

A. 醣類 (carbohydrates)。由碳，氫，氧三元素所合成，其中氧素恆為碳的二倍。如構成水 ( $H_2O$ ) 的比例，是以昔有碳水化合物之名稱。醣類更可別為下列三類：

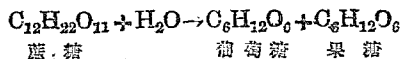
1. 單醣類 (monosaccharoses)。其分子式通常為  $C_6H_{12}O_6$ 。

〔實驗二〕 先製 1% 葡萄糖水溶液，次取數滴置試管中，隨加斐林氏甲及乙二試液各二立方釐米而後熱之。不久則管內發現一種沉澱，始為黃色，漸變赤色。是為何物？

2. 二糖類 (disaccharoses)。其分子式通常為  $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。

〔實驗三〕 試取 1% 蔗糖水溶液少許，按前法試之。結果如何？

〔實驗四〕 試取 1% 蔗糖水溶液五立方釐米於試管中，注加稀氫氫酸數滴，後置文火上沸之。



沸後，任其自冷，後加 10% 氫氧化鈉以中和之（中和時，撕一小片石蕊試紙置試管內，作為標示）。再依前法，注以斐林氏甲及乙二試液。有何變化否？

3. 多醣類 (polysaccharoses)。係由多數單醣分子集合，再減去若干分子的水而成。其分子式為  $(C_6H_{10}O_5)_n$ 。多醣中的單醣分子數目不定，故用“N”代表不定數。此類物質廣佈於植物界中；常見者為澱粉 (starch)，糊精 (dextrin) 及纖維素 (cellulose) 等。

〔實驗五〕 試用小刀微取番薯或馬鈴薯一薄片。隨用滴管注些碘液於其上。有何變化？

〔實驗六〕 試取番薯澱粉置燒杯中，加水煮沸之，使成稀糊。待其冷後，注加碘液數滴。見有變色否？熱之，有何變化否？再任其自冷，結果如何？

依法將研碎的蠶豆，玉蜀黍及米等，分置於試管中，加水少許，熱之。隨用碘液試之。結果如何？

B. 脂肪 (fats) 及擬脂類 (lipoids)。脂肪由其狀態分之，可大別為固態脂肪及液態脂肪。液態脂肪一般稱之為油；固態脂肪更可別為軟脂與硬脂。擬脂類以膽脂 (cholesterin) 及卵磷脂 (lecithin) 等為最常見。脂肪及擬脂等的化學組成，與醣類略同；惟其氧素成分較後者為少，故易起氧化作用。

〔實驗七〕 試以菜油，或其他油質塗於紙上，後執紙向光照視之。是否變為半透明？試取些水如法試驗之。結果相同否？

〔實驗八〕 試取菜油數滴置試管中，加水拌之。溶合否？可加些鹼水再拌之。結果如何？

(實驗九) 取牛脂或豬脂少許置乙醚中。溶解否? 後任乙醚揮發。見有脂肪否? 試以含有脂肪的種子研碎之, 盛於磁杯中, 加以同量的乙醚。十餘分鐘後濾過之, 後任乙醚蒸發。所餘者究為何物? 以之滴於紙上。結果如何?

C. 蛋白質 (protein)。為極複雜的有機化合物, 其所含的元素, 除碳, 氫, 氧等外, 尚有氮素, 是其與他種有機物質不同之點。

(實驗十) 破一雞蛋, 取其蛋白, 經充分攪拌後, 加以 150 立方釐米生理食鹽水再行攪拌。次將製成的蛋白液五立方釐米置試管中。稍傾試管, 後沿其管壁輕注加濃硝酸二立方釐米。硝酸與蛋白液接觸之處, 有何變化? 試用濃硫酸法再試之, 結果如何?

(實驗十一) 取尿五立方釐米, 按前法化驗之並記其結果。

(實驗十二) 取蛋白液二立方釐米置磁杯中, 滴即注入濃硝酸五滴, 稍熱之。有何變化否? 待冷後, 加些氫氧化銣, 使變鹼性。見有變色否?

(實驗十三) 試取蛋白液二立方釐米貯於試管中。先加以 10% 鉍鉍化鈉二立方釐米。後再以 1% 硫酸銅水溶液滴入其中。每加一滴, 輕輕振盪之。見有紫藍色的反應否?

(實驗十四) 試將蛋白液少許置試管中熱之。有何變化? 冷後, 蛋白能恢復原狀否?

(實驗十五) 試注些酒精或 10% 蟻醛液於所備製的蛋白液中。見有何變化否? 保存生物標本, 常用酒精或蟻醛液。何以故?

D. 維他命 (vitamin)。計有幾種? 各種維他命功用如何? 試就日常食品中, 舉其各種的主要來源。

△報告: 將以上各試驗的情形及結果, 詳為記載。試作簡表, 列舉維他命的種別, 及其各種的功用與主要來源。

- (1) 碘液製法: 以碘化鉀 (potassium iodide, KI) 溶於 100 立方釐米的蒸餾水中, 待其溶化後, 再加碘一克。
- (2) 生理食鹽水製法: 以 0.75 克氯化鈉 (sodium chloride, NaCl), 溶於 100 立方釐米蒸餾水。
- (3) 斐林氏甲及乙二液製法:
  1. 甲液乃以硫酸銅 (copper sulphate,  $\text{CuSO}_4$ ) 85 克溶於 500 立方釐米的蒸餾水。
  2. 乙液乃以氫氧化鈉 (sodium hydroxide, NaOH) 50 克及鉍鉍化鉀 (Rochelle salt,  $\text{Na}_2\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ ) 的兩石製成 175 克, 入 500 立方釐米的蒸餾水製成。



## 課四 原形質的化學組成(2)

### (Chemical Composition of Protoplasm)

用具：複顯微鏡，試管，攝氏溫度針，定溫器(1)，酒精燈，載片，火柴。

材料：澱粉，蛋白質，(取自雞蛋者)，胃液(2)，蒸餾水，胰液(3)，葉普麥提斯 (Metts) 氏蛋白毛細管(4)。

藥品：碘液(5)，斐林氏甲，乙二試液 (Fehling solutions, A & B)(6)，氫氯酸 (hydrochloric acid)，碳酸鈉 (sodium carbonate)，氫氧化鈉 (sodium hydroxide)。

E. 酵素 (enzyme)。原形質中所含的有機物質，除前課所述者外，尚有一種莫可言狀的物質，即所謂酵素。酵素的化學性質，雖迄未得知，但其於他種物質中所能引起的變化，恆甚顯著，至其自身則又始終無所變易。茲擇其較著者數種實驗之。

(實驗一) 試吐唾液約四立方釐米於試管中(7)，加水約五立方釐米而沖淡之。隨將沖淡的涎水，均分於三試管中，並註明甲，乙，丙的符號於管上，以資辨別。

1. 於甲管中，加澱粉液半立方釐米，攪勻之，而置於攝氏 40° 的定溫器中 (約與人的體溫相當)。歷 20 分鐘後，將管取出，而以其液平分於二管：以其一管用碘液驗之，以視其澱粉的有無及多寡；另以其他一管，注加斐林氏甲乙二試液，以觀其有否糖質。

2. 取乙管置火上沸之。沸後再置桌上使冷，然後加些澱粉液，仍依前法試驗之。結果如何？管內澱粉曾經消化為糖質否？經沸過的涎水，與未沸者究有不同否？試辨其故。

3. 於丙管中，主入一滴碘液。變為何色？隨將其置於攝氏 40° 的溫水中。少頃，管中有何變化？再等些時，顏色完全變紅。何故？紅色能耐久否？終成何色？試辨其故。

(實驗二) 試加少許唾液於凝固的蛋白質。有否變化？若無變化，再加些稀鹼類。結果如何？見有變化否？

〔實驗三〕 試取六試管，註明甲，乙，丙，丁，戊，己等符號於其上。於各管中置一長約二釐米的麥提斯氏蛋白毛細管。

1. 於甲試管中，注入胃液二立方釐米。
2. 於乙試管中，注入同量的胃液，並加蒸餾水五立方釐米。
3. 於丙試管中，注入同量的胃液，並加 0.4% 氫氯酸五立方釐米。
4. 於丁試管中，加入 0.4% 氫氯酸五立方釐米。
5. 於戊試管中，注加胃液二立方釐米及 1% 氫化鈉水溶液五立方釐米。
6. 於己試管中，加入煮沸過的胃液二立方釐米，及 0.4% 氫氯酸五立方釐米。

將所備的六試管，同置於攝氏 40° 的定溫器中。待 12—24 小時後，取出檢視之。各試管內有何變化否？試於顯微鏡下檢察麥氏毛細管中蛋白質被消化的長度。此種消化作用，究以何管為最著？試述其故。

〔實驗四〕 將胃液及 0.4% 氫氯酸各二立方釐米，置於試管中，隨加入澱粉液一立方釐米，將管移置於攝氏 40° 的定溫器中。俟一小時後，試用前述驗糖的方法試之。結果如何？

〔實驗五〕 試將澱粉液注入試管，至其容量五分之一為止。隨加二倍的碘液，稍為搖動，使其彼此混合。既畢，可將其置於定溫器（攝氏 40°）中。二小時後取出，分為二半：一用碘液試之；而其他則用斐林氏試液試之。結果如何？

〔實驗六〕 試取三試管：一貯清水；一貯 10% 氫氧化鈉；一貯酶液，各二立方釐米。隨於各試管中，注入菜油少許。裝置後稍稍振動，使其混合均勻。十分鐘後，結果如何？各管中的液體，與油曾經分離否？抑或保持乳化狀態？試將乳化的液體一滴，置於顯微鏡下檢視之。脂肪呈何狀態？

△告誡：將各試驗的情形及結果，詳為記載，並解答所列各問題。

- (1) 若無定溫器，可用溫水槽代之。
- (2) 胃液製法：以胃液素 (pepsin) 0.5—1.0 克，溶解於 100 立方釐米的蒸餾水中。
- (3) 胰液製法：以胰液素 (pancreatin) 一克，溶解於 500 立方釐米的蒸餾水中，隨加 7.5% 氫化鈉水溶液，稀為 10 倍量。
- (4) 蛋白毛細管製法：取一種蛋的蛋白打勻之，用長約 6 釐米的玻璃毛細管吸過蛋白，使其裝滿。自將其平放於攝氏 37° 的溫水中，俟蛋白凝結。過後將液體濾出，切成二釐米長的毛細管，即可應用。

- 
- (5) 標液製法，見前課附註 1。
- (6) 斐林氏甲、乙二試液的製法，見前課附註 3。
- (7) 欲得多量唾液時，可嗅聞醋酸 (acetic acid)，而較集之。

## 課五 細胞(1)

### (The Animal Cell)

用具：複顯微鏡，牙籤，玻片，蓋片，滴管。

材料：蛙（或蟾蜍）生殖腺及蛔蟲子宮等的切片標本，粒線體 (chondriosome) 及哥氏體 (Golgi body) 等的示鏡切片標本。

藥品：2% 醋酸 (acetic acid)，生理食鹽水 (0.6—0.9% 食鹽水溶液)，美綠染液 (methyl green) (1)。

凡生物體，無論動物抑或植物，悉由細胞及細胞所產生的物質所構成，細胞係原形質構造的基本單位，具有種種生活機能。

#### (一) 動物細胞。

細胞係由胞質 (cytoplasm) 與胞核 (nucleus) 所組成；茲可分別觀察之。

I. 胞質 (cytoplasm)。是係細胞體中的原形質，內含種種形狀，構造，機能各不相同的構造；茲就其較著者分別究察如次。

1. 中央體 (centrosome)。位近細胞體的中央部，於細胞分裂時最為顯著，形成分裂活動的中心。中央體可分為下列二部：

(a) 中央點 (centriole)。位居中央體的中心。

(b) 中央球 (centrosphere)，或稱攝引球 (attraction sphere)。繞於中央點的周圍。其中所含的原形質，極較他處為緻密，特稱為中央質 (centroplasm)。

2. 粒線體 (chondriosome)。此種物體或為線狀，或為顆粒狀，或纖維狀；其在生機旺盛的細胞體中，為數特繁。

3. 哥氏體 (Golgi body)，或稱胞器體 (dictyosome)。其形狀大小變化甚繁；位置亦不一定；時或散佈於胞質中，時或圍繞中央體，而形成網狀，即所謂哥氏網 (Golgi apparatus)。

4. 空泡 (vacuole)。丙貯胞液 (cytolymph)。液中常混合營養物質及代謝作用的各種產物。

5. 胞含物 (cell inclusion), 或稱後成質 (metaplasm)。是係細胞體中偶然含有或暫時存儲的諸種物質; 或屬營養物, 如澱粉, 脂肪等; 或係代謝作用的產品, 如色素, 結晶體及各種廢物等。此類物質或存或缺, 時多時寡, 甚不一定。

6. 質膜 (plasma membrane)。係胞質最外一層特化所成的透明薄膜。

7. 胞膜 (cell membrane)。位於質膜之外。此乃胞質的產物, 而非其生活本體, 動物細胞的胞膜極其柔薄, 且時或缺如。

II. 胞核或簡稱爲核 (nucleus)。大都呈球形或橢圓形; 其位置或據細胞的內面, 或近中心處, 或則側居一隅, 而貼附於胞膜的內面。胞核中所含的原形質, 特稱核質 (karyoplasm), 其所由成的基礎物質, 即爲核液 (karyolymph)。茲將胞核中所見的種種構造列舉於下。

1. 核膜 (nuclear membrane)。圍繞胞核, 使與胞質隔離。

2. 染色質 (chromatin)。爲胞核中最顯著且最重要的物質。其對於鹼性染料着色特深且易。以是亦稱爲鹼性染色質 (basichromatin)。此物質凝結成顆粒狀, 是謂染色粒 (chromatin granule)。染色粒彌散於核內, 時或滑着於核絲上, 形似網中的結節, 曰網結 (net knot); 時或互相互連, 排成念珠狀, 或竟絲錯交叉而成網狀。染色粒之形大者, 特稱爲染色仁 (chromatin nucleolus or karyosome)。

染色質時或因生理上的變化, 而對於酸性染料特易染色, 是即所謂酸性染色質 (oxychromatin), 昔恆稱之爲核絲 (linin)。

染色質在細胞分裂時, 形成染色體 (chromosome)。此等構造, 是爲生物遺傳的物質基礎。

3. 真核仁 (plasmosome or true nucleolus)。爲不易着色的構造。核仁之有無與多寡, 恆不一定。

試用清齒牙簽, 輕向口腔內的粘膜, 刮集少許, 取置於載片上, 注加食鹽水一滴, 覆其蓋片, 隨即用鏡觀之。見有細胞否? 作何形狀? 試用滴管注入 2% 醋酸或美綠染液, 然後再行鏡檢。見有胞核否? 注視其形態及位置。胞核中見有真核仁, 染色仁或其他構造否?

試取蛙 (或鰾蚪) 生殖腺的切片標本。先用低度鏡, 檢尋生殖腺內的原殖細胞 (primordial germ cell, 原卵細胞 (oogonium), 或原精細胞 (spermatogonium)。後用高度鏡, 細察該各種細胞的結構。試認明上文所述

之細胞內部的種種構造。

試取蠅蟲子宮的切片標本，而鏡尋其中具有卵原核(female pronucleus)的卵子。見有染色粒否？中央體否？真核仁否？卵子中尚具有精原核(male pronucleus)。見之否？

試取示範的切片標本，而鏡檢細胞中的粒線體及哥氏體等特殊構造。

△圖案：顯微鏡下所見的各种細胞。

作一動物細胞模型圖，概括細胞中所見有的種種構造。

(1)美綠染液製法：以美綠染料(methyl green)一克與冰醋酸的一立方厘米，同混於 100 立方厘米的蒸餾水中；

## 課六 細胞(2)

### (The Plant Cell)

用具：複顯微鏡，解剖器，滴管，接骨木，切片刀，載片，蓋片。

材料：濾紙，水綿（或其他綠藻），軟木塞，葉及木質莖的切片標本，木賊莖，番薯（或馬鈴薯），麥，稻，豆，玉蜀黍等的澱粉，柑或桔，秋海棠的葉柄，洋葱的鱗莖。

藥品：5% 甘油(glycerin)或 10% 食鹽水，碘液(1)，醋酸(acetic acid)，硫酸(sulphuric acid)，美綠染液(methyl green)(2)。

#### (二)植物細胞

植物細胞的結構與動物細胞，大抵相同。茲就其不同諸點，分別考究之。

I. 植物細胞通常具有堅厚的胞膜，特稱爲胞壁 (cell wall)。胞壁的化學組成，顯有不同；茲分別觀察如次。

1. 纖維素 (cellulose)。係無色透明，韌固而易能透水的物質。試取水綿或其他綠藻少許，置載片上，注加些水而覆以蓋片。先用低度鏡，繼用高度鏡檢察之。藻類細胞各具纖維質的胞壁。見之否？今取濾紙一小方，吸出蓋片下之水，同時用滴管注入數滴 5% 的甘油或 10% 的食鹽水，然後再行觀察。不久可見細胞中的胞質及質膜，均離其外圍的胞壁，而向內收縮。此種現象恆稱爲胞質凝縮 (plasmolysis)。

△問答：未凝縮前與凝縮後的細胞狀態。

2. 角質 (cutin)。堅硬而光潤，不能透水或通氣，試取葉的切片標本，而檢視之。見其表面的角質層 (cuticle) 否？是即由表皮細胞的胞壁所組成的構造。

△問答：葉的表皮組織及其角質層。

3. 木栓質 (suberin)。爲不透水而富具彈性的物質。試取軟木塞，用刀切取一薄片，用鏡檢視之。見有細胞否？其胞壁爲木栓質，堅厚而韌。細胞之最初發見者（公曆 1665 年），即係此種。究由何人發見之？

△圖案：所見の木栓細胞。

4. 木質 (lignin)。其性堅韌。尋常所見的木材，即係成自木質的胞壁。試取木質莖的切片標本，而鏡尋其中所具的木質細胞。

△圖案：所見の木質細胞。

5. 礦質 (mineral matter)。胞壁含此，變甚粗糙。試取木賊的莖，而以指撫察其表面。

6. 膠質 (gelatinous matter)。胞壁經漿化作用，而成爲膠性的物質。繪圖時所用的筆擦，究係何物？

II. 植物細胞中，恆具有色素粒 (plastid)。色素粒種類甚繁：有爲綠色者，稱曰葉綠粒 (chloroplast)；有爲白色者，稱曰白色粒 (leucoplast)；有爲黃，紅，橙或橙黃色者，統稱之爲雜色粒 (chromoplast)。葉綠粒常見於葉中。內含葉綠素 (chlorophyll)，能於日光中製造有機養分，以供植物體的生活，是爲光合作用 (photosynthesis)。試取葉的切片標本，而鏡檢其中細胞所含的葉綠粒。

△圖案：葉綠粒的放大觀（繪於一細胞體略形之內）。

III. 植物細胞因其所含葉綠素的光合作用，致常藏貯有醣類，脂肪及其他有機養分。試將番薯或馬鈴薯少許，研成碎粉，取些置載片上，加水覆蓋，後用低度鏡窺之。見有澱粉粒否？呈何形狀？各澱粉粒具有一核，外圍有多致輪紋；核的位置多偏於一側，而不在粒的中央。試用高度鏡細察之。取麥，稻，豆，玉蜀黍等的澱粉，依法鏡檢之。以滴管吸取碘液少許，注於蓋片的一端，而於另一端以濾紙吸取水滴。試檢察澱粉與碘液接觸處呈何變化？

用刀刮取柑或桔的果皮一薄片，加水置於鏡下檢之。見有黃綠色小點否？是係何物？

將軟海棠的葉柄夾在接骨木心中，用刀切成薄片，加水裝置於載片上，而用顯微鏡檢視之。其細胞體內含有塊狀或葡萄狀的碳酸鈣結晶。見之否？試注入醋酸，結果如何？將醋酸吸出，而加以硫酸，結果如何？

△圖案：所見各種胞合物。

IV. 植物細胞內所含的空泡，常比動物細胞較爲發達，而在老舊細胞中，尤爲顯著，幾佔細胞體的全部。至於胞質及胞核，則均被擠壓，成一薄層，而貼附於胞膜內面。試用刀撕取洋葱鱗莖的表皮，用水裝置於載片上，而鏡檢之。見有空泡否？胞核否？試法以美綠染液，再行鏡檢。



△圖案：植物細胞的空泡。

植物細胞的模型圖。參看並比較前課所繪的動物細胞模型圖

△報告：植物細胞與動物細胞有何異同？試列舉之。

(1) 環液製法。見課三附註1。

(2) 莫染液製法。見前課附註1。

## 課七 細胞的分裂

### Cell Division)

用具：複顯微鏡。

材料：蟋蟀卵巢，蛙（或蟾蜍）體皮，蛔蟲子宮及洋葱根尖等的切片標本。

細胞分裂的方法，可別為下列三種。

I. 直接分裂 (direct cell division)，或稱無絲分裂 (amitosis)。此法至為簡單，當開始分裂時，胞核與其所含的核仁相繼延長，其中段漸形緊縮，終則兩端分離。隨後細胞體亦漸伸長而分割為二，形成二子細胞。試取蟋蟀卵巢的切片標本，而檢視其中的包卵細胞 (follicular cell)。此種細胞的胞核，常呈直接分裂的現象。見之否？細察分裂時的各種變化。

△圖案：蟋蟀包卵細胞的直接分裂。

II. 間接分裂 (indirect cell division)，或稱有絲分裂 (mitosis)。此法甚為普通，其歷程亦頗繁複，可分期觀察如次。

1. 初期 (prophase)。胞核內含的染色質，先形成細長迂曲的紐線，稱染色紐 (spireme)；隨乃縮短變粗，而成為染色體 (chromosome)。當染色體形成之際，細胞中的中央體已分為二。中央體的周圍，現出多級星線 (astral ray)。四面放射，使二體俱呈星狀，特稱星狀體 (aster)。此時核膜與核仁，均自消失。二星狀體漸相分離，終達胞核相對的二極；兩體間有細線相連，排成紡錘狀，因稱紡錘體 (spindle)。

2. 中期 (metaphase)。此時染色體悉聚列於紡錘體的中央，如在地球的赤道上，因稱赤道板 (equatorial plate)，一名核板 (nuclear plate)。

正當此時或稍前，染色體各自縱裂為均勻的二新染色體。試鏡檢之。

3. 後期 (anaphase)。染色體既經分裂後，乃相分離而向紡錘體的二極趨行；及達二極，則圍繞二中央體而呈為雙星狀。

4. 末期 (telophase)。染色體既集兩極後，遂次第變形，先成螺旋狀的染色紐，後變為圓粒狀，復歸於原有的狀態。同時二新胞核漸次構成，核內

發生核仁，外現核膜。中央體及紡錘體漸遭消失。稍後，細胞體中的原形質發生分裂。在兩胞核間的胞膜旋乃向內凹入，次第形成隔膜，卒將一細胞完全分裂為二。

試鏡檢蛙或蟻的體皮切片。見有正在分裂中的細胞否。試鏡尋細胞分裂的各期。

試取蛔蟲子宮的切片標本，而細察其中所含受精卵的分裂程序。見有染色體否？染色體分裂前，數計若干？分裂後計若干？前後數目有否不同？

△圖案：動物細胞的間接分裂法。繪示各期的狀態，並註明所見各種構造。

再鏡檢洋葱根尖的切片標本。其中細胞的分裂現象，與動物細胞有何不同？見有星狀體否？紡錘體否？染色體計有若干？試核算之。

△圖案：植物細胞的間接分裂法。

III. 減數分裂 (reduction division)。此法見於生殖細胞的成熟時期，其分裂的程序，俟於課三三中研察之。

△報告：細胞內含的構造甚多，何以近來學者均主以染色體為生物遺傳的物質基礎？試就本課及以前各課實驗的所得，提舉理由證明之。

## 課八 動物組織(1)

### (Animal Tissues)

用具：複顯微鏡，解剖器，蠟盤，載片，蓋片。

材料：蝦蟆（或青蛙），甲狀腺，舌乳頭，隨意肌，心臟肌，水螅以及蛙之胃，腎，腸，體皮等的切片標本。

藥品：番紅染液 (safranin) (1)，生理食鹽水 (0.6—0.9% 食鹽溶液)，0.1% 醋酸 (acetic acid)，35% 氫氧化鉀 (potassium hydroxide)。

後生動物 (Metazoa)，其物體均為多數細胞所組成。體中諸細胞經特化後，遂具各種不同的特性。由多數性質相同，形狀，構造，機能各相類似的細胞，及其細胞間的物質，即所謂細胞間質 (intercellular substance)，依一定的方式互相集結，以營一定的工作，是即所謂組織 (tissue)。動物組織因其功能的不同，可大別為五種如次。

I. 皮膜組織 (epithelial tissue)。係被覆於動物體及體中諸器官的內外表面；更可別為下列諸種。

A. 普通皮膜 (ordinary epithelium)。有單層與複層之別。

1. 單層皮膜 (simple epithelium)。為單層細胞所成。其細胞的形態構造，頗有不同；茲分別觀察之。

(a) 扁平皮膜 (squamous epithelium)。其中細胞為形扁平。試將蝦蟆或青蛙貯於半盛清水的容器中，逾一二日即見有表皮脫下水中，用鑷取置於載片上，用針展平，覆以蓋片而行鏡檢。試注以番紅染液。見有胞核否？

(b) 立方形皮膜 (cubical epithelium)。試取蛙腎的切片標本而鏡檢其中的立方形細胞。

(c) 柱形皮膜 (columnar epithelium)。由圓筒形細胞密列而成。是以較前二種皮膜為厚。試取蛙胃或腸的橫切片，而鏡檢之。其黏膜中的細胞究呈何狀？

(d) 纖毛皮膜 (ciliated epithelium)。試取一活蛙殺之，刮取其口腔皮膜少許，置載片上，用針分析，注加生理食鹽水而鏡檢之。見有纖毛 (cilium) 否？試注入一滴溫鹽水（攝氏 25°），纖毛運動的速率有否改變？

(e) 鞭毛皮膜 (flagellated epithelium)。水螅體的內層細胞，常具有鞭毛 (flagellum)。試取所備的切片標本，而鏡檢之。

2. 複層皮膜 (stratified epithelium)。由多層細胞而成。試鏡檢蛙皮的切片。觀察其所由成的各種細胞。細胞之位於最內層者，究呈何狀？其在最外層者，是否同形？其他各層呈何狀態？

△圖案：所見各種皮膜。

B. 腺皮膜 (glandular epithelium)。其中細胞功能分泌特殊物質。試取蛙腸的切片，而鏡檢其黏膜中的盃細胞 (goblet cell)。此種細胞中，見有盃形的構造否？是係何物？

腺皮膜往往全部陷入於其他組織之內，而形成腺 (gland) 的構造。腺更可大別為次列的二種。

1. 具管腺 (duct gland)，一名外分泌腺 (exocrine gland)。具有導管 (duct)，故名。此種腺更有單複之別。

(a) 單腺 (simple gland)。導管單個，無分歧。試鏡察蛙皮中的毒腺 (poison gland) 及黏液腺 (mucous gland)。二者有何不同？見有導管否？

(b) 複腺 (compound gland)。其導管複雜，且多分枝。試取肝或胰的切片標本，而鏡檢其腺體的結構。

2. 無管腺 (ductless gland)，亦稱內分泌腺 (endocrine gland)。無導管，其分泌物乃直送於血液或淋巴液中。試取甲狀腺 (thyroid gland) 或其他內分泌腺的切片，而鏡檢其結構。

△圖案：所見各種的腺。

(c) 感覺皮膜 (sensory epithelium)。其中含有游離神經末梢，或具特殊感覺細胞，能感受刺激而傳達之於神經幹部。試取舌乳頭 (papilla) 的切片標本，而檢察其中所含的感覺細胞。

△圖案：舌乳頭的感覺皮膜。

II. 肌肉組織 (muscular tissue)。此種組織專司動作的機能。其所由步

的細胞，悉延伸作纖維狀，因稱肌纖維 (muscle fiber)。肌纖維中含有無數肌絲 (myofibril)，富於伸縮力。

A. 橫紋肌 (striated muscle)。此種肌肉計有二別。

1. 隨意肌 (voluntary muscle)。彈性甚強，且能隨意而行收縮。試由新殺死之蛙的腿部，劈取少些肌肉，置載片上，用針沿其纖維的縱軸分離之，隨加食鹽水一滴，覆以蓋片，而行鏡檢。其肌纖維外具肌胞鞘 (sarcolemma)，內含無數肌絲，絲間充以流質肌漿 (sarcoplasma)。慎察肌絲的形態及構造。見有橫紋否？隨注入 0.1% 的醋酸一滴，再行鏡檢。見有胞核否？位於何處？試鏡檢隨意肌的切片，而與新鮮標本所見者相較。

2. 心臟肌 (cardiac muscle)。為構成脊椎動物心臟的肌肉，雖亦具有橫紋，但不能隨意收縮，卻於無知覺中受交感神經的節制。試取蛙的心臟肌，依前法鏡檢之。其構造與隨意肌有何異同？見有閘盤 (intercalated disc) 否？胞核否？其胞核位於細胞體中的何部？更取製就的切片標本，而鏡檢心臟肌的構造。

B. 平滑肌 (plain muscle)。形似紡錘。其中肌絲概無橫紋。此種肌肉，其動息不隨意志，故又名不隨意肌 (involuntary muscle)。試切取蛙的腸壁，浸於 35% 氫氧化鉀中，約半小時，藉以浸軟之；然後取出，用針徐徐分析，而置鏡下窺之。見有肌胞否？肌胞中有胞核否？肌絲作何狀態？再取蛙胃或腸的橫切片，而鏡檢其壁中的橫行肌。見有肌絲否？其肌絲具有橫紋否？

△圖案：所見之各種肌肉組織。

(1) 香紅染液製法：先以亞尼林油 (anilin oil) 四立方釐米，傾注於 90 立方釐米的蒸餾水中，加以攪動，使易混合，然後用已選的酒精澆滅之。取所備製的亞尼林水 (anilin water) 90 立方釐米，加入香紅染料 (safranin) 一克及 95% 酒精 10 立方釐米；過濾清後，即可應用。

## 課九 動物組織(2)

(Animal Tissues)

用具：複顯微鏡，解剖鏡，蠟盤，試管，滴管，酒精燈，載片，蓋片，消毒棉花，火柴。

材料：淋巴腺，臍，頸部帶，軟骨，骨，脊髓，神經纖維，蛙脂肪體，蛔蟲子宮等的切片標本，蛙血，人血及雞（或狗）精液等的塗片標本，活蛙，新鮮豬肉。

藥品：稀醋酸(acetic acid)，生理食鹽水(0.6—0.9% 食鹽水溶液)，碘液(1)，斐林氏甲乙二試液(Fehling solutions, A & B)(1)，硝酸(nitric acid)，酒精，胭脂紅染液(carmin)(2)，美綠染液(methyl green)(3)。

III. 結締組織(connective tissue)。其中細胞大都不甚顯著；但細胞間產有多量物質，特稱為基質(matrix)，而組織則全賴此而行其功用。

結締組織的機能，乃保護物體中較為柔軟的構造，聯絡體中各部，及支撐物體及體內諸器官的固有狀態。此組織種別甚多，茲可依次考察之。

A. 普通結締組織(ordinary connective tissue)。更可別為多種；茲就下列常見者，而鏡檢之。

1. 網狀組織(reticular tissue)。其中胞間質形成多數硬性纖維，交錯若網，而細胞則彌散於網眼間，貼附於網絲上。試取淋巴腺的切片標本。而鏡察之。

△圖案：淋巴腺中的結締組織。

2. 脂肪組織(adipose tissue)。其中細胞富有脂質。試取蛙脂肪體(fat body)的切片標本，而用鏡檢察之。其細胞體中，見有顯著的空隙否？是即脂肪貯藏之處，經製片方法後，脂質溶化，故留一腔。此種細胞的胞質為量甚少，緊貼於胞膜的內面，成一薄層。見有胞核否？呈何形狀？位於何處？

△圖案：蛙的脂肪組織。

3. 纖維性結締組織 (fibrous connective tissue)。其細胞間富有纖維。纖維有二大別，即彈性〔黃色〕纖維 (yellow elastic fiber) 與膠質〔白色〕纖維 (white collagenous fiber) 等是。

試取聽的切片，而鏡檢其中所含的膠質纖維。此種纖維乃各由多數纖維絲 (fibril) 並列而成，其形彎曲，呈波狀。再鏡檢頸韌帶 (ligamentum nuchae) 的切片。見有彈性纖維否？其形態如何？見有纖維絲否？其與前見的膠質纖維，有何不同否？

試由新殺死的蛙(4)，剖取肌肉間的結締組織，而鏡檢之。見有上列的兩種纖維否？試用滴管注加稀醋酸，而後再行鏡檢。膠質纖維因被醋酸所溶化，是以彈性纖維更形明顯。

△圖案：纖維性結締組織。

B. 軟骨組織 (cartilaginous tissue)。或僅稱軟骨 (cartilage)。此組織具有一種堅強而有彈性的基質，即軟骨膠 (chondrin)；散處其中者，有胞窩 (lacuna) 甚多。窩中所含的細胞或祇單個，或則三四結羣。軟骨的外圍。被有結締組織所構成的薄膜，稱軟骨膜 (perichondrium)。

試取軟骨的切片標本，而鏡檢之。見有胞窩否？其中所含的細胞，究呈何狀？基質係為純性，抑或具有纖維？所見的纖維究為膠質，抑屬彈性？

△圖案：所見的軟骨組織。

C. 骨組織 (osseous tissue)，或稱硬骨 (bone)。骨中的基質富含鈣質，故質硬。骨細胞當活時，處於胞窩中。胞窩整排成層，環列骨中，彼此且有細管相通，曰骨細管 (canaliculus)，為骨細胞發出的突起所充塞。細胞層間的硬質結成骨板層 (lamella)，而與細胞層相間隔。貫通骨中的血管及神經等，集成管狀，稱曰哈氏管 (Haversian canal)。骨細胞賴骨細管，而與哈氏管中的血管相聯通。骨的中央有腔，曰骨髓腔 (medullary cavity)，內貯骨髓 (bone marrow)。骨的表面被有極強韌的骨膜 (periosteum)，富有神經及血管等。試取骨的切片標本，詳檢其中的各種構造。見有哈氏管否？其周圍的骨板層，悉以其為中心而環繞之，是恆統稱為哈氏系統 (Haversian system)。

△圖案：骨組織的構造。

D. 血液 (blood)。由血漿 (blood plasma) 及血胞 (blood corpuscle) 而成，並分別檢驗之。



(1) 血漿。試取新鮮豬血半杯，暴露空中，移時即行凝固而成血餅 (clot)。試釋其故。血餅初甚柔軟，後漸固結；其不凝固的液體，澄清若水，是即血清 (serum)。傷口流血，何以逾時即能自止？試將所備血清，分置四試管中。

1. 試加碘液少許，有何變化？
2. 試加斐林氏甲乙二液，並置文火上熱之。結果如何？
3. 試加硝酸。其與血清接觸處，有何變化？
4. 投入紙片而溫之，隨乃取出乾燥之。紙上膜有油質否？

△報告：將上列各試驗所得的結果，作一報告。由所得的結果，可知血漿中究含有何種物質？

(2) 血胞。試取新鮮的蛙血一滴，加生理食鹽水而行鏡檢。見有紅白二種的血胞 (erythrocyte and leucocyte) 否？二者相較，孰大孰小？孰多孰寡？紅血胞呈何形狀？內具胞核否？核呈何狀？注意白血胞的種種狀態。

再取少些新鮮的蛙血，置載片上，加生理食鹽水二滴而乾燥之。隨加 5% 酒精，而以水洗二三回，然後用鏡檢察之。見有血纖維素 (fibrin) 否？究呈何狀？

用棉花蘸些酒精，以拭左手未指的先端，次取清潔之針，侵入酒精中以消毒，後由側面壓迫指的末節，急以針尖刺之。將血置於乾燥的載片上，隨滴加生理食鹽水，覆以蓋片，而鏡檢之。見有血胞否？紅血胞中，具有胞核否？其與蛙的紅血胞構造上有何不同？更就蛙血及人血的塗片標本，而鏡檢紅白的二種血胞。

△圖案：所見的血胞及血纖維素。

IV. 神經組織 (nervous tissue)。其中細胞大小不同，常呈星狀，且具突起甚多。其突起通常有二大別。

1. 根狀突 (dendrite or dendron)。形短細，分歧甚多，叢集於細胞體的一端，專司傳達刺激於神經細胞。
2. 軸狀突 (axon or neuraxon)。較僅單個，形粗長，通常乃由根狀突的對端伸出，專司傳達細胞體中所受的刺激於他部。

神經細胞及其突起，可統稱神經元 (neuron)，是為神經組織的基本單位。試取脊髓的橫切片，而鏡檢其中的神經細胞。

△圖案：脊髓中的神經細胞。

神經細胞的突起為形特長者，恆稱為神經纖維 (nerve fiber)。神經纖維，因其構造的不同，可別為次列之二種。

1. 有鞘神經 (medullated nerve fiber)。其中央為軸索 (axis cylinder)。軸索的周圍，具有髓鞘的鞘，稱髓鞘 (medullary sheath)；再外又有特種細胞所成的薄膜，謂之神經鞘 (neurolemma)，或稱許氏鞘 (sheath of Schwann)。此種神經纖維，因具髓鞘，故外呈白色。

試由新殺死的蛙，剖取其坐骨神經 (sciatic nerve)，置載片上，用針分析，先滴加生理食鹽水檢之；遂注入稀醋酸或胭脂紅染液再檢之。胞核可得窺見否？位於何處？再取神經纖維的切片標本，而鏡檢其構造。

2. 無鞘神經 (non-medullated nerve fiber)。僅含軸索，不具髓鞘。神經鞘或存或缺。此種神經纖維，因不具髓鞘，是以外呈灰色。

試就新鮮的蛙標本，剖取其交感神經，置載片上，用針細析後，而鏡檢之。試注以胭脂紅染液一滴，再行鏡檢。

△圖案：蛙的神經纖維。

V. 生殖組織 (reproductive tissue)。其細胞恆有雌雄兩性的分化。成熟的生殖細胞，在雌性稱為卵子 (egg)，在雄性則稱精子 (spermatozoon)。二者配合，是稱受精作用 (fertilization)。卵經受精後，即成合子 (zygote)，或稱受精卵 (fertilized egg)，是為新個體的起源。

試取蛙的生鮮睾丸，將其撕破，取其內容一滴，塗於載片上，注些生理食鹽水而行鏡檢，見有精子的頭部及尾部否？試染以美藍染液而再檢之。

試剖取蛙的卵巢。檢視卵巢中所含的成熟卵子，並注意其大小，形態及顏色等。蛙卵產出母體時，始行受精。

試取蛔蟲子宮的縱切片，而鏡尋其中所含的卵子。卵中見有染色體否？其數目計有若干？蛔蟲的卵子，係在母體內受精。

△圖案：蛙的生鮮精子與卵子。蛔蟲的卵子。

- (1) 檢液及美藍氏甲乙二式液的製法，見課三附註。
- (2) 胭脂紅染液製法：以胭脂紅染料加解於正在沸騰中的 45% 酒精，至飽和為止，冷後過濾之，即可應用。
- (3) 美藍液製法，見課五附註 1。
- (4) 可用鮮活蛙的兩眼同時刺入，或刺於眼眶，而殺死之。

# 課一〇 植物組織(1)

## (Plant Tissues)

**用具：**複顯微鏡，解剖微顯鏡。

**材料：**芽（或根尖），葉，幼莖，羊齒根狀莖，韌皮纖維及木質纖維等的切片標本，薔薇或其他種植物的莖與葉，馬鈴薯。

高等植物體中的組織，依其功用的不同，可大別為六種如次：

I. 形成組織 (meristematic tissue)。其中細胞未經特化，而常保持其青春的特徵：膜薄，核著，胞質濃密，而生長力與分裂力亦均強盛。植物體中的各種組織，悉由此種細胞直接或間接發達而成。

試鏡檢芽或根尖的縱切片，驗察其中細胞的徵性。見有正在分裂中的細胞否？

△圖案：芽與根尖的形成組織。

II. 保護組織 (protective tissue)。此組織乃被覆於植物體的表面，功能保護內部，又能防止外物的侵入，及調節水分的蒸發。保護組織約有二種之別。

A. 表皮組織 (epidermal tissue)。此組織係成於單層或數層細胞，層中諸細胞排列緊密，間無罅隙。細胞中除含胞核與胞質外，又具空泡，內貯胞液。試取幼芽的切片標本，而檢視其表皮組織。表皮細胞的胞膜，較諸其他細胞，厚薄如何？取葉的切片而鏡檢之。其表皮的游離面，見有角質層否？（參閱課六）。

表皮組織的外面，時或附生毛茸，刺突等。試用放大鏡，檢視薔薇或其他種植物的莖，葉等。其表面見有毛茸或其他構造否？呈何形狀？

B. 木栓組織 (cork tissue) 莖，根等的較老部分，其表皮組織多遭脫落，而見以木栓組織。試取馬鈴薯的塊莖，連皮橫切一片，置於鏡下觀之。其紅色的外皮，即由木栓組織所成，固可稱為栓皮。栓皮中的細胞呈何形狀？胞壁厚薄如何？細胞中見有胞質否？

△圖案：所見的木栓組織。

III. 支持組織(supporting tissue),或稱機械組織(mechanical tissue)。其中細胞均具堅厚的胞壁,足供支持之用。

A. 厚角組織(collenchyma)。此種細胞,中含胞質無多,然仍能生活。其胞壁的角隅均特增厚,常見於幼莖表皮之下。試取製就的切片標本,而鏡檢之。

B. 硬膜組織(sclerenchyma)。其中細胞的胞壁,全部增厚,且多經木質化。胞質稀少或竟缺如。

試取羊齒根狀莖(rhizom<sup>3</sup>)的切片標本,而檢察之。見有硬膜細胞否? 位於何處?

C. 韌皮纖維(bast fiber)。見於韌皮部(phloem)中。其細胞形短而兩端尖。胞壁堅韌,富有彈力而易於屈撓。試取大麻(Cannabis sativa; hemp)莖的切片,置於鏡下檢之。其維管束(fibro-vascular bundle)的外部,見有硬膜的韌皮纖維否?

D. 木質纖維(wood fiber)。其細胞與韌皮纖維,為形相似,惟較粗短。胞壁經木質化而變硬,且常現有種種斑紋。莖的木材部,常有此種纖維。試取所備的切片標本,而置鏡下檢之。

△問案: 所見之各種支持組織。

## 第一一 植物組織(2)

### (Plant Tissues)

用具：複顯微鏡，解剖器，蠟盤。

材料：南瓜莖，葡萄莖，松莖等的縱切片，葉的切片標本，馬鈴薯（或番薯），任何三種不同的花粉粒。

藥品：碘液(1)。

IV. 輸導組織 (conducting tissue)。其功用為運輸水及養分；可別為下列二部。

A. 木質部 (xylem)。其中主要的構造，為導管 (trachea) 與管胞 (tracheid)。二者均司輸導由根所吸收的水及水中的種種溶解物，從下向上，而達於葉中。

1. 導管 (trachea)。由多數同形的細胞，上下相接而成；其上下相接的隔膜早遭消失，因而形成為長管狀。細胞體的側壁，恆經木質化而變堅厚；又因所含木質厚薄往往不均，是以每呈種種斑紋狀，如孔紋，階紋，網紋及螺旋紋等。試取南瓜莖 (*Cucurbita maxima*; pumpkin)，葡萄 (*Vitis vinifera*) 或其他種植物之莖的縱切片，用鏡檢尋其中所具的種種導管。導管中見有胞質及胞核否？

2. 管胞 (tracheid)。是為管形細胞，常上下相接，但其上下細胞間的隔膜，概仍存在。其側壁亦如導管之有各種斑紋，且皆經木質化。管胞中含有胞質及胞核否？

試取松莖的縱切片，而鏡檢其中的孔紋管胞。此種管胞的具孔處，胞壁特薄；孔的周圍環生唇狀突起，以鞏固之，是謂重紋孔 (bordered pit)。

△答案：所見的導管與管胞。

B. 韌皮部 (phloem)。其中主要的構造，係為下列的二種細胞。

1. 篩管 (sieve tube)。形圓而大，由多數細胞上下相接而成。其上下相隔的胞膜，穿有單個或多數小孔，狀若篩器，故名篩板 (sieve plate)。篩管的胞壁上，恆貼附有薄層的胞質。見有胞核否？篩管的功用，係輸導葉中

所製成的養分，由上向下，以分佈於植物體的各部。

2. 伴胞 (companion cell)。恆隨伴篩管而生，但形較後者為短小。篩管成長後即失其胞核，其細胞體中的種種生理作用，或有賴乎伴胞的胞核，而得以維持。試取南瓜或別種莖的切片標本，而鏡檢其中所含的篩管與伴胞。二者有何不同？

△圖案：篩管及伴胞的構造。

除上述二部外，雙子葉植物的莖中，尚具有射髓 (medullary ray)。其細胞形大而膜薄，功能儲藏養分，且能輸水及養分由莖的內部而外，或由外部而內。試取莖的切片標本，而鏡檢此種組織。

△圖案：射髓中的細胞。

V. 營養組織 (nutritive tissue)。此種組織為植物體中最主要的生活部分。其細胞或為球形，或因相互的壓力而成多角狀。胞膜質薄而柔，故可稱為柔膜細胞；而其所成的組織，亦可稱為柔膜組織 (parenchyma)。

A. 綠色組織 (chlorenchyma)。其中細胞具有多數葉綠粒 (chloroplast) 故外呈綠色，常見於綠葉中。試取葉的切片，而鏡檢此種組織。

B. 儲藏組織 (storage tissue)。其中細胞為形頗大，內儲水及養分。試取馬鈴薯或番薯，用刀削一薄片，而置鏡下檢視其儲藏組織。再注些碘液，而檢視之。

△圖案：所見的柔膜組織。

VI. 生殖組織 (reproductive tissue)。此乃包括花中所生的花粉粒 (pollen grain) 與胚珠 (ovule)，及花粉粒與胚珠成熟後所發生的配子 (gamete)。雌雄兩性的配子互相結合，即形成合子，而生為新植物體。(可參閱課四三：花的研究)。

試取三種不同的花粉粒，而鏡檢其形態。見有不同否？花粉粒外呈何色？胚珠的內部構造，俟後詳究之，暫從略。

△圖案：所見各種花粉粒。

(1) 圖液製法見課三附註 1。

## 課一二 原生動物(1)

(Protozoa)

用具：複顯微鏡，培養缸，滴管，磁杯，蓋片，載片。

材料：棉花，墨水，原生動物培養(1)。

藥品：5% 含水氯(chloral hydrate)，蛋白固定劑(albumen fixative)  
(2)，碘液(3)，2% 醋酸(acetic acid)。

草履蟲(*Paramecium caudatum*)。屬於滴蟲綱(Infusoria)，纖毛蟲亞綱(Ciliata)，全毛目(Holotrichida)，草履蟲科(Paramecidae)。產於枯草腐爛的水中，多浮游水面，以近日光與空氣。試從草履蟲培養缸中，取其浮面的水一滴，置於鏡下檢之。

此蟲體積細微，為單細胞所成。其形橢圓而扁，宛如草履。前端略為圓形，後端較尖。隨能伸縮否？轉旋否？細察其行動的途徑。當其衝至別物時，有何反應否？

△圖案：草履蟲走動時的形態。試繪數圖指示其行動時的外形變化，並用矢號示明其行走的方向。

試用高度鏡檢視草履蟲體內的構造。若蟲走動不已，可用下列任何方法，使其停止活動。

1. 注入兩滴 5% 含水氯。
2. 置些棉花於載片上；棉絲縱橫水中，則蟲難於走動。
3. 取些蛋白固定劑置載片上，用指抹擦之。隨從培養缸中吸水一滴，置於片上。俟水乾時，諸蟲乃緊黏於載片的表面，而易於觀察。

草履蟲體的原形質，可區別為內質(endosarc)與外質(ectosarc)二層。內質稍呈流動性，而富含細粒；外質則較為透明。外質之外尚有表膜(pellicle)。膜薄而具彈性。膜面密生纖毛(cilium)，藉其顫動而得游行於水中，外質中尚具有絲泡(trichocyst)，能向外放射似刺長絲。可注些碘液試之。草履蟲遇之有何反應？見有絲泡否？絲泡有何作用？

△圖案：絲泡的構造。

草履蟲的體側，有一口溝 (oral groove)，位近前端而向後斜行。口溝的底處，有一小孔，是稱細口 (cytostome)。下接漏斗狀的食道，曰細喉 (cytopharynx)。口溝內有特長的纖毛無數，時時擺動，使生水流，以送食物入於口溝。食物在細喉中，乃漸為原形質所包圍，而形成食泡 (food vacuole)。試以墨水一滴，注於載片上。慎察蟲的吞食方法，食泡的形成，及食泡在蟲體內的運行。食物在食泡中既被消化，所餘的廢物乃由近細口處的細肛 (cytopyge)。而排出於體外。

△圖案：將試驗中所見的種種構造，繪圖示之，並用矢號示明食泡在蟲體內運行的途徑。

草履蟲除具食泡外，尚有二伸縮泡 (contractile vacuole)，專司排泄作用。伸縮泡一位於蟲體的前端，一近後端。各泡收縮時，其周圍即現有輻射溝道 (radiating canal)，貫通蟲體中，藉以收集排泄物。溝道的數目若干？伸縮泡伸縮不絕，現滅無定，一伸一縮，相隔究經幾時？二伸縮泡是否同時伸縮？抑係交替伸縮？

草履蟲的體內有胞核二，一大一小。大者呈腎狀，稱大核 (macronucleus)，司營養作用；小者呈球形，稱小核 (micronucleus)，司生殖作用。胞核往往不易察見。試注加 2% 醋酸一滴，再鏡檢之。

草履蟲的生殖，大都依下述二法。

1. 橫裂法 (transverse fission)。當橫裂時，蟲體及其體中的大小胞核，漸形伸長，而體的中部即向內凹入，由淺而深，終則分成二子體。分裂時，見有伸縮泡否？計有幾個？

2. 接合法 (conjugation)。此法於蟲體衰老時，常易發現。當行接合時，二蟲體互相接觸，而以其腹面互相貼附。既而蟲體中的大核漸就消失，而小核隨即發生複雜的變化，最後二蟲以其小核質的一部，彼此互相交換。互換既畢，二蟲遂復分離，各仍繼續生長而分裂。

試鏡等正在分裂或正在接合中的草履蟲。鏡檢時須用低度鏡，並須徐徐移動載片，多方檢察。既得後，即易以高度鏡細察蟲體中的種種變化。試用滴管將草履蟲吸入於半盛清水的磁杯中，置於黑暗處。經十餘小時後，取出檢查之。結果如何？

△圖案：草履蟲的外觀形態，及其內部構造。草履蟲的橫裂法。草履蟲的接合法。(各圖的直徑，均應以 6 毫米為準)。



- (1) 法取切碎的禾稈，浸於清水中。如在溫暖氣候，數日後即可見有無數原生動物，泛游於水得間。如欲備製草履蟲的純培養 (pure culture)，可將切碎的禾稈約二分，浸於八分的水中，而後煮沸約十分鐘。冷後置於培養缸內，隨加檢有草履蟲的培養水少許於其中，靜置數日後，即可應用。
- (2) 蛋白固定劑製法：自一雞蛋取其蛋白，混淨後將其澆清，因加入同量的甘油，並攪些麝香或百里香 (thymol) 以防腐。
- (3) 種液製法見第三附註 1。

## 課一三 原生動物(2)

(Protozoa)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，破杯，滴管，解剖針，載片，蓋片。

材料：原生動物培養(1)。

藥品：碘液(2)，1% 醋酸(acetic acid)，美綠染液(methyl green)(3)，中性紅染液(neutral red)(4)。

試於所備的原生動物培養缸中 就其浮面取水一滴。置於載片上，用鏡檢視，則見水中小蟲錯雜，除草履蟲外，尚有下列常見的數種。

I. 變形蟲(*Amoeba proteus*)。屬於偽足蟲綱(*Sarcodina*)，根足蟲亞綱(*Rhizopoda*)，葉足蟲目(*Lobosa*)，變形蟲科(*Amoebidae*)。

蟲體甚簡而微，體質極柔，儼若膠液。蟲體隨處能伸出大小不同的突起，謂之偽足(pseudopodium)。偽足伸縮自如，藉以行動及覓食。此種變形行動(amoeboid movement)。係為此蟲之一種顯著的特徵。細察變形蟲的行動，及其攝取食物的情狀。此蟲視之似毫無行動狀態；惟其變動甚緩，苟不細心觀察，則不之覺。

變形蟲的體質呈半流動性，亦可分為內質與外質。蟲體中具有胞核，食泡及伸縮泡等。食泡為貯蓄並消化食物之用。伸縮泡時伸時縮，忽隱忽現。其伸縮的速度若何？試用滴管注加碘液或 1% 醋酸少許。見有胞核否？變形蟲體中具有取食的口溝，及通便的細胞否？

△圖案：變形蟲的構造。繪數略圖，指示變形蟲在走動時所呈的種種不同狀態，並用矢號指示其走動的方向。

II. 綠蟲(*Euglena viridis*)。屬於鞭毛蟲綱(*Mastigophora*)，植物綠蟲亞綱(*Phytomastigina*)，單鞭蟲目(*Euglenoidida*)，綠蟲科(*Euglenidae*)。此蟲形似紡梭，略能伸縮。前端較鈍，有一細口，內生單個鞭毛(flagellum)，向前伸出。鞭毛搖動不停，使蟲體得以進走水中。細口內經食道，而通於儲積囊(reservoir)。囊旁有一紅點，易於感光，故名曰眼點(stigma)；又有數伸縮泡，均甚微小。見之否？伸縮泡功能收集廢物，而送入於貯積囊中，由此經

食道及細口，而排出於體外。

綠蟲體中的大部，具有葉綠素，外呈綠色，故名綠蟲。其體中的原形質，亦可分為內質與外質二部。外質的周圍，又有纖維質的表膜；膜面現有無數橫紋。內質含有何物？見有胞核及澱粉核（pyrenoid）否？試注些碘液，而鏡檢之。

綠蟲的生殖作用，普通為縱裂法。當行此種生殖時，胞核先行分裂，隨後蟲體全部從前端起，向後分裂為二：其一細胞保留着原有的鞭毛；另一細胞的鞭毛則由新生。

取磁杯一，半盛以綠蟲的培養液。試用放大鏡，檢視培養液中綠蟲的分佈情形。隨將杯的一半，蓋以黑紙。歷數十分鐘後，取出黑紙而再行鏡檢。綠蟲的分佈與前所見者，究有不同否？

△圖案：綠蟲的構造。綠蟲的走動狀態，用矢號示明其走動的方向。綠蟲的縱裂法。

△報告：綠蟲常被認為植物，究屬何故？植物與動物根本上有何區別？試作一報告詳論之。另製一表，列舉綠蟲的動物特徵及其植物特徵。

III. 鐘珠蟲 (*Vorticella campanula*)。屬於渦蟲綱 (*Infusoria*)。纖毛蟲亞綱 (*Ciliata*)，絲毛目 (*Peritrichida*)，鐘珠蟲科 (*Vorticellidae*)。此蟲常附着於水草的根部上，體形恰似倒置的鐘，故名。蟲體的上端具有口孔。口緣簇生纖毛，時時顫動撥水，專為攫取食物之用。蟲體中有二胞核，一大一小。大核形似馬蹄鐵而小核則位於其彎曲之處。此外尚有食泡及伸縮泡等。試一一鏡尋之。如不獲見，可用美綠染液或中性紅染液染色之，再行鏡檢。

鐘珠蟲體的下端，延長成柄，用以附着於他物。柄內富具有肌肉纖維，易能伸縮。俟蟲體伸直時，試以針輕刺蓋片，則可見原來伸直的柄立行捲縮。捲縮時柄呈何狀？

鐘珠蟲的生殖，常藉裂殖法；由此所生的子體，時或集結為傘體的構造。試鏡尋正在裂殖中的鐘珠蟲。

△圖案：鐘珠蟲略圖，繪說明指示鐘珠蟲的伸縮動作。鐘珠蟲的裂殖法。

(1) 原在動物培養法，見前扉附註 1。

(2) 碘液製法，見課三附註 1。

(3) 美綠染液製法，見課五附註 1。

(4) 中性紅染液製法：以中性紅染液一克，溶解於 100 立方釐米蒸餾水中。

## 課一四 原生動物(3)

(Protozoa)

用具：複顯微鏡。

材料：聚包子，圓走子等的裝片標本（新鮮標本亦可應用）。

大多數的原生動物，經裂殖後，所成的二子體彼此即相分離，各營其獨立生活。但有許多種原生動物，既經分裂後，其子體並不分居，卻互相集合，形成線狀，球狀，樹狀或其他形狀的羣體。茲就下列二例觀察之。

I. 聚包子 (Gonium)。屬鞭毛蟲綱 (Mastigophora)，植物鞭蟲亞綱 (Phytomastigina)，植物鞭蟲目 (Phytomonadida)，圓走子科 (Volvocidae)。此蟲產淡水中。其蟲體究係由若干細胞所構成？每個細胞體，有二鞭毛向外伸出。細胞的結構，彼此是否完全相同？究有若何分化否？細胞中見有胞核，伸縮泡及色點否？

△圖案：聚包子的羣體構造。

II. 圓走子 (Volvox)。與聚包子同隸於圓走子科。圓走子為多數細胞集結而成的球形體。諸細胞間具有胞間絲，藉得互相聯繫。羣體中的單體，計有下列諸種的不同。

A. 營養細胞 (vegetative cell)。此種細胞形小而數多，各具有鞭毛。見之否？各細胞的鞭毛為數若干？細胞中見有胞核否？伸縮泡否？眼點否？葉綠粒否？試一一鏡檢之。

B. 單性生殖細胞 (parthenogonidium)。初甚大，隨經分裂，即乃陷落於羣體的中腔，自成為一子羣，終則破親體而出。

C. 兩性生殖細胞。有大小二種之別：

1. 大配子 (macrogamete)。形大而不能行動。其大小究與營養細胞為如何？

2. 小配子 (microgamete)。形細長，常束集一處，成為柱狀。

大小配子既經結合後，即開始分裂；所成的子細胞隨經分化，而漸形成為親體。

團走子的體中,有上述諸種不同的細胞,各有其特殊的構造,各司不同的機能。營養細胞不能生殖,而生殖細胞亦不能司營養之職;彼此分工合作,集成爲一複雜的羣體。

此種複雜的羣體。與高等動物的個體有何區別否?

△圖案: 團走子的放大圖,示其羣體中所含的各種不同的細胞。

## 課一五 海綿動物

(Porifera)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，解剖器，滴管，蠟盤，載片，蓋片。

材料：毛壺的液浸標本，浴用海綿的乾製標本。

藥品：10% 氫氧化鉀 ((potassium hydroxide), 10% 氫氯酸 (hydrochloric acid)。

I. 毛壺(Grantia), 屬於鈣質海綿綱(Calcarea), 異腔目(Heterocoela)。產於淺海中, 恆附着於岩石或其他物上。

毛壺體呈瓶狀, 下端貼附外物, 不能移動; 上端有一大孔, 是為流出孔(osculum)。孔緣環生長形針骨(spicule)。試用放大鏡觀察蟲體。見有針骨突出體面否? 其間有無數微孔, 是為流入孔(inhalant pore), 或稱皮孔(ostium)。水由皮孔流入體中, 終乃由流出孔, 而排出於體外。

試將毛壺置蠟盤上, 用刀縱剖蟲體, 而鏡檢之。體內有一大腔, 稱擬消化腔(paragastric cavity)。圓腔的體壁係成自二層細胞: 內曰胃層(gastral layer), 外曰皮層(dermal layer)。二層之間, 填以膠質, 內含無數針骨。試剖取蟲的體壁少許, 置於試管中, 加些 10% 氫氧化鉀沸之, 使其分解。冷後用滴管將針骨吸置於載片上, 而鏡檢之。觀察針骨的形狀。鏡檢畢, 注加 10% 氫氯酸一滴。見有變化否?

△答案：毛壺的外形。毛壺針骨的形態。

毛壺的體壁中, 具有二組管道, 分述如次:

1. 流入管道(incurrent canal)。外接皮孔, 內經前幽門孔(prosoopyle), 而通入於後述的輻狀管道。

2. 輻狀管道(radial canal)。此管道的界細胞有領狀物, 故名領細胞(choanocyte)。領細胞具有領毛, 顫動不息, 使生不斷的水流。水由輻射管道, 經後幽門孔(apopyle), 向內循流於擬消化腔, 終乃由流出孔而通出於體外。

△答案：毛壺縱剖面的半模式圖。

II. 浴用海綿，一名海絨 (*Euspongia officinalis*; bath sponge)。屬於角質海綿綱 (*Demospongia*)，角質海綿目 (*Ceratosa*)，海綿科 (*Spongidae*)。產於暖海淺處的岩礁間，附着於他物上。體制為複雜網體，外呈不規則的塊狀。體有多數的流入孔及較大的流出孔。體質柔軟如綿，其骨骼全由海綿基纖維 (*spongin fiber*) 所構成。通常所見的海絨，即係此種纖維狀骨骼，富有彈性，且能吸收多量的水分，適於洗拭，彩畫及沐浴用。

試取海綿的乾製標本，而檢察之。其體表呈現無數皮孔。見有流出孔否？其數若干？每一流出孔，即代表單個蟲體。試撕取海綿基纖維少些，置玻片上，而鏡檢之。再注入 10% 氫氯酸。有否變化？何以故？

△圖案：浴用海綿骨骼的外觀形態。



## 課一六 腔腸動物

(Coelenterata)

用具：複顯微鏡，解剖針，滴管，載片，蓋片。

材料：水螅及其全體裝片，縱切片與橫切片等標本，樹蟲的裝片標本。

藥品：20% 醋酸 (acetic acid)。

1. 水螅 (Hydra) (1)。屬於水螅綱 (Hydrozoa)，固螅目 (Leptolina)，花水母亞目 (Anthomedusa)。試取水螅的全體裝片標本，而鏡檢其形態。蟲體細小，狀若圓筒。下端依附於外物，是為基盤 (basal disc)。上端具一小孔，是即為口，為供肛門之用。口孔的周圍，有凸起的垂唇 (hypostome)。垂唇的外緣，輪生多數絲狀觸手 (tentacle)。見有若干？觸手能伸縮自如；俟其伸直時，用針刺之。有何反應？試搖動培養水螅的容器。水螅變何形狀？口孔內通一腔，是謂腔腸 (coelenteron or gastrovascular cavity)。腔的周圍為體壁。體壁係由二層細胞所組成，稱內皮層 (endoderm) 與外皮層 (ectoderm)。內皮層的細胞，為形較大，且有生偽足者，有具鞭毛者。偽足與鞭毛有何功用？介於內外二細胞層之間，有較薄的膠質一層，稱中膠層 (mesogloea)，為二細胞層所分泌而成。試取水螅的縱切片，而檢驗其體壁的構造，並比較內外二層細胞的異同。

水螅的蟲體，若縱剖之，凡剖面經其蟲體的中心點者，均可將其切成相等的兩部。如斯情形，稱曰輻射對稱 (radial symmetry)。水螅以外，尚有何種動物亦具有此種特徵。

△圖案：水螅的外觀形態。水螅的縱剖面 (低度鏡下) 及橫剖面 (高度鏡下)。

試用高度鏡，觀察水螅觸手的構造。見有內腔否？觸手的外區層中，有多數刺細胞 (nettle cell)，內具刺器 (nematocyte)，器中藏有螺旋形的刺絲 (netting filament)。刺細胞的溝槽面具一突起，稱刺胞突 (enidocil)。刺細胞一受刺激，刺器立即由內向外射其刺絲，以殺水中的微小動物，供充食餌。試取一活水螅置載片上。待檢驗時，可用滴管徐徐注入 20% 醋酸。見

有刺絲否？刺細胞在水螅體中，究以何部為數最多？

△圖案：刺細胞的結構。

水螅的生殖，有芽殖與兩性二法：

A. 芽殖法 (budding)。所生的芽體初為瘤狀，突出於母體的表面，繼漸延長而成管狀，其內腔仍與母體的腔腸相連通。不久芽體的頂端生口及觸手，旋即與母體脫離而成為獨立的新蟲體。

B. 兩性法。水螅為雌雄同體。其雌雄兩性的生殖器，悉發現於蟲體的表面。精巢 (spermary) 位近於蟲體的上端，中含微小的精子甚多。卵巢 (ovary) 位近基盤，內具大形的卵子僅一。既經成熟的生殖細胞，突破體壁而散出於水中；彼此隨乃互相配合而受精。

試取具有芽體及具有生殖器官的水螅切片標本，而檢驗之。

△圖案：水螅及其所生的芽體。水螅的兩性生殖器。

II. 樹蟲 (Obelia)。屬於水螅綱，圓螅目 (Leptolina)，細水母亞目 (Leptomedusae)。係海蟲，常附生於海濱的岩石或他物上。

此蟲係由多數單體集結而成，其形似樹，故名。羣體的基部為公共根 (hydrorhiza)，根上生出多數公共莖 (hydrocaulus)，莖上復生有短小的側枝。公共根，公共莖及其側枝，皆外被有角質透明的薄膜，稱曰圍鞘 (perisarc)，為體表細胞分泌所成。圍鞘表面見有環紋否？鞘內為柔軟的體部，由內外二皮層所成，統稱為共肉 (coenosarc)；其內具的腔，稱共肉腔 (coenosarc cavity)。

樹蟲側枝的頂端，各具有職司營養的單體，稱營養螅體 (hydranth)。營養螅體亦係由內外二皮層所成，內具腔腸，與共肉腔相通，外圍以杯狀包鞘，稱螅鞘 (hydrotheca)。螅體的末端生出多數觸手，環列於一圓錐形突起，是為垂唇。垂唇的中央具有一小孔，直通於腔腸。

樹蟲除具營養單體外，尚有生殖螅體 (gonangium)，形呈橢圓壺狀。各被以透明的生殖鞘 (gonotheca)。鞘的頂端有一小孔，通於外界。鞘內具有橢圓形的胚柱 (blastostyle)。胚柱上附有多數水母芽 (medusa bud)。

△圖案：樹蟲的構造。

(1) 水螅類於淡水中，常附生於水草或水石散類上，夏秋時為數的多。我們可採集於同處并外徑約之、向裏具有小孔，可採取其所附生的水草及水，而貯之於培養缸中；並由缸中取出水螅或他種小水母類，以供飼養其試驗用。

## 課一七 寄生蠕蟲(1)

### (Parasitic Worms)

用具：複顯微鏡。

材料：豬條蟲頭結及成熟節體等的裝片標本。

寄生蠕蟲種別頗多，構造亦各不同。其寄生的歷程，有暫有久；有祇需單一寄主 (host) 者。有須經中間寄主 (intermediate host) 而後始達於終局寄主 (final host) 者。今就國內常見的數種人體寄生蟲，而研察其構造。

I. 豬條蟲 (*Taenia solium*; pork tapeworm)。屬於扁形動物門 (Platyhelminthes)，條蟲綱 (Cestoda)，吸盤條蟲目 (Cyclophyllidae)，條蟲科 (Taeniidae)。成蟲係寄生於人畜的消化管內，而其幼蟲則遷居於豬肉內。

條蟲體質甚為柔軟，其形扁長似帶。蟲體前端細小如絲，呈球狀，是為頭結 (scolex)。頭結的頂端具一圓形突起，是稱頰突 (rostellum)。頰突的邊緣，環生多數鉤鈎 (hook)；頭結的側面具有圓形吸盤 (sucker)。吸盤計有幾對？鉤與吸盤均用以附着於腸壁上。頭結之後為頸部 (neck)；再後為多數節體 (proglottis)，前後互相啣接。節體位於前方者，為形狀小；愈向後方，則愈變闊大。每一成熟的節體，具有下列各種構造。試取製就的裝片標本，而鏡檢之。

A. 縱神經索 (longitudinal nerve cord)。計一對，位於節體的左右兩側。

P. 縱排泄管 (longitudinal excretory canal)。亦係一對，位於縱神經索的內側。每一節體中，具有一橫走排泄管，連接左右的二縱管。

C. 生殖器 (genital organ)。條蟲係雌雄同體；其生殖器可分為二組觀察之。

1. 雄性生殖系，括有下列諸構造。

(a) 睪丸 (testis)。形圓而小，為數甚多

(b) 輸卵管 (vas efferens)。數多而形細小，由睪丸導入於輸精

管。

(c) 輸精管 (vas deferens)。祇單管，位居節體的中部，形多彎曲。其末端開口於生殖竇 (genital atrium)。生殖竇具有開孔通外，稱生殖孔 (genital pore)。見之否？前後相續的節體，其生殖孔究係如何排列？

2. 雌性生殖系，由下列諸器官所組成。

(a) 卵巢 (ovary)。計分為三，各呈何狀？

(b) 輸卵管 (oviduct)。為一短管，由卵巢直通於卵子形成腔。

(c) 卵子形成腔 (ootype)。僅單個。卵經受精後，即在此而漸完成。

(d) 陰道 (vagina)。呈細管狀，其一端接於輸卵管，而他端則開孔於生殖竇。試檢尋之。

(e) 子宮 (uterus)。為一長管，由卵子形成腔向前發出；卵完成後，即貯於此。

(f) 殼腺 (shell gland)。為數個單細胞腺，繞於卵子形成腔的周圍。

(g) 卵黃腺 (yolk gland)。為多數泡狀體所組成，位近節體的後緣。自此發出的卵黃管 (vitelline duct)，竈通於何處？

條蟲周身概缺口與肛門，以及其他的一切消化器官。蟲體的全面均能吸取寄主的養分，以供營養。呼吸作用亦藉體表司之，惟間亦有能營無氣呼吸者。

條蟲的生殖方法有二；茲分別究察如次。

1. 無性生殖。由頸部逐漸分裂，而生成新節體。

2. 有性生殖。條蟲的節體均係雌雄同體，已如上述。卵經受精後，即移貯於子宮中。迨節體老熟時，其子宮蓄卵無餘，因而膨脹，形成一巨形的樹狀管，具有橫支甚多，分向左右歧出，幾佔節體的全部，其他生殖器官，卻漸退化消失。此種懷卵節體 (gravid proglottis)，隨乃由後端脫離蟲體，混於寄主的糞便中而排出。

△問答：條蟲頭結的形態，條蟲成熟節體的放大圖。

△報告：參閱有鉤條蟲的生活歷程，作一報告。此蟲究應如何預防其傳染於人體？

## 課一八 寄生蠕蟲(2)

(Parasitic Worms)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，解剖器，蠟盤，載片，蓋片。

材料：肝竈的裝片標本，豆田螺，蛔蟲。

II. 華肝竈 (*Clonorchis sinensis*; Chinese liver fluke)。屬於扁形動物的吸蟲綱 (Trematoda)，前口目 (Prosostomata)。寄生於人或哺乳動物的肝臟中。我國南部一帶，患者甚多。

試取華肝竈的裝片標本，置於鏡下檢視之。此蟲外呈何狀？雌雄有否分別？口在前端，有肌肉質圍之，稱為口吸盤 (oral sucker)。腹面復有較大的腹吸盤 (ventral sucker)。蟲體的後端，有一排泄孔。見之否？

口內通入於環狀的咽，經短食管而達於左右分歧的腸，直伸至經體的後端。見有肛門否？

華肝竈係雌雄同體。其雌雄兩性的生殖器官，可分別察究如次。

### A. 雄性生殖器：

1. 睪丸。計一對，前後排列。二者究呈何狀？
2. 輸精管。亦係一對，由睪丸發出。
3. 貯精囊 (seminal vesicle)。二輸精管相併而成一總管。此總管前行不久，乃擴大為貯精囊。
4. 射出管 (ejaculatory duct)。形短小，自貯精囊直達於雄性生殖孔，由此外通。

### B. 雌性生殖器：

1. 卵巢。僅單個，位於經體的中央，稍偏於後。
2. 輸卵管。形甚短小，自卵巢達於卵子形成腔。
3. 卵黃腺。形小而數多，散處於蟲體的側線部，各具細管，終乃聯合而成爲一對卵黃管。此一對管究通於何處？
4. 受精囊 (seminal receptacle)。僅單個，位於卵巢之後。
5. 拉魯管 (Laurer's canal)。亦位近於卵巢。此管究有何用？

6. 卵子形成腔。上述的輸卵管，卵黃管，受精囊及拉氏管等，均通於此。試觀察其彼此的關係。

7. 子宮。形長而多彎曲。由卵子形成腔前行至雌雄生殖孔。此孔位於何處？

8. 殼腺。數多而形細小，圍繞於卵子形成腔。殼腺功能分泌物質，形成卵的殼膜。

此蛭所產的卵，恆混於寄主的糞便中而排出；其內容物隨漸發育為纖毛幼蟲(miracidium)。此種蟲卵倘被豆田螺(Bithyniidae) (1) 所吞食，其中所含的纖毛幼蟲，即在螺的食管中孵出，穿過管壁而侵入於淋巴管內，先經變態為被囊幼蟲(sporocyst)，繼更發育為囊狀幼蟲(redia)，終乃形成有尾幼蟲(cercaria)，由螺體脫出而游泳於水中。

試將自池沼採得的豆田螺，置諸蠟盤上。隨用鐵器，敲破其外殼。由其體中取出肝組織一小片，將其切碎，隨用針抽些置玻片上，注水覆蓋。而鏡檢之。見有華肝蛭的被囊幼蟲否？或其囊狀幼蟲否？

華肝蛭的有尾幼蟲既入水中後，究由何法而復得傳染於人體？

△圖案：華肝蛭及其幼蟲。

△報告：試舉寄生於人體的蛭類至少二種；並作圖表，示其各種的生活歷程。

III. 蛔蟲(Ascaris lumbricoides)。屬於圓形動物門(Nemathelminthes)，線蟲綱(Nematoda)，蛔蟲科(Ascaridae)。此蟲寄生於人或豚的腸，胃等處。體形圓長，色淡黃。周身光滑，無節亦無刺，外面被有角質表膜(cuticle)。蛔蟲係雌雄異體。雌者長達 20—30 釐米，或尚不止；尾部狀如圓錐，直而不屈。雄蟲較短而小，尾端向腹面彎曲。

蟲體的背面及腹面，各有一縱線，色白而狹，可分別稱為背線(dorsal line)與腹線(ventral line)。蟲體的左右兩側，亦各有一縱線，色褐而較闊，統稱為側線(lateral line)。

蛔蟲的口孔位於頭端。其周圍有三瓣的唇形突起，鼎足而立：一在背面，稱背唇(dorsal lip)；二在腹面，稱腹唇(ventral lip)。排泄孔位近於蟲體的前端，肛門位近後端，均在腹膜上。見之否？精子係由肛門排出；其肛門具有一對針狀角質體，時或縮入於內，時或凸出於外，是為交合刺(penial seta)，為交接時插入腔部之用。檢查所得標本的雌雄。試判定其為雌性，抑

爲雄性？

△圖案：蛭蟲的外觀形態。

△報告：參閱蛭蟲的生活歷程，作一報告。

- (1) 華肝蛭的第一中間寄主，在我國南部爲 *Parafossarulus striatulus* (Benson)，東部部爲 *Bithynia longicorais* Benson，北部爲 *Bithynia fuchsiana* von Mollendorff；三者均隸屬互田螺科。

## 課一九 環形動物

(Annelida)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，解剖器，蠟盤，定針。

材料：蚯蚓的液浸標本與橫切片標本。

蚯蚓 (*Pheretima aspergillum*; Amoy earthworm)。屬毛足綱 (Chaetopoda)，貧毛亞綱 (Oligochaeta)，陸生目 (Terricola)，蚯蚓科 (Lumbricidae)。此蟲常棲於溼地中。鑽穴時，吞食土壤，經消化後，復排出於地面，有如犁田，可使土鬆疏，以通空氣與水；且其所排出的蚓糞；又能使土肥沃，是以有益於農事。

### I. 外觀形態。

體形略圓而長，由多段略相同形的環節銜接而成。試核算其環節的數目。計有若干？蚯蚓的體制是否左右對稱？首端與尾端有何區別？背面與腹面的顏色及形態，有否不同？體的表面恆皆溼潤，於以每難於握取。

試自蟲體的首端向後算至第 14 環節，即可見有一種特殊的構造。其形膨大，色亦稍異，是謂生殖帶 (clitellum)。生殖帶共佔幾個環節？此種構造究有何用？

試以左手握一蚯蚓，以右手往返觸摸之，其體面係為光滑抑為粗糙？再用放大鏡檢察蟲的體表。見有剛毛 (seta) 否？如何排列？各環節均具剛毛否？所具的剛毛，為數各節是否相同？

蚯蚓的體表具有下列諸孔口：

1. 口孔 (mouth opening)。在第一環節的腹面。作何形狀？口孔的上面具有唇狀突起，是稱前唇 (prostomium)。

2. 肛門 (anus)。位於蟲體的末端。

3. 背孔 (dorsal pore)。除最前的 12 環節外，其餘各環節在其背面前緣的中央線上，俱有小孔，稱背孔。背孔的功用，為排出黏液，藉以潤溼體面。試於放大鏡下，以指輕輕壓蟲體的兩側，見有液質由背孔流出否？

4. 生殖孔 (genital opening)。計有下列四種之別。



(a) 雄生殖孔 (male genital pore)。計一對，左右各一，位於第 18 環節的腹面。

(b) 雌性生殖孔 (female genital pore)。祇一孔。在第十四環節腹面的中央；其形特小，以致辨認頗難。

(c) 受精囊孔 (spermathecal opening)。凡二對，位於第七與第八環節間，及第八與第九環節間。此等開孔係列於蟲體腹面的中央線上，抑係位於左右兩側？

(d) 輔助孔 (opening of the accessory gland)。數多而形小，位於雌性生殖孔及受精囊孔的周圍。

5. 環腎孔 (nephridiopore)。分佈於蟲體表面；惟形特徵小，殊難察見。

△圖案：蚯蚓的外形。最前 20 環節的背面觀及腹面觀，註明上述種種構造，並標載其節數。（環節的數目可每隔五節，用羅馬數字，記於圖的左方；各部的名稱，則悉標註於右方。）

## II. 內部構造。

將蚯蚓置蠟盤中，用剪沿蟲體背壁的正中線，由後向前縱剖之。剪時須留意，慎勿剪破體壁以內的任何器官。既畢，將剪開的體壁稍為展開。見有體腔 (coelom) 否？體腔內有無數薄膜，位於各環節的相界處，是為橫隔膜 (septum)。試用刀將橫隔膜自前至後，盡行割斷，隨將背壁旁向左右二側，用定針每隔五節釘於蠟盤上，以便核算蟲體的環節，且易計數各器官所在的位置。所插的定針，應略使其上端外斜，以便解剖。

蚯蚓體內的器官顯形完備；茲就下列諸系統觀察之：

A. 消化系統。蚯蚓消化器官係為一直管，縱貫體中；今將其各部順次觀察之。

1. 口腔 (buccal cavity)。在口之後（第 1—2 環節中）。
2. 咽 (pharynx)。其壁多肌，富有伸縮力，能突出口外而吸入食物（第 2—5 環節中）。
3. 食管 (oesophagus)。為短而彎曲之管（第 6—7 環節中）。
4. 胃囊 (crop)。形大似袋（第 8 環節中）。
5. 砂囊 (gizzard)。形圓大，壁厚多肌。囊中貯有砂粒，能磨碎食物（第 9—10 環節中）。

6. 小腸 (small intestine)。管小而多曲 (第 11—13 環節中)。
7. 大腸 (large intestine)。管大而直, 自小腸而幾達至蟲體的尾端。
8. 盲囊 (intestinal caecum)。計一對, 由第 26 環節間之大腸的左右兩側發出。盲囊外呈何狀?
9. 直腸 (rectum)。管漸縮小, 位於最後數環節中。
10. 肛門 (anus)。位於蟲體的後端。

B. 循環系統。蚯蚓消化管的背面中央線上, 有一縱血管, 稱背血管 (dorsal blood vessel), 導血前行, 近首端處見有六對環血管 (aortic arch), 由背血管環繞消化管向下而行, 是即蚯蚓的心臟 (heart)。心臟下連於腹血管 (ventral blood vessel)。此血管導血向後循流。腹神經索下面尚有一縱血管, 稱神經下血管 (subneural blood vessel), 惟甚微小, 肉眼不易察見。可取蚯蚓橫切片而鏡檢之。

△圖案: 蚯蚓的消化系統。

C. 生殖系統。蚯蚓係雌雄同體。每一蟲體中, 均具有雌雄兩性的生殖器官; 茲分別觀察之。

(1) 雄性生殖器:

1. 睪丸囊 (testicular sac)。計二對, 位於第 10—11 環節中, 每囊中有一睪丸, 外被有漏斗狀的構造, 而直通於輸精管。
2. 貯精囊 (seminal vesicle)。計二對, 作袋形, 見於第 11—12 環節中。貯精囊與睪丸有否相通? 試觀察之。
3. 輸精管 (vas deferens)。為二對細管, 在第 12—18 環節中。此種構造須用放大鏡留心觀察, 始能察見之。
4. 攝護腺 (prostate gland)。為形甚大, 呈多指狀, 附着於第 18 環節中, 但常蔓延於前後各環節。輸精管即係經此, 而通於外。

(2) 雌性生殖器:

1. 卵巢 (ovary)。計一對, 位於第 12—13 環節中; 形甚微小, 非用放大鏡, 不得察見。
2. 輸卵管 (oviduct)。形極細, 計一對, 位於第 13—14 環節中。各管的前端呈漏斗狀, 後端彼此相併合, 由雌性生殖孔而通於體外。
3. 受精囊 (spermatheca or seminal receptacle)。計有二對, 位於第 7—9 環節中。作何形狀? 囊的周圍有副腺 (accessory gland) 甚多。見

之否？

△圖案：蚯蚓雌雄兩性的生殖器官，標示所見各種構造。

D. 神經系統。此系統係由下列諸部所成。

1. 咽上神經節 (suprapharyngeal ganglion)。位於咽部上方，故得此名。其構造原係一對，旋乃左右相併而統稱為腦 (brain)。

2. 圍咽神經 (circumpharyngeal commissure)。腦內左右兩側各有一個咽神經，繞咽下行而連接於咽下神經節。

3. 咽下神經節 (subpharyngeal ganglion)。此神經節原亦一對，合而為一。其位置究在何環節？試檢算之。

4. 腹神經索 (ventral nerve cord)。試將消化管全部取出，並剪斷體腔內的諸隔膜，即見咽下神經節後連於一縱神經索，沿蟲體的腹面中央而直達於尾端，是即腹神經索。此種構造亦係由左右二索合併而成。腹神經索於各環節的後緣，均具有神經節 (ganglion) 的構造，由神經細胞集結而成。各神經節均發出多數神經纖維，分佈於蟲體中。用放大鏡檢察上述各種的神經構造。各神經節所發出的神經，究係分佈於何部？試鏡尋之。

△圖案：蚯蚓的神經系統，繪於蚯蚓體的略形內。

## 課二〇 節足動物(1)

(Arthropoda)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，飼養箱，解剖器，蠟盤，定針，載片。

材料：活蝗蟲，液浸蝗蟲標本，棉花。

藥品：氨水 (ammonia water)，礦脂 (vaseline)。

蝗蟲 (*Locusta migratoria*; locust)。屬於昆蟲綱 (Insecta)，直翅目 (Orthoptera)，飛蝗科 (Acrididae)。常棲息田野間，頗易捕獲。

I. 活物觀察。試取幾個蝗蟲置於飼養箱中，而觀察其蟲體的外表顏色。全體是否純色？究與環境是否相同？試觀察蝗蟲的行動方法。其各對附肢於行動時，究循何種程序？蝗蟲取食時，採何姿勢？所食者究係何物？蝗蟲呼吸，究用何法？試將其頭部浸入於水中，能否溺斃之？試核算蝗蟲於靜止時，每分鐘的呼吸次數若何？未動時有否不同？試取棉花蘸些鹽水，置於觸角近處，有何反應否？若以之置於氣孔的附近，結果如何？試取一蝗蟲，將其胸、腹二部，用礦脂塗之。既塗之後，腹部動作如何？試觀察之。

II. 外觀形態。試取液浸的蝗蟲標本雌雄各一，均以其右側置於解剖盤上，然後依次觀察之。

蝗蟲的軀體可分為頭 (head)，胸 (thorax)，腹 (abdomen) 三部，各由多數環節所組成。雌雄兩性的體大小，有否不同？孰大孰小？體的各部孰長孰短？其二者腹部環節的數目，有否不同？

1. 頭部。蝗蟲頭部的左右兩側，具有形圓而大的複眼 (compound eye) 一對。試用放大鏡檢察之。見有六角形的構造否？是即小眼角膜 (facet)，為小眼 (ommatidium) 露出的部分。複眼的附近，又有單眼 (ocellus)。單眼外呈何狀？其數目究有若干？如何排列？二複眼間有觸狀觸角 (antenna) 一對。其功用為何？每一個觸角有若干環節？其彼此的形態是否相同。頭的前面中央，謂之額 (frons)，其直下部之額片 (clypeus)，兩側謂之頰 (gena)，頂上謂之頭頂 (vertex)。頭頂的後方，稱為枕部 (occiput)。試檢察所舉各部。

蝗蟲的口器適於咀嚼，其結構頗形複雜；茲可分別觀察之如次。

1. 上唇 (labrum)。呈板狀，附於額片的下方，功能握持食物而攝送之入口。

2. 大顎 (mandible)。計一對，形均強大，其內緣且具有齒狀突，適於磨碎食物。

3. 小顎 (maxilla)。亦係一對，各乃成自小顎基片 (cardo)，小顎莖節 (stipes)，小顎內葉 (lacinia)，小顎外葉 (galea)，擔鬚節 (palpifer) 及由五節所組成的小顎鬚 (maxillary palpus)。小顎的功用，係在補助大顎咀嚼食物。

4. 下唇 (labium)。亦供補助大小顎攝食之用。其基部為下唇基節 (submentum)，上為下唇莖節 (mentum)，再上為其下唇 (ligula) 與生鬚節 (palpifer)，及由三節組成的下唇鬚 (labial palpus)。

5. 下舌 (hypopharynx)。係肉質的構造，位於大小顎之間。唾腺 (salivary gland) 即係開口於其基部。

試將所述口器的各部，慎為解剖而按其原有次序，排列於解剖盤上，務得明瞭其彼此相互的關係。

△圖案：蝗蟲的口器。

II. 胸部。蝗蟲的胸部，有三環節，即前胸 (prothorax)，中胸 (mesothorax) 及後胸 (metathorax) 等。各節均由背板 (notum or tergum)，胸板 (sternum) 及側板 (pleuron) 所組成。前胸的胸板上，具有刺突 (spine)。蝗蟲的行動肢，計有幾對？着生於何部？翅有二對。前胸具翅否？前後二對的翅，其形態有何不同？前翅為革質，故較堅硬；後翅膜質，靜止時疊覆於前翅之下。二翅上均有多數隆起線，綜錯成網，是稱翅脈 (vein)。翅脈的排列，概固有定。試取雌雄二標本，而檢察比較之。胸部見有管呼吸作用的氣孔否？計有幾對？着生於胸的何部？

蝗蟲的行動肢，各可分為基節 (coxa) 轉節 (trochanter)，腿節 (femur)，脛節 (tibia) 及附節 (tarsus) 等五部。附節的末端有二小爪 (unguis)，爪間更具懸端 (empodium)。此二構造究有何用？

III. 腹部。腹部的各環節，均由背板片 (tergite) 與腹板片 (sternite) 所組成；二者界以縫隙，使得伸縮自如。第一腹節的左右兩側，具有一對半月形的薄皮，是即鼓膜 (tympanum)，供聽音用。試將鼓膜用鋼針下，置於玻

片上，後注些水而用放大鏡檢察其內側。見有神經節及聽神經否？腹部具氣孔否？計有幾對？

雄者腹部近末端處，具有一對尾毛 (cercus)，位於第十腹節後面的兩側。尾毛之下有一對生殖板 (podical plate)，是與尾毛皆屬於第十一腹節；其下方的腹板，稱副生殖板 (subgenal plate)。

雌性尾毛較小，而生殖板則較大，其二者的位置均與雄性相同。第 8-9 腹節的附屬構造，向後突出，而形成產卵管 (ovipositor)，供插入土中產卵之用。

△圖案：雌雄蝗蟲腹部末端的比較。

IV. 內部構造。試將蟲體的腹面向下，用定針釘之於半盛清水的蠟盤上，並用剪沿蟲體氣孔上方的左右側壁，由腹部末端直剪至頭部。隨將背面的部分揭起（此部應預為保存，勿使損壞）。而蟲體的內部諸臟器，大都已盡列眼前。茲依各系統，慎察如次。

A. 消化系統。蝗蟲的消化系統，乃為一直管；始自前端的口孔，而終於末端的肛門。全部可分為三。即前食道 (fore gut)，中食道 (midgut) 及後食道 (hind gut) 等；茲分別究察之。

1. 前食道。其前端即為口孔，後通入咽 (pharynx)，咽頗強大，多肉質，旋由食管 (oesophagus) 而導入於膨大的嗉囊 (crop)，供暫貯食物之用。嗉囊後通於前胃 (proventriculus)，或稱砂囊 (gizzard)，功能消化食物。此處見有唾腺否？

2. 中食道。組成胃 (stomach) 的本部，或稱乳糜胃 (chyle stomach)。其前端具噴門瓣 (cardiac valve)，與上述的前胃劃界，而其後端有幽門瓣 (pyloric valve)，與後食道相隔。前胃與乳糜胃的交界處，又有胃盲囊 (gastric caecum) 的構造，功能分泌弱酸性液汁，以助乳化脂肪。胃盲囊的數目，究有若干？

3. 後食道。由迴腸 (ileum)，結腸 (colon) 及直腸 (rectum) 等所成。此三部的形態，有何不同否？三者中何部最大？何者最長？後食道終乃由末節的肛門，而通於外。試用剪將全部的消化管，沿真正中線剖開之。隨用放大鏡，檢視其各部的內面結構。見有不同否？

B. 排泄系統。迴腸與胃的交界處，具有多級馬氏管管 (Malpighian tubule)。見之否？其數目究有若干？是即蝗蟲的排泄器；其所排泄的廢物，悉

由此等管管輸入腸中，隨乃混同糞便而遺排出於體外。

C. 循環系統。試將前經剪下的蟲體背面部，以其腹面向上而置於蠟盤中。在其腹面的正中線上，見有形特細長的膜狀構造否？是即蝗蟲的心臟(heart)。心臟內分數室；各室具有心孔(ostium)一對。諸室間更具有成對的門瓣(valve)。門瓣究供何用？心臟的左右兩側，生有翼狀的肌肉，附着於蟲體的背壁上，以助心臟的脹縮動作。試檢尋所述的各種構造。心臟後端閉塞，前端發出一縱血管，是為大動脈(aorta)。蝗蟲的血液由心向前流出，經大動脈及其支管，而彌散於蟲體諸組織間的血竇(sinus)，直接潤澤與其接觸的諸細胞，順路推流，終乃匯集於圍繞心臟的血竇，即圍心竇(pericardial sinus)，由此經心臟兩側的心孔，而回流入心。

△圖案：蝗蟲的心臟。

D. 呼吸系統。蝗蟲呼吸系統的主幹部，係為縱走的主幹氣管三對。見之否？主幹氣管與氣孔有否相通？各主幹氣管均分出多數橫走氣管，隨更一再分枝，形成無數細管遍佈於全身。氣管的分枝處，見有氣囊(air sac)否？氣囊究供何用？

用剪切取氣管壁，用水裝置而鏡檢之。見有管壁中的螺旋環否？是稱節環(stenidium)。

△圖案：蝗蟲的氣管。

E. 生殖系統。蝗蟲係雌雄異體。雌者的腹部中，具有卵巢一對，各由多數細卵管(ovarian tubule)所成。任一卵巢中的諸細卵管，悉通入於單一輸卵管(oviduct)。試將雌蟲的背壁，沿其正中線剪開。見有卵巢及輸卵管否？左右二輸卵管向後斜行，終乃相併而成陰道(vagina)直通於產卵管。受精囊(spermatheca)僅單個，具一長管，此管開孔於何處。

雄性蝗蟲的體內，具有睪丸一對，各由多數細精管(testicular tubule)所組成。睪丸後連於輸精管；左右二輸精管終乃互相併合，而成爲射出管(ejaculatory duct)，開口於副生殖板的背方。射出管的附近，具有多數貯精囊(seminal vesicle)。囊呈何狀？通於何處？試檢尋之。

△圖案：蝗蟲的生殖器官。

F. 神經系統。試於食管的上方，檢尋食管上神經節(supraoesophageal ganglion)。此神經節極稱腦腦(brain)。由此發出的神經，分布於複眼、單眼、觸角及上唇等。試檢尋之。自食管上神經節的左右兩側，有一對聯接神

經，以達於食管下神經節 (suboesophageal ganglion)。由此發出神經分布於大顎，小顎及下唇等部。試用剪將蟲頭的前面橫為切線，致使腦部露出而易於觀察。

食管下神經節，後連於腹神經索。試將蟲體中的消化，排泄，生殖諸器官悉行除去，使易於檢察神經的構造。腹神經索係由多數神經節及聯接神經所組成。此等神經節雖係成對的構造，然皆左右併合為一。胸部神經節亦有幾對？腹部幾對？位於何節？各神經節均分出神經纖維，散布於蟲體各部。試就最後的腹神經節，探其神經分布的途徑。

昆蟲體中除具上述諸構造外，尚有交感神經系；由此發出多數交感神經，分布於蟲體諸臟器間。

△附錄：蝗蟲的神經系統。



## 課二一 節足動物(2)

(Arthropoda)

用具：解剖顯微鏡，解剖器，蠟盤，定針。

材料：蜜蜂的液浸標本。

蜜蜂 (*Apis indica*: honey bee)。屬於昆蟲綱 (Insecta)，膜翅目 (Hymenoptera)，蜜蜂科 (Apidae)。

蜜蜂為羣棲昆蟲之一。每一蜂巢中，均有三種不同的蜜蜂；茲分別考察之。

I. 后蜂 (queen)。為巢中之王，每巢僅有一匹。形大而色黑。腹部細長。尾端尖銳，而具有長刺。眼及口器均不發達，惟大顎甚巨。明翅僅及腹部的第三節；因腹部長，故形似特短。產卵管位於腹部的末端。后蜂專司生殖，可活數年，日僅產卵是務。后蜂所產的卵或經受精，或則不需受精而能發育；茲分述之。

A. 凡經受精的卵，悉發生為雌性，非為后蜂即為職蜂。受精卵之發達為后蜂抑或職蜂，悉視幼蟲期的營養而定。凡由受精卵發育所成的幼蟲，若飼以所謂御漿 (royal jelly)，則必成為后蜂；若僅以花粉飼之，則成為職蜂。

B. 凡未經受精的卵，發生後悉成雄蜂。

II. 雄蜂 (drone)。夏時最多，其數目在一蜂巢中，殆達數百。體的大小，介於后蜂與職蜂之間。頭形特大。複眼亦大，佔頭部三分之二。大顎較弱。腹較后蜂稍短，尾較鈍圓，無刺。舉動緩慢。雄蜂不事勞役，除與后蜂交尾外，日僅坐食而已；是以於夏季後，常為職蜂所驅逐而餓死，冬則幾瀕絕跡。

III. 職蜂 (worker)。為數甚多。腹部為形短小，其頂面呈黑白相間的橫紋。尾端形尖而有刺。職蜂職務雖繁，惟因其生殖器發育不完備，平時不能產卵；但巢中的一切勞役，如採花粉，釀蜜，飼幼，貯糧，營巢，護巢，禦敵等等，均賴此蜂任之。教師可領率學員至蜂場，觀察蜂巢的結構。先將箱蓋揭開，提出巢框。見有后蜂否？數量若干？卵及幼蟲見有多少？

△報告：參閱蜜蜂的生活及生命史，作一報告。

取一曠蜂，用放大鏡細察其形態構造。其蟲體如蝗蟲一般，亦可分為頭、胸及腹三部。頭部追溯其發生史，可知其係由六環節併合而成；胸部外呈三環節；腹部具有九環節，惟最後三環節悉不外現。

I. 頭部。頭的上部有單眼三，左右兩側有複眼及觸角各一對。觸角細長，屈伸自如，由環節聯綴而成。節數若干？各呈何狀？

蜂的口器，適於咀嚼及吸收，有上唇，下唇，大顎，小顎等。上唇位於口的最上部，與顎相接。大顎一對，在上唇下端的左右兩側。大顎之下具有小顎鬚 (maxillary palpus) 及下唇鬚 (labial palpus) 各一對，伸突於頭部下方的兩側。下唇的內片 (glossa) 特為發達。形成長舌 (tongue)；舌端具一小匙狀構造，是為唇瓣 (labellum)，供為吸蜜之用。舌的基部，具有二片構造，是即小唇外片 (paraglossa)。

△圖案：蜜蜂的頭部及其口器。

II. 胸部。蜜蜂的胸部亦可分為前胸，中胸及後胸。中，後兩胸節各具翅一對，惟前翅顯較後翅為大。前後二對的翅，皆薄如膜，脈紋稀少，是稱膜翅 (membranous wing)。後翅的前緣有多數小鉤，稱為翅鉤 (hamulus)；飛行時鉤附於前翅的後緣上，頗有利於飛翔。試鏡檢之。行動肢有三對：位於前胸者，曰前肢 (fore leg)；中胸者，曰中肢 (middle leg)；後胸者，曰後肢 (hind leg)。每一行動肢具有基節，轉節，腿節，脛節及跗節等。跗節更分為五小節；其下端更具有爪及懸墊等諸構造。

今將前，中，後各附肢，分別觀察如次。

A. 前肢。脛節內面的前緣，具有粗硬的短毛一行，是為眼刷 (eye brush)，用以掃除兩眼及眼周細毛上所黏着的花粉及其他雜物。第一脛節的基部，具有長毛的花粉刷 (pollen brush)，用以刷淨口器，或掃集遺落於頭部的花粉。同一節的內緣有一凹窩，內具梳狀硬毛，是為觸角梳 (antenna comb)。脛節下端有一膜狀刺突，曰繃膜 (velum)；足曲時，即緊附於觸角梳上，合成淨蠟器 (antenna cleaner)，用以刷除觸角上所黏着的花粉。掃刷時，先將觸角置諸觸角梳中，隨乃屈足以繃膜蓋於其上，然後徐徐抽觸角，花粉因是刷落。

B. 中肢。脛節末端的內面，具一緊挺的毛刺，稱曰距刺 (spur)；用以抽取腹部蠟腔中的蠟片。跗節的基部，亦有花粉帚，用以掃除蜂腹上所黏貼的花粉。

C. 後肢。脛節的外面，稍呈凹狀；兩邊密生彎曲的長毛，是為花粉籃 (pollen basket)，供藏花粉之用。附節基部的內面，有硬刺橫列數行，是為花粉櫛 (pollen comb)，其功用乃在梳集體面細毛上所黏貼的花粉，而貯之於花粉籃中。脛節下端具有堅刺一列，稱櫛膜 (pecten)；附節基部的邊緣，具有匙狀突起，是曰附耳 (auricle)；櫛膜與附耳相接如鉗。此器曾誤稱為蠟鉗 (wax pincer)，其功用實則並非鉗蠟，卻係刮集對肢花粉櫛上的花粉，而貯之於本肢的附耳內，待此附耳盈滿後，始將其所貯藏的花粉推送於花粉籃中。

△圖案：蜜蜂的行動肢，繪示所見各種構造。

III. 腹部。此部下面具有蠟板 (wax plate) 四對，位於第 4—7 環節間。蠟板下有蠟腺 (wax gland)，能分泌蠟質，供為築巢之用。腹部尾端具有刺針。取一新死的職蜂，用手指輕壓其腹部，針則向外伸出。試用放大鏡檢視之。

蜂體外被有細毛無數，毛有分歧否？複腿上生毛否？試鏡檢之。

△圖案：蜜蜂的腹部，示其蠟板及尾針。蜂毛的構造。

△報告：所述蜜蜂的各種特殊構造，均與蜜蜂的生活發生適應的關係。試就另一昆蟲，列舉其形態構造，與環境所發生的種種特殊適應關係，作一報告。

## 課二二 蛙的解剖(1)

### (A Study of the Frog)

用具：解剖顯微鏡，解剖器，蠟盤，定針。

材料：活蛙，蛙的液浸標本。

青蛙 (*Rana nigromaculata*; pond frog)。屬於兩棲綱 (Amphibia)，無尾目 (Anura)，蛙科 (Ranidae)。春夏間常見之於田野油沼等處。春末產卵；在此期中，雄蛙往往發出噎噎的鳴聲。卵產後，即在田間覓食，嗜昆蟲，蠕蟲等。秋後天氣漸冷，蛙即停止活動，蟄伏土中，閉目靜息以待來春。

I. 外觀形態。周身皮膚潤滑。體的上部呈灰褐色，雜以黑色斑紋；腹面色淡無斑。四肢皆甚發達，後肢尤為強大，善跳躍，且趾間具蹼，便於游泳。

蛙體可縱剖而成左右相等的二部，是謂左右對稱 (bilateral symmetry)。體的形狀，前尖後闊，可別為頭 (head) 與軀幹 (trunk) 二部。蛙體外現環節否？其體表具有鱗片，或其他足供保護身體的物質否？

A. 頭部。口在頭的前端，形甚闊大。上顎具有細齒。下顎具齒否？眼圓大，位於頭部的左右兩側。上眼瞼 (upper eyelid) 為形稍厚；不能自由瞬動；下眼瞼 (lower eyelid) 較薄，其上側尚具有半透用的瞬膜 (nictitating membrane)，能向上移動，藉以掩蔽眼球。瞬膜有何功用？二眼間有一淡色小點，名曰額點 (brow spot)，是為松果眼 (pineal eye) 的遺跡。見之否？此眼原與腦部的松果腺 (pineal gland) 相連接，旋因頭骨的形成，此種聯繫遂遭消失，而留着一額點於表皮上。眼前有外鼻孔 (external nare or nostril) 一對，內通鼻腔 (nasal cavity)，經內鼻孔 (internal nare or choana)，而達於咽腔 (pharyngeal cavity)。眼後有一圓形角膜，與四周皮色迥異，此即鼓膜 (tympanum)。蛙固無外耳，故其鼓膜裸露於體面。鼓膜內為中耳腔 (tympanic cavity)。腔中具有小骨，稱耳軸骨 (columella)。見之否？雄蛙咽部的左右兩側，具有聲囊 (vocal sac) 一對；囊係由膜所成，鳴時向外膨大如球。

B. 軀幹。蛙的軀幹形頗廣闊，其背部後方隆起如駝，是乃薦椎 (sacral vertebra) 與腰弧的腸骨 (ilium) 相接之處。試以指撫察之。肛門位於軀幹的最後端。見之否？

蛙體背面的左右兩側，自眼的後端以至肛門，有皮膚皺起所組成的縱線一對，略相平行，是為背側皮褶 (dorsolateral dermal fold)。見之否？其色澤與四周皮色有否不同？

蛙的軀幹具有附肢二對，茲分別究察之。

1. 前肢 (fore leg)。分上臂 (upper arm)，前(下)臂 (fore arm)。及手 (hand) 三部。手復可分為腕 (wrist) 掌 (palm) 及指 (finger) 等。前臂與上臂，孰長孰短？指數若干？拇指甚為退化，而不外現。試撫察之。雄蛙食指的末緣，在生殖期中生有顯著的瘤形突起，是稱指瘤 (finger pad)，用以抱持雌蛙。試核算各指的關節。何指為形最長？

2. 後肢 (hind leg)。形強大有力，亦可分為三部，即股或大腿 (thigh)，脛或小腿 (shank) 及足 (foot) 等。足又分為踝 (ankle) 踵 (sole) 及趾 (toe) 等。股部多肉，甚肥大。脛部較股稍長。足趾究有幾個？拇趾向內。趾間有膜相連，是謂蹼 (web)。試核算各趾的關節，並比較其各趾的長短若何，拇趾的內側下面，有一骨突，是曰距 (calcar)。見之否？

取一活蛙，細察其形態及行動，並注意其捕食時口與舌的動作。能發聲否？其咽旁見有聲囊否？

△圖察：蛙的外形，側面或背面全圖，註明所得標本的性別。

II. 內部構造。取蛙的液浸標本，仰釘於蠟紙上，用剪刀開其腹面皮膚，次則沿其腹部正中線稍左或稍右處，自後向前，剪開腹壁至胸部為止。隨由已剪之處，轉向左右剪；然後將左右兩側的腹壁向外展開，用定針釘於蠟紙中。

體腔中最顯著的構造，乃為迂迴婉曲的腸部 (intestine)。腸間見有薄膜覆蓋否？是為腸間膜 (mesentery)。胃在體的左側。腸胃之前，見有肝臟 (liver) 及心臟 (heart) 否？肺 (lung) 在心的左右兩側。脾 (spleen) 位於何處？試探明之。生殖及排泄器官 (urogenital organ)，悉位於體腔的背方。見之否？

雌蛙的卵巢 (ovary)，至成熟時，異常碩大，滿佈體腔中。宜先用刀將其

割去,或用定針將其展開,使內部種種構造不致被其掩蔽。

△圖案:蛙的內臟,示明所見的種種構造,及其彼此間的相互關係。

## 課二三 蛙的解剖(2):消化系統

(Frog: Digestive System)

用具: 解剖顯微鏡, 解剖器。蠟盤, 滴管, 尺。

材料: 蛙的液浸標本。

此系統乃由消化管(digestive tract)及其附屬的各種消化腺(digestive gland)所組成;茲可分別觀察之。

I. 消化腺(digestive gland)。蛙的主要消化腺,首推肝臟與胰臟二腺,均位於消化管的近旁,且有導管直通於消化管中。

1. 肝臟(liver)。位居心臟的背面。其在右側者計分若干葉?左側者若干葉?試將肝的一部橫剖或縱剖,而檢察之。見其中有大小不同的細管否?是為肝管(hepatic duct)。肝臟中有一膽囊(gall bladder),內貯膽汁,呈橄欖色。膽囊有管發出。見之否?是為膽囊管(bile duct)。出自膽囊的膽囊管,及自肝臟各部發出的肝管,終相集合而成為一總管,通於十二指腸,是為輸膽管(cystic duct)。可將膽囊剪開一孔,用滴管注入紅色水,使通於輸膽管,以便察其途徑。

2. 胰臟(pancreas)。色淡黃,外形不定,位於胃腸之間。胰臟有數細管,稱胰管(pancreatic duct),均通於輸膽管。見之否?如未得見,試剖察之。

△圖案: 蛙的肝臟,膽囊,胰臟及其各導管。

II. 消化管(digestive tract)。蛙的消化管係由下列諸部所成;茲由前而後究察如次。

A. 口腔(buccal cavity)。將蛙體翻轉,使腹面向上,用指將蛙口張開,並可用刀割其左右口角,使口易於張大。蛙具唇否?蛙齒生於口腔何處?上下顎均具齒否?口蓋前方,生有細齒一對,是稱鋤骨齒(vomerine tooth),因其係生於鋤骨(vomer)的下面。試用放大鏡細檢各齒。齒呈何狀?彼此關係相同抑或不同?舌着口腔底面,前端尖形,依附於下顎骨;後端分歧為二,能由後向前嚥然開出口外,捕捉飛蟲為食。口腔的後方,即為咽腔(pharynx)

geal cavity)。咽腔與口腔有何區別？咽腔內有下列諸孔；試檢尋之。

1. 內鼻孔(choana)。爲橢圓形的小孔，計一對，位於鋤骨的外側。試用毛髮探入，視其通出於何處？

2. 耳咽管孔(opening of the Eustachian tube)。亦係一對，位於內鼻孔之後。此管通於中耳腔。試以細小鐵絲探察之。

3. 聲門(glottis)。位居舌後，其左右兩側具有一對半月形軟骨，是稱披裂軟骨(arytenoid cartilage)，職司關閉聲門之用。空氣經聲門直通於喉氣管(laryngo-trachea)，而終達於肺臟。

4. 食管孔(oesophageal opening)。位於咽腔的最後處，下通入食管。試用筆端探證之。

△圖案：蛙的口腔全圖。蛙齒及舌的放大圖。

B. 食管(oesophagus)。先將肝臟全部取出，使可察視食管的全部。食管上接咽腔，下通於胃。試用剪割開之，鏡察其內面的結構。

C. 胃(stomach)。位於體的左側，形稍傾曲，前闊而後狹。其與食管相連的一端，稱噴門端(cardiac end)；而與腸部相連的一端，稱幽門端(pyloric end)。胃壁甚厚，富於肌肉。試以刀剖開之。其內面有多數縱行的皺褶(ruga)。見之否？

D. 腸(intestine)。形長而多曲；因其結構及大小的不同，可分爲下列諸部。

1. 小腸(small intestine)。形細長，爲十二指腸及迴腸所組成。

(a) 十二指腸(duodenum)。接於胃的後端，復向前行，幾與胃相並行。試用剪縱剖之，而鏡察其內面。其結構與胃壁相較，有何不同否？見有輸膽管的開孔否？

(b) 迴腸(ileum)。由十二指腸的前端折向後行，彎轉旋曲，終通於直腸。

2. 直腸(rectum)。形較小腸爲大，是以亦稱大腸(large intestine)。其內常貯有消化的廢物。再用鏡檢察其腸壁的內面。見有皺褶否？

E. 泄殖腔(cloaca)。形較直腸爲短小。職司生殖與排泄機能。輸精管，輸卵管，輸尿管及膀胱等，均係通於此。試用刀縱剖泄殖腔，而鏡察其內面。見有上列諸構造之開孔否？如在雌體，計有幾孔？若係雌蛙，有何不同？泄殖腔終由肛門(anus)，而通於體外。



消化管自咽腔以下，悉具有薄膜繫掛於蛙體的背壁上，是為懸膜或稱腸間膜（mesentery）。懸膜有何功用？試剪去懸膜，將消化管自咽後直至直腸全部取出（泄殖腔仍留原處）。後用尺分別測算消化管各部的長度與直徑。消化管的總長與體的長度，成何比例？

△圖案：蛙的消化管，註明所見的各部。

## 課二四 蛙的解剖(3):呼吸排泄及生殖系統

(Frog: Respiratory, Urinary and Genital Systems)

用具: 解剖顯微鏡, 解剖器, 蠟盤, 吹管 (blowpipe), 燒杯及玻璃蓋。

材料: 活蛙, 蛙的液浸標本。

I. 呼吸系統。成蛙的呼吸以肺為主。皮膚為輔。蛙的肺臟係位於腹腔的前方, 肝臟的背面。計分左右二葉; 上接一短管, 稱喉氣管 (laryngo-trachea)。管內有褶狀的聲帶 (vocal cord) 一對, 為彈性結締組織所組成。聲帶橫列左右, 藉其振動而發聲。除聲帶外, 雄蛙更具有聲囊, 助使聲音宏亮。喉氣管上通於何部?

試將肺臟取出, 用吹管插入喉氣管內, 將肺囊吹脹。細察肺壁的結構。見有毛細管否? 試取一肺葉而剖開之。用鏡檢其內面的構造。見有肺氣泡 (alveolus) 否? 取一活蛙, 偵察其呼吸的動作。蛙呼吸時, 其口孔會張開否? 何以故? 試將蛙置於燒杯中, 滿盛以水, 上蓋以玻璃。細心察看其是否仍有呼吸的動作?

△答案: 蛙的呼吸器官。

△報告: 蛙的呼吸作用。

II. 排泄系統。蛙的排泄系統, 乃由下列三部所組成。

1. 腎臟 (kidney)。計一對, 貼附於腹腔的背方。色暗紅, 形扁而圓。其腹面各有一橙黃色帶狀的構造, 稱腎上腺 (adrenal body)。此腺為何用? 其功用與排泄機能, 究有關係否?

2. 輸尿管 (Wolffian duct or ureter)。由腎的外緣發出, 而直通於泄殖腔。

3. 膀胱 (urinary bladder)。為一薄膜的囊狀構造。呈何形狀? 其是否成為管狀, 而開口於泄殖腔, 但不與輸尿管直接相連。肛門閉時, 尿由輸尿管通入於膀胱, 而滲入於膀胱。膀胱中所貯之尿, 一經體壁肌肉收縮的壓力, 即向肛門透出。試用鏡檢察輸尿管及膀胱通於泄殖腔的開孔。

△答案: 蛙的排泄系統, 示明所述諸器官彼此間的關係。

III. 生殖系統 (reproductive system)。蛙係雌雄異體。其雌雄兩性外觀上有何不同？其二者體內所具的生殖器官，亦係有別；茲分別觀察比較之。

A. 雄性生殖器 (male genital organ)。雄性腎臟前端的腹面，具有一對橢圓形的構造，是即睪丸 (testis)。睪丸內緣的懸膜中，現有多數輸出管 (vas efferens)，通入於腎臟，經腎細管而達於輸尿管。當行生殖時，雄蛙的精液由睪丸入腎，終經輸尿管送入泄殖腔，而排出於體外。是以雄蛙的輸尿管，同時亦供為輸精管 (vas deferens or sperm duct)。

睪丸的前端，附着淡黃色的指狀構造，是為脂肪體 (fat body)，此體究有何用，其形狀變態睪丸，孰大孰小。

△圖案：雄蛙的生殖系統，用矢號標示精子輸出時所經的途徑。

B. 雌性生殖器 (female genital organ)。雌蛙的卵巢 (ovary)，其位置與雄蛙的睪丸略同。其形狀大小，因時而異；其壁多皺，表面突出無數卵子。在冬眠及生殖期中，卵子多已成熟，卵巢因特擴大，佔充腹腔的大部。試將卵巢剖開，摘取數卵，用鏡檢之。卵呈何狀？雌蛙腎臟的外側，見有輸卵管 (oviduct) 一對。管形長大多曲，前端開口於體腔；管孔適在肺臟基部。見之否？管的後部異常膨大，是為子宮 (uterus)。子宮開口於泄殖腔。試探索之。

當交配時，既經成熟的卵悉經卵巢，經體腔而送入輸卵管。卵在輸卵管中，即被以一種膠質的包膜，終皆輸至子宮，而暫貯於此。俟積有相當數量，再由子宮送入於泄殖腔，而排出於外。當產卵時，雄蛙即行灑精於卵上，因而受精。

卵巢的前端，亦各附有脂肪體，與雄蛙同。

△圖案：雌蛙的生殖器官，用矢號示明雌卵自卵巢，直至產出體外時所歷的途徑。

## 課二五 蛙的解剖(4):肌肉系統

### (Frog: Muscular System)

用具: 解剖顯微鏡, 解剖器, 蠟盤。

材料: 蛙的液浸標本。

蛙體的隨意肌為數甚多, 其形狀大小亦甚不一。每肌的構造, 大抵可分為肌基 (origin)、肌體 (belly) 及肌末 (insertion) 三部。肌肉固定的一端為肌基, 中部為肌體, 用力的一端則稱為肌末。解剖諸肌時, 學者宜知何處為肌基, 何處為肌末。各肌的外面, 均圍以透明的薄膜, 是為肌鞘 (muscle sheath)。肌鞘伸出肌的兩端, 集結成繩 (tendon)。肌繩強韌有力, 一面連於肌肉, 一面則繞繫於骨或其他構造上。

先將蛙的腹部與後肢的外皮剖開, 使蛙皮與肌肉分離而不傷及肌肉, 然後分別觀察如次。

#### I. 腹部肌肉。

1. 腹直肌 (m. rectus abdominis)。位於腹白紋 (linea alba) 的左右兩側。起自恥骨縫合處 (pubal symphysis), 前行而附着於胸骨 (sternum) 上。此肌現有繩狀橫隔, 稱腹橫繩 (inscriptio tendinea)。其數目究有若干。

功用: 支持腹部內臟, 並助固定胸骨的位置。

2. 胸大肌 (m. pectoralis major)。形廣而厚, 略呈三角狀, 位於胸部  
的下面, 可分為三部:

(a) 前部起自喙狀骨 (coracoid) 及上喙軟骨 (epicoracoid)。

(b) 中部起自胸骨及劍胸骨 (xiphisternum)。

(c) 後部起自腹直肌的外側。

三部均插於肱骨 (humerus) 的三角嵴 (deltoid ridge) 上。

功用: 展開胸腔, 並能將上臂向後牽轉內方。

3. 腹淺斜肌 (m. obliquus externus)。跨著腹壁的側面, 起自髖骨 (ilium), 止於腹直肌的外側。其肌絲悉斜向下方而後行。

功用: 主支持並壓縮腹腔, 以助呼吸的動作。

4. 腹橫肌 (*m. transversus*)。位居前肌的內面，前端起自食管處，中部附着於喉狀骨，後端成穗，插着於腹直肌上。其肌絲悉斜向下方而前行，適與前肌相反。

功用：與前肌略同。

△圖案：蛙的腹壁肌肉。

## II. 後肢的肌肉。

### A. 股部即大腿 (*thigh*)。

1. 股三頭肌 (*m. triceps femoris*)。形大而長，位列於腿部的外方，具有三頭，故名。

(a) 外肌頭 (*caput posticum or externum*)，亦稱股外側肌 (*m. vastus externus*)。位於腿部外方的上面，起自腸骨背脊的極後端。

(b) 中肌頭 (*caput medium*)，或稱股前直肌 (*m. rectus femoris anticus*)。位於腿部外方的正面，起自腸骨中部的腹面。

(c) 內肌頭 (*caput anticum or internum*)，一名股內側肌 (*m. vastus internus*)。位於腿部外方的下面，起自髌骨 (*acetabulum*) 的前緣，腸骨與恥骨 (*pubis*) 相接之處。

三部的肌末，合成爲穗。此穗強大有力，下行起際而附着於脛腓骨 (*tibio-fibula*) 的上端。

功用：能將腳伸直並外展。

2. 外腸骨肌 (*m. iliacus externus*)。位居前肌外部與中部之前。起自腸骨的背脊，止於股骨前端的後面。

功用：與前肌略同。

3. 內腸骨肌 (*m. iliacus internus*)。位於股三頭肌中部與內部之間。起自腸骨的腹面，止於股骨的上端。

功用：與前肌略同。

4. 脛腓頭肌 (*m. ilio-fibularis*)。形長而薄，位於股三頭肌的內側。起自腸骨的後端，而達於腓骨。

功用：主屈小腿，並牽大腿向上。

5. 梨形骨 (*m. pyriformis*)。形短而薄。亦列於股三頭肌的內側，位於前肌的前端，起自尾幹骨 (*urostyle*) 的後緣，而止於股骨上。

功用：主牽股骨向上。

6. 半膜肌 (*m. semimembranosus*)。位於前二肌的內側。起自坐骨 (*ischium*) 的後緣, 末作短腱, 過隙而插着於脛腓骨上。

功用: 主展大腿向後, 且能使脛伸展時得更伸直, 屈曲時則更屈之。

7. 小內直肌 (*m. rectus internus minor*), 或稱小股薄肌 (*m. gracilis minor*)。形甚小, 位列腿部的後方。起自坐骨縫的後面, 末成肌腱, 與大內直肌 (後詳) 相合, 而插着於脛腓骨的前端。

功用: 與前肌略同。

8. 大內直肌 (*m. rectus internus major*), 或稱大股薄肌 (*m. gracilis major*)。形廣而扁, 位於腿部的下面, 前肌的外側。其起止點及功用俱與前肌同。

9. 大闊肌 (*m. adductor major*)。多半為前肌及縫匠肌 (見後) 所遮蓋。其基起自坐骨縫, 末插着於股骨的後端。

功用: 主牽腿向下; 時或向前闔之, 時或向後展之。其移動的方面, 悉視腿的位置或姿勢, 而有不同。

10. 縫匠肌, 或稱交脛肌 (*m. satorius*)。形長狹而薄, 起自腸骨, 適窩飛骨之前, 跨行脛面而達於脛骨的內側。

功用: 用力時屈脛於腿, 且能牽脛向下而前。

11. 長闊肌 (*m. adductor longus*)。形甚狹長。半為縫匠肌所掩蓋。起自腸骨的腹面, 末端與大闊肌相合。

功用: 收縮時, 牽轉大腿向下而前。

12. 半腱肌 (*m. semitendinosus*)。位於腿部的深層, 為大內直肌所遮被。試剖開觀察之。此肌有二基, 悉起自坐骨, 末作狹腱, 附於脛骨的前端。

功用: 主闔大腿並屈小腿。

△圖案: 蛙腿的肌肉, 背面及腹面, 繪示各肌的位置及形體。

B. 脛部即小腿 (*shank or crus*)。

1. 腓腹肌 (*m. gastrocnemius*)。形甚大, 有兩基: 其一起自股三頭肌腱; 其他形較粗大, 跨過膝節處, 後又分為二支, 前支附着於股骨上, 後支於脛骨上。腓腹肌下行漸變尖小, 末成跟腱 (*tendo-Archillis*), 過踝 (*ankle*) 而下連於蹠底膜 (*plantar fascia*)。

功用: 主屈脛於腿, 並能伸足。

2. 腓骨肌 (*m. peroneus*)。此肌與筋肌俱在脛部的上面。其基起自股骨的下端，而插着於脛腓骨及蹠骨上。

功用：主伸脛部。足半伸時，能更伸之，且能向下轉之。若足已屈，則使背屈於脛。此肌亦主牽轉踝節向外。

3. 脛前長肌 (*m. tibialis anticus longus*)。位列於脛腓骨的外方，起自股骨。肌分二部，而末端均具肌腱，插着於跗骨 (*tarsal*) 上。

功用：主伸脛部，並使足部背屈於上，其功用與腓腹肌恰適相反。

4. 脛前短肌 (*m. tibialis anticus brevis*)。形甚短小，依附於前肌下段的內面；起自脛腓骨，末端附於距骨 (*astragalus*) 上。

5. 伸脛肌 (*m. extensor cruris*)。形細小，半被脛前長肌所遮被。其基起自股骨的后端，肌末依附於脛腓骨的外緣。

功用：主伸脛部。

6. 脛後肌 (*m. tibialis posticus*)。位於脛腓骨的內緣，其基即起自此骨，末成肌腱，插着於距骨的前緣上。

功用：足屈時能伸直之，且能覆轉足蹠向下。若足已全伸，則能稍屈之。

△圖案：蛙的脛部肌肉，背面及腹面圖，繪示並標載所見的諸肌肉。

## 課二六 蛙的解剖(5):神經系統(上)

(Frog: Nervous system)

用具: 解剖微顯鏡, 解剖器, 蠟盤。

材料: 與前課同。

蛙的神經系統乃由中樞神經系 (central nervous system), 外週神經系 (peripheral nervous system) 及交感神經系 (sympathetic nervous system) 所組成。中樞神經系, 乃由腦與脊髓所成; 外週神經系乃統括由腦及脊髓所發出的諸神經; 交感神經系大都分佈於內臟間, 主司體中一切不隨意的活動。茲分別究察之。

### I. 腦 (brain) 及腦神經 (cranial nerve)。

A. 腦的背面。先將頭部的外皮及肌肉盡行刮除, 隨沿頭部的中央縱線, 剔破頭骨, 使腦的背面全部裸露於外。蛙腦可分為下列諸部。

1. 嗅腦 (rhinencephalon), 或稱嗅葉 (olfactory lobe)。計一對, 位於腦的最前部。其內腔即為嗅腦腔 (rhinocoel)。嗅腦的前端有一對神經向前發出, 直達於鼻腔, 是稱嗅神經 (olfactory nerve)。

2. 大腦 (cerebrum)。位於嗅腦之後, 由一淺溝縱分為左右二半球。二半球各具一腔, 稱大腦腔 (telocoel)。大腦腔各與同側的嗅腦腔, 合成為左右的第一與第二腦腔 (first and second ventricles), 或稱側腦腔 (lateral ventricles)。

3. 間腦 (diencephalon)。略成三角形, 位於大腦之後, 其內腔稱為間腦腔 (diacoel) 或第三腦腔 (third ventricle)。其背壁甚薄, 多皺褶, 且富血管, 交錯成叢, 是為第三腦腔脈絡叢 (choroid plexus)。背壁上更附有細索, 直連於頭骨, 是稱松果腺 (pineal gland)。

4. 中腦 (mesencephalon)。其背面構成視盤 (optic lobe) 一對, 左右對立, 體大而形似球, 各有一腔, 稱視囊腔 (optic vesicle), 下通於謝氏水管 (aqueduct of Sylvius)。

5. 小腦 (cerebellum)。形頗小, 緊貼於視盤之後。



6. 延腦 (medulla oblongata)。前闊而後狹，內爲第四腦腔 (fourth ventricle)。其背壁亦具有富於血管的皺膜，是爲第四腦腔脈絡叢。延腦向後延長，而接於脊髓 (spinal cord)。

△圖案：蛙腦的背面。

B. 腦的腹面。取刀割斷延腦與脊髓相連之處，次用剪將腦側面及腹面所發出的神經，悉行切斷，然後將腦的全部取出，就其腹面檢察之，尤其注意下列的諸構造。

1. 視神經交叉 (optic chiasma)。位於間腦的腹面，由左右二視神經索交叉而成。

2. 黏液腺 (pituitary body)。視神經交叉的後方，有一呈二裂狀的扁平體，稱漏斗腺 (infundibulum)；其後附有圓形體，稱垂腺 (hypophysis)。漏斗腺與垂腺合稱爲黏液腺。此腺有何功用？

△圖案：蛙腦的腹面。

C. 腦神經。蛙的腦神經計有十對；茲可由前而後，依次檢察之。

1. 嗅神經 (olfactory nerve)。起自嗅腦的前端，分佈於鼻的嗅黏膜。

2. 視神經 (optic nerve)。起自間腦的腹面，止於眼的視網膜 (retina)。

3. 動眼神經 (oculomotor nerve)。起自中腦的腹面，分佈於眼球的上直肌 (m. rectus superior)，下直肌 (m. rectus inferior)，內直肌 (m. rectus internus or medialis)，及下斜肌 (m. obliquus inferior) 等。

4. 滑車神經 (trochlear nerve)。起自腦的背面，在視竇與小腦之間，止於眼球的上斜肌，即所謂滑車肌 (m. obliquus superior)。

5. 三叉神經 (trigeminal nerve)。係腦神經中爲形最大者，起自延腦的側面，分佈於面部的皮膚及口，顎齶部的皮膚及肌肉。

6. 外展神經 (abducens nerve)。起自延腦的腹面，達於眼球的外直肌 (m. rectus externus or lateralis)。

7. 顏面神經 (facial nerve)。起自延腦的側面，分佈於口蓋，下顎及耳，喉等部的皮膚。

8. 聽神經 (auditory nerve)，起自延腦的側面，分佈於內耳。

9. 舌咽神經 (glossopharyngeal nerve)。起自延腦的側面，止於舌，咽齶部的黏膜。

10. 迷走神經(vagus nerve)。一名肺胃神經(pneumogastric nerve)。起自延髓的側面,分佈於咽,喉,食管以及心,肺,胃,腸等臟器。

△圖案: 蛙腦神經的起源及其分佈。

D. 腦腔。試用刀縱剖蛙腦,置於蠟盤的木中,而觀察其所具的腦腔。

1. 側腦腔(lateral ventricles)。位於嗅腦與大腦半球之內。側腦腔經孟氏孔(foramen of Monro),即腦腔間孔(interventricular foramen),而與第三腦腔相通。

2. 第三腦腔(third ventricle),亦稱間腦腔(diacoele)。位於間腦中,其背壁具有脈絡叢。

3. 謝氏水管(aqueduct of Sylvius)。為中腦的內腔。此管與視囊腔(optic vesicle),究相通連否?

4. 第四腦腔(fourth ventricle)。佔小腦及延腦的內部,其背壁亦有脈絡叢。此腔往後漸變狹小,而終通於脊髓中的髓管。

△圖案: 蛙腦的縱剖面,繪示其所具的諸腦腔。

## 課二七 蛙的解剖(6):神經系統(下)

### (Frog: Nervous System)

用具: 解剖顯微鏡, 解剖器, 蠟盤, 毛筆, 鉤, 燒杯, 蠟。

材料: 蛙的液浸標本, 活蛙。

藥品: 0.2% 及 5% 硫酸 (sulphuric acid)。

#### II. 脊髓(spinal cord)及脊神經(spinal nerve)。

A. 脊髓。試用刀揭去蛙的背皮及脊柱背面的骨片, 使脊髓全部露出。脊髓上面有一縱溝, 稱為背縱裂(dorsal fissure)。髓中具有髓管(central canal), 是與前述腦中的諸腦腔相連通。脊髓的後端, 漸變細小, 終成為尾髓線(filum terminale), 而嵌入於尾幹骨(urostyle)中。

B. 脊神經。脊神經的起源, 咸由背腹兩根合併而成。背根(dorsal root)發自脊髓的背側, 為感覺神經纖維(sensory nerve fiber)所構成。腹根(ventral root)發自脊髓的腹側, 為發動神經纖維(motor nerve fiber)所構成。背腹二根由椎間孔(intervertebral foramen)穿出脊柱, 而入腹腔, 隨即彼此合併。背根於椎間孔的附近, 形成一神經節(ganglion), 包藏於白色的石灰質體(calcareous body)中。見之否? 二根合併所成的神經, 隨又分為二支: 曰背支(dorsal ramus)及腹支(ventral ramus); 各支均含有感覺與發動的二種神經纖維。背神經支分佈於背側體壁的皮肤及肌肉中; 腹神經支則分佈於腹側體壁的肉, 以及前後附肢等。

脊神經計有十對; 今就其各對的腹神經支, 依次觀察其分佈。

1. 第一對, 其主支係分佈於舌及舌器(hyoid apparatus)上所附着的諸肌肉。
2. 第二與第三對, 及第一對的一支, 互相銜接而組成腕神經叢(brachial plexus), 分佈於前肢及頸部的肌肉。
3. 第四至第六對, 大抵均分佈於腹壁的皮肤與肌肉。各對不相連接。
4. 第七至第九對, 互相銜接而組成腰神經叢(lumbo sacral plexus), 或稱腎神經叢(sciatic plexus), 分佈於腿部的諸方以及後肢等。

5. 第十對與第九對的一支,相接而成尾骨神經叢 (ischio-coccygeal plexus),分發神經於排泄腔,膀胱及輸卵管等部。

最後四對的脊神經,均向後斜行,與尾髓線幾相平行,形成一束,統稱為馬尾部 (cauda equina),蓋以其外形略似馬的尾毛故也。

試檢尋上述各脊神經的起源及其分佈。

△圖案:蛙的脊髓及其神經。詳示各脊神經的起源,及各種神經叢的形態。

III. 交感神經系。此系的主要部分,乃為一對神經節索 (ganglionated trunk),位沿脊柱的左右兩側。此索藉成對的聯接支 (ramus communicans),而與脊神經的腹支相聯繫;且有多數交感神經發出,而分佈於內部諸臟器及血管等。

△圖案:蛙的交感神經索,繪於蛙體的略形內。

取一活蛙,左手握其腹部,右手用針刺入其頭骨內,將其腦悉行毀壞。稍待,可用毛筆尖蘸 5% 的硫酸,塗於蛙的背面。結果如何?再以針刺其腿部,有否反應?是即反射作用。蛙的反射作用,究由何部司之。

試用鉤穿過下頰,將蛙懸起,隨將其後足浸於 0.2% 的硫酸至一定處,觀其足趾俟幾分鐘,始從酸液縮回。另用一燒杯洗淨蛙足,如法再行測計此種反射所需的時間。如此施行數次,取其平均數。

△報告:反射試驗的結果。

## 課二八 蛙的解剖(7)循環系統(上):

### (Frog: Circulatory System)

用具: 解剖顯微鏡, 解剖器, 蠟盤。

材料: 蛙之循環系統經色劑注射的標本 (injected specimen)。

蛙的循環系統, 乃由心臟, 血管及血液等所構成。此外, 尚有淋巴系 (lymphatic system), 為血循環的輔助器; 茲分別究察之。

I. 心臟(heart)。心臟位於腹腔的前部, 包藏於膜狀的圍心囊 (pericardium) 中; 內分一心室 (ventricle), 及二心房或稱心耳 (auricle)。心室位於後方, 略呈圓錐形, 尖端向後。其壁甚厚, 富於肌肉, 且有多條肉柱 (trabecula), 突出於其內腔。心房位於心室之前, 左右各一; 其壁較諸心室, 孰厚孰薄? 兩心房孰大孰小? 二者之間, 有一隔膜分之, 是稱心耳膈 (septum auricularum)。心室與心房如何相通? 試用剪割除心臟的腹壁而觀察之。其相通處具有門瓣 (valve)。見之否? 數計若干? 有何作用?

今將心臟取出。於其背面, 見有一略呈三角形的薄囊否? 是即靜脈竇 (sinus venosus) 此竇的前端, 有一對前大靜脈 (precaval vein), 後端乃與後大靜脈 (postcaval vein) 相接。全身的血液, 經各大靜脈先運至此, 後入心中。試用剪將靜脈竇切開, 可見其中有小孔, 通入於右心房。靜脈竇之前, 有肺靜脈 (pulmonary vein)。開孔於左心房。見之否? 有分枝否? 心房的腹面有一大血管, 直接發自心室, 是為動脈樞管 (truncus arteriosus)。管的基部略形膨大, 是為動脈球 (bulbus cordis)。此管與心室相通處, 有半月瓣 (semilunar valve), 用以防阻管中的血液逆流回心。

△圖案: 蛙的心臟 (背面, 腹面及縱剖面), 標示心臟的形態構造, 並標括與其相連接的諸血管。

II. 血液。蛙血中所含的血胞, 計有幾種? 彼此有何不同? 試參閱課九所標的圖案。

III. 血管 (blood vessel)。蛙的血管計有三種加次。

1. 動脈 (artery)。動脈血, 離心而付, 自心臟而分佈於全身。

2. 靜脈 (vein)。運導血液由體中的各部，向心而行。

3. 毛細管 (capillary)。形甚細微，恆構成網狀，滿布全身，用供聯絡動脈與靜脈。

取一血管經色劑注射的蛙，用剪切開其腹面的外皮；次將腸靜脈剖離體壁，使得保全。然後用剪沿腹壁的正中線縱開之，使內臟全部露出，以便依次檢察體內主要的各血管。

(甲)動脈系。動脈系的主要血管為動脈樞管。此管發自心室，斜向前行，不久即向左右分歧。各支復分為三管：最前者為頸總動脈，居中者為體動脈，最後者為肺皮動脈。茲分別觀察之。

A. 頸總動脈 (common carotid artery)。此血管向頭部前行，未幾又分為二支：一曰外頸動脈 (external carotid artery) 或稱舌動脈 (lingual artery)；一曰內頸動脈 (internal carotid artery)。試跡尋其分佈的途徑。內頸動脈的基部，形略膨脹，是為頸脈腺 (carotid gland)。

B. 肺皮動脈 (pulmo-cutaneous artery)。分肺動脈 (pulmonary artery) 及皮動脈 (cutaneous artery)。前者甚短，直達於肺臟；後者向上前行，隨分三支，分佈於口咽諸部，及體壁背面與側面的皮膚。

此動脈中所含的血液，究為清血抑為污血？試述其所以然。

C. 體動脈 (systemic arch)。此一對動脈，繞圍食管向上而行，各分數支，其最大者厥推下列的二血管。

1. 枕脊動脈 (occipito-vertebral artery)。此管復分為二：一為枕動脈 (occipital artery)，向前達於頭部；一沿脊柱而向後行，名曰脊動脈 (vertebral artery)，分佈於脊髓，脊神經及背側體壁的皮肤與肌肉等。

2. 鎖骨下動脈 (subclavian artery)。向外而轉入臂部，分佈於前肢的各部。

二體動脈移達於體腔的背方，而合成為背大動脈 (dorsal aorta)。此動脈向後移行，並有下列諸支管分出。

1. 胃腸動脈 (coeliaco-mesenteric artery)。祇一管，向右發出，隨更分為二支如次。

(a) 胃動脈 (coeliac artery)。分佈於肝，胰及胃等諸臟器。

(b) 前腸動脈 (anterior mesenteric artery)。分佈於脾及大小腸等。試跡尋之。

2. 腎殖動脈 (urogenital artery)。分向左右而達於生殖器及脂肪體等。其入於腎臟者，稱腎動脈 (renal artery)；而達於生殖器者，稱生殖動脈 (genital artery)。腎動脈計有幾對？生殖動脈幾對？試探尋其分佈。

3. 腰動脈 (lumbar artery)。形甚微小，輸血至體的背壁。見之否？計有幾對？

4. 後腸膜動脈 (posterior mesenteric artery)。為一小管，分佈於大腸的後部及子宮的背壁。

背大動脈的末端分為二支，稱為腸骨總動脈 (common iliac artery)。各腸骨總動脈，復有支管發出；爰列舉其主要者如次。

1. 膀胱動脈 (epigastrico-vesical artery)。此血管更分為腹上動脈 (epigastric artery) 及膀胱動脈 (vesical artery)；前者運血至腹壁，後者至大腸及膀胱等。

2. 股動脈 (femoral artery)。直達於大腿前部的肌肉及皮膚中。

3. 臀動脈 (sciatic artery)。向後運血至大小腿中。試檢尋其分佈的途徑。

△圖案：蛙的動脈系，腹面或側面觀。

## 課二九 蛙的解剖(8):循環系統(下)

### (Frog: Circulatory System)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，解剖器，蠟盤，定針，載片。

材料：活蛙，活蝌蚪，及血管經色劑注射的蛙標本。

(乙)靜脈系。靜脈職司輸送血液向心或直接入心。蛙的靜脈可大別為二種，即肺靜脈與體靜脈。

A. 肺靜脈 (pulmonary vein)。由肺臟直通於左心房。計有幾個？其管內所流的血液，究為清血抑為污血？

B. 體靜脈 (systemic vein)。有大靜脈與門靜脈的分別。

1. 大靜脈 (caval vein)。直接運血於靜脈竇，轉入右心房。大靜脈更有前後之別。

(a) 前大靜脈 (precaval vein)。計一對，各為三支管所組成。居前者曰外頸靜脈 (external jugular vein)，導回口器各部的污血；居中者曰無名靜脈 (inominate vein)，容受由頸部及肩部歸來的污血；居後者曰鎖骨下靜脈 (subclavian vein)，運返前肢及腹壁肌肉與外皮的血液。試分別探察各血管分佈的途徑。

(b) 後大靜脈 (postcaval vein)。祇一管，起自左右兩腎之間。有數對支管分出而達於腎臟，生殖器及脂肪體等，以收集其污血。此血管前行入肝，會合肝靜脈一對；繼復前行，出肝而通入於靜脈竇。

△答案：蛙的大靜脈及其支管。

2. 門靜脈 (portal vein)。由蛙體的後部，導血至肝或腎。血經肝或腎中的毛細管後，始得輸入於後大靜脈，而終達於心。蛙的門靜脈，可括為二種如次。

(a) 腎門靜脈系 (renal portal system)。後肢的污血，乃由二靜脈向前輸送：一在大腿的外方，為股靜脈 (femoral vein)；一在大腿的內方，為髂靜脈 (sciatic vein)。股靜脈前行至大腿的基部，即分為內外二支：內曰腹靜脈 (pelvic vein)；外曰腸骨靜脈 (iliac vein)。



腸骨靜脈隨復前行，不久即與腎靜脈相併，而成爲腎門靜脈 (renal portal vein)。此脈前行至腎的外緣，乃與背腰靜脈 (dorsolumbar vein) 會合，旋即向腎臟內分枝，析爲無數毛細管。

(b) 肝門脈系 (hepatic portal system)。由股靜脈分出的腰靜脈，左右各一，相遇於腹面，而併成一血管，謂之腹靜脈 (abdominal vein)。此管形甚細小，緊貼於腹壁上，於解剖時最易損斷。腹靜脈沿腹壁的正中線前行，直達於肝臟。將入肝時，即與肝門靜脈 (hepatic portal vein) 及心靜脈 (cardiac vein) 相連合。心靜脈起源於動脈樞管的管壁。見之否？肝門靜脈有一支管，適入左肝中，且有數支管分佈於胃，腸，脾，胰諸臟器中。試跡尋其分佈。

△圖案：蛙的門靜脈系。另作一圖表，詳示蛙體血液的循環，用矢號示明血流的方向。

(丙) 毛細管。殺一活蛙(1)，將其趾間的蹼展開；而用鏡檢之。見有網狀毛細管否？蛙中血液流動不息。觀察紅血胞經過毛細管時的狀態。試檢尋白血球，並留意其運動的方法。

試取活蝟蚌，將其包裹於經水溼過的棉花內，而僅露出其尾部。將此蝟蚌置於玻片上，隨用鏡檢視其尾部的毛細管，及管中的血流。

△圖案：蛙的毛細管及管中所見的血胞。

IV. 淋巴系統 (lymphatic system)。蛙的淋巴系統包括淋巴心 (lymph heart)，皮下淋巴囊 (subcutaneous lymph sac)，淋巴腔 (lymph space)，淋巴管 (lymph vessel)，淋巴 (lymph)，淋巴腺 (lymph gland) 及與淋巴腺類似的種種構造等。

將新殺死的蛙，用定針釘定於蠟盤上。在近尾桿骨最後端的左右兩側，各開一小孔。見有白色跳動的構造否？是即淋巴心。試用儀器測計其跳動率。其與心跳相較如何？

試由皮下淋巴囊吸取些淋巴，前置鏡下檢之。其與血液有何不同否？見有淋巴胞 (lymphocyte) 否？紅血胞否？

蛙體內的淋巴構造，最顯著者當推脾臟 (spleen)。此臟形甚小。略呈橢圓狀，色暗紅，附着於直腸的腸膜上。此構造究有何用？

△圖案：蛙的淋巴。蛙的脾臟。

(1) 111 圖 11 圖 4。

## 課三〇 蛙的解剖(9):骨骼系統(上)

(Frog: Skeletal System)



用具：解剖器，蠟盤。

材料：新殺死的蛙（液浸標本亦可應用）。

藥品：碳酸鈉 (sodium carbonate)。

取所備的蛙標本置蠟盤上，用刀與鑷子徐徐刮除其皮膚，內臟及骨骼周圍的肌肉，後投水中沸之。數分鐘後，再用鑷子除去殘肉。如不能刮盡，可再沸一次，並加些碳酸鈉於水中，使肌肉變軟而易於刮除。

洗骨時，慎勿遺落腕，踝，手指及足趾等部的諸小骨。待全部骨骼備妥後，可依次分別觀察之。

蛙的骨骼可分二部，即樞軸骨骼與附屬骨骼。

I. 樞軸骨骼(axial skeleton)。為頭骨及脊柱所構成。

(甲) 頭骨 (skull)。更可分為腦殼與口咽骨骼二部。

A. 腦殼(cranium)。圍護腦髓及特殊感覺器官，為下列諸骨所組成。

1. 外枕骨 (exoccipital)。計一對，位於腦殼後方。二骨之間，貫以圓孔，名曰腦大孔 (foramen magnum)，為腦與脊髓相通之處。骨的下端，各有一圓形突起，是為枕骨髁 (exoccipital condyle)，頭骨藉此而得與第一椎骨相關接。

2. 耳前骨 (prootic)。位於前骨的外側，左右各一。

3. 額頂骨 (fronto-parietal)。計一對。由額 (frontal)，頂 (parietal) 二骨合併而成。形狹長，介乎左右二眼窩 (orbit) 之間，為成腦蓋的主要部。

4. 鼻骨 (nasal)。呈三角形，在額頂骨之前，左右各一，構成鼻袋 (nasal capsule) 的背壁。

5. 鋤骨 (vomer)。亦係一對，位於頭部的高端，為鼻袋的腹壁。骨的下面，具有細齒，是即前所察見的鋤骨齒。

6. 蝶篩骨 (sphenethmoid)。祇一骨，呈環狀，其背部係介於額頂骨

與鼻骨之間，而腹面則有副蝶骨疊置其上。此骨構成腦殼前方的背壁，側壁及腹壁等。

7. 副蝶骨 (parasphenoid)。祇一骨，形甚巨，略似無柄的短劍。位於外枕骨及額頂骨之下，構成腦殼的腹壁。

B. 口咽骨骼 (visceral skeleton)。包括上下顎，顎關節及舌器等。

1. 上顎 (upper jaw)。由下列諸對骨所組成。

(a) 前顎骨 (premaxilla)。形短小，位於於頭部的前端，下面具齒。

(b) 上顎骨 (maxilla)。位於前骨之後，形甚長，構成上顎的大部。

此骨下面究具細齒否？

(c) 方軛骨 (quadrato-jugal)。形較短小。此骨究與何骨相連接？

2. 下顎 (lower jaw)。括有下列成對的軟骨與硬骨。

(a) 麥氏軟骨 (Meckel's cartilage)。構成全顎的中心部，其前端輾經骨化為頰骨 (mentomeckelian bone)。

(b) 隅骨 (angular or angulosplenic)。附着於前軟骨的後半段。

此骨究具齒否？

(c) 齒骨 (dentary)。被覆於麥氏軟骨的前半段。其上面具有細齒否？

3. 顎連接 (jaw suspensorium)。即上下顎與腦殼的連接，由下列諸對骨所組成。下顎與腦殼相連接的方骨 (quadrate)。已與軛骨 (jugal) 合併為方軛骨。此骨曾經察見否？究位於何處？

(a) 鱗狀骨 (squamosal)。形似 "T" 字，位於耳前骨及上顎之間。

(b) 翼狀骨 (pterygoid)。位於於前骨的下方。呈三叉狀？其內支連接耳前骨，而其前後兩支則與上顎相連接。

(c) 腭骨 (palatine)。位於鱗骨之後，眼眶的前緣處，內接蝶篩骨。外連於上顎。

4. 舌器 (hyoid apparatus)。為舌軟骨 (hyoid cartilage) 所組成。位於口腔的底面；其前後各有一對突起，及一對長角 (cornu)。

△附錄：牠的顛骨，背面及側面觀。

(乙) 脊柱 (vertebral column)。為十椎骨 (vertebra) 連綿而成。其中除最前與最後的二椎骨外，其餘各椎骨的结构，均抵相同；茲可究詳如次。

1. 椎體 (centrum)。形圓而後扁，多係前圓後凸，惟第八椎體則兩

面皆凹，第九椎體前凸而後又呈雙凸狀，藉以關接尾幹骨(urostyle)。

2. 脊髓弧(neural arch)。椎體背面的左右兩側，各生一突起，稱脊髓突(neural process)。二突的頂端相合，因而形成脊髓弧(neural arch)。弧背的中央更具一脊髓棘(neural spine)。弧中的椎孔(vertebral foramen)，前後相連，而成為脊管，或稱椎管(neural canal)，是即為脊髓通過之處。

3. 橫突(transverse process)。計一對，發自脊髓弧的左右兩側。第九椎骨即薦椎(sacral vertebra)的橫突，特形強大，向後斜行而關接腰弧。

4. 前後關接突(pre-and post-zygapophyses)。各一對，分列於椎骨的前後兩面。前後相鄰的二椎骨，藉此得以互相鈎接。

第一椎骨即所謂寰椎(atlas)，其椎體為形特薄，且缺橫突及前後關接突。此椎骨的前面稍凹，藉以與頭骨的枕骨髁相關接。

最後的椎骨形長似棒，名曰尾幹骨(urostyle)。見有橫突否？脊髓弧否？骨中有腔，即為容藏尾髓線之處。

△圖案：蛙的第一、第二及第九椎骨，前面及後面觀。尾幹骨的前面及背面觀。

## 課三一 蛙的解剖(10):骨骼系統(下)

(Frog: Skeletal System)

用具: 解剖器, 蠟盤, 長方形小木片(約  $6 \times 18$  釐米)。

材料: 與前課同。

II. 附屬骨骼 (appendicular skeleton)。統括肩弧 (pectoral girdle), 髋弧 (pelvic girdle) 及前後附肢的骨骼。

A. 肩弧 (pectoral girdle)。用以支持前肢, 由下列諸對骨所組成。

1. 上肩胛骨 (suprascapula)。形廣而薄, 略作扇狀, 位於肩弧的背部。此骨半為鈣化軟骨, 半為硬骨。

2. 肩胛骨 (scapula)。位於肩弧的側面, 其上緣接前骨, 下緣接鎖骨及喙狀骨。

3. 鎖骨 (clavicle)。形細長, 在肩弧的腹面前方。此骨有前喙軟骨 (procoracoid cartilage), 密附於其後。

4. 喙狀骨 (coracoid)。在前骨的後方。二骨之間, 有一橢圓形的孔隙。

前三骨相接之處, 有一深窩, 稱肩臼 (glenoid cavity), 肱骨的頭端即嵌於此。

胸骨 (sternum)。與肩弧密相結合, 故可一併究察之。蛙的胸骨係由下列五部所組成。

(a) 上胸軟骨 (episternum)。位居最前, 為半圓形。此軟骨幾乎全經鈣化。

(b) 肩胸骨 (omosternum)。為一棍狀骨, 位於前骨的後方。

(c) 上喙軟骨 (epicoracoid)。計一對, 左右相接於中央線上; 其相接的部分, 多經鈣化而變硬。

(d) 正胸骨 (sternum proper)。形與肩胸骨略同, 惟較大。

(e) 劍胸骨 (xiphisternum)。位居最後, 其形略圓, 後緣具一深凹。

△圖案: 蛙的肩弧及胸骨。

I. 前肢的骨骼。由下列諸骨所組成：

1. 膊骨(humerus)。爲上臂之骨，上端嵌入肩臼，下端連接下臂骨。
2. 橈尺骨(radio-ulna)。爲下(前)臂之骨，由橈骨(radius)及尺骨(ulna)合併而成。
3. 腕骨(carpal)。凡六枚，排爲兩列，每列有三。
4. 掌骨(metacarpal)。計有五，形皆細長。第一掌骨在雌性甚爲短小，且爲軟骨；但在雄性則形較大，且非經鈣化即已變成硬骨。
5. 指骨(phalanx)。拇指無指骨。食指(II)與中指(III)各有二枚。無名指(IV)及小指(V)各有三枚。故蛙的指列式(phalangeal formula)，應書爲 2233。

人的指列式爲何？試測定之。

△圖案：蛙的前肢骨骼。

C. 腰弧(pelvic girdle)。關接脊柱與後肢，供支持之用。腰弧係由下列三對骨所成。

1. 腸骨(ilium)。位最前，形似長棒而稍曲，前端接於薦椎的橫突。
2. 恥骨(pubis)。位列腰弧的後方腹面，略呈三角形。
3. 坐骨(ischium)。位於前骨的上方，左右的二恥骨與坐骨，均彼此互相併合爲一。

以上三骨的相接處，有一種狀深窩；稱腔臼(acetabulum)，關節後肢的骨節。

△圖案：蛙腰弧的側面觀。

D. 後肢的骨骼。可分爲下列諸部：

1. 股骨(femur)。爲大腿中之骨，上嵌腔臼，下端接小腿骨。
2. 脛腓骨(tibio fibula)。位於小腿，係由脛骨(tibia)及腓骨(fibula)併合而成。
3. 跗骨或稱蹠骨(tarsal)。計四枚，排爲二行，每行有二。上行的二骨，爲形甚長；其接於股骨者，稱距骨(astragulus)；接於腓骨者，稱跟骨(calcaneum)。二骨之間，見有卵圓形的小孔否？
4. 跖骨(metatarsal)。凡五枚，形皆細長。
5. 趾骨(phalanx)。其列式爲 22343。見有爪否？
6. 趾(calcari)，或稱爲原趾指(prohallux)。位於第一趾的內側，內

具二小骨，大概係一退化的足趾。

△圖案：蛙的後肢骨骼。

取一製就的木片，將蛙前肢及後肢的骨骼全部，裝置於其上。

蛙的前後附肢中所具的骨骼，既經究察，茲更列表示之如次，以清眉目。

前肢的部分		骨名	後肢的部分		骨名
上臂 (upper arm)		肱骨 (humerus)	大腿 (thigh)	股骨 (femur)	
下臂 (forearm)		橈尺骨 (radio-ulna)	小腿 (shank or crus)	脛腓骨 (tibia-fibula)	
手 (hand)	腕 (wrist)	腕骨 (carpal)	足 (foot)	踝 (ankle)	跗骨 (tarsal)
	掌 (palm)	掌骨 (metacarpal)		跖 (sole)	跖骨 (metatarsal)
	指 (finger)	指骨 (phalanx)		趾 (toe)	趾骨 (phalanx)

## 課三二 動物的分類

(Classification of Animals)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡。

材料：各類動物的代表標本。

世上動物種別繁夥，已發現者殆達六十餘萬種。其中除極少數外，餘可依其形態構造，概括為十門 (phylum)，列述如次。

I. 原生動物門 (Phylum Protozoa [Gr. protos=first; zoon=an animal]) 10,000 種。

為單細胞動物。體形微小，構造亦殊簡單，外殼或存或缺。產於淡水，廢水，鹹水及溼地等處，亦有寄生於其他動物體中。

原生動物門更可分為下列四綱。試鏡檢各綱的代表標本，並依下列表式，比較其彼此不同的特徵。

特 徵 類 別	行 動 的 方 法	葉 綠 素 的 有 無	主 要 的 生 殖 方 法
假足蟲綱 (Sarcodina)			
鞭毛蟲綱 (Mastigophora)			
孢子蟲綱 (Sporozoa)			
菌蟲綱 (Infusoria)			

II. 海綿動物門 (Phylum Porifera [Lat. porus=a pore; ferre=to bear]) 2,500 種。

體面多孔，以通水流。體壁由皮層與胃層所成，內含針骨或海綿基纖維，以支撐形。除少數產生於淡水外，皆棲息海中。大都羣居，附於他物上，外觀類似植物。

海綿動物門可分為三綱；試檢察其各綱的代表標本，而比較其骨節如



表。

類 別	特 徵	備 註
鈣質海綿類 (Calcarea)		
六角海綿類 (Hexactinellida)		
角質海綿類 (Demospongia)		

III. 腔腸動物門 Phylum Coelenterata (Gr. koilos=hollow; enteron=intestine) 4,700 種。

體由內外二胚層所生成，外呈輻射對稱。體形有二大別：

1. 水母型 (medusoid type)。形扁而圓，上凸下凹，頗似傘狀。傘緣環生多數觸手。傘體下面的中央部垂直如柄，柄端具有口孔。多營獨立生活。生殖恆有性法，是為有性世代。

2. 水螅型 (hydroid type)。形似圓筒，一端附着於他物，他端有口，口緣環生觸手。生殖多依芽殖法，是為無性世代。有性與無性二世代，往往互相交替不息，是為世代交替 (metagenesis)。

此類動物的體表，具有刺細胞無敵，供捕食及護身之用。體內有腔腸，兼消化循環的作用。此腔具口，而缺肛門。概水產，多棲海中。

腔腸動物門可分為三綱，茲比較其主要特徵如次表。

類 別	特 徵	體 形	口 (stomodaeum) 與腸 (mesenteries)	其 他
水螅綱 (Hydrozoa)		水螅型與水母型	無	水母具有橫褶 (velum) 及觸手囊 (tentaculoecyst)
水母綱 (Scyphozoa)		與水螅綱同能水螅型不能水母型	或有或無	水母無橫褶惟具觸手囊
珊瑚綱 (Anthozoa)		水 螅 型	有	無水母型但具有骨格

試取代表標本，而觀察上列諸特徵。

IV. 扁形動物門 (Phylum Platyhelminthes (Gr. platus=broad; Helminx=an intestinal worm)) 5,000 種。

體制左右對稱。形扁平。體壁與腸壁之間，悉被結締組織所填滿。消化管極不完全，概缺肛門，或則全部缺如。排泄系統有特異的構造，稱原腎管 (pronephridium)，終達於焰細胞 (flame cell)。循環、呼吸及骨體等諸系統，悉付缺如。生殖多依兩性法：大都雌雄同體。發生中常有顯著的變態。多係寄生。

扁形動物門所分的諸綱，可比較之如次。

類 別	特 徵	體 形	消 化 管	體 表	吸 盤	樣 處
渦蟲綱 (Turbellaria)				滲具口毛	大都付缺	
吸蟲綱 (Trematoda)				有角質膜 無口毛	有	
條蟲綱 (Cestoda)				有角質膜 無口毛	或有或無	

V. 圓形動物門 (Phylum Nematelminthes (Gr. nema=thread; helmins=an intestinal worm)) 1,500 種。

體形圓長，左右對稱。質柔軟，外表被有角質膜，體內有體腔 (coelom)。消化管具口及肛門。循環與呼吸，悉無專司的器官。生殖藉有性法：多係雌雄異體。常寄生於高等動物體中。

圓形動物門所分的諸綱，可依下表比較之。

類 別	特 徵	側 線 (lateral line)	吻 (proboscis)	消 化 管
線蟲綱 (Nematoda)				
鉤頭蟲綱 (Acanthocephala)				

VI. 棘皮動物門 (Phylum Echinodermata (Gr. echinos=a sea hedgehog; derma=skin)) 4,000 種。

體為輻射對稱。體壁內含鈣質骨片，通常互相結合而形成堅殼。體表大都具棘 (spine)。消化管略完備。體腔頗大，內有水管系 (water vascular system)，聯通於無數管足 (tube foot)，突出於體表，是為此類動物的主要行動器官，兼司呼吸、排泄及感覺等種種作用。概皆有性生殖；雌雄異體。發

生中變態甚著。幼蟲體制左右對稱。此類悉棲於海中。

棘皮動物門各綱的主要特徵，可比較之如次。

類 別	特 徵	體 形	步 溝 (ambulacral groove)	穿孔板 (madreporite) 的位置	口孔與肛門的位置
海星綱 (Asteroidea)				在反口面	口在正口面， 肛門在反口面
腸匙足綱 (Ophiuroidea)				在正口面	口在正口面， 無肛門
海膽綱 (Echinoidea)				在正口面	口在正口面， 肛門在反口面
海參綱 (Holothuroidea)				在體內	分列前後二端
海百合綱 (Crinoidea)				無	均在正口面

VII. 環形動物門 (Phylum Annelida (Lat. annellus = a little ring)) 4,000 種。

體制左右對稱，形延長，由多數幾相同形的環節 (segment) 所構成。體皮不明顯，概無關節。此類動物，有特異的排泄器，稱環節腎 (nephridium)。體腔發達。循環系統為完備。神經幹部係居體腔的腹側。生殖多依有性法；雌雄或為同體，或為異體。發生中或有變態，或無之。水陸俱產。此門動物與扁形、圓形諸類動物有何不同？

環形動物門可分數綱；就中最常見者，厥推毛足與蛭二類。試就次表，而檢察其不同的特徵。

類 別	特 徵	吸 盤 (sucker)	剛 毛 (seta)	疣 足 (parapodium)
毛 足 綱 (Chaetopoda)				
蛭 綱 (Hirudinea)				

VIII. 軟體動物門 (Phylum Mollusca (Lat. mollis = soft)) 60,600 種。

體制大部左右對稱。質柔軟。全無環節及關節的體皮。體腔的一部分形成外套膜 (mantle)，往往由此分泌石灰質的介殼，包繞全體。口腔內常具齒

舌 (radula), 供咀嚼用。腹面有肌肉發達的足, 專司行動。生殖概營自性法; 多雌雄異體。發生中常有變態。除少數陸棲外, 概產於水中。

軟體動物門可分為三綱, 試就所檢察的標本, 而比較之。

類 別 \ 特 徵	體 形	介 殼	齒 舌	足
腹 足 綱 (Gastropoda)	有頭與頸的分別		有	板 狀
頭 足 綱 (Cephalopoda)	有頭與頸的分別		有	腕 狀
斧 足 綱 (Pelecypoda)	無 頭		無	斧 狀

IX. 節足動物門 (Phylum Arthropoda (Gr. arthros=joint; pous=foot)) 600,000 種。

體制左右對稱, 由多數異型環節所組成, 概具成對有節的附肢, 故名節足動物, 體表被以明角質 (chitin) 的堅殼。體腔不甚明顯, 血體腔 (haemocoel) 反特發達。心臟位居體的背側, 神經幹部則位於腹側。生殖概用有性法。發生中常有變態。生活狀態甚為複雜。水, 陸, 空等處, 均有其分佈。

類 別 \ 特 徵	位 置	步 足	觸 角	眼	翅	呼吸器	排 泄 器
昆 蟲 綱 (Insecta)						氣 管	馬氏腎管
蜘蛛綱 (Arachnida)						氣管及肺	基節腺 (Coxal gland) 及馬氏腎管
多 足 綱 (Myriopoda)						氣 管	馬氏腎管
甲 殼 綱 (Crustacea)						口	綠 腺 (Green gland)

X. 脊索動物門 (Phylum Chordata (Lat. chordatus=having a cord)) 60,000 種。

體的背面備有脊索或脊柱, 以供支持之用。神經幹部位於脊索的背方。且其中概具有神經腔 (neurocoele)。咽腔的左右側壁上, 具有成對的鰓裂

(gill pouch); 此種構造或為終身有用, 或則退化而僅現於胚胎。

此門可分為下列二亞門:

A. 原索動物亞門 (Prochordata)。包括三類:

1. 半索綱 (Hemichorda), 或稱擬索綱 (Adelochorda)。體形圓長, 可分為吻 (proboscis), 領 (collar) 及軀幹 (trunk) 三部。吻部具有脊索。

2. 尾索綱 (Urochorda), 一名被囊綱 (Tunicata)。體形似囊。幼時有尾, 尾中具有脊索及神經索。

3. 頭索綱 (Cephalochorda), 亦稱真索綱 (Euchochorda)。形似魚, 頭部不顯著。脊索幾貫全身之長。

B. 脊椎動物亞門 (Vertebrata)。

體制左右對稱。全體常可分為頭, 頸, 軀幹及尾四部。尾或退化而消失。除少數下等者外, 概具軟骨或骨化的頭骨及脊柱。脊柱中藏脊髓, 與頭骨內含的腦相連。心臟位於體的腹側, 至少分有二室。血中有紅血球, 中含紅血素。成對的附肢至多不過二對。

此類包括圓口綱 (Cyclostomata), 魚綱 (Pisces), 兩棲綱 (Amphibia), 爬蟲綱 (Reptilia), 鳥綱 (Aves) 及哺乳綱 (Mammalia) 等六綱。其中除圓口綱外, 皆為常見的動物。試就各綱的主要特徵六端, 作為比較如次表。

特 徵 類 別	體 部	體 表	附 肢	血 溫	呼 吸 器	生 育 方 法
魚 綱 (Pisces)						
兩 棲 綱 (Amphibia)						
爬 蟲 綱 (Reptilia)						
鳥 綱 (Aves)						
哺 乳 綱 (Mammalia)						

脊椎動物與無脊椎動物有何不同? 人類究屬於何門何綱? 何謂原生動物, 後生動物 (Metazoa) 及體腔動物 (Coelomata)?

△報告: 試將上列諸比較表, 就觀察所及, 悉行填入; 並於所列的諸門

---

動物中，各舉二種與人生顯具有利害關係者，略述之。

除所備的各類代表標本外，教師可羅列本地常見的動物標本二十種以上，由各生自行觀察，並加以分類。

### 課三三 生殖細胞的發生

#### (Gametogenesis)

用具：複顯微鏡。

材料：蚌蚌（或蝗蟲）睪丸及蛔蟲子宮的縱切片。

一切多細胞動物，除最下等者外，其體中的細胞悉經分化為體質細胞 (somatic cell) 與生殖細胞 (germinal cell)。前者職司維持個體的生活，而後者則專營生殖的機能，以維種族的生命於後代。體質細胞悉隨個體而死滅，而生殖細胞則仍能遞傳下去，世代底續不已。生殖細胞在任一種生物的個體中所屬的發生程序，概屬有定。其在雄性者，稱精子發生 (spermatogenesis)；在雌性者，稱卵子發生 (oogenesis)。茲分別究察如次。

I. 精子發生 (spermatogenesis)。試取蚌蚌睪丸的切片標本，而用低度鏡檢視之。此種昆蟲的睪丸，係由多數細精管 (testicular tubule) 所成。各管中含有多數胞囊 (cyst)，內貯無數生殖細胞。同一胞囊中所含的生殖細胞，其發生時期皆相同。細精管與輸精管相連的一端，其中胞囊所含的生殖細胞非已成熟，即皆幾將成熟；而於管的對端，所含者則概止於初期發達的狀態。至二端間所見的生殖細胞，悉在各期發育之中；茲可順次檢察其發生的程序。

1. 原殖細胞 (primordial germ cell)，此種細胞形大而着色特淺。其胞核恆呈不規則狀，尤足識別，是稱多型胞核 (polymorphic nucleus，為原殖細胞之一種顯著的特徵。

2. 原精細胞 (spermatogonium)。此種細胞形較原殖細胞為小。胞核圓大，幾佔細胞體的全部。核中的染色體特形顯著，胞質與胞膜染色均甚淺，幾不可辨。見有正在分裂中的原精細胞否？試鏡尋之，並檢察其細胞體中所含的染色體究有若干？

3. 初級精母細胞 (primary spermatocyte)。由原精細胞增殖變大而成。其中所含的染色體，初和胞核，而形成染色組 (chromosome)，隨精母細胞組而成為染色體。染色體間亦有兩兩相對，是即所謂染色體對合 (synapsis)。既

經對合的二染色體，各又呈現二裂狀，形成所謂四集染體 (tetrad)。四集染體究有多少？其形態彼此是否相同？

所述的四集染體，旋乃並列於細胞體的赤道板上，各自分裂為二集染體 (dyad)，分配於正在形成的二子細胞中。

4. 次級精母細胞 (secondary spermatocyte)。初級精母細胞既經分裂，乃形成次級精母細胞。二者見有若何不同否？次級精母細胞中所含的二集染體，究有若干？各呈何狀？與四集染體有何不同否？試鏡檢次級精母細胞的分裂狀態。

5. 精細胞 (spermatid)。由前細胞分裂而成。外呈何狀？其中所含的染色體，係由二集染體分裂而成，稱單集染體 (monad)。其數目究有若干？其狀態與二集染體如何識別？

綜上所述，得知初級精母細胞之成為精細胞，須經二次的成熟分裂。初級精母細胞中所含的染色體，先成為四集染體，旋經第一成熟分裂，而變為二集染體；嗣更經第二成熟分裂，而形成單集染體。單集染體的數目，適為原有染色體數目的一半；因而稱前者數目為單數 (haploid number)，而後者為倍數 (diploid number)。染色體數目的減半作用，往往見於第一成熟分裂，是以此種分裂，常稱為減數分裂 (reduction division)。

6. 精子 (spermatozoon)。由精細胞變形而成。精子究呈何狀？其構造計分三部，即頭部，中部及尾部。見之否？頭部着色特濃，因其內含有胞核之故。每個初級精母細胞，經上述成熟作用後，所成的精子計有多少？

△圖案：蛙蟾（或蝗蟲）的精子發生，繪示上述各種的生殖細胞，並詳為註明。

II. 卵子發生 (oogenesis)。雌性生殖細胞的發生，與前述精子發生的情形大抵相同。試取蛙子宮的縱切片，置於鏡下檢索之。

蛙蟲的原殖細胞與原卵細胞 (oogonium)，悉生於卵巢中。原卵細胞經數度分裂後，其子細胞乃漸移入於子宮中，而開始成熟作用，終乃成為成熟的卵子；茲順序檢索其發育的歷程如次。

1. 初級卵母細胞 (primary oocyte)。形頗大。見有胞核否？試鏡檢其中所含的四集染體。每個四集染體，係由幾個染色體組而成？此時卵中所含的染色體，究有若干？卵中見有黃色深濃的塊狀否？是卵精子的頭部。



蛔蟲的精子，於卵子發生的初期，即行侵入卵中。卵既經精子侵入後，遂於其表面形成一顯著的卵膜 (egg membrane)，被覆於卵的全部。此膜因係由受精作用而得形成，故亦稱為受精膜 (fertilization membrane)。其形成之初，係緊貼於卵子的周圍表面，旋漸分離，而二者間遂竟形成一腔，稱圍卵腔 (perivitelline space)。

2. 次級卵母細胞 (secondary oocyte)。初級卵母細胞旋經第一成熟分裂，而形成兩個大小不等的子細胞；其大者稱次級卵母細胞，而小者則稱第一極體 (first polar body)，附於大者的表面。試鏡尋之。此極體外呈何狀？其中所含者，究為何物？

次級卵母細胞中所含的染色體，悉呈為二裂狀，稱二集染體。其數目究有多少？卵中的二集染體，如精母細胞所含者一般，悉由四集染體分裂而成。卵中見有紡錘體否？試檢視精子在卵內有何變化否？

3. 卵細胞 (ootid)。次級卵母細胞既經形成，復行第二成熟分裂；所成的二子細胞，又為一大一小；大者為卵細胞，小者稱第二極體 (second polar body)。試檢視二集染體之分裂為單集染體。每一單集染體，係代表單一染色體。卵細胞中所含的染色體，計有多少？與初級卵母細胞所含者相較，是否相同？卵中尚見有精子的頭部否？此種構造與其初侵入於卵子時相較，會否發生若何變化？

卵的減數作用，大都亦係在第一成熟分裂時行之。既經減數分裂的卵，其中僅含單數的染色體。如斯結果與雄性情形，恰相符合。

試檢尋第一與第二極體。二者究能識別否？其位置彼此相近否？第一極體時或更經分裂為二子細胞，稱為第三與第四極體 (third and fourth polar bodies)。見之否？此等極體概無所用，終則皆遭消失耳。

4. 成熟卵 (mature ovum)。其中含有明顯的卵原核 (female pronucleus)。此間精子的頭部，亦已變成精原核 (male pronucleus)，此二原核究能識別否？二者各含染色體若干？試於卵子的表面，鏡尋極體。其數目究有若干？

△同業：蛔蟲卵子的發生程序。

△報告：說說雌卵子的發生與精子的發生的異同。

精卵既經成熟，能即合併而成合子 (zygote)，此即受精卵 (fertilized ovum) 是也。受精作用 (fertilization)。前述的蛔蟲，其精子很早已侵入卵內，

---

惟精卵二原核的結合，則仍俟卵子完全成熟之後。試再鏡檢蛔蟲的成熟卵子，其中所含的精卵二原核既相接近，嗣乃起卵裂的現象，受精作用於是始告完成。

## 課三四 動物的個體發生(1)

(The Embryonic Development of Animals)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡。

材料：蛙的卵子及各期胚胎與蝌蚪等的液浸標本與切片標本。

精卵相併所成的合子，隨漸發達而為胚胎 (embryo)。胚胎更經發育，終乃變為成體。高等動物體的初期發生，可就蛙為例，考察如次。

I. 單細胞期 (single-celled stage)。此單細胞即係業經受精的蛙卵。試將蛙卵置於解剖顯微鏡的臺上，先用反射光，繼用透射光檢索之。卵的外圍被有卵膠膜 (egg jelly)。見之否？計有幾層？究有何用？卵子上下部的形色，顯有不同：上為黑色，下呈白色。上部內含胞質較多，是為發育極，或稱動物性極 (animal pole)；下部滿貯卵黃 (yolk)，因稱營養極，或曰植物性極 (vegetative pole)。試取蛙卵的切片標本，而鏡檢之。見有卵黃粒 (yolk granule) 否？試檢視其在卵中的分佈狀態。

△圖案：蛙卵側面觀，令其動物性極向上，植物性極向下，而繪示之。

II. 卵裂期 (cleavage stage)。蛙卵受精後，經二、三小時，即開始分裂，是稱卵裂 (cleavage)。其第一次的卵裂，乃沿經線而分為二；隨依與此線成直角的第二經線，分二為四，次沿稍偏動物性極的一緯線，再分為八；後仍繼續縱橫分，而形成多數的胚胎 (blastomere)，胚胎有大小二種之別：大者曰大胚胎 (macromere)，位於卵的植物性極；小者曰小胚胎 (micromere)，位於動物性極。諸胚胎圍繞一小空隙，是稱卵裂腔 (segmentation cavity)。在卵裂期中，卵子的體積有否增大？試取正在卵裂中的蛙卵，或其切片標本，而鏡察其卵裂的程序。

III. 囊胚期 (blastula stage)。胚胎繼續分裂，漸就增多，終則集成球狀的構造，是為囊胚 (blastula)。囊胚的體中具有一腔，是稱胚腔 (blastocoel)，是係由卵裂腔擴大而成。腔的外圍為胚層 (blastoderm)，由多數胚胎所組成。次用放大鏡，檢索胚腔的表面。試取囊胚的切片標本，而鏡檢其囊胚腔。層中細胞的形狀大小，彼此是否相同？胚腔腔底是何狀？位於何地？

IV. 原腸期 (gastrula stage)。囊胚的動物性極，其細胞分裂較植物性極為速。因而向下擴張，及至胚體赤道稍低的一處，即行折入內方，形成內胚層 (endoderm)。由此陷入所成的內胚層，與原在內方而富含卵黃的胚胞，其二者間見有小腔，是即原腸 (archenteron)。此腔通外之孔，即為胚孔 (blastopore)。胚孔背方的胚胞仍繼續增生，而漸掩蔽於卵的下部。同時胚孔的對側，亦見有類似的現象。是以植物性極的大胚胞，乃漸被陷入內方，而成為內胚層。際此變化中，其尚未陷入內方的大胚胞，仍得見於胚體的表面，是即所謂卵黃栓 (yolk plug)。

先用放大鏡窺視此期胚胎的外形，繼用低度鏡檢察其切片標本。見有卵黃栓否？內胚層與外胚層所由成的胚胞，其構造上有何不同？試細察卵黃栓的分佈。原腸呈何狀？此腔與囊胚腔，其二者間初有由內胚層細胞所成的薄壁相隔。此壁隨遭破裂，二腔因相併合，而特稱為全腸腔 (completion cavity)。

V. 神經軸胚期 (neurula stage)。卵黃栓不久漸行縮入內方，而大胚胞的全部遂竟變為內胚層。於內外二胚層之間，中胚層 (mesoderm) 次第形成。際此之時，胚體背側中央的外胚層漸形增厚，而成為神經板 (neural plate)，是為神經系統發達之始。神經索的後端位於胚孔的直上，形狹，愈前愈闊。板緣肥厚隆起，而形成一對平行的縱褶，稱神經褶 (neural fold)；兩褶間的槽道，即為神經溝 (neural groove)。隨後神經褶繼續向上伸展，終乃左右相遇於神經溝之上，而相併為管狀的神經索 (neural tube or nerve cord)，而神經溝遂乃變成管中的孔道，稱神經腔 (neurocoele)。神經索的形成係起自後來相當於頸部的位置，由此向前後兩方延伸。當神經索形成之際，外胚層亦於索的外側癒合，而為體的外皮，將神經索完全包蔽。索的末端藉神經消化管 (neurenteric canal)，而與原腸相通。

試取此期蛙胚的橫切片而行鏡檢。見有神經溝或神經索否？神經構造的直下，見有脊索 (notochord) 否？中胚層呈何狀態？其中具有體腔 (coelom) 否？原腸實即全腸腔，位於何處？

再取此期胚胎的豎切片，而檢索上述的種種構造。見有神經腔原腸及二腔相連的神經消化管 (neurenteric canal) 否？見有胚孔否？

此時蛙胚外呈何狀，神經溝與胚孔的位置若何？原肛 (proctodaeum) 曾形成否？頭部端見有眼鼻及原口 (stomothelum) 的形成否？

△圖案：蛙的初期發育，繪示各期胚胎的外觀形態及其內部構造。

VI. 孵化時的蝌蚪。此的蝌蚪漸見伸長，而有頭尾等的分化。其軀幹部因內含卵黃尚多，致稍膨脹。頭部的左右兩側見有外鰓 (external gill) 否？究計幾對？原口位於何處？見有骨質顎否？吸盤 (sucker) 外呈何狀？此種構造究供何用？頭上更具有視盃 (optic cup) 及聽胞 (otic vesicle) 各一對。此二種構造均在皮下，惟因形大，致稍膨起於外。頭後見有體節 (somite) 否？數計若干？試核算之。此時尾部頗形顯著，而具有膜質的鐘狀構造。尾基見有原肛 (proctodaeum) 否？是即將來泄殖腔的開孔。尾的長度與體長（即自頭的先端以至肛門的長度）相較，究成若何比例？

△圖案：蝌蚪孵化的外觀狀態。

VII. 蝌蚪之具有後肢者。此時蝌蚪的形態，與前期相較，有何不同否？後肢生於何處？其長度若干？兩眼現已發育完成，而呈露於體的表面。此時外鰓業已消失，而代以內鰓 (internal gill)。頭的兩側，見有鰓蓋 (operculum) 否？鰓蓋具有一小孔，名鰓孔 (spiracle)，供通水流之用。鰓孔究在體的右側抑或左側？試剖開鰓蓋，有內為鰓蓋腔 (opercular cavity)。腔中見有何種構造？試檢察之。口形小，而具有角質顎及滿生角質齒的上下唇。試用鏡觀察之。口孔下面見有吸盤否？呈何狀態？

△圖案：蝌蚪發生後肢時的外觀形態。

春夏間常見蛙卵於田沼間。卵數甚多，恆集結而成塊狀。試取蛙卵一羣，飼養於盛水的容器中，置於光線充足且空氣流通之處，逐日觀察而記載之。蛙卵究需多少時日，始行孵化而成蝌蚪？蝌蚪經孵化後，可用煮熟的鵝卵黃飼養之於清水中，並逐日加以相當觀察，而記載其形態上的種種變化，直至變為成蛙。自孵化以至變態，究需若干時日？

△報告：蛙的發生與變態。

## 課三五 動物的個體發生(2<sub>3</sub>)

### (The Embryonic Development of Animals)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，解剖器，磁杯，錶面玻璃 (watch glass)，滴管，水族器 (aquarium)，磁紗蓋，玻璃瓶，酒精燈，火柴。

材料：雞蛋經 33—48 小時的孵伏者。庫勒蚊與瘧蚊的卵子，子囊，蛹及成蟲等。

藥品：生理食鹽水，70% 酒精，博印氏固定液 (Bouin's fluid)。

I. 雞胚的初期發生。雞的卵子係在輸卵管內受精。既經受精的卵，隨由輸卵管的管壁分泌蛋白 (亦稱卵白)，殼膜 (shell membrane) 及卵殼 (shell) 等，而層層包被之。同時受精卵亦已開始發育；及卵產出母體後，其中胚體業已發生為幼胚矣。

今以業經受精的雞卵，經 33—48 小時孵卵後，將其取置蠟盤上。隨於卵較鈍的一端，用解剖剪將卵殼破開一孔，將其內容物悉行傾於磁杯中。當破卵殼時，試檢視其內側具有雙層的殼膜否？卵鈍端的氣室 (air chamber)，即係介乎此二殼膜之間。迨傾出卵的內容物於磁杯後，試注視卵白的兩端，具有扭曲的索狀構造，是即卵帶 (chalaza)。卵帶有何功用？卵白之內，見有卵黃否？是係卵的本體。

試將卵黃稍為轉動。見有胚盤 (blastoderm) 否？其範圍大小若何？胚盤的中部，特為透明，是為明區 (area pellucida)。此區呈何形狀？胚胎本部係位於明區的中央處。試觀察之。見有頭部否？頭部的後面有一跳動不息構造，甚形醒目，是即心臟。

胚盤明區的周圍，概不透明，統稱為暗區 (area opaca)。此區更可分為內外二部：內為血管區 (area vasculosa)，外為卵黃區 (area vitellina)。血管區呈何形狀？其中見有紅斑星散否？是即血小島 (blood island)。為血管的原基 (primordium)。稍更發育的胚盤，其血管區中見有多數血管錯綜成網。此區周圍界以一顯著的血管，稱終血竇 (sinus terminalis)。血管區中所見的血管，與胚體的血管，究係如何相連通？

△圖案。雞的胚盤，繪示所見之各種構造。

試用剪刀沿胚盤血管區以外約一、二釐米的周圍剪開，隨用鑷子及刀，徐徐將切下的胚盤，移置於半盛以生理食鹽水的鏡面玻璃皿中。生理食鹽水的溫度，宜與雞胚的體溫相同，不可相差太甚，卵黃外被有精緻的卵黃膜(vitelline membrane)。割取胚盤時，須先將此膜除去。胚盤既置食鹽水後，須用鑷子鉗執其一端，而稍加以搖動，使所貼附於胚盤下面的卵黃，悉行脫落。旋乃用滴管將皿中的食鹽水徐徐吸去。迄吸乾後，應一面用鑷子將胚盤擴展整齊，一面用滴管吸些博印氏固定液徐徐滴於胚盤上，使其固定變硬，經 24 小時後可移置於 70% 酒精中，備製染色標本之用。

試取此期雞胚的裝片標本，而再鏡檢前述胚盤上所見之各分區，及下列的諸種構造。

1. 神經索 (nerve cord)。是為胚體的主軸。試於其前端，鑒別前腦 (prosencephalon or fore brain)，眼胞 (optic vesicle)，中腦 (mesencephalon or midbrain) 及後腦 (metencephalon or hind brain) 諸部。腦後的神經構造，在前方已成爲管狀的神經索，而在後方者則仍止於神經溝 (neural groove) 的狀態。

2. 聽窩 (otic pit)。由後腦左右兩側的外胚層，增厚凹入而成，是為內耳的原基。

3. 原條 (primitive streak)。見於神經索的後方，是為中胚層形成之庭。

4. 中層體節 (mesoblastic somite)。係成對的構造，見於神經索的左右兩側。其數目究有若干？試檢算之。

5. 心臟。位於後腦直下的體腔中，其後端連於左右的二卵黃靜脈 (vitelline vein)，而前端乃向前伸延爲腹大動脈 (ventral aorta)。心臟的主軸此時已見其稍形彎曲；究係曲向右側抑或向左側？

6. 羊膜 (amnion) 與漿膜 (serosa)。係由胚外體壁 (extraembryonic somatopleure)，自胚體的周圍向上重褶，而互相併着，是以成爲二重胚膜，即羊膜與漿膜，而包被胚胎。其向上重褶之部，恆稱爲羊膜褶 (amniotic fold)，此時於胚盤前端，已可見之。

7. 前食道 (fore gut)，位於頸部的下方；其過頸部，可得於腦下的左右兩側察見之，試將此上下開動而求尋於此部。

8. 脊索 (notochord)。呈條狀，現於腦及脊髓的下面中央處，自原條的前端而直伸至前腦。

△圖案：雞胚背面圖，詳註所見各種構造。

II. 蚊的發生史。試於污水中檢尋庫勒蚊 (culex) 的卵，並於稻田清水中採些瘧蚊 (Anopheles) 的卵。二者的形態 顏色等，有何不同？瘧蚊卵子的左右兩側，各具葉狀浮囊，供為漂浮之用。庫勒蚊的卵具此構造否？試比較之。

將所採得二種蚊卵，悉攜回試驗室中，分別貯養於盛有池水的水族器中，上面加以鐵紗蓋，按日觀察之。蚊卵何時孵化為孑孓？注意孑孓在水中的姿勢。庫勒蚊孑孓的尾端，具有細長的呼吸管，露出水面，以司呼吸，瘧蚊孑孓亦具有此種構造否？孑孓上浮時，其體係平置抑或倒懸？孑孓需經幾日，始行蛹化？二種有否不同？試比較之。

蚊子的蛹頗形活潑，一經驚擾，立即旋轉而下沈於水中。蛹的呼吸管在庫勒蚊與在瘧蚊。其位置與形態有何不同否？當靜止時，蛹體與水面究係垂直抑或互相平行？試檢察此二種蛹的不同。

試將二種蚊蟲的蛹，分別貯養於水族器中，觀其各種究需若干時日，始行羽化為蚊。試觀察浮於水面的蛹殼，成蚊究係由何處脫出？

蚊的成蟲，其體計分幾部？翅有幾對？試取二種蚊蟲的翅，而鏡檢其不同，見有斑紋否？雌蚊口器中所具的吻與小顎鬚 (maxillary palpus)，其二者長短相較，在庫勒蚊究為若何？在瘧蚊究有不同否？另取活蚊，貯於玻璃瓶內，上覆以鐵紗蓋。慎察其靜止時所取的姿勢。試鑑定其種別。

△圖案：庫勒蚊與瘧蚊的卵，孑孓，蛹及成蟲，繪示此二種蚊的異同。



## 課三六 藻菌植物(1):細菌(上)

(Thallophyta)

用具：複顯微鏡，滴管，酒精燈，毛筆（或小毛刷），解剖針，載片，蓋片，火柴。

材料：細菌培養液，病原菌的裝片標本。

藥品：石蠟(paraffin)，酒精，曙紅染液(eosin)(1)，美藍染液(methyl violet)(2)。

細菌為微生物之一，在分類上稱為裂殖菌(Schizomycetes)，蓋以其生殖擬依裂殖法，故名。

細菌為單細胞植物，體甚微渺，非肉眼所能察見。構造又甚簡單。體中既缺胞核，僅有染質粒遍散各部；亦無葉綠素，故不能自製有機養分以自給，而須營寄生生活。

細菌種別，為數甚繁；通常形狀，可別為三：有為球形者，稱為球狀菌(Coccus)；有為桿狀者，稱為桿狀菌(Bacillus)；有為螺旋形者，稱為螺旋狀菌(Spirillum)。

I. 試取一載片，擦拭清潔之，再用些酒精洗之，或浸於酒精中，藉以殺菌。既畢，俟其乾。後取解剖針，置於火上燒過。何以故？繼用針頭挾取含有細菌的培養液少許，塗抹於載片上。敷成薄層。再加生理食鹽水一滴，覆以清潔蓋片，而置鏡下檢之。先用低度鏡，後易以高度鏡。見有細菌否？注視其形態。能行動否？有何顏色，試縮小集光器的口徑，再鏡檢之。

II. 取一載片，依前法清潔之。用毛筆或小毛刷蘸些既經融解的石蠟，於載片中央處作一圓環。環的直徑以 16 毫米為度。後備乾淨適大的圓形蓋片，用業經火焰殺菌後的解剖針，取細菌培養液一滴，置於蓋片的中央，隨即反轉蓋片，置於所備的蠟環上，使欲鏡檢的水液，懸滴於蠟環中。試用低度鏡檢視之。調節光度，使有適當光亮的照明，並徐徐移動載片，使可察視環中懸液的全部。鏡檢時須稍轉動載片，以求精準。細察細菌的形態及構造。

依前述二法，試鏡檢實驗室中所備的各種細菌培養液。

△圖案：所見的細菌標本。

III. 用清潔的解剖針，取細菌培養液一滴，塗抹於乾淨的蓋片上，待其乾後，即持蓋片高烘於火焰上，往返數次，藉以固定細菌。次則將製就的曙紅或美藍染液，滴注於塗抹的全部。經一分鐘或俟標本着色後，輕輕用水沖過，再洗以酒精，旋置空氣中風乾之。次以塗抹面向下，置於載片上，而用高度鏡檢查之。

△圖案：經染色的細菌標本。

試取病原菌的裝片標本，而鏡檢其形態構造。彼此有何不同？

△圖案：所見各種病原細菌。

(1) 曙紅染液製法：以曙紅染料半克，溶解於 100 立方釐米酒精中。

(2) 美藍染液製法：以美藍染料 0.5—2 克，溶解於 100 立方釐米蒸餾水中。

## 課三七 藻菌植物(2):細菌(下)

(Thallophyta)

用具: 玻璃二重皿 (petric dishes) 十副, 攝氏溫度計, 定溫器, 蒸氣殺菌器 (steam sterilizer), 試管, 試管架, 解剖針

材料: 瓊脂培養劑(1), 馬鈴薯, 薯粉, 消毒棉花, 濾紙。

I. 先備乾淨的玻璃二重皿五副。於皿蓋上註明一, 二, 三等的符號, 以資鑑別。將既經溶解的瓊脂培養液傾些於玻璃皿中; 同時以手將玻璃皿稍為轉動, 使培養液流遍皿內, 成爲薄層。既畢, 即置於蒸氣殺菌器中, 用氣蒸之。約經半小時後取出, 任其自行凝固。隨接下列方法試驗之。

1. 揭開皿蓋, 暴露空氣中五分鐘, 後再蓋上。
2. 捉一蒼蠅置於皿內, 少頃將其放去。
3. 用指蘸皿中的培養劑微處。
4. 用針取污水一滴, 塗抹於皿中的培養劑上。
5. 原皿不動, 留養比較。

事畢, 將各皿倒置於攝氏 28° 定溫器內培養之。兩日後取出觀察之。見有變化否? 過一星期後再檢視之。細菌繁殖甚速, 在幾小時內能由單一細胞, 而增殖無數子體。子體往往集結成羣, 是謂菌集落 (bacteria colony), 注意各玻璃皿中所形成的菌集落。其形態有否不同? 根據所得結果, 試測定細菌究以何處爲最多?

△圖案: 所見的菌集落。各圖中須附以簡單的說明或報告。

II. 取一去皮的馬鈴薯, 以清水刷洗清潔, 後用刀將其切爲薄片, 分裝於五副的二重玻璃皿中, 皿底可墊以濾紙一方。既畢, 即置於蒸氣殺菌器內, 以氣蒸之。經一小時後取出, 翌日再蒸半小時; 最好於第三日再蒸一次, 始可完全滅菌。

將所備的玻璃皿, 列置桌上, 備爲試驗。再依前法試驗之。兩日後細察各玻璃皿中的馬鈴薯。見有變化否? 試詳其故。

△圖案: 各玻璃皿中所見的變化, 並附以說明。

III. 取二試管：一置薯粉少許，並加水及半；其他則置同量的薯粉，惟不加水。試將二試管置於架上，每日觀察其二管中所呈的顏色。見有菌集落否？試述水分與細菌的關係如何。

再取二試管，各置些薯粉，並加水及半。將一管置火上煮沸約十分鐘，隨用消毒棉花緊塞其管口；其他試管不用火煮，僅將管口用棉塞住。如前法每日觀察之。結果如何？試說明高溫度對於細菌的關係。

△報告：試將以上各試驗所得的結果，作一報告。參閱細菌學書籍，考究一般所用消毒防腐的種種方法。

- (1) 瓊脂培養物製法：取馬鈴薯用水洗淨之，次浸漬於 0.1% 的昇汞水中約 50 分鐘，再用清水洗之，剝去外皮，秤取約 200 克，而切成薄片。經煮一小時後，用紗布濾取其汁得 1,000 立方厘米，加糖 10 克，復置火上煮之。俟沸時加入瓊脂或稱石花菜 (agar-agar) 20 立方厘米。瓊脂溶解後，加水至原有容量，再濾一次。置於蒸氣消毒器內，蒸一小時，即可備用。

### 課三八 藻菌植物(3):藻類(上)

#### (Thallophyta)

用具：複顯微鏡、載片、蓋片、滴管、濾紙。

材料：水綿。

藥品：碘液(1)，酒精，10%食鹽水。

I. 水綿 (*Spirogyra*; pond scum)。屬於接藻植物(Conjugatae)，是接藻科(*Zygnemataceae*)。體呈絲狀，為多數形相類似的細胞連接而成的羣體。常浮漂於水面，混雜成網，鬆亂如棉。體質柔滑，試以指搓捻之。

水綿羣體中的細胞，形似長筒。細胞外圍以胞壁，職司保護。細胞體中有綠色螺旋形的帶狀帶造，是為葉綠體(chloroplast)，其中散佈有澱粉核(pyrenoid)。試取少些水綿置載片上，用低度鏡檢視之。細察其絲狀體的形態。有分歧否？各細胞的大小，是否彼此相同？

△圖案：低度鏡下的水綿。

試選一，二完備的標本，置載片上，加水覆蓋，而用高度鏡檢視之。細察其細胞體中所具的各種構造。見有細胞核否？如不能見，試用滴管由蓋片的一側注入碘液，同時用濾紙置於相對的一側，將蓋片下原有的水吸出，使碘液見得流入。然後再行鏡檢。胞核係橫列於細胞體中，形圓而稍長，其周圍有胞質所成的絲狀突起，向外放射。見之否？細察葉綠體中的澱粉核，其周圍常有多數澱粉粒繞住。此核有何功用？澱粉粒由何而成？加碘液後有何變化否？試述其故。

水綿胞壁的內面，尚具有質膜。此膜甚軟而薄。如鏡檢不見，可依前法，將蓋片下之水徐徐吸出，而同時注入10%食鹽水(參閱課六)。有何結果？短時間後若再加以充分之水，有否變化？

取水綿一小束，置於少量酒精中，經數時後，取出檢視之。見有變化否？所用的酒精可任其蒸發。待其乾後，見有洗滌否？是為何物？

△圖案：水綿細胞的放大圖，繪示可見的種種構造。

水綿的生殖。計有二法如次。

1. 無性生殖。即依橫裂法而生殖。裂殖所成的二子細胞，爲形特小，因易於察出。

2. 有性生殖。此法至爲特異。最初相隣的水綿絲狀體兩根接近，各由其相對的細胞突出一小管。二管隨乃相遇，繼則彼此相連，而形成接合管 (conjugation tube)。再後一細胞的原形質，逐漸縮爲一團，經此管道而輸入於對方的細胞體中。兩細胞的胞質如是互相併合，而成爲接合孢子 (zygospore)。此種生殖恆稱爲接合法 (conjugation)，是爲接藻植物之一種主要的特徵。接合孢子形成後，如境遇適宜，即萌發而生成新絲狀體。

鏡察載片上的水綿標本。試檢尋正在裂殖或在接合中的細胞。如尋不得，可見標本再檢之。

△圖案：水綿的裂殖法。水綿的接合法，作數圖詳示水綿體在接合中所歷的種種變化。

(1) 橫裂法見課三附註1。

## 課三九 藻菌植物(4):藻類(下)

(Thallophyta)

用具：複顯微鏡，載片，蓋片，滴管。

材料：間生藻，無節藻；

藥品：碘液(1)。

II. 間生藻 (Oedogonium)。屬於綠藻植物 (Chlorophyceae)，間生藻科 (Oedogoniaceae)。試觀察間生藻的外觀形態。其與水綿有何不同？其絲狀羣體有否分枝？試取些置於載片上，先用低度鏡，繼用高度鏡檢察其構造。間生藻頂端的細胞，與其他細胞有否不同？其基端的細胞為形特異，供附着用，因稱為附着細胞 (holdfast)。各個細胞中，見有葉綠體否？呈何形狀？其與水綿體中所見者，顏色相同否？形狀相同否？葉綠體中見有澱粉核否？試注些碘液，見有胞核及質膜否？澱粉核的周圍，見有澱粉粒否？

間生藻的生殖，依有性與無性二法，分述如次。

I. 有性生殖。間生藻的有性生殖的器官，係有雌雄兩性之別；茲分別考察之。

1. 卵珠器 (oogonium)。僅由單細胞所成，內貯一卵 (oosphere)。卵呈何狀？其內面究竟何物？(試用滴管法以碘液試之。卵成熟時，卵珠器外膜的一小部，恆變膠質化，終則形成一小孔，俾使精子入內與卵子配合。

2. 藏精器 (antheridium)。形小而呈皿狀，通常數個相疊成層。各藏精器內形成單一精子 (antherizoid)，間或分裂為二。精子成熟後，即由藏精器中散出。每一精子均具有多微纖毛。叢集於一端，形成環狀。精子內具葉綠體否？澱粉粒否？精子既經散出，間或由卵珠器的小孔，侵入器內而與卵子相配。既經受精的卵，外生厚膜而入休眠狀態，是稱卵合子 (oospore)。見之否？

間生藻的有性生殖，以雌雄不同的配子，互相併合，特稱異配 (heterogamy)，是與水綿的情形幾乎異趣。

II. 無性生殖。間生藻的無性生殖，更有二法之別。

1. 胞殖法。藻絲中的細胞營此生殖者，其胞質經相當變化，而形成單一游泳孢子(zoopore)，成熟時即破胞壁而出。游泳孢子為形較精子稍大。其體之一端亦具有纖毛一束，形成環狀。前述的卵合子於萌發時，亦各形成四個游泳孢子，更由游泳孢子而發育為新植物體。

2. 裂殖法。間生藻的藻絲，亦能由細胞的分裂而延長；惟一絲中能任分裂之數者，祇限於數細胞。此數細胞每因分裂一次，留一環紋，積之遂成數環，稱曰頂環(apical ring)，是為此種藻之一種顯著的特徵。試鏡檢之。

見有正在裂殖中的細胞？或有新由裂殖而成的子細胞否？

△圖案：間生藻的精子，卵子及游泳孢子。間生藻的裂殖法。

III. 無節藻(Vaucheria)。屬於綠藻植物(Chlorophyceae)，~~無節藻科~~(Vaucheriaceae)。係一種多核無節的綠藻，常生於濕地，互相結~~成~~而成為地氈狀，故亦名氈藻。試取些置載片上，而鏡檢之。見有葉綠粒否？藻體所含的小黃點，係其所自製的油點。

無節藻體內，見有橫胞壁否？試鏡尋無節藻之具有分支者，檢視於其分枝處有無橫胞壁？再尋短分支的尖端稍形膨大者，視其與主枝有否胞壁隔~~離~~？此膨大的尖端，即為孢子囊(sporangium)，內含游泳孢子。一囊中究有若干孢子？孢子內含何物？其外面覆有纖毛無數，藉得游泳於水中。

試於無節藻的分支上，檢尋其雌雄兩性的生殖器。雌性生殖器，稱卵珠器，外呈球狀。其內具有一核抑或多核？卵珠器上又附有彎曲的藏精器(antheridium)。內貯何物？精子成熟後，侵入藏卵器中，而與卵相配合。卵係受精，其外膜漸就變厚，隨乃破卵珠器而出。如環境適宜，受精卵固漸萌發而成為新植物體。卵珠器與藏精器，均具有葉綠粒否？

△圖案：無節藻及其有性生殖器。

(1) 鏡檢製法見課三節註1。



## 課四〇 苔蘚植物

(Bryophyta)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，解剖器，蠟盤。

材料：地錢及其雄托，雌托與孢子囊等的切片標本。

藥品：碘液(1)。

地錢 (Marchantia; liverwort)。屬於苔綱 (Hepaticae)，地錢科 (Marchantiaceae)。此種植物羣生於陰溼之處，匍匐地上，有如地氈。其生活史中有不同的二世代，互相交替；茲可分別考察之。

I. 有性世代 (sexual generation)，或曰配子世代 (gametophytic generation)。此世代的物體，恆稱為配子體 (gametophyte)，是乃尋常所見的葉狀體 (thallus)。體形扁平，多分枝；其先端呈二叉分裂狀，二叉之間即為生長點。體的中央處，有一中肋 (midrib)。全體上面呈現菱形小區無數，每區具有一氣孔 (stoma)，通入於體內同形的氣室。氣室中有稀鬆的藻色組織，故外呈綠色。苔體下面，生有多數鬚狀假根 (rhizoid)，侵入土壤中，以吸取水分。葉狀體上，尚有皿狀及傘狀的構造，是係生殖器官，容後考察之。

△答案：地錢葉狀體略圖，上面及下面觀。

地錢配子體的生殖，計有二法如次。

A. 芽殖法。地錢體上常生有皿狀的構造，稱曰芽皿 (cupule)，中藏多數芽 (gemma)。試取其一，而鏡檢之。芽的兩端，各有一生長點。見之否？芽形成後，即分散於體外，而萌發為新植物體。

△答案：芽皿及其中所含的芽。

B. 有性生殖法。地錢係雌雄異株。雄株具有雄托，而雌株則具雌托；茲分別檢驗之。

1. 雄托 (antheridial receptacle)。形小似傘，下具短柄，着生於葉狀體上。雄托上面有小孔頗多，各孔內通一室；室中生有動精器 (antheridium)。器形橢圓，下端具有短柄，附着於室的底部。試將動精器取出，而研碎之。用鏡檢視其中所含的精子。精子究呈何狀？其前端見有一對纖毛否？

試注些碘液，再鏡檢之。

△圖案：地錢的雄托。地錢精子放大圖。

2. 雌托 (archegonial receptacle)。亦作傘狀，惟形較雄托為大，周圍缺刻較深，托柄亦較長。雌托的下面，生有多數藏卵器 (archegonium)。各器具有二部：上部曰頸 (neck)，內有空溝 (canal)，溝中滿貯溝胞 (canal cell)；下部曰腹 (venter)，內含一卵。試取已製就的切片標本，而鏡察上列各部。

△圖案：地錢的雌托。地錢藏卵器的放大圖。

芽皿與雌性器官，是否同株？與雄性器官，是否同株？

當陰雨時，成熟的藏精器因吸水過量而漸裂開。器中所含的精子，旋乃排出於水中。此時成熟藏卵器的頸部，亦因吸水而行破裂。游於水中的精子，遂由頸部中的空溝，而直入於藏卵器的腹部。先至的一精子即與卵合併，而成為受精卵。卵既受精，即為無性世代的開始。

II. 無性世代 (asexual generation)。或稱孢子世代 (sporophytic generation)。此世代的物體，即為孢子體 (sporophyte)，由受精卵發達而成。此物體不能獨立生活，而須寄生於配子體上。發達完全的孢子體，可分為下列二部。

1. 足部 (foot)。係插於配子體的藏卵器中，用以吸取養分。

2. 柄部 (stalk)。由藏卵器向着雌托的下方伸出，初甚短，後漸伸長。將下述的孢子囊倒懸於空中。

3. 孢子囊 (sporangium)。內貯孢子 (spore)，及彈絲 (elater)。孢子囊成熟時，即遭破裂；其囊內的彈絲，即將孢子盡行彈出囊外，隨風散佈。孢子散出後，若遇適宜環境，即萌發為新配子體，而復入於有性世代。

取已製就的孢子體切片，詳察上述各部。再取新鮮孢子囊而剖開之，鏡檢其中所含的彈絲及孢子。

△圖案：地錢的孢子體，及其孢子囊中所含的彈絲及孢子。

地錢的有性世代與無性世代互相交替，循環不已，是謂世代交替 (metagenesis)。試作一圖表示明之。

(1) 實驗法見第三章圖 1。

## 課四一 羊齒植物

(Pteridophyta)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，解剖器，蠟盤，培養盆，載片。

材料：貫衆及其配子體(1)，貫衆莖，葉及胞囊羣等的切片標本。

貫衆 (*Aspidium*; wood fern)。屬於羊齒綱 (*Filicinae*)，蕨科 (*Polypodiaceae*)。常生於山野陰蔽之地。體的形態，有二大別：一為配子體，屬於有性世代；一為孢子體，屬於無性世代。二代形態，顯然不同，且皆互相交替而生。此種現象與苔蘚植物，大致相似。惟在苔蘚類孢子體不甚發達，而寄生於配子體上；羊齒類則不然，其孢子體反較配子體為顯著，且概能自營生活。

I. 配子體 (gametophyte)。為有性世代的植物體。形甚微小，頗似心臟狀，無莖，葉亦極小，是謂原葉體 (prothallus)。體的腹面具有鬚狀假根，更着生有多數藏精器 (antheridium) 與藏卵器 (archegonium)。藏精器為球形，着生於原葉體的後端，藉於假根間。各器外有句殼，內貯精母細胞 (sperm mother cell) 及精子。藏卵器位近原葉體前緣的凹處。其數目計有若干；各器具有二部，即腹部 (venter) 與頸部 (neck)。前者含一卵胞，深埋於原葉體的組織中；後者凸出於體面，形短而稍彎，中有一溝，直通於腹部。

試取一原葉體置載片上，加水少許，用鏡檢之。細察其形態及其雌雄兩性的生殖器官。

△圖察：貫衆配子體的放大圖，繪示上列的種種構造。

羊齒類的受精方法，與地錢大略相似。當雨溼時，成熟的藏精器吸水膨脹，因乃破裂，而放出精子，游泳於水中。同時成熟的藏卵器，亦遭裂開，精子遂得入內，與卵相併而成為受精卵。

II. 孢子體 (sporophyte)。為無性世代的植物，由受精卵發生而成，是為吾人所習見的羊齒植物。孢子體可分為三部如次。

1. 莖 (stem)。為根狀，埋埋於土中，故名根狀莖 (rhizome)，為地下莖的一種。

2. 根 (root)。為鬚狀，生於莖的下面。試檢察其分佈。

3. 蕨葉(frond)。此種葉管幼時，捲旋如掌，後漸伸開。長成的蕨葉可分為下列二部。

(a) 葉幹(stipe)。生於根狀莖上，出土而豎立於地面上。

(b) 羽片(pinna)。附着於葉柄上。計有幾片？羽片中央的葉脈，稱為中肋；其左右兩側又有多數細脈分出。羽片的外緣具有缺刻，而形成不相連接的小羽片(pinnule)。

孢子體中具有完全的維管束(fibro-vascular bundle)。羊齒類以下的植物，概缺此種組織。每一管束，外被以管束鞘(bundle sheath)，內具木質部(xylem)及韌皮部(phloem)，前者係位於後者包圍之中。木質部中最顯著的構造，脈管細胞(tracheid)，職司導水；韌皮部中最主要者即為篩管(sieve tube)。用供運輸養分。二部之間，未見有形成層(cambium)的存在。

取貫衆之莖或葉的切片。試鏡尋其中所具的維管束，並觀察各束所由成的種種構造。除維管束外，尚見有何種組織？

△圖案：貫衆孢子體略圖。維管束放大圖。

貫衆較老的羽片，其下面發生多數圓形突起的構造，此為胞囊羣(sorus)。見之否？外呈何色？如何排列？其位置與葉脈或葉緣有否關係？每一胞囊羣內，有孢子囊(sporangium)頗多，均各具柄而附着於胎座(placenta)上。座的頂端接一薄膜，是稱囊羣被(indusium)，藉此遮蔽羣的孢子囊。試取胞囊羣的切片標本，而檢視上列的種種構造。

用刀刮取新鮮的胞囊羣，置於鏡下，加水檢之。見有孢子囊否？其外壁所由成的細胞，是否一形同形？見有一列為形特異的細胞否？是為胞囊環帶(annulus)。胞囊環帶的對側，有數個狹長的薄膜細胞，稱曰唇胞(lip cell)。孢子囊成熟時，環帶緊縮，致使唇胞撕裂，以助孢子的彈散。見有孢子否？試鏡檢之。取一成熱但尚未裂開的孢子囊，置切片上，加水一滴浸之，待其自乾。乾時用鏡察視其胞囊環帶的動作。孢子放出後，如遇溼潤適宜之地，即萌發而成原葉體，復入於有性世代。

試取些孢子，播種於半盛以稍濕砂土的培養盆中。盆上用玻璃蓋好，時澆以水，觀察其萌發的狀態。

△圖案：貫衆羽片的膜面視，給示胞囊羣的排列形態。胞囊羣剖面圖。示其胎座及孢子囊。孢子囊及其中所含孢子的放大圖。更作圖表，示明貫衆生活史中的世代交替。

---

(2) 取時可於買來寄生的處所，小心取出與小指甲大小相仿的心臟形薄片，是即質傘的配子體。既得，可用水沖洗，置盛玻皿中，以備試驗用。

## 課四二 裸子植物

### (Gymnospermae)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，解剖器，蠟盤。

材料：馬尾松的枝，葉，大小子囊穗及錐果等，松葉及大孢子囊等的切片標本。

馬尾松(*Pinus massoniana*; red pine)。屬於松杉綱 (Conifera) 松科 (Pinaceae)。爲常春喬木，生於溫帶山地。其樹幹係直立，分枝緊密。葉爲針狀，成束而生，是稱叢生葉 (fascicled leaves)。每束究有幾葉？叢葉的下部，有一短鞘包被之，其基處更具有鱗片。葉落後，其基鱗仍留於枝上。見之否？

△圖案：馬尾松的莖及其上所着生的葉。

松莖的內部構造，與雙子葉植物大抵相同，俟後考究之。

取已製就的松葉橫切片，用鏡檢之。葉的周圍表皮，甚爲堅硬。其中具有氣孔，以通空氣。表皮之內，爲一層硬膜組織 (sclerenchyma)，用以支持葉體。再內爲綠色組織 (chlorenchyma)。其中細胞究呈何狀？樹脂管 (resin canal) 雜處細胞間。見之否？樹脂有何功用？葉的中部爲一種特殊的柔膜組織，外具一鞘，內則圍繞二維管束。管束中的木質及韌皮二部，如何排列？其間見有形成層否？

△圖案：松葉的橫切面；於各部的略形中，揀選數個藉爲模式的細胞繪示之，餘可從略。

松類的生殖器官爲子囊穗 (strobilus)，計有大小二種之別。二者同株；惟同株的大小子囊穗，成熟時間不同，藉以避免同株傳粉。

I. 小子囊穗 (staminate strobilus)。春時發現，簇生於嫩枝的基部；但不經久，花粉散出後，即漸枯萎。各小子囊穗具有多數小孢子葉 (microsporophyll)。每小孢子葉的下面，具有二小孢子囊 (micro-sporangium)，內生無數小胞母細胞 (microspere mother cell)，經分裂而形成小孢子 (microspore)。小孢子的內部，嗣漸發育，而成爲雄性配子體 (male gametophyte)。新時小孢子乃悉由小孢子囊中逸出，是即傳粉 (pollination) 時所見的花粉粒

(pollen grain)。試取新鮮的花粉粒，而鏡檢之。其左右兩側，究具有翅狀的構造否？是供何用？

△圖案：馬尾松小子囊穗略圖。成熟花粉粒的放大圖。

II. 大子囊穗 (capellate strobilus)：新生的大子囊穗恆於春時發現於嫩枝頂端，時或單生，時或結羣。各大子囊穗具有多數鱗片狀的構造，稱大孢子葉 (megasporophyll)。每一大孢子葉的下面，具有一對胚珠 (ovule)。松的胚珠不生於子房 (ovary) 內，而裸出於外，是以歸於裸子植物。胚珠的周圍被以珠皮 (integument)，內藏一大孢子囊 (megasporangium)，囊中貯一大胞母細胞 (megaspore mother cell)，經成熟作用而形成大孢子 (megaspore)。囊的近旁有花粉房 (pollen chamber)；房有小孔，貫穿珠皮，而通於胚珠之外，是稱珠孔 (micropyle)。

大子囊穗初生時，係向上直立，而其鱗片亦悉開張。至傳粉時，花粉往往被風吹入鱗片間，而附着於胚珠上。傳粉既畢，鱗片即行緊閉，而大子囊穗亦漸曲向下垂。附着於胚珠上的花粉隨由珠孔，而穿入於大孢子囊中的花粉房，後漸萌發，而形成花粉管 (pollen tube)。管內發生二精核 (sperm nucleus)，以備受精。同時大子囊穗中的大孢子漸經發育，而變成雌性配子體 (female gametophyte)。此體在近珠孔的一端，發生數個藏卵器。各器內貯一卵。卵既成熟，即與花粉管所輸入的精核相併，而行受精。卵受精後，乃由有性世代而復入於無性世代。試取大孢子囊的切片，而鏡檢上述的各種構造。

松經傳粉作用後，其雌雄兩性配子體所生的卵與精核，須經一年的發育，始克成熟，而行受精。

既經受精的卵，乃漸發達而成胚胎 (embryo)；而經此作用的胚珠，亦漸變為種子 (seed)。含有種子的大子囊穗，通常稱為毬果 (cone)。毬果成熟後，其鱗片又復展開，而放出其中所含的種子。松的種子，其外面均具有翅，故放出後，得以藉風而吹散於各方。取一成長的毬果，而細察其構造。見有種子否？試取出檢索之。

△圖案：馬尾松大子囊穗，大孢子囊及種子。更繪圖表，示明馬尾松的世代交替。

### 課四三 被子植物(1):花的研究(上)

(Angiospermae: A Study of the Flower (Cont'd))

用具: 複顯微鏡, 解剖顯微鏡, 解剖器, 載片, 蓋片, 小刷, 滴管。

材料: 薺及其花蕾與胚珠的橫切片。

藥品: 石蠟, 10% 蔗糖水溶液, 碳脂 (vaseline)。

薺, 俗稱油芥 (*Brassica chinensis* var. *oleifera*)。屬於雙子葉植物綱 (Dicotyledoneae), 十字花科 (Cruciferae)。試取所備的標本而檢察之。其着花的莖或枝, 即為花軸 (floral axis), 或稱花梗 (peduncle)。花梗分出小枝, 以支持各花, 是曰花柄 (pedicel)。花柄頂端形較膨大, 為花着生之處, 是稱花托 (receptacle)。花的花柄上的排置, 稱曰花序 (inflorescence)。薺開花的次序, 由花梗的下方起, 漸次而上, 花隨花梗的伸長而繼續發生, 並無定限, 故稱無限花序 (indefinite inflorescence)。薺初開花時, 各花的花柄長短不一。上方的花柄最短, 愈至下方而花柄則愈伸長; 是以花序的頂部, 幾成一平面, 是謂繖房花序 (corymb)。迨花盛開時, 各花的花柄長短漸變相等, 因遂形成爲總狀花序 (raceme)。

試取薺盛開的花, 而檢視其各部如次。

I. 花被 (perianth)。即花的保護器官, 用以保護花中的花蕊; 計分為下列二部。

1. 萼 (calyx), 亦稱為外花被 (outer perianth)。為花的最外部, 由淡綠色的葉狀萼片 (sepal) 而成。萼片計有若干? 諸萼片均相分體, 是稱離片萼 (polysepalous calyx)。各萼片的形狀大小, 彼此均相等否?

2. 花冠 (corolla), 亦稱內花被 (inner perianth)。在萼的內側, 為花中最明顯的部分。花冠由大小相等的花瓣 (petal) 而成。花瓣究有幾枚? 外呈何色? 薺花冠係稱為十字花冠 (cruciform corolla)。究因何故? 其花瓣互相分體, 而與萼片互生, 是稱繖房花冠 (choripetalous corolla)。

II. 花蕊。即花中的主要器官, 計有二種之別。

1. 小蕊, 俗稱雄蕊 (stamen), 生於花冠之內。計有幾枚? 各蕊除相同



形否？同長否？小蕊的基部具有蜜腺 (nectary)，為分泌花蜜的構造。見之否？花蜜有何功用？每一小蕊可分為二部：一為細長絲狀的柄，曰花絲 (filament)；一為柄端的膨大部分，稱曰花藥 (anther)。囊囊的花藥，內具四室，稱為花粉囊或藥囊 (pollen sac)，是與裸子植物的小孢子囊相等。藥囊中藏有細粒狀的花粉 (pollen grain)，實即小孢子。試取花藥的橫切片，而鏡檢之。見有花粉囊否？其內面所含的花粉粒，究呈何狀？試取些用水裝盤，而鏡檢之。見有內外的二層被膜否？位於外面者，稱外膜 (extine)；內面者，稱內膜 (intine)，二者相較，孰厚孰薄？

先取一蓋片而清潔之，次用小刷蘸些已溶的石蠟，於載片上作成與蓋片同一的圓圈。隨吸取一滴 10% 蔗糖水溶液置蓋片上，而以些新鮮花粉蒴於糖液中，後將蓋片倒置於所製的蠟環上，使糖液滲滴於蠟環中，再於蓋片的周圍以礦脂封固之，以防糖液的蒸發。既畢，用鏡檢視花粉。數日後再鏡檢之。有何變化否？見有花粉管否？

△圖案：囊囊小蕊的外觀形態。花藥的橫剖面。花粉粒及其所發生的花粉管。

2. 大蕊，俗稱為雌蕊 (pistil)，位於花的中央處，由二心皮 (carpel) 結合而成，是謂複大蕊 (compound pistil)。大蕊具有三部：頂端形略擴大，是謂柱頭 (stigma)；其下附有圓柱狀的柄，稱花柱 (style)；再下有膨大的囊狀的構造，稱子房 (ovary)。囊囊的子房佔居花中最高位置，是謂上生子房 (superior ovary)。小蕊，花瓣及萼片等，均依次着生於子房之下，因又可稱為下位花 (hypogynous flower)。子房中計分幾室？試取一大蕊將其子房用刀橫切，而檢視其內部的構造。

被子植物的胚珠 (ovule)，概生於子房之內，故有被子植物的名稱。子房內胚珠着生之處，稱為胎座 (placenta)。囊囊的胎座，位於子房的側膜上，是謂側膜胎座 (parietal placenta)。胚珠的下端生有小柄，稱珠柄 (funiculus)，用以附着於胎座上。

胚珠為橢圓形。其外面具有二層被膜，稱為內珠皮 (inner integument)，與外珠皮 (outer integument)。二珠皮包被胚珠的全部，僅留一小孔通外，名曰珠孔。珠皮以內的組織，稱珠心 (nucellus)，此與裸子植物的大孢子囊相當。珠心中含有胚囊 (embryo sac) 是即等於大孢子。胚囊經發育而成為雌性配子體，此體於近珠孔處，生有三個細胞：其一為卵，其餘兩個為形較小，

稱輔助細胞 (synergid), 三者合稱為卵器 (egg apparatus)。配子體的另一端, 又具有三個細胞, 稱反足細胞 (antipodal cell)。體的中央有二極核 (polar nucleus), 形成一個雙核細胞, 是謂原始胚乳細胞 (primary endosperm cell)。試取胚珠橫切片, 而鏡檢上述的各種構造。

花粉既傳至大蕊的柱頭, 隨即發育, 其外膜裂開而生出花粉管。此管向下生長, 貫穿花柱而達於子房, 復由珠孔穿入胚囊內。然後由管中放出二精核: 其一與卵相併, 而成爲合子; 其他則與原始乳細胞的極核相結合, 形成胚乳細胞 (endosperm cell)。此種現象通常稱爲雙受精作用 (double fertilization)。雌雄兩性的配子體, 經此作用後, 遂變成孢子體, 而復入於無性世代。

卵既受精後, 漸經發育爲胚胎; 而胚乳細胞則漸發達爲胚乳組織 (endosperm)。同時珠皮亦漸變堅厚, 而形成種皮 (seed coat)。胚珠經此種種作用後, 遂漸變爲完全的種子。

△圖案: 薑蕓的大蕊。薑蕓子房的橫剖面, 顯示胚珠的構造。另作一圖表, 示明被子植物的世代交替。

花中的諸器官, 以及其各器官的數目, 恆可用公式表示之, 是謂花列式 (floral formula)。列式中所用的符號, 公定如次: K 爲萼, C 爲花冠, A 爲小蕊, G 爲大蕊。例如薑蕓的花, 可用下式表示之:

$$K_4 C_4 A_{2+4} \underline{G(2)}$$

詳釋之: “ $K_4$ ” 卽代表萼的四片, “ $C_4$ ” 表示四片的花瓣 “ $A_{2+4}$ ” 表示小蕊六枚, 排成內外二輪, 外輪的小蕊爲二, 內輪爲四; “ $\underline{G(2)}$ ” 表示大蕊係由二心皮所合成。“G” 字下加一畫, 卽指明子房係居上位。

## 課四四 被子植物(2):花的研究(下)

(Angiospermae: A Study of the Flower (Cont'd))

用具: 解剖顯微鏡, 解剖器。

材料: 豌豆, 秋海棠, 菊, 無花果, 百合及天南星等的花。

I. 取一豌豆 (*Pisum sativum*; garden pea) 的花, 而檢視之。見有萼片否? 其爲離生抑或合生? 其形狀大小, 彼此是否相同? 花冠爲五片花瓣所成。其中位居最上的一片, 爲形最大, 謂之旗瓣 (standard); 其下有較小的翼瓣 (wing) 一對; 翼瓣的內側, 又有相對的二瓣, 合成船形, 包藏花蕊於其內。是謂龍骨瓣 (Keel or carina)。

豌豆花中的小蕊, 計有十枚; 其中九蕊的花絲結成一束, 其餘一蕊獨立, 是稱兩束小蕊 (diadelphous stamens)。小蕊的長短, 彼此皆相等否? 試比較之。

大蕊係位於諸小蕊之中, 由單一心皮所成, 是謂單大蕊 (simple pistil)。子房在花中所佔的位置, 與蕊蕊究係相同否? 子房中僅有一子室 (loculus)。試切斷子房而觀察其內部構造。見有胚珠否? 究着生於子房何處?

△圖案: 豌豆花的外觀形態。豌豆的大小花蕊。豌豆的花列式。係爲  $K_{(5)}C_5A_{5+4+1}G_1$ 。試詳釋之。

II. 試取秋海棠 (*Begonia*) 的花一枝。其花的排列, 略似繖形的總狀花序。惟其開花的次序, 係自花梗頂端而漸及下部, 是爲聚繖花序 (cyme), 爲有限花序 (definite inflorescence) 的一種。

秋海棠的花, 有二種之別, 卽小蕊花 (俗稱雄花), 與大蕊花 (俗稱雌花)。兩種花係着生於同株上, 抑或異株上? 二者悉有花瓣及萼片各一對; 惟大蕊花時或具有三枚的花瓣。花瓣與萼均爲紅色。其形狀大小是否相同? 小蕊花內具有小蕊甚多, 而缺大蕊。小蕊有定數否? 大蕊花中有一複大蕊, 由三心皮所合成。其三花柱的頂端, 各裂爲二; 柱頭形多彎曲。子房位居下方, 故稱下生子房 (inferior ovary)。花殼着生於子房上面, 是謂上位花 (epigynous flower)。上述情形與繖形的花, 恰道相反。秋海棠的子房外有三翼, 內分三子

室。各子室相合所成的隔膜，直達於子房的中央；此處具有柱狀的軸，胚珠環生於軸上，是為中軸胎座(axial placenta)。試鏡檢之。

△圖案：秋海棠的大蕊花及小蕊花。秋海棠子房的橫切面，繪示其內部所具的胎座與胚珠。

秋海棠小蕊花的花列式，為  $K_2C_2A_3G_0$ ；試寫其大蕊花的花列式。

III. 菊(Chrysanthemum)。此類植物的花，其花梗的先端，扁平如盤，上面簇生多數無柄的花，是稱頭狀花序(capitulum)。花梗的周圍，有多數萼狀的苞(bract)，恆分為上下二輪，合稱為總苞(involute)。見之否？此種花序中的花，可別為二種如次。

1. 筒形花(disk or tubular flower)。位於花叢的中部。花內具備大小蕊，小蕊有五，其花藥互相結合而成一束，形似管狀，名曰聚藥小蕊(syngenesious stamen)。大蕊由單心皮而成；子房下生，中具單個胚珠。花柱附有二裂的柱頭。花瓣五枚，彼此悉係同形同大，互結而成筒狀。萼為毛狀，密生於子房的上部，特稱為冠毛(pappus)。

2. 舌狀花(ray or ligulate flower)。位於花叢的外圍。往往花蕊不全備。外具冠毛及舌狀的花冠；冠的基部捲成管狀。

△圖案：菊的花序略圖。菊的筒形花及舌狀花。

IV. 無花果，一名蔞蕩(Ficus pumila)。花托特形膨大，頂端凹入而成壺狀。其內生有多數小花，是稱隱頭花序(hypanthodium)。無花果的花，可別為四種如次。

1. 小蕊花。花被四枚。小蕊通常有四。此種花甚為少數，或不存在。

2. 大蕊花。為數頗多。花被多肉質，其片數為三至五。子房上生，花柱形長而曲，頂端裂成二柱頭。

3. 蟲瘿花(gall flower)。為退化或變形的大蕊花。不生種子。其子房常窩藏無花果花蝨(Blastophaga)的卵與幼蟲。花柱甚小或竟缺如。

4. 雜種花(mule flower)。為數最多。其構造略似大蕊花。惟不能產生種子，且不能貯藏花粉。花柱的長直，約在前述二種花之間。試用刀剖視無花果的內部。用鑷子挾取其中的小花，而鏡檢之。

△圖案：所見無花果的花。

V. 前所檢視各種的花，悉屬於雙子葉類。今就單子葉類的百合(Lilium brownii; wild lily)，而檢察其花的構造。

百合的花被，計有六枚，悉為白色；其三枚位於外環，與萼相當；其他三枚位於內輪，與前者互生，是與花瓣相當。花瓣與萼片的形狀大小，均相等否？此種花被，特稱為花蓋 (perigone)。小蕊有六，不相結合，其長度均相等否？花藥中的粉囊，究有若干？大蕊為單大蕊，抑為複大蕊？試檢算其子房中所具的子室；子房為上生，抑為下生？其中胚珠附着於何處？

△圖案：百合花的縱剖面。百合花的花列式。

△報告：單子葉植物的花，與雙子葉植物有何不同？試比較之。

VI. 天南星 (*Arisaema japonicum*; calla lily)。其花梗質軟而形肥大，周圍附生多數單性花，是稱肉穗花序 (spadix)。花序之外，又有一壺狀的苞掩護之，是稱佛焰苞 (spathe)。萼與花冠悉付缺如。

△圖案：天南星的花序。

試就校地境內或學校附近，採集十種以上的花。試測定其為何種花序，並寫出其各種的花列式。

## 課四五 被子植物(3):果的研究(上)

(Angiospermas; A Study of the Fruit)

用具: 解剖顯微鏡, 解剖器。

材料: 豌豆, 綠豆, 草棉, 車前, 牽牛, 甘藷, 蠶蠶, 薺, 稻, 粟, 榆, 菊, 菠薐, 水蘊, 胡蘿蔔等的果實。

果實 (fruit) 通常係由子房發育而成。其種類可大別為三, 即單果, 聚合果及複果。

II. 單果 (simple fruit)。係由一花所變成。且僅形成單一果實。單果有乾果與肉果之別。

甲、乾果 (dry fruit)。果皮乾燥。成熟時有能自行裂開者, 是曰裂果; 有永不裂開者, 是曰閉果。

A. 裂果 (dehiscent fruit)。更可分為下列諸種。

1. 莢果 (legume)。試取豌豆 (*Pisum sativum*; garden pea) 的果實, 而檢視之。其果皮 (pericarp) 有背腹二縱線。果實成熟時, 即沿二線裂開, 以散出其中所含的種子。試剖視豆莢的內部。見有橢圓形的種子否? 計有若干? 種子各具有珠柄, 以附着於果皮的腹線上。豆莢實乃成熟的子房。其基部見有萼片否? 其尖端恆殘留有花柱及柱頭。試檢尋之。

2. 節莢 (loment)。綠豆 (*Phaseolus aureus*; mung bean) 的果實, 形頗似莢, 節間有縫, 成熟時依縫橫裂。試取一節莢, 而剖視之。其內部構造, 與莢果有否不同?

3. 蒴果 (capsule)。凡裂果之成自複子房者, 通常稱為蒴果。蒴果成熟時, 或行縱裂或孔裂, 或則橫裂為上下二部。試取草棉 (*Gossypium herbaceum*, cotton), 車前 (*Plantago major*, plantain), 牽牛 (*Pharbitis nil*; morning glory), 甘藷 (*Ipomoea batatas*; sweet potato) 等的果實, 而檢視其究係何種的蒴果。

4. 長角果 (silique)。試取薺的果實, 而檢視之。此種果實究呈何狀? 其子房原祇有一子室, 備因內具垂直的假隔膜, 因而形成二假室。果成

熟時，其果皮開裂脫落，僅留假隔膜及附着於其上的數顆種子而已。

5. 短角果(silicle)。試檢視薺(*Capsella bursa-pastoris*; shepherd's purse)的果實。其與長角果有何不同？

△圖案：所見的種種裂果。

B. 閉果 (indehiscent fruit)。亦可分為下列數種。

1. 穎果(caryopsis)。試取稻(*Oryza sativa*; rice)的穀粒。其外面的殼，稱穎殼(hull)，由內穎(palet)及外穎(lemma)所合成。二者表面，均有縱脊數起，且具細毛無數。穎殼的基部有船狀小苞二枚，特稱曰護穎(glume)。穎殼的內側，即為果皮與種皮互相密結的構造。舂米時，先脫其穎；隨經篩出之糠(bran)，即包括米殼中的果皮，種皮，珠心，胚胎以及胚乳的糊粉層(aleurone layer)。所得的白米，係屬澱粉質的胚乳已耳。試取一稻粒，而檢視其構造。稻粒究為果實抑為種子？試詳其故。

2. 瘦果(achene)。試檢視菊的果實。其內僅含單一種子。果的上端具有冠毛甚多。是由何物所變成？瘦果與穎果有何不同？

3. 胞果(utricle)。形似瘦果，惟其果皮極薄而鬆，頗似囊狀。試取菠薐(*Spinacia oleracea*; spinach)的果實，而檢察之。

4. 堅果(nut or glans)。例如果(*Castanea mollissima*; chestnut)的果實。其果皮乾燥且硬，裹於殼斗(cupule)內。殼斗呈為何狀？由何而成？其表面係為平滑，抑或具有硬刺或其他階層構造。

5. 翅果(samara)。試取榆(*Ulmus parvifolia*; elm)的果實而檢察其形態。見有翅狀構造否？是究由何所成？

6. 蒴果(schizocarp)。水芹(*Cenanthe stolonifera*; water celery)及胡蘿蔔(*Daucus carota*; carrot)等的果實，概具二室；成熟時，二室分離而成為二包果(americarp)，同懸於果柄(carpophore)上，是以亦稱懸果(cremocarp)。各包果內裹單一種子，均不裂開。試將包果橫剖而檢驗之。

△圖案：所見的各種閉果。

## 課四六 被子植物(4):果的研究(下)

(Angiospermas: A Study of the Fruit (Cont'd))

用具: 解剖顯微鏡, 解剖器。

材料: 桃, 葡萄, 枇杷, 番茄, 瓜, 柑 橘, 山櫨子, 梨, 芍藥, 珍珠梅, 草薺, 懸鉤子, 桑, 無花果等的果實。

乙、肉果 (fleshy fruit)。果皮多肉多漿, 雖成熟亦不裂開。

1. 核果 (drupe)。取一桃子 (*Prunus persica*; peach), 用刀縱剖之。其果皮可分為三層如次。

(a) 外果皮 (epicarp)。即外面一層的包皮, 質薄而韌, 其表面密生柔毛。

(b) 中果皮 (mesocarp)。質厚而柔, 多漿可食, 故亦稱為漿果皮 (sarcocarp), 即所謂果肉是也。

(c) 內果皮 (endocarp)。為木質, 甚堅硬, 表面多凹凸不平, 俗呼為核; 核中藏一種子, 俗稱為仁。試將桃核剖開而檢視之。

2. 漿果 (berry)。試剖驗葡萄 (*Vitis vinifera*; grape), 枇杷 (*Eriobotrya japonica*; loquat) 或番茄 (*Lycopersicon esculentum*; tomato) 的果實。其外果皮甚薄。中果皮與內果皮悉為漿質, 俗稱為果肉, 中藏堅硬的種子。所得的漿果, 其內部有百分室? 種子為數若干? 附生於果內何處?

3. 瓠果 (pepo)。構造頗似漿果, 惟外果皮因與花托結合, 是以稍變堅厚。試取任何瓜類的果實, 而縱剖之。見有種子否? 種子附着於何處?

4. 柑果 (hesperidium)。係漿果的變種。其外果皮質堅而軟, 成深皮狀。試剖取一片, 以鏡檢之。見有油珠否? 內果皮形成多微稜形網管; 中貯種子及無數漿質小囊。注意胎座的位置。果外見有萼片或其他大蕊所遺留的構造否? 柑果的食用部分, 與桃究有不同否?

5. 梨果 (pome)。試驗梨 (*Pyrus serotina*; pear) 或山櫨子 (*Crataegus cuneata*) 的果實。其外面見有萎縮的花萼, 或其他構造否? 果的外部肥大多汁, 由花托所變成; 其內為果心 (core), 由花中的合生子房發育而成。見



有種子否？如何排置？

△圖案：所見各種肉果。

II. 聚合果 (aggregate fruit)。係由一花所成，惟因花中具有隱生大蕊，致形成多數小果，聚生於一處，故名聚合果。

1. 蓇葖 (follicle)。各小果形似莢果，但成熟後僅依單一縫線而裂開。試取芍藥 (*Paeonia albiflora*; psony)。或珍珠梅 (*Spiraea blumei*) 的果實，而檢視其與豆莢的不同。

2. 聚合瘦果 (stachyrio of achenes)。試檢視草莓 (*Fragaria glandiflora*; strawberry) 的果實。其花托形大多漿，表面附有多數同形的瘦果。各果的基部，見有萼片及萎謝的小蕊否？試剖視花托，內分皮部與髓部。二者之間，見有維管束的構造否？維管束有分文否？

3. 聚合核果 (stachyrio of drupelets)。懸鉤子屬 (*Rubus*; raspberry) 的果實，均具有一圓錐形的花托，托上簇生多數小核果，均係多漿可食。果的外面具有附屬物否？此種聚合果與上述肉果，有何區別？與草莓的聚合果，有何異同？試比較之。

△圖案：各種聚合果的外觀或縱剖面。

III. 複果 (multiple fruit)。由多數花發育而成，故又稱為多花果 (polythalmic fruit)。試取桑葚 (*Morus alba*; white mulberry) 一枚，而檢察之。果多漿質，形似聚合核果，但係由多花發育而成。各花成一小果，諸小果密生於一花軸上；此種複果特稱為桑果 (sorosis)。桑葚幼時究呈何色？全熟時變為何色？各小果外面見有何種的附屬構造否？

試剖視無花果的果實。其外面的花托柔軟可食，花托的內腔，隱生多數小花，後皆結成小果，此種複果因復稱為隱花果 (synconium)。

△圖案：桑果及隱花果。

△報告：所檢視的各種果實，其可供食的部分，係由花的何部所變成？試列一表比較之。

## 課四七 被子植物(5):種子的研究(上)

(Angiospermae: A Study of the Seed)

用具: 解剖顯微鏡, 解剖器。

材料: 玉蜀黍粒, 蠶豆(乾燥及已浸濕者)。

藥品: 碘液(1),

子房成熟後, 變為果實; 其中胚珠既經受精, 亦同時漸就成熟, 而變為種子。

I. 單子葉類。試取玉蜀黍(*Zea mays*; corn)的黍粒, 浸於水中一晝夜, 或置於沸水中約一小時, 待其膨脹已足, 即取出檢視之。黍粒較尖的一端, 具一突起, 是即花柄的一部, 用以附着於穗軸上。突起之旁, 有一細孔, 稱曰珠孔, 是係花柄管穿入胚珠內必經的途徑。黍粒的基部見有內外穎, 護穎或其他構造遺留否? 試用刀縱剖黍粒, 而檢察其構造如次。

1. 穎殼 (hull)。富於角質, 為果皮與種皮結合而成, 是以黍粒實係一種穎果; 惟其中黍為種子所佔滿, 且其外形亦似種子, 故常被誤稱為種子。

2. 胚乳 (endosperm)。位居黍粒較大的一端, 內貯澱粉及其他養分。胚乳外部給細胞壁緊密, 呈淡黃色, 是稱黃脂胚乳 (yellow oily endosperm); 內部較鬆, 色亦較白, 是為白粉胚乳 (white starchy endosperm)。試以碘液, 見有變色否? 凡種子具有胚乳者, 恆稱為胚乳種子 (albuminous seed)。

3. 胚 (embryo)。在胚乳相對的一端。胚由四部所成, 即胚軸 (hypocotyl), 胚芽 (plumule), 胚根 (radicle) 及子葉 (cotyledon) 等。胚軸為胚中最顯著的一部, 其上端具胚芽, 下端具胚根。胚軸與胚乳間, 有一略似半月形的胚盾 (scutellum), 是即變形的子葉, 係轉輸胚乳中所儲的養分, 以供發育的需用。玉蜀黍的子葉, 既有一對, 故為單子葉類。再取一黍粒, 自其中央處橫剖之, 而檢察上述的各種構造。

△附註: 黍粒的外觀形態, 及其縱剖或橫剖面。

II. 雙子葉類。試取蠶豆 (*Vicia faba*; broad bean) 或他種適當的豆

粒，而檢視之。蠶豆的形狀恰似腎臟。於其較闊的一端，見有黑色的疤痕否？是稱種臍 (hilum)，為種子自珠柄脫落的痕迹。種臍的一側，呈現一隆起線，謂之胚脊 (raphe)，是即珠柄的一部，因胚珠側生之故，而附着於種皮上。臍的他側有一細孔，是即珠孔。如不得見，試用鏡檢尋之。可取已浸濕的蠶豆，用指壓之，見有水從珠孔逸出否？

豆的外面被有堅厚的外皮，是稱外種皮 (testa)，再內有較薄的內種皮 (tegmen)。二種皮乃各由內外珠皮所變成；二者互相緊貼，而不見分離。種皮之內，有子葉一對，均甚肥大，中貯養分。試將二子葉剖開，即見其間有一植物體的雛形。其胚軸形稍彎曲，胚軸向外的一端，為形尖小，是曰胚根；其他一端具二細葉，是為胚芽。胚軸，胚根，胚芽及子葉等，統稱為胚胎。蠶豆的胚胎有子葉二瓣，故列入於雙子葉類。豆的種子，因缺胚乳，故名無乳種子 (exalbuminous seed)。豆粒發芽時所需的養分，悉貯蓄於子葉內。試以碘液注於子葉上。見有變化否？是因何故？

△答案：蠶豆的外觀。蠶豆胚胎的縱剖面，統括並註明上述各部。

(1) 碘液染法見圖三附註 1。

## 課四八 被子植物(6):種子的研究(下)

(Angiospermae: A Study of Seed Germination [Cont'd])

用具: 天秤, 供盛濕土的容器如洋鐵盤, 木匣等, 玻璃, 橡皮塞, 滴管, 火柴, 銹板, 定針, 白紙, 白布。

材料: 玉蜀黍粒, 稻粒, 蕁蕁及蠶豆等的種子, 豆苗。

藥品: 礦脂 (vaseline), 石灰水。

I. 試將蕁蕁的種子, 蒔種於濕土中, 置於溫暖而空氣流通之處。裝置既畢, 應隨時澆水, 勿使乾燥。下次上課時檢視之。見有種子萌發(germination)否? 種子萌發時, 先吸收水分而漸膨大, 後將種皮破開而露出胚根。胚根旋即向下入土, 且發生多數根毛, 藉以吸取土中的水分。種子內的胚莖則更伸出, 而向上增長為曲環狀, 終乃伸直而將胚芽與子葉高舉於空中。子葉計有幾對?

△圖案: 蕁蕁種子的萌發, 繪該圖以示其萌發的歷程。

II. 取玉蜀黍穀粒, 浸於水中一晝夜後, 移種於溼潤的砂土或鋤屑中, 置於熱度適宜且空氣流通之處。數日後即見幼苗 (seedling) 挺立於地上。黍粒萌發時, 其子葉的大部仍留於粒殼中, 而與胚乳相密接, 由此攝取養分以供萌發。

△圖案: 黍粒的萌發狀態。

III. 試將蠶豆的種子, 依前法試驗之。詳檢其萌發的狀態。蠶豆的子葉因特肥厚, 是以始終隱存於種子內, 而不挺立於地上。試取業已萌發的蠶豆, 將其中的各種構造, 與尚未萌發的蠶豆互作比較。

△圖案: 蠶豆的萌發狀態。試將其未萌發前與已萌發後的相同部分, 用點線連起, 以資比較。

IV. 取蠶豆十粒, 用礦脂將其珠孔封密, 而後衡其重量。再取十粒大小略同的蠶豆, 不封其珠孔, 亦衡其重量。既畢, 即將此二組的蠶豆, 悉浸於水中, 放置一處。數小時後檢視之, 見有變化否? 過夜取出, 再衡其重量。二組蠶豆的重量較諸試驗前增加若干? 試以百分率計算而比較之。

V. 取乾燥的豆子數十粒，而衡其重量。隨即將其播於濕砂中。待其開始萌發時再衡之，以百分法核算其重量的增加。

VI. 將浸水過夜的稻粒一百至二百枚，分播於濕土上，覆以業經消毒的濕布一方，置於溫度適宜而空氣流通之處。隨後宜時澆以水，勿使砂土變乾。越數日檢視之。已萌發的稻粒計有若干？俟其萌發完畢，再檢數之。試核算其萌發的百分率。

VII. 取甲乙同大的二玻璃瓶，瓶中半貯濕砂，將已浸水過夜的豆粒播於砂上，約裝至瓶中容量四分之三。用橡皮塞將甲瓶封密，再以礦脂塗抹於瓶塞的周圍，使不漏氣。乙瓶的瓶口，不加以封塞。將二瓶放置一處，嗣後宜時時檢視之。結果如何？

經數日後，試用滴管吸取甲瓶中的空氣放入石灰水中。見有白色的沉澱否？是為何物？

試以燃火無焰的火柴，插入甲瓶中。結果若何？再以之插入乙瓶中。所得的結果是否相同？試述其故。

VIII. 備一適大的盤板，上蓋以浸溼的白紙，將板直立於桌面。隨取豆的幼苗六株，用針貫穿其子葉而釘於盤板上。二株直立，而以其胚根向下；二株倒立，而以其胚根向上；其他二株則橫置之。後覆蓋以濕布一方，布宜常溼，不可使乾。越數日，則見倒置與橫置的苗根，悉行曲向下方生長，終復達於正向地心的位置。此種適應，即稱為正屈地性(positive geotropism)。

△報告：將以上各試驗的情形及結果，詳為記載並加以說明。

## 課四九 被子植物(7):莖的研究(上)

(Angiospermae: A Study of the Stem)

用具: 複顯微鏡, 解剖顯微鏡, 載片, 蓋片, 滴管, 定針。

材料: 薔薇的幼莖及其橫切片, 榕或松的莖砧。

I. 雙子葉類。試取薔薇 (*Rosa microcarpa*; wild rose) 一枝, 而觀察之。枝上生葉及芽 (bud)。芽有生於枝頂者, 曰頂芽 (terminal bud); 有生於葉腋者, 曰腋芽 (axillary bud)。葉係羽狀複式 (pinnately compound type; 詳見課五三)。枝上生葉之處, 謂之節 (node); 比鄰二節之間, 稱曰節間 (internode)。節間均同長否?

用力剝取幼莖的表皮小方, 置載片上, 注加些水, 並覆以蓋片, 而就低度鏡下檢察之。見有小孔否? 是即氣孔 (stoma), 供通空氣之用。

試取無論一歲或二歲之薔薇莖的橫切片, 置於鏡下, 將其中各部由外而內, 依序觀察如次

1. 表皮 (epidermis)。通常由單層的細胞所組成。細察其細胞的構造。見有角質層否? 表皮中具有氣孔否?

2. 皮層 (cortex)。可分為二部: 外為厚角組織 (collenchyma), 內為柔膜組織 (parenchyma)。前者細胞為形頗小, 胞壁的角隅特厚; 後者細胞較大, 而胞壁則較柔薄。細胞中常藏有葉綠粒。見之否?

皮層的最內細胞層常備有澱粉, 故恆稱為澱粉鞘 (starch sheath)。

3. 中柱 (stele or central cylinder)。此乃包括皮層以內的種種構造。

(a) 管束鞘 (pericycle)。成自硬膜與柔膜的一種組織。其中細胞呈何形態? 硬膜組織究係結晶孤立, 抑係排列為一圓圈?

(b) 維管束 (fibro-vascular bundle)。初呈楔狀, 諸束列成圓周狀, 後漸併成一圓, 圍繞於莖的中心。管束系乃由下列三部所組成。

(i) 韌皮部 (phloem)。成自篩管 (sieve tube), 伴胞 (companion cell), 韌皮纖維 (bast fiber) 及韌皮柔膜細胞。試觀察各種細胞的構

造。

(ii) 維管形成層，或簡稱為形成層(cambium)。其中細胞究呈何狀？諸細胞排列甚緊。且含多量的原形質，而富於分裂力。細胞經分裂後，向內增生木質組織，向外則增生韌皮組織。每年所增生的韌皮組織，恆較木質組織為薄，且其中除少數具有厚壁的細胞外，悉屬柔膜組織，一受內方木質部向外生長的壓力，輒遭挫破；是以韌皮層的增厚恆不顯著。至於木質部，則其面積逐年增厚。其成於春季的木質，即所謂春材(spring wood)，與自夏秋所生的夏材(summer wood)，判然有別；一層春材與一層夏材，二者形成一輪於莖中，是稱年輪(annual ring)。莖的年齡，可依其中所見年輪的數目，而測定之。

(iii) 木質部(xylem)。由導管(trachea)，木質纖維(wood fiber)及木質柔膜細胞而成。試一一鏡尋之，並細察其構造，見有年輪否？春材與夏材有何不同？二者體積孰厚孰薄？結構孰疏孰密？其中細胞孰多孰寡？導管孰大孰小？試詳檢之，並說明春材與夏材之所以不同的緣因。

(c) 髓(pith or medulla)。位於莖的中心，其細胞形大而膜薄，排列疏鬆，細胞間常見有空隙，藉以流通空氣。

(d) 射線或稱髓線(pith ray or medullary ray)。此等線形的構造，乃由髓部向莖的周圍射出，貫穿管束系而達於皮層。其中細胞與髓部略同，但形較小。射線有何功用？

△圖案：蓋薇幼莖的橫剖面。所給的圖，其直徑須 10 釐米左右。圖中可作輪廓，表示所見各種構造的位置，並將各構造所由成的種種組織，詳繪其一部，藉資比較。

木本莖經久後，其表皮以及表皮以內的支持組織漸遭剝落，而代以木栓質。莖的表面因漸變粗。木栓層處處開有孔隙通外，是稱皮孔(lenticel)。皮孔究有何功用？木栓層之內為木栓形成層(phellogen)，次為皮層組織，再內為管束鞘，韌皮部及形成層等，通常所謂樹皮(bark)，實即總括形成層以外的各種組織。

老莖中部的木材歷時既久，悉變死木，色褐而質堅，是曰堅材(duramen)，又稱心材(heart wood)。至其外部則仍為活木，其中胞壁無色而質較柔軟，是曰邊材(alburnum)，亦稱液材 sap wood)，為水液上昇的徑路。木質部

以內的莖髓，經久往往消滅，而代以木質組織。

取一榕 (*Ficus retusa*; banyan) 莖或松莖的圓砧，自莖的中心，每五年輪插一定針，向外計算其生長年齡。見有髓線否？

△圖案：莖砧上所見的構造，可作一表解圖示明之。

檢視試驗室中所用棹椅的木料。木中的斑紋，究係由何而成？試由其斑紋，而行判定其為莖的橫斷面，抑為縱斷面？如係縱斷面，則再測定其為切線斷面 (tangential section)，抑為輻狀斷面 (radial section)？測定時，依何為標準？試說明之。



## 課五〇 被子植物(8):莖的研究(下)

(Angiospermae: A Study of the Stem (Cont'd))

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，細口玻璃瓶。

材料：竹，天門冬，仙人掌，葡萄，豌豆，瓜類，橘，皂莢，桃，薔薇，玉蜀黍，垂柳等的莖，筍，藕，馬鈴薯，洋蔥，荸薺（或稱烏芋，閩人稱爲尾梨），竹莖或玉蜀黍莖的橫切片或縱切片。

藥品：碘液(1)，曙紅水溶液(eosin)(2)。

II. 單子葉類。竹類均有地上莖及地下莖之別。前者挺立於地上，外面光滑，中空而多節，節內生有隔膜。枝乃自莖的節處分出，而葉又生自枝的節上。節間的長度，彼此均相等否？

竹的地下莖橫走於土中，每節叢生鬚狀的根。於冬末春初之時，節上生芽，伸出於地面，是即筍(bamboo sprout)。筍的周圍被有多數闊大的鞘(vagina)。筍長大時，漸乃脫鞘而成爲新株的竹。

△圖案：竹的地上莖。筍的外觀形態。

試取竹莖橫切片而鏡檢之。莖的外周具有表皮，其內爲無紋形相類似的柔膜細胞，集結而成的基本組織(ground tissue)。此組織初係填充莖中；迨後其中央部漸自消失，遂致形成中空的構造。

竹莖的基本組織中，散佈有維管束甚多。維管束之位近於莖的中心者，爲形粗大而排列稀疏；愈至外方則愈變細小，而排置亦愈形緊密。

每一維管束，均外圍以硬膜細胞，是爲管束鞘(bundle sheath)。束內含有二部如次。

1. 韌皮部(phloem)。位向莖的外面。中有篩管及伴胞。二者形狀有何不同？見有篩板否？伴胞中見有胞核否？

2. 木質部(xylem)。位向莖的中心。見有導管否？計有若干？其數目是否有定？

韌皮與木質二部之間，未見有形成層，是以此種莖不能逐年向外增大。

試將竹莖的縱切片，置於鏡下檢察之；並以其內具的種種構造，與橫切

片中所見者，互作比較。見有篩管否？篩管與伴胞，構造上有何不同？木質部中具有各種導管，如環紋導管，螺旋導管等。見之否？

△圖案：竹莖的內部構造，橫切面及縱切面。

△報告：雙子葉植物的莖，與單子葉植物構造上有何不同？試就試驗所得，列為一表，以資比較。

III. 莖的變態。莖的變態甚為繁多，茲可擇要分究如次。

1. 葉狀莖 (Phylloclade)。試取天門冬 (*Asparagus lucidus*) 的標本，而觀察之。其莖上所生的枝，為形細長而扁平，外呈綠色，宛然如葉。天門冬的眞葉甚為退化，形成鱗片狀，而附着於枝的基處。試檢尋之。

2. 肉質莖 (fleshy stem)。例如仙人掌 (*Opuntia*; prickly pear)。其莖肥厚多漿，外呈綠色。莖上有針突出，是即退化的葉；因其變為針狀，故稱葉針 (leaf thorn)。

3. 莖卷鬚 (stem tendril)。形細長，且甚柔軟屈曲，藉得捲旋於他物上，供攀緣用。試就豌豆 (*Pisum sativum*)，而檢視其所具的卷鬚。究呈何狀？有否分歧？卷鬚的先端具吸盤否？再檢察葡萄 (*Vitis vinifera*) 或瓜類莖上所着生的卷鬚，而比較其彼此的異同。

4. 莖針 (stem thorn)。例如橙 (*Citrus nobilis* var. *deliciosa*; tangerine orange)，皂莢 (*Gleditsia sinensis*; honey locust) 等。其莖上的針狀突起，堅而尖銳，不易剝落，是為枝所變成者。何以知之？試述其故。莖針與葉針有何不同？

5. 地下莖 (subterranean stem)。計有下列四種之別。

(a) 根狀莖 (rhizome)。此種地下莖肥厚而延長，形頗似根。試取藕而檢視其上所見的芽及根等。藕生土中，何以知其係為莖的變形物？

(b) 塊莖 (tuber)。試檢察馬鈴薯 (*Solanum Tuberosum*; Irish Potato) 的地下莖。此種莖的外面具有眼狀的構造，其中生有鱗葉及小芽。見之否？馬鈴薯的塊莖中，所儲何物？試以碘液驗之。結果如何？

(c) 鱗莖 (bulb)。形短而扁，其上生芽，下生根，而外面則被有多數肥厚的鱗狀葉，重疊相掩。試取一洋蔥 (*Allium cepa*; common onion)，從其中部縱剖之，而檢視其結構。

(d) 球莖 (corm)。其形肥大似球，上面生芽而下生根，周圍亦具鱗葉，惟不甚發達。試取荸薺 (*Eleocharia plantaginea*; water chestnut)

一枚，而檢視其構造。

△圖案：所見各種的變態莖。

#### IV. 莖的機能。

1. 試取桃，薔薇或別種雙子葉植物的幼莖，以其割斷的一面懸置於所備的曙紅水溶液中。歷數時後，將其取出，用刀縱剖或橫剖之。檢視曙紅液已達至莖的何處，且究係從莖的何部，而得上升？

試取幼竹或玉蜀黍數枝，依法驗之，後用刀處處橫剖之，而用放大鏡檢察其各剖面。注視曙紅液所經的處所。水在此種莖中，究由何部上升？

△圖案：試驗中所見各種縱剖面或橫剖面，指示水在莖中上昇時所取的途徑。

2. 試切取垂柳 (*Salix babylonica*; weeping willow) 一枝，剝除其下部的樹皮一圈；隨將其插入於盛水的細口玻璃瓶，而以剝除外皮的部分浸入水中。數日後，被剝處的上方漸見發生新根。是因何故？試證明之。

△報告：就上列試驗所得的結果，推論莖所營司的功用。

(1) 橫切製法見圖三附註 1。

(2) 曙紅水溶液製法：以曙紅染料半克，溶解於 100 立方厘米的蒸餾水中。

## 課五一 被子植物(9):根的研究(上)

(Angiospermae: A Study of the Root)

用具：複顯微鏡，解剖器，滴管，載片，蓋片，玻璃管（直徑以 0.5 毫米為準），鐵線，燒杯，鐵環，鐵環架。

材料：豆根，豆苗，火漆，雞卵，根尖的縱切片，豆根的橫切片。

藥品：酒精，美堇染液 (methyl violet)。(1)

### I. 雙子葉類。

A. 豆根的外形。試取豆類的根，而檢視之。其狀纖細若鬚，叢生地下，是謂鬚根 (fibrous root)。豆根的外面，見有形似米粒的贅疣否？是為根瘤 (root tubercle)，試取其一，用針將其撕開，而以其液汁塗抹於載片上，加水覆蓋，而行鏡檢。見有微小的細菌否？是即所謂根瘤菌 (*Rhizobium leguminosarum*)。此菌究有何用？試依課三六所列的試驗法，用美堇染液，將載片上的細菌固定染色，而後再行鏡檢。

△圖案：豆根的外觀形態。根瘤中所見的細菌。

B. 根尖的構造。試取正在萌發的豆苗，而檢察其根尖的形態。見有根毛 (root hair) 否？根毛以生於根的任何部者為最多？試取根尖的縱切片，而鏡察下種各構造。

1. 根冠 (root cap)。被覆於根的尖端，乃一種疏鬆的表皮組織，其功用為保護其上方的生長點，使根易於鑽入土中。

2. 生長點 (growing point)。在前部之直上，為生長組織而成。其中細胞形小而富有胞質，生長迅速，常在分裂中。試鏡察細胞分裂的各時期。

3. 延長部 (growth zone or elongation zone)。由生長點所生成的細胞，漸就變大，而以其縱軸的增長為尤著，使根不絕伸長而深入土中。細胞之位於根的內部者，其形狀較諸外圍的細胞，見有不同否？

4. 根毛部 (root-hair zone)。此部細胞漸經分化，而形成各種不同的組織，其周圍的表皮細胞，多有向外延長而成為根毛。試用高度鏡，檢察根毛的構造。

△圖案：根尖的縱剖面，根毛的放大圖。

C. 根毛的功用。根毛的構造，為增加根的面積，且能鑽入土中，而與砂粒互相緊貼，以吸收水分及溶解於水中的種種物質。

試取一長約 20 毫米，直徑約 0.5 毫米的玻璃管，用火漆為膠，將玻璃管黏着於雞卵較尖的一端。再就卵的他端，除去其外殼；慎勿撕破卵殼內側的殼膜。既畢，即以此端向下，將卵置於滿盛清水的燒杯口上，使卵的下半浸於水中。隨以適大的鐵線，由玻璃管通下，輕輕鑽穿卵殼，使成小孔，並將玻璃管夾於鐵環架上，使其不致動搖。經數小時後，即見卵中的液質漸由玻璃管中上昇，是即所謂滲透作用 (osmosis)。試說明之。土中的水分之所以得吸入根中，由根而達於莖，再由莖而輸入葉，究因何故？

△圖案：試驗中所用的滲透器。作一縱剖面，示明器的各部。

△報告：試說明滲透作用，並述其與動植物的營養方法有何關係。

D. 豆根的內部構造。試取長成的豆根橫切片，而就鏡下檢察之。其內部構造與莖略同，計分表皮，皮層及中柱三部；茲分別觀察之。

1. 表皮 (epidermis)。此為根部最外一層的細胞。見有氣孔否？試鏡尋之。

2. 皮層 (cortex)。此層甚厚，佔根的大部，其中組織由多數柔膜細胞相列而成，與莖中的皮層無異。其最內一層的細胞，排列特形緊密整齊，是即內皮層 (endodermis)，在構造上實與莖的澱粉鞘相等。內皮層的胞膜，恆全部或僅一部變為角質化或木質化，而特形增厚。

3. 中柱 (stele)。位於根的中心部，為下列二部所組成。

(a) 管束鞘 (pericycle)。位於中柱的外周，緊接於內皮層的內側，由一層或數層長方形細胞而成。此部細胞生機特旺，分生多數新細胞，而形成支根，貫穿皮層，表皮等組織，而向外伸出。

(b) 維管束。可分為三部如次。

(i) 韌皮部。其組織集結成束，計有若干？

(ii) 木質部。其組織亦相集結成束。束的數目係與木質束相等；且二者相間，而聯成蛇狀。此種排列法，與莖中所見的情形，有何不同？

(iii) 形成層 (c.a.bam)。因係介乎韌皮與木質兩部之間，是以形成一彎曲的輪層。此層所生的新細胞，向內恆經分化為木質組織，

向外則形成韌皮組織。

根的中心，見有髓部否？

△圖案：豆根的內部構造。

(1) 美藍染液製法，見課三六附註 2。

## 課五二 被子植物(10):根的研究(下)

(Angiospermas: A Study of the Root (Cont'd))

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡。

材料：單子葉植物的根，玉蜀黍根的橫切片，各種腫狀根，榕，常春藤，風蘭等的氣根，菟絲子。

II. 單子葉類。此類植物概具鬚根。試任取數種標本，而觀察之。其外形與豆根有何不同？見有根瘻否？

試鏡檢玉蜀黍根的橫切片。其中構造與豆根有何不同？試詳鏡檢而比較之；下列數端，尤須特為注及。

1. 黍根の皮層細胞，均為薄膜否？
2. 其內皮層の細胞，有何專化否？
3. 黍根內の木質束及韌皮束為數多少？二束之間，見有形成層否？
4. 黍根の中心，具有髓部否？

△圖案。玉蜀黍根の橫切面。

III. 根の變態。一般植物の根，恆呈鬚狀；但有植物，其根因營特殊功用，而起種種の變態。根の變態，可區別為下列諸種。

A. 腫狀根 (swollen root)。例如胡蘿蔔 (*Daucus carota*; carrot) の圓錐根 (conical root)，萊菔 (*Raphanus sativus*; radish) の圓柱根 (cylindrical root)，蕪菁 (*Brassica rapa*; turnip) の球根 (napiform root) 橄欖 (*Canarium album*; olive) の紡錘根 (fuciform root)，番薯 (*Ipomoea edulis*; potato) の塊根 (tuberous root) 等等。

以上所列の各種腫狀根，悉依其初生根 (primary root) 即主根 (main root) 形狀の不同，而定其名。試取所舉諸種の標本，而比較之。胡蘿蔔の主根，可視為模式的直根 (taproot)。由主根分出多數支根，支根又有更小的支根分出，統稱為後生根 (secondary root)。試一一檢察之。所檢の塊根，與馬鈴薯の塊莖，有何異同？試比較之。

B. 氣根 (aerial root)。自地面上的莖或枝分出。試就下舉數例觀察之。

1. 榕樹的氣根,外呈鬚狀而暴露於空中。
  2. 常春藤 (*Hedera helix*) 的氣根,能黏附於近旁的物體上,以供攀緣之用,是稱攀緣根 (climbing root)。
  3. 風蘭屬 (*Angrecum*) 的氣根,常呈扁平狀,能吸收水分;其生於日光中者,常含多量的葉綠素,以營光合作用;是稱同化根 (assimilative root)。
- (C. 寄生根 (parasitic root),又名吸根 (suctorial root or haustorium)。例如菟絲子 (*Cuscuta japonica*; dodder),其莖與寄主 (host) 接觸處,即生多數絲狀根,而插入於寄主體中。試檢察所得標本,見有吸根否?)
- △圖案: 所見的各种變態根。



## 課五三 被子植物(11):葉的研究(上)

(Angiospermae: A Study of the Leaf)

用具：複顯微鏡，解剖顯微鏡，解剖器，磁杯，滴管，載片，蓋片。

材料：桃，葡萄，瓜類，豌豆，薔薇，大麻，水蘚，南天竹，罌子桐，薄荷，砒草，夾竹桃，桑及其他任何十種植物的葉一枝，薔薇葉片的橫切片。

### I. 雙子葉類。

#### A. 葉的外形。

1. 單葉 (simple leaf)。由單一葉片 (blade) 而成。每一葉柄 (petiole) 上，祇生一葉。

(a) 試取桃葉一枚，而檢視之。此葉可分為三部如次。

(i) 葉片 (blade)。係扁平綠色的部分。外呈何狀？其邊緣究係平滑，抑具有缺刻？

(ii) 葉柄 (petiole or leaf stalk)。用以支持葉片，一端連於葉片，而他端則附着於莖上。

(iii) 葉托 (stipule)。生於葉柄基處的左右兩側，葉托有何功用？凡植物的葉，具備上列三部者，皆稱為完全葉 (perfect leaf)。桃的葉片有一主脈 (main vein)，縱貫其中，是曰中肋 (midrib)；由中肋左右兩側，分出支脈頗多，排成羽狀，再由支脈分出無數細脈，縱橫分佈而形成網狀，是為羽狀網脈 (pinnate venation)。葉脈究為何物？供作何用？

b) 試取葡萄或瓜類的葉，而觀察其各部。葉片形狀若何？葉緣具有缺刻否？見有幾個主脈？其主脈悉由葉柄的頂端發出，展開若掌指狀，其間更具小脈無數，交錯若網；是為掌狀網脈 (palmate venation)。

△圖案：所見之各種單葉。

2. 複葉 (compound leaf)。其葉片分成為許多截然不相連接的小葉 (leaflet)。小葉的柄稱小葉柄 (petiolule)，而複葉的柄則稱為總葉柄 (common petiole)。

(a) 羽狀複葉 (pinnately compound leaf)。此種複葉，其小葉悉排列於總葉柄的左右兩側，形成羽狀，故有是名。小葉與單葉有何區別？單葉與複葉的基處均生有芽，且常具葉托。小葉若干？其數自是否有定？究為奇數，抑為偶數？試取豌豆及薔薇的複葉，而檢察之。

(b) 掌狀複葉 (palmately compound leaf)。例如大麻 (Cannabis sativa; hemp)。其小葉叢生於總葉柄的頂端，排成扇狀或掌指狀。小葉的數目若干？試核算之。

羽狀及掌狀的二種複葉，其總葉柄或不分歧，或經一回或一再分歧，而生小葉於其上者，是為複式羽狀或掌狀複葉。試取水蕒 (Oenanthe stolonifera; water celery)，南天竹 (Nandina domestica)，罌子桐 (Aleurites fordii; tung oil tree) 及豆類等的複葉，而檢察之。注視所得諸標本的不同。

△圖案：所見各種複葉的形態。

B. 葉的排列法。葉在莖上的排列，概有定法，是稱葉序 (phyllotaxy)。葉序有三種之別。

1. 對生葉 (opposite leaves)。莖上每節生出二葉，兩兩相對。試就薄荷 (Mentha arvensis; mint)，而檢察之。其莖上任一對葉着生的方位，與上下二對，是否相同？

2. 輪生葉 (verticillate leaves)。每節皆生三葉或三葉以上，而呈輪狀，例如砧草 (Galium boreale; bedstraw)，夾竹桃 (Nerium indicum) 等。上下諸節所着生的輪生葉，其自然位置是否相同？

3. 互生葉 (alternate leaves)。每節祇生一葉，上下各節交互而生。試取桑葉一枝，以線纏於任何桑葉的基部，順序經第二葉而至第三葉。注視此葉適在第一葉的上方。線自第一葉環至第三葉，整整繞枝一周，是成一葉環 (A)。一葉環中，計經二葉 (B)。若以 A 為分子，而以 B 為分母，則所得的分數式 ( $\frac{1}{2}$ )，足可代表桑葉的互生葉序 (桑葉時或呈為  $\frac{1}{2}$  式的排列法)。

試取桃葉一枝，按前法測定其葉序的分數式。線自第一葉起，須繞至第六葉，始位於第一葉的上方。由第一葉至第六葉，其間繞枝幾周。

試自校地境內或附近，採集任何十種不同植物的葉各一枝，而檢定其葉序。

△圖案：試作表解圖，示明所見各種葉序。

C. 葉的內部構造。試檢檢若葉片的橫切片，並由上而下，細察其中的

## 種種構造。

1. 上表皮 (upper epidermis)。爲一層長方形的細胞。表皮細胞中，具有葉綠粒否？其表面被有角質層否？

2. 葉肉 (mesophyll)。可分爲下列二部。

(a) 柵欄組織 (palisade tissue)。在上表皮之下，其中細胞概爲柱形，駢列整齊，類似柵欄，是以得名。

(b) 海綿組織 (spongy tissue)。位於柵欄組織之下，其中細胞形狀無定，排列無規，細胞間且多空隙，頗似海綿，故名海綿組織。

柵欄與海綿組織，皆由柔膜組織而成。其中細胞概含葉綠粒，外呈綠色，故亦稱爲綠色組織。試用鏡檢察葉綠粒的形態，及其在細胞體中的分佈。

葉肉的組織中，見有維管束否？是即葉面所見的葉脈。葉的維管束，外圍有維管束鞘，內分木質與韌皮兩部。各部位置如何？試鏡檢各部所由成的細胞。見有篩管否？此種構造曾經見過否？見於何處？細小的葉脈，僅含有管胞或篩管。試鏡尋之。

3. 下表皮 (lower epidermis)。其構造與上表皮有何不同？見有氣孔否？是爲空氣出入的門戶。孔形狹長，兩旁各有一半月形的保護細胞 (guard cell)，職司啓閉氣孔。保護細胞與表皮細胞有何區別？保護細胞中，見有葉綠粒否？下表皮之表面，見有角質層否？葉的上下表皮，究有若何區別否？

△圖案：薔薇葉片的橫切片，概括上述的各種構造。

試取新鮮薔薇或別種適當植物的葉，用刀由葉的下面剝取少許，置於磁杯內，注些清水。隨用滴管吸置於載片上，覆以蓋片，用鏡檢尋表皮中的氣孔，細察其形態與分佈。依法鏡檢葉片上面的表皮。見有氣孔否？

△圖案：氣孔的平面觀。

## 課五四 被子植物(12):葉的研究(下)

(Angiospermae: A Study of the Leaf [Cont'd])

用具: 複顯微鏡, 解剖顯微鏡, 酒精燈, 解剖器, 滴管, 載片, 蓋片, 定針, 玻璃片, 玻器, 漏斗, 試管, 鐵鉢, 鑲台紙, 火柴, 燒杯(大小各一), 木澱板, 蠟。

材料: 盆栽植物, 桑, 芭蕉, 樹欄等的葉, 竹, 金魚藻及秋海棠等的葉各數枝。

藥品: 碘液(1), 酒精, 礦脂 (vaseline)。

II. 單子葉類。取竹一枝。試檢察其葉係爲互生, 對生, 抑爲輪生? 若係互生, 試以分數式示其葉序。

竹葉的外形, 可分爲下列二部。

1. 葉片 (blade)。呈何形狀? 葉緣平滑否? 葉片的中央具有主脈, 其左右兩側又有多數平行的小脈, 概自葉基直達於葉端, 是爲直出平行脈 (straight type of parallel venation)。

2. 葉鞘 (leaf sheath)。葉的下部延成鞘狀, 抱着於莖上。葉鞘的頂端, 生有膜質的縫絡, 是曰葉舌 (ligule)。葉舌有彈水作用, 使雨水不致侵入於鞘內。

△圖案: 竹葉的形態。

試取芭蕉 (*Musa sapientum*; banana) 的葉一枝, 而檢視之。見有主脈否? 由其主脈的左右兩側, 分出多數平行側脈, 直達於葉緣, 是爲側出平行脈 (transverse type of parallel venation)。試檢察樹欄 (*Trachycarpus excelsa*; palm) 的葉脈。其主脈概係悉起自葉柄的頂端, 而分向葉緣射出, 是稱射出平行脈 (radiate type of parallel venation)。

△圖案: 所見的二種平行脈。

III. 葉的功用。

1. 取一幼嫩葉, 用刀橫切一薄片置於載片上, 再加清水, 覆以蓋片, 置於鏡下檢之。見有葉綠粒否? 葉綠粒有何功用? 隨將葉置於酒精中

之（慎勿使酒精着火）。俟葉綠素盡溶解後，再行鏡檢。試用滴管注加少許碘液於葉片上。見有染色的粒狀體否？是為何物？

2. 預將盆栽植物，置於暗室中一、二日。次取台紙二片，裁成任何形式，將其夾住於葉片的一部，用定針釘住。既畢，即將此盆植物移曬於日光中。閱數小時後，將葉摘下，除去其上下兩面的台紙，而以之浸於酒精中熱之。葉中的葉綠素漸就溶出。展片時，用錫箔將葉取置於玻璃片上（以白紙套於玻璃片下面，使得易見顏色的變化）。試用滴管，注加碘液於葉的全面。結果如何？葉的曝光部分變為何色？其被掩蔽的部分有否變色。是何故？在此實驗前，何以必須將彼試驗的植物，藏於暗室中？

3. 試剪取金魚藻 (*Ceratophyllum demersum*; coontail) 或其他水生植物的葉數枝，納於盛水的玻璃器中。葉上覆以倒置的漏斗，將漏斗全部浸於水中，再將一滿盛清水的試管，倒置於漏斗上，而夾於鐵線中。裝畢既畢，將此器移曬於日光中。少頃可見試驗器中的葉，不斷放出氣泡，漸行上升而集於試管中。試用鐘測計一分鐘內，發生氣泡若干？隨將試驗器移置於光線稍弱處。數分鐘後，再觀察氣泡排出的速率，較前有否變更？如斯反覆試驗；待試管中的氣體集多後，即將管自水中取出，以姆指塞住管口，隨用着火無焰的火柴，插入管中。燃燒否？管內究為何氣？由何而成？

4. 取一燒杯，滿盛以水，上蓋以水盪板。近板的中央處，鑿穿一小孔，摘取秋海棠的葉一披，將其葉柄從板的小孔，插入於杯內的水中。隨用瓊脂將孔封密，使杯中的水不致外洩。既畢，另以一較小的燒杯，罩覆於裝置秋海棠葉的燒杯上。終乃將試驗器，置於直射的日光下。移時，即見上方倒置燒杯的內面，疑有水滴。是因何故？

依上述實驗裝置，除去上面倒置的燒杯，用天秤秤其全部試驗器的重量，然後以之置於日光中。每日秤二次，將其重量填入於中，直至下次實驗時為止。失去的水分，計有若干？將實驗植物的葉全部摘下，裁成方形，以圓計算其總面積。試估計面積每平方厘米，每日所排出的水分子有若干？

△報告：將以上各試驗所得的結果，詳為記載，並加以說明。

(1) 試法見本實驗冊1。

## 課五五 動物的分佈(1)

(The Distribution of Animals)

用具：世界地圖，色筆。

材料。所學諸動物的標本或其形態圖。

1. 動物分佈的區域。由生物地理學的研究，乃知一切動植物，皆各有一定分佈，而各地亦皆有其土著的動植物棲息其間，因而形成分佈區域。陸上動物的分佈通常以鳥類與哺乳類為基礎，而劃分為下列諸區。

1. 古北區 (Palearctic realm)。此區範圍至大，包括歐陸全部，北回歸線 (tropic of Cancer) 以北的非洲與亞拉伯 (Arabia)，以及亞陸北部。試於本課所附的地圖中，檢尋下列諸地點：

1. 東經線 69 度 × 北緯線 25 度
2. 東經線 70 度 × 北緯線 29 度
3. 東經線 75 度 × 北緯線 34 度
4. 東經線 80 度 × 北緯線 31 度
5. 東經線 90 度 × 北緯線 28 度
6. 東經線 95 度 × 北緯線 30 度
7. 東經線 100 度 × 北緯線 33 度
8. 東經線 105 度 × 北緯線 29.5 度
9. 東經線 110 度 × 北緯線 25 度
10. 東經線 120 度 × 北緯線 29 度

將上列諸地點，用細線相連(1)。其在此線以北的區域。皆為古北區，以兩者悉歸於下述的東洋區。吾國閩，粵諸省，究屬何區？與東三省，河北省等，是否隸屬於同一區域？在吾國境內，古北區與東洋區的交界，究在何處？

2. 東洋區 (Oriental realm)。此區包括吾國南部，印度，錫蘭 (Ceylon)，暹羅 (Siam)，緬甸 (Burma)，安南 (Indo-China)，馬來半島 (Malay Peninsula) 以及菲律賓羣島 (Philippine Islands)，蘇門答臘 (Sumatra)，爪哇 (Java)，婆羅洲 (Borneo) 及附近諸小島。

3. 澳洲區 (Australian realm)。包括澳洲大陸，紐西蘭 (New Zealand)，塔斯馬尼亞 (Tasmania)，紐幾內亞 (New Guinea)，夏威夷 (Hawaii) 以及其他南太平洋諸島嶼。

東洋區與澳洲區間，島嶼星羅棋布，二者的界限因而難於劃分。據窩羅斯 (Wallace) 氏的研究，自峇里 (Bali) 及龍目 (Lombok) 兩島，北達婆羅洲與西里伯島，其間的海峽雖不為大，但峽東諸島與峽西諸島，其產物關係迥然互異；因以此峽為東洋區與澳洲區境界線，特稱為窩氏線 (Wallace's Line)。試於地圖中檢出上述諸島嶼，並繪出窩氏線的所在。

近時荷蘭植物學者麥利爾 (Merrill) 氏就植物分佈，以菲律賓羣島應編入澳洲區，於是改定窩氏線自峇里，龍目間，經西里伯，婆羅洲間，使此線北上，經菲律賓羣島之西，然後向東直達巴士島 (Bashi Island) 與臺灣之間，其改定線名麥氏線 (Merrill's Line)。試於地圖中繪示之。

4. 熱帶區 (Ethiopian realm)。此區包括北回歸線以南的阿拉伯與非洲大陸；惟其界線於下列二處，稍呈不規則狀。

1. 東經 1—9 度間的界線，向南曲至北緯 21 度。
2. 東經 54—57 度間，向北直達至北緯 27 度。

試於地圖中，檢尋所列諸地點。馬達加斯加島 (Madagascar) 及其他非洲附近的諸小島嶼，亦均隸於此區。

5. 新北區 (Nearctic realm)。包括北美全洲，南達墨西哥的北部。格林島 (Greenland) 及其附近諸島嶼，均屬北區。試於地圖中檢出下列諸地點，而後以線相連，是即此區向南的境界線。

1. 西經線 107 度 × 北緯線 24 度
2. 西經線 105 度 × 北緯線 25 度
3. 西經線 100 度 × 北緯線 19 度
4. 西經線 96 度 × 北緯線 17 度
5. 西經線 100 度 × 北緯線 22 度
6. 西經線 102 度 × 北緯線 26 度
7. 西經線 100 度 × 北緯線 27 度
8. 西經線 97 度 × 北緯線 26 度

新北區與古北區或將其合併，而統稱為全北區 (Holarctic realm)。

6. 新熱帶區 (Neotropical realm)。包括南美大陸，中美洲，墨西哥

南部及西印度羣島 (West Indies) 等。

△報告：試於地圖中，將上述六區的界限劃出；各區可塗以各種彩色，以資識別。此六區中係以何區為最大？何區為最小？試就各區中特產的哺乳類及鳥類，舉其一二，略述其特徵及生活狀況，作為報告。

II. 動物的不連續分佈 (discontinuous distribution)。世上一切動植物，其分佈的情況因種而異；但在分類上種屬相近的生物，其分佈的範圍每相類似，然間亦見有親緣上特具關係的種類，或竟分佈於遠隔的地域，是稱不連續分佈。今試將下舉諸例申敘之。

1. 肺魚 (lung fish)。現僅存三種，即角齒魚 (*Neoceratodus forsteri*) 產於澳洲，原鱒魚 (*Protopterus annectens*) 產於非洲河中，及泥鰻 (*Lepidosiren paradoxa*) 產於南美。現存世上的肺魚，除產於上列諸地域外，他處均未之見。

2. 短吻鱷 (Alligator)。此屬現存世上者，僅有二種：其一產於吾國揚子江流域一帶，名揚子鱷 (*Alligator sinensis*)；另一種則產於北美的密斯失壁河 (*Mississippi River*)，名北美短吻鱷 (*Alligator mississippiensis*)。此二種在分佈上的距離，幾有地球的半圓。

3. 鮠科 (Polyodontidae)。此科現僅產有二屬，各有一種：即匙吻鮠 (*Polyodon folius*) 產於北美，與奇吻鮠 (*Psephurus gladius*) 產於吾國長江及黃河中。

4. 鯢魚科 (Cryptobranchidae)。此科有二種：即隱鯢 (*Cryptobranchus alleganiensis*) 產於北美東部，及大鯢魚 (*Megalobatrachus japonicus*) 產於吾國與日本。

5. 鼈斯科 (Tettigoniidae)。此科中一種名 *Atlanticus palpalis* 者，產於閩省，其近似的種類，卻僅發現於北美東部一帶，他處絕無所見。

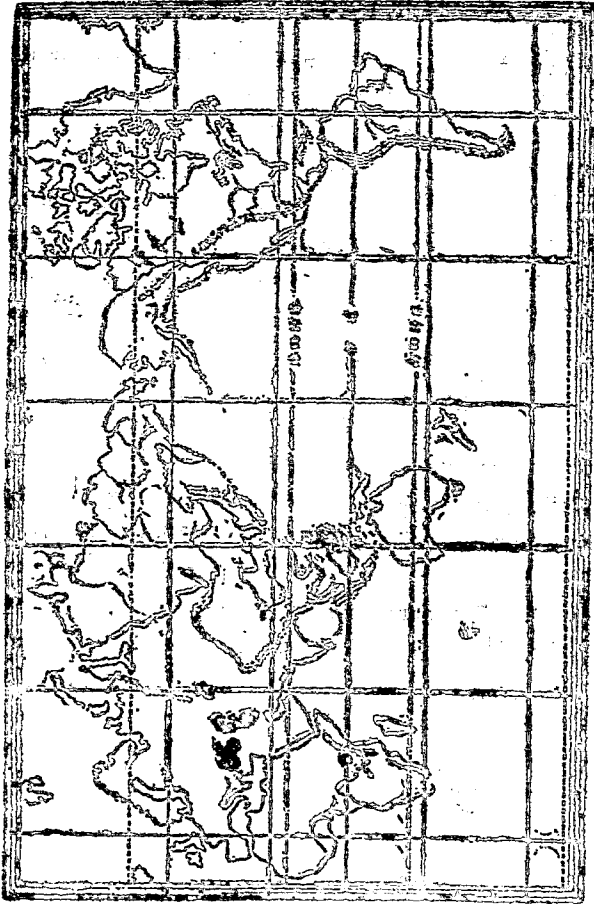
6. 獾科 (Tapiridae)。此科見有二種：即獾 (*Tapirus americanus*; *American tapir*) 產於南美，及印度獾 (*T. indicus*; *Indian tapir*) 產於印度與馬來半島等處。

試檢閱所舉諸種的標本或其形態圖，並於地圖中說明其各種的產地，以 1, 2, 3 等符號，代表所舉的諸種；再以 a, b, c 等符號，註明各種所產的不同地域。例如第一種的不連續分佈，可用 Ia, Ib 的符號，其標本中，亦可



類推)。

(1)由上列諸地點所繪成的界線，僅示其大概情形；欲知其詳，應參閱專門書籍。



## 課五六 動物的分佈(2)

(The Distribution of Animals (Cont'd))

用具：世界地圖，野外記錄簿。

材料：所舉的禽鳥標本。

III. 鳥類的移徙。鳥類依其棲息習性的不同，通常可大別為次列三類。

A. 留鳥 (resident bird)。終年棲息於同一地域，而不呈移徙現象。實則嚴格而言，完全不移徙的鳥類為數甚少：一般所謂留鳥，多指其種類於一年間多寡恆有一部禽鳥，棲止於其生殖區域，而不遷移云耳。

B. 候鳥 (migrant or migratory bird)。依季節的不同，而變更其棲所。吾國境內所見的候鳥，依其移徙情形的不同，更可區別為下列數種。

1. 夏候鳥 (summer visitor)。夏時在我國境內繁殖，秋則移往南方溫暖地域，越過寒冬，翌春復飛返北方。

2. 冬候鳥 (winter visitor)。繁殖於北方，至秋時則南徙至吾國過冬，春復北返。

3. 旅鳥 (passing migrant)。此類係以北方為繁殖地，至秋則移至吾國以南各地越冬。如斯南北移徙，於其途中輒暫棲息於吾國地域。

C. 迷鳥 (straggler)。鳥類間或因狂風或其他氣候上的驟變，或則依隨航的運行，而由其平常棲息的區域，或正常移徙的途徑，偶然飄至異地。試舉一例以證之。

今就下列諸種普通禽鳥，註明其為留鳥抑或候鳥。若係候鳥，其在本地曾於何時見有之？教師可率諸學員赴野外觀察禽鳥。試將所見的種別及其各體的羽數，詳為記載。何種最為常見？所見的諸種中，何者為留鳥？何者為候鳥？各鳥棲息何處？鳴聲若何？若見其取食時，試觀察其所食者究為何物？

1. 鹿 雀	<i>Passer montanus saturatus</i> Stejneger	Chinese Tree-Sparrow
2. 灰頭黑臉鷓鴣	<i>Emberiza spodocephala spodocephala</i> Pallas	Gray headed Black faced Bunting

3. 白腰文鳥	<i>Uroloncha striata squamicollis</i> Sharpe	Chinese White-backed Munia
4. 糖眼鳥	<i>Zosterops simplex simplex</i> Swinhoe	South China White Eye
5. 八哥	<i>Aethiopsar cristatellus cristatellus</i> (Linné)	Chinese Crested Mynah
6. 喜鵲	<i>Pica pica sericea</i> Gould	Chinese Magpie
7. 玉環鵒	<i>Corvus torquatus</i> Lesson	Collared Crow
8. 白頰山雀	<i>Parus major commixtus</i> Swinhoe	South China Grey Tit
9. 家燕	<i>Hirundo daurica gutturalis</i> Scopoli	Eastern House-Swallow
10. 鶉鴉	<i>Copsychus saularis prosthopellus</i> Oberholser	Tagpie Robin
11. 灰頂茶鴉	<i>Phoenicurus aureus aureus</i> (Pallas)	Daurian Redstart
12. 黑鶉	<i>Turdus merula mandarinus</i> Bonaparte	Chinese Black Thrush
13. 白頭鶉	<i>Pycnonotus sinensis sinensis</i> (Gmelin)	Chinese Bulbul
14. 畫眉	<i>Trochalopteron canorum canorum</i> (Linné)	Hwamei
15. 樹鶉	<i>Anthus hodgsoni hodgsoni</i> Richmond	Eastern Tree-Pipit
16. 小翠鳥	<i>Alcedo atthis bengalensis</i> Gmelin	Common Kingfisher
17. 斑頸鳩	<i>Streptopelia chinensis chinensis</i> (Scopoli)	Chinese Spotted Dove
18. 針尾沙鶉	<i>Capella stenura</i> (Bonaparte)	Pintail Snipe
19. 環頸雉	<i>Phasianus colchicus torquatus</i> Gmelin	Chinese Ring-necked Pheasant
20. 鴉	<i>Francolinus pintadeanus pintadeanus</i> (Scopoli)	Chinese Francolin
21. 黑耳鸢	<i>Milvus lineatus lineatus</i> (Gray)	Black-eared Kite

22. 綠頭鴨	Anas platyrhynchos platyrhynchos (Linné)	Mallard
23. 豆雁	Anser fabalis sibiricus (Alphéraky)	Middendorff's Bean Goose
24. 沼鷺	Ardeola bacchus (Bonaparte)	Chinese Pond- Heron
25. 白鷺	Egretta garzetta garzetta (Linné)	Little Egret

IV. 候鳥遷徙的途徑。

A. 美洲候鳥的移徙途徑。北美一般候鳥，其於秋間向南移徙，輒循一定的途徑；茲將其較著者列舉如次。

1. 自諾法斯科細亞 (Nova Scotia) 循西經 61—62 度間，向南直達南美的委內瑞拉 (Venezuela)。

2. 自北美南部的佛羅里達州 (Florida)，經哈馬羣島，而接於所述的第一路線。

3. 自佛羅里達州的極南部 (西經 82 度×北緯 25 度)，至委內瑞拉的西部 (西經 70 度×北緯 10 度)。

4. 自墨西哥灣 (Gulf of Mexico) 北岸，西經 85—95 度的範圍內，向南飛渡而達於中美的于加敦 (Yucaton)。

5. 自西經 108 度與北緯 43 度一帶，向東南移徙，經墨西哥中部而達南美。

6. 沿北美西岸而南遷。

B. 亞洲候鳥的移徙途徑。關於亞洲候鳥移徙的問題，研究尚嫌太少，而未能獲得較為正確的結論。就一般情形而言，候鳥於南遷時，大都沿着海岸及內地河流，而南達印度或南洋羣島。春間北返時，率皆依循下列的同一途徑。

1. 自吾國南部沿海各省，以及臺灣，南洋羣島及其他鳥島，向北飛抵揚子江流域。許多鳥類隨長江及其支流，而達於吾國北方內地各處，或遠移至蒙古境內而營繁殖。但亦有許多鳥類，從長江口繼續沿海北岸，直抵山東半島，由此旋或橫渡渤海，而達遼東半島或河北省的東北部，或則沿海岸飛行，終亦達至河北省東北一帶的山地，營繁殖。但有種鳥類仍沿海岸，向東北起山海關而達遼河流域，於此遂與由山東飛抵遼東半島的

候鳥相遇。此兩股鳥類，仍循遼河北上，或止於蒙古東部，或向東北飛抵吉林西部和北部，或則沿松花江 (Sungari River) 及黑龍江，尋覓適宜的繁殖地，或更往北遷入於西伯利亞。

2. 自南洋羣島，臺灣及其附近諸島嶼，經琉球羣島而抵日本。既達此處的候鳥，其遷徙的途徑，大抵可別為二：其一由日本南部飛渡日本海而至朝鮮，更往北而移至東三省及西伯利亞；另一途徑則循日本島而達於其北部，旋更分由庫頁島 (Saghalin Island) 及千島羣島 (Kuril Island)，而往北移徙。至於前文所述由南遷抵滬郊的候鳥，或竟由此橫渡黃海而達朝鮮，隨更會同自日本飛抵此處的鳥類，而再向北移徙焉。

試於上課所附的地圖中，繪線示明一般候鳥在亞、美二洲移徙時所取的途徑；並於所繪諸線上，酌註以矢號，以示移徙的方向。

V. 幾種候鳥的移徙途徑。亞洲一般候鳥的移徙，既如所述；茲更就下列的數種候鳥，詳究其遷徙的途徑。

1. 家燕 (*Hirundo rustica gutturalis*; eastern houseswallow)。此鳥冬時棲息於南洋，印度，澳洲等處。二月間則向北飛達廣東，三月間至福建，浙江及長江下游一帶，四月初旬於秦皇島亦已見其蹤跡。其遷移的途徑，係沿着海岸線而北上，隨更沿各河流而分佈於內地，幾遍於吾國全境，北達蒙古，東三省，以至於西伯利亞的東南部。此外亦見有家燕向北遷移時，先達臺灣，隨乃由此向西經臺灣海峽而至閩粵，或則向東沿琉球羣島而達日本，或竟由此飛越東海，經朝鮮而遷於東三省，蒙古以及西伯利亞一帶。

燕在吾國生殖既畢，恆於八月間羣向南方飛去。至冬時則竟無所見，僅於雲南，廣東諸省，間或有少數終年留棲其地。

此鳥在汝地境內，曾否遇見之？今年會於何時始見之？

2. 豆雁 (*Anser fabalis serrirostris*; Swinhoe's beangoose)。豆雁春夏間棲息於西伯利亞，秋乃向南沿吾國海岸一帶遷移，迨冬則幾遍佈全國境內，而尤以沿海各地為最常見，及至二月至四月間又復北返。此雁繁殖在西伯利亞之葉尼塞 (Yenisei River)，勒拿 (Lena River)，英廣格加 (Indigirka River)，科里木 (Kolyma River) 諸河的流域，東至楚克迪半島 (Chukchi Peninsula)。試於地圖中檢尋此種豆雁繁殖的區域，而加以標註。

本校春時曾見有豆雁飛越境內否？其鳴聲若何？雁飛行時，恆排成行列，或如“人”字，或如“一”字，整齊可觀。

3. 東方金鶺(*Pluvialis dominica fulvus*; eastern golden plover)。此鳥繁殖於北美亞拉斯加(Alaska)的西岸，並於西伯利亞的北部，西自雅馬爾半島(Yamal Peninsula)及葉尼塞河，南達斯塔尾山(Stanovoi Mountains)及堪察加半島(Kamchatka Peninsula)。冬時乃移徙於華南，安南，馬來羣島，以至於澳洲及其附近諸島嶼。遷徙時，或沿吾國海岸南行，或則由其繁殖區域向南一往直飛約 3,000 英里，而達夏威夷島(Hawaii)，由此隨更南遷，而飛抵其越冬地域。至翌年繁殖期，則大都循其南遷路線而北旋。

△圖案：試於地圖中，用線繪示上述諸候鳥的遷徙途徑。所述的諸種候鳥，其在吾國境內，究係夏候鳥，冬候鳥，抑或旅鳥？

## 課五七 生物的遺傳(1)

(Genetics)

用具：蠟盤或磁杯。

材料：玉蜀黍由糖質與澱粉質二品種雜交所得的子<sub>2</sub>黍穗，及由黃色澱粉質與白色糖質二品種雜交所得的子<sub>2</sub>黍穗；黑白二種的菜豆各二百粒。

I. 單性雜交 (monohybrid cross)。玉蜀黍的胚乳，就其所含的養分而言，可有二種之別：一含糖質；一含澱粉質。前者表面多縐；後者肥圓而表面平滑。試檢別之。此二品種的玉蜀黍若以其純種者雜交，所產的子<sub>1</sub>黍（即第一子代）(first filial generation)，其胚乳悉為澱粉質。是因何故？子<sub>1</sub>黍互相配合，所生的子<sub>2</sub>黍（即第二子代，second filial generation），其胚乳又有前述二種之別。取第二子代的玉蜀黍一穗，試計算其含糖質的黍粒，與含澱粉質的黍粒。此二者成何比例？再綜合全班學員所得的數目，而統計之。得何比例？試以孟氏定律 (Mendel's law) 說明之。

II. 雙性雜交 (dihybrid cross)。玉蜀黍的黍粒，除具上述的差異外，尚有黃白二色之別。若以黃色澱粉質的純種玉蜀黍，與白色糖質的純種玉蜀黍雜交，所生的子<sub>1</sub>黍再行自相交配，則子<sub>2</sub>的黍粒，可別為四種如下：

1. 黃色澱粉質的黍粒，
2. 黃色糖質的黍粒，
3. 白色澱粉質的黍粒，
4. 白色糖質的黍粒。

試取第二子代的黍穗，核算其各種的黍粒，列表記之如次，並統計其各種的比例。

黍粒的種類	數	目	總計
1	正 正 正 正 正 正 下		
2	正 正 正 正 正		
3	正 正 正		
4	正		

再綜合全班各生所得的數目，而統計之。得何比例？試說明之。

△報告：將所得的結果詳為記載，並說明之。

III. 孟氏定律的算學根據。試取黑白菜豆各二百粒，混於鐵盤或磁杯中。隨將眼用手帕掩閉，而以手由碗中任取二豆，另由一生將所拾的豆粒，視其二者係為白色，或為黑色，抑或一黑一白，而就下表填入。

	二者皆白	黑白各一	二者皆黑
次 數			
比 例			

既畢，試統計所拾的豆粒。黑者究有幾對？白者幾對？一黑一白者幾對？更由所得的數目，核算其三者的比例。如法再行實驗三次。每次所得的比例，是否相同？再將前後四次所核算的數目統計之。得何比例？

試將全級學員核算所得的結果，而行統計。由此所得的比例，與由個別記錄所測定者，有否不同？試詳釋所得比例的緣由。其與孟氏定律有否相關？試說明之。

△報告：將個別及全級學員核算所得的結果，列為報告，並釋答上列的諸問題。



## 課五八 生物的遺傳(2)

(Genetics [Cont'd])

用具：雙眼顯微鏡 (binocular microscope), 果蠅培養瓶(1), 玻璃瓶, 棉塞, 棉花, 定針, 玻璃片。

材料：野生果蠅, 短翅 (vestigial-winged) 果蠅, 白眼 (white-eyed) 果蠅(2)。

藥品：迷蒙精 (chloroform)。

I. 試取二培養瓶, 各貯野生果蠅三對。事畢, 應按日或隔日加以觀察。何時始見有蟲卵? 卵經若干時日, 始行孵化為幼蟲? 幼蟲又經若干時日, 始行蛹化? 如見有蛹時, 應將原有的雌雄果蠅移置於他瓶中。由卵發育而為成蟲, 需時若干? 所生的子<sub>1</sub>果蠅, 與親蠅有否不同? 檢察時, 可將所欲檢察的果蠅移置於空瓶中, 未移置前, 應預備棉花蘸些迷蒙精, 用定針將其釘着該空瓶棉塞的下面。果蠅移入後, 不久即失知覺。隨將瓶中的果蠅傾置一片玻璃上, 移於雙眼解剖顯微鏡下檢視之。試核算雌雄子<sub>1</sub>蠅的數目, 而按下表填入, 直至最初子<sub>1</sub>蠅產出後十天為止。果蠅的雄者, 其腹部的末端外呈黑色。雌者究有此種特徵否? 雌雄兩性, 其體形大小究有不同否? 試檢別之。子<sub>1</sub>蠅雌雄兩性的比例究為若何? 試由下表所列的數目, 而測定之。

日 期	雌	雄	總 數
第 二 日			
第 四 日			
第 六 日			
第 八 日			
第 十 日			
註 計			

II. 試就野生果蠅中, 選取其尚未交配的雌蠅四, 五個, 次由短翅果蠅的純種培養中, 揀選同數的雄蠅。隨將所選出的雌雄, 同貯於一培養瓶中。瓶內俟見有蛹時, 即應將原有的雌雄果蠅取出殺死之。所產的子<sub>1</sub>蠅, 究為長翅抑為短翅?

再就子<sub>1</sub>蠅中, 選其雌雄各四, 而移置於新備的培養瓶中。十餘日後, 即見有子<sub>2</sub>蠅。試將其逐日取出磨碎之, 而鑑核其為長翅抑為短翅; 並將所得結果, 按下列表式填記之。

日 期	種 別	長 翅		短 翅		比 率
		♀	♂	♀	♂	
第 二 日						
第 四 日						
第 六 日						
第 八 日						
第 十 日						
總 數						

試就所得的數字, 測定下列各項比例, 並比較之。

1. 子<sub>2</sub>蠅雌雄的比例,
2. 子<sub>2</sub>蠅長翅與短翅的比例,
3. 雄性子<sub>2</sub>蠅長翅與短翅的比例,
4. 雌性子<sub>2</sub>蠅長翅與短翅的比例。

III. 野生果蠅悉為紅眼。試選取其尚未交配的雌者, 而以之與白眼的雄者, 同時於培養瓶中。按日觀察之。其子<sub>1</sub>蠅究為紅眼抑為白眼? 二種形質中孰為顯性, 孰為隱性? 再依前試驗法, 將子<sub>1</sub>蠅的雌雄互配。試檢察所產子<sub>2</sub>蠅的性別與眼色, 按表填入如次。其雌雄的比例為何? 其顯隱二形質的比例為何? 又雌性子<sub>2</sub>蠅的顯隱比例為何? 雜性所得的比例有否不同? 何以故?

日期	種別	紅眼		白眼	
		♀	♂	♀	♂
第二日					
第四日					
第六日					
第八日					
第十日					
總數					

IV. 試選取向未交配的白眼處女果蠅，使之與紅眼的雄者交配。子<sub>1</sub>代的結果與前試驗所得者，有否不同？何故？再將子<sub>1</sub> 代的雌雄互配，一切處理如前；並將子<sub>2</sub> 代所得的結果，按表填入如次。

日期	種別	紅眼		白眼	
		♀	♂	♀	♂
第二日					
第四日					
第六日					
第八日					
第十日					
總數					

試核算子<sub>2</sub> 果蠅的雌雄比例，及其紅眼與白眼的比例為何？所得的比例，與前試驗的結果，有否不同？試釋其故。

△報告：將以上各試驗的過程及其所得的結果，詳為報告，並解答所列的諸問題。

- (1) 果蠅培養瓶的預備：先將一個約的 250 立方公分的廣口瓶。用酒精消毒，將其瓶底洗淨，貯於水中約五分至十分鐘，然後用少許的酒精消毒。存貯酒精，以之蒸餾而得酒精 10 公

使氣中菌後所培養的蠅蛆，得易倒行至紙之邊緣處，而行蛹化。裝置既畢，取些棉花，塞於紗布中，而以之塞緊瓶口，以備後用。此種培養瓶每生至少應備製一個。行實驗時，同一桌的諸學員可分工合作，而任其事。

- (2) 後二品種可向國內生物材料處採購。至於野生品種，可將腐爛的培養瓶去其瓶蓋，將其置於果樹上或其他適宜之處。不幾時，即見有多數果蠅聚集於培養瓶中。即將瓶蓋仍舊蓋上，任果蠅在瓶內蕃殖，備供實驗用。培養果蠅，何以必用棉塞，以封瓶口？

## 課五九 生物統計法

(Biometrics)

材料：松葉，豆粒，或其他適當材料可供統計者。

I. 松類的葉為形細長如針，通常二葉叢生為一束，是謂叢生葉（詳見課四二）。試取松的叢生葉百枚，用尺量其長度，列表記之如下。

葉 的 長 度	葉	葉 數 總 計
9.6—10.5 釐米	下	3
10.6—11.5 釐米	正 下	8
11.6—12.5 釐米	正 正 下	14
12.6—13.5 釐米	正 正 正 下	17
13.6—14.5 釐米	正 正 正 正 正 正 下	32
14.6—15.5 釐米	正 正 正 正	20
15.6—16.5 釐米	正	5
16.6—17.5 釐米	—	1

總共 100

將所得的結果，再作一統計表如次，以計算松葉長度的平均值(mean)。

松葉長度的組別	每組的平均長度(V)	每組的葉數(f)	平均長度與葉數乘積(Vf)
9.6—10.5 釐米	10 釐米	3	30
10.6—11.5 釐米	11 釐米	8	88
11.6—12.5 釐米	12 釐米	14	168
12.6—13.5 釐米	13 釐米	17	221
13.6—14.5 釐米	14 釐米	32	448
14.6—15.5 釐米	15 釐米	20	300
15.6—16.5 釐米	16 釐米	5	80
16.6—17.5 釐米	17 釐米	1	17

$n=100$

$\Sigma=1,592$

測定平均值時，先以各組的平均長度(V)與各組的葉數(f)相乘；然後將各乘積相加(Σ)；所得的總和再以葉的總數(n)除之，即得松葉的平均長度，其公式如次：

$$M(\text{平均值}) = \frac{\Sigma Vf}{n}$$

△報告：試依法測算所得標本的平均長度。可將全級各學員所得的平均值總加之，而以學員人數除之；所得之商，即為總平均值。

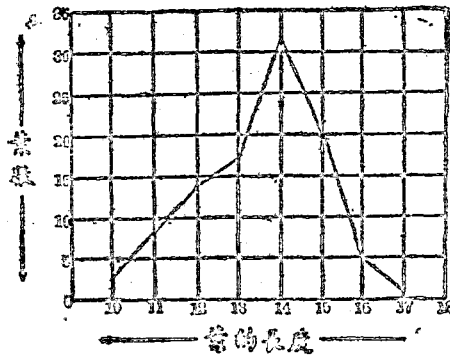
II. 上列的統計結果，更可繪製為曲線圖以示之。圖中有直角相交的縱橫二線。先在橫線上劃分若干相等的距離，以代表松葉每組的平均長度；而在縱線上亦同樣劃分，以表示葉的數目。然後按縱橫二線上的劃分，引出直線，成一方格圖。由統計結果中，應各組的葉數，作一細點於圖中相當的位置以代表之。次用鉛筆將各點依次相連，即得一曲線 (curve)。曲線的高低曲直，足供示明松葉長度變異的情形。

曲線中的最高處，即代表最多松葉的長度 (=14 釐米)，是謂頂數值或稱模值 (mode)。松葉長度的模值與平均值是否相同？

△圖案：試綜合全級學員所得的統計結果，繪製為曲線圖。

試取豆粒二百至五百顆，量其長度，並測定其平均值與模值。再將所得的統計結果，繪製為曲線圖，以示豆粒長度的變異程度。

△圖案：豆粒長度變異的曲線圖。



## 課六〇 同原現象

(Homology)

用具：解剖顯微鏡，解剖器，蠟盤，載片。

材料：蝦，脊椎動物如雞，羊，人等的前肢骨骼。

I. 蝦的附肢。試取一蝦，而慎察其外態。蝦體可分為頭胸(cephalothorax)與腹(abdomen)二部，是與蝗蟲有何不同？蝦的頭胸部被以盾形的背甲(carapace)，其背方的前端延長而成一鋸齒狀的突起，謂之劍突(rostrum)，蝦體各部均具有附肢。計有幾對？其各附肢原皆由基肢(proto-podite)，內肢(endopodite)與外肢(exopodite)三部所成。內肢與外肢悉由基肢分出，是稱雙支式(biramous type)。蝦的諸對附肢，其基本構造雖皆相同，然因適應關係，各肢的外形及功用竟變互異；茲可分別檢察之。

1. 游泳肢(swimmeret)。位於腹部的腹面。究有幾對？游泳肢為附肢中的最原始者，故仍呈雙支式。其基肢計分二節，即底節(coxopodite)與基節(basipodite)。試剪取第三對游泳肢之一，用水裝置而鑷檢之。基肢之末，具有葉形的內肢與外肢。二者有否分節？

試鏡檢第二對的游泳肢。見有交合突(copulatory process)否？是為雄性的特徵。第六對游泳肢，為形特異而呈扇狀，垂列於尾節的左右兩側，因稱之為尾肢(uropod)，主司行動的方向。

2. 步足(ambulatory leg)。計有幾對？位於何部？每一步足計分七節。其近體的二節，為形特短，是即基肢的底節與基節。基節之下，尚有坐節(ischiopodite)，長節(mesopodite)，腕節(carpopodite)，前節(propodite)及趾節(dactylo-podite)等，是概屬於游泳肢的內肢；至其原有的外肢，則已消失不見。最前二對的步足，其末端具有螯，因特稱為螯肢(cheliped)。諸對步足中，何者最為強大？何者最小？試取任一步足，而細察其結構。

3. 顎肢(maxilliped)。究有幾對？其結構與步足是否相同？見有外肢否？試取最後一對的顎肢，而細察之。

4. 小顎(maxilla)。計二對，位於顎肢之前。形均扁平，結構頗為複

雜，第二小顎為形稍大，其外肢背面的一部，形成一橢圓形的角質構造，稱為舟顎片 (scaphognathite)，功能激動鰓室 (branchial chamber) 中的水流。

5. 大顎 (mandible)。僅一對，位於小顎之前。形甚堅厚而具齒。其一側具有短鬚，是即內肢的遺留。見之否？

6. 觸角。計二對，有大小之別：大者稱大觸角 (antenna)，小者稱小觸角 (antennule)。二者的位置孰前孰後？大小二觸角，其內肢為形均長而多節。見有外肢否？小觸角的基部具一凹陷處，周圍環生細毛。是稱聽囊 (auditory capsule)。試檢尋之。囊中藏有砂石否？囊壁見有感覺毛否？

試將上述的各附肢檢出，並用鑷將諸附肢之屬於左側 (或右側) 者取出，依序排列於紙上或蠟盤中，隨用放大鏡逐一詳察其構造，並比較之。蝦的附肢，彼此的外形與功用既不相同，何以知其係為同原器官？試釋其故。

△圖案：蝦的附肢。

II. 脊椎動物的附肢。陸棲脊椎動物的附肢，計有前後二對，其內部均具有骨骼。茲將脊椎動物前後肢的分部，及其各部內含的骨骼，試舉其名稱於次表。

前肢的部分		骨名	後肢的部分		骨名
上臂 (upper arm)		肱骨 (humerus)	大腿 (thigh)		股骨 (femur)
下臂 (forearm)		橈骨 (radius) 及 尺骨 (ulna)	小腿 (shank or crus)		脛骨 (tibia) 及 腓骨 (fibula)
手 (paw)	腕 (wrist)	腕骨 (carpal)	足 (foot)	踝 (ankle)	跗骨 (tarsal)
	掌 (palm)	掌骨 (metacarpal)		底 (sole)	跖骨 (metatarsal)
	指 (finger)	指骨 (phalanx)		趾 (toe)	趾骨 (phalanx)

• 試取下列諸種脊椎動物的前肢骨骼，而慎加以比較。

1. 人手。其腕骨兩端的關節，各是何狀？下臂所具的二骨，如何排列？腕骨幾枚？二者之中，何者位於手之內緣，即靠近指的一側？腕骨計有幾枚？掌骨幾枚？指骨每指各有幾枚？試寫出人手的指列式。



2. 鳥翅。試取雞的翅骨，而檢察之。其跗骨與人手所具者，有何不同？下臂的橈骨與尺骨，孰較粗大？鳥類的腕骨僅有二枚，餘與掌骨相癒合，而形成腕掌骨 (carpo metacarpus)。見之否？鳥翅究有幾指？何指為形最長？何指最短？每指各有幾骨？其指列式為何？試核定之。

3. 羊的前肢。再取羊的前肢骨節，而與人手互為比較。注意各骨的形狀，尤其關於腕骨，掌骨及指骨的數目與排列法。羊具幾指？着地者究有幾指？指端具有何物？

人手，鳥翼及羊的前肢，何以知其係屬同原器官？脊椎動物的附肢，原係五指式。試說明其如何變為鳥翅或羊腳？同原器官何以竟變為不同的構造？試將所察的前肢骨節，與所裝置的蛙骨標本（課三一），互為比較。其彼此有何相同？有何不同否？

再以脊椎動物的附肢，與蝦的附肢相較。二者功用相同否？其彼此究係同原器官否？試釋其故。

△圖案：所見各種脊椎動物的前肢骨節，並標註其同原的構造。

## 課六一 害蟲防除法

(Control of Injurious Insects)

用具：遠望鏡（野外觀察用），野外記錄簿，動物飼養器，玻缸，油爐。  
洋油箱，噴射器（sprayer），刷。

材料：田蛙，鱮魚，豬肉，硬性石鹼，煙草葉，石油。

防除害蟲的方法，可分為下列二項。

### I. 生物防除法。

1. 試於附近田園中，觀察棲止或飛翔其間的禽鳥。觀察其所食者係由何處採得，究由樹上或草間，或由地下掘取，或自空中掠得；且應注意其所食者係何物，或為果實，米穀，或為害農的毛蟲，甲蟲等。觀察時應十分細細，不可妄下結論；例如若見一鳥在果樹上，不可妄即推測其在偷食果實，或許係在尋覓葉間的害蟲。學者應本科學的態度，精密的觀察方法，以判定所見之鳥對於農業的利害關係。

2. 蛙及蟾蜍均為食蟲性的兩棲動物。試於傍晚出發田間，觀察田蛙捕食的情況。其所食者究係何物？將活蟻捕置於試驗室中所備的飼養器，並於器中酌置豬肉一塊，藉可誘致蒼蠅飛入，而後觀察田蛙捕食的方法。

3. 淡水魚棲於水中，亦能捕食水生昆蟲或其幼蟲。試以鱮魚（*Macropodus opercularis*；paradise fish），飼養於貯有蚊蟲孑孓的玻缸中。試觀察魚的捕食狀態。

II. 理化方法。此種防除方法所用的藥劑，種類甚夥，惟多皆昂貴，不易推廣民間，茲就下列簡易而價廉者，加以試驗表證(1)。

1. 將普通硬性石鹼一兩，切成小片，置於洋油箱中，然後加熱水約五斤，用微火煎熬，時為攪拌，使之全部溶化。用時再加五、六乃至十倍涼水稀釋之。

試將所備的肥皂溶液，噴射於果樹或蔬菜葉間所見的蚜蟲。有否效果？所檢的植物上，見有介殼蟲否？試用剛備的肥皂液洗滌其表面。結果如何？

2. 取煙草葉一斤，將其磨碎成屑，酌加水五斤煮沸之。用時再加涼水

10--15 倍。試以此液噴射農作害蟲，並觀其效果如何。

3. 石油乳劑為常用的觸殺藥，用之殺除蚜蟲及其他軟體害蟲。其配合法如下：

(a) 石油二加侖；

(b) 硬石鹼八盎司，

(c) 水一加侖，

先將石鹼溶解於沸水中，然後加入石油，用力搖動，務使完全混合，不能有游離石油之存在，否則有損植物。所備的液劑，用時應加水 9--12 倍稀釋之。試用所備的石油乳劑，噴射害蟲。結果如何？

△報告：本課觀察與試驗所得的結果。

(1) 所列的各種藥劑，可視學員人數多寡，而酌為調整。



III. 害蟲調查。試赴野外採集農作害蟲，並將所採得者填製表格如次。

名 稱	發 生 時 間				發 生 時 間	發 生 部 位	檢 查 情 形	防 治 法	備 註
	卵	幼 蟲	蛹	成 蟲					

△報告：將本課調查所得，列表以作報告。

# 索引

## A

abdomen 腹	53, 169
abdominal vein 肝靜脈	82
abducens nerve 外展神經	74
Acanthocephala 鈎頭蟲綱	91
accessory gland 附腺	50, 51
acetabulum (pl., acetabula) 臼, 臼骨	10, 57, 88
achene 瘦果	128
Acerididae 葉蟎科	53
Adelochorda 稜木綱	94
adipose tissue 脂肪組織	24
adjustment screw 調節絲	2
adrenal body 腎上腺	67
aerial root 氣根	144
aggregate fruit 聚花果	130
air chamber 氣室	103
air sac 氣囊	53
albuminous seed 胚乳種子	131
albuminum 凝乳	136
Aleurites fordii; tung-oil 桐子桐	147
aleurone layer 糊粉層	123
alligator 短吻鱷	153
Alligator mississippiensis 北美短吻鱷	153
Alligator sinensis 桐子鱷	153
Allium cepa; common onion 洋葱	119
alternate leaves 互生葉	147
alveolus (pl., alveoli) 肺氣泡	67
ambulacral groove 步溝	92
ambulatory leg 步足	168
amitosis (pl., amitoses) 無絲分裂	10
ammon 羊齒	104
amniotic fold 羊膜褶	104
Amoeba proteus 變形蟲	35
Amoebidae 變形蟲科	35
amoeboid movement 變形運動	35
Amphibia 兩棲綱	61, 91
Angrecum 鳳凰蘭	145
angular 隅角	84
angulosplenic 隅脾骨	84
anaphase 後期	10
animal pole 動物極	100
ankle 踝	62, 71
Annelida 環形動物	49
annual ring 年輪	153
annulus (pl., annuli) 環狀線	117
Anopheles 蚊	105
Aster foliolis serricarpis; Scutellaria haem-gosse 亞細亞	177
antenna (pl., antennae) 觸角, 大觸角	3, 169
antenna cleaner 已廢棄	50

antenna comb 觸角齒	50
antennule 小觸角	169
anterior mesenteric artery 前腸收動脈	79
anther 花藥	122
antheridial receptacle 雄托	114
antheridium (pl., antheridia) 雄精器	112, 113, 114, 116
antherozoid 精子	112
Anthomedusa 花水母頭目	42
Anthozoa 珊瑚綱	30
antipodal cell 反足細胞	123
Anura 無尾目	61
anus 肛門	49, 51, 65
aorta (pl., aortae) 大動脈	55
aortic arch 環血管	51
apical ring 頂環	113
Apidae 蜜蜂科	58
Apis indica; honey bee 蜜蜂	58
apophysis 突門孔	40
appendicular skeleton 附屬骨路	85
aqueduct of Sylvius 謝氏水管	73, 75
Arachnida 蜘蛛綱	93
archegonial receptacle 雌托	116
archegonium (pl., archegonia) 雌卵器	115, 116
archenteron (pl., archentera) 原腸	161
area oprea 暗區	102
area reticulata 網狀區	103
area vasculosa 血管區	103
area vitellina 卵黃區	103
Arisaema japonicum; calla Lily 天南星	123
arm 臂	1
artery 動脈	78
Arthropoda 節足動物	53
arytenoid cartilage 喉軟骨	65
Ascaridae 蛔蟲科	47
Ascaris lumbricoides 蛔蟲	47
asexual generation 無性世代	115
Asparagus lucidus 天門冬	159
Aspidium; wood fern 蕨	116
assimilative root 同化根	145
aster 星狀體	10
Asteridea 星狀綱	92
astragalus (pl., astragali) 距骨	72, 87
astral ray 星射線	10
Atlanticus palpalis 亞細亞	153
atlas 枕骨	65
attraction sphere 吸引球	13
auditory capsule 聽囊	169
auditory nerve 聽神經	74

auricle 附耳..... 60  
 心房, 心耳..... 78  
 Australian rearing 澳洲區..... 1-2  
 Aves 鳥類..... 94  
 axial placenta (pl., placentae) 中軸胎座..... 125  
 胎座..... 125  
 axial skeleton 樞軸骨骸..... 83  
 axillary bud 腋芽..... 1-3  
 axis cylinder 髓索..... 27  
 axon 軸狀突..... 26

B

Bacillus 桿狀菌..... 108  
 bacteria colony 菌落..... 108  
 bamboo sprout 筍..... 133  
 bark 樹皮..... 133  
 basal disc 基盤..... 42  
 base 鐘座..... 1  
 basichromatin 鹼性染色質..... 14  
 basipodite 基節..... 168  
 bast fiber 纖維..... 29, 135  
 Begonia 秋海棠..... 124  
 belly of muscle 肌體..... 69  
 berry 漿果..... 129  
 bilateral symmetry 左右對稱..... 111  
 bile duct 膽管..... 84  
 biramous type 雙叉式..... 163  
 Bithyniidae 豆形螺..... 47  
 blade 葉片..... 146, 149  
 blastocoele 胚腔..... 101  
 blastoderm 胚膜, 胚殼..... 100, 103  
 blastomere 胚塊..... 100  
 Blastophaga 花蜂..... 125  
 blastopore 胚孔..... 101  
 blastostyle 胚柱..... 42  
 blastula (pl., blastulae) 胚胚..... 100  
 blastula stage 胚胚期..... 100  
 blood 血液..... 25  
 blood capsule 血囊..... 25  
 blood island 血小島..... 163  
 blood plasma 血漿..... 25  
 blood vessel 血管..... 78  
 blowpipe 吹管..... 67  
 bone 骨..... 25  
 bone marrow 骨髓..... 25  
 bordered pit 邊界孔..... 39  
 brachial plexus 腋神經叢..... 78  
 bracket 菌..... 125  
 brain 腦..... 62, 56, 13  
 brain 腦..... 125  
 branchial chamber 鳃室..... 169  
 Brassica chinensis var oleifera 油菜..... 121  
 Brassica rapa; turnip 甘藍..... 144  
 brewer's yeast 啤酒酵母..... 61  
 Bryophyta 苔蘚植物..... 114  
 buccal cavity 口腔..... 119, 61  
 bud 芽..... 1-3  
 bud scale 芽鱗..... 43  
 bulb 球..... 109  
 bulbous cord 球狀索..... 78

bundle sheath 管束鞘..... 117, 138

C

calcaneum (pl., calcanea) 跟骨..... 87  
 calcium (pl., calcaria) 鈣..... 62, 87  
 Calcareo 鈣質海綿綱..... 40  
 calcareous body 石灰質體..... 76  
 calyx (pl., calyces) 萼..... 121  
 cambium 形成層..... 117, 136, 142  
 canal 空管..... 115  
 canal cell 溝胞..... 115  
 canaliculus (pl., canaliculi) 骨細管..... 25  
 Cannabis alba; olive 橄欖..... 144  
 Cannabis sativa; hemp 大麻..... 29, 147  
 capitate strobilus (pl., strobili) 大子囊果..... 129  
 囊果..... 129  
 capillary 毛細管..... 79  
 capitulum (pl., capitula) 頭狀花序..... 125  
 Capsella bursa-pastoris; shepherd's purse 薺..... 123  
 capsule 囊果..... 127  
 caput anticum 內肌頭..... 70  
 caput externum 外肌頭..... 70  
 caput internum 內肌頭..... 70  
 caput medium 中肌頭..... 70  
 caput posticum 外肌頭..... 69  
 carapace 背甲..... 163  
 carbohydrates 醣類..... 7  
 cardiac end 喉門..... 65  
 cardiac muscle 心臟肌..... 23  
 cardiac valve 喉門瓣..... 55  
 cardiac vein 心臟脈..... 82  
 cardo 小頭基片..... 54  
 carina (pl., carinae) 直骨脊..... 121  
 carotid gland 頸腺..... 79  
 carpal 腕骨..... 87  
 carpel 心皮..... 102  
 carpo-metacarpus (pl., carpometa-carpus) 腕骨..... 170  
 腕骨..... 170  
 carophore 果柄..... 123  
 caropodite 腕節..... 163  
 cartilage 軟骨..... 25  
 cartilaginous tissue 軟骨組織..... 25  
 Caryopsis (pl., caryopses) 漿果..... 123  
 Castanea mollissima; chestnut 栗..... 123  
 cauda equina 尾馬尾..... 77  
 caval vein 大靜脈..... 61  
 cell inclusion 胞內體..... 14  
 cell membrane 細胞膜..... 14  
 cell wall 細胞壁..... 16  
 cellulose 纖維素..... 8, 16  
 central canal 中央管..... 73  
 central cylinder 中柱..... 109  
 central nervous system 中樞神經系統..... 73  
 centriole 中心體..... 13  
 centrioplasm 中心體質..... 13  
 centrosome 中心體..... 13  
 centrioplasm 中心體質..... 13  
 centron (pl., centron) 有絲..... 61  
 Cephalochordata 頭索動物..... 21

Cephalopoda 頭足綱 ..... 93  
cephalothorax 頭胸部 ..... 168  
Ceratophyllum demersum; coontail  
金魚草 ..... 150  
Cercaria 角質海綿目 ..... 41  
cercaria (pl., cercariae, 有尾幼蟲) ..... 47  
cerens (pl., cerei) 尾毛 ..... 55  
cerebellum (pl., cerebella) 小腦 ..... 73  
cerebrum (pl., cerebra) 大腦 ..... 73  
Cestoda 絛蟲綱 ..... 44  
Chaetopoda 毛足綱 ..... 49  
chalcia (pl., chalciae) 卵帶 ..... 103  
chelicera 螯肢 ..... 168  
chitin 明角質 ..... 93  
chlorenchyma 綠色組織 ..... 31, 119  
Chlorophyceae 綠藻植物(門) ..... 112, 113  
chlorophyll 葉綠素 ..... 17  
chloroplast 葉綠體(或質) ..... 17, 31, 116  
choana (pl., choanae) 內鼻孔 ..... 61, 65  
choanocyte 篩胞 ..... 40  
cholesterin 膽固醇 ..... 8  
chondrin 軟骨膠 ..... 25  
chondriosome 線粒體 ..... 13  
choripetalous corolla 離瓣花冠 ..... 121  
choroid plexus 脈絡叢 ..... 73  
chromatin 染色質 ..... 14  
chromatin granule 染色粒 ..... 14  
chromatin nucleolus (pl., nucleoli) 染色  
色仁 ..... 14  
chromoplast 綠色粒 ..... 17  
chromosome 染色體 ..... 14, 19  
Chrysanthemum 菊 ..... 125  
chyle stomach 乳糜胃 ..... 55  
Ciliata 纖毛蟲綱 ..... 62, 86  
ciliated epithelium (pl., epithelia) 纖毛  
皮膜 ..... 22  
cilium (pl., cilia) 纖毛 ..... 22, 82  
circulatory system 循環系統 ..... 78  
circumpharyngeal commissure 咽  
溝 ..... 62  
Citrus nobilis var. deliciosa; tangerine  
orange 橘 ..... 150  
clavicle 鎖骨 ..... 83  
cleavage 卵裂 ..... 100  
cleavage stage 卵裂期 ..... 109  
climbing root 攀援根 ..... 145  
clip 鉗 ..... 1  
clitellum (pl., clitella) 生殖帶 ..... 49  
cloaca (pl., cloacae) 泄殖腔 ..... 65  
Clonorchis sinensis; Chinese liver fluke  
華肝吸蟲 ..... 46  
clot 血凝 ..... 23  
clypeus (pl., clypei) 口吻 ..... 43  
coelocel 體腔 ..... 43  
coarse adjustment (調節) ..... 3  
coeca 盲腸 ..... 103  
coelenteron (pl., coelentera) 消化  
管 ..... 42  
coeliac artery 腸系膜上動脈 ..... 49  
coeliac-mesenteric artery 腸系膜  
動脈 ..... 73  
coelom 體腔 ..... 91, 91, 101

Ceomata 腔腸動物 ..... 94  
coenosarc 共肉 ..... 43  
coenosarcal cavity 共肉腔 ..... 43  
collar 領 ..... 94  
collenchyma 厚角組織 ..... 29, 135  
colon 結腸 ..... 55  
columnella (pl., columnellae) 耳輪骨 ..... 61  
columnar epithelium (el., epithelia)  
柱形皮膚 ..... 21  
common carotid artery 頸總動脈 ..... 79  
common iliac artery 腸骨總動脈 ..... 80  
common petiole 總葉柄 ..... 146  
companion cell 伴細胞 ..... 31, 135  
completion cavity 全副腔 ..... 101  
compound eye 複眼 ..... 53  
compound gland 複腺 ..... 22  
compound leaf 複葉 ..... 146  
compound pistil 複大蕊 ..... 122  
condenser 集光器 ..... 1  
conducting tissue 輸導組織 ..... 30  
cone 莖果 ..... 120  
conical root 圓錐根 ..... 144  
Conifera 松杉綱 ..... 110  
Conjugatae 接合植物(門) ..... 110  
conjugation 接合法 ..... 33, 111  
conjugation tube 接合管 ..... 111  
connective tissue 結締組織 ..... 24  
contractile vacuole 攣縮泡 ..... 55  
copulatory process 交合突 ..... 168  
coracoid 腋狀骨 ..... 26, 53  
core 果心 ..... 124  
cork tissue 木栓組織 ..... 28  
corn 玉米 ..... 139  
cornu (pl., cornua) 具角 ..... 64  
corolla 花冠 ..... 117  
cortex 皮層 ..... 135, 142  
corymb 繖房花序 ..... 121  
cotyledon 子葉 ..... 191  
coxa (pl., coxae) 指節 ..... 74  
coxal gland 基節腺 ..... 93  
coxopodite 基節 ..... 164  
cranial nerve 腦神經 ..... 73  
cranium (pl., crania) 頭殼 ..... 93  
Crataegus cuneata 山楂子 ..... 123  
cremocarp 果 ..... 128  
Crinoida 柱石綱 ..... 92  
crop 嗉囊 ..... 59  
Cruciferae 十字花科 ..... 121  
cruciform corolla 十字花冠 ..... 121  
crus (el., crura) 小爪 ..... 71  
Crustacea 甲殼綱 ..... 59  
Cryptobranchidae 鱷魚科 ..... 159  
Cryptobranchus alleganiensis 鱷魚 ..... 153  
ctenidium (pl., ctenidia) 鰓 ..... 59  
ciliated epithelium (pl., epithelia)  
纖毛皮膜 ..... 21  
Cucurbita maxima; pumpkin 瓜 ..... 39  
Culex 蚊 ..... 167  
cuneate 楔形 ..... 112, 113  
curve 彎曲 ..... 117



Cuscuta japonica; dodder 莠麻子.....145  
 cutaneous artery 皮動脈.....79  
 cuticle 角質層(殼).....16  
 表膜(膜).....47  
 cutin 角質.....16  
 Cyclophyllidae 吸盤絲蟲目.....44  
 Cyclostomata 開口綱.....84  
 cylinder 柱筒.....2  
 cylindrical root 圓柱根.....144  
 cyeme 囊殼花序.....124  
 cyst 胞囊.....58  
 cystic duct 膽囊管.....64  
 cytoiymph 胞液.....13  
 cytopharynx (pl., cytopharynges) 細胞.....33  
 膜.....13  
 cytoplasm 胞質.....13  
 cytopogon 細胞.....53  
 cytostome 細胞口.....53

D

dactylopodite 趾節.....168  
 Daucus carota; carrot 胡蘿蔔.....128, 144  
 definite inflorescence 有限花序.....124  
 dehiscent fruit 裂果.....127  
 deltoid ridge 三角稜.....69  
 Demospongia 角質海綿綱.....41  
 dentrite 根狀突.....23  
 dendron 根狀突.....23  
 dentary 齒骨.....84  
 dermal layer 皮層.....49  
 dextrin 澱粉.....8  
 diacole 兩瓣蟲.....73, 75  
 diadelphous stamens 兩束小蕊.....124  
 Diocotyledoneae 雙子葉植物綱.....121  
 dictyosome 胞網體.....19  
 diencephalon (pl., diencephala) 間腦.....73  
 digestive gland 消化腺.....64  
 digestive tract 消化管.....64  
 dihybrid cross 雙雜交.....160  
 diploid number 倍數.....97  
 disaccharoses 式雙糖.....8  
 direct cell division 直接分裂.....19  
 discontinuous distribution 不連續分佈.....158  
 disk flower 筒形花.....125  
 dorsal aorta (pl., aortae) 背大動脈.....79  
 dorsal blood vessel 背血管.....51  
 dorsal fissure 背裂縫.....76  
 dorsal line 背綫.....47  
 dorsal lip 背唇.....47  
 dorsal pore 背孔.....49  
 dorsal scapus (pl., ramis) 背支.....73  
 dorsal root 背根.....76  
 dorsolateral dermal fold 背側皮褶.....82  
 dorsolumbar vein 背腰靜脈.....82  
 double fertilization 雙重受精作用.....123  
 draw tube 抽管.....3  
 drone 雄蜂.....53  
 drupe 漿果.....129  
 dry fruit 果.....127

duct 導管.....52  
 duct gland 腺管.....52  
 ductless gland 無管腺.....52  
 duodenum (pl., duodena) 十二指腸.....65  
 duramen 堅材.....136  
 dyad 二集染體.....97

E

Echinoidea 海膽綱.....92  
 ectoderm 外皮層, 外胚層.....92  
 ectosarc 外質.....92  
 egg 卵子.....27  
 egg apparatus 卵器.....123  
 egg jelly 卵膠膜.....173  
 egg membrane 卵膜.....93  
 ejaculato y duct 射精管.....49, 76  
 elater 彈簧.....115  
 Eleocharis plantaginea; water chestnut 慈菇.....139  
 elongation zone 延長部.....141  
 embryo 胚胎, 胚.....100, 120, 131  
 embryo sac 胚囊.....122  
 empodium (pl., empodia) 腳趾.....54  
 endocarp 內果皮.....129  
 endocrine gland 內分泌腺.....22  
 endoderm 內皮層, 內胚層.....42, 107  
 endodermis 內皮層.....142  
 endopodite 鰓肢.....167  
 endosarc 內質.....92  
 endosperm 胚乳組織, 胚乳.....127  
 endosperm cell 胚乳細胞.....123, 131  
 enzyme 酵素.....19  
 eosin 曙紅水溶液.....135  
 epicarp 外果皮.....129  
 epicarocoid 上胚乳管.....69, 83  
 epidermal tissue 表皮組織.....24  
 epidermis 表皮.....135, 142  
 epigastric artery 腹上動脈.....81  
 epigastrico-vesical artery 腹胃動脈.....80  
 epigynous flower 上位花.....121  
 episternum (pl., episterna) 上胸軟骨.....83  
 epithelial tissue 表皮組織.....2  
 eumatorial plate 赤道板.....49  
 Eriobotrya japonica; loquat 枇杷.....129  
 erythrocyte 紅血球.....29  
 eterio of spherules 集合球果.....139  
 eterio of droplets 集合液果.....139  
 Ethiopian realm 埃塞俄比亞.....152  
 Euborids 巨眼綱.....91  
 Euglena viridis 綠蟲.....95  
 Euglenidae 綠蟲綱.....95  
 Euglenoidida 綠蟲目.....95  
 Euspongia officinalis; bath sponge 海綿(粉).....41  
 Euspongia (粉).....41  
 Eustachian tube 耳管.....61  
 exalbuminous seed 無乳種子.....131  
 exoccipital bone 外枕骨.....61  
 exoccipital condyle 外枕骨.....61  
 exocrine gland 外分泌腺.....2  
 exopodite 外鰓肢.....167

external carotid artery 外頸動脈.....79  
 external gill 外鰓.....102  
 external jugular vein 外頸靜脈.....81  
 external nares 外鼻孔.....61  
 extirpe 剷滅.....122  
 extra-embryonic somatopleure 胚外盤  
 膜.....104  
 eye brush 眼刷.....59

F

facet 小關節.....53  
 facial nerve 顏面神經.....74  
 fascicled leaves 叢生葉.....119  
 fat body 脂肪體.....24, 68  
 fats 脂肪.....8  
 female gametophyte 雌性配子體.....120  
 female genital organ 雌性生殖器.....68  
 female genital pore 雌性生殖孔.....50  
 female pronucleus (pl., pronuclei) 卵原  
 核.....15, 98  
 femoral artery 股動脈.....80  
 femoral vein 股靜脈.....81  
 femur (pl., femora) 脛骨, 股骨.....51, 87  
 fertilization 受精作用.....27, 98  
 fertilization membrane 受精膜.....98  
 fertilized ovum 受精卵.....27, 98  
 fibril 纖維絲.....25  
 fibrin 纖維素.....25  
 fibro-vascular bundle 維管束.....29, 117, 135  
 fibrous connective tissue 纖維性結  
 締組織.....25  
 fibrous root 根索.....11  
 fibula (pl., fibulae) 腓骨.....87  
 Ficus pumila 菝葜.....126  
 Ficus religiosa; banyan 榕.....137  
 filament 纖維.....122  
 Filicinae 羊齒綱.....116  
 filum terminale 尾神經.....76  
 final host 終宿主.....44  
 fine adjustment 微調節輪.....2  
 finger 指.....62  
 finger pad 指墊.....62  
 first filial generation 第一子代.....160  
 first polarite 第一極體.....98  
 first ventricle 第一心室.....73  
 flagellated epithelium (pl., epithelia)  
 鞭毛狀皮.....22  
 flagellum (pl., flagella) 鞭毛.....22, 35  
 flame cell 焰細胞.....91  
 fleshy fruit 肉果.....129  
 fleshy stem 肉質莖.....139  
 floral axis (pl., axes) 花軸.....121  
 floral formula (pl., formulae) 花列式.....123  
 focal length 焦點距離.....5  
 focusing 聚焦.....2  
 follicle 芽囊.....160  
 follicular cell 卵母細胞.....19  
 food vacuole 食泡.....39  
 foot (pl., feet) 腳, 足.....1, 92, 115, 92, 151  
 foramen magnum 大孔.....83

foramen of Monro 孟氏孔.....75  
 fore arm 前(上)臂.....62  
 fore brain 前腦.....104  
 fore gut 前食道.....55, 104  
 fore leg 前肢.....59, 62  
 fourth polarite 第四極體.....98  
 fourth ventricle 第四心室.....75  
 Fragaria glandiflora; strawberry 草  
 莓.....130  
 frond 葉片.....117  
 frons 額.....53  
 frontal 額骨.....83  
 fronto-parietal 額頂骨.....83  
 fruit 果實.....127  
 fuciform root 絲藻根.....144  
 funiculus (pl., funiculi) 珠柄.....123

G

galea (pl., galeae) 小顎骨.....54  
 Galium boreale; bedstraw 茜草.....147  
 gall bladder 膽囊.....64  
 gall flower 蟲瘿花.....125  
 gamete 配子.....31  
 gametophyte 配子體.....114, 115  
 gametophytic generation 配子世代.....114  
 ganglion (pl., ganglia) 神經節.....52, 76  
 ganglionated trunk 神經節索.....77  
 gastral layer 胃層.....40  
 gastric caecum (pl., caeca) 胃盲囊.....53  
 Gastro-poda 腹足綱.....93  
 gastrovascular cavity 腔腸.....42  
 gastrule stage 原腸期.....101  
 gelatinous matter 膠質.....17  
 gemma (pl., gemmae) 芽生.....114  
 gena (pl., genae) 頰.....53  
 genital artery 生殖動脈.....57  
 genital atrium 生殖竇.....45  
 genital opening 生殖孔.....49  
 genital organ 生殖器.....44  
 genital pore 生殖孔.....45  
 germinal cell 生殖細胞.....95  
 germination 萌芽.....133  
 gill pouch 鰓囊.....94  
 gizzard 砂囊.....59, 55  
 gland 腺.....22  
 glandular epithelium (pl., epithelia)  
 腺皮膜.....22  
 glands (pl., glandes) 腺果.....123  
 Gleditsia sinensis; honey locust 皂  
 莢.....139  
 glenoid cavity 肩臼.....86  
 glossa (pl., glossae) 肉舌.....59  
 glossopharyngeal nerve 舌神經.....74  
 glottis (pl., glottides) 聲門.....65  
 gloeme 球囊.....125  
 goblet cell 黏液細胞.....92  
 Golgi apparatus 高氏網.....19  
 Golgi body 高氏體.....13  
 gonangium (pl., gonangia) 生殖囊.....43  
 Gonium 葉包子.....33

gonotheca (pl., gonothecae) 生殖輪.....43  
 Gossypium herbaceum; cotton 草棉.....127  
 gravid proglottis 懷卵節.....45  
 Grantia 毛蟲.....40  
 green gland 綠腺.....93  
 ground tissue 基本組織.....133  
 growing point 生長點.....141  
 growth zone 生長帶.....141  
 guard cell 保護細胞.....143

H

hsmocoela 扁蟲類.....93  
 hamulus (pl., lamuli) 鉤鈎.....59  
 hand 手.....62  
 haploid number 單數.....97  
 haustorium (pl., haustoria) 吸根.....145  
 Haversian canal 哈氏管.....25  
 Haversian system 哈氏系統.....25  
 head 頭.....53, 61  
 heart 心臟.....51, 56, 62, 78  
 heart wood 心材.....136  
 Hedera helix 常春藤.....145  
 Hemichorda 半鰓類.....94  
 hepatic duct 肝管.....64  
 hepatic portal system 肝門系統.....82  
 Hepaticae 苔類.....114  
 hesperidium (pl., hesperidia) 柑果.....129  
 Heterococlea 異腔目.....49  
 Heterocary 異配.....112  
 Hexactinellida 六射海綿綱.....90  
 hilum (pl., hila) 繖孔.....132  
 hind brain 後腦.....105  
 hind gut 後食道.....55  
 hind leg 後肢.....59, 62  
 Hiradinea 蛭綱.....92  
 Hirundo rustica gutturalis; eastern house swallow 歐燕.....158  
 Holarctic realm 北極區.....152  
 hollow 腔.....112  
 Holothuroidea 海參綱.....92  
 Holothurida 全毛目.....32  
 hook 鈎.....44  
 hook 鈎.....44, 145  
 hull 殼.....128, 131  
 humeri (pl., humeri) 臂骨.....69, 87  
 Hydra 水螅.....42  
 hyaline 玻璃質.....43  
 Hydrocaulus (pl., hydrocauli) 公共管.....43  
 hydrocaulus 7  
 hydroid type 水螅型.....90  
 hydrophilic (pl., hydrophilic) 公共管.....43  
 hydrotheca (pl., hydrothecae) 胞物.....43  
 Hydromedusa 水螅類.....42  
 Hymenoptera 膜翅目.....58  
 hyoid apparatus 喉嚨.....76, 84  
 hyoid cartilage 舌骨.....84  
 Hypanthodium (pl., hypanthodia) 隱頭.....25  
 hypanthium 25  
 hypoglycyl 隱的.....131  
 hypogynous flower 下位花.....122

hypopharynx (pl., hypopharynges) 下舌.....54  
 hypophysis (pl., hypophysae) 垂腺.....74  
 hypostome 垂唇.....42

I

Ileum (pl., ilia) 迴腸.....55, 65  
 iliac vein 腸骨靜脈.....81  
 Ilium (pl., ilia) 腸骨.....62, 69, 87  
 inclination joint 傾斜關節.....1  
 incurrent canal 流入管道.....49  
 indefinite inflorescence 無限花序.....121  
 indehiscent fruit 閉果.....123  
 indirect cell division 間接分裂.....19  
 indusium (pl., indusia) 囊葉波.....117  
 inferior ovary 下生子房.....124  
 inflorescence 花序.....121  
 infundibulum (pl., infundibula) 漏斗.....74  
 Infusoria 滴蟲綱.....82, 93  
 inhalant pore 流入孔.....49  
 inner integument 內表皮.....122  
 inner perianth 內花被.....121  
 inornate vein 無名靜脈.....81  
 inscriptio tendinea (pl., inscriptiones tendineae) 肌橫紋.....69  
 Insecta 昆蟲綱.....53, 58  
 insertion of muscle 肌束.....69  
 integument 表皮.....12  
 intercalated disc 間盤.....23  
 intercellular substance 細胞間質.....21  
 intermediate host 中間寄主.....14  
 internal carotid artery 內頸動脈.....79  
 internal gill 內鰓.....132  
 internal nares 內鼻孔.....91  
 internode 節間.....159  
 interauricular foramen 耳間孔.....75  
 intervertebral foramen 椎間孔.....76  
 intestinal caecum (pl., caeca).....51  
 intestine 腸.....32, 65  
 intine 內膜.....122  
 involucre 總苞.....125  
 involuntary muscle 不隨意肌.....23  
 Iponomea babatas; sweet potato 甘藷.....127, 144  
 iris diaphragm 虹彩膜.....1  
 ischio-occygeal plexus 尾神經叢.....77  
 ischiopodite 坐骨.....133  
 ischium (pl., ischia) 坐骨.....71, 87

J

jaw suspensorium 顎基.....84  
 jugal 頰骨.....84

K

karyolymph 核液.....14  
 karyoplasma 核質.....14  
 karyosome 核仁.....14  
 keel 龍骨.....124  
 kidney 腎.....67

L

labellum (pl., labella) 唇瓣.....59  
labial palpus (pl., palpi) 下唇鬚.....54,59  
labium (pl., labia) 下唇.....54  
labrum (pl., labra) 上唇.....54  
lacina (pl., lacinae) 小顎肉葉.....54  
lacuna (pl., lacunae) 胞嚕.....25  
lacunella (pl., lacunellae) 胞嚕(有板者).....25  
larva intestine 大腸.....51,65  
laryngo-trachea (pl., laryngo-tracheae) 喉管.....64,67  
lateral line 側線.....47  
lateral ventricle 側心室.....73,75  
Laurer's canal 羅氏管.....48  
leaf sheath 葉鞘.....149  
leaf stalk 葉柄.....149  
leaf thorn 葉刺.....139  
leaflet 小葉.....143  
lecitihin 卵黃卵.....8  
legume 莢果.....127  
lenticel (pl., lenticels) 外類.....128  
lens 透鏡.....1  
lens paper 顯片紙.....2  
lenticled 透鏡狀.....136  
Lepidoptera paradoxa 泥鰌.....158  
Leptolina 網蝨目.....42,43  
Leptomachus 網水母頭目.....43  
leucocyte 白血球.....23  
leucoplast 白血球.....17  
ligamentum nuchae 頸韌帶.....23  
lignin 木質.....17  
ligula 鼠耳唇.....54  
ligulate flower 舌狀花.....125  
lignite 煤質.....149  
Lilium brownii wild lily 百合.....125  
linea alba 白紋.....69  
lingual artery 舌動脈.....79  
linin 纖維.....14  
lip 唇.....117  
lipoids 脂肪質.....8  
liver 肝臟.....62,64  
Lobosa 葉足蟲目.....35  
loculus (pl., loculi) 子室.....124  
Locusta migratoria; locust 蝗蟲.....53  
locust 蝗蟲.....127  
longitudinal excretory canal 橫道管.....44  
longitudinal nerve cord 縱神經索.....44  
lower epibranchia 下鰓室.....143  
lower eye 下眼.....61  
lower jaw 下顎.....34  
lower lip 下唇.....83  
lung sacculus plexus 肺動脈叢.....76  
Lunatic 瘋狗.....49  
Lunatic 瘋狗.....62  
Lunatic 瘋狗.....75  
Lycopodium seidentun; tomato 蕨.....129  
lymph 淋巴.....82  
lymph gland 淋巴腺.....82

lymph heart 淋巴心.....82  
lymph space 淋巴腔.....82  
lymph vessel 淋巴管.....82  
lymphatic system 淋巴系.....78,82  
lymphocyte 淋巴球.....82

M

m. musculus adductor longus 長闊肌.....71  
m. adductor major 大闊肌.....71  
m. extensor cruris 伸脛肌.....72  
m. gastrocnemius 腓腸肌.....71  
m. gracilis major 大肌薄肌.....71  
m. gracilis minor 小肌薄肌.....71  
m. iliacus externus 外腸骨肌.....70  
m. iliacus internus 內腸骨肌.....70  
m. ilio-fibularis 髂頭肌.....70  
m. obliquus externus 外斜肌.....69  
m. obliquus inferior 斜肌.....74  
m. obliquus superior 斜肌.....74  
m. pectoralis major 胸大肌.....69  
m. pectoralis minor 胸小肌.....72  
m. pyriformis 梨狀肌.....70  
m. rectus abdominis 腹直肌.....69  
m. rectus externus 外直肌.....74  
m. rectus femoris anterior 前直肌.....70  
m. rectus inferior 下直肌.....74  
m. rectus internus 內直肌.....74  
m. rectus internus major 大內直肌.....71  
m. rectus internus minor 小內直肌.....71  
m. rectus lateralis 外直肌.....74  
m. rectus medialis 內直肌.....74  
m. rectus superior 上直肌.....74  
m. satorius 夾肌.....71  
m. semitendinosus 半腱肌.....71  
m. semitendinosus 半腱肌.....71  
m. tibialis anterior longus 前直肌.....72  
m. tibialis posterior 後直肌.....72  
m. transversus 橫肌.....70  
m. triceps femoris 三頭肌.....70  
m. vastus externus 外側肌.....70  
m. vastus internus 內側肌.....70  
macrogamete 大孢子.....69  
macrocyte 大血球.....104  
macronucleus (pl., macronuclei) 大核.....39  
Macropodus opercularis; parrot fish 鰩魚.....171  
madreporite 孛孔板.....97  
main root 主根.....114  
main vein 主脈.....114  
male gametophyte 雄配子體.....119  
male genital organ 雄生殖器.....68  
male genital pore 雄生殖器孔.....59  
male pronotum 雄胸板.....15,63  
Malpighian tubule 馬氏管.....55  
Mammalia 哺乳類.....104  
mandible 大顎.....54,169  
mantle 外套膜.....82  
Marchantia; liverwort 苔.....114  
Marthalliana 馬氏管.....114

Mastigophora 鞭毛蟲綱 ..... 35, 38  
 matrix (pl., matrices) 基質 ..... 24  
 maxure ovum (pl., ova) 成熟卵 ..... 93  
 maxilla (pl., maxillae) 小顎 ..... 54, 168  
 上顎骨 ..... 84  
 maxillary palpus (pl., palpi) 小顎  
 腳 ..... 54, 59, 195  
 maxilliped 顎肢 ..... 168  
 mean 平均值 ..... 163  
 mechanical tissue 機械組織 ..... 29  
 Meckel's cartilage 麥氏軟骨 ..... 84  
 medulla (pl., medullae) 髓 ..... 131  
 medulla oblongata 延髓 ..... 71  
 medullary cavity 骨髓腔 ..... 25  
 medullary ray 骨髓, 髓線 ..... 31, 136  
 medullary sheath 髓鞘 ..... 27  
 medullated nerve fiber 有髓神經 ..... 27  
 medusa bud 水母芽 ..... 49  
 medusoid type 水母型 ..... 90  
 Megalobatrachus japonicus; giant  
 salamander 大鱷魚 ..... 153  
 megasporangium (pl., megasporangia)  
 大孢子囊 ..... 120  
 megaspore 大孢子 ..... 120  
 megaspore mother cell 大孢子母細胞 ..... 120  
 megasporophyll 大孢子葉 ..... 120  
 membranous wing 膜翅 ..... 59  
 Mendel's law 孟氏定律 ..... 160  
 Mentha arvensis; mint 薄荷 ..... 147  
 mentoneckelian bone 頰骨 ..... 84  
 mentum 下唇蓋骨 ..... 54  
 mericarp 包果 ..... 126  
 mesodermatic tissue 形成組織 ..... 23  
 Merrill's line 麥氏線 ..... 152  
 mesencephalon 中腦 ..... 78, 101  
 mesentery 腸間膜, 腸繫 ..... 62, 63, 90  
 mesodlastic somite 中層體節 ..... 104  
 mesocarp 中果實 ..... 129  
 mesoderm 中胚層 ..... 101  
 mesoploca 中胚層 ..... 42  
 mesophyll 葉肉 ..... 148  
 mesopodite 葉節 ..... 168  
 mesothorax (pl., mesothoracen) 中胸 ..... 54  
 metacarpal 掌骨 ..... 87  
 metameres 體代表管 ..... 20, 115  
 metaphase 中期 ..... 19  
 metaplasin 形成質 ..... 14  
 metatarsal 跗骨 ..... 87  
 metathorax (pl., metathoraces) 後胸 ..... 54  
 Metazoa 多細胞動物 ..... 21, 94  
 metanephalon 中腦 ..... 104  
 microgamete 小孢子 ..... 93  
 microgoner 小孢子 ..... 100  
 micronucleus (pl., micronuclei) 小核 ..... 93  
 microyle 微核 ..... 129  
 microsporangium (pl., microsporangia)  
 小孢子囊 ..... 119  
 microspore 小孢子 ..... 119  
 microspore mother cell 小孢子母細胞 ..... 119  
 microsporophyll 小孢子葉 ..... 119

midbrain 中腦 ..... 104  
 middle leg 中肢 ..... 59  
 midgut 中食道 ..... 55  
 midrib 中肋 ..... 114, 146  
 migrant 移居 ..... 156  
 migratory bird 候鳥 ..... 155  
 mineral matter 礦質 ..... 17  
 miracidium (pl., miracidia) 嚙毛幼蟲 ..... 47  
 mirror 反光鏡 ..... 1  
 mitosis (pl., mitoses) 有絲分裂 ..... 19  
 mode 模數值, 讀數值 ..... 167  
 monad 單個細胞 ..... 97  
 monohybrid cross 單性雜交 ..... 160  
 monosaccharoses 單糖類 ..... 7  
 Morus alba; white mulberry 桑樹 ..... 130  
 motor nerve fiber 運動神經纖維 ..... 76  
 mouth opening 口孔 ..... 49  
 mucous gland 黏液腺 ..... 22  
 mule flower 雜種花 ..... 125  
 multiple fruit 複果 ..... 130  
 Musa sapientum; banana 香蕉 ..... 149  
 muscle fiber 肌纖維 ..... 23  
 muscle sheath 肌鞘 ..... 69  
 muscular tissue 肌肉組織 ..... 22  
 myofibril (pl., myofibrillae) 肌絲 ..... 23  
 Myriopoda 多足綱 ..... 93

N

Nandina domestica 南天竹 ..... 147  
 napiform root 球根 ..... 144  
 nasal 鼻骨 ..... 53  
 nasal capsule 鼻袋 ..... 63  
 Neartic realm 新北區 ..... 152  
 neck 頸 ..... 44, 115  
 nectary 蜜腺 ..... 122  
 Nematelminthes 圓形動物門 ..... 47  
 nematocyte 刺細胞 ..... 42  
 Nematoda 線蟲綱 ..... 47  
 Neoceratodus forsteri 角魚 ..... 153  
 Neotropical realm 新熱帶區 ..... 152  
 nephridiopore 環形孔 ..... 59  
 nephridium (pl., nephridia) 環形管 ..... 92  
 Nerium odorum 夾竹桃 ..... 147  
 nerve cord 神經索 ..... 101, 104  
 nerve fiber 神經纖維 ..... 37  
 nervous system 神經系統 ..... 73  
 nervous tissue 神經組織 ..... 23  
 net knot 網結 ..... 14  
 nettle cell 刺細胞 ..... 42  
 netting silk rent 網絲 ..... 42  
 neural arch 神經弓 ..... 85  
 neural canal 神經管 ..... 85  
 neural fold 神經褶 ..... 161  
 neural groove 神經溝 ..... 101, 161  
 neural plate 神經板 ..... 191  
 neural process 神經突 ..... 85  
 neural spine 神經刺 ..... 66  
 neural tube 神經管 ..... 191  
 neuromaxon 神經節 ..... 23  
 neuromerite canal 神經節化管 ..... 191

neurocoele 神經腔..... 98, 101  
 neurolemma (pl., neurolemnae) 神經鞘..... 27  
 neuron 神經元..... 2)  
 neurula stage 神經胚期..... 101  
 nictitating membrane 瞬膜..... 61  
 node 節..... 135  
 non-medullated nerve fiber 無鞘神經..... 27  
 nostril 外鼻孔..... 61  
 notobord 脊索..... 101, 10)  
 notum 背板..... 64  
 nucellus (pl., nucelli) 珠心..... 122  
 nuclear membrane 核膜..... 14  
 nuclear plate 核板..... 19  
 nucleus (pl., nuclei) 胞核, 核..... 13, 14  
 nut 坚果..... 123  
 nutritive tissue 營養組織..... 31

O

Obeis 樹蟲..... 43  
 objective 物鏡..... 2  
 occipital artery 枕動脈..... 79  
 occipito-vertebral artery 枕脊動脈..... 79  
 occiput 枕部..... 53  
 ocellus (pl., ocelli) 單眼..... 53  
 ocular 目鏡..... 2  
 oculomotor nerve 動眼神經..... 74  
 Oelogoniaceae 圓生藻科..... 112  
 Oelogonium 圓生藻..... 112  
 Oenanthe stolonifera; water celery 水芹..... 128, 147  
 oesophageal opening 食管孔..... 65  
 oesophagus 食管..... 50, 55, 65  
 olfactory lobe 嗅葉..... 73  
 olfactory nerve 嗅神經..... 73, 74  
 Oligochaeta 賁毛環蟲..... 49  
 ommatidium (pl., ommatidia) 小眼..... 53  
 omosternum (pl., omosterna) 胸甲..... 56  
 oogenesis 卵子發生..... 93, 97  
 oogonium pl., oögonia) 原卵細胞..... 14, 97  
 oogoneum..... 113  
 oosphere 卵..... 112  
 oospore 卵孢子..... 112  
 ootid 卵細胞..... 9)  
 ootype 卵子形成..... 45  
 opercular cavity 鳃蓋腔..... 102  
 operculum 蓋..... 102  
 Ophiroides 海參動物..... 92  
 opposite leaves 對生葉..... 14)  
 opule chikano 圓錐狀叉..... 72  
 optic cup 視盂..... 102  
 optic lobe 視葉..... 73  
 optic nerve 視神經..... 73  
 optic vesicle 視泡..... 73, 75  
 Opuntia 仙人掌..... 101  
 Opuntia; prickly pear 仙人掌..... 13)  
 oral groove 口溝..... 33  
 oral sucker 口吸..... 33  
 orbit 眼眶..... 33  
 ordinary connective tissue 普通結締

組織..... 24  
 ordinary epithelium (pl., epithelia) 普通上皮..... 21  
 Oriental realm 東洋區..... 151  
 origin (of muscle) 肌基..... 69  
 Orthoptera 直、目..... 53  
 Oryza sativa; rice 稻..... 123  
 osculum (pl., oscula) 流出孔..... 49  
 osmosis 滲透作用..... 142  
 osseous tissue 骨組織..... 25  
 ostium (pl., ostia) 皮孔, 心孔..... 49, 56  
 otic pit 聽窩..... 104  
 otic vesicle 聽泡..... 102  
 outer integument 外珠衣..... 122  
 outer perianth 外花被..... 121  
 ovarian tubule 輸卵管..... 56  
 ovary 卵巢, 子房..... 62, 63, 43, 45, 51, 120, 122  
 oviduct 輸卵管..... 43, 51, 56, 63  
 ovipositor 產卵管..... 55  
 ovule 胚珠..... 120, 123, 31  
 oxychromatin 脫氫染色質..... 1)  
 oxygen 氧..... 7

P

Paeonia albiflora; peony 芍藥..... 130  
 Palaearctic realm 古北區..... 151  
 palatine 腭骨..... 84  
 palet 內骨..... 123  
 palisade tissue 柵狀組織..... 148  
 palm 掌..... 62  
 palmate venation 掌狀網脈..... 143  
 palmately compound leaf 掌狀複葉..... 147  
 palpifer 觸鬚..... 54  
 palpiger 生鬚..... 54  
 pancreas 胰..... 64  
 pancreatic duct 胰管..... 64  
 pancreatin 胰液素..... 11  
 papilla (pl., papillae) 乳頭(舌)..... 22  
 pappus pl., pappi 冠毛..... 125  
 paragastric cavity 胃消化腔..... 49  
 paraglossa (pl., paraglossae) 小唇外片..... 59  
 Paramecidae 草履蟲科..... 22  
 Paramecium caudatum 草履蟲..... 32  
 parapodium (pl., parapodia) 疣足..... 92  
 parasitic root 寄生根..... 145  
 parasphenoid 副蝶骨..... 64  
 parenchyma 皮狀組織..... 31, 135  
 parietal 壁的..... 83  
 parietal placenta (pl., placentae) 胎盤..... 122  
 parthenogonium (pl., parthenogonia) 單性生殖細胞..... 53  
 passing migrant 過境..... 115  
 pecten 鰓..... 69  
 pectoral girdle 胸骨..... 33  
 pedicel 花柄..... 121  
 peduncle 花柄..... 121  
 Pelecyppoda 斧足綱..... 33  
 pedicel 花柄..... 63  
 pelvic girdle 盆骨..... 85, 87

pelvic vein 尾靜脈.....81  
 penial seta (pl., setae) 交接刺.....87  
 pepsin 胃蛋白酶.....129  
 pepsin 胃蛋白酶.....11  
 perfect leaf 完全葉.....146  
 perianth 花被.....121  
 pericardial sinus 心腔.....53  
 pericardium (pl., pericardia) 心囊.....78  
 pericarp 果殼.....127  
 perichondrium (pl., perichondria) 軟骨膜.....25  
 pericycle 環形維管束.....185,142  
 pericoma 花冠.....126  
 pericostem (pl., pericostea) 骨軟.....25  
 peripheral nervous system 外週神經系.....73  
 perisperm 糊粉粒.....43  
 Peritroch 環形纖毛.....33  
 peritrochial space 環形隙.....93  
 petal 花瓣.....121  
 petiole 葉柄.....146  
 petiole 小葉柄.....146  
 phalangeal formula (pl., formulae) 指列式.....87  
 phalanx (pl., phalanges) 指骨, 趾骨.....87  
 Pharbitis nil; morning glory 牽牛.....127  
 pharyngeal cavity 咽腔.....61,64  
 pharynx (pl., pharynges) 咽.....50,55  
 Phaseolus amarus; mung bean 綠豆.....127  
 phellogen 木栓形成層.....136  
 Phectima aspergillum; Amoy earth-worm 蚯蚓.....49  
 phloem 篩管.....29,30,117,185,193  
 photosynthesis 光合作用.....17  
 phylloclade 葉枝.....139  
 phyllotaxy 葉序.....147  
 phylum (pl., phyla) 門.....89  
 Phylum Arthropoda 節足動物門.....92  
 Phylum Chordata 脊索動物門.....93  
 Phylum Coelenterata 刺胞動物門.....90  
 Phylum Echinodermata 棘皮動物門.....91  
 Phylum Mollusca 軟體動物門.....92  
 Phylum Nematelminthes 圓形動物門.....91  
 Phylum Platyhelminthes 扁形動物門.....90  
 Phylum Porifera 多孔動物門.....89  
 Phylum Protozoa 原生動物門.....89  
 Phytococcidia 植物菌蟲.....35,38  
 Phytomonocidia 植物菌蟲.....38  
 Pilea 秋海棠.....1  
 pinnae 羽片.....110  
 pinnal eye 羽片眼.....61  
 pinnal island 羽片眼.....61,73  
 pinna p., pinnae 羽片.....117  
 pinnate venation 羽狀網脈.....146  
 pinnately compound leaf 羽狀複葉.....147  
 pinnately compound type 羽狀複葉式.....123  
 pinnule 小羽片.....117

Pinus massoniana; red pine 紅尾松.....119  
 Pisces 魚類.....94  
 pistil 雌蕊.....123  
 Pistum sativum; garden pea 豌豆.....124,127,129  
 pith 髓.....136  
 pith ray 髓線.....139  
 pituitary body 垂體.....74,133  
 placenta (pl., placentae) 胎盤.....117,122  
 plain muscle 平滑肌.....23  
 Plantago major; plantain 車前草.....127  
 plantar fascia 足底筋.....71  
 plasma membrane 質膜.....14  
 plasmolysis 質壁分離.....16  
 plasmosome 液核仁.....14  
 plastid 葉綠體.....17  
 Platyhelminthes 扁形動物門.....44  
 pleuron (pl., pleura) 側肋.....54  
 plumule 胚芽.....131  
 Pluvialis dominica fulvus; eastern golden plover 東方金鶉.....159  
 pneumogastric nerve 迷走神經.....75  
 podial plate 坐骨板.....55  
 poison gland 毒腺.....92  
 polar nucleus (pl., nuclei) 極核.....123  
 pollen basket 花粉籃.....60  
 pollen brush 花粉刷.....59  
 pollen chamber 花粉房.....120  
 pollen comb 花粉梳.....60  
 pollen grain 花粉粒.....31,120,122  
 pollen sac 藥室.....132  
 pollen tube 花粉管.....120  
 pollination 傳粉.....119  
 polymorphic nucleus (pl., nuclei) 多形核.....56  
 Polyodon folius 匙形魚.....153  
 Polyodontidae 匙形魚目.....153  
 Polypodiaceae 蕨類.....116  
 polysaccharoses 多糖類.....8  
 polysepalous calyx (pl., calyces) 片萼.....121  
 polythalic fruit 多花果.....126  
 pome 漿果.....126  
 portal vein 門靜脈.....81  
 positive geotropism 正向地性.....134  
 postcaval vein 大靜脈.....78,81  
 posterior mesenteric artery 後腸動脈.....80  
 postzygogonophysis (pl., postzygogonophyses) 後配子囊.....85  
 preceaval vein 前大靜脈.....78,81  
 preballus (pl., preballuses) 前球體.....87  
 premaxilla pl., premaxillae 前上頰骨.....84  
 prozygogonophysis (pl., prozygogonophyses) 前配子囊.....85  
 primary endosperm 初級胚乳.....123  
 primary coxite 初級附肢.....97  
 primary root 初級根.....144  
 primary spermatocyte 初級精母細胞.....93

primitive streak 原基..... 104  
 primordial germ cell 原基細胞..... 14, 93  
 primordium (pl., primordia) 原基..... 103  
 proboscis (pl., proboscides) 吻..... 94  
 procoelomate 原索動物門..... 94  
 procoelomic cartilage 前軟骨..... 85  
 prostheca 原肢..... 101, 102  
 proglottis (pl., proglottides) 節蟲 (或片)..... 44  
 pronephridium (pl., pronephridia) 原腎..... 81  
 proctode 原腸..... 83  
 propode 胸節..... 119  
 propodite 前胸..... 168  
 propleuron 前胸..... 104  
 prosome 前腹門..... 40  
 Prostonemata 前口目..... 46  
 prostate gland 精腺..... 51  
 prostomium (pl., prostomia) 前唇..... 49  
 protective tissue 保護組織..... 28  
 protein 蛋白質..... 9  
 prothallus (pl., prothalli) 葉原體..... 116  
 prothorax (pl., prothoraces) 前胸..... 54  
 protopodite 基肢..... 168  
 Protoperans amertona 原絲殼..... 153  
 proventriculus (pl., proventriculi) 前胃..... 55  
 Prunus persica 桃..... 129  
 Psapharus gladius 奇刺蟲..... 153  
 pseudopodium (pl., pseudopodia) 偽足..... 35  
 Pteridophyta 羊齒植物 (門)..... 116  
 pterygoid 翼狀骨..... 84  
 pubal symphysis (pl., symphyses) 恥骨合處..... 69  
 pubis (pl., pubes) 陰骨..... 70, 87  
 pulmo-cutaneous artery 肺皮動脈..... 70  
 pulmonary artery 肺動脈..... 79  
 pulmonary vein 肺靜脈..... 78, 81  
 pyloric end 門腸..... 65  
 pyloric valve 門腸瓣..... 55  
 pyrenoid 淀粉核..... 36, 110  
 Pyrus serotina; pear 梨..... 129

Q

quadrate 方骨..... 84  
 quadrato-jugal 方骨骨..... 84  
 queen 后蟻..... 58

R

raceme 總狀花序..... 121  
 radial canal 輻射管..... 40  
 radial section 輻射切面..... 137  
 radial symmetry 輻射對稱..... 42  
 radiate type of parallel venation 輻射型..... 149  
 radiating canal 輻射管..... 53  
 radicle 胚根..... 121  
 radio-lance (pl., radio-lance) 總狀花序..... 87  
 radius (pl., radii) 橈骨..... 87  
 radula 舌齒..... 93

ramus communicans (pl., rami communicantes) 聯絡支..... 77  
 Rana nigromaculata; pond frog 青蟾..... 61  
 Ranidae 蛙科..... 61  
 Raphanus sativus; radish 萊菔..... 144  
 raphe 龍骨..... 132  
 ray flower 舌狀花..... 125  
 receptacle 花托..... 121  
 rectum (pl., recta) 直腸..... 51, 55, 65  
 redia (pl., rediae) 紅蟲..... 47  
 reduction division 減數分裂..... 20, 97  
 referred light 反射光..... 5  
 renal artery 腎動脈..... 59  
 renal portal system 腎門靜脈系..... 31  
 reproductive system 生殖系統..... 33  
 reproductive tissue 生殖組織..... 27, 31  
 Reptilia 爬行動物..... 62  
 reservoir 蓄水池..... 35  
 resident bird 留鳥..... 155  
 resin canal 樹脂管..... 119  
 reticular tissue 網狀組織..... 31  
 retina 視網膜..... 74  
 revolving mesopiece 旋轉盤..... 2  
 rhinencephalon 嗅腦..... 79  
 rhinoceros 犀屬..... 73  
 Rhizobium leguminosarum 根瘤菌..... 141  
 rhizoid 假根..... 112  
 rhizome 根莖..... 29, 116, 130  
 root 根..... 116  
 Rhizopoda 根足蟲動物..... 35  
 root cap 根帽..... 121  
 root hair 根毛..... 141  
 root-hair zone 根毛部..... 141  
 root tubercle 根瘤..... 141  
 Rosa microcarpa; wild rose 薔薇..... 125  
 rostellum (pl., rostellae) 喙突..... 44  
 rostrum (pl., rostrae) 喙..... 168  
 royal jelly 蜂王乳..... 53  
 Rubus argyræus 蘆葍子..... 130  
 ruga 皺褶..... 35

S

sacra vertebra (pl., vertebrae) 薦骨..... 62, 65  
 salivary gland 唾液腺..... 54  
 Salix babylonica; weeping willow 垂柳..... 140  
 samara 翅果..... 126  
 sap wood 木質部..... 136  
 sarcoplasm 肌漿..... 120  
 Sarcodina 肉質動物..... 55  
 sarcolemma (pl., sarcolemmas) 肌膜..... 23  
 sarcoplasm 肌漿..... 23  
 sarcoplasmic reticulum 肌漿網..... 139  
 scapula (pl., scapulae) 肩胛骨..... 83  
 scoliceum 刺胞..... 123  
 Scleromyces 木質部 (門)..... 103  
 sciotic artery 腎動脈..... 60



sciatic nerve 坐骨神經..... 27

sciatic plexus 臂神經叢..... 76

sciatic vein 臂靜脈..... 81

sclerenchyma 纖維組織..... 29, 119

scoler (pl., scolera) 頭結..... 44

scutellum (pl., scutella) 胚盤..... 131

Scyphozoa 水母綱..... 90

second filial generation 第二子代..... 160

second polocyte 第二極體..... 98

second ventricle 第二心室..... 73

secondary oocyte 次級卵母細胞..... 93

secondary root 後生根..... 144

secondary spermatocyte 次級精母細胞..... 97

seed 種子..... 120

seed coat 種皮..... 123

seedling 幼苗..... 133

segment 環節..... 92

segmentation cavity 卵裂腔..... 100

semilunar valve 半月瓣..... 78

seminal receptacle 受精囊..... 46, 51

seminal vesicle 附精囊..... 46, 51, 56

sensory epithelium (pl., epithelia) 感覺皮..... 22

sensory nerve fiber 感覺神經纖維..... 76

sepal 萼片..... 121

septum (pl., septa) 橫膈膜..... 50

septum auricularum 心耳膈..... 78

serosa 漿膜..... 164

setum 山竹..... 23

seta (pl., setae) 剛毛..... 49

sexual generation 有性世代..... 114

shank 小腿..... 62, 71

sheath of Schwann 許氏鞘..... 27

shell 卵殼..... 103

shell gland 殼腺..... 45

shell membrane 殼膜..... 103

sieve plate 篩板..... 30

sieve tube 篩管..... 30, 117, 135

silicle 絲角果..... 123

allique 絲角果..... 127

simple epithelium (pl., epithelia) 單層皮..... 21

simple fruit 單果..... 127

simple gland 單腺..... 92

simple leaf 單葉..... 146

simple pistil 單大蕊..... 121

single-celled stage 單細胞期..... 160

sinus 凹窩..... 53

sinus terminalis 終端凹窩..... 12

sinus venosus 靜脈凹窩..... 76

skeletal system 骨骼系統..... 63

skull 頭骨..... 63

small intestine 小腸..... 51, 65

Solanum tuberosum; Irish potato 馬鈴薯..... 159

sole 腳..... 62

somatic cell 體細胞..... 63

somite 體節..... 162

sorus (pl., sorae) 果殼..... 159

sorus (pl., sori) 胞囊殼..... 117

spadix (pl., spadices) 肉穗花序..... 126

spathe 佛焰苞..... 126

sperm duct 輸精管..... 68

sperm mother cell 精母細胞..... 116

sperm nucleus (pl., nuclei) 精核..... 120

spermary 精巢..... 43

spermatheca (pl., spermathecae) 受精囊..... 51, 56

spermathecal opening 受精囊孔..... 50

spermatid 精細胞..... 97

spermatogenesis 精子發生..... 93

spermatogonium (pl., spermatogonia) 原精細胞..... 14, 93

spermatozoon (pl., spermatozoa) 精子..... 27, 97

sphenethmoid 蝶鞍骨..... 81

spicule 針骨..... 40

Spinacia oleracea; spinach 菠菜..... 128

spinal cord 脊髓..... 74, 76

spinal nerve 脊神經..... 76

spindle 紡錘體..... 19

spine 刺突..... 54, 91

spiracle 氣孔..... 102

Spiraea blumei 珍珠梅..... 130

spireme 染色體..... 19, 26

Spirillum 螺旋狀菌..... 106

Spirogyra; pond scum 水綿..... 110

spleen 脾(臟)..... 62, 82

Spongidae 海綿綱..... 41

spongin fiber 海綿纖維..... 41

spongy tissue 海綿組織..... 148

sporangium (pl., sporangia) 孢子囊..... 113, 115, 117

spore 孢子..... 115

sporocyst 接合幼囊..... 47

sporophyte 孢子體..... 115, 116

sporophytic generation 孢子體世代..... 115

Sporozoa 孢子蟲綱..... 80

spring wood 春材..... 135

spur 副刺..... 59

squamous 鱗狀的..... 84

squamous epithelium (pl., epithelia) 扁平皮..... 21

stage 時期..... 1

stalk 柄..... 115

stamen 小蕊..... 121

staminate strobilus (pl., strobili) 小孢子囊..... 110

standard 標準..... 124

starch 澱粉..... 6

starch sheath 澱粉鞘..... 165

stela 中柱..... 135, 143

stem 莖..... 116

stem tendril 莖卷鬚..... 159

stem thorn 莖刺..... 159

sternite 胸板..... 74

sternum (pl., sterna) 胸板, 胸骨..... 54, 69, 85

sternum proper 正胸骨..... 63

stigma (pl., stigmas or stigmata) 凹點..... 85

柱頭..... 122  
stipe 葉柄..... 117  
stipes (pl., stipites) 小頭莖節..... 51  
stipule 葉托..... 143  
stoma (pl., stomata) 氣孔..... 114, 135  
stomach 胃..... 55, 65  
stomodaeum 胃口..... 101  
storage tissue 儲藏組織..... 31  
straggler 蔓草..... 155  
straight type of parallel venation 直型  
葉脈..... 143  
stratified epithelium (pl., epithelia) 複層  
上皮..... 22  
striated muscle 橫紋肌..... 23  
strobilus (pl., strobili) 子房穗..... 119  
style 花柱..... 122  
subclavian artery 鎖骨下動脈..... 79  
subclavian vein 鎖骨下靜脈..... 81  
subcutaneous lymph sac 皮下淋巴囊..... 82  
suberia 木栓質..... 16  
subgenal plate 副生隔板..... 55  
submentum 下唇基節..... 54  
subneural blood vessel 神經下血管..... 51  
suboesophageal ganglion (pl., ganglia)  
食管下神經節..... 57  
subpharyngeal ganglion (pl., ganglia)  
咽下神經節..... 52  
subterranean stem 地下莖..... 139  
sucker 吸盤..... 41, 102  
suctorial root 吸根..... 145  
summer visitor 夏候鳥..... 155  
summer wood 夏材..... 135  
superior ovary 上位子房..... 122  
supporting tissue 支持組織..... 23  
Supraoesophageal ganglion 食管上神經  
節..... 56  
suprapharyngeal ganglion (pl., ganglia)  
咽上神經節..... 52  
suprascapula (pl., suprascapulae) 上肩  
骨..... 81  
svlameret 游水殼..... 163  
swollen root 膨根..... 44  
sympathetic nervous system 交感神經  
系..... 73  
synapsis 葉的對合..... 96  
sycocinium (pl., sycocinia) 椰花果..... 130  
synergial 協同的..... 123  
syngeneous stamen 葉瓣小蕊..... 125  
systemic arch 體動脈..... 79  
systemic vein 體靜脈..... 81

T

Taenia coli; pork tapeworm 豬條  
蟲..... 44  
Taeniidae 條蟲科..... 44  
tangential section 切線切面..... 137  
Tapiridae 鱉科..... 153  
Tapirus americanus; American tapir  
美洲馬鹿..... 153  
Tapirus indicus; Indian tapir 印度馬鹿..... 153

taproot 宿根..... 144  
tarsal 附節, 足骨..... 72, 87  
tarsus (pl., tarsi) 附節..... 51  
tegumen (pl., tegmina) 肉翅皮..... 132  
telomele 大腸衣..... 73  
telophase 末期..... 49  
tendo-Archillis 跟腱..... 71  
tendon 肌腱..... 33  
tentacle 觸手..... 24  
tentaculyst 觸手囊..... 30  
tergite 背板片..... 54  
tergum 背板..... 54  
terminal bud 頂芽..... 135  
Tetricola 陸佳目..... 49  
testa (pl., testae) 種蠟衣..... 133  
testicular sac 精丸囊..... 51  
testicular tubule 細精管..... 53, 55  
testis (pl., testes) 精丸..... 44, 53  
tetrad 四葉細胞..... 37  
Tetigonidae 金蟻科..... 163  
Thallophyta 藻菌植物門..... 103  
thallus (pl., thalli) 葉狀體..... 114  
thigh 大腿..... 62, 70  
third poleocyte 第三極體..... 55  
third ventricle 第三腦室..... 73, 75  
thorax (pl., thoraces) 胸..... 63  
thyroid gland 甲狀腺..... 22  
tibia (pl., tibiae) 脛骨..... 54, 87, 87  
tibia-fibula pl., tibia-fibulae 脛骨骨..... 70, 87  
tissue 組織..... 21  
toe 趾..... 62  
tongue 舌..... 50  
trabecula (pl., trabeculae) 肉柱..... 73  
trachea (pl., tracheae) 氣管..... 30, 133  
tracheid 管胞..... 33, 117  
Trachycarpus excelsus; palm 棕櫚..... 140  
transmitted light 透射光..... 7  
transverse fission 橫裂..... 53  
transverse process 橫突..... 65  
transverse type of parallel venation  
側型平行脈..... 140  
Trematoda 吸蟲綱..... 43  
trichium 絲毛..... 82  
trichininal nerve 三叉神經..... 74  
trichinial nerve 神經絲..... 54  
trichloric nerve 神經絲..... 74  
tropis of Cancer 北迴線..... 161  
true nucleus pl., nucleoli 真核仁..... 74  
truncus arteriosus 肺動脈幹..... 73  
trunk 軀干..... 61, 81  
tube foot (pl., tube feet) 管足..... 51  
tuber 塊莖..... 130  
tuberos root 塊根..... 14  
tubular flower 筒形花..... 125  
Turbidae 旋螺科..... 81  
Turkellia 土庫利..... 81  
tyrannic cavity 中耳腔..... 81  
tympanum (pl., tympana) 鼓膜..... 54, 81

U

*Ulmus parvifolia*; elm 榆.....128  
*ulna* (pl., ulnae) 尺骨.....87  
*unguis* (pl., unguis) 爪.....54  
 upper arm 上臂.....62  
 upper epidermis 上表皮.....148  
 upper eyelid 上眼瞼.....61  
 upper jaw 上顎.....84  
 ureter 輸尿管.....67  
 urinary bladder 膀胱.....67  
 Urochorda 尾索綱.....94  
 urogenital artery 腎動脈.....80  
 urogenital organ 泌尿器官.....62  
 uropod 尾肢.....168  
 urostyle 尾棒骨.....70,76,85  
 uterus (pl., uteri) 子宮.....45,68  
 utricle 胞果.....128

V

*vacuole* 空泡.....18  
*vagina*(pl., vaginae)陰道.....45,55,185,188  
*vagus nerve* 迷走神經.....75  
*valve* 閘瓣.....5\*,78  
*vasa deferens* (pl., vasa deferentia) 輸精管.....45,51,68  
*vasa efferens* (pl., vasa efferentia) 出管.....44,68  
*Vaucleria* 無節藻.....118  
*Vaucleriaceae* 無節藻科.....118  
*vegetative cell* 營養細胞.....38  
*vegetative pole* 營養極.....100  
*vein* 翅脈,靜脈.....61,79,82,82  
*velum* (pl., vela) 繃膜.....59  
*venter* 腹部.....115,116  
*ventral aorta* 腹大動脈.....104  
*ventral blood vessel* 腹血管.....51  
*ventral line* 腹線.....47  
*ventral lip* 腹唇.....27  
*ventral nerve cord* 腹神經索.....52  
*ventral ramus* (pl., rami) 腹支.....76  
*ventral root* 腹根.....76  
*ventral sucker* 腹吸盤.....46  
*ventricle* 胃室,心室.....78  
*vertebra* (pl., vertebrae) 椎骨.....94  
*vertebral artery* 脊動脈.....79  
*vertebral column* 脊柱.....84  
*vertebral foramen* (pl., foramen) 椎孔.....85  
*Vertebrata* 脊椎動物門.....94  
*vertex* 頂頂.....53  
*verticillate leaves* 輪生葉.....147  
*vesical artery* 膀胱動脈.....89  
*vestigial-winged fruit fly* 短翅果蠅.....162  
*Vicia faba*; broad bean 蠶豆.....131  
*visceral skeleton* 內骨骼.....84  
*vitamin* 維他命.....9

*vitelline duct* 卵黃管.....45  
*vitelline membrane* 卵黃膜.....104  
*vitelline vein* 卵黃靜脈.....104  
*Vitis vinifera*; grape 葡萄.....30,129,139  
*vocal cord* 聲帶.....67  
*vocal sac* 聲囊.....61  
*voluntary muscle* 隨意肌.....23  
*Volvocidae* 圓走子科.....38  
*Volvox* 圓走子.....38  
*vomer* 鋤骨.....64,83  
*vomerine tooth* (pl., teeth) 鋤骨齒.....61  
*Vorticella campanula* 鐘珠蟲.....63  
*Vorticellidae* 鐘珠蟲科.....38

W

*Wallace's line* 高氏線.....152  
*water vascular system* 水管系.....91  
*wax gland* 蠟腺.....69  
*wax pincer* 蠟錐.....60  
*wax plate* 蠟板.....61  
*web* 膜.....62  
*white collagenous fiber* 膠質(白色)纖維.....25  
*white-eyed fruit fly* 白眼果蠅.....162  
*white starchy endosperm* 白胚乳.....121  
*wing* 翼.....124  
*winter visitor* 冬候鸟.....115  
*Wolfian duct* 輸尿管.....57  
*wood fiber* 木質纖維.....29,136  
*worker* 職蜂.....58  
*wrist* 腕.....62

X

*xiphisternum* (pl., xiphisterna) 劍胸骨.....63,96  
*xylem* 木質部.....30,117,136,138  
*xylo* 二甲苯.....2

Y

*yellow elastic fiber* 彈性(黃色)纖維.....25  
*yellow oily endosperm* 黃脂胚乳.....131  
*yolk* 卵黃.....100  
*yolk gland* 卵黃腺.....45  
*yolk granule* 卵黃粒.....109  
*yolk plug* 卵黃栓.....101

Z

*Zea mays*; corn 玉米.....101  
*zoospore* 游水孢子.....112  
*Zygnemataceae* 星接藻科.....110  
*zygospore* 接合孢子.....111  
*zygote* 合子.....27,96

中華民國二十三年三月初版  
中華民國三十三年十一月增訂第一版

(5270繪裝)

大學叢書  
李 生物學實驗指導 一冊

繪版材料紙

定價國幣叁元伍角

印刷地點外另加郵費

翻 印 權 必 有  
所 必 究

著 者 鄭 作 新

發 行人 王 雲 五

印 刷 所 南 影 印 書 館

發 行 所 南 影 印 書 館

