

# 動物學

上册

國立中山大學動物學教授

張作人 朱洗 著譯



國立編譯館

國立中央圖書館

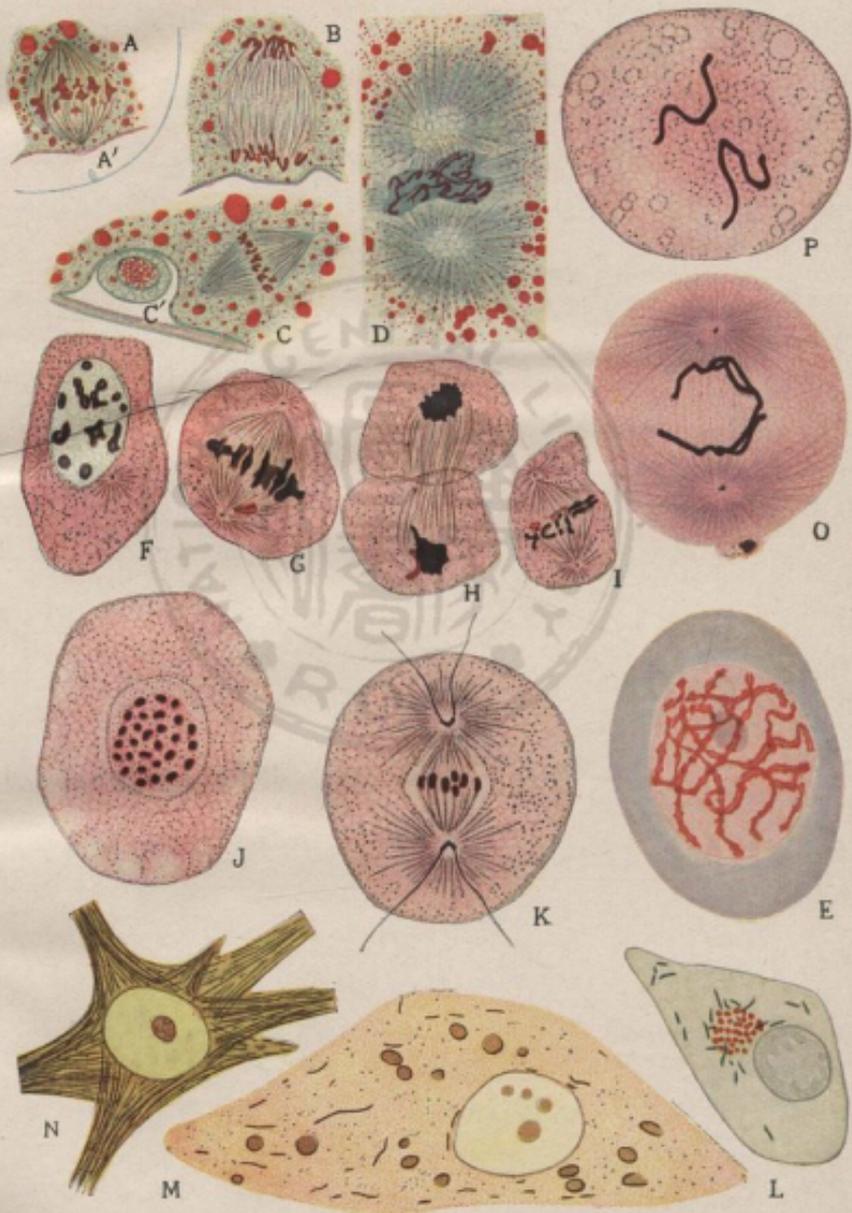
# 插畫 I 的解釋

## (幾種上色的細胞)

- A—D, 兩蛙卵之成熟期和受精狀態: (經過Safranin 和 vert-lumière 上色, 深紅色的是染色體, 淡紅的爲營養球, 淡綠的爲細胞質): A, 第一次成熟期的分裂, 其雙價染色體有作十字形, 有如飛鳥狀, 爲此次減數分裂之特徵; B, 同上, 惟進化較前進, 染色體已抵兩極并各自分裂; C, 爲第二次成熟期的分裂, 此次係通常的分裂。其式樣與前次減數分裂不同, 其旁有第一極體處於一陷阱中(C') 成熟的蛙卵皆停於此期, 如無精虫, 卵再不能進化 (以上各圖放大 1152 倍); A', 卵之一部邊緣, 放大 50 倍, 此圖能示人以分裂圖形與整個卵體的比例; D, 爲受精後, 60 分鐘, 兩性核正在接合時期 (Conjugaison); 這時已有成對星光之發現——發現於核膜未破之前。此與成熟期中無星光的分裂絕然不同 (放大 720 倍)。
- E—I, 蝗虫 (*Acridium*) 精虫成熟期的減數分裂: E, 母精細胞正爲 Diplotène 時期, 核中父母染色體的接合縫甚清楚, 並能見到各染色體上的小粒 (Chromomères), 核中性染色體亦明晰能見 (用 GRÜNSA 的染料上色, 未經切片, 細胞已被蓋玻片壓扁, 故形較大, 放大 1440 倍); F, 爲母精細胞將近分裂, 成對的星光已發現, 核中雙價的染色體有環形, 有十字形, 有油鏡狀, 性染色體附於核膜上, 周圍無細毛; G, 爲第一次成熟期分裂, 性染色體已行近下極, 其上上色性亦與別的不同, 故易認識; H, 爲第一次分裂的末期, 性染色體留在下極, 能見; I, 爲成熟期之第二次分裂, 性染色體亦分裂 (以上三圖係 PRENANT 的三色法上色, 放大 1152 倍)。
- J—K, 斑蝶 (*Danais*) 之精母細胞的第一次成熟期分裂: J, 係分裂中期之橫剖面, 故其染色體明晰可數 (28 雙價染色體); K, 同上, 係縱剖面, 紡錘體和星光部極明白; 惟此地的中心作 V 形, 兩端各有一鞭毛, 甚爲特別。(爲用蘇木色素 (Hématoxyline) 與曙紅 (Eosine) 上色, 放大 2400 倍)。
- L, 墨魚的鰓下腺中之細胞: (經過生體上色: 中性紅 (Rouge neutre) 和 Janus 綠 (Vert Janus): 在細胞質中能見囊 (Vacuome) 係紅色, 和線體 (Chondrioconte) 係綠色 (借自雍克昌先生 1930 年的著作)。
- M, 蝨蜒 (*Scutigera*) 的母精細胞 (經過鐵酸浸過) 中之囊 (或 Dictyosome) 和線體 (放大 1440 倍)。
- N, 幼兔延髓上之多極神經細胞 (用 CAJAL 法製成), 其中之原神經纖維已被鐵鹽染黑 (放大 1440 倍)。
- O—P, 爲馬蛔蟲 (*Ascaris megalocephala univalent*) 的卵之第一次分裂, 其兩條染色體明晰可數: P, 爲中期之橫剖面; O, 爲縱剖面, 下方邊緣附有一個極體 (用蘇木色素和曙紅上色, 放大 1440 倍) (以上各圖, 除 L 外, 其餘的都直接自片子上由陳光熙繪成的)。

# 插畫 I

(幾種上色的細胞)



## 插畫 II 的解釋

(擬態)

直翅類中幾種擬態的例子：

1. 『巨凹頭竹節蟲』 (*Cyphocrania gigas*)，產亞洲和非洲熱帶地方身材可達25厘米。能於25度以上的溫箱內，以野薔薇葉飼養之。當其攀登於野薔薇莖上時幾乎令人莫辨。1♀，表示三個雌體的背面，側面和飛翔時之形狀；1♂，表示兩個雌體潛伏狀態。

2. 『二目葉蝗』 (*Phollyum bioculatum*)，產於錫蘭島，均在該處的番石榴樹 (*Psidium*) 上生活。這是兩個雌體：一則伏在番石榴的葉上隨宿樹葉一則尾部捲起，有似邊緣上捲的葉子。

2'. 雌體和雄體放大的形狀：♂，雄體，長5—6厘米；♀，雌體，長7—9厘米。

2''. 初出卵的幼蟲，其色鮮紅。

2'''. 產後數天的幼蟲，已有綠色發現於其腹部。

此動物亦可由人工飼養於溫箱中，能兼食多種植物之葉，橡樹葉最適宜。

3. 『青枝蟲』 (*Carausius = Dixiphus morosus*) 多生於印度之馬特拉 (Madras)，但能在溫帶，以人工飼養之。在通常的溫度中，給以常春藤，薔薇，丁香，橡樹等有葉的枝條，他們即能繁殖 (每天在葉上灌水一次，枝之下部最好是插入水瓶中)。雄體絕少，雌者單性發育以綿延其族系。在這圖上有多數雌體隱於常春藤之枝葉間極難辨別。身材可抵8厘米長。

(錄自 R. PERRIER CÉPÈDE)

# 插畫 II

(擬態)



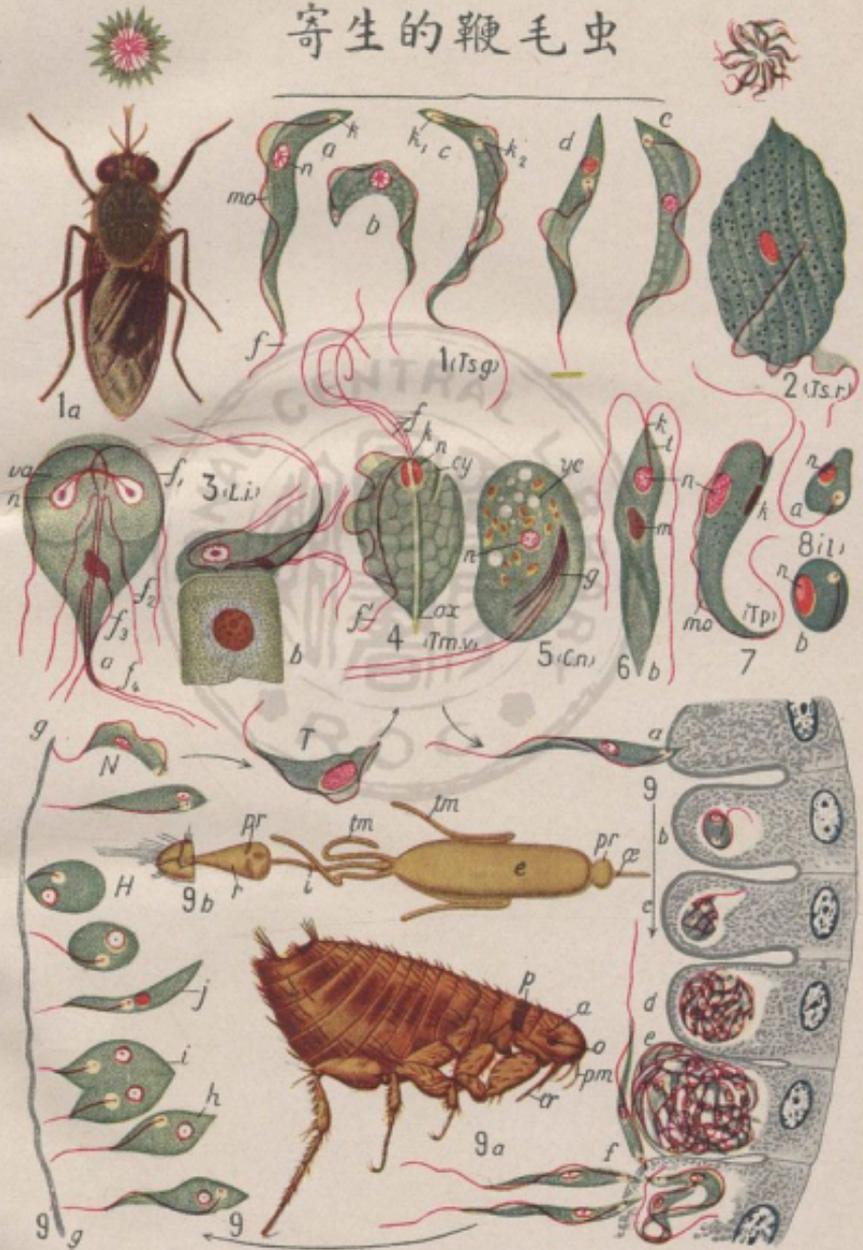
## 插畫 III 的解釋

### (幾種寄生的鞭毛虫)

1. (Ts.g.)『人類睡眠病虫』(*Trypanosoma gambiense*)寄生人體中，爲睡眠病之原因；a, b, 寄生在入血中的睡眠病虫；d, e, 爲由刺蠅吸管中取出之睡眠病虫；c, 正在分裂的睡眠病虫；n, 核；mo, 波紋膜；f, 鞭毛；k, 鞭毛基部的毛基質或名基粒 (Blépharoplaste 或 Kinétonucleus)。
- 1a. 『刺蠅』(*Glossina palpalis*)爲傳播睡眠病虫的媒介。
2. (Ts.r.)『蛙睡眠病虫』(*Trypanosoma rotatorium*)，常寄生於蛙血中。
3. (L.i.)『鼠腸八鞭虫』(*Lambliia intestinalis*)多寄生於家鼠，野鼠間或在人類的腸中。以吸盤固其體於寄主之腸壁細胞上 (b)，產生恐怖的腸炎症；va, 吸盤；n, 啞鈴形的核；f<sub>1</sub>—f<sub>4</sub>, 四對鞭毛；在吸盤之後有一塊與核具同等的染色性的東西，其性質尙不甚明確。
4. (Tm.v.)『腫睡眠病虫』(*Trypanosoma vaginalis*)寄生於獸類或人類的陰道或小腸中，能使寄主苦痛，但病狀不甚劇烈。Cy, 口；ax, 軸桿；f, 無波紋膜的鞭毛；f' 具波紋膜的鞭毛；k, 毛基質；n, 核。
5. 『魚皮四鞭虫』(*Costia necatrix*)寄生在魚皮上，小魚能因此病而斃命。爲畜魚家之大害。在一下陷中共生四根鞭毛 (g)；n, 核；vc, 收縮胞；此外在他的內部還有多數的消化胞和其他的含養物。
6. 『蝟二鞭虫』(*Bodo lacertae*)多寄生於蜥蝪中。毛基質與核之間連有一根絲條 (根體 t)。因有這一類特殊的安置，有人竟以爲毛基質是一個特殊的細胞核。n, 核；m, 與核具同等染色性的團塊；K, 毛基質。
7. (Tp)『波拉氏鞭虫』(*Trypanoplasma Borrei*)較睡眠虫多一鞭毛，其餘完全相似。
8. (L)『拉斯馬尼熱病鞭虫』(*Leishmania Donovanii*)是一種寄生於細胞內的寄生虫。在人的皮膚中，血球中以及其他多數細胞中都能找到，但以血管和明液管 (或說淋巴管) 的內表皮細胞中特多，爲東亞人之皮膚凸起病 (Bouton d'orient) 和印度熱症 (Fièvre de l'Inde 或 Kalar-azar) 之原因；a, 在培養液中自由生活的狀態；b, 在細胞內寄生生活的狀態；n, 核。
9. 『拉徹世睡眠病虫』(*Trypanosoma Lewisi*)的整個生命循環史。此虫寄生於野鼠的血中；鼠蚤爲傳播此病原之媒介。
- 9a. 鼠蚤 (*Ceratophyllus lasciotus*)：o, 眼；a, 觸覺；tr, 吸管；Pm, 腮鬚；p, 胸部的梳形體，木由許多細針組成，這是鼠蚤的特徵。
- 9b. 鼠蚤的消化管，寄生物就在這裏面營寄生生活；œ, 食管；pr, 前房；e, 胃；tm, 馬爾畢奇管；i, 小腸；r, 直腸；pr, 直腸上的小凸起。
- 9(a—g), 各種進化的時期；a, 寄生虫進入寄主的胃細胞中；b, 在一小腔中生活的寄生虫；這小腔原由寄主的細胞質破壞後纔有的；c, d, e, 爲寄生虫分生繁殖的時期；f, 寄生虫離開寄主的細胞，其中有些進入別的沒有寄生過的細胞中重新表演過去的進化史 (如 a—f)；有些走到直腸裏去 (看矢標)，固定在那腸壁上；g, h, i, j, H, N, 各種固着的狀態；i, 正在分裂的狀態之個體。後來他們隨蛋糞排出體外；T, 隨蛋糞落在鼠毛層內的個體。老鼠咬毛時又將此虫吞入消化管中，再演第二次的生命循環史 (錄自 R. PERRIER 和 CÉPÈDE)。

# 插畫 III

## 寄生的鞭毛虫



## 插畫 IV 的解釋

### (分節簇虫生命循環史)

圖示「長頸簇虫」(*Stylorhynchus longicollis*) 寄生於麵蚜中的生命循環史：

1. 表示寄生虫走入麵蚜腸壁細胞中的狀態：a—g (黑色者)，寄生虫在寄主腸壁細胞內各種進化的階級：最初寄生物完全居於細胞內部 (a—c)；後來凸出於細胞外，懸掛於寄主之腸腔中 (f 和 g)，此時其身體分爲二節：「前節」(Protomérite) (pm)，和「後節」(Deutomérite) (dm)；另外還有一長而細的小柄使寄生物得附着於寄主之細胞，這便是「頂節」(Epimérite) (em)。

a—j (藍色者) 表示頂節附着器之各種型式。

2. 長頸簇虫之成長時期名曰：脩頸虫 (Céphalin)，不久由頂節基部斷下，便是鑽頸虫 (Sporadin)。

3. 兩個簇虫接合的時期。

4—6. 兩個成爲休眠體的簇虫 (祇畫上一部份)。他們身體的表面都有許多凸起，但是他們的形狀互有不同：長而尖的爲雄配偶子 (♂)；粒而圓的爲雌配偶子 (♀)。

7. 雌配偶子受雄配偶子特別刺激之後，自己分散的狀態。

8—9. 雄配偶子分離的狀態。

10. 一個單獨的雄配偶子。

11—17. 雌雄配偶子接合的狀態，結果，形成一受精的卵，或接合體 (Zygote 或 Copsula)。

18—19. 接合體的休眠體互相連接成鏈索狀。即於此時休眠體被麵蚜吞入腸中。

20—21. 在每個休眠體中，產生八個孢子裔。

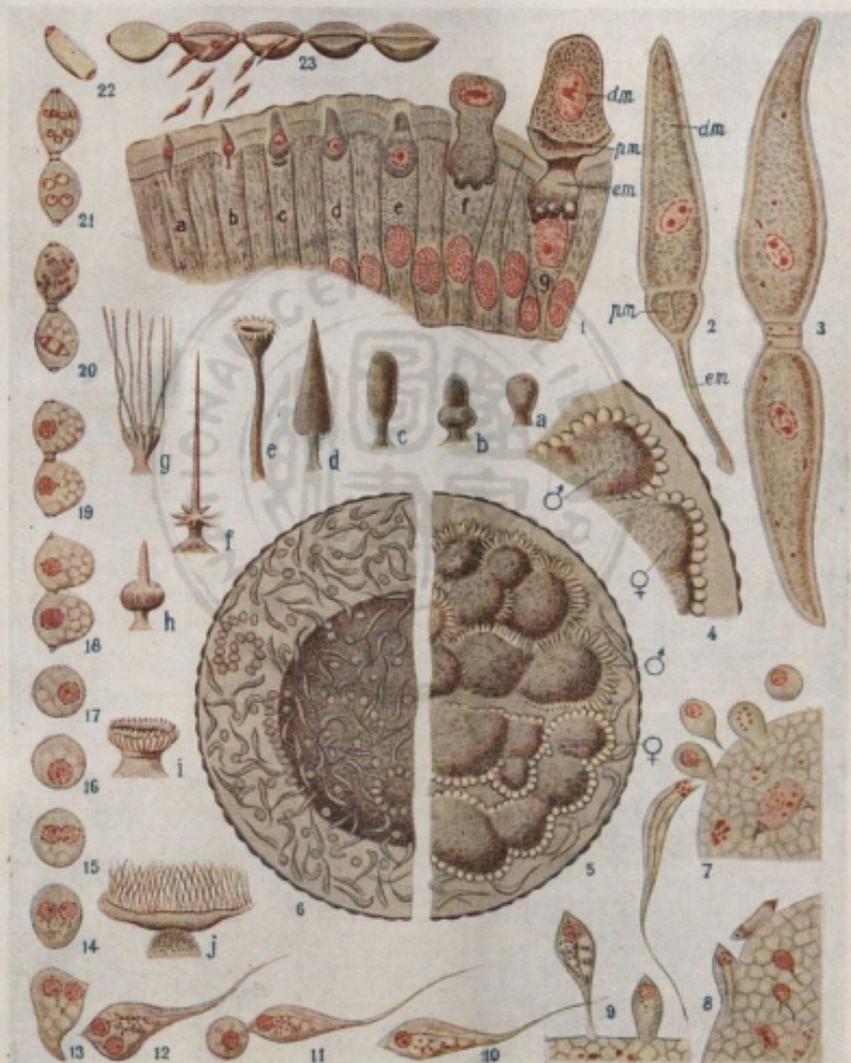
22—23. 休眠體及其孢子裔分散於麵蚜腸中的狀態。

細胞核皆係紅色。根據 LEGER 和 DUBOSC。

(錄自 R. PERRIER 和 CÉPÈDE)

# 插畫 IV

(分節簇虫)



長頸簇虫的生命循環史

## 插畫 V 的解釋

### (幾種上色的組織)

- A, 兔肺的剖面 (前已受 Carmin lithiné 注射), 可以見到許多變形的細胞 (Histiocyte) 能吸收成塊的紅色染料, 或留在小腔中, 或留在腔壁上 (錄自 BOUIN, 1932, 放大 200 倍)。
- B, 兔肺的小氣管枝和肺中的基本組織的剖面 (前已受 Carmin lithiné 所注射), 可以見到許多變形細胞 (Histiocyte) 裝着紅色染料的小粒, 並穿過氣管之表皮而入氣管腔中 (錄自 BOUIN, 1932, 放大 700 倍)。
- C, 人類胎體指骨的剖面: 此時成骨的動作已頗前進, 髓道和吸收曙紅 (Eosine) (紅) 的軟骨區域都已存在。ch, 骨端之微白色軟骨; c. s, 行列軟骨; cc, 成石灰質的軟骨, 其中有些細胞作不合規則的生長; zé, 侵蝕去的區域; zo 成骨的區域; pé, 骨膜; op, 骨膜所成之骨; m, 骨髓, 內已有空隙 (錄自 BOUIN, 1932, 放大 70 倍)。
- D, 同上, 祇取侵蝕區之一部而更放大之: 行列軟骨的隊伍整然 (錄自 BOUIN, 放大 120 倍)。
- E, 螻蛄的小腸剖面 (用 PRENANT 的三色法上色): 杯形排泄細胞與腸壁表皮細胞區別得非常清楚 (由陳兆熙自片子上直接輸出; 放大 1440 倍)。
- F—P, 人類的血球: F, 其中多數係紅血球, 皆無核。在具核的細胞中, 有一個明液球, 一個單核白血球, 三個多核白血球和一個有吸收曙紅 (Eosine) 性質的多核白血球 (用鐵酸鉍固定, 用 GIEMSA 方法上色。錄自 BOUIN, 放大 450 倍); G, H, I, 為大小不同的明液球 (放大 1500 倍)。J, 大身材的單核白血球, 係一種過渡時代的形式 (放大 1500 倍); K, L, 中性反應的多核白血球 (放大 1500 倍); M, N, 酸性反應的多核白血球 (善吸收曙紅); O, P, 鹼性反應的多核白血球 (或 Mastleucocyte), 核不甚清楚, 細胞質中含有吸鹼性染料的顆粒 (放大 1500 倍) (關於血球的圖統錄自 BOUIN, 1932)。

# 插畫 V

(幾種上色的組織)



380  
8769  
1  
5933  
(1)  
~~93~~ 51  
例 言

與其說這本書是我們著的，還不如說是我們譯的，比較妥當些。我們深深地感覺到自身學力的淺薄，要想不依靠已有的善本，而另創一新格局，另建一新骨架，編成一本大學生用的教本，或是參攷書，恐怕要弄成頂了石臼跳加官的笑話吧。如果說是東扯，西拉，湊合成篇；那我們也以爲大可不必。

因此，我們這本書是根據法國巴黎大學教授 REMY PERRIER 所著的“Cours élémentaires de Zoologie”一書（1929年第九次增改版本）的譯文做基礎，更由我們加上五分之一新材料而成。PERRIER 這本書的價值，他的版數以及他在法國通行的程度已經可以表示出來，用不着我們來代他誇張；不過事實上也有令我們不能不將他稍稍更改的地方。我們並且加進去許多最近的新研究，又恐怕改變原來的面目，所以將多半擴充或新增加的材料列在附註裏面；有時明知正文上所講的理論和事實有不合新理論和新事實的地方，亦祇有在附註上另行敘述，而不去將他們刪除。至於本國方面的材料，多半由各專家撰好，作為增補或附註放在每類動物正文的後面。除增加幾幅精美的彩色插畫及必要的插圖以外，於原書的插圖極少變更。所以就大體看起來，與原書是沒有多大的變動的。

爲便利起見，本書共分上，中，下三冊，上册專述動物通論和原生動物與組織的研究；中册係無脊椎動物的全部分；下册

則爲脊椎動物與動物分布學。術語概以法文爲標準(羅馬字體)，種名以拉丁文爲標準(斜體)，人名則以正楷字爲標準，許多新譯的名詞均於附註上說明理由。

此書得國立編譯館館長辛樹幟先生的助力，使他能夠早日問世，我們首先應該向辛先生表示謝意。

我們不自揣其學力的棉薄，來做這種重大的工作；編纂上，印刷上，發生錯誤，是不可免的。希望國內明達之士，爲共謀發展學術計，多多的告訴我們，我們將以十二分的誠意接受的。

張璽，任國榮，陳達夫，金焯華諸先生能將他們個人研究所得的新資料，供給我們，作爲中冊和下冊的增補，以光本書的篇幅，我們覺得是非常光榮，而且是非常感謝的。最後還有黃毓如，朱舜範，陳兆熙諸先生代我們謄錄，校閱，繪圖。他們的功勞我們也是不能忘記的。

著者識 一九三四年二月

# 目 錄

## 第一部 通論

### 第一篇 定義

|                      |    |
|----------------------|----|
| 動物學的分科 .....         | 1  |
| 什麼是動物 .....          | 3  |
| 變形虫的個別研究 .....       | 4  |
| 身體的結構 .....          | 5  |
| 細胞核 .....            | 7  |
| 運動的現象 .....          | 7  |
| 運動的起源：原形質的氧化作用 ..... | 9  |
| 異化和排泄 .....          | 11 |
| 營養 .....             | 12 |
| 分裂 .....             | 14 |
| 撮要：生物的公有性 .....      | 15 |
| 生物特性之相對的意義 .....     | 15 |
| 尺蠖的個別研究 .....        | 17 |
| 營養 .....             | 19 |
| 截斷：細胞核的作用 .....      | 20 |

## 第二篇 細胞的研究

|                 |    |
|-----------------|----|
| 細胞的形狀           | 22 |
| 細胞的結構           | 23 |
| I. 原形質          | 23 |
| 原形質的化學成分        | 23 |
| 原形質的物理結構        | 26 |
| II. 細胞膜         | 30 |
| III. 細胞核        | 31 |
| 中心體：中央體         | 34 |
| 細胞的分裂           | 36 |
| I. 直接分裂         | 36 |
| II. 間接分裂        | 37 |
| 總論：細胞核為遺傳器官的新理論 | 43 |

## 第三篇 物動蕃殖的現象

|           |    |
|-----------|----|
| 卵的起源和有性生殖 | 45 |
| 生殖細胞的研究   | 47 |
| A. 卵      | 47 |
| B. 精虫     | 52 |
| 受精        | 56 |
| 受精的通論     | 61 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 單性發育.....              | 62  |
| 受精的分析: .....           | 66  |
| 刺激.....                | 71  |
| 修正.....                | 73  |
| 兩性混合.....              | 76  |
| 遺傳的機關.....             | 79  |
| 門得爾的法則.....            | 87  |
| 對於 WEISMANN 學說的批評..... | 92  |
| 無性蕃殖.....              | 95  |
| A. 斷落蕃殖 .....          | 95  |
| B. 芽體蕃殖 .....          | 96  |
| 有性生殖和無性蕃殖的比較.....      | 99  |
| 再 生                    |     |
| 細胞和單細胞動物的再生 .....      | 101 |
| 卵和胎兒的再生 .....          | 101 |
| 腔腸動物的再生 .....          | 104 |
| 蠕形動物的再生 .....          | 104 |
| 軟體動物的再生 .....          | 106 |
| 節肢動物的再生 .....          | 106 |
| 棘皮動物的再生 .....          | 107 |
| 海鞘類的再生 .....           | 107 |
| 脊椎動物的再生 .....          | 109 |

## 第四篇 物種和分類

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 物種固定的理論 .....              | 114 |
| 人爲的分類法 .....               | 115 |
| 自然的分類法 .....               | 117 |
| <u>達爾文</u> 以前的變化說 .....    | 120 |
| <u>達爾文</u> : 物動原始 .....    | 123 |
| 物種思想的批評: 物種的難題 .....       | 123 |
| 物種的變異: 變種和亞種 .....         | 124 |
| 亞種間的雜交和異種間的雜交 .....        | 126 |
| 產生新物種的直接觀察 .....           | 130 |
| 比較解剖學上的證據 .....            | 134 |
| 古生物學上的證據 .....             | 140 |
| 發生學上的證據: 復演的法則 .....       | 147 |
| 物種變異的原因 .....              | 158 |
| <u>達爾文</u> 的理論: 自然淘汰 ..... | 159 |
| 物種的分離 .....                | 163 |
| 擬態 .....                   | 164 |
| 警戒色 .....                  | 168 |
| 兩性淘汰 .....                 | 170 |
| 對於 <u>達爾文</u> 學說的批評 .....  | 175 |
| 結論 .....                   | 178 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 驟變和驟變的理論 .....             | 179 |
| 環境和習性的影響 .....             | 185 |
| 環境的影響 .....                | 186 |
| 習得性的影響： <u>拉馬克主義</u> ..... | 188 |
| 目前變化說的學派 .....             | 191 |
| <u>新達爾文主義</u> .....        | 193 |
| <u>魏司曼</u> ：習得性遺傳的辯論 ..... | 194 |

### 分類的原理

|             |     |
|-------------|-----|
| 系統的分類 ..... | 203 |
| 分類 .....    | 204 |
| 動物的分類 ..... | 205 |

### 第五篇 原生動物

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 原生動物的範圍 .....     | 206 |
| 原生動物的繁殖 .....     | 208 |
| 第一綱 鞭毛虫類 .....    | 212 |
| 第一亞綱 黃褐鞭毛虫類 ..... | 216 |
| I. 簡單鞭毛虫類 .....   | 216 |
| II. 複化鞭毛虫類 .....  | 216 |
| III. 渦鞭毛虫類 .....  | 216 |
| 第二亞綱 綠色鞭毛虫類 ..... | 220 |
| I. 綠鞭毛虫類 .....    | 220 |

|      |            |     |
|------|------------|-----|
|      | II. 植物鞭虫類  | 221 |
|      | III. 梭微子類  | 223 |
| 第三亞綱 | 動物鞭毛虫類     | 225 |
|      | I. 根足鞭毛虫類  | 225 |
|      | II. 眞鞭毛虫類  | 226 |
|      | III. 襟鞭毛虫類 | 230 |
| 第二綱  | 根足虫類       | 231 |
| 第一亞綱 | 葉足虫類       | 232 |
|      | I. 變形虫類    | 232 |
|      | II. 太陽虫類   | 235 |
| 第二亞綱 | 網足虫類       | 237 |
|      | I. 有孔虫類    | 237 |
|      | II. 放射虫類   | 245 |
| 第三綱  | 孢子虫類       | 258 |
| 第一亞綱 | 球虫類        | 258 |
|      | I. 卵形球虫類   | 258 |
|      | II. 血球虫類   | 264 |
| 第二亞綱 | 簇虫類        | 270 |
|      | I. 無節簇虫類   | 270 |
|      | II. 分節簇虫類  | 271 |
|      | (附錄)       | 274 |
|      | I. 雙殼孢子虫類  | 274 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| II. 微粒孢子虫類 ..... | 274 |
| III. 肉孢子虫類 ..... | 275 |
| 第四綱 有毛虫類 .....   | 276 |
| 第一亞綱 纖毛虫類 .....  | 277 |
| I. 同毛虫類 .....    | 293 |
| II. 異毛虫類 .....   | 295 |
| III. 盤毛虫類 .....  | 297 |
| IV. 腹毛虫類 .....   | 298 |
| 第二亞綱 吸枝虫類 .....  | 300 |

## 第六篇 後生動物公有性的研究

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| I. 後生動物的定義和生殖 .....       | 303 |
| 後生動物的定義 .....             | 303 |
| 後生動物發育的公有性 .....          | 303 |
| 卵的種類 .....                | 3 4 |
| 卵的分裂 .....                | 306 |
| A. 合規則的分裂法 .....          | 307 |
| 1. 增生細胞的時期: 桑椹胚, 囊胚 ..... | 307 |
| 2. 細胞分化的時期: 原腸胚 .....     | 308 |
| 3. 中胚葉的形成 .....           | 311 |
| 4. 5. 體腔與其他各部分的形成 .....   | 312 |
| B. 不平分的分裂 .....           | 313 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| C. 局部的分裂.....                  | 315 |
| 雞卵的分裂狀態 .....                  | 316 |
| 獸卵的分裂狀態 .....                  | 320 |
| 卵中『胚因區』和兩棲類中各『胚葉』的來源 (增補)..... | 323 |
| II. 組織的研究 .....                | 326 |
| 細胞的分化 .....                    | 326 |
| 培養組織(附註) .....                 | 327 |
| 細胞所處的位置對於分化的影響 .....           | 329 |
| 組織及其分類 .....                   | 330 |
| A. 表皮組織.....                   | 331 |
| 定義 .....                       | 331 |
| 表皮的研究 .....                    | 332 |
| 單層表皮 .....                     | 332 |
| 重層表皮 .....                     | 334 |
| 顫毛組織 .....                     | 335 |
| 表皮的更新 .....                    | 337 |
| 腺的組織 .....                     | 338 |
| 腺的形態 .....                     | 339 |
| 腺的種類 .....                     | 340 |
| B. 結締組織.....                   | 345 |
| 定義 .....                       | 345 |
| 結締組織的主要變態 .....                | 346 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 膠狀組織 .....           | 347 |
| 散漫性的結締組織 .....       | 347 |
| 纖維組織 .....           | 350 |
| 伸縮組織 .....           | 351 |
| 脂肪組織 .....           | 351 |
| 石灰組織 .....           | 352 |
| 軟骨組織 .....           | 352 |
| 硬骨組織 .....           | 355 |
| <b>C. 血的組織</b> ..... | 359 |
| 定義 .....             | 359 |
| 血腔和內環境的進化 .....      | 360 |
| 血的組織的研究 .....        | 362 |
| 無脊椎動物的血液 .....       | 363 |
| 脊椎動物血的組織 .....       | 364 |
| 脊椎動物的血液 .....        | 364 |
| 脊椎動物的明液 .....        | 368 |
| <b>D. 筋肉組織</b> ..... | 369 |
| 1. 不完全的筋肉細胞 .....    | 370 |
| 2. 筋肉細胞或平滑筋纖維 .....  | 371 |
| 3. 橫紋筋纖維 .....       | 371 |
| 4. 心臟的筋肉細胞 .....     | 376 |
| 筋肉組織間的連合 .....       | 377 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| E. 神經組織            | 378 |
| 感應弓的漸次複雜化          | 379 |
| 神經細胞的起源及其位置        | 380 |
| 神經組織的研究            | 382 |
| I. 神經細胞            | 382 |
| 神經細胞的種種變態          | 384 |
| a. 多極神經細胞          | 385 |
| b. 二極神經細胞          | 386 |
| c. 一極神經細胞          | 386 |
| II. 神經纖維           | 387 |
| 神經細胞之互相連絡——神經單位的理論 | 391 |
| 神經細胞的結合            | 395 |
| 各神經單位的居留處          | 398 |
| 刺戟末梢               | 400 |
| I. 腺的末梢            | 400 |
| II. 平滑筋上神經纖維的末梢    | 400 |
| III. 橫紋筋上神經纖維的末梢   | 401 |

# 動物學

(上 冊)

## 第一部 通論

### 第一篇 定義

動物學的分科——動物學是研究動物的科學。此種研究可由各方面進行，所以動物學中還能分出許多專門學科。

有些學科是專事敘述的：例如『形態學』(Morphologie)，是專門記述動物身體表面的形狀，及各部位置的；『解剖學』(Anatomie)，藉解剖的研究，示吾人以動物體內各器官的構造及位置；此外還有『顯微鏡的解剖學』(Anatomie microscopique)，藉顯微鏡的幫助，得以研究器官中更精緻，更細微的構造。

但是以上這幾種敘述的科學是不能獨立的，必需『生理學』(Physiologie) 的幫助，才能算得完全。生理學的目的是研究動物體中各種『器官』(Organes) 的機能，簡單言之：就是研究動物的一切生理作用。

以上這些研究，如果專施於一種動物，那末，就叫作『個別的研究』；但是亦能推廣到多數的物種上——或者甚至能施於

一切已知的物種，則趣味格外濃厚。因為這樣的研究，能夠在多數動物間，得出一種比較，由此便能推出許多普遍的法則，並且還能明白各物種間彼此的關係。這一類具體的研究，便是『比較形態學』(Morphologie comparée)，『比較解剖學』(Anatomie comparée)，『比較生理學』(Physiologie comparée)。在這幾種比較的研究中，要算比較解剖學，對於近代的動物學和動物哲學最有貢獻了。

『分類學』(Systématique)亦為動物學中之一科，是規定動物的種類并給以相當的名稱，集合許多彼此相似的『物種』(Espèces)成為『物類』(Groupes)。但是以上的相似點，一定要賴比較的研究，才能有所根據。所以我們能說：『比較解剖學』是分類學的基礎；『分類學』的責任，祇在收集『比較解剖學』上所得的事實以為結論而已。

最後論到『發生學』(Embryologie)是研究生物『胎體』(Embryon)發育的專門科學，又名『胎體發育學』(Embryogénie)。他能指明一個動物的胎體，由卵出發，中途所經過的各種不同的樣式，以至成長的形狀為止。

動物學所包括的科門實際還不僅如上所述，他如『動物分布學』(Géographie zoologique)研究動物在地球表面分布的狀態；『動物生態學』(Ethologie)研究動物的習慣及其與環境的影響；如『寄生』(Parasitisme)『遷居』(Migration)等；此外還有『動物經濟學』(Zoologie économique)研究動物對

於農業，工業，醫藥等種種的關係。

由此我們明白動物學的範圍確是廣大無邊。我們在這樣簡略的著作中，既要兼顧一切，便祇有作極簡要的敘述了。本書中最着重之點，就是要研究各類動物的進化史以及他們的比較解剖學。故下文最大的目的在使讀者明白動物與動物間彼此的關係，和他們所有的解剖學上的特性。

什麼是動物——研究一種科學的第一步，即將所研究的對象，加上一個定義，所以我們便要追究動物是什麼東西，他有那些普遍的特性，能使我們在可能的範圍內，對他們加上一個確切的規定。

要建設以上的那種定義，當然要自極簡單的動物考究起，因為在這些動物中，身體的構造和生命的動作，確是簡略到最低度——祇留幾種極重要的特性。

在地球表面的動物中，表現出兩類極不同的機構(Organisation)。

大多數動物身體是由許多小體壘疊而成的。這些小體的身材非常細小，通常須藉顯微鏡的幫助，才能識別出來。這些即是「解剖學的單位」(Eléments anatomiques)。或名之曰：「細胞」(Cellule) 或 (Plastide)。

但是另外還有許多的動物，沒有以上所述那種極繁的組織：身體極細小，通常必藉顯微鏡方能窺見，身體的長度，至多不過十分之幾「毛米」(Millimètre)，不是由許多的小體壘疊而

成的，他們的全個身體祇可以和複雜動物體中的每個細胞相比較。

因此爲明白以上這種重要的特性起見，即區分地球表面的動物：爲『多細胞動物』(Animaux pluricellulaires) 和『單細胞動物』(Animaux unicellulaires) 兩大類。或稱前一類動物曰：『後生動物』(Métazoaires)，後一類動物曰：『原生動物』(Protozoaires) ①。

多細胞動物體中，所包含的各個小體，實能和整個單細胞動物相比較，因爲他們有同等的構造，有同樣的性質，即偶有成羣生活的，但仍係各自營生，實與那些真正具有個性的單細胞生物無異。所以可說：一個『多細胞動物』祇是由許多『單細胞動物』羣集而成的團體。因此我們便首先研究『單細胞動物』。但在單細胞動物中，還是有各種不同的等級。我們特別選擇一個最簡單的爲代表。這便是『變形虫』(Amiba)。

變形虫的個別研究——要採集『變形虫』確是一件很容易的事體。在池沼中常見的，有時他們的數目，能夠有如滴虫這樣多。他們多居留在有腐敗植物殘滓的污泥中。亦能用人工的養育法，培養起來，正如細菌學家之培養細菌無異。

這些動物的身體是由一小塊膠狀物質所組成。在這塊膠狀體的四周，有許多向外凸起的部分，稱這些凸起爲『假足』

① 我們爲簡便明瞭起見，祇以『單細胞動物』和『多細胞動物』二名辭作爲 Protozoaires 和 Métazoaires 的譯名。

(Pseudopode)。假足的形狀，雖時常變換，但其整個身體的大概狀態，還能稍稍固定，因此能依靠這些形態上的區別，識別許多種變形蟲。其中最常見的莫如『沼蠱』(*Amaeba guttula*)，他的身材頗細小(祇有30『微米』)<sup>①</sup>。還有『巨蠱』(*Amaeba proteus*)，他的身體較大(能達500微米)。因此後一種是最適宜於觀察。廈門，廣州各處都有；身材有能過一毛米。人目易見。

身體的構造——在低度顯微鏡<sup>②</sup>底下觀察，便能見到變形蟲的身體，幾乎是完全透明的，但四周的界限卻極端分明。吾人稱這塊透明的物質，曰：『原形質』(Protoplasma)。『原形質』這個名辭，係一種普遍的稱呼，用來指定一切能表現生命現象的物質，在這物質中實有許多極不同的物質混雜在一起的。變形蟲的原形質不直接與水混合。由這一點看來，他正與一油滴之在水中相似。大凡兩種彼此不能溶合的液體相聚一處的時候，在這兩液體中間，存有一個隔膜似的，所以在原形質和水相聚一處的時候，亦好像在原形質的表面有一層堅實的薄膜，使他與水隔開。通常大家都用『表面張力』(Tension superficielle)一名辭，來指定這薄膜所有的堅實的價值，換句話說：即是指這薄膜禁止兩液體互相混合的力量。按 LE DANTEC

① 一微米等於千分之一毛米。通常以 $\mu$ 代之。

② 所謂『高度顯微鏡』即是能放大到數百倍以上到數千倍的顯微鏡，目前最高的顯微鏡，用浸油接物鏡頭，可擴大至三、四千倍，但通常的實驗室中所用的祇有一千多倍；倍數過多則光線缺乏，物影反不明瞭。所謂『低度顯微鏡』祇能放大到數十倍到一、二百倍，都用乾接物鏡頭。

電子顯微鏡更可達數萬倍。

的意見，以為變形虫的原形質的特徵，就是在於他有強大的「表面張力」。

如果改用較高度的顯微鏡觀察，便能在變形虫的原形質中，識別出許多極細小的顆粒。這些小顆粒實在還是存在於全部的原形質中，由此人們可以知道原形質非由某種純粹的物質所組成，乃是由許多種的物質團集而成。目前的科學程度，是還不能將這些小顆粒，單獨分離出來，而不使原形質全體受到毀壞，因為原形質的本身便是由那些物質合組而成的。就以上的理由，所以稱原形質是具有「有生機組織的物質」(Substance organisée)，或者就說是「有生命的物質」。

在變形虫身體中，這些顆粒的分布，不是到處均一的：外周的原形質中，比較稀少些，因此外層的原形質，便較內層透明些，此外層透明的原形質，即名曰「外層原形質」(Éctoplasma)；內層較不透明的原形質，曰：「內層原形質」(Endoplasma)。

就化學成分講，原形質很與「蛋白狀物質」(Substances albuminoïdes)相近似，但原形質常與其他一些無生命的物質，例如小粉，糖和其他蛋白狀物質……作緻密的結合。這些無生命的物質，原來是由原形質本身醞釀成的，要將他們和原形質本身，分別出來，確是很難。對於這一類物質的應用，我們留待下文再討論。

原形質中，常見到許多暫時存留的物質，待將來再討論。

但除去這些暫時存在的物質以外，還有一個永久存在，始終不能分離的小顆粒，也是原形質中最重要的部分，這便是『細胞核』(Noyau)。

細胞核——細胞核是一個圓形或卵形的小球，透明的程度和其周圍的原形質一樣，祇是他的折光性與細胞質不同，吸收顏料的性質又與後者有區別，因此有某類的顏料，能使細胞核單獨上色，與核外原形質不發生關係。細胞核是由某種特殊的生物質組成的，這種物質本與原形質同類，但是他的化學成分和各種理化的性質與基本的原形質不同。因此特別給他一個名稱，曰：『核內原形質』(Nucléoplasma)。爲與基本的原形質有所區別起見，所以另稱基本的原形質，曰：『核外原形質』(Cytoplasma)。或名：『細胞質』。

在原形質中，包含着細胞核，這是一種普遍的事實（雖然其間還有幾種疑惑的事實，我們留待將來再討論）。我們於下文即能看到細胞核在細胞或原形質的生命場中的重要。

運動的現象——在顯微鏡下觀察變形蟲時，最動人的現象，莫如該動物的運動狀態。他能在玻璃片上作緩慢的匍行。詳細考察一下，便能見到他的匍行，不是整個身體同時移動的：實則，他的轉移位置，確與『假足』的發現相關連，當其將移動時，身體的某部，首先發現凸起，後來這凸起漸漸伸長，不久便成爲一個較大的伸長體，這便是『假足』。當『假足』的面積達到最高限度的時候，整個的動物體都進入假足中，又好似

這假足的頂端，已固着於他物之上，將其餘的原形質向前拖拉一樣。在觀察者的眼中看來，便是整個變形虫的身體向假足的方向移動；不久，整個身體便與假足混合一起，前一個假足到此時即歸消滅。但是在第一個假足未曾完全消滅以前，便有第二個繼續發現，以後又可如此周而復始。至於發現假足和消滅假足的時間是非常無定的。如果是有許多的假足次第發現於同一——的方向，那末，此動物便能有向某方前進的運動。反之，如果假足的方向無定，此動物便作忽前忽後……反復無常的運動。在這一種情狀之下，他的移動位置的速率，是很微弱的。無論他的運動的方法如何，變形虫的身體的形狀總是時常變動的。因此故有『變形虫』之名。

在表面看來，變形虫的運動好像是自然的運動。實則因為是受周圍環境影響所刺激，才發生的：例如熱，化學品……等等。大凡原形質受以上各種刺激所生的反應，皆名之曰『向性』(Tactisme)，例如相當分量的氧能幫助假足的發現，凡是接近富有氧的一邊的身體，發現假足的次數，一定要比其他各邊多些。因為這樣，所以在盛着變形虫的玻璃罇中，人常能見到該動物都向液體表面上昇，好像由氧將他們招引來似的。如果用一個不甚合理而常用的語句來表示，便可說：是變形虫尋覓氧，其實，變形虫尋覓氧的動作，是決不能和我們所說的那些出於志願的動作相比較。變形虫之趨向氧的動作，是完全受『理化現象』(Phénomènes physico-chimiques) 所決定，便是因化

學向性 (Chimiotactisme) 而有的。爲使此種運動 (即變形運動) 與真正的『志願運動』區別起見, 通常另外拿『向性』(Tropisme 或 Tactisme) 一名辭, 表示前類的運動; 所以常說: 變形虫對氧, 起『正的化學向性』(Chimiotropisme positif)①。

許多無膜的原形質, 例如脊椎動物的『血液』和『明液』(Lympe) 中的『白血球』都能生變形的運動, 恰如變形虫一樣。故有稱白血球的運動, 爲『變形運動』(Mouvements amiboïdes) 的。若在原形質的表面, 有一層頗堅實的皮膜, 那末, 這塊原形質便不能有變形運動了。但亦可以時常看到原形質內部有許多小顆粒繼續的流動, 就藉此種流動作用, 移動位置, 但是移動的速率, 是很緩慢, 很無規則的。*(不盡然。Paramoecium)*

運動的起原: 原形質的氧化作用——物理學告訴我們, 有『運動』必有『功』。所以原形質是發現功的中心。但是我們還要知道『功』是由『能』(Energie) 轉變而成的。物理學還給我們證明: 在自然界中, 非但不能創造『物質』而且『能』也是不能創造的。 一切的『能』或者由先有的能, 轉變而成, 或

① 關於此類運動, 很可以用原形質和環境兩者物理狀態的改變去解釋, 并且這種解釋是很自然。(例如『表面張力』的改變和『滲透現象』的改變等……) 由另一方面說, 這是因簡單的物理現象而發生的, 這種現象是因原形質的內部構造的關係產生出來的。即是在人造的物體中, 祇要有和原形質相似的構造, 即能有同樣的結果。我們在下文將論到一切的生命現象中所表現的物理現象是永遠一樣的。

者由等量潛伏的能，轉變成動作的能。因為這樣，所以在目前的工業中，人能將「功」變成「電」或者將「電」變成「功」；在化學的反應場中，所有的現象，也是完全一樣的，例如當碳與氧起化學作用時，必放出定量的「能」。這些「能」原來潛伏在該物體中的，當這些「能」表現的時候，便變成「熱」，然後發散出來。

當煤炭燃燒的時候，便放出定量的「能」。日常由柴火來的「熱」，即由以上的能轉變而成。在蒸汽機中一部分由煤炭燃燒時所放出的「能」，用為增加水及其他各部機官的熱度，另有一部分便使水的分子飛散出去成為蒸汽，再由蒸汽的脹力，去推動「汽鼓」，所以這後一部分的「能」便由「功」的形式表現出來了。在生活的原形質中，工作的基本原因，是完全和機器中工作的原因一樣。原形質由他的周圍環境中吸收氧。這些氣體便進入內部和原形質中所含的物質相連合，這便是所謂「氧化」(Oxydation)。「氧化作用是發生「能」的淵源，能便是原形質發現運動的真因。但是「生命的能」(Energie vitale)是決不能完全由功的形式來表現：始終總有一部分的能轉變為「熱」，以增高原形質本身的溫度。有些原形質中，能的表現：或由電，或由光，或由神經感應中發散出來。在這裏歸納成一種普遍的理論，即一切生活的原形質是「能」表現的中心。

由他一方面，可知原形質中所以能繼續不斷地發生「能」，完全是因為他吸收氧的關係，吸氧是呼吸 (Respiration) 的一

方面的動作。所以呼吸的動作也是生物中一種普遍的特性。

**異化和排泄**——因為氧化的原因，原形質成為繼續消耗物質的中心。現今好像已經證明被消耗的物質，不是原形質本身的物質，乃是積蓄在生物體中的無生命的物質，這些細胞中的貯藏品，我們在上文已經講過了。至於生活物質的本身，即有消耗也是祇有很少量的。雖然如此，但是我們卻稱這種繼續消耗的動作，曰：『異化』(Désassimilation)①。凡是因原形質內部氧化的關係，所產生之物質，名曰：『變質的物質』或『異化的物質』。消耗後大部產物，多係二氧化碳，尿素，尿酸……等物質在生物體中，祇是有害無益，所以必須將他們送出體外。此種拋棄廢物的動作，名曰：『排泄』(Excrétion)。

變形蟲體中，有小部份的排泄物，能直接溶散於體外；另有大部份排泄物，是由某種特殊的機械作用排棄於體外的。起初這些排泄物漸漸聚集在某一地點，於此即發現一種油滴似的物體；當油滴的體量達到最高限度時，便忽然破裂，將其內部所蓄積的液體，盡行拋棄。但在這個油滴破裂以後，在同一處立即發現第二個新油滴，好像在這個地點上，有一個固定的小胞，忽張忽縮，循環不息似的。稱此小胞曰：『伸縮胞』(Vésicule contractile)。物也來研究結果，contractile vacuole 是給排棄身體中

① 以原形質為中心，所發現的化學反應，確乎是比較此地所述的要繁  
 複得多。實則此種反應的現象，種類很多，我們所知的『氧化』和『損壞』  
 的動作，祇是兩個極端的現象罷了。

用又是那  
 種細胞中  
 含化學。

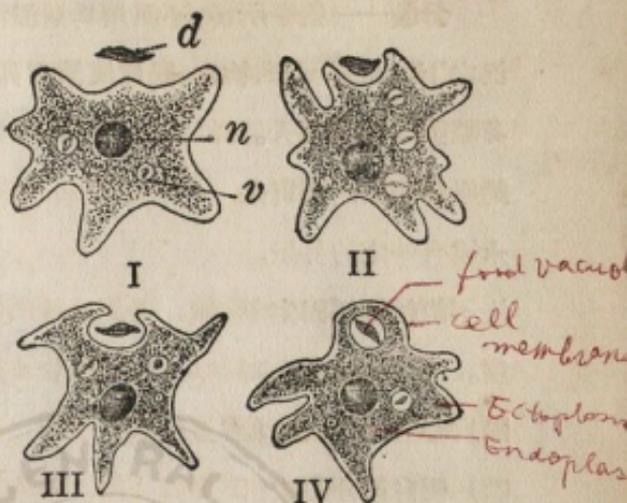
**營養**——因為有消耗的動作，使變形虫的身體繼續喪失了許多物質。在另一方面，亦有使原形質增加新物質的動作，以償其缺。這便是『營養』(Nutrition)。一切營養的物質，都是由周圍環境中取得的。通常都稱這外來的物質，曰：『食料』(Aliments)。

當變形虫運動的時候，遇到外邊的物品，如滴虫(Infusores)，矽藻(Diatomées)，以及植物小體等等，便被阻不能前進，此等小體復因原形質的表面張力，不致直接侵入原形質。於是與外物相接的一方形成小凹，將此小物體與其四周之水分完全包裹，而成一小胞，閉入原形質中。此種小胞稱之曰：『消化胞』(Vacuole digestive)。以上這種動作，便稱為『進食』(Ingestion)。food vacuole 食物胞

在『消化胞』中含有一種由原形質中擴散出來的酸性液體，藉酸性之力，使食料起化學的變化；不久便成為溶解的物質；卒被原形質所吸收。以上的動作叫做『消化』(Digestion)。由消化的動作所製造出來的產物名曰：『同化的物質』(Substances assimilables)。按 food vacuole 消化過程乃是酸性液體呈酸性

此後這些『同化的物質』便漸漸溶解在消化胞中。於是便發生『吸收』(Absorption)的現象了。所謂吸收的現象即是這同化的物質被原形質所吸收。最後這些被原形質所吸收的物質，還要受到一次終局的變化，即一部分用為製造原形質中的貯藏品，以供將來『氧化』時之燃燒；另一部分用為製造變形虫本

身的原形質。這些新增的原形質中又有一部分用為補償已破壞的物質，另一部分則用為增長他的身體。這種製造原形質的作用——精微巧妙的化合作用——便是『同化』(Assimilation)。



(圖 1) 變形虫 (*Amoeba proteus*) 吞併矽藻 (*d*) 的各種步驟。n, 細胞核; v, 收縮胞。

許多不能消化的物質，例如矽藻的外殼和纖維質 (Cellulose)……

等，便仍舊留在消化胞中，將來受原形質運動的影響，消化胞漸漸移向身體的邊緣，遂破裂而盡棄一切殘滓於體外。所以消化胞的存在，確是暫時的。不過，當舊者破裂後，新者便自發現，有時且能有多數消化胞同時存在，均受原形質運動的影響，而移動其位置。

此外有一應注意之要點，即變形虫並不能特別去攫取食物，祇能吞併一切無意遇到的物體，毫無選擇食料的動作：不論無機物，或營養品，一入消化胞中，皆受同等處置。因此我們認為『進食』和『分泌消化液』的作用，都是被動的，都可以將他們看作是物理和化學的現象。

(整謂其  
有化學性  
適性 Trop  
or Tortime  
又謂其無  
專食食料  
能力較  
談不通

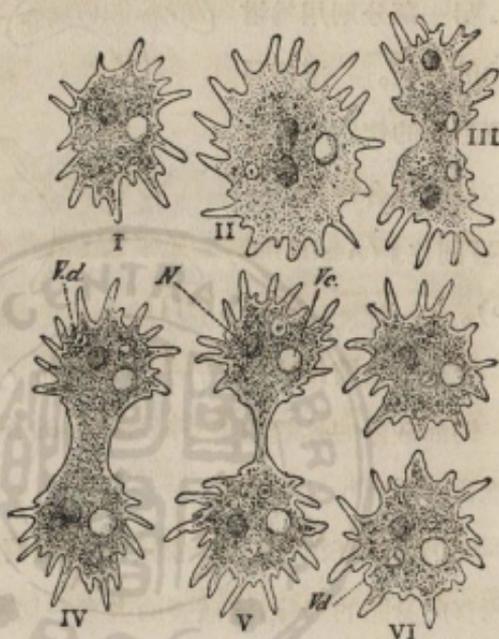
分裂——營養所得，不僅用為補償消耗的物質。在通常情況之下，營養所得的物質，除補償消費外，確有盈餘。變形虫的身體因此便能增大。於是即產生一種最特別的現象。上文已講過變形虫的體質是

永遠有一定的界限，決不能越過這固定限度。當他達到最高限度時（即最大的身體）便自己分裂成兩部。這種分裂的程序很是簡單（圖 2）：

*mitosis (有絲分裂)*  
先由細胞核自己截成二等分，不久原形質又繼續經過同樣的程序，亦自截成二等分。使每分原形質皆有一個細胞核。

這便是兩個新成的變

形虫，他們與母變形虫完全相似。祇是身體較小一點。由一個原始的變形虫分成二個新變形虫的動作，叫做「繁殖」(Multiplication)或「生殖」(Reproduction)。✓生殖的現象也是一切生物的公有性。



(圖 2) 變形虫 (*Dactylospira polypodia*) 用分裂法生殖的現象。  
N, 細胞核; Vc, 收縮胞; Vd, 消化胞。

**撮要：**生物的公有性——總括上面關於變形虫的詳細研究，得到幾種重要的特性，這些特性我們在一切的生物中，都能見到，所以能將他們看作生物的公有性。如：

(1) **構造：**生命的現象，祇能在原形質中表現。但原形質具有極複雜的構造，並包含着細胞核。總之：一切的生物都有精密的構造。

(2) **發生能力：**原形質常為表現能力的中心，多數原形質具運動的性質。一切原形質都是發散熱力的中心，其中有少數，還能發光，發電，發生『神經流』(Influx nerveux)……。

(3) **呼吸和異化：**原形質所以有能力的表現，是因為他的內部貯蓄物氧化了的關係（即呼吸）。這些已氧化的物體，不久便要漸漸趨向於毀壞的地步（即異化）。

(4) **營養和同化：**原形質一方雖繼續耗損其原有之物質，他方又能由環境中吸取物質，以補其缺（即是營養）。這些外來的物質，至少有一部分能夠變成原形質的本體（即是同化）。

(5) **生殖：**原形質祇能在相當狹小的體積中存在。當他一經達到最高限度的時候，即行分裂為二部，各部都有母原形質的特性。推廣言之：一切生物皆能產生新生物。 一切新生物都是由先前的生物產生出來的。

**生物特性之相對的意義，「同化」作用的重要——**上邊所講的生物的特性與無機物的特性，並非絕對不同。不但往昔學者久認生物與無機物是不能有共通之點，即目前尚有少數人以

爲生物上所觀察到的現象，是出於理化法則以外的。他們相信在生物中，一定有一種不可思議的奇力，叫做：『生命力』(Force vitale)。新近許多生理學家的研究，已經根本推翻了生命力的臆說。此類生理學的研究，愈發展，愈精密，便愈覺得生命現象是按照理化法則的。近幾年來，物理科學，有很大的進步，另外又產生一種新的學科，即目前所稱的『物理化學』(Chimie-physique)。因爲有這些專門研究，對於生活物質的智識便大大的擴張。當然，我們可無疑義地說：生命所表現的現象是和物理學家，化學家所研究的，有很明顯的區別，但是這種區別無論怎樣，決不是根本的區別。祇因生活物質中，有極精密的理化構造，其複雜的程度，決非無機物質中的構造，所能比擬的。

總結來說：生命祇是許多化學反應的『總和』；一大宗的化學反應，在原形質中繼續不斷的排演。此外，這些化學反應還要和各種物理的現象相互關聯；有些物理的現象能吸取外來的物質，以供化學反應之用（例如毛細管引力和滲透作用等），有些是繼化學反應以後而實行，如表現能的現象。

生物中還有一種最特別，最重要的特性，決非無機物所能有的，這便是『同化』(Assimilation)。生物繼續不斷和外界交換物質；食料陸續進入生物體內以供其營養和同化的原料。然而人還要問：生物是否亦如同無機物質一樣，會因吸收外來物質而改變其本來的性質呢？因爲我們在化學上，知道甲物質與

乙物質化合後，甲、乙的原性必於發生化學變化後失去，這新生的化合物既不是甲，又不是乙，乃成爲丙物質。在生物上是不一樣的：原形質似乎能自己保持不變（至少在相當短的時間內），他的個性又不因吸收外物而轉移，他有化異物爲己物之能力。這是唯一事實，僅存於生活的原形質中，這真是生命的特徵。不過，我們此地的特徵可不是宗教家的神力和靈力，又不是生命論者的生命力，乃是一種服從理化法則的特性，他之所以特異，是因爲細胞中理化結構特別複雜的緣故。

『同化』的機械作用，究竟如何，幾乎全然不知道。由新近許多實驗看來，同化作用的主要原動力，似乎就是細胞核。對於這個理論，可用以下的研究來證明，如『尺蠖虫』(*Gromia*)的研究。他亦係單細胞動物，與變形虫相近似，當然可以補足上文變形虫研究之不足。

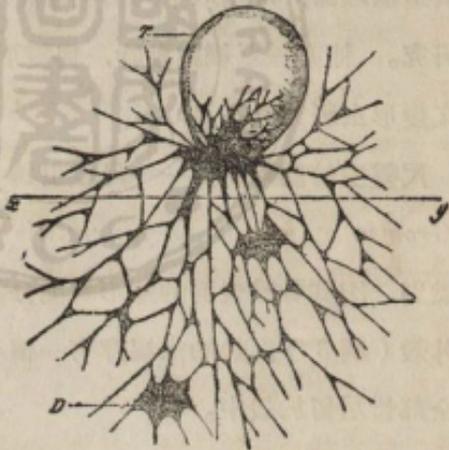
尺蠖虫的個別研究——尺蠖虫種類很多，在淡水中生活（例如 *Gromia oviformis*, *G. fluviatilis* 等）。與變形虫不同，甚易識別，因其身體表面的原形質能分泌出一種表質（Chitine）的外殼（圖 3），殼的末端穿有一個小孔。靜止的時候，動物體全部皆居留於殼中。

試將尺蠖虫混在水滴中，置於顯微鏡底下觀察之，能見其殼內的原形質，漸漸由小孔中伸張出殼外。其外出的原形質的組織與其餘各部是完全一樣——毫無內層與外層的分別。其實他的原形質在視覺上與水頗難分別，折光性也與水相近，然其內

部含有小顆粒，這確是他與水分別的要點。更進一層說，他的『表面張力』也是與水相差不遠。在下文可以看到因表面張力微弱的關係，所發生的各種結果。

大部的原形質漸漸都由小孔流出來，鋪張於殼的前面；殼內祇留一小部分的原形質圍繞着細胞核。外面的原形質便伸出許多『假足』，但和變形虫的假足不一樣，因其形狀概細長，且多分枝。這種特殊的形狀，確是因為『表面張力』薄弱的結果。所以變形虫的假足和尺盤虫的假足之分別，正如水中油滴的粗大假足（震動後能見）與糖水的細长假足的分別是一樣的。這些分別原是由於同一個原因：即緣油滴的表面張力比水要強，糖水的表面張力比水稍弱。

當尺盤虫假足的枝梢互相交錯成爲網絡的時候，則該動物周圍布滿網狀的假足。許多組成網狀體的絲條，便是原形質中各種流動的中心，至於流動的方向，則沒有一定。若以原形質中所含的顆粒作標準，便很容易觀察到他



(圖3)『淡水尺盤虫』，伸展的狀態：細胞核和一小部的原形質留在殼內，所以在外面見不到細胞核。T，外殼；D，被牠包裹着的砂藻。(錄自 LE DANTEC)

的運動。有時動物體亦能作緩慢的移動，且大都是向假足最發達的一方進行。至於移動的速率，確乎極其細微，幾不能與變形虫的移動相比較，也可以說：『尺盤虫』幾乎是不移動的。

總結說：變形虫的原形質和尺盤虫的原形質顯然是完全不同，所以學者們常說：沒有完全同樣的原形質。這便是：在自然界中，有各種不同的原形質——不但性質互有不同，連結構也一定互有分別。

營養——因為尺盤虫不能運動的緣故，一切食料都由水流帶到他的假足的網中。這些外來的物質，一與膠黏的假足相接，即被黏着不能逃脫；又因其原形質表面張力微弱的緣故，這些食餌便更易進入原形質中。有一部分的原形質受這外來物質的阻礙，即於其處，積成一大塊的原形質，這些食餌漸漸被那些壘積的原形質所包圍。但是沒有『消化胞』，原形質直接與外物相接觸。這些外物中，凡是能供營養的部分，便入於原形質中，被其吸取，營養的動作即算終止。至於剩餘的殘滓，則當場拋棄了。

那些假足也是沒有選擇的動作。一切外來的小體，不論何種物質，祇要進入原形質中，皆受同等待遇——經過上文所述的同一現象。

至於排除那些由異化作用所產的廢物，在這種動物，似乎完全係『擴散』(Diffusion)的動作，將廢物排出原形質以外。他也許沒有伸縮胞，但是在其鄰近的種類，有人曾見到過這類

器官。

**截斷：**細胞核的作用——因為『尺盤虫』的原形質網非常廣大，我們能作一最關重要的觀察。當其原形質十分擴張的時候，用解剖刀沿  $x y$  直線，將原形質切成二部(圖 3)①。其中有一部分是含着細胞核，另一部分沒有細胞核，但是他卻有一大部原形質網。那末，這兩部分的原形質將來究竟怎樣呢？

起初兩部都收縮其假足，終了皆成爲圓形。不久又重新將假足伸張出來。在有細胞核的部分，原形質收縮在殼中與完好的動物無異，其重新伸展之網狀假足，因為缺少原形質的緣故，便較原來個體的面積，稍爲小一點。但他能繼續收集食料和同化營養品，他的身體能漸漸增大，『再生』一切殘缺的部分，後來便回復到與原來的個體一樣。

反過來，觀察無細胞核的部分，首先他所有的現象，與有核的部分完全一樣：也是伸展出假足網，收集外來的物品，也能消化外來的物質，於是這些外來的物質，便在原形質中，增加其分量。但不久假足的運動漸漸變成遲鈍，終至於完全停頓，此後原形質便逐漸改變常態，裂成許多分散的小滴。四，五小時之後，這塊無核的原形質便完全沒有活的尺盤虫所表現的現象，此時已成爲死亡的原形質了。由此事實，當能推知細胞核的作用。無核的原形質仍能自己營養，生長，不過每次營養物

① 此類實驗的方法，名曰：『截斷』(Mérotomie)。已應用到多數的生物中，(如變形虫，滴虫，細胞……等)，都得到同樣的結果。

的增加，能將其本身的化學成分改變；不能使外來的營養品，同化成自己固有的原形質。簡單言之：就是無核的原形質失了『同化』的本性。所以在我們看來，細胞核好似生物中執行『同化』作用的器官，或者換一種語調說：他是確定原形質特性的主要東西。原形質之所以能保存其固定的化學成分及同樣的性質，皆是依靠細胞核的存在。

由一切事實上看來，許多由核外原形質所吸取的物質，必經過細胞核，受其醱釀以後，纔能變成『尺蠖』的原形質。

知道細胞核的重要以後，纔能明白何以細胞核能永遠存在於生活的原形質中。原形質和細胞核兩者的體積的比例，大概有一定：有人估計他們是一與六十之比。

## 第二篇 細胞的研究

現在我們已經知道一些生物的普通特性。

我們同樣的知道大部生物是由一大羣的小體團聚而成，這些小體都有相似的結構，其共同的名稱，便是：『細胞』(Cellules 或 Plastide) 或『解剖的單位』(Eléments anatomiques)；還有小部分生物是由單獨一個細胞而成。總之：無論多細胞動物或單細胞動物，細胞實是『生命的單位』(Unité vitale)。

『變形虫』，『尺蠖虫』各等於一個解剖的單位。就上文所敘述的，已經給我們一個關於細胞構造的概念了。但應作更進一步的研究，使細胞中各種詳細的構造，細胞的功用及其發生的狀態，更加明白些。細胞的智識，顯然是全部生物學的基礎。因研究手術進步的緣故，近幾年來，對於細胞學的智識，亦大有進步。現在『細胞學』(Cytologie)在生物學中所佔的位置是很重要的。細胞學中有些智識，雖然已經非常確鑿，但有些部分，仍然是曖昧未明，因此便生出許多的辯論來。當然，目前想完全解決此類難題，確是有無限的困難。本篇所述關於這類問題的目前情形，祇能是很簡略的。

細胞的形狀——細胞的形狀極不一定：當孤立時，原來是圓球形的(圖4)，相當於一滴四圍平衡的液體，浮於另一液

體上。若是許多的細胞集成組織，則當他們整齊排列而且擁擠時，則大多是多角形的。有時許多細胞分散於別的物质之中，因不能彼此密接，亦可有圓球狀或橢圓形，有時亦成星形，并具有分枝的伸長體。此外細胞還能有其他各種最特別的形狀，以適合某種特殊的功用，例如肌肉細胞，神經細胞等等。

**細胞的結構**——一個完全的細胞，有三個重要的部分：即『原形質』(Protoplasma cellulaire)『細胞核』(Noyau, 或 Nucleus) 和『細胞膜』(Membrane), 或簡稱『膜』(圖4)。

**I 原形質**——在上文已經說過：『原形質』這名辭不能代表某種確定的物質，其實『原形質』三字確是代表一切細胞中的生活物質，所以這種物質無一定的化學成分，內部又混着其他非生物的物質。這個名辭所指的物質，非但因細胞而異，即在同一細胞中，又必因部分而異。但按之事實，也是有他的共同的特性，所以我們也能做一種普遍的研究。

『原形質』通常係膠狀物質，能吸收或喪失水分。其類似液體程度的淺深，完全按其所含水量的多寡而定。

現在分作兩部分研究：(1)化學的成分；(2)物理的結構。

**原形質的化學成分**——原形質是非常複雜的物質，決非如智識淺薄者所謂係簡單『蛋白狀物質』(Substance albuminoïde) 所組成。但他是許多蛋白狀物質以及特別複雜的蛋白狀物質的混合物。他顯著的特點是富有磷質，故另有『磷蛋白質』(Protéïdes) 之名。



(圖 4) 細胞的略圖

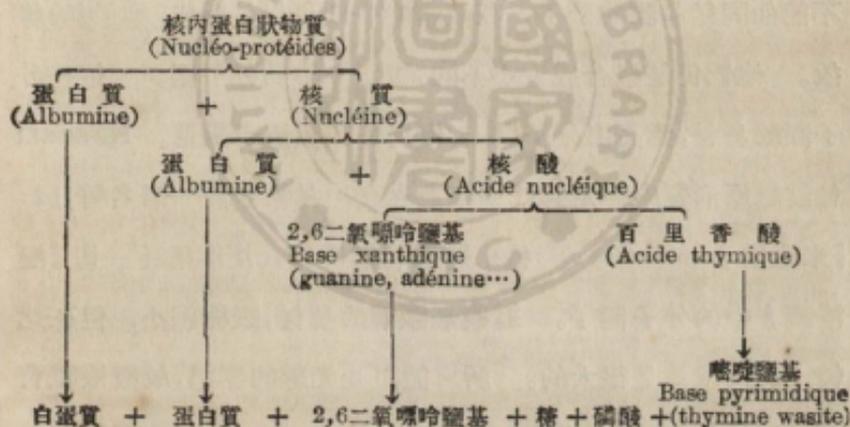
蛋白質與蛋白中的物質相近似。化學的成分是由四種主要的原元素組成。這便是：碳，氫，氧，氮。所以自很久以來，都稱之為『四質化合物』(Substances quarternaires)；究其實際，除以上的四種元素外，還常常含有硫，鐵，磷，氯，鈉，鎂，等等。這些物質一定和他的基本分子相組合。所以蛋白質的分子是非常的複雜，分子量當然也是非常的大。依 A. GAUTIER 研究的結果，鳥卵中蛋白質的化學方程式，是： $C_{250} H_{409} N_{67} O_{81} S_3$ 。至於他的分子量幾等於 5739。『卵中蛋白質』僅係一種單簡的『蛋白狀物質』亦可稱之為普通蛋白中的蛋白質 (Albumine proprement dite)。這些蛋白中的蛋白質是游離的，並不存在於原形質精緻的結構中，祇可認作細胞內的貯藏品。大概這種物質多存在於細胞的外面，例如細胞與細胞間的『間液體』(Liquides interstitiels)，如血液及明液。

原形質中的蛋白狀物質確是非常複雜，富有磷質，故屬於磷蛋白質一類的物質，其分子中包含着一個或二個蛋白中的蛋白質的分子，并和其他具同等複雜的有機物的分子聯絡一起。

所以他的確是一切化合物中最高級的了。他的分子量要達到 16000 以上。不必深究詳細的化學構造，祇要示明此分子在分解時所生的產物，已足令人驚奇其複雜狀態了。

原形質中，蛋白狀物質之分子，通常概分為二類：一類專屬於細胞核的，名曰：『核內蛋白狀物質』(Nucléo-protéides)；另一類比較簡單，是組成核外原形質的主要物質，亦可以稱之為『核外蛋白狀物質』(Cyto-protéides)。這是慣用的名詞，我們仍依舊應用，但在理論上，這是很不妥當的。

下表即核內蛋白狀物質的結構：



核外蛋白狀物質與核內蛋白狀物質相區別的地方，就是因為他沒有 2,6 二氧嘧啶鹽基 (Bases xanthiques) ①。

① 2,6 二氧嘧啶鹽基與嘧啶 (Purine) ( $C_5H_4N_4$ ) 有共同的結構，故另有嘧啶鹽基 (Bases puriques) 之名。這些物質，存於尿酸 ( $C_5N_4H_4O_3$ ) 中。據此能使人相信在生物中，細胞核是產生尿酸的惟一場所。

原形質的物理結構——原形質與其他蛋白狀物質相同，概係半流動物體或『膠體』(Colloïdes)。學者用此名辭，使與『結晶體』(Cristalloïdes)相分別。凡是半流動的物體，概不能結晶，不溶解於水中，不能滲透過動物性皮膚，例如：橡皮膠，黏液，膠凍等；反言之，凡是結晶體，多能溶解於水中，能滲透過動物性皮膚。半流動體如與水同處，能成爲膠凍的狀態，有時亦能成爲液體，但至多祇係『假液體』(Fausses solutions)的狀態或者稱作『擬液體』(Sol)，此種『假液體』的主要特性，便是決不透明。這是因爲半流動體的分子，在液體中，不能如同結晶體的分子，在液體中一樣可以分解成『離子』的緣故。他們仍是聚合成大小不同，複雜不等的分子團。這些分子團的身材，雖高出分子以上，但仍非顯微鏡所能見。NABGELI曾設想原形質中一定有分子團之存在，并給他們一個名稱，曰：『米撒爾』(Micelle)。後來這個名辭便被人用作稱呼一切『擬液體』中的分子團了。這些米撒爾的身材，雖極細小，但在比較上說，還算是很大的。所以能阻止光線的穿過，故擬液體有不透明的特徵。用『超顯微鏡』(Ultramicroscope)①觀察金

① 所謂『超顯微鏡』，即是通常的顯微鏡，祇是在這鏡上，用爲看物的光線，賴有特殊的裝置，乃來自鏡管之側面。觀察者的視線與光線成直角。有如黑夜看星，其影特明。在通常的顯微鏡中，光線來自鏡之下方。觀者的視線與光線成直線。有如月夜看星，影不甚明，因此所以在通常顯微鏡中不能見之物，用超顯微鏡即能見到。不過在這鏡下祇能看到許多光亮的小點，在黑暗中顯露出來就完了，物體之色與形萬難辨別，這是他的缺點（參觀COTTON和MOUTON所著的Ultramicroscope）。

類的半流動體，非但能看到米撒爾的存在，而且還能數出他們的數目，測出他們的身材來（他們的身材略當於  $0.05-0.002 \mu$ ）。以上這些結果，殆普及於一切的擬液體中。（見 T. DUCLAUX 所著的：“Les Colloïdes”，3<sup>e</sup> édition, Paris, GAUTHIER VILLARS, 1925）。至於半流動體的性質，新近實有許多的研究，而且這種研究，在新近的化學中，總算是最重要的一篇，就是『物理的化學』（Chimie physique）。這一類的研究非但在化學上增加光彩，同時也能使我們對於原形質的主要特徵，逐漸明白起來。誠然，原形質確係半流動體——但亦係凝聚的半流動體，或者有人稱他為『擬固體』（Gel）；此擬固體是由許多有定的物質組成的，其複雜之程度尤為特別。又可將『擬固體』比作結晶的細針，相互交錯而成的團體，並在這些空隙中，包含着另一種溶解於水中之半流動體。這整個複雜體的性質的確可以和那些較簡單的——能直接觀察的——『擬液體』的特性相比較，所以應該認為水和其他的溶解物進入生物體中，以作生命反應的淵源。這沒有什麼特別，祇完全是通常的化學現象而已。

目前的細胞學家都承認生活細胞內的物質是各部同質的（Homogène）；前人所說的各种各類能見的結構（如海綿狀，蜂房狀等）其實都是因為在研究時，該物質受『固定液』（Fixateur）的影響而發生的各種凝結狀態。這完全是人為的，而不是自然的。

在另一方面，用較近更完善的細胞學手術，能證明在一切生活的細胞質內，都含有許多小顆粒，直徑大概在千分之一毛米，也有不及此數的，但其性質卻能非常固定<sup>①</sup>。這便是通常，吾人所稱的各種『線粒體』(Mitochondrie 或 Chondriosome)。他們彷彿是由『蛋白狀物質』(Protéines)和『擬脂質』(Lipoides) 結合成的一個總合體，但在這總合體中，擬脂質的分量是較豐富(詳見下文)。

線粒體種類頗多，他們的綜合稱呼，就是：『線粒體系』(Chondriome)。分開來說：有些祇似顆粒，名曰『粒體』(Mitochondrie)；有些身材較大，或細長而直，或曲屈若絲條，就名曰：『線體』(Chondriocontes)。後者比較前者進化，因為他們原由細小的顆粒，一方增大，一方伸長成的。故前類物質多存在於幼年的細胞中，後類多存在某種已長成并有專職的細胞中。通常人都認線粒體是細胞中一種有獨立性的器官，他們祇能由先有的線粒體中分出，不能由別的物质隨便合成。說到作用上，學者間正在辯論紛紜。多數細胞學家認他們在細胞醱釀產物時，有相當的重要。另有些人，在具體方面，認他們是細胞中表示化學現象的中心：細胞不論是製造自身必須的物

---

① 最高的顯微鏡至多祇能看到  $3/10000$  毛米直徑的小粒，更小便不能見了。用超光鏡可看到  $3/1000000$  毛米的半流動體中的分子團。金類半流動體中最大的分子團直徑可達  $5/100000$  毛米，最小的是  $1/100000$ ；蛋白質的分子團為  $3/1000000$ ；水的分子  $5/10000000$ ；輕氣的分子為  $2/10000000$  毛米。

質，或者是拿自然界中之無機物來合成生物質，或者祇是由食料中之有機物作一個簡便的變化，無不依賴他們的力量（按 NAGEOTTE 的意見）。線粒體的功用彷彿與細胞中『解原』（Catalyseur）相似，但是他們的真正的作用，現今仍是沒有決定。

許多植物細胞學的研究告訴我們：前人在植物細胞中所見的 Leucites 或 Plaste，實與動物中之線粒體，係同類物質（依據 A. GUILLIERMOND 的意見）。

現在更稍稍提及細胞質中各種液體的含蓄物，例如：『胞』或『囊』（Vacuole）。新近有許多著作家都證明這些胞內所盛的永遠是一些『假液體』或『膠體』，他們的性質極不同。即在生活中，他們亦能吸收幾多染料。這全是一些無害於生命的染料，又叫做『活體染料』。用了這個活體上色法，不但能看見胞的存在，而且還能繼續研究他的進化。根據細胞吸水分量之多寡，胞有時能成半流動的小囊，內盛較濃的膠體；或者體積較大，內含較稀的膠質。談到胞的來源，彷彿是由細胞內變化場中的產物所組成。胞的具體名稱即是『胞系』（Vacuome，按 DANGEARD）<sup>①</sup>。

---

① 在幼年的細胞內，『胞系』祇是由多數半流動的小滴組成，他們能夠自己伸長成絲，彼此交錯成網狀結構。這些絲條又能因吸水而脹大成胞。現今彷彿是已經證明這些網狀的東西就是從前 GOLGI 在神經細胞上，所發現的網狀體（Appareil de GOLGI）。因近來專門手術的進步，即在別的許多細胞中，也能找到同樣的東西。

最後，在細胞質中，常含多種與蛋白質相異的固體的物質，例如：小粉，糖，油脂等等。他們的真相是很容易明白的。但另有幾種是由擬脂質構成的物質，他們的化學成分，雖極變化多端，卻有一種公有性：凡是能使脂質性的物質（例如 Phosphatides, Choléstérme, 等）溶解的東西如酒精迷朦精……，同時也能使他們溶解。故有『擬脂』之名。

這些物質當他處於小點的狀態時，用顯微鏡可以見到。但通常總是和蛋白質混和到一種極密接的程度。祇有藉細胞學上特殊的化學反應，纔能直接覓得他們的踪跡。有些因為他們具特別的物理狀態，有些因為與蛋白質作化學上的結合，所以難於追究。若要使他們成為明顯易見，非先使蛋白質，經過吸水的分解作用不可（A. GUILLIERMOND 的意見）。

II. 細胞膜——在多數的細胞上，都有一層堅固的『細胞膜』（Membrane）包圍着細胞質的周圍，使原形質與周圍環境隔開，於是周圍『物質』及『能力』與細胞的交換，必經過此種外膜。在這種情況底下，『外層細胞質』已失其功用，甚至完全消滅。

細胞膜是由無機物質組成的。這種無機物是細胞在『異化』場中的產品，遷移到細胞的外表來，組成這一層薄膜。至於膜中各種無機物質的比例數，確是非常無定。我們能找到各種等級的細胞膜：從完全由無機物組成，完全與細胞質有區別的細胞膜起，漸次進到與細胞質本身祇有極細小分別的細胞膜為

止。不過後者與前者的生理作用卻是相同的。在單細胞動物中，我們將來能夠看到許多形成細胞膜的各種等級的例子，並且還能見到各種等級的細胞膜，在該生物中，能生各種不同的效果。

當細胞膜達到某種厚度的時候，他的外層物質，常有某種的改變，改變後的物質，名叫『表質』(Cuticune)。其實表質層與正式的細胞兩者中間，本沒有顯明的界限。

III. 細胞核——『細胞核』(Noyau) 是細胞中同化作用的重要器官，前文已詳言之，此係最近許多人研究的結果；其實，當吾人觀察到一切原形質中，皆有細胞核時，即已能推知其重要矣<sup>①</sup>。細胞核是一切細胞分裂現象的中心，因此我們便有研究其內部更精緻構造的必要。通常細胞核是圓形，或卵圓形，或其他各種特殊的形狀：許多單細胞動物中，細胞核能成帶形，V字形，或念珠狀；於昆蟲類甲殼類之排泄細胞中，有成樹枝狀者(圖5, A)；人類白血球的細胞核，或則伸長成棍形，

---

① 現在可以說：細胞核是細胞中所必須的。從前 HAECKEL 以為最下等的生物——如 Monères 是沒有細胞核的。現在大家已在這單細胞動物中，發現細胞核。若『細菌』(Bactéries)，自古以來，各人都以為這是出於普遍原則以外的生物。現在(按 CLIFFORD DOBELL, 1911 的研究)亦能找到與細胞核相類的物質，作顆粒狀，有時分散於細胞質中，有時這些染色質的顆粒，凝結成團塊，幾乎是一個細胞核，他就是最初形的核。新近(1932)法國一個細菌學家，HOLLANDE，曾用特別的染色法，將多種菌類體內的核，上起色彩，並見到這核能照常分裂。所以不特細菌無核的陳說，根本推翻，就是細菌全係細胞核組成的理論，也失了根據。

或則截成許多段落(圖5, B), 好像他能改變形狀似的。

一個細胞有時能有多數的細胞核, 如脊椎動物的橫紋筋纖維和骨髓的大細胞中, 常常見到; 單細胞動物中亦有同樣的例子。

無論其形狀如何不統一, 他周圍常常具有一層薄膜; 在休止時, 使能和核外原形質隔開, 這便是『核膜』(Membrane nucléaire)。組成細胞核的物質, 曰: 『核內原形質』(Nucléo-plasma), 與組成核外原形質的物質大體是一

樣。上文已述及細胞核的化學成分是極複雜——比核外原形質要更加複雜。『核內原形質』的構造與『核外原形質』雖極相似, 但是卻有幾處最特別的地方值得我們注意的: 在顯微鏡中觀察一個已經『固定』和『染色』<sup>①</sup>的細胞核, 我們便能見到許多彼此交錯的小絲條(圖6, A和B)叫做『核絲』(Linine)。對於『核絲』的化學成分, 我們可以不必追究。在這些網狀體



A



B

(圖5)二種具特殊形狀的細胞核: A, 甲殼類的分枝的細胞核; B, 人體上白血球中的棍形的細胞核。

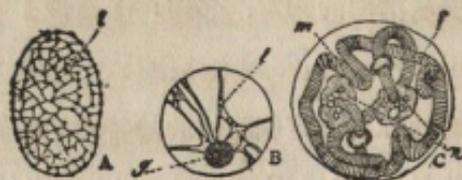
① 要研究細胞內部精緻的結構, 專藉活體上的觀察是很難滿足的, 故必先用各種酸類(適於研究細胞核)或鹽基性(適於研究細胞質)溶液使要研究的物質變成固體, 令其不能腐爛後, 再行切片, 上色種種手術。當細胞切成薄片, 着起色彩, 保存於玻片中, 隨時可以觀察, 內部結構且極明晰。這便是細胞學的專門手術。

的網眼中，盛着清明的物質，名曰：『核液』(Suc nucléaire 或稱 Paralinine)。但在細胞核中最主要的物質，便是在『核絲網』上所有的許多規定細胞核的最特殊的物質，他能吸收各種鹽基性的染料〔例洋紅(Carmin)，蘇木色素(Hématoxyline)，蕃紅(Safranine)等〕。核中大部核蛋白質都留在這裏，故其作用極重要。大家給這種富有上色性的物質一個名詞，曰：『染色質』(Chromatine)。通常染色質集成顆粒分散於核絲網上，至少有一部分是屬於生活的核中能見的『核質』，但是有時他又能團集成許多更大的團塊，或一個單獨染色團(Corps nucléinien) (圖 6, B, g.)。不過我們現在須知道核絲有時在細胞休止的時候，亦能組成一根曲折的長絲，核質就附在他的上面(圖 6, C)。但這樣的絲條與真正的由染色質組成的絲條，絕然不能混作一談。因為正式的染色質絲(Filament nucléaire 或 Spirème) 祇是發現於細胞起初分裂的時候①。

最後在核內原形質中，常常有一個或多個的『仁』(Nucléole) (圖 4 ; 和 6 上的 n)，大都是圓形的。『仁』的化學成分和作用現在還不知道②。

① 這樣的結構祇能在已經固定而上過顏色的細胞核中，纔能見到。不過他的圖形色彩是隨所用的染料和固定液之種類而變的，所以我們祇能承認死物上的圖形最多祇有一部分能適合於自然的結構。

② 有認『仁』係死物質組成的，內含一部分的貯藏品或排泄物。新近有些學者承認他是生活質之一種；細胞分裂時的『紡錘體』和『星光』皆是由他轉變而成的，或者另外還起發某種化學作用。亦有將染色體團塊看作『仁』，這是不對的。不過在下等動物——單細胞動物中，要分別出兩種物質，確乎是很困難的。



(圖 6) 幾種細胞核的構造：A, 蠅角虫 (*Ceratium tripos*) 的細胞核，內部係蜂房狀：l, 核絲。B, 海膽的母卵細胞核：g, 仁。C, 長觸蚊 (*Chironomus*) 唾液腺中細胞的核：f, 統一的絲條，核質附於其上(m)；n, 仁。

**中心體；中央體**——在細胞核的旁邊——有時幾乎陷入細胞核中——常能觀察到一個小顆粒，這便是『中心體』(Centrosome)(圖 4)，他與染色質具同樣的上色性，通常多位於一個淡白色的小窩中，此窩原由較流動的原形質組成，稱之為『中央體』或『中央球』(Centrosphère 或 Sphère attractive)。當細胞分裂的時候，以上這兩個器官便令人看得非常清楚，并在分裂場中，佔有很重要的位置，所以有人稱他是『分裂的中心』(Centre de division)。我們在下章將要另作一更詳細的研究。在平常時候的細胞很難見到，甚至有些地方簡直是完全隱而不顯。因此有些學者曾相信這兩種器官是在細胞核將要分裂時纔發現。至於他們的來源，或由核外原形質中產出，或由細胞核中產出，其說不一。不過在許多休息的細胞，或甚至不能再分裂的細胞中——如神經細胞——都能明顯地見到以上的兩種器官，他們確是永久存在的。關於後一類的研究，日多一日。各人都傾向於『中央體』通常是永久存在的說法，少

數的例外或變異的狀態，我們是不能計及的。總之：這一類的問題距完全解決時期還是很遙遠的<sup>①</sup>。

在單細胞動物——尤其是在下等的單細胞動物，如變形蟲等，細胞核也好像表現出很原始的形狀，其安置的方法也很特異，細胞核中的「染色質」完全結成一個很堅密的團塊名曰：「核實」(Caryosome)，「核實」中部較為清晰，有時含有一個明顯的「中心體」，這便是該細胞分裂的中心。不過這裏的「中心體」是永遠居於細胞核之內，在他的四周有一層淡白色的物質，本係「核內原形質」所組成，其中藏有許多「染色質」的顆粒，這便是「邊緣染色質」(Chromatine périphérique)。在較為進化的動物，「中心體」便與核實分離，但仍是永遠居留於核中(看圖 66, A')；並且核實中的染色質也漸漸跑到外面來，分散於核內全部原形質中，於是邊緣染色質所佔的範圍，便同時擴大起來了；若更高等的單細胞動物，便現出多細胞動物的分裂現象來，即其染色質成爲顆粒狀，散布於全部的「核內原形質」中。

① 關於中心體的「個性」和「系統」，實乃近來很新穎的問題。馬蠅圓卵中的中心體來源，說者不一，但在雌生殖細胞中，我以為確乎起源於核中(BRAUER 同意)，在卵中彷彿由精蟲帶入的。海膽卵中最初中心體的來源，從前有人說是由精蟲帶來的(BOVERI)；新近 FRY(1929)表示不相信。TUZET(1932)又承認舊說。蠶卵上的中心體，確實來自精蟲；他的「個性」和「系統」都極明顯：每當細胞分裂時，均能見到他們先分裂爲二粒，周圍時常附有星光，還有最可注意的就是在天然單性發育或人爲單性發育的卵中，既無精蟲便永也見不到中心體和星光，所以我們認蠶卵中的事實，乃是中心體有個性，有系統的一個最堅固的基礎(參看 BATAILLON 和朱洗 1931, 1933 年的著作)。

**細胞的分裂**——吾人既已認識細胞的構造，此後可以更進而研究其發育和形成的現象。一切的細胞皆是由先有的細胞中分裂出來的。細胞體的分裂(Division cellulaire)或『核外原形質的分裂』(Cytodiérèse)必在細胞核分裂以後，方現出，或直捷的講：細胞的分裂通常是細胞核所主動的。一切的細胞核亦是由先有的細胞核中分裂出來的。細胞核的分裂有二種方法：(一)『直接分裂』(Division directe 或 Amitose)；(二)『間接分裂』(Division indirecte 或 Mitose 或 Karyokinèse ……)。

**I. 直接分裂**——在『直接分裂』(Division directe 或 Amitose) 之場合中，細胞核僅於其腰部自己縱成二個幾乎相等的『子細胞核』，此外再無別種的變化。這種細胞分裂方法，很早即有人發現，但這卻是一些例外的現象；祇有極少數的實例〔如脊椎動物胎體中的紅血球和白血球(圖 5, B)〕。

談到『直接分裂』的意義，說者不一：好像此種分裂能够表示細胞衰敗的狀態，所以祇能於衰老的細胞或動作最勞碌的細胞(如營養和排泄的細胞等)中見到。還有許多的學者，將他看作病理的標徵，但尙未完全經大家承認。

從前學者都認一切單細胞生物，通常是由直接分裂法繁殖的，經過新近許多的研究，纔證明此種分裂方法，即使存在於單細胞生物中，究竟也是很少見的。單細胞生物細胞核的分裂，確是與『間接分裂』相近似的。所謂直接分裂，祇是外表的，不

是內部真實的情形。

**II. 間接分裂**——間接分裂是細胞核分裂的普遍方法，在其分裂的過程中，確有許多的變遷，待着細心觀察的。此時細胞質和細胞核都是許多複雜變化的中心。變化的次序，當然是因細胞種類之不同而略有差異，但大體的步趨，常常是一致的。我們且按下列的次序——記述（圖8，和9）：

**A. 預備的現象**——（1）細胞核分裂的初期，於核的周圍，可以很明白地看到『中心體』（Centrosome）。近來有些學者，稱此地的『Centrosome』曰：『Centriole』故可譯作『中心質』。他原是宿在一個特殊的小機關中，即所謂『中央球』（Centrosphère）。在『中央球』的四周，不久便發現出許多輻湊的細絲。學者以為這僅是細胞質分裂時所有的一種特殊的現象。由許多放射狀細絲湊合成小太陽，名曰：『星光』（Aster）<sup>①</sup>（圖7，A,C）。

**① 星光和紡錘體的構造**——通常單細胞動物在分裂時，祇有中心質（有時在核內，有時在核外）而無星光。多細胞動物的卵在成熟期分裂中，非但沒有星光，而且中心質亦不存在（如兩棲類，獸類，昆蟲類……）這樣祇有紡錘體而無星光的分裂，名曰『無星光分裂』（Mitose anastrale）。

談起星光的結構：他祇是一塊凝結的中心。顯微鏡下的圖形僅是表面的。根據 CHAMBERS 的顯微鏡解剖學的研究（Microdissection）星光中的光芒原是一些輻射的小溝，內含比較流動的物體，他們交界處的物質，反比較堅固。通常在分裂初期，星光上的光芒都很發達，其湊合點是很小，凝結得又特別厲害，待染色體分散的時候，中心便漸漸變成比較流動，同時接收了許多由他的四周向內流入的液體，故其體積又漸脹大。據 BATAILLON 的意見，各隊染色體也隨着這近心的潮流，達到那個富有液體性的中心與細胞中其他的含蓄物無異，所以在分裂的後半期，中心的體積總是很大的。

紡錘體的結構：據最近許多學者的意見，祇是一塊膠凍狀的半流動體。一切的絲條皆係固定液的影響纔有的。這些條紋是因為各部凝結不均的緣故纔發生的。所以紡錘體的絲條與星光上的絲條，全係兩物，絕不能相混。

（一係人造的，一係自然的小溝）。從前人以爲紡錘體係星光上的光芒互相銜接而成的，這理論多爲一般新進學者所反對。

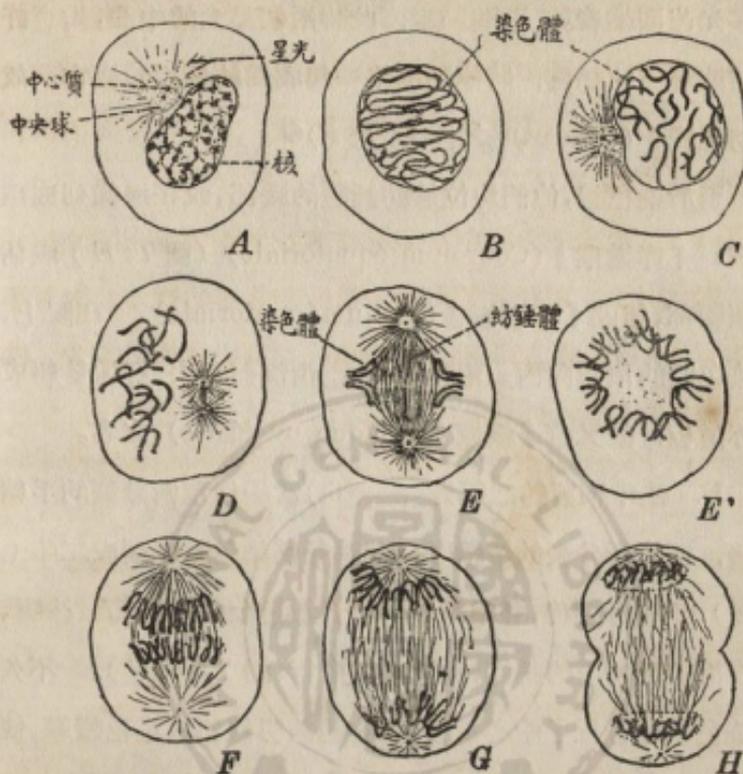
(2)『中央球』中的『中心質』先自分裂為二，各自分離。此後各中心質皆有一個中央球和星光圍繞着他的周圍。他們繼續沿細胞核的邊緣，各自向反對方向遠離，末了停止在兩個相反對的極端(圖 7, C, D)。

(3)上述現象的過程中，細胞核本身也受到很大的改變：從前的網狀組織，現在皆聚集成一根團結起來的絲條，他有鹽基性的反應，故能吸收各種鹽基性染料，其上色性之多少，能表示其凝聚的程度。

(4)核中顯示出數目有定的，富有上色性的絲條名叫『染色體』(Chromosome)。「染色體」的形狀有：J, V形(圖 7)。於此最堪注意的，即染色體的數目，在每種的動植物細胞中，是有一定的<sup>①</sup>。馬蛔蟲確為此類研究最適合的材料，因為他祇有四個染色體〔另外有一變種 (*Ascaris megalcephala univaleus*)還祇有兩個染色體〕計算他的數目是最便當的<sup>②</sup>。

① 例如 *Artemia* (葉足類之一種)有 168 個；人類有 48 個；電魚和 *Toxopneustes* (海膽之一種)有 36 個；蚯蚓有 32 個；蠅蛆，鮭魚，蝸牛，治癩草和百合花有 24 個；青蛙(*Rana fusca*)有 26 個；*Echinus* (海膽之一種)有 18 或 36 個；老鼠 37-38 個；松樹 24 個；洋蔥 16 個；小麥 24 個；蝗蟲有 21, 22 個；馬蛔蟲有 2, 4 個。以上這些固定的數目，在胎體的細胞和兩性的生殖細胞中，最易見到。至於壯年動物，身體組織的細胞核中，染色體的數目，有時則微有變更。

② 染色體的數目固定不變和系統諸問題，目前的學者，幾乎完全同意。惟關於他們的來源問題，尚值得我們注意。十九世紀末期和二十世紀初期，許多學者都以為細胞在分裂初期，先發現一根長而屈曲的染色質纖維條(Spirè-me)。後來他自斷成某定數的段落，成為染色體。這種理論已極普遍，目前一般的教科書上，都如此說。但是細胞學愈進步，愈覺得染色體，在最初能見的時候，早已有個性，前人所說的染色質纖維條，乃是不存在的。另有幾多細胞中之染色體，無隱沒的時期(如蜈蚣)，即在細胞休止時，也能見到。因此，我們想到染色體在未分裂的細胞核中，雖不易上色，然其個性並未消滅。



(圖 7)動物細胞間接分裂的圖形: A, 分裂初期的現象, 此時核中尚無能見的染色體; B, 染色體已出現。 C, D, 上的染色體格外清楚, 中心體已分裂 (以上是分裂前期的狀態)。 E, 分裂中期的形狀, 在紡錘體中部看到些染色體排列成兩隊, 在圖上祇畫有二個已經分裂的染色體, 開始向反對極進行。 E' 圖, 與 E 同一個時期, 由紡錘體一端所見之形狀, 圖上所見到的染色體, 排列成環形; 中央所示的小點是紡錘體中的細絲的橫断面。 F, G, 是後期的狀態; H, 是終期的狀態。

(5)『核膜』(Membrane nucléaire) 消滅以後, 系統的全部成爲一種特別的安置, 定其名曰『成對星光』(Amphiaster)。每個星光內部, 皆有一個『中心質』, 居於『中央體』之內, 有

許多光芒圍繞着。更進一步，此時兩個星光的中間，尚有許多由核液變成的絲條，將他們聯絡一起成爲紡錘形的機官，故有『紡錘體』(Fuseau) 之名(圖 7, E)①。

至於染色體，他們均位於紡錘體的腰部，或在邊緣列成環形，名曰：『赤道環』(Couronne équatoriale) (圖 7, E) 或佔了全個腰部，組成『赤道板』(Plaque équatoriale)。在圖上，各個染色體的頂角向內，兩腳向外。由側面看去，好像是組成一個赤道板，故又有『核板』(Plaque nucléaire) 之名。

**B. 核中物質的二等分**——(6) 當一切預備分裂的手續妥貼後，便實行分裂的手續了：此時各個染色體縱裂成二半(圖 7, E)。在分裂後，各半的染色體，還是互相並列的。少頃，便各自沿紡錘體上的絲條，向反對極進行(圖 7, F, G)。不久這些染色體便行近『中心質』，并在他的旁邊組成染色體羣，他們此時的數目，一定和當初的數目一樣(圖 7, H)。不久便成一個『新細胞核』。

**C. 子核的形成**——(7) 各個染色體互相團聚。各自吸收其四周液體而脹大成一個小球；後來許多小球擁擠一道，外爲核膜所包圍。這便是新生的細胞核。現在共有兩個原有細胞核

① 關於紡錘體的來源，說者不一。有些人以其係星光上的絲條湊合成的，有些人以爲有一部分(內部)來自星光，另有一部(外部)由核絲組成。根據新近許多的研究(DALCQ 1928, BATAILLON 和朱洗 1931)，我們應該承認紡錘體是由核中的物質組成的。此種證據在海膽卵中無星光的分裂和蠶卵的成熟期分裂中，是最確鑿不過的。

相同的子核（圖 7, H）。細胞核的分裂至此便算終了<sup>①</sup>。

（8）『紡錘體』和『星光』同時消滅，至於『中心質』仍舊存在，或者自己分成二個，接近排列，作為下次分裂的準備。此時核外原形質亦在他的腰部，斷成二半，各半皆有一個細胞核。至於分裂為二子細胞的方法：或者由母體的腰部自己縱成二半，或者在腰部的核外原形質中，另發現一層間隔，作為二子細胞的界限。現在已有兩子細胞替代當初一個母細胞了。各個子細胞的構造完全與母細胞一樣。此後子細胞便回復到休息的狀態。

在細胞分裂場中，我們所見到的各種現象，都是非常複雜但是固定不變的。那末，究竟有那種機械的動作使他發生此類的現象呢？這個難題，確是一切的組織學家最關心的，但是到了現在還沒有十分完滿的解答：有些學者承認紡錘體上的絲條是有收縮性的，當他們收縮的時候，便引染色體向兩極進行，因為我們知道染色體是附着於紡錘體的絲條上的；另外有些學者承認染色體能自己移動的，紡錘體上的絲條，祇是他們的向導而

---

①關於第(7)節所述的现象極其複雜。新近許多的研究，都告訴我們在核的分裂將完結時，每個染色體吸收其四周液體，自己脹成一個小胞，在此胞中又有一個富有着色性的絲條，名曰 Chromonème。因為當時其他的染色體也有同樣的變化，所以在某一地點上發現某數小胞，亦可稱他曰：『小核』。後來他們擁擠在一處，便漸漸接合一起成為子核。且照這樣看來，染色體的個性，在分裂後中期並不消滅，整個子核是由許多小核集合成的。以上這些現象至少在魚類和兩棲類的卵中能夠見到。

已；最後還有一班學者否認這些絲條是真實存在的，他們以為染色體的移動是因為細胞在分裂時，有某種特殊的分子整理作用，使核外原形質和中心質中發生某種關係，以致染色體向兩極移動。如果要追究此種『特殊分子』整理安排的原因，大概是滲透的現象和化學的交換以及電力等的影響所促成。但是我們應該知道在以上各種理想中，尚未有能使人完全信服的。

在另一方面，無論據何種理想，『中心質』和『中央球』這兩件東西，在細胞分裂場中，總好像是一切運動的主宰。因此時常有人稱這兩種主要的器官，為『運動中心』(Centre cinétique)或『拽引球』(Sphère attractive) 或格外妥當些，叫做『定向球』(Sphère directrice)。不過染色體和細胞核是的確能單獨分裂的。

即在休息的細胞中，同樣的組織也有同樣的作用，例如『中心質』之規定顫毛和鞭毛之運動等(看插畫 3, 1 上的 *b e.*) [有人另稱這裏的中心質，曰：『毛根體』(Blépharoplaste 或 Corpuscules basaux)]。

染色體的個性問題，也是目前辯論得很厲害的。有些學者受染色體定數不變的事實和在細胞分裂過程中那種整而不紊的安排等現象所感動，便承認各個染色體是有個性的，即在細胞休息的時候，雖然似乎有分解的現象，但是此種現象祇是表面的，他們的個性始終是存在的；待到下次分裂的時候，即自行分裂為二個『子染色體』，因此便能在細胞核中一代一代地繼

續下傳。似此在一切的細胞核中，所含有的染色體，都是一樣。他們都出自同一的系統。待將來我們研究有性生殖的現象時，還能見到以上的理論，頗有幾處確能得到人們的信服。因為有些事實是可以依據的。但論到染色體有無個性問題。除少數不懂細胞學的動物學家外，多數學者都是贊同的。其實他們不僅相信數目不變，而且承認在同一核中，有各類彼此身材不等，作用不同，在分裂時位置各別的染色體。從前 DELLA VALLÉE 的染色體數目能變的理論，現今祇有很少數的人相信他了。

總論：細胞核為遺傳器官的新理論——在細胞分裂的複雜現象中，有一個要點，即是：一切母細胞核中的物質，『性質』和『分量』能作兩相平均的分配，即各個子細胞核接受到同樣『性質』和同樣『分量』的物質。吾人能承認在一個染色質絲條上，各部染色質是不能有相等的價值。在這種情況底下，要想有平均的分配，一定要使這個染色質絲條，作相等的縱分裂纔好。這恰是我們在細胞分裂時，容易觀察得到的事實。

祇有間接的分裂可以產生兩個與母細胞同樣的子細胞核。

將這些結果與上篇『截斷』研究的結果，連合起來，我們便更能了解細胞核的作用是極其重要的。在上篇中，已經知道細胞核是『同化的器官』並且是固定『原形質個性』的樞紐。在細胞分裂時，所生的兩個子細胞核，所有的物質能完全與『母細胞核』一樣，那末，便不難了解兩個『子細胞』的性質亦能

與『母細胞』一樣了。因為這樣，便能拿細胞分裂過程中，所經過的事實，來解釋細胞特性的遞傳了，所以細胞核不但是細胞中『同化的機官』而且是細胞與細胞間『遺傳的主體』①。

在下篇有性生殖的研究中，細胞核的作用，尙能更加推廣，且能證明祖先的特性，普通亦由細胞核中傳給於子孫，所以廣義言之，細胞核是『遺傳的器官』(Organe de l'hérédité)。

① 如果細胞核是含有細胞的個性，在多數複細胞生物體上，常常有各種不同性質的細胞，即是有各種不同性質的細胞核，那末，一定要設想：在個體發育的場中，一定有若干不十分平均的分裂，使得那兩個分裂出來的新細胞，彼此微有不同；要這樣機能解釋以上的事實。在組織中各細胞所含的染色體的數目，略有變更，這或者是一種暗示罷。但是還要有『異性的分裂』來證明纔好。我們對於染色質絲條的價值，決不能像一般通俗的教科書所寫的，將他看得太絕對了。以上我們所述的細胞核，對於遺傳的作用，仍然是沒有完全證明的。目前確有許多實驗的胎生學家承認卵中各部細胞質是形成各器官的主因，若缺少了這些物質，就是有完善的細胞核，亦不能有完全的胎體。

### 第三篇 動物蕃殖的現象

單細胞動物的分裂方法，雖有許多變化，但亦能歸納如上述各種分裂的步驟。由分裂所生的兩個子細胞能够各自分離，各自獨立生活，這便是兩個『新個體』。所以在單細胞動物中，『分裂』與『蕃殖』兩種現象是常混淆而不能分離的。

✓ 多細胞動物便不一樣了。子細胞聚在一處不相分離，終於組成一個多細胞的個體；如若仔細去分析，便知道多細胞動物的細胞，都是由一個原始細胞經過多次分裂而後產生的，這原始的細胞，便是『卵』(Oeuf Agé)。所以卵是一切多細胞動物的出發點。若要知道多細胞動物的『蕃殖』或『生殖』(Multiplication 或 Reproduction)，必須從研究卵的發生着手。

卵的起源和有性生殖——在無數的實例中，『受精卵』是由兩個解剖單位，——細胞——經過特殊變化後連合而成的。名這些生殖細胞曰『配子』(Gamètes)。或『兩性的要素』(Eléments sexuels)。凡是由兩個異性的配子合併而成的『受精卵』，便能長成新個體。此種生殖，即是『有性生殖』(Reproduction sexuée)。但在有性生殖中，兩個異性配子的身材或動作各有不同。

雄性配子，名曰『精虫』(Spermatozoïde)。雌性配子，名曰：『卵』。他們合併的動作，名曰：『受精』(Fécondation)。合併成的細胞即是『受精卵』(Oeuf fécondé)。

精虫身材常很細小，祇含少量的原形質，但富有運動性。在受精的時候，都是精虫去尋覓卵。精虫有時整個的攢入卵中，有時留一部分尾巴在卵外。至於卵的身材，通常很大，富有原形質和營養品，幾乎是不能運動的。他的體積和性質，都因受精的動作而改變，因此便不能將『受精卵』和『卵』（未受精的卵）混亂稱呼。實在這兩種東西是有根本的區別。精虫和卵都產生於一種特殊的地方，這便是『生殖腺』(Glande <sup>gonad</sup> génitale)。但是此地的腺，與真正的排泄腺，是不能相比擬的。凡是產生精虫的器官，名曰：『精巢』(Testicule) 或曰：『雄性生殖腺』(Glande mâle)；產生卵的器官，名曰：『卵巢』(Ovaire) 或曰：『雌性生殖腺』(Glande femelle)。

這兩種生殖器官，通常發現於兩個不同的個體：具雄性生殖器官者，曰：『雄性個體』；具雌性生殖器官者，曰：『雌性個體』。但有時兩性的生殖器官，也能生在同一個體中，這動物便能產生精虫和卵，名曰『兩性同體』(Hermaphrodite <sup>imbrocious</sup>) 的動物。在這一類動物中，有時兩性的生殖器官各自分居，有時他們混在一處；凡是兩性細胞混合一處發育的器官，名曰：『兩性腺』(Glande hermaphrodite)。在『兩性腺』中，能兼產精虫和卵。這兩類細胞有時各據一方，有時則完全同處一

室。蝸牛的兩性腺即屬於後一類的。可是兩性同體的動物，雖有了兩性生殖細胞，還是不能單獨行有性生殖，需要別一個體幫助使有『異體受精』(Fécondation croisée)。因為有些兩性同體動物，因其結構不完全，雌雄生殖細胞沒有相逢的機會；有些兩性同體動物，其精虫與卵雖混在一處，然亦因生理上的關係不能結合；有時即使勉強結合，亦祇有生出畸形的胎體。兩性同體的動物的兩性細胞，常不能同時成熟：或者雄者先期成熟，當精虫成熟的時候，卵還沒有受精的可能性，此即『雄性先熟的兩性同體動物』(Hermaphrodisme protandrique)。所以他祇有去找另一個體的卵。此外也有兩性細胞，同時成熟的事實(Hermaphrodisme complet)。但是因為器官安置的關係，也是沒有自體受精之可能。總之：自體受精通常是不可能的，異體受精卻是普遍的現象（許多寄生物要列於例外）。

生殖細胞的研究——我們首先要研究生殖細胞(精虫和卵)的構造，其次便進而敘述他們接合的主要事實。

A. 卵——卵巢中那些變成卵的原始細胞，即是『原卵細胞』(Oögonie 或 Ovogonie)。他祇是通常的細胞，經過特殊的變化而後成的。至少在某個限定的時期內，他定要先作多次分裂，再經過長時間的生長休息的。這種休息時間，有時是很長(自數月至數年)。最後還要經特殊的變化，始成為卵。這變化的過程是很堪注意的。這便是『卵的成熟』(Maturation de l'oeuf)現象。我們且在下文次第敘述卵進化的各時期罷。

最初，「原卵細胞」經過一特殊的生長時期：他的原形質和細胞核都自行長大起來。名這種過分長大的細胞曰：「母卵細胞」(Oocyte 或 Ovocyte)。他還要繼續長大，在細胞中繼續積貯營養品；核中染色體又起性的變化<sup>①</sup>；最後達到無可再長時，便行分裂。這分裂現象非常特別，名之曰：「正式成熟

### ① 減數分裂的來源——兩性細胞在成熟期中，行減少半數染

色體的分裂，曰減數分裂。這種分裂的情形，頗不容易明白，認識便更難了。我們願意在小註上，和大家說明一下：(1)原精細胞或原卵細胞的身體，長大到某一時期，變成「母精細胞」或「母卵細胞」，他的核內原有的染色體（有半數來自父性，有半數來自母性）便各自曲成扁環形，兩端幾乎互相接觸，並依其兩端固定於核膜內邊的某點上。正對着核膜外方由「中心體」和「線粒體」聚合而成的「旁核體」(Idiosome)。這些染色體的具體形狀，有如瓶上的一個花簇（名 *Leptotène* 圖 8, B）。(2)這樣的細胞已有中軸，成放射狀對稱。當時的染色體長而細，非有較好的染色法不能使他們明顯。不久各扁環稍稍轉動位置，兩兩接合起來（先由兩端開始，以次及於中部）正如一雙扁耳環重疊一起，有時接合得非常緻密，好像祇有一個較粗的環子似的；有時接得較疏，則在兩環之間，留有小縫，顯然可見。多數的細胞學家，和遺傳學家，都認在每對環中，有一個來自父性的染色體，一個來自母性的染色體。要這樣，纔能解釋許多遺傳上的事實。我們若計算此時所有的環數目，便祇有原來的單環一半了。這倒是許多人最注意的 *Synapsis* 或 *Bouquet* 的時期（圖 8, C）。這個時期所佔的時間最長久，所以亦極多見。多數的育種學家，認這是父母兩性交換遺傳因子的時候，故為人所重視。許多細胞學家則詳詳細細繪出圖形，證明此時的染色體，確係成對；（細環仁或性的染色體亦在兩邊，或列一旁）。(3)不久各環向固着點收縮，體積乃因而加粗，多數染色體擁擠在一點上，便成爲一個堅密的團塊；不但染色體難以辨別，連環的形態也往往看不清楚了（名曰：*Pachytène*）。在顯微鏡中看來，他們的整個圖形，無異於厚絲團（絲條看清楚的事實亦是有的）。(4)待那途迅速

的變象』(Phases de la maturation proprement dite)。在成熟期中，一共有兩次極不平均的連續分裂，結果產出二個小身材的細胞，名曰：『極體』(Globules polaires) (圖8和9)。我們且在下文再作一較詳的記述罷。因為成熟期的事實，不但與發生學大有關係，即是許多遺傳學上的現象，亦必藉此纔能了解。

生長的時期 (前此雖已漸增長，但不迅速)，各複製的方向立即擾亂，各環兩端又自分開，并自伸長，變為一些曲折的雙線體。名曰：Diplotène 或 Strepsitène (圖8, D)。(5)不久雙線體又自收縮，每線加粗，染色性加強，形狀改變成圓環 (有半個是父性的，半個是母性的) 這便是將近分裂的時候，(名曰：Diakinése)。(6)此次分裂場中，紡錘體上的染色體，就是那些圓環，將來每個圓環上的各線自己分離，向一極逆行，結果組成兩隊染色體：各隊數目皆與複製之數相等，但是所有的父性和母性的染色體的數目，各隊很少能相等。這因為在紡錘體上，各對染色體的排列方向，無定的關係。總之：這次分裂是非常特別，與通常的細胞分裂；截然不同。這次細胞體和細胞核分裂，但染色體沒有分裂，所以他的數目，減少一半，故名曰：『減數分裂』(Division réductionnelle 或 Division I 或 Meiose)。(7)接着還有第二次成熟期分裂，但這是通常的分裂，(Division II)，此次染色體也分裂。

但有些動物的母卵細胞或母精細胞中，父母成對的染色體，在第一次分裂前，先行分裂一次，續後各自收縮，但不分散，結果成為四個顆粒名曰：『四集體』(Tétrade) (圖8, E 和9, A)。第一次分裂將每個『四集體』分散成兩個『二集體』(Dyades)；第二次分裂將每個二集體，分成兩個單獨染色體。以上這兩種動作，在進行方面，雖微有不同，但其最後結果仍屬一樣。

我們上文所說的減數分裂手續當然存在於雌雄生殖細胞中，且在精蟲的發育中，格外清楚，且較易研究。一切成熟的配子，都經過成熟期的減數分裂，他們的核中，都祇有半數染色體或說『單組染色體』(Haploïde)。由他接合成的『受精卵』的核中，即有兩組染色體(Diploïde)。

(1) 第一次卵細胞核的間接分裂，幾乎和通常一樣的：有紡錘體和星光<sup>①</sup>列於兩極，核膜消滅後，染色體便在紡錘體上分成二隊：有一隊向接近細胞邊緣的一極進行，另一隊向反對的一極進行。外極上的染色體附着一小部分的原形質，不久排出於細胞以外，成爲一個細小的細胞，名曰：『極體』(圖8, G, H)。另一隊染色體仍舊留在卵細胞的內部。

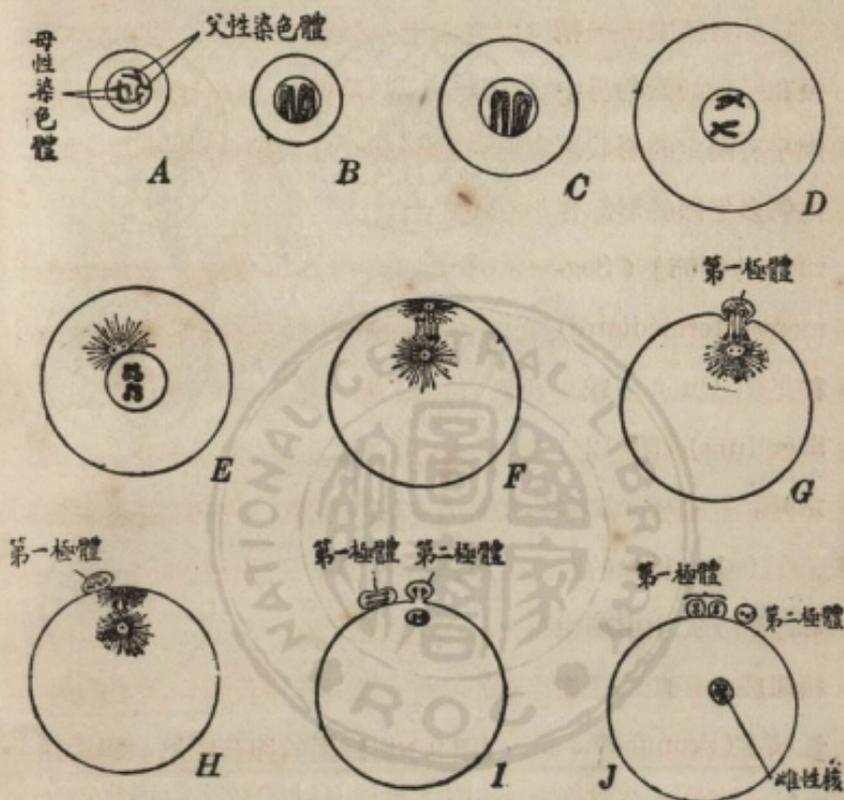
(2) 那一隊留在母卵細胞中的染色體不經休息，立即附於第二個紡錘體上，即作第二次成熟期的分裂。最後一部走出卵外即是第二個『極體』(圖8, I, J)，另一部留在卵中，便是成熟卵中固定的細胞核。經過這些現象後，第二個『極體』的細胞核中和已成熟的卵核中都祇有半數染色體。所以這裏各個細胞核，按染色體的數目論，祇有半個通常的細胞核的價值。稱那個留在卵內的細胞核曰：『雌性核』(Pronucleus femelle)。

總結起來講：在產生『雌性核』的過程中，有兩次連續的分裂，在這兩次分裂中間，『細胞核』沒有經過休息的期間，染色體又祇分裂一次，結果弄到染色體的數目和分量皆減少一半。所以按數目論，第二次的分裂是減數的分裂 (Division réductrice 或 Meiose)，因爲在這次分裂中，染色體數目減少一半<sup>②</sup>。但在其他多數的事實上，各方學者皆認第一次是減數

① 在脊椎動物，昆蟲類，圓錐類，卵之成熟期分裂，沒有星光，也沒有中心體。至於棘皮動物，軟體動物和環蟲類中，通常有星光與中心體的存在。

② 此種減數的現象，很容易在馬蠅的卵裏觀察到。這種動物生殖細胞中，通常祇有四個染色體 (在另一變種中還祇有兩個)。在雌性核中，祇有兩個 (或一個) 染色體了。

的分裂，因在這次分裂父母的染色體各自分散，在遺傳方面說，第一次確比第二次要緊。



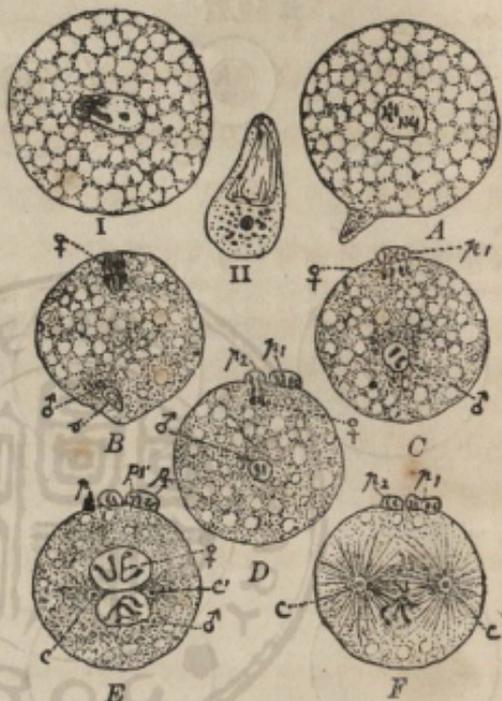
(圖 8) 卵的發育和成熟現象：(假定這模式圖中的細胞核中，有四個染色體) A, 幼年的母卵細胞，核中有二染色體來自父性，二來自母性；B, 父母的染色體都有定向 (Leptotène 時期)；C, 父母染色體互相接合 (Synapsis 時期)；D, 父母染色體，各自收縮，細胞正在長大的時期；E, 成長的卵細胞，成熟期將開始，核中父母染色體都自提前分裂，並收縮成團塊狀，成為兩個四集體，此時中心質已分裂，星光也發現；F, 母卵細胞的第一次的分裂；G, H, 為排出第一個極體的狀態；I, J, 第二次分裂又告終止，此時的卵已是成熟，從前共有四個染色體，現在的雌性核中祇有二個。這便是減數分裂的大概情形。

成熟期還有另一個重要的變化，即是在成熟期以前的卵中，通常含有『中心質』，待成熟以後，大都是不見了。

### B. 精虫——精

虫在一切的動物界中幾乎有固定的形狀，他們多半係絲形，有頭部，『間節』(Segment intermédiaire)和尾 (Queue 或 flagellum) (圖 12) 之分。

(1) 精虫的頭部，幾乎完全由細胞核組成。此時『雄性核』(Pronucleus male) 的染色質已非常堅實，因此看不到其內部組織的究竟 (圖 10, n)。在頭之四周，圍繞着一薄層細胞質，通常祇有在頂部的單獨能見



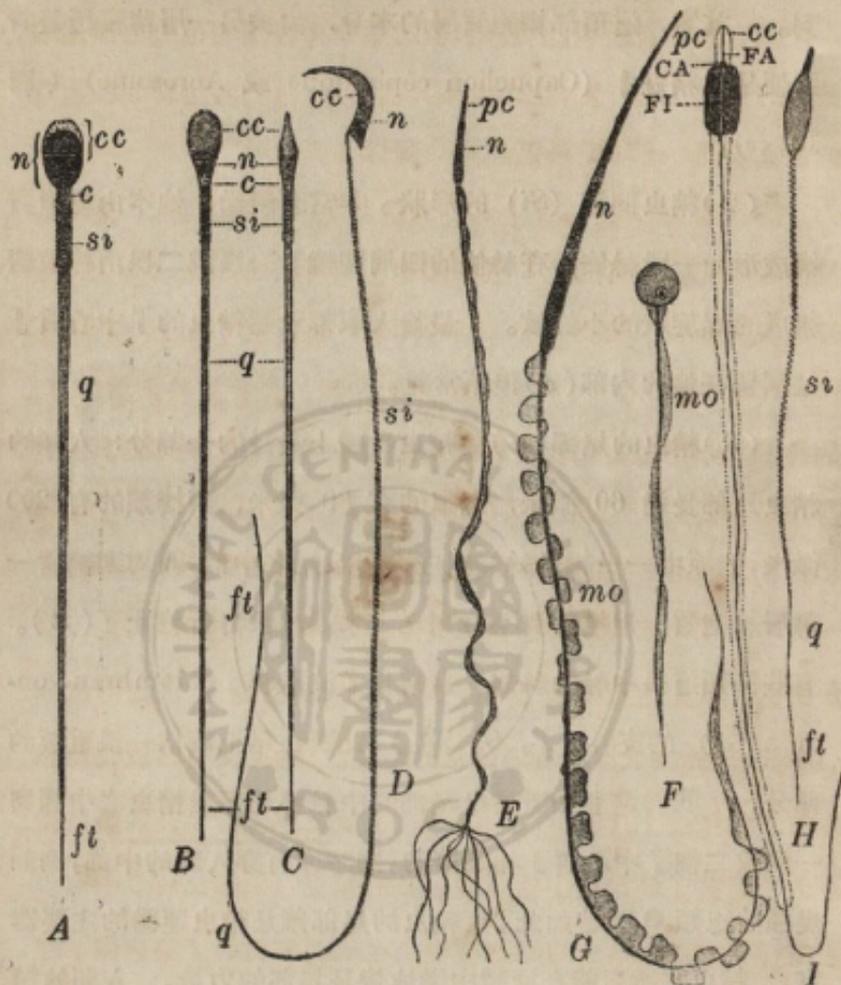
(圖 9) 馬蛔圓的卵在成熟期和受精的現象：(以上這兩個現象同時產生的) I, 『母卵細胞』; II, 成熟的精虫。A, 母卵細胞開始分裂，此時精虫已與卵相接觸，卵開始收縮；B, 精虫已入卵，同時卵又排出第一個極細胞( $p_1$ )，卵同時形成受精膜，體積縮小；C, D, 形成第二個極細胞( $p_2$ )，精虫的頭部已變成雄性核(♂)；E, 二性核將近混合：c, 和  $c'$  兩個 (由精虫帶入的『中心質』中分裂出來的) 預備第一次分裂的中心質；F, 受精卵，已開始作第一次的分裂；現在一共有四個染色體，看得非常明瞭；其中有二個來自父性，二個來自母性。

到。其實，這頂部細胞質層的本身，尚被另一層薄膜覆蓋着，這便是『精冠』(Capuchon céphalique 或 Acrosome) (圖 10, cc)。

(2) 精虫間節 ( $S_i$ ) 的形狀，非常有變動：他本由原形質構成形如一段絲條，在絲條的四周圍繞着一根或二根由線粒體組成的螺旋狀的小條紋。最後大家都承認精虫的『中心質』是居留在他的內部(c)但不常見。

(3) 精虫的尾部( $q$ )是精虫身體上最長的一部分：人類的精虫尾部長達 60 微米，老鼠的有 80 微米，兩棲類的有 200 微米，他原由一根細長絲條組成，居於尾之中部，四周圍繞着一薄層細胞質，但這物質不待到尾之末端，便自行終止了( $ft$ )。有些種類這根中軸的絲條，常常為『波狀膜』(Membrane ondulante) 的支柱( $F, G, mo$ )，此膜在尾上確佔一很重要的部分。我們還應知道這根尾部的中軸絲是穿過精虫之中節與一個或二個『中心質』相連接的，間時亦有穿入頭的中部，例如幾種前鰓類<sup>①</sup>就是如此。精虫的尾部確是精虫運動的主要器官。精虫之所以能在液體中游泳皆是尾部的力量。人類的精虫行走速率每分鐘能自 1 到 8 毛米。

① 1931 年, TUZET 在多種前鰓類上, 研究精虫的發育。覺得那裏的母精細胞通常有三粒中心質; 一粒在精冠上, 長出一根細絲, 直貫精冠, 名曰『前中心質』(Centriole antérieur); 另外還有兩粒列於頭後, 名曰: 『後中心質』(Centriole postérieur)。但與頭最近的後中心質向前伸出一絲貫穿核之中心, 向後又長出一絲經後方第二中心質而入尾部(圖 10, I)。

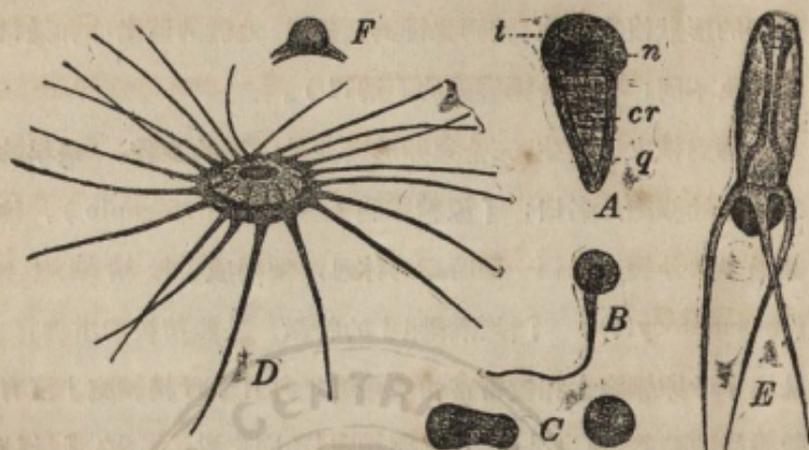


(圖 10) 幾種有尾的精虫: A, 精虫構造的略圖: *n*, 細胞核; *cc*, 精冠; *c*, 中心質; *si*, 間節和他的曲線; *q*, 精虫的尾部; *ft*, 極端的絲條。B, 人類的精虫, 由平正面看去的形狀。C, 人類的精虫由側面看去的形狀。D, 老鼠的精虫及其很發達的精冠。E, 昆蟲 (Bousier) 的精虫及其波狀膜遍布全身, *pc*, 尖精冠, 他的尾部分成許多絲條。F, 魚類 (Brochet) 的精虫: *mo*, 波狀膜。G, 兩棲類的精虫 (*Triton marmoratus*)。H, 爬行類 (*Conleuvre à collier*) 的精虫。I, 前鰓類 (*Bythinia*) 的精虫, 頭的中央貫有一根絲線 (*EI*), 精冠上有一前中心質 (*CA*)。向上又長一絲條 (*FA*)。

祇有大部圓圓類，甲殼類，多足類和蜘蛛類的精虫是無尾的。他們的形狀沒有一定，結構也極其複雜。他們的運動亦和通常的精虫不同：有時是極遲鈍的（圖11）。

講到精虫的發生，完全與卵的發生是一樣的步驟。最早的雄性原始細胞，名曰：『原精細胞』（Spermatogonie），他經過多次分裂，又經一長時期的休息，便變成『母精細胞』（Spermatocyte）。『母精細胞』的特徵，是體積較前增加，但是與『母卵細胞』相較常常相差甚遠；並且『母精細胞』沒有營養品的積蓄，這也是他與『母卵細胞』不同之點。不久『母精細胞』又經過兩次連續的分裂，所有的手續正與『母卵細胞』一樣的，惟此地的分裂在細胞質方面說，確係平均的分裂。例如蛔蟲，其染色體列成二隊，各隊亦含四顆粒。在這兩次分裂中間，細胞核又沒有經過休息的時期。結果便有四個彼此相等的『幼精虫』（Spermatides），各個祇有通常半數的染色體；不久，這些『幼精虫』便變成成長的精虫（Spermatzoïdes）。照這樣看來，在精虫的細胞核中，也祇有半數的『染色體』了。這是人們所說的『雄性核』（Pronucleus mâle）。在許多動物的卵中，第一個『極體』能自己再分裂一次成爲兩個更小的『極體』（圖8和圖9）。現在我們可以說：在雌性的成熟期中，所經過的現象，其實完全與雄性上一個樣子，那三個細小的極體，在核方面說，原是和卵一樣的，祇是他們缺乏細胞質，中途

夭折，沒有達到成長時期罷了<sup>①</sup>。



(圖11) 幾種無尾的精虫：A，馬蠅的精子；t，頭部；n，細胞核；q，尾部；cr，尾部中一種有折光性的物質，他的化學成分現在尙不知道。B，蠕虫 (*Oxyurus ambiguus*) 的精子，他是有尾的與無尾的中間的連鎖(以上都是圓頭類的)。甲殼類的精子：C, *Daphneilla brachyura* 的精子；D，龍蝦的精子；E，大龍蝦 (*Homard*) 的精子。F，馬陸 (*Julus sabulosus*) (以上這種動物是屬於多足類的) 的精子。

受精——什麼叫作『受精』(Fécondation)? 即是精虫和卵的合併。此種現象在有些動物中，是很容易看到的，例如在棘皮動物中，海胆的卵是研究的好材料。因為他的卵質比較透明；成熟以後，即產於海中。一切受精的動作，亦在海水內實

① 有些昆蟲類，如蠶，他的極體通常留在卵內永不排出。這樣的細胞核雖能分裂多次，但最後亦歸消滅。但是實驗的卵和二化性，第一造的卵亦有外出的極體，但這祇有一個，這便是由第一極體的外方的一個子細胞核和一小部分的細胞質組成。所以蠶卵上排遺極體的方法與別類動物不同(見 BATAILLON 和朱洗, 1933 的著作)。

行的。要作此種觀察，祇須按下述的手術就可做到：在成熟的卵巢中，用吸水管取卵若干放到盛海水的小玻璃盆中，以作觀察之用。在另一個盛海水的玻璃盆中，拿一小塊雄性的生殖器官，到那裏震動一下，使無數的精虫散布在海水中，成爲乳白色。於是在各盆中皆取一滴海水放在玻片上，使其互相混合，再拿此片到顯微鏡下觀察，便能見到一切受精的現象和初期發育的狀態①。

海膽的卵外有一層膠質圍繞着（圖12）易使精虫入卵。

精虫一經與卵相近，他們立即附着於卵的黏膜上，好像被卵所招引似的。無數的精虫圍繞着（圖12, A）卵，急急欲入，然而真正能進的又祇有一個。

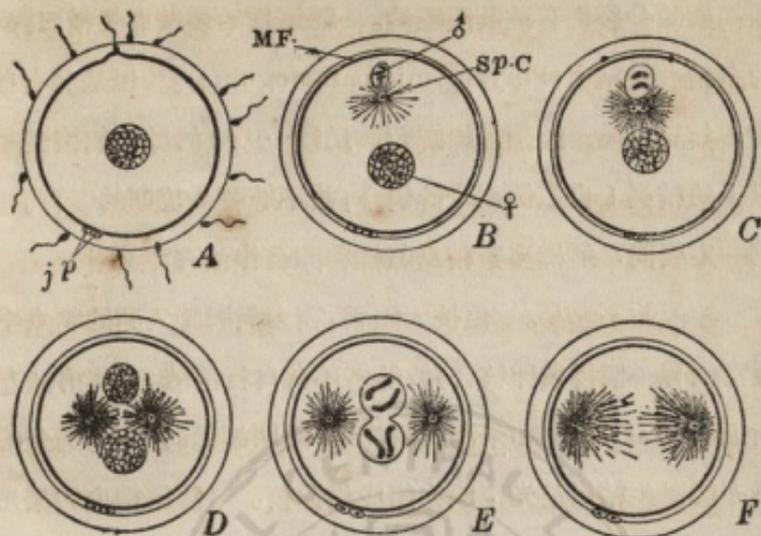
因爲精虫尾部的運動，所以能穿過黏膜，然後與卵的細胞質相接近；有一個先與卵相接觸，卵遂在此點發生一個小凸起（圖12, A）。不久，頭部和間節就進入卵中，尾部斷於卵膜以外，卵周立即發現一種薄膜，名曰：『受精膜』（Membrane de fécondation）。『受精膜』的發現，即是受精的第一種標記。在低倍顯微鏡下，亦不難見到他發現的真象。同時卵的本身又自行收縮，排出一種液體，膜便向外膨脹，此時卵質的理化性質已經改變，第二個精虫便無再入卵的可能了。卵的呼

① 另一種最易觀察的即是馬蠅頭的卵。他一共祇有四個染色體。比國大生物學家 VAN BENEDEN 第一次看到馬蠅頭受精時父母兩核都給半數染色體。真是驚人的發現（圖9）。目前各處生物學實驗室都歡喜用這種材料。

吸作用大大增進，成爲需要養氣的生物了（因爲在未受精前，卵不需要養氣）。

精虫進了卵後，尾部通常留在入口之外，不久自行消滅。吾人都承認這部分對於真正的受精動作是沒有關係的。反之，頭部和『中心質』便繼續做重要的工作：精虫頭部首先脹大，成爲一個具網狀組織的細胞核，名曰：『雄性核』。在他的旁邊，有一個『精虫中心質』(Spermocentre) (*Sp. c*) 居留在『中心體』之中部。我們知道在成熟期後，卵中的『中心質』早已消失，所以那裏便祇有這由精虫帶來的中心質了。在中心質四周，不久發現一個『星光』(*B*) 名曰：『精虫星光』(Spermaster)，他漸漸移近卵的中部，同時附帶着雄性核而去。不久『雄性核』即與『雌性核』相接近(*D*)，最後他們便在卵的中部連接一起(*E*) 再停一會，兩核相接處之核膜自行消滅，兩個經過減數分裂的不完全的細胞核，便合成一個統一而完全的細胞核了，這便是『核的接合』(Karyogamie)。

受精的現象，至此乃告終止。須時約數十分鐘。此時的卵，另名曰：『<sup>zygote</sup>受精卵』。他就是將來新生物的第一個細胞，他將連續的分裂，以形成來日胎體各部分的組織。卵第一次的分裂，在兩個性核合并後，立即實行。但在受精的動作未曾完結以前，『中心質』先行分裂爲二(*C*)，其次發現紡錘體；此後一切分裂動作完全合乎通常的規則：即是先有細胞核的分裂(*F*)，後有細胞體的分裂。



(圖12)受精的各種連續狀態：(此略圖，與圖8相連接，染色體的數目，亦假設祇有四個)。A，許多精虫圍繞着卵外，其中有一個精虫已與卵之原形質相近，此部的原形質隆成乳頭狀；B，精虫已經入卵，卵漸收縮；再被以受精膜(MF)；♂，雄性核，內有兩個染色體(這是初期的表示)；Sp.C，雌性核的中心質，將來變成卵的中心質；C，中心質自己分成二個；D，雄性核移近雌性核，中心質又自己互相遠離；E，二性核，互相接觸；F，第一次的分裂；這次分裂在受精後，立時實行；在分裂場中，還能認識出雌雄兩類不同的染色體(以上這種區別，在馬蠅圖的卵中，可以觀察到的)。

以上乃是專指單精虫受精言的。其實，在自然界中，有許多動物的卵(如棘皮動物，環形類，蛙類，獸類……)通常固然祇需要一個成熟而新鮮的精虫受精，就能起合規則的發育；精虫過多，非但無益，而且有害：有時精虫多了簡直不能發育，有時發育得不完全，例如蛙類或海膽類兩精虫受精的胎兒，永不能合規則的變化。精虫數目愈多，則發育愈受其擾亂，甚至

連初期的分裂都有被其阻礙的。稱這樣的多精虫受精曰『病理的多精虫受精』(Polyspermie pathologique)。但是另有些動物(如昆蟲類, 鯨類, 蝶蠟類, 鳥類……)的卵, 能接受一個以上的精虫(自數個至十餘個), 並不妨礙合規則的發育。人們一定要問: 這樣多數精虫怎樣和卵合作法呢?

答復並不容易。但按大體言, 在多數同時入卵的精虫中, 通常祇有一個得與卵核合并, 餘者不久自行消滅。其消滅方法, 新近 BATAILLON 和朱洗的研究<sup>①</sup>, 證明蝶蠟的卵中, 過分的精虫亦能發生精虫星光, 頭亦能成雄性核。當這精虫的星光自行消滅以後, 即發現成對的星光作為第一次分裂的準備。但是這些分裂式樣的變化, 比較那雌雄兩核合并的式樣要遲一些。因落後的關係, 所以這次分裂永遠也不能完結, 很少有達到中期的(Métaphase), 通常都停止在初期(Prophase), 不久便自行消滅了。在昆蟲類裏這些過分精虫的變化, 非常奇妙。現今祇有在蠶卵上的研究較為詳細。一切開始的變化與蝶蠟上所見略同。此地的特點, 即是過分的雄性核通常停頓在中期, 不再前進, 但是他的紡錘體兩端的中心體卻自己和紡錘體與染色體分離(在3,4點鐘後), 幾將所有的核外特殊的細胞質全部帶

① BATAILLON 和 TCHOU-SU (朱洗), 1929, Analyse de la fécondation chez les batraciens par l'hybridation et la polyspermie physiologique. *Archiv für Entwicklungsmechanik*, T.115, p. 780-824.

BATAILLON 和 TCHOU-SU 1930 Etudes analytiques et expérimentales sur les rythmes cinétiques dans l'oeuf (*Hyla arborea*, *paracentrotus lividus*, *bombyx mori*) *Archives de Biologie* T. XL, p. 439-540.

去因（爲此地開首祇有核的分裂，在各核間並沒有細胞膜的）。這遊離的中心體又能自己分裂，并在其四周發生星光（大概在15小時後）。受精後，十六至二十小時，尙能覺得此類伴有星光的中心體散布於卵之前端，他們對於發育毫無妨害，故名此類多精虫受精曰：『生理的多精虫受精』（Polyspermie physiologique）。

卵爲什麼有單精虫和多精虫受精的分別呢？

這或是因爲他們的感覺性強弱不同的關係。通常卵的身材愈大，則其內部所含的營養品亦愈多，感覺性較遲鈍，容易接受多數精虫。大凡身材細小的卵，多係單精虫受精。但是新近有許多實驗生物學家，用各種方法，使單精虫受精的卵，接受多數精虫。例如用千分之三或千分之四的鹽水，可使蛙類（*Rana fusca*）的卵接受多數的精虫。用迷蒙精（Chloroforme）加海水（通常三分之二飽和迷蒙精的海水加三分之一海水）將海膽的卵浸在這液中經過十分鐘，能使他們成爲多精虫受精。這種人爲的多精虫受精，曰：『實驗的多精虫受精』（Polyspermie expérimentale）。1932年 BATAILLON 和朱洗還見到過分成熟及不够成熟的兩蛙卵（*Hyla arborea*）亦能接受多數精虫。

**受精的通論**——除開許多零碎的改變外，受精的現象不僅動物界有之，連植物界也是一樣有的。即在單細胞生物中也是有完全同樣的受精事實。

目前我們祇講多細胞動物的受精。在上文受精的研究中，

有幾個要點，是很值得我們詳細討論的。

**由形態上立論：**受精便是兩個性細胞互相合併爲一，並且這兩個合併的細胞通常都沒有相等的身材。在「受精卵」中，所有的各部組織確是異源的：中心質來自精虫，原形質幾乎全部是屬卵的——因爲精虫祇有極小量的原形質（約百萬分之一），祇有受精卵的細胞核是由等量的雌雄兩性核合併而成的。

**由生理上立論：**受精的效力則有以下幾種：

(1)使受精卵立即分裂，次數極多；不久形成胎體；最後變作成長的生物。在成長的生物體中，常有好幾萬萬的細胞，他們都是由卵中分裂出來的。

(2)使得胎體經一定的進化步驟，將來成爲肖似祖先的子體。這種將祖先的特性傳給子孫的作用，名曰：「遺傳」(Hérédité)。

由第一種作用說來，受精是有刺激的功能，他能激起細胞的分裂。我們知道未經受精的卵，單獨是不能分裂的；一經受精，便立時分裂；一經開始分裂，便能繼續不斷。

但是我們還要疑問：一定要有精虫入卵，纔能使卵開始分裂麼？有許多的觀察和實驗都告訴我們：這不是絕對的！

**單性發育**——未經受精的卵，常常亦能單獨發育。論到那些單獨發育的卵的來源，和生長的狀態，也是和通常的卵一樣。當此卵在卵巢內的時候，稱爲「單性發育的卵」(Oeufs parthénogénétiques)。稱這種特別的進化動作曰：「單性發育」或「處



與從前一樣的。這些能忍耐冬寒的卵，名曰：『冬卵』(Oeufs d'hiver)，他們的外殼也格外堅固。就以上這種事實看來，單性發育是因季候而變動，因此又名此種發育曰：『季候單性發育』(Saisonnier)①。

『水蚤』(<sup>cyclops</sup>*Daphnia*)的單性發育是完全根據環境的影響。他是淡水中常見的下等甲殼類。如果生活於水量富足的池沼內，每年便祇有一次有性世代，通常是在秋季發現，與木蝨無異。但是在幾種特別的種類中，整年都係單性發育。亦可以說：他們已喪失有性世代了。如果這些小動物生活於時而乾涸，時而有水的池沼中，那末，祇有經過很少數的單性發育的世代，即回復到有性世代，所以在一年中，能有多代有性的發育。這可以歸因於食料的豐富，溫度的升高兩種環境的作用，使他們纔增加單性發育的世代。

除出以上所說的幾種季候的單性發育以外，還有別的與季候無關的單性發育，其發生的原因，我們現在還沒有觀察到。蜜蜂便是此種單性發育的好例子，至於馬蜂和螞蟻亦有類似的事實。大家都知道：在一個蜂巢裏，有許多雄蜂，更多數的工蜂（或未受精的雌蜂）和一個雌蜂（俗名女王）。在雌蜂的一生中，祇交尾一次；在交尾時，她所接收的精虫，能貯藏在體內

① 如果將木蝨放到溫度不變的地方飼養，單性發育便能繼續長久；有人已看到他延長到四年。季候或溫度的影響還祇是間接的，其實若節制木蝨的食料，改變營養的速率，亦能使他們發生雄性的個體和產生硬殼的『冬卵』。

的『媾囊』(Poche copulatrice) <sup>(or Seminal receptacle)</sup> 中，此囊位於輸卵管旁邊。待產卵的時候，不知道她用何種方法，啓其媾囊之口，使卵經過其門，同時接受到含精虫的液體，使他得以受精。但是其中有些卵雖然同樣經過此門，仍沒有接受到精虫。此後一切所產的卵都能各自發育起來：凡是已受精的卵將來成爲雌性的個體（工蜂和雌蜂）；未經受精者便發育成雄性的個體（即是單性發育）。待她的精虫用完以後，所生的個體便全部是雄性的了。

有些種類，單性發育世代中所生的個體，很少有雄性的：有一種『擬枝蟲』(*Bacillus gallicus*)，多生於法國南部地中海沿岸各區。從來一共祇找到兩個雄體，其餘的都是雌體，以單性發育繁殖其子孫。中國南部幾省亦有此類動物，是否確係單性發育，尙待研究；但在自然界中，亦有少數物種祇有雌體，絕無雄體的，例如『麥象鼻蟲』(*Otiorhynchus ligustici*)，『玫瑰瘿蜂』(*Cynips* 或 *Rhadites rosae*)。後一種動物常在玫瑰上發生蟲瘿 (*Galle*)，形如絲團，大家都見過的。此外還有一種下等甲殼類，名曰：『介形蟲』(*Cypris*)也是單性發育的。

在大多數的事實上，單性發育的卵核中染色體的數目還是和通常的細胞一樣多，因爲在成熟期中沒有減數的分裂：有時第一個極體排出後，就算完結，再沒有第二次的分裂了（例如在木蠹上）；有時照常發現兩次成熟期分裂，但是第二極體留在卵內，再與雌性核合併成爲一個雙組染色體的細胞核（例如

在 *Artemia salina*。根據 1931 年 ARTOM 的研究)①。

螞蟻和蜜蜂是不同的，他們一切的卵都排出兩個「極體」，所以在這些卵中，便祇有半數的染色體〔通常蜜蜂有十六個染色體，螞蟻(*Formica sanguinea*)有二十四個染色體〕。因為以上這種意外的結果，所以凡是由單性發育的卵所長成之雄性個體，其細胞核中，都祇有通常半數的染色體(Haploïde)。在這些雄性個體的精蟲的發育場中是沒有減少染色體的動作，即是沒有減數分裂。

受精的分析——受精的事實，至十九世紀末期，纔漸漸有比較詳盡的觀察。不過當時一般學者的目的，祇在敘述顯微鏡中所見的事實，不加解釋，實驗更談不到。到二十世紀初期，這類事實漸漸成爲普遍化了，至今則成爲生物發生上主要條件。有許多思想前進的生物學家自己詰問道：爲什麼卵和精蟲不能單獨發育？爲什麼他們一定要經過成熟期各種極希奇的分裂法？單性發育的意義如何？這都是一些極重大的問題，目前雖沒有得到最後的結論，卻已有許多實驗和分析的研究，很值得我們注意的，因爲他們是構成二十世紀實驗生物學的一塊堅固的基石，在生物學史上增加一條新的道路，這便是人爲的單性發育和受精的分析。

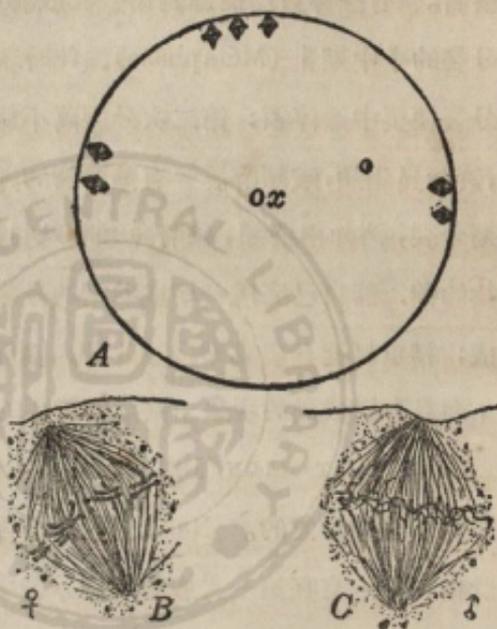
---

① 在蛙類的交配場中，或在過分成熟的蛙卵受精中，我們也見到第二個極體留在卵內，有與卵核合併之可能。這也是一種增加染色體的機械(朱洗, 1931, 1932)。

有些卵長大到一個時期，假使沒有精虫來會合，非但不能發育，連成熟期的分裂都不能自己發生。這樣的卵離開母體不久即行破壞，例如軟體動物，環節圓，圓圓……等。至於輪虫類中則精虫入卵的時期更早：通常卵正在生長時期，精虫已在卵中等待着。有些卵自己能進到第一次成熟期的分裂，通常都停擱在分裂的【中期】(Métaphase)，此時若沒有精虫來會合，這次分裂便要中途停頓；第二次分裂萬不能有了。不久，卵亦腐敗，例如昆蟲類，蛟類等。有些動物的卵自己能達到第二次成熟期分裂，例如兩棲類，硬骨魚類和八目鰻等；最後，還有少數動物的卵，能自己完成一切成熟期的分裂；卵中的雌性核自己形成；精虫祇能在成熟期以後入卵，纔能有效；過早，非但無益，而且有妨成熟的現象，例如海膽類的卵。關於此點 BRACHET(1923) BATAILLON (1929)以及 BATAILLON 與朱洗(1930)的研究是值得注意的。BRACHET 研究未經完全成熟的海膽卵的受精現象（有在第一次成熟期的分裂中，有在第二次），見到卵中多數精虫（通常是多精虫受精）都發現星光，頭部非但能照常變成細胞核，而且雄性核膜能很快的自己消滅，使其內部的染色體浮游於細胞質中，與卵之染色體無異。總之：在這樣的卵中，一切的核，不論是雄性的，或雌性的，都停止在同一個時期，兩者皆不復前進了。BATAILLON (1929) 於兩蛙的卵中，見到同類的事實。所不同的，就是雄性核可以表示出與雌性核一樣的紡錘體。在這樣的卵周常有許多的中期分裂的

紡錘體。初看都是一個樣子，若用高倍顯微鏡去詳細觀察，纔能分別出誰是父性的，誰是母性的，因為通常母性的染色體較短而粗，容易見到；父性的長而細，不易見到（圖13）。BATAILLON和朱洗研究未成熟的蠶卵，恰也可以格外證明這個原理，這裏也是多精虫受精，

雄性核也能表示出一個中期的分裂圖形與卵核的圖形一樣。不過此地的紡錘體和染色體雖已不能再進化，但是精虫的中心，卻能離紡錘體而自行分裂數次。1930年我們將雨蛙的卵放於二氧化碳氣流中，經過二至三小時，能使原來成熟而單精虫受精的卵，變成不成熟，使他得到多精虫受精與自然的未成熟



（圖13）雨蛙的成熟卵，在二氧化碳氣中經過二小時，再受精：A，表示含8個由雄性核變出的中期圖形之略圖；圖中之 $\sigma$ 代表卵核的第二次成熟期分裂的圖形（B為其放大之形象）；另一虛線構成之圖圈代表另一雌性核的圖形。C，為雌性核的圖形。B，C，放大1152倍（錄自BATAILLON和朱洗，1930）。

的卵一樣(圖13)。如果留着一部分經過二氧化碳氣的卵,不立時與精虫接觸,保留於濕潤的地方,經過四五小時,即能恢復其單精虫受精的態度,也能有合規則的發育;如再拿這些經過一次中毒,而已經解毒的卵,再放到碳酸氣裏去,經過與前次同樣時間,此卵又成爲不成熟狀態,又是多精虫受精,也不能發育。總之:這個實驗明明指示我們:卵內二氧化碳分量之多寡,對於卵之受精和發育是大有關係的。所以 BATAILLON 根據別的學者分析蛙卵內氣體的研究(據說輸卵管中的蛙卵中之  $\text{CO}_2$  要佔全部氣體 50%),便認  $\text{CO}_2$  是左右多精虫或單精虫受精的一種不可否認的原因(但並非惟一的要因)。我們曉得未經成熟的卵,不與精虫相遇,自己也能成熟;既經二氧化碳氣中毒的卵,取出放置於自然環境中過數小時後,亦能脫出險境,恢復原狀。所以自然的和人爲的未成熟的現象,在沒有接受精虫時,本來是可以恢復原狀的。假使此時有了精虫進去,便無可救藥了。可知精虫早期入卵的動作,乃是阻礙卵發育的一個原因。關於這個原因,學理的解釋,雖有數種,但是我們在此地是無法一一敘述的。

此外 DELAGE (1900) 曾研究海星卵的細胞質成熟的現象,據云:當母卵核 (Vésicule germinale) 沒有破裂前,如用刀在該卵上切下一片無核的細胞質,使其受精,必歸無效;如果核膜已破裂,即有受精和發育的可能。凡是不能接受精虫的卵,即遇相當的藥品,亦不能得到人工的單性發育。由此可知上述

各種根據核的變化以推測卵之成熟與否，祇是一種的標準，其實，在成熟的時期中，可以分作核的成熟，和細胞質的成熟兩種：前者居先，後者較晚。在蛙類中，細胞質的成熟期，也許可以延長數小時。

總結起來，我們可以說：在許多動物上，未成熟的卵的標準，約有三種：(1)多精虫受精（如果本來是多精虫受精的卵則現在所接收的數目比通常更多）；(2)無受精膜，通常卵不能立定方向；(3)成熟期的分裂不能完結，雌雄細胞處同等狀態。

成熟的卵，在受精時，所有標準，則與以上相反：

(1)單精虫受精（生理的多精虫受精之卵要列於例外）；  
(2)發現受精膜，有時卵能立定方向，使其動物極（內部物質較輕）向上，植物極向下；(3)成熟期的分裂自己完結，精虫星光照常發展。 卵的呼吸量立時大增。

說到受精的意義，真是議論紛繁，目前一切結論恐怕祇有暫時的價值，但是這些議論所據的事實，至少有一大部是不會變更的。

最初，Os. HERTWIG 說：受精的真義，就是雌雄細胞核的合併；後來 CH. BOVERI 又主張精虫頭後的『中心體』係分裂的主宰；卵達成熟時期，通常已失去中心體（例如脊椎動物，圓圍類……），故不能分裂；在受精場中，由精虫的中心體能變成第一次分裂的成對中心體，故卵能好好分裂；有了這第

一次,其他的分裂,就可照常進行了。所以他認中心體是受精場中之要角。自從 T. LOEB (1899-1905), DELAGE (1908) 和 BATAILLON (1910-1913) 發見了人工單性發育後,中心體的功效,已失卻一部分;迄乎晚近 (1929) FRY 又根本推翻 BOVERI 的根據;他說:在海膽之受精卵中,BOVERI 曾認為精虫帶入的中心體(許多的書上引用 BOVERI 圖形)原來是一塊線粒體,與中心體無關。但是這個問題的爭論仍未能解決<sup>①</sup>。我們亦無法涉及。不過根據近來許多實驗生物學家的意見,受精的現象,至少可以將他分成三個動作:

- (1) 刺激 (Activation)
- (2) 修正 (Rectification 或 Régulation)
- (3) 兩性混合 (Amphimixie)

以上這三個動作,在通常受精場中,都連成一起,不易辨別。但在許多分析和實驗場中,便明白可觀。在時間上,形態上和生理上,他們都有很顯著的分別。下述的例子,均由幾種最適於實驗和分析研究的卵中得來的。這便是蛙類和海膽類的卵。此類分析的工作種類,很多而又複雜。此地僅能略述概要而已。

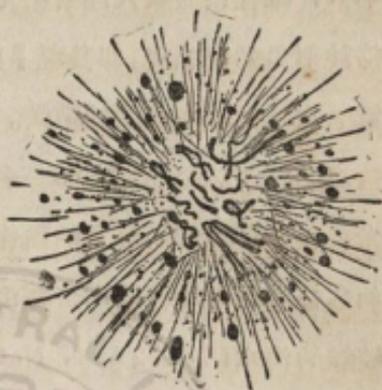
**刺激:** 用白金絲或玻璃絲的細針(直徑 20% 毛米)將蛙類卵(已成熟,仍留在子宮中,但尚未受精)輕輕刺之,便能見其發現受精膜,立定方向,使黑極向上,白極向下;第二次

<sup>①</sup> 1931 年 TUZET 又否認 FRY 的斷語,反與 BOVERI 同意。

成熟期的分裂照常結束，雌性核由邊緣行至內部；二，三小時後（常因溫度高低而異），即見核膜消失，卵核即起分裂。我們最要注意的，就是這樣的分裂祇有一個單獨的星光，沒有成對的星光。所以核與細胞體都不能有合規則的分裂。人名這單極的分裂曰：『單星光分裂』（Monaster）（圖14）。不久，星光自己消滅，染色體雖已分裂，數目亦較前加倍，祇因細胞不分裂，他們祇好變成一個大核。留在原處；不久又發現第二個單星光，染色體又自分裂一次。這樣重複四，五次以後，卵即吸收水分而膨脹，遂成爲腐敗狀態了。總之：針刺的結果就是發現數次單獨的星光，卵永無合規則的分裂，完善的發育，更沒有理由可以希望了。如將海膽的卵（已成熟而未受精）浸於酪酸（Acide butyrique）的溶液中（ $2.8 \text{ c.c.} \frac{N}{10} + 50 \text{ c.c.}$  海水），自三十秒至二分鐘後，即移至通常海水中。卵雖受酸類所刺激，發現受精膜和增加呼吸量，但仍是祇有四，五次單星光的分裂。這樣的卵數小時後遂歸腐敗，他的細胞質遂分解成許多小球，四散於水中（即是：Cytolyse）。再在異種交配的時候，我們還見過同類的事實。如以蠓蝶（*Molge alpestris*）的精虫使雨蛙（*Hyla arborea*）的卵受精。每卵固可以接受多數精虫（數個至數十個不等），但既無精虫星光，精虫頭部又不變成雄性核；卵成熟後，雌性核行近中心，也祇有單星光的分裂。在雌蟾蜍（*Bufo vulgaris*）和雄蒜蛙（*Pelobates cultripes*）交配中，有時又有同類的事實（圖14）。新近（1933）在廣州又屢見不鮮。

我們亦能在本種內實驗：先以水沖稀雄體精液（比方 *Rana fusca*），加速精虫的運動<sup>①</sup>，二、三小時後，他們雖能運動，但不能進入卵內。此時的精虫祇有刺激的動作（此研究尙未正式刊布）。

照這些事實看來，『刺激的動作』，確是一種生理的現象，有他的定義，有他的變化，不僅在很特別的人造的環境中能有之，即在本種受精場中，也能找到同類的事實。但祇有這一個動作，卵仍難免於腐敗，萬無完善發育之可能。



（圖14）蟾蜍的卵受蒜氣蛙的精虫刺激所發之單星光的圖形。其時各染色體方自分裂，光芒尙明顯（錄自朱洗 1931 的著作）。（放大 1152 倍）

**修正：**在蛙卵上，用白金絲或玻璃絲，注入一個來自本種或異種（人，獸，蛙，魚，都能有效，惟具幾丁質的動物之血無效）的白血球於卵中，三十分鐘後，在此白血球周圍，便發現一個星光，形如精虫星光，此地 BATAILLON 特名『注射星光』

① 精虫成熟後，停止營養，祇能將其體內所積貯的潛力變為動力，以資游泳。某環境中，精虫數目愈少，則行動愈速，而愈自由，同時所耗費的能力亦較多，故死去也較快。精巢和貯精囊內的精虫所以能夠保持長久不死，皆因那裏的數目極多，擁擠一處，都不能運動，無消耗能力的機會。若以適當的麻醉藥（如氫氰酸 KCN）將精虫毒到不能運動，有時亦能延長其生命（在海膽上我們已見到過）。

(Aster d'inoculation)。這個星光發現甚早——此時卵核尚在二次成熟期分裂中。故其形態與生理作用都等於『精虫星光』。不久，雌性核即跌入注射星光中與其平常跌入精虫星光一樣。待注射星光消滅後，即發現『成對的星光』(Amphiasters)，作第一次單性發育分裂的準備。有了這第一次，以後的分裂便能按規進行了。BATAILLON 名這種先有注射星光，次有成對星光，後有合規則的發育的動作，曰：『脩正』(Régulation)。如拿經過刺激的海膽卵，在海水中經過二十分鐘，再將其移至較鹹的海水(8 c.c.  $2\frac{1}{2}$  N NaCl 加 50 c.c. 海水)留四十分至一點半鐘以後，移回通常海水中；十五分鐘後，即見雌性核周圍發現一個星光，WILSON 名他曰：『核周星光』(Aster péri-nucléaire)。待核周星光消滅後，即有成對的星光發現。此後卵能作合規則的分裂，長成單性發育的胎體(按 WILSON, 1900)。

Os. HERTWIG (1911-1913) 用鐳光 (Mésotolium, 共八毛克) 將精虫照射後(須在十五分鐘以上方可，否則，結果更不良)使其受精。他所得的胎兒，與單性發育的胎兒一樣。因為精虫被照射後，雖進入卵中，但其細胞核，已失了作用(P. HERTWIG)。如果拿照射過的卵與良善的精虫受精，結果，祇有雄性核單獨發育，雌性核亦失其作用。稱這種發育，曰：『父性生殖』(Androgénèse)。DALCQ (1928, 1932) 用 Trypaflawine 光和鐳光所得結果大致亦與 HERTWIG 的相似。但 DALCQ 見到精虫星光照常發育，這是 P. HERTWIG 所未曾見過

的。KULPELWISER (1909) 使海膽 (*Paracentrotus*) 的卵與軟體動物的精虫受精，又見這異門動物的精虫進入卵中，先發現一個精虫星光，但是外來的核，不久即被排除，卵核照常單獨發育。在蛙類與海膽類的異「種」交配中，亦屢見到同樣的事實，我們祇舉一個最明顯的例子就夠了。雨蛙的卵遇蒜蛙的精虫，無論如何，精虫祇能發出一個星光，頭部決不能成爲細胞核，在第一，二兩次分裂時，即被驅除，而溶化於卵的細胞質中。一切胎體的細胞皆來自母性。實與單性發育的胎兒無異(朱洗 1931)。今年(1934)在廣州的 *Rana limnocharis* ♀ × *Rhacophorus leucomystax* ♂ 又見到同類的事實。

照此看來，一定要經過脩正動作，卵纔有合規則的發育。父核之有無與胎體的發育是無關係的。但是「脩正」與「刺激」兩動作的基本異點何在呢？

(1) 在形態方面說，經過脩正的卵，能在卵核未破裂前，發現一個星光(或「精虫星光」或「核周星光」或「注射星光」都可)使卵質預先經過一度凝結狀態，然後能發現成對的星光，作爲第一次分裂的準備。不過，這個星光，在時間和空間兩方面，都要確定：不可太早，亦不可太遲，身材大致也要有一定。否則，結果便有變更。

(2) 在理化方面說，刺激的動作一定需要氧氣，不能在無氧氣的環境中實行；而脩正的動作可在無氧氣的環境中發現(這是由海膽卵上所得的結果。按 BATAILLON 和朱洗, 1926)。

兩性混合：所謂兩性混合，即是父母的細胞核互相合并，亦即表示父親的核內遺傳物質與母親核內遺傳物質混合一起。這種混合在表面看來，彷彿不甚重要，其實兩性混合不但是表現父母的遺傳性的條件，而且對於胎體發育的生理方面，亦有重大的關係。

關於前一問題，留待研究遺傳時，再來討論。現在且約略討論後一問題罷。

自然單性發育的個體，其生理狀況未有詳細的考查，現在不能據為判斷的基礎。就一切人為的單性發育的胎兒說，他們的核中，祇有單組染色體 (Haploïde)，雖能合規發育，但很少能達到長成的個體，再自生殖子孫，以完成其個體進化的循環。此外，如異『種』交配或異『綱』交配所得的假雜種（因父親的細胞核已被驅逐，祇有母性的核演獨腳戲）和 HERTWIG 的用鐳光實驗所得的胎兒，都是多病夭亡。凡是能夠達到成長的胎兒（極少數！），他們的細胞核中的染色體都是雙組的 (Diploïde) 沒有單組的。這後一類個體本來是祇有單組染色體，何以後來能有雙組呢？這問題，本是非常複雜，但研究起來，也非常有趣。已知的 (BATAILLON 和朱洗 1929 和 1931) 也已有三種方法：(1) 卵在發育場中，沒有染色體合并的動作，在成熟期，祇有一次非減數的分裂；(2) 第二極體留在卵內，與雌性核合并；(3) 在發育初期先有一個單星光分裂。我們不願一一詳述。但有了這許多反證的事實，我們就能明白兩性混合。

對於胎兒具體的變化，大有關係。何以一定要有雙組染色體，胎體纔能有完滿的發育呢？也許是因為單組染色體的核上面積過大，氧化作用過強的關係（朱洗 1931）。

此外適當的溫度，壓力，氧氣，鹽類……等也是發育必要的條件。

**受精和遺傳**——在受精場中，精虫除有刺激和脩正卵的作用以外，還有其他直接的動作，時常繼續存在於個體發育場中，這便是子孫所具的肖似父親的特性。父親的特性與母親的特性都有遺傳的可能。不過子孫肖似父親或母親是沒有一定的。

祖先（指父母兩方的）特性的遺傳，完全是在受精的時候，借兩性生殖細胞為媒介，這是很明顯的。在邏輯上好像應該承認精虫和卵含有許多『規定特性的因子』，他們將來能在子孫中，代表父母的特性；亦能說：『受精卵』中，含着同等價值的父母的特性。但是還有人要疑問：在精虫和卵中是否含有規定子體特性的因子？如果真的是這樣，他們定然兩性生殖細胞中分配得均勻的。但是在上文已經看到，祇有雌雄的性核纔具此類的條件：他們有同等的價值，具同數的『染色體』。這樣一來，至少有幾分理由，可以承認：細胞核——尤其是『染色體』——是遺傳性的基礎了。

上文已證實細胞核是同化作用的機關，以下還要確定他是遺傳的機關。

BOVERI（1895）曾在一種去了細胞核的海膽卵中，用異

種精虫使之受精。後來所得的幼體，據說絕像父性，因為這卵中祇有父性的染色體，單獨主持發育的動作①。

通常人們總覺得細胞核中的物質是遺傳的主因，核外原形質好像是沒有此種作用。這當然不能反對，但是我們怎樣解釋由兩個異種父母所合生的雜種個體間所有的區別呢？例如由雄驢和雌馬合生的『高驢』（Mulet）和雄馬和雌驢合生的『倭驢』（Bardot）間的區別。『核外原形質』是否能間接改變卵核的性質，因為『核內物質』必依『核外原形質』為媒介纔能自活？總之：細胞核即不是遺傳的惟一機關，至少也是最要的一個。

① 1906年 GODLEWSKI 的實驗好似與 BOYER 的相反對。在微帶鹼性的海水中，海膽的卵能接受『海百合』（*Antedon rosacea*）的精虫，海百合雖是棘皮動物，但與海膽異綱，幼體形狀又大不相同。這交配所得的幼體都先期夭折，雖有發育到較前進的時期，終於是畸形的，然其形狀完全屬於母性。可以說這是核外原形質所致，但亦能作別種解釋。1909年 KUPELWIESER 還能用軟體動物——淡菜（*Mytilus*）——或環圓類的精虫使海膽的卵受精，所得幼體全係母性。細胞學上的研究告訴我們：這裏的父性細胞核先期自歸消滅；一切發育的現象全由雌性核單獨主持，與單性發育場中所見的相似。WILSON 特名此種發育曰：『單雌發育』（Cymnogénèse）。就是在 GODLEWSKI 的實驗中，異種的細胞核雖不先期消滅，但亦沒有什麼生理作用。新近我們在蛙類中作了多種的研究（1931 TCHOV-SU. Etude cytologique sur l'hybridation chez les Anoures. *Arch. de l'Anato. Micro.* t. XXVII, No 1），覺得異科或異屬的個體幾乎都能使其互相交配（我一共在法國研究過十一種，在廣東七十多種雜種）。凡是雌雄兩性核合并的（如 *Bufo* × *Rana*, *Rana limnocharis* × *Rana tigrina*……）其胎兒必定先期夭折：死於囊胚（*Stéréoblastula*）或原腸胚，或神經軸胚（*Neurula*）。凡是雌性核自己先期消滅的（如 *Hyla arborea* ♀ × *Pelobates outlripes* ♂, *Rana limnocharis* ♀ × *Rhacophorus leucomystax* ♂……），能生出成長的胎兒，與單性發育無異。其中有少數能達到變態時期形性全屬母性，但都具雙組染色體。總之：胎體發育可以說是無需要父親的細胞的。

這是一般人的說法。但按比國大生物學家 BRACHET 的理論，個體上主要的特性，如「綱」，「目」，「科」諸特性，是卵中細胞質所確定的；祇有父母的個性是由核內物質所規定（見他的：Oeuf et les facteurs de l'Ontogénèse 一書，1931，二版）。

遺傳的機關——子孫何以能肖似祖先？這是一切自然科學家時時留意的問題。怎樣許多同是由一個卵上分裂出來的細胞能各自區別，各自分化？怎樣能集合同類的細胞成爲器官，更集合許多器官成爲一個肖似祖先的個體？關於這一類難題的解答，在目前祇是一些假設而已。我們能將一切關於此類的假設，歸成二類，他們具反對的形式，不能互相調和的。

最初一班解釋胎體發育的觀察者，對於兩性細胞中的精緻的結構，昧然無知。他們祇有設想在兩性的生殖細胞（即精虫和卵）中，一定具有已成的（成長個體的）器官，祇是這些器官是非常細小罷了。還相信胎體發育，祇是使那些生殖細胞中，預備好了的已成的細小的器官，長大起來就完事。所以稱曰：『預定說』（Théorie de la préformation）。後來，藉顯微鏡的研究，纔知道精虫和卵祇是細胞，決不是前人所想的整個小動物。於是前人的錯誤，便改正過來。現在知道生物中各種部分，在發育場中，陸續發現：初自簡單，漸漸增至繁複。這便是『後變說』（Epigénèse）。後變說雖爲現在一般人所承認，但亦沒有絕對性的。

在新近一些遺傳的理論中，也可以找到與『預定說』相類

似的見解。這一類理論承認卵中有許多物質的小體；在胎體發育場中，這些小體便散布到胎體上各處的細胞裏去；於是他們便在細胞中，規定遺傳上應有的各種分化動作（即器官的分化）。講到這些小體的名稱，確有一大宗（例如：SPENCER 的 *Unités physiologique*；DARWIN 的 *Gemmules*；de VRIES 的 *Pangènes*；WEISMANN 的 *Déterminants* ……等）。講到他們的『性質』，那就因人而異了。但是各個理論的用意卻是一樣。在這裏祇能提要說一個最熟識的就够了，這便是 WEISMANN 的遺傳理論。

WEISMANN 設想兩性生殖細胞中的『染色質』能組成一種特別的物質，名叫『生殖質』（*Plasma germinatif*）；『生殖質』中，含着許多小體，名曰：『定質子』（*Déterminants*）；每個定質子代表祖先中一部（細胞或組織）的『特性』；至於定質子的數目便多至無可計算，至少和一切能够單獨改變的部分的數目相等<sup>①</sup>。

這許多的定質子不是雜亂無章地散布在染色質中，他們確有固定的位置，他們所居的染色體是有定的。因此可以推知卵中每個『染色體』在胎體發育中，有他的特殊的作用，不與別的

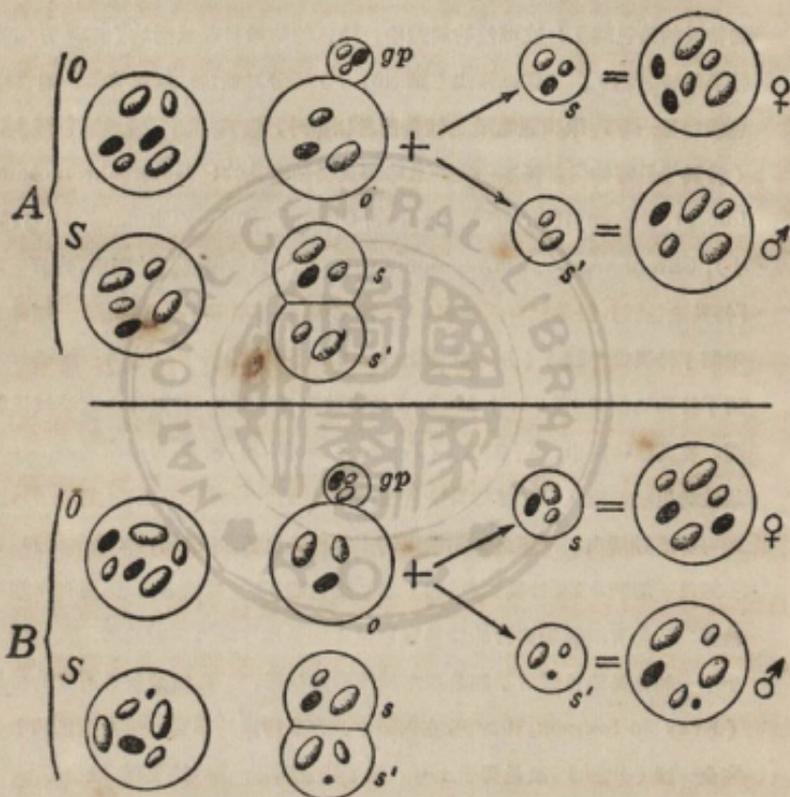
---

① 每個定質子又由許多的『*Biophores*』組成的，而每個 *Biophore* 含有相關組織的特性，能單獨改變的。比方一個定質子是能代表一個血球，那末，該血球的形狀或含血色素的分量多少……等等，便由 *Biophore* 經營了。

相混雜<sup>①</sup>。

① 論到染色體的分工，我們在這裏祇述幾個最新的觀察。按這一類觀察的結論，好似要信個體中『兩性』(Sexe)的區別，是由『特異染色體』所規定的。在許多昆蟲〔例如『蜚蠊』(*Blatta germanica*)，『香椿蟲』(*Pyrocoris apterus*)〕的雄性細胞中，染色體數目是不成對的(即是祇有一個特異的染色體)；在雌性的個體中，染色體的數目是成對的(即是有兩個特異的染色體)。因此精虫(圖 15, A)可分二類：一類祇有某數通常染色體；另一類，除出通常染色體與前者相等外，還有一個『特異染色體』，(特異染色體的名稱極不一定，茲略舉幾個最常見的：Hétérochromosome, Idiochromosome, Chromosome-sexe, Chromosome-x, Chromosome-y(較小), Chromosome-p, Chromosome-w……)。但每個成熟的卵中，皆有一個『特異染色體』，便是祇有一類卵。受精之後，便有兩類『受精卵』：一類含有兩個『特異染色體』(用方式表之即是  $2n$ 『某數』+  $2x$ )，另一類祇有一個『特異染色體』( $2n + 1x$ )。後者將來變成雄性個體，前者則為雌性個體。在其他物種中，如『擬蚊』(*Tenebrio molitor*)，家蠅(*Musca domestica*)，雄性的生殖細胞又有二個特異染色體，但是他們的身材互不相等(圖 15, B)，因此可有兩類精虫：一類具一個較大的『特異染色體』(名曰：x 染色體)；另一類具一個較小的『特異染色體』(名 y 染色體)。受精之後，仍舊有兩類受精卵：凡是有兩個等身材的特異染色體者即是產生雌性個體的卵；具二個大小不一的特異染色體者，即是產生雄性個體的卵。再根據新近研究的結果(EVEN 和 SIMPSON, 1929)，在人類中，亦有同樣的事實，男女染色體數目完全一樣(48個)，祇是男子上有一個 x 染色體和一個 y 染色體(較小)，女子上有兩個 x 染色體。結果男子有兩類精虫(一類有 x 染色體，一類有 y 染色體)，婦女祇有一類卵，每卵皆有一個 x 染色體。但是在大多數的事實上，很難觀察到特異的染色體，或者此種區別即使存在，卻非外表所能鑑定。因此亦不能專根據以上幾個少數的事實，而作普遍化的結論。規定雌雄的機械仍是生物學上未曾解決的一大難題！

在卵成熟期行「減數分裂」時，有半數染色體將被拋棄，因此便有半數的定質子亦因此而喪失；待到受精的時候，這喪失的部分又能依精虫所有的半數染色體來替代和補償了。所以在「受精卵」中便有等量的父性的定質子和母性的定質子。一



(圖15)雄卵和雌卵細胞不同的結構(略圖): A, 表示蜜蜂的母卵細胞核中有兩個特異染色體, 在母精細胞中祇有一個。B, 表示家蠅的母卵細胞核和母精細胞核中皆有成對的特異染色體(圖上以全黑色為記號)。O, 母卵細胞核; S, 母精細胞核; gp, 極體; o, 成熟的卵; s 和 s' 二種成熟的精虫; ♀, 產生雌體的卵; ♂, 產生雄體的卵(錄自 WILSON)。

切新生物的進化皆由這些來自父母的定質子主持。於是在子孫身上，能顯現些父親的特性，或母親的特性，或間於父母兩性中間的特性，這後一類特性，可說是由父母的特性彼此連合而生的，此即子孫新有的特性。這樣一來，父性的『生殖質』和母性的『生殖質』混合起來便成爲另一種新『生殖質』與先有的不同，他能規定新個體上許多的個性。這些個性便是新個體所獨有的，也是他與別的同種的個體相區別的地方。

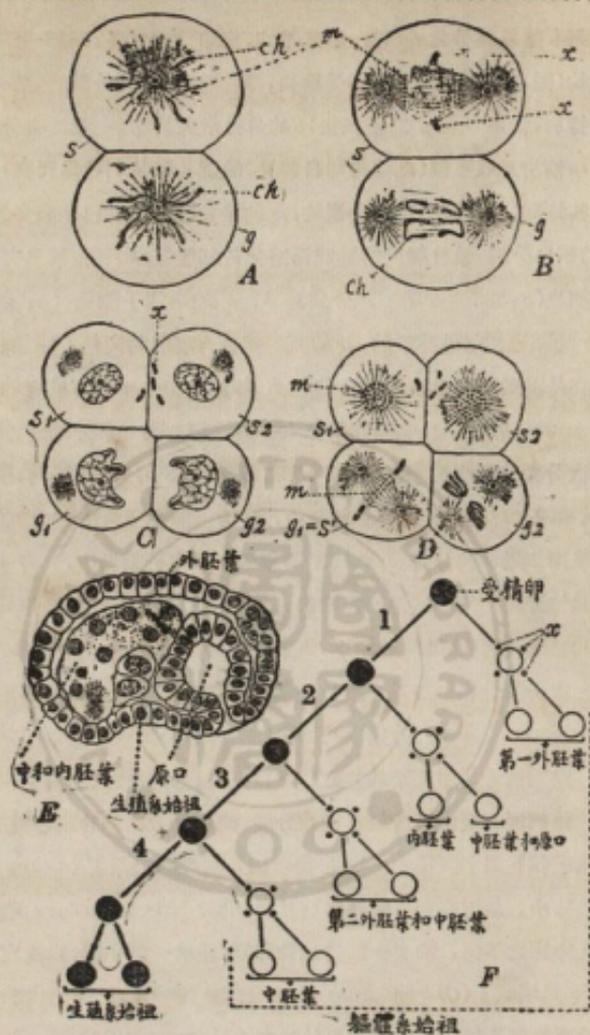
卵一經受精，有了新的『生殖質』，即起連續分裂；不久便成爲具有多細胞的個體。在發育場中，先由許多的細胞各自分化，然後由各種細胞連合而成各種組織(Tissus)。爲解釋細胞分化起見，WEISMANN 承認在細胞分裂場中，從外表看來，好似染色質作相等的分裂；實則，染色質斷沒有絕對平均的分裂。受精卵第一次分裂的時候，染色體便已沒有平均的分配了：此時各類的定質子有他們固有的細胞，決不隨便分散的；再經過後來多次的分裂，許多定質子便漸漸各自分居；最後各個細胞都有他所特有的定質子；這樣的細胞便能發生成長個體中應有的特性。以上這種分配定質子的動作，不是逢機僥倖的，乃是根據他們在卵中所處的地位，以作分配的基礎。因此染色質一定是有他的固定的結構。看到這裏，大家自能明白這種新近的遺傳假設，是與舊日的『預定說』不免有相同之點。

身體上各種細胞祇含有各個固有，而且應有的定質子，沒有整個發育的潛力，因此，專依靠這些細胞是決不能產生整個

的新生物，換句話說：這些細胞，充其量，祇能發生與他一樣的特性就完了事。所以祇有未經分化的『兩性細胞』(Cellules sexuelles) 具全部發育的潛力，纔能產生整個的新個體，那末，這些生殖細胞一定有他們特別的來源。按 WEISMANN 的意見，兩性細胞是有他們特殊的系統，他們所有的染色質與卵的最初的染色質在性質上說，是完全一樣的。卵中一切的定質子分配到那些特別的細胞裏去。這便是生殖細胞(Cellules germinales)；將來一切『兩性細胞』中所有的定質子與『生殖細胞』一樣的。如果拿另一種口調來說：『生殖質』(Plasma germinatif) 能漸次經過生殖細胞，以至於『兩性細胞』，而不喪失其原有的性質。因此『兩性細胞』中所有的遺傳物質是與受精卵中所有的相同。這便是『生殖質繼續的理論』(Théorie de la continuité du plasma germinatif)。所以在個體發育場中，好像有二個彼此毫不相關的細胞系統：一個是維持生物現實本體的細胞系統，這是由許多分化很精微的細胞組成的，名曰：『軀體系』(Lignée somatique)；另一個由全部的兩性細胞組成的，名曰：『生殖系』(Lignée germinale) (圖16, F)。『生殖系』具有全部的『祖先遺傳性』(Patrimoine héréditaire)。在有性生殖的時候，他將祖先的遺傳性，傳給子孫，但是在這裏，要曉得『兩性細胞』在成熟期的減數分裂場中，仍是要喪失一部分遺傳物質的①。

① 生殖系與軀體系的分化和生殖細胞始祖的來源——■

於生殖系與軀體系分化的事實，最清楚的，莫如 BOVERI (1893—1899) 在馬蠅圖所見的(圖16)。馬蠅圖的卵受精後，離開馬屬即行分裂。第一次分裂沒有一點特別，分出  $S$  和  $g$  二子細胞； $S$  的身材常大於  $g$ 。第二次分裂，他們的紡錘體中軸常互成重線(此地為明白起見，故選其較特別者為代表)，染色體的變化極其特別： $g$  的染色體是整根的， $S$  的染色體的中部已斷成多數小粒( $m$ )，] 兩端( $x$ )不自分裂，最後離開紡錘體而溶化於細胞質中。在第三次分裂， $S$  的兩個子細胞( $S_1$  和  $S_2$ ，看  $C$ ) 分裂較早， $g$  的兩個子細胞( $g_1$  和  $g_2$ ) 分裂較遲； $S$  的細胞核是圓球形的， $g$  的細胞核具有瘤狀的突起(係染色體端所在地)，這亦是這兩類細胞核的區別點。 $S$  細胞此後永不能有成條的染色體了。在兩個  $g$  的子細胞中：一個在第三次分裂時要失去一部分的染色體( $g_1$ ) 與  $S$  在前次分裂時所有的一樣(圖  $B, S$  和  $D, g_1 = S'$ )；另一個( $g_2$ ) 單獨照常分裂。至第四次， $g_2$  所生的子細胞中，又有一個必須失去其一部的染色體，另一個單獨作通常的分裂。此後兩個細胞在下次分裂場中，又有一個受到減少染色體的分裂，別一個仍屬通常的，他產生兩個完整的細胞作為一切生殖細胞系的始祖，潛伏在胎體的腸下，作長時間的休眠生活( $E$ )。總之：馬蠅圖的卵第一次分裂分出一個第一批外胚葉的始祖，第二次分出內胚葉，中胚葉和原口(Stomodeum)的組織的始祖；第三次分出第二批外胚葉和中胚葉的始祖；第四次分出中胚葉的始祖；然後更自己分裂一次作為全生殖細胞系的始祖，他們沒有經過減少染色質的分裂，核中具有成條的染色體。稱後者曰：『生殖細胞系』(Germen)；前者曰『軀體細胞系』(Soma) ( $F$ )。在別類動物中，是否亦和馬蠅圖中所見的相同？METCHNIKOFF 老早就注意到許多昆蟲卵之下極，常有一類特殊的卵質，組成一個小盤，以規定生殖細胞系的。『長觸蚊』(Chironomus) 在四個細胞核時期，已能指出那一個已經進入小盤裏的細胞核為生殖細胞系的始祖(HASPER, 1911)。GEIGY 新近(1931)用超紫光毀壞葉翅卵之小盤，後來得到有生殖器官而無生殖細胞的個體。此外在劍水蚤(Cyclops)上，(HAECHER, 1903, AMMA, 1911)，箭虫(Sagitta)上(ELPATIEWSKY, 1909)，兩棲類(BOUNOURE)，鳥類(RUBASCHKIN 和 DANTSCHAKOFF) 和獸類上(RUBASCHKIN) 都發見到生殖系與軀體系早期分離的事實。故目前多數的生物學家都認生殖細胞系是長生不死的，牠每代都分出一批軀體細胞以維持個體的生命。



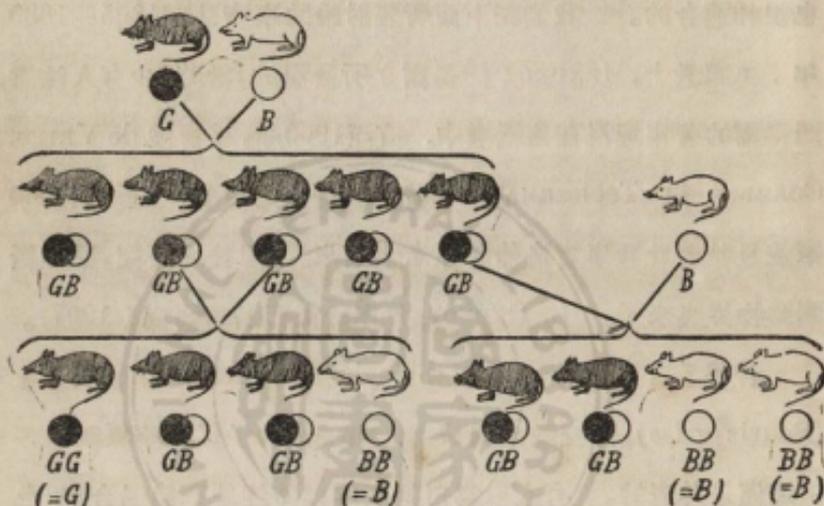
(圖16)馬蛔蟲(*Ascaris megalocephala* 單價的亞種)減少染色質的分裂和生殖細胞系與軀體細胞系的分離: A, 兩個細胞時期, 由兩極上看去的形狀; B, 中期的現象; C, 四個細胞的時期; D, 第三次分裂;  $S_1$  和  $S_2$  兩個由頂上看的後期圖形, 粒狀染色體(m)明白可數;  $g_1$ , 為後期,  $g_2$  為未經減少染色質分裂的細胞。E, 為原腸胚; F, 表示生殖系與軀體系分離的略圖。S, 軀體系的細胞; g, 為生殖系的細胞; x, 失去的染色體; m, 為粒狀的染色體(錄自 BOVERI, 稍加改變)。

門得爾的法則——如果將兩個不同亞種的動物，互相交配，便能產生雜種。再觀察他們的遺傳性似乎很能與 WEISMANN 的理論相合。廣義的講：就是能和許多主張用物質的『特性代表子』(Particules représentatives) 來解釋遺傳現象的理論，也很相適合的。我們在下面所要討論的事實是在1865-1869年，奧國教士，MENDEL (門得爾) 所發現的，當時，少有人注意，門得爾的著作埋沒在舊紙堆中，直至1900年，重新被 de VRIES, CORRENS 和 TSCHERMAK 等發現其著作之重要，這些植物學家並且特將此類事實格外發揮光大起來。以後的研究，便推廣到動物界裏來了。L. CUÉNOT 曾作一很有名的研究 (1907)。

若將『白鼠』(Souris blanche albinos) 和『灰鼠』(Souris grise) 相交配 (圖17)，第一代的子孫完全係灰色，但這僅是外表的。有人以為白與灰兩種特性是不能混合，灰色的特性為『顯性』(Caractère dominant)，白色的特性為『隱性』(Caractère dominé 或 recessif)，這便是『顯性律』(Loi de la dominance)。

第一代所得的個體，雖然在表面看來，與通常的灰鼠完全一樣，但這祇是外表的。如果使通常的灰鼠互相交配，子孫完全是真正的灰鼠，再不能有其他的變更。如果將『灰』，『白』鼠的第一代雜種的個體——外表灰色的個體——互相交配，所產的第二代的個體，便含有灰，白二類的鼠子：其中有些與祖父相似，有些與祖母相似。更進一步，根據多次實驗的結果，

還能知道灰白兩類個體的數目是有一定的：即是四分之一白鼠，四分之三灰鼠。如果拿這些白鼠與正常的灰鼠交配，第一代的子孫將要都是灰色的；如果拿這些白鼠與雜種的灰鼠相交配，下代便能有半數灰鼠和半數白鼠（圖17）。



(圖17)門得爾的法則：此略圖上是表示白野鼠與灰野鼠相交配所得的結果。(錄自 CUÉNOT)

門得爾自己對於這種極其令人注意的事實，曾作一種合理的解釋，祇要將他稍稍變更，便很可以與 WEISMANN 的理論相適合。據門得爾的解釋，有一個規定或代表灰色的定質子 ( $G$ ) 居留在一切灰鼠的精虫或卵中；另一方面，對於白色的特性，也有一個定質子 ( $B$ )，也是存在於一切白鼠的兩性生殖細胞中。由灰，白二鼠交配後『受精卵』中所有的定質子，便是  $GB$ ，又因為  $G$  的特性是『顯性』所以在第一代的個體上  $B$  的特性，

不能表現出來。因為這樣所以第一代的個體都是灰色的。

又因「生殖質」可以繼續遺傳，所以 *GB* 這團特性仍舊存在於雜種的生殖細胞中；待到他們將來變成兩性細胞以後，*GB* 的團體便在成熟期減數分裂時，各自分散，使每個卵或精虫皆有一個 *G* 或一個 *B* 的特性，這便是：『特性分離律』(Loi de la disjonction des caractères) 我們要知道此種特性的分離完全是想像的；他所依靠的事實，祇是減少染色體 (Réduction chromatique) 的事實——即是核中減去半數的染色體<sup>①</sup>。

① 特性分離的事實所根據的條件，可以約略言之。『受精卵』(Oeuf fécondé) 的細胞核中，含着一組來自父親的染色體和一組來自母親的染色體。在許多種類——尤其是在馬蠅中，我們還可以見到這些染色體是分離的(圖9)。待第一次分裂的時候，各染色體自己分裂，每個子細胞接受到等數的父親和母親的染色體。如果我們承認染色體具有個性的理想，那末，在每次細胞分裂場中，各染色體又自行分裂并作平均的分配，結果，生物體中，一切的細胞核內皆能包含着等量的父親和母親的染色體。這樣一來，在『生殖細胞』中各個皆有半數來自父親的染色體和半數來自母親的染色體(圖8和18)。待性的成熟期將至時，許多染色體皆兩兩接合起來(這便是 Synapsis, 上文已經見過的)。那末，這兩個互相並列的染色體是具相對的特性，例如在鼠類，兩個互相並列的染色體中，一個是有白色的特性，另一個是有灰色的特性。待「減數分裂」時，這兩個暫時並列的染色體便自己分離，各入一個子細胞核中。因此可以知道：有一個子細胞接受到代表灰色性的染色體，另一個接受到代表白色性的染色體。但是各對染色體的分離的方法是不一樣的。所以在『性核』中的半數的染色體中，有些是來自父親，有些來自母親；他們兩者的數目是一點沒有定規的。其實，一個染色體中可含數百或更多的特性代表子，即 MORGAN 他們所說的『因基』(Gene)。

含白色特性的精虫數目一定要和含灰色特性的精虫數目一樣。至於在卵和極細胞中，亦是有一樣的特性的分離現象。成

熟的卵中，所含

特性的定質子，

或者是白色，或

或者是灰色，這完

全是機會上的問

題。如果將他

們互相交配，

我們便得到下列

的幾種特性的配

合。因為我們

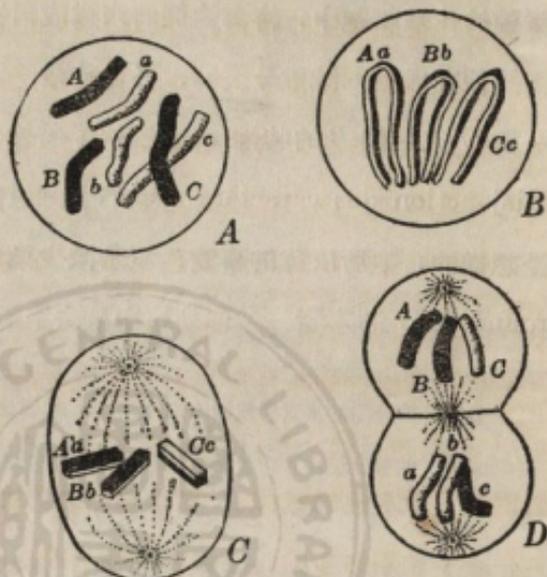
已知道在他們成

熟的生殖細胞

中，各種特性的

定質子已是彼此

分離了的。



(圖18)表示「生殖細胞」中的染色體的略圖：(A)生殖細胞中的染色體  $A, B, C$ ，假設是來自父親的染色體。 $a, b, c$ ，假設是來母親的染色體。

(B)此時六個染色體並列成三對。(C和D)表示染色體在成熟的性細胞中的分配。(錄自Cuvénor)

以上所謂特性的配合，即能用乘法表示於下：

|  |    |   |    |
|--|----|---|----|
|  | 白色 | × | 灰色 |
|  | 白色 |   | 灰色 |

---

(白色 × 白色) (白色 × 灰色) (灰色 × 白色) (灰色 × 灰色)

(I)

(II)

(III)

(IV)

以上共有四種可能的配合：(I) 依純粹的白色亞種；(II) 和 (III) 與通常灰鼠具同一的顏色，因為我們知道灰色是『顯性』。實際上他們還是雜種的個體。祇有 (IV) 是純粹的灰色亞種。總之：在第二代的個體中，一定要有四分之一白色鼠，四分之三灰色鼠，與實驗所得的結果正相符合。在另一方面，假使拿這灰色的雜種與白色的純種鼠交配，下代所得的灰鼠與白鼠的數目正與學理上所示的比例數是一樣。即是 2:2。（圖17下行右方）。

這是因為雜種的灰色鼠與白色野鼠相配，祇有二種結合的方式：（灰色×白色）和（白色×白色）。因此祇能有半數白色的個體和半數灰色的雜種。實驗的結果與理論是完全一致。

有許多相類的實驗，不論在動物界或植物界，都得到相似的結果<sup>①</sup>。兩個體互相交配的時候，不僅如上所說，止限於一種特性是依照門得爾法則，即有兩種以上的特性，亦復是如此。後一類實驗，所得的結果，與學理上所推定的結果也是正相符合。總之：門得爾的理論，雖然已能和多數動植物所得之事

① 但是還有許多複雜的事實，示明合於門得爾法則的特性，確不是絕對不移的。有時雜種中，有混合的特性——不肖似母親又不肖似父親的。例如黑雌鷄 (Poule andalouse noire) 與白色帶褐斑的雄鷄相配，所得的雜種個體係美麗的藍色。並且顯性是常常因兩性之不同而異：某種特性，如果在雄體上，係顯性，在雌體上定為隱性。有人將有角的雄綿羊 (Mouton Dorset) 與無角的雌綿羊 (Mouton Suffolk) 交配，所得的雌的雜種個體，概係有角，雌者概無角。在人類中，亦是一樣的。男子的色盲特性，祇能傳給下代的兒子。人亦能用別種道理解釋之。

實相適合，但是此外還有更多數的事實，非此理論所能完全解釋的；或者不甚相合，或者完全相反。門得爾的法則似乎祇能解釋那些因驟變而有的特性；原來這些驟變的特性彷彿多是一些例外的東西，又祇限於表面上的特性。關於驟變(Mutation)的事實，將於下篇述之。的確，在許多合於此法則的事實中，特性定質子之存在，似乎很難否認，但是一切的特性並不是都由那些卵裏能見到的定質子所代表的。

對於 WEISMANN 學說的批評——在上文對於新近最完善的遺傳理論，所以作很長的討論，因為這些根據『代表子』(Particules représentatives)的理論着實有不少的事實作他們的基礎。我們之所以歷陳這一類的事實，為的是我們想解釋許多學者為何要根據這些合於理論的事實，再作技藝式的推演。在晚近的自然科學中，這種理論所有的作用，正如在化學中原子說的作用一樣的。要知道根據許多化學家的研究結果，那些分子的基礎——原子——好像是真有其事實似的。因此，那些『特性代表子』的理論，亦同原子的理論一樣地受到許多嚴厲的批評。有許多的生物學家，簡直認他是由人類的思想中發明出來的東西；可以毫無疑義地說：這個發明的確是很技巧的，用他能夠解釋許多觀察不到的遺傳現象的究竟。但究其實際，他決不是由客觀的事實中得來的，並且還是很危險的，因為這樣的理論容易引人以主觀的見解去解釋許多極複雜的現象。

不必談到許多難於證明的設想，祇就細胞中的『定質子』

的數目論，已是很難使人相信在一個卵中，能有這樣多的定質子之存在；將來他們能在胎體中，為各種細微分化的主因。究竟由那種不可思議的機械作用，使得定質子能改變細胞原有的形狀？究竟依靠什麼力量，定質子能夠分散到他們所應到的細胞中，使能作該細胞自己分化的原因？這是因為卵核的特殊組織的關係嗎？但是沒有一個觀察能夠證明此種特殊物質的原始存在地。因此我們可以將他與『預定說』歸併一起。

更有進者，要解釋生物再生其遺失部分和無性生殖的現象 (Phénomènes de multiplication asexuée)——即沒有『生殖細胞』能生出與母體同樣的新個體——WEISMANN 自己便棄其舊日的思想，重新承認一切的『軀體細胞』(Cellules somatiques) 皆包含着全部的定質子，與兩性細胞一樣的。但是在他們中間，祇有少數或一個定質子能格外動作得厲害些，其他的定質子便處於潛伏的狀態。現在祇剩下一個疑問：何以細胞中的定質子有不同的命運？再者，WEISMANN 以前所承認的『生殖系』和『軀體系』的絕對區別，本是他的理論的柱石，現在已沒有當初那樣絕對了。這豈止一次遇到不能回答人家的駁論纔自行改正呢！其實，WEISMANN 的學說是改正而又改正，因為改正得太多，所以他亦漸漸失去了原有的堅固性了。

很多的著作家，因上面所述和其他的理由，便承認 WEISMANN 的理論和其餘類似的理論皆成爲失了根據的空談。關於此類的批評待下篇我們敘述『變化說』時再談。按反對派的

意見，以為不必在卵中追求成長個體上的特性，卵祇是一個通常的細胞，在這個細胞中，要想找各種預定的部分，是得不到結果的。實則要研究生物特性的根源，非但要從細胞精緻的組織上研究其分化的原因，並且還要注意環境的影響，如該細胞所處的位置和一切物理和化學等現象都是與該細胞將來所有特性大有關係的。近來關於環境影響的研究，各方面都有了；他們連合起來，便組成生物學中一個新式的專科，即是『生物機械學』(Biomécanique)或『發育機械學』(Mécanique de développement)。此類研究的結果，日多一日，皆能給我們解釋許多個體進化(Ontogénèse)歷程中各種現象，無需乎那些理想中的『特性代表子』們來幫助。此類研究最堪注意之點，是在於現實的條件——即細胞所有的環境的條件，如物理化學的條件等等。至於細胞團中各細胞所處的位置也是很有關係的。因此名曰：『生機說』(Théorie organiciste)。WILLAM ROUX, OSCAR HERTWIG T. LOEB, FELIX LE DANTEC 等都是此類理論的代表者。這一類的理論，當然不是和 WEISMANN 的理論一樣的，有整個的系統，預備解釋一切，但是很易引人入於迷途；這後一類學者專門在普遍的思想上用功夫，雖然還未免有空泛的氣味，但是比較上已經好得多了。

我們在上文研究多細胞動物中的接合現象(Conjugaison)，於單細胞動物中亦有之。祇是因為他們較下等，又祇有一個單獨的細胞，所以難免要有一點改變。在單細胞動物中，接合現

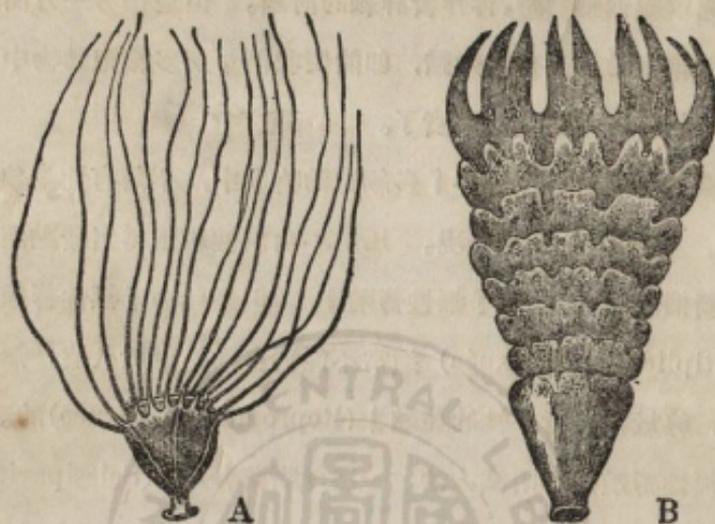
象一樣與蕃殖現象相連的。對於這一類蕃殖現象，我們待到將來研究單細胞動物時，再作較詳細的討論。但是在另一方面，有了單細胞動物接合的知識，即能使我們了解多細胞動物中受精的意義和幾種重要的事實了。

**無性蕃殖**——在許多『多細胞動物』中，不藉有性生殖的方法，也能有新個體發現。凡是不由兩性細胞為出發點而能產生新個體的，統稱為『無性蕃殖』。但是此種『無性蕃殖』(Multiplication asexuée) 通常不能獨自延長至於久遠；無論如何，終於需要行『性的生殖』(Reproduction sexuée)的。

無性蕃殖能有兩種方法：一曰：『斷落蕃殖』(Scissiparité)，一曰：『芽體蕃殖』(或瘤體生殖)(Bourgeonnement 或 Gemmiparité)。

**A. 斷落蕃殖**——原來的個體自己斷成二段或多段，各段漸漸再生其缺失的器官，而成為新個體。有些『海百合』『水螅』和『珊瑚』等，都能作縱面的斷落。水母的發育史是大家都知道的。『水母類』正是表示斷落蕃殖的好例子。由水母所產的卵，發育成類似水螅的『基水母』(Scyphistome) (圖19, A)，在其頂端開一口，口旁繞生觸肢；身體漸漸伸長，不久便在腰部自生許多橫縱紋；久而久之，各橫縱陷入愈深，變成許多盆形體，終乃成為多數重疊的小盆，祇有一小柄，使他們互相聯絡，這便是『水母疊生體』(Strobile) (圖19, B)。此後，各盆自己漸次分離，便成為自由生活的『水母』。這樣的幼

年水母祇要經過幾許的變化，即能成爲成長的水母。



(圖 19) A. 基水母；B, 水母疊生體，各段皆能長成小水母以蕃殖基族系。(再看 186 圖)

在環蟲<sup>①</sup>類中，也有同樣的事實。他們的環節能發生深刻的變形，甚至亦能由此生出新頭(圖20)；頭頂上有一小柄與前節相連；待小柄折斷之後，原有的母體便分成許多段落，各段落便是一個新個體的出發點，他們能自由生活，將來或發生有性的生殖，或繼續作『無性的蕃殖』。

B. 芽體蕃殖——在淡水中有一種常見的水螅：一種是褐色的，名曰：『褐水螅』；另一種係綠色的，名曰：『青水

<sup>①</sup> 以遺『圓』專名蠕形動物門中的蟲；以『蟲』字專名節肢動物門中的蟲；以『虫』字名單細胞動物中之蟲。這樣能免去許多清泥的弊病。

螳」，都是在池沼中的水生植物的莖葉上生活。他們的確可以作芽體蕃殖的好例子(圖21)。在母體腰部以下，起初是略現凸起，此種凸起的來源，不是由體壁某部增厚的結果，乃是體壁向外突出的關係。在這凸起的中部有一小腔，與母體的消化腔相通。後來凸起漸漸長大，便成爲一個芽蕾似的東西，便名曰：『芽體』(Bourgeon)。待長大到某種限度的時候，便在其頂端外開一口，并在口之四周，發現觸肢。現在這個『芽體』已具新個體形態了，我們給他一個特殊的名稱曰：『仔動物』(Blastozoides)。這『仔動物』不久即離開母體自由生活，將來或更由『芽體蕃殖』，或由『有性生殖』，以蕃殖其種類。



(圖20) 一種環圓  
(*Autolytus cornutus*) 正值斷落蕃殖的時期。<sup>2</sup>,  
<sup>3</sup> 兩處已有新頭，不久將離母體而去。

有時那些已成的『仔動物』不能即時就與母體分離。例如在營養富足的環境中，所生長的水螳(圖21, D)，我們能將他移殖於玻璃罇中。在該罇的淡水中，若有流通的空氣并給以充分食餌——最好是池沼中許多細小的甲殼類，他們便能很迅速地，作芽體的蕃殖，但是所生的『仔動物』因爲養料充分的緣故，便不與母體分離。於是各個體雖然單獨營生，但是他們的消化腔仍是彼此溝通的。此後再繼續作芽體的蕃殖，甚至『仔

動物」們又開始產生第二代的幼水螅；結果成爲一極複雜的團體，稱曰：「羣體」(Colonie)。羣體中一切個體都是由芽體分生出來的，他們的身體上的物質是互相聯絡的。



一般水螅 (Hydra) 沒有  
 右圖般的群  
 生羣生的只有  
 budding reproduction  
 且亦得很快  
 且體脫離的！  
 且Dobson tentacle  
 可能會有那  
 多的(10)一般即  
 是6~7~8左右

(圖21) 淡水螅芽體蕃殖的狀態：A, 青水螅 (*Hydra viridis*) 固定在水萍葉之下面，附有一個仔動物(2)和一個正在生長的芽體(1)；B, 一個已長成的幼水螅，將與母體分離；C, 褐水螅 (*Hydra oligactis*=*H. fusca*) 的觸肢正在完全伸展狀態；D, 另一個褐水螅的祖孫三代同棲之羣體。

此種幼體不與母體分離的事實，在淡水螭中，固是例外，不常有的，但是在大部分其他的水螭類中，確是常見的：在後一類的動物上，芽體的生殖是非常迅速，『仔動物』非但不與母體分離，並且他們自己也能生長下代的幼水螭，最後演成多數的個體圍集一處，組成羣體；但是羣體中各個體，仍是各自營生。以上所述的那種『羣體』的樣式，非但在大部的水螭類 (Hydroïdes) 中是如此，就是其餘的許多固定生活的動物羣體，(如珊瑚類，苔蘚園類，被囊類等) 和飄浮生活的動物羣體 (如管水母類 Siphonophore) 都是如此。

我們將來還能見到芽體蕃殖的方法與增進動物組織的場合，也是很有關係的，例如在蠕形動物門，節肢動物門等，他們的身體都由許多環節集合而成的，這些環節亦是由芽體蕃殖法的次序增加。若追究他們最初的形狀，確是祇有一個原有的環節，他是由卵直接發育而成的。所以現在我們應當區別出原有的個體和後生的『仔動物』蠕形動物整個的身體，無論在發育的次序上講，或在他的結構上講，都是和『水螭』的羣體一樣的。因此園類的身體便有羣體的性質了。

有性生殖和無性蕃殖的比較——我們當注意在多細胞動物中，有兩種產生新個體的方法，這便是『有性生殖』和『無性蕃殖』。

有性生殖的確是生物真正的出發點。這裏必定經過受精的現象，必須有精虫與卵接合的動作，此後由『受精卵』能發育

成一個新的個體，他與父母皆沒有直接連續的關係。這新個體自有他的新個性，原由父母的遺傳物質連合而生的。論到這新個體內所有的生殖質，既不與父的相同，又不與母的相類，他是由父母的生殖質混合而成的一種新式的生殖質。

反過來，在『無性蕃殖』場中，簡直是沒有產生什麼新的東西，這祇是由母體分成若干段落，使其善於適應環境就完了。凡由分離的部分所長成的生物，祇能說他是『個體』(Individus) 不能說他是正式的新生物。

## 再 生

什麼叫作『再生』(Régénération)?

這是一個很老的名詞，專名動植物在生存場中，遇到傷損之後，自己能重生其殘缺部分。誰都知道，將蚯蚓截成頭，尾二段，將來有頭的段落重新增生尾部；有尾的一段，重新增長頭部；不久，即成爲兩個新蚯蚓。所以再生與無性蕃殖是有連帶的關係。再生的事實雖知道很久了，但用實驗和分析的方法，作有系統的研究，仍屬晚近科學界的產品。又可以說：這是二十世紀初期的工作。目前各方學者，對於這門研究，都非常注意，專書也不知有多少，完全是因爲這是一種助人了解生物形狀何以能發生，組織何以能分化的一條路徑。目前雖不能說出最後的結論，但已有許多新發現的事實，很值得我們留意的。我們站在動物學的立場上，祇能敘述各類動物再生的能力有強弱，

關於生理一方面，是無法兼顧的；又為篇幅所限，敘述也不得不十分簡略。

**細胞和單細胞動物的再生**——多細胞動物的細胞，受到機械的傷損，祇要是具有細胞核的部分，總有再生之望，這是和單細胞動物上所見的一個樣子。神經細胞，雖說分化到極點，但是他的神經纖維，亦有再生的可能性；其他分化得不十分厲害的細胞，再生力當更加強大。

單細胞動物再生的研究，種類極多。細胞核是十二分必要的：無論在太陽虫，放射虫，鞭毛虫，簇虫，變形虫，纖毛虫中，都是一樣地不可缺少。但在纖毛虫類，問題比較複雜。這動物常有一個大核，一個小核。D. B. YOUNG (1922) 認一部分的大核是再生不可少的，但小核可以沒有。W. S. DEMBOWSKA (1925)，卻以為要使 *Uronychia transfuga* 再生，小核是絕對不可少的。講到再生的法式，大約可分二種：(一)在複毛虫類 (*Hypotriches*)，(如 *Uronychia* 或 *Stylonychia*)，再生以前，必將舊有的部分重新改組：全體收縮成圓球形，毛先全部消失，而後再生新毛；(二)在另一類的纖毛虫 (如喇叭虫) 類，祇再生其殘缺部分，舊有的器官仍是照舊存在，沒有改組的現象。喇叭虫的細胞核構造極特別(看單細胞動物)，祇須極小的一部分 (全體  $1/70$ )，就能再生成一整個個體。

**卵和胎兒的再生**——一個卵是否祇能形成一個胎兒？這是發生學上一個極大的難題，至今纔稍稍有相當的解決。有一

類的卵(如海鞘類, 櫛水母, 軟體動物……)祇能成功為一個胎體, 若將卵質取去一部, 將來的胎兒, 即現殘缺不全; 如使最初的兩個分裂球隔離開, 使其各自發育, 將來每個祇能成為半個胎兒。這便是『鑲嵌的卵』(Oeuf Mosaïque)。另一類的卵(如腔腸動物, 棘皮動物, 蛞蝓魚類, 兩棲類……)雖失去一塊卵質, 但是仍能發育成完整的胎兒; 有人在兩個或四個細胞的時期, 將各分裂球分離, 將來每一分裂球都能成為一個完整而身材較小的胎體。我們非但能使這後一類卵變成一個以上的胎兒, 而且還能用人工的方法, 使兩個以上的卵, 互相接合, 長成一個身材巨大的胎兒。這些實驗的事實, 都能證明這後一類卵的再生力, 和屈柔性較強大, 而且保持得較悠久。至於前一類的卵, 一經受精, 其內部物質即有固定的位置, 不能轉移, 不能再生; 但在受精以前, 則再生的力量必較受精後強大, 有時一個斷片亦能接受精虫, 亦能發育成完整的胎體(在 *Dentium* 和 *Chaetopterus*, E. B. WILSON, 1904-1929)。新近(1932) DALCQ 將海鞘類的卵, 切成斷片, 使其受精, 發育, 他常得到不完整的胎兒; 所以這個比國的學者直認海鞘 (*Ascidella aspersa*) 的卵, 在未受精前, 已有兩邊對稱的圖形。

關於胎兒再生的研究, 美國的學者(如 R. G. HARRISON 及其門徒)做得很多。他們時常將胎兒上某部組織截去, 而觀察其再生狀態, 或拿這截下的組織, 移栽到別的胎體上去, 再觀察其變化。我們在此地祇舉一個生腳的例子。這就是 HAR-

RISON 於一種有尾兩棲類 (*Amblystoma punctatum*) 的胎兒所作的實驗。他拿神經溝已關閉，尾部剛起首伸長，而腳尚未顯出（不過已經可以預測其發生的地點）的胎兒，假使取下這個將來形成前腳的組織而移栽到別一個同年齡的胎體的腰部上去，將來這塊外來的組織能在被栽移的個體的腰上，長出完整的前腳來；在原来的胎體上，便缺少這一隻腳；假使祇移去半份成腳的組織，而留半份於原来的胎體上，則將來兩方都有完整的前腳。假使在一個胎兒的腰部，同時緊靠着栽上兩整塊生腳的組織，將來他們能互相合併，互相合作，共同形成一隻完整的前腳。類此移栽的實驗，在胎兒的眼，耳，鼻，鰓，心臟，尾上都曾做過，可以令人感覺得胎兒的各種器官沒有成形以前，便已固定（時間是有限制的），他的再生的能力，完全根據發育的年齡而變的：年齡愈幼，則再生力量愈強，愈老大則愈微弱。這樣的現象，不僅能見之於成長的個體，即在全部的動物界中，我們將來也會知道動物愈下等，則其再生的力量愈大，愈高等，則再生愈不容易。

海綿的再生——海綿無固定的形狀，為多細胞動物之下等者，他的再生能力最強。一極小片的海綿，在適當的環境中，都能再生成一長大的個體。DELAGE (1892) 看到兩個海綿的胎體，假使固着在一個地點，他們即能合作，長成一個體。我們亦能將整塊的海綿切成粉碎，研成粉糊狀，再使他瀘過細布的孔眼，以後任其自然，將來各個細小的細胞團仍能長成一個

通常的個體。H. V. WILSON (1907) 曾用 *Microciona prolifera* 做過實驗；K. MÜLLER (1911) 曾用淡水海綿做過實驗；T. S. HUXLEY (1921) 曾用石灰質海綿做過實驗。

**腔腸動物的再生**——這類動物的再生力也很厲害。因為他們有一定的形狀，身體已有中軸，故再生的力量在沿中軸的部份較強，離中軸處，則較弱。淡水螅的再生力是最令人驚奇的。一個極小段的身體都能長成完全的新生物，一個單獨的觸肢，雖不能形成完全的個體，但祇要附有一小塊口邊的組織，即有完成全部的可能。假使將他的前端裂開，將來即能形成二頭一體的人造畸形的怪物(圖22, A)。其他海產的水螅和水母亦有極大的再生力。海葵祇須一極少的部分，不論來自身體何部，祇要他具有一點根腳和體壁的組織，都能長成完整的個體。櫛水母卵的再生力雖極弱，但是成長的個體亦不無有幾分再生的能力。

**蠕形動物的再生**——這門動物的再生力極不一致：扁圓，蘇苔圓，環節圓的再生力還是很強，至於圓圓類，車輪圓便弱小得異常了。渦圓的再生力也是人所熟知的。淡水中有些片蛭 (*Planaria*) 能自斷其體以蕃其種族。他的身體上任何部分的斷片，都有全部的再生力：缺頭的段落，就新生頭部，缺尾的段落，重長尾部；頭尾皆缺的段落，則頭尾同時長出(圖22, B)。

**紐圓**(看中册各論)的再生力亦極強盛，與片蛭相彷彿。他的身體上，無論那一小段都能再生成完整的個體。但是腦神

經結以前或以後（無感覺器官）的部分，卻無再生的能力；祇要有頭和頭後的感覺器官而無一點消化管的斷片，仍能再生成整個的個體。但這類動物中的再生能力常因種類而略有變更。最富再生力的莫如羣紐圓（*Lineus sociolis*），全體長可 10 釐米，我們可以將他橫切成近百數的斷片，幾星期後，各段都能成爲新個體。既經再生的新圓，還能將他切成更小的斷片——幾乎祇有顯微鏡能見的斷片，他們仍能成爲一個細小而完全的紐圓，其身材有祇等於原來母體二十萬分之一的（看 COE. 1930）。

環圓類的再生力通常亦算是很強的。惟在水蛭類中，卻是極其微弱。如切去螞蝗的前部，傷痕雖能結疤，切去其後部，能重新構造肛門，但都無產生新環節的可能。在貧毛類，如蚯蚓，再生的研究是非常多的。他有時自作無性蕃殖，故其再生能力亦極盛。若切斷其體之前部，即能重生新頭以補其缺。這再生頭部之能力，到身體後半段（或最後的  $\frac{1}{2}$  或  $\frac{1}{3}$ ）便漸漸減少，甚至完全沒有。至於再生尾部的能力，能延至身體中部的環節，有時這新生的尾部，能有畸形的發現。MÜLLER (1908) 曾作一個驚人的實驗。他在一種蚯蚓（*Lumbriculus variegatus*）的中部，取出一很小的段落，有時甚至止有一個環節，還能够在前方再生新頭，後方同時新生尾部（圖 22, C）。HESCHELER (1896-1899) 和 T. H. MORGAN (1895-1899) 的研究也是很卓著的。他們用另一種蚯蚓（*Allolobophora foetida*）研究，都以爲祇有第十五節以前的環節，纔能有再生頭的能力；第十九或

第二十節以後，纔能再生尾部，但新生的尾亦有畸形的。身體前部如分離了，本亦能再生尾部，但此再生作用必在第十三節以後纔有可能——有時還要到三十節以後纔能發現。有些動物 (*Allolobophora terrestris*) 前部的再生動作能够整年都有，而後部的再生力則限於夏季 (ABELOOS 和 AVEL, 1928)。多毛類中的動物再生力，常有變更，普通後部再生力比較容易，頭部較難。但是 *Otenodrilus monostylos*，祇要有一個身體中部的環節，便能再生成整個的新個體。無性生殖亦是這動物所常常有的。

**軟體動物的再生**——軟體動物的再生能力雖弱於環圓類和貧毛類。但是腹足類的腹足和頭足類的頭足斷去後都能再生；腹足類的頭和頭上的觸肢以及外套膜與殼都能再生。雙殼類的鰓亦能再生。在數百年前就有人知道蝸牛能再生新頭。

**節肢動物的再生**——節肢動物的再生力更弱：祇有觸角，眼，脚，鰓，咀嚼器等斷去後可以再生，身體後部的環節，即偶有再生的事實，但屬少數。再生的作用祇於可以脫皮的動物上稍稍表現。所以變態完全的成蟲便無再生新脚之可能。在甲殼類和變態尙未完全的昆蟲，其再生力與脫皮的動作相始終。幼蟲的再生力通常較強，蜉蝣的幼蟲能再生其身體後部的環節（二或三節）。甲殼類，多足類，昆蟲類，蜘蛛類常有因神經反應而自斷其肢的動作 (Autotomie)。如此斷落的節肢，未必都能再生；有時不能自落的脚也有再生的能力。新生的脚常在下次脫皮的時候表現，其形較小；祇有待到再下一次脫皮後，他的身

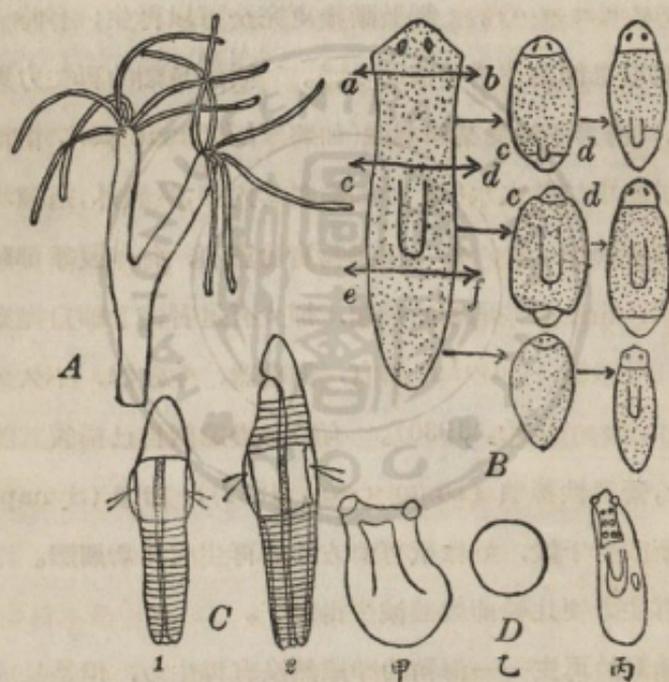
材纔能與原有的相等。

**棘皮動物的再生**——這類動物的卵和胎體的再生力頗強，成長個體上所損失的部分，亦多能再生。海百合的觸肢斷去後，可以重長；祇要有兩根以上的觸肢和一部分中軀的組織，即能再生成完整的個體 (REICHENSPERGER, 1912)。海星的再生力極強，有些種類能分裂其身體成爲二半作無性蕃殖 (如 *Sclerasterias*, *Asterias*……)。觸肢斷後更完全可以再生；有時一個單獨的觸肢也能再生爲整個的身體。<sup>bit the star</sup> **陽遂足類的再生力**與海星相似。海參不但受某種刺激 (如將 *Holothuria poli*, 由海底取出置於船中較熱之水中，他即盡棄其內臟，於體外，這種現象我們在地中海岸 Sète 的海濱動物實驗室裏，每年夏季都時常可以見到，但是有些同屬的種類，卻少有這習慣) 即自拋棄其消化器，呼吸器，*CUVIER* 器官，循環器，生殖器，不久又能重新再生 (BERTOLINI, 1930)。有時海參還能自己橫裂其體爲二、三段，營無性蕃殖 (DEICHMANN, 1922)；肉參 (*Synapta*) 能自己斷成若干段，好像祇有前方的能再生成爲新個體。至於海膽的再生力便比較前幾類減少得多了。

**海鞘類的再生**——海鞘的卵雖然沒有再生力，但是長成的個體却能補足其殘缺的部分。通常單獨生活的海鞘，如『柱海鞘』<sup>①</sup> (*Ciona*) 其再生力總不如羣棲海鞘。柱海鞘祇能再生外

① 因形如柱得名。

套,吸水管,神經結和鰓囊。在羣棲類中如棍棒海鞘<sup>①</sup>(*Clavelina lepadiformis*)之羣棲體之某一個體的上部,能再生成整個身體。假使是幼年的個體,那麼,他祇要有一個鰓囊便能形成整個身體。他的再生方法頗特別:首先這一塊組織自己萎弱退化成小團塊,數日以後,成爲一塊幾乎未經分化的細胞團。由這小團更生出完全的個體(圖22, D)。



(圖22)A, 崎形的淡水鰓(錄自 KOLITZ); B, 片蛭 (*Planaria gonoccephala*) 截斷後再生的狀態; C, 蚯蚓 (*Lumbricus variegatus*) 的一個中節再生的狀態: (1) 斷後四十天的新個體, (2) 六十天的新個體(錄自 MÜLLER); D 棍棒海鞘的鰓囊再生的狀態:(甲)方截下的鰓囊,(乙)退化後的小團塊,(丙)新個體(錄自 DRIBSCH)。

① 因形如棍棒得名。

脊椎動物的再生——大概講來，我們可以說脊椎動物的再生力，較之缺少再生力的無脊椎動物並不稍弱。但在同一脊椎動物中，再生的能力與進化的程度適相反。魚類和兩棲類的再生力頗強，到爬蟲已經減少得多，到鳥類和獸類便微弱到極點了。另外在個體一方面說，再生的能力，多與年齡成反比：幼年總比成年或老年容易添補其殘缺的部分。及到長成的脊椎動物，無論那一部分都不能再生成整個完善的個體了。他們至多祇能再生不甚重要的器官，如魚類，兩棲類和爬蟲類的尾或尾鰭；兩棲類的鰓，感覺器官或腳等；許多下等脊椎動物的顎和鳥類之喙以及少數內部的器官。且在下文舉出幾個卓著的例子。

硬骨魚類的原胚葉 (Blastoderme) 在發育初期，彷彿有全部再生的能力，但是消失得很快 (MORGAN, 1895; LEWIS, 1912; HOADLEY, 1928)。在成長的魚類，有人已見到鱗能再生。經利彬和章韞胎新近(1932)在金魚上有很詳細的研究。鰓蓋，下顎，鬚，交接器，奇鰭，偶鰭都能再生。通常若使鰭斷後再生，必須留有一點鰭骨的基部 (NABRIT, 1929-1931)。但是楊枝魚 (*Syngnathus*) 身體後端若斷去，尾椎骨雖不再生，而尾鰭卻能復現。斑鱒身體的後部斷去，再生雖不完全，但是新的臀鰭，尾鰭都能重新生成，肛門也能再生。

關於兩棲類的再生研究特別多，而且極有趣。大家都知道有尾兩棲類（如蠑螈）和無尾兩棲類（如蛙類）的卵在兩個細胞的時代，若使其各自發育，有時可以（不是時常）得到兩個

補充  
持人類  
再生能  
亦復年  
而異  
自中  
其能力  
小的一  
台北市  
(44年)  
湖中學  
一學生  
自到  
但為真  
臂頂端  
身生出  
橫向排  
之內狀  
似許其  
去之五  
表再生

完整的胎兒；幼年胎體的再生力也頗強。變態以後，無尾兩棲類的再生力大大減少，有尾兩棲類卻仍舊保存着。蠓螈的尾部斷後都可再生，新生之尾骨也完全合規則。蛙類的蝌蚪亦能再生其殘缺的尾部。成長蠓螈的脚連肩帶都完全可以再生；新生的脚骨與從前的一樣，惟趾數或多或少。蛙類的蝌蚪可以再生其殘疾的脚，惟後肢較易於前肢。變態後的蛙類不能再生四肢，祇能添補其趾間之薄膜，雄者前脚上的傷痕處能重長舊日大趾上的厚皮（即是排泄腺）(PONSE, 1930)。蠓螈的蝌蚪長成的鰓可以再生，惟新生的鰓枝排列不如從前那樣整齊；蛙類的蝌蚪祇有外鰓能再生。蠓螈的上顎雖能再生，但其切線要在嗅覺囊以前。胎兒嘴部的再生力要比較強些。成年蠓螈的眼完全可以再生，假使將眼中之水晶體除去（或將他向後壓進後房），即能由眼簾的表皮重新生長新的水晶體。蛙類的蝌蚪尚有此能力，成長個體便已消失了。人的受精卵亦有再生現象如同性別之

爬行類的再生力微弱得多了。他們的脚已無再生的能力，祇有尾部斷去後還可以重生。對於這後一類再生的動作曾有許多的研究(SLOPOLSKY, 1922; WOODLAND, 1922; WHITE, 1925)。當蜥蜴(*Lacerta*)的尾部遇危險時能自斷落。這裏的斷痕是在兩尾椎骨中部一較不堅固的地點上（此為二半椎骨之交接點，祇有一點軟骨作為中間物）。這類斷落的地點是預定的。在牆蜥蜴(*Lacerta muralis*)上，自第五或第七尾椎骨起，一直到尾端，皆有此類特殊的裝置。鳥類和獸類的再生力則更

弱。非但長成的個體失卻四肢的再生力，連鳥類胎兒上都早已沒有了(WEBER, 1930)，但是有人說鷄的胎兒尚有再生水晶體的可能。有少數齧齒類之尾毛能自行脫落。不久落毛的尾部又死去，隨即脫落了。將來在斷痕上，能長出一極小的部分，與從前尾之末端的結構一樣。此外在鳥類，獸類或人類的身體上，祇有羽，毛，有再生的力量了。

論到再生的外部條件，和內部的原因，確是非常複雜。在此地不能再作較詳的敘述。



## 第四篇 物種和分類

無論在那個時候，人們總感覺到在許多動物中間，能夠將他們分成若干彼此有分別的物類。各類的代表與同類其他的個體是很相似的，因此就給這一類的動物一個名稱。在古代未曾有專門的自然科學家以前，那些青蛙，赤鸞，馬……等等名稱，早已存在於古人的口中了。凡是屬於同一類，同一名稱之下的動物，皆名曰：同種的動物，即所謂『物種』(Espèce)。

『物種』一語的意義，起初祇是憑依一些膚淺的觀察，迨後這些動物學家纔來作更精細，更合法的<sup>科學</sup>研究，並且將那些久經民衆所認識的物種的定義確定了；因為他們的研究更擴大，更複雜，所以使物種的數目亦較前大大的增加。

物種的思想，起初祇是建設於動物與動物間普遍的類似點上；因為有這些類似點，所以許多的動物能彼此連成一氣，但是在別類的動物，即使是很鄰近的，便不能有同樣程度的類似點了。例如，我們能夠很容易識別青蛙與紅蛙。實際上，同種動物間的類似點，並不是絕對的，亦多少有一點『個體的區別』，(Différences individuelles)；這些『個體的區別』通常是不十分重要的；由這些細小的中間性質，纔能將同種中各個體連成一氣；關於此點，下文再作更詳盡的討論。

在形態學基礎以外，物種的意義，還賴其他的研究來補其不足。一切的個體皆能產生別的新個體，同時能將他大部的『特性』(Caractères) 傳給後代；因此，後代的子孫完全成長的時候，與他的祖先能夠幾乎完全相似。以上這種祖先的特性下傳及於子孫的事實，便是通常各人所說的『遺傳』(Hérédité)，因為有遺傳的緣故，所以一切由同一祖先的系統產生的直接和間接的子孫，都能幾乎完全相似的。時常，在許多同系的祖先中間，還有一些個體上的區別；而且這些區別，正如上文所述的同種間，各類個體間的區別一樣。因此我們便要像 CUVIER 一樣，另下一個物種的定義了：一切由共同祖先所產生的個體，他們非但彼此相類似，而且類似其共同的祖先。

此外，人們都承認同種個體間的類似點是因遺傳而有的，那末，即使我們不能知道他們直接的祖先，但是可以認他們是出於共同的始祖；實際上，那些共同的始祖是生存於遠古的時代。因此，我們在上文所規定兩個物種的標準意義便互相混合起來了。

物種的意義，當然與遺傳密切的相關，遺傳是將祖先的特性固定在子孫身上，同種的個體有共同的類似點。惟子孫於接受祖先遺傳性之外，還能有其他『變異』的傾向，所以對於這一類變異問題，我們亦應加以注意的。

通常人們皆偏執地注意於上面兩個要因——遺傳和變異——中之一個，因此對於物種起原的解釋，便生出兩種反對的理

論來，這便是：『物種固定的理論』(Théorie fixiste) 和『物種變化的理論』(Théorie transformiste)。

物種固定的理論——雖然在上古和中古時代，有少數哲學家曾發出物種變化的理想，雖然在近代有許多動物學家——如 BUFFON (蒲豐)，LAMARCK (拉馬克) GEOFFROY SAINT-HILAIRE (聖希蘭) 等的努力，但是物種固定的信條，在動物學中，依然佔很大的勢力——一直延長到和我們很接近的時代為止。

按那些主張物種固定說者的意見，以爲一個物種能傳至許多代而不能生一點深刻的改變；無論現存的物種，或是過去的生物種，他們永遠是如此，始終不變；每個物種的起源皆由一種特殊的創造動作而成，根據 LINNÉ (林那) 的口吻，即是：*Species tot sunt diversæ, quot diversas formas ab initio creavit infinitum Ens*①。

個體的『變異性』(Variation) 是並不想超過於遺傳所生的固定性(Fixité)。首先，這些個體的變異都是非常輕微的，並且當每次產生新個體時，大多是逐漸消滅了去。其實，通常兩個體當互相配合以產生新生物時，他們都有將他們的『特性』傳給子孫的傾向。但是在自然界中，交配時常是偶然的遭遇，因此兩親所有的特性未必甚同，那末，這些個體的特性，便傾

① 林那主張最初的物種是由創造主創造起來的，既經造成以後，便能歷萬代而不變。

向於中間型了：舊日特殊的變異，因此便歸于烏有，而將來子孫所有的特殊性僅是些該物種原有的純粹的特性了。

實則在自然界中，產生新生物的方法頗多，兩性的配偶並不是一種萬不可少的階段，如『無性繁殖』或『單性發育』等方法皆能由一個母體產出新生物來。但這是些例外；通常一個生物經過許多代無性繁殖的世代以後，一定要回復到兩性生殖的。

由另一方面說，受精的現象，祇能在同種生物中有之。可以粗枝大略的定一個原則：即異種的動物或者不能交配，或者交配以後，不能產生後裔。

果如是，則物種的固定是很顯明的。無論經過多少時間及世代，是決不能與他種相混的。

生物的起原，既已如此，那末，自然科學家的責任是再簡單沒有了：僅將各物種的特性記錄起來，再加以名稱就算能事盡矣；再無須乎去研求物種與物種間的細小的連鎖了，因為已經承認各個物種是由創造主的志願創造出來的。其次，自然科學家的責任還須將一切的物種彙集成書以便於檢覽。他們以為這便是動物學家惟一的目的。為要使那本物種的目錄適於實用，不妨選擇一些規定各類的特性，這些特性要明顯容易認識這是最要緊的。

人為的分類法——林那的『分類法』(Systema naturæ, 1753)是根據人為的分類精神而作的，此書的最後一版——即

第十二版，是在 1766 年。林那，所擬的規定物種的方式和他的『二名命名法』(Nomenclature binaire) 以及他所規定的各大類的系統，至今變更很少（看本篇最後一節）；這本著作，在自然科學界中的功績着實是非常宏大。但是在林那的意見，分類學祇是一種為便於檢查的目錄；當時他以一種器官為分類的標準，按其所擬的標準上特點——即標準器官上的特點——而分成若干類別。他當時根據花的雌蕊和雄蕊的數目，以作植物分類學之基礎；根據心臟的結構，呼吸器官的結構和呼吸的方法等等，以作動物分類之標準。

普通稱這種分類法曰：『人爲的分類』(Systèmes artificiels)，在人爲的分類法中，人所選為標準的特性，完全是抽象的，是毫無一定的，因人而異的，換句話說：便是有若干自然科學家，即有若干數目的人為分類法。這種分類法的優點，是使人容易檢查物種的名稱<sup>①</sup>。

但是動物學終非久留於此乾枯無趣的地位：既不能令人有所理解，又不能有所比較，誠然是一種最簡陋的科學了。在『人爲的分類』當中，許多互相接近的物種，他們確乎不是絕對孤立的，而且顯有真正互相類似的特性，這些類似性且顯然是有上下次序，自簡而繁的。林那，在他最後出版的『分類學』上，亦曾將他從前過於肯定物種固定的文字刪去，反加上以下的語

<sup>①</sup> 此種方法與許多專為便利檢閱動植物名稱的書籍上，所用的『對照檢索表』(Clefs dichotomiques) 是一樣的。

句: *Natura non facit saltus, et ailleurs: toute espèce est intermediaire entre deux autres.* (物種不是絕對分離的, 而且每個物種都是他隣近二種的過渡形式)。

自然的分類法——建設『自然分類法』(*Méthode naturelle*) 的功績當歸於 *CUVIER*, 他在動物學上, 不但對於物種的思想大加改變, 即對於分類學, 也加了許多新鮮的意義。

於是舊日物種孤立的思想, 加了一個相反的新觀念, 這便是生活物間『連續的原理』(*Principe de continuité*)。同時, 這原理也是『進化學說』(*Doctrine évolutioniste*) 的基礎。

當時, *CUVIER* 雖根據這種見解, 去觀察生物形態的連續性, 然而他仍是物種固定說的信從者, 他當然相信一切的物種是各個孤立地創造起來的; 當創造主創造萬物的時候, 並不是偶然的, 或無意的動作, 乃是按照他自己的志願, 根據一定的圖形創造的。自然科學的責任, 就是要發現這創造主所根據的圖形。因此, 他對於動物的構造加以精深的研究和比較, 便創立所謂『比較解剖學』(*Anatomie comparée*)。

*CUVIER* 以為在動物構造上的特性中間, 定有各個等級: 就是其中有些特性是重要的, 他的變異可以影響到全生物, 而且是固定的, 我們能在多數的物種中, 找到這些同樣的特性。他稱為主要的特性(*Caractères dominateur*)。除去這些主要的特性以外, 還有許多不大要緊的特性, 每每因物種而異; 變異時也不能使動物構造的普通形式發生重要的變化, 這便是附屬

的特性(Caractères subordonnés)；在這後一類附屬的特性中，我們亦能同樣地設立一種次序。

這種附屬特性的原理，指示我們在分類學上用作分類標準的特性，決不是偶爾隨意採取的。主要的特性自然要作區別動物學上各大部類的標準。於是往昔純粹的人為分類，當然是不得不消滅了。在動物物種間，有一個特別的排列法，他是很精確的表示他們相互間的類似，並且是絕對完全依照造物主的意見的。這便是『自然的分類法』(Méthode naturelle)，科學的目的即是研究此種自然的次序。

現在最要緊的一件事，便是要辨別那些是真確的主要的特性。我們應該知道，此種主要特性的研究，便是許多理論的發祥地，也是許多辯論的導火線。

按 CUVIER 的意見，主要的特性是在神經系中——『這是動物運動的基礎』；他便根據神經系，將全部動物分成四門：脊椎動物，軟體動物，節肢動物，動植虫類或放射動物 (Zoo-phytes 或 Rayonnés)。他以為『這四個確是主要的圖形；一切的動物，似乎都是根據這四個圖形而創造成的』。

基本的形式確定了以後，其他的物種，便按照此自然的行列，一個，一個地排列成四個繼續不斷的連索。

在 LOUIS AGASSIZ 的著作中，也有和 CUVIER 同樣的見解。AGASSIZ (1807-1873) 也是一個主張物種固定說的代表。他以為全部過去的生物化石，和現在的生物，都是由創造

主預定的圖樣創造成的；但是這個原始的圖樣是分成數次創造，纔完全見諸事實的。古生物學指明每次創造出來的物種，是彼此連續的，是按着某種有定的次序的。我們現在要十分注意：以上所說的話，就已經含有『進化』的彩色了，但是此種進化是與『變化的進化』(Evolution transformiste)完全不同的，因為前者是主張一切的新物種是由神奇的創造力量，根據已有的圖樣創造起來的。這種說法很可以代表最近許多主張物種固定說的人們的想像。雖然有這種新奇的設想，但是對於物種起源的難題，總不能有一個合乎科學的圓滿解答。究竟那個『預定的圖樣』有什麼意義呢？當時各人都用這種玄之又玄的臆說來解釋。至於說到那種多次的創造物種問題，如果有人不承認古代有過多次或一次的『自然發生』(Génération spontanée)，那末，怎能會了解生物最初的來源呢？祇有承認遠古時代有過自然發生物種的道理，纔能解釋生物起源的難題。但是目前決沒有自然發生的事實<sup>①</sup>。

另一與此相反的見解，即主張變化說，對於生物界引起一種相反的合乎邏輯，合乎真理的說明。

物種不是孤立不變，不是由創造主手中，漸次創造出來的。  
實際上，一切的物種，都能變化，許多新物種，也是由變異過

① 腐草化螢，爛肉生蛆，乃古代陳舊的自然發生（即化生）的謬說。近代較精細的科學研究已證明目前沒有自然發生之事實。目前的生物祇能變異，祇能進化。

程中產生出來的。我們亦能作另一種說法：物種彼此遞傳，凡是同一族系中的動物，他們的形狀自然是互相連續，這種解釋的確是最合乎自然。

達爾文以前的變化說<sup>①</sup>——主張動物的形狀能夠變化的思想，在近代的科學界中，不知廢去多少力量，方得到一般人的信服，然究其淵源，他並不是當代的新奇品。常人的思想亦常被那些有族系關係的物種的殊異性所感動，逕然承認動植物的變異是可能的，並且他們都相信物種是能夠有奇異的非常的變化。在古代哲學家的著作裏和中古時代的記錄中，很能找到許多承認生物有變化性的話，並且竟有寫出生物能繼續進化的言詞。但是這僅是一些精神上的簡單見解，毫無確鑿事實為基礎。直至 BUFFON (蒲豐)，纔有真正合乎科學的生物進化的概念。蒲豐最初研究生物學時，曾一度為物種固定說的信徒，後來他研究得愈精細，愈覺得他以前思想的錯誤，便漸漸改正了。在他的『動物的自然史』(Histoire naturelle des animaux)一書中，他曾很誠懇地序述他自己的思想進化的經過；最後他竟簡明的宣布：『物種的形狀，的確不是能持久不變的，他們仍是能夠變異的，甚至還能完全因環境而改變……許多不完全的物種，太嬌嫩的物種，太遲鈍的物種，不敏捷的物種，缺少武器的物種，……有些是已經消滅，有些是將要消滅。』蒲豐在當時，

① 可參考 EDMOND PERRIER 著的：La philosophie Zoologique Avant DARWIN. (Paris, Alcan, 1884)。

已經知道生存競爭的影響，已經明白自然淘汰的能力（待後來，達爾文出，纔將自然淘汰的作用，格外看得重要）以及許多因環境和氣候的影響所生之「變異」等。蒲豐還承認新物種能因上述影響產生出來；另外他還以為：新大陸上物種的起源與舊大陸的物種是一樣，因為新大陸的物種是從前由舊大陸的物種分散出去的，後來這些新大陸的物種，能夠因新環境的影響而自己改變。就是目前的動物學家，對此事實，亦不能有別種的解釋。

拉馬克①是蒲豐的好友，又是他的直接繼承者。要說起真正創立生物變化說的始祖，便要算拉馬克了。他是第一個人，對於動物各種不同的形狀加以科學的解釋，他說：生物各代間，僅能在環境沒有重大改變時（環境是能影響於生物個體的形狀的），繼續保持其原來的狀態；目前生存着的物種，祇是一種暫時的界限，祇是一些時常受到變異的亞種或變種；各隣種間的區別，通常是很細微，很難有確當的認識。動物的身材，形狀身體各部的比例，色彩，忍耐性，壽命，敏捷，和工作等特性都是根據他們周圍環境的狀況而變更的（例如住所，位置，氣候，食料，生活習慣等）。並且生物的改變，還能與其環境的改變成正比例。由另一方面說，動物能適應於別的環境和別的习惯，以上這種適應環境的動作，且能改變動物的器官。按

① 看他的 *Philosophie zoologique* (1809). — *Histoire des animaux sans vertébrés* (1815-1822).

拉馬克的意見，習慣的影響是極大的；器官之瘦弱或發達皆緣使用與不使用所確定的；而器官之使用與否，又受動物的生活狀況所支配，因此器官使用的效果，在動物的變異中，是有莫大的關係。用進廢退

聖希蘭①與拉馬克同時，他也宣布：在自然科學上，綜合思想的必要。許多的事實好比大小不等的石塊，應當利用他們將科學的地基建築起來。他相信物種是變異的，他尤其着重在環境的影響（L'influence du milieu）能決定動物的變異。他說：『動物界祇是漸次前進而創造出系統來，這種創造的動作，完全是環境的力量』。動物受環境的影響，發生變化，但在牠們的構造上，永遠保存着一種普遍的圖樣（Plan uniforme），當時聖希蘭還相信能在一切的動物身體上，皆可找到這個普遍的圖樣；這是未免過於誇張了。（但何聖氏種立意於cell上）

因為有以上這兩個出類拔萃的哲人的努力，『變化學說』（Doctrine transformiste）能駕乎『固定學說』（Doctrine fixiste）之上，生物固定說，以貴維愛為代表。當時雙方便發生爭論。貴維愛和聖希蘭的爭論延長到二年，實在是值得紀念的。自1830—1831年，他們兩人在『法國科學院裏』作極有價

① 看他的 Anatomie philosophique(1818)—Principles de philosophie zoologique (1830) —Mémoire sur l'influence du monde ambiant pour modifier les formes animales (1831)— Etudes progressives d'un naturaliste (1835) —Notions de philosophie naturelle (1837)。

值的，劇烈的辯論，聲振全球，確乎是科學史上極重要的材料。貴維愛以其流暢筆墨，陳述他合於邏輯的推理，雖然有一部分早已有人知其錯誤，但是在表面上，似乎仍然很嚴密有條。貴維愛的方法固然誤謬已極，但是他極能根據當時已知的事實，以作綜合的研究和解釋；因此不久便將聖希蘭辯駁到無話可說，甚至使他態度變到消極為止。自從貴維愛的思想在辯論場中，得勝以後，非但在法國進化的思想完全停止發展，即在其他國家，此後二、三十年中，也是和法國一樣的停頓了。

**達爾文：物種原始**——在1859年，英國的自然科學家，達爾文（CH. DARWIN）刊布他的名著「物種原始」（中華書局有譯本）一書，在這書中，他用很斷定的形式，陳述物種變化的原因和法則。目前我們決不能承認達爾文的學說可以單獨解釋動物形狀的進化；要解釋這一類的大問題，還必須借助於拉馬克的學說。進化學說，也決不是那個英國卓著的自然科學家所單獨主倡的。我們要知道拉馬克是生在達爾文以前呢。但是達爾文的名著刊行以後，真可說是震驚一時，他的學說立即普徧於世界各國的自然科學家中，立時得到很多的信仰者。可惜當時法國的動物學界，因受貴維愛的惡影響過深，所以很難接受這個新思想，祇有等到比較晚近的時候，「變化說」（即是「進化說」祇是範圍較狹小一些罷了）的思想，纔在法國出現，迄至現在，這新思想便已戰勝一切舊思想了。

**物種思想的批評：物種的難題**——主張物種變化的人們所

設想的關於物種的意義，確與本篇開首所說的完全不同。因此我們應該首先考察剛纔所給的定義，再進一步去證明物種的具體的定義，決沒有像初次考察所定的那樣確定不移的。

物種的思想建設在下述兩個法則上：

(1) 同種的個體彼此肖似，但是各個體又有各自的個性。這些個性在每次雜交的時候必受淘汰。

(2) 雜交的動作，祇能在同種的個體上纔能夠見諸事實。

以上兩條法則真是絕對的麼？他們是否祇是解釋一些常有的事實，而不是表示一種普遍的特徵呢？這便是物種的難題上最重要的疑問。

物種的變異：變種和亞種——在相同的物種中，亦能表現兩種不同的方式：有些物種在表面看來，祇包含着幾乎同樣的個體，在這些個體中，祇有他們個體上的輕微變異。類此的物種數目極多，因此所以亦最能感動自然科學家的心理，林那的物種概念，亦是由這些事實中發生的。

但是在上述這些物種以外，還有其他的物種，他們的內部的分子不甚純粹，個體的變異又是極多，極廣闊<sup>①</sup>，如果這些變異漸漸增進，甚至在某種境況，或某種的場所中，人便能將

① 另外好像在長時間中，同一種的動物，亦能有兩種樣式體態繼續表現。他們能在某個期間內，不發生如何變異；有時忽然發生很大的變異，至於此種倏忽間的變異的原因，目前還不知道。於是人名這物種曰：Aifolée (VILMORIN) 或者說他是處於轉變的狀態底下（按 de VRIES）。

這些具某種特性的個體集合起來另成一種，名爲『變種』(Variété)。

最後，在同一變種的個體中，有交合的可能，此種交合的效果，即是使這變種的特性能夠遺傳；於是人名這變種曰：『亞種』(Race)。亞種能因氣候和其他環境的直接原因，或者是因人類選擇善種的動作而產生。總結說一句：有『自然的亞種』(Race naturelle)，例如在自然界中見到的亞種；有『人工的亞種』(Race artificielle)，例如我們家養動物的亞種等。那個產生亞種的機械作用，在家養的事實上，是最易使人捉摸得到的。人工選擇的要義，便是在於多次的雜交。許多的畜牧家時常使家畜發展他們所希望的某種特點，例如在馬中，他們有希望捷走的，有希望載重的。於是他們便在許多類的馬中，選擇其最富有他們所希望的特點者，使之交配，於是這些畜牧家選擇的良好特點，便能有機會傳到下代——甚至還有更進而改良的希望。這樣一來，人很明白地可以知道，如果在同一類中，選擇的動作能繼續到多代，定能產出新的亞種來的；將來這新亞種的家畜，便適合於某畜牧家所希望的工作，因此便生出專門適合此種工作的特性。這種畜牧家選擇良種的動作，在很久以前，人們就名之曰：『淘汰』(Selection)，人們如果真要判別此種淘汰的效驗，祇要拿英國的最適於競走的馬(Svelte pur sang anglais)與肥大善於拖物的『蒲羅馬』(Cheval boulonnais)相較，就能明白了，前者輕便善走，後者肥大有力。

還有一個久經精密研究，而又最著名的例子，莫如達爾文對於鴿子的研究了。這種鳥類是經人工養育得很久了，古代的羅馬人，養鴿的智識已經是很完備了。目前大約有一百五十變種的鴿子。這些變種皆能遺傳他們的變種特性，他們各個皆有特別的名稱。這些變種間的區別點，常常能夠與野鴿中「屬」間的區別點同樣的顯著。經過多年的勞心勞力的研究，達爾文纔證明一切的家鴿亞種是由一種野鴿——即是『野鴿』(*Columba livia*)，經過多次雜交而成的，決不是像從前人們所信的有多少家鴿的樣式，便有多少野鴿的原種。

合規的雜交是與偶然的雜交相反的，後者常在自然界中實行，他能固定物種；合規的雜交能將一個物種分成許多亞種，各個亞種皆有其特殊的性質。在每個亞種上亦能有亞種的定義，這些定義亦是由肖似點上抽出來的。因此，我們亦能說：亞種是物種中的物種。所以凡是由同種的肖似點上所得的標準，同時卻又顯出其缺點了：凡是區別同種中各亞種的特性，實與區別隣種的特性是有同樣的價值的。由另一方面說，當人考察兩類彼此分別不甚重要的個體時，專憑此種表面的特性，實在很難決定他們是兩個亞種或兩個物種。

亞種間的雜交和異種間的雜交——由雜交所得的標準，初次看來，祇要這個實驗能夠生效，好像是很能發出一個很確切，很固定的答案。然而在兩隣種的個體間，不能有交配的可能。因此雜交的動作祇能在同種內，各亞種中實行，纔能生出『亞

雜種』(Métis)來，這些子孫又在他們中間能再行配合，或者和原來的亞種配合。

但是以上這些由雜交所得的標準，並不是絕對的，因為有多數的事實能證明他決不是很普遍的：

(1) 隣種間的交配不是永遠無結果的。 異種的交配時常能產生出子孫來，人名這些子孫曰：『雜種』(Hybrides)。比方，由雌馬與雄驢交配所生的『高驢』(Mulet)，由雄馬和雌驢交配所生的『倭驢』(Bardot)。此外在植物界中，許多的園藝家們利用雜交的動作創造新形狀，這是極普遍的。就是在野生的狀態中，亦有人觀察到雜種的事實，例如在有些野雉(Faisan)和『松鷄』(Coqs de bruyère 或 Tetras)中是常常見到的。

但是我們要知道雜種除去極少數有生殖的可能，是每每沒有生殖能力的。 但這也不是絕對的。例如由狗與狼交配所產的雜種，他們能繼續作四代正常的生產；由狐(Chacal)與狗交配所產的雜種祇能繼續生產三代。

雜種的生殖力，但是也有無限制的。現在家養的牛發現於第四紀的時候，至少有四種不同的型式，而且沒有中間型，但可以視作爲一『物種』(Espèces)。此四者相互交配，並且無疑的與外來之印度種交配，於是生出現在的各種家養的亞種來。因此，他們是些真正的雜種。現在的犬，馬，他們的來源也可說與牛相同。

照此看來，雜種的蕃殖力，確有許多種不同的等級了。

(2)類此遞減的等級，亦能在同種各亞種中的交配上觀察到。通常『亞雜種』是能無限制的繼續產生子孫，但是其中亦有少數的例外；有些亞雜種的蕃殖力是很有限的；有些簡直是不能彼此交配：例如 Paraguay 地方（在南美洲）的貓和歐洲的家貓交配，不能產生小貓；實際上 Paraguay 地方的貓還是由歐洲的貓分化出去的呢；『天竺豬』已不能和他的祖先——Brésil (Apéria) 地方的同種的個體相交配了<sup>①</sup>。

(3)最後，有以回復原型的現象 (Phénomène de retour aux types primitifs) 作規定物種的最後標準。在雜種間，就是永遠能繼續生殖子孫，通常經過若干代以後，他們的後裔終於因回復兩祖親之一的原型之故，而顯現兩原種中某一種的特性。

因為在亞雜種中，也有一樣的回復原型的現象，所以這個標準也就失了他的價值了。我們使亞雜種互相交配，最後的子

① 以交配的方法來區別物種是沒有把握的：有時極相似的物種不能互相交配，有時極不相似——異種，異族，異科，異綱或異門的物種反能受精。海膽的卵能接受海百合和淡菜 (*Mytilus*) 的精虫，是人所共知的，異屬的海膽可以互相交配，異科蛙類的生殖細胞可以互相受精也是不可辯駁的事實。蠅屬 (*Molge*) 中各種個體，自己雖不能交配，但用人工受精的方法（即拿精虫與卵硬使他們合并，有時還可以鹽類刺激精虫）都可以使他們受精。BATAILLON 和朱洗(自1927—1932)已得到十二類雜種，有些雜種至今(1934)尚生活在法國 Montpellier 大學的實驗室中。有些個體已於第二年或第三年開始產卵，但卵多畸形難以受精。前年春(1932)我們曾得新鮮的雜種之卵，因雌雜種空有太大的精巢不能生產精虫（因父母染色體不能合并，成熟期分裂不合規則，精虫多中途夭折，與顯上所有的略同），故將其祖父，母兩純種的精虫使他們受精，結果，得到幾個第二代的雜種胎兒，(*Molge*

孫亦必發現兩原亞種中某一純亞種的特性。因此許多的畜牧家便不得不有另外的淘汰方法，以制止此種回復原亞種的動作，使該亞種優長的特性得以保存不變。

經過上面這許多的討論以後，總結說一句：物種的定義和亞種的定義是相互混淆的。

兩隊由同一祖先所生出的個體，如果將他們分開，移殖於兩個遠隔的地方，將來各自能成爲該地本物種的始祖，能繁殖成兩個特性不同的支派；經過長久以後，甚至兩地的子孫不能互相交配。我們便稱他們爲『亞種』，因爲我們認識他們共同的起源。但是在此共同起源之外，通常是無法可以鑑定物種了，按照物種嚴格的定義，我們就不得不將他們看作爲兩個相異的物種。達爾文曾引用一個最著名的例子，即 Madère 附近之 Parto-Santo 島上兔子的歷史。在 1418 或 1419 年，有一個西班牙人曾在該島遺棄了一隻雌兔和幾隻小兔，此後這些兔子就在該地繁殖起來，因爲該島沒有兔的敵物，以至非常繁盛。

*marmorata* ♀ × *M. cristata* ♂ 的雜種卵與 *Molge cristata* 的純種精虫交配)，祇能生活數日，即歸死亡。在蛙類上，我們曾得到多種異科的雜種（見 Tchou-Su（朱洗）的：*Etudes cytologique sur l'hybridation chez les Anoures. Arch. d'Anat. Microt.* XXVII, No. 1, 1931），其中有活至變態以後，但全屬母性與單性發育的子孫相似。今年在廣州中山大學又得到七十餘異科或異屬的雜種，他們有的祇活數天，有的能至數星期。祇有兩種雜種（*Microhyla cantonensis* ♀ × *Calophrynus pleurostygma* ♂；*Microhyla cantonensis* ♀ × *Microhyla major* ♂）達到變態以後。總之：我們覺得在異種交配時，全視精虫的前進力與卵之抵抗力強弱而定；強的精虫（如 *Pelobates* 和 *Rhacophorus*）能進入一切的蛙卵中，有時不止一個；弱的精虫（如 *Ocoidozga*）便無法達到別種卵內。但我們並不是完全否認其他的關係（朱洗）。

這樣一來，該島原是可以耕種的，後來卻因兔子過多，竟至無耕種的可能，最後乃不能不棄為荒島。1850年達爾文曾研究來自該島的兔子七頭，結果知道這些兔子的形狀與歐洲的家兔大有不同：他們的身材與家兔相比較要縮小九分之四，身體上且有許多的新特性，例如，身體各部的色彩等等。至於習性，這些兔子非常野蠻，絕不容許歐洲的家兔與他們相接近。若是撇開起原的問題，便很能認他們具有異種的特性了。

總之：新物種是能由亞種轉變成的；亞種能由同種的個體漸漸轉變，漸漸區分出來的。 這樣說法，一點也沒有什麼阻礙的地方。

即同種 → 亞種 → 新種

所以一種精密而高深的研究，便能證明以上那些關於物種變化的事實，正與『物種變化的學說』相符合。我們更應該進一步去闡明物種的變異，非但是可能，而且是確切的事實；最後還確鑿的證明，祇有『生物進化的學說』能給物種起原一個合理的解釋，至於『物種固定的空論』則必在排斥之列。

產生新物種的直接觀察——自從物種原始成為生物學中重大的難題以後，便有許多的學者，不但想闡明生物的形狀有變異的可能，而且還要進一步，證明許多的新物種是按變化說者的見解，由一種原始的祖先出發，以後漸次變化而成的，以上所說的新物種的特性是能固定和遺傳的。請看下文關於此類研究的結果。

在這裏我們祇使大家對於家養動物的變異問題作一個回憶。

在上文我們已經約略地序述過，動物的物種能根據某種機械的作用，再分成亞種，這些亞種的特性，有時因遺傳而成爲固定；但是這些變異，祇是在家養動物中，按照畜牧家的利益和希望而使之產生的。但是現在還須更進一層，去確定那些畜牧家對於動物的淘汰，不是真實的變異，畜牧家對於動物的淘汰，祇能將已有的變異，按他們的希望使其向某一方向發展罷了。至於變異的本身，是與淘汰無關；在家養的動物中，淘汰的作用雖然好像得到很重要的位置，實則家養動物之所以能變異的原因，定要歸功於環境的影響——其中尤其是充分的食料和平易的生活。家養動物所處的環境確乎是很特別，這是毫無疑義，完全由人工造成的。我們很有理由懷疑許多由家養動物的變異中，所得來的變化學說的證據。但是在另一方面，家養的動物又能給我們一個絕好的例證；使我們能明白生物的形狀在周圍環境的影響底下，是確有改變的可能性。

此外，還有許多人爲改變以外的觀察，可以免卻上述的責難，特陳述於下。

首先要說一說那些古代的研究，但是這些研究是非常有根據的，而且由法國里昂的生物學家 JORDAN 繼續研究多年，他曾在一個廣大的田園中，播種『葶藶』（*Draba verna*）的種子，葶藶原是十字花科中，身材很細小的植物。十年以後，他察覺到十數種不同的形狀，這些特性雖不十分重要，但是頗能固定，而且能夠遺傳。二十年後，便有五十種不同的形狀。三十

年後（在1784）達到二百種之多。在這樣的情境底下，怎能會不想到由一原種產生新的物種呢？<sup>①</sup>。從來有許多的學者曾作類似的觀察，其中尤以 NAEGLI (Münch, 1845) 爲最著。NAEGLI 經過三十年的長時間繼續種植以後，纔能在『一頭水蘭』（*Hieracium pilosella*）（菊科之一種）上，找到該植物形態上的進化。由一原種出發，續後每代發生變異，愈演愈明顯：起初，許多既經變異的個體，都是彼此能夠互相近似；好似能將許多中間的形狀，連成一個系索；不久之後，各個變異的團體，便彼此分開；於是，原種便分成許多分離的團體；區別各團體的特性亦能固定不變，亦能遺傳。現在這些團體，就是許多彼此分離的物種。三十年後，可以認出二千八百種之多。

近來 de VRIES 於同一個方向，研究『堇菜』（*Viola*）；其結果亦和草薺的研究同樣地證明原種能分成更小的二等物種。最後，他又研究『月見草』（*Oenothera lamarckiana*），發現新生物種的事實。其序述極爲詳細，對於這個最後的觀察，我們待下文再行討論和批評，因爲他們能夠引出很普遍的結論。

對於以上這些研究，當然不能否認他們的優點，但是也不應

① 要曉得 JORDAN 原是相信物種固定不變的人，所以他的結論自然與我們所說的不同。按他的意見，這些物種原來是存在的，祇因代表各物種的個體的數目太少，所以當初令人觀察不到；種植的動作，祇是使這些已有的個體繁殖起來，以致代表各物種的個體愈多，愈易令人識別。林那所認的物種，應該要再分成更小的物種，這後一類的物種，亦是固定不變的，此即 JORDAN 種物 (*Espèces jordaniennes*)。

過分誇張他們的重要纔好。首先我們應該知道以上這些變化是非常細微的；許多主張物種固定的人們或者能夠否認他們有物種的真價值：他們以為這不是物種，祇是一些自然的亞種，并且此類亞種發現的觀察，還給我們指明亞種變異的範圍，以一種為限，這是大家所公認的①。

另一方面言之，以上所說的許多變異，好像對於主要的個體生命的動作，是一點沒有用處的，所以有人說，這是『裝飾的特性』(Caractères ornementaux)，這些特性對於保存生命和維持生命的大部分光陰中，是一點也不能有什麼作用的。

在進化的理論上，所設想的變異，除開以上所說的那些無關緊要的變異以外。還有別的更關重要的變異。動物中的研究，不但給我們指明許多關於裝飾的形狀，有各色各樣的不同；而且還能證明生物因他們所據的住所，食料……之不同，亦能生出許多繼續前進的適應新環境的改變，這種變異常常是很完善的。因此我們便可設想目前各種形狀不同的動物間的系統上的連鎖為如何了。我們很明白地可以知道，如此的變異是不能在實驗場中，直接觀察得到的。此類變異的主要的原動力，不是人類可以主宰的，乃是『時間』的關係。此類的變異確是非常

① 我們還要加上去說：至少在以上所指的兩件事實上，有許多特殊的情況，使人不能由該事實中，抽出普遍的結論。『一頭水蘭』(*Hieracium pilosella*)單性發育幾乎成為常規；『茅藍』則在花瓣展開以前，實行自花受精的動作。所以這兩種植物皆不能有他花受精的事實。因此他們也不儘顯出因雜交而固定的特性。但是在大多數植物上，雜交是很普遍的事實。

緩慢，所需的時間，非但要超過人類的生命或者比全人類的歷史都還要更長些呢！

因此，我們祇有由間接的方法，研究這個緩慢變異的難題。而且這也是常常用於證明大部分科學上的學理的。如果我們認為祇有『變化學說』(Doctrine transformiste) 能夠合於大部已知的事實，則確實的證據是很容易求得的。

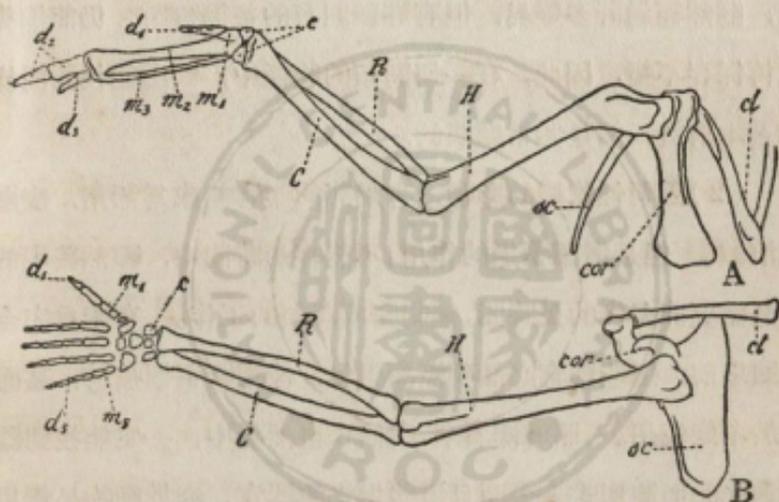
一切證明變化學說的事實，可以將他們歸納為下列三類，即是比較解剖學上的證據，古生物學上的證據，和發生學上的證據。

比較解剖學上的證據——(1)當我們在同一類動物中，作比較的研究，便能覺到該類動物體的構造皆是按着某種普遍的樣式。同類的器官能在一切的個體上發現，並且這些器官在各個體上，還是處於同樣的情況，具同樣的組織，佔同樣的位置。貴維愛對於這種普遍的樣式，便早已很明白了。尤以聖希蘭特別注意此種事實，并根據這事實，建設他的『結構單位』(Unité de plan de composition) 的理論<sup>①</sup>。

請看許多具有脊柱的動物，無論在他們中間，有如何的區別——組織上的區別，習性上的區別，或者是其他特性上的區別——大家至少也有一種普遍的構造。無論他們的器官有發達。

<sup>①</sup> 聖希蘭曾將這種普遍的樣式推演到一切動物界裏去；他想在一切動物中，找某類普遍的器官。這未免過於誇張，而且很難得人贊同的。但是他的立意確有存在的價值，因為這一類公有的樣式能存在於某類動物中。

萎縮，甚至至消滅，種種的不同；無論那些器官的作用如何改變——或甚至於成為相反的作用<sup>①</sup>；然而基本的樣式是不變的，各部的位位置仍舊是彼此相似的（圖23）。這樣一來，在同種的動物中，無論能顯現出如何的變異，但是始終有一種固定不變的東西存在着，這就是器官排列的次序永久不變，簡言之：即是『器官排列性』（Connexion des organes）。聖希蘭說得



(圖23) 鳥翼(A)與人的前肢(B)的比較：cl, 鎖骨；cor, 烏喙骨；sc, 肩胛骨；H, 臂骨；R, 尺骨；C, 橈骨；c, 腕骨； $m_1 - m_5$  掌骨； $d_1 - d_5$ , 指骨。

① 在動物界中，動作的改變是常有的事：我們祇要在脊椎動物的前肢上，作個比較，就能明白此理了：該類動物的前肢有行走，奔走，飛翔，游泳，掘物等等不同的運用，但是他們皆由同一種基本的樣式造成的（圖23）。此外如魚類的鰓骨，在空氣中生活的脊椎動物內，亦可找到，不過在這些動物上他的作用已與前者不同：有一部的鰓骨變成舌骨，其餘則被耳所包裹，專門適應於聽覺，組成一組的小骨。所謂聖希蘭的『作用與器官無關』的原理，便是以上這許多事實的提要。

好：器官能變壞，能瘦弱，能消滅，但是很難轉移他們原來的位置。這便是器官排列的原理，即是比較解剖學上的基礎<sup>①</sup>。

以上這種普遍的樣式，原來是物種固定說者認為一種不變的界限，但亦能由變化學說去解釋的，並且這後一類的解釋，更加簡單明瞭且非常有次序。

實際上，如果許多不同的物種，確能彼此互相下傳的話，那末，雖然經過許多變異，但有那種固有的普遍痕跡，仍能依靠遺傳保存不變，因此，在一切同類的物種中，到處能找到同樣的基本構造，這是非常顯明的。

(2) 因習性改變的影響，有幾許的器官能成為無用，瘦弱，或消滅。但是這種萎退的作用，不能在短時間中，驟然發現的，乃是需要許多代的長時間，纔能完成此類的工作。在未會完全消滅以前，這些器官必然要漸漸退化；後來祇留個痕跡，甚而至於不能使用。照這樣看來，我們在自然界中，一定能找到器官退化的過渡形式——而且這些退化的器官，對於動物是無用的；如果用『變化說』的口調來說：這些器官是已臨消滅的時候了。其實，在動物界中，『萎退的器官』(Organes rudimentaires) 確是很常見的，茲將幾個最常見的例子記在下面。

① 根據器官排列的原理，凡是按同樣的方法排列和組織的器官，皆稱作『同原的器官』(Organes homologues)。至於他們的作用之同異與否，是不關緊要的(例如鳥翼與人的前肢)。反過來，凡是具同樣作用器官，而無同樣的構造，皆名曰：『類似的器官』(Organes analogues)(例如：海膽的石灰板，和軟體動物的外殼等)。

每隻豬脚皆有四趾（圖24），祇有中間二趾着地，兩旁二趾較小，從不與地相接，是無用的；但是他們的構造仍舊是很完全的。此外在幾種反芻類類中，也能找到同樣的情形，就是他們亦有四個完全發達的足趾，兩個較小的，從不與地接近的（圖27 A）；但這後一個例子較前者卻更明顯得多了，若將反芻類中作一個系統的比較研究，便能一步一步地觀察到兩旁二小趾自退化以至於完全消滅間一切過渡的形狀（圖27）。



(圖24)豬脚：C，腓骨；  
R，脛骨；c，跗骨；m，  
趾骨；II, III, IV, V, 足  
趾。

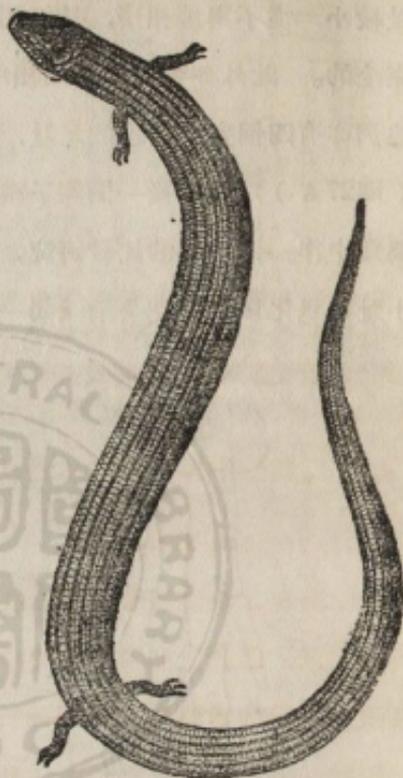
(圖25)馬脚：在圖上可  
以見兩個趾骨退化的痕跡  
(m)。

在馬脚上雖然祇有一個腳趾，但是在蹠骨的後面，我們同樣地能夠找到兩條細長骨頭，與該蹠骨相密接，有時甚至癒合一處；這二小骨不是別的，乃是兩旁兩根已臻消滅了蹠骨，所

遺留下的痕跡（圖25，*m*）。

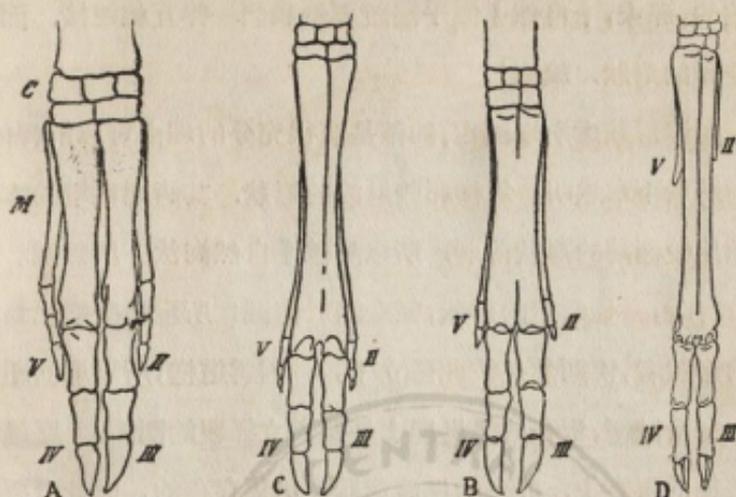
有些蜥蜴類（圖26），他皆有纖小的四肢，毫無一點用處，這便是快要消滅的器官，該動物完全賴其身體的屈曲動作而運動。

某種蛇蜥(*Anguis*)已經沒有可以看見的四肢，但究其實，他的四肢隱藏在肌肉中，解剖時仍可以找到相當的肢骨。而在大多數的蛇類中，已竟沒有四肢全部的痕跡；祇有在「蟒」(*Boas*)和蟒蛇(*Python*)上，還有很小的基骨和後肢的痕跡，這種細微的骨骼是完全藏在體內的，祇有那後肢頂端的腳爪在肛門的兩旁顯露着。



(圖26) 萎脚蜥：〔*Chalcides* (*Seps*) *tridactylus*〕，這是四脚最退化的蜥蜴。

以上這些萎退器官的存在，的確是變化學說中一種真實的證據。究其實，在生物進化場中，像以上這些萎退器官存在的事實，是不能沒有的。至於物種固定說的理論，祇能使這些事實格外弄得曖昧難明罷了。



(圖27)反芻類中兩側趾消滅的過渡形狀：A，古鵝 (*Hyaemochus aquaticus*) 的；B，鰻的；C，鹿的；D，小羊的。C，趾骨；M，附骨；II, III, IV, V, 趾之號數。

(3) 最後，我們還要知道，在目前的自然界中，確有許多過渡的形狀，賴此，能將各大類中之物種，彼此連綴起來。這也是進化學說的重要根據。我們在上文，已經說過幾種進化的過渡形狀，例如：在反芻類中，足趾萎退消滅的各連續的階級(圖27)，具有小腳的蜥蜴的連鎖。此外，我們還可以找出其他許多例子：外殼不完全的龜是正式龜類的過渡型。『鴨獺』是爬行動物與獸類兩者間的連鎖……等等。有了這些過渡的形狀，實在可以使我們作下列的解釋：這些過渡的形狀是表示動物的進化 有各種連續的階級。

講到這裏，便生出一種非難：爲什麼不能有更多的過渡形狀呢？怎樣會有彼此顯然有分別的物種呢？如果進化的理論是

真確的，那末，『自然』似乎應該要給我們一律互相連接，而不相分離的形狀，纔對！

過渡形狀之所以滅亡，的確是有很充分的理由可以解釋的：我們將於下章述明，怎樣那些過渡的形狀，其適應環境的本能，必然比較極端的形狀薄弱，所以易被『自然淘汰』所毀滅。

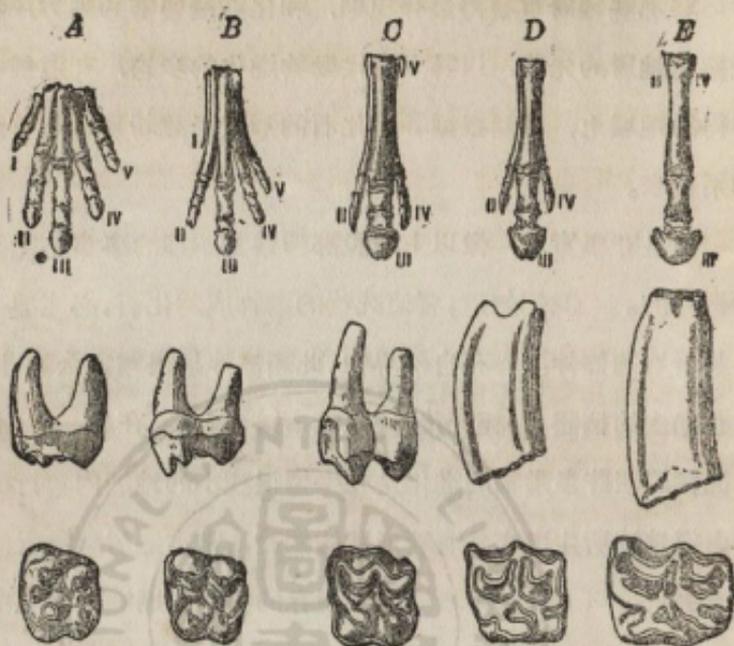
有時，一切過渡的形狀，完全歸於消滅；所以那些變化到極端的形狀者，便顯然是彼此孤立了。因為這樣，所以馬的祖先已經完全滅絕，現在的『馬屬』是個孤立無親的團體。反過來，在普遍的事實上，許多的過渡形狀，仍舊存在的，因此祇要用比較解剖學的研究，便能將各類動物的進化形狀，按先後次序，列成行伍，或者為使人們格外明白起見，還能組成『系統樹』（Arbre généalogique）將他表示出來。

古生物學上的證據——（1）如果動物的形狀，真是彼此繼續變化的，如果那些過渡的形狀，真是在進化場中，漸漸被自然淘汰所拋棄的，那末，此類已經滅亡的生物，當不是完全遺失的，至少，那些具有骨骼的動物，死後的骨骼能成為『化石』，便能長久保存其原來的形狀，供給我們以好的證據。實際上，我們在各時代的地層中，都能找到幾許古代動物遺下的痕跡（例如，螺殼，石灰板，骨骼……），甚至有時還能見到當時動物整個的模型。因此，『化石』的研究，實能使我們在古代地層中，發現許多已死的進化過渡的形狀，並且還能將過去的動物進化的步趨重新排列起來。

在那些地層重疊得最合規則，和化石最豐富的地方，我們能按諸地層的先後，以尋求古代動物進化的步趨，在這種不可多得的地域上，還能根據各層化石的形狀，重新建設起該動物的系統來。

但是在事實上，像以上所說那種確實不移的事實是完全屬於例外的。我們知道，要使死後的動物成爲化石，必定要有許多最特別的條件。在自然界中，此類條件是很難完全的，因此多數過去的個體，一經死後，便永無痕跡可考。在另一方面，我們已經證明許多動物的進化是在一個很狹小的地域內實行的，並且由這地域所生出來具有新形狀的個體，常常遷居到鄰近的地域上去。以上的話是根據幾種現存的植物和蝴蝶的研究中得來的。老實說要專依化石上的證據，證明過去的進化，這確不是一件容易的事情，首先要有人在某個地域內，作精確詳盡的研究；再則該地一切過去動物的化石，要保存得很完全方纔可以①。

① 馬的進化史，實能使人明白各類動物在進化上，所能有的各種複雜的變化。現在的馬是出源於從前五趾的馬祖〔「原蹄獸」(Phenacodus)〕；後來，這個五趾馬兩側趾漸漸退化(圖28)，就是在法國的化石中，已能找到多種進化階級的化石(如「鼠狸」「猿馬」「始新馬」「中新馬」「古馬」「馬」。但是在北美洲的地層中，新近又發現許多新的研究。該地確是馬類進化的地域。我們可以找到各種馬祖進化的階級，而且這些等級與地層的先後適相符合，因此再不能使人對於馬類漸次進化的事實，發生疑惑了。我們在歐洲所覺得的各種關於此類的化石，祇是一些從前由美洲遷移過來的馬祖的遺跡，至於當時他們旅行所過的路程是在亞，美相接的 Kamtschatka 地方，因為在那時這地方還是露出水面的。後來一切由美洲遷移過來的祖馬，都絕滅於舊大陸；後代便無可考查了。馬類中最後出現的馬屬(Equis)，原是在美洲，續後漸漸分散到舊大陸上來。最後馬屬中的個體在舊大陸上，受人類的保護，便能繼續存在，至於在他們原產地上的馬，卻歸於滅亡。所以目前美洲的馬，不是美州正統的子孫，乃是由西班牙人自歐洲轉運過去的。



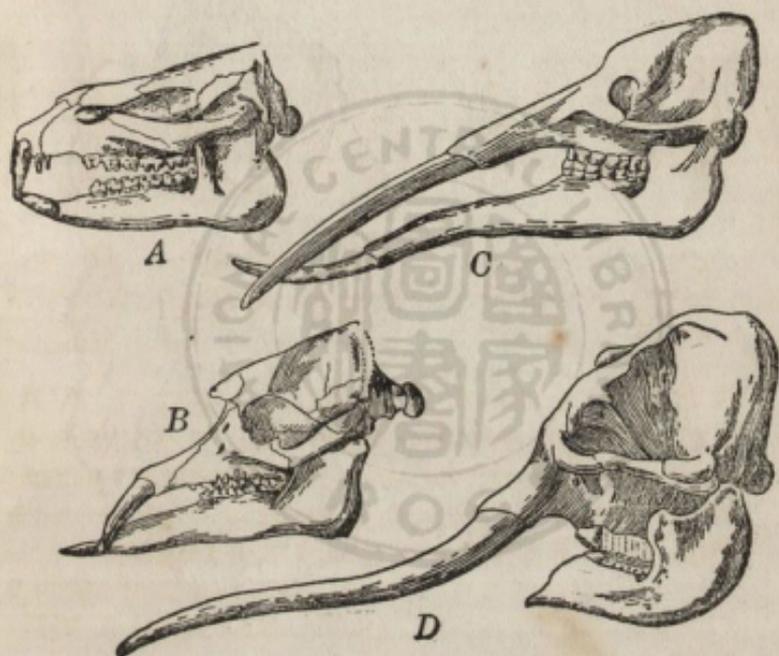
(圖28)化石中，馬科前肢和上顎白齒的進化：第一列，表示個趾的退化和中趾的發達，同時腳的全部漸漸伸長(由圖上所示的比例可知)。

第二列和第三列，表示馬齒的進化(側面和正面的形狀)馬之白齒的咀嚼面，起初係許多彼此分離的凸起，後來漸漸變成互相交通的多角形小溝；若用另一種說法，就是馬齒的生長起首是間斷的，終了是連續的。

A, 原蹄獸(始新世的下層)；B, 始新馬(始新世的上層和中層)；C, 中新馬(始新世)；D, 古馬(中新世上層和鮮新世)；E, 馬(現生代和現代)。(錄自 GAUDRY 和 BOGLE)

古生物學中的證據大多是殘缺不十分完全的，有時祇有能在化石中找到少數的過渡的階級，但亦足以將某類動物過去的進化系統重新組織起來。現代馬和象這兩類動物在哺乳類中，似乎最孤立而無親緣的。但是依靠古生物學，我們亦能將他們過去的進化系統，重新組織起來。圖28是表示古代馬祖的側

趾退化和臼齒變化的各種階級。講起偶蹄類進化史，也是一樣的。最後，在圖 29 上所示之圖形，是根據新近在埃及『新生代』的地層中，所發現之頭蓋骨化石的比較研究，纔可以說明現代象的奇異的頭骨，怎樣由很平——與通常偶蹄類頭骨極相類似的——的頭骨逐漸進化而成的。



(圖29)長鼻類的進化：A. 象祖 (*Mastitherium*) 是長鼻類中最初的形狀，產於始新世，尚無長鼻，齒式尚無大變，祇有第二個門齒格外長大。迄『古象』(*Palaeomastodon*) (B) 產於始新世的上層，『柱齒象』(*Mastodon*) (C) 產於中新世，和現世的象類 (*Elephas*) (D)，他們的門齒恆分外增大，成爲現在見到的象牙，至於其餘的門齒和犬齒一概歸於消滅，同時鼻子也加倍伸長；臼齒的身材益加增大，數目減少，最後則成爲長方形（錄自 BOULE 所著的『古生物學』中）。

古生物學雖然通常祇能給我們以許多孤立的過渡形狀；但是其中亦有許多最可寶貴的鐵證。『始祖鳥』(*Archaeopteryx*) (圖30)①是爬行類，鳥類，兩者中間的過渡的形式，乃是無疑的。在『白堊紀』(Crétacée)的『有齒鳥』(Oiseaux à dents)



(圖30)『始祖鳥』(*Archaeopteryx lithographica*)。

① 目前已知的『始祖鳥』，一共祇有二種，都是由德國 Solenhofen 地方的頁岩 (Schistes) (屬於『侏羅紀』上層) 中找到的。該地的頁岩能作石印術中之印石，故開採極盛。這兩隻始祖鳥的化石，一個保存在倫敦博物院裏，另一個保存在柏林博物院裏，後者比較前者完全些。看了以上這樣舉世稀有的過去生物的代表以後，便能自己感覺到：古時的確有多數形狀不同的生物已經絕跡，不能應科學家的要求了。

亦能指示出鳥類進化的另一階級。此外，還有前肢直立和牙齒異形的爬行類——『獸齒類』(Theriodontes) 很能作獸類與爬行類中間的過渡形式。

(2) 如果我們能在地球表面各地層中，作一個順序的觀察，我們便會覺到，在過去的長期間，動物曾受到很重大的改變。

其中雖然有許多的動物，能在各個時代中生活，能避去當時一切

(現在其種實捕獲仍極

的困難，例如許多的單細胞生物，海膽，鸚鵡螺……等等；但是另有許多的動物，祇能在某個時代的初期發現，待這個時代完結，他們已瞬歸滅亡，例如『三葉蟲』(Trilobites) (圖31)；

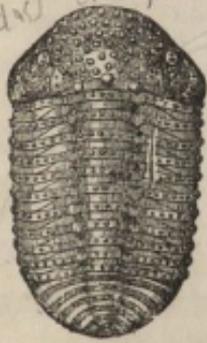
(三葉虫)

是『古生代』的特產；『菊石』(Ammonites) (圖32)，『箭石』(Belemnites) 和許多巨大爬行動物〔如『魚龍類』(Ichthyosau

re) (圖34)，『蛇頸龍類』(Plésiosaure)，『禽龍』(Iguano

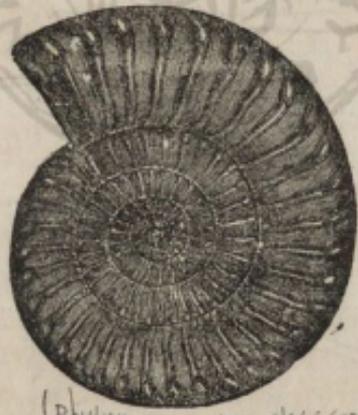
或請購台  
動物學教  
陶心治文  
動物學一  
卷上—

Phylum Arthropoda  
class crustaceans



(圖31) 三葉蟲之一種

(*Phacops latifrons*) 係『泥盆紀』的化石。



(Phylum Mollusca, class, cephalopoda)

(圖32) 菊石 (*Arietites bisulcatus*)。

係『黑侏羅紀』下層的化石。

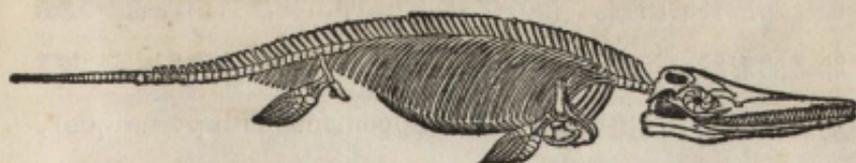


don), 『翼手龍類』(*Pterodactyle*) (圖33) 和『始祖鳥』以及『有齒鳥』都是中生代的特徵。最後還有多數的獸類, 祇存於『新生代』。

對於過去一些動物的滅亡, 就是許多主張物種固定說者, 也不算一件難解的事情。至於發現新形狀的問題, 各派學者的見解便大有不同了: 物種固定說的同志們, 就拿創造主屢次繼續創造新樣式的理論來解釋。他們以為如果在『中生代』各地層中, 皆有其特產的『菊石』。那末, 便應該要承認創造主會作繼續的創造。實際上, 我們真的能承認許多最複雜的生物, 如馬和鳥類等等, 不是由較下等的生物進化而來的麼? 這些自下而上的進化的事實, 確是與物種固定說的理論相反對的。



(圖33) 『翼手龍』 (*Pterodactylus*), 乃『中生代』的化石(縮小 $\frac{1}{4}$ )。



(圖34) 黑侏羅世的魚龍 (*Ichthyosaurus communis*)

(3) 許多生物的形狀，不是偶然互相湊合來的；在地質中，各層的化石都能互相親近，這種親近的事實，又祇有物種下傳說纔能解釋。

在另一方面，如果人能將地質上各時代所產的動物作個比較的研究，亦能證明地球表面上的生物是繼續進化的。我們現在祇拿脊椎動物來作個例子，魚類發現於『古生代』之中葉；『兩棲類』和『爬行類』發現於『古生代』之末葉；鳥類則在『中生代』的初期，至於『獸類』本發源於中生代初期，但其極隆盛的時候，只在『新生代』。

在生物中，那種繼續進步的動作，完全是因為自然淘汰和適應環境而有的；祇有這兩種原動力能使生物有用的個性繼續發展，繼續改善。 反過來，這種繼續進步的動作是與那個主張創造主繼續創造的設想不能符合的，因為創造的能力是獨立的，與進步和改善的動作毫無關係。

**發生學上的證據：復演的法則**——一切的生物皆由卵為起點；卵不是別的，祇是一個單獨的細胞，他經過多次分裂以後，便能組成多細胞的胎體；再由胎體逐漸變化，逐漸複雜，最後

便成爲成長的動物。換言之，動物由卵出發，次第經過一大宗胎體的形狀，以至於成長的個體；凡此一切胎體時代所經過的歷史，稱曰：『胎體發育』（Développement embryogénique），簡稱之爲“Embryogénie”或“Ontogénèse”（個體進化）。

這種前進的發育與物種固定說是絕對不能相容。假使要適合於物種固定說，則胎體的發育除去以實現成年時代的形狀外，沒有別的目的；那末，在發育的過程，應該祇逐漸發現各種器官，而且各個胎體的形狀，應該與成長後的個體很相接近，不能有一點分外的變化，纔對。

這是常見的，發育有時是前進的（Progressif）。但是與此相反的事實，也是有的。有許多無用的器官，而且這些器官，於成長的個體，從未見過，但在胎體內，竟能常常見到，這並不是稀罕的事情。有時前進發育達到『幼體』（Larve）狀態；此後一切的器官實行改變，便達到成長的形狀。成長個體上的構造，往往與幼體似乎毫無關係的。這叫做『後退的變態』（Métamorphose régressive）。

對於這些驚人而確鑿的事實，物種固定說是不能有所作爲的，祇有物種變化說纔能解釋他的所以然。

我們一方面，首先觀察某一已知動物的胎體時代，所經過的各種形狀；次之，在另一方面，又根據動物內部構造複雜的次序，以及生長分化的次序，將成長的動物分門別類。於是便能覺到，在胎體時代所經過的形狀，時常與某類成長動物的形

狀相似。更有進者，胎體時代所經過的形狀，還是能夠與長成時代的形狀遙遙相對應的。

據變化說的學理，比較解剖學能證明物種進化的各種階級，上文已經講過。照這樣看來，現實的動物所有的各種形態上的等級，正是給我們一個物種在進化史上所經過的步驟。有了以上這種遙遙相應的事實，我們便能總結說：個體的發育，在大體上講，是種族進化史的復演。所謂「復演律」(Loi de patrogenie) ①即是表示：在胎體發育的時代，一切的個體都要將他的種族在進化場中，所經過的形狀，逐次復演，然後抵於成長的時代；簡單地說：個體的發育是種族進化的急速復演（這是 HAECKEL 的法則）。

蛙或蟾蜍的發育，實能給我們一個良好的例子（圖35）。

(1)，由卵中發育出來的蝌蚪，他們簡直是與魚類無異，他們有很長的尾巴，心臟內分二腔；在鰓的兩旁，具有鰓縫，此縫與口和外界相溝通。在鰓縫的前方，則有分枝的細絲條，這便是該動物暫時作為呼吸的惟一的外鰓(Branchies externes)。(2)，待到第二個時期，外鰓便被以鰓蓋，於是這些分枝的外鰓，便祇能在一個平面上排列了；更後，他們便歸消滅，由鰓縫的膜壁上，另生薄片，以司呼吸，這便是「內鰓」(Branchies internes)。(3)，再過幾時，那鰓外的鰓蓋完全與身體相接合，於

在最初有  
鰓蓋生於  
消失而在  
溝的上方  
下生有鰓  
如左文所

① 復演的法則，原是法人 SERRES 首倡的，通常都稱為 FRITZ MÜLLER 的法則。因 SERRES 當時所擬的法則，較不明白，不普遍罷了。

是前日的內鰓又歸消滅，此時一切呼吸的任務完全由肺臟執行；在原有的『內鰓』未曾完全消滅以前，肺臟便早已開始生長。當以肺呼吸的時候，後肢先後發現，前肢次之。(4)，最後的變態，就是尾巴自行收縮，於是便成爲小蛙。

在兩棲綱中，所包含着的各類動物，在長成時代所具的形狀，正與蛙在發育場中，所經過的形狀是一樣的。兩棲類通常分成：(1)，『外鰓類』(Pérennibranches)，即是終生具有『外鰓』的動物；(2)，『隱鰓類』(Cryptobranches)，即是終生具有內鰓的動物；(3)，『無鰓類』(Salamandrines)，即是完全以肺呼吸的有尾的兩棲動物。此種相互對照的形態是毫無疑義的。『變化學說』(Doctrine transformiste)便據此點而歸結到蛙是由上列的幾類動物，次第變化而成的；而『外鰓類』則又出自魚類。魚 → 外鰓類 → 隱鰓類 → 無鰓類

但是我們也不一定要追究到祖先的形狀，然後纔能解釋此種變化，就是根據改變蝌蚪時代食料所得的事實，也能推知此種變化是必然的。但此種解釋的基礎尙未十分鞏固，因爲有許多的例子證明呼吸方法的改變，不是絕對與胎體的生活有密切關係的。

所以許多生活於陸地的蝶蟻，他們未必產卵於水中，他們的卵常常是在母體中發育起來；但是胎體仍舊是具有『外鰓』。如果將卵殼擊破，則胎體亦能在水中生活。他們的鰓所以能有作用是機會使然，可見此種蝌蚪的變態，並不是因食料改換的關係。



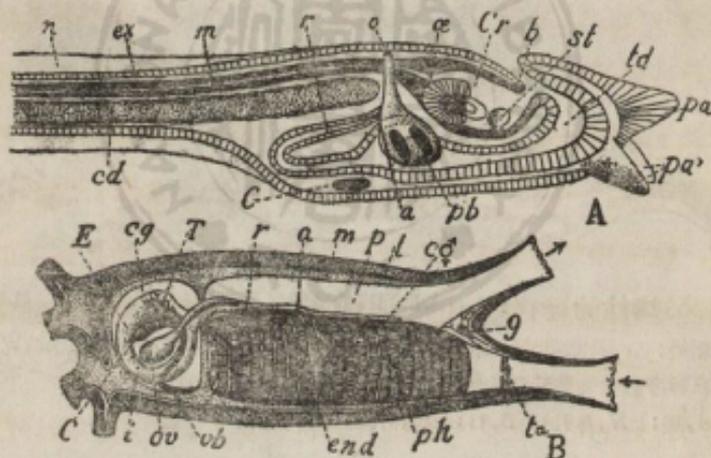
(圖35)蟾蜍的發育： a, 未出卵膜的胎體，具眼點和外鰓根； b, 具外鰓的蝌蚪； c, 具鰓蓋的蝌蚪； d, 祇具內鰓的蝌蚪，已發現後足； e, 四肢完全，專以肺呼吸的變態時期的蝌蚪； f, 變態後，長成的蟾蜍。

A, 眼； N, 鼻孔； B, 口； K, 外鰓； S, 吸盤。

有些『雨蛙』(*Hyla*) 從不到水裏去，他們的蝌蚪雖然永遠不用鰓呼吸，但是鰓仍舊是存在的。那末，沒有別的，祇有拿『復演祖先形狀』的原理來解釋了。

至於陸棲脊椎動物，亦復一樣，譬如爬行類和鳥類的胎體仍舊有鰓縫的存在，這些鰓縫是未經使用的。

另外，還有一個很動人的例子：許多『海鞘類』(Ascidia) 原來係固定生活的動物，其內部的構造是很簡單的；身體被以堅實的厚囊，構造的方式，很與瓣鰓類相彷彿，因此，古人將他們認作是屬於軟體動物(圖36 B)。但是究其實際，海鞘的卵，原來祇能產生一個自由生活的幼體。這幼體的構造反能與脊椎動物相類似(圖36 A)：他們具有『喉鰓』(Branchies pharyngiennes)，與鰕蟾魚相同；他們有脊索，有神經系，而且神經系是安置於脊索的上方，並有大腦和脊髓；他們的運動是完全依靠那個很長的尾巴，這尾巴是由一節，一節的肌肉組成



(圖36) B, 海鞘類〔岩壁海鞘(*Ciona intestinalis*)〕在成長時期的形狀, A, 在幼體時期的形狀: *t*, 厚囊; *m*, 外套; *ta*, 口旁的觸肢; *ph*, 咽頭; *g*, 神經結; *end*, 內柱; *cg*, 內腔; *E*, 胃; *i*, 小腸; *r*, 直腸; *a*, 肛門; *C*, 心臟; *vb*, 鰾尿管; *ov*, 卵巢; *T*, 輸巢; *e*, 生殖器的導管。A 圖(是B的幼體): *b*, 口; *td*, 消化管; *r*, 直腸; *pb*, 鰾囊; 此囊有二小孔與咽頭相通, 有一孔(*o*)與外界相通; *Cr*, 腦; *α*, 眼; *st*, 靜覺囊; *m*, 脊索; *cd*, 脊索; *ex*, 外胚葉; *n*, 腦; *Pa*, *Pa'*, 固着凸起(錄自ROULE)。

的。以上這些相似點是很完全的。海鞘類的幼體確是一個真正的脊椎動物。但是他過了些時的自由生活以後，便自己固定在他物之上，開始進行『退化的變態』(Métamorphose régressive)。在這變態過程中，身體上的組織大加變動：脊索，尾巴和肌肉皆漸次消滅；從前很複雜的神經系，現在便減少到祇留幾個小神經結。待到成長的時候，便顯出許多最下等的特性。我們由此事實所得的結論，便是：海鞘類原是脊椎動物，祇因他營固定生活的關係，使得各種器官竟退化到很簡單的程度。

『蔓足類』(Cirripèdes)的發育也是一樣的。從前各人亦因其具有外殼，故將其列入於軟體動物；其實他們並不是軟體動物，乃是甲殼類，因為固着生活，遂使其各種器官大為退化。

論及『個體進化』與『種族進化』遙遙相應的步驟，有的真是絲毫不爽。『復演律』是有他的範圍的；在許多個體進化過程中，復演祖先所經過的步趨，並不是完完全全照樣復演的。幾乎是常常有節略過去的地方。因此，我們實有指明此種節略不完的主因之必要。

(1)由適應環境所起的改變，亦能表現於胎體中，所以許多特殊的運動和保護的器官，在胎體中改變其原來的形狀。

如棘皮動物之幼體的形狀確是非常不同的〔有的海星幼體(Bipinnaria)，海膽幼體(Pluteus)，以及海參和陽遂足的幼體(Auricularia)](圖37)。在以上這些動物的幼體中，他們彼此的肖似點既有這樣明瞭，使人不得不承認他們是出於一原，

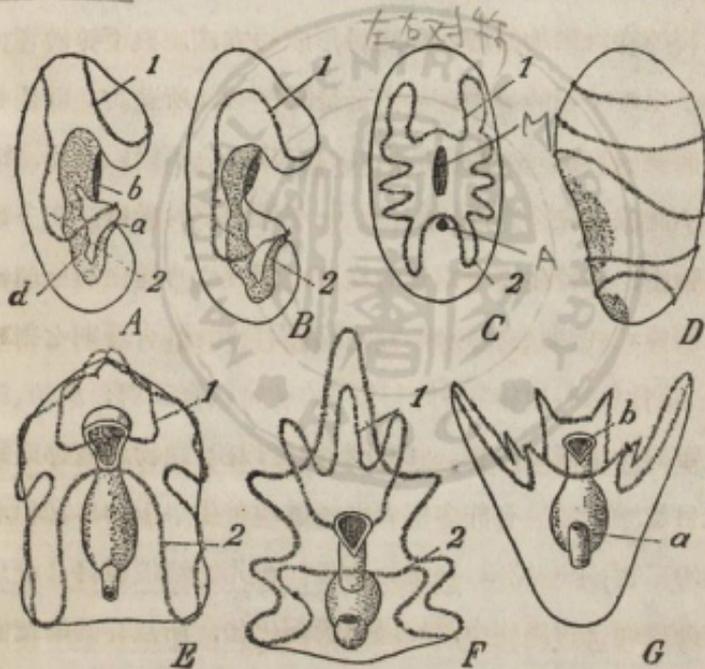
和有其共通的祖先。但是在事實上考察起來，這個共通祖先的形狀，在胎體發育的過程中，並沒有顯現出來。因此便應根據這些事實，以作下面的結論：目前一切棘皮動物的幼體是由一個共通的形狀轉變而成的，那個既經變異的祖形已是不能識別了。如果要追究此種變異的原因，便是因為那些與幼體生活有密切關係的『凸起』(Appendices)變化過多，而且這些突起在長成以前，是一定要消滅的。

(2)許多出卵殼較遲的動物，其胎體的形狀在比較上，固能善於保全，但亦有別種擾亂的原因：其最要者，即卵內營養品的貯蓄，這些營養品即是胎兒未出膜以前的食料。因為這種關係，胎體本來器官的排列次序，多少要受一點影響。一個簡單的附語，足以使吾人明白何以胎體不能完全與祖先相似；即是，如果我們將胎體從卵中取出，他是沒有能力達到自由生活的地步的。

至於許多胎生動物胎體的發育受了外方影響的事實，那便格外要多了，他們的胎體是在母體內部發育，所受的一切環境的情況，與他們祖先生活時的情況，完全不同。這種特殊的環境，其影響可以使胎體祇有顯現極細微的祖先形狀——甚至於有時竟完全隱匿不見。

(3)第三種擾亂胎體復演的要因，便是『簡捷的發育』(Accélération embryogénique 或 Tachygénèse)。通常胎體的保護力較成長的時期，總差一點；因此在胎體發育的過程中，如

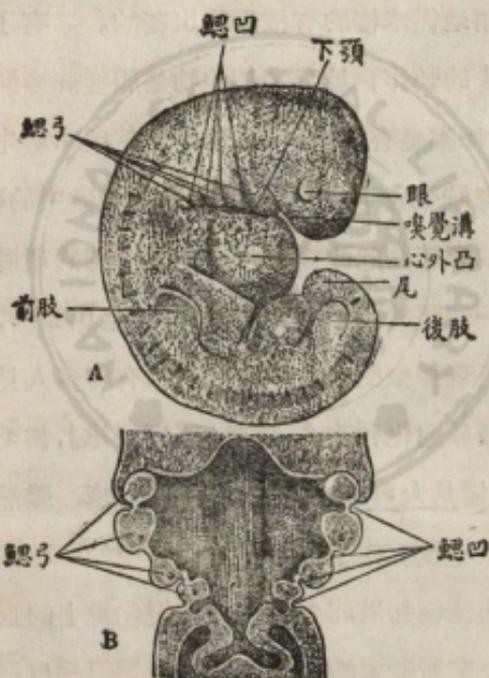
能在最短期間內，迅速實現其長成的形狀。則對於生命的保存，當較容易；續後此種迅速發育的特性，便能因自然淘汰的力量，在物種上，成爲固定。總之：『簡捷發育』不是別的，祇是替代那種緩慢的——按祖先的形狀漸次進化的發育——使胎體能於最簡短的捷徑以達同樣的結果（例如比目魚眼的遷移）。有時簡捷發育的程度達到極端的時候，胎體所經過的階級，幾乎是轉瞬萬變！ 故在胎體發育場中，便不能有一點現象使人能推



(圖37) 棘皮動物各種自由游泳的幼體：A，最初的形狀，常見之於數種海星：有兩個環列纖毛帶，1和2；b，消化管；a，肛門。B，祇有一個纖毛帶的海膽幼體，這一毛帶，原是由兩帶合成的。C，一個過渡的形式，由他恆能引到海參和陽遂足的幼體了。D，陽遂足的幼體，具有多數的纖毛帶。E，海參的幼體。F，海星的幼體。G，通常海膽類的幼體。

知該動物的根源了。茲舉一最明顯的例子如下：爬行類和鳥類胎體頭頸之兩側，顯有鰓縫，不久這些鰓縫便自己關閉，已如上文所述。這都是給我們證明這些在空氣中生活的動物，他們的祖先原是水棲的。至於獸類的胎體，頭頸的兩側，雖然在同一點上，頸壁變薄，好像有穿鑿鰓縫的傾向（參看圖38人胎），但是此種穿鑿的工程是不會完竣的，換言之，便是鰓縫是不穿透的：那些類似鰓縫的凹陷，不久便自己填實不見了。而且高等脊椎動物的鰓凹和鰓弓形成的方式，與下等的脊椎動物——以鰓呼吸的動物——完全是同樣的，所差的，祇是前者永不能變成真正的呼吸機關，其內表皮也決不變成薄片，鰓凹也決不能成為完全穿透的鰓縫。至於鰓縫的數目，在各類脊椎動物中，亦發生極有意義的變更，而且祇有進化的原理纔能將他解釋。例如有些鮫類的胎體有六對鰓縫，有時則七對或八對。硬骨魚類，兩棲類，爬行類，的胎兒祇有五對；鳥類，獸類，和人類的胎兒祇有四對。因此我們可以說，動物愈高等則鰓縫的數目愈減少。有許多學者根據這些發生學上的事實和解剖學上的事實，下一結論：脊椎動物最初祖先的鰓縫數目，祇是在長期種族進化的過程中，經過多次變化後，所殘存的遺蹟而已。這是發生學上良好的證據，證明人與其他之脊椎動物是同起源於一個以鰓呼吸的水棲動物。我們推想：假使簡捷發育格外激進，那末，連下陷的痕跡亦將要歸於消滅，此後胎體發育的形狀，便幾乎與原來水棲的祖先毫不相類似了。

(4)各器官的發育中，『簡捷發育』的程度是很難使其同等的。凡是對於長成的個體的經濟上最有關係的器官，比較其他的器官可以發育得快些；因此各器官能作不等的增長（這便是 Hétérochronie）。因為各器官不能同時發育的關係，所以胎體的形狀與祖先的形狀毫不相似——有些器官先期成熟，有些器官則為晚成。



(圖38) A, 四星期的人類胎兒，此時長為四毫米，鰓凹和鰓弓都顯明易見（錄自 RABL）。B, 四個毫米長的人類胎兒喉口腔的直剖面。示明內外鰓凹決未穿透，下方的鰓弓將為上方的鰓弓所包蔽（錄自 HIS. 放大 20 倍）。

讀了這些破壞個體進化是『復演』種族進化的重要原因，便

能知道個體發育，所經過的形狀是很難完全與種族進化所經過的形狀遙相對照的；而且復演的器官還時常是在一個有限制的範圍內表現，比方人類胎體的發育，祇在某個指定時期內，能顯出動脈弓，鰓縫，心臟（內分二腔），和一根脊索……等等的痕跡。以上一切的特性，現在都能在魚類中找得到的。但在人類的胎體中，從未見有真正魚類脊椎的發現。這些證據，已足以證明獸類是從水棲的脊椎動物出發的。有了上述幾種擾亂「復演律」的動作，足見一切生物是服從許多進化的大法則。更有進者，生物本是有改變性的，凡是在某種和祖先生活環境絕不相同的發育狀況底下（如消化營養球和胎盤中的發育），生物是不得受其影響而起改變以求適應其當時的環境；否則便不能生存。一切關於此類事實的解釋，都是比較的。在任何事實上，都不免有互相反對的地方，所以有許多見者見到胎體進化時常不能和種族進化相吻合，便懷疑「復演律」，甚至竟完全否認「復演律」。這是大可不必的。在我們看來，雖然有上述的許多疑問，但是「復演律」仍是生物發育中的一種基本法則。

現在我們已經知道許多有利於「變化說」的重要事實了。但是我們在上文所敘述的許多要點，他們似乎自己能組成一大幫證據。差不多在這本書的每一頁上，都能够得到新的證據，維持這種學說。

物種變異的原因——如果變化學說已為現今對於自然科學深有研究的人們所承認，如果物種遞傳的事實，亦已完全證明；

那末，便應進而研究那些使物種發生變異和繼續進化的原因。

有許多理論均為解釋此類原因而發的。通常都有其一部分的真理。

**達爾文的理論：自然淘汰**<sup>①</sup>——上文已經講過，達爾文所宣佈的理論，並不是完全由他個人創造的，不過『變化學說』(Doctrine transformiste) 得到他的理論以後，纔能發揮光大出來，其功蹟當然永垂人間。關於物種原始的解釋，賴近來各種思想的繼續進步，的確已經將達爾文原來的解釋改變得不少。但達爾文的解釋，在他的初稿中，已有最高之權威，所以根據此原則，這個解釋可以運用無阻。因此『達爾文主義』(Darwinisme) 一名詞，便與『變化主義』(Transformisme) 一名詞成為異名同義了。我們特先敘述『達爾文主義』罷。

上文已經解釋過家養動物中『亞種』的發現，就是畜牧家，依他們的希望，在用以繁殖的動物中，選擇有用的特性，使其保存不變。

但是，物種如果真是由亞種轉變而成，那末，在自然界中，出於人為選擇以外的那些物種怎能產生呢？這是達爾文要解決物種原始的先決難題。

誠然，在自然界中，也有一種與畜牧家相似的選擇行為：

---

① 自然淘汰是變異的要因乃是 DARWIN 和 WALLACE 兩人同時提倡而闡明的，若不將 WALLACE 之名標明於此，似乎不甚妥當，故在此特別加以聲明。

有許多個體自己滅亡後，將其位置留給別的生活的個體，此後祇有後一類的個體能夠增生蕃殖，能夠將他們的特性傳給下代。達爾文稱這種自然界中的選擇，曰：『自然淘汰』（Sélection naturelle），而發生自然淘汰的原因，便是『生存競爭』（Lutte pour la vie 或 Struggle for life）。

試觀察若干同種的動物，或者為簡單明瞭起見，假設有一對（雌雄）動物生活於地球上某一定的地域內；不久他們便生出許多子孫來；在這些子孫當中，因個體變異之著明與否，而使其相互間發生差異。這些子孫們又各自增生繁殖起來，於是每代個體的數目便按幾何級數增加。但是在另一方面，那些動物的食料的增加是沒有生物的增加那樣迅速<sup>①</sup>；弄到最後的結果，各動物的需要一定是不能滿足的。那末，在同種的個體中，便無時沒有為食料而起的競爭，這便是通常所謂『生存競爭』。在生存競爭場中，個體上祇要有點特長，便能佔優越的地位，易於得到勝利；反過來，沒有特長的個體，找得食料之機會當然較少，便自歸絕滅，最後祇有那些具有優越武器者得到生存。在這限定的地域內，所有的動物當中，確有一種淘汰的作用，這

① 自然淘汰的原理，達爾文原從英國一個經濟學家 MALTHUS（馬爾塞斯）的書中借用來的。在 MALTHUS 的『人口論』（1798）一書中，根據統計的結果，得到下列的法則：『譬如在限定的地面上——如島中——人種的增加按幾何級數，食料的增加祇按算術級數』這個法則也有許多的學者不十分贊成的，克魯泡特金就是其中的一個，請看克氏的『麵包略取』和『田莊工廠手作場』二書。

種淘汰的作用是因生存競爭的關係自然發生的，故有『自然淘汰』之稱。

發生淘汰的原因，不僅如上文所述的個體間的激烈的競爭，其實，生物處於多數有害生命的環境之影響下（如氣候，敵害，寄生物……等等），最軟弱的個體當然是消滅在善於保護的個體以前。按克魯泡特金的研究（看『互助論』一書），生物與其環境競爭確比在同種個體間劇烈得多<sup>①</sup>。

總而言之，生存競爭的直接結果，即『適者生存』（Survivance des plus aptes）（斯賓塞語）。何謂『適者』呢？即那些善於覓食，善於抵抗損壞生命的原因者。祇有那些善於生存的個體，纔能將他們的特性傳給他們的後代。因為有這個自然淘汰的恩惠，一切對於個體有益的變異，緣遺傳的作用能永久固定在適者的族系中；我們又知道，生存競爭的動作是延續不斷，代代相繼的，因此動物的形狀便能漸漸適應他們的環境，和他們的習慣。

在有些物種中，這種適應環境的效果，愈演愈進步，及至最後，這些善於適應環境的生物彷彿是特別創造起來，以適應某類特別的環境似的。這便是目的論者議論的出發點，這種理論

---

① 按新近許多學者的意見，生存競爭是保存物種的要因，而不是物種進化的原動力。與此相反的，有互助的動作，他卻也是進化的重要原因之一，讀者可參閱克魯泡特金著的『互助論』（周佛海譯，商務印書館出版）和 DELAGÉ 和 GOLDSCHMIDT 著的『進化論』（朱洗譯）。

固能迷惑一班嘗人唾餘者的神智，然決不能得到對於自然事實稍有研究的入們的贊同。有許多自然科學家以為適應環境的事實祇有用自然淘汰纔能解釋，並且解釋得還很明白。其實除自然淘汰的解釋以外，還有更好的環境和生活狀況的影響，亦能解釋此類適應環境的事實，我們將在下文看到。

照達爾文的意見，生存競爭不但能使那些具某類特性的物種，作前進的適應環境；實際上，生存競爭還能解釋各方面的變異。誠然，保證個體生存的特性能有多種。如果在許多競爭的個體中，有些是聰明，有些是玲巧，有些是強壯，以上各種的特性，對於生存競爭上均有莫大的利益；此後這三種特性便能各自成爲固定，各自發展，不久便變成三個『亞種』，最後則成爲三個物種。這些物種此後更彼此分道揚鑣的發展出去，這便是特性分化的理論。

在另一方面，那些在生存競爭場上，不善於適應的個體，也不是一定就完全歸於滅絕的：其中有些能夠遷移到別的地方去，在那裏並且可以建立新的族系；倘使他們沒有與原產地的個體相交配的機會，他們便會在那個新地域內單獨的進化起來，終至創造出特殊的樣式來，這也是一個新種，這是由散布的作用產生出來的新種。上文所講的 Paraguay 地方的天竺豕和家貓就是明證。還有些個體亦能改變其原來食物的習慣，而採用別種新食料以養生，在這種情況下，生存競爭一定是繼續排演的，那末，祇有那些能適應於新食料的個體，能夠單獨生存，於

是，又產生一種善於適應新食料的種族來了。最後，有些個體還能改變其居留的環境，譬如他們能由祖居的陸地的環境中，變成水棲，或離開地面，而在空氣中的生活，這也都是可能的。

無論如何，此種變化的行程是離不開進化的。即因為有了此種確鑿不變的事實，所以能證明各物種在開始的時候，都是僅僅有些不十分明顯的特性，續後因為要適應各種極不相同的環境的緣故，所以漸漸成為特具專長的特性，直至他們子孫，那是格外要變本加厲了。我們就拿食物的習慣來做個例子，獸類的始祖一定是草，肉兼食的；目前他們的子孫，便不同了，有些祇能吃肉，有些祇能食草。

總結起來說，僅僅生存競爭動的作，已足以使人了解物種有變化的可能；生物又因生存競爭的關係，能適應種種不同食性的習慣，和種種不同的環境。一切生物原是有系統上的關係，實在是彼此遺傳的；後來的子孫，便漸漸散布到最不同的環境裏去。各自適應其環境。

物種的分離——在上文僅僅談到變更。依靠自然淘汰的力量，一個原種能夠產生許多種不同的形式，各種形式的個體能各自向某方發展；他們彼此的關係，正如樹枝之與樹身一樣。但是我們知道，在自然界上，各種動物的關係，並不是如此的。實際上，各種動物能組成許多的團體，即是「物種」。若拿屬於同一物種的個體互相比較，多少總有一些區別。通常物種間的特性是沒有過渡形式可考的。所以我們可以承認，當有某種特

殊的動作，將兩種間過渡的形式破壞了，致使各物種成爲孤立。至於分離物種的原因，在自然淘汰中，也是可以探求出來的。

按達爾文的意見，在一個族系中，凡是由一個共同的祖先生出來的各式各樣的動物，假設他們都能生存：那末，在這些動物中，一定要起一種生存競爭，因爲這些動物是具同樣的習性，但是在他們中間，有些個體是有較良善的武器，有些是較有忍耐力。結果，祇有那些最能適於生存競爭的，保護器最良好的個體，纔能生存，其他平凡的個體則漸歸消滅。因爲這樣，所以各物種間的界限顯然。

當生存競爭最猛烈的時候，祇有極端的個體獨能存在，餘者概歸消滅，這在上文已經講過，因此這些現存的物種，便完全成爲孤立了，祇有古生物學家，尙能使我們知道這些物種過渡的形狀和過去進化的行程。如象，馬，和其他許多孤立的物種。根據此種理由所以我們不能不代他們創造出許多特別的物類的名稱。我們知道，通常大概不是如此的：在多數物類中，過渡的形式仍是能存在的，有時這些過渡形式的數目還非常之多；祇就現存的形狀中，作一比較，亦能知道進化連續的行程了。在這些地方，競爭的動作是不十分利害的，所以在他們的進化系統上，便僅僅漏缺極少數的連鎖。

擬態——在動物界中，最可注意，而又最希奇的事實，莫如「擬態」(Mimétisme)了。關於擬態，我們所能說的事實極多，有人已將這些事實看作是自然淘汰最動人的結果、按

WALLACE 的意思) ①。

有許多動物的顏色能肖似其環境或居留處的色彩，使他們能夠容易與其環境相混合，藉此可以避免禍害。這種對於個體非常有用的性質的確是能因自然的力量愈形發達的。在事實上看來，『擬態』的事實，在動物中，確是極其多數，其模仿程度高得奇妙。有時真令人見之驚異！

(1) 最簡單的莫如『同色』(Homochromie) 的事實。動物的色彩能與他們所居處環境的色彩相混合。例如許多在水面漂浮的動物，大多是透明的〔如水母，櫛水母，軟體動物中的『異足類』……等等〕；許多生活在雪地的動物大概都是白色的；許多生活在沙漠或荒山中的動物，多係褐色或淡黃色，因其易與沙泥之色相混亂也。許多身體扁平的魚類（如鰈魚，比目魚，……）；生活在沙灘上的魚類和甲殼類，都有與沙泥相似的顏色；

① 此點確是生物學中，最黑暗的謎題。下面所述的事實，也的確是數目極多。事實上不能否認此種特性對於動物有重大的利益，亦不能將他看作既是一些偶然的遭遇；至於那些特別驚奇，令人發笑的事實（例如『烏首蝶』(Caligo)，虎的斑紋等都是模仿蘆影的事實），此地可以不必多提。但是僅靠自然淘汰是決不能給他們以完滿的解釋。首先要明白的，就是擬態是否確有保護動物的影響；例如許多鳥類並不受他們所愛吃的昆蟲的形狀和色彩所欺騙。『粉蝶』(Pierides) 模仿暗車蝶 (Heliconides) (圖43) 的事，幾乎成爲一種欺詐，因爲鳥類很少吃成年的蝴蝶。有時擬態的動作，簡直是有過分的發展，如『木葉蝶』(Kallima) 即不完全肖似木葉，亦一樣地能夠自己保全的。但他們確有環境影響的直接動作：我們已經知道光線能影響到動物的色彩是無疑義，葉綠素藉陽光而行同化作用，人決不能說他要模仿綠色的動物。但是僅靠光線影響也不能完全解釋『枯枝蟲』(Bacillus) 和木葉蝶的事實。

青色的『蠶斯』，青色的『雨蛙』，青色的『螳螂』都是與植物的葉色相似的。裳蛾及許多『夜蛾』，晝間棲止在樹皮上，其色與樹皮相似，真令人很難識別。

(2)有些動物當他們變換環境的時候，色彩亦能因環境而改變。『避役』的變色是常人所熟知的。許多扁平而側臥的魚類（如『鱒魚』，『比目魚』和『孫鱒魚』等）處在斑點錯雜的海底砂石上，他們的顏色便顯黑褐相間的斑點，如果是處於純潔的黃沙上，那便成為純褐色或淡黃色。這是因為神經的反應致使皮膚上的色素細胞，起擴展或收縮的運動，而表現出他所需要的色彩來。

(3)至於真正的擬態 (Mimétisme proprement dit) 不但是顏色，連動物的形狀也能和外物相類似，當『尺蠖』用他的後方假足固定在樹枝上，傾斜不動的時候，絕像枯槁無葉的樹枝（圖39）。有些直翅類，如『枯枝蟲』肖似枯枝，還有許多昆蟲形似樹芽；有些昆蟲因為在地衣中生活，於是他們的身體便與地衣的形狀相似（如馬達加斯加的地衣蝶 (*Lithinus*))；有些模仿木葉，如『枯葉蛾』 (*Gastropacha quercifolia*)，如『枯葉蝗』 (*Phyllium siccifolium*)（圖40），如『木葉蝶』 (*Kallima*)（圖42）等。木葉蝶產於印度馬萊（廣西 猛山又有）各處，翅的背面有鮮明的顏色，但是當他休止的時候，豎立兩翅，顯出翅的腹面，酷肖枯葉；連中央的葉脈和兩側的葉脈都顯然可見；在蝶翅上，還能找到些白的斑點能和葉邊上被白毛菌所侵蝕的斑點，或者

被蟲類所毀壞的痕跡相似。



(圖39)尺蠖固定於樹枝上的狀態。

(4)另外有一種擬態，就是動物能裝扮別種可怕或可厭的動物的形狀：例如『擬蜂蝶』(圖41)的模仿『兩色蜂』(*Grelon*)；有一種鞘翅類，名叫 *Clytus arcuatus* (蠶之一種) 模仿『馬蜂』；有一種雙翅類，名叫『花虻』(*Eristalis tenax*) 完全與家蜂一樣，許多『無毒的蛇』具有『毒蛇』的色彩和斑紋以及行動等等，例如『蝰黃額蛇』(*Tropidonotus viperinus*) 之肖似『蝰』(*Viper*)。

有些蝴蝶，極為鳥類所歡迎，於是他們便裝置與鳥類所厭惡的蝴蝶的形狀，自能避去鳥類之捕獲，例如幾種『粉蝶科』和『鳳蝶科』中的動物之類似暗車蝶（圖43 b），因為這後一種蝴蝶，是鳥類所不喜吃的。

還有一種最希奇的事實，莫如巴西（*Brésil*）地方所產的一種蝴蝶，名叫『烏首蝶』（*Caligo*）當他休止在籐上，頭向下，翅上豎，露出下方的條紋及兩個眼形斑點，可以說他是裝起鷄頭的形狀以恐嚇其他的鳥類和小獸！

（5）最後有許多動物的身體，被以他物，藉此避免敵害，這也可以說他是擬態的事實。例如『寄居虫』（*Pagurus*）之寄居螺殼中；『被塵蟻』（*Reduvius personatus*）的幼蟲的身體上被以塵土；『百合蛭』（*Lema merdiger*）的幼蟲多生在百合上，常依其糞滓蔽護其體以便逃遁；有些蟹類願意其背部和脚上被海綿，水螅或藻類所遮閉，依靠這奇異的屏籬，得以略取或攻擊其他的動物；有少數的蟹類自己栽些藻類在他的身體上，使能與其生活的環境相調和；如果將他們放在各種顏色的藻類中間，那他們一定要鑽到與他背上所栽種的同樣的藻類裏去。

**警戒色**——與以上相反的，有許多動物具鮮麗奪目的顏色，即在遠處亦能令他種動物立即發覺。我們要知道這些物種都是預先有很完善的武器，足以抵抗其敵人。例如『馬蜂』和許多毒蛇等，時常具耀目的色彩——多半是異色相間的。具黃斑的蝶螈，鮮紅色的『椿象』，鞘翅放光澤的『蚊』，這些動物都



(圖40) 枯葉蝗 (*Phyllium sicciifolium*)



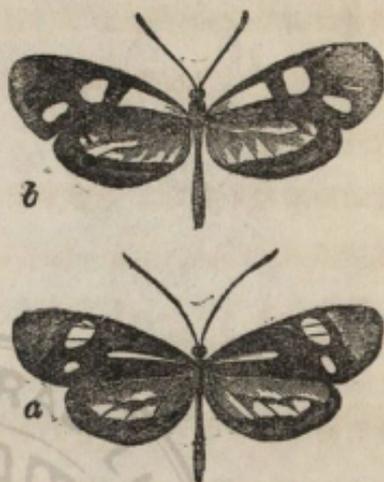
(圖41) 擬蜂蝶 (*Trochilium apiforme*) 之模仿『兩色蜂』 (*Freslon*)

能分泌奇臭的物質；具珊瑚色的魚類，其肉多毒。 WALLACE

(英國有名的進化學者)曾設想有些鮮麗的色彩，對於物種的保全上是有利的。這不是全無理由，許多肉食動物遇到他可食的動物，祇須略略表示出進攻的態度，即足以嚇住他，使他不能走動，因此可以不必實行攻擊，即能安享一切。此種警嚇他物的顏色，曰：『警戒色』(Coloration prémonitrice)；實際上，這種顏色也是保護色，因自然淘汰的恩惠，亦如保護色一樣地固定在物種中。



(圖42)木葉蝶 (A, *Kallima paralecta*; B, *Siderone strigosus*)



(圖43) (a)擬粉蝶 (*Leptalis theonoe*, var. *lenconoe*) 模仿暗車蝶 (b) (*Ithomia ilerdina*)。後者是不合鳥類之口味。

兩性淘汰——達爾文又以為有些事實是不能用自然淘汰的原理去解釋的。比方有許多的特性，祇存在於兩性中的某一性，並且這種特殊的性質對於生殖又無直接的關係，稱之曰：「性的附屬特性」(Caractères sexuels secondaires)。性的附屬特性發達到過分的時候；有時可以使兩性個體的相貌完全相異。此即同一物種的「兩性異形」(Dimorphisme sexuel)<sup>①</sup>。普通總是雄者具特殊的武器，艷麗的色彩，特別的裝飾，或其特有的

① 在脊椎動物，節足動物中，兩性異形是非常普遍的。但在棘皮動物，若海膽，雌雄個體沒有一點分別。同樣的事實還能存在於別類動物中。

性質（如『歌雀』*Rossignol = Luscinia sp.*……）；但是有些特性對於雄者是顯然有害的：有的使他過分顯露，激動他物注意（如奪目的色彩）；有的使他的身體加重；有的妨礙逃遁，（如雄鹿的長角和雄孔雀的長尾……）。所以這些特性簡直是和自然淘汰的原理相矛盾的。要解釋此類事實，達爾文又想到另一種特殊機械作用，他便給他一個名稱曰：『兩性淘汰』（*Selection sexuelle*）。

兩性的個體尋覓交配，以資傳統，實與尋覓食料，以資養生，是有同等的重要（按達爾文的研究，雄者的數目通常是較雌者多）。許多雄者相互攻擊以圖佔有雌者，或者特別設法以博得雌者的歡心。因此，武器優良，或是最有情趣的雄者得先與最興奮的雌者交配。因為父母的個性能傳給子孫的關係，將來所生的子孫數目亦能較多，身體亦較強。在後代的子孫中，此種善於競爭和富有情趣的性質，便逐代增加。所以雄者有許多防備和攻擊的武器〔如雄鷄的距，雄鹿的角，雄麝（*Moschus moschiferus*）的長大犬齒，雄螻（*Lucanus*）的長顎……〕，所以雄蝴蝶常有美麗鮮艷的顏色，鳴禽類之雄雀能發清越可聽的歌曲；此外的確有一大部分的特性都似乎是因雌者選擇的影響而生出來的。

分外顯明的，便是此類特性祇在雄體：因為在這裏，自然淘汰又來與兩性淘汰交相動作。我們首先知道此類特性祇能施之於雄者，所以經過自然淘汰以後，牠們祇能在雄體上存在。

但有些特性，能使該動物格外顯露頭角，不但使其仇敵易於發覺，即其所捕食之動物，亦得預早見之，而先為逃遁。總之：這些特性於生存上是無益的，而且與自然淘汰的法則正是相反。如果，在某物種當中，這些特性，祇在雄性的個體上變遷，那末，許多的雌者——保存種族之最可寶貴者——能夠仍舊保存其原有的顏色（即不顯明的顏色）。這樣一來，那個『兩性異形』便成為有益於保全物種了；此後應該受自然淘汰的力量，使他們在物種中固定着。

達爾文的學理確實是建設在無數由觀察得來而不可辯駁的事實上。按這種理論雄者定有為雌者而起的競爭，例如：雄鹿，雄鷄，雄鴨，競鵝，(*Machetes pugnax*) 等之爭鬥，雄石楠鷄 (*Tetrao urogallus*)，吐綬鷄 (*Meleagris*) 馬來雉 (*Argus*) 的跳舞，歌雀的競歌等等。但是，究其實在，兩性淘汰決不是產生兩性附屬特性的惟一的原因，而且連主要的原因也算不到。首先，我們要知道，那個選擇的競爭，祇能在雄性的數目遠過於雌性的數目的事實上，纔能見諸實行；如其不然，則無論雄者如何生得不好，都能得到與雌性配合的機會，於是淘汰的動作就沒有了。在另一方面，雌性選擇的思想，是由美感所規定的，在高等動物（如獸類和鳥類等）中，好似有與人類的感情相似之處（在實際上，雌性者對於雄性者的誘惑的動作是否有無感覺，還屬疑議）。但是談到下記的事實，則兩性淘汰的理論便完全失其價值了。例如，在許多的魚類中間，雌者通常產卵

於水中，產後便游去了；當雄者產精使卵受精的時候，有時連雌魚的影跡也沒有看到，選擇更談不到；然而此類的雄魚卻有特別鮮麗的色彩，在這種情形之下，淘汰是一定不能有效果的。再在下等動物中，淘汰也是不能有效的，例如許多雄蝴蝶的美麗色彩是非常複雜，雌雄的異形固然是非常進步，但是在這些動物中，是否有真確的心理現象存在，尙未能決定<sup>①</sup>。所以在這些事實上，有研究別種更普遍的原因的必要。如果求得這種更普遍的原因，以解釋下等動物的兩性異形的事實，那末，此種原因同時又能解釋高等動物的事實了。於是兩性淘汰的理想，便將失去其重要的地位。

賴新近的研究，已能證明雄性生殖器中有內分泌腺(Glande interstitielle des testicules)的存在，此腺的分泌物對於兩性的附屬性的表現——甚至兩性的本能的表現，確有很重要的關係。要研究雄者富有色彩，富有裝飾器官的真因，必須在雄性生殖腺中追究起。至於兩性淘汰即使能有些微的影響，終是屬於次要的原因。如果，那些富有裝飾的特性是與雄性生殖器官的動作有密切關係，我們就不難想到雄性的個體之所以最優秀或許是因為雄性的系統同時是比較活動一些；於是此類裝飾特性之固定，成爲一種特殊的自然淘汰的事實了。此種解釋比

① 我們知道雄的蠶蛾可以和死去數天的雌蛾交配。

那種近於小說體的雌性審美和選擇的假設要適當一點<sup>①</sup>。

上文所記的關於達爾文一切學說，總結起來，便祇有兩條法則：(新近著述器像例四倍)

(1)一切對於個體有用的特性，使該動物在同伴間獲得優先權，或者對外界的攻擊有忍耐力，都能因遺傳得以在物種中保存不變，最後成為新物種的特性。

(2)一切能使某個雄者比較他的競賽者格外強健，格外有誘惑雌者的特性，便能使他得到更好的雌者與之配合，子孫亦能比較優良；並且這種特性，還能固定於下代的子孫中，但是祇在雄性的個體中，因為祇有他們能夠得到利益。

我們自己會看到達爾文對於物種變異的原因，僅僅用個體固有的變異來解釋，並且這些變異是無秩序的，偶然發生的，毫無一點規則的限制；唯有獨一的淘汰作用支配他們。

至於此種變異的原因，他是不十分注意的。在達爾文理想

① 兩性附屬性的研究日新月異。現在我們已經確定脊椎動物上的兩性附屬性都是因生殖器官裏內分泌的刺激（即性激發質(Hormone sexuel)的激刺）而發生的。太監沒有鬍子，閹過的雄鷄無距，冠非紅色，不能叫，無角逐或找雌鷄的慾望，但其鮮麗的羽毛可以保存不變。無卵巢的雌鷄亦有鮮麗的羽毛，故知道後一種毛色不是雄性之附屬性，乃是中性個體的特性。在多種獸類（如老鼠，天竹豚，兔……）和鳥類（如鷄）上，我們已能交換精巢與卵巢而成功了雄變雌，或雌變雄的實驗。假使在同一身體中，接上雌雄兩類的生殖器，這動物便有兩性同體的相貌。有人已得到正在排乳的雌兔去找雄兔交配。在昆蟲類裏此問題較難解決：沒有精巢的雄蠶蛾仍有雄蛾的形體，仍能找雌蛾交配。所以，有些生物學家承認昆蟲類裏的性之附屬性不是因生殖器中之內分泌而有，乃與整個身體的結構相關連的。

中，最重要的責任，莫如證明『變化說』的本身。所以最要的工作，莫如揭明生物是能彼此遺傳不是固定不變的；此種遺傳的動作是根據一種漸次的進化；生物各種變異是向某種一定的方向進行，有如長江大河之奔向海洋一樣。

達爾文在晚年的時候，亦曾覺悟到他從前的缺點，他也曾想法補足這些缺點，於是便承認環境中物理的動作對於生物變異也是非常重要的。但是在他的門弟子的思想中，以為外面環境的影響是不能直接使個體改變，至多祇能激動已有的變異而已。至於變異的直接原因，是附在生物的本身上的——即是身體內已有的。

對於達爾文學說的批評——在上文敘述『自然淘汰』理論的時候，我們將一切對於此理論的批評和責難都擱置不提。在達爾文的『物種原始』一書，刊布以後，許多倡新學說的同志們仍繼續作多年劇烈的競爭。首先使基本的『變化說』完全勝利，本是第一要務；待『變化說』完全得勝以後，就成為別一個時代了。這便是考究許多附屬的問題和確定進化的原動力的時候。這後一類的問題，當初大家是未曾注意及的。待『變化說』的真因找到以後，達爾文的學說就成為問題了。

經過各方嚴密的批評『自然淘汰』的理論，目前好像不是解答物種進化難題的惟一鎖鑰了。請看以下幾段的批評。

(1)『自然淘汰』祇能將有用的變異在物種上固定着。但是還有一大宗物種中的特性：如各種變化無窮的斑點，零碎的

顏色或內部的構造等等，雖然是和隣種區別的特性；但是他們的表現對於物種是沒有一點用處的。這是自然淘汰說所不能解答的第一點。

(2)無論何種變異，要使之成爲生存競爭場中重要的角色，至少須有很進步的程度。比方要解釋形成『水獺』掌膜的事件，達爾文以爲在許多食肉獸中，有些個體比較他的同伴要柔弱些，因此便被他的同伴打敗了，不得已被逐到水邊來居住。此後他們便祇有賴水中的魚類爲食料，他們遂成爲能游泳的動物。假使在他們的趾間生了一點皮膜，較其他的同伴當然便於游泳，因此便得到自然淘汰的特許。掌膜的起源也就是這麼一回事。後來一直發達成爲現存水獺的掌膜。但是我們卻有下列的疑問：不過一個毛米寬的掌膜——個體上的變異決不能越過此種微少的程度——是真能便於游泳麼？很明白地可以回答：是不能的！在這一類的輕微的改變上，僅靠自然淘汰說是無法解釋的。

至於用自然淘汰來解釋擬態，我們也可以拿上面相類似的責難來反對的。兩極寒地的動物固能依其潔白如冰雪的顏色，爲保護的工具，但是要收到此種效用，定要他們的羽毛完全成爲與冰雪同樣的白色纔好，否則便難發生效力了。至於模仿他物的形態也是一樣地要預先做到某種很進步的程度，纔能發生效果，所以自然淘汰說祇能解釋已有相當發達和有用處的器官，而不能解釋器官的原始，這是第二個缺點。

(3)自然淘汰說還不能使我們了解何以在動物界中，有許

多因生活狀況的影響成爲無用的器官且能自己歸於消滅。爲什麼鼯鼠(*Talpa*)和大多數在黑暗地方生活的動物，其目多盲？我們的確不易了解爲什麼一個目力不強的鼯鼠反較其他目力敏銳的鼯鼠要高等些。這是自然淘汰說不能解答的第三個問題<sup>①</sup>。

④(4)還有一個類似的竅難是由研究物種中的器官過份發達——甚至越過有用的範圍而得來的。有時，那些過份發達的器官簡直是成爲一種無用的裝飾：例如『木葉蝶』的『擬態』的程度確是過份發展到十二分精細，實在這樣的精細對於蝴蝶簡直沒有多大的用處；這些蝴蝶原來是藏匿在枯葉中，即使他與木葉的形狀約略相似，亦未常不足以保護其生命。在過去的時代中，確有許多過份發達的器官——簡直是超過有用的範圍，變本加厲，終致尾大不掉，也會達到有害的程度：例如『豚鹿』(*Porcus babyrussa*)，『長毛象』(*Elephas primigenus*) (動物學大辭典譯作猛獁)簡直是不能使用其長牙；現生代的『長角鹿』(*Cervus megaceros*)的長角，『劍虎』(*Machairodus*)的長犬

① 有人想用下記的道理來解釋無用的器官萎縮退化的事實。一切關於無用器官的改良對於該動物是有損的，因爲無用的器官要吸收有益的養料。所以自然淘汰便來取消那些具改良過的無用器官的個體，保存那些祇具不甚發達或細弱的無用器官的個體。這後一類個體的兩性的混合不能使無益的器官漸漸退化（按魏可曼的意見）。即使人能夠解釋無用器官的退化，又如何能夠了解無用器官自趨消滅呢？鯨魚已是沒有肢了的，但是他還有一個臂骨（祇有三十克重），其重量祇佔全身重量九十萬分之一。從前也許有一個時候，這個臂骨曾有九十克重，即佔全重三十萬分之一呢！人能想到這樣細微的器官所吸收的養料能影響全部有用器官的營養麼？那些具較小的臂骨者對於個體，真能發生何種特長麼（按斯賓塞的意見）。

齒；許多中生代的巨大爬行動物和新生代的巨獸等都是器官過份發達的明證。這的確不是『自然淘汰』的力量所能夠使這些動物產生如此過份發達的器官。

(5)在過去的生物族系中，作有系統的研究，便能感覺到生物的連續變化是有一定的行程和一定的方向，稱此定向的變化曰：『直道變化』(Orthogénèse)。比方馬種的變化確能給我們證明這個道理。在每個進化階級中，他們的側趾總是顯然退化，中趾則漸漸長大堅強起來。至於『自然淘汰』的理論，祇注意於那些偶然的變異，對於這種定向的進化是毫不注意的。這是第五個缺點。

(6)孤立的變異常常是很少有益的。普通一器官的改變必使其他合作的器官同受改變，這樣才能對於生物有益；否則；單獨的變異，將歸無效。比方『海狸』(*Castor*)的尾巴雖然變到大而扁了，如果與尾巴相近的脊椎骨和運動尾巴的筋肉，不同時受到改變，那末，單獨的巨尾對於游泳是不能有用的。又如脊椎動物眼的進化，要使此種極複雜的器官成為有用，一定要使眼中一切的器官的動作，同時受到相關的改變纔行。專靠達爾文所主張的變異，一點不依靠器官使用影響和環境的動作，果然能夠做到此類並進的變化嗎？沒有一點可以使我們對此相信的理由。一用之詞！

結論——要想藉自然淘汰說單獨解釋動物形狀的進化，確是不夠的；就是達爾文自己在晚年的時候，也曾引以為憾。他

讀書的結論——達爾文的自然變異論導致進化的理論，欲憑(2)(3)(4)(6)等條把文駁倒，是不可能的。用Berrier等條把文駁倒，是不可能的。

又重新承認周圍環境動作之重要。祇要看他 1862 年寫給一個英國地質家 LYELL 的信，就會明白了，他說：『我對於這問題常有憂慮，我經過困難，纔認識我目前的研究使我更相信環境中各種物理情況對於生物影響之大。我對此深為惋惜，因為這樣不僅使自然淘汰說減少榮譽，簡直要使他不能見信於人』。因為有這樣的事實，所以有幾個著作家竟全否認自然淘汰是動物改變的要因；他們否認自然淘汰是有固定物種的影響，能排除一切不良的個體和消滅一切過渡的變異；自然淘汰祇能保持那些其中庸狀態的個體。這些過分的論調似乎是欠公正的。我們應該承認在自然淘汰場中，一定有一種動作，對於物種變異不是毫無關係。

**驟變和驟變的理論**——達爾文曾認個體的變異是種族變化的基礎，不過這種變異常常是很輕微的，再由這些輕微的變異漸次累積到許多代以後，纔成為重要的改變。但是在這輕微的變異之外，另有倏忽間的變異，而且其變異的程度遠過於前者；有時在許多通常的個體中，忽然生出一個或許多的個體，在很短的時間中，就會變成與他們的同伴大有分別，並且這種倏忽的變異也是能遺傳的。此類的變異，在很久以前，就有人觀察到了，通常是在家養的物種中特多；由這樣的變異能夠建設固定不變的新亞種，例如，倭脚狗 (Chiens bassets)，Paraguay 地方的無角牛 (1770 年發現的)，黃色的『金絲雀』 (*Serinus canaris jaune*) (在 1677 到 1713 年間發現的)，白野鼠和其

在上文中降例的種種反進化例子如角太吾、平太吾等情形我們不可能肯定我們在口說就一定不承受淘汰。雖然要前「進化」的個體僅係「進化」的個體。

他白色的動物，足趾接合的豬……等等。以上這些倏忽和不連續的變異，稱曰：Sports（自然界的遊戲或偶然）。但是達爾文以為這些變異是少有的，故不將他們算作重要的東西。

新近（1901—1903），有一個荷蘭的植物學家，de VRIES 他將那些倏忽間的變異看得非常重要。這些倏忽間的變異確是他的物種變化的新理論之出發點。近來很有些生物學家是此種理論的同志。

de VRIES 曾精細研究倏忽的變異及其遺傳。他名此種變異曰：『驟然變異』或簡稱『驟變』（Mutation）；其他不能成為遺傳的變化，他另稱作：『彷徨變異』（Fluctuation），因為這後一類的變異，永遠祇是在中庸的形態上徘徊。在 de VRIES 看來，一切彷徨變異，對於建設新物種是毫無影響的，因為他們不能固定。所以他以為單獨的『人工淘汰』（Selection artificielle）永遠也不能做到創造真的新種，至多祇有一些暫時的亞種，要想使這些由人工方法產生的亞種保持他的特性長久不變，祇有繼續不斷地作合規的雜交。

至於『驟變』卻是完全不同的，凡是由驟變而來的特性，立時能成為固定；如果在許多由驟變所得的具新特性的個體中，實行雜交，那末，這些新特性仍舊能在雜種的身上重新發現。凡是由驟變所得的特性，即使非常細微亦能作為規定新物種的特徵；按這位荷蘭學者的結論，祇有這些驟變纔能產生新物種的形狀。

現在且將『驟變的理論』(Théorie de la Mutation)作一個較爲詳細的考察，因爲這個理論在近幾年來確實得了很大的聲譽。最初的觀察和實驗是在1886—1900年中間舉行的。用一種美洲原產的植物做材料；這種植物栽種到歐洲庭園中，已經很久；常常由庭園中偶然分散到田野裏去，度其野生的生活。這便是一種『拉馬克月見草』(*Oenothera lamarckiana*)，de VRIES預知驟變的重要，所以在荷蘭京城 Amsterdam 近郊 Hilversum 地方詳細考察該地所生長的『月見草』，當時他已經覺到有幾株與通常的形狀大有分別。在這個時候，他想到：這也許是驟變罷，很優美的驟變罷；後來他在 Amsterdam 植物園中，經過精細的研究以後，纔知道他的預測完全是合於事實的。許多合於常規的種子能夠同時產生多數合於常規的個體，和少數具有特別性質的個體；數代以後，共得到十二種以上的新形狀，其中有四個的確能作真正的物種看待，他們能夠自己分生繁殖而不改變其特殊的形狀。按 de VRIES 的意見，這是基本的物種 (Espèces élémentaires)。從前 JORDAN 觀察葶藶的事實，也是與此相同。歸納這些結果，他承認驟變是常常可以產生新種的。生物在未知的原因之下不免有發生驟變的可能。在這驟變的時期中，舊型之外，生有多少種不同之次性種。但是在原則上，這些次性種，都表現出一些不可忽視的個體性質。這些次性種，即與舊種起生存競爭，經過自然淘汰的篩子以後，有的中途夭折，有的能夠生存，生存的就是新物種。

我們不可不知道 de VRIES 的學理是基於許多由觀察得來的極穩固的事實之上。驟變的存在已是無可否認了，並且這些驟變似乎亦能夠作為產生新物種的淵源。這一種觀察是非常重要的，因為有許多對於達爾文學說不能解答的難題（例如許多特性的發現和許多特性的保存對於物種並毫無益處），有了驟變便不難使之渙然冰釋。但是在另一方面，我們也絕不能證明驟變確是產生新物種的惟一的機械作用；有些生物學家，反以他為發現新物種的附屬的方法，或者還是一些例外呢。雖然 de VRIES 認為他的理論是與達爾文的理論相反。其實從『變化』說講，他的分別還是很有限的。驟變的理論，不是別的，祇是一種變異的新方法罷了。de VRIES 曾證明那些間斷跳躍式的進化能夠替代連續不斷的進化；所以說他的理論是廣義的達爾文學說是很對的，如果說他是傾覆達爾文學說的，便要流於錯誤了。無論達爾文的理論或 de VRIES 的理論，都是要受同樣的責難，他們都主張偶然不測的變異是由自然淘汰所主持的；在這兩個理論當中，按許多拉馬克主義者的意見，沒有一個能夠解釋變異的起源和生物的適應環境及其有定向的進化；並且他們以為祇有這定向的進化，纔能使人了解種族進化場中所經過的形狀。我們另外還要注意，一切由驟變所生的特性都是些裝飾的特性 (Caractères ornementaux)，沒有一種事實能關係到生物主要結構的進化；但是這後一類特性的增善和進化確是連續的進化說所必須的。徧覽生物形狀的進化史後，纔知生物的構造和組

織的進化是無可辯駁的事實。在自然界中，連續前進的變化是最要緊的，因為這樣，纔有無數良好的構造可以完成。如果專憑那些偶然不測的變異的累積，實在不能明瞭自然界中那樣奇巧準確的動物形態。總之：無論變異是繼續的或間斷的，驟然的或徬徨的，以上的責難是仍然存在。拉馬克主義者始終認為僅靠自然淘汰是不能引導生物到正當的進化大道上去的①。

① 關於驟變問題的補充—— de VRIES 宣布他的驟變說時，

自然有許多予人以口實的地方，而且月見草也不是實驗驟變最適當的材料，因此他要反對從來有勢力的那些進化學說，碰到很多的困難，是不足為怪的。但是從 TH. H. MORGAN 和他的同伴，自 1910 年起。用果蠅 (*Drosophila*) 做實驗的材料以後，情形卻大大的改變，所得之結果，無論質的方面和量的方面，俱足以使人驚嘆不置。現在我們已經知道驟變現象，是生物界很普遍的現象。例如 PAINTER 曾見到乾酪蠅 (*Piophilina casei*) 的驟變種；TOWER 曾用金龜子 (*Leptinotarsa decemlineata* 甲蟲之一種) 做實驗的材料，研究他的驟變現象；BREITENBECHER 於豆象蟲之一種 (*Bruchus quadrimaculatus*)，MAEGRACKEN 於 *Melanosoma scripta* (亦為甲蟲之一種)；FEDERLEY 於柳蠹 (*Pygaera anachoreta*) 均曾見到驟變的現象；在其他昆蟲類所見到的例子也是不勝枚舉。軟體動物裏面，如 LANG 之於蝸牛 (*Helix nemoralis* 和 *H. hortensis*)，CUÉNOT 氏之於扁卷螺 (*Planorbis corneus*)。在原生動物中，如 JENNINGS, HANCE, JOLLOS 諸氏之於草履蟲；REYNOLDS 之於單形根足虫 (*Arcella polypera*) 均有關於驟變的研究發表於世。脊椎動物裏面，例子是更多，如金魚，家鴿，以及一切家養的動物裏面，如果將他們仔細研究，逐代的分析他們的遺傳特性，隨時隨地都可以看到驟變的現象。所以自 1910 年以來所陸續得到關於驟變的知識，已經到一個更易了解驟變學說的新境界了。

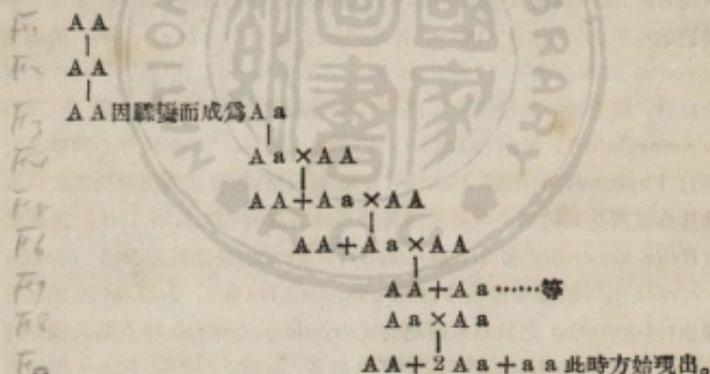
不僅是知道驟變在生物界中是很普遍的一種現象，似乎已經得到一種合理的解釋，對魏司曼的生殖質說，門得爾的遺傳定律都不矛盾，而且可以用實驗來證明他是對的。

魏司曼所謂生殖質是存於生殖細胞的核裏面，尤其染色體裏面。據他們的意見以為真有遺傳質的因基 (Gènes) 或因子 (Facteurs)，都存於染色體上；

染色體的減數分裂與門得爾的因子分離(Ségréation)是不矛盾的。這些因子或是因基是特別形成的,有特殊的構造,他們可以分離,可以重行配合起來。

每一種因子,或是一羣因子,代表某一種遺傳的性質,如果因子沒有什麼變化,那末,次一代也沒有遺傳上的變異可以表現出來;假使因子受了種種複雜的作用或是一羣因子間相互的發生作用,則在遺傳上,這些因子不僅如『定質子』,簡直可算是『變異子』(Modificateurs):譬如說A, B, C, D, E五種因子,相互合作,使昆蟲眼睛成爲某種顏色,假定是紅色。如果這些因子中的A,受了騷變——就是說他驟然間改變他的構造成爲a。那末,因基間的均勢已竟變更,某種顏色也許不發生出來,或者僅僅眼睛已經完成他的發育時,纔顯現出來;結果眼睛乃成爲橙黃色。這個新性質aa和原來性質AA交配的結果,A是顯性,a是隱性,AA和aa都是同性質結合子(Homozygotes),Aa是異性質結合子(Heterozygotes),其逐代遺傳現象是完全依照門得爾定律的。

有時因子已經驟然改變,但是並不能立刻表現出來,假使他是隱性的話。看下面的表可以明白他的道理。



因子可以自然發生騷變的現象,也可以因人爲的作用,使他發生騷變(實際上這些人爲的作用所發生的騷變與自然的力量發生的騷變是沒有多大的區別的):許多人曾用酒精,石腦油精,高溫度,紫外光或X光線刺激生殖細胞,使因子發生騷變,近來這些實驗已有相當的成功。例如1920年 DUREST 用石腦油精,在天竺鼠上做實驗,一個受實驗的雌的,生了兩個幼兒,其中有一個眼球移動方向,其外側轉向眼眶深處,這個變形而且遺傳下去;在一個雄的第十代有百分之五十二是變形的;到第十四代曾得到變形的完全純種,他是一種騷變的結果。1918, HASLBROEKI, 1925, HARRISON 和 GARRETT

**環境和習性的影響**——拉馬克主義者以為在自然淘汰的旁邊，或者說他是在自然淘汰的上面，尤為適當，還有別種變化的原因，他不但是能規定生物形狀的變異，而且同時還能使生物起定向的進化。這些變異的原動力是在於生物體外的，這便是生物環境中各種具體的情況：就無機環境論，則有熱，光，氣候……等；就有機環境論，則有食料和羣居的生物……等。環境的定義既經確定；便可以暢論環境對於生物的影響了；環境能直接使生物起變異；或者，由間接方面，使生物發出一種反應，俾能適應於他們所生存的環境，例如改變習性和改變生活方法等等。

有兩種變異的原動力，都是由一個原因上出發的，但是實

---

研究營養料可以使某種蝴蝶發生驟變的現象。1918, GUYER 與 SMITH 用兔的眼球內之水晶體研碎混和於生理水中注射鷄的體內，使其發生『反水晶體的血清』，然後將此『反水晶體血清』注射於懷孕的兔體內，使之經過胎盤，同時影響於其後裔之生殖質與軀體質，以研究其驟變的現象。TOWER (1906—10) 用金龜子為材料，在各種溫度下以觀其影響。1927, MÜLLER 用 X 光線施之於果蠅。1924, LITTLE 和 BAGG 用 X 光線施之於白鼠。總之：直接施之於生殖質的作用是毫無疑問的，一定可以發生驟變的新亞種。關於這一類的研究，是非常之多，此地是不能一一詳述的。

概括言之，驟變是很普遍的現象，有完美的理論，可以反覆舉行實驗，這是一班拉馬克派對他們無可如何的。但是驟變是不是生物進化惟一的原因？尚有令人不能立即相信的地方，例如驟變所發生的新性質都是不良性質，具有退化傾向而且大部是表面的性質，例如眼之顏色，翅之長短，足之發達……等這類特性在整個生物進化史上，所佔的地位似乎很有限。那末，關於生物進化，新種，新屬，新科，……門動物的來源問題仍有繼續努力的必要。這是今後關心生物變化難題者應做的工作。

施的方法，卻不相同：這便是『環境的影響』(Influence du milieu) 和『習性的影響』(Influence du régime)。在現今一般自然科學家的眼中，這兩種影響是非常重要的，有的竟稱之爲『進化的原動力』(Facteurs primaires de l'évolution)；在另一方面，則有『次要的原動力』(Facteurs secondaires)，例如『自然淘汰』，『兩性淘汰』，『散布』和『雜種交配』等。這後幾種變化的原因祇能對於生物發生間接的影響，他們祇是站在輔佐的地位，祇能使那些因環境的影響所生的變異格外易於進化就完了。

環境的影響——按拉馬克主義者的意思，周圍環境的狀況無時不壓迫生物，而生物則始終脫不了那些絕對的勢力，所以環境的狀況是生物產生改變的最有力的原因，這是可以預先決定的。我們很明白地可以了解熱，光，和其他一切環境的力量能在生物的營養上，起莫大的變異；營養一經改變，則生物的全身亦無有不受其影響。我們在前面已經說過。那個出類拔萃的自然科學家蒲豐，便已覺到環境直接影響的重要了。及至拉馬克和聖希蘭等格外看重環境的影響，可說是將從前蒲豐的思想大大的發揮而光大之。

新近有人用更真確的實驗，研究環境的影響，這些實驗是用『孔雀蝶』(Vanessa)做的。如果將孔雀蝶的幼蟲養在低溫度(自零度到五度)之下，他的色彩便較黑暗，與北方寒地之幼蟲相類似；如果將他養在高溫度之下(自三十五度到四十二

度)，他的色彩便較前者鮮豔得多，卻與南方熱地之幼蟲相類似。用同樣的影響可以解釋蝴蝶之季候變形：就是在春季所生之個體與在夏季所生之個體形狀的不同。蝴蝶『季候異形』(Dimorphisme saisonnier)的例子，是大家熟知的，例如 *Vanessa prorsa* 和 *Vanessa levana*，原來是一種蝴蝶，祇是一產於春季，一產於夏季的分別；但是從前各人都將他們認作兩個不同的物種。濕潤的影響確實是與寒冷影響有相似的地方。又如一種下等的甲殼類名叫『鰓足蟲』(*Artemia*)的，常常在濃淡不同的海水中生活，即顯出不同的形狀(如環節數目的變遷，觸肢形狀的改變)。在古時已經知道熱帶的獸類，若飼養在溫帶的動物園裏，每值冬季，必增生其毛；但是溫帶的家犬一到熱帶，便將他的長毛脫落了。我們無疑地可以說：不同的環境和遙遠阻隔種種影響，足使同一組的個體，變成不同的物種。Parany 地方的貓，天竺豬；Porto-Santo 地方的兔子就是很好的明證。

至於植物，他們是營固定生活的，他們受環境的支配較之動物為尤甚，因為要避去環境的影響，那是格外困難。新近關於此類的研究很多(如溫度的影響，潤濕的影響，海邊環境的影響和光線的影響等)。以上這些實驗都證明植物因環境的影響所生的改變是無可再懷疑的(以上這些實驗多半是 G. BONNIER 和他的學生們作的)(可參考周太玄教授及其夫人所譯的『植物世界』(商務出版)和董爽秋教授的『植物生態學』

(國立中山大學生物系)。

**習得性的影響：拉馬克主義**——習得性對於生物的影響是由拉馬克發揮光大出來的。我們在上文已經預先推測到「習性的影響」了。這不是別的，祇是許多環境作用中之一種。其實，環境的狀況能夠使生物發現某類特殊的反應，這些反應，纔促成各式各樣的生活方法。

生活方法之變更能影響到生物體的構造，這是不難明瞭的。當然，凡生物必有某類的「需要」；滿足此類「需要」的動作之總和即名曰：「習性」；由習性能進至「習慣」(Habitude)，換句話說，便是動物常要做某類的動作，因此凡與此類動作相關的器官便多多使用，反過來，其他不需要，不相關的器官，便少使用了。所以拉馬克的法則便是：

常常使用能使器官增強，發達；——不常使用反能使器官成爲弱小，且有消滅的傾向。

以上這條原理，名曰：「適應環境的法則」(Loi d'adaptation) 或曰：「使用和使用的法則」(Loi de l'usage et la désuétude)。一器官的營養常因該器官的時常使用與不使用的關係而改變，因此該器官的發達與否，乃繫於使用的久暫了。關於這些，祇要人們能想像到許多職工們受工作的影響，在他們身上所顯現的種種特殊「相貌」，「性情」和「行爲」就可以領悟了。

但是爲使一切由環境所起的個體上的改變得能蘊蓄於物種

中，而且能改變其將來命運，那末，各個體後天所得的結果，應當能遺傳於下代的子孫纔行。這便是拉馬克的第二條法則，名曰：『遺傳的法則』(Loi d'hérédité)①。

如果由環境和習性的影響所生的改變能夠遲早成爲遺傳；那末，我們即可以明白：凡是一種對於生物有用的器官，便能逐代增長發達，並且這個器官還能兼任多種新作用，於是便自行改變，使他格外適應某類常做的動作，這便是『器官適應的作用』。反過來，一種無用的器官，便一代減少一代，最後乃至完全消滅。

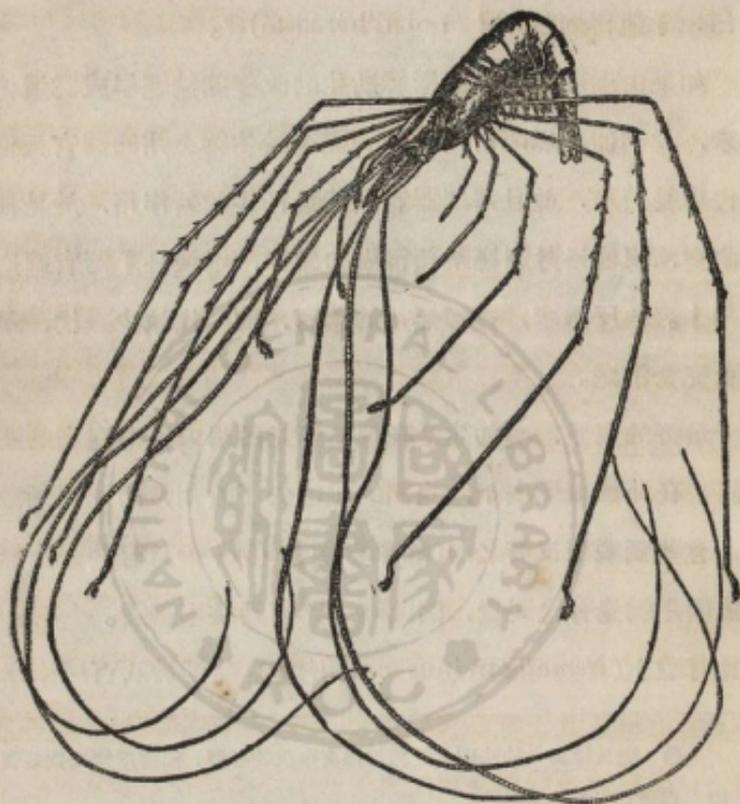
最好的例子，莫如生活在黑暗無光的岩穴或深海底的動物了。在此種環境底下，他們的眼已失了效用，因此便漸漸收縮，有些祇藏在皮膚之內(如『盲螺』*Proteus*)，有些完全無眼。但他們用觸覺替代視覺，因此觸覺器官乃益形發達。有一種『長臂蝦』(*Nematocarcinus gracilipes*)生活於八百三十米以

① 對於拉馬克的法則，我們好像有申說的必要，因這兩條法則是很有用，很重要又很完全的：

(1) 一切的動物既達到他們發育的極限以後，常受使用的影響，能維持器官的形態，並且使他漸漸壯健，漸漸發達，漸漸長大；他的程度是與使用的多寡成正比例的。至於不使用的影響能使器官不知不覺地萎弱，原來的性質亦漸漸減少，最後歸諸消滅。

(2) 由亞種原產地環境的影響和器官因使用不使用的影響亦能使生物習得或遺失某類的特性，且能傳至下代的子孫，祇要這些習得的改變是父母兩性所共有的，或產生新個體者所獨有的〔見『動物哲學』(Philosophie zoologique), p. 199〕。

下缺少光線的海底，他的觸角和肢特別長大，使他們觸覺所及的地面能格外增廣（圖44）。



（圖44）長臂蝦（*Nematocarinus gracilipes*）生於 830 米以下的深海底（縮小  $\frac{1}{3}$ ）。

習性的影響，如能繼續延長多代，亦能使生物產生定向的進化。所以習性的影響對於解釋適應環境的機械作用，實非自然淘汰所可比擬。決不是像一班目的論者（Finalistes）所相信，許多物種是為適應某類生活方法而創成的；其實物種的本

身，反是由生活方法造成，這種生活方法又是因生物環境中的各種影響而成。

目前變化說的學派——我們在上面剛纔所述的兩種學說，確是物種原始的思想中之二大潮流。目前許多的生物學家，有附屬於這一派，亦有附屬於那一派的。當然各種學說皆按新事實的發現，而漸漸確定，漸漸改變的；有時還參加附屬的學說以補充其不足；但是達爾文和拉馬克這個大名，總是用為代表兩大學派的柱石。這兩大學派各個所持的理由，自然難免有幾處相反對的地方，所以目前在主張進化的許多學者中間，便分成『新達爾文主義者』（Néo-darwiniens）和『新拉馬克主義者』（Néo-lamarckiens）兩派。

當拉馬克的著作出世的時代，可以說：發生學還沒有出世；當時一切生理學上的知識非常不確定，並且在當時那種古代傳下的『二元論』的思想，還沒有盡量被人排除；原來這『二元論』的思想是阻止科學進步的大障礙。不祇這樣，在拉馬克的時代，連動物的解剖學和生物學的知識也是非常不完全，所以當時拉馬克的著作，簡直是一種天才的覺悟；甚至是一種預測的工作。這種概念雖是突出於羣衆的思想以上，而且最高尚最合理的；但在當時缺少穩固的事實作為根據，所以拉馬克的著作在他的時代不能發生影響；第一是因為有上述的幾種缺點，第二是因為他的思想遠超過當時所有的事實以上。祇有待達爾文的籬鑿不移，裝滿無數穩固的事實和證據的名著出世以後，

生物變化的思想便得到完滿的勝利；除此以外，最近一世紀來，還有各處自然科學家，研究環境和器官使用的影響所得的許多事實，皆能與拉馬克的學理相符合，所以這個創造變化說的英才的思想終於使人完全信服了。

沒有一個人能夠否認拉馬克的思想對於當代許多生物的研究是大有影響的；確實可以說：『拉馬克的意向還能深入那些自認為該思想的敵人的頭腦裏』。在美洲有許多的自然科學家，簡直承認『拉馬克學說』是一種最合於科學的進化論的柱石。尤以古生物學家 E. D. COPE ( 柯普 ) 是卓卓的代表者。他許多關於骨骼的構造和骨節的研究，能夠證明『地心吸力』，身體各部的位置和『運動』等的影響對於動物形態的關係是非常重要的。以上這些環境影響的總和，稱為『運動變化』(Cinétogénèse)。根據運動變化的原理，便能解釋動物骨架的構造中各種最零碎的機械作用(參看朱洗譯的『進化論』一書第十六篇)。對於這一類的解釋，我們將來研究動物分類時，再加討論。在這裏，我們祇有將他作個例子看看罷了。總之：一切由新式的生活方法的壓迫，必使生物發生新式的運動，這種新式的運動，能夠使生物原來的構造起莫大的改變，例如『海參』身體的彎屈(看後面海參一章)，『腹足類』的旋轉(看後面腹足類一章)，『脊椎動物』身體的旋轉(看後面『無頭類』一章)等等。

這是很自然的，拉馬克的學派，在法國很發展，因為這是

他的思想的發源地。新近法國拉馬克主義，最有名的代表，對於拉馬克的主義宣傳最有力的，要算 EDMOND PERRIER, ALFRED GIARD, FELIX LE DANTEC 了。美國方面的代表，就是 COPE。

由實驗方面說，有 HOUSSAY 和他的許多學生們所作的關於習性改變生物的形態和器官的研究，此種結論是最真確沒有了。HOUSSAY 變更家雞的食料（以肉喂雞）能使這食肉的雞體上的器官產生明顯的改變，與通常的家雞完全不同。新近他研究了魚體的形狀以後，還能完全證明生物的形態是由環境和動作的影響所規定的，換句話說，生物的一切精巧的形狀，無不由環境塑成。這種實驗的研究，確能給拉馬克學說一個最確實的基礎，其堅固的程度已足令人完全滿意了。

新達爾文主義——這主義是與拉馬克的概念和新拉馬克主義者的解釋相反對的。新達爾文主義者，信仰自然淘汰說的熱心，的確是遠過於他們的老師。確實的，我們在前面已經看到達爾文自己首先認自然淘汰有優先的動作，後來又察出自然淘汰的作用，決不是絕對的，在他的旁邊好像還有其他進化的原動力；他認環境的影響是第一要緊的。在『物種原始』一書中（馬君武譯中華書局出版），有很多的地方，作如此主張。他不但相信環境的作用而且還看重用進廢退的理論，他認定一切因以上各種影響所產生的屬於個體的『習得性』（Caractères acquis）是能夠遺傳的。總之：達爾文自己完全承認拉馬克的一切原理。

及到新達爾文主義者便將其老師的學說變成一種很可笑的面目：他們認定一切生物體外的影響對於物種的變異沒有直接的動力；物種變化的惟一原因，是『先天的變異』(Variations innées)——就是直接關於卵中構造的改變；換句話說，一切成長個體上的改變已經存在於卵中；所以這些改變是偶然的，是不合規則的，完全由自然淘汰領導的。到這裏，環境的狀況乃發生效力。因為現在祇有環境的影響能夠確定自然淘汰，使得那些與環境相調和的變異保存着；與他不相調和的變異便歸夭折了。

現在大家可以明白這兩種學派所爭之要點了：按拉馬克主義者的意見，環境的影響同時能直接確定生物的變異和進化；按許多新達爾文主義者的意見，生物的變異完全由生物體內的原因所規定，與生物外面的環境狀況不生關係的；祇有待到變異已經發生以後，環境的狀況纔來淘汰這些變異。這樣看來，環境狀況不是發生變異的原因，乃是進化的原因了。以上這種絕對的概念，在 WALLACE 的思想中，已經存在。他與達爾文，原是同時的人，他又是建設自然淘汰原理的重要人物，他發表自然淘汰的思想，雖與達爾文同時，但是他們當時確是毫無關係的。待『新達爾文主義者』的一番考察之後，自然淘汰的理論格外得到一種很確鑿的形式，很能令人默認的；德國大生物學家魏司曼便是新達爾文主義者最有名的代表。

魏司曼：習得性遺傳的辯論——本節所述的，完全是魏司曼在遺傳的機械上所作的理論。對於這些思想，我們在上文已

作過敘述和批評。因為有這種特出的思想，所以他的理論，在生物進化的原動力問題上，獨佔一位置。在上文已經知道，魏司曼的意見以為生物身體上有兩類的細胞，他們是有根本的區別；一類是『生殖細胞』(Cellules germinales)，他們祇能生出兩性的細胞；另一類是『軀體細胞』(Cellules somatiques)，他們是組成生物身體的基本。軀體細胞獨當一切環境動作之衝，必受各種環境的影響而有所改變，所以在這裏完全和拉馬克的第一條法則相符合的。但是一切由軀體細胞所得的新特性，祇限於身體的細胞中；至於『生殖細胞』是一點也不受身體細胞的影響的。『生殖質』(Plasma germinatif)是在受精的時候組成的，他後來經過一切『生殖細胞』的分裂，而能不受到一點改變。按性質論，他們完全與當初在卵中所有的『生殖質』是一樣的。所以『生殖質』是自有其特別的系統，自祖先以及於子孫始終不變的。在生存場中雖有無數軀體上的改變，但與他毫無關係。他們將為一切遺傳性質的代表。但是在每次『有性生殖』(Reproduction sexuée)時，那種『生殖質』要因受精作用而有改變。因為卵在『成熟期』(Maturation)中，一定要排出半份的染色體，這半份『染色體』不是別的無關要緊的東西可比，他是包含着半份遺傳性的定質子 (Déterminants)——半份遺傳的物質；在另一方面，當受精的時候，因為卵與精虫相混合，便接受到半份父親的定質子，適足以償其缺。由這兩種異原的定質子互相反應，互相動作，便能在新個體中，

發現一部份母親的特性，一部份父親的特性，又有一部份係高曾祖的特性，又有一部份係新有的特性。總合以上各種特性，魏司曼給他一個名字，曰：『先天性』(Caractères innés)，因為這些特性早已存在於卵中，祇有這些『先天性』纔能遺傳，因為祇有他們的定質子能存在於『生殖質』中。至於其他在生活場中，能夠接受到環境影響的細胞——即是軀體細胞——中所有的特性是不能遺傳的，因為他們一點也不能使『生殖質』受到改變。這樣一來，魏司曼便做到全部否認習得性遺傳的法則——即是全部否認拉馬克的主義了。

現在大家纔能看到一切的辯論都是歸納到『習得性遺傳』(Hérédité des caractères acquis)的要點上，在魏司曼以前，是未曾有一個人對此懷疑的，也沒有一種實驗來作證明。因為有這樣重要的緣故，所以經過長時間的辯難，爭論，直至目前不會稍息。

在這裏，我們祇有作極簡要的敘述。魏司曼對拉馬克學說所提出的幾種責難。魏司曼的學說初看好像是很嚴肅的，是不可否認的，因此他迷惑了多數有名的生物學家，不可諱言。但是等到結論的時候，有多數的學者都覺得這種學說與許多由觀察得來的事實相反。

預先，我們應該注意到他的學說的出發點就是『軀體系』(Soma)與『生殖系』(Germen)的分離。這種情形，祇能存在於少數孤立的事實上(如蠕形動物，軟體動物和節足動物)，

與普遍的程度相差還是甚遠的。即使我們完全承認『軀體系』與『生殖系』的分離，亦很難承認『軀體系』上一切的改變，一點也不能影響到『生殖細胞』。其實軀體細胞是主持一切『生殖細胞』的營養。在這種情形底下，好像是『軀體系』上的改變——即使至少的改變——亦不得不使『生殖質』的本身也要受到些少的改變。我們不是常常看到酒病，肺病以及其他多數明明係習得性的病症麼？他們雖然不能真正遺傳，但其對於子孫卻能生莫大的影響是我們所習知的。但是此種觀察，是否足以推翻生殖質始終不變的理論呢？

當然，魏司曼是否認上述的事實係真正的習得性遺傳，他以為在這些事件上，『生殖質』和『軀體質』同時受直接的改變，決不是單獨的軀體系先受到改變，然後影響到『生殖質』的。因此責難是常有的，在這些辯論中，最要緊的一件難事莫如『習得性』三字的定義。許多的新達爾文主義者將這習得性的範圍，定得非常狹小，簡直是根據成見，否認真正的習得性的意義——即是他們否認一切拉馬克主義者所用為證明習得性遺傳的事實。

在實驗一方面，魏司曼曾繼續研究過數代截斷器官的影響，及其結果，他覺得器官殘疾的特性是不能遺傳的。他曾將新生的野鼠尾巴截了去，這樣繼續到二十二代，一切野鼠的子孫仍舊有尾——而且一點也不減短。所以當女子第一次與男子交媾時，陰戶上的『處女膜』雖經男子的陰莖所損傷而破裂，但是

這種破裂的作用，對於下一代的新個體毫不發生影響，所以一切的幼女皆有完整的處女膜。絕了

如果祇是這樣，那末，應該作如何結論呢？上節所討論的習得性確是和那些拉馬克學說上所認為遺傳的習得性是沒有一點共通之點：殘疾或傷損的習得性是決不能遺傳的；大約因為這一類的殘疾或傷損是不能使整個的生物體受到影響，所以此種特性是影響不到『兩性細胞』如果一個園丁將他的線捲形梨樹的種子，種在泥土中，使他長成小梨，將來這新生的梨樹，要使他成為線捲的形狀，則必須年年繼續剪枝纔行，這是很明顯的例子。以上這種事實，祇能證明所有的習得性不是都能遺傳的，但是拉馬克主義是不必需要那樣普遍的事實來作他的證據。

在另一方面，可以舉出很多的習得性遺傳的例子：常常有許多形態上的損傷（如手指骨手指的殘疾，筋肉的萎弱，眼的毀壞……等）可以波及到神經的損傷（係 BROWN-SÉQUARD 的研究）；還有在幾種蝴蝶（鞦韆蛾）（*Aenoria dispa*），他們的幼蟲是素來吃橡樹葉和樺木葉，如果用胡桃葉替代以上兩種樹葉去養育其幼蟲，那末，將來由這些幼蟲所長成的蝴蝶，其翅上的色彩和斑紋將大受改變；下一代的幼蟲，如果重新給他們以舊日的食料——即是橡樹和樺木葉，但是翅上，還可以見到吃胡桃葉時所有的改變（係 PICTET 的研究）；『針蟲瘰』（*Trichome*）和『菩提樹』（*Tillia*）因『壁蝨類』（*Acarions*）所生的

凸起等，都能在下代無寄生物的子孫上重新發現（這是 GIARD 說的）；在幾種熱帶的植物上，因螞蟻而生的蟲瘻亦能遺傳的（係 TREUB 的研究）<sup>①</sup>。

在拉馬克主義者看來，許多因使用與不使用的關係而生的習得性遺傳的事實，確是非常寶貴。但是要施行實驗，確是非常困難，或者是不可能的。實則，習得性非同新達爾文主義者

① 習得性遺傳一問題確值得討論。但在生物哲學上——尤其拉馬克理論上——是極需要這樣的事實來解釋物種漸進的原理。如能用實驗的方法證明習得性遺傳，則更屬大幸。可惜，從前許多人所公認的習得性遺傳的事實，目前都一個一個先後被人推翻了。PICTET (1905) 在蠅蟻上的實驗，在前幾代的子孫上他覺得因改變食料所得的形態上或色彩上的變異確能遺傳至下代子孫，許多拉馬克主義者便非常高興。但是最後的結果 (1920) 卻告訴我們：凡是改變過的個體在第四代都死了，祇有恢復原狀的單獨繼續生存。BROWN-SÉQUARD (1890-1892) 在天竺豕上的癲癩病遺傳的實驗(即斷了動物的脊髓或大神經使動物成為瘋狂)確是非常動人。但是 ROMANES 曾做二十多年同類的研究卻覺癲病很小能遺傳。OBERSTEINER (1900) 在三十個有癲病天竺豕所產的子孫中祇找到兩個瘋子，其餘的都是完善無病的。SOMMER (1900) 完全否認。TAPT (1900) 研究 140 個癲天竺豕的子孫，未見有一病者。WROZECK 和 MACIESZA (1910, 1911, 1914) 重作同類的研究，結果亦覺癲病不能遺傳。這後邊二個學者還說在瘋的祖先或完善的祖先所生的子女中有時都能找到一些瘋的個體(無病的父母也能產 8/17 的瘋子)。總之：B. SÉQUARD 的事實，假使是十分確鑿，這亦祇能說他是一些例外。1923 年俄國大生理學家，PAWLOW 說老鼠聽鈴的習得性能夠遺傳(每招鼠來食須先打鈴。第一代需要 300 次的教訓，纔能使老鼠聽到鈴聲自來就食；第二代祇要 100 次，第三代祇要 30 次；第四代祇要 10 次；第五代祇要 5 次就能使小鼠成了習慣，第六代沒有報告) 為多數學者所注意。現在已經證明他的結論是不確鑿的(看 SADOVNIKOVA-KALTZOVA, 1926; MAC DOWELL, 1924; VICARI, 1924; KOLTZOFF, 1929)。施於老鼠的一切因教育而得的習得性都不能遺傳——至今實驗家還沒有見到。

所希望能夠全部遺傳的，且此種特性即使能夠遺傳，也要比較原來的程度減少得多；並且此種特性遺傳的程度要看那些產生此特性的原因能夠繼續和生物作多代對抗與否而定。照這樣看來，適應環境的特性之發現是根據時間的，決不是我們人類所可主持的。有許多地質學家們給我們指明在地球過去的時代是極長久於是拉馬克所主張的那種根據時間上的緩慢的進化，的確是不成問題了。果然在地質學上，有人曾找到無數關於習得性遺傳的證據。美國的地質學家 HYATT 曾有一個最普通的例子，有些『菊石』(Ammonites)，他的各個旋轉彼此緊緊接合——而且內轉弄成陷入外轉——以致生出一根很深的『接合溝』。此種特性便漸漸固定不變，甚至在幼年的菊石上，各旋轉一點也不密接的時候，那個『接合溝』便已存在了，此種『接合溝』發現於幼體上的事實，除習得性遺傳的道理外，是再沒有別的方法能解釋的。

新達爾文主義者對此還是不乏辯論，他們也能重新使這些直接和間接的習得性遺傳的事實和證據變成可疑的問題。但是類此的辯論不是此地這樣簡單的著作所宜有。閱者有心深究此問題時，可參考較完全的關於進化論的書籍<sup>①</sup>。

① 請參考 Y. DELAGE 的『L'hérédité et les grandes problèmes de la biologie』2<sup>e</sup> édit., Paris, 1903。——Y. DELAGE 和 GOLDSMITH 的『Les théories de l'évolution』(此書已由朱洗譯成中文)。——L. CUENOT 的『La genèse des espèces animales』, Paris 3<sup>e</sup> ed., 1932。LE DANTEC 的『La crise du transformisme』, Paris, 1909。——和 Lamarckiens et Darwiniens』1908。EDM. PÉRIER 的『La terre avant l'histoire 3<sup>e</sup> édit., 1924。——Le transformisme』(此書由張作人譯成華文)。

總結說：我們固不能絕對的或普遍的證明習得性遺傳；但同時也不能證明習得性不遺傳。

但在直接和實驗的證據以外，習得性遺傳，在學理上，是必要的。達爾文，de VRIES，和魏司曼等所承認的那些偶然的，不規則的變異是的確不足以解釋自然界中生物適應環境的奇妙事實和高等動物所有那一類很完全的器官。有用的偶然的變異當然是能夠發生的，亦能在生物的作用上，發生一點關係，但是單依靠這種變異是決不能創造出高等生物中那樣極調和極複雜，而又安置得非常妥當的全部器官，正如同在一塊任何木頭上用斧向東削了幾下，向西又削了幾下，再用幾次不順序的動作修改了一番，終究是不能成爲一完善的木偶的（以上是 F. LE DANTEC 的意見）。

在另一方面說，不論一個龜，鴨，鴨嘴獸，水獺，或海豹：一切在水中生活的高等動物，他們既不是由同一祖先上直接生出來的，他們原是許多種類不同的陸棲動物的子孫。因此他們具趾膜的特性確是彼此無系統上的關係，這是可以斷言的。這一類的事實，在生物學上，名曰：『偶合的特性』（*Caractère de convergence*）。我們是否應該相信此種趾膜的發現，是因爲一切在水中生活的動物都要適應同樣的液體環境，需要一種共通的運動方法，所以生出同樣的趾膜？抑亦承認這種趾膜係偶然發現的，後來那些已具趾膜的個體，纔相約入水，應用其趾膜以生活？這可以算作一個疑問，假使照魏司曼學說的話，這

種疑問是永遠不能有解釋的。

按多數學者的意見，拉馬克的學說是未曾動搖。實際上，祇有環境淘鑄生物的道理能夠解釋生物何以能適應其周圍的環境；又祇有環境的力量，單獨能規定各類動物的構造。

在這些基本的變異原因以後，便有其他附屬的變異的原因，但是這後一類的原因是不能與前者無關，不能獨立進行的，例如魏司曼的『生殖質』的變異。有些由次要的原因所生的變異也能在倏忽間發現的，這便是『驟變』。在動物中，有多數新形狀的發現好像是應該要歸功那些次要的變異；並且這些形狀在有些物類中，還好像也是主要的變異。

有時由驟變所生的特性，亦能適應該生物的生活狀況和習性，那末，此後這些特性便能繼續作前進和順序的改變。比方在爬行類中，跳躍的習性開始就有的；後來由他們的鱗甲伸長而成鳥羽，又可以說此種鳥羽的發現是由跳躍進步到飛翔所留的一種紀念品。但是由跳躍成爲飛翔，其中必經過許多合規順序的改變，而且此種改變能普及到動物全體的構造，祇是動物全身動作的結果。論到鳥類發源的初期，也許由驟變的動作出發，但是後來成爲完全的鳥類，必然是得力於前進的適應環境的動作，這樣纔能使原來由驟變所生的變異格外固定；通常學者所起『預先適應環境』（Préadaptation）的名稱，恰能給這一類由驟變所生的變異。

講到自然淘汰，我們在前面已經將他看作不但是能在同種

各個體中，而且在隣種中，實施一種淘汰的動作，使那些較下等較不善於適應環境的個體歸於消滅，祇留下那些最善於適應環境的個體，續後再作合規的，連續的進步，使在某時某地的動物區域中，得維持生物的平衡。

最後，我們還要肯定地說：生物形狀的進化有許多種不同的原因；目前又已有許多種解釋進化的學說。各派學者，如能不過於固執己見，各出其分工合作的精神，則對於解釋進化難題的工作，便能快快前進，省去許多無謂的周折。

## 分類的原理

系統的分類——根據生物變化的思想，自然的分類學，便成為明顯確鑿的科學。這樣的分類學要首先闡明生物系統上的關係，再組成『生物的進化樹』(Arbre généalogique)和『分類一覽圖』(Tableaux de classification)。此類的安排是非常便利於研究的。

分類的出發點，總是基於形態上的比較 (Morphologie comparée)。在大多數的物種中，祇要有以上這個方法，便能應用成長的生物作比較研究的材料。但是在少數完全孤立的物種中，專賴形態比較，恐仍未能有確鑿的結果。在另一方面說，即使在幾許尚有過渡形式可考的物種中，如果這些過渡的形式不十分豐富，亦是很難確定他們的共通點和同原的器官。但是一切形態上的特性，亦須首先確切鑑定纔好。

此外還有古生物學 (Paléontologie) 亦能由研究古代物類發祥的時期，以闡明生物進化的過渡形式；此類的教訓，有時是很確鑿的，但是很難得到完全無缺的資料。

講到『發生學』(Embryogénie)其價值則更為重要。我們在前面已經看到『復演的法則』(Loi de patrogenie)，雖然不無限度，但是亦能給我們以許多關於生物系統和生物宗親諸問題以很確切的證據，使能知道動物間相互的關係。

總結起來說：動物學有三類的事實作為基礎，依靠這三類的事實，便能建設分類學。其實他們還是互相補充，互相關發，互相改正的。這便是『比較解剖學』，『古生物學』和『發生學』。目前我們的動物分類學完全是建設在以上這三門科學上的。

★ 分類——分類 (Taxinomie) 的意義，即是將一切動物，按系統的先後，分成許多類別。總合全部物類就是分類學的範圍。分類的法則，幾乎都是林那傳給我們的。

動物的單位，即是『種』(Espèce)，集合幾個隣種便成為『屬』(Genre)。一切的物種皆以二拉丁字名之，第一字為屬名，第二字為種名。此種定名方法，即為『二名法』(Nomenclature binaire)。因此，所以『棕色熊』名曰：*Ursus arctos*；『白色熊』名曰：*Ursus maritimus*。以上這兩種熊合起來，便成為『熊屬』*Ursus*；再集合幾多的屬便成『熊科』(Ursidées)再集合幾許隣科，便成為『食肉獸目』(Carnivores)；

集合幾多的『目』便成爲『哺乳綱』(Mammifères); 集合許多綱, 便成爲『脊椎動物門』(Vertébrés)。

如果遇到以上這些等級, 不夠用的時候, 便另外分成『亞門』(Sous-embranchements), 『亞綱』(Sous-classe), 『亞科』(Sous-famille)(又名 tribus), 『亞屬』(Sous-genre)……等等。此外, 人們還保留一個最通用而不十分確切的名字, 可用以代『綱』, 代『科』, 代『亞種』(Sous-espèce 或 race)的, 這便是『類』那個字。

✓ 動物的分類——我們祇將全動物界分成兩大類: 第一類, 他們的身體上的構造較簡單, 第二類, 他們的身體上的構造較複雜, 這是我們在開首的時候便已說過了。

(1) 原生動物: 全身祇由一個細胞組成的, 故亦稱單細胞動物。 Subkingdom 1. Protozoa

(2) 後生動物: 全身由多數不同的細胞組成的, 亦稱多細胞動物。 Subkingdom 2. Metazoa

## 第五篇 原生動物(Protozoaires)

✱ 原生動物的範圍——『原生動物』(Protozoaires)<sup>①</sup>一語，正如字義所指，為動物界中最原始之下等動物。一切『後生動物』(Métazoaires)都是由許多細胞所構成，而且這些細胞組成種種器官，為通力合作的生活。原生動物與此相反，僅由單一之細胞而成，但同一個細胞，各部分起了形態的分化，來代替各種器官，行使各類複雜的生命動作。

一般學者的習慣，將原生動物區分為四大類，即：

(1)『鞭毛虫類』(Flagellés) 原形質的表面有薄膜包着，主要之運動器官，為一根乃至數根的鞭毛。

(2)『根足虫類』(Rhizopodes) 原形質的表面沒有薄膜包着，原形質可以隨便流動，形狀時常改變。

(3)『孢子虫類』(Sporozoaires) 包括一切寄生的原生動物，有具細胞膜者，有缺細胞膜者，但都無運動器官。

(4)『有毛虫類』(Infusoires)<sup>Ciliata</sup> 原形質表面具有薄膜。運動器官為被於體面之許多可以顫動的纖毛。

在這四大類裏面，孢子虫類和纖毛虫類，確係動物而沒有什麼可疑的地方。至於根足虫類和鞭毛虫類，有許多物種，顯

---

① 『虫』字應用於單細胞動物，『蟲』應用於普通的多細胞動物，如昆蟲類等等；『國』字則應用於——蠕形動物。

然是動物，但其中另有許多——尤其是下等的鞭毛虫類，確有點像是由植物到動物間過渡的東西。

營養的方法可以幫助我們確定植物中之『菌類』(Champignons)，『藻類』(Algues)和動物的共同界限。實際上，在這三類裏面，祇有藻類有葉綠素，或其他具同等生理作用的色素，使能吸收碳酸氣發生光合作用，而製造炭水化合物，因而他們可以『特己營養』(Autotrophe)。動物通常祇能消化已經製成的有機營養分。至於菌類，能夠從活的生物體或已經腐爛的生物體，吸收已經溶解的有機物質；這就是『活物寄生』(Parasites)，或是『死物寄生』(Saprophytes)。但是這仍然不能將這一條界限完全劃定，因為有許多動物也是與此有同樣生活的。

此外在植物界中(藻類或菌類)，概具『纖維質』或稱『絮質』(Cellulose)的細胞膜(至少在某一時期)，他是限止植物的運動最有力的，而動物沒有。因此我們現在便有三大特點(其實，這是不需要的)可以來區分原生動物和『原生植物』(Protophytes)。

(1)有同化作用的色素和特己營養法，這是足以確定原生植物。

(2)他們的細胞膜中具有纖維質，或與之相同的物質。

(3)『特他營養』(Holozoïque)，消化已經製成之有機營養分，足以確定原生動物。但這仍然是一個約略的規定。有

許多鞭毛虫沒有同化作用的色素，沒有纖維質，但不是特他營養。另外有許多與此相反，同時具有色素，但又是特他營養，竟具有動物和藻類的兩種特性；有許多則因環境而備有葉綠素，或者失去葉綠素而營死物寄生生活；有時且可由實驗方法，使他從動物或菌類的狀態還原為藻類的狀態。

有些學者將原生動物和原生植物歸併起來組合成一大類稱為原生物 (Protistes) 以與後生動物及後生植物 (Métaphytes) 相區別。除去原生動物四大類以外，更包括『細菌』(Bactéries)，『裂殖藻』(Cyanophycées)，『矽藻』(Diatomées) 以及『菌類』(Champignons) 中之最下等者如『黏液菌』(Myxomycètes) 和『瓶菌』(Chytridinées)。

假使原生動物的定義對於後生植物很難確定的話，那末，對於後生動物也是同樣困難。大部分的原生動物，誠如向來的定義，是一個細胞，——一塊原形質和一個核。然而有時也有例外，可以有許多互相連續而多核的原形質塊。即在一個細胞裏面，也可以有兩個核或兩個以上的核。譬如在變形虫類 (Ami-ba) 裏面，『*Amæba verrucosa*』等祇有一個核；『*Pelomyxa binucleata*』有二個核；『*Pelomyxa palustris*』具有多數的核。若將他們根本分離開，或是看作後生動物，顯然都是不合理的。

★ 原生動物的繁殖——原生動物有三種繁殖的方法：(1)『分裂』；(2)『出芽分生』；(3)『孢子分生』。

『分裂』或稱『截斷』(Division 或 Scissiparité)，即是

一個動物的軀體分裂成二個幾乎相等的部分。這是一種最普通而又最簡單的繁殖方法。在一切單細胞動物中，都能找到這樣的繁殖法。這就是一種平常的細胞分裂法，一共有兩種『變像』(Phases)：即是細胞核的分裂和細胞體的分裂<sup>①</sup>。

其餘兩種繁殖法，祇是由第一種改變成的：

於『芽體分生』(Bourgeonnement)時，細胞核為不平均的分裂：小的一段，向細胞的表面遷移，即於其處隆成一個凸起與出芽相似；不久這個凸起，便與母體分離，營獨立生活，最後便能長成與母體一樣的新個體。

這種繁殖方法，驟看似乎與分裂法大不相同，因為芽體離開母體的時候，好像對於母體沒有多大的改變似的。所以就名大的一個為『母體』，小的一個為『仔體』。究其實際，『芽體分生』也是一種分裂法，祇是由這種分裂所得的兩個仔細細胞，互不相等罷了。

講到『孢子分生』(Sporulation)，包含着多次的分裂：細胞核先分裂多次，後在一塊共通的原形質中，便有許多的仔細

---

① 細胞核的分裂，能有多種不同的方法。從前的學者都認為在大部分的原生動物中，此種分裂是『直接的分裂』。賴新近許多的研究，幾證明舊說與事實相反：大部的原生動物分裂時，『中心體』(Centrosome 或 Centriole) 常常是不明顯的，有時簡直找不到，所以分裂的中心，便包裹在核膜之內了。在這種情形底下，細胞分裂的時候，核膜是不自行消滅的，但是在核膜內，可以看到一個紡錘體；染色體便排列在紡錘體的中部；不過他們的行伍有時不很齊整，各個染色體的分別也時時模糊不顯，此後染色體的分裂，好像與其他的分裂是一樣的。

胞核，最後，這塊原形質，同時裂成多數的段落，各段落皆有一個細胞核。這便是所謂『孢子』(Spores)。後來這些孢子，各自分散出去，各個能長成一個與母細胞相似的個體。有時這些孢子具有一根或數根『鞭毛』(Flagellum 或 Fouets vibratiles)，藉此在水中游泳。這些能夠運動的孢子，曰：『游走孢子』(Zoospores)。

無論由何種分生方法，原生動物總是不能繼續作無限制的分生。例如『纖毛虫』經過若干次分裂以後，一定要發現衰老和死亡的現象，但是能因『接合』(Conjugaison)而恢復的，所謂接合的現象，即兩個體合并而為一個。關於這點，我們將來再作較詳細的研究，他的作用能夠使合并的個體生出新的能力，換句話說，便是『返老還童』(Rajeunissement)。接合的例子是非常多的，在各類原生動物中都是很普遍的。假使有人以為不是絕對普遍，但至少是一定佔有很廣大的範圍。

凡是互相接合的個體，必先有某種特別的變更。已經變更行將要合并的個體稱：『配偶子』(或簡稱『配子』)(Gamètes)。這些『配子』能夠暫時接合，彼此交換一部分的『核質』(Substance nucléaire)；後來各自分離，重新營獨立的生活。這是纖毛虫類的事實<sup>①</sup>。通常兩個接合的個體皆混合其所有的

① 關於纖毛虫，經過若干次分裂以後，一定發生衰老的現象，終乃至於死亡的事實，本來是 MAUPAS 的主張。現在許多學者都曾加以否認。魏司曼曾有原生動物不死的學說，CALKINS ENRIQUES, WOODRUFF, JENNINGS, 諸氏曾培養各種纖毛虫如 *Paramecium*, *Glaucoma* 等等，逐日更換培養液逐日將其分離，使其不能發生接合現象，其中尤以 WOODRUFF 所培養之 *Paramecium* 竟能維持至十餘年，而不需要接合的作用。

原形質和細胞核，成爲一個單獨的個體，這叫做『接合體』(Zygote 或 Copula)，或者格外簡單明瞭些，名之爲：『受精卵』亦可。各『配子』的形狀和身材如果是相等的，稱曰：『同形配子』(Isogamie)；另稱身材不同等的，爲『異形配子』(Hétérogamie)。大部分單細胞動物的配子，與多細胞動物中之兩性細胞無異：一種身材很粗大，幾乎不能運動，另一種，身體細小，能自由運動。因此我們自然要認『配偶子』是有兩性的：『大配子』(Macrogamète) 卽是『雌配子』(Gamète femelle)；『小配子』(Microgamète) 卽是『雄配子』(Gamète mâle)。在『纖毛虫類』接合的動作是不能變更後來的繁殖方法，就是在合并以後，仍然盛行與前相同的分裂方法。但是在一般的原生動物，『接合』以後繁殖方法，大多與普通的不同。凡由雌雄二配子互相合并而成爲受精卵的生殖方法，統名『有性生殖』(Reproduction sexuée)，餘者名曰：『無性生殖』(Reproduction asexuée)，在這些動物裏面，常有一種『生命的循環』(Cycle évolutif)，就是有性生殖與無性生殖的交相更迭。

作殼休眠<sup>①</sup>——『孢子的繁殖』或『簡單的分裂』，有時甚至於『接合現象』，都祇能行之於『作殼休眠』(Enkystement)以後。卽某一個體於某種情形之下，先自縮成球形，發現角質而又堅韌的厚膜，包圍於體之四周，這便是『休眠體』亦稱『包囊』(Kyste)；動物就隱藏在這休眠體中，盛行分生繁殖。待

① Enkystement 亦稱被囊之形成。

到分生的動作完結後，休眠體便自行破裂，內部的新個體，乃自由外出。有時接合的動作亦能在休眠體中實行的。

『作殼休眠』的動作，不一定發生在生殖以前，他還能抵抗外界不良環境的影響(『保護的休眠體』)。有些動物因過分消化的關係，亦常作殼休眠(這是『消化的休眠體』)。

## 第一綱 鞭毛虫類(Flagellés)

有很多的鞭毛虫，具有葉綠素，藉日光的力量，可以製造他自己所需要的營養料。這本是植物的特徵。但是另外有許多具有葉綠素，竟不是自己營養的。將他歸入植物界或是動物界都不甚妥當，如果放在這兩大類之間，做一種過渡的橋樑，確是很適合的。其實，要從細菌，原生動物，多細胞植物，以及多細胞動物裏面，找出鞭毛虫類進化的線索，乃是很難的，即使要找他和根足虫類，以及藻類，菌類的區別，也不是很容易的事。

這一類動物的進化現象很顯著，適應環境的力量也很大，所以不但在海水，淡水以至純粹的飲料液體裏面，都可以找着他們，就是在許多原生動物和後生動物的身體裏面，也常常看到他們在那裏營寄生生活。通常祇有一個核，一個伸縮胞。以縱分裂法繁殖其族系；具有特殊而強大的『鞭毛』(Flagellum)，可以顫動，毛之根部深入於原形質中。與許多特殊的小體相連接，其情形亦頗複雜。稱他全部的構造為『鞭毛運動

器】(Cinétide)。模範的鞭毛運動器含有四種要素(圖版 I, A.)。

(1)『鞭毛』除去露在體外的一部分，另外還有一部插入於細胞之原形質中。

(2)在鞭毛的基部，有一個結構稍稍複雜的顆粒及纖維的系統，這纖維將各顆粒連絡起來，並且常常同時與核相連絡。鞭毛直接插入處的顆粒，稱『毛基質』(Blépharoplaste) (*b*)。連絡基粒及核的纖維稱『根體』(Rhizoplaste) (*r*)。根體與核接觸處之小粒，稱曰『根體粒』(Graunle Rhizoplastique) (*g. r.*)；有時根體粒往往在核裏面。這不過是一種敘述的情形，實際在各種鞭毛虫體內，並不是通同有如此構造的。尤其是當他們分裂的時候，這些裝置每每不是同一種樣式的。

有時基粒在分裂的時候，負有『中心體』(Centrosome)的功用：例如 *Ochromonas* 的基粒先分裂成二個，移向核的兩極，並且在他們當中，還有有色的紡錘體，所以有人在鞭毛虫類，常常將基粒和中心體混作一談。實際上，中心體的功用，也許是基粒，或者是鞭毛運動器中另外的小粒，甚而至於另外一個獨立小粒代做了。例如 *DEVESCOVINA* 的基粒便完全離開紡錘體而獨立，獨自分裂，對於核的分裂，並沒有指揮的功用。

因此我們仍有保存中心體這個名稱的必要。不過與鞭毛運動器總是有很密切的關係罷了。據說他可以主持核的表面

部分的分裂。有細胞橫分裂的紡錘體，也許是鞭毛虫與其他一切原生動物不同的地方，也是與普通的間接分裂不同的地方，因為鞭毛虫是縱分裂而不是橫分裂。

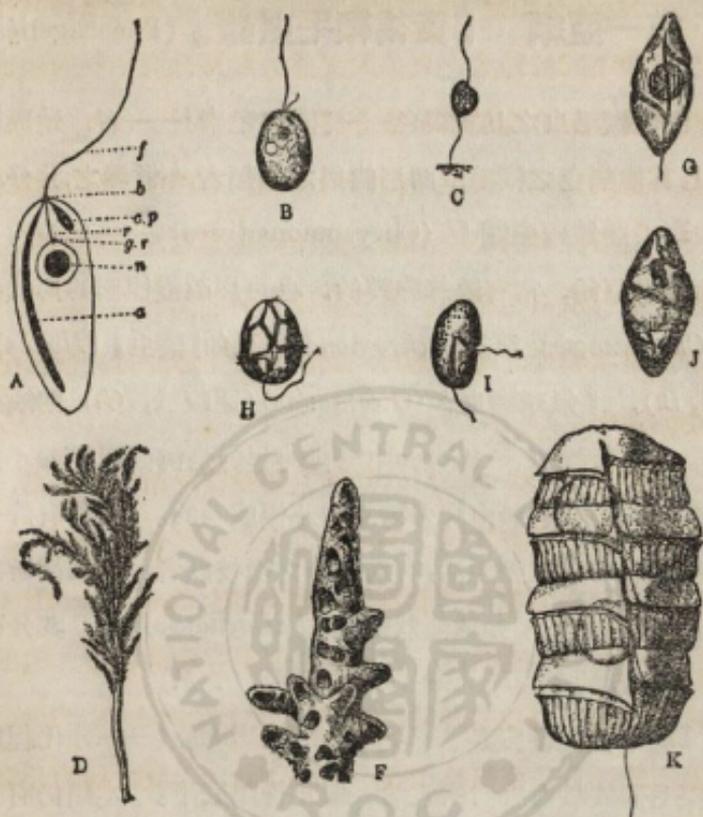
當分裂的時候，鞭毛運動器的外部，有種種不同的樣式：有的分作二份，有的完全消滅，然後從兩基粒起重行再生；有的祇有一個仔虫具有鞭毛，另一個仔虫另生新的。這些異點其實都算是次要的，最重要的一點就是鞭毛運動器與間接分裂有密切的連絡。

(3) 軸桿 (Axostyle) (a) 是鞭毛運動器的第三件要素，係筋箸狀，時常支持着細胞，但有時也可以缺了他。

(4) 最後談到鞭毛運動器的『副基體』(Corps parabasal) (c.p)，他與中心體相連，可以到一個很發達的程度，因種種特點，令人連想到他是屬於『果爾基氏體』(Corps de GOLGI)，但是他們的性質是否確鑿相同，仍多爭論。總之他的分裂與鞭毛運動器全部的分裂是同時的。

鞭毛運動器的四個要素，即一根鞭毛，或是一組鞭毛，基粒形成物和根體形成物，軸桿以及副基體。這些東西的變化，在鞭毛虫的系統分類上是很重要的。但是另外更有一複雜的事情：就是同一細胞裏面，鞭毛運動器的分生。同一個鞭毛虫可以有幾個鞭毛運動器，或者很多的鞭毛運動器。

關於鞭毛虫類的分類，人各相異，尙未見有較為滿意者。茲據其色素之種類及色素之有無分為下記之三亞綱。



圖版 I

- A. 鞭毛運動器的模式圖：  
 f. 鞭毛； b. 基粒； c.p. 副基體； r. 根體； g.r. 根體粒； n. 核； a. 軸桿。
- B. 鞭虫 (*Monas*)
- C. 氣球鞭虫 (*Oicomonas*)
- D. 藻形羣鞭虫 (*Hydrurus*) 生活時之狀態。
- F. 藻形羣鞭虫一枝末端之廓大圖，膠質之座托中有很多的鞭毛虫。
- G. 梭殼旋溝鞭虫 (*Cymnodinium*)
- H. 瓜椎鞭虫 (*Peridinium*)
- I. 半橫溝鞭虫 (*Hemidinium*)
- J. 攪實鞭虫 (*Pouchetia*)
- K. 蠕狀鞭虫 (*Polykrikos*)

## 第一亞綱 『黃褐鞭毛虫類』 (Phéoflagellés)

包含鞭毛虫之具黃褐色——『同化色素』——者，殆與褐藻相似，其他無色之鞭毛虫而形態與之相類者，亦併屬之，共分三日：

I 『簡單鞭毛虫類』 (Chrysomonadines) ——形態均甚簡單而且很原始，常有缺細胞膜的，也可以改變他們的形狀的，如 *Chrysamöba* 以及 *Ochromonas*；又如『鞭毛虫』 (*Monas*) (圖版 I, B.)，『氣球鞭毛虫』 (*Oicomonas*) (圖版 I, C.) 則缺少色素。『有殼鞭毛虫』 (Coccolithophoride) 是海面飄浮的小動物，分泌一個石灰殼，殼由許多獨立的小板成功的。另外有許多簡單鞭毛虫類，形成羣體生活，有為固着之樹枝狀者，有為浮游之球狀者，還有止於『分球藻狀態』 (*Palmelloïde*) 者。其分枝而成藻類形狀的如 *Hydrurus* (圖版 I, D, F.)。

II 『複化鞭毛虫類』 (Cryptomonadines) ——分化程度較深，鞭毛插入於由表面陷入的一個小棹眼底下。本類仍有分球藻期。複化鞭毛虫之具有葉綠素的，與無色素的 *Chilomonas* 身體的構造，完全一致。

III 『渦鞭毛虫類』 (Dinoflagellés 或 Peridiniens) ——這是很特別的一類，最模範的種類每飄浮於淡水或海水中。體為卵圓或紡錘狀，表面被有纖維質之殼，殼之構造有時甚複雜：有生長突起者，有散布條點而成斑紋者。核與伸縮胞亦具備。原形質內雜有色素。體面有縱溝，體之四周繞以帶狀之橫溝。沿縱溝出一強大之鞭毛，向後方運動藉以助身體之前進；第二

鞭毛存於橫溝內，搖動之，可以使身體作渦狀迴旋。

渦鞭虫的蕃殖，通常以簡單的分裂方法。但因為有殼的關係，他的分裂不是像其他的鞭毛虫一樣很精確的縱分裂，他的裂縫乃是傾斜的；各半子體當重行完成其所缺少的殼。溝，以及消失了的鞭毛。

在殼裏面，或者先形成被囊以後，細胞質纔收縮，細胞核重復分裂而後一次分割成若干小段，即所謂孢子生殖，這也是並不稀奇的。這些孢子從被囊裏或是殼裏跑出來的時候，都備有鞭毛，而且他的結構和成年的渦鞭虫完全一樣，令人很容易認識。本目共分『有溝類』(*Dinifera*)，『無溝類』(*Adinina*)，『胞鞭虫類』(*Cystoflagellata*) 三亞目：

A 『有溝類』(*Dinifera*) ——大多數具有渦鞭虫類模式構造的，都歸併在這裏，溝內兩根鞭毛之着生方法與前述相同，其最著之例如下：

『梭殼旋溝鞭虫』(*Cymnodinium*)：體形特別延長，缺角質膜，僅有光滑之細胞膜，很薄，無色素，因為種類的不同：有的形態很規則的，有的橫溝為延長的螺旋狀彎曲，有的身體繞縱溝而為螺旋狀彎曲，有許多常常形成很厚的膠質包囊，囊上時常有幾個長角，也有具眼點 (*Stigma*) 的海水及淡水均有之 (圖版 I, G)。

『半橫溝鞭虫』(*Hemidinium*)：外被極柔嫩，橫溝繞身體之一半，而止於背面之中央，與其他渦鞭虫之完全圍繞者不

同，但有鞭毛。無色素（圖版 I, I）。

【蠕狀鞭蟲】(Polykrikos)：有很多的橫溝，有一根鞭毛，或者幾根鞭毛。具有【刺胞】(Trichocystes) 及【刺絲胞】(Nématocystes) (圖版 I, K)。

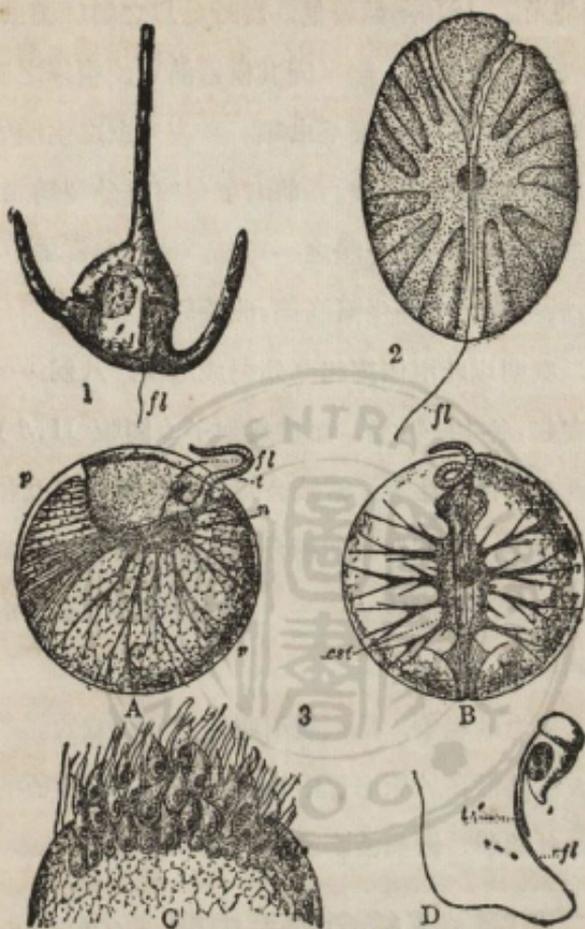
【瓜椎鞭蟲】(*Peridinium*)：與上文所述之渦鞭蟲類特徵完全相同，其殼由許多小板合成，形狀略如小兒所玩之瓜椎，屬類很多（圖版 I, H）。

【鐘角蟲】(*Ceratium*)：為浮游海面之小動物，有鐘狀殼，具三個角狀突起，二鞭毛中一鞭毛在他鞭毛之基部成直角，有時起微小之旋渦運動（圖版 II, I）。

B 【無溝類】(*Adinina*) ——具有兩根鞭毛，着生之方法與模式的渦鞭蟲相同，但是沒有溝。身體關在兩片殼裏面，殼是由與纖維質相同的物質而成的。左右兩殼在中央遇合，但無齒狀突起。重要的例子，如 *Amphidinium*, (圖版 II, 2) *Exuviella*。

C. 【胞鞭類】(*Cystoflagellina*) ——體為球形或圓盤狀。外面被以薄膜。頗透明。體內有原形質塊。內含一胞狀核。由原形質塊放出無數之細絲，體之一端有凹溝，自內出一強大之鞭毛，〔特稱之曰：觸手(Tentacule)〕其旁更有一鞭毛，口即位於此兩者之間。

【夜光蟲】(*Noctiluca*)：體球形，如小桃，直徑 1mm. — 1½mm. 透明，有一本長觸手，浮游海面，波濤震盪時，每能於



圖版 II

- 1, 鐘角虫 (*Ceratium*)  
 2, 無溝渦鞭虫之一種 *Amphidinium* (腹面圖形)  
 3, 夜光虫及其發育  
 A, 成虫之側面圖: *fl*, 鞭毛; *t*, 觸手; *p*, 口底之原形質, *n*, 核; *r*, 表面之原形質網。  
 B, 成虫口側之圖形: *cst*, 形原形質口。  
 C, 游走孢子之形成。  
 D, 一個游走孢子之高度廓大圖: *t*, 觸手; *fl*, 鞭毛。

水面發生螢光。1810年始發見，當時曾以之屬於滴虫類，其後又誤認為管水母之一種，繼又因其構造簡單，復以之屬根足類，現今多數學者主張以之屬鞭毛虫類。夜光虫之生殖方法通常有兩種：即分裂與孢子形成。前者每每核先分裂為二，然後身體分裂為二。後者則於身體之一局部，使原形質集中，於表面稍現突起，於突起之中央生陷沒線，此時原形質與核同分裂成為兩個突起，次則以此兩個突起更分裂成四個，八個……遞增至很多的小突起，各生一鞭毛，而成為孢子（圖版 II, 8）。

此外更有行接合法者。當接合時，兩個體的口互相接近，失去觸手和鞭毛，兩個個體即癒合成一個，核遂延伸為長形，自中央切為二個，各形成一新核，同時身體亦分裂為兩個，遂成為兩個新個體。

夜光虫發光的現象，是很能引起人們的注意的。其發光的原因，大概是散在於原形質中的那些油粒，因種種的影響可以使光彩更外顯明，例如波濤震盪就是一個原因。

## 第二亞綱 『綠色鞭毛虫類』 (Chloroflagellés)

包含鞭毛虫之具同化色素（葉綠素）者，其同化色素與綠藻殆相同。也有少數沒有色素的，共分三日：

I. 『綠鞭毛虫類』 (Chloromonadines)——體之表面具一層綠色小粒。體外被一層薄膜，且有為變形虫狀者。缺收縮纖維，缺『眼點』 (Stigma)。在咽頭之底部僅有一個凹陷，由

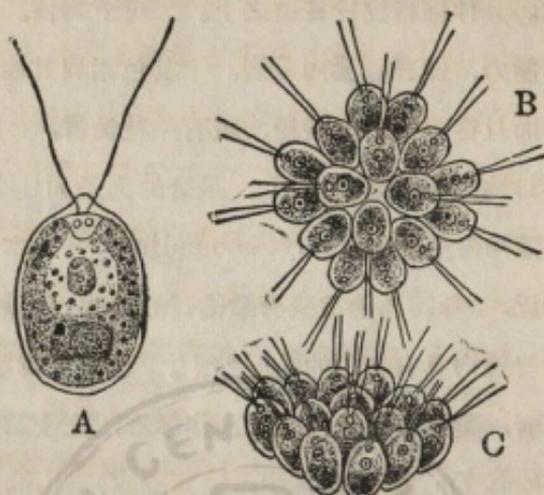
此生二鞭毛。伸縮胞位於食道之下。更下爲核。頗具有形成被囊的能力，即在被囊內分裂。其色素與其他的植物鞭毛虫不同，而且從來不積蓄澱粉，祇有一些油質。因此綠鞭毛虫仍然是一目地位不清楚的種類。最著的例子如：*Vacuolaria*。

II. 『植物藻虫類』(Phytomonadines)——本目與下等的綠藻很接近。身體外邊常祇有纖維質的薄膜，身體的前方有兩根鞭毛，普通均具有紅色的『眼點』。色素概爲草綠色，間亦有橙紅色者，葉綠體單一，形大，作杯形，完全爲植物性營養(除 *Polytomidæ* 營死物寄生，缺葉綠素)，由同化營養而生之產物，幾完全爲真正的澱粉。並有『澱粉核』(Pyrénoïde)。在纖維質之包被中，行縱分裂，仔細胞棄之外出。亦有兩仔細胞不即離開，再行分裂成爲四個的。

『綠錠虫』(*Chlamydomonas*)：是這一目的模式動物，身體爲圓柱形或橢圓形(圖45, A.)。

『聚包子』(*Gonium*)：殆爲 *Chlamydomonas* 集合而成羣體者，其數爲八或十六，並不藉原形質互相連絡，各個體位置在一個平面上，鞭毛則轉而向上，發生一種驟然而不規則的顫動。各細胞間毫無分化的現象(圖45, B, C.)。

『鞭盤虫』(*Pandorina*)：棲息淡水，全體球形含有十六個個體，鞭毛向外爲迴轉之運動，有時每一個體各自分裂爲十六個細胞，各自形成一新羣體。有時每一個體各分裂爲十六個配子，接合後重行分裂爲新羣體(圖46, fig. 1.)。



(圖 45) A, 絲織虫; B, 聚包子正面圖; C, 聚包子側面圖。

【團虫】\* (*Eudorina*): 含有十六乃至三十二個體。各細胞之間有一種膠質。有時候有的變為純粹的雌性羣體, 有的則變為純粹的雄性羣體。雌性羣體是容易認識的, 因為「大配子」(Macrogamètes) 與配子細胞是一樣的形狀。雄性羣體則不然, 分裂又分裂, 結果可有六十四個具有鞭毛的「小配子」(Microgamètes) 游泳而與雌性羣體相親近(圖46, Fig. 2. 及 3.)。

【夥蟲】\*\* (*Pleodorina*): 分化之程度較為高等, 有一百二十八個個體, 羣體裏面包含有兩種細胞: 一種形態特小, 具有紅色眼點, 都是植物性的; 另一種形態較大, 位於羣體之頂端, 但游泳時則在後方。這都是可以生殖的細胞。當成熟的

\* 按原文意義譯

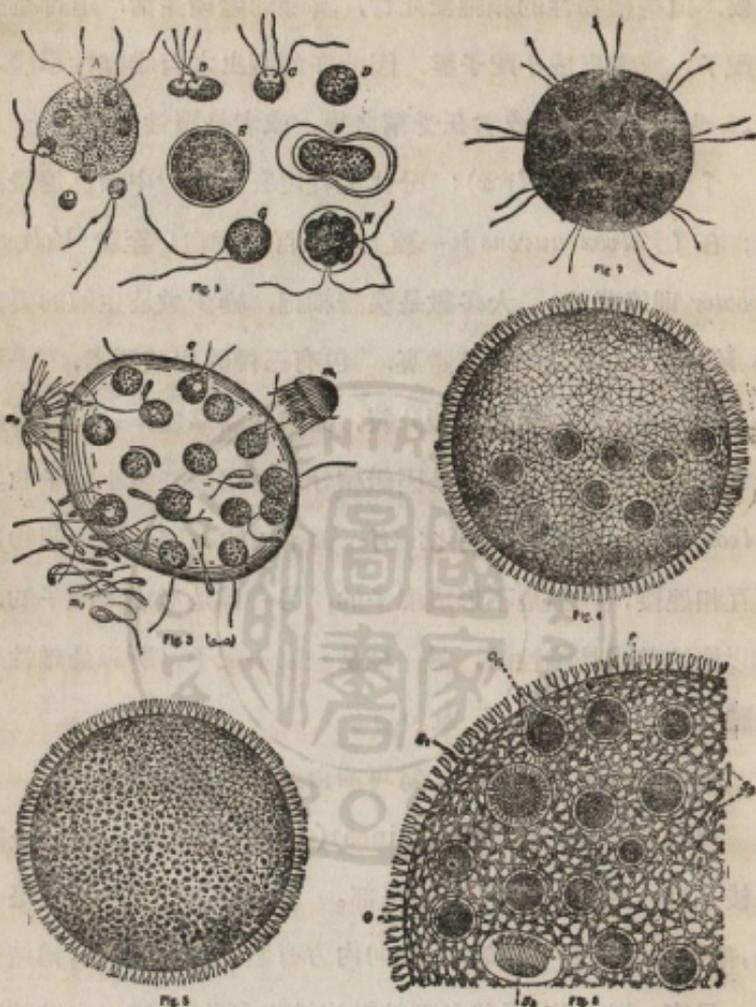
\*\* 按原文意義譯

時候，這些植物性的細胞便死亡，其餘的繼續生活，這都是些大配子，或者形成小配子盤，因此亦如團虫之有雌雄性羣體之分。大配子的繁殖或者在受精之後，或者是單性生殖。

『團走子』(*Volvox*)：分化之程度在原生物中殆已達最高點；在『*Volvox aureus*』一種上有五百餘細胞；至於 *Volvox globator* 則達萬餘。大多數是軀體細胞，極少數是生殖的要素。在 *Volvox globator* 的羣體裏，包有三種的生殖要素，一種是不形成配子的，僅因繼續分裂，而構成新羣體；一種是形成大形的大配子的；另一種是因繼續分裂而構成許多小配子的。*Volvox aureus* 則格外進化；有三種不同的羣體，因中間物質而互相連接：一種是不形成配子的，另一種是形成大配子的，所以他的羣體是雌性的，另一種是一束小配子，所以是雄性的羣體(圖46, Fig. 4, 5, 及 6.)。

我們看過上述的例子，當可明白這個進化的線索。

III. 『梭微子類』(*Euglenines*) (亦稱綠虫或綠沫虫)——體呈梭子形，前端稍鈍圓，有凹陷部。由此凹之底部伸出鞭毛一根，鞭毛之長與體長相等。稍向內方有眼點。伸縮胞，構造複雜，另有一貯蓄胞，及綠色顆粒散佈於體之各部；體內之貯蓄物為 Paramylon (為與澱粉稍稍相異之炭水化合物) 體之周圍有薄層(但無纖維質)且露出縱列之斜紋，此斜紋似與其身體收縮，伸長以及運動都有關係。當生殖時，身體即靜止不動，周圍形成被囊，核先二分，次四分，各部分即破囊而出，各成一綠虫。



(圖46) Fig. 1. 鞭盤虫(*Pandorina morum*)之接合現象。A, 配子之形成; B, 接合; C, D, 接合子; E, 休眠體; F, G, 休眠體的發育; H, 幼的鞭盤虫。Fig. 2. 團虫(*Eudorina elegans*)。Fig. 3. 團虫, 接合之順序。Fig. 4. 團走子(*Volvox aureus*)之雌體內含十三個雌性配子。Fig. 5. 團走子之雌體, 內含多數之精子。Fig. 6. 團走子(*Volvox globator*):  $s_1 s_2 s_3$ . 精子,  $o, o_1$ , 雌性配子。

或者核僅二分，即破囊而出，但二分時必為縱分裂。『綠梭微子』\* (*Euglena viridis*)，*Peranema*，都是本目的適例。

### 第三亞綱 『動物鞭毛虫類』(Zooflagelles)

除去一切有色的鞭毛虫，其餘無色的鞭毛虫均屬之。其中大部分都是『恃他營養』(Holozoïque)；藉死物寄生；活物寄生者亦常有之。大多數較前述之種類為簡單，少數則特別複雜，尤以寄生之種類為最。有集合為樹枝狀之羣體者。作殼休眠，在本綱亦甚普通，行縱走分裂。共分三目。

I. 『根足鞭毛虫類』(Rhizoflagellés)——當游泳的時候，身體的形狀也很固定，殆為鞭毛虫的模式型；僅有一根鞭毛，體細長形，外皮甚光滑且有規律。不捕獲食物。當其緩緩匍伏行走時，則改變其形狀，伸出不規則之假足(或偽足)，有時且分叉，殆完全為變形虫狀；不僅行動與之類似，即捕獲食物之動作，亦復與之相似。最著名的例子，如『鞭毛變形虫』\*\* (*Mastigamoeba*) (圖47, A)，『二鞭變形虫』<sup>3\*</sup> (*Dimastigamoeba*) 除去鞭毛以外，是與變形虫毫無區別的，又如『放射鞭虫』(*Ciliophrys*) 是與『放射虫』相似的。

另外有『局足鞭虫』屬『*Cercomonas*』。本屬內有些種類

\* 因綠色。

\*\* 按原文意義譯。

<sup>3\*</sup> 因有二鞭毛。

是寄生於人類的小腸內，雖具較完全的細胞膜，形狀亦能固定，但仍具有伸長假足的特性，不過獨限於身體的前端，作暫時固着身體之用。在這些假足中，有一個能長期保持，並且能成前端的鞭毛，此鞭毛祇能為固着身體之用。

II. 『真鞭毛虫類』(Euflagellés)——本目中包含所有的正式鞭毛虫。在正常生活的時候，決沒有假足的。有時他們還有各種硬度不同的細胞膜，因此他們的生理上，便有很大的變更——因吞嚥食物的方法而變更。

身體內部有一個細胞核。前端有一根『鞭毛』(Flagellum 或 Fouet)，長而細，藉鞭毛作屈曲的運動，能使動物移動其身體。另外還具有多數鞭毛的動物，其鞭毛每互相重疊，而各異其方向。

鞭毛的作用，不僅在於運動，還能拽引食料（如矽藻和其他藻類的斷片等）；食料起初積在鞭根，繼而進到原形質中。進食的口共有二種構造：（1）在鞭毛的基部的某一處，沒有成形的細胞膜，於其處還另有一個『消化胞』在那裏等候外來的食料；（2）在鞭毛的基部，已有成形的細胞膜，但是此膜忽然間斷，露出其無膜的原形質，以接收外來的食料。這個接收外來食料的小孔，曰：『原形質口』(Cytostome)。口之下，還連有一條小溝，溝之四周有膜；溝的作用可與高等動物的食道相比，因此稱為『原形質咽頭』(Cytopharynx)(圖47, *E, ph*)。進食的方法與纖毛虫相同，食料進入原形質中，便組成『消化

胞』(Vacuoles digestives),此胞便在原形質中移動;一切消化的作用皆在胞內實行;當消化的動作完結後,許多不能消化的殘滓便由身體後面一個小孔中拋棄之,除拋棄殘物的時候以外,是不能見這個小孔的,稱爲『原形質肛門』(Cytoprocte)。

通常祇有一個細胞核,至少有一個『伸縮胞』(Vacuole contractile),其位置與構造是因種類而異的。

生殖:通常是縱分裂,每行之於新的『鞭毛』新的『原形質口』等部分完全組成以後。

當周圍環境不良的時候,該動物便收藏其鞭毛,作殼休眠。原形質能在殼內自己分成二分,或多分,待環境改善的時候,『休眠體』將自行破裂,即有二個新個體,或許多細小的『游走孢子』,恢復其自由的生活,他們將來皆能成爲正常的鞭毛虫。

交接的現象,曾在幾種鞭毛虫中見到,有係二個通常的鞭毛虫交接,或者是兩個游走孢子交接;但是交接現象,在鞭毛虫類,好像是不普遍的。

普通的真鞭毛虫類,均有二根鞭毛,皆出於體之前端;但是一根向前伸展——此即通常的鞭毛;另一根從基部出發復折向後端伸展,此毛與身體兩者之間,常連有一膜,名曰:『波紋膜』(Membrane ondulante)。

世人所習知的『睡眠病虫』(*Trypanosoma*),僅存有伸展在身體後端的一根鞭毛(插畫 3,1(*Ts. g.*)*f*),這根鞭毛出自前

端的『毛基質』沿波紋膜屈曲蜿蜒，抵於體後<sup>①</sup>。有許多的『睡眠病虫』寄生於脊椎動物的血管內，游泳於血液中，在熱帶地方的家獸中，常因此類寄生物而起莫大的『瘟疫』(*Epizootis*)，爲害甚大。其中有一種『人類睡眠病虫』\* (*Trypanosoma gambiense*) [插畫 3, 1 (*Ts. g.*)] 是寄生在人體中，爲睡眠症之源。『睡眠病虫』之所以能傳播於人體——成爲疫症，完全是蒼蠅或蚊子爲媒介，與瘧病寄生虫的傳播方法無異。當蚊蠅刺入血時，兼行傳播病原虫的動作。對於睡眠病虫傳播最有力的，莫如『刺蠅』(*Monche Tsé-tsé = Glossina palpalis*) (插畫 3, 1a) 所以此病傳播的地域，與『刺蠅』繁殖的地域常相關連的。

有幾種『睡眠病虫』演極複雜的『生命循環史』。例如『鼠睡眠病虫』\*\* (*Trypanosoma Lewisi*)，寄生在鼠體中，『鼠蚤』(*Ceratophyllus fasciatus*) 爲其媒介。此寄生虫，首先在鼠蚤的消化管中，分生繁殖，後來又在他的胃壁細胞的內部繼續繁殖 [插畫 3, 9, 9a, 9b, 9(a-g)]。這些新生的後代，便移到直腸，固定在腸壁的細胞上，又增生繁殖 (插畫 3, a, b, c, d, e, f)；最後這些個體，便隨蚤糞排出體外 (*T*)。當老鼠吃入蚤糞的時

① 『睡眠病虫』的鞭毛很難講他向前或向後。養在培養液中的動物與他們游泳的時候，鞭毛向前，但是在血球中間游泳時，鞭毛的方向便與前恰相反對。

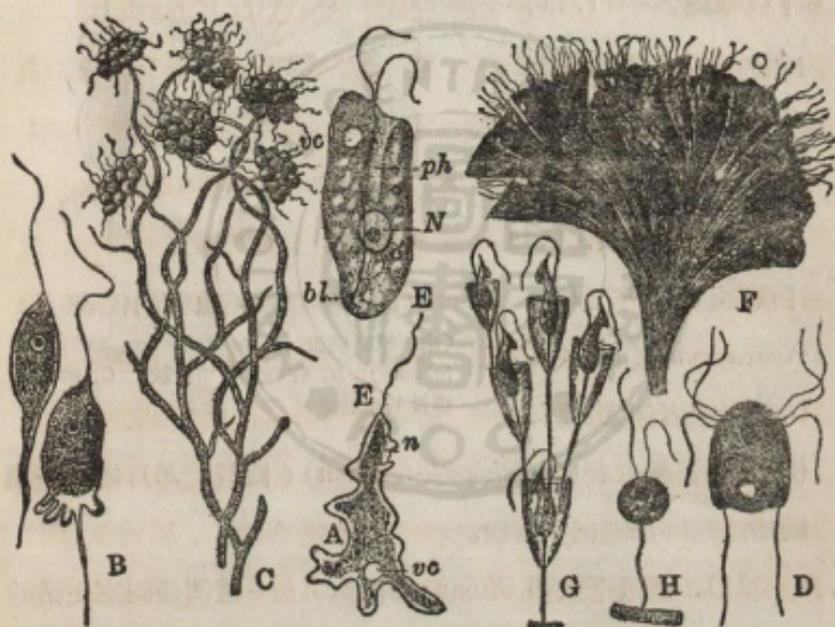
\* 『睡眠病虫』是屬名 (*Trypanosoma*)，『人類睡眠病虫』是種名，因其寄生於人體內得名。

\*\* 因其寄生於鼠體內。

候，寄生蟲便侵入體內，因此得病，鼠當病中，每有時常咬嚼其毛的病徵。直至現在尚沒有看到此種動物「接合」的事實。

在插畫 3 上，還有幾個圖形，表示另外幾種寄生鞭毛蟲的重要生態。

有些鞭毛蟲，藉其後端的鞭毛，暫時固定於他物之上；或者永久用小柄作固定的生活（圖 47. H）。在這些固定生活的動



(圖 47) 幾種鞭毛蟲的代表：A, 膠變形蟲 (*Mastigamaba aspera*): n, 細胞核; vc, 伸縮胞。B, 周足鞭蟲 (*Cercomonas*)。C, 枝羣蟲 (*Anthophysa vegetans*)。D, 淡水六鞭蟲 (*Hexamitus inflatus*)。E, 淡水隱口蟲 (為複化鞭蟲之一種) (*Chilomonas paramecium*): bl, 毛基質; ph, 喉頭。F, 淡水集管羣蟲 (*Ehipidodendron splendidum*)。G, 淡水壺杯蟲 (*Poteriodendron petiolatum*)。H, 淡水二鞭柄蟲 (*Amphimonas globosa*)。

物中，有時由分裂法產生出來的個體，不完全分離，他們彼此連接着，便組成一個小「羣體」(Colonie)，常作小樹形(圖47. G.)，例如「枝羣蟲」\* (*Anthophysa*)和「有柄羣蟲」\*\* (*Dendromonas*)。最後，還有幾屬的動物能夠分泌表質殼，例如「疊杯蟲」3\* (*Poteriodendron*) (圖47. G.)；或者係膠質膜，例如「集管羣蟲」4\* (*Rhipidodendron*) (圖47. F.)，這後一類動物能夠將身體縮於管內。



(圖48) 襟鞭毛虫類的代表

[傘形羣襟鞭毛虫 (*Codonocladium ombellatum*)]: B, 吞嚥食物的形狀; C, 排出殘滓的形狀。

III. 襟鞭毛虫類(Choanoflagellés)——這都是固定生活的鞭毛虫，與直鞭毛虫相隣近，但是他們始終祇有一根鞭毛，通常

\* 因其羣體之形狀如枝梢。

\*\* 因羣體有一柄。

3\* 因羣體之形如重疊之杯。

4\* 因羣體由許多管子集成。

有柄以爲固着之用，在鞭毛的基部，圍有一層襟狀膜，是原形質組成並直接插於其中，此膜透明，有收縮性，藉其收縮的動作以捕獲食料，且能將已捕之物送至原形質中(圖48. B.)。在海綿動物之體內，我們還能找到與襟鞭毛虫完全具同樣構造的細胞，名曰：『襟細胞』(Choanocyte)。這是我們應當注意的事情。

在這裏我們也可以找到獨立生活的動物如『單襟鞭虫』(*Monosiga*) 和羣生的動物(如『羣襟鞭虫』)(圖48)，有些還能分泌表質或膠質的殼，在休息的時候身體收入殼內。

## 第二綱 根足虫類(Rhizopodes)

本書篇首對於『根足虫類』的『尺盤虫』(*Gromia*) 和『變形虫』(*Amiba*) 曾作詳細的研究。

根足虫的身體通常由一塊無膜的原形質組成的，並且在這塊原形質中間，還有一個細胞核。因爲表面不被分明的細胞膜，所以原形質能夠暫時伸長『假足』且能運動；『假足』的形狀則因種類而異。

前面『尺盤虫』和『變形虫』的研究已給我們證明其原形質的構造是彼此不同——尤其是他們的『表面張力』(Tension superficielle)顯然相異；因爲這樣，所以他們的假足的形狀自然也是不同了。我們可以將他們認作兩個代表種。再於這兩代

表的附近，安置下其他一切的『根足虫類』。我們可將根足虫分成二亞綱：即『葉足虫類』與『網足虫類』。

### 第一亞綱 『葉足虫類』\* (Rhizopodes lobés)

『變形虫』即爲此亞綱的代表，假足大而寬，有如葉形，絕不互相交錯，成爲網形。

I. 『變形虫類』(Amiboides)——『變形虫目』包含大多數葉足的根本類。凡是變形虫目中的動物，皆有短而大的假足，其形狀不合規則，絕不互相交錯。該動物的食料一入其體，即在他們的四周發現『消化胞』(Vacuole digestives)。大部分的變形虫類遇不良環境時，能夠作殼休眠。雖然已有人談及變形虫接合的事實，但祇在很少數的種類上見到。普通似乎還沒有『有性生殖』的。變形虫類又能分成二亞目即：『裸變形虫』(Amiboïdes nus)及『被變形虫』(Amiboides testacés)。

A, 『裸變形虫類』即因其原形質的周圍沒有外殼包圍着，故名；此亦其重要之特徵也。最重要的一屬，即『變形虫屬』或名『蠱屬』\*\* (*Amoeba*)。關於這一屬中的特性，我們在前面已有詳細的研究。此屬包含着二十多種不同的形狀，又可以說是有二十多『物種』。多生活於淡水中(參看本書篇首的序述)。但是其中有許多種生活在海中，然亦有在濕潤的蘚類中和濕潤

\* 因其假足大而短，形如葉，故名。

\*\* *Amoeba* 可譯作變形虫屬或蠱屬後者較便利，(見動物學大辭典)。

的泥土中生活的〔例如『泥蠶』\* (*Amoeba terricola*)〕。還有幾種常寄生在人的小腸中 (*Entamoeba*)，例如：『小腸蠶』 (*Entamoeba COLI*)，這是無害的寄生物；但是人類腸中的『赤痢蠶』 (*Entamoeba tetragena = E. histolytica = E. dysenteriae*)，在熱帶地方能致人類患赤痢症其害甚大。

除變形虫屬 (或蠶屬) 外，還有數個隣屬，他們的特徵，或以細胞核的數目，或以假足的形狀互相區分。例如：在『原蠶屬』\*\* (*Protamoeba*) 中，到現在，人還沒有看到成形的細胞核；『多核蠶』<sup>3\*</sup> (*Pelomyxa*) 屬中的動物，各個體具多數的細胞核，但無『伸縮胞』 (*Vacuole contractile*)，身體的直徑能達二毛米以上，這是很大的變形虫；『多足蠶屬』<sup>4\*</sup> (*Dactylosphaera*)，有多數較細長的假足 (圖49和圖2)。

B. 『被變形虫類』 (*Amiboides testacés*)：此類動物的原形質，與『尺蠖虫』同，可以收縮到殼的內部，殼是角質構成的，有時還混着砂質小塊，『被變形虫類』之名，即因此而有。雖然這類動物的原形質能收縮到殼內，但是他們的假足總是短而粗大，永遠不能彼此交錯的。例如『松蕈虫屬』 (*Arcella*)，具松蕈形的外殼；『衣沙虫屬』 (*Diffugia*) (圖50)，具卵形的

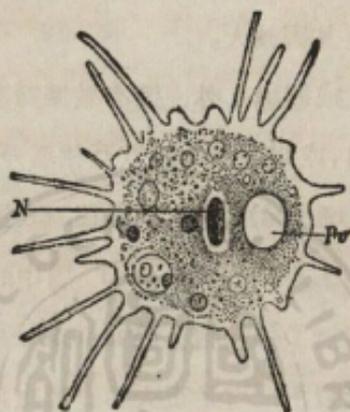
\* 因多生在濕泥中，故名。

\*\* 按拉丁文的意義譯。

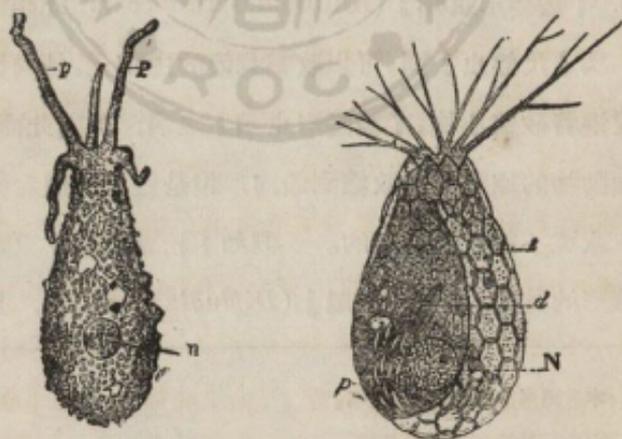
<sup>3\*</sup> 因有多核的特徵。

<sup>4\*</sup> 因假足的數目較多。

外殼，殼上嵌以雜質，如砂粒之類；「枝足虫屬」(*Euglypha*)，他的外殼是由砂板聚合而成的(圖51)，並且一切此屬動物的假足皆是細長而有少數分枝。這後一類的動物乃是「葉足類」和「網足類」間的連鎖。



(圖49)多足蟲：*(Dactylosphaera polypodia)*，內層原形質粒狀，外層原形質透明；N，細胞核 Pv，伸縮胞。



(圖50)衣沙虫：*(Diffugia oblonga)*。n，細胞核；p，假足

(圖51)棱甲枝足虫：*(Euglypha alveolata)*：t，殼 p，預備組成新個體的棱甲；d，吞入的砂藻(放大250倍)

通常變形虫類的生殖皆以分裂的方法。『被變形虫』的分裂是在殼內實行的；後來這兩個新的個體中有一個便保守故殼。

亦常有『作殼休眠』的現象發生，在這時候，便產生孢子，有時係『二鞭孢子』(Spores biflagellées)。

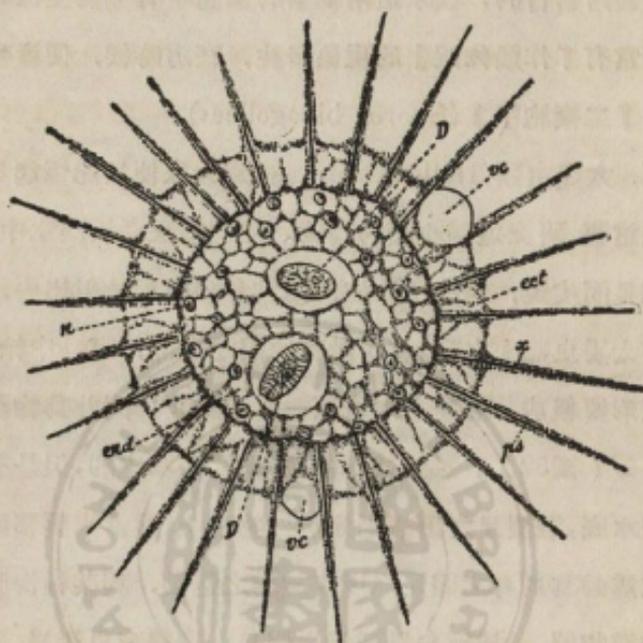
II. 太陽虫類(Héliozoaires)——爲大家便於記憶起見，我們就在這裏，研究這一小類的動物。他們多數產於淡水中。『假足』細長而尖銳，但決不分枝，向其身體四周放射出去，因此故有『太陽虫類』之名。該動物的假足中部，有一中軸，由堅實的原形質組成，直達『內層原形質』爲止；因此動物全身亦比較堅硬(圖52)。通常這些動物是浮在水中的，但是有時亦能沈在水底，憑假足之頂端固定於他物之上。當需要移動其體時，便震動其周身之假足，以作旋轉之運動，與某種海膽藉他的棘旋轉相似。捕獲食料則仍以假足，與變形虫無異。假足原自原形質體中出發，及其獲得食物以後，即能縮回。『太陽虫類』的生殖，通常亦以分裂法，有時亦能有『出芽的分生』和『孢子分生』。也曾有人觀察到『接合的事實』。

大部的『太陽虫類』是沒有骨架的，例如『單核太陽虫屬』(*Actinophrys*)\*，其原形質，完全同樣的，祇有一個細胞核。另外有一『複核太陽虫屬』(*Actinosphaerium*) (圖52) 他的原形質分內外二層：『內層原形質』，和『外層原形質』<sup>①</sup>，在原

\* 因他祇有一個細胞核，故名，動物學大辭典名『輻線蟲』。

① *Ectoplasma* (外層原形質)，*Endoplasma* (內層原形質)，動物學大辭典名『皮質』和『髓質』。

形質中，有多數的細胞核。



(圖52)太陽虫類的代表：『假核太陽虫』(*Actylosphaerium*)。

end, 內層原形質; ect, 外層原形質; n, 細胞核; vc, 伸縮胞; D, 留在消化腔內的矽藻; ps, 假足; x, 假足的中軸。

其他的太陽虫皆有許多由矽針組成的骨架，有些是圍繞周身的，例如『全架太陽虫』(*Acanthocystis*)；或者是圍繞成一個有柄的球形體成爲四面穿孔的有柄的骨架，例如『穿架太陽虫』(*Clathrulina*)。這後一屬的動物因爲他們的骨架的形狀特別和微有分枝的假足，故可作爲此類與放射虫類兩者的過渡的形狀。

## 第二亞綱 網足虫類(Rhizopodes réticulés)

尺盤虫即其代表，假足細長作絲條狀，恆彼此交錯成爲網羅形，故有網足類之名。分二目：即『有孔虫類』和『放射虫類』。『有孔虫類』(Foraminifères)的原形質是均一不分層次；假足非常發達，還能夠縮入於外殼中。外殼是由角質(Chitine)或石灰質構成。『放射虫類』(Radiolaires)的原形質則因角質之『中心囊』(Capsule centrale) 分成二部，中心囊上穿多數的小孔。若具有『骨架』(Squelette)時，其骨架決非由石灰質構成，並且也不是一個真正的外殼。

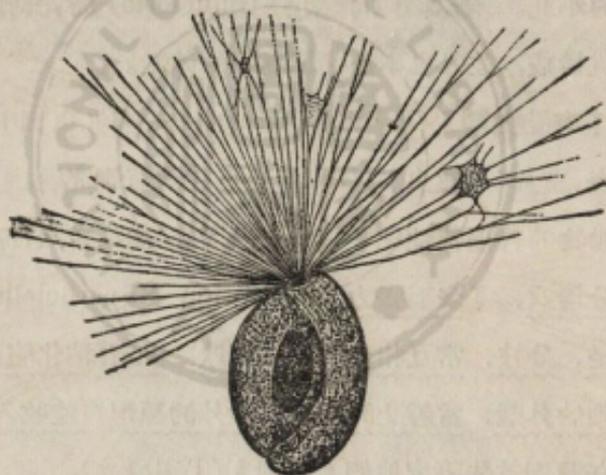
I. 『有孔虫類』(Foraminifères) ——有孔虫類中，最簡單的代表，莫如『尺盤虫』(Gromia)已在前面細究過。所以關於本類動物的普遍特性已可知其大概了。簡括言之：原形質是均一不分層次，『表面張力』(Tension Superficielle) 微弱，假足細長，分枝，常互相交錯以成網狀，沒有『消化胞』，概有一個堅硬的外殼，當靜止的時候，殼外的原形質能收入殼內。

現在我們首先研究他們『外殼』(Teste)罷。

外殼的研究——最簡單的外殼是由那些能伸縮的有機物質——角質——構成的，與昆蟲類外殼的成分相同，稱此外殼曰：『表質殼』(Test chitineux)。有時有些砂粒附着於表質殼的周圍，稱曰：『砂殼』(Test Arénacé)。這些外殼的分別是不甚重要的，因爲有許多個體能因其生活環境之不同，而改變

其殼之種類——或係表質殼，或係砂殼，或係石灰殼。

此外還有一種特性，比較固定得多，而且與動物的生理有密切的關係，即在有些種類，如同尺蠖虫（圖3），殼上僅有一個大孔，不甚妥當的稱之爲口。殼內的原形質祇能由此伸出殼外，當動物開展其身體的時候，尤以口部的原形質爲最豐富，大部的假足也是由這裏發出（圖53）。別の有孔虫，便與前者不同了，除口以外，在外殼的四周還遍穿小孔，假足亦能由許多小孔中伸出來。所以在身體表面，各方皆能發現假足（圖54）。

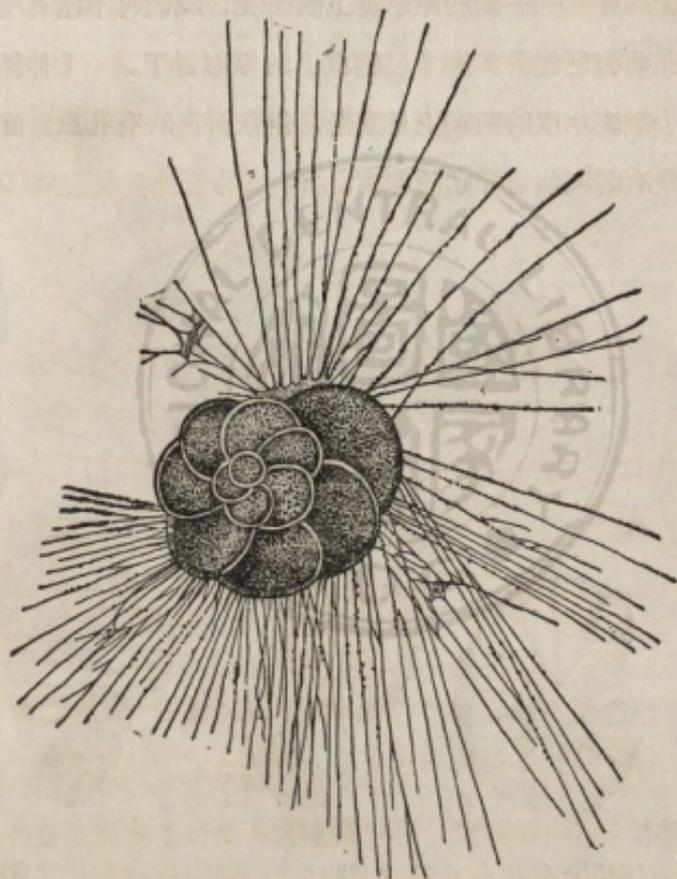


（圖53）一孔虫類的代表：『半抱虫』（*Miliola tenera*）

因有上述兩種特性，可以將『有孔虫目』分成二亞目，即『一孔虫類』（Imperforés）和『多孔虫類』（Perforés）。

無論一孔或多孔，在『有孔虫』中有一部分的動物，祇有具一室的外殼，例如『尺蠖虫』（*Gromia*），稱之曰『單室殼』

(Test uniloculaire)。但其形狀仍能變更；另外還有由多室連接而成的外殼，各室間有孔互相交通，稱曰：『多室殼』(Test pluriloculaire)。在多室殼中，各室形成的次序則按原形質體生長的先後而定。

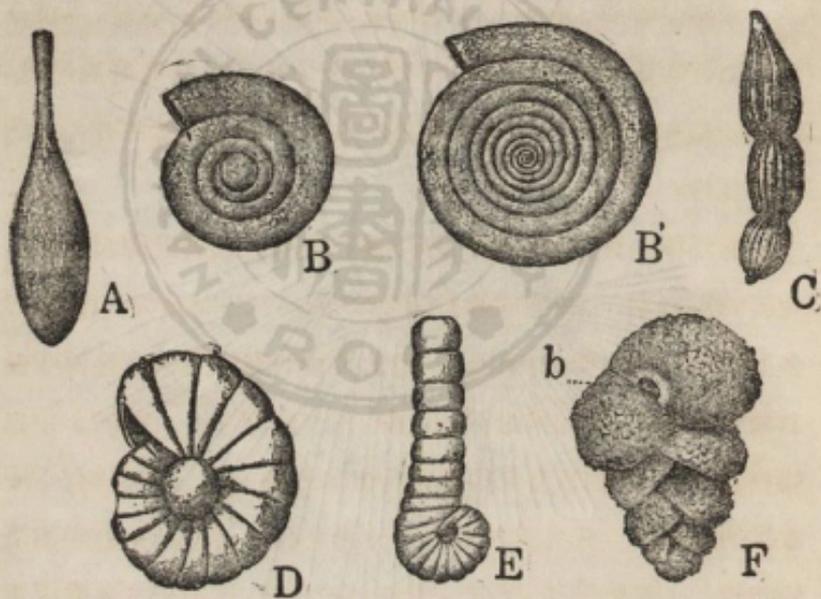


(圖54)多孔虫類的代表：『螺旋虫』(*Rotalia seneta*)

在多室殼中，各室排列的次序非常不同(如圖55所示)，即

因此種特徵人將他們分出許多「屬」來。最普通的是螺旋狀的排為，表面看來，確與軟體動物的外殼相似，所以第一個研究有孔蟲的化石的學者，ORBINY 氏，誤以為這些動物，身材雖然極細小，但與「頭足類」是很相親近的。

原形質體——關於原形質上的研究，我們再不能有所增加，因為在前面已經研究過「尺盤虫」的原形質了。「伸縮胞」曾在少數淡水產的種類上見到過，但在海產的有孔蟲，直至目前還沒有發現到這一類的器官。



(圖55)有孔蟲外殼的形狀：A, 瓶虫 (*Lagena*)；B, 螺角虫, (*Cornuspira*) (具大圓的個體)；B', 同是螺角虫 (具小圓的個體)；C, 齒形虫 (*Dentalina*)；D, 節房虫 (*Nodionina*)；E, 捲尾虫 (*Spirolina*)；F, 串珠虫 (*Teatularia*)；b, 口。(錄自 СЕРГЕЕВ)

在一室的動物中，通常祇有一個細胞核；在多室的動物中，有時也祇有一個大核，位於中部的室中，但有時卻能有多數的小核，散佈各處，所以室與核的關係是沒有一定的：時常同一室中，見到多數的細胞核，或者，與其相鄰的室中，竟不發見有核。這個事實能指示我們：多室的有孔蟲不是一個羣體。

**生態**——除去幾種生活在淡水中的有孔蟲外，餘者皆為海產。

本類動物的大部分皆沈在海底，伸展其網形的假足，一部分與其鄰近的東西相接，他部分則伸入於水中。富有膠黏性，易於使矽藻和其他的單細胞生物被其黏着，這些也就是有孔蟲的主要食料。

有幾種作漂流的生涯，專浮盪於深海，或將近海面之處。主要的代表型，即『抱球蟲』(*Globigerine = Globigerina*) (圖57)，多產於熱帶或溫帶的海中。因其特殊的飄浮生活方法便改變其種種的特性，與此相類似的改變，在其他漂浮『放射蟲』中也能找着，就是他們常有某種藻類與其原形質合居；第二并有一層膠黏的外膜。凡外伸的假足必穿過此膜，這些都是適應環境的特性。動物死後，其骨架漸漸沈於海底，堆積在紅色或淡黃色的污泥中，成為海洋底面最細小的生物遺殼；有時在許多距陸地稍遙遠的海洋底上，幾乎完全蔽覆了該動物的遺殼。在幾處深海底上，『抱球蟲』的遺殼竟多至可駭的程度：每一克的

海底污泥，能包含五萬以上的遺殼。這便是有名的『抱球虫的污泥』(Boue à Globigérines)。

過去的地層中，有些也富有『有孔虫』的遺殼，尤其是『新生代』的地層為最甚。巴黎附近有具有『半抱蟲』\* (*Miliolite*) 的石灰岩。新生代的特產如『貨幣虫』(*Nummulites*) (圖57) 也是屬於有孔虫類的，為有孔虫中之最大者，有幾種『貨幣虫』的直徑竟能達五至六厘米，但是現存的有孔虫最大的也不過一、二毫米罷了。

**生殖**——單室的有孔虫似乎都是由分裂的方法生殖的：首先由一個體分成兩個細胞；不久，其中之一便離殼而出，分泌新殼；另一個則仍保守故殼。多室有孔虫生殖現象較為複雜。有人發現到某一種頗複雜的『生命循環』這類的生命史至少在最進化的有孔虫裏是很普遍的。

多室的有孔虫中，有二種生殖方法輪流發現，即是發生孢子的『無性生殖』和發生卵的『有性生殖』。

有些個體，能夠自殼內產生巨量的『變形孢子』 (*Spores amiboïdes*)。這些孢子待各自分泌物質構成新殼以後，即離舊殼成為新個體。這便是孢子的分生，也是無性生殖的世代 (圖56, A, 和 B)。

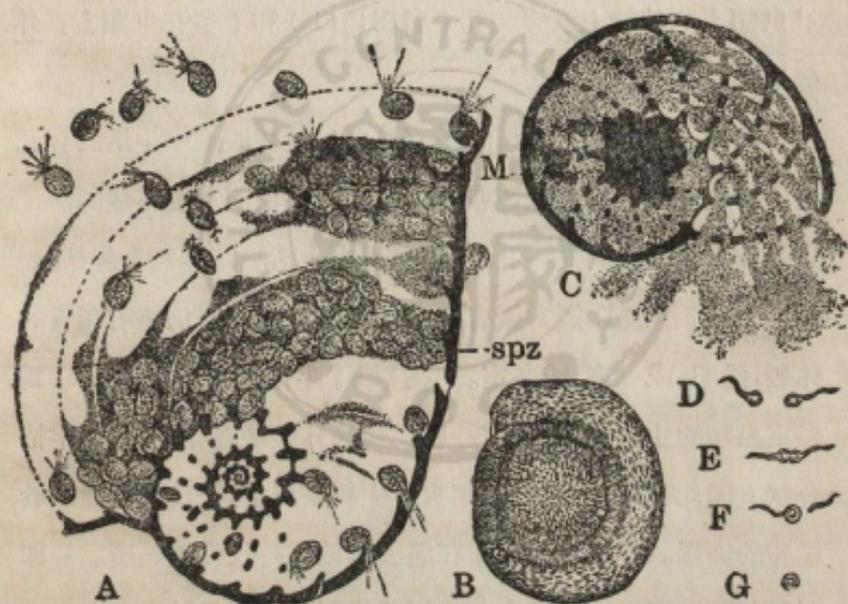
由孢子長成的個體能作兩種不同的進化：一類則與祖先相同，能繼續作孢子的分生；另一類便與前者稍異 (圖56, C)；

---

\* 因各室皆作半圓抱合狀。

先由細胞核和原形質作多次的分裂，結果變成很多的有核小體，其數約十倍於孢子，並且各具鞭毛，能作迅速的游泳。此即『配偶子』(Gamétes)，他們兩兩接合乃成爲新個體的出發點——即『受精卵』(圖56, D—G)。

一切無論來自『孢子』，或來自『受精卵』所長成的個體，初看都具同樣的形式；但精密考究之，便能發現他們最特殊的分別：凡是由孢子長成的個體，皆具一個原始的小房，位於螺



(圖56) 有孔蟲的生命循環：〔『馬刀虫』(*Pteroplis pertusus*)〕

A, 具『小球』的個體，原由卵長成，他能產生游走孢子，*spz*。殼內的間隔，大部已經消失，使游走孢子可以通行無阻(放大五十四倍)。B, 『游走孢子』的外殼(放大五百倍)；C, 由孢子長成的，具『大球』的個體，他能產生『配偶子』(放大五十四倍)；D, E, F, 『同形配偶子』互相接合的狀態(放大800倍)；G, 受精卵。(錄自 WINTEN)

旋的中部，其形較大，祇有一個大細胞核，名曰『大球』(Mégasphère) (圖56 C)，凡是由『受精卵』長成的個體，亦有原始的小房，但是較前者稍小，內含多數的小核，名曰『小球』(Miosphère) (圖56 A)。在同種的有孔蟲中，以上這兩種形狀，是始終存在的，所以又稱為『二形的有孔蟲』(Dimorphisme des foraminifères)。

分類——前面已經講過『有孔蟲』可分成二亞目：即『一孔蟲類』，外殼上祇穿一孔 (名曰：口) 和『多孔蟲類』，外殼上穿有多數的小孔。

(A) 一孔蟲類\* (Imperforés)：一切在淡水中生活的有孔蟲，皆屬此類，外殼永遠祇有一室，完全由石灰質組成的。

其餘大多數的『一孔蟲』是在海中生活。外殼也許是『表質殼』或『沙殼』；通常祇有一室；但是最普通的，仍係石灰質的外殼，透明，或一室，或多室。茲舉『半抱蟲屬』(*Miliola*) 為多室蟲類的主要代表。這一屬動物的外殼是扁卵形，各作半抱合狀 (因此得名)。經過幾次增生新室以後，殼口便祇能開於扁卵的極端。『半抱蟲』在過去的地質時代傳播甚廣。即在目前各處海邊的沙泥中，尚不難找到他們的足跡。

(B) 多孔蟲類 (Perforés)：一切『多孔蟲類』都係海產，外殼概為石灰質組成，形如陶器。

凡屬單室的物種，形態都是極簡單；外殼大都係圓球形，

\* 動物學大辭典譯作無孔石灰類。

卵形，螺旋形〔如螺角虫〕(*Cornuspira*) (圖55, B 和 B')；以及瓶形〔如『瓶虫』(*Lagena*)〕 (圖55, A) ……。至於多室的種類，其形態變更尤甚，各室的排列有如捲瓜形的〔如『節房虫』(*Nodosaria*)〕，成豆角狀的〔如『齒形虫』(*Dentalina*)〕，有排成二列的〔如『串珠虫』(*Textularia*)〕，但是通常大都是作螺形的旋轉〔如『節房虫』和『螺形虫』(*Ratalia*)〕 (圖54)，這後一種動物的形狀，與螺殼相同（故有螺形虫之名——譯者）；此外還有更複雜的形式，不勝枚舉。

『抱球虫』 (圖57) 也是屬於這一類，小室的數目不多，圓形，亦作旋轉的排列，各室皆有一出口，當長成的時代，各小室皆被一個更大而四面穿孔的圓形外殼所包圍，〔即『包球虫』(*Orbulina*)〕 (圖57, B)。

新生代所產的『貨幣虫屬』(*Nummulites*) 的化石，亦屬此類，其外殼兩面外凸，由多數小室旋轉排列而成 (圖57, C)；但是內裏的旋轉均被外面的旋轉包圍着，所以祇有最後的一個旋轉；在外面能夠看見<sup>①</sup>。

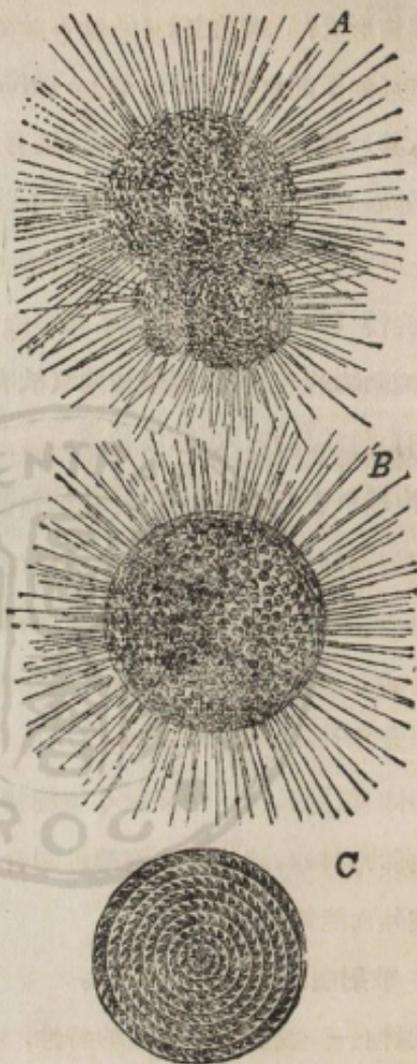
## II. 放射虫類 (Radiolaires)。

普遍性——放射虫最主要的特性，莫過於其原形質中央，有一個角質構成四面穿孔的球狀『中心囊』(*Capsule centrale*)，此囊將原形質分成二層：凡在『中心囊』以內的；名曰：『內層原

<sup>①</sup> 紡錘蟲 (*Fusulina*) 亦係多孔虫類之一種，其化石分佈於中國北部者甚廣，李四光著有中國北部之蠶科（即紡錘蟲）一書，論述頗詳。

形質』(Endoplasma): 在『中心囊』以外的,名曰:『外層原形質』(Ectoplasma)。究其實際,內外二層原形質是沒有重要的區別,因其雖有『中心囊』的阻隔,但是囊上穿有許多小孔,是仍無礙於兩者的交通(圖58)。

除此以外,還有以下的特性,即『假足』細小,四面放射,常作網狀分枝;無『消化胞』(Vacuole digestive)及『伸縮胞』(Vacuole contractile);最後,還常常有矽質的骨骼。



(圖57) 抱球虫 (*Globigerina buloides*)  
 A, 少年的個體,在圖上能見其旋轉的形式(通常各室皆有一口,但其腹面,在此圖上不能見到); B, 成年的個體,在他的周圍已分泌了包裝,故又有『包球虫』(*Orbulia universa*)之稱。(錄自 RHUMBLER)  
 C, 貨幣虫的橫剖面: 係新生代之化石,示明各室作螺旋形的排列。

這原是由許多的細棘和網形小體合組而成的。

原形質體的構造——這些動物身體頗細小，大約祇有十分之二毫米，最大的如『無架虫』(*Thalassicolla*) 祇能達到五毫米。身體常作圓球形，但亦有爲扁形或錐形的。

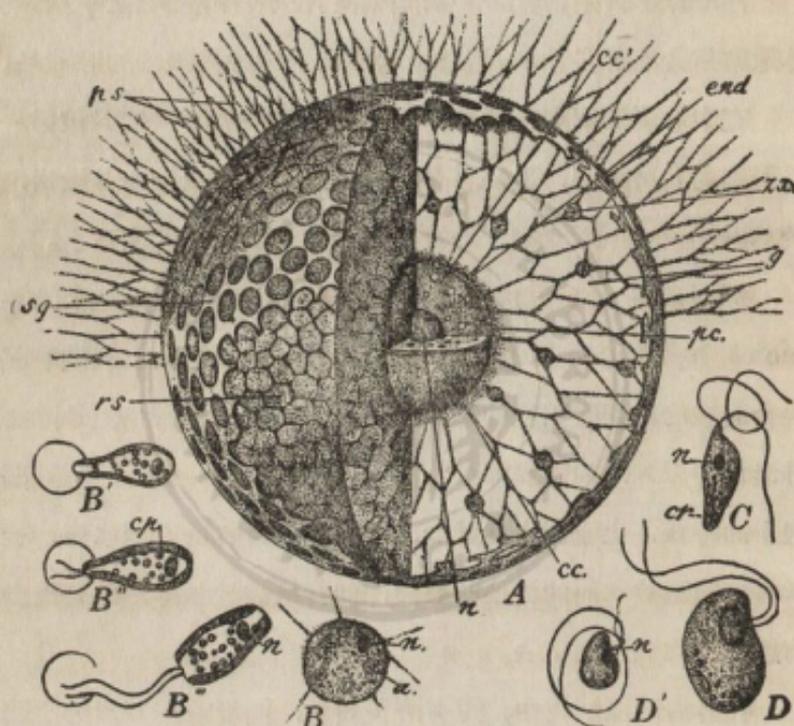
內層原形質通常祇含一個細胞核，位於『中心囊』之中部，此外還常常含有許多油滴，這是給產生孢子的時候需用的貯藏品。

在中心囊的四周，祇有一薄層的外層原形質，他又被另一厚層膠黏質所包圍，但是還有許多的原形質絲由此向外透出，於其四周組成原形質網，最後穿出殼外，便所謂『假足』。

那個膠黏層確是很特別的：他包含着無數的『圓胞』(Vacuoles sphériques)，彼此密接，內盛一種似乎由水與碳酸氣混合而成的略帶膠黏性的物質，這便是排泄的器官；但是除去排泄作用以外，尙能調節動物與水的比重；當動物排泄多量『圓胞』的時候，比重便自然減少，即能漸漸由水底升至水面，後來這些圓胞被水面的波浪所擊撞，即行破裂於體外，此時該動物便重新沈到海底下去。

在外層的原形質中，還有許多黃色，圓形或橢圓形的小體，他們還是自己有細胞核的，這便是與放射虫共營社會生活的單細胞藻類，名曰：Zooxanthelles：藻類吸取放射虫排泄物中的氮質，放射虫又依賴藻類葉綠素同化的作用，得以呼吸和營養。所以放射虫不但能生活於絕無養氣的地方，且能在濾過的海水——絕對無營養品的環境中——活至六個月不死。這兩

種生物的互助生活，簡直與『地衣』之藻類和菌類無異。有人名這一類的社會曰：『共生』(Symbiose)的社會。在別門的動物中，也能找到類此的共生藻類，如於海綿類，以及海葵和蠕形動物等等往往有之。



(圖58) A. 放射虫內部構造的路圖：n，細胞核；cc，『中心囊』，由表面的觀察；cc'，『中心囊』的剖面(厚度和孔的對徑稍稍放大一點)；end，內層原形質和他所含的油點；pc，圍在中心囊外面的外層原形質；g，膠質層；并有許多的假足經過其間；rs，與放射虫共生的藻類；rs，表面的原形質網；sg，矽質的骨架；ps，假足。B，一個單獨的藻類。n，細胞核；a，中空的小粉粒；B' B'' B'''，放射虫死後，藻類能作鞭毛虫的形狀，由膜中跑出來。C，『圓形的孢子』；σ，結晶體。D，D'，『異形的孢子』。

骨骼——沒有骨骼的放射虫，是很少的〔除出『無骼虫』(*Thalassicolla*) (圖版 III, B) 和『無骼羣生虫』(*Collozoum*) (圖59)〕。最通常的骨骼都由矽質所造成，極為精緻。這一類的骨骼都是生於外層原形質的表面，有時亦能有許多的針形的骨骼插入於原形質之內，這些骨骼的形狀多如圓球；至於花紋則與其內部的原形質網相彷彿(圖58)。有時在這圓形的骨骼上，還插着許多細刺，亦向各方放射，內部的原形質便隨着這些細刺向外伸出。有時此圓形骨骼能夠重複起來，并有四出的粗刺將他們聯絡一起。這些粗刺是能深入於原形質中，直達細胞核之邊緣。(圖版IV, E)，又有簡單到祇剩一個中心環形的骨骼(圖版IV, D)……等等。總之這些小動物的骨骼變化極多，精美無比<sup>①</sup>。

別的放射虫的骨骼是由 Acanthine 質造成的，昔人曾將其認作有機物，現在已知其為『硫酸鎂』。據此則那些有長刺連接於動物中心的骨骼也許是最下等的構造了。(圖版IV, A) 後來這些長刺能在動物身體外面構成圓形，全部分枝或局部分枝，成為種種骨骼(圖版IV, B)，形狀非常複雜。

生態——一切放射虫都是海產，幾乎全部作漂浮生活。在平靜無浪時，浮至海面；遇有風浪即沈至海中。<sup>②</sup>『假足』極短，所以運動非常遲緩；『假足』的作用祇是攫取食料而已。

① 參看 HAEKEL 著 Challenger's Reports, Vol. XVIII, Radiolaria, Atlas, 140 Planches.

深海底上的污泥，含放射虫的骨骼極多。自 1873—1876 年 CHALLENGER 船的海底考察團曾研究各處海底，一共搜得三百到四百種的放射虫。這些骨骼大都屬於漂浮生活的動物，死後而遺留下來的遺骸。

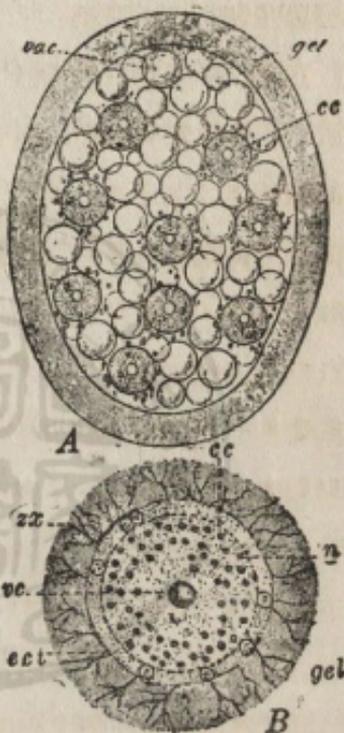
生殖——放射虫有兩種生殖方法，即是『孢子分生』和『分裂』。在本類動物中，孢子分生是最通常又是最普遍的；先由細胞核作多次分裂；以後該動物便收縮其體外之假足，將大部的原形質收入於『中心囊』之內部；不久原形質再行分裂，便生出許多『二鞭游走孢子』(Zoospores à deux flagellums)，各具有一個細胞核(圖58, C)。便破壞『中心囊』而出，自由游泳於水中，最後長成新的放射虫。在同種的動物中，有生出身材相等的孢子的——『同形孢子』(Isospores)；有生出二種身材不相等的孢子的——『異形孢子』(Anisospores)。異形孢子的身材，非但彼此不等，且與同形孢子也不一樣(圖58, C, D, D')。那末，這些異形孢子，似乎是真正的『配偶子』了，他們如能實行接合，則與『有孔虫』的生命史很相類似。但迄今尚未有人看到他們接合的事實。

在分裂場中，細胞核有行直接或間接分裂的，待細胞核既經分裂以後，『中心囊』便自己伸長，終了在他的腰部，截成兩個新中心囊。但是類此生殖的次數較諸孢子分生要少，又好像分裂的生殖方法祇在無骨骼的，或者祇有幾根刺的個體上纔可能，尤其是在那些合羣的個體上分裂生殖是最多見的。他們(圖

版 III, A) 每次分裂出來的『中心囊』不照常例各自分散, 仍聯合存在於外層原形質和膠質層之內部。換言之, 這便是『複中心囊放射蟲』(Radiolaires contenant plusieurs capsules centrales)。

分類——根據骨骼的質地; 和『中心囊』上小孔位置, 可以將放射蟲分成四亞目。

A. 『遍孔蟲類』\* (Péripylaires): 中心囊甚薄, 囊之周圍遍穿無數小孔; 小孔的分配而且非常均勻的。最原始的形狀, 莫如無骨的種類, 例如『無骨浮蟲』(*Thalassicolla pelagica*) \*\* (圖版 III, B) 其身體的直徑可達五毫米以上。另外還有些以許多分離的矽刺組成骨骼的。但本目的大部分物種都有四周相連續的骨骼,



(圖59)無骨羣生蟲 (*Collozoum inerme*): 無骨骼, 有多數中心囊: A, 整個的羣體; gel, 膠質膜; cc, 一個中心囊; vac, 外層原形質中共有的囊體。B, 一個分離出來的『中心囊』: cc, 中心囊; n, 中心囊內多數的細胞核中之一個, 這些細胞核因壓力的關係已為多角形; vo, 油點; ect, 外層原形質; sz, 共生的藻類 (*Zooxanthelles*)。

\* 因中心囊上遍穿小孔。

\*\* 因該動物無有骨骼,

這便是『矽骼虫科』\* (Spumellaires)。在這一類矽骼虫中還能根據骨骼的形狀，再分成許多亞科：例如『球骼虫亞科』\*\* (Spheroïdés)，骨骼皆係圓球形(圖版III, C)；『卵骼虫亞科』<sup>3</sup>\* (Prunoïdés)，骨骼都是卵形；『盤骼虫亞科』<sup>4</sup>\* (Discoïdés)，骨骼大體作盤形(圖版III, D)；『囊骼虫亞科』<sup>5</sup>\* (Sarcoïdés)，骨骼為球形，卵形，或具縲網形(圖版III, G)，甚至還有作螺旋形的。

一切羣生的放射虫皆屬於這一亞科，有些具多數『中心囊』[如『羣生虫類』<sup>6</sup>\* (Polycyttaires)]：例如『無骼羣生虫屬』<sup>7</sup>\* (*Collozoum*)，他們是沒有骨骼的(圖60)；『矽刺羣生虫屬』<sup>8</sup>\* (*Sphoerouzoum*) 具許多不相連絡的矽質刺；『球骼羣生虫屬』<sup>9</sup>\* (*Collosphaera*)，各有圓形的骨骼圍繞其中心囊以外。

B. 鰓刺遍孔蟲類<sup>10</sup>\* (Acauthaires)：為具有『硫酸鰓』

\* 因該類動物有由矽質組成的骨骼。

\*\* 骨骼大概作球形。

<sup>3</sup>\* 骨骼大概卵形。

<sup>4</sup>\* 骨骼大概與盤相似。

<sup>5</sup>\* 骨骼與囊相似或無一定的形狀。

<sup>6</sup>\* 此類動物概係羣生。

<sup>7</sup>\* 因無骨骼。

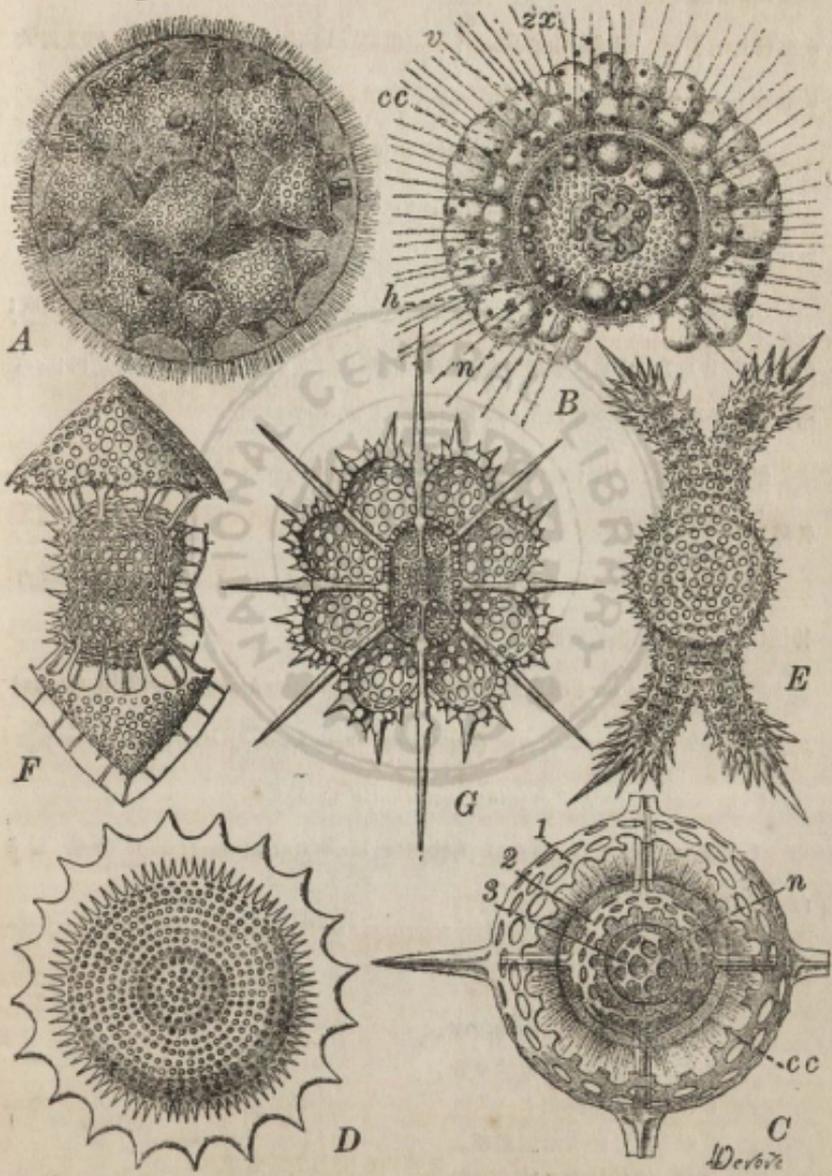
<sup>8</sup>\* 因有矽刺。

<sup>9</sup>\* 因羣生而有球狀的骨骼。

<sup>10</sup>\* 因中心囊遍穿小孔，他們的刺皆由硫酸鰓組成的。

圖版 III

放射虫形態上的比較 (暹孔虫類)



## 圖版 III 的註解

**球體蟲科：** A, 『翠體蟲』\* (*Solenosphæra pandora*), 此係一種單體。

各個體皆有骨骼，圍繞於中心囊之外。但是一切單生的個體皆居在一塊共同的膠狀物質中，他們的假足亦由膠狀物質中穿出。

B, 『無體浮蟲』\*\* (*Thalassicolla pelagica*), 無骨骼, *n*, 細胞核; *co*, 中心囊的剖面; *h*, 內層原形質中之油滴; *v*, 外層原形質中的膠質囊; *sz*, 共生的藻類 (*Zooxanthelles*)。

C, 『三複體蟲』<sup>3\*</sup> (*Actinomma asteroanthion*), 骨骼由三個圓球重複而成：外球 (圖上 1) 內含表面網狀的原形質；中球 (圖上 2), 處於中心囊之內; *co*, 中心囊；內球則處於細胞核之內 (圖上 3)；*n*, 細胞核。

**盤體蟲科：** D, 『二復盤蟲』<sup>4\*</sup> (*Heliodiscus cingillum*), 在外面的盤形骨骼以內, 還能直接見到一個更小的骨骼。

E, 『四出體蟲』<sup>5\*</sup> (*Amphicraspedon macleggianum*), 除骨骼內分多室的特性以外, 還有四出的骨骼。

**卵體蟲科：** E, 『兩項蟲』<sup>6\*</sup> (*Peripanatus amphiconus*), 除出細腰卵形外, 兩端還有兩個傘頂形的東西 (圖的下端已取去外傘頂, 使能見到內傘頂)。

G, 『八出體蟲』<sup>7\*</sup> (*Zonidium octothalium*) 的骨骼。

(上圖 B, C 錄自 HERTWIG; 其餘錄自 HAECKEL。圖 B 放大 15 倍, 餘者自 200 到 300 倍)。

\* 因許多的骨骼單生一處。

\*\* 因無骨骼。

3\* 因骨骼作三次的重複。

4\* 因骨骼作二次的重複。

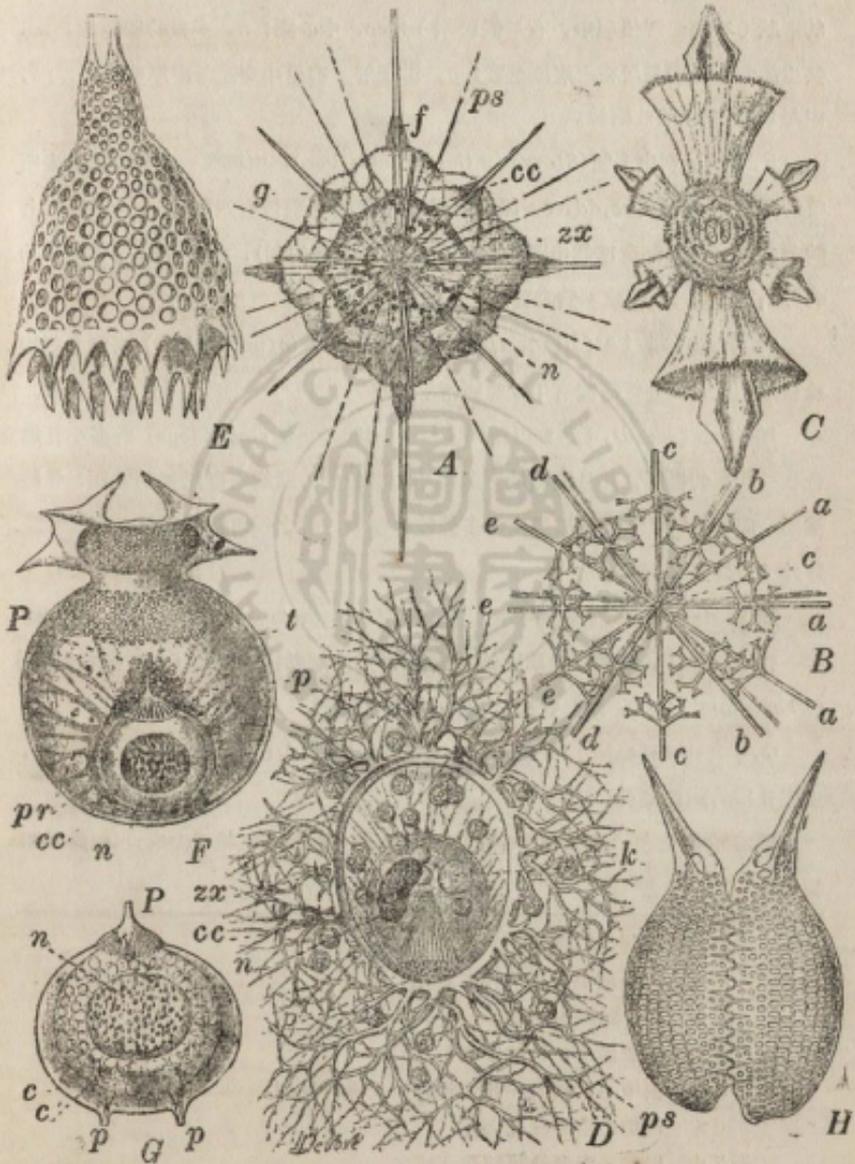
5\* 因骨骼四出。

6\* 因骨骼有兩個圓頂。

7\* 因骨骼有八突出。

圖版 IV

放射虫形態上的比較(「錐刺運孔虫類」,「扇孔虫類」,「稀孔虫類」)



## 圖版 IV 的註解

**鐮刺環孔虫類：**A, 『等刺虫』\* (*Acanthometra elastica*) 由上端看去的形狀 (在腰部四根刺中, 有二根已斷): *cc*, 中心囊; *n*, 多數的細胞核; *cx*, 共生藻類, 他們是居在內層原形質; *g*, 膠質層, 在層中穿過許多原形質網; *ps*, 假足; *f*, 刺上的收縮絲。

B, 『四丫刺虫』\*\* (*Stauracantha Quadrifuca*), 由腰部一刺的正面看去所得的圖形, *aa, bb, cc, dd, ee*, 係五個環繞的刺, 各環皆有四刺 (*cc*, 係腰部上的刺; *bb*, 係腰部與頂部中間的刺; *aa, ee*, 是頂部的刺), 各刺有四丫, 所有的各分丫合湊起來便成一個表面。

C, 『六出髻蟲』\*\*\* (*Hexacolpus (Diploconus) infundibulum*) 兩個大刺特殊發達, 所以他的骨骼能有中軸的對稱。

**扁孔虫類：**D, 『叢刺環髻蟲』\*\*\* (*Lithocircus magnificus*) 許多小孔集合在一圓形的場所, 并且這塊地方還向中心囊的內方隆成一種塔形的東西; 骨骼減至一個環形體, 於其四周叢生許多分枝的細刺, 圖上一切標記的說明與 A 條同; 另外 *h*, 是表示油滴。

**稀孔虫類：**F, 『刺邊一孔虫』\*\*\* (*Challengeria Murrayi*), 中心囊上祇穿一孔(?); *P*, 圍繞於口周圍的色素, 此為本類動物的特徵 (如『褐色虫屬』(*Phaeodium*)); *Pr*, 原形質絲; 其餘的標記解釋同 A 條。

G, 『三孔稀孔虫類』\*\*\* (*Phéodarie Crispylaire*) 由虫體內取出之中心囊: *P*, 主要孔; *p, p*, 附屬孔。

H, 『合髻虫』\*\*\* (*Conhoceras caudatum*), 骨骼由殼接合而成, 以鉤齒互相接合。

\* 因各刺長短相等。

\*\* 因各刺上皆有四分丫。

\*\*\* 因骨骼六出。

4\* 因刺叢生, 骨骼作環形。

5\* 因中心囊祇有一孔, 骨骼之上邊有巨刺。

6\* 因中心囊有三孔。

7\* 因為一對半骨骼接合而成。

(Acauthine) 骨骼的放射虫。『中心囊』厚而遍穿小溝與外界交通。其骨骼上恆有二十根細刺，合湊於原形質之中，並有一定的排列法則，本類動物有些形狀簡單，例如『等刺虫』(*Acanthometra elastica*) (圖版 IV, A)；或者各刺輻湊於骨骼之中心 (例如圖版 IV, B 圖所示)；或者整個圓骨骼，作網形的彫刻；或者由許多的圓錐體湊合而成 (圖版 IV, C)。

C. 局孔虫類\* (Monopylaires)：『中心囊』上，祇有一部分的面積穿着許多小孔，名曰：『孔板』(Plaque poreuse) (圖版 IV, D)『孔板』又向『中心囊』內面隆成塔形體，於塔的尖端開許多小孔——最後變成許多小溝。骨骼的形狀，有如尖塔如『塔骼虫科』\*\* (Cyrtidés) (圖版 IV, E)；或者祇成一個較複雜的環形骨骼，例如『環骼虫科』<sup>3</sup>\* (Stephoïdes) (圖版 IV, D)。

D. 稀孔虫類：<sup>4</sup>\* (Phédariés)：『中心囊』有時分成二層，祇有一個主要的管狀孔，囊的四周圍着一層褐色的色素，除主孔外，常常有二個附屬的小孔 (圖版 IV, F, G)。骨骼的形狀常常不同：有時類如二枚相合的蚌殼 (圖版 IV, H)。總之：這一類的骨骼都是由有機物質組成，後來再附上矽質的。

\* 因中心囊上，祇有一局部穿有許多小孔 (動物學大辭典名『單孔類』)。

\*\* 因骨骼的形狀似塔。

<sup>3</sup>\* 因骨骼似環形。

<sup>4</sup>\* 因在中心囊上沒有許多孔，祇有一個，或二個或三個孔 (動物學大辭典上譯作『三孔類』和『褐色類』)。

本類動物，多生於深海底，在污泥上依其假足以事爬行。身體通常很大，有達數厘米者。

### 第三綱 孢子虫類(Sporozoaires)

孢子虫類皆係寄生的單細胞動物，有具完全的細胞膜的，有些則沒有。均缺運動的器官：通常都不能運動的，或運動非常緩慢，至少成長的個體是如此。其內部的構造，均極簡單。這種退化的現象確實是因寄生生活的緣故。寄生的生活實為本類動物最重要的特徵。因其普遍的生殖方法為孢子繁殖，故有「孢子虫」之稱。本綱可分兩個亞綱：即「球虫類」(Coccidiens)「和簇虫類」(Grégariniens)。

#### 第一亞綱 球虫類(Coccidiens)

一切球虫類皆作圓球形。身體非常細小，不過25微米。常祇於其寄主的細胞內經過短時間的生活。這是細胞內的寄生物(Parasites intracellulaires)。在脊椎動物和軟體動物中是最常見的。常寄生於腎臟肝臟及消化管……等重要器官內。

此類動物原形質由許多同形的粒狀體組成，在原形質之外，則有一層不十分明顯的細胞膜。細胞核頗大，其內部之染色質凝結成塊為其特徵。

在球虫類中，最普遍，而又研究得最清楚的，莫如「卵形球虫」(*Coccidium oviforme*)。但他寄生於兔的膽管管壁內面

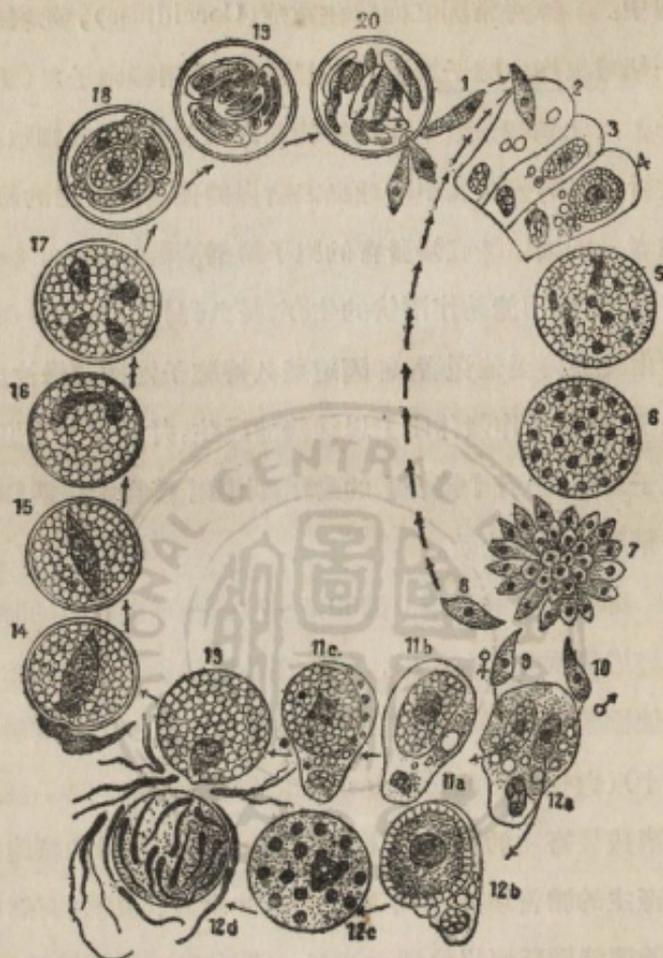
的細胞中。家兔常因之而發生重症(Coccidiose)，死者頗多。

一切球虫均由孢子繁殖。但是他們有兩種孢子：(1)『即發孢子』，此類孢子若不能在短時間內，找到寄主的細胞，不久即歸夭折。同一兔體中的球虫之所以能使其許多種的細胞皆受寄生者，即因這些直接發育的孢子傳播廣闊的緣故。(2)，『久持孢子』，他們能夠作潛伏的生存，長久保持不死。兔病之所以能由此兔傳至他兔者，即因這些久持孢子傳播的緣故。但久持孢子，祇在『作殼休眠』以後纔能產生，並且在產生這後一類的孢子以前，必有『接合』的動作，此種『接合』很能和高等動物受精的現象相比較。

(1)即發孢子的形成(圖60,5-7)——球虫成熟的時候，細胞核經過幾次分裂(5-6)，不久在各個初分裂成的細胞核的周圍，便圍繞一層原形質，於是成爲『即發孢子』(其數自二十到五十)(Spores immédiates)，其形如蘿蔔根(7)。這些孢子將來破裂寄主的細胞，便自由活動，更進入近旁的細胞中，但是除寄主的膽管以外，是不能在他處生活的。因爲有這種事實，我們便能解釋何以他們祇能在一個兔體中，傳播繁殖，而不能及於他兔。這種即發孢子的繁殖多了，孢子數目每代按幾何級數增加，最後寄主的整個器官都被其傳染，甚或受其毀壞。

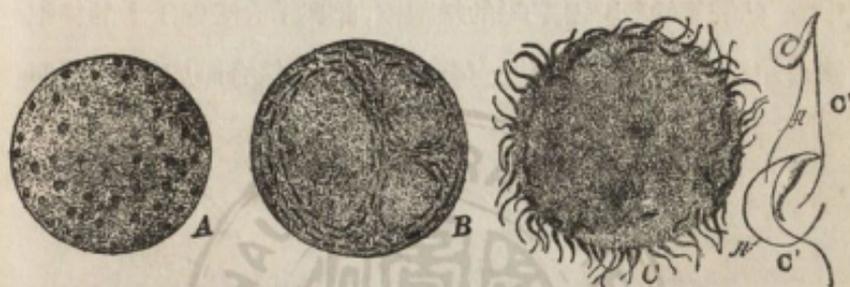
經過若干孢子代繁殖的世代以後，因寄主營養缺乏，或者因寄生物的繁殖力減少，於是必有兩性生殖發現。

(2)受精——許多寄生於身體內部『表皮細胞』(Cellules



(圖60)球虫的生命循環的略圖：1,「久持孢子裔」穿入寄主的細胞中,將來在那裏長成孢子虫(2—4);5—7,形成即發孢子的狀態;8,一個「即發孢子」已離寄生的細胞,預備進入其他的細胞裏去;9和10,大配偶子,和細小配偶子;11a—11c,大配偶子的發育;12a—12d,小配偶子的發育;13,受精;14,接合子;15—18,形成久持孢子的狀態;19,形成孢子裔的狀態;20,久持孢子裔已得自由。

épitheliales) 中的球虫中,有些個體身材較大,他的細胞核能夠作多次的分裂(圖61, A),最後成爲許多染色質的小顆粒,這些顆粒的直徑不能過1微米,後來他們便自己伸長成爲短棍狀(圖61, B),又自己遷近邊緣。在他們的周圍更圍繞一薄層的原形質,即成爲『小配偶子』(Microgamètes),便伸出於母細胞外(C)。



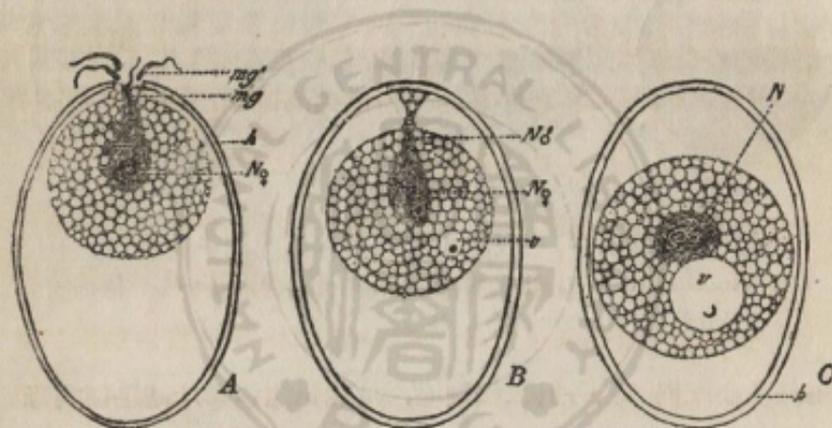
(圖61)在球虫中,形成祖小配偶子和小配偶子的狀態(錄自 SIEDLECKI): A—B,球虫的細胞核先作多次的分裂,後來變成 C 圖; C',十分放大的兩個小配偶子; fl, 鞭毛。

這些『小配偶子』各具二根鞭毛,故能迅速運動,結果便與母體的原形質分離,暫得自由生活,形如羊角(C),長可達4微米。至於母體上那塊中部的原形質,既然沒有細胞核了,便成爲剩餘的殘滓(Masse de reliquat)。有一件最重要的事實,即是這些『小配偶子』皆有多細胞動物精虫的特性:能運動,富有染色質,少有原形質。

同時還有別一個體,作另一種進化(圖60, II a—c):其細胞核不自分裂,但是拋棄其一部分的染色質於體外(減數分裂)於是這個細胞核便成爲『雌性核』(Pronucleus femelle)了。

此後，格外增長其身體，原形質中又盛滿了營養品，使其變成暗白色。於是離開寄主的細胞，落到消化腔中，這便是『大配偶子』(Macrogamètes)。

當『大配偶子』拋棄其一部分染色質之後，即發現吸引『小配偶子』的動作，後者即羣集其邊緣，有一個鑽入她的原形質中。已侵入的『小配偶子』的細胞核，即與『大配偶子』的細胞核合併為一(圖62,與圖60,13-15)。由接合而成的細胞，即



(圖62)球虫受精現象： $mg$ ，小配偶子，其中祇有一個進入大配偶子中，然後與她接合； $mg'$ ，剩餘無用的小配偶子； $N♂$ ，雄性核； $N♀$ ，雌性核； $k$ ，休眠體； $v$ ，含染色質的小體，其作用未詳； $N$ ，已接合的細胞核。

名曰：『接合子』(Gygote)或曰：『受精卵』(Oeuf féconde 或曰 Copula)①。

① 此處所述之現象和我們從前所述的多細胞動物的受精現象是一樣的。『小配偶子』即精虫；『大配偶子』即卵。卵在受精前，有遞減染色質的動作，接合後所得的細胞即『受精卵』。

(3) 久持孢子的形成——卵既經受精以後，即起分裂，便形成許多『久持孢子』(Spores durables)。

當『小配偶子』一經進入『大配偶子』，於大配偶子的周圍即生一層厚膜<sup>①</sup>遂成爲休眠體，形如小卵，長達30—40微米，寬達20微米。隨兔糞排出體外，此後他的進化便祇能在前一寄主的體外繼續進行了。

在休眠體中，原形質便自己收縮成一圓塊，不久作二次連續分裂，共發出四個『基孢子』(Sporoblastes)，形如紡錘；再在『基孢子』的外面圍繞着第二層堅固的厚膜，便成爲『久持孢子』(圖60, 18)，在孢子內面的細胞核，還要有一次的分裂，於是每個孢子更變成二個『孢子裔』(Sporozoites)，形如羊角(圖60, 19, 20)；其未經用盡的原形質，則成爲無用的殘滓。

當休眠體被兔吞入以後，其外膜因消化液的侵蝕動作，自行破裂，孢子即能在小腸中自由了；不久孢子以外的第二層膜又行破裂，『孢子裔』亦得脫去其束縛。他們的尾部尖細能作運動的器官，所以能升至膽管，各自進入『內表皮細胞中』，此後兔子便要發生病症了。

多數球虫都有以上的發育方法，所差者，祇在於各個休眠體中，所有孢子之數目多寡(2, 4, 或某數)和孢子中所有『孢子裔』的數目之多寡而已(1, 2, 4 或某數)。

① 亦有在受精以前，已具此膜的，但是留有一小孔俟小配偶子可以由之進入。待他進入後，此孔立即封閉。

血球虫——與球虫相近。有幾種非常緊要，可以在此地敘述一下。他們幾乎全部是寄生於脊椎動物的赤血球中。亦可以將其集成成一類，名曰：『血球虫類』\* (Hémococciens)①。這些寄生物都是我們人類瘧疾的原因，應該加倍注意。常人所說的『血變形虫』(Hémamibe)的名稱，實含有兩個主要種類：『隔日瘧虫』(*Plasmodium vivax* 或 *Hæmamoeba*) 能使人發生間日的寒熱疾；『四日瘧虫』(*Plasmodium Malariae* 或 *Hæmaoeba*) 能使人發生間三天一次的寒熱疾。*Plasmodium* 這名字當然是合於命名的法則；但是 *Hæmamoeba* 也似乎有知道的必要，因為這個名字是幾個動物學名家如 GRASSI 和 FELETTI (1890), LAVERAN (1881-1900) 等所常用的。

還有一個隣近的種類，名曰『無期瘧蟲』\*\* (*Plasmodium falciparum* 或稱 *Lavarnia præcox*)，能使人發生無定期的瘧疾，其害甚大。

圖板V先指明瘧虫在赤血球內部為一塊透明的小體，身材約3微米，能為變形虫狀之運動。(D)逐漸長大，然此時決不離開血球；身體上又發現色彩(P)，乃是由血色質分解而成的；同時運動遲緩，甚至幾乎完全不能運動；此時他便成為圓形，這

\* 因寄生在赤血球中，(動物學大辭典名『血液孢子虫』)。

① 『瘧蟲』(*Plasmodium*) 和 『睡病虫』(*Trypanosoma*) 常合稱『血虫』(Hématozoaires)。這樣的連合，好像是不妥當的。SCHAUDINN 曾以為這兩種形狀是繼續存在於某種的生命循環史中。

\*\* 因發病的期間不合規則。

是球虫的常態 (e)。這就是成熟的時期，其細胞核便作若干次的分裂，產生若干新細胞核(自 6 至 20)①。不久他們移到原形質體的周圍(e)；原形質更依細胞核的數目為輻狀的分裂成為若干塊，每塊皆有一核。(F)這些小體各自分離，破壞所寄生之赤血球而出，各成為『變形孢子』(Spore Amiboïde)，在血液中，作一剎時的游泳生活，更進入於其他的赤血球中。這當然是產生『即發孢子』的狀態。孢子自由的時候，即是發現瘧疾的時候②；無疑的，這是因為血球破裂的時候，同時將其內部所積的毒質，放棄於血漿中，寄主中毒而發熱，換句話說瘧疾之來，正是寄生物產生孢子的時候。

受精與傳播種子——通常這一類寄生物不能直接傳染的。所以瘧疾確不是真正的傳染病。『受精』和產生『久持孢子』的動作，祇能行之於幾種蚊子的體內。這就是『瘧蚊』(Anophèles)，多生於低濕之地。當『瘧蚊』刺病人，吸血的時候，同時帶去一部分赤血球中之寄生物。大部的寄生物，固然能被蚊所消化，但是其中有些已經到兩性成熟時期，便能在昆蟲的消化管中繼續變化。

這些成熟的瘧虫〔或說『祖配偶子』(Gamétocytes)]自分為二類：第一類的個體，有四根到六根的伸長體(圖版V,  $A_1$ 和 $A'_1$ )。

① 在『四日瘧虫』中自 6 到 12，在隔日瘧虫中，自 15 到 20。

② 在『隔日瘧虫』中，每 48 小時產生一次孢子。在『四日瘧虫』和『無期瘧虫』，則每 72 小時產生一次孢子。

後來這些伸長體能與他們中央的團塊分離（這團塊中部的原形質不久便自行消滅），自由活動，富有染色質，此即『小配偶子』<sup>①</sup>，他們便去和第二類身體巨大的配偶子合併（*Mg* 和 *B*）。

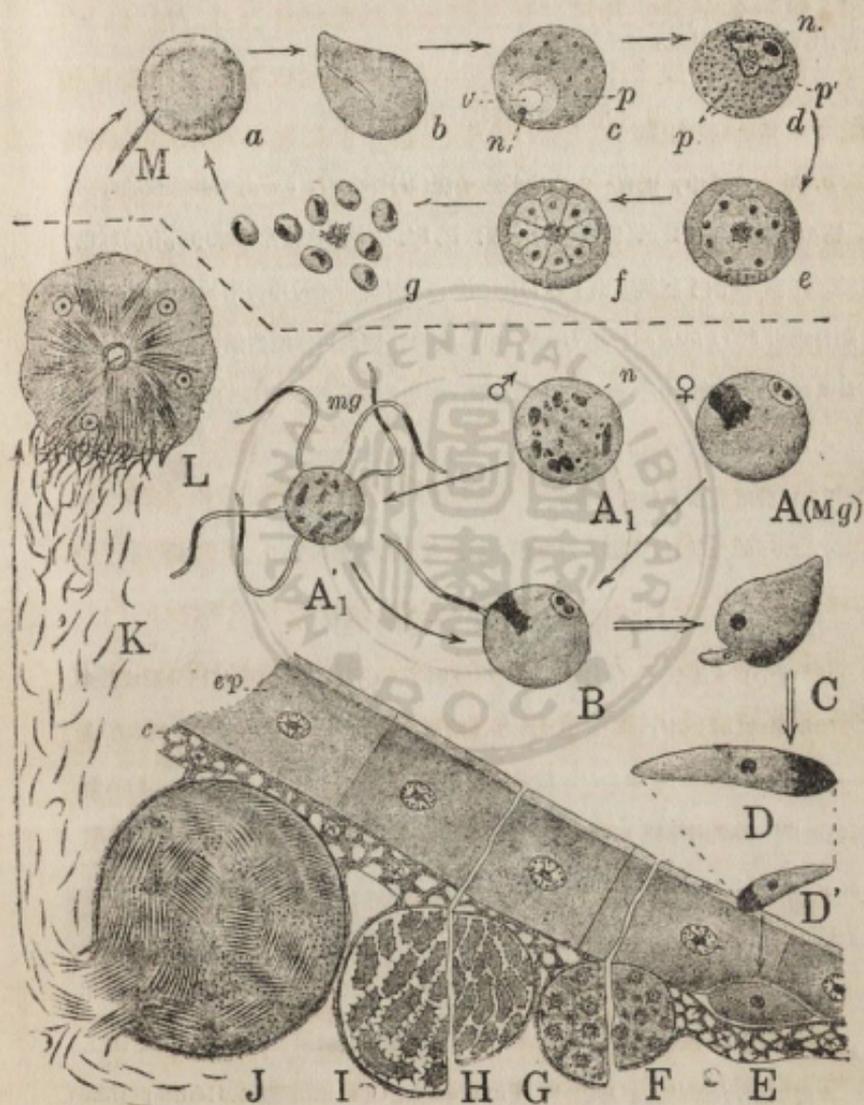
由接合而成之『接合體』（*D, D'*）便在瘧蚊胃壁之內表皮細胞層中和結締組織中，作殼休眠（*E*）。但是這個休眠體是生長得非常快，不久胃之外壁便發現凸起。『休眠體』內部的『接合體』的細胞核作多次的分裂，形成若干有核的原形質塊，稱此小塊曰：『基孢子』（*Sporoblastes*）。因為他們將來是產生『久持孢子』的基本（*F, G*）。不久之後，每塊原形質中的細胞核又能重新起分裂，終至於生出許多更小的細胞核，這些細胞核便趨近『基孢子』之周圍，而成爲將來的『孢子裔』的出發點（*H, I*）。『孢子裔』的形狀細長，彼此平行並列，最後便盛滿了整個休眠體的內腔（*J*）。休眠體破裂後，孢子裔便在瘧蚊的內腔中自由活動（圖63, *K*）。後來這些孢子裔便遷移到瘧蚊身體的各部器官裏去，其中尤以『唾液腺』（*Glandes Salivaires*）

---

① 『祖配偶子』和通常個體的分別，在專家是非常容易認識的。特別是在『無期瘧虫』最容易鑒定：『祖配偶子』常成羊角形，通常的個體，則爲圓球形。在人類的血液中，好像是已經有祖配偶子的存在，但是他們不能繼續發育。常常當血液一離開病人的血管，小配偶子立即變成，因此可以取病人的血，以作此類的觀察。但是在這樣的情況底下，配偶子的運動是非常迅速的，病人的血液中，已成的『祖配偶子』，如果不被瘧蚊所吸取，最後——很久以後，亦能自行敗壞。有時，還有極少數的個體，亦能依『單性發育』的方法，在人血中，自己分裂，產生新瘧虫。用這種道理，便能解釋久症重發的瘧疾。

圖版 V

瘧蟲在人體赤血球中與在瘧蚊消化管中變化的狀態



## 圖版 V 的註解

自  $a-g$  圖表示在人血中的變化；自  $A-M$ ，表示在瘧蚊消化管中的變化狀態。

## 在人類血球中的變化

$a$ ，在赤血球中，正有一個瘧蟲的孢子裔 ( $M$ ) 穿進去。 $b-d$ ，增長體積的時期： $n$ ，寄生物的細胞核； $v$ ，寄生物的小囊； $P, P'$ ，在寄生物和赤血球中所有的紅色顆粒。(C圖，是由『無期瘧蟲』(*Plasmodium falciparum*) 中得來的； $d$  圖，是由『隔日瘧蟲』(*Plasmodium vivax*) 中得來的。觀此可知這些動物在形態上的分別及其破壞血球的動作。至於寄生物身體上的色素，是區別瘧蟲的種類之特徵。)

$d, e$ ，細胞核的分裂。

$f$ ，已分成許多有核的小細胞。

$g$ ，孢子的分散，他們進入新血球，重演其生命的循環史。

## 在瘧疾蚊消化管中的變化

$A, (Mg)$  大配偶子 (♀)； $A_1$ ，『祖小配偶子』(♂)，他的細胞核已分裂成許多更小的細胞核 ( $n$ )； $A'_1$ ，在『祖小配偶子』的周圍，已有五個已成的『小配偶子』( $mg$ )； $B, C$ ，受精的現象； $D$ ，接合體； $D'$ ，同是接合體 (放大的倍數比前者較小，但與以下諸圖則相同) 進入內表皮細胞層以下，即在那裏作殼休眠； $F, G$ ，產生孢子的狀態； $H, I$ ，產生『孢子裔』的狀態； $J$ ，孢子裔已分散於體腔中，游泳於血液中，向蚊體上端前進，走入唾液腺中； $L$ ，唾液腺的剖面，在這裏可以見到孢子裔進入細胞內，並且還作輻狀的排列，其中有一個已進入分泌管中，與唾液相混。當蚊刺人時，便將孢子裔注射到人體中，使他重新排演其生命的循環史 ( $M$ )。

本圖版中，大部的圖形乃由 R. PERRIER 和 CÉPEDE 所著：Hémospories du Paludisme 中信來。

中爲最多(L)。在唾液腺內的分泌細胞中，可以見到在分泌腔的四周裝滿此類孢子裔，且作輻狀排列。結果便混入於唾液中。若含着寄生物的瘧蚊刺人吸血，同時便將他的唾液中所含的瘧虫的『孢子裔』注射到人的血管中，這些寄生物便會在人血中發育起來，這便是瘧疾的真因。

瘧虫的發育及其生命循環史，現在我們已知之極詳。補救的方法，以

除滅瘧蚊爲要着，除滅之時不論幼虫成虫一律將其殺死；在另一方面，還能用別種方法以減少其刺人的機會，如利用蚊帳保護人體，或用『金雞納霜』以增加人體中的抵抗力。因有這些補救的方法，所以在從前瘧疾很多的地方——如意大利等處——現在已經幾乎完全肅清了。但是中國東南各省仍是很多的①。



(圖63)瘧蚊消化管的一部，有許多的休眠體生於胃的上面：e，胃；K，休眠體；ae 食道；i，小腸；tm，馬爾壁寄管。

① 我國東南各省，多水田，便於瘧蚊繁殖，尤宜注意於瘧蚊之撲滅。

殺滅幼虫，爲除蚊最便之方法，蚊之幼虫孑孓多生於停滯之濁水中。驅除之法固多，最簡便而到處都易實行者，莫如用煤油散布於含有孑孓之水面上，使其不能呼吸，窒息而死，每湯匙的煤油足以覆蓋一平方米的水面，至於識別瘧蚊的方法，可參看昆蟲章。另外又有人以一種小魚(Ganbugia)吃去孑孓，效力頗好，故歐美各水溝中多畜有此種魚類。

## 第二亞綱 簇虫類(Grégariniens)

簇虫類身體的構造，較之球虫類稍複雜一點，其生活狀況，亦頗不同。

簇虫類在長成的時候，都在無脊椎動物——大都是在圓筒類和節肢動物的消化管或體腔中，為自由之生活。軟體動物之身體中，迄今尚未發現。運動通常是很遲緩的。當爬行時，是決不能看見有何種收縮的動作。但其身體能作種種的變形，這種變形的動作，是因其身體上『表質』(Cuticule)層的下面，具有能夠伸縮的細絲的緣故。

簇虫類的原形質，可分二層(圖64)：『內層原形質』，包含着細胞核，和其他無數的雜質：如脂肪滴和小粉質(Zoamy-lon 或 Paraglycogène)等；至於『外層原形質』的表面，有細胞膜為界，內面則與內層相密接，他的本身是由透明無色的物質所組成。有時外層原形質還能將內層原形質分成二部(圖65)前部較小，名曰：『前節』(Protomérite)；後部較大，名曰：『後節』(Deutomérite)。細胞核常居於『後節』中。

根據上述的特性，可將簇虫類分成二目：

(1)無節簇虫類\* (Monocystidés) 其內層原形質不分節，多寄生於『圓筒類』和其他無脊椎動物之體腔中。最普通的代表，便是『蚯蚓無節簇虫』\*\* (*Monocystis agilis*) (圖64)，多寄生

\* 因其體不分節。

\*\* 體不分節，寄生於蚯蚓之體腔內。

於蚯蚓的體腔中——尤其是在精巢中特多。

(2) 分節簇虫類\* (Polycystidés), 其體分成二節, 寄生於節肢動物之消化管內, 例如『多形二節虫』\*\* (*Clepsidrina polymorpha*) (圖65) 每寄生於各類昆蟲中。

本類寄生虫在同一寄主之體內, 通常不能產生『即發孢子』; 但是亦有幾許例外, 如『內生簇虫類』<sup>3</sup>\* (*Schizogregarines*) 能在同一寄主的體內, 發現分裂, 產生即發孢子。反過來, 在多數其他的簇虫中, 於產生『久持孢子』以前, 必有受精的現象, 這便是『受精以後發生的孢子』(Sporulation métagame)。



(圖64)無節簇虫的代表:

『蚯蚓無節簇虫』(*Monocystis agilis*)



(圖65)分節簇虫的代表:

圓頭二節虫(*Clepsidrina munieri*)。p, 該動物所分泌的膠結質。

\* 因體分二節。

\*\* 體分二節而多變形。

<sup>3</sup>\* 因能在寄主內部分生孢子。

簇虫的受精現象與上文所說的『球虫類』的受精現象不同：『長頸簇虫』\* (*Stylorhynchus*) 是寄生於『麵蚊』(Blaps) (看甲蟲類一章) 小腸中，麵蚊是一種黑色的甲蟲類，多生於黑暗的地方，或地下室中，其幼虫常生於久棄的麥粉中，故有麵蚊之名。

兩個互相接合的簇虫，皆具同樣的形狀，好像在他們中間，連一點關於兩性的區別都沒有的。他們互相接合以後，便一同被『休眠殼』所包圍(看插畫4)。但是他們始終不能合併為一體的。休眠體能附着於『麵蚊』的糞中，拋出體外；當休眠體一出寄主體以外，接合子的細胞核，即起迅速的分裂，所分出來的子細胞核便移到簇虫身體的邊緣，此時的簇虫已成一種不整齊而又多生凸起的原形質塊了。在各個細胞核的四周，附着一層原形質；於是，在這兩個接合的個體的周圍，便布滿有核的小球(插畫4, 4, 5, 6)。以上兩個接合的個體的名字，叫作：『祖配偶子』(Gamètocytes)。在兩個『祖配偶子』的某一個中，周圍的小球，永遠能保持其原來的球形，但是在圓球的某方生有一個小柄，他們通常是不能運動的這便是『大配偶子』，或雌性的細胞(插畫4, 4, ♀)。在另一個『祖配偶子』中，便不相同了；其周圍的小球，將來要變成『小配偶子』或精虫(插畫4, 4, ♂)；『小配偶子』的形狀如梭，他們以前的小柄(即是在球形時代的小柄)現在變成鞭毛；待離開母體後，即藉此鞭毛，作迅速的運動(插畫4, 10)。這些『小配偶子』行近『大配偶

\* 因其頸長。

子』的周圍，便發生受精的現象。在受精場中，他們的細胞核和細胞體皆合併為一，成為『接合體』(Gygote)。(插畫4,16)在『接合體』的表面，即圍繞一層厚而堅固的外膜，遂成為一個『久持的孢子』(Spore durable)；但是在這孢子內部的細胞核，能作三次連續分裂，產生八個『孢子裔』(Sporozoïdes) (插畫4,21)。如果這個『休眠體』被蠅蚊所吞食，孢子即得自由；孢子膜裂開後，便跑出許多的『孢子裔』來，每個孢子裔將來皆能成為一個新的簇虫。

在一切簇虫中，所有的受精和產生孢子等動作好像都是一樣的；但是在『無節簇虫類』中，那兩個接合的個體是毫無分別的。依據最新的研究，纔知道『同形配偶』(Isogamie)和『異形配偶』(Hétérogamie)中，還可以找到一些過渡形式。

『無節簇虫』的發育是很簡單的：孢子裔經過消化管之膜壁，直抵體腔，此後他們便在那裏長成簇虫。

『分節簇虫』的發育，比較要稍稍複雜一點：『孢子裔』得到自由以後，便進入消化管內的表皮細胞中(插畫4,1上之a—g)。身體便漸漸長大，成為消化管內壁上許多的凸起。在這時候，一切都還固定於內表皮細胞上。但此時的細胞核漸漸移到凸起裏來，分節的動作也在這個時候發生。我們已經知道兩節的間隔是由外層原形質所組成的。

『前節』(Protomérite)是與寄主的細胞最相接近，他的前部伸長成一小柄，此柄係純粹的外層原形質。懸掛於寄主消

化管內壁上，吾人稱此時之寄生物，曰：『脩頸虫』\* (Cephalin) (插畫4, 2)。但像這樣的時候很短，不久這小柄即在其根部斷下，簇虫在消化腔內，即能自由，稱他曰『縮頸虫』\*\* (Sporadin)。

被簇虫寄生的動物，除去內表皮細胞被他們毀壞外，好像再沒有其他的擾亂。

在孢子虫類，我們還可以插入下記的幾個很有趣味的小類目。

(1) 雙殼孢子虫類<sup>3</sup>\* (Myxosporidies), 常寄生於魚類之皮膚，或體內的組織中。其身體之原形質無膜，能有變形的運動；其孢子非常複雜，特名曰：『雙殼孢子』(Psorospermie)，在孢子之外，則有由二殼接合而成的外殼；孢子之內，有二個透明的小點，其內部各有一根很長的細絲，捲成螺旋狀；這兩根細絲能夠向外伸出，以固定孢子於寄主之組織上。至其產生孢子的狀態，首先有六個細胞，其中有兩個將來變成表面的二外殼；另有兩個內具長絲的透明小點；其餘兩個後來合併為一體，這便是『接合』的現象，最後成功一個孢子。

(2) 『微粒孢子虫』<sup>4</sup>\* (Microsporidie) 多寄生於節肢動

\* 因其頸頗長。

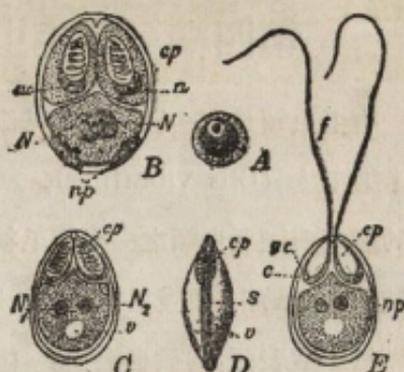
\*\* 因頸短縮。

3 \* 因孢子的外殼是成對的 (動物學大辭典譯作『膠質孢子虫』)。

4 \* 因其體係細微的顆粒。

物中。他們的孢子祇是由微小的顆粒組成。最主要的代表，大多是寄生在蠶體，即是『微粒孢子』(Pébrine)病的原因，為育蠶家之大患。

此外還有 *Chelohania Contejeani* 是寄生在甲殼類肌肉中的微粒孢子虫；在『龍蝦』體內每每見到。但是目前我們已經知道蝦病的原因，不僅是上述的寄生物，另外還有一種（即鼠疫的病原）菌亦能使龍蝦致病，為龍蝦之大害，數年前曾見之於法國。



(圖66)雙殼孢子虫(*Myxobolus pfeifferi*):寄生在 Barbeaux (鯉魚之一種)。A. 幼年植物性時代的個體; B. 形成孢子的狀態; np, 形成外殼細胞的細胞核; nc, 形成兩個透明小點的細胞核; N, 孢子的細胞核。C, 已成的孢子, 和他的兩個細胞核 ( $N_1, N_2$ ); v, 胞。D, 由側面觀的孢子: v, 兩半外殼; S, 外殼的接合點。E, 具伸展細絲的孢子; f, 伸展的絲線; C, 外殼。(錄自 KEYSSELITZ)

(3)肉孢子虫類 (Sarcosporidies), 多寄生於獸類, 鳥類的肌肉中, 有時於豬及綿羊上能生很利害的病症, 因此喪命者有之。實際上這些動物, 是被寄生物排泄的毒質 (Toxine) 所殺的。

## 第四綱 有毛虫類 (Tufusoires)

有毛虫類具有一極顯明之特徵，即體面被有許多可以顫動之『纖毛』(Cils vibratiles)，就種種重要之特徵言，一根單獨的纖毛與鞭毛虫類之一根鞭毛初無二致。纖毛比較細小，營單純的往來動作，與鞭毛之營圓錐狀動作者不同。但鞭毛從未布滿於細胞表面，為數也很少。纖毛則至少也有十數以上，多則上千，上萬。也許鞭毛虫和有毛虫，是有些許緣屬的關係，因為 T. Roux 在日內瓦湖裏，發見一種動物，名曰：『單鞭纖毛虫』\* (*Monomastix ciliatus*) 他身體上佈滿了同形的小纖毛，縱走排列。具有『鏹胞』(*Trichocystes*) 與下述的同毛虫類沒有什麼分別，但是他的頂端陷入口裏插有一根特別大的鞭毛，有兩個大核，兩個小核。一個伸縮胞位於體之後端。還有一小管，一端通伸縮胞，一端通於後端之體外，此蓋排尿孔而兼肛門者也。此動物實兼有鞭毛虫與纖毛虫兩類之特徵，或者就是他們兩者間的過渡型 (圖68) 也未可知。



(圖67)單鞭纖毛虫：*(Monomastix ciliatus)* (錄自 T. Roux)

大多數有毛虫類，均為自由游泳，獨

\* 因有一鞭毛與鞭蟲相似。

吸枝虫類及纖毛虫的幾個小科目，是固着生活的；另外還有小部分是寄生生活的。大多數固着生活的種類，體形均傾向於輻射相稱；自由游泳之種類，體形每因生活之方式而改變，但活物寄生和死物寄生者，其奇異之形態，每每很難與環境一致。

共分兩亞綱：(1)『纖毛虫類』通常具有許多的纖毛；(2)『吸枝虫類』幼時俱有纖毛，長則脫去，另具許多觸枝或吸枝。

### 第一亞綱 纖毛虫類(Ciliés)<sup>①</sup>

纖毛虫的運動器官，即『纖毛』，此毛頗短，然數目極多，有時纖毛能包裹動物全身。似乎祇能在液體中纔可以運動，而大部分的纖毛虫也的確是生活於水中；多數生長於淡水中。潔淨而透明的活水中，此類動物頗少，其餘的池沼中，若富有腐敗的生物質，則無不有纖毛虫的存在，因為這樣的地方最易於『細菌』(Bactéries)的繁殖，而細菌又是纖毛虫最好的食料。若將乾草花枝等物放在水中煮沸，再曝露於空氣中，不久，即能有多種不同的纖毛虫在此液體中生活着。在這裏，生物的種子或者由空氣中傳來，或者原來寄留在水中或植物上，一待細菌生長繁盛，種子便立時發展。在養液中，常看到：首先發現食細菌

① 可參看王家楫倪逢書——廈門海產原生動物之調查（中國科學社出版）。

的纖毛虫，繼則發現較大的食肉的纖毛虫，後者是吞食前者的。

有許多的纖毛虫，寄生於其他生物身體內之液體中，種類亦頗多。在『圓類』的消化管中，『兩棲類』的直腸和膀胱中，『反芻類』的第一胃中……每每見之。

纖毛虫確是單細胞動物中最複雜的；關係這類動物的研究也真是非常有趣。現在選一種具有中級複雜程度的物種，來作模式，如『草履虫』(*Paramecium caudatum*) 在含植物的淡水中，到處都能找着。

例如圖 68 所示之草履虫，形如草履，長自 150 微米到 300 微米，體之四周徧被纖毛，排列整齊，運動不息。於其體之一邊，亦可稱為腹面，可以看到一條長而傾斜的小縫(圖上，p)，這縫愈下愈狹，及到底邊，則為一層薄膜，膜中穿有一小孔，這孔中的原形質是無膜的；通常稱之為『入口』(Cytostome) (圖上，cst)，口前之縫名曰『口前道』(Péristome)。

纖毛虫身體的表面所包圍的那層外膜，多係角質所構成，但其分量之多寡是按種類之不同而微有差異。『草履虫』身體上的外膜，是非常地薄，且有屈撓性，但是在其餘這些種類，是很厚，有時則成為真正的『外殼』(Carapace)。

在外膜的下層，便有原形質，色透明，在外部者名曰：『外層原形質』在內部者名曰：『內層原形質』。

外層原形質，正處於外膜之下，係細緻的原形質，並含有『小胞』(Vacuoles)；一切體外的纖毛皆由外層原形質中直接

發出；但是還有別的器官名曰：『鏢胞』(Trychocystes) (圖68, *tr*)，是一些透明的小棍，兩端尖細，大可一微米，當這個小棍受到外面的激刺時，即伸長而成為細針狀 (圖68, *B*)。這個『鏢胞』一方可以麻醉與他相接觸的小動物，同時還能作為防禦的武器。但是在食肉的纖毛虫上，這些『鏢胞』是用為攻擊的武器，所以在『口』的近旁特別多些。

內層原形質含有許多粒狀體，這些顆粒繼續不斷地慢慢移動，在身體兩端間，徘徊不息，所謂『原形質運動』(Cyclose) 者是也。

細胞核位於內層原形質中，草履虫之細胞核係卵形，圓球形，帶形，念珠形，馬蹄鐵形，或分枝的絲條……等形狀〔這便是『大核』(Macronucleus) 看圖68, *N*]。通常在細胞核中均有顆粒狀的構造，在這些顆粒中，更散有若干『染色質的顆粒』<sup>①</sup>。於此當注意者，即另有一個身材較小的細胞核同在一處，這個小核是由堅實的『染色質』(Chromatine) 所組成，周圍常有一層淡白色物質圍繞着，此即所謂『小核』(Micronucléus 或 Paranucléus) (圖68, *n*)。『小核』在『接合』場中的作用，將在下面詳為敘述。這的確是在該動物接合以後『返老還童』(Rajeunissement) 的主要元素，我們要知道在『接合』以後，那個替代已消滅的舊『大核』的新大核，原是由小核中分生出

① (1) 所謂『染色質的顆粒』並非『染色體』，因為這些顆粒是未成形的，數目無定，與正式的『染色體』不同。

來的。但是在通常的生活場中，小核是沒有一點作用，所以全部營養的工作，都是大核職掌的①。

**營養**——纖毛固然是運動的主要器官，但是同時他還能將矽藻等引至原形質中，以為草履虫的主要食料。在「口」之下方，則有一個「食道」或稱「咽頭」(Cytopharynx) (圖68, *cph*)；食道愈下，愈狹，底部便與無膜的原形質相接。因為圍繞着「口」旁的纖毛，能作迅速的運動，發生一種水流的漩渦，自「口」下降，再依咽頭波紋膜的動作，使那些含着養料的水滴漸漸繼續下降，最後則進入原形質中。至於咽頭的「波紋膜」(Membrane ondulante) 的組織，原係許多纖毛彼此膠黏而成，時常運動不已，推水前進(圖68, *A, mo*)。待食料進入原形質中，便有「消化胞」(Vacuole digestive) (圖68, *vd*) 圍繞於食料的周圍。這些消化胞被內部原形質運動的潮流移至他處，但其路程無定。在「消化胞」內一切的消化的動作，完全與變形虫一樣，不能消化的物質，便由身體後端的一個小孔拋棄於體外，此孔即「肛門」(Cytoporocete)。

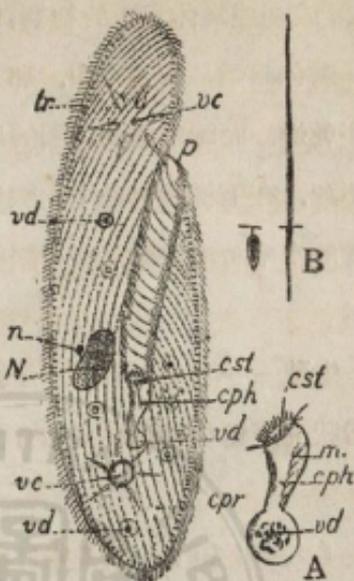
**伸縮胞**——此類動物常具有「伸縮胞」(Vésicule contractile)。其作用似與排泄器官相似，我們所舉的模式動物，常有二個伸縮胞，具有很特別的形狀(圖68, *vc, vc*)。在胞的周

① BALBIANI 等截斷細胞的實驗結果告訴我們：纖毛虫亦與「尺蠖虫」一樣，祇有含細胞核的原形質斷片，能夠有再生的能力，祇要有一小片的細胞核，亦能有再生的作用。再看第三篇「再生」一節。

圍，還有8至10個小溝，這些小溝，有許多分枝，枝梢遍布於原形質的全部。這都是些盛着排泄液的管子，毫無明顯的管壁。許多排泄出來的液體，便自小溝中流入『伸縮胞』。伸縮胞的本身，也是沒有顯明的膜壁，當伸縮胞中盛滿液體，體積膨脹的時候，便自行收縮，由一個小孔中，放棄其液體於體外，這小孔便立即封閉；這種伸縮的動作，平均每7秒到10秒鐘，舉行一次。在所拋棄的液體中，含着碳酸和別種排泄物。

#### 作殼休眠——當周圍環

境不良的時候，有許多的纖毛虫，能夠自己分泌出一層外殼，以資保護，此即『休眠體』(Kyste)，在休眠體內活動較通常遲緩，靜待善良的新環境。在未作殼休眠以前，該動物必先行失去一切外面的器官，如纖毛口前道等等。休眠體常常是透明的，黃色或褐色，為由一種與『表質』(Chitine) 相似的物質所構



(圖68)纖毛虫身體的構造

[草履虫 (*Paramecium caudatum*):  
*p*, 口前道; *cst*, 入口; *cph*, 咽頭; *vd*, 正在形成的消化胞; *mo*, 波紋膜; *vd'*, 已在原形質中之消化胞; *vc*, 伸縮胞和他的輸液溝; *N*, 大核; *n*, 小核; *cpr*, 出口; *tr*, 纖胞(在*B*上, 有格外放大的纖胞及其伸展的狀態。 *A*, 口部放大的圖形)。

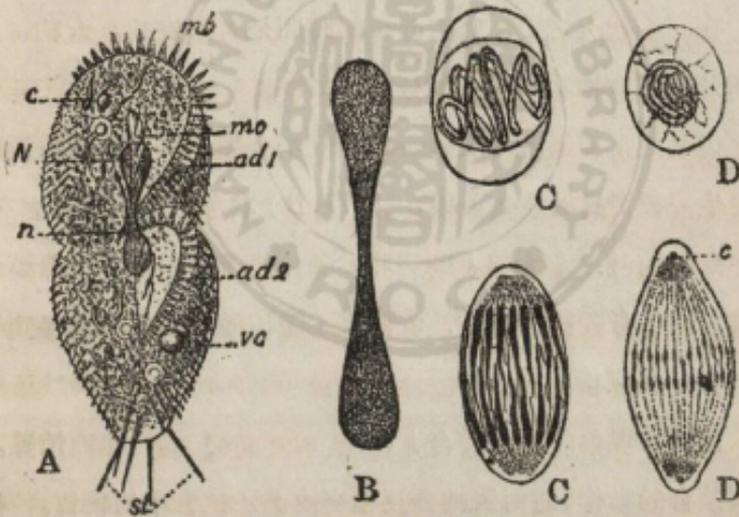
成。或在成爲休眠體的初期，伸縮胞仍繼續動作，不久也就停止，若休眠體是留在水中，那末，內部的動物終歸死滅，如果是在乾燥，而時常遇到濕潤的地方，則內部的動物便能生活多年不死，在這樣狀況底下，纖毛虫能夠隨風飄至遠地，待落到適當的水中而環境優良時身體即行膨脹，破殼而出，重新照常生活。

**生殖**——纖毛虫常常以分裂法繁殖，至於分裂的方向根據生活狀況而異：自由生活的，總是橫分裂；固定生活的是縱分裂。

『大核』和『小核』先自己分裂，其分裂的方法如下：

『大核』常由『直接分裂法』分裂爲二段（圖69, B）；至於『小核』，是由所謂間接分裂法或與其相似之分裂法而分裂的。『草履虫』小核分裂的步趨如下（圖69, C 和 C' 和圖70, A 和 C）：『小核』首先增加體積，同時『染色質』（Chromatine）便集成一個堅實的團塊，再伸長而成一捲曲的絲狀體（圖69, C），不久這染色質便自己緊縮而成爲許多小粒；這些粒狀染色質便漸漸集合於一個沒有着色性（或不具同樣上色性的）物質的周圍（圖69, C'），最後各個皆成爲染色體，其數約 150 枚，他們的形狀有如小棍。至於許多染色體所圍繞着的那個中心物質的構造，並不是別的，祇是一些由粒狀物質組成的，這個中心物質還能自己分成二半，各部能走到『小核』的兩對極（圖69, C'）。『小核』伸長，一切『染色體』乃沿一根長軸排列於中部，至

於其他無着色性的絲條，在染色體間，亦沿同一中軸而排列，且自這一端伸長到那一端，如上所述與間接分裂法極相似。於是這些染色體，便各自分裂為兩半，各向兩反對端分成為兩個染色體團體，愈離愈遠，終至頂點。同團體的染色體，便互相接近，團體的範圍也縮小了，於小核的腰部，漸次縮小，於是核亦分成兩半，這便是兩個子細胞核，各核所有之染色體，更結合而成為一塊同質的染色質。無着色性的中心，隨即消滅，終乃成爲二個休止時代的小核。在上述之事實上，我們很可以找出一切正式の間接分裂中所有的主要步驟；祇是這裏「核膜」



(圖69)纖毛虫的分裂：A，「三刺圓虫」(*Stylyonichia mytilus*) 正常橫分裂時之狀態：N，大核；n，小核；c，觸毛；mb，小腸；mo，波動膜， $ad_1$  固有的口部流蘇裝置，將來傳給上端的新個體。 $ad_2$  新生的口部流蘇裝置，為下端之新個體所有；St，三根尾刺是本種之特徵。B，纖毛虫的大核直接分裂的狀態。C, C'，小核無中心質的分裂狀態。D, D'，小核有中心質的分裂狀態。(A圖錄自 STRIN；B, C, C', D, D'，錄自 FAURÉ-FREMIET)

決沒有消滅的時期，即『核內原形質』(Nucléoplasma)和『核外原形質』(Cytoplasma)決無混合的機會。在兩極上，那些由無色絲條所組成的東西，可與平常的『中央體』(Centrocphère)相比較的；甚至有時〔如在『羣鐘虫』(Carchesium)〕(圖69, D')上，還可以見到『中心體』(Centrosome)。但是這個『中心體』和『中央體』都是居於核膜之內。

『大核』和『小核』既經分裂以後，細胞體便自己伸長，亦斷成兩半，各半便增生其殘缺不全的器官，成爲兩個新纖毛虫。此種分裂的時間，約十分到十五分鐘。

在同一狀況之下，每次分裂的時間是有一定的，大約每二十四小時內有兩次到五次的分裂。

但是通常經過若干次——約200次分裂以後，纖毛虫便開始發生一種奇異的衰老現象，(圖77, B)其身體變小四分之三，纖毛漸漸消滅，『大核』斷成許多碎片，『小核』也漸漸萎弱最後，全個身體歸於死亡，我們決不能使他們的生命延長到了300次分裂以後。

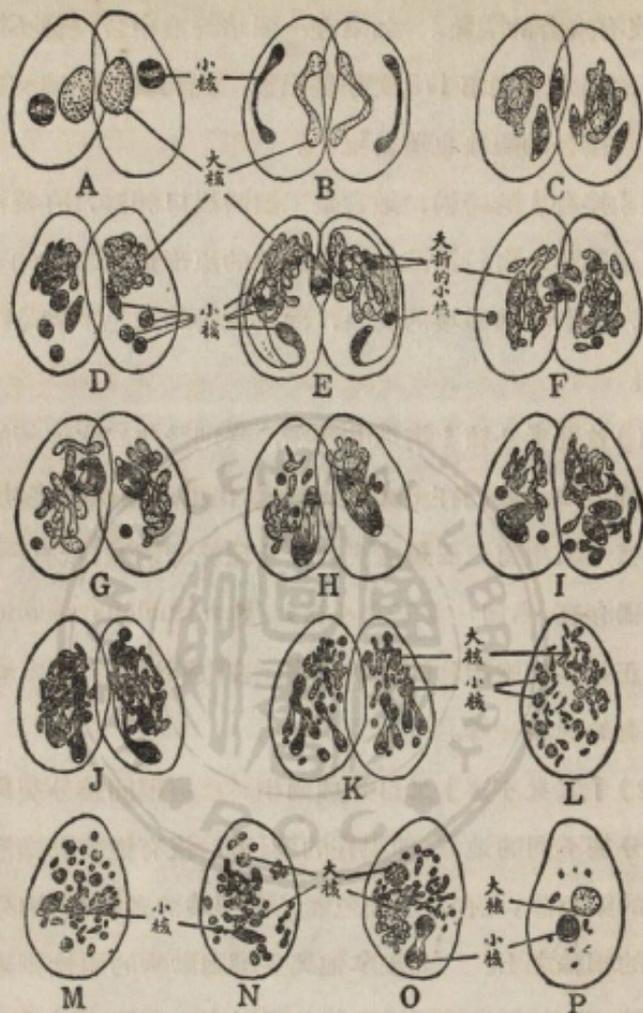
衰弱的現象能因『接合』(Conjugaison)的動作而消除。所謂接合的動作，即兩個結合互相交換『小核』中的物質。接合的動作能夠使纖毛虫返老還童(Rajeunissement)，自然不會有衰老的現象了，並且還能使接合後之個體重新分裂，重新產生新個體；但是此種接合的動作，祇能見之於不同一系的個體中，因爲在純培養中，我們看到，由同一個體分裂出來的後

裔，是沒有接合的現象。如果在一個培養液中含幾種不同一系的個體，那末，在第 175 次分裂以後，他們彼此便顯有莫大的吸引力，接合的現象也就發現了。

在『接合』的時候，通常是二個體以口相接，在交接點上，兩方的細胞膜，自行消滅，使得內部的原形質得以互相交通。於此時，纔發現最重要的現象，而其主動的角色，就是『小核』(圖70)。

(1) 首先『小核』增加其體積，次則發生二次連續的分裂，其分裂的方法，我們在上文已有敘述，但由這兩次分裂，所生的四個小核，其中有三個變成淡白色小球終歸消滅，祇有一個『小核』單獨存在，名曰：『二次小核』(Paranucléus secondaire)。此現象正如多細胞動物的生殖細胞，在『成熟期』(Maturation)中，所有的現象一樣。

(2) 『二次小核』又自分成兩半。這個間接分裂與以前那兩次分裂不同的地方，即現在的染色質，沒有從前那樣形成整齊明白的染色體，現在這些染色體是分解成許多顆粒，排列在許多平行的細絲之上。如果拿他與多細胞動物的兩性細胞之現象相比較，那末，便當承認這最後分裂出來的兩個小體，即是『性核』(Pronucléus)(或譯作原核；按 CALKINS 的意見，這兩個『性核』的身材是不一樣的，其中有一個比另一個較小，就是這小的一個將來要遷移到別的一個合并的個體裏去，稱這個小核曰：『雄性核』(Pronucléus mâle)；但是我們要知道此種的



(圖70)草履虫 (*Paramecium putrium*) 之接合現象。

A. 兩個體互相接合，小核開始分裂。B. 大核與小核正在分裂。C. 大核已破碎；每一接合個體，有兩個小核。D. 每一個體中，四個小核裏面有三個夭折，剩下的一個又開始分裂。E. 小核伸長並將縱斷。F. 兩個交接個體的四個小核，兩兩相接觸。G. 小核接合成對。H. —L. 小核繼續分裂，結果每一個體中有八個小核，兩個接合個體遂分離。M. —N. 三個小核夭折，四個變成大核，一個殘存者更行分裂。該蟲個體分裂。O. 由具有四個大核兩個小核者分裂而得之產物。——具有兩個大核以及正在分裂的小核。該蟲個體再分裂。P. 由具有兩個大核兩小核者分裂而得之產物。——具有一個大核，一個小核，與未接合前之個體完全相同。(錄自 DOPLEIN)

分別是非常細微的。

(3) 待到『雄性核』一經變成以後，即移近口邊——即兩個體交接之處，便經過此處而入於另一個體中，同時在另一個體中亦有同樣的動作，因此即有互相交換雄性核的動作(圖70, F)。

(4) 在這時候，各個接合的個體皆有兩個『性核』，固有的一個，是雌性核，外來的一個是『雄性核』，此後這兩個性核便互相接近，終於混合而成一體，這便是一個新而完全的『細胞核』。他原來是有複雜的來源的(G)①。

此後，兩個剛纔接合的個體便自行分離，此時距開始合併的時候已有十二點到十五點鐘了。現在每一個體都含有他自己原有的『大核』，和一個『小核』。但此時的『大核』已經是變了形狀，成爲一根捲曲的絲條，最後便斷成許多的碎片這些碎片又漸漸自己消滅了。

在兩個體分離以後即是重新組成細胞核的系統的步趨那是因種類而有變更的，例如草履虫之一種 *Paramecium putrium* (與 *P. caudatum* 相同，爲具有一個大核，一個小核) 接合後之小核，即連續作三次很快的分裂，共產生八個小核。在這八個中間，將來有四個長大起來，成爲大核，其餘的，有三個中途夭折而消失，另一個更行分裂二次，同時該虫之原形質部亦

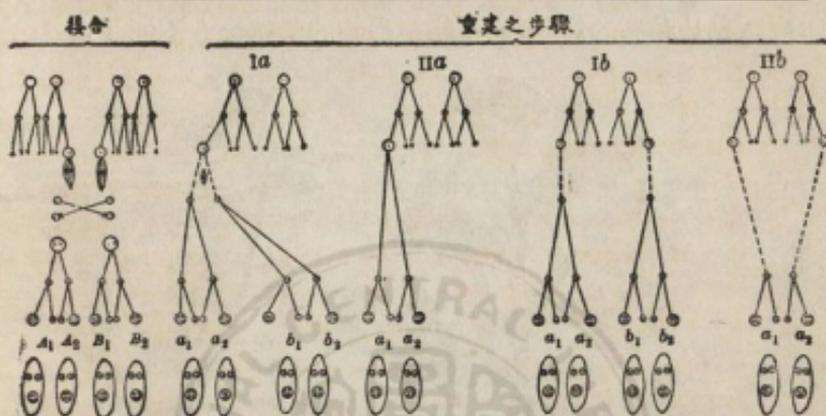
① 以上這種接合的現象，已經在多數的纖毛虫中都觀察到。但是其間微有出入的地方，即大核和最後小核的起源上微有不同，若主要的現象卻是完全一樣的。

繼續分裂二次；在這兩次分裂場中，所生的子細胞，纔能與未接合前的草履虫一樣，各有一個大核和一個小核<sup>①</sup>。

① MAUPAS 的見解，以為培養的纖毛虫，若分裂到數百代以後，必表現衰敗的現象，就是虫的身體變小，分裂的次數也減少，終而至於滅亡。他以為這種衰敗的傾向，是可以藉接合的作用 (Conjugaison) 來挽回的。纖毛虫既經接合，互相交換新物質以後，可以立即恢復健康活潑的狀態。這就是本書所講的返老還童的現象。現在許多原生動物學家，(如 METANIKOFF 和 WOODRUFF 等) 都以為 MAUPAS 所講的衰敗現象，是因為他沒有調換培養液，因而堆積着很多的毒質，致妨礙纖毛虫發育的緣故。如果在有凹陷的玻璃片上，以五滴培養液，(牛肉汁，麥汁或芎草汁) 祇培養一個纖毛虫，每天更換新的培養液，每天將新分裂的纖毛虫隔離開，不使他有接合的事情發生，他們已有二十年的工作了 (有得到 13000 以上的分裂)，而纖毛虫的生命並沒有如 MAUPAS 所講的衰敗的現象。JENNINGS 且以為有接合作用的纖毛虫的生命史反不如沒有接合作用的。CHATTON 則以為培養液中之細菌與纖毛虫的生活有很大的影響，所以另用巴斯德培養細菌的方法，將纖毛虫培養於試驗管中，管中之培養液內祇有某一定種類之細菌為纖毛虫之營養料，其封口，消毒諸手續一如培養細菌的方法。每隔十天更換營養液一次，結果亦與近代諸原生動物學家一致，不見 MAUPAS 所講的衰敗現象，其工作也將近有十年了。但 CHATTON 發見到在以某種細菌所培養之纖毛虫中，縱使並無衰敗的現象，但常常發現接合的現象，而在其他的某種細菌所培養之纖毛虫，則永不見接合的現象，所以他以為纖毛虫的接合現象，是細菌的作用，是外的原因不是內的原因。

WOODRUFF 和 ERDMANN 在 1914 年發表草履虫的定期毀核重建的現象。每日將新分裂的草履虫隔離，每一個凹陷裏止有一個虫，那末，接合的現象當然不會有了。但是草履虫的大核，於無性分裂到一定時期，就要破碎成小塊而溶解於細胞質中。同時小核也起變化，譬如 *Paramecium aurelia*，(草履虫的一種有一個大核兩個小核)，他就兩次分裂變成八個小核，其中有形成將來的大核的，有形成將來的小核的；其配合之方式如(圖71)所示。其經過現象則如圖73所示。另一種 *Paramecium caudatum* (草履虫之另一種有一個大核，一個小核) 的小核起三次分裂成八個小核，其中有四個形成將來的大核，兩個也許消失了，兩個成爲小核，稱這樣毀核重建的現象爲『內融合現象』(Endomixie) 據 WOODRUFF 和 ERDMANN 的研究，*Paramecium aurelia* 繼續分裂至每三十天必有一次『內融合現象』，而 *P. caudatum* 則

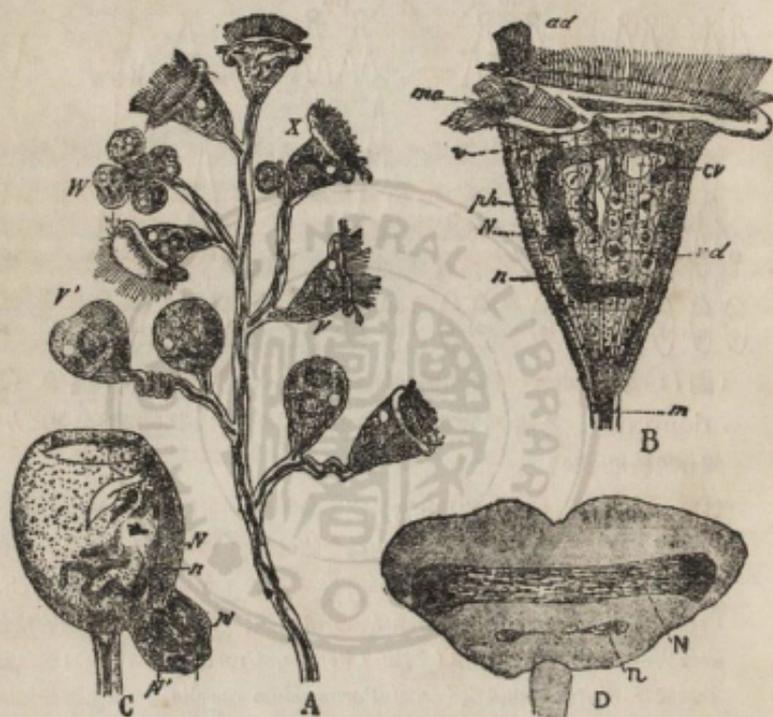
這種細胞核返老還童的作用和多細胞動物受精場中，所有的現象是完全一樣，這的確是非常令人感動的事實。所謂多細胞動物受精，即是卵和精虫兩者的合并，在受精前則有減數的分



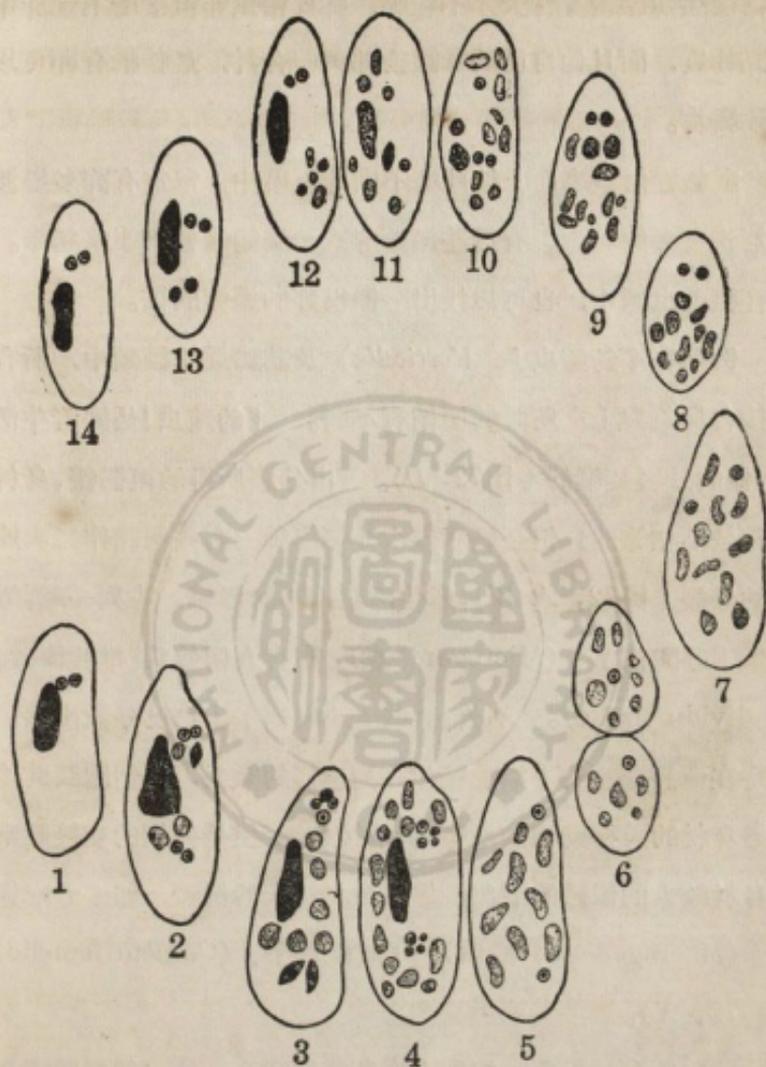
(圖71)草履虫 (*Paramecium aurelia*) 內融合現象 (Endomixie) 之核系重建期 (此模式圖專表示小核與細胞分裂之方法和接合現象相比較)。

每隔六十天必有一次，其作用相當於高等動物的無性生殖。但是據 CHATTON 和張作人的實驗，則每日都可見到內融合的現象。他們以為這也是與接合現象一樣的，都是培養液中細菌的作用所致。至於 CHEJEC (1930, Arch. f. Protistenk. LXX, 87-117) 將纖毛虫分成四類：第一類需要定期的接合來救命的，永無內融合的動作 (例如 *Dileptus*, *Urostyla grandis*)；第二類遇不到接合，便有內融的表現 (例如 *Paramecium aurelia*)。以上這些動物每逢接合或內融合將至時，分裂必遲緩或全停止。第三類雖同時表示分裂遲緩，但絕不需要接合，或內融合來救命的 (例如 *Histria complanatus*, *Paramecium calkini*)。第四類雖予以接合機會；然亦有內融合的表現，但他不絕對需要接合的。新近 GALADJIEFF 和 MÉTALNIKOV (1933, Archives de zool. exp. et géné. 75, p. 331-352) 根據他們二十二年來培養草履虫而未見接合的事實，便公然地說：接合的動作非但不是像前人所說的返老還童的要藥，而且以為經過接合以後，有許多個體分裂遲緩，更顯老衰的現象；有些 (70%) 簡直不能生活了。所以他們便結論道：『單細胞動物永久可以分生繁殖，可以不要接合的；接合的動作沒有返老還童的功能。』(p. 342)。

裂，後來兩性核合并的動作。但是究其實際，他們當中，還是很明顯的分別：即是單細胞動物中，兩個互相接合的個體，身材彼此相等，形狀亦無若何分別，在接合場中，各個體所出入的東西也是相等的。至於多細胞動物的受精便大不同了：接合



(圖72)A,節柄羣鐘虫(*Carchesium*)的羣體: V,開展的個體; V',收縮的個體,柄曲成螺旋狀; W,「四小配偶子」將離開羣體; X,正在接合的個體。B,一個由羣體分離出來的個體(更放大); v,漏斗形的陷阱; ph,喉頭; N,大核; n,小核; vd,消化胞; cv,伸縮胞; m,伸縮柄。C,接合的狀態: N, N',兩個配偶子的大核裂成斷片; n, n',兩個小核正在分裂之時。D,分裂的現象(一切固着生活的纖毛虫都是垂直分裂的): N,大核; n,小核。



(圖73)草履虫(*Paramecium aurelia*)之內融合現象之經過(略圖):

1—5, 爲大核破壞, 小核分裂的時期。 6—9, 爲重組的時期。 10—14, 爲還原之時期。 大圈中一小點爲小核; 小圈中一小點爲夭折的小核; 黑色者爲大核; 大圈內有許多小點者爲染色質塊; 大圈中有許多大點者爲將來的大核。

的兩個生殖細胞身材大小不相等，並且精虫非但接受不到卵中一點物質，而且他自己的身體全部與卵合併，最後祇有卵可以單獨發育。

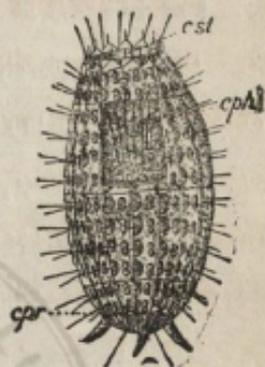
其實在這些表面上彼此極不同的現象中，常常有許多過渡的形式可考的。賴有這些過渡形式，纔能將他們連絡起來。即在纖毛虫類中，也可以找出一個很好的過渡的橋。

例如在『鈞鐘虫』 (*Vorticella*) 及其鄰近的種類中，所有的接合現象與上文所說的便稍有不同。『鈞鐘虫』是固着生活的，他的分裂是縱的 (圖72, D)。由分裂所得的兩個體，身材常常是不相等的；但是過了幾次分裂以後，有些個體作二次連續的分裂 (圖72, A, W)，產生四個較小的個體，並列一起，這叫做『小配偶子』 (*Microgamètes*)，亦有人稱他為『雄性個體』 (*Individu mâle*)。不久，這些『小配偶子』自己分散出去，同時在他們身體的下端，發生一列環形的纖毛，他們跑到其他普通身材的同種動物的近旁，與他接合。但是他們的交接點常在身材較大的個體的下部，這個身材較大的個體，即『大配偶子』 (*Macrogamète*) 或曰：『雌配偶子』 (*Gamète femelle*) (圖72, X)。

此後所有的現象，便與上文所述的完全一樣，即兩個體互相交換其半分的『小核』，新成一個『異原的小核』。但在這裏，『小配偶子』中的『小核』自己收縮，其全部的原形質皆與『大配偶子』的原形質合在一起。最後祇有『大配偶子』單

獨繼續發展，不久便離開『羣體』作短時間的游泳，然後再附着他物而為固定的生活，繼續分生繁殖，組成新的『羣體』。

這種接合的現象確是傾向於『受精』的：(1)其接合的法式與通常的接合尚能相似；(2)這兩個相接合的個體的命運又完全不同；(3)這兩個『配偶子』所有的特性又與多細胞動物的兩性細胞很相像的：雄的能運動，身材細小；(4)『接合』後『小配偶子』(即雄性細胞)即自消滅；(5)在雌的方面，無運動的特性，富有原形質，『接合』後，祇有她能單獨的繼續發育(這便是雌性的細胞——卵)。



(圖74)齒殼頂口虫  
(*Coleps hirtus*): *est*, 口;  
*cph*, 喉頭; *cpr*, 肛門。

**分類**——纖毛虫分類之標準是根據纖毛的排列而定的。

共分(I)同毛虫類, (II)異毛虫類, (III)盤毛虫類 (IV)腹毛虫類四目。

## I. 同毛虫類 (*Holotriches*)

此類動物身體周圍徧生同形之纖毛，毫無間斷之處，偶或於入口的周圍着生較他處稍長，或稍粗之纖毛。這是最下等的纖毛虫。

上文用作例子的『草履虫』(*Paramecium*)亦屬於這一類

的。本屬共有二十餘種。最常見的如『二小核草履虫』\* (*Paramecium aurelia*), 有一大核, 二小核, 身材亦較他種小; 『一小核草履虫』\*\* (*P. caudatum*) 祇有一大核, 一小核, 身體較大; 『四小核草履虫』<sup>3</sup>\* (*P. multinucleata*) 有一大核, 四小核。以上幾種在廣州是最常見的。此外還有如『頂口虫』<sup>4</sup>\* (*Colpoda*), 『斜腹口虫』<sup>5</sup>\* (*Colpidium*) 等都是在腐草汁中常見的。本類動物中, 有許多是營寄生生活的: 例如『蛋白虫』(*Opalina*) 常寄生於蛙的直腸中, 無口, 完全賴身體周圍的滲透作用吸取養料, 無肛門和伸縮胞, 有蛋白石之光澤。具有許多的『大核』, 但無『小核』。按最近的研究, 知其小核和大核是混在同一核膜之內, 祇在接合的時候, 纔彼此分散, 所以並不是例外; 分裂時不為橫分裂, 而為斜分裂, 故有人認為係纖毛虫與鞭毛虫之連鎖動物。 *Anoplophrya* 則常常於蠕形動物的消化管中看到<sup>①</sup>。

有幾種『同毛虫類』是食肉的動物, 常常以鞭毛虫及其他之纖毛虫為食料。他們非常活潑, 時時以捕獲其他動物為生涯。

\* 因有二小核。

\*\* 祇有一個小核。

<sup>3</sup>\* 有四個小核。

<sup>4</sup>\* 因其口生在身體的頂端。

<sup>5</sup>\* 因其口生於腹部而且腹面成傾斜形。

① 可參看張作人的“L'infraciliature et enkystement de l'*Anoplophrya* Brasili.”(Bull. Soc. Zool. France LV. p. 296)。

這些食肉的纖毛虫，口前道四圍的纖毛，既不能將活的生物捕入口中。便自然消失去。『口』位於身體前端，并於口旁生有能運動的『口唇』，使其易於攫取活的食物，整個嚥下。所以他們的『鏢胞』(*Trichocyste*) 非常特別，插入膜中，便於攻擊外物。這些鏢胞的形狀有如小棍，當鏢出以後，鏢根仍繫於外膜之上。放鏢的作用，大概是利用毒質以麻醉他動物。例如『齒殼頂口虫』\* (*Coleps hirtus*) (廣州池沼中甚多) (圖74)等。

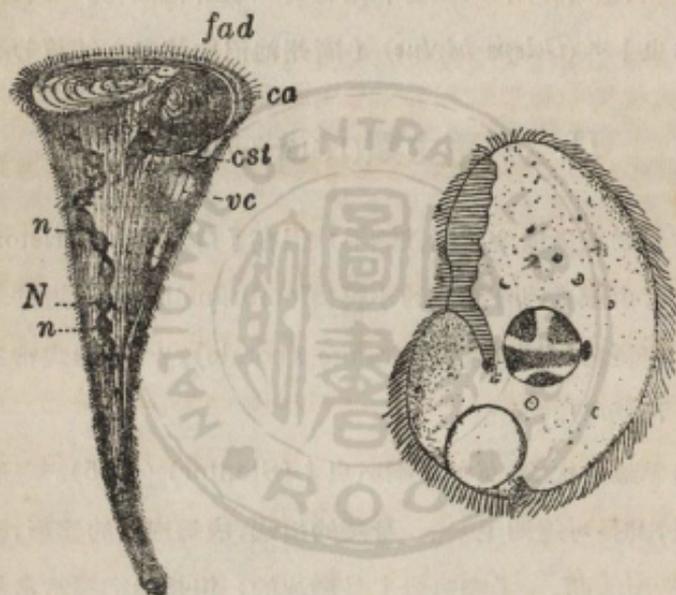
## II. 異毛虫類 (*Hétérotriches*)

本類動物仍係全身徧被纖毛；但在『口前道』(*Péristome*) 之四壁有由細毛連合而成的小膜 (*Membranelles*)。這些小膜連合起來便為一種『盤縫』(*Frangé aborale*)。其形式常為螺轉狀 (75 *fad*)。

最熟識的代表，莫如『喇叭虫』(*Stentor*) (圖75)。形有如喇叭，其長可達四毛米。身體的頂端，成為內凹的盤形，盤岸有縫，沿至咽頭。『喇叭虫』是游泳的；但是他卻要常常藉其下端的細毛，間時作固着生活，并且還能分泌某種膠狀物質造成外殼。大核伸長而成帶形。『伸縮胞』祇有兩個『輸液溝』(*Canaux offérents*)，其中有一是伸長，另一個是彎曲的，這後一個小溝是與盤平行的 (*Ca*)。

\* 口生於身體頂端，殼之一端作鋸齒形。

本目中,寄生生活者,頗不少。例如『右口異毛虫』\* (*Nyctotherus*), 是寄生於蛙的直腸中; 另一種 *N. ovalis* 則寄生於蟬蟻之直腸中; 『直口異毛蟲』\*\* (*Balantidium coli*) 是寄生於獸類的大腸中, 亦有寄生於人體而發生特殊赤痢症者。其寄生的場所似乎很廣, 祇是每每不易見到。



(圖75)喇叭虫 (*stentor coeruleus*): (圖76)右口異毛虫 (*Nyctotherus faba*)來自人糞中(×1700)  
*N*, 大核; *n*, 小核; *vc*, 伸縮胞; *fad*, 口; *ca*, 輪液溝。  
 (錄自 SCHAUDINN, 1899)

\* 因『口前道』是在頂體的右方。

\*\* 因『口前道』是垂直的。

## III 盤毛虫類\* (Discotriches)

盤毛虫類乃毛虫類中原形質分化最甚的動物：在膜的下層，且能看到許多細長而能伸縮的細絲，排列成許多的層次。即在原形質的本身，也有非常複雜的組織。這一類的動物常常是固定生活的，至少他也要暫時用下端固着於他物之上。最熟識的例子，莫如『鈞鐘虫』(Vorticelles)，(圖 72, B)，其形狀是與倒置的鐘一樣，鐘之下端則有一柄。鐘口成一圓盤，盤緣有『盤縫』(ad)。有些種類，這盤縫能環繞於四周，這便是該動物身體上惟一的運動器官。講到『頂盤』常有一種外凸的邊緣，將他四周圍繞着，然而在邊緣與盤體兩者中間，則界有一小縫，在邊緣的內部可以收縮很深(V)，這種收縮的作用，是因硬膜下層有伸縮絲的緣故，但是當盤體收縮的時候，其邊緣頗有環繞的伸縮絲，也能將盤口同時關閉。惟於邊緣與盤體的中界縫上，有一下陷特深之處，直是一個陷阱(V)，形如漏斗，一切的『入口』『出口』和『伸縮胞』的排泄口都開在這裏。柄上有許多伸縮絲組成一種捲曲的繩索，當此柄收縮時，同時便捲曲成螺旋狀(V)，當觀察鈞鐘虫時，常見其忽然收縮，繼又伸展，此種動作頗有利於該動物的呼吸和營養。當周圍環境不良的時候，鈞鐘虫即離其柄，自行收縮其『頂盤』在體之後端遂生一纖毛環，賴此移動其體。待重遇良善環境時，即固着其體，失其後部之纖毛，

\* 因頂端作盤形。

重新生出原有的柄來。至於接合的現象，已於上文述之矣。

真正的『鐘珠虫』(*Vorticella*)是單獨生活。在分裂以後，便成一個新動物，離柄而去，另找他處作固着的生涯。『節柄羣鐘虫』\* (*Carchesium*)羣體生活，每分枝成樹枝狀(圖72)。『硬柄羣鐘虫』\*\* (*Epistilis*)亦作羣體生活，惟柄堅硬，不能收縮。

#### IV. 腹毛虫類(Hypotriches)

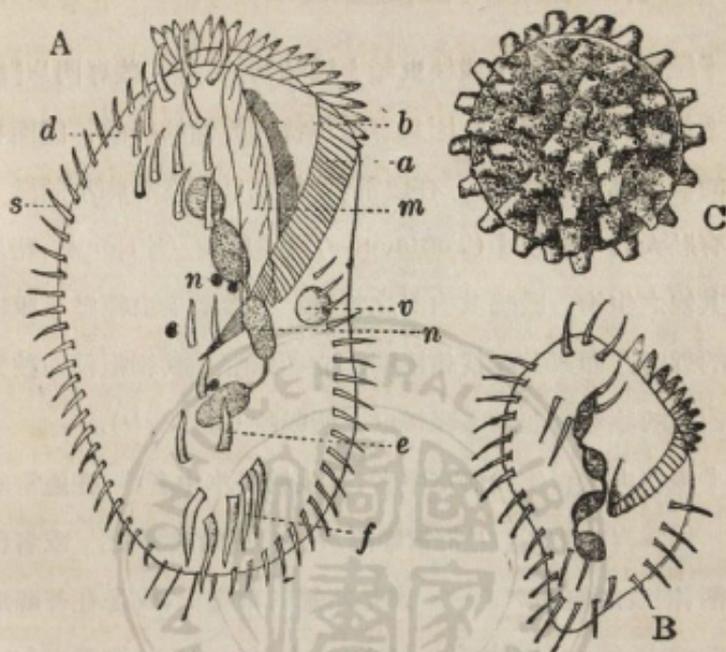
『腹毛虫類』，原形質內部的分化沒有上目那樣厲害。但在另一方面，其身體上的毛卻有很大的變化。本類動物，大部是能行走的，身體扁平，有腹背之分。細小的纖毛，除口前道的四岸以外，他處幾全消失，間時或在口前道的周圍，還能有多列由纖毛合成的薄膜片(圖77, A, b)。背部，祇有幾根粗毛，好像有觸覺的作用。在腹部則有許多粗大的『觸毛』(*Cirres*) (d, e, f)，有脚的功用。動物便藉此種器官，得以自由行走，這些器官至少在最普通的種類上，是確實有的。有些別の種類，腹部的觸毛彼此相似，并作均勻的分布，按此種分布的次序看來，實無異於『纖毛』。但有幾屬動物中，觸毛非常特別的，他們較通常的纖毛粗大，本由許多的纖毛互相膠接而成，與羊毫筆無異；這些觸毛還是着生於一個特殊的地方，同時又有固定不變的數目，這便是鑑定物種重要的特徵<sup>①</sup>。例如『三刺鬚虫』

\* 因各個體的柄上有節。

\*\* 因柄硬不能收縮。

① 當數目多的時候，則位置和數目亦無定，當數目少的時候，位置和數目便有一定，這是通常的事實。

(*Stylonicchia mytilus*) 是最常見的代表<sup>①</sup>。



(圖77)腹毛虫的形態 (*Onychodromus grandis*): A, 通常的個體:  
 a, 前端的膜片; b, 前端的纖毛; m, 波狀膜; c, d, e, f, 觸毛; s, 觸絲; n,  
 連串的大核和三個小核(n); v, 伸縮胞。B, 衰敗個體之縮小, 毛也減少。  
 C, 作殼休眠的個體。 (錄自 MAUPAS)

① 關於多核纖毛虫的分裂方法, 張作人曾有較詳細的觀察, 讀者可參  
 看其 Contribution à l'étude de la division chez les Hypotriches,  
 Rapport nucléo-cytoplasmique chez *Gasterostyla Steinii* et *Stylonicchia*  
*pustulata*. 1933 L'Année Biologique, Fascicule I.

## 第二亞綱 吸枝虫類\*(Acinétien) ①

『纖毛虫類』與『吸枝虫類』極相銜接，是一些專門以『纖毛虫』為食料的有毛虫，因為有這種特殊習性的緣故，因而身體上的構造也大起變化。在通常，他們是已經沒有細小的纖毛，但是有壯大的『觸枝』(Tentacules)或『吸枝』(Suçoirs)，藉以捕獲其他之生物，吸吮其內部之物質。當纖毛虫經過『吸枝虫』的近旁，如與其觸枝相接觸，立即麻醉，其細胞膜即被穿透，內部的原形質即為『吸枝虫』所吸收(圖78, D)。

『吸枝虫』有生於海水中者，有生於淡水中者。在通常的時候，均為自由生活(D)常常攀附於鈞鐘虫的羣體上，或者藉一小柄，固着於他物之上——或是水螅的羣體上，或是在苔蘚虫類的羣體上，例如『固定吸虫』\*\*(*Podophrya*)和『殼吸虫』3\*(*Acineta*)等。此外還有寄生於大纖毛虫之體內者，例如『球

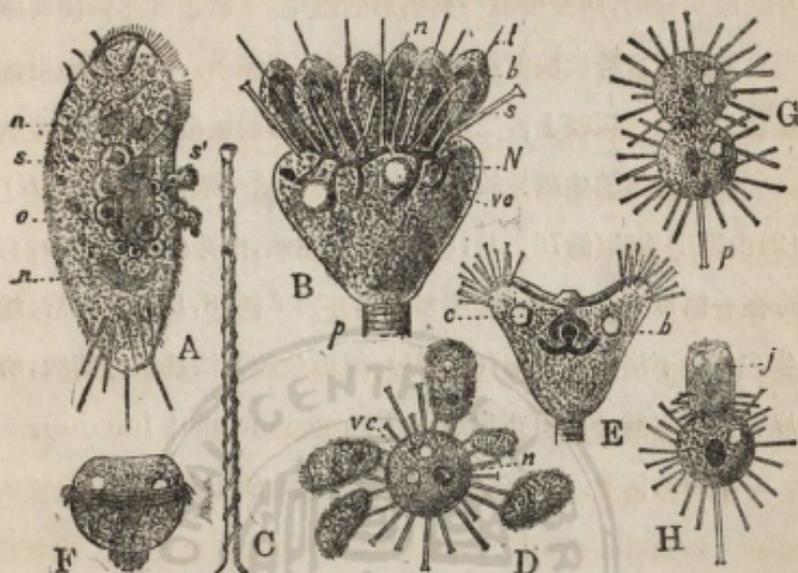
\* 因無纖毛而有吸枝(又名『吸着類』)。

① 往日均將吸枝虫類作為與纖毛虫相等而極相鄰近的一亞綱。但據最近之研究，看出他們與盤毛虫目，鈞鐘虫科很相近似。有時為適應於寄生生活的緣故，遂有寄生的特點。他們具有纖毛虫類之普通特徵，同樣有大核與小核之分。『纖毛痕』(Ciliature)缺之於成長的吸枝虫者，得見之於其幼虫。生命循環與纖毛虫類相似，接合現象也差不多，並且具有盤毛虫目和鈞鐘虫科之特徵。幼虫纖毛常常排列成許多橫走的纖毛環，此環與盤毛虫目之幼虫所具有者頗相像。幼虫且常有退化之口和盤經。吸枝虫總是時常藉一小柄固着於他物，其柄的構造與鈞鐘虫科(*Epistylis*)不能收縮的柄是完全相同的。鈞鐘虫與吸枝虫不同的地方：第一，吸枝虫的成虫不具有纖毛；其次，吸枝虫的成虫沒有口，但是具有許多特別的吸取觸枝，分裂的生殖方法尙未明瞭，否則亦僅有一些可疑的記載。大都是以出芽生殖法蕃殖其種類。

\*\* 因作固定的生活。

3 \* 因其膜外另有外殼。

吸虫】\* (*Sphaerophrya*) (圖78, A)。



(圖78)A,『寄生球吸虫』\*\* (*Sphaerophrya pusilla*)寄生於三刺鬍虫之體內: *n*, 三刺鬍虫之已分成兩半的大核; *s*, 少年的寄生球吸虫, 在寄主體內由孢子繁殖成的; *o*, 寄生物穿破寄主之體膜外出; *s'*, 已出的寄生物, 并已發現觸枝。B, 尖觸虫<sup>3\*</sup> (*Ephelota gemmipara*)正在出芽分生的時候: *N*, 大核正走入各芽體中; *b*, 大核的一枝; *p*, 柄; *i*, 觸枝; *s*, 吸觸; *vc*, 伸縮胞。C, 一個正在半收縮的吸枝, 可見到螺旋狀的組織。D, 自由球吸虫<sup>4\*</sup> (*Sphaerophrya magna*)已用他的吸枝捕着五個『豆形虫』, 并正在吸吮其原形質。E, 『圓錐虫』<sup>5\*</sup> (*Cokophrya*)正在作內出芽生殖的時候 *b*, 在下陷處所生的芽體; *C*, 下陷處。F, 已離母體的芽體, 正在作自由生活的時候。G, H, 『淡水固定吸虫』<sup>6\*</sup> (*Podophrya fixa*)正在橫分裂的時候: *j*, 將離母體的幼體, 並且有暫時的纖毛。

- \* 因其為球形。
- \*\* 因寄生生活, 又如球形。
- 3\* 因觸枝尖銳細長。
- 4\* 因自由生活。
- 5\* 因形如有柄的圓錐。
- 6\* 因生在淡水中。

當食料不豐富的時候，吸枝虫便收縮其枝，作纖毛虫狀 (*F*)，身體成爲盤形，周圍發現一系列環形的纖毛。於是其運動便與纖毛虫無異了；若欲恢復原形，他們便停止運動，消失其纖毛，重新長出新『吸枝』，二十分鐘以後，卽能恢復其原有的形狀。

吸枝虫類的生殖方法：(1)由分裂法生殖(圖78, *G, H*)；(2)由孢子生殖(圖78, *A*)；(3)由出芽生殖，出芽生殖方法中，有時在一個母體上，同時能生多數的芽體(圖78, *B*)。常常，能生在外殼下陷之處(圖78, *E, b*)，這種生殖方法是很特別的，所以有人稱之爲『內出芽生殖』(*Bourgeonnement interne*)。

其餘的構造，則與纖毛虫完全一樣，故不贅述。

## 第六篇 後生動物公有性的研究

### I 後生動物的定義和生殖

後生動物的定義——『後生動物』(Métazoaires) 卽所謂『多細胞動物』(Animaux pluricellulaires)。他們的身體是由多數細胞集合而成的。後生動物的細胞，雖是彼此累疊，但各個細胞在某種限度內，還能保持其『個性』(Individualité)：各自生活，各自分生，各自死亡，與其鄰近的細胞不發生關係。

這樣的定義，還嫌過於浮泛，因為亦能將此定義應用到原生動物的『羣體』上去。原來，許多原生動物的羣體，也是由多數的細胞集合而成。

但是這種困難很容易消除的。我們要知道，原生動物『羣體』中的各『個體』的形狀完全是一樣的；後生動物，體內的細胞彼此便不是一樣的了。至於後生動物體中的細胞，所以彼此有分別的道理，留待將來再討論。此地我們祇先寫出以下的結論就够了：後生動物的身體是由許多彼此不同的細胞集合而成的。

後生動物發育的公有性——一切後生動物無不出自一個單獨的原始細胞——這便是『卵』(Euf)。對於卵的構造和發育的方法，我們在前面已經研究過了。一個多細胞生物皆由『卵』

出發，必須經過若干時間纔成爲長大的『個體』在未達到成長以前，稱曰：『胎體』(Embryon)。胎體與長成動物中間，一定要經過許多過渡的形狀，這便是常人所說的胎體的各種形狀 (Formes embryonnaires)。

胎體時代所經過的各類形狀，次第陳列起來，總括地說，便是『胎體的發育』(Développement embryogénique 或 embryogénie)，有時亦稱曰：『個體的發育』(Ontogénie de l'individu)。

我們已知道胎體的形狀是因動物而異的，但是在發育的第一時期，都是一樣的——或者至少亦能將一切動物的胎體發育的初期，歸納於幾個發育的方式之內。我們在這裏，祇研究各胎體在發育初期的形狀。

卵的種類——卵當發育時所積蓄之營養品，幾乎是裝滿全卵，待卵成長以及受精以後，他便供給幼時胎體的營養而被他消耗并同化了；這養料是胎體發育某時間的必需品。

一切卵中的營養品，不管他的成分如何和重要如何，大家統稱他爲『營養球』(Vitellus)。『營養球』不是別的，祇是混在原形質中一些無生命的球形顆粒而已。

卵中含營養球的分量，非常不同：有些卵幾乎沒有；有些包含着很多。我們能夠將全部動物的卵，按其所含營養品分量之多寡，分成三類：

1. 少營養品的卵 (Œufs alécithes)，這一類卵中，通常不

能見營養品，即或有之，爲量極少。身材亦因此比較細小(圖79)。

2. 有營養品的卵 (Œufs hétérolécithes)，這一類卵所含營養品較前類多(圖83, A)。這裏營養物所顯的形狀，如小球，大小不一，混在原形質中(圖83, v)；他們中間有一薄層的原形質。這些營養球在卵中的分布是不平均的，通常細胞核的周圍，幾乎沒有營養球，而祇有純潔的原形質；反過來，愈近細胞核的對極，則營養球也愈豐富。因此在卵中，能識別出兩個對極：『原形質極』(Pôle protoplasmique) (*pr*) 和『營養球極』(Pôle vitellin) (*pv*)。另有許多的發生學家名前者曰：『動物極』(Pôle animal)，後者曰：『植物極』(Pôle végétatif)。

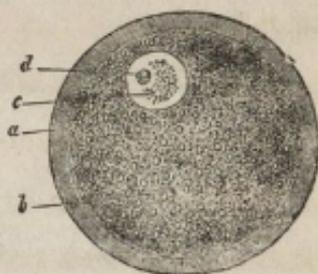


圖79)一個已成熟的少營養品的卵：a, 卵膜；b, 原形質和極少的營養品顆粒在卵中作平均的分布；c, 細胞核(或稱女性核)；d, 凝集的染色質(或稱細胞仁)。

3. 富營養品的卵 (Œufs télolécithes)，這些卵最富有營養品。最常見的例子，如鳥卵(圖84)。在這卵中，正式的卵的部分，祇有卵黃，至於卵白和卵殼，是後來在輸卵管中，另外增加的。卵黃原是一個細胞，身材很大，這裏的正式生活物質所佔的位置，卻是很有限的：正式的原形質，祇有一個透明的小點，當打破雞卵時，這小點便顯現於卵黃之上方，肉眼亦能見到。(圖84, c)。卵之細胞核便寄宿於其內，稱這個小點曰：『生命點』

(Cicatricule)。除此以外，在卵黃中，便祇有一些毫無生氣的營養球了。所以在這裏『原形質極』和『營養球極』的界限便格外明白<sup>①</sup>。

卵的分裂——營養球對於分裂的影響——受精以後，卵即起分裂，由一而二，而四……以至生出許多的細胞。這種連續分裂的名稱曰：『卵的分裂』(Segmentation)。卵內所含營養品分量之多寡與卵的分裂狀態是大有關係的。營養球，不是別的，祇是一些非生物的團塊；在分裂場中，原形質作用最為重要，其內部如果雜有多量的營養品，則分裂必被其阻礙。反過來，卵中含營養品愈少，則其分裂亦愈快而愈平均。

(1) 在無營養品或少有營養品的卵中，營養球對於分裂，可說毫無阻礙。這一類卵能夠整個分裂，又能平均分裂。研究這卵之所以能平均分裂，完全是因其內部的少量營養球能夠分布得均勻的關係，這便是整個而又平均的分裂，或簡稱曰：『合規的分裂』(Segmentation régulière)。

(2) 在有營養品的卵中，原形質雖然布遍卵之全身，還能有的『整個的分裂』(Segmentation totale)，但已無『平均的分裂』(Segmentation égale)了；因為『原形質極』中，富有原形質，活動性亦較大，所以將來能生出數目較多的小身材的細胞。這便是『不平均分裂』(Segmentation inégale)。

① 在富有營養品的卵中，還應列入節肢動物的卵，他的中部，裝滿營養球，周圍包圍一薄層原形質，故名曰：『中營養品的卵』(Centrolécithes)。

(3) 最後，在富營養品的卵中，大部裝滿死物質——營養球的部分，通常是不分裂的。這裏一切分裂的發現，祇在原形質極上，即是在這一類的卵上，祇有一小部分物質能夠分裂；大部分物質始終是整個不分裂的。這便是『局部分裂』(Segmentation partielle)①。

我們在下文要順序考察這三種分裂的方法，但大家不要相信這三種分裂法各有其絕對的界限，其實我們不難找出許多過渡的分裂法，將他們連接起來。

### A 合規則的分裂法(圖80)

合規則分裂的卵所佔的範圍是很廣的；多數海綿類，水螅類，棘皮動物，圓類，以及與脊椎動物相近的蛞蝓魚類的卵皆屬之。

1. 增生細胞的時期：桑椹胚，囊胚——卵起首分裂的時候，從前所棄的『極體』(Globules polaires)常附着他的外面，未曾失落。我們便能借他為標準，以定卵的方向：『極體』所在之極為『卵極』(Pôle de l'œuf)。

開首分裂時，先由細胞核依間接分裂法，分成二子核；其次，原形質也起分裂；結果，便有二個子細胞。第一次的分裂線常常是一定經過卵極的中部，不久這兩個子細胞又起分裂，第二次的分裂線也是經過卵極的中部，并與前者以直角相交。

① 有人還名完全分裂的卵，曰：Œufs holoblastiques；名局部分裂的卵，曰：Œufs méroblastiques。

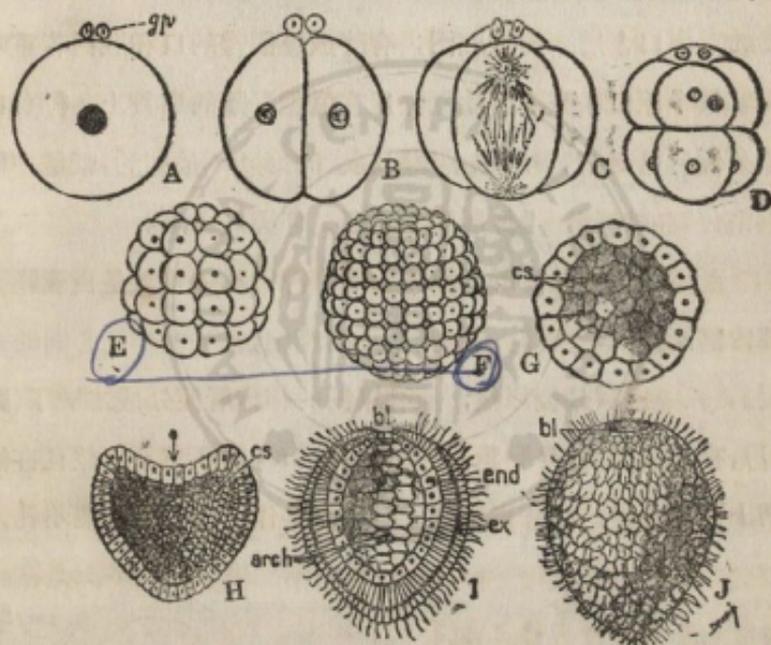
區分為四個子細胞。他們仍可繼續分裂，但是這次的分裂線不經過卵極而經過卵的腰部，將卵割成上下兩層，每層都有四個細胞；第四次的分裂線復經過卵極，於是便有十六個細胞了。此後各細胞再繼續分裂，不久便有巨數的彼此相似的細胞，或說『分裂球』(Blastomères)。

這些細胞團集一起形如桑椹，故名『桑椹胚』(Morula)。(圖80 E, F)。不久，桑椹中部的細胞，皆向表面遷移，組成一個由單層細胞構成之囊，故有『囊胚』(Blastula)之名(圖80, G)。其囊腔，便名曰：『分裂腔』(Cavité de la segmentation)。在兩棲類中，桑椹胚與囊胚沒有顯明的界限：四個細胞時期的胎體已有一個小小的分裂腔，將來囊胚中之分裂腔即由這最初的小腔逐漸擴大成的。

2. 細胞分化的時期：原腸胚——直至現在，胎體中所有的細胞，在外表看幾乎是同一樣式的。此後，他們各自分化，生出區別來：有些部分的細胞仍舊居住在囊的表面，有些部分的細胞卻遷移到表層的下面，構成胎體第二層細胞；特別是在蛙蟾魚上，上述的事實最是顯明易見。

囊胚上一部分的囊壁向內陷入，正如滿了氣的皮球似的。因為囊壁內凹的關係，便將原來圓球的分裂腔改變成帽形或碗形了；另在他的下面，新開一個半球形的小腔，有口與外界相通(圖80, H, I)。這小腔就是最初的小腸，故稱為『原腸胚』(Gastrula)現在這胎兒已有兩個細胞層；外層曰：『外胚葉』(Ecto-

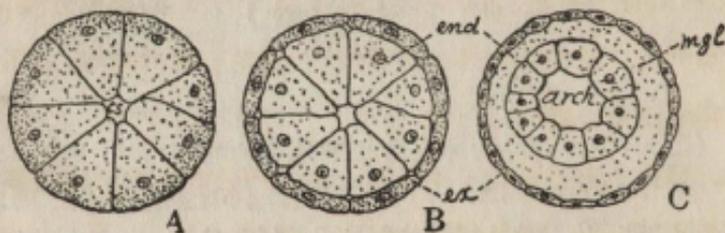
derme 或 Exoderme), 內層曰:『內胚葉』(Endoderme 或 Entoderme)。這兩層中所有的細胞,現在已有很大的分別:『外胚葉』上的細胞,形長而狹;『內胚葉』上的細胞,形大而圓。這時期的『原腸胚』,常常能自由活動,并能藉外面的食料以為營養,因為到這時候卵中所有的營養品早經用盡。『外胚葉』細胞的表面,早長出許多的顫毛,依此胎體便得移動位置。外來



(圖80)少營養品的卵之合規則分裂的略圖: A, 成熟而已受精的卵, 其上極有二極體; B, C, D, E, 分裂場中經過的幾個時期: B, 二細胞時期; C, 將分作八細胞的時期; D, 八細胞時期; E, 三十二細胞時期; F, 桑椹胚; G, 囊胚, 分裂腔隱約可見; H, 形成原腸胚的狀態 → 表示內凹的方向; I, J, 已成的原腸胚: I, 係剖面的圖形; J, 係側面的圖形。arch, 原腸; bl, 原口; ex, 外胚葉; end, 內胚葉; gp, 極體。

的食料，則由原腸口進入腸腔，此腔已有消化食料的作用，將來個體上的消化腔便由他變成。腔壁上的細胞便形成一切消化器四壁的組織。所以『原腸胚』的內腔，即是『原始的小腸』(Intestin primitif 或 Archentéron)。『原腸胚』的出口，即名曰：『原口』(Blastopore)，因為他有口的作用；但是成長個體上的口，不一定都是由這個『原口』直接變成的：有些動物的『原口』將來變成肛門；有時成長個體的口和肛門皆重新開鑿與『原口』毫不發生關係；在這後一類的事實上，『原口』不久便自己封閉。所以『原腸胚』的形狀不是別的，祇是一個具消化腔的胎體，『原腸胚』之名，即因此得來。

至於『原腸胚』的內層細胞的來源，不一定老是由囊胚下部的內陷而成的：有時『囊胚』上的細胞，作一次『同心圓的分裂』，經過這次分裂以後，原有單獨的細胞層便分成二層了(圖 81)，在外者曰：『外胚葉』；在內者，曰：『內胚葉』。並且在他們上面的某部，由許多細胞『讓道的動作』便生出一個小孔，



(圖 81)水母之一種(*Geryonia*)的形成『原腸胚』的狀態：

ca, 分裂腔; ex, 外胚葉; end, 內胚葉; mgl, 中膠層; arch, 原腸。

這便是「原口」，於是「原腸胚」也就完成了。有時「桑椹胚」上，外面的細胞即與內部的細胞發生區別，那裏的細胞既沒有移動位置，又沒有分裂腔的組織，即按簡單的方法，變成兩個胚葉，這樣的胎體，形如實囊，故名曰：「實囊胚」(Planula)。如果在胚內的細胞中間，能夠讓出一個小腔來，再在腔的某方穿有一小孔，與外界相通，於是又成爲「原腸胚」了。

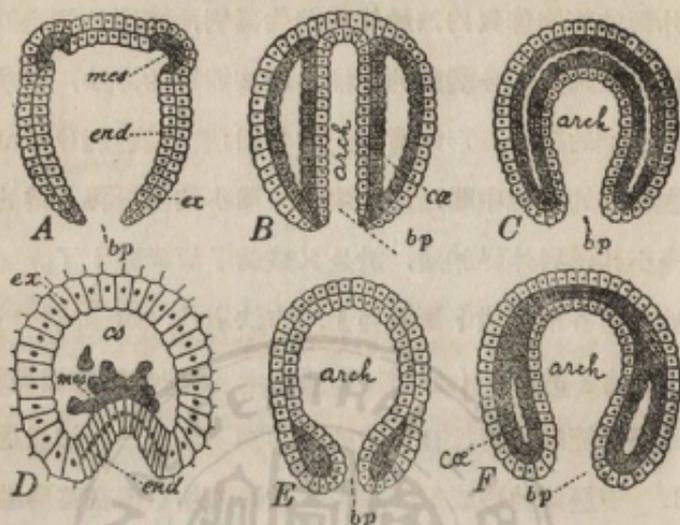
於上述各種形成「原腸胚」的方法以外，還應該知道幾種「簡捷發育」的例子（參看第四篇中，發生學的證據一章）。有時此種簡捷的發育，在形成胎體的初期，便已開始表現了。

3. 中胚葉的形成——除去少數的例外（即在腔腸動物中，「中胚葉」是少見的），在「外胚葉」與「內胚葉」兩者中間，皆有一個第三層的組織，這便是「中胚葉」(Mésoderme)。他的來源，是非常不同：有時「中胚葉」是由「內胚葉」產生的（圖82, A-C）。最通常的事實，中胚葉起初祇有一列的細胞，位於「原口」的周圍，成一個環形的組織；在環的外面有外胚葉，內面有內胚葉（圖82, E）；後來環上的細胞，漸漸分生，漸漸增加數目，終於在內外二胚葉間，組成第三層的組織，遍布於原腸胚的四壁（圖82, F）。

另外，有些動物「中胚葉」由「內胚葉」的細胞遷移到外胚葉的下面去，然後變成中胚葉（圖82, D）。

上述的一切的胎體中，他們的形狀皆如囊狀，但是這囊的四壁已有三層細胞重疊而成的。

## 4. 最後，「中胚葉」完全變成以後，又在他的中間，穿鑿



(圖82)發生中胚葉的種種樣式(直剖面圖形): A—C, 由內胚葉內陷而成爲中胚葉; *end*, 內胚葉; A, 內胚葉內陷的發端; B, 兩處內陷的內胚葉已成爲兩個閉閉的小囊, 囊之外邊有「外胚葉」; 囊之內邊有「內胚葉」; 並且中胚葉的本身, 還有小腔將他界成二層; 這個小腔, 即將來的「體腔」(*Ca*); C, 形成中胚葉的手續已告終了。D, 由內胚葉的細胞遷到分裂腔中, 後來變成中胚葉。E, F, 由原口四周所生的細胞, 將來變成中胚葉; *bp*, 原口; *mes*, 中胚葉; *arch*, 原腸。

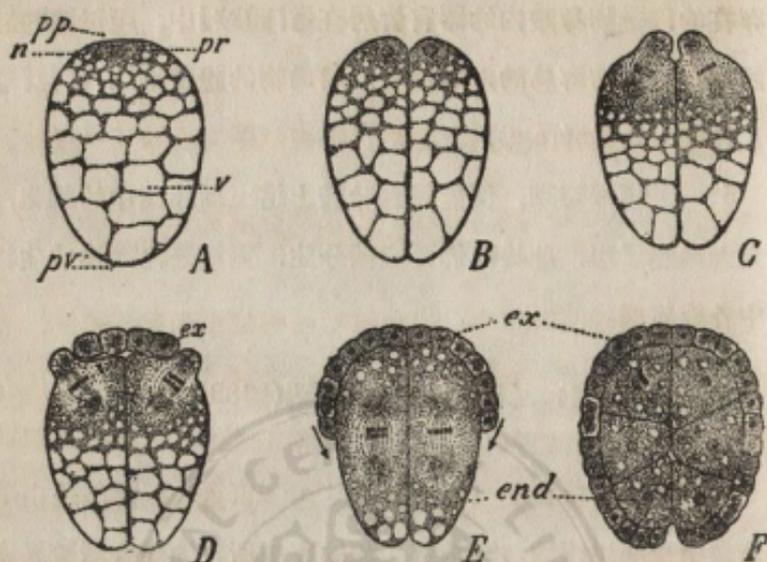
一條小縫(圖82, B和C, F), 此縫續後自己擴大起來, 成爲一個無出孔的閉腔, 這便是「體腔」(*Cavité générale* 或 *Cœlome*)。因爲有了「體腔」, 「中胚葉」也分成二層了(圖82, C), 在外面, 與「外胚葉」相接近的一層, 名曰: 「外中胚葉」(*Somatopleure*); 在內面, 與「內胚葉」相接近的一層, 名曰: 「內中胚葉」(*Splanchnopleure*)。這「內中胚葉」確是「消化腔」與胎體外壁相界的地方。就是在成長的動物中, 「體腔」是永

遠存在的，一切身體內的器官皆居在這『體腔』中；至於『體腔』的認識，是非常容易的，解剖時，將動物的體壁剖開，即見『體腔』(Cavité générale)。

5. 到這個時期，便能見到胎體上這三種胚葉中的細胞，是大大地變了形，此後他們更繼續分生，繼續分化，構成生物體中各種組織。

### B 不平均的分裂(圖83)

『不平均的分裂』(Segmentation inégale)當然是由平均分裂中推演出來的，祇是這一類的卵中所含的營養球較豐富罷了。大凡『極體』(Glubule polaire)總是在原形質極的上方。第一，二兩次的分裂線經過卵極的中部，並且彼此相交，適成直角，因此便有四個相等的細胞。但是這四個細胞仍和原來的卵一樣，有原形質極，和營養球極之分(圖83, B)。第三次的分裂線，經過腰部，每個細胞皆分成上下兩段，上段較小，富有細胞質；下段較大，幾乎全是營養球(圖83, C)，此後，上端的小細胞增生特速，或者下端的那幾個有營養球的細胞，也時常作不平均的分裂，產生許多的小細胞與前面的小細胞混合一起(圖83, D, E)。不久便布遍上極，終至將富有營養球的大細胞完全包裹起來(圖83, E, F)。此時的大細胞便毫無活動性，分裂亦極緩慢。最後於下極留有一孔，以便構成『原口』。這外層的細胞，即是『外胚葉』。而內部的大細胞，最後也繼續自行分裂，



(圖83)不平均分裂的略圖：A, 有營養品的卵, *pp*, 原形質極, *pv*, 營養球極; *n*, 細胞核, 在核的周圍繞着一層純粹的原形質; *v*, 營養球。B, 卵已分成兩個細胞, 他們的身材相等。C, 四個細胞的時期(剖面), 正當第三次分裂, 分裂線是橫斷而不平均的: 上端細胞較小, 下端的較大。D, 上端的小細胞再自行分裂, 至於下端的大細胞, 也生出一個小細胞來, 這小細胞又與前者混成一起, 即是將來的外胚葉的細胞。E, 外胚葉已鋪張在大細胞的周圍, 而大細胞本身亦正在分裂。F, 形成原腸胚的時期。 *ex*, 外胚葉, *end*, 內胚葉。

組成「內胚葉」。總之, 不平均分裂的特徵, 在於內, 外二胚葉的細胞在初期已有區別, 而且在八個細胞的時期, 已經可以看出。「原腸胚」時代, 所有的形狀, 當然與別的原腸胚無異, 祇是這裏的「原腸」是充實而沒有空隙的; 此外那些內胚葉的大細胞, 裝滿營養球, 保持着營養的作用。這樣豐富的養料, 纔能使胎體不需要外方的食料, 居留在卵膜內比較長久, 至於胎體

在卵膜中變化的程度，亦較通常的格外進步些。所以這些胎體的消化腔，須待胎體出卵膜後，纔可正式使用。

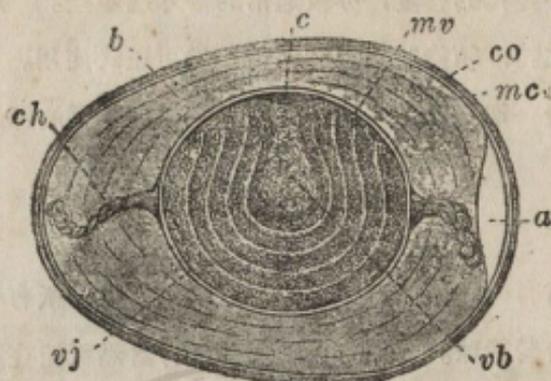
此後一切發育的步趨，完全與合規則分裂的卵是一樣的。

### C 局部的分裂(圖85)

在富有營養品的卵中，原形質所占的位置祇有小部分，大部分盛着營養球。那末，分裂的現象，當然祇能在原形質所存在的部分。

我們現在對於雞卵發育的狀態，要作較為詳細的敘述，因為這種研究的機會很容易得到，在歷史方面，很早就有人注意這問題。在上面已經講過所應注意的不是卵白，乃是卵黃：在雞卵中也祇有卵黃是在卵巢中發生的<sup>①</sup>。卵黃的表面，有一個「生命點」(Cicatricule)，祇有這一點是由富有生活性的原形質所構成，其中并有細胞核。這生命點永遠位於卵黃上面，若將卵顛倒安置時，此點亦能移動其位置。

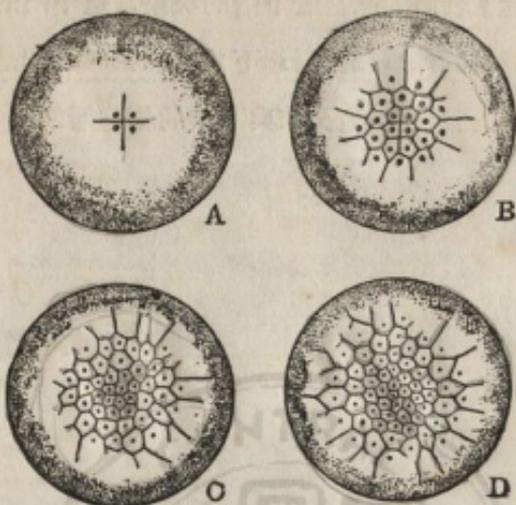
<sup>①</sup> 在卵黃中央，有一層由白色的營養球組成的，這是生命點與卵黃中心相接的地方(圖84)。卵黃之外，則有一層卵黃膜，膜的周圍，再有卵白，一層一層地圍繞着。這些卵白是輸卵管四壁的分泌物，當卵經過輸卵管時，黏着於卵之四圍而成。煮熟之卵上，很容易將各層的卵白分離開。此外還有兩根「卵黃鏈」繫於卵黃之兩側，在卵白中明顯可辨。卵白外面，也有一層薄膜圍繞着；膜外有卵殼，是在輸卵管的末端形成的。在卵的精鬱大一端，殼的內膜是重複的，在這二膜之中，盛以空氣，這便是「氣室」。



(圖84)雞卵的縱剖面：*co*，卵殼；*mc*，殼內膜；*a*，氣室；*b*，卵白；*ch*，卵黃鏈；*mv*，卵黃膜；*c*，生命點；*vj*，黃營養球；*vb*，白營養球。

#### 試更進而研究雞卵的分裂狀態：

I. 卵既經受精，其細胞核即行分裂為二子核，各自分離，吾人可於『生命點』的外面，見到第一條的分裂縫的發現（圖85，A）。此縫並不很深，祇及於表面的原形質，至於下層較深，營養球所處的地方，是完全沒有分裂的。第一條小縫發現以後，細胞核又起第二次分裂，第二次的小縫與第一次小縫相交適成直角（圖85，A）；其餘的分裂，按此可以類推：凡是有一次細胞核的分裂，必有分裂縫隨之發現。因此在第一，二兩縫發現以後，便發現第三次的小縫間於前二者之間，與前者相交於一點，便將『生命點』分成八部。此後的分裂縫便換了方向：第四次的分裂縫，是沿同心圓的方式，將原有各部區分成兩個大小不一的部分：居於內部的細胞較小，外部的較大（*O*）。不久，『生命點』的表面，便分成許多多角形的細胞，愈近中心，細



(圖85)由雞卵的「生命點」上方所窺得之四個連續發育的圖形：  
表示生命點表面的分裂體所佔的界限以及細胞的位置。生命點四周暗色的部  
分，即未分裂的營養球所處的部分。

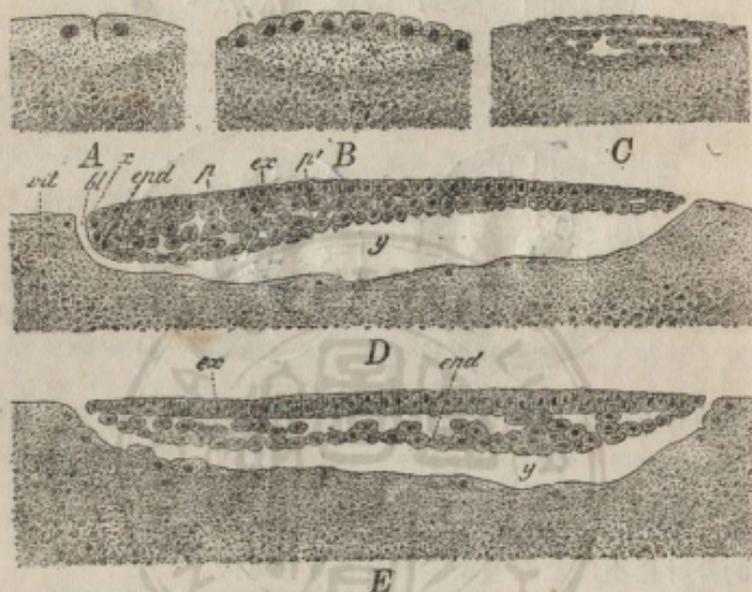
胞的身材愈小；愈近邊緣，細胞的身材愈大。

細胞核的分裂方向，並不是常常在面上的，有時他也要作上下分裂，祇是上下分裂的次數較少些，所以便有上下層的區分了，外表的細胞，繼續增生，下層的細胞，亦漸漸加多（圖86, C）。

這是正式分裂的現象，自此以後，從前的「生命點」，便變成一個包含多層細胞的小盤（C）。稱此小盤曰：「胚盤」（Disque germinale）或稱曰：「原胚葉」（Blastoderme），相當於其他動物的「囊胚」。

2. 原腸胚的形成 —— 如圖 86, D, X, 所標記處，可以

看到「原胚葉」表面的細胞層下陷的現象，這下陷的細胞層，將來便摺在原有的外表細胞層以下；下陷的一端，即是將來胎體的前端。此後底邊的細胞又來與下陷的細胞層連合一起，便成



(圖86)雞卵分裂的形狀(生命點上的剖面)：A，第一個的分裂縫；B，分裂縫的數目增多；C，囊胚之原胚葉的剖面；D，形成原胚的方法；*ex*，外胚葉細胞內陷之處；*end*，內胚葉的細胞，原由外胚葉內陷而成；*p*，未分化的下層細胞；*p'*，已變成內胚葉的下層細胞；*bl*，原口，退縮到止留一條弓形的小縫；*y*，原腸；*vit* 營養球。E，內胚葉與外胚葉已完全分離。

「內胚葉」，至於留在表面的細胞層即是「外胚葉」。在「胚盤」的上方，可以很明白地見到「原口」(Blastopore) (圖87)。

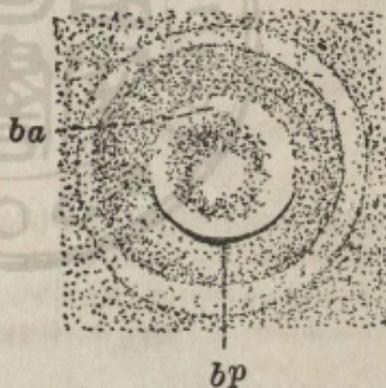
當胎體發育到此時期，雞卵纔與母體分離；不特一切受精的現象都行之於母體內腔中，而且一經受精，即起分裂，上述各種發育的步驟皆在母雞的輸卵管內進行，毫不間斷的。卵離開

母體以後，發育遂即停頓，待到孵卵的時候，胎兒再繼續變化。  
總之：凡是已經受精的卵出了母體便已在『原腸胚』的狀態中。  
這是一個雞的胎兒，不是一個雞卵了。

3. 包裹卵黃——當用人工孵卵的時候，若所用之溫度適宜，卵內的胎體即能重新繼續發育。上節所述之二胚葉，續後便增大起來，鋪張到卵黃表面，但是外胚葉的發育比較內胚葉要迅速得多，因此外層不久自己分離，即在『原口』的部分亦已不與內胚葉相連接了(圖86, E)。此後，內外兩胚葉仍繼續鋪張，結果便將整個卵黃包裹在一個無出孔的小囊中，並且這個小囊還是具重複的四壁。這個囊腔即是『原腸』(Archentéron)。他既裝滿了營養品，自然是有消化腔的作用。✓

4. 中胚葉的發現——  
中胚葉發生的手續，是很簡單的，即由內胚葉一次裂成二層；其中有一層是確定的『內胚葉』，另一層即是『中胚葉』。

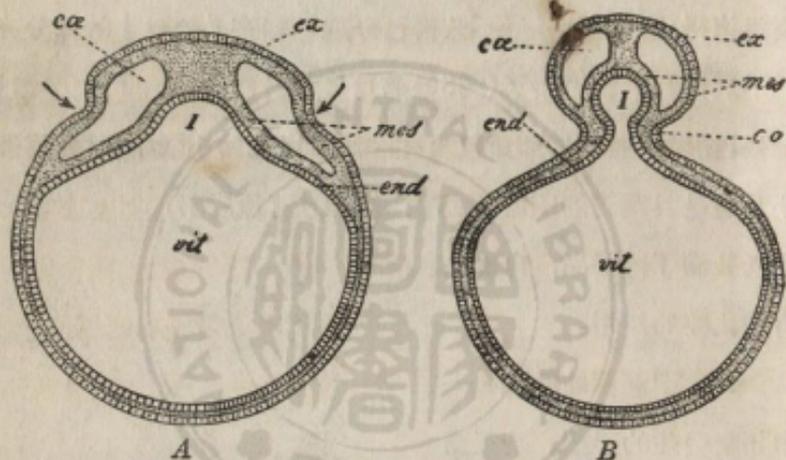
5. 胎體的界限——上文所說的一切部分不是完全



(圖87)當形成原腸的時候，原胚葉的形狀： $bp$ ，原口； $ba$ ，原胚葉的前緣。

屬於胎體的部分。後來在『生命點』的周圍，發現一條連續的小溝，界成一個長形的面積(圖88)。將來的胎體便祇能在這

個範圍內發育。這個分界的小溝愈弄愈深，漸漸將溝內的面積幾乎變成一個孤立的頭狀體(圖88, B):最後胎體和其下部裝滿營養球的『營養囊』(Sac vitellin)(圖88, vit)之間，祇連有一根『臍帶』(Cordon ombilical)(圖88 co)。當然有一部分的『原腸』位於胎體之中，這一部分的『原腸』將來變成雛雞的小腸。在雞未出卵以前，他的小腸都是藉『臍帶道』與『營養囊』相通的。



(圖88)富有營養球的卵中胎體的限界(略圖): A, 胎體的四周有一小溝為之界限(即指矢所在之處)。B, 胎體已與營養囊有很明顯的區別, 依靠一根臍帶以互相連絡; co, 臍帶; ca, 外胚葉; end; 內胚葉; mes, 中胚葉; ca, 體腔; vit, 營養囊。

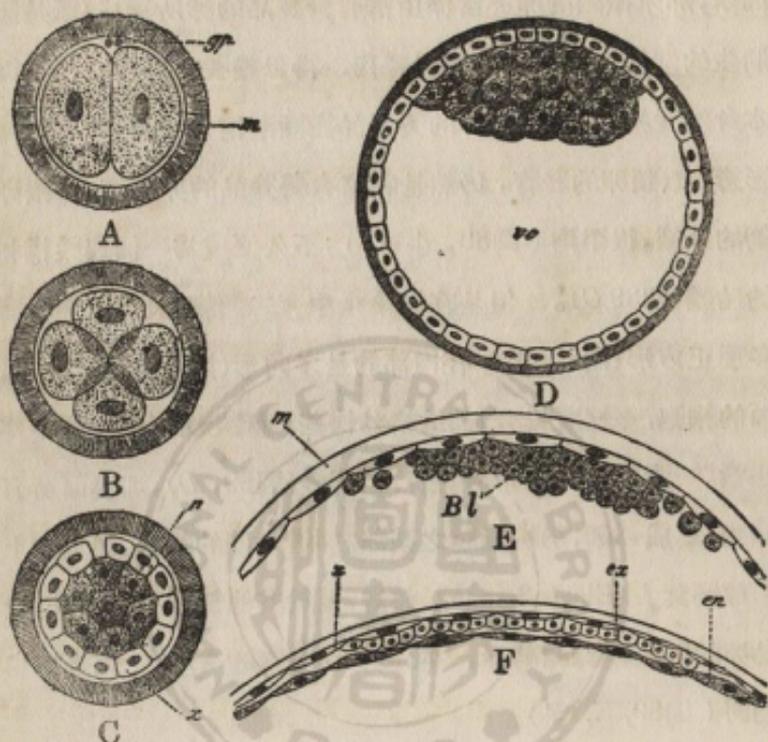
獸卵的分裂狀態——獸類的卵<sup>①</sup>是非常特別, 有單獨研究之必要。這些卵的身材細小, 球形, 直徑祇有十分之一到十分之二毛米, 內部又無營養球。獸卵雖無營養品, 但是發育方法, 卻與鳥類和爬行類的卵一樣的, 所以獸類的卵, 有人以為是『假

① 指單孔類以上的哺乳類。因單孔類的卵仍是富有營養球與鳥卵無異。

的少營養品卵』(Faux œuf alécithe)。獸類既由爬行類進化而來，那末獸類的卵亦當係由富有營養品的卵所變成；祇是因為胎生的關係，胎兒寄生在母體內，得母體養料而發育，不需要本身的養料，所以卵本身的營養品便漸漸消失了。因為遺傳的影響，獸類卵的發育，仍然是和富有營養品的卵一樣。獸卵起初的分裂，很平均(圖89, A-C)；不久便成爲一個與桑椹相似的胎體(圖89, C)。但是在這桑椹中有二類細胞：留在表面的，多屬正方形(圖89, x)。在內部的是多角形(圖89, n)。此後，表面的細胞，分生得比內部的格外快些，因此便形成一個中空的小囊。囊腔甚大，而細胞數目並不多(圖89, D)，那裏面所有的細胞，集成一團，居於囊腔之某部。這一團的細胞，與鳥卵上的『原胚葉』(Blastoderme)相當，至於其他無細胞的部分，能與鳥卵的『營養囊』相對待。此後一切發育的次序。完全與鳥卵相同(圖89, E, F)。

撮要——歸納起來，一切多細胞動物發育的步趨，可分爲下記之數種：

1. 細胞的增生——即增生同形的細胞。
2. 細胞的分化——分成『內胚葉』和『外胚葉』。
3. 中胚葉的發現——『中胚葉』的內部，發生體腔，將中胚葉更分成內外二層。
4. 各種組織的發現——由三個胚葉中的細胞，各自分化，便構成胎體中各種的組織。



(圖89)獸卵的分裂狀態：*A*，兩個細胞的時期：*gp*，極體；*m*，卵膜。  
*B*，四個細胞的時期（由上方下窺的圓形）。*C*，桑椹胚：*x*，外面的細胞；*n*，內面的細胞。*D*，營養囊已經完成：*vo*，營養囊。*E*，在營養囊中，某點上，已發生原胚葉（*Bl*）。*F*，原胚葉中的細胞，已分成二胚葉：即外胚葉（*ex*）和內胚葉（*en*）。（錄自 TOURNEAUX）

這是一般的說法，但與新近的研究多有抵觸，請看下文的增補就會明白。

## 增 補

## 卵中『胚因區』和兩棲類中各『胚葉』的來源

從前有許多發生學家以為在卵發育的過程中，初期分裂出來的細胞都具相等的價值：內，外，中三胚葉，在原腸胚以前彼此沒有分別；甚至有人以為：因為內凹的緣故，纔發現『內胚葉』；因處在外周與環境直接相觸，故生顫毛，發現感覺器官所以變成『外胚葉』；『中胚葉』之所以有他的特性，也是因他所處的環境與別種胚葉不同的緣故。

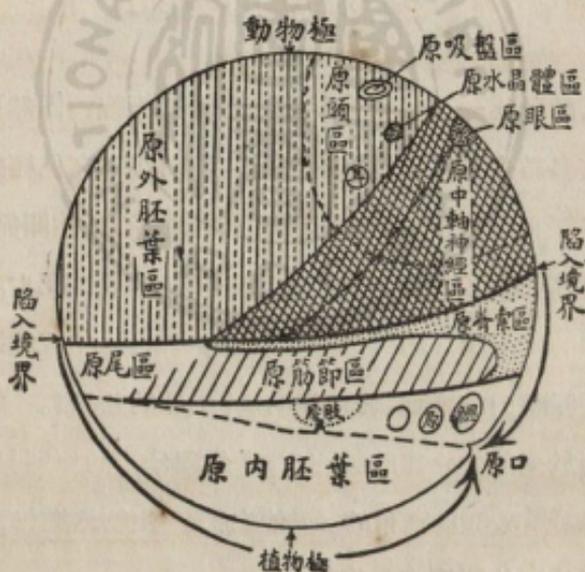
晚近四、五十年中，實驗發生學漸漸發達。許多學者不以前人的專門觀察和記述的研究為滿意；利用種種實驗的新方法，或將兩個以上的胎體合并成一個，或使一個胎兒（或卵）分割成幾部，或有意刺傷胎體之某部或用『離心機』（Centrifugeur）顛倒卵內的物質，或用截斷，或用移栽的方法以推究各部細胞分化的潛力；至於溫度，電力，鐳光，各種鹽類的離子，壓力，化學藥品……等等的力量，都成為實驗發生學的工具。經過無數精微分析的研究結果，證明卵中若無已成的器官，當有形成器官的主要物質，並且他們在卵中有一定的位置。這便是細胞質中規定來日各器官的遺傳物質。此類研究即所謂：『胚因區』（Les localisations germinales）之研究。

目前多數學者都承認有些動物的卵（如海鞘，櫛水母，昆蟲

類，軟體動物……)中，『胚因區』成立得很早，最初幾個細胞既不同等又無『完全的發育潛力』(Totipotence)。換句話說，就是一個卵祇能形成一個胎兒。若將最初兩個子細胞各自分離，結果祇能形成兩個不完全的胎體，或半胎體。有些卵(如海膽，海綿，水母，魚類，蛙蟾魚……)中，胚因區成立得較遲。最初幾個細胞皆屬同等，並具完全的發育潛力。例如海膽的卵，在四個(有時八個)細胞時期，若令分散，每細胞能產生一個胎體，結構完全，祇是身材較小而已。海綿，水母的卵較諸前種，有過之無不及。至於他們的再生力亦很強，前文已經說過，不再重複。

兩棲類的卵非常特別，最初 W. Roux 說他有似一個鑲嵌品：整個的卵能變成整個胎兒，殘缺的卵，便祇有殘缺的胎兒。如在兩個細胞時期，用火針毀壞其中之一；另一個未毀壞的細胞，將來祇能產生半個胎兒。所以 W. Roux 主張：蛙卵在兩個細胞的時期，內部形成器官的主要物質的位置已經確定，不能再變了。祇因這樣的事實，不十分確定，有時一個卵亦能發生兩個完整的胎體。所以 ROUX 的學說受許多人的攻擊(如 HERTWIG 父子等)。後來 BRACHET 鑒定大多數卵的，其第一次分裂線都屬於卵內全部物質的平均線，他們在實驗環境中，能發育成兩個完整的胎兒；若第一次分裂線不是卵的平分線，其胎兒必成畸形。至於卵內物質分布的概況，頗為曖昧。在幾種蛙卵的表面(如 *Rana fusca*, *Rana lateralis* [廣州人名青秧], *Hyla arborea*, *Callula pulchra* [在廣州觀察到]等)在受精後，將近分裂而未分裂時，於腰部可以看到一個羊角形的褐色帶，位於動物極的黑色帶與植物極的白色帶之間。BRACHET 以為褐

色帶上的物質能代表未來的神經軸。新近(1926—1929)VOGT用局部着色法,將幼年的原腸胚的表面各區(在『原口』方發現時最適宜,較早則不適用),分別染上各種色彩,以便觀察內,外,中三胚葉的分化。他亦覺得此時胎兒的中軸方向已定,惟 BRACHET 的羊角帶不是未來的神經系中軸,乃是中胚葉中之原筋肉區。至於原神經區則位於更上方。我們以為 VOGT 的研究非常精確,而且在各類動物(有尾和無尾兩棲類)中,都得到同樣的結果。他不但改正了 BRACHET 的錯誤,而且對於胚葉來源的問題起了一個大革命。從前 OS. HERTWIG 認兩棲類的中胚葉是由內胚葉外凸而成,與蛙蠓魚中所見無異; BRACHET 謂



(圖90)蛙類(*Bombinator*)初期原腸胚上胚因區分布的略圖:

這是一個側面的圖形;內陷的動作方起首;—→表示內陷的方向和界限。此時原口祇是一個弓形的小體(如果由正面觀察)。(錄自 VOGT, 1929)

蛙類的中胚葉由內胚葉中裂出。根據 VOGT 的研究，在囊胚時代，除去四肢，生殖器，腎臟等器官的細胞彷彿尚留在胎體中部以外，其餘一切器官都分布在囊胚周圍的細胞層中。此種事實，此種學說，實為前所未有。若能普遍，則現有一切的發生學書，非大大的改正不可。特為節省篇幅計，茲借用一個略圖（圖90），閱者在這圖上自能看出初期原腸胚表面各區域裏，已包含着成長個體種種器官的縮影。這樣的一個圖形，恐怕比冗長的敘述更容易領悟。

## II 組織的研究

細胞的分化——多細胞動物身體上的細胞，固然可以將他們看作許多羣生的單細胞動物，這是我們在上文已經說過的。細胞各能保存其個體的生命，與鄰近的細胞不發生關係：各自呼吸，各自同化，各自排泄老廢物，各自生長，各自死亡。但是，在同團體的細胞中，仍然免不了要互相聯絡，休戚相關的。

同一團體內的細胞，皆是傾向於「生理的分工」。這種作用，一定普遍於全部生物體的細胞。【生理分工的原則】是1827年，由 MILNE-EDWARDS 宣布的。他主張：生物愈進化，則其細胞間生理分工的程度亦愈複雜。

在下等生物體中，一切細胞皆擔任全部的生理作用，並且在他們中間，是不分等級的：同一個體上所有的細胞完全相同，

所以他們即使各自分離，仍無妨於各個體之生存。像這樣的細胞團體，便是單細胞動物的『羣體』(Colonie)。

較高等的生物，便與此相反，各細胞在全部生理工作中，選擇某種確定的功用，專力行使；於是這個細胞便適應於實施此種專門的動作，最後改進到最完善的地步。所以高等生物的體中，有些細胞適應消化食料，有些具敏銳的感覺性，有些專門做伸縮的工作。因為生理分工的關係，還能使同一身體細胞間休戚相關的程度，愈演愈深；一則，因為各個細胞所職掌的工作，有關於全體生命之安危；再則，因為由全體細胞合作所生的境況，決非單獨分離的細胞所能實現的，所以高等生物的細胞，離開團體必難免於死亡。我們還能見到，細胞間分工愈是進步，則關係愈加密切，愈不能分離。高等動物身體上，某部細胞，一旦與整個身體分離，如無適當的培養組織的方法<sup>①</sup>使他繼續

**① 培養組織：**從前 R. HARRISON 的方法，現在已不適用了。新近法國有一生物學家，名叫 CARREL，在紐約羅格佛蘭 (ROCKEFELLER) 學院裏，發明一種培養組織的好方法。現已成爲專門學科，生物學中許多久懸未決的難題，用此方法即能得到較圓滿的解答。多細胞動物組織的生死問題，即是其中一個最顯明的例子。CARREL 曾用極清潔的器具，在絕無腐敗菌的環境中，將生物體上的組織割下一薄片，養於無他種生物種子的血清或別類適宜的培養液中。每二十四小時或每四十八小時照例更換液一次（從前 R. HARRISON 已用過血清，但因不常更換，故成績不良）。每逢更換養液時，必先將組織洗淨，然後放入新環境中。爲更換時省時和方便起見，CARREL 利用一種纖維質的薄膜，使培養的細胞繁殖於其上，或攪入其中，於是轉運和洗滌便不費力了。養液的性質，亦應注意的。通常的血清可由成長動物的血液中得到，但在此液內，必加少許胎體的物質，纔能使人養的細胞分生繁殖不已。所謂胎體物質，即是由初期胎兒的組織中，取得的液體。其法，先將組織

生存，那末，這部分的細胞便要瞬歸死亡。在下等動物中，是相反的，他們的細胞，生理分工的作用，還沒有多大進步。例如在水螅 (*Hydra*) 中，能將其身體分成二段或多段，各小段都能繼續生活，并將其殘缺部分補充起來，最後皆成一個完全的水螅。在這裏顯然又有新的遺傳作用，這種遺傳作用，確是非常普遍的，即於高等動物，亦能找到與『再生』(Régénération) 相同的例子。關於這一點在上文已有較豐富的事實，於此不贅。

生理分工的作用，可於細胞分化中表現出來。凡是生理分工的動物體中，各類細胞都有特殊的形狀，并且這種形狀很適應於某種個別的作用。誠然，生物的進化是與生理的分工同時並進的。祇要測量細胞分化的程度，便可以知道生物進化的程度了。所以就生物學的見地講，『細胞的分化』與『生物的進

研糊，濾取其汁便是。CARREL 經過長時間的實驗和思索，目前仍是祇知培養液中，胎體物質的重要，非有他，則所培養的細胞不能有迅速的分裂。究竟誰是細胞繁殖必須的物質？他的化學結構如何？目前尚無人能了解，故特名這未知的物質曰：『x 物質』或 Trepnone。

說到 CARREL 所得的結果，確實使人驚奇，要想詳細敘述，是非有專書萬不能得其梗概的。好在我們的目的不在培養組織的本身，祇在他的最後結論，所以祇要有幾個極重要，極著名的例子，一方能證明高等動物軀體細胞亦能和單細胞動物一樣的可以長生不死，一方使一般人士知道研究科學須有耐苦的精神，精益求精的勇氣，但他的結果雖屬難得，却非常可靠，而且屢屢能超出一般想像以外的。下面就有一個例證。

CARREL 和他的同伴 EBELING 在1923和1924年間，發表許多報告，很有系統又極明顯，故擇述於次。他們宣告道：自1912年正月，由一個八天的雞胎的心臟中，割下一小薄片雞心組織，放在人造的環境中培養；二，三星

化！實有同等的意義。

細胞所處的位置對於分化的影響——細胞的分化不是偶然的，不是無定規的動作。細胞所處的地位，彷彿對於該細胞的分化是很有影響的。譬如感應性，多存在於表面的細胞中，因為這些細胞與環境中種種刺激物相接觸的機會比其他的細胞特別多。至於『內胚葉』的細胞，所以富有消化食物的能力，也有人用同樣的道理來解釋的：即許多外來的食物都入於這個小腔中，腔壁的細胞多與食物相接觸，因此具有消化食物的特性。那末，我們便能容易明白為什麼上述的：內，外，中三胚葉能夠存在於一切的多細胞動物中。這當然祇是一種理論，未經全部學者贊同的。在事實上，我們可以隨從以下的分類法：

1. 外胚葉，將來變成生物體外的表皮和一切附屬於皮上的腺體，感覺細胞以及神經系的大部分。

期後，只有未成形的結締組織（Fibroblaste）單獨繼續生存，別類細胞概歸死亡。這塊結締組織在人為的環境中，已生活了十一年以上。養液一共更換過 2254 次。這塊雞心的組織，竟能離開動物的心臟，在非自然的環境中，不祇是繼續生活，而且營養得非常優越，生長得非常迅速；每四十八小時，必倍其原有的體積；每個星期，這塊人養的組織要供給二百多份培養的新『種子』，並且不時還要拿他的產物作為多種研究的材料；假使按幾何級數計算，這塊小小的組織，在十一年間所能產的細胞總量，如果有地方把他全部培養的話，便可與大山相比較了！雞的最長壽命不過十年，這塊人養的組織，現今已有十一歲了，他不但一點沒有衰老，沒有死亡。而且分生繁殖的情形與速率，仍如十一年前由雞心中初割下的時候一個樣子。當我們寫這篇文章時（1934年），這塊雞心的組織已有二十二歲了，目前尚在少壯時期，繁殖速率仍不少減於從前。現在我們可以推想到：人們能培養到何時，他就能生活到何時。誰還能相信多細胞動物體的細胞一定要有死亡，一定要成為屍體呢？

2. 中胚葉，將來能產生血液，筋肉，骨骼，和一切結締組織。

3. 內胚葉，將來能形成消化管之內壁和附屬於該管的一切排泄腺。

現在我們更進而敘述各類細胞的形狀及其生理的作用。

組織及其分類——「組織」(Tissus) 這名詞的意義，是指一羣具同等分化程度，擔任同樣生理作用的細胞。

我們可將全部的組織分成五類：

1. 表皮組織；他還包含着許多腺組織。
2. 結締組織；軟骨組織和硬骨組織皆屬此類。
3. 血液組織。
4. 筋肉組織。
5. 神經組織。

雞上的組織，曾經人工養育過的，尚不祇以上所說的。EBELING 曾養過表皮細胞，他生活到十八個月未見衰老，分生繁殖的力量遠勝於他在整個的雞體上。雞眼上的表皮組織，亦經人工培養過，結果又極好。還有一件事實，又很值得我們注意的，就是：在人為的環境中，組織鋪張的狀態與其在整個動物體上無異。譬如扁平的表皮細胞，在新環境中，其形狀仍是扁平；許多新生的子細胞還能彼此連成薄膜，適如他在雞體上一樣；此後繁殖速率較緩；不久，在細胞內部發現色素，使成有色的組織。深究此色素的來源及其種類，則與動物體上所見的完全一樣。假使所培養的是一塊排泄組織，他便有排泄作用，照常發現排泄物。所以已成的組織種類不因培養而改變，這亦是一句很重要的結論。

總之：高等動物的組織在適當的環境中，長生不死的理論，目前可說沒有一個人反對了。

## A 表皮組織

**定義**——『表皮組織』(Tissu épithélial)的重要特徵，即其完全由許多並列的細胞所組成。

在這些並列的細胞中間，具有一種『中間物質』<sup>①</sup>，但這層『中間物質』不存在於新成的細胞中，這是後生的物質，是由細胞外表的物質轉變而成，乃是毫無疑義的。原始時代表皮細胞原係彼此隣接，並無他物為之間隔。

通常，表皮組織都是鋪於生物身體的表面：消化管的表面，或者是其他與體外相通的地方——如輸尿管和輸精管……等，並及於生物體內的內壁（例如『體腔』，『血管』和『漿液膜』等）。這些組織的名稱，即所謂『表皮』(Epithelium)。凡是『表皮』常常建在『基膜』(Membrane basale)之上，他仍是由表皮細胞膜分化後的產物。

表皮組織有時在某處作局部的生長，產生一塊細胞團；這個細胞團，或向外表凸出（例如毛），或向內面下陷（如腺體及眼球中之水晶體）。而他們的本質，當然仍是屬於表皮組織的。

以上這些由表皮層發生的器官，無論變化到如何程度，始

---

① 用硝酸銀能使『中間物質』顯現顏色，因為銀鹽的還元，銀質便固着於『中間物質』之上，使細胞的周圍顯現黑色界線，容易識別。

終能與表皮組織保持其原始的聯絡，例如毛和許多的普通的腺體，他們無論生到如何遙遠，總有一根『排泄管』(Canal excréteur)與表皮相連的。不過有時這些器官亦能完全與原始的表皮不發生一點關係，例如『水晶體』(Cristallin) 和許多『封閉的腺體』(Glandes closes)……等。

表皮的組織有三種不同的來源。通常布在體腔四壁上的，曰『中表皮』(Endothélium)，因他是起源於『中胚葉』。如果不講來源，祇談形態，確與通常起源於『外胚葉』的表皮是一樣的；而且『中表皮』所有變異的形狀，皆能見之於『表皮』。至腸壁上的表皮則起源於『內胚葉』。

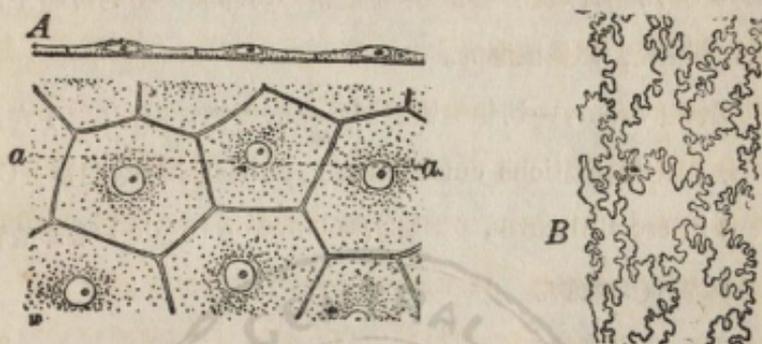
**表皮的研究**——表皮組織共有兩類：『單層表皮』(Épithélium simples) 祇由一簡單的細胞層組成；『重層表皮』(Épithéliums stratifiés) 由多數的細胞層重疊而成的。

I. **單層表皮** ——一切無脊椎動物，所有的表皮組織幾乎全部係『單層表皮』，所以無脊椎動物的外胚葉，始終祇有一層細胞，確與脊椎動物的『表皮』(Epiderme) 不同，因為後者是由多層的細胞重疊而成。 脊椎動物，亦有許多單層的『表皮組織』，例如：胃和小腸的四壁以及肺中各小腔，『漿液膜』(係中胚層所生的) 和血管的管壁等都是。

根據細胞的形狀或厚度，可將『單層表皮』更分成若干種。

1. **單層『扁平表皮』**(Épithélium pavimenteux)(圖91) 是由許多很扁的細胞所構成的；這些細胞寬而扁，又非常薄，

常常祇有千分之一毛米厚，所以在側面的「切片」上是很難看到的。



(圖91)單層扁平表皮：A, (上)側面的圖形 (即是a——a的剖面)，  
(下)表面的圖形。B, 單層扁平表皮的組織，於此處各細胞均彼此作齒狀  
的接合；明液管的內壁即由這樣的「中表皮」所組成。

若由表面看去，是很易見的，假使再經硝酸銀的溶液浸過各細胞的界線便格外顯明，與鋪在地上的多角形的地磚相似。

例如：肺中的小腔，漿液膜。脊椎動物血管的管壁以及海綿的「外胚葉」，水母「傘蓋部」的表皮等皆係單層「扁平表皮」構成的。

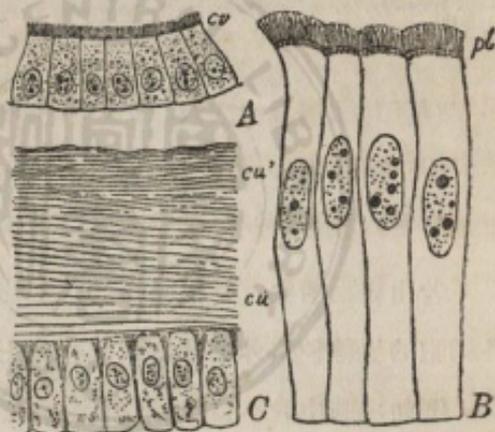
2. 與單層「扁平表皮」相反的，則有單層「圓柱表皮」(Epithélium cylindrique)，他的細胞很高，比較細長，間時作三角柱形 (圖92) 例如胃的表皮細胞和脊椎動物小腸中的表皮細胞皆是。

「圓柱表皮」的細胞其向外一端的細胞膜，常常特別加厚，

特別分化，名曰：『頂盤』(Plateau) (圖92, B和C) ①。如果過分加厚，『頂盤』的外層便要構成『表質層』(Cuticule) (圖92 cu)。普通在昆蟲的外胚葉和一切節肢動物的身體上，這『表質層』都是很厚的。

廣義的講法，一切細胞膜表面分化的產物皆稱作：『表質的形成』(Formations cuticulaires)。例如『細胞間質』(Ciment intercellulaire)，『基膜』(Membrane basale) 等都是表皮細胞膜質的產物。

3. 在上述的二類極端形狀中間，還有許多過渡的形式，例如單層『正方表皮』(Epithéliums cubiques)，是由許多正方形的細胞構造成的。



(圖92)單層圓柱表皮(略圖)：A, 人類輸精管中的單層圓柱表皮，在圓柱細胞外方的膜上，還長着許多顛毛(cv)。B, 螻蛄腸壁上的單層圓柱表皮，和其具有條紋的頂盤(pl)。C, 有『表質層』的蟹的表皮：cu', 外表質層；cu 內表質層。

## II. 重層表皮

『重層表皮』(Epithéliums stratifiés)

幾乎完全存在於脊椎動物的身體上。當然祇有最深的一層細胞是與『基膜』相連接，其餘自然是距離『基膜』較遠。

① 『扁平表皮』的細胞，有時也有頂盤的發現，但是很不發達。

根據表面細胞的形態，可以將「重層表皮」分成二種變異的組織：

1. 『扁平重層表皮』(Epithélium stratifié pavimenteux) 其表面的細胞很扁平，例如：皮膚上或口腔內黏膜的表皮均屬之(圖93)。

2. 『圓柱重層表皮』(Epithélium stratifié cylindrique) 其表面的細胞是很高的，例如，食道和氣管的表皮細胞皆屬之。

顫毛組織——常常在表皮細胞的表面生有許多顫動的器官：或者一根鞭毛，長而大；或者有很多的短小顫毛。上述各種表皮組織，皆有生長顫動的器官。例如，海綿『外胚葉』的扁細胞上生有鞭毛；許多『圓類』外胚葉上的柱形細胞也生有許多的顫毛；人類輸精管內壁的表皮細胞上亦有同樣的特徵(圖



(圖93)孩童牙根上血管所成之乳頭狀突起，其上被覆以重層表皮；a，深層的圓柱細胞；b，中部的細胞；c，表面的扁平細胞。

92, A)；人類的氣管枝和蛙的食道上的重層表皮也是生長許多顫毛的。

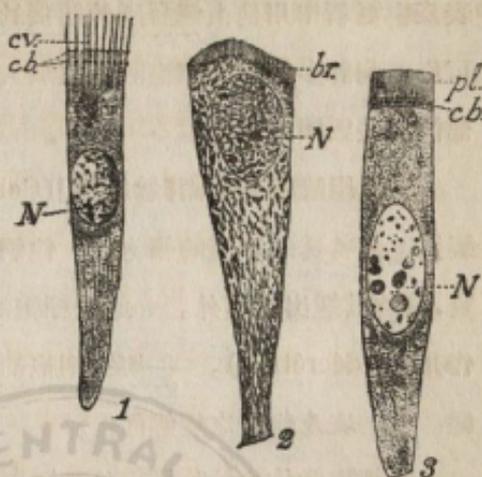
『顫毛』(Cils vibratiles) 和『鞭毛』(Flagellum) 這兩

種東西，當我們在上文研究『鞭毛虫類』時已有敘述。組織頗複雜：每根顫毛穿過細胞膜時，能在毛根的某部，特別增厚，長成小球（圖94）；在小球以下，還有直接插入原形質中的毛根。通常許多的毛根還湊合成一種錐形體，名曰：『毛根錐』（Cône radulaire）。另一方面，在毛將離開細胞膜處，每毛還有一粒『基質』（Corpuscul basal）（圖94，cb）（亦名Blépharoblaste），這些『基質』對於染料的反應與『中心質』無異，因此有人以為這些小粒是由中心質分解出來的。在少數偶然的事實上，還能看到這些小毛直接由通常的中心質上生長出來。『基質』能左右顫毛的運動，好像和『中心質』指導染色體的運動似的。

在許多細胞（圖94，*g*）的表面，原來是有許多的小毛，與顫毛無絲毫區別，但是不能運動的，因稱之為『毛刷緣』（Bordure en brosse），於多數無脊椎動物的小腸中，和昆蟲類的『馬爾畢氏管』（Tube de MALPIGHI）……中皆有之；這些不能運動的毛，恐怕是由運動的顫毛退化而成的。甚至在圖94，*g* 所示的那個具有縱紋的頂盤，他的來源大約也是由許多的顫毛合併而成的，例如，脊椎動物腸壁上的細胞皆是。

顫毛的作用很不相同：許多水棲的小動物細胞表面所生的顫毛，則用作運動器官如『纖毛虫』；『輪蟲』（Rotifères）和『渦蟲』（Turbellariés）等皆藉其身體表面的纖毛運動其體；海綿和腔腸動物，原來是固着生活，無需移動其身體；許多水棲的軟體動物，身體過於笨重，要想專靠顫毛的力量移動身體是

很難的。他的顫毛的確可以更換其總表面之濁水，並且引入種種食料於動物口中。最後在陸棲動物，顫毛的作用更大的退化，祇藉顫毛運動使表皮上所積的「膠黏質」(Mucus)和其他積垢遷移去。因為顫毛的運動始終有一定的方向，可以順其方向掃除表皮上的積垢<sup>①</sup>，獸類輸卵管中的卵，須



(圖94)1. 顫毛細胞的略圖: *cb*, 基質, 生於頂盤的上面和底面; *cv*, 顫毛; *n*, 細胞核。2. 蠶腸四壁上的刷形細胞: *br*, 毛刷。3. 蝶蠟腸中, 頂盤具紋的細胞: *pl*, 有紋的頂盤; *cb*, 基質。

藉管壁上的顫毛運動纔能下降。至於輸精管中的精虫, 其移動也是得到顫毛的幫助, 肺管中由呼吸時所引入的塵土, 每因管壁顫毛的運動, 將其與膠黏質相混, 升至喉頭, 然後咳出於體外。同類的例子, 確是很多, 不勝枚舉。

表皮的更新——表皮組織還有一個最要緊的性質, 就是他有更新力。『重層表皮』的更新作用是自下而上的: 當表面的細胞繼續毀壞或脫落以後, 下層的細胞即分生, 以補其缺。『單層

① 這可以拿實驗來證明: 剖開蛙的食管, 將細鉛粒或其他有色的顆粒放於食道內之表皮上, 即能見到這些顆粒向胃的方向遷移。

表皮」更新作用是由側面延伸鋪張的：在這一類表皮上，時常可以看到許多細小的細胞團，位於大細胞之間，增生新細胞以補償那些毀壞的部分。

腺的組織——所謂「腺細胞」(Cellules glandulaires)，即能製造某類特殊的液體的細胞。他們在血液中吸收此液體的原質，再將其送出於體外。這些細胞的功用，構成所謂：「分泌作用」(Sécrétion)。一切腺細胞都是表皮細胞，因此腺的組織，祇是表皮組織之變態而已。

腺細胞當休止的時候，是由同質的顆粒狀原形質所構成的。當其動作的時候，可以看到由細胞所產生的許多特殊液體的小滴，在原形質中顯現出來；這小滴一方增大，一方漸次吸收或合併其他小滴，於是體積乃漸漸增加。但此後所有的現象，則有兩種不同的方式：

在第一種分泌方法中，這些增大的小滴愈積愈大，最後，細胞中的原形質和細胞核全被他所吸收，便成爲一個裝滿液體不能活動的胞囊。全部液體將來排出於外。這樣的分泌細胞曰：「全體分泌細胞」(Cellules holocrines)，這些細胞終生祇作一次分泌。這分泌作用每致其死亡，例如「汗腺細胞」(Cellules de glandes sébacées)屬之。

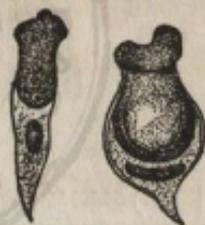
第二種分泌方法，液體的產物在未裝滿整個細胞以前，便停止增大，這些已成的液體，合併成一滴，位於細胞上方，至於該細胞的原形質和細胞核則在細胞的下部。當成熟的時期，積

在上方的液體，便一次送出於細胞之外，細胞核和原形質仍留在細胞之內，預備作下次的分泌。所以這一類排泄細胞，一生能繼續作多次的分泌，名曰：『局部分泌細胞』(Cellules mérocrines)①，例如唾液腺，胃腺和小腸的分泌細胞皆是。

第二種的分泌方法是最普通的。詳細研究起來，與第一種分泌法，也沒有絕對的區別：『全體分泌』，確沒有當初學者們所信的那樣絕對，他祇是比『局部分泌』動作較快，為量較多而已。

腺的形態——有時腺細胞單獨游離，散布於其他的表皮細胞中間，有時稱之為『單細胞的腺體』(Glandes unicellulaires)。

但通常他們是多個細胞互相結合，構成一個細胞團，稱此團體曰：『腺』(Glande)。在最簡單的情形之下，構成『腺』的許多腺細胞排列於表面(與普通的表皮細胞一樣)構成一腺細胞的表面(Surface glandulaire)。不過最通常的腺，總是向表皮下方陷入，另有一根



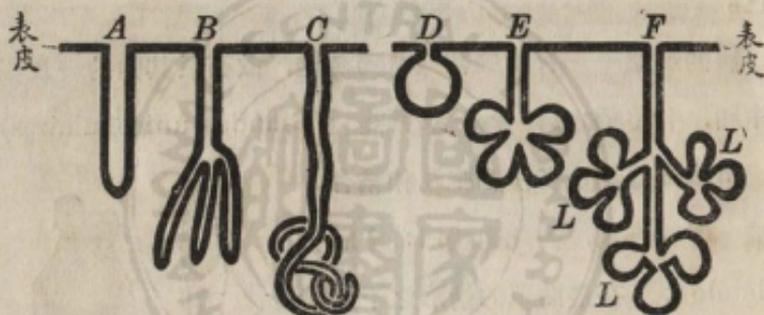
(圖95) 杯形細胞：

正將分泌的膠結質拋棄到外面去。

① 在局部分泌細胞中，有一種最特別，最有興趣的式樣，莫如在軟體動物，固類，魚類的表皮，和許多脊椎動物的消化管中，尤以人類小腸內壁凸出上所見的為最著。這些細胞樣式如杯形，或瓶形，上端開口，下部則有原形質和細胞核。但在小杯上部無原形質的地方，則為一小腔，內盛膠結質(Mucus)。這些分泌物乃由原形質中醱釀出來，將來輸入小腸中。有人稱這些細胞曰：『杯形細胞』(Cellules califormes) (圖95)。

『排泄管』(Canal excréteur) 將該腺所產的液體輸至表面，向外拋棄。這些腺都是由表皮組織所產生。表皮內摺而成爲腺體，對排泄作用確有很大的便利，因爲這樣一方可以增加腺細胞的數目，使分泌量可以增加；他方對於腺所據的面積，又無若何變更。

所有的腺，可歸納成二類：『管狀腺』(Glandes tubuleuses) 和『囊狀腺』(Glandes acineuses) (圖96)。



(圖96)各種腺的形狀(略圖)：自A至C，表示幾種管狀腺的形狀(A，簡單的管腺；B，分枝的管腺；C，捲曲的管腺)。自D至F，表示幾種囊狀腺的形狀(D，簡單的囊狀腺；E，單葉的囊狀腺；F，複葉的囊狀腺)；L，各葉。

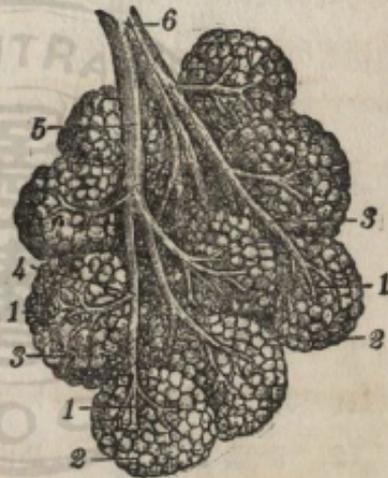
『管狀腺』形狀種種不同：有些作直管形(圖96, A)，例如LIEBERKÜM腺；有些作曲管形(圖96, C)，例如『汗腺』(Glandes de la sueur)；有些作分枝的管狀(圖96, B)，例如『胃腺』(Glandes gastriques)。

最簡單的『囊狀腺』祇係一個小囊，囊之內壁布滿排泄細胞，囊口與外界相通(圖96, D)，例如蛙的『表皮腺』(Glande

cutanée)。『囊狀腺』通常集成簇，與葡萄簇之形無異；各個葡萄狀體之內，便是一個布滿腺細胞的小囊；各個小囊又有其專門的導管(圖96, *E, F*)；各小管又匯合成大管。最後，一切小管皆集合於一個總的大管，由他將一切的產物拋擲於腺外，例如『唾液腺』(Glandes salivaires)和『胰腺』(Glandes pancréas)(圖97)……等。

### 內分泌腺——有許多腺

是沒有導管以與外界相通，他們的產物直接輸之於血液，所以稱這些腺曰：『閉塞腺』(Glandes closes)或曰：『血管腺』(Glandes vasculaires)。人體中，最通常的例子，就是『副腎腺』(Glandes surrénales)，位於



於腎的上端，成帽形；『喉腺』亦稱『甲狀腺』(Corps  
(圖97)一簇的葡萄腺：1, 小葉；  
2, 小囊；3, 4, 5, 6各種的導管。

thyroïdes) 位於喉部，成馬蹄形(圖98, *θ*)；『喉下腺』亦稱『胸腺』(Thymus) 位於氣管之兩側，左右各一片，在喉頭之下部，胸之上部，孩童時代，最發達(圖98, *1, 2*)，『腦下垂腺』(Hypophyse cérébrale) 等等。

有些與外界相通的腺，亦能有與內分泌腺具相同的作用：

或者，同時有些細胞將他們所分泌的液體擠出於外，注入由該處經過的血管中（如肝和胰）；或者，有一個特別的封閉腺體插入外開腺的腺囊中，於是他們便能很密切的互相交通了（例如精巢）。

各種內分泌腺的生理作用是有很大的差異；分別敘述於下：

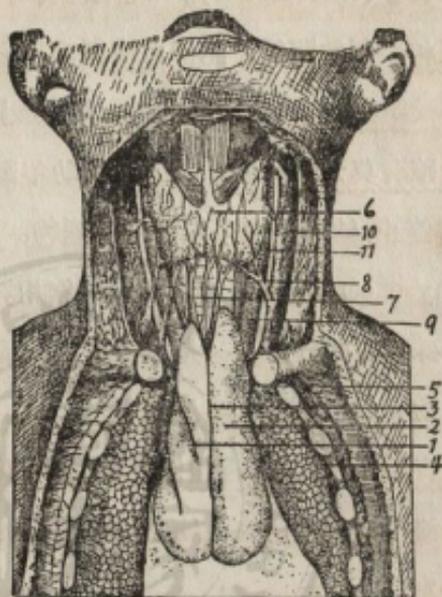
1. 肝臟一方面將他所產的膽液注於小腸中，另一方面，時時應需要而輸出其所製造的肝糖（即 CL. BERNARD 的有名的研究所闡明的）於血管中，以供生物內部燃燒之用，同時肝中又有製造鐵化物的動作（即 DASTRE 所發現的：Fonction martiale），隨時將其鐵質供給製造紅血球的『血色質（Hémoglobuline）』之用。故肝臟好像是調節生物內部燃燒的主要機關，而成爲一切生命現象的泉源。再者，肝中的『尿酸』（Acide urique）變成『尿素』（Urée）的功用（Fonction uropoiétique），也是由其內分泌腺的特殊動作而起的。

2. 胰臟（Pancréas）是由『囊狀腺』組成的。在各囊中間，還能找到許多細胞團，稱『LANGERHAMS 氏島』（Ilots de LANGERHAMS），他們不與導管直接相交通。其作用與游離的閉塞腺相同，傾注一種名曰：Insuline 物質於血液中。如果沒有 Insuline，生物便不能使用或燃燒由肝臟所供給的肝糖，這便是『胰臟分解肝糖的作用』（Fonction glycolytique du pancréas）。若割去胰臟，血中的糖質便無法燃燒，於是盡由尿中排出（即所謂：尿糖症）。

3. 喉腺 (Corps thyroïdes) 和副腎腺 (Glandes surrénales) 的功用那是格外複雜，格外難明了。若截去此類器官，或者發育不良，或者能

使動物發生很大的危險。其病症是由『內中毒』(Intoxication)所致，該動物遲早必歸死亡。

如果由另一個體的同一器官中①，取出內分泌的液體，注射到病者皮膚下層，那末病必能減輕，甚而至於痊愈。因此一般學者都承認這一



類內分泌腺能夠分泌一種『抗毒質』(Antitoxines) 抵抗各組織在『異化作用』(Désassimilation) 中所生的『毒質』(Toxine); 否則，這些毒質便致生物於險地。

(圖98)孩童的喉下腺 (Thymus) 和喉腺 (Crops Thyroïde): 1, 2, 兩葉喉下腺; 3, 兩喉下腺的中縫; 4, 肺; 5, 乳房動脈管; 6, 喉腺; 7, 8, 喉腺上的靜脈管; 9, 頸動脈管; 10, 頸靜脈管; 11, 行至胃, 心, 肺的神經。

但是，在另一方面，上述的兩種內分泌腺還能分泌二種能

① 自從用注射法治病 (Opothérapie) 的實驗發明以後，人纔知道此類內分泌腺的作用。甚至有人還能用已腐敗和已乾燥的『喉腺』的斷片，也能療治疾病。總之：這種『抗毒質』不受腐敗和乾燥的影響，也不受消化的影響所破壞。

節制循環作用的物質：由『喉腺』所生的物質，名曰：『喉腺質』(Thyroidine)；由『副腎腺』中所生的，名曰：『副腎腺質』(Adrénaline)。此二物質有互相反抗的特性，因為這種互相控制的關係，能使血液循環得以按序進行，營養的動作也不致錯亂。我們還應知道，『喉腺』對於神經系和骨骼的發育，的確有莫大的關係；有人截去幼年動物的喉腺，骨骼的發育立即停止，結果變成呆笨無知的蠢物。至於『腦下垂腺』(Hypophyse cérébrale)，亦有類似的作用。有人以為這個作用是因為特殊物質的分泌——是還沒有能將他分離出的物質——通稱此類物質曰：『激發質』(Hormone)。這種物質不但有激動器官發育的作用，而且還能使某類器官的機能合規則的進行。這些分泌物的作用，在生物中，是普遍的，還是局部的，現在很難決定。

4. 精巢的內分泌，他有助長某種形態的作用。其實這是一種『閉塞的間隙腺』(Glandes interstitielles)。與『兩性腺』(Glandes sexuelles)錯綜相混。這些內分泌物，能助長『兩性的附屬性』(Caractères sexuels secondaires)。若將雄雞的精巢整個除去，則雞冠減小，不能歌唱，無爭鬪的特性。反過來，卵巢中的『激發質』能阻礙雌雞發現雄性的特性，如距，頸上美麗的繡羽，以及長尾羽等；但這些性質是能夠發現於無精巢的雄雞上。當雌雞已老，卵巢停止作用的時候，或者將他故意截去的時候，便能有距，頸上生長美麗的繡羽，和尾羽等，其形狀實與

無精巢的雄雞相同。總結說：這一類的特性，在雞類，是通有性，應該發現於一切雞體上；通常祇有雄雞，具此類的器官，因其沒有受到何種阻礙；雌雞沒有此類裝飾的性質，因為受卵巢中分泌物所阻礙的緣故。這樣看來，兩性的附屬性可分為二等，他們在雄體內較多，雌體內較少。如將雌雄兩者的生殖器官一概都去掉，不使有兩性的內分泌物，那末，雌雄的形狀便能完全相似，此即雞種的公有性（或中性）是也（按 PÉZARD 的意見）<sup>①</sup>，至於雄者便祇有紅冠，啼鳴和角逐諸特性了。

## B 結締組織

定義——全部結締組織皆起源於「中胚葉」。這是生物體上分量最多的組織。他們存在於一切器官之間；各種器官靠他們纔能聯絡一起，纔有固定的位置。幾乎一切的表皮組織皆直接鋪在「結締組織」（Tissus conjonctifs）之上；所有的「囊狀腺」以及肺裏的「小葉」等都因他得以相互連繫；肌肉內的「間隔」亦由結締組織而成；血管的架子，肌肉和神經系四周的保護鞘，亦由同一組織所造成；最後，骨骼的本身，也是由結締組織變化而成的。

① GLEY 應用 harmozone 這名字來稱呼那些有調節機能的 Hormone（激發質），因為有些是確定某類器官的發現（如兩性的附屬性），有些是調節其他器官的功用的（如骨，神經系），使生物體中各種作用得以相互調和。老實講，這些調節和發現器官兩種作用的機械原則，吾人知者甚少。所以要區分激發質的剝離作用仍是很難的。

在生理作用上，結締組織確有很大的變化，這是根據他們的構造可以預知的。但是其中亦有一種最普遍的特性，並且這種特性能作為確定結締組織的特徵，就是：在一切的結締組織的細胞中間，一定有某種物質為他們的間隔，這種物質，名曰：『中間質』(Substance interstitielle)，常作絲條形。在結締組織內，『中間質』很豐富。結締組織所以能有種種不同的性質，所以能擔任各種的作用，皆因『中間質』能有種種不同的性質和特異的結構並且變化萬端的緣故。因此有時人們稱這一類的物質曰：『基本物質』(Substance fondamentale)。

從前，『基本物質』這名詞，學者曾以為十分妥當，因為當時的學者皆相信結締組織中的細胞在此物質的內部生長，所以加上『基本』二字是名正言順。但是，目前我們已經知道不是這樣的，按實際的事實說：一切結締組織的起源，祇是由許多的細胞彼此累疊而成（這便是胎體上的結締組織）。後來，這些細胞開始在他們的交界處，分泌出一些物質，堆積在那裏，使其相隔之距離漸漸增廣；不久這些物質又自己發生變化，自己形成細絲；最後便成為『中間質』。所以前人所謂基本物質，即目前我們所謂『中間質』。

結締組織的主要變態——在成長的動物體內，其變態的結締組織中，有幾種仍保存着胎體時代的特性，在上文已約略言及，此地不再重複。

I. 椎脊動物的脊椎，原由許多細胞重疊而成，祇是在這些

細胞內部，有一個很大的「細胞囊」，將原形質擠到細胞膜壁的某角上去（圖99），與胎體上的結締組織是一樣的。

II. 所謂膠狀組織 (Tissu gélatineux 或 Tissu muqueux)，祇是結締組織中之一變種，他們的「中間質」是相同的，有膠黏性，便是結締組織發育的第二個時期，例如脊椎動物眼中的水晶體和水母的傘蓋體等皆是。

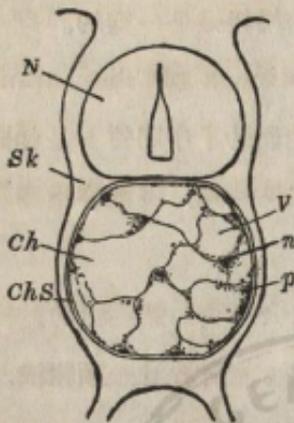
III. 此類組織中，最通常的代表，莫如散漫性的結締組織 (Tissu conjonctif diffus) (圖100)。對於這一類組織，我們要作較詳細的研究。

1. 「散漫性的結締組織」中，細胞形狀很不一樣：扁平形是最通常的，有時能有星芒形，梭形，或者由他們所伸長的細絲相錯綜聯絡（圖100, *b, c, d, e*）。

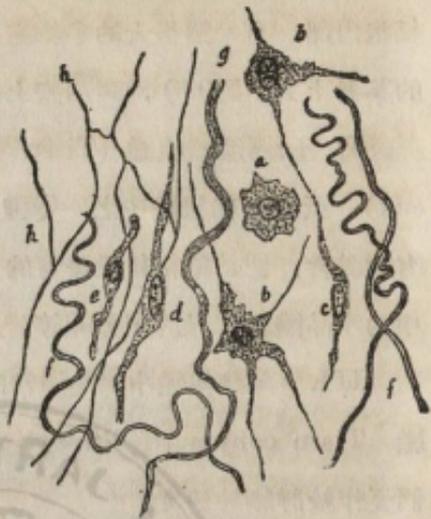
2. 「中間質」組成一重極複雜的網狀體，這網由許多的絲條互相交叉而成，網眼的中央，盛以某種液體，此種液體常有濃淡之不同；稱這些細絲曰：「纖維」(Fibre)。

纖維可以分爲二種：即「聯絡纖維」(Fibres conjonctives) 和「伸縮纖維」(Fibres élastiques)。

(a) 聯絡纖維是非常精緻，在顯微鏡底下看來，好像許多細絲似的：但是這些細絲連合成束，各束的直徑約  $100 \mu$  (即  $\frac{1}{10}$  毫米；每束周圍還有外包，使他格外堅固；外包之上，更有許多環形體，原由某部外包增厚而成(圖101)。這一類纖維從不分枝。「洋紅」(Carmin) 能使他着色，遇醋酸即起膨脹，彼此



(圖99) 警蛙 (*Bombinator igneus*) 胎體脊椎的橫剖面，示明胎體結締組織的形狀。Ch, 脊索; ChS, 脊索鞘; Sk, 生骨層; N, 脊髓; n, 已被驅逐到透綠的核; v, 細胞囊; p, 細胞質。



(圖100) 蛙體上散漫性結締組織中的物質: a, 白血球或稱遷徙細胞; b, 星芒形的細胞; c, d, e, 梭形的細胞; f, g, 成束的纖維; h, 伸縮纖維的網形體。

膠接一起，成爲透明體；但是去了醋酸以後，即能恢復原狀。  
沸水能够將這些纖維毀壞成『膠凍』；最後，如與『樹皮質』(Tanin) 相化合，能成爲一種不腐敗的產物，因此他對於製革業上，的確是很有用的。

(b) 伸縮纖維較粗大，直徑約自 1 至 10  $\mu$ ；在顯微鏡上看來，它具有重複的界限。不爲沸水和醋酸所毀壞。不爲『洋紅』着色；但苦味酸 (Acide picrique) 或苦味酸與洋紅 (Picrocarmin) 能使之染成黃色。

在纖維組成的網眼中，充滿血漿。結締組織中，大部分細

胞間的液體，都由這一類的『血漿』(Plasma) 組成的。

在另一方面，有多數的白血球，還因其有爬行的特性，能穿過『毛血管』壁，跑到結締組織裏來，并在那裏往返不息，有人叫他們爲：『遷移細胞』(Cellules migratrices)。從前有人以爲這些細胞有時能够在結締組織中生活，并能變成通常的『結締細胞』；或者，反過來結締細胞變成自由行動的細胞。當時大家的意見都是如此。目前，這種見解已經不能成立了。現在已有別的更確實的見解，并且已證明這些細胞有他的來源，有他的個性，不能隨便變來變去的。

那些由血管中遷移出來的血漿和白血球，能自結締組織的網眼中，直接穿到『明液管』(或譯淋巴管) (Vaisseaux lymphatiques) 內，再返回血管中。

『散漫性的結締組織』又有兩種形式，其間，當然還有無數的過渡形式，將他們連接起來。

(a) 緻密結締組織 (Tissu conjonctif dense) 其中之纖維非常密接，內部網眼很小。他們組成許多種器官的架子，組成



(圖101) 成束的纖維：高度放大時所見之圖形。可以看到絲束上的環形體：a, b, c, 環形體。

(錄自 RANVIER)

『真皮』(Derme) 和黏膜的『外膜』<sup>①</sup>(Chorion de la muqueuse) 等等。

(b) 稀疏結締組織 (Tissu conjonctif lâche) 其內部有寬大的網眼，能屈能伸。在我們身體上皮膚與肌肉之間，就是這一類的組織；皮膚所以能和肌肉連接，『皮膚』之所以能稍稍移動其位置，即因為這層結締組織有屈伸的可能性。至於肌肉與肌肉所以能聯絡成團，也是他們的關係；再則，各組肌肉能伸展自如，而不妨礙其隣近的部分也是同一樣的道理；最後體內一切的器官都藉這一類的組織聯絡一氣，各有其一定的位置，這後一類的結締組織特名曰：『絡膜』(Sèreuse) (亦稱『漿液膜』)，例如『胸膜』(Plèvre)，『腹膜』(Péritoine)，『心膜』(Péricarde) 等皆是。有時在這層組織的網眼中，積着惡濁的液體——含病菌的液體，能使身體腫脹或中毒。

IV. 纖維組織 (Tissu fibreux)，在這一類結締組織中，聯絡纖維格外豐富；但在他們中間，不見『伸縮纖維』，所以由這些不會伸縮的纖維所組成的總合體，是非常堅實，毫無屈伸性。而且這些纖維並不是隨便交錯的，乃是並立於同一方向，組成一種扁平纖維膜，或者許多的纖維並列成『纖維索』。

---

① 通常所說的『皮膚』(Peau) 是由『表皮』(起源於外胚葉)和『真皮』(起源於中胚葉)連合而成的。至於體內與外界交通的管壁『內部表皮』也是建設在一層結締組織的上方。這二種組織的總名，曰：『體內皮膚』亦稱『黏膜』(Muqueuse)；至於這層結締組織的名字，曰『外膜』(Chorion)。總之：體內四壁的膠黏組織，是與體外的皮膚相連的。

關於「纖維膜」(Membranes fibreuse)的例子，我們可舉出眼球上的「鞏膜」(Sclérotique)，「腦韌衣」(Dure-mère)，「筋肉膜」(Aponévrose)……。若「纖維索」(Cordons fibreux)的功用：或者，聯結骨骼，或者將筋肉與骨骼連成一起，使骨能够運動；這後一類的連索，特稱曰：「肌腱」(Tendon)。

V. 伸縮組織 (Tissu élastique)，這一類組織完全由「伸縮纖維」組成，與前者之分別，即因其富有伸縮性：遇有外來的影響，即行伸展，影響過後，即收縮還原。亦有「纖維膜」與「纖維索」之別：如動脈管的外膜就是「纖維膜」的例子。那些連在脊骨間之韌帶和頭骨與頸椎骨間的韌帶以及頸椎骨與胸椎骨間的韌帶<sup>①</sup>都是「纖維索」的著例。

VI. 脂肪組織 (Tissu adipeux)不是別的，祇是一種經過變異的「稀疏結締組織」，他的特性，即是該組織中的細胞，有某種特殊的活動性：能由血中吸取碳水化合物等原料，製成脂肪的小滴。這些小滴在原形質中，漸漸增大，最後相互合併，佔有細胞之中部。至於該細胞本身的原形質和細胞核祇能停留在脂肪塊的四周(圖102)。這些製造脂肪的細胞實與「完全分泌細胞」無異。積蓄於組織中的脂肪為供不時之需要。「脂肪組織」常常有他固有的存在地點：凡有脂肪堆積的地方，生物每因之而

① 頭骨之所以和頸椎骨相接，完全因為有這極極其強健的韌帶，至於該部的筋肉當然也有同樣的效用。巨大的食草獸，這根纖維韌帶特別發達：自後頭骨至第一胸椎骨為止。

生出各種附屬的作用。獸類的表皮下層，常常積有脂肪，豬和鯨類的表皮下有『脂肪層』(Lard 或 Pannicule adipeux)這都是很明顯的例子；此脂肪層可以保護體溫。此外在許多運動器官中，其表面的結締組織裏面也常常附有脂肪，或者變成脂肪組織。使該器官與其他鄰近的器官能有極滑潤的接觸，例如心臟，小腸……等外面的結締組織皆是。

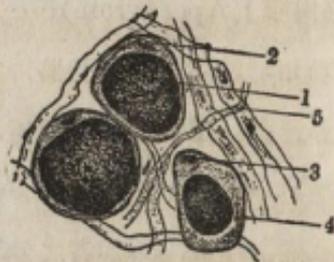


圖102)犬體上的脂肪組織：

- 1, 脂色，鹵酸能使其變成黑色；  
2, 原形質；3, 細胞核；4, 細胞膜；5, 成束的結締織。

VII. 結締組織的主要作用在維繫和支持身體上的器官；所以他常常與骨骼有密切的關係。例如棘皮動物的『真皮』(Derme) 由『稀疏結締組織』組成的；後來在這種組織中間，堆積着石灰質，便成爲『石灰組織』(Tissu calcifère)。此類動物體內的石灰板，即由這種組織變成；這種組織即是該動物之骨骼。

VIII. 脊椎動物，所有的骨骼都由『軟骨組織』(Tissu cartilagineux)和『硬骨組織』(Tissu osseux)所組成。但是以上這兩種組織不是別的，祇是由結締組織變化來的。兩者之關係很深：脊椎動物中，常常在同一硬骨上，一端是『軟骨組織』他端是『結締組織』。

『軟骨組織』確是一種最簡單的結締組織。由大而圓的

細胞組成，名曰：『軟骨細胞』(Chondroblastes) (圖 103)；在這些細胞中間，有同質而又透明的『中間質』，便是『軟骨質』軟骨質雖屬固體，但刀能切割；煮沸之後，成爲一種特殊的膠凍，但是與結締組織的

膠凍大不相同，故另名：

『軟骨質』(Chondrine)。

這些物質在各細胞周圍

漸漸變化，能組成一種

軟骨的外被。在外被

內部的細胞仍能自己分

裂(圖 103,  $c_1$ ) 成爲二

個子細胞，後來在他們

中間，生一層軟骨質的

間隔，便由此分離 (圖

103,  $c_2$ )。『軟骨質』的

來源，似乎是很明白地

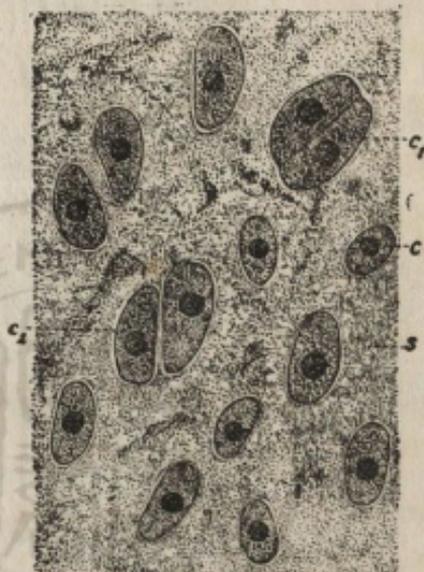
由細胞製造出來的。根據上述的步趨，軟骨能自增長其體積。

在最初的軟骨中，祇有許多重疊的細胞與胎體上原始結締組織

一樣；後來因爲各細胞間的『軟骨質』愈積愈多，細胞便漸漸

各自分散了。

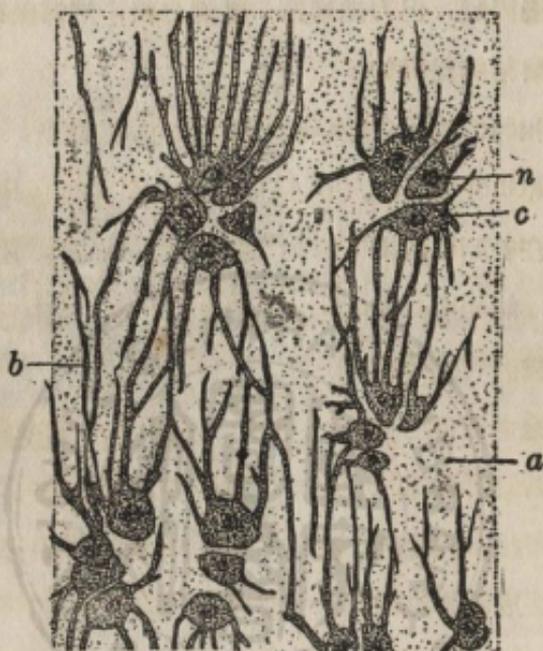
軟骨組織非但在脊椎動物中很普遍，就在無脊椎動物身體上，亦能見到，例如軟體動物的『齒舌』(Radula)，通常都



(圖103)蛙之胸骨上的軟骨組織：

$s$ , 中間質； $c$ , 軟骨細胞； $c_1, c_2$ , 軟骨細胞的分裂。

是軟骨構成的；許多「頭足類」的腦也是藏在軟骨窩中；此軟骨窩又與頭蓋骨相當。至軟骨窩本身的細胞，則非常特別，他



(圖104) 槍鯛(*Loligo*)頭部的軟骨：a, 中間質；c, 具交錯的伸長體的細胞；b, 交錯的伸長體；n, 細胞核。(放大400倍)  
(錄自 RANVIER)

們皆有許多伸長體，能够伸至遠處，與鄰近的細胞相連接，以便交換細胞間的營養品(圖104)。這些具伸長體的細胞，在脊椎動物中，固然是有，但不多見。

軟骨組織，因為他的基本物質——即中間質——的構造並不複雜，所以便能與「膠狀組織」(*Tissu gélatineux*)相似。於此尚應提及許多水母傘部的組織，其堅實的程度，能與軟骨

相等。

『透明的軟骨』(Cartilage hyalin)是最普遍的,內部的中間質純潔透明。有時亦能有『纖維』或『伸縮纖維』貫穿其間,所以軟骨也有兩種變種:

a. 『彈性軟骨』(Cartilage élastique), 例如: 耳殼, 一部分喉頭的軟骨和『耳氣管』(Trompe d' Eustache)等。

b. 『纖維軟骨』(Fibro-cartilage), 例如: 『椎骨間軟骨盤』(Disques intervertébraux), 『定骨節』(Symphyse) 以及與『腱』相交接的軟骨等。

IX. 硬骨組織 (Tissu osseux) 祇見之於脊椎動物。有一定的形狀,這是『硬骨』。並不是隨便發生的,乃由各種連續的變化: 或者,自軟骨變化而成,或者自結締組織變化而成。總之,這種形成硬骨的手續是很複雜,我們留待他日研究脊椎動物時,再作較詳細的考察。硬骨組織是由一類特殊的細胞所組成,這些細胞的名稱即『硬骨細胞』(Ostéoblastes)。在『硬骨細胞』中間,含有一種雜着石灰質的中間質,名曰:『骨質』(Substance osseuse 或 Osséine)。骨質原係有機物(佔全量 $\frac{40}{100}$ ),但在他的中間,含有許多的鹽類(佔全量 $\frac{60}{100}$ )。在這些鹽類中:有碳酸鈣(佔鹽類全量 $\frac{10}{100}$ ); 磷酸鈣(佔 $\frac{87}{100} \rightarrow \frac{88}{100}$ )等。

在上述的物質中間,還有許多的小孔(圖107, c),硬骨細胞便居留在孔穴中;並且在這些小孔中間還有許多更小的溝使

他們連成一起，使各細胞間的養料能夠交通無阻。這些小溝的直徑約1或2 $\mu$ ；稱曰『聯絡溝』(Canalicules osseux)。

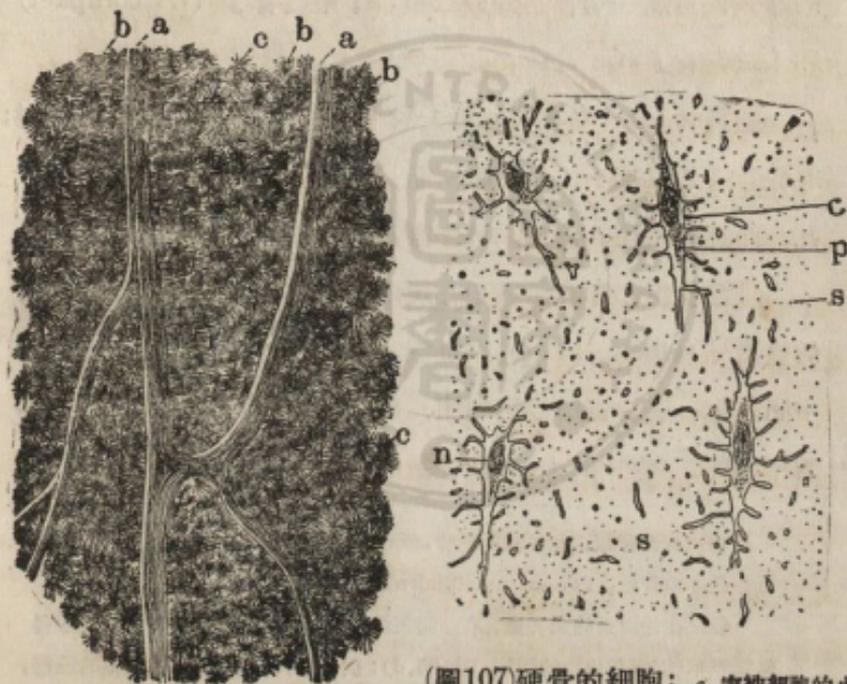
硬骨細胞恰填滿『骨孔』(Cavités osseuses)，此孔的形狀如雞卵，其長常達22 $\mu$ ，寬達18 $\mu$ 。還有多數的伸長體，直達『聯絡溝』使與隣近細胞同樣的伸長體相連接。

硬骨組織內部細胞的位置是很整齊的。一切骨片均有血管穿過其間，並且這些血管還彼此在『骨質』中，交錯成網狀的構造。但雖說彼此交錯，其實卻也有一定的方向——即沿骨之縱走線與骨軸作平行的分布，大家看了圖106便自會明白。如果將長骨橫斷，在剖面的片子上，就能看到血管的橫剖面(圖105)。其實，這些血管是常見之於某種大溝的中部，這些大溝即是『骨道』(Canaux de HAVRES) (亦稱哈維氏管) 他的平均的直徑約1/10到2/10厘米。



(圖105)硬骨組織：a，骨的表面組織；b，中骨道的四周；c，骨道系；d，骨道系交界的組織；e，硬骨細胞。  
(錄自 RANVIER)

一切硬骨細胞安置在『骨道』周圍，作同心圓的排列，整而不亂。這種排列，我們在長骨的橫剖面上，很容易見到(圖105 和圖108) 每個『骨道』周圍，約五層到十層的細胞，作同心圓的排列，在骨道的橫剖面上，可以計算他們的數目。這些圍繞骨道四周的同心圓細胞層和骨道二者的總名即『骨道系』(Système de HAVRES) (亦稱哈維氏系)。



(圖106)長骨的縱剖面：a, 骨道，  
b, 骨道系中的細胞；c, 骨道系交界處的  
細胞。

(放大500倍) (錄自 RANVIER)

(圖107)硬骨的細胞：c, 容納細胞的小  
腔；p, 受固定液影響而收縮後的骨細胞；n,  
細胞核；s, 中間質，中間質的內部，還能  
看到許多已切斷的聯絡溝。

(放大1500倍) (錄自 RANVIER)

我們要曉得每個「骨道系」中<sup>①</sup>所有的「聯絡溝」是作輻射狀的安置，先使骨道與第一環的細胞聯絡一起；繼使第一環細胞與第二環細胞聯絡；……逐次聯絡下去(圖108)<sup>②</sup>。

上述的安置方法，在硬骨組織中，是很確定，而最常見的。所以按組織學上的研究一切硬骨內部的構造是完全一樣的；所以硬骨的分類完全是根據肉眼的直接觀察為基礎。根據肉眼的觀察，可將一切骨骼分成二類：「堅實骨」(Os compact)和「疏鬆骨」(Os spongieux)<sup>③</sup>。

堅實骨本身，沒有別的更大的「骨道」，祇有通常的「骨道」；這些骨道是很細小，非肉眼所能見；所以我們便以他是堅實無孔；而且很堅硬，色白，可作器具。

疏鬆骨內部穿有無數不合規則的小孔，孔中盛滿了「紅色的髓質」(Moelle rouge)或血液，會流於大竇中。這些小孔的中間，有一層骨質將他們隔開，類似於疏鬆海綿，所以有人譯為海綿部。骨中的大溝，是普通的骨道，四周有同心圓形的細

① 有些骨頭，如蛙的大腿骨，祇有一個骨道系組成的，所以在這裏，骨道即是「中骨道」(Canal médullaire)，亦稱「髓腔」。

② 在骨道系的交界處，有一個三角形的地方，這裏的硬骨細胞安置得雜亂無章(這便是中間的組織，圖105, d)；別的便列成環形，或在骨道的邊緣，或在骨道系的邊緣(d與b)。

③ 全部「短骨」幾乎全是「疏鬆骨」；至於「扁骨」，就有點不同了：在他的周圍，係「堅實骨」組成，內部仍為「疏鬆骨」。最後，長骨的兩端亦係疏鬆骨，骨身係堅實骨組成的管子，管內藏有骨髓。這管道的名稱，曰：「中骨道」(Cavité médullaire)，亦稱「髓腔」。

胞層；至於其餘較小的骨溝，亦有細胞圍繞着，這些細胞，作兩



(圖108)硬骨的橫剖面，高度放大：H，骨道；b,c，硬骨細胞；d，骨道系外面的硬骨細胞；s，骨道系交界部分及他的細胞和聯絡絲橫斷面；h，小聯絡絲；p，大聯絡絲。

(放大 1300 倍)

(錄自 RANVIER)

面並行的排列。這些小溝可以認為普通「骨道」的變態。

## C 血的組織

定義——我們可以將一切分散於液體的「中間質」中之細胞所組合而成的組織，歸併於「血的組織」(Tissu sanguin)中，例如脊椎動物的「血液」和「明液」，以及無脊椎動物中與此相類的組織皆是。至於「中間質」的起源，血的組織實與結締組織無異，他們都由中胚葉中生出。當胎體發育初期，血

中細胞和血管上的結締組織有共通的起源；因此，有人認血液係一種具有液體性『中間質』的結締組織。

提起生理作用，血的組織確是非常重要的，非常特別，大概因為血的『中間質』(Substance interstitielle)是液體的，所以他的作用也特別重要。這種液體處於『中胚葉』內各處小腔中，即使受到震動也無妨礙；他能在小腔中繼續不斷地轉移位置，或與表面的組織連聯絡，或與下層的組織聯絡，總結說：他好比是販賣營養品者，賣主是外界的環境，買主是生物體內的細胞。

**血腔和內環境的進化**——在上文已經說過，血液始終藏在『中胚葉』的空隙內，這便是說：有血必有『體腔』(Cavité générales)。許多『腔腸動物』和『海綿動物』既無『體腔』的存在，當然不能有血。在這一類動物體內，常有水在那裏循環，身體上的細胞，直接在水中吸收營養品。

我們祇有在棘皮動物以上，纔開始看到血的組織；但是這一類動物的『體腔』幾乎常常有一個或多個小道與外界相通的。『體腔』中所藏的液體可有三部：有一部分是由外面進入的海水，有一部分是血球細胞，還有一部分是生物體中其他的物質。

『對稱的動物』(Artiozoaires)，即與前者相反，他們體腔與外界隔絕，他們的血液又不與外面的環境相交通。

1. 最下等的『對稱的動物』『體腔』是裝滿血液，體內所有的器官皆生在血中；至於血的運動或賴體腔四壁顫毛的動作，或賴動物體的運動引起血流。總之：這一類血液的循環是非常

不合規則的。

2. 以上這些毫無次序的『體腔』常因身體上其他器官以及各器官間結締組織逐漸發育，便漸漸縮小，漸漸成爲結締組織中的小溝，名曰：『內溝』(Lacunes)；此後一切的血液便祇在這些小溝中流動了，因爲這種關係，血液的行動比較要合規則得多了。

3. 這構造繼續前進，便有抽拽推引血液的專門器官——心臟——的發現，因此血液的流動便不與身的運動發生關係。『心臟』還能使血液的運動繼續不斷地發生有規則的循環。但有些動物，能有多數的心臟。

4. 有了心臟，同時必有『血管』。『血管』(Vaisceaux)之所以與『內溝』(Lacunes)不同，因爲他有他自己的『管壁』：此壁的內面，由『中表皮』(Endothélium)構成；外面圍繞着結締組織，或有『彈力的筋肉』(Tunique conjonctive 或 Musculélastique)。

血管初發生於接近心臟處，繼續漸向遠處推廣。凡是將遠處的血液導入心臟的，名曰：『靜脈管』(Veines)；凡是將心臟中的血送到遠處去的，名曰：『動脈管』(Artères)。

在軟體動物和節肢動物中，血管的構造，仍是不完全的。其動脈管的頂端(離心臟甚遠處)沒有封閉的。血液便由這小管末端溢出管外，或奔流於體腔各部，或注入結締組織的『內溝』中。

5. 在少數「國類」中，循環系的構造，漸漸完備，最後成爲完全獨立的部分。於「動脈管」末端，更生出許多細小血管，名曰：「毛血管」(Capillaires)，依靠這些小管，動脈管纔能與靜脈管連成一起；「毛血管」的管壁，減少到祇有一層「中表皮」。像這樣循環器內部所有的血液，當係純粹的血液了。「體腔」中還有其餘的空隙，盛着別種液體，與血液不同，名曰：「明液」(Lympe)。實際上，「血液」與「明液」，雖不直接交通，但因血管膜有滲透作用，故能間接發生關係。

6. 最後，在脊椎動物的體腔中，亦有二種液體：「血液」與「明液」。他們都居留在一定的範圍——皆有獨立的管子：血液是永遠居在「血管系」中，「明液」亦永遠居留在「明液系」(Système lymphatique)中，各不相混。

血的組織的研究——血的組織的重要特性：(a)有液體的「中間質」，即「血漿」(Plasma)；(b)血漿中的細胞，即「血球」(Globules)，於下文，次第述之。

血漿中，有大部分是水，水中含有溶解的鹽類和「蛋白狀物質」(Albuminoïdes)，這是血液中固有的物質，他們或由小腸中吸收進來的養料製成，或是體內細胞中所毀壞出來的老廢物。至少，脊椎動物和節肢動物的血，一離開血管，立刻凝結成固體①。

① 血之凝固，即死亡的表示，本是因爲血液中，某種蛋白狀物質分解的關係。這種固體物質便是「原纖維質」(Fibrinogène)，遇某種酵素即行分解。通常這種酵素溶解在血液中，祇因他在生活的血中，不能發生作用，故名曰：

無脊椎動物的血液——無脊椎動物中，幾乎全部血球皆無顏色，全部都有變形虫狀運動與脊椎動物的白血球無異。

但是有些特別的種類，亦有着色的血球 (Hématies) 混在血液中，另有別一種色素(如：Hémerythrine des siponcle) 使他有色；在少數的事實上，如圓類和下等的『蠕形動物』的血液中，簡直沒有能見的物质。

通常在血漿中，含着暫時吸收養氣的物質。所吸去的養氣將來能由他們分給於別的細胞以供其使用。吸收養氣的物質每每是有顏色的，故曰：『呼吸色素』(Pigments respiratoires)。無脊椎動物的『呼吸色素』，有時亦能和脊椎動物的『血色質』(Hémoglobine)相似。但是無脊椎動物的呼吸色素都溶解於血漿中，例如螞蝗，蚯蚓以及其他許多的環圓類皆是。另有一類色素是棕色的(Hémaphéine)，有些是青色的(Chlorocruorine)，這後一類的色素於幾種環圓類中見之，大部分軟體動物和節肢動物的『呼吸色素』完全無色，但一遇養氣，即成藍色，名曰：『藍血質』(Hémocyanine)；藍血質中含有銅質，至於通常紅血球中的色素是具有鐵質的。

『原血漿酵素』(Thrombogène)。在每種環境的影響底下，『白血球』發生一種能激起血漿酵素發生作用的物質(名曰：Thrombokinas)，再與血漿中的石灰鹽類同處，能使從前無動作的酵素成為動作的『血漿酵素』(Thrombine 或 Plasmas)，他便將『原纖維質』分解了，分解物中最重要的即是『纖維質』(Fibrine)，他無溶解性，故能凝結成交錯的絲條。再則，在海膽中，有假凝結的現象，這是因為在凝結的血塊中，有大堆的『白血球』的緣故。

脊椎動物血的組織——於此先研究血液，其次研究明液。

脊椎動物的血液——脊椎動物的血液，有二類『血球』(Globules)：『紅血球』(Globules rouges 或 Hématies) 和『白血球』(Globules blancs 或 Leucocytes 或 Phagocytes)。

1. 紅血球是紅色的，因他含有『血色質』(Hémoglobine)，專司呼吸作用。血色質在呼吸器上裝滿養氣，然後又將這氣體分給於其他組織的細胞。

胎體時代的紅血球是圓球形；且有細胞核，能分裂，能繁殖。成長的個體上紅血球的形狀變為扁圓形。一切卵生脊椎動物的紅血球都是扁卵形(圖109)皆具細胞核；在胎生脊椎動物中，則成圓餅形，無細胞核(圖110)。

脊椎動物，達到成長時期，他們的紅血球便永遠無分生繁殖力量。

但在事實上，我們又知道脊椎動物的身體中，一定繼續不斷地增生新的紅血球，所以目前對於這些新紅血球的起源問題，確是組織學上一個最難解決的難題。

大多數學者的意見，紅血球原由許多無色的血球變化而成，這些無色的血球，常常逗留在血液流動緩慢的器官 (Hématopoiétiques) 上，例如『脾臟』(Rate)和疏鬆骨的骨髓之內。這些無色的血球，名曰：『原血球』(Erythroblastes)，他們能够分裂；其中有些個體裝着一點『血色質』，便成為『有核紅血球』(Erythrocytes)。在卵生的脊椎動物中，這些有核的血

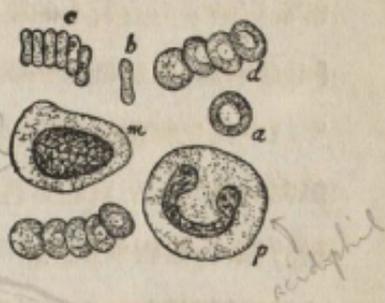
球，即是通常的紅血球；在胎生的脊椎動物中，要待這些有核



(圖109)蛙血中的血球：

a, 紅血球, 正面的圖形; b, 側面的圖形, m, 白血球; (一切的血球皆有細胞核)。

(放大 720 倍)



(圖110)人血中的血球：

a, 正面的紅血球; b, 側面的紅血球; c, 重疊的紅血球; d, 斜面的紅血球; m, 圓核的白血球; p, 長核的白血球。

(放大 720 倍)

血球的細胞核完全消失以後，纔成爲正式的紅血球。

2. 脊椎動物的白血球與無脊椎動物的白血球一樣，是無細胞膜的細胞，故能作變形的運動，故又稱爲『變形細胞』(Amoebocytes)。獸類中，有數種不同的『白血球』：最常見的一種，即『長核白血球』(Leucocytes polynucléaires)，其細胞核伸長如帶，有時成種種奇異的形態(圖110, p)：或分枝，或細腰。另一種白血球形較小，其數五倍於前者，并有一個圓形的細胞核，故名：『圓核白血球』(Leucocytes mononucléaires)(圖111, b)。有些學者以爲這兩類的白血球有直接的親緣，能互相變化的；另外有些學者便認他們完全不同類，各有各的

起源，也各有其固有的特性。

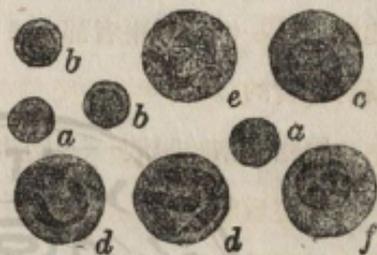
『紅血球』決不出血管以外。『白血球』便不同了，他們常常穿過『毛血管』的膜壁，走出血管外面來。大家已知道『毛血管』的膜壁祇係一個單層的『中表皮』組成的。白血球能穿過中表皮細胞的間隔，再經過那薄層柔軟的『中間質』。假使追究白血球之所以能穿過膜壁的原因，就是因為他們有變形運動的緣故，他們祇要在中間質中穿一小孔，便能通過其體；過後，小孔自能封閉。這通過白血球的小孔稱：Diapédèse。待他們出了毛血管，便在結締組織的『中間質』中遊行，這便是我們上面所說的『遷徙細胞』。

『白血球』對於生物的經濟，確是大有關係，因為他們能作變形的運動，能包裹外來的小體，實與變形蟲之吞併食料無異。遇到能消化的小體，一被包裹，即受其消化；如遇不能消化的物質；亦能被他們運至遠方。這種包裹外物的動作，名曰：『吞併』(Phagocytose)。故又有人名白血球，曰：『吞併細胞』(亦稱喰細胞)(Phagocyte)。我們也可以講：白血球負有掃除生物體中老廢物的責任。普通許多已死的細胞，都是被他們所吞噬，所消化。這樣能使生物體內得以清淨無癩。當血液偶然流到結締組織中，堆積在那裏不能移動的時候(就是一般人所說的赤色的死血塊，有時在皮外亦能見到)，亦依賴白血球將已死的紅血球吸收去，血塊自然漸漸消滅於無形了。

更有進者，白血球對於生物抵抗外來細菌的作用，是很要

緊，而最有效的。生物體中，確實有一部分外來的病菌被白血球所吞食，所消化。如果外入的病菌不是發生十分迅速的話，單靠白血球的動作亦能將他們立即撲滅的①。

長核白血球 (Leucocyte polynucléaires) 和圓核白血球 (Leucocytes mononucléaires) 都能夠依分裂法繁殖，祇是前者多用間接分裂法，後者多用直接分裂法。但是他們的來源，完全不同：圓核白血球原由更小的細胞，名曰：『明液球』(Lymphocytes)轉



變而成的，這些『明液球』的身材祇有 $7\mu$ 的直徑，有一個很大的細胞核(圖111, b)，在血液中也能见到。這些『明

(圖111)各種白血球的形狀：  
a, 紅血球(爲比較用的)；b, 明液球；  
c, 圓核白血球；d, 長核白血球(但是中性的)；e, 同是長核白血球，但 Eosine 能使他內部的顆粒染成紅色；  
f, 原血球②。

① 白血球吞併廢物的作用，在全動物界中都很要緊，我們將來還要有多次的討論。在許多動物變態期間中(如昆蟲類和兩棲類等)，完全依賴白血球的吞併動作，所以一切變態場中毀壞下來的物質(如蝌蚪的尾巴，幼蟲體中分解下的組織等)機能收縮，引退。最後，在動物中，還能有專門爲吞併廢物的器官(Organe phagocytaire)，他原由許多固定的細胞集合而成，這些細胞皆具白血球的特性。這便是許多排泄的器官，他能夠包裹鄰近所有的固體小體。這一類器官的構造是非常有變化的。

② EHRlich 能用各種 Aniline 的染料，使白血球着色，他以爲根據染料的反應能將長核白血球分成以下幾類：吸收鹽基性染料的長核白血球(Leucocytes basophiles)，吸收酸性染料的長核白血球(Leucocytes acidophiles)，吸收中性染料的白血球(Leucocytes neutrophiles)。他所用的鹽基性的染料是：甲基綠(Vert de méthyle)；酸性的是：洋紅(Fuchsine acide)；中性的：是橙色素(Orange)。

液球』能直接變成『圓核白血球』，這種變化以及『明液球』本身的分裂，大都在『明液結』(Ganglions lymphatiques)中進行。至於長核白血球的變化格外曖昧。有些『長核白血球』確是在疏鬆骨的骨髓中變化起來的，所以他們的發源地與紅血球的發源地一樣的。有些學者還以為白血球的起源和紅血球的起源也是一樣的：兩者都由『明液球』變化出來。但目前尚沒有確實的證明。

脊椎動物的明液——『明液』(Lymph)是完全由血漿和白血球組成的。

這種『血漿』和『白血球』完全與血液中所有的一樣。明液管中的血漿不是別的，祇是一些由血管中滲透出來的血漿，至於明液管中的白血球也是由血管中穿過來的。

明液所在的地方，共有以下幾處：1. 體腔的全部或局部；2. 結締組織中的間隙；3. 明液管(或名乳糜管)。按新近所得的結果，上述三類有明液的地方，雖不能直接互相交通，但是明液中的白血球和血漿卻能依滲透作用或爬行的動作，經過其四周膜壁，互相往來。

明液管的作用，即將各處分散的明液引到『明液系』裏來。明液管的組織，可分二部：『明液毛細管』(Capillaires lymphatiques)互相交錯，遍布於身體各處；另外還有『明液管』(Trons lymphatiques)較前者為大，許多毛細管中的明液皆集合於這些大管中，他們將明液直接注到血管中①，

在明液管中間，還有別的比明液管較大的器官，名曰：『明液結』(Ganglion lymphatique)，內部分成多數小腔，各腔互相交通，內部裝滿明液；『明液球』(Lymphocytes)和『圓核白血球』大都在這些地方造成的。Ganglion (pl)

## D 筋肉組織

『筋肉組織』(Tissu musculaire)也是非常特別，專門適應於伸縮作用。其實，有伸縮的特性，自然有變形的特性，而變形的特性，卻是一切原形質的公有性。但是在胎體發育的過程中，待生理分工實現以後，所有的伸縮工作，皆由筋肉細胞負之，至於其他的細胞，祇有保存着極細微的伸縮性。這生理的分工，能由解剖學上看出來，大凡有伸縮性的細胞體，必然會伸長成絲，名曰：『筋纖維』(Fibre musculaire)。筋纖維內部的原形質，還能變成許多的『筋原纖維』(Fibrilles)，彼此並列，當他們感受外界刺激時立即能收縮；影響過後，仍能恢復原狀<sup>①</sup>。筋肉的動作，名曰：『收縮』(Contraction)。

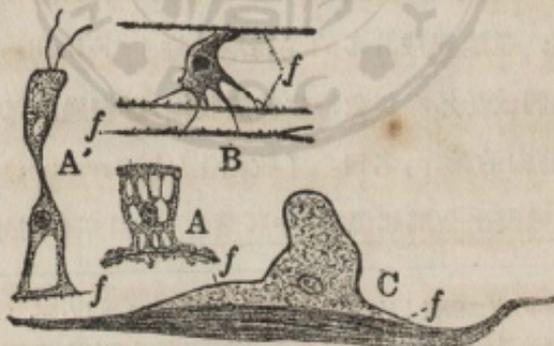
筋肉組織幾乎全部起源於『中胚葉』。但亦有例外：在腔

① 在獸類中，有二個很大的明液管：一個是『胸明液管』(Canal thoracique)將明液注到左臂靜脈中；另一根更大的明液管通至右臂靜脈中。

② 應將『生理的收縮性』(Contractibilité)和『物理的伸縮性』(Elasticité)分開來。因為生理的收縮，緣生命而有的；物理的伸縮是不分生物與非生物的。我們要知道生理收縮的結果能使面積縮至最小——圓球形(例如變形蟲)。至於在筋纖維中，此種收縮的動作是不完全的，他祇能縮短，但決不能收縮到圓球形。

腸動物中，原來是沒有中胚葉的，他們的肌肉多來自『外胚葉』或『內胚葉』。即在中胚葉發達的動物中，亦有非起源於『中胚葉』的收縮組織；獸類汗腺中的收縮細胞是起源於表皮。不過這祇是一些少見的例外罷了。

1. 不完全的肌肉細胞——有時細胞中，祇有一小部分細胞質能夠變成原纖維。例如有些纖毛虫類（如鈞鐘虫，喇叭虫等）其外層原形質便包含着與此相類似的收縮原纖維，排列於整個身體的外面，使原形質能有迅速的收縮。腔腸動物中，尤其是在『淡水螳』和『水母』中，有些表皮細胞，基部亦有收縮的能力。上部則仍與通常的表皮細胞無異，並且還可以看到許多粒狀的原形質包圍於細胞核的外面，有些則有顫動的細毛，有些則為腺細胞。但其基部則分化而成一根能收縮的原纖維，恰與基膜相連接（圖112, A）。這些細胞名曰：『表皮肌肉細胞』



(圖112)表皮肌肉細胞的代表：A，外胚葉；A'，淡水水螅的內胚葉；f，原纖維。B，尾仔蟲(Cercaire)的表皮肌肉細胞。C，圓形的表皮肌肉細胞和其基部的原纖維。

(Myoblaste 或 Cellules myo-épithéliales)；連合起來，即為

【肌肉表皮】(Epithélium musculaire)。

圓圓類 (Némathodes) 的【體腔】乃由許多大細胞構成：這些大細胞還在那裏向外凸出，變成一種最奇異的【中表皮】(Endothélium)。這些大細胞本身有大部分是由粒狀的原形質組成，細胞核位於中部，他們的基部又有能收縮的細絲(圖112, C)。這也是一種【中表皮肌肉細胞】。此外，可以舉出很多的例子。

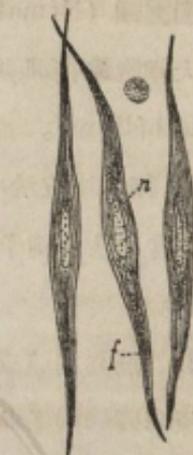
2. 肌肉細胞或平滑筋纖維——生理分工愈是進步，愈有多量原形質變成【收縮絲】(Fibrilles contractiles)；這在肌肉細胞裏面可以看出來，亦稱：【平滑筋纖維】(Fibres lisses)。【棘皮動物】和【軟體動物】全部的肌肉都是由這一類的肌肉細胞構成；並且脊椎動物消化器官的肌肉也是與之相同。人類的【平滑筋纖維】，平均身材：長約  $45\mu$ ，寬約  $6\mu$ ；每個祇有一個細胞核(圖113)這些細胞周圍的原形質完全變成細長，而同形的收縮絲，彼此並列；祇在細胞核的周圍，有一薄層的粒狀原形質，尚未受到變化。這細胞的收縮動作是很緩慢：但經過收縮後，仍能漸漸恢復原狀。

3. 橫紋筋纖維——肌肉細胞中，最特別，最完全的，便是【橫紋筋纖維】(Fibres striées)。脊椎動物一切能自由運動的肌肉，無不由【橫紋筋纖維】組成的；幾乎全部節肢動物中的肌肉也是一樣。在別的動物中，也能找到同類的組織，例如【棘皮動物】柄部周圍的組織以及在【蛭輪蟲】，和許多【腹

足類』的咽頭，和『頭足類』的『鰓心』(Cœurs branchiaux = C. veineux)中皆能找到。

『橫紋筋纖維』確是分化程度最高的細胞。其原有的形狀，已受到深刻的改變；但是，許多關於橫紋筋纖維發育的研究，給我們證實他們在組織學上的來源。這樣的結果是非常可靠的。

一個橫紋筋纖維在發源的時候，祇是一個『中胚葉』細胞，毫無一點分化的現象；後來這個細胞自己伸長成梭形，其細胞核也正分裂得很激烈。



(圖 113) 變根游離的平滑筋纖維：

*n*, 細胞核；*f*, 原纖維。

總之，橫紋筋纖維不是別的，祇是一個多核的細胞；但亦可以當他是由許多未曾分隔的細胞所組成。在人類胎體中，三月以後，纔有原纖維的發現；其發現之次序：首先祇在細胞周圍(圖114)；次則漸漸及於中部；最後全部原形質皆受此分化作用。一個類此的筋纖維，當他完全發育時，是一根很長的細絲走入於小的筋肉中，自器官之一端到別一端，可以有 12 厘米長，但通常不超過 3 厘米。用低度的顯微鏡觀察這些筋纖維，見有重複的細紋(圖116)：一種是縱紋的，因為原形質更分成許多原纖維的緣故；另一種是橫紋(圖115)，也很重要。橫紋筋纖維的名字，即因此特性而有的。

橫紋筋纖維的周圍，繞着一層薄的原形質外膜，名曰：『筋

纖維鞘』(Sarcolemmе) (圖116, *s*)；筋鞘之下，即有許多的細胞核，其數能達數百顆以上。然而這些細胞核，並不是常常在表面的：蛙筋肉上的細胞核是隨處分散的；獸類筋肉上的細胞核起初是位於筋纖維的中部，後來纔移到表面來。講到內面的原形質，幾乎全部變成『原纖維』。關於這類原纖維的構造，我們停一會兒再研究，他們通常都排列成束，名曰：『原纖維束』(Cylindres primitifs)。常常在細胞核的周圍，有一層粒狀的原形質，在『原纖維束』的中間，同樣有一層未受分化的原形質將其相互隔開。

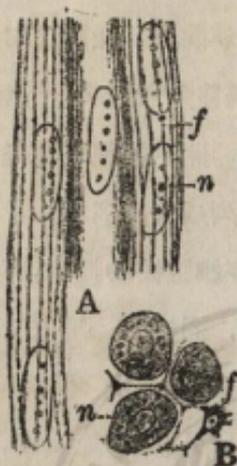
『橫紋筋纖維』中，『原纖維』的構造確有點複雜，我們應當詳細的研究一下。

橫紋筋纖維中之『原纖維』能用特殊的化學品使其各自分離。他們便成為極細小的細絲，直徑至多祇有1或2 $\mu$ 。在高度顯微鏡中，可以看到如圖117所示之形狀：橫紋可分為明暗二種的短節：相間而列<sup>①</sup>。因這些小節，便使我們以為他是具有橫紋。一個橫紋筋纖維所有的原纖維上的『暗節』都位於同一個水平線上，並且還是彼此相連接；這樣具體的形狀，便無異於一種

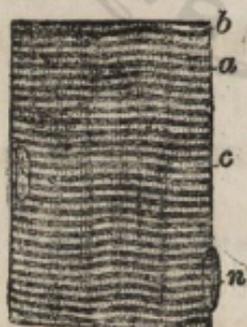
① 實際上，其安排之方法，常有變更，較此地所敘述的還要複雜得多(圖118)：

1. 有時在每個透明小節中，還有一個灰色的間隔，名曰『薄節』(Disque mince d'Amici)(圖118, *I*)，這些『薄節』經過一切的『原纖維』和間隔的物質，因此便將整個橫紋分成許多層次；
2. 在『薄節』與『暗節』之間，另有第二種較前稍透明的薄節 (*s, s'*)；
3. 最後在每『暗節』的中部，必較其兩端透明(即名曰：Strie de Hensen, *s'*)(圖118, *s'* 和 *s, s'*)。

具有橫紋的東西了。



(圖114)正在發育的橫紋筋纖維：  
(A, 縱剖面; B, 橫剖面): n, 細胞核; f,  
細胞周圍的細胞質已分化成原纖維。  
(放大500倍) (錄自PRENANT)



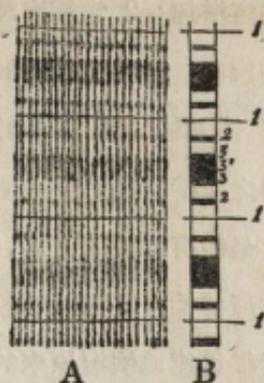
(圖115)一段橫紋筋纖維：  
a, 暗節; b, 明節; c, 筋纖維鞘; n, 細胞核。  
(放大 700 倍) (錄自RANVIER)



(圖116)兩根並立的  
筋纖維：他們的下端被  
刀幾乎切斷，並能見到筋纖  
維鞘。(s)筋纖維表面的原  
形質，(a)以及細胞核。p, 筋  
肉質及其二種紋路。n, 細  
胞核。(放大 270 倍)  
(錄自 RANVIER)



(圖117)筋纖維構造的模式圖：DS，暗節；DC，明節。



(圖118) A, 蠅蠅 (*Micragaster glomeratus*) 幼蟲一部分的筋纖維，所表示的各種原纖維及其實際的構造。B, 係一根單獨的原纖維放大到易於看到其中各種不同的層次。

在生理上說，按 RANVIER 的意見，一切收縮的作用是由『暗節』主持的。一感受外界的刺激，原纖維即行收縮，其收縮的總量，即等於全長所有暗節收縮的總量；所以『明節』祇有物理上伸縮(Elasticité)的動作，沒有生理上『收縮』(Contractibilité)的動作了。

肌肉收縮的時候，暗節中部必然失去一點液體，與海綿受外力壓迫而失水之狀態無異。因為有這種關係，所以暗節在收縮時，他的高度減少，寬度增加。但人還要問：那些已流出的液體到那裏去？有些著作家以為他們積蓄在原纖維與原纖維的間界處，使他們彼此隔離得格外遠些。有了這種極精緻的生理動作，便能解釋許多已知的肌肉生理作用：1. 當肌肉收縮時，其寬

度必定增加；2. 當肌肉收縮或伸展時，其積量毫無改變：好似他的內部，有某種液體的遷移；3. 在收縮的時候，各節改變顏色。據其他的著作家的意見，以為肌肉收縮時，由『暗節』中流出之液體，積貯在『明節』中。

最後有待於研究者，即橫紋筋的生理作用。橫紋筋最重要的生理特性，莫如他在收縮時的速度：橫紋筋能忽然收縮，少頃又能很迅速地恢復原來的長度。在外面看，好似有連續不斷的收縮動作，究其實，祇是由無數迅速的一伸，一縮的動作連合而成（名曰：Tétanos physiologique）。這些橫紋與倏忽的收縮，確有莫大的關係。的確，在一個橫紋筋中，能收縮的物質，已分成許多小節；分節的動作能使這種物質的表面面積增加，那末，由表面進入外來的養料，足以供給收縮時的需要，所以分節的動作與收縮的部分所有的面積及養料的吸收是成正比例的，即是節數愈分得多而短，則其面積愈增加，吸收養料亦愈充足。此外又能拿同樣的道理來解釋收縮時暗節內部排泄液體的事實。因為這樣，所以我們能說：橫紋筋的收縮，所以有如此迅速，完全是因為分節的關係。

4. 心臟的肌肉細胞——心臟中的收縮細胞，有點像似間於『平滑筋纖維』與『橫紋筋纖維』之間。他們和營養器官中所有的收縮細胞是一樣的：都係簡單的細胞，內部祇有一個細胞核（圖119）。但細胞中所有的原纖維的構造，完全與橫紋筋中的原纖維一樣，所以心臟的收縮能夠迅速。下等脊椎動物

的心臟細胞中，其橫紋不十分明顯，但動物愈是高等，愈加明顯。

心臟細胞的形狀確有一點特別，他們時常分枝，形如Y，許多分枝的筋肉細胞連合起來，成爲一種網狀體。

筋肉組織間的連合——通常『平滑筋纖維』不能單獨組成一團塊狀的組織，卻能排列成一種『扁平膜』(Membrane 或 *Tunique musculaire*)。最通常的，他們是很整齊的互相並列，這是在那些不甚重要的結合中，並且還有由結締組織構成的隔膜，使他們連成一道。



(圖119)心臟的  
筋肉細胞。

至於『橫紋筋纖維』便不同了，他們連合成許多彼此有明顯界限的『筋肉』(*Muscles*)，內部的原纖維藉許多結締組織支持著；這一類支持筋肉的組織，確很豐富，集合全部結締組織，名曰：『筋鞘』(*Perimysium*)。1. 筋肉的表面，包有一層結締組織，名曰：『外筋鞘』(*Perimysium externe*)；2. 由這外鞘上，又分出許多結締組織的間隔，將全個『筋肉』分成許多部分；3. 再後由這些小部分四圍間隔上還生出許多更小的間隔，將各部又分成許多更小的部分。以上這些在外鞘以內的結締組織均稱之爲：『內筋鞘』(*Perimysium interne*)。

在每個最小的部分以內的一束『筋肉纖維』名曰：第一級

肌肉纖維束 (Faisceau de premier ordre), 更集合許多第一級肌肉纖維束成爲較大之部分, 稱爲第二級肌肉纖維束 (Faisceau de seconde ordre) ①。

## E 神經組織

神經的定義——我們在前面已經看到, 『感應性』 (Irritabilité) 是原形質的公有性。在外圍刺激影響之下, 所有的原形質均能感受, 因感受而發生種種生理作用的反應: 或是運動, 或是分泌液體等。

多細胞動物的細胞, 和單細胞動物的細胞一樣的, 都能在其外圍環境直接動作之下發生反應: 例如一根筋纖維能應外界的刺激 (如電流等動作), 而起收縮 ②。

但在後生動物中, 有一新事實發生。即直接的環境刺激並不是肌肉收縮的惟一原因: 這種收縮也許是因多少遠處別的細胞的刺激而起的, 而且這一種間接的刺激是很常見的。肌肉亦與其他的工作細胞一樣, 通常均存於組織的較深處, 不能直接接收外來的刺激。所以一定要有別的細胞專負接收外來刺激的責任, 而且這些細胞的形狀也一定與別的細胞不同: 1. 一方接

① 按魏近 DUESBERG 的研究, 原纖維係原形質中的絲條, 原由『棍狀線粒體』 (Chondriocentes) 轉變成的。

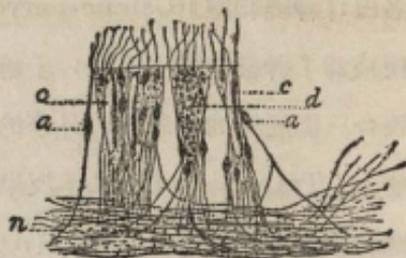
② 腔腸動物的表皮肌肉細胞 (圖112, A) 即能給我們一個直接感覺的例子: 外來的刺激, 由表面的細胞接受, 再傳至原形質中, 最後及於細胞基部的原纖維, 他便立即收縮。

收外來的刺激；2. 將外來的刺激傳達到動作的器官。這些細胞，名曰：『神經細胞』(Cellule nerveuse)。集合許多的神經細胞，便成爲『神經組織』或曰：『神經系』(Système nerveux)。連合三個連續的現象如：外來的『印象』(Impression)，『傳達』(Transmission)和『反應』(Réaction)，便構成所謂感應的動作(亦稱反射動作)(Acte réflexe)；至於這三種動作所經過的道路，名曰：『感應弓』(亦稱反射弧)(Arc réflexe)。

感應弓的漸次複雜化——最簡單的『感應弓』首見於腔腸動物(圖120)。其表皮細胞的深處，生有一根細長的絲條，在絲條之末端，還能和距離稍遠的筋纖維相接(圖121, A)。所以表皮細胞能直接感受外來的刺激而生反應；但當反應時，同時又發現一種『能力』(Energie)，有人以此與電力相比較，故有『神經流』(Influx nerveux)之名。這『神經流』能够傳至其基部的長絲上，再由長絲之他端擊動筋纖維，使之收縮。此地接收刺激的細胞，雖屬表皮細胞，然其功用實與神經細胞無異，故有『表皮神經細胞』(Cellules neuro-épithéleales)之稱。那根傳達神經流的長絲，名曰：『神經纖維』(Fibre nerveux)。

在多數事實上，『感應弓』總比上述的要複雜些(圖121, B)：接受外來刺激的細胞(圖121, s)沒有直接與動作細胞相連，所以他祇有感動第二個神經細胞(m)，然後再由第二個細胞擊動運動的器官。因此在同一個感應動作中，便有兩個有關係的細胞：第一個名曰：『感覺細胞』；第二個名曰：『運動細胞』。

感覺細胞，也許是表皮神經細胞，但通常存於很深的地方，祇有一根神經纖維與體外的影響發生關係，也僅有這外露的神經纖維的末端能接受刺激（圖121, C）。這個完全居於下層的細胞，名曰：『神經細胞』（Cellules nerveuse）。



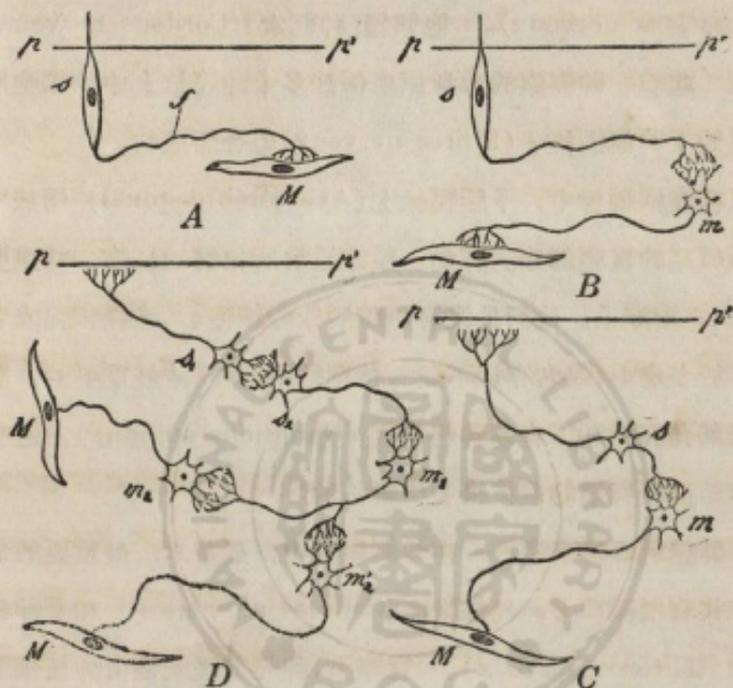
『運動細胞』常常也是居在深處，他也是神經細胞。

至若較複雜的『感應弓』：即在接受刺激的機關和末端的刺激機關，兩者之間，還有幾多過渡的神經細胞，彼此連接，有如梯級形之連索。這些極複雜的機關，大都存在於志願的運動中（即大腦的作用）；所以在這樣的複雜的情形底下，『神經流』必須經過四個細胞（圖121, D）：第一，是『邊緣感覺細胞』（Cellule sensitive périphérique）（ $s_1$ ）；第二是『中樞感覺細胞』（ $s_2$ ）；第三是『中樞運動細胞』（Cellule motrice centrale）（ $m_1$ ）；和一個『邊緣的運動細胞』（ $m_2$ ）<sup>①</sup>。

神經細胞的起源及其位置——凡是接收外界刺激的機關，一定直接與外界發生關係，這是可以想像得到的事情。所以最初的神經細胞一定係表皮的神經細胞，位於外胚葉中。但是最

① 邊緣感覺細胞亦稱末梢感覺細胞；邊緣運動細胞亦稱末梢運動細胞。

通常的事實告訴我們神經細胞的位置，均與表皮相離。談到他們的來源，當然由外胚葉生出；這祇是一些下陷的外胚葉細



(圖121)『感應弓』由簡單進於複雜：A，祇有一個神經細胞的感應弓：s，表皮神經細胞，由神經纖維(f)將外來的刺激傳給肌肉細胞(M)。B，二個神經細胞的感應弓：s，感覺細胞；m，運動細胞。C，與B同，但是感覺細胞已陷至下層，變成正式的神經細胞了。D，腦部感應神經弓的情形，其中有許多神經細胞彼此相關連：例如一個『邊緣感覺細胞』(s<sub>1</sub>)；一個『中樞感覺細胞』(s<sub>2</sub>)；一個『中樞運動細胞』(m<sub>1</sub>)，他能擊動另一個『邊緣運動細胞』(m<sub>2</sub>)〔有時還另有第二個運動細胞，用虛點表示(m'2)〕。圖上所有的，pp' 都是表示身體的表面。

胞而已。有時神經細胞單獨下陷到皮層以下，通常集合許多相同的細胞向內陷入；稱這個內陷的細胞團曰：『神經中樞』

(Centre nerveux)。

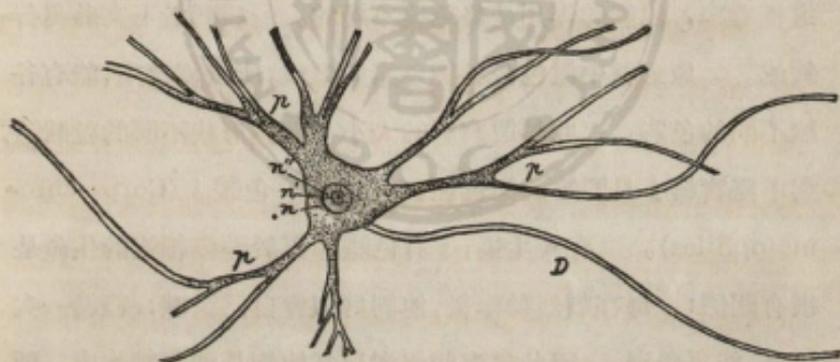
在無脊椎動物中，這些內陷的細胞團，名曰：『神經結』(Ganglions nerveux)。他們賴『神經索』(Cordons nerveux)連成一起。神經索的本身原來係許多『神經結』中的細胞所發出的『神經纖維』(Fibres nerveux)組合而成的。

在脊椎動物中，『腦髓軸』(Axe cérébro-spinal) 構成中樞神經系的重要部分。如一般人通常所相信的是唯一的重要部分。實際上，他們是沒有邊緣的感覺細胞。邊緣細胞或者是存於表皮上，或者存於不同的神經結中，神經結最重要的，莫如腦部神經結和『脊髓神經結』(Ganglions spinaux)，這些神經結是與脊髓的『後根』相聯絡的。

神經組織的研究——在神經組織中，最基本，最重要的部分，共有二種：『神經細胞』(Cellules nerveuses) 和『神經纖維』(Fibres nerveux)。實際上，神經纖維祇是由神經細胞伸長出來的細絲。神經細胞均藉神經纖維，纔能與其他隔離遙遠的細胞相聯絡。我們先敘述神經細胞，次敘述神經纖維。我們所舉的例子，可代表中級複雜程度的細胞，這便是脊髓前角上的『運動細胞』(Cellule motrice)。

I. 神經細胞——神經細胞是由一塊很大的原形質(圖122)組成，直徑平均可達 50 微米(一微米等於  $1\mu$ )；有些較大的，例如牛脊髓前角的細胞其直徑能達 140 微米，所以這一類的細胞是肉眼可以窺見的。

由形態學上立論 神經細胞一定發出若干伸長體，於是細胞乃成星芒形，稱之爲：『多極細胞』(Cellules multipolaires)。這些伸長體，更能分爲二類：第一類祇有一種，名曰：『中軸伸長體』(Prolongement axiale 或 Filament de DEITERS)。爲神經纖維中最要緊的部分，即是『中軸絲』(Cylindre-axe 亦譯『軸索』)。對於這『中軸絲』我們將來還要作更詳細的研究。除中軸絲外。其餘的神經纖維彼此沒有多大區別(圖122, *p*)。這些神經纖維的數目，通常自5到6，內部所有的細胞質與細胞體中所有的一樣；所以他們是直接由神經細胞中分出，中間毫無隔膜的。故又稱他們爲：『原形質伸長體』(Prolongements protoplasmiques)。他們的基部就分起枝來，有時這些



(圖122)小牛脊髓上角灰色層中之神經細胞：n，細胞核；n'，細胞仁；n''，核內原形質；p，原形質的伸長體；D，中軸伸長體。

(放大170倍)

(錄自RANVIER)

枝梢之多實能出於想像之外，故又有『纖維枝』(Dendrites)的名稱。在各個小枝梢上，還分成更小的枝梢，以至於這細胞

全個圖形很是特別的（圖127, *pr*）。中軸絲的身材有時能達到很長（一米），常自髓髓達到指端。

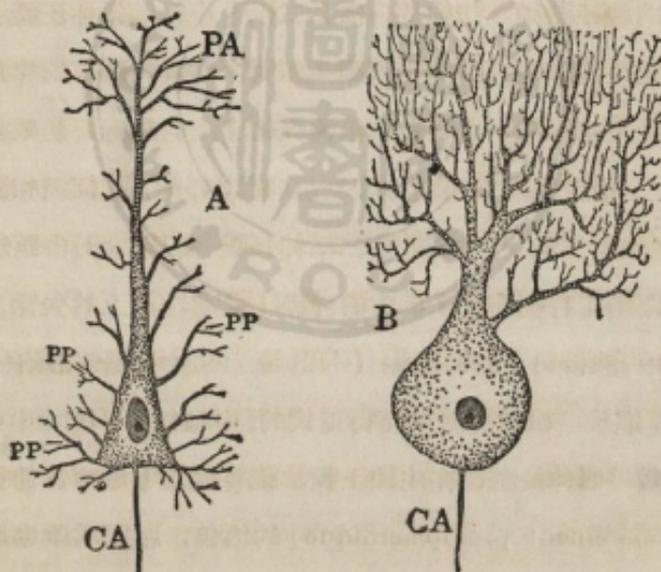
論及神經細胞的本身，他沒有明顯的細胞膜，但有一個很大的細胞核。核內的「染色質」常常結成團塊，名曰：「堅實核」(Caryosome)。在細胞核的外邊，好像有一個「中心體」，和一粒「中心質」。在細胞質中，有一種最特別的變化，他對於神經細胞的作用，是不無關係的。這便是原形質內部的網狀組織；這網狀體原由許多最細小的絲條交錯而成，并能遍布於一切伸長體中。有些著作家以為這網狀體與另一種「海綿狀的原形質」(Spongioplasma)相重疊的；另外又有人以為這祇是一種連續的網狀體。一切神經中傳達的動作，都是由這些細絲負責。這樣看來，他們的作用是最重要不過的。我們於下文將另行敘述。原形質中還包含各種色素的顆粒，所以細胞中，能有各種不同的色彩。此外還有別的大小不一，形狀不同的粒狀體，與「堅實核」具同等的染色性，名曰：「有色體」(Corps chromatophiles)。有人主張，「有色體」對於神經細胞的生命是很有關係：每在劇烈動作後，他們好似會自己消滅；經過一次休息，能再發現。因此另有些學者以為他們是神經細胞中一種特別的營養品。至於他們的作用究竟如何，目前尚極曖昧。但「中軸伸長體」，卻沒有「有色體」。

神經細胞的種種變態——有幾種具有特點的神經細胞，我們將他記述在這裏。

根據神經細胞伸長體數目之多寡，將他們分成以下幾類：『多極神經細胞』，『二極神經細胞』和『一極神經細胞』。

a. 多極神經細胞 (Cellules multipolaires) 是些模式的神經細胞。在這類細胞中，大腦半球上的細胞確應另成一類。的確，大腦半球表面褐色層中的細胞都是圓錐形 (圖123, A)：許多『伸長體』都由尖端的表面發出；至於錐的底邊，祇有一根『中軸伸長體』，這是執行志願運動的神經細胞，亦稱爲『塔形細胞』 (Cellules pyramidales)。

如果在脊椎動物中，作比較的研究，便知物種愈進化則此



(圖123) A, 大腦半球灰色層中的多極細胞(塔形細胞)：CA, 中軸絲；PP, 伸長體；PA 末端的枝梢。B, 小腦上灰色層中的二極細胞 (即 PURKINJE 的細胞)。 (錄自 MATHIAS DUVAL)

類細胞的伸長體數目亦愈多，分枝亦格外厲害。即在獸類胎體進化場中，也能見到此類塔形細胞各種進化的階級。

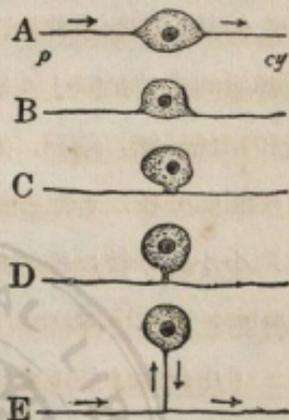
b. 二極神經細胞 (Cellules bipolaires) 祇有兩根伸長體。每見之於小腦的褐色層中(又名 Cellules de PURKINJE)。這些細胞的形狀有如梨子，在梨的下端發出一根『中軸伸長體』；其對方則漸尖細，及其末端即行分枝，枝梢數目極多，但極有次序，結果成爲一株經過剪枝手術的果樹形(圖123, B)。

在魚類『脊髓前根神經結』(Ganglion rachidien)上，可以找到類此的二極細胞(圖124, A)，形狀如梭，兩端則有具同等構造的神經纖維，彷彿是一個具二根『中軸神經伸長體』的細胞。但是在形態方面，他們雖甚相同，然其生理上的作用，彼此則決不能一樣：『脊髓前根神經結』上的細胞，是感覺的細胞，有一根神經纖維通到身體表面(圖124, p)。經過相關的神經，直達表皮爲止。至於第二根伸長體(圖124, cy)由該細胞出發，經過『脊髓前根』後方的神經(圖132, G 上的矢標)，進入脊髓中，然後與『運動細胞』(Cellules motrice)發生關係。實在說，這後一根伸長體纔算得正式的『中軸絲』(Cylindre-axe)；至於前一個伸長體，在生理上說，祇有通常『原形質伸長體』(Prolongement protoplasmique)的價值，祇因爲他也是非常重要，特別伸長的關係，所以分化程度能和『中軸絲』一樣。

c. 一極神經細胞(Cellules unipolaires)：我們亦可以將『表皮神經細胞』看作一極神經細胞，他祇有一根伸長體，即其

基部的『中軸絲』是也。

另外有正式的一極神經細胞，他們真是祇有一根伸長體。這就是大部分脊椎動物脊髓前根神經結上的細胞，他們祇有一根『中軸絲』(圖124, E)。但是這根伸長體不久便分為二枝，各向對方伸長。至此我們纔能說他與魚類中的二極細胞有同等的價值；所差別的，祇是這裏兩根伸長體在出發時接合一起。須在胎體發育場中，作了比較的研究以後，纔能格外明白由二極神經細胞進至一極神經細胞經過的各種過渡形式 (圖124)。



(圖124)由二極細胞(即魚類脊髓前根神經結上的細胞)變成一極細胞(獸類的脊髓前根神經結上的細胞)。

無脊椎動物神經系中的神經結，幾乎完全由『一極神經細胞』所組成 (圖129)。那根單獨的伸長體即是『中軸絲』(c)；另在神經纖維出發的基部，還有其他發自兩旁的枝梢，各枝末端留在本神經結中。以上這些枝梢實能與脊椎動物的伸長體相比較。這樣一來，我們便能將所有的『一極神經細胞』皆歸納到二極或多極的神經細胞裏，又可說他們沒有基本的分別。

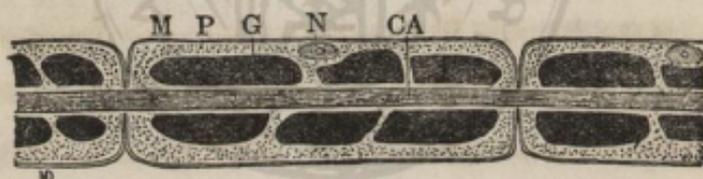
我們要曉得神經細胞是傳達的器官，決不能沒有伸長體以為傳達之用。

## II. 神經纖維——『神經纖維』(Fibre nerveux)中最要

緊的部分，莫如那根由神經細胞中發出的長絲，名曰：『中軸絲』，他常處於各神經纖維的中部，故有此名。其實『中軸絲』由細胞體中方伸出的部分，便與通常的伸長體完全不一樣：第一，他是由細胞中伸出，基部與末端皆有同樣的身材，決沒有像普通的『伸長體』一樣地作蛇尾狀。第二，『中軸絲』的構造和細絲一樣；第三，通常不分枝，否則亦必在距根基很遠處，方纔開始分枝，若能在他的全長上，作自頭至尾的研究，便能找到小小的分枝；稱這些小枝梢曰：『側枝』(Branches collatérales) (圖127, col)。

『中軸絲』能達到很長(有時在一米以上)，有時他是由髓隨發出，一直達到大指頂端。

有時『中軸絲』即是『神經纖維』，在他的外面沒有一點



(圖125)神經纖維的略圖(圖上示有三個短節): CA, 固有 MANTHNER 氏鞘的中軸絲; G, 髓鞘質; P, 髓鞘質細胞的原形質; N, 細胞核; M, 細胞膜(Membrane de SCHWANN)。

(錄自 MATHIAS-DUVAL)

東西包裹着。但是在最普遍的事實上，他都有一層由結締細胞組成的保護膜圍繞於其周圍。這種被膜能有二種不同的樣式：

1. 無脊椎動物的『中軸絲』外面總包圍着一層扁平的細胞，

這些細胞的形狀與『扁平中表皮細胞』(Cellules endothéliales pavimenteuses)相同。

在脊椎動物上，亦有同樣的情況，尤其在那些與交感神經有關係的神經纖維為最多。名這類神經纖維曰：『白神經纖維』(Fibres pâles 或 Fibres de REMAK)。

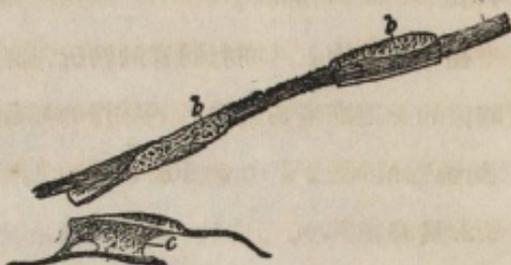
2. 於脊椎動物，凡是有關於腦髓系統的神經纖維，則有一種更複雜的外包，名曰：『磷脂質神經纖維』(Fibres à myéline)。

假使詳細考察這些『磷脂質神經纖維』，的確可以見到許多內縊的部分，各處內縊的距離，很有規則(圖125)。於是便將這根長絲縊成若干『短節』(Segments interannulaires)。實在說，這種分節的動作，祇是表面的：『中軸絲』本身一點沒有間斷，這分節的動作祇限『中軸絲』外面的結締細胞層而已。每個外面的短節，即是一個保護的細胞，中軸絲便穿過他的中部。這些細胞彼此連接起來，有如和尚的念珠，各個念珠可比作結締細胞，那根穿過各珠的串子可比作中軸絲。這些保護細胞內部的原形質直接與『中軸絲』相接近，亦可說中軸絲完全浸沒在他們的內部。在外面看來，這些保護細胞的表面，還有一層外膜，名曰：『神經鞘』(Nevrilemme 或 Gaine de SCHWANN)(圖125, M)。這外鞘直接被覆於細胞的原形質之外，細胞核亦留在這原形質中。最後，在保護的細胞內部，還含有『磷脂質』(Lipoides phosphorée)(G)，色白，能發光，名曰：『神經脂質』(Myéline)。這是此類神經纖維的特徵。全部『中

軸絲』的表面，皆有磷脂質包圍着，每遇若干距離，必有一個間斷，其間斷處則為純粹的原形質。

總結起來說：

每節上的細胞可以和一個長身材的脂肪細胞相較，祇因這些細胞被『中軸絲』穿透之後，便有外鞘的形式。



(圖126)磷脂質細胞的發育(由綿羊胎體上得來的)。此時的神經纖維祇一根中軸絲(a)。VIGNAL氏細胞(Cellule de VIGNAL)已與此絲相接，并有四分之三圍繞着他的周圍(b)。c，一個單獨的VIGNAL氏細胞。

以上這比喻，確能拿發育的研究來證明(圖126)。中軸絲的發育完全和通常的伸長體漸漸伸長的狀態一樣。在發軔的時候，中軸絲是裸體(圖126,a)的；不久便有結締細胞列成隊伍，安置於絲的兩旁；最後將他包裹起來(b,c)，便成為中軸絲的外鞘。我們要知道這些外鞘上的細胞，在開始的時候，原係『遷移細胞』現在已正式變成『結締細胞』了，名曰：VIGNAL氏細胞；後來在他們內部分泌出『磷脂質』與脂肪細胞之分泌脂肪無異，此時即成為『磷脂質細胞』了。

當 RANVIER 沒有證明磷脂質細胞獨立發育以前，大家都以為神經纖維自有一個保護的被膜，并在被膜的本身，還分成許多更薄的外包，這便是當時人們所說的：『SCHWANN 氏鞘』(Gaine de SCHWANN)，『原形質鞘』(Gaine protoplasmique)，

他們都含有細胞核的；至於『磷脂質鞘』和『MANTHNER 氏鞘』(Gaine de MANTHNER)，原由一薄層原形質組成，直接與中軸絲相接近。磷脂質鞘等即在內纏處，也好像還是繼續不斷的。以上這許多不同的名詞所指的意義，確是沒有多大分別，祇是因人而異罷了。此外還有別的名稱，因為太不合於事實，所以從略。

神經細胞之互相連絡——神經單位的理論——現在我們進而研究各神經細胞間真正聯絡的機關，依靠這些機關，『神經流』(Influx nerveux) 始能遠布各處。從前各人都承認神經細胞『伸長體』交錯成一種極複雜的網狀體；即是來自遠處的『中軸絲』也同入於此網中。當時學者皆信一切神經流是在這神經網上傳播的。不過這祇是一些理想，毫無確鑿的事實做基礎。後來又發現了另一個更好的理論，不久便得到大家的贊同。GOLGI 曾發明一個研究神經的好方法<sup>①</sup>，後來，RAMONY CAJAL 應用

---

① GOLGI 的方法在 1873 年發明的。由這方法研究所得的結果，非常確鑿，這真是組織學上的重要發明。方法極簡單：即將新鮮的組織浸到『重鉻酸鉀』(Bichromate de potasse) 的溶液中，並加鐵酸，過了幾時，又將組織拿到含 1%『硝酸銀』(Azotate d'argent) 的溶液中，不久便有銀的沈澱發生，此項沈澱，能於神經細胞上，使他成為淡黑色，並能普及到全部神經單位——一直達到最小的分枝上為止。拿此組織來切成薄片(其厚可 60 微米)，再將此片經過二甲苯(Xylol) 使成透明，保存在樹膠之內，上覆薄玻璃片。這樣能研究一切的分枝，明白此單位與鄰近單位的關係。CAJAL 自己選用更簡單的方法也做到同樣的結果：即將新鮮組織浸於含 2% 銀鹽的溶液中，經過五天或十天。以上這些結果曾經 EHRlich 重新檢驗過，知其確係事實，但是 EHRlich(1886 年)是用甲基藍着色的。

成法，更輔以個人的天才，纔確實了解神經細胞的全部：合神經細胞，一切的『原形質伸長體』，以及『中軸絲』構成一個形態學上的單位。稱曰：『神經單位』(Neurone)。『神經纖維』(Fibres nerveux)祇是『神經單位』中之一部，通常所稱的『神經細胞』並不是完全的細胞，充其量，祇是『神經單位』中的一部分罷了；所以真正的神經組織中的要素，乃是『神經單位』，不是前人所講的神經細胞。

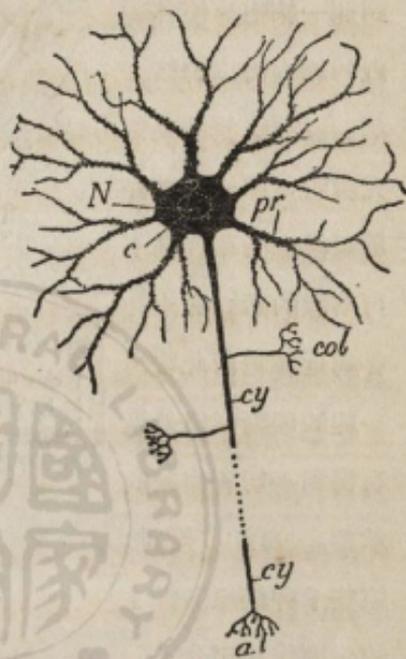
每個『神經單位』確有很明顯的界限：一切伸長體末端都是游離的；即『中軸絲』上的『側枝』(Branches collatérales)末端亦是游離的(圖127, at)，決不與隣近單位的伸長體交接成爲前人所說的網狀體；這樣一來，兩隣近單位的伸長體不是直接連續的(接觸則有之)。如以特殊的方法使相接觸，則名曰：『神經單位的交接』(Articulation des neurones)。

『神經流』既然經過『神經單位』的全部。那末，『伸長體』上神經流的趨向必先自四周流至細胞體——即是『內流』(Cellulipète)；但在『中軸絲』上，便相反了，那裏的『神經流』是向外的——即是『外流』(Cellulifuge)。有伸長體的神經細胞依其伸長體的末端接收外界的刺激，沒有伸長體的細胞，則以其本身的四周接收外來的刺激。既接收了刺激，再由『中軸絲』傳達到鄰近的神經細胞裏去。所以中軸絲末端的枝梢是直接傳達刺激的器官，他是與鄰近細胞的伸長體相交接的；有時還能與動作的器官相連，(如：肌肉纖維，腺細胞……)然後

將他所運來的刺激轉給他們。

再者，中軸絲側枝還可以使一個神經細胞的刺激同時轉達  
到多數其他隣近細胞（圖121，  
D 上， $m_1$ ，到  $m_2$ ，再到  $m'_2$ ）  
裏去。

按最新的研究結果，好像足以證明『中軸絲』末端的  
枝梢與隣近細胞的伸長體  
最相密接。每個枝梢末端，  
成吸盤形，密貼於隣近細胞  
伸長體上，有如寄生物的吸  
盤貼於寄主身上一樣；有人  
還以為這裏除『神經流』外，  
沒有別的物质能夠經過其間  
（圖128）。

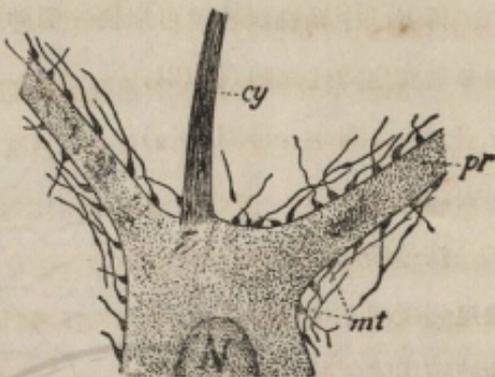


（圖127）神經單位的略圖：c，細胞體；N，細胞核；pr，伸長體及其細枝；cy，中軸絲；col，側枝；at，末枝。

數年前，一般人所公認

之『神經單位的理論』，近來又受多方的攻擊。近時組織學上的  
專門技術亦能確鑿證明神經細胞中部及其四周，有一個由許多  
細絲交錯成的網狀體之存在，名這些細絲曰：『神經原纖維』  
（Neuro-fibrilles）（圖129）；這些『神經原纖維』將為真實傳道  
『神經流』的機關。這樣一來，神經細胞體祇用於產生『神經  
流』，有如蓄電池之發生電流。但是神經細胞各自分離的道理，

仍是沒有動搖。目前一般人均承認『神經原纖維』的網狀體能够由這一神經細胞達到那一細胞，使各鄰近的細胞得以聯絡一起。於此，我們要補充說明：即使『神經原纖維』的存在是不可辯駁的話；那末，



各隣近細胞藉此聯絡一起的理論，仍是沒有得到一切著作家的承認。更進一層說：

(圖128) 兔脊髓前角上的細胞：N，細胞核；cy，中軸絲；pr，伸長體；mt，中軸絲末端樹枝上的終球，正與細胞相密接(此地祇畫上細胞兩個的終球，其實這些終球是遍布於各處，即伸長體上亦均有之。(放大 1200 倍)

這些『神經原纖維』的生理作用至今不但仍未確定，甚至有些著作家還以為他祇有維持神經細胞的功能。我們最後還要



總結說：『神經單位』的理論，至今好像一點沒有破產；目前的

(圖129) 螞蝗神經結的一小斷片：可以見到許多的『極細胞』祇存於神經結的邊緣；至於中部祇有一些交錯的神經纖維：a，核外神經纖維的網狀體；b，外面的網狀體；c，粗大的中軸絲；d，中軸絲周圍的細小神經絲；e，中軸絲上的側枝；f，神經細胞圈外面的保護細胞。

人，尙公認他是許多神經細胞理論中一種最能使人信服的。

神經細胞的結合——生物體中，許多『神經細胞』常互相連合成為較大的團體。

1. 由許多的神經細胞所結合的團體，即『神經結』(Ganglion)。一切無脊椎動物的中樞神經系都由神經結組成的。

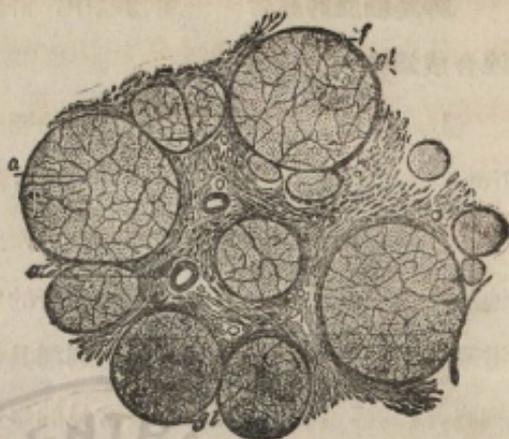
『神經結』中，所有的神經細胞，通常留在四周(圖129)，他的中部被許多的『伸長體』和遠行的『中軸絲』所佔據。在這羣絲交錯的神經結中部，還有別種具伸長體的星芒形的維持細胞，使其構造益形複雜。最常見的事實告訴我們：每個『神經結』中的神經細胞，都有許多保護的細胞圍繞着他們的表面；與中軸絲上的細胞相連接。我們亦可以說，前者是由後者發出來的(圖129, f)。

2. 許多『神經纖維』連成繩索，名曰：『神經』(Nerf)。神經既由許多有『神經脂質神經纖維』(Fibres à myéline)組成的，所以一定是白色，頗易識別。『神經』內部的神經纖維賴結締組織維持，與肌肉纖維藉『筋鞘』維持是一樣的。圍繞許多神經纖維表面的結締組織，名曰：『神經鞘』(Périnèvre)由『外神經鞘』(Epinèvre)上，再生出許多結締組織的間隔，又將外鞘內的神經纖維分成若干『束』(圖130)。

當『神經』分成枝梢，『神經鞘』也繼續包裹各枝梢的外面，即在最小的枝條上，亦毫無例外：有人在單根神經纖維的神經枝上，也找到神經鞘。這最後神經鞘的構造當然是非常簡單，稱曰：『HENLE 氏鞘』(圖136, gh)，直接列於『SCHWANN

氏鞘』的外面。

3. 最後，在脊椎動物中，還有第三種結合方法。其結合體中神經細胞和神經纖維混雜一起。極其複雜，如脊髓和腦是。但究其實際，此種混合又不是全部的，在腦和脊髓中：由有磷脂質的神經纖



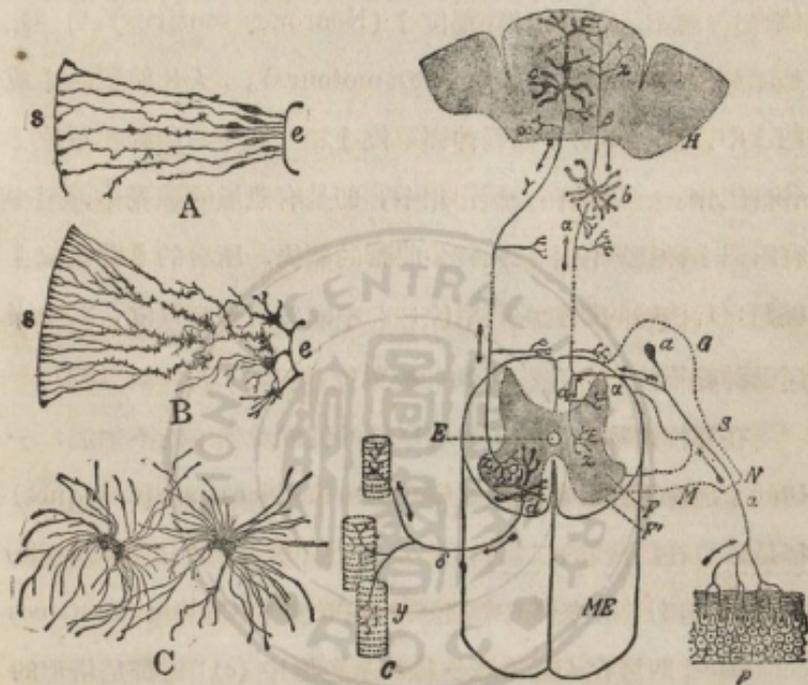
(圖130)神經橫剖面：f, 神經鞘內面的神經束；gl, 神經束內部的間隔，這間隔原自外鞘上分出，亦是由連絡組織組成的；a, a', 細小的動脈管。

維集合成的白色層，與由神經細胞組成的灰色層，兩者完全可以識別的。例如脊髓中部則為灰色，四周係白色(圖 132, F, F')；至於大腦和小腦中則與之相反：中部白色，四周灰色。

白色層中的『神經纖維』其構造是和其他的『神經』一樣。所差的就是神經纖維有時沒有 SCHWANN 氏鞘。至於灰色質中的神經細胞也與通常的一樣。

無論在白色層或灰色層中，皆有維持細胞。這便是由許多結締組織構成的薄膜，他們原來由『腦血衣』(Pie-mère)中發出，富含血液，穿入腦之中部，並在那裏組成許多的小間隔，一方有維持大腦的作用，他方能營養神經細胞。另外，即在最密接的神經細胞中，還有些特別的細胞，亦具伸長體，故名曰：

『蜘蛛形細胞』(Cellules-araignées)(圖131, C)。這些維持細胞,名曰:『多纖維細胞』(Cellules de la névroglie)。很久以來,人們都將他看作結締組織的細胞。目前纔知道他們是起



(圖131)脊髓中『多纖維細胞』(Cellules de la névroglie)的進化(s,表面; e, 髓道): A, 細胞仍具有表皮細胞的形狀。B, 過渡時代; C, 已成『多纖維細胞』的形狀。

(圖132)圖示大腦各神經細胞的聯絡及意識動作中,神經流所經過的道路: P, 皮膚; ME, 脊髓; E, 髓道; F, 灰色質; F', 白色質; M, 脊髓的運動神經根(或後根); E', 脊髓的感覺神經根(或後根); N, 混雜的神經; G, 脊髓神經結; H, 大腦半球周圍的灰色質; C, 肌肉; a, b, c, d, 神經細胞;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , 神經細胞的中軸絲; x, 偏枝; y, 運動盤; z 末梢。

源於『外胚葉』其實他與隣近其他的神經細胞原係兄弟輩(A, B)。另一方面,還有許多外胚葉的細胞移入深處,自己組成

脊髓；在這一類的細胞中，實有兩類不同的分配；一類成爲脊髓中之神經細胞；他類成爲：『多纖維細胞』。

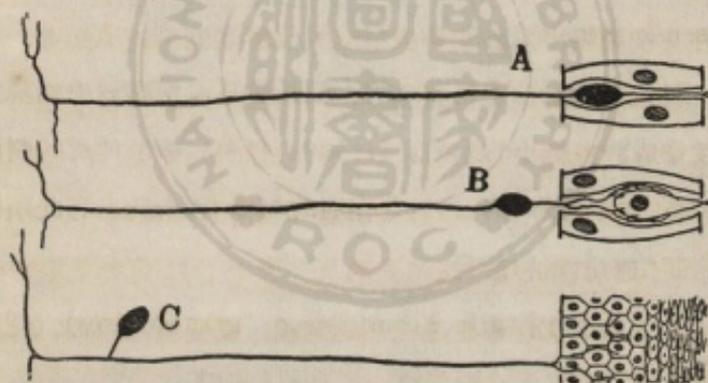
各種神經單位的居留處——我們已經知道有兩類『神經單位』：一類是『感覺神經單位』(Neurones sensitifs)，另一類是『運動神經單位』(Neurones moteurs)。大凡簡單的『感應』中，祇有一個『感覺神經單位』和一個『運動神經單位』各自工作。但是在大腦作用中，卽是有意識的感覺中，至少有四個『神經單位』彼此發生連帶的關係，所有的『神經流』經過：1. 邊緣的感覺神經單位；2. 中樞感覺神經單位；3. 中樞運動神經單位；4. 邊緣運動神經單位(圖121, D, 和圖 132)。

在脊椎動物中，各類神經單位的位置我們不能不知道：一切的『邊緣運動神經單位』(Cellules motrices périphériques) 都是居留在『脊髓的二前角』(Cornes antérieures de la moelle) 上(圖132, d)；至於『中樞運動神經單位』(Cellules motrices centrales) 則居在大腦半球邊緣的灰色層中 (c)；這都是塔形的細胞，我們在上文已經說過他們的定義，祇要看 圖123, A, 就明白了。

『感覺神經單位』大都居留在較淺處：據此便能解釋以下的事實，卽一切的『中樞感覺神經單位』(除視覺機關外)都居留在髓髓上，總是位於大腦半球以外的(圖132, b)。至於『邊緣感覺神經單位』，或者居留於外表皮中(如嗅覺機關，圖133, A)；或者居留在外表皮以下，但仍與表皮相隣近(如聽覺機關，

圖133, B); 或者最後亦有居住在「脊髓神經結」(Ganglions spinaux des nerfs rachidiens)上(圖132, a); 或者居住在與之相關的腦神經結上(圖133, c)。總之：「邊緣感覺神經單位」總是居住在脊髓以外的。

在上文我們所列舉的「邊緣運動神經單位」皆是單獨居住在脊髓的灰色層中，那脊髓「前角」(Cornes antérieures)上的大部灰色質，都由他們組成的。在脊髓的灰色軸上，除去他們的物質外，餘者皆係「團集的神經單位」(Neurones d'associations)所有的物質。這後一類細胞的作用，就是間接聯絡前幾類神經單位，而且能使他們彼此的關係格外複雜。例如「邊緣感覺神



(圖133)幾種不同的邊緣感覺神經單位的位置：A, 嗅覺神經單位，其細胞體存於表皮。B, 聽覺神經單位，其細胞體存於表皮下層。C, 普通的感覺神經單位，其細胞體留在髓髓的神經結中，與表皮相距甚遠。

(錄自 MATHIAS DUVAL)

經單位」我們已見到他時常藉其「中軸絲」及「側枝」與許多「邊緣運動神經細胞」發生關係；但是另外，他還要和許多團集的神經細胞發生關係；這後一類細胞，直接或藉別一團細胞，

間接與其他的新「運動神經單位」，或「中樞感覺神經單位」相連接。至此大家自會知道神經細胞間的聯絡關係是複雜極了，即因有此極複雜的關係，纔能解釋何以一個單獨的外來刺激能夠使生物發生數種反應和許多同時並發的肌肉運動。

我們已知道各神經單位間聯絡的概況了，現在所急待研究的，即根據何種安置的方法，神經單位，一方能接收外來的刺激，他方能將此種印象傳去激動運動細胞。吾人特稱這一類特殊的裝置曰：「神經的末梢」(Terminaisons nerveuse)。在神經末梢中，又能將他們分成二類：第一類曰：「感覺末梢」(Terminaisons sencitives)；第二類曰：「刺激末梢」(Terminaisons excitatrices)。

刺激末梢——「刺激末梢」較為簡單，均處於中軸絲末端，並且分成許多細小的末梢。已知的，祇有二種，即腺的刺激末梢和肌肉的刺激末梢。但是在別的組織上，大約也有此類構造，以節制生物運動和營養。

I. 「腺的末梢」(Terminaisons glandulaires) (圖134) 分成許多枝梢，形式極普通，居在腺細胞基部。這便是由許多神經纖維成爲叢生的枝條，各枝末端成圓球形，直接貼在腺細胞的外面。

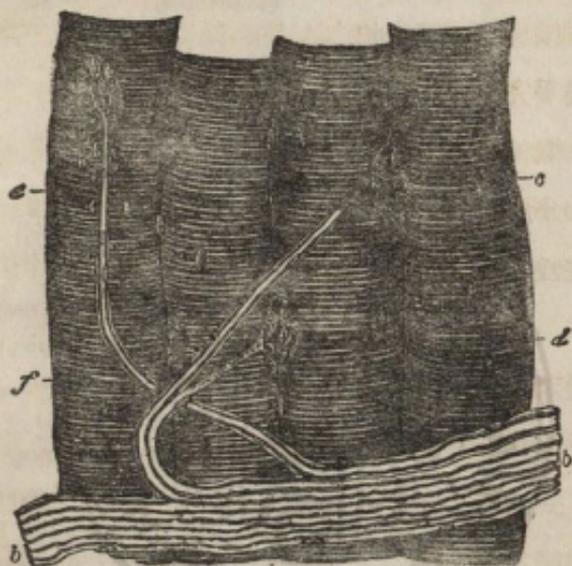


(圖134) 雌貓乳房中的細胞所接收之神經纖維的末梢。

II. 「平滑筋上神經纖維的末梢」(Terminaisons des fibres nerveux sur les fibres lisses) 裝置更

簡單。每根「平滑筋」祇接受到一根神經纖維；與平滑筋相接處，也是形如小球，直接固着於其外方。

III. 「橫紋筋上神經纖維的末梢」比較前二者稍複雜(圖135 和 136)。神經纖維與橫紋筋相接觸處，則有一小塊由許



(圖135)犬之眼筋上的神經纖維末梢：b, b, 神經纖維束，於此分成許多神經纖維(f)，各纖維行至一根肌肉纖維上；e, d, 側面的運動盤；e, 正面的運動盤。

多細小顆粒組成的原形質，中含多數細胞核(圖136, nf)。這便是所謂「運動盤」(Plaque motrice)。盤中的原形質和細胞核皆屬於肌肉所有。這些細胞核的形狀，完全與肌肉纖維所有的一樣。那根外來的神經纖維(圖136, A)還有他自己的磷脂質細胞和「HENLE 氏鞘」。HENLE 氏鞘遍布在「運動盤」的表面(gh)；至於神經纖維則直入其原形質中。在B的部分(圖136),

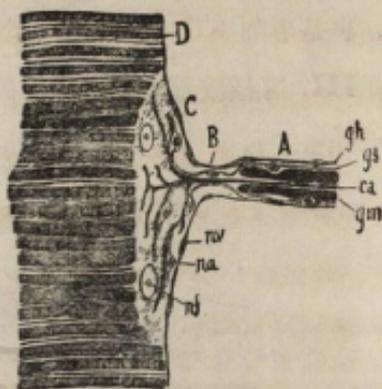
神經纖維已失去磷脂質，但是這個保護的細胞卻始終與他同伴；

即在運動盤內部神經纖維的四周亦有保護細胞；不過這些細胞體非常扁平，細胞核直接與神經纖維相密貼，幾乎完全隱藏了。這根神經纖維一入『運動盤』，即分成許多細枝，各枝梢在盤中便游離分散各處。

**感覺末梢——「感覺末梢」**(Terminaisons sensitives) 一定與感覺器官的研究相連。

### I. 表皮神經細胞—

『感覺神經單位』最初直接與外界相連，這便是上文所說的表皮神經細胞。在無脊椎動物中，這一類『表皮神經細胞』所佔範圍很廣闊，凡是完全的表皮幾乎無處不有此類細胞。至於脊椎動物，此類細胞便形稀少了；尤其是在陸棲的脊椎動物，祇能在他們的嗅覺器官上，纔可見到(圖137)。由嗅覺細胞中所伸出的『中軸絲』皆穿過『篩骨』(Ethmoïde)的孔眼與中樞的細胞相連接；這後一類細胞存於『篩骨』以內的『嗅覺



(圖136)神經纖維的末梢貼在筋纖維上的模式圖：A，神經纖維具完全的磷脂質鞘；ca，中軸絲；gm，磷脂質鞘；gs，SCHWANN氏鞘。在SCHWANN氏鞘以外還有HENLE氏鞘(gh)。B，此處沒有磷脂質鞘，其餘各鞘照常存在。C，運動盤，神經纖維在盤內分成枝梢，內鞘仍繼續存在，尙能見其細胞核(na)；HENLE氏鞘則包圍着全運動盤；nu 細胞核。盤中的原形質作顆粒狀，nf，細胞核。

(錄自 MATHIAS DUVAL)

部』(Bulbe olfactif, 亦譯「嗅葉」中)。現在我們就將「嗅腦部」看作大腦之一部。在發生學的研究和比較解剖學的研究中皆可以證明這句斷語是對的。

II. 深層神經單位的末梢——在最通常的事實上,都見到感覺神經細胞遷移到下層的組織中,因為在這裏,他們得到更完善的保護;他們與外界相接的部分,祇有一根神經纖維,單獨露於身體表面。

A. 因為這樣,所以脊椎動物的觸覺細胞的末梢(Terminaisons tactiles),通常留在「脊髓神經結」(Ganglion spinal)上。這類「末梢」有很多種:1. 最簡單的:神經纖維在未入表皮層以前,便失去他的「磷脂質鞘」,尾端留在表皮細胞中,自己分成許多枝梢;名曰:「表皮內末梢」(Terminaisons intra-épidermiques)。2. 於觸覺最銳敏的部分(如豬和鼯鼠的嘴端),觸覺神經纖維分枝的末梢比較複雜,這是因為生理分工較為進步的關係。每根神經纖維小枝的末端,形成一個小盤(圖138, m);他直接與每個特殊的表皮細胞相接;後者名曰:「知覺細胞」(Cellule sensorielle),能接收外界的刺激,傳達於「感覺神經單位」,或者兩者連合起來接收外來的刺激。此外在一切其他各類「感覺末梢」上,我們都能找到同類的「知覺細胞」。3. 大多數的「觸覺末梢」(Terminaisons tactiles)是由「觸覺小體」(Corpuscules du tact)所組成;通常是居留在「真皮」(Derme)的突起中。真皮的「觸覺小體」(或名 Corpuscules

de MEISSNER) 又由許多「知覺細胞」連合成的；於其四周還有一層結締組織，

將他包圍起(圖139)。

當神經纖維一入此小體後，即失其「磷脂質鞘」，並且他自己分成許多的小枝：各枝頂，生出一個觸覺的凹盤；

每二盤相距處，則有「知覺細胞」為之

間隔，因此一切的回盤都是各自獨立的。

4.最後還有另一類觸覺小體，名曰：「PACINI氏或

VATER氏觸覺小體」

(Corpuscules de

PACINI ou de VA-

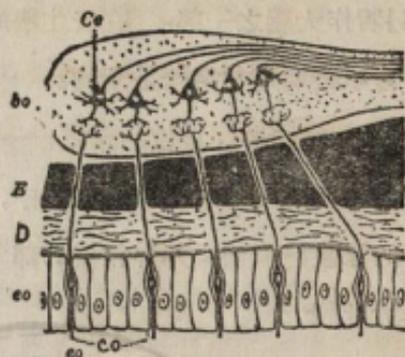
TER)

(圖140)；存於肌肉中。

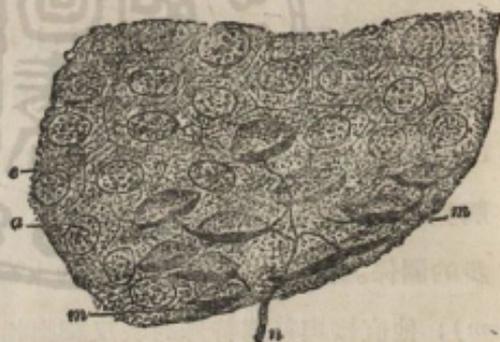
原由神經纖維末端枝梢結合而成；

枝梢末端亦變成小球；

另外，這些枝梢還被一種由小顆粒組成的原形質塊包圍着；我們也可以將這原形質塊看作是由許多「知



(圖137)嗅覺機關的略圖：eo，嗅覺的表皮；co，嗅覺細胞；D，真皮；E，筋骨；bo，嗅覺部；Co，中樞嗅覺細胞。



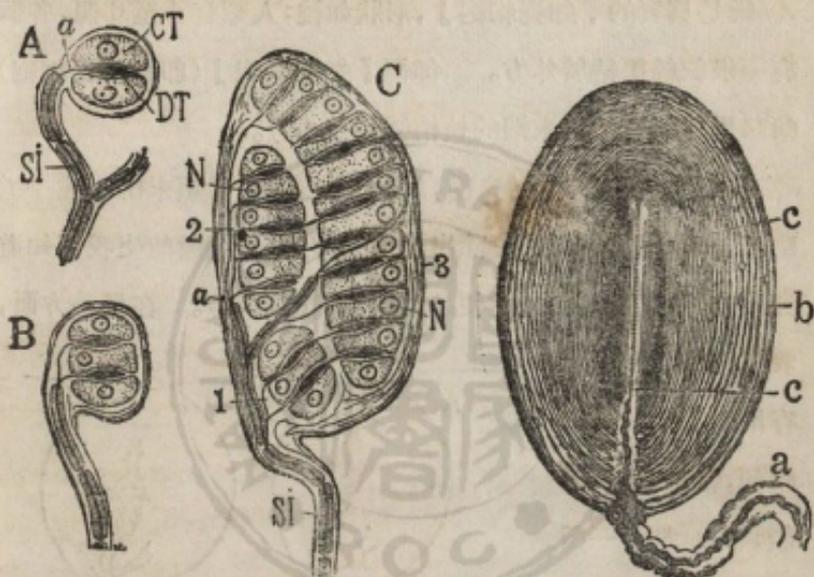
(圖138)豬嘴尖端的剖面，表示觸覺神經纖維的末梢：n，失去磷脂質鞘，將進入表皮中的神經纖維；m，神經纖維末端的小盤；a，觸覺細胞；e，通常的表皮細胞。(錄自RANVIER)

TER) (圖140)；存於肌肉中。原由神經纖維末端枝梢結合而成；

枝梢末端亦變成小球；另外，這些枝梢還被一種由小顆粒組成的原形質塊包圍着；我們也可以將這原形質塊看作是由許多「知

覺細胞」合并而成的；小體的外面有一個由厚層結締組織構成的外殼。根據上面這樣的解釋，此地這些特異觸覺小體的構造，便很容易和「MEISSNER 氏小體」的簡單的構造相近似了。

B. 味覺末梢 (Terminaisons gustatives) 祇在脊椎動物上



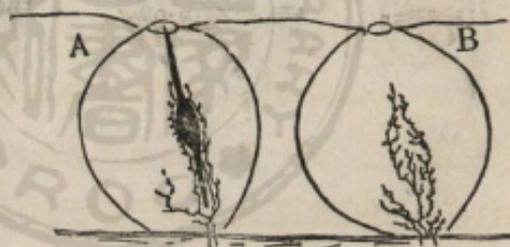
(圖139)觸覺小體：A，祇有一個頂盤的觸覺小體同在兩個觸覺細胞之間：DT，頂盤；CT，觸覺細胞；SI，有磷脂質的神經纖維；a處的神經纖維已失去磷脂質。B，有二個頂盤和三個觸覺細胞的觸覺小體。C，通常的MEISSNER 氏觸覺小體，分成三葉(1,2,3)，一切的細胞核皆在四周。(錄自 MATHIAS-DUVAL)

(圖140)PACINI氏或VATER氏觸覺小體：a，有磷脂質的是神經纖維；b，由結締組織組成的外鞘甚厚而且多層重疊；c，小體內神經纖維的末梢。

纔可見到。「邊緣味覺神經單位」存於「咽舌神經結」(Ganglion glossopharyngien) 中和「脊髓神經結」同出一源的；至

於中樞「味覺末梢」則居留在味覺蕾體(亦稱味蕾)的內部。這些蕾體則位於「舌黏膜之乳頭」(Papilles de la muqueuse linguale)中。乳頭是由許多長細胞構成,形如細小的卵形塊。其細胞有兩種:列在外層的,完全是維持細胞;列在中部的(圖141, A)纔是真實的「知覺細胞」,形狀如梭,人類有4至6個,各個有一根細絲終結於外方。每個「知覺細胞」(即是味覺細胞)的四周,則有神經末端的枝梢圍繞着(B)。

C. 聽覺和靜覺的末梢;我們應該將這兩類末梢連成一道研究。我們知道耳朵裏除出聽覺的作用以外,還能使我們知道身體位置的平衡與否(這便是感覺平衡的器官)。在另一方面,我們已知道多數無脊椎動物(如水母,團類,軟體動物,甲殼類等)都有一種特別的器官,因為他的構造與聽覺機關相彷彿,所以從

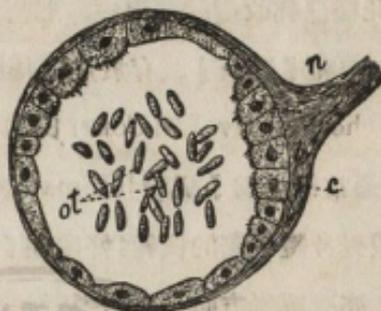


(圖141)味覺的末梢: A, 一個味覺的神經細胞和其外面的神經纖維。 B, 外出的游離神經纖維(至於味覺蕾體僅表示其輪廓)。

前大家都名他曰:「聽胞」(Otocystes);目前已經知道這器官的作用大概是為感覺平衡的,故另有「靜覺胞」,或「平衡器」(Statocystes)之名。其實,大部分具此類器官的動物,對於聲音是毫無感覺的。假使大家能够連想到人類耳內各部生理作用,至今尚難確定,那末要確定下等動物感覺器官的作用,目前

是更談不到了。我們暫時不管他的真正的作用如何，祇就結構言，一個「聽胞」即一個小腔(圖142)，原來與外界相通的，但大體事實上，後來都封閉了。

其內部布有表皮層；表皮層上的細胞或者具粗大的剛毛，或者有細小的顫毛；在腔內，則有一大塊無機物，通常係石灰質，名曰：

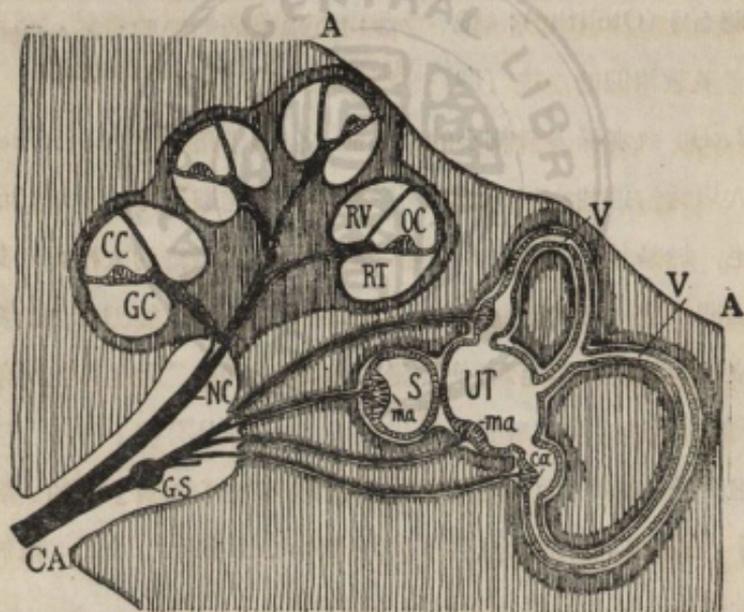


「聽石」(Otolithe)；或 (圖142) 蝸牛的靜覺胞：c，知覺細胞和其細毛；ot，聽石；n，神經纖維。

者有多數相似的小塊(圖142, ot)；或者係多數細小的結晶體，名曰：「聽塵」(Otoconie)。有人以為當這些小體受聲浪所激動時，便能擊撞「知覺細胞」的細毛，於是外來的刺戟，便能傳到聽覺神經纖維的末梢；如果這機關是感覺身體平衡的話，那末，內部的小體又能因動物的身體位置的改變而起運動，使知覺細胞受到刺戟。但是以上的解釋，對於下述的幾種事實仍是很難通過的；即是有些「聽石」因聽胞四壁的顫毛，而能繼續不斷地運動；有些「聽胞」中的「聽塵」，時常作「自然的蠢動」(Mouvements browniens)，他們都是無時不向「聽胞」的四壁擊撞的。

脊椎動物的內耳，祇是一個很大的聽胞。形狀非常複雜。內耳包含著「通囊」(Utricule)，「小囊」(Saccule)，三「半規管」(Canaux semi-circulaires) 和一根「螺殼管」(Canal

cochléaire)。這後一種器官，祇在鳥類和獸類中，纔有完全的發育，所以在這些高等動物上，螺殼管便捲曲成一種極特殊的樣式，於此種已經改變的聽胞中，那些『聽覺細胞』(Cellules auditives) 和『聽石』祇存於幾個特別的部分——即在『聽斑』(Tache auditive) 和 CORTI 氏器官上；至於上述各部器官的作用，通常都以爲『螺殼』(Limaçon) 是主要的聽覺部分；半規管，有感覺身體平衡的機能；好像在『聽斑』，『通囊』和『小囊』中，亦有感覺方向和身體平衡的功用。



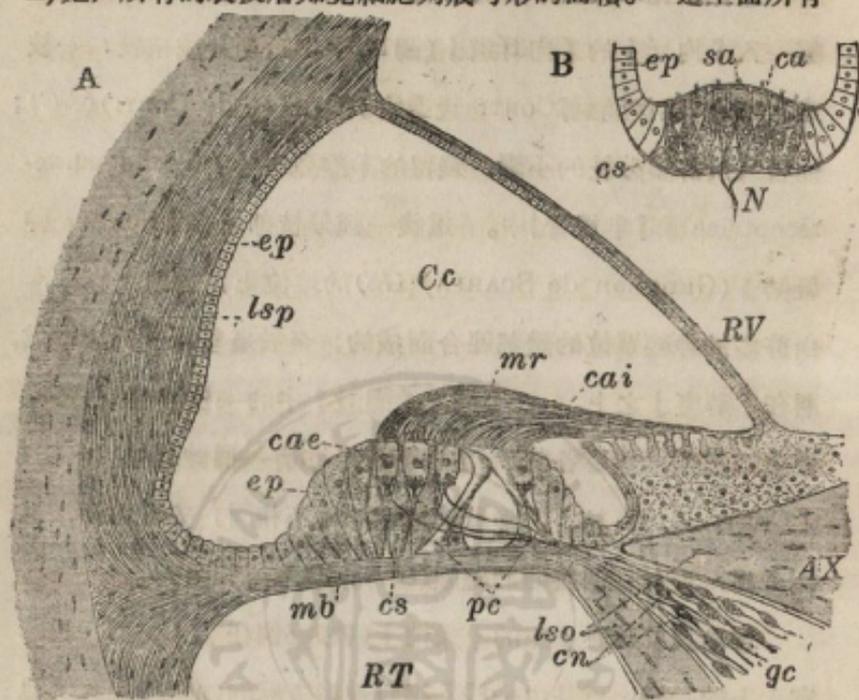
(圖143)人類聽覺器官的略圖：S，小囊；UT，通囊；V，半規管；CC，螺殼管的剖面(膜質的螺房)；RV，和RT，鼓膜和前庭的屏障；ma，聽覺斑；oc，CORTI 氏器官；CA，內耳道：神經於此分成二枝：一枝行至螺房管中(NC)，具有CORTI 氏神經結(GC)；另一枝進入前庭，具有SCARPA 神經結(GS)。(錄自 MATHIAS-DUVAL)

邊緣聽覺單位的本身仍宿在耳朵內部。實際上，聽覺神經一入『內耳』的『內耳道』(圖143, *CA*)，即分成兩枝：一枝走入螺殼，然後進到『CORTI 氏器官』(Organe de CORTI) (*NC*)；他枝入於許多分枝的小囊，殘留的『靜覺斑』(Tache statoreceptive)和『半規管』中。這後一種分枝即留在『SCARPA 神經結』(Ganglion de SCARPA) (*GS*)的地位上；這個神經結，由許多的神經單位的體部連合而成的；至於這些單位的末梢處，則在『聽斑』之上。至進入『螺殼』中的一枝神經 (*NC*)，便蔓延鋪張於螺房各部；這根神經枝亦有一個神經結，名曰：『CORTI 氏神經結』，形狀與通常的極不相同；安置方法，也極奇異，形如一個捲曲的繩索(*GC*)，與螺房相平行。

若論及『聽斑』上的『末梢』則和那個在『CORTI 氏器官』上的一樣，就是由一些『推針戒指』狀的知覺細胞和其他維持細胞彼此混雜而成；並且在這些知覺細胞的表面，還生出一叢羊毫筆狀的細絲束；更於這些細胞周圍，圍繞着許多感覺神經的枝梢。

『靜覺斑』(或聽斑)所以能接收外來的刺激，因為知覺細胞上的細絲，被『聽石』的重量所擊撞。至於聽石所以起撞擊的原因，又因頭的方向而定。所以這種機關能使我們知道頭的平衡。假使大家還要研究聽石何以能擊撞細絲的緣故，是因為在聽石與知覺細胞的細絲間充滿『內明液』(Endolympe)，所以聽石的震動，即能影響到細絲。在『CORTI 氏器官』(圖144,

A)上，所有的表皮層知覺細胞列成弓形的面積。這上面所有



(圖144)人耳中聽覺神經的末梢：A. 螺房的橫剖面：AX, 螺房骨質為中軸；Cc, 螺殼管；RV, 前庭的屏障；RT, 鼓膜的屏障；mb, 基膜；lsp, 捲曲的韌帶；lso, 捲曲的骨質片；pc, CORTI 氏的柱狀體；cai, cae, 內面和外面的聽覺細胞；cs, 維持細胞；mr, 上膜；ep, 螺殼管內的表皮；cn, 聽覺神經細胞體，位於 CORTI 氏神經結之內部；gc, 伸長體能達到聽覺細胞(按 P. BONNIER 的解釋)。

B. 靜覺斑的剖面：這經過一個半規管之中：ep, 此管內部的表皮；ca, 知覺細胞和其接收刺激的細胞(sa)；cs, 維持細胞；N, 神經纖維分解成若干細枝圍在每個知覺細胞的下面。

細絲都受『內明液』所膠黏，合成一枝傾斜的『羊毫筆狀膜』(Membrane recouvrante) 而其筆狀膜尖部又斜到螺房的內角中。一切外來的聲浪由『內明液』傳至筆狀膜上，先使全筆起

震動，然後傳到『知覺細胞』所以『Corti 氏器官』確是正式的聽覺器官；但此種器官的作用的確是很繁複，至今尚在辯論中，此地不便詳為敘述（可參考 P. BONNIER 著的『耳』一書）。

D. 視覺末梢——視覺器官的主要部分是由一種有色的物質——『色素』組成的；該色素原是由特殊的細胞分泌出來的。光線的動作使他發生印像，好比照相乾片上所塗的銀鹽類；但是這種物質能常常繼續再生的。在這塊有色素的物質中<sup>①</sup>，或有神經細胞，直接被色素的化學變化所感動，或含着來自遠方的神經纖維末梢。所以此種由色素所得的印像便得以傳入中樞神經細胞。

視覺器官，祇對於光線有感覺；對於外物的形狀則很難感覺，故必須別種輔佐的器官方能感覺外物的形狀，再須有一個或多個反光鏡，使外物的影子折到有感覺性的色素層上纔完事。

如果祇研究脊椎動物的眼，那末，大家都知道這些動物的視覺末梢是藏在『網膜』（或『眼腦衣』）（Rétine）中；『眼網膜』的構造一直到最近幾年，學者都以為他是極複雜的。其實，可以簡單地將他看作是由三層細胞組成的（圖145, A）。

1. 知覺細胞（圖145, A, I）就是最外表的一層細胞，直接與『脈絡膜』或『眼黑衣』（Choroïde）相接。在『脈絡膜』

① 有許多著作家否認視覺器官上色素的重要。他們以為色素祇能保證吸收光線；這光的動作直接感動某類特殊的細胞，名曰：『視覺細胞』（Cellules visuelles）；所以色素不是視覺機關中不可少的重要物質；即無此類媒介物，單獨的視覺細胞亦能有視覺的作用。

知覺細胞的末梢處，或係尖錐體，或係棍狀體；皆由『表質』(Formations cuticulaires)所形成。尖錐體的頂部是游離的(看圖)，至於棍狀體的頂端便戴有『色素的小帽』(Calices pigmentaires)。脈絡膜上赤色的物質，即由這後一類的細胞中分泌出來的；至於知覺細胞的下部則成球形。

2. 中層(圖147, A, II) 則由許多『二極神經細胞』(Cellules bipolaires)組成，他們即是『邊緣感覺單位』。既然是居留在『表皮』中，亦應將其作為『表皮神經細胞』看待。

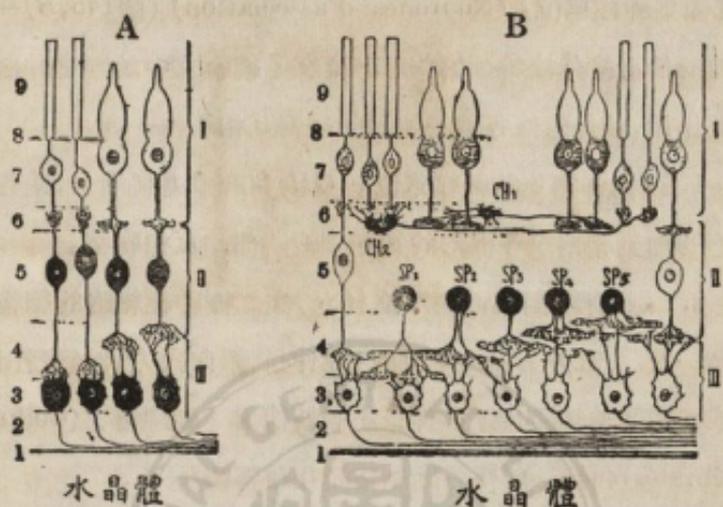
3. 最下的一層(圖145, A, III) 由許多巨大而又分成多極的神經細胞所組成，這些細胞的『中軸絲』首先趨向於眼之中部，忽然改變方向，隨『網膜』內壁，而達『盲點』(Ponctum caecum)，此後便連合成一根『視覺神經』(Nerf optique)。

可以將『多極神經細胞』(Cellules multipolaires)作為中樞視覺神經單位。但是通常的神經細胞都居留在中樞神經系中，所以又引人發出以下的結論：有一部分的『網膜』應該屬於大腦。因此所以 RANVIER 曾名那些『多極神經細胞』曰：『腦細胞』(Cellules cérébrales)。發生學的研究也證實上述的說法：通常的感覺器官都由表皮中生出；至於『網膜』的起源，確有一部分是由『內凹的腦袋』(Vésicule cérébrale)壁上生出來的。

許多二極的細胞藉其伸長體，一方與多極的細胞相接，他方與知覺細胞相接。

1. 在『知覺細胞』的根基處，接着許多由『二極細胞』中

發生出的末枝；這些末枝的全體集合起來，成爲具特殊形式的



(圖145) A. 網膜的略圖，略分三層：I，棍形和尖錐形的知覺細胞層；II，二極神經細胞（即是邊緣感覺神經單位）；III，多極神經細胞（即是中樞感覺細胞）。左方數字表示網膜中九個小層：1，內界；2，神經纖維層；3，神經細胞層；4，腦絲層；5，內粒狀組織層；6，基絲層；7，外粒狀組織層；8，外界；9，小棍和尖錐層。

B. 網膜的略圖和團集的細胞：CH<sub>1</sub>-CH<sub>2</sub>，棍形知覺細胞和尖錐形知覺細胞間的團集神經單位；SP<sub>1</sub>-SP<sub>5</sub>，多極神經細胞間的團集神經單位。（錄自 MATHIAS-DUVAL）

絲條交錯的層次，名曰：「基絲層」(Zone plexiforme basale)(6)。

2. 在「二極細胞」和「多極細胞」中間，還有另一種絲層，名曰：「腦絲層」(Zone plexiforme cérébrale)(4)。在這一層上，正是這兩類神經細胞的末端互相交接，互生關係的地方。

至於「網膜」上，確因有許多專門在此層中的神經單位——即「團集神經單位」(Neurones d'association) (圖145, B)——使他的構造格外複雜；這些專門留在「網膜」中的團集神經細胞的作用，就是能使各地的相同的細胞互相聯絡一起：

1. 有些「團集的神經單位」(CH)留在「基絲層」，使各尖錐形的知覺細胞或各棍形的知覺細胞基部，互相聯絡。

2. 還有些「團集神經單位」(SP)與二極神經細胞的細胞體同處一層。在外方，他們不發一枝伸長體；向內方，他們發出一枝或多數的伸長體；這些伸長體的枝梢與「腦細胞」(Cellules cérébrales)相接，能使各腦細胞間互相聯絡。

最後，在「網膜」中，還有維持的細胞，他們形如圓柱，頂端分枝。這些細胞的細胞核所處的地方是與二極神經細胞同層。他們的兩端固定於「網膜」的內外二層表膜上；網膜內面的界限(I)即由他們組成的；至於外面的表膜是與內面的並行，他們列在「小棍」(即棍形知覺細胞的上端)和「尖錐」(即尖錐形知覺細胞的上端)的基部(8)。

總結起來說：「網膜」好像同時包含着三類的感覺細胞：這便是一個「知覺的表皮」(Epithélium sensoriel) 和「中樞神經系」(Centre nerveux)。

中華民國二十四年九月初版

動物學 三冊

上册定價大洋貳元捌角

外埠酌加運費匯費

(52278.4A)

16  
-21

商務印書館



商務印書館

著譯者

國立中山大學  
動物學教授張  
國立中山大學  
動物學教授朱

作人

出版者

國立

編譯

館

發行人

王

雲

五

印刷所

商

印

館

發行所

商

印

館

上海  
河南  
上海  
及  
各埠

1935

1963  
52

(本書校對者林仁之)

# 動物學上册勘誤表

| 頁數         | 行數  | 字數      | 誤                        | 正                        |
|------------|-----|---------|--------------------------|--------------------------|
| 例言         | 五   | 五       | 婁                        | 湊                        |
| 2          | 四   | 五六      | Morphologie              | Morphologie              |
| 4          | 十四  | 末       | Amiba                    | Amoeba                   |
| 13 (圖1),   | 一   | 四       | Amoba                    | Amoeba                   |
| 30         | 五   | 二       | Choléstérme              | Choléstérine             |
| 33         | 四   | 第八字後    | 漏                        | 如                        |
| 34         | 三   | 首       | Centrosome               | Centrosome               |
| 40         | 末   | 倒數第五字前  | 漏                        | 與                        |
| 43         | 一   | 五       | 此                        | 乎                        |
| 54         | 末   | 五       | E                        | F                        |
| 85         | 倒四  | 首       | 虫                        | 蟲                        |
| 102        | 四   | 十二      | Mosaïque                 | mosaïque                 |
| ”          | 十五  | 首       | Dentalium                | Dentalium                |
| 105        | 四   | 十三      | sociolis                 | socialis                 |
| ”          | 倒六  | 倒三      | varigatus                | variegatus               |
| 108 (圖22), | 二   | 十二      | Lumbricus                | Lumbriculus              |
| 118        | 倒八  | 十五      | 虫                        | 蟲                        |
| 127        | 十四  | 倒三      | 狐                        | 豺                        |
| 129 (註),   | 三   | 末       | Chec                     | ches                     |
| 132        | 三   | 十       | NAEGLI                   | NAEGLI                   |
| 139 (圖27), | 附註  | A C B D | A C B D                  | A B C D                  |
| 141 (註),   | 二   | 末       | Phenacodus               | Phenacodus               |
| 163        | 十一  | 十二,十三   | 動的                       | 的動                       |
| 177 (註①),  | 六   | 倒數第十一字前 | 漏                        | 後                        |
| 182        | 十三  | 第二字後    | 漏                        | 們                        |
| 209        | 二,三 | 末,首     | 樣這                       | 這樣                       |
| 213        | 九   | 十一,十二   | (Granule Rhizoplastique) | (Granule rhizoplastique) |
| 225        | 倒八  | 十三——十七  | 不捕獲食物。                   | 剔                        |
| 228        | 九   | 四       | Monche                   | Mouche                   |
| 236 (圖52), | 一   | 末       | (Actynosphaerium)        | (Actynosphaerium)        |
| 237        | 倒二  | 九       | Arénacé                  | arénacé                  |
| 239 (圖54), | 一   | 倒一,二    | (Rotalia veneta)         | (Rotalia veneta)         |
| 240 (圖55), | 四   | 四       | (Textularia)             | (Textularia)             |
| ” ( ” ),   | ”   | 末       | (錄自 CERQUEM)             | (錄自 TERQUEM)             |
| 245        | 六   | 倒四      | (Rotalia)                | (Rotalia)                |
| 252        | 倒五  | 倒六,五    | (圖60)                    | (圖59)                    |
| ”          | 末   | 八       | (Acauthaires)            | (Acanthaires)            |
| 254        | 十五  | 七       | 復                        | 覆                        |
| 256        | 五   | 七       | Quadrifuca               | quadrifuca               |
| ”          | 倒八  | 三       | h                        | k                        |
| ”          | 倒四  | 九       | Cripylaire               | Tripylarire              |

| 頁數  | 行數        | 字     | 數    | 誤                     | 正                     |
|-----|-----------|-------|------|-----------------------|-----------------------|
| 257 | 首         | 首     | 首    | (Acanthine)           | (Acanthine)           |
| 259 | 倒三        | 七     | 七    | 代                     | 副                     |
| 262 | 倒二        | 末     | 末    | féconde               | fécondé               |
| 264 | 七         | 倒二    | 末    | <i>Malariae</i>       | <i>malariae</i>       |
| „   | 八         | 首     | 首    | <i>Haemacoba</i>      | <i>Haemacoba</i>      |
| „   | (註①), 一   | 三     | 三    | ( <i>Plasmodium</i> ) | ( <i>plasmodium</i> ) |
| 265 | 五         | 倒三    | 末    | Amiboide              | amiboïde              |
| 266 | 末         | 末     | 末    | Salivaires            | salivaires            |
| 271 | (圖65,) 二  | 七     | 七    | <i>munieri</i>        | <i>Munieri</i>        |
| 276 | 圖         | 末     | 末    | (Tufusoires)          | (Infusoires)          |
| 280 | 十一        | 倒十一   | 十一   | mo                    | m                     |
| 281 | (圖68), 三  | 九     | 九    | mo                    | m                     |
| 283 | (圖69),    | 右下方   | 右下方  | 圖標 C D                | C' D'                 |
| 286 | (圖70), 倒四 | 七     | 七    | 蟲                     | 虫                     |
| 293 | (圖74), 一  | 倒二    | 二    | est                   | est                   |
| 300 | (註①), 四   | 倒八    | 八    | 蟲                     | 虫                     |
| 301 | (圖78), 倒二 | 九     | 九    | <i>Podophrya fixa</i> | <i>Podophrya fixa</i> |
| 305 | (圖79), 倒三 | 末     | 末    | 文                     | 父                     |
| 324 | 倒三        | 四     | 四    | <i>pulchra</i>        | <i>pulchra</i>        |
| „   | 倒八        | 倒三, 二 | 二, 三 | 漏                     | 分裂                    |
| 336 | 六         | 四     | 四    | Corpuscul basal       | Corpuscule basal      |
| 347 | 倒三        | 第三字後  | 後    | 漏                     | )                     |
| 369 | 五         | 六     | 六    | musculaire            | musculaire            |
| 370 | (圖112), 二 | 十二    | 十二   | 蟲                     | 圖                     |
| 390 | (圖126),   | 右上方   | 上方   | 圖標 漏                  | a                     |
| 397 | (圖132), 四 | 倒二    | 二    | (或後根)                 | (或前根)                 |
| 410 | (圖144), 二 | 末     | 末    | 腺                     | 膜                     |
| 412 | 六         | 七     | 七    | (圖147, A, II)         | (圖145, A, II)         |



國立中央圖書館



0039382