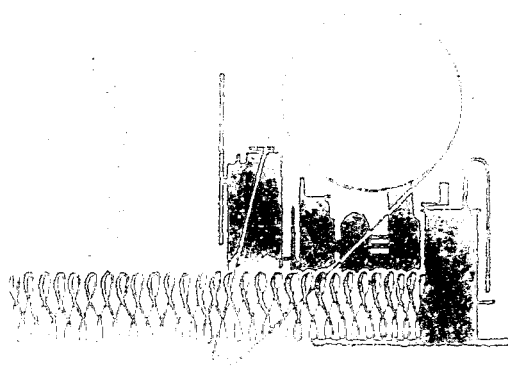


# 奇異的生命



\*\*\*\*\*  
科學知識叢書

奇異的生命的

沈志堅編

言行社出版

\*\*\*\*\*

## 科學知識叢書總序

法國有一位著名的科學家曾經說過：「現在世界的進步，完全是依靠科學家的發明。」這句話果屬極端，但我們縱視今日世界上的文明國家，都是科學昌明的，反之，科學幼稚的民族，都是貧弱落後的。

中國在古代對科學的貢獻早就很多，如指南針，活字版，造紙，火藥……給近代文明很大的影響。並且事實證明中華民族遠在西歐的野蠻時代，早已產生燦爛的文化生活了；人種學家也證明中華民族是世界上極優秀的人種。只因唐宋以後，歷代專重文藝，漠視實用技術，風尚所趨，漸漸被西歐的實用科學後來居上；到了現在，反相去千里，嗟乎其後了。

我們若要復興民族，建設新社會，創造我們健全的文化生活，我們應該對近代自然科學，應用技術，發奮努力，急起直追。運用我們天賦的優秀智慧，發揮我們堅忍刻苦的工作精神，向科學的世界迎頭趕上，恢復我們民族的光榮，建設我們科學的新國家！

同時我們應知道：科學的研究，新的發明，不僅僅是幾個科學家在實驗室裏的專門工作，及科學家們的終身專業。它還是應該喚起大眾的注意，對科學有濃厚的興趣，有清楚的認識，集合人的智慧，使我們在日常生活中新的現象，不致被祕密與迷信的陰影所掩沒。要知世界上最著名的幾位大科學家，都不是實驗室裏的專家，他們只是對科學有特別的興味，有研究的精神，對新現象肯注意和深究而已。

這套科學叢書，並不是給科學專門家看的，因為這套書的內容非常淺近，非常簡單，而且涉及的範圍非常廣泛；它應是一般青年的學生和青年大眾的讀物。使讀過本叢書的讀者，對近代最新的科學有所認識，並且能引起研究科學的興趣，進一步而決心從事科學的工作，我們的目的就算達到了。

最後應該特別聲明的：本叢書的內容，有的從西書譯出，有的請專家著述，有的從國內著名的各雜誌摘錄編合的。因為要使形式和行文的統一，各雜誌和原作者的台呼都省略了，凡是深奧與沉悶的地方也加以更改了，這是需要特別聲明和道歉的。

# 目次

第一章 生命是什麼	一
一 生物的特徵	一
二 生物的種類	八
第二章 生物體的構造	一四
三 細胞	一四
四 細胞的分裂	二一
五 細胞的分化集合和合作	二六
六 植物的組織	二八
七 動物的組織	三一
八 植物的器官	三五
九 動物的器官	三九

第三章 生命現象……………四七

一〇 新陳代謝……………四七

一一 連絡和調整……………五五

一二 生殖……………六三

一三 個體的演發和成長……………六八

一四 老衰和死亡……………七九

第四章 生活狀態……………八四

一五 適應和環境……………八四

一六 個體保存上的習性……………八九

一七 種族保存上的習性……………九三

一八 季節的移動……………九五

一九 同種類間的關係……………九七

二〇	異種類間的關係	一〇一
第五章	遺傳和遺傳研究	一〇六
二一	遺傳和遺傳子	一〇六
二二	門德爾的遺傳法則	一〇七
二三	哥爾登的祖先遺傳律	一一二
二四	雌雄性和遺傳	一一三
二五	變異	一一七
二六	品種及人種改良	一二〇
第六章	進化和進化學說	一二五
二七	兩派學說的鬭爭	一二五
二八	達爾文的進化論	一二八
二九	進化論的種種鐵證	一三三

三〇	達爾文以後的進化論	一四〇
三一	進化論的結論	一四四
	<b>第七章 人類的進化</b>	<b>一四五</b>
三二	人類的起源	一四五
三三	過去的人類	一四八
三四	人類的系統	一五〇
三五	人類進化的趨向	一五三
	<b>第八章 生命的起源</b>	<b>一五九</b>
三六	一個謎樣的問題	一五九
三七	自然發生說的研究	一六二
三八	結論	一六四



## 第一章 生命是什麼

### 一 生物的特徵

生命的定義 世界上的一切東西都是可以認為奇異的，而其中最為奇異的，是無過於「生命」了。生命究竟是什麼？這個問題，自古以來認為是難以解釋明白的。當從前人智未開的時候，宗教家把生命解說為由真神創造出來的，一時大家對於這個生命的解釋覺得心滿意足的。但是後來科學發達了，一般人都都不相信宗教的解釋了，因此有許多學者對於生命作了種種的解釋。如佛望（Verworn）氏說生命是像火焰，斯賓塞（Spencer）氏說生命是體內對外的一種繼續調節作用，拉衛志（Rauvitz）氏說生命是特種的分子運動等等，都祇能說明生命的片面，不能概括全體。其實生物體所表現的各種現象的總和就是「生命」。

生物和無生物 有生命的東西叫做生物（living matter），沒有生命的東西叫做無

生物 (non-living matter)。換句話說，生物就是活的東西，無生物就是死的東西。在上古文化未開的時代，人們都以為一切東西，都是活的，都是有生命的；凡是他們能力所不及的東西，不管是生物或是無生物，都奉之為神。所以風有風神，雷有雷神，山有山神，海有海神。這些神就是文化未開的人們所認為有生命且有超出他們生命能力的東西。現在的人差不多都能分別生物和無生物了，看見一株種着的樹木或花草，便能認為是活的，看見一條小蟲在爬着，自然也認為是活的。看見一塊磚石或一堆泥土，則便認為是死的。不過如問他，生物和無生物有什麼不同？生物究竟有什麼特徵？則大都認為難題，不能有明確的回答。

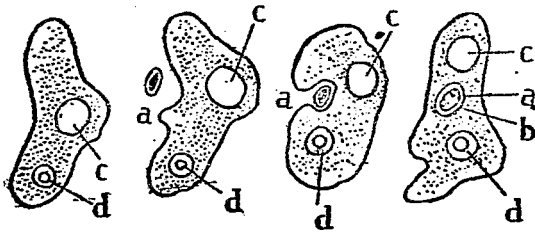
要區別生物和無生物，必須求得一個特徵，為生物所有而為無生物所沒有；否則對於生物和無生物，就無從加以區別。

細胞是表現生命特性的極小單位。歷來研究生命的人，早已知道生物是變化無窮的東西，其質量在不絕的變化中。到了近代，更知道生物雖大如人類的身體，亦全部在不絕的變遷之境，常以新的來代替舊的，營其所謂新陳代謝 (metabolism) 的作用。自從細胞 (cell) 發見之後，方才知道一切生物，都由細胞組成，細胞實是表現生命特性的極小單位。

由是乃知道這極小單位的細胞，是在日日變易其形和質。無時無刻不在發展的途中，以分裂產生新的細胞。

一切生物，雖皆由細胞構成。但其中亦有僅由獨一無二的細胞所成的，池水中的變形蟲 (amoeba)，即其一例。變形蟲在池水裏，其多常須以萬計，然其身體很微小，肉眼不能看見，必須用顯微鏡，才可觀察。一切生命機能，都由這獨一的細胞兼營，無論攝食、消化、排泄、呼吸、生長、生殖、運動、感受等等，無一不能。總括一句話，變形蟲為物雖微，其生命機能，卻是無不具備的。

高等生物則和這不同，由多數的細胞構成，其一細胞不能兼營一切機能，祇能營某種一定的機能，於是而發生了分工的現象。某組細胞營此工者，即不營彼工；某組細胞營彼工者，即不營此工。所以拿變形蟲的單一細



- a. 為食物，變形蟲將食物裹入體內，用酵素消化分解。
- b. 圍繞食物之液汁。
- c. 原形質中盛液汁之空穴。
- d. 細胞核。

胞和高等生物的細胞來比較，變形盡恰如一個無所不能的傑出天才，高等生物的細胞，恰如業精於一的專家。故此種情形，不僅見於吾人的社會裏，亦表現於生命現象中。一切生物，既然皆為細胞所成，而此等細胞，在一切生物間，又極相類似。根據這個事實，吾人便可得一結論：即生物——無論動物或植物，其全部組織，都是由同一基礎型範的東西建造的。

**營養** 生物因營新陳代謝，須不絕攝取體外的物質來營養，但無生物中亦有這種現象。例如礦物的結晶，就能從其周圍取得體外的物質。故只就這一點來說：生物和無生物即不易分別。但兩者的獲取外物，似同而實不同：結晶不能將體外的物質轉變為體質；生物則有一轉變外物的力，能將其變成和己體相似的東西。又結晶若從其周圍取得和己體不同的物質時，即失其固有的特性，生物則否。例如牛馬吃草，草雖為牛馬吃下，而牛馬則依舊為牛馬，沒有失去其固有的特性。草對於牛馬，不過做了牛馬的食物，而牛馬則用以建造身體的組織，來營其新陳代謝的機能。而草的細胞入了牛馬體內後，便不再成為原來的細胞，卻在牛馬體中變成了牛馬特有的細胞。所以牛馬有同化食物的力，能將食物轉化為與己體相似的物質。在這裏，我們便得一個極重要的特性，以區別生物和無生物。即生物能同化食

物，而無生物則否。

再用一個例子來說，如藏食鹽於器，密封安置，雖在十餘年後，仍可見其結晶如舊，外觀上一點沒有改變，重量也沒有變化。如果用同樣方法來藏一躲小花，則只要幾小時後，這小花便要枯萎，不能再和先前一樣。若將一隻貓或狗，關在籠內，不給食物，則在數日或十餘日之後，便見其自斃於籠內。這是甚麼緣故呢？這就是所謂餓死。拿這個事實來看結晶，卻剛剛相反，結晶可以不需要食物而保持其身體；換句話說，結晶可以不需要營養而存在着。所謂攝取食物云者，廣義言之，就是從其身體周圍取得異物質的意思。照這樣說，則結晶也能攝取食物，也能從其周圍攝取外物以增大其身體。其間的區別，在於結晶雖能攝取外物，但並非必須攝取外物後，方能免其本身的分解；生物則不然，攝取外物，是其救死防枯的唯一之道。換句話說，結晶可以攝取食物，而生物則必須攝取食物。這種顯著的差異，其原因在於：無生物攝取周圍的物質，沒有內部的耗用；生物攝取食物，係供其體內的耗用。故在生物的體內，有連續的破壞，連續的建造；破壞食物，取其物質，來建造身體的組織，以代替其已舊的組織，完成其新陳代謝的機能；於是，便必須規律的攝取食物了。如其不能從外界求得食物，則

必求之於體內所儲的食物，如脂肪、澱粉等，繼續消耗，以忍飢餓，直到消耗量超過百分之四十以上時，便不能再生存下去了。

呼吸。食物入了生物體後，並不像汽油入了引擎後一樣，可以直接燃燒，以發生能力，必須經過消化作用，使其成爲極微細的粒子，然後和呼吸所得的空氣中的氧相合，由此緩變——氧化，發生熱和能力，來表現其生命的活動。故凡生物，都必須呼吸。但亦有不須呼吸而能維持其生命的生物存在，不僅如此，且有不在空氣中而更適其生存的生物，這真是生命界裏的奇蹟。此種生物，爲數很少，都爲動植物中的最下等者。一種能使人患破傷風症的病菌，就是其中之一。

生殖。生物體得了營養物後，如所得超過其新陳代謝所需，自然會增加其體積，長大的起來，這就是生長。生長乃是食物同化的結果。任何擴大，皆有止境，故生物的生長，自亦有限制。當母體的生長，已達限度，不能更生長時，於是此生長的物質，乃從母體分出，便成了生殖的現象。由此以觀，生殖實爲一種過度的生長。下等動植物的生殖，極爲簡單，當其生長達一定階段時，即分裂爲二個子細胞，其生殖便告完畢。

運動 生物都能運動，能伸縮其身體的各部分，能移動其在空間的位置。這些事實，雖在植物界裏，不很顯著，而在動物界裏，則極顯著，是即所謂運動(locomote)。單細胞的變形蟲，能由其細胞體所生的偽足(pseudopodia)運動，使身體作空間的移動，故行動亦爲生物的特性，不能見之於無生物。無生物中如雲和水浪，雖亦能運動，惟此與生物的運動有別。即雲與水浪的運動，起因於外力，這外力，可爲吾人所知道。生物的運動是自發的，其起因的力，正是吾人所未能解決的生命之謎。

感受性 生物尚有一重要的特性，即所謂感受性(irritability)。試取酸液一滴，刺戟一小植物，或變形蟲，便見小植物立刻變更其葉的位置，變形蟲則立即收縮其身體，對於此有害的刺戟，均能作適應的行動。但此種生物的特性，實亦不限於生物，例如照相片與炸藥，亦具有之，不過與生物的感受性，是有分別的。

調整與連絡 由上所述，可知營養、呼吸、生殖、運動及感受性等，爲生物的重要特性；但這些特性，如果分開來說，即不成爲生物的特性，必須同具，方成爲生物的特性，而亦唯求之於生物，才能同得。此外，尚有其他重要性質，亦可以爲生物和無生物的區別。凡生物皆具有

調整的機能，以照顧其身體各部分的危險和缺損。下等動物尤有驚人的再生力，如將軟體蟲類的身體，分之爲二，不久，此各半的部分，便成爲和原來一樣的小蟲，完全無缺。

除調整機能以外，更有一重要特性，就是所謂連絡。生物的各部分，皆互密切連絡，組成一個系統，以便適應外界。此各部分的連絡，一旦中輟，生物便失其特徵而死亡，靈魂——生命——即脫離其軀殼而去，不再回返，於是軀殼乃逐漸化爲他物，歸於烏有了。

## 二 生物的種類

下等生物和高等生物。地球上存在的一切東西，除由人力造成的人造物外，總稱爲自然物。自然物的種類極多，據說有八十餘萬種，但其間只有生物和無生物的區別，或者可說還有介於兩者之間的東西，此外則再沒有別的种类了。據學者估計，在八十餘萬種的自然物裏，生物竟有七十五萬種，其數之多，可以想見了。這許多的生物，形態、大小、性質、色彩等，各不相同。小的如前述的變形蟲、細菌等，必須在顯微鏡下方能看見，其身體的構造非常簡單，僅由一個單獨的細胞而成，稱爲單細胞生物，也叫最下等的生物，又叫原始生物。此外形



體大的，由無數細胞組成，身體各部分構造複雜，稱爲多細胞生物。多細胞生物對於單細胞生物而言，亦稱高等生物，我們人類是最高等的生物。

### 動物和植物

將自然物分爲生物和無生物二大類，這事的由來已很久了。西曆紀元前三百年時，希臘的哲學家亞里斯多得 (Aristotle)，已採用了這種分法。他把動物和植物，歸屬於生物界，礦物和岩石，歸屬於無生物界。氏的這種分法，風行於世，達千餘年之久。其後在十八世紀，有一個瑞典植物學家林那 (Linnaeus)，又把自然物分爲礦物、植物、動物三類。他的區分標準，就是：礦物能生長，植物能生長且能生活，動物則能生長，生活，更能運動。這種分法，代替了亞里斯多得的分法，一直沿用至今。但在林氏那時，顯微鏡的使用尙不發達，故微小的下等生物，多沒有發見。到了十九世紀以後，顯微鏡大加改良，下等生物的發見日多，生物界裏的祕密，益被揭露，於是林氏的分法，反不如二千餘年前亞氏的分法來得適用了。在現在再照林氏的方法來區分自然物，已很困難。關於礦物，這裏不去說牠，祇就植物和動物來說。例如有有一種微生物，名叫眼蟲 (euglena)，放在顯微鏡下觀之，雖有形可見，但究竟

因爲這種微生物，有植物的性質，也有動物的性質，實爲一種介於動植物中間的生物。即動植物愈至下等，其形態性質，愈相類似，竟至無可辨別。反之，動植物愈高等，則形態和構造，愈趨複雜，異點益著，辨別自易。例如牛、馬、松柏，其爲動物或植物，盡人而能分別的。

動植物區別的困難。林那氏以運動的有無來區別動植物，不但不適用，而且有背事實。例如植物中的含羞草，與他物接觸，能立閉其葉；捕蠅草能收縮其葉捕食小蟲；蒲公英等能因日光而起運動；又如許多藻類植物，能自由游泳於水中。這些皆爲植物中亦有能運動者存在的事實，如依林氏的說法，便可把這些植物歸入於動物類中了；但從牠們的其他要點看來，則必須歸入於植物界內的。至於動物，則亦有活着而不運動的，如海綿 (sponge)，珊瑚 (coral) 等，卽其著例。此外尚有種種海產動物，亦終生無運動，不遑枚舉。若依林氏的標準，則這些動物便可說是植物了；但從牠們的全體構造來說，卻明明白白都是動物。由是可知運動的有無，實不足爲動植物的區分標準。

動物大都用有機物 (organic matter) 做食料，其食用口；植物大都用無機物 (inorganic matter) 做食料，其食用根和葉，凡是稍有自然常識的人，都能這樣說的。然而此等

事實，能否做動植物的區分標準。尚是一個疑問。植物界裏有許多營養寄生生活的，牠們的養料，都是直接從寄生的生物體上攝取；此外如許多食蟲植物 (insectivorous plants)，有捕食小蟲的機能。可知從食物來談，是不能明白區分動植物的。至於攝食的方法，下等動物身體的構造簡單，沒有特殊的消化器官，只能靠皮膜來吸收養料，實和下等植物無異，且和高等植物用根毛吸收養料，也無不同。高等動物雖有消化器官，能把食物消化，再把消化後的食料，透過膜壁而導入內體，這現象亦正和食蟲植物由葉體消化蟲類而吸收一樣，沒有甚麼差異。所以只就食法一點來講，也不能明白區分動植物。

植物的細胞膜，為纖維質 (cellulose) 所成，動物的細胞膜則否；動物中節足類的體外有角質皮 (chitin)，植物則沒有。生物學家也有根據這兩種性質來區別動植物的。但是據最近的研究，知道細菌類的細胞膜，都以角質皮做主要成分，而海鼠和烏賊等的組織裏，亦常含有纖維質。依此而論，則細胞膜的性質，也不足為動植物的區分標準了。

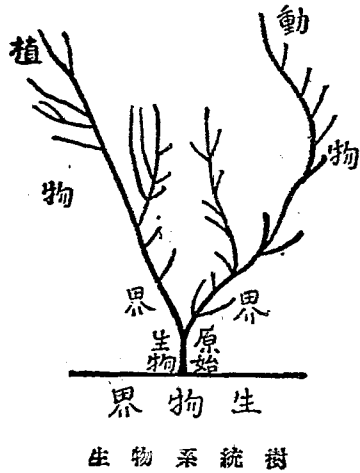
又有些學者，想用感覺的有無來區分動植物，說是有感覺的為動物，沒有感覺的為植物。但在植物中，如前述的含羞草，捕蠅草和蒲公英等，不能說牠沒有感覺；而在動物中，如固

着於海中岩石上的海鞘 (ascidian)，差不多完全沒有感覺。所以用這種方法來區分動物和植物，也是不能澈底的。

總括上面所述，則動植物兩界，將永遠不能明白的區分了。然而各取其高等的來作比較，除去其少數的例外，亦未始沒有區別，如果仔細來研究，不難明瞭。更就生物的代謝機能來說，如前講過的一樣，有二種主要的變化，即：一、物質構成，二、物質破壞。前者就是把獲得的營養物，轉變為本體所需的物質，是建造的化學作用；後者分解物質而產生廢物，是消耗的化學作用。這兩種作用，在動植物兩界裏，卻是循環的。動物食有機物以營建造的化學作用，而產生無機的廢物；植物食無機物以營建造的化學作用，而產生有機物。即植物能製造食物以供給動物，動物則享用之；而動物所產的廢物中，亦有為植物所需要的。不過植物對於物質的建設，是動物所不及的，而且相差得很遠。

動植物同出一源。近代生物學家，關於不同的生物間的親族關係，考查出證據很多，以後在講生物的進化時，將要講到的，這裏暫不詳說。總而言之，動植物兩界是同出一源的，其祖先當為簡單的生物，漸次演進，分為許多種類，遂成今日生物的兩大羣。現在的生物，均

爲原始生物的后裔。所以現在尙生存着的構造簡單的原始生物，當然是不容易分別其爲動物或植物的。動物和植物從一個源流分出來後，各別進化的情形，可用一株樹的長發來比擬，自原始生物到高等的動植物，正如樹的根幹到枝頂一樣，多方分歧而上。法國的生物學家拉馬克(Lamarck)，首先用這個方法來表示生物系統的狀況，其所畫的樹，稱爲系統樹(Genealogical tree)。



## 第二章 生物體的構造

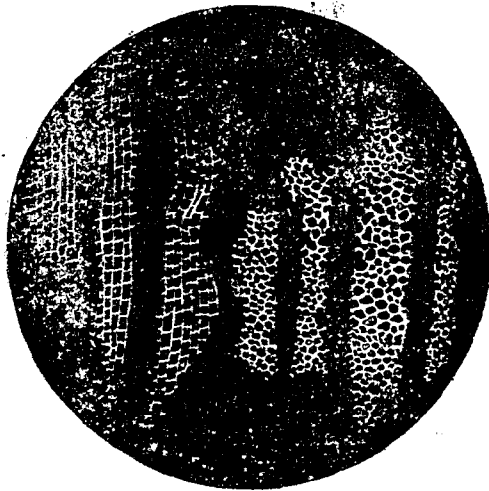
### 三 細胞

細胞發見的歷史。任何生物，無不由細胞構成，沒有例外。細胞形體微小，非用顯微鏡不能看見，故其發見，當然是在顯微鏡發明之後。公元一六六五年，英國人霍克（Robert Hooke），用軟木及接骨木髓的薄片，放在顯微鏡下，看見有許多排列像蜂房狀的凹孔，廣狹交併，或作六角形，非常驚異，無以名之，便稱之為細胞，而發表於雜誌上，這就是細胞最初發見的歷史。當時霍氏所發見的，祇是細胞的空胞而已，並沒有發見重要的內容物，而其發表於雜誌上，也不過表示顯微鏡的效力罷了。其後於一八三一年，始有英國植物學家白朗（Robert Brown），詳述細胞為靠核而生存的要物。動物學家潘經（Purkinje），則於一八三九至一八四一年間，創見原生質（*protoplasm*），從此以後，對於細胞的知識，方漸正確。在潘氏那時，研究細胞的人已不少了，各有重要的發見。於潘氏定原生質的名稱之際，有許來

登 (Schleiden) 和許旺 (Schwann) 二人，同時肯定潘氏的研究，爲之宣佈，確認一切生物，均由細胞構成，於是細胞這個名稱，遂盛傳於學者的口中。此後在細胞的分裂方面，續有重要的事實發見，到了十九世紀下半期，細胞學這個學問，遂蔚然成爲大觀。

細胞的大小 細胞的大小，極不一

律，大的如鳥類的卵細胞，可以大到直徑一寸以上，長的如神經細胞，可以長到二尺以上，均可用肉眼看見；小者不及千分之一毫米，合數千百萬於一塊，還比不上蒼蠅的頭那樣大，所以非用顯微鏡不能窺得；有的竟連顯微鏡也不能看見，必須用特別裝置，才得觀察。生物學家表示細胞的大小時，通常都用希臘字母  $\mu$  來表示，每個  $\mu$  等於千分之一毫米。普通細胞



虎克所見的細胞壁

的大小，平均爲二十八個 $\mu$ ，都須用顯微鏡來觀察，方能看見。

**細胞的形狀。** 細胞的形狀也很不一律，有圓、有長、有多角形、有針狀形、隨生物的種類及細胞的性質而定。但在原則上，細胞應爲球形或卵形。變形蟲和白血球一類的細胞，則爲不定形。細胞往往因密集及所擔負工作的不同，而異其形狀。例如動物的神經細胞爲蔓根形，肌肉細胞爲長紡錘形，表皮細胞爲扁柱形，肝臟細胞爲多角形等是。

**細胞的數目。** 單細胞生物，其體只由一個單獨的細胞而成，多細胞生物，其體所含的細胞，多至不可勝數。據學者估計，人腦表面的神經細胞，其數當在9,280,000,000以上，這許多細胞所佔的地位，不過一方寸而已。所以若拿全個人體的細胞來說，數目之多，當然沒法可以算清了。

**細胞的重要部分。** 各種細胞的外形，雖有不同，但其內部的構造，則大同小異。一個完全的細胞，外面有膜，稱爲細胞壁(Cell Wall)；內面含有種種物質，最重要的是原生質和細胞核(nucleus)。

**原生質。** 原生質是一種真正的生活物質，是生命的根源，亦即一切細胞的基本，一旦



死亡，全細胞即失其生活力。原生質的化學成分爲碳、氫、氮、氧、鈣、鉀、鈉、氯、鎂、鐵、硫、磷等各元素，主要的化合物爲蛋白質，水及無機鹽類，成爲一種半流動體，隨環境的特別情形及細胞本身的生理作用，外形上往往起變化。在顯微鏡下觀察，或成爲顆粒體，或成爲蜂巢形，或成爲細絲狀。原生質在細胞內，大別爲二部分，居中爲濃厚狀的球形物，就是細胞核，核的周圍是較薄的流動體，稱爲細胞質 (cytoplasm)。在化學上，細胞核爲富有鹽基性的物質，而細胞則爲酸性的物質。

原生質經過細胞的同化作用後，每每能分泌出一種新物質，這種新物質，隨細胞的分工性質及生理上的需要而異，通常總稱之爲附產質 (Paraplasma)。例如動物細胞中的脂肪質，唾液質，卵黃質及植物細胞中的澱粉質，糖質等皆是。又在動植物細胞的原生質中，往往具有較原生質稍覺瑩亮的一種無色細條或細粒。這些細條和細粒雖在生理上至今尚沒有知道其顯著的效用，但近年以來，有許多學者，對之卻極感研究上的興趣，曾因此而產生出若干關於細胞原理及生命起源的假設。

細胞核 細胞核居於原生質的中央，體形圓渾，輪廓分明，通常在每細胞內，只有一個，

但亦有二個（如將分裂時的纖毛動物）或多個（如黏液菌）細胞核爲原生質的一部，是細胞的主宰，在生活上及活動上，非常重要，如果失去，即消失生命的機能，不能生存。例如將喇叭蟲變形蟲之類，割斷其身體，則其有核的部分，依然能够再生，而無核的部分，終歸死亡，細胞核對於許多色素的受染，遠比原生質爲速，這種特性，可證明其中含有一種易受染的物質，而爲原生質中所沒有的。這易受染的物質，稱爲染色質（chromatin）。染色質在細胞行分裂時，常聚集而成顯著的形狀，這時稱爲染色體（chromosome）。細胞核在生理上不司同化、分泌、營養等事，專任細胞的繁衍和生殖，因此乃有兩種截然不同的狀態，一爲休止狀態，一爲分裂狀態。在分裂狀態中，細胞核內顯然可見染色體係浸於另一種物質中，這種物質稱爲核液（nuclear sap）。核液在細胞核不營分裂的時候，其中又可發見細絲錯綜而成的網狀物質，稱爲核絲（nuclear thread）。核絲的受染力很弱，而染色質則分布於其上。此外在核絲網上另有一種物質，常爲小顆粒體，稱爲核仁（nucleolus）。此物類似染色質的凝結物，用化學方法考察，則知其本質並非染色質，而其性質和功用，至今尙沒有確定。細胞核的全體和原生質相接觸處，常有一層薄膜，稱爲核膜（nuclear membrane），但在

許多單細胞生物，則不能發見此膜的存在。無核膜的細胞，其細胞核輪廓不顯明，因此在形態上好像沒有細胞核一樣，其實並非沒有細胞核，乃是沒有核膜之故。

**細胞質** 細胞質亦為原生質的一部分，在生理上司感覺、呼吸、消化、排泄等事，往往含有物質很多，如食物的細粒及二氧化碳等。細胞質的靠近於核的地方，有時可發見一個或多個的粒狀物，很易染色，稱為中心體 (centriole)，其周圍的原生質，和他處略有不同，故頗易認識。此物在平時，不很明顯，在生殖的時期中，則特別明瞭，對於細胞的分裂，效用最著。中心體在動物細胞內常見之，但在植物界中，除羊齒植物及苔蘚類等的下等植物外，多不具

**細胞壁** 細胞壁對於生活作用沒有直接關係，所以並非各種細胞都有。在一部分的下等動物及植物，如變形蟲及黏液菌等，都沒有此物。此等不具細胞壁的細胞，其和外界交接處，只用一種比較濃厚的細胞質來隔開，這種細胞質和細胞內所有的，除了濃度上有差別外，沒有甚麼不同。此外，有一部分的生物細胞其最外面則有一層細胞質造成的膜，稱為質膜 (plasma membrane)。除此以外，所有植物細胞及大多數的動物細胞，在質膜的外

面，均有一層很厚的膜，這就是細胞壁，或稱細胞膜。細胞壁由細胞質分泌或排泄而成，而其性質則和本來的細胞質大不相同，變為另一種物質，如植物的纖維素和動物的角質、矽質等都是。細胞壁富於彈性，其功用在於保護內部和助長原生質的動作，及調節吸收外界的液汁。植物細胞衰老時，其細胞膜常被他物滲入，失其原有的特性，起種種的變質，如木質、軟木質、黏液質等，皆於此時變成。

**細胞含有物** 細胞除核及細胞質和細胞膜外，尚含有種種的物質，如色素體、澱粉粒，脂肪、糖類及各種無機物的結晶等，概為前述原生質所分泌的附產質。此等物質，並非細胞所必需，故各細胞或有或無，有的則含有一種或數種，總稱為細胞含有物。動物細胞中的含有物，不及植物細胞中的多而顯著。一切細小的細胞，均為原生質所充滿，但在成長的細胞中，則處處生有空胞 (vacuole)。細胞漸次長成，空胞亦漸次增大，數目增多，相鄰的互相接合，成爲一個大液腔，內面充滿液體，以溶解糖類及其他物質，供營養之用。這種液體稱為細胞液 (cell sap)，裏面常溶有種種色素體，花及果實等的美麗色彩，均由此而來。

色素體在普通植物的細胞裏，常常含有，呈球狀而很小，數目較多，有白色體 (leucos-

plast) 葉綠體 (chloroplast) 及雜色體 (chromoplast) 等三種。此等有色體，並沒有根本的異點，都可互相變化。葉綠體中含有數種色素，其大部分為葉綠素 (chlorophyll)，所以呈綠色。葉綠素由碳、氫、氧、氮、鎂等五元素合成，其化學的組成，和赤血球裏血紅素 (haemoglobin) 相似。雜色體中不含葉綠素，普通呈黃色或褐色。白色體多在不見天日的組織中，有時能變為葉綠體或雜色體。

細胞間質。在高等動物的骨骼裏，常可發見許多石灰質，存在於細胞和細胞之間，這種物質，特稱為細胞間質 (intercellular substance)。細胞間質亦為造成生物體的重要材料；例如骨骼裏如果沒有石灰質，骨骼便沒有硬性，就不能支持身體。不過細胞間質雖有重要的功用，其本身卻是生活細胞所分泌出來的。

#### 四 細胞的分裂

生活的細胞，其生長有一定的限度，到此限度時，便是細胞的成熟期，於是就起分裂。一個單獨的細胞，經分裂後，即形成二個體，其後各個體繼續依倍數而增多，由二而四，而八，而

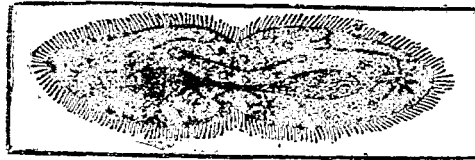
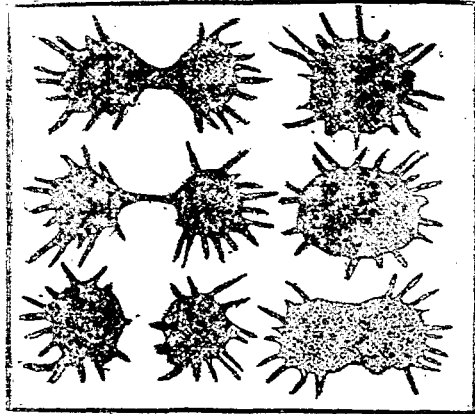
十六。以至於無窮。在多細胞生物，其體的增大，全靠細胞的分裂增殖而來。各種組織中的細胞，分裂不息，增生不已，身體便逐漸長大。不過各組織的細胞，其分裂增生，亦有一定限度，故多細胞生物的生長，達其一定的限度時，便不能再繼續生長。細胞分裂的方法有二種，一爲直接分裂 (direct division)，一爲間接分裂 (indirect division)。

**直接分裂。** 直接分裂又稱無絲分裂 (amitosis)，其法非常簡單，第一步是細胞和細胞核先漸漸的變成長形，後來其中央部慢慢細小起來，變成啞鈴的形狀，最後生出裂縫而分離爲兩個。這種分裂法，只能見於下等生物的細胞，至於高等生物的細胞，則很少見到。據近年生物學上的研究，知道多細胞生物在患特殊的疾病時，或在幼小時候受過麻醉的害，其細胞也能發生直接分裂。又家雞的赤血球和高等動物的絨毛細胞等，也有這種分裂現象。由直接分裂結果，在兩個新細胞中，雖各有一個細胞核，但原來細胞中的染色體，卻不能平均分配到兩個子細胞裏。

**間接分裂。** 間接分裂亦稱有絲分裂 (mitosis)。起分裂時，散在於核內的染色質顆粒，漸次集合而成塊，最初呈不規則形，以後慢慢變成一定的形狀和大小，即成所謂染色體。染

色體的形狀和大小，隨生物的種類而異，其數目少則數個，多則數十個，亦隨生物的種類而

### 單細胞動物的分裂

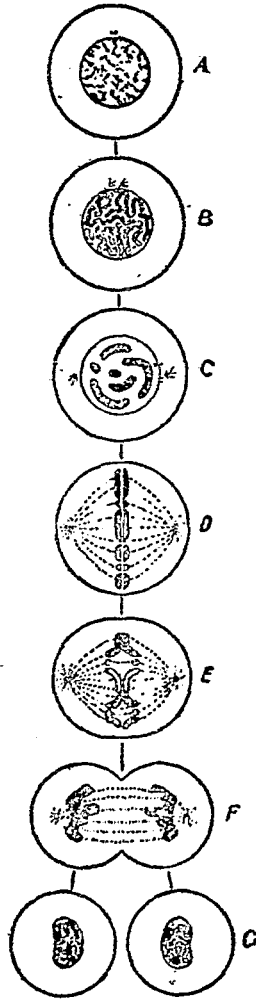


- 甲· 變形蟲的分裂。右上為變形蟲的個體，其下，為將分裂時，核先緊凹如啞鈴形。再下核二分裂，細胞體正在發生凹形。次為左圖，逐漸分裂而成兩個體。
- 乙· 正在分裂中的草履蟲。

定。染色體通常排列於核膜的近旁，核膜則漸次消失。這樣，從染色質集合開始，一直到染色體形成為止，這個時期稱為前期 (prophase)。動物細胞在前期中，細胞質內所有的中心體，分裂為二個，變成星芒狀，分居於核的兩極，其間有細絲互相連結，稱為紡錘絲 (spindle)

fiber) 排列而成紡錘體 (spindle)。在前期的末尾，每個染色體，均已分裂成兩個，這許多

體細胞之有絲分裂



A 休止細胞 B 染色體形成 C 前期 D 中期 E F 後期 G 終期

染色體，都排列在細胞的中間，成爲一個平面，不久便縱裂爲二部分，形成所謂核板 (nuclear plate)。這個時期，稱爲中期 (metaphase)。其次在中期已縱裂成二部分的染色體，各因附着的紡錘絲的牽引，漸漸的互相分離，向兩極移動，而聚集於中心體的附近。這個時期稱爲後期 (anaphase)。各部分的染色體到了兩極後，重新崩壞，恢復爲原來一樣的染色質顆粒，再形成和靜止期中的核相同的形狀，這個時期稱爲終期 (telophase)。自後期而至



於終期，細胞質體亦漸漸的變成長形，短軸的兩端慢慢的向內凹陷中間現出細胞膜來開始分裂了，結果，原來的細胞，遂分而成為二個。在終期中的每個細胞核，便和其周圍的細胞質，形成一個幼稚的新細胞，於是原來的細胞，分裂完畢。

植物細胞中，除羊齒類及苔蘚類等外，大概沒有中心體的存在。故其分裂，和上面所講的，有些不同。在前期中沒有像動物細胞那樣複雜，到分裂後期至終期，細胞的短軸並不向內凹進去。

在間接分裂的過程中，最可引人注意的事，當推染色體的變化。上面說過，各種生物，各有一定數目和一定形狀的染色體，這些染色體依照上述的方法，便得平均分配於新生的細胞中。近代生物學家發見許多證據，證明染色體是生物遺傳上的基礎，間接分裂的功用，即是把這些遺傳基礎，從一個母細胞裏平分到兩個新細胞裏。

**減數分裂。**單細胞生物，由單一的細胞而成，一切的生活機能都由這單一的細胞來營。至於多細胞生物，因其各細胞間發生機能的分化，故有體細胞 (somatic cell) 和生殖細胞 (germ cell) 的區別，體細胞對於個體的生活作用，有密切的關係，換句話說，就是專

司個體生活的細胞。生殖細胞則為專司保存種族的細胞，雄性的精子和雌性的卵，就是這種細胞。上面講過的細胞分裂情形，是指體細胞的分裂而言。生物成長後到了營有性生殖 (sexual reproduction) 的時候，精子和卵合而為一，那時受精卵 (fertilized egg) 裏染色體的數目，應等於二個生殖細胞染色體的和，故每經過一次有性生殖後，染色體的數目就要加倍。但染色體的數目，是隨生物的種類而有一定的，為避免染色體在這種情形中增多起見，在產生生殖細胞的時候，細胞的分裂，便須經過一種特別的過程，把染色體的數目減少一半。如是則在受精之後，染色體的數目，便不會增加，而成固定的數目。這種分裂方法，稱為減數分裂 (reduction division)。在起減數分裂的時候，細胞繼續分裂二次，而染色體則只分裂一次，故其數目遂減少了一半。

## 五 細胞的分化集合和合作



A 營養體的細胞分裂  
B 生殖細胞分裂的比較

分化。高等多細胞生物的個體，無不從一個單獨的細胞即受精卵分裂增殖而成的。受精卵在開始分裂不久的時候，分裂成的細胞都是同樣的，後來互相團結在一處的細胞，漸漸的變成許多不同的形狀，來分擔各種不同的機能，這稱為細胞的分化 (differentiation)。例如蛞蝓魚 (amphioxus) 的卵，在開始分裂二次後，生成四個同樣的細胞，但到了第三次分裂後，生成的八個細胞中，便有四個大些的和四個小些的分別，這就是細胞分化的開始。到了後來，由於繼續分化的結果，蛞蝓魚的身體裏，便有很多不同樣的細胞。這些由分化而成的細胞，不但在形體上有不同，在機能上也是各異的。所以多細胞生物的體細胞，有的只能伸縮，使身體各部動作，如肌肉細胞；有的只能感受刺激，管理身體內各部的連絡，如神經細胞。

集合。上述分化後的各種細胞，其形體和機能相同的，仍舊把細胞膜連在一處，共同生活，這叫做細胞的集合 (aggregation)。細胞集合後，便成組織 (tissue)。例如肌肉細胞集合起來便造成肌肉組織，神經細胞集合起來，便造成神經組織。但各種組織和牠的各個基本細胞一樣，只能做一種或有限的幾種工作，不能營獨立的生活，必須和具有別種機能

的組織聯合起來，共同工作，以營全體的生活。這樣由數種不同組織聯合而成，共營某種生活作用的集合體，稱為器官 (organ)。例如人的胃，就是一個器官，由上皮組織、肌肉組織、結締組織、腺組織等集合而成。牠的機能，便是消化食物。此種由組織集合而成的器官，其各種組織中，普通有一種組織是該器官的主要部分，其餘各種組織，僅為次要的部分而已。種種器官，更集合起來，共同管理某種的生活作用，這樣的集團，稱為器官系統 (organ system)，例如拿消化食物的一事來說，人類的消化系統裏所屬的消化器官，便有胃、肝、胰、腸等各種。

合作：高等生物的生活，全靠他的各個系統的合作；各系統的工作，全靠組成牠的各個器官的合作；各器官的工作，全靠造成牠的各組織的合作；各組織的工作，則全靠組成牠的各細胞的合作。所以高等生物身體的結構，雖比單細胞生物複雜得多，而其生活則不外是細胞的分化、集合和合作的結果。

## 六 植物的組織

高等植物的組織，變化很多，但可大別為下述數種：

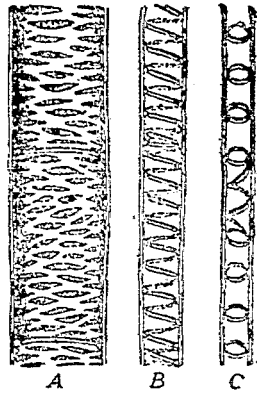
基本組織 (fundamental tissue) 亦稱柔組織 (parenchyma) 爲細胞膜柔薄而沒有變質的柔細胞 (parenchyma-cell) 所構成。這種柔細胞，概呈球形。細胞的含有物很豐富，常具有葉綠素，專門管理營養物的製造或貯藏，爲植物營養的部分。

機械組織 (mechanical tissue) 爲支持植物體而使植物堅實強固的組織。這種組織的細胞，有的角隅的膜很厚，稱爲厚角細胞 (collenchyma cell)；有的細胞壁全體加厚，稱爲厚膜細胞 (sclerenchyma cell)；有的細胞長而壁厚，兩端常呈尖形，其細胞膜全體通常已木化，成爲所謂厚膜纖維 (sclerenchymatous fiber)。由後者集合而成的，特稱爲纖維組織 (fibrous tissue)。

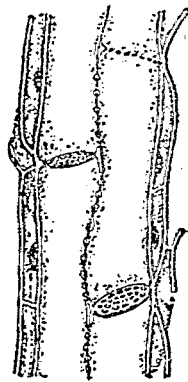
輸導組織 (conducting tissue) 這種組織亦稱維管束 (vascular bundle)。由管狀的細胞和柔細胞集合而成，其功用在使水液流通於其間。其管狀的細胞，共有二種，一種叫做導管 (vessel or trachea)，另一種叫做篩管 (sieve tube)。前者又分爲二種，一種是真正導管，一種則是假導管 (tracheid)。假導管爲單獨的細胞，導管則爲多數兩端相接的細胞所成的管，其細胞間的隔壁，已經消失。二者的重要作用，在於通導根部所吸收的水。

分。篩管亦由多數細胞接合而成，其細胞間的隔壁，則形成了所謂篩板(sieve plate)，主要作用，在於通導同化的物質。在導管中已不能看見細胞的原生質，在篩管中，則原生質成爲薄層的形狀而尙殘存着。

**保護組織(protective tissue)** 保護組織包在植物體的外面，它的功用是在抵抗外圍的刺戟以保護植物體，並防止體內水分的散失。這種組織又分爲表皮組織(epidermal tissue)和木栓組織(cork tissue)兩種。表皮組織祇限於樹木的根莖才有，在牠生出後，樹木的表皮便脫落，由牠來代司保護的作用。平常所見作瓶塞用的軟木，就是這種組織。



導管：A 網紋導管  
B 螺旋紋導管  
C 環紋導管



篩管

永久組織 (permanent tissue) 上述四種組織，合稱為永久組織。

分·裂·組·織 (meristem) 這種組織，存在於植物的莖及根中，其構成的細胞，都很幼稚，核很大，細胞膜很薄，細胞質充實，裏面沒有空胞。此等幼稚細胞，都有分生增殖的能力，專管分生新組織，使植物能繼續生長，所以又稱為生長組織 (formative tissue)。這種組織的生長，分為縱橫兩方面。向縱方面生長的，是在枝莖和根的頂端，叫做生長點 (growing point)；向橫方面生長的，是在枝莖中的形成層 (cambium)。所以植物枝莖的頂端如果受傷或被剪去，植物就不能高長起來；如果其枝莖內缺少形成層，便不能粗大起來了。

此外在植物體內，往往可見有不成組織的孤立細胞存在，這類細胞，常呈特殊形狀，或含特殊內容。例如散在於柔組織內或其他組織中的石細胞 (stone cell) 乳管等 (latic tube) 都是這類細胞。石細胞的膜特別厚；乳管則為含有乳狀液體的管形細胞。

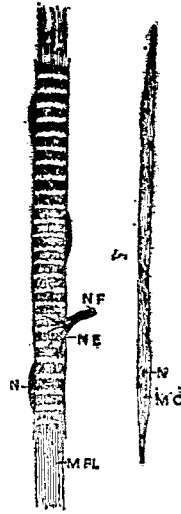
## 七 動物的組織

動物的組織，種類比植物的組織更多，茲分述於下。

**肌肉組織 (muscular tissue)** 由肌肉細胞集合而成。這種組織在性質上又可分為

三種：一種的細胞沒有橫紋，牠的伸縮不受意志管束，如胃腸壁的肌肉便是。一種的細胞有橫紋，常隨意志而伸縮，如構成身體外部的肌肉便是。又一種細胞亦有橫紋，但不受意志管束，如構成心臟壁的肌肉便是。

肌肉組織



左為隨意肌纖維，右為不隨意肌纖維。隨意肌纖維，其細胞蔓延甚長，其中有許多核，纖維縱橫的條線顯而易見，所以叫橫紋肌。N是核，NE是附着在肌肉上的神經纖維，NF是其末端，MC是肌肉細胞。

**上皮組織 (epithelial tissue)** 亦稱皮膚組織，是覆蓋於動物體表面和體內各腔內壁的組織，由平盤狀，方形，圓柱狀或角柱狀等的細胞排列而成。細胞層有單層和多層的分別。單層的，表面常生纖毛或鞭毛，或表面變成角皮 (cuticula)；多層的，表面亦有角皮存在，又往往有許多角質化的細胞。



上皮組織在性質上可分感覺性的和腺性的兩種，前者富於各種的感覺細胞 (sensory cell)，後者含有排泄性和分泌性的二種腺細胞 (gland cell)。這二種的腺細胞，常散在或聚集於上皮組織的層下，往往呈盲管狀，樹枝狀或葡萄狀的凹陷。

結締組織 (connective tissue) 這種組織在發生的初期，不過是細胞的密集而已，其後慢慢變化，造成組織。在變化的時候，往往於細胞間發生種種物質，和其他的組織連結起來，構成各種器官，或則填充於各器官間，或則作支持身體的組織。

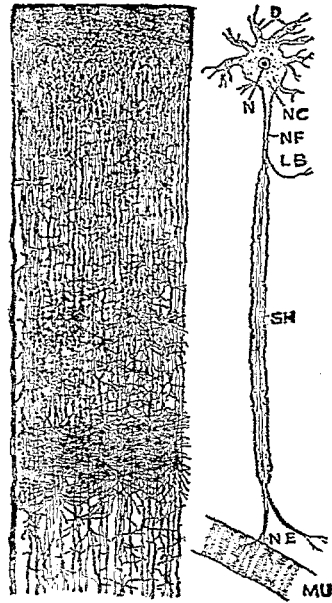
間充組織 (mesenchyma) 細胞作球狀，紡錘狀，或星芒狀。如脊椎動物的韌帶，腱，軟骨等都是。

神經組織 (nervous tissue) 由神經細胞，神經纖維及神經膠細胞 (glia cell) 三者組成。神經纖維是神經細胞生出的叉枝，由纖維質集合而成，有的生出很長，像樹枝一樣。神經膠細胞填充於神經中樞的神經細胞間，有許多細枝分歧突出。

血液和淋巴液 多數的動物，其身體內都有輸送氧，營養物，及代謝廢物的液體，如脊椎動物的血液和淋巴液 (lymph)，就是這種液體。

## 神經細胞與神經組織

血液由血漿及赤白二種血球而成，一經凝固時，血漿中的蛋白質成分，便有一部變成纖維質，和血球相合，造成血餅 (blood cake)，留下的血漿，則成爲血清 (serum)。哺乳類動物的赤血球，作圓盤狀，裏面不含核，但其他的脊椎動物的赤血球，都作橢圓形，裏面含有一個核。赤血球的成分中，含有血紅素 (haemoglobin)，這種物質，有吸氧和放氧的機能。白血球的形狀較赤血球爲大，但數目很少，在淋巴液中則稱爲淋巴球。爲一種有核的細胞，能伸縮其僞足，作前述變形蟲一樣的運動，遇有外來的細菌及其他有害的東西時，便能包圍捕



D是神經細胞發生的分枝。N是核，NF是神經纖維外有肥質(SH)裹著，NE是其末端。左爲腦的神經組織，有無數的神經細胞彙集成爲神經森林。

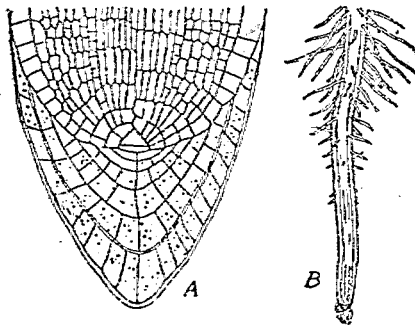
食，所以又叫做食菌細胞 (phagocyte)。淋巴液可稱為不含赤血球而只含淋巴球即白血球的血漿。

## 八 植物的器官

植物生活機能的分化，不及動物那樣進步，體制亦很簡單，故器管的種類不多，而各器官的構造也極簡單。植物器官可分營養和生殖二類，現在分述於下。

**植物營養器官** 顯花植物及羊齒植物等，其營養器官有根、莖、葉三種。至於苔蘚及藻、菌等葉狀植物，其營養器官，有的亦有根、莖、葉的分別，有的則不分明。

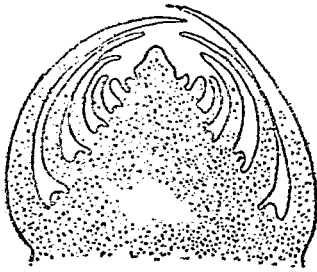
**根** 根普通都生於地中，一方面吸收地中的養分，一方面使植物體固定於地上。此外則有生活於水中的根和露出於大氣中的根。根的先端有生長點，外



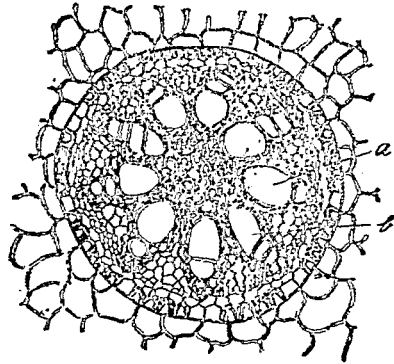
A 根端的縱斷面      B 根的先端部

面有根冠 (root cap) 保護着，根的生長就靠這生長點的細胞的分裂增殖。離根端稍上的部分，有許多根毛 (root hair) 生着，這些根毛，都是由根的表皮細胞變化而成，能吸收土壤裏的養分。根在構造上，普通有表皮 (epidermis)，皮層 (cortex) 及中柱 (central cylinder) 三部。中柱的裏面有維管束，維管束裏面則有篩管部和導管部交互而生。

莖 (stem) 普通都生在地上，一面作葉，花，果實等的支持，一面作水和營養物的通路。先端亦有生長點，但沒有像根冠那樣的保護東西。上下各部常有枝生出，枝的頂端亦有生長點。在莖和枝的生長點部分，有許多小葉密集着，普通稱為芽 (bud)。高等植物從莖的性質上來說，有草本 (herb)



根的先端橫斷面

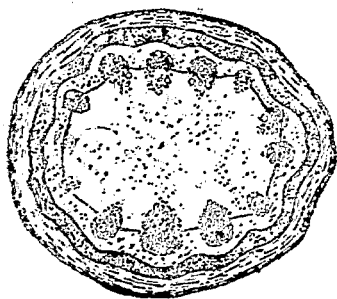


遠尾處的根橫斷面。A 為導管 B 為篩管

和木本 (woody plant) 的分別。像稻、麥、棉等植物，都是草本，多數只能生長一年或二年，能生長多年的很少；各種樹木和竹等，則為木本，都能生長許多年。草本中能生長多年的，大都有埋在地下的莖，稱為地下莖 (subterranean shoot)。地下莖又有根莖 (rhizome)，塊莖 (tuber) 及鱗莖 (bulb) 三種。至於木本，則亦有喬木 (tree) 和灌木 (shrub) 的分別。前者雖亦有許多分枝，但其立在面上的只有一根莖幹，而且很高大；後者有莖許多，都從根生出，不很高大。

莖在構造上亦可分表皮、皮層及中柱三部。中柱的基本組織為柔組織，有縱走的維管束。維管束中篩管和導管部分的排列方法，和在根中者不同，這二者是內外並立的，而在二者之間，又有形成層的存在。

葉 (leaf) 葉只生於莖和枝上，不生於別處，其生着的地方叫做節 (node)。一節上只生一葉的，稱為互生；生二葉的，稱為對生；生三葉以上的，稱為輪生。互生的

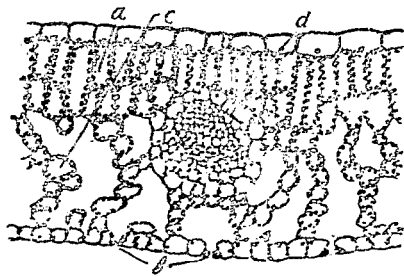


馬鈴薯根的橫斷面

葉常隨植物的種類而有一定的生法；對生的葉，其二葉常相對而生，葉的形狀可分為闊葉和針葉二種；像桑葉等，就是闊葉，松葉等，就是針葉。此外尚有種種的變形，如鱗葉，苞葉，多肉葉，刺，卷鬚，捕蟲葉等都是。

葉的部分，通常可分葉片，葉柄及托葉三部，有時亦缺其一或二部。在形狀上，依照葉片的數目，又可分為單葉和複葉二種，而複葉則更有掌狀和羽狀的分別。普通的葉，背面有許多氣孔 (stomata)，中間是葉肉 (mesophyll)，在上表皮相接的部分有柵狀柔組織，下表皮相接的部分有海綿狀柔組織，葉脈則橫貫於葉的中間，由維管束而成。

植物的生殖器官。除菌類及某種藻類以外，一切植物，其營養器官和生殖器官的分化，概很明顯，而無性的和有性的兩種生殖器官，都可看見。這兩種生殖器官的形態，隨植物的種類而不同，但都能生成孢子 (spore)。孢子有有性的和無性的分別。無性孢子由植物體某部分的細胞分裂而



葉的橫斷面  
A 柵狀組織 B 氣孔 C 海綿柔組織 D 葉脈

生，在發芽後，即能長成和其母體相同的新植物。由無性孢子發芽而成的新植物體上，能發生大配偶子(macrogamete)和小配偶子(microgamete)，這兩種東西合而為一，便成卵孢子(oospore)，這就是有性孢子。卵孢子發育後，也能成為和母體相同的新植物。上述能生成無性孢子的部分，稱為無性生殖器官，而造成卵孢子的器官，稱為有性生殖器官。顯花植物的有性生殖器官就是花，而無性生殖器官則有匍匐枝、珠芽、根莖、鱗莖、球根、塊根、塊莖等等。

## 九 動物的器官

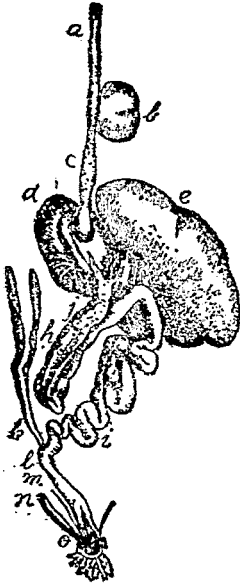
動物在機能上的分化，較植物為進步，故其器官的種類很多，而構造亦很複雜。此等器官，雖隨動物的種類而有差異，但不外是參加代謝、調整和生殖等三機能之一的。參加代謝機能的器官，有消化器、呼吸器、循環器、排泄器等；參加調整機能的器官，有骨骼、肌肉、神經、感覺器官、內分泌器官等；參加生殖機能的總稱為生殖器。現在分述於下。

**消化器** 原生動物攝得食物後，直接由細胞消化；海綿動物的食物，亦由體內特殊的

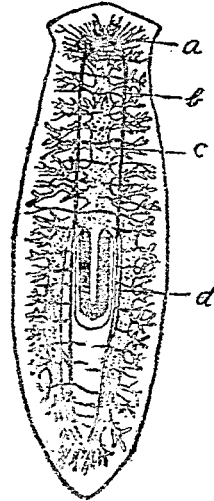
細胞來消化，都沒有所謂消化器的存在。但是到了腔腸動物，便有簡單的消化器，稱為腔腸（coelenteron）。更上等的動物，都有逐漸複雜的消化器。到了體腔動物（coelomata），

其消化器已分化為種種區域，實行消化上的分工了。在脊椎動物的消化器裏，更有肝、胰、脾等種種的消化腺（gland）。

呼吸器，原生動物，海綿動物，扁形動物，圓形動物等都沒有特殊的呼吸器，但其身體



雞的消化系  
 A 食道 B 嗉囊 C 腺胃  
 D 砂囊 E 肝臟 F 膽囊  
 H 小腸 I 小腸 J 胰臟  
 K 盲囊 L 大腸 M 輸尿管  
 N 輸卵管 O 排泄腔



歧渦蟲的消化及神經系  
 A 腦節 B 神經 C 腸管 D 咽



面，則都能營呼吸作用。到了

軟體動物，方才用鰓 (gill)

呼吸。而甲殼類，魚類及有些

的兩棲類，亦都用完備的鰓

呼吸。昆蟲類的呼吸，都用氣

管 (trachea)，而爬蟲類，鳥類及哺乳類等，則用肺呼吸。魚類中的肺魚類 (dipnoi)，其鰓的

周圍有許多血管聚集着，亦能行類似於肺的呼吸。

循環器。體腔尚未發達的動物，體內的氧及營養物和代謝廢物等，都由胃水管系

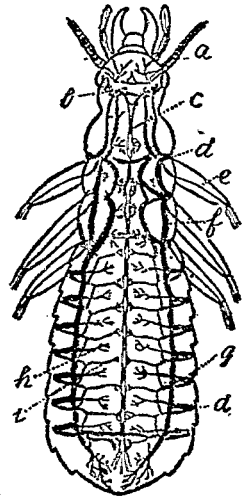
(gastrovascular system) 輸送，體

腔發達的動物，則由血管輸送。節足

動物的血管一部，成爲心臟，但裏面

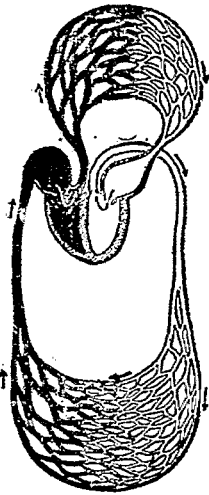
沒有心耳 (auricle) 和心室 (ventricle)

的區分。到了軟體動物，心臟



昆蟲的氣管系

- A 觸角 B 腦 C 神經系
- D 氣門 E 肢 F 氣管幹
- G 氣管 H 內臟 I 腹枝



血液循環

黑的是靜脈白的是動脈

便分爲心耳和心室二部，到了更高等的動物及脊椎動物，血管又有動脈，靜脈和毛細脈 (capillary) 的分別，而脊椎動物則更有淋巴系 (lymphatic system) 和靜脈的某部分相通。

**排泄器。**動物的代謝廢物有二氧化碳，鹽類和尿素等，二氧化碳可由呼吸排出，鹽類和尿素，除含於汗中而發散於體外，亦由特殊的排泄器來排除。原生動物，海綿動物，腔腸動物等，並無特殊的排泄器，扁形動物則有原腎管 (protonephridium) 做排泄器，甲殼類等則有腎管 (nephridium) 做排泄器，昆蟲類則有馬氏管 (malpighian tube) 做排泄器，至於脊椎動物，則用體腔後部的兩個腎臟 (kidney) 做排泄器。腎臟和輸尿管相連，這輸尿管在鳥類以下的脊椎動物，其出口通於消化管的末端，在哺乳類則通於膀胱，經尿道而排出於體外。

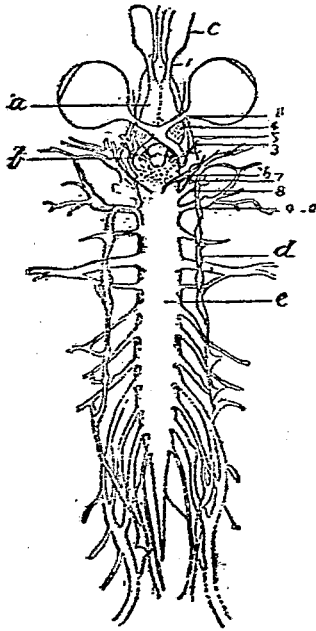
**骨骼。**是支持身體，保護柔軟部分，並作肌肉的附着點的器官，由鈣質，矽酸質及角質等合成。無脊椎動物的骨骼，多包被於身體的外面，稱爲外骨 (exoskeleton)。脊椎動物的骨骼，都是內骨 (endoskeleton)。內骨可分脊索 (notochord)，軟骨 (cartilage) 及硬骨

(bone)三種。蛙蟾魚的骨是脊索，魚類中的板鰓類的骨是軟骨，硬骨則只有硬骨魚類以上的脊椎動物方才具有。

**肌肉。** 原生動物靠伸縮其體質或振動其纖毛或鞭毛而運動，後生動物則都靠肌肉而運動。肌肉的發達和分布，隨動物的種類而不同，有的在體壁中，有的在表皮下，有的像節足動物，其每一體節有數條肌肉，兩端附着於外骨的內面。至於脊椎動物，其肌肉則有和骨無關的及有關的二種。和骨有關的肌肉，附着於骨上，由其伸縮而起運動。

**神經系。** 原生動物及海綿動物以外，其餘一切的後生動物，體內都有神經系存在。脊椎動物的神經系有中樞

神經系 (central nerve system) 和交感神經系 (sympathetic nerve system) 的分別。中樞神經系中有腦神經 (cer-

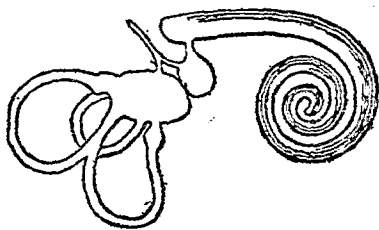


蛙的神經系  
A 大腦 B 視管 C 嗅管  
D 交感神經 E 脊髓

abrad never) 和脊椎神經 (spinal never)。

感覺器管。原生動物及海綿動物，體上沒有一定的感覺器可以看見，至於體制複雜的動物，則有感應各種物理的及化學的刺戟之感覺器。此等感覺器，普通為觸器，嗅器，味器，平衡器，聽器，視器等。觸器司觸覺，存在於皮膚中，尤以觸手，觸絲，觸角等處為多。嗅器司嗅覺，在無脊椎動物中，好像也有，但在脊椎動物中最發達，存在於鼻腔的裏面。味器司味覺，只有在脊椎動物中，明確的可見，存在於口腔的黏膜中。平衡器司身體的平衡，也只有脊椎動物中，明確的可見，耳中的半規管 (semicircular canal)，就是這種器官。水生脊椎動物的平衡器，為由許多感覺細胞所成的平衡胞 (statocyst)。聽器司聽覺，昆蟲類中亦有之，脊椎動物的耳，亦是這種器官。耳的主要部分叫做膜性迷路

(membranous labyrinth)，構造很複雜，裏面生聽毛 (auditory hair)，內部充滿一種液體，稱為內淋巴液 (endolymph)，液中有聽石 (otolith)，能感受音波而振動，更能將其振



人的聽器

動傳給聽毛。視器可視覺，普通稱爲眼，其構造隨動物的種類而異。眼的主要部分爲視細胞 (visual cell)，存在於表皮或皮下組織中。視細胞裏或附近，有黑色的色素集積，對於感受光線，有重要的作用。脊椎動物的眼，構造非常複雜。節足動物的眼，有單眼和複眼二種。

參加調整機能的器官，除上述種種外，尙有如電鰻，電鱧，電魚等能放電的器官，又有如桃蝦，裸鰓等能發光的器官。脊椎動物更有種種內分泌器官，如副腎，甲狀腺，副甲狀腺，胸腺，腦下垂體，松果腺等。關於內分泌器，在下章還要講到。

**生殖器。** 原生動物普通都由分裂而增殖，後生動物則在形成生殖細胞後而行生殖作用。生殖細胞發生後，便和體細胞分離而發育，普通成爲一定的器官，稱爲生殖巢 (gonad)，存在於體中。生殖巢有卵巢 (ovary) 和精巢 (testis) 二種，前者能產生卵，後者能產生精子。精卵兩巢亦有同生於一個體內的，這種動物稱爲雌雄同體，例如蚯蚓便是；亦有各生於一個體內的，這種動物稱爲雌雄異體。腔腸動物中如水螅類，其生殖巢在外胚葉的下面，水母類則在內胚葉的下面，至於其生殖物，則或直接放出於外界，或經腔腸而放出於外界。比較高等的動物，體腔狹小的，其生殖物多由特殊的輸送管運出於體外；體腔寬廣的，生

植物先落於體腔內，再由腎管輸送。脊椎動物的生殖物輸送管，有輸卵管和輸精管的分別，都通於排泄腔。哺乳類的輸卵管，其下部生子宮和陰道，輸精管則有射精管通於陰莖。

## 第三章 生命現象

### 十 新陳代謝

**營養** 一切生物，都須爲了生存而攝取營養物質。但是從外界攝得的營養物質，並不能直接來利用，必須經過消化和吸收的作用，將其同化，然後經過異化作用而排出於體外。這種過程，普通稱爲新陳代謝。在消化作用中，是將攝得的營養物，加以分解，使能被細胞吸收，以消化腺所分泌的酵素作用最爲重要。消化吸收後的物質，運輸到身體各部，各部的細胞，始各同化而利用之。細胞在利用營養物的時候，必須有一種能力，植物細胞則直接利用日光的能力，動物細胞則利用由呼吸而來的一部能力。不過植物的一切生活作用，並非都是直接利用日光的能力的，除同化作用以外，也須利用由呼吸而得的能力。營養物爲細胞同化後，又被分解，便發生溫熱和體力，分解後的產物，則變爲呼氣和尿的成分，由呼吸器和排泄器放出於體外。糞爲食物的渣滓，對於身體成分的構成，毫無關係，故被排出於體外。

## 同化作用

生物所攝得的營養物中，水可不加變化而利用，但其他各種物質，則必須加以變化，造成和本體同樣的物質，就是同化作用 (assimilation)。植物的同化作用，只有具有葉綠體的植物及特殊的細菌才能。葉綠體靠日光的能力，能將葉面氣孔所吸得的二氧化碳氣和從根裏吸來的水液，造成含有豐富的化學能力的碳水化合物如澱粉等，同時有氣從葉面的氣孔排出於體外。這種同化作用，實際上是一種能力的儲藏作用，而被儲藏的能力，在同化產物——碳水化合物——被氧化而復變為二氧化碳和水的時候，又被放出來，成爲生活的能力。植物在同化作用中，除產生碳水化合物外，尚能合成脂肪及氮化合物等，換句話說，由同化作用結果，植物體內便造成了澱粉、脂肪及蛋白質等的有機物。此等有機物，在一般的植物，概以無機物爲原料。

## 消化酵素

動物細胞不含葉綠體，故沒有上述同化作用的能力，直接間接，須仰食於植物。其主要的營養物，爲蛋白質、脂肪、碳水化合物、無機物及水等。此等物質中，無機物及水，大抵已含於植物之中，故在攝取時，所求者多爲蛋白質、脂肪及碳水化合物三類。此等營養物，均可爲消化器各腺分泌液中所含的酵素 (ferment or enzyme) 作用而分解。例如在哺乳



類動物其唾液中所含的唾液素 (ptyalin) 及胰臟的分泌液中所含的胰糖化酵素 (amyllopsin) 的作用，能將澱粉變化為葡萄糖；胃液中所含的胃液素 (pepsin) 則有將蛋白質化為消化蛋白質 (peptone) 的作用，此物更由胰液中所含的胰液素 (trypsin) 的作用而分解為氨基酸；膽臟所分泌的胆汁，則有將脂肪化作乳糜狀的作用，更由胰液中的硬脂酵素 (steapsin) 的作用，分解為甘油 (glycerine) 和脂肪酸 (fatty acid)。此等分解產物，都為腸所吸收後，脂肪酸和甘油，又合成脂肪，氨基酸則又合成蛋白質。

**生活素** 此外尚有生活素 (vitamin) 亦為營養中所不可缺少的東西。生活素共有 A、B、C、D、E 五種，起初都在植物體內合成，給動物吸收後，便成為動物的身體成分，暫時保存在體內。但生活素在動物體內是否仍和在植物體內時完全一樣，則至今尚未為人們所知道。據說用不含生活素的食動來飼給動物，而時時用紫外光線照射那動物，其效果和用含有生活素的食物飼給時相同，由此觀之，可知動物體內，一定也有多少合成生活素的能力存在。五種生活素中，A 種生活素，可以溶化於脂肪內，對於脂肪的代謝，很為重要，而對於身體的發育，更有重大的關係。動物體中若缺少此種生活素時，除身體的發育發生阻礙外，

更能減少身體的抵抗力，容易患疾病。B種生活素，很易溶於水中，對於碳水化合物代謝，有密切的關係，且和A種同樣，對於身體的發育，也有影響。身體內如果缺乏此種生活素，能引起腳氣病，為大家所知道的事實，此外尚能引起消化不良，營養不良，及神經系的麻痺症等。C種生活素多含於新鮮的蔬菜及果實中，身體內如果缺乏，即成爲壞血病的原因；一般所見的骨質脆弱及關節，齒齦，皮下等的出血症狀，皆因缺乏此種生活素而來。D種生活素與身體內鈣質和磷質的代謝有關，缺乏時，便會妨礙此等物質的存留於體內。E種生活素含於小麥的胚中，與生殖有關。

循環。營養物經過同化後，運輸到體內各部分，這現象叫做循環(circulation)。植物體內的循環作用很簡單，葉綠體所生的澱粉及儲藏着的澱粉，經過體內澱粉糖化酵素(diestase)的作用，分解爲麥芽糖(maltose)，由篩管運送至各處，葉中的同化物質，通過篩管而運送到各處，儲藏物質則通過導管而運到各處，此外無所謂特別的循環器管。動物中體腔尚未發達的，其代謝物都由胃水管系輸送，體腔發達的，則都另有循環器，以輸送代謝物。在循環器中能使新陳代謝的物質，無停留的循環於身體各部，其功用全在於體液

(body fluid) 體液就是指淋巴液 (lymph) 和血液二種。

血液的功用。身體內血液的功用爲：(1) 替呼吸作用作氣體的代謝，(2) 營養物的輸送，(3) 代謝產物的輸送，(4) 體溫的調節，刺戟素 (hormone) 的運送，免疫物質的生成及其輸送，及白血球的食菌作用等。血液由血球和血漿而成，血漿裏含有纖維素和血清，其成分，水佔有百分之八十，其餘百分之二十，則爲種種的有機和無機的化合物。普通的同化物質，都由血漿運送到各處。氧在下等動物，亦由血漿運送，但在脊椎動物，則與赤血球中的血紅素 (haemoglobin) 結合，而被運送到各處。血紅素和氧很易結合，而又很易脫離，在肺和鰓等處，兩者便相結合，在各種組織裏，便相分離。

血壓和脈搏。血液從心臟流出，在血管內流行，將營養物及氧，帶到各組織，一面則將各組織中的代謝產物，收拾帶出，再回至心臟，這叫做循環 (circulation)。血液循環全身一次所需的時間，隨動物體的大小及其他條件而異，在人類大約爲二十秒至二十五秒間。血液能在心臟進出及在血管內循環流行，完全由於心臟及血管的自動性伸縮運動的壓力所推動，這壓力稱爲血壓 (blood pressure)。血壓在血管內，大小並不一律，在大動脈內最

大，小動脈內較小，毛細管中更小，至小靜脈則愈減，而在大靜脈內，或等於零，或成爲負壓。心臟的收縮力增加時，血壓便亢進，減小時，便低退，通常所稱的血壓大小或高低，就是指這種變化而言。動脈跟着心臟的伸縮運動，也能搏動，由此而發生對於血液的壓力。這種搏動，稱爲脈搏 (pulse)，用手指按在動脈上即能感知。

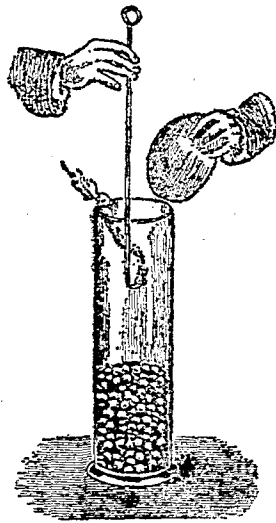
**異化作用。**細胞原生質由營養物造成新的原生質後，本身就起分解，化成簡單的化合物，這叫做異化作用 (dissimilation)。異化作用在化學上也是一種氧化作用，所以也能發生能力以供生活上的需要。

**呼吸。**照上面所說，可知細胞裏在起同化和異化作用的時候，都須把氧來消費，而產生二氧化碳。這正和煤炭在空氣中燃燒時需要氧而產生二氧化碳一樣。所以生活的細胞，必須不斷的吸進氧而又不斷的放出二氧化碳。這種與外界交換氣體的作用，稱爲呼吸 (respiration)。無論何種細胞，都能爲之。植物的呼吸作用，雖晝夜不止，但不及動物來得顯著。這因爲植物的葉綠體在日光下，同化作用很盛，呼吸作用被其隱蔽之故。但生物之中亦有不需氧而能生存的，不但如此，尚有在無氧的地方反更適於生存的生物；這種生物，特

稱為嫌氧性生物(anaerobe)，多屬於細菌類。酵母菌在起發酵作用時，亦為嫌氧性生物，及至生殖及生長時，又需要氧來生活了。體制簡單的生物，沒有特有的呼吸器官，僅由其身體表皮來攝取空中或溶解於水

中的氧。體制複雜的生物，都備有特殊的呼吸器，以營呼吸，例如植物葉面的氣孔，莖枝上的皮孔(Lenticel)或裂隙，動物的肺，氣管，鰓等，都是特備的呼吸器，由此以吸收氧而排出二氧化碳。

**排泄。**細胞由異化作用，使潛在於原生質中的能力，變化而為身體行動的能力。這時所生成的分解物質，已成爲老廢物，對於生物，不但無用，而且有害，故必須將其排出於體外；這種作用，稱爲排泄(excretion)。老廢物在植物體中，由葉的氣孔及根而排出於體外；二氧化碳及水，皆由氣孔排出，有機酸則由根排出。但植物體內因原生質破壞而產生的老廢



種子發芽時的呼吸作用的實驗

物，多可留在身體裏，重新製造有用的物質，所以牠的排泄作用，不很顯著。動物體內的代謝廢物，較植物爲多，經氧化作用等而生的二氧化碳和水及由蛋白質等含氮物所分解而生的氨等，皆爲有害的廢物，動物細胞既沒有像植物細胞那樣本領，把這些廢物來重新製造有用的物質，便必須急速將其排除，以免有害於身體。高等動物的排泄方法，較植物複雜得多，對於二氧化碳和水，用呼吸器官來排泄，對於含氮物質，鹽類及水等，用泌尿器官來排泄，而在哺乳類動物，則更用皮膚的汗腺，來排泄尿素（urea）鹽類及水等。

● 尿素在化學上稱爲脲，是蛋白質分解後的產物，含於哺乳動物的尿中。鳥類的排泄物中，則含有腺酸及鳥尿素（guanin）兩棲類及魚類的排泄物中，亦有很多的鳥尿素。此等物質，並非普通的組織細胞所形成，實爲某種特殊細胞所產生。例如腺及腺酸，是血管裏的代謝產物，經過肝臟細胞的特殊作用後，方才合成的；而在腎臟中，亦製造腺酸和腺酸的鹽類。又如鳥尿素，則在魚類的皮膚中或體腔膜及鰓等處，有多量沈積。即這些物質，都是由此等部分的細胞所產生的。此等廢物，統由血液運送，由排泄器排出體外。

蒸散作用。植物用根吸收得來的多量的水，並非全部都供同化作用之用，其中有一

部分，則成爲水蒸氣的狀態，從葉面發散於空氣中。這現象叫做蒸散作用 (transpiration)。這種作用在天氣很熱或乾燥或有風的時候，特別旺盛，平時則比較不顯著，全靠葉面氣孔的開閉來調節。植物因有這種作用，故雖在日光強照之下，其體溫不會繼續上昇。又植物體內多餘的水，往往亦能從葉脈的先端，成爲水滴排出。在這種水滴中，含有種種物質，和上述蒸散作用所排出僅爲單純的水蒸氣不同。更有某些植物，能從其傷口排出多量的水液。

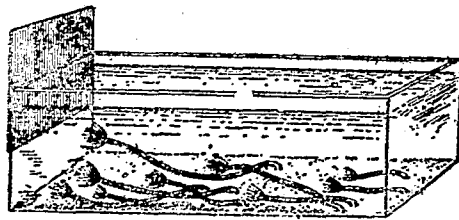
## 一一 連絡和調整

**感覺和運動。** 生物都能感應刺激而運動，高等動物的感覺和運動，有特備的器官，單細胞生物及植物等，則沒有此等器官。運動有意識的和無意識的分別，高等動物的運動，出於意識的，植物和下等生物的運動，是否亦出於意識的，至今尚沒有明瞭。生物的無意識運動，稱爲向性 (tropism taxis) 運動。

生物所表現的向性運動，有種種分別：對於化學物質所表現的，稱爲向化性 (chemotaxis)，對於光的，稱爲向光性 (phototaxis)，對於日光的，稱爲向日性 (heliotaxis)，對於

壓力的，稱爲向壓性 (barotaxis)；對於接觸的，稱爲向觸性 (thigmotaxis)；對於地球重力的，稱爲向地性 (geotaxis)；對於水流的，稱爲向流性 (thetaxis)；對於空氣的，稱爲向氣性 (aerotaxis)；對於溫熱的，稱爲向熱性 (thermotaxis)；對於電流的，稱爲向電性 (galvanotaxis)。此外在植物界裏所常見的尙有對於乾濕的運動及和此類似的睡眠運動等。

至於高等動物，神經的發達分化，很爲複雜，精神作用亦很發達，其運動均由運動神經所支配的肌肉來表現，肌肉裏都有神經分布着，神經傳播神經衝動 (nerve impulse) 於肌肉，肌肉便興奮而起收縮，於是運動便表現出來了。神經能從各種的感覺器官向中樞神經，或從中樞神經向肌肉及腺等器官，傳播神經衝動。這所謂神經衝動，就是神經纖維上所生的一定形式的興奮現象。這現象和肌肉纖維的興奮，差不多是同樣的道理，不過神經在興奮而收縮的時候，沒有力的作用。



向日性實驗



體溫。動物身體的溫度，稱爲體溫（body temperature）哺乳類及鳥類等有調節體溫的機能，其體溫常保持一定的高低，稱爲定溫動物（homeothermic animal）。爬蟲類以下的許多動物，沒有調節體溫的能力，其體溫常受外界溫度的影響，時有變化，稱爲變溫動物（poikilothermic animal）。變溫動物亦非完全沒有調節體溫的作用，不過不及定溫動物來得強罷了。

動物體的溫熱，由於體內物質的氧化而來，其發生的主要部位，則在肌肉、肝臟及腎臟等處，而尤以肌肉所發生的溫熱量爲最大，約佔全體熱量的大半。體溫的調節，有化學的和物理的兩方面。外界的溫度降低時，皮膚和肌肉收縮，溫度增高時，皮膚和肌肉弛鬆，由這樣方法調節體溫，便是化學的方法；由皮膚血管的運動及汗液分泌的增減，以調節溫熱的放散，則是屬於物理的方面。所以體溫的調節，實是依存於肌肉、血管及汗液等的作用的。此外關於體溫的散失，尚有傳導、輻射、蒸發等作用。

內分泌和刺激素。生物不斷的攝取營養物而同化之，由是而能逐漸生長，而散在於身體各處的內分泌器官（endocrine organ），亦各於適當的時期，發展和減退其機能，以

保持生命的統一和調和。內分泌器官所分泌的物質，不由導管輸送，而是直接流入於血管內的。這時的分泌物，普通稱為刺激素(hormone)。內分泌器官的種類很多，主要的有後列各種：

**甲狀腺** (thyroid gland) 甲狀腺生在喉的直下，是覆蓋於氣管上的黃色馬蹄形器官。牠的分泌物，是一種含碘的有機化合物，對於新陳代謝，有顯著的影響。甲狀腺的機能低下或缺如的人，其身體必矮小，精神上的發育，也受到妨礙，往往成爲白癡。又甲狀腺的機能過於亢進的人，其新陳代謝的機能亦特別旺盛，有引起心臟跳動增加及神經過度興奮的病害，甚至會使眼球凸出。

**副甲狀腺** (parathyroid gland) 這腺在甲狀腺的裏面，像豌豆大小，略帶鮮紅色，左右各有兩個。牠的分泌物的有效成分，到現在還沒有明瞭。其作用據說對於鈣質的新陳代謝，很有關係。這腺的分泌機能如有缺陷時，便會引起興奮性的亢進，甚至發生肌肉的振顫，有時且會引起肌肉的痙攣。

**松果腺** (epiphysis) 這腺在大腦的下面靠近小腦的地方，牠所分泌的有效物質，

現在還沒有知道。人類在七八歲時，牠的發育達於極點，以後隨年齡的增加，逐漸退化。這腺對於性的發育有關，其機能如果忽然減退或停止時，據說就是一個小孩子，也會變成老年人的面影。

**腦下垂體** (hypophysis) 這腺也在大腦的下面，有指尖般的大小。牠的分泌物，對於身體的成長發育及性的機能，很有關係，但其有效成分，至今亦沒有明瞭。人類在幼小時，此腺的分泌機能如有缺陷，則身體的成長緩慢，生殖器官的發育受阻，骨端的化骨機能也受妨礙。若其分泌機能忽然增進，則在正當發育的人，便能成爲巨人，在成長後的人，其尖端的部分，變爲特別肥大。

**胸腺** (thymus gland) 此腺在心臟上面兩肺之間，呈扁平形。在初生的小兒，已發達很大，到了十一二歲時，達到最大的限度，過此以後，便逐漸退化，至五十歲左右，其大小退化到和初生小兒所有者相等。這腺的分泌物，對於骨骼和生殖器官的發育，很有關係。若將小兒的這腺割去，則骨就不易發育，而且容易折斷；但在生殖器官，則適相反，卻更容易發育。

**胰腺** (pancreas) 此腺在胃的下面，本是一種消化腺，能分泌出種種消化液，送到胃

腸裏去，我們在前一節裏說到消化酵素時，已經說過。此外，牠還有內分泌的作用。牠的內分泌物，對於碳水化合物的新陳代謝，很有關係，如果缺少，便會發生糖尿病。所謂胰島素（insulin），就是含有這腺內分泌物有效成分的物质，是糖尿病的特效藥。

**脾腺 (spleen)** 這腺在左脇下胃的旁邊，呈扁平卵圓形，略作暗赤色。其分泌物對於血球的新生及破壞，尿酸的生成等，好像都有關係，而在患傳染病的時候，常變為肥大，似乎對於病毒的清除，也有關係，但至今尚未十分明瞭。

**副腎腺 (adrenal)** 這腺又稱為腎上腺，生於腎臟的頂上，很像腎臟的帽子，呈黃褐色，是內分泌器官中最顯明的一個。副腎分泌物的有效成分稱為副腎素 (adrenaline or suprarenin)，用此注射於皮下時，能引起交感神經末梢的興奮，使肌肉緊張，血管收縮，血壓上升，心臟的鼓動增強。

**生殖腺 (genital gland)** 這是指睪丸和卵巢而言。睪丸除製造精蟲外，卵巢除製造卵子外，二者都兼行內分泌的作用。男子所具的男性種種特質和女子所具的女性種種特質，都由於這種內分泌作用而來。

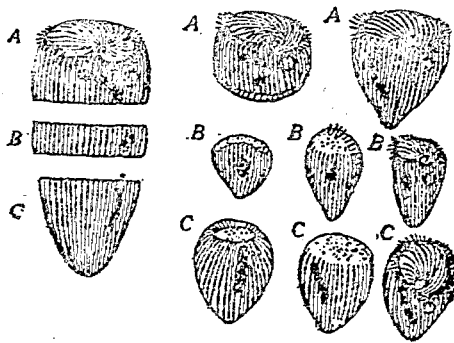
上述各種的內分泌腺，對於身體，並非各自單獨作用的，或者互相助長，或者互相抑制，這樣才能維持生命現象的調和。

**飢餓** 生物界中，常有許多種類，由於生理的關係，必須在某時期內，停止攝食的活動。例如落葉植物在冬季裏，昆蟲類在成蛹期內，爬蟲類及兩棲類在冬眠期或夏眠期裏，都是這樣的。但過了這種停食時期，而恢復其活動狀態時，如果常遇飢餓，則必消耗其身體內比較不重要的組織，以忍受飢餓。遇到這種情形時，身體內最初消耗的，便是脂肪，其次為肝臟，肌肉，骨質等，神經亦略受消耗，而變化最少幾乎等於沒有消失的，則為血液。如此繼續消耗，在未消失其體量到百分之四十以上，大概不至於死。人類能於三四十日內，不進食物而不死，就是這個道理。此外如渦蟲 (*planaria*)，其體積竟能減至原來的三分之一而生存着。大概在遇到飢餓時，定溫動物較易死亡，變溫動物則很有忍受飢餓的本領。

**抗毒** 生物對於本身，不但有調和生活的機能，更有抵抗外敵侵入的本領。例如寄生蟲等侵入內體時，就要被結締組織包圍，塵埃細菌等侵入內體時，就要被黏液等的分泌物包圍而驅逐。細菌進入胃中時，往往為胃中的鹽酸所殺害。又如病菌侵入身體某部時，這部

的血管內，即有許多白血球集合，齊來捕食病菌，且往往有血液中的某種物質，把病菌溶化。大凡病菌侵入生物體時，牠的新陳代謝結果所生的物質，對於生物體，有毒素 (toxin) 的作用；這時生物體中便有所謂抗毒素 (antitoxin) 發生，以破壞病菌或使毒素失其效用，這種性質，稱為免疫性 (immunity)。醫學上常利用之以預防病疫。

再生。生物受外傷時，可治愈其傷，損傷的部分，可重新生長出來；更有僅僅一小部分的組織，可長成爲一個生物體，這種機能，稱為再生 (regeneration)。再生的現象，在植物界裏最爲顯著；例如將柳及蒲公英等一小部分，插入土中，常能再生爲獨立的植物體。在動物界裏，如喇叭蟲，水螅，渦蟲，蚯蚓，海鞘，海盤車等，亦都有顯著的再生力。受精卵在分裂的初期，如受某種外來的影響，不經過正常的分裂，而直接分成二個或四個的細胞時，往往其各個細胞，能獨自發生爲獨



喇叭蟲的再生

立的個體孳生兒常由這種情形而生。

## 一二 生殖

一切生物生長到某程度時，必行生殖而產生新的個體出來。生殖現象的基本，就是細胞的分裂，單細胞生物，生長達一定的限度時，便分裂為二個，這便是最簡單的生殖現象。生物生殖的方法很多，但可大別為細胞生殖(cytogony)和營養生殖(vegetative reproduction)二種。

**細胞生殖。** 這種生殖法又有非配偶生殖(agamogony)亦稱無性生殖(asexual reproduction)和配偶生殖(gamogony)亦稱有性生殖(sexual reproduction)的分別。前者不過是細胞的分裂增殖的現象，是最簡單的生殖方法。如鞭毛蟲，纖毛蟲，矽藻等，由本體分裂為二個形狀大小相同的子細胞，及如酵母，水螅等的出芽增殖，都是由這種方法生殖的。至於後者，則有特殊分化的生殖細胞存在，這種生殖細胞稱為配偶子(gamete)，雌雄的配偶子結合後，便成接合子(zygote)，由是發育而成為一個個體。這種生殖法，多見於多

細胞生物，但在單細胞生物中，亦可見到。在配偶生殖法中，往往有單雌生殖 (parthenogenesis) 幼生生殖 (paedogenesis) 及世代交替 (alternation of generation) 等的特殊現象。

**單雌生殖** 這種生殖就是成熟的配偶子不和雄性的配偶子接合，而能完全獨立發育而成爲一個體的現象。叢菜和白花蒲公英等的顯花植物，及輪蟲，水蚤，蚜蟲等，都有這種生殖現象。雌性配偶子往往可由化學的，物理的或機械的刺戟，而自動的進行發育，發達爲幼生期或成長期的個體。例如用針尖刺戟蛙卵，或用蛙的血液注射於卵中，其卵即能發育而成爲蝌蚪，甚至發達而成爲蛙。這種生殖現象，普通稱爲卵行生殖 (merogony)。

**幼生生殖** 這就是在尚未成熟的幼蟲體中，有和雌雄配偶體相當的細胞，能發育而生新個體的生殖法。有一種蠅稱爲 (myetiola destructor) 者，牠的幼蟲，在體內能產蛆，又肝蛭的囊胞幼蟲 (sporocyst) 在體內能發生尾蟲 (ceraria)，都是這種生殖法的例子。

**營養生殖** 卽由營養體的分裂出芽而生殖的方法。在單細胞生物界中，就可見到這



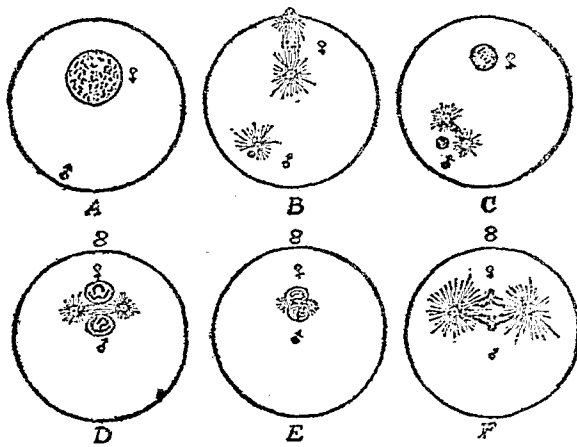
種的生殖。在植物界裏，如薯蕷的莖，百合的葉芽，羊齒類及苔蘚類的孢子，都能發育成爲新個體。又如根莖，塊莖，鱗莖等的切片，亦能獨立生育。此外如插木接木等的繁殖，亦都是營養生殖的方法。在動物界裏，如渦蟲類等，亦有由分體而增殖的，又如海蠟蠅類的動物，亦由出芽而生殖。

**世代交替。**有些生物，在生活的過程中，有經過由雌雄兩性配偶子結合而成的有性時代，更經過由單雌生殖，幼生生殖或營養生殖而成的無性時代的。這兩種世代，成爲規則的或不規則的交替的現象，稱爲世代交替。例如水母等，配偶生殖和營養生殖，輪流交替；羊齒植物有發生雌雄兩器的前葉體 (prothallium)，和生着孢子的普通植物體；苔蘚類有發生卵球和精子的雌雄異株植物體，及生着孢子的子囊體；蚜蟲和水蚤等，有行兩性生殖的世代，更有行單雌生殖的世代；肝蛭等則兩性生殖和幼生生殖，相互交替。

**受精現象。**在配偶生殖中，雄性的配偶子，稱爲精子，(在動物中亦稱精蟲，)雌性的配偶子，稱爲卵。前者的特質爲具有活動器，能急速游行以尋求其配偶；後者則富於營養物，常靜待雄的到來。雌雄兩配偶子，一經相遇，便結合而成接合子，完成生殖上的一件重要任

務，稱爲受精 (fertilization)。受精以後，雌雄兩性所成的接合子，便是一個新的細胞，這細胞稱爲受精卵，以後便發育而成胚。

動物的受精。受精的方法，隨生物的種類而異。動物受精時，精子和卵相遇，即由卵的一定部位，侵入卵中。不過入卵的時期，亦隨動物的種類而不同，或在卵的成熟分裂之前，或在分裂的中途，或在分裂完成之後。進入卵中的精子，其頭頸的部分膨大起來，變爲星芒狀的精核 (sperma nucleus)，逐漸內進，遂和卵核相遇，而生成卵的分裂核。至於精卵兩核結合的時期，亦視動物的種類而不同，或在卵分裂開始的時候，或在卵分裂進行到相當程度之後。在受精之際，進入卵內的精子，普通只有一個，有時亦有數個；進入之後，卵立即形成受



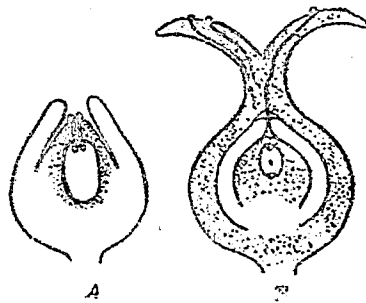
動物受精及卵的分裂

精膜 (fertilization membrane) 阻止其餘的精子侵入。

植物的受精。被子植物的子房中，有一個或數個胚珠，胚珠的外面有珠皮裏面有胚囊，胚囊的裏面有卵球。雄蕊的花粉達到雌蕊的柱頭時，便放出花粉管，通過花柱，直達珠皮上的珠孔。這時花粉管的先端，便有精子出來，和胚囊的卵球相遇，精核即和卵核結合，而完成受精的作用。胚囊裏除卵球外，尚有胚囊核，有些植物，其花粉管更放出一個精子，使胚囊核受精形成胚乳以作胚胎發育時的營養物。這種受精現象，稱為重復受精 (double fertilization)。

裸子植物中的蘇鐵類，銀杏類等，其花粉達到胚珠時，即從花粉室裏放出有纖毛帶的二個精子，進入卵中後，立即脫去纖毛帶，精卵兩核，遂結合而受精了。

此外單細胞生物和藻類菌類等，亦有行二配子結合而受精的情形，和上述動植物的受精相似。總而言之，所謂受精，實在就是二個分化為雌雄的生殖細胞的核，互相結合的現



A 裸子植物的胚珠  
B 被子植物的雌蕊

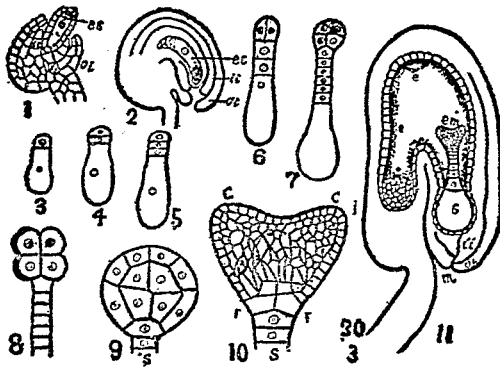
## 一三 個體的演發和成長

**演發。** 多細胞生物的身體，普通都從一個細胞分裂滋長而成，這樣從一個簡單的細胞而形成一個複雜身體的現象，稱為個體的演發 (ontogeny)，或稱個體的發生。菌類藻類等的植物，其個體是由孢子而演發的，此等孢子，或是受精的，或是和受精毫無關係的。在苔蘚植物，其個體則為由無性產生的孢子而演發。至於羊齒植物及其以上的高等種子植物，其個體都由胚胎 (embryo) 長成，而此等胚胎，則都是由受精卵發育而成的。

**植物的演發。** 胚胎形成的情形，隨植物的種類而異，在羊齒植物，普通都是由受精卵經過數回的分裂後，生成一個小植物體，這就是胚胎了。此種胚胎，是由葉、莖、根的原基及足部而成。胚寄生於母體的前葉體中，由其足部來吸收養分，繼續分裂，發育而成為植物。裸子植物的受精卵，其核經過數回的分裂後，排列於雌器的底，而生成細胞膜。此等細胞之中，有一部分參加胚胎的形成；其他部分，則造成胚柄 (suspensor)，珠皮則成為厚種皮 (testa)，

於是便成爲種子。被子植物的接合子，經過數回分裂後，成爲由數個細胞排成一列的組織。其先端部的細胞，分裂而生胚體的組織，基部的細胞，則並不分裂，卻成爲胚柄。胚體組織裏的細胞，繼續分裂增殖，先生成子葉而隆起。這種隆起部，在單子葉植物，僅有一個，而在其側方，有一個幼芽的生長點；在雙子葉植物，則有二個隆起部，在這兩隆起部之間，亦有一個幼芽的生長點。至於幼根，則當胚體的基部（即胚柄相接的部分）發生相當進步後，方才出現。這種演發到了一定的時期，胚胎的全部便形成，包裹於種皮的裏面，而成爲休眠狀態的種子。

在休眠狀態中的種子，脫離母體後，以其組織內儲藏的養分營代謝作用，不過牠的代謝作用非常緩慢，差不多和沒有生命的物體一樣。後來遇着適宜的環境，得到水和氧，又有適宜的溫度，就從休眠的狀態蘇醒，恢復原來的演發能力，發芽生長，成



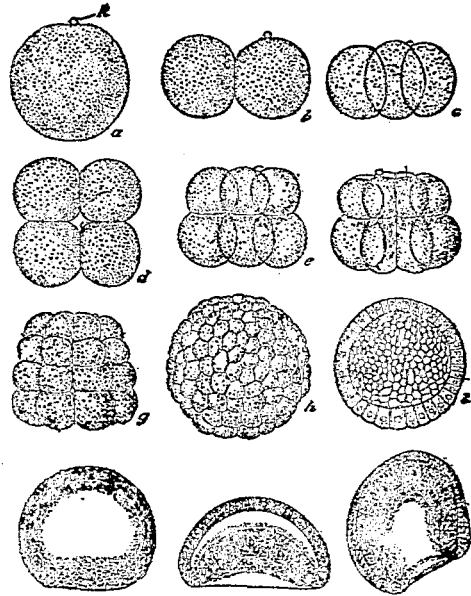
發 的 發 生

熟而為一株植物。由種子而發芽生根，亦有不離母體而演發的，例如紅樹科的植物名叫紅樹 (mangrove) 的，便是此種植物之一，其種子不離母體，在着生於枝上的果實內發芽，其胚一面吸收母體的養分，一面生長；等到幼根發育後，方才離開母體而落於地上，繼續發育生長。

**動物的演發** 多細胞動物，普通從受精卵的分裂開始，形成胚胎，而後發育成爲個體。受精卵分裂情形，隨動物的種類異，而卵內所儲藏的營養物——卵黃——的多少，更有很大的影響。卵黃多的卵，全體完全分裂，卵黃少的卵，不作全體的分裂。卵由分裂的結果，生成胚胎，稱爲囊胚 (blastula)，其內部有一個空間，稱爲分裂腔 (segmentation cavity)，外面是一層細胞。但在節足動物等，其囊胚沒有分裂腔。

現在拿蛞蝓來做例子：牠的受精卵在分裂時，先生出一條縱溝，將卵分成同樣大小的二個細胞。其次依着先前的直角方向，又起分裂，將卵分成四個細胞，更分成八個，十六個，三十二個……以至於無數個的細胞。外觀成爲桑椹的形狀，而內部則生出分裂腔，於是便形成了一個囊胚，而卵的分裂，至此便告完畢。其次囊胚的一側，漸向分裂腔內凹入，分裂腔便

卵 的 分 裂

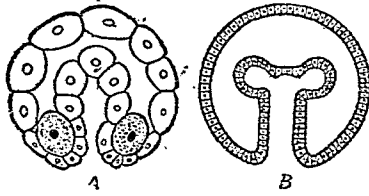


- a. 方纔受精的卵，R是極體
- b. 分裂為二
- c. 分裂為四
- d. e. 從上面看下來
- f. 分裂為八
- g. 分裂為十六
- h. 桑椹期
- i. 同上断面，裏面成空洞
- j. 將成囊狀時
- k. 囊狀期

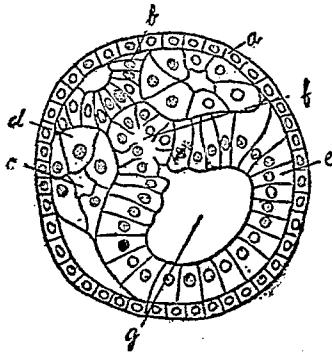
逐漸縮小；等到分裂腔完全消失時，原來的囊胚的二壁，便相合而成內外二層的細胞層，全體又變成囊狀，稱為原腸胚 (Gastrula)。這一層的細胞層，在外側的稱為外胚葉 (ectoderm)，在內側的稱為內胚葉 (endoderm)。因陷入而生的空部，就是將來的消化管，故稱為原腸 (archenteron)，其外口則稱為原口 (blastopore)，就是將來的口。其後更加發達，在門外

二胚葉之間，又形成了中胚葉 (mesoderm)。中胚葉的形成，共有二種形式：一種是囊胚的許多細胞中兩個特別細胞叫作原始中層細胞 (veloblast) 的分裂增殖而成，一種則是由於原腸壁的膨大陷入而成的一對原腸囊 (archenteric pouch) 或他種變相的方法而發生。其後中胚葉的內部又慢慢的分裂開來，形成許多新的空間，而中胚葉也被分成了內外二層，裏面的空間，就是將來的體腔 (coelom)。

如上所述，順次發生的內中外三胚葉，更各行細胞分裂。其後細胞分化，構成動物體的各种組織及器官，完成全個的身體。皮膚的表皮及其附屬器官，神經系，感覺器官的主要部分等，都由外胚葉分化發達而成；脊索，消化管，及其附屬各器官等，都



A 原中層細胞型  
B 原腸體腔型



蛭蟻胚子的橫斷面



由內胚葉分化發達而成；結締組織，骨骼，肌肉，循環器，泌尿器，生殖器，則都由中胚葉分化發達而成。

**卵生和胎生。** 動物有卵生 (oviparous) 和胎生 (viviparous) 的分別。卵生的，從胚胎演發一直到孵化為止，始終居於卵內，營養則仰給於包藏卵內的卵黃。胎生的，從胚胎演發一直到產出為止，始終居於母體內，一切營養，都由母體供給。例如鳥類、魚類、昆蟲等是卵生的，人、犬、馬、貓等是胎生的。

**直接發成和變態。** 卵生的動物，其胚胎從孵化後以至發育長成，在這期內有直接發成 (direct development) 和變態 (metamorphosis) 兩種。所謂直接發成者，它的胚胎漸次成長，體制上並無何等特異的變化，發生只不過是體積的生長和增加罷了。至於變態，就是它的胚胎的形態，在發育的過程中，有着種種顯著的變化，例如蝌蚪的變為蛙，和蝶蠶等昆蟲，經過幼蟲及蛹的時期始發育為成蟲等都是。

**胚體附屬的膜囊。** 在爬蟲類，鳥類及哺乳類動物，其胚體的外部，都有卵黃囊 (yolk sac)，羊膜 (amnion)，漿膜 (chorion) 及尿管 (allantois) 等附屬的膜囊。除了漿膜，別

的膜囊都由臍帶 (umbilical cord) 而接連於胚體的腹部。卵黃囊因胚體的發育漸漸縮小，羊膜直接圍繞着胚體形成一隻羊膜囊，囊中充滿着一種液體叫做羊水 (amniotic fluid)，胚體就浸在這種羊水裏面。漿膜是包被在最外層的一層膜，尿囊則沿着漿膜的下方面擴張着，富有血管，專為胚體做呼吸的工作。在哺乳類這種尿囊、漿膜和子宮的黏膜，共同構成胎盤 (placenta)，靠了血管的連絡，那胚體可以從母體接受營養的物質。胎盤的形態隨着動物種類而不同，人類的胎盤，當生產之際和子宮的黏膜壁一同排出於母體之外，這就叫做胞衣。

**成長的意義** 當胚胎發育而成為個體的時候，「成長」(growth) 和「分化」(differentiation) 的兩個過程常常互相關聯地進行着。所謂成長，是指質量和容積的增大而說，大都基於細胞的增大和增殖，但細胞容量的增加，也自有一個極限的。水這東西，與生物的成長，雖有密切的關係，可是細胞及組織有時單吸收水分為一時容量上的增加，這卻不是成長，不過是一時的膨脹罷了。

**植物的成長** 植物的成長，普通可以分為「伸長成長」和「肥大成長」兩種。如根

及莖的先端之成長點，就是「伸長成長」如形成層的成長，就是「肥大成長」。測定植物體的伸長成長有種種的方法，其最簡便的如下：以墨汁在根莖的成長部分，劃定了一條有一定間隔的目標線，測定一定時間後此間隔中長度的變化。或者利用水平顯微鏡或特殊的成長計(auxanometer)等，也能够測定。

根和莖的成長點，就是細胞增殖的局部，雖說是在它們的先端，然而它們有伸長能力的部分即「成長帶」(growth zone)。像根的成長帶，僅為由成長點起點的五到十毫米的長度；而其伸長最速的部分，卻在離成長點約二、三毫米的地方，離開這地方愈遠，那麼它的伸長度就愈減小。莖的成長帶，約有十釐米的長度，也有長到四十到五十釐米的；而其伸長最大的部分，普通都在離先端稍後的地方。

薩克司 (Sachs) 氏對於蠶豆幼植物的根端，曾測定其成長點最後一毫米部分的伸長度，現在把他所得的成績列表如下：

H	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
長度(毫米)	1.8	3.7	17.5	18.5	17.0	14.5	7.0	0.0

看上表可知道局部的伸長，最初緩慢，漸次變為迅速，達於極點以後，又漸次減低，至於成長的停止。

動物的成長。動物胚胎的伸長成長，是由於原腸胚的背面，原口的正中緣擴延之故，若使將鮭鱒類之原腸胚的局部組織加以破壞，那麼這實驗的結果，胚子就完全不能伸長成長了。又當蛙的原腸胚正在發育諸時期中，在胚子的背面，原口的正中緣之前方插入剛毛，那麼從這行手術的時期，這剛毛或在蝌蚪的前部或在其中部，或其後部出現了。由此可見的蝌蚪的中腦或後腦後方的一切組織器官都是由原口邊緣的成長而形成成功的。動物的成長，通常都是先測定體重、體長或體表面積等而後再調查其成長率。今就一個比利時的男子，從他出生的時間起，每年測定他的體重（單位為一千克，）把所測得的成績列表如下：

年 齡	體 重 ( $w$ )	增 加 量 ( $\Delta w$ )	年 增 加 量 $\frac{\Delta w}{\Delta t}$
出 生 時	3.1		
1	9.0	5.9	5.9

2	11.0	2.0	2.0
3	12.5	1.5	1.5
4	14.0	1.5	1.5
5	15.9	1.9	1.9
6	17.8	1.9	1.9
7	19.7	1.9	1.9
8	21.6	1.9	1.9
9	23.5	1.9	1.9
10	25.2	1.7	1.7
11	27.0	1.8	1.8
12	29.0	2.0	2.0
13	33.1	4.1	4.1
14	37.1	4.0	4.0
15	41.2	4.1	4.1
16	45.4	4.2	4.2

17	49.7	4.3	4.3
18	53.9	4.2	4.2
19	57.6	3.7	3.7
20	59.5	1.9	1.9
21	61.2	1.7	1.7
22	62.9	1.7	1.7
23	64.5	1.6	1.6
25	65.2	1.7	0.85
27	65.9	-0.3	-0.15
30	66.1	0.2	0.07

從上面這張表看起來，成長的速度，在發育過程的當初是很小的，漸漸地增大起來達到極點，但自此以後卻又漸漸地減少了。

總而言之，生物的成長有着一個同樣的傾向，就是它的成長曲線，大體是作S字的形狀的。生物的成長率，不但受着營養上的限制，就是那幾種理化學的要素，對於成長，也有極

大的影響。比方用牛肉飼養蠅，那麼這蠅的成長比之那些食水草的大約要迅速三倍。以卵磷脂 (lecithin) 注射，或把卵磷脂夾雜在食物裏飼養動物，便能促進這種動物的成長。溫度也是最有力量的一種要素，一般溫度上昇，生物的成長就很容易促進，可是溫度卻有它的限度的。此外像光、重力、壓力和化學物質等等，對於生物的成長也有很大的影響，這裏不再把它詳述了。

#### 一四 老衰和死亡

老衰。老衰的原因，可以分爲內外二種。生物常須遇到外界的各種刺戟，其身體的細胞，無論何時，都會受到侵害，這就是老衰的外因。至於內因，則有種種的學說，依照卡索微支 (Kassowitz) 的說法，以爲在生活過程中，血管裏有許多石灰質洗滌，故體內原生質的死滅部分，逐漸增多，因此而有老衰的現象。依照邁諾特 (Minot) 的說法，則以爲老衰是身體組織過於分化和生活機能太過專門的結果。麥契尼可夫 (Metschnikoff) 則主張爲由於腸內腐敗細菌或新陳代謝的結果，產生毒素，因此而中毒，老衰實爲中毒的結果。此外又

有一派學者則以爲身體各細胞組織器官間的新陳代謝，往往有過與不足的不調和現象。是爲老衰的起因。例如人體內各組織各器官之中，皮膚、腸、心臟、血管等，雖到了老年，仍能不絕的生長；而骨骼則在二十歲時，已停止生長；腦脊髓等中樞神經，則在十四五歲時，已達生長的極點。此等各組織各器官間的生長不平均，實在就是老衰的原因云。更有勒布（Loeb）氏，根據化學反應和溫度的關係，創出一個學說，以爲老衰而至於死亡的原因，乃是身體內某種一定物質的分解。又有烏德拉夫（Woodruff）氏等，則以爲身體內排泄物的堆積，實是老衰的原因。諸說紛紛，莫衷一是，故這個問題，尙是一個未得解決的啞謎。

死亡。死亡這個現象，從生理上來說，不外是生活的停止而已。但生活現象，在前節裏曾經說過，也有暫時停止而能蘇生的。所以死亡的現象，不但是生活的停止，並且是蘇生力的根本斷絕。生物的死亡，有部分的死亡和全體的分別。所謂部分的死亡，就是構成生物體的某細胞或這細胞的一部分，因經營各種的生理作用，常逐漸破壞而死滅的現象。這種死亡，在生物的生存期間，常不絕發生，而生物若沒有這種死亡的現象，就不能繼續其生活。至於全體的死亡，則指整個身體的死亡而言，就是普通所稱的死亡。故在部分的死亡



時個體依舊能保持其生命，到了全體的死亡時，個體就完全死滅了。

**偶然死和自然死** 上述全體的死亡現象，又有偶然死和自然死的分別。偶然死，由於生活所必需的食物，氧和外在要素如溫度壓力等的驟然變動及疾病和災害等的直接或間接影響而致。自然死，則由於身體的構造及成分等的內在要素的變化使然，所謂享天壽而死，就是這種死法。生物的死亡，多為偶然死，能享天壽而死的很少。單細胞生物如變形蟲，草履蟲，細菌等，由分裂增殖的方法，每一個體生成二個子細胞後，個體即消滅不見，沒有屍骸留下。這樣的死法，可說是一種自然死，不過在一切多細胞生物的個體，是不能見到的。又在單細胞生物中，亦有行孢子生殖的種類，在孢子形成後，便將原生質塊留下，這原生質塊就是此等生物的屍骸，而這種死法也正是一種自然死。

**有生必有死** 普通生物的死，都有屍骸留下，故倘以留下屍骸的現象稱之為死，則上述變形蟲等的單細胞生物，似乎都是不死的生物。不過死字的意義，亦指個體消滅的現象而言，變形蟲等這些單細胞生物的個體，決不是自昔至今由同一個體綿連而來，所以稱之為不死的生物，當然不對。故死亡的事，雖在單細胞生物，亦不能免。即生物沒有不死的，有生

必有死。

長生不老。原始生物中如聚包子 (Gonium) 等，倘設法阻止其生殖，使只保持其同化作用和生長，則能長成巨大的細胞，但不久終必死亡。如在其生存的時候，不絕將其割斷，則能保持長生不老的狀態。又如將渦蟲等身體的一部切斷，或將樹木等用接木插枝等方法，可繼續保存到數百代之久。更如將動的組織，例如蛙的皮膚或由雞胚探得的心臟等組織，培養於特殊的溶液中，可保存其細胞的生命到數年之久。由這些事實觀之，即知許多生物，可因其生殖作用被阻止或身體被割斷，而免去其老衰，甚至長生不死。

壽命。如上所述，雖亦有方法，可使有些生物，長生不老，然若聽其自然，終不免死滅。生物的生存期間，稱為壽命，視種類而略有一定。自古以來，多相信：巨大的動物，能保長壽，矮小者概為短命之說。然矮小的如貓和蛙，其壽命卻和馬相同，能生存到四十年左右。又如狸和象，大小相差很多，而壽命則都能達二百多年。據弗羅林斯 (Flourens) 氏的說法，動物的壽命，約等於其成長期間的五倍。人類約在二十至二十五歲，方才成熟，故應有一百至一百二十五歲的壽命，但普通很少活到九十歲以上的。馬在四歲時已成熟，卻能活到四十歲。又

有些人認爲富於活動性的動物壽命短。但最富於活動性的鳥和不活潑的兩棲類相比，壽命幾乎相同，而鶴和鮠魚，則都能活到一百多年。由此觀之，可知動物的壽命和其大小，活力，構造，組成等，毫無甚麼關係。魏斯曼（Weismann）氏更有一種說法，以爲無論何種動物，由於遺傳種族的關係，雙親的壽命，大概到了子女長大能自立而承繼他們時，便要告終。這種說法，倒有點可以相信。例如普通獸類，親獸到了其最幼小的子獸成長時，大概就將死亡。又如人類，父母產生最後的子女時，大概已在五十歲左右，等到這最後產生的子女長大能自立時，父母適爲七八十歲，已達人類普通將終的年齡了。

## 第四章 生活狀態

### 一五 適應和環境

適應。一切生物，無論棲息於陸地或水中，其形態和習性，都適合於周圍的環境。如果周圍的環境有了改變，必立刻感受到這個改變的刺戟，而發生適當的反應。其反應或是形體上的，或是生理上的，或是多方面的，都能互相調整，以適合其環境。這種現象，稱為適應 (adaptation)。適應亦為生物特性之一。生物因有這種特性，才能得到環境的利益，免去環境變化的災難，以保存其個體，維持其生活，並使其種族永遠繁衍。

先天的和後天的適應。生物的適應現象，大體可分為先天的和後天的二種。先天的適應性，是各生物從其祖先傳得的，後天的適應性，則是各個體在其生活的過程中獲得。生物之中，能對於一切環境，不論先天的或後天的，個個都適應，是沒有的。各種生物，各有其一定的生存領域，在其領域內，呈其先天的適應性。至於後天的適應性，不過只限於某範圍之

內而已。植物普通都由地中及空中攝取無機物而生活。往往能隨其環境的變化而採取特殊的形態，其適應力較大。多數的動物，都能感應刺激而移動以求適當的生存領域，偶然到了環境稍異的地方棲息時，雖會引起生理上的變化，但在形態上並沒有顯著的變化。由此可知適應性雖是生物特性之一，卻也不是對於任何環境的變化而能為無限適應的，其範圍自有限制。

普通使生物表現其適應性的主要因素，隨生存領域的不同，各有差異，大體可分為物理和化學的因素及生物的因素。而此等因素，並非單獨作用於生物，卻是互相連絡而致其影響的。關於物理及化學的因素，約有後述各種：

光。 日光是植物碳素同化作用的原動力，亦即全生物生活力的本源，其中的紫外線，更有使生物身體健全的益處。但直射的光線，會阻礙生物的成長，若將生物繼續的曝於日光下，終必至於死亡。故多數的動物體，表面都有黑色素（melanin）等吸光的色素；植物的表皮細胞中，多含有植物黃色素（flavon）或其衍生物等，能吸收光線，而緩和其有害作用。日光在自然界中，其強弱隨緯度，高度，深度，季節，時刻，氣象等條件而不同，為非常複雜的

環境因素，對於生物的生活，影響極大。因日光有日明夜暗的週期變化，遂使生物的習性，也有此種週期性。例如在動物界裏，有在日中活動的動物，也有在夜間活動的動物。又如許多浮游生物，常隨晝夜而作垂直的運動，日間畏光，便沈於水下，夜間再浮起。日光入水，通常可達四百公尺的深，過此以下，不能再入，便是所謂黑暗世界。植物在水中，只能生活於光所能透達的範圍內，而其分布狀態，則隨光的波長而異。在海上沿岸的地方，普通綠藻居最上層，褐藻類則居於五至二十公尺的深處，紅藻類多棲息於十至三十公尺的深處。又日光照射時間的長短，對於生物的生活，影響亦很大，歐洲的極地，可於短日月之間，將麥收穫，就因為其地日照很長之故。不消說，那地方和日光有關的溫度，對於麥的收穫，亦有重要關係的。

**熱。**熱為生物發育生存上最重要的環境因素。任何生物體的生活，都需要相當的溫度。這相當的溫度，各種生物略有一定，因此生物的地理上的分布，常須受溫度的支配。對於生物的發育毫無妨礙的溫度，其範圍稱為活動帶 (zone of activity) 和活動帶相鄰的上下一帶（即溫度較活動帶為冷或熱的範圍）內，雖不見有生物的活動，但生物有能節約其代謝機能而入休眠的狀態，因此尚能勉強生存。所謂冬眠帶或夏眠帶者，就是指這

等部分而言。和這二帶上下相鄰接的，便是致死帶 (zone of fatal temperature)，生物決不能在此種溫度範圍內再生存。生物中不能取冬眠或夏眠的休止狀態者，如動物等，則移動而求適宜的地點，或具有調節體溫的特殊機能；生於兩極地帶及高山的樹木，多密着於地以保其體溫。

**濕度。**空氣中所含水分的多少，對於生物的形態及發育，直接間接，有重大的影響。於乾燥地的植物，具有短矮的莖和發育不良的葉，靠這樣來限制水分的蒸散。至於樹木落葉的現象，在溫帶地方，其原因為溫度的變化，而在熱帶地方，則由於空氣的乾濕。又濕度不但對於陸棲動物的生存發育有很大的影響，而對於高等動物的活動能率，和昆蟲的色彩等，也有密切的關係。

**空氣。**空氣中的氧，是動植物呼吸所必需，二氧化碳氣則為植物營同化作用所不可缺，即空氣實為生物活動的唯一的媒介。植物的葉上有氣孔，水生植物的體中有許多細胞間隙，都是作呼吸空氣用的。至於動物，無論水棲陸棲，亦無不有特殊的呼吸器官。但空氣有氣壓，氣流，風力等的形式，而其本質又有塵埃，煤煙，及各種化學物質的混雜品，直接間接，對

於生物的生存或分布消長，有重大的關係。生物既都須生存於空氣裏，故對於空氣這個環境因素，都有特別的適應性。植物常靠風力來受粉，及散布果實，種子，孢子等。雙翅類的昆蟲，每逢低氣壓的時候，即飛出於空中。而對於風力的方向，亦能發生反應；有強風的地方，則另有適應的動植物生長。

水 細胞的原生質，沒有水就不能生活，故水對於生物的生活，是必需的東西，在無水的地方，生物決不能生存的。植物不論生於何處，身體上必具有調節水分出入的構造，陸棲生物的體表，均有防止水分蒸散的構造，下等生物亦有預防水分缺乏的機能。生物由於水有溫度，黏度，氧的含量，及化學的成分等種種相異性質，生成種種的生物相。例如水的黏度對於浮游生物的浮沈，有密切的關係。潮流和潮汐的漲退及海流等種種水的運動，都有支配生物生存和分布的作用，魚類和蛤類等都具有趨流性（*rheotaxis*）。又生物適應水的這種環境因素，更能取特殊的形態，雖在同種類的生物，水產者和陸產者，能呈完全像別的種類的狀態。例如蓼科植物中的胡水蓼（*Polygonum amphibium*, L.），產於水中的，葉柄很長，葉鞘較小，邊緣沒有毛狀的裂片，且全體沒有毛；產於陸上的，葉柄很短，葉鞘稍大，邊



緣有毛狀的裂片，全體有剛毛。

**土壤** 土壤亦是生物適應上重要的環境因素，種類很多，其物理的和化學的性狀，隨種類而異，故生育着的生物，亦隨地而不同。植物界裏如細菌，下等藻類及菌類，動物界裏如原生動物，蠕蟲類，節足類等，有的歡喜生活於石灰質稀少的酸性土壤裏，有的歡喜棲息於石灰質豐富的土壤中，而生育於地上的動植物，亦往往隨土壤的性質而異其種類。

以上所述都是關於物理及化學的因素，至於生物的因素，說來很長，留在以後各節中再說。

## 一六 個體保存上的習性

**食性** 一切生物，都爲了攝取食物一事，而呈特殊的形態和習性。植物多用無機物質做養料，故其形態適於在空中，地中或水中攝取無機物質。但亦有少數植物，需要有機物質做養料，例如食蟲植物 (insectivorous plants) 利用其特殊的捕蟲器來攝食。動物有吸液性的，食草性的，食穀性的，食肉性的及雜食性的種種。各爲了適合其各自的食性，不但其口

部的形態，咀嚼器及消化器的構造，各有異點，就是其攝食的習慣，亦不相同。又同一動物，亦有隨着季節的推移而變更其習性，且其消化器亦有某種程度的變化。例如蝌蚪的腸，在食草時的長短和食肉時不同；普通食肉性的鷓，一到了改食穀類的時候，其胃壁即變為堅硬。又動物攝食的方法，亦隨種類而異，樣式很多。例如蜘蛛張網伏着而等待食物的到來，食蟻獸 (*myrmecophaga*) 捕蟻為食，賊鷗 (*stercorarius pomarinus*) 襲擊其他的水禽而掠奪食物，玉螺 (*polinices didyma*) 從體內放出硫酸把貝類的殼穿出孔來而食其軟體，蜜蜂則預先儲藏食物以備將來食用等等，不勝枚舉。

**保護** 在環境不絕變化，而且有許多敵害的地方，居住着的生物，必常常遇到危險。生物之中，多有先天性的採取特殊的保護手段，以避免此等危害的，而此等保護手段，往往兼作攻擊其他生物之用。例如許多生物，身體上生着尖銳的針棘，或用角或鏃做武器，甚至具備毒腺，放臭器，放電器等，以作防禦之用。又有所謂擬態 (*mimicry*)，故意的裝出他物的形狀，來欺騙敵人，保護自己。例如蛾甲蟲等，裝出蜜蜂的形狀來恐嚇敵蟲，尺蠖等裝出樹枝的形狀來欺瞞敵蟲。又有所謂擬死 (*death mimicry*)，故意裝出死了的形狀，希望得着機

會逃走，更有犧牲自己身體的一部而逃命的，稱爲自斷（*autotomy*）。又有所謂保護色（*protective coloration*），即有些生物的身體，能呈和環境一樣或類似的色彩，以保護自己的身體。例如蜥蜴類中的避役（*chameleon*）等能隨環境的狀況而改變體色；木葉蝶的色彩，和葉相似。更有所謂認識色（*recognition coloration*），即個體呈一種特殊的色彩，使其雌雄、父子、子女、同種之間，容易認識。尚有所謂警戒色（*warning coloration*），即有些生物體上，具有和外界顯然不同且能引起注目的色彩，以表示其體上有毒，或有刺，或有臭惡的氣味，以預防其他生物來誤食牠。此外尚有其他的防衛手段，如體上有堅硬的鞘或殼，可以把身體縮入裏面，免受傷害；遇附近有森林可以逃歸的地方，必迅速逃歸；或具有夜行性（*nocturnal habit*）可在夜間行動等都是。

冬眠。生物界裏，有許多種類，大都爲了乾燥及食物不足等的原由，特地節約其身體的新陳代謝，而呈冬眠（*hibernation*）或夏眠（*aestivation*）的習性。冬眠的習性，在寒帶及溫帶北部的生物，最爲常見。如樹木的冬枯及食蟲類、蝙蝠類、爬蟲類、兩棲類、軟體類、昆蟲類等許多動物的冬眠都是。哺乳類動物的冬眠，當體溫過於低降而有生命的危險時，雖在

嚴寒的隆冬，亦必會蘇醒過來。動物之中，多有苟得食物時，雖在氣候極冷的冬季，亦不作冬眠。至於大形的種類，則往往不冬眠而移動，別尋溫暖的處所。

**防濕和防污。** 在動物界裏，多有能從其身體分泌出油脂以防禦濕氣的，也有常行水浴或沙浴而清潔其身體的。

**本能。** 如前所講種種，可知生物爲了其生存上的必要，都往往行其獨得的行爲 (Do behaviour) 行爲有由於本能 (instinct) 的和非由於本能的分別。前者爲先天的，後者則爲後天的。一般下等生物，本能都很發達；至於高等動物，則由於經驗，所謂後天的行爲，漸漸的發達起來。單細胞生物遇到外界的刺戟時，能立刻發生反應，高等動物亦然。例如我們人類，看見樹上有梅子生着時，便會連想到其酸味，遭逢危難的時候，常能無意識的扯其手足或閉其眼睛。此等機能，稱爲反射 (reflex action)，本能大概是基因於此等反射機能的。智能發達的高等動物，漸次能由其經驗和意識而行動，其本能的行爲，則逐漸減少了。本能有種種，如前述關於求食及保護的本能之外，尚有生殖的本能。關於生殖的本能，將於下節中來講。

## 一七 種族保存上的習性

**性·徵·** 一切生物，爲了要永遠保存其種族起見，都必須生殖，爲了生殖，乃有種種關於生殖的習性。生物除雌雄同體的外，都是雌雄異體的。由於雌雄的不同，其生殖器官及生殖細胞的形質，即所謂初級性徵 (primary sexual character)，或身體的形態，色彩，聲音等的性質，即所謂次級性徵 (secondary sexual character)，遂生差異。次級性徵有永久的和暫時的分別，後者特於繁殖期中出現。例如白鷺的簔羽，鳥的羽色的變化，都是暫時的次級性徵。

**生·殖·週·期·** 普通生物，都有生殖的週期。這種現象，往往和環境的季節性變化，很有關係。例如多數植物，常依季節而開花結實，多數動物，常於春季，秋季或年中一定的時期而繁殖，都是哺乳動物中的有袋類和單孔類，及多數的鳥類，其交尾期一年僅一回，稱爲單婚期性 (monoestrous)，如齧齒類，食蟲類等，其交尾期一年在二回以上的，稱爲多婚期性 (polyoestrous)。又如鼠類，其繁殖期每次常延至八九個月之久，而其間則有五、六回的婚

期。又哺乳類中的犬和狐，有春秋二回的婚期。普通飼養的動物，在原則上都比較其野生的近親種類，繁殖期長而婚期回數多。例如野生的兔，每年在二月至六月間，繁殖一回，而在飼養着的兔，則全年中無論何時，都可繁殖。

**交尾。** 動物的交尾，隨種類而異，普通或爲一雄一雌的單配制 (monogamy)，或爲一雄多雌的多配制 (polygamy)，亦有亂婚制。鳥類多爲單配制，羚羊及鱷魚等均爲多配制。又動物中如小鯨，鮭，及候鳥等，常因繁殖而移地的很多。更有在繁殖的時候，身體放出香氣，或發特殊的聲音，或表演跳躍及其他特殊的舉動，以此而引誘配偶者，甚至有用爭鬪而奪取配偶的。

動物之中，有特地爲了繁殖而營巢的，這種習性，以鳥類爲最顯著。鳥類常能築造各種巧妙的巢，南歐的裁縫鳥 (orthotomus) 及東印度羣島的機織鳥 (ploceus) 等，所築的巢，尤爲著名。又魚類中有一種稱爲絲魚 (gasterosteus aculeatus) 的，亦能營球形的巢。

**卵和幼者的保護。** 動物不論卵生或胎生，都有保護其產出的卵及幼小者的習性。這

種習性。則隨動物的種類，各異其趣。卵生動物產卵的數目，各不相同。如某種的犀鳥 (Cucul-  
eros) 及海鳥 (alcaetrol) 等，每次所產的卵，不過一個；至於魚類，每次所產的卵，多至無數。  
又產卵的地點及狀態，亦有多種多樣。有的僅產卵於水中，有的如海龜，蠶等，產卵於沙中，有  
的如各種的天牛，產卵於樹皮下，有的如各種的寄生蜂類，產卵於其他昆蟲的卵或幼蟲上，  
總括一句話，不外是求比較安全和食物豐富的地方而產卵罷了。又如蝦、蟹等，則在一定的  
期內，將卵黏着於身上；某種鳥類及大鯢魚等，常用身體隱蔽其卵，而普通鳥類及絲魚等，則  
特營一巢來保護其卵。至於胎生的動物，有的一胎僅產一兒，有的一胎產兒數個，有的則如  
袋鼠，產下幼獸後，其母即將幼獸放於母體的袋內，用乳腺所分泌的乳汁來哺育。又幼者的  
習性，亦隨繁殖的狀態而異，有的生後不久，即能與其親一同飛走，有的則暫息於巢中，受其  
親保護。

## 一八 季節的移動

動物界裏，多有爲了求食及繁殖的事情，每到一定的季節，而遷移其居處的。這種現象，

稱爲季節的移動 (seasonal migration)。這種現象最顯著的，要算鳥類，其他如某種哺乳類及魚類等，亦常見到。

哺乳類動物，以鯨類最善游泳，其中如小鯨 (*rhachianectes*)，夏季棲息於太平洋北部的海中，一到冬季，就漸漸向南移動，到日本海及中國東海等地過冬，並繁殖其種類；等到春暖的時候，又向北方游去。又如鯧鮑獸，亦往往南下過冬，至春暖回北。陸棲的哺乳動物，也有作季節的移動的。如非洲的麒麟 (*giraffa*)，羚羊，在雨季中都棲息於高原，等到雨季過去後，方才移到低地居住。又如日本北海道的熊 (*ursus arctos*)，夏季常從山腹移居到山頂，冬季則又到山腹居住。

鳥類的季節移動，可分爲水平的和垂直的兩方面。作水平移動的是候鳥 (*migratory bird*)，其路徑很多，但大概都屬南北方向，而其移動的習性，亦多不同。如燕等，只在日間移動，鷗等多晝夜兼行，夜鷹慣於黃昏飛渡，阿比鳥 (*colymbus septentrionalis*, L.) 等，則於夜間飛行。其移動的距離，亦有極遠的，如北極的燕鷗 (*sterna longipennis*, nordm.) 常從坎拿大飛至南冰洋；又如千鳥 (*charadrius cantianus*)，常經日本，東印度羣島而飛至



澳洲東方的各島。至於隨季節而作垂直移動的鳥，係指往還於山地和平原之間者而言。

魚類中作季節移動的，種類亦不少。例如通常所見棲息於淡水中的鰻，一到了成熟時期，就要游到深海裏去產卵，而孵化後的幼鰻，則相反的，從深海裏溯河而上，居住於河川中，直到成熟為止。又如鮭，鱒等，通常棲息於海洋中，到了產卵期，則溯河而上，其孵化後的幼魚，則仍回到海裏生活。更如青花魚 (*scomber colias*, Gmel.)，方頭魚 (*Latius sirenensis*) 等，常隨季節而往返於深淺之處。

其他如蟹及某種的昆蟲等，亦常在一定的範圍內，作季節的移動。

## 一九 同種類間的關係

同類相聚。生物界裏，同種類的個體，往往暫時的或永久的多數相聚而居，共同生活。這種現象，大概由於營養及生殖二種作用的關係。在植物界裏，如果營養上沒有缺乏之虞，則大都羣生於一定的地方。動物界裏亦如此，爲了攝食及生殖計，多數同類，往往爲一時的或永久的聚集。例如某種鳥類及獅，狼等禽獸，當襲擊他種動物以作食物時，常爲臨時的聚

集。又如原生動物中的某種太陽蟲類 (*heliozoa*)，通常各營其獨立的生活，等到遇見較自體更大的食物時，便集合多數同類，包圍於食物的周圍，互相密合，形成一種團體，慢慢的把食物共同消化。等到食物完全消化後，各個體又各自分散，恢復其獨立的生活。除此種暫時

的聚集之外，作永久的集羣生活的動物，亦復不少，例如構成羣體的原生動物，苔蟲等，各個體都受其中一個體所攝得的養料的分配。

以上都是就營養的關係而言。至如魚類及留鳥等，則常在繁殖期裏，成爲同類的羣集；蟻、蜂、人類等的團體，則都以和生殖有關的家族的集合做基礎。

**家族的愛情** 上述各種生物的羣集，大都以營養和生殖爲主因而構成的。但在高等動物，由父母兒女所組成的家族的集團，有一種精神作用，即所謂家族的愛情，躍動其間，成爲羣集的一個重要因素。這種類似愛情的現象，在人類以外的動物，亦常見到，即在下等動物中，亦可窺見。例如海馬魚 (*hippocampus*)，其雄的常把雌的所產出的卵，放在自己的皮孔裏，抱而養育。絲魚的雄者，常固守其巢，遇到幼魚脫巢而出時，常用口啣之而歸，放入巢內。育兒蛙 (*pipa americana*) 常產卵於背中，用其皮膚來包裹。囊蛙 (*nototriton*) 的背上

有一個大空隙，當作育兒的用。禽獸之中，則多有寧捨其身而救其子女於危難的。

社會生活。營集羣生活的動物，其各個體相互之間，普通都有多少的關係，且行一定程度的分工合作，但此等都不能稱為真正的社會生活。真正的動物社會，大都以家族做基礎而發展的，其最好的例子，便要算蜂、蟻等的社會了。在這些昆蟲的社會中，有種種的階級，可以見到。

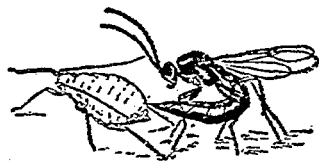
蜂的社會。蜂類之中，如圓花蜂 (*bombus arvicola*)，在初春的時候，有一隻雌蜂，選定適當的洞穴，把蜜及花儲藏在裏面，以作幼蟲的食物，自己在穴內產卵之後，便出外而將穴封塞，但時時穿成數個小孔，把新鮮的食物裝進去。其後穴內的卵孵化，生出許多小雌蜂，便破穴而出，成為工蜂，營巢求食，奉養其王蜂（即母蜂），且養育王蜂以後所產的幼蜂。王蜂繼續產卵，於是構成了一個大家庭的團體。到了秋天，王蜂及其他大形的雌蜂，營單雌生殖，而產出許多雄蜂，更和這些雄蜂交尾。到了晚秋以後，多數的雌蜂雄蜂都死滅，只有受精的王蜂及大形的雌蜂過冬。到了翌年春天，王蜂和大形的雌蜂等，又來構成新的大家族。

蜜蜂的社會裏，有王蜂，雄蜂及工蜂等的分化。工蜂為體形較小而發育不全的雌蜂，其

間亦行分業，有的從事於營巢，有的專司採集花粉和蜜，有的則專任替王蜂育兒的事務等。到家族擴大時，便要分家，另外組織一個新的蜜蜂社會。

**蟻的社會** 蟻的社會組織，和蜜蜂的社會很相似。其工蟻沒有翅，雌蟻和雄蟻，一到了交尾的時期，即有翅生出，飛翔於空中。工蟻又有真正的工蟻和兵蟻二種，其分業的制度，非常整齊。

蟻類之中，常有能襲擊他種的巢，殺害其大蟻，掠取其幼蟲及蛹，帶回自己巢內，使之發育，降為奴隸，以供自己使役的。又有和其他動物共棲的，最普通為和蚜蟲共棲。蟻用其頭上的兩條觸角，摩擦蚜蟲的背，使蚜蟲分泌糖分，便乘機舐食之。但蟻能驅除蚜蟲的害敵，保護蚜蟲，有時且取蚜蟲的卵，搬入自己巢裏，過了冬天，等到春暖的時候，再將已孵化的幼蚜蟲，搬到植物的嫩芽上。如遇險惡的氣候，則又將幼蚜蟲搬入巢內，使其暫避。蟻除常和蚜蟲共棲外，亦往往和甲蟲及其他的昆蟲，蜘蛛，陸棲甲殼類等共棲。



產卵在蚜蟲身上

禽獸的社會。禽獸的社會生活，比較昆蟲類的社會生活，顯然不同，沒有個體的分化，且個體間的分業，亦不發達。鳥類之中如鶴，在探求食物的時候，常為羣集的行動，這時為了警戒害敵起見，往往在適當的地方，派遣步哨守護。又如多種的候鳥，雄者常先選定食物豐富的地方而佔領之，如有外敵來侵，必起而與之鬪爭，保護其已經佔領的地域，等到雌的到來，立即歡迎，同時並發生爭奪的事，等到配偶完全決定後，便行繁殖，於是構成家族的團體。哺乳類動物，除猿類外，如馬、野牛、山羊、羚羊等的有蹄類，亦多營羣集生活。這些有蹄類動物，其同類之間，常能協力合作，抵抗獅、狼等襲擊，以盡防禦之責。又在齧齒類中，亦多有行社會生活的。如穴居於北美大陸草原中一種和豚鼠（*Cavia cobaya*）相似的動物，常多數羣集而生活，其中有一隻發出危險的信號時，全羣必立即逃遁。

## 二〇 異類間的關係

異類同棲。自然界裏，往往有二種生物，互相倚賴或抑制，而營同棲的生活。此種關係，可分為共生（*commensalism*）和寄生（*parasitism*）二種。

共生。營共生生活的動物，有互相交換其利益者及利益偏於一方者的分別；前者稱為互利共生 (symbiosis)，後者稱為偏利共生 (symploosis)。互利共生的現象，有見於植物和植物之間的，有見於動物和動物之間的，也有見於植物和動物之間的。例如地衣，為由藻類和菌類結合而成，藻類以其同化作用所得的碳水化合物，供給菌類，而菌類則以水及無機物，供給藻類，又如根瘤細菌 (*nodula boctemia*)，寄宿於豆科植物的根部，而取用根部的養分，但在一方面，則能使空氣中的氮，變成根所能吸收的氮化物，供給寄主，以為代價，而互相交換其利益。某種的水螅，及紅海葵等，常生活於某種蟹的甲殼或寄居蟲 (*eupagurus*) 所居的螺殼上，和其寄主一同行動，而得遇着食物的機會。但這些水螅等，不但能隱蔽蟹的甲殼或螺殼，且能用其體內所有的刺細胞，刺傷外敵，而保護其寄主。又前述的蟻和蚜蟲，亦為一種動物和動物間的共生。此外如某種原生動物、海綿、水螅、紅海葵、渦蟲、輪蟲、苔蟲、軟體動物等，其體內多有下等的綠藻類寄居着，動物一方面從藻類取得氧的供給，一方面則供給藻類以二氧化碳及氮等，如此互相交換其利益，而行和合的共生，實是動植物間互利共生的好例子。至於偏利共生的例子，亦有不少：如生於鮫的身上的鯽 (*leptocheneis nan-*

*grates* ) 寄居於海參的肛門內的隱魚 (*Hemistiar annis*) , 寄居於牡蠣等的外套腔內的蠅奴 (*Pinnotherea*) 及游行於僧帽水母周圍的某種小魚等, 都是利益偏於一方的, 寄主常不能得到利益。由上種種例子, 可知互利及偏利的兩種共生, 又有兩生物互相密接和可以互相分離的區別。

**寄生** 一種的生物, 暫時的或終身的寄居於他生物的體內或體外, 而從寄主身上取得營養物以生活, 這種現象叫做寄生。植物界裏營寄生生活的, 爲細菌, 黏菌, 藻菌類, 囊子菌類, 擔子菌類, 及少數的種子植物等, 其中以細菌及菌類爲最主要。動物界裏營寄生生活的, 多屬原生動物, 扁形動物, 圓形動物及節足動物等。營寄生生活的生物, 一般都對於其寄主有害。寄生的情形有種種, 有的寄生於寄主身體的內部, 稱爲內部寄生, 有的寄生於寄主身體的外部, 稱爲外部寄生; 寄主是生活着的, 稱爲活物寄生, 寄主是已經死了的, 稱爲死物寄生; 寄生若僅爲暫時的, 稱爲臨時寄生, 若爲長期的, 稱爲定留寄生。定留寄生之中, 有的隨時變更其寄主, 有的在生中有一個時期能獨立生活, 有的則絕無獨立生活的時期。

寄生性的種子植物中, 如菟丘, 野菰, 蛇菰等, 體內都沒有葉綠素, 不能營碳素同化作用,

其營養完全仰給於寄主。如百蕊草、槲寄生等，則具有葉綠素，能為碳素同化作用，但其營養，仍須仰給於寄主。至於菌類植物中如擔子菌類，則在寄生的過程中間，須變更其寄主。

寄生性的動物中，如條蟲、瘡蟲等，終身棲息於寄主的體內，但在其生成的途中，須變更其寄主。例如條蟲的卵入牛體後，先在牛體內生成，最後寄生於人體內。在此種情形中，牛體稱為中間寄主，人體稱為最後寄主。瘡蟲則以人體為中間寄主，瘡蚊為最後寄主。蛭蜂等在幼蟲期裏，寄生於他種的昆蟲體內，到了成蟲期，方才從寄主的體內出來，自由飛翔於空中。寄生亦有對於寄主無害者，例如白蟻的消化管內，有某種原生動物寄生着，因此白蟻便能消化木材。

**羣聚和羣落。** 在地中或水中的某一區域，雖其無機的和有機的環境，很為複雜，但時有各種生物共同生存於其間的。這種情形，在植物學上，稱為羣落 (community, society, association)，而在動物學上，則稱為羣聚 (biocoenosis)。植物的羣落，隨生育地的乾濕而異其特性，故種類很多，而其地所生的各個體間，常因生存競爭，得見更新的現象。例如繁殖力旺盛的植物如野地黃菊等，如侵入已有的植物羣落中，常能為更新的繁殖。又如池面有



綠藻類和矽藻。其矽藻則常和他種藻類，爲更新的繁殖。在植物羣落中棲息的動物，每多直接危害樹幹，枝葉和果實等，有時且傳播病菌於植物體。但動物往往由其呼吸和排泄，或由其屍體的分解，以營養品供給羣落中的植物，有時且能爲植物受粉及傳播種子的媒介。在植物之中，亦有捕食昆蟲或成爲動物的病源的，亦有和動物共生，互相交換其利益的。又在動物界裏亦有爲共生及寄生等特殊之異類同棲者，這些都已在前面說過，其中有不相敵對而保持親善的關係者，亦有骨肉相食而極傾軋的能事者。總而言之，生物之間，實常爲互相倚賴或互相抑制而生存着的。

## 第四章 遺傳與遺傳研究

### 二一 遺傳和遺傳子

古來的人以為「遺傳」是指「親」和「子」相似的現象而說的，但是子未必一定像他的親，有時候還有與親絕異的子出現咧。所以今日我們所謂「遺傳」(heridity)卻是指親的性質傳給子的事實而說，而這種性質便是由「遺傳因子」發生出來的。

一般個體的發生，都是由於一個受精卵而開始的，那麼受之於親的遺傳性質，自應完全求之於受精卵了；而這個受精卵是由那大形的卵和小形的精子的結合而來的，精子的全部幾盡為核質，所以那遺傳因子，又應完全求之於核質了。現今有許多學者都以為遺傳因子在於核內的「染色體」中，當核質分裂的時候，染色體分為均等的二分，故核的分裂無論若干回數其中存在的遺傳因子毫不發生變化。這種遺傳因子使名為「遺傳子」或稱遺傳單位。

## 二二 門德爾的遺傳法則

研究遺傳的學說，非常之多，其中最著名的爲門德爾的遺傳法則，和哥爾登的祖先遺傳律等等，茲將它們逐節作簡單的說明。

遺傳學的泰斗門德爾 自來學者對於遺傳已有不少研究，然其中由於作實驗的精密研究，而奠定今日遺傳學的基礎者實爲遺傳學的泰斗門德爾氏 (Johann Gregor mendel 1822-1884)

門德爾生於奧國的一個鄉村，他的祖先爲德國人。他在二十一歲，投入一個寺院爲僧，後來得了寺費考入首府維也納大學攻習理科。卒業後，就在布隆實習學校充當理科教授，那時他就開始研究，在小小的庭院中種滿了豌豆蒲公英，實地試驗。到了一千八百六十五年的春天，他在布隆市的博物學會席上演講那試驗的結果。並且在該會的會報上發表他的論文。可惜該雜誌銷路狹小，未得當時學界名流的注意，以致這後世奉爲遺傳學的金科玉律的門德爾學說，湮沒了三十多年。直到了一千九百年，這塊久埋地下的美玉——門德

爾的遺傳法則終被發掘出來，於是這位發見這法則的門德爾氏也忽為世界人士所景仰了。

門德爾法則 門德爾怎樣發見他的遺傳法則呢？他專就豌豆的二十二種變種中，採取了下列七對相對形質的，如：(1)莖高的與莖矮的，(2)種子的表面平滑的與有皺皺的，(3)子葉黃色的與綠色的，(4)莢綠色的與黃色的，(5)莢膨滿的與有凹陷的，(6)種皮灰色的與白色的，(7)花色紫的與白色的。把它們各別用人工授粉法，試行雜婚，由精密研究的結果，發見了三種法則；就是：(1)分離法則(2)優劣法則及(3)單位形質獨立法則。現在把它們總稱為「門德爾法則」。

什麼叫做分離法則？比方把紫茉莉花的紅色種與白色種行雜婚，則所生雜種的第一代( $F_1$ )便是桃色花。這桃色花並不是純粹的；如使它自花受粉，那麼這雜種的第二代( $F_2$ )中，桃色花之外，且生紅色花及白色的花。這紅色花及白色花，係復歸於父及母的純粹種，使行自花受粉，永無變化。而中間性的桃色花因係雜種，所以在自花受粉時，反覆發生 $F_2$ 式的變化。像這樣雜種於 $F_2$ 之後，仍分出與最初二親同樣的個體的現象，就叫做「分離法則」。

依這法則，雜種分離的結果，所生父及母形個體數量之比例，在紫茉莉花爲 $3:3:1$ 。原來雜種體的某一種形質實混有父母二方的遺傳子，當生殖細胞在減數分裂的時候，各分裂成數個的細胞，分別持有父母任何一方的遺傳子，這等細胞再相組合，就生成父性母性及雜種性的個體了。

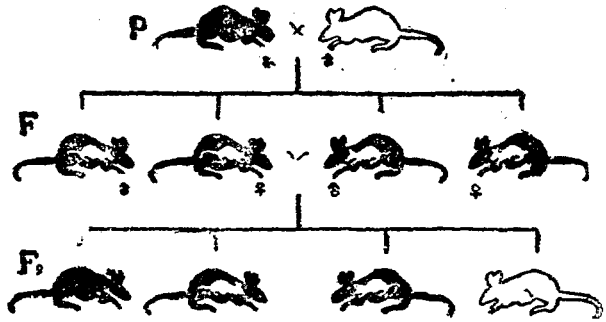
上述紫茉莉的雜種，係表示父母形質的中間性，所以稱爲「中間雜種」(intermediate hybrid)。雜種的形質，尚有將父母雙方的形質分別交互配列，如嵌細工那種形狀便叫做「嵌列雜種」(mosaic hybrid)。例如濃紫色的蕃椒花與白色花的雜種，花的內部是白色的，而外邊是濃紫色的，就是嵌列雜種的一例。

但是大多數的雜種，未必都是現中間或嵌列的性狀。牠們的外觀，往往常和二親的任何一方相似。例如灰色鼠和白色鼠行雜婚，第一代 $F_1$ 所生的爲灰色鼠，再由 $F_1$ 相互間雜婚而生的第二代 $F_2$ ，卻見灰色鼠之外兼有白色鼠了。這可見 $F_1$ 的灰色鼠，並非是純粹種，僅不過表示白色的遺傳子給那灰色的遺傳子所壓倒，因此外觀遂現出了灰色。然而表示白色的遺傳子卻並未消失，在 $F_2$ 時一得機會，又重新顯現出來了。像這樣有潛在性的白色叫做

劣性而那壓迫劣性的灰色便叫做優性這種雜種的劣性潛伏優性表現之現象就叫做優劣法則。假使此雜種在F<sub>2</sub>時，也像紫茉莉花的分離，就成爲1:2:1之比。但是這雜種的外觀，表示優性的一方，所以在F<sub>2</sub>時，那優劣之比變做三比一了。

再看門德爾的「單位形質獨立法則」又是怎樣的遺傳學上所稱相對的形態及性質者，如紅色花與白色花，長毛與短毛等等，都叫做相對形質。一對相對形質間的雜種，叫做單性雜種。兩對、三對、數對的，各稱兩性三性以至多性雜種。

把豌豆的種子球形，子葉黃色的，與種子多角，子葉綠色的這兩種做父母而行雜婚，則見第一代F<sub>1</sub>都爲種子球形子葉黃色。到第二代F<sub>2</sub>時，始生出種子球形子葉黃色，種子球形子葉綠色，種子多角子葉黃色，及種子多



灰色鼠與白色鼠的雜婚

角子葉綠色的四種來。

$AA\ BB, AA\ bb, aa\ BB, aabb$  的四種都是固定種，使行自花受粉不復變化。

其中  $AA\ bb$  (種子球形子葉綠色) 及  $aa\ BB$  (種子多角子葉黃色) 持有祖父母形質的各一項卻為純粹種。凡此種種係表現種種形質的遺傳單位結合之後，仍舊會獨立存在的，這就是門氏的「單位形質獨立法則」。此法則在遺傳學上極為重要。

總之門德爾氏的千古不朽的遺傳法則，只要用下列的數學上的公式，就可以表現出來。現在把各個公式寫在下面：

$$\text{單性雜種} \dots (A+a)^2 = AA+2Aa+aa \quad 1:2:1 = 3:1$$

$$\text{兩性雜種} \dots (A+a)^2 + (B+b)^2 = 9:3:1 = (3+1)^2$$

$$\text{三性雜種} \dots (A+a)^2 + (B+b)^2 + (C+c)^2 = 27:9:9:3:3:3:1 = (3+1)^3$$

$$\text{四性雜種} \dots (3+1)^4$$

### 二三 哥爾登的祖先遺傳律

研究人類遺傳的方法。由生物學上一般事實的推論，行於一般動植物的遺傳法則，當然也可應用於人類。但是人類的遺傳研究，有許多事情，比起一般動植物來要困難得多。原來生物學者決沒有特殊權力可以勒令自己所希望的男女結婚，這是一點。其次人類妊娠的時間又長，產子又少，故不能如其他動植物般的澈底研究下充分的斷案。研究者既不能隨意實驗，自然除了搜集自然的結果，調查歷代的譜系，探求各代遺傳的途徑以外，簡直沒有別法。不過人類家族有完全譜系的，萬分的少，而且譜系中又多可疑的記錄，這未免於遺傳的研究上還含有許多缺點。但是自從英國的哥爾登 (Sir Francis Galton 1822—1911) 及波爾遜 (Pearson) 諸傑輩出後，關於這方面的研究已進步了不少。

哥爾登的祖先遺傳律。哥氏運用了他的過人的天才，繼續勤勉的努力發明了一條有名的祖先遺傳律 (Galton's law of ancestral inheritance)。他說一個生物體的性質，從理論上講，不但從兩親承受遺傳，即從祖父母外祖父母，逆推至很遠的遠祖，也承受若干



的遺傳。假定全部的遺傳量爲  
 一，其中  $\frac{1}{2}$  由兩親傳來， $\frac{1}{4}$  由祖  
 父母傳來， $\frac{1}{8}$  由曾祖父母傳來，  
 再前代爲  $\frac{1}{16}$  由此推測逐代減  
 半。所以一個生物體的遺傳質，  
 用算學公式來表示是：

$$1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \dots + \frac{1}{2^n}$$

這就是所謂哥爾登遺傳律的公式。他曾經用犬的譜系的記錄，來研究犬的毛色的遺傳，聽說完全和上述的律相一致的。

## 二四 雌雄性和遺傳



哥 爾 登 像

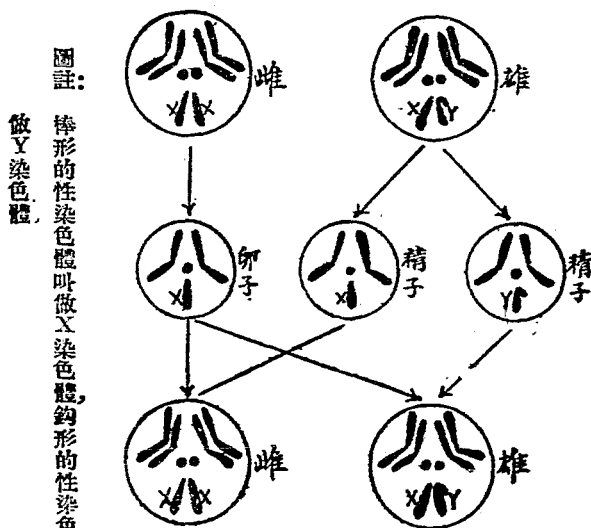
兩性是遺傳的。雌雄兩性是生物界裏一個很普通的現象。我們通常看見的生物，大半有雄性和雌性的分別。一個雄性生物和一個雌性生物交配了，在第二代裏又生出雄性和雌性的兩種。究竟爲什麼生出這兩性的分別呢？這個問題，至今尚沒有能夠將它充分解決。然最近二十年來根據細胞學及遺傳學研究之結果，證明了雌雄性的決定，非由於受精後養分溫度及其他外圍事情，卻是和別的性質一般的由遺傳而起的。這種遺傳的物質基本是「染色體」，現在把染色體與雌雄性間的關係略說一二於下。

處女生殖與染色體的關係。雌雄性的決定與染色體間有極明顯的關係者，莫如處女生殖的動物。行處女生殖的動物，大家所知道的，又莫如螞蟻和蜜蜂。螞蟻和蜜蜂等的卵，都是由減數分裂而生的。卵裏的染色體半減而爲單數爲X數，這種卵不受精而爲處女生殖時，就生出雄的。那種受精而與精蟲所有的X數染色體相合成爲2X數染色體的卵，卻就生而爲雌。

性染色體與兩性的關係。從上述的例子看，染色體的數目與兩性決定有特別的關係。據最近研究的結果，發見性染色體也與兩性的決定有極大的關係。

我們現在就拿果蠅來說。雌果蠅的普通細胞裏都有六個普通染色體和兩個性染色體X，配子裏有三個普通染色體和一個X性染色體，雄果蠅的普通細胞裏都有六個普通染色體，和兩個性染色體一個是X，一個是Y。在減數分裂的時候X和Y互相分離到兩個配子裏，所以雄果蠅產生的配子有數目相等的兩種：一種配子裏有三個普通染色體和一個X，一種配子裏有三個普通染色體和一個Y。

一種卵子和兩種精子的配合方法，可以從上圖裏看出來。配合的結果是兩種數目相等的合子：一種合子裏有六個普通染色體和兩個X，將來就演發成爲雌果蠅。一種合子裏



圖註：棒形的性染色體叫做X染色體，鉤形的性染色體叫做Y染色體。

果蠅的兩性決定

有六個普通染色體一個X和一個Y，將來就演發成爲雄果蠅。照這樣看來，果蠅的雌雄性像是由性染色體決定的；有兩個X就成雌性，有一個X和一個Y，就成雄性。在每代裏牠們所產生的兩種配子，兩種合子，都是數目相等的，所以演發出來的雌雄兩種果蠅，也是數目相等。

細胞學家查出很多種類的生物，都像果蠅一樣的，雌性細胞裏都有2X的性染色體，雄性細胞裏都有XY各一個的性染色體。據平特(Painter)氏的研究，說人類的女子細胞裏有四十六個普通染色體和兩個X，男子細胞裏有四十六個普通染色體一個X和一個Y。但是有些生物卻只有X性染色體，沒有Y性染色體，所以雄性的染色體數目比雌性的少了一個。據維尼瓦特(Winivarber)氏的研究，說人類女子和男子都有四十六個普通染色體，但是女子有兩個X，男子只有一個X，沒有Y。

形質遺傳與雌雄的關係。這種X染色體，既能決定性的雌雄，同時這染色體裏面負有種種的遺傳因子，所以兩親的形質就可以從此等因子傳給子孫。不過子孫由此而現的形質，有的是隨兩親遺傳因子的優劣而定，有的卻很受着了雌雄性差別的支配。這種與兩

性有關的形質遺傳，共有下列兩種：

(一)「母體遺傳」就是凡一個雌性和一個雄性交配了，下一代的形質，不論其母體所有的遺傳因子是優劣，都會現出母體的形質。

(二)「伴性遺傳」就是某種形質的遺傳因子，與決定雌雄性的因子相伴而行動的一種現象。

## 二五 變異

在同一種的個體間，自不必說，即在同一父母所生的子女間，他們的形質也有種種程度上的差異，這是人人都知道的事情。這種現象名為「變異」(variation)。其因變異而表現的性質叫做「變異性」(variability)。變異的種類，主要的有下列數種：

**誘發變異** 一切生物，雖兩親相同，所受的遺傳也相同，卻因所受環境的影響，以致它那器官的數量、大小與長短色彩等程度，多少就有變異發見，這便叫做「誘發變異」(modification)。又因它是各個體所表現的差異，故又叫做「個體變異」。又此種變異以平均

價爲中心而向左右彷徨，所以又叫做「彷徨變異」。

生物的生存，和環境是有莫大的關係；因爲像食物、溫度、日光、水濕和生育地等等，對於每種生物的影響，實在大極了，所以每種生物爲了要適應其環境而獲生存，便不得不把它的形態發生顯著的變化。例如生在熱帶的仙人掌極耐乾燥；極地的白熊，生着長而雪白的皮毛；生於高山的蒲公英，有便於吸水及防風的長根；空中飛行的鳥類，其骨骼有減輕重量的構造；水生植物的體質柔軟；水生動物的身體作紡錘形等，都是適應環境的結果。

這種誘發變異究竟遺傳否？這個問題，在遺傳學尙未進步的時代，一般學者都以爲是可以遺傳的；但是後來約翰生（Johansen）氏就菜豆的純粹種類研究了多年，結果證明這種變異完全不能遺傳。其他如巴斯（East）氏就馬鈴薯研究，詹寧斯（Jennings）氏就草履蟲等研究……，都證明誘發變異是不能遺傳的。

**偶然變異**（突然變異） 凡親和祖先所沒有的形質，突然在子孫身上發現，後來這種突變的形質，又遺傳給他的子孫的，這叫做偶然變異，也叫突然變異（mutation）例如裂葉的白屈菜，係由普通的白屈菜偶然變異而來；毛卷縮而有絲光的摩香羊，係由美利奴羊

偶然變異而來。

首倡偶然變異說 (mutation theory) 而為現代生物學上的一顆明星的，為荷蘭的植物學家杜弗里斯氏 (D. Vries 1848—19 ) 他竭了畢生精力研究着遺傳與變異。曾於一千八百七十七年把美國輸入的園藝植物月見草，試種在植物園中，因此得了 O lata, O. nanella 等等數十種的變種。他再把這種草一一分植了，努力研究，到一九〇三年，才發表了上下兩卷的大著偶然變異說。

偶然變異，由未知的理由使遺傳子發生變化，它的遺傳力極強，不過那變異的起來是不能預測的。由偶然變異所生的新種常常會復歸於原種；這種暫時消失的形質，以後會再表現於子孫的現象，叫做「歸元。」例如小雞的針狀葉變為闊葉，銀杏葉的分裂，以及人的多毛症和有六個乳房等，都是歸元的現象。又雜種



(1) 美利奴羊

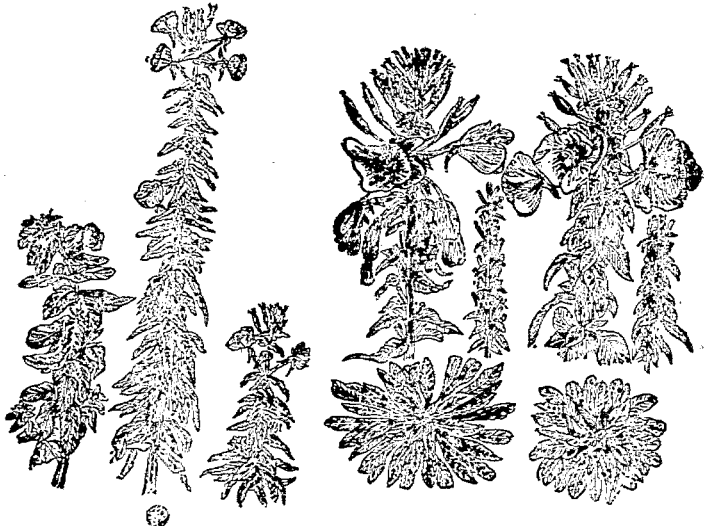
(2) 摩香羊

分離的結果，也有起歸元現象的，像白兔與黑兔雜婚生出灰褐色的兔來。

交配變異，就是由雜婚而起的變異，也叫雜婚變異。因此種變異，已在本章第一節中說明，茲不另贅。

## 二六 品種及人種改良

品種改良，品種改良，也叫做「育種」(breeding)。它的目的，在於使種種栽培植物或飼養動物的品質有所改良，而育成實用價值更高的新型品種。育種的基礎，在於生物的變異與遺傳，即由應用遺傳學而探求作物或家畜的變異；不



(1) 月見草 (2) *O. lutea* (3) *O. nanella*



過要將變異加以鑑定，還非有生理學、解剖學、作物栽培學和畜產學等的知識不可。

關於品種的改良法，有第一，淘汰純系，第二，選取偶然變異的良型，但最適切者莫如第三種由人工交配造成雜種而得兼備優良性質的品種。應用這第三種方法而得到美滿結果的很多很多，其中最有名者，如英國的 Belfon 氏將英國豐產而易病的小麥種和寡產而強健的小麥種，製成雜種，得了豐產而強健的新種。又如美國的 Luther Burbank 氏把歸化美國的「法蘭西菊」和歐洲的「夏濱菊」及日本種的「純白濱菊」遞傳地行着雜婚，終於得了一種改良的「Shasta Daisy」。此外氏又將美國產的有核李改良為無核李，有刺的仙人掌，改良為無刺的仙人掌。

植物既可以由雜婚而改良品種，動物自然也可以由雜婚而把品種改良，動物的品種已獲改良的也有不少。其最著的，如家禽的雞經過悠久的改良，已有了許多優美的種類，有的是羽毛鮮麗，有的是形態奇特，有的是善於產卵，有的是肉量很多，有的是速於長成，說之不盡。又如農家所育的蠶，自獲得了優良的第一代雜種，可以縮短飼育的日數，且它的絲量較多，更可以收得不少利益，所以現在農家都育這種蠶了。此外如金魚、鴿子等等，也都有很

多的改良種，不能盡舉。

品種改良爲目前獲利的事業，所以人們都努力於此。不過要謀品種改良者，宜注意下述兩點。第一、優良品種，往往因與他品種自然交配，或由偶然變異而致退化爲不良種的，所以在栽培飼育中，須防其退化，努力把優種維持着。第二、僅由異品種的交配而圖改良，究竟所得有限，如要求品種的巨大改良，還須利用突變的方法。

人種改良。說到人種改良，有遺傳的及環境的兩方面。由遺傳學的應用而圖人種改良的，叫做「優生學」(eugenics)。由教育衛生及其他環境諸要素的改善發展而圖人種改良的，叫做「優境學」(euthenics)。人類要獲得進步發達，必先把遺傳和環境改善了，方能成功。然而遺傳質比之環境更加重要，因爲支配人類形質的基礎，在於遺傳，環境只不過是一種從屬的條件罷了。英國的人類遺傳學大家哥爾登氏根據了學術上的研究，曾經這麼說，兩個本質不同的雙生子，雖受同樣的教育，或在同樣的生活環境之下，長大起來，會呈現不同的形質；若使他們的本質相同，則不問牠們的環境是怎樣，一定會呈現同樣的形質。所以氏以爲對於人類的本質，遺傳的影響，實較環境爲大。

人類的遺傳質，有善惡兩種。在肉體的形質中，又有顯性和隱性的分別，像多指短指等畸形的形質，對於正常的形質，可說是顯性的，像色盲和白皮症等卻是隱性的。此等肉體上的惡質，具有很強烈的擴大性。比方那種遺傳性的內障眼，由一個女性的患者傳播下去，僅在四代之間所生的五十人中，已有了男性九人女性九人患着這種毛病了。

不但肉體的形質，就是精神的性質，也有種種相同的事實已經究明。一般優良的家系，多產生優良的子女，不良的家系多產生不良的子弟。在不良的家系中，屢爲人們所稱引的有達台爾氏 (Dugdale) 所調查的丟克斯家 (Dukes family) 和哥達脫氏 (Goddart) 所調查的卡立客克家 (Kallikak family) 之二例。卡立客克家，因卡立客克和一個低能的女子結婚發了源，其後在一百二十年間所生四百八十人中僅在確知的一百八十九人內，已有一百四十三人是低能兒。至丟克斯家，其祖先名叫馬克斯·丟克斯 (Max Dukes)，於美國獨立時，由荷蘭移居美國。他生了兩個天性懶惰的大酒徒，和兩個蕩婦結了婚，據至一九一五年爲止的調查，六代之間，有子孫一千二百人，其中受國家救濟的貧民共二九九名，犯重罪的共一一八名，賣笑婦共三七八名，經營妓館業的共八六名；其對於國家及社會

所給予的損害和惡影響，都是非常的重大。

所以欲圖人種的改良，當以促進良質的遺傳及防止惡質的遺傳爲主要任務，而由這樣地得來的先天性，尙有改善教育與環境而圖其後天發展也是必要的工作。

此外，關於近親結婚也得略說一說。近親結婚從來視爲惡結果的原因，以爲是必須忌避的。但如上所述，非近親結婚而有不良的形質，也有很大的貽害，則近親結婚，未必都招致惡劣的結果。或許含有優良形質的系統，正可以由近親結婚而發展其系統的優點。但是從遺傳的素質的立場來觀察人類，人類實爲極不純粹的一種生物，外觀上可視爲具有優良形質的，不能保證他沒有惡質的潛伏。所以在現在，還是以避去近親結婚較爲妥當。

## 第六章 進化和進化學說

### 二七 兩派學說的鬭爭

特·創·論·與·進·化·論· 生存大地的生物，據說動物共有五十餘萬種，植物有二十三萬餘種。牠們的形狀性質千變萬化，大的小的，簡單的複雜的，卻都能適應那所接觸的外界而活着。照前面遺傳的原理看起來，每一種生物的前一代是什麼，後一代仍舊是什麼，似乎不能生出新的種來。如果後代的生物都是從前代的同種生物產生出來的，那麼那最初一代的某種生物是怎樣生成的？

關於這一個問題，有兩派學說。一派叫做「特創論」(Special creation theory)，以為生物的種類是永遠不變的；現在地面上有什麼種類，古代也有這些種類。這些種類的最初一代都是由上帝特別創造出來的。因為這個緣故，凡是不同種的生物，都互相沒有血統的關係。

另一派叫做進化論(Theory of evolution)，這是達爾文以前的進化論，和特創論完全相反。這派主張生物的種類並非由上帝所特造，可以遞變。而生物的遞變，在體制上都是由簡而繁，即由下等而至於高等，這就叫做進化。

這種生物可以遞變的進化思想，發生得很早，在希臘古時的哲學家，已經有了。其中像亞里士多德氏，就是最著名的。亞氏說生命是由極微細的，柔軟的生活物質變化而來，並且以為生物界中是先由最不完全的進化而為最完全的。啊，這種見解，實在是高超極了，不過他所說的僅為一種空洞的理想而沒有科學上的根據。至於科學的進化學說，當推百餘年前的法國的拉馬克氏(Lamarck 1744-1829)的為最早而最有名。他在所著的「動物哲學」(Philosophie zoologique)一書中，詳論生物怎樣能變遷而進化的事實。他說世人認生物的種族，永遠不變，實為大誤；因為生物是常會變化的東西。而生物所以常會變化，就是生物跟了外界境遇的變化，必須把牠身體的某部分或者多用或者少用之故。多使用的部分逐漸發達，不使用的部分，逐漸衰退，所以最後就變成現在世上一切生物的形態。總之，他否認一切生物都由上帝一手造成現在的形狀；他是以科學為根據，建造了一種有力

的進化論。不幸當時的人竟一眼也不去睬他！

兩派的鬭爭，在西洋學術史上，主張特創論學說的一派，和主張進化論學說的一派鬭爭得非常長久。在拉馬克以後，法國有兩個生物學家，一個叫屈費兒（Cuvier 1769-1832），主張特創論的，一個叫喜拉立（Etienne Geoffroy St. Hilaire 1772-1844），主張進化論的。他們二人曾於一八三〇年在法國科學研究會作公開的辯論。當時喜拉立持論雖正，卻以不善援引事實，致為屈費兒的滔滔雄辯所敗。

屈費兒為歐洲當時最負盛名的生物學家，他在研究化石學時，發見各時代不同的地層，遂分為太古代、古生代、中生代、近世代四代，可說於化石學上頗有功績。可惜他因深中特創論說的遺毒，當他發見了各地層各存在着不同的生物時，不悟這就是生物能進化的一種證據，卻以為是地球上曾有幾次大變動，將生物完全破滅而由上帝把牠們重新創造，所以各地層各有特殊的生物，於是他就創了一種「破滅說」（Catastrophism）以迴護他主張的特創論。當時大家見進化論既然失敗，對於他的破滅說也就極端的信仰。但是英國的地質學大家伊爾（Sir Charles Lyell 1797-1875）卻立刻在一八三〇到一八三三

年間把他的大著「地質學原理」(Principles of Geology)出版問世，他提出了地質學上種種變遷現象痛闢破滅理論的荒謬。因為來氏的學說，謂地球本來是高熱的氣體，經過許多年數漸次冷縮，由液體變為固體，到結果完成了現在般的地球。地球的內部現在還是烈烈的火塊，牠的表面漸漸收縮生皺，就是我們現在看到的山脈。這種山谷因為風雨的侵蝕，河海的力量，漸次潰崩，剝削沙土沈澱到海底，成為地層。這種地層又經過地球幾萬年幾億年間的變動，有的到了山上，有的被別的地層掩埋深陷到了地下。現在地層中所包含的各種化石實為地球過去活動的成績。這種理論井井有條，有頭有緒，充滿着豐富的實證，所以一經發表，便為科學界所重視，一面那破滅說就從此失勢了。等到一八五九年，英國的大生物學家達爾文氏(Charles Robert Darwin 1809-1882)的「物種原始」(The origin of species)出版之後，那種特創論就告完全失敗，而進化論派終於獲得了最後的勝利。

## 二八 達爾文的進化論



偉大的達爾文。在敘述達爾文的進化論之前，先來談一下達氏是怎麼樣的一個人。達爾文於公元一八〇九年二月十二日生於英國的士魯茲巴立（Shrewsbury），父名羅伯達爾文（Robert Darwin），是一位著名醫生，祖父名伊拉斯莫斯達爾文（Erasmus Darwin）也是一位醫生，而且是詩人兼博物學家。達爾文的學問，除了受着來伊爾和著人口論的馬爾塞斯的影響外，得着他祖父的也非常大。他在十七歲進了愛丁堡大學醫科；因與他的本性格格不入，讀了兩年他的父親又把他轉送到劍橋大學改習神學。但是這仍舊不合他的素志，因此他又隨隨便便讀了三年。不過在那時候他卻和一位植物學教授安斯羅氏相識了。他對於安斯羅教授所授的植物學非常起勁地聽習着，獲得了不少的益處。到了二十二歲，也就得了這位恩師的推荐，他以博物學家的資格，趁了那艘世界探險船「卑格爾」號（Beagle）到全球各處去探險。據他自己說：「這五年（從一八三一年到一八三六年）的全球週航，實是我心靈的真正訓練與教育……惟有此種訓練，使我得以科學上已經着手研究的東西，繼續工作。」這可以見他在這次旅行中之所得了。

達爾文雖於這次漫遊獲得了極寶貴的禮物，返歸本國，却因體魄素不強健，而在這回

航海途中，又受了驚濤駭浪的顛簸，身體上受到了極惡的影響。到了三十三歲，他再也不能支持了，只好隱居到倫敦不遠的村莊裏去，一面靜養，一面乘暇整理遊歷時搜集來的研究材料。他自從三十四五歲已悟會了自然淘汰的學理，曾經寫出來和友人們商討，卻因不肯輕率發表，故又孜孜矻矻地作生物的實驗十六年，直到了五十三歲纔將自己的學說出而問世。其實這次的發表還不是他的本意，而是給一件事情促成成功的。原來那時有一位英國大探險家而兼科學家的華勒斯氏（Alfred Russel Wallace 1823-1913），就他自己專心研究生物的結果，偶然想到了和達爾文相同的「自然淘汰說」，草就了一篇論文，題爲「自固有形態演變而來的差異傾向研究」，託達氏介紹到雜誌上發表。達爾文看了這篇文章，和自己的意思不謀而合，你想他當時是多麼吃驚啊！當下他立即把這件事告訴友人來伊爾等，并想放棄已說，單獨印行華勒斯的作品。但來伊爾力主達氏進化論內自然淘汰說的提要，和華氏的論文，切不可偏廢，於是這兩篇大文同時在林肯學會的雜誌上發表了。其後爲了避免這次發表的誤會，又經許多友好的慫恿，他方纔改變態度，匆匆忙忙把那册名著「物種的起源」在短期內草成了。這本書的內容，在達氏自己看來，覺得還不满意，但是

它已經引起歐洲科學界嚴重的思想革命了。

達爾文的進化論。

達爾文爲說明他的進化論起見，倡自然淘汰說。他以爲生物的繁

殖，以幾何級數而增加（即一、二、四、八、十六……），而食料的增加則爲算術級數（即一、二、三、四……）；因此生物爲了求得食料，不得不起生存競爭。在同兩親所生的若干個體中，往往各有差異，這對於某種境遇的覓食上，也必有適與不適的相差，於是就發生自然淘汰的作用，結果使適者的子孫繁榮起來，不適者的子孫歸於衰滅。適者適應環境的某種特性，能保留而傳給牠的子孫，子孫若更有適應環境的特性，又能把其特性傳於下一代，這樣繼續地相傳，於是新生物形質也次第增加，終至積成一個與祖先不同的生物。環境的種類極多，因而適者和不適者也就千差萬別，所以就是同一種類的生物，也能向種種不同的方向變化，最後變成了相異的種類。生物體怎樣纔能適應外界的環境呢？最顯著的如保護色和擬態等等，已在前面講過了，這裏不再多說。

在自然淘汰說裏，尚有人爲淘汰和雌雄淘汰。

達爾文從人爲淘汰的現象，益加證明了自然淘汰說的正確。他鑒於人們飼養的家禽

家畜和栽培的植物變化特多，着手觀察，就發見在飼養和栽培的動植物中確由人爲淘汰，可以使牠們發生變化。例如飼養的鴿，雖有許多變種，但是牠的祖先都是一種野鴿，由於人的選配交合因而變出這許多不同的變種來。又例如雞，有些矮種雞，本來並不是矮小的，也是因爲人們喜歡矮小的雞種，將比較體小精悍的雞幾代的選配交合，就變成了矮種雞。其他如犬、羊、金魚等等都可以用同樣方法，使牠的種變更。

家畜家禽等，可以用上述人爲淘汰的方法改變種類，但是那些住在深山曠野的飛禽走獸，決不會像家畜家禽那般的受人指使以選配交合，那麼牠們是怎樣選擇配偶的呢？原來在牠們中間，一般都是雌少於雄，一雄要配多雌；因此雄與雌間以欲得雌而起



雞 的 種 種

競爭，而雌的也就從鳴聲和美觀等來選擇雄的了。例如鈴蟲和孔雀等的雌性，選擇雄性，力求鳴聲幽美、羽毛澤麗的方與交接；反之鳴聲粗劣、毛羽不美的雄者，將永遠得不到雌者的歡心，沒有留存子孫的機會。所以雄的鈴蟲和孔雀，必須有第二徵性的形質如鳴聲美妙、羽毛澤麗等。這就是生物在雌雄關係上也行着一種淘汰咧。

## 二九 進化論的種種鐵證

達爾文的進化論，所以能獲得普遍接受，因為他舉出了不少自然界的事實做他進化論的種種鐵證。到了現在，生物學裏已經有了無限的證據證明進化是真實的，這裏只能揀幾個重要的證據略加說明。

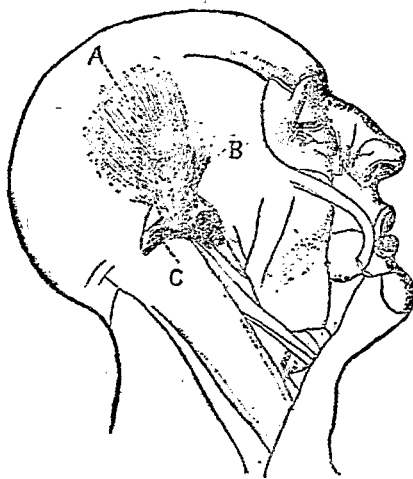
比較解剖學上的證據。比較解剖學 (Comparative anatomy) 是研究許多種生物的結構，把他們互相比較，尋出他們的相似點和相異點的學問。從這種學問裏研究，可以發見不少事實，足為進化的證據。

先拿我們人類來講。人的消化器官中，有稱為蟲樣垂的一個盲腸下的突起，對於我人，

不但無益，且有引起盲腸炎的病害。男子並不哺乳，也生有乳頭。人耳不能自動，但尚有活動耳朵的肌肉，像馬和兔子所有的一樣。這種種無用的器官，都是由人類的祖先所傳來的啦。

其次拿其他動物講。像走禽類中的鴛鳥，並不飛翔，卻有兩隻弱小的翼；鯨魚雖無後肢，但是觀察牠的內部，仍舊看得見在牠脊椎骨之下面有相當於後肢的東西存在着。這明明是牠們祖先本來有此種器官的必要，因為在進化變異之後，生活方法隨之變遷，所以這種器官就變為無用了，但是牠們的痕跡，還是保留着，沒有完全消滅。

我們知道人的手是為工作用的，鳥的翼和蝙蝠的翼都是為飛行用的；鯨的鰭是為在水中游泳；犬的前肢是用來步行，鼯鼠的前肢是用來掘地。這幾種生物的前肢，在功用上和外貌上，看來是完全不同的；然而把這幾種前肢解剖了，仔細觀察，仔細比較，可以看出



人體內發現的無用器官

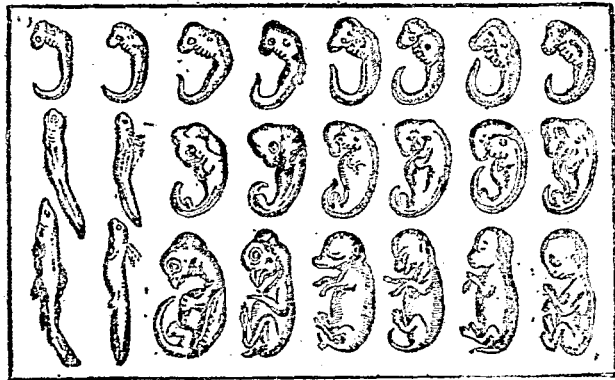
牠們有一個基本上的相似，牠們像是從一個共同的模式改變而成的。爲什麼人的手、鯨的鰭、犬的前足……有這個結構上的相似？假使說特創論是對的，何以特創的人手和特創的犬足，特創的鯨鰭又有同樣的結構？這個問題是特創論者不能回答的。但是我們如果用進化論來解釋就容易了。牠們的相似是因爲他們都是同從一種共同的始祖進化而來的。

發生上的證據。我們再在生物的發生上觀察，最能看見牠們進化的痕迹。試看生物發生的狀況，最初都是一個單細胞的卵，反覆分裂，方纔成功了一個多細胞的個體。在動物，凡腔腸動物以上的，牠們的發生，都必須經過那桑椹期、胚囊期和原腸期等幾個時期；而在桑椹期則類似魔包子 (Pandorina)，胚囊期則類似團藻 (Volvox)，原腸期則類似水螅的形態。

試看下圖，我們可以看出魚、蝶、鰻、雞、豬、牛、兔、人，牠們在最初時候生成的形狀很是相像的；後來漸漸地發生歧異，直到最後，他們竟成了許多大不相同的生物。在發生的最初，人、魚、鰻等生物都是一樣的有一條長尾；到了後來，別種生物的尾巴益發長大了，可是人的尾巴卻漸漸地縮小了。

又，魚類是水中用鰓呼吸的生物，他們在胚胎時代就有了「鰓縫」(gill slits)；可是我們人類及哺乳類以至鳥類等在陸上用肺呼吸的動物，在胚胎時代於頸部兩側也都有同魚類一樣的鰓縫。不過魚類的鰓縫，將來發展成鰓，而人類等的鰓縫，不久就漸漸地消滅了。由此一端，又可見人類等的祖先也必有一個與魚類同樣在水中生活的時代。

又，人類以及其他的脊椎動物不是都有一條硬骨性的脊椎骨嗎？但是當牠們在發生的某時期裏牠們也只是一條柔軟的棒狀叫做脊索的東西；等到了發生後期，這條軟的脊索就變化而為脊椎骨。獨有了那原始的脊索動物如蛞蝓魚卻終生保持着牠的脊索而不變。這又可見所有脊椎動物也是由脊索的原始動物進化而來的。何以見得？因為我們知道在蛞蝓魚是終生保持着柔軟



各種生物的胎兒時期，大致都很相像。



的脊索，但在八目鰻，牠的脊索已包以結締組織並且略有軟骨了；在鯊魚，牠的脊索已成爲軟骨性的脊椎骨，再上去的動物就都是硬骨性的脊椎骨了。

分類學上的證據。地面上的生物，種類很多，我們對於這些種類應該有一個一定的分類系統。所以生物分類學的開山祖師如瑞典的博物學家林納（Carl Von Linné 1707-1778）氏等，早已給我們把生物分類系統定出來了。但是當生物學家把各種生物分類的時候，往往對於那一種歸入那一部，發生懷疑。因爲編入甲部的生物常常具有乙部的特徵，就會使甲乙兩部類的區別不明白了。例如單孔類的鴨嘴獸，用乳哺兒，所以把牠歸入哺乳類，但是牠卵生無齒，嘴又像鳥，有近似鳥類的地方。不過從此可知鴨嘴獸是哺乳類和鳥類的中間物，對於鳥類和哺乳類都有很近的血緣。而這種由研究生物血緣遠近而分類的事實，正暗暗地與進化論所指示的相合，故也是一個好的證據。

分布學上的證據。研究生物地理上的分布，發見有兩種分布的方法，一種是水平的分布，一種是垂直的分布。就水平的分布而論，單就動物可分爲六個區域，在各區裏各有特產的動物。至於垂直的分布就是從高山以至於深海，也各有不同的動物分布着。例如最高

的山上則祇有若干下等的蝸牛類，和可以高飛的鳥類；愈近地面海面，動物愈多；但到了深海卻又減少。

無論其動物的分布情形如何，常常發見兩塊陸地隔水愈近，則所有動物的種類也愈相近；反之隔水愈遠，則相差的程度也愈加顯著。從前達爾文旅行南美，看見在離南美大陸一千公里的大洋中，有一個名叫加拉巴 哥斯羣島的島，不產生獸類和兩棲類，不覺對於進化，發生一種深刻的印象。原來這海島上所以不產獸類和兩棲動物並非由於該島不適於獸類和兩棲類的生活，卻因牠們沒有遠涉海洋的能力之故。從這種分布的事實而論，若使拿特創論來解釋，既然生物均係神造，被置於適宜的地方，爲什麼神不把獸類和兩棲動物生於這個島上？但是我們如以進化論來解釋，則這種分布情形，很容易明白，因爲大的海洋常爲動物分布的障礙，所以甲地所有的生物往往不能出現於乙地了。

**化石學上的證據** 在開掘山石的時候，往往掘出許多古代生物的遺跡，這種遺跡或已化成石的骨架，或已變成炭的樹幹，或爲古代動物的硬壳，總稱起來，叫做化石。根據化石以研究古代生物的學問，稱爲古生物學，把古生物學上種種古代生物的化石來做進化論

的證據是最好也沒有的了，因為這是一見之下誰也不能反對的確證。

自從地質年代確實判明了新舊的年代以後，於是由最古的地層中發掘出來的化石，可以代表當初的生物形態；由其他各時代的地層內發掘出來的化石，也就各各代表其他各時代生物的形態了。例如從北美洲所掘得的馬之化石，依地層的順序而排列起來，可以看見牠們的形體和四肢，有種種進化的痕跡。就是現今的馬前肢後肢都為單個腳趾的奇蹄，而化石上所見古代的呢，卻有五個腳趾，其後漸次減少，纔變成現今的奇蹄。又現今的馬都是形體高而大的，而一直從前的，竟小得像小犬一般大小，由於逐漸進化，就逐漸變為高大的了。

化石的研究，越到晚近，越見精深。我們已經從化石上知道那一時代有那一種生物繁盛的遺跡。古生代是魚類繁盛的時代，中生代是兩棲類和爬蟲類繁盛的時代，至新生代陸上纔為哺乳類占領，空中為鳥類霸住。等到新生代的最後一紀，方始有人類的出現。這可見下等動物出現最早而人類出現最遲，那就是人類為進化最後的產物。

有些人誤解了進化論的意思，以為人類是從現代的猿猴變成的。其實進化論裏並沒

有這種意思它不過說現代人類和現代猿猴的始祖是相同的，他們就從很古時候的共同始祖各自進化而來罷了。假使進化論是對的，我們應該可以把古代人類始祖的化石發掘出來，而這些化石應該有人類與猿類之間的結構。果然這幾十年來，有幾個古生物學家發見了許多種人類之間的化石。內中有一種最古的是在爪哇發見的，叫做「爪哇猿人」。另有一種是最近在我國北平西南的周口店發見的，叫做中國猿人，又叫做「北京人」。據說這「北京人」的牙齒，很像現代的中國人，或許我們中國人的祖先就是這種猿人呢。

### 三〇 達爾文以後的進化論

擁護進化論的健將 在達爾文以前，已有主張進化的學說，但多未蒙世人的採納。到了達爾文出來，把充分的事實證明了進化論的正確，進化論始成一種獨立的學理。但是當時憎惡新思想的，大有人在。他們惟恐新思想破壞他們因襲的信仰，於是宗教界一般固執的保守分子，羣奉威伯福士主教（Bishop Wilberforce）做首領，糾合同志企圖與倡進化論的科學家對抗。威伯福士偕了他的信徒，分赴英國各地，作公開演講。根據了宗教的偏見

對進化論肆意攻擊，極盡嘲弄詆毀的能事。

達爾文因為身體衰弱，而且又不善演說，未能親自出來與威氏舌戰，乃由擁護進化論的英國哲學家赫胥黎氏 (Thomas Henry Huxley 1825-1895)，代表達氏，往各處講壇出席。赫氏曾著一冊「人類在自然界的地位」，主張人猿同祖，努力向進化論的科學敵人作猛烈的攻擊，屢次把威伯福士說得無言可答，歸於大敗。

除了英國的赫胥黎，當時尚有德國大哲學家海格爾氏 (Ernst Haeckel 1834-1919) 也是擁護進化論的一員健將。自從有了這些健將把反進化論的敵人擊敗之後，全歐洲就不再聽到反進化的聲浪了。

繼達氏而起的新學說，後來繼達爾文而起，對於進化學說作巨大的貢獻的，則有奧國的門德爾，德國的魏思孟和荷蘭的杜弗里斯等三大科學家。門德爾的學說，已在前面介紹過了，現在就說魏思孟。

奧古斯特·魏思孟 (August Weismann 1834-1914) 稱爲「新達爾文派」 (Neo-Darwinism)，因為他雖然接受了達爾文的自然淘汰說，但是他對於此說卻有小的改正。

達氏以爲生物的發生進化，除了自然淘汰以外尚有器官的用不用及外界情形的變化，也有相當的力量。可是魏思孟卻以爲進化是由於自然淘汰作用的萬能而起，生物在一生中所獲得的形質，毫不遺傳，從而器官的用不用以及外界情形的變化都全無關係。祇有生物體內的生殖質起了變化，更受了自然淘汰的作用，然後會形成了一種新種。

魏氏的學說會統治了十九世紀末葉的生物學界。他那最偉大的貢獻，爲倡導遺傳素連續說(Continuity of the germplasm)，這種學說，大致是說身體會死亡的，但是原種是會永遠一代代地傳下去，不會滅亡的。到了現在，這個觀念已成爲近代遺傳學的基本法則了。

其次爲杜弗里斯所創的突然變異說(已見前章)。達爾文說生物的形質，由每代每代逐漸變易，積了無數的代數，他的子孫就和祖先截然不同而成爲新種了。而杜弗里斯的突然變異說則謂親與子兩者的生殖物質雖有些不同，卻究竟不會有很大的差異；不過有時候也會突然地起了變化，生出完全不像親的子——新種——來。

杜氏的突然變異說，主張生物的進化由於突變，且不承認獲得形質，可以遺傳，似與達

爾文所說有明顯的差異。但看杜氏說生物所起的突然變化，雖與外界情況無關，可是這種突然變異而出現的新種，卻仍不能逃出達氏那個適者生存的原則，就是這新種適於外界情況的則生存，不適的則歸於死滅。

除了門德爾、魏思孟和杜弗里斯三大家外，尚有丹麥遺傳學家約翰生 (Johannsen) 氏的純系說 (theory of pure line)，也有相當的價值。這種學說，是由氏以菜豆種子所做的實驗研究而得的結果，發表於一九〇三年。所謂純系 (Pure line) 是什麼呢？就是一種菜豆的種子，由自花受精或意義相近生殖法（同一兩親之子所行的生殖）繁殖出來的子孫，都是有純粹的遺傳質的，便叫做純系。約翰生氏根據了他的實驗，說當種種系統不同的種子混雜的時候，可以行淘汰而使其種子的平均重量增加，但一經分離為純系之後，則純系中的淘汰，不能再使其增加變異的程度。由此可知淘汰的作用，祇能使混雜的系統分離為純粹的系統，而得其最重或最優的一系，不能在超過純系以外而使其更行發展那優良的或其他的性質。

### 三一 進化論的結論

生物之有進化，由多數學者下了無數的研究苦功，作了種種的實驗，獲得了不少的鐵證，已無可疑的餘地。但是進化的原因究竟何在呢？像上述諸種關於進化的學說，對於說明進化之原因，各只說明了它的一斑，而沒有一說能够賅括說明它的全體。而且每一學說，在理論上尚有種種不同的爭執。然而我們就從這諸種學說裏面，可以知道進化的主要原因，不外是遺傳、變異（包括突然變異在內）和達爾文的自然淘汰說等等。至於拉馬克定律及直系生成論，早成過去，不爲世人所重視。拉馬克主張獲得習性可以遺傳；直系生成論謂生物的變化，不是偶然發生，也不是雜亂無章的，卻是順着一定的方向而演變着的。據多數生物學家的研究，以爲這兩說從種種方面證明出來都靠不住。而對於突然變異說，則都承認其存在；但是因變異而得的特徵，是否一律可以適應環境，還是一個疑問呢。



## 第七章 人類的進化

### 三二 人類的起源

人的來歷。動物界中，在系統上最新出現而進化最甚的，無過於我們人類了，所以人類的存在可說是生物進化的最大奇蹟。人類究竟是怎樣起源的？

在一世紀以前，世人對於人類起源尙堅持聖經傳說：「耶和華上帝用地上的塵土造人，將生氣吹入他的鼻孔裏，他就成了有靈的活人」（見創世記），相信人類是上帝根據本身形像，特殊創造出來，有他動物所無的靈氣，稟賦獨厚，故居於萬物之上。這種觀念，後來漸漸改變；到了今日，有識的學者大都不相信這種謬說，知道人是動物界中的一分子，他的起源也是和其他動物差不多的。

人究竟是什麼。我們如有冷靜的科學頭腦，第一宜明瞭宇宙內儘有若干存活的動物及植物，其所有的特徵，繁瑣複雜，不易分門別類，而人類則不然。人爲脊椎動物的代表，具

備着脊椎動物的全部特徵，從各方面觀察他的形態，並不像鳥類、蝙蝠及鯨等動物那樣的奇特，卻是比較普通而且不很複雜，足以適應簡單的生活，這是我們人類的優點。人類因營着哺乳類動物的孕育生殖，經過哺乳動物的胚胎變遷，有毛髮、乳腺、哺乳類骨骼牙齒及其他幾種特徵，所以人類應該歸入於哺乳類。又因為人更有靈長類的種種特徵，如大腦異常發達，能夠覆蓋小腦，面部短小，左右兩目接近，胸部有乳頭一對，手足趾均有扁爪，拇指與他指分開而對立便於握物等等，所以人類又可以併入於靈長類。

**人類與無尾猿** 人類與真正無尾猿同屬於人科(Hominidae)，而人卻被認為該科的主要代表，無尾猿不過居於附庸地位罷了。人科動物，屬脊椎動物、哺乳類、有胎盤類、靈長類，在生物界居於最高之等級，分布極廣，牠們的脊椎彎曲，手脚分工，便是牠們的特點。人科各種動物的形態，大致相似，不像狒狒或猴科動物，卻有複雜不同的形態。

為什麼人和無尾猿同屬於一科呢？因為我們把他們二者的血液成分加以化驗，是極端相似的。其次無尾猿和人類接近，勝於狒狒。他們的生活情形也完全相同；如女性的人和無尾猿都有月經期，每產祇有一兒，孿生或一胎數兒是很少見的。第三，他們的胚胎變遷為

平行線式進展。我人幾乎難以辨識，直至誕生前最短期內，才告分歧。第四，無尾猿的胎兒和人類的胎兒十分相像，所有差異，萬不及長成嬰兒那麼顯著。如果仔細比較，只見人類的胎兒，他的雙腿比成長的嬰兒短，手臂卻比較長；無尾猿的胎兒，手臂比成長的嬰兒短，而兩腿卻很長的。第五，無尾猿的胎兒頭部大，額角凸，都像人類的胚胎時期。其時他們的顏面與軀體都生了柔軟的毛髮，到了誕生之前，這種毛髮脫去，頭卻重生新的，軀體上則裸露着。但是人類的軀體，永遠保持着裸露狀態，而無尾猿的幼兒卻漸漸生毛滿佈全身了。最後一點，是人類胎兒的腳，竟與無尾猿相彷彿，腳底向裏，拇趾翹起，腳趾都能够把握移動，真是最奇怪的了。

人和無尾猿的形態到了成長時期，大不相同了；可是尚有特別相似的一點，出人意料之外的，就是他們的骨骼神經都是互相對應，所不同的，祇是長短大小的比例而已。人類的腦較無尾猿的腦，除了體積稍微大些，並沒有其他特殊的異點。所以無尾猿的智慧未必比人類差得很遠。試看從前庫克勒爾（Kochler）教授所蓄的一隻黑猩猩，牠看見香蕉距地很高，不是一條竹竿所能濟事，便把兩條竹竿縛成梯子然後攀上去採取香蕉，就可以證明。

一般人看了這事，詫以爲奇，實則靈長類都是具有這種人性的表現的。

### 三三 過去的人類

原人化石。據現代人類學家的研究，人類的演變過程，有其化石上的例證。到了最近，這種種化石例證已經大體具備了。

最先發現的是原人化石。什麼叫做原人？所謂原人就是與現代人的祖先相近，略具人類的特徵之一種過去的人類。原人的化石，最初出現於德國的海特爾堡，稱爲海特爾堡原人（Homo Heidelbergensis）。這種原人的骨骼是一個完整的下牙床，和人猿的下牙床一樣笨重，牙齒卻很像人的牙齒。其後又於一八五六年，在德國尼安泰特爾地方又發見一種化石，稱爲尼安泰特爾原人（Homo Neanderthalensis），他的頭蓋扁平，額角甚低，與猩猩的頭骨相近。再後於一八六八年，更在法國發見了一種克洛馬尼容原人（Cro-magnon man），這種原人約生存於二萬五千年前，卻爲與現存人種同種的。試按其骨骼，則有白色、褐色人種的特性，身體很高，在舊石器時代之後極其繁榮。和克洛馬尼容原人同時代的，尚

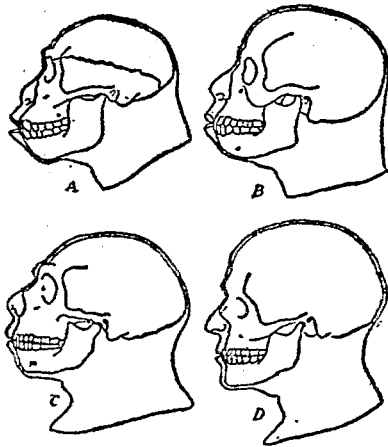
有葛立馬爾提原人 (Grimaldi man)，他的化石也已發現了，據說這種原人是具有非洲黑色人種的特性的。

猿人化石。到了一八九四年，杜步亞 (Duclos) 氏在爪哇島上，發見了一種人的殘骸，

它的構造更與猿類相似，所以就稱他爲爪哇猿人 (Pithecanthropus erectus)。這猿人的殘骸，共有一個腦壳、全副大腿骨、和幾顆牙齒，祇要有了一種，已經可以證明牠有人類的特徵，現在這三者齊全，更足以證明牠是人類的祖先無疑了。因爲牠的腦壳大、腿和牙齒都很像人類呢。

爪哇猿人，最像無尾猿，是最古的化石

人。次古的人類化石，便是最近十年前布拉克氏 (Davidson Black) 所發見的北平猿人 (Sinanthropus pekinensis)。這種化石的進化等級，不過稍高於爪哇人和現代人的關係，



猿人和原人  
A. 爪哇猿人 B. 匹爾脫堂猿人 C. 尼安達爾原人 D. 克洛馬尼容原人

似乎比爪哇人更爲接近。

更比北平猿人早發見的猿人化石，尙有匹爾特唐猿人 (*Pithecanthropus dawsoni*)。牠的頭壳更爲與人類接近，祇下牙床仍舊未脫獸形，且有猙獰可怕的大獠牙。我們看了北平人的頭腦，尙爲原始狀態，而牙床卻有相當進步；匹爾特唐人的頭壳還算進步，而牙床卻仍爲原始狀態，可知人類進化的程序，反映於化石上的，也未必完全一致的。

究竟人類最初出現於世界，距離現在已有多少年代呢？據學者從人類化石來推算，爪哇猿人已歷五十萬年，北平人已歷四十萬年……那末人類的出現當在五十萬年以上，這可見人類的進化，已經經過長時期的演變了。

#### 三四 人類的系統

人種極多的原因。人種民族，種類極多，這一切人種應該分類爲數種呢？還是應該歸入一種呢？是由數種的祖先而來如「多原論」 (*Pluralism*) 的主張呢？還是由同一種的祖先而來如「一原論」 (*Monoism*) 的主張呢？這種種問題，我人就上文的敘述以觀，可知

人類與無尾猿類自同一祖先而來已無可疑的餘地。

那麼現在人類的種族，何以有這麼多的不同呢？人類也和一般動物植物相同，當某一部族移居到了某地而與大衆隔離的時候，由於生存競爭及適者生存的原理，便會有特別適於新居地方的變種或突變種的種族發生出來。假定原人的皮膚色是赤色或褐色時，因為所居地方的狀況，就由此人突發的或遺傳的發生爲白、黃、黑的各色人種。這些人種假使不受任何的障礙，而且於其環境最能適應，則必能驅除其他種類而在這裏繁衍起來了。況且事實上人種有許多遺傳的單位形質。這等形質依遺傳的法則，兩親的相對形質爲一對時則有二型，五對時則有三十二型——出現於其孫代。異種族間，其有十對以上的單位形質的，很是平常。而且其間尚有突變的形質，因為有這種種形質配合的結果，當然便有多數人種民族出現了。所以我們說突變、遺傳及自然淘汰，是人種分化的主要原因，是很對的。

據一部分學者的主張，說現存的許多人種中，白、黃、黑三個人種大概爲第一次分化性的種族，而赤色及褐色人種大概是由三種中的任何一種二次分化而生的。

人類種族分化的時期。在這許多人種中，究竟那一種最近於他祖先的類型呢？這問

題雖似難以解答的，然而試把海特爾堡原人、尼安達泰爾原人等的化石人與現存人種比較一下，就發現他們間的差異極爲顯著；而黑色人種，於種種地方，較黃白兩個人種更加類似於祖先原人。如前節所述，克洛馬尼容原人具有現存的白色及褐色人種的特性，葛立馬爾提原人則具有非洲黑人的特質；因此我們也可以知道這白、黃、黑三個人種的分化時期，是在距今二萬五千年以前了。那麼，黃、白兩個人種是在什麼時代發生分化的呢？至今尙不得而知。所可知的，現存諸民族的分化，大概還在比較的近代，而其分化的主因，卻不外由於移居與雜婚。

人類的發祥地 人類的發祥地方，或以爲在北極，或以爲曾在大西洋的阿脫蘭斯大陸，或以爲在印度洋的雷姆利亞大陸等處，學者間諸說紛紜，不一而足。但現今最有力的一說，便是以已證明爲諸種哺乳類最初出現之處，即自伊朗（波斯）美索不達米亞以至中國的帕米爾高原，爲人類搖籃的地方；因爲環境的變動，人類乃從這個地方放射地向各處地方移動。



### 三五 人類進化的趨向

超·人·的·動·物·能·否·出·現· 我們人類和許多下等的動物一樣，都為在自然律支配之下  
的生物，不斷地在那裏急速的變遷着，消長着。究竟從人類本身或其他的動物中不能出  
現較現存人類更高超的動物？這是一個很有興味的問題。試細按人類從出現的當初以至  
現今，其間進化的路程，卻有肉體的智能的和社會的三方面。在人類以外的動物裏儘有在  
肉體上或社會組織上比較人類的更為卓越；然而就智能發達的一點說，則牠們都遠不及  
人類，以是可知希望由人類以外的動物進化為較人類更高等的動物是絕對不可能的了。  
那麼人類自身能不能進化為更高等的動物呢？

從·進·化·的·三·方·面·觀·察· 要解答上面這個問題，請從進化的三方面，即肉體的、智能的  
和社會的等方面加以觀察。

第一是「肉體方面的進化。」我們人類與其他生物一樣，須受環境的支配，不斷地發  
生種種的變異。試調查先史及有史時代的人類，可知肉體上有許多的變異。但是單觀有史

以來人類肉體的變化，比較由原人進爲真正人類的當時所引起的變化，真可以說極其輕微，毫無進化的價值。要知道智能很發達的人類，與一般動物究竟稍有不同，在一定程度內有適應環境的能力，故不若動物那樣易受外界的影響而引起變異，就是那種能够遺傳的突變也絕少發生。就使有突變發生，可是要以之爲人爲淘汰的對象，即由支配而圖形質的保存，實很困難；因此這突變，在人類的進化上，也是不足重視的。又從優生學的見地說，人類或許可以像家畜一樣能爲若干的人種改良，但是那在肉體方面比較現存最優秀的民族，更進一步的進化之人類，尙毫無出現的傾向。原來人類進化的變化，也和其他動物一樣，早於地質時代完了。人類之爲人類，將來如不遭遇致命的災害，必能永遠持續地生存。然而要由現存的人類發生肉體的優秀的超人，恐怕未必有其事吧。

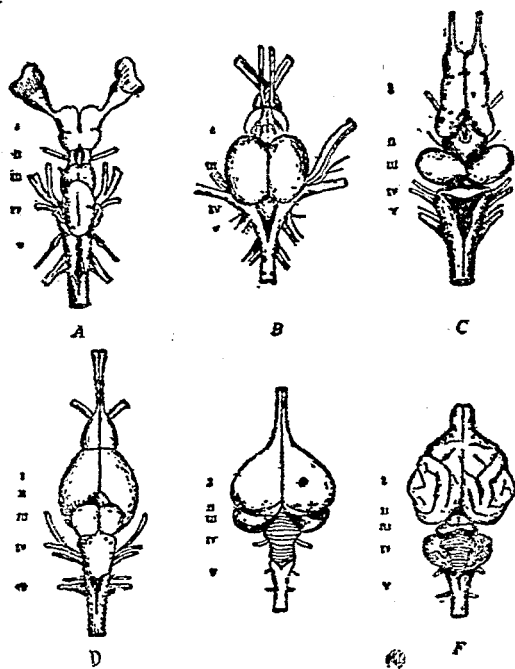
第二是智能方面的進化。動物的進化過程中，最靈妙不可思議的便是智能的進化。在脊椎動物裏，出現最早的魚類、兩棲類、爬蟲類等，牠們的智能發達都很幼稚，大腦的全部幾乎只和嗅覺有些關係罷了。但是鳥類和哺乳類等的智能，卻已有了異常的進化。而那哺乳類中最後出現的猿類及人類，牠們的智能之進化更特別顯著了。智能中樞的腦筋，極其

膨大，可是那關於嗅覺的部分卻已充分縮小了。人類之中，現代人的大腦，比原人的大，而各民族中腦的重量也各有不同。人腦的平均重量爲一三六〇克，也有達到二〇〇〇克的。據最近人類學教授朱武雄氏發表的論文，說中國人的頭顱是圓形，西洋人的頭顱則爲橢圓形，依物理圓形的容量每較橢圓形的爲大，這是中國人的腦比西洋人的腦爲大的一點。至於中國人的腦之重量雖平均只有一三三二克，較西洋人輕二克。但是這由於中國人的平均體重遠不及西洋人之故。假如把體重來做比例，中國人的腦，實在比西洋人的腦重得多。因此他斷言中國人的智能是很優越的。既然由下等動物以至人類，智能的進化有這樣大的差異，則將來或尚有進化的餘地也未可知。但是事實告訴我們，智能的進化，也和肉體一樣，都有一定的限度呢。

知識基於吾人的經驗，像口碑傳說文字歷史等從祖先傳到後代，逐代承繼，殆爲累積的增進。所以現代人關於知識方面，自較古代人遠爲優勝，但是不能說在智能方面也比了古人優勝得多。所謂智卽是指腦的機能而說，智能的進化必招致腦的膨大，或在牠的構造上必更引起複雜的變化。然而從人體的均衡及調和上看起來，要腦筋異常發育，是件不可

能的事。況且近來人們之患神經病及精神病的逐漸增加，以此推論可見人類智能的進化到了現代已達窮盡的境地了。當然由優生學的應用及教育的改良，一般智能的標準，尙能提高少許，但是如欲開拓增進智能的新路，希望有比牛頓、達爾文等天才碩學更爲優秀的人物出現於世界，或許是一種妄想吧。

第三是社會方面的進化。無限的進化，不斷迅速進展的進化，既然在人類個體上已無什麼希望，那麼祇有望之於團體社會的組織了。因爲進化是由單細胞生物而至多細胞生



脊椎動物的月留

- A. 板鰓魚類    B. 硬骨魚類    C. 兩棲類  
D. 爬蟲類    E. 鳥類    F. 哺乳類

物，更由小而簡單的生物向着大而複雜的生物進展，則當然將由個體的集合而組織成爲團體社會。動物的團體社會，有種種組織，如蟻、白蟻和蜂等的社會，就牠們的本能，已達到了進化的極限了。人類的社會，因本能之外更參入智能，自與蜂蟻等的社會大有不同。人類的團體跟着文化的進展而有種種的階段，最先由血族關係而成家，次由家之擴大而成部落；更由部落進而爲國家。而這種團體的進化，也與個體的進化一樣，各有一個極限；到了它的極限，自必爲新局面的打開。如國家的進化，今將漸漸達於極限的地步，所以打開新局面的呼聲，也漸漸高起來了。歐洲的「國際聯盟」這種組織，或許便是社會進化的一個階段，也未可知。

我人試回顧過去人類文化的經路，最初是利用粗笨的石器過着野蠻的生活；接着由這舊石器時代，經過除用稍爲精巧的石器，更利用銅器的新石器時代，還過着未開化的生活；後來更由銅器時代進而至於有史以後的文明時代。因爲人類文化的發達路徑，一直以前時代的最後到達點爲起點，即開始進行次代的文化，這樣順次而爲累積的不斷前進，所以它的進步是極迅速的。我們即以最近過去的文化，和今日的相比，已覺得有了顯著的進

步了。

人類的文化既是這樣很快地與時代俱進，則將來的文化進展到怎樣，自非我人所能推測。因之那隨着文化前進的人類社會，其前途進步，或許也沒有限量的吧？

## 第八章 生命的起源

### 三六 一個謎樣的問題

四種假說。奇異的生命種種問題，本書已講過不少了。這裏還有一個最奇異而像謎樣的問題，那便是：最初的生命到底是怎樣發生的？關於這個問題，古來不知有多少哲人學者曾經把它討論過，因而就有種種的學說流行於世。但這種學說都不過是些假說罷了。現在先把普通的四種假說略述一下。

第一種便是說一切生物都是由超過自然的方法創造的，即西洋自古所倡的萬物由神創造說。這種假說謂神創造天地的時候，就創造了現代這樣多的種類的生物。但是自從達爾文提倡了生物進化論，這所謂萬物神造說便被擊得粉碎了。進化論，前面已經介紹過，它說現代地球上生存着這許多的生物種類，並不自始就有這麼多，是由起初幾種的生物漸漸進化滋蔓而來的。因為達爾文的進化論曾給了我們許多的證據，不由我們不相信它，而

把這種神創造說當做荒謬的話了。

第二種是從他星飛來說。這假說是由德爾文男爵(Helmholtz Lord Kelvin)等學者所主張，說地球上生物的祖先是自其他星球上傳來。德氏說最初地球上微細的生命，依附了浮飄空間的微塵，自他星飄到地球上來的。因為他們的體量輕，而且落下時悠悠忽忽，不會像隕石落下那樣的發生高熱，所以那些依附着的生物，可以安然透過大氣層而達到地球。學者間贊成此說的頗不乏人。原來此種微細的生命往往能在低溫度之下作長期的生存，如細菌的細胞比較能忍耐高度的溫度，而且植物種子和動物精子在休眠狀態中能忍受長期的乾旱與養氣的缺乏；經過了長時間的旅行後，若得到相當的環境仍能發動生機生長滋蔓的。故此說似乎尚有可信的地方。但是我們如對他們這樣追問一句：從他星上傳來的生物，最初又是什麼東西生出來的？恐怕他們就要無言可答了。想來別的星球當然也和地球一樣必須表面先冷了以後，方纔會生出生物來的，也不見得別的星球特別會具備了適宜生物生長的好條件吧。由此而論，這假說也有些靠不住。而且把生物的起源歸之於地球以外的星球，則不過將問題的解決，轉嫁在我們所不能到的宇宙之一角上罷了，



決不是一種求問題澈底解決的方法。

第三種爲宇宙生命說，主張生命出自生命永遠繼續，而這種生命的胚胎，自從有地球以前早已瀰漫於整個宇宙間，到了地球漸冷可以居住生物的時候，這種胚胎就發生出生物來了。這種假說全宇宙都有生命的微物存在，既無實例證明，也終不過是一種空想罷了。

第四種便是說生物由無生物偶然變化而成的，這假說稱爲自然發生說。生命能够自然發生或由無機物發生的學說，在歷史上倡導已很久遠了。在希臘古代，他們的哲學家亞里斯多德氏曾說蠕蟲昆蟲等都可以由泥土變化而成的。這種思想，正和我國古時的思想差不多。我國古人以爲蕃滋生物的有胎生、卵生、化生和濕生四種方法。所謂胎生和卵生當然和現在我們所說的一樣。至於化生呢，就是說生物可以由他物突然變化而生的，如腐草可以變化爲螢等等。未了的濕生呢，一點也沒有本來可以根據的東西，單就濕的方面自然會湧出生物來；如肉上生出蛆蟲等等。這種說法，實在都因觀察疏忽，發生了誤會而來的大概從前的人在藏在箱內的草上發見了螢便以爲是腐草化生的，卻不曾注意到在藏草時候早有很小的螢的幼蟲寄生在草上哪。又像豬肉上忽然湧生着一羣蛆蟲，也不是由肉的

濕氣化成的，卻是偶然有一個蒼蠅飛來時生下了卵的關係。

### 三七 自然發生說的研究

前人的研究。怎樣知道生命由自然發生是不可靠的呢？最初對生命起源作種種研究和實驗的，厥惟十七世紀的自然科學家雷第氏（Redi）。他取三個玻璃瓶來，在每個瓶裏各放些腐敗的肉，一瓶用紙密封，一瓶用網蓋蓋在瓶口，一瓶則完全不封不蓋。隔了幾天，把牠們檢視，發見那個不封不蓋的瓶內，肉中已生蛆了；而有網蓋的瓶，瓶內無蛆，蓋上卻有蛆了；那個密封的瓶則內外均未生蛆。由這實驗的結果，吾人可知蛆就是蒼蠅的卵所變成的。蒼蠅可以進瓶，瓶內就生蛆；僅能停在網上，網上就生蛆；瓶口有紙密封，肉味不致外散以引蒼蠅下卵，所以瓶的內外都不生蛆。然則蛆決非可以由腐肉變成是很明顯的了。

雷第的試驗雖然可以證明蛆非腐肉變成，但仍不能完全證明生物不能自然發生。爲什麼呢？因爲自顯微鏡應用於生物學後，我人已知腐爛的肉內除蛆以外尚有許多微菌等的微生物。我人雖知沒有蒼蠅的卵是不能生蛆的，卻仍不知微生物的發生是否定須有

微生物到肉上傳種。欲解決這個問題，必須先將瓶內的肉封蓋完密，使外界的微生物不能進瓶，又須把瓶內所有微生物的種子完全殺滅，然後再檢查瓶內能否再產生微生物。意大利的斯巴能查尼氏 (Spallanzani) 繼雷第之後曾經依上述的方法作了一個實驗。結果更證明密封殺菌的瓶中不能發生微生物，而微生物的發生也必須有空中的細菌孢子爲其起源的。

近人的研究。但是斯巴能查尼的實驗，還是有缺點的。因爲微生物的發育，必須空氣，而斯氏那個密閉的瓶中，既無空氣流入，不但阻止細菌孢子的傳入，同時又阻空氣的流通，則瓶內的不發生微生物或許是因爲沒有外界的空氣之故。欲根本解決這個問題，必須設法使外界的空氣可以進瓶，而外界的細菌孢子不能進瓶。不過吾人都知道空中有無數細菌孢子，欲覓不含細菌孢子的空氣，是很不容易的。

直到一八五四年，休勒特 (Schroeder) 和范達希 (Van Daseh) 兩氏始發明用棉花塞住瓶口，即可使瓶內外空氣交換而外界的細菌孢子不能經過棉塞而入。比方吾人用一個小口玻璃瓶，裏面放肉，口上塞了棉花，第一次用高溫度殺菌後，過了幾天，使瓶內有抵

抗力的細菌孢子盡變做了微生物，然後再消毒一次，把此類微生物統統殺滅。是時瓶內的細菌孢子既已完全滅盡，此後瓶內的肉便永不腐爛，永不發生生物了。

再後來，英國的物理學家丁鐸爾氏 (Tyndall)，法國的生物學家巴士特氏 (Pasteur) 等，都曾作種種的實驗，證明一切生物不論其若何微細，決不能自然發生，而且都是從前代之親所產生的。

### 三八 結論

其他的學說 自從巴士特氏打破了自然發生說以來，「一切生物都是由生物而生的」的生物發生說遂為一般人所承認。然而假使無限地固執這生物發生說，則當然逢着最初的生物是怎樣發現於地球上的問題，所以一般學者還得要窮究生命的起源。

我們知道自然界的各種現象，大多數有一種可逆的變化，例如光變為熱，而熱也能够變為光。那麼構成生物體的物質在生物死了之後既然可以分解而為無機質，則無機質想必也可以合成生物體了。所以德國的弗劉改爾 (Pflüger) 氏曾經倡導一說，以為當地球

的全部或一部分尚爲非常高熱的物體時，其表面上有一種氫素（Cyanogen）的化合物形成，如果以這東西爲基本更加入了其他的物質，就可以構成一種有生命的原形質，這就是所謂氫素說（Cyanogen hypothesis）的便是。又英國的生理化學家摩爾氏（Moore）也創了一種生物起源論，他的大意以爲物質由原子而變爲分子化合物，更經膠質而變爲複雜的原形質，於是在適當狀態之下，便發展而爲生物。

此外尚有種種學說，可是大都爲想像與推測相混的假說，尙未有一種爲一般人所承認是合理的學說。

**生命能不能人造呢。** 在一百多年以前，德國的化學家味勒（Friedrich Wöhler 1800—1882）氏造成了人造的尿素。其後又有幾位學者也用人工的創造力造成了酒精、糖以及其他幾種的有機物，因此有不少學者以爲生命可以由人工製造的了。究竟生命能不能由人造呢？據一般學者的判斷：現在吾人的知識，雖則尙不能說可能做到，但將來科學大大發達之後，或許可以有這一天，也未可知的。

科學知識叢書

奇異的生命的

實價一元二角

民國三十三年四月出版

著者 沈志堅

出版者 言行社

發行者 上海福州路  
言行社  
三八四弄四號

經售者 各大書局

科學知識叢書

每册八角

內容豐富 · 取材新穎  
文筆流暢 · 趣味濃厚  
圖文並茂 · 通俗淺近

現代中國與科學

林英編

本書講述科學的價值，現代中國與科學，以及研究科學的方法，詳實而準確。

科學的祕密

達生編

科學並無祕密，但不去研究，一切事物就神祕奇異了。本書把許多祕密暴露。

科學的奇蹟

錢亦石編

我們日常發見無數奇異有趣的現象，解答這現象，能增進研究科學的興味。

科學的趣味

林英編

科學是有趣的工作，研究科學能知道許多新奇神祕的事實。

奇異的生命

沈志堅編

生命是什麼？一切的動物植物怎樣會發育生長，死亡，並且會傳種接代的呢？

最近的新發明

俞遙編

在這裏告訴你最近五年的新發明，如機器人，人造雨，人造油，以及空中取物。

海底的奇觀

沈志堅編

科學家說海裏的生物比陸地更多更奇，但那些生物究竟是怎樣，是什麼呢？

宇宙的奇觀

顧漢槎編

宇宙有多大？天上有多少星？太陽，星星，地球是怎樣來的，為什麼運行不休？

生物的進化

馮友蘭譯

本書告訴你人是怎樣來的，一切的生物怎樣由原始時代漸漸進化到近代。

最新的航空奇觀

世界最偉大的工程

探險家的故事

(編輯中)

#36

3 (114)