

生物對環境的適應

楊冠政

一、適應的涵義

適應 (adaptation) 是一種或多種的遺傳特性，使生物能生存與生殖。適應也是由於自然選擇 (natural selection) 所形成的一個族群的遺傳變異 (genetic variability)。適應會產生改變，隨著時間的改變就是演化。因此適應構成演化的證據。演化，適應和自然選擇都是過程 (process)，這些過程所作用的物質都是基因 (gene)。

所有適應的遺傳改變，必須接受適宜與否的試驗。所謂「適宜」就是能成功地繁殖後代，環境就是試驗遺傳改變適宜與否的場所。

我們也可把「適應」應用到個人的非遺傳的性狀，譬如人類從溫帶遷居到熱帶，其皮膚會增加色素以免遭受強烈太陽輻射的傷害；人類從海平面移到較高地帶生活時，其血液中會增加紅血球的數量，以免遭受缺氧的傷害。雖然這些特性不是遺傳的，是個人的適應 (individual adaptation)。但是發展這些特性的能力都是遺傳的。

我們說某種生物適應它的環境，這句話可說是一句陳腔濫調，因為生物若不適應環境，它就已在這地球上消失。

無疑的，生物都有若干共同的普通適應 (general adaptation)，例如陸生植物的根和葉適應它們正常的環境，其中任何一部份的功能被干擾，植物就會死亡。如果根不能吸水，葉得不到陽光，都是不能適應環境的現象。魚類用鰓獲得溶於水中的氧，若將魚置於陸地就會死亡；人類用肺呼吸，若沈於水中時就會溺斃。

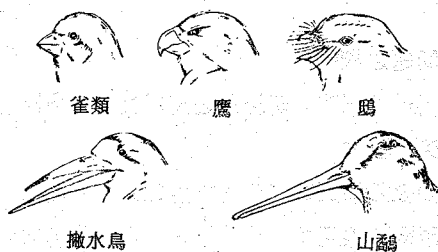
若干生物有其特殊的適應 (special adaptation)。譬如啄木鳥有若干特性非其他鳥類所有：其腳爪兩隻向前，兩隻向後，能堅牢地抓住樹

皮；其尾羽堅硬，壓在樹皮上以支撐住其軀體；其頸肌發達，可使其嘴不斷地挖鑿樹皮；其嘴尖而長，適於鑿木；其舌細而長，適於舐取樹皮下的小蟲。

二、構造的適應

在演化的過程中，由於環境的改變生物不斷進行構造的適應與再適應，或者遷移至其他環境。質是之故，現在有許多生物具有無用的或甚至有害的構造，但是當生物早期適應於不同環境時，這些構造是有用的。

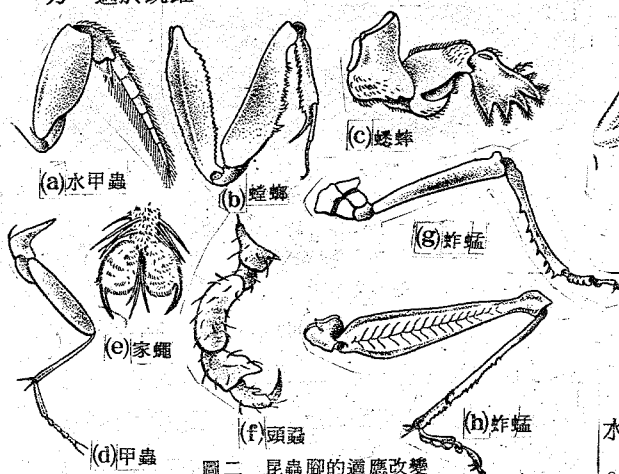
動物的口器 某些動物的口器對食物的適應為最明顯構造適應的例子。某些動物的口器適於吸吮植物的花蜜；某些適於吸血；某些適於咬食或咀嚼植物。鳥嘴為適應不同的食物，而有構造上與形態上的差異。雀類 (finch) 嘴短而硬，適於啄食種子；鷹嘴短尖而彎曲，適於捕食小動物；鴿鳥其嘴寬廣且有長毛，適於捕捉飛蟲；撇水鳥其嘴長而寬，適於掠過水面捕食動物；山鵲的嘴細而尖適於採取。如圖一所示。



圖一 各種鳥嘴的適應

昆蟲的腳 所有昆蟲的腳是由五部份組成，即基節 (coxa)，轉節 (trochanter)，股節 (femur)，脛節 (tibia) 和蹠節 (tarsus)。為了適應各種不同的棲息地，各種昆蟲的腳均有特

殊的適應，如圖二所示：(A)水甲蟲的後腳似槳，可用於划水；(B)螳螂的前腳，變成用於抓握的器官，其股節與脛節相接處，表面有許多突起物，適於抓住物品；(C)蟋蟀的前腳粗大而結實，狀似泥鎚，可用於挖掘；(D)甲蟲的後腳細長，適於奔跑；(E)家蠅腳的蹠節具有爪，爪墊（pulvilli）和毛，適於倒著行走，(F)頭蝨（head louse）的腳適於攀附在毛髮上；(G)和(H)蚱蜢的後腳粗大而有力量，適於跳躍。



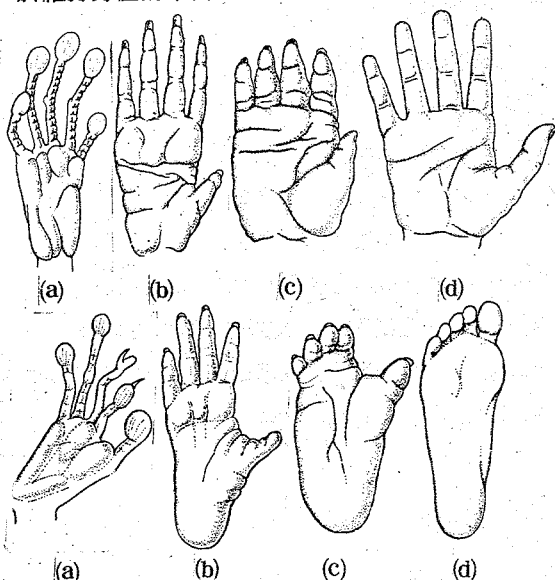
圖二 昆蟲腳的適應改變

靈長類的適應 靈長類的大姆指與大足趾均與其他手指與足趾分離，且能靈活運動。為了適應不同的棲息地，其形態與構造略有差異。如圖三所示，眼鏡猴（tarsier），猩猩（orang）和大猩猩（gorilla），其大姆指與大腳趾均具對合性（opposability），適於抓握樹枝及攀緣在樹幹上，能在叢林中，從一株樹，然後攀住另一株樹的枝桠，橫躍過空中。

此外，眼鏡猴指（趾）的末端具有膨大的皮墊，適於抓握樹枝。猩猩的四指（趾）特長，適於攀附，而大姆指（趾）則細小。大猩猩的腳趾短小，適於步行。（圖三）

人類的大姆指較其同類為長，這長而大的姆指使人類能靈敏地操作，製造各種器物。由於人類離開樹林，擺脫樹棲的生活，而行走於地面，因此其腳之五趾均短小，適於步行，且大腳趾失去對合性，各指基部皆平行排列，形成腳掌，適

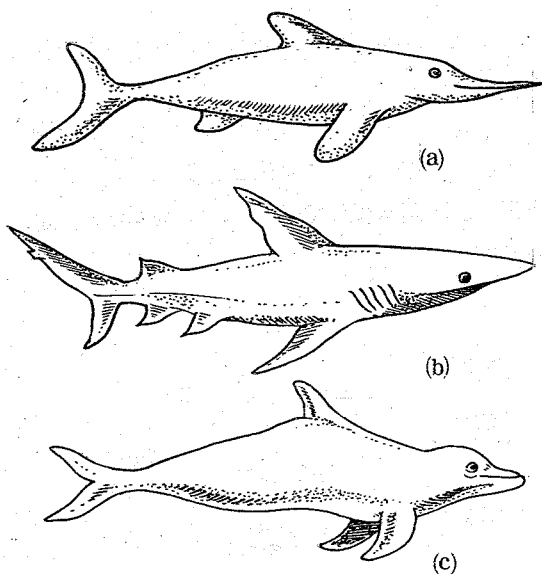
於維持身體的平衡以及直立行走。



圖三 靈長類腳與手的適應：上排為手，下排為腳。

(a)眼鏡猴，(b)猩猩，(c)大猩猩，(d)人

體型的適應 棲息於水中的動物，為了適於水中游泳，其體型均呈流線型，以減少水的阻力。如圖四所示，一種已經絕種的爬蟲類、鯊魚及海豚，其體型均呈流線型。

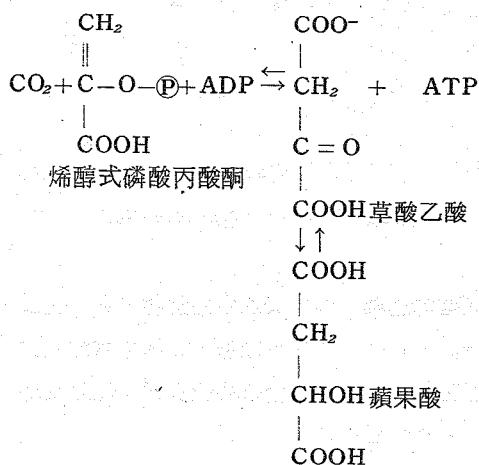


圖四 水棲動物體型的適應

(a)一種已經絕種的爬蟲類，(b)鯊魚（魚類），(c)海豚（哺乳類）

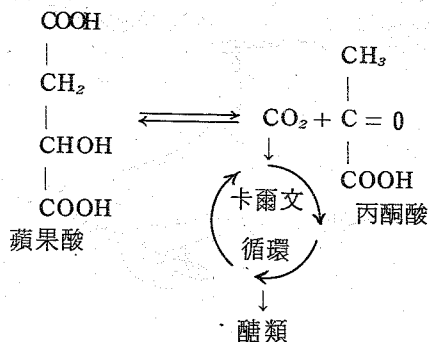
三、生理的適應

乾生植物 生長在乾旱地帶的植物，譬如龍舌蘭、仙人掌等多汁植物 (succulent plant)，爲了減低水份的蒸散，其氣孔白天關閉，晚間開放。由於白天氣孔關閉，不能獲得充分二氧化碳的供應，光合作用的進行受阻礙。爲了適應這種環境，這類植物的光合作用分兩階段進行。在晚間，將二氧化碳與烯醇式磷酸丙酮酸 (phosphoenolpyruvate) 作用形成草酸乙酸 (oxaloacetic acid) 或蘋果酸 (malic acid) 其反應如下：



因此，此類植物在晚間體內積聚多量的有機酸，其 pH 值下降。

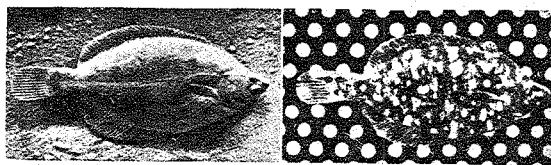
日間，蘋果酸在酵素的催化下，分解成二氧化碳和丙酮酸。而二氧化碳立即使用於正常光合作用，即所謂卡爾文循環 (Calvin cycle)，變成醣類。其反應如下：



體色的適應 動物可改變其體色以適應環境

。有些動物的體色可隨著季節而改變，例如鼬 (weasel) 和松雞 皮毛的顏色，夏天時是棕色，到了冬季則爲白色。

有些動物可以隨時改變體色，例如變色龍 (chameleon) 的皮色，是隨著外界的變化而改變；而比目魚 (flounders) 的變化更爲巧妙，如圖五所示，在白色的背景上是白色，在黑白鑲嵌的背景上則變成黑白相間的體色。



圖五 比目魚改變體色以適應環境。左圖爲均勻的白色背景，魚體則是白色。右圖爲黑白鑲嵌的背景，則改變體色成爲斑點狀。

斑蛾 (peppered moth) 是英國森林中常見的昆蟲，依其顏色可分爲白斑蛾與黑斑蛾。許多英國人愛好捕捉斑蛾，因此採集並保留了許多斑蛾標本。生物學者檢視公元 1850 年在英國米德蘭 (midlands) 所採集的斑蛾與 1950 年所採集的相比較，他們發現兩者極爲相似，只是在 1950 年所採集的，黑斑蛾較多，而在 1850 年則白斑蛾較多。爲了探究出其原因，生物學者做了一個實驗。他們把白斑蛾和黑斑蛾放在被黑煙燻黑的樹幹上，不久即發現飛鳥將白斑蛾捕食。若將白色和黑色斑蛾放在長滿白色地衣的樹上，則飛鳥捕食黑斑蛾。由此可知白色斑蛾無法在黑色樹幹上生存，只有黑色斑蛾能適應這種環境而爲自然界所選擇。

冬眠 若干北半球的動物爲了避免低溫及缺乏水與食物的傷害，而具有季節性的與自發性的冬眠 (hibernation) 現象，這是一種生理的適應。

具有冬眠習性的動物主要是蝙蝠與鼠類。後者包括山撥鼠 (ground hog)，大鼠 (hamster)，睡鼠 (dormouse) 和地松鼠 (ground squ-

irrel)。

北極地松鼠 (Arctic ground squirrel) 是典型的冬眠動物，每年的五月至九月是活躍的，其他的時間都是冬眠。當活躍時，其體溫與一般定溫動物 (homoiothermous animals) 一樣，能維持其體溫恆定，通常均在 38°C ；當冬眠，則其體溫與其棲息的洞穴溫度相同，約 2.5°C 至 -9°C 。

當動物冬眠時，其心跳與血壓均降低，但對環境的刺激仍保持警覺。地松鼠冬眠時，其腦部的電性活動 (electrical activity) 減少百分之九十，也就是說腦部只有百分之十的神經元 (neuron) 仍具功能。此外中央神經系統在低體溫下仍能維持恆定的機制 (homostatic mechanism)。

降低體溫和代謝速率是適應惡劣環境的好方法。此外，當食物缺乏時，冬眠亦是減少熱能需要唯一途徑。譬如冬眠的普威鳥 (poorwill) 保持體溫在 10°C 以下時，只要 19 克的脂肪就可渡過三個月。

什麼因素誘導動物冬眠？這個問題至今尚未知曉。一般說，溫度是誘導動物冬眠的主要因素之一。其次，光期 (photoperiod) 亦是可能因素，譬如土松鼠在每年十月五日至十二日間進入冬眠，至次年四月二十日至二十二日覺醒。這種習性與光期之改變密切配合。

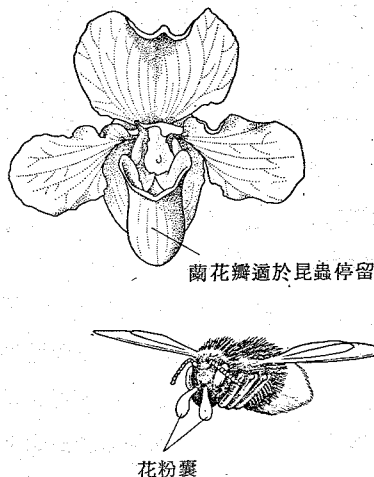
四、物種間的適應

每個物種 (species) 的適應與演化並不是在真空狀態下進行，與其他生物無關。相反的，每個物種的適應受其他物種的適應所影響。結果在物種間產生互相依賴的現象。對這方面瞭解最多的是昆蟲的適應。

許多植物依賴昆蟲進行授粉作用，因此某些蟲媒植物無法獨立生存，除非有授粉的昆蟲存在，例如美國加州雖然氣候適於斯密那無花果 (Smyrna fig) 之種植，但直至無花果昆蟲被引

進後，無花果植物才能成功地栽培。

蘭花依賴蜜蜂授粉，因此其構造適於昆蟲的傳授花粉，譬如其花瓣可讓蜜蜂停留，其花藥改變為花粉囊，極易自花脫落，並藉黏液附著在蜜蜂身上。



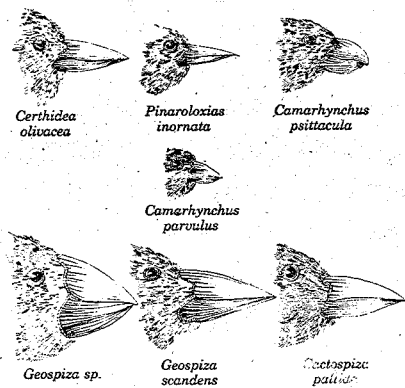
圖六 蘭花與蜜蜂間的適應

五、適應的結果——形成新種

一八三一年，英國生物學家達爾文 (Charles Darwin) 隨畢格爾號 (HMS Beagle) 航行時，他訪問非洲海岸外赤道上的威德角群島 (Cape Verde Island)。這群島是由火山爆發而成。達爾文注意到這群島上的植物、昆蟲、鳥類和其他動物與非洲海岸附近的非常相似。數年後，當達爾文抵達加拉巴哥群島 (Galapagos Island)，他發現這群島的氣候與地質與威德角群島相似，但是植物和動物却截然不同。他認為能在這群島上生存的種類是能適應群島的環境，藉隔離 (isolation) 和適應的過程，新的種類便在群島上演化而成。

更令達爾文驚奇的是加拉巴哥群島上的雀鳥，共有七種之多，每種雀之喙及啄食之方式均不同。

同類的生物由於不斷的為食物和生存空間而競爭，向四方分散並棲息在許多不同的環境。從單一祖先而形成多種不同形態生物，且占有各種



圖七 加拉巴哥群島各島嶼的雀鳥，因適應環境而演化成七種，其喙之形狀完全不同。

不同棲息地的演化過程稱為適應的輻射 (adaptive radiation)。如本期之封面所示。

適應輻射的典型例子之一是具哺乳類動物的演化。哺乳動物是從一種原始的，食昆蟲的五趾短腿動物演化而成。這些包含熊、鹿、狼和羚羊適於陸地生活；樹獼和黑猩猩適於樹棲；蝙蝠和飛鼠能飛翔；海獺與海豹維持兩棲生活；海豚、海牛和鯨魚適於水中生活；鼯鼠和楊撥鼠適於穴居。這些哺乳動物為適應其環境而改變其齒數與齒形，腿骨之長度與數目，皮毛的顏色與厚度以及尾巴的長度與形狀。

主要參考資料

- 1 國立編譯館：生物學名詞（動物部份）
正中書店
- 2 Gray, P The Encyclopedier of the Biological Sciences. Reinhold Publishing Corporation.
- 3 Mayer W.V. 1964
Hibernation BSCS Pamphlets.
- 4 Napier J. R. Napier 1972
Primate and Their Adaptations
Oxford university Press.
- 5 Prosser, C.L and Brown F.A 1962
Comparative Animal Physiology.
W.B. Saunders Company.
- 6 Sir Gavin de Beer 1972
Adaptation. oxford University Press.
- 7 Vi llee C.A 1972
Biology W.B. Saunders Company.
- 8 Wooddell S.R. 1972
Xerophytes. Oxford University Press.

（上接59頁，國中數學及自然學科學習成就評量資料）

空隙。

- (a)可使空氣流通，便以行光合作用。
- (b)可容納較多水分，便利光合作用。
- (c)減輕葉的重量，便利接受陽光。
- (d)增加水的通路，便利排出多餘的水。

11.行為目標：〔B15-(30)-210〕能說明葉的構造和功能。

（承前題）葉裏面的細胞要行光合作用時所需要的水分由圖中（ ）供給。所需要的二氧化碳則由（ ）進來。

12.行為目標：〔B15-(30)-210〕能說明葉的構造和功能。

（承上題）葉內的水分常由圖中（ ）

部分蒸散出去。葉內（ ）與（ ）的細胞排列緊密，可減少水分的損失。

13.行為目標：〔B15-(30)-210〕能說明葉的構造和功能。

（承上題）圖中那些部分是綠色？

- (a)甲、乙、丙、丁、己
- (b)甲、丁、己
- (c)甲、丁
- (d)乙、丙

14.行為目標：〔B15-(30)-300〕能說明葉的構造和功能。

（承上題）如將葉片放入酒精內，隔水加熱，使葉片褪色，再用碘液試驗，結果葉內那部分可能染成黑藍色？

- (a)甲、乙、丙與丁部分
- (b)甲與丁部分
- (c)乙與丙部分
- (d)己的部分