

科學圖書大庫

生命之源

譯者 蔡景仁

15(59)

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

生命之源

譯者 蔡 景 仁

徐氏基金會出版

美國徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 曾迺碩 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有
不許翻印

中華民國五十九年七月十四日初版

生命之源

定價 新台幣二十元 港幣三元

譯者 蔡景仁 國立台灣大學醫學院醫科

內政部內版臺業字第1347號登記證

出版者 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 臺北郵政信箱第3261號 電話519784號

發行人 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 林碧鏗 郵政劃撥帳戶第15795號

印刷者 燈台光隆印刷製品有限公司 台北市大同街一一九號 電話557474號

我們的一個目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識的傳播，是提高工業生產，改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。科學宗旨，固在充實人類生活的幸福也。

近三十年來，科學發展速率急增，其成就超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成事實。際茲太空時代，人類一再親履月球，這偉大的綜合貢獻，出諸各種科學建樹與科學家精誠合作，誠令人有無限興奮！

時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的急要責任，培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如生物、化學、物理、數學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。科學研究與教育的學者，志在將研究成果貢獻於世與啓導後學。旨趣崇高，立德立言，也是立功，至足欽佩。

科學本是互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的意外收穫。

我國國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年之間，所可苛求者。因此，從各種文字的科學圖書中，精選最新的基本或實用科學名著，譯成中文，依類順目，及時出版，分別充作大專課本、參考書，中學補充讀物，就業青年進修工具，合之則成宏大科學文庫，悉以精美形式，低廉價格，普遍供應，實深具積極意義。

本基金會為促進科學發展，過去八年，曾資助大學理工科畢業學生，前往國外深造，贈送一部份學校科學儀器設備，同時選譯出版世界著名科學技術圖書，供給在校學生及社會大眾閱讀，今後當本初衷，繼續邁進，謹祈：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者；

主動地精選最新、最佳外文學科技術名著，從事翻譯，以便青年閱讀，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世，助益學者。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。掏誠奉陳，願學人們，惠然贊助，共襄盛舉，是禱。

徐氏基金會敬啓

生命的奧秘

這是一項令人興奮的報導，它說明了生命如何在二十五億年前的地球上開始。

艾爾文·阿德勒 (Irving Adler) 運用簡鍊而淺近的文字，描述那些有助於了解進化所循方向的化學變化與結合。他解釋原始人所崇拜的生命來源及其性質，也提出歷年來實驗如何改變人類的想法。

他網羅由生物學、地質學、物理學和天文學等各方面的研究成果，而提出了新理論，其中特別強調化學和碳的本質。

「讀者不必過分讚美作者在陳述其作品所用的說明技巧，和小心地定義新出現的術語。即使公式已失去其恐怖性，但是各處的關鍵都使人一目瞭然。何況林奈斯·鮑林博士 (Dr. Linus Pauling) 又為作者証實了諸論據之正確性。鮑林博士曾兩度榮獲諾貝爾獎金：第一次是化學，第二次是和平。他亦為本書寫序。簡要而富啟發性之特點使本書屬於科學大衆化的大捷。」

——哈特佛·科倫特 (Hartford Cowrant)

原 序

林奈斯·鮑林博士 (BY DR. LINUS PAULING)

加利佛尼亞州州立工學院化學和化工系主任

1954年榮獲諾貝爾化學獎金

1964年榮獲諾貝爾和平獎金

生命是什麼？這真是一個有趣的問題，也是一個大問題。生物，例如人及其它動物、植物，和無生命物質，例如石灰石的區別在那裡呢？我們承認動物、植物具有岩石所沒有的屬性，通常動物和植物有繁殖的能力，這是一種有子孫後代的能力，而且子孫後代和它的親代很相像，所以說它們是屬於生物的同一種。通常植物、動物都具有消化食物的能力，因而它們都參與化學反應，一般言之，這包括能量的釋放和分泌一些反應的生成物。

生物體內這些活動的本質是化學，所以要了解它們，我們必須先了解物質，知道它們如何從分子組成，而分子又是如何從原子組成的。

和生命本質相近的問題是生命的起源，我們知道，生命開始於地球，大約是在二十億年前。不過目前我們還不能夠確切地知道，生命是怎樣開始的。生命之源這個問題正是刺激人類聰慧好奇心的大難題之一。

許多科學家們都在研究原子如何互相作用，而產生第一個生命火花的各種可能方式，這個生命是指具有自行複製能力的分子。

在本書的每個章節裏，歐爾文·阿德勒都用很引人入勝且富於啓發性的方式來討論生命本質和生命起源等問題。他說明原子和分子，元素和化合物，尤其特別強調碳和碳化物。他所敘述的簡潔而可靠的構想，都是科學家們對於生命本質和生命起源的看法。

我深信有機會閱讀本書的讀者們，將會對本書感到興趣，而且會覺得本書具有強烈的啓發性，看完本書之後，又更將體會到自己已經又進一步的了解了我們生活的世界。

校閱小言

Ivring Adler 原著 How Life Began
經本院醫科四年級學生蔡景仁君譯成中文。該書對於“甚麼是生命？”“生命如何起源？”等懸宕多年的有趣問題，根據生化學觀點並綜合以往各種學說，一一加以剖析討論。

譯文精鍊，深入淺出，趣味良多，適於中學以上程度及社會一般人士研讀，頗有出版價值，特此推薦。

董大成 台灣大學醫學院生化研究所主任
民國五十八年十月二十一日

目 次

生命的奧秘

原序

第一章	生者與死者	1
第二章	生命的活動	11
第三章	元素和化合物	23
第四章	碳與有機化學	35
第五章	生命的化學	53
第六章	浮動的質點	62
第七章	由死到生	68

第一章 生者與死者

當小狗發現滾動的石頭時，總是對著它狂吠，並且還要撲咬它！好像石頭是另一種動物。小孩子則常用手敲擊那張使他跌倒的椅子，正像他打其它的小孩子一般。對於動物和小孩來講，似乎所有的東西都是活的。幾十萬年前，在人類的幼年時期，其生活方式很像其他動物，所以對那時候的人類來講，整個世界就像剛剛所說的小動物和小孩一樣。我們怎能知道呢？因為早期人類的世界觀念只依賴那世代相傳的原始故事。在這些古老的神話和傳說當中，人們所談到的風和樹，水和魚，火和鳥，好像都是活的東西。但是經過幾千年後的經驗，人們已體認了某些東西間不同的重要性，例如動物、植物和其它的東西，如岩石、木頭、陶罐或金屬製成的各種刀子。動物和植物是活的，有生命的，其它的東西則是死的，無生命的。死的東西包括那些曾經活過，而目前不再生存的動物和植物，以及岩石和金屬這類未曾活過的東西。

生命的氣息

自從人類發現動物、植物和無生命物質之間的不同以後，他們便試著去了解其所以不同的原因。於是收集有關生物的事實，把它們歸類成為定理，來解釋生命是什麼以及生命是怎樣開始的。早期的定理中，有一個是從人類很早就注意到的事實中產生的。他們發見只要人是活著的，他們便要呼吸，可是當他們死了以後，他們就不再呼吸，因此他們以為生命和呼吸是一回事。

這個古老的信念乃隱含於 Spirit (精神) 這字，它是衍自拉丁文，意義為呼吸。原始人類以為動物的生命或精神是一種奇特的東西，它和動物的肉體分離。身體只是精神短暫停留的唯一住所。現代科學則告訴我們另一種生命本質的觀點，我們已知道呼吸是維持動物和植物生存的一部份而已，但是呼吸不等於生命全部，它只是一種空氣的流動，攜某些氣體進入動植物體，而後帶走其它的氣體。依近代科學的觀點，生命並不是和身體分離的東西。它是一種生物體內物質的運送和活動所組成的過程。生物學，即生物的科學，就是在研究這個過程。

陶器工人的生命觀點

2 生命之源

生物如何存在？人類對於這個問題所給的答案，隨著他們知識的增進而改變，最初原始人的答案只是基於他們有限的經驗而已。

和現代人一樣，原始人是器物的製造者，他能造箭、簍子、碗、茅舍、舟船和其它許多有用的東西。

由於他們靠自己的勞力而得到產物，他們以為自己已經發現生物如何存在的端倪。就像他們製造碗和船，因而有碗和船一樣，他們總以為一定有些人製造動物和植物，而使得他們存在。於是他們最先發展神創造生物的定理。甚至於視自己的勞力是製造器物的一種模型。他知道每個陶器工人都能够把陶土塑成各種形狀，他不僅能製碗和壺，也能做出像動物或人的形狀的小彫像，所以他以為神也是用泥土塑出人和動物來，然後賦予呼吸而具有生命。我們發現全世界各地的原始人，都有關於這種信念的傳說。澳洲的黑人有一個故事，說創物者潘得傑爾（Pund — jel）用泥土造人，然後將他的氣息吹入人的口、鼻腔和肚臍內。新紐西蘭的毛利人也有一個傳說，敘述迪去（Tiki）神如何從泥血的混合漿中製出人來，然後吹入具有生命的呼吸於其體內。阿拉斯加的愛斯基摩人也有同樣的故事，加利佛尼亞的印第安人也有，這些都和古希臘人，埃及人，巴比倫人及希伯來人的說法，有相似的內容。

原始人製出一件有用的物品時，他是按照一種圖樣構建，而各部份的形狀是依照他們使用的目的而製成。因此他們又自然地想到神也是依照一種圖樣來構建，使得每一個部份都合於某種目的。原始人將下面二種理論結合。第一，生物是由創物者所製造的。第二，他們的每一部份都經設計和構建而適合於某種目的。

自從這些早期的信念形成後，人類便收集了許多關於生物的事實，這些事實導引致科學家們反對生物是依照圖樣而被創造出來的理論。這些證據適合於另一種新的理論，依這個理論的說法，生物是發展過程中的產物。爲了說明這些過程，近代的科學家並不是去尋找那個創物者，而是去探求自然的定律。以証明那種因素產生那種結果，運用這個方法，科學家們發現在發展過程中，如何由每個步驟導引下一個。

農夫的生命觀點

幾十萬年以來，人們以獵獸和採集果子、種子與野生植物的根爲食物。但是當他們從事於採集食物時，有了重大的發現。他發現將種子種入地下以後，能够長出和原來植物相像的植物，這個發現使他能够種植食物，而不必

去狩獵。大約是七千年以前，他實行他的新知識，而成爲一位農夫。大概也在同一個時候，他又開始飼養動物，由於他們做農夫或牧人的工作，使他們體會了一項生物的重要事實，就是植物和動物生產種子或卵，由此有更多像它們原來形狀的植物和動物開始生長。生命源自生命，而每種生物產生同類。

早期的農夫們使農作物和家畜生長，同時也使知識「生長」，他們在動物、植物的工作經驗，給他們許多關於生物如何生長，如何被飼養等等的知識，古老世界的科學家們便以這些知識爲基礎，開始去構建生物的科學。

蟲、蛙、鼠和蛆

古代科學家們的知識受到了人類視野的限制，他們僅能看到那些用肉眼瞧得見的東西，至於肉眼看不到的東西，他們也想像不出它們的存在。他們的知識也受到那些瑣碎不全的性質所限制，他們收集了無意間觀察到的許多碎片般的知識，他們不像今日科學家們，有完整性的操作，與系統化的實驗。他們的知識摻和了許多無知，由於這些知識的缺漏使他們的理論介入嚴重的錯誤中。

古代科學家們，從農人和牧人們的一般經驗，知道生命製造生命，以及每種動物和植物製造其同類。但他們也看到了那些似乎是證據的事實，就是生命也可以由死的物質製造出來。他們看到蚯蚓來自土壤內，青蛙由池塘邊上的黏泥中出現。他們也發見老鼠的突然出現於貯放穀子的倉庫，好像是來自無處，他們也注意到那些靜置而腐爛的肉，如何地敷上一層白色像蟲一般爬行的蛆。他們不知道蚯蚓是由其它蚯蚓產下的小卵生長出來的，所以他們以爲活的蚯蚓是由死的土壤製造出來的。他們不知道青蛙的親代排出膠狀的卵在水面上，而長成青蛙，因此他們以爲青蛙是由他們只能看到的黏泥製造出來的。他們不知道老鼠爲了尋找食物而侵入穀倉裏，所以他們就想到是那些穀粒製造老鼠。他們更不知道蛆是由蒼蠅產下的小卵生長成的，而且這些蛆後來又會長成蒼蠅，因此這大概是肉腐生蛆。由於他們所看到的只是實際上發生的一部份，從這些不完整的情況導致他們有一個錯誤的理論，這就是自然發生說，內容是除了由生物的種子產生生命外，生命總是由死的物質中生長出來的。這個理論被偉大的希臘科學家兼哲學家亞里斯多德所接受，他大約是 2300 年前的人。在他以後的數百年，歐洲方面的科學家相繼研究，而且崇信亞里斯多德的觀念。

沒有卵、就沒有蛆

西元 1668 年，有一位義大利的醫生名叫雷迪（Redi），他用一些薄棉紗蓋住一塊肉，然後觀察是否有蛆生長出來。他看到了成群的蒼蠅停留在棉紗上，也注意到了蒼蠅將卵產在棉紗上。最後他發現如果有卵在棉紗上時，便有蛆生出來。只要將蒼蠅和肉隔離，那麼腐肉上就不會生蛆。這是一連串地證明自然發生說是錯誤的理論的第一個。像雷迪這樣由實驗的證明，以及關於複雜的生物，實際上是什麼等這方面的知識也一天天的增加，使得科學家們更相信生物不會是由死的東西突然地生長出來。

肉湯內的細菌

當雷迪在義大利進行他的實驗時，荷蘭同時有一個偉大的發現，就是雷汶胡克（Leeuwenhock）利用自己發明的顯微鏡打開一面新世紀的窗子，這個新世紀是從所未見的。這是一個無法用人類肉眼看得到的小東西的世界，在那世界中他發現了很小的植物或動物，它們被稱為微生物，意思是很微小的生物，有時人們也稱它們為細菌。

雷汶胡克用它的顯微鏡看他所能得到的每件東西，他所看的東西中有一部份是植物或動物，以及由它們所製造出來的東西，這些東西被稱為有機體，因為它們是得自生物體，每個人都知道靜置的有機物會腐敗腐爛，分解愈多的，也就有愈多的微生物，例如腐敗了的牛肉湯，很快就充滿了細菌，這些細菌好像是水族館內的魚兒一般，在各處游來游去，這一個發現，則給自然發生說一個新的支持，它似乎証明了腐解或發酵的東西製造那些未曾有的生物。

實驗的爭論

當有些科學家以為細菌是由腐解的東西製造出來的時候，另外一些科學家則堅持著，細菌實際上是由空中掉入的細菌生長出來的。由於這樣的不同便導致實驗的爭論。有些實驗似乎是證明，如果有有機物與空氣隔絕，便沒有細菌出現。但有些實驗則証明無論如何都會有細菌產生。這個強烈的爭論持續了約二百年之久，一直到法國的科學家，巴斯德（Pasteur）解決了這個問題，才告結束。經過一連串小心的實驗，他証明了空氣中有流動的細菌，它們停留在我們週遭的每件東西上。他也証明了腐解的東西並不產生細菌。相反地，乃是由於細菌而引起有機物的腐解。如果細菌和有機物隔絕，則將永遠維持不腐敗。早期的研究証明蟲、蛙、鼠和蛆的存在不可以用自然發生說來解釋，這是指它們是由死的東西產生出來是不正確的。巴斯德的實驗

同理，當種間很相像時，便也使人想到它們是屬於同一家族，而且是源自相同的祖先。研究相似點時證明了狼，狐狸和一般的狗都是屬於犬科動物，即像犬的家族，而老虎，獅子，豹和貓則屬於貓科動物，即像貓的家族。可是家族間也有相似點，狗族和貓族有相像的地方，如被毛和在雌性體內孵卵（指胎生），且以奶餵剛出生的小狗兒或小猫兒等。因此它們的族間也有關係，這是指屬於哺乳類。另外如魚類也是由許多相似的家族組成，但哺乳類和魚類也有相像的地方，它們兩類都有脊柱，這個類與類之間的相似點便證明了它們間也有關係。因此，哺乳類和魚類有關係，所有的相似點和關係，使人想到所有的生物，不論是動物和植物，同是屬於一個大家庭，而且是由共同的祖先傳下來的。這就是進化的理論。這個大家庭間的關係表示於生命系樹的圖上。

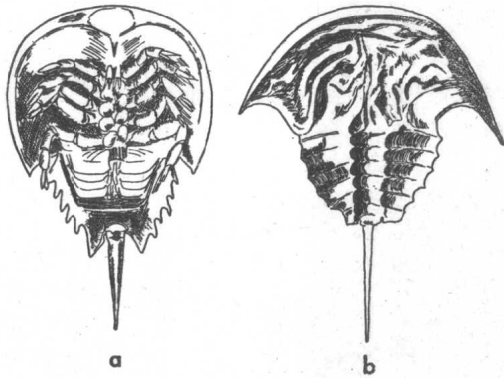
進化的證明

進化論首次被用做動物和植物的種族間相似點的解釋時，它只是一種合理的構想，但是到了1859年，英國生物學家達爾文（Darwin），把它發展成目前的形式，便不再是一種構想了。它是一個科學的定律，能够從許多方面的証據得到証明。首先是瑞典生物學家，林奈（Linnaeus）的數千個相似點和相異點，他應用這些同異點將生物分類為科和屬。所有生物的親族關係，可由顯微鏡所揭露的一個重要的事實來証實。這就是所有的生物均由細胞組成。最微小的動物和植物都是單細胞所構成，較大的生物體，則由多細胞組成。有些生物，則是細胞互相毗鄰，但是各自營生。大部份更大的動物和植物，細胞的功能像是一個集團，整個生物體便是由這些各司特別功能的集團所成，以維持體內所有細胞的生活，每個細胞之內都有一種複雜的化學物質，稱為原生質。生命就是由這些化學物質的活動和種種生化的程序所組成。自最小的單細胞動物和植物起，到有成億細胞的最大物體止，所有生物體內的原生質都有相同而主要的程序。

另外一方面的証據是化石，這是古代動物和植物所留下來的遺骸。它們的個體被許多污泥和砂石掩蓋在海底下或河床上。它們個體內柔軟的部份均已腐解了，但是堅硬的部份，如骨骼和甲殼有時還是存留著的。有些情況是整個個體都腐爛，但在污泥或砂石上還遺留下它的形跡，同時污泥或砂石變硬成岩石後，停留在某些地方，又因這些岩石被冲到河外而沈積，因此在岩層中可以找到含有化石的岩石，最古老的岩層在最底下，愈是最近形成，則愈在上面。按照所發現化石的層次順序而排列，再依照岩石所發現的年代，科學家們已列出一個圖表說明生命的形狀如何依時而更替。

今日所有複雜的動物和植物，都是二十億年前單細胞動物和植物的後代，它們反覆的分裂生長，增加它們的數目和形體，同時分佈在世界上能够適合於它們的特別生存環境。

在不同環境的影響下，它們之間都有許多改變，有的子孫仍舊是單細胞，今日我們仍可以找到它。其它子孫則開始羣聚而且行統一的功能，這些有的留在水中，有的則登上陸地，更有到空氣中去的。經過數百萬年的時期，它們逐漸的改變形狀。有些古老的形式，如恐龍已經全體滅絕，而有些如蠶（horseshoe Crab）則還活到目前，它們幾乎與它們數百萬年前的祖先有相同的形狀，下面二個圖中，A圖是今日蠶的底面，B圖是二億五千萬年前的岩石中所發現諸蠶之一，這是從頂端看的圖。其它形式的生命則保持著



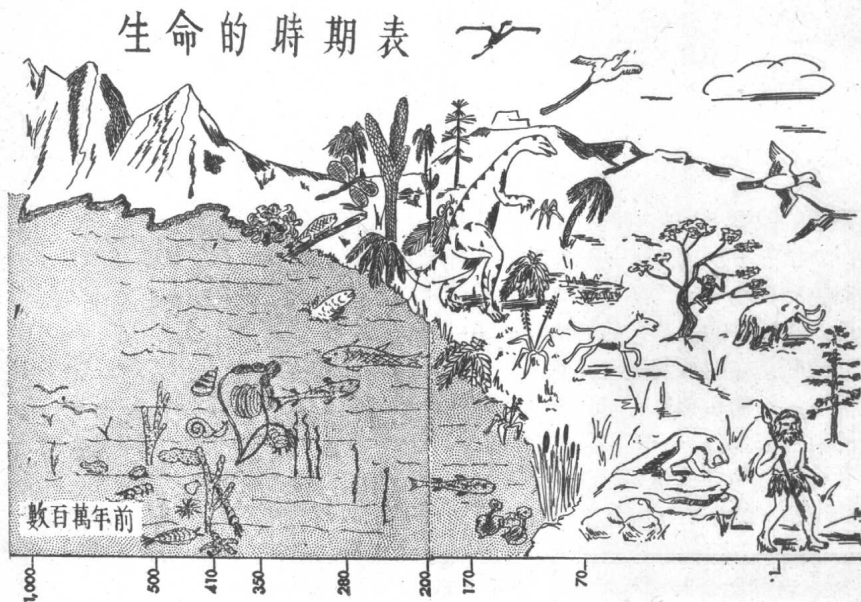
漸近的改變，因此它們目前的形狀與從前遠古的祖先有相當的不同。

第三方面的証據是那些複雜的植物和動物的早期生命。所有較大個體的動物和植物，它們的生命之初是一個單細胞。由這個細胞生長和分裂許多次而組成完整的個體。它們生命的第一個時期稱為胚。哺乳類（它包括了人類）的胚是在雌性個體內發育直到出生為止。鳥類的胚是在蛋內發育直到被孵而出。動物和植物有同科關係者，均可用它們相似的胚發育來証明。每一種胚似乎都重複了一些主要的階段，這些階段正是由所有生物的共同祖先起進化到該種的各各重要過程。例如，所有哺乳類的胚，均經過像魚類一般有鰓的時期，這証明了哺乳類是由類似魚的祖先演進而來的。

第四方面的証據是由人類做為動物的飼養者和植物的栽培者所得來的經驗。自開始會栽種植物和養動物到現在，人類的馴養技巧已有七千年之久的歷史。他本身也將動物植物改良了許多新的品種，和它們的祖先大不相同。人類對生物形狀的改變，正像是自然在二十億年來所造成的大進化的縮影。

自然的選擇

沒有一種生物能永遠地活下去，動物和植物只是產生和它們相像的子孫後代而已，因此雖然個體死亡，但是它的「種」却傳給後代而繼續生活下去。兒童們雖然和他們的父母相像，但絕不是完全地與父母相同，而兒童間也絕不是完全地相像。他們有許多方面的不同和改變。例如，同時出生的小狗兒中，其中或許有一隻，它的耳朵比別的還要長些。如果養狗的主人喜歡長耳朵的狗，他會把這隻狗和其它的分開飼養。像這樣代代的相傳每位養狗主人都選養了耳朵最長的狗，他們就養了那些更長耳朵的狗了。第一代和次一代的改變或許是很小，但是經過許多代，所有的小改變就累積成大改變了。如果其它的養狗者，他喜歡長毛，那麼他就選養那具有最長毛的狗，所得到的狗便有更長更長的毛了。同樣的道理，各種不同的狗都是由不同嗜好的主人飼養出來，而與最初被飼養的那些小狗兒不同。



同理，自然也養育了今日看得到的各種生物。每一代生育像它自己的後代，但它們和親代總有些不同，而且子孫間也有相異處。自然選養了其中的一些後代，而毀滅了其它的，但是自然並不像狗的主人一樣，完全出於有目的的選養，只要養那具有他所喜歡的特點的小狗；自然是自動的選擇，一點也沒有什麼特別的目的，因此便形成生物間的生存競爭。在生物界裏，有很嚴厲的食物競爭以及光和空氣的競爭。動物吃植物，有些動物則吃其他的動物，因此動物和植物爲了能够傳後代，便必須經歷許多的危險。凡是非常柔弱的生物，在它們還未來得及傳後代前便已死亡了，那些使得它們不利的特徵也隨著個體的死亡而滅絕。凡有某些特點而能在競爭中得勝者，便能生存即傳後代，並且繼續的將它們的特點傳給它們的幼輩。自然的選擇是淘汰不適合的，而保存適合者。在這個方式下，每一代就變得更適應些，這些適應性的小改變經過數百萬年的積存就有很大的改變了。但是所謂的適應是指動物所適合生存的環境而言，有些動物適合生存在海水中，有些則適合在地面上的洞穴，更有適合於地面上生活的，其中有的是爬行，有的是跑跳，也有的是在空中飛行。

生命的時期表

生命存在地球上大概已有二十億年以上，這段時間的四分之三時期，它從單細胞發展到小而軟的多細胞植物和動物，而且只生活在海中。這時期的化石幾乎從未被發現過，一方面因爲個體的柔軟會完全腐解，另一方面或許是因爲含有這些化石的岩石，被埋藏得太深了，人類仍無法發掘。可是五億年前的化石已在許多岩石中發現，它們証明了進化的過程確是存在的。五億年前，生物已經分成二種形態，動物和植物。植物可由生活在海中的許多藻類來代表，動物方面已經有許多無脊椎動物，如海綿、蠕蟲、水母和三葉蟲，這些都和蠶有親戚關係。植物侵入陸地約是三億六千萬年前的事，那時它們是以苔蘚類和羊齒植物的形態出現，它們統轄陸地超過一億年。大約是二億五千五百萬年前，有毬果的植物首次出現，而在一億六千五百萬年前顯花的植物也有了。同時，動物也有許多不同的形狀。脊椎動物開始出現於四億二千五百萬年前。約在植物佔領陸地後的一億年，動物也步隨著向岸上移動了。無脊椎動物的最高形態者，昆蟲約在二億八千萬年前出現。第一種在陸地上生活的脊椎動物，也只是一部分時間在陸地上而已，這些是兩棲類如青蛙，它們生命之中有一段必在水中，有一段可在岸邊上，但它們的一些後代已能一生都在陸地上，最初是爬蟲類，兩棲類和爬蟲類縱橫陸地約至七千五