

生物演化的概念

楊 鍾 健

科学普及出版社

4684

册号: 432

生物演化的概念

著 者: 楊 鍾 健

出版者: 科 学 普 及 出 版 社

(北京市西便門外都郵街)

北京市書刊出版業登記證出字第001号

發 行 者: 新 華 書 店

印 刷 者: 北 京 市 印 刷 一 厂

(北京市西便門大街乙1号)

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$

1957年2月第1版

1957年2月第1次印刷

印張: 13

字數: 15,000

印數: 8,200

統一書号: 13051·10

定价: (9)1角3分

在这本小册子中，全面地介绍生物演化是有困难的，因此只想介绍一些最基本的东西。着重说明以下几个问题：

1. 时间和空间的观念以及这两个重要因素和生物演化的关系。

2. 研究生物演化发展中，由不正确的不变观念论到正确的变的观念的过程。

3. 介绍化石（生物演化最可靠的记录）的生成与功用。

4. 介绍生物演化的几个重要阶段。

5. 举几个实例（恐龙、马和人）说明演化的概况。

希望通过这短短1万多字，能帮助读者对于时间、空间、地球发展、生物演变有一个概念。如果对每一个问题要进一步深入了解，科学普及出版社另外有一些小册子可以阅读。

生物演化问题，和其他任何问题一样，是不能离开时间和空间的。不过要把生物演化问题了解得更清楚，时间和空间的观念：应当在更广阔的概念上去认识。

时间不断在推进

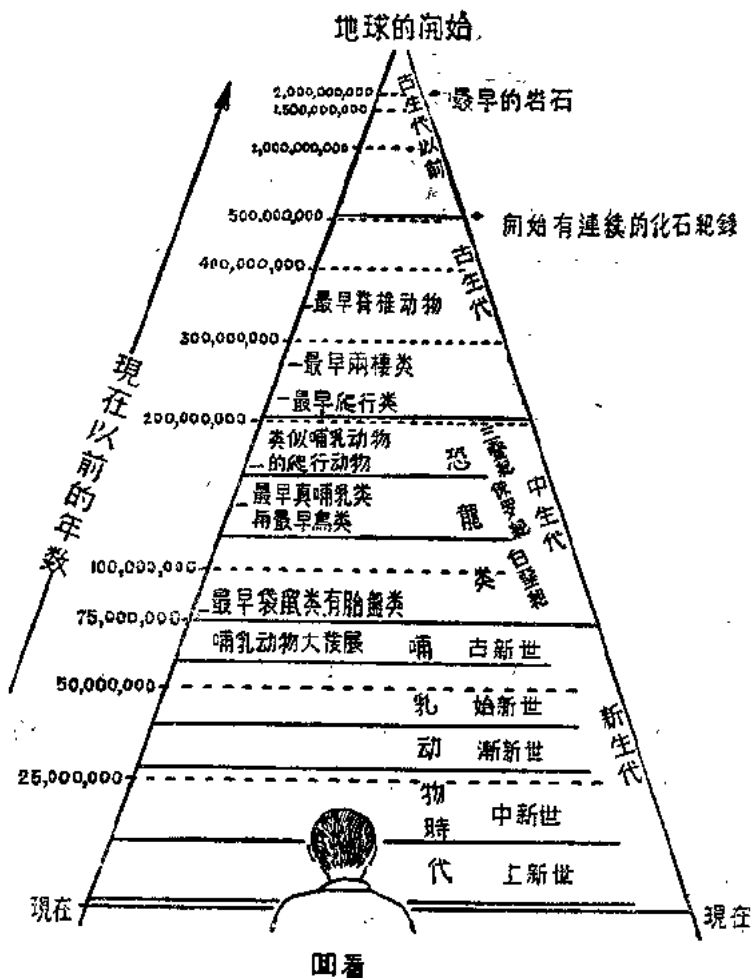
常听人说“时代的巨轮”。这“时代的巨轮”不断地在推进着。从什么时候开始？可以说开始在宇宙的最初；到什么时候終了？可以说永远没有終了的一天。如果我们把地球作一个例子来讲，它已经有非常漫长的过去，也还有悠久的未来。

推断地球历史年代的可靠的方法很多，如从岩石中有结晶的铀的矿物来鉴定铅从铀的分离，用从铀变到铅放射速度的

公式，就可以推算出造成岩石的時間。照这种方法推断，最古老的岩石，大約有 20 亿年。但是也有些別的推算方法，表示最古老的岩石有 30 亿年。至于有岩石以前的地質年代，当然需要更長的时期，不过它的年代数字，現在無法估計。我們就以比較可靠的自有岩石以来的 20 亿年來說，在这悠久时期中，只有最后的大約四分之一的時間，即 5 亿多年，才有可靠而繁多的生物遺跡發現。所以在这 5 亿年中地質上的分層，也比較詳細。在以前的 15 亿年中，只有后期有少許化石殘跡保存，既不完全，而且疑問很多。前期，虽然是理論上生物發生的时代，可是至今沒有可靠的記錄。

地質學家把大約有岩石以来后期的四分之一的時間（即 5 亿 500 万年），分为古生代、中生代、新生代等。每代又有許多更詳細的划分（詳細情况可見下表）。在这 5 亿多年中，自寒武紀到志留紀，所有主要的水生生物，都已發生，而且已經有很多的化石發見。最早的脊椎动物化石，在奥陶紀也已出現了。所以估計脊椎动物的历史，大約有 4 亿年。到泥盆紀的時候，才开始有大量的水生脊椎动物、真正的魚、陆生脊椎动物和植物。从石炭紀到三疊紀，兩棲类特別繁盛；而二疊紀到白堊紀，爬行类特別繁盛。哺乳动物开始于三疊紀上期，鳥类开始于侏羅紀，都是由爬行类分化而来。說到我們人类，在新生代的更新統，才有可靠的人类化石。

从这表上，我們已得到了生物演化的一个概括印象。这里要特別提出的是：以脊椎动物为例，自奥陶紀起到現在为止，4 亿年不是一个短的時間。我們人类的历史，从多处算，不过 100 万年，只占全脊椎动物演化時間四百分之一，可以說是短極



地球历史年表的标准与其生物发展简表

估計大約年代			分期表 (上新下老)		生物主要特点		
以百万年为單位从現在算起	以百万年为單位之時長		代	紀	世		
.025	1	.025	新 生 代	第四紀	近代 更新世 上新世 中新世 漸新世 始新世 古新世	人	
1	1						
12	75	11					
28		16					
39		11					
58		19				哺乳类与鳥繁多 显花植物 硬骨魚繁多	
75		17					
135		60	中 生 代	白堊紀 侏羅紀 三疊紀	鳥初現 哺乳类初現		爬行动物繁多 海生生物危机
165	130	30					
205		40					
230		25	古 生 代	二疊紀 上石炭紀 下石炭紀 泥盆紀 志留紀 奧陶紀 寒武紀	兩栖类繁多	水生脊椎动物繁多，其魚初現，陆生脊椎动物及植物發現	
255		25					
280		25					
325	300	45					
360		35					
425		65				最早的脊椎动物 有主要水生动物出現 最初有丰富的化石 化石少而可疑 生命的开始(無记录)	
505		80					
2000	1500		寒武紀以前	区分还未很好			
?	?		地球有岩石以前年代不詳				

了。但是人类有文字記載的历史，不过4、5千年，那么人类演化的100万年也不能不算是一个很长的时间。有人把地球的全部时间当作一年来比，那末有丰富化石记录(即自古代算)不过等于从九月下旬到十二月末。有人类化石记录的60多万年的时间，不过等于两点半鐘。真人的历史以10万年計不过等于30分鐘，而人类有文物的历史以6,000年計仅只相当于一年的中一分半鐘。如果一个人活八十岁，只等于这个时间标尺的一又五分之一秒。由这个比例，我们就可以对于时间有更清楚的概念(圖1)。

空間不断在轉移

时间不断推进，天天在改变着；那末空間里的物質是不是固定的呢？当然也天天在变化着。在以前人們認為地球宇宙乃至山川河流形成以后就一成不变了，实际上所有一切东西沒有不在改变的。这是近代地質学之所以成立的最基本的原理之一。地質学家萊伊尔的“自然演变說”說：河流和雨水的冲刷，海洋、內湖波浪的冲击，河流入口处以及沿海岸水面以上沉积物的填积，造成世界各部分陆地逐漸上升或下降等等現象，过去和現在都是这样，而且現在还不断的在改变着。

这就是說世界上沒有一件东西是永恒的，也沒有一件东西的位置是不变的。天空云霧凝結为雨雪，可以降到地上；黄河源头的水可以不断地奔流，最后流到海中；風卷起的狂沙可以被吹到好几百里以外；山上的石头可以逐漸風化成为砂、成为土，以至被別的力量搬运而走；停积在海底、湖底和河底的土、砂、礫石，也可以又固結成为不同的岩石……。一句話，

一切都在改变，一切都在搬运，老話所說“海枯石爛，滄海桑田”，“高山为谷，深谷为陵”，真是一点也不錯。

研究大陆、海洋、山川、湖泊改变的历史，是地質学的一个重要課題，或者可以說是一种專門的學問，叫做古地理学，古地理学研究的結果，可以知道矿产資源分布的規律，也可以明了古代生物改变、迁移等事实。

譬如我国目前山川、海岸的分布是現在的分布情况，在过去并不是这样，現在的分布是經過無數次的改变的。当震旦紀的时代，地球上大部分都是海洋，海洋中有一些或大或小的孤島，目前东南的海洋当时却是一塊很大的大陆。在寒武紀就有很大的改变，虽然北部与东南的大陆，仍然存在，但細節的分布大有不同。在整个古生代期間，有的时代大陆多而海洋少，如上奥陶紀与下泥盆紀；有的时候海洋多而大陆少，如中、上泥盆紀与石炭、二疊紀。但到了三疊紀，特別是上三疊紀，我国現有面积的大部分，已成为陆地，由这时起就沒有再大量地受海洋所掩沒。这些海陆分布的輪廓，已經足够說明我国現在的區域不是自古以来就是这样的(圖2)。

說到細節方面，如河流、湖泊、山嶺等，那就有更多的事实使我們相信，沒有一件东西是穩定不变的。从三疊紀以来，在这塊广大的大陆上，有無數的河山湖泊，他們形成了，但又消失了。譬如黄河这一条大河的最早的历史，也只能追溯到1千万年以前，再往前，黄河是不存在的。秦嶺的历史也很复杂，目前看到的秦嶺还是比较新的山，以前还有更老的秦嶺在它以南，現在只有一些古老的岩石为証。我們脚底下的黃土，在10万多年以前还不存在。北京附近西山的面貌在很久以前也

不是現在所看到的面貌。總而言之，一切都在改變，這些改變
儘管很慢，但是經過很長的時間改變也就很大了。如果再加上
一些巨大的改變，那當然改變得就更可觀了。

生物是時間和空間的產兒 因此生物也是在演變着

時間那麼長，天天在改變，空間那麼廣大，天天在改變。
所謂生物也不過是這些改變中的事實和結果之一。但由於生物
演化這一過程輝煌的成就，我們可以說它已經變成主宰這時間
和空間的主人。生物是大自然改變的成果，但同時也改變着大
自然。

生物演化已不是一個學說，而是一個鐵的事實，它是經過
各方面科學的研究，如胚胎學、個體發生學、比較解剖學等証
明了的。但最直接的証據還是古生物學方面的証據。

古生物學就是研究過去悠久時代和無限空間內生物生存過
的情況的一門學問，也是研究生命歷史和地球歷史中不可缺少
的一部分。

在地球形成的最早期間是沒有生物的，象上表所指出的，
在大約至少 20 億年中只有約四分之一的時間中才有生物可靠
的記錄。原因是生物需要有一定的溫度才能生存，在地球形成
的早期溫度很高，當然不適合於生存。最早的生物都是軟而小
的，不適合於成為化石，因此不能有記錄留下來。雖然如此，但
是這 5 億多年豐富的化石記錄的研究，已經可以使我們了解生
物演化的主要規律。5 億多年以前化石雖然不多，但是可以給
我們證明生命遠在寒武紀以前就存在了。

我們知道在以前甚至連首創生物分類系統及名法的林耐，和首先研究古代動物化石的居維叶，都相信物種是不變的。照宗教的說法，生物和人都是上帝創造出來的，並且創造出來以後，就永不改變了。只有達爾文根據到那時為止許多科學的材料和他自己天才的觀察和推論，說明物種是改變的。達爾文在生物方面的貢獻就和萊伊爾在地質方面的貢獻一樣，他認為現代生長在地球上的動物和植物就是它們以前在地質年代上許多連續不斷的動物群與植物群演化的最後結果。他指出每種生物不是特別創造出來的，過去生物也不是一時被大掃蕩，一時又特被創造的。他認為生物的任何一種可以慢慢的改變或轉變，如改變或轉變到某一種程度，和原來的種很不相同，就可以成為一個新種。這樣改變的重要動力是由于他所謂“自然選擇”和“最適者可以保留下來”的事實。古生物學上的許多事實，自然而然地供給了不可否認的寶貴材料，對於達爾文的學說給以堅定的證明，不過這些古生物方面的材料，在達爾文時代還不十分完全，可是達爾文已能盡量地引用那時已經知道的材料，以証實他的結果。我們現在有了更充足的材料，也不斷地對於他的學說有更豐富的認識。

為什麼生物能慢慢地改變以致成為新種？這就要與時間和空間的關係連系起來看，不然的話，那是不容易理解的。

首先談時間，就生物演化來說，用的時間是相當長的。單就寒武紀初期起，那時候開始有了各主要部門動物的大部分，距今就有 5 億零 500 萬年。脊椎動物發生較晚，從奧陶紀開始也有 4 億多年。我們人是在地史上發生最晚的哺乳動物，估計也有 100 萬年上下的歷史。周口店所發現的最早人類化石的中

国猿人至少有 50 万年以上的历史。在地史上每一个物种的兴起和灭亡，动辄要数十万年到几百万年，其中有些保守的物种，如植物中的银杏、水杉；无脊椎动物中的豆芽介；脊椎动物中的喙头蜥，动辄过几千万年或若干亿年没有什么变化或变化很小，可以说是变化十分慢的例子。但是绝大多数的动物，至少就地史的时间标尺来讲，还是相当快的，如中生代的恐龙，新生代的哺乳动物等。无论快也好，慢也好，如果用我们人生短短几十年的光阴来衡量，可以说都是非常慢的，也只有这样，生物才有可能成为多种多样的。

再说到空间的改变对于生物演化的关系，上面已经说过，地面上一切没有不变的。如火成岩的爆发，山岳的升起，地层的变动，水陆分布的改变，在没有生物以前自然没有什么影响，但有了生物以后，就不是那回事。如上面说过的古生代寒武纪海水在我国分布，显然动物群中有自西北来的，有自西南来的，有自南边来的，那就是要受大西洋、太平洋、印度洋动物群的影响。再如陆地升起到一定程度气候自然改变了，习惯生长在热带的生物，就不能不面临灭亡，影响自然是很大的。至于水陆的连接或断绝，对于动物的分布，当然有很大的关系。在我国白垩纪和第三纪末期，由于白令海峡连接了亚洲、北美洲两个大陆，在动物群方面有許多彼此迁移的事实。巴拿马海峡的一度隔绝，以后又连接，自然也影响了双方的生物。

由此看来，过去生物发展的历史既脱离不了时间因素，也和空间有密切关系。明白这个道理后，对于生物的演化才可以有全面的了解。

化石的生成和保存

講到这里不能不介紹一下化石的生成和保存。了解生物过去發展的历史，自然要靠化石，化石就是植物或动物埋在岩石或还没有形成岩石的軟而成層的堆积中，直接或間接所遺留下來的殘余或印痕。一般講起来能保存的大半都是生物比較坚硬部分或者坚硬部分的殘片，只有在例外的情况下，軟的部分才可以成为化石。

当一个动物或植物死了的时候，平常就很快地腐爛或分化了。軟的部分消失得特別快，硬的部分也逃不了腐爛的命运，不过時間慢些罢了。这当然指的是死后在土地表層而說的。那末可能成为化石的不过生物中很少部分。因为死了的动物的屍体常常被其他肉食动物、昆虫和細菌所吃掉，硬的骨骼也由于在日光下、風雨下的風化作用而消失得一点遺跡都沒有。大多数在海洋中生活的动物或植物也同样的消失，軟的部分腐化或被别的动物吃掉，硬的部分由于海边波浪的冲击成为洲或沼，也可以为海水的化学作用溶解得一点痕迹也沒有。

但是生物死后在沒有完全腐化或消失以前，如果被埋在泥土或沙石中，那末硬的部分就有机会成为化石而有时候軟的部分也能成为化石。不过只有在非常特殊的情况下，动物的肉才可以成为化石，这些都是生物直接遺留下來的。此外，还有在岩石中間接遺留下來的生物活动遺跡，如身体印或足印、無脊椎动物所打的洞或其他活动的遺跡等都可以叫作化石。

这些遺留在岩石中的直接或間接的生物遺跡就是生物本身所造成的記載，等于他們自己写的墓誌，是古生物学家研究的

对象。自然，这些纪录并不是很完全的，首先是软的部分大半不能保存，硬的部分如骨骼、介壳也多保存的不完全。古生物学就是以这些片断的材料为研究对象的科学。那末，人们或者会怀疑古生物学家憑这些片断的东西能不能推断出过去生物的历史呢？我们的答案是完全可以的。因为科学的研究并不一定要把全部材料完全掌握，如果能知道一些关键性的材料，就可以推断出未知的部分。正如戏剧的表演中有些暗场，观众虽然没有看见，也可以知道剧情的经过一样。何况100年以来，全世界各地经过古生物学家不断的努力，随时随地都有大量新的材料出现。这些新材料为我们提供了新的论证或者补充了以前的残缺部分。到目前为止，显然我们还有许多东西需要补充，但生物演化大体的主要经过可以说已经知道了。

生物演化的主要阶段

现在让我们简单地介绍一下生物演化的几个主要阶段。生物的历史有许多亿年，所以我们不可能把全部演化经过详细的谈出来。现在把大体的轮廓谈一谈。

我们人可以说是生物演化中最特殊的一枝，人能用双手劳动，用脑子思考，用语言传达思想意识经验。这些都是其他动物所没有的。现在姑且照上面所说的假定，把人当作高而长的一枝，回溯过去发展的历史，那的确是一个很长而悠久的历史。在整个生物发展过程中，从生命开始到人的发生，主要有六个阶段，可以说有六大关。在这里我们只能着重地谈以下三个阶段。第一关，从无生到有生。第二关，从细菌或者活着的原生体到变形虫，这是一个繁重的阶段。有人估计，生物从细

菌或者活着的原始原生体，發展到变形虫，所需要的时间，比由变形虫到人还要長，因为生物發展到变形虫，生命的主要問題如营养、生長、生殖等，可以說都已經解决了。其他原生动物和別的复細胞动物，包括人在內，不过把这些問題，加以發揚光大罢了。第三关，就是單細胞生物变为复細胞生物。我們知道單細胞生物也有比較大的，如有孔虫中的貨幣虫就是一个例証。不过生物为了再向前發展，一个細胞無論如何健全和复杂，总解决不了問題。所以下一步的發展，是由單細胞变为复細胞。这一阶段，确是生物演化上很大的一个成功，如果不这样，以后的發展就無从談起。

以上所說的三个阶段，很可惜我們都沒有化石的証据，不过由各方面能推判出这个結論。自寒武紀起，有了很丰富的化石記載，所以寒武紀到现在的生物演化历史，也不象以前一样只出于推判，而是有十分充足事实作为根据的。

生物最初發生于水中，在寒武紀、奥陶紀、志留紀、泥盆紀，都还没有陆地上的动物（植物可能在志留紀或泥盆紀已到了陆上，为以后陆地上动物开了端）。虽然在海洋中大多数动物的各門，从寒武紀已存在；而最高等的脊椎动物中，原始的魚是自奥陶紀發生的。动物由水里到陆上，須要一定的外在和本身的条件。例如最重要的呼吸，上了陆就不能象在水中那样用鰓，而要用肺或其他方法。又如行动方式，也不能再靠游泳，而要对付地心吸力，抬起身軀，于是四肢就成为必要的了。又如要隔絕干燥的空气，也需要外皮的改善来保护內臟。再有居住方面，在陆地上須有相当安全地方，作为隱避所等等。

在动物各門中，只有少数几門能生活在陆上，而其中如虫类和介类，只有一小部分在陆上，但不能視為在陆上生活的成功。介类在陆上生活的是極少数，而且十分勉强。节肢动物的昆虫，很成功的到了陆上，可是因为是用毛細管呼吸，而不是用肺呼吸，不会有特別大的發展。那末只剩下了一类，就是脊椎动物，最成功地到了陆上。他們用肺呼吸，并且用不同的方式解决了其他問題。最早的陆生脊椎动物發生于下石炭紀，以后更向前發展。但是單这一阶段的發展，已經費了好几千年的功夫。

到了陆上用肺呼吸，对于动物是起了很大的改变的，血液循环必須加强了，行动方式必須改变了。起先到了陆地以后，大多数还是在池沼地方生活。这时候，有的可以完全适应陆上生活，适应比較干燥的环境；但也有重新回到海洋中去的，如魚龙、滄龙之类，不过那只是次生的現象，不在本文討論之列。

到了陆地上的脊椎动物，又遇到另外一个問題。我們知道兩棲类与爬行类的体温，都是随着外边的温度变化的。換句話說，就是自己沒有維持一定体温的能力。这种动物通常叫做冷血动物。其实它們的血不一定冷，当动物运动剧烈的时候，温度也很高，只是运动一結束，温度就很快地下降了。这样，就不能建立起一个自己支配温度的構造。因此缺点很多，比如遇到温度低时，就成了半死状态（就是冬眠），因此大大地減弱了活动的范围和能力。据一般判定，爬行类中的翼龙类，可能已是“热血的”，因为那末高度發展的飞行生活，如果不是热血，就很难想象。也有人認為二疊紀、三疊紀的兽形类，也可

能是热血的，不过并没有古生物学上的证据。

但是无论如何，从爬行类演化出来的另两大类，居然克服了这个问题，这就是鸟类和哺乳类。鸟类因为飞行的关系，根本改变了四肢的构造，前肢变成了支持羽翼的东西。鸟类非有很高的体温，不能达到在高空飞行的目的，所以许多鸟类的温度比起哺乳动物还高，约在华氏 105 度上下。哺乳类也因生活力加强，克服了困难，变成热血的。所谓热血动物，就是体温不大受环境的支配，不论外边环境是过热或是过冷，它本身都能保持经常的体温，因此它们在克服困难和战胜自然的能力方面，可以说大大地提高了一步。从下石炭纪初有陆生动物，到上三叠纪开始有哺乳动物，侏罗纪上期开始有鸟类，这期间至少经过 9 千万年到 1 亿 2 千万年。

鸟类和哺乳类现在都是脊椎动物中比较特别繁盛的两大类。可是鸟类的发展，可以说是走进一个死胡同去了。它的前肢完全改变成羽翼，消除了前肢的功用，而且不可能再改变回来。所以鸟类始终就是鸟类，就只能在这一个范围内扩展。还有一点，就是它的生殖方式，还是和爬行类一样，是卵生的。

所以，只得放下鸟类不谈，单讲哺乳类动物。从哺乳类发展到人，有一个特性值得注意的，就是保育期间的特别加长。我们知道低等动物，从来对幼小动物是不注意的，卵生出来以后听其自然地发育。父母对它没有任何照顾的事可做。可是鸟类已不那样简单，在孵卵和小雛产生后，是有一段照顾程序的。至于到了哺乳动物，那就大大的不同了。低等的哺乳动物（如单孔类），还有爬行类的性质，还是卵生。有胎盘类是卵在受精以后，在母体中经过很复杂的发育，等一个时期后，再

生下来。生产以后，母体对幼兒还要有一段期間的照料。期間的長短在各类哺乳动物都不相同，其中保育期間最長的就是人。人的發育时期，在动物中算是最長的。这一特性，对于人类思考力和智慧的增加，似乎有着准备的作用。一般的哺乳动物生下以后，很快就可以自由行动，而且体重增加很快。独有人，不但要經過一个时期以后才能学步，而且發育得相当慢。这就說明了人的保育时期之長，在动物界中算是一个特性：就是生下以后，須經過長时期的看护。

由以上所說的来看，由無生到有生，一直到人，当然有極复杂的演化历史，不过从無生到有生，由簡單生命單位到变形虫，由單細胞到复細胞动物，由水生到陆生，由冷血到热血，由热血到胎生，这六大关仅仅是到达人的最基本的轉扭点，缺一个都不可以的。

六大关所經過的时间，有不可想象的長，从簡單生命單位到变形虫所需要的时间和以后五大关差不多，而由無生到有生阶段恐怕需要的时间更長了。不成問題的，复細胞动物發生了至少3、4亿年以后，才能成功地到了陆上。到了陆上进而成为热血动物的时间比較短，但也差不多1亿年光景。由热血进而为胎生，似乎时间更短，不过3、4千万年；可是由胎生到腦子特別發育，变成我們人的阶段，却也費了5、6千万年的时间。总括說来，过去演化的經過，在时间上实在是太浪費了。

在生物發展的前期，因为生物沒有思考力或大多数智慧很低，所以几乎完全是被动的。一部生物發育的历史，就是自然斗争的历史。撇开簡單生命單位不談，單就單細胞动物來說，