

生物学基础知识丛书

动物的适应

王培潮 陆健健 编著



生物学基础知识丛书

动 物 的 适 应

王培潮 陆健健 编著

科 学 出 版 社

1 9 9 1

内 容 简 介

适应科学在本世纪 70 年代才形成为一门独立的新兴学科,到了 80 年代已渗透到其他许多自然科学和社会科学领域。本书以适应的观点论述了动物种类的多样性和兴衰史、动物对不同环境的适应能力、有机体与生境的统一性,以及如何应用适应的理论和方法来促进人类的实践活动。

本书可供大专院校生物系师生和动物爱好者阅读。

生物学基础知识丛书

动 物 的 适 应

王培潮 陆健健 编著

责任编辑 朱博平

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991 年 1 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1991 年 1 月 第一次印刷 印张: 6 1/4

印数: 0001—1 100 字数: 140 000

ISBN 7-03-002026-X/Q · 283

定价: 6.30 元

序

勤劳勇敢的祖国各族人民，正怀着热切的心情和必胜的信念，团结在中国共产党的周围，为加速实现四个现代化而进行新的长征。在这个极不平凡的历史新时期，大力提高整个中华民族的科学文化水平具有重大的现实意义和深远的历史意义，是当前全党和全国人民的紧迫任务。为此，科学出版社组织编辑了各种自然科学基础学科的普及丛书，《生物学基础知识丛书》就是其中之一。

生物学是研究生命的科学。这一门规模宏伟、内容丰富的自然科学，近二三十年来得到了蓬勃的发展，使得它的地位越来越突出。生物学的许多新成就已经或正在引起农业、医疗卫生、工业和国防建设发生巨大的变革。由于生物学与其它一些科学互相结合、互相渗透和互相促进，衍生出许多新的分支学科，并已推进到分子和量子水平，探讨生命现象的内在规律，证明生命活动的物质性。因而，不难预料，生物学将成为认识自然、改造世界、推动国民经济和人类健康事业的强大武器，将为整个人类社会的进步作出更大的贡献。

我相信，《生物学基础知识丛书》的出版将有利于生物学知识的进一步普及和提高，将使更多的同志掌握和利用生物科学的成就，从而在自己工作中做出更大的贡献，也将有利于培育富有创造性的新一代生物学家。衷心希望这套丛书为加速实现祖国四个现代化增添应有的力量。

贝时璋

前 言

1859年,达尔文在他的《物种起源》中提出了自然选择法则,并且解释了物种对环境的适应,然而,“适应”这个术语,直至本世纪初叶才被人确认与应用。但是,发展为一门具有明确理论与特殊方法的适应科学,却是本世纪70年代以后的事。自1980年以来,国际上已出版了几本关于适应科学的代表性的论著。例如,1982年由希尔德布兰特(G. Hildebrandt)和亨塞尔(H. Hensel)两位学者汇编了1979年召开的“国际生物适应学术会议”的《论文集》;1983年康拉德(M. Conrad)编写了《适应性》(Adaptability)的专著。

适应科学的研究目的,并非单纯地解释生物对新环境刺激产生的调节能力及阐明生物与环境之间的和谐关系,而是促使人们进一步去探索并模拟自然界中生物对环境的特殊功能;以及更合理地去开发与利用自然资源。最近10年来,从世界范围来讲,适应的理论、观点已深入到许多自然科学和社会科学领域,尤其是在农业、渔业、畜牧业、医学卫生及宇宙航行等领域得到了迅速发展。但是,适应科学在我国的进展还是比较缓慢的,亦未达到普遍重视的程度。为此,我国著名生态学家钱国桢教授,在生前就想编写一本有关动物适应方面的科普读物,试图引起人们的关注,并曾与我们一起拟定了《动物的适应》的编写大纲。不幸,他过早地离开了人间。现在,这个任务落到了我们身上,只能由我们来实现他的生前愿望,并以此表示对钱国桢教授的哀思。

本书共分4章。第一章以适当的篇幅来介绍适应科学发

展的概况及基本概念，并试图从适应科学的观点来说明物种的多样性及兴衰史。第二章，通过动物的生态类群或具体物种来叙述动物对不同环境的适应能力，使读者对适应有一个较具体而深刻的印象。第三章，着重从生理机能与行为等方面来描述动物与生存环境的统一性。第四章主要叙述动物的适应与人类实践活动的关系。

本书第一至三章由王培潮编写，第四章由陆健健编写；插图由王劲松同志描绘。由于我们的水平有限，可能书中会出现一些缺点，甚至错误，望读者和同行们指正。

目 录

序.....	i
前言.....	ii
第一章 概论.....	1
一、丰富多彩的动物界	1
二、物种的兴衰	3
三、适应的概念	11
四、适应科学的研究史	15
第二章 动物适应与生态类群.....	19
一、飞翔于高空	19
二、深居于地下	28
三、出没于密林	31
四、畅游于水中	44
五、活跃于峻岭	54
六、奔驰于原野	56
七、生活于两极	63
第三章 动物适应与生活习性.....	72
一、社群活动	72
二、昼行与夜行	83
三、共生与寄生	93
四、取食习性	99
五、动物的体温调节	109
六、动物对高海拔环境的适应	145
七、动物对环境盐度的适应	150
八、动物的休眠	156
九、迁移行为	162

十、生物钟现象	170
第四章 人类活动与动物适应	177
一、环境变化与动物的自动驯化	178
二、人为饲养下的适应与定向驯化	185

第一章 概 论

动物在长期演化过程中,由于物种的个体和群体的变异,在自然选择和环境条件的相互影响下,逐渐建立起生殖隔离,从而形成了新的动物种。但是,在演化的历程中,有的动物种却在地球上消失了。这种新物种的形成和某些物种的消失,以及不同物种间的共同演化现象,实际上是动物适应环境的过程。只有适应客观演变规律者,才能继续演进与繁衍昌盛,这就是“适者生存”的理论基础。

一、丰富多彩的动物界

地球上自从出现动物以后,经过漫长岁月的发展与变化,逐渐形成了各种各样的动物类群。它们有的飞翔在空中,有的深居于地下,有的出没在海洋,有的生活于江河湖泊,有的活跃在丛山峻岭或奔驰于原野,有的则定居在两极,更有的在炎热的赤道或沙漠中度过一生。地球上几乎每个角落里都有它们的踪迹。

(一) 生物的阶梯

动物的种类虽然形形色色,极其繁多,但各有其名,自有其宗。生物学家把地球上的生物分为三个界,即植物界、微生物界和动物界。在每个界下面又分为门、纲、目、科、属、种等阶层或分类单元(参阅图 1-1)。因此,地球上的生物种类

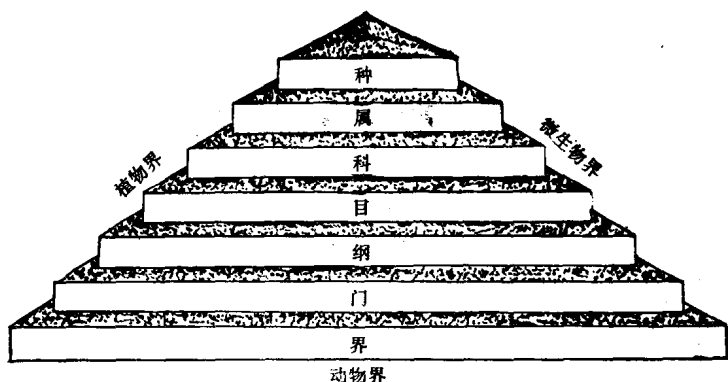


图 1-1 生物的阶梯

虽然多种多样，但根据它们的特性与各阶层规范的属性来分门别类，就都可以找到其宗族并确定其名称。例如，珍稀的大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 和白鳍豚 (*Lipotes vexillifer*)，根据它们的特性和特征都规范在动物界、脊索动物门、哺乳动物纲。自纲以下的阶梯开始，它们就分别隶属于不同的目、科与属。大熊猫属于食肉目、熊猫科、大熊猫属、大熊猫种；而白鳍豚则属于鲸目、淡水豚科、白鳍豚属、白鳍豚种。

(二) 地球上究竟有多少种动物

根据地质与化石的分析，估计生物在地球上至少已有 34 亿年的历史了。自从生命在地球上出现以后，即充满着生与死的矛盾和斗争。也就是说，世界上没有长生不老生物，任何一种生物都有其一定的寿命。生物的环境并不是一成不变的，按照达尔文进化论的观点，生物在有利的环境条件时，即繁衍昌盛；在不利的环境条件时，可能会濒危与绝灭。简单地说，即适者生存，不适者灭亡。那末，地球上究竟有过多少种生

物？现在还剩下多少种？其中动物又有多少种呢？说实话，很难得出一个确切的数字。有的生物学家推论，在地质史上自寒武纪（距今5.7—5亿年）以来曾有过20亿种生物。今天，至少有99%的种已经绝灭；目前仅存200万种左右，其中动物约150万种，主要是无脊椎动物，脊椎动物只有约4万种。

二、物种的兴衰

原始的地球，没有水，没有大气，温度亦较低，万物混杂一团，没有明显的圈层分化，是一个没有生命的世界。由于引力作用与放射性元素的变化，释放出大量的热能，地球的温度渐渐地升高。物质在高温中熔成液态，其中重的物质向下沉积，轻的向上浮升。结果，地球出现了圈层分化，即分成了地核、地幔与地壳等部分（图1-2）。

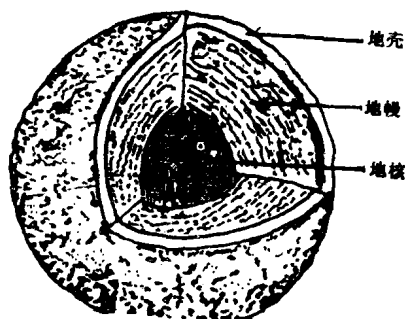


图 1-2 地球分层示意

大约在34亿年前，地壳的某些物质在强烈的太阳辐射影响下起了化学变化，又经过漫长岁月的化学演变过程，产生了原始的生命，并由此通过不断地演进，发展出形形色色的生物。

(一) 需氧生物的出现

地球上最早的生物是一种原始的厌氧细菌，这与那时的地球还处在原始时期有关。当时的大气圈中还没有出现氧气，而主要是二氧化碳、一氧化碳、甲烷及氨等气体。这样的大气成分不适于需氧生物生存，但对厌氧生物是有利的。不过，原始的厌氧细菌是生活在深水中，因为在深水里可避免强烈的太阳紫外线辐射。

由于太阳的紫外线辐射能诱发水的光解作用，并由此释放出游离氧，这样，在地球的水圈和大气圈中就产生了氧气。可是，氧气对厌氧生物来说是有毒的，不利于它们的生存，然而，同时亦促使了某些厌氧生物的抗氧害酶的形成与发展。在厌氧生物长期的抗氧害过程中逐渐分化出需氧呼吸的生物，而且氧气又日益成为需氧生物的生存条件。

根据化石考证，约在 20 亿年前就已出现能行光合作用的植物，称为燧石藻。在我国河北蓟县的震旦纪地层里亦曾发现类似的藻类化石。由于藻类的光合作用能释放出游离的氧，地球大气圈中的氧成分很快增长起来，促进了喜氧生物的迅速发展。科学家们认为，生物圈中出现喜氧生物类型是生物进化过程中的一次大飞跃。有了这次飞跃，才有今天这样的形形色色的生命世界。

(二) 陆生动物的兴起

地球上最古老最原始的生物生活在海洋中。在漫长的地质历史演变过程中，地壳运动使大海底上升为平原和高山，逼使原来生活在水中的动植物登上了陆地。

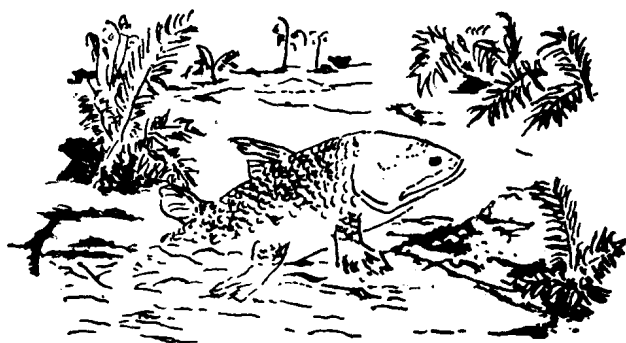


图 1-3 古总鳍鱼

由于水陆环境很不相同，经过了一定的历史时期以后，动物的形态结构与生理机制均发生了相应的变化。鱼类在水中，只要靠鳃呼吸，以鳍游泳就能生活；如果登上陆地，必须以肺代鳃，以足代鳍才能呼吸和运动。总鳍鱼类(图 1-3)可作为这种过渡的典型代表，它们兼有水陆两种生活方式：平时在水中，以鳃呼吸；如果遇到干旱或缺水，它们就用肺呼吸；它们的胸鳍与腹鳍基部富有肌肉，可以发挥类似陆上四足动物前后肢的作用，能在陆上爬行。

地球上最早的陆栖脊椎动物是由古总鳍鱼类演化而来的鱼石螈(图 1-4)，它也是最早的原始两栖类。两栖类虽然在一定程度上已能适应陆上生活，但仍然是低级形态，还不能完全离开水环境。它们的卵是裸露的，需在水中孵化和发育；幼体——蝌蚪近似鱼类，以鳃呼吸，须经过变态才能以肺呼吸和用四肢在陆上活动。

到了石炭纪(距今 3.5—2.8 亿年)，爬行动物出现了。这是真正的陆生脊椎动物，它们的形态结构、生理机能和胚胎发育都适应了陆上生境。它们的卵产在陆地上，具有坚硬的外壳，既可减少机械损伤，又能防止水分挥发；卵中的胚胎还可通过

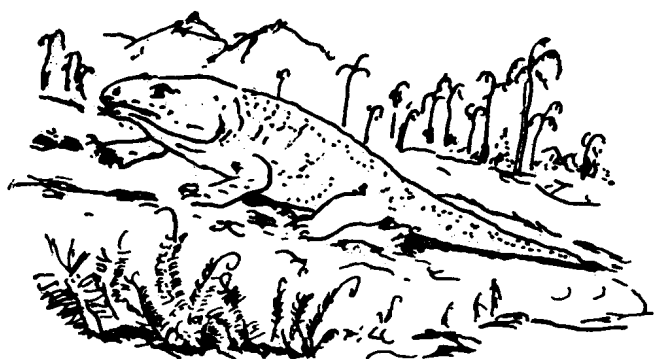


图 1-4 原始两栖类——鱼石螈

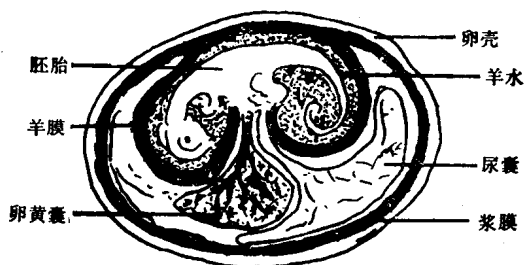


图 1-5 羊膜卵的结构

壳上的无数微小孔道与外界进行气体交换。爬行动物的卵是羊膜卵（参阅图 1-5）。胚胎在发育过程中产生羊膜，形成羊膜腔，腔内充满羊水。胚胎浸在羊水中，好像处在一个相对稳定的“水环境”里，就像两栖类的卵在水里一样。因此可以说，爬行动物的卵虽然产在陆地上，但胚胎仍然在“水”（羊水）中发育。爬行动物的繁殖已彻底摆脱了水的束缚，为以后鸟类与哺乳类的诞生和发展开辟了广阔的前景。

(三) 恐龙的灭亡

动物界的兴衰史剧，演得有声有色。至中生代(距今 2.3—0.65 亿年)，陆生脊椎动物日益繁荣昌盛，恐龙可算是其中最突出的代表。这类巨型的爬行动物曾一度统治了整个生物世界，但曾几何时，即由盛而衰，以至彻底灭亡。

中生代没有大的地壳运动，气候相对稳定，动植物繁荣昌盛。银杏、松柏、木贼和苏铁等裸子植物高大参天。昆虫极为多种多样。在海洋里，大型的软体动物迅速发展，如菊石的直径可达 2—3 米。总之，无论水中或陆上，植物或动物都相当丰盛。这样的环境条件为恐龙类提供了充足的食源，并促使它们的躯体日益向庞大发展。有几种恐龙，如我国的马门溪龙、北美的雷龙和梁龙，身长达 20—30 米，体重在 50 吨以上。根据现有资料，最大的恐龙体重可达 150 吨，比今天号称世界上最大的动物——蓝鲸(剃刀鲸)还要大。从目前已发现的化石证明，当时恐龙生活的范围很广：在我国，从黑龙江到云南，从山东至新疆都有分布；在世界上，从南非至北欧，从亚洲至美洲，几乎到处都发现它们留下的痕迹。因此，中生代常被称为“恐龙时代”。

恐龙为什么那样迅速走向灭绝？科学界有不同的说法。有人认为，中生代末期，地球上发生了强烈的地震与火山爆发，地壳构造经历了巨大的变化。很多山脉，如我国的喜马拉雅山、欧洲的阿尔卑斯山等等，都在那个时候相继隆起。地球上的气候由温暖湿润变得寒冷非常。许多裸子植物与蕨类因不能适应寒冷而死亡，而当时被子植物又尚未昌盛。所以，依靠植物为生的昆虫和食草动物大批饿死。食源短缺，不但直接危及躯体庞大的恐龙类(参阅图 1-6)，而且引起了它们种



图 1-6 庞大的恐龙家族

间和种内斗争日益加剧,以至相互残杀,最后导致恐龙类很快从世界上消失。

另有人认为,6 500 万年前,有一颗巨大的陨星撞击地球(这个陨星重约 12.7 万吨,撞击力相当于 1 000 000 亿吨烈性炸药的爆炸力),在地球上撞出一个 175 公里直径的巨坑,由此掀起的尘埃相当于该陨星质量的 100 倍。尘埃被抛入太空,挡住阳光照射到地球的时间长达 3—5 年之久。于是,地球上出现了漫长的黑夜,植物无法通过光合作用取得生存所需的能量,普遍地死亡了。植食性动物同样因食物来源断绝而趋于消亡,从而导致恐龙的灭绝。

以上两种说法有一个共同点,这就是绿色植物因不能适应当时剧变的环境条件而大量消失,从而危及食草动物的食物来源,导致大量食草动物饿死。这个后果亦必然威胁到以食草动物为生的食肉动物的生存。因此,可以说,恐龙走向消

亡的一个很重要因素是食物来源不足，亦即它们无法适应变化了的食物条件。当然，还有另一些关于恐龙灭绝的观点，在此不再一一例举。

(四) 种群大发生

种群是一种生物栖息在同一个特定区域的全部同种个体的组合。例如，杭州孤山的所有乌鸢，这就是孤山的乌鸢种群。杭州西湖里的所有青鱼个体，即组成西湖的青鱼种群。

一个种群在其生活的环境条件适宜时，个体的数量就会爆发性地增长，因为适宜的环境条件有利于种群的繁殖与生长发育：子代的存活率相当高，而死亡率却比较低，最后往往导致种群大发生。飞蝗是最易形成种群大发生的害虫。当它大发生时，其数量竟能达到“遮天蔽日”或“漫天遍野”的程度。

我国北疆东部，1967年曾出现小家鼠种群大发生，其数量多得惊人。据报道，在一个高粱地里，9个小学生在70分钟内捕了4000只小家鼠，平均每人每小时捕获400余只；在一个1/4公顷的打谷场上竟聚集了4—5万只小家鼠。这次种群大发生造成粮食损失1.5亿公斤。若以每人一年口粮为250公斤计，即可供6万人吃一年。因此，有害动物的种群大发生常给人类带来无法估计的危害。

种群大发生对种群本身同样有害。由于种群密度迅速上升并超过环境的容纳量，食物资源就明显不足，常由此出现饥荒与相互残杀；种群拥挤亦易于造成个体间相互感染疾病致死，以致繁殖力迅速下降。因此，在种群大发生后，个体的数量往往急剧减少，甚至濒临所谓“种群崩溃”。例如，美国密执安大学所属的佐治保护区，其面积仅50公顷，四周围有栅栏。在1928年放入该保护区2只雄性和4只雌性黑尾鹿。经过6