

〔日〕本川达雄 著

大象的时间 老鼠的时间



课外读

南海出版公司

大象的时间， 老鼠的时间

〔日〕本川达雄 著

乐燕子 译



南海出版公司

图书在版编目 (C I P) 数据

大象的时间, 老鼠的时间 / (日) 本川达雄著; 乐燕子译. -- 2版. -- 海口: 南海出版公司, 2017.9
ISBN 978-7-5442-8858-3

I. ①大… II. ①本… ②乐… III. ①动物-普及读物 IV. ①Q95-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第085692号

大象的时间, 老鼠的时间

〔日〕本川达雄 著

乐燕子 译

出 版 南海出版公司 (0898)66568511
海口市海秀中路51号星华大厦五楼 邮编 570206
发 行 新经典发行有限公司
电话(010)68423599 邮箱 editor@readinglife.com
经 销 新华书店

责任编辑 翟明明
特邀编辑 褚方叶 陈文娟
装帧设计 李照祥
内文制作 田晓波

印 刷 北京富达印务有限公司
开 本 850毫米×1168毫米 1/32
印 张 6.75
字 数 116千
版 次 2010年6月第1版 2017年9月第2版
印 次 2017年9月第2次印刷
书 号 ISBN 978-7-5442-8858-3
定 价 45.00元

版权所有, 侵权必究

如有印装质量问题, 请发邮件至 zhiliang@readinglife.com

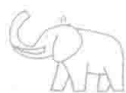


目录

- | | |
|----|-------------------|
| 1 | 第一章 动物的体型和时间 |
| 7 | 第二章 动物的体型和进化 |
| 21 | 第三章 动物的体型和能量消耗 |
| 39 | 第四章 动物的体型和栖息密度 |
| 55 | 第五章 动物的体型和行动方式 |
| 67 | 第六章 为什么动物不用轮子 |
| 77 | 第七章 使用纤毛和鞭毛游动的小生物 |
| 97 | 第八章 呼吸系统和循环系统的必要性 |



109	第九章 动物身体器官的大小
123	第十章 动物的时间和空间
133	第十一章 细胞的大小和结构
145	第十二章 昆虫的秘密
157	第十三章 利用光的珊瑚
173	第十四章 奇妙的棘皮动物
197	后记
200	附录



第一章

动物的体型和时间

动物的体型有大有小，既有几吨重的大象，也有几百克重的老鼠。体重差距如此之大的动物，寿命分别有多长？长到成年需要多久？一生的心跳数是多少？本章会告诉你，原来动物的时间和它们的体重是成正比关系，是不是很奇妙？

体型不同，动物的时间也不同

体型小的人动作敏捷利落，体型大的人动作从容不迫。动物也是一样，老鼠总是匆匆忙忙的，大象则总是慢悠悠的。

我们一般用钟表来计量时间。这个由齿轮和发条组合而成的机器硬性地分割出时间，让我们以为时间对于万物是平等的，是它无情地驱使着万物。

然而实际情况似乎并不是这样。生物学告诉我们，大象有大象的时间、狗有狗的时间、猫有猫的时间、老鼠有老鼠的时间，不同体重的生物有不同的时间。生物的这种时间区别于物理时间，称为生理时间。

体型大小和时间之间是不是存在某种关系呢？一直以来，很多人都在研究这个问题。比如测量老鼠、猫、狗、马及大象心脏跳动的时间间隔，试着寻找不同动物的体重和时间的关系。

使用体重表示大小，是因为体重可以马上用秤测量出来，

而如果用体长来表示的话，就会出现诸如尾巴是否计量在内，计量的话是计算伸直的长度还是计算蜷起来的长度等各种各样很难统一的问题。

测量哺乳动物时间和体重的关系，会得出这样的结论。

时间 \propto 体重^{1/4}（符号“ \propto ”表示成正比例关系）

也就是说，哺乳动物的时间与其体重的 1/4 次方成正比。

体重增加，时间就会变长。1/4 次方表示平方根的平方根，所以当体重变为原来的 16 倍时，时间会变为原来的 2 倍，体重与时间的比例不是简单的正比关系，相对于体重的增加，时间变长要慢得多。

虽然如此，随着体重的增加，时间还是会变长。也就是说体重越大的动物，做事情就越花时间。因此不同的动物所花的时间也不同。当体重增加 10 倍，时间就增加 1.8 (10^{1/4}) 倍。也就是说，如果两种动物花费的时间相差近 2 倍，那它们的体重差距就相当大了。

这个 1/4 次方法则广泛适用于与时间有关的各种现象。在动物的一生里，寿命的长度、从出生到成年所需的时间、性成熟所需的时间、胎儿在母体内停留的时间等，全部遵循 1/4 次方法则。

动物身体的活动时间也适用 $1/4$ 次方法则。比如呼吸的时间间隔，心脏跳动的时间间隔，肠子蠕动的的时间间隔，血液在体内循环一周的时间，食物进入体内消化后排泄出去所需的时间，蛋白质合成分解所花费的时间等，都遵循这个法则。

生物时间也许可以这样理解：心脏跳动的间隔是不断重复的，呼吸间隔和肠子蠕动的间隔也一样。而排出血液内废物的时间则大概与血液循环的时间相关联。

寿命也一样，虽然对于个体来说，生命只有一次，但作为一个物种，不同个体的生死更替，也只是单位时间的不断重复。生物时间的周期根据生物体重的不同而不同。体重越大的动物，循环一次花费的时间越长；体重小的动物循环的频率相对更快。

不同的动物心跳数相同吗？

有人这样计算过，如果与时间有关的现象全部与体重的 $1/4$ 次方成正比，那么把任意两个与时间有关的现象相除的话，得到的结果就与体重无关。比如，如果用心跳间隔除以呼吸间隔，就会发现在一次呼吸间隔里，心脏会跳动 4 次。不管哺乳动物体重差别有多大，这个数字都是一样的。

如果试着用寿命除以心跳间隔，就可以得出，不管哪种哺

乳动物，一生的心跳大约都是 20 亿次。

如果用寿命除以呼吸间隔，就可以得出哺乳动物一生之中大约呼吸 5 亿次。在这一点上，不管体重大小，基本都是相同的。

从物理时间上看，大象的寿命比老鼠长得多。老鼠只能活几年，大象却能活接近 100 岁。但从一生的心跳数来看，大象和老鼠的寿命几乎相同。体重小的动物体内发生任何现象的速度都比较快，所以物理寿命短。但对于大象和老鼠来说，活完一生的感觉应该没有什么不同吧。

时间原本只是个概念。我们相信“所有事物都在按人类的时间运转”，就这样活到今天，但有关“体型”的生物学推翻了我们这种常识。

接下来，我们来看一下动物的体型对其生存方式造成的影响。从这个话题也可以推断出，人作为生物，也有体型与时间的问题。忽视这一点，就不能理解人在思想和行动等方面的差异。了解这一点也是最基本的素养。本书的目的，就是从体型这个角度来了解动物和人。



第二章

动物的体型和进化

动物的体型和进化有什么关系呢？

一般来说，随着时间的推移，动物的体型会越来越大，比如马的例子。但是，在一个与大陆隔绝的岛屿上，大象的体型会变得越来越小，而老鼠却会变得越来越大，这是为什么呢？

随着进化，动物会越来越大吗？

首先来看有关进化的话题。生物的历史会告诉我们关于体型的什么事情呢？

说起体型大的动物，首先浮现在我们脑海中的大概是大象。但大象并不是从一开始就像现在这么庞大。大象的祖先其实只有野猪那样大，在不断进化的过程中才逐渐出现了体型较大的种类，比如猛犸象、非洲象等。

当我们调查某些动物化石时，会发现有很多动物刚开始体型都很小，随着时间的推移不断变大。研究者这样描述这种进化趋势：“同一物种的进化过程中，体型大的种类有晚出现的趋势。”并以发现者的名字将之命名为柯普法则。大象和马是很好的例子，教科书上经常用图来描述它们不断变大的过程，我想很多人都看过。在无脊椎动物中，也有鹦鹉螺化石的例子。另外，珊瑚、棘皮动物、腕足类、单细胞动物中的有孔虫等都符合这

个法则。

爱德华·准克尔·柯普是活跃在十九世纪的美国著名古生物学者。他是定向进化论的支持者。定向进化论是指某些物种具有向特定方向进化的特性。以马为例，随着时间的推移，除体型增大之外，脚趾的数量逐渐减少，牙齿构成也渐渐变得复杂，一般认为这些都是马原本具有的特性，只是在进化过程中不断得到强化发展。很多物种在进化过程中都有体型增大的趋势，所以柯普认为动物本身具有不断变大的定向进化特性。

但现在的进化学还不接受柯普的说法。进化学认为变异体现出的方向性是由于自然选择所致，虽然进化发生了，但变异本身并没有方向性。假如出现了方向性，是因为朝着这个方向转变的特性更有利于生存。如果进化学承认柯普法则，就意味着体型大的动物更有利于生存。那么，真是这样吗？

让我们试想一下体型大会有什么好处。另外，本章中会出现很多实例，我会在后面的章节中具体说明，大家感到有疑问时，可以先放一放继续往下看。

体型越大越好？

体型大有不易受环境影响、能保持独立性等优点。动物通

过身体表面接触环境，体型越大，单位体积对应的表面积就越小，那么环境就越不容易通过体表影响动物。

体温就是很好的例子。体型越大的动物越容易保持恒温。这和碗里的水凉得快，而浴缸里的水凉得慢是相同的道理。当然，浴缸里的水热得也慢。

体积与体长的立方成正比，而表面积与体长的平方成正比。因此，体长（体型）越大，表面积/体积的值越小。大浴池中单位体积的水接触空气的面积比碗要小，因此凉得慢。以此类推，体型越大的动物越能承受急剧变化的温度。

体温恒定还有更大的优点。动物体内发生的化学反应的速度是随着温度变化的，体温越高，速度越快。比如肌肉收缩就是基于化学反应的，收缩速度因温度不同而有所区别。因此在捕猎时，若由于体温降低，令肌肉收缩受到影响，就有可能让猎物跑掉。这是相当糟糕的情况。

恒温的另一个优点是恒时。如果由于体温不同，导致花费的时间有所变化的话，那么就难以进行精确的运动和控制。鸟类和哺乳动物的体温会保持一个相当高的恒定温度。保持高体温能够快速运动。而恒定的高体温，就能够保证稳定而精确的高速运动。也正因为有这样的优点，鸟类及哺乳动物才会付出相当大的精力与代价保持恒定的高体温。

在恒温动物中，就单位体重而言，体型越大的动物，保持

恒温所需的能量越少。即使是变温动物，体型大的动物也更容易保持一定的体温。关于恐龙是恒温动物还是变温动物的问题还有争议，但也有人用以上理论推想，几十吨重的巨大恐龙即使没有鸟类或哺乳动物的体温调节系统，体温也可能是恒定的。

体型越大的动物越能耐干旱，因为它们从体表流失的水分相对较少。骆驼被称为“沙漠之舟”，是由于巨大的身体被长毛覆盖，抑制了体表水分的流失及热量的散发，因而能忍耐沙漠的干旱生活。

体型越大的动物也越能耐饥饿。当动物处于饥饿状态时，就会消耗身体中储存的脂肪，当体重减少到一定程度时，很多动物会因为无法忍受而死去。体重越大的动物单位体重消耗的能量越少，所以它们越能耐长时间的饥饿（下一章会具体说明）。当然，体型大的动物行走的速度快，活动范围大，因此能不断移动寻求好的环境，从这一点来看，也可以知道大型动物应对饥饿、寒冷、酷暑及干旱等恶劣环境的能力较强。

一般来说，动物生存必需的基本机能类型不会因为体型的变化而变化，但是体型越大的动物细胞数量越多，因此能够把多余的部分用于新机能的开发。另外，它们的细胞代谢率相对更低，能量有富余，所以大型动物有条件充分发展智能，比如人和海豚。

小动物相对于体型来说，食量很大。蓝翅黄森莺这种小鸟

每 30 秒就要捕食一次虫子，因此它的大部分时间都用于捕食。体型越大的动物进食的间隔越长，因此有更充足的时间用来从事其他活动。

体型大意味着强大。奔跑的速度和体重使它们在生物圈中处于优势。不同物种竞争时，大型动物往往占优势。比如，根据在非洲热带草原上的观察，在大象喝完水前，其他动物都会老实地等待。喝水的顺序一般是大象、犀牛、河马、斑马……另外，即便在同一物种中，大型雄性动物也更容易独占雌性动物，比如海豹，体型较大的海豹在争夺雌性的争斗中更易获胜，可以留下更多的后代。

这样看的话，个子高、收入高、学历高——现代女性对另一半的期望简直就是动物学上的标准。高个儿男性和喜欢高个儿的女性结合，个子高的基因就会遗传下去，身高就会越来越高。这是柯普法则的现代解释。

以上理论会让人觉得体型大是件好事，未来世界将会只剩下大型动物。但现实并非如此，小型动物也照样好好地生存着。难道是我们的推论有不对的地方吗？

二十多年前，柯普法则被重新探讨。追溯各个种群的进化史可以看到，在进化的过程中，很多大型动物的确出现得很晚。在这点上，柯普法则是正确的，但这并不能说明大型动物处于优势地位，因为进化是从小型动物开始的。美国约翰·霍普金斯