

ゾウの時間 ネズミの時間



# 大象的时间 老鼠的时间

〔日〕本川达雄 著 乐燕子 译

为什么大象总是慢悠悠的，老鼠却匆匆忙忙？为什么掉在陷阱里，马会骨折，老鼠却没事？为什么蝴蝶小时候是青虫，长大后却要长翅膀？为什么动物不使用轮子和螺旋桨？

……

本书将带你进入不可思议的动物世界！



大象的时间 老鼠的时间

# 大象的时间 老鼠的时间

作者：[作者名字] 译者：[译者名字]

本书由[出版社名字]出版，ISBN: [ISBN号]

[其他出版信息]

ゾウの時間 ネズミの時間



---

# 大象的时间 老鼠的时间

---

〔日〕本川达雄 著 乐燕子 译

图书在版编目(CIP)数据

大象的时间, 老鼠的时间 / [日] 本川达雄著; 乐燕子译. —海口: 南海出版公司, 2010. 6

ISBN 978-7-5442-4721-4

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(2010)第051544号

著作权合同登记号 图字: 30-2010-029

ZOU NO JIKAN NEZUMI NO JIKAN SIZE NO SEIBUTSUGAKU

© TATSUO MOTOKAWA 1992

Originally published in Japan in 1992 by CHUOKORON-SHINSHA INC.,

Chinese translation copyrights © 2010 by Thinkingdom Media Group Ltd.

through DAIKOUSHA INC., KAWAGOE.

ALL RIGHTS RESERVED.

## 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 新经典文化有限公司  
电话(010)68423599 邮箱 editor@readinglife.com  
经 销 新华书店

责任编辑 李玉珍  
封面插图 王晶华  
装帧设计 蔡阳阳  
内文制作 北京文辉伟业

印 刷 三河市三佳印刷装订有限公司  
开 本 710毫米×990毫米 1/16  
印 张 11.25  
字 数 115千  
版 次 2010年6月第1版  
印 次 2010年6月第1次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5442-4721-4  
定 价 22.00元

版权所有, 未经书面许可, 不得转载、复制、翻印, 违者必究。

## 第一章 动物的体型和时间

体型不同，动物的时间也不同 / 002

不同的动物心跳数相同吗 / 004

## 第二章 动物的体型和进化

随着进化，动物会越来越大约 / 006

体型越大越好吗 / 007

岛上的大象为何越来越小 / 011

## 第三章 动物的体型和能量消耗

动物的体型和能量消耗有什么关系 / 018

环境越冷，动物体型越大吗 / 023

神奇的数字—— $\frac{3}{4}$  / 025

人的能量消耗 / 030

## 第四章 动物的体型和栖息密度

体型大食量就大吗 / 034

捕食者与猎物的体型 / 035

养牛是很奢侈的 / 038  
动物的栖息密度 / 041  
动物行动圈的范围 / 043

## **第五章 动物的体型和行动方式**

动物的体型和速度 / 046  
跑的成本 / 048  
飞和游的成本 / 049

## **第六章 为什么动物不用轮子**

轮子和体型的关系 / 056  
鳍和螺旋桨的效率 / 060

## **第七章 使用纤毛和鞭毛游动的小生物**

鞭毛和纤毛 / 064  
惯性世界与粘性世界 / 070  
奇妙的伸缩丝 / 074  
扩散对细菌的影响 / 076

## **第八章 呼吸系统和循环系统的必要性**

没有肺和心脏的动物 / 080  
扁虫为什么是扁的 / 082  
蚯蚓能变得像蛇一样粗吗 / 084

动物身体组织的效率 / 085

## 第九章 动物身体器官的大小

心脏和肌肉 / 090

脑的大小由什么决定 / 093

骨骼越大强度越低吗 / 095

## 第十章 动物的时间和空间

动物的骨骼有什么限制 / 102

时间和空间的关联性 / 105

## 第十一章 细胞的大小和结构

细胞的大小由什么决定 / 110

植物和动物的不同“建筑方法” / 112

## 第十二章 昆虫的秘密

昆虫成功的秘诀 / 120

蜕壳的危险性 / 122

昆虫只吃草吗 / 125

## 第十三章 利用光的珊瑚

珊瑚是如何生存的 / 130

珊瑚群体结构的优点 / 134

利用水流的各种珊瑚 / 137

#### 第十四章 奇妙的棘皮动物

海星和海胆为什么能动 / 142

海星的内骨骼 / 145

蜘蛛海星的自切和再生 / 149

棘皮动物的进化 / 152

关于棘皮动物的谜题 / 155

不可思议的棘皮动物 / 160

附录一 指数、对数和相对成长公式 / 163

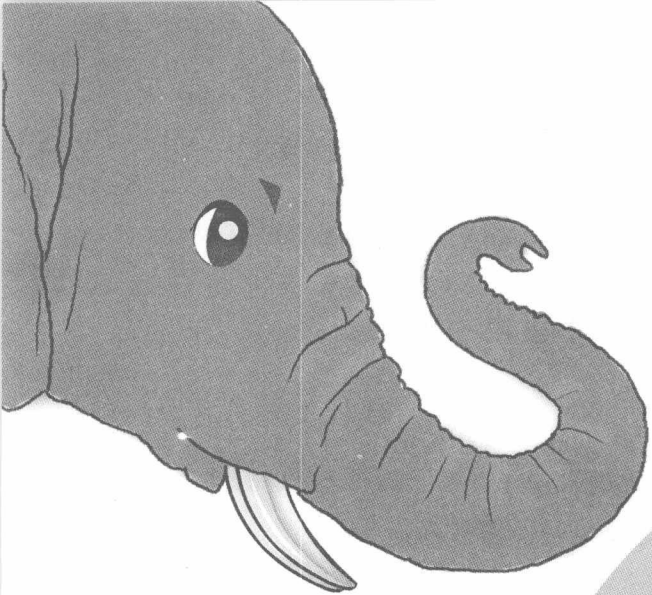
附录二 球形动物的极限体型 / 165

附录三 圆柱形生物的极限体型 / 168

附录四 时间与体重的关系 / 170

后记





## 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，也有十几克重的老鼠。那么不同体重的动物，它们的寿命分别有多长？长到成年需要多久？一生中心跳数是多少？本章会告诉你，原来动物的时间和他们的体重是成正比的关系，是不是很奇妙呢？

## 体型不同，动物的时间也不同

体型小的人动作敏捷利落，体型大的人动作舒畅，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分割出时间，让我们认为时间对于万物是平等的，是它无情地驱使着万物。

然而实际似乎并不是这样。生物学教给我们，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、大象心脏跳动的时间间隔，试着寻找不同动物体重和时间的关系。

使用体重表示大小，是因为放在秤上可以马上测量出来，而如果用体长来代表的话，就会出现诸如尾巴是否计量，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。

$$\text{时间} \propto \text{体重}^{\frac{1}{4}}$$

也就是说，哺乳动物的时间与其体重的 $\frac{1}{4}$ 次方成正比。

体重增加，时间就会变长。 $\frac{1}{4}$ 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，时间的变长要慢得多。

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 $1.8(10^{\frac{1}{4}})$ 倍。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非常可观。

这个 $\frac{1}{4}$ 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 $\frac{1}{4}$ 次方法则。

动物身体的活动时间也适用 $\frac{1}{4}$ 次方法则。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泻出所需的时间，蛋白质合成分解所花费的时间，等等。

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、肠子蠕动的间隔也是一样。排出血液内的废物的时间和血液循环的时间是相关联的。

寿命也是一样，虽然对于个体来说生命只有一次，但作为一个种类，生死，然后又生死，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会很快。

## 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 $\frac{1}{4}$ 次方成正比，那么把任意两个与时间有关的现象相除的话，得到的结果就会与体重无关。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，都是一样的。

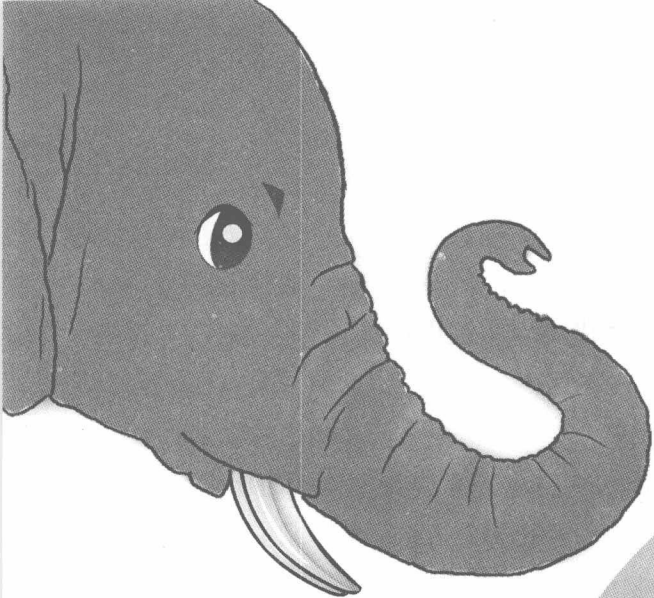
如果试着用寿命除以心跳间隔，就会得出，不管哪种哺乳动物，一生的心跳大约都是20亿次。

如果用寿命除以呼吸间隔，就会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。

在物理时间上看，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、行动等方面的差异。了解这一点对于人来说是最基本的修养。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。但是，在一个与大陆隔绝的岛屿上，大象的体型会变得越变越小，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有关体型的什么事情呢？

说起体型大的动物，首先浮现在脑海中的大概是大象吧。但大象并不是从一开始就像现在这么大。大象的祖先其实只有野猪那么大，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、非洲象等。

当我们试着去调查某些动物化石时，就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、马是很好的例子，教科书上经常会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、腕足动物、单细胞动物中的有孔虫等都符合这个法则。

爱德华·德克林·柯普是活跃在 19 世纪美国著名古生物学者。他是定向进化论的支持者。定向进化论是指在某些物种里，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，牙齿构成也渐渐变复杂了，这些都是马本身具有的特性，只是在进化过程中不断变化发展。因为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这个说法。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，本章中出现的很多动物在后面的章节中会作为例子具体说明，欢迎大家阅读。

## 体型越大越好吗

体型大的优点有不易受环境影响、能保持独立性等。动物通过身体表皮接触环境，体型越大，相同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，体型（体长）越大， $\frac{\text{表面积}}{\text{体积}}$ 的值则越小。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忍耐急剧的温度变化。

体温恒定有更大的优点。动物体内发生的化学反应的速度是随着温度而变化的，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不同。因此在捕猎时，若由于温度很低而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。

恒温的另一个优点是恒时。如果根据温度不同，所花费时间有所变化的话，那么进行精确地运动和控制就很困难。另外，鸟类、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，就能够保证安全、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。

在恒温动物里，体型越大的动物，保持恒温性所需的能量越少。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这一问题还有争议，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及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所覆盖，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耐而死去。体重越大的动物单位体重消耗的能量越少，所以它们越能忍耐长时间的饥饿（下一章会具体说明）。当然，体型大的动物行走的速度快，活动的范围大，因此能不断移动寻求好的环境，从这一点上来看，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，它们的细胞代谢率低于基准水平，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 秒就要捕一次虫子吃，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来从事其他活动。

体型大意味着强大。奔跑的速度或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，根据在美国热带草原上的观察，在大象喝完水前，其他动物一般都会老实地等待。喝水的顺序是大象、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。高个男性和喜欢高个的女性结合，结合后个子高的基因就会被遗传下去，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，世界将来会只剩下大型动物。但现实并非如此，小型动物也照样生存着。难道是我们的推论有不对的地方吗？

30 几年前，柯普法则被重新探讨。追寻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就处于优势地位，因为进化是从小型动物开始的。美国约翰·霍普金斯大学地质古生物学家史坦利在认真研究了鸚鵡螺化石后，得出了这样的结论——很多动物的祖先都是小型动物。哺乳动物如此，灵长类也是这样。