

动物寿命与人类影响

郭勤峰¹, 杨世雄²

(1. 美国地质调查所, Jamestown, ND 58401, USA; 2. 中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

摘要:地球上各种生物有机体的寿命是有本质差异的,即使一些大小、形态和生理上大体相似的生物之间也存在着这种差异。早期的研究多集中在探讨基因、热量限制、药物与动物特别是人类寿命的相关性上,而环境因素以及日益加剧的人类活动对动物寿命的影响则很少被涉及。目前,越来越多的证据显示,人类以信人类活动对动物的寿命有着直接或间接的影响。正面的影响可以从近年来诸如自然保护区的建立等保护措施的实施活动中得到体现。然而,由于日益加剧的人类活动造成的自然生境的日益萎缩和片段化所带来的负面影响也是非常明显的,人们不应只关注人类活动如何导致物种的绝灭,也应研究人类如何改变动物的生存环境、寿命以及动物固有的生命轨迹。介绍了有关动物寿命研究的最新进展,呼吁更多的学者投身到环境因素对动物寿命的影响这一迅速升温的诱人的研究领域中来。植物方面的类似研究也应该尽早启动。

关键词:动物寿命;人类影响;环境因素

Animal Lifespan and Human Influence

GUO Qin-Feng¹, YANG Shi-Xiong² (1. U. S. Geological Survey, 8711 37th St. SE, Jamestown, ND 58401, USA; 2. Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan 650204, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(11): 1991~1994.

Abstract: Lifespan differs radically among organisms ever lived on earth, even among those roughly similar in size, shape, form, and physiology. These differences have attracted intensive investigations. However, most early studies have been focusing on the links between genes, caloric restriction, medicine, and animal lifespan, especially human lifespan. Few studies have examined the role of environmental factors and increasing human activities on animal lifespan. Yet, emerging evidence shows strong direct and indirect effects of humans and human activities on animal lifespan. For example, a recent article in the *New Scientist* showed that the lifespans of humans and human-related and domestic animals are significantly longer than other animals. Positive effects can be seen through recent efforts in conservation (e. g., establishments of natural reserves), and strong negative effects are also evident as natural habitats continue to shrink and become fragmented due to increasing human activities. Not only should we address how human activity causes species extinction, we should also investigate how humans have altered animal living conditions and modified animal life history traits such as lifespan. This article introduces recent progress in studies of animal lifespan and calls for greater efforts to investigate the environmental effects in this fast growing and fascinating research area.

More specifically, it would be interesting to investigate whether the repeatedly reported regression lines between lifespan and body mass are 'natural' (without the impacts of human dominance). The lifespan of humans likely increased because of improved social-economic and medical conditions and life-style changes. Certainly it is also true that noticed longer lifespans of domesticated animals (e. g., dogs, cats, and

基金项目:美国地质调查所(USGS)和中国科学院资助项目

收稿日期:2002-05-14; **修订日期:**2002-10-10

作者简介:郭勤峰(1962~),男,河北承德人,博士,研究员。主要从事群落生态学研究。

致谢:B. Cox, M. Sherfy 和 M. Sovada 对本文提出了宝贵意见,特此致谢。

horses) are partly because they are better studied, and also because they receive medical intervention and live in protected environments. Yet, such human-induced changes may have depressed the 'normal' lifespans of other animals. If these two forces are balanced, it might preserve the 'real' regression but increase the variation. Otherwise, the regression line reported in the article might not be 'natural' or 'real'. In other words, the regression line could have been uplifted (i. e., greater intercept) if the lifespans of other animals that are remotely related to humans are 'true' or 'real'. It could also be true if the regression line was corrected by the drop in lifespans of other animals due to depression or competition caused by humans and domestic animals (i. e., the lifespans of these animals were shortened because of humans and related activities such as domestication). It would be also essential to examine (1) what caused the exceptions (i. e., a few remote human-related animals are also located above the regression line with great residuals) and why (e. g., could brain size or intelligence be a covariate in addition to body size in predicting lifespan?), and (2) whether human activities have altered the 'natural' regression line and how much.

Great disparities exist when different life history traits are used. For example, it is clear that environmental variation have caused remarkable variation in the relationship between lifespan and body mass, it has not changed the intrinsic metabolic rate (or oxygen consumption rate) given any body mass. Is this mostly due to sampling or measurement error (i. e., it is very difficult to accurately measure the lifespans of many long-lived animals)? Lifespan can be directly and /or indirectly (e. g., through body size) related to many other life history and biogeography factors such as diversity, abundance, and distribution. Further progress in theoretical and empirical research on allometry and physiology may help answer these interesting questions. Similar efforts should be made to the plant world as well.

Key words: animal lifespan; human influence; environment effects

文章编号: 1000-0933(2002)11-1991-04 中图分类号: Q143 文献标识码: A

1 寿命: 由来已久的话题

生命的长短千差万别, 如寿命最长的动物巨龟在饲养条件下能活到近 180 岁, 而一种细小的生活在水中的腹毛动物可能是动物界中最短命的, 其生命周期只有 3d。就哺乳动物而言, 灵长类的寿命最长, 人类则是灵长类中寿命最长者, 可达一百余岁 (Jeanne Calment, 1875~1997, 122 岁)。微小的鼯鼠是哺乳动物中寿命最短的, 只有 1~1.5a 的生命周期。有趣的是, 在灵长类中, 大脑越大, 寿命越长。通常情况下, 动物生长越快, 寿命越短。松鼠类的啮齿动物由于新陈代谢速率相对更慢, 其寿命比老鼠类啮齿动物长 2~3 倍。这些现象引发了许多有的问题, 例如: 寿命的机理是什么? 可以将所有生物一起进行比较吗? 生命在什么时候开始和结束? 对此人们能够具体地观察些什么和做些什么?

动物的寿命系指其生命的开始到完结之间持续的时间, 但是, 有些动物 (如原生动物) 是通过母体的分裂来繁衍的, 它们并不是单个的个体, 在本质上近乎是永生的。不能将无性繁殖系或遗传学上一致的有机体与源于有性繁殖的个体等同看待, 因为这就象拿苹果与橘子进行比较。因此, 在进行比较时必须将它们排除在外。很显然, 如果没有灾害降临, 某些鱼类和爬行类动物是可以持续生长直到永远的, 但它们是最老的动物吗? 也许是。不过, 绝大多数动物是野生的和四处移动的, 无法对其生命周期进行全程追踪以确定其最终的寿命。通常只能确定那些被捕获动物的寿命, 因为人们能够全程追踪其生命周期。

长寿为人类以及其它群居性动物提供了许多的优势, 寿命的少许增加可以被逐代巩固和加强, 导致寿命的进一步延长。例如, 寿命的延长使人类和其它生物有机会开发出在老年时期维持健康和修复身体缺陷的生物学机制。寿命的增加也使老一辈个体能更好地培养并将生活的经验传授给后代。随着寿命的延长和生活经验的有效积累, 社会的劳动产品可以在几代人之间不断传授, 使生物个体专长于某一方面, 进而有助于寿命的进一步延长。不过, 寿命的长短究竟取决于什么, 遗传因素和环境因素那一个更为重要, 这些问题目前仍然是不清楚的, 许多相关的理论和假说仍然是有争议的。

2 遗传对寿命的影响:当今的研究重点

早期关于动物寿命及其老化过程的研究主要着眼于遗传学的背景和诸如体态大小和智力水平(如大脑的体积,见^[1])等其它生物因素的影响,这些研究包括寻找控制寿命的基因以及热量限制和最新提出的干细胞^[2]对寿命的影响。例如,在研究蛔虫与长寿的过程中,科学家们已经确定了几个似乎有助于长寿的基因组。然而,很少有人注意到环境因素(尤其是人类导致的环境变化)可能影响动物的寿命。最近在分子水平上的研究一直以酵母、蛔虫、果蝇、老鼠和非人类的灵长类动物作为研究对象,很少涉及野生动物。

这些年来,学者们一直推测,包括人类在内的一些物种长寿的原因在于他(它)们大脑的大小、自我保护的特性或出色的躲避天敌的能力。最近,两位加利福尼亚大学的学者提出,在人类以及其它社会性物种中,长寿是通过进化过程演化而来的优良特性。事实上,他们的研究指出,社会性生物的长寿有益于这一特性的逐代累进,寿命的延长是一个“自我强化(self-reinforcing)”的过程,“鉴于发达国家中人类寿命不断增加这一事实,我们完全有理由相信,在可以预见的将来,人类的寿命还会继续延长”。

3 环境对寿命的影响:被忽视的问题

相对于遗传学的研究,在长寿和衰老机制研究中,环境方面的影响很少被人们所关注。然而,越来越多的证据显示,环境因素对动物寿命的影响至少是同样重要的。最近发表在“新科学家(New Scientist)”上的一篇文章对此做了很好的诠释^[3]。该文报道,大小相似的不同动物的寿命存在很大的差异,这些差异值得进一步探讨,因为人类以及相关的家养动物的寿命明显地高于其它动物(见图1回归线的上方)。图1中的回归线是否是“自然的”(即没有人类的影响)是一个有趣的问题。人类寿命的延长可能是由于社会经济和医疗条件的改善以及生活方式的改变。家养动物(如狗、猫和马)寿命的明显增加部分地源于人类对它们的深入研究,也在于它们拥有更好的医疗条件并且生活在一个受到保护的环境中,这是一个不可否认的事实。不过,这种人为的影响也会降低其它动物的“正常”寿命。如果这两方面的影响保持平衡,“真实的”回归将得到保持,但增加了变数。否则,图1中的回归线就不是“自然的”和“真实的”。换句话说,如果远离人类的其它动物的寿命是“真实的”,图1中的回归线本应是一直上升的(即截距更大)。另一种可能是,由于人类和家养动物引起的衰退和竞争(即动物的寿命由于人类及诸如驯化等人为活动的影响而缩短),其它动物寿命的下降将会使回归线得到修正。

以下几点也是有待进一步探讨和验证的,(1)图1中有几种远离人类的动物也位于回归线的上方,造成这些例外的原因是什么?除了身体的大小能用来预测寿命的长短外,大脑的体积或智力水平是否也和动物的寿命相关^[4]。(2)人类活动是否改变了“自然的”回归线?改变了多少?图1中的两个图表透露了另一处值得怀疑的地方:地质历史上的环境变化居然一直没有改变代谢速率(或耗氧量)与体重之间的本质关系,它本应该引起寿命与体重(即剩余量)之间关系的显著变化的。造成这一疑点的主要原因是由于取样或测量的错误吗?寿命与许多其它的生命历史和生物地理学因素(如多样性、丰富度和分布等)之间可能存在直接和/或间接(如通过身体的大小)的关系。从理论和实践上开展异速生长和生理学方面的深入研究将有助于回答这些有趣的问题。

4 探讨和展望

由于环境因素能够影响许多生物的寿命,生物的寿命可以作为衡量环境的一个重要指标。生活在明显不同的环境条件下的同一物种的不同个体间的比较研究将是有益的和非常有效的。例如,人们可以广泛地比较生活在不同的健康状况、不同的生活方式、不同的收入阶层和不同的医疗卫生条件下的人的寿命,也可以比较不同的种族、不同的大陆和不同的纬度地区的人的寿命。最近,一种非常有意思的比较——克隆动物与自然繁殖的动物之间的比较也成为可能,并将是特别赋有启示意义的^[5]。比较研究有助于检测遗传因素和环境因素对动物寿命的相对影响程度。

以往的研究显示,长寿具有进化的因素^[6-8]。因此,系统发育分析将有助于揭示同一物种不同的个体或近缘的物种之间潜在的联系和差异。随着越来越多的物种的相关资料的积累,使人们可以用数量分析和实验的方法探讨大脑的大小、体重、生育能力和其它的生命历史或行为特征之间的异速生长关系,进而探讨其与动物寿命之间的关系^[7-10]。例如,从生活史进化的角度,Charnov^[7]曾采用无维变数的方法探讨有些生

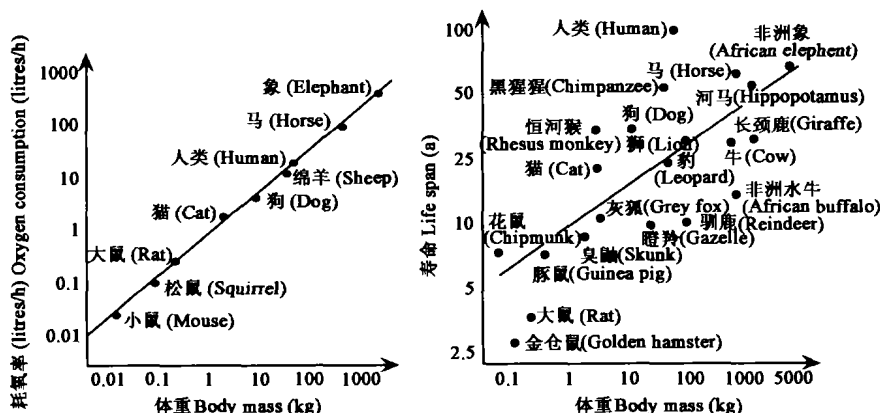


图1 不同动物群体代谢速率(耗氧率)(左)和寿命(右)与体重的相互关系(引自 Melton^[3]和 Calder^[10],有修改)

Fig. 1 Relationships between metabolic rate (oxygen consumption rate) (left) or lifespan (right) and body mass in various animal groups(modified from Melton^[3]; see also Calder^[10])

活史的测量(如作为起始繁殖年龄 $[a]$ 一部分的平均成熟年龄 $[E]$,或“收益/消耗比” $[E/a]$)在某些生物类群(哺乳动物,鸟类,鱼类)内没有变化的原因。Stearns^[8]曾试图运用实验进化的方法来解释一些重要的生活史特征(如寿命和繁殖)间的平衡是否是由于功能和基因表达间的矛盾所引起的。随着人口以及人类活动的持续增长和加剧,对处于不同人为影响条件下的相同的动物或植物物种进行比较将是有益的。同样,对处于捕获状态和野生条件下的同一物种进行比较也将有助于比较准确地了解人类活动对动物寿命的影响,虽然实施这样的比较不是很容易的。类似的探讨和研究也应该在植物中开展,应该特别注意植物园(园艺)和农业生产活动对相同的或近缘的野生物种的长期影响。

此外,人类的活动不仅影响生物个体的寿命,也会影响某些具有不同生命周期的物种的多度和丰富度。例如,虽然人们还没有清晰的证据来证实人类活动对某一植物物种寿命的影响,但人类活动的干扰增加了地球上短命植物的种数和多度,这是一个越来越明显的现实^①与其它生态学问题相类似,寿命是摆在我们面前的一个最为复杂最富挑战性的课题。要回答上面提出的诸多问题,还得区分正常情况和例外事件,提出自己的理论和见解并加以检验,通过多学科的综合手段探索和发现被研究现象的潜在的机制。

参考文献

[1] Guarente L and kenyon C. Genetic pathways that regulate ageing in model organisms. *Nature*, 2000, **408**: 255~262.
 [2] Bartke A, J C Wright, J A Mattison, et al. Extending the lifespan of long-lived mice. *Nature*, 2001, **414**: 412.
 [3] Melton L. Forever young. *New Scientist*, 2001, Sept (22): 26~33.
 [4] Bruce A M and Sacher G A. *ageing and levels of biological organization*. Chicago; University of Chicago Press, 1965.
 [5] Ogonuki N, Inoue K, Yamamoto Y, et al. Early death of mice cloned from somatic cells. *Nature Genetics*, 2002, **30**: 253~254.
 [6] Keller L and Genoud M. Extraordinary lifespans in ants: a test of evolutionary theories of ageing. *Nature*, 1997, **389**: 958~960.
 [7] Charnov E L. *Life history invariants; some explorations of symmetry in evolutionary ecology*. Oxford: Oxford University Press, 1993.
 [8] Stearns S C. *The evolution of life histories*. Oxford: Oxford University Press, 1992.
 [9] Gavrilov L A and Gavrilova N S. *The biology of lifespan, a quantitative approach*. New York; Harwood academic, 1991.
 [10] Calder W A ■. Body size, mortality, and longevity. *Journal of Theoretical Biology*, 1983, **102**: 135~144.

① 郭勤峰,待发表。