Can we prevent extinction?

能否避免物种灭绝?

蒋志刚^{①②}^① 中国科学院动物研究所, 北京 100101;^② 中国科学院大学, 北京 100049

E-mail: jiangzg@ioz.ac.cn

2015-11-27 收稿, 2016-04-05 修回, 2016-04-11 接受, 2016-05-16 网络版发表

国家科技部基础性专项(2013FY110300)、国家自然科学基金(31372175)和环境保护部生物多样性专项

摘要 以物种大面积濒危为特征的生物多样性危机是目前人类面临的危机。在人类出现以前, 物种消亡是不可避免的自然现象。地球上的物种处于不断的生灭过程之中。物种灭绝的原因可能是由于其未能适应环境的结果, 还有可能是机遇的结果, 甚至可能是由于某种荒唐的原因(wanton reason)。人类已经成为生物进化的重要选择力, 导致了许多物种的生存危机。除了生物学的、进化的原因。生境丧失、过度利用、污染是物种濒危的主要因素外, 还有气候变化、入侵物种等因素。这些因素都与人类有关。史前已经出现了5次物种大灭绝。当代的物种消亡速率高于物种消亡速率历史背景值, 有证据显示, 我们面临着第6次物种大灭绝。人类活动是当代物种消亡的主要推手。“解铃还须系铃人”, 人类既然能够导致物种消亡, 人类能够、也必须采取措施, 避免物种高速消亡。

关键词 物种灭绝, 大灭绝, 濒危物种红色名录

以物种灭绝为特征的生物多样性危机是目前人类面临的危机之一。灭绝指一个物种由于最后一个个体死亡, 或由于杂交而遗传湮没而消亡^[1]。从20世纪80年代起, 物种大灭绝即是科学界与媒体关注的事情。合众社(United Press International, UPI)曾将大灭绝列为20世纪80年代的10大科学进展之一。能否避免物种消亡是人们普遍关注的一个问题。

1 物种灭绝及其原因

地球生物圈是一个超级生命体。Lenton和Lovelock^[2,3]提出了“盖娅假说(Gaia hypothesis)”和“雏菊世界”模型, 认为地球圈是一个充满活力的自组织系统, 存在着复杂的相互作用, 通过自调节反馈机制维持适宜生物居住的、稳定的地表环境。直到今天地球上的物种处于不断的生灭过程之中: 新物种不断生成, 老的物种可能灭绝。Sepkoski^[4]探讨了是否存在一个物种灭绝与物种形成平衡点时, 提出通过估

计物种灭绝速率来推测物种的形成速率。物种的新陈代谢使得地球生物圈充满生机。

像其他生命体一样, 物种是有寿命的, 物种的平均寿命短于1000万年, 不同生物类群的物种寿命不一样。地球上35亿年历史中出现过约40亿个物种, 但其中99%的物种已经灭绝^[5]。Raup^[5]估计海洋动物物种的平均寿命为400万年, 即大约在每100万年里, 25%的物种会灭绝。估计哺乳动物物种的平均寿命为200万年^[6]。物种灭绝是自然现象。

为什么物种会灭绝? 物种可能由于未能适应环境而灭绝, 也可能由于机遇而灭绝。Raup^[5]总结了物种灭绝的3种假说。(1) 公平游戏(fair game)假说: 生物进化是一场公平的游戏, 如达尔文预测的那样, 能够逃脱灭绝的生物是那些能适应生存环境的物种;(2) 弹雨场(field of bullets)假说: 物种灭绝与其适合度无关, 而是像战士在枪林弹雨的战场上冲锋时被子弹击中一样的随机事件;(3) 荒谬的灭绝(wanton

引用格式: 蒋志刚. 能否避免物种灭绝?. 科学通报, 2016, 61: 1978–1982

Jiang Z G. Can we prevent extinction? (in Chinese). Chin Sci Bull, 2016, 61: 1978–1982, doi: 10.1360/N972015-01319

extinction)假说:物种灭绝是选择性的.能够继续生存的物种并不是因它们能够更好适应环境,而是由于某种其他原因.例如,哺乳动物对环境的适应能力很强;然而,昆虫与植物比哺乳动物能耐受高强度辐射.如果地球受到一颗超新星的强烈辐射的话,那么,陆地上的哺乳动物将大批灭绝.

物种大绝灭事件指当时地球上生存的物种75%以上灭绝了.生物进化中,曾多次发生大规模物种绝灭事件.在奥陶纪(Ordovician)、泥盆纪(Devonian)、二叠纪(Permian)、三叠纪(Triassic)和石炭纪(Cretaceous Period)曾发生多次物种大绝灭事件^{[7][1]}.发现从二叠纪以来大绝灭存在着周期为约2600万年的周期性.于是,人们开始探索物种大灭绝的周期性^[7].尽管有人对这种周期性是否存在有质疑^[8].

大绝灭事件是生物多样性演化史上的里程碑.然而,大绝灭的原因却不清楚.Arens和West^[9]提出了“压力/脉冲”模型(pressure/pulse model),认为大灭绝是生物区系在长期进化压力下,遭受短期的外界冲击而发生的.人们推测物种大灭绝的可能原因的学说有:小行星撞击地球说、海平面下降说、火山爆发说、大陆板块撞击说和“危机论”.最近还有人还提出了物种灭绝的中性理论^[10].但事至今日仍没有一个假说经过了严格的检验.

那么,为什么地球上的物种没有全部灭绝?除了新的物种不断产生之外,生命能够利用地球上极端环境.即使是在南极洲冰封的极端环境中也发现了一个富有多多样性的细菌群落^[11].一场灾难可以导致物种大灭绝,然后,随着物种灭绝而空出的生态位又为大规模新种形成创造了条件.因此,地球生物进化史上一直有生命存在.

2 灭绝的进化意义

“盖娅假说”与“雏菊世界”模型认为地球是一个具有自我调节能力的星球.地球上生物处于一个生灭动态过程^[2,3].纵观地球演化史,生物多样性一直缓慢地增加,目前地球上物种数目仍然高于历史上任何时期.若不是智人(*Homo sapiens*)的出现,地球上生物多样性可能还会继续增加.

假设生物进化史上所有物种都能生存到今天的

话,那么,由于地球上的物种生态位有限,生物多样性不可能继续增加,地球上将会拥挤不堪.物种演化与形成的过程就会被迫停止.新生命体便不可能出现.历史上每发生一次物种大绝灭,随之而来的是生物多样性增加,新的生物科、属和种出现.例如恐龙绝灭后,哺乳动物迅速辐射演化,偶蹄类、灵长类人科(*Hominidae*)占据了由于恐龙消失而空出的生态位^[12].

Raup^[5]将物种灭绝视为生物进化过程中的优胜劣汰.物种在不断分化,不能适应生存环境的物种,将被淘汰,最终,进化树将只剩下少数枝条,相当于树木枝条的自疏过程.由此看来,绝灭在进化中剔除了不能适应环境的物种.其中有一些物种由于机遇而灭绝.物种分化和绝灭是生物演化中正常现象.也就是说,物种不可能避免消亡^[13].

3 人类对物种生存的影响

人类社会出现后,地球环境发生了深刻变化.人类已经成为生物进化重要选择力.在更新世发生了一系列的物种灭绝事件,特别是哺乳动物的灭绝.Caughley和Gunn^[14]综述了更新世与全新世的物种灭绝事件,分析更新世Rancholabrean期短短的40万年中,129个北美陆生哺乳动物属中灭绝了43个属,灭绝比例达33%.在全新世,更多的大型哺乳动物灭绝.人类是导致全新世物种灭绝的因素之一.人类狩猎导致了一些大型哺乳动物的灭绝^[15].人类对物种生存的影响从50000年前开始,到500年前开始显著增强.人类已经占据了地球上适宜人类居住的地方.人类对物种生存的影响强度和范围是生物进化史上史无前例的.

除了直接造成生物种类的绝灭之外,人类对生物种类间接影响的作用也是巨大的.Diamond^[16]提出了当代物种灭绝的魔鬼四重奏:(1)生境丧失,(2)外来物种,(3)灭绝骨牌效应(灭绝链),(4)过度利用.全球气候变化加剧了物种生存危机^[17].例如,新西兰从冈瓦纳古陆分离出来后,由于地理隔离,新西兰岛演化产生了特殊的生物区系.亚化石证据表明,人类移居新西兰以来,新西兰丧失了6科32属44种鸟类.人类猎捕和引入家猫跑野后的捕食,是新西兰鸟类灭绝主要原因.灭绝的鸟类中有11种是恐鸟.这些无翼大鸟体重在44 kg(*Megalapteryx didinus*)到178 kg

1) Purves W K, Orians G H. Life: The Science of Biology. Sunderland, MA: Sinauer Assocs., Inc. 1983

(*Dinornis giganeus*), 有的甚至重达270 kg^[18].

人类已经改变了自然环境^[19]. Sodhi和Brook^[20]预测, 到2100年, 由于生境丧失, 东南亚79%的物种会消亡. 物种灭绝常常是多个因素形成的协同作用过程(synergistic processes): 不同扰动能够相互强化, 增加物种的灭绝风险. 生境丧失增加了一些物种对全球变暖的敏感, 进一步对这些物种的生理耐受力产生胁迫, 使得其不可能移动分布区^[21].

人类有益或无意引入的外来物种会捕食土著物种、传播疾病与土著种杂交, 从而导致土著种的灭绝^[1]. 英国人移民澳大利亚以后, 随船带去了他们家乡的家畜、家禽, 如兔(*Lepus*)和狐狸(*Vulpes vulpes*)等. 随着兔、狐在澳大利亚大陆扩散, 袋熊(*Vombatus ursinus*)分布区萎缩, 成为濒危物种^[19]. Reid和Miller^[22]认为引入外来种导致了历史上20%~40%的物种灭绝. Wilcove等人^[23]认为美国47%的脊椎动物、27%的无脊椎动物的生存面临着外来种的威胁.

濒危物种可以分为进化濒危种和生态濒危种. 进化濒危种指物种在进化时间尺度中濒临生存危机, 进化濒危种的易灭绝特征常常与其系统发育年龄、特有性、生活史特征有关. 生态濒危种指物种是在生态事件尺度中濒危的, 濒危物种的易灭绝特征常常与其利用价值、个体大小、繁殖速率、所处的营养级有关^[24]. 人类捕杀带来的灭绝风险与物种的体型大小和世代长度有关, 也与经济利用价值有关. 如野生兰花、苏铁面临过度采挖, 数量日益稀少.

1500年以来, 世界上发生了844次有记载的物种灭绝, 此外, 208个物种可能已经灭绝. 最近的500年中, 人类对地区生态环境、生物区系的影响越来越大. Wilcove等人^[23]综合比较了近代和历史上物种的灭绝率, 特别是那些21世纪可能将要灭绝的物种. 他们发现未来陆地生态系统物种灭绝速率将超过新生代(Cenozoic)背景灭绝速率, 也会超过近代物种灭绝值两个数量级^[25]. 目前我们正面临第6次物种大灭绝. 直到今天, 第6次物种大灭绝仍是本世纪电视、平面媒体和新闻网站的头条新闻, 引起了广泛的注意和热烈的讨论, 物种生存危机促使各国政府、保护团体、保护研究与管理人员作出应急决策, 成为生物多样性千年规划的立论依据.

关于第6次物种大灭绝的推论是如何的出来的? 研究大灭绝的方法有: (1) 灭绝背景值比较法, 比较研究地层中化石记录的灭绝事件, 计算一个类群的

历史灭绝背景值, 如物种灭绝速率比较法; (2) 类群分析法: 选择一个有充分研究工作的类群, 研究其分化与灭绝, 计算物种灭绝速率; (3) 物种濒危幅度法, 利用IUCN(International Union of Conservation of Nature)评估的各个类群的物种濒危程度与相应比例, 推断未来一定时间内的物种灭绝概率; (4) 模型模拟法比较, 利用模型计算距未来物种丧失速率与估算背景物种丧失速率, 评估过去物种丧失速率的幅度, 预测未来物种丧失速率的幅度. Barnosky等人^[26]利用古生物数据库、现生物种的灭绝记录和10万年以来更新世物种灭绝记录进行分析, 发现更新世和全新世哺乳动物灭绝数目在上升, 预计未来哺乳动物灭绝数目还会进一步上升.

4 预警物种灭绝风险

IUCN濒危物种红色名录是物种灭绝风险的预警. 2010年, IUCN物种生存委员会编制的IUCN红色名录发现两栖动物面临着最大风险, 而礁珊瑚的生存状况正在恶化. 还有12%~55%的脊椎动物、无脊椎动物和植物物种目前濒临灭绝. 有食用和药用价值的鸟类和哺乳动物面临更大的灭绝风险^[27].

2015年环境保护部与中国科学院组织了中国生物多样性红色名录评估^[28], 发现中国6种哺乳动物属于灭绝等级, 其中, 属于野外灭绝等级(EW)的种有野马(*Equus ferus*)、高鼻羚羊(*Saiga tatarica*)、野水牛(*Bubalus arnee*)、大独角犀(*Rhinoceros unicornis*)、爪哇犀(*R. sondaicus*)和双角犀(*Dicerorhinus sumatrensis*)为“区域灭绝”(RE). 还有几种动物处于灭绝边缘, 如驯鹿(*Rangifer tarandus*)、虎(*Panthera tigris*)和白鬃豚(*Lipotes vexillifer*). 此外, 2006~2012年, 窄脊江豚(*Neophocaena asiaorientalis*)长江亚种(*N. a. asiaorientalis*)的种群下降速率为24%, 已处于极危状态.

威胁中国哺乳动物生存的主要因素是“过度利用”、“生境丧失”和“人类干扰”. 其中, “过度利用”名列中国受威胁哺乳动物致危因子之首, “生境丧失”和“人类干扰”分别名列第二位和第三位, 分别占有受威胁哺乳动物的所有致危因子的25%和21%. 在所有受威胁哺乳动物的所有致危因子中, “自然灾害”、“毒杀”、“污染”、“疾病”、“意外死亡”、“物种入侵”所占的比例均在6%以下, 而受威胁为“未知”的占有所有致危因子的3%. 说明目前中国哺乳动物濒危主要是人类活动造成的, 而物种本身的进化原因对物种

的影响可以忽略不计^[28]。

当代的物种消亡速率高于物种消亡速率历史背景值, 人类活动是物种消亡的主要推手。“解铃还须系铃人”, 人类既然能够导致物种消亡, 人类也能够、

也必须采取措施, 避免物种高速消亡。于是, 各国缔结了生物多样性公约, 制定了濒危物种就地保护、迁地保护措施以期拯救由于人类活动而濒危的物种, 以期保护地球生物多样性和生态环境的相对稳定。

致谢 感谢David Mallon博士提供帮助。

参考文献

- 1 Cox G W. Alien Species and Evolution. Washington D C: Island Press. Li B et al, Trans, Yang J, Proofread. Shanghai: Fudan University Press, 2010 [Cox G W. 外来物种与进化. 李博, 等译, 杨继, 校. 上海: 复旦大学出版社, 2010]
- 2 Lenton T M. Gaia and natural selection. *Nature*, 1998, 394: 439–447
- 3 Lenton T M, Lovelock J E. Daisyworld revisited: Quantifying biological effects on planetary self-regulation. *Tellus Ser B-Chem Phys Meterol*, 2001, 53: 288–305
- 4 Sepkoski Jr J J. Rates of speciation in fossils. In: Magurran A E, May R M, eds. *Evolution of Biological Diversity*. Oxford: Oxford University Press, 1999. 260–281
- 5 Raup D M. *Extinction: Bad Gene or Bad Luck?* New York: W.W. Norton, 1991
- 6 Stanley S M. Rate of evolution. *Paleobiology*, 1985, 11: 13–16
- 7 Raup D M, Sepkoski J J. Testing for periodicity of extinction. *Science*, 1988, 241: 94–96
- 8 Thuiller W, Araújo M B, Pearson R G, et al. Uncertainty in predictions of extinction risk. *Nature*, 2004, 430: 6995
- 9 Arens N C, West I D. Press-pulse: A general theory of mass extinction? *Paleobiology*, 2008, 34: 456–471
- 10 Halley J M, Iwasa Y. Neutral theory as a predictor of avifaunal extinctions after habitat loss. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2010, 108: 2316–2321
- 11 Murray A E, Kenig F, Fritsen C H, et al. Microbial life at -13°C in the brine of an ice-sealed Antarctic lake. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2012, 109: 20626–20631
- 12 Stanley S M. *Macroevolution: Pattern and Process*. San Francisco: W. H. Freeman, 1979
- 13 Darwin C. *On the Origin of Species*. London: John Murray, 1859 [达尔文. 物种源始. 李虎, 译. 北京: 清华大学出版社, 2012]
- 14 Caughley G, Gunn A. *Conservation Biology in Theory and Practice*. Cambridge: Blackwell Science, 1996
- 15 Stuart A J. Late Quaternary megafaunal extinctions in Europe and Northern Asia: New radiocarbon evidence. *Terra Nostra*, 2004, 2: 244–245
- 16 Diamond J M. Overview of recent extinctions. In: Western D, Pearl M C, eds. *Conservation for the Twenty-First Century*. Oxford: Oxford University Press. 1989, 37–41
- 17 Thomas C D, Cameron A, Green R E, et al. Extinction risk from climate change. *Nature*, 2004, 247: 145–148
- 18 Atkinson I A E, Greenwood R E. Relationship between moas and plants. *New Zealand J Ecol*, 1989, 12: 67–96
- 19 Sanderson E W, Jaiteh M, Levy M A, et al. The human footprint and the last of the wild. *BioScience*, 2002, 52: 891–904
- 20 Sodhi N S, Brook B W. *Southeast Asian Biodiversity in Crisis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006
- 21 Caughley G, Gunn A. *Conservation Biology in Theory and Practice*. Oxford: Blackwell, 1999
- 22 Reid W V, Miller K R. *Keeping Options Alive: The Scientific Basis for Conserving Biodiversity*. Washington DC: World Resource Institute, 1889
- 23 Wilcove D S, Rothstein D, Dubow J, et al. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *BioScience*, 1998, 48: 607–615
- 24 Jiang Z G. Mass extinction of species. In: Jiang Z G, Ma K P, eds. *Principles of Conservation Biology*. Beijing: Science Press, 2014. 63–100 [蒋志刚. 物种大灭绝. 见: 蒋志刚, 马克平, 主编. 保护生物学原理. 北京: 科学出版社, 2014. 63–100]
- 25 Pereira H M, Leadley P W, Proença V, et al. Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science*, 2010, 330: 1496–1501
- 26 Barnosky A D, Matzke N, Tomiya S, et al. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 2011, 471: 51–57
- 27 IUCN (World Conservation Union). *IUCN Red List of Threatened Species*. 2014. <http://www.iucnredlist.org/> (2015-11-1)
- 28 Ministry of Environment Protection, People's Republic of China, Chinese Academy of Sciences. Proclamation No. 2015-35: China's Biodiversity Redlist: Volumn of Vertebrates. 2015 [环境保护部, 中国科学院. 环境保护部中国科学院 2015-35 号公告. 中国生物多样性红色名录: 脊椎动物卷. 2015]

Can we prevent extinction?

JIANG ZhiGang^{1,2}

¹ Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

² University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

The biodiversity crisis characterized by large scale species endangerment is a serious problem faced by modern humankind. Species extinction is an unavoidable natural phenomenon and cannot be prevented. Species on earth are in a constant birth and death evolutionary process: old species die off or evolve into new ones while new species evolve to fill the empty niches left behind by extinct taxa. Causes of species extinction may be attributed to maladaptation of the species to the changed environment, or a species may be simply wiped out by a changed environment or bad luck in evolution; or even due to stochastic reasons, independent of the species' adaptability to the environment. Like the other life forms, a species has its life span. Average life span for a species is less than 10 million years, spanning from one million years to several million years depending on the taxon. About 4 billion species once lived on earth, but 99% of them are already extinct. Species extinction is meaningful issue in evolution, if all species had persisted on the earth today, the earth would have been too crowded for the limited living space and ecological niches. The evolution of life would have stopped; new life forms would have no chance to emerge. Each time after a mass species extinction, the earth's biodiversity rebounded, marked by arising of new species, genera and families. For example, the rapid radiation of mammals on earth after extinction of dinosaurs, ungulates and Homindae quickly occupied the empty niches left by dinosaurs. Humankind is now an important selection force in evolution. Five major mass extinctions occurred on earth before human civilization. Ample evidence indicated that we now confronting the Sixth Mass Extinction: since the Industrial Revolution, hundreds of species already disappeared from earth. Led by the amphibians, many mammals, birds, and reptile and plants on the earth are endangered. Besides the biological evolutionary cues, loss of habitat, over-exploitation, environmental pollution, plus climate change, and invasive species are the main causes that threaten survival of extant species. The extinction rate in modern times is higher than the historical background records. Endangered species could be classified as evolutionarily endangered species or ecologically endangered species, the endangerment of the former is characterized by phylogenetic, endemic and life history causes whereas the latter are endangered by human induced environmental changes in ecological time. Human activities modify or change the environment and threaten the survival of many species; Human activities are the main driving force behind the Sixth Mass Extinction. How do we save those endangered species? "It is better for the doer to undo what he has done". Humankind has an inescapable responsibility to rescue those species in peril. We should take measures to avoid the high extinction risks in modern fauna and flora.

extinction, massive extinction, endangered species redlist

doi: 10.1360/N972015-01319

蒋志刚

中国科学院动物研究所研究员, 博士研究生导师. 1993 年获加拿大 Alberta 大学博士学位. 1994 年任中国科学院动物研究所保护生物学研究室主任、副研究员. 1995 年入选中国科学院“百人计划”. 1996 年入选人事部“百千万工程”并破格晋升研究员. 1997 年获国家杰出青年科学基金. 主要研究领域是保护生物学和行为生态学. 发表 300 余篇论文, 著作 20 余部. 现任中国濒危物种科学委员会常务副主任, 中国野生动物保护协会科技委员会主任, 中国动物行为学会理事长, 中国兽类学会副理事长, 世界自然保护联盟/物种生存专家委员会(IUCN/SSC)专家, DIVERSITA 中国国家委员会委员, 人与生物圈中国国家委员会委员, 中国科学院生物多样性委员会委员, *Current Zoology*, 《生物多样性》、《野生动物学报》副主编, *Biological Conservation*, *Oryx*, *PLoS One* 等刊物编委.