

· 论坛 ·

保护行为学：正在兴起的保护生物学分支学科

李春旺^{1,2} 蒋志刚^{1,2*} 张恩权³ 古 远^{1,2,4}

1 (中国科学院动物研究所, 北京 100101)

2 (中国科学院动物生态与保护生物学重点实验室, 北京 100101)

3 (北京动物园, 北京 100044)

4 (中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 过去的30年里, 人们利用动物行为的进化生物学方法来解决保护实践中遇到的问题, 行为学、行为生态学和保护生物学相结合, 产生了保护生物学的一个新分支学科——保护行为学。保护行为学的研究目的是: 从物种保护实践中发现环境对动物行为的影响以及行为的生态适应性, 并把动物行为学和行为生态学理论应用到物种保护实践中, 从而促进物种保护工作。目前全球有10%的物种濒临灭绝, 生物多样性保护日趋紧迫, 保护行为学的诞生为行为学和保护生物学研究带来了新的机遇, 也表明行为学家和保护生物学家正在担负起挽救濒危物种的使命。不久的将来, 保护行为学及其相关学科将更加繁荣。

关键词: 动物行为, 生态学, 保护生物学, 生物多样性, 濒危物种

Conservation Behavioral Science, a new branch of Conservation Biology

Chunwang Li^{1,2}, Zhigang Jiang^{1,2*}, Enquan Zhang³, Yuan Gu^{1,2,4}1 *Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*2 *Key Laboratory of Animal Ecology and Conservation Biology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*3 *Beijing Zoo, Beijing 100044*4 *Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049*

Abstract: Conservation Behavioral Science, a new branch of Conservation Biology, is emerging due to participation of animal behaviorist in conservation practice and the integration of Behavioral Science and Conservation Biology. During the past 30 years, people have become convinced that animal conservation needs the knowledge of ethology. Scientists have applied evolutionary biology of animal behavior to solve problems in conservation practice. The aims of Conservation Behavioral Science include: to find the effects of environmental factors on animal behavior, to understand ecological adaptation of animal behavior, and to improve the effectiveness of conservation practice. Nowadays, 10% species in the world are close to extinction and saving biodiversity is considered urgent. As a new branch of Conservation Biology, Conservation Behavioral Science also exploits new directions of animal behavior study and behavioral ecology. Thus, Conservation Behavioral Science brings new opportunity to Behavioral Ecology and Conservation Biology. We believe that Conservation Behavioral Science and its related subjects will prosper more in the future.

Key words: behavior, behavioral ecology, conservation biology, biodiversity, endangered species

为什么动物园中饲养的狼总是在笼舍里来回不停地走动? 为什么青海沙蜥在低海拔地区, 人工养殖时不能顺利冬眠? 为什么大熊猫在野外能够顺利繁殖, 而在人工环境中却很少能够成功交配?

为什么开放旅游的保护区里的野牛和叉角羚有更高的警戒性(Taylor & Knight, 2003)? 为什么梅花鹿会跑到保护区外的“危险地带”? 为什么长期圈养的野生动物放归野外后, 存活力和繁殖力会下降

收稿日期: 2007-03-12; 接受日期: 2007-04-12

基金项目: 国家自然科学基金(No. 30670353, 30430120)和中国科学院知识创新项目(CXTDS2005-4)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: jiangzg@ioz.ac.cn

(McDougall *et al.*, 2006)? 保护行为学致力于研究动物行为与物种保护关系, 通过回答这些与野生动物存活、繁殖及保护密切联系的问题为动物保护提供理论依据。

事实上, 动物行为与其种群生存力密切联系, 行为通过影响觅食、求偶交配、躲避天敌和通讯等, 进而影响动物的存活和增长。Lehner(1996)曾指出对动物行为的研究, 能使人们了解动物与环境是怎样相互联系和作用的, 从而揭示动物与环境的关系。在保护濒危物种时, 管理和培育濒危动物个体的正常生存行为和繁殖行为, 离不开对动物行为的研究。濒危物种保护实践为动物行为研究提供了新素材, 而濒危动物行为学研究又会对濒危物种的保护管理提供理论指导。动物行为与物种保护的这种关系决定了保护行为学的产生和发展。

1 保护行为学的产生

保护行为学的产生离不开行为学和保护生物学的交叉渗透。20世纪50年代, Konrad Lorenz和Nikko Tinbergen的专著*The Study of Instinct*的问世奠定了行为学研究的现代生物学理论基础, 标志着行为学研究的开始(Tinbergen, 1951)。随着生态学、进化理论与经典行为学的结合, 行为生态学也在20世纪80年代成为独立的学科。人类进入20世纪后, 由于人口的急剧增长, 社会与经济的高度发展, 危及到自然界的野生生物和人类自身的生存环境(Wilson, 1988)。于是, 从20世纪下半叶开始, 人类社会进入了一个生物多样性保护的时期。在过去20-30年中, 行为学与生态学理论得到了长足的发展, 同时, 以自然保护、生物多样性保护为宗旨的保护生物学也日趋成熟。20世纪末, 人们开始注意到行为学研究在动物保护中的重要作用(Olney *et al.*, 1994; Caughley, 1994)。如果说人们最初对动物行为的研究是出于好奇心(Lehner, 1996), 那么, 当今动物行为学理论已经成为保护野生动物的必要知识。

在保护野生动物的实践中, 人们发现无论是采取就地保护还是迁地保护措施, 动物的存活和繁育都存在一些由于行为障碍导致的问题(Carlstead, 1996; Gosling & Sutherland, 2000)。Carlstead(1996)认为, 迁地保护动物种群中的个体可能由于行为障碍而不能繁殖, 或者由于缺乏行为模板而不能适应

野放环境, 或者由于繁殖行为、社会行为障碍而不能与野生同种个体交流基因, 甚至不能在野外与同类人工繁育的个体交流基因, 从而导致迁地保护的失败。因此, Arcese等(1997)和Beissinger(1997)指出, 为了物种保护行动的成功, 行为学家应当参与到物种保护工程中来, 保护工作者应当把保证动物行为的正常发育与表达纳入野生动物的管理工作中。

近年来, 动物行为学家开展了行为与物种保护关系的研究, 并在*Applied Animal Behaviour Science*, *Animal Welfare*, *Zoo Biology*, *Animal Behaviour*, *Conservation Biology*, *Conservation in Practice*和*Biological Conservation*等国际学术刊物上发表了大量关于动物行为环境适应性与物种保护的文章。同时, 科学家们还在*Trends in Ecology and Evolution*等杂志上发表文章, 综述了动物行为学研究与物种保护的关系, 强调了在物种保护中的动物行为学研究的重要性(Curio, 1996; Yahner & Mahan, 1997; Sutherland, 1998; Caro, 1999; Harcourt, 1999; Holway & Suarez, 1999; Anthony & Blumstein, 2000; Knight, 2001; Wedekind, 2002)。与此同时, 许多关于行为与物种保护的书籍也纷纷出版(Clemmons & Buchholz, 1997; Caro, 1998; Gosling & Sutherland, 2000; Festa-Bianchet & Apollonio, 2003; 蒋志刚, 2004)。

1997年, 美国动物行为学会成立了保护委员会(The Animal Behavior Society's Conservation Committee, USA), 将动物行为与保护的内容列为每次学术年会的重要议题, 并于2003年创刊电子杂志*The Conservation Behaviorist*。伴随着濒危物种保护的迫切需要和保护行为学家的热情参与, 在美国动物行为学会保护委员会的推动下, 保护行为学酝酿成型。2004年10月, Daniel T. Blumstein和Esteban Fernández-Juricic在*Conservation Biology*上发表了题为“The Emergence of Conservation Behavior”的时评, 标志着保护行为学成为保护生物学的一个新分支学科(Blumstein & Fernández-Juricic, 2004)。

2 保护行为学的研究内容

保护行为学是一门应用行为学一般原理解决物种保护问题的学科, 其研究内容涉及动物行为学、行为生态学和保护生物学的各个层面, 最终目的是把这些学科的理论知识应用到物种保护实践

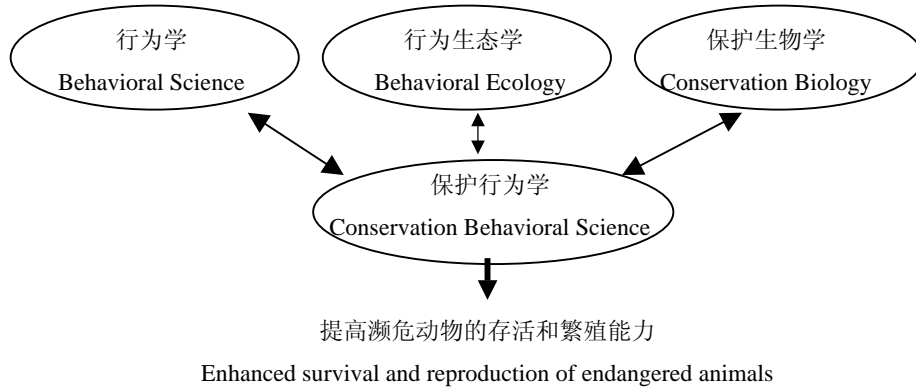


图1 保护行为学与其他相关学科的关系

Fig. 1 Relationships between Conservation Behavioral Science and other related disciplines

中(图1)。动物行为学是研究动物行为的发生原因、发育和功能的一门学科。行为生态学主要研究生态学中的行为机制、行为的生态适应性及进化意义。动物行为学家和行为生态学家从动物的行为机制、发生发育、适应功能和进化历史等4个不同的角度来研究动物行为, 这些研究从各自的角度为濒危物种的有效管理提供理论指导。而保护行为学家更关注物种保护工作中具体的科学和实践问题。Gosling和Sutherland(2000)把动物行为与物种保护研究中值得关注的问题归纳为以下几个方面: (1)动物行为的生态适应性; (2)生境的丧失和破碎化; (3)人类活动的影响; (4)野生动物种群的受胁情况; (5)动物行为的现时进化(contemporary evolution of animal behavior); (6)保护优先序的确定; (7)保护实践中行为学方法的应用; (8)动物行为与物种保护的相互作用途径。

那么, 保护行为学的研究领域包括哪些呢? Sutherland(1998)列举了20个领域, 并认为这些研究能够帮助解决物种保护中遇到的问题。这里, 我们把这些领域归为6类:

(1)濒危物种灭绝风险与动物行为的关系。包括小种群灭绝、交配系统和近交衰退、种间隔离与杂交、破碎化种群的扩散等方面的研究。

(2)环境变迁与动物受胁程度。包括预测环境变化的后果、测度环境恶化的胁迫程度、减少环境变化带来的捕食压力等研究。

(3)动物行为的保护与恢复。包括保护动物的行为、保存动物的生存技能、进行行为操纵和放归计

划等。

(4)动物的生境需求和保护区建立。包括动物生境偏好的权衡、动物在保护意义上的生境需求、保护区的最小面积等问题的研究。

(5)繁殖行为与迁地保护。包括野生动物的圈养繁殖、繁殖行为与繁殖生理等方面的研究。

(6)濒危物种的保护与利用。包括种群调查方法、开发与利用、人口增长的影响、提高公民保护意识等方面。

上述领域并没有囊括保护行为学的全部研究内容, 因为Sutherland只考虑了那些能为物种保护提供具体指导的领域, 并且这篇文章发表时, 保护行为学还没有成为一门独立的学科。

保护行为学家通常以行为生态学的原理为指导, 研究动物行为与环境的关系, 并探讨其在濒危物种保护中的作用。对动物任何行为的探讨都可以归结为Tinbergen (1951)概括的两类问题: 近因问题(proximate question)和远因问题(ultimate question)。近因问题指的是行为的发生、发育或者直接原因, 而远因问题指的是行为的进化历史或者适应性。保护行为学家在研究这两类问题的基础上, 探讨物种濒危的行为学机制并提出相应的保护对策。Carlstead(1996)认为, 环境变化可能会从以下几个方面影响动物的行为: (1)对遗传的影响, (2)对内分泌的影响, (3)对行为发育的影响; (4)环境异质性与行为的关系。在保护实践中, 保护行为学还对行为的社会功能, 以及动物生活史特定阶段的行为特征进行研究, 并把它们应用到保护管理实践中

(Carlstead, 1996)。从学科交叉来看, 保护行为学的研究内容是在不同水平上对许多学科领域的整合, 包括遗传学、生态学和进化生物学(Blumstein & Fernández-Juricic, 2004)。

3 保护行为学的研究方法和应用途径

蒋志刚(2004)指出保护行为学的研究方法 with 动物行为学和行为生态学中的行为学研究方法是有区别的。他介绍了保护行为学的观察、比较和培育等方法, 并指出在圈养保护的的实际工作中, 工作人员应做到避免错误印痕、避免给动物错误的刺激和避免人工选择等。“观察”是指系统地观察那些人工管理下的濒危物种个体的行为。“比较”是指野生动物管理人员将人工圈养濒危物种的行为与野生个体进行比较, 或者监测比较野生动物在不同的生境条件下的行为。“培育”是指为圈养濒危物种个体提供学习的机会, 丰富圈养环境的生境元素, 减少圈养动物由于缺少环境刺激而产生厌倦或出现刻板行为(stereotypic behavior), 培育人工繁育濒危物种个体的行为, 为恢复野生种群做准备。

那么, 除了理论研究, 保护行为学家在物种保护实践中能做什么? 或者说怎样才能发挥保护行为学家在物种保护中应有的作用呢? 美国动物行为学会(The Animal Behavior Society)按照Daniel T. Blumstein (2006)的论述总结了如下几点:

(1) 积累濒危物种的行为学数据。许多濒危物种的管理需要人们了解该物种的行为生态学知识。当前的物种保护对策是在有限的的数据基础上制定的, 并且这些数据不一定是由科学方法获得的, 而保护行为学家可以为动物管理工作提供必需的数据。

(2) 研究濒危物种栖息地的变迁。通过研究栖息地, 可能收集到有益于濒危物种管理的其他信息。

(3) 就物种保护关注的问题开展工作。野生动物管理者有许多需要解答的行为学问题, 通过研究这些行为问题, 收集必要的生态学数据, 做好理论研究和管理的整合。

(4) 在同一时期内研究尽可能多的物种, 将会了解不同物种对同一生态胁迫的反应, 获得丰富的信息来回答物种保护和行为学问题。另外, 管理者和决策者通常没有太多的时间来等待结果, 同一时间内研究更多的物种会提高收集信息的效率。

(5) 利用人工实验。不要总试图避免或降低人为

干扰。在有人类干扰的情况下的研究将会得到有益于保护的信息以及确定人类如何改变一个物种的进化前景。

(6) 用Tinbergen的近因和远因理论解释保护方面的疑问。主概念框架的应用能为濒危物种的管理提出新的问题, 并能帮助拓展该物种的科学研究。对行为学家以及主流保护生物学家而言, 能做到与其他人分享Tinbergen的理论是不无裨益的。

(7) 发展和检验濒危物种的行为预测模型。当一个濒危物种的信息很少时, 预测模型对于管理者将会有用。虽然预测模型不能替代濒危物种的具体研究, 但是它能突出那些影响种群参数的行为(比如繁殖抑制和杀婴行为等)。

(8) 与野生动物管理者交换意见。野生动物管理者可能没有受过行为学方面的训练。通过交流了解他们的需求, 有效地把行为学知识应用到保护实践中。

(9) 保护计划的评价。许多国际、国家或地方的保护组织都为公众提供评述保护计划的平台。行为学家参与这些物种的存活或栖息地保护计划, 将提高这些计划的质量。

(10) 讲授保护行为学。将保护行为学整合到行为学、行为生态学和保护生物学等课程里。选用优秀的书籍和综述作为研讨班或课程素材。如果未来的保护生物学家还没有考虑到动物的行为, 那将是我们这一代的失误。

(11) 与种群生物学家探讨。在研究栖息地选择和反捕食决策对动物种群数量的影响时, 行为学家强调动物个体行为对策的适合度, 而种群生物学家关心这些效应的总和。通过与种群生物学家交流, 获得他们关于种群生存力分析的假设, 并最终得出更具实际意义的理论。

(12) 走近公众。无论是接受记者采访, 还是与身边的人闲谈, 抓住每一个机会向他们介绍与保护相关的工作, 传播生物多样性保护信息, 使公众了解我们的工作。

4 保护行为学的机遇与挑战

随着人类社会经济的飞速发展, 加之全球气候变化的影响, 野生动物的生存与进化面临前所未有的冲击(Primack, 1993; Frankham, 1995)。保护行为学是在全球生物多样性急剧丧失、野生动物灭绝风

险增加的背景下产生的。如何降低地球上物种的灭绝速度,是当今人类必须面对的课题。在物种保护实践中常常遇到许多行为学问题,行为障碍会影响动物的存活和繁殖,而传统的行为学没有从正面回答此类问题,至少没有给出可操作的方案。保护行为学的出现无疑会把动物行为研究与物种保护密切结合起来,为物种保护实践提供可靠的理论指导。因此,随着行为学基础理论与物种保护工程的结合,以及保护行为学理论的不充实与完善,保护行为学必将走向繁荣,并推动其他学科的发展。

保护行为学产生于世界科技飞速发展的时代,高新技术的应用无疑会给该学科的发展带来更多的契机。如计算机模拟和多媒体技术的应用将为分解动物行为单元、储存和重演动物行为、找出动物行为的决定因素、最终构建动物行为的理论模型创造条件。遥感、全球定位系统和地理信息系统技术的应用将给野生动物行为研究带来巨大影响,使研究人员能在更大的尺度上探讨野生动物的行为适应性。分子生物学研究技术的飞速发展,将在微观方面为动物行为与保护的研究开辟新的领地。

保护行为学的研究能够为保护野生动物提供有价值的信息,但是它不可能解决本学科研究领域之外的问题(Fox, 2003)。要拯救一个物种,需要从保护生物学、保护遗传学、保护生态学和保护行为学等多个角度对该物种进行研究,而这些只是与物种保护密切相关的应用学科。物种保护实际上是一个庞大的系统工程,除了保护行为学,它还需要在生命科学的基础学科(如生理学、进化生物学和生态学)以及它们的若干分支学科方面开展研究。显然,蕴含在这一工程中的协作和知识交流会促进保护行为学以及其他相关学科的发展。比如“动物行为的现时进化”的概念就是在这种协作交流中产生的(Stockwell *et al.*, 2003; McDougall *et al.*, 2006)。

作为一门应用学科,保护行为学将为未来的珍稀濒危动物的迁地保护做出贡献,并为特定濒危物种在迁地环境中的行为发育、人工繁育个体放归自然、野生状态下正常生存和繁殖行为的培育等提供新思路。另外,在人工饲养环境中不存在自然天敌,如何培育个体识别天敌、逃避天敌的能力,是迁地保护的一项重要内容。即使在就地保护中,保护行为学也同样会大有作为。比如,人们通过对动物的生境需求、领域行为和个体通讯等的研究,为保护

区设计和管理提供理论依据。

5 中国的保护行为学

我国保护行为学研究刚刚起步,这与国内行为学、行为生态学和保护生物学研究起步较晚有关。自20世纪80年代开始,《生物学杂志》和《生态学杂志》分别连续刊载了动物行为学讲座(尚玉昌, 1986–1987)和行为生态学系列讲座(尚玉昌, 1984–1990),标志着动物行为学和行为生态学的基本原理与方法被正式引入到我国。20世纪90年代以来,我国研究人员在行为学领域已经取得了一些进展,研究了许多物种的个体和群体行为,行为习性的研究从描述转到量化分析,许多先进的研究方法也被成功地应用。1988年,《动物行为》(范志勤, 1988)一书出版,该书着重介绍了动物行为的定义、分类和功能。而1998年和2005年出版的《行为生态学》和《动物行为学》(尚玉昌, 1998, 2005)则系统地介绍了现代动物行为学和行为生态学的基本理论、研究方法和研究内容。这几本书进一步推动了行为学和行为生态学在我国的发展。在我国行为学研究蓬勃发展的同时,保护生物学也被引入到国内,科学家们在物种多样性的研究与保护方面开展了大量工作(蒋志刚等, 1997; 宋延龄等, 1998)。行为学、行为生态学和保护生物学的引入,无疑为保护行为学在我国的发展奠定了基础。以濒危物种为研究对象是我国行为学研究的一个特点,一些行为学研究在物种保护实践中起到了理论指导作用,但是国内把动物行为与物种保护直接联系起来的具体研究不多。《动物行为原理与物种保护方法》一书(蒋志刚, 2004)的出版可以看作是我国保护行为学研究开始的标志。

自20世纪90年代以来,我国政府开始重视濒危物种行为生态学的研究,科技部973项目“物种濒危机制与保护对策”、中国科学院重大项目“中国特有珍稀脊椎动物繁殖行为生态学研究”等的实施,推动了动物行为与物种保护关系的研究,为我国的保护行为学研究打下了良好的基础(蒋志刚和葛颂, 2005)。在最近20年中,中国的濒危物种保护繁育取得了很大的成绩,其中离不开保护行为学的工作。一些物种如大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*) (Liu *et al.*, 2003; Zhan *et al.*, 2006)、海南坡鹿(*Cervus eldi hainanus*)(Zeng *et al.*, 2005)等的就地保护和麋鹿

(*Elaphurus davidianus*)(Jiang *et al.*, 2000)、赛加羚羊(*Saiga tatarica*)(王德忠等, 1998)等的迁地保护获得成功。李进华(1999)和Zhao(2005)还在野外系统地研究了短尾猴(*Macaca thibetana*)的行为及其与环境和人类活动的关系, 并探讨了行为适应性对物种存活和保护的启示。另外, 在人工饲养状态下, 我国野生动物保护工作者还成功地繁殖了许多物种, 如东北虎(*Panthera tigris altaica*)(马建章和金崑, 2004)、朱鹮(*Nipponia nippon*)(丁长青和李峰, 2005)、扬子鳄(*Alligator sinensis*)(吴孝兵和陈壁辉, 1999)等。这些研究和保护实践表明行为学研究已经渗透到野生动物保护工作中。

丰富圈养环境(又称“丰容”, environmental enrichment)是指给圈养动物提供复杂而多样的环境, 以增加圈养野生动物表达它们野外行为的可能性(Carlstead, 1996)。丰富圈养环境是提高野生动物迁地保护成功的重要措施, 也是保护行为学的一个生长点。1995年, 北京动物园通过出访交流, 获得了关于丰富圈养环境的信息资料, 并在国内率先开展了这方面的工作。2002–2006年, 中国动物园协会与美国Smithsonian National Zoo合作, 先后两次在中国召开了关于丰富圈养环境工作的研讨会, 提出了丰富圈养环境是中国动物园动物保护工作的发展趋势, 并将其纳入到动物的日常饲养管理中。在此期间, 国内多家动物园都不同程度地开展了丰富圈养环境的工作。然而, 这些工作都或多或少地存在不科学、不系统的问题, 尤其缺少动物行为学家的参与。国内动物园对野生动物行为学研究和保护实践的重视, 将为我国保护行为学研究提供更多的机会。

中国是生物多样性特别丰富的国家之一, 同时也面临着生物多样性快速丧失的问题。在世界的濒危物种中, 中国的濒危物种比例相对较高(Ballie *et al.*, 2004)。这表明我国野生动物受胁严重。最新报道指出, 包括华南虎(*Panthera tigris amoyensis*)(Tilson *et al.*, 2004)、白暨豚(*Lipotes vexillifer*)(Guo, 2006; Hopkin, 2006)等在内的一些濒危物种可能已经在野外灭绝。中国正处于经济高速发展期, 如何在这一背景下成功地保护野生动物是科学家和野生动物管理者面临的严峻课题。随着行为学和保护生物学研究在中国的广泛开展, 未来中国的动物行为研究与物种保护结合将更加紧密, 保护行为学研究也必将繁荣起来。

致谢: 感谢两位匿名审稿人对本文的评审和建议。

参考文献

- Anthony LL, Blumstein DT (2000) Integrating behaviour into wildlife conservation: the multiple ways that behaviour can reduce N_c . *Biological Conservation*, **95**, 303–315.
- Arcese P, Keller LF, Cary JR (1997) Why hire a behaviorist into a conservation or management team? In: *Behavioral Approaches to Conservation in the Wild* (eds Clemmons JR, Buchholz R), pp. 48–69. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ballie JEM, Hilton-Taylor C, Stuart SN (2004) *IUCN Red List of Threatened Species: A Global Assessment*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Beissinger SR (1997) Integrating behavior into conservation biology: potentials and limitations. In: *Behavioral Approaches to Conservation in the Wild* (eds Clemmons JR, Buchholz R), pp. 23–47. Cambridge University Press, Cambridge.
- Blumstein DT, Fernández-Juricic E (2004) The emergence of conservation behavior. *Conservation Biology*, **18**(5), 1175–1177.
- Carlstead K (1996) Effects of captivity on the behavior of wild mammals. In: *Wild Mammals in Captivity* (eds Kleiman DG, Allen ME, Thompson KV, Lumpkin S), pp. 317–333. The University of Chicago Press, Chicago.
- Caro T (1998) *Behavioral Ecology and Conservation Biology*. Oxford University Press, New York.
- Caro TM (1999) The behaviour-conservation interface. *Trends in Ecology and Evolution*, **14**, 366–369.
- Caughley G (1994) Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology*, **63**, 215–244.
- Clemmons JR, Buchholz R (1997) *Behavioral Approaches to Conservation in the Wild*. Cambridge University Press, New York.
- Curio E (1996) Conservation needs ethology. *Trends in Ecology and Evolution*, **11**, 260–263.
- Ding CQ (丁长青), Li F (李峰) (2005) Conservation and research of crested ibis. *Chinese Journal of Zoology* (动物学杂志), **40**(6), 54–62. (in Chinese with English abstract)
- Fan ZQ (范志勤) (1988) *Animal Behavior*(动物行为). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Festa-Bianchet M, Apollonio M (2003) *Animal Behavior and Wildlife Conservation*. Island Press, Washington, DC.
- Fox D (2003) Behavior and conservation: more than meets the eye. *Conservation in Practice*, **4**, 20–29.
- Frankham R (1995) Conservation genetics. *Annual Review of Genetics*, **29**, 305–327.
- Gosling LM, Sutherland WJ (2000) *Behaviour and Conservation*. Cambridge University Press, New York.
- Guo J (2006) Wildlife conservation: river dolphins down for the count, and perhaps out. *Science*, **314**, 1860.
- Harcourt AH (1999) The behaviour-conservation interface. *Trends in Ecology and Evolution*, **14**, 490.
- Holway DA, Suarez AV (1999) Animal behavior: an essential component of invasion biology. *Trends in Ecology and Evolution*, **14**, 328–330.

- Hopkin M (2006-12-14) Dolphin feared extinct in polluted Yangtze: overfishing and boat noise are killing aquatic mammals in Chinese river. <http://www.bioedonline.org/news/news.cfm?art=3004>
- Jiang Z, Feng Z, Yu C, Zhang L, Xia J, Ding Y, Lindsay N (2000) Reintroduction and recovery of Père David's deer in China. *Wildlife Society Bulletin*, **28**(3), 681–687.
- Jiang ZG (蒋志刚), Ma KP (马克平), Han XG (韩兴国) (1997) *Conservation Biology* (保护生物学). Zhejiang Science and Technology Press, Hangzhou. (in Chinese)
- Jiang ZG (蒋志刚) (2004) *Animal Behavior Principles and Species Conservation Methods* (动物行为原理与物种保护方法). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Jiang ZG (蒋志刚), Ge S (葛颂) (2005) Exploring the mechanism of species endangerment and conservation strategy in the Yangtze River drainage. *Biodiversity Science* (生物多样性), **13**, 367–375. (in Chinese)
- Knight J (2001) If they could talk to the animals. *Nature*, **414**, 246–247.
- Lehner PN (1996) *Handbook of Ethological Methods*, 2nd edn. Cambridge University Press, Cambridge.
- Li JH (李进华) (1999) *The Tibetan Macaque Society: A Field Study* (野生短尾猴的社会). Anhui University Press, Hefei. (in Chinese)
- Liu D, Wang Z, Tian H, Yu C, Zhang G, Wei R, Zhang H (2003) Behaviors of giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*) in captive conditions: gender differences and enclosure effects. *Zoo Biology*, **22**, 77–82.
- Ma JZ (马建章), Jin K (金崑) (2004) *Research on Tiger* (虎研究). Shanghai Scientific and Technological Education Publishing House, Shanghai. (in Chinese)
- McDougall PT, Réale D, Sol D, Reader SM (2006) Wildlife conservation and animal temperament: causes and consequences of evolutionary change for captive, reintroduced, and wild populations. *Animal Conservation*, **9**, 39–48.
- Olney PJS, Mace GM, Feistner ATC (1994) *Creative Conservation: Interactive Management of Wild and Captive Animals*. Chapman & Hall, London.
- Primack RB (1993) *Essentials of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland MA.
- Shang YC (尚玉昌) (1984–1990) Behavioral ecology (1–25). *Chinese Journal of Ecology* (生态学杂志), **3**(3)–**9**(4). (in Chinese)
- Shang YC (尚玉昌) (1986–1987) Lectures of animal behavior (1–4). *Journal of Biology* (生物学杂志), **12**–**17**. (in Chinese)
- Shang YC (尚玉昌) (1998) *Behavioral Ecology* (行为生态学). Peking University Press, Beijing. (in Chinese)
- Shang YC (尚玉昌) (2005) *Animal Behaviour* (动物行为学). Peking University Press, Beijing. (in Chinese)
- Song YL (宋延龄), Yang QE (杨亲二), Huang YQ (黄永青) (1998) *Research and Conservation of Species Diversity* (物种多样性研究与保护). Zhejiang Science and Technology Press, Hangzhou. (in Chinese)
- Stockwell CA, Hendry AP, Kinnison MT (2003) Contemporary evolution meets conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution*, **18**, 94–101.
- Sutherland WJ (1998) The importance of behavioral studies in conservation biology. *Animal Behaviour*, **56**, 801–809.
- Taylor AR, Knight RL (2003) Wildlife responses to recreation and associated visitor perceptions. *Ecological Applications*, **13**, 951–963.
- The Animal Behavior Society (2006) *Thirteen Things a Behavioral Biologist Can Do About Conservation*. <http://www.animalbehavior.org/Committees/Conservation/thirteen.html>
- Tilson R, Defu H, Muntifering J, Nyhus PJ (2004) Dramatic decline of wild South China tigers *Panthera tigris amoyensis*: field survey of priority tiger reserves. *Oryx*, **38**, 40–47.
- Tinbergen N (1951) *The Study of Instinct*. Clarendon Press, Oxford.
- Wang DZ (王德忠), Luo N (罗宁), Gu JH (谷景和) (1998) The introduction and domestication of saiga (*Saiga tatarica*) in its original distribution area of China. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **6**, 309–311. (in Chinese with English abstract)
- Wedekind C (2002) Sexual selection and life-history decisions: Implications for supportive breeding and the management of captive populations. *Conservation Biology*, **16**, 1204–1211.
- Wilson EO (1988) *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC.
- Wu XB (吴孝兵), Chen BH (陈壁辉) (1999) The number and value of the *Alligator sinensis* resource and current situation of its exploitation and utilization. *Journal of Natural Resources* (自然资源学报), **14**, 183–186. (in Chinese with English abstract)
- Yahner RH, Mahan CG (1997) Behavioral considerations in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, **11**, 569–570.
- Zeng Z, Song Y, Li J, Teng L, Zhang Q, Guo F (2005) Distribution, status and conservation of Hainan Eld's deer (*Cervus eldi hainanus*) in China. *Folia Zoologica*, **54**, 249–257.
- Zhan X, Li M, Zhang Z, Goossens B, Chen Y, Wang H, Bruford MW, Wei FW (2006) Molecular censusing doubles giant panda population estimate in a key nature reserve. *Current Biology*, **16**, 451–452.
- Zhao Q (2005) Tibetan macaques, visitors, and local people at Mt. Emei: problems and countermeasures. In: *Commensalism and Conflict: The Human-Primate Interface* (eds Paterson JD, Wallis J). American Society of Primatologists, Norman.