

自然保护区野生动物保护成效评价研究综述*

关博¹ 崔国发¹ 朴正吉²

(1 北京林业大学自然保护区学院,北京 100083;2 吉林省长白山科学研究院,吉林安图 133613)

摘要:野生动物保护对于自然保护区尤其是野生动物类型的自然保护区来说是其保护工作的重要组成部分,因此野生动物的保护成效是自然保护区保护功能和作用是否得到有效发挥的衡量标准之一。文中从野生动物的种类、种群数量、种群生存力、分布格局以及栖息地适宜性等方面总结了野生动物保护成效评价研究,提出几种野生动物保护成效评价研究的可能途径和方法,对野生动物保护成效评价研究进行了初步展望,以期为今后野生动物保护成效研究提供理论和技术上的支持,为自然保护区的建设和管理提供合理建议。

关键词:自然保护区,野生动物,保护成效,评价方法

中图分类号:S759.9,X36

文献标识码:A

文章编号:1001-4241(2012)06-0040-06

A Review of Assessment of Wildlife Conservation Effectiveness in Nature Reserve

Guan Bo¹ Cui Guofa¹ Piao Zhengji²

(1 College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2 Jilin Changbai Mountain Academy of Sciences, Antu 133613, Jilin, China)

Abstract: Wildlife protection is an important component of nature reserves especially wildlife nature reserves, so the protection effectiveness of wildlife is one of the indexes that measure whether the protection function and role of nature reserves can be effectively played or not. This paper briefly reviewed the research on the assessment of wildlife protection effectiveness in terms of wildlife species, wildlife populations, wildlife population viability analysis, wildlife distribution pattern and wildlife habitat suitability. Finally, we put forward some possible approaches and methods for the research of evaluation methods of wildlife protection effectiveness, and made a preliminary outlook aiming to provide theories and technical supports for future wildlife protection effectiveness study and to provide reasonable suggestions for the construction and management of nature reserves in the future.

Key words: nature reserve, wildlife, protection effectiveness, assessment method

建立自然保护区是保护生物多样性、野生动物及其栖息地环境、防止物种灭绝的重要方式^[1]。而野生动物的保护成效是衡量自然保护区功能是否得到充分发挥的重要指标,因此自然保护区野生动物保护成效评价就成为自然保护区保护工作的评价手段之一。国内外学者一直致力于野生动物保护成效的研

究,尽管他们的研究方向、研究思路和出发点不尽相同,但其最终目的都是评判野生动物本身及其所栖息的环境是否得到了有效保护,继而为今后自然保护区管理方案和决策的制定提供理论支持和实践指导。目前,对于野生动物保护成效评价的研究主要集中在以下几个方面。

* 收稿日期:2012-05-16

基金项目:林业公益性行业科研专项(201104029)

作者简介:关博,男,在读硕士,主要研究方向为自然保护区建设与管理,联系地址:100083 北京市海淀区清华东路35号北京林业大学963信箱,电话:010-62336716, E-mail:guan_bo@139.com

通讯作者:崔国发,男,教授,主要研究方向为自然保护区建设与管理,联系地址:100083 北京市海淀区清华东路35号北京林业大学159信箱,电话:010-62337944, E-mail:fa6716@163.com

1 野生动物种类和种群数量的变化

自然保护区内野生动物种类和种群数量的动态变化监测,是衡量野生动物保护成效最普遍、有效和直观的方法。经过多年的野外实践和经验总结,已经形成一套完整、成熟的野生动物种类和数量调查方法体系。两者在自然保护区的日常巡护和管理工作中常是同步进行的,有着密切的联系。其过程是通过自然保护区内的实地调查,分析野生动物的种类、种群数量以及种群结构,用直观的数据表明野生动物的动态特征,表征其目前的状态,然后将其与以前的调查数据相比较。

根据2010年中华人民共和国环境保护部颁布的《全国动物物种资源调查技术规定(试行)》,对大型兽类主要采用样线法、样点法和踪迹判断法进行野外调查,对小型兽类主要采用铗捕法、标记-重捕法、洞口统计法和样方法等,鸟类采用样线(带)调查法、样点调查法和网捕调查法等,两栖爬行类动物采用全部计数法、样线(带)法、鸣声计数法、卵块或窝巢计数法、陷阱法等。除此以外,所有的野生动物物种都可以辅以访问调查。在宁夏沙坡头国家级自然保护区,刘迺发等于1986年和1999年先后2次对保护区内的野生动物资源做了调查。其中,对鸟类种类和数量的调查采用的是样线法,即在各种生境中均布设样线,记录起止时间和样线2侧各50 m范围内鸟的种类和数量;对鼠类的调查采用的是铗捕法。调查结果显示:1999年保护动物的种类较1986年增加了7种;两栖爬行类动物的种类有所减少,而且有2种蜥蜴的数量明显减少;1999年调查到的鸟类种类较1986年增加了35种,但是有19种在1986年调查时出现的鸟类在1999年调查时没有出现,其中固沙林景观、荒漠景观和村庄农田景观的鸟类数量下降,而湿地景观的鸟类数量增加显著;1999年比1986年新增了3种哺乳类动物,但是有3种鼠类在1999年没有找到,鼠类的数量总体上呈现下降的趋势^[2]。通过对比2次调查的动物种类和数量,可以简单直观地评估自然保护区的野生动物保护成效并进一步分析其原因,为今后的管理工作提出建议。黄族豪等于2002年利用汽车作为交通工具,在甘肃盐池湾自然保护区内进行样线调查,样线宽度在500~1 000 m,同时记录每条截线范围内发现的有蹄类动物的种类和数量,用截线抽样法估计其种群密度,然后将调查

结果与1987年初步调查的有蹄类动物的群落数据相比较,表明藏野驴和藏原羚的数量稍有下降,岩羊的数量显著下降,而鹅喉羚的数量明显增加^[3]。物种种群数量的变化可反映出自然保护区对不同物种的保护成效。Earnst等于1986—2003年进行了白嘴潜鸟(*Gavia adamsii*)的空中水鸟监测,结果发现其种群数量自1986年以来的变化趋势接近于0,表明其繁殖和越冬栖息地受到了威胁,亟待加强关注^[4]。Kasahara等分析了1996—2009年13种在日本越冬的水鸟种群数量变化,结果表明:在14年中有7种表现出明显的下降趋势,这些呈现下降趋势的物种大多是以水面食物作为主要觅食对象的物种,并提出其是由于水质、中纬度地区繁殖栖息地环境以及水稻田耕种方式的变化所引起的^[5]。如果改善上述环境条件,有可能使这些水鸟的种群数量得到恢复。

固定样线法是样线法的一种扩展,采用固定样线进行动物种类和数量调查,既保证了调查条件的均一性,又保证了多次调查数据的可比性。在我国《大熊猫及其栖息地监测技术规程》^[6]中规定了大熊猫及其栖息地的常规监测方法——固定样线法,要求每年开展2次大熊猫以及同域分布的主要野生动物的野外种群状况监测,时间分别在4—5月和10—11月。这样就可以掌握大熊猫及其同域分布的主要野生动物种群的数量变化情况,以说明自然保护区对它们的保护成效,为今后的自然保护区管理提出改进方向。

迄今为止,很少有学者将不同时期的野生动物调查数据进行对比,用以评价自然保护区对于野生动物的保护成效。究其原因可能有以下几点。

1) 调查季节的差异。在不同时期、不同季节的自然保护区野生动物调查数据之间没有可比性,无法评价野生动物的保护成效。

2) 调查范围的差异。虽然自然保护区在历史上进行过多次调查,但是由于调查的范围和区域可能有差异,影响了数据的可比性,无法评价野生动物的保护成效。

3) 投入的差异。随着国家对自然保护事业投入力度的加大,目前自然保护区的保护工作提高到历史的最好水平,但是由于过去资金投入不足,调查的范围、人员数量和样线密度等都与现在的实际情况相距甚远,因此前期的调查数据会有很大误差,导致其不能与现在的数据相比较,从而无法反映野生动物保护

的成效。

4) 技术水平的差异。随着科技进步,更新、更好的理论方法和技术设备被应用到野生动物的调查中,使得调查数据能够更加真实地反映自然界的实际情况。相比之下,过去由于人员科研素养不高、方法不当、设备老化等造成调查误差较大,很难用来进行比较。

如果能够解决以上问题,就可以将不同时期的野生动物调查数据进行比较,以评价自然保护区的野生动物保护成效。大熊猫的保护成效评价应该是目前我国所有物种中开展较早、技术较成熟的。从1974年开始到目前为止,我国共进行过3次全国大熊猫调查,其中第4次全国大熊猫调查在2012年展开。科技人员采用拉网式路线调查法,对自然保护区内的大熊猫进行普查^[7]。野外调查过程中最关键的部分在于个体识别,结合多年的细心摸索,科研工作者应用“咬节区分法”和“DNA指纹技术”对大熊猫的野外数量进行了判断^[8]。

随着科技的进步和动物保护理论不断丰富与发展,自然保护区内野生动物的调查不再局限于样线法等传统的方法理论体系,更加新颖、准确、快速的方法层出不穷。在湖北神农架国家级自然保护区,何丽等通过采集川金丝猴的粪便和肌肉样本,应用线粒体DNA引物和筛选出的9对近缘微卫星位点成功地进行了川金丝猴种群的遗传多样性和遗传结构分析^[9],通过对比分析不同年份川金丝猴的遗传多样性,就可以直观地比较出不同年份自然保护区对于川金丝猴的保护成效差异。Wang等于2002年和2003年在中国西南的一个自然保护区运用远红外相机调查了329个样点,共记录到16种哺乳动物,其中有4种是首次被记录^[10]。他们指出,考察自然保护区管理效果与野生动物分布之间的关系是一种相对快速地评估自然保护区保护成效的手段,将远红外相机的重复利用作为日常监测工作的一部分能够为自然保护区的野生动物保护成效提供量化的衡量指标^[10]。

2 野生动物种群的空间分布格局与范围

组成种群的个体在其生活空间中的位置状态或布局称为种群的分布格局,一般分为随机的、均匀的和聚集的3类^[11]。自然保护区内栖息环境的特点可以决定野生动物种群的分布型:如果食物和合适的营巢地等分布都是斑块状的,就可能导致聚集分布;如

果资源本身是分布均匀的、丰富的,就可能出现随机分布,甚至是均匀分布^[11]。也就是说,野生动物种群的空间分布格局可以在一定程度上反映出自然保护区内野生动物栖息地的分布特征及其保护现状,从而反映出自然保护区的野生动物保护成效。

我们可以从野生动物种群的核心分布区面积变化或者其分布状态来衡量自然保护区对于野生动物的保护成效。如果野生动物在自然保护区内的核心分布区面积变大,说明自然保护区对于野生动物栖息地的保护卓有成效,野生动物的分布范围有所扩散,保护成效显著;自然保护区内的野生动物由原来的分散小种群分布变成连片集中分布,说明自然保护区内连接各个种群分布区的地域栖息地保护效果明显,野生动物保护成效显著。

曾治高等将2003—2004年陕西牛背梁国家级自然保护区内羚牛的调查数据与1998年的调查数据进行比较发现,羚牛的栖息地已经逐渐恢复,分布区在局部区域扩大,表明自然保护区的野生动物保护成效有所提高^[12]。秦喜文等对比了2005年以前和2005年以后的扎龙国家级自然保护区内丹顶鹤巢址质心的空间分布格局,质心的变化情况可以反映不同年份鸟巢在空间上的整体变化趋势,计算公式为:

$$X_t = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}; Y_t = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N}$$

公式中 X_t, Y_t 分别表示 t 年份丹顶鹤巢址分布质心的经纬度, X_i, Y_i 分别表示该年度第 i 个鸟巢的经纬度, N 表示丹顶鹤的巢址总数^[13]。研究发现:在2005年以前丹顶鹤巢址的质心主要分布在核心区内,每年的偏移主要集中在核心区内部;而在受到火灾干扰的2005年,丹顶鹤巢址的质心几乎迁移出了核心区。这明显地表明火灾的破坏使得丹顶鹤的核心分布区发生了偏移,导致自然保护区的野生动物保护成效有所下降^[14]。

3 野生动物种群生存力分析

野生动物的保护成效与野生动物物种的灭绝风险有着密切的关系。物种存在较高的灭绝风险,说明该物种的保护成效较差,今后的保护工作仍有待加强。种群生存力分析(PVA)作为评估濒危物种种群大小和灭绝风险的一种方法^[15]是保护生物学的基础理论^[16],可以用于野生动物的保护成效评价。它主

要分析种群统计随机性、环境随机性、自然灾害、遗传随机性、生境和种群的空间结构、景观结构变化以及各种管理措施对濒危物种种群的影响。其目的是确定最小可存活种群(MVP),把灭绝概率减少到可以接受的水平^[17],进而提出保护对策。在实际保护工作中PVA有着广泛的应用^[18],主要包括5个方面:1)预测濒危物种未来种群的大小;2)估计一定时间内物种的绝灭概率;3)评估保护措施,确定怎样能使种群的存活时间最长;4)指导濒危物种野外数据的搜集工作^[19]。国际自然保护联盟(IUCN)通过物种的受威胁程度来确定其保护优先次序,而物种的受威胁程度主要是根据物种的绝灭概率来估计的。PVA的主要作用正是估计物种的灭绝风险^[19]。

常见的PVA模型包括出生—死亡过程模型、矩阵模型、单一种群随机模型、复合种群随机模型、空间显式随机种群模型以及基于个体模拟模型^[17]。以上各个模型需要的资料量十分巨大,而且用到的数据类型往往不尽相同,研究者在研究过程中需要选用合适的模型进行目标物种的研究^[19]。目前,各种PVA模型已经被编制成应用方便、功能强大、计算速度快的软件包,并且得到了较为广泛的应用,如GAPPS,INMAT,RAMAS/Metapop,RAMAS/Stage,VORTEX以及ALEX等^[19]。

漩涡模型(VORTEX)是在模拟模型的基础上开发的较为常用的PVA软件,通过模拟物种在多种随机因素作用下生存、繁殖和死亡的过程来对未来种群进行预测,模拟结果更可信。但正由于其要模拟物种的生命过程,所以需求的数据量大、要求高,而且需要对物种的生态学特点掌握得十分清楚^[20]。因此,该研究多集中在自然保护区内的旗舰种,如大熊猫、金丝猴、朱鹮等。李欣海等利用该模型对1981—1995年朱鹮的种群数据进行分析,将模拟次数、模拟时间长度、汇报结果的时间间隔、种群个数等参数值输入到漩涡模型中,结合输出的计算结果总结和预测其种群动态,并着重研究了朱鹮的濒危程度,分析了保护成效,为今后的保护和管理工作提供了理论基础和实践指导^[21]。这对于濒危物种的保护和灭绝风险评估,显然拥有着其他方法难以具备的优势。大熊猫对于我国来说不仅仅是珍稀濒危野生动物,也对我国野生动物保护事业具有象征性意义,是联结世界人民友谊的纽带。因此,对于大熊猫进行保护成效评价和灭

绝风险评估显得尤为迫切^[22-26]。除了大熊猫之外,种群生存力的漩涡模型也应用在其他濒临灭绝物种的保护成效评价中^[27-29]。Kindall等对美国田纳西州坎伯兰山脉再引入的麋鹿种群进行了种群生存力分析,结果表明,这个麋鹿种群在未来的25年内将有99.6%的灭绝几率;并声称一味地提高麋鹿的种群数量是不可取的,应该从提高种群的生存力入手才能更好地保护麋鹿种群^[30]。

4 栖息地适宜性评价

栖息地对于野生动物的生存是至关重要的,为野生动物提供了所需的资源,是野生动物生存和繁衍的基础。笔者认为,栖息地的动态变化反映出野生动物生存空间的变化情况以及栖息地的保护区现状,从另一个侧面反映出野生动物的保护现状。因此,对于栖息地的评价可以作为野生动物保护成效评价的一个方向。

野生动物栖息地是野生动物生活繁衍的场所,由生物与非生物环境构成。对于野生动物尤其是濒危野生动物的生境评价是分析这些物种种群减少和濒危原因的重要手段,同时还能制定合理的保护对策提供依据。地理信息系统是野生动物栖息地评价中常用的方法,它的出现极大地方便了野生动物栖息地的研究,利用地理信息系统可以全面直观地了解野生动物栖息地的状况,制定评价理论和方法,增强野生动物栖息地研究的实用性。欧阳志云等运用地理信息系统对卧龙自然保护区内大熊猫的生境做了评价^[31],他将影响卧龙大熊猫生境质量的因素分为物理环境因素、生物环境因素和人类活动因素3大类,通过对野外大熊猫生境的详细调查,制定出大熊猫生境评价的准则,最后运用地理信息系统ArcView等软件对大熊猫栖息地进行空间分析,模拟卧龙自然保护区适宜大熊猫的生境范围,并对目前保护区内野生大熊猫的栖息地进行评价。黄祥云等对湖南省壶瓶山森林和野生动物类型的国家级自然保护区进行了华南虎野外调查及栖息地评价,由中美专家组成的华南虎联合调查队于2001年10—12月采用访问调查法、样带调查法、痕迹调查法和红外线自动照相技术等目前国内外通用的方法和技术,对该保护区进行了调查。此次调查虽未得到华南虎存在的确切证据,但却比较系统地调查了该区域的生境状况,初步评价了华南虎的生存环境。该区域是历史上华南虎分布较多

的区域,经过分析发现,目前仍具备华南虎生存的基本条件,是以后实施华南虎引入工程较为理想的试验基地^[32]。陈俊豪等通过实地调查,并结合已有的研究结果,确定了官山自然保护区内白颈长尾雉栖息地的适宜性评价因子,基于“被利用生境—可获得生境比较法”,以对各评价因子不同梯度的资源选择指数为依据,确定了白颈长尾雉适宜性评价准则,应用 ArcGIS 9.3 空间分析功能和栖息地片断化指数,对官山保护区白颈长尾雉栖息地进行了适宜性评价^[33]。Nandy 等通过对印度北阿坎德邦的 Jhilmil Jheel 自然保护区内的沼泽鹿 (*Cervus duvauceli* Cuvier) 潜在栖息地适宜性进行分析发现,只有 10.91% 的调查区域特别适宜其生存,因此建议将保护区周边的农用地划归到保护区中,以增加适宜栖息地的面积^[34]。

由此可见,野生动物栖息地的研究和评价可以从一个侧面反映出自然保护区对于野生动物物种的保护成效,是野生动物保护成效研究的重要方面。

5 结语

野生动物保护一直以来都是生态专家和野生动物学者关心的问题,目前关于野生动物保护的研究也纷繁多样,若将时间轴加入,就可以进行野生动物保护成效的探索。可以根据自然保护区内 2 期或多期野生动物资源调查数据,统计野生动物种类、数量和生态分布(野生动物在垂直带的分布、在海拔高度上的分布以及在自然保护区不同功能区的分布等)等指标在时间上的变化情况,以衡量自然保护区对野生动物物种多样性的保护成效。在实际操作中,可能因为人员数量和资金投入等因素的限制而难以统计自然保护区内野生动物的种类和种群数量,那么就需要将种类和种群数量等绝对值转换成相对值进行衡量,如遇见率。

另外,根据自然保护区以往的野生动物资源调查数据分析珍稀濒危物种丰富度的变化、关键食物链片段的完整性以及伞护种(关键种)的生境适宜性等指标的变化情况,可以衡量自然保护区对珍稀濒危物种及其栖息地的保护成效。

参 考 文 献

[1] 王献溥,崔国发. 自然保护区建设与管理[M]. 北京:化学工业出版社,2003:108-121.
 [2] 刘迺发,黄族豪,吴洪斌,等. 宁夏沙坡头国家级自然保护区动物资源的消长[J]. 生物多样性,2002,10(2):156-162.

[3] 黄族豪,刘迺发,张立勋,等. 甘肃盐池湾自然保护区有蹄类动物资源变化[J]. 经济动物学报,2005,9(4):246-248.
 [4] Earnst S L, Stehn R A, Platte R M, et al. Population size and trend of Yellow-billed Loons in northern Alaska[J]. Condor,2005,107(2):289-304.
 [5] Kasahara S, Koyama K. Population trends of common wintering waterfowl in Japan: participatory monitoring data from 1996 to 2009 [J]. Ornithological Science,2010,9(1):23-36.
 [6] 国家林业局. 大熊猫及其栖息地监测技术规程[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
 [7] 刘国强. 野外大熊猫种群数量调查[J]. 中国林业,2008(11B):52-55.
 [8] 何光昕,方盛国,冯文,等. 大熊猫亲子鉴定:DNA 指纹技术的应用[J]. 四川大学学报:自然科学版,1994,31(3):389-395.
 [9] 何丽,张于光,彭红兰,等. 利用非损伤性方法评估神农架保护区川金丝猴种群遗传多样性[J]. 生态学报,2010,30(16):4340-4350.
 [10] Wang D J, Li S, McShea W J, et al. Use of remote-trip cameras for wildlife surveys and evaluating the effectiveness of conservation activities at a nature reserve in Sichuan province, China [J]. Environmental Management,2006,38(6):942-951.
 [11] 孙儒泳. 动物生态学原理[M]. 北京:北京师范大学出版社,2001:161-169.
 [12] 曾治高,宋延龄,麻应太. 牛背梁自然保护区秦岭羚牛分布格局与种群大小的变化[C]. 中国动物学会兽类学分会第六届会员代表大会,北京,2004.
 [13] 王志强. 面向水禽栖息地保护决策的湿地信息系统研究[D]. 长春:中国科学院东北地理与农业生态研究所,2006.
 [14] 秦喜文,张树清,李晓峰,等. 扎龙国家级自然保护区丹顶鹤巢址的空间分布格局分析[J]. 湿地科学,2009,7(2):106-111.
 [15] Shaffer M L. Minimum population sizes for species conservation [J]. BioScience,1981,31(2):131-134.
 [16] Boyce M S. Population viability analysis[J]. Annual review of Ecology and Systematics,1992,23(1):481-506.
 [17] 李典谟,李义明. 种群生存力分析研究进展和趋势[J]. 生物多样性,1994,2(1):1-10.
 [18] Morris W F, Bloch P L, Hudgens B R, et al. Population viability analysis in endangered species recovery plans: past use and future improvements[J]. Ecological Applications,2002,12(3):708-712.
 [19] 李义明. 种群生存力分析:准确性和保护应用[J]. 生物多样性,2003,11(4):340-350.
 [20] 田瑜,郭建国,寇晓东,等. 种群生存力分析(PVA)的方法与应用[J]. 应用生态学报,2011,22(1):257-267.
 [21] 李欣海,路宝忠. 朱鹮种群生存力分析[J]. 生物多样性,1996,4(2):69-77.
 [22] 李欣海,雍严格. 佛坪大熊猫种群生存力分析的初步报告[J]. 动物学报,1997,43(3):285-293.
 [23] 任文华,杨光. 马边大风顶自然保护区大熊猫种群生存力模拟分析[J]. 兽类学报,2002,22(4):264-269.

- [24]江华明,胡锦涛. 四川宝兴县大熊猫种群生存力分析[J]. 四川动物,2010,29(2):161-165.
- [25]朱磊,吴攀文,张洪,等. 小相岭山系大熊猫种群生存力分析[J]. 西华师范大学学报:自然科学版,2008,29(2):112-116.
- [26]郭建,胡锦涛. 冶勒地区大熊猫种群生存力分析[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,1999,23(5):27-30.
- [27]张先锋,王克雄. 长江江豚种群生存力分析[J]. 生态学报,1999,19(4):529-533.
- [28]侯万儒,张泽钧,胡锦涛. 卧龙自然保护区黑熊种群生存力初步分析[J]. 动物学研究,2001,22(5):357-361.
- [29]沈才智. 黑河胜山驼鹿种群生存力分析[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2005.
- [30]Kindall J L, Muller L I, Clark J D, et al. Population viability analysis to identify management priorities for reintroduced Elk in the Cumberland Mountains, Tennessee [J]. Journal of Wildlife Management, 2011,75(8):1745-1752.
- [31]欧阳志云,刘建国. 卧龙自然保护区大熊猫生境评价[J]. 生态学报,2001,11(21):1869-1874.
- [32]黄祥云,胡德夫,唐小平,等. 壶瓶山自然保护区华南虎野外调查及栖息地评价[J]. 浙江林学院学报,2004,21(2):180-184.
- [33]陈俊豪,黄晓凤,鲁长虎,等. 官山保护区白颈长尾雉栖息地适宜性评价[J]. 生态学报,2011,31(10):2776-2787.
- [34]Nandy S, Kushwaha S P S, Gaur P. Identification of swamp deer (*Cervus duvauceli* Cuvier) potential habitat in Jhilmil Jheel conservation reserve, Uttarakhand, India using multi-criteria analysis. [J]. Environmental Management, 2012,49(4):902-914.