

# 自然保护区面积与野生动物空间需求研究进展<sup>\*</sup>

曾娅杰<sup>1</sup> 徐基良<sup>1</sup> 李艳春<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083; <sup>2</sup>河北围场县新丰林场, 河北省围场县 068450)

**摘要:**自然保护区面积的大小可能对野生动物种群生存产生影响,也给自然保护区管理带来困难。由于我国自然保护区面积规划还没有一个十分可行的依据,迫切需要对如何科学确定自然保护区面积的问题进行研究,如今这也成为我国自然保护区建设与管理研究中一个重要问题。文中简要回顾了自然保护区面积确定的研究进展,分析了自然保护区面积与野生动物空间需求的关系;归纳总结了野生动物的空间需求及其类型,并分析了影响不同类型需求空间的因子和确定方法;最后,根据我国自然保护区面积的现状,提出了依据保护目标种实际需要的空间大小来确定野生动物类自然保护区面积的方法,以期为自然保护区面积的确定提供参考依据。

**关键词:**自然保护区, 面积, 野生动物, 空间需求, 野生动物保护, 生物多样性

**中图分类号:** S759.9, X36

**文献标识号:** A

**文章编号:** 1001-4241(2010)04-0046-05

## Research Advances on Spatial Requirements of Wild Animals and Its Applications in Setting Minimum Area of Nature Reserves

Zeng Yajie<sup>1</sup> Xu Jiliang<sup>1</sup> Li Yanchun<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

<sup>2</sup> Xinfeng Forestry Farm, Weichang, Hebei 068450, China)

**Abstract:** The area of nature reserves can play an important role in the population viability of wild animal inhabiting in these reserves, whereas it can also bring some pressures to nature reserve management. Therefore, it is urgent to do some researches on setting the minimum area of nature reserves, especially as there are no useful measures up to date. Setting the minimum area of nature reserve has now become an important topic in the researches on nature reserve construction and management in China. This paper reviewed the research progresses on setting the area of nature reserve, and then described the relationships between the area of nature reserve and the spatial requirements of wild animals. The spatial requirements of wild animals, as well as their types, were also summarized, and then the factors influencing on spatial requirements of different types and the determining methods were discussed. In addition, some measures were suggested to set the minimum area of nature reserves, especially the wild animal nature reserve in China, based on the space actually required by the protected wild animals. The results should be also beneficial to set the minimum area of other types of nature reserves in China.

**Key words:** nature reserve, area, wild animal, spatial requirements, conservation, biodiversity

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<sup>[1]</sup>, 而种群的密度、丰富度与栖息地面积的关系是保护区面积设计的重要工具<sup>[2-3]</sup>。截至 2008 年底, 我国(不含香

\* 收稿日期: 2010-04-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(30800103); “十一五”国家科技支撑计划项目(2008BADB0B01)

作者简介: 曾娅杰, 女, 硕士, 主要研究方向: 自然保护区建设与管理, 联系地址: 100083 北京市清华路 35 号北京林业大学 684 信箱, E-mail: zengyajie@163.com

通讯作者: 徐基良, 男, 博士、副教授, 主要研究方向: 生物多样性保护与自然保护区管理, 联系地址: 100083 北京市清华东路 35 号北京林业大学 159 信箱, 电话: 010-62336718, E-mail: xujiliang@bjfu.edu.cn

港、澳门特别行政区)共建立自然保护区 2 538个,总面积 149万  $\text{km}^2$ ,陆地自然保护区面积约占领土面积的 15.13%,超过了世界陆域保护区面积的平均水平<sup>[7]</sup>。目前,自然保护区已经是一类特殊的土地类型,但由保护区面积引发的保护区与周边居民的矛盾问题、保护区内物种数量减少问题日益凸显,保护区面积的确定问题成为保护区建设中一项亟待解决的问题<sup>[6,8]</sup>。

## 1 自然保护区面积研究概况

尽管确定自然保护区的面积是一个十分复杂的问题,但国内外已有许多学者做出了研究<sup>[9]</sup>。1962年 Preston的物种-面积关系理论认为,某一区域的物种数量随着面积的幂函数增加而增加,公式表达为  $S=CA^Z$ (其中  $S$ 表示物种丰富度,  $A$ 为面积,  $C$ 和  $Z$ 均为常数),可适用于大陆和岛屿的动植物物种。在此基础上,1967年 MacArthur和 Wilson提出了岛屿平衡理论(Equilibrium Theory),从动态方面阐述了物种丰度与面积及隔离程度的关系。20世纪70年代中期, Diamond等根据岛屿生物地理学的“平衡理论”提出一套自然保护区设计原则,涉及保护区面积的大小、形状和生物廊道建设等方面。到80年代,基于群落生态学的途径研究保护区面积的方法开始发展起来,主要有种群生存力分析(population viability analysis PVA)和最小可存活种群(minimum viable population MVP),并提出自然保护区最小面积确定的3个步骤:1)鉴别目标种或关键种;2)确定保证这些物种以较高概率存活的最小种群数量(MVP);3)用已知密度,估计维持最小种群数量所需的面积<sup>[14]</sup>,该面积就是保护区的最小面积<sup>[14]</sup>。随着动物栖息地的改变,一些新的关于确定保护区面积的理论也在不断发展,如物种丰富度的中域理论和昆虫种群密度与斑块大小的研究等<sup>[10,15]</sup>。

植物群落结构是衡量生态系统安全性和稳定性的重要指标,因此有学者提出根据生态系统中关键种的有效种群大小来估测自然保护区的最适面积<sup>[13]</sup>。这些关键种可以包括食肉动物、重要的被捕食动植物和对植物传播与传粉起作用的物种,实际工作中也可采用自然生态系统中的濒危种和特有种进行分析。

也有研究认为,确定自然保护区的面积可以从主要保护对象和当地社会经济发展水平两方面入

手<sup>[9]</sup>,而对单个自然保护区,其面积可根据主要保护对象,利用相关研究中已获得的一些经验和结果来分析。也有学者提出,目标种群和动物家域的大小是确定保护区面积大小的两个重要因素<sup>[16-17]</sup>。此外,自然保护区面积的研究还有一些经验性的数值<sup>[9]</sup>。

## 2 动物的空间需求

动物的空间需求由采食空间、繁殖空间、隐蔽空间和迁徙空间组成<sup>[19]</sup>。个体的营巢空间作为动物个体的隐蔽空间的一部分,动物个体往返于采食斑块、来往于巢区和采食地、繁殖地与越冬地之间的所需空间都作为动物个体的迁徙空间,迁徙空间是动物个体空间需求的核心。

不同类型的空间需求取决于动物的行为<sup>[19]</sup>。狭义上,动物的行为可主要分为领域行为、攻击和防御行为、采食行为(包括贮食行为)、繁殖行为(包括求偶、交配、抚幼行为)、社会行为、共生行为(互利共生、偏利共生)、通讯行为、寄生行为、利他行为、竞争行为和聚群行为等<sup>[19]</sup>,而动物的需求空间可分为领域空间、隐蔽空间、迁徙空间、繁殖空间、共生空间、采食空间、通讯空间、寄生空间等<sup>[19]</sup>。其中与保护区面积相关的空间类型主要有领域空间、隐蔽空间(包括营巢空间)、迁徙空间(包括种间、种内的通讯空间)、繁殖空间和采食空间。

1983年 Schonewald-Cox研究了食草动物与食肉动物的种群大小与栖息地的空间需求之间的关系,发现由于动物所处的营养级不同,小型草食动物、大型草食动物和大型食肉动物所需的生存空间大小不同:维持1 000个个体的小型草食动物,如鼠类,需要5  $\text{km}^2$ 大小的栖息地,而维持一个1 000个个体的大型食肉动物种群,需要近万平方公里的栖息地。因此,研究动物的空间需求是确定自然保护区面积的一个重要方法。

## 3 动物需求空间的确定方法

### 3.1 领域空间

领域空间(space of territory)是动物为了防止外来者入侵而建立的暂时或长久居住的地方,亦是其进行社会或非社会行为以及繁衍后代的场所<sup>[19-20]</sup>。其中,动物群落结构的领域空间结构(territorial spatial structure)也是一个自然保护区研究中的重要生态

话题<sup>[21]</sup>。

领域空间取决于动物的领域行为,这在种间和种内个体都有很大的不同。例如,个体小的蚜虫领域只有几毫米长,而个体较大的白鹡鸰可以保卫 600 m 长的河岸;选择同一片叶子的蚜虫,竞争能力强的可占有叶子卷曲度大、展开晚的叶尖部,而竞争能力差的则生存在叶子卷曲度小、展开早的叶基部<sup>[23]</sup>。因此,物种控制领域的能力可作为确定领域空间大小的因素之一。种内的性别也是决定领域大小的重要因素<sup>[23]</sup>。并且,领域大小的确定还要依据动物的生活史变化,尤其是繁殖季节,动物对食物的需求发生变化会改变现有领域空间的大小<sup>[24]</sup>。

此外,种群密度、社会性物种参与保卫领域的个体数、领域占有者的体重等也是决定领域大小的因素,并且由于受守卫领域时消耗能量的影响。一些动物的个体或家族仅保护整个活动区域的核心部分,即离巢穴邻近的部分,在确定领域空间时也要考虑<sup>[21, 23]</sup>。

### 3.2 隐蔽空间

隐蔽空间是维系动物生存需要的另一种重要空间,主要是动物个体为了保护自身安全,隐藏自己不被捕食者发现的地方,包括营巢空间和逃逸空间等<sup>[19]</sup>。营巢空间是能够满足动物营造巢穴并在巢穴内育幼的空间,对一些特殊的有生活史变化的动物来说,在营巢空间内还要完成动物的生活史转化;逃逸空间是当动物感受到威胁时,离开威胁源一定的距离之后能够恢复安全感的空间,因此常会受捕食者或人类活动的影响。

营巢空间的大小受动物护巢行为(nest defence behavior)的影响<sup>[26, 28]</sup>。确定营巢空间时,除了要基于巢的位置外,还要在野外对不同类型的护巢行为进行观察。隐蔽空间是避免动物个体产生胁迫感,保持自身安全和正常行为节律的关键,对人工圈养野生动物尤其重要。隐蔽空间的变化会影响动物的行为表达,尤其那些容易发生弹性变化的行为,是指示隐蔽空间大小的关键。例如,陈厦山和陈云鹤发现,一些在野外自然受孕的大灵猫(*Viverra zibetha*)在人工饲养环境中产下幼仔后,母灵猫会吃掉幼仔,当为大灵猫开辟一片面积为 900 m<sup>2</sup> 的野外隐蔽条件模拟环境后,大灵猫表现出正常的行为,吃仔现象减少;而在笼养条件下的大灵猫则完全不能交配。

### 3.3 繁殖空间

动物的繁殖空间受动物繁殖行为所控制,包括个体的繁殖集群空间、育幼空间、繁殖行为的展示空间、寻找配偶的空间等<sup>[19]</sup>。对一些个体较大的鸟类,繁殖空间表现为求偶场(Lek)。如大鸨喜欢在固定的时间集中在几块面积不大的求偶场地中进行集群炫耀,不仅有利于提高其安全性,还可增加不同群体间雌雄鸨的遇见率,有利于这种数量稀少的种群更好地繁衍、发展<sup>[27]</sup>,所以这种集群行为是研究求偶场大小的关键。对求偶场大小的研究还要分析参加求偶炫耀的群体大小以及求偶场内的资源情况和雄性个体领域的占有能力等<sup>[28]</sup>。

繁殖空间还表现出生态位的变化,在不同的生态位空间上,其大小和重叠程度可以反映出繁殖空间的利用情况。李世勇等通过对夜鹭(*Nycticorax nycticorax*)、白鹭(*Egretta garzetta*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)和大白鹭(*Casmerodius albus*)的种群动态、繁殖行为和巢群关系进行观察和研究发现,池鹭巢的综合空间生态位最宽;池鹭和夜鹭巢位的空间格局最为相似;池鹭和白鹭的生态位重叠较大。

### 3.4 采食空间

采食空间是维持个体生存和繁殖所需食物资源的空间,受动物采食策略的影响,如对食物种类、采食时间和采食地的选择等。当这个空间被压缩后,动物个体的营养和能量来源会受到限制,还会对动物的行为产生影响,如压抑繁殖行为。Boyd曾发现,一个面积一定的围栏里有 18 头母马时,普氏野马(*Equus caballus*)的繁殖行为受压抑,而当减少母马的数量时,繁殖行为恢复正常。

动物的食物在空间和时间(季节变化)上可表现出空间分布层次,其中食物的时空分布异质性是动物选择性采食的基础,而食物的空间分布层次除与土壤、地形、微气候、相邻植物有关外,还与栖息于植被上的动物有关,使得采食空间也表现出空间和时间的分布层次。因此,研究动物采食活动规律、食物组成变化和采食栖息地的选择,也是研究保护区面积大小的一种方法<sup>[29]</sup>。

动物的采食空间还与栖息地内的空间异质斑块、动物的群体大小和动物采食时的行为分工有关<sup>[30]</sup>。国艳莉等发现,亚洲象在觅食时最大分散面积可达 1 km<sup>2</sup> 左右,母象个体相互之间的距离不超过 10 m,警卫象也会进食,但其采食的频率比较低。

### 3.5 迁徙空间

一些动物为了寻找食物、躲避恶劣的生存环境,需要在不同的栖息地之间迁徙移动,迁徙空间是这些动物生存的必要条件。动物的迁徙在不同尺度上存在着差异,小尺度上的迁移,如动物个体来往于采食斑块、巢区和采食地之间的移动,采食地和隐蔽地之间的移动,这种迁移通常是短距离的;而大尺度上的迁徙是长距离的,主要是指繁殖地与越冬地之间的移动<sup>[32-33]</sup>。

栖息地破碎化和自然灾害等因素会影响野生动物的迁徙。由于青藏公路的建立,2002年藏羚羊的迁徙时间比2001年长了20天,产仔方式也发生了改变<sup>[34]</sup>。由于自然灾害,2000年大批的蒙古野驴曾经过长距离的迁徙,冲毁中蒙边界的铁丝网,从蒙古共和国进入我国境内<sup>[35]</sup>。并且,同一地区内,动物的迁移还与季节性变化有关<sup>[36]</sup>。这些迁徙空间的研究可应用于保护区生物廊道的保护与设计,设计方法的关键在于要根据主要保护对象的种类、数量、分布和迁徙或洄游规律以及栖息地的需求,分析动物的迁徙路线和在迁徙过程中的进食和休息地,确定生物廊道的空间位置、数量、长度、宽度和高度。对营飞翔生活的鸟类,需要对其经过的每一个休息和进食区进行保护,修建点状分布的保护区。

## 4 结语

应该建立多大的自然保护区是近些年来自然保护区建设主管部门迫切需要解决的问题,也是自然保护区学需要研究的热点问题<sup>[9]</sup>。虽然《自然保护区工程项目建设标准》(2002)提出了我国自然保护区面积大小划分的标准,但由于很多是经验性的数字,缺乏实际意义。因此,在实际的保护区面积规划中就会常常遇到问题,如果保护区面积过小,则无法保障保护对象的长期安全;保护区面积过大,则很难协调自然保护区与资源开发利用的关系。

目前我国野生动物类型的自然保护区面积确定方法除了依据这些经验数字外,也参照了一些经典的理论,如岛屿生物地理学理论认为,保护区的面积越大,破碎越少,物种数量越多,保护效果越好,但忽视了竞争、捕食、互惠共生和进化等影响岛屿生物群落结构的重要生态学因素,以至于在规划时尽可能地划大保护区面积,加大了人与保护区的冲突。对于濒危野生动物类型的保护区,面积确定的方法往往将物

种出现频率较高的地区作为保护区的中心,以地理因素和人类活动为半径来画“圈”<sup>[37]</sup>。虽然这种方法比经验数字更具有科学性,但也是不准确的,因为它忽视了动物自身的活动半径,降低了物种保护的相对安全指数。

研究野生动物实际需要空间的大小是准确确定保护区面积的途径之一。在大尺度上,保护区最大面积就是保护区内所有能够满足动物基本存活条件的地方。动物的栖息地选择确定了实际利用区域的范围,不同类型的需求空间就是构成实际利用区域的因子,可以作为构成保护区最小面积的单元。鉴于不同类型的需求空间都有不同的影响因子和确定方法,而且保护物种的差异、不同类型的需求空间存在重叠,因此,要确定动物实际需要空间的大小,首先要对保护目标物种进行长时间的行为观察,进行科学研究的积累,其次还要与当地社区的社会和经济因素相结合,为保护区留有适当的发展空间,减少人与保护区的冲突,实现物种保护和经济发展的协调。

随着人类干扰的加剧,动物栖息地片段化分布越来越严重,在迁徙空间建立迁徙廊道是增加通讯空间,加强基因交流的有效方式,也是自然保护区建设的重点之一。此外,如何研究单一物种类型保护区的设计理论和模型,有效保护小种群的空间需求,也是目前自然保护区面积确定技术的难点之一<sup>[38]</sup>,需要进一步研究。

## 参 考 文 献

- [1] 王献涛,崔国发.自然保护区建设与管理[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [2] Hanski I. A practical model of metapopulation dynamics[J]. *Animal Ecology* 1994, 63: 151-162.
- [3] Connor E F, Courtney A C, Yoder J M. Individuals—area relationships: the relationship between animal population density and area[J]. *Ecology* 2000, 81: 734-748.
- [4] Matter S F. The importance of the relationship between population density and habitat area[J]. *Oikos* 2000, 89: 613-619.
- [5] Stephen F M. Population density and patch size: a field study of within and between generation variability[J]. *The American Midland Naturalist* 2007, 157(1): 1-10.
- [6] 崔国发,王献涛.世界自然保护区发展现状和面临的任务[J].北京林业大学学报,2000,22(4): 124.
- [7] 国家环境保护总局自然生态保护司.全国自然保护区名录[M].北京:中国环境科学出版社,2008.
- [8] 崔国发.自然保护区学当前应该解决的几个科学问题[J].北京林业大学学报,2004,26(6): 102-105.

- [9] 徐基良, 崔国发, 李忠. 自然保护区面积确定方法探讨[J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(5): 129—130.
- [10] Preston F W. The canonical distribution of commonness and rarity (Part I) [J]. *Ecology* 1962, 43: 185—215, 431—432.
- [11] MacArthur R H, Wilson E O. The theory of island biogeography [M]. Princeton, New Jersey, USA: Princeton University Press 1976.
- [12] 代力民, 陈高, 邓红兵, 等. 受干扰长白山阔叶红松林分结构组成特征及健康距离评估[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1750—1754.
- [13] 赵淑清, 方精云, 雷光春. 物种保护的理论基础: 从岛屿生物地理学理论到集合种群理论[J]. 生态学报, 2001, 21(7): 1171—1179.
- [14] 李义明, 李典谟. 自然保护区设计的主要原理和方法[J]. 生物多样性, 1996, 4(1): 32—40.
- [15] Robert K C, David C L. The mid-domain effect: geometric constraints on geography of species richness [J]. *Tree* 2000, 15(2): 70—76.
- [16] 蒋志刚. 动物行为原理与物种保护方法[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [17] 蒋志刚. 论中国自然保护区的面积上限[J]. 生态学报, 2005, 25(5): 1205—1211.
- [18] 尚玉昌. 行为生态学[M]. 北京: 北京大学出版社, 1999.
- [19] Clutton-Brock T H. Female transfer and inbreeding avoidance in social mammals [J]. *Nature* 1989, 337: 70—72.
- [20] Jonsson P, Koskela E, Mappes T. Does risk of predation by mammalian predators affect spacing behavior of rodents? Two large-scale experiments [J]. *Oecologia* 2000, 122: 487—492.
- [21] May R. Unanswered question in ecology [R]. *Philosophical transactions of the Royal Society of London, series B* 1999, 354: 1951—1959.
- [22] Temeles E J. The role of neighbors in territorial systems: When are they "dear enemies"? [J]. *Animal Behavior* 1994, 47: 339—350.
- [23] 胡锦矗. 卧龙的大熊猫[M]. 四川: 四川科学技术出版社, 1985.
- [24] 孙儒泳. 动物生态学原理[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2001: 283—285.
- [25] Aaron R, Gwilym S J. Dynamics of territorial behavior by common nighthawks [J]. *Northeastern Naturalist* 2000, 7(2): 178—180.
- [26] 李枫, 李俊生, 鲁长虎, 等. 扎龙湿地自然保护区芦苇沼泽营巢鸟的护巢行为[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(1): 55—58.
- [27] 万冬梅, 赵丘. 大鸨求偶场选择[J]. 生态学报, 2004, 24(11): 2598—2599.
- [28] 游章强, 蒋志刚. 动物求偶场交配制度及其发生机制[J]. 兽类学报, 2004, 24(3): 254—258.
- [29] Krebs C J, Imant A J. Learning and foraging individuals, groups and populations [J]. *American Naturalist* 1992, 140: 63—84.
- [30] 汪诗平, 李永宏, 王艳芬. 绵羊的采食行为与草场空间异质性关系[J]. 生态学报, 1999, 19(3): 430—434.
- [31] 国艳莉, 张立, 董永华. 西双版纳野生亚洲象的觅食行为[J]. 兽类学报, 2006, 26(1): 54—58.
- [32] 周绍春, 张明海, 李晓民. 白枕鹤春季迁徙行为时间分配及活动规律[J]. 东北林业大学学报, 2005, 33(4): 37—39.
- [33] George B S, 康葛黎, 蔡新斌, 等. 藏羚羊雌性种群的迁徙行为和产仔行为[J]. 兽类学报, 2006, 26(2): 105—113.
- [34] 裴丽, 冯祚建. 青藏公路沿线白昼交通运输等人类活动对藏羚羊迁徙的影响[J]. 动物学报, 2004, 50(4): 669—674.
- [35] 李春旺, 蒋志刚, 周嘉楠, 等. 内蒙古巴彦淖尔盟蒙古野驴的数量、分布和保护对策[J]. 兽类学报, 2002, 22(1): 1—5.
- [36] 郑祥, 葛宝明, 郑荣泉. 黑鹿栖息地利用的季节变化[J]. 兽类学报, 2006, 26(2): 201—205.
- [37] 张大勇. 集合种群与生物多样性保护[J]. 生物学通报, 2002, 37(2): 1—2.
- [38] Michael A M, Colin J T, Hugh P P. Theory for designing nature reserves for single species [J]. *The American Naturalist* 2005, 165(2): 250—257.