

自然保护区学说与麦克阿瑟-威尔逊理论

邬建国*

(内蒙古大学生物系, 呼和浩特)

摘 要

全球正面临着物种灭绝的大危机, 自然保护已成为人类面临的重大课题。自然保护区的建立是减缓物种灭绝速率、保护生物多样性的重要途径。岛屿生物地理学为自然保护区理论的产生起了重要的作用。然而, 许多研究表明, 该学科尚未成熟, 尤其在自然保护区方面的应用颇为有限。无疑, 现代自然保护区理论应是多学科研究的综合产物。本文概述了岛屿生物地理学的基本内容及其在自然保护方面的影响, 并对种群稳定性分析和景观生态学途径在自然保护区理论中的作用进行讨论。

关键词: 岛屿生物地理学, 自然保护区。

随着人类对自然界的不断干扰, 全球性的自然生境被破碎化, 生态系统被瓦解的现象日趋严重。这种生境的破碎化或岛屿化是当前物种绝灭危机的最主要原因^[1]。大量调查表明, 物种绝灭率在大幅度增加, 许多生境敏感种已经或正在丧失其存活的基础。在过去的6亿年中, 物种自然绝灭率大约每年1个种, 而现在由人类活动引起的物种绝灭率至少1千倍于此^[2]。保护自然、拯救濒危物种、维护生物多样性已成为举世瞩目的重大课题。建立自然保护区、生物庇护所、自然公园是实现上述目标的重要途径。目前, 自然保护区理论尚处萌芽状态, 急待迅速发展和成熟。

岛屿生物地理学的核心是研究物种丰富度与面积及岛屿隔离程度的静态和动态关系。在过去的20多年中, 该学科发展迅速, 并广为应用到大陆生境岛的研究中。岛屿生物地理学理论为自然保护区设计的原理和实践奠定了理论基础。该理论亦有其局限性, 盲目应用到自然保护中会带来难以弥补的损失。现代生态学、种群生物学, 以及其它学科的迅速发展正在不断充实着自然保护区理论, 使其向多学科高度综合性方向发展。

一、岛屿生物地理学理论

生物群落中, 种的多度一般呈对数正态分布, 而种的丰富度则随面积的增加而增加。广泛采用的种-面积关系式为:

$$S = CA^z \quad (1)$$

式中, S 代表种丰富度, A 代表面积, C 和 Z 均为拟合常数。上式只是一个简单的统计拟合方程, 无解释种丰富度动态机理的功能。麦克阿瑟(Mac Arthur)和威尔逊(Wilson)于1967年创立了生物地理学理论(简称M-W学说), 首次从动态方面阐述了物种丰富度与面积及隔离程度

*现在美国迈阿密大学。

本文于1988年12月21日收到。

之间的关系。认为岛屿的种丰富度决定于种的迁入率和绝灭率。这两个过程的消长导致了物种丰富度的动态，迁入率和绝灭率与岛屿的面积及隔离程度有关。一般说来，绝灭率随面积的增加而减小；迁入率随隔离程度增加而减小。

M-W学说可用以下模型表示：

$$\frac{ds(t)}{dt} = I - E \quad (2)$$

式中， I 和 E 分别代表迁入率和绝灭率。

$$I(S, D) = \left(1 - \frac{S}{S_0}\right)^{2n} \exp\left(1 - \frac{\sqrt{D}}{D_0}\right) \quad (3)$$

和
$$E(S, A) = \frac{RS^n}{A} \quad (4)$$

式中， S_0 代表大陆种库大小； D 代表岛屿与大陆库间距离， D_0, n 和 R 均为拟合参数^[5]。

岛屿生物地理学理论的提出和迅速发展是生物地理学中的一场大革命^[4]。这一理论大大激发了对海洋岛屿以及大陆生境岛的研究。大量资料表明，面积和隔离程度确实在许多情形中是决定种丰富度的最主要因素^[5]。但经过70年代一阵研究热潮之后，该理论的准确性和可应用范畴仍然充满争议^[6]。

二、基于岛屿生物地理学理论的自然保护区学说

麦克阿瑟和威尔逊指出，岛屿化是生物地理学的普遍现象，如走廊林，不同植被类型相互镶嵌的群落片断，以及分割的森林斑块等。岛屿生物地理学理论也适用于这些陆地“生境岛”。自70年代以来，这方面的研究已颇为广泛^[7-10]。岛屿生物地理学一时成为自然保护区设计的主要理论基础。此学说认为：(1)面积越大，种绝灭率越小，面积越大，生境多样性越大，因此种丰富度亦越大；(2)隔离程度越高，种迁入率越低，种丰富度越低；(3)面积大而隔离度又低的自然保护区具有较高的平衡种丰富度功能；(4)面积小或隔离程度低的生境岛具有较高的种周转率。因此，自然保护区设计应遵循下列原则：(1)保护区面积愈大愈好；(2)一个大保护区比具有相同总面积的几个小保护区为好；(3)对某些特殊生境和生物类群，最好设计几个保护区，且相互间距离愈近愈好；(4)自然保护区之间最好用通道相连，以增加种迁入率；(5)为了避免“半岛效应”，保护区以圆形为佳。这些原则已被自然与自然资源保护国际联盟纳入“世界自然保护策略”^[11]。然而，对于麦克阿瑟—威尔逊理论在自然保护中的应用仍存在争议^[12-15]。一些学者对平衡态在自然界的存在提出质疑^[16]。至于保护区的形状，并非总是圆形最佳^[16]。保护区之间的通道可以增加种迁入率，并可通过种群互补效应减小局部绝灭率。但是，传播疾病和扩散干扰源的弊端也不容忽视^[17,18]。

大保护区的建立常会受到社会、经济以及管理方面因素的限制。因此，设计原则中(2)成为争论的问题。许多学者认为M-W理论赞同这种原则^[19,20]。然而，辛伯洛夫和艾比尔于1976年首次指出：种-面积关系在对原则(2)的问题上是模棱两可的，保护区所包含的种数取决于种-面积曲线的斜率以及这几个小保护区中所含共有种的比例。另一方面，由于种迁入

源中种迁入梯度的存在, M-W 学说产生不同的两种答案^[21]。此观点引起了为期十余年的争议^[19, 20, 22-24]。但许多研究和分析表明, 几个分散的小保护区通常比一个具相同总面积的大保护区有更大的种丰富度。总之, 岛屿生物地理学理论在自然保护区设计与管理方面的应用值得重新认识。

三、发展中的自然保护区理论

建立自然保护区目的在于: 保护濒危种, 保护物种多样性; 保护自然生态系统结构和功能的完整性^[18]。保护区目的不同, 设计原则亦不同。马格尔斯和尤斯尔系统地总结和讨论了各种不同的自然保护价值评审标准, 和如何选择自然保护区^[25]。

近年来, 种群遗传学、种群生态学、岛屿生物地理学以及新兴的景观生态学和自然保护生物学等学科的发展, 大大充实了自然保护区理论^[26-27]。一些学者认为, 在自然保护区中种的灭绝过程要比迁入过程重要得多, 而这些过程与群落演替及其内部更新过程有关^[28]。因此, 提出了最小动态面积的概念, 即在自然扰动存在的情况下, 能够保证群落内部种的个体群长期存活的最小面积。沙福尔首次精确定义了最小存活种群(MVP), 即在遗传特性, 环境因素和种群自身的随机变化存在的情况下, 能够以 99% 的概率存活 1,000 年的最小种群^[29]。此概念把种群大小和其绝灭速率直接联系到了一起, 在对孤立种群的动态研究中应用广泛。索莱认为, 最小存活种群与下述因素有关: (1) 种群在年龄结构和性比等方面的随机性; (2) 环境随机性; (3) 遗传随机性; (4) 自然灾害; (5) 最小动态面积; (6) 种的社会行为机能障碍; (7) 疾病^[30]。也有人把估测最小存活种群的过程称为种群脆性分析, 并提出一个初步的综合概念模式。所有这些都为自然保护区理论提供了新内容^[31]。

索莱和辛伯洛夫认为, 确定自然保护区的最小面积可分三个步骤: (1) 确定目标种或关键种; (2) 确定这些种的最小存活种群; (3) 根据种群密度和 MVP 确定最小面积。兰迪指出, 在小种群中近亲杂交可大大降低个体适度, 而遗传漂变会削弱遗传变异力, 进而降低个体对环境的适应力^[32]。然而, 一般情况下种群结构、生活史随环境的变化能力、传播力以及迁入率和绝灭率在确定 MVP 中比种群遗传学方面的因素更重要^[32]。MVP 理论已成为自然保护区理论的重要内容。

在岛屿化现象日趋广泛的自然景观中, 斑块状分布的种群间相互作用对保护生物多样性起重要作用^[33-34]。生境岛的空间格局、景观基底、通道及其相互作用是景观生态学研究的核心^[35]。景观生态学原理在自然保护区设计和管理中, 对保护生物多样性、景观多样性和保护区网系统的建立起了积极的作用^[36-38]。因此, 汲取岛屿生物地理学理论之精华, 综合种群脆性分析和景观生态学途径于一体, 是目前自然保护区理论发展的重要趋势^[2, 34]。

参 考 文 献

- [1] Wilcox, B.A., and D.D. Murphy; Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *Amer. Nat.* 125:879-887, 1985.
- [2] Wilson, E.O. (ed.); *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C., 1988.
- [3] Gilpin, M.E., and J.M. Diamond; Calculation of immigration and extinction curves from the species-area-distance relation. *Proc. Nat. Acad. Sci. (USA)* 73:4130-4134, 1976.
- [4] Simberloff, D.S.; Equilibrium theory of island biogeography and ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5:

- 161—179, 1974.
- [5] Pielou, E.C., *Biogeography*. Wiley, N.Y., 1979.
- [6] 郭建国, 1989, 岛屿生物地理学理论, 模型与应用. 生态学杂志, 第6期.
- [7] Forman, R.T.T., A.E. Galli, and C.F. Leck, Forest size and avian diversity in New Jersey Woodlots with some land use implications. *Oecologia* 26: 1—8, 1976.
- [8] Whitcomb, R.F., J.F. Lynch, P.A. Opler, and C.S. Robbins, Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science* 193:1030—1032, 1976.
- [9] Burgess, R.L., and D.M. Sharpe(eds); *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*. Springer-Verlag, N.Y., 1981.
- [10] Harris, L.D., *The fragmented forest*. Univ. of Chicago Press, Chicago, 1984.
- [11] IUCN; World conservation strategy. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, U.N. Environmental Program, World Wildlife Fund, Gland, 1980.
- [12] Gilbert, F.S., The equilibrium theory of island biogeography: fact or fiction? *J. Biogeogr.* 7:209—235, 1980.
- [13] Higgs, A. J., and M.B. Usher, Should nature reserves be large or small? *Nature* 285:568—569, 1980.
- [14] Simberloff, D.S., Island biogeographic theory and the design of wildlife refuges. *Soviet Journal of Ecology* 13:215—225, 1983.
- [15] Burgman, M.A., H.R. Akcakaya, and S.S. Loew, The use of extinction models for species conservation. *Biol. Conser.* 43:9—25, 1988.
- [16] Game, M., Best shape for nature reserves. *Nature* 287:630—632, 1980.
- [17] Diamond, J.M. and R.M. May, Island biogeography and the design of natural reserves. Pages 228—252 in R.M. May, ed. *Theoretical Ecology*; Principles and Applications. (second edition). Blackwell, Oxford, 1981.
- [18] Soulé, M.E. and D.S. Simberloff, What do genetics and ecology tell us about the design of nature reserves? *Biol. Conser.* 35:19—40, 1986.
- [19] Wilson, E.O. and E.O. Willis, Applied biogeography. Pages 522—534 in M.L. Cody and J.M. Diamond, eds. *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard Univ. Press, Cambridge, 1975.
- [20] Terborgh, J., Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science*: 193: 1029—1030, 1976.
- [21] Simberloff, D.S. and L.G. Abele, Refuge design and island biogeographic theory: effects of fragmentation. *Amer. Nat.* 120:41—50, 1982.
- [22] Diamond, J.M., Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science* 193:1027—1029, 1976.
- [23] Simberloff, D.S. and L.G. Abele, Island biogeography theory and conservation practice. *Science* 191: 285—286, 1976a.
- [24] Simberloff, D.S. and L.G. Abele, Island biogeography and conservations. strategy and limitaion. *Science* 193: 1032, 1976b.
- [25] Margules, C. and M.B. Usher, Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review. *Biol. Conser.* 21:79—109, 1981.
- [26] Simberloff, D.S., The contribution of population and community biology to conservation science. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19:473—511, 1988.
- [27] Wu, Jianguo and J.L. Vankat, *Nature Conservation: modelling fragmented landscapes*. Accepted for the International Meeting on Conservation Phytoecology, Beijing, China, 1989b.
- [28] Pickett, S.T.A. and J.N. Thompson, Patch dynamics and the design of nature reserves. *Biol. Conser.* 13: 27—37, 1978.
- [29] Shaffer, M.L., Minimum population sized for species conservation. *BioScience* 31:131—139, 1981.
- [30] Soulé, M. E., *Applications of genetics and population biology: the what, where and how of nature reserves*. Pages 252—264 in UNESCO-UNEP: Conservation, science and society. UNESCO-UNEP, 1984.
- [31] Soulé, M.E. (ed.), *Viable populations for conservation*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1987.
- [32] Lande, R., Genetics and demography in biological conservation. *Science* 241:1456—1460, 1988.
- [33] Levin, S.A., Population dynamic models in heterogeneous environments. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 7: 287—310, 1976.
- [34] Wu, Jianguo, and J.L. Vankat, *A framework for studying species population dynamics of landscape patches*. Page 47 in CSU: Linking landscape structure to ecosystem processes. 4th Annual Landscape Ecology Symposium, CSU, Fort Collins, 1989a.

- [36] Forman, R.T.T., and M. Godron, *Landscape ecology*. Wiley, N. Y., 1986.
- [38] Romme, W.H. and D.H. Knight, Landscape diversity: the concept applied to Yellowstone Park. *BioScience* 32:664—670, 1982.
- [37] Noss, R.F., A regional landscape approach to maintain diversity. *BioScience* 33: 700—706, 1983.
- [38] Noss, R.F., Protecting natural areas in fragmented landscapes. *Natural Areas Journal* 7:2—13, 1987.
- [39] White, P.S., Natural disturbance, patch dynamics, and landscape pattern in natural areas. *Natural Areas Journal* 7:14—22, 1987.

NATURE CONSERVATION THEORY AND MACARTHUR-WILSON MODEL

Wu Jianguo

(University of Inner Mongolia, Hushi)

Species extinction is a current global crisis. It is a great challenge to human beings to protect the nature and the biodiversity. Construction of nature reserves is one of the most important means to reduce the species extinction rate and to maintain the biological diversity. A reliable, comprehensive, and systematic theory has been urgently needed for the design and management of nature reserves. For such a theory to emerge, the theory of island biogeography by MacArthur and Wilson has been playing a catalytic and heuristic role. However, it has been suggested that the MacArthur-Wilson theory is premature and that its application to nature conservation is limited. Undoubtedly, the modern theory of nature conservation should be a synthetic product from multi-disciplinary study. This paper is intended to outline the tenets of the MacArthur-Wilson theory and its application in nature conservation and furthermore, to discuss some aspects of modern nature conservation theory, emphasizing the role of population vulnerability analysis and landscape ecology.

Key words: the theory of island biogeography, nature conservation theory, MacArthur-Wilson model,