

四川喇叭河自然保护区的两栖爬行动物 垂直分布及保护区型式*

李成 刘志君 王跃招**

(中国科学院成都生物研究所 成都 610041)

摘要 四川省喇叭河自然保护区已知分布有 39 种两栖爬行动物,本文对在该地区海拔 700~2 600 m 的地段划分为 19 个小带,并对其物种多样性的分布特点和分布规律进行了研究. 结果表明:两栖爬行动物在保护区内具有明显的垂直分布现象,海拔 900~1 099 m 过渡带和 2 100~2 299 m 过渡带是该地物种保护的关键地区,该区域具有物种丰富、区系复杂和生态脆弱等特点;因此,在规划建设和旅游开发过程中应避免对该区域的影响,同时保护区的规划应遵循物种多样性的分布规律,合理设计保护区的空间格局,初步提出了多核心、多层次的保护区新型式. 图 5 表 2 参 16

关键词 两栖爬行动物区系;喇叭河自然保护区;垂直分布;保护区型式

CLC (Q959.508 + Q959.608): Q152.71

HERPETOFAUNAL DISTRIBUTION PATTERNS AND RESERVE'S MODEL OF THE LABAHE NATURE RESERVE IN SICHUAN, CHINA*

LI Cheng, LIU Zhijun & WANG Yuezhao**

(Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China)

Abstract There are known 39 species of reptiles and amphibians in the Labahe Nature Reserve in western Sichuan, China. 19 transects were selected and setup in an area between 700 m~2 600 m in the reserve to study the vertical distribution patterns and characteristics of herpetological fauna. The results showed that vertical distribution was an important and obvious feature of herpetological fauna in the region. Coefficient of Similarity (C. S.) between each two adjacent transects and cluster analyses indicated that these nineteen transects were divided into three zones, that is, 700~999 m, 1 000~2 199 m and 2 200~2 599 m. Two transitional zones, 900~1 099 m and 2 100~2 299 m, were found with 26 species (66.7% of total species), six different components of fauna (85.7% of total components), and the weakest ecotone concentrated in less than 20% of total vertical areas. Thus the transitional zone must be regarded as the key areas for biodiversity conservation in the reserve, construction and tourism development would greatly avoid to affect these areas. Furthermore, the reserve's model must be adhered to the distributional patterns of biodiversity, and it is important and necessary to design a reasonable and effective model. A new conservation model with more cores and more layers was given. Fig 5, Tab 2, Ref 16

Keywords herpetological fauna; Labahe Nature Reserve; vertical distribution; reserve's model

CLC (Q959.508 + Q959.608): Q152.71

自然保护区对保护野生动植物和生态系统多样性起着十分关键的作用,截止 2002 年底,我国已建立 1 757 处自然保护区,总面积 $13\,294.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占国土面积的 13.2% (<http://cn.news.yahoo.com>, 2003-03-05). 当前我国的保护区各功能区的设置通常参考人与生物圈计划 (Man and the Biosphere Program, MAB) 制定的一般型式,即:中间的核心区、周围的缓

冲区和外围的实验区^[1,2]. 但是,对白马雪山自然保护区的研究表明,保护区仅保护了滇金丝猴全部 13 个种群中的 2 个^[3];而 1975~1997 年,大熊猫在卧龙自然保护区的适应生境逐年减少,生境破碎化却加剧了^[4]. 这些事例说明,由于多数保护区事先并未完成生物资源本底调查工作,在不了解物种多样性的分布特点和分布规律的情况下,单纯依据 MAB 型式设置的核心区并未覆盖物种多样性最丰富的地区,致使该区域无法限制人类活动,而造成物种多样性的破坏和损失. 由此可见,加快本底考察,研究物种多样性的分布特点和分布规律,进而确定物种多样性最丰富的地区和生境,调整保护区的设置型式,使保护区的核心区覆盖更多的野生动植物种类,成为目前保护区规划面临的关键问题.

喇叭河自然保护区建立于 1963 年,位于四川西部的雅安

收稿日期: 2002-11-06 接受日期: 2003-03-03

* 中国科学院知识创新工程西南基地课题,中科院知识创新课题 KSCX2-1-06A 和“喇叭河自然保护区综合科学考察”项目资助
Supported by the Knowledge Innovation Project of the Chinese Academy of Sciences and the Project of Comprehensive Scientific Expedition to the Labahe Nature Reserve

** 通讯作者 Corresponding author (E-mail: arcib@cib.ac.cn)

市天全县紫石乡境内, $\varphi(N) 30^{\circ}00' \sim 30^{\circ}20'$, $\lambda(E) 102^{\circ}24' \sim 102^{\circ}34'$, 面积 256 km², 海拔 700 ~ 4 764 m, 地处二郎山东侧, 区内高山耸立, 河流深切, 降水丰富, 植被丰茂, 是典型的亚热带湿润气候. 两栖爬行动物非常丰富, 而且垂直分布明显. 保护区建立后, 其功能区的设置型式对区内的两栖爬行动物多样性保护将带来重大影响, 其道路建设对两栖爬行动物的迁移也将形成重大阻碍. 这些物种能否得到有效保护并在区内生存和繁衍下去, 成为保护区的型式设置和建设规划所面临的首要问题. 本文在野外调查的基础上, 结合喇叭河自然保护区的两栖爬行动物垂直分布规律, 初步探讨了这一问题.

1 材料和方法

1.1 物种多样性调查及区系组成

喇叭河自然保护区生境有明显的差异, 2 次考察均采用分层取样, 以观察法 (visual encounter survey) 为主, 在采集地区进行踏查 (randomized-walk), 对适宜生境仔细搜索 (site-search technique); 1962 年 4 月 16 日至 8 月 1 日, 分 3 层取样: 770 ~ 900 m、1 400 ~ 1 700 m、2 000 ~ 2 400 m, 选点 6 个, 采集两栖爬行动物 29 种^[5]; 2002 年 7 月 2 日至 20 日, 分 4 层取样: 1 000 m、1 300 m、1 800 m、2 500 m, 选点 4 个, 采集 20 种^[6]; 结合文献资料^[7-8], 保护区共有两栖动物 2 目 7 科 22 种, 爬行动物 1 目 7 科 17 种 (表 1). 对该地两栖爬行动物多样性及区系组成进行初步总结, 评估保护区两栖爬行动物的多样性.

1.2 数据分析方法

保护区的 39 种两栖爬行动物中, 有海拔记录者 37 种^[5,6], 仅崇安湍蛙和经甫泛树蛙两种的海拔记录来自文献^[8]. 现将上述两栖爬行动物的垂直分布资料进行统计, 在保护区采集物种的海拔记录为 700 ~ 2 600 m, 首先按 100 m 高差将保护区划分为 19 个垂直分布小带, 统计各小带的物种数, 比较各小带和其他小带的相同物种数, 依公式^[9] 计算每两个小带的相似系数 (Coefficient of Similarity, C. S.):

两小带的相似系数(C.S.) = $\frac{\text{两小带的相同种数}(C) \times 2}{\text{两小带种数之和}(N_1 + N_2)} \times 100\%$

根据相似系数 (表 2), 比较分析各小带的物种多样性随海拔的变化趋势; 采用统计方法, 将各小带的相似系数转化为欧氏距离系数进行聚类分析, 测度各小带物种多样性的相互关系, 分析其在物种垂直分布变化中的地位, 确定两栖爬行动物主要的垂直分布地域, 进而为自然保护区的核心区和重点保护区域的规划, 避免发展经济和旅游开发的破坏提供科学依据.

2 结果与分析

2.1 物种组成与区系特征

喇叭河自然保护区共有两栖爬行动物 3 目 14 科 39 种, 中国林蛙、棘腹蛙、王锦蛇和乌梢蛇已列入中国濒危动物红皮书^[10], 锄足蟾科、蛙科、树蛙科、石龙子科和游蛇科是区内的优势科.

表 1 四川喇叭河自然保护区两栖爬行动物分布表
Tab 1 List of amphibians and reptiles in the Labahe NR, Sichuan

分类阶元 Taxa	<i>h_{alt}</i> /m	分类阶元 Taxa	<i>h_{alt}</i> /m
有尾目 Caudata		姬蛙科 Microhylidae	
小鲵科 Hynobiidae		饰纹姬蛙 <i>Microhyla ornata</i>	770
山溪鲵 <i>Batrachuperus pinchonii</i>	2400 ~ 2600	有鳞目 Squamata	
无尾目 Anura		蜥蜴亚目 Lacertilia	
锄足蟾科 Pelobatidae		壁虎科 Gekkonidae	
角蟾一种 <i>Megophrys</i> sp.	900 ~ 970	蹼趾壁虎 <i>Gekko subpalmatus</i>	770
沙坪角蟾 <i>Megophrys shapingsensis</i>	1970 ~ 2480	鬣蜥科 Agamidae	
金顶齿突蟾 <i>Scutiger chintingensis</i>	2500 ~ 2600	四川攀蜥 <i>Japalura szechuanensis</i>	1400
宝兴齿蟾 <i>Oreolalax popei</i>	970	蛇蜥科 Anguidae	
无蹼齿蟾 <i>Oreolalax schmidtii</i>	2500	脆蛇蜥 <i>Ophisaurus harti</i>	770
蟾蜍科 Bufonidae		蜥蜴科 Lacertidae	
华西蟾蜍 <i>Bufo andrewsi</i>	900 ~ 2400	北草蜥 <i>Takydromus septentrionalis</i>	770
树蟾科 Hylidae		石龙子科 Scincidae	
华西树蟾 <i>Hyla annectans</i>	900 ~ 2160	山滑蜥 <i>Scincella monticola</i>	2100
蛙科 Ranidae		康定滑蜥 <i>Scincella potanini</i>	1840 ~ 2510
中国林蛙 <i>Rana chensinensis</i>	1280 ~ 2480	铜蜓蜥 <i>Sphenomorphus indicus</i>	770 ~ 1430
泽蛙 <i>Rana limnocharis</i>	770 ~ 900	有鳞目 Squamata 蛇亚目 Serpentes	
日本林蛙 <i>Rana japonica</i>	770 ~ 900	游蛇科 Colubridae	
绿臭蛙 <i>Rana margaretae</i>	1090 ~ 1500	美姑脊蛇 <i>Achalinus meiguensis</i>	1290
黑斑蛙 <i>Rana nigromaculata</i>	770 ~ 900	锈链腹链蛇 <i>Amphiesma craspedogaster</i>	1290
棘腹蛙 <i>Paa boulengeri</i>	800 ~ 1090	八线腹链蛇 <i>Amphiesma octolineatum</i>	2100
崇安湍蛙 <i>Amolops chunganensis</i>	700 ~ 1800	赤链蛇 <i>Dinodon rufozonatum</i>	900
棕点湍蛙 <i>Amolops loloensis</i>	2100 ~ 2510	王锦蛇 <i>Elaphe carinata</i>	1090 ~ 1290
四川湍蛙 <i>Amolops mantzorum</i>	1250 ~ 1970	钝头蛇 <i>Pareas chinensis</i>	1430
蛙科 Rhacophoridae		斜鳞蛇中华亚种 <i>Pseudoxenodon macrops sinensis</i>	1290 ~ 2100
经甫泛树蛙 <i>Polypedates chenfui</i>	900 ~ 1300	九龙颈槽蛇 <i>Rhabdophis pentasupralabialis</i>	1290 ~ 2100
宝兴泛树蛙 <i>Polypedates dugritei</i>	1400 ~ 1450	乌梢蛇 <i>Zaocys dhumnades</i>	900
斑腿泛树蛙 <i>Polypedates megacephalus</i>	770 ~ 900	蛙科 Viperidae	
峨眉泛树蛙 <i>Polypedates omeimontis</i>	990 ~ 1400	菜花原矛头蝮 <i>Protobothrops jerdonii</i>	1430 ~ 2400

表2 19 个小带间相同种数及相似系数*
Tab 2 The common species and Coefficient of Similarity among 19 transects*

	700 ~ 799	800 ~ 899	900 ~ 999	1000 ~ 1099	1100 ~ 1199	1200 ~ 1299	1300 ~ 1399	1400 ~ 1499	1500 ~ 1599	1600 ~ 1699	1700 ~ 1799	1800 ~ 1899	1900 ~ 1999	2000 ~ 2099	2100 ~ 2199	2200 ~ 2299	2300 ~ 2399	2400 ~ 2499	2500 ~ 2599	小带种数 No. of Species in this transect
700 ~ 799	-	7	6	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
800 ~ 899	58.3	-	13	6	5	5	5	4	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	13
900 ~ 999	46.2	92.9	-	7	6	6	6	5	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	15
1000 ~ 1099	30.0	54.5	58.3	-	8	8	7	6	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	9
1100 ~ 1199	21.0	47.6	52.2	94.1	-	8	7	6	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	8
1200 ~ 1299	16.0	37.0	41.4	69.6	72.7	-	11	10	7	7	7	7	6	5	5	2	2	2	0	14
1300 ~ 1399	16.7	38.5	42.9	63.6	66.7	81.5	-	12	8	7	7	7	6	5	5	2	2	2	0	13
1400 ~ 1499	16.0	29.6	34.5	52.2	54.5	71.4	88.9	-	9	8	8	8	7	6	6	3	3	3	0	14
1500 ~ 1599	10.0	27.3	25.0	44.4	47.1	60.9	72.7	78.3	-	8	8	8	7	6	6	3	3	3	0	9
1600 ~ 1699	10.5	28.6	26.1	35.3	37.5	63.6	66.7	72.7	94.1	-	8	8	7	6	6	3	3	3	0	8
1700 ~ 1799	10.5	28.6	26.1	35.3	37.5	63.6	66.7	72.7	94.1	100	-	8	7	6	6	3	3	3	0	8
1800 ~ 1899	10.0	27.3	25.0	33.3	35.3	60.9	63.6	69.6	88.9	94.1	94.1	-	8	7	7	4	4	4	1	9
1900 ~ 1999	0	18.2	16.7	22.2	23.5	52.2	54.5	60.9	77.8	82.4	82.4	88.9	-	8	8	5	4	5	1	9
2000 ~ 2099	0	16.7	15.4	20.0	21.1	40.0	41.7	48.0	60.0	63.2	63.2	70.0	80.0	-	11	6	6	6	2	11
2100 ~ 2199	0	16.7	15.4	20.0	21.1	40.0	41.7	48.0	60.0	63.2	63.2	70.0	80.0	100	-	6	6	6	2	11
2200 ~ 2299	0	10.5	9.5	13.3	14.3	20.0	21.1	30.0	40.0	42.9	42.9	53.5	66.7	70.6	70.6	-	6	6	2	6
2300 ~ 2399	0	10.0	9.1	12.5	13.3	19.0	20.0	28.6	37.5	40.0	40.0	50.0	50.0	66.7	66.7	92.3	-	7	3	7
2400 ~ 2499	0	9.1	8.3	11.1	11.8	17.4	18.2	26.1	33.3	35.3	35.3	42.1	55.6	60.0	60.0	80.0	87.5	-	5	9
2500 ~ 2599	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.3	14.3	25.0	25.0	36.4	50.0	66.7	-	5

* 对角线右上方的数字表示纵列小带和横列小带二者的相同种数,对应左下方的数字表示二者的物种相似系数 The figures in top right corner showed the common species shared by horizontal and vertical transects, and the figures on the contrary corner showed the C. S. of them

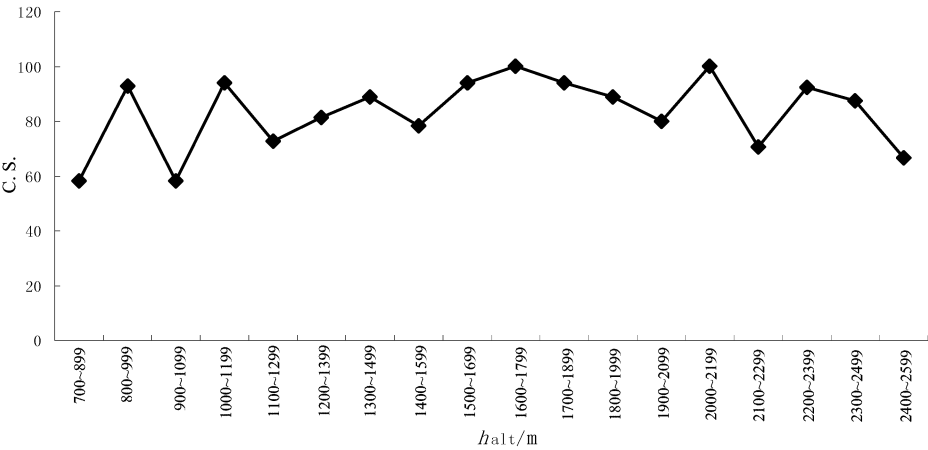


图1 相邻海拔段物种相似系数(C. S.)与海拔区段变化的关系
Fig 1 The relationship between C. S. of each two adjacent sections and the gradient of altitude

保护区内的 39 种两栖爬行动物中,34 种属东洋界物种,占物种总数的 90%,其中西南区 15 种,东洋界广布种 9 种,区系组成具有鲜明的东洋界特色,西南区物种和东洋界广布种丰富是该地区区的最大特点. 根据对中国陆栖脊椎动物分布型的划分^[11], 15 种属喜马拉雅-横断山区型,12 种属南中国型,说明保护区的两栖爬

行动物区系受到来自高海拔、起源于喜马拉雅-横断山区的西南区特有种和来自低海拔、热带和亚热带的南中国型物种的较大影响,因此出现了明显的垂直分布现象. 区系来源和分布类型显示,该区的两栖爬行动物可能存在两个垂直分布聚集中心,分别位于低海拔的湿热生境和高海拔的湿冷生境中.

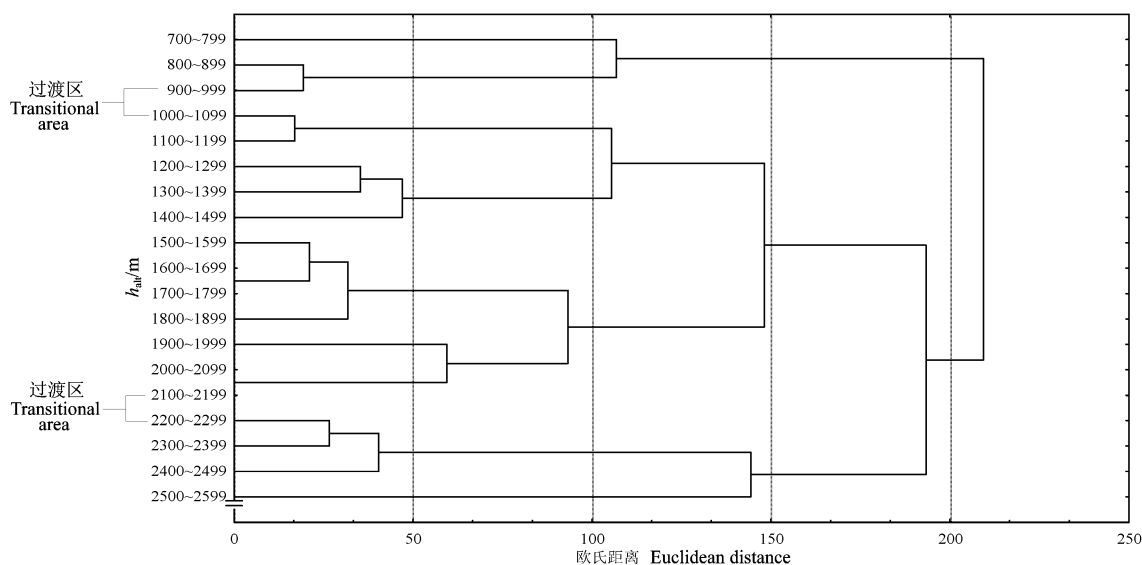


图2 19 个小带的欧氏距离聚类树
Fig 2 Cluster analysis based on Euclidean distance of 19 transects

2.2 各垂直小带的物种多样性的变化趋势

保护区各小带的物种相似系数的统计结果(表2)可见,各小带的相同种数和相似系数一般随相互间海拔距离的增加而减小。在各个相邻小带间,由于相同物种较多,物种更替相对较小,相似系数变化不大,其中在海拔1600~1699 m和1700~1799 m小带、2000~2099 m和2100~2199 m小带间,物种完全相同,相似系数达100%;但在海拔900~999 m和1000~1099 m小带、2100~2199 m和2200~2299 m小带间,相似系数突然减低,数值最小(图1),显示大致以900~1099 m海拔段和2100~2299 m海拔段为分界点,该保护区物种组成发生了较大变化。

2.3 各垂直小带的相互关系

将19个海拔小带的相似系数转化为欧氏距离系数进行全联法(complete linking)聚类分析(图2),取欧氏距离为150时,19个小带可以分为3支:700~999 m区段和1000~2199 m区段,2200~2599 m区段。而3个区段内存在2个明显的过渡带:900~1099 m过渡带和2100~2299 m过渡带,该两过渡带具有两个特点:①物种多样性非常丰富,由于来自高海拔区段和低海拔区段的物种交汇,900~1099 m过渡带有17种,2100~2299 m过渡带有11种(表2),合计26种(其中2物种在两个过渡带都有分布),占保护区物种总数的66.7%,说明两过渡带的物种多样性非常丰富,应该成为保护区规划的重点保护地段;②物种组成上具有明显的过渡性,特有种分别为1种和0种,比例非常低(图3),而物种区系组成复杂,来源广泛(图4),是保护不同区系成分的关键地区。

3 讨论

3.1 生态交错带和物种多样性

生态交错带是梯度环境的特征之一,生态交错带变化最为显著的特征是植被的变化,植物群落间的种间竞争是导致植物

种类组成和植被结构变化,并且是产生植被明显边界的基础^[12]。动物也受到梯度环境各种因素变化的影响,动物的垂直分布与植被具有相当密切的关系^[13],对峨眉山和玉龙山鸟类^[14,9]、横断山两栖类^[15]和溪洛渡水电站两栖爬行类^[16]的研究表明,动物垂直分布是西南地区动物区系上的重要特征,而生态交错带是动物种类组成和群落结构变化最明显的地区,是划分生态系统不同群落的依据;同时由于群落的边缘效应(edge effect),该交错带也是物种多样性最丰富、组成和结构最复杂的地区,在生态系统中该带也是最脆弱的地区,因此,生态交错带应是生态系统和生物多样性保护的重点区域,在西南中山地区该生态交错带大致位于海拔1000 m和2000 m附近。

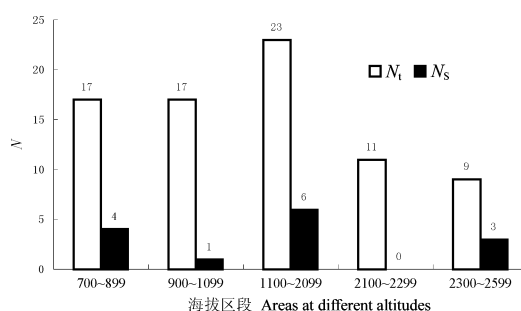


图3 5个海拔区段总种数(N_t)与特有种(N_a)的比较
Fig 3 Comparison of total (N_t) and endemic (N_a) species among 5 areas at different altitudes

3.2 保护区的型式

对喇叭河自然保护区两栖爬行动物的垂直分布研究说明,物种具有较多的集中分布中心,因此在设计保护区规划型式时,应首先寻找动物的分布规律和分布中心,结合物种分布的空间格局,对物种多样性最丰富的分布地区进行重点保护,划定为保护区的核心区。本文对MAB的单核心、单层次的保护区型式进行调整,设计为多核心、多层次的型式(图5),其核心应为物种多样性最丰富的地区。

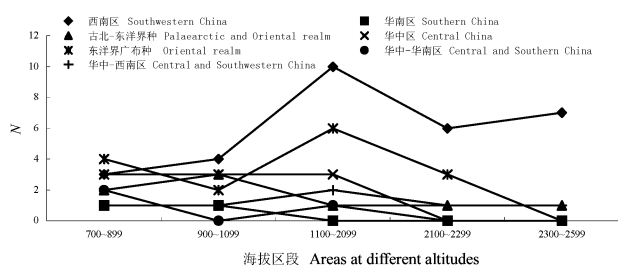


图4 5个区段的区系组分
Fig 4 Faunal components in 5 are at different altitudes

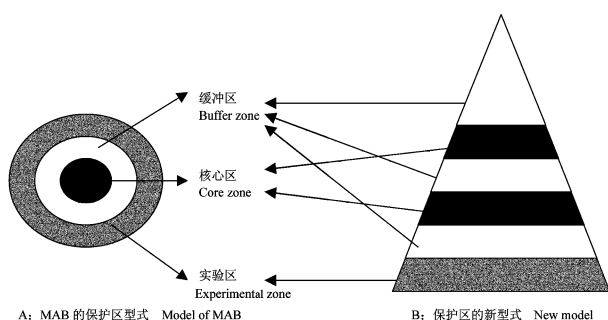


图5 保护区的新型式
Fig 5 The new model of reserve

鉴于我国的自然保护区绝大多数是综合类型的保护区,保护多种动植物和生态系统,因此,本文对喇叭河自然保护区两栖爬行动物的空间格局研究,以及据此提出的新功能分区方式仅仅是初步的结论,该型式仍然需要在保护实践中结合其它类群的分布情况不断改进和调整。

4 结论

两栖爬行动物在喇叭河自然保护区内具有明显的垂直分布现象,海拔900~1099 m过渡带和2100~2299 m过渡带是保护区内物种非常丰富,区系组成比较复杂的过渡地区,在不足20%的海拔梯度内保护了近70%的两栖爬行动物,因此是该地物种保护的关键地区,在规划建设和旅游开发过程中应避免对过渡带的影响。同时该研究提示我们,保护区的规划应遵循物种多样性的分布规律,设计合理的保护区型式,核心区的确定和规划尤其重要,核心区对保护物种多样性具有重要的作用,是保护区最重要的组成部分。

References

1 Primack R, Ji WZ(季维智). A Primer of Conservation Biology. Beijing: China Forestry Press, 2000

2 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 王仰麟. 景观生态学原理与应用. 北京: 科学出版社, 2002

3 Long YC(龙勇诚), Zhong T(钟泰), Xiao L(肖李). Conservation strategy for the Yunnan snub-nosed monkey. In: Xia WP(夏武平), Zhang RZ(张荣祖) eds. Trimate Research and Conservation, Beijing: Science Press, 1995. 157~164

4 Liu JG, Linderman M, Ouyang ZY, An L, Yang J, Zhang HM. Ecological degradation in protected areas: the case of Wolong Nature Reserve for Giant Pandas. *Science*, 2001, **292**: 98~101

5 Sichuan Institute of Biology(四川生物研究所). A herpetological survey of Erlang Shan, Sichuan. *Mater Herpetol Res(川生科技)*, 1974(2): 58~65

6 Li C(李成), Liu SY(刘少英), Ran JH(冉江洪), Sun ZY(孙治宇), Liu ZJ(刘志君), Wang YZ(王跃招). Survey on herpetological resources in Labahe Nature Reserve, Tianquan, Sichuan. *Sichuan J Zool(四川动物)*, 2003, **22**(1): 31~34

7 Zhao EM(赵尔宓), Yang DT(杨大同). Amphibians and Reptiles of the Hengduan Mountains Region. Beijing: Science Press, 1997

8 Fei L(费梁), Ye CY(叶昌媛). The Color Handbook of the Amphibians of Sichuan. Beijing: China Forestry Press, 2001

9 谭耀匡, 郑作新. 云南玉龙山鸟类的垂直分布. *动物学报*, 1964, **16**(2): 295~313

10 Zhao EM(赵尔宓). China Red Data Book of Endangered Animals: Amphibia & Reptilia. Beijing: Science Press, 1998

11 Zhang RZ(张荣祖). Zoogeography of China. Beijing: Science Press, 1999

12 Shi PL(石培礼), Li WH(李文华). Quantitative methodologies for ecotone determination. *Acta Ecol Sin(生态学报)*, 2002, **22**(4): 586~592

13 Heyer WR. A herpetofaunal study of an ecological transect through the Cordillera de Tilaran, Costa Rica. *Copeia*, 1967, **2**: 259~271

14 Zheng ZX(郑作新), Tan YK(谭耀匡), Liang ZY(梁中宇), Zhang JF(张俊范). Studies on birds of Mount Omei and their vertical distribution. *Acta Zool Sin(动物学报)*, 1963, **15**(3): 317~335

15 Su CY(苏承业), Yang DT(杨大同), Li SM(利思敏). Studies on vertical distribution of amphibians in the middle section of the Hengduan Mountains. *Acta Herpetol Sin(两栖爬行动物学报)*, 1986, **5**(2): 134~144

16 Li C(李成), Jiang JP(江建平), Liu ZJ(刘志君), Wang YZ(王跃招). Prediction of effects of Xiluodu Hydropower Station on the diversity of amphibians and reptiles and their conservation countermeasures. *Chin J Appl Environ Biol(应用与环境生物学报)*, 2001, **7**(5): 452~456