

(16) 348-353

佛坪大熊猫环境生态的研究(II)[†]

——夏季栖居地的选择

Q 959.832

杨兴中¹⁾ 蒙世杰¹⁾ 雍严格²⁾ 汪铁军²⁾ 张陕宁²⁾

(1)西北大学生物学系,710069,西安;

2)陕西佛坪国家级自然保护区管理局,723400,陕西佛坪;第一作者34岁,讲师)

摘要 采用系统抽样方法对佛坪自然保护区大熊猫的夏季栖居地进行了研究。结果表明:影响大熊猫夏季栖居地选择的主要因素有地理、植被层次结构、地表植被分布格局等8种;相比之下,秦岭南坡夏季栖居地选择因素多于北坡。

关键词 大熊猫;夏季栖居地选择;主成分分析

分类号 Q958.112

兽类栖居地的质量与其种群的分布状态、种群数量构成和种群密度的变化有直接关系(Freeland, 1979; Cadecott, 1980; Furuich et al., 1982; Takasaki 1981a, b, 1984),它能直接影响兽类对资源的可得性(Takasaki, 1984; Koyama et al., 1975; Hasegawa et al. 1977; Ikeda, 1982)。研究兽类栖居地以及周围地区的生态因子在兽类栖居地选择过程中的作用和地位,揭示兽类选择栖居地的原因和主导因素对保护和管理兽类资源具有重要的理论和实践意义。

大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)是我国珍稀1级重点保护动物。由于其野生种群数量十分稀少,一直吸引着国内外学者对它的极大兴趣,所发表的论文已逾1000余篇^[1]。近年来的研究表明,大熊猫种群数量下降除了与其自身所具有的生物学特点外,外界因素——典型栖居地面积的不断丧失也是一个重要的致危因素^[2]。

为了搞清影响大熊猫栖居地选择的主要因素,我们于1995年6月~7月在佛坪自然保护区对此进行了研究。

1 研究地区和工作方法

1.1 研究范围

佛坪自然保护区位于陕西省佛坪县境内西北部,东经107°40'~107°41',北纬32°32'~33°45'。保护区的自然概况和植被特征详见文献[3,4]。

1.2 研究方法

在大熊猫夏季栖居地范围内^[4],采用系统抽样,详细记录每个样方24个生态因子的原始数据1344个。具体操作详见文献[5]。

1.3 主成分分析

将原始记录中与栖居地选择有关的数字型参数经离差标准化后直接列成矩阵,而将定性描述的多状态数据先转化为数量数据后再作同样处理。应用C语言编制的程序在计算机上进行主成分分析^[6],找出影响大熊猫夏季栖居地选择的主要因素。同时对于文字型参数,如栖居地中的植被类型、坡位、地形

[†] 美国AZA基金、陈钦大熊猫基金会资助课题

收稿日期:1997-11-28

等,通过计算各类数据所占的百分率,找出大熊猫夏季栖居地选择的主要特征,一并作为生态因子在二维空间上的排序依据。

2 研究结果

分别对处于秦岭主脊北坡的 26 个样方和处于南坡的 22 个样方夏季栖居地资料进行主成分分析,分析结果的因子载荷矩阵表明(表 1),主成分 I 至Ⅷ的累积贡献率分别达到 81.62%和 85.93%,说明前 9 个主成分基因包含了 24 种参数所具有的信息。以此 9 个主成分将生态因子排序归类已有较强的代表性,因此我们取前 9 个主成分并计算出其相应的特征向量(表 2)。

表 1 大熊猫夏季栖居地选择的特征值表

Tab. 1 The Eigenvalues of the Summer Habitat Selection of the Giant Panda

南 坡				北 坡			
主成分	特征值	贡献率(%)	累计贡献率(%)	主成分	特征值	贡献率(%)	累计贡献率(%)
1	5.887 566	21.02	21.027 07	1	5.553 362	19.83	19.833 48
2	5.631 085	20.11	41.138 13	2	3.982 103	14.22	34.055 31
3	3.294 249	11.76	52.903 33	3	2.949 887	10.53	44.590 64
4	2.135 203	7.62	60.529 06	4	2.526 931	9.02	53.615 41
5	1.894 197	6.76	67.294 07	5	2.145 837	7.66	61.279 13
6	1.506 036	5.37	72.672 78	6	1.807 952	6.45	67.736 11
7	1.381 845	4.93	77.607 95	7	1.643 304	5.86	73.605 07
8	1.261 152	4.50	82.112 08	8	1.323 154	4.72	78.330 63
9	1.082 138	3.86	85.976 86	9	0.934 519 1	3.33	81.668 2
10	0.732 380 1	2.61	88.592 51	10	0.870 483 9	3.10	84.777 08
11	0.680 509	2.43	91.022 91	11	0.684 776 8	2.44	87.222 71
12	0.537 269 9	1.91	92.941 73	12	0.658 768	2.35	89.575 46
13	0.469 394 6	1.67	94.618 14	13	0.632 951 3	2.26	91.836 01
14	0.368 148 8	1.31	95.932 96	14	0.492 749 6	1.75	93.595 83
15	0.300 469 6	1.07	97.006 07	15	0.433 803	1.54	95.145 13
16	0.238 219 4	0.85	97.856 86	16	0.302 228 5	1.07	96.224 52
17	0.203 546 9	0.72	98.583 81	17	0.269 322 1	0.96	97.186 39
18	0.133 659 6	0.47	99.061 17	18	0.217 045 5	0.77	97.961 55
19	0.102 937 4	0.36	99.428 8	19	0.177 342 6	0.63	98.594 92
20	0.078 595 28	0.28	99.709 5	20	0.137 75	0.49	99.086 88
21	0.054 004 84	0.19	99.902 38	21	0.084 879	0.30	99.390 02
22	0.015 684 35	0.05	99.958 39	22	0.059 689 8	0.21	99.603 19
23	0.011 646 74	0.04	99.999 99	23	0.056 728 2	0.20	99.805 79
24	0.000 000 33	0	99.999 99	24	0.022 059	0.07	99.884 58
25	0.000 000 2	0	99.999 9	25	0.014 523	0.05	99.936 45
26	0.000 000 1	0	99.999 9	26	0.011 819	0.04	99.978 66
27	0.000 000 1	0	99.999 9	27	0.005 967	0.02	99.999 97
28	0	0	99.999 9	28	0.000 000 03	0	99.999 97

从表 2 得知,在北坡样方的第一主成分中,坡位、地理特征、海拔高度的相关系数绝对值明显偏高(0.347 0~0.314 3),这 3 个变量的值,反映了栖居地的地理特征,因此将第一主成分定为地理因子。在

表 2 大熊猫夏季栖居地选择中特征向量的特置矩阵
Tab. 2 The Rotated Matrix of the Eigenetors in Summer Habitat Selection of Giant Panda

变量	北坡										南坡									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
E_1	0.314	0.042	0.037	0.150	-0.156	0.220	0.265	-0.214	0.079	0.183	0.286	-0.079	0.272	0.008	0.210	-0.104	0.030	0.057	0.057	
S_2	-0.003	0.402	-0.054	0.245	0.037	0.106	0.020	-0.149	0.207	0.033	-0.003	0.258	0.162	-0.140	-0.079	0.536	-0.067	0.193	0.193	
S_3	0.347	-0.026	0.976	-0.117	0.192	0.051	-0.126	0.065	-0.112	0.105	0.346	-0.048	0.232	0.036	-0.095	-0.028	0.123	-0.028	0.028	
S_4	0.072	0.001	0.017	0.155	0.445	0.214	-0.339	-0.282	-0.100	0.287	-0.095	0.013	0.185	0.213	-0.120	0.046	-0.044	-0.307	0.307	
G	0.332	0.035	-0.111	0.209	-0.070	0.118	0.044	-0.044	0.028	-0.132	0.323	0.029	0.113	0.135	-0.032	-0.153	0.159	0.053	0.053	
T	0.123	-0.034	-0.017	0.285	-0.078	0.326	0.290	-0.133	0.122	-0.181	0.159	0.085	0.164	0.006	-0.173	0.132	0.426	-0.319	0.319	
Sh_1	-0.215	0.020	0.234	0.113	0.277	-0.311	-0.286	-0.091	0.016	0.084	-0.316	-0.013	-0.114	0.184	0.004	-0.166	0.091	-0.137	0.137	
L	0.123	-0.006	-0.198	0.167	-0.140	0.206	-0.227	0.158	0.355	-0.152	0.060	0.131	-0.042	0.342	0.156	0.334	-0.182	-0.498	0.498	
C_1	0.030	0.008	-0.332	-0.064	0.255	-0.054	0.129	0.343	-0.255	-0.024	0.212	0.327	-0.324	0.188	-0.078	-0.084	-0.059	-0.041	0.041	
C_2	-0.133	0.217	0.124	-0.140	0.219	-0.074	0.191	0.140	0.261	0.201	-0.013	0.252	-0.086	0.313	-0.194	0.043	0.152	0.294	0.294	
P_2	-0.289	-0.069	-0.011	-0.340	0.057	-0.069	-0.035	0.014	0.039	0.149	0.218	0.198	-0.181	-0.323	-0.140	0.078	0.112	0.057	0.057	
V_{\pm}	0.266	-0.102	0.063	-0.106	0.235	-0.085	-0.100	-0.101	0.271	-0.075	0.316	0.185	0.117	-0.082	0.158	-0.200	0.070	-0.004	0.004	
C_{\pm}	0.245	-0.283	0.013	-0.085	0.247	-0.003	0.049	-0.022	-0.126	0.183	0.262	0.053	0.165	-0.292	0.054	0.059	-0.168	-0.016	0.016	
C_d	-0.0785	-0.006	0.062	-0.210	0.316	0.369	-0.257	-0.286	0.101	0.337	0.048	-0.176	0.040	-0.079	-0.015	-0.046	0.153	-0.087	0.087	
C_m	-0.096	0.329	-0.045	-0.265	0.086	-0.028	-0.266	0.167	-0.027	0.255	-0.145	0.192	0.135	-0.010	-0.184	-0.191	0.269	-0.214	0.214	
C_{d6}	-0.053	-0.301	0.157	-0.094	0.182	-0.054	0.300	-0.075	0.181	0.326	-0.014	0.000	-0.242	0.138	-0.032	-0.032	0.292	-0.099	0.099	
SS	-0.079	-0.274	-0.089	0.016	-0.199	-0.433	0.270	-0.028	-0.030	0.157	-0.062	-0.089	0.328	0.265	-0.139	0.103	0.153	0.444	0.444	
S_m	0.228	-0.169	0.085	0.315	0.154	-0.030	0.238	0.056	-0.208	-0.183	-0.200	0.008	0.126	0.380	0.328	-0.034	0.059	0.031	0.031	
H_1	0.155	-0.022	-0.234	0.007	0.416	-0.038	-0.096	0.217	-0.137	0.040	0.164	0.415	-0.118	0.142	0.045	0.144	-0.131	0.134	0.134	
od	0.158	-0.234	0.012	0.215	0.047	0.172	-0.003	-0.093	0.253	-0.062	-0.120	0.046	0.050	-0.258	0.215	0.488	0.346	-0.387	0.387	
yd	0.115	0.309	0.145	0.116	-0.003	-0.043	0.178	0.192	0.156	-0.336	-0.271	-0.161	-0.102	-0.234	-0.210	0.036	0.047	0.333	0.333	
S_{d1}	0.195	0.105	0.146	-0.248	-0.043	0.178	0.249	-0.179	0.066	-0.172	0.291	0.167	-0.071	-0.124	-0.005	0.404	-0.044	-0.056	0.042	
Sh_2	-0.283	-0.052	-0.093	0.037	0.164	-0.042	0.224	-0.167	0.107	-0.213	0.287	0.124	0.089	-0.251	-0.021	0.342	-0.053	-0.064	0.078	
Sh_3	-0.270	-0.266	0.101	-0.073	-0.042	0.224	-0.167	0.107	-0.213	0.287	0.124	0.089	-0.251	-0.021	0.342	-0.053	-0.064	0.078	0.078	
E_v	5.553	3.982	2.949	2.526	2.145	1.801	1.643	1.323	0.934	5.887	5.631	3.294	2.135	1.894	1.506	1.381	1.261	1.082	1.082	
Pr	19.83	14.22	10.53	9.02	7.66	6.45	5.86	4.72	3.33	21.02	20.11	11.76	7.62	6.76	5.37	4.93	4.50	3.86	3.86	

E_1 :海拔(m) S_a :坡向 S_P :坡位 S_d :坡度 G :地理特征 T :地形 Sh :避风状况 L :样地内光线 C_1 :样地内活物状况 C_2 :样地内竞争种 P_2 :林间空地面积比例
 V_{\pm} :植被类型 C_{\pm} :乔木层建群种 C_m :乔木层伴生种 C_{d6} :乔木层伴生种 C_d :乔木层建群种 C_m :乔木层伴生种 C_{d6} :乔木层伴生种 SS :灌木层共生种 S_m :灌木层盖度 H_1 :草本层多度
 od :老竹盖度 yd :一年生竹盖度 S_{d1} :竹笋密度 Sh_1 :1.5m高处视距 Sh_2 :1.5m高处视距 Sh_3 :1.5m高处视距 E_v :特征根 Pr :信息比

表 3 大熊猫夏季栖居地选择的主成分分类及命名
Tab. 3 Composition Class and Name of the Factors to the Summer Habitat Selection

主成分	北 坡		南 坡		命 名	贡 献 率 (%)	页 献 率 (%)
	高截荷指标及其平均值	命 名	高截荷指标及其平均值	命 名			
I	坡位:(中、上坡位 80.77%) 地理特征:(坡面 73.08%) 海拔高度:(2540±76.4 m)	地理因素	乔木层建群种郁闭度:(0.34±0.14) 乔木层伴生种郁闭度(0.28±0.11) 1.0 高视距:(5.68±3.41 m) 1.5 高视距:(4.56±2.36 m) 坡位:(中、上坡位 77.27%)	植被层次结构因素	19.83	21.02	
II	坡向:(半阴半阳、阴坡 73.08%) 乔木层伴生种种类:(6.0±2.4) 一年生竹密度:(1.85±0.83 株/m ²)	植被层次结构因素	地理特征:(坡向 59.1%) 海拔高度:(2543±80.2 m) 草本层多度:(0.398±0.154)	地理因素	14.22	20.11	
III	坡位:(中、上坡位 80.77%) 避风状况:(良好 50%)	气候因素	样地内活物状况:(良好 50%) 林地空间面积比例(%):(24.77±10.53)	地表植被分布格局因素	10.33	11.76	
IV	灌木层盖度:(69.61±18.73) 坡向:(半阴半阳、阴坡 73.08%) 老竹密度:(18.0±4.32 株/m ²) 样内光线:(明 61.54%)	灌层结构因素	海拔高度:(2543±80.2 m) 坡位:(中、上坡位 77.27%) 坡度:(31.32±12.04°)	地理因素	9.02	7.62	
V	坡度:(27.27±8.31°) 草本层多度:(28.69±7.32) 乔木层建群种郁闭度:(0.455±0.12) 样地内活物状况:(良好 38.46%)	植被层次结构因素	灌木层盖度:(77.27±41.34) 灌木层共生种:(3.36±1.88) 样地内光线:(明 77.27%)	灌层结构因素	7.66	6.76	
VI	乔木层建群种郁闭度:(0.455±0.12) 地形:(坡面 84.61%)	植被层次结构因素	1.0 m 高视距:(5.86±3.41m) 1.5 m 高视距:(4.56±2.36 m)	隐蔽条件因素	6.25	5.37	
VII	1.5 m 高视距:(6.88±2.86 m) 乔木层伴生种郁闭度:(0.275±0.08) 地形:(坡面 84.61%)	植被层次结构因素	灌木层盖度:(77.27±41.34) 坡向:(阴坡 72.72%)	光照因素	5.36	4.93	
VIII	灌木层共生种:(5.43±1.56) 老竹密度:(18.0±4.32 株/m ²) 样地内活物状况:(良好 38.46%) 草本层多度:(28.69±7.32)	地表植被分布格局因素	老竹密度:(19.60±7.2 株/m ²) 样地内光线:(明 77.27%) 地形:(坡面 72.27%)	华桔竹结构因素	4.72	4.50	
IX	老竹密度:(18.0±4.32 株/m ²) 竹笋密度:(2.06±0.95 株/m ²) 一年生竹密度:(1.85±0.84 株/m ²)	华桔竹结构因素	老竹密度:(4.38±1.86 株/m ²) 一年生竹密度:(4.38±1.86 株/m ²) 竹笋密度:(2.56±0.84 株/m ²) 灌木层共生种:(3.36±1.88) 一年生竹密度:(4.38±1.86 株/m ²)	灌层结构因素	3.33	3.86	

第二主成分中,相关系数绝对值较高的是坡向、乔木层伴生种类和一年生竹密度 3 个变量,反映了栖居地中不同坡向条件下的植被层次结构特征,因此将第二主成分命名为植被层次结构因子。第三主成分中,相关系数绝对值较高的是坡位和避风状况 2 个变量,反映了不同坡位状态下栖居地的避风状况,因此将第三主成分命名为气候因子。同理,依各个主成分中,各个生态因子变量的相关系数绝对值大小为标准,依次分别对南、北坡 9 个主成分分别进行分类和命名,所得结果可归纳为表 3。

3 讨 论

主成分分析可以从多指标的复杂事物中找出生命活动的主要倾向,帮助人们了解生命活动的规律和本质^[6]。对大熊猫夏季栖居地选择有关的 24 项指标进行的主成分分析结果表明:主成分比较集中,前 9 个主成分的累积贡献率南、北坡分别达到 85.93% 和 81.62%,对前 9 个主成分进行分析可以反映整个事物的基本面貌。

在秦岭主脊北坡的夏季栖居地中,依其生态因子贡献率的高低依次排序,结果为“地理因素”、植被层次结构因素”、“气候因素”、“灌层结构因素”、“地表植被分布格局因素”及“华桔竹结构因素”,且“植被层次结构因素”占到 9 种生态因子的 44.4%。可见秦岭北坡由于地形地貌等因子的强烈影响,植被层次结构因素是影响大熊猫夏季栖居地选择的重要因素。水平分异的显著差异,衬托出大熊猫夏季栖居地中林型的分布特点、内部结构及其林下食物基地的具体构成^[7,10]。从这种意义上讲,它在最大程度上满足了大熊猫对生境选择的基本要求。植被层次结构因素的影响,直接导致了营养条件微空间缀块(patch)的异质性,此异质性的产生是大熊猫夏季栖居地植被群落动态的主要动力^[9],它一方面反映了植物群落与大熊猫营养条件、隐蔽条件等相关联的内部结构,同时也反映了大熊猫在行为上的优化选择特征^[9],是大熊猫对自然界主动适应机制的发展和完善^[11]。

相比而言,大熊猫对主脊南坡栖居地的选择因素明显多于北坡。其选择因素的序列依次为“植被层次结构”、“地理”、“地表植被分布格局”、“灌层结构”、“隐蔽条件”、“光照”及“华桔竹结构”等 7 种。其中“植被层次结构因素”贡献率(21.02%)较大,“地理因素”(贡献率 20.11%)次之。看来南北坡固有的自然背景的显著差异是导致栖居地选择因素相异的动力^[5]。秦岭“北陡南缓”的地貌特征,决定了南坡自然环境的异质性较高,因而在南坡大熊猫的栖居地选择因素也较北坡多,而且也是“地理因素”居于次要地位的原因之一。除了与北坡相同的选择因素外,增加了“光照因素”和“隐蔽条件因素”,而少了“气候因素”。南坡是大熊猫的主要产地,丰富的竹林分布在与大熊猫活动共轭发展关系上,表现出较大的一致性^[12]。因此光照条件及隐蔽条件即成为大熊猫夏季栖居地的主要敏感因子。而较稳定的温暖性气候可使气候因子降为可忽略的次要因子^[13]。

据此,我们认为,大熊猫夏季栖居地选择生态因子现状的原因主要有以下 3 点:

3.1 适宜的栖居基地和取食基地

据研究,佛坪保护区存在大熊猫夏季栖居地适宜生境约 42 km²,秦岭主脊海拔 2 200 m~2 900 m 的亚高山针叶林带+华桔竹林为其理想适宜生境地区^[4],因此从客观上满足了大熊猫栖居所需的“地理因素”、“植被层次结构因素”和“取食基地结构”(华桔竹结构)等因素。

3.2 食物丰富

华桔竹是大熊猫夏季的主要食物,在保护区分布约 10 600 hm²,占全区总面积的 64%^[10]。大熊猫选择高海拔地区(海拔 2 000 m 以上)的山峰或缓坡地栖居,与华桔竹的自然分布相一致,故丰富的华桔竹林是影响大熊猫栖居地选择的重要因素。

3.3 选择的可塑性

大熊猫虽对栖居地有较严格的选择性,但秦岭主脊南、北坡固有的自然条件差异,促使大熊猫能主动选择和适应不同生境中生态因子的需求。因此,在选择与适应的动态发展过程中,大熊猫对栖居地的选择具有一定的可塑性。

1992 级生物学专业全体同学参加了野外调查,城资系 GIS 实验室协助微机数据处理,在此一并致谢!

参 考 文 献

- 1 胡锦涛,魏辅文. 八十年代大熊猫的研究与进展. 大熊猫生物学研究与进展. 成都:四川科学技术出版社,1990. 1~8
- 2 魏辅文,吴毅,袁重桂. 大熊猫体型变化与兴衰. 大熊猫生物学研究与进展. 成都:四川科学技术出版社,1990. 36~40
- 3 雍严格,张坚. 佛坪大熊猫的分布与数量. 兽类学报,1993. 13(4):245~250
- 4 雍严格,王宽武,汪铁军. 佛坪大熊猫的移动习性. 兽类学报,1994. 14(1):9~14
- 5 杨兴中,蒙世杰,雍严格. 佛坪大熊猫环境生态的研究(1)——夏季栖居地植被群落分类与生境因子. 西北大学学报(自然科学版),1997,27(6):508~513
- 6 徐学克. 数量分类学. 北京:科学出版社,1994. 1~340
- 7 田星群. 秦岭地区的竹类资源. 竹子研究汇刊,1987,6(4):21~27
- 8 Levin S. A population model and structure in heterogeneous environments. In: Levin S A. ed. Study in the Mathematical Biology; I populations and communities. the Mathematical Association of America. 1978. 439~476
- 9 Schmid-Nielson, K. Animal Physiology: Adaptation and Environment. 3rd ed. Cambridge; Cambridge University Press, 1983. 188~200
- 10 田星群. 佛坪自然保护区竹类资源及其与大熊猫的关系. 竹类研究,1988,8(1):45~53
- 11 Orens G H. Natural selection and ecological theory. Am. Naturalists, 1962, 96: 257~263
- 12 潘文石,高邦生,吕植. 秦岭大熊猫的自然庇护所. 北京:北京大学出版社,1988. 59~62
- 13 陈明荣. 秦岭的农业气候. 西安:陕西人民出版社,1983. 1~89

责任编辑 徐象平

A Study on the Environment and Ecology of Giant Panda in Foping(I)

——The Selection of Summer Habitat

Yang Xingzhong¹⁾ Meng Shijie¹⁾

Yong Yan'ge²⁾ Wang Tiejun²⁾ Zhang Shanning²⁾

(1)Department of Biology, Northwest University, 710069, Xi'an;

2)Managing Bureau of Foping Nature Reserve, 723400, Foping, Shaanxi)

Abstract A method of systematic sampling has been adopted for Giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*) in Foping Nature Reserve. The result shows that there are eight factors affecting the summer habitat selection of the Giant panda. They are: Geographical feature, vegetation vertical structure, scrub structure, vegetation distribution pattern on the earth's surface, sheltering condition, climate, photo and bamboo structure. Relatively, the factors of summer habitat selection in south slope are more than North slope.

Key words Giant panda; summer habitat selection; compositional analysis