

(11) 509-514

佛坪大熊猫环境生态的研究(I)  
——夏季栖息地植物群落分类与生境因子杨兴中<sup>1)</sup> 蒙世杰<sup>1)</sup> 雍严格<sup>2)</sup> 汪铁军<sup>2)</sup> 张 坚<sup>2)</sup>

Q959.832

(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,男,讲师)

**摘要** 对大熊猫夏季栖居地植物群落种类组成进行取样调查,以聚类分析方法进行植物群落分类,并研究与大熊猫生境因子之间的相关性,结果表明:①大熊猫夏季栖居地植物群落可分为3个群丛6个亚群丛;②大熊猫夏季栖居地生境因子由于南北坡地形状态导致的水湿分布与植物群落类型分布紧密有关;③自然背景值的比较结果显示,南坡的夏季栖居地结构优于北坡。

**关键词** 大熊猫;夏季栖居地;植物群落;生境因子;相关分析  
**分类号** Q958.11

栖息地

大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)栖息地环境生态的研究,涉及其所处秦岭山地的地理基质、气候地带性和局部生境的特异性。只有进一步了解大熊猫栖息地生境的各个因子的内在联系,才能更好地解释大熊猫的分布状态、种群数量构成和种群发展动态所依赖的物质和能量背景。

佛坪的大熊猫是秦岭大熊猫种群的一部分。对于其所处地环境生态的研究,人们已经完成了大量的工作(吕植,1988;潘文石等,1988,1989,a,b;田星群 1988,1990;雍严格等,1981,1993,1994;Tang Xinggun, 1988)。然而,对大熊猫栖息地环境状态的综合特征的全面反映,尤其是栖息地植物群落分类与生境因子之间的相关性,尚缺乏研究。作者1995年定量地收集了佛坪大熊猫夏季栖居地的大量野外数据,运用数值分类原理对大熊猫夏季栖息地进行了相关分析,揭示不同群落类型与生境因子之间的相关联系,为探讨大熊猫对环境异质性的选择及其适应做出合乎生态学规律的管理保护对策。

## 1 研究方法

### 1.1 样地调查及数据收集

佛坪自然保护区位于秦岭中段南坡,其自然概况在大多数文章中均有所描述<sup>[2,3]</sup>,故在此不予赘述。工作地点选择在保护区内海拔2300~2900m范围内的亚高山针叶林—华桔竹林带的大熊猫夏季栖居地进行,为保持不同来源的样本数据的可比性,大样方的设置均按样线(样线间距>1500m)内的高线族设置,而其等高线族则按n×100m等高距设置,共设置正方形样方(20×20m<sup>2</sup>)48个。同时在大样方内的4角和中心处有选择地设置小样方(2×2m<sup>2</sup>)4~5个,共取小样方192个。在工作中,详细记录了样方内的植被类型、垂直成层特征、植物的内分布型、植被群落的结构特征、地貌特征(海拔高度、坡向、坡度、坡位)、林间空地面积比例、样内活地被物状况、大熊猫食物基地结构特征等24个生态因子和56个类目。

## 1.2 计算相关系数及聚类分析

应用离差标准化后的内积,通过计算机处理,得出 48 个样方 Bray-Curtis 相似系数矩阵,据此,按照一次形成聚类法<sup>[6]</sup>把那些生境因子组成最相似(Bray-Curtis 距离最短)的样方聚集在一起形成表征样方间种类组成相关关系的树状分枝图。

## 2 结果与分析

在选用的 24 个生态因子及 56 个类目中,对大熊猫夏季栖居地的调查数据进行微机处理,构成一个系统聚类图(图 1)。

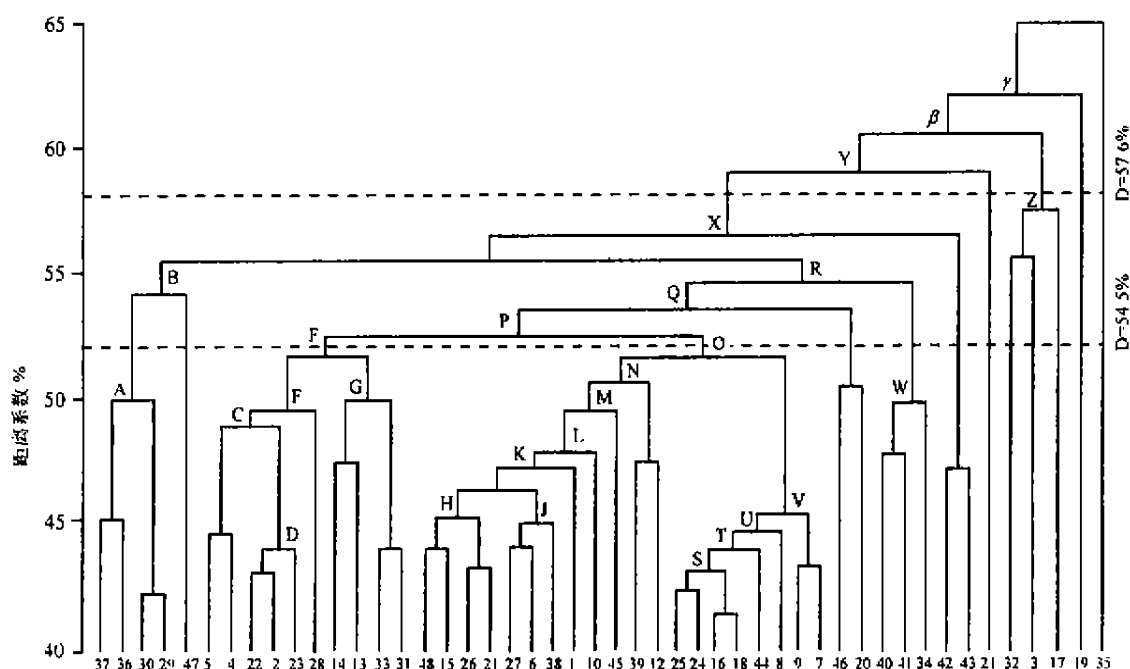


图 1 大熊猫夏季栖居地样方聚类图

Fig. 1 Cluster Diagram of Quadrats in Giant Panda's Summer Habitat

在图 1 中,样本 NO. 1~26 位于秦岭主脊北坡,NO. 27~48 位于秦岭主脊南坡。聚类分析结果显示 48 个观测样本可明显地分为 5 个聚类群,同一聚类水平的同样本归纳如下:

- I 类,南坡(No. 37,36,30,29,47);
- II 类,南坡(No. 28,33,31),北坡(No. 5,4,22,2,23,14,13);
- III 类,南坡(No. 48,27,38,45,39),北坡(No. 15,26,11,6,1,10,12);
- IV 类,南坡(No. 44),北坡(No. 25,24,16,18,8,9,7);
- V 类,南坡(No. 46,40,41,34,42,43,32,35),北坡(No. 20,21,3,17,19)。

在样方聚类图中,取  $D=57.6\%$  时,可划分出  $a, b$  两个样方集群。 $a$  样方集群为 37,36,30,29,47,5,4,22,2,23,28,14,13,33,31,48,15,26,11,27,6,38,1,10,45,39,12,25,24,16,18,44,8,9,7,46,20,40,41,34,42,43; $b$  样方集群为 32,3,17;两个样方集群之外的样方分别是相似集群的过渡类群。

取  $D=54.5\%$  时,可划分出  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, b_1$  7 个样方集群: $a_1=37,36,30,29$ ;  $a_2=5,4,22,2,23,28,14,13,33,31$ ;  $a_3=48,15,26,11,27,6,38,1,10,45,39,12,25,24,16,18,44,8,9,7$ ;  $a_4=46,20$ ;  $a_5=40,41,34$ ;  $a_6=42,43$ ;  $b_1=32,4$ ; 7 个样方集群之外的样方分别是相似集群的过渡类群。

根据两次划分得到的样方集合对应于实际样地群落分类不同等级的类群,充分考虑样方集内组成树种、层次结构和外貌特征,结合样地植被整体和分异程度,合理界定群落分类等级。据此,我们把大熊猫夏季栖居地植物群落分为 3 个群丛和 6 个亚群丛,分类单位的命名以计算群丛或亚群丛对应的样方集内植物种的重要值来决定。由此,大熊猫栖息地植物群落数量分类的结果为:

- a. 华桔竹(*Fargesia spathacea*) 群丛
- a<sub>1</sub>. 华桔竹—刺叶栎(*Quercus spinosa*) + 铁杉(*Tsuga chinensis*) 亚群丛
- a<sub>2</sub>. 华桔竹—牛皮桦(*Betula utilis*) 亚群丛
- a<sub>3</sub>. 华桔竹—华山松(*Pinus armandi*) + 巴山冷杉(*Abies fargesii*) 亚群丛
- a<sub>4</sub>. 华桔竹—秦岭冷杉(*Abies chinensis*) + 牛皮桦(*Betula utilis*) + 铁杉(*Tsuga chinensis*) 亚群丛
- a<sub>5</sub>. 华桔竹—巴山冷杉(*Abies fargesii*) 亚群丛
- a<sub>6</sub>. 华桔竹—太白红杉(*Larix chinensis*) 亚群丛
- b. 华桔竹—五角枫(*Acer truncatum*) + 红桦(*Betula albo-sinensis*) 群丛
- c. 箭竹(*Sinarundina nitida*)—铁杉(*Tsuga chinensis*) + 牛皮桦(*Betula utilis*) 群丛

为了说明生境地理因子与植物群落分布的相关联系,我们对非量化数据依据聚类分析样方集把样方号换成对应的地形状态记录作表 1。

表 1 不同群落类型与地形状态之间的关系

Tab. 1 The Relations of Difference Community Type and the Topography States

| 群 丛 | 亚群丛            | 地 形 状 态             | 分 布  |
|-----|----------------|---------------------|------|
| a   | a <sub>1</sub> | 山腰 山顶平台 山坳脊         | 南、北坡 |
|     | a <sub>2</sub> | 山腰 悬崖顶部平台 山腰浅凹及夹谷   | 南、北坡 |
|     | a <sub>3</sub> | 山腰 山顶山坳脊 山顶平台 悬崖顶部  | 南坡   |
|     | a <sub>4</sub> | 山腰 山顶 山顶平台 悬崖平台 山坳脊 | 南、北坡 |
|     | a <sub>5</sub> | 山腰 山腰夹谷 山峰夹谷 山顶平台   | 南坡   |
|     | a <sub>6</sub> | 山顶 山顶平台 悬崖顶部        | 南坡   |
| b   |                | 山腰 山腰浅凹 山腰夹谷        | 南、北坡 |
| c   |                | 山腰 山腰浅凹 山腰沟底        | 北坡   |

表 1 所显示的群落类型与地形状态的关系体现了很大程度的规律性。a 类群丛主要分布于山顶、山腰和悬崖顶部; b 类群丛主要分布于山腰和山腰浅凹及夹谷; c 类群丛主要分布于山腰和山腰浅凹及沟底。由此可看到,群落的分布与不同地形状态的相关关系体现了环境水湿状态的梯度排列。山顶比较干旱,沟谷和凹地相对而言,水分要丰富一些,而山腰介于二者之间,同时北坡与南坡之间相比,南坡环境的水湿状态显然要优于北坡<sup>[7]</sup>。水湿状态分布的规律与地形状态的相关性主要因果于地形状态导致太阳辐射和热量分布不均,地表热量状态差异造成水分蒸发量差异;另外,重力水形成的地面径流分布和水的滞积状态差异亦是重要因素。因此,几方面的气候因子由于地形的差异综合作用的结果使水湿分布状态显著遵循同一方向的梯度分布规律,对植物群落组成和分布作用是显而易见的。因而大熊猫的夏季栖居地结构呈现出一定规律性的梯度分布。

(1) 随着海拔高度的递升,大熊猫夏季栖居地结构的相似性递增,反之亦然。根据样方聚类分析结果可知,同一聚类水平上的样本应该是相似的,因而把处于同一海拔区间和不同海拔区间南北坡大熊猫夏季栖居地的结构特征值进行比较,结果分别见表 2 和表 3。

表 2 大熊猫夏季栖居地不同海拔高度相似性样方的分布

Tab. 2 The Distribution of Similar Quadrats at Different Elevation in Panda's Summer Habitat

| 海拔区间/km | 南北坡相似性样方的数量和类型 |    |     |    |    | 合 计 | 百分数   |
|---------|----------------|----|-----|----|----|-----|-------|
|         | I              | II | III | IV | V  |     |       |
| 2.6~2.8 | 2              | 2  | 10  | 0  | 3  | 17  | 35.4  |
| 2.5~2.6 | 2              | 4  | 2   | 6  | 4  | 18  | 37.5  |
| 2.4~2.5 | 1              | 4  | 0   | 1  | 5  | 11  | 22.9  |
| 2.3~2.4 | 0              | 0  | 0   | 1  | 1  | 2   | 4.2   |
| 合 计     | 5              | 10 | 12  | 8  | 13 | 48  | 100.0 |

表 3 大熊猫夏季栖居地不同海拔高度样方特征值比较

Tab. 3 Comparison of Quadrats Characteristics at Different Elevation in Panda's Summer Habitat

| 坡位  | 坡向 | 建群树 |       |       | 伴生树 |       |       | 老竹   |      |       | 新竹   |      |      | 竹笋    |      |      | 灌层<br>盖度 | 草本<br>盖度 |
|-----|----|-----|-------|-------|-----|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|----------|----------|
|     |    | A   | B     | C     | A   | B     | C     | C    | D    | E     | C    | D    | E    | C     | D    | E    |          |          |
| 上坡位 | 北坡 | 冷杉  | 0.35  | 15.76 | 牛皮桦 | 0.24  | 13.45 | 2.33 | 8.04 | 19.83 | 2.43 | 8.34 | 2.00 | 38.31 | 8.77 | 2.73 | 0.77     | 0.34     |
|     | 南坡 | 冷杉  | 0.345 | 15.74 | 牛皮桦 | 0.25  | 9.60  | 2.08 | 6.69 | 21.25 | 2.17 | 7.48 | 4.28 | 33.51 | 8.99 | 2.51 | 0.71     | 0.37     |
| 中坡位 | 北坡 | 牛皮桦 | 0.53  | 18.22 | 冷杉  | 0.28  | 17.99 | 2.43 | 7.92 | 18.12 | 2.59 | 7.90 | 1.83 | 42.68 | 8.79 | 1.95 | 0.66     | 0.28     |
|     | 南坡 | 牛皮桦 | 0.35  | 12.25 | 冷杉  | 0.275 | 15.35 | 2.45 | 7.10 | 22.36 | 2.23 | 7.00 | 2.60 | 38.09 | 8.64 | 2.93 | 0.86     | 0.44     |
| 下坡位 | 北坡 | 牛皮桦 | 0.46  | 23.03 | 冷杉  | 0.31  | 18.57 | 2.55 | 7.39 | 15.62 | 2.78 | 7.44 | 1.46 | 62.44 | 8.42 | 1.24 | 0.65     | 0.33     |
|     | 南坡 | 牛皮桦 | 0.39  | 19.40 | 冷杉  | 0.39  | 18.20 | 2.08 | 6.76 | 27.47 | 2.41 | 6.99 | 6.39 | 43.23 | 7.65 | 3.64 | 0.77     | 0.33     |

A, 树种; B, 郁闭度; C, 均高/m; D, 均径/mm; E, 密度/株·m<sup>-2</sup>

从表 3 和表 4 可以看出, 位于高海拔区段的上坡位, 大熊猫南北坡夏季栖居地的结构表现出较高的一致性, 而随着海拔高度的下降, 相应的海拔区间其相似性程度逐渐降低, 说明大熊猫夏季栖居地结构一致性程度的高低似与海拔高度相关。

夏季, 大熊猫主要活动于海拔 2 300 m 以上的亚高山梁峰岭地带<sup>[2]</sup>。受流水侵蚀剥蚀作用的影响, 该地带山顶面波状起伏, 微向南倾, 表现为平坦梁顶和宽谷地形, 山势高大, 坡陡沟深, 在流水侵蚀作用下, 岩体节理风化, 造成山体呈浑圆状。同时, 在海拔 2 500 m 以上为第四纪冰川地貌<sup>[6]</sup>, 特殊的地质地貌特点, 造就了植被分布相似的自然背景。受山顶效应的影响, 浑圆状的山脊、山顶森林不易生存, 多为生长缓慢的落叶松林, 树干多低矮弯曲, 有的呈葡萄状, 群落结构简单, 多为秦岭冷杉及牛皮桦混生, 林内灌层多以华桔竹和密枝杜鹃灌丛等为常见。尽管光照充足, 但高山效应的影响使华桔竹(*Fargesia spathacea*)的分布多呈圆丛状, 密集而较为矮小, 不利于大熊猫的正常取食和栖居, 因此山脊成了大熊猫经常跨越的地段, 对熊猫的活动起着“栈桥”的作用; 而局部地段相对较高的山脊却起着屏障作用, 成为熊猫向北纵深分布的障碍。

位于秦岭主脊以下的中、下坡位, 地形切割程度相对较小, 呈辐射状排列的沟梁系统随海拔高度的下降而趋于集中, 同时沟谷之间的山脊与条条山沟结合而形成的复杂网络, 为大熊猫提供了更为多样性的生境。相比而言, 如果较为平缓且均具有多样化程度较高的山坡是大熊猫夏季栖居地主要选择类型的话, 河谷地带则更具有多样性的生境。这里一般气候较为温暖, 植物群落结构复杂且完整, 郁闭度适宜, 为林下灌层提供了充足的阳光, 利于竹子实生苗的更新复壮, 加上水热条件的充足, 竹林的密度适中, 尤其在林缘密集成片, “边缘效应”表现尤为突出。加上环境空间的高度异质性, 群丛在微空间缀块也表现出较大的异质性<sup>[9]</sup>, 使该区域成为大熊猫较为适宜稳定栖居地的主要动力。因而随着海拔高度的递降, 南北坡夏季栖居地的相似性减小, 而相异性增加, 总体上南坡栖居地结构的环境质量明显优于北坡。

(2) 同一海拔等高线上的栖居地结构表现出较大的一致性, 根据样方聚类分析结果可知, 处于同一聚类水平上相似性较大的样方, 基本上处于相同的海拔高度, 统计结果见表 4。

表 4 南北坡同一聚类水平样方海拔高度差异比较

Tab. 4 Comparison of the Quadrats Elevation at the Same Cluster Level between the South and North Slopes

| 聚类类型 | 南坡样方海拔/km |      |      |      |      | 北坡样方海拔/km |      |      |      |      | t 检验 |             |                  |     |
|------|-----------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|-------------|------------------|-----|
| I    | 2.66      | 2.56 | 2.40 | 2.50 | 2.80 |           |      |      |      |      |      |             |                  |     |
| I    | 2.50      | 2.40 | 2.50 |      |      | 2.50      | 2.45 | 2.48 | 2.46 | 2.60 |      | $t_u=0.616$ | $t_{0.05}=2.306$ | 不显著 |
| II   | 2.68      | 2.60 | 2.56 | 2.60 | 2.65 | 2.64      | 2.57 | 2.69 | 2.64 | 2.61 |      | $t_u=0.553$ | $t_{0.05}=2.262$ | 不显著 |
| IV   | 2.50      |      |      |      |      | 2.57      | 2.50 | 2.54 | 2.57 | 2.41 |      | $t_c=0.025$ | $t_{0.05}=2.201$ | 不显著 |
| V    | 2.70      | 2.65 | 2.50 | 2.53 | 2.40 | 2.50      | 2.38 |      |      |      |      |             |                  |     |
|      | 2.39      | 2.40 | 2.46 |      |      | 2.50      | 2.45 | 2.40 | 2.51 | 2.62 |      | $t_s=0.026$ | $t_{0.05}=2.447$ | 不显著 |

大熊猫的夏季栖居地, 主要位于海拔 2 200~2 904 m 的亚高山地带<sup>[1]</sup>。在秦岭山脉的山顶区, 夏季

南北坡同一海拔高度的气温差别不大<sup>[7]</sup>,水热条件的相似性,不同程度地影响着植被和竹林分布的相似性,因而也影响着大熊猫对南北坡夏季栖居地相似结构的同等选择性。所以,夏季大熊猫在同一等高线上栖居地的选择分布是比较均匀的。

(3)夏季栖居地南北坡气温因素的差别也是一个重要的相异因子。大熊猫是较典型的以独居为主的动物,对栖居地的选择具有较高的严格性<sup>[3]</sup>。除要求栖居地的物理结构适宜外,气候因子也是其夏季栖居地选择的因素<sup>[1]</sup>。秦岭南北坡在物理特征方面存在着较大差异<sup>[2,5,7]</sup>,因而气温的差异(图2,图3)也是导致熊猫在夏季栖居地的选择行为上存在差异的原因之一。其理由在于气候因子作用于地形状态的差异而直接影响植物群落在南北坡的组成和分布,从而间接影响到大熊猫在南北坡夏季栖居地上的不同分布状态。

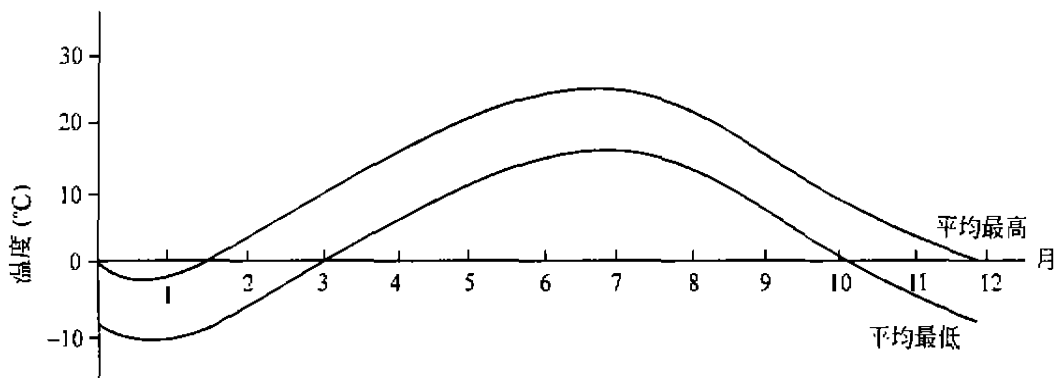


图2 秦岭北坡周至玉皇庙地区(海拔1915 m)气候资料(双庙子沟梁顶气象站1961~1977)

Fig. 2 The Meteorological Data of Yuhuangmiao Area with an Elevation of 1915 m on the North Slope of Qinling Mountains(Meteorological Observer on the Crest of Shuangmiaozigou, 1961~1977)

### 3 讨论及结语

利用数量分类法对大熊猫夏季栖居地森林植物群落进行分类是可行的。植物群落分类对于反映生境地理因子间接梯度分布规律和内在趋势具有重要意义<sup>[9,10]</sup>。

构成动物生境状态的综合特征,决定因素在于构成动物生活环境的重要部分——植被。植被作为环境的组成部分,在一定时空范围内受气候和地理等因素的影响,在区系学和群落学等特征上反映了与气候和地理诸因子中的重要相关因子,这些相关因子综合作用的结果导致了不同区域植被在区系学和群落学等特征上的显著差异,大熊猫夏季栖居地南北坡及不同海拔区间、不同地形状态间的明显差异,正是这些相关因子综合作用的结果,因而这些生境状态的综合特征与大熊猫自身的生活特性、物质和能量供求、种群构成和分布的动态变化等相关规律相适应,成为构成佛坪大熊猫现生种群分布格局的一大因素。

另一方面,动物的存在与自然环境密切相关,而动物的地理分布与变迁又与环境条件分不开。随着青藏高原的隆起,东亚地势格架基本形成<sup>[5]</sup>,秦岭屏障阻止了南北动物的迁徙,大气环流进一步改变,影响了秦岭以南的气候,从而迫使晚更新世时期动物群中喜暖动物大熊猫相应地从低山丘陵地带退缩至秦岭高寒山地,使秦岭北坡的局部地区以及秦岭南坡成为大熊猫的自然庇护所<sup>[3,5]</sup>。秦岭山体的屏障作用,在影响气候的垂直分布时,也同时在影响着植被、竹林的分布。在秦岭的北坡,竹林分布一般在海拔2000 m以上,且成岛状、点状不连续分布,竹种也较为单一。在有熊猫分布的地区(周至老县城)以北,高大的太白山阻挡了北方的寒冷空气,使秦岭南坡的暖湿空气沿沟谷可延伸至此,在该地区尚还具有充

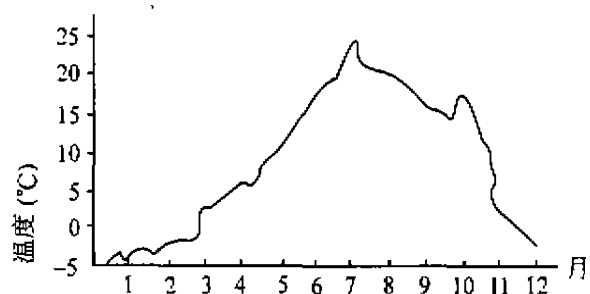


图3 秦岭南坡三官庙地区

(海拔1500 m)旬平均温度变化(雍严格,1994)

Fig. 3 Temperature Change in the-day Period in Sanguamiao Area with an Elevation of 1500 m on the South Slope of the Qinling Mountains(Yong yange 1994)

裕的水热条件,加之与秦岭南坡熊猫分布区紧相毗邻,所以这里便成为大熊猫在北坡的唯一一个比较集中的分布区<sup>[4]</sup>。同时,秦岭的形成历史,造成北陡南缓的固有自然背景,水热条件分布上的差异性,致使南、北坡的植被类型等特征截然不同,因而在长期的生态适应中,大熊猫必然以秦岭南坡为主要栖居场所,体现了大熊猫对历史自然背景的继承、延续和巩固。

西北大学生物系 1992 级生物学专业全体同学参加了野外调查,副教授任毅博士进行了微机数据处理,在此一并致谢!

### 参 考 文 献

- 1 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
- 2 田星群. 秦岭大熊猫食物基地的初步研究. 兽类学报, 1990, 10(2): 88~96
- 3 潘文石,高郑生,吕植. 秦岭大熊猫的自然庇护所. 北京: 北京大学出版社, 1988. 102~171
- 4 吴家炎. 秦岭的大熊猫. 动物学报, 1986, 32(1): 92
- 5 张保升. 秦岭地貌结构. 西北大学学报(自然科学版), 1981, 11(1): 78~84
- 6 吴汝康. 中国远古人类. 北京: 科学出版社, 1989. 277~312
- 7 陈明荣. 秦岭的气候与农业. 西安: 陕西人民出版社, 1983. 1~19
- 8 方开泰. 聚类分析. 北京: 地质出版社, 1993. 192~242
- 9 Whitten A J A. Numerical analysis of tropical rain forest, using floristic and structural data, and its application to analysis of Gibbon ranging behaviour. *Journal of Ecology*. 1982, 70: 249~271
- 10 Caugly G. *Analysis of Vertebrate Populations*. New York: John Wiley & Sons, 1977. 54~77

责任编辑 徐象平

## A Study on the Environmental Ecology of Giant Panda in Foping ( I )

### —The Forest-Community Classification and Habitat Factor of Summer Habitat

Yang Xingzhong<sup>1)</sup> Meng Shijie<sup>1)</sup> Yong Yan'ge<sup>2)</sup>

Wang Tiejun<sup>2)</sup> Zhang Jian<sup>2)</sup>

( 1)Department of Biology, Northwest University, 710069, Xi'an; 2)Managing Bureau of Foping Nature Reserve, 723400, Shaanxi Foping )

**Abstract** The compositions of plant families in the forest community in Giant panda summer habitat have been made samples investigation. The samples standing for the forest community in Giant panda have also been studied. The result shows that; ① The forest community in Giant panda summer habitat may be divided into 3 associations and 6 subassociations; ② The Soil-water distributions resulting from terrains of the south slope and north slope are most importantly related to the forest-community distributions in Giant panda summer habitat; ③ The result of the natural background value shows that the structure of south slope is superior to north slope in Giant Panda summer habitat.

**Key words** Giant Panda (*Ailuropoda melanoleuca*); summer habitat; Forest-community; habitat factor; interrelated analysis