

高黎贡山赧亢白眉长臂猿 (*Hoolock hoolock*)

春秋季节食物资源可利用性与取食*

吴建普¹, 周伟¹, 罗红², 邓忠坚¹, 李家鸿³, 艾怀森³

(1. 西南林业大学 云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224;

2. 中国科学院 西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223; 3. 高黎贡山国家级自然保护区 保山管理局, 云南 保山 678000)

摘要: 为了解白眉长臂猿取食与食物资源可利用性之间随季节变化的适应性, 探讨食物资源可利用性与活动范围的关系, 作者于 2009 年 3~4 月和 10~12 月在高黎贡山赧亢进行了野外调查。采用样带法调查食物资源可利用性, 焦点动物取样法记录白眉长臂猿取食行为, 瞬时扫描法记录其活动范围, 利用 ArcGIS 9.3 软件计算并显示每个栅格内的取食量和食物资源可利用性。结果表明, 3~4 月和 10~12 月白眉长臂猿每种食物资源及果实食物资源的可利用量与其取食量呈相关性。3~4 月总食物资源、果实食物资源可利用性较 10~12 月的高, 且分布也较集中, 海拔 1 800 m 以下少有或无可利用食物资源。在 3~4 月和 10~12 月 2 个时间段, 白眉长臂猿的活动范围多与总食物资源、果实食物资源可利用性分布高的区域重叠。在 3~4 月, 活动区内、外的总食物资源及果实食物资源可利用性差异性不显著; 而在 10~12 月, 它们的差异性显著。在两时间段, 白眉长臂猿均倾向选择食物资源可利用性高的区域取食, 但季节间取食范围存在变化, 10~12 月的取食区域大于 3~4 月的。取食量高的区域在两个季节虽有重叠, 但重叠区域较少。3~4 月的食物资源可利用量与对应栅格内取食量呈显著相关, 10~12 月的呈微弱相关。事实表明, 赧亢白眉长臂猿食物资源呈不均衡分布; 食物资源可利用性影响其活动范围选择; 随着季节变化, 白眉长臂猿取食与食物资源可利用性相适应。

关键词: 白眉长臂猿; 食物可利用性; 取食; 活动范围; 高黎贡山

中图分类号 Q 959.848; 文献标识码: A 文章编号: 0258-7971(2010)06-0715-09

食物资源可利用性指动物可利用的食物种类和部位、食物资源量及其分布状况等。食物资源可利用性的不均衡性, 导致非人灵长类搜寻和处理食物所需时间和能量的不同, 它们不得不依据食物资源可利用性调节食物分布区域的利用强度^[1-2]。因此, 食物资源可利用性影响非人灵长类的家域选择和食物资源利用程度等^[3-4]。目前非人灵长类食物资源可利用性的研究集中在食物树及食物密度、家域选择关系等^[3-4]均未涉及食物资源可利用性分布与取食的关系。白眉长臂猿为国家一级保护野生动物, 其食性研究涉及食物选择、食谱等^[5-7], 但无食物资源可利用性与取食的相关性研究。因 3~

4 月与 10~12 月时间间隔较长, 可反映不同季节白眉长臂猿取食食物种类的差异。而高黎贡山 6~9 月正值雨季, 雨大雾多, 无法跟踪观察, 故只研究 3~4 月与 10~12 月白眉长臂猿的食物资源可利用性与取食随时间变化的适应性, 并探讨食物资源可利用性与动物活动范围的关系。该研究不仅是赧亢白眉长臂猿容纳量研究的基础, 也可为保护白眉长臂猿和了解其行为生态学提供基础资料。

1 研究地及研究方法

1.1 研究地概况 赧亢地处云南保山市隆阳区、

* 收稿日期: 2010-06-15

基金项目: 云南省森林灾害预警与控制重点实验室开放基金项目 (ZK09B302); 云南省林业厅珍稀濒危动植物及栖息地、保护区的救护繁育项目 (2009001); 云南省林业厅野生动物保护管理项目 (2010-01)。

作者简介: 吴建普 (1982-), 男, 山东人, 硕士生, 主要从事野生动物多样性及保护研究。

通讯作者: 周伟 (1957-), 男, 云南人, 博士生导师, 主要从事野生动物与自然保护区管理研究, E-mail: weizhouyn@163.com。

龙陵县和腾冲县的交界处,是连接高黎贡山国家级自然保护区与龙陵小黑山云南省级自然保护区的生境走廊带.本次研究区域面积约 14.3 km^2 ($24^\circ 49'24'' \sim 24^\circ 51'47''\text{N}$, $98^\circ 45'34'' \sim 98^\circ 47'30''\text{E}$),海拔 $1400 \sim 2400 \text{ m}$.该区域位于高黎贡山南段,气候为我国西部型季风气候的暖性湿润型,平均年气温 $9 \sim 13^\circ\text{C}$,年降水量 $1700 \sim 2900 \text{ mm}$,属湿润区.植被主要为中山湿性常绿阔叶林^[8-10].

1.2 研究方法

1.2.1 取食行为数据采集 采用焦点动物取样法,发现目标动物后即不间断跟踪观察,直到失去目标为止^[11-12].2人1组,1人分别观察1只目标动物.2009年3月15日至4月1日分3组跟踪观察了白眉长臂猿1♀1♂(成体)的家群.4月1日至4月20日调整为1组继续跟踪观察,另外2组则调查食物资源可利用性.有效跟踪时间为27d,累计有效观察时间10080min.2009年10月22日至11月21日,2组人员跟踪观察同一家群的活动.有效跟踪时间为18d,累计观察6480min.2009年11月21日至12月5日,2组人员同时转入调查食物资源可利用性.

跟踪观察时记录的取食行为数据包括^[7,12]:①取食树种和部位,并记录取食树的GPS位点;②取食持续时间;③食物单元;④取食速度.

1.2.2 活动区确定 跟踪观察时,采用瞬时扫描法,间隔30min记录1次白眉长臂猿活动所在的GPS位点.采用ArcGIS 9.3软件将活动区和研究地绘制成 $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ 的栅格^[4].将记录的活动位点落在栅格图上.

1.2.3 食物资源可利用性调查 我们自2007年以来就一直跟踪观察白眉长臂猿的食性,所以调查的食源植物包括2007~2009年每年的3~5月和10~12月取食过的所有种类.采用样带法调查食物资源可利用性,样带宽50m,其长度不限,样带间的距离为50m,每条样线尽量保持平行,行走样线时如障碍无法通过则绕行,然后再通过指北针校正回到原行进路线.样带区域内植被为灌丛林和草甸时取消该区域的调查,直到调查区域覆盖整个研究区为止.行走样带遇到食物种类时,收集的因子包括每种食源植物的棵数(N),并记录其GPS位点,每棵食源植物的高度(H)和树冠底层距地面高度或树冠最低食物处(h),树干距树冠边缘的平均水平距离(R)和树干距树冠中最近可食果实或

嫩叶的平均水平距离(r),可食食物部分平均鲜重(M),食物部位密度(p).

食源植物如为乔木,食物资源可利用性的收集因子及数据测量参考 Miller & Dietz^[13]和张兴勇等^[6].由于白眉长臂猿多活动于乔木的树冠层,基本不利用树冠层以外的食物.10~12月白眉长臂猿多取食藤本植物的果实或嫩叶.因此,对于藤本植物果和叶的测量也仅限于乔木树冠层.因藤本植物多附生于乔木,呈缠绕状,在乔木的树冠层内占据一定空间和长有嫩叶、花和果实等.藤本果实和嫩叶的计算方法是该藤本附生的乔木树冠层平均分成上下2层,每层垂直平均分成8等份.以等分的树冠体积为参照,观察该藤本占了树冠层多大的体积,接下来计算及测量方法均同于乔木.

1.3 数据处理

1.3.1 取食 每个栅格内取食量(feeding amount in each grid, U_j) (g/hm^2):

$$U_j = F_{\text{ai f}}/S + F_{\text{ai m}}/S,$$

式中: S 为每个栅格的面积; $F_{\text{ai f}}$ 为1个栅格内雌猿的取食量; $F_{\text{ai m}}$ 为1个栅格内雄猿的取食量;1个栅格内雌雄猿的取食量(feeding amount in each grid by an mated female or mated male gibbon, F_{ai}) (g)参照 Hanya^[12]和吴建普等^[7]的取食量计算公式改进为:

$$F_{\text{ai}} = \sum_{i=1}^n B_{fi} \times S_{fi} \times W_{ui},$$

式中: B_{fi} 为雌雄猿在1个栅格内取食第*i*种食物单元的时间消耗(feeding time for food unit *i* in each grid by a mated female or male gibbon) (min); S_{fi} 为食物单元*i*的取食速度(feeding speed for food unit *i*) ($\text{次}/\text{min}$); W_{ui} 为食物单元*i*的鲜重(fresh weight of food unit for food *i*) ($\text{g}/\text{次}$).

1.3.2 食物资源可利用性 每一栅格内食物资源可利用性(food resource availability in each grid, A_j) (kg/hm^2):

$$A_j = \left(\sum_{i=1}^n N_i M_i A_i / 1000 \right) / S,$$

式中: N_i 为食源植物*i*的棵数; M_i 为食物部分*i*的平均鲜重(g),果实或嫩叶 $M_i = M'_i/50$,果汁 $M_i = (M'_i - M''_i)/50$,其中 M'_i 为50个样品*i*的鲜重, M''_i 为50个样品*i*的干重; A_i 为果实或嫩叶*i*的数量;参照 Miller & Dietz^[13]的计算方法,利用椭球体积公式估算每棵树树冠和树干部分的体积,果实或嫩叶

的数量的具体公式为:

$$A = vp$$

式中: p 为食物部位密度, 计算果、叶的密度值时参考 Miller & Dietz^[13] 和张兴勇等^[6]. 当果实、嫩叶平均直径或长度大于 1 cm 时, 估算 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m} = 0.125\text{ m}^3$ 的体积内果实或嫩叶的数量; 当果实、嫩叶平均直径或长度小于 1 cm 时, 估算 $0.2\text{ m} \times 0.2\text{ m} \times 0.2\text{ m} = 0.008\text{ m}^3$ 的体积内果实或嫩叶的数量. v 为含果实或嫩叶部分的体积, 计算公式为

$$v = 4/3\pi R^2(H-h) - 4/3\pi r^2(H-h)$$

其中 $4/3\pi R^2(H-h)$ 为每棵树树冠的体积 $4/3\pi r^2(H-h)$ 为没有树果或其它食物部分的体积.

利用 ArcGIS 9.3 软件计算并显示每个栅格内的食物资源可利用性 (kg/hm^2) 和取食 (g/hm^2). 采用独立样本 t -检验活动区栅格与邻近栅格内食物资源可利用性数据的差异. 采用 Pearson 相关系数分析相同时间段内食物资源可利用性与取食的相关性. 数据分析处理均用 SPSS 16.0.

2 结 果

2.1 食物资源可利用性

2.1.1 可利用食物及其资源量 白眉长臂猿 3~4 月和 10~12 月取食的食物植物共 44 种, 其中有 4 种利用多部位, 有 7 种在 2 个时间段均利用 (表 1). 3~4 月总食物资源可利用量为 46 315.703 kg, 果实食物资源可利用量为 28 716.279 kg; 10~12 月总食物资源可利用量为 23 770.003 kg, 果实食物资源可利用量为 16 410.181 kg. 相关性分析结果表明 3~4 月每种食物的资源可利用量与其取食量显著相关 ($r_p = 0.695, P = 0.000, n = 23$), 每种果实食物的资源可利用量与其取食量也显著相关 ($r_p = 0.738, P = 0.094, n = 6$); 10~12 月每种食物的资源可利用量与其取食量呈微弱相关 ($r_p = 0.194, P = 0.296, n = 31$), 每种果实食物的资源可利用量与其取食量也呈微弱相关 ($r_p = 0.143, P = 0.611, n = 15$).

2.1.2 总食物资源及果实食物资源可利用性 3~4 月总食物资源及果实食物资源可利用性均较 10~12 月的高, 且资源分布也较集中; 2 个时间段的活动区域多与总食物资源及果实食物资源可利用性分布高的区域重叠, 海拔 1 800 m 以下少有或基本无可利用性食物资源 (图 1 2).

表 1 2009 年 3~4 月和 10~12 月白眉长臂猿取食量及可利用食物资源

Tab. 1 Feeding amount and available food resource of *Hoolock gibbon* in Mar to Apr and Oct to Dec 2009

序号	食物种名	月份		觅食部位			食物资源 可利用量/kg	取食 量/kg
		3~4 月	10~12 月	嫩叶	果实	茎		
1	华南蓝果树 <i>Nyssa javanica</i>	+		+			6 753.009	2.556
							+	1.410
2	梨果寄生 <i>Scurrula philippensis</i>	+			+		342.549	0.405
3	星毛鹅掌柴 <i>Scueflera minutistellata</i>	+			+		16 142.548	2.178
4	羊奶果 <i>Elaeagnus viridis</i>	+			+		0.058	0.000
5	硬斗石栎 <i>Lithocarpus grandifolius</i>	+		+			1 397.948	0.063
6	印度木荷 <i>Schima khasiana</i>	+			+		12 000.758	0.120
			+		+			1 132.207
7	红梗楠 <i>Phoebe rufescens</i>	+		+			1 322.843	0.000
8	丝线吊芙蓉 <i>Rhododendron moulmainense</i>	+		+			332.504	0.000
			+	+				332.504
9	薄叶山矾 <i>Symplocos anomala</i>	+		+			92.592	0.009
10	大花云南桫欏 <i>Clethra delavayi</i>	+		+			257.299	0.000
11	南亚泡花树 <i>Meliosma arnottiana</i>	+		+			1 429.887	0.000
12	红锥 <i>Castanopsis hystrix</i>	+		+			1 232.187	0.000
13	毛果黄肉楠 <i>Actinodaphne trichocarpa</i>	+		+			0.152	0.000

(续下表)

(续表 1)

序号	食物种名	月份			觅食部位			食物资源 可利用量/kg	取食 量/kg
		3~4月	10~12月	嫩叶	果实	茎	花		
14	毛柄槭 <i>Acer pubipetiolatam</i>	+		+				13.802	0.000
15	大籽山香圆 <i>Turpinia macrosperma</i>	+		+				58.359	0.017
16	缅甸木莲 <i>Maglietia haokeri</i>	+		+				491.661	0.000
17	珍珠莲 <i>Ficus surmentosa</i>	+		+				0.593	0.000
			+		+			0.000	0.000
18	爬树龙 <i>Rhaphidophora decursiva</i>	+				+		2 200.808	0.160
		+			+			82.600	0.000
			+	+				2 200.808	0.010
19	柃木 <i>Eurya japonica</i>		+		+			1 316.493	0.340
20	川滇蔷薇 <i>Rose soulieana</i>		+		+			13.813	0.000
21	云南黄杞 <i>Engelhardia spicata</i>		+	+				1.346	0.000
22	合蕊五味子 <i>Schisandra propinqua</i>		+		+			25.152	4.541
23	岩爬藤 <i>Tetrasigma Planch</i>		+		+			1 251.197	11.625
24	滇新樟 <i>Neocinnanomum merr</i>		+	+				1 973.519	0.000
		+		+				1 973.519	0.000
25	多变石砾 <i>Lihocarpus various</i>		+	+				28.938	0.000
26	木姜子 <i>Litsea pungens</i>		+				+	653.408	0.000
27	丛生树萝卜 <i>Agapetes spissa</i>		+				+	969.054	0.021
28	飞蛾槭 <i>Acer oblongum</i>		+		+			791.686	0.000
29	多花酸藤子 <i>Embelia fioribunda</i>		+	+				6.315	0.126
30	长梗润楠 <i>Machilus. longipedicellata</i>		+		+			35.168	0.097
31	盘叶忍冬 <i>Lonicera tragophylla</i>		+		+			303.494	0.335
32	栎树 <i>Koelreuteria paniculata</i>		+	+				0.121	0.000
33	八月瓜 <i>Akebia trifoliata</i>		+		+			2.547	0.910
34	长蕊木兰 <i>Alcinandra cathcartii</i>		+		+			2 677.911	0.000
35	针齿铁子 <i>Myrsine semiserrata</i>		+		+			2.400	0.000
		+			+			147.766	0.237
36	无患子 <i>Sapindus mukorossi</i>		+		+			246.253	0.000
37	红果冬青 <i>Ilex purpurea</i>		+		+			126.801	1.040
38	短刺栲 <i>Castanopsis longispica</i>		+		+			9 311.913	2.578
39	暗绿杜茎山 <i>Maesa japonica</i>		+	+				305.968	0.000
40	匍匐酸藤子 <i>Embelia procumbens</i>		+	+				40.851	0.000
		+		+				40.851	0.027
41	细茎石斛 <i>Dendrobium moniliforme</i>		+			+		6.500	0.000
			+	+				5.742	0.403
42	香面叶 <i>Lindera caudate</i>		+	+				4.147	0.053
43	山橙属 <i>Melodinus</i>		+	+				2.423	0.122
44	未鉴定出的 1 个种类		+	+				1.324	0.140
	合计	23	31	28	21	2	3	—	—

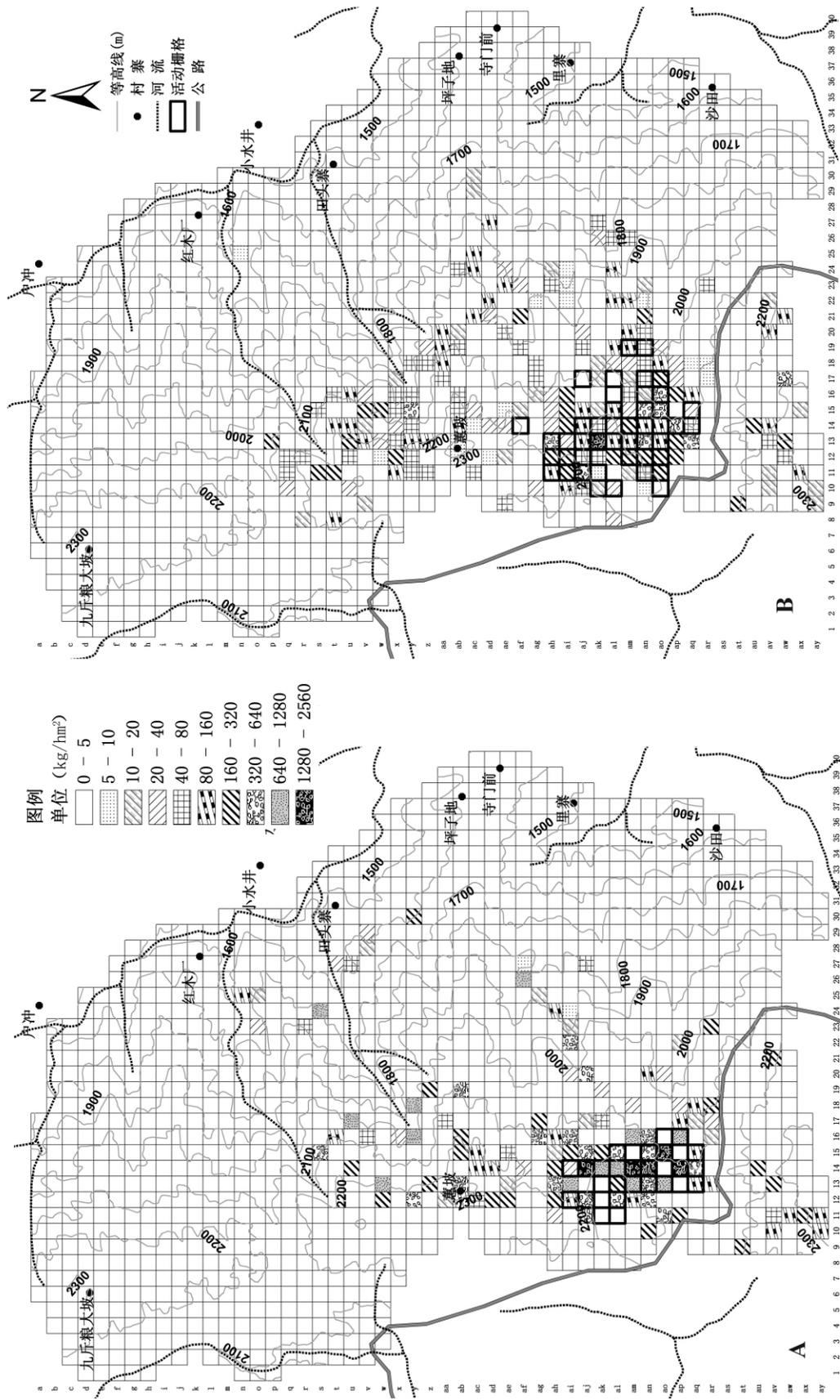


图 1 白眉长臂猿总食物资源可利用性(A 和 B 分别为 2009 年 3~4 月和 10~12 月的总食物资源可利用性)

Fig. 1 Total food resource available for Hoolock gibbon(A & B respectively represent the total food resource available in Mar to Apr and Oct to Dec ,2009)

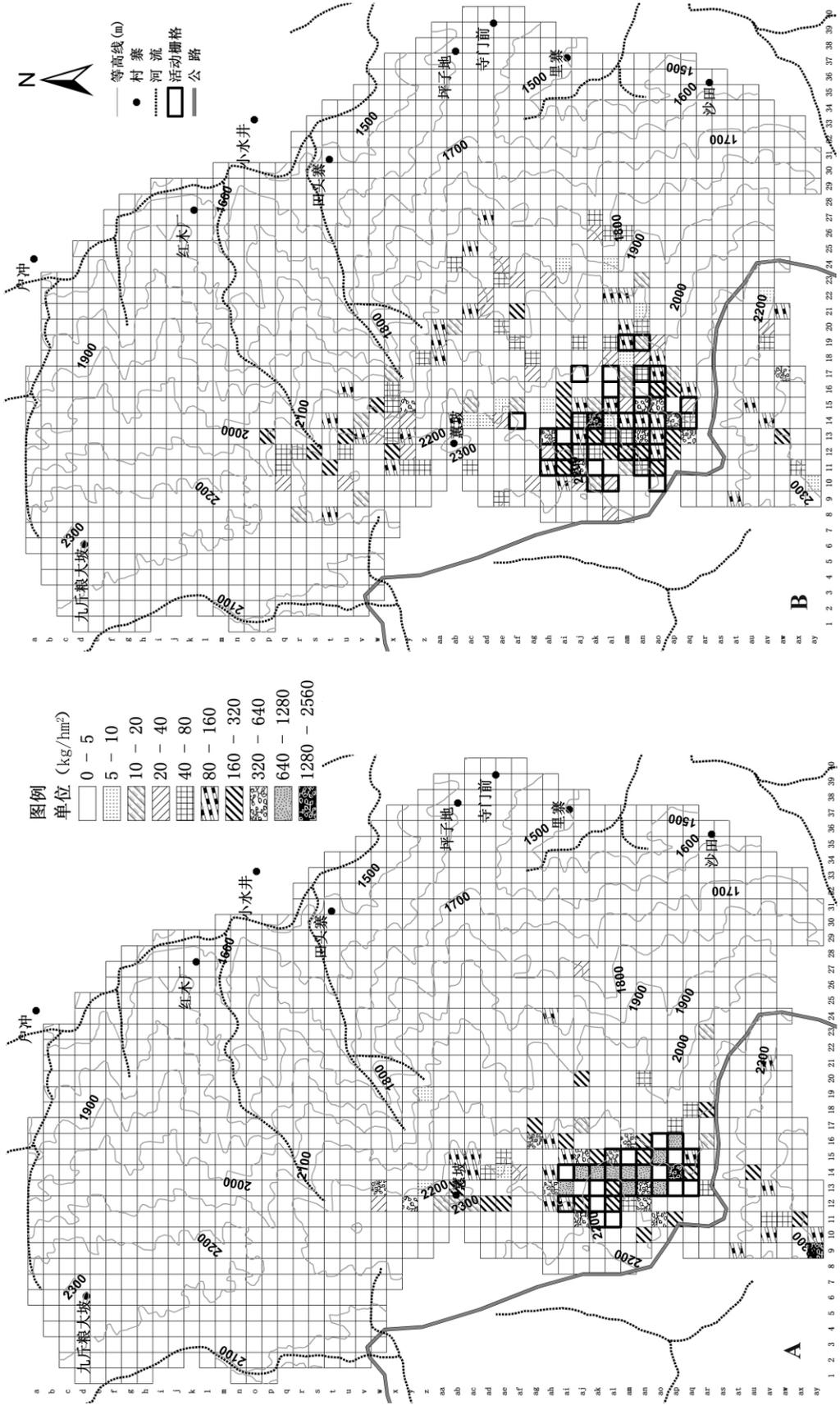


图 2 白眉长臂猿果实食物资源可利用性(A 和 B 分别为 2009 年 3 ~ 4 月和 10 ~ 12 月的果实食物资源可利用性)

Fig.2 Fruit food resource available for Hoolock gibbon(A & B respectively represent the fruit food resource available in Mar to Apr and Oct to Dec ,2009)

2.1.3 活动区内、外食物资源可利用性差异 t -检验结果表明 3~4 月活动区内 (751.490 kg ± 134.988 kg)、外 (498.941 kg ± 217.558 kg) 栅格间的总食物资源可利用性数据差异性不显著 ($p = 0.859$ $n = 22$); 活动区内 (566.054 kg ± 95.364 kg)、外 (421.790 kg ± 170.761 kg) 栅格间的果实食物资源可利用性数据差异性也不显著 ($p = 0.883$ $n = 22$). 10~12 月活动区内 (200.388 kg ± 39.882 kg)、外 (76.549 kg ± 16.668 kg) 栅格间的总食物资源可利用性数据差异性显著 ($p = 0.015$, $n = 42$); 活动区内 (177.800 kg ± 35.807 kg)、外 (77.610 kg ± 17.352 kg) 栅格间的果实食物资源可利用性数据差异性也显著 ($p = 0.025$ $n = 41$).

2.2 食物资源可利用性与取食的关系

2.2.1 取食 在两时间段,白眉长臂猿均倾向选择食物资源可利用性高的区域取食,但取食区域存在变化,10~12 月的取食区域大于 3~4 月的.取食量高的区域在不同时间段虽有重叠,但重叠区域较少 (图 3).

2.2.2 食物资源可利用性与取食的相关性 相关性分析结果表明 3~4 月的食物资源可利用量与

对应栅格内取食量呈显著相关 ($r_p = 0.505$ $P = 0.046$ $n = 16$),而 10~12 月的呈微弱相关 ($r_p = 0.051$ $P = 0.816$ $n = 23$). 3~4 月的果实食物资源可利用量与应栅格内的取食量呈低度相关 ($r_p = 0.365$ $P = 0.165$ $n = 16$),而 10~12 月的呈微弱相关 ($r_p = -0.026$ $P = 0.908$ $n = 23$).

3 讨论

3.1 食物资源可利用性的不均衡分布 白眉长臂猿食物资源可利用性呈不均衡分布.在不同时间段,白眉长臂猿食物资源可利用性高的区域集中在一定栅格,且多分布在海拔 2 000~2 200 m,海拔 1 800 m 以下少有或无食物资源可利用性.食物资源可利用性的不均衡分布,使得白眉长臂猿能够最大化利用栖息地内的食物资源可利用性,节省了搜寻和处理食物的所需时间和能量.有研究表明,黑长臂猿 (*Hylobates concolor*) 唯一的生活场所是由乔木和木质藤本组成的树冠层,且该树冠层为之提供了丰富的食物资源^[14]. 食源植物的自然分布状况使得白眉长臂猿食物资源可利用性呈不均衡分布.

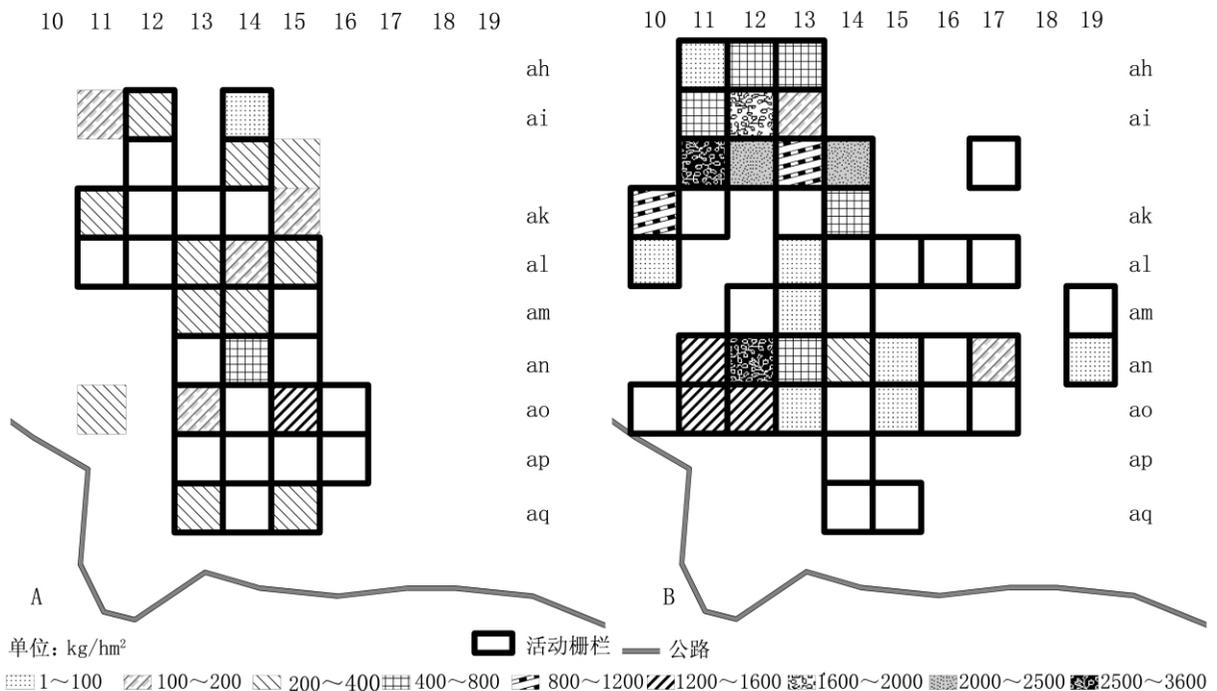


图 3 白眉长臂猿取食栅格内的取食量 (A 和 B 分别为 2009 年 3~4 月和 10~12 月的取食栅格及取食量)

Fig. 3 Feeding amount in the grid for Hoolock gibbon

(A & B respectively represent the feeding amount in grid from Mar to Apr and Oct to Dec 2009)

3.2 食物资源可利用性与活动区选择 白眉长臂猿活动区选择在食物资源可利用性高的连接区域. 因在食物资源可利用性高的连接区域内活动既能获得充足的食物,又可减少搜寻食物所需的时间和能量. 这反映了它的重要取食策略. 非人灵长类家域选择多受食物资源分布的影响^[2,4]. 食物资源可利用性区域分布的不均衡,导致动物搜寻和处理食物的所需时间和能量不同^[1],且非人灵长类食性多具有明显的时间变化^[4,7]. 所以,影响白眉长臂猿活动区域选择的主要因素是食物资源可利用性分布的时间变化. 这一点在同类研究中有类似的结果,如褐尾猴(*Cebus apella*)家域选择围绕果实资源丰富的区域^[2]. 坚果食物资源可利用性分布的年间变化致使日本短尾猴(*Macaca fuscata*)秋季家域行为产生灵活变化^[4].

3.3 取食与食物资源可利用性的适应 随季节变化,白眉长臂猿取食与食物资源可利用性呈适应关系. 食物资源可利用量与对应栅格内取食量的相关程度,说明白眉长臂猿能充分利用栖息环境中的可利用性食物资源,减少因过多移动搜寻食物消耗的时间和能量,从而获得最大的能量收益. 有研究表明,白头叶猴(*Presbytis leucocephalus*)食源植物的自然分布格局影响其采食活动^[15]. 3~4月白眉长臂猿取食栅格内的食物资源可利用性高于10~12月的,而取食栅格面积小于10~12月的. 事实表明,在食物资源可利用性高的季节选择小区域取食;在食物资源可利用性低的季节则在较大范围取食. 这反映了随季节变化,白眉长臂猿取食与食物资源可利用性呈相应的适应关系.

致谢:西南林业大学野生动植物保护与利用专业研究生孙鲁夫、李奇、宋晴川参加野外调查,西南林业大学李乡旺教授和中国科学院西双版纳热带植物园施济普博士帮助鉴定植物标本,在此一并表示谢意!

参考文献:

[1] HARRISON M J S. Patterns of range use by the green monkey, *Cercopithecus cabaeus*, at Mt. Assirik, Senegal [J]. *Folia Primatol*, 1983, 41: 157-179.

- [2] ZHANG S Y. Activity and ranging patterns in relation to fruit utilization by *Brown capuchins* (*Cebus apella*) in French Guiana [J]. *Int J Primatol*, 1995, 16: 489-507.
- [3] McConkey K R, ARIO A, ALDY F, et al. Influence of forest seasonality on gibbon food choice in the rain forests of Barito Ulu, Central Kalimantan [J]. *Int J Primatol*, 2003, 24(1): 19-32.
- [4] TSUJI Y, TAKATSUKI S. Effects of yearly change in nut fruiting on autumn home-range use by *Macaca fuscata* on Kinkazan Island, northern Japan [J]. *Int J Primatol*, 2009, 30: 169-181.
- [5] ISLAM M A, FEEROZ M M. Ecology of *Hoolock gibbon* of Bangladesh [J]. *Primates*, 1992, 33(4): 451-464.
- [6] 张兴勇, 周伟, 吴建普, 等. 高黎贡山赧亢白眉长臂猿春季食物选择 [J]. *动物学研究*, 2008, 29(2): 174-180.
- [7] 吴建普, 周伟, 周杰珑, 等. 高黎贡山赧亢白眉长臂猿食性和日取食量 [J]. *动物学研究*, 2009, 30(5): 539-544.
- [8] 薛纪如. 高黎贡山自然保护区 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [9] 汪建云, 母其爱, 蔺如涛. 高黎贡山自然保护区南段生物走廊带维管植物名录(1) [J]. *云南师范大学学报: 自然科学版*, 2008, 28(3): 52-63.
- [10] 汪建云, 母其爱, 蔺如涛. 高黎贡山自然保护区南段生物走廊带维管植物名录(2) [J]. *云南师范大学学报: 自然科学版*, 2008, 28(4): 52-59.
- [11] ALTMANN J. Observational study of behavior: sampling methods [J]. *Behaviour*, 1974, 49(3): 227-267.
- [12] HANYA G. Age differences in food intake and dietary selection of wild male *Japanese macaques* [J]. *Primates*, 2003, 44: 333-339.
- [13] MILLER K E, DIETZ J M. Fruit yield, not DBH or fruit crown volume, correlates with time spent feeding on fruits by wild *Leontopithecus rosalia* [J]. *Int J Primatol*, 2004, 25(1): 27-39.
- [14] 孙国政, 范朋飞, 倪庆永, 等. 云南哀牢山平河黑长臂猿栖息地乔木结构分析 [J]. *动物学研究*, 2007, 28(4): 374-382.
- [15] 谢强, 卢立仁, 黄乘明. 白头叶猴环境生态的研究—白头叶猴的野生食性 [J]. *广西师范大学学报: 自然科学版*, 1994, 12(1): 76-81.

