

带状间伐对巴山木竹林复壮更新 及大熊猫取食的影响

何祥博^① 何柳熠^② 刘雪华^{③*} Melissa Songer^④

何念军^① 唐流斌^① 杜扶阳^⑤

① 陕西佛坪国家级自然保护区管理局 佛坪 723400; ② 山东科技大学测绘学院 青岛 266590; ③ 清华大学环境学院 北京 100084; ④ Smithsonian Conservation Biology Institute, Front Royal, Virginia 22630, USA; ⑤ 陕西省林业局 西安 710082

摘要: 间伐是竹林复壮更新的有效手段之一。以陕西佛坪国家自然保护区为研究区域,对大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 冬季栖息地非主要采食区域竹林老龄化严重且密度过大的巴山木竹 (*Bashania fargesii*) 林进行为期3年(2017至2019年)的带状间伐样方监测,研究间伐对竹林复壮更新以及大熊猫觅食选择的影响。研究表明:(1)巴山木竹林带状间伐后首先表现为发笋数和成竹数的明显增加,间伐样方内竹笋和成竹的基径、高度小于对照样方,差异显著,随着时间推移,间伐第三年其基径和高度与对照样方无显著差异;(2)大熊猫表现出对间伐样方的偏好,喜爱在间伐样方内采食竹笋和1~3年生的成竹,其在样方内采食竹株数和粪便遗留数均显著高于对照样方,大熊猫在间伐样方内的活动时间也多于对照样方。(3)大熊猫在监测样方中出现频次最高的月份为1月、4月、5月和12月,主要分季节采食竹笋和竹叶。因此,小尺度带状间伐(2 m带宽)可以改变竹林年龄结构,改善竹林老化问题,能达到大熊猫采食栖息地范围扩大的目的,可在竹林老化严重或竹林开花的大熊猫栖息地改造中进行逐步推广,也可在人工圈养大熊猫食物基地的保护和管理中推广应用。

关键词: 带状间伐; 竹林复壮更新; 大熊猫; 采食

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2022) 01-001-08

Study on Regeneration of and Giant Panda Feeding on Bashnia Bamboo Forest after Strip Thinning

HE Xiang-Bo^① HE Liu-Yi^② LIU Xue-Hua^{③*} MELISSA SONGER^④

HE Nian-Jun^① TANG Liu-Bing^① DU Fu-Yang^⑤

① Foping National Natural Reserve, Foping 723400; ② College of Geomrtics, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590; ③ School of Environment, Tsinghua University, Beijing 100084, China; ④ Smithsonian Conservation Biology Institute, Front Royal, Virginia 22630, USA; ⑤ The Shaanxi Forestry Bureau, Xi'an 710082, China

基金项目 大熊猫国际合作项目(林护发[2017]115号);

* 通讯作者, E-mail: xuehua-hjx@mail.tsinghua.edu.cn;

第一作者介绍 何祥博,男,林业高级工程师;研究方向:主要从事大熊猫及其栖息地保护管理研究; E-mail: fpxiangbo@163.com。

收稿日期: 2021-07-09, 修回日期: 2021-12-03 DOI: 10.13859/j.cjz.202201001

Abstract: [Objectives] Bamboo forest thinning is one of the effective ways of bamboo forest regeneration. To determine the effects of thinning on the regeneration of *Bashania* bamboo forests and foraging selection of Giant Pandas (*Ailuropoda melanoleuca*), we conducted a three-year (2017-2019) monitoring on the belt thinning plots with a size of 30 m × 60 m (Fig. 1) each in the *Bashania* bamboo forest, which is located in the non-major foraging areas (with old and dense bamboo stems) of Giant Panda in the Foping National Nature Reserve of Shaanxi Province. **[Methods]** We obtained in total 10 102 group data of bamboo regeneration, 1 119 Giant Panda feeding bamboo data and 32 215 infrared camera trapping data. By using SPSS *t* test, we analyzed the difference on bamboo regeneration between the belt thinning plots and the control plots with $P < 0.05$ representing a significant difference and $P \geq 0.05$ representing no significant difference. We also counted the numbers of selected bamboo shoots, mature bamboos and produced feces by Giant Pandas, and calculated the occurring frequency of Giant Pandas and its sympatric animals based on infrared camera photos in order to insight the impacts of bamboo thinning on its regeneration and Giant Pandas' food selecting. **[Results]** Our results showed that (1) about bamboo shoots, their number increased significantly in the thinning plots, and the basal diameters (Fig. 2) and heights (Fig. 3) in the belt thinning plots are significantly smaller than the ones in the control plots (Except height of bamboo shoots in the 1st year), and no significant difference in the 3rd year. (2) About the mature bamboo stems, their number increased also significantly in the thinning plots, and the basal diameters (Fig. 4) and heights (Fig. 5) in the strip thinning plots are significantly smaller than the ones in the control plots (Except height of mature bamboo in the 2nd year), and no significant difference in the 3rd year. (3) The Giant Panda showed a preference to the thinning plots with more feeding on bamboo shoots and young bamboos. The numbers of bamboo stems selected and feces deposited in the thinning plots were significantly higher than those in the control ones (Table 1). Giant Pandas show a longer duration of staying in thinning plots (Fig. 6). (4) The total 23 species including Giant Panda and other sympatric species through camera trapping in the thinning plots (Fig. 7), and the highest occurrence of the Giant Pandas in the months of January, April, May and December with feeding on bamboo shoots and leaves. **[Conclusion]** Therefore, 2 m-width strip thinning can change the age structure of bamboo forest, improve its ageing problem and increase the range of suitable habitat for giant panda foraging. We can gradually generalize this strip thinning technique in the habitat of Giant Pandas with seriously aging bamboo forest, and can be applied in protection and management of the food base areas of the captured Giant Pandas.

Key words: Strip thinning; Bamboo forest regeneration; Giant Panda; Feeding

巴山木竹 (*Bashania fargesii*) 是秦岭大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) (Wan et al. 2005) 栖息地中的优势竹种, 是大熊猫最喜食的竹种之一, 也是佛坪国家级自然保护区内最主要的竹种, 主要分布在海拔 1 900 m 以下的中低山区中, 但表现出一定的地域性差异。竹是一类特殊的木质化的多年生草本植物, 属于被子植物中单子叶植物纲 (Monocotyledons) 禾本科 (Poaceae) 竹亚科 (Bambusoideae) 的一大类

群。竹有别于其他禾草类植物的最大特性为其独特的木质化茎。通常, 竹类植物都有较长的生命周期, 无性繁殖和有性繁殖交替进行。竹具有庞大的地下茎, 一般通过无性繁殖使其根状茎断裂产生新的个体; 竹类的开花周期很长, 大熊猫主食竹的开花周期大约在 30 ~ 80 年之间 (刘冰 2008)。在野生大熊猫分布密度最高的佛坪国家级自然保护区, 大熊猫一年中有近 250 d 以巴山木竹为食, 并在巴山木竹林中完成

交配、产仔和育幼等繁衍活动 (Liu 2001, 潘文石等 2001)。

秦岭地区巴山木竹林是 50 年乃至 100 年未开花的竹林, 属于老龄化竹林, 竹林潜伏着内在危机, 部分地区竹林的密度偏大, 严重影响巴山木竹的发笋、成竹及竹林内部秆龄结构, 造成大熊猫主要觅食斑块质量的下降 (田星群 1990, 郑晓燕等 2010)。当前, 该区域的巴山木竹林正处于一个老龄期, 面临大面积开花的风险 (Tian et al. 2019), 如今在佛坪自然保护区已随处可见零星开花的巴山木竹 (刘新玉等 2008)。竹林老化、开花和死亡是竹生命周期重要组成部分, 但可以通过人为措施对竹林进行复壮更新, 达到改善竹林结构、延缓竹林老化与开花的目的 (郑建国等 1990, 李承彪等 1997)。周世强 (1994, 1995) 对冷箭竹 (*B. fangiana*) 和拐棍竹 (*Fargesia robusta*) 的研究发现, 竹林更新对竹的基径和高度均有促进作用, 竹子的发笋率和生物量也均有增加。

带状间伐是人工竹林复壮更新的有效手段之一, 我们前期对大熊猫适宜采笋区域的巴山木竹林进行了复壮更新实验, 研究结果表明, 该措施对竹林的复壮更新作用显著 (何祥博等 2011)。然而, 间伐作用往往受到植被特征的影响, 带状间伐是否适宜于大熊猫非主要采食区域巴山木竹林的复壮更新仍不清楚, 尚需进一步深入研究。基于此, 本研究通过对大熊猫非主要采食区域的巴山木竹林进行带状间伐实验, 同时结合红外相机监测, 以探讨带状间伐对大熊猫非主要采食区域巴山木竹林的复壮更新作用, 及其对更新后竹林内大熊猫采食情况的影响, 以此为大熊猫栖息地内的老化竹林复壮更新提供科学依据。

1 研究方法

1.1 研究区域

本研究地点位于陕西佛坪国家级自然保护区, 该保护区地处秦岭中段南坡, 陕西省佛坪县西北部, 东经 $107^{\circ}40' \sim 107^{\circ}55'$, 北纬 $32^{\circ}33'$

$\sim 33^{\circ}46'$, 总面积 $29\,240\text{ hm}^2$ 。该区属于季风气候区, 山地气候垂直分带明显。年平均气温 $11.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 年平均降水量 924 mm (刘新玉等 2017)。区内竹类资源十分丰富, 大熊猫主食竹的种类为 3 属 5 种 (李云等 2003, Ren et al. 2003, 冯永辉等 2006), 其中, 巴山木竹和秦岭箭竹 (*F. qinlingensis*) 为该区域大熊猫主要采食竹种。竹林面积占保护区总面积的 58.3% , 其中巴山木竹林分布面积为 $13\,358\text{ hm}^2$, 占保护区总面积的 45.68% (刘新玉等 2008)。

1.2 样方设置

2017 年 2 月, 在佛坪国家级自然保护区三官庙辖区的大熊猫冬季栖息地非主要采食区域, 随机设置 3 个 $30\text{ m} \times 60\text{ m}$ 大样方 (图 1), 此区域竹林老化、密度过大且更新较差。大样方的一半设置为间伐样方, 另一半设置为对照样方, 间伐样方内带状间伐的宽度设置为 1 m 、 2 m 和 3 m , 间伐宽度与保留宽度相同。在每个样方内设置 3 台红外相机, 3 个样方总共为 9 台红外相机, 记录大熊猫在该样方区域内的活动频次及时间。

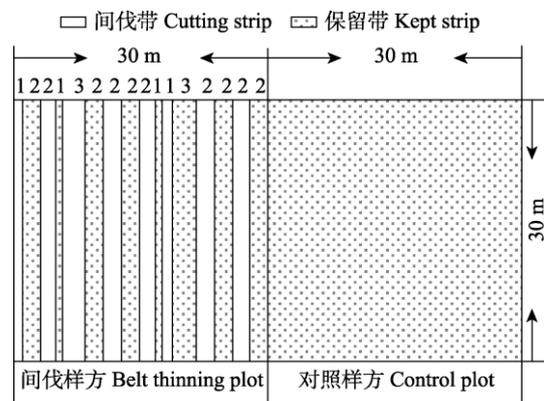


图 1 巴山木竹林间伐样方和对照样方设置示意图

Fig. 1 Plots setting of the belt thinning area and the control area in *Bashania* bamboo forest

1.3 样方调查

竹子是单子叶植物, 无次生结构, 其高生长和粗生长仅出现在竹笋出土至新叶展开这一

时期。秦岭巴山木竹的春季发笋始于 4 月下旬，而到 6 月下旬当年生竹基本停止生长（田星群 1989，刘新玉等 2017）。因而，选择 5 月的发笋盛期对竹笋进行逐株调查，并在 9 月对新生长的成竹，即当年竹笋展叶后且停止生长的竹子，进行逐株调查，统计样方内新生长竹笋及成竹的数量、基径和高度。同时，记录大熊猫的采食痕迹数量和遗留粪便数。进一步对红外相机的监测数据进行分析，用于确定大熊猫对不同处理样地的利用状况。

1.4 数据处理

本研究于 2017 至 2019 年每年的 5 月和 9 月，共进行 6 次野外调查，调查共获得 10 102 组巴山木竹更新数据、1 119 组大熊猫取食数据和 32 215 张红外相机照片。利用 SPSS 软件独立样本 *t* 检验对间伐样方和对照样方内竹林复壮更新情况进行差异性分析， $P < 0.05$ 为差异显著， $P \geq 0.05$ 为不显著。同时统计大熊猫在样方内采食竹笋和成竹株数及粪便团数，并通过红外相机照片，记录和统计大熊猫及其伴生动物出现时间及频次。

2 结果

2.1 间伐样方和对照样方竹笋及成竹变化情况对比

巴木竹林间伐后，与对照样方相比，表现出密度上的优势，间伐样方发笋数量比对照样方多 0.3 ~ 0.5 株/m²；成竹密度在第一年优势比较明显，第 2 年、第 3 年由于大熊猫大量取食间伐样方的竹笋和成竹，所以没有可比性。间伐样方内新生长的竹笋和成竹的基径及高度变化对比如下。

2.1.1 不同年份竹笋基径和高度的变化 间伐第 1 年（2017 年），间伐样方竹笋的平均基径为 8.62 mm，对照样方为 11.11 mm，间伐样方平均基径小于对照样方 23%，差异显著（ $P < 0.01$ ）；间伐第 2 年（2018 年），间伐样方竹笋平均基径为 10.33 mm，对照样方为 12.45 mm，

间伐样方平均基径小于对照样方 17.03%，差异显著（ $P < 0.01$ ）；间伐第 3 年（2019 年），间伐样方竹笋平均基径为 10.29 mm，对照样方为 11.03 mm，二者无显著差异（ $P > 0.05$ ）。间伐后 2 年内间伐样方的竹笋基径极显著小于对照样方，第 3 年二者差异不明显（图 2）。

间伐第 1 年（2017 年），间伐样方竹笋的平均高度为 205 cm，对照样方为 193 cm，差异不显著（ $P > 0.05$ ）；间伐第 2 年（2018 年），间伐样方竹笋平均高度为 242 cm，对照样方为 282 cm，间伐样方低于对照样方 14%，差异显著（ $P < 0.01$ ）；间伐第 3 年（2019 年），间伐样方竹笋平均高度为 95 cm，对照样方平均高度为 100 cm，间伐样方和对照样方差异不显著（ $P > 0.05$ ）（图 3）。间伐第 1 年（2017）间伐样方和对照样方竹笋高度差异不显著，没有显著低于对照样方，其原因可能与间伐后土壤获得更多的热量，提前发笋有关。

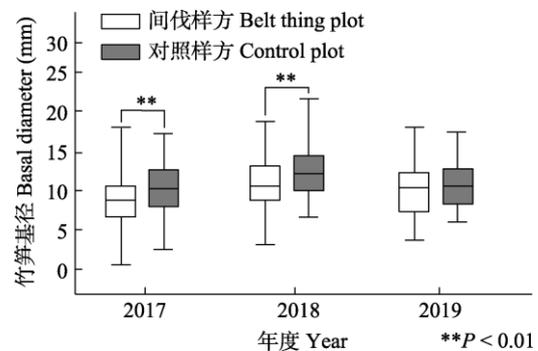


图 2 2017 至 2019 年间伐样方与对照样方的竹笋基径变化比较

Fig. 2 Comparison for basal diameter of bamboo shoots between Belt thinning plots and controlled plots during 2017 and 2019

2.1.2 不同年份成竹基径和高度的变化 间伐第 1 年（2017 年），间伐样方的成竹平均基径 8.62 mm，对照样方成竹平均基径为 11.12 mm，间伐样方小于对照样方 22.48%，差异显著（ $P <$

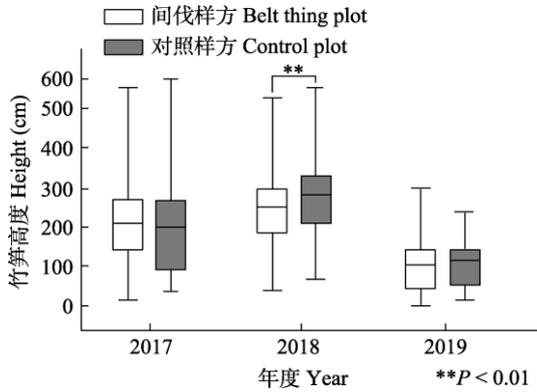


图 3 2017 至 2019 年间伐样方与对照样方的竹笋高度变化比较

Fig. 3 Comparison for height of bamboo shoots between Belt thinning plots and controlled plots during 2017 and 2019

0.01); 间伐第 2 年 (2018 年), 间伐样方成竹平均基径为 10.49 mm, 对照样方平均基径为 12.53 mm, 间伐样方小于对照样方 16.28%, 差异显著 ($P < 0.01$); 间伐第 3 年 (2019 年), 间伐样方成竹平均基径为 10.50 mm, 对照样方平均基径为 10.78 mm, 差异不显著 ($P > 0.05$)。说明间伐后竹林基径变细, 但随时间推移逐渐改善, 到第 3 年基本与对照持平 (图 4)。

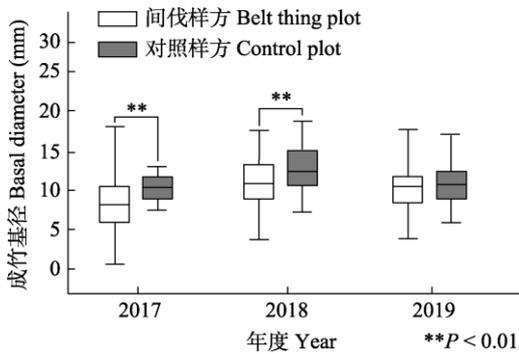


图 4 2017 至 2019 年间伐样方与对照样方的成竹基径变化差异比较

Fig. 4 Comparison for basal diameter of new bamboo between belt thinning plots and controlled plots during 2017 and 2019

间伐第 1 年 (2017 年), 间伐样方的成竹平均高度 196 cm, 而对照样方成竹平均高度 396 cm, 间伐样方低于对照样方 50.5%, 差异显著 ($P < 0.01$); 间伐第 2 年 (2018 年), 间伐样方成竹平均高度 278 cm, 而对照样方平均高度 305 cm, 二者无显著差异 ($P > 0.05$); 间伐第 3 年 (2019 年), 间伐样方成竹平均高度 271 cm, 而对照样方平均高度 280 cm, 差异不显著 ($P > 0.05$) (图 5)。

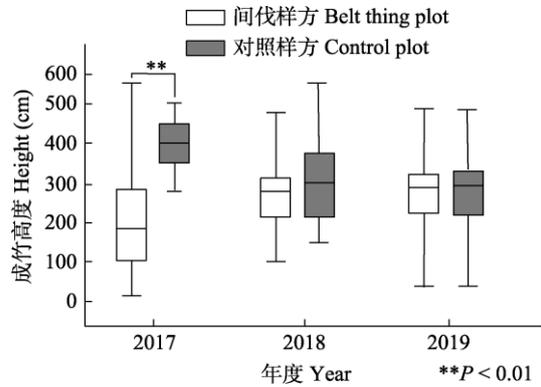


图 5 2017 至 2019 年间伐样方与对照样方的成竹高度变化差异比较

Fig. 5 Comparison for height of new bamboo between belt thinning plots and controlled plots during 2017 and 2019

2.2 间伐样方和对照样方中大熊猫活动痕迹对比

带状间伐后, 样方内新发笋数、成竹数及二者的基径和高度发生变化, 也影响了大熊猫取食活动。对比间伐样方和对照样方, 大熊猫 3 个年份在间伐样方中取食竹笋的次数多于对照样方, 分别是 6.2 倍、9.5 倍和 3.8 倍; 大熊猫 3 个年份在间伐样方中取食当年生成竹的次数也多于对照样方, 分别为 5.0 倍、3.1 倍和 2.7 倍 (表 1)。间伐后, 间伐样方的发笋量较大, 大熊猫取食竹笋痕迹较多, 随着时间推移大熊猫取食 2 和 3 年生生成竹的数量逐渐增加 (图 6)。

表 1 间伐样方和对照样方中大熊猫活动痕迹情况对比

Table 1 Comparison of the Giant Panda's tracks between belt thinning plots and control plots

年份 Year	痕迹类型 Trace type	间伐样方 Belt cutting plot		对照样方 Control plot	
		竹笋 Bamboo shoots	成竹 New bamboo	竹笋 Bamboo shoots	成竹 New bamboo
2017	食痕 (株) Food mark (stem)	370	5	60	0
	粪便 (团) Feces (ball)	65	0	10	0
2018	食痕 (株) Food mark (stem)	210	111	22	36
	粪便 (团) Feces (ball)	15	44	4	7
2019	食痕 (株) Food mark (stem)	23	269*	3	18
	粪便 (团) Feces (ball)	0	51	0	0

* 269 株含 2017 年 (3 年生) 成竹 131 株, 含 2018 年 (2 年生) 成竹 90 株, 以及 2019 年 (当年生) 成竹 48 株。

* 269 strains contain 131 bamboo in 2017 (trium), 90 in 2018 (biennials), and in 2019 (that year).



图 6 大熊猫在间伐样方中取食

Fig. 6 Giant Pandas feeding in belt thinning plots

左图为春季大熊猫在间伐样方取食竹笋; 右图为冬季大熊猫在间伐样方取食成竹。

Left: feeding on bamboo shoots in spring; Right: feeding on bamboo leaves in winter.

2.3 大熊猫及伴生动物在间伐样方中的活动规律

通过对安放在 3 个样方中 9 台红外线触发相机所获取的 32 215 张照片影像数据分析, 其中共捕捉到野生动物 23 种, 出现频次最高的动物种类为野猪 (*Sus scrofa*), 其次为松鼠 (*Sciurus vulgaris*)、小鹿 (*Muntiacus reevesi*)、红腹锦鸡 (*Chrysolophus pictus*)、白喉噪鹛 (*Garrulax albogularis*) 和大熊猫等 (图 7)。大熊猫出现频次最高为 1 月、4 月、5 月和 12 月, 4 月和 5 月大熊猫主要采食竹笋, 1 月和 12 月大熊猫主要采食 1 ~ 3 年生竹的竹叶。6

至 10 月这 5 个月内没有拍摄到大熊猫, 是因为大熊猫向上迁移到高海拔夏季栖息地。

3 讨论

大面积间伐会降低竹林的质量, 但有选择地间伐则有利于竹林的复壮更新 (Taylor et al 1989, Reid et al 1991)。带状间伐是大熊猫栖息地巴山木竹复壮更新的重要措施。本文对大熊猫主要采笋区域外的巴山木竹林进行了带状间伐, 研究表明, 间伐第 1 年表现为发笋数和成竹数增加的优势, 这与其他相关研究得到的结论一致 (唐建文 1984)。发笋数和当年生竹

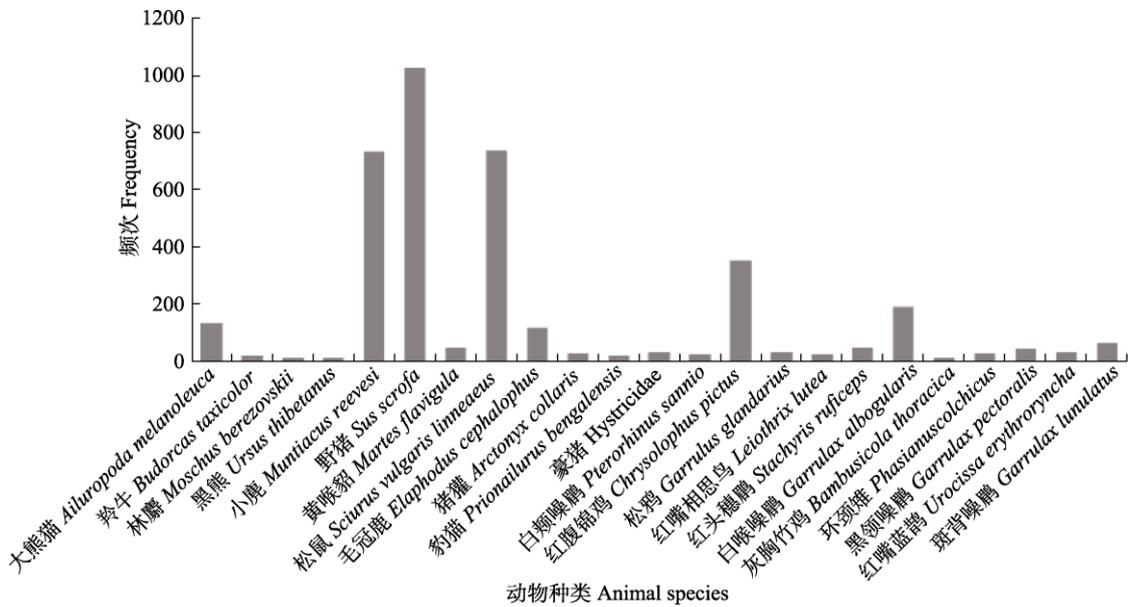


图 7 间伐样方内动物种类及出现频次

Fig. 7 Species and occurring frequency of animals in belt thinning plots

的增加是因为间伐了的样方木竹地下茎营养更为丰富，因此有利于促进竹子真鞭的萌发（张三元 1995）。随着时间的推移，第 3 年其基径和高度与对照样方无显著差异，这表明随着间伐后年限的增长，对竹林的影响效果表现出递降趋势（周世强 1995），这与之前在大熊猫采笋区域的实验结果相一致（何祥博等 2011）。由此可以推断，人工间伐对竹林质量的促进作用并未表现为持续增长的趋势，所以在进行人工竹林更新时则需要对其实施持续地更新，从而达到最好的效果。

本研究调查发现，大熊猫喜爱在间伐样方内采食竹笋和当年生的成竹，其采食株数和遗留粪便数是对照样方的 3 倍以上，这可能是由于间伐后，间伐样方的水分、光照、温度发生改变，因此间伐样方内的发笋数和成竹数增加，为大熊猫采食提供更多的选择。同时，样方间伐后竹林密度降低，便于大熊猫通行和活动，符合消耗最少能量获得最大能量的最优觅食原则。

通过多年的野外观察和本次样方内大熊猫采食痕迹调查，大熊猫喜爱取食 1 ~ 3 年生的巴山木竹，尤其是 1 和 2 年生巴山木竹。理论

上巴山木竹笋龄越小，其粗纤维含量就越低，蛋白质含量就越高，大熊猫就越喜爱取食（何祥博等 2012）。大熊猫在间伐样方中出现频次最高的时间为 4 和 5 月以及 12 月和次年 1 月份，4 月和 5 月是大熊猫采食竹笋的季节，竹笋是其蛋白质摄入的最佳来源，已有研究表明，巴山木竹新笋的蛋白质含量显著高于竹叶和竹茎（Nie et al. 2015）。大熊猫在 6 月份会迁移至高海拔的夏居地（Liu et al. 2002），因为此时低海拔生长的巴山木竹笋已成为老笋，而高海拔区域的秦岭箭竹笋正在成长，9 月份左右大熊猫会再次迁移至低海拔的冬居地（Nie et al. 2015）。间伐样方实验表明，我们可以通过对竹林的人工间伐为大熊猫提供更多的适宜采食区域。

全国第三次大熊猫普查数据显示佛坪国家级自然保护区大熊猫数量为 76 只，全国第四次大熊猫普查数据显示其大熊猫数量为 67 只。佛坪国家级自然保护区大熊猫数量减少，而周边区域如老县城、黄柏塬、周至等保护区大熊猫数量明显增加，分析认为可能是大熊猫向周边区域扩散的结果，这可能与保护力度增加以及周边区域栖息地环境变好有关（刘兰妹等

2017, 周灵国等 2017)。另一方面,也可能受佛坪自然保护区大熊猫栖息地竹林资源老化影响。综上所述,带状间伐可以改变竹林年龄结构,改善竹林老化问题,间伐后大熊猫喜爱在间伐区域内采食和活动。因此,小尺度带状间伐(2 m 带宽)可以作为在竹林老化严重或竹林开花的大熊猫栖息地更新改造的重要措施,也可在人工圈养大熊猫食物基地的保护和管理中推广应用。

封面动物 自然交配的大熊猫,何祥博 2017年3月摄于佛坪国家级自然保护区。

参 考 文 献

- Liu X H, Skidmore A K, Wang T J, et al. 2002. Giant panda movements in Foping Nature Reserve, China. *Journal of Wildlife Management*, 66(4): 1179–1188.
- Liu X H. 2001. Mapping and Modelling the Habitat of Giant Pandas in Foping Nature Reserve, China. Enschede, The Netherlands: Febodruk BV, 73–74.
- Nie Y G, Zhang Z J, Raubenheimer D, et al. 2015. Obligate herbivory in an ancestrally carnivorous lineage: the giant panda and bamboo from the perspective of nutritional geometry. *Functional Ecology*, 29(1): 26–34.
- Reid D G, Taylor A H, Hu J C, et al. 1991. Environmental influences on bamboo *Bashania fangiana* growth and implications for giant panda conservation. *Journal of Applied Ecology*, 28(3): 855–868.
- Ren Y, Li Y, Dang G D. 2003. A new species of *Bashania* (Poaceae: Bambusoideae) from Mt. Qinling, Shaanxi, China. *Novon*, 13(4): 473–476.
- Taylor A H, Qin Z S. 1989. Structure and composition of selectively cut and uncut abies-tsuga forest in wolong natural reserve and implications for panda conservation in china. *Biological Conservation*, 47(2): 83–108.
- Tian Z X, Liu X H, Fan Z Y, et al. 2019. The next widespread bamboo flowering poses a massive risk to the giant panda. *Biological Conservation*, 234: 180–187.
- Wan Q H, Wu H, Fang S G. 2005. A new subspecies of Giant Panda (*Ailuropoda melanoleuca*) From Shaanxi China. *Journal of Mammalogy*, 86(2): 397–402.
- 冯永辉, 冯鲁田, 雍严格, 等. 2006. 秦岭大熊猫主食竹的分类学研究(II). 西北大学学报: 自然科学版, 36(1): 101–102, 104.
- 何祥博, 刘雪华, 刘新玉, 等. 2012. 佛坪保护区带状间伐后巴山木竹林营养状况差异研究. *林业资源管理*, (1): 115–119.
- 何祥博, 郑晓燕, 刘雪华, 等. 2011. 佛坪保护区带状间伐对巴山木竹林复壮更新的影响. *林业资源管理*, (3): 59–64.
- 李承彪, 史立新, 刘兴良, 等. 1997. 大熊猫主食竹的研究. 贵阳: 贵州科技出版社, 275–303.
- 李云, 任毅, 贾辉. 2003. 秦岭大熊猫主食竹的分类学研究(I). 西北植物学报, 23(1): 127–129.
- 刘冰. 2008. 秦岭大熊猫主食竹及其特性研究. 杨凌: 西北农林科技大学硕士学位论文.
- 刘兰妹, 刘雪华, 金学林, 等. 2017. 秦岭地区大熊猫种群空间利用消长状态以及道路影响研究. *兽类学报*, 37(3): 215–225.
- 刘新玉, 党坤良, 马亦生. 2017. 陕西佛坪国家级自然保护区生物多样性与大熊猫栖息地研究. 杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2–3.
- 刘新玉, 何祥博, 刘雪华, 等. 2008. 佛坪保护区大熊猫保护与竹林问题的探讨. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 36(增刊 1): 99–104.
- 潘文石, 吕植, 朱小建, 等. 2001. 继续生存的机会. 北京: 北京大学出版社, 118–124.
- 唐建文, 魏德明. 1984. 巴山木竹采伐试验. *竹子研究汇刊*, 3(2): 102–111.
- 田星群. 1989. 巴山木竹发笋生长规律的观察. *竹子研究汇刊*, 8(2): 45–52.
- 田星群. 1990. 秦岭大熊猫食物基地的初步研究. *兽类学报*, 10(2): 88–96.
- 张三元. 1995. 缺苞箭竹在海拔地区生长状况的初步观察. *甘肃林业科技*, (1): 39–40.
- 郑建国, 黄婉芳. 1990. 开花苦竹的复壮技术. *竹子研究汇刊*, 9(3): 61–72.
- 郑晓燕, 何祥博, 刘新玉. 2010. 佛坪保护区大熊猫取笋区域内的巴山木竹林现状分析. *陕西林业科技*, (2): 25–27.
- 周灵国, 张希明, 酒强, 等. 2017. 秦岭大熊猫: 陕西省第四次大熊猫调查报告. 西安: 陕西科学技术出版社, 10–12.
- 周世强. 1994. 冷箭竹更新复壮技术及生态效益分析. *生态经济*, (3): 53–55.
- 周世强. 1995. 更新复壮技术对大熊猫主食竹竹笋密度及生长发育影响的初步研究. *竹类研究*, (1): 27–30.