

• 生物编目 •

汶川地震后鸟兽资源现状：以都江堰 光光山峡谷区为例

肖治术^{1*} 胡力² 王翔² 尚涛² 朱大海² 赵志龙² 黄小群¹

1 (中国科学院动物研究所农业鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100101)

2 (龙溪-虹口国家级自然保护区管理局, 四川都江堰 611830)

Wildlife diversity after Wenchuan Earthquake: a case from Guangguangshan Valley of Longxi-Hongkou National Nature Reserve, Southwest China

Zhishu Xiao^{1*}, Li Hu², Xiang Wang², Tao Shang², Dahai Zhu², Zhilong Zhao², Xiaoqun Huang¹

1 State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents in Agriculture, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101

2 Management Bureau of Longxi-Hongkou National Nature Reserve, Dujiangyan, Sichuan 611830

2008年“5.12”汶川特大地震及后续次生地质灾害(如崩塌、滑坡、泥石流和堰塞湖等)不仅给地震灾区人民造成了巨大生命和财产损失,也对该区域的野生动植物及其栖息地造成了长期的严重影响(欧阳志云等, 2008)。地震发生地所属的岷山和邛崃山系是世界生物多样性保护的关键区域,区域内动植物资源十分丰富,是大熊猫(*Ailuopoda melanocuca*)和川金丝猴(*Rhinopithecus roxellanae*)等珍稀野生动物的主要分布区(国家林业局, 2006)。根据遥感影像数据,汶川地震及其所引起的各种次生地质灾害导致了大熊猫栖息地大面积丧失,其中位于龙门山断裂带上的龙溪-虹口、白水河、九顶山和千佛山等自然保护区的生态系统受损最为严重(欧阳志云等, 2008; 王学志等, 2008; 张晋东等, 2008; Wang *et al.*, 2008)。

龙溪-虹口国家级自然保护区(103°32′–103°43′ E, 31°04′–31°22′ N)位于四川省都江堰市,设立于1997年。保护区系典型的高山峡谷地貌,最高峰光光山海拔4,582 m,最低海拔为820 m,总面积为310 km²,外围保护带面积117 km²,区内森林覆盖率为

84.5%。龙溪-虹口保护区是岷山大熊猫B种群分布的西南区域,直接联系着岷山山系和邛崃山系两个最大的大熊猫野生种群,是大熊猫生存繁衍的关键区域和“天然走廊”(陈昌笃, 2000; 国家林业局, 2006)。保护区具有横断山区北段代表性的完整植被垂直带,同时又是横断山脉植物区系向华中植物区系的过渡地带,具有丰富的生物多样性资源(陈昌笃, 2000)。在汶川地震中,龙溪-虹口自然保护区内有21.63%的大熊猫栖息地丧失,且破碎化程度进一步加剧(王学志等, 2008)。根据震后初期的动物痕迹调查结果,地震后一些野生动物在崩塌、滑坡等次生地质灾害体周围区域仍有较多活动(张晋东等, 2008)。

为进一步了解地震后保护区内的野生动植物资源情况和生态恢复进程,2012年5月21–31日,都江堰市政府、龙溪-虹口国家级自然保护区管理局共同组织并开展了以“自然·人·大熊猫”为主题的综合科学考察。本次重点考察保护区的核心区——虹口光光山区域,海拔高差达3,700 m,覆盖了保护区内所有植被类型(常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林、

收稿日期: 2014-02-10; 接受日期: 2014-08-28

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31240470)、“十二五”国家科技支撑项目(2012BAD19B02)和国家科技基础条件平台工作重点项目(2005DKA21402)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: xiaozs@ioz.ac.cn

灌丛、草甸和流石滩等)。虹口光光山系典型的高山峡谷地貌, 汶川地震及次生地质灾害对该区域地貌和植被的破坏极为严重, 但这些地质灾害对野生动物的影响缺乏调查研究。结合本次综合考察, 我们于2012年5月22日至9月20日采用红外相机和动物痕迹等调查方法对虹口光光山峡谷区域鸟兽资源进行了调查, 为灾后野生动植物资源的自然恢复情况提供基础资料。

1 调查方案

考察线路由光光山峡谷区域的磨子沟口(连山坪山脚)开始步行, 途经长坪、和尚桥、红石头、快笼子沟等处, 抵达光光山山顶, 历时11 d (2012年5月22–31日)(图1)。总行程约100 km, 海拔落差3,700 m。采用动物痕迹(实体)和红外相机等调查方法对调查路线上大中型兽类和部分鸟类等进行了调查。光光山山体多为陡坡、悬崖或绝壁, 调查路线主要集中在峡谷区域进行。

1.1 红外相机调查

从长坪起, 沿河谷地带布置了20台红外相机(Ltl ACORN 5210), 相邻相机之间的间隔为0.2–1.0 km(图1)。所有相机在9月中旬收回, 历时121 d。相机直接捆绑在合适的树干上, 高度在0.5–0.8 m。相机位点主要选择靠近动物活动路径的位置, 并对每个相机位点的GPS信息(经度、纬度、海拔)进行记录。该批照片数据在图像数据管理系统CameraData (<http://cameradata.ioz.ac.cn>)中的序列号为HK-KK-201205-01–20 (CameraData Team for Wildlife Diversity Monitoring, 2013)。从照片提取的数据信息有: 动物种类(包括能清晰鉴定的兽类和鸟类)和相对丰富度指数(relative abundance index)。相对丰富度指数指每100个捕获日所获取的某一物种在所有相机位点的独立有效照片数(同一相机位点含同种个体的相邻有效照片间隔时间至少为30 min)。

1.2 动物痕迹(实体)调查

调查时, 沿行进路线行走, 记录两侧动物的各种痕迹、叫声(鸣声)或实体。本次考察中, 动物痕迹主要有粪样、足迹(链)、食渣、叫声(鸣声)、尸体或残骸、擦痕、取食痕迹、卧迹或卧穴等。动物痕迹识别需要对各类动物的痕迹和活动有相当的了解, 否则很难正确鉴别。调查中, 所有科考队员(包括42位当地经验丰富的老乡)被要求及时报告观察到

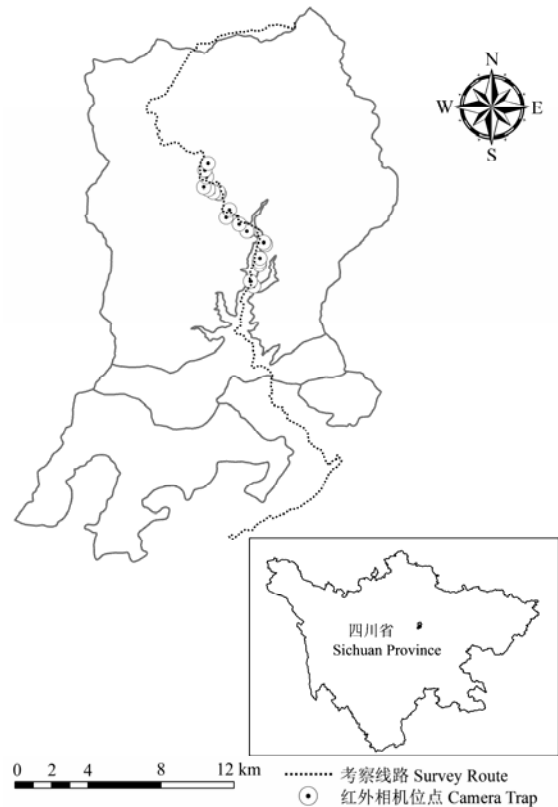


图1 龙溪-虹口国家级自然保护区相机位点和考察路线图
Fig. 1 Study area map in Longxi-Hongkou National Nature Reserve, including camera trap position (dot) and survey route (broken line)

的各种动物痕迹或实体。本次考察中, 动物痕迹以羚牛(*Budorcas taxicolor*)的最为齐全。记录各种动物痕迹所在生境类型(林地、河滩、草地)、地震灾害体类型(崩塌、滑坡、泥石流)和分布的GPS位置。动物痕迹(实体)调查数据主要用于确认各动物种类在次生地质灾害体活动的情况。

2 结果与分析

本次红外相机所采集数据来自15台正常工作的相机(另有3台被泥石流掩埋, 2台工作异常而无数据), 累计1,815捕获日, 共获得有动物的独立有效照片为792张, 单台红外相机所拍摄的物种数为1–10种(平均为4.7种)。经鉴定, 可定名的兽类13种和鸟类5种(附表1, 附图1), 均为保护区过去已记录的物种(陈昌笃, 2000)。从物种累计曲线可以看出, 物种数随监测时间增加而增加, 主要集中在前50 d(图1)。

通过红外相机获得兽类的独立有效照片476张, 以食肉目(5种)和有蹄类(4种)等大中型兽类为多,

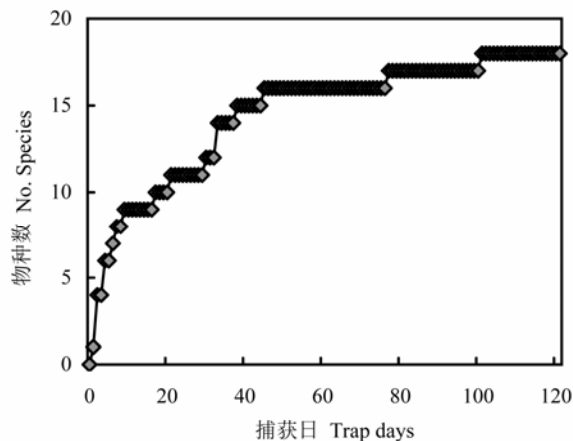


图2 虹口峡谷区鸟兽物种数随相机捕获日增加的累积曲线(15个红外相机累计1,815个捕获日)

Fig. 2 Species diversity of mammals and bird with increased camera trap days (1,815 trap days from 15 camera traps) in Hongkou valley of the Longxi-Hongkou National Nature Reserve.

其中川金丝猴和羚牛为国家I级重点保护野生动物,藏酋猴(*Macaca thibetana*)、黑熊(*Ursus thibetanus*)、黄喉貂(*Martes flavigula*)和中华斑羚(*Naemorhedus griseus*)等国家II级重点保护野生动物(附表1)。相对丰富度指数以岩松鼠(*Sciurotamias davidianus*)最高,其次为羚牛,但其他兽类的记录较少,均少于30个照片记录。

通过红外相机获得的鸟类独立有效照片为316张,隶属3目4科5种,其中大鵟(*Buteo hemilasius*)和红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)为国家II级重点保护野生动物。鸟类中以紫啸鸫(*Myophonus caeruleus*)的相对丰富度指数最高,占有所有鸟类照片记录的95%(附表1)。本次考察中,见到成对的雪鹑(*Lerwa lerwa*)在海拔3,600 m的高山草甸活动,显示雪鹑在该保护区高海拔区域有分布。

根据照片所记录的群大小,川金丝猴(1-3只)、羚牛(1-16只)、藏酋猴(1-2只)、黑熊(1-2只)、花面狸(*Paguma larvata*)(1-2只)、豹猫(*Prionailurus bengalensis*)(1-3只)、中华斑羚(1-2只)、野猪(*Sus scrofa*)(1-6只)和豪猪(*Hystrix hodgsoni*)(1-2只)等种类均可见母子对或不同大小个体一起活动,以羚牛群最大,最多可达16只。这些证据表明该区域内这些物种的种群比较健康。通过向有经验的老乡询问确认,保护区内过去记录的水獭(*Lutra lutra*)、豺(*Cuon alpinus*)、豹(*Panthera pardus*)等肉食性兽类

已多年未见。

此外,本次调查鸟类记录很少,红外相机仅记录5个鸟种,且保护区过去记录的6种国家重点保护雉类中仅红腹锦鸡1种被确认。我们在低海拔青城山森林公园的调查显示,雨季(夏季)鸟类的种类也较少(仅记录7种),明显低于旱季(冬季,26种)(肖治术等,2014)。由于本次调查时间较短(4个月),监测区域集中在峡谷区域,加上红外相机不适合调查林冠层鸟类,因此保护区内鸟类物种丰富度的实际情况仍有待进一步深入调查。

由于本次综合考察时间紧迫,动物痕迹(实体)调查主要基于行走路线,仅有8种兽类被记录,少于红外相机所记录的物种数(附表1)。它们的活动痕迹(主要为粪便)可见于崩塌、滑坡、泥石流等次生地质灾害体。毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)或中华斑羚有3个实体和5具尸体(残骸),岩松鼠有1次实体,藏酋猴有2次叫声记录。观察到的主要痕迹为羚牛、中华斑羚、毛冠鹿、藏酋猴、黑熊、豹猫和豪猪等7种动物的粪样,其中以羚牛的最多,主要分布在海拔1,700-2,100 m的区域。足迹(链)主要见于羚牛、中华斑羚和毛冠鹿;食渣(如野核桃碎片)主要来自岩松鼠或其他鼠类;擦痕和取食痕迹来自羚牛;卧迹或卧穴来自羚牛、中华斑羚和猪獾。

通过本次调查,我们认为汶川地震对野生动物的影响包括直接影响和间接影响。直接影响主要指地震发生时以及后续次生地质灾害直接砸死或砸伤野生动物。在考察线路上观察到了5具毛冠鹿或中华斑羚的尸体出现在地质灾害体附近。但这种直接影响可能对野生动物种群不足以产生严重影响(张晋东等,2008)。间接影响主要指通过次生地质灾害所造成的,对野生动物栖息地造成了严重破坏和斑块化(王学志等,2008),并增加了兽类觅食和迁移的难度,也改变了野生动物的天敌和竞争者的群落组成。通过对羚牛活动痕迹和分布的调查发现,堰塞湖对羚牛的迁徙存在一定影响。从新鲜足迹链和红外相机的记录来看,羚牛集中分布在海拔1,700-2,100 m的区域。在1,700 m区域,羚牛可能由于受到堰塞湖和峭壁的阻隔而难于向低海拔区域迁移(访问调查时,老乡们表示地震前羚牛常在1,700 m以下区域活动)。可见,汶川地震及其次生地质灾害体对野生动物生存、分布和活动等产生了一定的间接影响,应对此进行连续监测。

汶川地震对保护区内植被造成了大面积的破坏(欧阳志云等, 2008; 王学志等, 2008), 特别是原生植被遭致毁灭性破坏, 加上土壤流失, 植物很难生长, 植被恢复极其困难。生态恢复是一个十分漫长的自然过程, 但野生动物的活动可加速灾后植被的自然恢复进程。通过调查发现, 保护区内取食果实的动物种类和数量仍较为丰富, 如黑熊、川金丝猴、藏酋猴、毛冠鹿、花面狸、斑羚、羚牛、岩松鼠等。这些动物能协助植物将种子扩散到地震损害的区域, 促进种子的萌发, 从而促进植被的生态恢复。考察中, 我们在羚牛、斑羚或毛冠鹿的粪便中发现一些幼苗, 会对滑坡体的植被更新产生积极影响。这些食果动物在地震后植被自然恢复中的积极作用值得进一步监测与研究。

比较而言, 红外相机所记录的兽类物种(15种)多于动物痕迹调查所确定的物种(8种), 而且红外相机所拍摄的野生动物照片对区域内的物种确认更直观、准确。然而, 动物痕迹调查提供了更多直接的信息, 对评价地震等自然灾害对野生动物资源及其生态恢复的影响仍是不可或缺的方法。本次调查结果显示川金丝猴和羚牛两种国家I级重点保护野生动物在保护区内常见, 且数量较多; 藏酋猴、黑熊、黄喉貂、中华斑羚等国家II级重点保护野生动物常见, 并有一定数量; 其他兽类如花面狸、豹猫、野猪、毛冠鹿、岩松鼠和豪猪也常见, 且分布较广。为此, 建议对灾后保护区野生动植物及其栖息地进行长期监测与研究, 以大熊猫、川金丝猴和羚牛等国家I级重点保护动物为重点制定常规监测和灾后生态恢复方案, 建立长期监测点; 加强野生动植物及其栖息地保护和管理的宣传, 增强公众的保护和责任意识, 促进人与自然和谐共处。

致谢: 感谢本次综合考察中各位科考队员和老乡的大力支持和积极配合。

参考文献

- CameraData Team for Wildlife Diversity Monitoring (2013) *CameraData Network of Wildlife Diversity Monitoring: An Online Database*. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing. <http://cameradata.ioz.ac.cn>. (Accessed 2013-12-21)
- Chen CD (陈昌笃) (2000) *Biodiversity Research and Conservation of Dujiangyan, China* (都江堰生物多样性研究与保护). Sichuan Science and Technology Press, Chengdu. (in Chinese)
- Ouyang ZY (欧阳志云), Wang XZ (王学志), Xu WH (徐卫华), Wang WJ (王文杰), Dong RC (董仁才), Zheng H (郑华), Li DH? (李迪华), Li ZQ (李智琦), Zhang HF (张宏锋), Zhuang CW (庄长伟) (2008) Impact assessment of Wenchuan Earthquake on ecosystems. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **28**, 5801–5809. (in Chinese with English abstract)
- State Forestry Administration (国家林业局) (2006) *The 3rd National Survey Report on Giant Panda in China* (全国第三次大熊猫调查报告). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Wang DJ, Li S, Sun S, Wang H, Chen A, Li SZ, Li J, Lu Z (2008) Turning earthquake disaster into long term benefits for the panda. *Conservation Biology*, **22**, 1356–1360.
- Wang XZ (王学志), Xu WH (徐卫华), Ouyang ZY (欧阳志云), Zhang JD (张晋东) (2008) Impacts of Wenchuan Earthquake on giant panda habitat in Dujiangyan Region. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **28**, 5856–5861. (in Chinese with English abstract)
- Xiao ZS (肖治术), Wang XZ (王学志), Huang XQ (黄小群), (2014) Mammal and bird diversity in Qingchengshan Forest Park, Southwest China: data from camera traps. *Biodiversity Science* (生物多样性), **22**, 788–793. (in Chinese)
- Zhang JD (张晋东), Xu WH (徐卫华), Ouyang ZY (欧阳志云), Wang XZ (王学志), Gu XD (古晓东), Yang ZS (杨志松) (2008) Investigation of wildlife and its habitats after Wenchuan Earthquake: the case study of Longxihongkou and Qianfoshan Nature Reserves. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **28**, 5842–5847. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑: 蒋学龙 责任编辑: 周玉荣)

附录 Supplementary Material

附表1 光光山峡谷区红外相机监测所拍摄的兽类和鸟类记录及其相对丰富度指数

Table S1 Independent photos and relative abundance index (RAI) of mammals and birds recorded from camera traps in Guangguangshan Valley of Longxi-Hongkou National Nature Reserve
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2014-029-1.pdf>

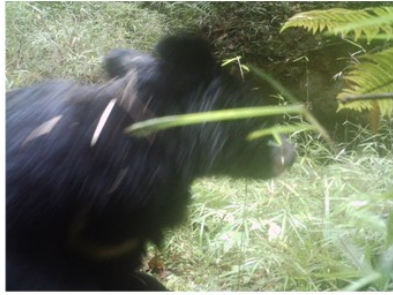
附图1 附图1虹口峡谷区红外相机所拍摄的重要兽类照片

Fig. S1 Important mammal species recorded from camera traps in Guangguangshan Valley of Longxi-Hongkou National Nature Reserve
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2014-029-2.pdf>

附表1 虹口峡谷区红外相机监测所拍摄的兽类和鸟类记录及其相对丰富度指数

Table S1 Independent photos and relative abundance index (RAI) of mammals and birds recorded from camera traps in Guang-guangshan Valley of Longxi-Hongkou National Nature Reserve

物种 Species		记录类型 Type of record	照片数 No. of photos	相对丰富度指数 RAI
兽类 Mammals				
豹猫	<i>Prionailurus bengalensis</i>	红外相机 Camera traps, 动物痕迹 Animal trace spot	4	0.22
花面狸	<i>Paguma larvata</i>	红外相机 Camera traps	26	1.43
黄喉貂	<i>Martes flavigula</i>	红外相机 Camera traps	2	0.11
猪獾	<i>Arctonyx collaris</i>	红外相机 Camera traps, 动物痕迹 Animal trace spot	1	0.06
黑熊	<i>Ursus thibetanus</i>	红外相机 Camera traps, 动物痕迹 Animal trace spot	7	0.39
川金丝猴	<i>Rhinopithecus roxellana</i>	红外相机 Camera traps	4	0.22
藏酋猴	<i>Macaca thibetana</i>	红外相机 Camera traps, 动物痕迹 Animal trace spot	8	0.44
羚牛	<i>Budorcas taxicolor</i>	红外相机 Camera traps, 动物痕迹 Animal trace spot	129	7.11
中华斑羚	<i>Naemorhedus griseus</i>	红外相机 Camera traps, 动物痕迹 Animal trace spot	26	1.43
毛冠鹿	<i>Elaphodus cephalophus</i>	红外相机 Camera traps, 动物痕迹 Animal trace spot	15	0.83
野猪	<i>Sus scrofa</i>	红外相机 Camera traps	6	0.33
豪猪	<i>Hystrix brachyura</i>	红外相机 Camera traps, 动物痕迹 Animal trace spot	22	1.21
岩松鼠	<i>Sciurotamias davidianus</i>	红外相机 Camera traps	226	12.45
鸟类 Birds				
大鸮	<i>Buteo hemilasius</i>	红外相机 Camera traps	1	0.06
红腹锦鸡	<i>Chrysolophus pictus</i>	红外相机 Camera traps	5	0.28
白喉噪鹛	<i>Garrulax perspicillatus</i>	红外相机 Camera traps	8	0.44
眼纹噪鹛	<i>Garrulax perspicillatus</i>	红外相机 Camera traps	1	0.06
紫啸鸫	<i>Myophonus caeruleus</i>	红外相机 Camera traps	301	16.58



(A) 黑熊 *Ursus thibetanus*



(B) 川金丝猴 *Rhinopithecus roxellanae*



(C) 藏酋猴 *Macaca thibetana*



(D) 羚牛 *Budorcas taxicolor*



(E) 斑羚 *Naemorhedus goral*



(F) 野猪 *Sus scrofa*

附图1 附图1虹口峡谷区红外相机所拍摄的重要兽类照片

Fig. S1 Important mammal species recorded from camera traps in Guangguangshan Valley of the Longxi-Hongkou National Nature Reserve