

# 汶川大地震对四川卧龙自然保护区 大熊猫栖息地的影响

程 颂, 宋洪涛

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

**摘 要:** 卧龙自然保护区是中国最重要的大熊猫栖息地之一, 距 2008-05-12 汶川大地震震中约 30 km。此次里氏 8.0 级、烈度 11 级汶川大地震除造成人员巨大伤亡和财产损失外, 对该保护区内生态环境已造成了严重破坏。根据世界上和 5·12 汶川大地震的破坏性, 讨论分析了震区森林植被、竹类生长、地形、土壤理化性质及生物多样性可能发生的相应变化和对大熊猫生存威胁潜在的可能性, 多种环境因子受地震干扰的原理及现状, 为开展震区森林生态学、竹类生长研究提供思路和保护与修复大熊猫栖息地提供参考依据。

**关键词:** 汶川地震; 大熊猫; 栖息地; 环境破坏

**中图分类号:** Q16 S759.9 X17

**文献标识码:** A

2008-05-12 位于中国西南部的四川省汶川县发生了里氏 8.0 级、烈度 XI 度的灾难性大地震。这是中国过去 100 a 来发生的最具毁灭性的地震。5·12 大地震所导致的受灾面积达 300 000 km<sup>2</sup>, 其中大部分集中在山区。据国务院救灾总指挥部 7 月中旬公布, 地震遇难人员共 69 197 人, 受伤人数达 374 176 人, 失踪人数达 18 379 人; 与此同时, 地震导致了大量房屋、桥梁及沿线 47 286 km 的道路坍塌受损。此次地震对生态环境的破坏和影响更复杂、深远。

## 1 地震严重破坏震区环境

Keefe(1984)曾估计<sup>[1]</sup>, 一场 8.0 级强地震会引起山体滑坡表面积达 100 000 km<sup>2</sup>。此次汶川 5·12 大地震大约引发了 1 800 起山体崩塌, 3 500 次大的滑坡, 612 起大型泥石流, 而且形成了 34 处地震堰塞湖。在受灾地区, 50%~60% 土壤表层剥离, 许多地区土壤上层松动。地震造成的大面积滑坡和地表物质大规模移动, 其中一部分沉积在山谷

流域中形成新的地貌<sup>[2]</sup>。除了地形变化, 这一系列运动也对生态系统产生了巨大干扰<sup>[3]</sup>, 使震区原来的生态系统产生剧烈的变化。环境急剧、潜在、复杂的变化将持续未来几十年。震区土壤侵蚀、泥石流、滑坡及树木风倒开始进入为期 20 a 的活跃期, 在这一时期的雨季, 这些次生灾害必然将频繁发生<sup>[4]</sup>。

### 1.1 地震改变土壤物理性质

通常强震(>7.0 级)会导致山区大规模的土壤侵蚀, 土壤平均侵蚀速度可达 1 mm/a<sup>[5]</sup>。在垂直植被带谱上, 震后山地温带森林的土壤侵蚀最小<sup>[5]</sup>。Rapp 等(1972)估计<sup>[4]</sup>: 震后 Mogoro River 山谷中的土壤年侵蚀量达 5 000 m<sup>3</sup> 到 10 000 m<sup>3</sup>。Temple<sup>[6]</sup>和 Rapp<sup>[4]</sup>(1972)报道, 在坦桑尼亚 Uluwatu 山区西部的 Mgeta 地区, 1970-02 地震发生后的 3 h 内, 土壤流失量达 270 000 m<sup>3</sup>, 养分严重尚失, 质地改变。在许多区域, 震后岩床完全显露<sup>[4]</sup>。局部地区, 强震提高了土壤通气性、土壤排水性及土壤温度。震后 3 a 的数据表明, 对 50 cm 深度的土温影响最大, 强震对气温没有影响<sup>[7]</sup>。以上三项土壤物理性质的改变可能导致土壤持续干旱<sup>[7,8]</sup>。

收稿日期(Received date): 2008-06-20

作者简介(Biography): 程颂(1957-), 男, 研究员, 主要从事森林生态与全球气候变化研究。[Cheng Song(1957-): Ph.D. professor  
Specialized in forest ecology and global climate change.] E-mail: chengs889@ gmail.com

## 1.2 地震可能改变土壤化学性质

地震对土壤化学性质的影响研究甚少。地震是否对土壤化学性质产生影响以及如何产生影响目前知之甚少。一项最近的研究间接指出,地震可能极大地改变土壤化学性质。1999-09-12,在台湾中部 112.8 km<sup>2</sup> 森林汇水区发生 7.3 级强震,震后 4 a 中,水中 NH<sub>4</sub>、Mg、Na、NO<sub>3</sub>、SO<sub>4</sub> 含量及传导率明显增加;与此相反,Ca、K 含量有所下降<sup>[7]</sup>。这一研究结果预示,震区土壤化学性质可能发生变化。地震可能促进土壤的矿化作用和有机物的分解,改变土壤的化学成分。

## 1.3 地震对森林的影响

地震通常会大面积的破坏森林。1935-09 巴布亚岛新几内亚北海岸的 Torricelli 山脉在 7.9 和 7.0 级强震后,约百万吨的泥土和山林崩塌<sup>[9,10]</sup>。近 60% 的热带森林遭到破坏<sup>[9,10]</sup>。震后岩石完全裸露区的植被天然恢复至少需要 50 a 时间<sup>[11]</sup>。1970-09 巴布亚岛新几内亚的 Adelbert 山脉 7.9 级强震剥离了总面积约 25%、近 240 km<sup>2</sup> 的山体植被面积<sup>[12]</sup>。1976 年,巴拿马东南部海岸所发生的 6.7 和 7.9 级地震使总面积 450 km<sup>2</sup> 中 54 km<sup>2</sup> 丛林被夷为平地<sup>[13]</sup>。1987 年,厄瓜多尔发生的强震导致了 230 km<sup>2</sup> 亚热带森林的受损和位移<sup>[14]</sup>。2008 年,汶川 5·12 大地震摧毁了四川北部约 3 308 km<sup>2</sup> 的森林。地震对森林的影响还将持续下去。Vittoz 等(2001)在地震对森林产生的后续影响中指出<sup>[8]</sup>:许多森林将会在震后 10 a 中受病虫害、土壤干旱或根系发育的干扰死亡。另一方面,地震也是驱动森林向多样化发展的重要因子,宏观和微观环境的不同变化是森林结构和更新中呈现异质性的主要驱动力<sup>[8]</sup>,增加物种的多样性<sup>[15-17]</sup>。

## 1.4 地震对野生动物的影响

地震对野生动物的影响较为复杂。地震之后,大规模的滑坡和植被的剥离,迅速而剧烈地破坏了野生动物的栖息地<sup>[5]</sup>。也有相反的报道认为:地震可以增加植物的多样性,改善栖息地环境<sup>[5]</sup>。例如,地震形成的雪崩和冰瀑布为大灰熊种群提供了丰富的植物性食物,如雪崩金针(*Erythronium montanum*)。由此灰熊在英国、哥伦比亚及美国蒙大拿州的数量上升<sup>[18]</sup>。

## 1.5 卧龙震区是重要的生物多样性中心之一

卧龙自然保护区植物种总数估计超过 5 000 种,其中包括超过 4 000 种开花植物。高山植

物超过 4 000 种,包括苔藓植物(46 科,102 属)、蕨类植物(30 科,70 属)、裸子植物(9 科,24 属)和被子植物(147 科,794 属),其中包括了中国 65% 的双子叶植物和 15% 的单子叶植物。该保护区有被称为活化石的珙桐(*Davidia involucrata*),独叶草(*Kingdonia uniflora*),金钱槭(*Dipteronia sinensis*),伯乐树(*Bretschneidera sinensis*)连香树(*Cercidiphyllum japonicum*),水青树(*Tetracentron sinensis*)和银杏(*Ginkgo biloba*)等珍贵植物种。动物种丰富度较大,包括 365 种鸟类(45 科)、109 种兽类(25 科)、14 种鱼类(5 科)、22 种两栖类动物(8 科)、32 种爬行动物(9 科)和 1 700 余种昆虫。共有国家保护类物 86 种,其中 16 种被列为国家一级保护物种。除大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)外,还有金丝猴(*Pygathrix roxellanae*),云豹(*Neofelis nebulosa*),雪豹(*Panthera unica*),羚牛(*Budorcas taxicolor*)和斑尾榛鸡(*Tetrastes sav erzaui*)等珍稀动物。

## 2 地震对大熊猫栖息地的影响

### 2.1 大熊猫主要生活、生态习性

大熊猫主要在海拔 2 600~3 000 m 取食,对天然生境的利用比对人工林的利用高得多,更多地利用针叶林。大熊猫喜欢选择在山体的脊部和中部的凸坡,坡向南坡,喜欢竹子盖度大于 50% 的原始针叶林。对坡度、乔木高度、乔木郁闭度、灌木高度不存在选择性<sup>[19]</sup>。在次生林中,把选择范围扩大到阔叶林<sup>[20]</sup>。大熊猫对环境干扰很敏感。震前,人类干扰,如采伐、放牧、采药和修建公路等是大熊猫濒危的主要原因<sup>[20]</sup>。汶川大地震对大熊猫栖息地的干扰程度远比近几十年人类干扰强烈,不可避免地强化了对大熊猫的生存威胁。

### 2.2 汶川大地震对大熊猫栖息地的直接影响

卧龙自然保护区是大熊猫的重要栖息地。大熊猫是 CITES(Convention on International Trade of Endangered Species)、IUCN (the International Union for the Conservation of Nature and Nature Resources)及 WWF(World Wildlife Fund)列为的世界濒危物种之一,是独特的单种和单科物种,在分类学上有重要意义。大熊猫也是中国一级保护动物,经历第三纪幸存下来的活化石大熊猫,大约有近 2 000 只生活在卧龙自然保护区为中心这一狭窄生态区域。中国有 25 个大熊猫自然保护区,卧龙自然保护区是

第一个、也是最大的一个, 从海拔分布 1 800 m 到 6 250 m 的高度上有 2 000 km<sup>2</sup> 的区域面积<sup>[21]</sup>。大约有 400 只熊猫生活在卧龙自然保护区及周边地区。卧龙自然保护区距离汶川大约 30 km, 此次地震对该保护区的大熊猫研究中心造成了极大破坏, 使多名工作人员在地震中丧生。震前有 64 只大熊猫生活在研究中心的保育房中, 地震使 14 个保育房完全垮台, 其他的保育房也遭到大破坏。地震中, 熊猫一死一伤, 6 只失踪, 之后在山中找回 5 只, 仍有一只失踪未果。此次地震完全毁坏了大熊猫 533.3 km<sup>2</sup> 的栖息地, 至今仍不清楚野外大熊猫死亡数量。地震使“大熊猫栖息地”连通性(廊道)破碎化, 影响大熊猫种群交流和繁衍。

### 2.3 竹类对大熊猫生存的重要性

大熊猫主要以亚高山和中山的几种竹类为主要食物。在保护区大概有 30 种竹类, 例如巴山木竹属(*Bashania*)中的冷箭竹(*B. fangiana*), *B. faberi*; 寒竹属中的(*Chimonobambusa*), 刺竹子(*Ch. pachystachys*), 四方竹(*Ch. quadrangularis*), 溪岸方竹(*Ch. rivularis*), 八月竹(*Ch. Szechuanensis*); 箭竹属中的(*Fargesia*), 油竹(*F. angustissima*), 华西箭竹(*F. nitida*), 拐棍竹(*F. robusta*), 华中神农架箭竹(*F. spathacea*); 刚竹属(*Phyllostachys*)中的水竹(*Ph. heteroclada*), 篾竹(*Ph. nidularia*), 紫竹(*Ph. nigra*); 矢竹属(*Pseudosasa*)中矢竹(*P. japonica*); 筴竹属(*Qiongzhusa*)中的筴竹(*Q. tumiduloda*); 玉山竹属(*Yushania*)中的峨眉玉山竹(*Y. chungii*)和短锥玉山竹(*Y. brevipaniculata*)等。竹类生长于亚高山常绿阔叶林、常绿和落叶混交林及针阔混交林内。华西箭竹、矢竹和拐棍竹等几种竹类是大熊猫最喜欢的食物种。一般来说, 竹子的生命周期平均为 50 a 在衰老时, 开花、结种子、死亡。竹子生长对环境变化敏感, 生长处于胁迫环境下, 竹子也会开花、死亡。竹类生长面积的缩小正日益威胁着大熊猫的生存。1976 年, 保护区附近的松潘县发生 7.3 级强震诱发竹子大量开花死亡。20 世纪 80 年代早期, 分布于海拔 2 300~3 500 m 的华西箭竹和矢竹 80%~90% 开花枯萎<sup>[22]</sup>, 从而导致了 183 只大熊猫因食物短缺死亡<sup>[23]</sup>。大规模的竹类死亡对大熊猫的生存构成一大威胁。汶川大地震是否导致竹类开花, 对大熊猫生存产生潜在的间接威胁仍尚不清楚。

### 2.4 环境对竹类生长的影响

竹子通常在土层较深、湿润、排水、通风较好、养

分充足的土壤生长良好, 如砂质壤土。卧龙自然保护区土壤养分、光强度、土壤温度、空气温度对竹类生长有重要影响<sup>[24]</sup>, 肥力低或较疏松的土壤会抑制竹类生长<sup>[25]</sup>。光照和竹子生长呈单峰曲线关系。震前一项研究表明, 在大林窗内(400~500 m<sup>2</sup>)竹子的密度、高度、基径和生物量指标最高, 在中等(100~200 m<sup>2</sup>)及小型林窗(<50 m<sup>2</sup>)下次之。在林缘的生长特征与中等林窗处类似<sup>[26]</sup>。土壤温度能增加竹类根系呼吸及细根生物量<sup>[27, 28]</sup>, 能有效提高竹类总生长量。但土壤湿度对根系呼吸作用影响不大<sup>[27]</sup>。通常来说, 竹类最佳月平均生长温度介于 14~17 °C 之间。竹类对高温敏感, 当气温度高于 30 °C, 竹类生长会显著下降<sup>[29]</sup>。迄今为止, 竹子的最佳生长土壤温度仍未认识。

## 3 讨论与展望

汶川大地震破坏了保护区内大面积的竹子。例如, 保护区西北部一区域内大约有 15 000 hm<sup>2</sup> 竹林被滑坡完全摧毁。被毁坏的植被、严重或轻微被毁坏的森林和竹林总面积当前仍难以确定。地震大面积破坏了森林, 大量林窗的增加, 林下光照增强、土壤透气性增加, 土壤温度上升, 土壤湿度下降; 地震改变土壤的许多理化性状。这些错综复杂的环境变化必然对保护区竹类生长产生诸多影响。这些变化如何影响保护区内竹类多样性、分布、生长和竹子的营养成分, 未来竹类的生长变化是否影响到大熊猫生存, 是亟待展开的相关研究。

## 参考文献 (References)

- [1] Keefer D. K. Landslides caused by earthquakes [J]. *Geological Society America. Bulletin*, 1984, 95: 406~421
- [2] Small R. J., Clark M. J. Slopes and Weathering [M]. London: Cambridge University Press, 1982: 112
- [3] Geertman M. Hydrogeomorphic Hazards in Northern British Columbia [A]. In: 185 Netherlands Geographical Studies 341, Utrecht [C]. The Netherlands: 2006
- [4] Rapp A., Axelsson V., Berry L., Hammond Murray-Rust D. Soil erosion and sediment transport in the Morogoro River catchment [J]. *Geografiska Annaler*, 1972, 54A: 3~4, 125~155
- [5] Schuster R. L., Highland L. M. Overview of the effects of mass wasting on the natural environment [J]. *Environmental and Engineering Geoscience*, 2007, 13: 25~44
- [6] Temple P. H., Rapp R. Landslides in the Megala area western Ulugetu Mountains [J]. *Geografiska Annaler*, 1972, 54A: 3~4

- [ 7 ] Liu, C. P., Sheu, B. H. Effects of the 921 earthquake on the water quality in the upper stream at the Guandaoshi experimental forest [ J ]. *Water, Air and Soil Pollution*, 2007, 179: 19~ 27
- [ 8 ] Vittoz, P., Stewart Glenn, H., Duncan, R. P., Earthquake impacts in old-growth Nothofagus forests in New Zealand [ J ]. *Journal of Vegetation Science*, 2001, 12: 417~ 426
- [ 9 ] Montgomery, J. N., Eve, H. D. Preliminary notes on the recent earthquake in New Guinea [ J ]. *Australian Geographer*, 1935, 2: 12~ 15
- [ 10 ] Marshall, A. J. 1937. Northern New Guinea [ J ]. *Geographical Journal*, 1936, 89( 6): 489~ 506
- [ 11 ] Guariguata, M. R. Landslide disturbance and forest regeneration in the Upper Luquillo Mountains of Puerto Rico [ J ]. *Journal Ecology*, 1990, 78: 814~ 832
- [ 12 ] Pain, C. F., Bowler, J. M. Denudation following the November 1970 earthquake at Madang, Papua New Guinea [ J ]. *Zeitschrift für Geomorphologie Supplementband*, 1973, 18: 92~ 104
- [ 13 ] Ganwood, N. C., Janos, D. P., Brokaw, N. Earthquake-induced landslides: A major disturbance to tropical soils [ J ]. *Science*, 1979, 205: 997~ 999
- [ 14 ] Figueroa, E., Oviedo, G., Vela, C., et al. Evaluación del Impacto Ambiental del Sismo en la Amazonía: la Fundación Natura Quito [ R ]. 1987
- [ 15 ] Stem, M. J. Vegetarian recovery on earthquake-triggered landslide sites in the Ecuadorian Andes. In S. P. Churchill, H. Balslev, E. Foren, J. L. Luteyn, editors: *Proceedings: Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests Symposium* [ R ]. New York: New York Botanical Garden Bronx, 1995: 207~ 220
- [ 16 ] Kessler, M. Plant species richness and endemism during natural landslide succession in a perhumid montane forest in the Bolivian Andes [ J ]. *Ecotropia*, 1999, 5: 123~ 136
- [ 17 ] Ohl, C. Vegetation on Natural Landslides in the Tropical Mountain Forest of Southern Ecuador, with Special Consideration of the Altitudinal Gradient [ R ]. Diploma thesis # 673. Geographical Institute, University of Saarland Saarbrücken, Germany, 2000.
- [ 18 ] Rozell, N. Avalanches, landslides, good for some. Alaska Science Forum [ R ]. Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, June 16, 3, 1998.
- [ 19 ] Ran Jianghong, Liu Sahaoying, Wang Hongjia. Habitat selection by giant pandas and grazing livestock in the Xiaoxingling Mountains of Sichuan Province [ J ]. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23( 11): 2253~ 2259 [冉江洪, 刘少英, 王鸿加. 小相岭大熊猫与放牧家畜的生境选择. 生态学报, 2003, 23( 11): 2253~ 2259]
- [ 20 ] Ran Jianghong, Zeng Zongyong, Wang Hao. A comparative study on habitat preference of giant pandas in primary and secondary forests [ J ]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2004, 26( 4): 8~ 14 [冉江洪, 曾宗永, 王昊. 大熊猫在原始林和次生林中生境利用的比较研究 [ J ]. 北京林业大学学报, 2004, 26( 4): 8~ 14]
- [ 21 ] Chen, F. B., Mackinnon, J. R., Lu, Z., Zhao, et al. Sichuan Giant Panda Sanctuary [ M ]. Sichuan Press, 2002: 131
- [ 22 ] Schaller, G. B., Hu, J., Pan, W., Zhu, J. The giant pandas of Wolong [ M ]. Chicago University of Chicago Press, 1985. II.
- [ 23 ] Johnson, K. G., Schaller, G. B., Hu, J. Responses of giant pandas to a bamboo die-off [ J ]. *Natural Geographic Research*, 1988, 4: 161~ 171
- [ 24 ] Qin, Z. S., Zhang, Y., Cai, X. S., et al. Influence of ecological factors on growth and development of Bashania fanqiana [ J ]. *Journal of Sichuan Normal College*, 1993, 14( 1): 51~ 54 [秦自生, 张炎, 蔡绪慎, 等. 生长因子对冷箭竹生长发育的影响 [ J ]. 四川师范学院学报, 1993, 14( 1): 51~ 54]
- [ 25 ] Huang, D. Y., Li, Y. W., Liang, S. L., et al. Bamboo cultivation model on degraded soil [ J ]. *Guangxi Forestry Science*, 2007, 36( 2): 86~ 89 [黄大勇, 李耀斌, 梁嗣柳, 等. 退化土壤竹子栽培模式研究 [ J ]. 广西林业科学, 2007, 36( 2): 86~ 88]
- [ 26 ] Song, L. X., Tao, J. P., Wang, W., et al. The ramet population structure of the clonal bamboo *Fargesia nitida* in different canopy conditions of subalpine dark coniferous forest in Wolong Nature Reserve [ J ]. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26: 370~ 376
- [ 27 ] Wei, X., Kitaya, Y., Shibuya, T., Kiyota, M. Soil respiration in a bamboo forest as affected by soil temperatures and soil moisture contents [ J ]. *Phyton-Annales Rei Botanicae*, 2005, 45: 295~ 298
- [ 28 ] Fukuzawa, K., Shibata, H., Takagi, K., Satoh, F., Koike, T., Sasa, K. Vertical distribution and seasonal pattern of fine-root dynamics in a cool-temperate forest in northern Japan [ J ]. *Implication of the understory vegetation, Sasa dwarf bamboo. Ecological Research*, 2007, 22: 485~ 495
- [ 29 ] Gratani, L., Crescente, M. F., Varone, L., et al. Growth pattern and photosynthetic activity of different bamboo species growing in the Botanical Garden of Rome [ R ]. *FLORA*, 2008, 203: 77~ 83

# Effects of Wenchuan Earthquake on Giant Panda Habitat in Wolong National Nature Reserve

CHENG Song SONG Hongtao

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, Chengdu 610041, China*)

**Abstract** Wolong National Nature Reserve in the northern Sichuan province is one of most important giant panda habitats in China and is about 30 km away from the epicenter of Wenchuan earthquake occurred in May 12, 2008. In the disaster region, the 8.0-magnitude catastrophic earthquake with 11-degree quake intensity terrifyingly damaged locally ecological environment except for a large number of people were died and injured and properties were damaged. Based on the ruinousness of strong earthquakes in Wenchuan as well as in the world, this paper reviews and discusses effects of strong earthquake on forest vegetation, bamboo growth, geomorphology, soil chemical and physical properties, biodiversity, giant panda habitats and environmental factors. That information is useful and helpful for ecologists to consider researches on how forest ecology and bamboo growth will change in the future after the earthquake, and on how to do ecological restoration and the habitat restoration in the Reserve.

**Key words** Wenchuan earthquake, environmental destruction, giant panda habitat