

# 卧龙自然保护区山体滑坡区域自然恢复 早期植物群落组成研究

乔麦菊<sup>1</sup>, 胡灏禹<sup>2</sup>, 程跃红<sup>1</sup>, 杨建<sup>1</sup>

(1. 卧龙国家级自然保护区管理局 邓生保护站, 四川 汶川 623000; 2. 四川大学 生命科学学院, 成都 610065)

**摘 要:** 山体滑坡是卧龙自然保护区常见自然灾害, 多由山区大雨或地震灾害引起。利用样方法对 11 个卧龙自然保护区滑坡山体自然恢复 5 a 后的植被进行调查, 并选取一个人工恢复样地为对照, 研究滑坡区域次生群落的物种组成、区系成分和先锋物种。调查区域内分布有植物 44 科 103 属 119 种, 其中灌木 29 种, 草本 90 种, 包括卧龙植物普查未发现的新记录植物 18 种。被子植物在科、属、种数均占绝对优势。区系成分分析显示植被自然恢复早期的 39 科种子植物分属 5 种地理成分, 以世界广布的科数量最多; 同时对作为区系地理分类依据“属”的分析显示, 98 属种子植物可划分为 11 种分布类型, 其中温带分布类型的属占非世界分布属数的 90.91%, 说明调查区域植被具有温带性质。自然恢复样地的群落结构和物种丰富度明显优于人工恢复样地, 通过重要值计算确定不同自然恢复边坡灌木层和草本层优势先锋物种, 为卧龙未来滑坡山体人工植被恢复的本地物种选择提供科学依据。

**关键词:** 卧龙自然保护区; 滑坡山体; 自然恢复; 物种组成; 区系成分; 优势物种

中图分类号: Q948.15

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2014)01-0213-06

## Study on Composition of Plant Communities of Landslide Areas after Early Natural Restoration in Wolong Nature Reserve

QIAO Mai-ju<sup>1</sup>, HU Hao-yu<sup>2</sup>, CHENG Yue-hong<sup>1</sup>, YANG Jian<sup>1</sup>

(1. Dengsheng Conservation Station, Wolong Nature Reserve,

Wenchuan, Sichuan 623000, China; 2. School of Life Science, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

**Abstract:** Landslide is a common geological hazard and mainly triggered by heavy rain storm or earthquake in Wolong mountainous region. In this paper the vegetation of 11 landslide areas after five-year of natural restoration were investigated using quadrat method in Wolong nature reserve. Moreover, the species composition, floristic element and pioneer species of the secondary communities were analyzed, and an artificial restoration area was chosen as the control. 44 families and 103 genera of 119 plant species, including 29 species of shrubs and 90 species of herbs were detected, including 18 new species which had not been recorded before. Angiosperm was dominant in numbers of families, genera and species. The geographical elements of detected 39 families of seed plant at the early stage of the natural restoration mostly were cosmopolitan out of five geographical elements. All 98 genera of seed plant were divided into 11 types by their geographical elements. Using genus as the basis of floristic element classification, 90.91% of the seed plant were temperate genera (excluding the cosmopolitan genera), indicating the sample areas were temperate property. The results indicated that the species abundance and community structure of natural restoration areas were superior to the artificial recovering area. The dominant pioneer species of shrub layers and herb layers of different natural restoration landslide areas were ascertained via the analysis of importance value. This research provides scientific basis for candidate native species could be used in ecological artificial vegetation restoration in Wolong nature reserve areas in future.

**Key words:** Wolong nature reserve; landslide area; natural vegetation restoration; species composition; floristic element; dominant species

收稿日期: 2013-08-13

修回日期: 2013-09-10

资助项目: 2012 年林业国家级自然保护区国家重点生态功能区转移支付资金雪豹监测研究(川林护函[2013]536 号)

作者简介: 乔麦菊(1986—), 女, 山东烟台人, 硕士研究生, 助理工程师, 主要从事植物生态学方面的研究。E-mail: qiaomaiju@163.com

通信作者: 杨建(1967—), 男, 四川眉山人, 本科, 高级工程师, 主要从事林学方面的研究。E-mail: wolongmuseum@163.com

2008 年汶川地震导致处于震中的卧龙大量山体松动滑坡,植被破坏严重。因降雨集中于夏季,滑坡区域由于缺少植被保护,雨水侵蚀严重,近年山体滑坡、泥石流等次生灾害频繁发生,震后仍留下严重的安全隐患。滑坡区域的生态植被恢复是卧龙地区灾后重建治理次生灾害方面最重要的目标之一。目前,卧龙地区进行的人工植被恢复项目,选择的多为豆科的草木樨,禾本科的黑麦草和杨柳科的坡柳等边坡植被恢复常用的速生物种。这种快速形成的人工恢复植物群落物种组成单一,群落稳定性差。研究证明,只重视发展人工植被,忽视保护和恢复天然次生植被,难以达到较好的植被恢复效果<sup>[1]</sup>。自然条件下恢复形成的植物群落适应性好、多样性高、结构复杂、抗干扰能力强。在进行人工植被恢复时,应借鉴本地自然恢复植物群落的物种组成和群落结构,有利于恢复后形成稳定的植被群落,提高边坡稳定性<sup>[2]</sup>。

坡度陡、坡长大、阳坡、坡面不稳定、土壤硬度较大的边坡,植被恢复速度较慢<sup>[3]</sup>。而卧龙保护区滑坡区域坡度陡,多数达到 45°以上;土壤厚度小并混杂有大量碎石,土壤贫瘠,自然条件差,边坡植物生长较困难,仅通过自然恢复短期难以成林。宜选取本地先锋物种,采用人工播种方式促进植被更新,使滑坡体在自然演替中尽快恢复植被,利用植物根系稳定坡面,充分发挥生态护坡效益。本文首次针对卧龙滑坡区域植被自然恢复早期的群落组成进行研究,选取 5 a 来较稳定的滑坡山体,调查山体滑坡 5 a 后贫瘠碎石斜坡在自然恢复条件下的物种组成,分析确定滑坡区域灌木层和草本层优势乡土物种,为卧龙山体植被恢复项目的本地物种选择和次生灾害防治提供科学依据。

# 1 研究区概况

卧龙国家级自然保护区位于成都平原西缘,阿坝藏族羌族自治州汶川县境内,邛崃山脉的东南坡,东

经 102°52′—103°24′,北纬 30°45′—31°25′。东西长 60 km,南北宽约 63 km,总面积达 200 000 hm<sup>2</sup>,是我国最大的自然保护区之一。保护区地处四川盆地向川西高原的过渡地带,区内山高谷深,最高峰四姑娘山为邛崃山主峰,海拔 6 250 m,相距仅 45 km 的木江坪海拔 1 150 m,相对落差达 5 100 m。地势西北高、东南低,北西南三面环山,西北部沿巴郎山、四姑娘山及北部与理县接壤的山地,海拔高度均在 5 000 m 左右。在卧龙西部和北部形成了一条天然的屏障,使卧龙地区古冰川作用的规模与强度较邻近地区相对减弱,区内存有大量珍贵孑遗物种<sup>[4]</sup>。卧龙属青藏高原气候区,年温差较小,干湿季节分明,夏季凉爽多雨(最高月 7 月均温 17.0℃),冬季寒冷干燥(最低月 1 月均温 -1.7℃),年平均气温 8.4℃。年日照时数 926.7 h,年降雨量 1 800 mm,相对湿度达 80%。

# 2 研究方法

## 2.1 样地选择及样方调查

本次调查选取省道 303 沿线,自银厂沟至三圣沟约 16.7 km 两侧 11 个 5 a 来未发生二次滑坡的区域为调查对象。取样对象针对于自然恢复的灌丛,同时,选取一个人工恢复样地进行调查,作为对照。(1) 首先记录调查样地基本情况:坐标、坡度、坡向、海拔、土壤类型、面积(样地面积采用目测法,一般大于 400 m<sup>2</sup> 设立三个样方),根据各样地大小和草灌分布情况,利用样线法设定相应数量的灌木和草本样方,灌木样方为 5 m×5 m,草本样方为 1 m×1 m。因调查区域乔木数量极少且高度与灌木层相近,为方便计算,归入灌木。调查选取的 11 个滑坡样地的具体信息见表 1。(2) 记录各样方内所有物种的物种名称、三个成熟植株个体的自然状态高度、相对盖度、优势度、样方植被总盖度等,对不确定的物种进行照片和标本采集。本调查于 2013 年 5—7 月完成。

表 1 调查滑坡样地概况

样地编号	经度	纬度	面积/m <sup>2</sup>	海拔/m	坡度/(°)	坡向	土壤类型/厚度
I	103°04.239′	30°56.585′	400	2170	45~55	E	少量大块碎石、壤土/12 cm
II	103°03.764′	30°55.915′	500	2376	≥25	NW	少量大块碎石、壤土/8 cm
III	103°03.929′	30°56.106′	70	2374	0~60	W	湿润谷底、大块岩石缝隙/3 cm
IV	103°04.154′	30°56.841′	200	2410	30~70	N	碎石、壤土/3 cm
V	103°04.224′	30°56.898′	200	2350	0~70	N	碎石、壤土/15 cm
VI	103°04.290′	30°56.930′	260	2348	0~70	W	崖下石缝、壤土/4.5 cm
VII	103°04.529′	30°57.030′	160	2289	0~60	NW	碎石、壤土/5 cm
VIII	103°04.992′	30°57.273′	49	2261	20~45	E	碎石、壤土/3 cm
IX	103°05.157′	30°57.226′	50	2252	45~60	NE	碎石、壤土/3 cm
X	103°06.532′	30°58.643′	320	2181	45~70	NE	峡谷碎石滑坡、封育中/3 cm
XI	103°00.056′	30°53.614′	200	2625	0~60	S	大量小块碎石、壤土/5 cm
人工恢复样地	103°03.764′	30°55.915′	100	2374	≥30	W	挂网、客土喷植/3 cm

2.2 物种鉴定

物种鉴定以中国植物志为依据,同时参照四川大学自然博物馆馆藏标本和中国数字标本馆(<http://www.cvh.org.cn/cms>)网页所提供的标本及照片。所采集凭证标本保存于四川大学自然博物馆标本室。蕨类植物科、属的分布区类型参照秦仁昌的研究<sup>[5]</sup>,种子植物参照吴征镒的相关专著进行统计<sup>[6-7]</sup>。

2.3 数据处理

物种丰富度为群落中物种的数目。物种丰富度高,群落稳定性强。

物种丰富度(S)=样地内出现的物种数

重要值是某个种在群落中的地位和作用的数量指标,重要值计算,参照孙儒泳的著作进行<sup>[8]</sup>。

重要值(IV)=(相对高度+相对盖度+相对频度)/3

3 结果与分析

3.1 植物群落的物种组成

调查共记录到数据完整的灌木样方 24 个,草本样方 102 个。滑坡区域共有维管植物 119 种,隶属于 44 科 103 属,种类组成比较丰富。其中包括卧龙植物普查中未发现的新记录植物 18 种。双子叶植物 92 种,单子叶植物 20 种,裸子植物 2 种,蕨类 5 种。其中灌木 29 种,草本 90 种。详细信息见表 2。双子叶植物无论在科、属、种数均占绝对优势,其次是单子叶植物,比例很小的两种裸子植物四川红杉和红豆杉均为地史早期残留下来的古老孑遗物种。在本区植物

中,种数在 10 种以上的科有两个,菊科和蔷薇科,只占总科数的 4.55%,但这两科所含的种数占总种数的 21.01%,在调查区域为明显优势科;含 5~9 种的有 4 科,包括百合科、唇形科、禾本科和虎耳草科,占总种数的 21.01%;含 2~4 种的科有 19 科,占总种数的 42.02%;单属单种的有 19 科,占总种数的 15.97%。被子植物在调查区域滑坡自然恢复的群落物种组成中占明显优势。

3.2 滑坡样地植物科、属区系成分的分析

在蕨类植物中,以滑坡区域调查发现的 5 科 5 属分析,世界分布 3 科 2 属,温带分布 2 科 2 属,热带分布的有 1 属。滑坡区域的优势蕨类植物荚果蕨的科属分布类型均为北温带分布,主要生长于灌木丛下较潮湿区域,常为林下草本层的优势植物。调查发现,山体滑坡区域自然恢复早期植被含种子植物 114 种,隶属 39 科 98 属,科属分布区类型见表 3。构成滑坡区域早期植被的 39 科种子植物可以分为 5 种地理成分,其中世界分布科最多,有 20 科,本次调查优势物种所在的菊科、蔷薇科、禾本科等均属于这一分布类型。热带分布类型(2~7 型)包含 9 科,占非世界分布总科数的 47.36%,包括醉鱼草科、天南星科等。温带分布类型 10 科均集中于北温带分布,占总科数的 52.63%,包括红豆杉科、忍冬科、百合科等。热带与温带分布类型的科比例相近,世界广布的科占绝对优势,充分体现了植被自然恢复早期次生演替的具体特征,即世界广布的物种侵入次生裸地迅速的特点<sup>[9]</sup>。

表 2 滑坡区域自然恢复群落维管植物信息统计

科名	科/属	物种
菊科 <i>Compositae</i>	9/13	白头婆 <i>Eupatorium japonicum</i> 、双舌蟹甲草 <i>Sinacalia davidii</i> 、淡黄香青 <i>Anaphalis flavescens</i> 、翅茎香青* <i>Anaphalis sinica</i> Hance var. <i>sinica</i> 、云南兔儿风 <i>Ainsliaea yunnanensis</i> 、鼠麴草 <i>Gnaphalium affine</i> 、匙叶鼠麴草 <i>Gnaphalium pensylvanicum</i> *、薊 <i>Cirsium japonicum</i> 、艾蒿 <i>Artemisia argyi</i> 、茵陈蒿 <i>Artemisia capillaris</i> 、白苞蒿 <i>Artemisia lactiflora</i> 、禾叶风毛菊 <i>Saussurea graminea</i> 、飞廉 <i>Carduus nutans</i>
		高丛珍珠梅 <i>Sorbaria arborea</i> 、灰栒子 <i>Cotoneaster acutifolius</i> *、黄果悬钩子 <i>Rubus xanthocarpus</i> 、川莓 <i>Rubus setchuenensis</i> 、西藏悬钩子 <i>Rubus tibetanus</i> 、粉枝梅 <i>Rubus biflorus</i> *、翠兰绣线菊 <i>Spiraea henryi</i> 、蛇莓 <i>Duchesnea indica</i> 、多花蔷薇 <i>Rosa multiflora</i> *、龙芽草 <i>Agrimonia pilosa</i> 、假升麻 <i>Aruncus sylvester</i> 、东方草莓 <i>Fragaria orientalis</i>
蔷薇科 <i>Rosaceae</i>	9/12	七叶一枝花 <i>Paris polyphylla</i> 、鹿药 <i>Smilacina japonica</i> 、羊齿天门冬 <i>Asparagus filicinus</i> 、山麦冬 <i>Liriope spicata</i> *、卷叶黄精 <i>Polygonatum cirrhifolium</i> 、粉条儿菜 <i>Alettris spicata</i> 、大百合 <i>Cardiocrinum giganteum</i> 、宝兴百合 <i>Lilium duchartrei</i> 、菝葜 <i>Smilax china</i>
百合科 <i>Liliaceae</i>	9/9	野芝麻 <i>Lamium barbatum</i> 、香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i> 、香茶菜 <i>Rabdosia amethystoides</i> 、荔枝草 <i>Salvia plebeia</i> *、甘西鼠尾草 <i>Salvia przewalskii</i> 、大花糙苏 <i>Phlomis megalantha</i>
唇形科 <i>Labiatae</i>	5/6	早熟禾 <i>Poa annua</i> 、糙野青茅 <i>Deyeuxia scabrescens</i> 、羊茅 <i>Festuca ovina</i> 、黑麦草 <i>Lolium perenne</i> 、冷箭竹 <i>Bashania fangiana</i>
禾本科 <i>Gramineae</i>	5/5	绣球 <i>Hydrangea macrophylla</i> 、川溲疏 <i>Deutzia setchuenensis</i> 、落新妇 <i>Astilbe chinensis</i> 、鬼灯檠 <i>Rodgersia podophylla</i> 、宝兴茶藨子 <i>Ribes moupinense</i>
虎耳草科 <i>Saxifragaceae</i>	5/5	鸭儿芹 <i>Cryptotaenia japonica</i> 、水芹 <i>Oenanthe javanica</i> 、当归 <i>Angelica sinensis</i> 变豆菜 <i>Sanicula chinensis</i>
伞形科 <i>Umbelliferae</i>	4/4	

续表二：

科名	科/属	物种
豆科 <i>Papilionaceae</i>	3/3	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i> 、天蓝苜蓿 <i>Medicago lupulina</i> 、草木樨 <i>Melilotus officinalis</i>
毛茛科 <i>Ranunculaceae</i>	3/3	打破碗花花 <i>Anemone hupehensis</i> 、唐松草 <i>Thalictrum aquilegifolium</i> . var. <i>sibiricum</i> 、无距耧斗菜 <i>Aquilegia ecalcarata</i>
忍冬科 <i>Caprifoliaceae</i>	3/3	蕊帽忍冬 <i>Lonicera pileata</i> 、接骨草 <i>Sambucus chinensis</i> 、荚蒾 <i>Viburnum dilatatum</i>
莎草科 <i>Cyperaceae</i>	3/3	丛毛羊胡子草 <i>Eriophorum comosum</i> 、浆果苔草 <i>Carex baccans</i> *、香附子 <i>Cyperus rotundus</i>
玄参科 <i>Scrophulariaceae</i>	3/3	婆婆纳 <i>Veronica didyma</i> 、灌丛马先蒿 <i>Pedicularis thamnophila</i> *、沟酸浆 <i>Mimulus tenellus</i>
报春花科 <i>Primulaceae</i>	2/3	点地梅 <i>Androsace umbellata</i> *、黄心球花报春 <i>Primula erythrocarpa</i> 、宝兴掌叶报春 <i>Primula heucherifolia</i> *
蓼科 <i>Polygonaceae</i>	2/3	酸模 <i>Rumex acetosa</i> 、珠芽蓼 <i>Polygonum viviparum</i> 、赤胫散 <i>Polygonum runcinatum</i> var. <i>sinense</i>
十字花科 <i>Cruciferae</i>	2/3	紫花碎米荠 <i>Cardamine tangutorum</i> 、碎米荠 <i>Cardamine hirsuta</i> 、播娘蒿 <i>Descurainia sophia</i> *
龙胆科 <i>Gentianaceae</i>	2/2	獐牙菜 <i>Swertia bimaculata</i> 、深红龙胆 <i>Gentiana rubicunda</i>
茜草科 <i>Rubiaceae</i>	2/2	茜草 <i>Rubia cordifolia</i> 、猪殃殃 <i>Galium aparine</i> var. <i>tenerum</i>
石竹科 <i>Caryophyllaceae</i>	2/2	卷耳 <i>Cerastium arvense</i> 、繁缕 <i>Stellaria media</i>
天南星科 <i>Araceae</i>	2/2	石菖蒲 <i>Acorus tatarinowii</i> *、半夏 <i>Pinellia ternata</i>
五加科 <i>Araliaceae</i>	2/2	红毛五加 <i>Acanthopanax giraldii</i> 、刺楸 <i>Kalopanax septemlobus</i>
山茱萸科 <i>Cornaceae</i>	2/2	川鄂山茱萸 <i>Cornus chinensis</i> 、青荚叶 <i>Helwingia japonica</i>
荨麻科 <i>Urticaceae</i>	2/2	荨麻 <i>Urtica fissa</i> 、大蝎子草 <i>Girardinia diversifolia</i>
杨柳科 <i>Salicaceae</i>	1/4	坡柳 <i>Salix myrtilleacea</i> *、光苞柳 <i>Salix tenella</i> *、汶川柳 <i>Salix ochetophylla</i> *、宝兴柳 <i>Salix moupinensis</i>
罂粟科 <i>Papaveraceae</i>	1/2	美丽紫堇 <i>Corydalis adrienii</i> 、蛇果黄堇 <i>Corydalis ophiocarpa</i>
藤黄科 <i>Guttiferaceae</i>	1/2	地耳草 <i>Hypericum japonicum</i> 、金丝桃 <i>Hypericum monogynum</i> *
单属单种科	1/1	19 科

注 1:单属单种 19 科,分别为鳞毛蕨科 *Dryopteridaceae*(中华耳蕨 *Polystichum sinense*),卷柏科 *Selaginellaceae*(卷柏 *Selaginella tamariscina*),球子蕨科 *Oncleaceae*(荚果蕨 *Matteuccia struthiopteris*),金星蕨科 *Thelypteridaceae*(金星蕨 *Parathelypteris glanduligera*),木贼科 *Equisetaceae*(问荆 *Equisetum arvense*),红豆杉科 *Taxaceae*(红豆杉 *Taxus chinensis*),松科 *Pinaceae*(四川红杉 *Larix mastersiana*),车前科 *Plantaginaceae*(车前 *Plantago asiatica*),樟科 *Lauraceae*(川钓樟 *Lindera pulcherrima* var. *hemsleyana*),败酱科 *Valerianaceae*(缬草 *Valeriana officinalis* \*),漆树科 *Anacardiaceae*(红麸杨 *Rhus punjabensis* var. *sinica*),牻牛儿苗科 *Geraniaceae*(毛蕊老鹳草 *Geranium platyanthum*),马兜铃科 *Aristolochiaceae*(细辛 *Asarum sieboldii*),柳叶菜科 *Onagraceae*(长籽柳叶菜 *Epilobium pyrricholophum*),胡颓子科 *Elaeagnaceae*(长叶胡颓子 *Elaeagnus bockii*),醉鱼草科 *Buddlejaceae*(大叶醉鱼草 *Buddleja davidii*),杜鹃花科 *Ericaceae*(杜鹃 *Rhododendron simsii*),灯心草科 *Juncaceae*(散序地杨梅 *Luzula effusa*),酢浆草科 *Oxalidaceae*(酢浆草 *Oxalis corniculata*)。

注 2:表中注有 \* 表示为新记录种,本次调查共记录到 18 种卧龙保护区新记录种。坡柳,光苞柳,汶川柳,灌丛马先蒿,金丝桃,播娘蒿,灰栒子,粉枝莓,多花蔷薇,翅茎香青,匙叶鼠麴草,荔枝草,点地梅,宝兴掌叶报春,缬草,石菖蒲,浆果苔草,山麦冬。

表 3 卧龙山体滑坡区域自然恢复早期植被种子植物科属分布区类型

分布区类型	科数	占总科数/%	属数	占总属数/%
1. 世界广布	20	—	21	—
2. 泛热带	7	36.84	2	2.60
3. 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布	1	5.26		
4. 旧世界热带			2	2.60
6. 热带亚洲至热带非洲	1	5.26	2	2.60
7. 热带亚洲(即热带东南亚至印度—马来,太平洋诸岛)			1	1.30
8. 北温带	10	52.63	43	55.84
9. 东亚及北美间断分布			7	9.09
10. 旧世界温带			9	11.69
11. 温带亚洲			1	1.30
14. 东亚			8	10.39
15. 中国特有			2	2.60

注:百分数(%)不包括世界分布的科和属。

研究区域调查发现的 98 属种子植物可划分为 11 种地理成分。世界分布类型 21 属,蒿属、早熟禾属、悬钩子属三个调查区域较为广泛分布的属均属于这一分布区类型。热带分布 7 属,占非世界分布总属数

的 9.09%,包括醉鱼草属和蛇莓属等,这七属植物在调查区域均少量零散分布。温带分布类型的 70 属,占总属数的 90.91%;其中,北温带分布共 43 属,是本区数量最多的分布类型,本次调查几乎所有的木本植物所在的属均为这一分布类型,如柳属、忍冬属、胡颓子属、红豆杉属等。中国特有属 2 属,华蟹甲属和巴山木竹属,占总属数的 2.60%,华蟹甲属植物在滑坡区域成片分布,为边坡恢复的重要先锋物种;而巴山木竹属植物为卧龙大熊猫取食的重要竹种,常在林下成片分布,为林下优势灌木植物。滑坡区域植被恢复早期的两种裸子植物——四川红杉和红豆杉,其科和属的分布类型均属于北温带分布。温带分布类型占绝大多数,可见,所调查滑坡区域种子植物区系具有

温带性质。

### 3.3 优势物种分析

通过计算、统计调查样地所包含各样方中不同物种的重要值,得到 11 个滑坡区域和人工恢复样地灌木层和草本层的优势物种,具体见表 4。自然恢复植物群落灌木层的优势乡土种主要有蕊帽忍冬、大叶醉鱼草、溲疏、绣球、粉枝莓、坡柳、光苞柳、宝兴柳、冷箭竹等。草本层的优势物种有菊科的艾蒿、双舌蟹甲草、禾叶风毛菊、蓟,禾本科的早熟禾、青茅,莎草科的羊胡子草,豆科的草木樨,忍冬科的接骨草以及蕨类植物荚果蕨等。菊科和禾本科植物是卧龙滑坡区域植被次生演替的主要先锋物种。其中,坡柳、草木樨、早熟禾、羊胡子草为人工植被恢复中的常用物种<sup>[10]</sup>。

表 4 优势物种信息统计

样地编号	物种丰富度	灌/草样方数量	灌木层优势物种			草本层优势物种		
I	36	3/13	蕊帽忍冬	光苞柳	大叶醉鱼草	艾蒿	双舌蟹甲草	早熟禾
II	53	4/13	胡颓子	坡柳	光苞柳	艾蒿	双舌蟹甲草	荚果蕨
III	12	0/6	—	—	—	艾蒿	双舌蟹甲草	落新妇
IV	22	3/6	溲疏	翠兰绣线菊	西藏悬钩子	禾叶风毛菊	艾蒿	羊胡子草
V	31	3/9	大叶醉鱼草	光苞柳	粉枝莓	艾蒿	双舌蟹甲草	落新妇
VI	32	3/7	红豆杉	杜鹃	坡柳	艾蒿	荚果蕨	接骨草
VII	22	3/5	粉枝莓	宝兴柳	绣球	艾蒿	蓟	蛇果黄堇
VIII	13	0/5	—	—	—	当归	双舌蟹甲草	草木樨
IX	14	0/5	—	—	—	当归	双舌蟹甲草	荚果蕨
X	30	4/17	坡柳	冷箭竹	粉枝莓	艾蒿	荚果蕨	双舌蟹甲草
XI	21	0/13	—	—	—	艾蒿	青茅	黄果悬钩子
人工样地	7	1/3	坡柳	—	—	黑麦草	早熟禾	天蓝苜蓿

人工恢复样地的物种丰富度远低于自然恢复边坡,群落稳定性和抗干扰能力差。人工恢复样地灌木层仅坡柳一种,且长势较差,高度仅 30 cm 左右。草本群落没有明显分层现象,黑麦草和早熟禾为明显优势种,二者平均盖度达 85.5%。现已观察到明显的植被枯死和群落退化现象。

## 4 讨论

研究显示滑坡自然恢复样地共有维管植物 119 种,其中草本 90 种,灌木 29 种。相较于蕨类植物和裸子植物,被子植物种子传播效率高、适应性强,能快速侵入次生裸地并形成优势群落,因此被子植物在调查区域自然恢复植物群落中占绝对优势。区系成分分析显示调查区域的 39 科种子植物含 5 种地理成分,世界广布科比例最大,反映了世界广布物种入侵次生裸地较快的特点。98 属种子植物含 11 种地理成分,温带分布类型占绝对优势,而“属”是植物分类中较稳定的单位,植物区系地理常以属为分类依据,说明所调查区域植物以温带分布类型为主,这与之前

卧龙大熊猫栖息地植物群落调查的结果一致<sup>[11]</sup>。

目前,卧龙人工恢复的边坡,基本上为黑麦草和早熟禾两种禾本科植物构成的草本群落,物种丰富度低,现已观察到较严重的退化现象,群落稳定性差,而群落稳定是植被恢复成功的标志<sup>[2]</sup>。且黑麦草为外来物种,一旦形成优势群落,将排挤其他物种,对本地物种的生存构成威胁。调查发现,自然恢复灌丛的群落结构和物种丰富度明显优于人工恢复样地。在未来卧龙滑坡植被恢复的物种选择上,应优先考虑适应性强、种子易得的本地物种和本次调查发现的优势先锋物种。在草本植物选择方面,草木樨、丛毛羊胡子草、天蓝苜蓿、早熟禾等常用草本护坡植物在卧龙均有分布,同时应配合菊科的艾蒿、双舌蟹甲等滑坡区域先锋草本物种进行边坡治理;蕨类植物荚果蕨生殖过程离不开水的束缚,常成片分布于卧龙林下湿润区域,且叶形优美、观赏价值高,湿润阴面的滑坡山体可考虑种植荚果蕨稳定坡面。灌木层植被的选择可优先考虑蔷薇科的粉枝莓、翠兰绣线菊,禾本科的冷箭竹以及杨柳科的坡柳、光苞柳、宝兴柳等卧龙边坡

先锋灌木物种。在恢复方法上,宜采用灌草相结合的方式,开始先种草,2~3 a 后,再移植灌木,提高群落中木本植物比例,以改善植物群落功能。草灌物种都优先选用本地物种,以达到边坡植被和周围环境相协调的目的<sup>[12-13]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 吴钦孝,杨文治.黄土高坡植物建设与持续发展[M].北京:科学出版社,1998.
- [2] 罗双,孙海龙,刘冲,等.四川道路边坡自然恢复的植物多样性研究[J].水土保持研究,2011,18(6):51-56.
- [3] 杨喜田,杨晓波,苏金乐,等.黄土地区高速公路边坡植物侵入状况研究[J].水土保持学报,2001,15(6):74-77.
- [4] 卧龙自然保护区管理局,等.卧龙植被及资源植物[M].成都:四川科学技术出版社,1988.
- [5] 秦仁昌.中国蕨类植物科属的系统排列和历史来源[J].植物分类学报,1978,16(3):7-19.
- [6] 吴征镒.中国种子植物属的分布区类型[J].云南植物研

究,1991(增刊Ⅳ):1-6.

- [7] 吴征镒.世界种子植物科的分布区类型系统[J].云南植物研究,2003,25(3):245-257.
- [8] 牛翠娟,娄安如,孙儒泳,等.基础生态学[M].北京:高等教育出版社,2007.
- [9] 方志强,高信芬,孙成仁.冕宁县山体滑坡地段早期植物群落组成研究[J].西华师范大学学报,2008,29(3):249-257.
- [10] 刘春霞,韩烈保.高速公路边坡植被恢复研究进展[J].生态学报,2007,27(5):2091-2098.
- [11] 周世强,黄金燕,谭迎春,等.卧龙大熊猫栖息地植物群落多样性研究. I:植物群落的基本特征[J].四川林业科技,2003,24(2):6-11.
- [12] 马海龙,金晓琴,刘国斌,等.黄土丘陵区不同农田类型土壤抗蚀性分异研究[J].水土保持研究,2013,20(2):5-8.
- [13] 张玉珍.生物多样性在路域植被养护中的应用[J].交通环保,2004,25(2):36-38.

(上接第 212 页)

- [10] 宋宏利,张晓楠,伦更永,等.冀南土地利用变化对区域生态服务价值的影响分析[J].水土保持学报,2011,18(1):237-240.
- [11] 申建修,王秀红,刘羽,等.退耕还林前后甘肃正宁县生态系统服务价值的时空变化特征[J].水土保持研究,2012,19(4):60-64.
- [12] 李娜,董立国,刘长宁,等.黄土丘陵区土地利用格局与生态系统服务价值分析:以中庄流域为例[J].水土保持研究,2012,2(11):145-147.
- [13] 张晓晨,朱志玲,王彩娟,等.银川市城市生态服务功能价值的变化分析[J].干旱环境监测,2009,3(23):42-45.
- [14] 布仁仓,常禹,胡远满,等.基于 Kappa 系数的景观变化测度:以辽宁省中部城市群为例[J].生态学报,2005,2255(4):778-784.
- [15] 宁夏粮食网(<http://www.nxgrain.net/>)和宁夏价格信息网(<http://www.nxcpic.gov.cn/NewsInfoMan->

ageFPAction.do? flag=b&NEWS\_ID=4835)

- [16] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J].自然资源学报,2003,18(2):189-196.
- [17] 张华,张爱平,杨俊,等.科尔沁沙地生态系统服务价值变化研究[J].中国人口·资源与环境,2007,17(3):60-63.
- [18] 米文宝,刘小鹏,汪一鸣.西北地区国土主体功能区划研究[M].北京:中国环境科学出版社,2010.
- [19] 杨丽韞,甄霖,吴松涛.我国生态补偿主客体界定与标准核算方法分析[J].生态经济,2010,2(1):298-300.
- [20] 齐拓野,米文宝,邹淑燕,等.基于生态系统服务价值核算的土地利用规划评估:以宁夏隆德县为例[J].宁夏大学学报:自然科学版,2009,12(30):403-405.
- [21] 邢伟,王进欣,王今殊,等.土地覆盖变化对盐城海岸带湿地生态系统服务价值的影响[J].水土保持研究,2011,18(1):72-75.
- [22] 刘平养.发达国家和发展中国家生态补偿机制比较分析[J].干旱区资源与环境,2010,9(24):2-5.