

抚仙湖流域磷矿开采废弃地恢复元江栲群落的树种配置研究

赵敏慧¹, 杨礼攀², 杨中宝¹, 王跃¹

(1. 玉溪师范学院, 云南 玉溪 653100; 2. 云南中医学院, 云南 昆明 650000)

摘要: 通过野外群落调查, 对抚仙湖流域磷矿开采区地带性原生植被元江栲群落的结构特征及各物种在群落内的地位进行了分析。结果表明, 元江栲作为群落的优势种, 对稳定群落的结构和物种组成起着非常重要的作用, 可作为磷矿开采废弃地上进行植被恢复的理想树种。研究并制定出磷矿废弃地恢复元江栲群落时合理的物种配置方案, 使恢复后的元江栲群落结构合理、物种丰富、系统稳定, 以尽快恢复矿区的生态服务功能

关键词: 植被恢复; 元江栲群落; 物种配置; 磷矿开采区; 抚仙湖流域

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2010)02-0239-04

中图分类号: Q89

Species Disposition of *Castanopsis Orthacantha* Community in the Abandoned Phosphate Mining in Fuxian Lake Watershed

ZHAO Min-hui¹, YANG Li-pan², YANG Zhong-bao¹, WANG Yue¹

(1. Yuxi Normal university, Yuxi, Yunnan 653100, China; 2. Yunnan University of

Traditional Chinese Medicine, Kunming, Yunnan 650500, China)

Abstract: Based on the analysis of structural characteristics and species status in the *Castanopsis orthacantha* community, a primary vegetation type in the phosphorus mineral region of Fuxian Lake watershed, the paper analyzes and develops the reasonable species disposition pattern of *Castanopsis orthacantha* community in the abandoned phosphate mining. Results show that *Castanopsis orthacantha* has the prominent role in the maintenance of species composition and community structure, so it is the best species in the restoration of phosphorus mineral region. The reasonable species disposition may make the restored *Castanopsis orthacantha* community to be the reasonable structure, abundant species, and biosystem stability and restore the ecological service functions of the mining as soon as possible.

Keywords: vegetation restoration; *Castanopsis orthacantha* community; species disposition; phosphorus mineral region; Fuxian Lake watershed

磷矿是抚仙湖流域的重要资源, 在澄江县具有约 20 a 的开采历史。磷矿开采引发的水土流失已成为抚仙湖的一个重要污染源。矿区水土流失这一面源污染的形式, 除对该区域产生影响外, 还会对更大范围内的土地利用和水文条件产生影响^[1-4]。植被重建是磷矿废弃地生态恢复的一项重要措施。

植被所表现出的固持土壤、净化环境的功能是生态建设的重要目标, 同时也产生较好的生态、经济和社会效益, 成为矿山生态恢复和重建的核心。元江栲 (*Castanopsis orthacantha*) 林是亚热带高原季风气

候条件下, 半湿润常绿阔叶林中的地带性原生植被, 在抚仙湖流域分布比较广泛, 生长良好, 并具有较强的水土保持效能, 可选作磷矿开采废弃地的恢复林种^[5]。而恢复林种内物种的配置(选择)适当与否是植被恢复工作成败的关键之一。树种选择不当, 不但林木不易成活, 而且易造成树木长期生长不良, 造林地的生产潜力在数十年内不能充分发挥, 起不到森林的防护作用^[6]。为了恢复和改善抚仙湖磷矿开采区生态环境, 遏制磷矿开采对抚仙湖造成的污染, 本研究通过野外调查, 对抚仙湖流域的元江栲林的群落特

收稿日期: 2009-07-29

修回日期: 2009-09-07

资助项目: 云南省科技厅应用基础研究“抚仙湖流域磷矿开采区植被恢复的林种配置与空间布局研究”(2006B0088M); 云南省教育厅科学基金项目“抚仙湖流域磷矿开采区植被恢复的林种配置研究”(0621248)

作者简介: 赵敏慧(1974—), 女(汉族), 云南省通海县人, 硕士, 副教授, 主要从事景观生态与生态恢复研究。E-mail: zmh@yxnu.net。

通信作者: 杨礼攀(1974—), 男(汉族), 云南省会泽县人, 博士, 副教授, 主要从事资源植物和植物生态研究。E-mail: lipany@xtbg.ac.cn。

征及群落内物种地位进行了分析,制定了磷矿开采废弃地恢复元江栲群落的最佳物种配置方案,以使元江栲林在恢复中通过合理的树种配置,在短期内发挥最大的生态效益和经济效益。

1 研究区概况

抚仙湖磷矿开采区位于抚仙湖东北角,玉溪市澄江县城东,东经 $102^{\circ} 56' - 103^{\circ} 01'$, 北纬 $24^{\circ} 37' - 24^{\circ} 46'$ 。开采区面积 $7\,244.27\text{ hm}^2$, 占流域总面积的 10.28% , 总储量 $4.00 \times 10^8\text{ t}$, 品位高, 易开采。该区属亚热带高原季风气候, 干湿季节分明, 雨热同季, 年平均气温 16.5°C , 最冷月 1 月平均气温 8.3°C , 最热月 7 月平均气温 20.5°C , 年降水量 $900 \sim 1\,200\text{ mm}$, 年日照时数为 $2\,141.8\text{ h}$ 。土壤有红壤、黄棕壤、水稻土, 以红壤为主。地带性植被是以壳斗科、樟科、茶科、木兰科植物为优势种的半湿润常绿阔叶林。但该区由于开发时间较早, 人为破坏严重, 目前半湿润常绿阔叶林仅残留 39.40 hm^2 , 占整个开采区的 0.54% , 其中元江栲林面积 3.91 hm^2 , 仅占 0.05% , 在磷矿开采区植被生态系统中比重最小。目前地表植被以旱地栽培植被面积最大, 为 $2\,749.61\text{ hm}^2$, 占磷矿开采区面积 37.96% 。其次是次生植被华山松林和云南松, 两者面积合计占开采区的 31.71% , 其它植被类型均面积较小, 且呈零散分布状态。磷矿开采废弃地面积 119.70 hm^2 , 虽只占开采区面积的 1.65% , 但因常年深度剥离式的开采方式对地表植被破坏较大, 又缺乏有效的开采面恢复措施, 雨季表土随径流流失, 增加了抚仙湖的污染负荷。

2 研究方法

由于人为破坏严重, 元江栲林仅以风景林得以保存, 较大的一块位于风口哨村, 面积 3.91 hm^2 , 附近村寨有零星小片存留, 而大多数元江栲则和其它的针阔林混生。因此本研究只设一个样地, 面积 400 m^2 ($20\text{ m} \times 20\text{ m}$), 在样地内每木调查乔木、灌木, 并分别设置面积为 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的 5 个样方, 调查草本植物。在设置的群落样地内, 用法瑞学派方法调查样方内的植物种类、多优度、群集度、生活型、高度及盖度。生活型采用 Raunkiaer 系统表示^[7]。多优度采用 6 级制(+ ~ 5), 即盖度—多度级, 以盖度为主结合多度, 各等级表示样地内某种植物的种盖度大小值。各等级含义分别为: 5 级: 种盖度在 75% 以上者(即 $3/4$ 以上者); 4 级: 种盖度在 $50\% \sim 75\%$ 以上者(即 $1/2 \sim 3/4$); 3 级: 种盖度在 $25\% \sim 50\%$ 者(即 $1/4 \sim 1/2$ 者); 2 级: 种盖度在 $5\% \sim 25\%$ 者(即 $1/20 \sim 1/4$ 者);

1 级: 种盖度在 5% 以下, 或数量尚多者; + : 种盖度很小, 数量少, 或单株。群聚度级采用 5 级制, 以聚生状况与盖度相结合, 各等级含义为: 5 级: 集成大片, 背景化; 4 级: 小群或大块; 3 级: 小片或小块; 2 级: 小丛或小簇; 1 级: 个别散生或单生。

然后计算每个物种的综合优势比, 综合优势比 = (盖度比 + 高度比) / $2 \times 100\%$; 其中, 盖度比 = 某一物种的盖度 / 样地中盖度最大的物种盖度 $\times 100\%$; 高度比 = 某一物种的高度 / 样地中高度最大的物种高度 $\times 100\%$ 。

3 元江栲林群落特征及各物种在群落中的地位分析

3.1 元江栲群落结构特征

元江栲林是研究区原生植被的代表, 调查样地做为风水林被保留, 乔木层保护完好, 仅林下的灌木草本受到人为干扰。根据实地调查和对当地村民走访, 估计样地林龄约为 $80 \sim 100\text{ a}$, 总盖度 100% ; 属于该区域顶级群落的成熟林。上层乔木由元江栲构成, 高 $15 \sim 25\text{ m}$, 盖度约 80% , 植株胸径一般在 $25 \sim 40\text{ cm}$ 之间, 树干稍弯曲, 分枝多而低矮, 树冠硕大。下层乔木由滇石栎和滇青冈构成, 高约 $5 \sim 8\text{ m}$, 盖度约 35% , 植株胸径粗细不一, 有的地段不出现下层乔木。灌木层因人为、牲畜的经常干扰, 盖度仅为 $10\% \sim 30\%$; 种类多而混杂, 也有部分上层乔木的小苗和萌生小树。草本层高 $5 \sim 40\text{ cm}$, 盖度小, 仅为 $10\% \sim 20\%$, 多见耐阴喜湿种类(表 1)。乔木和灌木层均由高位芽植物构成, 草本层主要由高位芽和地面芽植物构成, 反映了群落环境温暖潮湿的特点。

3.2 元江栲群落样地各物种在群落中的地位

调查的 400 m^2 元江栲样地, 乔木层有元江栲 14 株, 株高 $8 \sim 25\text{ m}$, 胸径 $9 \sim 47\text{ cm}$, 综合优势比为 1, 体现出较高的优势度, 是群落演替过程中起主要作用的建群种; 滇石栎和滇青冈作为下层乔木, 综合优势比分别为 0.18 和 0.15, 为亚优势种。灌木层有物种 8 种, 层高 $1 \sim 5\text{ m}$, 较稀疏; 因样地周边有人工栽培的金竹, 其侵入样地后成为灌木层的优势种, 乌饭花、厚皮香和白牛筋的综合优势比分别为 0.72, 0.44, 0.37; 紧随金竹之后成为该层的亚优势种, 其它作为伴生种存在。因样地有牲畜、人类的经常出入, 草本层种类少且盖度低, 7 种草本中原生物种毛杆青蒿综合优势比最高为 0.8, 三叶悬钩子虽然只是单株出现, 但因藤蔓较长综合优势比和土牛膝相同为 0.66, 是该层的主要物种, 血满草、沿阶草、老灌草综合优势比紧随其后(表 1—2)。

表 1 元江栲林群落样地环境特征

| 地点 | 海拔/m | 坡向 | 坡度/(°) | 总盖度/% | 植物种数 |
|------|-------|----|--------|-------|------|
| 风口哨村 | 2 170 | 正北 | 35 | 100 | 18 |

表 2 元江栲林群落样地各物种特征

| | 植物名称 | 多优度—群聚度 | 生活型 | 盖度比 | 高度比 | 综合优势比 |
|-----|-------|---------|-----|------|------|-------|
| 乔木层 | 元江栲 | 5.5 | ph | 1.00 | 1.00 | 1 |
| | 滇石栎 | 1.1 | ph | 0.04 | 0.32 | 0.18 |
| | 滇青冈 | 1.1 | ph | 0.06 | 0.25 | 0.15 |
| 灌木层 | 金竹 | 3.3 | ph | 1.00 | 1.00 | 1 |
| | 乌饭树 | 2.2 | ph | 0.57 | 0.88 | 0.72 |
| | 厚皮香 | 1.1 | ph | 0.14 | 0.75 | 0.44 |
| | 白牛筋 | 1.1 | ph | 0.11 | 0.63 | 0.37 |
| | 云南含笑 | + .1 | ph | 0.06 | 0.50 | 0.28 |
| | 云南木樨兰 | + .1 | ph | 0.07 | 0.38 | 0.22 |
| | 金丝梅 | + .1 | ph | 0.06 | 0.25 | 0.15 |
| | 土茯苓 | + .1 | ph | 0.06 | 0.25 | 0.15 |
| | 毛杆青蒿 | 1.1 | H | 1.00 | 0.60 | 0.80 |
| | 土牛膝 | 1.1 | H | 0.83 | 0.47 | 0.66 |
| 草本层 | 三叶悬钩子 | + .1 | ph | 0.33 | 1.00 | 0.66 |
| | 紫茎泽兰 | 1.1 | ph | 0.67 | 0.53 | 0.60 |
| | 血满草 | 1.1 | ph | 0.50 | 0.33 | 0.41 |
| | 沿阶草 | 1.1 | H | 0.33 | 0.20 | 0.27 |
| | 老鹳草 | + .1 | G | 0.33 | 0.20 | 0.26 |

注: 植物拉丁学名为: 滇石栎(*Lithocarpus dealbatus*); 滇青冈(*Cyclobalanopsis glaucooides*); 金竹(*Phyllostachys nigra. var. henonis*); 乌饭树(*Vaccinium bracteatum*); 厚皮香(*Teranstrœmia gymnanthera*); 白牛筋(*Dichotomanthus tristaniæcarpa*); 云南含笑(*Michelia yunnanensis*); 云南木樨兰(*Olea yunnanensis*); 金丝梅(*Hypericum patulum*); 土茯苓(*Smilax glabra*); 毛杆青蒿(*A. tangutica. var. tomentosa*); 土牛膝(*Achyranthes aspera*); 三叶悬钩子(*Rubus triphyllus*); 紫茎泽兰(*Eupatorium coelestrium*); 血满草(*Sambucus adnata*); 沿阶草(*Ophiopogon bodinieri*); 老鹳草(*Geranium nepalense*)。

元江栲群落作为研究区的典型地带性植被, 几乎都由阔叶树种构成, 其群落内部出现的物种及它们的优势度等级均是与环境相适应的结果, 也是相对稳定和持久存在的物种, 对维持研究区物种多样性和提高环境质量起着重要的作用。其它的次生林只要给予足够的恢复时间都有可能向着地带性顶级群落的方向演替。因此在磷矿开采面的植被恢复中直接选用元江栲群落作为主要措施树种, 极有利于迅速恢复研究区退化的生态环境。

4 元江栲群落内物种配置

4.1 物种选择原则

为使恢复后的元江栲群落结构合理、功能完善, 物种多样性丰富, 群落内物种的配置应依待恢复地段的立地条件, 按“乔灌草藤结合”的原则, 选择既要具有固坡、防止水土流失等生态防护作用, 又要有利于景观美化的树种。具体的种类选择则要考虑以下特点: (1) 根系发达、生长快; (2) 适应性强、抗逆性好;

(3) 属当地优良的乡土树种和先锋树种; (4) 易于人工繁殖, 易栽易管; (5) 树种不仅经济价值高, 还具有多功能效益。

4.2 物种配置方案

依据样地各物种在群落中的地位, 在选用元江栲群落做磷矿开采面的恢复措施时, 各层可选用的物种为乔木层: 元江栲、滇石栎和滇青冈; 灌木层: 乌饭花、厚皮香和白牛筋; 草本层: 毛杆青蒿、三叶悬钩子(藤本)、土牛膝。但在实际人工恢复中, 考虑到某些物种因不易人工繁殖或难以购置, 如乌饭花; 或属于自然演替中会自动进入人工恢复群落中的本地杂草, 如毛杆青蒿, 在物种配置中就不再考虑。因此在相对潮湿的磷矿废弃地上应选用在半湿润常绿阔叶林森林气候条件下易栽易管的其它适应范围广的乡土物种来替代, 以保证植被恢复初期较高的物种和群落覆盖度。

具体的物种配置在矿区土地复垦后分 3 个地段来施行。在开采斜坡区、平台区、表土堆积区, 应沿等高线带状整地, 选用元江栲群落内的优势乔木, 当地

耐贫瘠适应性强的黄连木、清香木等乔木树种和当地生长和繁育比较方便的厚皮香、火棘、常绿蔷薇等灌木树种,以起到构建群落的作用;在开采陡坎区,应选用抚仙湖流域广泛分布的耐贫瘠、干旱、萌生性强、护坡、护土效果良好,生长迅速的藤蔓植物,如地石榴 (*Ficus ticoua*)、常春藤 (*Hedera nepalensis*) 等,以提

高土壤的保水性和快速改善干旱、贫瘠的土壤小环境;在待恢复地段附近划出小片水肥条件较好的区域做补植区,并在其上栽种待恢复群落乔木优势种和成活率高,具经济价值,美化效果的 2~3 类灌木做的后备补充。这样,通过营造乔灌草藤复层林,将对矿区生态恢复起到较好的作用。具体物种配置见表 3。

表 3 元江栲群落物种配置表

| 位置 | 乔木 | 灌木 | 草、藤 |
|---------|--------------|------------------|------------|
| 采伐陡坎区 | — | — | 地石榴、葛根、常春藤 |
| 采伐斜坡区 | — | 火棘、厚皮香、常绿蔷薇、云南含笑 | — |
| 废弃采矿平台区 | 元江栲、滇石栎、滇青冈、 | 火棘、厚皮香、 | — |
| 表土堆积区 | 黄连木、清香木 | 常绿蔷薇、云南含笑 | — |
| 补植区 | 元江栲、清香木 | 火棘、常绿蔷薇 | — |

5 结论

利用亚热带地区常绿阔叶林的优势和建群树种直接参与植被恢复等措施可以缩短群落的形成和演替时间,这已经成为现代生态建设的重要目标,同时也是关键的技术举措,现已成为乡土树种进行荒山绿化的重要内容。元江栲林是研究区半湿润常绿阔叶林的主要群落类型,生长于云南大部分地区,尤以滇中地区分布最普遍,是该地区原生植被的代表,是重要的水源涵养林种之一。元江栲材质良好,作为群落的优势种,对稳定群落的结构、物种组成起着非常重要的作用。因此,元江栲群落是磷矿开采废弃地上进行植被恢复的理想林种。在恢复过程中可依据恢复地段具体的小生境,配置群落的优势乔灌树种及研究区耐贫瘠、干旱、萌生性强、护坡、护土效果好,生长迅速的藤草植物,这将缩短群落从废弃地到生态林的恢复和演替时间,使恢复后的元江栲群落结构合理、物种丰富,系统稳定,可尽快发挥磷矿开采区的生态服务功能。

[参 考 文 献]

- [1] 卞正富,张国良,胡喜宽. 矿区水土流失及其控制研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(4): 31-36.
- [2] 蓝崇钰,束文圣,孙庆业. 采矿地的复垦[M]//陈昌笃. 持续发展与生态学. 北京: 中国科技出版社, 1993: 132-138.
- [3] Dudka S, Adriano D C. Environmental impacts of metal ore mining and processing: a review[J]. Journal of Environmental Quality, 1997, 26: 590-602.
- [4] Wong M H. Environmental impacts of iron ore tailings: the case of Tolo Harbour, HongKong[J]. Environmental Management, 1981, 5: 135-145.
- [5] 赵敏慧,杨礼攀. 基于现状植物群落特征的东大河磷矿开采区植被恢复研究[J]. 玉溪师范学院学报, 2007, 23(8): 46-51.
- [6] 吕福军,王晓辉. 通辽市科尔沁区适宜林种结构和树种配置的探讨[J]. 内蒙古民族大学学报: 自然科学版, 2003, 18(1): 50-52.
- [7] 云南大学生态地植物研究室. 昆明西山青岗栎 (*Cyclobanop setum glaucoidis*) 群丛的初步研究[C]. 昆明: 云南大学学术论文集, 1965.