

舟山本岛岩质边坡植被恢复植物多样性及群落演替

朱凯华¹, 潘树林², 尹金珠¹, 许小娟¹, 辜彬¹

(1. 四川大学 生命科学学院, 四川 成都 610064; 2. 宜宾学院 矿业与安全工程学院, 四川 宜宾 644007)

摘要:通过植被演替的时空互代,在舟山本岛选取具有代表性的不同恢复时期的矿山边坡作为研究样地,考察样地内植物物种构成特征,并根据样地内植物群落特征及不同恢复年限将其划分为4个不同的植物群落(草丛、草灌丛、灌丛、乔灌丛)演替阶段,对比分析不同演替阶段的植物多样性变化及植物群落的演替规律。结果表明:随着恢复年限的增加,多样性指数呈上升趋势,但均匀度指数则略呈下降趋势,植物群落演替总体呈良性发展趋势。岩质边坡植被恢复的研究为舟山地区或其它海岛生境条件下的岩质边坡植被重建过程中的植物配置及养护管理提供理论指导。

关键词:植物群落;植物多样性;群落演替;岩质边坡

中图分类号:Q 948.15⁺4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)05-0108-05

由于矿产资源的不断开发利用,会对当地的生态系统与植被景观造成严重的破坏,导致坡体与周边山体系统在地形、景观、生态系统的连续上发生剧烈变化^[1-2]。水土流失加剧,极易引起滑坡、泥石流等地质灾害。有些开采规模较大,自身很难修复的矿山如不采取相应的人工恢复措施,将继续影响周边的生态环境。因此,生态恢复是改善矿山边坡生态环境的关键。

矿山生态恢复的最关键的一步就是植被恢复,因为生态系统的恢复与重建就是一个植被恢复的过程^[3]。

第一作者简介:朱凯华(1985-),女,湖南双峰人,硕士,研究方向为生态与资源环境管理。E-mail:82444513@qq.com。

责任作者:辜彬(1959-),男,重庆人,博士,教授,现主要从事恢复生态学研究。E-mail:amakusa@126.com。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40971057)。

收稿日期:2011-11-29

植被恢复除了构建退化生态系统初始植物群落外,还能促进土壤结构与肥力以及土壤微生物与动物的恢复,从而促进整个生态系统结构与功能的恢复与重建^[4],深入研究矿山岩质边坡植被群落结构和演替进程将有助于结合人工植被技术更好的开展矿山生态恢复,对今后岩石边坡的植被恢复具有十分重要的理论意义^[5]。

通过对浙江省舟山本岛岩质边坡生态恢复进行植被调查研究,分析植被群落演替规律,从而为该区植被恢复的植物选择、配置和调控,缩短植被演化进程等提供理论依据,也可为我国其它海岛地区的岩质边坡场的植被恢复提供一定的理论基础和参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

1.1.1 自然环境 舟山本岛地处长江口南侧,属亚热带海洋性季风气候,四季分明,气候温和,光照充足,雨量

Study on Drought-tolerant Plants Application in Water-saving Green Space

ZHUANG Lu-ting¹, WANG Si-qi², LI Bin², LUO Yan-yun¹

(1. Key Laboratory of Education Ministry for Biological Resources and Ecological Environment, College of Life Science, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064; 2. Ruihua Construction Investment Company Limited, Chengdu, Sichuan 610051)

Abstract: The development of water-saving green space was the inevitable trend of urbanization. Drought-tolerant plants application seems to be one of the important means of technique. The connotation of water-saving garden and the application status of the drought-tolerant plants were expounded, and the survey results of drought-tolerant plants species was gave in Chengdu area. In addition, the significance of drought-tolerant plants was present and for the use of native drought-tolerant plants were advocated.

Key words: drought-tolerant plants; water-saving green space; plants application

充沛,空气湿润。据舟山市 1954~2008 年气象资料统计,历年年平均降水量 1 358.8 mm,最大年降水量 1 976.5 mm(1997 年),最小年降水量 604.0 mm(1967 年),日最大降水量 420.0 mm(2005 年 9 月 12 日)。台风对舟山的影响时段主要集中在 5~11 月,7~9 月最多,影响最早的时间是 5 月 18 日(2006 年),最迟是 11 月 20 日(1959 年)。受台风暴雨影响,水位暴涨暴落,易引发山洪等自然灾害。

1.1.2 土壤特性 该区土壤多为普陀棕红泥,壤质粘土,较粘重,粘粒含量为 40%左右,多数剖面的下部可见红自网纹及褐色锰斑;酸性至微酸性反应,pH 5.3~6.5。因地处海岛,常有海风激浪,所以盐的含量高。另外,土壤中有机质含量也高,适合于植物的生长。但是海岛上的岩石层上边的土壤厚度本来就很薄,且在水力、风力、冻融和重力等外力作用下,边坡表面土壤、土壤母质及其它地面组成物质被破坏、剥蚀、转运,土壤层变得更薄,有的坡面甚至是完全裸露的。

1.1.3 植被特征 舟山地区植被资源丰富,受海岛地形、土壤、气候影响,不同环境呈不同植被类型。周边植被主要以常绿阔叶林、青冈林为主;常绿落叶混交林,分布山麓缓坡和山峦附近,有红楠、普陀樟、珊瑚树、枫香树等;落叶阔叶林,以黄连木、沙朴为主;针叶林,以黑松为主,灌木有白栎、映山红、乌饭、黄檀、化香、铁芒萁、牡荆、天仙果等;山坡草地以马蓝、白茅和芒为主。

1.1.4 调查样地基本情况 选取研究区内进行不同时期进行植被恢复的几个典型岩质边坡作为研究对象,研究各个矿山生态恢复过程中的植被演替情况及规律。此次调查根据样地的恢复年限共选取 7 个样地(表 1),每个样地均选取 5 个样方,总计 35 个样方。

表 1 样地基本情况调查

样地名称	所在乡镇	海拔/m	坡度/(°)	坡向/(°)	恢复年限/a
良康	岑港	44	50	西偏南 10	0.5
回峰寺	岑港	28	53	西偏南 20	1
小岭隧道	岑港	55	50	西偏南 8	3
小山干	双桥	24	45	南偏东 40	3
毕家景	定海	38	50	北偏西 30	4.5
庆丰	定海	42	45	西偏北 32	5
城北水库	定海	79	60	北偏西 10	5

1.2 研究方法

主要通过时空互代法即空间尺度代替时间尺度的方法来研究植被演替过程。调查时间为 2010 年 10 月,调查研究区域植被恢复状况。

全区矿山现状调查:记录矿名、地理位置、海拔、边坡现状、边坡恢复年限等生境条件。植被调查:选择不同区域和恢复年限矿山进行植被调查,所调查的边坡在恢复前均为露天开采的矿山边坡,岩质类型为风化或半风化的凝灰岩。在做植被群落调查时,采用机械布点及典型抽样方法进行常规生态学调查与样地布局,草本层样方大小为 1 m×1 m、灌木层为 4 m×4 m、乔木层 5 m×5 m,按照草本、灌木、乔木层,分层记录样方内植被的总盖度和每种植物的名称、生长型、分盖度、平均高度、株数、分布状况等,同时记录每个样方的海拔、坡向、

坡度、坡位等。

1.3 项目测定

坡向和坡度采用手持罗盘测定;各样方内的植物覆盖度采用目测法,以百分比估计;生长类型:藤本、草本、灌木、乔木;植物高度用卷尺测量每种植物的高度;植物分布类型:散状、团状、片状。

1.4 数据处理

在样方调查的基础上,根据记录的有关数据,进行植物群落数量特征的计算、比较和分析。根据所调查群落的特征数据,计算每种植物群落的丰富度指数、物种多样性指数、均匀度指数,从而对比分析其动态变化。计算公式为:群落丰富度指数(Richness index): $R_0 = S$; $R_1 = (S-1)/\ln N$ 。群落物种多样性指数(Diversity index):Simpson 指数: $D = 1/\sum p_i^2$;Shannon-wiener 指数: $H = -\sum (P_i \ln P_i)$ 。群落均匀度指数(Evenness index): $E = H/\ln S$ 。式中, S 为群落中的总物种数; N 为群落中全部种的总个体数; N_i 为各个物种的个体数; $P_i = N_i/N$ 。

2 结果与分析

2.1 物种构成特征

该调查共设 35 个样方,共计出现 75 个植物种(表 2),分属于 35 科 69 属,其中高羊茅、紫花苜蓿、波斯菊、狗牙根、双荚决明、伞房决明、紫穗槐、胡枝子、马棘、茶树、合欢、刺槐、荆条、臭椿、盐肤木、马尾松、黑松、侧柏等为坡面种子喷播植物,小叶女贞、女贞、香樟、普陀樟、木麻黄、青冈、日本珊瑚、滨柃、柃木、杨梅、紫荆、紫薇、红叶石楠、黄馨、石斑木、火棘、黄杨、夹竹桃等为坡面人工栽植乔、灌木。其它均为入侵树种,占总物种数的 52%。

所有物种中含豆科 10 属 11 种,禾本科 7 属 7 种,菊科 8 属 8 种,三大科合计 25 属 26 种,占全部种数的 34.7%,表明三大科植物在研究区植被的自然恢复过程中所起的作用最大,而且在该区的植物区系中也居于重要地位。依据植物生长型分类系统,调查样方中共出现草本植物 29 种,灌木 20 种,乔木 23 种,藤本有 3 种,文中将藤本类归为灌木类中。按在样方中出现的频率来看,常见的植物种类主要有马棘、紫穗槐、高羊茅、紫花苜蓿、胡枝子、刺槐、盐肤木、臭椿等原生树种。

虽然群落中物种数越来越丰富,但在乔木、灌木丛中,常绿树种与乡土树种比例较小,群落中出现的常绿树种或乡土树种有乌桕、朴树、榔榆、青冈、香樟、普陀樟、杨梅、悬钩子、算盘子、椿叶花椒、盐肤木、马棘、胡枝子、黑松、马尾松、侧柏臭椿、木麻黄、滨柃、柃木、厚叶石斑木、红叶石楠、荆条、杉木等 24 种,仅占总物种数的 32%。

2.2 植物群落类型划分

植物群落的划分,不能只通过恢复年限来确定,样地不同的生境条件如地形地貌、坡向、坡度等均会对样地的植物群落演替有一定的影响^[6],直接表现在影响植物盖度及高度上。根据各植物生长类型的总盖度及平均高度来确定样地的植物群落类型。

表 2 样地物种构成特征

序号	植物类型	植物名称	拉丁名	科	属
1	1 a 生草本	大巢菜	<i>Vicia sativa</i> L.	豆科	野豌豆属
2	多年生草本	紫花苜蓿	<i>Medicago sativa</i> L.	豆科	苜蓿属
3	灌木	伞房决明	<i>Cassia corymbosa</i>	豆科	决明属
4	灌木	双荚决明	<i>Casin bicapsularis</i> L.	豆科	决明属
5	灌木	紫荆	<i>Cercis chinensis</i> Bunge	豆科	紫荆属
6	灌木	马棘	<i>Indigofera pseudotinctoria</i> Mats	豆科	木蓝属
7	灌木	胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz	豆科	胡枝子属
8	灌木	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	豆科	紫穗槐属
9	乔木	合欢	<i>Albizia julibrissin</i>	豆科	合欢属
10	乔木	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	豆科	刺槐属
11	藤本	葛藤	<i>Pueraria lobata</i> (Willdenow) Ohwi	豆科	葛属
12	多年生草本	高羊茅	<i>Festuca arundinacea</i>	禾本科	羊茅属
13	多年生草本	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i> (Linn.) Pers	禾本科	狗牙根属
14	多年生草本	百喜草	<i>Paspalum natatu</i>	禾本科	雀稗属
15	1 a 生草本	狗尾草	<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv	禾本科	狗尾草属
16	多年生草本	芒	<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.	禾本科	芒属
17	多年生草本	白茅	<i>Imperata cylindrica</i> (Linn.) Beauv.	禾本科	白茅属
18	1 a 生草本	荩草	<i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino	禾本科	荩草属
19	1 a 生草本	小蓬草	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq	菊科	白酒草属
20	多年生草本	艾蒿	<i>Artemisia argyi</i>	菊科	蒿属
21	1 a 生草本	波斯菊	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	菊科	秋英属
22	多年生草本	一枝黄花	<i>Common goldenrod</i>	菊科	一枝黄花属
23	2 a 生草本	苦苣菜	<i>Sonchus oleraceus</i>	菊科	苦苣菜属
24	1 a 生草本	苍耳	<i>Xanthium sibiricum</i>	菊科	苍耳属
25	多年生草本	蒲公英	<i>Herba Taraxaci</i>	菊科	蒲公英属
26	1 a 生草本	鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>	菊科	鬼针草属
27	多年生草本	苎麻	<i>Boehmeria</i>	荨麻科	苎麻属
28	多年生草本	商陆	<i>Pokeberry root</i>	商陆科	商陆属
29	2 a 生草本	野胡萝卜	<i>Daucus carota</i> L.	伞形科	胡萝卜属
30	1 a 生草本	繁缕	<i>Stellaria media</i>	石竹科	繁缕属
31	多年生草本	酸模	<i>Rumex acetosa</i> Linn	蓼科	酸模属
32	1 a 生草本	红蓼	<i>Polygonum orientale</i> L.	蓼科	蓼属
33	多年生草本	杠板归	<i>Polygonum perfoliatum</i> L.	蓼科	蓼属
34	多年生草本	牵牛	<i>Pharbitis nil</i> qiannihua	旋花科	牵牛属
35	多年生草本	打碗碗花	<i>Calystegia hederacea</i> Wall.	旋花科	打碗花属
36	1 a 生草本	鸭跖草	<i>Commelina communis</i>	鸭跖草科	鸭跖草属
37	1 a 生草本	白苏	<i>Perilla frutescens</i>	唇形科	紫苏属
38	多年生草本	马蓝	<i>Strobilanthes cusia</i> (Nees) O. Kuntze	爵床科	马蓝属
39	灌木	海桐	<i>Pittosporum tobira</i>	海桐花科	海桐花属
40	灌木	小叶女贞	<i>Ligustrum quihoui</i> Carr	木犀科	女贞属
41	乔木	女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>	木犀科	女贞属
42	灌木	黄馨	<i>Jasminum mesnyi</i> Hance	木犀科	素馨属
43	灌木	火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i>	蔷薇科	火棘属
44	灌木	厚叶石斑木	<i>Rhamnolepis indica</i>	蔷薇科	石斑木属
45	乔木	红叶石楠	<i>Photinia serrulata</i>	蔷薇科	石楠属
46	乔木	桃树	<i>Prunus persica</i>	蔷薇科	李属
47	藤本	悬钩子	<i>Rubus corchorifolius</i> Linn. f.	蔷薇科	悬钩子属
48	灌木	算盘子	<i>Glochidion puberum</i> (Linn.) Hutch.	大戟科	算盘子属

续表 2

序号	植物类型	植物名称	拉丁名	科	属
49	乔木	乌桕	<i>Sapium sebiferum</i>	大戟科	乌桕属
50	乔木	日本野桐	<i>Cia phytotax.</i> Sin.	大戟科	野桐属
51	灌木	紫薇	<i>Lagerstroemia indica</i>	千屈菜科	紫薇属
52	乔木	椿叶花椒	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i> Sieb. et. Zucc	芸香科	花椒属
53	灌木	黄杨	<i>Buxus sinica</i> (Rehd. et Wils.) Cheng	黄杨科	黄杨属
54	灌木	南天竹	<i>Nandina domestica</i>	小檗科	南天竹属
55	灌木	荆条	<i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i>	马鞭草科	牡荆属
56	灌木	夹竹桃	<i>Nerium oleander</i>	夹竹桃科	夹竹桃属
57	乔木	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i> (Linn.) Franco	柏科	侧柏属
58	乔木	马尾松	<i>Pinus massoniana</i> Lamb	松科	松属
59	乔木	黑松	<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	松科	松属
60	乔木	构树	<i>Papernulberry</i>	桑科	构属
61	藤本	葎草	<i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merr.	桑科	葎草属
62	乔木	沙朴	<i>Celtis sinensis</i>	榆科	沙朴属
63	乔木	榔榆	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq.	榆科	榆属
64	乔木	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl	樟科	樟属
65	乔木	普陀樟	<i>Cinnamomum japonicum</i> Sieb.	樟科	樟属
66	乔木	日本珊瑚	<i>Viburnum awabuki</i> K. Koch	忍冬科	荚蒾属
67	乔木	盐肤木	<i>Rhus chinensis</i> Mill	漆树科	盐肤木属
68	乔木	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	苦木科	臭椿属
69	乔木	青冈	<i>Cyclobalanopsis glauca</i> (Thunberg) Oersted	壳斗科	青冈属
70	乔木	杨梅	<i>Myrica rubra</i> (Lour.) Zucc.	杨梅科	杨梅属
71	灌木	柃木	<i>Eurya japonica</i> Thunb	山茶科	柃木属
72	灌木	滨柃	<i>Eurya emarginata</i> (Thunb.) Makino	山茶科	柃木属
73	灌木	茶树	<i>Camellia sinensis</i>	山茶科	山茶属
74	乔木	杉木	<i>Cunninghamialanceolata</i> (Lamb.) Hook.	杉科	杉木属
75	乔木	木麻黄	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	木麻黄科	木麻黄属

在样地良康中,植被恢复 0.5 a,草本占优势地位,因此,良康属于草本群落阶段。在样地回峰寺中,植被恢复 1 a,坡位为阳坡,植被恢复速度较慢,植株高度均较矮小,因而回峰寺属于草本向灌木过渡的草灌丛阶段。在样地小岭隧道、小山干中,植被恢复 3 a 左右,灌木占据优势地位,但因入侵喜阳草本数量增加,草本比例仍然较大,因此,该 2 个样地属于灌丛阶段。在样地毕家景、庆丰、城北水库中,植被恢复 4~5 a,灌木仍占优势,因乔木的入侵及原生乔木的种子传播,乔木比例增大,此时乔木与灌木相互竞争,因而该 3 个样地正处于灌木向乔木演替的乔灌丛阶段(表 3)。

2.3 植物多样性分析

物种多样性是生态系统稳定性的重要度量依据之一,也是生物多样性研究中反映群落结构和功能的有效指标^[7]。对样方植被调查后,对比分析不同植物群落演替阶段植被多样性,可以研究植物与植物之间的关系,了解群落的动态特征。

表 3 各样地植物群落特征

群落特征	草丛 良康	草灌丛 回峰寺	灌丛 小岭隧道	乔灌丛 小山干	毕家景	庆丰	城北水库
草本总盖度/%	60	45	20	22	10	10	10
灌木总盖度/%	30	40	65	65	60	55	55
乔木总盖度/%	10	15	15	13	30	35	35
木本平均高度/cm	80	100	150	145	250	215	260
恢复年限/a	1	2	3	3	4.5	5	5

Patrick 丰富度指数反映了群落内物种种类的多少^[8]。由表 4 可知,丰富度 R_1 指数从小到大依次皆为:草丛<草灌丛<灌丛<乔灌丛,彼此差异较为显著。因此,随着恢复年限的增加,草本、灌木、乔木 3 种生长类型的物种丰富度随之递增。Pielou 均匀度 E 是指群落中各个物种分布的均匀程度,可以反映群落演替过程中物种竞争的结果^[8]。由表 4 可知,随着恢复年限的增加,均匀度指数总体呈下降趋势,但差异并不显著。可能由于恢复时间尚短,均匀度指数尚无明显的变化。整体下降趋势可以说明植被自然恢复初期,物种生态位重叠,各物种在群落中呈均匀分布。随着恢复年限的增加,物种增多,种间竞争增强,导致个别种群逐渐占据优势地位,部分种群逐渐退化并消失,物种均匀度下降,各物种将在群落中呈集群分布。Simpson 指数 D 与 Shannon-wiener 指数 H 表现出了相似的物种多样性变化规律^[8]。由表 4 可知,物种多样性指数随着恢复年限的增加呈上升趋势,表明物种多样性随恢复年限的增加而递增。

表 4 植物群落多样性指数

指数	生长类型	草丛	草灌丛	灌丛	乔灌丛
R_1	草本	1.23	1.52	2.29	3.17
	灌木	1.10	1.60	2.00	2.52
	乔木	0.86	1.64	1.77	2.32
D	草本	0.71	0.79	0.83	0.83
	灌木	0.77	0.81	0.85	0.83
	乔木	0.75	0.85	0.87	0.89
H	草本	2.08	1.87	2.23	2.99
	灌木	1.61	1.91	2.25	2.26
	乔木	1.55	2.10	2.26	2.47
E	草本	0.95	0.77	0.77	0.94
	灌木	0.77	0.74	0.81	0.75
	乔木	0.86	0.87	0.89	0.79

2.4 植物群落演替分析

通过对各植物群落演替阶段的物种数量统计(表 5)可以看出,随着恢复年限的增加,植物群落总物种数量变化明显,由恢复初期的 13 科 22 属 23 种逐渐增加至 36 科 60 属 65 种,草本、灌木、乔木的物种总数均增加,群落优势种也从草本为主的植物群落逐渐过渡到以乔、灌木为主的较稳定植物群落。由此表明坡面的植物群落演替呈正向发展趋势。且从草灌丛向灌丛演替时,草本的物种数量增加明显,从灌丛向乔灌丛演替时,乔木的物种数量增加最明显,表明不同入侵植物种类的入侵阶段的相对差异较为显著。

通过对各群落演替阶段前 5 种物种数量比例比较(表 6)可看出,豆科、菊科、禾本科在不同恢复年限的植物群落内均是最主要三大科系。在该三大科系中,豆科

表 5 植物群落演替过程中的科属及优势种变化

群落类型	草本	灌木	乔木	合计	群落优势种
草丛	科	4	4	5	13
	属	9	7	6	22
	种	9	8	6	23
草灌丛	科	8	8	9	25
	属	14	15	10	39
	种	14	16	11	41
灌丛	科	10	9	11	29
	属	20	15	10	45
	种	20	16	12	48
乔灌丛	科	12	12	12	36
	属	24	18	18	60
	种	25	20	18	63

由于喷播时在种子中所占比例较大,且大部分为灌木,随着恢复年限的增加,它的比例呈下降趋势,但仍远远大于其它植物。菊科、禾本科的物种数量虽然也在持续增加,所占比例也在减少中,说明在植被恢复过程中,草本在群落中发挥的作用在逐渐降低,但喜阴草本如繁缕、大巢菜、苦苣菜、鸭跖草在灌丛、乔灌丛群落中的出现,表明群落结构越来越复杂。其它的物种如蔷薇科、大戟科、旋花科、蓼科及其它科系中,大多数物种属于周围入侵树种,且随着恢复年限的增加,周围入侵树种所占比例增加,表明周围树种在岩石边坡植被恢复的演替进程中所起的作用是不可忽视的,也说明植物群落也正在向与周边群落相协调的方向逐步演替。

表 6 植物群落演替过程中前 5 种物种种类变化

草丛	比例	草灌丛	比例	灌丛	比例	乔灌丛	比例
豆科	26.1	豆科	19.5	豆科	23.0	豆科	17.4
菊科	17.4	菊科	12.2	菊科	10.4	菊科	11.1
禾本科	13.0	禾本科	12.0	禾本科	10.4	禾本科	6.0
木犀科	13.0	大戟科	4.9	木犀科	6.0	木犀科	5.8
大戟科	8.7	旋花科	4.9	蓼科	4.2	蔷薇科	4.8

总之,岩质边坡在植被重建后依次经过草丛、草灌丛、灌丛、乔灌丛等 4 种不同类型的植物群落,以后还会朝着相对稳定的植物群落发展。虽然调查对象恢复的时间较短,但由于初期人工导入的种子中含有较多的灌木,坡面、平台、坡脚也都有人工栽植的乔、灌木,这对缩短植被演替的时间发挥了重要的作用。该调查表明,在人工的干扰下,岩石边坡的植被演替成一个相对稳定,并与周边环境逐步相协调的植物群落只需要 5~10 a 的时间。因而体现出人工干扰对于植被恢复演替的重要性。而若任由岩质边坡依靠自然演替恢复,可能需要一个相当漫长的过程,尤其是当定植的物种丰富度指数大小不足以抵抗外来物种的入侵时,则可能导致整个生态系统的再度退化。

3 结论与讨论

随着恢复年限的增加,植被丰富度指数、多样性指数增大,但均匀度指数则呈下降趋势,表明物种间的种间竞争与种内竞争皆在增大,尤其是植物群落的过渡阶段,种间竞争作用较为显著。如果充分利用这些过渡阶段,做好养护管理,将会事半功倍。

植被演替初期,当坡面人工喷播的种子未发芽,或作为先锋种的紫花苜蓿、高羊茅在坡面退化,坡面土壤无植被覆盖时,其空缺出的生态位由周围的极其耐旱的菊科、禾本科所取代,草本物种数量明显增加,尤其是菊科中的艾蒿、小蓬草、禾本科的狗尾草在草本中的盖度在逐步增加。虽然入侵杂草可以增加群落的多样性,但让其过多生长,将危及周围乡土灌木及乔木的入侵及生长,这时需要适当的人工拔草。人工喷播种子中的乔、灌木中,如马尾松、侧柏、海桐、茶树,相当一部分由于不能适应极端干旱的立地条件生长较为缓慢,有的甚至会死亡。但仍有一部分可以在灌木或草本的荫底下安全度过此阶段,并以较快的速度生长。在草灌丛向灌丛演替的阶段,该阶段为先锋草本植物急剧退化的时期,该时期的土壤在保水、有机质含量上有一定的改善,此时如果出现大面积的生态位空缺,将有大量的入侵性极强的葎草、葛藤、日本野桐、构树等侵入至群落中,葛藤甚至可以迅速扩展至整个坡面,所以此时的人工管理与养护就显得尤其重要,错过该阶段,根系特别发达的葛藤将占据其它乔、灌木的生态位,使坡面生物多样性降低。如果需要增加常绿植物或乡土物种的比例,就要选择灌丛向乔灌丛演替阶段,此时,土壤里几乎所有的理化性质指标包括孔隙度、含水量、有机质的含量在与植被的相互作用中都有了较大的变化,已经更适合于植物的生长,这时乡土植物或常绿植物就比较容易入侵,比如沙朴、乌桕、盐肤木、臭椿、青冈等种子传播能力较强的树种。如果通过人工的手段,适当在乔、灌木生长稀疏的地方保留或栽植这些植物,将会对整个植物群落的发展产生较大的影响,从而缩短植物演替的进程。

通过对海岛城市舟山的岩质边坡的植被恢复作植被多样性与演替研究,可以对今后的边坡的植物配置与养护管理提供相应的指导理论。

原坡面喷播植物和人工栽植苗木中,虽然乔、灌木

的比例较大,但乡土树种的比例较小。因此,继续探索新的可用于海岛地区岩石边坡上的乡土植物仍然是目前最紧迫的任务,尤其在当今入侵植物比如葎草、葛藤、一枝黄花在浙江地区的侵入现象极其严重的今天,通过试验手段筛选一些可以抵御外来物种的抗性较强的树种,并应用于被破坏的山体或其它生境将成为下一步的研究工作。边坡植被恢复的影响因子较多,除主要受恢复年限影响外,还受到坡度、坡向、气候、水文等生态因子的影响,再加上土壤条件(坡面土壤厚度仅为10~15 cm)的限制及人类活动的干扰,因此,人工植被恢复与自然植被恢复相比,它们的植被恢复将呈现不同的演替规律。在更大的时间尺度上对比分析该2种不同演替规律,将可能会发掘出更多有助于加速植被演替的人工措施,并应用景观生态学的尺度研究人类活动或其它因子对植被恢复的影响,并为矿山的开采以及开采后的生态恢复提供理论基础。

参考文献

- [1] 周德培,张俊云. 植被护坡工程技术[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [2] 辜彬,王丽. 露天开采矿山生态环境治理的基本理论和方法[J]. 中国水土保持科学,2006(12):134-137.
- [3] 尚文勤,朱利平,孙庆业,等. 自然生态恢复过程中尾矿废弃地土壤微生物变化[J]. 生态环境,2008(2):713-717.
- [4] 沈刚李,香梅,赵艳,等. 矿山植被恢复演替研究进展[J]. 现代矿业,2010(10):70-72.
- [5] 程小琴,赵方莹. 门头沟区煤矿废弃地自然恢复植被数量分类与排序[J]. 东北林业大学学报,2010,38(11):75-78.
- [6] 阳小成,陈章周,先叶,等. 黑石顶山区植被恢复过程中物种多样性的变化[J]. 成都理工大学学报,2008,35(2):220-223.
- [7] 周一为. 京西废弃地生境特征及植被演替研究[D]. 北京:北京林业大学,2007.
- [8] 苏东凯. 锦阜高速公路边坡植被生态恢复研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2007.

Plant Diversity and Community Succession of Revegetation of Rock Slope of Zhoushan Island

ZHU Kai-hua¹, PAN Shu-lin², YIN Jin-zhu¹, XU Xiao-juan¹, GU Bin¹

(1. College of Life Science, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064; 2. Institute of Mining and Safety Engineering, Yibin College, Yibin, Sichuan 644007)

Abstract: With the method of the substitution of space for time of community succession, several representative mine slopes of different restoration processes in Zhoushan island were selected as research plots, composition characteristics of plant species were studied, and according to plant community characteristics and different recovery period within the sample plots, they were divided into four different community succession of plant communities (bushes, grass and shrubs, bushes, shrubs and trees). After the plant diversity changes in revegetation and the law of community succession were comparatively analyzed. The results showed that with the increase in recovery period, diversity index showed an upward trend, while evenness was slightly downward trend, in addition, the development of the overall trend of plant community succession was positive. Rock slope revegetation research provided theoretical guidance for plant configuration, conservation and management in the process of rock slope revegetation in the island habitat conditions in the area of Zhoushan and other islands.

Key words: plant communities; plant diversity; community succession; rock slope