

亚热带红壤严重退化生态系统封禁管理后生物多样性的恢复

郑本暖¹, 杨玉盛², 谢锦升², 郑世群², 何宗明², 陈光水²

(1 福建省水土保持工作站 福州 350003; 2 福建农林大学林学院, 福建南平 353001)

摘要: 南方花岗岩发育的红壤由于严重的土壤侵蚀, 生态系统退化严重, 恢复与重建功能良好的生态系统是当前极为迫切的任务。研究者在福建省长汀县河田镇对未治理的侵蚀地(严重退化生态系统)、封禁管理措施恢复的马尾松林和村边残存的乡土林(风水林)群落进行植被调查的基础上, 研究了植物物种多样性的恢复情况。结果表明: 严重退化生态系统植被稀少, 植物区系组成简单, 生物多样性各种指数最低; 生态系统恢复重建后, 植被覆盖恢复, 植物种类增加, 区系组成向复杂化方向发展, 各多样性指数增大; 乡土林物种最为丰富, 区系组成较为复杂, 多样性指数最大。因此, 严重退化生态系统经封禁管理措施恢复后, 生态系统的植物物种多样性有了很大程度的恢复, 但与乡土林相比, 还有较大差距。

关键词: 侵蚀红壤; 退化生态系统; 生物多样性; 恢复与重建

中图分类号: X717; S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2002)04-0057-04

Biodiversity Restoration of Severely Degraded Ecosystem After Closed Hillside and Management in Eroded Red Soil of Subtropic

ZHENG Ben-nuan¹, YANG Yu-sheng², XIE Jin-sheng²,

ZHENG Shi-qun², HE Zong-ming², CHEN Guang-shui²

(1 Fujian Soil and Water Conservation Station, Fuzhou 350003, Fujian Province, China;

2 College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Nanping 353001, Fujian Province, China)

Abstract: The ecosystem degraded severely owing to serious soil erosion on the red soil developed from granite in the southern China, and to restore and reconstruct the ecosystem with good function is a task that is very urgent at present. The study on the recovering of plant species diversity based on the vegetation investigation of communities of the eroded land (serious degraded ecosystem), Masson pine forest restored by closed hillside and management, and the native forest (forest in the location of a house or tomb) remnant aside the village. The results showed that the category of vegetation and the amount of vegetation were rare, the flora was simple, the various indexes of biodiversity were the lowest in the serious degraded ecosystem; after the ecosystem recovered by closed hillside and management, the vegetation cover recovered, plant category increased, the flora was to the complication and the biodiversity index enlarges; the species of the native forest was the richest, the flora comparatively complicated, the biodiversity index was the most. Therefore, the degraded ecosystem recovered after closed hillside and management measure, and the biodiversity of ecosystem recovered to a great extent, but there was still a big gap compared with the native forest.

Key words: eroded red soil; degraded ecosystem; biodiversity; restoration and reconstruction

土壤侵蚀问题已成为全球最严重的生态问题之一。我国南方花岗岩红壤山地丘陵地区地处热带亚热带, 地表植被遭人为严重破坏后, 在自然因素作用下, 土壤侵蚀极其严重, 而导致大面积的严重退化生态系统。这种严重退化生态系统的特征之一是物种贫乏, 多样性极低, 生态系统的恢复与重

建的任务之一就是物种多样性的恢复。福建省长汀县河田镇是我国南方花岗岩地区最典型的水土流失区之一, 福建省各级主管部门从20世纪80年代起就相继采取许多治理措施, 使河田的水土流失得到初步控制, 以小流域为单元的一些退化生态系统得到一定程度的恢复^[1-4]。本文就严重退化生态

* 收稿日期: 2002-05-13

作者简介: 郑本暖, 男, (1956-), 高级农艺师, 从事水土保持研究, 发表论文20多篇。

系统经过恢复重建后植物种及其多样性的变化进行了研究, 试图为此类生态系统的恢复重建提供借鉴。

1 试验地概况

福建长汀河田年均气温 19 , 7 月份极端最高气温 39.8 , 地表极端最高温达 76.6 (1983 年 7 月 23 日), 年

均降雨量 1 628.2 mm, 其中 4~ 6 月降雨量占全年的 52.2%, 且降雨强度大。土壤为粗晶花岗岩风化发育的山地丘陵红壤, 含沙量大(> 1 mm 石砾占 45% 左右), 风化层深厚。该镇水土流失面积占 44.65%, 其中强度流失面积占流失总面积的 58.93% (1983 年调查)。

表 1 试验地基本情况及马尾松生长状况

群落类型	坡向	坡度	树龄	密度	郁闭度	平均胸径 /cm	平均树高 /m	单株材积 /m ³	林分蓄积 /(m ³ ·hm ⁻²)	净生长量/ (kg·hm ⁻² ·a ⁻¹)
群落 A	NE35°	12°	20	925	0.20	3.1	0.8		0.3653	237.51
群落 B	NE30°	25°	16	2972	0.85	8.2	7.5	0.02092	62.237	6824.76
群落 C	NE50°	7°	> 60	338	0.80	31.1	19.6	—	—	—

* 对照 D 为地径。

对照(群落 A)以未治理的严重侵蚀地为对照。对照地内土壤侵蚀严重, 浅沟发育, 地表植物以马尾松小老头树和少量芒萁和野古草为主, 草本植物盖度仅 0.1 左右, 无植被地方近于光板地, 由于土壤侵蚀严重, 立地条件差, 部分马尾松根系裸露, 表层土壤有机质 0.5~ 4.3 g/kg, 全 N 0.04~ 0.16 g/kg。

封禁管理(群落 B) 试验地原属河田水东坊流域近山地带的严重侵蚀地, 原有部分生长不良的马尾松幼苗, 1984 年, 进行治理时, 1 hm² 施基肥 225~ 300 kg, 穴状整地补植部分马尾松, 并套种豆科灌木胡枝子, 而后进行封禁消除人为干扰让其自然恢复, 简称封禁管理处理; 调查时林下植被总盖度 0.50, 多为胡枝子和芒萁, 苔藓盖度 0.30, 地表多石砾, 土层较薄。

乡土林(群落 C) 当地村边保存着部分生长较好的乡土林(风水林), 乔木以马尾松和木荷为主, 形成木荷马尾松天然混交林, 林下植被发达, 盖度约 95%, 但由于靠近村边, 受人为活动干扰较大。

2 研究方法

采用“时空替代法”, 以未治理的侵蚀地(对照)、封禁管理措施恢复的马尾松林和村边残存的乡土林(风水林)群落组成一个演替序列, 研究植物物种多样性的恢复情况。于 2000 年 6~ 7 月对封禁管理重建模式和对照的群落分别设置有代表性 20 m × 20 m 样地 3 块, 乡土林设置 20 m × 20 m 样地 2 块, 样地进行每木检尺; 在群落内布设 2 m × 2 m 样地共 9 个, 调查灌木、草本和藤本层植物的种类、株数、高度、地径及盖度等信息。并记录群落总盖度及各层次盖度。由于对照与封禁管理恢复的马尾松林乔木层均为马尾松, 故本文仅对林下植被的多样性进行分析。重要值= (相对密度+ 相对优势度+ 相对频度) × 100%。物种多样性的测度采用以下方法计算^[5, 6]:

Shannon- wiener 指数: $D_{sh} = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$

M c Into sh 指数: $D_{Mc} = (N - \sqrt{\sum_{i=1}^S N_i^2}) / (N - \sqrt{N})$

Gini 指数 (Simpson 指数变型):

$D_{Gi} = 1 - \sum_{i=1}^S (N_i/N)^2 = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$

种间相遇机率:

$P_{IE} = 1 - \sum_{i=1}^S N_i(N_i - 1) / [N(N - 1)]$

多样性奇数测度:

$OD = (\sum_{i=1}^S P_i^2)^{-1} - 1$

Shannon- wiener 均匀度指数:

$J_{sh} = (- \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i) / \ln S$

式中: S —— 丰富度指数, 即样地中所有调查的物种数; N_i —— 第 i 种的个体数; i= 1, 2, …, S; N —— 所有种个体总数, P_i= N_i/N。

3 结果与讨论

3.1 群落的植物区系组成

根据野外样地调查资料统计, 群落 A、B 和 C 植物区系组成见表 2。群落 A 植物种类稀少, 仅有 7 科 8 属 8 种, 群落 B 植物种类增加到 18 科 24 属 24 种, 但却远小于群落 C 的植物种类组成 28 科 50 属 56 种。3 种群落都是被子植物占优势, 群落 A 的被子植物占总科数和总属数的 71.4% 和 75%, 群落 B 为 83.3% 和 87.5%, 群落 C 为 89.3% 和 94.6%。被子植物中又以双子叶植物占优势。蕨类植物在演替过程中基本没有什么发展, 裸子植物仅有马尾松。封禁管理群落植物含有 2 属 2 种以上的科为豆科、禾本科、桃金娘科和茜草科, 禾本科最多, 为 3 属 3 种; 对照仅有禾本科含有 2 属 2 种; 而乡土林中含有 2 属或 2 种以上的科发展为百合科、冬青科、豆科、禾本科、金缕梅科、蔷薇科、山茶科、茜草科、大戟科、杜鹃花科、菊科、远志科和樟科 13 个科, 茜草科最多, 为 5 属 6 种, 其次为山茶科、蔷薇科和禾本科; 其余的植物为 1 科 1 属 1 种。

表 2 不同演替阶段群落植物区系组成*

类群	群落 A			群落 B			群落 C		
	科数	属数	种数	科数	属数	种数	科数	属数	种数
蕨类植物	1	1	1	2	2	2	2	2	2
裸子植物	1	1	1	1	1	1	1	1	1
双子叶植物	3	3	3	13	17	17	22	41	46
单子叶植物	2	3	3	2	4	4	3	6	7
合计	7	8	8	18	24	24	28	50	56

* 含乔木树种马尾松。

3.2 退化生态系统不同演替阶段物种种类组成

根据调查数据统计分析, 河田退化生态系统恢复演替过程中物种的发展如表 3~ 5 所示。

表 3 不同演替阶段群落的灌木层植物种类及其重要值

生活型	植物名称		群落 A		群落 B		群落 C	
	中文名	拉丁名	重要值	次序	重要值	次序	重要值	次序
灌木	黄瑞木	<i>A dinandra m illettii</i>			23.82	5	18.37	4
灌木	油茶	<i>Camellia oleifera</i>					2.57	27
灌木	赤楠	<i>Syzygium buxifolium</i>			32.39	3	22.03	3
乔木	木荷	<i>Schinusuperba</i>	140.89	2			51.44	2
灌木	毛冬青	<i>Ilex pubescens</i>			15.27	7	6.44	13
灌木	野漆	<i>Toxicodendron succedaneum</i>			2.80	25		
灌木	黄栀子	<i>Gardenia jasminoides</i>			24.99	4	4.39	20
灌木	格药柃	<i>Eurya muricata</i>					3.31	22
乔木	山矾	<i>Symplocos sumuntia</i>					9.69	8
灌木	竹亚科一种	<i>Bambusoideae sp.</i>			9.39	9	54.53	1
乔木	黄楠	<i>Machilus grijsii</i>					14.67	5
灌木	山莓	<i>Rubus corchorifolius</i>					1.26	34
灌木	梅叶冬青	<i>Ilex asprella</i>					7.29	11
灌木	荚蒾	<i>Viburnum dilatatum</i>					3.07	23
灌木	算盘子	<i>Glochidion puberum</i>					5.53	15
灌木	石斑木	<i>Raphiolepis indica</i>			32.75	2	9.98	7
乔木	虎皮楠	<i>Daphniphyllum oldhamii</i>					10.78	6
灌木	卡氏乌饭	<i>Vaccinium carlesii</i>					9.31	9
灌木	继木	<i>Loropetalum chinense</i>			3.77	14	8.47	10
乔木	乌桕	<i>Sapium sebiferum</i>					6.55	12
乔木	石栎	<i>Lithocarpus glaber</i>					6.19	14
灌木	乌饭树	<i>Vaccinium bracteatum</i>					5.12	16
乔木	枫香	<i>Liquidambar formosana</i>					4.96	17
灌木	狗骨柴	<i>Ticalysia dubia</i>					4.82	18
灌木	沿海紫金牛	<i>Andisia punctata</i>					4.54	19
灌木	乌药	<i>Lindera aggregata</i>					3.99	21
乔木	阿丁枫	<i>Altingia chinensis</i>					2.85	24
乔木	马尾松	<i>Pinus massoniana</i>					2.57	26
灌木	山茶科一种	<i>Theaceae sp.</i>					2.57	28
灌木	满山红	<i>Rhododendron mariesii</i>					2.27	29
乔木	桃叶石楠	<i>Photinia prunifolia</i>					1.87	30
乔木	五月茶	<i>Antidesma gracile</i>					1.62	31
灌木	长叶冻绿	<i>Rhamnus crenata</i>			4.28	13	1.48	32
灌木	杜虹花	<i>Callicarpa formosana</i>					1.42	33
灌木	小蜡	<i>Ligustrum sinense</i>					1.24	35
灌木	大青	<i>Clerodendron cyrtophyllum</i>			5.97	11		
灌木	胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i>			97.51	1		
灌木	了哥王	<i>Wikstroemia indica</i>			3.41	15		
灌木	岗松	<i>Baeckea frutescens</i>	159.11	1	18.15	6		
灌木	山芝麻	<i>Helicteris angustifolia</i>			13.90	8		
乔木	木腊树	<i>Toxicodendron sylvestris</i>			8.43	10		
灌木	桃金娘	<i>Rhodomyrtus tomentosa</i>			5.97	12		
合计			300	2	300	15	300	35

未经治理的严重侵蚀退化生态系统(群落 A), 植物种类稀少, 除稀疏的马尾松(9.25 株/100 m²) 外, 仅有 7 种植物。土壤的极度贫瘠、土壤水分的缺乏和地表温度的剧烈变化是阻碍植物生存的最重要因素, 一般认为, 在自然条件下, 这种生态系统要自然恢复是不可能的。而经过初期的人工干预, 即经过生物和工程措施进行治理, 改善了植物生存的小生境, 缓和了地表温度的变幅, 减轻了水土流失, 地表覆盖先锋植物后, 通过消除人为干扰, 真正的演替就此开始。

在严重侵蚀地营造马尾松林后, 随着林木的生长, 生境发生变化, 与对照相比, 郁闭度(85%) 增加, 林内相对湿度增大, 温度变幅减小, 土壤条件也得到初步改善, 植物的种类组成发生了较大变化。从表 3-5 中可看出, 群落 A 灌木层物

种和数量极少, 仅在 1 个样方内有出现。群落 B 的灌木层植物种类发展到 14 种, 人工引进的胡枝子重要值比其它的灌木种类大得多, 乔木树种极少, 仅见有一种。而群落 C 中, 灌木树种增加到 24 种, 由于环境中生化, 强阳性灌木树种岗松和桃金娘等消失, 中生性的灌木种类较多。乔木树种木荷幼苗的重要值位居第 2, 同时出现了山矾、黄楠、虎皮楠、乌桕、石栎、枫香、阿丁枫、桃叶石楠、五月茶等阔叶乔木树种, 而马尾松幼树重要值仅居第 26 位, 在 11 种乔木树种中居第 9 位, 说明木荷马尾松混交的乡土林正向地带性群落常绿阔叶林方向演替。

群落 A 草本植物仅有画眉草、芒萁和芒三种植物, 以画眉草和芒萁占优势, 重要值分别为 129.26 和 115.60。群落 B

草本植物种类增加到 6 种,但强阳性的画眉草消失,芒萁在草本层种占据绝对优势。群落 C 草本植物种类由群落 B 的 6 种增加到 14 种,芒萁仍是草本层的优势植物,但其重要值有所下降,同时阳性禾本科草类重要值也有所下降,反映了群落中生化且向荫生化发展的趋势。藤本植物在群落 A 中数量很少,仅在 1 个样方出现。群落 B 藤本植物也仅有 2 种,以香花崖豆藤占优势。群落 C 藤本植物发展到 7 种,菝葜、玉叶金花、藤黄檀、香花崖豆藤的重要值都在 50 以上。

群落 B 与群落 A 相比,3 种植物相同,4 种植物未见,增加 16 种植物;与群落 C 相比,15 种植物相同,41 种群落 C 有而群落 B 没有出现,8 种植物群落 B 出现而群落 C 未出现,少 33 种植物。除马尾松外,仅有草本植物芒萁和芒 2 种草本植物在 3 个群落中都有出现。以上分析说明群落 B 演替有所发展,但进展极为缓慢,该群落还处于演替的早期阶段,特别是乔木树种,并未真正侵入群落,这可能是由于土壤种子库缺乏乡土树种的种子资源,而其它地方的种源较远而难以传播。

3 3 退化生态系统不同演替阶段的物种多样性

物种多样性在群落学研究中得到广泛的应用,是通过度量群落中植物种的数目、个体总数以及各种多度的均匀程度来表征群落的组织水平,而物种多样性指数是表征群落特性的重要指标,在反映群落的生境差异、群落的结构类型、演替阶段和稳定程度等方面均有一定的意义^[7]。

群落 A 的物种丰富度指数极低,仅有 3 种草本、2 种灌

木和 2 种藤本植物,群落 B 的物种丰富度指数得到一定程度提高,但均低于乡土林,其中灌木层>草本层>藤本层。

随着恢复和演替的进程,从群落 A、群落 B 到群落 C 的各种多样性指数逐渐增大,表明群落朝着复杂化方向发展。从群落 A 到群落 B 的多样性指数变化幅度大于从群落 B 到群落 C 的变化幅度,说明演替初期群落极不稳定,演替速度较快,而演替到一定阶段之后,群落稳定性增加,演替速度变缓。灌木层的多样性指数从群落 A 到群落 B 的变化幅度大于从群落 B 到群落 C 的,说明灌木层的复杂化进程变慢。而草本层的多样性指数则从群落 B 到群落 C 的大于从群落 A 到群落 B 的,说明草本层的演替速度与灌木层的演替速度并不一致,草本层的演替可能依赖于生境的改善而变化。藤本层植物的多样性指数则先下降而后有较大幅度的上升,这也说明了藤本植物的演替可能与草本层具有相似之处。

而灌木层、草本层和层间植物的各均匀度指数,从群落 A 到群落 B 先下降,到群落 C 又有所增加。群落 B 灌木层以胡枝子占据优势,草本层以芒萁占据优势,单优或寡优势种的均匀度较低,群落 A 灌木层、草本层和藤本植物种数少,各层植物的优势种不明显,因而具有较高的均匀度指数,但总的群落又以芒萁和画眉草占绝对优势,因而群落种总的均匀度指数较低。一般情况下,相对稳定的群落具有较高的多样性和均匀度,群落 C(乡土林)一般较稳定,具有较高的多样性和均匀度,而群落 A 和群落 B 的群落稳定性较低,因此多样性和均匀度较低。

表 4 不同演替阶段群落的草本层植物种类及其重要值

生活型	植物名称		群落 A		群落 B		群落 C	
	中文名	拉丁名	重要值	次序	重要值	次序	重要值	次序
草本	芒萁	<i>Dicranopteris dichotoma</i>	130.39	2	147.91	1	119.19	1
草本	芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	22.56	3	47.64	3	38.18	3
草本	地榆	<i>Melastoma dodecandrum</i>			14.15	4	22.84	5
草本	狗脊	<i>Woodwardia japonica</i>					9.08	6
草本	莎草科一种	<i>Cyperaceae sp.</i>					38.48	2
草本	禾本科一种	<i>Gramineae sp.</i>			78.11	2	30.39	4
草本	菊科一种	<i>Compositae sp.</i>					8.77	7
草本	金毛耳草	<i>Hedyotis chrysotricha</i>					5.61	8
草本	革命菜	<i>Gynura crepidioides</i>					5.00	9
草本	鸡眼草	<i>Kummerowia striata</i>					4.38	10
草本	远志科一种	<i>Polygalaceae sp.</i>					3.42	11
草本	石芥苳	<i>Orthodon scaber</i>					3.07	12
草本	雀稗	<i>Paspalum thunbergii</i>					3.07	13
草本	耳草属一种	<i>Hedyotis sp.</i>			5.75	6	2.91	14
草本	乌毛蕨	<i>Blachium orientale</i>			6.51	5		
草本	画眉草属一种	<i>Eragrostis sp.</i>	147.05	1				
合计			300	1	300	6	300	14

表 5 不同演替阶段群落的藤本层植物种类及其重要值

生活型	植物名称		群落 A		群落 B		群落 C	
	中文名	拉丁名	重要值	次序	重要值	次序	重要值	次序
藤本	菝葜	<i>Smilax china</i>			84.00	2	77.71	1
藤本	玉叶金花	<i>Mussaenda pubescens</i>					61.59	3
藤本	土茯苓	<i>Smilax glabra</i>	103.65	2			18.92	5
藤本	茅莓	<i>Rubus parvifolius</i>					12.01	6
藤本	羊角藤	<i>Morinda umbellata</i>					10.48	7
藤本	藤黄檀	<i>Dalbergia hancei</i>	196.35	1			66.38	2
藤本	香花崖豆藤	<i>Millettia dielsiana</i>			216.00	1	52.92	4
合计			300	2	300	23	300	7

$$\left. \begin{aligned} \omega W &= Q_{校} \\ V_o &= V_{p-10\%} V & V &= V_m \\ f(x) &= m \ln \end{aligned} \right\}$$

式中: ω ——过流断面面积; Q ——校泥石流流校核流量; V ——设计流速; V_o ——起动流速; $V_o = \sqrt[5]{\alpha}$; $V_{p-10\%}\alpha$ ——10 年一遇频率流速。据对黑水河排导槽泥砂淤积情况观察, 大多在 5~ 10 年一遇频率情况下造成淤积; V_m ——工程耐磨限速 (8~ 15 m/s); d_m ——河床质最大平均粒径; $f(x)$ ——工程投资目标函数。

本模型由三个限制条件组成: 对于指定流域排导槽设计, 在必备的参数确定后, 根据模型第一条件确定各排导槽类型的泥深, 过流断面及流速, 并按挡土墙工程校核稳定后

得出工程结构、单位投资等数值, 并根据计算结果依次满足第一、第二条件, 最后确定最优排导工程结构进行设计。

根据各槽型特点可知道“v”型槽适合于纵坡较小情况, 其浆底及速流横坡可加大流速, 提高排泄能力。肋槛槽适用纵坡较大情况, 它可降低流速、减轻磨蚀, 防止冲刷, 延长工程寿命。平底满浆槽则为“v”型槽, 横坡为零的一种特殊点, 属过渡槽型。在此应特别指出的是肋槛槽与平底槽之间还应存在着一种过渡槽型, 即浆底消力槽和浆底与肋槛复合槽形式。目前在治理中还未通过实践, 希望在今后的泥石流治理中得以实践, 拓宽治理方法线路, 完善排导槽的结构类型, 使泥石流工程——排导槽的设计做到投资节省、工程安全、排泄良好的优化状态, 在今后的治理发挥更大的作用。

致谢: 本文参加工作的还有杨文科、殷崇庆、杨树良、沈廷辉、颜春达等。

参考文献:

[1] 王继康 泥石流防治工程技术[M] 北京: 中国铁道出版社, 1996
[2] 云南省计委国土整治农业区划办公室, 云南地质研究会 云南滑坡泥石流防治研究(1~ 2 卷)[Z]
[3] 杜榕桓, 康志成, 陈循谦, 等 云南小江泥石流综合考察与防治研究[M] 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1987.
[4] 吴积善, 等 山地危险工程[M] 1997.
[5] 矢野义男, 等 泥沙、泥石流、滑坡、崩塌防治工程手册[S] 谭炳炎, 孟河清等译 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1983

(上接第 60 页)

表 6 不同演替阶段群落植物 α 多样性

群落	层次	S	D_{SH}	D_{Gi}	D_{Mc}	P_{IE}	OD	J_{SH}
群落 A	灌木层	2	0.691	0.498	0.309	0.500	0.993	0.997
	草本层	3	0.906	0.565	0.361	0.567	1.300	0.825
	藤本层	2	0.644	0.452	0.276	0.453	0.825	0.929
	群落种	7	1.319	0.658	0.440	0.660	1.922	0.678
群落 B	灌木层	15	2.250	0.846	0.645	0.849	5.497	0.831
	草本层	6	1.294	0.661	0.443	0.663	1.950	0.722
	藤本层	2	0.593	0.403	0.241	0.405	0.676	0.856
	群落种	23	2.528	0.880	0.693	0.883	7.312	0.806
群落 C	灌木层	35	2.972	0.916	0.754	0.919	10.941	0.836
	草本层	14	1.980	0.790	0.575	0.792	3.757	0.750
	藤本层	7	1.735	0.804	0.591	0.807	4.099	0.892
	群落种	56	3.394	0.943	0.807	0.946	16.446	0.843

4 结 论

未经治理的严重侵蚀退化生态系统, 植物种类稀少, 群落物种的丰富度指数和多样性指数均极低, 这种生态系统要自然恢复物种多样性是不可能的。而经过生物和工程措施进行治理, 并通过封禁消除人为干扰, 改善了植物生存的小生

境, 减轻了水土流失, 地表覆盖先锋植物后, 演替就此开始, 植物种类增加, 物种的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数均有较大程度增大, 但与乡土林相比, 还有较大差距。如何加快封禁管理群落的演替, 使其加快向地带性群落的发展, 将是今后应研究的课题。

参考文献:

[1] 福建省水土保持委员会 福建水土保持(河田专号)[J] 1990, (3): 1- 58
[2] 杨玉盛, 何宗明, 林光耀, 等 不同治理模式对严重退化红壤抗蚀性影响的研究[J] 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2 (2): 36- 42
[3] 杨玉盛, 何宗明, 林光耀, 等 退化红壤不同治理模式对土壤肥力的影响[J] 土壤学报 1998, 35(2): 276- 282
[4] 杨玉盛, 何宗明, 邱仁辉, 等 红壤严重退化生态系统不同恢复和重建措施的植物多样性和地力恢复的研究[J] 生态学报, 1999, 19(4): 490- 494
[5] 中国科学院生物多样性委员会 生物多样性的研究原理与方法[M] 北京: 中国科学技术出版社, 1994 141- 165
[6] 马克平, 黄建辉 北京东灵山地区植物群落多样性研究 II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J] 生态学报, 1995, 15 (3): 225- 234
[7] 余作岳, 彭少麟 热带亚热带退化生态系统植被恢复生态学研究[M] 广州: 广东科技出版社, 1996