

文章编号:1001-1498(2003)02-0196-07

人为经营干扰对人工雷竹林下植被多样性的影响

余树全¹, 姜春前², 李翠环², 周国模¹

(1. 浙江林学院生命科学院, 浙江 临安 311300;

2. 中国林业科学研究院国际农用林业培训中心, 北京 100091)

摘要: 研究表明:(1)人为干扰导致了雷竹林群落层次结构简化,灌木层消失,草木层不明显。(2)不同干扰的雷竹林下植物变异大,群落相似系数低,优势种不同。(3)人为干扰强度增大,雷竹林下植物的丰富度,Shannon-Wiener 和 Simpson 多样性指数随之减少。(4)同样的干扰强度对差的立地条件下群落物种多样性的影响更大。提出了保护生物多样性、发展持续稳定雷竹林的经营措施。

关键词: 人为干扰; 雷竹林; 林下植被; 生物多样性

中图分类号: S795.9 S718.55 **文献标识码:** A

生物多样性是人类赖以生存的条件,是社会经济持续稳定发展的基础,但由于人类对自然的过度利用导致生物多样性的快速丧失。目前,生物灭绝率为其自然灭绝速率的1000倍,每天可能有40~140个物种消失^[1~3]。中国约有15%~20%的物种受到严重威胁,濒危物种数达4000~5000种^[4,5]。保护和保存生物多样性已经是全人类的共同呼声。过去对生物多样性的保护一直强调对自然生态系统中生物多样性的保护,随着人类影响日益加大,必须重视人工生态系统和人控生态系统中生物多样性的研究和维护。

雷竹(*Phyllostachys praecox* C. D. Chu. et C. S. Chao)为中小型笋用竹,品质优良,产量高,经济效益好。自20世纪90年代开始大面积人工种植以来,许多次生林被雷竹林取代。近年来又采用林地覆盖技术,生产反季节竹笋,即用竹叶、稻草、稻壳等覆盖竹地面25~30cm,提高冬季土壤温度,使雷竹出笋时间普遍提早1到3个月,取得了很好的经济效益,同时林地耕地施肥措施也得到了进一步强化,强烈的人为干扰使雷竹林变成了一个典型的人控生态系统。然而随着覆盖栽培年限的增加和除草剂的使用,林地地力衰退,病虫害加剧,产量持续下降,生态环境恶化等问题日益严重。许多作者先后对雷竹生物学特性^[6],雷竹早产高效栽培技术^[7,8],覆盖材料及合理立竹结构^[9,10],覆盖过程中土壤养分、酶活性、微生物数量^[11~15],以及水土流失现状^[16]等进行了系列研究。但对雷竹林生物多样性的研究鲜见报道。相关研究表明,森林生物多样性破坏会给森林生物持续发展带来严重危害,如病虫害加剧,林地地力衰退,生产力降低,水土流失增加,而保护和恢复森林生物多样性则能有效控制和解决这些问题^[17~18]。本文旨在探讨人为干扰对雷竹林生物多样性的影响,并提出相应的生物多样性保护措施促进这

收稿日期:2002-06-25

基金项目:亚太区域示范林项目(GCP/RAS/17/JPN)资助

作者简介:余树全(1963—),男,四川汉源人,副教授,北京林业大学在职博士生,从事群落生态、生物多样性研究。

一高效生态系统持续稳定发展。

1 研究地区概况

研究地区位于浙江省临安市(118°11' ~ 119°52' E, 29°56' ~ 30°23' N)高虹镇,地处临安市东北部,全镇分为低山丘陵-宽谷和河谷平原盆地两种地貌:气候属于北亚热带季风气候,温暖湿润,四季分明,平均年降水量 1 400 mm 左右;土壤为红壤、黄壤和水稻土 3 种类型。高虹镇是浙江省雷竹笋中心产区之一,全乡雷竹林面积达 893.1 hm²,占森林面积 19.0%,经营时间长,经营水平高,经营效益好。全镇 2001 年雷竹笋产值达 5 000 万元,人均产值约为 2 600 元。

2 研究方法

2.1 干扰强度划分

通过调查将雷竹林干扰强度划分为以下几个类型进行研究:

(1) 干扰状态下雷竹林 (disturbed Lei bamboo forest, DFA)

DFA:覆盖栽培技术的雷竹林:该类雷竹林经营措施为前 1 年的 11 月底、12 月初松土、施肥后覆盖稻草、谷壳或竹叶 25 ~ 30 cm,出笋时间为第 2 年的 1—3 月,4—5 月除去覆盖物,施肥 4 次,人工除草,12 月份再次进行覆盖。

DFB:使用除草剂的雷竹林:在 7 月使用一次除草剂,其余措施与 DFA 相同。

DFC:体养雷竹林即前 1 年覆盖后,第 2 年不进行覆盖,仅少量施肥或不施肥。

(2) 半自然状态下的雷竹林 (semi-nature Lei bamboo forest, SNF),该林地一般已有 3 ~ 4 a 未进行施肥、松土、除草和覆盖。

(3) 次生林 (secondary forest, SF):为了比较人为干扰对生物多样性的影响,选择自然状态下的杂竹林作为对照。

2.2 野外调查

在农户调查的基础上,根据上述类型要求,采用典型选样方法,在红壤丘陵地区选择坡度相似,竹林冠层盖度相同的地段,按不同坡位设置样地。考虑到雷竹林物种单一且分布均匀,因此雷竹调查样地为 10 m × 10 m,灌木调查样方 2 m × 2 m,草本层样方 1 m × 1 m 就能代表群落的物种多样性。为便于比较,次生林的调查样方面积相同(对次生林物种估计可能偏小)。共设置样地 14 个,每个样地内设灌木和草本样方各 5 个。共有灌木、草本样方 70 个。调查记录:(1)雷竹和乔木树种的高度、胸径和冠幅。(2)灌木和草本植物的高度、盖度和株数。(3)生境因子如海拔、坡度、坡向、坡位,以及人为干扰强度等相关因子。野外调查在植物生长最旺盛的 2001 年 8 月完成。

2.3 资料计算与分析

由于乔木层物种单一,本文主要研究人为干扰对灌木层和草本层生物多样性的影响。鉴于灌木和草本植物的个体数目计算比较困难,参考相关计算方法^[20,21],以物种的重要值作为多样性指数的计算依据。

(1) 重要值计算

重要值 (N) = [相对密度 (RD) + 相对高度 (RH) + 相对频度 (RF)] ÷ 300

(2) 群落物种多样性测度

丰富度指数: $R_0 = S$

物种多样性指数采用 Simpson 指数 (SP) 和 Shannon-Wiener 指数 (SW) 计算:

$$SP = 1 - \sum (P_i)^2; \quad SW = - \sum P_i \ln P_i$$

Pielou 的均匀度指数:

$$J_{sw} = (- \sum P_i \ln P_i) \div \ln S; \quad J_{si} = (1 - (P_i)^2) \div (1 - 1/S)$$

Alatalo 均匀指数:

$$AL = [(1/P_i^2) - 1] / [\exp(-P_i \ln P_i) - 1]$$

式中 S 为样方中物种数, P_i 为种的重要值。

(3) 群落相似系数采用 Sorensen:

$$IS = [2C / (A + B)] \times 100\%$$

其中 A 为样地 A 的物种数, B 为样地 B 的物种数, C 为样地 A 与 B 共有物种数。

3 结果与分析

3.1 群落的层次结构与盖度

群落层次结构是群落发育程度的反应。由于人为干扰的目的性很强,常常会导致群落层次结构简单化。调查发现,不同人为干扰强度对植物群落层次结构及盖度影响差异很大(见表1)。覆盖雷竹林(DFA)群落结构仅为单层林,林下植物稀少,没有明显的草本层,其盖度仅为2.3%,草本植物高度平均为13.3 cm。施用除草剂雷竹林(DFB)也没有明显草本层,但草本植物盖度提高到7.5%,且高度增加到20 cm左右。休养雷竹林(DFC)林下植物生长十分旺盛,其盖度为89%,平均高度82 cm,并且已经有灌木出现。而作为对照的自然竹林(SF),林下植物发育很好,灌木层发达,草本层不明显,由于灌木层发育使草本层盖度减小,高度下降。总之,强烈的人为干扰不仅导致雷竹林层次减少,而且草本层盖度和高度也明显下降。

表1 群落层次的盖度和高度

类型	草本层		灌木层		乔木层	
	盖度/ %	高度/ cm	盖度/ %	高度/ cm	盖度/ %	高度/ cm
DFA	2.3	13.3	—	—	85.0	4.9
DFB	7.5	20.0	—	—	87.0	5.6
DFC	43.3	33.3	—	—	85.0	4.9
SNF	89.0	82.0	25.0	55.0	84.0	6.1
SF	20.0	35.0	70.0	130.0	83.0	4.2

3.2 群落的优势种及其特性

不同物种适应不同的环境,人为干扰对环境的改变也会引起构成群落物种的变化。调查发现人为干扰强烈的覆盖雷竹林(DFA),林下植物优势主要是禾本科(Gramineae)的毛马堂(*Digitaria sanguinalis* var. *ciliaris* Parl.)和蔊草(*Beckmannia erucaefomis* Host),菊科(Compositae)的醴肠(*Eclipta prostrata* L.),茄科(Solanaceae)的龙葵(*Solanum nigrum* L.)和酢浆草属(*Oxalis*)的酢浆草(*Oxalis corniculata* L.);施用除草剂雷竹林(DFB)下则主要是抗除草剂的植物,如茜草科(Rubiaceae)的木质藤本鸡矢藤(*Paederia scandens* Merr),菊科的狼把草(*Bidens tripartite* L.)、抱茎苦苣(*Ixeris denticulate* Stebb.),鸭跖草科(Commelinaceae)的鸭跖草(*Commelina communis* L.),

蓼科 (Polygonaceae) 的毛蓼 (*Polygonum barbatum* L.), 苋科 (Amaranthaceae) 的牛膝 (*Achyranthes bidentata* Bl.); 而未覆盖的休养雷竹林 (DFC) 的优势种主要是商陆科 (Phytolaccaceae) 的商陆 (*Phytolacca acinosa* Roxb.), 禾木科的毛马堂和草, 菊科的签 (*Siegesbeckia orientalis* L.), 苋科的牛膝, 唇形科 (Labiatae) 的紫苏 (*Perilla frutescens* Britton), 玄参科 (Scrophulariaceae) 的母草 (*Lindernia crustacea* Muell.); 经营强度弱, 自然生长 3、4 a 的雷竹林 (SNF) 以蓼科的毛蓼和杠板归 (*Polygonum perfoliatum* L.), 商陆科的商陆, 苋科的牛膝, 禾本科的毛马堂, 大戟科 (Euphorbiaceae) 的叶下珠 (*Phyllanthus urinaria* L.), 蔷薇科 (Rosaceae) 的三叶委陵菜 (*Potentilla freyniana* Bornm.), 茄科的龙葵为主; 自然生长的杂竹林 (SF) 以禾本科的淡竹叶 (*Lophatherum gracile* Brongn) 为主。人为干扰改变了雷竹林环境, 形成了不同生境片段, 造成雷竹林下植物优势种变化加剧。从物种特性来看, DFA, DFB 雷竹林下植物均为 1 年生, 而干扰强度减少的 DFC, SNF 林下有多年生植物入侵, SF 林下以多年生植物为主。

3.3 群落相似系数

群落共有种和相似系数是群落物种多样性差异的重要表现特征。进一步探讨人为干扰下雷竹林植物相似性对深入分析人为干扰对雷竹林生物多样性的影响具有重要意义。从理论上讲, 在自然状态下, 在一定的尺度范围内, 气候土壤条件相同, 只要群落的建群一致, 其林下植物应有较高的相似性, 较高的共有种。但人为干扰改变这一规律。从表 2 看出, 雷竹林下草本层植物相似系数不高, 变化大。干扰强度大的 DFA 和 DFB 与人为干扰最弱的 SNF 群落相似系数最低, 干扰较弱的 DFC 与 SNF 的相似系数最高, 达到 58.3, 共有种也最多, 有 21 种。可见人为干扰导致了相同类型群落组成结构的变异, 而随着干扰强度的减弱, 物种的恢复, 相同群落有较高的一致性。而人工雷竹林与自然杂竹林 SF 几乎没有共有种, 说明不同的建群种决定了不同的群落组成和结构。

表 2 群落共有种和群落相似系数

类型	DFA	DFB	DFC	SNF	SF
DFA		37.0	57.0	33.3	0
DFB	5		46.2	35.1	0
DFC	12	9		58.3	0
SNF	10	10	21		0.07
SF	0	0	0	4	

注: 对角上部为相似系数, 下部为共有数

3.4 群落的物种丰富度

物种是群落构成的基础。物种丰富度是反映群落多样性的重要指标。从图 1 可以看出, 在林冠层盖度相同的情况下, 不同人为干扰强度对林下植物种类的丰富度影响很大。干扰强度最大的 DFA, DFB, 由于覆盖, 耕作、施用除草剂, 使林下物种丰富度大大降低, 平均仅有 7 种。而未覆盖的 DFC 林地, 林下草本植物平均种数有 12.3 种, 高出前者 76%。对于休养了 3、4 a 的雷竹林 (SNF), 草本植物平均达 13.3 种, 而且出现了 3.3 种多年生灌木, 物种总数为 16.6 种。可见, 在水热条件丰富的情况下, 只要停止人为干扰, 雷竹林林下物种丰富度恢复迅速。而作为对照的自然生长的竹林, 虽然草本层植物种数仅 9 种, 不是最高的, 但灌木层植物种数达 28 种, 群落的物种总数为 37 种, 比人工雷竹林高出 3~5 倍。

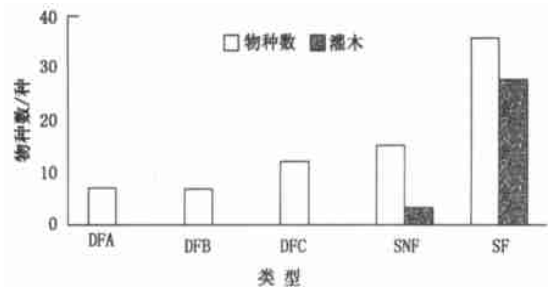


图 1 不同干扰类型的物种丰富度

3.5 群落的物种多样性指数

群落物种丰富度简明表达了植物群落物种多样性的一个侧面,但它未能反映群落中物种相对多度的信息。而物种多样性指数是把物种数、个体数、分布特性等信息结合起来的一个统计量,能定量反映群落或生境中物种的丰富度、变化程度或均匀度。因此,可以用多样性指数来定量表征群落和生态系统特征。包括直接和间接的体现群落和生态系统的结构类型、发展阶段、稳定程度、生境差异等。人为干扰对群落和生态系统影响必然会在多样性上反映出来。从表 3 可以看出,雷竹林下草本植物的 Shannon-Wiener 指数(SW)和 Simpson 指数(SP)随着人为干扰强度的变化表现出较为明显的规律性,即随干扰梯度 DFA DFB DFC SNF 依次减小, SW 指数和 SP 指数随之增大。DFA 与 SNF 雷竹林相比,其 SW 指数下降 46.9%, SP 指数下降了 15.0%,说明覆盖等人为干扰措施对雷竹林下物种多样性的影响很大。DFC 与 DFA 相比, SW 指数增加 33.3%, SP 指数增加 14.8%,说明覆盖停止后雷竹林下物种多样性的恢复很快。这一结果与对物种丰富度的分析结果是一致的。这一结果也符合中等干扰假说,即如果扰动速度率太低,少数竞争力强的生物类群在群落内取得完全优势;如果扰动速率太高,只有那些生长速度快、侵占能力特强的物种才能生存下来;仅当扰动率中等时,物种生存的机会才是最多的,因此群落物种多样性最高^[22,23]。而作为对照的自然生长杂竹林(SF),其草本层多样性指数略有下降,是由于群落中灌木层发育良好抑制了草本植物的发育。

表 3 不同干扰类型下草本层多样性指数

类型	DFA	DFB	DFC	SNF	SF
SW 指数	1.637 0	1.816 2	2.182 3	2.404 6	2.125 6
SP 指数	0.758 5	0.817 8	0.863 1	0.871 9	0.872 2
J_{SW} 指数	0.892 5	0.933 3	0.574 4	0.876 6	0.967 4
J_{SP} 指数	0.915 5	0.954 0	0.947 0	0.932 4	0.981 3
AL 指数	0.783 6	0.872 3	0.848 4	0.686 6	0.925 7

3.6 立地条件、干扰强度与物种多样性关系

立地条件的好坏与物种多样性有密切关系,一般来说良好的立地通常能容纳较丰富的物种,且具有较高的物种多样性指数^[24,25]。从表 4 看出,在相同的立地条件下,雷竹林物种的丰富度、 SW 指数和 SP 指数都随着人为干扰强度的减少而依次增大。SNF 由于灌木发育良好导致了草本植物 SW 和 SP 指数略低(灌木没有参与统计);在相同的人为干扰强度下,雷竹林物种的丰富度、 SW 指数和 SP 指数都随着立地条件的改善而增加,呈现出从坡上部、中部、下部依次递增的趋势。

表 4 立地、干扰与多样性指数

项目	坡上部			坡中部			坡下部		
	R_0	SW	SP	R_0	SW	SP	R_0	SW	SP
DFA	4	1.334 9	0.724 5	6	1.579 9	0.742 2	11	1.997 3	0.8088
DFC	8	1.840 1	0.816 9	12	2.090 7	0.856 2	17	2.616 1	0.916 3
SNF	11	1.937 2	0.814 7	16	2.220 9	0.844 1	20	2.489 6	0.8935

4 结论与讨论

综上所述,人为经营干扰对雷竹林下植被多样性影响十分明显,主要表现在:

(1)群落的层次结构简单化、灌木层消失、草本层不明显、植物盖度下降、高度降低,这种趋势在人为干扰梯度上得到了明显表现。

(2)不同的干扰强度引起雷竹林下草本植物优势种变化,群落间共有种和相似系数降低。在强烈干扰下,雷竹林下都是1年生植物,随着干扰减弱,多年生草本植物比例增加,并且出现灌木。

(3)随着人为干扰强度增加,雷竹林下植物的丰富度、Shannon-Wiener和Simpson多样性指数下降,说明人为干扰对雷竹林生物多样性造成威胁。

(4)在相同的立地条件下,干扰强度增加,多样性指数下降。在同样干扰强度下,立地条件越差,其物种多样性指数越低。

目前,雷竹林种植面积仍在持续增长,经营强度也很大。有的乡镇放眼望去,皆为竹林,这种状况持续下去,将对该地区生物多样性带来严重威胁。因此,应该控制雷竹林的发展规模,适当降低经营强度以免造成生物多样性的进一步下降。由于雷竹林生物多样性下降带来的一系列生态危机近来也显现出来:如地力衰退、竹林病虫害加剧、生产力下降等等,在雷竹林发展较早的一些乡镇表现尤为明显。这种状况无论是对生物多样性的保护,还是农村经济的可持续发展都是不利的。

研究发现,虽然人为干扰对雷竹林生物多样性有严重影响,但人为干扰一旦停止,竹林下生物多样性的恢复较快,如休闲1年的DFC竹林有较高多样性,这为保护生物多样性与合理经营、发展经济之间提供了一个契机。因此,根据实际观测和研究结果,建议调整经营耕作措施,降低人为干扰的强度和频度:(1)开春出笋后及时清除覆盖物,以改善林内环境,促进林下植物发育和生物多样性恢复。(2)少用或不用除草剂,减轻对环境和生物多样性的压力。(3)连续覆盖和施用除草剂的年限不宜过长,最好覆盖1年后休闲1年。

参考文献:

- [1] Costanza R R, Arge R, de Groot, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253 ~ 26
- [2] Wilson E O. The current state of biological diversity [A]. In: Wilson E O, Biodiversity [M]. Natural Academy Press, Washington D C, 1988. 3 ~ 18
- [3] 刘世荣, 蒋有绪, 史作民, 等. 中国暖温带森林生物多样性研究[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 1 ~ 32
- [4] Braatz S. Conserving Biological Diversity, A Strategy for Protected Areas in the Asia-Pacific Region [M]. The World Bank, Washington D C, 1992
- [5] 陈灵芝. 中国的生物多样性——现状及其保护对策[M]. 北京: 科学出版社, 1993
- [6] 胡超宗, 张建明, 胡明强. 雷竹生物学特性的研究[J]. 浙江林学院学报, 1992, 9(2): 133 ~ 143
- [7] 方伟, 何钧潮, 卢可学, 等. 雷竹早产高效栽培技术[J]. 浙江林学院学报, 1994, 11(2): 121 ~ 128
- [8] 汪祖潭, 方伟, 何钧潮, 等. 雷竹笋用林高产高效栽培技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995. 5 ~ 30
- [9] 胡超宗, 金爱武, 郦章顺, 等. 早竹保护地栽培覆盖材料的研究[J]. 浙江林学院学报, 1996, 13(1): 5 ~ 19
- [10] 周国模, 金爱武, 郑海松, 等. 雷竹保护地栽培林分立竹结构的初步研究[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(2): 111 ~ 115
- [11] 姜培坤, 徐秋芳, 钱新标, 等. 雷竹林地覆盖增温过程中土壤化学性质的动态变化[J]. 浙江林学院学报, 1999, 16(2): 123 ~ 130
- [12] 姜培坤, 徐秋芳, 钱新标, 等. 雷竹林地覆盖增温过程中土壤酶活性的动态变化[J]. 林业科学研究, 1999, 12(5): 548 ~ 551
- [13] 姜培坤, 俞益武, 金爱武, 等. 丰产雷竹林地土壤养分分析[J]. 竹子研究汇刊, 2000, 19(4): 50 ~ 53

- [14] 姜培坤,俞益武,张立钦,等.雷竹林地土壤酶活性研究[J].浙江林学院学报,2000,17(2):132~136
- [15] 董林根,姜小娟,方茂盛.雷竹林覆盖栽培林地土壤微生物的初步研究[J].浙江林学院学报,1998,15(3):236~239
- [16] 余树全,姜春前,苏增建.雷竹林水土流失现状及对策研究[J].现代生态农业,2001,(3):134~137
- [17] 余树全,周国模,韦新良,等.森林生物多样性保护与森林的持续发展[J].浙江林学院学报,1997,14(2):182~187
- [18] 杨承栋,焦如珍,屠星南.发育林下植被是恢复杉木人工林地力的重要途径[J].林业科学,1995,31(3):276~283
- [19] 高贤栋.生物多样性与害虫的综合治理[J].林业资源管理,1995,(3):24~28
- [20] 马克平,黄建辉,于顺利,等.北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II—丰富度、均匀度和物种多样性研究[J].生态学报,1995,15(3):268~277
- [21] 张丽霞,张峰,上官铁梁,等.芦芽山植物群落的多样性研究[J].生物多样性,2000,8(4):361~369
- [22] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等.景观生态学原理及应用[M].北京:科学出版社,2001.154~162
- [23] Connell J H. Diversity in tropical forests and coral reefs [J]. Science, 1978, 199:1302~1310
- [24] 朱锦懋,姜志林,蒋伟,等.人为干扰对闽北森林群落物种多样性的影响[J].生物多样性,1997,5(4):263~270
- [25] 张大勇.理论生态学[M].北京:高等教育出版社,2000.123~125,163~165

The Effects of Human Disturbance on Species Diversity of *Phyllostachys praecox* Grove

YU Shu-quan¹, JIANG Chun-qian², LI Cui-huan¹, ZHOU Guo-mo¹

(1. Faculty of Life Science, Zhejiang Forestry College, Linan 311300, Zhejiang, China;

2. International Farm Forestry Training Centre, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract : The species diversity of *Phyllostachys praecox* grove in Linan, Zhejiang Province were investigated. The species diversity index, richness index and the coefficient of community similarity were compared for different human disturbance. The results indicated that: (1) The community structure of Lei bamboo forest were simplified because of intensive disturbance. Meanwhile, the disturbance caused the disappearance of the shrub layer and the lower richness of the herb layer. (2) Both the species and the dominant species were distinctly different under different human disturbance and the coefficient of community similarity between plots was also low. (3) Shannon-Wiener and Simpson diversity index and richness index decreased with the increase of human disturbance. (4) The influence of the disturbance for the lower site quality was more significant. In addition, the measures on how to protect the biodiversity and develop sustainable management of Lei bamboo forest were suggested.

Key words : human disturbance; *Phyllostachys praecox* grove; undergrowth