

## 胶南市海防林不同植被梯度带物种多样性分析<sup>\*</sup>

夏江宝<sup>1</sup>, 许景伟<sup>2</sup>, 李传荣<sup>3</sup>, 宋金鹏<sup>4</sup>, 王贵霞<sup>4</sup>

(1. 山东省黄河三角洲生态环境重点实验室, 滨州学院, 山东 滨州 256603; 2. 山东省林业科学研究院, 济南 250014; 3. 山东农业大学 林学院, 山东 泰安 271018; 4. 滨州市水利局, 山东 滨州 256612)

**摘 要:**利用物种丰富度指数、物种多样性指数 (Simpson 和 Shannon - Wiener 指数)、均匀度指数 (Pielou 和 Alatalo 指数) 及生态优势度指数对胶南沿海防护林 4 种梯度带 8 种植被模式下的人工森林群落进行植物多样性分析。结果表明:各主要模式的多样性较低,不同梯度带的 Simpson 指数和 Shannon - Wiener 指数变化范围为 0.35 ~ 2.52 和 0.84 ~ 5.69。从沿海至内陆沿不同梯度带,多样性状况逐渐变好。灌草带中柽柳 + 草本模式好于紫穗槐 + 草本模式的多样性状况;基干林带中黑松 + 刺槐 + 火炬松 + 白蜡混交林的多样性好于黑松纯林和刺槐纯林模式;丘陵水土保持林带的黑松纯林好于黑松 + 麻栎混交林。

**关键词:**海防林; 植物群落; 物种多样性

中图分类号: S727.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0108-04

## Analysis of Biodiversity of Different Plant Gradient in Coastal Protective Forest of Jiaonan City

XIA Jiang-bao<sup>1</sup>, XU Jing-wei<sup>2</sup>, LI Chuan-rong<sup>3</sup>, SONG Jin-peng<sup>4</sup>, WANG Gui-xia<sup>4</sup>

(1. The Key Laboratory for Ecological Environment of Yellow River Delta, Shandong Province, Binzhou University, Binzhou, Shandong 256603, China; 2. The Research Institute of Forestry in Shandong, Jinan 250014, China; 3. Forestry College of Shandong Agriculture University, Tai'an, Shandong 271018, China; 4. Water Conservancy Bureau of Binzhou City, Binzhou, Shandong 256612, China)

**Abstract:** The species diversity of four gradient and eight models plant community in Jiaonan coastal protective forests was measured with richness index, diversity index (Simpson index, Shannon - Wiener), evenness index (Pielou, Alatalo index) and ecological dominance index. The results showed that the biodiversity indexes of main models are rather low, in which the Simpson indexes and Shannon - Wiener indexes are 0.35 ~ 2.52 and 0.84 ~ 5.69 respectively. The biodiversities are getting better along the forest gradient belt from coast to inner land. For the biodiversity indexes, the model of *Tamarix chinensis* + herbage is better than *Amorpha fruticosa* + herbage in the shrub and herbage belt, mixed forest of *Pinus thunbergii* + *Robinia pseudoacacia* + *P. taeda* + *Fraxinus chinensis* is better than *P. thunbergii* forest and *Robinia pseudoacacia* forest in the backbone forest belt, and *P. thunbergii* forest is better than mixed forest of *P. thunbergii* + *Q. acutissima* in the soil and water conservation forest belt.

**Key words:** coastal protective forest; plant community; species diversity

生物多样性是地球上生命进化的结果,是人类赖以生存和发展的基础,然而,由于各种自然现象的变化和人类活动的加剧,地球上的生物多样性表现出锐减趋势,这对我国的生态环境、社会经济发展产生了严重的影响。在生物多样性中,植物多样性是生态系统稳定性的基础,是森林植被恢复重建的指导性理论<sup>[1-2]</sup>。一个地区的植物多样性是该地区植被恢复和保护的基础,人工林植物多样性的提高可有效减轻林分病虫害的发生和增加生态系统的稳定性<sup>[3]</sup>。目前,我国学者对不同地域的生物多样性进行了大量研究,在沿海地区主要对滨海湿地生境进行了物种多样性的调查分析<sup>[4-5]</sup>,而

对沿海防护林物种多样性的报道较少<sup>[6]</sup>。为此,本文主要对胶南市沿海防护林 4 种梯度带 8 种植被模式下的植物多样性进行分析,以其对该地区沿海防护林的植被建设与生态模式配置提供理论依据。

### 1 研究区概况

胶南市地处山东半岛东南部,胶州湾西岸,东临黄海,大陆海岸线总长 150 km。位于 119°30' - 120°11' E, 35°35' - 36°08' N, 属于沂沭断裂带内的沐东沿海低山丘陵区,根据地貌形态特征,全市分为 4 个地貌类型,即裸岩地、低山丘陵区、平原

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2008-04-10

基金项目: 国家科技支撑项目 (2006BAD03A1405, 2006BAC01A13); 国家自然科学基金 (30770412); 滨州学院博士基金项目 (2007 Y08)  
作者简介: 夏江宝 (1978 - ), 男, 讲师, 博士, 主要研究方向植被恢复与生态重建。E-mail: xiajb @163.com

地和沿海低地。土壤以棕壤、潮土、盐土、褐土 4 大类为主。属于暖温带季风气候区,年均气温 12.3℃,历年极端最高气温 37.4℃,极端最低气温 -16.3℃。年均无霜期为 202 d,年平均日照时数为 2 540.1 h,年平均降水量为 700~800 mm。植被区系属暖温带落叶阔叶林区,受暖湿季风气候影响,植物种类较多,但由于长期受人类经济活动的影响,天然植被破坏殆尽,现主要以人工植被为主。

## 2 研究方法

样地设置采用机械布点和典型取样法进行常规群落学调查,在各种模式的植被群落中选取 5 个乔木样地,面积 20 m × 20 m。在每个乔木样地中设置 4 个 10 m × 10 m 的灌木样方,8 个 1 m × 1 m 的草本样方。为了调查全面,能基本代表整个群落的情况,另外附加 30 个 1 m × 1 m 的小样方,以作补充调查。记录各样地的立地条件;对乔木进行每木检尺,分别记录其种类、株数、树高、冠幅、胸径及生长状况;对灌木和草本按种类记录其株数、盖度和高度。利用所调查项目,计算各种植物的多样性指数。采用如下指标进行测度:

(1) 丰富度指数 (S) [7]

采用所测样地中植物物种的种数作为该样地的丰富度指数。

(2) Simpson 指数 [8-9]  $D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$

(3) Shannon - wiener 指数 [10]  $H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$

(4) Pielou 均匀度指数 [11]  $J = (1 - \sum_{i=1}^S P_i^2) / (1 - 1/S)$

(5) Alatalo 均匀度指数 [12]  $E = [(\sum_{i=1}^S P_i^2)^{-1} - 1] / (\exp H - 1)$

(6) 生态优势度 [13]  $C = \sum_{i=1}^S N_i(N_i - 1) / N(N - 1)$

式中:  $P_i = N_i / N$ ;  $S$  ——样方内的总物种数;  $N$  ——样方内物种的总个体数;  $N_i$  ——第  $i$  种的个体数。

## 3 结果与分析

### 3.1 胶南市沿海防护林的主要类型

群落物种组成在一定程度上反映了群落中物种的多样性,优势种组成差异在一定程度上反映着群落的结构多样性特征 [1-2,6]。胶南森林生态网络体系可分为沿海灌草带、基干林带、丘陵水土保持林带和经济林带共 4 个梯度带,各梯度带主要模式及物种数见表 1。所有梯度带共含 55 个植物种,其中乔木 7 种,灌木 7 种,草本 41 种。物种个体数在群落中变化较大,为 201~4 731 个。其中,沿海灌草带位于基干林带的最前沿,距离海岸最近,宽度为 50~100 m。基干林带是沿海森林生态网络体系的第一道具有乔木层的防线,在防风固沙、预防海岸灾害性天气中起着最主要的作用,其配置结构的好坏直接影响着沿海防护林的功能,是沿海防护林建设的关键。基干林带一般宽度在 100~150 m,最宽处达 200 m 以上。丘陵水土保持林带分布在胶南土层较薄、坡度较大的低山或丘陵地带,主要起到抵御海风、防止丘陵水土流失和涵养水源的作用,含护坡林、侵蚀沟防护林、林缘缓

冲林、山脊林等。经济林一般在基干林带后沿 200~300 m 宽的退耕还林地和丘陵梯田堤堰等。各模式中多数群落优势种较明显,黑松、刺槐、麻栎、板栗、紫穗槐、胡枝子、桤柳、碱蓬、莎草、白茅、结缕草、芦苇、苔草、加拿大蓬和狗尾草等是胶南森林生态网络体系主要模式中较占优势的植物种类。

### 3.2 不同梯度带的物种丰富度指数

从物种丰富度指数可知(表 1),胶南沿海防护林不同梯度带的丰富度大小表现为:基干林带最大,丘陵水土保持林带次之,经济林带和灌草带丰富度指数较小,为 16~17。从垂直结构来看,乔木层的丰富度指数为 1~4,其中绝大部分只有一种或两种树种组成,林分比较单一。灌木层除经济林带丰富度指数为 5 之外,其余梯度带的丰富度指数为 0~2。各模式物种丰富度主要由草本层来决定,除丘陵水土保持林带下的黑松+麻栎混交林模式外,其余模式草本层的丰富度指数为 5~17,占总体丰富度指数的比例均在 65%以上。

从不同梯度带下的林分模式可以看出,灌草带两种模式丰富度表现为紫穗槐+草本模式>桤柳+草本模式,这主要是由于桤柳+草本混交模式所处生境容易周期性积水,水中能生长的草本植物较少,从而导致其丰富度指数较低。基干林带三种模式的丰富度指数依次为黑松+刺槐+火炬松+白蜡混交林>黑松纯林>刺槐纯林。这主要是由于混交林长势极其衰退,郁闭度极低,从而使其下层草本生长较旺盛,致使草本丰富,植物多样性表现较高。黑松纯林由于老龄化,成为残次林分,大多数顶部枯死,郁闭度也较低,林下草本较丰富。丘陵水土保持林带无论是乔木层、灌木层还是草本层,都表现出黑松纯林的丰富度指数高于黑松+麻栎混交林,特别是草本层表现更为明显。这主要是由于黑松纯林老龄化,有少数的另外两种更新树种火炬和麻栎,从而导致其乔木层的丰富度指数较高,而且黑松+麻栎混交林由于郁闭度较大(0.8),致使其灌木层和草本层极不丰富,从而导致了其总体丰富度指数也低于黑松纯林。在以板栗为主的经济林带中,草本层丰富度最高,其次为灌木层,且数量分布均匀,相对多度为 16%~24%。经济林中较多的灌木和草本植物可能是与管理不善,且经济林中土壤肥力状况较好有关。

### 3.3 不同梯度带的物种多样性指数

从 Simpson 指数和 Shannon - wiener 指数值大小可以看出(表 1),4 种梯度带下的植物多样性表现为基干林带>经济林带>丘陵水土保持林带>灌草带;不同模式下 Simpson 指数和 Shannon - wiener 指数总体变化范围为 0.13~1.64 和 0.35~3.63。从不同梯度带的垂直结构来看,4 个梯度带的乔木层和灌木层的多样性均较低,各梯度带中的植物多样性主要由草本层来体现。乔木层 Simpson 指数和 Shannon - wiener 指数范围分别为 0~0.73 和 0~1.34,其中基干林带乔木层的植物多样性最大,丘陵水土保持林带次之,其余梯度带均为 0。这与基干林带和丘陵水土保持林带中含有混交林模式有关。除经济林带外,其余模式灌木层多样性指数均为 0。除黑松+麻栎混交模式外,各模式下的植物多样性主要由草本层来体现,草本层的 Simpson 指数和 Shannon - wiener 指数分别为 0.13~0.84 和 0.35~2.04。

表 1 不同梯度带各模式多样性指数

梯度带	模式	层次	<i>S</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>J</i>	<i>E</i>	<i>C</i>
灌草带	紫穗槐 + 草本混交模式	灌木层	1	0	0	-	-	1
		草本层	9	0.13	0.35	0.15	0.36	0.86
		总	10	0.13	0.35	0.15	0.36	1.86
	怪柳 + 草混交模式	灌木层	1	0	0	-	-	1
		草本层	5	0.22	0.49	0.27	0.43	0.78
		总	6	0.22	0.49	0.27	0.43	1.78
基干林带	黑松纯林模式	乔木层	1	0	0	-	-	1
		灌木层	0	-	-	-	-	-
		草本层	14	0.19	0.51	0.21	0.37	0.81
		总	15	0.19	0.51	0.21	0.37	1.81
	刺槐纯林模式	乔木层	1	0	0	-	-	1
		灌木层	1	0	0	-	-	1
		草本层	11	0.8	1.79	0.88	0.82	0.19
		总	13	0.8	1.79	0.88	0.82	2.19
	黑松 + 刺槐 + 火炬松 + 白蜡混交模式	乔木层	4	0.73	1.34	0.97	0.94	0.24
		灌木层	1	0	0	-	-	1
		草本层	17	0.8	2.05	0.85	0.6	0.2
		总	22	1.53	3.39	1.82	1.55	1.44
丘陵水土 保持林带	黑松纯林模式	乔木层	3	0.09	0.22	0.13	0.4	0.91
		灌木层	1	0	0	-	-	1
		草本层	17	0.64	1.36	0.68	0.61	0.36
		总	21	0.73	1.57	0.81	1.01	2.27
	黑松 + 麻栎混交林模式	乔木层	2	0.5	0.69	0.99	0.99	0.49
		灌木层	0	-	-	-	-	-
		草本层	1	0	0	-	-	1
		总	3	0.5	0.69	0.99	0.99	1.49
经济林带	板栗纯林模式	乔木层	1	0	0	-	-	1
		灌木层	5	0.79	1.59	0.99	0.98	0.17
		草本层	11	0.84	2.04	0.93	0.8	0.14
		总	17	1.64	3.63	1.92	1.78	1.31

### 3.3.1 灌草带内植物多样性

灌草带两种模式的多样性指数表现出一定的差异, Simpson 指数和 Shannon - Wiener 指数都表现出怪柳 + 草本混交模式 > 紫穗槐 + 草混交模式, 且前者的 Simpson 指数和 Shannon - Wiener 指数分别比后者高 69 % 和 40 %。紫穗槐 + 草混交模式的丰富度指数大于怪柳 + 草本混交模式的, 而多样性指数却小于怪柳 + 草本混交模式的, 这充分证明多样性指数除与丰富度指数有关, 还与物种个体数分布的均匀程度有关。

### 3.3.2 基干林带内植物多样性

从林分结构模式可知(表 1), 混交林的乔木层 Simpson 指数和 Shannon - wiener 指数最高分别为 0.73 和 1.34, 两种纯林模式均为 0。3 种模式的灌木层由于丰富度指数为 1, 导致其多样性指数都为 0。从 Simpson 指数和 Shannon - wiener 指数大小可知, 草本层的多样性指数最高为混交林, 其次为刺槐纯林, 黑松纯林最低, 这与黑松纯林近乎残次且受人为放牧等破坏有关, 因此应加强对黑松残次林的管理, 促进其人工更新。3 种模式的多样性大小表现为混交林最高, 刺槐纯林次之, 黑松纯林最差。从 Simpson 指数来看, 混交林比刺槐纯林和黑松纯林分别高 90 % 和 688 %, 从 Shannon - wiener 指数来看, 混交林分别比刺槐纯林和黑松纯林分别高 89 % 和 569 %。这主要与混交林的乔木层和草本层的丰富度指数较高有关。

### 3.3.3 丘陵水土保持林带内植物多样性

黑松 + 麻栎混交林的乔木层丰富度指数虽然低于黑松纯林的, 但是其多样性指数却大于黑松纯林的, 这是由于 Simpson 指数和 Shannon - wiener 指数除了与物种数有关, 还与其中某一物种个体数所占总个体数的比例即均匀度有关, 纯林中黑松树种占主要优势, 因此导致其多样性指数低。从草本层的多样性指数来看, 纯林的 Simpson 指数和 Shannon - wiener 指数分别比混交林的高, 从而也导致了黑松纯林的总体多样性指数高于黑松 + 麻栎混交林。黑松纯林草本层多样性占优势, 草本层 Simpson 指数和 Shannon - wiener 指数占总体多样性指数的比例分别为 88 % 和 868 %, 而黑松 + 麻栎混交林的植物多样性表现为乔木层占优势, 因此, 从维持生物多样性的角度出发, 黑松 + 麻栎混交林需要加强对灌木层和草本层的培育, 注意对乔木层的间伐管理。

### 3.3.4 经济林带内植物多样性

经济林带内仅有一种以板栗为主的纯林模式, 这主要是从经济效益的角度出发进行模式配置; 如充分发挥其生态功能, 可在其梯度带内进一步引进其他经济树种, 以提高生物多样性。该经济林带内植物多样性草本层大于灌木层, 乔木层为 0, 其中草本层 Simpson 指数和 Shannon - wiener 指数分别比灌木层高 6 %、28 %。

### 3.4 不同梯度带的均匀度和生态优势度指数

均匀度可定义为群落中不同物种数量分布的均匀程

度<sup>[14]</sup>。而生态优势度是群落水平的综合数值,是把群落作为一个整体而把各个种的重要性总结为一个合适的度量值,以表征群落的组成结构特征<sup>[13]</sup>。4个梯度带 Pielow 指数和 Alatalo 指数的变化范围分别为 0.42~2.91 和 0.79~2.74,其中 Pielow 指数表现为基干林带>经济林带>丘陵水土保持林带>灌草带;Alatalo 指数表现为基干林带>丘陵水土保持林带>经济林带>灌草带。生态优势度指数变化范围为 1.31~5.44,表现为基干林带>丘陵水土保持林带>灌草带>经济林带。

### 3.4.1 沿海灌草带的均匀度和生态优势度

从表 1 可以看出,两种模式的 Pielow 均匀度指数和 Alatalo 均匀度指数都表现出桉柳+草本模式高于紫穗槐+草本模式,两指数前者比后者分别高 80%,19%,且主要表现在草本层。相应地生态优势度表现为紫穗槐+草本模式>桉柳+草本模式,且灌木层优于草本层。由此可见,桉柳+草本模式的均匀度较高,而生态优势度较低,物种个体数分布较均匀,更容易保持群落的稳定性,有利于物种多样性的提高。

### 3.4.2 基干林带的均匀度和生态优势度

由表 1 可以看出,基干林带内各模式的总体均匀度,无论是 Pielow 指数还是 Alatalo 指数,都表现出黑松+刺槐+火炬松+白蜡混交林最大;刺槐纯林次之;黑松纯林最小。混交林最大是由于其乔木层的均匀度指数高于纯林模式,从而提高了整个群落的均匀度指数。生态优势度表现为纯林高于混交林,且刺槐纯林高于黑松纯林模式。从垂直结构分析,基干林带中,纯林模式的均匀度指数主要体现在草本层;混交林模式中乔木层优于草本层。3种模式比较分析,草本层的均匀度指数为刺槐纯林最大,混交林次之,黑松纯林最小。与刺槐纯林草本层相比,混交林和黑松纯林的 Pielow 指数分别降低 3.5%和 76.4%,Alatalo 指数分别降低 26.6%和 55.6%。各模式下的生态优势度表现为乔、灌层优于草本层,且草本层的生态优势度为黑松纯林最大(0.81),混交林、刺槐纯林分别比其降低 76.5%,75.3%。

### 3.4.3 丘陵水土保持林带的均匀度和生态优势度

从模式上来看,Pielow 指数混交林高于纯林,而 Alatalo 指数和生态优势度指数纯林高于混交林。从垂直结构上来看,纯林的均匀度指数主要表现在草本层,而混交林以乔木层为主,且其乔木层 Pielow 指数和 Alatalo 指数分别比纯林高 0.86,0.59。纯林的生态优势度主要表现在乔、灌层,而混交林则以草本层为主,其中黑松纯林的乔木层生态优势度比黑松+麻栎混交林的高 0.42,表明黑松+麻栎混交林中两个树种数量分配较均匀,优势种不明显。

### 3.4.4 经济林带的均匀度和生态优势度

经济林带内的板栗纯林模式,均匀度指数以灌木层和草本层为主,且灌木层稍高于草本层。生态优势度表现为以乔木层为主,灌木层和草本层相差不大。

## 4 结论

胶南森林生态网络体系可划分为沿海灌草带、基干林带、丘陵水土保持林带和经济林带 4 种梯度带共 8 种植被模

式。不同梯度带的丰富度指数为 16~50;Simpson 指数和 Shannon-wiener 指数变化范围为 0.35~2.52 和 0.84~5.69;Pielow 指数和 Alatalo 指数的变化范围分别为 0.42~2.91 和 0.79~2.74;Alatalo 均匀度指数 1.31~5.44。

总体来看,胶南海防林主要模式多样性相对较低,影响群落的稳定性。由于不同梯度带在物种组成、结构和功能等多方面存在着一定的差异,从而决定了它们在植物多样性(丰富度、多样性、均匀度、优势度)特征上也有较大不同,从沿海至内陆沿不同梯度带有增高的趋势,但丘陵水土保持林带由于混交林郁闭度较高,导致其灌草层植物多样性较低,从而降低了该梯度带的植物多样性。经济林带由于人为的管理及环境和土壤条件的改善,其植物多样性也较高。另外,从群落的垂直结构来看,群落植物多样性主要由草本层来体现,乔木层和灌木层的植物多样性较低,物种数量少,林分单一,因此在下一步营造胶南沿海防护林时,要注意营造乔灌草混交林,并注意乔木层的间伐修枝,使乔木层、灌木层和草本层平衡发展,以提高胶南沿海地区的植物多样性。

## 参考文献:

- [1] 王树森,余新晓,班嘉蔚,等.华北土石山区天然森林植被演替中群落结构和物种多样性变化的研究[J].水土保持研究,2006,13(6):48-50.
- [2] 牛丽丽,杨晓晖.四合木群丛分布区的植物物种多样性研究[J].水土保持研究,2007,14(5):58-62.
- [3] 唐丽霞,喻理飞,慕山丁,等.不同经营类型低效林分物种多样性分析[J].水土保持研究,2007,14(2):221-223.
- [4] 王焕喜,刘宗斌.山东滨州沿海湿地生物多样性保护探讨[J].黑龙江环境通报,2006,30(4):26-28.
- [5] 张纪林.沿海湿地生物多样性保护及复合农林业利用[J].世界林业研究,1999,12(6):38-41.
- [6] 温远光,李信贤,和太平,等.广西沿海防护林生物多样性保育功能的研究[J].防护林科技,2000(1):1-4.
- [7] 马克平.生物群落多样性的测度方法——多样性的测度方法(上)[J].生物多样性,1994,2(3):162-168.
- [8] Simpson E H. Measurement of diversity [J]. Nature, 1949,163:688.
- [9] Kvalseth T O. Note on biological diversity, evenness, and homogeneity measures [J]. Oikos, 1991, 62 (1): 123-127.
- [10] Peet R K. The measurement of species diversity [J]. Ann. Rev. Ecol. System, 1974, 5:285-306.
- [11] Pielou E C. 卢泽愚,译.1969,数学生态学引论[M].北京:科学出版社,1978.
- [12] Alatalo R V. Problems in the measurement of evenness in ecology [J]. Oikos, 1981, 37:199-204.
- [13] 何国生,林思祖,曹子林,等.武夷山天然常绿阔叶林林隙物种多样性比较研究[J].中国生态农业学报,2004,12(1):70-73.
- [14] 马克平.生物群落多样性的测度方法:多样性的测度方法(下)[J].生物多样性,1994,2(4):231-239.