

滨州北部贝壳沙堤生物多样性现状及影响因素的研究^{*}

赵艳云¹, 田家怡², 孙景宽¹, 胡相明³

(1. 滨州学院 黄河三角洲生态环境研究中心, 山东 滨州 256603; 2. 滨州学院 科研处, 山东 滨州 256603; 3. 滨州学院 城市与环境系, 山东 滨州 256603)

摘要: 滨州无棣贝壳沙堤作为天然的防潮大堤, 在保护人类生命财产安全以及生物多样性的孕育上发挥了重要作用, 但近年来由于人类活动的加剧, 贝壳沙堤面临着萎缩, 植物多样性减少, 部分物种面临灭绝。通过对滨州北部无棣贝壳沙堤植物多样性进行调查, 分析了王子堡、大口河地区植被的物种组成和分布特点, 在调查样地共发现砂引草、芦苇等 20 种植物和 7 种群落类型。通过相关分析, 贝壳沙堤中的水溶性碳、水溶性氮对植被物种丰富度、生物多样性指数、生物量和盖度有显著性影响, 而含盐量、含水量、速效钾、速效磷含量对植被群落结构没有明显影响。此外, 由于人为因素的干扰, 王子堡地区与大口河地区的物种分布、群落结构和生物多样性存在差异显著。由此可见, 人类活动是导致生物多样性减少的一个关键因素, 在今后的植被恢复工作中, 应减少人为干扰。

关键词: 贝壳沙堤; 植物群落; 生物多样性

中图分类号: Q143; X171

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)02-0136-05

The Relationship Between Biological Diversity of Shell Bar in the North of Binzhou and Soil Physical and Chemical Properties

ZHAO Yan-yun¹, TIAN Jia-yi², SUN Jing-kuan¹, HU Xiang-ming³

(1. Research Center for Eco-environmental Sciences, Yellow River Delta, Binzhou University, Binzhou, Shandong 256603, China; 2. Research Department, Binzhou University, Binzhou, Shandong 256603, China; 3. Department of City and Environment, Binzhou University, Binzhou, Shandong 256603, China)

Abstract: As the natural protection, the shell bar in Binzhou region played an important role in human life and property. But recently, due to human activities, the shell bar shrink with the biodiversity decreased. Based on species diversity of shell bar obtained in northern Binzhou, only 20 species as *Limonium bicolor*, *Phragmites Australis* and 7 community types were found in the quadrat. The relationship between soil factors was studied and the results showed that the richness index, biodiversity index, biomass and coverage were significant affected by the content of dissolved carbon and nitrogen. However, there was little relationship among the content of soil salt, water, available K, available P and plant community character. Besides, due to human activity, there was difference on species distribution, community structure, and biodiversity between in Wangzipu and Dakouhe area. It can be seen that the human ability was the pivotal factor during the process of revegetation.

Key words: shell bar; plant community; biodiversity index

植物物种多样性以及由此构成的植被类型多样性是地区性生物多样性的支持系统, 物种多样性构成了生物多样性的基本环节, 它们是生物与环境相

关的主体。物种多样性不仅可以反映群落或生境中物种的丰富度、变化、程度或均匀度, 也可反映不同自然地理条件与群落的相互关系。可以用物种多样

* 收稿日期: 2009-09-20

基金项目: 2006 年山东省自然科学基金项目“山东沿岸贝壳堤脆弱生态系统退化机理与恢复技术”(Y2006D01); 滨州市 2009 年科学技术发展计划资助项目“无棣贝壳沙堤植被群落特征与多样性研究”; 滨州学院青年人才创新工程“滨州北部沿海贝壳沙堤植物多样性研究”(BZX YQNL G200724)

作者简介: 赵艳云(1981-), 女, 山东诸城人, 教师, 主要从事生态水文和恢复植被研究。E-mail: yanyun0602@126.com

通信作者: 田家怡(1952-), 男, 山东桓台人, 教师, 主要从事环境监测和环境保护及恢复工作。E-mail: bztzy@126.com

性来定量表征群落和生态系统的特征,包括直接和间接地体现群落和生态系统的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度、生境差异等^[1-4]。土壤是植物生长的重要物质基础,土壤物理性质、化学性质和土壤母质的不同,都可能影响生长于其中的植物,从而影响到物种多样性。土壤的性质与植物群落组成结构和植物多样性有着密切的关系,并且多年来一直是生态学家研究的热点,因此,对植物物种多样性及其与土壤环境因子关系的研究,是群落生态学研究 and 生物多样性保护与管理的基础。

山东无棣、沾化沿海分布着近千年来成陆过程中形成的世界上规模最大、保存最完整的贝沙堤,该贝沙堤及其周围的潮间湿地孕育了大量的野生珍贵动植物资源,生物多样性丰富,是鸟类迁徙的中转站和越冬、栖息、繁殖地^[3-7]。但近年来,受经济利益的驱动,人们通过砍伐薪柴,平堤种粮,滥挖抢挖贝沙作饲料添加剂、烧制水泥、制作贝瓷等人为干扰手段,使得该地区的生物多样性丧失严重,贝沙堤受到了严重的风蚀、海浸和雨水冲淋,生态环境日趋恶化,严重影响到沿海滩涂湿地的生态安全,迫切需要进行生态环境的保护和植被的恢复与重建。然而,要进行生态环境保护或植被恢复,首先就要对该地区的物种分布及多样性状况进行调查,找出影响植物分布的重要环境因子,探讨该地区脆弱生态系统的退化机理,提出切实可行的植被恢复技术,从而实现贝沙堤生物资源的可持续发展。

目前,关于贝沙堤的研究已有大量报道,Russell and Howe^[8]和 Howetal^[9]最早对密西西比河河岸贝沙堤的地形演变过程进行研究。20 世纪 60 年代初,李世瑜和王颖首开我国贝沙堤研究的先河^[10-11]。随着研究的深入,不同学者针对渤海湾黄河三角洲贝沙堤的物质组成^[12-13]、分布^[14-16]、形态^[17-18]、年龄^[16]、阶段演变^[19]及成因^[20-24]等进行了大量研究并取得了丰硕的成果。但是迄今为止,关于贝沙堤生物多样性尤其是植物多样性研究的报道较少。基于此,本项目主要研究滨州海岸贝沙堤植物的物种组成、物种多样性状况以及影响植物群落、物种组成的主要因素,希望能够对该地区贝沙堤的合理利用和保护以及植被的恢复与重建提供基础数据。

本文立足于解决以下几个问题:(1)贝沙堤主要存在哪些植物群落类型;(2)查找影响贝沙堤植被分布的主要土壤因子;(3)贝沙堤植物多样性与土壤因子的关系。

1 研究区概况

滨州贝沙堤岛位于无棣县城北 60 km 处,渤海西

南岸,西至漳卫新河,东至套儿河,北至浅海 - 3 m 等深线,本区地势低平,发育了山东省最宽广的滨海湿地带。在地貌上自南向北可分为第一贝壳堤岛及潮上沼泽湿地带、第二贝壳堤岛以及潮间滩涂和潮下湿地带。贝壳堤岛全长 76 km,贝壳总储量达 3.6 亿 t,为世界三大贝壳堤岛之一,是一处国内独有、世界罕见的贝壳滩脊海岸,与美国圣路易斯安娜州贝壳堤、南美苏里南贝壳堤并称世界三大古贝壳堤,距今 2 000 余年历史。属暖温带季风性气候区,具有明显的大陆性季风气候特点。四季分明,冷热干湿界限极明显,春季干旱多风回暖快,夏季炎热多雨,秋季凉爽多晴天,冬寒少雪多干燥。年平均气温 12.1℃,无霜期 196 d,年平均降水量 551.6 mm,年均蒸发量为 1 962 mm。贝沙堤天然植被以草本为主,常见植物有芦苇(*Phragmites australis*)、荻(*Triarrhena sacchariflora*)、穗状狐尾藻(*Myriophyllum spicatum*)、碱蓬(*Suaeda salsa*)及补血草(*Limonium sinense*)等;普遍存在的灌木仅怪柳(*Tamarix chinensis*) 1 种;天然乔木仅旱柳(*Salix mat sudana*) 1 种。

2 实验设计与数据处理

2.1 实验设计

2008 年 4 月和 8 月在山东沾化、无棣海岸贝沙堤典型地区,设置平行样带,布点在前期对该地区植被广泛考察的基础上进行。布点时综合考虑了湿地类型、植物覆被、距海距离和距黄河距离等多重因素。每间隔 20~50 m 设置样方 1 m × 1 m(根据植被分布情况进行适当的缩小和放大),测定并记录小样方内的物种名称、株数、高度、盖度、频度等生物指标,同时记录各个小样方的立地条件(坡度、海拔、离海岸距离等),测定土壤含水量,采样(重复 5 次)运用国标法进行盐分含量、养分元素(N, P, K 等)、贝沙堤理化性质等的分析工作,重复 3 次(贝沙样取样层次根据贝沙沉积特点和植物分布情况而定)。

2.2 实验方法

草本(包括半灌木罗布麻)调查样方直接计数各植物种的密度,用尺子测定株高,并目测估计盖度和多度。灌木(怪柳)调查样方和乔木(旱柳)调查样方分别计数怪柳和旱柳的密度,用尺子测定株高(旱柳由于米尺测定存在困难,部分目测估计),并目测估计投影盖度和多度。同时在各个样方挖 40 cm 深的土壤剖面,用环刀取 0-30 cm 土样,土壤混合均匀后带回实验室分析。风干土样后过 2 mm 的筛子,研磨后用 100 目分子筛过筛。土样测定项目包括土壤含水量、土壤含盐量、速效钾和速效磷含量。土壤含水量采用烘干法,土壤盐分的测定采用便携式盐度测定

仪测定浸出液盐度,并转换为土壤盐分(g/kg)。速效钾和速效磷含量的测定采用原子分光光度计测定。

2.3 数据分析

2.3.1 植物群落物种多样性

(1) 群落物种丰富度指数。

$$R = S$$

式中:R——群落物种丰富度指数;S——群落中的总物种数。

(2) 物种多样性指数(Shannon Wiener 指数)

$$H = - \sum P_i \ln P_i$$

式中:H——Shannon Wiener 指数, $P_i = N_i / N$ 。

(3) 生态优势度指数(Simpson 指数)

$$D = \sum N_i(N_i - 1) / N(N - 1)$$

式中:D——Simpson 指数;N——群落中全部种的总个体数; N_i ——第*i*种的个体数。

(4) 均匀度指数(Pielou 指数)

$$E = H / \ln S$$

式中:E——Pielou 指数。为了避免个体大小对计算结果的影响,本文在计算时用各物种的重要值来代替其个体数。即:重要值 = 某一物种盖度 / 所有种盖度之和 × 100。

2.3.2 数据统计 数据统计分析用 SPSS 13.0,作图采用 Excel。

3 实验结果与分析

3.1 贝沙堤植物物种组成分析

由表 1 可以看出,样方的野外调查共发现 20 种植物,主要有芦苇、砂引草(*Messerschmidia sibirica*)、青蒿(*Centaurea picris*)、萝摩(*Metaplexis japonica*)、铁扫帚(*Lespedeza euneata*)、獐茅(*Aeluropus litoralis*)、苍耳(*Siberia Cocklebur*)、茜草(*Rubia cordifolia*)、二色补血草(*Limonium bicolor*)、蒙古蒿(*Artemisia mongolica Fisch*)、杠柳(*Periploca sepium Bunge*)、乌菘莓(*Cayratia japonica*)、碱蓬、草木樨(*Astragalus melilotoides*)、天门冬(*Asparagus dauricus*)、竹叶草(*Commelina communis*)、阿尔泰紫菀(*Aster tataricus*)、大穗结缕草(*Zoysia macrostachya*)、苣荬菜(*Sonchus arvensis*)、东亚滨藜(*Atriplex centralasiatica*)等。其中芦苇、砂引草是贝沙堤植被的主要优势种。王子堡地区共出现 16 种植物,主要有芦苇、砂引草、青蒿、萝摩、铁扫帚、二色补血草、蒙古蒿等;大口河地区共出现 9 种植物,主要有芦苇、砂引草、獐茅、大穗结缕草等。芦苇、砂引草、青蒿、铁扫帚、獐茅是王子堡地区和大口河地区共同出现物种。

表 1 调查样地出现物种的重要值

物种	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	出现频次
芦苇		34	19	74		24	15	24	33	38	18	79	16	18	41		12
砂引草	53	30	19		20		29		10	62	24	21	40	41		100	11
青蒿					11	10		47	17						30		5
萝摩	24		8	4	11												4
铁扫帚			3					7							8		3
獐茅							12							24	3		3
苍耳	6		1														2
茜草		5	2														2
二色补血草				19			45										2
蒙古蒿				23		66							20				2
杠柳			21														1
乌菘莓			4														1
碱蓬				3													1
草木樨					52												1
天门冬					6												1
竹叶草								23									1
阿尔泰紫菀									26								1
大穗结缕草											57						1
苣荬菜														17			1
东亚滨藜															18		1
种数	3	3	9	4	5	3	4	4	4	2	3	2	0	4	5	1	

3.2 贝沙堤群落结构分析

依据群落外貌结构和植物种类组成等特征,对野实地调查所获得的 16 个样方进行了分析,并按照样方中建群种和优势种的重要值归纳为 7 个群落类型,分别为砂引草群落、芦苇群落、蒙古蒿群落、草木樨群落、二色补血草群落、青蒿群落、大穗结缕草群落,分布于向海侧、贝沙脊上、向陆侧 3 种生境。

砂引草群落主要分布于向海侧,分布区含盐量高,群落结构简单,盖度较低,伴生种常有苍耳、萝

摩、二色补血草等。

草木樨群落、青蒿群落、大穗结缕草群落等多分布于贝沙脊上,群落分布区土壤水分较差,群落结构较为复杂,盖度较高,50%以上,伴生种常有砂引草、天门冬等。蒙古蒿群落、芦苇群落广泛分布于向陆侧,群落分布区土壤基质较为稳定,群落结构复杂,盖度较高,物种组成丰富,伴生种常有草木樨、青蒿、野青茅(*Deyeuxia*)、杠柳等植物。

表 2 不同样地的群落结构

样地	群落类型	丰富度指数	辛普森指数	香农维纳指数	均匀度	盖度/%	生物量/g	优势种
A1	砂引草	3.0	0.2	0.6	0.6	52	91.2	砂引草、萝摩
A2	芦苇	3.0	0.8	1.9	1.4	92	252.7	芦苇、砂引草
A3	蒙古蒿	9.0	0.9	1.5	0.7	93	359.5	蒙古蒿、杠柳
B1	芦苇	4.0	0.2	0.6	0.6	100	560.7	芦苇、二色补血草
B2	草木樨	5.0	0.6	2.0	0.9	60	422.1	草木樨、砂引草
B3	蒙古蒿	3.0	0.6	1.9	1.0	100	294.8	蒙古蒿、芦苇
C1	二色补血草	4.0	0.7	2.1	0.2	40	202.6	二色补血草、砂引草
C2	青蒿	4.0	0.5	1.4	1.0	40	181.7	青蒿、芦苇、竹叶草
C3	芦苇	4.0	0.5	1.4	0.7	75	242.7	芦苇、阿尔泰紫菀
D1	芦苇	2.0	0.0	0.0	0.0	6	84.3	芦苇、砂引草
D2	大穗结缕草	3.0	0.3	0.9	0.6	40	152.3	大穗结缕草、砂引草
D3	芦苇	2.0	0.6	1.5	1.1	10	151.2	芦苇、砂引草
E1	砂引草	4.0	0.3	0.7	1.0	30	110.1	砂引草、章茅
E2	砂引草	4.0	0.4	0.9	1.3	42	198.2	砂引草、章茅
E3	芦苇	5.0	0.7	2.2	1.1	40	61.4	芦苇、青蒿
F	砂引草	1.0	0.5	0.9	1.3	30	50.1	砂引草

3.3 贝沙堤群落结构与土壤理化性质的关系

从表 3 可以看出,贝沙堤植物群落的丰富度指数与贝沙基质中水溶性碳呈极显著相关,与水溶性氮呈显著性相关,群落多样性的辛普森指数、香农威

娜指数、均匀度指数、盖度、生物量等与贝沙中的水溶性碳呈显著相关;贝沙中的含盐量、含水量、速效磷、速效钾与群落的生物多样性、盖度和生物量没有显著影响。

表 3 植物群落结构与土壤环境因子的相关性分析

群落结构	含盐量	速效钾	含水量	速效磷	水溶性碳	水溶性 N
丰富度	- 0.187	0.243	- 0.072	0.334	0.749 **	0.578 *
辛普森指数	- 0.288	0.279	0.147	0.326	0.531 *	0.416
香农维纳指数	- 0.384	0.368	0.294	0.079	0.500 *	0.448
均匀度	- 0.008	- 0.165	- 0.092	0.249	0.079	0.076
盖度	0.098	0.285	0.403	0.119	0.516 *	0.313
生物量	0.203	0.069	0.157	0.002	0.488 *	0.239

**表示极显著相关; *表示显著相关

3.4 人为破坏对贝沙堤植被结构的影响

由表 1 可以看出,王子堡和大口河地区的物种分布和物种数目也有一定差异,大口河地区受旅游和居住区的影响,植被分布主要以砂引草和獐茅、芦苇等禾本科植物为主,植被种类组成简单,而王子堡

植物种类较多,物种从水生 - 中旱生 - 旱生不等。由表 4 可以看出,王子堡地区生物多样性指数、生物量和盖度都明显高于大口河地区,这是由于大口河地区人为影响强烈的原因。

表 4 王子堡与大口河两地植物群落特征比较

地点	香农 维纳	辛普 森	生物量/ g	丰富 度	盖度/ %	
向海	王子堡	0.75	1.9	854.5	8	64
	大口河	0.73	1.22	172.4	3	18
滩脊	王子堡	1.07	2.58	856.5	9	64
	大口河	0.70	2.14	400.6	4	41
向陆	王子堡	1.01	2.63	897.0	11	89
	大口河	0.94	2.52	262.7	5	25

4 结论

通过野外调查,在滨州北部贝沙堤地区共发现 20 种植物,主要有芦苇、砂引草、青蒿、芨芨、铁扫帚、獐茅、蒙古蒿等,其中芦苇、砂引草是贝沙堤植被的主要优势种。在向靠海侧、大陆脊上、向陆侧 3 种生境条件下,共存在 7 种群落类型。植被群落多样性指数、盖度和生物量与贝沙中水溶性碳呈显著正相关,而通常认为主要制约因子含盐量对群落结构影响不显著,含水量、速效磷、速效钾对生物多样性、盖度和生物量也没有显著影响。由于人为活动的影响,王子堡和大口河地区的物种分布存在明显差异,大口河地区植被分布以砂引草、芦苇等为主,植被种类组成简单,生物多样性指数、生物量和盖度较低;而王子堡植物种类较多,生物多样性、生物量和盖度较大。

参考文献:

- [1] 马晓勇,上官铁梁. 太岳山森林群落物种多样性[J]. 山地学报, 2004, 22(5): 606-612.
- [2] Steven W. Gabrey. Plant Community Composition and Biomass in Gulf Coast Chenier Plain Marshes: Responses to Winter Burning and Structural Marsh Management, *Environmental Management*, 2001, 27(2): 281-293.
- [3] 王宏,张金起,张玉法,等. 渤海湾西岸的第一道贝沙堤的年代学研究及 1 千年来的岸线变化[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2000, 20(2): 7-14.
- [4] 高玉巧,刘立. 渤海湾贝沙堤研究现状及意义[J]. 海洋地质动态, 2003, 19(5): 7-9.
- [5] 潘怀剑,田家怡,古奉天. 黄河三角洲贝沙海岛与植物多样性保护[J]. 海洋环境科学, 2001, 20(3): 54-59.
- [6] 刘志杰,庄振业,韩德亮,等. 鲁北贝沙滩脊沉积特征及发育环境分析[J]. 海洋科学, 2005, 29(2): 12-17.
- [7] 田家怡. 黄河三角洲生物多样性研究[M]. 青岛: 青岛出版社, 1999: 363-367.
- [8] Russell & Howe. Cheniers of southwestern Louisiana. *Geogr. Rev.*, 1935, 25: 449-461.
- [9] Howetal. Reports on the geology of Cameron and Vermilion Parishes [J]. Louisiana Geological Survey Geological Bulletin, 1935, 6: 242.
- [10] 李世瑜. 古代渤海湾西部海岸遗迹及地下文物的初步调查研究[J]. 考古, 1962: 652-657.
- [11] 王颖. 渤海湾西部贝沙堤与古海岸线问题[J]. 南京大学学报, 1964, 8(3): 424-443.
- [12] 孙志国. 黄河三角洲贝沙堤的铅同位素特征[J]. 海洋地质动态, 2003, 19(9): 9-12, 21.
- [13] 孙志国. 黄河三角洲贝沙堤的锶同位素特征[J]. 海洋地质动态, 2003, 19(7): 19-22.
- [14] Coleman J M. Dynamic changes and processes in the Mississippi River delta [J]. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 1988, 100: 999-1015.
- [15] Byrne J V, LeRoy D O, Riley C M. The Chenier Plain and its stratigraphy, southwestern Louisiana [J]. *Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans.*, 1959, 9: 237-259.
- [16] Wang Hong, Mark van Strydonck. Chronology of Holocene cheniers and oyster reefs on the coast of Bohai Bay, China [J]. *Quaternary Research*, 1997, 47: 192-205.
- [17] Liu C, Walker H J. Sedimentary characteristics of cheniers and the formation of the chenier plains of east China [J]. *Journal of Coastal Research*, 1989, 5: 353-368.
- [18] Kaczorowski R T. The Louisiana chenier system - some preliminary reinterpretations and refinements [J]. *Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans.*, 1980, 30: 427-430.
- [19] Randolph A, McBride, Matthew J, et al. Byrnes. Coastal morphodynamics and Chenier - Plain evolution in southwestern Louisiana, USA: A geomorphic model [J]. *Geomorphology*, 2007, 88: 367-422.
- [20] 贾艳杰. 海平面变化、黄河改道与贝沙堤发育关系的探讨[J]. 陕西师大学报: 自然科学版, 1995, 12.
- [21] Ervin G. Otvos. Beach ridges - definitions and significance [EB/OL]. *Geomorphology*, 32 _ 2000. 83-108
- [22] Federico Ignacio Isla, Marcela A, Espinosa. Coastal environmental changes associated with Holocene sea level fluctuation: southeastern Buenos Aires, Argentina [J]. *Quaternary International*, 1995, 26: 55-60.
- [23] Saito Yoshiki, Wei Helong, Zhou Yongqing, et al. Delta progradation and chenier formation in the Huanghe (Yellow River) delta, China [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2000, 18: 489-497.
- [24] Stuiver M, Braziunas T F. Modeling atmospheric ^{14}C influences and ^{14}C ages of marine samples to 10000 BC [J]. *Radiocarbon*, 1993, 35: 137-189.