

样线法在北方基岩性海岛植被调查中的应用效果评价

——以北长山岛为例

孙昕雨,张丽婷,张莹,刘祥宇,孙嘉蔚,宋帅

(国家海洋局北海海洋技术保障中心 青岛 266033)

摘要:植被是海岛生态系统的重要组成部分。由于海岛陆地环境与大陆的差异性,现有的陆域植被调查方法不能完全适用于海岛植被。亟须结合现有成熟的陆地植被调查方法,选取不同类型的海岛,对调查方法中的关键环节进行实地测试,积累数据进行统计分析,以得到适用于海岛特殊地理环境海岛植被调查技术方法。文章针对植被调查中的样线法,以北长山岛两种不同面积的调查区域为例,对比分析不同样线设置方法,明确在该岛屿何种坡向、坡位,何种类型植物群落中设置样线,以及设置多长的样线才能够较为完整地代表该调查区域的植物物种丰富度,同时降低大量的调查时间,最终确定最优的海岛样线设置原则,为海岛植被群落调查中样线的有效选择提供科学依据。

关键词:样线法;种—长度曲线;物种丰富度;调查效率;北长山岛

中图分类号:P7 文献标志码:A 文章编号:1005—9857(2020)09—0062—07

Evaluation of Line Transect Sampling Method in Vegetation Survey of North Rock Island: take North Changshan Island for example

SUN Xinyu,ZHANG Liting,ZHANG Ying,LIU Xiangyu,SUN Jiawei,SONG Shuai

(North China Sea Marine Technical Support Center,SOA,Qingdao 266033,China)

Abstract:Vegetation is an important part of island ecosystem.Due to the distinction of vegetation from mainland vegetation,the existing mainland sampling method cannot be entirely applied to the islands.Hence it is necessary to combine the existing mainland vegetation sampling methods,to select different types of islands to test the key links of the methods,and to accumulate data for statistical analysis,so as to obtain the technical methods suitable for island vegetation sampling.Aiming at the application of Line Transect Method in island vegetation survey,this paper chose two different survey areas of North Changshan Island as examples,compared different sample line

收稿日期:2019-10-31;修订日期:2020-08-24

作者简介:孙昕雨,工程师,硕士,研究方向为生态学

通信作者:张丽婷,高级工程师,硕士,研究方向为环境科学与资源利用

setting methods, clarified how to set the sampling line in different kind of slope direction, slope position, and types of plant communities, and how long the sampling line could be set in order to represent the island more completely. Finally, the optimal principle of setting up the island sample line was determined, which provided scientific basis for the effective selection of the sample line in the investigation of island vegetation community.

Key words: Line Transect Sampling Method, Species-length curve, Species richness, Investigation efficiency, North Changshan Island

0 引言

海岛陆地生态系统是一个相对独立完整的生态系统,可以看作是一个微型的陆地环境,其生态环境和群落结构与陆地相似,具有陆地生态系统的特征^[1-2]。但由于特殊的地理位置、有限的生境面积和显著的地理隔离,造成了海岛与陆地生物之间的物种交流产生阻碍,这使得海岛生态系统成为相似于陆地,又在小面积内分布有大量的特有种的特殊生态系统,有生物学研究“自然实验室”之称^[3]。海岛植被是海岛生态系统的重要组成部分,在调节气候、保持水土、美化景观、发挥生态功能等方面有重要作用^[4]。近年来,由于受到资源短缺、自然灾害、人为干扰、气候变化等负面因素的影响,海岛植被种类减少,多样性降低,生态系统脆弱化加剧,被破坏的生态系统难以恢复^[5]。因此,海岛植被作为岛陆生态系统的重要组成部分必须进行重点研究。

目前我国海岛植被调查工作基本都属于植被资源调查,大多数调查都遵循陆地植物群落学原则,采用群落样地的调查方法,对海岛植被的物种、盖度、多度等群落组成要素进行调查^[6-9]。然而作为一种区别于陆地的特殊生境,由于其形成导致海岛具有地形较陆地相对复杂、立地条件差、植被生长受限和土壤贫瘠等特征,岛陆植被生态系统相对脆弱和不稳定,受到海洋环境影响较大^[5],与陆地植被群落特征具有明显的不同。基于这个理论,传统的陆地植被调查方法在海岛岛陆的适用性值得进一步讨论,因而在进行海岛植被调查时,需依据海岛自然地理特征和不同类型群落的生态学特征等,在传统植被调查方法的基础上加以变化,以得到针

对海岛的调查方法。

样线法(line transect method)指在某个植物群落内或者穿过几个群落取一直线,沿线记录此线所遇到的植物并分析群落结构的方法^[10]。在陆地植被调查中,样线法多应用于大尺度的植被群落研究中,可以有效地平衡样地空间异质性^[11]。不同样线设计方法对同一群落植物多样性、群落结构等因子得到的调查结果不尽相同,从而影响植物多样性调查的准确性和可靠性,而且还因耗时及人力投入不同会影响到植物多样性调查的工作效率^[12-14]。

本研究以山东省长岛县北长山岛植被群落为研究对象,参考陆地植被调查中样线设置方法,对比分析不同样线设置方法,明确在海岛植被群落的何种坡向、坡位,以及设置多长的样线才能够较为完整地代表该群落植物丰富度,同时减少调查时间投入、提高调查效率,最终确定适合于该群落的最优的样线设置方法,并对植被调查方法关键技术环节进行实地测试,以期在海岛植被群落调查方法的编制提供有效的科学依据。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域概况

北长山岛位于长岛群岛南部,海岛略呈长形,长轴北西向延展,面积为 7.98 km²,海岛岸线长度为 15.4 km。北长山岛共有大头山、长条山、嵩山、西大山、羊鼻子山、北山、海螺山 7 座山体,最高点位于中部的嵩山,高程为 195.7 m,为长岛群岛第二大岛。北长山岛拥有典型的海岛生态系统,分布有海滨(湿地)生态系统、岛屿生态系统、滨海植被生态系统等。岛陆植被覆盖较好,林木覆盖率

为 42%。森林群落的分层现象比较明显,岛上以北方植被常见的常绿针叶林、落叶阔叶林为主。另外在沿海低平潟湖区,生长一些耐碱植物,如怪柳、碱蓬等植物^[15],能较完整地代表北方海岛的生态系统,满足不同类型植被群落调查方法研究的需求。

1.2 野外调查方法

1.2.1 调查区域选择

2018 年 6 月 1—7 日,采用样线法对北长山岛植被进行了详细调查,并利用统计学方法对样线布设方法、样线长度等调查要素进行验证。

调查组先对整个北长山岛进行了全岛踏查,了解北长山岛的山体走势、地形地貌以及植被群落的大致分布,并对北长山岛植被类型大致划分为天然和半天然森林、灌丛和草丛(旱生草丛、滨海盐生草丛、水生植被)。参考以往调查数据^[16-17],比较北长山岛大小不等的 7 座山体的植被群落结构特征,发现组成北长山岛山地生态系统的植被类型大致相同,为节省调查时间,最终选择两处代表性生境进行样线法的验证调查:海岛北面由羊鼻子山、北山和海螺山相连而形成一处为南—西北走向,呈狭长带状的代表性山体样地,为调查 A 区域。双礁为北长山岛海岸带一处凸起的独立礁体,为调查 B 区域。两处调查区域可以分别验证在不同调查面积、不同高度下样线设置方法。

1.2.2 样线设置方案

通常来说,对于温带地区,其植被多样性普遍与海拔呈负相关关系,即物种总数(多样性)随海拔升高而不断减少^[18]。因此,推断一般来说山脚处具有最高的物种多样性。此外,在进行植被调查时,考虑到海拔高度的影响,应在不同海拔梯度设置多条样线进行调查。对于北长山岛,其地形属于低山丘陵,根据以往经验,首先应在山脚处设计一定宽度的环形样线;由于其海拔不高,梯度不明显,只在沿山脊处设计第二条山脊样线,另外根据山体面积的大小,选择合适区域设计从山脚到山顶的 V 型样线,即可覆盖不同高度下的植被。A、B 区域的样线

设计如下。

(1)A 区样线:山体分为东南坡和西北坡,样线设置原则是在山体的两侧设置样线,兼顾山体两侧植被信息;由于此处山脊海拔最高 197.5m,植被相对保护完好,根据经验可能分布有区域性的顶级植物群落,因此根据山脊线设置样线能很好地对调查结果进行补充;此外,为了能够最大限度包含不同海拔梯度的植被类型,分别沿山体的两个坡面(阴、阳坡)设置 3 条 V 型样线。故调查组在 A 区域共调查 5 条样线,分别为山体环线样线,山脊样线以及 3 条 V 型样线。

(2)B 区样线:双礁为近似圆形的小型山体,同 A 区域的样线设置原则一样,第一条样线是在山体两侧设置环形样线,由于该山海拔较低,覆盖面积小,较难分辨山脊的位置,因此第二条样线为 V 型样线。

1.2.3 样线调查方法

按照设定的样线,利用 GPS 进行定位,并利用奥维互动地图记录样线轨迹。调查时,由于该海岛沿海山体普遍存在较严重的山体滑坡现象,如遇到障碍无法通过,则在该样线附近另外寻找可行走的路线以补足缺失的长度;若确实无法找到可行走的路线,则重新开始样线。在调查过程中,为验证最优样线及最短调查距离,采取物种累积曲线方法判断样线距离是否能充分反映物种组成,即从起点起按照一定间隔记录样线上约 20 m 宽度的物种名称和该物种出现的位置,间隔距离以 10 m 开始,每 10 m 记录间隔内新增物种名称及种类数,当新增物种种数开始减少,以 20 m、40 m、80 m 逐步成倍扩大间隔距离并记录,直到新增物种数不再出现。最终绘制样线距离—物种数曲线,当曲线开始趋于平缓,至曲线平伸处所对应的样线长度即可代表整条样线,所对应的物种数即该条样线上统计得到的物种数量。样线调查过程中,尽可能当场鉴定并记录所有野生植物种类、形态特征、生境等信息,对不能当场鉴定的植物制作标本,带回实验室进行鉴定。标本鉴定依据《中国植物志》《山东植物志》及其他文献资料^[19-20]。

2 结果与分析

2.1 群落结构及物种组成概况

北长山岛植被类型主要为半天然森林、灌丛和草丛(旱生草丛、滨海盐生草丛、水生植被),以及人工栽培木本和草本植被。群落分层现象明显,有乔木层、灌木层和草本层 3 个基本层次,除此之外还有少数层间植物如藤本植物。乔木层以常绿针叶林为主,黑松分布较为广泛,以及以黑松、麻栎、刺槐为主的针阔混交林和落叶阔叶林。黑松林与针阔混交林下的植被组成也不完全相同。黑松林的灌木种类较丰富,优势种为乔木刺槐幼树,此外还有荆条、紫穗槐、扁担木、酸枣、榆、二色胡枝子、构树;而混交林的灌木组成单一,优势种只有黄荆和扁担木。黑松林与混交林的草本层植被种类较为相似,优势种均为披针叶苔草,混交林下菊科草本植物较多,如猪毛蒿、野菊、黄花蒿等。

A、B 区域物种组成和群落结构见表 1、表 2。

表 1 A 区主要植物群落特征

群落类型	物种丰富度/种	平均高度/m	总盖度/%	优势种
黑松群落	10	6.62	85	黑松、刺槐、黄荆
黑松 + 刺槐群落	8	9.18	90	刺槐、麻栎、黑松
黑松 + 扁担木群落	12	1.55	60	黑松、扁担木、绿叶蛇葡萄
黑松 + 麻栎群落	13	1.82	75	黑松、麻栎、黄荆
野菊群落	15	0.25	80	野菊、野古草、狗尾草
碱蓬群落	12	0.15	70	碱蓬、茜草、木防己

表 2 B 区主要植物群落特征

群落类型	物种丰富度/种	平均高度/m	总盖度/%	优势种
黑松 + 麻栎群落	6	7.23	90	麻栎、黑松、黄荆
碱蓬群落	3	0.15	45	碱蓬、茜草

2.2 样线累计物种数

图 1 至图 8 分别显示了 A、B 区域各样线的样线距离-物种数曲线图,图中可以看出,累计种数在样线开始时上升较快,当样线行走到一定距离时,累计种数开始增长缓慢,最终达到稳定值,所达到的稳定值即代表了该条样线所包含的物种数^[21]。调查组沿理论样线进行调查时,由于该区域山体在面向沙滩段存在非法采石现象,山体生态环境被严重破坏,导致调查路线无法继续前进,调查组在样线附近按实际行进路线记录实际样线长度。各样线上所统计的累计物种数如图 9 所示,可看出 A 区域共调查到植被 138 种,几条样线中统计到物种数最多的是环线样线,共调查到植被 114 种,占有植被总数的 82.6%;山脊样线共调查统计到 74 种,3 条 V 型样线共调查到植物 76 种,这两种样线调查到的植被物种数量均达到总物种数的 60%。B 区域共调查到物种 74 种,其中,环形样线涵盖了该区域 100%的植物物种,两条 V 型样线分别调查到植物物种 54 种、58 种,累计共调查到物种 74 种,占该区域植被物种总数的 100%。

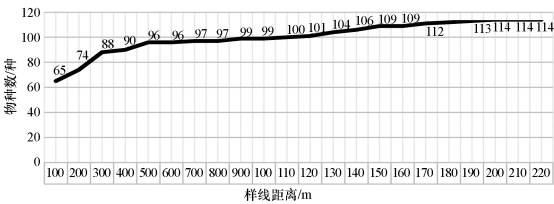


图 1 A 区山脚环线样线距离与物种数关系

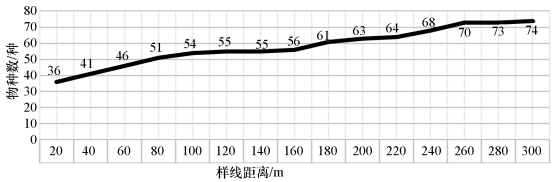


图 2 A 区山脊样线距离与物种数关系

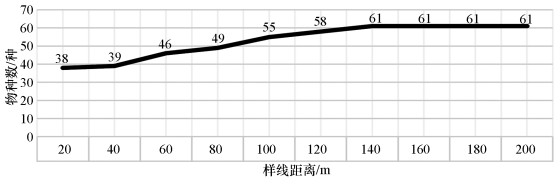


图 3 A 区 v 型样线 1 距离与物种数关系

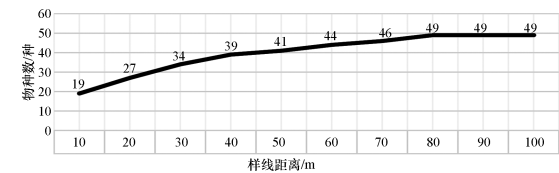


图 4 A 区 v 型样线 2 距离与物种数关系

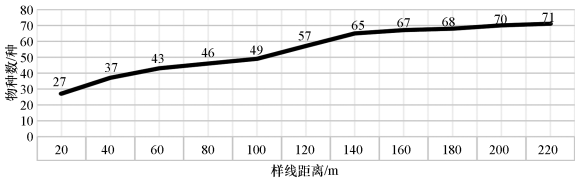


图 5 A 区 v 型样线 3 距离与物种数关系

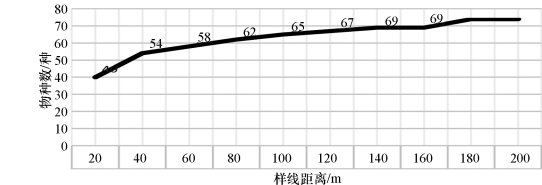


图 6 B 区山脚环线样线距离与物种数关系

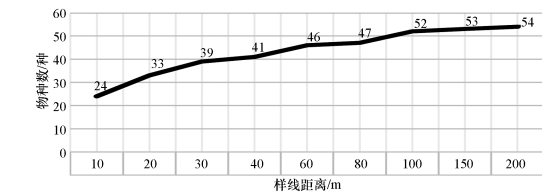


图 7 B 区 v 型样线 1 距离与物种数关系

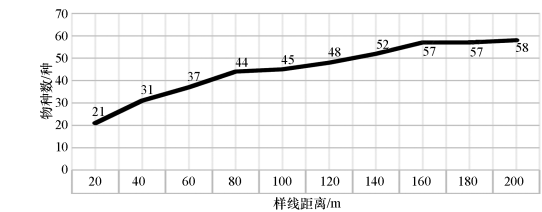


图 8 B 区 v 型样线 2 距离与物种数关系

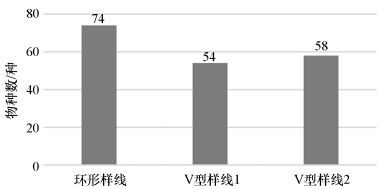
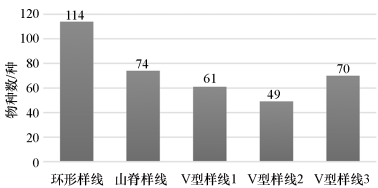


图 9 各样线累计物种数统计

比对,发现一条样线不足以覆盖到该调查区域的全部植物物种,故将几条样线进行组合,以期得到最优样线调查路线。

A 区:环线样线已经可以覆盖该调查区域植被物种总数的 70% 以上,而且在环线中沿滨海沙滩段的样线,尽管涵盖的植物种类比例较低,但是对该调查区域植被调查起到了关键的补充作用,因为在沙滩这类完全区别于山地的土壤生境中,出现了其他样线中未出现的特有沙生盐生植被种类(碱蓬 *Suaeda glauca*、芦苇 *Phragmites australis* 等 5 种)。在几种样线组合方案中,沿山体环线样线+山脊样线的组合涵盖了 138 种植物物种和 6 种群落类型,囊括了本次调查在该区域发现的所有植被种类和群落类型,而且山脊处较为完整地保存着地带性的植物(景天科植物种类),沿着山脊线设置的样线对环形样线的调查结果起到了补充的作用(表 3)。

表 3 A 区各样线组合结果

样线设置	物种数/种	群落类型数目/种	物种数比例/%	群落类型比例/%
环线	114	6	82.6	100
山脊	74	5	53.6	83.3
V 型	76	5	55.1	83.3
环线+山脊	138	6	100.0	100
环线+V 型	127	6	92.0	100
山脊+V 型	98	6	71.0	100

2.3 最优样线设计方案

通过对各样线上植物物种数和群落类型进行

B 区:该区域各条样线涵盖的群落类型以及植被类型情况(表 4)的统计,第一条沿山体环线样线涵盖了 74 种植物物种和 2 种群落类型,囊括了此处所调查到的全部群落类型和植被种类。第二种两条交叉 V 型样线同样涵盖了 74 种植物物种,2 种群落类型,但因 V 型样线调查所消耗的时间更长、人力更多,在实际调查时更推荐使用第一种环形样线。

表 4 B 区各样线组合结果

样线设置	物种	群落类型	物种数	群落类型
	数/种	数目/种	比例/%	比例/%
环线	74	2	100	100
V 型	74	2	100	100
环线+V 型	74	2	100	100

3 结论

通常样线法是监测植被物种丰富度的主要方法^[22-23]。海岛多存在山地、沙滩等特殊地形,通过样线法开展资源调查时,会因山谷或陡坡的阻挡无法严格按照设计样线进行直线式行走。因此可在理论样线附近布设实际样线进行调查,并借助 GPS 的轨迹记录功能精确记录实际样线长度。利用样线法得到的数据结果显示,一定长度的样线即可满足物种统计的要求,当样线增加到一定长度时,所观测到的物种数能达到物种总数的 80%以上。实际沿样线进行调查过程中,在累计物种数趋于稳定后,剩余样线长度可按照踏查方法粗略查看,在植被生境发生较大变化时,可重新开始样线。

海岛一般属于低山丘陵,海拔不高,本次调查海岛北长山岛山地植被类型较为单一,山脊线两侧坡面的植被类型受气候海拔影响程度较陆地山地小,沿山脚坡面两侧一定宽度的环形样线调查,均能同时兼顾山体两侧的植被信息(80%以上),而且由于沙滩是不同于山地的一种海岛特殊土地类型,分布着海岛特有的草本植物,环形样线还能调查到必须沙滩分布的植被群落。对于山脊不明

显的海岛山体,沿山体两侧的环形样线能够最全面地反映植被组成;而对于山脊较长,较为明显的山体,除了沿山体两侧的环形样线外,山脊样线对调查结果起到了很好的补充作用。

参考文献

[1] LAGERSTRIM A,NILSSON M C,WARDLE D A.Decoupled responses of tree and shrub leaf and litter trait values to eco-system retrogression across an island area gradient[J].Plant and Soil,2013(1).

[2] NOGUÉ S,NASCIMENTO L,JOSÉ MARÍA FERNÁNDEZ-Palacios,et al.The ancient forests of La Gomera,Canary Islands, and their sensitivity to environmental change[J].Journal of Ecology,2013(2).

[3] STUESSY T F,JAKUBOWSKY G,ROBERTO SALGUERO GÓMEZ,et al.Anagenetic evolution in island plants[J].Journal of Biogeography,2006,33(7):1259—1265.

[4] 许洛山,赵慈良,刘翔宇,等.浙江普陀山岛植被区划方案[J].浙江农林大学学报,2018,35(4):657—663.

[5] KATOVAI E,BURLEY A L,MAYFIELD M M.Understory plant species and functional diversity in the degraded wet tropical forests of Kolombangara Island,Solomon Islands[J].Biological Conservation,2011(1).

[6] 蔡燕红,宋振亚,李亚蔚,等.中国陆地与海岛植被分类研究综述与展望[J].海洋学报,2016,38(4):95—108.

[7] 王金旺,魏馨,陈秋夏,等.温州沿海小型海岛植物丰富度和 β 多样性及其影响因子[J].生态学报,2017,37(2):523—540.

[8] 池源,郭振,石洪华,等.南长山岛草本植物多样性及其影响因子[J].华中师范大学学报,2015,25(6):967—978.

[9] 彭思羿,胡广,于明坚.千岛湖岛屿维管植物 β 多样性及其影响因素 [J].生态学报,2014,34(14):3866—3872.

[10] BUCKLAND S T,TURNOCK B J.A robust line transect method[J].Biometrics,1992,48(3):901—909.

[11] 宋永昌.植被生态学[M].上海:华东师范大学出版社,2001:35—39.

[12] 白永飞,李凌浩,王其兵,等.锡林河流域草原群落植物多样性和初级生产力沿水热梯度变化的样带研究[J].植物生态学报,2000,24(6):667—673.

[13] 李海涛,刘小丹,张克斌,等.14 宁夏盐池南海子湿地交错带判定及植被稳定性分析[J].草业科学,2016,33(12):2544—2550.

[14] 孟凡栋,王常顺,朱小雪,等.西藏高原金露梅灌丛草甸物种丰富度和生物量取样方法探讨[J].生态学杂志,2016,35(12):3435—3442.

[15] 张骞.庙岛群岛植物群落结构研究[D].济南:山东师范大学,2008.

[16] 郑丽婷,苏田,刘翔宇,等.庙岛群岛典型植物群落物种、功能、结构多样性及其对环境因子的响应[J].应用生态学报,2018,29(2):343—351.

[17] 陈连增 中国海岛志[M].北京:海洋出版社.2013:79—81.

[18] 方精云,唐志尧.植物物种多样性的垂直分布格局[J].生物多样性,2004,12(1):20—28.

[19] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,2010.

[20] 陈汉斌.山东植物志[M].青岛:青岛出版社,1990.

[21] 姜恕.草地生态研究方法[M].北京:中国农业出版社,1988.

[22] 汪诗平,李永宏,王艳芬,等.不同放牧率对内蒙古冷蒿草原植物多样性的影响[J].植物学报,2001,43(1):89—96.

[23] STOHLGREN T J, BULL K A, OTSUKI Y. Comparison of rangeland vegetation sampling techniques in the Central Grasslands[J]. Journal of Range Management, 1988, 51: 164—172.