



东北师范大学

长白山人参撈荒地草本植物功能多样性研究

学 院： 生命科学学院

指导教师： 刘鞠善

小组组长： 张天瑞

小组成员： 冯 佳 李 苗

 刘陶钢 石 珂

 杨斐钰 鞠美玉

日 期： 2017 年 9 月 1 日

长白山人参撂荒地草本植物功能多样性研究

张天瑞, 冯佳, 李苗, 刘陶钢, 石珂, 杨斐钰, 鞠美玉

东北师范大学生命科学学院, 长春 130024

摘要: 全球尺度上生物多样性以极其惊人的速度降低, 这对生态系统功能构成了潜在的威胁, 故而生物多样性与生态系统功能多样性的关系受到研究者的普遍关注。人参是长白山地区的重要经济产业, 但由于一系列问题致使人参栽培区无法连作, 且其恢复也需要较长的时间。由于人参生长环境的特殊性, 人参撂荒地植被恢复的深入研究尚少见。本次论文对露水河镇不同年限的人参撂荒地(2006年、2007年、2009年、2011年、2013年)进行研究, 分别随机选取6个1m*1m的样方, 对其中不同植株的高度、频度、密度、生物量、植株直径以及叶面积等加以测定, 根据其结果进行物种多样性、功能多样性与生物量关系的分析与总结。我们得出结果, 随着撂荒年限的增长, 植物物种丰富度、功能丰富度和功能均匀度有逐渐增加的趋势, 而功能分歧度有逐渐减少的趋势。植物生物量与密度呈正比关系, 随着植物高度的增加, 生物量逐渐减少; 随着物种丰富度、香浓维纳多样性、功能丰富度和功能均匀度的增加, 生物量逐渐增加。

本文通过对不同年限人参撂荒地草本植物功能多样性研究, 探究草本植物在人参撂荒地植被演替机制中的作用, 对人参撂荒地生态系统恢复机制的探究起到重要意义。

关键词 人参撂荒地草本植物 功能多样性

引言:

当前全球水平的生物多样性正在以超出人们想象的速度降低, 这一结果已经成为受人类影响的宏观生态过程及自然生态系统维持的威胁。物种多样性是生物多样性的最主要内容, 物种多样性不仅与物种的数目有关, 也与物种的各自功能有关, 即与物种功能多样性有关^[1]。越来越多的研究证据表明, 植物功能多样性与生态系统功能关系密切, 在一定程度上能够反映生态系统功能的变化^[2]。

中国人参(野山参)分布于太行山脉上党一带, 长白山脉及其迎山区和大、小兴安岭一带的林区。长白山区的人参栽培历史悠久。用于栽培人参的土地通常是由当地的针阔叶混交林开垦而来, 一般使用3-4年后, 被废弃、撂荒, 再去开垦新的参地。对于老参地的恢复, 露水河镇采取自然恢复与人工恢复相结合的方法, 以加快植被的恢复, 恢复出一个稳定的植物群落, 使受破坏的生态系统恢

复到受干扰前的状态^[3]。人参撂荒地的恢复和再利用是一个亟待解决的问题^[4]。本文通过对长白山地区不同年限人参撂荒地草本植物的功能性状的测定,进行草本植物功能多样性研究。植物功能性状是指植物体具有的与其定植、存活、生长和死亡紧密相关的一系列核心植物属性,这些属性能够显著影响生态系统功能,并能够反映植被对环境变化的响应^[5]。随着功能生态学的发展,关于植物功能多样性的研究受到越来越多研究者的重视,尤其是功能多样性对生态系统过程的作用。功能多样性指数分为功能丰富度、功能均匀度、功能相异度及功能发散度。相比只包括物种有或无的物种多样性,功能多样性更能直接体现植物在生态系统中所起的作用。植物功能多样性在种群、群落和生态系统尺度上,都已成为解决重要生态学问题的可靠途径。

本文通过对人参撂荒地草本植物的功能性状的测量,进行人参撂荒地草本植物功能多样性研究,探究草本植物在人参撂荒地植被演替机制中的作用,对人参撂荒地生态系统恢复机制的探究起到重要意义。

1 材料和方法

1.1 研究地点概况

长白山区有广义与狭义之分,广义长白山一般指长白山系,即中国东北部和朝鲜北部山地高原的总称,在中国主要包括长白山主脉、千山山脉、龙岗山脉、威虎岭、张广才岭等多个分支;狭义的长白山则特指长白山旅游区。本文研究区域为广义长白山区。长白山区的核心区为吉林境内的长白山。吉林长白山位于中国东北吉林省东南部的中朝交界处,是中国东北地区松花江、鸭绿江和图们江 3 大河流的发源地。由于特殊的自然条件及历史、社会原因,使得长白山成为我国乃至全球自然生态系统保存最为完整的地区之一。该区属于温带大陆性季风气候,冬季寒冷而漫长,夏季温暖多雨且短暂。气候随海拔高度的变化较大,山脚表现出典型的暖温带气候,山顶表现出复杂、多变的近极地气候。巨大的海拔差异导致了水热条件的不同,从而形成了从下至上明显的环境梯度,造就了长白山类型多样的自然植被。南北植物种渗入。

露水河镇地处中纬度内陆山区,位于长白山下,属北温带大陆性东亚风气候,年平均气温 2.9℃,年平均降水量 894 mm,年平均相对湿度 170.3%,年平均日照时数 1965.8 h,冬季漫长、寒冷,夏季多雨、气温潮热,春秋两季干燥,平均无霜期 110 d 左右,属典型的长白山地带气候。露水河地区自然资源丰富,植物繁多,全镇以人参为主的中小药材、山野菜等经济植物上百种,素有“长白山药园”之称。

人参是吉林省优势产业,而人参连作障碍严重制约了人参产业的可持续发展。本课题针对露水河镇相应环境下的人参撂荒地,通过测定其草本群落的基本数量

特征，探究长白山人参撂荒地草本群落的功能多样性^[6]。

1.2 研究方法

1.2.1 样地及样方选择

本次我们选取露水河镇的人参撂荒地草本群落作为调查样地，来探究长白山人参撂荒地的草本群落的功能多样性，群落类型为一年蓬加杂类草群落。在选择调查样地时，应尽量选择自然状况较好、未受到明显人为干扰的地段。我们在不同年限人参撂荒地（2006 年、2007 年、2009 年、2011 年、2013 年）的样地内采用 1m×1 m 的正方形样方，并进行了 6 个重复。选取的样方在样地内应随机排列，尽可能减少主观性，而且各样方不可距离过近，避免把样方都设在植物密集、植株高大的地段或者植被稀疏、植株十分低矮的地段。之后将样方中的所有草本植物进行统计并采样。记录每个样方内草本植物的种类和数目，以此计算样地的植物丰富度、多样性等指数来比较不同年限撂荒地的植物群落特征。

1.2.2 物种功能特征的选择与测定

高度：用直尺从每株植物的基部到顶端测量其自然高度（自然高度指植物自然状态下的垂直高度），每种植物随机选择测10株。若样方中此种植物不足10株，则全部测量并记录，测量后的植株取样带回做进一步处理。根据需要还可以测定生殖枝高度，营养枝高度等。

盖度：盖度是指植物地上部分垂直投影所覆盖的面积占样方面积的百分比。

密度：密度是指单位面积上的植株数，测定时直接记录样方内的实际株数。

生物量：将样方内植物地上部分剪掉，带回实验室于65℃恒温烘干至恒重，使用电子天平称重再折算出生物量。

叶面积：每种植物选取5株，每株各随机取5枚易于测量的、不同叶位的、完全展开的叶片进行测量，并编号。数量不足的则全部进行测量。将取好的叶片正面朝上放置于叶面积仪上测量每枚叶片的面积

位面积生物量：将叶片带回实验室于65℃恒温烘干至恒重，使用电子天平测量叶片生物量，用叶片生物量除以叶面积计算得到单位面积生物量。

植株直径：对于每个年份人参撂荒地采集的所有植物，每种植物选取5株，使用游标卡尺对植株直径进行测量。

物种丰富度：样方内出现的物种数量即为物种丰富度。

香浓维纳多样性：按照以下公式计算

$$\text{Shannon-Weiner 指数: } H = - \sum_{i=1}^j P_i \log_2 P_i$$

其中， P_i 为属于种*i* 的个体在全部个体中的比例。

功能多样性的计算方法：物种的功能特征与物种在群落中的丰富度共同决定

群落（或生态系统）的功能多样性。因此，功能多样性指数的量化过程不仅要考虑物种的功能特征，而且还要涉及物种的丰富度。本文基于样方内各物种的个体数量以及植株高度、叶面积、单位面积生物量等功能特性指标计算功能丰富度、功能均匀度和功能分歧度等指标。

1.3 数据分析

本文采用单因素方差分析和多重比较比较不同撂荒年限植物生物量、密度、生物量、物种丰富度、香浓维纳多样性、功能丰富度、功能均匀度和功能分歧度之间的差异，采用 Pearson 相关分析生物量与密度、平均高度、物种丰富度、香浓维纳多样性、功能丰富度与功能均匀度的关系。

2 结果讨论与分析

由图 1 所示是不同年限人参撂荒地（2006 年、2007 年、2009 年、2011 年、2013 年）草本植物生物量、密度、平均高度的变化。生物量从 2013 年到 2006 年的变化趋势是先减少后增多，如图所示，2013 年与 2009 年人参撂荒地生物量差异显著，其他年限之间差异不显著。首先在撂荒年限较短的人参地中，生物量较多，但是由于高大的木本植物生长的越来越茂盛，遮挡了大部分的阳光，使草本植物获得的阳光减少，影响了部分草本植物的生长，使生物量有所减少。而逐渐地，随着阳光的减少，人参地的植物群落出现了更多的耐阴植物，因此生物量随着耐阴植物的增多而逐渐增多。植物能够利用的阳光以及土壤中的水分无机盐等资源都是有限的，环境资源的有限性导致样方内的物种对周围环境资源的利用存在种内和种间的竞争，由于这种竞争关系的存在，生物量不会单纯地只受样方内个体数的影响；密度从 2013 年到 2006 年的变化趋势是呈先减少后增多的趋势，2013 年和 2012 年人参撂荒地的植株密度与其它年限差异显著，2009 年、2007 年和 2006 年人参撂荒地之间的植株密度差异不显著。密度和生物量的变化趋势是相似的，受到高大木本植物的影响使光照减少，从而导致植株密度减少，而随着撂荒年限的增长，出现了越来越多的耐阴植物，使植株密度有所增加；植株平均高度在 2013 年、2011 年、2009 年、2007 年人参撂荒地之间的差异并不显著，但与 2006 年人参撂荒地差异显著，主要是由于撂荒地的物种随着撂荒年限的增加而发生改变，由开始高度较高的一年蓬等草本植物逐渐转变为高度较低的耐阴湿生植物。

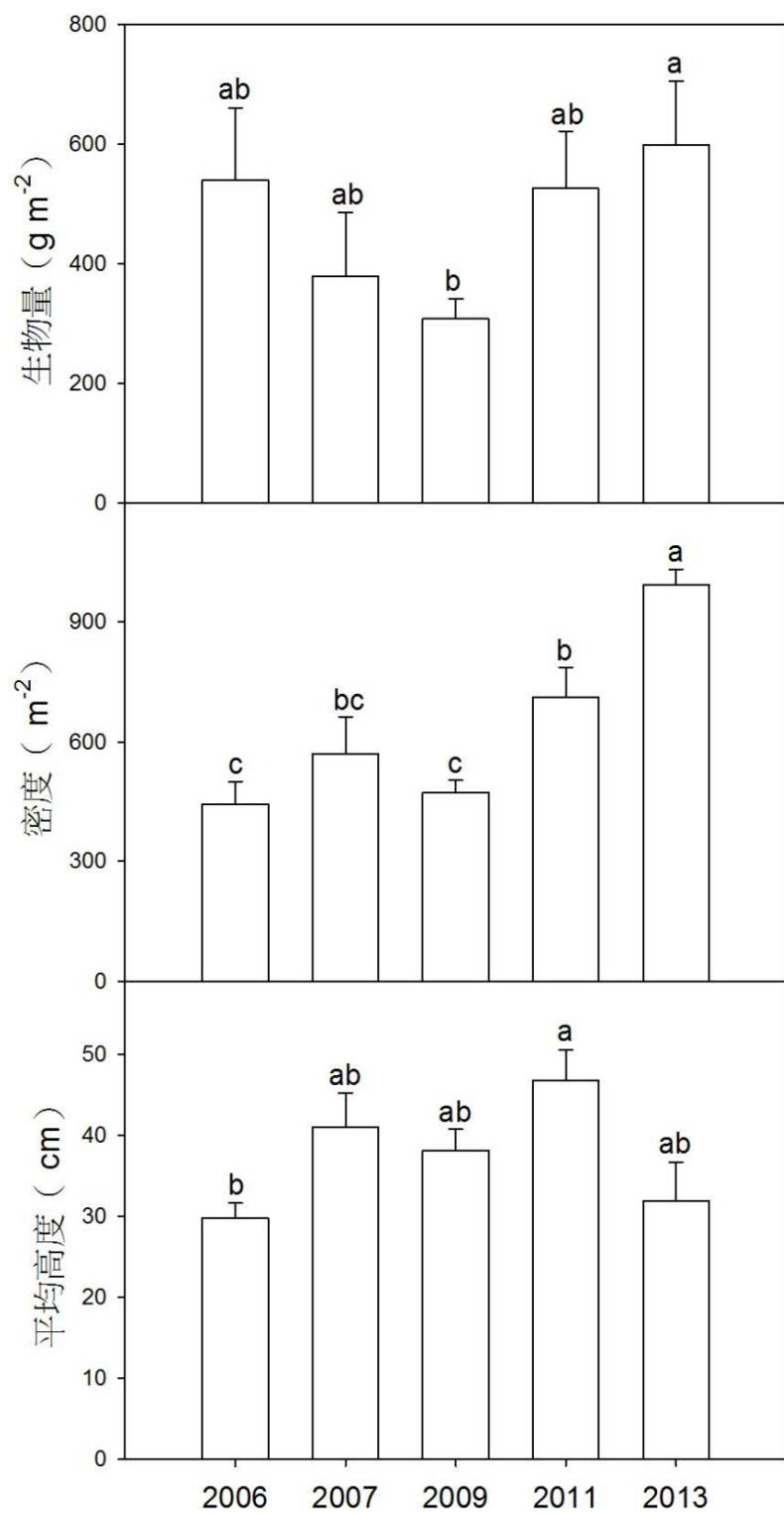


图 1 不同撂荒年限植物生物量、密度和平均高度

根据先前的研究我们已知,生物多样性是生命有机体以及它赖以生存的生态综合体的多样化和变异性,既指生命形式的多样性,又包括生命形式间以及生命形式与环境间相互作用的多样化,还涉及到群落、生态系统、生境和生态过程的

复杂性。而物种多样性是生物多样性的最重要内容。植物物种的多样性以及由此构成的植被类型的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,并在与自然环境相适应的过程中,以及在其它各种因素的作用下,形成遗传多样性。物种多样性不仅与群落中物种的数量有关,也与每个物种的个体数量、分布、共同关系以及物种的功能有关。物种多样性通常包括物种丰富度和物种均匀度,其中物种丰富度是指群落或者生境中物种数目的多少;而物种均匀度则是指物种个体数量的分配状况,反映的是物种个体分配的均匀性,也就是说物种丰富度和均匀度共同决定了物种的多样性^[7]。在本研究中,我们将重点研究物种多样性与年限之间的关系。我们将物种丰富度定义为 1m ×1m 的正方形样方内出现的草本植物密度,以 5 个平行样作为对象,探究物种多样性与年限的关系。

如图 2 所示,随着撂荒年限的增加,草本植物物种丰富度整体呈现增加的趋势,2009 年、2011 年的物种丰富度与其它年份差异不显著,而 2006 年的物种丰富度与 2007 年、2013 年差异显著。一部分原因是由于木本植物增多,使得草本植物获得的光照减少,一些喜光植物难以生存,造成草本植物多样性减少。但是随着年限的延长,土壤中无机物质的恢复,有害物质的减少等因素,使得草本植物的生物量逐渐增加。

香浓-维纳指数是用于调查植物群落局域生境内多样性(α -多样性)的指数,常与辛普森多样性指数共同使用。其公式为 $H = -\sum (P_i) (\log_2 P_i)$ 。

我们由图可以看出,随着年限的增长,香浓维纳多样性也呈现下降趋势的,而由公式可知香浓维纳系数越高,表示群落多样性越好,但同时也能代表各种个体的分配越均匀。

但是由于取样的随机性,选取的样方具有一定的差异性,导致结果未呈现较好的下降趋势。但是依然可以看出 2006 年的物种多样性明显高于之后的几年。

所以我们可以得出随着撂荒年限的增加,草本植物的生物多样性呈现上升趋势。

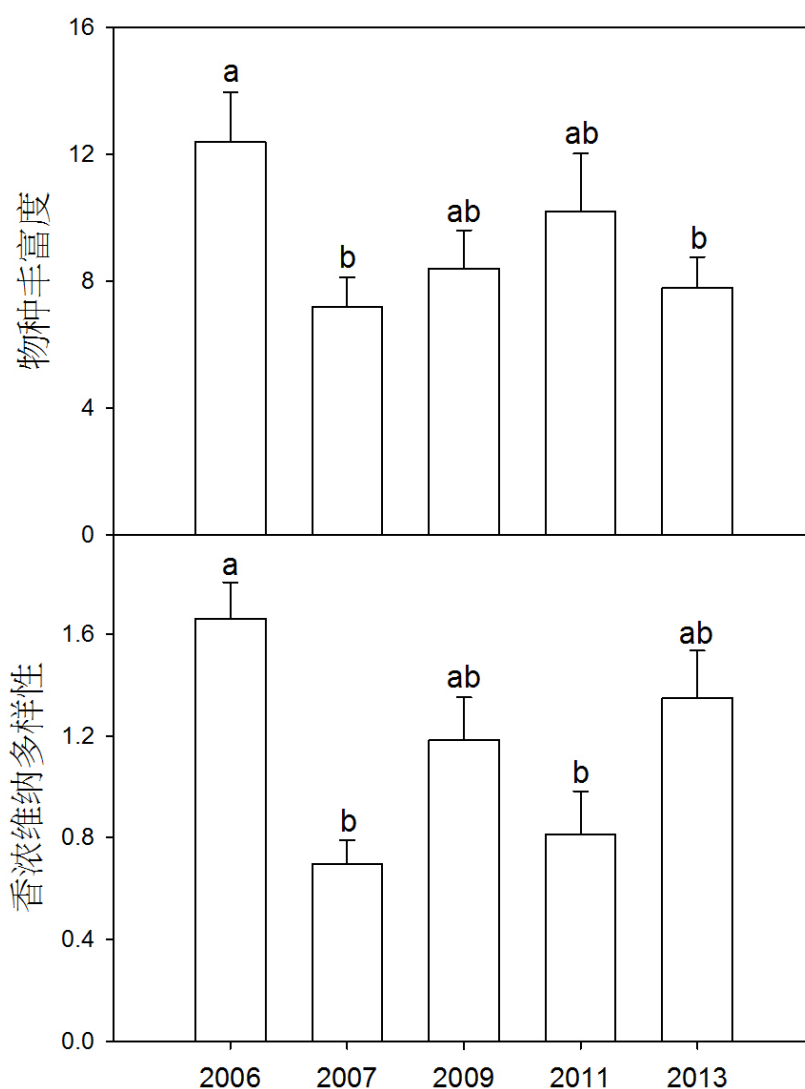


图 2 不同撂荒年限物种丰富度和香浓维纳多样性

功能多样性是指群落中物种功能的变化,物种功能是指物种为完成自身生命历程所表现出来的功能特征,功能多样性可划分为功能丰富度和功能均匀度。物种均匀度指一个群落中全部物种个体数目的分配状况。多个研究表明物种功能多样性是群落生产力的基础^[8],物种功能多样性越高,群落生产力越强,群落积累的生物量越多,对于功能多样性和物种多样性间关系的探索有助于更深入理解生物多样性和生态系统功能的关系^[9]。

如图 3 所示,功能丰富度与撂荒年限之间的关系并不明显,这可能与我们的取样的样方数过少有关,不能很全面的反映撂荒年限与功能丰富度的关系;随着撂荒年限的增长,除 07 年数据以外,功能均匀度逐渐增大,因为撂荒年限越长,植物的物种丰富度越大,植物种类的增多,使功能均匀度有所增加;2007 年、2009 年、2011 年、2013 年的功能分歧度差异不明显,但是这四年与 2006 年的功能分歧度有明显差异,分析原因,随着撂荒年限的增长,植物的多样性逐渐增

加，从最初的一年蓬等草本植物到更多种类的湿生植物，人参地的功能分歧度有所增加。

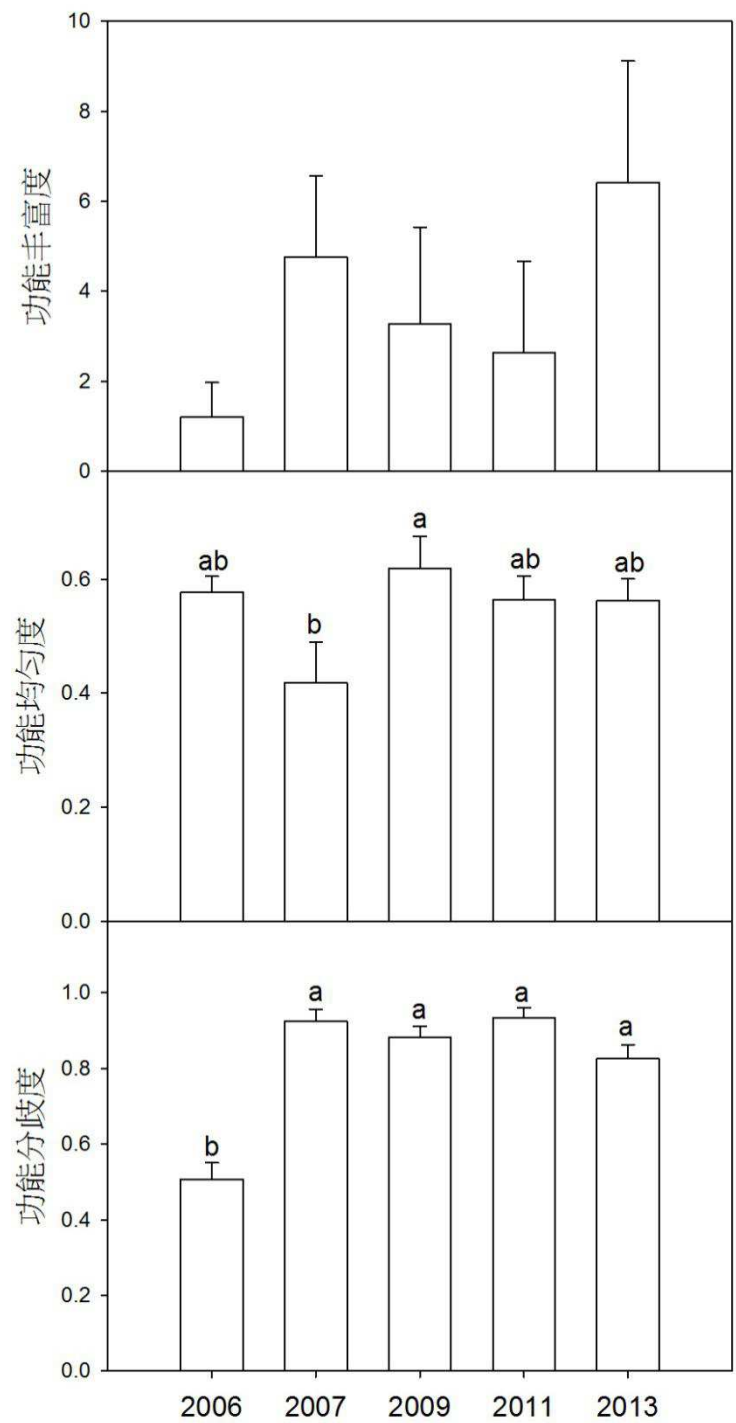


图 3 不同撂荒年限功能丰富度、功能均匀度和功能分歧度

如图 4 所示，生物量与密度成正比关系，在 1 m ×1 m 的正方形样方内，面积一定，生物量越多，则密度越大，生物量与密度之间的关系曲线具有统计学意义；生物量与高度呈显著负相关，随着群落高度的增加生物量逐渐减少；生物量与群落盖度呈显著正相关，随着盖度的增加生物量逐渐增加；生物量与群落密度

关系不显著。对于一株草本植物而言，生物量会随着植株的增高而增高，但随着群落高度的增加，由于阳光等环境资源的有限，物种间竞争会变得激烈，出现优势物种，植株高的物种会抑制其他植物的生长，从而使生物量不断降低；生物量与物种丰富度之间成正比例关系，只是关系不是十分明显，分析原因，在 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的正方形区域，植物能够利用的阳光以及土壤中的水分无机盐等资源都是有限的，环境资源的有限性导致样方内的物种对周围环境资源的利用存在种内和种间的竞争，由于这种竞争关系的存在，生物量不会单纯地只受样方内个体数的影响。同一种植物，正常状态下，形态不会有太大的变化，所以高度和盖度基本一致，若样方内一种物种过多，会使得每一个高度上对阳光的利用竞争加大。在另一方面，同一种植物对无机盐的需求一致，共同竞争特定的无机盐离子，容易导致无机盐成为限制因子。而不同植物形态结构和生理功能都是不同的，对环境资源的需求不同。所以，物种丰富度越高，植物之间的竞争压力越小，植物对环境资源的利用效率越高，导致生物量越高；生物量与香浓维纳多样性成正比例关系，香浓维纳多样性越高，表示群落多样性较好，因而，其与生物量成正比例关系；生物量与功能均匀度关系不显著，有随着功能均匀度的增加而增加的趋势，对于同一物种不同的植株，随着植株高度、盖度和株数的增加，生物量也随之增加；但对于不同的物种，若其中的某一物种高度、盖度和株数的增加，会加剧种间竞争，导致其他物种的生长受到抑制，则该样方内生物量的增加或减少无法确定，本课题植物的功能均匀度是由植物的高度、盖度以及密度按照一定的计算公式得出的，样方内植物是否均匀与其株高、盖度和株数之间并无密切联系。由于取样点数较少，不具有生物统计学意义，但仍能从上图中看出，生物量具有随着功能丰富度和功能均匀度的增加而增加的趋势。

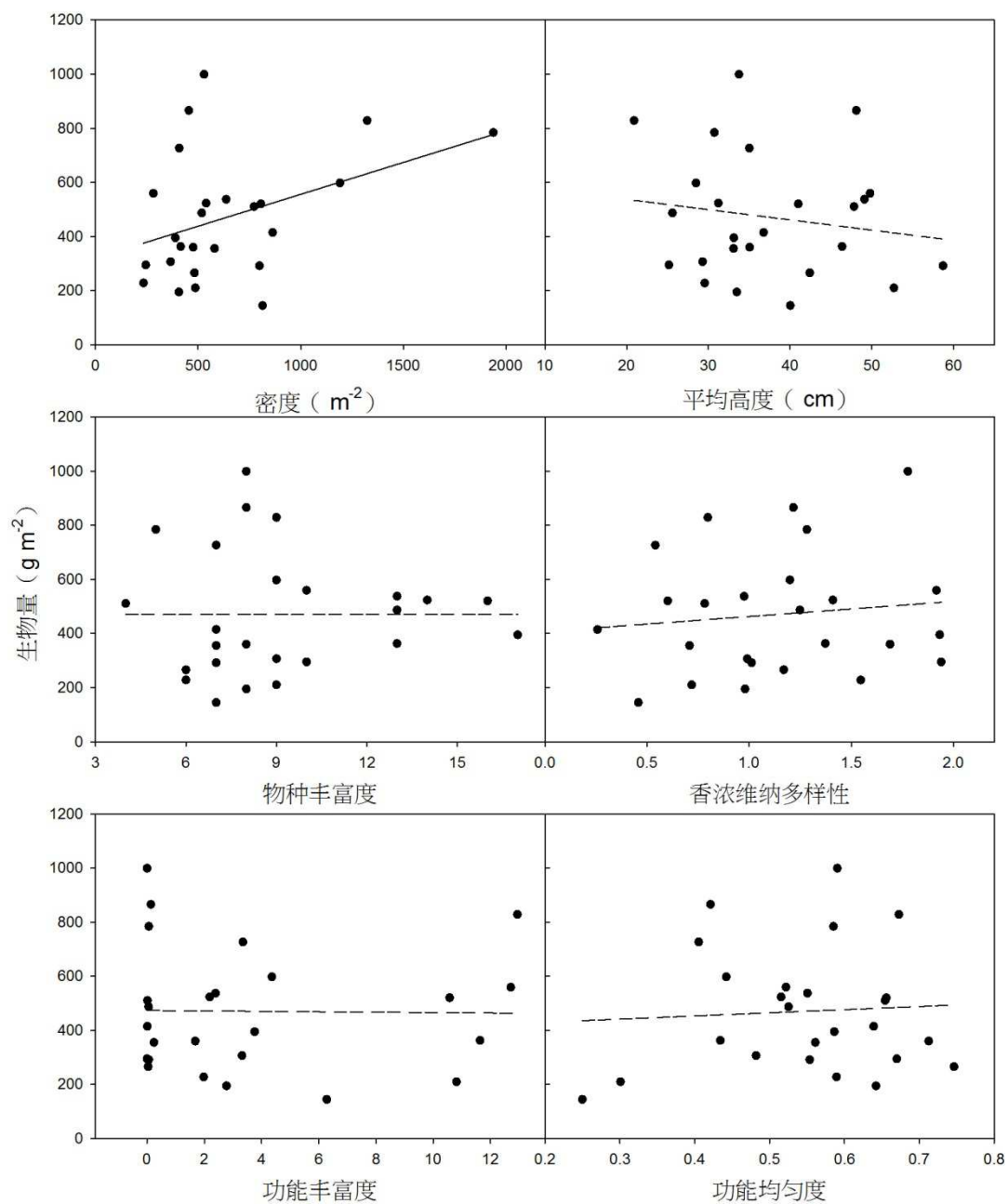


图 4 密度、平均高度、物种丰富度、香浓维纳多样性、
功能丰富度与功能均匀度与生物量的关系

3 总结

植物的生物量和密度随着撂荒年限的增加呈现先减少后增加的趋势，因为草本植物受高大木本植物遮挡阳光的影响，生物量逐渐减少，为了适应这种环境，出现了耐湿植物，使植物的生物量和密度有所增长；植物高度随着撂荒年限的增长，呈现逐渐减小的趋势，因为人参地的植物以较高的一年蓬等植物为主之间变为以高度较低的耐阴湿生植物为主，所以植物的高度有所降低。

人参撈荒地随着撈荒年限的增加,其物种丰富度和香浓维纳多样性均有所增加,虽然有个别年份的数据出现问题,我们分析是由于我们所取的样本点较少,出现了实验误差。撈荒年限越长,土壤中无机物质恢复,有害物质的减少等因素,使得草本植物的物种丰富度和香浓维纳多样性逐渐增加。

生物量与密度成显著正相关,生物量随植物高度增高而逐渐减少,由于环境资源有限,种间竞争变激烈,植株高的物种会抑制其他植物的生长,从而使群落生物量不断降低;生物量与物种丰富度之间的关系不明显,随香浓维纳多样性增加而增加;生物量与功能丰富度和功能均匀度的关系均不显著,但均有随之增加而增加的趋势,若群落中某一物种导致其他物种的生长受到抑制,则该样方内生物量的增加或减少无法确定,因此生物量与功能丰富度的关系不显著。本课题植物的功能均匀度是由植物的高度、盖度以及密度按照一定的计算公式得出的,样方内植物是否均匀与其株高、盖度和株数之间并无密切联系。功能多样性可划分为功能丰富度和功能均匀度,多个研究结果表明物种功能多样性是群落生产力的基础,物种功能多样性越高,群落生产力越强,群落积累的生物量越多。

致谢

在小组成员的共同努力下,我们终于将本篇实习论文顺利完成。在论文的写作过程中,我们遇到了无数的困难和障碍,都在老师细心指导和小组成员的帮助下克服了。尤其要强烈感谢我们的论文指导老师,刘鞠善老师。在选题过程、课题实验进行过程以及论文修改过程,老师都耐心的为我们进行指导与帮助。另外,在数据收集和论文的写作过程中,我们也得到了许多同学的理解、帮助和建议,在此一并致以诚挚的谢意。

感谢这篇论文所涉及到的各位学者。本文引用了数位学者的研究文献,如果没有各位学者的研究成果的帮助和启发,我们将很难完成本篇论文的写作。

由于我们的学术水平有限,所写论文难免有不足之处,恳请各位老师批评和指正!

参考文献

- [1]张金屯, 范丽宏.物种功能多样性及其研究方法[M].北京.山地学报, 2011:513-519
- [2]雷羚洁,孔德良.植物功能性状、功能多样性与生态系统功能:进展与展望 [M].生态学报.2016:922-931
- [3]祝廷成.羊草生物生态学[M].长春:吉林科学技术出版社,中国,2004: 545-547
- [4]刘志平 还林条件下不同恢复年限的老参地植物物种多样性研究[D].东北师范大学.2012

- [5]马克平, 黄建辉, 于顺利, 陈灵芝. 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指数[J]. 生态学报, 1995, 03:268-277.
- [6]邵财 人参连作障碍感化作用研究 [D] 中国农业科学院.2009
- [7]宋彦涛.松嫩草地植物功能生态学研究[D].东北师范大学.2012.
- [8]张金屯, 范丽宏. 物种功能多样性及其研究方法[J]. 山地学报, 2011, 05:513-519.
- [9]李晓刚.模拟放牧和土壤资源获得性对高寒草甸物种多样性、功能多样性与初级生产力关系的影响[D].陕西师范大学.2012.