

文章编号: 1000-2286(2004)01-0031-06

西藏拉孜县草地植物群落的 TWINSpan 分类及其物种多样性研究

李海涛¹, 贺金生², 倪志诚³, 周榜第³, 李乾振³, 沈文清⁴(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院 植物研究所, 北京 100044; 3. 西藏自治区
生物研究所, 西藏 拉萨 850000; 4. 北京林业大学 森林资源与环境学院, 北京 100083)

摘要: 应用双向指示种(TWINSpan)分类技术对西藏拉孜县草地植物群落的 71 个样方进行分类和生物多样性研究; 根据丰富度、均匀度和多样性指数, 对分类后得到的群落类型进行排序, 并探讨环境因子和草地植物群落多样性指标之间的关系。TWINSpan 分类的结果表明, 上述草地植物群落可以划分为 22 个群落类型。通过海拔高度、经度、纬度、坡向和坡度与 3 个多样性指标的相关分析, 只有海拔高度与均匀度之间呈显著的负相关关系, 即随着海拔的升高均匀度降低, 而其它的环境因子与多样性指标之间无显著相关关系存在。

关键词: 西藏; 草地; TWINSpan; 物种多样性**中图分类号:** Q949 **文献标识码:** A

A Study on TWINSpan Classification of Meadow Plants in Lazi County, Tibet

LI Hai-tao¹, HE Jin-sheng², NI Zhi-cheng³ZHOU Bang-di³, LI Qian-zhen³, SHEN Wen-qing⁴

(1. Institute of Geography Sciences and Natural Resources, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. Institute of Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China; 3. Institute of Biology Sciences, Tibet Autonomous Region, Lazi 850000, China; 4. College of Forest Resources and Environment Sciences, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Seventy-one meadow plots in Lazi County, Tibetan were classified by Two-way Indicator Species Analysis. Meanwhile, species richness, evenness indexes and Shannon diversity index in these plots were calculated, and their correlation with elevation, longitude, latitude, aspect and slope were also analyzed. The results showed that the investigated plots were divided into 22 divisions. Among all the environmental factors, only elevation was negatively correlated with evenness index at the significance level of 0.01, and there was no significant correlation between the other factors and three biodiversity indexes.

Key words: Tibet; meadow; Two-way Indicator Species Analysis; species diversity

植物群落类型的分类与排序是植物数量生态研究的重要内容。生物多样性研究是当前世界生态系统研究的一大热点, 其中物种多样性的研究尤为引人注目, 构成生物多样性保护与利用的基础。

收稿日期: 2003-05-20

作者简介: 李海涛(1968-), 男, 理学博士, 副研究员, 主要从事生态系统生态学及生物多样性研究。

青藏高原地处世界屋脊,气候条件独特,植物群落类型丰富。作为世界第三极,其植物群落类型的数量分析及物种多样性为世界所瞩目。

西藏拉孜县受气候、土壤等诸多因素影响,境内草地资源较为丰富,灌木及森林几乎没有,因此草地植被构成了畜牧业生产的基础。由于该地长期以来多为天然草地放牧,虽然存在着某种传统的季节转场规律,但不太严格且随意性很大,因此在草地资源利用方面存在着管理粗放、过牧超载、草地退化等问题,制约着畜牧业经济的健康发展。

本文以该区草地植物群落的生态环境和生物多样性保护为目的,采用 TWINSpan 分类法,对其进行数量分析及物种多样性研究,以便为合理保护利用当地草地资源提供依据。

1 研究区域概况

拉孜县位于西藏自治区南部偏西地区,地处藏南拉轨岗日山脉以北和雅鲁藏布江中游西段,行政上隶属日喀则行署管辖。其东部、南部与萨迦县接壤,西南部与定日县相连,西部和西北部与昂仁县为邻,东北部与谢通门县毗连。该县地跨北纬 $28^{\circ}7' \sim 29^{\circ}8'$,东经 $87^{\circ}45' \sim 88^{\circ}30'$,海拔高差超过 2 558 m,具有较大的环境梯度。全县土地总面积为 4 382.6 km²,总人口中农业人口占 90.9%,牧业人口占 10.1%。畜牧业生产在全县国民经济总产值中占 29.62%。

该县属于雅鲁藏布江外流区域,地势高亢,以高山宽谷地貌为主。境内海拔高度在 3 900 ~ 6 458 m 之间,县本部属于冈底斯山脉东段南坡前山带,一般海拔高度在 4 000 m 以上。境内气候干旱少雨,夏凉、冬寒、日照强烈,垂直变化明显,属于暖湿半干旱气候。据该县气象站 1985 年资料,年平均气温为 6.9 °C,绝对最低温为 -16 °C,绝对最高温为 25.6 °C;积温较低,大于等于 0 °C 的活动积温不超过 2 000 °C,大于等于 10 °C 的活动积温在 1 000 °C 以下;无霜期 226 d;年降水量为 329.9 mm,其中 6 ~ 9 月降水量约占全年的 93.82%,年蒸发量为 2 532.8 mm,几乎是降水量的 7.7 倍;相对湿度为 41.3%;全年日照时数为 3 179.1 h,日照率为 72%。风力较大,持续时间长,大风季节从每年 11 月至次年 4 月,最大风速为 32 m/s。由于该县位于高山地区,气候垂直变化剧烈,气温随海拔的升高而逐渐下降,而降水量却略有增加。

该地区土壤主要发育分布着灌丛草原土(阿嘎土)、高山草原土(莎嘎土)、亚高山草甸土(淡黑毡土)、高山草甸土(草毡土)。其中第二类为草原土壤系列,主要分布在干暖的河流谷地、山麓和山地麓坡,土体有不同程度的碳酸盐聚积,有机质含量不高,比较贫瘠,多呈中碱性反应;后二类为草甸土壤系列,在以中生的高草群落覆被下形成,表层常有一定程度的草根盘结层,有机质含量较高,多呈微酸性至中性反应,主要分布于山地的阴坡。此外,在河滩水泛地和沿河低阶地,还零散分布着隐域的半水成的草甸土(毡状草甸土)等。

受上述自然条件影响和制约,县境内没有天然森林的生长,灌木的种类也极其有限,广阔的山地基本上为草本植物所占据。在沿江河谷地带和山麓洪积扇上以及沙砾质河滩发育着以砂生槐为优势的灌木丛植被或以菊科、蒿属植物、白草(*Pennisetum flaccidum*)、棘豆(*Oxytropis* spp.)、黄芪(*Astragalus* spp.)、草沙蚕(*Tripogon hookerianus*)等小半灌木和禾草组成的群落;山地阳坡由于干旱、石砾质强、土壤贫瘠,主要生长着以蒿类为主的草原和以锦鸡儿、蒿属、禾草组成的灌草植被;山地阴坡则主要分布着以高山蒿草(*Kobresia pygmaea*)、西藏蒿草(*Kobresia tibetica*)、苔草(*Carex* spp.)为优势的高寒草甸植被。此外在某些地势低洼的泥沙质潮湿的河滩地上,还发育着一些以苔草、蒿草为优势的沼泽化草甸。这些是该县重要的草地资源,也是畜牧业赖以发展的重要物质基础。

2 资料与分析方法

2.1 资料来源及内容

群落生态数据来自 1988 年西藏生物所和中国科学院植物研究所青藏高原考察队的样方资料。共设样方 71 块,对每块样地都记载了植物种类组成、群落层次结构及种的多度、盖度以及坡向、坡度,样方面积为 1 m²,全部样地共含植物 117 种(详见表 1)。通过地形图查对获得各样方的海拔高度及经纬度。

表1 西藏拉孜县草地群落物种名录

植物名称	拉丁名	植物名称	拉丁名	植物名称	拉丁名
高山韭	<i>Allium sikkimense</i>	寡穗茅	<i>Littledalea tibetica</i>	木根香精	<i>Anaphalis xylorhiza</i>
多刺绿绒蒿	<i>Meconopsis horridula</i>	和叶点地梅	<i>Androsace geraniifolia</i>	穗花韭	<i>Milula spicata</i>
匙叶点地梅	<i>Androsace integra</i>	滇紫草	<i>Onosma paniculatum</i>	垫状点地梅	<i>Androsace tapete</i>
瓶尔小草	<i>Ophioglossum vulgatum</i>	垫状蚤缀	<i>Arenaria musciformis</i>	刺参	<i>Oplopanax elatus</i>
蚤缀	<i>Arenaria serastium</i>	藏玄参	<i>Oreosolen wattii</i>	青藏蒿	<i>Artemisia duthreuil-de-rhinsii</i>
固沙草	<i>Orinus thoroldii</i>	一枝蒿	<i>Artemisia macrocephala</i>	山萝卜	<i>Orthosiphon wulfenoides</i>
纤毛蒿	<i>Artemisia spp.</i>	落芒草 y	<i>Oryzopsis munroi</i>	西藏蒿	<i>Artemisia wellbyi</i>
鸭趾花	<i>Oxygraphis glacialis</i>	团垫黄芪	<i>Astragalus arnodii</i>	轮叶棘豆	<i>Oxytropis chiliophylla</i>
劲直黄芪	<i>Astragalus strictus</i>	棘豆	<i>Oxytropis kansuensis</i>	定日黄芪	<i>Astragalus tingriensis</i>
鹅毛棘豆	<i>Oxytropis sericopetala</i>	蒺藜叶黄芪	<i>Astragalus tribulifolius</i>	阿拉善马先蒿	<i>Pedicularis alaschanica</i>
扁穗草	<i>Blysmus compressus</i>	腋花马先蒿	<i>Pedicularis axillaris</i>	川青锦鸡儿	<i>Caragana tibetica</i>
扭歪马先蒿	<i>Pedicularis oliveriana</i>	苔草	<i>Carex spp.</i>	白草	<i>Pennisetum flaccidum</i>
小角柱花	<i>Ceratostigma minus</i>	糙苏	<i>Phlomis younghusbandii</i>	小蓝雪花	<i>Ceratostigma minus</i>
车前	<i>Plantago asiatica willd</i>	香叶芹	<i>Chaerophyllum villosum</i>	高原早熟禾	<i>Poa alpigena</i>
菊叶香薷	<i>Chenopodium foetidum</i>	大叶蓼	<i>Polygonum macrophyllum</i>	杂配藜	<i>Chenopodium hybridum</i>
尼泊尔蓼	<i>Polygonum nepalense</i>	高原芥	<i>Christolea crassifolia</i>	圆穗蓼	<i>Polygonum sphaerostachyum</i>
聚头薊	<i>Cirsium souliei</i>	戟叶蓼	<i>Polygonum thunbergii</i>	苦苣苔	<i>Conandron ramondoides</i>
叉枝蓼	<i>Polygonum tortuosum</i>	栓果芹	<i>Cortiella caespitosa</i>	二裂委陵菜	<i>Potentilla bifurca</i>
兰钟花	<i>Cyananthus hookeri</i>	委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	金露梅	<i>Potentilla fruticosa</i>
黄花委陵菜	<i>Potentilla chrysantha</i>	葶苈	<i>Draba nemorosa</i>	翻白草	<i>Potentilla discolor</i>
披碱草	<i>Elymus dahuricus</i>	臭蚤草	<i>Pulicaria insingis</i>	麻黄	<i>Ephedra sinica</i>
高原毛茛	<i>Ranunculus tanguticus</i>	画眉草	<i>Eragrostis pilosa</i>	云生毛茛	<i>Ranunculus nephelogenes</i>
小紫草	<i>Eritrichium microcarpum</i>	大黄	<i>Rheum officinale</i>	糖芥	<i>Erysimum bungei</i>
藏布红景天	<i>Rhodiola asngpo-tibetana</i>	大戟	<i>Euphorbia stracheyi</i>	红景天	<i>Rhodiola rosea</i>
荞麦叶蓼	<i>Fagopyrum tataricum</i>	圆叶红景天	<i>Rhodiola rotundifolia</i>	拉拉藤	<i>Galiun aparine</i>
高山红景天	<i>Rhodiola sacra</i>	粗壮龙胆	<i>Gentiana robusta</i>	齿叶红景天	<i>Rhodiola serrata</i>
假龙胆	<i>Gentianella angustiflora</i>	鹅观草	<i>Roegneria kamoji</i>	白背大丁草	<i>Gerbera nivea</i>
苞叶凤毛菊	<i>Saussurea obvallata</i>	水葫芦苗	<i>Halerpestes cymbalaria</i>	费菜	<i>Sedum aizoon</i>
藏芥	<i>Hedinia tibetica</i>	蝇子草	<i>Silene fortunei</i>	藏东堇菜	<i>Viola kunawarensis</i>
三蕊草	<i>Sinochasea trigyna</i>	阿尔泰狗哇花	<i>Heteropappus altaicus</i>	砂生槐	<i>Sophora moorcroftiana</i>
青藏狗哇花	<i>Heteropappus boweri</i>	狼牙刺	<i>Sophora moorcroftiana</i>	狗哇花	<i>Heteropappus hispidus</i>
长芒草	<i>Stipa bungeana</i>	天胡荽	<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	丝颖针茅	<i>Stipa capillacea</i>
角蒿	<i>Incarvillea sinensis</i>	针茅	<i>Stipa capillata</i>	细叶嵩草	<i>Kobresia capillifolia</i>
细叶针茅	<i>Stipa lessingiana</i>	高山嵩草	<i>Kobresia pygmaea</i>	紫花针茅	<i>Stipa purpurea</i>
嵩草	<i>Kobresia bellardii</i>	蒲公英	<i>Taraxacum sikkimense</i>	西藏嵩草	<i>Kobresia tibetica</i>
高山唐松草	<i>Thalictrum alpinum</i>	短柄嵩草	<i>Kobresia prattii</i>	柔籽草	<i>Thylacospermum caespitosum</i>
粗壮嵩草	<i>Kobresia robusta</i>	草沙蚕	<i>Tripogon hookerianus</i>	兰舌草	<i>Lancea tibetica</i>
狼毒	<i>Wikstroemia dolichantha</i>	大丁草	<i>Leibnitzia nepalensis</i>	黄鹌菜	<i>Youngia simulatrix</i>
紫草	<i>Lithospermum erythrorhizon</i>				

2.2 分析方法

2.2.1 TWINSpan 分类方法 植物群落的形成、发展都与其周围环境有密切关系。分类的目的就是为了在一定程度上揭示这些关系,从而为植被的管理、利用和改造及农林牧业的发展提供科学依据。

分类有正分析和逆分析,前者指用属性对实体进行分类,后者指用实体对属性进行分类。本次研究中采用正分析,以物种为属性对样方实体进行分类。植物群落的数量分析采用二元指示种分析(TWINSpan)^[1], TWINSpan 软件是康奈尔大学所编制的“康奈尔生态学程序”(CEP: Cornell Ecological Programs)系列的一个标准程序。

2.2.2 多样性计算方法 “生物多样性”广义地讲,是指地球上所有有生命的资源,是 40 亿年以来生物进化的结果,它包括几百万种的动物、植物和微生物以及它们所拥有的基因,还包括这些生物和其环境所构成的生态系统^[4]。

无论从什么角度讨论生物多样性,总要计算多样性指数值。目前提出的大量多样性指数可以分为三类: α 多样性指数、 β 多样性指数和 γ 多样性指数^[3]。其中 α 多样性指数用以测度群落内的物种多样性。 α 多样性的测度又可以分成物种丰富度指数、物种多样性指数、物种均匀度指数和物种多度模型^[4], 本文计算采用了前 3 类指数。

(1) 物种丰富度指数 S 。物种丰富度指数(Species richness)即物种的数目,是最简单、最古老的物种多样性测度方法^[4]。迄今为止仍有许多生态学家,特别是植物生态学家使用它。如果研究地区或样地面积在时间和空间上是确定的或可控制的,则物种丰富度会提供很有用的信息。否则,物种丰富度几乎没有意义。因为物种丰富度与样方大小有关,换言之,二者不独立,但二者之间又没有确定的函数关系。为了解决这个问题,一般采用两种方式:第一,用单位面积的物种数目,即物种密度来测定物种的丰富程度,这种方法多用于植物多样性研究,一般用每平方米的物种数目来表示;第二,用一定数量的个体或生物量中的物种数目即数量丰度,此法多用于水域物种多样性研究。本论文中因需要采取第一种方法。

(2) 多样性指数。所有这类指数都以一个值来表示两个概念:物种丰富度和均匀度。其中有一些指数是随丰富度和均匀度增长而增加的称之为多样性指数;另一些指数则相反,其数值是随着总的多样性的减少而增加,或随一个或几个物种的优势度增加而增加,因而这一类指数称之为优势度指数。本文采用以信息理论为基础的 Shannon 信息指数作为多样性指数。Pielou(1975)解释这种多样性是一不确定的值,决定于被随机抽取的个体的物种^[5]。物种数量越多,其分布越均一,则这个不确定的值也就越大,因此,它能很好地反映多样性状况。Shannon 信息指数的计算方法为: $H = -\sum(P_i \times \ln P_i)$, 式中 $P_i = (\text{相对盖度} + \text{相对多度})/2$, 作为样方中某一物种的重要值(0~100%)。 N_i 为第 i 个物种的个体数, N 为样方中所有种的个体数之和。

(3) 均匀度指数。我们知道多样性与物种数量有关,也与其多度分布有关。物种间多度的分布称之为均匀度(evenness)或均衡度(equitability)。本研究采用 Peet 的均匀度(C)来测定^[6]。具体定义如下:均匀度 $E = H/\ln S$, 其中 S 为物种数目, H 为 Shannon 信息指数。

3 结果分析

3.1 TWINSpan 分类结果

运用 TWINSpan 方法对拉孜县 1988 年调查的 71 个样地包括 117 种草本植物进行等级制分类,共分成 22 个草地植物群落类型。TWINSpan 分类是一个等级制的分类系统,等级划分法即指从样方总体开始,逐步一分为二,直到根据终止原则不能再分为止。它是二歧式分割法划分植物群落类型,根据“指示种”将样地与种类组成依次划分为各个等级的类型单位或生态类群^[7]。图 1 是以 TWINSpan 进行分类而产生的拉孜县植物群落类型的树状图,图 1 中第一部(D1)即植物群落样方的总体,包括所有的 71 个样方。根据终止原则不能再分为止时出现了 D16、D8、D12、D15、D18、D21、D22、D25、D26、D27、D28、D31、D33、D34、D36、D37、D38、D39、D40、D41、D42、D43 共计 22 个植物群落类型。

3.2 多样性计算结果

根据 TWINSpan 法划分的 22 个群落类型,对每一类型计算其各样方的物种丰富度指数 S 、多样性指数、均匀度指数之和,再除以该类型样方总数求平均,计算结果见表 2。

表 2 中,按物种丰富度由大到小的顺序可将 22 个植物群落排列为:一枝蒿+金露梅草地(23),苔草+一枝蒿草地(18),一枝蒿+西藏蒿草草地(17),一枝蒿+丝颖针茅(16.75),西藏蒿+青藏蒿草地(15.5),西藏蒿+西藏蒿草草地(14.4),草沙蚕草地(14),小紫草+西藏蒿草草地(12.5),一枝蒿草地

(12. 17), 西藏蒿+白草草地(12), 西藏蒿草地(12), 苔草+小紫草草地(11. 5), 砂生槐+臭蚤草草地(11. 25), 萨迦锦鸡儿草地(11), 草沙蚕+白草草地(10. 5), 一枝蒿草地+高山嵩草草地(10), 一枝蒿+细圆杆蒿草草地(9), 西藏蒿+固沙草草地(8. 5), 白草+纤毛蒿草地(7. 75), 一枝蒿+委陵菜草地(7. 5), 苔草草地(6), 苔草+劲直黄芪草地(5. 5)。

按多样性指数由大到小的顺序可将 22 个植物群落排列为: 苔草+一枝蒿草地(2. 63), 一枝蒿+金露梅草地(2. 61) 一

枝蒿+丝颖针茅草地(2. 52), 西藏蒿+西藏嵩草草地(2. 41), 西藏蒿+青藏蒿草地(2. 40), 草沙蚕草地(2. 39), 西藏蒿草地(2. 34), 一枝蒿+西藏嵩草草地(2. 3), 西藏蒿+白草草地(2. 25), 小紫草+西藏嵩草草地(2. 17), 砂生槐+臭蚤草草地(2. 01), 苔草+小紫草草地(2. 0), 一枝蒿草地(1. 78), 草沙蚕+白草草地(1. 72), 白草+纤毛蒿草地(1. 64), 萨迦锦鸡儿草地(1. 57), 一枝蒿+高山嵩草草地(1. 53), 西藏蒿+固沙草草地(1. 50), 一枝蒿+细叶圆杆蒿草草地(1. 45), 苔草+劲直黄芪草地(1. 26), 一枝蒿+委陵菜草地(1. 2), 苔草草地(1. 07)。

按均匀度指数由大到小的顺序可将 22 个植物群落排列为: 西藏蒿草地(0. 95), 苔草+一枝蒿草地(0. 911), 西藏蒿+白草草地(0. 91), 西藏蒿+西藏嵩草草地(0. 91), 草沙蚕草地(0. 91, 一枝蒿+丝颖针茅草地(0. 90), 西藏蒿+青藏蒿草地(0. 88), 小紫草+西藏嵩草草地(0. 86), 砂生槐+臭蚤草草地(0. 84), 一枝蒿+金露梅草地(0. 83), 白草+纤毛蒿草地(0. 83), 苔草+小紫草草地(0. 82), 一枝蒿+西藏嵩草草地(0. 81), 草沙蚕+白草草地(0. 75), 苔草+劲直黄芪草地(0. 74), 一枝蒿草地(0. 73), 西藏蒿+固沙草草地(0. 71), 一枝蒿+高山嵩草草地(0. 68), 萨迦锦鸡儿草地(0. 66), 一枝蒿+细圆杆蒿草草地(0. 66), 苔草草地(0. 602), 一枝蒿+委陵菜草地(0. 60)。

由上述结果可知, 苔草+一枝蒿草地和一枝蒿+金露梅草地是所有草地类型中物种丰富度和多样性指数较高的草地类型。而苔草草地、一枝蒿+委陵菜草地, 其多样性诸指标均较低。

3.3 环境因子和草地植物群落多样性指标之间的关系

为了探求上述草地植物群落多样性指标形成的原因, 我们把所有样方中的指标进行了如下分析。

(1) 海拔高度、经度和纬度指标对各样方的物种丰富度、多样性指数、均匀度指数的相关分析与回归分析;

(2) 坡向和坡度与多样性指数、均匀度指数及物种丰富度的相关分析与回归分析。其中, 为了说明

表 2 各群落类型的多样性计算结果

分类号	群落类型	丰富度指数	均匀度	多样性指数
		<i>S</i>	<i>E</i>	<i>H</i>
D8	苔草草地	6	0. 602	1. 07
D12	草沙蚕草地	14	0. 906	2. 39
D15	一枝蒿+委陵菜草地	7. 5	0. 585 5	1. 2
D16	苔草+小紫草草地	2. 5	0. 200 75	0. 46
D18	砂生槐+臭蚤草草地	11. 25	0. 841 25	2. 007 5
D21	萨迦锦鸡儿草地	11	0. 658	1. 57
D22	一枝蒿+丝颖针茅草地	16. 75	0. 897 25	2. 522 5
D25	小紫草+西藏蒿草草地	12. 5	0. 862 5	2. 17
D26	白草+纤毛蒿草地	6. 75	0. 817 5	1. 53
D27	苔草+劲直黄芪草地	5. 5	0. 739 25	1. 255
D28	草沙蚕+白草草地	10. 5	0. 750 25	1. 717 5
D31	西藏蒿草地	12	0. 945	2. 34
D33	一枝蒿+金露梅草地	23	0. 833	2. 61
D34	一枝蒿+细圆杆蒿草草地	9	0. 66	1. 45
D36	西藏蒿+白草草地	12	0. 911	2. 25
D37	西藏蒿+固沙草草地	8. 5	0. 707 75	1. 497 5
D38	西藏蒿+青藏蒿草地	15. 5	0. 877 167	2. 391 667
D39	西藏蒿+西藏嵩草草地	14. 4	0. 909 4	2. 412
D40	苔草+一枝蒿草地	18	0. 911	2. 63
D41	一枝蒿+西藏蒿草草地	17	0. 813 5	2. 3
D42	一枝蒿+高山嵩草草地	10	0. 670 167	1. 535
D43	一枝蒿草地	12. 166 67	0. 720 5	1. 783 333

光照强度随坡向的变化规律,我们对坡向值进行了处理。处理方法为:坡向值小于 180 的保持不变,大于 180 的则为 360 与原记录值之差,这样,处理后的坡向值表明了光照强度随坡向的变化趋势:坡向值越大,接受到的光照强度越大。然后用处理后的坡向值和坡度对各样方的物种丰富度、多样性指数、均匀度指数作了相关分析。主要的分析结果见表 3。

表 3 丰富度、均匀度和多样性指数与坡向、坡度等环境因子的相关系数

环境因子	多样性指标		
	丰富度	均匀度	多样性指数
坡向	0.223 6	0.265 5	0.054 4
坡度	0.121	0.281 5	0.224 6
海拔	0.075	-0.346 *	-0.128
经度	0.166	0.123	0.153
纬度	-0.017	0.276	0.134

查相关系数检验表可知,当显著性水平为 0.01,自由度为 70 时,相关系数临界值为 0.302。对照表 3 中的分析结果可知:海拔高度与物种丰富度及多样性指数之间无显著相关关系,而与均匀度则呈负相关关系;经度和纬度与 3 个多样性指标间无显著相关关系;3 个多样性指标与坡向和坡度没有显著相关关系。综上所述,环境因子中只有海拔高度对均匀度有负影响,即随着海拔的升高均匀度降低。其它的环境因子对 3 个多样性指标都几乎没有影响。

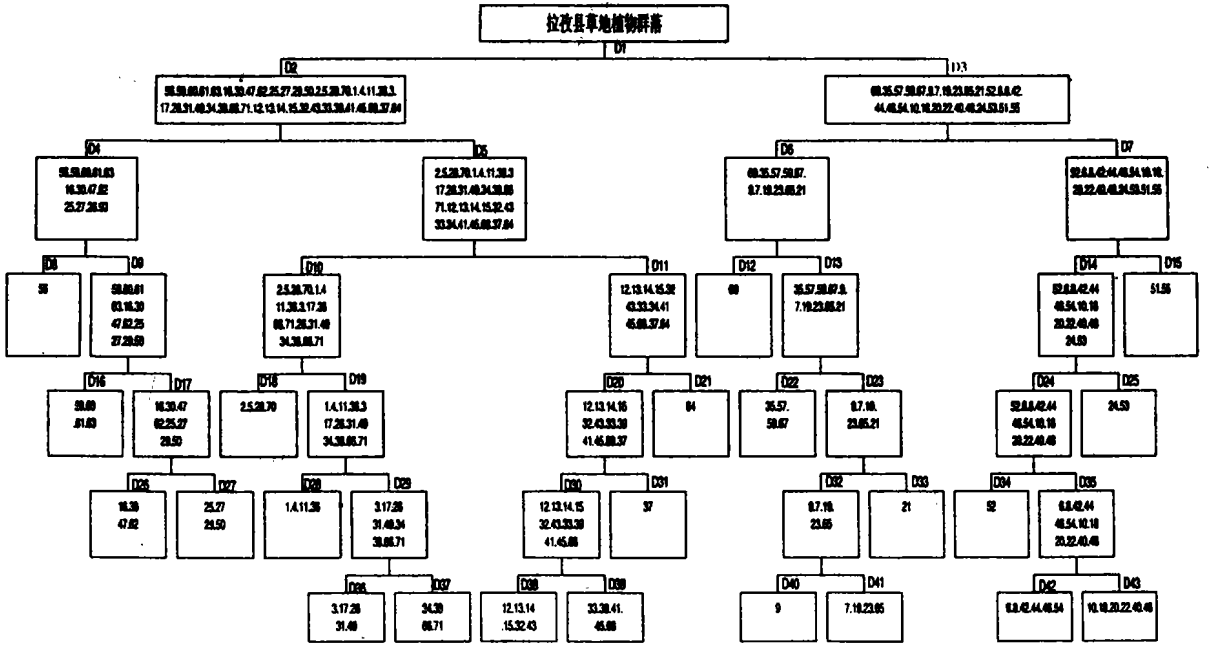


图 1 西藏拉孜县草地群落类型 TWINSpan 分类树状图

致谢:王金亭先生在本文的写作过程中给予热心指点并提供相关数据资料,张洪相同学协助计算,特此致谢!

参考文献:

[1] Kent M. Vegetation description and analysis[M] . Boca Raton: CRC Press, 1992.
 [2] 陈灵芝. 中国生物多样性[M] . 北京: 科学出版社, 1990.
 [3] Whittaker R H. Evolution and measurement of species diversity[J] . Taxonomy, 1972, 21: 213~ 251.
 [4] 马克平. 生物群落多样性的测度方法[C] . 生物多样性研究的原理与方法[M] . 北京: 中国科学技术出版社, 1994.
 [5] Pielou E C. Ecological Diversity[M] . New York: Wiley- Interscience, 1975.
 [6] Peet R K. The measurement of species diversity[J] . Annual Review Ecological System, 1974, 5: 285~ 305.
 [7] 张新时. 西藏阿里植物群落的间接梯度分析、数量分类与环境解释[J] . 植物生态学与地植物学学报, 1991, 15(2) : 101 ~ 103.