

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第1期 Vol.33 No.1 **2013**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 1 期 2013 年 1 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 生态整合与文明发展..... 王如松 (1)
- 干旱半干旱区坡面覆被格局的水土流失效应研究进展 高光耀,傅伯杰,吕一河,等 (12)
- 城市林木树冠覆盖研究进展 贾宝全,王 成,邱尔发,等 (23)
- 环境质量评价中的生物指示与生物监测 Bernd Markert,王美娥,Simone Wünschmann,等 (33)
- 水溶性有机物电子转移能力及其生态效应 毕 冉,周顺桂,袁 田,等 (45)

个体与基础生态

- 凋落物和增温联合作用对峨眉冷杉幼苗抗氧化特征的影响 杨 阳,杨 燕,王根绪,等 (53)
- 不同浓度 5-氨基乙酰丙酸(ALA)浸种对 NaCl 胁迫下番茄种子发芽率及芽苗生长的影响
..... 赵艳艳,胡晓辉,邹志荣,等 (62)
- 缺镁胁迫对纽荷尔脐橙叶绿素荧光特性的影响 凌丽俐,彭良志,王男麒,等 (71)
- 松嫩草地 66 种草本植物叶片性状特征..... 宋彦涛,周道玮,王 平,等 (79)
- 花蜜中酚类物质对群落中同花期植物传粉的影响..... 赵广印,李建军,高 洁 (89)
- 桉树枝瘿姬小蜂连续世代种群生命表..... 朱方丽,邱宝利,任顺祥 (97)

种群、群落和生态系统

- 蒙古栎地理分布的主导气候因子及其阈值 殷晓洁,周广胜,隋兴华,等 (103)
- 河静黑叶猴果实性食物组成、选择及其对种子的扩散作用..... 阮海河,白 冰,李 宁,等 (110)
- 2010 秋季东海今生颗石藻的空间分布 靳少非,孙 军,刘志亮 (120)
- OPRK1 基因 SNP 与梅花鹿日间行为性状的相关性 吕慎金,杨 燕,魏万红 (132)
- 鄱阳湖流域非繁殖期鸟类多样性 邵明勤,曾宾宾,徐贤柱,等 (140)
- 人工巢箱条件下两种山雀鸟类的同域共存机制 李 乐,张 雷,殷江霞,等 (150)
- 桉-栎不同混合比例凋落物分解过程中土壤动物群落动态 李艳红,杨万勤,罗承德,等 (159)
- 三峡库区生态系统服务功能重要性评价 李月臣,刘春霞,闵 婕,等 (168)

景观、区域和全球生态

- 黄土高原小流域不同地形下土壤有机碳分布特征 李林海,郜二虎,梦 梦,等 (179)
- 海岸带地理特征对沉水植被丰度的影响..... 吴明丽,李叙勇,陈年来 (188)
- 玛纳斯河流域扇缘带不同植被类型下土壤物理性质 曹国栋,陈接华,夏 军,等 (195)

资源与产业生态

- 农田开垦对三江平原湿地土壤种子库影响及湿地恢复潜力 王国栋,Beth A Middleton,吕宪国,等 (205)
- 漫溢干扰过程中微地形对幼苗定居的影响 安红燕,徐海量,叶 茂,等 (214)
- 黑龙江流域夏玉米产量提升限制因素 徐丽娜,陶洪斌,黄收兵,等 (222)
- 黑龙江省药用植物根际土壤真菌多样性 慕东艳,吕国忠,孙晓东,等 (229)

桑沟湾养殖生态系统健康综合评价 傅明珠,蒲新明,王宗灵,等 (238)

城乡与社会生态

基于“OOAO 原则”的罗源湾生态质量状况综合评价 吴海燕,吴耀建,陈克亮,等 (249)

四十里湾营养状况与浮游植物生态特征 李 斌,白艳艳,邢红艳,等 (260)

生态足迹深度和广度:构建三维模型的新指标 方 恺 (267)

中国东西部中小城市景观格局及其驱动力 齐 杨,邬建国,李建龙,等 (275)

研究简报

南海陆坡沉积物细菌丰度预测 李 涛,王 鹏 (286)

浑善达克沙地榆树疏林幼苗更新空间格局 刘 振,董 智,李红丽,等 (294)

光 and 不同打破种子休眠方法对紫茎泽兰种子萌发及幼苗状态的影响 姜 勇,李艳红,王文杰,等 (302)

学术争鸣

关于植物群丛划分的探讨 邢韶华,于梦凡,杨立娟,等 (310)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 35 * 2013-01



封面图说:外来入侵物种紫茎泽兰——紫茎泽兰约于 20 世纪 40 年代由缅甸传入中国云南南部后迅速蔓延,现已在云南、贵州、四川、广西、重庆、湖北、西藏等省区广泛分布和危害,并仍以每年大约 30 km 的速度扩散。紫茎泽兰为多年生草本或亚灌木,号称“植物界杀手”。其对环境的适应性极强,疯长蔓延,能极大耗损土壤肥力。它的植株能释放多种化感物质,排挤其他植物生长而形成单优种群,它破坏生物多样性,威胁到农作物、畜牧草甚至林木,且花粉能引起人类过敏性疾病等,目前尚无有效治理对策。

彩图提供:陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites. chenjw@ 163. com

DOI: 10.5846/stxb201108241235

邢韶华, 于梦凡, 杨立娟, 林大影. 关于植物群丛划分的探讨. 生态学报, 2013, 33(1): 0310-0315.

Xing S H, Yu M F, Yang L J, Lin D Y. Discuss for classification of plant association. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(1): 0310-0315.

关于植物群丛划分的探讨

邢韶华^{1,*}, 于梦凡¹, 杨立娟², 林大影²

(1. 北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083; 2. 北京市西山试验林场, 北京 100093)

摘要: 在传统的植物群落分类系统中, 群丛是植物群落分类的基本单位。从群丛分类的必要性出发, 综述了传统植物群落分类系统对群丛的定义及其划分方法, 即在群丛的划分中主要依据群落中不同层片的优势种或特征种; 但是在利用传统植物群落分类方法划分群丛时也存在一些不确定性因素, 主要表现在确定群丛的特征种(组)时需要人为确定; 同时, 论述了当前植物群落数量分类的研究现状, 分析了利用双向指示种分析法(TWINSPAN)、主成分分析(PCA)等数量分类方法划分群丛时存在的一些问题, 主要表现在数量分类结果与传统分类单位的对应关系不能达到协调一致, 无法判断是否划分到了群丛的水平。最后提出了群丛划分方法的展望: 数量方法是基础, 特征种(组)及其数量特征是关键。

关键词: 群落分类; 群丛; 分类系统; 数量分类

Discus for classification of plant association

XING Shaohua^{1,*}, YU Mengfan¹, YANG Lijuan², LIN Daying²

1 College of Nature Conservation, Beijing Forest University, Haidian District, Beijing 100083, China

2 West Mountain Trial Forest Farm, Haidian District, Beijing 100093, China

Abstract: In the traditional community classification system, Association is a basic unit of plant community classification system. the necessary of association classified is put forward at first, the concept and classification method of association in traditional plant community classification system are summarized, that is, dominant species or characteristic species (group) in different layers of community are main evidence for dividing association. But there are some uncertain factors for dividing association in traditional classification system, such as, characteristic species (group) for association are affirmed artificially. On the other hand, research state of community quantitative classification today is narrated, TWINSPAN, PCA are main methods for plant classification, and some problem when they are used. The relations between the results of quantitative classification and traditional community classification unit aren't unanimous, it is difficult to judge whether associations have been divided. At last, prospects of association classification are brought: quantitative methods are basic, characteristic species (group) and its quantitative character are key.

Key Words: community classification; association; classification system; quantitative classification

植物群落是连续性的还是间断性的问题, 一直是植物群落生态学研究争论不休的问题。一些学者认为组成群落的各个种是相互结合、相互依存的, 群落是一个个的实体, 可以相互区别。而另一些学者认为组成群落的种群单独地对外界因素起反应, 并作为独立的一员进入群落, 它们在不同的群落之间往往互相交织, 以不同的比例出现在不同的群落之中, 群落不是独立存在的, 没有明显的界限, 是连续的^[1]。然而在实际生产工

基金项目: 优秀青年教师科技支撑专项计划(YX2010-4)

收稿日期: 2011-08-24; 修订日期: 2012-08-03

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: steelboy78@163.com

作中,如开展生物多样性的保护、开展森林的经营、生态系统的管理等等,明确植物群落的类型、明确群落的结构与物种组成都是十分必要的,因此开展群落的分类工作无疑是非常必要的。

由于植物群落连续性与间断性的争论,群落本身的复杂性和群落分布的地域性,植物群落的分类问题成为了植物群落研究中最复杂的问题之一。世界上各个学派都在研究当地植物群落的基础上,在各自的地区、历史和文化的背景下,提出了各自的植物群落分类系统。但随着学术交流的加强,增进了相互了解,也开始出现了一些学派间的融合,逐渐形成了一些一致的群落分类观点或者分类单位。在大多数的群落分类系统中,群丛都被认作是一个基本的群落分类单位,如法瑞学派的“群丛”、前苏联的苏卡乔夫学派的“林型”、美国国家植被分类标准(第2版)中的“群丛”、《中国植被》中的“群丛”等。然而对于群丛的划分,在大多数给出群丛定义的群落分类系统中并没有给出客观的、明确的划分方法,如根据《中国植被》中的定义,确定群丛需要明确各层片的优势种或者共优种。但是,在一个群落中,每一层都有多个物种组成,且优势度从高到低是一个序列,有时优势度差别并不明显,优势种也就不容易确定。因此,如何科学地划分群丛成为了科学研究、生产应用中遇到的关键问题。

1 传统分类系统下植物群丛的定义及其划分方法

植物群落的分类,亦即植被分类,是植被研究中最复杂的问题之一。植被科学的研究已有近 200a 的历史,可是直到现在并没有一个能为植被学家共同接受的统一的分类原则和分类系统^[1-2]。

20 世纪前半叶是植被分类学学派形成和发展的时代。1910 年 Sukachev 在俄国提出了“群丛单位理论”,而群落连续性的观点也同时产生,随后群落分类在群落连续性与间断性的争论中不断前进。Whittaker 在他的“自然群落分类”一文中系统归纳了当时各分类学派的历史演变,提出了“多因子生态系统分类”,1978 年他出版了《植物群落分类》,该书介绍了当时不同植物群落分类的最新进展^[3],书中很多内容一直沿用到现在。

在传统的植物群落分类系统中,分类方案影响较为深远的有 Schimper 和 Faber 的外貌-生态植被分类系统, Rubel 的外貌-生态植被分类系统,以及 Ellenberg 和 Mueller-Dombois 提出的,被联合国教科文组织认可的世界植物群落的外貌-生态分类方案,这些分类系统都是在一个较大的尺度上进行的群落分类,分类的主要依据是群落的外貌特征,并没有涉及“群丛”这一分类单位。

世界上应用最广泛,影响最大的植被分类系统是基于植物区系特征的群落分类,即法瑞学派的群落分类,或称 Braun-Blanquet 系统。该系统是以植物区系特征,特别是以“特征种”为标准的群落分类系统,可适用于不同植被类型的群落分类,它也是国际植被生态学界公认的正规等级分类系统。在中欧以及日本的群落分类研究基本上都采用了 Braun-Blanquet 系统,在南非德兰士瓦地区,也有人曾用 Braun-Blanquet 系统对草原群落进行过分类研究^[4],在西伯利亚的北部地区也曾用此分类系统进行过苔原植被的分类研究^[5]。在以上提到的群落分类研究中,对群落的分类大多划分到群系水平,或者是没有给出详细的群丛划分方法。在 Braun-Blanquet 群落分类系统中,群丛被认为是基本的群落分类单位,并定义为:“群丛是一个植物区系成分上一致的植物群落,它与外界因子或多或少处于平衡之中,并通过为该群丛所特有的特征种的存在,显示出生态上的独立性”^[1]。该分类系统中,对于群丛的确定主要是通过排样地表的方法,将所有物种排序,找出特征种(组)或区别种,进而确定群丛,而特征种(组)的确定需要人为判断^[2, 6]。

2008 年 2 月美国联邦地理数据委员会提出了美国新的国家植被分类体系(第2版),在这个分类系统中,共有 7 级,其中群丛是最低一级的分类单位,被定为最基本的分类单位,并将其定义为“基于群落物种组成、诊断物种出现率、生境状况和外貌特征的群落分类单元”^[7]。Faber, D., N. Aaseng 等人曾以此系统为依据,进行了明尼苏达州樵夫公园的植被分类研究^[8]。该分类系统中对于群丛的划分也是采用排样地表的方法^[7],因此也同样存在着与法瑞学派确定特征种时的问题。

在加拿大,植被分类系统也是基于群落外貌、物种优势度和物种组成三方面建立的,整个分类系统也被分为了七级,其中前四级是高级分类单位,主要是基于群落外貌,且已经划分完毕;后三级是低级分类单位,划分

的主要是依据物种组成,其中第七级,也是最低一级的分类单位,确定的依据也是森林下层物种的差别^[9]。

我国生态学家在《中国植被》一书中,将群丛定义为:“它是层片结构相同,各层片的优势种或共优种(南方某些类型中则为标志种)相同的植物群落联合^[10]”或者是“外貌相同,层片结构相同,种类组成及种间比例大体一致,并具有相同特征种或特征种组或标志种的群落联合”^[11]。在我国以植被为主要研究对象的专著中,如《四川植被》、《河北植被》、《广东植被》等,大多都采用了《中国植被》中的植被分类系统,但是一般都将植物群落划分到中级分类单位,即群系的水平上,而对于群丛的划分很少有涉及,近期发表的研究论文中划分到群丛的,都是在数量分类之后,直接根据《中国植被》对群丛的划分原则,将划分的结果定为群丛^[11-12]。

2 植物群落数量分类及划分群丛的难点

植物生态数量分类的研究是从 20 世纪 50 年代开始的,由于计算工作量大,等到 60 年代电子计算机普遍应用之后,它才迅速地发展起来^[13],而且数量分类发展很快,方法也很多^[1]。尤其是近 20 年来,运用数学方法对群落样地资料进行数量分类受到了普遍的重视,因为用这种方法进行分类,可以获得较为客观的结果,所谓结果客观,就是说用它对样地资料进行群落类型划分,任何人只要按照规定的方式进行,都会得到准确一致的结果^[1]。数量分类的基本思路有两个:一个是自下而上的,首先计算样地间的物种相似(或相异)系数,再以此为基础把样地归并为组,使得组间样地数据尽量相似,而不同组间的样地数据尽量相异^[1]。另一个是自上而下的,即对所有的样地进行计算分析,根据一些判断标准分成几个大组,然后依次分析各个大组,再分成小组,直到不再分为止。

国际上,双向指示种分析法(Two way indicator species analysis, TWINSpan)是当前植物群落数量分类的主要方法,在世界范围内得到了广泛应用,如在美国对一些植物群落的分类研究^[14-15],在巴西沼泽地区对植物群落的分类研究^[16];在科尔巴阡山地区对沼泽植被的分类研究^[17],在欧洲地区对沟谷阔叶林、北方针叶林的分类比较^[18-19]等。除了用双向指示种分析法进行群落分类外,国外用于研究群落分类的数量方法还有主成分分析法(PCA)^[20]或者用相似性系数等其他判定指标^[21-23]进行群落的分类研究。在我国,对植物群落进行数量分类研究的方法也主要是双向指示种分析法,尤其是近十年来,几乎所有关于植物群落分类的研究都采用了双向指示种分析法方法,如对中条山地区植物群落的分类研究^[12, 24],长江三峡地区植物群落的分类研究^[25-27],辽东山区植物群落的分类研究^[28-29],塔里木河中下游地区植物群落的分类研究^[30-31],吕梁山、芦芽山地区植物群落的分类研究^[32-36],浑善达克沙地植物群落的分类研究^[37-38]等等。在国内除了双向指示种分析法外,还出现了基于人工神经网络法的群落分类^[39],模糊聚类^[40-41]等分类方法,但这些方法尚没有被广泛应用。

群落数量分类依靠数据运用数学方法,确保了分类的可重复性,但这些数量方法均有一个缺陷,即分类结果都需要人为判别,并不完全符合自然分类的原则^[2]。不能很好地说明局部生态系统(群落)的生态意义和定性的细节^[42]。群落数量的分类结果往往是得出一些“类”^[43],或者是“群落”^[44-45]。很难确定这些“类”或“群落”是属于群系、还是群丛,如对希腊北部山毛榉林的数量分类研究中划分了 12 个类群,研究者认为有 8 个可以划为群丛或者群系,另外 4 个应划为亚群系(或者群落变型)^[46]。植物群落数量分类结果与传统的群落分类系统中的分类结果也不能很好协调一致^[47],如在捷克, Martin 曾用亚高山高草植被作为分类研究对象,研究了传统分类单元与数量分类结果的关系,他用 TWINSpan 分类方法将 718 个样方中的 376 个样方分配到了相应的群丛中,剩下的样方只能通过计算与已经分配到群丛的样方的物种相似性进行再次分配^[47]。为了探求群丛水平上的自动分类专家系统, Miquel 等人以西班牙加泰罗尼亚地区的植物群落为研究材料,对 3677 个样方进行了 PCM 分类研究,结果发现传统分类方法下的 222 个群丛或者亚群丛,在数量分类中有 166 个能被正确地划分出来,剩下的被认为是过渡类型或者不典型,没有划分到传统分类的结果中^[48]。当然,这也正是群落连续性的表现。而在另一些研究中,数量分类的结果只包括那些面积较大的群落单元,而传统分类中分布于局部地区的群落单元则没有被正确地分出,如在捷克对干旱草地的分类研究^[49]就属此类情况。

可以看出数量分类结果与传统群落分类系统下的分类结果存在一些差异,其原因就在于对群落样地数据

的处理方式不同,传统的群丛分类方法不仅考虑了群落的物种组成,而且考虑了物种在群落中的层次地位,而数量分类方法只考虑了群落样地数据之间的距离,对于物种在群落中的生态地位考虑不足。因此,如何将数量分类方法与传统群落分类系统中群丛的定义相结合,提出基于传统分类系统框架下群丛划分的数量方法是进一步深入研究的方向。

3 划分群丛的展望

(1) 利用数学方法开展植物群丛的划分是群丛划分的趋势

虽然当前广泛应用的群落数量分类方法或多或少都存在一些问题,但是数量分类的可重复性、确定性仍是传统分类方法所不及的,数量分类方法仍是今后群落分类的主流,这对于群丛的划分也是必不可少的。当前的数量分类研究中,一般把一个群落的样方数据视为一个实体,乔木、灌木、草本等不同生活型的植物视为同等重要,亦或针对一些物种设置一些权重,然后一起分析计算,而对于传统植物群落分类系统中的群丛,是按照群落不同层次上物种的优势度情况或特征种划分的,因此,按照根据群落的不同层次给物种设置权重,用权重体现群落不同层次上物种的生态地位,然后再进行数量分类;亦或者按照群落的层次,分别进行数量分类,即先对乔木层进行分类,在乔木层分类结果的基础上,再进行灌木层、草本层的分类,这样有助于基于传统分类系统框架下群丛数量分类方法的研究。

(2) 提出基于群落建群种特征、生境特征等综合因素关系的群丛划分方法是科学划分群丛的基础

群落数量分类中断点的研究也是数量分类中的关键问题。如何确定数量分类中的断点,即确定群落的个数,往往要借助排序的办法来验证其分类结果是否合适,实际上是分析了群落与环境的关系。所有传统的群落分类系统中,低级分类单位都是基于植物区系组成的,而群落中建群种的物种组成、种群密度、林龄和林分郁闭度等群落特征和海拔、坡度、坡向以及微地形等生境因子是影响整个群落物种组成的重要因素,因此,如果从群落建群种特征、生境特征等综合因素与整个群落物种的关系入手,提出参照群落特征和生境因子情况下物种组成的群丛分类方法,而不仅仅是从物种组成的角度开展群丛的数量分类研究,对于群丛的划分将具有很大帮助。

(3) 提出简单易判别的群丛划分方法对于生产应用具有重要意义

在生物多样性保护、森林经营管理中,确定某一片森林、灌丛或者草地所属群丛类型的需求是经常存在的。植物群丛的分类是服务于林业、生态生产与实践的,因此群丛的分类应在科学、精确、量化的分类方法上,归纳提出简单、野外易操作的快捷方法,这样才能在林业、生态生产一线推广应用,体现科学分类的价值。

References:

- [1] Song Y C. Vegetation Ecology. Shanghai: East China Normal University Press, 2001.
- [2] Lai J S, Mi X C, Ren H B, Ma K P. Numerical classification of associations in subtropical evergreen broad-leaved forest based on multivariate regression trees—a case study of 24 hm² Gutianshan forest plot in China. Chinese Journal of Plant Ecology, 2010, 34(7): 761-769.
- [3] Zhou J L. An approach on the multifactors of ecological systematic analysis of vegetation—a review for the works of 《Classification of Plant Communities》by Whittaker R. H. Acta Phytocologia et Grobotanica Sinica, 1981, 5(2): 159-167.
- [4] Bezuidenhout H, Bredenkamp G J, Theron G K, Morris J W. A braun-blauquet reclassification of the *Cymbopogon-Themeda* grassland in the lichtenburg area, South-Western Transvaal. South African Journal of Botany, 1994, 60(6): 306-314.
- [5] Matveyeva N V. Floristic classification and ecology of tundra vegetation of the Taymyr Peninsula, Northern iberia. Journal of Vegetation Science, 1994, 5(6): 813-828.
- [6] Li J W. Foresty Ecology. 2nd ed. Beijing: China Forest Press, 1994.
- [7] Jennings M D, Faber-Langendoen D, Loucks O L, Peet R K, Roberts D. Standards for associations and alliances of the U. S. National Vegetation Classification. Ecological Monographs, 2009, 79(2): 173-199.
- [8] Faber-Langendoen D, Aaseng N, Hop K, Lew-Smith M, Drake J. Vegetation classification, mapping, and monitoring at Voyageurs National Park, Minnesota: an application of the U. S. National Vegetation Classification. Applied Vegetation Science, 2007, 10(3): 361-374.
- [9] Ponomarenko S, Alvo R. Perspectives on Developing a Canadian Classification of Ecological Communities. Ottawa: Science Branch, 2001.
- [10] Wu Z Y. Vegetation of China. Beijing: Science Press, 1980.
- [11] Shen L N, Jiang Z C, Liang M Z, Hou M F, Qin X M, Wu H Y, Deng X H. Quantitative classification and ordination of restoration succession plant communities in Subtropical peak-cluster depression—a case study of peak-cluster depression in Nongla, Mashan, Guangxi. Subtropical Plant

- Science, 2009, 38(3): 1-6.
- [12] Guo D G, Shangguan T L. Quantitative classification and ordination of plant communities in midpiece of Zhongtiao Mountains. Journal of Wuhan Botanical Research, 2005, 23(5): 444-448.
- [13] Yang H X, Lu Z Y. Numerals Classification Methods for Plant Ecology. Beijing: Science Publishing Company, 1981.
- [14] Lei S A, Walker L R. Classification and ordination of *Coleogyne* communities in southern Nevada. Great Basin Naturalist, 1997, 57(2): 155-162.
- [15] Sardinero S. Classification and ordination of plant communities along an altitudinal gradient on the Presidential Range, New Hampshire, USA. Plant Ecology, 2000, 148(1): 81-103.
- [16] Pinder L, Rosso S. Classification and ordination of plant formations in the Pantanal of Brazil. Plant Ecology, 1998, 136(2): 151-165.
- [17] Hajek M. The class Scheuchzerio-Caricetea fuscae in the Western Carpathians; indirect gradient analysis, species groups and their relation to phytosociological classification. Biologia, 2002, 57(4): 461-469.
- [18] Kosir P, Carni A, Di Pietro R. Classification and phytogeographical differentiation of broad-leaved ravine forests in southeastern Europe. Journal of Vegetation Science, 2008, 19(3): 331-342.
- [19] Pitkänen S. Classification of vegetational diversity in managed boreal forests in eastern Finland. Plant Ecology, 2000, 146(1): 11-28.
- [20] Camiz S, Pillar V D. Comparison of single and complete linkage clustering with the hierarchical factor classification of variables. Community Ecology, 2007, 8(1): 25-30.
- [21] Burrough P A, Wilson J P, van Gaans P F M, Hansen A J. Fuzzy k-means classification of topo-climatic data as an aid to forest mapping in the Greater Yellowstone Area, USA. Landscape Ecology, 2001, 16(6): 523-546.
- [22] Tichy L. New similarity indices for the assignment of relevés to the vegetation units of an existing phytosociological classification. Plant Ecology, 2005, 179(1): 67-72.
- [23] Cannone N, Seppelt R. A preliminary floristic classification of southern and northern Victoria Land vegetation, continental Antarctica. Antarctic Science, 2008, 20(6): 553-562.
- [24] Liu Q F, Kang M Y, Liu Q R. Quantitative classification and environmental interpretation of forest tree species in Hungou, Zhongtiao Mountain. Journal of Plant Ecology, 2006, 30(3): 383-391.
- [25] Cheng R M, Xiao W F. Quantitative classification and ordination of the forest communities in tree Gorges Reservoir Area. Scientia Silvae Sinicae, 2008, 44(4): 20-27.
- [26] Wang Y, Wu J Q, Huang H W, Liu S B. Quantitative analysis of plant communities in water-level-fluctuation zone within three gorges reservoir area of Changjiang River. Journal of Wuhan Botanical Research, 2004, 22(4): 307-314.
- [27] Shen Z H, Jin Y X, Zhao Z E, Wu J Q, Huang H D. A study on the quantitative classification of forest communities of Dalaoling region at the three gorges. Journal of Wuhan Botanical Research, 2000, 18(2): 99-107.
- [28] Dai L M, Tang L N, Cao Y M, Wang S Z, Zhou L, Wang Q L. Quantitative classification and ordination aiming to realize ecological land classification for the mountainous region in Eastern Liaoning Province. Scientia Silvae Sinicae, 2008, 44(3): 6-13.
- [29] Hu L L, Mao Z H, Zhu J J, Liu Z G, Chen G H, Zhang L J. Classification and ordination of secondary forests in montane zone of eastern Liaoning Province. Acta Ecologica Sinica, 2005, 5(11): 2848-2854.
- [30] Chu G M, Song Y Y, Zhou C B, Tang C, Yang Z A. Classification and characteristic of plant communities of the commonweal forestry in the lower reaches of Tarim River. Journal of Shihezi University: Natural Science, 2009, 27(4): 405-408.
- [31] Zhang Y M, Chen Y N, Zhang D Y. Plant communities and their interrelations with environmental factors in the middle reaches of the Tarim River. Acta Geographica Sinica, 2003, 58(1): 104-118.
- [32] Zhang F, Shangguan T L. A study on the numerical classification of wetland vegetations in Lüliang Prefecture, Shanxi. Bulletin of Botanical Research, 2000, 20(3): 355-360.
- [33] Li J P, Shangguan T L, Meng D P, Guo D G, Ma X Y, Xu J H. Numerical taxonomy and ranking analysis on plant communities in South of the Lüliang Mountains, Shanxi. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2007, 13(5): 615-619.
- [34] Zhang L X, Zhang F, Shangguan T L. Quantity analysis of plant communities on Mountain Luya, Shanxi. Chinese Bulletin of Botany, 2001, 18(2): 231-239.
- [35] Xi Y X, Zhang J T, Li J L. Quantitative classification and sorting of subalpine shrub and meadow land communities on Guandi Mountain. Acta Prataculturae Sinica, 2004, 13(1): 15-20.
- [36] Qiu Y, Zhang J T. Quantitative analysis to the gradients of space and time of natural plant communities in Bashuigou of the Guandi Mountain. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 1999, 5(2): 113-120.
- [37] Yu W L, Guo J Y, Hu X L, Wang L B, Guo Y H, Ma G W. DCCA of the degenerated rangeland community in Hunshandake Sandyland. Arid land geography, 2008, 31(5): 759-764.
- [38] Liu H J, Guo K. Classification and ordination analysis of plant communities in inter-dune lowland in Hunshandak Sandy Land. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(10): 2163-2169.
- [39] Zhang J T, Yang H X. Application of self-organizing neural networks to classification of plant communities in Pangquangou Nature Reserve, North China. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(3): 1005-1010.
- [40] Liu J Y. The Application of Fuzzy cluster method to the classification of plant community. Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition, 1989, 17(3): 57-63.

- [41] Zhang J T. Fuzzy mathematic classification and ordination of plant communities in Pangquangou natural reserve. *Journal of Beijing Normal University: Natural Science*, 2004, 40(2): 249-255.
- [42] Bolliger J. Simulating complex landscapes with a generic model: sensitivity to qualitative and quantitative classifications. *Ecological Complexity*, 2005, 2(2): 131-149.
- [43] Zhai Y H, Wang Q L, Yu Z L, Dai L M, Zhao S D, Liu H T, Fan Z H, Li Q L, Li J P. Classification and ordination of plant communities in Jingsong forestry farm, Changbai Mountain. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1995, 6(3): 237-242.
- [44] Ahmad S S, Wahid A, Akbar K F. Multivariate classification and data analysis of vegetation along motorway (M-2), Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 2010, 42(2): 1173-1185.
- [45] Chu G M, Song Y Y, Zhou C B, Tang C, Yang Z A. Classification and species diversity of plantation communities of the commonweal forestry in lower reaches of Yarkant River. *Journal of Northwest Forestry University*, 2009, 24(1): 6-10.
- [46] Tsiripidis I, Karagiannakidou V, Alifragis D, Athanasiadis N. Classification and gradient analysis of the beech forest vegetation of the southern Rodopi (northeast Greece). *Folia Geobotanica*, 2007, 42(3): 249-270.
- [47] Koči M, Chytrý M, Tichý L. Formalized reproduction of an expert-based phytosociological classification: a case study of subalpine tall-forb vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 2003, 14(4): 601-610.
- [48] De Cáceres M, Font X, Vicente P, Oliva F. Numerical reproduction of traditional classifications and automatic vegetation identification. *Journal of Vegetation Science*, 2009, 20(4): 620-628.
- [49] Knollova I, Chytrý M, Tichý L, Hajek O. Local ranges of phytosociological associations: are they reflected in numerical classification? *Biologia*, 2006, 61(1): 71-77.

参考文献:

- [1] 宋永昌. 植被生态学. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
- [2] 赖江山, 米湘成, 任海保, 马克平. 基于多元回归树的常绿阔叶林群丛数量分类——以古田山 24 公顷森林样地为例. *植物生态学报*, 2010, 34(7): 761-769.
- [3] 周纪伦. 植被的多因子生态系统分析途径-评介威塔克的《植物群落分类》. *植物生态学与地植物学丛刊*, 1981, 5(2): 159-167.
- [6] 李景文. 森林生态学 (第二版). 北京: 中国林业出版社, 1994.
- [10] 中国植被编辑委员会. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980.
- [11] 沈利娜, 蒋忠诚, 梁铭忠, 侯满福, 覃星铭, 吴华英, 邓新辉. 亚热带峰丛洼地恢复演替植物群落数量分类和排序——以广西马山弄拉峰丛洼地为例. *亚热带植物科学*, 2009, 38(3): 1-6.
- [12] 郭东罡, 上官铁梁. 中条山中段植物群落数量分类与排序研究. *武汉植物学研究*, 2005, 23(5): 444-448.
- [13] 阳含熙, 卢泽恩. 植物生态学的数量分类方法. 北京: 科学出版社, 1981.
- [24] 刘秋锋, 康慕谊, 刘全儒. 中条山混沟地区森林乔木种的数量分类与环境解释. *植物生态学报*, 2006, 30(3): 383-391.
- [25] 程瑞梅, 肖文发. 三峡库区森林植物群落数量分类与排序. *林业科学*, 2008, 44(4): 20-27.
- [26] 王勇, 吴金清, 黄宏文, 刘松柏. 三峡库区消涨带植物群落数量分析. *武汉植物学研究*, 2004, 22(4): 307-314.
- [27] 沈泽昊, 金义兴, 赵子恩, 吴金清, 黄汉东. 三峡大老岭地区森林群落数量分类研究. *武汉植物学研究*, 2000, 18(2): 99-107.
- [28] 代力民, 唐立娜, 曹玉明, 王顺忠, 周莉, 王庆礼. 辽东山区生态土地分类中的植物群落数量分析. *林业科学*, 2008, 44(3): 6-12.
- [29] 胡理乐, 毛志宏, 朱教君, 刘足根, 陈广华, 张立君. 辽东山区天然次生林的数量分类. *生态学报*, 2005, 25(11): 2848-2854.
- [30] 楚光明, 宋于洋, 周朝宾, 唐诚, 杨振安. 塔里木河下游公益林植物群落分类及其群落特征研究. *石河子大学学报: 自然科学版*, 2009, 27(4): 405-408.
- [31] 张元明, 陈亚宁, 张道远. 塔里木河中游植物群落与环境因子的关系. *地理学报*, 2003, 58(1): 104-118.
- [32] 张峰, 上官铁梁. 山西吕梁地区湿地植被数量分类研究. *木本植物研究*, 2000, 20(3): 355-360.
- [33] 李晋鹏, 上官铁梁, 孟东平, 郭东罡, 马晓勇, 徐建红. 山西吕梁山南段植物群落数量分类和排序研究. *应用与环境生物学报*, 2007, 13(5): 615-619.
- [34] 张丽霞, 张峰, 上官铁梁. 山西芦芽山植物群落数量分类. *植物学通报*, 2001, 18(2): 231-239.
- [35] 席跃翔, 张金屯, 李军玲. 关帝山亚高山灌丛草甸群落数量分类与排序研究. *草业学报*, 2004, 13(1): 15-20.
- [36] 邱扬, 张金屯. 关帝山八水沟天然植物群落时空梯度的数量分析. *应用与环境生物学*, 1999, 5(2): 113-120.
- [37] 余伟莅, 郭建英, 胡小龙, 王得兵, 郭雨华, 马广文. 浑善达克沙地东南部退化草场植物群落 DCCA 排序与环境解释. *干旱区地理*, 2008, 31(5): 759-764.
- [38] 刘海江, 郭柯. 浑善达克沙地丘间低地植物群落的分类与排序. *生态学报*, 2003, 23(10): 2163-2169.
- [39] 张金屯, 杨洪晓. 自组织特征人工神经网络在庞泉沟自然保护区植物群落分类中的应用. *生态学报*, 2007, 27(3): 1005-1010.
- [40] 刘静艳. Fuzzy 聚类分析在植物群落分类中的应用. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 1989, 17(3): 57-63.
- [41] 张金屯. 庞泉沟自然保护区植物群落的模糊数学分类与排序. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2004, 40(2): 249-255.
- [43] 翟永华, 王庆礼, 于振良, 戴力民, 赵士洞, 刘海棠, 范竹华, 李秋林, 李金浦. 长白山劲松林场植物群落的分类和排序. *应用生态学报*, 1995, 6(3): 237-242.
- [45] 楚光明, 宋于洋, 周朝宾, 唐诚, 杨振安. 叶尔羌河下游公益林植物群落分类及其物种多样性特征. *西北林学院学报*, 2009, 24(1): 6-10.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.1 January, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Integrating ecological civilization into social-economic development WANG Rusong (1)
- The effect of land cover pattern on hillslope soil and water loss in the arid and semi-arid region: a review
..... GAO Guangyao, FU Bojie, LÜ Yihe, et al (12)
- The status and trend on the urban tree canopy research JIA Baoquan, WANG Cheng, QIU Erfa, et al (23)
- Bioindicators and Biomonitoring in Environmental Quality Assessment
..... Bernd Markert, WANG Mei'e, Simone Wünschmann, et al (33)
- Electron transfer capacities of dissolved organic matter and its ecological effects ... BI Ran, ZHOU Shungui, YUAN Tian, et al (45)

Autecology & Fundamentals

- Antioxidative responses of *Abies fabri* seedlings to litter addition and temperature elevation
..... YANG Yang, YANG Yan, WANG Genxu, et al (53)
- Effects of seed soaking with different concentrations of 5-aminolevulinic acid on the germination of tomato (*Solanum lycopersicum*)
seeds under NaCl stress ZHAO Yanyan, HU Xiaohui, ZOU Zhirong, et al (62)
- Influence of magnesium deficiency on chlorophyll fluorescence characteristic in leaves of Newhall navel orange
..... LING Lili, PENG Liangzhi, WANG Nanqi, et al (71)
- Leaf traits of 66 herbaceous species in Songnen grassland in Northeast China
..... SONG Yantao, ZHOU Daowei, WANG Ping, et al (79)
- Effects of nectar secondary compounds on pollination of co-flowering species in a natural community
..... ZHAO Guangyin, LI Jianjun, GAO Jie (89)
- The continuous life-table of *Leptocybe invasa* ZHU Fangli, QIU Baoli, REN Shunxiang (97)

Population, Community and Ecosystem

- Dominant climatic factors of *Quercus mongolica* geographical distribution and their thresholds
..... YIN Xiaojie, ZHOU Guangsheng, SUI Xinghua, et al (103)
- Fruit diet, Selectivity and Seed dispersal of Hatinh langur (*Trachypithecus francoisi hatinhensis*)
..... Nguyen Haiha, BAI Bing, LI Ning, et al (110)
- The distribution of living coccolithophore in East China Sea in autumn, 2010 JIN Shaofei, SUN Jun, LIU Zhiliang (120)
- The association of OPRK1 gene SNP with sika deer (*Cervus nippon*) diurnal behavior traits
..... LÜ Shenjin, YANG Yan, WEI Wanhong (132)
- Preliminary study on bird composition and diversity in Poyang Lake watershed during non-breeding period
..... SHAO Mingqin, ZENG Binbin, XU Xianzhu, et al (140)
- Coexistence mechanism of two species passerines in man-made nest boxes LI Le, ZHANG Lei, YIN Jiangxia, et al (150)
- Dynamics on soil faunal community during the decomposition of mixed eucalypt and alder litters
..... LI Yanhong, YANG Wanqin, LUO Chengde, et al (159)
- RS/GIS-based integrated evaluation of the ecosystem services of the Three Gorges Reservoir area (Chongqing section)
..... LI Yuechen, LIU Chunxia, MIN Jie, et al (168)

Landscape, Regional and Global Ecology

- The distribution of soil organic carbon as affected by landforms in a small watershed of gully region of the Loess Plateau
..... LI Linhai, GAO Erhu, MENG Meng, et al (179)
- Effects of coastal geographical characteristics on the abundance of submerged aquatic vegetation
..... WU Mingli, LI Xuyong, CHEN Nianlai (188)
- Analysis of soil physical properties under different vegetation types in the alluvial fan area of Manas River watershed
..... CAO Guodong, CHEN Jiehua, XIA Jun, et al (195)

Resource and Industrial Ecology

- Effects of farming on wetland soil seed banks in the Sanjing Plain and wetland restoration potential
..... WANG Guodong, Beth A Middleton, LÜ Xianguo, et al (205)

Effects of the microhabitats on the seedling emergence during the flooding disturbance	AN Hongyan, XU Hailiang, YE Mao, et al (214)
Analysis on the limiting factors to further improve yield of summer maize in Heilonggang River Valley	XU Lina, TAO Hongbin, HUANG Shoubing, et al (222)
Fungal diversity in rhizosphere soil of medicinal plants in Heilongjiang Province	MU Dongyan, LÜ Guozhong, SUN Xiaodong, et al (229)
Integrated assessment of mariculture ecosystem health in Sanggou Bay	FU Mingzhu, PU Xinming, WANG Zongling, et al (238)
Urban, Rural and Social Ecology	
The integrative assessment on ecological quality status of Luoyuan Bay based on ‘OOAO principle’	WU Haiyan, WU Yaojian, CHEN Keliang, et al (249)
Trophic state of seawater and ecological characteristics of phytoplankton in Sishili Bay	LI Bin, BAI Yanyan, XING Hongyan, et al (260)
Ecological footprint depth and size: new indicators for a 3D model	FANG Kai (267)
Landscape dynamics of medium- and small-sized cities in eastern and western China: a comparative study of pattern and driving forces	QI Yang, WU Jianguo, LI Jianlong, et al (275)
Research Notes	
Prediction of bacterial species richness in the South China Sea slope sediments	LI Tao, WANG Peng (286)
Spatial pattern of seedling regeneration of <i>Ulmus pumila</i> woodland in the Otindag Sandland	LIU Zhen, DONG Zhi, LI Hongli, et al (294)
Impacts on seed germination features of <i>Eupatorium adenophorum</i> from variable light stimulation and traditional dormancy-broken methods	JIANG Yong, LI Yanhong, WANG Wenjie, et al (302)
Opinions	
Discus for classification of plant association	XING Shaohua, YU Mengfan, YANG Lijuan, et al (310)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 1 期 (2013 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 1 (January, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元