

91-99

19625(14)

陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征

贺金生 陈伟烈

Q948.15

(中国科学院植物研究所, 北京, 100093)

A **摘要** 研究陆地植物群落物种多样性随环境因子及群落演替梯度的变化特征是揭示生物多样性与生态因子相互关系的重要方面。根据近期国内外的文献, 综述了这方面的研究进展。随纬度的降低, 通常物种多样性随之增加; 随着水分梯度的变化, 物种多样性的变化有6种趋势; 随海拔高度的变化, 物种多样性有5种模式; 随土壤养分梯度的变化, 表现出不同的规律; 演替过程中物种多样性的变化趋势相似。关于植物群落物种多样性梯度格局的机制有多种假说, 但仍需进一步研究。

关键词: 物种多样性, 纬度梯度, 水分梯度, 海拔梯度, 养分梯度, 演替梯度。 **梯度变化**

植物群落

A REVIEW OF GRADIENT CHANGES IN SPECIES DIVERSITY OF LAND PLANT COMMUNITIES

He Jinsheng Chen Weilie

(Institute of Botany Academia Sinica, Beijing, 100093, China)

Abstract The study of changes in species diversity of land plant communities along environmental and successional gradients is important to understand the relationship between biodiversity and ecological factors. This paper reviewed current studies on this field. In general, species diversity of plant community decreases with changing from lower latitude to higher latitude. Along a water gradients (precipitation or moisture), there are 6 patterns in different areas and different combinations of environmental factors. In terms of elevation gradient, changes in species diversity of plant communities have 5 models. As for soil nutrient gradients, changes appear different in different area. Along the successional process (succession gradient), though the relationship is not monotonic for different environment, the changing trend of plant species diversity is the same. There are numbers of hypotheses about the mechanisms of species diversity pattern, but it has not been very well studied.

Key words: species diversity, latitudinal gradient, water gradient, elevation gradient, nutrient gradient, succession gradient.

• 中国科学院“八五”重大项目课题“KJ 85-05-02-03 人类活动对生物多样性的影响”部分资助。初稿承陈灵芝研究员审阅并提出宝贵意见, 路鹏先生计算机输入, 特此致谢。
收稿日期: 1995-04-05, 修改稿收到日期: 1996-02-28.

生物多样性是指一个区域内所有的植物、动物、微生物、以及各个物种所拥有的基因和由各种生物与环境相互作用形成的生态系统,包括3个层次,即遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性^[1,2]。物种多样性在地球表面的丰富程度因地而异,这是由于地球表面的物理因子的变化影响的结果,由于这些物理因子的作用,限制了有机体的分布,从而制约着物种的多样性^[2]。

植物群落物种多样性的梯度特征是指在群落组织水平上物种多样性的大小随着某一生态因子梯度的有规律性的变化。对于一个地区(区域尺度),影响物种多样性梯度变化的生态因子主要可分为4类:(1)可作为资源的生态因子,如土壤养分、水分条件及光照等;(2)对植物有直接生理作用的生态因子,但不能作为资源被消费,如温度、胁迫(毒性,土壤pH值等);(3)干扰及异质性^[3,4];(4)生物因子,如竞争、演替状态、捕食等。对于一个大的地理尺度,地质历史时期一些事件的影响也应该考虑在内^[5,6]。尽管如此,在研究物种多样性的梯度特征时,很难把这些因子之间的作用区分开来,往往是几个因子的综合作用,如沿着海拔梯度,不仅温度条件发生变化,同时也经常伴随着水分、光照条件的改变^[7,4]。本文所综述的生物多样性的梯度特征则主要集中在易于观察研究的生态因子梯度,在这方面研究也较多,主要有纬度梯度、水分梯度、海拔梯度、土壤养分梯度和演替梯度。

1 陆地植物群落物种多样性的梯度变化

1.1 纬度梯度

尽管生态学家 May 认为,即使近似地估计地球上物种的数目都是不可能的^[9],但热带地区比寒冷地区拥有更多的物种数目却是有目共睹的,这种物种丰富度和多样性随纬度梯度的变化特征基本上是公认的事实^[10~15]。对很多动物类群物种丰富度和多样性的研究结果表明,它们也存在着非常明显的纬度梯度,尽管有些山区动物物种较丰富而一些岛屿动物种类却较贫乏^[13,16,17]。

系统地研究植物群落物种多样性随纬度梯度的变化规律存在着很多困难,原因之一是植物群落物种多样性及丰富度的计算依赖于样方的大小,而对这方面的系统研究依赖于一定的可比较的样方积累,但也有一些成功的例子。Currie 及 Paquin 系统研究了北美树木物种多样性随纬度梯度的分布特征^[18],采用的方法是把北美大陆分成336个小方格,纬度50°N以南,每个小方格2.5°×2.5°(经度);纬度50°N以北,每个小方格2.5°×5°(经度),然后绘出北美的等物种丰富度线图。结果表明,在北美东部,存在着明显的纬度梯度,在西部由于地形等因素的影响,这种梯度特征表现不太明显,结果还表明,物种丰富度与年蒸散(Annual realized evapotranspiration)关系极密切,与地形和距海洋的远近也相关,通过这3个参数可以很好地预测北美的树木种类的丰富度,大不列颠和爱尔兰的树木多样性也可用同样关系进行很好地预测。

Gentry 利用积累的全球范围的74个1000 m²的样方(海拔1000 m以下),研究了植物群落物种多样性随纬度梯度的变化规律^[19]。图1是根据Gentry的数据绘的图。由图可以看出,除了从高纬度到低纬度表现出的植物群落物种多样性和丰富度明显增加外,还可以看出不同的热带森林之间的物种多样性之间的差异要远比温带森林和多样性较低的热带森林之间差异要大。如温带森林一般样方中有15~25个种,而热带干性森林(dry forest)一般在50~60个种,而湿性森林一般在150个种左右,有时可达250个以上。Gentry的研究还表明,在南北半球,从低纬度向高纬度生物多样性的减少速率是不对称的,和热带森林群落物种多样性之间存在着极大差异相比,温带森林之间物种多样性差异较小;南半球的温带森林和北半球相比,多样性较低;即便是物种贫乏的热带森林也比物种丰富的温带森林多样性要高得多。

Malyshev 等也用 Currie 及 Paquin 的方法^[18]研究了大不列颠、西德及东欧20°~30°E范围内植物物种丰富度的纬度梯度变化特征^[20],对于不列颠群岛(The British Isles),可以得到 $C_{100} = 2469.6 - 38.515 Lat$ ($r = 0.972$, $n = 20$, C_{100} 为100 km²内物种数目, Lat 为纬度),并且物种丰富度与生长季节的积温(>10°C)存在着线性关系: $C_{1000} = 215.5 + 0.26439 T_{>10}$ ($n = 35$, $r = 0.948$, $T_{>10}$ 为大于10°C的积温, C_{1000} 为1000 km²内物种数目)。

在我国,谢晋阳、陈灵芝对南、中、北部温带森林植物群落的物种多样性研究的结果表明,随着从北到南纬度的不断降低,落叶阔叶林的物种多样性指数不断增加,其中乔木层、灌木层的物种多样性指数

遵循上述规律, 草本层的物种多样性先增加后又降低^[21]。黄建辉、陈灵芝对温带和亚热带森林群落物种多样性研究的结果也符合上述的纬度梯度特征^[22]。

综上所述, 对于全球范围^[19]、北美^[18]、欧洲^[20]、及我国^[21, 22]植物群落物种多样性的研究结果都表现出明显的纬度梯度, 并且对于北美、欧洲植物物种丰富度可以用数学公式进行很好的预测。

1.2 水分梯度

地球表面, 从大的尺度来讲, 水热条件及其组合是决定植物群落分布的主要因素, 这是公认的事实。然而探讨植物群落物种多样性与水分梯度的关系, 却是非常困难的, 这不仅是因为水分因子经常和其他生态因子一起发生作用, 还因为对大多数研究者来讲缺乏公认的有效的水分因子指示指标, 如有的用年度降雨量^[19, 23], 有的用湿度^[24], 同时在地球表面还有隐域的湿地等。

根据已有的文献, 本文把植物物种多样性与水分梯度的关系归结为下述 6 种情况:

(1) 植物物种多样性与年降雨量显著正相关, 研究实例如新热带, 森林类型^[25];

(2) 植物物种多样性与年降雨量不存在相关关系, 研究实例如热带亚洲, 森林类型^[25];

(3) 沿湿度梯度中间位置物种多样性高, 研究实例如低地 lowland, <1000 m^[26, 27]沿山地垂直带^[28]盐沼、沙生植被^[29]森林群落 Forest types^[23];

(4) 湿度大物种多样性高, 但不存在明显相关关系, 研究实例如沟谷地带^[30~32];

(5) 最干燥坡向, 物种多样性高, 研究实例如疏林类型^[30~32];

(6) 不受周期性干旱、不受周期性水淹的中间地带, 物种多样性高, 研究实例如森林^[24]。

由上可以看出, 不同的地区、不同的地形条件表现出的关系是不一致的。Glenn-Lewin 通过用贯穿北美大陆的 100 多个森林样方所做的相关分析发现, 多样性与环境之间在一个海拔地带或地区可能存在着一定的关系, 而在另外一些地方, 这些关系可能发生变化甚至变得相反。利用的样方范围越大, 越减弱而不是加强在特定地区存在的关系^[34]。植物群落物种多样性与水分梯度的关系在不同地区是不一致的, 这种规律性和 Glenn-Lewin 的结论^[34]是一致的。

附生植物物种多样性与水分梯度的关系, 尽管附生植物可以在高的大气湿度低的降水量生境下生长良好, 如 Sleege 及 Cornelissen^[35]对 Guyana 雨林内附生植被的研究表明, 附生植被与土壤所决定的湿度条件和所附生的植物种类(附主)有相关关系。但 Gentry & Dodson 的数据却得出仅降雨量就是非常好的预测附生植物多样性的指标^[46]。苔藓植物的物种多样性与水分条件也关系密切^[37]。

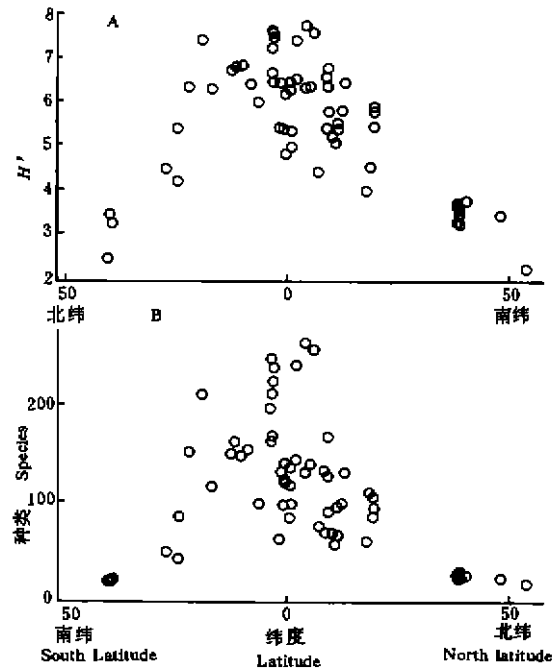


图1 植物群落物种多样性随纬度的变化
(A) 物种多样性随纬度的变化, H' 为 Shannon-Wiener 指数; (B) 物种丰富度随纬度的变化。

所有样方面积均为 1000 m²,

海拔 <1000 m (根据 Gentry 的数据绘图)。

Fig. 1 Changes in community species diversity along latitude (A) Species diversity (Shannon-Wiener Index, H'). (B) Species richness. 1000 m² samples, elevation under 1000 m.

1.3 海拔梯度

山地植被植物群落物种多样性随海拔高度的变化规律一直是生态学家感兴趣的问题。这方面的资料也很多,但研究结果是不一致的。关于山地植被植物群落物种多样性随海拔高度的变化模式,本文初步划分为5种。

1.3.1 植物群落物种多样性与海拔高度负相关,即随海拔高度的升高,植物群落物种多样性降低。这是通常情况,很多山脉都有这样的变化规律^[19, 30, 31, 38-42],有时与纬度有相似之处。比较经典的例子是Yoda对尼泊尔喜马拉雅山脉维管植物物种多样性的研究,随着海拔升高,物种多样性呈直线下降^[38]。

1.3.2 植物群落物种多样性在中等海拔高度最大,也有学者称之为“中间高度膨胀 (mid-altitude bulge)”^[19, 21, 23, 30, 36, 39, 43],如图2。在西南俄勒岗 Siskiyou 山脉,在湿润海洋性气候条件下,所有海拔高度,都被森林覆盖。木本植物的多样性随海拔增高而减少;草本植物多样性在中度海拔的地方最高,在海拔较低处,在较郁闭的硬叶林下,草本层多样性最低。这两种趋势组合的结果,最大多样性出现在中海拔中生条件的森林中,多样性第2个高峰出现在海拔最低处^[30]。

1.3.3 植物群落物种多样性在中等海拔高度较低,如图3。落基山脉国家公园 Front Range 山脉的东坡^[39],为干旱、大陆性气候,森林郁闭度较低,多样性在中等海拔及山坡中部的森林中较低,在沟谷中的森林,向高山草甸过渡地带,地形干旱较开阔的地方,多样性较高^[39]。

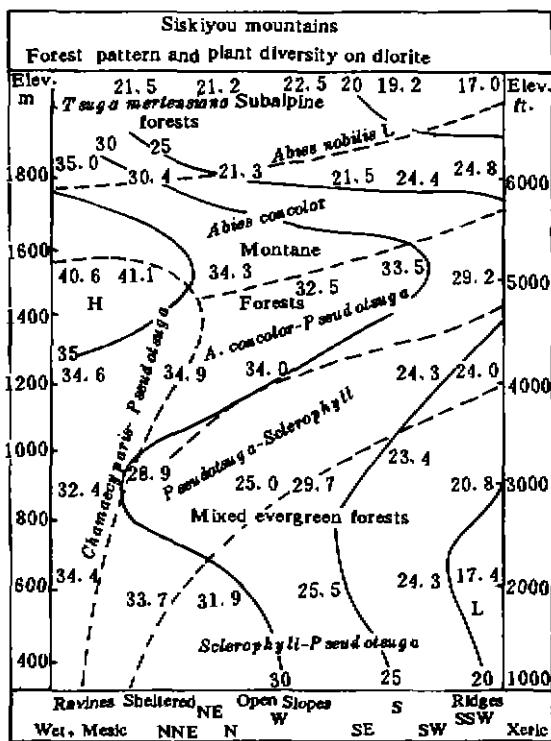


图2 沿海海拔梯度中间地带物种多样性高 (Siskiyou 山脉)^[30](图中数字为 1000 m²样方内物种数)
Fig. 2 Higher species diversity at mid elevation gradient^[30]
(Data are numbers of vascular plant species in 1000 m² quadrats)

1.3.4 植物群落物种多样性与海拔高度正相关,即随海拔高度的升高,植物群落物种多样性增加。这种情况比较少,研究地区气候比较湿润,海拔增高,引起物种多样性增加。有些是比较极端情况,如在新西兰的 Red Mountain,在片麻岩基质上,由于海拔增高引起的风、积雪及土壤的不同,引起异质性增加,导致物种多样性增高^[39, 42-44]。

1.3.5 植物群落物种多样性与海拔高度无关,仅有一例,在新西兰 Dunedin 地区,由于是海洋性气候,在所研究的山体上,植物群落物种多样性随海拔升高,无规律性变化^[45]。

植物群落不同的结构群 (structural group) 物种多样性随海拔高度的变化规律性是不同的,如 Daubenmire R & Daubenmire J B 研究的结果,随海拔升高乔木层物种多样性增加,而草本和灌木物种多样性则表现出中间高度膨胀的现象^[43]。这种差异有些学者认为是海拔梯度水分梯度相交错的结果^[11, 34, 39, 41, 46]。Wilson 的研究表明了不同的土壤基质(片麻岩,蛇纹岩)上植物群落物种多样性随海拔高度的变化也是不同的^[41]。不同的水分条件,群落物种多样性随海拔高度的变化规律也差异很大^[39, 47]。

不仅植物群落物种多样性随海拔高度的变化趋势不同,在群落外貌、结构等方面随海拔的变化也非常大。即是存在不同海拔高度

物种多样性相似,但在组成方面也会差异甚大,如 Gentry 的研究就表明,在海拔 1800 m 附近,群落中的半附生植物就显著增加,而攀援藤本则显著减少,有时这种增加和减少可能会相当,虽然多样性指数变化不大,但群落结构方面已发生很大变化^[19]。

1.4 土壤养分梯度

土壤养分水平与植物群落物种多样性之间的关系,也是生态学家感兴趣的内容^[44],与鸟类、兽类不同,对于一个给定的植物群落来说,它们都利用几乎同样的土壤养分,因此植物群落物种多样性与土壤养分的关系就变得非常重要。

Ashton^[19]及 Gartlan 等^[40]的研究显示土壤中 P、Mg、K 的水平与热带植物群落物种多样性之间存在着显著的相关关系, Gartlan 等^[40]也发现,土壤中可溶性 K 与物种多样性显著相关,但 Gentry 的结果^[19]却显示,在新热带,决定植物群落物种多样性的首先是生物地理因子或年降雨量,其次才是土壤养分。Stark 等(cited by Gentry^[19])对 31 个新热带地区样地的多元分析得到如下公式:

$$\text{物种丰富度} = 84.48 + 0.25(\text{年平均降雨量}) - 0.100(\text{土壤中可溶性 K})$$

$$(R^2 = 0.76, N = 31)$$

有研究显示,植物群落高的物种多样性出现在土壤养分梯度的中间位置^[19],但 Gentry 研究的结果,随着土壤肥沃程度的增加,并没表现出生物多样性降低,相反,物种多样性最高的植物群落却是在土壤最肥沃的地方。

从这些研究可看,土壤养分水平与植物群落物种多样性的关系是复杂的,并且得到的规律性不一致。即使土壤养分水平对植物群落生物多样性水平作用不大,但它们毫无疑问对植物群落 β 多样性水平起很重要作用^[50, 51]。最近也有研究涉及人为增加系统中的养分对生物多样性的影响^[6, 52]。

1.5 演替梯度

有关植物群落演替的概念和理论,一直是生态学理论的中心问题^[53],然而大部分研究都集中在对不同演替阶段群落的物种组成,物种组成与环境因子的关系以及演替模型方面,对演替过程中物种多样性变化的研究,资料非常有限,但的确是非常有趣的问题。

Odum 在南卡(south Carolina)研究了演替过程中物种多样性的变化^[54],结果表明在演替的前 7 a,随着演替的时间进程,建群种数量增加。Auclair & Goff 的研究表明,在比较干燥的生境条件下,随着演替的进程物种多样性稳定增加,在中生条件下,物种多样性先上升到一个峰值,然后慢慢下降。中间类型的生境,在演替的后期,物种多样性趋向一个稳定值(渐近线)^[47]。Loucks 对威斯康辛南部的森林群落的演替研究结果表明,在 100 a 的演替过程中,物种多样性首先增加,然后下降,并且峰值出现在演替过程中阳性树种和阴性树种同时出

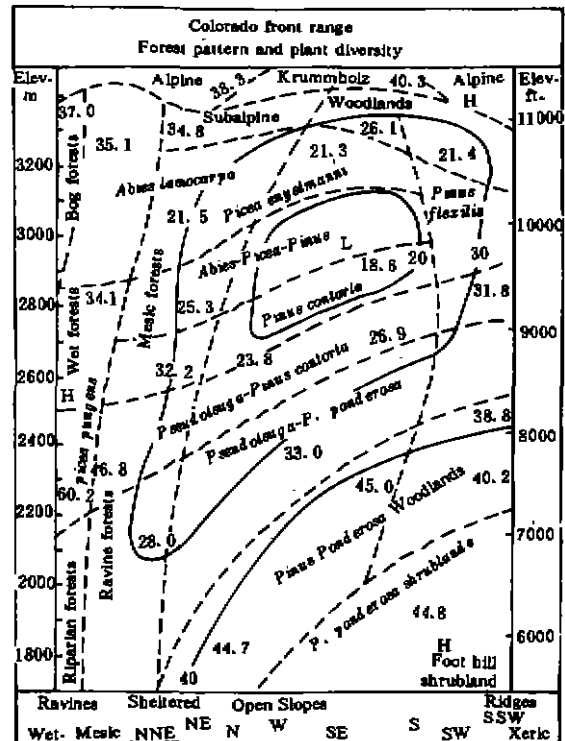


图 3 沿海拔梯度中间地带生物多样性低 (落基山国家公园 Front Range)^[39] (图中数字为 1000 m² 样方内物种数)
Fig. 3 Lower species diversity at mid elevation gradient (Colorado Front Range in Rocky Mountain National Park)^[39] (Data are numbers of vascular plant species in 1000 m² quadrats)

现在群落中的阶段,物种多样性的降低是由于群落中阴性树种优势度的增加和由此引起的阳性树种的逐步被淘汰^[54]。Bazzaz 对 Illinois 南部落叶阔叶林区弃耕地演替过程中物种多样性的研究表明,随着演替进程,物种多样性通常增加,当群落结构多样性最大(草本层、灌木层、乔木层同时存在),并且阳性树种和阴性树种在群落中同时出现,群落物种多样性达到最大值。对于演替过程中的群落,当垂直和水平的异质性最大时,群落物种多样性可达到最大。对于演替后期的群落,当存在有很强的优势种,或优势种存在化学他感作用时群落物种多样性可能会很低。在演替过程中,群落的物种多度分布曲线由演替早期的几何级数分布逐渐变为对数正态型^[55]。

这些研究,结合 Margalef^[56]、Odum^[57]、Reiners *et al*^[58]、Tramer^[59]、Westman^[60]、朱守谦^[61]、Peet & Christensen^[62]等的研究,有关植物群落演替过程中物种多样性的变化可以得到如下结论:

(1) 在群落演替的早期,随着演替进程,物种多样性增加。在群落演替的后期当群落中出现非常强的优势种时,多样性会降低。群落中物种多样性最大值出现在耐阴物种(shade-tolerant)和不耐阴物种(shade-intolerant)同时在群落中出现的阶段。

(2) 演替过程中的群落,在垂直和水平微环境异质性较大时,可出现较高的物种多样性。结构复杂性越大,意味着有更多种方式利用环境资源。

(3) 演替过程中,由于优势种的他感作用,在某些阶段,可能会出现物种多样性的降低^[55]。

(4) 演替系列群落的优势度-多样性曲线在早期是几何级数分布,随着物种的增加曲线变得越来越缓,到演替的后期,变成对数正态分布。

2 结论

上面讨论了陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征。事实上,影响植物群落物种多样性的还有土壤的盐分梯度、岛屿-内陆的梯度等^[2, 61]。

关于植物群落物种多样性的纬度梯度特征,一般的研究结论都是比较一致的,即随着纬度的降低,群落物种多样性逐渐增加,对于不同的区域,可能有些差异,但整体都符合上述规律。植物群落物种多样性的水分梯度特征,不同地区、不同的环境因子组合结果可能不一致,本文归结为 6 种情况。群落物种多样性随海拔梯度的变化本文划分为 5 种模式。群落物种多样性随土壤养分梯度的变化规律,目前研究不多,结果也不一致。对于演替过程中群落物种多样性的变化规律,结果基本上是一致的,具体到不同的水分条件,可能有些差异,但趋势是一样的。

对于植物群落物种多样性的梯度格局的机制,有很多假说^[64~69]。最近 Rohde 对有关物种多样性的纬度梯度格局的机制的假说详细地进行了评论,最后认为这些假说都不能很完美地解释这些现象^[13]。因此对物种多样性梯度格局的机制,还有待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 马克平. 试论生物多样性的概念. 生物多样性, 1993, 1(1): 20~22
- 2 陈灵芝. 生物多样性保护现状及其对策. 钱迎倩, 马克平主编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994. 13~35
- 3 Connell J H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 1978, 199: 1302~1310
- 4 van der Maarel E. Some remarks on disturbance and its relations to diversity and stability. *J. Veg. Sci.*, 1993, 3: 733~736
- 5 Ricklefs R E. Community diversity: relative roles of local and regional processes. *Science*, 1987, 235: 167~171
- 6 Glaser P H. Raised bogs in eastern North America regional control for species richness and floristic assemblages. *J. Ecol.*, 1992, 80: 525~554
- 7 Johnson M P, Mason L G & Raven P H. Ecological parameters and plant species diversity. *Amer. Natural.*, 1986, 102: 297~306

- 8 Johnson M P & Raven P H. Natural regulation of plant species diversity. *Evol. Biol.*, 1970, 4: 127~162
- 9 May R M. How many species? *Philos. Trans. R. Soc. Lond.*, 1990, 330: 293~304
- 10 MacArthur. *Geographical ecology: patterns in the distribution of species*. Harper & Row, New York, 1972
- 11 Whittaker R H. Evolution of species diversity in land communities. *Evolut. Biol.*, 1977, 10: 1~67
- 12 Grubb P J. Global trends in species-richness in terrestrial vegetation, a view from northern hemisphere. In: Gee J M R & Giller P S (eds). *Organization of Communities: Past and present*. Blackwell, Oxford, 1987. 99~118
- 13 Rohde K. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. *Oikos*, 1992, 65: 514~527
- 14 Latham R E and Ricklefs R E. Global patterns of tree species richness in moist forests: energy-diversity theory does not account for variation in species richness. *Oikos*, 1993, 67: 325~333
- 15 Rey Benayas J M & Schenier S M. Diversity patterns of wet meadows along geographical gradients in Spain. *Journal of Vegetation Science*, 1993, 4: 103~108
- 16 Pianka E R. Convexity, desert lizards, and spatial heterogeneity. *Ecology*, 1996, 47: 1055~1059
- 17 Steven G C. The latitudinal gradients in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *Am. Nat.*, 1989, 133: 240~256
- 18 Currie D J & Paquin V. Large-scale biogeographical patterns of species richness of trees. *Nature*, 1987, 329: 326~327
- 19 Gentry A H. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 1988, 75: 1~34
- 20 Malyshev L, Nimis P L and Bolognini G. Essays on the modelling of spatial floristic diversity in Europe: British Isles, West Germany, and East Europe. *Flora*, 1994, 189: 79~88
- 21 谢晋阳, 陈灵芝. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征. *生态学报*, 1994, 14(4): 337~344
- 22 黄建辉, 陈灵芝. 北京东灵山地区森林植被的生态多样性分析. *植物学报*, 1994, 36(增刊): 178~186
- 23 Whittaker R H & Niering W A. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona: V. Biomass, production, and diversity along the elevation gradient. *Ecology*, 1975, 56: 771~790
- 24 Brunig E F. Species richness and stand diversity in relation to site and succession of forests in Sarawak and Brunei (Borneo). *Amazonia*, 1973, 4: 293~320
- 25 Gentry A H. Neotropical floristic diversity: Phytogeographical connections between central and north America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 1982, 69: 557~593
- 26 Mook C D. Tree species diversity in the eastern deciduous forest with particular reference to north central Florida. *Am. Nat.*, 1967, 101: 173~187
- 27 Auclair A N and Goff F G. Diversity relations of upland forests in the Western Great lakes area. *Am. Nat.*, 1971, 105: 499~528
- 28 Whittaker R H. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecol. Monogr.*, 1956, 26: 1~80
- 29 Thalen D C P. Variation in some saltmarsh and dune vegetations in the Netherlands with special reference to gradient situations. *Acta Bot. Neerl.* 1971, 20: 321~342
- 30 Whittaker R H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecol. Monogr.*, 1960, 30: 279~338
- 31 Whittaker R H & Niering W A. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona: a gradient analysis of the South slope. *Ecology*, 1965, 46: 429~452
- 32 Peet R K. Forest vegetation of the east slope of the northern Colorado Front Range. Ph.D. thesis, Cornell Univ., Ithaca, N. Y. 1975. 661
- 33 Zobel D B, McKee A, Hawk G M, and Dyrness C T. Relationships of environment to composition, structure, and diversity of forest communities of the Central Western Cascades of Oregon. *Ecol. Monogr.*, 1976, 46: 135~156
- 34 Glenn-Lewin D C. Species diversity in North American temperate forest. *Vegetatio*, 1977, 33: 153~162
- 35 ter Steege H & Cornelissen J H C. Distribution and Ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica*, 1989, 21(4): 331~339
- 36 Gentry A H & Dodson. Diversity and phytogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 1987, 74: 205~233

- 37 Cox J E & Larson D W. Environmental relations of the bryophyte and vascular components of a talus slope plant community. *Journal of Vegetation Science*, 1993, 4: 553~560
- 38 Yoda K A. Preliminary survey of the forest vegetation of eastern Nepal. *J. Coll. Arts Sci. Chiba Univ., Nat. Sci. Ser.*, 1967, 5: 99~140
- 39 Peet R K. Forest vegetation of the Colorado, Front Range; Pattern of species diversity. *Vegetatio*, 1978, 37: 65~78
- 40 Hamilton A C & Perrott R A. A study of altitudinal zonation in the montane forest belt of Mt. Elgon, Kenya/ Uganda. *Vegetatio*, 1981, 45: 107~125
- 41 Wilson J B, Lee W G & Mark A F. Species diversity in relation to ultramafic substrate and to altitude in southwestern New Zealand. *Vegetatio*, 1990, 86: 15~20
- 42 Itow S. Species turnover and diversity patterns along an elevation broad-leaved forest coenocline. *Journal of Vegetation Science*, 1991, 2: 477~484
- 43 Daubenmire R & Daubenmire J B. Forest vegetation of eastern Washington and northern Idaho. *Washington Agric. Expt. Sta. Tech. Bull.*, 1968, 60: 1~104
- 44 Baruch Z. Ordination and classification of vegetation along an altitudinal gradient in the Venezuelan paramos. *Vegetatio*, 1984, 55: 115~126
- 45 Wilson J B & Sydes M T. Some tests for niche limitation by examination of species diversity in the Dunedin area. *New Zealand. N. Z. J. Bot.*, 1988, 26: 237~244
- 46 Minchin P R. Montane vegetation of the Mt. Field massif, Tasmania; a test of some hypotheses about properties of community patterns. *Vegetatio*, 1989, 83: 97~110
- 47 Moral R del. Diversity patterns in forest vegetation of the Webatchee Mountains, Washington. *Bull. Torrey Bot. Club*, 1972, 99: 57~64
- 48 Huston M. Soil nutrients and tree species richness in Costa Rican forests. *J. Biogeogr.*, 1980, 7: 147~157
- 49 Gartlan J S, Newbery D M, Thomas K W, et al. The influence of topography and soil phosphorous of the vegetation of Korup Forest Reserve. *Cameroun Vegetation*, 1986, 65: 131~148
- 50 Lee T D & La Roi G H. Bryophyte and understory vascular plant beta diversity in relation to moisture and elevation gradients. *Vegetatio*, 1979, 40: 29~38
- 51 Gentry A H. Endemism in tropical vs. temperate plant communities. in Soule M (editor). *Conservation Biology*. Sinauer Press, Sunderland, Massachusetts, 1986. 153~181
- 52 Goldberg D E & Miller T E. Effects of different resource additions on species diversity in an annual plant community. *Ecology*, 1990, 71: 213~225
- 53 Odum E P. Organic production and turnover in old field succession. *Ecology*, 1960, 41: 34~49
- 54 Louks O L. Evolution of diversity, efficiency, and community stability. *Am. Zool.*, 1970, 10: 17~25
- 55 Bazzaz F A. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology*, 1975, 56: 485~488
- 56 Margalef R. On certain unifying principles in ecology. *Am. Nat.*, 1963, 97: 357~374
- 57 Odum E P. The strategy of ecosystem development. *Science*, 1969, 164: 262~270
- 58 Reiners W A, Worley I A and Lawrence D B. Plant diversity in a chronosequence at Glacier Bay, Alaska. *Ecology*, 1971, 52: 55~69
- 59 Tramer E J. The regulation of plant species on an early successional gradients in saline lakes. *Ecology*, 1975, 74: 1246~1263
- 60 Westman W E. Diversity relations and succession in Californian coastal sage scrub. *Ecology*, 1981, 62: 170~184
- 61 朱守谦. 贵州部分森林群落物种多样性初步研究. *植物生态学与地植物学学报*, 1987, 11(4): 286~295
- 62 Peet R K & Christensen N L. Changes in species diversity during secondary forest succession on the North Carolina Piedmont. In: During H J, Werger M J & Willems J H. (eds) *Diversity and pattern in plant communities*. SPB Academic Publishing, The Hague, 1988, 233~245
- 63 Itow S. Species diversity of mainland-and island forests in the Pacific area. *Vegetatio*, 1988, 77: 193~200

- 64 Currie D J. Energy and large-scale patterns of animal and plant-species richness. *Am. Nat.*, 1991, **137**: 27~49
- 65 Steven G C. The elevational gradient in altitudinal range; an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *Am. Nat.*, 1992, **140**: 839~991
- 66 黄建辉. 物种多样性的空间格局及形成机制初探. *生物多样性*, 1994, **2**(2): 103~107
- 67 Beals E W. Vegetation change along altitudinal gradients. *Science*, 1969, **165**: 981~985
- 68 Richerson P J & Lum K. Patterns of plant species diversity in California: relations to weather and topography. *Am. Nat.*, 1980, **116**: 504~536
- 69 Watkins A J & Wilson J B. Plant structure, and its relation to the vertical complexity of communities: dominance/diversity and spatial rank consistency. *Oikos*, 1994, **70**(1): 91~98

+++++



全国首届植物分子生态学学术研讨会会议纪要

由中国植物学会青年工作委员会与东北林业大学森林植物生态学(国家教委)开放研究实验共同举办的“全国首届植物分子生态学学术研讨会”于1996年10月21日至23日在黑龙江省哈尔滨市东北林业大学召开。来自北京、上海、云南、山东、辽宁、吉林等17个单位,从事分子生态学及其相关领域研究的50余位专家、学者及有关人员参加了会议。

会议分为3个部分:(1)学术报告;(2)现场实验技术交流;(3)学术论坛。大会的学术报告以中国植物分子生态学的研究现状与进展为主题。中科院院士洪德元教授做了题为“关于植物分子生态学若干问题”的发言。中国科学院植物研究所胡志昂研究员做了题为“分子生态学的两种前途”;东北林业大学祖元刚教授做了题为“分子生态学的形成与发展”;中国科学院植物研究所马克平研究员做了题为“生物安全与分子生态学”的专题报告,引起与会者的浓厚兴趣。东北师范大学黄百渠教授、中国科学院植物研究所王洪新研究员等9位专家在大会上做了学术报告。会议期间结合东北林业大学森林植物生态学开放研究实验室核酸实验室的仪器进行了现场实验技术交流和操作演示。

本次会议就植物分子生态学的概念、原理、技术与方法以及分子生态学的应用和发展前景等方面进行了讨论。学者们对分子生态学的不同侧面,结合自己的具体工作和对分子生态学的理解,展开了广泛而深入的探讨,主要包括以下4方面内容:

1. 分子生态学的形成与发展;
2. 分子生态学的概念、内涵及研究内容;
3. 分子生态学的研究方法;
4. 中国分子生态学的现状与发展战略。

本次会议在热烈的学术气氛中圆满结束。

东北林业大学森林植物生态学(国家教委)开放研究实验室

(阎秀峰 高亦珂 供稿)