

# 第十届海峡两岸森林动态样区研讨会

## 主办单位

国际生物多样性计划中国委员会  
中国科学院生物多样性委员会

## 协办单位

北京生态学学会

# 目 录

会议须知.....	1
第十届海峡两岸森林动态样区研讨会简明日程.....	3
会议日程.....	4
大会报告人简介.....	8
大会报告.....	9
大数据时代的生物多样性保护与宏生态学 .....	9
当代物种共存理论及其在生态学中的应用.....	9
<b>专题一、森林动态与更新.....</b>	<b>10</b>
林业经营策略对森林更新之影响：以龙脑香森林为例.....	10
森林动态样区及植群样区数据应用于崩塌地物种复育之研究——以莲华池地区为例 .....	11
天童常绿阔叶林林窗物种多样性的动态变化.....	12
Seedling-to-sapling transition in a subtropical rain forest .....	13
千岛湖片段化次生马尾松林内土壤种子库研究.....	14
Variation and synchrony of tree species mast seeding in an old-growth temperate forest .....	15
<b>专题二、碳及物种相互作用.....</b>	<b>16</b>
积雪期寒温带兴安杜鹃-兴安落叶松林土壤温室气体排放通量的变化.....	16
王朗 25.2ha 高山针叶林样地内散放家畜对野生有蹄类动物影响初探.....	17
亚热带森林植物与土壤微生物相互作用研究.....	18
<b>专题三 空间分布格局.....</b>	<b>19</b>
Selfish but not altruistic legumes in tropical forests .....	19
Scaling and power law in forests .....	21
山地常绿落叶阔叶林倒木的空间格局与数量特征分析.....	22
$\beta$ 多样性在台湾沿海海拔梯度的分布型 .....	22
<b>专题四 多样性与维持机制.....</b>	<b>23</b>
Functional and phylogenetic temporal turnover in two temperate forest in	

Northeast China .....	23
Secondary versus original: associations of species diversity and functional diversity with habitat heterogeneity in two subtropical evergreen broad-leaved forests .....	24
鼎湖山锥栗群体 MSAP 标记的遗传变异格局分析 .....	25
温带-亚热带过渡区秦岭落叶阔叶林 25-ha 样地研究进展 .....	27
喀斯特常绿落叶阔叶混交林物种组成特征 .....	28
亚热带常绿阔叶林种内功能性状峰度与稀有度关系的初步分析 .....	29
密度制约与群落结构: 基于永久固定动态监测样地途径 .....	29
天童 20 公顷样地内优势种的负密度制约格局 .....	30
The strength of density dependent mortality is contingent on climate and size in a tropical forest .....	31
通过幼苗实验检验竞争相关性假说 .....	33
Temporal variation of competition and facilitation in mixed-forest Funiu Mountains .....	34
典型阔叶红松林生物邻体及地形对树木存活效应的变异 .....	35
局域森林中喀斯特特有树种的生态位模型拟合 .....	35
<b>样地进展总结 .....</b>	<b>36</b>
CForBio: a network monitoring Chinese forest biodiversity-progress and perspective .....	36
中国西南-中南半岛东经 101 度线森林样带 .....	37
古田山森林生物多样性多尺度立体综合监测体系 .....	37


## 会议须知

### 一、注册

10月12日 18:00-20:00（北京塔里木石油酒店一楼大厅）

10月13日 18:00-20:00（北京塔里木石油酒店一楼大厅）



 **注：**签到时请领取标识牌（进入会场与领取工作餐的唯一标识）

### 二、用餐安排

早餐：所住宾馆含早餐；午餐/晚餐：工作餐

### 三、住宿

1. 入住宾馆：北京塔里木石油酒店（北京朝阳区北沙滩5号）
2. 住宿安排：请根据自己提交的住房预定信息至宾馆前台登记入住。

### 四、会议时间及地点

1. 时间：2016年10月14日（08:30会议正式开始）
2. 地点：中国科学院地理科学与资源研究所 2602 和 2321 会议室

### 五、会务组联系方式

徐学红：strawberry@ibcas.ac.cn 13611056575

王丹：wangdan@ibcas.ac.cn 18813111667

## 第十届海峡两岸森林动态样区研讨会



**中国科学院地理科学与资源研究所:**【行车路线】北沙滩桥向西 1500 米 路北;【乘车路线】可乘运通 110、311、328、379、484、594、607、671、695、751、913 等公交车到中科院地理所站下车。

**北京塔里木石油酒店:**【出租车】距离北京站 20 公里,乘坐出租车约 50 分钟;距离北京西客站 20 公里,乘坐出租车约 40 分钟;距离六里桥长途客运站 25 公里,乘坐出租车约 40 分钟;距离北京首都国际机场 30 公里,乘坐出租车约 40 分钟。【乘车路线】可乘坐地铁 15 号线到北沙滩站 B2 口出,向北 480 米后右转入北沙滩路向东 120 米即可。

第十届海峡两岸森林动态样区研讨会

简明日程

10月14日			
08:30-09:50	大会报告（2602 会议室）		
09:50-10:00	休息		
	<b>2602 会议室</b>		<b>2321 会议室</b>
10:00-12:15	专题 4. 多样性与维持机制	10:00-11:20	专题 1. 森林动态与更新
		11:20-12:15	专题 2. 碳与物种相互作用
12:15-13:30	工作餐		
13:30-14:30	专题 4. 多样性与维持机制	13:30-14:30	专题 3. 空间分布格局
14:30-14:40	休息		
14:40-15:25	样地进展总结		
15:25-16:25	CForBio 未来发展讨论		
16:25-16:40	会议总结		
17:00	工作餐		

第十届海峡两岸森林动态样区研讨会

会议日程

2016年10月14日，中国科学院地理科学与资源研究所

大会报告 (2602 会议室)			
主持人: 陈毓昀			
时间	报告人	工作单位	报告题目
08:30-09:10	张 健	华东师范大学	大数据时代的生物多样性保护与宏生态学
09:10-09:50	储诚进	中山大学	当代物种共存理论及其在生态学研究中的应用
09:50-10:00	休息		
专题一、森林动态与更新 (2321 会议室)			
主持人: 陈磊			
10:00-10:15	陈毓昀	台湾东华大学	林业经营策略对森林更新之影响:以龙脑香森林为例
10:15-10:30	张励婉	台湾林业试验所	森林动态样区及植群样区数据应用于崩塌地物种复育之研究:以莲华池地区为例
10:30-10:45	林庆凯	华东师范大学	常绿阔叶林林窗物种多样性的动态变化
10:45-11:00	张杨家豪	台湾东华大学	Seedling-to-sapling transition in a subtropical rain forest
11:00-11:15	南 歌	浙江大学	千岛湖片段化次生马尾松林内土壤种子库研究
11:15-11:30	王芸芸	中科院沈阳生态所	Variation and synchrony of tree species mast seeding in an old-growth temperate forest

<b>专题二、碳及物种相互作用 (2321 会议室)</b>			
<b>主持人: 原作强</b>			
11:30-11:45	朱道光	黑龙江省科学院自然与生态研究所	大兴安岭雪被对土壤温室气体排放通量的影响
11:45-12:00	李 晟	北京大学	王朗 25.2ha 高山针叶林样地内散放家畜对野生有蹄类动物影响初探
12:00-12:15	陈 磊	中科院植物所	亚热带森林植物与土壤微生物相互作用研究
12:15-13:30	工作餐		
<b>专题三、空间分布格局 (2321 会议室)</b>			
<b>主持人: 乔秀娟</b>			
13:30-13:45	许 涵	中国林科院热带林业研究所	Selfish but not altruistic legumes in tropical forests
13:45-14:00	赖江山	中科院植物所	Scaling and power law in forests
14:00-14:15	卢志军	中科院武汉植物园	山地常绿落叶阔叶林倒木的空间格局与数量特征分析
14:15-14:30	李静峯	台湾清华大学	$\beta$ 多样性在台湾沿海海拔梯度的分布型
<b>专题四、多样性与维持机制 (2602 会议室)</b>			
<b>主持人: 王绪高, 沈国春</b>			
10:00-10:15	房 帅	中科院沈阳生态所	Functional and phylogenetic temporal beta diversity in two temperate forests in Northeastern China
10:15-10:30	仲 磊	浙江大学	Secondary forest versus original forest: relationship of species diversity and functional diversity with habitat heterogeneity in two subtropical evergreen



			broad-leaved forests
10:30-10:45	刘 卫	中科院华南植物园	鼎湖山锥栗群体 MSAP 标记的遗传变异格局分析
10:45-11:00	党海山	中科院武汉植物园	温带-亚热带过渡区秦岭落叶阔叶林 25-ha 样地研究进展
11:00-11:15	杜 虎	中科院亚热带农业生态研究所	喀斯特常绿落叶阔叶混交林物种组成特征
11:15-11:30	米湘成	中科院植物所	亚热带常绿阔叶林种内功能性状峰度与稀有度关系的初步分析
11:30-11:45	匡 旭	中科院沈阳生态所	密度制约与群落结构间的关系
11:45-12:00	龚筱羚	华东师范大学	天童 20 公顷样地内优势种的负密度制约格局
12:00-12:15	宋晓阳	中科院西双版纳热带植物园	The strength of density dependent is climatic and size dependent in a tropical forest in southwest China
12:15-13:30	工作餐		
13:30-13:45	王忍忍	华东师范大学	通过幼苗实验检验竞争相关性假说
13:45-14:00	王 婷	河南农业大学	Temporal variation of competition and facilitation in Funiu Mountains
14:00-14:15	朱 宇	东北林业大学	典型阔叶红松林生物邻体及地形对树木存活效应的变异
14:15-14:30	王 斌	中科院广西植物所	局域森林中喀斯特特有树种的生态位模型拟合
14:30-14:40	休息		

<b>样地进展总结和未来发展讨论 (2602 会议室)</b>			
<b>样地进展总结 主持人: 倪红伟</b>			
14:40-14:55	冯 刚	内蒙古大学	CForBio: a network monitoring Chinese forest biodiversity-progress and perspective
14:55:15:10	李巧明	中科院西双版纳热带植物园	中国西南-中南半岛东经 101 度线森林样带工作进展
15:10-15:25	任海保	中科院植物所	古田山森林生物多样性多尺度立体综合监测体系
<b>CForBio 未来发展讨论 主持人: 叶万辉</b>			
15:25-16:25	讨论		
16:25-16:40	会议总结 (马克平)		
17:00	工作餐		

## 大会报告人简介

### 张健

博士，华东师范大学教授。

2013 年于加拿大阿尔伯塔大学获得理学博士学位，2013-2016 年分别在加拿大阿尔伯塔大学和丹麦奥胡思大学从事博士后研究，2016 年入选中组部“千人计划”青年人才项目。目前主要研究方向为生物多样性维持机制、大数据时代的生物多样性保护与宏生态学、生物多样性遥感等。已以第一作者在 PNAS、Journal of Ecology、Journal of Applied Ecology 等杂志发表研究论文十余篇，其他合作文章近 20 篇。

### 储诚进

博士，中山大学教授。

2010 年于兰州大学获理学博士学位，2011-2014 年在美国犹他州立大学从事博士后研究，2014 年 9 月份进入中山大学生命科学学院工作。主要研究兴趣为种群动态、物种共存和生物多样性维持及全球变化生态学，在 *Nature Communications*, *Ecology Letters*, *Ecological Monographs*, *Journal of Ecology* 和 *Global Change Biology* 等学术期刊发表多篇论文。曾获中国生态学学会第三届青年科技奖（2013 年度）和入选教育部“新世纪优秀人才支持计划”（2012 年度），2016 年获得国家自然科学基金委优秀青年科学基金支持。

## 大会报告

### 大数据时代的生物多样性保护与宏生态学

张健

(华东师范大学, 上海 200062)

大数据, 如 GBIF (全球生物多样性信息网络) 收集的物种标本数据和 NEON (美国国家生态学观测网) 的物候监测数据, 已经成为保护生物学与宏生态学 (macroecology) 研究的一个重要部分。如何有效地利用和分析这些海量数据, 已经成为生态学研究的一个极大的挑战。本报告将以报告人最近研究中使用的不同空间和时间尺度的数据为例, 介绍如何利用大数据来研究物种分布、物种灭绝风险、森林演替动态等问题, 并探讨大数据方法在生态学中的应用潜力。希望这些经验和教训能够对相关研究者有所借鉴和参考。

### 当代物种共存理论及其在生态学研究中的应用

储诚进

(中山大学生命科学学院, 广州 510275)

局域群落物种共存与生物多样性维持机制是群落生态学研究的核心。初期的研究侧重具体物种共存机制的探讨, 强调生物间相互作用尤其是竞争的影响, 关注物种间生态位分化的作用。而当代物种共存理论将物种之间的差异划分为抽象的生态位差异和适合度差异两类, 前者促进物种共存, 后者利于竞争排除。中性理论与生态位理论争论的焦点之一即为物种间是否有差异及此种差异是否具有生态学意义。当代物种共存理论自提出后, 逐渐得到来自不同群落类型数据的支持, 包括一年生植物群落、绿藻群落、微生物群落以及多年生草本植物群落。在验证当

代物种共存理论的同时，如何将其应用于生态学其他研究领域也成为了研究的热点和难点，包括预测气候变化的影响和生物入侵等。此外，植物功能性状和谱系数据的积累为将当代物种共存理论从“抽象”转为“具体”提供了基础，而当代物种共存理论则为从性状和谱系格局推断生态学过程提供了更可靠的依据。

## 专题一、森林动态与更新

### 林业经营策略对森林更新之影响：以龙脑香森林为例

陈毓昀

(东华大学, 台湾 97401)

种子生产与苗木的建立对森林物种的族群更新有着重要的影响力，林木的砍伐意味着种源的变动，势必影响更新的机制，因此评估种源变动所造成的更新限制，对林业永续经营实为重要信息。马来西亚当前的林业经营策略为择伐 (selective logging)，砍伐对象为主要木材种类之大树，留下中径级树木以及少量大树作为种源。这个伐木策略改变了林木的径级结构，大大影响了种源，长期来说，可能造成林木更新困难，最终导致木材生产上的困境。然而，种源变化对于龙脑香森林种子生产及苗木建立的影响究竟如何，目前尚无答案。为了进行这项评估，我们在2001、2002、2005、及2014年于马来西亚的Paosh样地内对30种龙脑香科的物种进行开花物候调查，并于结果期之后监测各年份小苗的存活率，以此评估择伐对种子生产及苗木建立的潜在影响。我们发现在单一年份中，龙脑香树木开花机率与其径级成正比；长期观之，大径级树木开花频率高于中径级树木。当我们比较大径级及中径级树木的相对生产贡献度时，发现大树较中径级树木高出1.22至2.75倍。小苗监测结果显示，在种子产量低的年份里，小苗存活率极低，仅有在种子产量较高的

年份，小苗才能建立足够的族群。我们的研究结果显示，当前马来西亚在龙脑香森林中施行的林业经营策略恐会导致森林更新的困难，进而影响林业发展的永续性，重新检讨林业经营策略实属当务之急。

## 森林动态样区及植群样区数据应用于崩塌地物种复育之研究 ——以莲华池地区为例

张励婉，邱祈荣，杨淳正  
(林业试验所，台湾)

台湾天然灾害干扰频繁，常产生许多崩塌地，如何使崩塌区域回复稳定的状态，植生的复旧刻不容缓。本研究在台湾南投县莲华池森林及周边区域，藉由莲华池森林动态样区及邻近植群样区调查成果，了解现有天然植生的状况，并分析何种环境因子影响植生组成的差异，以及造成该地区的独特性，以作为当崩塌发生时，建议选择物种复育之依据。莲华池森林动态样区及植群样区总计 64 科 154 属 295 种木本植物，以壳斗科 (Fagaceae)、樟科 (Lauraceae)、茜草科 (Rubiaceae) 及大戟科 (Euphobiaceae) 为主，经由地区贡献 Beta 多样性 (local contributions to beta diversity, LCBD)，及空间回归分析 (Spatial Autoregressive Model, SAR)，检测可能影响的环境因子，结果以坡度 (slope)、凹凸度 (convexity)、距溪流距离 (stream distance) 及孔隙 (gap) 等，为造成各微栖地物种组成独特性的主要因子。另将数据区分山顶陵线、坡面及溪谷等区域，建议该区域如发生崩塌时，首先应以各区域之先驱物种 (pioneer species) 为主要复育物种之优先选择，另在崩塌地较为稳定后，再栽植竞争力强之优势物种 (dominate species)，另可搭配该栖地之指标种 (indicator species)、特有种 (endemic species) 及稀有种 (rare species)，以增加区域物种之多样性。

## 天童常绿阔叶林林窗物种多样性的动态变化

林庆凯<sup>1,2</sup>, 刘何铭<sup>1,2</sup>, 王希华<sup>1,2\*</sup>

(1 华东师范大学生态与环境科学学院, 上海 200241; 2 浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站, 浙江宁波 315114)

林窗是群落物种多样性维持机制中的重要组成部分, 许多研究显示由于其特殊的高光环境, 部分喜阳植物能够在林窗内较好的更新生长, 但关于森林群落内林窗物种多样性的动态变化规律, 以及其与非林窗区域间差异的研究仍比较鲜见。为此, 本文选取浙江天童 20ha 森林动态监测样地内的 149 个冠林窗及其对应的非林窗区域作为研究对象, 采用指数形式的香浓维纳指数 ( $\text{Exp}(H')$ )、物种丰富度(S)以及 Simpson 指数的倒数形式(inverse Simpson)分析了二者 2010 年和 2015 年物种多样性的时间变化规律, 以及两者间的差异, 并将群落内物种分为常绿树种和落叶树种, 对比其胸径 5 年的相对生长速率。结果显示: 5 年前后, 冠林窗内的物种多样性出现了显著的增加 ( $\text{Exp}(H')$ ,  $p < 0.01$ 、 $S$ ,  $p < 0.01$ 、inverse Simpson,  $p < 0.05$ ), 而非林窗区域的物种多样性则没有显著差异 ( $p > 0.05$ ); 另外, 2015 年冠林窗和非林窗物种多样性相比, 只有在林窗面积  $> 100\text{m}^2$  的情况下, 冠林窗的  $\text{Exp}(H')$  以及 Inverse Simpson 指数才大于非林窗区域 ( $p < 0.05$ ); 除此之外, 本研究发现群落冠林窗内的常绿树种和落叶树种的胸径相对生长速率分别达到 34.6% 和 120.4%, 均显著大于非林窗区域下常绿树种和落叶树种的胸径相对生长速率 (分别为 22.8% 和 26.2%,  $p < 0.01$ ), 且冠林窗内落叶树种的胸径相对生长速率显著大于常绿树种 ( $p < 0.01$ ), 而在非林窗区域内, 常绿树种和落叶树种的胸径相对生长速率没有显著差异 ( $p = 0.46$ )。以上结果表明: 群落冠林窗的物种多样性增长速率显著大于非林窗区域; 此外, 林窗还有效地促进了群落内落叶树种的生长。

## **Seedling-to-sapling transition in a subtropical rain forest**

Chia-Hao Chang-Yang

(National Dong Hwa University, Taiwan 97401)

Seedling is one of the critical bottleneck in the tree life cycles. Understanding the ecological processes that impact seedling demography may have great implication for species coexistence and community dynamics. As seedling recruitment may be controlled by external forcings that operate at very different temporal scales, linking the scales that influence seedling dynamics with the actual life-history strategies and passage times of seedlings-to-sapling transition is essential for any inference on how early life-history stages of trees can inform coexistence theory. We used a 12-year data of seedling dynamics from a subtropical rain forest to construct integral projection models (IPMs) for eight tree species. We used numerical simulations to estimate the passage times and transition ratios from newly germinated seedlings to sapling of 200-cm height. For most species, their seedlings required relatively high transition probabilities to fast growth to escape from early-stage high mortality. Once established, they still had to spend decades (ranged from 15 to 213 years) to attain 2 m high. The high transition probabilities to fast growth may related to strong but relatively short period climate change, or episodic events of multidecadal or centennial scales. Therefore, it is essential to consider the impacts of episodic events on recruitment dynamics while making inference of the assembly mechanisms using seedling data.



## 千岛湖片段化次生马尾松林内土壤种子库研究

南歌<sup>1,2</sup>, 金毅<sup>1</sup>, 李铭红<sup>2</sup>, 于明坚<sup>1</sup>

(1 浙江大学生命科学学院, 杭州 310058; 2 浙江师范大学化学与生命科学学院, 金华 321004)

土壤种子库构成了森林群落更新的主要来源, 对于森林干扰后恢复、森林演替等均具有重要意义。了解土壤种子库组成特点及其影响因素, 对于森林抚育和管理, 具有较大的借鉴作用。为此, 研究了千岛湖片段化景观中次生马尾松林内的土壤种子库组成及其影响因素。根据所研究岛屿的面积梯度以及边缘梯度, 采用大数量小样方法对土壤种子库进行机械取样。然后进行萌发实验, 分别检测土壤种子库最大化时期(冬季)和最小化时期(春季)的土壤种子库组成。结果显示: (1)共萌发出 1422 棵幼苗, 分属 42 种、29 科、40 属, 以蔷薇科幼苗为主, 占总个体数的 59.7%。其中, 木本植物幼苗 14 种 1028 棵, 草本物种 28 种 394 棵; (2)冬、春季的土壤种子库组成具有很高的相似性 (Pearson 相关性系数: 木本植物  $r=0.87$ ,  $P<0.001$ ; 草本植物  $r=0.57$ ,  $P<0.001$ ); (3)土壤种子库的上层 (0-2cm)、下层 (2-5cm)的种子组成相似性很高 (Pearson 相关性系数: 木本植物为  $r=0.93$ ,  $P<0.001$ ; 草本植物为  $r=0.80$ ,  $P<0.001$ ), 但下层所含种子数量显著 ( $P<0.001$ )小于上层; (4)土壤种子库下层所含木本、草本植物的可萌发种子数量均小于上层 ( $P$  值均 $<0.001$ ); 随岛屿面积增大, 土壤种子库中的木本植物种子数量有增大趋势 ( $P<0.1$ ), 随取样点距岛屿边缘距离的增大, 土壤种子库中的草本植物种子数量显著下降 ( $P<0.05$ )。本研究结果表明: 千岛湖地区片段化马尾松林内土壤种子库可能主要集中在土壤表层, 种子数量及物种组成受到岛屿面积和距岛屿边缘距离等生境片段化因素的显著影响, 而受季节的影响不大。本研究提示片段化森林中的土壤种子库组成受到生境片段化效应 (面积效应和边缘效应) 的影响, 从而可能对森林群落的演替产生长远的影响。

## **Variation and synchrony of tree species mast seeding in an old-growth temperate forest**

Yunyun Wang

(Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016)

Seed production patterns of trees play an important role in plant population dynamics and forest recruitment. Mast seeding, synchronous and highly variable production of large seed crops, occurs in many plant species and across diverse plant communities. Two predominant ultimate hypotheses for mast seeding are pollination efficiency and predator satiation, with weather conditions as a proximate cause. However, little consensus has been achieved regarding the relative impacts of ultimate selection and proximate weather on variation in seed production. Moreover, mast-seeding studies often focus on a single or phylogenetically closely related species, studies focused on community with tree species having a diversity of reproductive strategies were rarely documented. Based eight-years of seed rain data in the 25-ha temperate forest plot, we characterized the patterns and evaluated potential drivers of mast seeding. We used generalized linear mixed-effects model to analyze the relationships between interannual variability of mast seeding and species' pollination and dispersal vectors, as well as weather conditions. All 20 species exhibited high variability in annual seed production but seed production among species were generally asynchronous across years. Wind-pollinated species had higher interannual variation of seed production than insect-pollinated species, while species dispersed by seed predators and abiotic modes showed little variation. Species responded differently to similar weather conditions for both temperature and precipitation. And the current spring phenology exerted more effect among species than the weather conditions of the current summer and season-long lags. Our findings provides strong support for the hypothesis that pollination efficiency can influence the

evolution of mast seeding and the proximate role of weather drivers in producing the mast seeding pattern, but only weak support for the predation satiation hypothesis. We highlight the necessity to simultaneously assess both ecological and evolutionary mechanisms and proximate climate drivers of mast seeding, in order to improve our understanding and future prediction of spatiotemporal seed production patterns and forest dynamics.

## 专题二、碳及物种相互作用

### 积雪期寒温带兴安杜鹃-兴安落叶松林土壤温室气体排放通量的变化

倪红伟, 朱道光, 崔福星, 柴春荣, 李金博, 杨立宾  
(黑龙江省科学院自然与生态研究所, 哈尔滨, 150040)

雪是寒温带森林生态系统的重要环境因子, 雪的变化影响寒温带森林结构、功能及生态过程。本实验以寒温带兴安杜鹃-落叶松林为研究对象, 研究积雪期兴安杜鹃-落叶松林土壤温室气体排放通量动态变化, 为评价寒温带落叶松林生态系统在全球变化的作用提供依据和基础数据。通过测定积雪期寒温带兴安杜鹃-落叶松林雪物理特征, 采用静态密闭箱-气相色谱法采集土壤温室气体, 分析积雪期寒温带兴安杜鹃-落叶松林不同雪层温室气体排放通量, 分析积雪期寒温带兴安杜鹃-落叶松林土壤温室气体排放通量; 揭示寒温带兴安落叶松林土壤温室气体排放对雪的影响规律, 以期阐明雪对温室土壤气体排放的影响。

研究表明, (1) 积雪期寒温带兴安杜鹃-落叶松林雪体积、雪水当量、雪孔隙度动态变化均呈先升后降趋势, 但雪密度动态变化呈先降后升趋势; 积雪对土壤起到了保温的作用。(2) 积雪条件下减少了土壤  $\text{CO}_2$  排放通量, 大量  $\text{CO}_2$  可能由于积雪的作用大量积聚在地表层; 积雪使样地  $\text{CO}_2$  排放通量与大气温度、土壤温度、土壤含水率相关性均不显著。(3) 积雪条件下减少了土壤  $\text{CH}_4$  排放通量, 大量  $\text{CH}_4$  可能由于积雪

的作用大量积聚在地表层和雪深 10cm 的雪被中；积雪使样地 CH<sub>4</sub> 排放通量与大气温度、土壤温度呈显著负相关，与土壤含水率呈显著正相关。

(4) 积雪条件下增加了土壤 N<sub>2</sub>O 排放通量，大量 CH<sub>4</sub> 可能由于积雪的作用大量积聚在地表层和雪深 10cm 的雪被中；积雪使样地 N<sub>2</sub>O 排放通量与大气温度、土壤温度呈显著正相关，与土壤含水率相关性并不显著。

(5) 积雪期兴安杜鹃-落叶松林土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量与雪水当量呈显著负相关；积雪期兴安杜鹃-落叶松林土壤 CH<sub>4</sub> 排放通量与雪体积、雪孔隙度呈显著正相关，但 CH<sub>4</sub> 排放通量与雪密度呈极显著负相关；积雪期兴安杜鹃-落叶松林土壤 N<sub>2</sub>O 排放通量与雪体积、雪密度、雪水当量与雪孔隙度相关性均不显著。

综上，积雪期雪被特征可以调节寒温带兴安杜鹃-兴安落叶松林土壤温室气体排放通量，同时也与大气温度、土壤温度及其他环境因子相关，还需要进一步实验数据验证。

### 王朗 25.2ha 高山针叶林样地内散放家畜对野生有蹄类动物影响初探

厉威池<sup>1</sup>，申小莉<sup>2</sup>，罗春平<sup>3</sup>，李晟<sup>1\*</sup>

(1 北京大学生命科学学院，北京 100871；2 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室，北京 100093；3 四川王朗国家级自然保护区，四川平武 622550)

日益增多的散放家畜近年来已成为我国自然保护区管理中面临的重要威胁。缺乏管理的散放家畜与野生有蹄类竞争食物资源与栖息地空间，并且有传播疾病的风险。在数量过剩的情况下，散放家畜通过取食和践踏，可能阻碍植被更新，对生态系统带来深远影响。从 2013 -2016 年，在岷山北部王朗国家级自然保护区 25.2ha 高山针叶林森林动态监测样地内，随机选择 44 个 20m 样方，使用红外相机调查技术，研究散放家畜对野生有蹄类的影响。调查收集到 3361 个相机日的有效数据，共记录到分属 6 目 12 科的 16 种兽类，其中包括 5 种野生和 2 种家养有蹄类。独立

探测数最多的 3 个有蹄类物种依次是家马 *Equus caballus* (307 次)、毛冠鹿 *Elaphodus cephalophus* (144 次) 和家牛 *Bos taurus* (139 次), 分别占有蹄类总探测次数的 49.0%, 23.0% 和 22.2%。对于样本量充足 (独立拍摄数 > 100) 的 1 种野生有蹄类 (毛冠鹿) 和 2 种家畜 (家马、家牛), 对比分析其活动模式。结果显示, 毛冠鹿和家马全年均在样地内活动, 而家牛仅在 5 - 9 月植物生长季出现在样地。家马以白天活动为主 (8:00-16:00), 且在午后达到活动高峰; 家牛也以白天活动为主 (8:00-18:00), 在 10:00 达到活动高峰; 而毛冠鹿的活动高峰则出现在晨昏 (6:00-8:00, 16:00-20:00)。毛冠鹿在同一地点的平均停留时长 (39s) 显著低于家畜 (家马 335s, 家牛 575s)。本研究结果表明, 野生有蹄类可能通过错开采食时间来降低与家畜的竞争, 从而产生时间生态位的分化。同时, 相比于野生有蹄类, 散放家畜不惧人, 在单个位点停留时间更长, 踩踏作用明显; 加之其体型大, 数量多, 对食物需求量大, 因此可能对森林幼苗和林下植被产生较大的影响。本研究初步探讨了散放家畜与野生有蹄类的相互作用及其机制, 为后续深入研究家畜对野生有蹄类种群数量和行为的影响, 以及对植被的影响奠定了基础。

## 亚热带森林植物与土壤微生物相互作用研究

陈磊

(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

As a key ecological principle, host specificity is hypothesized to be a fundamental characteristic of tree- fungi network involving in aboveground diversity maintenance, ecological responses to climate change, and biological invasions. However, there is nearly no information on such links between host plant and these biotic agents owing to the difficulty to characterize the most diverse network on earth. Here we use DNA meta-barcoding data

collected in a subtropical forest to uncover the associations between the composition and diversity of rhizosphere fungus and 34 tree species over several environmental, host phylogenetic, abundance and size gradients. We report the first empirical evidence that soil texture and nutrients modulate fungal host specialization for all functional groups of fungi. Although most fungi show similar response to host phylogeny and size, notable exceptions for fungal pathogens are evident: pathogenic fungi related to closely related tree species are not more similar than those of distantly related ones and larger hosts harbor more pathogenic fungal species. Our study demonstrates the complex nature of plant-fungus interactions, with implications for understanding tree dynamics in diverse forest.

### 专题三 空间分布格局

#### **Selfish but not altruistic legumes in tropical forests**

Han Xu<sup>1</sup>, Matteo Detto<sup>2</sup>, Suqin Fang<sup>3</sup>, Yanpeng Li<sup>3</sup>, Yide Li<sup>1</sup>, Fangliang He<sup>4</sup>

( 1 Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou, 510520, China; 2 Smithsonian Tropical Research Institute, Apartado 0843-03092, Balboa, Ancon, Republic of Panama; 3 State Key Laboratory of Biocontrol and School of Life Sciences, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China; 4 Department of Renewable Resources, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada T6R 2H1)

**1.** In tropical rain forests legumes play important roles both as soil nitrogen (N) provider and demander. However, we have little understanding on how legumes balance this dual role as function of their biological nitrogen fixation (BNF) abilities. How legumes with different BNF abilities interact with local environment, in particular, their response to soil N limitation, and with non-legumes neighbors worth further studies to understand species coexistence mechanisms and guide legumes intercropping application.

2. We addressed this question using two spatially complementary datasets. One is 60 ha stem-mapping plot in Jianfengling nature reserve, Hainan Island, China and the other is 164 25×25 m quadrats that are regularly located on a 1×1 km grid covering about 160 km<sup>2</sup> area of the reserve. Soil properties were measured from all the plots. Natural isotopes abundance method was applied to measure the BNF abilities of legumes, which used the reduced fraction of plant N derived from atmospheric N<sub>2</sub> (%Ndfa) as a proxy.

3. We analyzed the association between spatial distribution of legume species, soil available nitrogen and phosphorus contents and then related this association with the BNE abilities of legumes. The local species richness differences, around different focus legumes, were also plotted.

4. We found that legumes showed clear positive or negative habitat preferences along the gradients of soil available nitrogen contents and are significantly correlated with the biological nitrogen fixation abilities themselves. Five legumes that occurred both in the 60 ha plot and the 164 25×25 m quadrats are clearly segregated along the gradients of soil available nitrogen contents. Relatively high legume abundance was observed at intermediate and high soil nitrogen contents, but strongly mediated by phosphorus, with lower abundance in phosphorus-rich habitats. Furthermore, there are more neighboring species richness around three focus legumes which were positively associated with higher nitrogen habitats and BNF abilities, and less neighboring species richness around four focus legumes which were positively associated with lower nitrogen habitats and BNF abilities.

5. *Synthesis.* Our findings indicate a clear habitat preference of legume species associated with soil available N contents in the study forest, which can be attributed to the difference in biological nitrogen fixation abilities

and N requirement thresholds of legumes. Common claims that legumes tend to perform better at low N and high P habitats are not supported by this study. Legumes are more soil nitrogen demanders than providers. Legumes also do not necessarily improve neighboring species richness but do increase competition abilities. As a result, the importance of BNF abilities, N requirement thresholds, and soil N environment of differing legumes should be considered together in real forest intercropping application. These results also provided clues on how rich soil nitrogen in the tropics was built up by legumes.

**Keywords:** legumes; emander; rovider; habitat preference; selfish; soil nitrogen content; spatial distribution pattern; species richness;  $\delta^{15}\text{N}$ ; natural abundance method

### Scaling and power law in forests

Jiangshan Lai

(Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

幂函数是生态学最常用的数学模型之一。种群和群落生态现象很多可以用幂函数来描述，例如种面积曲线、异速生长方程、自疏定律等等。作者最近以古田山样地根系生物量为研究对象，从统计学和群落学角度探讨了根系异速生长方程参数估计方法选择。结果表明利用对数化的线性模型要优于非线性模型；以新西兰 250 个  $20 \times 20\text{m}$  的森林小样地监测 30 年的数据为基础，验证 mass-density 之间的幂律分布关系；以及幂指数随时间的变化规律。通过胸径的幂律分布推导出个体大小与个体大小方差之间的幂律分布，并用 BCI 样地 30 年的监测数据很好验证推导结果。

**关键词：** 幂律分布；异速生长方程；Taylor law



## 山地常绿落叶阔叶林倒木的空间格局与数量特征分析

卢志军, 吴浩

(中国科学院武汉植物园, 武汉 430074)

倒木是森林中粗木质残体的重要组成部分, 为了分析典型山地常绿落叶阔叶混交林倒木的空间分布格局及数量特征, 我们从八大公山 25hm<sup>2</sup> 永久监测样地中抽取 5hm<sup>2</sup>(x: 300-400 m, y: 0-500 m), 对倒木(完全死亡, 粗头直径 $\geq 10$ cm, 与水平面夹角 $< 45^\circ$ )进行调查。结果表明, 5hm<sup>2</sup> 样地内共计有倒木 181 个, 包含 43 个物种, 来自 17 个科(壳斗科、樟科和蔷薇科最多), 34 属; 平均直径 14.97cm; 平均长度 5.24m; 腐烂级别 3 级最多(129 个)。点格局分析显示, 倒木在样地内呈现均匀分布, 暗示不存在明显的生境关联。

### $\beta$ 多样性在台湾沿海海拔梯度的分布型

李静峯<sup>1\*</sup>, David Zeleny<sup>2</sup>

(1 台湾清华大学统计学研究所, 新竹; 泽大卫, 2.台湾大学生态学与演化生物学研究所, 台北)

$\beta$  多样性代表地区内, 物种组成的变异程度, 被视为是解开生物群落的建构法则(community assembly rules)的关键观测值之一。最早的假说认为  $\beta$  多样性在高纬度和高海拔地区较低, 反之则在低纬度和低海拔地区较高, 也就是和温度梯度呈反比。同时, 物种组成的变异在高纬度和高海拔地区有较大的比例和环境因子的变异相关, 然而在低纬度和低海拔地区, 物种组成的变异和环境因子的变异之间, 相关性低于高纬度和高海拔地区。这种分布型被解释为在温带和寒带地区, 生物群落的建构法则多由环境因子所控制; 而环境因子的变异有限, 因此  $\beta$  多样性的值较低。在热带地区, 中性理论则在生物群落的建构法则中扮演较大的角色, 物种的分布较呈现逢机的状态, 因而  $\beta$  多样性的值较高。近来有

愈来愈多的数据显示这个分布型会因所研究的生物类群以及地理区域的不同而不同，这种缺乏一致性的现象，也使得原先  $\beta$  多样性沿纬度以及海拔梯度的变化的假说倍受质疑。本研究将利用研究  $\beta$  多样性在台湾海拔梯度的分布型，来重新检视和  $\beta$  多样性相关的重要因子及其意涵。

本研究在台湾沿着海拔梯度共设置了 10 个样区。每个样区内含有 25 个 100 平方公尺的小区，这 25 个小区均匀配置在 1 公顷的森林之中。样区中所有胸高直径大于 1 公分的个体均被记录下来并鉴定到种，在环境因子的测量上，除了和地形相关的环境因子以及地形的遮蔽度之外，土壤的物理化学性质以及林下入光量均为量测的对象。样区海拔最低为 250 公尺，最高为 2600 公尺，10 个样区共涵盖了台湾海拔梯度上几种具有代表性的亚热带常绿阔叶林型与亚热带针阔混淆林型。

结果显示各样区的 Whittaker  $\beta$  多样性在海拔梯度上并无显著的分布型，和  $\beta$  多样性的值的相关性最高的是样区中的个体数，两者呈现负相关；即个体数愈多者  $\beta$  多样性的值较低。解释物种组成的变异程度则以样区内的环境因子的异质性最为重要，环境异质性高者，环境因子解释物种组成变异的能力就愈高，反之则愈低。这样的结果让我们质疑，过去有关  $\beta$  多样性的研究结果，很有可能只是反应了取样完整性以及样区空间位置配置的状态，而非真正反应了  $\beta$  多样性在环境梯度上具有生态意义的分布型。

#### 专题四 多样性与维持机制

### **Functional and phylogenetic temporal turnover in two temperate forest in Northeast China**

Shuai Fang

(Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016)

Whether deterministic or stochastic processes dominate temporal turnover of

community composition and which factors have significant influence on that turnover, have been a central challenge in community ecology. In this study, we focus on temporal turnover of functional and phylogenetic composition using fully mapped data in two large temperate forest plots at different successional stage. We found that 1) functional temporal turnover rate in secondary forest plot are higher than old growth forest plot, while phylogenetic didn't follow the identical trajectory. 2) deterministic process are the main process for both forests and size classes. The functional and phylogenetic turnover are mostly lower than expected at late successional stage and higher than expected at early successional stage. Moreover, the functional turnover of two size class trees have contrary tendency, which is higher than expected for small tree and lower than expected for large trees. 3) biotic factor( e.g. basal area of neighborhood ) play an important role in influencing functional and phylogenetic temporal turnover for both forest plot. Our analysis suggests that both functional and phylogenetic are nonrandom when compared with null model, but the dynamic trends may be different when considered ontogenetic difference. Thus phylogenetic and functional beta diversity can provide insights into the mechanisms of local community assembly.

**Secondary versus original: associations of species diversity and functional diversity with habitat heterogeneity in two subtropical evergreen broad-leaved forests**

Zhong Lei, Jin Yi, Yu Mingjian\*  
(College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058)

Understanding the relationship between species and functional diversity as well as their associations with habitat heterogeneity can help reveal the

mechanisms of species coexistence in ecology. However, these interactions have been poorly studied in subtropical evergreen broad-leaved forests (EBLFs), especially comparative study of secondary and primary EBLFs. In this study, we analyzed traditional species diversity (based on exponential of Shannon's index) and functional diversity (as measured by Rao's Q) in a 9 ha secondary EBLF plot and an original 24 ha EBLF plot in China. We compared the explained variances of species and functional diversities to topographic variables (elevation, convexity, slope and aspect) at 20 m × 20 m spatial scales. Species diversity and functional diversity were found to have different distribution patterns among the two forests using spatial autocorrelation regression error models, with functional diversity better explained by topography than species diversity in adult (DBH > 10 cm), young (2.5 cm < DBH ≤ 10 cm), and sapling (1 cm ≤ DBH ≤ 10 cm) individuals of the secondary forest and all, young and sapling individuals of primary forest. To species diversity, young and sapling individuals in the secondary forest had significantly greater association with topographic variables than the original forest. To functional diversity, only adult individuals in the secondary forest had significantly greater association with topographic variables than the primary forest. We conclude that species diversity and functional diversity have different spatial patterns, and that their associations with habitat depend on the life stages of the woody plants and disturbance history of forests.

### 鼎湖山锥栗群体 MSAP 标记的遗传变异格局分析

刘卫

(中国科学院华南植物园, 广州 510650)

植物种群结构的形成和适应性进化、受环境和种群中各种基因型类群适应能力的调节。因此, 只有在充分了解种群遗传组成的基础上, 通过对种群内各种主要基因型适应行为特征进行研究, 才能真正理解种群

的现状预测种群的发展。为改变植物种群遗传多样性和生理适应性割裂研究的现状，本项目以南亚热带鼎湖山 20 ha 大样地内群落建群种锥栗 (*Castanopsis chinensis*) 为研究材料，应用甲基敏感扩增片段多态性 (MSAP) 这一表观遗传特征对群落分析的结果，分析种内不同基因型分布特征，比较每种基因型功能适应性变异与环境以及本身基因型的联系，揭示锥栗遗传组成和适应性进化的规律，为深入理解种群形成和适应性进化机制提供依据。得到的结果如下：

(1) 研究不同发育阶段叶片的 DNA 甲基化差异实验中：选取同一个体不同发育阶段的叶片（成熟叶和幼叶）来进行实验。采集到的新鲜叶片迅速带回实验室提取 DNA。利用 F-MSAP 技术对其不同发育阶段的 DNA 甲基化水平进行检测，采用筛选出的 8 对 MSAP 引物组合，成熟叶片共扩出 2828 个条带，幼叶共 3377 个条带。成熟叶的 DNA 甲基化修饰比例为 51.13%，幼叶的 DNA 甲基化修饰比例为 45.9%。实验证明，虽然是同一组织（都是叶片），但是随着生长阶段的不同，DNA 甲基化的水平和模式也会存在差异。全甲基化率与胸径极显著相关，半甲基化率则与胸径相关性不强。

(2) 研究鼎湖山锥栗种群的表观遗传变异实验中：在鼎湖山 20 公顷样地中，根据划分的 500 个小样方，每个有锥栗树的样方各随机选取一株锥栗树，共得到 377 个锥栗叶样。采用 9 对引物组合进行选择性的扩增，同一样品用不同引物组合扩增多态性不一样，其中引物组合 3-2 (EcoRI 3+HapII/MspI 2) 扩增多态性最高。每对引物 msl (Methylation-Susceptible Loci) 扩增多态性基本都达到了 100%，但是每对引物对 nml (No Methylated Loci) 的扩增多态性相对来说要低，但都能达到 80% 左右。锥栗 377 个叶片样品，用 9 对引物共得到可识别的位点 468559 个，其中 I 型 229651 个，II 型 113705 个，III 型 125203 个。平均每对引物每个样可以扩增出 138 (468559/377/9) 个。

(3) MSP 和 MSIP 两个矩阵的香农多样性指数分别是 0.5968023 和 0.1379761。两者之间的 wilcoxon 秩和检验的  $P < 0.0001$ ，显示鼎湖山锥

栗种群具有较高的表观遗传多样性。MSP 与 MSIP 做 Mantel 检验得到  $r=0.3119$ ,  $p=0.001$ , 显示基因组遗传变异与表观遗传变异显著相关。基于 MSP 与 MSIP 遗传距离矩阵, 使用 UPGMA 聚类, MSP 大致聚为 6 类, MSIP 可以聚成 5 类。作 MSP 与 MSIP 矩阵与地理距离矩阵的 Mantel 检验, 得到 MSP 矩阵与地理矩阵的 Mantel 检验  $r=0.2663$ ,  $p=0.001$ , MSIP 矩阵与地理距离矩阵的 Mantel 检验  $r=0.148$ ,  $p=0.001$ , 显示不论是敏感矩阵还是不敏感矩阵与地理距离矩阵的相关性都强。将锥栗的总 DNA 甲基化率与各生态因子做 person 相关分析发现, 甲基化率与海拔、土壤含水率和土壤中的总钾相关性不强, 而与其他生态因子都极显著相关。说明凹凸度、坡度、有效氮等生态因子是会影响锥栗 DNA 甲基化的。

### 温带-亚热带过渡区秦岭落叶阔叶林 25-ha 样地研究进展

党海山、张全发、张克荣、舒泉、周全、史航  
(中国科学院武汉植物园, 武汉, 430074)

温带-亚热带过渡区秦岭落叶阔叶林 25-ha 样地建于 2013-2015 年, 位于秦岭中段南坡以保护大熊猫等珍稀动物和森林生态系统为主的陕西省佛坪国家级自然保护区内, 地理位置为  $33.69^{\circ}\text{N}$ ,  $107.82^{\circ}\text{E}$ , 属温带-亚热带气候过渡区落叶阔叶林。样地地形相对平缓, 平均海拔为 1550m, 最大高差 120 m, 年均气温  $11.5^{\circ}\text{C}$ , 年均降水量 924 mm, 年蒸发量平均 1086mm。样地初次普查结果表明, 样地内共有胸径 (DBH)  $\geq 1\text{cm}$  的木本植物 119 种, 其中乔木 90 种, 小乔木 18 种, 灌木 11 种, 隶属于 34 科 65 属, 独立个体数为 63932 个, 样地内最大胸径为 142 cm, 平均胸径 8.56cm。样地木本植物主要由壳斗科、槭树科、桦木科、山茱萸科等组成, 优势树种有锐齿栎 (*Quercus aliena*)、水榆花楸 (*Sorbus alnifolia*)、刺叶栎 (*Quercus spinosa*)、华西枫杨 (*Pterocarya insignis*) 等。2015-2016 年开展的监测项目包括: 设置 135 个规格为  $75\text{cm} \times 75\text{cm}$ 、面积为  $0.5\text{m}^2$  的种子收集器进行种子、凋落物动态监测; 设置 405 个  $1\text{m} \times 1\text{m}$  的幼苗

样方进行每年两次的幼苗动态监测；温带-亚热带过渡区落叶阔叶林生物多样性维持机制分析；温带-亚热带过渡区落叶阔叶林其他部分生态学内容研究。

**关键词：**秦岭；落叶阔叶林；物种组成；群落结构

### 喀斯特常绿落叶阔叶混交林物种组成特征

杜虎，兰斯安，曾馥平，宋同清，彭晚霞

(中国科学院亚热带农业生态研究所，长沙 410125;中国科学院环江喀斯特生态系统观测研究站，长沙 410125)

西南喀斯特地区非地带性顶级群落为喀斯特常绿落叶阔叶混交林，由于富钙偏碱的地球化学背景及多样的生境类型，该森林具有群落结构多样、树种组成丰富、优势物种突出等特点。木论和茂兰保护区连片构成的喀斯特常绿落叶阔叶混交林是目前世界上保存最好、面积最大、代表性最强的喀斯特森林集中连片区。2014年参照CTFS(Center for Tropical Forest Science)标准在木论国家自然保护区建立了25 ha的样地。该样地共有DBH $\geq$ 1cm木本植物254种，隶属于64科161属；独立个体总数为11,0370株(含分枝为14,4679株)。样地内最大胸径为115cm，平均胸径为4.14cm，胸高断面积19.66m<sup>2</sup>/ha。个体数最多的15个树种的个体数之和占到总个体数的78.46%，稀有种有100种，占总树种数的39.37%。群落结构稳定且更新良好：木本植物整体径级结构呈倒“J”形。样地内重要值 $\geq$ 1的树种有25种，占总树种数量9.84%；重要值排名前三的物种分别是小果厚壳桂(*Cryptocarya austrokweichouensis*)、椴子皮(*Itoa orientalis*)和香叶树(*Lindera communis*)。样地中共有萌生木本植物204种34309株，隶属于51科127属，分别占样地总物种、个体数量、属及科数的80.32%，14.42%，78.88%和79.69%。此结果表明木论喀斯特常绿落叶阔叶混交林物种组成丰富，群落成熟稳定，更新良好，反映了亚热带非地带性喀斯特顶级群落常绿落叶阔叶混交林的典型特征。

**关键词：**物种组成；径级结构；常绿落叶阔叶混交林；喀斯特

## 亚热带常绿阔叶林种内功能性状峰度与稀有度关系的初步分析

米湘成, 宋云峰, 刘晓娟, 马克平  
(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

森林群落是由大量稀有种和少数优势种组成的。功能性状的峰度是表征个体或群落功能性状概率密度分布曲线在平均值处峰值高低的特征参数。现有研究表明: 峰度为正值时, 即群落内物种大部分个体的性状值都在集中在平均值周围时, 反映该竞争排除主导物种在群落中关系, 峰度为负值时, 反映群落内该物种与群落内其它采用不同的生态策略或突然的环境变化。我们收集了古田山亚热带常绿阔叶林样地 2000 多株木本植物的功能性状, 包括叶面积、比叶面积、木质密度、叶的氮、磷含量、相对叶绿素含量、气孔密度、树高和冠幅等, 我们分析了物种多度与种内功能性状的峰度。结果分析表明: 物种的多度与种内性状的峰度呈显著正相关。这表明: 在亚热带群落中, 优势物种通常有较高的峰度, 种间竞争剧烈, 通常与环境适合度较高, 因此, 生产力较高; 而稀有种峰度通常较低, 稀有种通常峰度较低, 生产力较低, 但是环境波动的情况下生态系统功能更为稳定。

## 密度制约与群落结构: 基于永久固定动态监测样地途径

匡旭  
(中国科学院沈阳生态所, 沈阳 110016)

植物生活史初期的显著特点是高的种子和幼苗产量和伴随而来的高死亡率, 而且这种高产量和高死亡会随物种和时间发生显著变化。研究影响乔木种子和幼苗动态的因子的作用有助于加强我们对群落物种多样性维持的认识。这里, 我们利用长白山 25ha 温带森林动态固定监测样地 10 年间的调查数据分析了邻近个体作用和非生物变量对植物生活史初期



的影响。我们运用广义线性混合模型验证了植物生活史初期每年的密度格局和幼苗存活与邻近生物变量和非生物变量的关系，接着采用空间点格局的方法验证了幼树的格局是否与发生在生活史初期的同种间的密度稀疏现象相一致。结果表明在植物生活史初期种子和幼苗密度与邻近同种个体有显著的正相关，表明了种源显著和传播限制的存在。生活史初期密度格局和同种个体间的正相关是长期存在的，而且从种子向幼苗转变的过程中，相关强度有所下降：在种子阶段，有 3/4 的物种表现出这种正相关；幼苗阶段，大约只有 1/3 的物种。相反，幼苗的存活概率会随邻近同种的大树相对胸高断面积 ( $dbh > 1 \text{ cm}$ ) 和同种幼苗的个体数增加而降低，说明同种间的负密度制约的存在而且这种负密度制约作用来源于同种的大树和幼苗。基于 3 次样地调查数据的幼树相对与成年数的空间点格局分析表明，在 0-10m 尺度上，有 1/3 物种表现出同种的稀疏现象，这种格局与发生在生活史初期的同种间的负密度制约作用相一致。总之，我们的结果表明同种间密度制约对生活史初期的长期作用可能是温带森林物种共存的一个重要维持机制。

## 天童 20 公顷样地内优势种的负密度制约格局

龚筱羚，王忍忍，孙小颖，王希华，沈国春

(1 华东师范大学生态与环境科学学院，上海 200241；浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站，上海 200241)

负密度制约假说 (Negative density dependence hypothesis) 主要描述由于资源竞争、有害生物侵害(比如病原微生物、食草动物捕食)等，同种个体之间发生的相互损害的行为。由于负密度效应会随着同种个体密度的增加而增加，它被认为是解释自然群落中物种共存及群落稳定性的重要机制之一。然而已有的研究主要关注幼苗阶段受到的负密度制约强弱，

对于负密度制约在成树阶段能够产生影响的强弱还知之甚少。限制这一认知的重要原因之一在于缺乏关于负密度制约如何随着空间尺度(如离同种邻体的距离)的变化而变化的研究。因此,本研究依据浙江省宁波市天童山 20 公顷样地 5 年(2010 年和 2015 年)的动态样地数据,利用点格局分析方法研究了样地内个体数物种的负密度制约的空间格局。结果表明:1)在自然群落中,负密度制约并不如以往研究中认为的那样普遍。2)在小尺度上,密度制约对于个体生长量的影响有正有负。3)不同物种受到负密度制约的作用尺度不同。4)在成树阶段,病原菌这种引起邻体生长正相关的负密度制约机制并不起到主导作用。更为重要的是,本研究首次给出了天童样地内负密度制约强度随着连续空间尺度变化的规律,为进一步探究群落水平的负密度制约强度、解释物种多度格局奠定了基础。

### **The strength of density dependent mortality is contingent on climate and size in a tropical forest**

Xiaoyang Song<sup>1,2</sup>, Daniel J. Johnson<sup>3</sup>, Min Cao<sup>1</sup>, Xiaofei Yang<sup>1</sup>, Xiaobao Deng<sup>1</sup>, Jie Yang<sup>1#</sup>

(1 Key Laboratory of Tropical Forest Ecology, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla, Yunnan, China 666303; 2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, China 100049;

3 Earth and Environmental Sciences, Los Alamos National Lab, JH495, Los Alamos, NM 87544, USA)

1. Density dependence is one of the most important mechanisms that could maintain high species diversity at the local scale. For an individual, the strength of density dependent effects may shift over time and with climate which may alter the relative importance of different neighborhood interactions. However, most studies of density dependence have focused on a short-term survival, the

influence of climate on density dependence over time has rarely been studied.

2. We examined annual variation in seedling survival with respect to conspecific neighbor density, heterospecific neighbor density on the survival of seedlings from the tropical forest of Xishuangbanna, southwest China. We then tested the correlation between the strength of density dependence and climatic conditions.

3. We found conspecific seedling density was both positively and negatively related to seedling survival depending on the time period sampled. Heterospecific seedling density had consistently positive density dependent effects and the effect of conspecific tree neighbors was consistently negative. Moreover, the strength of density dependence varied over time for all variables tested.

4. We found the positive density dependence caused by heterospecific seedling density was negatively related to dry season precipitation and negative density dependence caused by conspecific tree neighbors increased with the increasing temperature.

5. Furthermore, the strength of density dependent effects are seedling size dependent, large size seedlings ( $\geq 20$  cm) showed stronger negative density dependence caused by conspecific tree neighbors, but weaker positive density dependence caused by heterospecific seedling density than small seedlings ( $< 20$  cm).

6. *Synthesis*. Overall, we found strong evidence that density dependence of conspecific and heterospecific neighbors varied with the dry season precipitation and annual temperature. Our study

highlights the possibility of changing climate altering the strength of density dependence, which could result in species composition change and losses in species richness.

### 通过幼苗实验检验竞争相关性假说

王忍忍, 龚筱羚, 孙小颖, 王希华, 沈国春

(华东师范大学 生态与环境科学学院; 浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站)

种间谱系关系和功能特征被越来越多地运用于推断自然群落中种间相互作用的强弱。这些研究都依赖于一个基本的假设(竞争相关性假说): 亲缘关系越近或功能特征越相似的物种, 其种间相互作用越强。但该假说在自然群落中, 特别是在亚热带常绿阔叶林内, 是否成立仍未得到证实。为此, 本研究基于浙江天童地区 13 种常见木本植物(朴树、白花泡桐、小叶栎、长叶石栎、小叶青冈、石栎、苦槠、南酸枣、栲、赤皮青冈、枳椇、杭州榆、青冈)幼苗, 通过两两配对种植及单独种植作为对照的方式, 系统检验了种间关系强弱与谱系距离、功能特征的关系。一年期的结果显示: 种间关系强弱主要与种间功能特征(如幼苗初始高度、比叶面积 ( $l$ )、平均叶面积 ( $l_m$ )、叶干物质含量 ( $w$ )、木材密度 ( $w_d$ ) 等)的相似性 ( $|t_A - t_B|$ ) 和方向性差异 ( $t_A - t_B$ ) 有关, 功能特征的相似性和方向性差异作用强度相当。同时我们也发现种间关系强弱与谱系距离具有相对较弱的负相关, 即谱系距离越近种间竞争越强, 甚至出现种间正相关关系。因此我们的实验研究表明, 在群落构建中种间谱系距离对于幼苗种间关系强度不具有明显的预测作用, 即相互竞争的物种间亲缘关系近或远都可能共存。幼苗的种间关系强度主要与物种优先获取资源能力的差异及其功能特征在竞争能力中的相对位置有较强的关系。

## Temporal variation of competition and facilitation in mixed-forest Funiu Mountains

Ting Wang

(Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002)

Based on census datasets in the 1-ha coniferous and broad-leaved mixed forests in Baotianman National Nature Reserve, individuals of the dominant species *Pinus armandii* and *Quercus aliena* var. *acuteserrata* were divided in different DBH sizes (little class,  $1 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 5 \text{ cm}$ , middle class,  $5 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 10 \text{ cm}$ , and large class,  $\text{DBH} \geq 10 \text{ cm}$ ) to discuss competition and facilitation effect on individual survival. The results showed that (1) Density-dependence exerts important role on *Q. aliena* var. *acuteserrata* trees whereas little effect on *Pinus armandii*, which is due to higher mortality and few recruitment with little class *Pinus armandii* trees. (2) *Q. aliena* var. *acuteserrata* and *P. armandii* in the same classes showed significant negative correlation. With distance increasing, broad-leaved trees showed excellent positive correlation with other broad-leaved trees, whereas coniferous trees displayed strong negative correlation with other broad-leaved trees. (3) *P. armandii* received more intraspecific (58.5%) than interspecific (41.5%) competition, and large class *P. armandii* ( $\text{DBH} \geq 10 \text{ cm}$ ) had more intraspecific competition (about 90%), little class *P. armandii* ( $\text{DBH} < 5 \text{ cm}$ ) showed largest intercompetition (44%) with broad-leaved trees. Our findings contribute to understanding mortality processes in conifer-broadleaf mixed-forest in Baotianman National Nature Reserve, in which competition is thought to be the main driver of forest dynamics with higher rates of mortality.

**Keywords:** mixed-forest, density dependence, competition, tree ring

## 典型阔叶红松林生物邻体及地形对树木存活效应的变异

朱宇

(东北林业大学, 哈尔滨 150040)

树木死亡是森林群落动态的重要生态过程, 影响森林动态和演替, 促进物种共存并维持生物多样性。本文以小兴安岭凉水 9 hm<sup>2</sup> 典型阔叶红松林动态监测样地树木为研究对象, 采用 2005-2015 年间树木存活数据和广义线性混合模型及广义地理加权模型等方法, 分析生物邻体和地形因子对 10 年间树木存活的相对贡献。结果表明, 生物邻体因子对树木存活的效应存在种间变异, 邻体半径影响生物邻体效应种间变异的探测, 同种邻体因子效应的种间变异大于其他生物因子效应, 物种相对多度及叶片属性可能是造成该变异的原因; 地形因子对树木存活的效应存在空间变异, 空间尺度影响地形效应空间变异的探测, 海拔高度因子效应的空间变异大于其他地形因子效应, 物种生理特性及生境偏好可能是造成该变异的原因。

## 局域森林中喀斯特特有树种的生态位模型拟合

王斌, 郭屹立, 李冬兴, 向悟生, 丁涛, 文淑均, 黄甫昭, 李先琨  
(广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 541006)

喀斯特特有树种(Karst endemic trees)又称专性钙生树种(Exclusive calciphyte trees), 是高度适应且仅局限生存于喀斯特高钙偏碱环境的树种, 是喀斯特森林物种多样性的重要组成部分。目前尚不清楚喀斯特特有树种与广布树种在局域森林中的长期共存机制。本研究基于广西弄岗喀斯特季节性雨林 15 公顷样地, 以 60 种 25851 株喀斯特特有树种和 163 种 42159 株广布树种的二元属性为响应变量, 以每株个体周围的生物及非生物环境因子为解释变量, 构建贝叶斯逻辑斯蒂回归模型, 拟合喀斯特特有树种出现概率与多维环境轴间的相关性, 探讨喀斯特特有树种与广

布树种在局域森林中的生态位分化机制。模型拟合结果显示，在排除种子扩散限制影响后，海拔、坡度、岩石裸露度、岩石破碎度等非生物因子，以及周围分枝数量、胸高断面积之和、辛普森均匀度指数、优势度指数、稀有种指数等生物因子，均对喀斯特特有树种的出现概率有显著影响。该研究证明了喀斯特特有树种在局域森林中具有显著的生境偏好性和依赖性；支持了生态位分化是维持喀斯特特有树种与广布树种长期共存的重要机制。

### 样地进展总结

#### **CForBio: a network monitoring Chinese forest biodiversity-progress and perspective**

冯刚

(内蒙古大学, 呼和浩特 010021)

中国具有极为丰富的森林类型及森林生物多样性。为了更好地监测与研究其动态变化与维持机制，中国森林生物多样性监测网络 (CForBio) 于 2004 年启动建设。然而，CForBio 在过去 12 年的研究主要集中在局部因子对树木群落结构的影响，如生境过滤、种间关系及局部扩散。因此，我们建议 CForBio 未来需要：1) 在坚持对树木群落研究的同时，进一步开展对其他生物类群的研究；2) 研究动物丧失对森林生物多样性、群落结构及功能的影响；3) 评估气候变化对森林群落组成、结构及功能的影响；4) 利用遥感等新技术更好的监测与研究森林生物多样性动态及维持机制。

## 中国西南-中南半岛东经 101 度线森林样带

林露湘

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊 666303)

立足中国西南-中南半岛生物多样性热点区域, 以东经 101 度线上沿纬度梯度分布的 10 个大型 (15-50 ha) 森林动态监测样地 (4 个位于中国西南、5 个位于泰国、1 个位于马来西亚) 为基础, 构建跨越热带亚洲核心区至青藏高原/横断山区腹地的黄金森林样带, 从分子、物种、系统发育和功能性状等多个维度出发, 以树种、藤本植物、附生植物、昆虫、鸟类、土壤动物、土壤真菌等生物类群等生物类群为研究对象, 瞄准国际生物多样性的前沿科学问题 (生物多样性的纬度梯度变化格局及其维持机制, 生物多样性对气候变化的响应机制, 生物多样性与生态系统功能的关系等), 整合生态系统生态学、分子生物学、生理生态学、群落生态学等学科开展联网研究, 在热带亚洲的生物多样性研究领域发挥引领作用, 为我国“一带一路”南线的战略布局以及西南生态安全屏障的建设提供科技支撑。

## 古田山森林生物多样性多尺度立体综合监测体系

任海保

(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

古田山站拥有四个森林生物多样性监测平台: 保护区全境森林动态样地监测平台、生物多样性与生态系统功能试验平台、保护区全境网格化动物监测平台、林冠生物多样性监测平台。这些平台从群落到景观尺度, 从地表到林冠, 将植物、动物、微生物、物候、微生境等集合于同一时空进行监测。同时, 结合地面激光雷达和近地面遥感技术, 实现对森林生物多样性进行多尺度立体综合监测。