

常绿阔叶林植被动态研究进展

丁圣彦¹, 宋永昌²

(1. 河南大学环境与规划学院, 开封 475001; 2. 华东师范大学环境科学系, 上海 200062)

摘要:常绿阔叶林是亚热带地区的地带性植被,是亚热带陆地生态系统的重要组成部分,几十年来,中国的植物学家、生态学家对常绿阔叶林的区系成分、物种组成、外貌和结构、动态以及作为生态系统成员的功能等方面进行了大量的研究,积累了丰富的资料,取得了大量的研究成果,同时也在四川缙云山、浙江天童山、广东省鼎湖山和黑石顶、云南哀牢山、福建武夷山逐步形成了中国各具区域特色的常绿阔叶林研究基地,为常绿阔叶林的研究作出了突出的贡献。在常绿阔叶林的演替方面,研究内容从研究常绿阔叶林群落演替的过程、群落组成变化、结构动态及模型逐步向生态系统物质循环和能量流动发展,但对常绿阔叶林主要优势种动态、生理生态和群落演替机理等方面深入不够。在常绿阔叶林的更新动态研究方面,不但进行了通过研究种子雨和种子库的动态、种子的萌发、幼树生长的时空动态研究群落的更新,而且还通过研究林窗的形成、特征及其在森林动态中的作用来研究群落的更新,还进一步通过对常绿阔叶林主要树种更新植株的生理生态特性的研究来解释群落更新的原因。在常绿阔叶林退化和恢复重建研究方面,研究了常绿阔叶林各种退化生态系统的特征和恢复过程等,并将已有的理论和技术应用于退化生态系统的恢复和重建。即是以前人研究的成果为基础,从群落的演替、更新、退化和恢复等方面对我国多年来常绿阔叶林植被动态的研究作一总结。根据国内外的研究趋势提出了常绿阔叶林的动态方面急需开展 3S 技术在常绿阔叶林上的应用研究、常绿阔叶林的退化的生理生态机制、常绿阔叶林起源与系统发育、常绿阔叶的林保护与恢复生态学、常绿阔叶林重要物种的生理生态学和种群生物学、常绿阔叶林生态服务功能与区域可持续发展模式以及常绿阔叶林生态系统对全球变化的作用与响应机制等方面的研究。

关键词:常绿阔叶林;植被动态;演替;更新;恢复和重建

Research advances in vegetation dynamic of evergreen broad-leaved forest

DING Sheng-Yan, SONG Yong-Chang (1. College of Environment & Planning, He'nan University, Kaifeng 475001, China; 2. Department of Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(8): 1765~1775.

Abstract: Broad-leaved evergreen forest is a zonal vegetation type and an important part of land ecosystems in subtropics of the world. In the past decades, Chinese botanists and ecologists have made great progresses in study of flora, species composition, physiognomy, structure, dynamics and functions of broad-leaved evergreen forest. Abundant data has been collected and a great number of papers have been published. At the same time, some demonstrative regions of broad-leaved evergreen forests with their own special regional features were established in Junyunshan Mountain (Sichuan Province), Tiantongshan Mountain (Zhejiang Province), Dinghushan Mountain and Heshiding Mountain (Guangdong Province), Ailaoshan Mountain (Yunnan Province), Wuyishan Mountain (Fujian Province). In the studies of succession, research has been covered successive processes, community composition, structure dynamics, and successive models, and further studies were gradually focusing on ecosystem functions. However, studies of main population dynamics and physi-ecology in broad-leaved evergreen forest were still poor. In the studies of regeneration dynamics of broad-leaved evergreen forest, Chinese ecologists have made big progresses in time and spatial dynamics of seed rain, seed bank, seed sprouting, young tree growth, forest gap and its roles in forest dynamics.

基金项目:国家自然科学基金重点资助项目(30130060)

收稿日期:2004-01-01; **修订日期:**2004-04-04

作者简介:丁圣彦(1963~),男,博士,教授,主要从事植物生理生态学、植被生态学和景观生态学研究。

Foundation item: The Key National Science Foundation of China (No. 30130060)

Received date: 2004-01-01; **Accepted date:** 2004-04-04

Biography: DING Sheng-Yan, Ph. D., Professor, mainly engaged in plant physi-ecology, vegetation ecology and landscape ecology. E-mail: syding@henu.edu.cn

万方数据

Furthermore, mechanisms of broad-leaved evergreen forest succession were explained by studying physi-ecological characteristics of dominant species. In the studies of restoration and reconstruction of the forest, characteristics and restoration processes of some degraded broad-leaved evergreen forest ecosystems were investigated, and these theory and technologies were used to direct the practices of the forest restoration and reconstruction. Based on the above results, the forest dynamics in succession, regeneration, degeneration and restoration of broad-leaved evergreen forest were summerized in this paper. An outlook has been given according to domestic and international research trends, including integration of remote sensing, geographical information system and global position system, studies of forest dynamics, and degraded physi-ecological mechanisms, origins and phylogeny, forest protection and restoration ecology, physi-ecology and population biology of critical species, functional eco-service, sustainable development and impacts of global change on broad-leaved evergreen forest ecosystems.

Key words: broad-leaved evergreen forest; forest dynamics; succession; regeneration; restoration and reconstruction

文章编号:1000-0933(2004)08-1765-11 中图分类号:Q948 文献标识码:A

植被动态研究一直是植被生态学研究的主要内容和热点问题之一。19 世纪后期以来,植被动态研究已由萌芽和发展阶段而逐步走向成熟^[1]。近 20a 来,随着种群动态、生态系统结构与功能以及植被的数量分析和模拟等方面研究的不断深入,植被动态的研究领域不断扩大,内涵日益广义化,泛指任何尺度上的一切时空变化,研究内容也从群落的演替扩展到群落的动态、更新、进化和边缘效应等^[2]。不仅如此,随着人类活动的加剧,植被的退化和恢复问题也日益备受关注。因此,植被的退化、恢复和重建也成为植被动态研究的又一主要内容。关于植被动态的研究,安树青、周灿芳、邱扬等曾分别对植被动态变化的理论、方法、模型、原因和机制、植物群落的演替和更新、植被动态的格局和过程等内容进行了综述^[3~5]。常绿阔叶林是生长在温暖湿润的亚热带(或称暖温带)气候条件下的一种由常绿阔叶树组成的森林植被。广泛分布于东亚、北美太平洋东岸、欧洲地中海沿岸,以及大洋洲、南美洲、南非洲局部地区,其中以东亚地区发育最为典型,是亚热带地区的地带性植被,是亚热带陆地生态系统的组要组成部分^[6,7]。中国常绿阔叶林分布最广、面积最大,类型复杂多样,是全球常绿阔叶林的主体,在保护区域生态环境、维持全球性碳循环的平衡和人类的持续发展等方面都具有极其重要的作用。几十年来,中国的植物学家、生态学家对常绿阔叶林的区系成分、物种组成、外貌和结构、动态以及作为生态系统成员的功能等方面进行了大量的研究,积累了丰富的资料,取得了大量的研究成果,为常绿阔叶林的研究作出了突出的贡献。本文以前人研究的成果为基础,从群落的演替、更新、退化和恢复等方面对中国常绿阔叶林植被动态的研究作一总结和展望。

1 常绿阔叶林的演替研究

演替是一个植物群落被另一个植物群落取代的过程,它是植物群落动态的一个最重要的特征^[8]。自 19 世纪法国学者 Dureau dela Malle 将演替一词首先用于植被生态学以来,国内外学者对植物群落演替的现象、规律、演替的机制和演替植物种类的生理生态特性及不同演替阶段起决定作用的优势种生理生态特性的变化等进行了研究。我国于 20 世纪 20 年代就开始对植被的演替进行研究。著名生态学家李顺卿、刘慎谔的博士论文研究的主题均是植被演替,20 世纪 50 年代以后,曲仲湘、董厚德等对植被演替的趋势、规律等作了较为详尽的研究^[9,10],20 世纪 80 年代以来,受国际生物学规划(IBP)的推动,在广东省鼎湖山和鹤山、四川缙云山、浙江天童山、云南哀牢山、福建武夷山逐步形成了中国各具区域特色的常绿阔叶林研究基地。同时由于数学方法、计算机技术、生理生态技术等被逐步应用到群落演替的研究中,使常绿阔叶林演替研究的方法和手段得到进一步改进,研究内容从研究常绿阔叶林群落演替的过程、群落组成变化、结构动态及模型逐步向研究生态系统的功能发展,但对常绿阔叶林主要优势种群动态、生理生态和群落演替机理等方面深入不够。

在四川缙云山,钟章成、刘玉成及其学生们就中国西部的常绿阔叶林动态研究做了大量卓有成效的工作^[11]。主要成果包括:(1)缙云山常绿阔叶林次生演替序列群落结构、物种多样性和稳定性的关系,优势种群动态以及时间演替系列上物种多样性的变化^[12,13];(2)缙云山常绿阔叶林不同演替阶段植物生活型谱随演替阶段进展而发生的动态变化研究^[14];(3)缙云山常绿阔叶林次生演替序列主要优势种群的生态位研究^[15];(4)缙云山常绿阔叶林次生演替系列优势种群的生长、分布与生态因子相关性的定量研究^[16]。

在浙江天童山,宋永昌及其学生们就中国东部,特别是在浙江天童常绿阔叶林演替的特征、演替的机理做了大量的研究工作^[17]。主要成果包括:(1)常绿阔叶林演替系列主要优势种的比较生态学研究。丁彦彦等在“常绿阔叶林演替过程中马尾松消退的原因”一文中首次提出“消退种(Declining Species)”的概念,其它系列论文从生理生态的角度初步探讨了常绿阔叶林演替的机理,进一步为常绿阔叶林群落演替的研究由以前的定性描述和定量分析向探索群落演替的生理生态机理深入^[18~21]。《常绿阔叶演系列比较生态学》通过对常绿阔叶林定位系列研究,系统地比较研究了常绿阔叶林主要优势种的群落生态学、种群生态学、生

态解剖学和生理生态学^[22]。群落生态学的比较研究阐明了常绿阔叶林演替系列间的相互更替过程;种群生态学的比较研究探讨了优势种群的植株结构及其更新能力的演变规律;生态解剖学的比较研究解释了演替系列主要优势种对环境的适应性及其结构与环境的相统一性;而生理生态学的比较研究则初步揭示了演替系列群落主要优势种相互更替的原因。这些研究成果为确定常绿阔叶林的演替阶段、演替方向及其控制,常绿阔叶林的抚育与改造,人工群落的恢复与重建提供了科学依据^[22]。(2)浙江天童常绿阔叶林演替过程的凋落物现存量及其分解动态、次生演替过程土壤物理、化学和生物性质以及植物群落演替与土壤肥力的关系等^[23~25],为常绿阔叶林演替过程中生态系统功能的研究提供了基础资料和方法论上的基础。

广东省鼎湖山自然保护区是中国较早建立的森林生态系统实验站,王伯荪、彭少麟及其学生们在此地的工作为中国常绿阔叶林的研究作出了突出的贡献。其主要研究成果包括:(1)鼎湖山森林植被的演替、森林群落多个植物种的演变过程,并从群落的物种联结性、相似性与聚类分析、线性演替系统与预测、生态优势度、稳定性与动态测度等方面进行了大量研究,开创了中国常绿阔叶林动态过程的定量研究^[26~33]。(2)以种群动态、群落演替过程中的组成和结构动态以及生理生态等为基础的鼎湖山植物群落演替过程中生态系统的功能研究^[34~40]。这些系列成果的获得形成了该生态站从常绿阔叶林动态特征的定量分析到生态系统功能研究的学科特色和优势。

在广东省黑石顶自然保护区,其成果主要是在对常绿阔叶林动态定量分析方法的补充和完善的基础上研究了常绿阔叶林的群落结构动态、生物多样性动态和主要优势种的生态位变化。研究成果主要有森林次生演替过程中的群落动态和优势种群的重要值与环境因子的关联性分析^[41~42];森林中次生裸地上的群落演替进程^[43];针阔叶混交林样带及常绿阔叶林样带上取样尺度变化对群落 α 多样性测度的影响以及 α 多样性测度与取样尺度之间的分形关系^[44];不同演替阶段森林群落优势种种群动态^[45]。

其他研究,如土壤因子对次生森林群落演替的影响^[46~48],主要物种的种子萌发、幼苗生长及成年物种的生长规律和物候节律对云南哀牢山湿性常绿阔叶林动态和节律的影响^[49],四川中亚热带扁刺栲—华木荷群系不同演替阶段林内小气候比较^[50],广西大穗鹅耳枥等主要群落类型的演替趋向^[51],华南南亚热带不同演替阶段植被的环境效应^[52]等在中国常绿阔叶林演替方面的研究也具有一定的代表性。

对常绿阔叶林演替的研究一般采用两种方法,一是对同一样地的长期观察法,二是时空互代法。此外尚有一些辅助的方法,如可以通过观述、地名、文物、古迹等来了解区域植被的过去及发展利用历史。关于群落演替的数学模型很多^[53],但一般可归结为马尔可夫过程^[54]。马尔可夫模型对群落中各级组织水平的动态都适合,既适用于整个群落的更替或局部的更替,也适于种群或局部生物群体、斑块的变化^[55,56]。这方面代表性的研究成果有用马尔可夫模型预测缙云山森林植被的次生演替^[57,58];常绿阔叶林次生演替的随机过程和演替的系统动力学模型^[59,60];常绿阔叶林演替的非线性模型^[61];用树木结构图解的变化预测森林演替^[62];用生态序列法研究了我国北亚热带森林植被的演替原因、机制、特征和演替阶段的划分^[63];以生态系统的整体动态作为研究对象,把生态系统的自维持能力、生活史、营养循环和选择压力等基本特征与演替理论相比较,进行了常绿阔叶林演替的动力分析^[64]。

2 常绿阔叶林的更新研究

群落更新指由植物个体衰老枯倒或自然的和人为的因素造成的林窗或林隙中,由原种群或相同性质的种群的新个体所更替的动态变化过程^[32]。这个过程是以不影响群落的总体宏观结构和性质为标志。群落的更新是群落得以发展的重要基础。这方面的研究主要包括以下几个方面:

(1)通过研究种子雨和种子库的动态、种子的萌发、幼树生长的时空动态来研究群落的更新。在树木生活史周期中,幼苗阶段是植物个体生长最为脆弱、对环境变化最为敏感的时期,因而也是个体数量变化最大的时期。树木幼苗的生长受生物因素和非生物因素综合作用的影响,它能决定树木种群在群落演替系列中的位置以及成年树木种群在群落中的地位,因此,对幼苗的成活和生长规律进行研究具有重要的理论和实际意义。王战曾指出,单位面积内种子的多少、种子的发芽条件、幼苗幼树生长发育的环境条件是研究森林更新的“三把钥匙”^[65]。影响常绿阔叶林更新的一种形式是种子雨、种子库和幼苗库动态,这方面代表性的研究成果有影响鼎湖山季风常绿阔叶林幼苗定居的主要因素研究^[66];重庆四面山亚热带常绿阔叶林不同海拔、不同类型、不同土层的种子库中种子种类、数量、分布特征研究及建群种种子雨、种子库的研究^[67,68];不同群落四川大头茶幼苗的生长动态研究^[69];常绿阔叶林地被层对乔木优势种种子保存及幼苗存活的影响^[70];常绿阔叶林植被状况对乔木幼苗物种多样性的影响^[71];南亚热带常绿阔叶林几个树种的种子萌发和幼苗发育^[72]等。影响常绿阔叶林更新的一种形式是萌生。在森林树木受到人为或自然破坏以后,残留植物体的萌生是一个普遍存在的现象。据 Kauffman 和 Khan 等人在热带地区的研究,通过萌生形成的植株与通过种子萌发形成的植株相比,前者具有更快的生长速度,而且通过其原有的强大根系,能更有效地利用土壤中的养分资源,同时对恶劣环境有更强的适应能力。这些都构成了萌生植株在生长上的优势,使其在种群竞争中处于有利的地位^[73,74]。由此可见,萌生过程在植被恢复和自然更新中起到了重要的作用。近年来,关于植被萌生的研究在国外已得到越来越多的重

视^[75,76]。然而国内关于常绿阔叶林的萌生研究相对较少,主要有云南省哀牢山中山湿性常绿阔叶林萌生现象的初步研究,结果表明哀牢山中山湿性常绿阔叶林的几个优势树种,种子萌发更新不占主体地位,而萌生却成了其更新的一条重要途径^[77]。

(2)通过研究林窗的形成、特征及其在森林动态中的作用来研究群落的更新。在各种森林类型的更新和演替中,林窗均起着重要作用。林窗的大小和环境变化程度直接影响到顶极森林的结构、种类组成和种群动态,林窗小气候环境中光照、温度、湿度状况通过直接影响植物的生命活动而间接影响其他多种生态条件。所以,林窗的特征对森林更新的研究倍受关注^[78,79]。这方面代表性的研究成果有,云南哀牢山常绿阔叶林林窗小气候特征影响森林的更新研究^[80];通过森林林隙形成特征总结林木更替规律,预测林隙演替趋势的研究^[81];中亚热带湿性常绿阔叶林的林窗形成特征及林窗制造者的死亡方式和原因的研究^[82];南亚热带常绿阔叶林不同大小和发育阶段林隙内树种多样性的变化规律^[83];缙云山大头茶种群的林窗动态特点^[84];浙江天童地区常绿阔叶林林窗和林内两种生境下人工播埋栲树种子的萌发和当年幼苗的生长研究^[85]。

(3)通过对常绿阔叶林主要树种更新植株的生理生态特性的研究来解释群落更新的原因。影响常绿阔叶林演替系列中主要树种更替的原因可能很多,但其中重要的原因是它们的生态适应性和生理生态功能的差异。这方面的主要研究成果有,对浙江天童常绿阔叶林演替系列优势种更新植株光合生理生态的比较,发现优势种幼苗的更新一方面与其自身的生物生态学特性、种子的来源、萌发力和群落的生境有关,另一方面也与幼苗的光补偿点有关,该研究对常绿阔叶林的植被恢复具有重要的理论意义^[20]。

3 常绿阔叶林退化和恢复重建的研究

长期以来,由于人们对常绿阔叶林的功能和作用认识不清,曾大面积毁林开荒,砍阔栽针,使其遭到严重破坏^[86],广阔的亚热带常绿阔叶林已被农耕地和人工林取代,导致了森林群落结构趋于简单,功能衰退,易受外来种侵入,大量物种濒临绝境甚至消失,生态环境恶化,持续生产力低,调节气候、涵养水源和储藏养分能力减弱,土壤退化,肥力下降,病虫害频繁等一系列问题^[87]。各种环境恶化和生态退化问题已经严重地威胁着人类的生存和区域社会经济的可持续发展。如何保护现有的自然生态系统,综合整治已退化了的生态系统,恢复与重建可持续的人工生态系统已成为人类面临的重大问题。在此背景下,恢复生态学应运而生,现已成为世界各国研究的热点^[88~93]。该研究主要集中于以下两个方面:

(1)各种退化生态系统的特征和恢复过程的研究^[94]。这方面的研究成果主要有,生态系统退化的过程、特点及其机制研究,这是当前深入研究退化生态系统的关键和核心^[88];大明山区常绿阔叶林退化生态系统植被恢复过程物种多样性的发展趋势和速度研究^[95];三峡地区退化生态系统植物群落物种多样性与人为干扰和演替的关系^[96];中亚热带湿性常绿阔叶次生林自然恢复过程中群落乔木层的动态变化^[97];浙江千岛湖植被经过 30a 和 40a 恢复的群落学特征的变化^[98,99];缙云山风灾迹地生态重建过程中主要优势种的种内种间竞争强度的定量分析^[100];粤东五华县亚热带季风常绿阔叶林退化生态系统恢复过程不同演替阶段的植物群落种群和生境的变化研究^[101]。由此可见,环境条件不同,植被恢复的进程也不同。彭少麟、方炜、王伯荪在对南亚热带森林恢复研究中发现南亚热带植被恢复遵循一般模式,同样这种动态受本地带生态综合作用过程决定。

(2)退化生态系统的恢复和重建。关于常绿阔叶林植被的恢复,李翠环等从群落结构研究群落的发育、波动、更新和演替;种群的特征、结构和竞争压力以及物种的生理生态学特征在群落进展演替中的变化^[102]。王仁卿将植被生态学理论应用于森林生态系统恢复并取得成功,提倡和强调用乡土树种重建乡土森林植被(Native forest with native trees),能够在较短的时间内恢复当地森林生态系统^[103]。丁圣彦通过对常绿阔叶林演替系列主要树种的群落生态学特性、生理生态学特性及其更替原因的比较研究,探讨了常绿阔叶林次生灌丛、马尾松林、针阔混交林的抚育等^[104]。

4 常绿阔叶林动态研究展望

(1)3S 技术在植被动态研究中的应用 遥感技术的发展使得植被生态学的研究在方法上得以彻底的更新,在研究内容和尺度上得以最大限度的扩展。地理信息系统(GIS)在多源数据的整合、数据的统计分析和模型的建立等方面的强大功能,利用遥感数据进行植被动态的研究具有无限的发展前景^[105]。如何从卫星影像上提取植被信息 and 应用 GPS 开展野外调查结合起来,如何将宏观尺度下确定植被的类型及其分布格局、植被类型之间的演替及其生态学机理结合起来,既是老一辈生态学家梦寐以求的研究重点,也是新一代生态学工作者孜孜追求的研究目标。近年来,国外利用遥感技术资料 and GIS 进行植被动态的研究成果较多,主要集中于利用 RS 与 GIS 研究植被的动态过程^[106~108]。特别值得一提的是 Nakashizuka 等提出用航空遥感研究森林冠层结构的新方法,该法为在大的时空尺度上准确、定量的研究冠层结构、林窗动态及进一步研究群落演替等开创了一条崭新途径^[109]。Tanaka 等将此法应用于日本中部温带落叶林的长期冠层动态研究,对林冠高度的时空分布、林窗的时空分布及林窗的形成与封闭过程进行了深入细致的分析^[110]。

(2)常绿阔叶林退化机制研究 常绿阔叶林的动态过程主要是人为干扰下演替的过程。在这一过程中,由于人为干扰因素使得群落的物种多样性在群落中的作用越来越突出^[111],一定程度上,优势种的动态机制即反映了群落的动态机制。常绿阔叶林的动态机制可能是多方面的,但主要涉及两个方面的基本问题,其一是常绿阔叶林动态过程中乔木层主要优势种对自然资源,特别

是对光能资源的竞争和利用率的变化,其二是常绿阔叶林动态过程中主要优势种的在群落中的更新能力的变化。常绿阔叶林的动态包括地上部分种类组成的动态和地下部分土壤环境的动态。就地上部分而言,群落演替过程中乔木层优势种的光合作用速率和光能利用率的变化是明显的^[112],彼此之间对光能资源的竞争对策和竞争能力的变化会使某一优势种在群落中发生动态变化。更新层的后备补充能力是涉及某些树种能否成为优势种的基础,而不同的优势种的更新能力受群落小生境的影响较大^[113,114];常绿阔叶林动态过程中群落中小生境,如林窗的性质、草本植物过滤层等的变化无论对优势中不同发育阶段植株的光合作用速率、光能利用率还是优势种更新能力的影响都是巨大的^[115,116],特别是土壤中或植物体中内的 N 含量直接影响其光合作用能力,不同演替阶段群落土壤中 N 含量的变化及某些植物对 N 的竞争能力是其光合作用潜力能否充分发挥的一个限制因素。因此,研究常绿阔叶林不同演替阶段群落主要优势种不同发育阶段及群落的光能利用对策及光能利用率是揭示常绿阔叶林动态机制的一个重要途径,实践上对预测、控制群落动态的阶段、速度和促进群落的自我恢复等都具有重要的意义。

(3)常绿阔叶林动态研究急需开展的研究工作 ①常绿阔叶林起源与系统发育研究,如常绿阔叶林地质时期演化过程;常绿阔叶林生态系统组成结构的生态适应;常绿阔叶林生态系统重要物种的系统进化;地质事件,特别是第四纪冰期对主要种类的影响以及历史迁移和扩散等,这些研究对其起源与演化开展多学科综合研究具有十分重要的意义。②常绿阔叶林的林保护与恢复生态学研究,如常绿阔叶林生态系统的稳定性和抗干扰能力;常绿阔叶林演替的动因分析与建模;不同生境条件下常绿阔叶林快速恢复与重建技术。③常绿阔叶林重要物种的生理生态学和种群生物学研究,主要物种对二氧化碳增加可能引起的变化响应;主要种间关系及种间协同进化研究等是深入认识常绿阔叶林生态系统结构、功能、动态的基础。④常绿阔叶林生态服务功能与区域可持续发展模式研究,如常绿阔叶林水量平衡及其在保持水土、涵养水源、调节水文循环的作用;养分循环及其在改良土壤、实现地球化学循环中的作用;在调节气候、净化空气,以及改善生态环境中的作用;不同地区常绿阔叶林生态效益的估算,以及区域可持续发展的优化模式。⑤常绿阔叶林生态系统对全球变化的作用与响应机制研究,如常绿阔叶林生产力形成机制及其空间分布格局与时间动态变化,以及生产力对气候变化的响应与反馈;气候变化对常绿阔叶林生态系统的结构和功能的影响;常绿阔叶林生态系统的生物地球化学过程;常绿阔叶林区土地利用与土地覆盖变化与全球变化的关系。这些研究将有助于从微观到宏观层次理解常绿阔叶林生态系统对气候变化的响应机理。

References:

- [1] McIntosh R P. *Succession and ecological theory in forest succession and application*, Springer-Verlag, New York, 1981. 10~23.
- [2] Mile J. *Vegetation succession: past and present perception*, in *Colonization, Succession and Stability*, Oxford, 1987. 1~29.
- [3] An S Q, Zhang X H, Tan J K. Review of studies on forest dynamics. *Chinese Journal of Ecology*, 1998, **17**(5): 50~58.
- [4] Zhou C F. Research advances of plant community dynamics. *Ecological Science*, 2000, **19**(2): 53~59.
- [5] Qiu Y, Du J L. Pattern and process of vegetation dynamics. *Journal of Shanxi University*(Nature Science Edition). 1997, **20**(4): 440~445.
- [6] Editor committee of Chinese vegetation. *Chinese Vegetation*. Beijing: Science Press, 1980.
- [7] Li C H. The distribution of evergreen broad-leaved forest in east Asia. *Natural Resources*, 1997, **2**: 37~46.
- [8] Hsiung W Y, Luo L C. A Brief Review on the Succession of Plant Communities. *Advances in Ecology*, 1989, **6**(4): 229~235.
- [9] Qu Z X, Wen Z W. Analysis on present situation of Wood in Langya Mountain. *Acta Botanica Sinica*, 1953, (3): 349~369.
- [10] Dong H D, Tang J Y. Primary study on successional law of Luanshiku vegetation in the east Liaoning Mountain. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1965, (1): 117~130.
- [11] Zhong Z C. *Ecological study on evergreen broadleaved forest*. Chongqing: Southwest China Normal University Press, 1988.
- [12] Li X M, Liu Y C, Li X G. The structure and the relationship between species diversity and stability in the secondary succession of the forests on Jinyun Mountain. *Journal of Southwest China Normal University*(Natural Science), 1998, **23**(1): 79~84.
- [13] Liu Y C. Studies on Species Diversity in the Secondary Succession of the Evergreen Broadleaved Forests in Jinyun Mountain of Sichuan Province. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1993, **11**(4): 327~336.
- [14] Lei F N, Su Z X, Song H X. A comparative study on life form spectra of evergreen broadleaved forest in different successions in Jinyun Mountain. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, **13**(3): 267~270.
- [15] Guo Q B, Liu Y C, Li X G. The niche of dominant populations in forest secondary sere in Mt. Jinyun. *Journal of Southwest China Normal University*(Natural Science), 1997, **22**(1): 73~78.
- [16] Liu Y C, Du D L, Yue Q. Analysis of the relatedness of dominant populations and ecological factors in the secondary succession forest communities of Jinyun Mountain. *Acta Phytocologica Sinica*, 1994, **18**(3): 283~289.
- [17] Song 万方数据, You W H. *Vegetation and flora of Tiantong National Forest Park in Zhejiang*. Shanghai: Scientific and Technology Press of Shanghai, 1995.

- [18] Ding S Y, Song Y C. Declining causes of *Pinus massoniana* in the processes of succession of evergreen broad-leaved forest. *Acta Botanica Sinica*, 1998, **40**(8):755~760.
- [19] Ding S Y, Song Y C. Study on the synecological characteristics of the early successional stage of an evergreen broadleaved forest on Tiantong National forest park, Zhejiang Province. *Acta Phytocologica Sinica*, 1997, **23**(2):197~207.
- [20] Ding S Y, Song Y C. The comparison of photosynthesis physiocology of evergreen broadleaved forest of Tiantong National forest park in Zhejiang Province, China. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, **19**(3):318~323.
- [21] Ding S Y. A comparison of respiration characteristics between *Schima superba* and *Castanopsis fargesii* in successional series of evergreen broadleaved forest. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(1):61~67.
- [22] Ding S Y. Comparative ecology of successive seral of evergreen broad-leaved forest. Kaifeng: Henan University Press, 1999.
- [23] Zhang Q F, Song Y C, You W H. Relationship between plant community secondary succession and soil fertility in Tiantong, Zhejiang Province. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, **19**(2):173~176.
- [24] Zhang Q F, You W H, Song Y C. Effect of plant community succession on soil chemical properties in Tiantong, Zhejiang Province. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, **10**(1):19~22.
- [25] Zhang Q F, You W H, Song Y C. Influence of plant community succession on soil physical properties in Tiantong forest park, Zhejiang Province. *Journal of plant resources and environment*, 1997, (2):36~40.
- [26] Wang B S, Ma M J. Forest communities evolvement of Dinghushan Natural Reserve. *Tropical and Subtropical Forest ecosystem*, 1982, (1):142~156.
- [27] Wang B S, Peng S L. Analysis on Dinghushan Forest community II. coupling in species. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1983, (4):27~35.
- [28] Wang B S, Peng S L. Analysis on Dinghushan Forest community IV. analysis of similarity and clustering. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1985, (1):31~38.
- [29] Wang B S, Peng S L. Analysis on Dinghushan Forest community V. Linearity successional system and forest. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1985, (4):75~80.
- [30] Wang B S, Peng S L. Analysis on Dinghushan Forest community VIII. Ecological dominance. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1986, (2):93~97.
- [31] Peng S L. Stability and dynamic measuring of forest community. *Guangxi Plant*, 1987, **7**(1):67~72.
- [32] Peng S L. *The dynamics of community in Southern subtropical forest*. Beijing: Science Press, 1996.
- [33] Peng S L. Studies on succession of plant community II. Methods for dynamics research(summary). *Ecological Science*, 1994, (2):117~119.
- [34] Peng S L, Fang W. Features of Biomass and productivity dynamics in successional process of Low subtropical forest. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1990, **14**(1):23~32.
- [35] Peng S L, Fang W, Ren H. The dynamics on organization in the successional process of Dinghushan *Cryptocarya* community. *Acta Phytocologica Sinica*, 1998, **22**(3):245~249.
- [36] Peng S L, Fang W. Studies on the dynamic of dominant populations of Dinghushan forest during succession III. *Cryptocarya chinensis* and *Cryptocarya concinna* populations. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1994, **2**(4):79~87.
- [37] Peng S L, Fang W. Studies on dynamics of *Castanopsis chinensis* and *Schima superba* population in forest succession of Dinghushan Mountain. *Acta Phytocologica Sinica*, 1995, **19**(1):311~318.
- [38] Zhang D Q, Ye W H, Yu Q F. The litter-fall of representative forests of successional series in Dinghushan. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, **20**(6):938~944.
- [39] Li Z A, Wang B S. Nutrient dynamics of litterfall in lower subtropical monsoon evergreen broadleaved forest of Dinghushan. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1998, **6**(3):209~215.
- [40] Ren H, Peng S L. The characteristics of ecological energetics of the forest ecosystem in the successional process in Dinghushan, Guangdong, China. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, **19**(6):817~825.
- [41] Zhou X Y, Wang B S, Li M G. The community dynamics of the forest secondary succession in Heishiding Natural Reserve of Guangdong Province. *Acta Botanica Sinica*, 1998, **41**(3):877~886.
- [42] Zhou X Y, Wang B S, Li M G. An analysis of interspecific associations in secondary succession forest communities in Heishiding Natural Reserve, Guangdong Province. *Acta Phytocologica Sinica*, 2000, **24**(3):332~339.
- [43] Li B, Zhou X Y, Li M G. Community succession on secondary bare land in Heishiding forest. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1997, **5**(3):16~21.

- [44] Wang Y F, Yu S X, Huang X. The scale effect of A-diversity measurement in forest community succession series at Heshiding Nature Reserve, Guangdong. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 2002, **41**(3):68~72.
- [45] Yang X B. Studi on dominant species population dynamics of forest communities at different succession stages in south subtropics. *Natural Science Journal of Hainan University*, 1998, **16**(4):321~327.
- [46] An S Q, Wang Z F, Zhu X L. Effects of soil factors on the secondary succession of forest community. *Acta Ecologica Sinica*, 1997, **17**(1):45~50.
- [47] An S Q, Li S F, Wang zhengfeng. Dynamic change of the forest in spirit valley, Nanjing. *Acta Botanica Sinica*, 1997, **39**(7):661~666.
- [48] An S Q. Effects of Soil Factors On Species Diversity in Secondary Forest Communities. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1997, **5**(2):143~150.
- [49] Wu B X. Study on the dynamics and rhythms of midmontane wet evergreen broadleaved forest at Xujiaba, Ailao mountains, Yunnan. *Acta Botanica Sinica*, 1995, **37**(12):969~977.
- [50] Pan K W, Zhang Y M, Liu Z G. Comparative study on microclimate of vegetation over different successional stages of *Castanopsis platyacantha* + *Schima sinensis* formation in the central subtropical zone in Sichuan Province. *Acta Phytocologica Sinica*, 2002, **26**(2):195~202.
- [51] Wang X P. The classification and successional trend of *Carpinus fargesii* forest in Guangxi. *Journal of Plant Resources and Environment*, 1997, **6**(3):13~18.
- [52] Guan D S, Peart M R. Environmental effects of the succession vegetation of lower Subtropical zone in Southern China. *Environmental Science*, 2000, **21**(5):1~5.
- [53] Zhang J T. *Methods of Vegetation quantitive ecology*. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 1995.
- [54] Scart, H. H. (Li C B translated). *Theory of forest dynamics—Ecological principle of forest successional model*. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press, 1992. 51~263.
- [55] Yang H X, Pan Y D, Wu Y G. Markov chain model of succession of the mixed broadleaved koreanpine forest at Changbaishan Biosphere Reserves in China. China. *Acta Ecologica Sinica*, 1988, **8**(3):211~219.
- [56] Wu J G. Theory and models of ecological succession. In: Liu Jianguo edited. *Modern Ecology*. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 1992. 49~64.
- [57] Xiong L M, Zhong Z C. The Synchronously-established succession and model pridiction of forest community on Mount Jinyun of Sichuan, China. *Acta Ecologica Sinica*, 1991, **11**(1):49~53.
- [58] Xiong L M. Study on linearity and non-linearity succession of Jinyunshan Mountain communities. In: Zhong Zhangcheng edited. *Evergreen broadleaved ecosystem*. Chongqing: Southwest China Normal University Press, 1992. 412~438
- [59] Li X D, Song Y C. The Markov process modeling of secondary succession in broadleaved evergreen forest in the Eastern Part of Zhejiang Promince, China. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1993, **17**(4):345~351.
- [60] Li X D, Song Y C. A system Kinetic model for the secondary succession of broadleaved evergreen forest. China. *Acta Ecologica Sinica*, 1993, **13**(3):287~290.
- [61] Zhang J L. Study on dividing the successional stages of forest communities with division method of optimization. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1993, **17**(3):224~231.
- [62] Qu Z X. Analysis on forest condition of Linggu Temple in Nanjing. *Acta Botanica Sinica*, 1952, **2**(1):18~45.
- [63] An S Q, Zhao R L. The Characteristics analysis of secondary forest of Northern subtropic region in China. *Journal of Nanjing University*, 1991, **27**:323~331.
- [64] Huang Z L. Succession driving analysis of Southern subtropical forest. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1996, **4**(4):42~49.
- [65] Wang Z, Fu P Y, Deng Y C. Future dynamic geo-botany and applied ecology. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1997, **8**(4):337~340.
- [66] Huang Z L, Peng S L, Yi S. Factors affecting seedling establishment in monsoon evergreen broadleaved forest. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2001, **9**(2):123~128.
- [67] Peng J, Li X G, Dong M. Soil seed banks of subtropical evergreen broad-leaved forest on Simian Mountain, Chongqing. *Acta Phytocologica Sinica*, 2000, **24**(2):209~214.
- [68] Peng J, Li X G, Fu Y C. Seed rain and seed bank of constructive species in evergreen broad-leaved forest at Chongqing Simian Mountain. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2000, **11**(1):22~24.
- [69] Tao J P, Zhong Z C, Yang W Q. Studies on the dynamics of seedling growth of *Gordonia acuminata* in different communities. *Journal of Southwest Forestry University*, 2001, **23**(2):167~170.
- [70] Zhang D J, Ye X Y, You W H. The study on function of evergreen broad-leaved forest floor-Tiantong, Zhejiang Province as an example.

Journal of Southwest China Normal University(Natural Science), 1997, **22**(3): 320~323.

- [71] Song H X, Su Z X, Gao X M. Effect of vegetation status on species diversity of tree seedlings in a Subtropical evergreen forest. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2001, **9**(4): 289~294.
- [72] Chen Z H, Chen H Q, Liu H Q. Seed germination and seedling development of several tree species in the lower Subtropical evergreen broad-leaf forest. *Acta Botanica Sinica*, 1995, **37**(8): 630~635.
- [73] Kauffman J B. Survival by sprouting following fire in tropical forest of the east Amazon. *Biotropica*, 1991, **23**(3): 219~224.
- [74] Khan M L. Regeneration and survival of tree seedling and sprouting in tropical deciduous and sub-tropical forest of Meghalaya India. *For. Eco. Manag.*, 1986, **14**: 293~304.
- [75] Stocker G C. Regeneration of A North Queensland rain forest following felling and burning. *Biotropica*, 1981, **13**(2): 86~92.
- [76] Negrelle R R B. Sprouting after uprooting of canopy trees in the Atlantic rain forest of Brazil. *Biotropica*, 1995, **27**(4): 448~454.
- [77] He Y T, Cao M, Tang Y. A preliminary study on sprouting of canopy trees in middle mountain moist evergreen broad-leaved forest of Ailao Mountain, Yunnan. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 2000, **18**(6): 523~527.
- [78] Zang R G. Research advances of gap regeneration dynamics. *Chinese Journal of Ecology*, 1998, **17**(2): 50~58.
- [79] Zang R G, Xu H C. Advances in Forest GAP Disturbance Research. *Scientia Silvae Sinicae*, 1998, **34**(1): 90~98.
- [80] Zhang Y P, Ma Y X, Liu Y H. The characteristic of microclimate in gap of evergreen broadleaved forest on the Ailao Mountain in Yunnan. *Journal of Northeast Forestry University*, 2001, **29**(2): 47~50.
- [81] Wang Z P, Li X G, Shi S Y. Gap phase tree replacement in a conifer-broadleaved mixed forest in Jinyun Mountain, Chongqing. *Acta Phytocologica Sinica*, 2001, **51**(4): 399~404.
- [82] Bao W K, Liu Z G, Yuan Y F. Gap formation features of humid evergreen broad-leaved forest in central subtropical Wawushan Mountain, Sichuan Province, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, **12**(4): 485~490.
- [83] Zang R G, Wang B S, Liu J Y. Trees Species in Gaps of Different Sizes and Developmental Stages in Lower Subtropical Evergreen Broadleaved Forest, South China. *Acta Phytocologica Sinica*, 1999, **22**(S): 123~129.
- [84] Li X G, He W M, Dong M. A preliminary study on gap dynamics of *Gordonia acuminata* population in Junyun Mountain. *Acta Ecologica Sinica*, 1997, **17**(5): 542~547.
- [85] Chen B, Da L J, Song Y C. Seed germination and seedling growth of *Castanopsis fargesii* in evergreen broadleaved forest and in gaps. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2002, **10**(3): 207~214.
- [86] Huang Q L. Misunderstanding of the Management of Natural Broadleaved Forest in the Subtropics. *World Forestry Research*, 1998, **11**(4): 31~342.
- [87] Huang Q L, Li Y H. A brief review on the research of natural broadleaved forest in the Mid-subtropical zone. *Journal of Fujian College of Forestry*, 1999, **19**(2): 189~192.
- [88] Bao W K, Chen Q H. The degraded processes and features of ecosystem. *Chinese Journal of Ecology*, 1999, **18**(2): 36~42.
- [89] Jordan W J. *Restoration ecology*. London: Cambridge University press, 1987.
- [90] Yu Z Y, Wang Z H, He S Y. Restoration of eroded border in tropic region. Guangdong Province. *Subtropical Forest Science*, 1994, **7**(1): 28~38.
- [91] Zhang J E, Xu Q. Major issues in restoration ecology researches. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, **10**(1): 109~113.
- [92] Yu Z Y, Peng S L. *The restoration ecology of degraded ecosystem in tropical and subtropical*. Guangzhou: Scientific and Technology Publisher of Guangdong, 1996.
- [93] Ren H, Peng S L. *Introduction for Restoration Ecology*. Beijing: Science Press, 2001.
- [94] Chen L Z, Chen W L, Han X G. *Degraded ecosystem of China*. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 1995.
- [95] Wen G Y. Restorative trend and rate of the species diversity of recovering process in degraded ecosystem of evergreen broad-leaved forest. *Journal of Guangxi Agricultural University*, 1998, **17**(2): 93~106.
- [96] He J S, Chen W L, Jiang M X. Plant species diversity of the degraded ecosystems in the Three Gorges Region. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, **18**(4): 399~398.
- [97] Bao W K, Liu Z G, Liu C L. Fifteen-year changes of tree layer in secondary *Castanopsis schima* humid evergreen broad-leaved forest in central Subtropics of Western China. *Acta Phytocologica Sinica*, 2000, **24**(6): 702~709.
- [98] Chen Y C, Tong X Y, Wang Z R. The primary study on the synecological characteristics of broadleaved secondary forest of Qiandao lake region. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1989, **6**(2): 158~164.
- [99] Yu S L, Jiang L Y. Community ecology of secondary vegetation in Qiandao Lake, Zhejiang Province. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 2002, **19**(2): 138~142.

- [100] Shi S Y, Li X G, Wang Z P. Studying on the community dynamics of ecological restoration of the wind-damage slash in Jinyun Mountain. *Journal of Southwest China Normal University(Natural Science)*, 2001, **26**(1):57~61.
- [101] Liu S Z, Ao H X, He D Q. Preliminary study on the restoration of Subtropical monsoon evergreen broad-leaved forest in Wuhua County, Guangdong Province. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1998, **6**(1):57~64.
- [102] Li C H, Yu S Q, Zhou G M. Review of researches in restoration of subtropical evergreen broad leaved forests. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 2002, **19**(3):325~329.
- [103] Wang R Q. Theory, Method and Practice of forest vegetation restoration of Shandong Province. *Shandong Forestry Science and Technology*, 2001, **3**:11~14.
- [104] Ding S Y, Song Y C. Application of succession study in tending and restoration of evergreen broad-leaved forest. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, **14**(3):423~426.
- [105] Peng S L, Guo Z H, Wang B S. Applications of RS and GIS on terrestrial vegetation ecology. *Chinese Journal of Ecology*, 1999, **18**(5):52~64.
- [106] Boyd D S and Ripple W J. Potential vegetation indices for determining global forest cover. *International Journal of Remote Sensing*, 1997, **18**(6):1395~1401.
- [107] Zhikang C. Monitoring seasonal dynamics of arid land vegetation using AVIRIS data. *Remote Sensing Environment*, 1998, **65**(3):255~266.
- [108] Nicholas Coops and Darius Culvenor. Utilizing local variance of simulated high spatial resolution imagery to predict spatial pattern of forest stands. *Remote Sensing Environment*, 2000, **71**(3):248~260.
- [109] Nakashizuka T. Forest canopy structure analyzed by using aerial photographs. *Ecological Research*, 1995, **10**:13~18.
- [110] Tanaka H and Nakashizuka T. Fifteen years of canopy dynamics analyzed by aerial photographs in a temperate deciduous forest, Japan. *Ecology*, 1997, **78**(2):612~620.
- [111] Fuller J L, D R Foster and J S McLachlan. Impact of human activity on regional forest composition and dynamics in central New England. *Ecosystems*, 1998, **1**:76~95.
- [112] Strauss-Debenedetti and F A Bazzaz. Photosynthetic characteristics of tropical trees along successional gradients. In: S S C R Mulkey and A P Smith Eds., *Tropical Forest Plant Ecophysiology*. Chapman & Hall, New York, 1996. 162~186.
- [113] Bazzaz F A and P M Wayne. Coping with environmental heterogeneity: the physiological ecology of tree seedling regeneration across the gap-understory continuum. In: M Caldwell and R Pearcy Eds. *Exploitation of Environmental Heterogeneity by Plants: Ecophysiological Processes Above and Below Ground*. Academic Press, 1994. 349~390.
- [114] Bazzaz F A and S L Miao. Successional status, seed size, and responses of tree seedlings to CO₂, light, and nutrients. *Ecology*, 1993, **74**:104~112.
- [115] George L O and F A Bazzaz. The herbaceous layer as a filter determining spatial patterns in forest regeneration. In: K Jensen Eds., Oxford University Press, U. K., 2001.
- [116] George L O and F A Bazzaz. The fern understory as an ecological filter: emergence and establishment of canopy tree seedlings. *Ecology*, 1999, **80**:833~845.

参考文献:

- [3] 安树青, 张兴海, 谈健康. 森林植被动态研究述评. *生态学杂志*, 1998, **17**(5):50~58.
- [4] 周灿芳. 植物群落动态研究进展. *生态科学*, 2000, **19**(2):53~59.
- [5] 丘扬, 杜建林. 植被动态的格局与过程. *山西大学学报*, 1997, **20**(4):440~445
- [6] 中国植被编辑委员会. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980.
- [7] 李昌华. 亚洲东部常绿阔叶林的分布. *资源科学*, 1997, **2**:37~46.
- [8] 熊文愈, 骆林川. 植物群落演替研究概述. *生态学进展*, 1989, **6**(4):229~235.
- [9] 曲仲湘, 文振旺. 琅琊山林木现状分析. *植物学报*, 1953, (3):349~369.
- [10] 董厚德, 唐炯炎. 辽东山地“乱石窖”植被演替规律的初步研究. *植物生态学与地植物学丛刊*, 1965, (1):117~130.
- [11] 钟章成主编. 常绿阔叶林生态学研究. 重庆: 西南师范大学出版社, 1988.
- [12] 李雪梅, 刘玉成, 李旭光. 缙云山森林次生演替序列群落结构、物种多样性与稳定性关系. *西南师范大学学报*, 1998, **23**(1):79~84.
- [13] 刘玉成. 四川缙云山常绿阔叶林次生演替及其物种多样性的研究. *武汉植物学研究*, 1993, **11**(4):327~336.
- [14] 雷泞萍, 李会兴. 缙云山常绿阔叶林不同演替阶段植物生活型谱比较研究. *应用生态学报*, 2002, **13**(3):267~270.
- [15] 郭全帮, 刘玉成, 李旭光. 缙云山森林次生演替序列优势种群的生态位. *西南师范大学学报*, 1997, **22**(1):73~78

- [16] 刘玉成,杜道林,岳全. 缙云山森林次生演替中优势种群的特性与生态因子的关联度分析. 植物生态学报, 1994, **18**(3): 283~289.
- [17] 宋永昌,王祥荣,由文辉. 浙江天童国家森林公园的植被和区系. 上海: 上海科学技术出版社, 1995.
- [18] 丁圣彦,宋永昌. 常绿阔叶林演替过程中马尾松消退的原因. 植物学报, 1998, **40**(8): 755~760.
- [19] 丁圣彦,宋永昌. 浙江天童国家森林公园常绿阔叶林演替前期的群落生态学特征. 植物生态学报, 1997, **23**(2): 197~207.
- [20] 丁圣彦,宋永昌. 浙江天童常绿阔叶林演替系列优势种光合生理生态的比较. 生态学报, 1999, **19**(3): 318~323.
- [21] 丁圣彦. 常绿阔叶林演替系列中木荷和栲树呼吸作用特性的比较. 生态学报, 2001, **21**(1): 61~67.
- [22] 丁圣彦. 常绿阔叶林系列比较生态学. 开封: 河南大学出版社, 1999.
- [23] 张庆费,宋永昌,由文辉. 浙江天童植物群落次生演替与土壤肥力的关系. 生态学报, 1999, **19**(2): 173~176.
- [24] 张庆费,由文辉,宋永昌. 浙江天童植物群落演替对土壤化学性质的影响. 应用生态学报, 1999, **10**(1): 19~22.
- [25] 张庆费,由文辉,宋永昌. 浙江天童森林公园植物群落演替对土壤物理性质的影响. 植物资源与环境, 1997, (2): 36~40.
- [26] 王伯荪,马曼杰. 鼎湖山自然保护区森林群落的演变. 热带亚热带森林生态系统研究, 1982, (1): 142~156.
- [27] 王伯荪,彭少麟. 鼎湖山森林群落分析Ⅱ. 物种联结性. 中山大学学报(自然科学版), 1983, (4): 27~35.
- [28] 王伯荪,彭少麟. 鼎湖山森林群落分析Ⅳ. 相似性与聚类分析. 中山大学学报(自然科学版), 1985, (1): 31~38.
- [29] 王伯荪,彭少麟. 鼎湖山森林群落分析Ⅴ. 线性演替系统与预测. 中山大学学报(自然科学版), 1985, (4): 75~80.
- [30] 王伯荪,彭少麟. 鼎湖山森林群落分析Ⅷ. 生态优势度. 中山大学学报(自然科学版), 1986, (2): 93~97.
- [31] 彭少麟. 森林群落稳定性与动态测度. 广西植物, 1987, **7**(1): 67~72.
- [32] 彭少麟. 南亚热带森林群落动力学. 北京: 科学出版社, 1996.
- [33] 彭少麟. 植物群落演替研究Ⅱ. 动态研究的方法. 生态科学, 1994, **2**: 117~119.
- [34] 彭少麟,方炜. 南亚热带森林演替过程生物量和生产力动态特征. 植物生态学报与地植物学, 1990, **14**(1): 23~32.
- [35] 彭少麟,方炜,任海. 鼎湖山厚壳桂群落演替过程的组成和结构动态. 植物生态学报, 1998, **22**(3): 45~249.
- [36] 彭少麟,方炜. 鼎湖山植被演替过程优势种群动态研究Ⅲ. 黄果厚壳桂和厚壳桂种群. 热带亚热带植物学报, 1994, **2**(4): 79~87.
- [37] 彭少麟,方炜. 鼎湖山植被演替过程中椎栗和荷木种群的动态. 植物生态学报, 1995, **19**(4): 311~318.
- [38] 张德强,叶万辉,余清发. 鼎湖山演替系列中代表性森林凋落物研究. 生态学报, 2000, **20**(6): 938~944.
- [39] 李志安,王伯荪. 鼎湖山南亚热带季风常绿阔叶林凋落物的养分动态. 热带亚热带植物学报, 1998, **6**(3): 209~215.
- [40] 任海,彭少麟. 鼎湖山森林生态系统演替过程中的能量生态特征. 生态学报, 1999, **19**(6): 817~825.
- [41] 周先叶,王伯荪,李鸣光. 广东黑石顶自然保护区森林次生演替过程中的群落动态. 植物学报, 1998, **41**(3): 7~886.
- [42] 周先叶,王伯荪,李鸣光. 广东黑石顶自然保护区森林次生演替过程中群落的种间联结性分析. 植物生态学报, 2000, **24**(3): 332~339.
- [43] 李飙,曾启杰,李鸣光. 黑石顶森林中次生裸地上的群落演替进程研究. 热带亚热带植物学报, 1997, **5**(3): 16~21.
- [44] 王永繁,余世孝,黄向. 石顶森林群落演替系列 A 多样性的尺度效应. 中山大学学报, 2002, **41**(3): 68~72.
- [45] 杨小波. 南亚热带不同演替阶段的森林群落优势种种群动态研究. 海南大学学报, 1998, **16**(4): 321~327.
- [46] 安树青,王峰峰,朱学雷. 土壤因子对次生森林群落演替的影响. 生态学报, 1997, **17**(1): 45~50.
- [47] 安树青,李升峰,王峰峰. 南京灵谷寺森林动态变化的研究. 植物学报, 1997, **39**(7): 661~666.
- [48] 安树青. 土壤因子对次生森林群落多样性发育和维持的影响. 武汉植物学研究, 1997, **5**(2): 143~150.
- [49] 吴邦兴. 云南哀牢山徐家坝中山湿性常绿阔叶林动态和节律的研究. 植物学报, 1995, **37**(12): 969~977.
- [50] 潘开文,张咏梅,刘照光. 四川中亚热带扁刺栲+华木荷群系不同演替阶段林内小气候的比较. 植物生态学报, 2002, **26**(2): 195~202.
- [51] 王献溥. 广西大穗鹅耳枥林的分类和演替趋向. 植物资源与环境, 1997, **6**(3): 13~18.
- [52] 管东生, Peart M R. 华南亚热带不同演替阶段植被的环境效应. 环境科学, 2000, **21**(5): 1~5.
- [53] 张金屯. 植被数量生态学方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.
- [54] 斯嘉特, H. H. (李承彪等译). 森林动态理论. 森林演替模型的生态学原理. 贵阳: 贵州科技出版社, 1992. 51~263.
- [55] 阳含熙,潘愉德,伍业钢. 长白山阔叶红松林马氏模型. 生态学报, 1988, **8**(3): 211~219.
- [56] 邬建国. 生态演替理论和模型. 见: 刘建国主编, 当代生态学博论. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 49~64.
- [57] 熊利民, 钟章成. 四川缙云山森林群落的同期发生演替及其模型预测. 生态学报, 1991, **11**(1): 49~53.
- [58] 熊利民. 缙云山群落的线性和非线性演替研究. 见: 钟章成主编, 常绿阔叶林生态系统研究. 重庆: 西南师范大学出版社, 1992. 412~438.
- [59] 李兴东,宋永昌. 浙江东部常绿阔叶林次生演替的随机过程模型. 植物生态学与地植物学学报, 1993, **17**(4): 345~351.
- [60] 李兴东,宋永昌. 常绿阔叶林次生演替的一种系统动力学模型. 生态学报, 1993, **13**(3): 287~290.
- [61] 张家来. 应用最优分割法划分森林群落演替阶段的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1993, **17**(3): 224~231.
- [62] 曲仲湘. 南京灵谷寺森林现况的分析. 植物学报, 1952, **2**(1): 18~45.
- [63] 安树青, 王峰峰. 中国南亚热带次生森林植被的特征分析. 南京大学学报, 1991, **27**: 323~331.
- [64] 黄忠良. 南亚热带森林演替动力分析. 热带亚热带植物学报, 1996, **4**(4): 42~49.

[65] 王战,傅沛云,邓玉成. 动态地植物学与未来的应用生态学展望. 应用生态学报,1997,**8**(4):337~340.

[66] 黄忠良,彭少麟,易俗. 影响季风常绿阔叶林幼苗定居的主要因素. 热带亚热带植物学报,2001,**9**(2):123~128.

[67] 彭军,李旭光,董鸣. 重庆四面山亚热带常绿阔叶林种子库研究. 植物生态学报,2000,**24**(2):209~214.

[68] 彭军,李旭光,付永川. 重庆四面山常绿阔叶林建群种种子雨、种子库研究. 应用生态学报,2000,**11**(1):22~24.

[69] 陶建平,钟章成,杨万勤. 不同群落种四川大头茶幼苗的生长动态研究. 西南农业大学学报,2001,**23**(2):167~170.

[70] 张笃见,叶晓娅,由文辉. 常绿阔叶林地被层在群落中的作用——以浙江天童为例. 西南师范大学学报(自然科学版),1997,**22**(3):320~323.

[71] 宋会兴,苏智先,高贤明. 植被状况对乔木幼苗物种多样性的影响. 热带亚热带植物学报,2001,**9**(4):289~294.

[72] 陈章和,陈惠琴,刘惠琼. 亚热带常绿阔叶林几个树种的种子萌发和幼苗发育. 植物学报,1995,**37**(8):630~635.

[77] 何永涛,曹敏,唐永. 云南省哀牢山中山湿性常绿阔叶林萌生现象的初步研究. 武汉植物学研究,2000,**18**(6):523~527.

[78] 臧润国. 林隙更新动态研究进展. 生态学杂志,1998,**17**(2):50~58.

[79] 臧润国,徐化成. 林隙干扰研究进展. 林业科学,1998,**34**(1):90~98.

[80] 张一平,马友鑫,刘玉洪. 云南哀牢山常绿阔叶林林窗小气候特征. 东北林业大学学报,2001,**29**(2):47~50.

[81] 王周平,李旭光,石胜友. 重庆缙云山针阔混交林林隙树木更替规律研究. 植物生态学报,2001,**51**(4):399~404.

[82] 包维楷,刘照光,袁亚夫. 瓦屋山中亚热带湿性常绿阔叶林的林窗形成特征. 应用生态学报,2001,**12**(4):485~490.

[83] 臧润国,王伯荪,刘静艳. 亚热带常绿阔叶林不同大小和发育阶段林隙的树种多样性研究. 植物生态学报,1999,**22**(增):123~129.

[84] 李旭光,何维明,董鸣. 缙云山大头茶种群林窗动态的初步研究. 生态学报,1997,**17**,(5):542~547.

[85] 陈波,达良俊,宋永昌. 常绿阔叶林内和林窗中栲树的种子萌发和幼苗生长. 热带亚热带植物学报,2002,**10**(3):207~214.

[86] 黄清麟. 亚热带天然阔叶林经营的五大误区. 世界林业研究,1998,**11**(4):31~342.

[87] 黄清麟,李元红. 中亚热带天然阔叶林研究综述. 福建林学院学报,1999,**19**(2):189~192.

[88] 包维楷,陈庆恒. 生态系统退化的过程及其特点. 生态学杂志,1999,**18**(2):36~42.

[90] 余作岳,王铸豪,何绍颐. 广东热带沿海侵蚀地的恢复. 亚热带森林科学,1994,**7**(1):28~38.

[91] 章家恩,徐琪. 恢复生态学研究的一些基本问题的探讨. 应用生态学报,1999,**10**(1):109~113.

[92] 余作岳,彭少麟主编. 热带亚热带退化生态系统植被恢复生态学研究. 广州:广东科技出版社,1996.

[93] 任海,彭少麟. 恢复生态学导论. 北京:科学出版社,2001.

[94] 陈灵芝. 中国退化生态系统研究. 北京:中国科学技术出版社,1995.

[95] 温远光. 常绿阔叶林退化生态系统恢复过程物种多样性的发展趋势与速率. 广西农业大学学报,1998,**17**(2):93~106.

[96] 贺金生,陈伟烈,江明喜. 长江三峡地区退化生态系统植物群落物种多样性特征. 生态学报,1998,**18**(4):399~398.

[97] 包维楷,刘照光,刘朝禄. 中亚热带湿性常绿阔叶次生林自然恢复 15 年来群落乔木层的动态变化. 植物生态学报,2000,**24**(6):702~709.

[98] 陈煜初,童修耀,王忠仁. 千岛湖地区阔叶次生林群落学特征初步研究. 浙江林学院学报,1989,**6**(2):158~164.

[99] 余树全,李翠环,姜礼元. 千岛湖天然次生林群落生态学研究. 浙江林学院学报,2002,**19**(2):138~142.

[100] 石胜友,李旭光,王周平. 缙云山风灾迹地生态恢复过程中的群落动态研究. 西南师范大学学报(自然科学版),2001,**26**(1):57~61.

[101] 刘世忠,敖惠修,何道泉. 粤东五华县亚热带季风常绿阔叶林退化生态系统恢复的初步研究. 热带亚热带植物学报,1998,**6**(1):57~64.

[102] 李翠环,余树全,周国模. 亚热带常绿阔叶林植被恢复研究进展. 浙江林学院学报,2002,**19**(3):325~329.

[103] 王仁卿. 山东森林植被恢复的理论方法和实践. 山东林业科技,2001,**3**:11~14.

[104] 丁圣彦,宋永昌. 演替研究在常绿阔叶林抚育和恢复上的应用. 应用生态学报,2003,**14**(3):423~426.

[105] 彭少麟,郭志华,王伯荪. RS 和 GIS 在植被生态学中的应用及其前景. 生态学杂志,1999,**18**(5):52~64.