

## 江西三清山优势种群钩锥—山蜡梅群落研究

孙延军<sup>1</sup>, 张冰<sup>2</sup>, 林石狮<sup>2</sup>, 沈如江<sup>2</sup>, 廖文波<sup>2\*</sup>, 钟方华<sup>3</sup>

(1. 深圳市城市管理局, 广东 深圳 518049; 2. 中山大学生命科学学院 有害生物控制与资源利用国家重点实验室, 广东 广州 510275; 3. 江西省三清山风景名胜区管理委员会, 江西 上饶 334000)

**摘要:** 对江西省三清山钩锥—山蜡梅群落进行了调查和分析。结果表明:(1)群落共有种子植物 40 科 56 属 81 种;其中热带属占 63.04%,温带成分占 36.96%。(2)群落多样性指数  $D=0.85$ ,  $H'=2.77$ ,  $PIE=0.85$ ,  $J_{sw}=0.68$ ,  $J_{si}=0.86$ ,  $Ea=0.37$ 。(3)群落优势科组成主要为壳斗科、蜡梅科、樟科,而以钩锥和山蜡梅占绝对优势。(4)生活型以高位芽植物占绝对优势,地上芽植物,地面芽植物和隐芽植物都较少,无一年生植物。(5)群落组成以双优势种为特征,六个优势种群的年龄结构图均为衰退种群。其频度规律为  $A>B>C>D<E$ ,同 Raunkiaer 标准频度定律近似。(6)总体看来,该钩锥—山蜡梅群落是一个典型的亚热带地带性常绿阔叶林,并具有较丰富的热带成分。

**关键词:** 钩锥; 山蜡梅; 优势种群; 群落分析; 江西三清山

中图分类号: Q948 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2011)01-0070-05

## Study on the dominant population *Castanopsis tibetana*-*Chimonanthus nitens* community in Mount Sanqingshan, China

SUN Yan-Jun<sup>1</sup>, ZHANG Bing<sup>2</sup>, LING Shi-Shi<sup>2</sup>, SHEN Ru-Jiang<sup>2</sup>, Liao Wen-Bo<sup>2\*</sup>, ZHONG Fang-Hua<sup>3</sup>

(1. The Urban Management Bureau of Shenzhen, Shenzhen 518049, China; 2. State Key Laboratory of Biocontrol, School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China; 3. Management Committee of Mount Sanqing National Park, Shangrao 334000, China)

**Abstract:** According to a field survey and analysis of plot data, the characteristics of plant community of *Castanopsis tibetana*-*Chimonanthus nitens* in Sanqing Mountain in Jingxi province, China was studied. The results showed that: (1) There are 81 species spermatophyte form 56 genera belonging to 40 families, which the tropical genera is occupied 63.04%, and the temperate genera is occupied 36.96%. (2) In the community  $D=0.85$ ,  $H'=2.77$ ,  $PIE=0.85$ ,  $J_{sw}=0.68$ ,  $J_{si}=0.86$ ,  $Ea=0.37$ . (3) The community dominant families is mainly the Fagaceae, Calycanthaceae, Lauraceae, *Castanopsis tibetana* and *Chimonanthus nitens* are absolutely dominant. (4) The analysis of the life forum show that the phanerophytes are preponderant. There also have some chamaephytes, hemicryptophytes and cryptophytes, but have not annual plants. (5) The community composes is characterized by two-dominant species. The age forum show that the six dominant populations are declining. The frequency grades is  $A>B>C>D<E$ , which is similar to Raunkiaer's law of frequency. (6) As a whole, this community is a subtypical evergreen broad-leaved forest, which has abundant tropical elements.

**Key words:** *Astanopsis tibetana*; *Chimonanthus nitens*; dominant population; plant community; Mount Sanqingshan

收稿日期: 2010-03-29 修回日期: 2010-08-18

基金项目: 国家自然科学基金(30670141); 中国三清山生物多样性综合科学考察项目[Supported by the National Natural Science Foundation (30670141); Project of Biodiversity Investigation of Mount Sanqingshan in China]

作者简介: 孙延军(1979-), 男, 河北武邑县人, 硕士, 园林工程师, 主要从事植物生态学研究。

\* 通讯作者: 廖文波(1963-), 男, 博士, 教授, 研究领域为植物系统与分类学、植物区系与地理学、保护生物学等, (E-mail) lsslbw@yahoo.com.cn.

钩锥(*Castanopsis tibetana*)是长江以南较常见的主要用材树种,一般生于海拔 1500 m 以下山地杂木林中,也是中亚热带至南亚热带山地常绿阔叶林的优势种之一。山蜡梅(*Chimonanthus nitens*)多分枝的中等灌木,具有多种药用价值,也是优良的园林绿化植物,该属为中国特有属,在系统学及区系学上具有重要意义(黄成就等,1998;蒋英等,1979;郑万钧,1985)。目前,对钩锥群落生态学特征研究极少,一般只在植被描述或某地区群落类型研究中做为优势种提及(张嘉生,2005;胡正华等,2003);针对山蜡梅的研究,近年来主要集中在药用成分分析上,或见于对蜡梅科的分类学研究(刘耀明等,2003;张纪兴等,2003;张若蕙等,1999)。钩锥、山蜡梅均属于东亚—北美间断分布属,本文对其开展群落学研究,在系统学、区系地理学上有一定意义;对乡土阔叶树种的资源开发利用、园林绿化也有实际指导意义。

## 1 研究区域及其自然条件

三清山是世界自然遗产地,国家重点名胜区,位于江西北部,最高峰玉京峰海拔 1 816.9 m。气候属亚热带湿润性季风气候。年均温 18.12 °C,年均降水量 1 840.9 mm(吴国芳等,1988)。植被区划上隶属于亚热带常绿阔叶林区域,植物种质资源非常丰富,初步统计有维管植物 202 科、891 属、2 096 种(彭少麟等,2008)。

## 2 调查研究方法

### 2.1 调查方法

选取典型群落,样地面积共 1 200 m<sup>2</sup>,划分为 10 m×10 m 样方开展调查,起测径阶 1.5 cm,对乔灌木进行每木记帐调查,包括胸径、树高、冠幅;在每个样方中再设制 2 m×2 m 小样方,记录小灌木及草本植物,包括高度、覆盖度等。

### 2.2 分析方法

根据钩锥—山蜡梅植物群落的调查结果,探讨其组成、外貌、结构以及群落动态等。各主要种群的相对密度、相对频度、相对显著度、重要值、立木级、频度等级等均按照王伯荪等(1996)的论著。种群年龄结构分析采用 V 级立木划分标准:I 级:苗木,高度在 33 cm 以下;II 级:小树,高度在 33 cm 以上,胸径不足 2.5 cm,III 级:壮树,胸径 2.5~7.5 cm;IV

级:大树,胸径 7.5~22.5 cm;V 级:老树,胸径在 22.5 cm 以上。频度分析按 Raunkiaer 的 5 个等级,即:1%~20%为 A 级,21%~40%为 B 级,41%~60%为 C 级,61%~80%为 D 级,81%~100%为 E 级。

物种多样性分析选用丰富度指数(S)、物种多样性指数和均匀度指数等,即:Shannon-Winner 指数( $H'$ ): $H' = -\sum P_i \ln P_i$ ;Simpson 指数(D): $D = 1 - \sum P_i^2$ ;种间相遇机率(PIE): $PIE = \sum [(N_i/N) \cdot (N - N_i)/(N - 1)]$ ;Pielou 均匀度指数( $J_{sw}$  和  $J_{si}$ ): $J_{sw} = (-\sum P_i \ln P_i) / \ln S$ , $J_{si} = (1 - \sum P_i^2) / (1 - 1/S)$ ;Alatalo 均匀度指数( $E_a$ ): $E_a = 1 / (\sum P_i^2) - 1 / [\exp(-\sum P_i \ln P_i) - 1]$ 。

式中, $P$  为种  $i$  的相对重要值;为种  $i$  的重要值; $N$  为种  $i$  所在样方的各个种的重要值之和; $S$  为种  $i$  所在样方的物种总数,即丰富度指数(王伯荪等,1996;马克平等,1994;马克平等,1995)。

## 3 结果与分析

### 3.1 群落组成、外貌与结构

群落中共有种子植物 40 科 56 属 82 种植物,其中大于起测径阶以上的物种共有 26 科 33 属 61 种,包括被子植物 24 科 31 属 59 种和裸子植物 2 科 2 属 2 种;而群落中科、属、种总数占三清山植物的科属种比例分别是 25.8%、7.9%、5.0%。

钩锥—山蜡梅群落的林相终年常绿,林冠层平整而略有起伏,郁闭度 0.85。乔木层可分成 2 亚层,第一亚层 20~25 m,由钩锥占据绝对优势,间有甜槠(*Castanopsis eyrei*)与南酸枣(*Choerospondias axillaris*)老树;第二亚层 5~9 m,由山蜡梅,钩锥,红楠(*Machilus thunbergii*),尖叶连蕊茶(*Camellia cuspidata*)占据优势,间有绒楠(*Machilus velutina*),青冈(*Cyclobalanopsis glauca*),石木姜子(*Litsea elongata* var. *faberi*),毛冬青(*Ilex pubescens*),山榿(*Lindera reflexa*)等;灌木高 2~4 m,由山蜡梅占据优势,植物种类较为复杂,较常见的有绒楠、红楠、石木姜子、香桂(*Cinnamomum subavenium*)、浙江红花油茶(*Camellia chekiang-oleosa*)、尖叶连蕊茶等。草本层主要有狗脊蕨(*Woodwardia japonica*)、华中复叶耳蕨(*Arachniodes centro-chinensis*)、宽叶金粟兰(*Chloranthus henryi*)、紫萁(*Osmunda japonica*),以及少些乔灌木的幼苗如尖叶连蕊茶、钩锥、红楠、杜茎山(*Maesa japonica*)等;层间

藤本植物主要有暗色菝葜(*Smilax lanceifolia* var. *opaca*)、三叶木通(*Akebia trifoliata*)、羊角藤(*Morinda umbellata*)、薜荔(*Ficus pumila*)等。

生活型:统计钩锥—山蜡梅群落中各种群的生活型,并同其它典型植物群落进行比较,如表1所示。其中高位芽植物占75.31%,地上芽植物占6.17%,地面芽植物占11.11%,隐芽植物占

7.41%,无一年生植物。由表可见,该群落的生活型趋向于中亚热带常绿阔叶林与南亚热带季风常绿阔叶林,是一个热带性较强的常绿阔叶林群落;而且以高位芽植物占优势的群落,同样可反映群落所在地区具高温湿热的特征(李博,2000)。与三清山海拔1169 m处的白豆杉群落相比,钩锥—山蜡梅群落生活型更偏向热带性。

表1 钩锥—山蜡梅群落与相关植物群落的植物生活型比较  
Table 1 Comparison of the life form between the *Castanopsis tibetana*-*Chimonanthus nitens* communities and other communities

群落(地点) Community	生活型 Type of living				
	高位芽植物(%) Phanerophyte	地上芽植物(%) Chamaephyte	地面芽植物(%) Hemicryptophyte	隐芽植物(%) Cryptophyte	一年生植物 Annual(%)
热带山地雨林(海南岛)	96.88	0.77	0.42	0.98	0.00
亚热带季风常绿阔叶林(福建和溪)	87.63	5.99	3.42	2.44	0.00
三清山钩锥—山蜡梅群落(江西东北部)	75.31	6.17	11.11	7.41	0.00
中亚热带常绿阔叶林(浙江)	76.10	1.00	13.10	7.80	2.00
三清山白豆杉群落(江西东北部)	70.21	25.53	2.13	2.13	0.00
暖温带落叶阔叶林(秦岭北坡)	52.00	5.00	38.00	3.70	1.30

注:表中数据除本研究之群落,其它来自于李博(2000)和林石狮等(2007)的研究。

Notes: Data in the table cite in the study of Li Bo(2000) and Lin Shishi et. (2007), except for the data in this research.

表2分析表明,该群落为明显的双优势种群落,钩锥和山蜡梅的总重要值可达155.62,而其它种群的重要值明显小于此两种。锥栗属为东亚北美间断分布属,起源较古老,主要分布于热带至亚热带,且本种生境相比苦槠等同属植物更趋温暖潮湿地带(郑万钧,1985);蜡梅属也是中国特有属,具温带至亚热带分布的性质(吴征镒,1991)。群落中部分伴生种红楠、甜槠、尖叶连蕊茶、绒楠、香桂等的属也具热带性质;而青冈、石木姜子等属具温带分布性质,整体上该群落表现出明显的偏向热带性质的特点。

表2 钩锥—山蜡梅植物群落优势种群的重要值  
Table 2 Importance value(IV) of dominant population in *Castanopsis tibetana*-*Chimonanthus nitens* community

种名 Specie	重要值 IV	种名 Specie	重要值 IV	种名 Specie	重要值 IV
钩锥	99.78	甜槠	8.90	青冈	6.53
山蜡梅	55.23	尖叶连蕊茶	7.66	香桂	5.90
红楠	12.46	绒楠	6.46	石木姜子	5.64

注:仅列出重要值>5的种群。

Notes: Only set out the species with IV>5.

将群落中立木种群按所属的“科”合并其重要值,并计算其占总重要值的比例,按照李锡文(1996)的分类确定科的区系地理成分特点。结果表明,钩锥—山蜡梅群落中以壳斗科(39.28%)、蜡梅科(18.26%)、樟科(15.64%)占优势,其它科所占重要

值比例都较小,如山茶科(4.73%)、冬青科(2.73%)等。三个优势科中壳斗科和樟科为泛热带分布,蜡梅科为东亚—北美间断分布,属温带至亚热带分布;大致表明群落上层具有较明显的热带性质,下层具有较明显的温带性质。按吴征镒(1991)属的分布区类型,统计群落中各种所在属的区系性质,结果表明,热带成分占63.04%(T2-7型),温带成分占36.96%(T8-15型)。该群落中热带成分明显比例较大,而东亚和北美间断分布属占比例也较高,说明该群落具有热带向温带过度的性质特点,这与该群落处于中亚热带南缘、南亚热带北缘的地理位置有关。

### 3.2 群落的物种多样性指数与频度指数

在一般情况下,群落的 Simpson 多样性指数,与其均匀度和 Shannon-Wiener 指数呈负相关关系(王伯荪等,1986);且 Simpson 多样性指数和 PIE 指数极为接近(马克平等,1994)。

公式计算可得, $D=0.85$ ,  $H'=2.77$ ,  $PIE=0.85$ ,  $J_{sw}=0.68$ ,  $J_{si}=0.86$ ,  $Ea=0.37$ 。本群落的计算结果同样支持上述结论。

频度表示某一个种群在群落中水平分布的均匀程度,可暗示群落的稳定性以及受干扰程度等(李博,2000)。将钩锥—山蜡梅群落的频度分析结果与 Raunkiaer 的标准频度图谱和海南岛热带山地雨林频度图谱(王伯荪等,1996)进行对比(图1)。该群

落 A 级占优势,为 56.92%;B 级占 29.32%,C 级占 8.61%,D 级占 0%,E 级占 5.15%,5 个频度级的大小排序为  $A > B > C > D < E$ ,同标准频度定律  $A > B > C \geq (<) D < E$  相一致,与海南岛热带林群落频度级  $A > B > C > D > E$  也基本一致,其 D 级为 0。说明样方数目稍少而,反映频度变化不够全面。

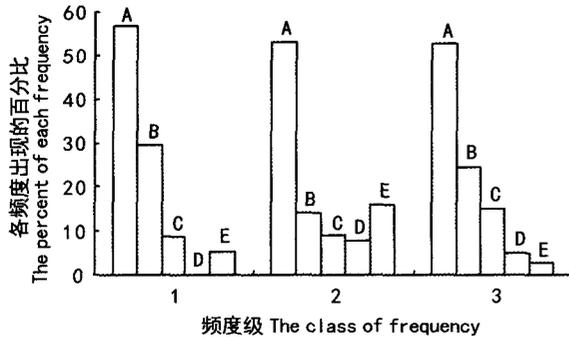


图 1 钩锥—山蜡梅植物群落与 Raunkiaer 及热带林群落的频度图谱对比

Fig. 1 Comparison of the frequency between *Castanopsis tibetana-Chimonanthus nitens community* and the Raunkiaer frequency diagram, and tropical forest community

1. 钩锥—山蜡梅群落; 2. Raunkiaer 标准; 3. 海南热带雨林  
1. *Castanopsis tibetana-Chimonanthus nitens community*;  
2. Raunkiaer; 3. Tropical Rain Forest in Hainan

### 3.3 建群种的年龄结构

种群的年龄结构主要指种群内不同年龄段的个体的分布或组成状态,不仅可以反映种群动态及其发展趋势,也可一定程度上反映种群与环境间的相互关系,说明种群在群落中的作用和地位。选取重要值表中前 4 位的优势种群作年龄结构图(图 2)。

由图 2 可知,从种群数量看,各优势种群均呈现倒金字塔形状,处于衰退阶段;且重要值中钩锥的相对显著度和山蜡梅的相对多度虽然都明显多于其它种,并且成为优势种,但其幼树、苗木较少。而尖叶连蕊茶和红楠具有一定的更新率,分别具有一定的幼苗数量。但从群落整体角度看,该群落仍属处于稳定状态,甚至达到该类群的一个演替亚顶级阶段。其特点在下段讨论中详细说明。

## 4 讨论

### 4.1 优势种群的演替

在钩锥—山蜡梅群落中,从年龄结构看,此两种优势种都处于程度不等的衰退状态;但从群落整体状况看,该群落应处于一种相对稳定状态,且可能处

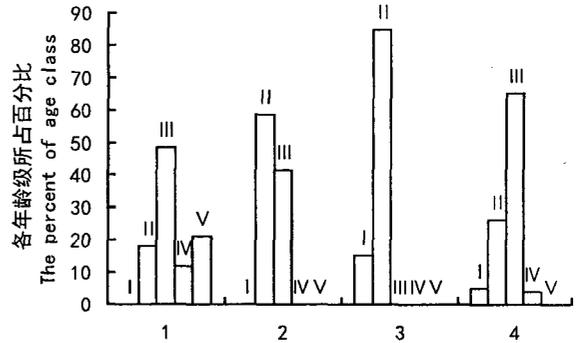


图 2 钩锥—山蜡梅群落优势种群年龄结构示意图  
Fig. 2 Age forum of the dominant species in *Castanopsis tibetana-Chimonanthus nitens community*

1. 钩锥; 2. 山蜡梅; 3. 尖叶连蕊茶; 4. 红楠  
1. *Castanopsis tibetana*; 2. *Chimonanthus nitens*;  
3. *Camellia cuspidata*; 4. *Machilus thunbergii*

于演替后期并达到亚顶级状态。其原因如下:

(1)关于优势种群的长期更新率。钩锥种群,样方及其周边并没有发现其幼苗、幼树;从林下观察、收集上年落果分析后发现,绝大部分果实都被蛀空或已经发霉,或是明显未成熟。而山蜡梅种群的年龄结构表也反映其处于衰退状况,幼苗依然极少;在林下也未能发现该种的上年果实。这些都表明钩锥和山蜡梅近几年的更新层还未充分发育。而其它各个主要种群的更新情况,特别是有可能形成同一亚层具竞争力的物种,如红楠,其幼苗量仍然较少,未能形成典型的替代趋势。

(2)关于优势种群的近期更新率。考虑钩锥的生长年限较长,且除幼苗外的其它立木各级别都有一定的比例,较为均衡,表明该种群仍然具有在较长时间内的持续更新力。山蜡梅相对多度高(占 44.52%),而且具有大量的分蘖现象。在亚热带东部地区的常绿阔叶林优势种中,通过萌条而维持种群更新例子较多(张欣等,2007;林石狮等,2007;何永涛等,2003)。这都说明山蜡梅可通过营养繁殖补充有性生殖的不足,并在种群竞争中增加其竞争力,是生态适应性较广的一个物种。而其它种群各级立木、苗木也未能形成典型的正金字塔增长,而且其个体数和胸面积仍然同钩锥和山蜡梅间有差距,在较长时间内仍然无法替代钩锥和山蜡梅的地位。

(3)种群频度图分析可见,A 级占据优势且 B、C、D 级较小,说明非优势种并未开始大量增长,这暗示群落处于稳定状态(李博,2000)。宋晓英(2002)提及现存的钩锥林大多是过熟林,且更新长

期停留在幼苗阶段,其种群有衰退趋势。结合本群落中各优势种的现状以及其更新率,可判定其为一个较稳定,且经过长期演替后至少达到亚顶级的群落。

#### 4.2 群落组成的区系特点

在群落的植物区系组成上,通过分析反映出该群落偏向于热带性质。廖文波等(2002)在研究南方红豆杉植物群落时对比了不同气候地带的群落,提到黑石顶常绿阔叶林和南昆山常绿阔叶林热带成分占80.6%和79.6%,粤北南方红豆杉林和莽山常绿阔叶林热带成分占57.9%和55.0%;比较该钩锥—山蜡梅群落的热带成分占63.04%,说明此群落具有相当高热带成分;此外,以青冈类(*Cyclobalanopsis* spp.)、锥栗类(*Castanopsis* spp.)、柯类(*Lithocarpus* spp.)等壳斗科植物为主的树种常组成亚热带常绿阔叶林的优势建群种,因此可认为该钩锥—山蜡梅为较典型亚热带植物群落类型(吴征镒,1985)。

#### 4.3 关于钩锥—山蜡梅群落资源开发与保育的建议

此两种植物都具有良好的应用前景。钩锥为常绿大乔木,为长江以南较常见的主要用材树种(黄成就等,1998)。而山蜡梅既是良好的园林绿化植物,其根也有多种药用价值。而近年来的实践研究表明,最好通过利用乡土树种进行生态公益林改造,而不应该单纯使用速生的外来种(任海等,2007)。此两种优良阔叶树种据其群落特点,非常适宜于进行混种,应能产生明显经济效应和生态效益。

#### 参考文献:

- 王伯荪,余世孝,彭少麟,等. 1996. 植物群落学实验手册[M]. 广州:广东高等教育出版社:23-105
- 李博. 2000. 生态学[M]. 北京:高等教育出版社:127
- 郑万钧. 1985. 中国树木志[M]. 北京:中国林业出版社:216-221
- 吴征镒. 1985. 中国植被[M]. 北京:科学出版社:100-101
- 蒋英,李秉滔,李延辉. 1979. 中国植物志(第30卷,第2分册)[M]. 北京:科学出版社:9-10
- 黄成就,张永田,徐永椿,等. 1998. 中国植物志(第22卷)[M]. 北京:科学出版社:33-34
- 彭少麟,廖文波,王英永,等. 2008. 中国三清山生物多样性综合科学考察[M]. 北京:科学出版社:157-165
- Zhang JS(张嘉生). 2005. Study of *Castanopsis tibetana* community dominant plant population competition(钩栲群落优势植物种群竞争的研究)[J]. *J Fujian Fore Sci Tech* (福建林业科技),32(4):82-85
- Hu ZH(胡正华), Yu MJ(于明坚), Ding BY(丁炳扬), et al. 2003. Types of evergreen broad-leaved forests and their species diversity in Gutian Mountain National Nature Reserve(古田山国家级自然保护区常绿阔叶林类型及其群落物种多样性研究)[J]. *Chin J Appl Environ Biology*(应用与环境生物学报),9(4):341-345
- Liu YY(刘耀明), Feng SX(冯淑香), Xiao BK(肖炳坤). 2003. Studies on quality standard of Shanlamei Granule(山蜡梅颗粒的质量标准研究)[J]. *Trad Chin Drug Res Clinical Pharm*(中药新药与临床药理),14(3):185-188
- Zhang JX(张纪兴), Zhou YP(周玉平), Cheng GH(程国华), et al. 2003. Study on preparation of Chimonanthus Nitens Drop Pills(山蜡梅滴丸的制备工艺研究)[J]. *China Pharm*(中国药师),6(2):74-76
- Zhang RH(张若蕙), Shen XL(沈湘林). 1999. Taxonomy Geographical Distribution and Evolution of Calycanthaceae(蜡梅科的分类及地理分布与演化)[J]. *J Beijing Fore Univ*(北京林业大学学报),21(2):7-11
- Wu GF(吴国芳), Zhou XJ(周秀佳), Tang YF(汤艺峰). 1988. The Vegetation Types and Their Distributions in Sanqingshan Jiangxi Province(江西省三清山的植被类型及其分布)[J]. *J East China Normal Univ; Nat Sci Edi*(华东师范大学学报·自然科学版)(2):87-98
- Ma KP(马克平), Liu YM(刘玉明). 1994. Methods of Measure in the bio-communities biodiversity I.  $\alpha$  diversity(II)(生物群落多样性的测度方法 I  $\alpha$  多样性的测度方法(下)) [J]. *Chinese Biodiversity*(生物多样性),2(4):231-239
- Ma KP(马克平), Huang JH(黄建辉), Yu SL(于顺利), et al. 1995. Plant Community Diversity in Dongling Mountain, Beijing, China II. Species Richness, Evenness and Species Diversities(北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II. 丰富度,均匀度和物种多样性指数)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报),15(3):268-277
- Lin SS(林石狮), Shen RJ(沈如江), Guo W(郭威), et al. 2007. Plant community of *Pinus taiwanensis* + *Pseudotsaxus chiemi-Rhododendron simiarum* from Sanqing Moutain, China(江西三清山台湾松+白豆杉—猴头杜鹃植物群落研究)[J]. *Ecol Environ*(生态环境),16(3):912-919
- Wu ZY(吴征镒). 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants(中国种子植物属的分布区类型)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), Suppl. IV:1-139
- Li XW(李锡文). 1996. Floristic statistics and analyses of seed Plants from china(中国种子植物区系统分析)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),18(4):363-384
- Wang BS(王伯荪), Peng SL(彭少麟). 1986. Analysis on Forest Communities of Dinghushan-VII Ecological Dominance(鼎湖山森林群落分析 VII—生态优势度)[J]. *Acta Univ Sunyatseni; Sci Nat Edi*(中山大学学报·自然科学版), (2):94-97
- Zhang X(张欣), Xu GF(徐高福), Shen DW(沈栋伟), et al. 2007. Maintenance and Natural regeneration of *Castanopsis sclerophylla* populations on island of Qiandao Lake Region(千岛湖岛屿苦槠种群的维持和天然更新)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报),27(2):424-431
- He YT(何永涛), Li GC(李贵才), Cao M(曹敏), et al. 2003. Tree species diversity of a secondary Broad-leaved forest on Ailao Mountain in Yunnan(云南哀牢山栎类次生林树种多样性特征研究)[J]. *J Trop Subtropical Bot*(热带亚热带植物学报),11(2):104-108
- Liao WB(廖文波), Su ZY(苏志尧), Cui DF(崔大方), et al. 2002. Study on Plant community of *Taxus mairei* in North Guangdong, China(粤北南方红豆杉植物群落的研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),24(3):295-306
- Ren H(任海), Wang J(王俊). 2007. Recruitment limitations of native tree species under plantations; A Preliminary review(试论人工林下乡土树种定居限制问题)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报),18(8):1855-1960