

大盘山自然保护区香果树群落结构特征*

陈子林^{1,2}, 康华靖¹, 刘鹏^{1**}, 韦福民²

(1 浙江师范大学植物学实验室, 浙江 金华 321004; 2 大盘山国家级自然保护区管理局, 磐安 322300)

摘要: 对浙江省大盘山国家级自然保护区香果树群落结构特征以及香果树种群结构进行了调查研究。研究表明, 香果树主要伴生种为具有热带性质的樟科和山茶科的一些物种; 该群落乔木层、灌木层、草本层的物种丰富度、多样性、均匀度都偏低, 优势度相对较高; 其生活型以包括藤本在内的高位芽植物占绝对优势, 达 75.90%; 叶级以中型叶为主, 占 53.97%, 小型叶次之, 占 36.51%; 叶型以单叶占有较大的优势, 达 74.70%; 叶质以纸质叶为主, 占 63.86%。香果树在群落水平结构上整体成聚集分布状态, 垂直结构上明显分成 3 个亚层; 种群更新不良, 具有明显的衰退趋势。

关键词: 香果树; 群落特征; 种群结构; 大盘山自然保护区

中图分类号: Q 948

文献标识码: A

文章编号: 0253-2700(2007)04-461-06

Community Structure Features of *Emmenopterys henryi* (Rubiaceae) in Dapanshan National Natural Reserve of Zhejiang Province

CHEN Zi-Lin^{1,2}, KANG Hua-Jing¹, LIU Peng^{1**}, WEI Fu-Min²

(1 Key Laboratory of Botany, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China;

2 The Administration Bureau of Dapanshan National Natural Reserve, Pan'an 322300, China)

Abstract: *Emmenopterys henryi*, an endemic species in China, being one of the grade national key conservation rare and endangered plants. Based on the data collected from sample plots, the community structure features in Dapanshan National Natural Reserve of Zhejiang Province were analysed. The results showed that the companion species of *E. henryi* were evergreen and from Lauraceae and Camelliaceae. The richness index, species diversity index and evenness index in the *E. henryi* community were low, but ecological dominance index was high. In the community, dominant life form, dominant leaf size, dominant leaf form, dominant leaf texture was phanerophytes, mesophyll, single leaves, herbaceous leaves respectively and whose percentage was 75.9%, 53.97%, 74.70%, 63.86% respectively. The second leaf size was microphyll, whose percentage was 36.51%. The spatial patterns of *E. henryi* population mostly conformed to clump distribution, and the tree layer could be easily divided into 3 sublayers in terms of height. The regeneration of population of *E. henryi* was poor and the population size was declining.

Key words: *Emmenopterys henryi*; Community character; Population structure; Dapanshan National Natural Reserve

香果树 (*Emmenopterys henryi*) 属茜草科香果树属, 是第四纪冰川子遗植物之一, 为中国特有单种属植物, 是研究茜草科系统发育、形态演化

及中国植物地理区系的重要材料。由于现存数量有限, 濒临灭绝, 故被列为国家级重点保护植物 (于永福, 1999)。目前国内外对香果树的研

* 基金项目: 浙江省自然科学基金 (399277) 和金华市科技重点项目 (2006-3-004)

** 通讯作者: Author for correspondence; E-mail: pliu99@163.com

收稿日期: 2006-12-01, 2007-05-05 接受发表

作者简介: 陈子林 (1970-), 浙江磐安人, 工程师, 从事林学和保护生物学研究工作。E-mail: dpschzl@163.com

究主要集中在组织培养 (韦小丽, 2005; 姬飞藤等, 2005)、种子生理特性 (李铁华, 2004; 甘聃等, 2006) 以及遗传多样性 (李钧敏等, 2004; 熊丹等, 2006) 等方面。

香果树多为零星分布, 种群数量偏低, 在繁殖后代时难以避免近交衰退, 这无疑会大大降低香果树种群的遗传多样性, 并导致种群进化的灵活性丧失, 适应环境的能力大为下降, 对环境的不良变化更为敏感, 造成种群日趋衰落。由于濒危植物种群的分布区狭小、缺乏基因交流、及生境长期的退化, 生理生态学适应能力已经弱化 (张文辉等, 2002)。Liu 等 (2006) 对濒危植物七子花的研究表明, 强光和弱光对其光合作用以及抗氧化酶都非常不利。张旺锋等 (2005) 对濒危植物银杉的研究表明, 适度遮阴有利于银杉抵御冬季光抑制。香果树为中性偏阳树种, 喜温暖湿润气候, 幼树喜阴湿, 成树喜光, 且母树在光照不足的情况下难以开花结实 (刘军, 2003; 谢玉芳等, 2004)。我们对大盘山香果树种群结构的研究表明, 区域小环境、人为干扰对香果树种群结构都有较大的影响 (康华靖等, 2007)。由此可见, 香果树对所处的光环境要求较为严格。物种光环境与其所处的群落结构特征, 以及在群落中的地位紧密相关。有关大盘山香果树群落结构的研究尚未见研究报道, 因此, 对香果树群落结构特征的研究有助于揭示其濒危机制, 并为其群落和种群的合理保护提供理论依据。

1 研究地概况

大盘山自然保护区位于东经 120°28'05" ~ 120°33'40", 北纬 28°57'05" ~ 29°01'58"。该保护区属亚热带季风区, 温暖湿润, 四季分明, 雨量充

沛, 春季迟而多雨, 夏季短而易旱, 冬季干燥而多霜, 年均气温 16.1℃, 高于 10℃ 的年均活动积温为 5030℃, 最热月 (7月) 均温 28.1℃, 最冷月 (1月) 均温 3.7℃, 极端最高气温为 40.6℃, 极端最低气温为 -15.20℃, 无霜期 236 d, 年均降水量 1573 mm, 降水以 3~6月最多。地带性土壤为红壤和黄壤, 前者分布于海拔 250~600 m, 后者分布于海拔 600 m 以上, 此外还有潮土和水稻土 (王献溥和蒋高明, 2002; 郝朝运等, 2004)。由于山势高峻, 地形复杂, 河谷深切, 形成了多样性的小气候环境, 为各类植物的分布和生长提供了优越的条件。

2 研究方法

2.1 样地设置与数据收集

在对浙江省大盘山国家级自然保护区全面踏查的基础上, 选择香果树分布比较典型的 5 个群落 (表 1), 设置面积为 20 m × 20 m 的样地, 共计面积 2000 m², 并采用相邻格子法, 以 5 m × 5 m 为样方单位, 在统计时进行每木检测, 测定、记录该样方中所有乔木的胸径、树高、相对位置、叶型、叶质以及叶片的长和宽, 同时在样方中设 1 m × 5 m 的小样方对灌木层和草本层植被进行调查。

2.2 数据处理分析

乔木物种的重要值 (p_i) = (相对密度% + 相对显著度% + 相对频度%)。

灌木物种和草本的重要值 (p_i) = (相对密度% + 相对频度%)

Margalef 丰富度指数 $R = (S - 1) / \ln N$; Gini 优势度指数 $D_i = 1 - p_i^2$; Shannon-Wiener 指数 (H) = $-\sum p_i \ln p_i$; Heip 均匀度指数 $E_h = [\exp(-\sum p_i \ln p_i - 1)] / (S - 1)$ 。

公式中: S 为样地的植物种数; N 为群落中所有种的总个体数, $N = n_1 + n_2 + \dots + n_i$; p_i 为种的重要值, p 为重要值的百分比。

表 1 香果树取样种群生境的基本情况

Table 1 Locations of populations of *E. henryi*

样方 Plot	坡度 (°) Slope angle	岩石裸露度 (%) Exposure of rock	海拔 (m) Altitude	郁闭度 (%) Canopy coverage	群落类型 Type of community
Q ₁	30	80	860	85	香果树纯林 The pure stands of <i>E. henryi</i>
Q ₂	35	90	970	80	香果树 + 杉木 + 七子花林 The mixed stands of <i>E. henryi</i> , <i>Cunninghamia lanceolata</i> and <i>Heptacodium miconioides</i>
Q ₃	45	80	910	40	香果树纯林 The pure stands of <i>E. henryi</i>
Q ₄	30	75	740	75	香果树纯林 The pure stands of <i>E. henryi</i>
Q ₅	60	90	780	45	香果树 + 檫木林 The mixed stands of <i>E. henryi</i> and <i>Sassafras tsumu</i>

香果树种群的分布格局分析是根据 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的小样方，应用相邻格子法记录样地内的数据资料，用以种群空间分布格局的拟合。离散分布理论拟合采用方差均值的 t 检验等方法；聚集强度指标采用负二项式分布 K 、Lloyd 平均拥挤度指数 m^* 和聚快指数 C (刘建泉, 2004)。

种群径级 (DBH) 结构划分标准： I 级，高度 0.33 m ； II 级，高度 $> 0.33\text{ m}$ ， $DBH < 2.5\text{ cm}$ ； III 级， $2.5\text{ cm} < DBH < 7.5\text{ cm}$ ； IV 级， $7.5\text{ cm} < DBH < 22.5\text{ cm}$ ； V 级， $DBH > 22.5\text{ cm}$ 。

表 2 香果树群落中的植物组成及科的重要值

Table 2 Composition and importance value of family in the *E. henryi* community

层次 Layer	科名 Family	属数 Number of genera	种数 Number of species	重要值 Importance value	层次 Layer	科名 Family	属数 Number of genera	种数 Number of species	重要值 Importance value
乔木层 Arbor layer	茜草科 Rubiaceae	1	1	154.92	灌木层 Shrub layer	樟科 Lauraceae	3	4	49.11
	樟科 Lauraceae	3	6	37.26		山茶科 Theaceae	3	5	46.73
	山茶科 Theaceae	3	3	14.19		茜草科 Rubiaceae	1	1	33.33
	杉科 Cryptomeria	2	2	9.84		豆科 Leguminosae	5	5	12.50
	豆科 Leguminosae	6	6	9.40		虎儿草科 Saxifragaceae	3	3	10.12
	虎儿草科 Saxifragaceae	3	3	8.77		旌节花科 Stachyuraceae	1	1	4.17
	壳斗科 Fagaceae	3	3	5.69		鼠刺科 Escalloniaceae	1	1	5.06
	蔷薇科 Rosaceae	4	4	5.43		壳斗科 Fagaceae	3	4	4.17
	漆树科 Anacardiaceae	2	2	5.15		忍冬科 Caprifoliaceae	2	2	4.17
	木犀科 Oleaceae	2	2	5.08		槭树科 Aceraceae	1	2	4.17
	忍冬科 Caprifoliaceae	2	2	4.88		山茱萸科 Cornaceae	2	2	2.08
	槭树科 Aceraceae	1	2	3.97		杜鹃花科 Ericaceae	2	3	6.25
	杜鹃花科 Ericaceae	2	2	3.71		木犀科 Oleaceae	2	2	5.95
	山茱萸科 Cornaceae	2	2	3.44		杉科 Cryptomeria	2	2	2.08
	马鞭草科 Verbenaceae	2	2	3.44		蔷薇科 Rosaceae	2	3	5.06
	清风藤科 Sabiaceae	2	2	3.35		小计 Total	33	40	200
	金缕梅科 Hamamelidaceae	1	1	3.10		百合科 Liliaceae	3	3	47.44
	梧桐科 Sterculiaceae	1	1	2.33		禾本科 Gramineae	4	4	46.70
	松科 Pinaceae	1	1	2.30		菊科 Compositae	3	3	26.72
	鼠刺科 Escalloniaceae	1	1	2.52		爵床科 Acanthaceae	1	1	22.19
苦木科 Simaroubaceae	1	1	2.03	草本层 Herb layer	卷柏科 Selaginellaceae	1	1	16.09	
旌节花科 Stachyuraceae	1	1	2.00	蔷薇科 Rosaceae	1	1	15.81		
大戟科 Euphobiaceae	1	1	1.99	堇菜科 Violaceae	1	1	7.45		
省沽油科 Staphyleaceae	1	1	1.72	蕨科 Pteridiaceae	1	1	7.05		
胡桃科 Juglandaceae	1	1	1.72	莎草科 Cyperaceae	1	1	7.05		
山矾科 Symplocaceae	1	1	1.72	伞形科 Umbelliferae	1	1	3.52		
小计 Total	45	48	300	小计 Total	17	17	200		

表 3 香果树群落的物种多样性指数

Table 3 Species diversity index of *E. henryi* community

多样性指数 Diversity index	乔木层 Tree	灌木层 Shrub	草本层 Herb
种数 Species (种)	48	40	17
个体数 Number N (个)	374	112	251
Margalef 丰富度指数 Margalef richness index	7.933	8.265	2.896
Shannon-Wiener 指数 Diversity index	1.835	0.511	0.544
Gini 优势度指数 Gini dominance index	0.825	0.999	0.998
Heip 均匀度指数 Heip evenness index	0.049	0.016	0.108

3 结果与分析

3.1 群落种类组成与多样性

3.1.1 香果树群落组成 在 5 个代表性样地中，各层次物种科的组成见表 2。其中双子叶植物 75 种，单子叶植物 6 种，蕨类植物 2 种。在乔木层中，茜草科的重要值最高 (154.92)。由于样地中茜草科所含种类只有香果树一种，故香果树在该群落的乔木层中占有绝对的优势，其次是樟科

和山茶科，重要值分别为 37.26 和 14.19。其主要种类为红脉钓樟 (*Lindera rubronervia*)、山榿 (*Lindera reflexa*) 和尖连蕊茶 (*Camellia cuspidata*) 等；灌木层中，樟科和山茶科的种类稍占优势，茜草科次之；草本层中百合科和禾本科的种类占有绝对的优势，主要代表种有：长梗黄精 (*Polygonatum filipes*)、淡竹叶 (*Lophatherum gracile*)、显子草 (*Phaenosperma globosa*) 等。

3.1.2 物种多样性 按群落的垂直结构分别计算了各层次的物种多样性指数 (表 3)。由表 3 可以看出，从物种丰富度指数来看，灌木层 $>$ 乔

木层 > 草本层。从均匀度指数来看, 草本层 > 乔木层 > 灌木层。整体来看, 香果树群落乔木层、灌木层、草本层的物种丰富度、多样性、均匀度都偏低, 而优势度相对较高。

3.2 群落结构

3.2.1 生活型和叶特征 根据 Raunkiaer (曲仲湘等, 1983) 的方法对群落中各树种的生活型及叶特征进行分类 (表 4)。由表 4 可知, 该群落以包括藤本在内的高位芽植物占绝对优势, 达 75.90%。这一数值与同地区的落叶阔叶林的比例 (69.57%) 相近 (金则新, 2000)。地上芽和一年生植物较少, 分别占 7.23% 和 9.64%。叶的特征分析表明, 该群落的叶级以中型叶为主, 占 53.97%, 小型叶次之, 占 36.51%, 无大型叶和微型叶。叶型以单叶占有较大的优势, 达 74.70%; 叶质以纸质叶占优势 (63.86%), 革质叶次之, 为 34.94%。群落中单叶、中型叶以及纸质叶和革质叶占优势反映群落具有一定的热带性质。

3.2.2 垂直结构 植株的垂直结构可以反映树

种在森林中的各种特征, 如耐荫性、更新类型等。该群落的垂直分层比较明显, 可分为乔木层、灌木层和草本层, 层间植物极其缺乏。乔木层种类较少, 可分为 2 个亚层: 第一亚层为 15 m 左右, 主要有香果树、杉木、檫木、七子花等; 第二亚层为主要在 5 m 左右, 主要有香果树、山胡椒 (*Lindera glauca*)、红脉钓樟 (*Lindera rubromervia*) 等。灌木层高度一般为 1~3 m, 主要种类有山胡椒、尖连蕊茶、山榿 (*Lindera reflexa*)、山鸡椒 (*Litsea cubeba*)、绢毛山梅花 (*Philadelphus sericanthus*) 等。草本层主要种类有麦冬 (*Ophiopogon japonicus*)、荩草 (*Arthraxon hispidus*)、卷柏 (*Incarvillea sinensis*)、兔儿伞 (*Syneilesis aconitifolia*) 等。

3.3 香果树的种群结构与分布格局

3.3.1 香果树的种群结构 种群年龄结构的分析是探索种群动态的有效方法。由于乔木种群其个体年龄难于确定, 所以本文采用空间代替时间的方法, 即以立木胸径代替年龄对乔木种群的年龄结构进行分析 (图 1)。从图 1 可以看出, 5 个

表 4 香果树群落特征

Table 4 The community characteristics of *E. henryi*

生活型 Life form	比例 (%) Percentage	叶级 Leaf size	比例 (%) Percentage	叶型 Leaf form	比例 (%) Percentage	叶质 Leaf texture	比例 (%) Percentage
高位芽植物 Phanerophyte	75.90	中叶 Mesophy	53.97	单叶 Single leaf	74.70	革质 Leather-like	34.94
地面芽植物 Hemicryptophyte	7.23	小叶 Microphy	36.51	复叶 Compound leaf	25.30	纸质 Herbaceous	63.86
一年生植物 Therophyte	8.43	细叶 Nanophy	7.94	—	—	其它 Else	1.20
其它 Else	8.43	其它 Else	1.59				

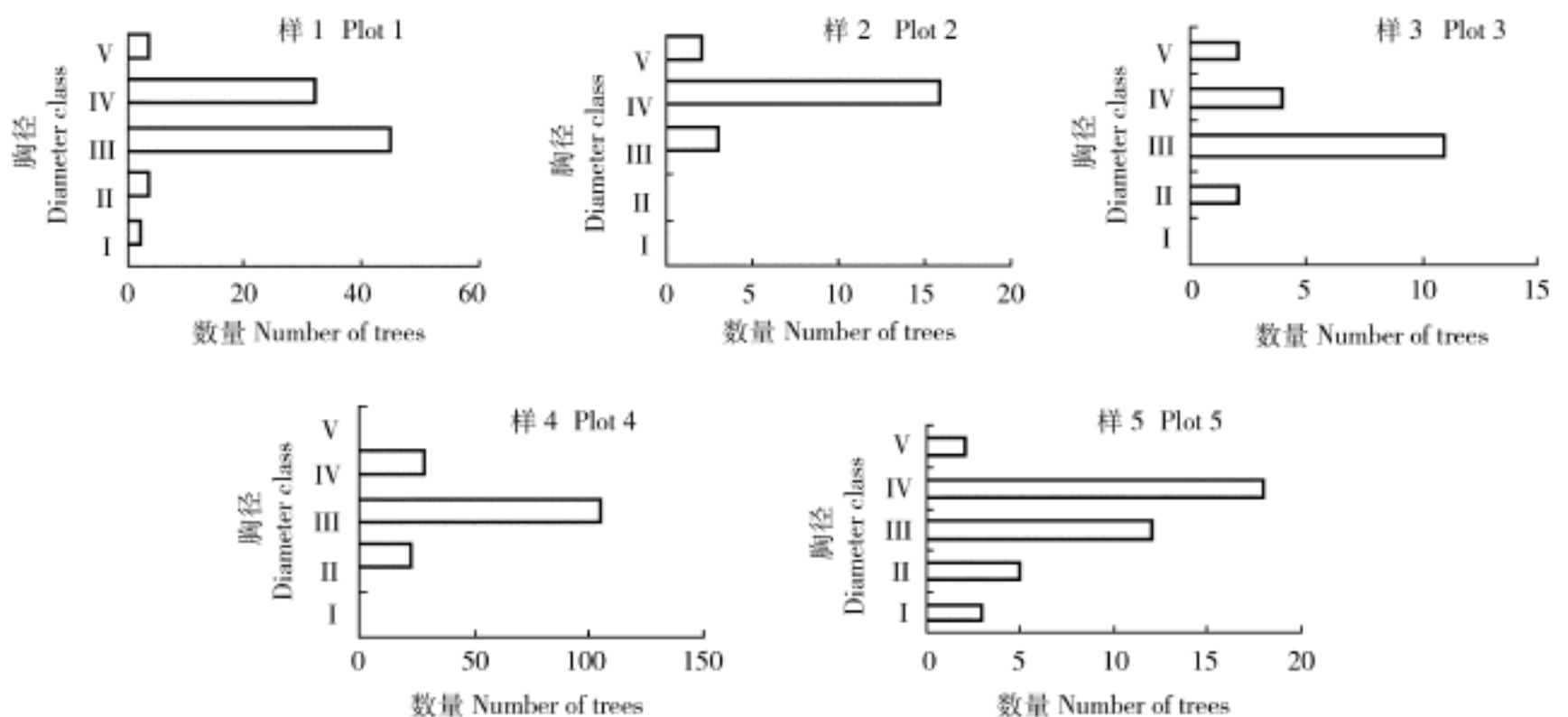


图 1 香果树径级分布

Fig. 1 The diameter class of *E. henryi*

样方内香果树种群的年龄结构相似，均为纺锤型，以 I 级小树和 II 级中树的数量为多，而缺乏幼苗和幼树，在样 2、样 3 和样 4 中没有发现幼苗，样 1 和样 5 中也只分别发现了 2 株和 3 株幼苗。因此，从目前来看，香果树处于稳定阶段，但从长期演替来看，香果树种群有衰退的趋势。

3.3.2 分布格局 由于取样的各个样地物种构成上有较大的差异，并且其它乔木树种所占的比例也较小，故本文只对香果树种群的空间格局进行了分析（表 5）。从表 5 可以看出，除 Q₃ 外，其余样地香果树均为聚集分布。其聚集分布的原因主要与香果树的更新方式有关。香果树具有较强的萌枝能力，在根系周围产生大量的萌枝，最终形成了聚集分布的格局。Q₃ 为随机分布则主要是由于该样方位于水沟之上，其间又有巨石分布，致使香果树随机分布于群落之中。

4 讨论

大盘山自然保护区香果树群落中岩石裸露度高，不利于凋谢物的腐化；部分群落的郁闭度较高，不利于幼苗的生长；群落中缺少幼苗，更新困难；人为的破坏等，这都不利于香果树种群的发展。

物种多样性是生境中物种丰富度及分布均匀性的一个指标，它受生境中生物和非生物的多种因素的影响，因此，可以通过对多样性的研究，揭示物种之间的相互关系，反映群落种类组成特征及数量对比关系（樊后保，2001）。该群落中，茜草科的重要值最高（表 2），占有绝对的优势，其次是樟科和山茶科的一些伴生种。从群落层次多样性格局来看（表 3），灌木层 > 乔木层 > 草本层。从均匀度指数来看，草本层 > 乔木层 > 灌木层。至于灌木层均匀度很小、物种丰富度很大，

草本层相反，这主要与灌木层和草本层在群落中分布状况以及种类有关。样方内灌木层种类丰富，该层除了灌木种类外，还包括乔木幼苗、幼树，这造成灌木层的种类和个体数多于乔木层，且成斑块状分布，因此，其多样性较高而均匀度较低。相反，草本层相对单一且均为零星分布，因此，其均匀度较高而多样性较低。从整体来看，群落中物种丰富度指数、多样性指数、均匀度偏低，而生态优势度较高。彭少鳞（1996）研究认为：一个较成熟的群落往往具有较高的物种多样性、较高的均匀度和较低的生态优势度。由此可见，该群落为不成熟的群落。

群落的外貌是群落最明显的特征，也是植物群落分类的重要依据。而植物的生活型则是群落外貌最重要的标志。分析群落的生活型谱，可为了解群落对其气候生境的反映、种群对空间的利用以及群落内部种群间可能产生的竞争及其发展趋势提供一定的理论依据（王伯荪，1987）。叶是植物进行光合作用的器官，叶的大小不仅是植物转化光能的效率指针之一，同时也是各植物体所构成的群落的重要外貌特征之一（于顺利等，2003）。从群落的生活型谱及叶的特征来分析（表 4），群落生活型中以高位芽占绝对的优势，叶的特征以中叶、纸质的单型叶为主等表明该群落应属于中亚热带常绿阔叶林，这与对大盘山所处地 - 磐安县蕨类植物区系研究（郝朝运等，2004）结论相一致。

从群落的水平分布格局来看（表 5），香果树水平格局大致为聚集分布，这主要是由于香果树的更新方式以萌枝更新为主。在天然林中，香果树有 2 种更新方式：种子更新和萌枝更新，其始花期长达 20a，且有隔年开花的现象，通常每两年或四年开花结果一次（刘军，2003），且母树

表 5 香果树种群的分布格局

Table 5 The distribution pattern of *E. henryi*

样方 Plot	均值 Mean	方差 Variance	方差/均值 V/M	t 值 t value	负二项指数 Negative binomial distribution (K)	平均拥挤度指数 Mean crowding (m*)	聚块性指数 Index of patchiness (C)	结果 Result
Q ₁	5.667	7.632	1.347	0.126	1.229	6.013	1.814	C
Q ₂	1.867	2.520	1.350	0.220	1.216	2.217	1.823	C
Q ₃	3.733	3.493	0.936	-0.034	-8.025	3.669	0.875	P
Q ₄	1.133	1.996	1.761	0.539	0.476	1.894	3.101	C
Q ₅	1.067	1.467	1.375	0.309	1.123	1.442	1.891	C

P、C 分别表示随机和集群分布。Note: The P, C represent random and clump distribution, respectively.

在光照不足的条件下难以开花结实(谢玉芳等, 2004); 种子属典型的光敏感性种子, 在黑暗条件下, 无论恒温或变温均完全不能萌发(李铁华等, 2004); 另外, 其群落中石块较多, 如不作处理, 自然条件下, 香果树通过种子更新非常困难。在此情况下, 萌条更新则成为香果树的主要更新方式。然而, 虽然香果树萌生力较强, 但萌枝多见于倒木、树桩、根际等。各样方香果树种群的年龄结构相似, 均为纺锤型, 以Ⅰ级小树和Ⅱ级中树的数量为多, 从现阶段来看, 该种群在群落中占有绝对的优势, 种群处于相对稳定的阶段, 然而, 由于缺乏幼苗和幼树, 其更新受阻, 因此, 从群落长期的演替来看, 该种群有衰退的趋势。

〔参 考 文 献〕

- 王伯荪, 1987. 植物群落学 [M]. 北京: 高等教育出版社
- 彭少麟, 1996. 南亚热带森林群落动态学 [M]. 北京: 科学出版社
- 曲仲湘, 吴玉树, 王焕校, 1983. 植物生态学 (第二版) [M]. 北京: 高等教育出版社
- Fan HB (樊后保), 2001. Structure features of *Castanopsis kaewakamii* community [J]. *Scientia Silvae Sinicae* (林业科学), **36** (4): 6—12
- Gan D (甘聃), Chen FJ (陈发菊), Liang HW (梁宏伟) *et al.* 2006. Study on the characteristics of seed germination of the endangered plant *Emmenopterys henryi* Oliv [J]. *Seed* (种子), **25** (5): 27—30
- Hao CY (郝朝运), Liu P (刘鹏), Xu GD (徐根娣), 2004. Studies on the pteridoflora of Pan an region in Zhejiang Province [J]. *J Zhejiang Normal Univ* (Nat, Sci,) (浙江师范大学学报 (自然科学版)), **27** (3): 283—287
- Ji ZX (金则新). 2000. A study of deciduous broad-leaved forest feature in the Tiantai Mountain of Zhejiang [J]. *Guihaia* (广西植物), **20** (2): 107—116
- Ji FT (姬飞腾), Li FL (李凤兰), Gao SM (高述民) *et al.* 2005. Somatic embryogenesis of *Emmenopterys henryi* Oliv [J]. *Commun Plant Physiol* (植物生理学通讯), **41** (5): 619—671
- Kang HJ (康华靖), Chen JL (陈子林), Liu P (刘鹏) *et al.* 2007. The Population structure and distribution pattern of *Emmenopterys henryi* in Dapanshan Natural Reserve of Zhejiang Province [J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **27** (1): 389—396
- Li JM (李钧敏), Jin ZX (金则新), 2004. Optimization of the RAPD Conditions of *Emmenopterys henryi* and primary study on the genetic diversity [J]. *J Fujian Forestry Sci Technol* (福建林业科技), **31** (2): 36—40
- Li TH (李铁华), Zhou YX (周佑勋), Duan XP (段小平) *et al.* 2004. Physiological characteristics of the dormancy and light-sensitive germination of *Emmenopterys henryi* seeds [J]. *J Centr South Forestry Univ* (中南林学院学报), **24** (2): 82—84
- Liu J (刘军), 2003. Conservation and utilization of *Emmenopterys henryi*, a grade Chinese National Protected Wild Plant [J]. *Gansu Sci Technol* (甘肃科技), **19** (10): 151—152
- Liu JQ (刘建泉), 2004. Spatial pattern of *Picea crassifolia* population in Qilianshan Nature Conservation [J]. *J Northwest Forestry Univ* (西北林学院学报), **19** (2): 152—155
- Liu P, Yang YS, Xu GD *et al.* 2006. Physiological response of rare and endangered seven-son-flower (*Heptacodium miconioides*) to light stress under habitat fragmentation [J]. *Environ Experimen Bot*, **57**: 32—40
- Song YC (宋永昌), Zhang S (张绅), Liu JL (刘金林), 1982. Community analysis of the evergreen broad-leaf forest on mountain Wuyuanling in Zhejiang Province [J]. *Acta Phytoecol Geobotan Sin* (植物生态学与地植物学丛刊), **6** (1): 14—34
- Wang XP (王献溥), Jiang GM (蒋高明), 2002. The relationship between Dapanshan Reserve and traditional Chinese medicine s home in Pan an County, Zhejiang Province [J]. *J Plant Resour Environ* (植物资源与环境学报), **11** (4): 51—53
- Wei XL (韦小丽), Zhu ZR (朱忠荣), Liao M (廖明) *et al.* 2005. Study on tissue culture technique of *Emmenopterys henryi* [J]. *Seed* (种子), **24** (10): 27—29
- Xie YF (谢玉芳), Pan L (潘林), Yang YF (杨玉芳) *et al.* 2004. The technology of grow seedlings of *Emmenopterys henryi* [J]. *J Jiangsu Forestry & Technol* (江苏林业科技), **31** (2): 39—40
- Xiong D (熊丹), Chen FJ (陈发菊), Li XP (李雪萍) *et al.* 2006. Genetic diversity of endangered *Emmenopterys* in Shennongjia Region of Hubei Province [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), **26** (6): 1272—1276
- Yu SL (于顺利), Ma KP (马克平), Chen LZ (陈灵芝), 2003. Analysis on leaf forms in *Quercus mongolica* community [J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **14** (1): 151—153
- Yu YF (于永福), 1999. The milestone of the work of protecting wild plant of China—The list of Chinese National Protected Wild Plant (1th) [J]. *J Plant* (植物杂志), **5**: 3—11
- Zhang WH (张文辉), Zu YG (祖元刚), Liu GB (刘国彬), 2002. Population ecological characteristics and analysis on endangered cause of ten endangered plant species [J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **22** (9): 1512—1520
- Zhang WF (张旺锋), Fan DY (樊大勇), Xie ZQ (谢宗强) *et al.* 2005. The seasonal photosynthetic responses of seedlings of the endangered plant *Cathaya argyrophylla* to different growth light environments [J]. *Biodivers Sci* (生物多样性), **13** (5): 387—397