

DOI: 10.5846/stxb201405221054

刘华红, 周莉花, 黄耀辉, 包志毅, 赵宏波. 群落演替对夏蜡梅种群分布和数量的影响. 生态学报, 2016, 36(3): - .

Liu H H, Zhou L H, Huang Y H, Bao Z Y, Zhao H B. Effects of community succession on population distribution and size of *Sinocalycanthus chinensis* (Cheng et S.Y. Chang) Cheng et S.Y. Chang. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(3): - .

群落演替对夏蜡梅种群分布和数量的影响

刘华红¹, 周莉花¹, 黄耀辉¹, 包志毅¹, 赵宏波^{1,2,*}

1 浙江农林大学风景园林与建筑学院, 临安 311300

2 亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 临安 311300

摘要: 本文对夏蜡梅 (*Sinocalycanthus chinensis* (Cheng et S.Y. Chang) Cheng et S.Y. Chang) 所有分布地 (浙江临安、天台和安徽绩溪) 进行了详细调查, 分析夏蜡梅种群面积、密度、结构和群落特征等, 并与前人调查结果对比, 阐明群落演替对夏蜡梅种群的影响。十余年来, 由于国家相关政策的实施 (退耕还林、天然林保护以及自然保护区的建立等) 以及夏蜡梅分布地林地经营模式的改变, 不同夏蜡梅群落呈现发展演替的不同状态, 从而对夏蜡梅种群产生了显著影响。从群落类型来看, 较为稳定的种群为大明山、西坑、白水坞、捣臼孔种群, 种群结构为增长型或稳定型, 群落处于乔木或顶级乔木阶段, 原生植被保存较好, 生境相对稳定, 各物种在长期竞争中趋于稳定; 直源种群为严重衰退的种群, 群落经历了从灌丛阶段向灌乔阶段演化, 原来同层次的常绿乔木逐渐形成密集的乔木层, 郁闭度高, 造成夏蜡梅生长不良甚至死亡, 幼苗缺少或数量少, 更新困难, 此区域的夏蜡梅呈逐渐退化消亡趋势; 而溪古坪、龙塘山种群所处群落正是属于这种群落演替的早期阶段, 处于衰退过程中种群, 不加人工干预也会逐渐退化; 而双石边、经过坪等种群虽目前数量多, 分布集中, 更新良好, 但变数最大, 一旦人工干扰加剧或消除, 则种群结构将快速发生变化, 走向消亡的几率极大。该研究结果可为夏蜡梅保护提供科学依据。

关键词: 群落演替; 夏蜡梅; 种群分布; 数量; 结构

Effects of community succession on population distribution and size of *Sinocalycanthus chinensis* (Cheng et S.Y. Chang) Cheng et S.Y. Chang

LIU Huahong¹, ZHOU Lihua¹, HUANG Yaohui¹, BAO Zhiyi¹, ZHAO Hongbo^{1,2,*}

1 School of Landscape Architecture, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Lin'an 311300, China

2 State Key Laboratory Breeding Base of Subtropical Forest Culture, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Lin'an 311300, China

Abstract: We aimed to evaluate the effects changes in national forest policy and woodland management regulations on community succession, and population size, density and structure of *Sinocalycanthus chinensis* (Cheng et S.Y. Chang) Cheng et S.Y. Chang. Population structure and community characteristics were recorded over the whole distribution of the species and compared with previous studies. Due to the implementation of new national forestry policies (Grain for Green, Natural Forest Conservation, the establishment of nature reserves, etc.), as well as changes in woodland management in the past two decades, *S. chinensis* communities vary in their state of succession. These differences among communities have significant effects on the maintenance and development of natural populations of *S. chinensis*. Populations DMS (Daming Shan), XK (Xikeng), BSW (Baishui Wu), and DJK (Daojiu Kou) are relatively stable in terms of age composition and habitat. These communities have been at the tree stage or climax stage for a long time and are relatively stable, having achieved a balance in interspecific competition. Population ZY (Ziyuan) appears to be in serious decline. This community has undergone succession from shrub stage to shrub-tree stage and growth of evergreen trees, which previously belonged to

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31101571, 31401902); 浙江省重大科技专项项目 (2012C12909-9, 2012C12909-19)

收稿日期: 2014-05-22; **网络出版日期:** 2015- -

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhaohb@zafu.edu.cn

the same shrub layer as *S. chinensis*, gradually resulted in formation of a canopy that limits growth and reproduction of *S. chinensis*, even causing death of some individuals. In this region, *S. chinensis* populations will gradually decline and eventually become locally extinct. LTS (Longtang Shan) and XGP (Xigu Ping) populations are located in communities at the early tree stage of community succession, and these populations are at risk of extinction due to the gradual disappearance of suitable habitat. Although SSB (Shuangshibian) and JGP (Jingguo Ping) populations are composed of abundant, densely distributed individuals and are reproducing well, they are most sensitive to human disturbance. If human disturbances increase, the structure of these populations will change dramatically and they face significant risk of extinction. As is the case with many other species with the specialized habitat requirements, community succession has a large influence on the fate of populations.

Key Words: Community succession; *Sinocalycanthus chinensis*; population distribution; size; structure

夏蜡梅 (*Sinocalycanthus chinensis* (Cheng et S. Y. Chang) Cheng et S. Y. Chang) 隶属于蜡梅科 (Calycanthaceae) 夏蜡梅属, 为第三纪孑遗植物, 主要分布于中国浙江省 (临安市和天台县) 狭小的区域内 (少量种群分布于浙江临安与安徽绩溪交界地区, 行政区划属于安徽但与临安属于连续的分布区), 为中国珍稀濒危保护植物^[1]。其花被片二型, 外花被片白色, 内花被片金黄色、肉质, 具有较高的观赏价值; 另一方面, 因具有重要的分类和系统地位, 受到研究者的重视。

夏蜡梅生长在海拔 550—1 200 m 的中山地带, 常生于溪沟两旁的沟谷地段及林缘, 局部地段可成为次生灌丛的主要建群种^[2]; 对生境要求较高, 喜临水湿润环境及散射光, 过于荫蔽则生长不良、退化严重, 光照直射易灼伤亦导致生长不良。20 世纪末到 21 世纪初, 徐耀良等^[2]对临安大明山和顺溪一带夏蜡梅群落做了样方调查, 得出夏蜡梅群落可以分为青冈 (*Cyclobalanopsis glauca*)—夏蜡梅群落和夏蜡梅灌丛 2 个类型, 前者属亚热带地带性常绿阔叶林, 群落较为稳定, 后者是在森林植被遭到破坏后形成的一种次生群落类型, 具有不稳定性, 最终会逐渐演替成青冈—夏蜡梅群落。张方钢等^[3]对夏蜡梅种群分布和数量做了调查, 明确其主要分布于临安市顺溪镇的横源、白水坞、溪古坪、祝川苏坞、大明山、千亩田、颊口镇的前坑, 龙岗镇的双石边村一带, 海拔 470—12 00 m, 分布面积 2 442.93 hm², 分布数量 1 732 130 丛, 临安市顺溪是夏蜡梅的分布中心^[3]; 并分析了夏蜡梅主要有 6 种群落类型。近年来, 刘丽丽等^[4]对浙江省天台县大雷山的夏蜡梅群落物种多样性及其与土壤因子的相关性进行了分析; 陈香波等^[5]调查了不同地区夏蜡梅的种群结构, 并分析了夏蜡梅种群结构和空间分布格局。

因对生境有特殊要求, 夏蜡梅对所处群落特征和生境条件的变化较为敏感。通过近期的野外调查发现, 适生生境条件下夏蜡梅种群迅速增加, 而不适生境条件下则迅速衰亡。从 20 世纪末开始, 国家陆续开始施行退耕还林 (1999 年开始施行) 和天然林保护工程 (1998 年开始施行), 以及部分分布区域划为自然保护区 (1998 年龙塘山省级自然保护区晋升为清凉峰国家级自然保护区), 使得夏蜡梅所处地森林植被得到保护和恢复; 而另一部分分布区域由于当地人工林的经营模式转变, 也使得植被类型和群落结构发生较大变化。如此的植被和生境变化对夏蜡梅的分布、种群结构和数量及其群落结构等造成的影响较大。因此, 本研究在前人研究的基础上, 对夏蜡梅的所有分布区进行调查, 重点对夏蜡梅的地理分布和密度、种群结构和数量及群落结构等进行分析, 并通过比较不同时期的变化, 以评价林业政策调整和人工林经营模式的改变以及自然保护区保护策略对夏蜡梅种群的影响, 为合理保护策略的制定提供依据, 同时为其他对生境有特殊要求的植物保护提供参考。

1 材料与方 法

1.1 研究地概况

调查地点主要为浙江省临安市和天台县以及安徽省绩溪县 (表 1)^[2, 3, 6]。分布地处于 28.992°—30.198°

N, 118.701°—120.826°E。调查时间为 2012 年 4—6 月和 2013 年 4—8 月。

表 1 夏蜡梅野生种群分布情况和调查样地

Table 1 Distribution and survey plots of natural populations in *Sinocalycanthus chinensis*

| 种群 | 编号 | 行政区划 | 经度(E) | 纬度(N) | 海拔(m) |
|-----|-----|---------------------|---------|--------|-----------|
| 白水坞 | BSW | 临安市清凉峰镇白果村(原顺溪镇里仁村) | 118.999 | 30.059 | 490—1 150 |
| 西坑 | XK | 临安市清凉峰镇白果村 | 118.973 | 30.039 | 480—1 050 |
| 大明山 | DMS | 临安市清凉峰镇白果村 | 118.983 | 30.044 | 560—1 100 |
| 塔沙岗 | TSG | 临安市清凉峰镇牛胛村 | 119.014 | 30.056 | 880—1 210 |
| 直源 | ZY | 临安市清凉峰镇顺溪村(原顺溪镇顺溪村) | 118.931 | 30.024 | 650—800 |
| 溪古坪 | XGP | 临安市清凉峰镇顺溪村 | 118.935 | 30.024 | 670—1 100 |
| 前坑 | QK | 临安市清凉峰镇前坑村(原颊口镇前坑村) | 119.023 | 30.095 | 630—820 |
| 龙塘山 | LTS | 临安市清凉峰镇坞甫村(原洲头乡坞甫村) | 118.931 | 30.118 | 650—780 |
| 双石边 | SSB | 临安市龙山镇百丈村(原双石边村) | 119.021 | 30.198 | 840—880 |
| 龙须山 | LXS | 安徽省绩溪县瀛洲乡浒里村 | 118.701 | 30.066 | 900—930 |
| 经过坪 | JGP | 台州市天台县龙溪乡岩坦村(原下寮村) | 120.813 | 28.992 | 640—830 |
| 捣白孔 | DJK | 台州市天台县龙溪乡岭里村 | 120.826 | 28.977 | 760—900 |

1.2 样方设置

夏蜡梅常呈片状分布,在相同的生境下密度比较均匀;因此,以生境类型为基础,在不同密度等级的典型区域分别设置样方。同种群夏蜡梅因生境不同,在其分布区域分别设置 3 组以上样方;对于较大的种群先分成不同区块(A、B 和 C)后再分别设置样方。样方分为主样方和副样方,样方面积为 10 m×10 m。主样方记录所有出现植株的种名、高度和冠幅等数据,主干 2.5 cm 以上的植株记录胸径。在不同生境条件下(特别是郁闭度较高的生境),夏蜡梅地上部分存在较为频繁的自我疏枝和更新的现象,且生长高度和冠幅等受生境条件影响非常大,所以判断不同树龄以基部合生部分的灌丛直径为衡量指标。主样方内根据基部合生灌丛直径(简称基径)的大小分为大(Ⅰ,基径>20 cm)、中(Ⅱ,10 cm<基径≤20 cm)、小(Ⅲ,3 cm<基径≤10 cm)和幼(Ⅳ,基径≤3 cm,仔细确认,避免是地上枝干枯死后的萌蘖)4 个等级(记录时植株自疏枯落的枝干也包括在内),在距离主样方的 4 个角 10 m 的地方各设置 1 个相同面积的副样方,副样方内只统计夏蜡梅的有无。

1.3 调查指标

成片连续分布的种群从种群边缘开始,每隔一段距离按比例标注夏蜡梅,得到种群的分布图,再按比例求出种群分布总面积。呈片段化分布的大种群面积估算参照张方钢等^[3]的方法。主样方中夏蜡梅的密度,代表生境相同区域的夏蜡梅密度。种群个体数量算法:种群分成生境异质的若干区块,种群个体总数等于各区块内个体数量之和;区块内夏蜡梅数量=区块内夏蜡梅密度×区块面积;区块内夏蜡梅密度=区块内主样方夏蜡梅密度×区块内夏蜡梅出现度;区块内夏蜡梅出现度=区块内出现夏蜡梅的样方数(包含副样方)/主副样方总数。种群年龄结构计算类似于种群数量计算,分年龄级算出种群内各年龄级夏蜡梅总数,再求出各年龄级数量占种群夏蜡梅总数的百分比。由于同一分布区生境异质性较大,因此采用不含相对频度的相对重要值。主样方内物种重要值算法:重要值=(相对多度+相对优势度)/2。相对多度为一物种在样方内出现的次数与样方内所有物种出现次数和的比值。乔木的相对优势度用相对胸断面积代替,灌木和草本的相对优势度用相对盖度代替^[7]。然后根据物种重要值的大小确定各群落的类型。

1.4 统计方法

以各年龄级植株的平均基径大小代表年龄,然后以各年龄级植株的年龄开方为自变量,以各年龄级数量开方为因变量,用 SPSS17.0 软件拟合一元线性回归方程^[8]: $y=ax+b$,其中 a 和 b 为待定参数。当方程显著性 $P<0.1$ 时,系数 $a>0$, y 随 x 的减小而减小,年龄越小的个体数量越少,种群年龄结构为衰亡型;系数 $a<0$, y 随 x 的减小而增大,年龄越小的个体数量越多,种群年龄结构属于增长型;当线性回归方程显著性 $P>0.1$ 时,

方程可信度不高。根据种群年龄结构图确定种群年龄结构类型。同时用 Origin8.0 软件根据各年龄级数量占种群总数的百分比画种群结构图,结合线性方程和种群结构图确定种群的类型(分为增长型、稳定型和衰亡型)。

2 结果与分析

2.1 种群分布和数量

近年来,虽然在安徽绩溪县和浙江安吉县也发现有野生夏蜡梅种群,但与临安的种群均属同一连续分布区。根据调查结果显示,无论是分布面积还是数量,临安市大明山一带(包括塔沙岗、白水坞、大明山、西坑等)是夏蜡梅的现代分布中心(图 1 和表 2)。临安分布区除双石边、龙塘山种群以及绩溪龙须山种群地理隔离明显外,其他种群塔沙岗、白水坞、大明山、西坑、苏坞、横源、溪古坪、直源均在大明山-顺溪坞一带山脉连续分布(图 1),种群隔离不明显。天台分布区捣臼孔和经过坪两个种群地理距离只有几公里,联系紧密(图 1)。

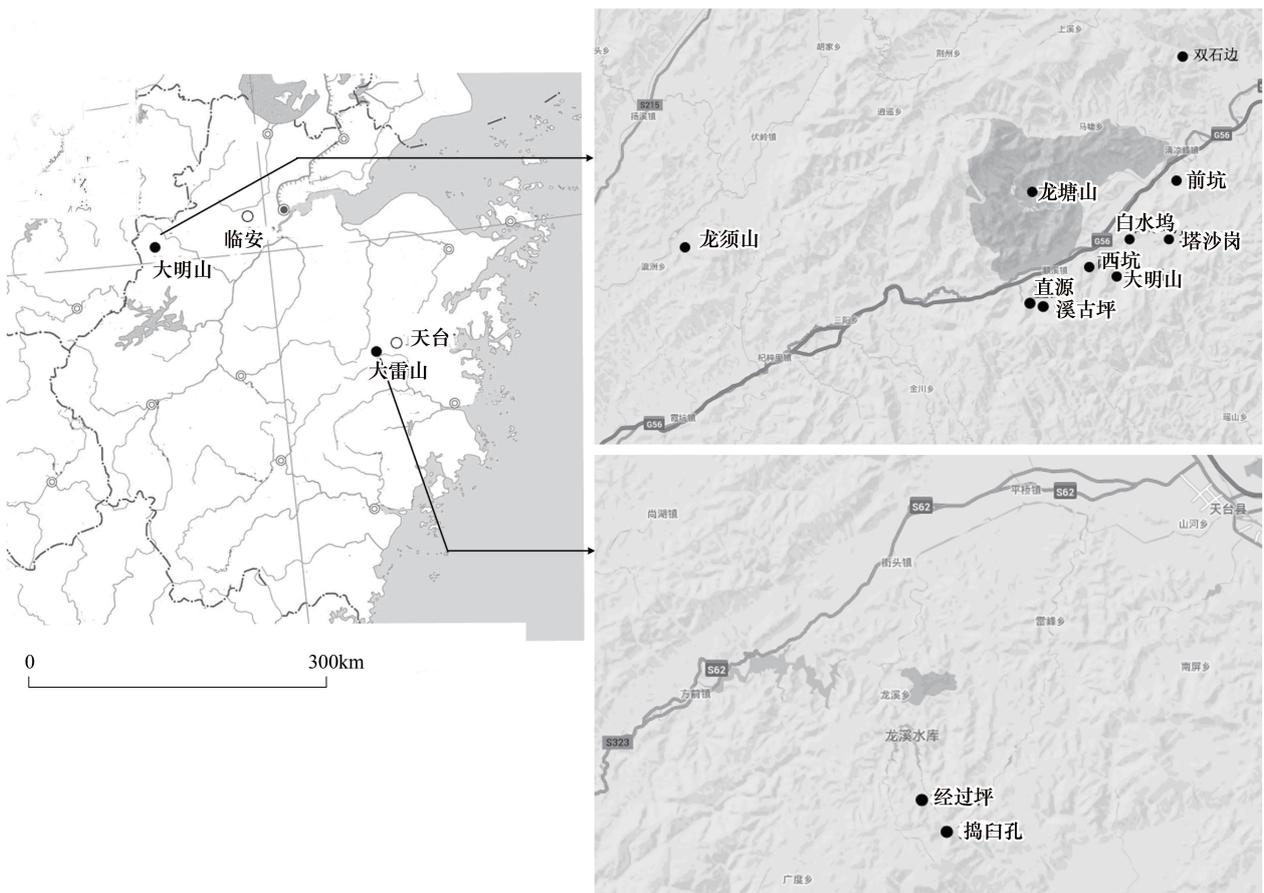


图 1 夏蜡梅种群地理分布图

Fig. 1 Geographic distribution of natural populations in *S. chinensis*

从种群规模看,塔沙岗、直源、前坑、双石边、龙须山、捣臼孔、经过坪等种群属于小种群,龙塘山和溪古坪属于中等大小的种群,西坑、大明山、白水坞种群属于大种群。不同种群间分布密度存在较大差别,面积较大的种群一般具有适中的分布密度。按种群密度将夏蜡梅种群分为 3 类:第 1 类为前坑、双石边和龙须山种群,密度在 $2\ 000$ 丛/ hm^2 以上;第 2 类为西坑、大明山、白水坞、龙塘山、经过坪和捣臼孔种群,密度在 $1\ 000$ — $2\ 000$ 丛/ hm^2 ,基本在 1600 丛/ hm^2 以下;第 3 类为塔沙岗、直源和溪古坪种群,密度在 $1\ 000$ 丛/ hm^2 以下(表 2)。

表 2 夏蜡梅种群分布与数量

Table 2 Population number and size in *S. chinensis*

| 种群 Population | 区块 Block | 主样方数 No. of Quadrats | 出现度 Frequency | 密度 Density/ (丛/hm ²) | 面积 Area/ hm ² | 总数 Quantity/株 |
|------------------|-------------|-------------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------|
| 白水坞 BSW | A | 3 | 0.73 | 700 | 53.9 | 27548 |
| | B | 3 | 1.00 | 1667 | 6.6 | 11002 |
| | C | 3 | 0.73 | 1000 | 44.0 | 32120 |
| 西坑 XK | A | 3 | 0.93 | 1300 | 1.1 | 1306 |
| | B | 3 | 1.00 | 1400 | 8.7 | 12180 |
| | C | 3 | 0.47 | 500 | 132.5 | 31138 |
| 大明山 DMS | A | 3 | 0.87 | 1067 | 144.0 | 133674 |
| | B | 3 | 0.93 | 1033 | 91.2 | 87634 |
| | C | 3 | 0.80 | 733 | 8.1 | 4750 |
| 塔沙岗 TSG | | 3 | 0.73 | 967 | 5.7 | 4029 |
| 直源 ZY | | 3 | 0.20 | 200 | 13.2 | 528 |
| 溪古坪 XGP | | 3 | 0.80 | 567 | 85.1 | 38620 |
| 前坑 QK | | 4 | 0.95 | 2225 | 8.5 | 18030 |
| 龙塘山 LTS | | 5 | 0.88 | 1240 | 33.1 | 36108 |
| 双石边 SSB | | 3 | 1.00 | 2433 | 1.9 | 4598 |
| 龙须山 LXS | | 3 | 0.93 | 2533 | 2.7 | 6243 |
| Total 1 | | | | | 640.3 | 449508 |
| 经过坪 JGP | A | 3 | 0.80 | 1000 | 0.2 | 160 |
| | B | 3 | 0.60 | 1600 | 0.8 | 720 |
| | C | 3 | 0.87 | 1200 | 3.8 | 3915 |
| 捣白孔 DJK | | 3 | 1.00 | 1500 | 3.7 | 5565 |
| Total 2 | | | | | 8.3 | 10360 |
| Total 3 | | | | | 648.6 | 459868 |

2.2 种群结构和类型

拟合线性回归方程后发现:只有大明山和直源种群的显著性值 $sig < 0.1$,其他种群显著性 sig 值均大于 0.1。大明山种群的线性方程为: $y = 281.616 - 13.735x$ ($0.05 < sig < 0.1$), 系数 $a < 0$, 因变量随自变量的减小而增大, 年龄级越小的个体数量越多, 种群为增长型种群。直源种群的线性回归方程为: $y = -2.355 + 3.683x$ ($sig < 0.05$), 系数 $a > 0$, 因变量随自变量的增大而增大, 年龄越大的个体数量越多, 年龄越小的个体数量越小, 种群为衰亡型种群。白水坞、西坑、塔沙岗、溪古坪、前坑、龙塘山、双石边、龙须山、经过坪、捣白孔等种群年龄结构图呈钟形(图 2), 这些种群属于稳定型种群。

2.3 主要群落类型对夏蜡梅种群的影响

夏蜡梅群落可以分为两大类:一类为人工林或半人工林群落, 主要为山核桃、杉木、柳杉和毛竹林, 包括双石边、前坑和经过坪种群; 另一类为天然林, 可分为常绿落叶混交林和常绿次生林, 常绿落叶混交林主要包括塔沙岗、捣白孔、龙塘山、龙须山和白水坞、大明山、西坑的部分亚种群, 常绿次生林主要包括溪古坪种群和白水坞、直源、西坑的部分亚种群(表 3)。在人工林中, 夏蜡梅种群受人活动直接影响, 例如双石边、经过坪等种群, 虽数量多, 分布集中, 更新良好, 但分布于人工经营林中, 种群生存不确定因素大; 在半人工林、常绿次生林和受人活动干扰大的常绿落叶混交林中受间接影响, 例如直源、溪古坪、龙塘山以及白水坞和西坑的部分亚种群, 由于受人营林造成的森林结构变化(由于人为营林, 造成森林群落中常绿落叶树种比例和速生慢生树种比例失衡), 种间竞争加剧, 引起生境的变化, 而面临消亡风险; 而在较为原始的常绿落叶混交林中受人活动影响相对较小。

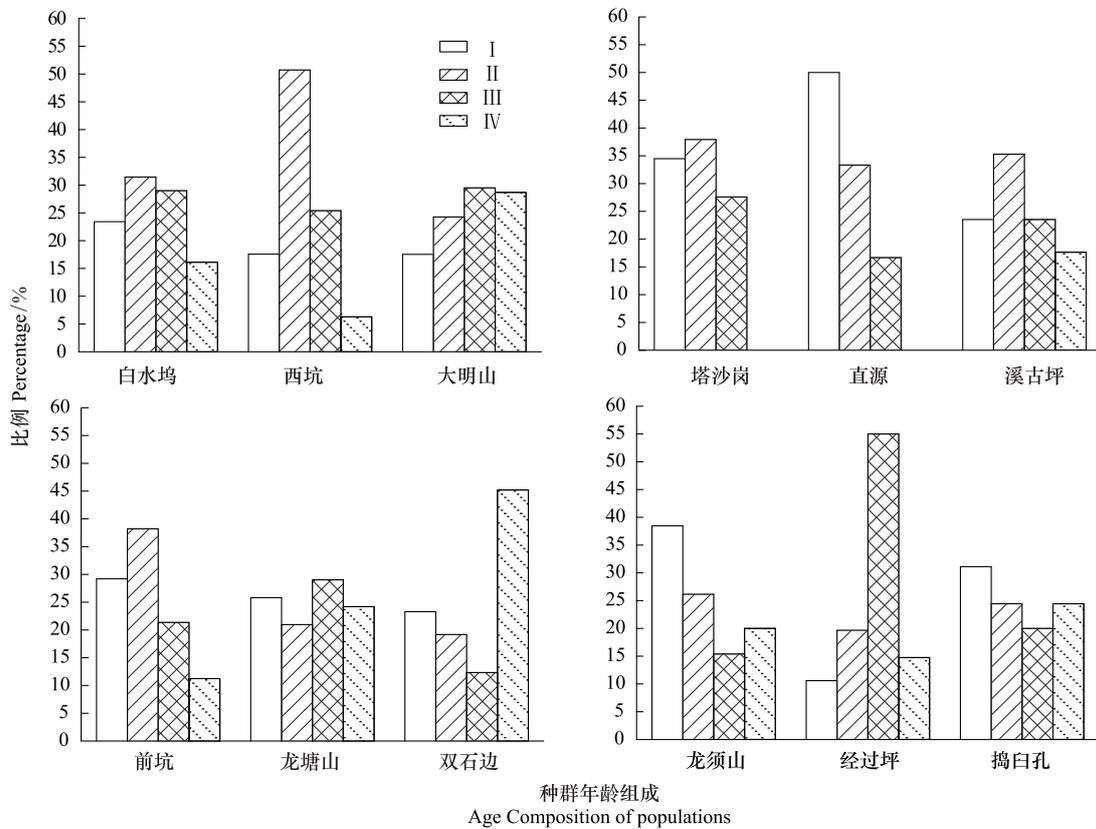


图 2 夏蜡梅各种群年龄结构图

Fig. 2 Age composition of different populations in *S. chinensis*

BSW、XK、DMS 分别代表为白水坞、西坑、大明山种群, TSG、ZY、XGP 分别代表塔沙岗、直源、溪古坪种群, QK、LTS、SSB 分别为前坑、龙塘山、双石边种群, LXS、JGP、DJK 分别代表龙须山、经过坪、捣白孔种群。I、II、III 和 IV 分别对应材料与方法中界定的大、中、小和幼 4 个年龄级。

表 3 夏蜡梅群落类型和特征

Table 3 The community type and characteristics in *S. chinensis*

| 种群 Population | 区块 Block | 林地类型 Type of Holts | 群落类型 Type of Communities | 群落阶段 Stage | 郁闭度 Canopy Density | 人为干扰 Human interference |
|------------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|-------------------------------|
| 白水坞 BSW | A | 常绿阔叶林 | 甜槠-夏蜡梅 | 灌乔阶段 | 高 | 间接 |
| | B | 常绿落叶混交林 | 缺萼枫香-夏蜡梅 | 乔木阶段 | 中 | 小 |
| | C | 常绿落叶混交林 | 雷公鹅耳枥-夏蜡梅-阔叶箬竹 | 乔木阶段 | 中 | 间接 |
| 西坑 XK | A | 常绿落叶混交林 | 化香-盐肤木-夏蜡梅 | 乔木阶段 | 中 | 间接 |
| | B | 常绿落叶混交林 | 香果树-黄丹木姜子-夏蜡梅-阔叶箬竹 | 乔木阶段 | 中 | 小 |
| | C | 常绿阔叶林 | 木荷-夏蜡梅 | 灌乔阶段 | 高 | 间接 |
| 大明山 DMS | A | 常绿落叶混交林 | 黄山松-木荷-夏蜡梅 | 顶级乔木阶段 | 中 | 小 |
| | B | 常绿落叶混交林 | 缺萼枫香-夏蜡梅 | 顶级乔木阶段 | 中 | 小 |
| | C | 常绿落叶混交林 | 木荷-夏蜡梅-阔叶箬竹 | 乔木阶段 | 中 | 小 |
| 塔沙岗 TSG | | 常绿落叶混交林 | 雷公鹅耳枥-夏蜡梅-阔叶箬竹 | 灌乔阶段 | 中 | 间接 |
| 直源 ZY | A | 常绿阔叶林 | 细叶青冈-红楠-夏蜡梅-阔叶箬竹 | 乔木阶段 | 高 | 间接 |
| | B | 常绿落叶混交林 | 缺萼枫香-紫楠-夏蜡梅 | 乔木阶段 | 高 | 间接 |
| 溪古坪 XGP | | 常绿落叶混交林 | 缺萼枫香-夏蜡梅 | 灌乔阶段 | 中 | 间接 |
| 前坑 QK | | 常绿落叶混交林 | 缺萼枫香-豹皮樟-夏蜡梅 | 灌乔阶段 | 中 | 小 |
| 龙塘山 LTS | | 常绿落叶混交林 | 杉木-山核桃-夏蜡梅-阔叶箬竹 | 灌乔阶段 | 中 | 间接 |
| 双石边 SSB | | 杉木人工林 | 杉木-夏蜡梅 | 乔木阶段 | 中 | 直接 |

续表

| 种群 Population | 区块 Block | 林地类型 Type of Holts | 群落类型 Type of Communities | 群落阶段 Stage | 郁闭度 Canopy Density | 人为干扰 Human interference |
|------------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|-------------------------------|
| 龙须山 LXS | | 常绿阔叶阔叶林 | 小叶白辛树-玉兰-夏蜡梅 | 乔木阶段 | 中 | 小 |
| 经过坪 JGP | A | 柳杉人工林 | 柳杉-夏蜡梅 | 乔木阶段 | 中 | 直接 |
| | B | 毛竹人工林 | 毛竹-夏蜡梅 | 乔木阶段 | 中 | 直接 |
| | C | 常绿落叶混交林 | 杉木-夏蜡梅 | 乔木阶段 | 中 | 间接 |
| 捣白孔 DJK | | 常绿落叶混交林 | 黄山松-木荷-夏蜡梅 | 乔木阶段 | 中 | 小 |

注:林地类型划分参照张卓文等^[9]。郁闭度在 0.5—0.7 之间为中,郁闭度大于 0.8 为高;人为干扰形式“直接”为人工活动对夏蜡梅生长和更新有直接的影响,“间接”为人为活动影响森林结构而影响夏蜡梅的生长和更新。相关物种学名:甜槠(*Castanopsis eyrei*), 缺萼枫香(*Liquidambar acalycina*), 雷公鹅耳枥(*Liquidambar acalycina*), 化香(*Platycarya strobilacea*), 盐肤木(*Rhus chinensis*), 香果树(*Emmenopterys henryi*), 黄丹木姜子(*Litsea elongata*), 阔叶箬竹(*Indocalamus latifolius*), 木荷(*Schima superba*), 黄山松(*Pinus taiwanensis*), 细叶青冈(*Cyclobalanopsis gracilis*), 红楠(*Machilus thumbergii*), 紫楠(*Phoebe shearerii*), 豹皮樟(*Litsea coreana* var. *sinensis*), 杉木(*Cunninghamia lanceolata*), 山核桃(*Carya cathayensis*), 小叶白辛树(*Pterostyrax corymbosus*), 玉兰(*Magnolia denudata*), 柳杉(*Cryptomeria japonica* var. *sinensis*), 毛竹(*Phyllostachys edulis*)。

群落中乔木层的树种类型及其组成对夏蜡梅影响显著,而灌木层的影响相对较小。乔木层中常绿成分越多,树种组成越复杂,对夏蜡梅的生长越不利。由表 4 可以看出,在所有夏蜡梅群落中,针叶树以黄山松(*Pinus taiwanensis*)最为常见,落叶乔木以缺萼枫香(*Liquidambar acalycina*)、化香(*Platycarya strobilacea*)和青钱柳(*Cyclocarya paliurus*)出现频率最高,常绿乔木以木荷(*Schima superba*)、豹皮樟(*Litsea coreana* var. *sinensis*)和细叶青冈(*C. gracilis*)最为常见,灌木以灰白蜡瓣花(*Corylopsis glandulifera* var. *hypoglaucula*)、马银花(*Rhododendron ovatum*)、中国绣球(*Hydrangea chinensis*)、毛花连蕊茶(*Camellia fraterna*)和阔叶箬竹(*Indocalamus latifolius*)最为常见。乔木层以落叶树为主的群落,树种组成较为单一(表 4),郁闭度适中,群落处于乔木阶段或顶级乔木阶段(表 3),种间竞争小,群落相对稳定,夏蜡梅生长较好;而以常绿树种为主的群落,种间竞争剧烈,郁闭度较大,夏蜡梅生长不良,部分种群呈现衰退现象。夏蜡梅所处的灌木层种间竞争相对较小,仅阔叶箬竹的生长对夏蜡梅有一定的威胁;阔叶箬竹适生生境与夏蜡梅相似,其生长迅速、更新较快,易形成较为密集的群落,造成夏蜡梅更新困难。

3 结果与讨论

3.1 种群分布和数量的变化

现存的夏蜡梅以临安大明山为分布中心,逐渐向周边扩散分布,形成了 10 余个面积、密度、年龄结构和生境等均有一定差异的自然种群,除双石边、龙塘山种群以及绩溪龙须山种群地理隔离明显外(村庄、道路、农田和人工经济林相隔),其他均为连续分布,总面积约 648.6 hm²,总株数约 459 868 丛。大明山、白水坞、西坑一带分布面积广,数量多,年龄结构合理,生境类型多样化;双石边、龙须山的夏蜡梅面积小、密度大,幼龄级植株较多,更新良好;而直源、溪古坪种群以及西坑部分亚种群密度很小,且多生长不良,退化严重。张方钢等^[3]2001 年调查得出,夏蜡梅分布面积 2442.93 hm²,分布数量 1 732 130 丛。一方面由于其当时样方只有 5 m × 5 m,可能会使得密度略微偏大,推算数量偏多;另一方面也说明由于植被的恢复,高郁闭度乔木层的形成,当时处于常绿阔叶林和次生林的大量夏蜡梅发生衰退,导致分布面积缩小。作者在野外调查中发现郁闭度高的常绿阔叶林中大量夏蜡梅枯死老桩(基部直径基本都在 20 cm 以上)。

而天台夏蜡梅分布较之前的结果相比^[3],无论是分布面积还是数量均有明显的增加。虽然两者调查范围是否一致已无从考证,但非常明确的是人为的干扰在夏蜡梅种群面积和数量的增加上发挥了重要作用。天台夏蜡梅基本分布于农户自留山和次生林的交界区域,由于夏蜡梅列为保护植物,当地农户知道此情况后,无论是在自留山还是临近区域经营时,均刻意保留夏蜡梅,而当地又以毛竹林、柳杉林和杉木林等郁闭度不高的林分为主,既符合夏蜡梅对生境的要求,灌木层又缺少竞争,使得种群规模明显增加。

表 4 夏蜡梅群落乔木层和灌木层主要树种的相对重要值
 Table 4 Relative important values of main species in tree layer and shrub layer of different communities of *S. chinensis*

| 种群 Population | 白水坞 BSW | | | 西坑 XK | | | 大明山 DMS | | | 塔沙岗 TSG | 直源 ZY | | | 溪古坪 XGP | 前坑 QK | 龙塘山 LTS | 双石边 SSB | 龙须山 LXS | 经过坪 JGP | 捣白孔 DJK |
|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C | | A | B | | | | | | | | |
| 乔木层 Tree layer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 黄山松 | 5.20 | | | 25.39 | | 13.50 | | | | | | | | | 4.47 | 12.34 | 1.77 | 31.11 | | |
| 杉木 | | | | | | | | | | | | | | 38.44 | 24.62 | 39.61 | 38.26 | | | |
| 山核桃 | | | | | | | | | | | | | | 7.29 | 20.71 | 5.84 | | | | |
| 缺萼枫香 | 39.38 | | | 15.67 | 17.25 | | | | | | 5.12 | 50.73 | 21.05 | | 2.82 | | | | 5.47 | |
| 化香 | 4.10 | 10.48 | 26.70 | 4.65 | | | 7.78 | | | | | | 2.32 | 1.01 | 1.59 | 9.91 | 7.33 | | | |
| 青钱柳 | 12.72 | | | 8.31 | 5.88 | | 0.99 | 1.54 | | | | | 0.99 | 3.43 | | | | | | |
| 雷公鹅耳枥 | | | 30.83 | | | 7.52 | 3.71 | 4.16 | 20.71 | | | | 6.44 | | | | | | | |
| 香果树 | | | | | | 32.60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 甜槠 | 40.28 | | | | | | 4.44 | | | | | | 0.74 | | | | | | | |
| 青冈 | 17.25 | | | 11.75 | | 16.90 | 2.35 | | | | | | 1.11 | | 1.29 | | | | | |
| 细叶青冈 | 6.55 | | | 14.38 | 2.57 | 16.63 | 12.83 | | | | | | 8.00 | 1.67 | 3.24 | | | | | |
| 小叶白辛树 | 2.52 | | | | 3.40 | 5.28 | 5.63 | | | | | | 3.83 | 21.01 | 3.46 | 23.75 | | | 8.92 | |
| 豹皮樟 | | | | | 5.79 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 黄丹木姜子 | | | | | 31.33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 紫楠 | | | | | | | 34.85 | | | | | | | | | | | | | |
| 木荷 | 6.80 | | | 31.76 | 21.22 | 14.72 | 19.33 | 4.72 | 5.50 | | | | 4.32 | 2.77 | | | | 4.68 | 22.58 | |
| 盐肤木 | 13.33 | 4.49 | 28.99 | 3.97 | | | 3.48 | | | | | | | | | | | | | |
| 山合欢 | 5.22 | 3.32 | | 3.69 | 7.59 | 10.69 | 11.84 | 2.53 | | | | | 3.30 | 5.54 | 2.80 | 3.96 | | | | |
| 玉兰 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 24.53 | |
| 灌木层 Shrub layer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 夏蜡梅 | 22.33 | 96.08 | 2.78 | 77.91 | 9.59 | 19.65 | 46.74 | 42.89 | 6.56 | 13.59 | 3.15 | 100.0 | 15.50 | 22.90 | 21.42 | 42.91 | 51.32 | 28.13 | 25.43 | |
| 灰白蜡瓣花 | 25.32 | 3.92 | | 12.53 | | 19.22 | 6.57 | 19.23 | 13.89 | 18.93 | 0.99 | | 17.73 | 21.49 | 3.02 | 9.61 | | 3.20 | | |
| 滴山红 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 鹿角杜鹃 | 8.78 | | | 20.85 | 13.15 | 3.06 | | | | | | | 14.80 | | | | | | | |
| 马银花 | | | | 10.14 | | 2.46 | | | | | | | 13.07 | 9.17 | 1.97 | | | | 6.29 | |
| 马醉木 | 5.15 | | | 30.14 | 5.01 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 槲木 | | | | 9.55 | | 10.51 | | | | | | | | | | | | | | |
| 中国绣球 | 1.21 | | | | | 11.26 | | | | | | | 9.84 | 3.72 | 1.99 | 4.11 | 1.36 | 16.78 | 26.11 | |
| 毛花连蕊茶 | 24.21 | | | 42.75 | 14.39 | | | | | | | | | 7.80 | 2.82 | 9.17 | 23.01 | 14.21 | | |
| 隔药铃 | 6.97 | | | | | 7.52 | | | | | | | 1.88 | 5.87 | 3.80 | 5.56 | | 8.75 | 2.82 | |
| 野珠兰 | | | | | | | | | | | | | | | 4.87 | 23.82 | | | | |
| 阔叶箬竹 | | | | 87.76 | 89.49 | | 56.75 | 47.42 | 59.62 | 28.84 | | | 14.24 | 21.86 | 46.10 | | | | | |

青钱柳 (*Cyclocarya paliurus*), 青冈 (*C. glauca*), 山合欢 (*Albizia kalkora*), 灰白蜡瓣花 (*Corylopsis glandulifera* var. *hypoglauca*), 滴山红 (*Rhododendron mariesii*), 鹿角杜鹃 (*R. latouchae*), 马银花 (*R. ovatum*), 马醉木 (*Pieris japonica*), 槲木 (*Loropetalum chinensis*), 中国绣球 (*Hydrangea chinensis*), 毛花连蕊茶 (*Camellia fraterna*), 隔药铃 (*Eurya muricata*), 野珠兰 (*Stephanandra chinensis*)。

3.2 群落更替对夏蜡梅种群的影响

植物群落的演替对其中物种的组成、更新和维持影响深远。演替过程中生境不断发生变化,而不同演替阶段生境变化的趋势和程度不同,从而对物种产生的影响也大不相同。反过来,物种的生长习性、生命周期和适应性等也会影响群落演替的进程。群落演替过程中生境的变化,影响相互竞争的物种,更适应变化后生境的物种,其种群密度和面积增大,幼苗更新良好,种群趋于稳定和增长,而不适应生境变化的物种,生境不适时幼苗最先死亡,种群趋于衰亡^[5]。

夏蜡梅对生境要求较高(需要适度的荫蔽),同时对生境变化较为敏感。在适宜生境条件下,夏蜡梅生长较快,更新迅速,从种子经过 3-4 年即可开花结实,且结实量较大,在生境适宜的区域容易集聚分布(双石边、经过坪种群),并形成稳定的种群结构;然一旦生境不适衰退也较快,即使是结构稳定的种群在短短几年内也将迅速消亡(直源种群和西坑部分亚种群)。自然条件下,夏蜡梅分布最为集中的区域是海拔 700—1 100 m 之间的常绿阔叶林和常绿落叶混交林的林缘、溪流两边,此区域刚好是常绿阔叶林和落叶阔叶林的过渡地段。

不同类型林地、不同类型群落及其演替阶段以及人为干扰的强弱等对夏蜡梅种群的影响不尽相同。在海拔相对较高的常绿落叶混交林中,夏蜡梅分布的群落处于乔木向顶级乔木阶段演替,乔木层以落叶树种为主,生境相对稳定,各物种在长期竞争中趋于稳定,例如黄山松-木荷-夏蜡梅群落和缺萼枫香-夏蜡梅群落等结构相对稳定,生境变化小,群落中的夏蜡梅长期适应生境,种群趋于稳定,例如大明山、西坑、白水坞、捣臼孔种群。在中低海拔的常绿次生林,随着植被逐渐恢复,夏蜡梅群落由灌丛阶段向灌乔阶段或灌乔阶段向乔木(常绿成分为主)阶段演替,起初群落上层盖度增加更适合夏蜡梅的生长,随后细叶青冈、木荷、紫楠(*Phoebe sheareri*)、豹皮樟等原来与夏蜡梅同层次的常绿乔木各年龄小苗逐渐形成密集的乔木层并大量繁殖,使得夏蜡梅灌丛群落演化成豹皮樟-夏蜡梅群落、细叶青冈-夏蜡梅群落、木荷-夏蜡梅群落和甜槠(*Castanopsis eyrei*)-夏蜡梅群落等,夏蜡梅受生境压迫,植株数量减少,年龄结构趋于老化,例如直源、溪古坪种群。在一些半人工林中,夏蜡梅分布的群落大多处于乔木阶段和灌乔过渡阶段,处于乔木阶段的群落乔木优势种以杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、缺萼枫香、化香和青钱柳等速生树种为主(这与九十年代该区域大部分山林作为薪材林人为选择性砍伐有关),其形成的生境适宜夏蜡梅的生长,使得夏蜡梅种群数量较多,结构稳定,但随着群落逐渐向乔木阶段演变,乔木树种中常绿成分增多,也终将形成不利于夏蜡梅生长的生境,例如溪古坪、龙塘山种群。而处于人工林中夏蜡梅种群例如双石边、经过坪等,虽现在数量多,分布集中,更新良好,但是最不稳定的,一旦人工干扰加剧或消除,则种群结构将快速发生变化,走向消亡的几率极大。

3.3 种群结构、遗传结构和濒危程度

在过去的十多年时间内(2001 年到现在),由于人为的干预(林业政策调整和人工林经营模式的改变以及自然保护区保护),不同种群发生了不同的变化,有的种群结构趋于合理、数量增加,有的逐渐衰退消亡,但总体分布面积和数量呈上升趋势,且形成了一些结构稳定的种群,使得夏蜡梅的保护从数量和面积上得到了保证。然而种群结构稳定的同时,更需要遗传结构的多样性。从不同水平的遗传多样性研究均表明,夏蜡梅种群间水平遗传多样性程度高,种群内水平遗传多样性极低,存在地理隔离的种间存在遗传分化^[11-15];种群内近交率很高^[16],且近交后代遗传多样性极低^[17]。因此,这样的遗传结构对于局限分布的夏蜡梅而言是十分危险而致命的。

3.4 保护建议

综合夏蜡梅的种群结构、遗传结构及其对生境的要求,制定合理的保护策略显得尤为重要。既不能封山育林任其发展,也不能人为干预控制性保护;需综合分析其群落特征、种群结构、生境类型和遗传结构等,针对不同类型种群制定不同的保护策略。第一,应长期监控夏蜡梅种群变化,及时掌握种群分布、面积、密度和结构等。第二,对不同类型种群的保护应区别对待,①对于乔木阶段或顶级乔木阶段等较高阶段群落中得夏蜡梅种群,不需且不应人工干预,重点做好种群动态监测即可;②对于人工林或半人工林中的夏蜡梅种群,应加强宣传,在科学指导下,鼓励农户结合生产经营进行保护,同时有关部门应给予相关农户一定的补贴;③对于

种间竞争激烈的常绿阔叶林或次生林中的夏蜡梅种群,应给予一定的人为干预,疏除部分乔木层的常绿成份,创造适生生境,促进夏蜡梅种群的恢复。第三,在部分条件允许的种群中,应人为加强地理隔离种群间的花粉流(基因流)(例如天台种群与临安种群间),促进遗传多样性水平的恢复和增加。第四,对夏蜡梅实施迁地保护时,应同时选择不同类型以及具有地理隔离种群的后代,混合种植,促进基因流。

参考文献 (References):

- [1] 张若蕙,刘洪涛. 世界蜡梅. 北京:中国科学技术出版社,1998.
- [2] 徐耀良,张若蕙,周骋. 夏蜡梅的群落学研究. 浙江林学院学报,1997, 14(4):355-362.
- [3] 张方钢,陈征海,邱瑶德,李根有,金水虎. 夏蜡梅种群的分布数量及其主要群落类型. 植物研究,2001, 21(4): 620-623.
- [4] 刘丽丽,金则新,李建辉. 浙江大雷山夏蜡梅群落植物物种多样性及其与土壤因子相关性. 植物研究, 2010, 30(1): 57-64.
- [5] 陈香波,田旗,张启翔. 夏蜡梅种群结构与分布格局研究. 热带亚热带植物学报, 2012, 20(1): 66-71.
- [6] 陈香波,张丽萍,王伟,田旗,张启翔. 夏蜡梅在安徽首次发现. 热带亚热带植物学报, 2008, 16(3): 277-278.
- [7] 方精云,王襄平,沈泽昊,唐志尧,贺金生,于丹,江源,王志恒,郑成洋,朱江玲,郭兆迪. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范. 生物多样性, 2009, 17(6): 533-548.
- [8] 李根前,黄宝龙,唐德瑞,赵一庆,王迪海. 毛乌素沙地中国沙棘无性系种群年龄结构动态与遗传后果研究. 应用生态学报, 2001, 12(3): 347-350.
- [9] 张卓文,王永健,唐亚坤,王艳,李振. 大别山自然保护区天然次生林分类及其生态位特征. 华中农业大学学报, 2012, 31(6): 686-692.
- [10] 孙丽. 生态学基础. 天津:南开大学出版社, 2006.
- [11] 周世良,叶文国. 夏蜡梅的遗传多样性及其保护. 生物多样性, 2002, 10(1): 1-6.
- [12] Li J M, Jin Z X. High genetic differentiation revealed by RAPD analysis of narrowly endemic *Sinocalycanthus chinensis* Cheng et S.Y. Chang, an endangered species of China. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2006, 34:725-735.
- [13] 金则新,李钧敏. 珍稀濒危植物夏蜡梅遗传多样性的 ISSR 分析. 应用生态学报, 2007, 18(2): 247-253.
- [14] Fan C C, Pecchioni N, Chen L Q. Genetic structure and proposed conservation strategy for natural populations of *Calycanthus chinensis* Cheng and SY Chang (Calycanthaceae). *Canadian Journal of Plant Science* 2008, 88: 179-186.
- [15] Li J M, Jin Z X, Gu J J. Genetic isolation by distance in the endangered plant *Sinocalycanthus chinensis* endemic to China. *Pakistan Journal of Botany*, 2012, 44: 1275-1280.
- [16] 赵宏波,周莉花,郝日明,赖齐贤,石柏林,叶文国. 中国特有珍稀濒危植物夏蜡梅的交配系统研究. 生态学报, 2011, 31(3): 602-610.
- [17] Zhao H B, Zhou L H, Liu H H, Bao Z Z. Genetic effects of different mating modes in *Sinocalycanthus chinensis* (Cheng et S.Y. Chang) Cheng et S.Y. Chang, an endangered species endemic to Zhejiang Province, China. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2014, 54: 8-14.