

## 广东连州田心自然保护区香果树种群及其生境特征

曾庆昌<sup>1</sup>, 缪绅裕<sup>1\*</sup>, 唐志信<sup>2</sup>, 邓冬梅<sup>2</sup>, 李春波<sup>2</sup>, 黄福长<sup>2</sup>

1. 广州大学生命科学学院, 广东 广州 510006; 2. 广东连州田心省级自然保护区管理处, 广东 连州 513400

**摘要:** 香果树是中国特有的茜草科的单种属植物, 1993 年被列入国家重点保护植物名录(II 级)。论文首次报道了广东境内的香果树 *Emmenopterys henryi* 最大种群及其群落的基本情况, 以期深入了解该保护植物的生态适应性、种群的生存和发展提供基础资料。2013 年采用美国 Onset 公司产 HOBO-U23-002 温度-湿度记录仪对广东连州田心梅树冲的香果树种群所处生境进行了为期 1 年的监测; 测定了土壤的理化特性、叶面和旷地的光照强度、香果树群落的物种组成、香果树种群的基径径级结构与高度结构, 以及叶片的某些生理生态特性。结果表明, 连州田心梅树冲是香果树的适宜生长地, 生境的年均气温 17.315 °C, 年均大气相对湿度 84.316%; 土壤 pH5.64, 有机质含量 1.95% (大于林外旷地的 0.50%); 叶面光照强度小于旷地的 12%。香果树叶片 SPAD 值约为 40, 净光合速率为 2.16~12.92  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (以  $\text{CO}_2$  计) 蒸腾速率 0.29~0.62  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (以  $\text{H}_2\text{O}$  计)。群落中有维管植物 33 种, 其中乔木层 17 种, 以壳斗科的 4 种为最多, 樟科 3 种次之; 除香果树外, 群落优势种为灯台树 *Bothrocaryum controversum*、西川朴 *Celtis vandervoetiana*、野黄桂 *Cinnamomum jensenianum* 和金叶含笑 *Michelia foveolata* 等。连州田心梅树冲的香果树种群共有 97 个个体, 其中 I 级幼苗 11 株 (占 11.34%), II 级幼苗 76 株 (占 78.35%), 小树 9 株 (占 9.28%), 中树 0 株, 大树 1 株 (1.03%); 高度为 0.20~2.03 m 的个体数 77 株, 占总数的 79.38%。径级结构和高度结构均表明, 种群目前虽暂时处于增长阶段, 但因受 2008 年南岭地区的冰灾影响, 能产生果实的大树严重受损, 缺失中树阶段的个体, 且 I 级幼苗数量少于 II 级幼苗, 该种群将在一定时期后因无法更新而进入衰退阶段, 为此应加强香果树的就地和迁地保护、科学研究和宣传教育。

**关键词:** 香果树; 种群; 径级结构; 高度结构; 群落; 生境; 生理生态; 田心自然保护区

中图分类号: Q948.15

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2014) 04-0603-07

**引用格式:** 曾庆昌, 缪绅裕, 唐志信, 邓冬梅, 李春波, 黄福长. 广东连州田心自然保护区香果树种群及其生境特征[J]. 生态环境学报, 2014, 23(4): 603-609.

ZENG Qingchang, MIAO Shenyu, TANG Zhixin, DENG Dongmei, LI Chunbo, HUANG Fuchang. Characteristics of *Emmenopterys henryi* population and habitat at Tianxin Nature Reserves, Lianzhou city, Guangdong province, China [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2014, 23(4): 603-609.

茜草科植物香果树 (*Emmenopterys henryi*) 为落叶大乔木, 广泛分布于我国亚热带的浙江、安徽南部、福建北部和中西部、江西、湖北西部和南部、湖南、广东北部、广西北部、贵州、云南、甘肃东南部、陕西、河南、四川东南部和重庆, 常生于海拔 400~1 500 m 的深山沟谷阔叶林中, 在贵州和云南可在海拔 2 000 m 生长 (国家林业局, 2009; 傅立国, 1992)。香果树喜温和或凉爽的气候和湿润肥沃的土壤, 分布区内年均温 18~22 °C, 年降水量 1 000~2 000 mm, 相对湿度 70%~85%, 土壤为山地黄壤或沙质黄棕壤, pH5~6 (国家林业局, 2009; 傅立国, 1992)。

香果树为我国特有的单种属植物, 对研究茜草

科系统发育和我国南部、西南部的植物区系等均有一定意义 (国家林业局, 2009; 傅立国, 1992)。香果树在《广东珍稀濒危植物》中虽有收录, 但未见具体分布地点和种群数量。1993 年香果树已被列为国家 II 级重点保护野生植物, 生境破坏可能是致本种濒危的主要原因 (彭少麟和陈万成, 2003)。在《南岭植物物种多样性编目》中也仅记载分布于莽山 (湖南境内。邢福武等, 2012)。笔者在早期对粤北珍稀濒危植物种群的研究中, 也未见香果树的自然分布 (缪绅裕等, 2008)。目前所见文献中, 除笔者报道在连州田心保护区有自然分布的 1 株外 (缪绅裕等, 2013), 仅文献《中国重点保护野生植物资源调查》记载了广东北部有香果树分布, 数量

基金项目: 广东省自然科学基金项目(S2012010009714); 广东省自然保护区专项建设资金项目(粤财林[2013]106 号); 广州市教育局科普项目(12A102; 13B022-02)

作者简介: 曾庆昌 (1989 年生), 男, 硕士研究生, 主要从事植物多样性保护与湿地生物地球化学循环研究。E-mail: 490945935@qq.com

\*通讯作者: 缪绅裕。E-mail: miaoshy@gzhu.edu.cn

收稿日期: 2014-02-01

为 20 株, 因个体数量太少, 所计算的蓄积量为 0, 所处群落面积  $2 \text{ hm}^2$  (国家林业局, 2009)。由于天然林的逐渐消失, 加上该种的种子萌发率极低, 天然更新困难, 按照 IUCN 的评估标准, 香果树可被列为“易受害”(易危, VU) 等级的植物(国家林业局, 2009)。

国内外迄今对香果树的研究涉及多个方面。近 2 年来的研究主要集中在香果树中 2 种新的吲哚生物碱(WU 等, 2013a)、三萜类和细胞毒活性类固醇(MA 等, 2012)、卫星标记的发展和特征化(WU 等, 2013b)、资源的利用与保存(颜健等, 2013; 王辉等, 2013; 邵红琼等, 2013)、空间分布格局(彭焱松等, 2013)、花及胚胎发育(李利平等, 2012)及地理新分布(樊卫东等, 2012)等。有关香果树群落、种群、生理生态学的研究地主要分布在浙江大盘山、安徽天堂寨、江西庐山、福建武夷山、河南桐柏山、鄂东大别山、湖北九宫山和七姊妹山、湖南大围山等地, 未见对广东境内香果树群落或种群的专门研究。本研究在对广东连州田心自然保护区植物资源深入研究的过程中, 发现梅树冲村旁山地分布有香果树的天然种群, 为了解该保护植物的种群及群落现状, 对该种群的生态特征和生境特征进行研究, 将有助于了解广东境内香果树最大种群的生存和发展, 并丰富广东乃至全国的香果树研究成果。

## 1 研究地自然条件概况

成立于 2008 年的广东连州田心省级自然保护区, 地处北回归线以北, 南岭山脉的中段南侧, 属中亚热带季风气候区, 气候四季分明, 年均温  $19.5 \text{ }^\circ\text{C}$ , 1 月均温  $8.8 \text{ }^\circ\text{C}$ , 极端最低温  $-6.9 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 7 月均温  $28.5 \text{ }^\circ\text{C}$ , 极端最高温  $39.8 \text{ }^\circ\text{C}$ 。年均降雨量  $1571.8 \text{ mm}$ , 82% 降雨集中于 3~8 月。年均相对湿度 81%, 无霜期 298.7 d。整个保护区内有珍稀濒危国家保护植物 24 科 30 属 30 种, 早期仅记载了 1 株香果树(缪绅裕等, 2013)。后发现梅树冲有香果树群落及其种群, 用 Garmin12 型 GPS 定位地理坐标为  $\text{N}25^\circ07'44''$ ,  $\text{E}112^\circ25'59''$ , 海拔 760 m。

## 2 材料与方法

### 2.1 气温与大气相对湿度

2013 年, 在连州田心梅树冲香果树种群所处生境内, 用 HOBO-U23-002 型温湿度记录仪(美国 Onset 公司出品)于每日 00:00:00、03:00:00、06:00:00、09:00:00、12:00:00、15:00:00、18:00:00、21:00:00 自动记录该地温度和湿度, 监测为期 1 年。

### 2.2 光照强度

于不同日期同一时刻(16:00), 用 TES 专业级照度计测定群落内和空旷地光照强度, 每点测 6

次, 求平均值和标准差, 以观测香果树对光照强度的适应性。

### 2.3 土壤理化特性

在种群调查地内每个小样方的中央位置各取 1 个样, 充分混合阴干、过 20 目筛后, 用 TPY-6A 浙江托普土壤养分速测仪测定土壤 pH 值、铵态氮、速效磷、有效钾和有机质含量, 土水质量比为 1 2.5。

### 2.4 植物叶片生理生态特性

在植物生长季节, 定期用日本产 SPAD-502 测定仪测定活体叶片的叶绿度(SPAD), 每次测定颜色相近的成熟叶片 30 片, 求平均值和标准差。于不同日期同一时刻(16:15), 用北京雅欣理仪科技有限公司生产的 Yaxin-1102 型便携式光合蒸腾仪测定叶片的光合速率、蒸腾速率等, 每次测定不同个体的 4~6 片叶子, 求平均值和标准差。

### 2.5 群落物种多样性

按样方调查法对群落内的乔木层植物进行每木调查, 测定乔木层所有个体的胸径和高度。有香果树分布的林地总面积仅为  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ , 将其分隔为 4 个  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  的小样方, 以计算乔木层各物种的重要值。同时记录样地内的灌木、草本和藤本植物的种类。

### 2.6 香果树种群数量与结构

用数显的游标卡尺测定每株香果树的基径大小, 同时用测高器测定植株高度, 绘制香果树种群的所有个体基径的径级结构图和高度结构图。

## 3 结果与分析

### 3.1 气温与相对湿度

2013 年的大气温湿度自动监测结果表明, 香果树生境的年平均温度为  $17.315 \text{ }^\circ\text{C}$ , 其年变化情况见图 1。图 1 中显示, 1 年中的日均极端最低温  $-0.509 \text{ }^\circ\text{C}$  (2 月 9 日, 其中 0:00:00 为所有数据中的最低值  $-0.902 \text{ }^\circ\text{C}$ ), 极端最高气温  $29.6 \text{ }^\circ\text{C}$  (7 月 13 日, 其中 15:00:00 为  $33.574 \text{ }^\circ\text{C}$ )。年平均相对湿度为 84.316%, 日平均最大相对湿度为 100.0% (出现于多日), 最小 30.630% (9 月 15 日, 其中 24:00 为所有数据的最低值 29.850%)。日均气温波动最大为 1~4 月份, 而大气相对湿度波动最大的是 9 月份。

气温和相对湿度的月平均值的变化情况见图 2, 图 2 中月均气温变幅为  $7.442 \text{ }^\circ\text{C}$  (12 月) ~  $27.502 \text{ }^\circ\text{C}$  (7 月); 月均相对湿度变幅为 82.358% (9 月) ~ 95.735% (5 月)。图 2 显示, 气温与相对湿度之间的线性相关关系未达显著水平(相关系数仅 0.084), 显然气温的变化规律较明显(夏季的 6~8 月最高, 冬季的 12~2 月最低), 而相对湿度的变化幅度相对较小, 无明显变化规律(9 月和 3 月较低,

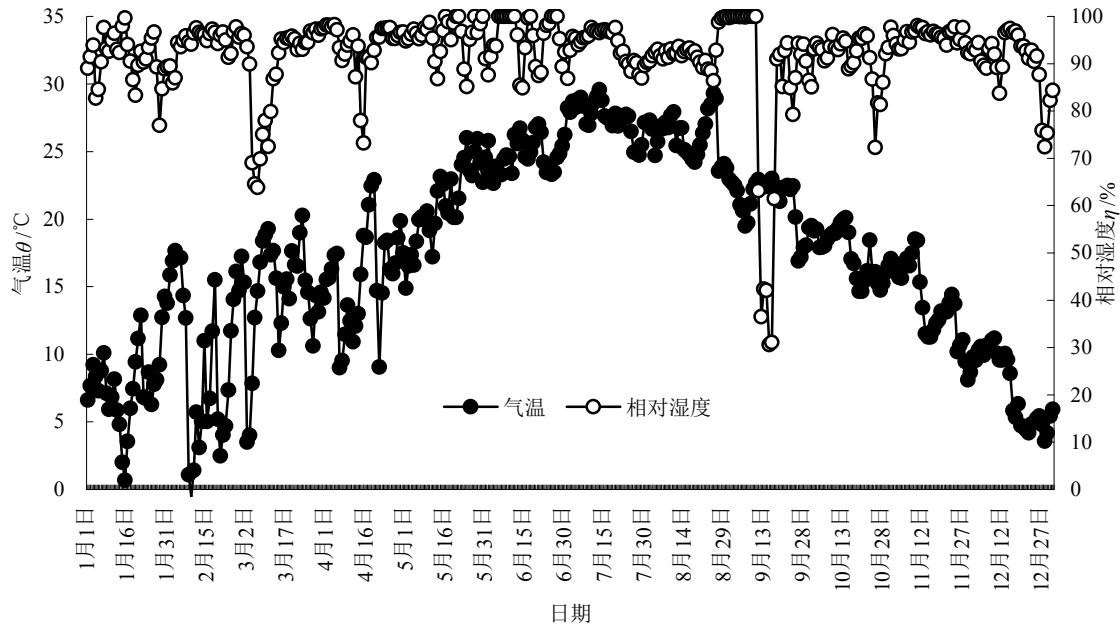


图1 香果树群落气温与相对湿度 2013 年变化

Fig.1 Annual Changes of Air Temperature and Relative Humidity in 2013 at the *Emmenopterys henryi* Community

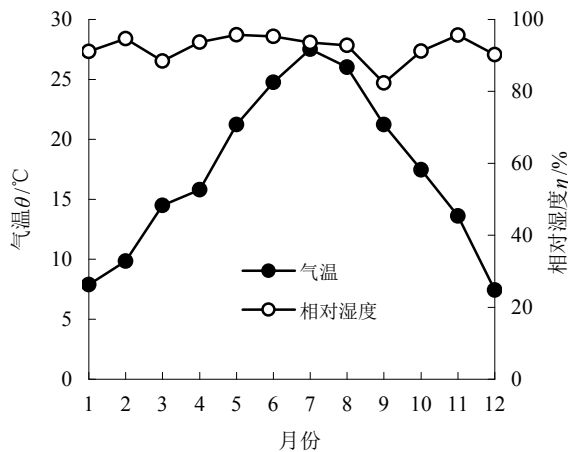


图2 2013 年香果树群落气温和相对湿度月变化

Fig.2 Monthly Changes of Air Temperature and Relative Humidity in 2013 at the *Emmenopterys henryi* Community

4~5 月和 11 月较高)。气温的季节变化为冬季 9.644 °C<春季(3~5 月)的 13.039 °C<秋季(9~11 月)17.429 °C<夏季 26.099 °C。相对湿度的季节变化为秋季 89.750%<冬季 91.959%<春季 92.597%<夏季 93.857%，这与其他同纬度地区通常以冬季较干燥有明显区别。

### 3.2 光照强度

不同测定日同一时刻(16:00)所测定的植物叶面和旷地光照强度见表 1。由表 1 可知,不同天气条件叶面光照强度与旷地光照强度的比值相差较大,阴天条件下仅 3.59%,多云条件下可达

11%~12%。

### 3.3 土壤理化特性

所测定的土壤理化特性见表 2。表 2 中,土壤 pH 为 5.64,与所处的中亚热带偏酸性的山地黄壤性质偏酸性一致。

### 3.4 植物叶片生理生态特性

#### 3.4.1 叶绿度

4 月 30 日、7 月 16 日和 8 月 26 日所测叶片的 SPAD 值分别为 36.76±3.56、39.57±4.31 和 42.68±4.97。3 次测定的结果之间无显著差异,但有略微上升的趋势,由于香果树为落叶大乔木,该结果可能是随着叶片的生长,与其叶绿素的合成积累有关。

#### 3.4.2 净光合速率与蒸腾速率

不同季节测定日所测得的净光合速率、蒸腾速

表 1 香果树群落内叶面和旷地光照强度(Lx)

Table 1 Light Density of Forest Opening and Above the Leaf of *Emmenopterys henryi* Community

| 项目    | 4-30 阴        | 7-16 多云          | 8-26 多云          |
|-------|---------------|------------------|------------------|
| 叶面    | 281.9±6.2     | 5 319.8±134.9    | 4 361.6±163.5    |
| 旷地    | 7 856.5±140.9 | 44 920.0±5 671.6 | 3 8920.0±1 736.8 |
| 叶面/旷地 | 3.59%         | 11.84%           | 11.21%           |

表 2 香果树种群土壤理化特性

Table 2 Physiochemical Characteristics of Soil at *Emmenopterys henryi* Population

| 项目   | pH        | 铵态氮/×10 <sup>-6</sup> | 速效磷/×10 <sup>-6</sup> | 有效钾/×10 <sup>-6</sup> | 有机质/%     |
|------|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| 含量或值 | 5.64±0.56 | 30.35±0.70            | 7.47±2.00             | 110.50±7.00           | 1.95±0.12 |

率等指标的测定结果见表 3。由表 3 可知, 3 次测定的生态因子中, 大气和叶内的 CO<sub>2</sub> 质量浓度、大气和叶内的相对湿度均相差不大, 4 月底的气温、叶温、光合有效辐射与 7 月和 8 月的差异较大, 导致 4 月份的净光合速率和蒸腾速率与 7、8 月份的差异较大, 其中净光合速率在 4 月的测定值显著小于 7 月和 8 月的测定值, 而蒸腾速率则显著大于 7 月和 8 月测定值。7 月与 8 月测定值之间无显著差异, 7 月的略高, 可能与光合有效辐射较大有关。

## 2.5 群落物种组成

根据样方调查结果, 所计算的乔木层物种重要值见表 4。表 4 中, 400 m<sup>2</sup> 的样地中, 乔木层共有 11 科 17 种植物, 以壳斗科 4 种植物最多, 樟科 3 种次之, 体现出亚热带地带性植被——常绿阔叶林的主要特征, 种类组成上除了壳斗科和樟科等主要

表 3 香果树叶片的净光合速率和蒸腾速率

Table 3 Leaf Net Photosynthetic Rate and Transpiration Rate of *Emmenopterys henryi*

| 项目  | 4-30      | 7-16       | 8-26      |
|---|-----------|------------|-----------|
| 气温/°C   | 18.4      | 27.9       | 28.9      |
| 大气 CO <sub>2</sub> 质量浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )                                 | 396.0     | 389.04     | 393.4     |
| 大气相对湿度/%  | 84.6      | 81.5       | 92.8      |
| 叶温/°C   | 18.5      | 27.8       | 29.1      |
| 叶内 CO <sub>2</sub> 质量浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )                                 | 402.0     | 377.0      | 387.0     |
| 叶内相对湿度/%  | 85.8      | 82.5       | 93.1      |
| 光合有效辐射/<br>( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ photons)     | 49.9      | 94.1       | 82.0      |
| 净光合速率/( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ CO <sub>2</sub> ) | 2.16±0.34 | 12.92±1.71 | 9.25±0.83 |
| 蒸腾速率/( $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ H <sub>2</sub> O)    | 0.62±0.08 | 0.36±0.07  | 0.29±0.05 |

表 4 香果树群落乔木层物种及其重要值

Table 4 Species and Their Important Values of Arbor tree in *Emmenopterys henryi* Community

| 科名   | 物种                                    | 重要值     |
|------|---------------------------------------|---------|
| 茜草科  | 香果树 <i>Emmenopterys henryi</i>        | 41.870  |
| 山茱萸科 | 灯台树 <i>Bothrocaryum controversum</i>  | 41.125  |
| 榆科   | 西川朴 <i>Celtis vandervoetiana</i>      | 26.431  |
| 樟科   | 野黄桂 <i>Cinnamomum jensenianum</i>     | 22.610  |
| 木兰科  | 金叶含笑 <i>Michelia foveolata</i>        | 22.270  |
| 壳斗科  | 红背甜槠 <i>Castanopsis neocavaleriei</i> | 17.863  |
| 壳斗科  | 锥栗 <i>Castanea henryi</i>             | 15.095  |
| 壳斗科  | 罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i>          | 13.718  |
| 樟科   | 凤凰润楠 <i>Machilus phoenicis</i>        | 12.757  |
| 冬青科  | 紫果冬青 <i>Ilex tsoii</i>                | 12.544  |
| 杜英科  | 山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>     | 12.150  |
| 壳斗科  | 栲 <i>Castanopsis fargesii</i>         | 12.103  |
| 伯乐树科 | 伯乐树 <i>Bretschneidera sinensis</i>    | 10.032  |
| 省沽油科 | 银鹊树(瘿椒树) <i>Tapiscia sinensis</i>     | 9.908   |
| 樟科   | 长梗润楠 <i>Machilus longipedicellata</i> | 9.886   |
| 木犀科  | 牛矢果 <i>Osmanthus matsumuranus</i>     | 9.820   |
| 柿树科  | 君迁子 <i>Diospyros lotus</i>            | 9.820   |
|      | 合计                                    | 300.000 |

常绿木本植物外, 该调查区还包含了较多的落叶树种, 如香果树、伯乐树 (*Bretschneidera sinensis*)、君迁子 (*Diospyros lotus*) 等。除了香果树为国家 II 级重点保护野生植物外, 调查区还有 I 级保护植物和珍稀濒危植物各 1 种, 分别为伯乐树和银鹊树 (*Tapiscia sinensis*)。因此该群落在植被代表性、种类多样性和稀有性方面均具有重要价值。

森林群落的郁闭度达 90%, 林下灌木草本层植物种类较稀少。其中, 灌木种类有 9 种, 包括红锥 (*Castanopsis hystrix*)、网脉山龙眼 (*Helicia reticulata*)、鸭公树 (*Neolitsea chunii*)、白背叶 (*Mallotus apelta*) 和八角枫 (*Alangium chinense*) 的幼苗, 以及茶竿竹 (*Pseudosasa amabilis*)、金粟兰 (*Chloranthus spicatus*)、黄花倒水莲 (*Polygala fallax*)、柘树 (*Cudrania tricuspidata*); 草本植物有 6 种, 分别是九头狮子草 (*Peristrophe japonica*)、傅氏凤尾蕨 (*Pteris fauriei*)、黑紫藜芦 (*Veratrum japonicum*)、楼梯草 (*Elatostema involucratum*)、魔芋 (*Amorphophallus rivieri*)、岭南瘤足蕨 (*Plagiogyria subadnata*); 藤本仅见楠藤 (*Mussaenda erosa*) 1 种。本群落中共记录到植物 33 种, 其中乔木层 17 种占总种数 1/2 以上。

## 2.6 香果树种群数量与结构

香果树种群按基径每间隔 0.2 cm 所绘制的径级结构图见图 3。图 3 中, 种群共含有 97 个个体, 基径范围为 0.50~0.69 cm 的个体数最多, 有 20 株; 基径大于 4.70 cm 的个体仅 2 株, 其中包括 1 株基径达 135.05 cm 的大树 (胸径 117.88 cm)。该大树于 2008 年初被南岭地区的冰冻灾害所压垮, 树高 15 m 以上部分已枯死。推测梅树冲香果树种群可能由此大树种子繁衍而成。从图 3 看, 由于幼苗数量远超过成熟植株数, 故目前该种群处于增长模式。但由于母树已深受冰灾影响, 短期内无法正常结实, 且未见基径小于 0.30 cm 的植株, 种群更新将在一定年限后受到阻碍, 故应加强保护。

按植株高度以 33 cm 为 1 个单位划分香果树种群, 得梅树冲香果树个体的高度结构如图 4 所示, 其中高度为 0.20~2.03 m 的香果树单株有 77 株, 占总数的 79.38%。图 4 中的图像与图 3 有一定的相似性, 体现出植株的基径生长与高度生长有一定的相关性。

综合图 3 和图 4, 若按常规的划分标准对乔木层数目胸径的径级结构进行划分, 高度 < 33.0 cm 为 I 级幼苗, 胸径 < 2.5 cm 为 II 级幼苗, 胸径 2.5~7.4 cm 之间为小树, 胸径 7.5~22.4 cm 为中树, 胸径 22.5 cm 大树的标准划分, 则梅树冲的香果树种群中, 有 I 级幼苗 11 株 (占 11.34%), II 级幼苗 76

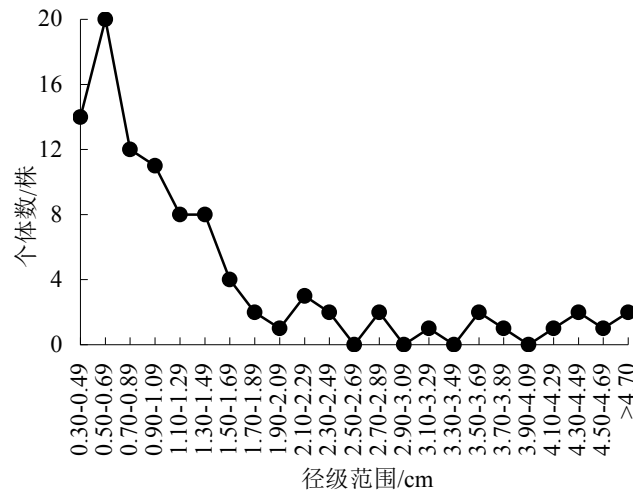


图3 香果树种群基径径级结构

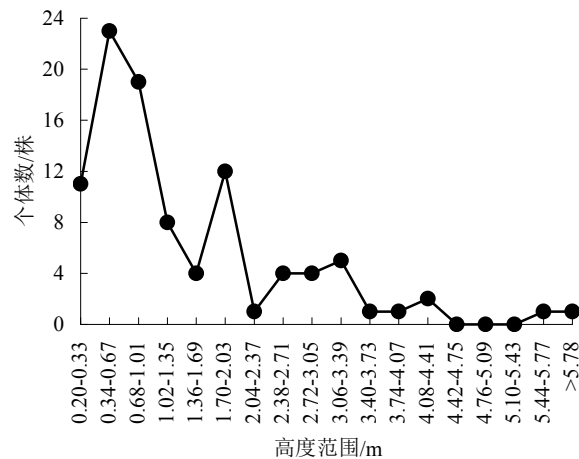
Fig.3 Base Diameter Size Structure of *Emmenopterys henryi* Population

图4 香果树种群高度结构

Fig.4 Height Structure of *Emmenopterys henryi* Population

株(占78.35%),小树9株(占9.28%),中树0株,大树1株(1.03%),整个种群整体上呈增长趋势,但因能产生种子的母树受冰灾严重破坏,无法产生新的繁殖体,且I级幼苗数量少于II级幼苗,故该种群发展到一定阶段将趋于衰退。

## 4 讨论与结论

### 4.1 讨论

作为广东香果树的自然分布地,连州田心自然保护区梅树冲有得天独厚的气候条件,也是迄今在广东境内发现的香果树最大种群分布地。2013年测定的该境地气温在 $-0.902\sim 33.574\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,年平均 $17.315\text{ }^{\circ}\text{C}$ (略高于浙江多地香果树生境平均气温的 $12.3\sim 16.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (康华靖等,2007b));相对湿度 $29.850\%\sim 100.000\%$ ,平均 $84.316\%$ ;土壤为山地黄

壤,pH5.64,符合其自然分布区年均温 $18\sim 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度 $70\%\sim 85\%$ ,土壤pH5~6(国家林业局,2009;傅立国,1992)的条件。本研究中,香果树生境土壤的有机质质量分数为 $1.95\%$ 、速效磷为 $7.47\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和有效钾为 $110.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,均低于大小兴安岭林区的蒙古栎(*Quercus mongolica*)林的有机质 $3.29\%$ 、 $26.73\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $212.96\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (王芳等,2013),有效钾质量分数也低于浙江大盘山香果树林土壤总钾质量分数( $7.02\%$ )(陈子林等,2009),但略高于我国黄棕壤、红壤和赤红壤有效钾质量分数( $<100\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )(杨振明等,1999)。本研究中,香果树生境土壤的有机质、速效磷和有效钾含量相对较低,但种群的绝大多数植株生长状况良好,生活力较强,即使主干受到损毁也能萌生

出较多枝条,表明香果树对生境土壤的要求并不十分严格。此研究结果可为该香果树的迁地保护提供科学依据。

香果树为偏阳性树种,但幼苗和10 a树龄以内的幼树能耐荫蔽,通常散生于以壳斗科为主的常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林中,一般树龄在30 a以上的壮龄树才能开花结实(国家林业局,2009;傅立国,1992)。本研究的香果树种群,也同样散生于以壳斗科为主的森林中(乃梅树冲村村头基本未被人类破坏的风水林),幼苗耐阴,其所处的内部环境光照仅有空旷地的11.5%左右。有研究表明,高光强(5 000 lx)对香果树幼苗生长极其不利,而低(1 000 lx)和中光强(2 200 lx)下生长较好(刘鹏等,2008)。本研究在多云条件下测定的群落内部叶面光照强度4 300~5 300 lx,接近上述研究的强光,但实际上,5 000 lx的光照强度仅为阳光直射条件下50 000 lx的1/10左右,对于植物光合作用而言亦非强光。

湖北九宫山的香果树群落样方中(400 m<sup>2</sup>)有18种植物,其中乔木7种,主要为山茶科、壳斗科植物,灌木10种、草本层3种,藤本仅有扶芳藤(*Euonymus fortunei*)1种(徐小玉等,2002)。湖南大围山香果树群落样方中(400 m<sup>2</sup>)有35种植物,其中乔木8种,灌木11种,草本16种(刘成一等,2011)。浙江大盘山香果树群落主要伴生种为樟科和山茶科植物,生活型以高位芽植物占绝对优势(陈子林等,2007)。田心梅树冲香果树群落400 m<sup>2</sup>样地有植物33种,其中乔木层17种(以壳斗科、樟科植物最多,但缺乏山茶科植物),灌木9种,草本植物6种,藤本植物1种,与湖北九宫山、湖南大围山、浙江大盘山比较,有一定的相似性,但各具特点。

浙江境内多个生境(康华靖等,2007a;康华靖等,2007b)、安徽天堂寨(杨开军等,2007)的香果树种群长期演替均呈衰退趋势。种群的空间分布格局主要为集群分布(康华靖等,2007b),香果树的萌生能力较强,尤其是当母树受到破坏时,将产生大量的萌生苗,来维持种群的生存,使得幼树阶段呈聚集分布(康华靖等,2007a;康华靖等,2007b)。而萌条多见于倒木、树桩、根际等处。梅树冲的香果树种群繁衍于1株母树,其树龄在30 a以上,但2008年遭受严重的冰灾,导致无法继续开花结实。群落中有不萌生苗,目前的种群I级幼苗数量少于II级幼苗数量,属增长种群,但因多数个体年龄低于10 a,故在20 a内难以有新的幼苗加入,种群将逐渐趋于衰老。因此,加强对连州田心自然保护区香果树种群的就地保

护是非常必要的。同时由于该保护区的地理位置和气候条件适宜,应开展更深入的研究,包括对该种群每1个体的长期跟踪定位观测,以及从国内其它地方获得种子后进行人工繁殖和迁地保护等。此外,应加强对当地村民的宣传保护教育,以防止人为对香果树种群产生破坏。

#### 4.2 结论

(1)广东连州田心自然保护区拥有迄今发现的广东境内的香果树最大天然种群,为研究国家II级重点保护植物香果树的种群动态提供了宝贵的自然资源。本研究通过对2013年该生境的气温、相对湿度、土壤和森林内部的光照条件等生长因子的监测调查,认为该地是香果树自然分布的适宜分布地。

(2)梅树冲的香果树种群目前虽为增长种群,但因受到冰冻灾害的严重影响,尤其是能开花结实的成体植株严重受损,种群将难以在短期内得到更新,并将逐渐演变为衰退种群,为此应加强对该种群的保护和长期定位观测。

致谢:广东连州田心省级自然保护区的欧阳玉光、桂广来;广州大学的王厚麟、黄金玲、梁桂滔、梁劲章、陈焯军、关博等同志参加了野外调查工作,美国 Louisiana 州立大学 R.D.DeLaune 教授和 A.Jugsujinda 博士为英文摘要润色,特致谢意。

#### 参考文献:

- MA Wei-Wei,ZHAI Sheng-Nan,ZHANG Yong-Hua,et al. 2012. Development and characterization of microsatellite markers for *Emmenopterys henryi* (Rubiaceae), a rare tree from China[J].American Journal of Botany, 99(4):E179-E181.
- WU Xing-De,HE Juan,LI Xing-Yao,et al. 2013a. Triterpenoids and steroids with cytotoxic activity from *Emmenopterys henryi*[J].Planta Medica, 79 (14):1356-1361.
- WU Xing-De,WANG Lei, HE Juan, et al. 2013b. Two New indole alkaloids from *Emmenopterys henryi*[J].Helvetica Chimica Acta, 96(12):2207-2213.
- 陈子林,康华靖,刘鹏,等. 2007. 大盘山自然保护区香果树群落结构特征[J].云南植物研究, 29(4):461-466.
- 陈子林,康华靖,周楠,等. 2009. 香果树主要金属元素分布及其与土壤养分之间的关系[J].中国野生植物资源, 28(1):30-36.
- 樊卫东,沈茂才,刘军,等. 2012. 香果树属——秦岭北坡茜草科一新分布属[J].西北植物学报, 32(4):819-820.
- 傅立国. 1992. 中国植物红皮书——稀有濒危植物(第一册)[M].北京:科学出版社:568-569.
- 国家林业局. 2009. 中国重点保护野生植物资源调查[M].北京:中国林业出版社:153-154.
- 康华靖,陈子林,刘鹏,等. 2007a. 大盘山自然保护区香果树种群结构与分布格局[J].生态学报, 27(1):389-396.
- 康华靖,刘鹏,陈子林,等. 2007b. 不同生境香果树种群的径级结构与分布

- 格局[J].林业科学, 43(12):22-27.
- 李利平,李争艳,王玉兵,等. 2012. 香果树花及胚胎发育的细胞学研究[J].植物研究, 32(6):646-650.
- 刘成一,廖建华,陈月华,等. 2011. 湖南大围山香果树群落特征及物种多样性分析[J].中南林业科技大学学报, 31(11):110-113.
- 刘鹏,康华靖,张志详,等. 2008. 香果树(*Emmenopterys henryi*)幼苗生长特性和叶绿素荧光对不同光强的响应[J].生态学报, 28(11):5656-5664.
- 缪绅裕,黄金玲,唐志信,等. 2013. 广东连州田心保护区珍稀濒危保护植物研究[J].广州大学学报:自然科学版, 12(5):29-34.
- 缪绅裕,王厚麟,黄金玲,等. 2008. 粤北和粤东北若干珍稀濒危野生植物的种群特征[M].热带亚热带植物学报, 16(5):397-406.
- 彭少麟,陈万成. 2003. 广东珍稀濒危植物[M].北京:科学出版社:66.
- 彭焱松,张晓波,桂忠明,等. 2013. 庐山香果树毛竹混交林空间格局研究[J].广西植物, 33(4):502-507.
- 邵红琼,樊春华,杨子慧. 2013. 香果树种质资源保存库建设要点[J].黑龙江农业科学, (1):160-161.
- 王芳,黄玫,孙希华,等. 2013. 大小兴安岭林区不同林型土壤养分综合评价[J].水土保持通报, 33(1):182-187.
- 王辉,陈丽文. 2013. 豫南山区珍稀树种香果树的开发利用[J].林业实用技术, (4):46-48.
- 邢福武,陈红锋,王发国,等. 2012. 南岭植物物种多样性编目[M].武汉:华中科技大学出版社:164.
- 徐小玉,姚崇怀,潘俊. 2002. 湖北九宫山香果树群落结构特征研究[J].西南林学院学报, 22(1):5-8.
- 颜健,邱岷,陆璐,等. 2013. 高含游离脂肪酸的香果树籽油制备生物柴油的方法[J].植物分类与资源学报, 35(1):89-94.
- 杨开军,张小平,张中信,等. 2007. 安徽天堂寨保护植物香果树群落现状分析[J].植物资源与环境学报, 16(1):79-80.
- 杨振明,周文佐,鲍士旦,等. 1999. 我国主要土壤供钾能力的综合评价[J].土壤学报, 36(3):377-386.

## Characteristics of *Emmenopterys henryi* population and habitat at Tianxin Nature Reserves, Lianzhou city, Guangdong province, China

ZENG Qingchang<sup>1</sup>, MIAO Shenyu<sup>1\*</sup>, TANG Zhixin<sup>2</sup>, DENG Dongmei<sup>2</sup>, LI Chunbo<sup>2</sup>, HUANG Fuchang<sup>2</sup>

1. School of Life Sciences, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China;

2. Administration of Tianxin Provincial Nature Reserves, Lianzhou, Guangdong, Lianzhou 513400, China

**Abstract:** *Emmenopterys henryi* is a monotypic genus in the Rubiaceae family which is a national grade II key protected tree species in China. The basic characteristics of the largest population of *E. henryi* in Guangdong province including community structure are reported in this paper. To provide basic data and information of ecological adaptation, for protecting and enhancing the *E. henryi* population, the habitat characteristics were also analyzed. Using an automatic sensors of Onset HOBO-U23-002 mini-weather station, the air temperature, relative humidity were monitored for one year (during 2013) at Meishuchong village, Tianxin Nature Reserves, Lianzhou city, in Guangdong province located in areas where *E. henryi* grows. Soil physic-chemical characteristics, light intensity (on plant leaf and open areas outside of the forest), species composition of the community, population characteristics of basal diameter size and height class structure, and eco-physiological indexes of *E. henryi* leaf were measured. Results showed that Meishuchong village is a suitable field site for growing *E. henryi*. The mean annual air temperature was 17.315 °C, and the mean annual air relative humidity was 84.316% at the field site. Soil pH was 5.64 with an organic matter content of 1.95% which was higher than that of 0.50% of open areas outside the forest. The light intensity on the leaves was 12% which was less than that of open area outside of the forest. The leaf SPAD values was around 40, and the leaf net photosynthesis rate and transpiration rate of *E. henryi* was 2.16 to 12.92  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (calculated by  $\text{CO}_2$ ) and 0.29 to 0.62  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (calculated by  $\text{H}_2\text{O}$ ), respectively. There were 33 vascular plant species in the community. Among the group, 17 tree species were arbor, in which the largest family was Fagaceae with four species, the second most abundant family was Lauraceae with three species. Except for *E. henryi*, the dominant tree species of the community were *Bothrocaryum controversum*, *Celtis vandervoetiana*, *Cinnamomum jensenianum*, and *Michelia foveolata*, et al. The population of *Emmenopterys henryi* at Meishuchong village, Tianxin, Lianzhou city had 97 individuals. Among them, there were 11 individuals of seedling of grade I (about 11.34% of the total numbers), 76 individuals of seedling of grade II (about 78.35%), and 9 individuals were saplings (about 9.28%). No midsize trees were found in the population, and only one individual of large tree (about 1.03%) was found. For height structure, 77 individuals with basal diameters of 0.20 to 2.03 m, which represented the percentage was about 79.38% of the total population of (97 individuals). Analysis of basal diameter size class structure and height class structure suggest that the population shows only a short term increase in population, with little future generation, and changes to a decrease in population because of the icy disaster in early 2008 in the Nanling Mount region. Large tree which produce fruit was seriously damaged and there is a lack of midsize trees. The individual number of seedling stage I was larger than that of stage II. Ex-situ and in-site conservation measures for maintaining tree production should be taken for preserving *E. henryi*. Research, including public education should also be strengthened.

**Key words:** *Emmenopterys henryi*; population; basal diameter size class; height class structure; community; habitat; eco-physiology; Tianxin Nature Reserves