

广东省古樟树资源特征及影响因子研究^{*}

陈盼 郭盛才 陈秋菊 谭志权 张红爱 邓冬旺

(广东省林业调查规划院, 广东 广州 510520)

摘要 以广东省古树名木普查数据为基础, 采用皮尔逊相关系数 (Pearson's correlation) 和线性混合模型分析广东省古樟树 *Camphora officinarum* 的资源特征及影响因子。结果表明: 广东省现存古樟树 5 816 株, 树龄、树高、胸径和冠幅主要集中在 100~199 a, 12.0~20.0 m, 63.7~127.4 cm 和 12.0~20.0 m。古樟树空间分布差异大, 粤北山区多, 粤东沿海少。古樟树树龄、树高、胸径和冠幅与多数环境因子呈极显著相关性, 与坡向相关性不显著。年均降雨量、海拔和年均温度是影响古樟树树龄、树高、胸径和冠幅的重要因子; 寄生、根系裸露和树洞对古樟树树龄、树高、胸径和冠幅的影响最大。总之, 广东省古樟树数量较多, 以三级古树为主; 生长在高海拔寒冷地区的古樟树比低海拔高温地区的挺拔、雄壮; 古樟树的生长势和生长状况整体较好, 但仍有部分生长受病虫害、生长空间、环境污染等因素影响。

关键词 古樟树; 空间分布; 生长状况; 相关性分析; 广东省

中图分类号: S718.4 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2023) 05-0072-08

Study on Resource Characteristics and Impact Factors of Ancient Camphor Trees (*Camphora officinarum*) in Guangdong Province

CHEN Pan GUO Shengcai CHEN Qiuju TAN Zhiquan
ZHANG Hongai DENG Dongwang

(Guangdong Forestry Survey and Planning Institute, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract Based on the census data of ancient and famous trees in Guangdong province, this study analyzed the resource characteristics of *Camphora officinarum* and the underlying factors using Pearson's correlation and linear mixed model. The results showed that there were 5 816 ancient camphor trees in Guangdong Province, and the age, height, DBH, and crown width of the ancient camphor trees were mainly concentrated in the ranges of 100-199 a, 12.0-20.0 m, 63.7-127.4 cm, and 12.0-20.0 m, respectively. The ancient camphor trees were distributed unevenly across Guangdong Province, most of which lived in the mountainous areas of northern Guangdong, and few lived in the coastal areas of eastern Guangdong. The age, height, DBH, and crown width of the ancient camphor tree were significantly correlated with most of the tested environmental factors, but not with the slope direction. Average annual rainfall, altitude, and average annual temperature were the most important factors influencing the age, height, DBH, and crown width of ancient camphor trees. Parasitism, bare roots, and tree holes had the strongest effects on age, height, DBH, and crown width. In short,

^{*} 基金项目: 广东省林业科技创新项目 (2020KJCX004)。

第一作者: 陈盼 (1985—), 男, 高级工程师, 主要从事林业调查规划和古树名木保护相关工作, E-mail: 274907398@qq.com。

通信作者: 郭盛才 (1969—), 男, 教授级高级工程师, 主要从事林业调查规划和古树名木保护管理工作, E-mail: 171465288@qq.com。

there are a large number of ancient camphor trees in Guangdong province, mainly three-class ancient trees. The ancient camphor tree growing in the high-altitude cold area is taller and stronger than that in the low-altitude high-temperature area. The growth status and potential of ancient camphor trees are generally good, but some growth is still affected by diseases and insect pests, limited growth space, environmental pollution, and other factors.

Key words ancient *Camphora officinarum*; growth status; spatial distribution; correlation analysis; Guangdong Province

樟树 *Camphora officinarum* 属樟科樟属，国家二级保护植物。樟树树冠高大、姿态雄伟，寿命可与松柏比肩，四季常绿，生态功能显著，被视为长寿、和睦、尊老爱幼和谦逊淡然的象征^[1]。樟树栽培历史悠久，自古以来就是我国南方村庄、宅院、道路、水边最好的风水林和风景林树种，也是现代村镇和城市绿化的优良树种^[2]。古樟树是指树龄大于 100 a 的樟树。人们在长期的栽培利用过程中形成了崇拜樟树的文化现象，至今有不少地区的千年古樟被奉为“神树”^[3]。古樟树体现的不仅仅是较高的经济价值和强大的生态功能，还有珍贵丰富的文化内涵，它承载着当地历史文化的发展，见证了当地的历史沧桑^[4]。

古树是人类聚集区的自然和文化遗产，为人类提供了维持生物多样性、促进生态恢复、供给生产生活资料以及承载传统文化和精神信仰等服务^[5]。前人研究表明，古树的多样性及分布格局受到古树自身生物学特性^[6]、人文因子^[7]、和动植物协同关系^[8] 等因子的影响，地理环境、人为干扰、管理措施和传统文化为最主要影响因子^[9-10]。

在我国，随着生态文明建设和乡村振兴战略实施，古树的保护和研究工作越来越受重视。当前研究主要集中在古树名木资源调查^[11]、空间分布特征^[12-13]、信息化管理^[14]、复壮与养护^[15]、健康评价^[16] 及保护利用^[17-18] 等方面，关于古树生长影响因子的研究较少^[10,19]，特别是缺少对单一古树树种的研究，不利于制定切实有效的古树保护和管理措施。

广东省属东亚季风区，从北向南分别为中亚热带、南亚热带和热带气候，气候适宜，降雨充沛，野生动植物资源丰富，古树名木物种较多。本文分析了广东省古樟树资源的形态特征、空间分布特征和生长状态，对古樟树的树龄、树高、胸径和冠幅及影响因子进行相关分析，以期掌握广东省古樟树的分布特征和规律，探明影响古樟树生长与分布的主要因素，为古樟树的保护和保

育提供技术支撑，为广东省古树保护管理和生态建设提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

广东省地处中国南部沿海，坐标北纬 20°09′~25°31′和东经 109°45′~117°20′，土地总面积 17.98 万 km²，地势北高南低，地貌以山地、丘陵为主。2022 年全年年平均气温 22.2℃，年平均降水量 1 530 mm，夏季经常遭受台风干扰。同时，广东省是各种气象灾害多发省份，主要灾害有暴雨洪涝、台风、强对流天气、雷击、高温、干旱及低温阴雨、寒露风、寒潮、冰（霜）冻等低温灾害^[20]。根据广东省古树名木普查统计结果，广东省古树名木总数为 80 398 株，其中，一级古树 754 株，二级古树 4 810 株，三级古树 74 760 株，名木 74 株^[21]。

1.2 数据来源

本研究数据来源于 2019 年 12 月 9 日广东省古树名木普查系统。数据的调查和测量按照《古树名木普查技术规范》（LY/T 2738-2016）^[22] 的要求，逐株测量古樟树的树高、胸径和冠幅，树高采用测高仪（精度 1 cm）测量，胸径和冠幅采用皮尺（精度 1 cm）测量，并记录古树的生长状态，包括寄生、病虫害、树干倾斜等因子。树龄采取胸径生长模型法估算，同时参考相关史料和传说。采用便携式 GPS 定位坐标，坐标系为 WGS84。在广东省数字高程模型（DEM）中提取海拔、坡度和坡向数据（30 m 分辨率）。年均温度、等温性、年均降雨量等 19 个环境因子数据来源于 WorldClim 全球高分辨率（5 km）气候数据分享平台。

1.3 研究方法与数据分析

古樟树等级和生长势分类标准依据《古树名木普查技术规范》（LY/T 2738-2016）的标准划分。古樟树树高、胸径与冠幅的相关性和古樟树与环境因子的相关性采用皮尔逊相关系数法（Pearson's correlation），利用软件 R4.3.0 进行分析。

利用 Arc GIS10.8 软件，在广东省数字高程模型（DEM）中提取古樟树分布点上的海拔、坡度和坡向数据，在 WorldClim 栅格数据中提取年均温度、等温性、年均降雨量等 19 个环境因子数据。

参考前人的研究成果^[23-24]，制定广东省古樟树生长状况评定标准（表 1），对调查记录表中古樟树生长状态因子进行赋值，包括寄生、病虫害、树洞、环境污染等 10 个因子，无影响赋“0”，有

影响赋“1”。

应用线性混合模型（linear mixed model, LME），选择独立结构（又称方差分量结构）VC，对古樟树与环境因子、生长状态等因子进行线性混合模型参数估值。模型中固定效应选择海拔、坡度、坡向、年均温度、年均降雨量和等温性等常见的环境因子，随机效应选择对古樟树生长影响可见的寄生、病虫害、树洞、环境污染等 10 个因子。

表 1 广东省古樟树生长状况评定标准
Table 1 Evaluation standard for growth state of ancient *Camphora officinarum* in Guangdong province

生长状态 Growth state	无影响 NO	有影响 YES
病虫害	无病虫害发生	树冠、树干或树根有明显的病虫害发生
寄生	树体寄生面积≤5%	树体寄生面积>5%
树干中空	无明显的内部中空	有明显的内部中空
树洞	无树洞	有树洞
根系裸露	根系裸露比例≤5%	根系裸露比例>5%
枯断枝比例	树冠枯断枝比例≤5%	树冠枯断枝比例>5%
树干倾斜	树干倾斜度≤5%	树干倾斜度>5%
生长空间受限	树干 1 m 范围内无阻碍	树干 1 m 范围内有阻碍
根部通气透水性	树干 5 m 范围内无硬底化铺装	树干 5 m 范围内有硬底化铺装
环境污染物	生长环境无污染物	生长环境有明显的垃圾、污水等

2 结果与分析

2.1 古樟树资源特征分析

广东省现有古樟树 5816 株，占广东省古树名木总数的 7.23%。其中，一级古樟树 58 株，占古樟树总数的 1%；二级古樟树 414 株，占 7.12%；三级古樟树 5 344 株，占 91.88%。

2.1.1 形态结构特征 广东省古樟树树龄、树高、胸径和冠幅的结构特征见图 1。由图 1 可见，广东省古樟树随着树龄增大，物种数量逐渐减少。古樟树树龄主要集中在 100~199 a，数量 4 384 株，占古樟树总数的 75.37%，平均树龄 167 a，树龄最大的古樟树位于云浮市郁南县桂圩镇，树龄 1 200 a。树龄超过 500 a 的古樟树 58 株，超过 1 000 a 的 3 株。

广东省古樟树的树高、胸径和冠幅结构特征均为正态分布。古樟树树高主要集中在 12.0~20.0 m，数量 4 128 株，占古樟树总数的 70.98%，平均树高 16.2 m；树高最高的古樟树位于韶关南雄市百顺镇邓洞村，树高 35 m。古樟树胸径主要集中在 63.7

~127.4 cm，数量 3 951 株，占古樟树总数的 67.93%，平均胸径 98.3 cm；胸径最大的古樟树位于肇庆市封开县罗董镇罗董社区居委会，胸径 515.9 cm。古樟树冠幅主要集中在 12.0~20.0 m，数量 4 044 株，占古樟树总数的 69.53%，平均冠幅 16.3 m；冠幅最大的古樟树位于潮州市饶平县樟溪镇烈火村委会，冠幅 74 m。

对古樟树的树高、胸径和冠幅进行相关性分析，结果表明，树高与胸径、树高与冠幅、胸径与冠幅均具有极显著（ $P<0.001$ ）的正相关关系，相关系数分别为 0.241、0.423、0.509。

2.1.2 空间分布特征 广东省古樟树的空间分布详见图 2。按个体数量统计，韶关、清远和湛江市排名前 3 位，古樟树数量分别为 2 290、676 和 526 株，占古樟树总数的 39.37%、11.62%和 9.04%；3 市数量合计达 4168 株，占古樟树总数的 71.66%。汕头、汕尾和佛山市的古樟树数量最少，分别为 19、18 和 36 株，占古樟树总数的 0.33%、0.31%和 0.62%。东莞和潮州市的古樟树也较少，分布数量占比不足广东省古樟树总数的 1%。

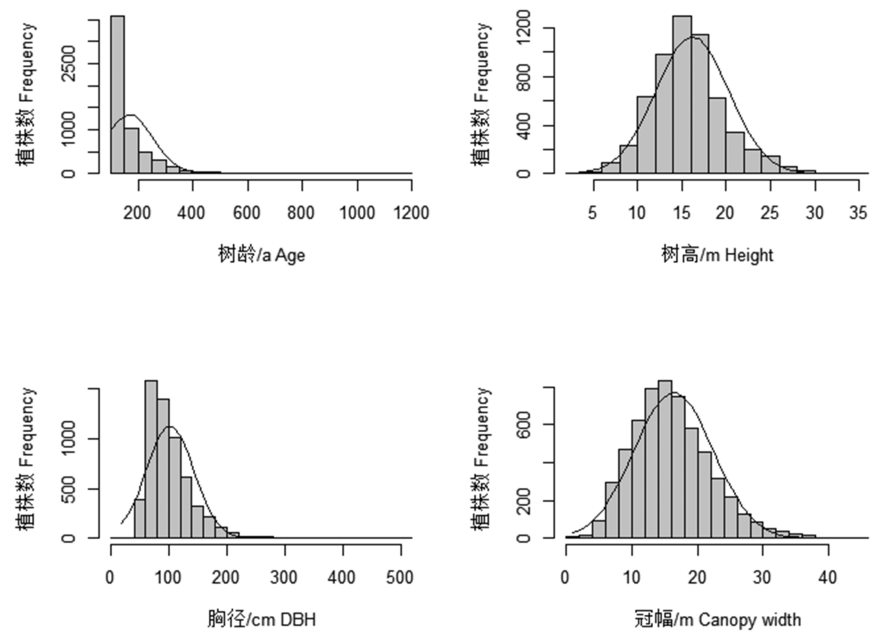


图 1 广东省古樟树树龄、树高、胸径和冠幅的结构特征

Fig. 1 Structure characteristics of age, height, chest diameter, and canopy width of ancient *Camphora officinarum* in Guangdong province

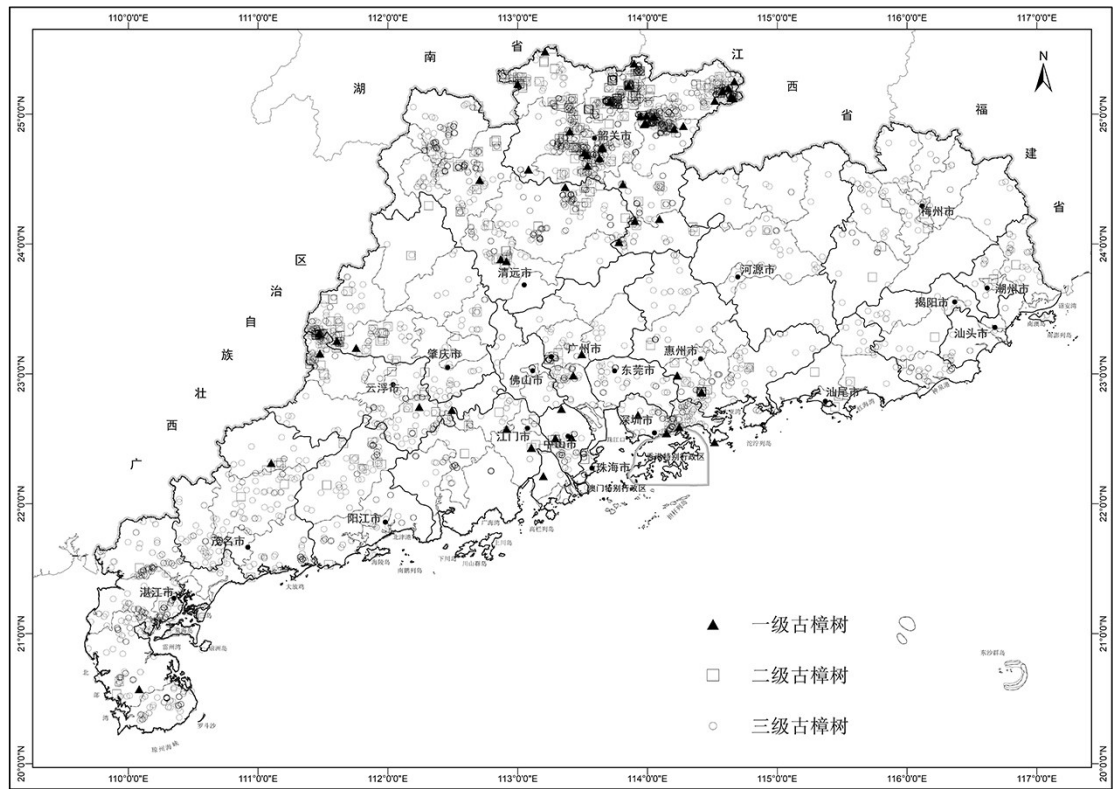


图 2 广东省古樟树分布

Fig. 2 Distribution map of ancient *Camphora officinarum* in Guangdong province

按保护等级统计，广东省一级古樟树（树龄 ≥ 500 a）有 58 株，分布在韶关、清远、惠州、深圳等 12 个地级市，河源、梅州、汕头、汕尾、潮州、揭阳等 9 个地级市没有分布。韶关市一级古

樟树 30 株，分布数量最多，占一级古樟树总数量的 51.72%；惠州、清远和深圳市各有 4 株，并列第 2 位。二级古樟树（ $300 \text{ a} \leq \text{树龄} < 500 \text{ a}$ ）有 414 株，分布在广东省 20 个地级市，东莞市没有分

布。韶关市分布数量最多，有 244 株，占二级古樟树总数量的 58.94%；其次为肇庆市，有 39 株，占二级古樟树总数量的 9.42%；清远市次之，有 35 株，占二级古樟树总数量的 8.45%；佛山、河源和汕头市仅 1 株。

2.1.3 生长状态特征 广东省古樟树按照生长势统计，正常株 5 235 株，占古樟树总数量的 90.01%；衰弱株 508 株，占 8.73%；濒危株 63 株，占 1.08%。

广东省古樟树有 312 株受病虫害侵扰，占古樟树总数量的 5.36%；有 656 株受寄生干扰，占 11.28%；有 52 株树干中空，占 0.89%；有 66 株出现树洞，占 1.13%；树冠枯断枝比例>5%的有

268 株，占 4.61%；根系裸露比例>5%的有 72 株，占 1.24%；有 572 株树干生长空间受限，占 9.83%；有 364 株根部通气透水性受阻，占 6.26%；有 427 株受环境污染威胁，占 7.34%。

2.2 古樟树的影响因子分析

2.2.1 古樟树与环境因子的相关性分析 广东省古樟树树龄、树高、胸径、冠幅与海拔、坡度、坡向、年均温、年均降雨量等 22 个环境因子的相关性分析结果见表 2。由表 2 可见：树龄、树高、胸径和冠幅与大多数环境因子呈极显著（ $P < 0.001$ ）的相关性，但与坡向的相关性不显著；且整体上与海拔、坡度呈正相关，与温度和降雨类环境因子呈负相关。

表 2 广东省古樟树与环境因子的相关性分析
Table 2 Correlation analysis between ancient *Camphora officinarum* and environmental factors in Guangdong province

环境因子 Environmental factor	相关系数 Correlation coefficient			
	树龄 Age	树高 Height	胸径 Breast circumference	冠幅 Crown width
海拔 Altitude	0.080 ***	0.217 ***	0.029 *	0.042 **
坡度 Slop	0.068 ***	0.143 ***	0.060 ***	0.053 ***
坡向 Aspect	0.003n. s.	0.021n. s.	-0.007n. s.	-0.001n. s.
年均温度 Annual mean temperature	-0.157 ***	-0.247 ***	-0.135 ***	-0.130 ***
年均日温差 Annual mean diurnal rang	0.121 ***	0.161 ***	0.110 ***	0.117 ***
等温性 Isothermality	-0.123 ***	-0.157 ***	-0.116 ***	-0.101 ***
季节温度差 Temperature seasonality	0.172 ***	0.229 ***	0.160 ***	0.157 ***
最暖月最高温 Max temperature of warmest month	-0.004n. s.	-0.072 ***	0.008n. s.	0.007n. s.
最冷月最低温 Min temperature of coldest month	-0.174 ***	-0.255 ***	-0.154 ***	-0.153 ***
年均温度差 Annual temperature range	0.168 ***	0.226 ***	0.153 ***	0.152 ***
最湿季均温 Mean temperature of wettest quarter	-0.153 ***	-0.249 ***	-0.139 ***	-0.135 ***
最干季均温 Mean temperature of driest quarter	-0.166 ***	-0.246 ***	-0.144 ***	-0.130 ***
最暖季均温 Mean temperature of warmest quarter	-0.081 ***	-0.182 ***	-0.056 ***	-0.055 ***
最冷季均温 Mean temperature of coldest quarter	-0.169 ***	-0.251 ***	-0.150 ***	-0.147 ***
年均降雨量 Annual precipitation	-0.166 ***	-0.182 ***	-0.162 ***	-0.142 ***
最湿月降雨量 Precipitation of wettest month	-0.145 ***	-0.157 ***	-0.138 ***	-0.114 ***
最干月降雨量 Precipitation of driest month	0.168 ***	0.208 ***	0.202 ***	0.202 ***
季节降雨量 Precipitation seasonality	-0.129 ***	-0.223 ***	-0.106 ***	-0.128 ***
最湿季降雨量 Precipitation of wettest quarter	-0.154 ***	-0.182 ***	-0.134 ***	-0.142 ***
最干季降雨量 Precipitation of driest quarter	0.102 ***	0.204 ***	0.081 ***	0.132 ***
最暖季降雨量 Precipitation of warmest quarter	-0.160 ***	-0.229 ***	-0.154 ***	-0.159 ***
最冷季降雨量 Precipitation of coldest quarter	0.131 ***	0.231 ***	0.133 ***	0.145 ***

注：* $P < 0.05$ ；** $P < 0.01$ ；*** $P < 0.001$ 。
Note: * $P < 0.05$ ；** $P < 0.01$ ；*** $P < 0.001$.

海拔与古樟树的胸径呈显正相关 ($P<0.05$), 与冠幅呈显著正相关 ($P<0.01$)。温度类环境因子中, 最暖月最高温与树高呈极显著负相关, 与古樟树树龄、胸径、冠幅无显著相关性; 年均日温差、季节温度差、年均温度差与古樟树树龄、树高、胸径和冠幅呈极显著正相关。降雨类环境因子中, 最干月降雨量、最干季降雨量、最冷季降雨量与古樟树树龄、树高、胸径和冠幅呈极显著正相关, 其它因子呈极显著负相关。

2.2.2 古樟树与环境因子、生长状态的线性混合模型分析 广东省古樟树与环境因子、生长状态的线性混合模型分析结果见表3。结果表明, 按照对古樟树树龄的影响大小将相关因子排序, 固定效应依次为: 年均降雨量>坡度>年均温度>海

拔>等温性>坡向; 随机效应依次为: 树洞>树干中空>寄生>生长空间>枯断枝比>环境污染物>树干倾斜>根系裸露>根部通气透水性>病虫害。

按照对古樟树树高的影响大小将相关因子排序, 固定效应依次为: 海拔>年均降雨量>坡度>年均温度>坡向>等温性; 随机效应依次为: 根系裸露>树干倾斜>寄生>根部通气透水性>病虫害>树洞>枯断枝比>生长空间>树干中空>环境污染物。

按照对古樟树胸径的影响大小将相关因子排序, 固定效应依次为: 年均降雨量>坡度>海拔>年均温度>等温性>坡向; 随机效应依次为: 树洞>树干中空>根系裸露>枯断枝比>寄生>环境污染物>生长空间>根部通气透水性>树干倾斜>病虫害。

表3 广东省古樟树与环境因子和生长状态的线性混合模型参数估值

Table 3 Parameter estimation of linear mixed model of ancient *Camphora officinarum* with environmental factors and growth state in Guangdong province

类型 Type	因子 Factor	树龄 Age			树高 Height			胸径 Chest diameter			冠幅 Canopy width		
		β	95% CI	RI	β	95% CI	RI	β	95% CI	RI	β	95% CI	RI
固定 效应	海拔	-1.28 (-4.72, 2.15)	0.68	0.38	(0.22, 0.53)	1.00	-11.43 (-16.73, -6.14)	1.00	-0.43 (-0.67, -0.18)	0.97			
	坡度	4.03 (1.60, 6.47)	1.00	0.24	(0.13, 0.34)	1.00	8.92 (5.20, 12.65)	1.00	0.27 (0.10, 0.45)	0.90			
	坡向	0.14 (-2.00, 2.29)	0.50	0.09	(-0.01, 0.19)	0.18	-0.70 (-4.00, -3.75)	0.63	0.00 (-0.16, 0.15)	0.07			
	年均温度	-5.71 (-10.54, -0.87)	0.98	-0.41	(-0.61, -0.22)	1.00	-13.31 (-21.80, -4.81)	1.00	-0.64 (-1.03, -0.25)	0.99			
	等温性	0.17 (-3.51, 3.85)	0.63	0.02	(-0.17, 0.21)	0.08	3.03 (-2.54, 8.59)	0.82	0.21 (-0.06, -0.47)	0.30			
	年均降雨量	0.00 (-14.39, -8.32)	1.00	-0.32	(-0.46, -0.17)	1.00	-18.69 (-23.29, -14.08)	1.00	-0.59 (-0.82, -0.32)	1.00			
	寄生	13.37		0.55			27.56		0.96				
	病虫害	0.00		0.21			0.00		0.00				
	树干中空	41.13		0.00			44.67		0.00				
	枯断枝比例	9.31		0.20			37.52		0.64				
随机 效应	树洞	46.86		0.21			63.61		0.26				
	根系裸露程度	0.08		1.05			43.52		0.81				
	树干倾斜	3.31		0.76			18.98		0.49				
	根部通气透水性	0.01		0.38			18.45		0.06				
	生长空间	12.26		0.14			22.94		0.55				
	环境污染物	7.45		0.00			23.14		0.34				
模型拟 合参数	R_m^2	0.02		0.06			0.02		0.02				
	R_c^2	0.43		0.18			0.44		0.10				

注: β 固定效应为线性混合模型的标准化系数, 随机效应为标准偏差。 R_m^2 表示固定效应解释的模型变异, R_c^2 表示固定效应和随机效应共同解释的模型变异。CI=置信区间; RI=相对重要性。

Note: β fixed effect is the standardized coefficient of linear mixed model, and random effect is the standard deviation. R_m^2 represents the model variation explained by fixed effect. R_c^2 represents the model variation explained by both fixed effect and random effect. CI= confidence interval. RI= relative importance.

按照对古樟树冠幅的影响大小将相关因子排序,固定效应依次为:年均降雨量>年均温度>海拔>坡度>等温性>坡向;随机效应依次为:寄生>根系裸露>枯断枝比>生长空间>树干倾斜>环境污染物>树洞>根部通气透水性>树干中空>病虫害。

3 结论与讨论

广东省现存古樟树 5816 株,平均树龄 167 a,平均树高 16.2 m,平均胸径 98.3 cm,平均冠幅 16.3 m。古樟树的物种数量在广东省古树名木中排第 3 位,仅次于榕树 *Ficus microcarpa* 和荔枝 *Litchi chinensis*。古樟树主要以三级古树(100 a ≤ 树龄 < 300 a)为主,一级和二级的古樟树数量较少,仅占古樟树总数量的 8.11%。古樟树空间分布差异大,以韶关市为代表的粤北地区数量多,粤东地区较少。古樟树生长势和生长状态整体状况较好,但仍有部分古樟树的生长受病虫害、树干中空、生长空间受限、环境污染等因素影响。

樟树是广东省乡土阔叶树种,在全省均有分布。随着城市化发展,古樟树资源遭受了严重破坏,珠三角经济发达地区存留的数量少,粤北山区相对贫穷的地区保留下来的数量多,关键原因是工业发展和城市化进程中古树保留和土地开发矛盾导致古树消亡^[25]。粤东地区古樟树的数量最少,主要与当地的农耕历史、文化风俗息息相关^[26],乡土风俗、村规民约及经济价值等因素也对古树分布有较大影响^[27]。

相关性分析表明,古樟树的树高、胸径和冠幅之间具有极显著的正相关性,说明古樟树胸径越大、冠幅越大、树高也越高。古樟树的树龄、树高、胸径、冠幅与海拔、坡度呈正相关,与温度和降雨类环境因子呈极显著负相关,即古樟树在山地高海拔地区比平原、丘陵等沿海地区生长的更为挺拔、健壮。可能因为沿海地区温度相对较高、紫外线强,且经常遭受高温、暴雨、台风等极端天气影响,冠幅小、高度小能最大程度减少外界极端气候对树体的损伤,是古树长期适应区域环境的结果。古樟树与年均日温差、季节温度差、年均温度差、最干月降雨量、最干季降雨量和最冷季降雨量呈显极显著正相关。粤北山区是广东省最寒冷的地区,年均日温差、年均温度差变化较大,同时,广东省干旱季节也是一年当

中最冷、降雨量最少的月份。

线性混合模型参数估值结果表明,固定效应中年均降雨量、海拔和年均温度是影响古樟树树龄、树高、胸径和冠幅的重要因子,坡向和等温性的影响较小。随机效应中寄生、根系裸露和树洞对古樟树树龄、树高、胸径和冠幅的影响最大,环境污染物、根部通气透水性和病虫害的影响较小。

本研究基本摸清了广东省古樟树资源的空间分布特征、树龄结构特征和生长状态,初步探明了影响古樟树生长和分布的主要因子,研究结果对指导古樟树的保护、复壮和保育具有重要意义。然而,因古樟树的生长指标、环境因子等数据不够完善,缺乏土壤和极端天气数据,同时,也未考虑受保护状况、复壮措施、迁移等对古樟树生长的影响。在今后的研究中,完善生长指标和环境因子,同时考虑时间和空间尺度的变化对比,研究结果将更加合理、科学。

参考文献

- [1] 陈怡君,周泽敏,黎祖尧.樟树文化内涵及其在生态文明建设中的传承与发扬[J].中南林业科技大学学报(社会科学版),2020,14(5):14-19.
- [2] 周泽敏,杨飞强,陈怡君,等.樟树欣赏沿革及美学内涵研究[J].南方林业科学,2022,50(1):56-60.
- [3] 关传友.论樟树的栽培史与樟树文化[J].农业考古,2010(1):286-292.
- [4] 王婷婷,董嘉莹.樟树文化内涵的探讨[J].中国城市林业,2013,11(4):58-60.
- [5] HUANGL, JINC, PANYJ, et al. Human activities and species biological traits drive the long-term persistence of old trees in human-dominated landscapes[J]. Nature Plants, 2023, 9: 898-907.
- [6] PEDERSON N. External characteristics of old trees in the eastern deciduous forest[J]. Natural Areas Journal, 2010, 30(4): 396-407.
- [7] BLCHARSKAM, MIKUSINSKI G. Incorporating social and cultural significance of large old trees in conservation policy[J]. Conservation Biology, 2014, 28(6): 1558-1567.
- [8] PUNCHI-MANAGE R, WIEGAND T, WIEGAND K, et al. Neighborhood diversity of large trees shows independent species patterns in a mixed dipterocarp forest in Sri Lanka[J]. Ecology, 2015, 96(7): 1823-834.
- [9] LINDENMAYER D B, BLANCHARD W, BLAIR D, et al. Environmental and human drivers influencing large old

- tree abundance in Australian wet forests[J]. *Forest Ecology and Management*, 2016, 372: 226-235.
- [10] 刘大伟, 王宇健, 谢春平, 等. 安徽省一级古树的资源特征及影响因子分析[J]. *植物资源与环境学报*, 2020, 29(1): 59-68.
- [11] 周罗亭, 王雅琪, 邓莉兰. 蒙自市古树名木调查研究[J]. *林业调查规划*, 2022, 47(3): 143-146.
- [12] 李涛, 魏丹, 张耕, 等. 广东省古树群分布特征及生物学特征研究[J]. *林业与环境科学*, 2022, 38(6): 166-171.
- [13] 陈秋菊, 郭盛才, 陈盼. 广东省古树名木资源现状及分布研究[J]. *林业调查规划*, 2019, 44(5): 172-175, 180.
- [14] 韩乐乐, 黄万梅, 朱桂才. 枝江市古树名木信息化管理系统的构建及应用[J]. *长江大学学报(自科版)*, 2019, 16(2): 69-73.
- [15] 邓建辉. 古树名木的养护复壮措施: 以永泰嵩口古榕树养护复壮为例[J]. *福建林业*, 2020, (3): 44-48.
- [16] 盛大勇, 牛晓楠, 邓仿东, 等. 惠州市惠城区古树资源健康状况评价[J]. *惠州学院学报(自然科学版)*, 2018, 38(6): 51-54.
- [17] 陈秋菊, 刘新科, 练丽, 等. 广东省古树名木资源活化利用模式探究[J]. *林业调查规划*, 2021, 46(6): 95-97, 189.
- [18] 王东秀, 车瑞, 朱宇钊, 等. 广东省古树名木保护和开发利用: 以绿美古树乡村建设为例[J]. *林业与环境科学*, 2021, 37(6): 163-168.
- [19] 李程, 罗鹏, 邓秀秀, 等. 古树名木生长状况与环境因子关系研究: 以浙江省古樟树为例[J]. *中南林业科技大学学报*, 2015, 35(11): 86-93.
- [20] 广东年鉴编纂委员会. 广东年鉴(2022)[M]. 广州: 广东年鉴社, 2022.
- [21] 郭盛才, 陈秋菊, 陈盼, 等. 广东省新一轮古树名木资源普查成果报告[R]. 广州: 广东省绿化委员会办公室, 广东省林业调查规划院, 2019.
- [22] 国家林业局. 古树名木普查技术规范: LY/T2738—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 4.
- [23] 周威, 刘建军, 王京. 黄河中游地区古树健康诊断标准及其应用[J]. *西南林业大学学报*, 2016, 36(6): 58-63.
- [24] 苏纯兰, 陈葵仙, 胡秋艳, 等. 基于层次分析法构建东莞市古树名木健康评价体系[J]. *林业与环境科学*, 2016, 32(2): 57-62.
- [25] 黄应锋, 孙冰, 廖绍波, 等. 深圳市古树资源特征与分布格局[J]. *植物资源与环境学报*, 2015, 24(2): 104-111.
- [26] 魏丹, 郑昌辉, 叶广荣, 等. 广东省古树资源分布及文化要素研究[J]. *西北林学院学报*, 2021, 36(6): 181-187.
- [27] 谭志权, 陈盼. 广东省一级古树资源现状及空间分布研究[J]. *林业调查规划*, 2022, 47(6): 145-148.