

武夷山黄山松林主要种群的地形格局

宋萍¹, 洪伟¹, 吴承祯¹, 封磊¹, 兰思仁²

(1. 福建农林大学, 福建 福州 350002; 2. 福州国家森林公园, 福建 福州 350012)

摘 要: 根据样地调查所获得的基本数据, 探讨了武夷山黄山松林 8 个主要种群沿小地形梯度的格局特征。结果显示: 黄山松种群重要值随海拔梯度的增加呈上升趋势, 在 $> 1\,550\text{ m}$ 海拔梯度上显示出明显的优势地位, 其在各坡度梯度和坡向梯度上优势地位都很明显; 揭示了黄山松林 8 个主要种群沿山地地形梯度的数量变化特征及其分布的间断状况, 显示了彼此之间鲜明的地形格局差异, 反映出各主要种群对地形环境的适应力及其差异。

关键词: 武夷山; 黄山松林; 主要种群; 地形格局

中图分类号: Q948

文献标识码: A

地形是环境状况的一种综合反映, 同时又在空间上表现了直观的梯度特征, 将地形特征加以分解定义, 可以很好地反映植物的多维环境因子水平^[1]。已有研究表明, 海拔、坡向和坡度是具有显著生态学效应的小地形特征指标, 且相互间没有显著的相关性^[2]。

黄山松 (*Pinus taiwanensis*) 为我国特有树种, 产于浙、台、闽、皖、赣、湘、鄂等省的中山地区^[3-4], 其干形通直, 材质良好, 强度和硬度较高, 更新容易, 病虫害较少, 生长持续时间长, 宜于培育大径材, 是产区较高山地重要的绿化和用材树种^[5-7]。目前黄山松林群落种群地形格局的研究尚未见报道, 本文通过对武夷山自然保护区黄山松林分布的山地地形特征加以分解, 将海拔、坡度和坡向作为梯度轴, 以基于环境梯度的群落格局分析, 对黄山松林主要种群沿山地地形的分布特征及存在的差异、各主要种群对环境因子适应性等进行描述和解释, 从而为武夷山自然保护区黄山松林的持续经营管理与开发利用、制定合理的营林措施等提供一定的理论依据。

1 研究区概况

福建省武夷山国家级自然保护区位于福建省武夷山、建阳、光泽、邵武 4 县(市)交界处, 北部与江西省毗连。地处 $27^{\circ}33' \sim 27^{\circ}54' \text{N}$, $117^{\circ}27' \sim 117^{\circ}51' \text{E}$, 总面积 $56\,527\text{ hm}^2$ 。它是世界同纬度现存面积最大, 保存最完整的中亚热带森林生态系统, 1979 年被国务院列为重点自然保护区。1987-09 加入联合国教科文组织“人与生物圈”计划的国际生物圈保留地网。本区气候属于典型的亚热带季风气候, 年平均气温 $8.5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最低温零下 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, 年降水量 $1\,486 \sim 2\,150\text{ mm}$, 年蒸发量 $1\,000\text{ mm}$ 左右, 相对湿度 $78\% \sim 84\%$, 无霜期 $253 \sim 272\text{ d}$ 。土壤主要有红壤、黄红壤、黄壤和山地草甸土, 土壤呈酸性。区内植物种类丰富, 群落类型多样。黄山松林主要分布于海拔 $700 \sim 2\,150\text{ m}$, 组成纯林或与其他树种混生成林。

2 研究方法

2.1 调查方法

在福建省武夷山自然保护区黄山松混交林内海拔

收稿日期 (Received date): 2004-05-04; 改回日期 (Accepted): 2004-06-26.

基金项目 (Foundation item): 福建省科技厅重大资助项目 (2001Z025)、福建省自然科学基金资助项目 (B010021)。[The Key of Project of the Provincial Science and Technology Department of Fujian, China (2001Z025) and the Povicial Natural Science Foundation of Fujian (B010021).]

作者简介 (Biography): 宋萍 (1977-), 女 (汉族), 黑龙江省尚志人, 助教, 主要从事数量生态学研究。E-mail: songpinghj@163.com. [Song Ping (1977-), female (the Han nationality), Shangzhi County in Heilongjiang Province by origin, assistant, interested in quantitative ecological research.]

1 450~1 950 m, 以 100 m 为间隔, 兼顾不同的小地形设置样地, 样地大小为 20 m×30 m, 划分为 5 m×5 m 的小样方进行调查。调查内容包括: 1) 群落结构: 测量和记录样方内胸径 ≥ 2 cm 的所有植株的种名、高度、胸径; 2) 地形因子: 测量、记录反映中尺度的海拔和小尺度的坡度、坡向 3 个小地形要素。

2.2 分析方法

分别以样方小地形的海拔、坡度、坡向作为梯度轴, 根据实测数据, 海拔以 100 m 为间隔划分

梯度水平, 坡度以 5° 为单位划分, 以各水平坡度中值为标志值, 坡向以正北方向为 0° , 沿顺时针方向以 45° 为梯度水平进行划分。

分别统计各物种在总样方中的重要值 [重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对优势度) $\times 100 \div 3$]。考虑到群落优势种和常见种对群落的意义^[8], 也为了统计方便, 选取群落中重要值排在前 8 位的主要种群 (表 1), 统计其在各地形梯度水平上的重要值, 作为各主要种群在各小地形梯度上的表现特征, 进行地形格局的数量分析。

表 1 武夷山黄山松林主要种群的重要值

Table 1 Important value of dominant populations of *pinus taiwanensis* forest in Wuyi Mountain

| 种群 Population | 相对多度 Relative abundance | 相对频度 Relative frequency | 相对优势度 Relative dominance | 重要值 Important value |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1 黄山松 <i>Pinus taiwanensis</i> | 27.67 | 97.62 | 45.54 | 56.94 |
| 2 吊钟花 <i>Enkianthus quinqueflorus</i> | 21.24 | 76.19 | 9.70 | 35.71 |
| 3 鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i> | 10.78 | 54.76 | 7.52 | 24.36 |
| 4 木荷 <i>Schima superba</i> | 5.39 | 47.62 | 8.13 | 20.38 |
| 5 南方铁杉 <i>Tsuga tchekiangensis</i> | 4.14 | 50.00 | 5.49 | 19.88 |
| 6 豆梨 <i>Pyrus calleryana</i> | 3.16 | 40.48 | 2.02 | 15.22 |
| 7 粗柄杜鹃 <i>Rhododendron pachpodum</i> | 4.96 | 30.95 | 2.78 | 12.90 |
| 8 云锦杜鹃 <i>Rhododendron fortunei</i> | 2.23 | 30.95 | 2.01 | 11.73 |

3 结果与分析

3.1 海拔梯度上的格局

海拔由低到高的变化指示了由低温到高温的温度梯度。从武夷山黄山松林主要种群重要值在各海拔高度的分布来看 (图 1, 表 2), 各物种在各海拔高度的重要值变化不一。群落优势种黄山松种群随海拔升高重要值呈上升趋势, 在海拔高度 1 950 m 具有最大的重要值分布, 在海拔高度 1 650 ~ 1 950 m, 其重要值较其他主要种群基本上是最大的, 优势地位明显, 而在 1 450 m 和 1 550 m 的海拔高度, 重要值略低于鹿角杜鹃和木荷, 优势地位稍低。上述情况也说明武夷山黄山松种群较其他主要种群更适合于在高海拔地区生长, 其分布的海拔上限要高于 1 950 m。群落中的吊钟花除在海拔 1 550 m 产生缺失外, 在其余海拔高度上都有较大的重要值分布, 优势地位较明显, 说明其对海拔高度的适生能力较强, 而其中产生缺失的原因, 可能是与样方的设置有关。鹿角杜鹃和木荷两个种群在海拔高度 1 450 m 与 1 550 m 的地段, 重要值分布超过黄山松种群, 表现出优势作用, 随海拔升高,

两者的重要值基本上都呈下降趋势, 表明这两个种群更适合在相对较低的海拔高度地区生长, 对分布区的温度条件具有一定的要求。南方铁杉和豆梨两个种群重要值在海拔 1 450 m 和 1 550 m 的地区没有分布, 其主要分布在海拔 1 650 ~ 1 950 m 间, 其中南方铁杉在各梯度上的重要值差异不大, 而豆梨随海拔梯度的升高, 重要值呈上升趋势, 这两个种群与黄山松的伴生关系较密切。粗柄杜鹃和云锦杜鹃这两个杜鹃属的主要种群, 重要值基本上集中分布于海拔 1 650 ~ 1 750 m, 分布的海拔阈限相对其他主要种群要小, 环境适应幅度相对较小。

3.2 坡度梯度上的格局

坡度既反映了地貌的稳定性, 也指示了生境的水分条件^[1]。武夷山黄山松林主要种群的坡度选择存在一定的差异 (图 2, 表 2)。黄山松种群在坡度 35° 左右时具有最大的重要值分布, 其他坡度上的重要值也较大, 表明其在各坡度梯度的群落中都占据明显的优势地位, 适生的坡度范围较宽, 水分条件对种群分布的影响较小。吊钟花种群的重要值在坡度 30° 和 35° 左右较大, 优势地位明显, 而在 25° 与 40° 左右坡度上略有减小, 但总体上, 种群沿坡度的分布范围较宽, 对水分的适应力较强。鹿角

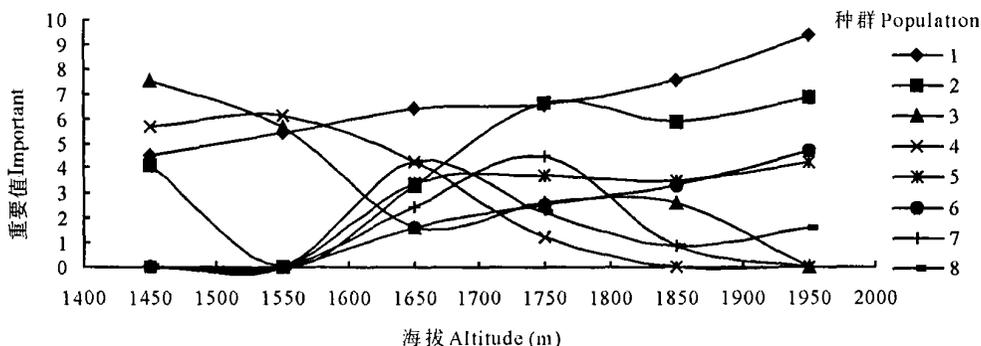


图 1 武夷山黄山松林主要种群重要值的海拔梯度格局

Fig. 1 The pattern of important value of dominant populations of *Pinus taiwanensis* forest along the altitude gradient in Wuyi Mountain

杜鹃种群在坡度 40°左右上的重要值明显高于其他坡度, 并且高于同坡度上的其他主要种群, 表现出优势作用, 同时表明其对干旱环境具有一定的适应能力。木荷种群的重要值主要分布于 25°左右和 40°左右, 在这两个坡度范围内, 占据着一定的优势地位。南方铁杉、豆梨、粗柄杜鹃、云锦杜鹃 4 个种群在坡度 40°左右没有重要值分布, 显示出山地坡度对这些种群分布的影响, 其中南方铁杉在 25°~35°左右的坡度上重要值分布较均匀, 豆梨在 35°左右的坡度上种群具有一定的优势作用, 粗柄杜鹃和云锦杜鹃重要值主要分布在 25°和 35°左右的坡度上, 粗枝杜鹃在 35°左右的坡度上略显优势地位, 而云锦杜鹃在 25°左右的坡度梯度群落中占据较明显的优势地位。

3.3 坡向梯度上的格局

坡向的变化反映了环境中光照的强弱变化^[1]。武夷山黄山松林群落主要分布于山地阴坡和半阴坡

上(图 3, 表 2), 显示出群落物种的耐荫性。优势种黄山松种群重要值在 4 个坡向梯度上都有较大的分布, 其在各坡向梯度群落中都具有明显的优势地位。鹿角杜鹃和木荷 2 个种群的重要值在各坡向梯度上都有分布, 并且在 NW0°~NW45°的阴坡上表现出明显的优势作用, 而在其他 3 个坡向梯度上两者的优势地位都不明显。除上述 3 个种群, 其余主要种群在 NW0°~NW45°的阴坡都没有重要值分布, 可能与样方设置有关, 因为这些主要种群在 NE0°~NE45°的阴坡上都有重要值分布。其中吊钟花重要值在其余 3 个坡向梯度上较大, 且分布较均匀, 优势地位明显; 南方铁杉在 NE45°~NE90°的半阴坡上的重要值高于其他坡向梯度; 豆梨在其余 3 个坡向梯度上的重要值分布差异不大; 粗柄杜鹃的重要值主要分布于 NE0°~NE90°的阴坡和半阴坡上, 且在 NE45°~NE90°的半阴坡上重

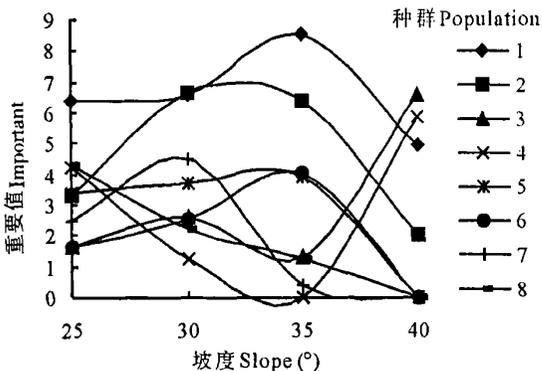


图 2 武夷山黄山松林主要种群重要值的坡度梯度格局

Fig. 2 The pattern of important value of dominant populations of *Pinus taiwanensis* forest along the slope gradient in Wuyi Mountain

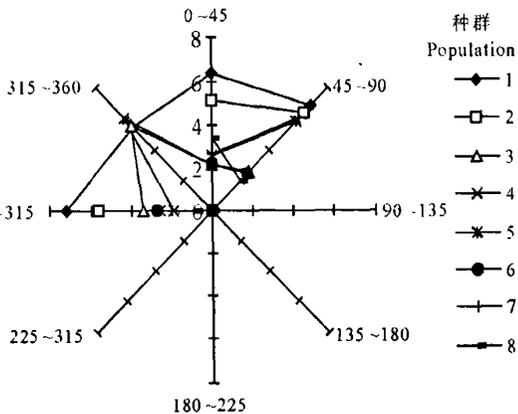


图 3 武夷山黄山松林主要种群重要值的坡向梯度格局

Fig. 3 The pattern of important value of dominant populations of *Pinus taiwanensis* forest along the aspect gradient in Wuyi Mountain

表2 武夷山黄山松林主要种群在地形梯度上的重要值分布

Table 2 Distribution of important value of dominant populations of *Pinus taiwanensis* forest along the topographical gradient in Wuyi Mountain

| 种群 Population | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 海拔 Altitude (m) | 1 450 | 4.510 | 4.099 | 7.513 | 5.691 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 1 550 | 5.438 | 0.000 | 5.643 | 6.093 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 1 650 | 6.420 | 3.340 | 1.630 | 4.252 | 3.395 | 1.649 | 2.487 | 4.301 |
| | 1 750 | 6.591 | 6.660 | 2.608 | 1.249 | 3.734 | 2.529 | 4.482 | 2.225 |
| | 1 850 | 7.571 | 5.858 | 2.646 | 0.000 | 3.488 | 3.312 | 0.815 | 0.864 |
| | 1 950 | 9.475 | 6.890 | 0.000 | 0.000 | 4.279 | 4.741 | 0.000 | 1.661 |
| 坡度 Slope (°) | 25 | 6.420 | 3.340 | 1.630 | 4.252 | 3.395 | 1.649 | 2.487 | 4.301 |
| | 30 | 6.591 | 6.660 | 2.608 | 1.249 | 3.734 | 2.529 | 4.482 | 2.225 |
| | 35 | 8.523 | 6.374 | 1.323 | 0.000 | 3.884 | 4.027 | 0.408 | 1.263 |
| | 40 | 4.974 | 2.050 | 6.578 | 5.892 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 坡向 Aspect | 0~45° | 6.379 | 5.104 | 2.154 | 2.126 | 2.517 | 2.127 | 2.655 | 3.398 |
| | 45~90° | 6.843 | 6.452 | 2.537 | 2.497 | 5.828 | 2.452 | 6.140 | 1.954 |
| | 270~315° | 7.185 | 5.616 | 3.386 | 1.894 | 2.589 | 2.684 | 0.272 | 0.842 |
| | 315~360° | 5.438 | 0.000 | 5.643 | 6.093 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

要值较大,在此坡向群落中种群略显优势,云锦杜鹃重要值集中分布于NE0°~NE45°阴坡上。

4 结语

通过上述分析,我们对武夷山黄山松林主要种群沿海拔、坡度、坡向的格局特征有了一个比较清楚的认识:

1. 黄山松种群重要值随海拔梯度的增加呈上升趋势,在高于1550m的海拔梯度上显示出明显的优势地位;吊钟花在1550m海拔梯度上产生缺失,但在其他海拔梯度上种群占据着一定的优势地位;鹿角杜鹃和木荷在海拔1450m和1550m高度上具有比其他种群更大的重要,但随海拔继续升高,重要值呈下降趋势;南方铁杉和豆梨主要分布在海拔1650~1950m间;粗柄杜鹃、云锦杜鹃基本集中分布于1650m与1750m海拔梯度上。

2. 黄山松种群在各坡度梯度上优势地位都比较明显;鹿角杜鹃和木荷在40°左右的坡度上,优势地位超过黄山松,但在其他坡度上优势地位不明显;南方铁杉、豆梨、粗柄杜鹃、云锦杜鹃4个种群在坡度40°左右产生缺失,其中南方铁杉在其余坡度上重要值分布差异不大,豆梨在35°左右的坡度上种群略显优势,粗柄杜鹃和云锦杜鹃主要分布在25°和35°左右的坡度上,并且分别在35°和25°左右的坡度梯度上显出一定的优势作用。

3. 各主要种群基本上分布于半阴坡和阴坡山地上。除黄山松、鹿角杜鹃和木荷3个种群在各阴坡和半阴坡梯度上均有重要值分布外,其余6个主

要种群在NW0°~NW45°的阴坡上产生缺失,可能与样地设置有关。黄山松种群在各坡向梯度上都占据着优势地位;鹿角杜鹃和木荷在NW0°~NW45°的阴坡上表现出明显的优势作用;吊钟花在其分布的坡向梯度上优势地位比较明显;南方铁杉在NE45°~NE90°的半阴坡上具有较大的重要值;豆梨在3个坡向梯度上的重要值分布较一致;粗柄杜鹃的重要值主要分布于NE0°~NE90°的阴坡和半阴坡上;云锦杜鹃重要值集中分布于NE0°~NE45°的阴坡上。

参考文献 (Reference):

- [1] Shen Zehao, Fang Jingyun. Niche comparison of two *Fagus* species based on the topographic patterns of their population [J]. *Acta phytoecologica Sinica*, 2001, 25 (4): 392~398. [沈泽昊, 方精云. 基于种群分布地形格局的两种水青冈生态位比较研究 [J]. 植物生态学报, 2001, 25 (4): 392~398.]
- [2] Shen Zehao, Zhang Xinshi, Jinyixing. Gradient analysis of the influence of mountain Topography on vegetation pattern [J]. *Acta phytoecologica Sinica*, 2000, 24 (4): 430~435. [沈泽昊, 张新时, 金义兴. 地形对亚热带山地景观尺度植被格局影响的梯度分析 [J]. 植物生态学报, 2000, 24 (4): 430~435.]
- [3] Hong Wei, Wu Chengzhen, Lin Chenglai, et al. Study on growth law of dominance of *Pinus taiwanensis* population in Longxi mountain [J]. *Journal of Fujian college of forestry*, 1997, 17 (2): 97~101. [洪伟, 吴承祯, 林成来, 等. 龙栖山黄山松种群优势度增长规律研究 [J]. 福建林学院学报, 1997, 17 (2): 97~101.]
- [4] Bi Xiaoli, Hong Wei, Wu Chengzhen, et al. Study on fractals of crown breath of different tree in *Pinus taiwanensis* forests [J]. *Journal of Fujian college of forestry*, 2001, 21 (4): 347~350. [毕晓丽, 洪伟, 吴承祯, 等. 黄山松林不同树种树冠分形特征

- 研究 [J]. 福建林学院学报, 2001, 21 (4): 347~350.]
- [5] Wu Chengzhen, Hong Wei, Linchenglai. Study on quantitative dynamics of *Pinus taiwanensis* population [J]. *Journal of Zhejiang college of forestry*, 1998, 15 (3): 274~279. [吴承祯, 洪伟, 林成来. 黄山松种群数量动态研究 [J]. 浙江林学院学报, 1998, 15 (3): 274~279.]
- [6] Feng Lei, Hong Wei, Wu Chengzhen, et al. A study on spatial distribution pattern and sampling technique of population in natural *Pinus taiwanensis* communities [J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 2002, 36 (3): 243~247. [封磊, 洪伟, 吴承祯, 等. 天然黄山松群落种群分布格局取样技术的研究 [J]. 河南农业大学学报, 2002, 36 (3): 243~247.]
- [7] Feng Lei, Hong Wei, Wu Chengzhen, et al. A study of competitive index and growing model of *Pinus taiwanensis* [J]. *Acta Agricuturae Universitatis Jiangxiensis*, 2002, 24 (2): 251~254. [封磊, 洪伟, 吴承祯, 等. 天然黄山松竞争指标及林分竞争生长模型的研究 [J]. 江西农业大学学报 (自然科学版), 2002, 24 (2): 251~254.]
- [8] Shen Zehao, Zhang Xinshi, Jinyixing. An analysis of the topographical patterns of the chief woody species at Dalaoing Mountain in the Three Gorges Region [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2000, 24 (5): 581~589. [沈泽昊, 张新时, 金义兴. 三峡大老岭地区主要木本植物分布的地形格局 [J]. 植物生态学报, 2000, 24 (5): 581~589.]

Topographical Pattern of Dominant Populations of *Pinus taiwanensis* Forest in Wuyi Mountain

SONG Ping¹, HONG Wei¹, WU Chengzhen¹, FENG Lei¹, LAN Siren²

(1. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2. National Park of Forest in Fuzhou, Fuzhou 350012, China)

Abstract: Altitude, slope and aspect which indirectly reflected the change of heat, moisture and illumination of environment respectively being viewed as environmental gradient axis and important value of population as expression property, minor topographical distribution characteristics of dominant populations which were *Pinus taiwanensis*, *Enkianthus quinqueflorus*, *Rhododendron latoucheae*, *Schima superba*, *Tsuga tchekiensis*, *Pyrus calleryana*, *Rhododendron pachpodum* and *Rhododendron fortunei* in *Pinus taiwanensis* forest in Wuyi Mountain were discussed based on the essential data obtained by plot survey. The results indicated that increasing with ascension of altitude, *Pinus taiwanensis* population showed the obvious dominant station at the altitude higher than 1 550 m, as well as at all the slope and aspect gradients. Dominance of *Enkianthus quinqueflorus* population was obvious at each altitude gradient except the altitude of 1 550 m where the population took on absence and at the distributive aspect gradients. The important value of *Enkianthus quinqueflorus* was higher at the slope gradients of 30° and 35°. *Rhododendron latoucheae* and *Schima superba* populations possessed bigger important value than other populations at the altitude 1 450 m and 1 550 m, and dominant status of them was exhibited at the aspect gradients of NW0° to NW45° and exceeded *Pinus taiwanensis* at the slope gradient of 40°. *Tsuga tchekiensis* and *Pyrus calleryana* which mostly distributed at the altitude range of 1 650 m to 1 950 m were both absent at the slope of 40° and the aspect gradients of NW0° to NW45°. *Rhododendron pachpodum* and *Rhododendron fortunei* of which *Rhododendron pachpodum* mostly distributed at the aspect gradients of NE0° to NE90° and *Rhododendron fortunei* at NE0° to NE45° basically centered on the altitude of 1 650 m and 1 750 m and the slope of 25° and 35°. The study revealed the quantitative change characteristic and the discontinuous state of distribution of the eight dominant populations of *Pinus taiwanensis* forest in Wuyi Mountain along minor topographical gradient of mountain, showed obvious difference of the topographical pattern in relation to one another, and reflected the adaptability of dominant populations to minor topographical environment as well as the difference.

Key words: Wuyi Mountain; *Pinus taiwanensis* forest; dominant population; topographical pattern