

## 6种阔叶树幼林的林地土壤特性

许松葵<sup>1,2</sup>, 薛立<sup>2</sup>

(1 广东省林业种苗与基地管理总站, 广东 广州 510173; 2 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

**摘要:**为了合理利用土壤资源,实现森林的可持续发展,对3年生樟树 *Cinnamomum camphora*、大叶女贞 *Ligustrum lucidum*、观光木 *Tsoongiodendron odorum*、山杜英 *Elaeocarpus sylvestris*、乳源木莲 *Manglietia yuyuanensis* 和乐昌含笑 *Michelia chapensis* 6种阔叶树幼林的林地土壤特性进行了研究,并与杉木 *Cunninghamia lanceolata* 林地进行对比. 结果表明,与杉木林地相比,各林分的土壤容重下降8%~26%,非毛管孔隙度增加41%~103%,总孔隙度增加3%~19%,自然含水量显著增加41%以上,毛管持水量增加4%~44%.除了大叶女贞和樟树林地外,其余林地的毛管孔隙略有下降.除了樟树和乳源木莲林地的速效P外,各林地的土壤pH、有机质、全N、全P、全K、碱解N、速效P和速效K含量比杉木林地有所提高.除了观光木林地的微生物数量外,各林地的细菌、真菌和放线菌数量增加,脲酶、磷酸酶和过氧化氢酶增加.

**关键词:**阔叶幼林; 土壤物理性质; 土壤养分; 微生物, 酶

中图分类号: S714

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2010)04-0076-06

## Soil Characteristics of Six Young Broadleaved Stands

XU Song-kui<sup>1,2</sup>, XUE Li<sup>2</sup>

(1 General Administration of Forestry Seed and Seedling, Afforestation Base of Guangdong Province, Guangzhou 510173, China;  
2 College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** In order to utilize soil sources reasonably and realize continuing development of forests, soil characteristics of six young broadleaved stands of *Cinnamomum camphora*, *Ligustrum lucidum*, *Tsoongiodendron odorum*, *Elaeocarpus sylvestris*, *Manglietia yuyuanensis* and *Michelia chapensis* were studied. Compared with *Cunninghamia lanceolata* woodland, soil bulk density of the six woodlands decreased by 8% - 26%, non-capillary porosity increased by 41% - 103%, total porosity increased by 3% - 19%, natural moisture content increased over 41%, capillary moisture capacity increased by 4% - 44%, capillary porosity decreased slightly except for *C. camphora* and *L. lucidum* woodlands. Compared to *C. lanceolata* woodland, the pH values, organic matter, total N, total P, total K, alkalized N, available P and available K of the woodlands increased except for available P of *C. camphora* and *M. yuyuanensis* woodlands, and the numbers of bacteria, fungi and actinomyces, and activities of urease, acid phosphatase and catalase increased except for microorganism number of *T. odorum* woodland.

**Key words:** young broadleaved stands; soil physical property; soil nutrient; microorganism; enzyme

土壤是林木生长的载体,土壤肥力是土壤最基本的特征,也是土壤在植物生活的全部过程中,不间断地供给植物最大量的有效养分及水分的能力.土壤的理化性质对于林木生长及其生态效益有重要的

影响.土壤孔隙及其不同孔径的组合,往往决定土壤中的水分、空气和热特性;土壤有机质是森林生态系统中林木速效养分的来源.土壤养分、微生物和酶是森林生态系统的重要组成部分.广东省水热资源充

收稿日期: 2010-01-08

作者简介: 许松葵(1966—),男,高级工程师,硕士;通信作者: 薛立(1958—),男,教授,博士, E-mail: forxue@scau.edu.cn

基金项目: 广东省林业局科技项目“筛选林分改造优良树种”

沛,森林生长迅速,但是对土壤养分的消耗量大.因此,通过选择适宜的造林树种来维持地力,实现森林的可持续发展越来越受到重视.目前对广东成熟林的土壤进行过一定的研究,例如薛立等<sup>[1-4]</sup>研究了杉木 *Cunninghamia lanceolata*、马尾松 *Pinus massoniana*、马占相思 *Acacia mangium*、尾叶桉 *Eucalyptus urophylla*、火力楠 *Michelia macclurei*、荷木 *Schima superba* 和黎蒴林 *Castanopsis fissa* 等林分的土壤特性;邓鉴锋<sup>[5]</sup>报道了西樵山森林改造对林地土壤理化性质的影响;张汉永等<sup>[6]</sup>测定了桉树人工林的土壤主要肥力指标;骆土寿等<sup>[7]</sup>对广东莲花山白盆珠省级自然保护区内分布的6种森林土壤养分进行了研究;笔者等<sup>[8]</sup>研究了广州的木麻黄 *Casuarina equisetifolia* 等8种森林的土壤物理和化学性质.本文通过研究樟树等6种幼林的土壤状况,并与相邻的杉木林对比,可以评价林木生长及抚育措施对土壤物理性质、养分、微生物数量和酶活性的影响,有利于从营林的角度探讨如何合理利用森林土壤资源,维护地力,提高人工林生产力.

## 1 试验地概况

研究地点位于广东省韶关市曲江小坑林场,属中亚热带季风型气候区,有明显的湿热和干冷的大陆性气候特点.年均温度 20.1 °C,最热为7月份,平均 28.9 °C,极端最高气温 39.5 °C,最冷为1月份,平均气温 9.6 °C,极端最低温 -5.3 °C,年活动积温 7 300 °C.年平均降雨量 1 640 mm,集中于夏季.土壤类型为砂页岩发育的红壤,土层较深厚.由于气候温暖、湿润、多雨,植物生长繁茂,有利于有机质的分解<sup>[9]</sup>.

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置

试验林面积为 6.4 hm<sup>2</sup>,林地原为杉木人工林.造林前带状整地,全面割除芒草等植被,然后按株行距 2 m × 3 m 开穴,植穴规格 50 cm × 50 cm × 40 cm,每穴施 350 g 过磷酸钙.2005 年春季在小坑林场栽植樟树 *Cinnamomum camphora*、大叶女贞 *Ligustrum lucidum*、观光木 *Tsoongiodendron odorum*、山杜英 *Elaeocarpus sylvestris*、乳源木莲 *Manglietia yuyuanensis* 和乐昌含笑 *Michelia chapensis* 林各 1.07 hm<sup>2</sup>,林分密度为 1 600 株 · hm<sup>-2</sup>.在各林分内建立 400 m<sup>2</sup> 样地,每样地 3 个重复.造林第 1 年锄草 2 次,第 2 和第 3 年后各锄草 1 次.2008 年试验幼林概况见表 1.

表 1 试验幼林概况<sup>1)</sup>

Tab.1 General situation of the experimental young stands

树种	平均地径/cm	平均树高/m	平均冠幅/m
樟树	8.1 ± 2.7	3.1 ± 0.9	2.1 ± 0.6
大叶女贞	3.0 ± 1.3	2.3 ± 0.7	0.9 ± 0.4
观光木	4.0 ± 1.5	1.9 ± 0.3	1.2 ± 0.4
山杜英	7.5 ± 1.3	4.3 ± 1.0	1.5 ± 0.4
乳源木莲	3.1 ± 1.6	1.4 ± 0.6	0.7 ± 0.4
乐昌含笑	7.4 ± 1.6	3.5 ± 1.0	2.0 ± 0.6

1)表中数据为  $\bar{x} \pm SD$ .

### 2.2 土壤调查与取样

2005 年春季栽植苗木前和 2008 年春季在各样地和相邻杉木林(对照)的中部和四角 0 ~ 40 cm 土层进行 5 点取样(剖面离树穴 1.5 m,剖面位于翻垦带外),将 5 个上样混合成 1 个样品,过 2 mm 筛,分成 2 份:1 份土样保存在 4 °C 冰箱中用于分析微生物指标,1 份在室温(20 °C)下风干,研磨后用于土壤有机质、养分和酶的分析.在样地 15 ~ 25 cm 土层环刀取样带回实验室,进行物理性质分析<sup>[10]</sup>.

### 2.3 土壤理化性质与微生物指标测定

按文献[11]方法进行土壤 pH、N、P、K 和有机物的测定.微生物计数用稀释平板法测定<sup>[12]</sup>.脲酶采用比色法测定,酶活性以 37 °C 下培养 24 h 后 1 kg 土释放的 NH<sub>3</sub>-H 的质量(mg)表示;酸性磷酸酶活性采用磷酸苯二钠比色法测定,酶活性以 37 °C 下培养 2 h 后 1 kg 土消耗 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的质量(mg)表示;过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法测定,酶活性以常温条件培养 1 h 后 1 g 土消耗 0.1 mol · L<sup>-1</sup> KMnO<sub>4</sub> 的体积(mL)表示<sup>[13]</sup>.每指标做 3 个重复.

### 2.4 数据处理及聚类分析方法

试验数据均采用平均值 ± 标准差,并用 Duncan's 多重比较法进行差异显著性检验.聚类分析用系统聚类法进行.

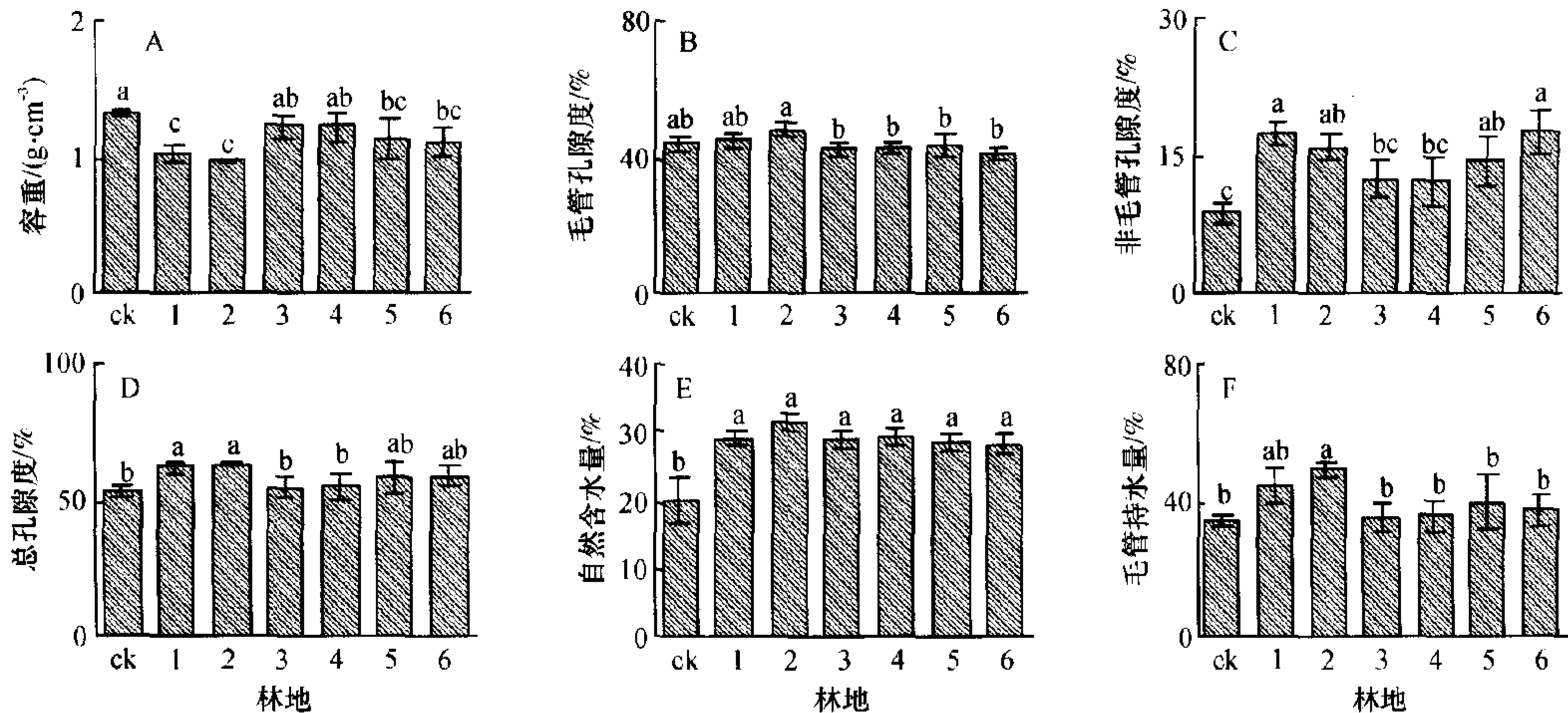
## 3 结果与分析

### 3.1 土壤物理性质

从图 1 可见,与杉木林(对照)相比,樟树和大叶女贞的土壤容重分别显著下降了 23% 和 26% ( $P < 0.05$ ),乳源木莲和乐昌含笑的土壤容重显著下降约 15% 和 17%,而观光木和山杜英的土壤容重降幅较小.与对照相比,大叶女贞林地的毛管孔隙度增加了 8%,樟树林地没有变化,其余林地的毛管孔隙度下降 1% ~ 7%,各林地的毛管孔隙度大小排序为大叶女贞林地 > 樟树林地 > 乳源木莲林地 > 山杜英林地 > 观光木林地 > 乐昌含笑林地.各林地的非毛管

孔隙度显著增加 ( $P < 0.05$ ), 增幅达 41% ~ 103%, 大小顺序为乐昌含笑林地 > 樟树林地 > 大叶女贞林地 > 乳源木莲林地 > 观光木林地 > 山杜英林地. 樟树和大叶女贞林地的总孔隙度分别显著增加了 16% 和 19% ( $P < 0.05$ ), 其余 4 种林地的总孔隙度也有所增加, 总孔隙度大小顺序为大叶女贞林地 > 樟树林地 > 乐昌含笑林地 > 乳源木莲林地 > 山杜英林地 > 观光木林地, 说明各林地按照以上顺序土体趋于疏

松, 土壤蓄水和通气能力增加. 各林地的自然含水量显著增加 41% 以上 ( $P < 0.05$ ), 表现为大叶女贞林地 > 山杜英林地 > 樟树林地 > 观光木林地 > 乳源木莲林地 > 乐昌含笑林地. 土壤毛细管孔隙多有利于水分保持, 因此, 毛细管孔隙最多的大叶女贞林地的毛细管持水量比 2005 年的土壤显著增加 44% ( $P < 0.05$ ), 樟树、乳源木莲、乐昌含笑、观光木和山杜英林地分别增加了 30%、17% 和 10%、5% 和 4%.



ck: 杉木 *Cunninghamia lanceolata* (对照); 1: 樟树 *Cinnamomum camphora*; 2: 大叶女贞 *Ligustrum lucidum*; 3: 观光木 *Tsoongiodendron odorum*; 4: 山杜英 *Elaeocarpus sylvestris*; 5: 乳源木莲 *Manglietia yuyuanensis*; 6: 乐昌含笑 *Michelia chapensis*; 每图中, 柱形图上方凡具有一个相同小写英文字母, 表示差异不显著 (Duncan's 多重比较法,  $P > 0.05$ ).

图1 土壤物理性质

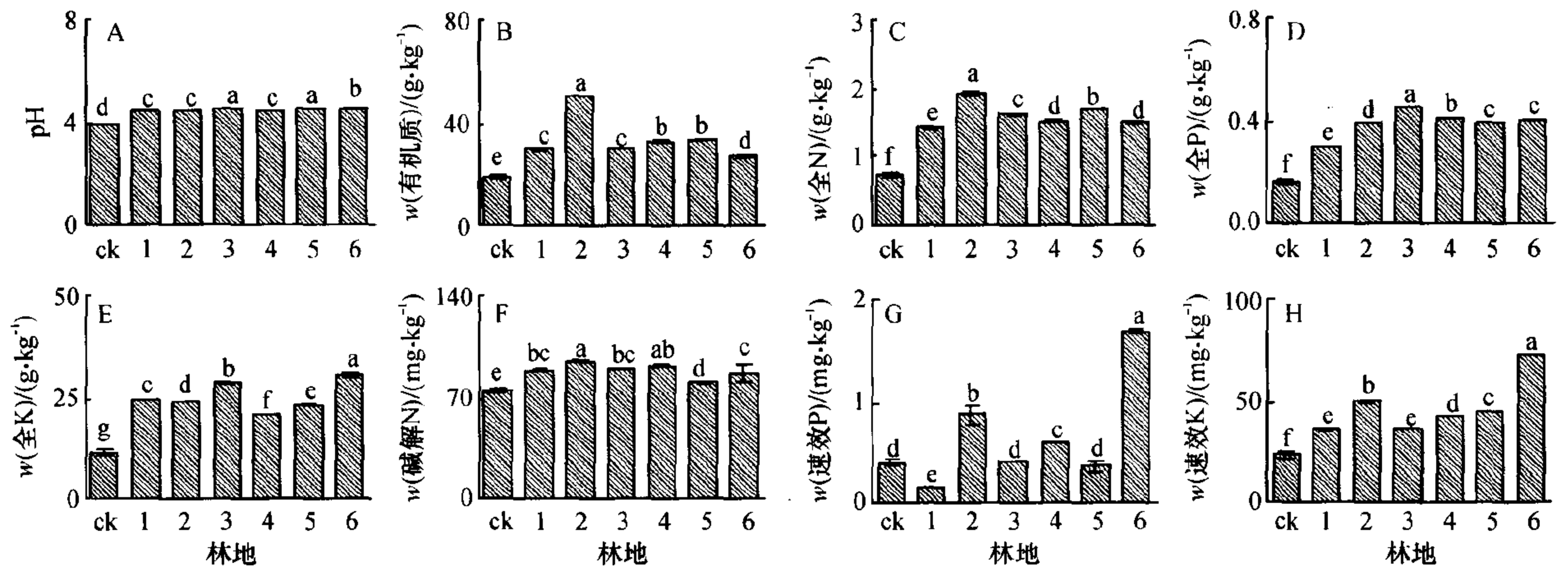
Fig. 1 Soil physical properties

杉木林的针叶凋落物分解慢, 有机质含量低, 造成土壤容重大、孔隙少和含水量低, 而阔叶幼林改善了土壤物理性质. 6 种幼林中, 樟树和大叶女贞林的土壤容重小、孔隙多、含水量高, 土壤保水性和通气性好; 观光木和山杜英的土壤容重大、孔隙少、毛管持水量少, 土壤保水性一般, 而通气性好; 乳源木莲和乐昌含笑林的土壤保水性和通气性中等. 锄草抚育和幼林的凋落物在 6 种幼林形成明显的死地被物层. 其中观光木和山杜英林的死地被物干质量小, 而凋落物是森林土壤有机质的主要来源, 凋落物干质量小造成土壤有机质减少, 构成团聚体的能力下降, 导致土壤孔隙减少和容重增加, 而毛管孔隙减少导致土壤持水量下降.

### 3.2 土壤有机质和养分

由图 2A 可见, 各林地的 pH 比对照显著提高 ( $P < 0.05$ ), 增加幅度为 0.40 ~ 0.54, 排序大小为观光木林地 > 乳源木莲林地 > 乐昌含笑林地 > 大叶女贞、樟树和山杜英林地. 说明改种阔叶树种后, 林分凋落物导致土壤酸性降低.

各林地土壤的有机质含量比对照显著提高 38% ~ 165% ( $P < 0.05$ ), 大叶女贞林地的土壤有机质含量最高, 达  $50.80 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 其余 5 种林地的土壤有机质含量在  $26.54 \sim 33.44 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 排列顺序为乳源木莲林地 > 山杜英林地 > 观光木林地 > 樟树林地 > 乐昌含笑林地 (图 2B). 各林地土壤全 N 含量比对照显著提高 88% ~ 157% ( $P < 0.05$ ), 大叶女贞林地的高达  $1.93 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 乳源木莲和观光木林地较高, 分别为  $1.70$  和  $1.63 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 山杜英和乐昌含笑林地较低, 分别为  $1.52$  和  $1.51 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 樟树林地最低, 仅  $1.41 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  (图 2C). 樟树林地的土壤全 P 含量比对照显著提高 90% ( $P < 0.05$ ), 其余林地比对照显著提高 143% ~ 182% ( $P < 0.05$ ), 排列顺序为观光木林地 > 山杜英林地 > 乳源木莲和乐昌含笑林地 > 大叶女贞林地 > 樟树林地 (图 2D). 与对照相比, 各林地的土壤全 K 含量比对照显著提高 83% ~ 164% ( $P < 0.05$ ), 排列顺序为乐昌含笑林地 > 观光木林地 > 樟树林地 > 大叶女贞林地 > 乳源木莲林地 > 山杜英林地 (图 2E).



ck: 杉木 *Cunninghamia lanceolata* (对照); 1: 樟树 *Cinnamomum camphora*; 2: 大叶女贞 *Ligustrum lucidum*; 3: 观光木 *Tsoongiodendron odorum*; 4: 山杜英 *Elaeocarpus sylvestris*; 5: 乳源木莲 *Manglietia yuyuanensis*; 6: 乐昌含笑 *Michelia chapensis*; 每图中, 柱形图上方凡具有一个相同小写英文字母, 表示差异不显著 (Duncan's 多重比较法,  $P > 0.05$ ).

图2 土壤化学性质

Fig. 2 Soil chemical properties

各林地的碱解 N 含量分别比对照提高 8% ~ 28% ( $P < 0.05$ ), 排列顺序为大叶女贞林地 > 山杜英林地 > 观光木林地 > 樟树林地 > 乐昌含笑林地 > 乳源木莲林地 (图 2F). 乐昌含笑、大叶女贞和山杜英林地的土壤速效 P 含量比对照显著提高了 330%、123% 和 54% ( $P < 0.05$ ), 观光木和乳源木莲林地变化不大, 樟树林地比对照显著降低 61% ( $P < 0.05$ ) (图 2G). 各林地的速效 K 含量比对照显著增加 55% ~ 209% ( $P < 0.05$ ), 排列顺序为乐昌含笑林地 > 大叶女贞林地 > 乳源木莲林地 > 山杜英林地 > 观光木林地 > 樟树林地 ( $P < 0.05$ ) (图 2H).

土壤有机质是土壤养分库, 能改善土壤的化学性状<sup>[13]</sup>. 针叶纯林对土壤有机质的影响较弱<sup>[14]</sup>, 改为阔叶林后, 光照增强, 林下植被茂盛, 阔叶林凋落物和抚育产生大量的杂草残体, 显著增加了土壤有机质, 提高了林地的养分. 6 种林分中, 大叶女贞林地土壤的有机质、全 N 和碱解 N 含量居第 1 位, 速效 P 和速效 K 含量居第 2 位, 可以认为其改良土壤效果好. 乐昌含笑的土壤全 K、速效 P 和速效 K 含量高居第 1 位, 特别是速效 P 和速效 K 含量分别比对照和其他林地高 51% 和 44% 以上, 改善土壤 P 和 K 的效果好. 樟树林的土壤有机质含量居第 5 位, 全 N、全 P、速效 P 和速效 K 含量居第 6 位, 改良土壤效果弱. 其余林地的各种养分含量多居中等水平. 森林生态系统中有机质的积累在很大程度上受到死地被物的影响<sup>[15]</sup>. 大叶女贞和乐昌含笑林的死地被物储量是 6 种林分中最大的, 而森林凋落物是林地养分的主要

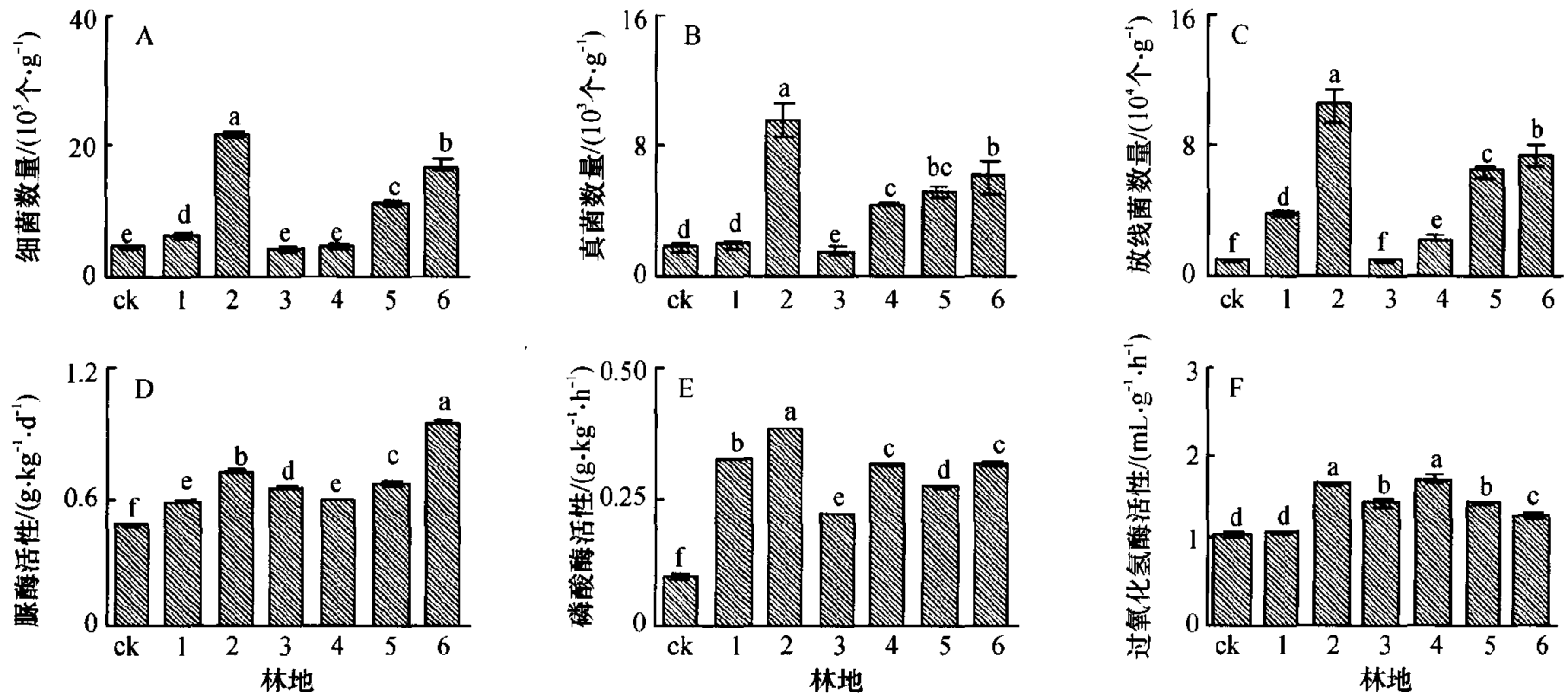
来源, 土壤速效 N 和 P 的主要补给者<sup>[16]</sup>. 丰富的凋落物造成了土壤有机质和土壤养分含量的增加.

### 3.3 土壤微生物和酶活性

6 个林地的细菌数量差异巨大. 与对照相比, 樟树、大叶女贞、乳源木莲和乐昌含笑林地的细菌数量显著增加了 51% ~ 416% ( $P < 0.05$ ), 其余林地无显著变化 (图 3A). 大叶女贞和乐昌含笑的细菌数量占据第 1 和第 2 位, 分别为其他 4 种林地的 1.9 和 1.4 倍以上, 乳源木莲林地的细菌数量中等, 其次是樟树林地, 而观光木和山杜英林地的细菌数量较少, 仅分别为大叶女贞林地细菌数量的 18% 和 20%.

土壤真菌数量随着林分的不同存在明显差异. 与对照相比, 观光木林地的真菌数量减少了 12%, 樟树林地增加了 10%, 其他林地显著增加了 88% ~ 474% ( $P < 0.05$ ). 大叶女贞林地的真菌数量最大, 为其他 5 种林地的 1.6 倍以上, 乐昌含笑和乳源木莲林地的真菌数量占据第 2 和第 3 位, 然后是山杜英林地, 而樟树和观光木林地的真菌数量少, 分别为大叶女贞林地真菌数量的 19% 和 15% (图 3B).

土壤放线菌数量为 大叶女贞林地 > 乐昌含笑林地 > 乳源木莲林地 > 樟树林地 > 山杜英林地 > 观光木林地 (图 3C). 观光木林地的放线菌数量与对照相同, 其他林地比对照显著增加 1.5 ~ 10.7 倍 ( $P < 0.05$ ). 大叶女贞林地的放线菌数量最大, 为其他 5 种林地的 1.4 倍以上, 乐昌含笑和乳源木莲林地的放线菌数量也大, 分别是其他 3 种林地的 1.9 和 0.7 倍以上.



ck: 杉木 *Cunninghamia lanceolata* (对照); 1: 樟树 *Cinnamomum camphora*; 2: 大叶女贞 *Ligustrum lucidum*; 3: 观光木 *Tsoongiodendron odorum*; 4: 山杜英 *Elaeocarpus sylvestris*; 5: 乳源木莲 *Manglietia yuyuanensis*; 6: 乐昌含笑 *Michelia chapensis*; 每图中, 柱形图上方凡具有一个相同小写英文字母, 表示差异不显著 (Duncan's 多重比较法,  $P > 0.05$ ).

图3 土壤微生物和酶活性

Fig. 3 Soil microorganism and enzyme activities

土壤酶催化土壤中的一切生物化学反应和物质循环, 其活性大小反映生物化学过程的强度和方向, 与土壤肥力关系密切. 与对照相比, 6种林地的脲酶活性显著增加了22%~103% ( $P < 0.05$ ), 呈现乐昌含笑林地 > 大叶女贞林地 > 乳源木莲林地 > 观光木林地 > 山杜英林地 > 樟树林地 (图3D). 脲酶活性与有机质和全N含量密切相关. 大叶女贞和乳源木莲林地的有机质和全N含量高, 因而脲酶活性也高, 这有利于有机分子中肽键的水解, 提高了土壤碱解氮的含量.

磷酸酶活性为大叶女贞林地 > 樟树林地 > 乐昌含笑林地 > 山杜英林地 > 乳源木莲林地 > 观光木林地 (图3E). 各林地磷酸酶活性比对照显著增加1.3~4.1倍 ( $P < 0.05$ ), 磷酸酶活性高, 能加速有机磷的循环, 提高P的有效性. 相对而言, 观光木林地磷酸酶活性低, 不利于其土壤的有机磷向无机磷转化.

与对照相比, 樟树林地的过氧化氢酶活性变化不大, 其余林地显著增加了22%~62% ( $P < 0.05$ ), 呈现山杜英林地 > 大叶女贞林地 > 观光木和乳源木莲林地 > 乐昌含笑林地 > 樟树林地 (图3F). 过氧化氢酶活性与土壤微生物数量有关, 也与植物根系有关, 可以用来表征土壤腐殖质化强度和有机质积累程度. 山杜英和大叶女贞林地的过氧化氢酶活性高表明其水解过氧化氢强度大, 碳素循环快和土壤腐殖质合成能力高, 促进了土壤有机质的积累.

林地的死地被物对于保持微生物数量有重要作用<sup>[17]</sup>. 大叶女贞林地死地被物数量大, 有机质和养分含量高, 有利于微生物数量的增加, 提高了脲酶、磷

酸酶和过氧化氢酶活性. 乐昌含笑林地的钾和磷丰富, 有利于微生物繁衍, 而酶与和微生物数量密切相关, 所以脲酶和磷酸酶活性高. 樟树林地的有机质和多数养分含量低, 供给土壤微生物生长代谢的营养物质少, 造成微生物数量少及脲酶和过氧化氢酶活性低.

### 3.4 土壤特性聚类分析

用聚类分析的方法对土壤理化性质进行了分析 (图4). 当阈值为0.9时, 可以将6种林分的土壤肥力分为4类. 第1类土壤为樟树林地, 第2类为大叶女贞林地, 第3类为乐昌含笑林地, 第4类土壤包括观光木林地、山杜英林地和乳源木莲林地.

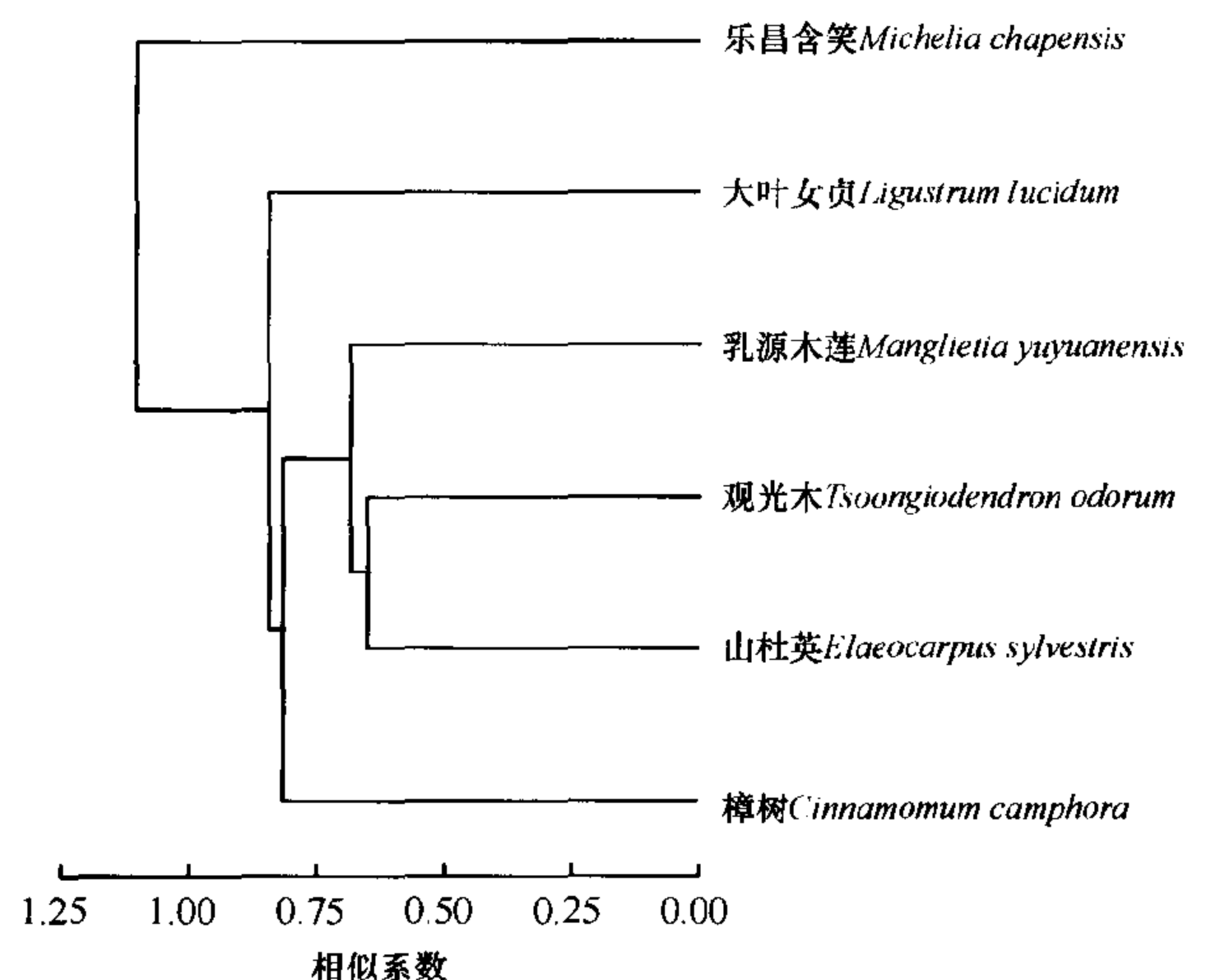


图4 不同林地的土壤聚类图

Fig. 4 Arborecence of soil fertility classification

第1类樟树林地的土壤容重小,孔隙多,含水量高,有机质和多数养分含量低,微生物数量小,脲酶和过氧化氢酶活性低,而磷酸酶活性高,土壤肥力低;第2类大叶女贞树林地的土壤容重小,孔隙多,含水量高,有机质和多数养分、微生物和酶活性位于6种林分的第1或第2位,土壤肥力高;第3类乐昌含笑林地土壤容重较小,毛管孔隙少,非毛管孔隙多,通气性好而保水性差,土壤有机质和N含量低,K和P丰富,微生物数量大,脲酶和磷酸酶活性高,而过氧化氢酶活性低,综合土壤肥力较高.第4类观光木、山杜英和乳源木莲林地土壤的各项物理指标、养分含量、微生物数量和酶活性多居中等水平,土壤肥力中等.

## 4 讨论与结论

土壤有机质是土壤养分库,能改善土壤的物理和化学性状,促进土壤生物活动.营造阔叶林后,土壤的生态功能得到改善,土壤容重变小,土壤孔隙状况明显改善,含水量较对照有显著提高.其中,樟树和大叶女贞树林地的土壤容重小、孔隙多、含水量高,土壤保水性和通气性好;观光木和山杜英的土壤容重大、孔隙少、毛管持水量少,土壤保水性一般,而通气性好;乳源木莲和乐昌含笑土壤保水性和通气性中等.阔叶林的凋落物及其林下植物的残体使各林地的有机质比对照显著增加,对土壤物理性质产生良好影响.另外,阔叶林及其林下植物的根系在土壤中穿插和死亡后留下的空隙使土壤疏松,容重减少,含水量增加.

阔叶林地的死地被物可以降低土壤酸性,增加土壤有机质含量,这有利于全量养分的积累.所以,各林地的土壤有机质和养分含量比杉木林地提高.土壤有机质和养分含量的提高,加上土壤水分条件的改善,促进了微生物的发育,使各林地的细菌、真菌和放线菌数量大幅增加.幼林根系及其残体、土壤动物及其遗骸和微生物数量的增加,促进了酶活性的增加.脲酶活性的提高有利于有机分子中肽键的水解,有利于土壤速效N的转化.磷酸酶活性高,能加速有机磷的循环,提高P的有效性.过氧化氢酶活性高有利于其土壤腐殖质合成和土壤有机质的积累.

用聚类分析方法对土壤理化性质进行分析,可以将6种林分的土壤肥力分为4类.第1类土壤为樟树林地,其土壤容重小,孔隙多,含水量高,有机质和多数养分含量低,微生物数量少,脲酶和过氧化氢酶活性低,而磷酸酶活性高,土壤肥力低;第2类为大叶女贞林地,其土壤容重小,孔隙多,含水量高,有机质和多数养分、微生物和酶活性位于6种林分的第1或2位,土壤肥力高;第3类为乐昌含笑林地,其土

壤容重较小,毛管孔隙少,非毛管孔隙多,通气性好而保水性差,土壤有机质和N含量低,K和P丰富,微生物数量大,脲酶和磷酸酶活性高,而过氧化氢酶活性低,综合土壤肥力较高.第4类为观光木、山杜英、乳源木莲林地,其各种土壤物理指标、养分含量、微生物数量和酶活性多居中等水平,土壤肥力中等.

### 参考文献:

- [1] 薛立,邝立刚,陈红跃,等.不同林分土壤养分、微生物与酶活性的研究[J].土壤学报,2003,40(2):280-285.
- [2] 薛立,赖日石,陈红跃,等.不同阔叶树种的生长及其对赤红壤肥力的影响[J].土壤学报,2003,40(5):795-799.
- [3] 薛立,吴敏,徐燕,等.几个典型华南人工林土壤的养分状况和微生物特性研究[J].土壤学报,2005,42(6):1017-1023.
- [4] 薛立,李燕,屈明,等.火力楠、荷木和黎蒴林的土壤特性及水源涵养的研究[J].应用生态学报,2005,16(9):1623-1627.
- [5] 邓鉴锋.西樵山森林改造对林地土壤理化性质的影响[J].广东林业科技,2005,21(2):14-18.
- [6] 张汉永,肖腊兴,唐国涛,等.梅州市桉树人工林土壤肥力调查[J].广东林业科技,2005,21(4):49-51.
- [7] 骆土寿,周光益,李意德,等.莲花山白盆珠自然保护区不同植被类型的土壤养分格局研究[J].广东林业科技,2005,21(2):9-13.
- [8] 许松葵,薛立,陈红跃,等.广州南沙典型林地土壤理化性质的研究[J].土壤通报,2006,37(1):36-40.
- [9] 许松葵,薛立.6种阔叶树种幼林的凋落物持水特性研究[J].水土保持通报,2010,30(1):59-62.
- [10] 曹鹤,薛立,谢腾芳,等.华南8种人工林的土壤物理性质研究[J].生态学杂志,2009,28(4):620-625.
- [11] 中国科学院南京土壤研究所.土壤理化分析[M].上海:上海科学技术出版社,1978.
- [12] 中国科学院南京土壤研究所微生物室.土壤微生物研究法[M].北京:科学出版社,1985.
- [13] 关松荫.土壤酶及其研究法[M].北京:农业出版社,1986.
- [14] 陈金林,俞元春,罗汝英,等.杉木、马尾松、甜槠等林分下土壤养分状况研究[J].林业科学研究,1998,11(6):586-591.
- [15] MORRISON I K, FOSTER N W. Fifteen-year change in forest floor organic and element content and cycling at the Turkey Lakes Watershed[J]. Ecosystems, 2001, 4: 545-554.
- [16] XIONG Yan-mei, XIA Han-ping, LI Zhi-an, et al. Impacts of litter and understory removal on soil properties in a subtropical *Acacia mangium* plantation in China[J]. Plant Soil, 2008, 304: 179-188.
- [17] 傅静丹,薛立,郑卫国,等.加勒比松(*Pinus caribaea*)凋落物对土壤性状的影响[J].林业科学研究,2009,22(2):303-307.