

南澳岛不同林分土壤理化特性

唐婕 肖可菁 林熙 刘小玲 杜澄举 陈红跃

(华南农业大学 林学与风景园林学院, 广东广州 510642)

摘要 文章以南澳岛 17 种典型林分作为研究对象, 采用环刀法分别对 17 种样地进行调查取样, 分析比较其土壤的理化特性。结果表明: (1) 17 种林分中, 台湾相思 *Acacia confusa* 和柠檬桉 *Eucalyptus citriodora* 混交林土壤容重最高, 达到 $1.32 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 而最低为台湾相思和鸭脚木 *Schefflera octophylla* 混交林, 为 $0.68 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。(2) 17 种林分中, 白鹭生态公园相思纯林土壤毛管持水量最高, 达到 $643.17 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 最低则为 $216.26 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 为台湾相思和尾叶桉 *Eucalyptus urophylla* 混交林。(3) 17 种林分土壤总孔隙度在 46.33%~74.04% 之间。(4) 土壤有机质含量最高的为枫香 *Liquidambar formosana* 纯林, 为 $42.86 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 最低是马尾松 *Pinus massoniana* 和其它阔叶树混交林, 含量只有 $7.71 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。总体而言, 台湾相思和鸭脚木混交林土壤疏松, 结构性较好, 而白鹭生态公园相思纯林土壤物理特性最好, 枫香纯林土壤化学特性最好。因此, 应加强对混交林的保护及抚育, 提高林分质量。

关键词 南澳岛; 土壤物理特性; 土壤化学特性

中图分类号: S714 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2021) 02-0105-06

Soil Physical and Chemical Properties of Different Stands in Nan'ao Island

TANG Jie XIAO Kejing LIN Xi LIU Xiaoling
DU Chengju CHEN Hongyue

(College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

Abstract The physical and chemical properties of soil in 17 typical stands on Nan'ao Island were analyzed by using the cutting ring method. The results showed that : (1) Among the 17 stands, the soil bulk density of *Acacia confusa* and *Eucalyptus citriodora* mixed forest was the highest ($1.32 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), and the lowest ($0.68 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) was that of *A. confusa* and *Schefflera octophylla* mixed forest. (2) Among the 17 stands, *Acacia* pure forest in Bailu Ecological Park had the highest soil capillary water capacity ($643.17 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), while the lowest was $216.26 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (*A. confusa* and *Eucalyptus urophylla* mixed forest). (3) The total soil porosity of 17 stands ranged from 46.33% to 74.04%. (4) The content of soil organic matter was the highest in pure *Liquidambar formosana* forest ($42.86 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), and the lowest in mixed *Pinus massoniana* and other broad-leaved trees, which was only $7.71 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. In general, the soil of *A. confusa* and *S. octophylla* mixed forest was loose and the soil structure was good, while the *A. confusa* pure forest had the best soil physical properties, and the *L. formosana* pure forest had the best soil chemical properties. Therefore, it is necessary to strengthen the protection and tending of mixed forests, improve the stand quality, and provide scientific basis for soil health management.

Key words Nan'ao Island; soil physical properties; soil chemical properties

* 基金项目: 广东省科技创新项目 (2017KJ CX010)。

第一作者: 唐婕 (1995—), 女, 硕士研究生, 研究方向为森林培育, E-mail: 2757104221@qq.com。

通信作者: 陈红跃 (1964—), 男, 教授, 主要从事森林培育教学和研究, E-mail: chenryue@scau.edu.cn。

海岛是地球进化中特殊的阶段产物,海水包围产生的隔离作用,可以反映出重要的地理学过程、生态系统过程、生物进化过程^[1]。将海岛上的植物区系看成是其物种库,物种库中的每个种类会占据一定的空间,并相互组合成不同的群落类型,在这样的特殊背景下,海岛林下土壤有着特殊的研究价值^[2]。南澳全县森林覆盖率、绿化率分别达到76.2%和97.5%,地带性典型植被是热带季雨林型的常绿季雨林。由于长期人为活动干扰,其原生植被已不复存在,人工林的结构和功能还有待优化^[3]。现状植被包括针叶林、竹林、经济林、防护林、次生林、灌草丛、草本沙生植被以及沼生植被等类型,分布面积较大的植被类型是台湾相思 *Acacia confusa* 林、马尾松 *Pinus massoniana* 林及两者混交林^[4]。土壤是林地生态系统的重要组成部分,在森林的生长发育中具有极其关键的作用^[5]。对南澳岛不同林分类型土壤特性进行研究,可了解不同林分对土壤健康状况的影响,为有针对性地进行土壤健康质量管理提供依据^[6]。

1 研究地概况

南澳海岛(以下简称“南澳岛”),位于广东省东南部海面,地理坐标为东经116°53′~117°19′,北纬23°11′~23°32′,东西长5.4 km,南北长4.4 km,总面积113.8 km²。南澳岛为南亚热带海洋性气候,年均日照时数2301 h,年均温21.5 °C,年降水量为1350.9 mm,其中4—9月降水量约占全年80%,年均相对湿度78%,年均蒸发量达2045.6 mm^[4]。此外,南澳岛年均大风(风力>8级)日数超过80 d。南澳岛外围山坡土层薄,偶有石头裸露,迎风坡多,常年风大,土壤干旱,以台湾相思和松树以及杂灌为主,立地条件较差;内陆范围山坡土层较厚,迎风坡少,土壤条件较好,土层厚,立地条件好些,环境好,适合更多的树种生长^[7]。南澳岛被海内外专家学者誉为“南中国海上的绿洲”^[8],其中林地多为人工经营的阔叶混交林、针阔混交林,部分为未经人工干预的天然林地,乔木树种主要有台湾相思、中华楠 *Machilus chinensis*、马尾松、尾叶桉 *Eucalyptus urophylla*、潺槁树 *Litsea glutinosa*、高山榕 *Ficus altissima*、小叶榕 *Ficus concinna*、大叶相思 *Acacia auriculiformis* 等,台湾相思、中华楠、

马尾松为当地林地的建群种和优势种,林下灌木和草本种类较丰富^[9]。

2 研究方法

2.1 样地选择与建立

本研究于2018年11月,在南澳岛选取了不同地点具有代表性的林分,包括纯林、阔叶混交林和针阔混交林等共17种(表1)。在17种林分中建立规格为20 m×20 m的标准地,各3次重复。记录各林分标准地的郁闭度及密度等基本特征^[10]。

2.2 土壤采样与测定

在每个样地中,按“S”型路线选取5个采样点,每个采样点用100 cm³环刀采集0~20 cm土壤样品测定物理性质^[11],同时采集0~20 cm土壤样品测定化学性质,将样品低温带回实验室,使用相关标准进行理化性质的测定^[12-15]。

利用Microsoft Excel 2019整理原始数据,采用SPSS19.0统计软件进行方差分析。

3 结果与分析

3.1 不同林分样地特征

17种林分郁闭度在0.6~0.8的区间内,郁闭度最高的林分为后山阔叶混交林,郁闭度达到0.85。而最低的两种林分分别枫香纯林和后花园针阔混交林,郁闭度分别为0.45和0.30。除了大船澳相思纯林和蒲羌坑阔叶混交林以外,其他林分土壤厚度都达到60 cm以上。而土壤硬度中硬度最高的林分为布袋澳相思纯林,其次是枫香纯林和蒲羌坑阔叶混交林,土壤硬度最低的是白鹭生态公园相思纯林,此项数据与后面的土壤化学性质一表基本对应。

土壤质地为土壤中各粒级占土壤重量的百分比组合^[16]。各个采土点的土粒质地基本符合20%~35%的区间范围,均属于轻壤和中壤,说明各地土壤都具有良好的保水性和透气性。而唯一一个不在区间范围内的是白鹭生态公园相思纯林,其土壤质地为11%,属于砂壤,说明相思纯林4的土壤透气性很好,但是保水性相对较弱。

3.2 不同林分土壤的物理特性

从毛管持水量指标分析,白鹭生态公园相思纯林土壤的毛管持水量为634.17 g·kg⁻¹,是所有17种林分里最高的,最低的是后山阔叶混交林,

表 1 样地概况
Table 1 Sample plot overview

编号 Plot No.	地点 Position	林分类型 Stand type	主要树种构成 Composition of main tree species	起源 Origin	林龄 Age of stand
1	云澳枫香林	枫香纯林	枫香	天然林	过熟林
2	后花园村楠木群	中华楠纯林	中华楠	天然林	近熟林
3	布袋澳	相思纯林	台湾相思	天然林	过熟林
4	大船澳	相思纯林	台湾相思	人工林	中龄林
5	深澳镇乌岩头	相思纯林	台湾相思	人工林	中龄林
6	白鹭生态公园	相思纯林	台湾相思	天然林	过熟林
7	九溪澳	阔叶混交林	台湾相思、红锥 <i>Castanopsis hystrix</i> 、鸭脚木	天然林	成熟林
8	蒲羌坑	阔叶混交林	台湾相思、中华楠	人工林	幼龄林
9	后宅镇鹿仔坑后山	阔叶混交林	台湾相思、尾叶桉	人工林	过熟林
10	黄花山龟埕	阔叶混交林	台湾相思、鸭脚木	人工林	中龄林
11	采石场附近	阔叶混交林	台湾相思、柠檬桉 <i>Eucalyptus citriodora</i>	人工林	幼龄林
12	长山尾	阔叶混交林	台湾相思、白兰 <i>Michelia alba</i>	人工林	近熟林
13	黄花山大尖山	针阔混交林	红锥、潺槁、马尾松	天然林	成熟林
14	西山村	针阔混交林	台湾相思、马尾松、黑松 <i>Pinus thunbergii</i>	人工林	近熟林
15	青澳湾管委	针阔混交林	马尾松、台湾相思	人工林	幼龄林
16	后花园果老山水库	针阔混交林	马尾松、中华楠	人工林	幼龄林
17	松岭村大兰口水库	针阔混交林	马尾松、台湾相思、木荷 <i>Schima superba</i> 、大头茶 <i>Gordonia axillaris</i> 、藜蒻 <i>Castanopsis fissa</i>	人工林	中龄林

表 2 样地特征
Table 2 Characteristics of sample plot

编号 Plot No.	郁闭度 Canopy density	株数 / hm ² Number of plants	土壤厚度 /cm Soil thickness	土壤硬度 / (kg · cm ⁻¹) Soil hardness	质地 <0.01mm 土粒 /% Soil particle size < 0.01mm	土壤类型 Soil type
1	0.45	40	60	2.7	31	轻壤
2	0.70	60	60	1.0	24.00	轻壤
3	0.60	300	60	3.4	32.00	中壤
4	0.80	145	55	2.0	22.00	轻壤
5	0.70	6	60	1.5	28.00	中壤
6	0.75	100	60	1.0	11.00	中壤
7	0.60	140	60	2.4	32.00	轻壤
8	0.65	11	60	2.7	24.00	轻壤
9	0.85	65	60	2.5	28.00	中壤
10	0.70	150	60	2.2	34.00	中壤
11	0.80	160	60	1.5	24.00	中壤
12	0.60	135	60	1.3	35.00	轻壤
13	0.80	10	60	2.1	36.00	轻壤
14	0.60	45	45	1.7	26.00	轻壤
15	0.80	150	60	1.8	20.00	轻壤
16	0.30	40	60	1.5	27.00	轻壤
17	0.60	74	60	1.5	24.00	沙壤

为 $216.26 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (表3)。17种林分的毛管持水量指标前五的林分大小依次为白鹭生态公园相思纯林 ($643.17 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) > 乌岩头相思纯林 ($420.70 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) > 采石场阔叶混交林 ($383.24 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) > 后花园针阔混交林 ($360.98 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) > 黄花山阔叶混交林 ($350.87 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)。其中白鹭生态公园相思纯林和乌岩头相思纯林毛管持水量与其他纯林显著高于其他纯林, 而采石场阔叶混交林和黄花山阔叶混交林与其他阔叶混交林也有显著差别。不同林分对土壤容重和总孔隙度没有显著影响。

从几个孔隙度指标分析, 除了黄花山阔叶混交林、后山阔叶混交林、黄花山针阔混交林、布袋澳相思纯林几种林分以外, 其他林分的总孔隙度都能达到55%~65%的壤土标准。其中白鹭生态公园相思纯林总孔隙度显著高于其他林分, 达到65.49%, 土质十分适宜树木种植。总孔隙度指标符合壤土区间范围的林分前五位都在60%以上, 大小依次为黄花山阔叶混交林 (74.04%) > 白鹭

生态公园相思纯林 (65.49%) > 黄花山针阔混交林 (62.81%) > 长山尾阔叶混交林 (61.72%) > 后花园针阔混交林 (60.81%)。

3.3 不同林分土壤的化学特性

从土壤pH值指标分析, 17个点的土壤都为酸性土壤, 其中中华楠纯林两处的土壤pH值分别为4.82和4.98, 属于强酸性, 按照土壤pH值大小排前五位的林分依次为西山村针阔混交林 (6.43) > 白鹭生态公园相思纯林 (6.2) > 采石场阔叶混交林 (5.76) > 布袋澳相思纯林 (5.72) > 枫香纯林 (5.62) (表4)。

从有机质含量分析, 枫香纯林土壤有机质含量显著高于其他林分, 含量为 $42.86 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 其次为黄花山阔叶混交林、乌岩头相思纯林、后山阔叶混交林等。土壤有机质含量显著低的林分是松岭村针阔混交林, 含量只有 $7.71 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。总体来说, 不同林分土壤的全氮、全磷、全钾的含量影响不显著, 但是有机质含量高的几种林分全氮、

表3 土壤的物理特性

Table 3 Physical properties of soil

编号 Plot No.	容重 / ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) Bulk density	毛管持水量 / ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) Capillary water capacity	总孔隙度 / % Total porosity	毛管孔隙度 / % Capillary porosity	非毛管孔隙度 / % Non capillary porosity	通气孔隙度 / % Aeration porosity
1	$1.19 \pm 0.01abcd$	$347.88 \pm 28.02cd$	$55.14 \pm 7.80bcd$	$41.35 \pm 2.69cd$	$13.79 \pm 1.91i$	$31.88 \pm 0.71h$
2	$1.12 \pm 0.02abcd$	$341.52 \pm 17.79cd$	$57.82 \pm 8.25bcd$	$38.17 \pm 1.72de$	$19.65 \pm 0.40h$	$38.56 \pm 0.73f$
3	$1.31 \pm 0.20abc$	$277.04 \pm 23.38ef$	$50.45 \pm 9.14cd$	$36.37 \pm 3.07e$	$14.08 \pm 0.50i$	$36.06 \pm 0.34g$
4	$1.04 \pm 0.12bcd$	$235.33 \pm 23.60fg$	$60.74 \pm 6.17bc$	$24.48 \pm 1.48ij$	$36.26 \pm 0.75b$	$52.42 \pm 0.70b$
5	$1.15 \pm 0.11abcd$	$420.70 \pm 36.77b$	$56.54 \pm 2.15bcd$	$48.45 \pm 2.59b$	$8.09 \pm 1.24k$	$26.15 \pm 0.95j$
6	$0.91 \pm 0.13de$	$643.17 \pm 37.56a$	$65.49 \pm 3.95ab$	$58.82 \pm 5.47a$	$6.67 \pm 0.46k$	$48.01 \pm 0.34d$
7	$1.14 \pm 0.08abcd$	$305.29 \pm 45.11de$	$56.86 \pm 3.46bcd$	$34.90 \pm 2.72ef$	$21.95 \pm 1.31fg$	$37.62 \pm 0.41f$
8	$1.17 \pm 0.09abcd$	$229.92 \pm 17.22fg$	$55.75 \pm 8.92bcd$	$26.96 \pm 1.20hij$	$28.79 \pm 1.30e$	$48.5 \pm 1.32cd$
9	$1.32 \pm 0.15ab$	$216.26 \pm 8.92g$	$50.08 \pm 8.69cd$	$28.61 \pm 3.16ghi$	$21.47 \pm 0.54g$	$38.13 \pm 0.71f$
10	$0.68 \pm 0.26e$	$350.87 \pm 26.70cd$	$74.04 \pm 4.43a$	$23.80 \pm 2.09j$	$50.59 \pm 1.27a$	$62.45 \pm 0.83a$
11	$1.16 \pm 0.05abcd$	$383.24 \pm 25.87bc$	$56.27 \pm 1.96bcd$	$44.41 \pm 1.91bc$	$11.87 \pm 0.37j$	$37.64 \pm 1.33f$
12	$1.01 \pm 0.23cd$	$307.59 \pm 33.82de$	$61.72 \pm 1.91bc$	$31.20 \pm 2.93fgh$	$30.52 \pm 1.06d$	$47.51 \pm 0.59d$
13	$0.99 \pm 0.22d$	$305.54 \pm 34.03de$	$62.81 \pm 0.78b$	$30.11 \pm 1.22gh$	$32.71 \pm 0.32c$	$48.37 \pm 1.36cd$
14	$1.42 \pm 0.25a$	$246.18 \pm 24.41fg$	$46.33 \pm 2.79d$	$35.01 \pm 1.55ef$	$11.32 \pm 0.45j$	$34.98 \pm 0.23g$
15	$1.04 \pm 0.15bcd$	$244.02 \pm 15.52fg$	$60.65 \pm 5.78bc$	$25.45 \pm 1.94ij$	$35.20 \pm 1.01b$	$49.7 \pm 0.31c$
16	$1.04 \pm 0.17bcd$	$360.98 \pm 45.75cd$	$60.81 \pm 2.08bc$	$37.49 \pm 1.28de$	$23.33 \pm 0.82f$	$40.42 \pm 0.43e$
17	$1.18 \pm 0.12abcd$	$268.22 \pm 31.61efg$	$55.31 \pm 10.00bcd$	$31.76 \pm 1.14fg$	$23.55 \pm 0.20f$	$30.57 \pm 0.43i$

注: 表中数值为平均值 \pm 标准误, 不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: the data are mean \pm SE, words mean significant differences ($P < 0.05$).

表 4 土壤的化学特性
Table 4 Chemical properties of soil

编号 Plot No.	pH	有机质 / (g · kg ⁻¹) Organic matter	全氮 / (g · kg ⁻¹) Total N	全磷 / (g · kg ⁻¹) Total P	全钾 / (g · kg ⁻¹) Total K	碱解氮 (mg · kg ⁻¹) Alkali hydrolyzable N	有效磷 (mg · kg ⁻¹) Effective P	速效钾 (mg · kg ⁻¹) Available K
1	5.62 ± 0.05d	42.86 ± 0.05a	1.66 ± 0.05ab	0.35 ± 0.04a	25.55 ± 0.98cd	154.05 ± 0.25c	50.8 ± 0.65a	230.48 ± 1.07a
2	4.82 ± 0.12k	18.95 ± 0.53k	1.24 ± 0.04cd	0.17 ± 0.02cde	19.29 ± 0.12cd	126.22 ± 0.11f	3.95 ± 0.24c	62.03 ± 0.52m
3	5.72 ± 0.03c	20.19 ± 0.10j	1.33 ± 0.07bc	0.22 ± 0.04bcd	24.74 ± 0.17cd	93.21 ± 0.16k	2.05 ± 0.18f	183.96 ± 0.25c
4	5.19 ± 0.04hi	25.29 ± 0.06f	25.29 ± 0.10bc	0.15 ± 0.04def	49.32 ± 0.99a	129.45 ± 0.98e	2.8 ± 0.35d	122.03 ± 0.03h
5	5.49 ± 0.05e	36.56 ± 0.02c	1.92 ± 0.07a	0.31 ± 0.06ab	18.52 ± 0.17d	163.11 ± 0.02b	2.65 ± 0.18de	141.28 ± 0.96g
6	6.2 ± 0.09b	18.32 ± 0.09l	1.25 ± 0.09c	0.31 ± 0.05ab	16.8 ± 0.44d	76.38 ± 0.30m	0.15 ± 0.05i	108.78 ± 0.20i
7	5.2 ± 0.03hi	21.15 ± 0.05i	1.09 ± 0.65ef	0.13 ± 0.05def	38.24 ± 21.63cd	99.03 ± 0.03j	1.25 ± 0.05g	146.92 ± 1.03f
8	5.43 ± 0.03ef	13.57 ± 0.03n	0.9 ± 0.05de	0.2 ± 0.02cd	23.88 ± 1.05cd	78.32 ± 0.03l	0.8 ± 0.31gh	163.25 ± 0.13e
9	5.42 ± 0.04ef	32.23 ± 0.11d	1.44 ± 0.05bc	0.25 ± 0.09bc	19.87 ± 0.03cd	99.68 ± 1.01j	2.15 ± 0.18ef	189.6 ± 0.13b
10	5.28 ± 0.07gh	42.18 ± 0.18b	1.81 ± 0.06a	0.14 ± 0.05def	24.19 ± 0.03cd	176.7 ± 1.02a	2.7 ± 0.23de	66.52 ± 0.07l
11	5.76 ± 0.11c	17.67 ± 0.07m	1.19 ± 0.10cd	0.14 ± 0.04def	29.47 ± 0.03bc	104.21 ± 1.01i	5.9 ± 0.98b	48.69 ± 1.01n
12	5.29 ± 0.02gh	30.49 ± 0.05e	1.64 ± 0.04ab	0.15 ± 0.09def	38.5 ± 1.14b	139.16 ± 0.11d	2.7 ± 0.09de	171.22 ± 0.1d
13	5.35 ± 0.03fg	22.19 ± 0.10g	1.28 ± 0.16c	0.14 ± 0.05def	26.73 ± 0.04cd	114.57 ± 0.03g	1.35 ± 0.09g	61.76 ± 0.11m
14	6.43 ± 0.04a	9.63 ± 0.03o	0.52 ± 0.32f	0.08 ± 0.09ef	37.46 ± 0.04b	35.6 ± 0.13o	0.75 ± 0.22gh	76.48 ± 0.09k
15	5.16 ± 0.11i	21.7 ± 0.04h	1.13 ± 0.03cd	0.08 ± 0.03ef	26.82 ± 0.03cd	106.8 ± 0.13h	2.6 ± 0.14def	90.99 ± 0.01j
16	4.98 ± 0.01j	17.71 ± 0.06m	0.74 ± 0.04ef	0.08 ± 0.02ef	26.95 ± 0.10cd	66.67 ± 0.03n	0.75 ± 0.05gh	37.08 ± 0.03o
17	5.05 ± 0.09j	7.71 ± 0.21p	0.42 ± 0.09f	0.07 ± 0.03f	26.04 ± 0.05cd	35.6 ± 0.12o	0.6 ± 0.17hi	24.69 ± 0.02p

注：表中数值为平均值 ± 标准误，不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: the data are mean ± SE, words mean significant differences ($P < 0.05$).

全磷、全钾的含量也偏高。

4 结论与讨论

非毛管孔隙度与毛管孔隙度比基本在 1:2~1:4 的区间范围是适合植物生长的比例区间^[17]，其中混交林都符合区间范围，即混交林的土壤孔隙度比例比纯林更加协调，土壤条件相对更好。除了白鹭生态公园相思纯林和后花园针阔混交林外，其他林分几乎都分布在沿海地区，沿海林分土壤在几个孔隙度指标上的表现不如岛内陆地地区好，达不到壤土条件的几种林分全都为沿海林分。而后花园针阔混交林土壤毛管持水量也相对较高，可能因为后花园针阔混交林靠近水库。在 17 种林分中，黄山山阔叶混交林土壤容重最小，孔隙度最大，土壤疏松，结构性较好，西山村针阔混交林土壤容重最大，孔隙度最小，土壤比较紧实，结构性差，与杨玥等^[18]对广东流溪河 5 种林分土壤物理性质的研究结果一致。但是由于黄山山阔

叶混交林总孔隙度过高，不利于土壤的储水储肥力，因此其土壤条件比其他林分差。

土壤养分元素含量与有机质含量及微生物活性有密切的关系。N、P、K 是植物生长的三大元素，直接影响植物的生长发育，是评价土壤肥力的重要指标，通常测定其全量及其有效量，其中以土壤全量分析更为有效客观，因为它代表了土壤养分的长期储量^[19]。其中有机质含量最高的为枫香纯林，可能因为枫香对各种污染具有一定的耐受能力、富集和转移能力^[20]。有机质含量最低的为松岭村针阔混交林，常绿阔叶林对土壤养分的影响改良效益最高，而针阔混交林对土壤养分的改良效益最低，这与赵洛琪等^[21]研究结果一致。而白鹭生态公园相思纯林的土壤在各方面表现良好的情况下，有机质含量只处于中游位置，其中钾是 17 种林分中含量最低的，可能因为白鹭生态公园相思纯林所处的生态公园经过人工开发以及大量的规划种植，长期人为干扰对土壤肥力有

一定的影响^[22]。

总体而言,混交林的土壤健康状况比纯林较差,但是混交林比纯林更具有涵养水源,保持水土的能力,因此,应加强对混交林的保护及抚育,提高林分质量,为土壤健康管理提供科学依据。

参考文献

- [1] KUEFFER C, DRAKE D R, FERNANDEZ-PALACIOS J M. Island biology: looking towards the future[J]. *Biol Lett*, 2014, 10(10): 20140719.
- [2] MCPEEK M A. Linking Local Species Interactions to Rates of Speciation in Communities[J]. *Ecology*, 1996, 77(5).
- [3] 周厚诚,任海,向言词,等.南澳岛植被恢复过程中不同阶段土壤的变化[J]. *热带地理*, 2001(2): 104-107.
- [4] 周厚诚,任海,彭少麟.广东南澳岛次生林的群落结构分析[J]. *广西植物*, 2001(3): 209-214.
- [5] 孙艳红,张洪江,程金花,等.缙云山不同林地类型土壤特性及其水源涵养功能[J]. *水土保持学报*, 2006(2): 106-109.
- [6] 沈文森.北京低山地区人工林土壤质量的研究[D].北京:北京林业大学,2010.
- [7] 李萍,黄忠良.南澳岛退化草坡的植被恢复研究[J]. *热带地理*, 2007(1): 21-24.
- [8] 许国.南澳:南中国海上的绿洲[J]. *环境*, 1995(8): 32.
- [9] 刘志发,申卫军,温达志.南澳岛光裸地和次生林下6种乡土树幼苗生长与光合特征[J]. *生态环境学报*, 2009, 18(2): 621-628.
- [10] 叶道碧,余济云,吴际友,等.长沙市城乡交错带五种林分土壤肥力评价[J]. *湖南林业科技*, 2009, 36(3): 4-7.
- [11] 严春光,曹春艳.刺龙牙人工栽培立地条件研究[J]. *中国林副特产*, 2008(5): 27-29.
- [12] 中国林业科学研究院林业研究所. LY/T 1228—2015 森林土壤氮的测定[S]. 北京:中国标准出版社.
- [13] 中国林业科学研究院林业研究所. LY/T 1234—2015 森林土壤钾的测定[S]. 北京:中国标准出版社.
- [14] 中国林业科学研究院林业研究所. LY/T 1232—2015 森林土壤磷的测定[S]. 北京:中国标准出版社.
- [15] 中国林业科学研究院林业研究所. LY/T 1215—1999 森林土壤水分—物理性质的测定[S]. 北京:中国标准出版社.
- [16] 毛霞丽.亚热带不同母质发育土壤有机碳的积累特征及其稳定机理研究[D].杭州:浙江大学,2020.
- [17] 王岩,李玉灵,石娟华,等.不同植被恢复模式对铁尾矿物种多样性及土壤理化性质的影响[J]. *水土保持学报*, 2012, 26(3): 112-117.
- [18] 杨玥,方建波,刘小玲,等.广东流溪河5种林分的枯落物与土壤持水性[J]. *林业与环境科学*, 2018, 34(2): 90-95.
- [19] 黄杰辉.广州市近郊森林公园林分改造技术及初期效益评价[D].南京:南京林业大学,2007.
- [20] 蒋严波,凌忠,韦献东,等.基于主成分分析法的枫香耐铅性及土壤修复潜力研究[J]. *水土保持学报*, 2021, 35(2): 369-376.
- [21] 赵洛琪,付登高,吴晓妮,等.滇中不同植物群落土壤养分及其计量比的变化特征[J]. *土壤*, 2020, 52(6): 1248-1255.
- [22] 郑妍,江瑶,孙冬晓,等.华南沿海地区林地土壤养分空间异质性研究[J]. *林业与环境科学*, 2020, 36(6): 110-114.