

文章编号:1674-7054(2011)02-0167-05

海口市海防林带土壤肥力调查与评价

张彩凤,叶富宏,莫镇璋

(海南大学 园艺园林学院, 海南 海口 570228)

摘要: 对海口市海防林带木麻黄林、景观林和无林空地的土壤容重、pH值、含盐量、含水量、有机质及N、P、K等理化指标进行测定,并采用内梅罗修正指数对土壤参测指标进行综合评价。结果表明,海口市沙质海岸防护林带土壤pH值为中性;有效氮含量处于中等水平;有效磷和有效钾含量偏低;有机质含量严重缺乏;景观林土壤理化指标远优于其他2种林地;土壤有机质、含水量等与其他指标间都存在极显著的相关关系;海口海岸防护林带整体土壤肥力属于贫瘠水平;影响防护林土壤肥力高低的主要因子是有机质。

关键词: 土壤肥力评价;理化性质;海防林带;海口市

中图分类号: S 151.9

文献标志码: A

土壤肥力是指土壤为植物生长提供养分、水分以及优良环境条件的能力^[1]。海岸带由于其特殊的地理位置,土壤条件比较特殊,尤其是海岸砂质土壤,限制了大部分植物正常生长。因此,在海防林规划建设及树种选择前,应充分了解土壤基质各方面的条件。目前,有关海口市海防林土壤肥力的研究尚未见报道。笔者选择海口市砂质海岸带较有代表的2种防护林及无林空地的土壤作为调查研究对象,对其理化性质进行初步分析,并采用内梅罗修正指数对土壤的参测指标进行土壤肥力的综合评价,旨在揭示海口市砂岸防护林带土壤的肥力现状,为指导海防林规划建设及树种选择服务。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况 海口市海岸带西起荣山乡与澄迈县交界处,东、北至三江与文昌铺前的交界处,位于 $20^{\circ}0'3.93''N \sim 19^{\circ}57'49.07''N$, $110^{\circ}7'34.53''E \sim 110^{\circ}37'5.96''E$ 之间,海岸线长131 km(含岛屿、港湾),有3个大海湾,分别是铺前湾(与文昌市交界)、海口湾和澄迈湾(与澄迈交界)。年平均气温 $24.1^{\circ}C$,最高平均气温 $27.9^{\circ}C$,最低平均气温 $21.4^{\circ}C$,年平均降水量为1 669.7 mm。

1.2 土样采集与分析方法 选取海口市海岸基干林带上具有代表性的木麻黄林($A_1 \sim A_3$)、景观林($B_1 \sim B_3$)、无林空地($C_1 \sim C_3$)等3个类型的样地各3块。各样地随机选3个样点,各样点挖取3个土壤剖面,在垂直方向上取0~10 cm,10~20 cm,20~40 cm,40~60 cm 4层土壤,每个土层取样土1 kg。土壤容重采用环刀法;含水量采用烘干法;土壤pH值用pH计测定;有机质含量采用重铬酸钾氧化法;速效氮采用碱解扩散法;速效磷采用碱熔光度法;土壤有效钾的测定采用碱熔原子发射光度法;含盐量采用ECOSCAN TDS5电导仪进行测定^[2]。

2 结果与分析

2.1 土壤主要理化性质单项指标分析 土壤主要理化性质单项指标测定结果见表1。

2.1.1 各单项指标测定结果分析

收稿日期:2011-03-28

作者简介:张彩凤(1978-),女,海南琼海人,海南大学园艺园林学院实验师,硕士。

- 2.1.1.1 土壤容重 土壤容重是十分重要的物理参数,土壤容重的大小是土壤肥力高低的主要指标之一。测定结果表明,各样地土壤容重均较高,平均值为 $1.48 \sim 1.66 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$; 各样地土壤容重基本上随土层增加都有增大的趋势; 样地间差异不大。
- 2.1.1.2 土壤含水量 测定结果表明,景观林土壤平均含水量为 $w = 10.30\%$, 远高于木麻黄林土壤的平均含水量($w = 2.34\%$) 及无林地土壤的平均含水量($w = 7.30\%$); 木麻黄林和无林地土壤含水量随着土层增加而逐渐增高,但景观林土壤含水量则随土层增厚出现递减的趋势,这可能是由于上 2 层为客土,对水分具有一定保持能力,但越往深层的砂壤对水分的渗透就越快。
- 2.1.1.3 土壤含盐量 土壤含盐量是海岸树木生长的一个限制因子,对树木的危害极大。测定结果表明,各样地土壤平均含盐量都比较低,为 $20 \sim 48 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。其中景观林略高,土壤含盐量平均为 $33 \sim 48 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 其他样地差异不大,木麻黄林平均为 $27 \sim 32 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,无林地平均为 $20 \sim 35 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。无林地及木麻黄林地表层土壤含盐量略低于底层,可能与盐分蒸发及淋洗有关。景观林的含盐量随着土层加深有明显减小的趋势,可能跟客土对盐分的淋洗能力较弱有关。

表 1 海口市海岸防护林带土壤各项指标测定结果

样地	含水量 / %	容重 / ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	pH 值	有机质 / ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效氮 / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效磷 / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效钾 / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	含盐量 / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
A ₁	3.65	1.55	6.22	0.39	341.25	6.51	22.12	32
A ₂	1.28	1.49	6.55	0.26	98.58	11.66	21.53	32
A ₃	2.09	1.48	6.54	0.29	374.50	21.23	67.78	27
B ₁	12.77	1.49	6.58	0.95	244.42	47.92	31.91	41
B ₂	8.66	1.66	6.48	0.89	222.25	30.39	18.93	48
B ₃	9.48	1.61	6.57	0.70	161.00	11.75	24.60	33
C ₁	2.26	1.65	7.20	0.25	266.88	10.22	60.35	35
C ₂	1.60	1.55	6.62	0.36	246.75	51.30	164.43	20
C ₃	18.05	1.53	6.87	0.20	119.00	8.43	20.35	32

注: 表中各指标结果为剖面 4 层的平均值

- 2.1.1.4 土壤 pH 值 土壤酸碱性是影响土壤养分有效性的重要因素之一,各样地土壤 pH 值平均在 $6.22 \sim 6.87$ 之间,说明海口市少砂质海岸防护林带土壤的酸碱度能满足大部分植物对土壤酸碱度的要求,样地之间及样地土层间的 pH 值无明显差异。
- 2.1.1.5 土壤有机质 土壤有机质是土壤重要的肥力指标,土壤有机质含量与土壤肥力水平密切相关。各样地土壤有机质平均为 $0.20 \sim 0.95 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,其中以景观林样地最高,平均为 $0.70 \sim 0.95 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,无林地最低,平均为 $0.20 \sim 0.36 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,木麻黄林样地平均为 $0.29 \sim 0.39 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$; 各样地土壤有机质随着土层增加,有明显减小的趋势。
- 2.1.1.6 土壤速效氮、速效磷及速效钾 土壤速效氮也称碱解氮,它能反映土壤近期内氮素供应情况。测定结果表明,木麻黄林地土壤速效氮含量较高,平均为 $98.58 \sim 374.50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,景观林和无林地平均为 $161.00 \sim 244.42 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $119.00 \sim 266.88 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。各样地速效氮含量随土层厚度增加呈减小的趋势。土壤速效磷含量平均为 $6.51 \sim 51.30 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,其中景观林样地较高,平均为 $11.75 \sim 47.92 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,木麻黄林及无林地较小,平均为 $6.51 \sim 21.23 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $8.43 \sim 51.30 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 速效磷含量随土层也呈递减的趋势。土壤速效钾含量平均为 $18.93 \sim 164.43 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,景观林平均为 $18.93 \sim 24.60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,木麻黄林及无林地平均为 $21.53 \sim 67.78 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $20.35 \sim 164.43 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 速效钾含量总体上随土层呈递减趋势。
- 2.1.2 土壤主要理化指标间相关性分析 为弄清土壤理化性质指标间的相关程度,对其指标进行相关性分析,结果如表 2 所示。

表 2 土壤理化性质各因子间的相关性分析

指标	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
x_1	0.537 0	0.089 0	0.377 6**	-0.016 2	-0.270 3	0.250 7	0.032 0	0.102 6
x_2	-0.206 6	0.177 8	-0.246 7	0.086 7	0.027 2	-0.048 4	-0.046 4	0.034 8
x_3	0.663 0**	-0.402 3**	0.706 2	-0.160 8	0.175 3	0.313 4*	0.338 5*	0.310 8*
x_4	-0.170 5	0.187 6	-0.292 7*	0.176 3	-0.057 7	0.257 3	-0.075 7	-0.168 9
x_5	-0.210 7	-0.031 8	0.028 6	-0.004 2	0.228 9	0.136 1	0.158 4	-0.336 2
x_6	0.553 5**	-0.253 8	0.624 2**	-0.001 5	0.044 6	0.471 8	0.023 1	0.095 9
x_7	0.380 4**	-0.275 5*	0.588 2**	-0.231 7	0.146 4	0.380 6**	0.369 6	0.095 9
x_8	0.526 4**	-0.201 0	0.585 3**	-0.276 2*	-0.285 6*	0.407 8**	0.326 7	0.461 7

注: * 表示 $P < 0.05$ 以 95% 的概率保证显著相关, ** 表示 $P < 0.01$ 以 99% 的概率保证显著相关;
 x_1 : 含水率, x_2 : 容重, x_3 : 有机质, x_4 : pH 值, x_5 : 速效钾, x_6 : 速效磷, x_7 : 速效氮, x_8 : 含盐量。

相关分析结果表明: 土壤含水量与土壤有机质含量、速效磷、速效氮、含盐量都存在极显著的相关关系; 土壤容重与土壤有机质含量之间也存在极显著的负相关性; 土壤有机质含量与速效磷、速效氮、含盐量都存在极显著的相关性; 土壤速效磷含量与速效氮、含盐量都存在极显著的相关性。偏相关结果表明: 土壤含水量与土壤有机质间存在极显著相关性, 土壤有机质与速效磷、速效氮之间都存在显著相关关系。说明土壤理化性质各指标不是独立的, 它们存在着十分密切的联系。土壤有机质高有利于改善土壤保水能力; 土壤含水丰富能促进有机质形成腐殖酸; 酸性条件改善磷化合物溶解性而促进速效磷含量升高; 土壤含水高能促进硝化作用, 避免氮挥发损失, 从而促进速效氮含量升高。

2.2 土壤理化性质多因子综合评价 为了进一步探讨海防林带土壤肥力状况, 笔者还进行了土壤肥力综合评价。以土壤容重、pH 值、有机质、速效氮、速效磷、速效钾、含盐量等几大指标作为综合评价参数, 并参考全国第 2 次土壤普查的结果和海南土壤养分含量分级标准^[3]。采用改进的内梅罗公式^[4-6] 计算土壤综合肥力系数。该方法能较全面又简单地定量化反映土壤肥力水平。

指标参数数据标准化的方法如下:

当指标的测定值属于“极差”级时, 即 $c_i \leq x_a; P_i = c_i / x_a, (P_i \leq 1)$ (1)

当指标的测定值属于“差”级时, 即 $x_a < c_i \leq x_c; P_i = 1 + (c_i - x_a) / (x_c - x_a), (1 < P_i \leq 2)$ (2)

当指标的测定值属于“中等”级时, 即 $x_c < c_i \leq x_p; P_i = 2 + (c_i - x_c) / (x_p - x_c), (2 < P_i < 3)$ (3)

当指标的测定值属于“良好”级时, 即 $c_i > x_p; P_i = 3$ (4)

以上各式中, P_i 为分肥力系数; c_i 为指标测定值; x 为指标分级标准(见表 3), 其中 x_a 、 x_c 和 x_p 分别为“差”级、“中等”级和“良好”级的分级标准。

表 3 土壤各属性分级标准值

土壤属性	x_a	x_c	x_p	土壤属性	x_a	x_c	x_p
pH 值 < 7.0	4.5	5.5	6.5	速效磷/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	5	20	40
pH 值 > 7.0	9.0	8.0	7.0	速效钾/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	50	150	200
有机质/($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	10	20	40	含盐量/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	100	50	10
碱解氮/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	30	120	150	容重/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	1.45	1.35	1.25

2.3 土壤综合肥力系数的计算与分级 笔者采用修正后的内梅罗公式的计算式如下:

$$P = \sqrt{\frac{P_i^2 + p_i(\min)^2}{2}} \cdot \frac{n-1}{n}$$

式中 P 为土壤综合肥力系数, P_i 为各分肥力系数的平均值, $P_i(\min)$ 为各分肥力系数中最小值, n 为参评指标数。式中用 P_i 最小代替了原内梅罗综合指数法中 P_i 最大, 突出了土壤中最差属性对土壤肥力的影

响,根据 P 值定量评价土壤肥力,如 $P \geq 2.0$ 为很肥沃, P 在 $2.0 \sim 1.5$ 之间为肥沃, P 在 $1.5 \sim 1.0$ 之间为一般, $P < 1.0$ 为土壤贫瘠;另外增加修正项 $(n-1)/n$,提高了评价的可信度,即参与评价的土壤属性越多, $(n-1)/n$ 值越大,可信度越高,同时使采用的评价参数不等时的评价结果可比性增加^[8]。

表 4 海口市海岸防护林带土壤各项指标综合评价结果

样地	P_i 值							平均值	P 值
	pH	有机质	碱解氮	速效磷	速效钾	含盐量	容重		
A ₁	2.72	0.04	1.76	1.10	0.44	2.45	0.94	1.35	0.82
A ₂	3.00	0.03	3.00	1.44	0.43	2.45	0.97	1.62	0.98
A ₃	3.00	0.03	3.00	2.06	1.18	2.58	0.98	1.83	1.11
B ₁	3.00	0.10	3.00	3.00	0.64	2.23	0.97	1.85	1.12
B ₂	2.98	0.09	3.00	2.69	0.38	2.05	0.87	1.72	1.04
B ₃	3.00	0.07	3.00	1.45	0.49	2.43	0.90	1.62	0.98
C ₁	3.00	0.03	3.00	1.35	1.21	2.38	0.88	1.69	1.02
C ₂	3.00	0.04	1.56	2.00	1.09	2.75	0.94	1.50	0.91
C ₃	3.00	0.02	1.76	1.23	0.41	2.45	0.95	1.40	0.85

注:容重一项中,由于 x_a 为低一级,但在数值上为大值,为了统一量化,此处采用 $P_i = x_a/c_i$ 。

采用修正后的内梅罗综合指数法对土壤肥力进行综合评价,可以得出不同样地之间土壤综合肥力系数的差异(见表 4),其中 P_i 值最小的指标即影响土壤肥力高低的主要因子。由表 4 可知,木麻黄林样地的土壤综合肥力系数在 $0.82 \sim 1.11$ 之间,平均为 0.97;景观林在 $0.98 \sim 1.12$ 之间,平均为 1.05;无林地 在 $0.85 \sim 1.02$ 之间,平均为 0.93;另外,各林地土壤各指标中以有机质的 P_i 值最小。

3 小结与建议

3.1 小 结

1) 本研究表明,海口市海岸带景观林的土壤理化指标稍优于其他 2 种林地,特别是土壤含水量、有机质等指标。由于景观林带土壤是经过人工换客土,并增加植物的多样性,从而使土壤理化性状得到很好的提高。木麻黄防护林及无林地土壤理化性状相对较差,特别是有机养分含量极低,是制约植物生长的重要因子。另外,海岸带土壤在不同深度上也存在差异性,其中有机质含量差异最大,由上往下呈明显递减趋势。

2) 各样地土壤含盐量均不高。这可能跟样地长期受海水作用较少,且砂质土壤又利于盐分的淋洗有关。说明土壤含盐量不是海口市海岸防护林带植物生长的主要限制因子。

3) 土壤理化性质间的相关分析表明,土壤各指标间存在着十分复杂而又密切的关系,特别是有机质、含水量等与其他指标间都存在着极显著的相关关系。

4) 通过采用修正后的内梅罗综合指数综合评价土壤指标后,得出海口市海防林带土壤的综合肥力除个别样地一般外,整体上都属于贫瘠水平。其中,景观林地的肥力系数平均较高,其次是木麻黄林,最低为无林地,这说明海岸带通过人工植树造林能明显改善其土壤性状,特别是景观林的营造使土壤质量得到一定程度的提高。各林地指标评价结果中以有机质的 P_i 值最小,说明有机质是限制海岸防护林带土壤综合肥力的主要因子。

3.2 建 议 根据海口市海岸防护林带土壤肥力的调查现状,建议将木麻黄林逐步改造为多树种混交的景观海防林,通过植物的合理配置,增加防护林带乔、灌、草的植物多样性,提高海防林带的景观和生态效益;同时通过人工措施增加土壤有机质来源,并对土壤进行一定范围的改造,以改善土壤理化性质,提高土壤蓄水保肥能力。

参考文献:

- [1] 庞元明. 土壤肥力评价研究进展 [J]. 山西农业科学, 2009, 37(2): 85–87.
- [2] 李学垣. 土壤化学及实验指导 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [3] 海南省农业厅土肥站. 海南土壤 [M]. 海口: 海南出版社, 1993.
- [4] 阚文杰, 吴启堂. 一个定量综合评价土壤肥力的方法初探 [J]. 土壤通报, 1994, 25(6): 245–247.
- [5] 邓南荣, 吴志峰, 刘平, 等. 城市园林绿化用地土壤肥力诊断与综合评价 [J]. 土壤与环境, 2000, 9(4): 287–289.
- [6] 单奇华. 城市林业土壤质量指标特性分析及质量评价 [J]. 南京: 南京林业大学, 2008.

Investigation and Evaluation on Soil Fertility in Coastal Forest of Haikou City

ZHANG Cai-feng, YE Fu-hong, MO Zhen-zhang

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract: In our study, the soil fertility of *Casuarinn equies* forest, landscape shelterbelt and non-forest land in coastal area of Haikou were investigated and evaluated. The results indicated that the pH value is neutral; available nitrogen is medium level; available phosphorus and potassium are low; organic matter are low seriously; the index of landscape shelterbelt was much better than that of the other two forest; organic matter and moisture content have a significant correlation with other factors; the whole level of coastal area of Haikou is poor; organic matter content was the main factors that affected the forest soil fertility level.

Key words: soil fertility evaluation; soil physical and chemical properties; shelterbelt; Haikou city