

苏北低山丘陵区典型性森林土壤健康评价研究^{*}

李淑芬, 于法展, 李保杰

(徐州师范大学 城市与环境学院, 江苏 徐州 221116)

摘要:以苏北低山丘陵区6种典型性森林植被下土壤为研究对象,通过野外调查与室内分析,在系统调查和分析土壤形态、物理、化学、酶活性特征以及物种多样性的基础上,运用土壤学知识和专家经验,构建了适合苏北山丘区森林土壤健康评价指标体系;应用不同类型的评分函数方程,对各评价指标数值进行隶属度处理,并基于SPSS软件对所获得数据进行差异性检验和相关分析,确定各项指标的权重;最后通过加权综合法,建立森林土壤健康指数,对该地区不同林分下土壤健康状况进行评价。

关键词:苏北低山丘陵区; 林分类型; 土壤功能; 森林土壤健康指数

中图分类号: S714.8

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)04-0264-06

Health Evaluation of Typical Forest Soils in Low Mountainous and Hilly Area of Northern Jiangsu Province

LI Shu-fen, YU Fa-zhan, LI Bao-jie

(College of Urban and Environmental Sciences, Xuzhou Normal University, Xuzhou, Jiangsu 221116, China)

Abstract: Forest lands with Six types of typical soil in low mountainous and hilly area of Northern Jiangsu Province were selected as research sites. Evaluation index system of forest soil health that suitable for forest soil in low mountainous and hilly area of northern Jiangsu was constructed under the basis of investigating and analyzing the morphology, physical, chemical, enzyme activity characters of soil and species diversity and using soil knowledge and expert experience. Using different kinds of score function equation, the membership degree of evaluation index value was treated and the diversity test and correlation analysis was carried out by SPSS. The weight of every index was determined. The status soil health in different forest area was evaluated by constructing the healthy index of forest by using comprehensive weighted method.

Key words: low mountainous and hilly area of northern Jiangsu province; stand type; soil function; soil healthy index of forest

随着世界范围内林地锐减和环境问题的出现,森林健康问题引起了世界各国的广泛关注。结合森林土壤的作用以及森林的服务功能,研究不同林型下土壤健康状况,对维持森林健康、促进森林更新具有重要意义。如何针对研究区森林生态系统结构以及林木生长的特点,通过有效的健康指标对土壤进行监测与评价,在动态的过程中探索有利于该地区森林土壤健康的管理措施,实现促进森林健康的目的,是摆在人们面前的新课题。目前,国内外对于土壤质量评价的研究较多^[1],但对森林土壤健康评价的研究则较少^[2]。国内学者把森林土壤健康定义为:森林土壤促进森林植被生产和维护森林生态系

统功能的能力。随着生态环境问题日趋尖锐,人们对森林和土壤之间关系的研究越来越重视^[3]。苏北低山丘陵区的几种典型性森林植被主要分布于江苏省东北部和西北部的低山丘陵,前者如连云港近郊的前云台山、中云台山、后云台山、锦屏山等,后者如徐州附近的马陵山、大洞山、泉山、云龙山等。由于历史的原因,苏北低山丘陵区的森林植被曾受到极大的破坏,现有植被的长势缓慢、生态效益低下,营造健康森林已经成为该地区生态环境建设的首要任务。本文以苏北低山丘陵区现存的6种典型性森林植被下土壤为研究对象,试图通过建立有效的森林土壤健康指标评价体系,对该地区土壤健康状况进

^{*} 收稿日期: 2008-12-25

基金项目: 徐州师范大学科研基金资助项目(08XLB12); 徐州师范大学科研基金重点项目(08XLA10)

作者简介: 李淑芬(1973-),女,山东青岛人,硕士,实验师,主要从事土壤与环境方面的研究。E-mail: lishufen@xznu.edu.cn

行检测与评价, 为森林土壤健康管理措施的制定以及人工林的培育与营林技术提供参考。

1 研究区概况与数据获取

1.1 研究区自然概况

研究区位于江苏省的东北部和西北部, 地理位置为东经 116°22′ – 119°48′, 北纬 33°43′ – 35°07′ 之间, 属于暖温带季风气候, 受东南季风影响较大。年平均气温 13.1~14.3℃, 1 月平均气温 - 1.2~0.0℃, 7 月平均气温 26.3~27.0℃, 极端最高气温 40.6℃, 极端最低气温 - 22.6℃; 年平均降水量 847.9~958.9 mm, 雨季降水量占全年的 56%, 且季节分配不均。地势属低山丘陵地带, 土壤主要包

括粗骨褐土与淋溶褐土 2 个亚类: 粗骨褐土由石灰岩残坡积物发育而成, 土层浅薄, 砾石或岩屑含量较高, 主要分布在山体中上部; 淋溶褐土成土母质系第四纪黄土, 土层深厚, 集中出现在山麓地带。该地区森林植被包括 2 个植被型, 5 个群系组, 11 个群系^[4]见表 1(不包括竹林)。其中, 赤松(*Pinus densiflora*)林、黑松(*Pinus thunbergii*)林与侧柏(*Platycladus orientalis*)林多为纯林, 物种多样性很低, 林下灌木层、草本层不甚发育, 生长缓慢, 病虫害严重, 它们是目前该地区低山丘陵上的主要森林类型; 栎类林和杂木林是该地区的地带性植被类型, 由于人类的长期破坏, 现存面积很小, 呈零星分布状态; 刺槐林则常为纯林, 系人工林, 分布较广。

表 1 苏北低山丘陵区主要森林植被类型^[4]

植被型	群系组	群系
常绿针叶林	温性松林	1. 赤松(<i>Pinus densiflora</i>)林
		2. 黑松(<i>Pinus thunbergii</i>)林
	侧柏林	3. 侧柏(<i>Platycladus orientalis</i>)林
	栎类林	4. 栓皮栎(<i>Quercus variabilis</i>)林
落叶阔叶林	杂木林	5. 麻栎(<i>Quercus acutissima</i>)林
		6. 青檀(<i>Pteroceltis tatarinowii</i>)、南京椴(<i>Tilia miqueliana</i>)林
		7. 黄连木(<i>Pistacia chinensis</i>)、黄檀(<i>Dalbergia hupeana</i>)林
		8. 小叶朴(<i>Celtis bungeana</i>)、梧桐(<i>Firmiana simplex</i>)林
		9. 盐肤木(<i>Rhus chinensis</i>)、黄檀(<i>Dalbergia hupeana</i>)林
		10. 枫香(<i>Liquidambar formosana</i>)、黄连木(<i>Pistacia chinensis</i>)林
	刺槐林	11. 刺槐(<i>Robinia pseudoacacia</i>)林

1.2 样地设置与调查方法

2007 年 5–7 月在位于苏北低山丘陵区的前云台山、中云台山、后云台山、锦屏山、马陵山、泉山等地选择具有代表性森林植被(包括常绿针叶林、落叶阔叶林), 并设置了 6 块测试样地, 每块样地设 3 个重复, 根据区域景观的实际情况, 将乔木层和灌木层样方面积设置为 10 m × 10 m, 在样地中心设置样方, 在样方内又设置 3 个 1 m × 1 m 草本层小样方, 对于乔木层主要记载乔木的种类、株数、胸径、高度、盖度、多度等, 对于灌木层和草本层则分别记载灌木和草本的种类、高度、数量和盖度等; 另外还记录各样地的盖度、坡向、坡度等环境因子(具体见表 2)^[5]。各样地的土壤剖面选在靠近测试样地(样方为 1 m × 1 m)的位置, 这样既保证土壤调查的代表性, 又不破坏样地的完整性。每块样地内按对角线随机布点挖取一个土壤剖面, 划分土壤的发生层, 测量并记录枯枝落叶层、腐殖质层及土层厚度, 调查其相应的土壤特性, 按由下向上的顺序分层取环刀土样和采集混合样(每一土层重复采样 3 次混均), 带回实验室分析。将风干后的土样用木锤碾碎, 分别

过土壤筛(全量元素分析样品为 0.25 mm, 速效养分分为 1 mm)后装于塑料瓶中备用。

1.3 土样分析与数据统计

采集的土样做室内分析, 其中, 土壤物理性质指标及其测定方法为: 土壤容重测定采用环刀法, 土壤颗粒组成测定采用吸管法; 土壤化学性质指标及其测定方法为: 土壤有机质测定采用重铬酸钾氧化-硫酸亚铁还原滴定法, 全氮测定采用半微量凯氏定氮法, 水解氮测定采用碱解-扩散吸收法, 有效磷测定采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法, 速效钾测定采用乙酸铵提取-火焰光度计法, 土壤 pH 值的测定采用 1:2.5 的水土比, 用电位法测定, 土壤阳离子交换量通过测定土壤盐基组成和交换性酸计算求得; 土壤酶活性指标的测定: 土壤磷酸酶采用对硝基苯磷酸盐法测定酸性和碱性磷酸单脂酶的活性。以上具体的分析方法参照《土壤农业化学分析方法》^[6]。每个样品重复 3 次, 测定结果取 3 次重复的平均值。样点布局空间数据与实验数据的统计输入该地区森林土壤资源动态数据库, 采用 SPSS 软件对所获得数据进行差异性检验和相关分析。

表 2 苏北低山丘陵区各测试样地调查概况^[5]

样号	植被类型	主要层优势植物种类	郁闭度	盖度/%	坡向坡度	土壤类型	样地来源
1	温性松林	赤松	0.6~ 0.8	60	NW10° ~ 15°	粗骨褐土	云台山
2		黑松	0.6	10	SE10° ~ 15°	粗骨褐土	锦屏山
3	侧柏林	侧柏	0.3~ 0.6	60	E15° ~ 20°	粗骨褐土	泉山
4		栓皮栎	0.7~ 0.8	50	W15° ~ 20°	粗骨褐土	云台山
5	杂木林	麻栎	0.6~ 0.7	30	SE10° ~ 15°	粗骨褐土	云台山
		黄连木、黄檀	0.6	20	NW10° ~ 15°	淋溶褐土	云台山
6	刺槐林	盐肤木、黄连木	0.6	40	NE10° ~ 15°	粗骨褐土	云台山
		刺槐	0.5~ 0.7	20	NE10° ~ 15°	粗骨褐土	马陵山

2 森林土壤健康评价理论与方法

2.1 评价指标体系的构建

针对苏北低山丘陵区森林功能的定位以及目前已掌握该地区的有效土壤信息,按照针对性原则、整体性原则、区域性原则和敏感性原则,采用层次结构的方法,分别从不同的土壤特征以及物种多样性指标中选择适合该山丘区的森林土壤健康评价指标,从而构建森林土壤健康评价体系^[7](见图1)。研究的目标层是森林土壤健康指标,依据森林土壤功能,将影响目标层的指标分为4大类:植物生长潜力(vegetation growth capacity, VGC)、水分有效性(water availability, WA)、养分有效性(nutrient availability, NA)和根系适宜性(root suitability, RS)3类功能^[8-9]。

2.1.1 植物生长潜力指标 植物生长潜力指标的选择采用枯枝落叶层厚度以及灌木和草本的物种多样性系数。从森林健康经营角度来看,一般认为物种多样性越丰富,越有利于森林生态系统的稳定。因此,在森林土壤健康评价中,选取 Margalef 丰富度指数 R 和 Shannon- Wiener 多样性指数 H,物种

多样性系数表示 Margalef 丰富度指数 R 与 Shannon- Wiener 多样性指数 H 的平均数。

2.1.2 水分有效性指标 选取枯枝落叶层厚度、腐殖质厚度、土层厚度以及土壤容重4个指标。枯枝落叶层具有截留降水、延缓地表径流的重要作用;腐殖质层含有大量有机物质,且疏松多孔,对保持土壤水分具有明显的作用;土层厚度以及土壤容重是反映容纳水分数量空间指标,土层越厚、容重越小越有利于水分的保持。

2.1.3 养分有效性指标 依据土壤养分的有效性,选用8个指标进行评价。主要集中在土壤 pH 值、有机质、土壤阳离子交换量、以及氮、磷、钾等。在土壤氮素研究中,目前测定有效性指标的方法还不完善,因此,同时选择了全氮和水解性氮指标;土壤有效磷的来源复杂,且在土壤磷的运移过程中易固定,从而影响植物吸收的特点,选择了土壤有效磷以及磷酸酶活性2项指标。

2.1.4 根系适宜性指标 考虑影响根系生长障碍性以及养分的供应等因素,主要选择4个指标,包括土层厚度、土壤容重、黏粒含量和有机质含量等。

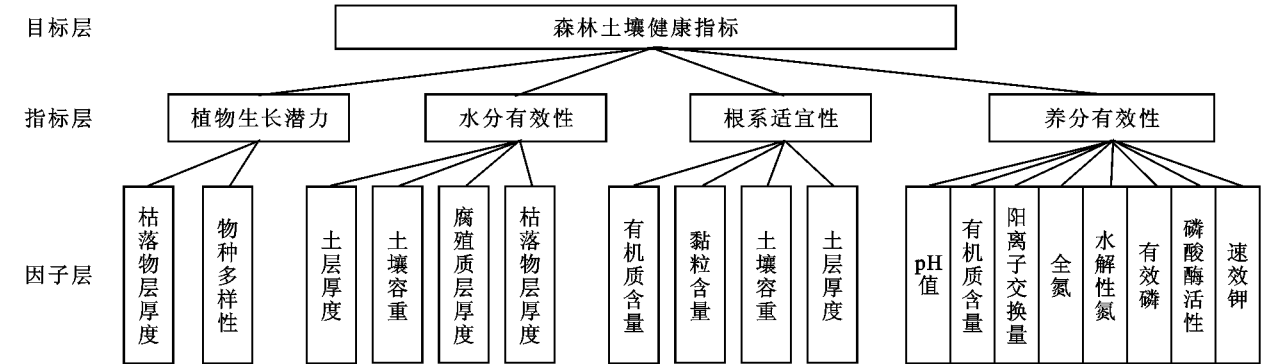


图 1 苏北低山丘陵区森林土壤健康评价体系^[7]

2.2 评价指标权重的确定

评价指标的权重就是各指标对土壤健康影响程度或贡献率的大小,权重越大,表明对土壤健康的重要性就越大。评价指标权重的确定是整个评价过程的基础,以往研究中多采用经验打分法,为避免受人为主观因素的影响,研究采用因子分析法来计算公

因子方差,借助 SPSS 软件对数据进行描述性统计及差异性检验,直接寻找对观察结果起支配作用的潜在因子(潜变量),评判结果准确性高^[10]。

2.3 评价指标数值的隶属度处理

由于各指标的含义不同,指标值的计算方法也不同,造成各指标的量纲的差异。因此,即使各指标

都量化了,也不能够直接进行计算,在进行综合指标求和时,须先对指标进行隶属度(标准化)处理。研究借助模糊数学原理^[11-12],建立评价指标与土壤功能之间的评分函数。目前常采用 3 种评分函数

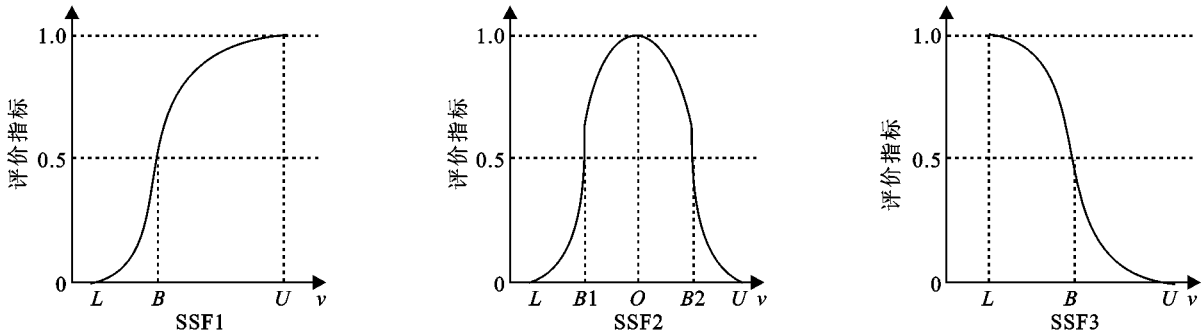


图 2 评分函数类型

SSF1 为戒上型函数,越多越好,计算公式如式(1)。

$$f(X)=\begin{cases} 1.0 & X \geq U \\ 0.1+0.9(X-L)/(U-L) & L < X < U \\ 0.1 & X \leq L \end{cases} \quad (1)$$

SSF2 为梯形函数,又称抛物线函数,指标有最适合的范围,计算公式如式(2)。

$$f(X)=\begin{cases} 0.1 & X \leq L, X \geq U \\ 1.0+0.9(X-L)/(B_1-L) & L < X < B_1 \\ 1.0 & B_1 \leq X \leq B_2 \\ 1.0-0.9(X-B_2)/(U-B_2) & B_2 < X < U \end{cases} \quad (2)$$

SSF3 为戒下型函数,越少越好,计算式如式(3)。

$$f(X)=\begin{cases} 0.1 & X \geq U \\ 1.0+0.9(X-L)/(U-L) & L < X < U \\ 1.0 & X \leq L \end{cases} \quad (3)$$

以上各式中: X ——指标测定值; U ——上限; L ——下限; B_1 ——较低基准值; B_2 ——较高基准值; O ——最适值。

评分函数实际是所要评价的肥力指标与植物生长效应曲线(S 型曲线或直线)之间关系的数学表达式。根据前人的研究成果、森林土壤性质的特征以及生产经验的总结,采用戒上型函数 SSF1 的指标有: Margalef 丰富度指数 R 、Shannon–Wiener 多样性指数 H 、腐殖质层厚度、土层厚度、土壤有机质、阳离子交换量、全氮、水解性氮、土壤有效磷、土壤磷酸酶活性、土壤速效钾;采用梯型函数 SSF2 的指标有: 枯枝落叶层厚度、pH 值和粘粒含量;而土壤容重采用戒下型函数 SSF3。

(standard scoring functions, SSF) 又称隶属度函数^[1,10],计算出各指标的隶属度,将评价指标的实测值转换为介于 0~1 之间的数值,实现指标的量化归一。图 2 是 3 种隶属度函数的模式。

2.4 森林土壤健康指数的计算

对森林土壤健康状况的评价,采用量化的森林土壤健康指数 (Forest soil health index, 即 FSHI),参考土壤质量指数(SQI)计算方法^[13],根据各个评价指标因子的权重与各个评价指标的隶属度值进行逐层加权计算,得到森林土壤健康评价各项功能指数和综合评价指数。

苏北低山丘陵区森林土壤健康指数计算式如式(4)。

$$FSHI = \sum_{i=1}^n (V_i) \times W_i \quad (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (4)$$

式中: $FSHI$ ——森林土壤健康指数 (Forest soil health index); W_i ——各个评价指标的隶属度值; V_i ——第 i 个评价指标权重; n ——评价指标的个数。

3 结果与分析

3.1 评价指标测定值及其权重值的统计

根据苏北低山丘陵区的实际情况,以 6 种代表性森林植被下土壤为研究对象,在系统调查和分析土壤形态、物理、化学、酶活性特征以及物种多样性的基础上,运用土壤学知识和专家经验,选择枯枝落叶层厚度、灌木层及草本层的 Marealet 丰富度指数和 Shannon–Wiener 多样性指数、腐殖质层厚度、土层厚度、容重、黏粒含量、有机质、pH 值、阳离子交换量、全氮、水解性氮、有效磷、速效钾、磷酸酶活性共 17 项指标,通过野外调查和室内土样分析,各指标测定值见表 3,表 4。基于 SPSS 软件^[10],对该地区各指标所获得数据进行差异性检验和相关分析,确定各项指标的权重。不同森林土壤健康评价指标及其权重系数见表 5。由表 5 中各评价指标权重可知,水分有效性的权重最大,这是基于研究地区的水分条件是影响森林植物生长的主要因子,它比

任何其它因子都重要。

3.2 不同林分土壤健康评价

研究采用定量化的森林土壤健康指数 (Forest soil health index, FSHI), 参考土壤质量指数 (SQI) 计算方法, 森林土壤各项功能指数以及最终的森林土壤健康指数计算分别为:

$$VGC = 0.50 \times \text{枯落物层厚度} + 0.35 \times \text{灌木层物种多样性系数} + 0.15 \times \text{草本层物种多样性系数}$$

$$WA = 0.30 \times \text{枯落物层厚度} + 0.30 \times \text{腐殖质层厚度} + 0.20 \times \text{土层厚度} + 0.20 \times \text{容重}$$

$$NA = 0.25 \times \text{有机质含量} + 0.05 \times \text{pH 值} + 0.15 \times \text{阳离子交换量} + 0.10 \times \text{全氮} + 0.10 \times \text{水解性}$$

$$\text{氮} + 0.15 \times \text{有效磷} + 0.10 \times \text{磷酸酶活性} + 0.10 \times \text{速效钾}$$

$$RS = 0.30 \times \text{土层厚度} + 0.25 \times \text{容重} + 0.25 \times \text{黏粒含量} + 0.20 \times \text{有机质含量}$$

式中: *VGC* ——植物生长潜力指数; *WA* ——水分有效性指数; *NA* ——养分有效性指数; *RS* ——根系适宜性指数。

$$FSHI = 0.20VGC + 0.35WA + 0.30NA + 0.15RS$$

依据不同林分各项指标的实测值, 运用隶属度函数进行标准化处理, 经加权综合计算, 得出 6 种森林植被下不同土壤功能及土壤健康指数, 具体评价结果详见表 6。

表 3 苏北低山丘陵区测试样地各指标测定值(1)(平均值±标准差)

植被类型	枯落层厚度/ cm	腐殖质层 厚度/ cm	土层(A+ B) 厚度/ cm	灌木层物种 多样性系数	草本层物种 多样性系数	磷酸酶活性/ (mg· kg ⁻¹)
赤松林	4.5±1.30	4.2±2.5	31.3±12.4	2.5±0.15	1.3±0.19	17.63±2.1
黑松林	4.2±1.02	4.0±2.1	30.8±11.9	2.3±0.13	1.0±0.17	16.36±2.0
侧柏林	4.0±1.18	3.9±2.0	30.1±12.0	2.0±0.10	0.9±0.12	15.26±1.8
栎类林	2.8±0.85	3.0±1.9	31.0±10.0	2.9±0.09	1.5±0.05	22.75±2.3
杂木林	2.7±0.83	2.5±1.8	30.0±10.1	3.1±0.07	1.7±0.06	23.98±2.2
刺槐林	2.6±0.81	2.9±1.7	29.8±10.2	2.1±0.06	1.1±0.04	20.43±2.5

表 4 苏北低山丘陵区测试样地各指标测定值(2)

植被类型	容重/ (g· cm ⁻³)	黏粒组成/ (mg· hm ⁻²)	有机质/ (mg· hm ⁻²)	pH 值 (H ₂ O)	阳离子交换量/ (cmol ⁺ · kg ⁻¹)	全氮/ (mg· hm ⁻²)	水解性氮/ (kg· hm ⁻²)	速效钾/ (kg· hm ⁻²)	有效磷/ (kg· hm ⁻²)
赤松林	1.18	318.2	21.8	5.5	17.34	1.28	113.8	172.0	6.7
	(0.04)	(124.9)	(3.4)	(1.1)	(2.05)	(0.94)	(57.2)	(61.6)	(3.2)
黑松林	1.20	302.4	20.5	5.9	17.85	1.31	119.4	176.5	6.8
	(0.07)	(163.6)	(6.2)	(0.7)	(2.00)	(0.71)	(68.5)	(42.7)	(1.5)
侧柏林	1.21	290.7	19.2	6.3	18.03	0.99	76.2	146.6	5.9
	(0.10)	(147.5)	(5.9)	(1.2)	(2.16)	(1.13)	(28.3)	(75.5)	(1.8)
栎类林	1.25	338.2	22.1	7.4	25.74	1.53	89.0	193.4	9.1
	(0.08)	(124.9)	(8.3)	(1.0)	(1.80)	(0.52)	(21.7)	(88.2)	(4.1)
杂木林	1.23	361.1	18.9	7.2	24.93	1.39	104.6	156.9	7.4
	(0.12)	(190.6)	(2.7)	(0.9)	(1.77)	(1.08)	(35.4)	(47.4)	(3.9)
刺槐林	1.26	352.6	23.6	7.6	21.65	1.46	99.7	189.9	7.8
	(0.09)	(103.3)	(7.8)	(1.2)	(1.76)	(0.35)	(41.7)	(96.1)	(2.6)

注: 括号内为标准差

从表 6 可以看出, 苏北低山丘陵区森林土壤健康状况在不同林型之间差异显著, 具体比较结果为: 栎类林(0.64) > 杂木林(0.62) > 赤松林(0.56) > 黑松林(0.51) > 侧柏林(0.37) > 刺槐林(0.35)。结合苏北低山丘陵区的实际, 该森林土壤健康指数较高的为栎类林和杂木林, 它们是该地区的地带性植被类型, 但由于人类的长期破坏, 现存面积很小, 呈零星分布状态; 而森林土壤健康指数较低的为刺槐林和侧柏林, 系人工林, 常为纯林, 其物种多样性较低, 它们是目前该地区低山丘陵上的主要森林类

型, 分布较广。这一研究结果表明: 在相近的立地条件下, 天然次生林下土壤健康指数高于人工林, 即天然次生林下土壤健康状况好于人工林。这符合一般的林分土壤健康规律, 因此, 本研究所建立的森林土壤健康指数比较合理, 可适用于该地区森林土壤的健康评价。

4 结论与讨论

(1) 通过野外调查, 目前苏北低山丘陵区森林植被主要分布: 连云港附近低山丘陵以赤松林为主, 黑

松林、栎类林、杂木林占有一定面积;徐州附近低山丘陵侧柏林占显著优势,刺槐林分布较广,栎类林、杂木林零星存在。此外,赤松林、黑松林以及侧柏林多为纯林,物种多样性很低,林下灌木层、草本层不甚发育,生长缓慢,病虫害较严重。

表 5 苏北低山丘陵区森林土壤评价体系各指标权重

土壤功能	功能权重	指标	指标权重
植物生长潜力	0.20	枯落物层厚度	0.50
		灌木层物种多样性系数	0.35
		草本层物种多样性系数	0.15
水分有效性	0.35	枯落物层厚度	0.30
		腐殖质层厚度	0.30
		土层厚度	0.20
		容重	0.20
		有机质含量	0.25
		pH 值	0.05
		阳离子交换量	0.15
养分有效性	0.30	全氮	0.10
		水解性氮	0.10
		有效磷	0.15
		磷酸酶活性	0.10
		速效钾	0.10
根系适宜性	0.15	土层厚度	0.30
		容重	0.25
		黏粒含量	0.20
		有机质含量	0.25

表 6 苏北低山丘陵区森林土壤健康评价结果

植被类型	VGC	WA	NA	RS	FSHI	评价排序
赤松林	0.49	0.62	0.50	0.60	0.56	3
黑松林	0.53	0.50	0.48	0.59	0.51	4
侧柏林	0.31	0.28	0.40	0.60	0.37	5
栎类林	0.51	0.70	0.62	0.70	0.64	1
杂木林	0.42	0.72	0.58	0.70	0.62	2
刺槐林	0.39	0.19	0.42	0.50	0.35	6

(2) 结合专业知识和专家经验,从土壤形态、物理、化学、酶活性特征以及物种多样性指标中,选择 17 项指标,构建了适合苏北低山丘陵区森林土壤健康评价指标体系;应用评分函数方程,对各评价指标数值进行隶属度处理,并基于 SPSS 软件,确定各项指标的权重;最后通过加权综合法计算该低山丘陵区主要森林土壤健康指数为栎类林(0.64) > 杂木林(0.62) > 赤松林(0.56) > 黑松林(0.51) > 侧柏林(0.37) > 刺槐林(0.35)。

(3) 不同林分下土壤健康是相对的,土壤健康仅

仅是影响林木生长的一个因素,因为影响林木生长的因素是非常复杂的。本研究所构建的森林土壤健康评价体系,具有一定的局限性,只适用于同一气候区、温度带的局部区域范围内,不适用大区域范围的评价。

(4) 本项研究只进行了一次性的取样分析,若能对该低山丘陵区不同林分下土壤进行长期定位调查分析,并结合当地森林植被类型进行综合研究建立动态检测体系,则可以了解各森林土壤健康状况的动态变化,揭示不同林分对土壤物理化学以及生物特性的影响。

(5) 采用枯落物厚度及物种多样性系数作为反映植物生长潜力的指标,目的是为了将森林与土壤有机的结合起来。但该低山丘陵区内森林植被类型和生物习性多样,如何更好的选用与林木生长健康相关的指标,还有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 赵其国,孙波,张桃林.土壤质量的定义及评价方法[J].土壤,1997,29(3):113-120.

[2] 周启星.健康土壤学:土壤健康质量与农产品安全[M].北京:科学出版社,2005.

[3] 王政权,王庆成.森林土壤物理性质的空间异质性研究[J].生态学报,2000,20(6):945-950.

[4] 阎传海.徐州连云港地区城镇绿化策略研究[J].海南师范学院学报:自然科学版,2002,15(3):47-49.

[5] 于法展,尤海梅,李保杰,等.苏北地区代表性森林土壤理化特性的比较研究[J].地理与地理信息科学,2007,23(2):87-90.

[6] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.

[7] 黄国胜,王雪军,孙玉军,等.河北山区森林生态环境质量评价[J].北京林业大学学报,2005,27(5):75-80.

[8] 黄宇,汪思龙,冯宗炜,等.不同人工林生态系统林地土壤质量评价[J].应用生态学报,2004,15(12):2199-2205.

[9] 赵玉国,张甘霖,张华,等.海南岛土壤质量系统评价与区域特征探析[J].中国农业生态学报,2004,12(3):13-15.

[10] 卢纹岱.SPSS for Windows 统计分析[M].北京:电子工业出版社,2000.

[11] 王建国,杨林章,单艳红.模糊数学在土壤评价中的应用研究[J].土壤学报,2001,38(2):176-183.

[12] 万存绪,张效勇.模糊数学在土壤评价中的应用[J].应用科学学报,1991,9(4):359-365.

[13] 许明祥,刘国彬,赵允格.黄土地陵区土壤质量评价指标研究[J].应用生态学报,2005,16(10):1843-1848.