

海南岛土壤质量系统评价与区域特征探析*

赵玉国 张甘霖** 张 华 龚子同

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘要 研究建立了海南岛热带地区土壤质量系统评价模型,并对该岛土壤质量进行综合评价,结果表明海南岛土壤养分有效性为主要限制因子,水分有效性和根系适宜性状较好,土壤综合质量中等偏上。与林地相比其他土地利用方式土壤质量均有所下降。

关键词 土壤质量系统评价模型 土壤质量评价指标 土地利用 SOTER

Systematic assessment and regional features of soil quality in the Hainan Island. ZHAO Yu-Guo, ZHANG Gan-Lin, ZHANG Hua, GONG Zi-Tong(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008), *CJEA*, 2004, 12(3):13~15

Abstract The systematic evaluating model of soil quality of Hainan Island was established and the comprehensive quality of soil was evaluated. The results show that the soils in the Hainan Island have high water availability and root suitability at a poor nutrition condition. The comprehensive soil quality is at a moderate or suitable level. Soils under the cover of virgin forest have the best soil quality compared to those used by annual and perennial crops.

Key words Systematic assessment model of soil quality, Assessment indicators of soil quality, Land use, SOTER

海南岛是我国重要的热带作物生产基地,该岛地处热带北缘,地势中间高四周低,从中部山体向四周沿海逐级降低,构成由山地、丘陵、台地和平原组成近似环状的层状地形,属热带季风气候,年均降雨量 1000~2000mm。合理开发和利用其热带土壤资源具有极其重要的经济和生态意义,但迄今为止该区尚缺乏系统的土壤质量定义和评价。土壤质量被定义为“特定类型土壤在自然或农业生态系统边界内保持动植物生产力,保持或改善大气与水的质量以及支持人类健康和居住的能力^[6]”,系统研究该区土壤质量指标和评价,既为我国广大热带亚热带地区土壤质量评价指标选取和综合质量评价提供重要案例,又为该区土壤资源可持续利用提供依据。土壤-地体数字化数据库(SOTER)具有相对均一性及丰富全面的属性数据,为区域土壤质量评价提供了基础数据,本研究的土壤质量评价基础数据即源于海南岛 SOTER 数据库,有关该数据库建设和应用见文献[1]。

1 研究区域概况与研究方法

研究地典型样区位于海南岛华南热带农业大学农场内,总面积 5.23km²,为低丘地形,主要成土母质为花岗岩,平均海拔高度 157m,年均气温 23.3℃,年降雨量 1826mm。主要种植橡胶,其次种植咖啡、香蕉、槟榔和胡椒等,有少量水稻田,是海南岛较典型的土地利用方式^[2]。

通过对典型样区的研究,并参考国内外研究结果和考虑到 SOTER 数据库局限性,本研究划分为水分有效性、养分有效性和根系适宜性 3 项土壤功能,确定

表 1 土壤质量评价的功能权重与指标权重

Tab.1 Weight of soil functions and soil indicators

功能 Functions	功能权重 Function weights	指标 Indicators	指标权重 Indicator weights
水分有效性	0.40	水稳性团聚体	0.35
		容重	0.35
		总有机碳	0.15
养分有效性	0.40	粘粒含量	0.15
		总有机碳	0.30
		pH 值	0.20
		阳离子代换量	0.30
		速效磷	0.10
根系适宜性	0.20	速效钾	0.10
		土层厚度	0.30
		容重	0.30
		粘粒含量	0.20
		pH 值	0.10
		总有机碳	0.10

* 国家重点基础研究(973)发展规划项目(G1999011809)和联合国开发计划署援助项目(CRP/96/105)共同资助

** 通讯作者

收稿日期: 2003-03-06 改回日期: 2003-04-18

表 2 土壤质量评价指标标准评分方程各参数

Tab. 2 Standard scoring equation and their parameters for soil quality indicators

指标 Indicators	标准评分方程 Standard scoring equation	下限 Lower limit	基准值 Base	上限 Upper limit	基准值 1 Base 1	最优值 Optimization	基准值 2 Base 2
土层厚度 / cm	1	20.0	60.0	100.0			
水稳性团聚体 / %	1	15.0	30.0	70.0			
容重 / $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$	3	1.0	1.5	20.0			
粘粒含量 / %	2	10.0		50.0	20.0	30.0	40.0
pH 值	2	3.5		9.5	5.3	6.5	7.7
阳离子代换量 / $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$	1	3.0	10.0	20.0			
有机碳 / $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	1	5.0	15.0	30.0			
有效磷 / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	2	5.0		150.0	15.0	30.0	100.0
速效钾 / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	2	30.0		525.0	85.0	175.0	450.0

定数值代入标准评分方程计算求得标准得分值。

2 结果与分析

2.1 土壤质量综合评价

把海南岛 SOTER 数据库中各项指标值代入标准评分方程进行标准化计算,得出 3 项土壤功能得分和土壤综合质量得分值,其土壤综合质量评价结果见图 1。从评价结果看全岛土壤综合质量平均值为 0.64,86% 以上面积在 0.5~0.8 间(见表 3),土壤养分有效性普遍较差,养分供应和保持能力弱,全岛 70% 以上面积土壤养分有效性分值 < 0.5,尤其是滨海沙地和平原区较低,仅少量地区如北部火山灰土地区土壤养分有效性较好,分值 > 0.6。全岛土壤中 P、K 养分普遍缺乏,有效磷含量很低,普遍 < 9mg/kg,且阳离子代换量低;土壤酸度高,22% 的面积土壤水提 pH 值 < 4.5,84.8% 的面积则 < 6,这表明海南岛土壤养分有效性普遍受限,特别是耕作土壤有机质含量低,土壤酸度高,且阳离子代换量低,故生产中应因地制宜采取有效的土壤养分管理措施提高土壤养分供应能力。海南岛土壤物理结构良好,能维持较好的水分有效性和根系适宜性,优越的水热条件和深厚土壤使海南岛土地资源具有极大的生物潜力,是该岛可持续发展的基础,但由于该岛雨季明显,且多暴雨和台风雨,土壤水蚀危险度高,因此积极保护自然植被和大力加强人工水土保持,对海南岛土壤可持续利用意义重大。

表 3 土壤功能评价与质量综合评价结果面积比例分布

Tab. 3 Value distribution of soil functions and total quality assessment

分值区间 Value	评价结果面积比例分布 / % Value distribution			
	养分有效性 Nutrient availability	水分有效性 Water availability	根系适宜性 Root suitability	土壤综合质量 Soil quality
0.2~0.3	27.4	-	-	-
0.3~0.4	15.1	-	-	-
0.4~0.5	27.8	-	-	5.7
0.5~0.6	18.9	-	1.5	30.1
0.6~0.7	5.8	13.0	31.3	23.7
0.7~0.8	1.9	25.1	38.9	32.5
0.8~0.9	0.7	19.4	22.2	4.8
0.9~1.0	-	40.0	2.7	0.7

2.2 土壤质量空间分布特征

海南岛大部分山地土壤综合质量优于平原区(见图 1 和表 4),随海拔高度和坡度的降低,由山地-丘陵-平原人为影响强度逐渐提高,土壤质量呈下降趋势,这或许说明过去人类活动如耕作影响条件下海南岛土壤质量存在一定退化现象,土壤综合质量、土壤质量功能和评价指标均存在类似现象,而导致土壤质量下降幅度与耕作方式有关(见图 2),其中林地土壤质量综合评价最高,依次向下为灌丛、疏林地、高盖度草地、苗圃果园、低盖度草地、水田和旱地。海南岛历史上曾几乎被原始森林所覆盖^[5],本研究以原始林地土壤质量

了 9 项土壤质量评价指标^[2~7]以及综合指数权重(见表 1)。土壤指标标准化采用 3 类标准评分方程,即 SSE1,越多越好;SSE2,最适范围;SSE3,越少越好。选择每个指标评分方程,并确定评分方程的上限、下限、基准值和最优值等参数(见表 2),最后将各项土壤质量指标测

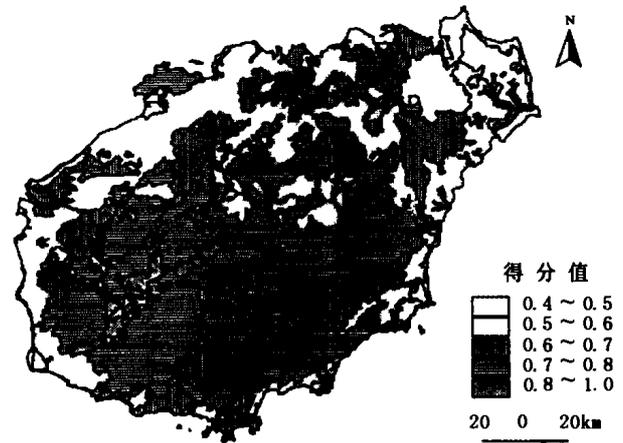


图 1 海南岛土壤综合质量评价图

Fig. 1 Soil quality indicator maps of Hainan Island

表 4 土壤质量与地貌类型关系

Tab.4 Relationship between soil quality and landforms

地貌类型 Landforms	土壤质量 Soil quality		水分有效性 Water availability		养分有效性 Nutrient availability		根系适宜性 Root suitability	
	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.
	复合地形	0.68	0.06	0.83	0.07	0.46	0.13	0.81
山麓平原	0.62	0.07	0.83	0.09	0.33	0.10	0.84	0.11
平地平原	0.57	0.09	0.75	0.09	0.34	0.12	0.72	0.10
谷底平原	0.66	0.14	0.85	0.10	0.41	0.18	0.80	0.12
中坡度丘陵	0.71	0.07	0.90	0.07	0.44	0.12	0.81	0.08
中坡度山地	0.66	0.10	0.87	0.08	0.41	0.10	0.73	0.06
碎原	0.64	0.06	0.80	0.07	0.39	0.11	0.78	0.06
高坡度丘陵	0.74	0.07	0.91	0.06	0.50	0.13	0.70	0.04
高坡度山地	0.75	0.07	0.92	0.07	0.54	0.10	0.70	0.05

为参照,把林地土壤质量定义为 1,则目前该岛旱地农业耕作方式土壤质量指数下降最明显,较林地降低 17%;苗圃果园、水田等土地利用方式土壤质量降幅为 14%左右。图 2 表明海南岛土壤有机碳含量仍以林地最高,其他依次为灌丛>高盖度草地>水田>苗圃果园>疏林地>低盖度草地>旱地,其中有机质含量降幅最大的依次为旱地>低盖度草地>疏林地,均减少 30%以上,水田和苗圃果园及高盖度草地及灌丛降幅相对较小。不同土地利用方式可引起土壤质量发生变化,其直接原因在于不同的管理、投入和产出模式;同时土地利用方式的改变也引起原有生态环境条件变化,如土壤侵蚀、水分入渗和土壤生物等均相应发生变化,这是引起土壤质量变化的间接因素。

3 小 结

海南岛土壤养分有效性普遍较差,养分供应和保持能力弱,水分有效性和根系适宜性则较好,土壤综合质量为中等偏上。

应通过一定的经济投入,实施一系列有效技术措施,以改善土壤养分有效性,维持土壤生产力和可持续利用。随海拔高度和坡度的降低,由山地-丘陵-平原人为影响强度逐渐提高,土壤质量呈下降趋势,说明过去人类活动如耕作影响条件下海南岛土壤质量存在一定退化现象,与林地土壤质量相比其他土地利用方式土壤质量均有所下降,尤以旱耕地下降最明显,土壤质量指数降低 17%,土壤有机碳含量下降 40%。这种影响源于农业生产活动,也源于生态条件改变而引起的土壤侵蚀加剧等间接因素。

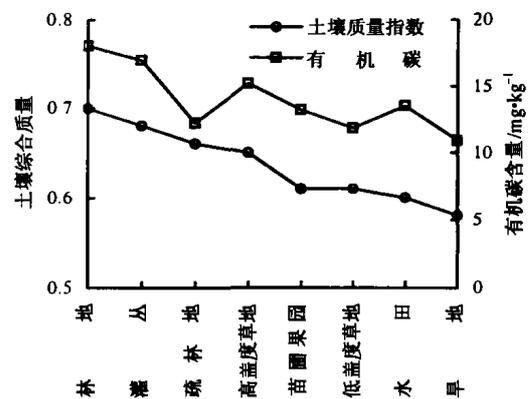


图 2 不同土地利用类型土壤质量与土壤有机碳含量变化

Fig.2 Soil quality value and soil organic carbon of different landuses

参 考 文 献

- 1 张学雷,张甘霖,龚子同. 海南岛土壤质量的指标与量化表达研究. 应用生态学报,2001,12(4):549~552
- 2 张 华,张甘霖,漆志平等. 热带地区农场尺度土壤质量现状的系统评价. 土壤学报,2003,40(2):178~185
- 3 王效举,龚子同. 红壤丘陵小区域水平不同时段土壤质量变化评价和分析. 地理科学,1997,17(2):141~148
- 4 孙 波,赵其国,张桃林. 我国东南丘陵山区土壤肥力的综合评价. 土壤学报,1995,32(4):362~369
- 5 林媚珍,张德铨. 海南岛热带天然林动态变化. 地理研究,2001,20(6):703~712
- 6 Doran J. W., Parkin T. B. Defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science Society of American Publication No. 35. Inc, Madison, Wisconsin, USA, 1994. 3~21
- 7 Hussain I., Olson K. R., Wander M. M., et al. Adaptation of soil quality indices and application to three tillage systems in southern Illinois. Soil Tillage Res., 1999, 50:237~249