

高丽楠, 张 宏. 青藏高原高寒草地土壤铁的空间异质性[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(15): 239–243.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.15.062

青藏高原高寒草地土壤铁的空间异质性

高丽楠¹, 张 宏²

(1. 成都大学旅游与经管管理学院, 四川成都 610106; 2. 四川师范大学地理与资源科学学院, 四川成都 610066)

摘要:应用经典统计学和地统计学相集合的方法, 研究青藏高原东缘典型的高寒草甸、高寒沼泽样地中小尺度下土壤活性铁的空间变异特征。结果表明, 研究区土壤活性铁变异系数随着样地尺度的增加而增大, 变异系数为 14.2% ~ 48.8%, 均属中等程度变异。半方差分析结果, 高寒草甸 3 个尺度的样地从小到大 M_1 、 M_2 、 M_3 的最佳拟合模型依次为高斯、指数、球状模型; 高寒沼泽 S_1 、 S_2 、 S_3 依次为指数、球状、指数模型。高寒草甸和高寒沼泽的土壤活性铁的空间变异性的块金值/基台值比值 [$C_0/(C_0 + C_1)$] 均介于 50% ~ 68%, 具有中等强度的空间相关性, 结构性因素和随机性因素共同对变异起作用。克里金插值图显示高寒草甸土壤活性铁明显呈带状和斑块状分布, 空间连续性较好, 南部活性铁含量明显高于北部; 高寒沼泽土壤活性铁呈现斑块分布, 插值图比较破碎。在相同尺度下高寒沼泽群落土壤活性铁的分形维数值要小于高寒草甸群落, 高寒沼泽群落土壤活性铁呈现更强的空间异质性。

关键词:土壤活性铁; 地统计学; 空间变异

中图分类号: S153.6⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)15-0239-04

地壳和土壤中铁元素的丰度仅次于氧、硅、铝, 不仅影响土壤结构, 还可直接以化学途径或间接通过微生物/生物途径干预大量元素循环, 从而影响土壤功能^[1]。特别是对湿地土壤的氧化还原环境来说, 土壤铁的变化具有非常重要的指示性意义^[2]。同时, 铁可以直接影响植物的生长发育, 土壤对植物营养元素的供给情况可以通过土壤中铁的含量及分布来反映^[3]。其中, 活性铁是在一定条件下能够被活化的氧化铁, 在调节 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 含量上具有重要作用, 是土壤对植物供铁的重要指标^[1]。所以在植物营养学和环境化学等领域中, 土壤活性铁均起着重要的作用。

青藏高原是地球上最高的高原, 平均海拔在 4 000 m 以上, 地域广阔, 面积为 2.5724×10^3 km², 占我国陆地总面积的 26.8%^[4], 被誉为地球的“第三极”。青藏高原具有高海拔、强太阳辐射、空气稀薄、低气温等地理气候特征, 使得高原植被和土壤对全球变化极为敏感, 因此, 被认为是研究全球变化的“敏感区”。青藏高原土壤元素的自然含量及其特征的研究, 是该区开发和规划中必不可少的资料, 对于了解该区的环境地球化学与元素化学地理上具有重要意义。土壤环境的重要属性之一是土壤铁的空间异质性^[5]。土壤铁的空间异质性的研究具有相当重要的意义, 不仅可以理解土壤的形成过程、结构和功能, 而且可以了解植物和土壤之间的关系, 如土壤的更新过程, 植物的空间分布格局, 对土壤养分和水分变化对根系产生的影响也具有非常重要意义。自 20 世纪 90 年代以来, 土壤铁的空间异质性成为生态学研究的重点问题, 相

关学者开始关注土壤铁含量的空间异质性特征^[6-7]。本研究在中小尺度下通过高密度网格嵌套采样, 从不同群落类型、样地大小、采样密度等角度探讨土壤活性铁的空间异质性变化, 揭示青藏高原东缘高寒地区不同草地类型土壤活性铁的空间分布及其变异特征, 有助于认识该地区土壤活性铁在不同空间范围上的变异特征, 最终为大尺度的土壤活性铁的分布、估算模型模拟和真实信息获取提供实践基础, 对评价青藏高原在全球环境变化下生物地球化学循环的响应有重要的意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

研究区位于青藏高原东南边缘的四川省阿坝藏族羌族自治州红原县(101°51' ~ 103°23'E, 31°51' ~ 33°19'N), 平均海拔 3 600 m。该区气候为大陆性高原气候, 年均气温 0.6 ~ 1.1 °C, 最暖为 7 月, 平均温度为 10.8 °C, 最冷为 1 月, 平均温度为 -10.6 °C; 区内年均雨量 781.75 mm, 降水主要集中在 5—9 月; 日照时间长, 太阳辐射强, 太阳辐射年总量为 6 194 MJ/m²。

1.2 样品采集与分析

本研究在红原县龙日种畜场的草场设置样地, 分别选取浅丘山地草甸(102°22.91'E, 32°27.21'N, 海拔 3 563 m)、丘间低地沼泽(102°22.10'E, 32°26.73'N, 海拔 3 560 m)2 块样地。前者以矮生嵩草(*Kobresia humilis*)、翻白委陵菜(*Potentilla discolor*)、鹅绒委陵菜(*Potentilla anserine*)、乳白香青(*Anaphalis lactea*)、米口袋(*Gueldenstaedtia verna*)、火绒草(*Leontopodium lentopodioides*)、剪股颖(*Agrostis matsumurae*)等为群落优势种; 后者以乌拉草(*Carex meyeriana*)、金莲花(*Trollius chinensis*)、小白花地榆(*Sanguisorba parviflora*)等为群落优势种。同时草场处于围栏禁牧的时期。

在植被生长盛期的 2015 年 7 月中旬, 分别对高寒草甸样

收稿日期: 2017-01-20

基金项目: 四川省教育厅自然科学基金(编号: 13ZB0346); 四川景观与游憩研究中心项目(编号: JGYQ2015009)。

作者简介: 高丽楠(1983—), 女, 内蒙古呼伦贝尔人, 博士, 讲师, 主要从事生态资源开发与保护等方面的研究。E-mail: gaolinan20081212@163.com。

地和高寒沼泽样地进行土壤取样。在 2 块样地内,均采用大样地套小样地方法设置 10 m×5 m、5 m×2.5 m、2 m×1 m 样地尺度。在 3 种样地尺度下分别按 0.5 m×0.5 m、0.25 m×0.25 m、0.1 m×0.1 m 面积划分成 200 个小样方,用网格法布设土壤活性铁采样样点。采用蛇形顺序在各样地内取样,取样深度均为 0~20 cm,将编号装入布袋的土样带回实验室,经风干、研磨、过筛,制备装瓶备用。

土壤活性铁的测定采用原子吸收光度计法测定。土壤中活性氧化物采用酸性草酸-草酸铵溶液提取,在不损坏土壤矿质部分时,使氢氧化铁等凝胶进入提取液。然后用盐酸羟胺为还原剂,将三价铁还原为二价铁,二价铁与邻啡罗林反应生成橙红色的络合物进行比色。利用 UVWIN5 紫外-可见分光光度计进行测量。

1.3 数据分析

采用地统计学方法进行分析。地统计学中,区域化变量在一定尺度上的相关程度和空间变异可以通过半方差函数的块金值、基台值等参数来反映。相关统计学的方法和原理可

见参考文献[8]。描述性统计利用 SPSS 12.0 完成,变异函数计算和理论模型的拟合均利用 ArcGIS 10.1 完成。

2 结果与分析

2.1 土壤活性铁经典统计

从表 1 可以看出,研究区高寒草甸土壤活性铁含量为 7.04~7.79 g/kg,高寒沼泽土壤活性铁含量为 13.08~15.71 g/kg,2 种群落下土壤活性铁含量差异明显。随机变量离散程度的大小通过变异系数(CV)来表示,即土壤活性铁空间变异性的 大小。CV<10%,表现空间上为弱变异性;10%<CV<100%,表明空间上为中等变异;CV>100%,说明空间上属于强变异性^[9]。在不同植被覆盖、不同采样尺度下,土壤活性铁变异系数在 14.2%~48.8%,均属中等变异,且变异系数随样地尺度的增加而增大。进行地统计分析的前提是检验数据是否符合正态分布,因原始数据存在正偏态效应,所以对数据进行自然对数转换,其结果符合正态分布要求,满足地统计学分析要求。

表 1 青藏高原东缘高寒地区土壤活性铁的统计特征值

植被类型	样地编号	样地尺度(m)	样点间距(m)	样点数(个)	活性铁含量			偏度	峰度	变异系数(%)
					平均值	标准差	中位数			
高寒草甸	M ₁	2×1	0.10	200	7.04	1.15	6.83	0.33	2.02	16.36
	M ₂	5×2.5	0.25	200	7.79	1.06	7.66	0.59	2.86	14.21
	M ₃	10×5	0.50	200	7.69	1.28	7.59	0.36	2.30	16.63
高寒沼泽	S ₁	2×1	0.10	200	13.96	5.77	12.63	1.55	6.91	41.29
	S ₂	5×2.5	0.25	200	13.08	5.93	12.33	1.10	4.68	45.33
	S ₃	10×5	0.50	200	15.71	7.79	14.15	1.12	4.81	48.78

2.2 不同采样尺度下土壤活性铁的空间结构特征

半方差函数参数既能反映出分析对象空间相关的类型又能说明空间分布的结构,同时能够量化空间相关的范围,其中,块金值(C₀)反映随机性变异,受到试验误差和采样尺度及系统属性本身变异特征所控制;偏基台值(C₁)反映由结构性因素(地形、气候等)引起的变异;基台值(C₀+C₁)表示系统内部总的变异,包括随机性变异和结构性变异,值的大小表示总变异程度的高低,基台值则表示系统总的空间异质性,其值越大则空间异质性越高^[10]。随机因素引起的变异与总变异的关系通过块基比[C₀/(C₀+C₁)]能够得到反映,当块基比较高时,表明引起空间变异的主要作用为随机部分;当比值较低时,则表明引起空间变异的主导因素为空间自相关部分^[11-12]。在高寒草甸样地,采样尺度土壤活性铁含量半方差函数最佳拟合模型 M₁ 符合高斯模型,M₂ 符合指数模型,而 M₃ 符合球状模型。从表 2 可以看出,块金值、基台值和块基比均随采样尺度增大先减小后增大,M₁、M₂、M₃ 样地的块基比分别为 63%、32%、35%。对于高寒草甸来说,M₁ 样地土壤活性铁结构性因子影响占的比重小,为 37%,而随机性因子的影响则较大;M₂、M₃ 样地的结构性因子影响分别占 68%、65%,以结构性因子的影响为主。高寒草甸采样尺度 M₁ 表现出各向同性,而 M₂、M₃ 表现出各向异性,各向异性比均为 6.51。

在高寒沼泽 S₂ 样地,土壤活性铁半方差函数最佳拟合模型符合球状模型,S₁、S₃ 符合指数模型。块金值、基台值和块基比均随着采样尺度的增大而增大,S₁、S₂、S₃ 样地的块基比

分别为 17%、50%、68%。高寒沼泽样地采样尺度 S₁、S₂ 均表现出各向异性,各向异性比分别为 2.06、2.32,但采样尺度 S₃ 表现出各向同性。高寒沼泽 S₁ 样地土壤活性铁呈现较好的空间相关性,结构性因子影响的空间异质性明显高于 S₁、S₂ 样地尺度。高寒沼泽土壤活性铁随机部分的空间异质性随样地尺度的增大而逐渐升高,逐渐掩盖小尺度的结构特征。

C₀/(C₀+C₁)<25%,表明变量空间相关性较强;C₀/(C₀+C₁)介于 25%~75%,则说明变量具有中等的空间相关性;C₀/(C₀+C₁)>75%,则表明变量的空间相关性很弱^[13]。本研究区内的高寒沼泽和高寒草甸土壤活性铁在不同采样尺度下块基比值均较大,几乎在 25%和 75% 范围之间,则表示中等强度的空间变异性,其空间变异是由随机性因素和结构性因素共同作用。仅有高寒沼泽样地 S₁ 的块基比值小于 25%,主要是由结构性因素(地形、气候等)引起的,且空间相关性较为强烈。

2.3 不同采样尺度下土壤活性铁的分形维数

通过半方差函数的双对数曲线的斜率可以求得分形维数,其代表空间异质性程度,如果空间异质性程度越强,则分形维数的数值越小,反之则增大,当分形维数值趋于 2 时,表明区域化变量基本上是空间不相关的,若等于 2,可以说整个样本是空间独立的^[14]。从表 2 可以看出,高寒草甸群落下土壤活性铁的分形维数值较高,3 个样地均大于 1.9,其中高寒草甸群落采样尺度 M₁ 的分形维数值最大,达到 2。随着采样尺度的增大,土壤活性铁的分形维数值在高寒草甸群落下表现为减小趋势,而在高寒沼泽的群落下表现为逐渐增大的变

表 2 不同样地尺度的空间变异特征对比分析

植被类型	样地编号	样地尺度 (m)	模型类型	块金值	偏基台值	主要变程 (m)	块基比 (%)	分形维数	各向异性比
高寒草甸	M ₁	2 × 1	高斯模型	0.80	0.48	3.55	63	2.00	
	M ₂	5 × 2.5	指数模型	0.35	0.76	10.32	32	1.92	6.51
	M ₃	10 × 5	球状模型	4.38	8.16	10.32	35	1.92	6.51
高寒沼泽	S ₁	2 × 1	指数模型	1.02	0.93	2.27	17	1.79	2.06
	S ₂	5 × 2.5	球状模型	0.18	1.01	2.27	50	1.91	2.32
	S ₃	10 × 5	指数模型	139.16	64.81	2.27	68	1.93	

化趋势;在相同尺度下土壤活性铁的分形维数值,高寒沼泽群落均小于高寒草甸群落,说明高寒沼泽群落土壤活性铁比高寒草甸群落具有更强的空间异质性。

2.4 不同尺度下土壤活性铁的空间插值

利用 ArcGIS 软件中的地统计模块对不同采样尺度土壤活性铁分布的 Kriging 插值结果见图 1、图 2。高寒草甸样地 M₁ 的土壤活性铁呈现斑状和带状分布,高值区主要分布在南部,低值区主要分布在北部,具有较好的空间连续性,缓和的梯度变化。样地 M₂ 的土壤活性铁分布呈现出条带状的梯度变化,均一性非常好,其中低值区与样地内的裸露斑块的位置和延伸方向一致,高值区主要分布在南部;样地 M₃ 尺度下土

壤活性铁呈现出带状和斑块状镶嵌的分布,且具有明显的由北部向南部逐渐增大的趋势,空间散布较均匀(图 1)。高寒沼泽样地 S₁ 尺度下土壤活性铁呈现比较分散的斑状分布,说明其具有不太好的空间连续性以及较高的破碎化程度,在小尺度上形成强烈的变异;土壤活性铁在样地 S₂ 中呈现出弧状和斑状分布,分布总体呈现从西北向东南逐渐减少的趋势,高值区主要分布在西北部,低值区主要分布在东南部;S₃ 样地的土壤活性铁分布完全细化且梯度不明显,反映较高的随机性,但有明显的聚铁中心(图 2)。高寒沼泽群落土壤活性铁空间分布空间连续性不好,随机性较大,具有显著的聚铁中心,这也说明其变异函数各向异性比相对较低。

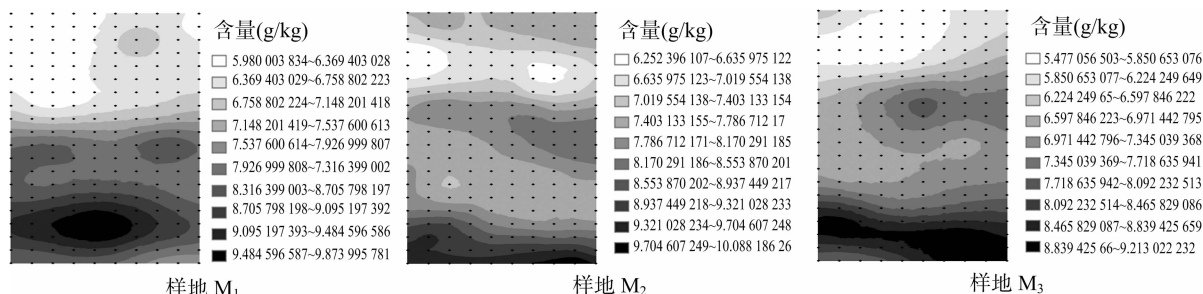


图 1 青藏高原东缘高寒草甸不同样地尺度土壤活性铁空间分布

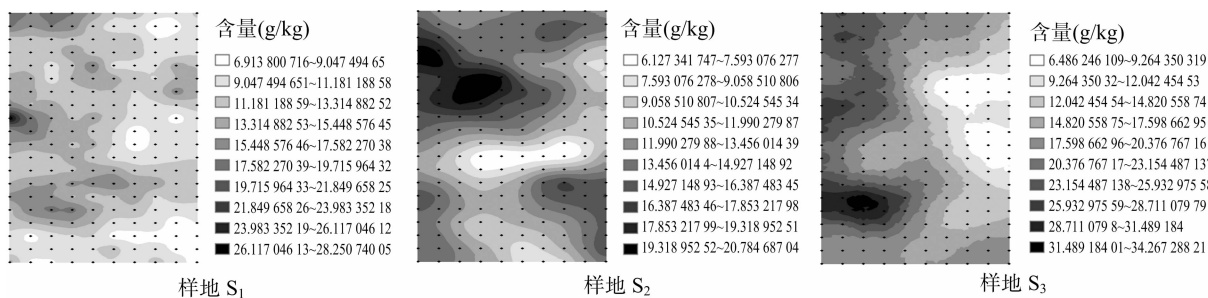


图 2 青藏高原东缘高寒沼泽不同样地尺度土壤活性铁空间分布

3 讨论

本研究区内高寒草甸表层土壤活性铁含量为 7.04 ~ 7.79 g/kg,高寒沼泽土壤活性铁含量为 13.08 ~ 15.71 g/kg,2 种群落下土壤活性铁含量差异明显,高寒沼泽土壤活性铁的平均含量高于高寒草甸,土壤活性铁的含量和分布与研究区的群落结构、植被盖度、微地貌、土壤含水量、土壤 pH 值和土壤有机质有一定关系。高寒沼泽群落具有土壤含水量高、冠层相对湿度大、温度低等特征,抑制了土壤微生物的活动,降低了有机质分解的速度,土壤有机质明显高于高寒草甸^[15],有机质与土壤活性铁含量呈正相关关系^[16]。同时,高寒沼泽

群落的土壤含水量高,增强了土壤还原性,土壤氧化还原电位下降到一定水平后,铁活性增强^[17]。因此,高寒沼泽样地土壤活性铁含量高于高寒草甸。

本研究区内高寒草甸土壤活性铁属于中等强度的空间变异性,其空间变异是由随机性因素和结构性因素共同作用引起的。但是高寒草甸群落土壤活性铁在不同取样尺度下均呈现一定的结构性,5 m × 2.5 m、10 m × 5 m 样地总体来看块基比较小,最大仅为 35%,表现为强烈的空间自相关性或中等强度的空间自相关性,说明主要由地形、气候等结构性因素对高寒草甸土壤活性铁空间变异起主导作用,而随机性因素对其影响相对较小^[18]。随着采样尺度的增大半方差函数的变

程呈增大趋势,而块金值、基台值和块基比均随采样尺度增大先减小后增大, M_1 表现出各向同性,而 M_2 、 M_3 表现出各向异性,在 M_2 中土壤活性铁的方向变异与样地内裸露斑块的出现,斑块大小和分布方向基本一致。高寒草甸 M_1 样地的土壤活性铁的分形维数为 2,在空间自相关距离范围内同质性较强,同质性明显^[19],趋于均质,这与前面的半方差函数分析结果一致。随样点间距增大,样地 M_2 、 M_3 表现出一定的空间自相关。可见,高寒草甸的样地尺度不能设置太小,否则不能表现出土壤活性铁的空间变异特征。另外,土壤水分和养分的运移与地形变化密切相关,地势低洼处,土壤水分和养分资源显著聚集^[20]。高寒草甸地势有一定的起伏,属于北高南低,土壤含水量南部区域可能较高,土壤还原性增强,故土壤活性铁的含量高值都出现在研究区的南部,而且呈现由北向南增加的趋势,印证了随着采样尺度的增大,随机因素逐渐减弱,地形起伏等结构因素逐渐加强。

高寒沼泽群落土壤活性铁具有中等强度的空间变异性,表明由随机性因素和结构性因素共同引起的空间变异。但是高寒沼泽 S_2 、 S_3 样地土壤活性铁的块基比值均较大,分别为 50%、68%,表明在该样地区域内土壤活性铁的空间变异主要是由微域内变异和人为活动等随机性因素引起,而结构性因素对其影响相对较小。在相同尺度下的土壤活性铁的分形维数值,高寒沼泽均小于高寒草甸群落,说明高寒沼泽土壤活性铁呈现出更强的空间异质性。土壤水分含量较高的沼泽草甸,在某种程度上加剧了水分胁迫,养分的空间异质性降低,促使物种竞争逐渐增大,同时高原的温度低以及水热条件的不一致^[21],由于极端环境限制了其他种的存活和侵入,促使物种丰富度和均匀度较低,因而使群落多样性较低^[22]。高寒沼泽物种多样性的降低通常会释放出更加多样化的生态位空间,存留物种会具有更广的适应性,也就是说物种多样性低的群落种间性状差异将更大^[23],其中植物根际环境以及元素吸收的显著差异促使不同种植被下土壤活性铁空间分布差异显著^[24],土壤活性铁的空间异质性增强。另外,高寒沼泽样地分布着大量的点状草丘,面积不大,呈椭圆形或圆形,散布在沼泽水分多变化的地段,地表有薄层常年积水,在沼泽边缘最多,是由乌拉草、木里薹草等形成的。水位从丘间洼地到丘上逐渐降低甚至消失,土壤含水量的降低促使通气性逐渐增强,土壤由还原环境逐渐变为氧化环境,丘上的土壤活性铁含量低于丘间洼地,这是点状草丘促使土壤活性铁产生水平分异的一个主要原因^[25]。所以,高寒沼泽微地貌的起伏对土壤活性铁的空间分布产生了显著的影响。另外,高寒沼泽的 S_1 样地的土壤活性铁在小尺度空间上具有强烈的自相关性,受到了系统本身变异影响,主要由结构性的因素引起,这是由沼泽特有的点状草丘的微地貌表现出来的分布差异。但是半方差函数的块金值、块基比、基台值均随着采样尺度的增大而增大,逐渐掩盖小尺度的结构特征,而变为主要由随机性因素引起,虽然高寒沼泽处于围栏禁牧期,但曾经人为放牧以及放牧的强度会显著影响土壤活性铁含量的变化,管理粗放,其插图也相对零碎。

综上所述,高寒沼泽群落土壤活性铁含量明显高于高寒草甸群落,同采样尺度下土壤活性铁变异系数变化范围为 14.2%~48.8%,均属中等变异,且变异系数随样地尺度的增

加而增大。本研究区内的高寒沼泽和高寒草甸土壤活性铁在不同采样尺度下块基比值均较大,介于 25% 和 75% 之间,属于中等强度的空间变异性,其空间变异是由随机性因素和结构性因素共同作用引起的。另外,高寒沼泽群落土壤活性铁比高寒草甸群落具有更强的空间异质性。高寒草甸的空间变异,随着采样尺度的增大,地形起伏等结构性因素的影响逐渐加强,而植被分布、人为活动等随机因素的影响逐渐减弱;但高寒沼泽正好相反。

参考文献:

- [1] 袁可能. 植物营养元素的土壤化学[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 344-351.
- [2] Zhang M, Karathanasis A D. Characterization of iron - manganese concretions in Kentucky Alfisols with perched water tables[J]. Clays and Clay Minerals, 1997, 45(3): 428-439.
- [3] 文勇立, 李辉, 李学伟, 等. 川西北草原土壤及冷暖季牧草微量元素含量比较[J]. 生态学报, 2007, 27(7): 2837-2846.
- [4] 张德铨, 李炳元, 郑度. 论青藏高原范围与面积[J]. 地理研究, 2002, 21(1): 1-8.
- [5] 田玉强, 欧阳华, 徐兴良, 等. 青藏高原土壤有机碳储量与密度分布[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 933-942.
- [6] 陈义强, 刘国顺, 习红昂. 微尺度下烟田铁的空间变异性及其与烟叶铁的相关分析[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1448-1458.
- [7] 马媛, 师庆东, 杨建军, 等. 干旱区典型流域土壤微量元素的空问变异特征研究[J]. 干旱区地理, 2006, 29(5): 682-687.
- [8] Goovaerts P. Geostatistical tools for characterizing the spatial variability of microbiological and physic - chemical soil properties[J]. Biology and Fertility of Soils, 1998, 27(4): 315-334.
- [9] Goovaerts P. Geostatistical modelling of uncertainty in soil science[J]. Geoderma, 2001, 103(1/2): 3-26.
- [10] 刘晓光, 张少良, 张兴义, 等. 典型黑土坡面速效钾空间分布特征研究[J]. 土壤通报, 2015, 46(1): 133-141.
- [11] 张文敏, 姜小三, 吴明, 等. 杭州湾南岸土壤有机碳空间异质性研究[J]. 土壤学报, 2014, 51(5): 1087-1095.
- [12] 张忠华, 胡刚. 南亚热带次生林土壤 pH 值与含水量的空间异质性[J]. 生态科学, 2014, 33(1): 148-153.
- [13] 王正权. 地统计学及其在生态学中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 71-99.
- [14] 吕盼忠, 李保国, 崔燕. 不同植被群落下土壤有机质和速效磷的小尺度空间变异[J]. 中国农业科学, 2006, 39(8): 1581-1588.
- [15] 王长庭, 龙瑞军, 丁路明. 青藏高原高寒嵩草草甸基本特征的研究[J]. 草业科学, 2004, 21(8): 16-19.
- [16] 陈家坊, 何群, 邵宗臣. 土壤中氧化铁的活化过程的探讨[J]. 土壤学报, 1983, 20(4): 387-393.
- [17] 唐罗忠, 生原喜久雄, 户田浩人, 等. 湿地林土壤的 Fe^{2+} 、Eh 及 pH 值的变化[J]. 生态学报, 2005, 25(1): 103-107.
- [18] Cambardella C A, Moarman T B, Novak J M, et al. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils[J]. Soil Science Society of America Journal, 1994, 58(5): 1501-1511.
- [19] 刘丹, 姜勇, 梁文举, 等. 沈阳市郊耕地土壤交换性 Ca 含量的空间异质性特征[J]. 生态学杂志, 2003, 22(4): 6-9.
- [20] Li J R, Okin G S, Alvarez L, et al. Quantitative effects of vegetation cover on wind erosion and soil nutrient loss in a desert grassland of

全金辉,胡业翠,李 英. 土地利用变化对土壤养分及土壤质量的影响——以广西移民迁入区为例[J]. 江苏农业科学,2017,45(15):243-247.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.15.063

土地利用变化对土壤养分及土壤质量的影响 ——以广西移民迁入区为例

全金辉,胡业翠,李 英

(中国地质大学土地科学技术学院,北京 100083)

摘要:研究选取广西喀斯特异地安置点进行采样,研究自然林地(NF)开垦后土壤养分分布及土壤质量的变化情况。选择桉树林地(UG)、甘蔗地(SF)、玉米地(CF)3种当地主要的自然林地开垦后的利用类型,采用室外采样与室内试验相结合方法,基于空间位置代替时间序列的理论,分析了自然林地开垦后土壤养分分布状况;并运用土壤质量综合评分和 Markov 方法研究了自然林地开垦后土壤质量的变化情况。研究结果,自然林地开垦后土壤有机碳及全养分含量在不同开垦类型及各个土层中均会出现明显的下降趋势;通过土壤质量综合评分和 Markov 方法对土壤质量分析发现,土壤质量均出现退化趋势,且退化主要集中在 10~40 cm 的土壤表层,随土层深度增加,退化程度逐渐减弱。结果表明,林地开垦会造成土壤养分流失和土壤质量下降,在喀斯特地区异地安置过程中,要充分考虑异地安置点生态系统的承载力,避免因大量开垦造成土壤退化、生态环境破坏使迁入区出现贫困化和石漠化的问题。

关键词:喀斯特地区;开垦;土地利用类型;土壤养分;土壤质量

中图分类号: S158 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)15-0243-05

土壤是人类赖以生存和发展的物质基础,土壤养分是衡量土壤质量的量化指标^[1]。土壤养分与土地利用方式具有密切的关系,土地利用方式的转变可以通过影响有机质进入土壤,微生物的活动以及土壤团聚体的结构等影响土壤养分含量,进而影响土壤质量^[2-3]。广西喀斯特移民迁入区人口数量增加,不断挑战生态系统承载力阈值,再加上土地产能低,粮食产量远远不能满足正常生活需求,从而迫使当地自然林地不断被开垦。众多研究表明,在我国喀斯特地区土地利用变化,尤其是自然林地退化后土壤容重增加,土壤养分含量大大降低,土壤质量不断退化,增加了土壤侵蚀的危害^[4-10]。由于针对广西喀斯特移民迁入区自然林地开垦后土壤养分及土壤质量变化的研究仍显不足,本研究采集了桉树林地、甘蔗地、玉米地 3 种当地主要的开垦类型土壤样本,基于空间位置代替时间序列的理论,分析土壤养分的分布状况,并运用土壤

质量综合评分和 Markov 方法研究了土壤质量的变化情况,以期为进一步研究喀斯特地区不同土地利用方式下土地质量变化及生态移民工程的规划实施提供一定的借鉴与参考。

1 材料与方法

1.1 样地的选取与样品采集

采样地点位于广西壮族自治区环江县(107°51'~108°43'E,24°44'~25°33'N),地处黔中高原南部边缘的斜坡地带,地势北高南低;属于亚热带季风气候,雨水充沛,日照充足,无霜期长,年均降水量北部为 1 750 mm;包含红壤、黄红壤、黄壤、棕色石灰土、黑色石灰土 5 个土壤亚类。成土母岩以砂页岩、石灰岩为主。玉米、桉树、甘蔗是主要的种植作物。该地区作为生态移民工程迁入区,原始林地被大幅度开垦为其他用地,本研究以玉米地、甘蔗地、桉树林地为自然林地开垦后主要的土地利用方式。

采样于 2013 年 1 月对自然林地开垦 15 年以上的玉米地、10 年以上的甘蔗地、5 年以上的桉树林地以及未开垦的自然林地进行,每种土地利用方式选择 5 块样地,各样地直线距离在 250~300 m,样地大小在 0.067~0.100 0 hm²。每块样地采集 5 个样点,并且采用蛇形布点、多点取样的方法分层取

收稿日期:2017-03-24

基金项目:国家自然科学基金(编号:41171440)。

作者简介:全金辉(1992—),男,山东滨州人,硕士研究生,研究方向为土壤质量及演变机制。E-mail:871313965@qq.com。

通信作者:胡业翠,博士,教授,主要从事土地利用与区域发展研究。E-mail:871313965@qq.com。

southern New Mexico, USA [J]. Biogeochemistry, 2007, 85 (3): 317-332.

[21] 李英年,鲍新奎,曹广民. 青藏高原正常有机土与草毡寒冻锥形土地温观测的比较研究[J]. 土壤学报,2001,38(2):145-152.

[22] 王长庭,龙瑞军,王启基,等. 高寒草甸不同草地群落物种多样性与生产力关系研究[J]. 生态学杂志,2005,24(5):483-487.

[23] Stubbs W J, Bastow W J. Evidence for limiting similarity in a sand dune community[J]. Journal of Ecology, 2004, 92(4):557-567.

[24] 吴沿友,郝建朝,李萍萍,等. 北固山湿地土壤金属元素空间分布与变化[J]. 江苏大学学报(自然科学版),2005,26(4):340-344.

[25] 刘吉平,杨 青,吕宪国. 三江平原典型环型湿地土壤营养元素的空间分异规律[J]. 水土保持学报,2005,19(2):76-79.