

DOI: 10. 11766/trxb201306260302

栗钙土碳酸钙含量的空间分布特征*

李品芳[†] 白海峰 郭世文 杨娇燕

(中国农业大学资源与环境学院, 土壤-植物相互作用教育部重点实验室, 北京 100193)

SPATIAL DISTRIBUTION FEATURES OF CaCO_3 CONTENT IN CHESTNUT SOIL

Li Pinfang Bai Haifeng Guo Shiwen Yang Jiaoyan

(Key Laboratory of Soil-Plant Interaction, Ministry of Education, College of Resources and Environment, Ministry of Agriculture, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

关键词 栗钙土; 土壤碳酸钙; 空间分布; 地统计学

中图分类号 S153.6 文献标识码 A

土壤碳酸盐含量是土壤性质的一个重要指标。土壤中碳酸盐含量多少直接影响土壤团粒的形成和土壤发育以及土壤养分的存在形态和有效性,反映了土壤的环境质量^[1]。以碳酸盐为主要存在形态的土壤无机碳库在全球陆地碳循环中占有重要地位,全球土壤无机碳库量约 700 ~ 1 000 Pg^[2],我国土壤无机碳库量约为 77.9 Pg^[3],相当于全球的 1/13 ~ 1/9。但目前对土壤无机碳,尤其是土壤发生性次生碳酸盐的研究相对较少,而这部分碳在大气、植被、土壤碳库间的长期动态变化中起着重要作用。因此,研究碳酸盐形式的土壤无机碳的空间分布特征对评价土壤在陆地生态系统碳循环以及全球变化中的作用有重要意义^[4]。

中国有大面积的干旱、半干旱土壤,其中土壤发生性碳酸盐中的碳库约为 60 Pg,每年截储 CO_2 -C 可达 1.5×10^6 t,对大气 CO_2 的调节作用十分重要^[5]。我国北方半干旱地区中的农牧交错带是我国三大生态环境最脆弱的地区之一,常年干旱少雨,其土壤类型主要是栗钙土,而栗钙土明显的特点是具有栗色腐殖质层和碳酸钙淀积层。在栗钙土中,这种碳酸钙的淀积是由于含钙土壤在形成过程中包含数量较大的次生碳酸盐,由于淋溶等作用

附着在剖面一些层次中的小石块或坚硬物体上富集并形成了称之为钙积层的淀积层^[6]。

土壤碳酸钙的淀积过程是干旱地区土壤形成发育的主要过程之一,对土壤的物理、化学、生物性状起着重要的作用。不同的水热条件、地形地貌、耕作管理等都影响到钙积层的淀积厚度、埋深位置、在剖面中的分布状况及其特性^[7]。栗钙土主要分布在内蒙古自治区,约占内蒙古土地总面积的 21.3%,大约 243.4 万 hm^2 ^[8]。本文以栗钙土主要分布地区北方农牧交错带内蒙古地区一小区域的栗钙土为研究对象,应用地统计学方法,探讨土壤碳酸盐碳的空间分布特征,以期对干旱半干旱地区评价土壤在陆地生态系统碳循环中的作用提供基本的背景资料。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

本研究于 2008 年通过对半干旱农牧交错区域进行大量的土壤调查后,选取位于内蒙古武川旱作试验站基地的栗钙土地块作为研究代表区域 ($41^{\circ}8'7'' \sim 41^{\circ}8'36''\text{N}; 111^{\circ}17'30'' \sim 111^{\circ}17'59''\text{E}$)。该区域地

* 国家自然科学基金项目(30471227)、国家重点基础研究发展计划(973 项目)(2009CB825101)资助

[†] 通讯作者,作者简介:李品芳(1963—),女,博士,教授,主要从事土地退化及其综合防治技术研究。E-mail: pfl@cau.edu.cn

收稿日期: 2013-06-26;收到修改稿日期: 2013-10-25

处我国温带北部半干旱偏旱气候区,年平均气温 $1.5 \sim 3.7^{\circ}\text{C}$,年降雨量在 $250 \sim 300 \text{ mm}$ 之间,且多集中在 6—8 月份,年平均相对湿度为 $50\% \sim 59\%$,年蒸发量 $1\,993 \sim 2\,752 \text{ mm}$ 是年降水量的 5 倍~11 倍。研究区域为当地具有代表性的 $1 \sim 6^{\circ}$ 之间的缓坡丘陵。栗钙土的剖面形态特征基本是由腐殖质表层(A)、过渡层(AB)、钙积层(Bk)和母质层(C)组成。种植的主要作物有马铃薯、莜麦、油菜等。

1.2 研究方法

按地貌部位不同选取典型剖面,采用非等间距不规则网格布点法,在 $700 \text{ m} \times 900 \text{ m}$ 的区域内挖取 80 个剖面(图 1 所示)。记录每个剖面的环境条件和诸如钙积层埋深的深度及厚度,碳酸钙淀积形态,种植的作物及土壤分层情况等表观特征,并按剖面自然分层取 500 g 左右的土样进行室内测定。采用 CO_2 气量法测定碳酸钙含量,用地统计学软件 $\text{GS}^+(5.3)$ 对数据进行分析处理,用普通 Kriging 内插法进行插值,用 Surfer 软件绘制土壤碳酸钙含量空间分布图。

在地统计学中,首先考虑离差平方和较小的模型类型,其次,考虑块金值和独立间距,用交叉验证法来修正模型的参数,最后运用 Kriging 最优内插法进行估值。

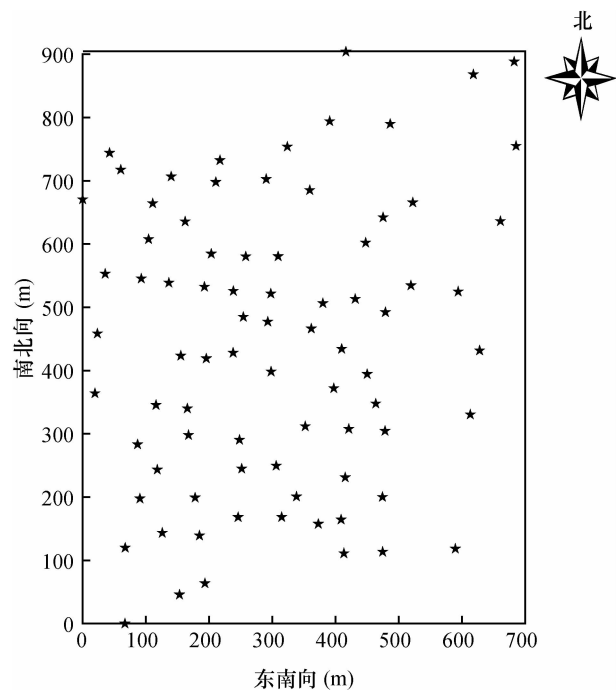


图 1 土壤采样分布图

1.3 钙积层的定义与诊断标准

《中国土壤系统分类检索》对土壤钙积层的定

义,是指有碳酸钙(有时包括碳酸镁)聚积的矿质土层^[9]。其诊断标准为:该层厚度超过 15 cm ,碳酸钙含量 $> 15\%$,至少较 C 层高 5% 。这种碳酸钙的聚积,可以在 C 层,也可能出现在松软表层、黏化层或碱化层,甚至硬磐层中。至少有下列之一的特征:

(1) CaCO_3 相当物为 $150 \sim 500 \text{ g kg}^{-1}$,而且下垫或上覆土层至少高 50 g kg^{-1} ;

(2) CaCO_3 相当物为 $150 \sim 500 \text{ g kg}^{-1}$,而且可辨认的次生碳酸盐,如石块底面悬膜、凝团、结核、假菌丝体、软粉状石灰、石灰斑或者石灰斑点等按体积计 $\geq 5\%$;

(3) CaCO_3 相当物为 $50 \sim 500 \text{ g kg}^{-1}$,而且

(a) 细土部分黏粒 ($< 0.002 \text{ mm}$) $< 180 \text{ g kg}^{-1}$;

(b) 颗粒大小为砂质、砂质粗骨、粗壤质或壤质粗骨;

(c) 可辨认的次生碳酸盐含量较下垫或上覆土层中高出 50 g kg^{-1} 或更多;

(4) CaCO_3 相当物为 $50 \sim 500 \text{ g kg}^{-1}$,而且 (a) 颗粒大小较壤质更黏;(b) 可辨认的碳酸盐含量较下垫或上覆土层中高出 100 g kg^{-1} 或更多;或按体积计 $\geq 10\%$ 。

本研究据此为依据,对每个剖面是否存在钙积层进行判断,同时对钙积层出现的深度进行分析。

2 结果与讨论

2.1 土壤中 CaCO_3 的淀积

在栗钙土的形成过程中,土壤中的 CaCO_3 受降雨为主的物理、化学、生物等作用向土体内部移动,而该地区的降水主要集中在 6—8 月份的季节性特点,导致 CaCO_3 只能运移到一定深度的土壤中并在一定层次大量淀积起来,从而形成钙积层。在研究区域,土壤 CaCO_3 淀积形态呈斑点状、假菌丝体状、结节状和块状等。本研究对研究区 80 个土壤剖面进行了详细的形态、结构比较和土壤分析,将研究区典型土壤的基本发生层分为腐殖质表层(A)、过渡层(AB)、钙积层(Bk)和母质层(C)。部分土壤剖面未达钙积层的诊断标准,仅具有钙积现象或者无钙积层形成,对应的土壤基本发生层为腐殖质表层(A)、过渡层(AB)、非钙积层(Bk0)和母质层(C)。

各采样点土壤碳酸钙含量如表 1 所示。根据钙积层的诊断标准,在研究区选取的 80 个土壤剖面中,有 71.3% 形成了钙积层。研究区所有采样点

(钙积层及非钙积层)的碳酸钙平均含量为 60.7 g kg^{-1} , 钙积层土壤的碳酸钙平均含量为 180.1 g kg^{-1} 。钙积层土壤中含有大量的碳酸钙淀积,其碳酸钙含量最高可达 429.3 g kg^{-1} 。钙积层土壤碳酸钙含量的变异系数为 0.49,属于中等变异强度。

研究区域钙积层淀积厚度分布情况见表 2。在

研究区域,钙积层通常形成于土壤剖面 $0 \sim 100 \text{ cm}$ 深度范围内,形成厚约 $15 \sim 88 \text{ cm}$ 的灰白色紧实状的钙积层,平均厚度为 28.9 cm 。如表 2 所示,形成钙积层的剖面中有 57.7% 淀积厚度在 $20 \sim 40 \text{ cm}$,钙积层厚度在 $15 \sim 20 \text{ cm}$ 范围内的占总观测值的 13.5%,而 28.8% 的钙积层厚度较厚达到 40 cm 以上。

表 1 研究区钙积层 (Bk) 及无钙积层 (Bk0) 土壤的碳酸钙含量

碳酸钙含量 (g kg^{-1})	样本数	最小值 (g kg^{-1})	最大值 (g kg^{-1})	均值 (g kg^{-1})	变异系数 CV (%)
所有采样点	367	0.2	429.3	60.7	140
钙积层土壤	64	53.2	429.3	180.1	49

表 2 土壤钙积层淀积厚度分布

项目	最小值 (cm)	最大值 (cm)	均值 (cm)	范围 (cm)	比例 (%)
钙积层厚度	15	88	28.9	15 ~ 20	13.5
				20 ~ 40	57.7
				40 ~ 88	28.8

2.2 土壤 CaCO_3 含量的统计特征

土壤 CaCO_3 在栗钙土剖面各层中的分布有明显不同,腐殖质表层中含量最低,而钙积层中较高,其统计特征值如表 3 所示。

由表 3 可知,本研究区土壤 CaCO_3 含量的最低值出现在腐殖质层中,仅为 0.2 g kg^{-1} ,该层的均值 (8.4 g kg^{-1}) 远远低于其他各层。腐殖质层以下开始出现碳酸钙淀积,最高值出现在钙积层 (Bk) 中,

达到 429.3 g kg^{-1} 。钙积层 (Bk) 及非钙积层 (Bk0) 中的碳酸钙含量的平均值最高,为 106.1 g kg^{-1} 。母质层中碳酸钙含量有所减小,但仍高于近土表的腐殖质层和过渡层。这符合一般栗钙土 CaCO_3 在土体中的纵向分布规律。此外,碳酸钙含量在各层的变异系数均较大,在 $0.91 \sim 1.50$ 之间,属于中等到强变异程度,这是因为土壤碳酸钙的淀积是一个比较复杂的过程,受到多种因素影响。

表 3 土壤 CaCO_3 含量的统计特征

土层	样本数	分布类型	最小值 (g kg^{-1})	最大值 (g kg^{-1})	均值 (g kg^{-1})	变异系数 CV (%)
腐殖质层 (A)	80	对数正态	0.2	70.5	8.4	145
过渡层 (AB)	80	对数正态	0.9	224.2	63.9	150
钙积层 (Bk/Bk0)	80	对数正态	1.2	429.3	106.1	101
母质层 (C)	80	对数正态	1.6	312.8	85.6	91

2.3 土壤 CaCO_3 含量的空间结构分析

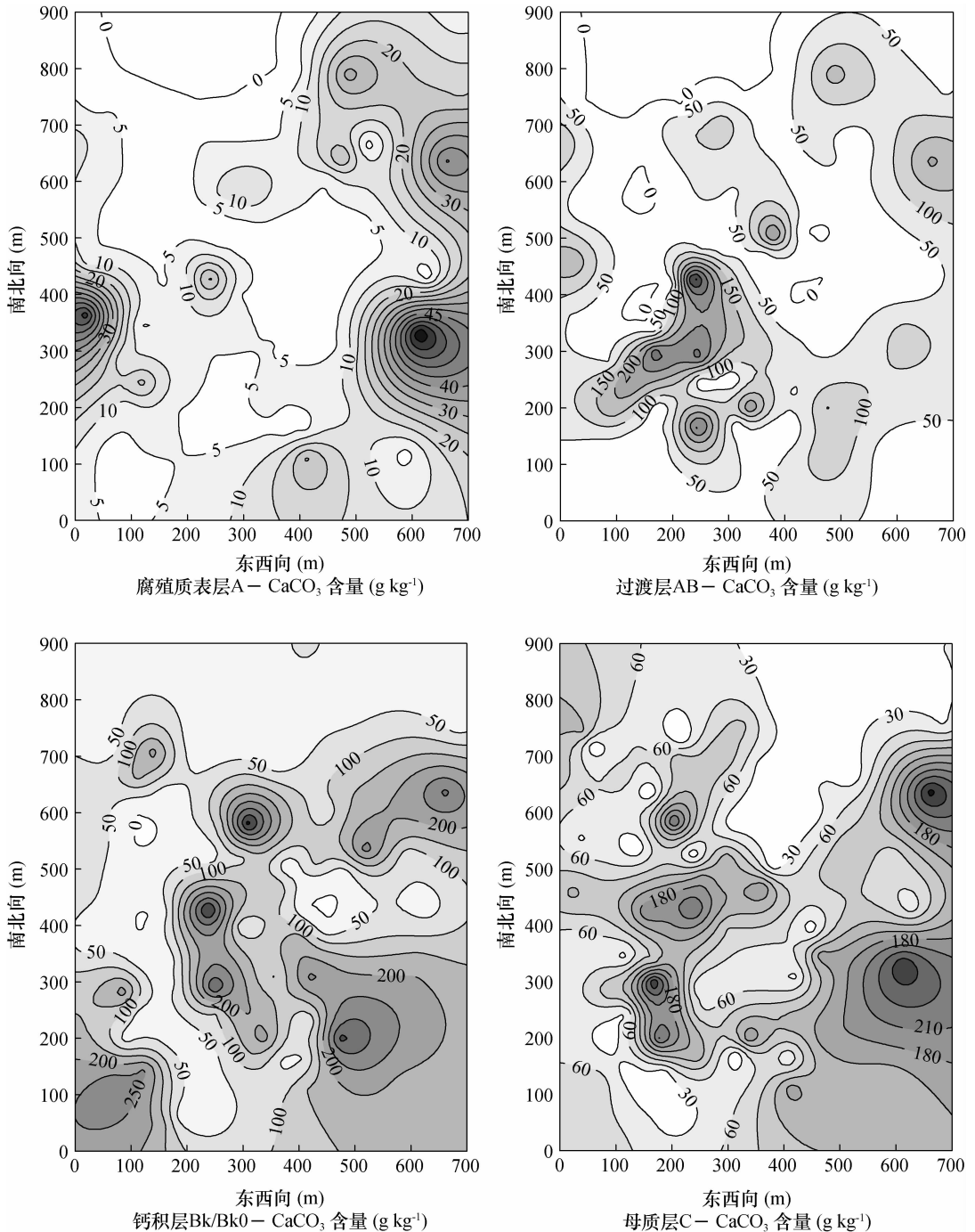
根据地统计学中分隔距离 (h) 和计算土壤各属性半方差 $\gamma(h)$,进行模型套合和参数修正^[10],得到土壤属性的半方差函数套合结构模型各参数 (表 4)。

从表 4 可知,土壤 CaCO_3 的半方差套合结构模型属于不同的模型,腐殖质层为球状模型,过渡层与钙积层的碳酸钙则均为指数模型,母质层呈现块金效应。腐殖质层中土壤碳酸钙含量的相关系数较大,为 0.90。而母质层 CaCO_3 含量的空间分布规律在当前的取样尺度和范围内不满足空间相关性,

无法用相应的模型进行拟合。腐殖质层 CaCO_3 含量的 $C_0/(C_0 + C)$ 值为 0.53,在 $0.25 \sim 0.75$ 之间,说明具有中等强度的空间相关性。而过渡层和钙积层 CaCO_3 含量的 $C_0/(C_0 + C)$ 比值大于 0.75,其空间相关性较弱,说明除腐殖质层外,土壤 CaCO_3 含量的空间变异性受到的随机因素影响非常大。从变程的数值上看,腐殖质层的变程远远大于其他各层,这是因为土壤腐殖质层属于耕层土壤,受到自然界的风蚀和水蚀等影响,加之耕作等人为干扰,使得土壤相对较为均匀,在一定范围内,土壤碳酸钙含量均较为相似。

表 4 土壤 CaCO_3 含量半方差函数模型及其参数值

土层	模型类型	块金值 C_0	基台值 ($C_0 + C$)	比值 $C_0 / (C_0 + C)$	变程 a	R^2
腐殖质层(A)	球状	0.60	1.26	0.53	440	0.90
过渡层(AB)	指数	0.33	2.80	0.88	26	0.36
钙积层(Bk/Bk0)	指数	0.36	2.28	0.84	41	0.31
母质层(C)	块金	1.68				

图 2 研究区域各层土壤 CaCO_3 含量的空间分布

2.4 土壤 CaCO_3 含量的空间分布特征

根据土壤碳酸钙含量的半方差函数模型,利用 Kriging 最优内插法,绘制研究区域土壤不同层次碳酸钙含量的空间分布等值线图于图 2。

如图 2 所示,土壤腐殖质表层的碳酸钙含量远远小于其他各层,大部分数值均在 10 g kg^{-1} 以下,符合栗钙土土表 CaCO_3 含量的一般特征。过渡层的碳酸钙含量有所增加,到钙积层达到最大,直到母质层又有减小趋势。在土壤剖面中,各层土壤碳酸钙的淀积是一个连续发生的成土过程,其在土壤中的淀积具有一定的相似性,尤其是腐殖质表层以下,因为土壤表层更容易受到外界因素的影响。

同时发现,本研究区域内过渡层、钙积层土壤中的 CaCO_3 的空间分布有相似性,在东北、中西、东南的一些位置碳酸钙含量较高。钙积层出现深度最小为 12 cm,最大为 90 cm,平均值为 47.97 cm。钙积层淀积厚度在 20 ~ 40 cm 所占比例最大,达 57.7%。

由图 2 可见,研究区东北部钙积层埋深部位较浅,均在 50 cm 以上的层次,而淀积厚度较大,在 35 ~ 60 cm 左右。因该部位高程值较大,在 1 580 m 以上,这是因为在高程较大的研究区域,土壤受到风蚀较为严重,土层较薄,且土壤粗化,大颗粒较多, CaCO_3 很容易附着在土壤上层的大颗粒之上形成不连续的碳酸钙薄膜,进而聚积形成钙积层,故钙积层淀积部位较浅。同时,在这些区域,土壤水分更容易发生径流而减少了土壤剖面中的水分含量,进而减少了可溶于水的 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{CO}_3)_2$ 的含量,因此土壤 CaCO_3 更容易在剖面中淀积,而很少随土壤水分的向下运移而流出土体,故钙积层形成的层次较厚。相反的,研究区南部高程较低,对应的钙积层淀积部位相对较深且薄。而研究区中部偏西北地区,虽然高程较大,但是钙积层埋深仍然较深且薄,这是因为该区域临近旱作试验站,土壤常年耕作和深耕等农业措施破坏了钙积层,部分碳酸钙溶解和淋溶甚至随水流失,继而在剖面下层再次形成钙积层,故钙积层在该区域淀积较深且薄。由此反映了地形对钙积层淀积深度和厚度有很大影响,人为活动和土地利用状况也会对钙积层淀积的深度和厚度产生影响。

3 结 论

研究区域内栗钙土中有广泛而明显的钙积层存在。研究区域土壤剖面的碳酸钙淀积形式有假菌丝状、粉末状、石块下淀积形式等。所有采样点(钙积层及非钙积层)的碳酸钙平均含量为 60.7 g kg^{-1} ,钙积层土壤的碳酸钙平均含量为 180.1 g kg^{-1} ,最高含量达 429.3 g kg^{-1} ,其变异系数为 0.49,属于中等变异强度。而所有样点剖面碳酸钙含量的变异系数在 0.91 ~ 1.50 之间,属于很高的变异强度。

研究区域内钙积层淀积厚度在 20 ~ 40 cm 所占比例最大,达 57.7%。钙积层出现深度最小为 12 cm,最大为 90 cm,平均值为 48.0 cm,符合指数模型,空间相关性较弱。

本研究所选区域为当地普遍存在的典型区域,分析结果具有一定代表意义,为进一步对更大空间跨度的研究奠定了基础。但由于土体中 CaCO_3 中表层到深层的变化幅度非常大,至少增大一个数量级。有关碳酸钙淀积层的空间变异规律有待探寻一种更好的数据处理方式,以便能更准确地研究其空间变异规律。

参 考 文 献

- [1] 郭玉文,加藤诚,宋菲,等. 黄土高原黄土团粒组成及其与碳酸钙关系的研究. 土壤学报,2004,41(3):362—368
- [2] 彭洪翠,肖和艾,吴金水,等. 土壤碳酸盐间接测定方法研究及其应用. 土壤,2006,38(4):477—482
- [3] Li Z P, Han F X, Su Y, *et al.* Assessment of soil organic and carbonate carbon storage in China. Geoderma, 2007, 138: 119—126
- [4] 贾宇平,段建南. 土地利用方式对黄土丘陵土壤 CaCO_3 含量及分布的影响. 土壤通报,2003,34(4):319—321
- [5] 潘根兴. 中国土壤有机碳和无机碳库量研究. 科技通报,1999,15(5):330—332
- [6] Machette, M. N. Calcic soils of the southwestern united states. Geological Society of America Special Paper, 1985, 203: 1—21
- [7] 内蒙古自治区土壤普查办公室. 内蒙古土壤资源数据册. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1994
- [8] 杨黎芳,李贵桐,赵小蓉,等. 栗钙土不同土地利用方式下有机碳和无机碳剖面分布特征. 生态环境,2007,16(1):158—162
- [9] 中国科学院南京土壤研究所. 中国土壤系统分类检索. 合肥:中国科学技术大学出版社,2001:61—67
- [10] 王政权. 地质统计学及其生态学中的应用. 北京:科学出版社,1999:1—149

(责任编辑:汪枫生)

DOI: 10. 11766/trxb201305270264

松嫩平原土壤线性膨胀系数的研究初探

王国良[†] 付建和

(黑龙江省土肥管理站, 哈尔滨 150090)

COEFFICIENT OF LINEAR EXTENSIBILITY OF SOIL (COLE) OF TYPICAL SOILS IN THE SONGNEN PLAIN, CHINA

Wang Guoliang[†] Fu Jianhe

(Management Station of Soil Fertilizer of Heilongjiang Province, Harbin 150090, China)

关键词 松嫩平原; 线性膨胀系数; 土壤类型; 寒地变性土; 膨胀性; 分散性
中图分类号 S151.9 文献标识码 A

2013 年 4 月国务院将黑龙江省确定为现代农业综合配套改革试验区后^[1-2], 以提升耕地质量为重点的土地整理、标准粮田建设、中低产田改良、农田水利工程等建设项目日益增多, 研究掌握松嫩平原土壤的膨胀性和分散性, 对指导田间工程建设和科学合理耕翻、免耕播种、节能降耗显得尤为迫切, 并具有现实意义。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

黑龙江省松嫩平原是高纬度、高寒季节性冻土地区, 耕地面积超过 $6.67 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。松嫩平原耕地土壤类型有黑土、黑钙土、苏打盐土(碱土)、草甸土等^[3], 该地区土地开垦年限较短, 具有一定的自然肥力。

1.2 研究方法

在松嫩平原干旱的季节, 分别在肇东市、哈尔滨市、海伦市、依安县、北安市的农田, 按照常规方法采取土壤缝隙较大的土壤样本。土壤样本风干后, 过 2 mm 筛。取土样 100 g, 放入一纸杯(或干净烧杯)中, 约占体积的 1/2 左右, 加水并搅拌土样至稠状(较饱和状况稍低的稠状), 加盖, 放置 24 h, 再

调整水分一次。调好的土样呈现光泽, 但不能流动, 实际土壤水分含量应在田间持水量和饱和水量之间。用扁平刀将土样装满针筒, 再缓慢地将土样挤到玻璃板上, 长约 10 cm 的湿土条, 3 次重复。然后, 用湿的调刀将湿土条两头切平, 用卡尺测量湿土条的长度(Lm)。在 20 ~ 24℃ 的温度下风干 24 ~ 48 h 后, 再次测量干土条的长度(Ld), 然后根据下列公式计算出土壤线性膨胀系数值^[4]:

$$\text{COLE} (\text{cm cm}^{-1}) = (\text{Lm} - \text{Ld}) / \text{Ld}$$

式中, COLE 为土壤线性膨胀系数; Lm 为湿土条的长度(cm); Ld 为干土条的长度(cm)。

2 结 果

2.1 不同土类土壤线性膨胀系数

松嫩平原分布有苏打草甸盐土、盐化草甸土、碱化草甸土、碳酸盐黑钙土、典型黑土、石灰性草甸土、草甸黑钙土、寒变性黑土等土类。研究表明, 八个土类的线性膨胀系数(COLE)均值为 0.103 cm cm^{-1} , 变化范围为 $0.076 \sim 0.183 \text{ cm cm}^{-1}$; 不同土类的线性膨胀系数排列顺序为碱化草甸土 > 寒变性黑土 > 草甸黑钙土 > 盐碱化草甸土 > 苏打草甸盐土 > 碳酸盐黑钙土 > 石灰性草甸土 > 典型黑土。

[†] 通讯作者, 作者简介: 王国良(1959—), 男, 汉族, 大学本科, 从事土壤与肥料技术研究与推广
收稿日期: 2013-05-27; 收到修改稿日期: 2013-11-26

2.2 不同地区土壤线性膨胀系数

本研究区包括肇东、哈尔滨、海伦、依安、北安等县市。五个县市土壤线性膨胀系数研究代表的农田面积为 $3.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 各县市土壤线性膨胀系数的测定均值为 0.103 cm cm^{-1} , 变化范围为 $0.062 \sim 0.234 \text{ cm cm}^{-1}$ (表 1)。

松嫩平原各县市农田土壤类型、土壤线性膨胀系数及代表面积如表 1 所示。其中, 苏打草甸盐土、盐化草甸土、碱化草甸土位于肇东市尚家镇的耕地, 土壤线性膨胀系数在 $0.094 \sim 0.234 \text{ cm cm}^{-1}$ 之间, 均值为 0.164 cm cm^{-1} ; 碳酸盐黑钙土位于肇东郊区开垦多年的耕地, 线性膨胀系数的均值为

0.092 cm cm^{-1} 。典型黑土取自哈尔滨市黑龙江省农业科学院试验地, $20 \sim 380 \text{ cm}$ 之间剖面分 4 层采样的土壤线性膨胀系数范围为 $0.062 \sim 0.086 \text{ cm cm}^{-1}$, 均值为 0.076 cm cm^{-1} 。石灰性草甸土^[5]位于海伦市联发乡, 土壤线性膨胀系数为 0.083 cm cm^{-1} 。草甸黑钙土位于依安县向前乡, 进行了 2 个点次、3 层剖面采样测量, 土壤线性膨胀系数均值为 0.134 cm cm^{-1} 。寒变性黑土^[6]位于北安市市郊电厂附近的胜利村, 进行了 3 个点次、4 层剖面的采样测量, 土壤线性膨胀系数范围为 $0.107 \sim 0.183 \text{ cm cm}^{-1}$, 表层较高, 均值为 0.150 cm cm^{-1} 。

表 1 松嫩平原农田土壤线性膨胀系数

地区	采样地点	土壤类型	采样深度 (cm)	COLE (cm cm^{-1})		代表面积 (hm^2)
				范围	均值	
肇东市	于家洼子尚观 1-4	苏打草甸盐土、 盐碱化草甸土	60~90	0.094~0.234	0.164	8 667
	市郊耕地(砖厂)	碳酸盐黑钙土	90~100	—	0.092	2 000
哈尔滨市	省农业科学院试验地	典型黑土	20~380	0.062~0.086	0.076	10 000
海伦市	联发乡百发 4 队	石灰性草甸土	60~90	—	0.083	2 667
依安县	向前乡南 150 m	草甸黑钙土	0~136	0.123~0.140	0.134	5 333
北安市	胜利村	寒变性黑土	0~90	0.107~0.183	0.150	8 000

线性膨胀系数和分散性是土壤物理性状的重要指标^[7]。综上所述, 松嫩平原碱化草甸土的线性膨胀系数和分散性最高, 典型黑土的线性膨胀系数和分散性最低。就地区而言, 肇东市农田土壤的线性膨胀系数和分散性最高, 其次为北安市的寒地黑土、依安县的草甸黑钙土, 海伦市的石灰性草甸土线性膨胀系数较低, 而以哈尔滨市的典型黑土的线性膨胀系数最低。

在田间工程施工和田间耕作时, 各地区应按照土壤类型, 参考土壤线性膨胀系数测定值 ($\text{COLE} > 0.09$), 采取必要的措施进行施工或科学合理地进行农田作业^[8]。在肇东市、北安市、依安县的几类土壤上实施水利工程, 如不采取特殊处理, 可能存在工程隐患。北安市、依安县的两类农田土壤膨胀系数较大, 在冻融交替过程中存在自然生态松暄的特点, 在农业生产中可适当减少机械耕暄次数, 实现节能环保、节本增效。

3 结 论

松嫩平原碱化草甸土的线性膨胀系数最高, 而典型黑土的线性膨胀系数最低。土壤线性膨胀系数排列顺序为: 碱化草甸土(肇东市) > 寒变性黑土(北安市) > 草甸黑钙土(依安县) > 碳酸盐黑钙土(肇东市) > 石灰性草甸土(海伦市) > 典型黑土(哈尔滨市)。针对松嫩平原土壤存在膨胀性和分散性的特点, 在田间工程施工和田间耕作时, 各地区应根据土壤类型, 参考土壤线性膨胀系数测定值, 采取必要的措施进行施工或科学合理地耕翻、免耕等农田作业。

致 谢 感谢黑龙江省水利水电勘测设计院龙显助先生、南京农业大学吴珊眉教授给予的指导和帮助!

参 考 文 献

- [1] 国务院办公厅. 国务院关于黑龙江省“两大平原”现代农业综合配套改革试验总体方案的批复. [2013 - 06 - 18]. http://www.gov.cn/zwqk/2013-06/18/content_2428295.htm
- [2] 黑龙江省人民政府. 黑龙江省“两大平原”现代农业综合配套改革试验总体方案. 2013
- [3] 全国土壤普查办公室. 中国土壤. 北京: 中国农业出版社, 1998
- [4] 吴珊眉. 中国变性土. 北京: 科学出版社, 2012
- [5] 黑龙江省土地管理局, 黑龙江省土壤普查办公室. 黑龙江土壤. 北京: 农业出版社, 1992
- [6] 吴珊眉, 邵东彦, 龙显助, 等. 松嫩平原北部寒变性土的研究. 南京农业大学学报, 2011, 34(4): 77—84
- [7] 张民, 龚子同. 中国变性土的分布、特性和分类. 土壤学报, 1992, 29(1): 1—17
- [8] 胡瑞轩, 付建和. 土壤肥料实用技术. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2005

(责任编辑: 陈德明)