

# 那曲县主要草地类型土壤有机碳特征分析

于宝政<sup>1,2</sup>

(1. 西藏农牧学院 资源与环境学院, 西藏 林芝 860000; 2. 西藏农牧学院高原生态研究所, 西藏 林芝 860000)

**摘要:**【目的】本文研究了藏北草原主要草地类型土壤有机碳含量的时空变化特征。【方法】按照随机布点方式对那曲县3种不同草地类型连续2年、每年3次进行采样,分析其土壤有机碳含量、垂直分布特征、年度及年际变化规律。【结果】土壤有机碳在各土层的含量均为高山嵩草草甸>紫花针茅草地>青藏苔草草地。青藏苔草草地土壤有机碳含量在各土层间无显著差异;紫花针茅草地土壤有机碳含量在0~5 cm土层最低,与其余各层土壤有机碳含量有显著差异( $P<0.05$ ),在(5~10, 10~15, 15~20, 20~25 cm)土层间不存在显著差异;高山嵩草草甸土壤有机碳在0~5 cm土层有机碳含量与其余土层具有极显著差异( $P<0.01$ ),在(5~10, 10~15, 15~20, 20~25 cm)各土层与相邻土层间无显著差异,与其余土层有极显著差异( $P<0.01$ )。青藏苔草草地在(15~20, 20~25 cm)土层中有机碳含量年度范围内有显著差异( $P<0.05$ )。各草地类型不同土层中有机碳含量的年际变化均无显著差异。【结论】在某些特殊气候条件下,由于土壤有机碳含量本来就很低,在植物的同一生长周期内的不同生长阶段间土壤有机碳含量变化会出现显著差异,但是在不同生长周期间土壤有机碳含量又能保持相对稳定。

**关键词:** 那曲县; 不同草地类型; 土壤有机碳

中图分类号: S155.5<sup>+</sup>5 文献标识码: A

## Analysis of Soil Organic Carbon Characteristics under Major Grassland Types in Naqu County

YU Bao-zheng<sup>1,2</sup>

(1. Department of Resources and Environment, Tibet Agricultural and Animal Husbandry College, Tibet Ningchi 860000, China; 2. Research Institute of Plateau Ecology, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Tibet Ningchi 860000, China)

**Abstract** 【Objective】The present paper aimed to analyze the features of spatial and temporal change in the content of soil organic carbon in main grassland types in northern Tibetan grassland. 【Method】Sampling on three different grassland types in Naqu county for two consecutive years three times a year, their soil organic carbon content, vertical distribution characteristics, annual and inter annual variation law were analyzed with random distributed points method. 【Result】The soil organic carbon content of each soil layer was in the order of: *Kobresia pygmaea* meadow > *Stipa purpurea* grassland > *Carex mocroftii* grassland. There were no significant differences in *Stipa purpurea* grassland soil organic carbon contents among different soil layers; *Carex mocroftii* grassland soil organic carbon content in 0-5 cm soil layer was the lowest, which had significant difference with other layers ( $P<0.05$ ), and there were no significant differences among (5-10, 10-15, 15-20, 20-25 cm) soil layers. *Kobresia pygmaea* meadow soil organic carbon, soil organic carbon content in 0-5 cm soil layer had extremely significant difference with other layers ( $P<0.01$ ), and the soil layers (5-10, 10-15, 15-20, 20-25 cm) had no significant difference with their adjacent layers, the organic carbon content of the annual range of 15-20 and 20-25 cm soil layers in *Carex mocroftii* grassland had significant differences. Different soil layers of different grassland types had no significant difference in the annual variation of organic carbon content. 【Conclusion】Under some special circumstances, as a result of originally low content of soil organic carbon, there is significant difference in change of content of soil organic carbon in plants between different growth stages in the same growth cycle whereas there is comparative stability in that among different growth cycle.

**Key words:** Naqu county; Different grassland types; Soil organic carbon

收稿日期: 2017-01-20

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目(31260144); 国家自然科学基金地区科学基金项目(41461054); 西藏大学农牧学院“雪域英才工程”项目(2015XYB02)

作者简介: 于宝政(1986-)男, 实验师, 研究方向: 高原(高山)生态系统生态学, E-mail: yuzheng521777@sina.com。

【研究意义】那曲县位于藏北地区的青藏高原腹地,是全球气候变化的敏感区。高寒草原是藏北地区最大的生态系统,也是西藏和我国面积最大的草地类型<sup>[1]</sup>。然而,在人类活动日益增强的背景

表 1 实验样地基本情况

Table 1 Basic conditions of sample plots

草地类型 Meadow type	海拔 (m) Altitude	盖度 (%) Coverage	土壤质地 Soil texture	草地状态 State of steppe
青藏苔草草地	4590	60 ~ 65	砂土	未退化
紫花针茅草地	4611	65 ~ 70	壤质砂土	未退化
高山嵩草草甸	4596	90 ~ 95	壤土	未退化

下,以草地沙漠化为主的各种草地退化过程正不断加剧<sup>[2-4]</sup>。草原退化带来的草地生产力下降、土壤结构破坏和稳定性降低,土壤有机碳稳定性和含量下降,加剧了全球气候变暖的进程<sup>[5-6]</sup>。【前人研究进展】目前,虽然对青藏高原草原生态系统的碳循环问题有一定的研究,但研究内容主要集中在同一草地类型的不同退化程度草地土壤有机碳含量变化、高寒草原土壤有机碳空间分布等方面<sup>[7-8]</sup>,而针对不同自然草地类型有机碳含量的对比研究及其年度变化的研究较少。【本研究切入点】本文拟通过对藏北草原主要草地类型土壤有机碳含量差异及其年度、年际变化研究,【拟解决的关键问题】以期揭示藏北草原主要草地类型土壤有机碳含量差异及其季节性变化特征。

## 1 研究区域与研究方法

### 1.1 研究区域概况

研究区域位于西藏那曲地区那曲县,地理位置: 31°29'45"~31°38'38"N, 91°03'57"~92°00'51"E,海拔 4588~4622 m。该区域全年分冷(10月至翌年5月)、暖(6-9月)两季,年均气温 -0.9℃,≥0℃年积温 800~1100℃,全年无绝对无霜期;年降水量 400 mm 以上,年蒸发量 1 810.6 mm,8 级以上大风日可达 92 d。牧草生长期 170 d 以上。研究区域内气候及地形条件相对一致。

在研究区域内选取 3 种代表性草地类型作为样地,分别是:青藏苔草(*C. moorcroftii*)草地、紫花针茅(*S. purpurea*)草地、高山嵩草(*K. pygmaea*)草甸(表 1)。

### 1.2 样品采集

2013、2014 年,分别于 5 月(春季,草地返青期)、8 月(夏季,草类盛长期)、10 月(秋冬季,枯草期),对研究样地按照随机布点方式进行采样,每个样地采样 3 次,作为该草地类型下的 3 个重复。每个采样点去除植被地上部分后,沿土壤剖面(0~5, 5~10, 10~15, 15~20, 20~25 cm)分 5 层采集土样,装入聚乙烯袋中贴上标签后带回实验室。

### 1.3 样品分析

土壤样品风干后,过 1 mm 筛后磨细过 0.25 mm

筛,测定土壤有机碳含量。

土壤有机碳测定采用重铬酸钾氧化-外加热法<sup>[9]</sup>。

### 1.4 统计分析

不同土层有机碳及不同类型草地土壤有机碳含量之间差异性采用 Spss18.0 软件进行 ANOVA 分析,用 Excel 绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同草地类型土壤有机碳含量状况及其垂直分布特征

2.1.1 不同草地类型土壤有机碳含量状况 对 3 种草地类型不同土层(0~5, 5~10, 10~15, 15~20, 20~25 cm)有机碳含量进行分析,如图 1 所示,土壤有机碳含量在各土层的含量均为:高山嵩草草甸>紫花针茅草地>青藏苔草草地。

高山嵩草草甸土壤有机碳含量与青藏苔草草地和紫花针茅草地土壤有机碳含量在各土层中均具有极显著差异( $P < 0.01$ )。这主要因为高山嵩草草甸的土壤质地优于青藏苔草草地和紫花针茅草地,含水量也高于青藏苔草草地和紫花针茅草地,且高山嵩草草甸盖度高于另外两者,减小了风蚀作用的影响并增加了枯落物量<sup>[10]</sup>。

紫花针茅草地土壤有机碳含量虽然在各土层中均高于青藏苔草草地,但在(0~5, 5~10, 10~15 cm)土层中两者无显著差异,在 15~20 cm 土层中两者有显著差异( $P < 0.05$ ),在 20~25 cm 土层中两者有极显著差异( $P < 0.01$ )。这主要是由于植物

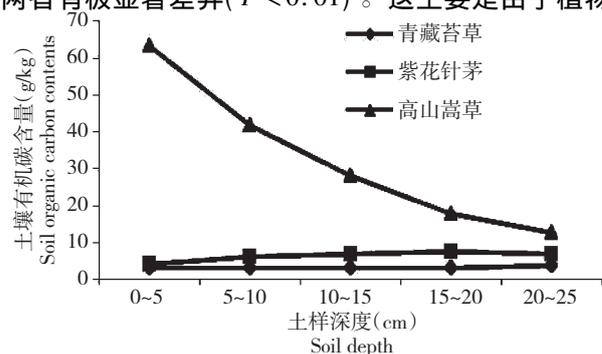
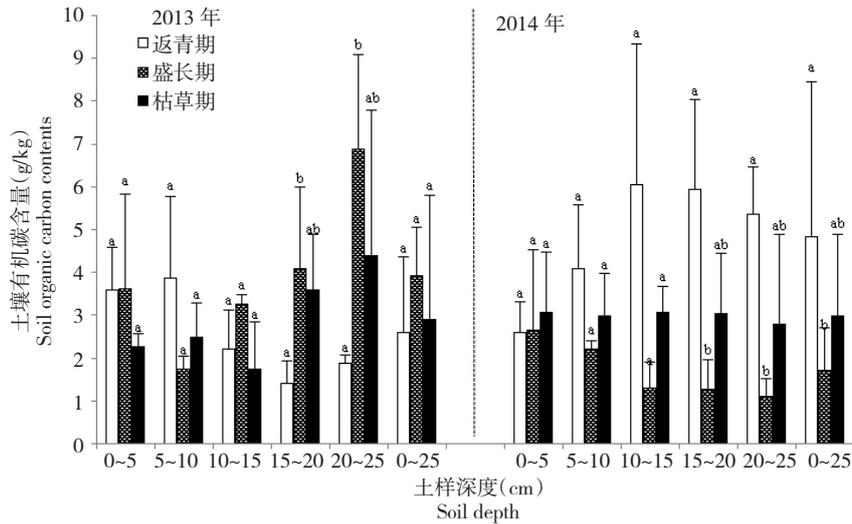


图 1 不同草地类型土壤有机碳含量

Fig. 1 Contents of soil organic carbon in different grassland types



相同土层不同字母表示差异显著性达 5% (下同)

图 2 青藏苔草草地土壤有机碳年度变化

Fig. 2 Annual variability of Guing-Tibetan sedge soil organic carbon

残体是土壤有机碳最重要的来源<sup>[11]</sup> ,而紫花针茅根系长于苔草根系生长过程中的脱落物和分泌物可以在相对更深的土层中沉积和分解,为土壤有机碳提供了来源<sup>[12-13]</sup>。

青藏苔草草地各土层中有机碳含量在 3 种草地类型中均是最低。这与该草地类型盖度最低、以及土壤通透性最强、保蓄性最弱有关,另外与其土壤受风蚀作用最强也有一定关系。

2.1.2 各草地类型土壤有机碳垂直分布特征 青藏苔草草地土壤有机碳含量在各土层中无差异;这主要是由于青藏苔草草地土壤质地为砂土造成的;砂土通透性强、保蓄性弱且有机物料分解速率低导致该草地土壤有机质在各土层中含量均较低,即使有区别也不存在显著差异<sup>[14]</sup>。

紫花针茅草地土壤有机碳含量在表层土壤 0 ~ 5 cm 中含量最低,与其余各层土壤有机碳含量有显著差异 ( $P < 0.05$ ) ,土壤有机碳含量在 (5 ~ 10 , 10 ~ 15 , 15 ~ 20 , 20 ~ 25 cm) 土层间不存在差异;这说明该草地土壤有一定的保水保肥能力,但表层受风蚀作用影响,形成粗质地土壤,砂粒含量高,土壤有机碳含量低<sup>[15-17]</sup>。这种影响随着土壤深度的增加而减弱,因此表层土壤有机碳含量最低。

高山嵩草草甸土壤有机碳含量明显随土层深度增加而下降,0 ~ 5 cm 土层有机碳含量与 (5 ~ 10 , 10 ~ 15 , 15 ~ 20 , 20 ~ 25 cm) 4 层土样中有机碳含量均具有极显著差异 ( $P < 0.01$ ) ,5 ~ 10 与 10 ~ 15 cm 土层有机碳含量不存在差异、与 (15 ~ 20 , 20 ~ 25 cm) 土层有机碳含量均具有极显著差异 ( $P < 0.01$ ) ,10 ~ 15 与 15 ~ 20 cm 土层有机碳含量不存在显著差

异、与 20 ~ 25 cm 土层中有机碳含量均具有极显著差异 ( $P < 0.01$ ) ,15 ~ 20 与 20 ~ 25 cm 土层有机碳含量不存在显著差异;这说明草甸土壤有机碳含量与土层深度呈反比,这与其他一些干旱草原土壤有机碳垂直分布特征的研究结果一致<sup>[18]</sup>。

### 2.2 各草地类型土壤有机碳含量的年度变化

从图 2 可以看出,青藏苔草草地土壤有机碳年度含量变化:2013 年,在 (0 ~ 5 , 5 ~ 10 , 10 ~ 15 , 0 ~ 25 cm) 土层中不同季节有机碳含量无显著差异; (15 ~ 20 , 20 ~ 25 cm) 土层中有机碳含量在返青期与盛长期之间存在显著差异 ( $P < 0.05$ ) ,返青期与枯草期之间、盛长期与枯草期之间均不存在显著差异。土壤有机碳含量年度内季节间变化率为返青期与盛长期 51.1 %、盛长期与枯草期 - 26.3 %。2014 年,在 (0 ~ 5 , 5 ~ 10 , 10 ~ 15 cm) 土层中不同季节有机碳含量无显著差异; (15 ~ 20 , 20 ~ 25 , 0 ~ 25 cm) 土层中有机碳含量在返青期与盛长期之间存在显著差异 ( $P < 0.05$ ) ,返青期与枯草期之间、盛长期与枯草期之间均不存在显著差异。土壤有机碳含量年度内季节间变化率为返青期与盛长期 - 64.9 %、盛长期与枯草期 75.9 %。

从图 3 可以看出,紫花针茅草地土壤有机碳年度含量变化:2013 年,各土层中有机碳含量在不同季节间均无显著差异。土壤有机碳含量年度内季节间变化率为返青期与盛长期 1.7 %、盛长期与枯草期 - 14.1 %。2014 年,各土层中有机碳含量在不同季节间均无显著差异。土壤有机碳含量年度内季节间变化率为返青期与盛长期 - 16.4 %、盛长期与枯草期 9.1 %。

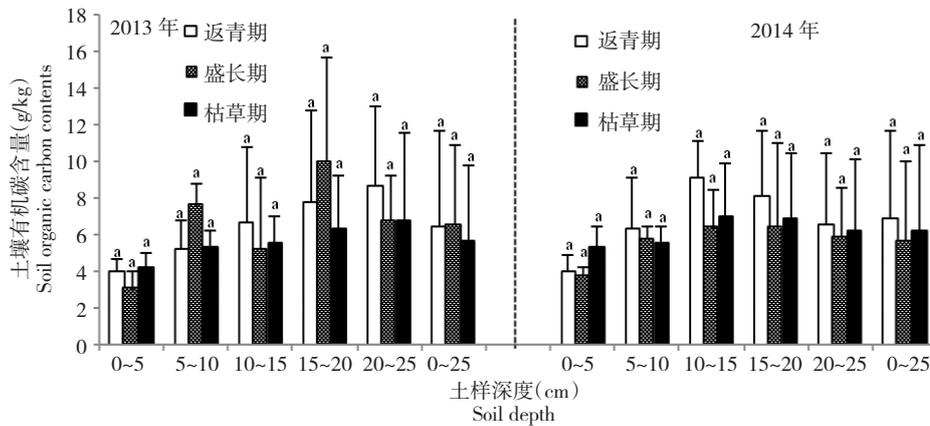


图3 紫花针茅草地土壤有机碳年度变化

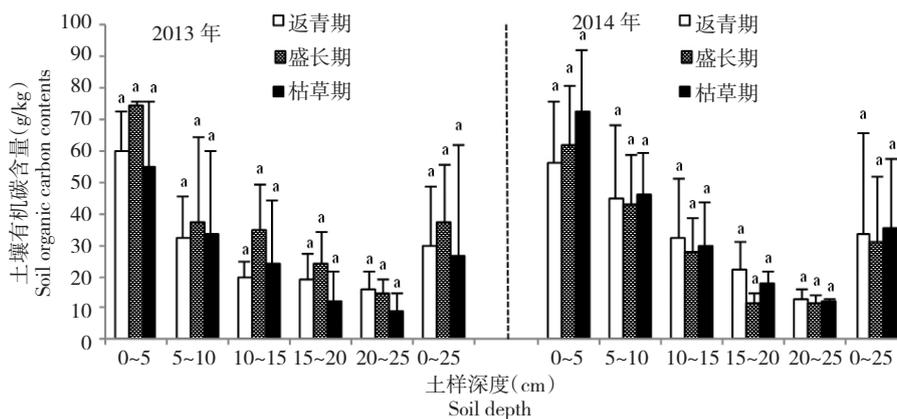
Fig. 3 Annual variability of *Stipa purpurea* soil organic carbon

图4 高山嵩草草甸土壤有机碳年度变化

Fig. 4 Annual variability of *Alpine-pygmaeus Kobresia* soil organic carbon

从图4可以看出,高山嵩草草甸土壤有机碳年度含量变化:2013年,各土层中有机碳含量在不同季节间均无显著差异。土壤有机碳含量年度内季节间变化率为返青期与盛长期26.0%、盛长期与枯草期-27.9%。2014年,各土层中有机碳含量在不同季节间均无显著差异。土壤有机碳含量年度内季节间变化率为返青期与盛长期-7.5%、盛长期与枯草期14.4%。

综合上述,在年度内只有青藏苔草草地土壤有机碳含量有显著差异。这可能是因为青藏苔草根系较浅,在盛长期(15~20 20~25 cm)土层中根系分布明显增多,此季节的温湿度也是土壤微生物生命活动相对活跃的时期,有利于微生物将土壤中有机残体和根系分泌物向有机碳转化,同时该草地类型土壤质地为砂土,有机碳含量本来就低,因此土壤有机碳含量的波动会出现显著差异<sup>[12-13]</sup>。

另外,3种草地类型土壤有机碳含量在季节间的变化一致体现出2013年先增后减、2014年先减后增的规律性。有研究表明:此几种草地类型枯落物生物量随季节变化呈“V”字型曲线;即返青期较高,盛长期最低,枯草期最大<sup>[19]</sup>。通过查阅气象资

料发现,2013年10月至2014年5月与往年同期相比气温偏高、降水多,这种温湿变化导致微生物活动强于往年,由于微生物活动增强及其他影响因素,土壤中枯落物向有机碳转化的转化量大于有机碳的损失量,导致土壤有机碳含量升高;2014年5-8月间由于草地返青,枯落物量不足,且植被生长对有机碳的损耗增大,土壤中枯落物向有机碳转化的转化量小于有机碳的损失量,导致2014年草地盛长期土壤有机碳处于较低水平;而2014年5-8月由于草地转枯,土壤有机碳损耗量下降的同时枯落物量逐渐增大,土壤中枯落物向有机碳转化的转化量大于有机碳的损失量,使土壤有机碳含量又逐渐上升。

### 2.3 各草地类型土壤有机碳含量的年际变化

如图5所示,各草地类型的不同土层中有机碳含量在年际间均无显著差异。土壤有机碳含量在2013与2014年际间变化率:青藏苔草草地为1.0%、紫花针茅草地为-0.7%、高山嵩草草甸为7.8%。土壤有机碳的积累、分解、转化都是较为缓慢的过程,一般来说短期内变化没有显著差异,高山嵩草草甸土壤有机碳含量年际间变化率高于另外2种草地类型;主要是高山嵩草草甸土壤有机碳含量在各

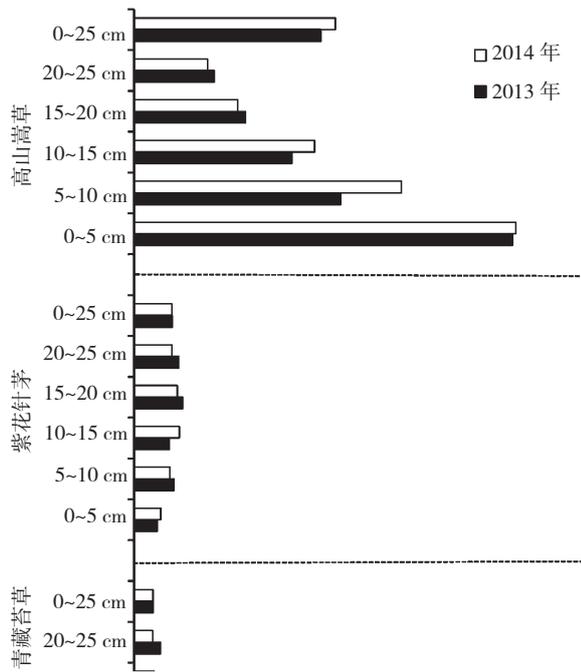


图5 3种草地类型土壤有机碳年际变化

Fig. 5 Interannual variability of soil organic carbon in different grassland types

土层中均远高于另外2种草地类型、土壤保蓄性强、微生物可用于转化为有机碳的有机物质含量高,因此其土壤有机碳含量年际间变化率高于另外2种草地类型。

### 3 结论

土壤有机碳在各土层的含量均为高山嵩草草甸 > 紫花针茅草地 > 青藏苔草草地。这主要与不同草地类型的土壤质地有关,有机碳含量表现为壤土 > 壤质砂土 > 砂土。3种草地类型土壤有机碳垂直分布特征为:青藏苔草草地土壤有机碳含量在各土层间无显著差异;紫花针茅草地土壤有机碳含量在0~5 cm 土层最低,与其余各层土壤有机碳含量有显著差异( $P < 0.05$ ),在(5~10, 10~15, 15~20, 20~25 cm)土层间不存在显著差异;高山嵩草草甸土壤有机碳0~5 cm 土层有机碳含量与(5~10, 10~15, 15~20, 20~25 cm)4层土样中有机碳含量均具有极显著差异( $P < 0.01$ ),在(5~10, 10~15, 15~20, 20~25 cm)各土层与相邻土层间无显著差异,与其余土层有极显著差异( $P < 0.01$ )。土壤有机碳的积累、分解、转化都是较为缓慢的过程,一般来说短期内变化没有显著差异,但是青藏苔草草地在(15~20, 20~25 cm)土层中有机碳含量在返青期与盛长期之间有显著差异( $P < 0.05$ ),2014年青藏苔草草地0~25 cm 土层中有机碳含量在返青期与盛长期

之间也有显著差距,同时各草地类型的不同土层中有机碳含量在年际间均无显著差异,这说明在某些特殊气候条件下,由于土壤有机碳含量本来就很低,在植物的同一生长周期内的不同生长阶段间土壤有机碳含量变化会出现显著差异,但是在不同生长周期期间土壤有机碳含量又能保持相对稳定。

#### 参考文献:

- [1]西藏自治区土地管理局. 西藏自治区草地资源[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 143-157.
- [2]李明森. 青藏高原环境保护对策[J]. 资源科学 2000 22(4): 78-82.
- [3]张建国, 刘淑珍, 李辉霞, 等. 西藏那曲地区草地退化驱动力分析[J]. 资源调查与环境 2004 25(2): 116-121.
- [4]钟祥浩. 国内外学术界一直关注的问题: 青藏高原研究[J]. 山地学报 2005, 23(3): 257-259.
- [5]安渊, 徐柱, 阎志坚, 等. 不同退化梯度草地植物和土壤的差异[J]. 中国草地, 1999(4): 31-36.
- [6]Chen Z Z. Chinese Typical Grassland Ecosystem[J]. Beijing: Science Press, 2000.
- [7]陈涛, 杨武年, 徐瑶. 那曲地区不同退化程度的草地土壤养分特征分析[J]. 中国农学通报 2011 27(9): 227-230.
- [8]曹樱子, 王小丹. 藏北高寒草原样带土壤有机碳分布及其影响因素[J]. 生态环境学报 2012 21(2): 213-219.
- [9]鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社 2000.
- [10]西藏自治区土地管理局. 西藏自治区土壤资源[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 151-153.
- [11]Jobbagy E G, Jackson R B. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation [J]. Ecological Application 2000, 10(2): 423-436.
- [12]周莉, 李保国, 周广胜. 土壤有机碳的主导影响因子及其研究进展[J]. 地球科学进展, 2005 20(1): 99-105.
- [13]Dinakaran J, Mehta N, Krishnaya N S R. Soil organic carbon dynamics in two functional types of ground cover (grasses and herbaceous) in the tropics [J]. Current Science, 2011, 101(6): 776-783.
- [14]黄巧云. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社 2006: 54-55.
- [15]Lobei, Amelung W, Du Preez C C. Losses of carbon and nitrogen with prolonged arable cropping from sandy soils of the South African Highveld [J]. European Journal of Soil Science, 2001, 52: 93-101.
- [16]Leenders J K, Sterk G, Van Boxel J H. Modelling wind-blown sediment transport around single vegetation elements [J]. Earth Surface Processes & Landforms 2011, 36(9): 1218-1229.
- [17]Schimel D S, Braswell H B, Holland E A, et al. Climatic, edaphic, and biotic controls over storage and turnover of carbon in soils [J]. Global Biogeochemical Cycles, 1994(8): 279-293.
- [18]Reeder J D, Schuman G E, Morgan J A, et al. Response of organic and inorganic carbon and nitrogen to long-term grazing of the short-grass steppe [J]. Environmental Management 2004, 33(4): 485-495.
- [19]王启基, 周兴民, 张堰青, 等. 高寒小嵩草草甸植物群落结构特征及其生物量 [J]. 植物生态学报, 1995(3): 225-235.

(责任编辑 陈虹)