

文章编号:1673-5021(2012)03-0042-06

## 高寒矮嵩草草甸退化过程土壤碳氮储量及 C/N 化学计量学特征

林 丽,张法伟,李以康,韩道瑞,郭小伟,曹广民

(中国科学院西北高原生物研究所,青海 西宁 810001)

**摘要:**以空间尺度代替时间尺度对青藏高原高寒矮嵩草草甸退化演替系列土壤表层有机碳和全氮储量及碳/氮比化学计量学特征进行了分析。结果表明:随退化程度的加深,高寒矮嵩草草甸退化演替系列 0~10cm、10~20cm 和 0~20cm 土壤有机碳储量变化趋势呈倒“V”字型,最高值出现在小嵩草草甸草毡表层开裂期,最低值出现在小嵩草草甸草毡表层剥蚀期;0~10cm、0~20cm 土壤全氮储量变化特征与对应层次有机碳储量特征变化相同,而 10~20cm 土壤全氮储量变化趋势较有机碳滞后,最高值出现在小嵩草草甸草毡表层加厚期,最低值出现在黑土滩一杂类草次生裸地。土壤碳/氮比化学计量学变化趋势亦呈倒“V”字型,其中 0~10cm、10~20cm 最高值出现在正常小嵩草草甸,0~20cm 最高值出现在矮嵩草草甸,各土壤层次碳/氮比最低值均出现在小嵩草草甸草毡表层开裂期。高寒矮嵩草草甸退化演替系列有机碳、全氮储量同碳/氮比异分特征表明,土壤碳/氮比化学计量学特征对草地退化的响应较储量特征敏感,其拐点正常小嵩草草甸是草地碳积累速率最高点,小嵩草草甸草毡表层开裂期是碳源汇转换拐点。

**关键词:**碳储量;氮储量;化学计量学特征;矮嵩草草甸;退化演替

中图分类号:Q149 文献标识码:A

生态化学计量学(Ecological stoichiometry)是研究生物系统和生态过程中多种化学元素平衡的一门科学。生态化学计量学结合了生态学和化学计量学的基本原理,研究生物系统各种元素(一般是指C、N、P等)质量和能量的多重平衡,分析化学元素之间的质量平衡对生态交互作用的影响<sup>[1~2]</sup>。土壤有机碳和氮素是土壤养分的重要组成部分,也是生态系统中极其重要的生态因子,其含量的多少会影响土壤中微生物的数量、凋落物的分解速率以及土壤有机碳和养分的长期积累<sup>[3~5]</sup>。植物群落的变迁,往往会引起土壤碳-氮分布格局的变化,进而影响整个生态系统的稳定性和可持续性<sup>[6]</sup>,以及全球生态系统中碳、氮的循环与大气CO<sub>2</sub>浓度<sup>[7~8]</sup>。人类活动对陆地生态系统碳、氮储量的影响远远超过了自然变化影响的速率和程度<sup>[9]</sup>,由此造成了土壤和植物群落内部营养物质流动状况的改变<sup>[6]</sup>。仅考虑系统组分本身的变异特点对于了解土壤质量的变异是不够的,还有必要了解各组分之间的比例关系及其时空演变,以便全面地阐述土壤质量变化的特点。而研究植被变迁中土壤碳/氮比化学计量学特征的演变对土壤养分循环的研究具有积极意义<sup>[9~12]</sup>。

青藏高原是世界第三极和世界气候变化的启动区。高寒嵩草草甸是青藏高原的主体,占草地面积的

39%<sup>[13]</sup>,而高寒矮嵩草草甸是高寒嵩草草甸中牧用价值较高、分布范围较广的重要植被类型<sup>[14]</sup>。人类活动对高寒矮嵩草草甸最大的影响是放牧干扰,其演替的主流方向是退化<sup>[15]</sup>。目前,对高寒矮嵩草草甸土壤退化及恢复演替过程的研究主要涉及三个方面:一为土壤碳氮储量特征<sup>[16]</sup>,二为土壤养分与生物、环境因素的相关性<sup>[17]</sup>,三为土壤养分之间的化学计量特征<sup>[18~19]</sup>。开展高寒草甸土壤碳、氮等元素的储量及其碳/氮化学计量学特征的研究,对评价青藏高原土地利用格局变化下生物地球化学特征对全球变化的响应和反馈作用具有重要理论价值和实践意义。基于此,本文拟通过研究高寒矮嵩草草甸在人类放牧活动影响下形成的退化演替阶段表层土壤碳、氮储量及其化学计量学特征,探讨高寒矮嵩草草甸土壤碳储能力的演变及对人类活动影响的反馈作用,为评估青藏高原高寒草地的生态价值、极端环境下生态保护和退化草地植被恢复提供科学依据。

\* 通讯作者, E-mail: caogm@nwipb. cas. cn

收稿日期:2011-11-18; 修回日期:2012-02-09

基金项目:国家自然科学基金重点项目(41030105);中国科学院战略性先导科技专项(XDA05050404)

作者简介:林丽(1980-),女(满),辽宁抚顺人,工程师,硕士,2007年毕业于甘肃农业大学草业学院,从事高寒草地生态系统物质循环特征研究, E-mail: hanxiao\_2000\_00@126. com.

# 1 材料与方法

## 1.1 研究区域概况及样地选择

研究区域位于青藏高原东祁连山地区及青藏高原腹地的三江源地区,高寒矮蒿草(*Kobresia humilis*)草甸是该区牧用价值较高、分布范围较广的重要植被类型。曹广民等<sup>[13,15,20~22]</sup>对高寒矮蒿草草甸的长期观测发现:高寒矮蒿草草甸退化演替的完整系列广泛存在于青藏高原的不同地域,受各地区人类活动强度或牧民经营策略差异的影响,草地所处的演替阶段已经出现了明显的空间差异,甚至在局域造成个别阶段的缺失<sup>[5]</sup>。因此,根据《1:100万中国草地资源图集》(1992年)初步划分出高寒矮蒿草草甸植被类型分布区域,以植物群落特征为基础

确定草地所处的演替阶段,在该草地周围 1km 范围内寻找矮蒿草草甸其他演替阶段。以上述方法选取的采样地分布于青海省海北州、果洛州、玉树州和西藏藏北高原 32 个县(乡),共 96 个样地。收集整理并测定样地植物群落数量特征及土壤理化特征,建立草地生态系统属性判别分析指标体系,通过 Fisher's 线性判别及欧式聚类综合分析划分出草地退化过程几个关键阶段,分别命名为禾草—矮蒿草草甸、矮蒿草草甸、正常小蒿草草甸、小蒿草草甸草毡表层加厚期、小蒿草草甸草毡表层开裂期、小蒿草草甸草毡表层剥蚀期、黑土滩—杂类草次生裸地,并选出隶属于 7 个演替阶段的 13 个样地<sup>[22]</sup>,样地概况见表 1。以空间序列代替时间序列<sup>[21]</sup>的方法进行土壤有机碳、全氮分析。

表 1 研究区域概况

Table 1 General situation of plots

演替阶段 Succession stages	代号 Code mark	样地名称 Plots name	地理位置 Geographic location	样地概况 Plots general situation
禾草—矮蒿草草甸	HA	青海省门源县风匣口无名滩;果洛州达日县满掌乡	N37°36.588',E101°16.618',海拔 3212m;N33°16',E100°28',海拔 3946m	具有明显的分层结构,上层为禾本科植物,以针茅( <i>Stipa</i> sp.)、羊茅( <i>Festuca</i> sp.)为优势种,下层以矮蒿草( <i>K. humilis</i> )为优势种,伴生种为美丽风毛菊( <i>Saussurea pulchra</i> )、钉柱委陵菜( <i>Potentilla saundersiana</i> )等,植物生长盛期盖度达 90%左右
矮蒿草草甸	A	海北州门源县皇城乡;青海省玉树州巴塘滩	N37°39.732',E101°10.789',海拔 3232m;N35°51.210',E96°59.656',海拔 3907m	处于矮蒿草群落向小蒿草群落过渡阶段,出现矮蒿草、小蒿草( <i>K. pygmaea</i> )斑块交错现象,小蒿草斑块占调查样地面积 40%~50%,未见鼠丘及鼠类活动
正常小蒿草草甸	XS	青海省门源县扣门子;玉树藏族自治州巴塘乡	N37°35.018',E101°16.578',海拔 3280m;N35°51.210',E96°59.656',海拔 3907m	优势种为小蒿草,未见明显的小蒿草死亡斑块,地面完好,未见明显地面裂缝、塌陷及剥蚀现象
小蒿草草甸草毡表层加厚期	XS-J	青海省门源县皇城乡桌子掌	N37°40.051',E100°57.875',海拔 3255m	优势种为小蒿草,小蒿草斑块明显增大,占调查样地的 60%~70%,地表没有出现明显的塌陷剥蚀状况
小蒿草草甸草毡表层开裂期	XS-K	青海省门源县鄂博乡;海北州门源县皇城乡重牧草地	N37°56.342',E100°57.875',海拔 3428m;N37°39.732',E101°10.789',海拔 3232m	优势种为小蒿草且几乎成为单优群落,地表可见黑斑及裂缝,表面斑驳不平,鼠类活动频繁
小蒿草草甸草毡表层剥蚀期	XS-B	青海省玉树州优云;果洛州大武镇大武河对岸	N34°26.087',E97°09.645',海拔 4426m;N34°28',E100°12',海拔 3751m	原生植被为小蒿草草甸,草毡表层老化剥蚀。地表老化死亡草毡表层大部分呈黑斑状,其中黑斑面积占 10%~15%,老化草皮总盖度占 80%~90%,草毡表层厚度约 17.5cm 左右
黑土滩—杂类草次生裸地	HZ	青海省果洛州军牧场;果洛州玛沁县大武乡大武河对岸	N34°22.003',E100°29.612',海拔 3739m;N34°28',E100°12',海拔 3751m	优势种多为杂类草如马先蒿( <i>Pedicularis</i> sp.)、细叶亚菊( <i>Ajania tenuifolia</i> )等,夏季草地总盖度为 46.3%,无草毡表层,地表疏松,鼠类活动猖獗,冬季几乎无植被覆盖

1.2 采样及样品测试方法

不同演替系列土壤的采样时间为2009年7~8月,采用土钻取样( $\varphi=7\text{cm}$ ),每10cm为一层,共两层,每6钻为1个重复,每样地6个重复,每演替阶段设置1~3个样地。土样风干后去根系,四分法,过0.25mm土壤分析筛备用。全氮测定采用全自动定氮仪(VELP UDK140),有机碳测定采用总有机碳分析仪(日本岛津 TOC-5000A)。

1.3 碳、氮储量计算

高寒草甸碳氮储量估测的计算公式:

$$S=C \times \rho \times h \times 10$$

式中, $S$ 为分层有机碳(全氮)储量(单位 $\text{g}/\text{m}^2$ ); $C$ 为有机碳(全氮)含量(单位 $\text{g}/\text{kg}$ ); $\rho$ 为土壤容重(单位 $\text{g}/\text{cm}^3$ ); $h$ 为实际土层高度(单位为 $\text{cm}$ )。全氮、有机碳储量为同阶段各样地平均值。

2 结果与分析

2.1 土壤有机碳储量变异特征

高寒矮嵩草草甸退化进程中,高寒草甸生态系统土壤有机碳储量变化趋势为倒“V”字型,0~10cm、10~20cm和0~20cm有机碳储量最高值依次为 $991.1 \pm 105.5\text{g}/\text{m}^2$ 、 $409.1 \pm 27.9\text{g}/\text{m}^2$ 和 $1400.2 \pm 95\text{g}/\text{m}^2$ ,均出现在小嵩草草甸草毡表层开裂期;有机碳储量最低值依次为 $333.8 \pm 58.2\text{g}/\text{m}^2$ 、 $239.7 \pm 30.1\text{g}/\text{m}^2$ 和 $573.4 \pm 29.1\text{g}/\text{m}^2$ ,均出现在小嵩草草甸草毡表层剥蚀期(图1)。

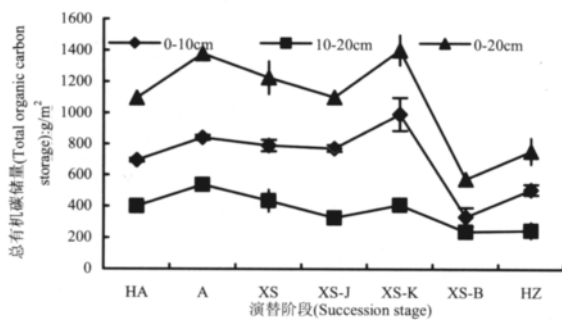


图1 不同演替阶段土壤有机碳储量分层特征  
Fig.1 Soil organic carbon storage characteristics in different lays

2.2 土壤全氮储量变异特征

高寒矮嵩草草甸退化演替过程中0~10cm和0~20cm土壤全氮储量最高值出现在小嵩草草甸草毡表层开裂期,分别为 $85.7 \pm 7.0\text{g}/\text{m}^2$ 和 $133.1 \pm$

$7.3\text{g}/\text{m}^2$ ,显著高于其他阶段( $P < 0.05$ );最低值出现在小嵩草草甸草毡表层剥蚀期,分别为 $43.1 \pm 1.3\text{g}/\text{m}^2$ 和 $82.1 \pm 1.8\text{g}/\text{m}^2$ 。10~20cm土壤全氮储量最高值出现在小嵩草草甸草毡表层加厚期( $55.6 \pm 4.4\text{g}/\text{m}^2$ ),最低值出现在黑土滩—杂类草次生裸地( $27.8 \pm 0.3\text{g}/\text{m}^2$ )(图2)。

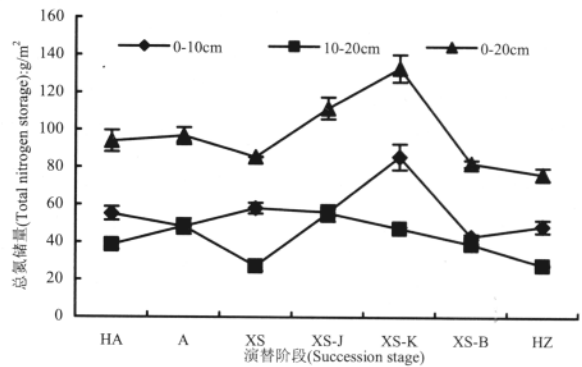


图2 不同演替阶段土壤全氮储量分层特征  
Fig.2 Total nitrogen storage characteristics in different lays

2.3 土壤碳/氮比化学计量学特征

高寒矮嵩草草甸退化演替系列,未添加放牧干扰的草地(禾草—矮嵩草草甸)土壤有机碳/氮比值为 $11.8 \pm 0.9$ ,随退化程度加深,土壤碳/氮比值呈波动性上升而后下降的倒“V”字型变化趋势(图3)。0~10cm、10~20cm和0~20cm土壤碳/氮比最高值分别出现在矮嵩草草甸( $17.7 \pm 1.5$ )、正常小嵩草草甸( $16.2 \pm 2.6$ )和正常小嵩草草甸( $14.3 \pm 1.2$ ),土壤碳/氮比最低值依次出现在小嵩草草甸草毡表层剥蚀期( $7.8 \pm 1.4$ )、小嵩草草甸加厚期( $5.9 \pm 0.3$ )和小嵩草草甸草毡表层剥蚀期( $7.0 \pm 0.4$ )。

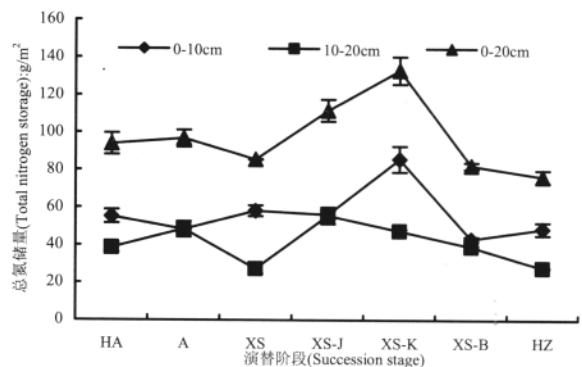


图3 不同演替阶段土壤碳/氮比分层化学计量学特征  
Fig.3 Soil organic carbon—nitrogen ratio characteristics in different lays

从整个层次上看,草地处于较为稳定的状态(从禾草—矮蒿草甸到正常小蒿草甸)时,0~20cm 土壤碳/氮比的变异系数较低(10.7%),数值保持在 $11.8 \pm 0.9 \sim 14.3 \pm 1.2$  范围内;从小蒿草甸草毡表层加厚期始,草地的碳/氮比显著下降( $P < 0.05$ ),到小蒿草甸草毡表层剥蚀期达到最低点 $7.0 \pm 0.4$ ,此过程变异系数为 21.7%。

### 3 讨论

高寒草甸是青藏高原主要植被类型之一,其自然生态系统具有丰富的碳储量<sup>[20]</sup>。由于高寒草甸植物根系主要分布于土壤 0~20cm 土层,该土层根系量约占剖面的 85%左右<sup>[15]</sup>,是土壤植物和微生物的活跃层。从有机碳储量绝对值看,随着高寒草甸生态系统退化程度的加深,土壤有机碳、全氮储量先增加后减少,最高值均出现在小蒿草甸草毡表层开裂期,最低值均出现在小蒿草甸草毡表层剥蚀期;从土壤碳/氮比化学计量学特征看,土壤碳/氮比变化较储量特征敏感,比值最高值出现在正常小蒿草甸,最低值出现在小蒿草甸草毡表层加厚期。碳/氮比值在草地未退化和退化驱动力为外因(放牧压力)时保持一个较高的状态<sup>[21]</sup>,随着草地退化程度加深,碳/氮比值开始下降,同时草地退化驱动力由外因转换为内因(养分失衡)。土壤碳/氮比化学计量学特征同土壤有机碳、全氮储量特征的不同步性,一方面说明土壤碳/氮比的变化同草地退化因素之间互为表征;另一方面也说明草地退化演替系列有机碳积累过程存在三种状态,一为禾草—矮蒿草甸—正常小蒿草甸,相对于氮素而言有机碳是加速增长的增汇过程,二为小蒿草甸草毡表层开裂期—黑土滩—杂类草次生裸地,相对氮素而言有机碳是逐渐释放的减汇过程,而在两者之间相对氮素而言有机碳是减速增长的增汇过程。这种现象说明正常小蒿草甸为一个重要的分水岭,它是草地碳素积累速率最高的演替阶段,而小蒿草甸草毡表层开裂期是草地碳源汇转换的拐点。

### 4 结论

高寒矮蒿草甸退化演替系列 0~20cm 土壤有机碳、全氮最高值出现在小蒿草甸草毡表层开裂期,分别为 $1400.2 \pm 95 \text{g/m}^2$  和 $133.1 \pm 7.3 \text{g/m}^2$ ,碳/氮比最高值出现在正常小蒿草甸( $16.2 \pm 2.6$ );0~20cm 土壤有机碳、全氮和碳/氮比最低

值出现在小蒿草甸草毡表层剥蚀期,其值分别为 $573.4 \pm 29.1 \text{g/m}^2$ 、 $82.1 \pm 1.8 \text{g/m}^2$  和 $7.0 \pm 0.4$ 。草地碳/氮比化学计量学特征同草地退化过程的内外因素驱动力的转化具有一定的表征作用,同时正常小蒿草甸是草地碳素积累速率最高的演替阶段,而小蒿草甸草毡表层开裂期是草地碳源汇转换的拐点。

### 参考文献(References):

- [1] Elser J J, Dobberfuhl D R, MaeKay N A, et al. Organism size, life history, and N:P stoichiometry: toward a unified view of cellular and ecosystem processes [J]. *Bioscience*, 1996, 46: 674-684.
- [2] Hessen D O, Agren G I, Anderson T R, et al. Carbon sequestration in ecosystems: the role of stoichiometry [J]. *Ecology*, 2004, 85: 1179-1192.
- [3] Näsholm T, Ekblad A, Nordin A, et al. Boreal forest plants take up organic nitrogen [J]. *Nature*, 1998, 392: 914-916.
- [4] Dormaar Johan F, Smoliak Sylver, Willma Walter D. Distribution of nitrogen fractions in grazed and ungrazed fescue grassland Ah horizons [J]. *Journal of Range Management*, 1990, 43(1): 6-9.
- [5] 任书杰,曹明奎,陶波,等. 陆地生态系统氮状态对碳循环的限制作用研究进展 [J]. *地理科学进展*, 2006, 25(4): 58-67.  
Ren Shujie, Cao Mingkui, Tao Bo, et al. The effects of nitrogen limitation on terrestrial ecosystem carbon cycle: a review [J]. *Progress in Geography*, 2006, 25(4): 58-67.
- [6] 刘全友,童依平. 北方农牧交错带土地利用类型对土壤养分分布的影响 [J]. *应用生态学报*, 2005, 16(10): 1849-1852.  
Liu Quanyou, Tong Yiping. Effects of land use type on soil nutrient distribution in northern agro-pasture ecotone [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(10): 1849-1852.
- [7] 马玉红,郭胜利,杨雨林,等. 植被类型对黄土丘陵区流域土壤有机碳氮的影响 [J]. *自然资源学报*, 2007, 22(1): 97-105.  
Ma Yuhong, Guo Shengli, Yang Yulin, et al. Influence of vegetation types on soil organic C at Yangou catchment in the Loess Hilly-gully region [J]. *Journal of Natural Resources*, 2007, 22(1): 97-105.
- [8] 吴建国,张小全,徐德应. 土地利用变化对土壤有机碳贮量的影响 [J]. *应用生态学报*, 2004, 15(4): 593-599.  
Wu Jianguo, Zhang Xiaoquan, Xu Deying. Impact of land-use change on soil carbon storage [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(4): 593-599.
- [9] Priess J A, Koning G H J DE, Veldkamp A. Assessment of interactions between land use change and carbon and nutrient fluxes in Ecuador [J]. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 2001, 85(1-3): 269-279.
- [10] 杨成德,龙瑞军,陈秀蓉,等. 东祁连山不同高寒草地类型土壤表层碳、氮、磷密度特征 [J]. *中国草地学报*, 2008, 30(1): 1-5.

- Yang Chengde, Long Ruijun, Chen Xiurong, et al. Characteristics of carbon, nitrogen and phosphorus density in top soil under different alpine grasslands on the eastern Qilian Mountains[J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2008, 30(1): 1-5.
- [11] Torbert H A, Prior S A, Rogers H H, et al. Elevated atmospheric CO<sub>2</sub> effects on N fertilization in grain sorghum and soybean[J]. *Field Crops Research*, 2004, 88: 57-67.
- [12] Bruuna S, Stenberg B, Breland T A, et al. Empirical predictions of plant material C and N mineralization patterns from near infrared spectroscopy, stepwise chemical digestion and C/N ratios[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2005, 37: 2283-2296.
- [13] 曹广民, 龙瑞军, 张法伟, 等. 青藏高原高寒矮嵩草草甸碳增汇潜力估测方法[J]. *生态学报*, 2010, 30(23): 6591-6597.  
Cao Guangmin, Long Ruijun, Zhang Fawei, et al. A method to estimate carbon storage potential in alpine *Kobresia* meadows on the Qinghai-Tibetan Plateau[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(23): 6591-6597
- [14] 周兴民. 中国嵩草草甸[M]. 北京: 科学出版社, 2001.  
Zhou Xingmin. *China Kobresia meadow*[M]. Beijing: *Science Press*, 2001.
- [15] 林丽, 曹广民, 李以康, 等. 人类活动对青藏高原高寒矮嵩草草甸碳过程的影响[J]. *生态学报*, 2010, 30(15): 4012-4018.  
Lin Li, Cao Guangmin, Li Yikang, et al. The influence of human activity on alpine meadow carbon process in Qinghai-Tibetan Plateau[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(15): 4012-4018.
- [16] 张法伟, 李英年, 汪诗平, 等. 青藏高原高寒草甸土壤有机质、全氮和全磷含量对不同土地利用格局的响应[J]. *中国农业气象*, 2009, 30(3): 323-326.  
Zhang Fawei, Li Yingnian, Wang Shiping, et al. Response of soil organic matter, total nitrogen and total phosphorus to different land use patterns in alpine meadow of Qinghai-Tibetan Plateau[J]. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2009, 30(3): 323-326.
- [17] 王启基, 李世雄, 王文颖, 等. 江河源区高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)草甸植物和土壤碳、氮储量对覆被变化的响应[J]. *生态学报*, 2008, 28(3): 885-894.  
Wang Qiji, Li Shixiong, Wang Wenying, et al. The dependences of carbon and nitrogen reserves in plants and soils to vegetations cover change on *Kobresia pygmaea* meadow of Yellow River and Yangtze River source region[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(3): 885-894.
- [18] 银晓瑞, 梁存柱, 王立新, 等. 内蒙古典型草原不同恢复演替阶段植物养分化学计量学[J]. *植物生态学报*, 2010, 34(1): 39-47.  
Yin Xiaorui, Liang Cunzhu, Wang Lixin, et al. Ecological stoichiometry of plant nutrients at different restoration succession stages in typical steppe of Inner Mongolia, China[J]. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2010, 34(1): 39-47.
- [19] 赵君. 甘南亚高寒草甸金露梅化学计量特征及其机制的研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2011.  
Zhao Jun. Nitrogen-phosphorus stoichiometry in *Potentilla fruticosa* Linn. in Gannan sub-alpine meadow[D]. Lanzhou: *Lanzhou University*, 2011.
- [20] 曹广民, 龙瑞军. 放牧高寒嵩草草甸的稳定性及自我维持机制[J]. *中国农业气象*, 2009, 30(4): 553-559.  
Cao Guangmin, Long Ruijun. System stability and its self-maintaining mechanism by grazing in alpine *Kobresia* meadow[J]. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2009, 30(4): 553-559.
- [21] 曹广民, 杜岩功, 梁东营, 等. 高寒嵩草草甸的被动与主动退化分异特征及其发生机理[J]. *山地学报*, 2007, 25(6): 641-648.  
Cao Guangmin, Du Yangong, Liang Dongying, et al. Character of passive-active degradation process and its mechanism in alpine *Kobresia* meadow[J]. *Journal of Mountain Science*, 2007, 27(6): 641-648.
- [22] 林丽, 李以康, 张法伟, 等. 青藏高原高寒矮嵩草草甸退化演替主成分分析[J]. *中国草地学报*, 2012, 34(1): 24-30.  
Lin Li, Li Yikang, Zhang Fawei, et al. The principal component analysis on alpine *Kobresia humilis* meadow degradation succession in Qinghai-Tibetan Plateau[J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2012, 34(1): 24-30.

# The Soil Carbon and Nitrogen Storage and C/N Metrological Characteristics of Chemistry in *Kobresia humilis* Meadow in Degradation Succession Stages

LIN Li, ZHANG Fa-wei, LI Yi-kang, HAN Dao-rui, GUO Xiao-wei, CAO Guang-min

(Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

**Abstract:** Using space sequence instead of time sequence method to research the soil organic carbon storage, total nitrogen storage and C/N metrological characteristics of chemistry in 0~20cm soil layers in *Kobresia humilis* meadow in degradation succession stage, the results showed that the organic carbon values increased at first and then decreased in 0~10cm, 10~20cm and 0~20cm soil lays along with the grassland degradation development, the highest value presented in crack phase of top layer of grass felt of *K. pygmaea* meadow, and the lowest value presented in erosion phase of top layer of grass felt of *K. pygmaea* meadow. The soil nitrogen storage had the same characteristics in the storage values variation trend and highest and lowest values appeared in 0~10cm and 0~20cm soil lays along with the grassland degradation development, while soil nitrogen storage varied in 10~20cm soil layer had the same trend in grassland degradation succession in other layers, but the variation trend of total soil nitrogen in 10~20cm was delayed compare with organic carbon, the highest value presented in thicken phase of top layer of grass felt of *K. pygmaea* meadow, and the lowest one presented in Forbs-“Black soil beach”. The variation trend of C/N metrological characteristics was in inversed “V”, the highest C/N values appeared in *K. pygmaea* meadow in 0~10cm and 10~20cm, and the highest value presented in *K. humilis* meadow in 0~20cm. The lowest value presented in crack phase of *K. pygmaea* meadow. The organic carbon and nitrogen storage increased first and then decreased. The response of C/N metrological characteristics to grassland degradation were sensitive. The crack phase of top layer of grass felt of *K. pygmaea* meadow was the point which could keep soil organic carbon storage highest.

**Key words:** Carbon storage; Nitrogen storage; Metrological characteristics of chemistry; *Kobresia humilis* meadow; Degeneration succession