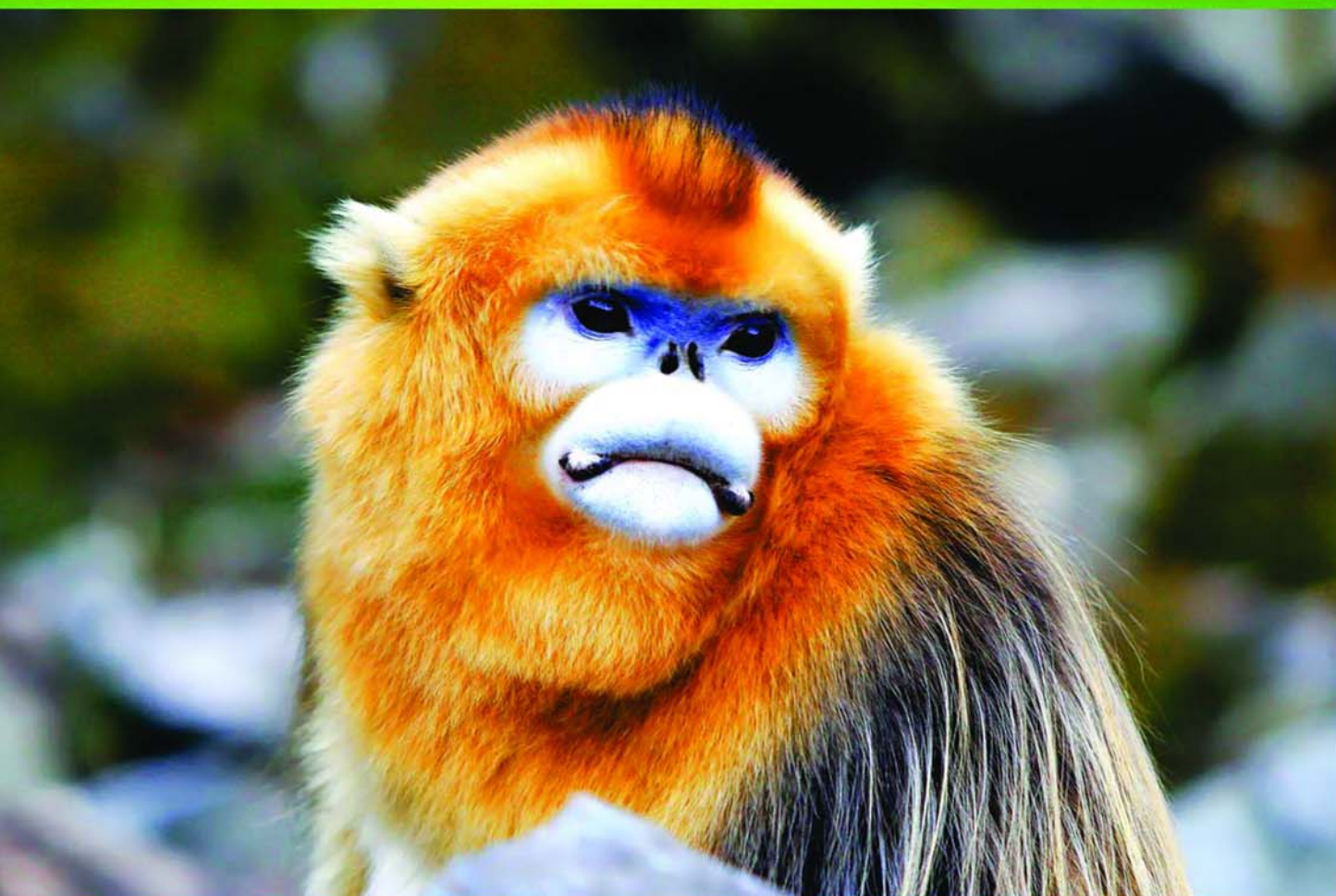


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第32卷 第2期 Vol.32 No.2 **2012**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 2 期

2012 年 1 月 (半月刊)

目 次

北部湾秋季底层鱼类多样性和优势种数量的变动趋势	王雪辉,邱永松,杜飞雁,等 (333)
中国大陆鸟类和兽类物种多样性的空间变异	丁晶晶,刘定震,李春旺,等 (343)
粉蝶盘绒茧蜂中国和荷兰种群学习行为及 EAG 反应的比较	王国红,刘 勇,戈 峰,等 (351)
君主绢蝶的生物学及生境需求	方健惠,骆有庆,牛 犇,等 (361)
西南大西洋阿根廷滑柔鱼生物学年间比较	方 舟,陆化杰,陈新军,等 (371)
城市溪流中径流式低坝对底栖动物群落结构的影响	韩鸣花,海燕,周 斌,等 (380)
沉积再悬浮颗粒物对马氏珠母贝摄食生理影响的室内模拟	栗志民,申玉春,余南涛,等 (386)
太平洋中西部海域浮游植物营养盐的潜在限制	徐燕青,陈建芳,高生泉,等 (394)
几株赤潮甲藻的摄食能力	张清春,于仁成,宋静静,等 (402)
高摄食压力下球形棕囊藻凝聚体的形成	王小冬,王 艳 (414)
大型绿藻浒苔藻段及组织块的生长和发育特征	张必新,王建柱,王乙富,等 (421)
链状亚历山大藻生长衰亡相关基因的筛选	仲 洁,隋正红,王春燕,等 (431)
太湖春季水体固有光学特性及其对遥感反射率变化的影响	刘忠华,李云梅,吕 恒,等 (438)
程海富营养化机理的神经网络模拟及响应情景分析	邹 锐,董云仙,张祯祯,等 (448)
沙质海岸灌化黑松对蛀食胁迫的补偿性响应	周 振,李传荣,许景伟,等 (457)
泽陆蛙和饰纹蛙蝌蚪不同热驯化下选择体温和热耐受性	施林强,赵丽华,马小浩,等 (465)
麦蚜和寄生蜂对农业景观格局的响应及其关键景观因子分析	赵紫华,王 颖,贺达汉,等 (472)
镉胁迫对芥蓝根系质膜过氧化及 ATPase 活性的影响	郑爱珍 (483)
生姜水浸液对生姜幼苗根际土壤酶活性、微生物群落结构及土壤养分的影响	韩春梅,李春龙,叶少平,等 (489)
九州虫草菌丝体对 Mn 的耐性及富集	罗 毅,程显好,张聪聪,等 (499)
土霉素暴露对小麦根际抗生素抗性细菌及土壤酶活性的影响	张 昊,张利兰,王 佳,等 (508)
氮沉降对杉木人工林土壤有机碳矿化和土壤酶活性的影响	沈芳芳,袁颖红,樊后保,等 (517)
火炬树雌雄母株克隆生长差异及其光合荧光日变化	张明如,温国胜,张 瑾,等 (528)
湖南乌云界自然保护区典型生态系统的土壤持水性能	潘春翔,李裕元,彭 亿,等 (538)
祁连山东段高寒地区土地利用方式对土壤性状的影响	赵锦梅,张德罡,刘长仲,等 (548)
沙质草地生境中大型土壤动物对土地沙漠化的响应	刘任涛,赵哈林 (557)
腾格里沙漠东南缘可培养微生物群落数量与结构特征	张 威,章高森,刘光琇,等 (567)
塔克拉玛干沙漠南缘玉米对不同荒漠化环境的生理生态响应	李 磊,李向义,林丽莎,等 (578)
内蒙古锡林河流域羊草草原 15 种植物热值特征	高 凯,谢中兵,徐苏铁,等 (588)
不同密度条件下芨芨草空间格局对环境胁迫的响应	张明娟,刘茂松,徐 驰,等 (595)
环境因子对巴山冷杉-糙皮桦混交林物种分布及多样性的影响	任学敏,杨改河,王得祥,等 (605)
海藻酸铈配合物对毒死蜱胁迫下菠菜叶片抗坏血酸-谷胱甘肽循环的影响	栾 霞,陈振德,汪东风,等 (614)
城市化进程中城市热岛景观格局演变的时空特征——以厦门市为例	黄聚聪,赵小锋,唐立娜,等 (622)
基于遥感和 GIS 的川西绿被时空变化研究	杨存建,赵梓健,任小兰,等 (632)
亚热带城乡复合系统 BVOC 排放清单——以台州地区为例	常 杰,任 远,史 琰,等 (641)
研究简报	
不同水分条件下毛茛苔草枯落物分解及营养动态	侯翠翠,宋长春,李英臣,等 (650)
大山雀对巢箱颜色的识别和繁殖功效	张克勤,邓秋香,Justin Liu,等 (659)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 330 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 37 * 2012-01	



封面图说: 雄视——中国的金丝猴有川、黔、滇金丝猴三种,此外还有越南和缅甸金丝猴两种。金丝猴是典型的森林树栖动物,常年栖居于海拔 1500—3300m 的亚热带山地、亚高山针叶林、针阔叶混交林,常绿落叶阔叶混交林中,随着季节的变化,只在栖息的生境中作垂直移动。川金丝猴身上长着柔软金色长毛,十分漂亮。个体大,嘴角处有瘤状突起的是雄性金丝猴的特征。川金丝猴只分布在中国的四川、甘肃、陕西和湖北省。属国家一级重点保护、CITES 附录一物种。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201012131771

赵锦梅, 张德罡, 刘长仲, 徐长林. 祁连山东段高寒地区土地利用方式对土壤性状的影响. 生态学报, 2012, 32(2): 0548-0556.

Zhao J M, Zhang D G, Liu C Z, Xu C L. The effect of different land use patterns on soil properties in alpine areas of eastern Qilian Mountains. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(2): 0548-0556.

祁连山东段高寒地区土地利用方式对土壤性状的影响

赵锦梅¹, 张德罡², 刘长仲^{2,*}, 徐长林²

(1. 甘肃农业大学林学院, 兰州 730070; 2. 甘肃农业大学草业学院, 兰州 730070)

摘要: 祁连山东段是典型的高寒地区, 自然环境脆弱而敏感, 探讨该区域土地利用方式对土壤性状的影响有助于高寒地区土地合理利用和生态恢复。在实验区内选取了天然草地(NG)、退耕自然恢复地(NRAC)、坡耕地(SC)和人工草地(SG)4种土地利用方式, 研究了不同土地利用方式对土壤物理和化学性状的影响。结果表明, 高寒地区不同土地利用方式下土壤理化性状差异显著。不同土地利用方式下土壤含水量表现为: NG>SG>NRAC>SC; 土壤容重表现为: NRAC>SG>SC>NG; 土壤紧实度表现为: SC>SG>NRAC>NG; 总孔隙度为 NG>SC>SG>NRAC。在4种土地利用方式中 NG 有机质含量(116.438 g/kg)显著高于其他土地利用方式($P<0.05$); NRAC 土壤有机质含量(28.541 g/kg)显著低于其他土地利用方式($P<0.05$); 全 N 含量 NG 最大; SC 全 P 和全 K 含量最大; NG 土壤速效 N、P、K 含量均最高。研究表明, NG 在保持和维护土壤性状方面表现出了较好的效果, SC 和 SG 土壤性状相对较差; 退耕 4 a 的 NRAC 土壤性状仍然较差, 反映出在高寒地区土壤生态系统一旦遭到严重破坏, 在自然条件下较难恢复, 恢复所需时间也较长。

关键词: 土壤性状; 土地利用方式; 高寒地区; 祁连山东段

The effect of different land use patterns on soil properties in alpine areas of eastern Qilian Mountains

ZHAO Jinmei¹, ZHANG Degang², LIU Changzhong^{2,*}, XU Changlin²

1 College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

2 College of Grassland Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

Abstract: The patterns of using land are comprehensive reflection of human being activities on soil, and it is the main reason that provoking the change of global environment and an essential part of the constantly changing global environment as well. Land use patterns have the most profound and direct influence on natural and ecological processes, which including the influence on soil nutrient, soil moisture, soil erosion and land productivity. The present work was performed in the eastern Qilian Mountains, which is characterized by high altitude, important daily temperature variations with sparse air, strong radiation and low temperature. And it belongs to the typical alpine areas characterized by weak and sensitive environment. Therefore, the mainly objectives of this study reported herein was focused on the effect of different land use patterns on soil properties in alpine areas of eastern Qilian Mountains, and so to improve the region's rational land utilization and ecological restoration. In this research, four land use patterns were selected in the experimental area, which are nature grassland, naturally restored abandoned cropland, slope cropland and sown grassland. The results showed that different patterns of using land in the alpine region lead to significant difference on soil property. ① The following part is the soil moisture content under different land use patterns, the orders are from more to less: nature grassland, sown grassland, naturally restored abandoned cropland, and slope cropland; ② As to the soil bulk density, naturally restored

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30960082)

收稿日期: 2010-12-13; 修订日期: 2011-07-19

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liuchzh@gsau.edu.cn

abandoned cropland was the highest, followed by sown grassland, the third was slope cropland, and the lowest was nature grassland; ③ The soil compaction was in the order of slope cropland > sown grassland > naturally restored abandoned cropland > nature grassland; ④ the total porosity of the four pattern used land that can be organized in the order from high to low can be described as follows, nature grassland > sown grassland > naturally restored abandoned cropland > slope cropland. The organic matter content of natural grassland was 116.438 g/kg, significantly higher than the other land use patterns ($P < 0.05$) and that of naturally grass-restored cropland was 28.541 g/kg, which was significantly lower than the other patterns ($P < 0.05$). The natural grassland had the highest total N content and available nutrients of N, P and K, while slope cropland had the maximum contents of total P, K. under different land use patterns. The soil property changes in the study area which indicates that natural grassland had a better function in helping maintain the good soil physical and chemical properties, and also its soil characteristics were distinctly different from those of slope cropland and sown grassland which present the worse soil physical properties and lower nutrients. Restored cropland that had been abandoned 4 years only had soil compaction. Meanwhile, the N content had improved during those days. However, the other properties were still poor. These phenomena show that the soil ecosystem which has been serious damaged is quite difficult to get recovery in alpine areas, and it needs a much longer time to recover.

Key Words: soil properties; land use patterns; alpine areas; eastern Qilian Mountains

土地利用是人类利用土地各种活动的综合反映^[1],也是引起全球环境变化的重要组成部分和主要原因^[2-3]。土地利用方式对土壤物理和化学性质有着最直接和最深刻的影响^[4-8]。研究表明,合理的土地利用方式可以改善土壤结构,而不合理的土地利用方式则会使土壤质量下降^[9],导致土壤与生态系统退化^[10]。因此,研究不同土地利用方式下土壤性状,可以帮助了解土壤生态过程、养分动态变化,同时为防止土壤退化及土地的合理利用提供科学依据。当前,一些学者已对部分区域,如黄土高原区^[11-12]、沙漠腹地^[13]、紫色丘陵区^[14-15]、喀斯特地貌区^[16]、亚热带地区^[17]和盆地地区^[18]等区域土地利用对土壤物理和化学性状的影响进行了研究,但对生态环境极度脆弱、地理和气候条件非常特殊的高寒地区的研究相对较少。

本研究区位于青藏高原最东缘的祁连山东段,属于典型的高寒生态圈,自然环境脆弱而敏感。近年来由于诸多不合理的土地利用,造成区内土壤严重退化,使原本脆弱的生态环境雪上加霜。为此,本研究对高寒地区不同土地利用方式下土壤性状进行研究分析,以期高寒生态脆弱地区的土地利用和生态恢复提供借鉴资料。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于祁连山东段的天祝金强河河谷(102°40′—102°47′E, 37°11′—37°14′N),海拔 2900—4300 m。该区属大陆性高原季风气候,气候寒冷潮湿,年均温-0.1℃,月平均最低温-18.3℃(1月),最高温 12.7℃(7月),>0℃积温 1380℃;年日照时数 2600 h;降雨多为地形雨,集中于 7、8、9 月;年均降水量 416 mm,年均蒸发量 1592 mm,为降水量的 3.8 倍;水热同期,气温变化大,无绝对无霜期,仅分冷热两季;区内土层较薄,厚约 40—80 cm,土壤从河漫滩,阶地至高山依次为亚高山草甸土,亚高山黑钙土,亚高山栗钙土,亚高山灌丛草甸土,高山灌丛草甸土^[19]。

1.2 试验地设置

根据试验区的主要土地利用格局和变化,同时在充分考虑海拔、坡度等相对一致的情况下,选取了退耕自然恢复地(Naturally Restored Abandoned Cropland,简称 NRAC)、坡耕地(Slope Cropland,简称 SC)、人工草地(Sown Grassland,简称 SG)和天然草地(Nature Grassland,简称 NG)等 4 种土地利用方式样地进行研究,样地详细情况见表 1。

表 1 样地基本概况

Table 1 General information of the sample plots

土地利用类型 Land used patterns	海拔 Altitude/m	坡向 Aspect	坡度/(°) Slope	植被总盖度/% Total vegetation coverage	土地利用状况 Land use patterns
NRAC	2911	阳坡	20°	54	退耕后实施围栏自然恢复,恢复时间 4 a
SC	2911	阳坡	16°	92	种植当地传统作物——燕麦
SG	2911	阳坡	17°	87	在围栏内撒播中华羊茅、草地早熟禾、披碱草和无芒雀麦
NG	2924	阳坡	18°	97	为寒温潮湿型草地,主要放牧牦牛和藏羊,放牧率在 4.8 头/hm ² 左右

NRAC:退耕自然恢复地 Naturally Restored Abandoned Cropland; SC: 坡耕地 Slope Cropland; SG:人工草地 Sown Grassland; NG: 和天然草地 Nature Grassland

1.3 样品的采集及分析

于 2009 年 10 月对不一样地用土钻采集土壤样品,土样共分 0—10 cm、10—20 cm 和 20—30 cm³ 层,每层 3 次重复;对同一样地采集的同一土层土样在去除植物根系和石块后充分混匀制成混合土样,将土样装入布袋带回实验室进行物理和化学性状的测定和分析。土壤容重采用容积为 100 cm³ 的环刀测定;土壤紧实度用 TJSD-750 型土壤紧实度仪在样地内按“S”型路线测定,每一土层重复测定 10 次,测定深度分别为 0—10 cm、10—20 cm 和 20—30 cm,共计 3 层;土壤全氮含量采用凯氏定氮法;全磷含量采用氢氧化钠碱熔-钼锑抗比色法;全钾含量采用火焰光度法;有机质含量采用重铬酸钾法;速效 P 含量测定采用碳酸氢钠法;速效 K 含量测定采用火焰光度法;速效 N 含量测定采用碱解扩散法。

1.4 统计分析

利用 Excel 和 SPSS13.0 软件对数据进行统计分析。采用单因素方差分析不同土地利用方式对土壤理化性质的影响,差异程度用 Duncan 多重比较。各理化性状之间的关系采用二元变量相关分析。

2 结果与分析

2.1 土壤物理性质变化

2.1.1 土壤水分和容重变化

从表 2 可知,受不同土地利用方式的影响,土壤水分含量从最小 17.72% (SC) 变化到最大 22.01% (NG) 增加了 19.49%;容重从最小 0.79 g/cm³ (NG) 变化到最大 1.12 g/cm³ (NRAC) 增加了 29.46%。在 20—30 cm 土层土地利用方式对土壤含水量无显著影响;在 0—10 cm 和 10—20 cm 土层 NG 与其他土地利用方式土壤含

表 2 不同土地利用类型土壤含水量和容重状况

Table 2 Variation of soil water content and bulk density under different land use patterns

土层 Soil layer/cm	土地利用类型 Land use patterns	含水量/% Soil water content	容重/(g/cm ³) Bulk density
0—10	NRAC	20.521±0.692b	1.090±0.006a
	SC	19.821±0.349b	0.973±0.003c
	SG	20.805±0.061ab	1.018±0.001b
	NG	23.572±1.812a	0.746±0.004d
10—20	NRAC	18.565±0.097c	1.091±0.001a
	SC	19.480±0.276bc	0.977±0.002c
	SG	19.926±0.435bc	1.059±0.004b
	NG	23.379±1.965a	0.797±0.012d
20—30	NRAC	16.599±0.211a	1.132±0.002a
	SC	15.487±0.534a	1.082±0.005b
	SG	19.189±0.192a	1.107±0.002ab
	NG	20.305±1.623a	0.799±0.031c

同列数据标有不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著(P<0.05)

水量差异显著($P<0.05$),但 SC 和 SG 无显著差异($P<0.05$)。土壤容重除在 20—30 cm 土层 NRAC 和 SG 之间无显著差异外($P<0.05$),其余不同土地利用方式土壤容重在同一土层有显著差异($P<0.05$)。

2.1.2 土壤紧实度变化

土壤紧实度又叫土壤硬度或土壤坚实度,是土壤重要的物理性状之一。从图 1 可知,土壤紧实度随着土壤土层深度的增加而逐渐增大;在不同土地利用方式之间土壤紧实度表现为:SC>SG>NRAC>NG。不同土地利用方式土壤紧实度无显著差异($P<0.05$),可见土地利用方式对研究区土壤紧实度影响不显著。

2.1.3 土壤孔隙度变化

不同土地利用类型土壤总孔隙度均随土壤深度的增加而不断减小,而毛管孔隙和非毛管孔隙随土壤深度变化无明显变化规律(表 3)。总孔隙度为 NG>SC>SG>NRAC;方差分析表明总孔隙度在 0—10 cm,10—20 cm 土层不同土地利用类型差异显著($P<0.05$)。不同土地利用类型毛管孔隙为 NG>SC>SG>NRAC;非毛管孔隙为 NG>SC>NRAC>SG;不同利用方式下毛管孔隙和非毛管孔隙有显著差异($P<0.05$)。

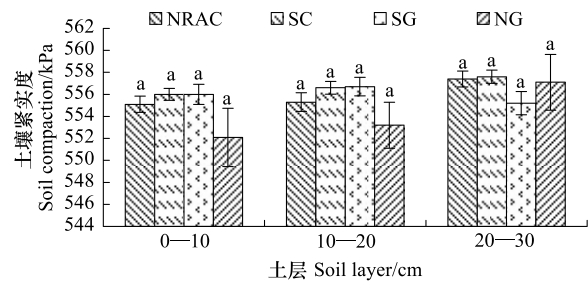


图 1 不同土地利用类型土壤紧实度变化

Fig. 1 Variation of soil compaction under different land use patterns

表 3 不同土地利用类型土壤孔隙状况

Table 3 The soil bulk density and porosity under different land use patterns

土层 Soil layer/cm	土地利用类型 Land use patterns	总孔隙/% Total porosity	毛管孔隙/% Capillary porosity	非毛管孔隙/% Non-capillary porosity
0—10	NRAC	57.971±0.208a	51.418±0.876a	6.55±0.711ab
	SC	61.839±0.093b	56.353±1.103b	5.393±1.088a
	SG	60.352±0.017c	54.45±0.863ab	5.900±0.855a
	NG	69.350±0.621d	60.291±0.909c	9.059±0.668b
10—20	NRAC	57.937±0.030a	56.846±0.588a	1.091±0.590a
	SC	61.719±0.074b	57.96±1.481ab	3.756±1.521a
	SG	59.005±1.264c	55.593±0.583a	3.411±0.710a
	NG	67.645±0.425d	60.06±0.962b	7.585±1.079b
20—30	NRAC	56.594±0.067a	52.992±1.294a	3.60±1.246ab
	SC	58.261±0.166a	52.546±0.801a	5.715±0.770b
	SG	57.433±0.059a	55.939±0.404b	1.495±0.432a
	NG	67.594±1.024b	66.311±0.001c	2.224±0.405a

同一土层标有不同字母表示在 5% 水平上差异显著($P<0.05$)

2.2 土壤化学性质变化

2.2.1 土壤有机质含量变化

从图 2 看出,在垂直空间上有机质含量随着土层深度的增加而逐渐下降,其中 SC 随土层加深有机质含量下降幅度最大(13.44%),NRAC 次之(12.65%),SG 有机质含量下降幅度平均为 8.32%,小于 NRAC;NG 有机质含量下降幅度最小,仅为 1.29%。在不同土地利用方式下 NG 有机质含量最高,表现出了较好的有机质蓄积功能;NRAC 有机质含量最低,有机质含量较前者降低了 75.49%;SC 和 SG 土壤有机质含量处于 NG 和 NRAC 之间,但 SC 比 SG 降低了 15.35%。4 类土地利用方式土壤有机质含量差异显著($P<0.05$),表明土地利用方式对土壤有机质含量有显著影响。

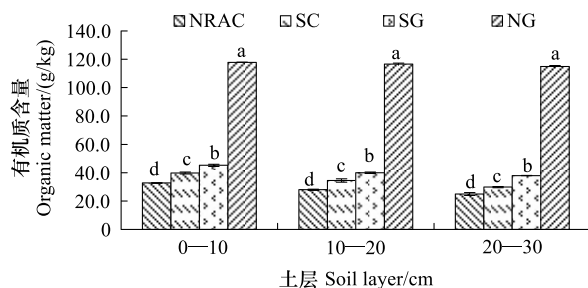


图 2 不同土地利用类型土壤有机质变化

Fig. 2 Variation of soil organic matter under different land use patterns

2.2.2 土壤 N、P、K 变化特征

(1) 土壤全量 N、P、K 养分含量变化

从不同土地利用方式下土壤全量养分含量变化来看,受土地利用方式的影响研究区土壤全量 N、P、K 养分分别在 1.901—5.037 g/kg、0.635—0.694 g/kg 和 19.108—22.684 g/kg 之间变化(表 4)。土壤全 N 含量 NG 最大,SC 最小,后者比前者下降了 57.75%;全 K 含量最大的是 SC,NG 最小,后者比前者下降了 15.77%;全 P 含量最大的是 SC,NRAC 最小,后者比前者下降了 8.55%。统计分析表明,土地利用方式对土壤全 N 和全 K 含量影响显著,各样地之间有极显著差异($P<0.01$);土壤全 P 含量在各样地之间差异不显著($P<0.05$),说明在高寒地区土地利用方式对土壤全 N 和全 K 有显著的影响,对土壤全 P 含量则影响不显著。

表 4 不同土地利用类型土壤全量 N、P、K 变化

Table 4 Variation of total soil nitrogen, total phosphorus and total kalium under different land use patterns

土层 Soil layer/cm	土地利用类型 land use patterns	全 N/(g/kg) Total nitrogen	全 P/(g/kg) Total phosphorus	全 K/(g/kg) Total kalium
0—10	NRAC	2.228±0.012Bbc	0.623±0.075Aa	24.508±0.722Aa
	SC	2.170±0.009Bc	0.718±0.004Aa	23.780±0.497Aab
	SG	2.306±0.037Bb	0.694±0.001Aa	22.147±0.029ABbc
	NG	5.494±0.038Aa	0.697±0.006Aa	21.085±0.056Bc
10—20	NRAC	2.056±0.025Cc	0.650±0.054Aa	22.547±1.514ABb
	SC	2.038±0.029Cc	0.693±0.002Aa	21.913±0.087Bbc
	SG	2.300±0.074Bb	0.683±0.010Aa	21.312±0.792Bbc
	NG	5.243±0.015Aa	0.682±0.031Aa	19.638±0.425Bc
20—30	NRAC	2.101±0.203Bb	0.632±0.027Aa	18.281±0.634BCc
	SC	1.494±0.079Cc	0.672±0.010Aa	22.359±0.386Aab
	SG	2.289±0.002Bb	0.659±0.008Aa	21.718±0.409ABb
	NG	4.374±0.026Aa	0.607±0.042Aa	16.600±1.557Cc

同一土层标有不同大写字母表示在 1% 水平上差异显著($P<0.01$),不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著($P<0.05$)

(2) 土壤速效 N、P、K 养分含量变化

在土地利用方式的影响下,速效 N、P、K 含量分别在 73.099—217.565 mg/kg、1.202—1.955 mg/kg 和 343.761—532.527 mg/kg 之间变化(表 5)。NG 土壤速效 N、P、K 含量均高于其他土地利用类型;土壤速效 N 含量最低的是 SC;土壤速效 P 最低的是 SG;NRAC 土壤速效 K 含量最低。对相同土层间不同土地利用方式的土壤速效 N、P、K 含量进行方差分析可知,不同利用类型地之间均存在极显著差异($P<0.01$)。

表 5 不同土地利用类型土壤速效 N、P、K 变化

Table 5 Variation of soil available nitrogen, available phosphorus and available kalium under different land use patterns

土层 Soil layer/cm	土地利用类型 land use patterns	速效 N/(mg/kg) Available Nitrogen	速效 P/(mg/kg) Available Phosphorus	速效 K/(mg/kg) Available kalium
0—10	NRAC	89.472±2.145Bb	1.792±0.305Aab	371.606±8.448Dd
	SC	87.863±0.581Bb	1.869±0.104Aab	442.790±0.642Cc
	SG	117.137±2.339ABb	1.652±0.049Ab	475.479±8.292Bb
	NG	215.711±6.006Aa	2.212±0.010Aa	576.196±4.388Aa
10—20	NRAC	84.490±1.303Cc	1.526±0.041Bb	345.603±1.570Cd
	SC	75.786±1.327Dd	1.159±0.062Cc	372.804±8.742BCcd
	SG	99.740±2.185Bb	1.069±0.059Cc	416.227±7.364Bb
	NG	241.077±0.971Aa	2.651±0.095Aa	527.235±1.353Aa
20—30	NRAC	75.974±5.879Bc	0.946±0.009Aa	314.075±1.184Dd
	SC	55.649±1.837Cd	0.579±0.009Cc	355.664±7.9192Cc
	SG	93.963±2.606Bb	0.787±0.028Bb	374.602±8.211BCc
	NG	195.907±5.552Aa	1.002±0.029Aa	494.151±8.094Aa

同一土层标有不同大写字母表示在 1% 水平上差异显著($P<0.01$),不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著($P<0.05$)

2.3 土壤理化性质间的关系

对研究区土壤物理和化学性质的相关性分析结果表明(表 6),除土壤含水量与全 K 的相关性、土壤紧实

表 6 土壤物理和化学性质的相关系数
Table 6 Correlation coefficients between soil physical and chemical characteristics

理化性质 Soil physical and chemical characteristics	容重 Bulk density	含水量 Soil water content	紧实度 Soil compaction	有机质 Soil organic	全 N Total nitrogen	全 P Total phosphorus	全 K Total kalium	速效 N Available nitrogen	速效 P Available Phosphorus	速效 K Available kalium
容重 Bulk density	1.000	-0.593**	-0.514**	-0.945**	-0.880**	-0.127	0.353*	-0.888**	-0.569**	-0.778**
含水量 Soil water content	-0.593**	1.000	0.369*	0.532**	0.505**	0.239	0.125	0.586**	0.583**	0.506**
紧实度 Soil compaction	0.514**	0.369*	1.000	0.600**	0.548**	0.054	-0.441**	0.578**	0.156	0.409*
有机质 Soil organic	-0.945**	0.532**	0.600**	1.000	0.966**	-0.008	-0.491**	0.960**	0.522**	0.749**
全 N Total nitrogen	-0.880**	0.505**	0.548**	0.966**	1.000	-0.080	-0.549**	0.953**	0.516**	0.593**
全 P Total phosphorus	-0.127	0.239	0.054	-0.008	-0.080	1.000	0.317	-0.001	0.070	0.191
全 K Total kalium	0.353*	0.125	-0.441**	-0.491**	-0.549**	0.317	1.000	-0.440**	0.123	-0.110
速效 N Available nitrogen	-0.888**	0.586**	0.578**	0.960**	0.953**	-0.001	-0.440**	1.000	0.627**	0.717**
速效 P Available Phosphorus	-0.569**	0.538**	0.156	0.522**	0.516**	0.070	0.123	0.627**	1.000	0.542**
速效 K Available kalium	-0.778**	0.506**	0.409*	0.749**	0.593**	0.191	-0.110	0.717**	0.542**	1.000

* 表示相关性的显著水平 $P<0.05$, ** 表示相关性的显著水平 $P<0.01$

度与速效 P、速效 K 的相关性及土壤全 P 与其他化学和物理性质的相关性达不到统计显著水平 ($P < 0.05$) 外,其余的土壤物理和化学性质之间分别存在着显著 ($P < 0.05$) 或极显著 ($P < 0.01$) 的相关关系。

3 讨论

3.1 不同土地利用方式对土壤物理性质的影响

从反映土壤物理性状的主要指标和重要因素土壤含水量、容重、孔隙度、紧实度等几个方面来看^[20-22], NG 土壤含水量高、容重最小、总孔隙度和毛管孔隙度最大,因此具有较好的土壤物理性质。SC 和 SG 由于人为干扰使土壤物理结构受到一定程度的破坏,造成了土壤容重大、紧实度增加、土壤孔隙度低等变化。NRAC 虽在退耕自然恢复期间受到人为影响和干扰较少,但以往对土地的开垦利用,已造成了土壤的严重退化,致使在退耕 4 a 后地表植被覆盖率仍相对较低,其土壤物理性状除了在土壤紧实度方面有所改善外,其他物理性状仍然没有得到有效的恢复和改善,说明在自然恢复初期的短时间内严重受损的土壤生态系统还无法得到有效恢复。本研究表明土地利用方式对土壤物理性质有显著和深刻的影响,这与一些学者的研究结果一致^[23]。

3.2 不同土地利用方式对土壤化学性质的影响

植被的归还量和分解速率是决定土壤有机质含量的主要因素^[24]。NG 植被盖度大,土壤表层丰富的植物凋落物残体向土壤中可输入大量的碳,同时在寒冷的气候条件下 NG 土壤中微生物的生命活动受到了强烈地抑制,致使大量土壤有机残体难以分解、转化而逐渐积累^[25],从而逐渐形成了 NG 土壤高有机质含量特征;同时 NG 土壤有机质含量高的特征对促进土壤中其他养分含量的提高有显著的效果^[26],这也是 NG 土壤全量 N、P 和速效养分含量均显著高于其他利用方式地的主要原因;NG 全 K 含量较小,这可能是由于 NG 由于地表植被茂盛,植物消耗 K 量较其他土地利用方式样地高等因素造成的。

土地利用方式与土壤养分有着密切的联系^[27],在土地利用方式中耕作是人类利用土地最普遍的方式^[28],但耕作会显著减少土壤各类养分含量^[29],SC 在耕作和地表植被收割利用的影响下,不仅加速了土壤有机质的分解和流失,而且耕作加剧了土壤扰动,使水土流失过程加剧^[30],也促进了土壤其他各类养分尤其是速效养分的流失;这也是造成 SC 与 SG 土壤化学性状差异的主要原因。

NRAC 在 4 年的自然恢复过程中土壤的各类养分在一定程度上得到了恢复,但效果不显著。NRAC 土壤有机质含量低的主要原因是地表植被稀疏,使得土壤中返回的碳素较少,较差的土壤结构也极易导致有机质大量分解和流失,在土壤全量和速效养分含量中仅有全 N 和速效 N 含量高于 SC,其他养分含量仍然较低;表明在自然恢复 4 a 时间内,由于退耕自然恢复地生态系统还恢复初期,致使土壤性状恢复效果不显著,这一结果与傅华在阿拉善的研究相似^[31]。

此外,研究区不同土地利用方式下,植被组成和环境条件都具有较大的差异,因此不同土地利用方式地土壤各类养分的差异也与环境条件和土壤物理性质及不同地表植被对土壤不同营养元素的吸收情况密切相关。

4 结论

土地利用变化对高寒地区的土壤物理和化学性状影响显著。总体来说,天然草地在保持和维护土壤物理和化学性状方面表现出了较好的效果;坡耕地和人工草地土壤性状与天然草地存在显著差异,表现出相对较差的土壤物理结构和低养分含量;退耕自然恢复地在经过 4a 时间的自然恢复后没有表现出较好的土壤性状,其中仅有土壤紧实度、N 素含量有所改善,其余土壤性状仍然较差,这一现象也反映出在高寒地区不合理的土地利用方式使土壤生态系统遭到严重破坏后,在自然条件下较难恢复,恢复所需时间也较长。

References:

- [1] Turner B L II, Meyer W B, Skole D L. Global land-use/land-cover change: towards an integrated study. *Ambio*, 1994, 23(1): 91-95.
- [2] Lambin E F, Geist H J. *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Berlin: Springer, 2006.
- [3] Cantarello E, Newton A C, Hill R A. Potential effects of future land-use change on regional carbon stocks in the UK. *Environmental Science and Policy*, 2011, 14(1): 40-52.
- [4] Li Z, Liu W Z, Wang Q X. Effects of land use type and slope position on soil physical properties in loess tableland area. *Chinese Journal of*

- Applied Ecology, 2008, 19(6): 1303-1308.
- [5] Liu S L, Fu B J, Lu Y H, Chen L D, Ma K M. Assessment of soil quality in relation to land use and landscape position on slope. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(3): 414-420.
- [6] Liu S L, Fu B J. Application of landscape ecology principle in soil science. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2001, 15(3): 102-106.
- [7] Zhang R J, Bu N S, Cui J, Fang C M. Effects of land use on soil organic carbon and soil respiration in soils reclaimed from wetland in the Chongming Island. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(24): 6698-6706.
- [8] Potschin M. Land use and the state of the natural environment. *Land Use Policy*, 2009, 26(1): 170-177.
- [9] Zucca C, Canu A, Previtali F. Soil degradation by land use change in an agropastoral area in Sardinia (Italy). *CATENA*, 2010, 83(1): 46-54.
- [10] Liu C L, Shao M A. Soil hydraulic properties and their influences on soil water content under different land uses in Liudaogou watershed of Loess Plateau. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 19(11): 2400-2407.
- [11] Zhang X X, Li Z B, Li P, Yin N, Mu J. Effect of land utilization on soil organic carbon soil moisture in water erosion areas of North Shanxi. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2011, 25(3): 131-134.
- [12] Wang L, Zhang Q, Niu X W, Yang Z P, Zhang J J. Effect of different land-use on soil physical properties in the Loess Plateau of Shanxi Province. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2007, 15(4): 53-56.
- [13] Liu R T, Zhao H L. Effect of land use changes on soil properties in Horqin sandy land. *Ecology and Environment*, 2010, 19(9): 2079-2084.
- [14] Zheng J B, Wang Z F, Tan X L, Li A L, Gao M. Effects of land use patterns on the physico-chemical properties of the soil profile in purple hilly areas. *Journal of Southwest University(Natural Science Edition)*, 2008, 30(3): 101-106.
- [15] Li D, Wang Z F, Zheng J B, Gao M. Contents of soil organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium under different land-use patterns in Purple Hill Area. *Chinese Journal of Soil Science*, 2009, 40(2): 310-314.
- [16] Yang S, He X Y, Su Y R, Zhang W, Wang K L. Effects of parent rock and land use pattern on soil fertility in Karst region of Northwest Guangxi. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2010, 21(6): 1596-1602.
- [17] Yang Z J, Cui J C, Xie J S, Chen G S, Yang Y S. Effects of land use/cover change on soil properties in mid-subtropical mountainous area of Southern China. *Science Geographica Sinica*, 2010, 30(3): 475-480.
- [18] Li X Y, Tang H P, Zhao Y L, Zhang X S. Effects of land use on soil quality in Huailai Basin, Hebei Province. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2004, 18(6): 103-107.
- [19] Cao W X, Zhang D G, Hong F Z. Water content variation and ecological adaptation of 4 rhododendron species in the alpine shrubland of the Qilian mountains. *Acta Agrestia Sinica*, 2006, 14(1): 67-71.
- [20] Rong Y P, Han J G, Wang P, Mao P S. The effects of grazing intensity on soil physics and chemical properties. *Grassland of China*, 2001, 23(4): 41-47.
- [21] Wei Q, Zhang Q L, Dai H Y, Guo X. Soil characteristics and water conservation of different forest types in Daqing Mountain. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2008, 22(2): 111-114.
- [22] Zhang X B, Shanguan Z P. Effect of human-induced disturbance on physical properties of soil in artificial *Pinus tabulaeformis* Carr. forests of the Loess Plateau. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(11): 3685-3695.
- [23] Zhang J B, Song C C. Effects of different land-use on soil physical-chemical properties in the Sanjiang Plain. *Chinese Journal of Soil Science*, 2004, 35(3): 371-373.
- [24] Xu Q F, Xu J M, Jiang P K. Study on organic carbon pool of soil under intensive management bamboo forest. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, 17(4): 151-171.
- [25] Yang H S, Na B, Zhou X H, Miao X L, Su X C, Chang G Z. Influence of different grazing intensity to soil fertility in the Subei alpine steppes. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2009, 23(1): 150-153.
- [26] Wang Q K, Wang S L, Gao H, Liu Y, Yu X J. Influence of land use on soil organic matter. *Chinese Journal of Ecology*, 2005, 24(4): 360-363.
- [27] Kong H M, Liu F, Tian Y, Yan Y, Dong R C, Liu J C, Deng H B. Effects of land use types on soil fertility in Luguhu watershed. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(9): 2515-2518.
- [28] Lobb D A. Soil movement by tillage and other agricultural activities//Jørgensen E K, Fath B D, eds. *Encyclopedia of Ecology*. Oxford: Elsevier, 2008: 3295-3303.
- [29] Emadi M, Baghernejad M, Memarian H R. Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. *Land Use Policy*, 2009, 26(2): 452-457.
- [30] Li P R, Meng G T, Li G C. Study on land capacity change and soil erosion on different landuse types. *Research of Soil and Water Conservation*, 2003, 23(6): 661-664.
- [31] Fu H, Chen Y M, Zhou Z Y, Ai D, Zhou Z G. Changes of vegetation and soil environment of desert grassland in the early period of restoration in

Alxa, Inner Mongolia. Journal of Desert Research, 2003, 23(6): 661-664.

参考文献:

- [4] 李志, 刘文兆, 王秋贤. 黄土塬区不同地形部位和土地利用方式对土壤物理性质的影响. 应用生态学报, 2008, 19(6): 1303-1308.
- [5] 刘世梁, 傅伯杰, 吕一河, 陈利顶, 马克明. 坡面土地利用方式与景观位置对土壤质量的影响. 生态学报, 2003, 23(3): 414-420.
- [6] 刘世梁, 傅伯杰. 景观生态学原理在土壤学中的应用. 水土保持学报, 2001, 15(3): 102-106.
- [7] 张容娟, 布乃顺, 崔军, 方长明. 土地利用对崇明岛围垦区土壤有机碳库和土壤呼吸的影响. 生态学报, 2010, 30(24): 6698-6706.
- [10] 刘春利, 邵明安. 黄土高原六道沟流域不同土地利用方式下土壤水力特性及其对土壤水分的影响. 应用生态学报, 2008, 19(11): 2400-2407.
- [11] 张晓霞, 李占斌, 李鹏, 尹娜, 穆军. 土地利用对陕北水土流失区土壤有机碳、水分的影响. 干旱区资源与环境, 2011, 25(3): 131-134.
- [12] 王莉, 张强, 牛西午, 杨治平, 张建杰. 黄土高原丘陵区不同土地利用方式对土壤理化性质的影响. 中国生态农业学报, 2007, 15(4): 53-56.
- [13] 刘任涛, 赵哈林. 科尔沁沙地土地利用变化对土壤特性的影响. 生态环境学报, 2010, 19(9): 2079-2084.
- [14] 郑杰炳, 王子芳, 谭显龙, 李安乐, 高明. 丘陵紫色土区土地利用方式对土壤剖面理化性质影响研究. 西南大学学报(自然科学版), 2008, 30(3): 101-106.
- [15] 李东, 王子芳, 郑杰炳, 高明. 紫色丘陵区不同土地利用方式下土壤有机质和全量氮磷钾含量状况. 土壤通报, 2009, 40(2): 310-314.
- [16] 杨珊, 何寻阳, 苏以荣, 张伟, 王克林. 岩性和土地利用方式对桂西北喀斯特土壤肥力的影响. 应用生态学报, 2010, 21(6): 1596-1602.
- [17] 杨智杰, 崔纪超, 谢锦升, 陈光水, 杨玉盛. 中亚热带山区土地利用变化对土壤性质的影响. 地理科学, 2010, 30(3): 475-480.
- [18] 李新宇, 唐海萍, 赵云龙, 张新时. 怀来盆地不同土地利用方式对土壤质量的影响分析. 水土保持学报, 2004, 18(6): 103-107.
- [19] 曹文侠, 张德罡, 洪绂曾. 祁连山高寒灌丛草地杜鹃属植物的水分动态及生态适应. 草地学报, 2006, 14(1): 67-71.
- [20] 戎郁萍, 韩建国, 王培, 毛培胜. 放牧强度对草地土壤理化性质的影响. 中国草地学报, 2001, 23(4): 41-47.
- [21] 巍强, 张秋良, 代海燕, 郭鑫. 大青山不同林地类型土壤特性及其水源涵养功能. 水土保持学报, 2008, 22(2): 111-114.
- [22] 张希彪, 上官周平. 人为干扰对黄土高原子午岭油松人工林土壤物理性质的影响. 生态学报, 2006, 26(11): 3685-3695.
- [23] 张金波, 宋长春. 三江平原不同土地利用方式对土壤理化性质的影响. 土壤通报, 2004, 35(3): 371-373.
- [24] 徐秋芳, 徐建明, 姜培坤. 集约经营毛竹林土壤活性有机碳库研究. 水土保持学报, 2003, 17(4): 151-171.
- [25] 杨红善, 那·巴特尔, 周学辉, 苗小林, 苏晓春, 常根柱. 不同放牧强度对肃北高寒草原土壤肥力的影响. 水土保持学报, 2009, 23(1): 150-153.
- [26] 王清奎, 汪思龙, 高洪, 刘艳, 于小军. 土地利用方式对土壤有机质的影响. 生态学杂志, 2005, 24(4): 360-363.
- [27] 孔红梅, 刘峰, 田野, 严岩, 董仁才, 刘建昌, 邓红兵. 泸沽湖流域土地利用方式对土壤肥力的影响. 生态学报, 2010, 30(9): 2515-2518.
- [30] 李品荣, 孟广涛, 李国昌. 不同土地利用方式下土壤地力变化和水土流失状况研究. 水土保持研究, 2009, 16(3): 96-99.
- [31] 傅华, 陈亚明, 周志宇, 爱东, 周志刚. 阿拉善荒漠草地恢复初期植被与土壤环境的变化. 中国沙漠, 2003, 23(6): 661-664.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.32 ,No.2 January ,2012(Semimonthly)

CONTENTS

Dynamics of demersal fish species diversity and biomass of dominant species in autumn in the Beibu Gulf, northwestern South China Sea	WANG Xuehui, QIU Yongsong, DU Feiyan, et al (333)
Spatial variation in species richness of birds and mammals in mainland China	DING Jingjing, LIU Dingzhen, LI Chunwang, et al (343)
Comparative study on learning behavior and electroantennogram responses in two geographic races of <i>Cotesia glomerata</i>	WANG Guohong, LIU Yong, GE Feng, et al (351)
Biological characteristics and habitat requirements of <i>Parnassius imperator</i> (Lepidoptera: Parnassidae)	FANG Jianhui, LUO Youqing, NIU Ben, et al (361)
Annual variability in biological characteristics of <i>Illex argentinus</i> in the southwest Atlantic Ocean	FANG Zhou, LU Huajie, CHEN Xinjun, et al (371)
The impact of run-of stream dams on benthic macroinvertebrate assemblages in urban streams	HAN Minghua, YU Haiyan, ZHOU Bin, et al (380)
Effect of suspended sediment on the feeding physiology of <i>Pinctada martensii</i> in laboratory	LI Zhimin, SHEN Yuchun, YU Nantao, et al (386)
Potential nutrient limitation of phytoplankton growth in the Western and Central Pacific Ocean	XU Yanqing, CHEN Jianfang, GAO Shengquan, et al (394)
Ingestion of selected HAB-forming dinoflagellates	ZHANG Qingchun, YU Rencheng, SONG Jingjing, et al (402)
Formation of aggregation by <i>Phaeocystis globosa</i> (Prymnesiophyceae) in response to high grazing pressure	WANG Xiaodong, WANG Yan (414)
Growth and reproduction of the green macroalga <i>Ulva prolifera</i>	ZHANG Bixin, WANG Jianzhu, WANG Yifu, et al (421)
Screening of growth decline related genes from <i>Alexandrium catenella</i>	ZHONG Jie, SUI Zhenghong, WANG Chunyan, et al (431)
Analysis of inherent optical properties of Lake Taihu in spring and its influence on the change of remote sensing reflectance	LIU Zhonghua, LI Yunmei, LU Heng, et al (438)
Neural network modeling of the eutrophication mechanism in Lake Chenghai and corresponding scenario analysis	ZOU Rui, DONG Yunxian, ZHANG Zhenzhen, et al (448)
The compensatory growth of shrubby <i>Pinus thunbergii</i> response to the boring stress in sandy coast	ZHOU Zhen, LI Chuanrong, XU Jingwei, et al (457)
Selected body temperature and thermal tolerance of tadpoles of two frog species (<i>Fejervarya limnocharis</i> and <i>Microhyla ornata</i>) acclimated under different thermal conditions	SHI Linqiang, ZHAO Lihua, MA Xiaohao, et al (465)
Effects of landscape structure and key landscape factors on aphids-parasitoids-hyper parasitoids populations in wheat fields	ZHAO Zihua, WANG Ying, HE Dahan, et al (472)
Effects of cadmium on lipid peroxidation and ATPase activity of plasma membrane from Chinese kale (<i>Brassica alboglabra</i> Bailey) roots	ZHENG Aizhen (483)
Effects of ginger aqueous extract on soil enzyme activity, microbial community structure and soil nutrient content in the rhizosphere soil of ginger seedlings	HAN Chunmei, LI Chunlong, YE Shaoping, et al (489)
Manganese tolerance and accumulation in mycelia of <i>Cordyceps kyusyuensis</i>	LUO Yi, CHENG Xianhao, ZHANG Congcong, et al (499)
Influence of oxytetracycline exposure on antibiotic resistant bacteria and enzyme activities in wheat rhizosphere soil	ZHANG Hao, ZHANG Lilan, WANG Jia, et al (508)
Effects of elevated nitrogen deposition on soil organic carbon mineralization and soil enzyme activities in a Chinese fir plantation	SHEN Fangfang, YUAN Yinghong, FAN Houbao, et al (517)
Differences in clonal growth between female and male plants of <i>Rhus typhina</i> Linn. and their diurnal changes in photosynthesis and chlorophyll fluorescence	ZHANG Mingru, WEN Guosheng, ZHANG Jin, et al (528)
Soil water holding capacity under four typical ecosystems in Wuyunjie Nature Reserve of Hunan Province	PAN Chunxiang, LI Yuyuan, PENG Yi, et al (538)
The effect of different land use patterns on soil properties in alpine areas of eastern Qilian Mountains	ZHAO Jinmei, ZHANG Degang, LIU Changzhong, et al (548)
Responses of soil macro-fauna to land desertification in sandy grassland	LIU Rentao, ZHAO Halin (557)
Characteristics of cultivable microbial community number and structure at the southeast edge of Tengger Desert	ZHANG Wei, ZHANG Gaosen, LIU Guangxiu, et al (567)
Physiological and ecological responses of maize to different severities of desertification in the Southern Taramakan desert	LI Lei, LI Xiangyi, LIN Lisha, WANG Yingju, et al (578)
Characterization of caloric value in fifteen plant species in <i>Leymus chinensis</i> steppe in Xilin River Basin, Inner Mongolia	GAO Kai, XIE Zhongbing, XU Sutie, et al (588)
Spatial pattern responses of <i>Achnatherum splendens</i> to environmental stress in different density levels	ZHANG Mingjuan, LIU Maosong, XU Chi, et al (595)
Effects of environmental factors on species distribution and diversity in an <i>Abies fargesii</i> - <i>Betula utilis</i> mixed forest	REN Xuemin, YANG Gaihe, WANG Dexiang, et al (605)
Effects of alginate cerium complexes on ascorbate- glutathione cycle in spinach leaves under chlorpyrifos stress	LUAN Xia, CHEN Zhende, WANG Dongfeng, et al (614)
Analysis on spatiotemporal changes of urban thermal landscape pattern in the context of urbanisation: a case study of Xiamen City	HUANG Jucong, ZHAO Xiaofeng, TANG Lina, et al (622)
The analysis of the green vegetation cover change in western Sichuan based on GIS and Remote sensing	YANG Cunjian, ZHAO Zijian, REN Xiaolan, et al (632)
An inventory of BVOC emissions for a subtropical urban-rural complex: Greater Taizhou Area	CHANG Jie, REN Yuan, SHI Yan, et al (641)
Scientific Note	
Litter decomposition and nutrient dynamics of <i>Carex lasiocapa</i> under different water conditions	HOU Cuicui, SONG Changchun, LI Yingchen, et al (650)
Nest-box color preference and reproductive success of great tit	ZHANG Keqin, DENG Qiuxiang, Justin Liu, et al (659)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 32 卷 第 2 期 (2012 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 32 No. 2 2012

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元