

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

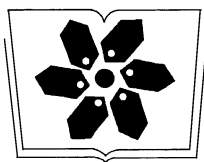
## Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 10 期 Vol.33 No.10 **2013**

中国生态学会  
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 33 卷 第 10 期 2013 年 5 月 (半月刊)

## 目次

### 福建长汀水土保持专题

- 福建省长汀县水土流失区的时空变化研究——“福建长汀水土保持”专题序言 ..... 徐涵秋 (2945)
- 福建省长汀县河田盆地近 35 年来地表裸土变化的遥感时空分析 ..... 徐涵秋 (2946)
- 福建省长汀县河田水土流失区植被覆盖度变化及其热环境效应 ..... 徐涵秋, 何 慧, 黄绍霖 (2954)
- 红壤侵蚀地马尾松林恢复后土壤有机碳库动态 ..... 何圣嘉, 谢锦升, 曾宏达, 等 (2964)
- 基于 RUSLE 的福建省长汀县河田盆地土壤侵蚀定量研究 ..... 杨冉冉, 徐涵秋, 林 娜, 等 (2974)
- 南方红壤水土流失区土地利用动态变化——以长汀河田盆地为例 ..... 林 娜, 徐涵秋, 何 慧 (2983)
- 亚热带地区马尾松林碳储量的遥感估算——以长汀河田盆地为例 ..... 黄绍霖, 徐涵秋, 林 娜, 等 (2992)
- 南方红壤侵蚀区土壤肥力质量的突变——以福建省长汀县为例 ..... 陈志强, 陈志彪 (3002)

### 前沿理论与学科综述

- 土壤有机质转化及 CO<sub>2</sub> 释放的温度效应研究进展 ..... 沈征涛, 施 斌, 王宝军, 等 (3011)
- 湖泊蓝藻水华发生机理研究进展 ..... 马健荣, 邓建明, 秦伯强, 等 (3020)

### 个体与基础生态

- 岩溶区不同植被下土壤水溶解无机碳含量及其稳定碳同位素组成特征 ..... 梁 轩, 汪智军, 袁道先, 等 (3031)
- 黄脊雷鳉越冬卵的滞育发育特性 ..... 朱道弘, 陈艳艳, 赵 琴 (3039)
- 香港巨牡蛎与长牡蛎种间配子兼容性 ..... 张跃环, 王昭萍, 闫喜武, 等 (3047)

### 种群、群落和生态系统

- 西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区鸟类群落结构与多样性 ..... 王 斌, 彭波涌, 李晶晶, 等 (3056)
- 采伐对长白山阔叶红松林生态系统碳密度的影响 ..... 齐 麟, 于大炮, 周旺明, 等 (3065)
- 胶州湾近岸浅水区鱼类群落结构及多样性 ..... 徐宾铎, 曾慧慧, 薛 莹, 等 (3074)
- 黄河口盐地碱蓬湿地土壤-植物系统重金属污染评价 ..... 王耀平, 白军红, 肖 蓉, 等 (3083)
- 不同起始状态对草原群落恢复演替的影响 ..... 杨 晨, 王 炜, 汪诗平, 等 (3092)
- 施肥梯度对高寒草甸群落结构、功能和土壤质量的影响 ..... 王长庭, 王根绪, 刘 伟, 等 (3103)
- 高寒退化草地狼毒种群株丛间格局控制机理 ..... 高福元, 赵成章 (3114)
- 藏东南色季拉山西坡土壤有机碳库研究 ..... 马和平, 郭其强, 刘合满, 等 (3122)
- 灵石山不同海拔米槠林优势种叶片  $\delta^{13}\text{C}$  值与叶属性因子的相关性 ..... 王英姿 (3129)
- 西门岛人工秋茄林恢复对大型底栖生物的影响 ..... 黄 丽, 陈少波, 仇建标, 等 (3138)
- 喀斯特峰丛洼地土壤剖面微生物特性对植被和坡位的响应 ..... 冯书珍, 苏以荣, 秦新民, 等 (3148)
- 青藏高原高寒草甸植被特征与温度、水分因子关系 ..... 徐满厚, 薛 娴 (3158)

景观、区域和全球生态

近 60 年挠力河流域生态系统服务价值时空变化..... 赵 亮,刘吉平,田学智 (3169)

基于系统动力学的雏菊世界模型气候控制敏感性分析..... 陈海滨,唐海萍 (3177)

资源与产业生态

主要气候因子对麦棉两熟棉花产量的影响..... 韩迎春,王国平,范正义,等 (3185)

低覆盖度行带式固沙林对土壤及植被的修复效应..... 姜丽娜,杨文斌,卢 琦,等 (3192)

不同土地利用方式土下岩溶溶蚀速率及影响因素..... 蓝家程,傅瓦利,彭景涛,等 (3205)

农地保护的外部效益测算——选择实验法在武汉市的应用 ..... 陈 竹,鞠登平,张安录 (3213)

研究简报

温度、投饵频次对白色霞水母无性繁殖与螅状体生长的影响 ..... 孙 明,董 婧,柴 雨,等 (3222)

内蒙古达赉湖西岸地区大鸕巢穴特征和巢址选择..... 张洪海,王 明,陈 磊,等 (3233)

红外相机技术在鼠类密度估算中的应用..... 章书声,鲍毅新,王艳妮,等 (3241)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q \* 1981 \* m \* 16 \* 304 \* zh \* P \* ¥90.00 \* 1510 \* 33 \* 2013-05



**封面图说:** 色季拉山的长苞冷杉和高山杜鹃林——色季拉山高海拔处的植被主要有长苞冷杉、林芝云杉和高山杜鹃等,再高海拔地区则分布有高山灌丛、草甸等。长苞冷杉为我国特有种,属松科常绿乔木,分布于西藏东南部高山地带。树高可达 40m,树皮暗褐色,针叶较短;其球果圆柱形,直立。长苞冷杉的形态独特,与分布区内多种冷杉有密切的亲缘关系,和云杉、杜鹃的分布也彼此交叠。随着色季拉山体海拔的升高,区域气候对于山地土壤从黄壤至棕色森林土、直至高山草甸土的完整发育,以及对森林生态系统类型的形成都产生直接而深刻的影响。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com



DOI: 10.5846/stxb201202170210

马和平, 郭其强, 刘合满, 钱登锋. 藏东南色季拉山西坡土壤有机碳库研究. 生态学报, 2013, 33(10): 3122-3128.

Ma H P, Guo Q Q, Liu H M, Qian D F. Soil organic carbon pool at the western side of the sygera mountains, southeast Tibet, China. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(10): 3122-3128.

## 藏东南色季拉山西坡土壤有机碳库研究

马和平<sup>1,\*</sup>, 郭其强<sup>1</sup>, 刘合满<sup>2</sup>, 钱登锋<sup>2</sup>

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

**摘要:**土壤碳是森林生态系统最大的碳库,是其碳循环的极其重要组分。土壤微生物生物量是陆地生态系统碳循环的重要组成部分。为探讨不同森林植被类型对土壤活性有机碳库的影响,以西藏色季拉山(西坡)的高山灌丛(*Alpine shrub*, AS)、杜鹃林(*Rhododendron forest*, RF)、急尖长苞冷杉林(*Abies georgei* var. *smithii* forest, AGSF)和林芝云杉林(*Picea likiangensis* var. *linzhiensis* forest, PLLF)为试验对象,研究了林地土壤有机碳、总氮含量及微生物生物量。结果表明:高海拔植被类型具有较高的土壤活性有机碳含量和分配比例。土壤总有机碳表现在 0—10cm 均差异显著;在 10—20cm 和 20—40cm 无规律性( $P < 0.05$ )。土壤全氮表现在 0—10cm AS 均差异显著,而 RF、AGSF 和 PLLF 差异不显著;在 10—20cm AS、RF、AGSF 与 PLLF 均相差显著;在 20—40cm AS、RF、AGSF 与 PLLF 均相差并不显著( $P < 0.05$ )。土壤微生物量碳含量与土壤总有机碳含量关系密切,呈显著的正相关。土壤微生物生物量氮含量和比例随微生物生物量碳含量和比例增加而增加。色季拉山土壤微生物量碳含量均随海拔升高而增加。在不同植被类型的生态系统中,土壤总有机碳含量、土壤颗粒有机碳和土壤易氧化碳含量均呈现出随土层深度增加而递减的变化趋势。土壤颗粒有机碳含量占土壤总有机碳含量和土壤易氧化有机碳含量占土壤总有机碳含量的比率范围不同,且随土层深度增加比率减小。土壤活性有机碳与土壤总有机碳显著相关,土壤易氧化有机碳与颗粒有机碳的相关性也比较显著( $P < 0.05$ )。

**关键词:**土壤微生物量;土壤颗粒有机碳;土壤易氧化碳;土壤微生物活性;西藏

## Soil organic carbon pool at the western side of the sygera mountains, southeast Tibet, China

MA Heping\*, GUO Qiqiang, LIU Heman, QIAN Dengfeng

1 Research Institute of Plateau Ecology, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College Tibet 860000, China

2 Faculty of Forest Resources and Environmental Science, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College Tibet 860000, China

**Abstract:** AS a key component of ecosystem carbon budgets, soil carbon is the largest carbon pool of forest ecosystem. Soil microbial biomass carbon is an important component of carbon cycle of the terrestrial ecosystem. In order to explore the effects of different forest types on soil active carbon pool, we chose *Alpine Shrub* AS, *Rhododendron Forest* RF, *Abies georgei* var. *smithii* forest AGSF and *Picea likiangensis* var. *linzhiensis* forest PLLF as experimental sites in the Sygera Mountainous southeast Tibet. Soil organic carbon SOC, total nitrogen TN and soil microbial biomass were studied at different soil horizon. There is higher LOC (labile organic carbon) at higher-elevation vegetation types in comparison with lower-elevation ones. At 0—10cm soil layer, SOC among the AS, RF, AGST and PLLF were significantly different  $P < 0.05$ . However, no trend was found for SOC at 10—20cm and 20—40cm. At the AS site, TN were significantly different at 0—10cm soil layer  $P < 0.05$ . There were no significant difference for the AS, RF, AGST and PLLF sites  $P < 0.05$ . At 10—20cm soil layer, there were significant difference for them ( $P < 0.05$ ). However, no regularity was found for SOC at

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(41061033);国家林业局林芝森林生态系统定位研究项目

**收稿日期:**2012-02-17; **修订日期:**2012-10-23

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: maheping2006@21cn.com

20—40cm. At different depths, the soil microbial biomass was significantly correlated to soil organic carbon. The SMBC and SMBN was positively correlated with SOC, and the SMBN or its ratio was also positively correlated with the SMBC content and its ratio. The SMBC and SMBN increase with increasing elevation in the Sygera Mountains. As shown, the total SOC, readily oxidizable carbon and particulate organic carbon decreased with increasing soil horizons. The ratios of particulate organic carbon to total SOC content and the readily oxidizable carbon to total SOC content were different in their range. Moreover, their ratios decreased with increasing soil horizons. The active SOC was significantly related to total SOC. In addition, the relationship between readily oxidizable carbon and particulate organic carbon was also significant  $P < 0.05$ .

**Key Words:** soil microbial biomass; particulate organic carbon; readily oxidizable organic carbon; soil microbial activity; Tibet

土壤有机碳(SOC)是土壤植物生态系统的重要组成部分,对土壤物理、化学和生物特征的变换起着关键作用。土壤有机碳库由连续的不同分解阶段的有机物组成,包括已经完全分解的腐殖质、半分解有机残体和微生物及其分泌物<sup>[1]</sup>。土壤活性有机碳库是指受植物和微生物影响强烈,具有一定溶解性、移动较快且容易矿化的那一部分土壤碳素。近年来,土壤有机碳研究受到人们普遍关注,已成为全球变化研究的三大热点之一<sup>[2-10]</sup>。森林生态系统是陆地生态系统碳吸收能力最强的碳库,其碳吸收特征与环境控制机制的研究已经成为全球气候变化研究的焦点问题<sup>[11-13]</sup>。森林土壤有机碳库在维持森林立地生产力以及全球碳平衡过程中起着重要的作用<sup>[14-15]</sup>。随着全球对土壤质量的日益关注,土壤有机碳作为衡量土壤质量高低的重要指标,已成为进行森林可持续可参考的重要依据之一<sup>[16-17]</sup>。

青藏高原因海拔高、气候寒冷,称为世界第三极,被认为是气候变化的敏感区和脆弱区<sup>[18]</sup>。高原四周存在对比强烈的气候和植被地带<sup>[19]</sup>。而位于西藏东南部林芝县境内的色季拉山是念青唐古拉山余脉与喜马拉雅山东部向北发展的山系结合部。近10年来,我国对土壤有机碳的研究日益增多,但是对西藏色季拉山的土壤有机碳的研究几乎是空白。本文选定西藏色季拉山不同植被类型(高山灌丛、杜鹃林、冷杉林和林芝云杉林)生态系统中土壤为对象,测定分析了不同生态系统中土壤有机碳,旨在揭示亚高山寒温带地区不同植被类型土壤质量影响的机理,同时,也可为系统认识亚高山寒温带不同生态系统森林土壤碳汇提供一定的参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

色季拉山位于西藏东南部林芝县境内,位于 $29^{\circ}10'—30^{\circ}15'N$ , $93^{\circ}12'—95^{\circ}35'E$ ,是念青唐古拉山余脉与喜马拉雅山东部向北发展的山系结合部,处于半湿润区与湿润区的过渡地带,海拔2200—5300m,面积约2300km<sup>2</sup>。本研究位于色季拉山西坡,约在 $29^{\circ}38'N$ , $94^{\circ}43'E$ ,海拔3600—4400m地带,平均坡度35°左右。由于雅鲁藏布江的水气通道作用,该区域受印度洋暖湿季风的影响,为亚高山寒温带半湿润区,年均温 $-0.73^{\circ}C$ ,最暖月(7月)平均气温为 $9.8^{\circ}C$ ,最冷月(1月)平均气温为 $-13.8^{\circ}C$ ;年降水量1134mm;蒸发量554mm,占全年降水的30%;年平均相对湿度78%。

色季拉山土壤以山地棕壤和酸性棕壤为主。但由于不同坡向和不同海拔高度而形成的综合生态环境的差异,致使林下土壤的发生层次和理化性状差别显著,主要表现在发生层中有无灰化层、凋落层厚度、土壤含水率、有机质含量等几个方面。根据土壤形成环境与土壤性状及两者相互作用的综合特点,区域内的土壤可划分为以下几种类型:海拔4800m以上的高山寒漠土、林线以上的高山草甸土、高山灌丛下的亚高山灌丛草甸土、高海拔冷杉林下的山地漂灰土、针阔混交林下的山地暗棕壤,土层平均厚度60cm,母岩以花岗岩为主。

在色季拉亚高山地带,急尖长苞冷杉在乔木层中占绝对优势,是构成群落外貌的主要建群种。该区域现有植被属于原始森林,在3300—3600m海拔范围内以林芝云杉原始森林为主,郁闭度0.7—0.8,川滇高山栎多为伴生树种,林下灌木以杜鹃、忍冬主。在3700—4300m海拔范围内,广布着急尖长苞冷杉原始森林,林下多为杜鹃属灌木,郁闭度随海拔高度增加而减小,林线处郁闭度只有0.2;在林线(4340m)处,为高山灌丛,郁

闭度较大,可达 0.8。

## 1.2 样地设置

本研究在色季拉山西坡,从海拔 3600—4360m 选择高山灌丛(*Alpine shrub*, AS)、杜鹃林(*Rhododendron forest*, RF)、急尖长苞冷杉林(*Abies georgei* var. *smithii* forest, AGSF) 和林芝云杉林(*Picea likiangensis* var. *linzhiensis* forest, PLLF) 4 种典型森林生态系统为研究对象,在每种生态系统类型中设置了 3 个 20m×30m 的固定样地进行研究。对样地内≥1.5m 的乔木树种进行每木检尺,实测其胸径、树高、冠幅、郁闭度等指标;下木、活地被物的调查样地按对角线法设置(2m×2m),调查每个样方中高度<1.5m 的乔木树种幼树、幼苗数量及高度、地径,并用轮枝法查数幼树年龄;统计灌木、草本(包括蕨类植物)和层间植物的种类、株数(或丛数)、高度、盖度。表 1 列出这些固定样地的立地状况和植被组成。

## 1.3 土壤样品的采集与处理

2011 年 7 月,在每块标准地有代表性的部位,分别挖取 3 个土壤剖面。观察剖面特征后,用 100cm<sup>3</sup> 环刀测定土壤容重,按 0—10cm、10—20cm 和 20—40cm 深度采集土壤约 200g,分别装入自封袋中并做好标记。土样采集后,由于样品个数多,按每个样品进行单一测定,需要的时间较长,并且较多的样品不能在同一个培养箱中容纳,为了克服因处理时间差异和培养箱的不同而造成的较大误差,根据混合土样采集测定中关于混合土样采样单元不少于 5 个及样点差异与统计分析的要求,采取多点混合土样样品处理法。高山灌丛样地内土样按土层每 4 个点混合为 1 份,山地森林中土样按土层每 5 个点混合为 1 份,均为 3 次重复。拣除石块等杂物后,每份土样又均匀分成两部分,一部分放入冰箱(温度 4℃)用于测定土壤微生物和活性;另一部分装在土样袋中,运回实验室自然风干用于测定土壤有机碳和全氮。

## 1.4 室内分析指标及分析方法

土壤总有机碳的测定采用高温外热重铬酸钾氧化-容量法,土壤颗粒有机碳的测定参考 Garten 等的测定方法<sup>[20]</sup>,土壤易氧化碳的测定采用徐明岗等的测定方法<sup>[21]</sup>。

微生物量碳测定方法:称取 20 g 鲜土于 50 mL 的烧杯中,将其放置于真空干燥器中,并放入装有去乙醇的氯仿(约 2/3 烧杯)的 50 mL 烧杯,烧杯内放入少量沸石,用真空泵抽真空使氯仿沸腾 5 min。关闭真空干燥器阀门,在室温避光下熏蒸 24 h。熏蒸结束后,打开真空干燥器的阀门,取出盛有氯仿的烧杯,然后用真空泵抽空 3—4 次,使渗透到土样中的氯仿全部被排除。熏蒸结束后将土样转移到 250 mL 的三角瓶中,加入 80 mL 0.5mol/L K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 震荡 1 h。用中速定量滤纸过滤。滤液用 Multi C/N 3100 分析。未熏蒸的样品提取和分析方法与上同。熏蒸和未熏蒸的有机碳的差值除以系数 0.45 得到微生物量有机碳。

## 1.5 数据分析

利用 Excel 和 SPSS11.5 For windows 统计软件对测定结果进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同植被类型生态系统土壤容重和 pH 的变化

不同植被类型各森林生态系统土壤在 0—40 cm 之间,pH 逐渐升高,土壤容重也随之增加。从土壤溶液 pH 值的变化来看,随着海拔高度的降低,土壤的 pH 值逐渐增高。另外,本研究表明土壤容重随土壤深度的增加而增大,其总体平均值变化范围为 0.12—0.94 g/cm<sup>3</sup>。

### 2.2 不同植被类型土壤有机碳含量和全氮含量的变化

本研究表明,在剖面垂直分布上,在同一生态系统中,SOC 含量在(0—10cm)有机碳含量最多,并随土壤深度的增加有机碳含量递减,可见,土壤深度对有机碳含量具有显著的影响。这与以前的研究结果相符<sup>[22-24]</sup>。究其原因,残枝落叶分解后输入土壤的有机碳都聚集在土壤表层,土壤有机碳的表聚性较明显,说明植被类型的差异对该变化影响较大。

土壤 TN 含量因土壤类型和植被类型不同而不同,同一土壤类型上不同植被类型间,以及相同植被类型在不同土壤类型间的 TN 含量差异与 SOC 含量差异基本一致。由于不同植被类型下枯落物的数量和组分不同,不同

土壤类型上的枯落物的分解速率不同,因此植被类型和土壤类型会造成进入土壤有机碳和总氮有所差异。

表 1 样地立地状况和植被组成  
Table 1 Site characteristics and vegetation composition of the sample plots

| 生态系统类型<br>Ecosystem type | 坡度<br>Slope | 坡向<br>Aspect  | 海拔/m<br>Elevation | 植被组成 Vegetation composition     |                                            |
|--------------------------|-------------|---------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|
|                          |             |               |                   | 乔木层 Overstory                   | 下木层 Understory                             |
| 高山灌丛(AS)                 | 32°         | 西北 North west | 4367              | 1,2                             | 19,20                                      |
| 杜鹃林(RF)                  | 29°         | 西北 North west | 4298              | 1,3                             | 19,20                                      |
| 急尖长苞冷杉林<br>(AGSF)        | 44°         | 东北 North east | 3980              | 3,5,6,10,4,7,8,10               | 25,21,26,27,28,24,29,23,20                 |
| 林芝云杉林(PLLF)              | 38°         | 西北 North west | 3613              | 3,15,6,12,13,14,16,<br>17,18,11 | 21,31,27,26,32,33,34,30,<br>22,35,25,29,36 |

AS: 高山灌丛 *Alpine shrub*; RF: 杜鹃林 *Rhododendron forest*; AGSF: 急尖长苞冷杉林 *Abies georgei* var. *smithii* forest; PLLF: 林芝云杉林 *Picea likiangensis* var. *linzhiensis* forest; 1. 薄毛海绵杜鹃 *Rhododendron aganniphum*; 2. 红点杜鹃 *R. rubro-punctatum* T. L. Ming; 3. 急尖长苞冷杉 *Abies georgei* var. *smithii* (Viguie et Gaussen) Cheng et L. K. Fu.; 4. 西南花楸 *Sorbus rehderiana* Koehne; 5. 硬毛杜鹃 *Rhododendron hirtipes* Tagg; 6. 杯萼忍冬 *Lonicera inconspicua* Batal.; 7. 冰川茶藨子 *Ribes glaciale* Wall; 8. 锈毛西南花楸 *Sorbus rehderiana* Koehne var. *cupreonitens* Hand.-Mazz.; 9. 陇塞忍冬 *Lonicera tangutica* Maxim.; 10. 西南铁线莲 *Clematis pseudopogonandra* Finet; 11. 长芽绣线菊 *Spiraea longigemmis* Maxim.; 12. 柳叶忍冬 *Lonicera lenceolata* Wall.; 13. 峨眉蔷薇 *Rosa omelensis* Rolfe; 14. 越桔忍冬 *Lonicera myrtillus* Hook et Toms; 15. 林芝云杉 *Picea likiangensis* var. *linzhiensis*; 16. 川滇高山栎 *Quercus aquifolioides* Rehd. et Wils.; 17. 小舌紫菀 *Aster albenscens* (DC.) Hand.-Mazz.; 18. 绒楚卫矛 *Euonymus cliviculus* var. *rongchuensis* (Marquand et Airy Shaw) Blakelock; 19. 岩白菜 *Bergenia purpurascens* Engl; 20. 直立悬钩子 *Rubus stans* Focke; 21. 宽叶苔草 *Carex siderosticta* Hance; 22. 五裂蟹甲草 *Cacalin pentaloba* Hand.-Mazz; 23. 鹅肠菜 *Endarachne binghamiae* J. Ag.; 24. 小蓼 *Polygonum minus* Huds.; 25. 香根芹 *Osmorhiza aristata* (Thunb.) Makino et Yabe; 26. 光蔓茎堇菜 *Viola diffusoides* C. J. Wang; 27. 翅柄蓼 *Polygonum sinomontanum* Sam; 28. 长柱鹿药 *Smilacina oleracea* (Baker.) Hook. F. et Thoms; 29. 卷叶黄精 *Polygonatum cirrhifolium* (Wall.) Royle; 30. 贡山肋毛蕨 *Ctenitis fengiana*; 31. 凉山悬钩子 *Rubus fockeanus*; 32. 腋花扭柄花 *Streptopus simplex* D. Don; 33. 水栒子 *Cotoneaster multiflorus* Bunge; 34. 总梗委陵菜 *Potentilla peduncularis*; 35. 无翅兔耳风 *Ainsliaea foliosa* DC.; 36. 葶叶葶芽菜 *Saertra phragmiti phyla* T. N. He. Et S. W. Liu

表 2 样地土壤的基本性质  
Table 2 Basic characters of soil

| 植被类型<br>Vegetation type | 土壤类型<br>Soil type                    | 土层深度<br>Soil depth/cm | pH   | 容重 Bulk density<br>/(g/cm <sup>3</sup> ) |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------|------------------------------------------|
| 高山灌丛(AS)                | 高寒草甸土<br>Alpine meadow soil          | 0—10                  | 4.57 | 0.12                                     |
|                         |                                      | 10—20                 | 4.82 | 0.69                                     |
|                         |                                      | 20—40                 | 4.95 | 0.82                                     |
| 杜鹃林(RF)                 | 灰色森林土<br>Mountain gray cinnamon soil | 0—10                  | 4.92 | 0.67                                     |
|                         |                                      | 10—20                 | 5.23 | 0.69                                     |
|                         |                                      | 20—40                 | 5.46 | 0.86                                     |
| 急尖长苞冷杉林<br>(AGSF)       | 山地漂灰土<br>Mountain drift soil         | 0—10                  | 5.13 | 0.52                                     |
|                         |                                      | 10—20                 | 5.54 | 0.70                                     |
|                         |                                      | 20—40                 | 5.73 | 0.90                                     |
| 林芝云杉林<br>(PLLF)         | 山地暗棕壤<br>Mountain dark brown soil    | 0—10                  | 5.40 | 0.59                                     |
|                         |                                      | 10—20                 | 5.70 | 0.71                                     |
|                         |                                      | 20—40                 | 5.74 | 0.94                                     |

表 3 不同植被下土壤有机碳和全氮含量  
Table 3 Soil organic carbon (SOC) and total N content under different vegetation types

| 植被类型<br>Vegetation type | 土层深度<br>Soil depth/cm | 总有机 C<br>TOC/(g/kg) | 全 N<br>TN/(g/kg) | 碳氮比<br>C/N ratio |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|------------------|
| 高山灌丛(AS)                | 0—10                  | 78.172 ±27.45a      | 1.864 ±2.76a     | 42.04 ±0.99a     |
|                         | 10—20                 | 55.467 ±19.87b      | 1.375 ±1.97b     | 33.40 ±0.81b     |
|                         | 20—40                 | 40.951 ±9.98c       | 1.005 ±1.04c     | 40.37 ±1.12a     |
| 杜鹃林(RF)                 | 0—10                  | 67.697 ±23.61b      | 1.365 ±1.75b     | 49.66 ±0.79a     |
|                         | 10—20                 | 55.404 ±20.47a      | 1.357 ±0.85a     | 40.17 ±1.34a     |
|                         | 20—40                 | 44.643 ±8.75c       | 0.996 ±0.24c     | 44.81 ±0.17a     |
| 急尖长苞冷杉林(AGSF)           | 0—10                  | 57.050 ±13.56c      | 1.227 ±2.76c     | 46.93 ±0.46a     |
|                         | 10—20                 | 31.821 ±12.31a      | 1.007 ±1.17d     | 31.92 ±0.39b     |
|                         | 20—40                 | 28.479 ±9.78b       | 0.783 ±0.73c     | 36.73 ±0.78b     |
| 林芝云杉林(PLLF)             | 0—10                  | 35.742 ±14.66d      | 1.047 ±1.28d     | 34.19 ±0.51b     |
|                         | 10—20                 | 29.165 ±11.32a      | 0.843 ±0.055c    | 34.96 ±0.29b     |
|                         | 20—40                 | 16.902 ±4.56c       | 0.753 ±0.043c    | 22.46 ±0.33c     |

列表内不同植被类型相同土层相同字母表示差异不显著,不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )



4种植被的不同土层总有机碳和全氮含量、土壤碳氮比不同(表3)。就土壤总有机碳和全氮含量,AS、RF、AGSF和PLLF随土层加深而下降;随着海拔的升高而增大。在不同土壤层次,土壤总有机碳表现在0—10cm均差异显著;在10—20cm AS与RF差异显著,而AGSF与PLLF差异不显著;在20—40cm AS与RF差异不显著,而AGSF与PLLF差异显著( $P<0.05$ )。土壤全氮表现在0—10cm AS均差异显著,而RF、AGSF和PLLF差异不显著;在10—20cm AS、RF、AGSF与PLLF均相差显著;在20—40cm AS、RF、AGSF与PLLF均相差不显著( $P<0.05$ )。土壤碳氮比均表现为:AS、RF大于AGSF、PLLF,且AGSF和PLLF差异不显著。这一方面是PLLF处在较低海拔,温度相对较高,但降水量低而土壤可能较干旱,使土壤微生物活动受到限制;而AS土壤湿度虽然较大,但地处较高海拔而温度较低也不利于微生物的活动;BR和AGSF森林中温湿度都较为适宜,所以有利于有机质积累。另一方面是低海拔森林土壤有机质输入量高,但是分解速率快,而高海拔有机质输入多,而分解慢。这也符合从较温暖地区到寒冷地带土壤中碳氮含量呈现增加并且随有效水分增加而增加的趋势。

另外,在0—10cm土层中,土壤总有机碳含量AS比RF、AGSF、PLLF分别高出15.5%、37.0%和118.7%,全氮含量AS比RF、AGSF、PLLF分别高出36.5%、51.9%和78.0%。在10—20cm中总有机碳RF比AS、AGSF、PLLF分别高出21.9%、74.1%和89.9%,而全氮AS比RF、AGSF、PLLF分别高出7.0%、36.5%和63.1%。在20—40cm土层中总有机碳RF比AS、AGSF、PLLF分别高出9.0%、56.8%和164.1%,全氮20—40cm土层中AS比RF、AGSF、PLLF分别高出0.9%、28.4%和33.5%。

### 2.3 不同植被类型下土壤微生物量碳氮特征

本研究表明,土壤微生物量碳含量与土壤总有机碳含量关系密切,呈显著的正相关。土壤微生物生物量氮含量和比例随微生物生物量碳含量和比例增加而增加,且随土层加深而下降。不同植被类型土壤微生物生物量碳含量在20—40cm土层中最低,在0—10cm和10—20cm,AS与RF、AGSF差异显著,而RF与AGSF差异不显著,与PLLF差异显著;在20—40cm AS差异显著,而RF、AGSF、PLLF差异不显著( $P<0.05$ ,表4)。土壤微生物量氮含量也随土层加深而下降。在0—10cm,AS与RF、AGSF差异显著,而AGSF与PLLF差异不显著;在10—20cm AS、RF、AGSF与PLLF差异显著;在20—40cm AS与RF差异不显著,而AGSF与PLLF差异显著( $P<0.05$ ,表4)。

表4 不同植被下土壤微生物量碳氮、颗粒有机碳和易氧化有机碳

Table 4 Microbial biomass carbon (SMBC)、nitrogen (SMBN)、particulate organic carbon(POC) and readily oxidizable organic carbon (ROC) content under different vegetation types

| 植被类型<br>Vegetation type | 土层深度<br>Soil depth<br>/cm | 微生物量碳<br>SMBC<br>/(mg/kg) | 微生物量氮<br>SMBN<br>/(mg/kg) | 颗粒有机碳<br>POC<br>/(g/kg) | 易氧化有机碳<br>ROC<br>/(g/kg) |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 高山灌丛(AS)                | 0—10                      | 485.8 ± 36.49a            | 211.9 ± 7.89a             | 44.4 ± 3.77b            | 24.9 ± 3.12c             |
|                         | 10—20                     | 384.2 ± 27.32b            | 160.0 ± 13.31b            | 10.5 ± 1.91a            | 5.7 ± 2.69a              |
|                         | 20—40                     | 363.7 ± 13.98c            | 105.0 ± 17.34d            | 8.3 ± 2.75a             | 4.3 ± 4.01a              |
| 杜鹃林(RF)                 | 0—10                      | 380.8 ± 21.33b            | 174.5 ± 21.91b            | 18.3 ± 3.45b            | 15.4 ± 2.77b             |
|                         | 10—20                     | 178.2 ± 14.32c            | 122.9 ± 7.75c             | 13.4 ± 4.36c            | 5.6 ± 3.73c              |
|                         | 20—40                     | 256.7 ± 16.45a            | 86.5 ± 6.49d              | 9.0 ± 3.20a             | 3.8 ± 2.55a              |
| 急尖长苞冷杉林<br>(AGSF)       | 0—10                      | 365.6 ± 10.87b            | 117.9 ± 10.62c            | 17.9 ± 2.11b            | 12.2 ± 2.87b             |
|                         | 10—20                     | 146.9 ± 21.21c            | 46.1 ± 9.32d              | 8.7 ± 4.78a             | 3.0 ± 3.56a              |
|                         | 20—40                     | 135.5 ± 17.71a            | 43.3 ± 10.33a             | 3.9 ± 3.23a             | 2.8 ± 2.91a              |
| 林芝云杉林(PLLF)             | 0—10                      | 330.5 ± 9.87c             | 95.6 ± 13.24c             | 10.9 ± 1.69b            | 7.1 ± 1.54b              |
|                         | 10—20                     | 142.7 ± 15.69d            | 76.0 ± 12.54a             | 8.0 ± 3.46b             | 2.3 ± 0.098c             |
|                         | 20—40                     | 130.9 ± 4.28a             | 53.5 ± 8.77b              | 2.9 ± 2.83c             | 1.1 ± 3.72c              |

列表内不同植被类型相同土层相同字母表示差异不显著,不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )

就土壤微生物量碳而言,在0—10cm、10—20cm和20—40cm土层中,均为AS>RF>AGSF>PLLF。其中,



在 0—10cm, AS 比 RF、AGSF、PLL F 分别高出 27.6%、32.9% 和 46.9%。在 10—20cm 中 RF 比 AS、AGSF、PLL F 分别高出 115.5%、161.5% 和 169.3%。在 20—40cm 土层中 RF 比 AS、AGSF、PLL F 分别高出 41.7%、168.5% 和 177.8%。就全氮含量,在 0—10cm AS>RF>AGST>PLL F。而在 10—20cm 和 20—40cm 土层中为其中 AS>RF>PLL F>AGST。在 0—10cm 土层中 AS 比 RF、AGST、PLL F 分别高出 21.5%、79.7% 和 121.6%。在 10—20cm 土层中 AS 比 RF、PLL F、AGST 分别高出 30.2%、110.5% 和 246.9%。而在 20—40cm 土层中 AS 比 RF、PLL F、AGST 分别高出 21.5%、96.5% 和 142.9%。

#### 2.4 不同植被类型生态系统土壤活性有机碳含量与总有机碳的相关性

从表 4 可以看出,在 AS 中,土壤颗粒有机碳含量占土壤总有机碳含量的比率为 0.20—0.56,易氧化有机碳占土壤总有机碳含量的比率为 0.10—0.31,随土壤深度的增加其比率减小。在 0—10 cm、10—20 cm 和 20—40 cm 土层中,POC 占 TOC 分别为 56.77%、23.01%、20.16%,ROC 占 TOC 分别为 31.80%、12.61%、10.54%。同理,在 RF 中 0—10 cm、10—20 cm 和 20—40 cm 土层中,POC 占 TOC 分别为 12.28%、24.23%、20.29%,ROC 占 TOC 分别为 22.68%、10.64%、8.43%。在 AGSF 中 0—10 cm、10—20 cm 和 20—40 cm 土层中,POC 占 TOC 分别为 31.31%、27.23%、13.87%,ROC 占 TOC 分别为 21.32%、9.70%、7.00%。在 PLL F 中 0—10 cm、10—20 cm 和 20—40 cm 土层中,POC 占 TOC 分别为 30.59%、27.47%、17.34%,ROC 占 TOC 分别为 19.90%、7.9%、6.7%。

本研究表明,在不同植被类型的生态系统中,土壤微生物量碳含量与土壤总有机碳含量关系密切,呈显著的正相关。这与前人的研究结果相一致<sup>[25]</sup>。不同植被类型土壤总有机碳含量、土壤颗粒有机碳和土壤易氧化有机碳含量均呈现出随土层深度增加而递减的变化趋势。土壤颗粒有机碳含量和土壤易氧化有机碳含量与土壤总有机碳含量之间的相关性均达到了极显著水平,土壤颗粒有机碳含量和土壤易氧化有机碳含量的相关性在不同土层表现出显著性。这表明土壤总有机碳含量的变化制约着土壤活性有机碳含量的变化。

### 3 结论

(1) 在 AS、RF、AGSF、PLL F 0—40 cm 之间,pH 逐渐升高,土壤容重也随之增加。随着海拔高度的降低,土壤的 pH 值逐渐增高。不同土层总有机碳和全氮含量、土壤碳氮比不同,均表现为:AS、RF 大于 AGSF、PLL F。

(2) 在色季拉山(西坡),土壤微生物量碳含量与土壤总有机碳含量关系密切,呈显著的正相关。土壤微生物量氮含量变化趋势与土壤微生物量碳含量变化一致。土壤颗粒有机碳含量和土壤易氧化有机碳含量与土壤总有机碳含量之间的相关性均达到了极显著水平。

#### References:

- [1] Caron J, Espindola C R, Angers D A. Soil structural stability during rapid wetting: Influence of land use on some aggregate properties. *Soil Science Society of America Journal*, 1996, 60: 901-908.
- [2] Zhou G S, Wang Y H, Jiang T L, Yang L M. Conversion of terrestrial ecosystems and carbon cycling. *Acta Phytocologica Sinica*, 2002, 26(2): 250-254.
- [3] Krull E S, Baldock J A, Skjemstad J Q. Importance of mechanism and processes of the stabilization of soil organic matter for modeling carbon turnover. *Function Plant Biology*, 2003, 30: 207-222.
- [4] Yang L X, Pan J J. Dynamics models of soil organic carbon. *Journal of Forestry Research*, 2003, 14(4): 323-330.
- [5] Shao J A, Tang X H, Wei C F, Xie D T. Effects of conservation tillage on soil organic matter in paddy rice cultivation. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(11): 4434-4442.
- [6] Zhang G S, Huang G B, Yin C. Soil organic carbon sequestration potential in cropland. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(2): 351-357.
- [7] Pan G X, Li L Q, Zhang X H, Dai J Y, Zhou Y C, Zhang P J. Soil organic carbon storage of china and the sequestration dynamics in agricultural lands. *Advances in Earth Science*, 2003, 18(4): 609-618.
- [8] Peng X H, Zhang B, Zhao Q G. A review on relationship between soil organic carbon pools and soil structure stability. *Acta Pedologica Sinica*, 2004, 41(4): 618-623.
- [9] Liu M Q, Hu F, Chen X Y. A review on mechanisms of soil organic carbon stabilization. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(6): 2642-2650.
- [10] Zhou L, Li B G, Zhou G S. Advances in controlling factors of soil organic carbon. *Advances in Earth Science*, 2005, 20(1): 99-105.

- [11] Fang C, Moncrieff J B. The dependence of soil CO<sub>2</sub> efflux on temperature. *Soil Biology Biochemistry*, 2001, 33(2): 155-165.
- [12] Goulden M L, Wofsy S C, Harden J W, Trumbore S E, Crill P M, Gower S T, Fries T, Daube B C, Fan S M, Sutton D J, Bazzaz A, Munger J W. Sensitivity of boreal forest carbon balance to soil thaw. *Science*, 1998, 279: 214-217.
- [13] Twine T E, Kustas W P, Norman J M, Cook D R, Houser P R. Correcting eddy-covariance flux underestimates over a grass land. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2000, 103: 279-300.
- [14] Wang I I, Hall C A S. Modeling the effects of Hurricane Hugo on spatial and temporal variation in primary productivity and soil carbon and nitrogen in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Plant and soil*, 2004, 263(1/2): 69-84.
- [15] Lal R. Forest soils and carbon sequestration. *Forest Ecology and Management*, 2005, 220: 242-258.
- [16] Thémblay S, Quimet R, Houle D. Prediction of organic carbon content in upland forest soils of Quebec, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 2002, 32(5): 903-914.
- [17] Page Dumroese D S, Jurgensen M F. Soil carbon and nitrogen pools in mid to late successional forest stands of the northwestern United States: Potential impact of the fire. *Canadian Journal of Forest Research*, 2006, 36(9): 2270-2284.
- [18] Tang M C, Cheng G D. Modern Climate Change in Qinghai-Tibet Plateau and Its Effects on Environment. Guangdong Science and Technology Press, Guangzhou, 1998, 13-17.
- [19] Sun H L, Zheng D. Produce, Evaluation and Development for the Qinghai-Tibet Plateau Environmental. Guangdong Science and Technology Press, Guangzhou, 1998, 22-28.
- [20] Garter C T, Post W M, Hanson P J, Cooper L W. Forest soil carbon inventories and dynamics along an elevation gradient in the southern Appalachian mountains. *Biogeochemistry*, 1999, 45(2): 115-145.
- [21] Xu M G, Yu R, Wang B R. Labile organic matter and carbon management index in red soil under long-term fertilization. *Acta Pedologica Sinica*, 2006, 43(5): 723-729.
- [22] Sun W X, Shi X Z, Yu D S, Wang K, Wang H J. Estimation of soil organic carbon density and storage of northeast China. *Acta Pedologica Sinica*, 2004, 41(2): 298-300.
- [23] Li Z, Sun B, Lin X X. Density of soil organic and the factors controlling its turnover in east China. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 21(4): 301-307.
- [24] Sun B, Zhang T L, Zhao Q G. Fertility evolution clay of red soil derived from quaternary red clay in low-hilly region in middle subtropics II. Evolution of soil chemical and biological fertilities. *Acta Pedologica Sinica*, 1999, 36(2): 203-217.
- [25] Yang J Y, Wang C K. Soils carbon storage and flux of temperate forest ecosystems in northeastern China. *Acta Ecology Sinica*, 2005, 25(11): 2875-2882.

#### 参考文献:

- [2] 周广胜, 王玉辉, 蒋廷玲, 杨利民. 陆地生态系统类型转变与碳循环. *植物生态学报*, 2002, 26(2): 250-254.
- [4] 杨丽霞, 潘剑君. 土壤有机碳动态模型的研究进展. *林业研究*, 2003, 14(4): 323-330.
- [5] 邵景安, 唐晓红, 魏朝富, 谢德体. 保护性耕作对稻田土壤有机质的影响. *生态学报*, 2007, 27(11): 4434-4442.
- [6] 张国盛, 黄高宝, Yin Chan. 农田土壤有机碳固定潜力研究进展. *生态学报*, 2005, 25(2): 351-357.
- [7] 潘根兴, 李恋卿, 张旭辉, 代静玉, 周运超, 张平究. 中国土壤有机碳库量与农业土壤碳固定动态的若干问题. *地球科学进展*, 2003, 18(4): 609-618.
- [8] 彭新华, 张斌, 赵其国. 土壤有机碳库与土壤结构稳定性关系的研究进展. *土壤学报*, 2004, 41(4): 618-623.
- [9] 刘满强, 胡锋, 陈小云. 土壤有机碳稳定机制研究进展. *生态学报*, 2007, 27(6): 2642-2650.
- [10] 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. *地球科学进展*, 2005, 20(1): 99-105.
- [18] 汤苍, 程国栋. 青藏高原近代气候变化及其对环境的影响. 广州: 广东科学技术出版社, 1998: 13-17.
- [19] 孙鸿烈, 郑度. 青藏高原形成、演化与发展. 广州: 广东科学技术出版社, 1998: 22-28.
- [21] 徐明岗, 于荣, 王伯仁. 长期不同施肥下红壤活性有机质与碳库管理指数变化[J]. *土壤学报*, 2006, 43(5): 723-729.
- [22] 孙维侠, 史学正, 于东升, 王库, 王洪杰. 我国东北地区土壤有机碳密度和储量的估算研究. *土壤学报*, 2004, 41(2): 298-300.
- [23] 李忠, 孙波, 林心雄. 我国东部土壤有机碳的密度及转化的控制因素. *地理科学*, 2001, 21(4): 301-307.
- [24] 孙波, 张桃林, 赵其国. 我国中亚热带缓丘区红壤肥力的演化 II. 化学和生物学肥力的演化. *土壤学报*, 1999, 36(2): 203-217.
- [25] 杨金艳, 王传宽. 东北东部森林生态系统土壤碳贮量和碳通量. *生态学报*, 2005, 25(11): 2875-2882.

# ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 10 May, 2013 (Semimonthly)

## CONTENTS

### Special Topics in Soil and Water Conservation of County Changting, Fujian Province

- Spatiotemporal dynamics of the bare soil cover in the Hetian basinal area of County Changting, China, during the past 35 years ..... XU Hanqiu (2946)
- Analysis of fractional vegetation cover change and its impact on thermal environment in the Hetian basinal area of County Changting, Fujian Province, China ..... XU Hanqiu, HE Hui, HUANG Shaolin (2954)
- Dynamic of soil organic carbon pool after restoration of *Pinus massoniana* in eroded red soil area ..... HE Shengjia, XIE Jinsheng, ZENG Hongda, et al (2964)
- RUSLE-based quantitative study on the soil erosion of the Hetian basin area in County Changting, Fujian Province, China ..... YANG Ranran, XU Hanqiu, LIN Na, et al (2974)
- Land use changes in a reddish soil erosion region of Southern China: Hetian Basin, County Changting ..... LIN Na, XU Hanqiu, HE Hui (2983)
- Remote-sensing estimate of the carbon storage of subtropical *Pinus massoniana* forest in the Hetian Basin of County Changting, China ..... HUANG Shaolin, XU Hanqiu, LIN Na, et al (2992)
- Mutation of soil fertility quality in the red eroded area of southern China: A case study in Changting County, Fujian Province ..... CHEN Zhiqiang, CHEN Zhibiao (3002)

### Frontiers and Comprehensive Review

- The temperature dependence of soil organic matter decomposition and CO<sub>2</sub> efflux: a review ..... SHEN Zhengtao, SHI Bin, WANG Baojun, et al (3011)
- Progress and prospects on cyanobacteria bloom-forming mechanism in lakes ..... MA Jianrong, DENG Jianming, QIN Boqiang, et al (3020)

### Autecology & Fundamentals

- Characteristics of concentrations and carbon isotope compositions of dissolved inorganic carbon in soil water under varying vegetations in karst watershed ..... LIANG Xuan, WANG Zhijun, YUAN Daoxian, et al (3031)
- The traits of diapause development of overwinter eggs in *Rammeacris kiangsu* Tsai (Orthoptera: Arcypteridae) ..... ZHU Daohong, CHEN Yanyan, ZHAO Qin (3039)
- Analysis of gamete compatibility between *Crassostrea hongkongensis* and *C. gigas* ..... ZHANG Yuehuan, WANG Zhaoping, YAN Xiwu, et al (3047)

### Population, Community and Ecosystem

- Avifaunal community structure and species diversity in the Mt. Qomolangma National Nature Reserve, Tibet, China ..... WANG Bin, PENG Boyong, LI Jingjing, et al (3056)
- Impact of logging on carbon density of broadleaved-Korean pine mixed forests on Changbai Mountains ..... QI Lin, YU Dapao, ZHOU Wangming, et al (3065)
- Community structure and species diversity of fish assemblage in the coastal waters of Jiaozhou Bay ..... XU Binduo, ZENG Huihui, XUE Ying, et al (3074)
- Assessment of heavy metal contamination in the soil-plant system of the *Suaeda salsa* wetland in the Yellow River Estuary ..... WANG Yaoping, BAI Junhong, XIAO Rong, et al (3083)
- The effects of different original state on grassland community restoration succession ..... YANG Chen, WANG Wei, WANG Shiping, et al (3092)
- Effects of fertilization gradients on plant community structure and soil characteristics in alpine meadow ..... WANG Changting, WANG Genxu, LIU Wei, et al (3103)
- Pattern-controlling mechanics of different age classes of *Stellera chamaejasme* population in degraded alpine grassland ..... GAO Fuyuan, ZHAO Chengzhang (3114)



- Soil organic carbon pool at the western side of the sygera mountains, southeast Tibet, China ..... MA Heping, GUO Qiqiang, LIU Heman, et al (3122)
- Correlation between foliar  $\delta^{13}\text{C}$  and foliar trait factors of dominant species in *Castanopsis carlessii* forests in Lingshishan National Forest Park ..... WANG Yingzi (3129)
- Influences of artificial *Kandelia obovata* mangrove forest rehabilitation on the macrobenthos in Ximen Island ..... HUANG Li, CHEN Shaobo, CHOU Jianbiao, et al (3138)
- Responses of soil microbial properties in soil profile to typical vegetation pattern and slope in karst-cluster depression area ..... FENG Shuzhen, SU Yirong, QIN Xinmin, et al (3148)
- Correlation among vegetation characteristics, temperature and moisture of alpine meadow in the Qinghai-Tibetan Plateau ..... XU Manhou, XUE Xian (3158)
- Landscape, Regional and Global Ecology**
- The temporal and spatial variation of the value of ecosystem services of the Naoli River Basin ecosystem during the last 60 years ..... ZHAO Liang, LIU Jiping, TIAN Xuezhi (3169)
- Sensitivity analysis of climate control in the Daisyworld model based on system dynamics ..... CHEN Haibin, TANG Haiping (3177)
- Resource and Industrial Ecology**
- Analysis of key climatic factors influencing on seed cotton yield in cotton-wheat double cropping ..... HAN Yingchun, WAN Guoping, FAN Zhengyi, et al (3185)
- The effect of low-covered sand-fixing forest belts on restoration of the soil and vegetation ..... JIANG Lina, YANG Wenbin, LU Qi, et al (3192)
- Dissolution rate under soil in karst areas and the influencing factors of different land use patterns ..... LAN Jiacheng, FU Wali, PENG Jingtao, et al (3205)
- Measuring external benefits of agricultural land preservation: an application of choice experiment in Wuhan, China ..... CHEN Zhu, JU Dengping, ZHANG Anlu (3213)
- Research Notes**
- Effect of temperature and feeding frequency on asexual reproduction and polyp growth of the scyphozoan *Cyanea nozakii* Kishinouye ..... SUN Ming, DONG Jing, CHAI Yu, LI Yulong (3222)
- The research on *Buteo hemilasius* nest-site selection on the west bank of Dalai Lake in Dalai Lake Natural Reserve ..... ZHANG Honghai, WANG Ming, CHEN Lei, et al (3233)
- Estimating rodent density using infrared-triggered camera technology ..... ZHANG Shusheng, BAO Yixin, WANG Yanni, et al (3241)

# 《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索自然奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的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;新书评价和学术、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,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 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

本期责任副主编 高玉葆

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 33 卷 第 10 期 (2013 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 10 (May, 2013)

|               |                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                 |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 编 辑           | 《生态学报》编辑部<br>地址:北京海淀区双清路 18 号<br>邮政编码:100085<br>电话:(010)62941099<br>www.ecologica.cn<br>shengtaixuebao@rcees.ac.cn | Edited by       | Editorial board of<br>ACTA ECOLOGICA SINICA<br>Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China<br>Tel:(010)62941099<br>www.ecologica.cn<br>shengtaixuebao@rcees.ac.cn |
| 主 编           | 王如松                                                                                                                | Editor-in-chief | WANG Rusong                                                                                                                                                                     |
| 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<br>中国科学院生态环境研究中心<br>地址:北京海淀区双清路 18 号<br>邮政编码:100085                                                        | Sponsored by    | Ecological Society of China<br>Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS<br>Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China                                 |
| 出 版           | 科 学 出 版 社<br>地址:北京东黄城根北街 16 号<br>邮政编码:100717                                                                       | Published by    | Science Press<br>Add:16 Donghuangchenggen North Street,<br>Beijing 100717, China                                                                                                |
| 印 刷           | 北京北林印刷厂                                                                                                            | Printed by      | Beijing Bei Lin Printing House,<br>Beijing 100083, China                                                                                                                        |
| 发 行           | 科 学 出 版 社<br>地址:东黄城根北街 16 号<br>邮政编码:100717<br>电话:(010)64034563<br>E-mail:journal@cspg.net                          | Distributed by  | Science Press<br>Add:16 Donghuangchenggen North<br>Street, Beijing 100717, China<br>Tel:(010)64034563<br>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<br>地址:北京 399 信箱<br>邮政编码:100044                                                                         | Foreign         | China International Book Trading<br>Corporation<br>Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China                                                                                      |
| 广告经营<br>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 90.00 元