

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第6期 Vol.33 No.6 **2013**

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 33 卷 第 6 期

2013 年 3 月 (半月刊)

目 次

专论与综述

- 基于遥感技术的森林健康研究综述..... 高广磊,信忠保,丁国栋,等 (1675)
Agent 农业土地变化模型研究进展..... 余强毅,吴文斌,杨 鹏,等 (1690)

个体与基础生态

- 辽东湾北部近海沙蜃的动态分布..... 王 彬,秦宇博,董 婧,等 (1701)
口虾蛄 proPO 基因全长 cDNA 的克隆与组织表达..... 刘海映,刘连为,姜玉声,等 (1713)
中缅树鼯头骨及下臼齿几何形态与环境的关系..... 朱万龙,贾 婷,黄春梅,等 (1721)
亚热带 3 种树种凋落叶厚度对其分解速率及酶活性的影响..... 季晓燕,江 洪,洪江华,等 (1731)
浙北地区常见绿化树种光合固碳特征..... 张 娇,施拥军,朱月清,等 (1740)
两种高质牧草不同生育期光合生理日变化及光响应特征..... 郭春燕,李晋川,岳建英,等 (1751)
基于 WOFOST 作物生长模型的冬小麦干旱影响评估技术..... 张建平,赵艳霞,王春乙,等 (1762)
基于线粒体 DNA 控制区的斑翅草螽不同地理种群遗传分化研究..... 周志军,尚 娜,刘 静,等 (1770)
圈养尖吻蝾螈雌体大小、窝卵数和卵大小之间的关系..... 胡明行,谭群英,杨道德 (1778)
应用寄生蜂和不育雄虫防控田间橘小实蝇..... 郑思宁,黄居昌,叶光禄,等 (1784)
青蒿素对外生菌根真菌化感效应..... 李 倩,袁 玲,王明霞,等 (1791)

种群、群落和生态系统

- 海湾生态系统健康评价方法构建及在大亚湾的应用..... 李纯厚,林 琳,徐姗姗,等 (1798)
上升流和水团对浙江中部近海浮游动物生态类群分布的影响..... 孙鲁峰,柯 昶,徐兆礼,等 (1811)
半干旱区生态恢复关键生态系统识别——以内蒙古自治区和林县为例.....
..... 彭 羽,高 英,冯金朝,等 (1822)
太岳山油松人工林土壤呼吸对强降雨的响应..... 金冠一,赵秀海,康峰峰,等 (1832)
重庆酸雨区马尾松林凋落物特征及对干旱胁迫的响应..... 王轶浩,王彦辉,于澎湃,等 (1842)

景观、区域和全球生态

- 城市典型水域景观的热环境效应..... 岳文泽,徐丽华 (1852)
外来树种桉树引种的景观生态安全格局..... 赵筱青,和春兰 (1860)
基于耕地生态足迹的重庆市耕地生态承载力供需平衡研究..... 施开放,刁承泰,孙秀锋,等 (1872)
大气 CO₂ 浓度升高对稻田根际土壤甲烷氧化细菌丰度的影响..... 严 陈,许 静,钟文辉,等 (1881)

资源与产业生态

- 基于可变模糊识别模型的海水环境质量评价..... 柯丽娜,王权明,孙新国,等 (1889)
亚热带养殖海湾皱瘤海鞘生物沉积的现场研究..... 闫家国,齐占会,田梓杨,等 (1900)
黄土高原典型苹果园地深层土壤氮磷钾养分含量与分布特征..... 张丽娜,李 军,范 鹏,等 (1907)

旱作农田不同耕作土壤呼吸及其对水热因子的响应..... 张丁辰,蔡典雄,代 快,等 (1916)

商洛低山丘陵区农林复合生态系统中大豆与丹参的光合生理特性..... 彭晓邦,张硕新 (1926)

外源油菜素内酯对镉胁迫下菊芋幼苗光合作用及镉富集的调控效应..... 高会玲,刘金隆,郑青松,等 (1935)

基于侧柏液流的测定对 Granier 原始公式系数进行校正 刘庆新,孟 平,张劲松,等 (1944)

研究简报

湿地自然保护区保护价值评价方法..... 孙 锐,崔国发,雷 霆,等 (1952)

干热河谷印楝和大叶相思人工林根系生物量及其分布特征..... 高成杰,唐国勇,李 昆,等 (1964)

海滨沙滩单叶蔓荆对沙埋的生理响应特征..... 周瑞莲,王 进,杨淑琴,等 (1973)

宁夏贺兰山、六盘山典型森林类型土壤主要肥力特征 姜 林,耿增超,张 雯,等 (1982)

学术争鸣

小兴安岭十种典型森林群落凋落物生物量及其动态变化..... 侯玲玲,毛子军,孙 涛,等 (1994)

中国生态学会 2013 年学术年会征稿通知 (2002)

第七届现代生态学讲座、第四届国际青年生态学者论坛通知 (I)

中、美生态学会联合招聘国际期刊主编 (i)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 328 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 34 * 2013-03



封面图说: 亭亭玉立的白桦树——白桦为落叶乔木,可高达 25m,胸径 50cm。其树冠呈卵圆形,树皮白色,纸状分层剥离;叶三角状、卵形或菱状卵形;花单性,雌雄同株。白桦树喜光,耐严寒,对土壤适应性强,喜酸性土,沼泽地、干燥阳坡及湿润阴坡都能生长。常与红松、落叶松、山杨、蒙古栎混生。白桦的天然更新好,生长较快,萌芽强,在人为的采伐迹地或火灾、风灾等自然损毁的迹地里,往往由白桦首先进入,为先锋树种,而形成白桦次生林。白桦分布甚广,我国大、小兴安岭及长白山均有成片纯林,在华北平原和黄土高原山区、西南山地亦为阔叶落叶林及针叶阔叶混交林中的常见树种。

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/stxb201111141725

侯玲玲, 毛子军, 孙涛, 宋元. 小兴安岭十种典型森林群落凋落物生物量及其动态变化. 生态学报, 2013, 33(6): 1994-2002.

Hou L L, Mao Z J, Sun T, Song Y. Dynamic of litterfall in ten typical community types of Xiaoxing'an Mountain, China. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(6): 1994-2002.

小兴安岭十种典型森林群落凋落物生物量 及其动态变化

侯玲玲, 毛子军*, 孙涛, 宋元

(东北林业大学森林生态学教育部重点实验室, 哈尔滨 150040)

摘要: 在小兴安岭地区选取 10 种典型森林群落分别设置样地, 研究该地区不同群落类型凋落物的年产量、月动态变化以及组成特征。结果表明: 10 种群落类型中年均凋落物量大小依次为椴树红松林($4.08 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > 蒙古栎红松林($3.83 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > 云冷杉红松林($3.55 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > 云冷杉林($3.44 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > 枫桦红松林($3.43 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > 山杨次生林($3.26 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > 白桦次生林($3.04 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > 枫桦次生林($2.96 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > 杂木林($2.95 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > 白桦落叶松林($2.91 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)。凋落物各组分中均以落叶为主, 约占凋落总量的 60% 以上, 枝仅占凋落量的 5.7%—9.4%。凋落物月动态模式主要有两种: 单峰型的有蒙古栎红松林、椴树红松林、枫桦红松林、枫桦次生林、山杨次生林、白桦次生林、杂木林, 高峰期在 8—10 月份; 双峰型的有云冷杉红松林、云冷杉林、白桦落叶松次生林, 前两种群落的凋落高峰期在 4 月和 9 月, 后者高峰期在 8 月和 10 月。不同群落类型年凋落量差异显著, 原始红松林凋落量高于天然次生林, 且凋落高峰出现时间以及各组分所占比例与群落类型有关, 同时也与树种生物学特性有关。

关键词: 小兴安岭; 凋落物产量; 不同群落; 组成及动态

Dynamic of litterfall in ten typical community types of Xiaoxing'an Mountain, China

HOU Lingling, MAO Zijun*, SUN Tao, SONG Yuan

The Key Laboratory of Forest Plant Ecology Ministry of Education, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

Abstract: Ten typical forests were selected as plots in order to investigate the litterfall productions, composition and seasonal dynamics of different types litterfall production in Xiaoxing'an Mountain. The results showed that annual litterfall production was in descending order: *Tilia-Pinus koraiensis* ($4.08 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > *Quercus mongolica-Pinus koraiensis* ($3.83 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > *Picea sp. Abies nephrolepis-Pinus koraiensis* ($3.55 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > *Picea sp. -Abies nephrolepis* ($3.44 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > *Betula costata-Pinus koraiensis* ($3.43 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > *Populus davidiana* forest ($3.26 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > *Betula platyphylla* ($3.04 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > *Betula costata* ($2.96 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > miscellaneous wood forest ($2.95 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) > *Betula platyphylla-Larix gmelinii* ($2.91 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$). Litter production had no significant differences. Needles accounted for more than 60% of the total litter, branches accounted for only 5.7%—9.4%. There are two seasonal dynamics of litterfall production in ten different community types, the annual dynamics of the forest litter in *Betula costata*, *Quercus mongolica-Pinus koraiensis*, *Populus davidiana*, *Betula costata-Pinus koraiensis*, *Betula platyphylla*, miscellaneous wood forest appeared to be single climax curve, in which the highest point occurred in August to October. *Picea sp. -Abies nephrolepis-Pinus koraiensis* and *Picea sp. -*

基金项目: 973 国家重点基础研究发展计划项目 (2010CB951301); 国家自然科学基金资助项目 (31070350); 教育部博士点基金资助项目 (200802250005)

收稿日期: 2011-11-14; 修订日期: 2012-10-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zijunm@yahoo.com.cn

Abies nephrolepis was double peak and the highest point occurred in April and September. *Betula platyphylla-Larix gmelinii* also was double peak and the highest point occurred in August and October. The annual litterfall productions was significantly different among in different community types, primary Korean pine forests was higher than natural secondary forests, but litter components and the peak values appeared at different periods of time were mainly associated with community types in Xiaoxing'an Mountain.

Key Words: Xiaoxing'an Mountain; litter production; community; composition and seasonal dynamics

森林生态系统作为陆地上分布最广,面积最大,最重要的自然生态系统,其生物量和净生产力占整个陆地生态系统的 86% 和 70%,每年固定的碳约占整个陆地生态系统的 2/3,对于调节全球碳平衡方面具有不可替代的作用^[1-3]。凋落物作为森林生态系统的重要结构组成,是物质循环和能量流动的重要途径,在某种程度上反映了森林初级生产力^[4-5]。凋落物可以通过养分循环使大量有机质归还林地,改善土壤的理化性质和生物学特性,增加土壤肥力^[6]。凋落物层还可以起到保温和水文生态作用^[7-8]。目前对于森林凋落物的研究多集中南方地区,而对东北地区不同森林类型的研究较少^[9],对凋落物组成的分类也较粗放,多分为枝,叶,杂物 3 类,不能反映出林分凋落物的组分特征^[10]。对年均凋落量等基础数据的研究还缺乏连续性,全面性和完整性。

小兴安岭作为我国重要林区之一,在我国森林生态系统中占据举足轻重的地位,目前国内对小兴安岭森林生态系统凋落物的研究比较零散,大多针对顶级群落阔叶红松林^[9,11-12]或个别天然次生林^[11,13],对该地区多种典型森林群落凋落物研究较少。本文通过对小兴安岭地区 10 种主要群落类型凋落物的研究,探讨了原始红松林和典型天然次生林的凋落物产量、组成特征、季节动态变化间的差异,为丰富我国东北地区森林生态系统凋落物的数据和资料,为小兴安岭森林生态系统碳储量和养分循环的研究提供科学参考。

1 实验地概况

本实验样地位于黑龙江丰林国家级自然保护区(48°02' N, 128°58'—129°15'E),研究区域地处小兴安岭南坡北段,森林覆盖率达 95%,森林总面积 18165hm²,人为干扰相对较小,植被类型较丰富,属于长白植物区系的小兴安岭亚系。全区为孤岛状的低山丘陵地形,海拔高度在 285—688m 之间。因所处纬度较高,年均温较低为-0.5℃,年均最低气温在 1 月份为-24.2℃,年均最高气温在 7 月为 20.3℃,保护区的年均降水量 640.55mm,且主要集中在 6—9 月份,年蒸发量为 930mm,无霜期为 100—110d。本区海拔变化幅度小没有明显高山,地带性土壤为暗棕色森林土,植被类型是以红松为主的温带阔叶红松混交林,占总面积的 78%。天然次生林以白桦次生林、白桦落叶松林、山杨林、枫桦林、杂木林等为主,占保护区总面积的 13.4%。该区主要树种组成有兴安杜鹃(*Rhododendron dauricum*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、枫桦(*Betula costata*)、紫椴(*Tilia amurensis*)、山杨(*Populus davidiana*)、东北山梅花(*Philadelphus schrenkii*)、光萼溲苏(*Deutzia glabrata*)、青楷槭(*Acer tegmentosum*)、花楷槭(*Acer ukurunduense*)、臭冷杉(*Abies nephrolepis*)、红皮云杉(*Picea koraiensis*)、水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)、刺五加(*Acanthopanax senticosus*)、鱼鳞云杉(*Picea jezoensis*)、红松(*Pinus koraiensis*)、白桦(*Betula platyphylla*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、落叶松(*Larix gmelini*)等。

本研究在小兴安岭地区 10 种典型森林群落内设置试验样地各一块分别为:蒙古栎红松林(QP)、枫桦红松林(BP)、椴树红松林(TP)、云冷杉红松林(PAP)、火烧迹地白桦天然次生林(SB)、采伐迹地白桦落叶松次生林(BL)、云冷杉林(PA)、山杨次生林(SP)、枫桦次生林(SC)、杂木次生林(SCB),试验样地面积为 20m×20m,各群落的主要结构特征见表 1。

2 研究方法

2.1 凋落物收集方法

凋落物的收集采取直接收集法。在所选的 10 种林分中各设置一块 20m×20m 的样地,随机放置 8 个凋落

物收集器,收集器为用40目尼龙网缝制成圆锥形的网兜(这样可以防止强风将收集器中的凋落物刮出影响实验结果),每个收集器面积 0.46m^2 。收集2009和2010两年的凋落物。收集凋落物的时间在每年5—10月,每月收集1次,11月入冬大雪封山后,不便收集,则在第2年春季统一收集1次。每月初将收集器中的凋落物取回后,先将凋落物分为针叶、阔叶、杂物、枝、皮、花、果等7类,然后在 65°C 恒温下烘至恒重,分别进行称重。对每块样地8个收集器中的凋落物重量取平均值,即为该样地该月凋落物产量。

表1 10种群落的主要群落特征

Table 1 Characteristics of ten community types

群落类型 Community type	主要树种百分比 Major species/%	平均树高 Mean tree height/m	平均胸径 Mean DBH/cm	立木密度 Density/(株/ hm^2)	郁闭度 Canopy closure
蒙古栎红松林	红松 <i>Pinus koraiensis</i> (35) 蒙古栎 <i>Quercus mongolia</i> (50)	12.52	18.76	822	0.6
椴树红松林	红松 <i>Pinus koraiensis</i> (39) 椴树 <i>Tilia amurensis</i> (41)	18.46	27.62	311	0.8
枫桦红松林	红松 <i>Pinus koraiensis</i> (36) 枫桦 <i>Betula costata</i> (64)	17.09	24.62	467	0.8
云冷杉红松林	红松 <i>Pinus koraiensis</i> (13) 冷杉 <i>Abies nephrolepis</i> (57) 云杉 <i>Picea koraiensis</i> (13)	14.54	15.47	700	0.8
云冷杉林	冷杉 <i>Abies nephrolepis</i> (51) 云杉 <i>Picea koraiensis</i> (13)	16.54	17.41	944	0.7
枫桦次生林	枫桦 <i>Betula costata</i> (61)	11.92	10.73	1567	0.8
山杨次生林	山杨 <i>Populus davidina</i> (46)	12.40	12.07	1511	0.8
白桦次生林	白桦 <i>Betula platyphylla</i> (34)	18.46	18.95	811	0.6
白桦落叶松林	白桦 <i>Betula platyphylla</i> (60) 落叶松 <i>Larix gmelini</i> (29)	12.26	11.91	1456	0.7
杂木次生林	毛赤杨 <i>Alnus hirsuta</i> (30) 白桦 <i>Betula platyphylla</i> (27) 落叶松 <i>Larix gmelini</i> (18) 云冷杉 <i>Picea</i> sp. - <i>Abies nephrolepis</i> (8)	10.94	9.68	1500	0.6

2.2 统计分析方法

绘图采用 Origin7.5 软件,数据分析运用 SPSS17.0 软件中的 One-way ANOVN 进行方差分析,最小显著差异法(LSD)检验法分析不同林分凋落量的差异显著性。

3 结果分析

3.1 不同群落类型的年凋落量

凋落物的年均凋落量在10种群落类型间有一定差异(表2),总体上,原始林凋落量大于天然次生林。大小依次为椴树红松林($4.08\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)>蒙古栎红松林($3.83\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)>云冷杉红松林($3.55\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)>云冷杉林($3.44\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)>枫桦红松林($3.43\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)>山杨次生林($3.26\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)>白桦次生林($3.04\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)>枫桦次生林($2.96\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)>杂木林次生林($2.95\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)>白桦落叶松林($2.91\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)。4种原始红松林中椴树红松林与枫桦红松林差异显著($P<0.05$),与其他3种红松林无明显差异,5种天然次生林之间差异不显著。

3.2 凋落量的月动态变化

研究结果表明,森林凋落物有明显的季节变化规律,在所研究的10种群落中,枫桦红松林、椴树红松林、蒙古栎红松林、山杨、枫桦、白桦、杂木林为单峰型,云冷杉红松林、云冷杉林、白桦落叶松为双峰型。枫桦红松林从五月开始出现第1个小波峰,而凋落的主要高峰期出现在9月末。椴树红松林4月分凋落量较高,在7

月末也有个峰值,而凋落量最高峰值则出现在9—10月份。蒙古栎红松林在4—7月份凋落物量变化趋势较平缓,而它的凋落量高峰期也主要集中在9—10月。云冷杉红松林、云冷杉林、白桦落叶松存在两个明显的凋落高峰,为双峰型凋落模式。从图1可以看出4—5月份常绿针叶林的凋落量急剧上升,形成了凋落第1次高峰,云冷杉红松林第2次高峰出现在9月份,云冷杉林的第2个凋落高峰在9—10月份,它们的两次峰值相差均较小。白桦落叶松两次峰值出现时间为8月和10月份,山杨、白桦、枫桦、杂木4种天然次生林的凋落模式尽管都为单峰型,但凋落量峰值出现时间有差异。山杨林和杂木次生林的凋落峰值在9月末,枫桦林凋落峰值在8—9月,白桦林的凋落高峰主要在8月份(图1)。

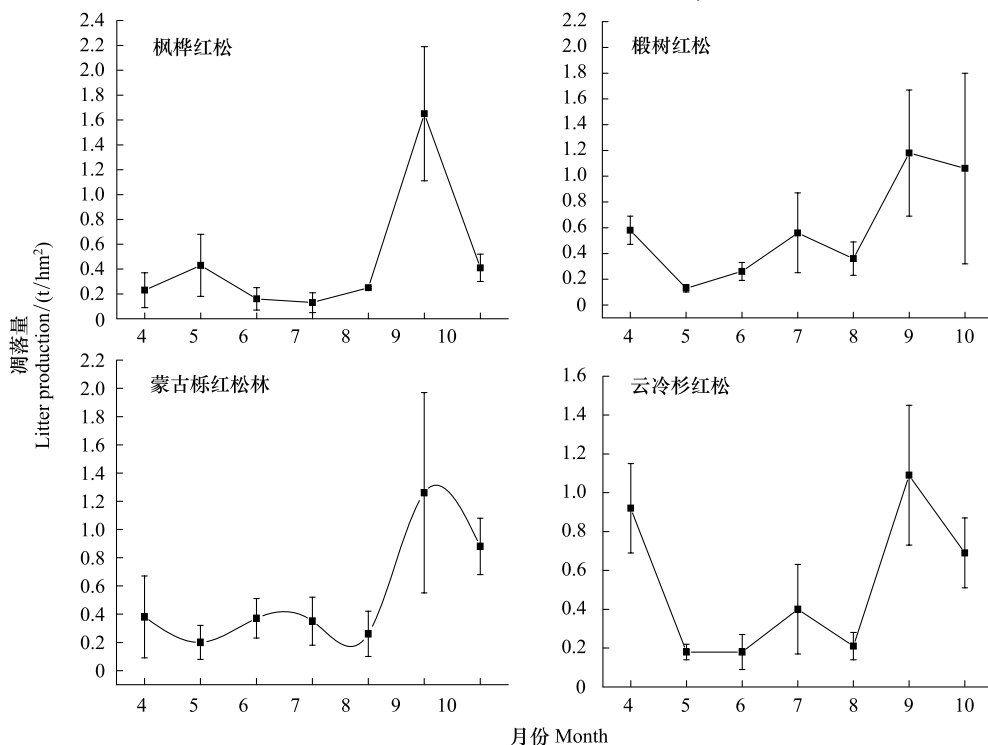
表2 不同群落类型的年凋落量

Table 2 Annual litter production in various community types

林型 Forest type	群落类型 Community type	2009 年凋落量 Mean±SD/(t·hm ⁻² ·a ⁻¹)	2010 年凋落量 Mean±SD/(t·hm ⁻² ·a ⁻¹)	平均值 Mean/(t·hm ⁻² ·a ⁻¹)
阔叶红松混交林	枫桦红松林	3.51±1.00	3.35±0.23	3.43 ^{ab}
	椴树红松林	4.10±0.73	4.05±1.12	4.08 ^{ce}
	蒙古栎红松林	3.94±1.3	3.71±1.06	3.83 ^{ac}
常绿针叶林	云冷杉红松林	3.42±0.32	3.68±0.75	3.55 ^{acd}
	云冷杉林	3.37±0.21	3.51±0.71	3.44 ^{ab}
落叶阔叶次生林	山杨次生林	3.03±0.15	3.48±0.36	3.26 ^{bd}
	枫桦次生林	3.00±0.44	2.91±0.57	2.96 ^b
	白桦次生林	2.89±0.32	3.18±0.4	3.04 ^b
针阔混交次生林	白桦落叶松林	2.79±0.42	3.02±0.46	2.91 ^b
	杂木次生林	2.53±0.57	3.37±1.11	2.95 ^{bd}

3.3 凋落物各组分产量

凋落物的各组分主要由叶(包括针叶和阔叶)、枝、花、果、皮、杂物(动物残体、芽鳞、碎削等统称)部分组成。本研究表明,不同群落类型的凋落物组分存在明显差异,即使是树种组成相同,凋落组分也会由于不同的群落而有差异。3种原始阔叶红松林的凋落物生物量中叶占主要部分,枫桦红松林针叶、阔叶所占比例各为



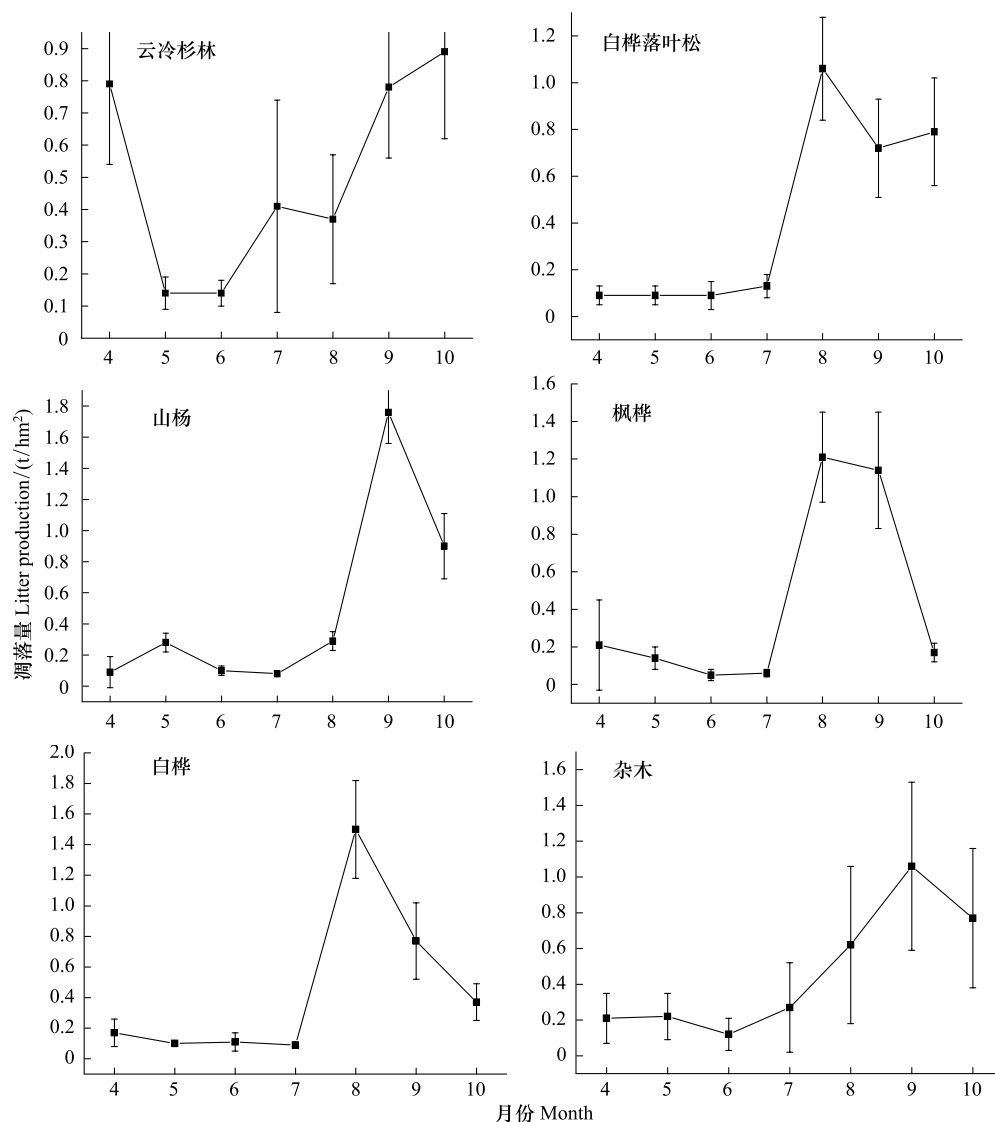


图1 小兴安岭10种群落类型凋落量月动态

Fig.1 Monthly variation of litter fall production for ten community types in Xiaoxing'an Mountain

27.6%和51%,其次是小枝和杂物各占总量的9.2%、6.4%,此群落中阔叶所占比重较大。椴树红松林和蒙古栎红松林针叶、阔叶各占总凋落量的49.6%、12.2%和50%、16.2%,花果次之,小枝再次之,这两种群落中针叶比重最大。常绿针叶林中云冷杉红松林和云冷杉林针叶所占比例分别为63.6%和62.9%,其余依次为阔叶(10.3%、15.4%),枝(8.9%、8%),杂物(8%、6.3%),花(6.3%、3.4%)等。落叶阔叶林的凋落物中阔叶的凋落量最高,山杨、枫桦、白桦林的阔叶分别占年凋落量的82%、82.4%和82.3%,小枝分别为总凋落量的9.4%、7.7%、8.3%,而其他组分较少。针阔混交次生林中的白桦落叶松林,其针叶和阔叶比例分别占总量的28%和60.4%,杂木林作为小兴安岭分布较广的群落类型,树种组成复杂,针阔叶所占比例分别为43.9%和37.6%(表3)。

4 讨论与结论

4.1 各群落类型年凋落量差异

森林凋落物是养分循环和碳流动中的重要环节,凋落物产量能够反映森林群落的生态功能,对森林生态恢复和更新有重要作用^[14]。本文研究表明四种原始红松林凋落量高于天然次生林,并且2009和2010两年内凋落物产量变化小(表2),与李雪峰在小兴安岭凉水自然保护区测得凋落物年均凋落量阔叶红松林>白桦

表 3 10 种群落类型凋落物组分产量

Table 3 Productions of different litter components in 2010

群落类型 Community type	组分 component production/(g/m ²) (占总凋落量百分比 Data in braces in percentages/%)						
	针叶 Needles	阔叶 Broadleaves	杂物 Sundries	枝 Branches	皮 Barks	花 Flowers	果 Fruits
枫桦红松林	92.97(27.6)	171.38(51)	21.41(6.4)	30.79(9.2)	1.90(0.6)	16.32(4.8)	1.41(0.4)
椴树红松林	205.08(49.6)	50.41(12.2)	24.17(5.8)	27.62(6.7)	8.25(2.0)	44.44(10.7)	53.92(13.0)
蒙古栎红松林	185.32(50)	60.05(16.2)	14.28(3.8)	31.64(8.5)	18.75(5.1)	36.48(9.8)	24.51(6.6)
云冷杉红松林	233.93(63.6)	37.96(10.3)	29.36(8.0)	32.62(8.9)	5.31(1.4)	23.06(6.3)	5.85(1.6)
云冷杉林	222.13(62.9)	54.57(15.4)	22.22(6.3)	28.21(8.0)	2.87(0.8)	12.00(3.4)	11.41(3.2)
山杨次生林	5.46(1.6)	286.05(82.0)	17.26(4.9)	32.63(9.4)	0.39(0.1)	6.37(1.8)	0.64(0.2)
枫桦次生林	5.72(2.0)	239.73(82.4)	11.66(4.0)	22.51(7.7)	4.97(1.7)	4.88(1.7)	1.56(0.5)
白桦落叶松林	83.38(28.0)	182.24(60.4)	12.05(4.0)	16.91(5.7)	1.27(0.4)	0.18(0.1)	4.17(1.4)
白桦次生林	7.54(2.3)	261.72(82.3)	15.26(4.8)	26.45(8.3)	0.35(0.1)	5.83(1.8)	1.81(0.6)
杂木次生林	143.37(43.9)	122.97(37.6)	18.84(5.8)	30.31(9.3)	1.53(0.5)	2.50(0.8)	7.33(2.2)

林>落叶松林相一致^[9]。一般来说针阔混交林要比单一林型的凋落量和养分归还量高^[15],并且阔叶红松林的净初级生产力高于常绿针叶林和落叶阔叶林^[16-17],相应的其凋落物产量也最高。原始红松林作为小兴安岭典型地带植被和森林生态系统的顶级群落^[18],其群落结构稳定性较高,受外部因素干扰性小。本文研究的3种阔叶红松林中,椴树红松林凋落量显著大于蒙古栎红松林和枫桦红松林,这与群落主要特征有关,椴树红松林中红松的胸径较大(表1),而凋落物总量又与林分平均胸径成正相关($P<0.05$),说明林分平均胸径对凋落物产量有一定影响(表4)。而从生境上看,该林分处于缓坡中下腹,土层较厚,且排水良好,是红松生长的最适宜生境,这也是该林分分布在其上部的枫桦红松林和陡坡上部的蒙古栎红松林的生产力大的主要原因。因此在气候因素相同的条件下,群落类型也会影响凋落物产量,这与群落结构特征和具体生境有关。以往研究表明凋落物总量主要受年均温和森林类型的影响^[9,11-19],本文通过实验得出三种阔叶红松林的凋落物产量也受种类组成和生境差异的影响。张新平等对长白山云冷杉林的研究发现其年均凋落量为 $2.472\text{t}/\text{hm}^2$ ^[11],远小于本研究中的云冷杉林,这主要受地理条件和气候条件影响,使同一林型在不同地点凋落量有明显差异,因为长白山自然保护区云冷杉林海拔在1100—1800m^[20],高于阔叶红松林分,环境条件比较严酷,寒冷,因此凋落量较小。本研究中的山杨次生林的凋落量低于帽儿山($4.27\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)^[13],这主要是由于受纬度影响,两地年均温相差约3℃,进而影响凋落物产量^[9]。这结果符合凋落物产量随海拔和纬度的升高而下降的规律。本文中90a林龄的白桦天然次生林年均凋落量高于40a林龄的白桦落叶松林,说明林龄也可能是影响凋落量的一个原因^[21]。

表 4 凋落物总量及各组分与群落结构指标的相关系数

Table 4 Correlation between litter production, litter components and community structure

群落结构特征 Community structure	凋落物总量 Litter production	针叶 Needles	阔叶 Broadleaves	杂物 Sundries	枝 Branches	皮 Barks	花 Flowers	果 Fruits
平均树高 Mean DBH	0.46	0.17	-0.20	0.18	0.02	-0.10	0.40	0.36
平均胸径 Mean tree height	0.76 *	0.34	-0.39	0.46	-0.11	0.30	0.74 *	0.64 *
立木密度 Density	-0.78 **	-0.51	0.56	-0.64 *	0.08	-0.34	0.77 **	-0.56
郁闭度 Canopy closure	0.24	-0.05	0.09	-0.05	0.65 *	-0.19	0.16	0.05

* $P<0.05$ 相关性显著; ** $P<0.01$ 相关性极显著

综上所述本文中10种群落类型的年凋落总量符合Bray统计的全球温带年凋落量 $3.1\text{—}4.9\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 的研究结果^[22]。小兴安岭地区凋落物总量除了温度、地理条件、森林类型的影响^[9,11,23],还受NPP值、群落类型、林龄^[21]、树种生物学特性、群落结构组成等因素的影响。

4.2 各群落类型凋落量动态差异

本文中10种群落类型凋落物凋落动态分为2个不同类型:单峰型和双峰型。针阔混交林类型和阔叶次

生林类型为单峰型,针阔混交林高峰期在 9 月份,但是在春季(4、5 月份)也出现一个小峰值;阔叶次生林高峰期在 8 月份和 10 月份,主要是秋季落叶,这是因为在秋季生长停止后,随着气温降低,为减少养分和水分的消耗,形成大量生理性落叶^[10],同一凋落模式的群落,由于群落组成不同其凋落高峰期也存在差异,白桦、枫桦 8 月份凋落量最高,山杨的凋落峰值则在 9—10 月份最高。因为枫桦和白桦的叶比山杨叶脱落早,这是由树种叶的物候性和耐受性决定的,枫桦和山杨叶的耐低温性不如山杨,这也体现了树种间物候性的不同^[24]。针阔混交次生林和常绿针叶林为双峰型,白桦落叶松高峰分别在 8 月和 10 月,这是因为白桦叶片在 8 月就大量凋落,而落叶松针叶凋落峰值在 10 月份。云冷杉红松林和云冷杉林高峰期分别在 9 月份和 4 月份。第 2 个高峰均在 4 月原因是由于该地区 11 月份已进入冬季以后下雪后山路已封,不能每月收集凋落物,所以翌年 4 月份的凋落物实际上是 11—4 月份共 6 个月的,但也可看出,针叶林冬季凋落量远高于针阔混交林和次生林,而这期间主要的凋落物成分为针叶、枝和杂物,即在环境条件基本相同条件下,由于小兴安岭冬季风雪较大,导致常绿针叶林大量针叶枝的大量脱落。而 4、5 月份由于气温回升,树种发出新叶,老叶缺乏养分而脱落,出现短暂集中的换叶期,形成了凋落的第 2 次高峰^[25]。

本文凋落物研究的季节动态与以往研究的结果相似,常绿森林的凋落量季节动态模式是双峰型,而阔叶落叶林其凋落模式一般是单峰型^[26]。因此通过研究可知凋落物的季节动态受气候条件和树种组成生物特性的影响^[27],不同生物特性的树种,因为对环境条件的耐受性不同,也会影响凋落模式。

4.3 各群落凋落物组成差异

10 种群落中落叶占总凋落量的比例最大,叶片是进行光合作用,为树木生长制造养分的主要器官,而叶的凋落量受温度限制明显^[11],因此秋季温度降低后针叶和阔叶大量凋落。原始红松林和云冷杉林的凋落物组分中除了针叶外,枝和花、果占主要部分,主要树种红松、云杉、冷杉生长季产生大量花序,而秋季球果脱落,使该组分所占总凋落量的比例增加。可见常绿针叶林用于繁殖的器官资源分配较大。值得指出的是,产量最大的红松的球果基本没有包括在凋落物中。因为每年秋季红松球果均被人工采摘。阔叶树种的养分主要用于营养器官的生长,所以山杨、枫桦、白桦落叶占 80% 以上,而花果等繁殖器官比例极小,这是由于白桦、枫桦种子质量轻。枯落枝的比例较大,因为北方冬季寒冷易受风雪侵袭,枝条进行大量的代谢脱落,能够减少树木蒸腾、保存养分^[28]。针、阔叶树种存在较大的生理生态学特性差异造成生长分配策略有着较大不同,如用于光合的叶片、用于防御的枝条、用于繁殖的花果之间的比例不同^[11,29]。3 种阔叶红松林凋落叶中针阔叶所占比例不同,椴树红松林和蒙古栎红松林针叶比例大于阔叶,枫桦红松林中阔叶比例高于针叶,这主要与群落中针叶树和阔叶树的组成比例不同有关,枫桦红松林中枫桦占 64% (表 1),而其他 2 个群落中阔叶树种只占 21% 和 30%。因此不同群落类型的凋落物各组分不仅受树种的生物学特性影响还受群落结构组成影响。

总之,小兴安岭原始阔叶红松林比天然次生林的年均凋落量大,群落结构稳定,能更好地进行养分归还,因此保护原始红松林,促进天然次生林向顶级阔叶红松林群落的演替,对提高整个森林生态系统的碳汇能力和生态恢复有深远意义。

References:

- [1] Zhou Y R, Yu Z L, Zhao S D. Carbon storage and budget of major Chinese forest types. *Acta Phytocologica Sinica*, 2000, 24(5):518-522.
- [2] Wang X K, Feng Z W, Oyang Z Y. Vegetation carbon storage and density of forest ecosystems in China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, 12(1):13-16.
- [3] Liu G H, Fu B J, Fang J Y. Carbon dynamics of Chinese forests and its contribution to global carbon balance. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(5):733-740.
- [4] Wang S L. *Litter ecology*, Beijing: Science Press, 2010, 1(3):14-15.
- [5] Peng S L, Liu Q. The dynamic of forest litter and its responses to global warming. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(9):1534-1544.
- [6] Guo W, Zhang J, Huang Y M, Liu X, Wang W, Xue L. Research progress on ecological function of forest litter. *Journal of Anhui Agri. Sci.* 2009, 37(5):1984-1987.
- [7] Pan K W, He J, Wu N. Effect of forest litter on microenvironment conditions of forestland. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(1):

153-158.

- [8] Zhu J Z, Liu J J, Zhu Q, Wu Q X. Hydro-ecological functions of forest litter layers. Journal of Beijing Forestry University, 2002, 24(5/6):30-34.
- [9] Li X F, Han S J, Li Y W, Hou B Z, Li X L. Litter fall in main forest ecosystems of Northeast China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(5):783-788.
- [10] Yuan Z Q, Li B H, Bai X J, Lin F, Shi S, Ye J, Wang X G, Hao Z Q. Composition and seasonal dynamics of litterfalls in a broad-leaved Korean pine (*Pinus koraiensis*) mixed forest in Changbai Mountains, Northeast China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2010, 21(9):2171-2178.
- [11] Zhang X P, Wang X P, Zhu B, Zong Z J, Peng C H, Fang J Y. Litter fall production in relation to environmental factors in northeast China's forests. Journal of Plant Ecology, 2008, 32(5):1031-1040.
- [12] Liu C Z, Li J W, Pan G L, Li C R. Litter production and dynamics in broadleaved-Korean pine forests in Xiaoxing'an Mountains. Chinese Journal of Ecology, 1993, 12(6):29-33.
- [13] Zhang D L, Mao Z J, Zhu S Y, Zhou B. Litter Falls of 6 major forest stands in Maoershan Mountain of Heilongjiang Province[J]. Bulletin of Botanical Research, 2008, 28(1):104-108.
- [14] Zhou G, Guan L, Zhang D, Zhang Q, Yan J, Wen D, Liu J, Huang Z, Kong G, Mo J, Yu Q. Litterfall production along successional and altitudinal gradients of subtropical monsoon evergreen broadleaved forests in Guangdong, China. Plant Ecology, 2007, 188:77-89.
- [15] Qingkui Wang, Silong Wang, Yu Huang. Comparisons of litterfall, litter decomposition and nutrient return in a monoculture *Cunninghamia lanceolata* and a mixed stand in southern China. Forest Ecology and Management, 2008, 255:1210-1218.
- [16] Clark D A, Brown S, Kicklighter D W, Chambers J Q, Thomlinson J R, Ni J, Holland E A. Net primary production in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. Ecological Applications, 2001, 11(2):371-384.
- [17] Piao S L, Fang J Y, Guo Q H. Terrestrial net primary production and its spatio-temporal patterns in China during 1982-1999. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2001, 37(4):563-568.
- [18] Chen J L, Jin G Z, Zhao F X. Litter decomposition and nutrient dynamics at different succession stages of typical mixed broadleaved-Korean pine forest in Xiaoxing'an Mountains. Chinese Journal of Applied Ecology, 2010, 21(9):2209-2216.
- [19] Zhang D Q, Ye W H, Yu Q F, Kong G H, Zhang Y C. The litterfall of representative forests of successional series in Dinghushan, Acta Ecologica Sinica, 2000, 20(6):938-944.
- [20] Zheng J P, Guo Z L, Xu C Y, Fan C N. Seasonal dynamics of litter accumulation in major forest communities on the northern slope of Changbai Mountain Northeast China. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(15):4299-4307.
- [21] Ning X B, Xiang W H, Wang G J, Fang X, Yan W D, Deng X W. Litterfall production and dynamic for twenty years of a successive replanting *Cunninghamia lanceolata* plantation at Huitong, Hunan. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(9):5122-5129.
- [22] Bray J R, Gorham E. Litter production in forests of the world. Advances in Ecological Research, 1964, 2:101-157.
- [23] Deborah L. Regional-scale variation in litter production and seasonality in tropical dry forests of southern Mexico. Biotropica, 2005, 37(4):561-570.
- [24] Binkley D, Dunkin KA, Bell D, Ryan M G. Production and nutrient cycling in mixed plantations of *Eucalyptus* and *Albizia* in Hawaii. Forest Science, 1992, 38(2):393-408.
- [25] Wang J L, Tao Y, Lu ZW. Study on the characteristic of litterfall of *Picea likiangensis* var. *linzhiensis* forest in Tibet. Acta Phytocologica Sinica, 1998, 22(6):566-570.
- [26] Wang F Y. Review on the study of the forest litter fall. Advance in Ecology, 1989, 6(2):82-89.
- [27] Liu Y, Han S J, Lin L. Dynamic characteristics of litter falls in four forest types of Changbai Mountains, China. Chinese Journal of Ecology, 2009, 28(1):7-11.
- [28] Wei L M, Yu D L, Chen Z R. Study on the dynamic variation of litter falls in Maolan Karst forest. Journal of Nanjing Forestry University(Natural Science Edition), 2009, 33(3):32-34.
- [29] Liu S X, Li W P. Botany. Beijing: Science Press, 2007.

参考文献:

- [1] 周玉荣,于振良,赵士洞.我国主要森林生态系统碳贮量和碳平衡.植物生态学报,2000,24(5):518-522.
- [2] 王效科,冯宗炜,欧阳志云.中国森林生态系统的植物碳储量和碳密度研究.应用生态学报,2001,12(1):13-16.
- [3] 刘国华,傅伯杰,方精云.中国森林碳动态及其对全球碳平衡的贡献.生态学报,2000,20(5):733-740.
- [4] 汪思龙.森林残落物生态学.北京:科学出版社,2010:14-15.
- [5] 彭少麟,刘强.森林凋落物动态及其对全球变暖的响应.生态学报,2002,22(9):1534-1544.
- [6] 郭伟,张健,黄玉梅,刘旭,王伟,薛林.森林凋落物生态功能研究进展.安徽农业科学.2009,37(5):1984-1987.

- [7] 潘开文,何静,吴宁,吴钦孝. 森林凋落物对林地微生境的影响. 应用生态学报,2004,15(1):153-158.
- [8] 朱金兆,刘建军,朱清科. 森林凋落物层水文生态功能研究. 北京林业大学学报. 2002,24(5/6):30-34.
- [9] 李雪峰,韩士杰,李玉文,侯炳柱,李雪莲. 东北地区主要森林生态系统凋落量的比较. 应用生态学报,2005,16(5):783-788.
- [10] 原作强,李步杭,蔺菲,师帅,叶吉,王绪高,郝占庆. 长白山阔叶红松林凋落物组成及其季节动态. 应用生态学报,2010,21(9):2171-2178.
- [11] 张新平,王襄平,朱彪,宗占江,彭长辉,方精云. 我国东北主要森林类型的凋落物产量及其影响因素. 植物生态学报,2008,32(5):1031-1040.
- [12] 刘传照,李景文,潘桂兰,李传荣. 小兴安岭阔叶红松林凋落物产量及动态的研究. 生态学杂志,1993,12(6):29-33.
- [13] 张东来,毛子军,朱胜英,周彪. 黑龙江省帽儿山林区 6 种主要林分类型凋落物研究. 植物研究,2008,28(1):104-108.
- [17] 朴世龙,方精云,郭庆华. 1982—1999 年我国植被净第一性生产力及其时空变化. 北京大学学报:自然科学版,2001,37(4):564-568.
- [18] 陈金玲,金光泽,赵凤霞. 小兴安岭典型阔叶红松林不同演替阶段凋落物分解及养分变化. 应用生态学报,2010,21(9):2209-2216.
- [19] 张德强,叶万辉,余清发,孔国辉,张佑倡. 鼎湖山演替系列中代表性森林凋落物研究. 生态学报,2000,20(6):938-944.
- [20] 郑金萍,郭忠玲,徐程扬,范春楠. 长白山北坡主要森林群落凋落物现存量月动态. 生态学报,2011,31(15):4299-4307.
- [21] 宁晓波,项文化,王光军,方晰,闫文德,邓湘雯. 湖南会同连作杉木林凋落物量 20 年动态特征. 生态学报,2009,29(9):5122-5129.
- [25] 王建林,陶渊,吕振武. 西藏林芝云杉林凋落物的特征研究. 植物生态学报,1998,22(6):566-570.
- [36] 王凤友. 森林凋落量研究综述. 生态学进展,1989,6(2):82-89.
- [27] 刘颖,韩士杰,林鹿. 长白山四种森林类型凋落物动态特征. 生态学杂志,2009,28(1):7-11.
- [28] 魏鲁明,余登利,陈正仁. 茂兰喀斯特森林凋落物量的动态研究. 南京林业大报(自然科学版),2009,33(3):32-34.
- [29] 刘胜祥,黎维平. 植物学. 北京:科学出版社,2007.

中国生态学会 2013 年学术年会征稿通知

中国生态学会 2013 年学术年会将在《生态学报》刊出专辑,现特征集专辑投稿。此次年会征稿不收取审稿费,经审查采用的稿件于 2013 年 9 月刊出。为不造成遗漏,请作者投稿时一定选择投稿栏目(专辑:中国生态学会 2013 年学术年会),具体写作格式详见《生态学报》投稿须知。望广大作者互相转告,踊跃投稿,谢谢!

投稿截止日期为 2013 年 6 月 10 日

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 6 March, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Review and Monograph

- Forest health studies based on remote sensing: a review GAO Guanglei, XIN Zhongbao, DING Guodong, et al (1675)
- Progress of agent-based agricultural land change modeling: a review YU Qiangyi, WU Wenbin, YANG Peng, et al (1690)

Autecology & Fundamentals

- Dynamic distribution of *Nemopilema nomurai* in inshore waters of the northern Liaodong Bay, Bohai Sea WANG Bin, QIN Yubo, DONG Jing, et al (1701)
- Full length cDNA cloning and tissue expression of prophenoloxidase from *Oratosquilla oratoria* LIU Haiying, LIU Lianwei, JIANG Yusheng, et al (1713)
- Morphometrics investigation of the skulls, mandibles and molar in *Tupaia belangeri* from Yunnan, Guizhou, Guangxi ZHU Wanlong, JIA Ting, HUANG Chunmei, et al (1721)
- Effects of litter thickness on leaf litter decomposition and enzyme activity of three trees in the subtropical forests JI Xiaoyan, JIANG Hong, HONG Jianghua, et al (1731)
- The photosynthetic carbon fixation characteristics of common tree species in northern Zhejiang ZHANG Jiao, SHI Yongjun, ZHU Yueqing, et al (1740)
- Diurnal changes in the photosynthetic characteristics of two high yield and high quality grasses during different stages of growth and their response to changes in light intensity GUO Chunyan, LI Jinchuan, YUE Jianying, et al (1751)
- Evaluation technology on drought disaster to yields of winter wheat based on WOFOST crop growth model ZHANG Jianping, ZHAO Yanxia, WANG Chunyi, et al (1762)
- Genetic diversity of *Conocephalus maculatus* of different geographic populations based on mitochondrial DNA control region analysis ZHOU Zhijun, SHANG Na, LIU Jing, et al (1770)
- Relationships among female body size, clutch size, and egg size in captive *Deinagkistrodon acutus* HU Minghang, TAN Qunying, YANG Daode (1778)
- The field control of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) with parasitoid and sterile male ZHENG Sining, HUANG Juchang, YE Guanglu, et al (1784)
- Allelopathic effects of artemisinin on ectomycorrhizal fungi LI Qian, YUAN Ling, WANG Mingxia, et al (1791)

Population, Community and Ecosystem

- Establishment of integrated methodology for bay ecosystem health assessment and its application in Daya Bay LI Chunhou, LIN Lin, XU Shannan, et al (1798)
- The influence of upwelling and water mass on the ecological group distribution of zooplankton in Zhejiang coastal waters SUN Lufeng, KE Chang, XU Zhaoli, et al (1811)
- Identification of key ecosystem for ecological restoration in semi-arid areas: a case study in Helin County, Inner Mongolia PENG Yu, GAO Ying, FENG Jinzhao, et al (1822)
- The great rainfall effect on soil respiration of *Pinus tabulaeformis* plantation in Taiyue Mountain JIN Guanyi, ZHAO Xiuhai, KANG Fengfeng, et al (1832)
- The litter-fall characteristics and their response to drought stress in the Masson pins forests damaged by acid rain at Chongqing, China WANG Yihao, WANG Yanhui, YU Pengtao, et al (1842)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Thermal environment effect of urban water landscape YUE Wenzhe, XU Lihua (1852)
- Landscape ecological security pattern associated with the introduction of exotic tree species *Eucalyptus* ZHAO Xiaoqing, HE Chunlan (1860)
- Ecological balance between supply and demand in Chongqing City based on cultivated land ecological footprint method SHI Kaifang, DIAO Chengtai, SUN Xiufeng, et al (1872)
- Effect of elevated CO₂ on methanotrophs in the rhizosphere of rice plant YAN Chen, XU Jing, ZHONG Wenhui, et al (1881)

Resource and Industrial Ecology

- The seawater environment quality evaluation research base on variable fuzzy pattern recognition model KE Lina, WANG Quanming, SUN Xinguo, et al (1889)
- An *in situ* study on biodeposition of ascidian (*Styela plicata*) in a subtropical aquaculture bay, southern China YAN Jiaguo, QI Zhanhui, TIAN Ziyang, et al (1900)
- Distribution of soil NPK nutrient content in deep soil profile of typical apple orchards on the Loess Plateau ZHANG Lina, LI Jun, FAN Peng, et al (1907)
- Soil respiration and its responses to soil moisture and temperature under different tillage systems in dryland maize fields ZHANG Dingchen, CAI Dianxiong, DAI Kuai, et al (1916)
- Photosynthetic characteristics of soybean and salvia in an agroforestry system in the Hilly Region, Shangluo, China PENG Xiaobang, ZHANG Shuoxin (1926)
- Regulation of exogenous brassinosteroid on growth and photosynthesis of *Helianthus tuberosus* seedlings and cadmium biological enrichment under cadmium stress GAO Huiling, LIU Jinlong, ZHENG Qingsong, et al (1935)
- Calibration coefficients of Granier original formula based on sap flow of *Platycladus orientalis* LIU Qingxin, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (1944)

Research Notes

- An evaluation index system classifying the conservation value of wetland nature reserves based on AHP SUN Rui, CUI Guofa, LEI Ting, et al (1952)
- Root biomass and its distribution of *Azadirachta indica* and *Acacia auriculiformis* plantations in the Dry-hot Valley GAO Chengjie, TANG Guoyong, LI Kun, et al (1964)
- Physiological response of *Vitex trifolia* to sand burial in the sand coast ... ZHOU Ruilian, WANG Jin, YANG Shuqin, et al (1973)
- Soil fertility under different forest types in the Helan and Liupan Mountain ranges of Ningxia Province JIANG Lin, GENG Zengchao, ZHANG Wen, et al (1982)

Opinions

- Dynamic of litterfall in ten typical community types of Xiaoxing'an Mountain, China HOU Lingling, MAO Zijun, SUN Tao, et al (1994)

《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

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)

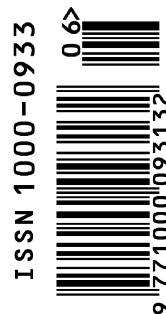
第 33 卷 第 6 期 (2013 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 6 (March, 2013)

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	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 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 90.00 元