

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

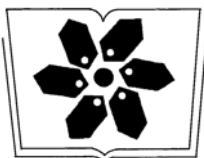
Acta Ecologica Sinica



第34卷 第3期 Vol.34 No.3 **2014**

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 34 卷 第 3 期

2014 年 2 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 灾后生态恢复评价研究进展 刘孝富, 王文杰, 李京, 等 (527)
- 基于生态能量视角的我国小水电可持续性分析 庞明月, 张力小, 王长波 (537)

个体与基础生态

- 北部湾北部海域夏季微型浮游动物对浮游植物的摄食压力 马璐, 曹文清, 张文静, 等 (546)
- 鲢鱼和胡子鲶的两性异形与雌性个体生育力 樊晓丽, 林植华, 丁先龙, 等 (555)
- 环境温度对白头鹇代谢产热和蒸发失水的影响 林琳, 曹梦婷, 胡益林, 等 (564)
- 灌溉对沙拐枣幼苗生长及氮素利用的影响 黄彩变, 曾凡江, 雷加强, 等 (572)
- PAHs 污染土壤植物修复对酶活性的影响 朱凡, 洪湘琦, 闫文德, 等 (581)
- 基于修正 RISKE 模型的重庆岩溶地区地下水脆弱性评价 魏兴萍, 蒲俊兵, 赵纯勇 (589)
- 排水沟蓄水条件下农田与排水沟水盐监测 潘延鑫, 罗纨, 贾忠华, 等 (597)

种群、群落和生态系统

- 高寒退化草地不同海拔梯度狼毒种群分布格局及空间关联性 高福元, 赵成章, 卓马兰草 (605)
- 捕食者对空心莲子草叶甲种群的生物胁迫 刘雨芳, 李菲, 桂芳艳, 等 (613)
- 夏、冬季南海北部浮游植物群落特征 马威, 孙军 (621)
- 磨盘山天然次生林凋落物数量及动态 范春楠, 郭忠玲, 郑金萍, 等 (633)
- 持续干旱对樱桃根际土壤细菌数量及结构多样性影响 刘方春, 邢尚军, 马海林, 等 (642)
- 随机森林算法基本思想及其在生态学中的应用——以云南松分布模拟为例 张雷, 王琳琳, 张旭东, 等 (650)
- 基于水文平衡的湿地退化驱动因子定量研究 侯鹏, 申文明, 王桥, 等 (660)
- 华北低丘山地人工林蒸散的控制因子 黄辉, 孟平, 张劲松, 等 (667)
- 新疆天山高寒草原不同放牧管理下的 CO_2 , CH_4 和 N_2O 通量特征 贺桂香, 李凯辉, 宋韦, 等 (674)

景观、区域和全球生态

- 宁夏生态足迹影响因子的偏最小二乘回归分析 马明德, 马学娟, 谢应忠, 等 (682)
- 引黄灌区土壤有机碳密度剖面特征及固碳速率 董林林, 杨浩, 于东升, 等 (690)
- 自养微生物同化 CO_2 的分子生态研究及同化碳在土壤中的转化 吴小红, 简燕, 陈晓娟, 等 (701)

资源与产业生态

- 基于能值分析法的矿区循环经济系统生态效率分析 孙玉峰, 郭全营 (710)

基于 AD-AS 模型的海岸带生态系统综合承载力评估——以舟山海岸带为例 苏盼盼,叶属峰,过仲阳,等 (718)

城乡与社会生态

基于增强回归树和 Logistic 回归的城市扩展驱动力分析 李春林,刘 淼,胡远满,等 (727)

研究简报

陕西省不同生态区大气氮素干湿沉降的时空变异 梁 婷,同延安,林 文,等 (738)

不同覆盖方式对旱地果园水热特征的影响 刘小勇,李红旭,李建明,等 (746)

长白山苔原带土壤动物群落结构及多样性..... 王振海,殷秀琴,蒋云峰 (755)

最大可允许填海面积模拟——厦门西海域案例研究 林琛琛,饶欢欢,刘 岩,等 (766)

学术信息与动态

2013 年水文土壤学与自然资源可持续利用国际学术研讨会述评 张 骁,赵文武 (774)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 252 * zh * P * ￥90.00 * 1510 * 29 * 2014-02



封面图说: 云南松树冠——云南松为松科松属裸子植物,多生长在海拔 1000—3500m 的高山,喜光、耐干旱、耐瘠薄,适应酸性的红壤、黄壤,在其他树种不能生长的贫瘠石砾地或冲刷严重的荒山坡分布,易于天然更新。主要分布于四川西南部、云南、西藏东南部、贵州西部、广西西部,常形成大面积纯林,尤以云南分布最广,故有云南松之称。云南松树高可达 30m,胸径达 1m,树皮呈灰褐色,叶通常 3 针一束,鲜有两针,球果圆锥状卵圆形,种子近卵圆形或倒卵形。树干通直,木质轻软细密,是优质造纸、人造板原料,富含松脂是云南松的重要特点之一。

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/stxb201211021523

范春楠, 郭忠玲, 郑金萍, 李兵, 杨保国, 岳龙, 于洪波. 磨盘山天然次生林凋落物数量及动态. 生态学报, 2014, 34(3): 633-641.

Fan C N, Guo Z L, Zheng J P, Li B, Yang B G, Yue L, Yu H B. The amount and dynamics of litterfall in the natural secondary forest in Mopan Mountain. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(3): 633-641.

磨盘山天然次生林凋落物数量及动态

范春楠^{1,2}, 郭忠玲^{2,*}, 郑金萍², 李 兵², 杨保国², 岳 龙², 于洪波³

(1. 东北林业大学林学院, 哈尔滨 150040; 2. 北华大学林学院, 吉林 132013; 3. 白河林业局, 吉林 133600)

摘要:以磨盘山 5.76hm²天然次生林群落固定监测样地为平台, 均匀布设 144 个凋落物收集器, 于 2006 年每月末(4—11 月)连续收集其凋落物, 用以分析群落尺度上的凋落物产量、组成及时空变化。结果表明, 天然次生林年凋落量为 3039.6 kg/hm², 以凋落叶(2499.2 kg/hm²)所占的比例最大, 占年凋落量的 82.22%, 而凋落枝仅占年凋落量的 9.92%, 花果皮等所占比例更小, 占总量的 5% 以下。1a 内, 凋落物收集器内共收集到 42 种树木的凋落叶, 占样地内树种总数(46 种)的 91.30%, 其中花曲柳(*Fraxinus rhynchophylla*)、核桃楸(*Juglans mandshurica*)和蒙古栎(*Quercus mongolica*)3 个树种的凋落叶占落叶总量的 82.97%, 为叶凋落量的主要来源。不同收集器之间凋落量存在较大差异, 99 个收集器的年凋落量在 200—400 g, 2 个收集器超过 600 g; 单个收集器全年最多可收集到 19 种树种的凋落叶, 收集到凋落叶种数 12 种的收集器最多(29 个)。凋落量月动态呈单峰型, 69.78% 的凋落量产生于 9—10 月份, 叶凋落量月动态与凋落总量变化相同。落叶以秋季为主, 但树种间叶凋落节律存在差异, 其中核桃楸叶的凋落高峰集中在 8—9 月, 花曲柳和春榆(*Ulmus japonica*)集中在 9—10 月, 色木槭(*Acer mono*)为 10 月, 蒙古栎叶为 10—11 月。

关键词:凋落物; 凋落量; 动态; 天然次生林

The amount and dynamics of litterfall in the natural secondary forest in Mopan Mountain

FAN Chunnan^{1,2}, GUO Zhongling^{2,*}, ZHENG Jinping², LI Bing², YANG Baoguo², YUE Long², YU Hongbo³

1 Forestry College of Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

2 Forestry College of Beihua University, Jilin 132013, China

3 Baihe Forestry Bureau of Jilin Province, Jilin 133600, China

Abstract: This study investigated the composition and spatiotemporal dynamics of litterfall at the community scale, on the basis of 144 square traps distributed uniformly in a 5.76 hm² permanent plot located in the deciduous broad-leaved forest of Mopan Mountain. The litterfall samples were collected monthly from April to November in 2006. The results showed that the annual litter production was 3039.6 kg/hm². The proportion of leaves (2499.2 kg/hm²) was 82.22%, and that of branches was 9.92%. The combination of flowers, fruits and barks was less than 5%. The leaf litters were from 42 tree species, accounting for 91.30% of the total number (46) of the tree species in the plot. The main sources of leaf litterfall were *Fraxinus rhynchophylla*, *Juglans mandshurica* and *Quercus mongolica*, accounting for 82.97% of the overall amount. The litterfall exhibited evident spatial heterogeneity, with 200—400g litters in 99 traps and >600g litters in 2 traps. Some traps collected as many as 19 species, but most (29 traps) did only 12 species. A single-peaked curve described the dynamic of monthly litterfall, and 69.78% of litterfall occurred in September and October. Leaf litterfall peaked in autumn and

基金项目:科技部支撑课题资助项目(2011BAD37B0102);中国科学院战略性先导科技专项资助项目(XDA05050201);国家自然科学基金资助项目(30770369)

收稿日期:2012-11-02; 修订日期:2013-03-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: gzl65@163.com

exhibited the same temporal trend as the overall litterfall. However, different species peaked in a different manner, with *Juglans mandshurica* at August and September, *Ulmus japonica* at September and October, *Acer mono* at October, and *Quercus mongolica* at October and November, respectively.

Key Words: litter; litterfall; dynamics; natural secondary forest

森林凋落物(也称枯落物)是森林生态系统内植物生长发育过程中通过新陈代谢并归还到林地表面的产物^[1-2],作为分解者的物质和能量来源,在维持土壤肥力和生态系统正常物质循环、养分平衡等方面起着重要作用^[3],特别是作为森林生态系统碳库的重要组成部分,在森林生态系统碳存储和碳转移中发挥着重要作用,有关凋落物及其动态的研究已成为全球变化相关研究的重要内容之一^[4-5]。森林凋落量是单位面积单位时间上林地所有凋落物的总量,它能间接反映森林生态系统的初级生产力水平,体现森林生态系统的功能^[6],凋落量的变化受物种遗传特性、森林发育节律和气候因素的影响,如温度、降水和风等气候因素的季节变化和年际变化常常造成凋落量的波动^[7-8]。因此研究森林凋落物产量、动态及凋落节律变化对深入了解森林生态系统养分循环特别是碳循环过程具有重要意义。

东北地区森林是东亚地区的一个重要碳库^[9],其碳储量占我国的 40% 左右^[10]。作为东北林区主要组成部分的长白山林区,原分布着广袤的地带性森林群落—阔叶红松林,但由于多年来受大规模的人为干扰和采伐利用影响,现已形成了大面积的次生林^[11]。有关次生林的研究多集中在群落结构、功能以及在森林生态系统中所起的作用方面^[11-17],而对森林物质循环过程中凋落量^[18-19]的研究则相对较少,特别是在长白山区,以往研究主要集中在原始红松阔叶林^[20-21]内,且对凋落物组成分类较为简单,布设的凋落物收集器数量相对较少,收集器尺寸也较小等,而对天然次生林凋落量及其动态的研究方面则鲜有报道^[22-23]。本研究利用磨盘山 2005 年建立的 5.76 hm²天然次生落叶阔叶林永久性样地,基于样地内 144 个 1m²凋落物收集器收集的 4—11 月凋落物数据,研究天然次生林凋落物产量、组成及其时空动态变化规律,特别对不同树种凋落量差异进行了分析,其结果可为准确探讨长白山区天然次生林碳循环过程等提供基础资料。

1 研究区域和研究方法

1.1 研究区概况

研究地点位于吉林省吉林市丰满区前二道乡王相村境内的磨盘山。该区属北温带大陆季风气候,夏季温热多雨,冬季寒冷漫长,年平均气温 4.5℃,1 月平均气温 -17.9℃,极端低温 -40.2℃。7 月平均气温 22.9℃,极端高温 33.6℃。平均降水量为 668mm,相对湿度为 70%。无霜期 130d 左右。

本区植被属长白山植物区系,研究林分为次生落叶阔叶林,平均胸径为 12.26 cm(按 $D_{1.3} \geq 6\text{cm}$ 进行统计),密度 1008 株/hm²,郁闭度 0.65。乔木树种以花曲柳(*Fraxinus rhynchophylla*)为主,占样地树种总株数的 53.86%,其次为核桃楸(*Juglans mandshurica*)和蒙古栎(*Quercus mongolica*)等(表 1)。主要灌木种类有卫矛(*Euonymus alatus*)、山楂叶悬钩子(*Rubus crataegifolus*)等;草本植物以丝引苔草(*Carex remotiuscula*)、连钱草(*Glechoma hederacea*)等为主。样地内地势相对平缓,平均坡度 14.5°,土壤为暗棕壤。

1.2 样地及凋落物收集器的设置

按照 CTFS 森林动态样地操作规范,于 2005 年 8 月利用全站仪在该区域内建立了面积为 240 m×240 m 的次生落叶阔叶林长期固定观测样地,并均匀划分为 20m×20m 的调查样方 144 个。本研究对样地内所有木本植物种类、胸径、树高等指标进行了详细测量并定位,同时统一在每个 20m×20m 调查样方的东北角设置有效收集面积为 1m²的凋落物收集器(底部为孔径为 1mm 的尼龙网)1 个,设置高度距地面 0.5m。

1.3 凋落物收集与分拣

为反映一整年的凋落量,研究于 2005 年 11 月末将凋落物收集器清理干净,并于 2006 年 4—11 月每月末收集凋落物 1 次,共收集 8 次(冬季由于降雪的原因,12 月、1—3 月各月凋落物无法收集,4 月时

一并收集,根据观察,冬季凋落量非常少,因此本次研究基本上反映了该森林群落一整年的凋落状况)。将每次收集的全部凋落物带回实验室后,以每个收集器为单位,按叶(按植物种进行分类)、枝、花、果、

皮、杂物(鸟粪、虫粪和昆虫残体等)等组成类型对凋落物进行仔细分选,分选样品于烘箱内 80℃ 条件下,烘干至恒重后称量并记录。

表 1 主要乔木树种平均胸径($D \geq 6\text{cm}$)、株数及基部盖度

Table 1 Mean diameter at breast height ($D \geq 6\text{cm}$), number and the basal area at breast height

物种 Species	平均胸径 $\bar{D}/\text{cm}$	株数 Number /(株/5.76hm ²)	出现样方数 Number of plots	胸高断面面积和 The basal area at breast height /(m ² /5.76hm ²)	重要值 Important value
花曲柳 <i>Fraxinus rhynchophylla</i>	10.20	2665	122	25.97	34.77
核桃楸 <i>Juglans mandshurica</i>	14.21	707	99	17.39	15.80
蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	17.66	545	100	13.09	15.01
怀槐 <i>Maackia amurensis</i>	12.82	344	80	4.89	8.06
春榆 <i>Ulmus japonica</i>	14.75	194	63	3.88	5.85
黄檗 <i>Phellodendron amurense</i>	12.40	136	46	2.08	3.90
色木槭 <i>Acer mono</i>	15.11	84	33	1.72	2.81
糠椴 <i>Tilia mandshurica</i>	19.63	64	20	2.24	2.32
紫椴 <i>Tilia amurensis</i>	13.70	55	21	0.96	1.74
稠李 <i>Prunus padus</i>	10.64	48	21	0.51	1.49

1.4 数据处理

群落凋落物年凋落量采用 4—11 月收集的凋落量的总和来表示,统计过程均采用 SPSS16.0 软件进行。变异系数采用标准偏差与平均值的比值来表示。由于落叶量明显高于其它各组凋落量,本文将落叶量与凋落物总量的月动态放在一张图中进行比较,而其它组分则单独成图。

2 结果与分析

2.1 凋落量及其组成

天然次生林群落年凋落量为 3039.6 kg/hm²,按叶、枝、花、果、皮及杂物等 6 种成分进行分别汇总,结果发现各组分年凋落量相差极为悬殊(表 2)。其

中落叶量占年总凋落量的比例最大(82.22%),是该森林群落凋落物的主要组成成分,其它成分合计仅占 17.78%,特别是花和皮,仅占总凋落量比例的 0.38%和 0.40%。

凋落叶组成中以花曲柳落叶量(935.88 kg/hm²)所占比例最高(44.39%),核桃楸(525.41 kg/hm²)和蒙古栎(288.02 kg/hm²)次之,三者落叶量之和为落叶总量的 82.97%,是凋落叶的主要来源(表 3)。

经相关分析发现,落叶量与树种平均胸高断面面积之间存在极显著的正相关关系($y_i = 0.1497x_i - 0.0152, R^2 = 0.9604$,式中 y_i 为第 i 种树种的年落叶量, x_i 为该树种平均胸高断面面积)。

表 2 天然次生林年凋落量及组成

Table 2 Amount and component of litterfall in natural secondary forest

组分 Component	数量 Amount/(kg/hm ²)	比例 Proportion/%
叶 Leaf	2499.2±465.3	82.22
枝 Twig	301.6±453.2	9.92
花 Flower	11.6±24.6	0.38
果 Seed	128.2±1.2	4.22
皮 Bark	12.2±20.6	0.40
杂物 Others	86.8±2.6	2.86
总和 Total	3039.6±18.2	100.00

表 3 天然次生林落叶量及组成

Table 3 Amount and component of leaf litterfall in natural secondary forest

组分 Component	叶量 Leaf litterfall/(kg/hm ²)	比例 Proportion/%
花曲柳 <i>Fraxinus rhynchophylla</i>	935.88±235.35	44.39
核桃楸 <i>Juglans mandshurica</i>	525.41±99.98	24.92
蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	288.02±56.12	13.66
春榆 <i>Ulmus japonica</i>	83.24±14.96	3.95
色木槭 <i>Acer mono</i>	60.09±16.75	2.85
紫椴 <i>Tilia amurensis</i>	31.40±6.93	1.49
其它树种 Other species	184.43±33.19	8.75
总和 Total	2108.48±385.82	100.00

2.2 凋落量月动态

群落凋落量月动态变化呈单峰型(图1),8月前凋落量月动态曲线波动不大,随后急剧上升,最大值出现在9月,达1406.70kg/hm²,10月(714.22 kg/hm²)次之,两个月累计凋落量(2120.92 kg/hm²)占全年凋落量的69.78%,凋落量最大值(9月)和最小值(4月19.61 kg/hm²)相差近72倍。

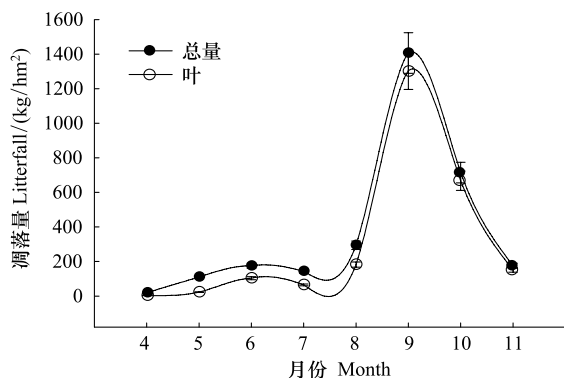


图1 总凋落量和落叶量月动态变化

Fig.1 Month dynamics changes of litterfall and leaf litterfall

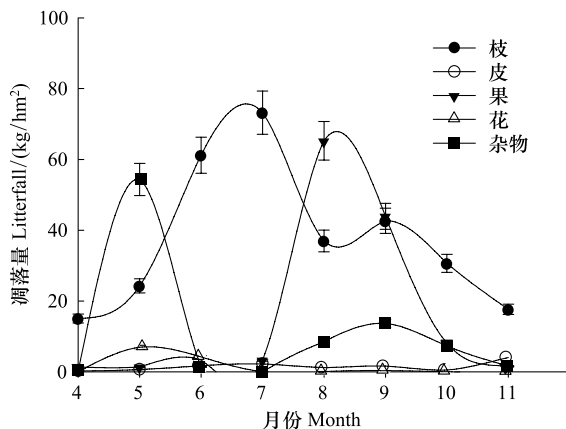


图2 凋落物各组分凋落量月动态变化

Fig.2 Month dynamics changes of every component litterfall

从各组分凋落量月动态看,不同组分凋落量的变化节律有一定差别,其中落叶量月动态变化与总凋落量变化一致(图1),落叶量最高的9月(1304.50kg/hm²)为最低月(2.96kg/hm²)的360倍,9—11月凋落叶收集量约占全年凋落叶收集总量的84.95%,占全年凋落物收集总量的69.84%;落枝在7月份(73.21kg/hm²)出现高峰;落果量最大值(65.25kg/hm²)出现在8月;杂物的最大值(54.33kg/hm²)为5月;落皮和落花量的动态变化各月差异较小,平均分别为1.52 kg/hm²和1.45 kg/hm²(图2)。总体上看,春季(4—5月)凋落物杂类凋落量(花、皮、芽等)>枝>叶;夏季(6—8月)凋落物以枝、叶为主,其次为果;秋季(9—11月)凋落物以凋落叶为主,占总量的80%以上,是全年中凋落量最大的季节。

2.3 主要树种叶凋落节律

对群落内花曲柳、核桃楸、蒙古栎、春榆和色木槭5种树种凋落叶月凋落量的统计结果显示,不同树种叶凋落节律也有一定差别。花曲柳主要集中在9—10月凋落,9月落叶量占全年凋落量的70%,9—10月份合计达95%;核桃楸落叶量7月份开始增多,8—9月为凋落高峰,合计凋落量占全年的78%,7—10月累计占全年的96%以上;春榆叶则集中在9—11月凋落,9月凋落量突增至全年凋落量近37%,10月凋落量占全年的43%,9—11月占全年凋落量近98%;色木槭落叶量10月最大(48.75kg/hm²),占全年叶凋落量的81.36%;蒙古栎叶凋落量9月开始增加,但是比例很小,10月迅速上升,为全年的48.83%,11月占全年的近40%,9—11月占全年凋落量的94%以上(表4)。

表 4 天然次生林 5 种主要树种落叶量动态 (kg/hm²(%)) *

Table 4 Leaf litterfall of five main trees species in natural secondary forest

取样时间(月) Sampling time(Month)	花曲柳 <i>Fraxinus rhynchophylla</i>	核桃楸 <i>Juglans mandshurica</i>	蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	春榆 <i>Ulmus japonica</i>	色木槭 <i>Acer mono</i>
4	0.18±3.08(0.02)	0.31±16.68(0.06)	1.64±9.65(0.53)	0.11±7.93(0.12)	0.09±4.20(0.13)
5	0.11±0.97(0.01)	4.67±32.07(0.84)	2.40±10.27(0.79)	0.44±3.66(0.49)	0.72±5.61(1.12)
6	6.71±13.95(0.69)	11.19±14.69(2.06)	3.94±9.54(1.32)	1.09±5.19(1.25)	0.71±4.22(1.13)
7	3.62±9.94(0.38)	40.47±164.06(7.56)	4.08±17.12(1.39)	0.25±4.86(0.29)	0.34±2.77(0.55)
8	18.06±23.58(1.88)	116.93±154.09(21.85)	5.04±17.61(1.72)	0.06±30.91(0.08)	0.87±5.54(1.42)
9	664.45±243.85(71.07)	293.13±277.17(56.35)	19.60±34.94(6.86)	30.55±88.59(36.83)	4.50±16.46(7.50)
10	235.14±217.68(25.15)	55.57±88.02(10.68)	139.55±173.65(48.83)	35.65±77.06(42.99)	48.75±125.42(81.36)
11	7.62±18.04(0.80)	3.14±47.57(0.60)	111.77±174.01(38.56)	15.09±37.36(17.94)	4.12±27.53(6.78)

* 括号内为叶片凋落量占全年该叶片总凋落量的百分数(%)

2.4 凋落物的水平空间分布

通过对各凋落物收集器收集到的凋落叶种类及凋落量的统计发现,除山葡萄(*Vitis amurensis*)、五味子(*Schisandra chinensis*)、桑(*Morus alba*)和裂叶榆(*Ulmus laciniata*)(1株)未收集到凋落叶外,凋落物收集器内共收集到 42 种树种凋落叶,占样地内树种总数(46 种)的 91.30%,基本包括了样地内所有乔木和灌木树种(表 5),但凋落量和凋落叶种类在水平空间上表现出较大差异。

凋落物收集器平均收集的年凋落量为 303.87g,变异系数 0.34。其中,有 57 个收集器中的凋落量在

200—300g(平均值为(244.80±25.44)g),42 个收集器中的凋落量在 300—400g(平均为(342.34±26.76)g),二者占收集器总数的 68.75%,而凋落量超过 600g(平均为 631.92g)的收集器仅有 2 个,收集器承接量不足 100g(67.67g)的仅有 1 个(图 3)。从各收集器全年收集的可辨识的植物凋落叶的种类来看,平均每个收集器收集树种种类为 12 种,最多可收集到 19 种(1 个),最少仅收集到 4 种(1 个),凋落叶物种数为 11 种的收集器最多(29 个)(图 3),变异系数为 0.88。

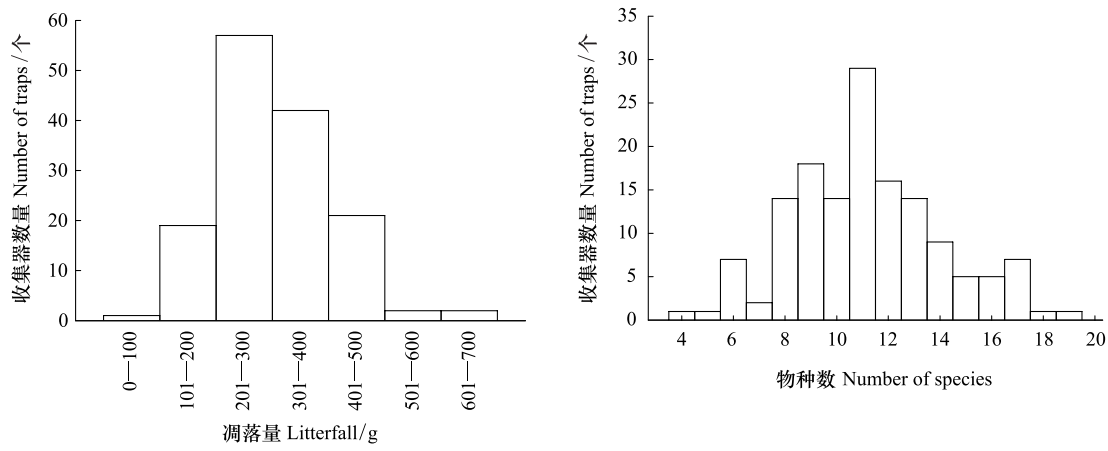


图 3 收集器数量与凋落量和树种组成关系

Fig.3 Relationships of number of traps with litterfall and number of species in traps

通过对每个凋落物收集器收集到的凋落量和植物种类数进行正态分布检验发现,收集器凋落量和植物种类数的分布偏度系数分别为 0.601 和 0.269,峰度系数分别为-0.395 和-0.063,系数值均小于 1。另外,从收集器凋落量和植物种类数的正态概率Q-Q

图来看,二者测定值的分布均趋近于预测值(图 4)。

另外,从凋落叶种类在收集器中的出现次数及其落叶量的空间差异来看,虽然花曲柳、核桃楸、蒙古栎、春榆、怀槐和色木槭 6 种主要树种凋落叶出现的收集器的频度较高,分别为 100%、97.22%、

96.53%、93.06%、83.33% 和 80.56%, 但除花曲柳 (0.67) 外, 其它 5 种树种在各收集器的落叶量差异均较大, 变异系数均在 1.0 以上 (表 5), 而叶底珠 (*Securinea suffruticosa*)、绣线菊 (*Spiraea salicifolia*)、东北山梅花等 19 个树种叶凋落物出现的收集器数均小于 10 个, 说明其落叶只出现在样地的局部地方 (表 5)。

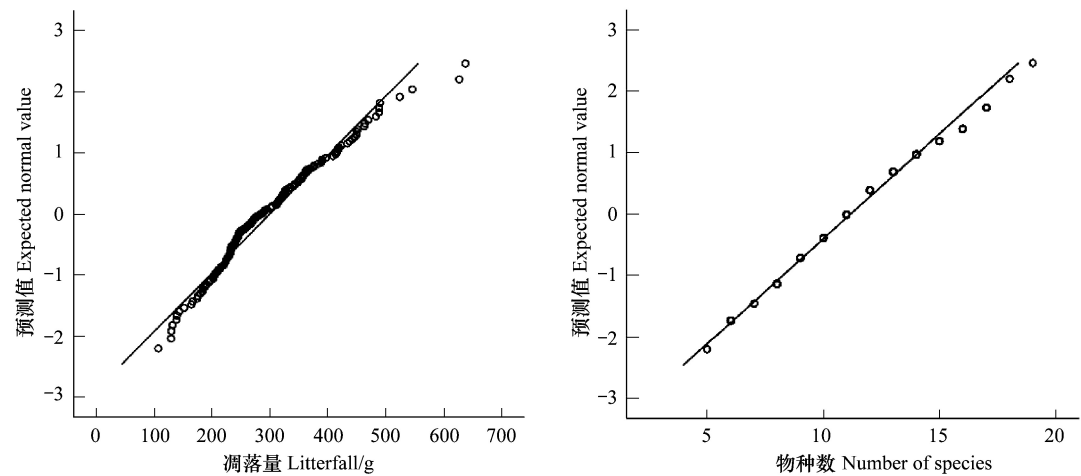


图 4 收集器凋落量和物种数的正态概率 Q-Q 图

Fig.4 Normal Q-Q Plot of litterfall and number of species in traps

表 5 样地内落叶量的空间分布

Table 5 Spatial patterns of leaf litterfall in the plot

物种 Species	落叶出现的 收集器数量 No. of traps presented	收集器落叶 量变异系数 CV among traps	物种 Species	落叶出现的 收集器数量 No. of traps presented	收集器落叶 量变异系数 CV among traps
花曲柳 <i>Fraxinus rhynchophylla</i>	144	0.67	暴马丁香 <i>Syringa reticulate</i> var. <i>mandshurica</i>	10	1.60
核桃楸 <i>Juglans mandshurica</i>	140	1.95	樟子松 <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	10	1.02
蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	139	1.28	叶底珠 <i>Securinea suffruticosa</i>	9	1.06
春榆 <i>Ulmus japonica</i>	134	1.00	绣线菊 <i>Spiraea salicifolia</i>	8	3.22
怀槐 <i>Maackia amurensis</i>	120	1.95	山楂叶悬钩子 <i>Rubus crataegifolius</i>	8	2.39
色木槭 <i>Acer mono</i>	116	2.24	刺五加 <i>Acanthopanax senticosus</i>	8	1.31
落叶松 <i>Larix olgensis</i>	78	2.05	东北山梅花 <i>Philadelphus schrenkii</i>	6	1.29
鼠李 <i>Rhamnus davurica</i>	73	1.69	白桦 <i>Betula platyphylla</i>	5	3.27
紫椴 <i>Tilia amurensis</i>	72	1.00	胡枝子 <i>Lepedeza bicolor</i>	5	1.33
卫矛 <i>Euonymus alatus</i>	69	1.16	鸡树条荚蒾 <i>Viburnum sargentii</i>	5	0.72
黄檗 <i>Phellodendron amurense</i>	62	3.86	山杏 <i>Prunus armeniaca</i> var. <i>ansu</i>	4	1.68
稠李 <i>Prunus padus</i>	54	1.89	软枣子 <i>Actinidia arguta</i>	3	1.05
山楂 <i>Crataegus pinnatifida</i>	41	2.09	假色槭 <i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	3	0.72
茶条槭 <i>Acer ginnala</i>	41	1.87	平榛 <i>Corylus heterophylla</i>	3	0.36
糠椴 <i>Tilia mandshurica</i>	35	1.43	簇毛槭 <i>Acer barbinerve</i>	2	1.21
旱柳 <i>Salix matsudana</i>	31	3.47	千斤榆 <i>Carpinus cordata</i>	2	1.04
山杨 <i>Populus davidiana</i>	30	1.77	拧筋槭 <i>Acer triflorum</i>	2	0.16
香杨 <i>Populus koreana</i>	26	1.83	青杨 <i>Populus cathayana</i>	2	0.62
毛榛 <i>Corylus mandshurica</i>	22	1.44	金刚鼠李 <i>Rhamnus diamantiaca</i>	1	
水曲柳 <i>Fraxinus mandshurica</i>	16	4.14	山刺玫 <i>Rosa davurica</i>	1	
山梨 <i>Pyrus ussuriensis</i>	11	1.03	山丁子 <i>Malus baccata</i>	1	

相关分析结果显示,树种凋落叶出现的收集器的数量与树种出现的样方数、株数、胸高断面积及重要值均呈显著正相关关系($\text{sig.} = 0.00$),对其进行进一步拟合得出,树种凋落叶出现的收集器数量与树种出现的样方数拟合($R^2 = 0.7762$)好于株数、胸高断面积和重要值。可见树种凋落叶的分布与树种的分布、数量、个体大小以及重要程度等关系密切。

3 结论与讨论

森林凋落量因气候区、树种组成和群落发育阶段等因素的不同而存在差异。研究得出磨盘山天然次生林的年凋落量为 3039.6 kg/hm^2 , 分别为本区地带性顶级阔叶红松林年凋落量(3918.4 kg/hm^2)^[23]和本区各类次生林年凋落量平均值(3874.8 kg/hm^2)^[22]的 77.57% 和 78.45%, 约为鼎湖山亚热带常绿阔叶林(8450 kg/hm^2)^[7]的 1/2, 海南岛尖峰岭热带半落叶季雨林(9056 kg/hm^2)^[24]的 1/3 及西双版纳勐仑的热带季雨林(11290 kg/hm^2)^[25]的 1/4。

凋落叶在森林生态系统的凋落物归还中处于关键地位,一般占总凋落量的 60%—80%^[1],本研究中落叶量占总凋落量的比例为 82.22%, 远高于鼎湖山亚热带常绿阔叶林落叶占总凋落量比例的平均值(50.99%)^[7], 湖南会同连作杉木林叶凋落量占总凋落量比例的平均值(63.75%)^[8]和西双版纳勐仑湿性季雨林落叶量占年凋落量的比例(65.60%)^[25];与小兴安岭凉水国家级自然保护区杨桦林凋落叶所占比例(83%)^[23]接近,略低于长白山区白桦林(85%)、山杨林(86%)、杨桦林(83%)和胡桃楸林(87%)凋落叶所占比例^[22]。可见落叶量在一定程度上主导着长白山区次生落叶阔叶林的凋落总量,这一点也可以从本研究中落叶量和凋落总量动态变化的一致性得到印证。

以往研究也显示,森林凋落量一般都具有明显的季节变化规律^[6],其季节动态模式有单峰、双峰或不规则类型等^[1]。本研究中落叶量和凋落总量月动态变化相一致,均呈单峰型,9、10 月份凋落的量占各自凋落总量的 78.91% 和 69.78%,这与一些落叶阔叶林的研究结果一致^[1]。相关研究表明,不同树种叶片凋落主要取决于树种生物学特性,但气候因子等对其也有较大影响^[26-29]。本研究发现树木叶片虽然集中在秋季落叶,但不同树种凋落节律上存在较大

差异,其中核桃楸落叶最早,7 月开始增多,8—9 月为凋落高峰,占全年落叶量的 78%;其次为花曲柳,8 月凋落增多,9—10 月为凋落高峰,占全年落叶量的 95%;蒙古栎凋落高峰出现最晚,集中于 10—11 月,占全年落叶量的 87%;色木槭叶凋落最为集中,10 月总量占全年落叶量的 81%;而春榆凋落的时间相对较长,集中于 9—11 月。

与叶片凋落不同,枝的凋落量常存在一定的不确定性,通常树枝在枯死后往往宿存于树干,自然脱落需要一段时间且较为均匀,但在外界干扰如风、雨、持续干旱等物理作用下会使其凋落量增加。官丽莉等^[7]的研究显示,1997 年 8 月由于台风天气使树枝凋落物量达到 1.96 t/hm^2 , 占全年树枝凋落物量的 70%, 全年总凋落物量的 23%。本研究中枝凋落量集中于夏季,7 月份最高,可能为本区夏季降雨所致。

对样地内凋落量空间分布的研究显示,收集器内最多凋落量为最少量的 9.4 倍,原作强等^[21]研究显示凋落量最多的收集器是最少收集器的 12 倍,特别是主要树种叶凋落量的差异更大,可见在小面积的样地上设置少量的收集器(几个或者十几个)得到的结果很难反映整个森林群落凋落物凋落的实际状况,另外凋落物收集器的设置方法也对研究结果有较大影响,以往的研究多采用沿等高线“S”形或随机布设^[30-33],而本研究采用的是在样地内均匀布设,从收集器收集到的树种叶片种类来看,占有乔木植物种类的 91.3%,并且收集器收集到的凋落物的量和树种种类数值的分布均服从正态分布,表明本研究的凋落物收集器的布设方式合理,至于每个收集器收集到的单个物种落叶量的变异系数普遍较大的原因,则应与物种个体大小差异及其在样地内的空间分布状况等密切相关。

References:

- [1] Wang F Y. Advances in the studies of biomass of forest litter. *Advances in Ecology*, 1989, 6(2): 95-102.
- [2] Zheng L, Lu L H. Standing crop and nutrient characteristics of forest floor litter in China. *Journal of Northwest Forestry University*, 2012, 27(1): 63-69.
- [3] Han X Y, Zhao F X, Li W Y. A review of researches on forest litterfall. *Forestry Science and Technology Information*, 2007, 39(3): 12-13, 16.
- [4] Peng S L, Liu Q. The dynamics of forest litter and its responses to

- global warming. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22 (9): 1534-1544.
- [5] Liu C J, Westman C J, Berg B, Kutsch W, Wang G Z, Man R Z, Ilvesniemi H. Variation in litter-fall-climate relationships between coniferous and broad-leaf forests in Eurasia. *Global Ecology and Biogeography*, 2004, 13: 105-114.
- [6] Zhang D L. Study on litter fall of two major forest stands in Maershan area. Haerbin: Northeast Forestry University, 2006.
- [7] Guan L L, Zhou G Y, Zhang D Q, Liu J X, Zhang Q M. Twenty years of litter fall dynamics in subtropical evergreen broad-leaved forests at the Dinghushan forest ecosystem research station. *Acta Phytocologica Sinica*, 2004, 28(4): 449-456.
- [8] 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.
- [9] Tan K, Piao S L, Peng C H, Fang J Y. Satellite-based estimation of biomass carbon stocks for Northeast China's forests between 1982 and 1999. *Forest Ecology and Management*, 2007, 240: 114-121.
- [10] Fang J Y, Chen A P, Peng C H, Zhao S Q, Ci L J. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998. *Science*, 2001, 292: 2320-2322.
- [11] Li X B, Wang X P, Luo J C, Mu C C, Lin Y J, Xia X L. Influence of human disturbance on community structure and tree species diversity of secondary forests on northern slope of Mt. Changbai. *Scientia Silvae Sinicae*, 2006, 42(2): 105-110.
- [12] Pascarella J B, Aide T M, Zimmerman K Z. Short-term response of secondary forests to hurricane disturbance in Puerto Rico, USA. *Forest Ecology and Management*, 2004, 199: 379-393.
- [13] Bonino E E, Araujo P. Structural differences between a primary and a secondary forest in the Argentine Dry Chaco and management implications. *Forest Ecology and Management*, 2005, 206(1/3): 407-412.
- [14] Zhu J J, Li X F, Liu Z G, Gonda Y, Matsuzaki T. Factors affecting the snow/wind induced damage of a montane secondary forest in northeastern China. *Silva Fennica*, 2006, 40(1): 37-51.
- [15] Heryati Y, Abdu A, Mahat M N, Abdul-Hamid H, Jusop S, Majid N M, Heriansyah I, Ajang L and Ahmad K. Comparing the fertility of soils under *Khaya ivorensis* plantation and regenerated degraded secondary forests. *American Journal of Applied Sciences*, 2011, 8(5): 472-480.
- [16] Wang P, Chen L H, Bian X C, Wu Q Y. Community structure and distribution pattern of a natural secondary forest in Beigou forest farm. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2011, 22(7): 1668-1674.
- [17] Kang B, Wang D X, Li G, Gao Y X, Zhang Y, Du Y L. Characteristics of seedlings regeneration in *Quercus aliena* var. *acuteserrata* secondary forests in Qinling Mountains. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(9): 2738-2747.
- [18] Staelens J, Ameloot N, Almonacid L, Padilla E, Boeckx P, Huygens D, Verheyen K, Oyarzún C, Godoy R. Litterfall, litter decomposition and nitrogen mineralization in old-growth evergreen and secondary deciduous *Nothofagus* forests in south-central Chile. *Revista Chilena De Historia Natural*, 2011, 84: 125-141.
- [19] Zeng Z X, Liu X L, Song X J, Wang K L, Zeng F P, Song T Q. Litter fall mass and its decomposition in typical primary and secondary forests in karst region of Northwest Guangxi, China. *Chinese Journal of Ecology*, 2011, 30(2): 201-207.
- [20] Liu Y, Han S J, Lin L. Dynamic characteristics of litterfalls in four forest types of Changbai Mountains, China. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(1): 7-11.
- [21] 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 litter falls 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.
- [22] Li X F, Han S J, Li Y W, Hou B Z, Li X L. Litterfall in main forest ecosystems of Northeast China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16: 783-788.
- [23] 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.
- [24] Lu J P, Lu Q H. Litter-fall in tropical forest at Jianfengling Mountain, Hainan Island. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1988, 12(2): 104-112.
- [25] Zheng Z, Liu L H, He A J, Jing G F. Litterfall and leaf consumption by animals in humid seasonal rainforest in Xishuangbanna, China. *Acta Botanica Sinica*, 1990, 32 (7): 551-557.
- [26] Lawrence D. Regional-scale variation in litter production and seasonality in tropical dry forests of southern Mexico. *Biotropica*, 2005, 37: 561-570.
- [27] Polyakova O, Billor N. Impact of deciduous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands. *Forest Ecology and Management*, 2007, 253: 11-18.
- [28] Scherer-Lorenzen M, Bonilla J L, Potvin C. Tree species richness affects litter production and decomposition rates in a tropical biodiversity experiment. *Oikos*, 2007, 116: 2108-2124.
- [29] Ling H, Chen G S, Chen Z Q. Controlling Factors of Litterfall in China's Forests. *Journal of Subtropical Resources and Environment*, 2009, 4(4): 66-71.
- [30] Liu C Z, Li J W, Pan G L, Li C R. Litter production and dynamics in Broadleaved-Korean Pine Forests in Xiaoxingan Mountains. *Chinese Journal of Ecology*, 1993, 12(6): 29-33.
- [31] Yan J H, Zhou G Y, Tang X L, Zhang D Q. Characteristics of

litter and its contained water in three succession communities in Dinghushan Mountain. Chinese Journal of Applied Ecology, 2001, 12(4): 509-512.

- [32] Zhong G H, Xing X B. Chemical properties of litter in dark coniferous forest of Sejila Mountains in Tibet. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15(1): 167-169.
- [33] Wei J, Wu G, Deng H B. Researches on nutrient return of litterfall in the alpine tundra ecosystem of Changbai Mountains. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(10): 2211-2216.

参考文献:

- [1] 王凤友. 森林凋落物量综述研究. 生态系统学进展, 1989, 6(2): 95-102.
- [2] 郑路, 卢立华. 我国森林地表凋落物现存量及养分特征. 西北林学院学报, 2012, 27(1): 63-69.
- [3] 韩学勇, 赵凤霞, 李文友. 森林凋落物研究综述. 林业科技情报, 2007, 39(3): 12-13, 16.
- [4] 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] 张东来. 帽儿山林区两种主要林分类型凋落物研究. 哈尔滨: 东北林业大学, 2006.
- [7] 官丽莉, 周国逸, 张德强, 刘菊秀, 张倩媚. 鼎湖山南亚热带常绿阔叶林凋落物量 20 年动态研究. 植物生态学报, 2004, 28(4): 449-456.
- [8] 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.
- [9] 李新彬, 王襄平, 罗菊春, 牟长城, 林英建, 夏新莉. 干扰对长白山北坡次生林群落结构和树种多样性的影响. 林业科学, 2006, 42(2): 105-110.
- [13] 王鹏, 陈丽华, 卞西陈, 武巧英. 北沟林场天然次生林群落结构与种群分布格局. 应用生态学报, 2011, 22(7): 1668-1674.
- [17] 康冰, 王得祥, 李刚, 高妍夏, 张莹, 杜焰玲. 秦岭山地锐齿栎次生林幼苗更新特征. 生态学报, 2012, 32(9): 2738-2747.
- [19] 曾昭霞, 刘孝利, 宋希娟, 王克林, 曾馥平, 宋同清. 桂西北喀斯特区原生林与次生林凋落物量及其降解. 生态学杂志, 2011, 30(2): 201-207.
- [20] 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.
- [21] 原作强, 李步杭, 白雪娇, 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.
- [22] 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物的比较. 应用生态学报, 2005, 16: 783-788.
- [23] 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.
- [24] 卢俊培, 刘其汉. 海南岛尖峰岭热带林凋落物研究初报. 植物生态学与地植物学学报, 1988, 12(2): 104-112.
- [25] 郑征, 刘伦辉, 和爱军, 荆桂芬. 西双版纳湿性季节雨林凋落物和叶虫食量研究. 植物学报, 1990, 32(7): 551-557.
- [29] 凌华, 陈光水, 陈志勤. 中国森林凋落量的影响因素. 亚热带资源与环境学报, 2009, 4(4): 66-71.
- [30] 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.
- [31] 闫俊华, 周国逸, 唐旭利, 张德强. 鼎湖山 3 种演替群落凋落物及其水分特征对比研究. 应用生态学报, 2001, 12(4): 509-512.
- [32] 钟国辉, 辛学兵. 西藏色季拉山暗针叶林凋落物层化学性质研究. 应用生态学报, 2004, 15(1): 167-169.
- [33] 魏晶, 吴钢, 邓红兵. 长白山高山冻原生态系统凋落物养分归还功能. 生态学报, 2004, 24(10): 2211-2216.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.3 Feb., 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Research advances and prospects of post-disaster ecological restoration assessment
..... LIU Xiaofu, WANG Wenjie, LI Jing, et al (527)
- The sustainability analysis of small hydropower plants in China based on ecological energetic accounting
..... PANG Mingyue, ZHANG Lixiao, WANG Changbo (537)

Autecology & Fundamentals

- An ecological study on zooplankton in the northern Beibu Gulf V: the effects of microzooplankton grazing on phytoplankton in summer
..... MA Lu, CAO Wenqing, ZHANG Wenjing, et al (546)
- Sexual size dimorphism and female individual fecundity of *Silurus asotus* and *Clarias fuscus*
..... FAN Xiaoli, LIN Zhihua, DING Xianlong, et al (555)
- Effect of environmental temperature on thermogenesis and evaporative water loss in Chinese bulbuls (*Pycnonotus sinensis*)
..... LIN Lin, CAO Mengting, HU Yilin, et al (564)
- Effects of irrigation on plant growth and nitrogen use characteristics of *Calligonum caput-medusae* Schrenk seedlings
..... HUANG Caibian, ZENG Fanjiang, LEI Jiaqiang, et al (572)
- Enzymatic activity during phytoremediation of polycyclic aromatic hydrocarbon impacted soil
..... ZHU Fan, HONG Xiangqi, YAN Wende, et al (581)
- Assessment of karst groundwater vulnerability in Chongqing based on revised RISKE model
..... WEI Xingping, PU Junbing, ZHAO Chunyong (589)
- Monitoring salt and water dynamics in farmland and drainage ditch in a saline environment under reduced drainage intensity
..... PAN Yanxin, LUO Wan, JIA Zhonghua, et al (597)

Population, Community and Ecosystem

- Spatial distribution and spatial association of *Stellera chamaejasme* population in the different altitude in degraded alpine grassland
..... GAO Fuyuan, ZHAO Chengzhang, ZHUO MA Lancuo (605)
- Biotic stress of predators on population of alligator weed flea beetle, *Agasicles hygrophila* (Col.: Chrysomelidae)
..... LIU Yufang, LI Fei, GUI Fangyan, et al (613)
- Characteristics of phytoplankton community in the northern South China Sea in summer and winter
..... MA Wei, SUN Jun (621)
- The amount and dynamics of litterfall in the natural secondary forest in Mopan Mountain
..... FAN Chunnan, GUO Zhongling, ZHENG Jinping, et al (633)
- Effects of continuous drought on soil bacteria populations and community diversity in sweet cherry rhizosphere
..... LIU Fangchun, XING Shangjun, MA Hailin, et al (642)
- The basic principle of random forest and its applications in ecology: a case study of *Pinus yunnanensis*
..... ZHANG Lei, Wang Linlin, ZHANG Xudong, et al (650)
- Quantitative analysis of driving factors for wetland degradation based on hydrology balance
..... HOU Peng, SHEN Wenming, WANG Qiao, et al (660)
- Stomatal and environmental control on evapotranspiration in a plantation in the lower mountain areas of North China
..... HUANG Hui, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (667)
- The fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide in alpine grassland of the Tianshan Mountains, Xinjiang
..... HE Guixiang, LI Kaihui, SONG Wei, et al (674)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Analysis the relationship between ecological footprint (EF) of ningxia and influencing factors: Partial Least-Squares Regression (PLS) MA Mingde, MA Xuejuan, XIE Yingzhong, et al (682)
- Profile distribution patterns of soil organic carbon and the rate of carbon sequestration in Ningxia Irrigation Zone DONG Linlin, YANG Hao, YU Dongsheng, et al (690)
- Molecular mechanism on carbon dioxide assimilation of autotrophic microorganism and carbon translocation in agricultural soils WU Xiaohong, JIAN Yan, CHEN Xiaojuan, et al (701)

Resource and Industrial Ecology

- Ecological efficiency analysis of the circular economy system in mining area based on emergy analytic approach SUN Yufeng, GUO Quanying (710)
- Assessing synthetic carrying capacity based on AD-AS model: a case study in Coastal Zone, Zhoushan SU Panpan, YE Shufeng, GUO Zhongyang, et al (718)

Urban, Rural and Social Ecology

- Driving forces analysis of urban expansion based on boosted regression trees and Logistic regression LI Chunlin, LIU Miao, HU Yuanman, et al (727)

Research Notes

- Spatial-temporal variability of dry and wet deposition of atmospheric nitrogen in different ecological regions of Shaanxi LIANG Ting, TONG Yan'an, LIN Wen, et al (738)
- The effects of different mulching way on soil water thermal characteristics in pear orchard in the arid area LIU Xiaoyong, LI Hongxun, LI Jianming, et al (746)
- Structure and diversity of soil fauna communities in the tundra of the Changbai Mountains, China WANG Zhenhai, YIN Xiuqin, JIANG Yunfeng (755)
- Modeling the total allowable area for coastal reclamation: a case study of Xiamen, China LIN Chenchen, RAO Huanhuan, LIU Yan, et al (766)

《生态学报》2014 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,探索生态学奥秘,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,280 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 34 卷 第 3 期 (2014 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 3 (February, 2014)

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

国内外公开发行人

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元