

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 15 期 Vol.31 No.15 **2011**

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 31 卷 第 15 期

2011 年 8 月 (半月刊)

目 次

- 地面节肢动物营养类群对土地覆被变化和管理扰动的响应..... 李锋瑞,刘继亮,化伟,等 (4169)
- 两种书虱微卫星富集文库的构建及比较..... 魏丹丹,袁明龙,王保军,等 (4182)
- 菲律宾蛤仔 EST-SSRs 标记开发及不同地理群体遗传多样性..... 闫喜武,虞志飞,秦艳杰,等 (4190)
- 菲律宾蛤仔大连群体不同世代的遗传多样性..... 虞志飞,闫喜武,杨霏,等 (4199)
- 玻璃温室与田间栽培小麦幼穗分化的比较..... 姜丽娜,赵艳岭,邵云,等 (4207)
- 施用有机肥环境下盐胁迫小麦幼苗长势和内源激素的变化..... 刘海英,崔长海,赵倩,等 (4215)
- 黄土高原半干旱区气候变化对春小麦生长发育的影响——以甘肃定西为例..... 姚玉璧,王润元,杨金虎,等 (4225)
- 不同耕作模式下稻田水中氮磷动态特征及减排潜力..... 冯国禄,杨仁斌 (4235)
- 大田环境下转 Bt 基因玉米对土壤酶活性的影响..... 颜世磊,赵蕾,孙红炜,等 (4244)
- 短期淹水培养对水稻土中地杆菌和厌氧粘细菌丰度的影响..... 朱超,Stefan Ratering,曲东,等 (4251)
- 气候变化背景下广东晚稻播期的适应性调整..... 王华,陈新光,胡飞,等 (4261)
- 长期封育对不同类型草地碳贮量及其固持速率的影响..... 何念鹏,韩兴国,于贵瑞 (4270)
- 黄土丘陵区两种主要退耕还林树种生态系统碳储量和固碳潜力..... 刘迎春,王秋凤,于贵瑞,等 (4277)
- 植物叶表面的润湿性及其生态学意义..... 石辉,王会霞,李秧秧 (4287)
- 长白山北坡主要森林群落凋落物现存量月动态..... 郑金萍,郭忠玲,徐程扬,等 (4299)
- 古尔班通古特沙漠及周缘 52 种植物种子的萌发特性与生态意义..... 刘会良,宋明方,段士民,等 (4308)
- 吉首蒲儿根的繁殖生态学特性及其濒危成因..... 邓涛,陈功锡,张代贵,等 (4318)
- 栖息地永久性破坏的比例对物种多度稳定值影响的迭代算法..... 时培建,戈峰,杨清培 (4327)
- 喷施多效唑提高麻疯树幼苗耐盐性的生理机制..... 毛轶清,郑青松,陈健妙,等 (4334)
- 阿尔山落叶松主要蛀干害虫的种群空间生态位..... 袁菲,骆有庆,石娟,等 (4342)
- 2009 年云南省白背飞虱早期迁入种群的虫源地范围与降落机制..... 沈慧梅,吕建平,周金玉,等 (4350)
- 中华稻蝗长沙种群的生活史及其卵滞育的进化意义..... 朱道弘,张超,谭荣鹤 (4365)
- “518”油桃主要害虫与其捕食性天敌的关系..... 施晓丽,毕守东,耿继光,等 (4372)
- 青藏东缘若尔盖高寒草甸中小型土壤动物群落特征及季节变化..... 张洪芝,吴鹏飞,杨大星,等 (4385)
- 青海可鲁克湖水鸟季节动态及渔鸥活动区分析..... 张国钢,刘冬平,侯韵秋,等 (4398)
- 排放与森林碳汇作用下云南省碳净排放量估计..... 刘慧雅,王铮,马晓哲 (4405)
- 北京城市生态占水研究..... 柏樱岚,王如松,姚亮 (4415)
- 专论与综述**
- 植物水分传输过程中的调控机制研究进展..... 杨启良,张富仓,刘小刚,等 (4427)
- 环境介质中的抗生素及其微生物生态效应..... 俞慎,王敏,洪有为 (4437)
- 自然生态系统中的厌氧氨氧化..... 沈李东,郑平,胡宝兰 (4447)
- 研究简报**
- 山东半岛南部海湾底栖动物群落生态特征及其与水环境的关系..... 张莹,吕振波,徐宗法,等 (4455)
- 新疆乌伦古湖浮游甲壳动物的季节演替及与环境因子的关系..... 杨丽丽,周小玉,刘其根,等 (4468)
- 不同施肥与灌水量对槟榔土壤氮挥发的影响..... 卢丽兰,甘炳春,许明会,等 (4477)
- 学术信息与动态**
- 水土资源保持的科学政策:全球视野及其应用——第 66 届美国水土保持学会国际学术年会述评..... 卫伟 (4485)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 320 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 34 * 2011-08



封面图说: 塞罕坝地处内蒙古高原南缘向华北平原的过渡带,地势分为坝上、坝下两部分。解放初期,这里是“飞鸟无栖树,黄沙遮天日”的荒原沙丘,自 1962 年建立了机械化林场之后,塞罕坝人建起了 110 多万亩人工林,造就了中国最大的人工林林场。这是让人叹为观止的落叶松人工林海。

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

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.

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.

长白山北坡主要森林群落凋落物现存量月动态

郑金萍^{1,2}, 郭忠玲^{2,*}, 徐程扬¹, 范春楠²

(1. 北京林业大学森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 北华大学林学院, 吉林 132013)

摘要:以长白山北坡 4 种主要森林群落类型为研究对象, 于 2006 年群落生长季节(5—10 月)每月初采用直接收获法对森林凋落物现存量进行连续定位调查研究。结果表明:各群落内凋落物现存量大小依次为阔叶红松林(6.43 t/hm^2)>白桦林(6.02 t/hm^2)>云冷杉林(5.51 t/hm^2)>山杨林(5.50 t/hm^2);凋落叶和枝现存量占现存凋落物总量的比例最大,达 50% 以上,其次为半分解物(>35%),花果皮等所占比例较少,各占总量的 10% 和 5% 以下。凋落物现存量月动态阔叶红松林、白桦林和山杨林呈双峰型变化,峰值出现在 5 月和 7 月;云冷杉林则呈单峰型变化,峰值仅出现在 7 月。位于相近海拔高度的阔叶红松林、白桦林和山杨林,凋落物各组分现存量月动态变化趋势相似,其中白桦林和山杨林变化趋势基本相同,凋落枝、皮及半分解物现存量 5 月和 7 月较高,凋落叶则呈现下降趋势,而阔叶红松林凋落叶和枝现存量 5 月和 7 月较高,而位于较高海拔的云冷杉林,则与前者呈现不同变化趋势,8 月前波动较大,从 5 月开始明显上升,7 月达到峰值,8 月后曲线渐趋平缓或略有下降。进一步对阔叶红松林和云冷杉林内凋落叶现存量月动态进行比较得出,阔叶红松林 7 月份凋落叶现存量高不完全取决于红松叶现存量,主要由色木槭、紫椴和水曲柳等阔叶树种叶凋落物现存量变化决定,而云冷杉林则取决于红松和云冷落叶的凋落物的量。

关键词:凋落物现存量;季节动态;森林群落;长白山

Seasonal dynamics of litter accumulation in major forest communities on the northern slope of Changbai Mountain, Northeast China

ZHENG Jinping^{1,2}, GUO Zhongling^{2,*}, XU Chengyang¹, FAN Chunnan²

1 Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 Forestry College, Beihua University, Jilin 132013, China

Abstract: Litter is an important component of the nutrient cycle in forest ecosystems and a key link of substance and energy flows. The changes of nutrient and energy in different forest communities can be detected by examining the dynamics of litter accumulation. To study litter accumulation and its seasonal dynamics in four major forest communities on the northern slope of Changbai Mountain (Broad-leaved Korean Pine forest (BLKP), Asian white birch forest (AwB), David poplar forest (DP), and Spruce-fir forest (Sf)), we harvested litter accumulated on forest floor at the beginning of each month from May to October in the growing season of 2006. The results showed the total litter accumulated in the four communities was significantly different ($P < 0.05$) and the ranking from high to low was BLKP (6.43 t/hm^2), AwB (6.02 t/hm^2), Sf (5.51 t/hm^2), and DP (5.50 t/hm^2). Among the four communities, undecomposed leaves and twigs accounted for more than 50% of the total litter, partially-decomposed litter for more than 35%, and flowers, fruits and barks for less than 10% and 5%, respectively. The seasonal dynamics of litter accumulation showed two peaks in BLKP, AwB and DP in May and July, and one in Sf in July. The seasonal dynamics of litter components in BLKP, AwB and DP at similar altitudes were comparable. In particular, the seasonal trends of the litter components in AwB and DP were identical, high twig, bark and

基金项目:国家自然科学基金项目(30770369);科技部课题(2008BAD95B10);中国科学院知识创新重要方向资助项目(KZCX2-YW-416)

收稿日期:2011-03-18; **修订日期:**2011-06-07

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

partially-decomposed litter in May and July, but a steady decline of leaf litter during growing season. In the BIKP, however, leaf and twig litters were high in May and July. The Sf at high altitudes had different litter dynamics from other three forest communities, starting to increase in May, reaching the peak in July, and showing a gradual decrease after August. The comparison of monthly leaf litter accumulation between BIKP and Sf suggested that the peak leaf litter of BIKP in July was largely determined by broad-leaved species including *Acer mono* Maxim, *Tilia amurensis* Rupr, and *Fraxinus mandshurica*, instead of *Pinus koraiensis*, whereas the peak value of Sf depended on conifer species such as *Pinus koraiensis*, *Abies*, *Picea* and *Larix*.

Key Words: litter accumulation; seasonal dynamics; forest communities; Changbai Mountain

森林凋落物是指在森林生态系统内,由地上植物组分产生并归还到林地表面,作为分解者的物质和能量的来源,借以维持生态系统功能的所有有机质的总称^[1],其组成包括地上植被生长过程中自然或其它原因脱落的枝、叶、花、果等和其它杂物。森林凋落物是森林生态系统中养分循环的重要组成部分,不仅对森林资源的保护和持续利用起着重大作用,而且在涵养水源、水土保持和维持改善土壤肥力,特别是对森林生态系统碳循环等方面起着重要的作用^[2]。

目前,关于森林凋落物的研究主要集中在凋落量^[2-8]、凋落物分解^[9-19]及养分动态^[20-24]等方面,而对凋落物现存量的研究则相对较少^[25-32]。森林林地凋落物现存量是指单位面积林地上所积累的森林凋落物的量,研究其变化特征,有利于了解不同森林群落养分和能量的变化。同时,森林凋落层对土壤的理化性质具有明显的作用,其种类、贮量和数量上的消长反映着森林生态系统间的差别和动态特征^[33]。研究发现,凋落物现存量受很多因素的影响,主要由年凋落物量及其分解速率控制,而分解速率受凋落物种类和林地的水热状况限制,不同森林类型其林下凋落物的现存量存在差异^[26-27,30-32],同一群落内,不同季节凋落物的现存量也有不同^[34]。我国对森林凋落物现存量的研究多集中在其组分、量和持水能力的研究,并且主要集中在浙江^[26]、福建^[27-28]、海南^[30]、江苏^[32]等南方地区,而对于凋落物现存量的动态方面的研究更少,尤其对长白山区森林群落凋落物现存量动态研究目前还未见报道。本文通过对长白山4种主要森林群落凋落物现存量组成、数量及动态变化等方面的研究,探讨了红松阔叶林区不同群落类型凋落物的时空变化格局,研究结果对于深入了解该地区不同森林生态系统养分循环过程及森林碳循环的机理有重要的参考价值。

1 研究地的自然概况

研究地点位于长白山自然保护区北坡,地理坐标为41°42′45″—42°45′18″N,127°33′30″—128°16′48″E,年平均气温在4.9—7.3℃,年降雨量600—900mm。在海拔500—1100m分布着阔叶红松林、白桦林及山杨林群落,1100—1800m为云冷杉林群落。各调查样地的具体气候指标见表1。

表1 样地群落类型、海拔及气候指标^[35]

Table 1 The community type, the altitude and climate index of the site									
群落类型 Community type	海拔 Altitude /m	年均温 Annual average temperature /℃	年降水 Annual average rainfall/mm	6—9月份 降水 Rainfall from Jun. to Sep. /mm	干燥指数 Dryness index	湿润指数 Wetness index	1月份均温 Average temperature in Jan./℃	7月份均温 Average temperature in Jul./℃	积雪日数 Snow day /d
BIKP	740	2.52	688.96	489.97	0.65	2.03	-17.52	19.29	133.51
AwB	740	2.52	688.96	489.97	0.65	2.03	-17.52	19.29	133.51
DP	760	2.63	693.84	493.45	0.65	2.09	-17.45	19.41	134.86
Sf	1250	-0.50	854.81	607.93	0.46	3.89	-19.37	16.01	174.92

BIKP: 阔叶红松林 Broad-leaved Korean Pine forest; AwB: 白桦林 Asian white Birch forest; DP: 山杨林 David Poplar forest; Sf: 云冷杉林 Spruce-fir forest

阔叶红松林群落主要乔木为红松(*Pinus koraiensis*)、紫椴(*Tilia amurensis*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、色木槭(*Acer mono*)等,平均胸径为 31.5 cm(按 ≥ 8 cm 统计,下同),林分郁闭度 0.8;主要灌木为毛榛子(*Corylus mandshurica*)、东北山梅花(*Philadelphus schrenkii*)等;主要草本为山茄子(*Brachyotrys paridiformis*)、单穗升麻(*Cimicifuga simplex*)等;土壤类型为暗棕色森林土。云冷杉林主要乔木为鱼鳞云杉(*Picea jezoensis*)、臭冷杉(*Abies nephrolepis*)、长白落叶松(*Larix olgensis*)等,平均胸径为 22.3 cm,林分郁闭度 0.9 以上;主要灌木为花楷槭(*Acer ukurunduense*)、蓝靛果忍冬(*Lonicera edulis*)等;主要草本为舞鹤草(*Maianthemum bifolium*)、羊胡子苔草(*Carex callitrichos*)等;土壤类型为棕色针叶林土。白桦林主要乔木为白桦(*Betula platyphylla*),林下散生着色木槭(*Acer mono*)、青楷槭(*A. tegmentosum*)等树种,林下已有红松幼苗,平均胸径为 19.0 cm,林分郁闭度为 0.7;主要灌木为东北溲疏(*Deutzia amurensis*)等。山杨林主要乔木为山杨(*Populus davidiana*),其次为白桦。此外,林中零星散生核桃楸(*Juglans mandshurica*)、紫椴,色木槭等其它阔叶树种,平均胸径为 16.9 cm,林分郁闭度 0.8 以上。灌木层的主要树种有东北溲疏(*Deutzia amurensis*)、刺五加(*Eleutherococcus senticosus*)等。

2 研究方法

2006 年 5—10 月,在林分生长季节于每月月初分别在所选择的 4 个群落内沿等高线分别设置 3 条样线(按 3 个区组对待,不同月份取样的样线不重叠),在每条样线上每间隔 4 m 左右依次对应设置 0.5 m × 0.5 m 的小样方 10 个,每个森林群落类型合计 30 个,在每个小样方按未分解层和半分解层分别收集样方内的全部凋落物(其中未分解层是指凋落物上层叶、枝、皮和花果等基本保持原状,叶型相对完整或能够辨认;半分解层是指凋落物下层叶无完整外观轮廓,多数凋落物已碎裂或分辨不清,颜色近黑褐色)。

将取回的凋落物按叶、枝、果、皮、半分解物等进行细致分类,同时对能够辨别的凋落物按植物种类进行分类,然后将样品放置于 80 ℃烘箱内烘干至恒重后分别称重,再将所获得数据进行整理分析。

统计分析采用 SigmaPlot(10.0) 软件进行。

3 结果与分析

3.1 凋落物组成

森林凋落物组成包括叶、枝、花果、皮及半分解物,通过对 4 种森林群落内凋落物各组分现存量进行了统计,得到各月凋落物各组分现存量平均值(表 2)。

表 2 4 种森林群落凋落物各组分现存量及占总量百分比

Table 2 Production of different litter components of 4 forest communities

森林类型 Forest type	凋落物组分 Litter components/(t/hm ²)					总计 Total
	叶 Leaf	枝 Twig	花、果 Reproductive organs	皮 Bark	半分解 Half decomposition litter	
BLKP	2.80(43%)	1.23(19%)	0.10(2%)	0.05(1%)	2.25(35%)	6.43
AwB	1.73(30%)	1.51(24%)	0.03(1%)	0.03(1%)	2.72(46%)	6.02
DP	1.45(26%)	1.50(28%)	0.02(1%)	0.04(1%)	2.50(46%)	5.50
Sf	1.58(30%)	1.26(21%)	0.46(9%)	0.22(4%)	1.98(36%)	5.51

* 括号内表示该成分占总量的百分数

从表 2 中可以看出,4 种森林群落内凋落物现存量中叶和枝占有较大比重,二者合计介于 51%—62% 之间;其中阔叶红松林内叶和枝凋落物现存量所占比例差异较大,分别为 43% 和 19%,合计为 62%;云冷杉林叶占凋落物现存量的 30%,枝占 21%,合计 51%;白桦林分别为 30% 和 24%;山杨林为 26% 和 28%,合计都为 54%。同时可以看出,在所调查群落内,半分解状态凋落物所占比例很大,在 35%—46% 之间,在白桦林和山杨林内所占比重最大,为 46%,阔叶红松林和云冷杉林分别为 35% 和 36%。而其它组分在凋落物现存量中所占比例相对较小,其中在云冷杉林内,花果、皮凋落物所占比例稍大,分别为 9% 和 4%;在阔叶红松林仅占 2% 和 1%,而在白桦林和山杨林中所占比例更小,仅为 1%。

由表2可知,在所调查的4种森林群落中,凋落物现存量平均值在5.50—6.43 t/hm²之间,大小依次为阔叶红松林(6.43 t/hm²)>白桦林(6.02 t/hm²)>云冷杉林(5.51 t/hm²)>山杨林(5.50 t/hm²)。并且通过双因素方差分析得出,不同森林群落间凋落物现存量差异均显著($P<0.05$)。

3.2 不同森林群落凋落物现存量月动态

影响森林凋落量的因素很多,其中气候、森林演替阶段和林分类型是主要影响因素^[36-39]。森林凋落物量的月变化规律因地带性气候条件、林分类型和树种组成的不同而不同,一般来说森林凋落物量季节动态模式有单峰、双峰或不规则等类型^[40]。在研究中发现,研究区域内4种森林群落凋落物不同组分现存量也存在单峰、双峰或不规则等月动态模式(图1)。

由图1可以看出,阔叶红松林凋落叶和凋落枝现存量月动态变化曲线5月和7月出现峰值,但凋落枝的曲线波动相对平缓。半分解物总体上呈现下降趋势,最高值出现在5月。花果凋落物现存量曲线波动较小,统计发现在8月和10月较高,皮也有相同趋势。

白桦林凋落叶现存量5月最高,此后一直下降至9月达最低值,10月又明显升高;凋落枝现存量从5月到6月略有下降,后又开始上升,并于7月达到峰值后开始下降,其中在7—8月下降较为明显;半分解物现存量的变化基本呈现倒“N”型,5月和7月出现最高峰,6月和10月出现最低值;花果凋落物现存量曲线波动较小,数据显示基本呈现下降的趋势,由最高的0.07 t/hm²降到0.003 t/hm²;皮与花果的变化相似,只是在8—10月略有增加(图1)。

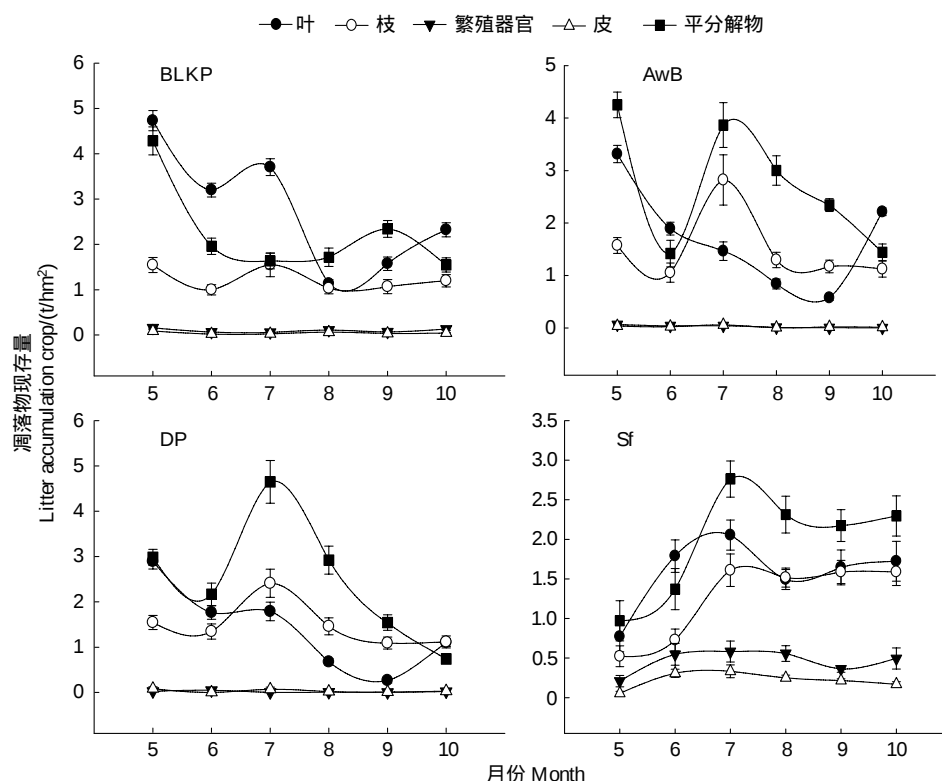


图1 不同森林群落凋落物各组分现存量月动态

Fig.1 The monthly dynamic of litter accumulation in the different forest communities

山杨林凋落叶现存量月动态变化与白桦林相同,凋落枝、皮和半分解物现存量月动态变化趋势相似,7月最高,6月最低,但半分解物曲线波动较大,呈“N”型,6月较低,7月达到最高值,后一直下降,至10月达到最低值,说明该组分周转速率较快;花果凋落物现存量曲线波动较小,统计发现花果凋落物现存量月动态除6月和9月有一定幅度的升高外,其它月份都呈现较低水平;皮的波动较为剧烈,最高点在5月,其次为7月和10月,其它月份较低(图1)。

云冷杉林凋落物现存量各组分的变化曲线不同于上述 3 种林分,各组分凋落物现存量均表现出 8 月前波动较大,从 5 月开始明显上升,7 月达到峰值,8 月后曲线渐趋平缓或略有下降,其中皮现存量下降较为明显。另外 10 月凋落物各组分明显高于 5 月(图 1)。

综上,可以看出在阔叶红松林、白桦林和山杨林内,凋落物各组分现存量月动态变化呈现相似的趋势,其中白桦林和山杨林凋落枝、半分解物及皮现存量 5 月和 7 月较高,凋落叶现存量总体上呈现下降趋势,而阔叶红松林凋落叶和枝现存量 5 月和 7 月较高;而云冷杉林则呈现不同趋势,各组分现存量 7 月出现峰值。其中,各调查群落内半分解状态凋落物现存量几乎都在 5 月和 7 月较高。另外 4 种群落中花果凋落物和皮的量远低于其它各组分。

从凋落物现存量月动态变化趋势可以明显看出,4 种森林群落凋落物现存量月动态变化都表现出 5—8 月波动较大,8—10 月波动小的趋势(图 2)。其中位于低海拔的阔叶红松林、白桦林和山杨林呈双峰型变化,峰值出现在 5 月和 7 月,位于较高海拔区域的云冷杉林则呈单峰型变化,仅在 7 月出现一个高峰。

从图 2 中还可以看出,在相近海拔梯度的不同森林群落,凋落物现存量的月动态变化尽管有差别,但变化趋势基本相似,不同海拔梯度差异比较大。云冷杉林凋落物现存量月动态曲线较其它群落相对变化平缓,尤其 7—10 月。

低海拔的 3 种群落凋落物现存量第一个峰值出现在 5 月,此外 7 月各群落凋落物现存量出现峰值的原因将结合对凋落物组成动态加以阐述。

结合图 1 可以看出,7 月各组分在 4 种群落凋落物现存量中所占比重不同,由图 1 可知,阔叶红松林内凋落叶和半分解现存量较高,分别为 3.70 t/hm^2 和 1.63 t/hm^2 。白桦林内则是凋落枝(2.82 t/hm^2)和半分解现存量(3.87 t/hm^2)高,尤其是凋落枝现存量为全年最高。山杨林和白桦林相似,凋落枝(2.41 t/hm^2)和半分解现存量(4.65 t/hm^2)为全年最高值,并且凋落叶现存量也较高,达到 1.79 t/hm^2 。而云冷杉林内则是凋落叶、凋落枝、花果、皮和半分解现存量都最高,分别为 2.05 t/hm^2 、 1.61 t/hm^2 、 0.58 t/hm^2 、 0.33 t/hm^2 和 2.76 t/hm^2 (图 1)。

为了进一步分析 7 月凋落叶对阔叶红松林和云冷杉林凋落物现存量的影响,将这 2 个群落内未分解层中主要树种月凋落叶现存量进行了统计,其结果如表 3 所示。

表 3 两种森林群落主要树种各月凋落叶现存量/(t/hm^2)

Table 3 Litter leaf accumulation of the main trees species in two kinds of forest communities

林分类型 Forest type	树种 Tree species	月份 Month					
		5	6	7	8	9	10
BIKP	<i>P. koraiensis</i>	0.7920(17%)	0.2609(12%)	0.3041(8%)	0.3323(29%)	0.7418(47%)	0.7565(33%)
	<i>Q. mongolica</i>	2.0116(43%)	0.8990(41%)	0.5025(14%)	0.6385(56%)	0.7472(47%)	0.4276(18%)
	<i>A. mono</i>	0.2823(6%)	0.2454(11%)	0.2346(6%)	0.0463(4%)	0.0242(2%)	0.0950(4%)
	<i>Fraxinus mandschurica</i>	0.1851(4%)	0.3716(17%)	0.2974(8%)	0.0079(1%)	0.0026(0.2%)	0.1726(7%)
	<i>T. amurensis</i>	1.2932(27%)	0.3193(15%)	0.7671(21%)	0.1038(9%)	0.0458(3%)	0.6573(28%)
Sf	<i>P. koraiensis</i>	0.1437(19%)	0.4821(27%)	0.5276(26%)	0.3359(23%)	0.4878(29%)	0.4417(26%)
	<i>Abies, Picea and Larix</i>	0.5811(75%)	1.0768(60%)	1.4534(71%)	1.0548(71%)	1.1531(70%)	1.0150(59%)

括号内表示该成分所占总量的百分数

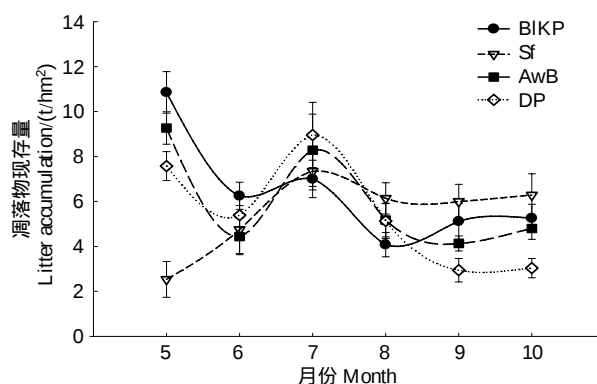


图 2 4 种森林群落凋落物现存量月动态

Fig. 2 The monthly dynamic of litter accumulation in four kinds of forest communities

由表3可以看出,7月阔叶红松林内,常绿树种红松凋落叶现存量与其它月份相比,呈现较低值(0.3041 t/hm^2),其较高值出现在5月、9月和10月,尤其9月开始有较多凋落物的产生,相比6月增加近180%以上,阔叶树种色木槭、紫椴和水曲柳叶7月现存量较大,分别为 0.2346 t/hm^2 、 0.7671 t/hm^2 和 0.2974 t/hm^2 ,几乎为最高值,而云冷杉林内,红松和云冷落凋落叶现存量7月最高,分别为 0.5276 t/hm^2 和 1.4534 t/hm^2 ,较高值出现在6和8—10月,并且各月都保持在 0.4 t/hm^2 左右和 1 t/hm^2 以上,明显高于5月(0.1437 t/hm^2 和 0.5811 t/hm^2)。

4 结论与讨论

所调查的4种森林群落凋落物现存量平均值为阔叶红松林(6.43 t/hm^2)>白桦林(6.02 t/hm^2)>云冷杉林(5.51 t/hm^2)>山杨林(5.50 t/hm^2)。各群落凋落叶和枝现存量所占比重最大,各月之间存在差异,其变化范围在51%—62%之间,此外5月和7月凋落物中半分解现存量占凋落物现存量比例也较高,为38%—46%。以往利用承接盘法研究森林凋落物的研究表明,东北主要森林群落凋落量占总凋落量50%—83%^[5],长白山阔叶红松林群落凋落量占总凋落量的80%^[4],而本研究结果却发现各群落林地表面叶凋落物现存量占总现存量比例为26%—43%,说明近一半凋落叶当年即实现分解或进入半分解层,另一方面也验证了凋落叶分解速度相对枝要快^[16]。凋落物现存量中花果和皮的量较少,仅占总量的1%—2%,但在云冷杉林中占有较大的比例(9%和4%),其原因可能与云冷杉林中各针叶树种的果实数量多以及云冷杉种鳞分解较慢有关^[5],皮凋落物现存量较大是否与针叶树种皮剥落相对较易及分解较慢有关还有待于进一步的研究。

位于海拔1250 m处的云冷杉林凋落物现存量及各组分现存量月动态曲线都表现出单峰型变化,其峰值出现在7月,而且5—7月呈现明显升高趋势,说明在此期间有大量的凋落物的产生,7月开始缓慢下降,尽管有资料表明,云冷杉林凋落量主要集中在秋季和冬季^[4],但此期间仍有大量凋落物的输入,但由于分解速率相对其它群落较慢^[16],因此8—10月后较其它群落相对变化平缓,特别值得注意的是5月现存量明显较其它月份低,这与冬季的凋落物(特别半分解物)的大量物理碎化分解过程有关?还是与树种组成变化和其它因素有关?值得深入探讨。其它3个群落凋落物现存量月动态变化趋势基本相似,在生长季节凋落物现存量存在2个峰值,第一个峰值出现在5月,统计数据显示这3个群落从10月到第2年5月凋落物现存量分别净增 5.60 、 4.47 、 4.54 t/hm^2 ,这点与云冷杉林有显著的差别,尽管有资料表明,阔叶红松林凋落量最大值出现在秋季^[4],但在整个冬季大量凋落物的产生也是不争的事实,说明在该区域内,尽管在冬季也存在着物理碎化过程,但由于期间有大量凋落物的产生,在群落年生长期内,凋落物现存量最大值出现在年生长初期。另一个高峰出现在7月,通过对凋落物组成成分的分析,发现在此期间阔叶红松林和云冷杉林群落内凋落叶较其它月份高很多,而白桦林和山杨林群落内凋落枝和半分解较其它月份要高很多,说明不同群落凋落物现存量7月出现峰值主导因素不同。凋落物组成成分动态研究发现,不同群落凋落叶现存量动态变化存在差异,阔叶红松林峰值出现在5月、7月和10月,白桦林和山杨林则出现在5月和10月,云冷杉林7月和10月出现峰值。这显然与叶凋落量(取决于植物叶片的发育节律)及凋落物的分解速率有关。以往的研究表明,温带地区落叶阔叶树种叶凋落量集中在秋季^[5],云冷杉林凋落量主要集中在秋季和冬季^[4],从而导致各群落凋落叶现存量10月达到高峰,其结果与程煜的研究相吻合^[41]。群落中凋落枝和皮现存量月动态变化趋势一致,5月和7月较高,但曲线的波动较平缓。凋落枝现存量波动较小,可能与树枝在枯死后往往会宿存在树干上,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,这是在7月凋落枝的现存量最高的重要原因。另外,群落内半分解物现存量10月降至最低(云冷杉林内10月较高,而5月最低)的原因,可能与8、9月份适宜的环境导致凋落物被分解速度较快有关^[16]。上述结果表明,凋落物现存量的月变化与环境条件密切相关,不同海拔梯度由于环境的差异比较大,变化趋势有明显的差别,相近海拔月变化相似,同时也说明与群落类型关系不大,当然,这种现象还有待于进一步研究。

另外对阔叶红松林和云冷杉林叶凋落物现存量月动态的对比分析发现,7月份阔叶红松林内叶凋落物现存量峰值的出现不完全取决于红松叶,主要取决于色木槭、紫椴和水曲柳等阔叶树种叶凋落物的积累;而云冷

杉林取决于红松和云冷落叶的凋落物的量。经统计,阔叶红松林内红松针叶年凋落物现存量为 $0.5313 (\text{t}/\text{hm}^2)$, 云冷杉林内为 $0.4031 (\text{t}/\text{hm}^2)$ 。由此可以看出,红松叶在两个群落内凋落物的积累量不同,阔叶红松林 > 云冷杉林,这主要与林分类型、树种组成、气候条件及红松叶的凋落量、分解速率有关,另外两个群落内红松叶凋落物现存量月动态研究显示,阔叶红松林内 5 月 > 10 月 > 9 月 > 8 月 > 7 月 > 6 月,云冷杉林则为 7 月 > 9 月 > 6 月 > 10 月 > 8 月 > 5 月,可见,两个群落内红松叶凋落物现存量峰值出现的时间不同,这更进一步说明凋落物的积累受气候条件、凋落量及分解速率的影响,其影响机制需进一步实验探讨。

References:

- [1] 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.
- [2] Chun M L, Xie Z Q, Zhao C M, Fan D Y, Xu X W, Ping L. Litter production and nutrient characteristics of *Abies fargesii* natural forest in Shennongjia nature reserve, Hubei, China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2009, 33(3): 492-498.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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(5): 783-788.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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. *Chinese Journal of Ecology*, 2011, 30(2): 201-207.
- [9] Madritch M D, Hunter M D. Phenotypic diversity and litter chemistry affect nutrient dynamics during litter decomposition in a two species mix. *Oikos*, 2004, 105(1): 125-131.
- [10] Schweitzer J A, Bailey J K, Hart S C, Wimp G M, Chapman S K, Whitham T G. The interaction of plant genotype and herbivory decelerate leaf litter decomposition and alter nutrient dynamics. *Oikos*, 2005, 110(1): 133-145.
- [11] Zimmer M, Kautz G, Topp W. Do woodlice and earthworms interact synergistically in leaf litter decomposition? *Functional Ecology*, 2005, 19(1): 7-16.
- [12] Cotrufo M F, Raschi A, Lanini M, Ineson P. Decomposition and nutrient dynamics of *Quercus pubescens* leaf litter in a naturally enriched CO_2 Mediterranean ecosystem. *Functional Ecology*, 1999, 13(3): 343-351.
- [13] Kainulainen P, Holopainen T, Holopainen J K. Decomposition of secondary compounds from needle litter of Scots pine grown under elevated CO_2 and O_3 . *Global Change Biology*, 2003, 9(2): 295-304.
- [14] Tuchman N C, Wetzel R G, Rier S T, Wahtera K A, Teeri J A. Elevated atmospheric CO_2 lowers leaf litter nutritional quality for stream ecosystem food webs. *Global Change Biology*, 2002, 8(2): 163-170.
- [15] Song X Z, Jiang H, Zhang H L, Yu S Q, Zhou G M, Ma Y D, Chang S X. A review on the effects of global environment change on litter decomposition. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(9): 4414-4423.
- [16] Guo Z L, Zheng J P, Ma Y D, Li Q K, Yu G R, Han S J, Fan C N, Liu W D. Researches on litterfall decomposition rates and model simulating of main species in various forest vegetations of Changbai Mountains, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(4): 1037-1046.
- [17] Dou R P, Jiang H, Yu S Q, Ma Y D, Guo P P. Decomposition of *Cryptomeria fortunei* leaf litter in subtropical and tropical China. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(7): 1758-1763.
- [18] Li X F, Zhang Y, Niu L J, Han S J. Litter decomposition processes in the pure birch (*Betula platyphlla*) forest and the birch and poplar (*Populus davidiana*) mixed forest. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(5): 1782-1790.
- [19] Dou R P, Jiang H, Yu S Q, Ma Y D, Guo P P, Song X Z. Leaf litter decomposition of six trees in Mid-subtropical and tropical China. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(16): 4521-4528.
- [20] Li H T, Yu G R, Li J Y, Chen Y R, Liang T. Decomposition dynamics and nutrient release of litters for four artificial forests in the red soil and

- hilly region of subtropical China. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(3): 898-908.
- [21] Lin K M, Zhang Z Q, Cao G Q, He Z M, Ma X Q. Decomposition characteristics and its nutrient dynamics of leaf litter mixtures of both Chinese fir and *Phoebe bournei*. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(8): 2732-2738.
- [22] Liu Y, Han S J, Lin L. Dynamic changes in soil nutrients of four types of forests in Changbai Mountains during litter decomposition. *Journal of Northeast Forestry University*, 2009, 37(8): 28-30.
- [23] Guo J P, Ding X Y, Zhang Y X. Decomposition process and nutrient dynamic of litterfall in a *Larix principis-rupprechtii* stand in Guandishan Mountains. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(10): 5684-5695.
- [24] Liu W F, Fan H B, Yuan Y H, Huang R Z, Liao Y C, Li Y Y, Shen F F. Macronutrient fluxes of the litterfall in Chinese Fir plantation in response to simulated nitrogen deposition. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2011, 25(1): 137-141.
- [25] Yang C L, Zhang Q G, Liu K D, Qin X L. Study on standing stock and component of litter fall in Dashushan forest park. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2007, 35(11): 3203-3204.
- [26] Zhang Q F, Xu R D. Standing crops of the litterfall in the succession series of evergreen broad-leaved forest in Tiantong, Zhejiang Province. *Chinese Journal of Ecology*, 1999, 18(2): 17-21.
- [27] Zhou X N, Wu Z L, Zheng L F, Cai R T, Luo J C, Lin H M. Biomass and nutrient content of forest litter in natural forest of different intensity harvesting after ten years. *Scientia Silvae Sinicae*, 2008, 44(10): 25-28.
- [28] Ma S G, Yang Y S, Xie J S, Guo J F, Yang Z J, Gao Y C. The water retention characteristic of litter in six old growth natural forests compared with a *cunninghamia lanceolata* plantation in Subtropical Zone. *Journal of Subtropical Resources and Environment*, 2010, 5(2): 31-38.
- [29] Zhang W Q, Li Z Q, Zhou P, Zeng L H, Wang M H, Chen G S, Li Y M, Zhou Y, Guo L D. Water-holding characteristics of typical forests types litter in the upper and middle reaches of Dongjiang watershed. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2010, 24(5): 130-134.
- [30] Zhou W W, Yu X B, Wang X, Shi Z J, Tai L K, Guo J Y, Yang Z J. Reserves and water capacity characteristics of three forest types of floor mass in Qiongzong district of Hainan Island. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(13): 6236-6239.
- [31] Mo F, Yu P T, Wang Y H, Wang J, Xiong W, Xu L H. The water-holding capacity of litter layers in the forests of *Larix principis-rupprechtii* and *Betula albo-sinensis* in Liupan Mountain and their rainfall interception process. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(6): 2868-2876.
- [32] Zhang Z X, Min J J, Yan S F, Jiang Z L, Zhang J, Zhang F. Forest litter containing moisture and water storage and associated influencing factors in rolling hill areas of Southern Jiangsu Province. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2011, 31(1): 6-10.
- [33] Huang J H, Chen L Z, Han X G. Advance in litter decomposing of forest ecology system // Li C S, ed. *Advance in Plant Science* (Vol 1). Beijing: Higher Education Press, 1998: 218-316.
- [34] Wang Y, Liu J S, Dou J X, Zhao G Y. Seasonal variations and nutrient accumulation of *Deyeuxia angustifolia* litter in Sanjiang Plain wetlands, northeastern China. *Journal of Beijing Forestry University*, 2010, 32(1): 74-81.
- [35] Hao Z Q, Guo S L, Cao T. *Plant Species Diversity and Pattern in Changbai Mountain*. Shenyang: Liaoning Science and Technology Press, 2002: 4-9.
- [36] Hou Y, Wang B X, Zhang H D, Li M G. The litterfall of the south subtropical evergreen broad leaved forest in Heishiding Nature Reserve. *Ecologic Science*, 1998, 17(2): 14-18.
- [37] Liang H W, Huang C B, Hu C B. A study on the litterfall and soil fertility of the different planted forests in Guangxi. *Acta Ecologica Sinica*, 1993, 13(3): 235-242.
- [38] Wen Y G, Wei S Z, Qin W M. Analysis on the litter-fall dynamics of Chinese Fir plantation and its correlation to climatic factors in north Guangxi. *Acta Ecologica Sinica*, 1990, 10(4): 367-372.
- [39] Zhang D Q, Ye W H, Yu Q F, Kong G H, Zhang Y C. The litter-fall of representative forests of successional series in Dinghushan. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(6): 938-944.
- [40] Wang F Y. Review on the study of the forest litterfall. *Advance in Ecology*, 1989, 6(2): 82-89.
- [41] Cheng Y. *Study on Litter-fall Decomposing Dynamic and Nutrients Releasing Rule of Phoebe Bournei*. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2003.

参考文献:

- [1] 潘开文, 何静, 吴宁. 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.
- [2] 春敏莉, 谢宗强, 赵常明, 樊大勇, 徐新武, 平亮. 神农架巴山冷杉天然林凋落量及养分特征. *植物生态学报*, 2009, 33(3): 492-498.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.

- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [15] 宋新章,江洪,张慧玲,余树全,周国模,马元丹,Chang S X. 全球环境变化对森林凋落物分解的影响. 生态学报, 2008, 28(9): 4414-4423.
- [16] 郭忠玲,郑金萍,马元丹,李庆康,于贵瑞,韩士杰,范春楠,刘万德. 长白山各植被带主要树种凋落物分解速率及模型模拟的试验研究. 生态学报, 2006, 26(4): 1037-1046.
- [17] 窦荣鹏,江洪,余树全,马元丹,郭培培. 柳杉凋落物在中国亚热带和热带的分解. 生态学报, 2010, 30(7): 1758-1763.
- [18] 李雪峰,张岩,牛丽君,韩士杰. 长白山白桦 (*Betula platyphlla*) 纯林和白桦山杨 (*Populus davidiana*) 混交林凋落物的分解. 生态学报, 2007, 27(5): 1782-1790.
- [19] 窦荣鹏,江洪,余树全,马元丹,郭培培,宋新章. 热带尖峰岭和亚热带千岛湖六种凋落叶的分解特征. 生态学报, 2010, 30(16): 4521-4528.
- [20] 李海涛,于贵瑞,李家永,陈永瑞,梁涛. 亚热带红壤丘陵区四种人工林凋落物分解动态及养分释放. 生态学报, 2007, 27(3): 898-908.
- [21] 林开敏,章志琴,曹光球,何宗明,马祥庆. 杉木与楠木叶凋落物混合分解及其养分动态. 生态学报, 2006, 26(8): 2732-2738.
- [22] 刘颖,韩士杰,林鹿. 长白山4种森林凋落物分解过程中养分动态变化. 东北林业大学学报, 2009, 37(8): 28-30.
- [23] 郭晋平,丁颖秀,张芸香. 关帝山华北落叶松林凋落物分解过程及其养分动态. 生态学报, 2009, 29(10): 5684-5695.
- [24] 刘文飞,樊后保,袁颖红,黄荣珍,廖迎春,李燕燕,沈芳芳. 氮沉降对杉木人工林凋落物大量元素归还量的影响. 水土保持学报, 2011, 25(1): 137-141.
- [25] 杨春雷,张庆国,刘可东,秦小林. 合肥市大蜀山森林公园凋落物现存量与组分研究. 安徽农业科学, 2007, 35(11): 3203-3204.
- [26] 张庆费,徐绒娣. 浙江天童常绿阔叶林演替过程的凋落物现存量. 生态学杂志, 1999, 18(2): 17-21.
- [27] 周新年,巫志龙,郑丽凤,蔡瑞添,罗积长,林海明. 天然林择伐10年后凋落物现存量及其养分含量. 林业科学, 2008, 44(10): 25-28.
- [28] 马书国,杨玉盛,谢锦升,郭剑芬,杨智杰,高玉春. 亚热带6种老龄天然林及杉木人工林的枯落物持水性能. 亚热带资源与环境学报, 2010, 5(2): 31-38.
- [29] 张卫强,李召青,周平,曾令海,王明怀,陈光胜,黎艳明,周毅,郭乐东. 东江中上游主要森林类型枯落物的持水特性. 水土保持学报, 2010, 24(5): 130-134.
- [30] 周卫卫,余雪标,王旭,时忠杰,太立坤,郭俊誉,杨曾奖. 海南琼中3种森林枯落物的现存量及持水特性研究. 安徽农业科学, 2009, 37(13): 6236-6239.
- [31] 莫菲,于澎涛,王彦辉,王晶,熊伟,徐丽宏. 六盘山华北落叶松林和红桦林枯落物持水特征及其截持降雨过程. 生态学报, 2009, 29(6): 2868-2876.
- [32] 张增信,闵俊杰,闫少锋,姜志林,张军,张菲. 苏南丘陵森林枯落物含水量及其影响因素分析. 水土保持通报, 2011, 31(1): 6-10.
- [33] 黄建辉,陈灵芝,韩兴国. 森林生态系统中凋落物分解的研究进展//李承森. 植物科学进展 (Vol 1). 北京: 高等教育出版社, 1998: 218-316.
- [34] 王洋,刘景双,窦晶鑫,赵光影. 三江平原不同群落小叶章枯落物的季节变化及养分累积特征. 北京林业大学学报, 2010, 32(1): 74-81.
- [35] 郝占庆,郭水良,曹同. 长白山植物多样性及其格局. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2002: 4-9.
- [36] 侯庸,王伯荪,张宏达,李鸣光. 黑石顶自然保护区南亚热带常绿阔叶林的凋落物. 生态科学, 1998, 17(2): 14-18.
- [37] 梁宏温,黄承标,胡承彪. 广西宜山县不同林型人工林凋落物与土壤肥力的研究. 生态学报, 1993, 13(3): 235-242.
- [38] 温远光,韦盛章,秦武明. 杉木人工林凋落物动态及其与气候因素的相关分析. 生态学报, 1990, 10(4): 367-372.
- [39] 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.
- [40] 王凤友. 森林凋落量研究综述. 生态学进展, 1989, 6(2): 82-89.
- [41] 程煜. 闽楠叶凋落物分解动态及其养分释放规律研究. 福州: 福建农林大学, 2003.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.31 ,No.15 August ,2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Trophic group responses of ground arthropods to land-cover change and management disturbance	LI Fengrui, LIU Jiliang, HUA Wei, et al (4169)
Construction and comparative analysis of enriched microsatellite library from <i>Liposcelis bostrychophila</i> and <i>L. entomophila</i> genome	WEI Dandan, YUAN Minglong, WANG Baojun, et al (4182)
Development of EST-SSRs markers and analysis of genetic diversities among different geographical populations of Manila clam <i>Ruditapes philippinarum</i>	YAN Xiwu, YU Zhifei, QIN Yanjie, et al (4190)
Genetic diversity of different generations of the Dalian population of Manila clam <i>Ruditapes philippinarum</i> through selective breeding	YU Zhifei, YAN Xiwu, YANG Fei, et al (4199)
Comparative study of spike differentiation in wheat in the glasshouse and field	JIANG Lina, ZHAO Yanling, SHAO Yun, et al (4207)
Effects of organic fertilizer on growth and endogenous hormone contents of wheat seedlings under salt stress	LIU Haiying, CUI Changhai, ZHAO Qian, et al (4215)
Impacts of climatic change on spring wheat growth in a semi-arid region of the Loess Plateau: a case study in Dingxi, Gansu Province	YAO Yubi, WANG Runyuan, YANG Jinhu, et al (4225)
Dynamic changes in nitrogen and phosphorus concentrations and emission-reduction potentials in paddy field water under different tillage models	FENG Guolu, YANG Renbin (4235)
Effects of planting and straw returning of transgenic Bt maize on soil enzyme activities under field condition	YAN Shilei, ZHAO Lei, SUN Hongwei, et al (4244)
Effects of short-term flooding on <i>Geobacteraceae</i> spp. and <i>Anaeromyxobacter</i> spp. abundance in paddy soil	ZHU Chao, Stefan Ratering, QU Dong, et al (4251)
Adaptive adjustments of the sowing date of late season rice under climate change in Guangdong Province	WANG Hua, CHEN Xinguang, HU Fei, et al (4261)
Carbon and nitrogen sequestration rate in long-term fenced grasslands in Inner Mongolia, China	HE Nianpeng, HAN Xingguo, YU Guirui (4270)
Ecosystems carbon storage and carbon sequestration potential of two main tree species for the Grain for Green Project on China's hilly Loess Plateau	LIU Yingchun, WANG Qiufeng, YU Guirui, et al (4277)
Wettability on plant leaf surfaces and its ecological significance	SHI Hui, WANG Huixia, LI Yangyang (4287)
Seasonal dynamics of litter accumulation in major forest communities on the northern slope of Changbai Mountain, Northeast China	ZHENG Jinping, GUO Zhongling, XU Chengyang, et al (4299)
A comparative study of seed germination traits of 52 species from Gurbantunggut Desert and its peripheral zone	LIU Huiliang, SONG Mingfang, DUAN Shimin, et al (4308)
The reproductive ecological characteristics of <i>Sinosenecio jishouensis</i> (Compositae) and its endangerment mechanisms	DENG Tao, CHEN Gongxi, ZHANG Daigui, et al (4318)
Iterative algorithm for analyzing the influence of the proportion of permanently destroyed sites on the equilibrium abundances of species	SHI Peijian, GE Feng, YANG Qingpei (4327)
Physiological mechanism of foliage spraying paclobutrazol on increasing salt tolerance of <i>Jatropha curcas</i> seedlings	MAO Yiqing, ZHENG Qingsong, CHEN Jianmiao, et al (4334)
Spatial ecological niche of main insect borers in larch of Aershan	YUAN Fei, LUO Youqing, SHI Juan, et al (4342)
Source areas and landing mechanism of early immigration of white-backed planthoppers <i>Sogatella furcifera</i> (Horváth) in Yunnan, 2009	SHEN Huimei, LÜ Jianping, ZHOU Jinyu, et al (4350)
Life history and the evolutionary significance of egg diapause in Changsha population of the rice grasshopper, <i>Oxya chinensis</i> (Orthoptera: Catantopidae)	ZHU Daohong, ZHANG Chao, TAN Ronghe (4365)
Relationships between main insect pests and their predatory natural enemies in "518" nectarine orchard	SHI Xiaoli, BI Shoudong, GENG Jiguang, et al (4372)
Dynamics of soil meso- and microfauna communities in Zoigê alpine meadows on the eastern edge of Qinghai-Tibet Plateau, China	ZHANG Hongzhi, WU Pengfei, YANG Daxing, et al (4385)
Seasonal changes in waterbirds population and movements of Great Black-headed Gull <i>Larus ichthyaetus</i> at Keluke Lake of Qinghai, China	ZHANG Guogang, LIU Dongping, HOU Yunqiu, et al (4398)
Predictions of net carbon emissions based on the emissions and forest carbon sinks in Yunnan Province	LIU Huiya, WANG Zheng, MA Xiaozhe (4405)
Ecological water depletion by human use in Beijing City	BAI Yinglan, WANG Rusong, YAO Liang (4415)
Review and Monograph	
Research progress on regulation mechanism for the process of water transport in plants	YANG Qiliang, ZHANG Fucang, LIU Xiaogang, et al (4427)
Antibiotics in environmental matrices and their effects on microbial ecosystems	YU Shen, WANG Min, HONG Youwei (4437)
Anaerobic ammonium oxidation in natural ecosystems	SHEN Lidong, ZHENG Ping, HU Baolan (4447)
Scientific Note	
Ecological characteristics of macrobenthic communities and their relation to water environmental factors in four bays of southern Shandong Peninsula	ZHANG Ying, LÜ Zhenbo, XU Zongfa, et al (4455)
Seasonal succession of crustacean zooplankton in relation to the major environmental factors in Lake Ulungur, Xinjiang	YANG Lili, ZHOU Xiaoyu, LIU Qigen, et al (4468)
Effect of different fertilization and irrigation practices on soil ammonia volatilization of Arecanut (<i>Areca catechu</i> L.)	LU Lilan, GAN Bingchun, XU Minghui, et al (4477)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

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 31 卷 第 15 期 (2011 年 8 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 15 2011

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



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元