

# 福建人工林泽陆蛙种群动态研究

王恒恒<sup>1</sup> 李斌<sup>1</sup> 栾晓峰<sup>1</sup> 顾采薇<sup>1</sup> 李劭抒<sup>2</sup>

(1 北京林业大学自然保护区学院 2 厦门大学管理学院)

**摘要:**2011年6—9月和2012年4—5月,采用“围栏陷阱法”对福建省将乐县国有林场典型人工林内泽陆蛙种群进行调查,共捕获泽陆蛙222只。采用聚类分析方法,按照体长、体重将泽陆蛙划分为成体和亚成体,分析不同月份、不同类型人工林、不同林龄人工林内泽陆蛙的日均捕获量、肥满度和重长比的变化规律。结果显示:1)人工林泽陆蛙日均捕获量随月份变化先减小后增大,肥满度无显著变化,重长比先增大后减小。2)人工林泽陆蛙肥满度、重长比,混交林高于纯林;日均捕获量纯林高于混交林。3)随人工林林龄的增加泽陆蛙肥满度、重长比增大,中龄林泽陆蛙日均捕获量最高。研究结果可为人工林物种多样性保护提供新思路,并为人工林经营模式的转变提供参考。

**关键词:**人工林;泽陆蛙;日均捕获量;肥满度;重长比

中图分类号:Q958.1 文献标志码:A 文章编号:1000-1522(2013)03-0122-06

WANG Heng-heng<sup>1</sup>; LI Bin<sup>1</sup>; LUAN Xiao-feng<sup>1</sup>; GU Cai-wei<sup>1</sup>; LI Shao-shu<sup>2</sup>. **Investigation on population dynamics of *Fejervarya multistriata* in plantations of Fujian Province, eastern China.**

*Journal of Beijing Forestry University*(2013)**35**(3)122-127 [Ch,21 ref.]

1 College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China;

2 School of Management, Xiamen University, 361005, P. R. China.

From June to September 2011 and April to May 2012, we had made a preliminary investigation on the rice frog communities in different typical plantations using the “Fence with pitfall trap” in Jiangle County of Fujian Province, eastern China and 222 rice frogs were captured. Based on snout-vent length and body weight, rice frogs were divided into adult and subadult by using cluster analysis. The variation of daily-catches, relative-fatness and weight/length index were analysed in different months, different types of plantations and varied age of plantations. The result showed that: 1) the daily-catches and weight/length index of rice frog in plantations decreased first and then increased from April to September, and the relative-fatness had no significant changes; 2) The relative-fatness and weight/length index of rice frog in pure plantations were higher than mixed plantations, and the daily-catches was contrary; 3) The relative-fatness and weight/length index of rice frog were growing with the age of plantations, and the daily-catches reached the highest in middle age plantations. The results can provide new ideas for protecting the species diversity in plantations and guide for changing the management mode of plantations.

**Key words** plantations; rice frog (*Fejervarya multistriata*); daily-catches; relative-fatness; weight/length index

随着天然林面积的减少,大量野生动物失去了生存场所而导致数量急剧下降甚至灭亡。为了减缓天然林遭破坏的速度,人类大量营造人工林。有研

究表明人工林、次生林内的动物数量有时会高于天然林<sup>[1-2]</sup>;因此,在保护天然林的同时,如何科学地营造人工林,并有效保护其内的物种多样性是当前

收稿日期:2012-11-05 修回日期:2012-12-05

基金项目:林业公益性行业科研专项(200904003)。

第一作者:王恒恒。主要研究方向:野生动植物保护与管理。Email:779818389@qq.com 地址:100083 北京市海淀区清华东路35号516信箱。

责任作者:栾晓峰,教授,博士生导师。主要研究方向:自然保护地建设与管理。Email:luanxiaofeng@yahoo.com.cn 地址:100083 北京市海淀区清华东路35号159信箱。

本刊网址: <http://journal.bjfu.edu.cn>

急需深入研究的重要课题之一。

泽陆蛙 (*Fejervarya multistriata*) 是重要的环境健康指示物种,也是我国南方两栖动物优势种之一,数量大,繁殖力强,广泛分布于稻田、沼泽、森林等生境<sup>[3]</sup>。目前我国学者已对农田、湿地等生境的泽陆蛙肥满度、种群动态进行了研究,但是对人工林内泽陆蛙种群特征的研究尚处于空白<sup>[4]</sup>。国外对森林生境两栖动物群落特征研究发现:不同树种、年龄的林内两栖动物种类不同<sup>[5]</sup>;两栖动物种类、数量在天然林中要比各种林龄的人工林中都更加丰富<sup>[6]</sup>;原始林内两栖动物多样性高于天然次生林和人工林<sup>[7]</sup>;采伐方式影响林内两栖动物物种的多样性<sup>[8]</sup>,应鼓励择伐或小范围皆伐代替大范围皆伐<sup>[9]</sup>等。本文选取我国人工林数量较多的南方人工林生境泽陆蛙作为研究对象,以此评估我国人工林两栖动物的生存现状以及种群发展趋势。研究结果可为人工林内生物多样性保护提供科学依据,并指导人工林经营模式从追求经济效益向生态效益转变。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

实验地点选择在位于福建省三明市的将乐县国有林场。林场经营总面积 6 830.9 hm<sup>2</sup>,有林地面积 6 509.7 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率 94.8%,森林总蓄积量 87.3 万 m<sup>3</sup><sup>[10]</sup>。地理坐标 26°26' ~ 27°04'N、117°05' ~ 117°40'E。土壤类型主要为红壤。年平均相对湿度

82%,年平均气温 14.6 ~ 18.8 °C。林场主要经营树种有杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)、马尾松 (*Pinus massoniana*) 和毛竹 (*Phyllostachys heterocycla*),另有部分檫树 (*Sassafras tsumu*)、盐肤木 (*Rhus chinensis*)、火力楠 (*Michelia macclurei*) 等阔叶树种。

实验分别选择成、中、幼 3 个龄级的杉木纯林和杉木、马尾松混交林(以下简称杉-马混交林)作为实验样地。经调查,样地内共分布有两栖动物 4 科 7 属共 8 种,分别为镇海林蛙 (*Rana zhenhaiensis*)、崇安湍蛙 (*Amolops chunganensis*)、中国树蟾 (*Hyla chinensis*)、沼水蛙 (*Hylarana guentheri*)、泽陆蛙、小弧斑姬蛙 (*Microhyla heymonsi*)、粗皮姬蛙 (*M. butleri*)、黑眶蟾蜍 (*Bufo melanostictus*),其中泽陆蛙数量最多,分布范围最广,为当地人工林内两栖动物优势种。

### 1.2 调查方法

经过野外实地考察,在 6 块样地内选择了位于阴坡、距离水源地(林间溪流)10 ~ 14 m,并且郁闭度、土壤腐殖质层厚度、海拔等相似的 6 块样方(样地信息见表 1)。样方大小为 12 m × 12 m。在 6 块样方内采用“围栏陷阱法(Fence with pitfall trap)”<sup>[11]</sup>,沿与山坡垂直方向各设置 1 个 1 m × 10 m 的防雨布拦截带,拦截带两侧各均匀布置 3 个直径 20 cm、深 1 m 的陷阱,PVC 管做陷阱壁。经预实验验证,样方内陷阱装置捕捉效果良好,基本可避免两栖动物逃脱和天敌干扰;陷阱捕捉数量可覆盖样方范围内 85% 以上的两栖动物个体。

表 1 实验样地信息

Tab. 1 Sample plot information

样地号	树种组成	林龄	海拔/m	郁闭度	腐殖质层厚度/cm
1	杉木 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )	幼龄林	226	0.7	16.6
2	杉木	中龄林	211	0.8	16.4
3	杉木	成过熟林	268	0.8	17.4
4	杉木、马尾松 ( <i>Pinus massoniana</i> )	成过熟林	220	0.8	18.6
5	杉木、马尾松	中龄林	218	0.8	17.6
6	杉木、马尾松	幼龄林	249	0.7	15.8

调查期间每 2 d 为一个周期,检查 6 块样方捕获的两栖动物,统计泽陆蛙数量并测量其体长 ( $L$ )、体重 ( $W$ ),记录后将其在捕获类型人工林释放。

### 1.3 肥满度指标

肥满度指数和重长比指数是在肥满度研究中应用最为广泛的 2 个指标,在实际应用中 2 个指标相结合能够更好地评价两栖动物的营养状况<sup>[12]</sup>。

$$\text{肥满度指数 } K = 100W/L^3$$

$$\text{重长比指数 } K_{WL} = W/L$$

### 1.4 日均捕获量

以每月捕捉的泽陆蛙数量与捕捉的天数的比值作为当月泽陆蛙的日均捕获量,以此作为不同月份泽陆蛙种群数量动态变化的参考依据。

$$\text{日均捕获量 } Q = N/D$$

式中: $N$  为每月捕获泽陆蛙的数量, $D$  为每月捕捉的天数。

### 1.5 成体、亚成体的划分标准

经过野外调查发现,泽陆蛙在 3 月中下旬开始出洞,11 月下旬到 12 月中旬进入冬眠期;因此,本

实验选择泽陆蛙数量稳定、充足的4—9月作为本次调查的对象,对该时间段内泽陆蛙的个体和种群特征进行分析。

2011年6—9月、2012年4—5月试验期间,共捕获泽陆蛙222只。使用SPSS 18.0软件,采用聚类分析法,依据泽陆蛙的体长、体重指标将其划分为成体(Adult)、亚成体(Subadult)两部分。聚类分析结果显示,捕获的泽陆蛙中,成体125只,亚成体97只。其中:泽陆蛙亚成体体长10.355~22.585 mm、体重0.3~1.0 g;成体体长23.035~49.910 mm、体重1.0~6.0 g。参考邓学建<sup>[13]</sup>对稻田泽陆蛙龄组的划分结果,人工林泽陆蛙体型略小。经解剖验证,本次聚类对泽陆蛙成体、亚成体划分范围合理,亚成体泽陆蛙为当年变态的1龄个体,生殖腺尚未发育,成体为2、3龄的越冬后个体。

### 1.6 方差分析

本实验在对比不同类型人工林泽陆蛙重长比、肥满度过程中,首先使用单样本K-S分析检验泽陆蛙不同生活周期体长、体重、肥满度值和重长比的正态性,检验结果显示各组数据均呈正态分布。然后,采用单向方差分析对各组数据的平均值进行比较,其中 $P > 0.05$ 表示无显著差异, $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著<sup>[4,12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 泽陆蛙日均捕获量变化

调查显示:4月份开始,人工林内温度回升,越冬的泽陆蛙大量出洞,日均捕获量升高,达到1.3529只;5、6月份越冬后的泽陆蛙成体进入当年第1个繁殖期,大量泽陆蛙到林外水源处繁殖,林内泽陆蛙数量下降,日均捕获量低于0.5只;第1个繁殖期过后,7月份林内泽陆蛙数量回升,部分当年生泽陆蛙亚成体加入陆地生活种群,泽陆蛙日均捕获量升高,达到1.7419只;8月份为泽陆蛙全年数量的高峰期,日均捕获量达到3.5185只,同时泽陆蛙成体进入当年第2个繁殖期,由于此时降雨量增多,林间溪流流量充沛,泽陆蛙较少选择到林外繁殖,林内泽陆蛙数量没有显著下降;由于两栖动物的生存曲线多为凹形曲线,亚成体死亡率高,9月份大量泽陆蛙亚成体死亡,泽陆蛙日均捕获量下降,为2.6316只(见图1)。

对比不同林龄人工林泽陆蛙日均捕获量发现,中龄林最高,为0.8649只(见图2)。结合实地调查可知:幼龄林林下植被较少,泽陆蛙缺乏充足的食物和适宜的栖息场所,数量较少,日均捕获量0.4685只;中龄林内林下植被丰富,昆虫种类、数量充足,可

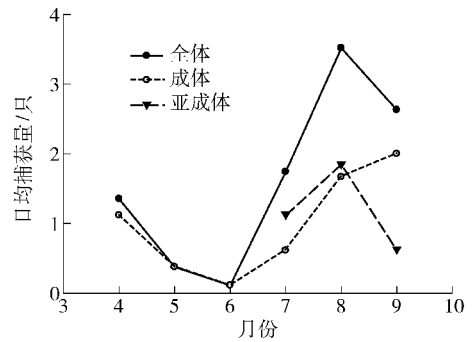


图1 不同月份泽陆蛙日均捕获量

Fig. 1 Daily-catch changing of *F. limnocharis* with month

为两栖动物提供丰富的食物来源和栖息、隐蔽场所,泽陆蛙日均捕获量达到不同林龄人工林的最高值,为0.8649只;成过熟林有采伐、捕猎现象,人为因素对林内生物影响较大,由于两栖动物对环境灵敏度高,较少在人类活动频繁的林区出现,日均捕获量为0.6757只。

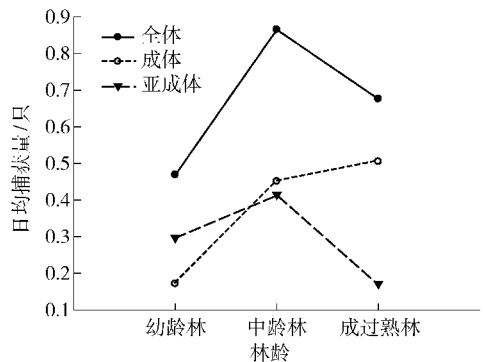


图2 不同林龄人工林泽陆蛙日均捕获量

Fig. 2 Daily-catch changing of *F. limnocharis* with plantation age

杉木纯林泽陆蛙日均捕获量为1.1081只,高于杉-马混交林的0.9009只(见图3)。其中:亚成体泽陆蛙日均捕获量在纯林和混交林中相等,均为0.4414只;成体泽陆蛙较多选择杉木纯林生存。这说明泽陆蛙不同生活时期对生境的选择存在差异。

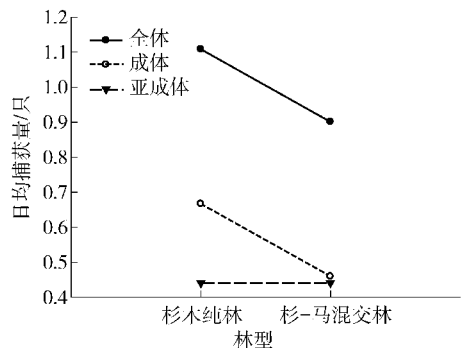


图3 不同树种组成人工林泽陆蛙日均捕获量

Fig. 3 Daily-catch changing of *F. limnocharis* with plantation species

## 2.2 不同类型人工林泽陆蛙肥满度、重长比比较

表2、3分别记录了泽陆蛙以及泽陆蛙成体、亚成体的体长、体重、肥满度和重长比的分布范围,结果显示各指标在不同月份、不同生长阶段和不同类型人工林中变化规律不同(具体情况见表4、5):

1)不同月份泽陆蛙的体长、体重、重长比差异极显著( $P < 0.01$ ),肥满度无显著差异( $P > 0.05$ )。结合泽陆蛙的日均捕获量以及泽陆蛙成体、亚成体的出现规律可知,7月份之后泽陆蛙新生个体加入当年生活群体,泽陆蛙体长、体重低于4、5、6月份,但体长、体重的变化幅度不同,导致肥满度和重长比的差异性不同。

2)泽陆蛙成体和亚成体的体长、体重、肥满度和重长比均差异极显著( $P < 0.01$ ),并且肥满度和重长比的变化规律相反,成体泽陆蛙肥满度低于亚成体,且重长比高于亚成体。说明成体泽陆蛙和亚成体泽陆蛙相比体型偏瘦,原因可能是泽陆蛙亚成

体主要活动为取食增加营养,成体泽陆蛙经历2次繁殖周期,消耗能量较多。

3)不同林龄人工林内的泽陆蛙重长比差异显著( $P < 0.05$ ),体长、体重和肥满度无显著差异( $P > 0.05$ )。在不同林龄人工林中,泽陆蛙体长、肥满度、重长比均随林龄的增加而增大,体重随林龄增加先增大后减小。随林龄增加人工林林下植被更加丰富,昆虫种类和数量增多,泽陆蛙的食物来源和避难场所增多,种群数量增大,但成过熟人工林内人为干扰较多,泽陆蛙躲避干扰的活动量增大,体重下降。

4)杉木纯林和杉-马混交林内泽陆蛙的体长、体重、肥满度和重长比均无显著差异( $P > 0.05$ )。泽陆蛙的体长、体重在纯林和混交林中变化规律相反,混交林内泽陆蛙的肥满度和重长比均高于纯林,但差异不显著。说明人工纯林和混交林均可作为泽陆蛙提供较为适宜的生存环境,但对比泽陆蛙体重可知混交林可为泽陆蛙提供较为充足的食物资源。

表2 不同月份、不同年龄组泽陆蛙体长、体重、肥满度和重长比的变化

Tab.2 Variations of SVL,  $W$ ,  $K$  and  $K_{WL}$  in different month and age of *F. limnocharis*

月份	体长 $L$	体重 $W$	肥满度 $K$	重长比 $K_{WL}$
4	32.769 ± 6.841	2.974 ± 1.349	8.668 ± 2.379	0.886 ± 0.294
5	32.015 ± 7.058	3.000 ± 2.291	7.768 ± 1.508	0.863 ± 0.503
6	40.855 ± 0.000	6.000 ± 0.000	8.799 ± 0.000	1.469 ± 0.000
7	21.725 ± 5.360	0.935 ± 0.654	8.684 ± 2.955	0.398 ± 0.174
8	23.087 ± 4.018	0.966 ± 0.457	7.853 ± 3.085	0.404 ± 0.134
9	25.775 ± 5.965	1.524 ± 1.029	8.774 ± 4.791	0.548 ± 0.249
成体	28.429 ± 4.658	1.816 ± 1.139	7.307 ± 1.800	0.606 ± 0.268
亚成体	19.227 ± 2.920	0.644 ± 0.259	9.580 ± 4.524	0.331 ± 0.107

注:表中数据为均值 ± 标准误。下同。

表3 不同类型人工林泽陆蛙体长、体重、肥满度和重长比变化

Tab.3 Variations of SVL,  $W$ ,  $K$  and  $K_{WL}$  of *F. limnocharis* in different types of plantation

类型	体长 $L$	体重 $W$	肥满度 $K$	重长比 $K_{WL}$
纯林	24.459 ± 5.328	1.191 ± 0.670	8.020 ± 3.371	0.462 ± 0.185
混交林	24.307 ± 6.897	1.447 ± 1.362	8.720 ± 3.522	0.518 ± 0.314
幼龄林	22.681 ± 5.454	1.029 ± 0.929	7.961 ± 2.916	0.410 ± 0.231
中龄林	24.818 ± 6.769	1.413 ± 1.195	8.324 ± 3.039	0.510 ± 0.281
成过熟林	25.037 ± 5.334	1.364 ± 0.881	8.613 ± 4.230	0.512 ± 0.217

## 3 结论与讨论

福建人工林生境泽陆蛙肥满度和数量相关的变化规律与上海郊区农田生境泽陆蛙种群动态规律和生活繁殖规律相似,但人工林泽陆蛙繁殖提前1个月<sup>[3]</sup>。造成该现象的原因可能是由于两栖动物是脊椎动物进化过程中由水生到陆生的过渡类群,在

整个生活周期中经历特殊的变态发育过程,幼体生活在水中,导致两栖动物的分布受水的束缚<sup>[14]</sup>。由上海、福建历年气候变化的规律可知,福建较上海提前1个月,在每年5月份进入雨季。随雨季来临,泽陆蛙进入繁殖期。5月中下旬和6月上旬人工林内泽陆蛙进入第1个繁殖期,此时泽陆蛙主要为越冬成蛙,数量较少,出洞后觅食竞争压力小,肥满度较

表4 不同月份、不同年龄组泽陆蛙体长、体重、肥满度和重长比方差分析结果

Tab. 4 One-way ANOVA of SVL,  $W$ ,  $K$  and  $K_{WL}$  in different month and age of *F. limnocharis*

指标	月份		蛙龄	
	$F$	$P$	$F$	$P$
体长 $L$	18.257	0	292.240	0
体重 $W$	32.776	0	101.021	0
肥满度 $K$	0.693	0.629	93.615	0
重长比 $K_{WL}$	29.236	0	26.046	0

表5 不同类型人工林泽陆蛙体长、体重、肥满度和重长比方差分析结果

Tab. 5 One-way ANOVA of SVL,  $W$ ,  $K$  and  $K_{WL}$  of *F. limnocharis* in different plantation types

指标	林龄		树种组成	
	$F$	$P$	$F$	$P$
体长 $L$	2.761	0.065	0.035	0.853
体重 $W$	2.469	0.087	3.329	0.069
肥满度 $K$	0.543	0.582	2.276	0.133
重长比 $K_{WL}$	3.246	0.041	2.787	0.096

高;7月份新繁殖的泽陆蛙亚成体加入陆地生活,8月份泽陆蛙进入第2个繁殖期,在此期间种内食物竞争压力增大,可能是因为成蛙繁殖消耗大量能量,泽陆蛙群体肥满度降低;9月份部分泽陆蛙亚成体死亡,泽陆蛙群体肥满度稍有增加。

本次调查结果显示:中龄林泽陆蛙日均捕获量高于幼龄林和成过熟林;随林龄增加人工林内昆虫资源更加丰富<sup>[15]</sup>,可为泽陆蛙提供更加充足的营养,因此,随林龄增加泽陆蛙肥满度、重长比增大。但是由于经济需求,在成过熟人工林中有较多的人为活动(如砍柴、采集松脂等),并且当人工林达到一定生长年限,将被大量采伐,对林内两栖动物和其他生物的生存造成干扰,导致成过熟林泽陆蛙的日均捕获量下降。

纯林泽陆蛙日均捕获量较高,混交林泽陆蛙肥满度、重长比较大。由于混交林环境复杂,林内昆虫种类、数量更加丰富<sup>[16]</sup>,可为泽陆蛙提供更加充足的食物资源,同时天敌、竞争者种类和数量较多,种内、种间竞争更加激烈,对泽陆蛙分布数量造成影响。与混交林相比,纯林植被、昆虫资源较单一,两栖动物天敌种类、数量较少,因此泽陆蛙数量较多,但同时肥满度、重长比较低。

两栖动物的日均捕获量和肥满度随时间、树种、林龄的变化而变化。森林采伐破坏两栖动物的陆生环境,造成两栖动物栖息地片段化甚至丧失,迫使两

栖动物大量迁徙,对两栖动物物种繁殖和保护造成负面影响<sup>[17-18]</sup>。由于泽陆蛙成体、亚成体对人工林生境选择存在差异,对树种选择的规律不完全相同;因此在人工林经营过程中,应遵循两栖动物的生活习性,以营造混交林为主<sup>[19]</sup>,适当调整采伐的方法、时间,尽可能避免在繁殖期、越冬期采伐和捕猎。由于我国南方人工林适宜的采伐期在9—10月份,此期间采伐与两栖动物的育肥期相冲突;因此在采伐过程中应注意方式方法,尽量避免大范围皆伐,宜采用择伐、轮伐或小范围皆伐,为两栖动物活动留出缓冲区<sup>[20-21]</sup>,进而保护人工林中的物种多样性和内部的自然生态环境。

致谢 感谢将乐县国有林场对本次实验资料收集及野外调查工作的大力支持;感谢北京林业大学自然保护区学院硕士研究生贾获帆、孙工棋及本科生黄治昊、刘晓、张可等在野外调查工作中付出的劳动。

### 参 考 文 献

- [1] PEH K S, JONG J D, SODHI N S, et al. Lowland rainforest avifauna and human disturbance: Persistence of primary forest birds in selectively logged forests and mixed-rural habitats of southern Peninsular Malaysia [J]. *Biological Conservation*, 2005, 123:489-505.
- [2] GRELLE C E, ALVES H G, ROCHA C F, et al. Prediction of threatened tetrapods based on the species-area relationship in Atlantic Forest, Brazil [J]. *Journal of Zoology*, 2005, 265:359-364.
- [3] 王晶琳,薛文杰,李乃兵,等.上海农田泽陆蛙蛰眠状况初步调查[J].*生态学杂志*,2006,25(10):1289-1291.
- [4] 王晓黎,王晶琳,姜海瑞,等.上海郊区农田泽陆蛙种群动态和肥满度状况初探[J].*四川动物*,2007,26(2):424-427.
- [5] STEPHEN H B, WHITFIELD J G, JILL J G. Terrestrial activity, abundance and diversity of amphibians in differently managed forest types [J]. *American Midland Naturalist*, 1980, 103(2):412-416.
- [6] WALDICK R C, FREEDMAN B, WASSERSUG R J. The consequences for amphibians of the conversion of natural, mixed-species forests to conifer plantations in southern New Brunswick [J]. *Canadian Field-Naturalist*, 1999,113(3):408-418.
- [7] TOBY A G, MARCO A R. The value of primary, secondary, and plantation forests for a Neotropical Herpetofauna [J]. *Conservation Biology*,2007, 21(3):775-787.
- [8] PHILLIP G D, MALCOLM L H. The relationship between forest management and amphibian ecology: A review of the North American literature [J]. *Environmental Reviews*, 1995, 3(3-4):230-261.
- [9] RAYMOND D S, BRIAN D T, SEAN M B, et al. Effects of timber harvest on amphibian populations: Understanding mechanisms from forest experiments [J]. *Bio-Science*, 2009, 59(10):852-862.
- [10] 张运根.将乐国有林场可持续营林技术探讨[J].*福建林业科技*,2003(9):102-104.
- [11] 关永才,莊铭丰,刘俊良.人工林经营对两栖类动物族群及群

- 聚组成之影响[J]. 林业研究专讯, 2007(1):17-19.
- [12] 王宇, 邵晨, 王小桃. 浙江地区虎纹蛙肥满度  $K$  研究[J]. 生态科学, 2008, 27(6):490-493.
- [13] 邓学建, 何社辉, 胡朝晖. 泽蛙 (*Rana limnocharis*) 种群生态的初步研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 1992, 15(3):285-287.
- [14] 潘晓赋, 周伟, 周用武, 等. 中国两栖类种群生态研究概述[J]. 动物学研究, 2002, 23(5):426-436.
- [15] 贾玉珍, 赵秀海, 孟庆繁. 长白山针阔混交林不同演替阶段的昆虫多样性[J]. 昆虫学报, 2009, 52(11):1236-1243.
- [16] 刘兴平, 刘向辉, 王国红, 等. 多样化松林中昆虫群落多样性特征[J]. 生态学报, 2005, 25(11):2976-2982.
- [17] BRIAN D T, THOMAS M L, BETSIE B R. Effects of forest removal on amphibian migrations: Implications for habitat and landscape connectivity [J]. Journal of Applied Ecology, 2009, 46:554-561.
- [18] HOULAHAN J E, FINDLAY C S. The effects of adjacent land use on wetland amphibian species richness and community composition [J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2003, 60(9):1078-1094.
- [19] GOMEZ D M, ANTHONY R G. Amphibian and reptile abundance in riparian and upslope areas of five forest types in western Oregon [J]. Northwest Science, 1996, 70(2):109-119.
- [20] RICHARD M L, SUSAN M G, JOHN R T. Consequences of habitat loss and fragmentation for wetland amphibian assemblages [J]. Wetlands, 1999, 19(1):1-12.
- [21] VESELY D G, MCCOMB W C. Salamander abundance and amphibian species richness in riparian buffer strips in the Oregon coast range [J]. Forest Science, 2002, 48(2):291-297.

(责任编辑 冯秀兰)

## 本刊 2013 年第 4 期要目预告

- 惠刚盈等: 基于相邻木关系的林分空间结构参数应用研究
- 黄华国等: 激光雷达技术在林业科学研究中的进展分析
- 王秀伟等: 输导组织结构对液流速度和树干  $\text{CO}_2$  释放通量的影响
- 关俊祺等: 小兴安岭不同类型人工林积雪化学特征研究
- 孙素琪等: 重庆缙云山大气氮湿沉降的短期变化及对降雨的响应
- 焦亮等: 青藏高原东缘玛曲种子植物区系特征分析
- 王英宇等: 高速公路岩石边坡植被重建 3 年期群落特征分析
- 孙鹏等: 刺槐幼林不同无性系性状比较及相关分析
- 包颖等: 单凝聚法制备豚草提取物微胶囊剂的研究
- 王丹等: 植物源挥发物  $\alpha$ -蒎烯微胶囊制剂的制备