

## 常绿阔叶林内和林窗中栲树的种子萌发和幼苗生长

陈波<sup>1</sup> 达良俊<sup>2</sup> 宋永昌<sup>2</sup>

(1. 杭州师范学院生命科学学院, 浙江 杭州 310036; 2. 华东师范大学环境科学系, 上海 200062)

**摘要:**对浙江天童地区常绿阔叶林林窗和林内两种生境下人工播埋的栲树(*Castanopsis fargesii*)种子的萌发和当年幼苗的生长进行了研究。在林窗和林内两种生境的栲树种子(单粒重约 0.5-0.6 g)的萌发率没有明显的差异,分别为 31.7±7.1%和 33.3±2.1%,一年龄幼苗的平均株高在生长季末分别为 6.56±1.2 cm 和 5.88±1.09 cm,两者有明显差异,而平均叶长、平均叶宽以及平均根长等指标没有差异;幼苗的生物量也没有明显差异。但一年龄幼苗在生长过程中,其生物量分配有所变化,在林窗条件下,幼苗逐渐将较多的生物量分配于根,而林内幼苗则逐渐将生物量较多地分配于叶,生物量的分配反映出幼苗在不同生境下的适应性特征。

**关键词:**栲树; 生境; 种子萌发; 幼苗生长

**中图分类号:** S718.53

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3395(2002)03-0207-08

## Seed Germination and Seedling Growth of *Castanopsis fargesii* in Evergreen Broadleaved Forest and in Gaps

CHEN Bo<sup>1</sup> DA Liang-jun<sup>2</sup> SONG Yong-chang<sup>2</sup>

(1. School of Life Sciences, Hangzhou Normal College, Hangzhou 310036, China;

2. Department of Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

**Abstract:** The seeds of *Castanopsis fargesii* from evergreen broadleaved forest in Tiantong National Forest Park in Zhejiang Province were collected and embedded in the forest and in gaps to investigate seed germination and the growth of the seedlings. Germination rates of the seeds under forest and in gaps were 33.3±2.1% and 31.7±7.1%, respectively, showing no obvious difference in the two habitats. Mean heights of one-year-old seedlings were 5.88±1.09% cm and 6.56±1.2 cm, respectively, showing that the difference was obvious. Biomass allocation of the seedlings in the gaps tended to be more in the roots, while those under forest was more in leaves.

**Key words:** *Castanopsis fargesii*; Habitat; Seed germination; Seedling growth

在自然条件下,由于小生境条件的差异,植物种子的萌发、幼苗的生长与生存状态不仅受到光、热等因素的限制,而且会受到动物捕食、病菌侵入及邻体干扰等因素的影响,

收稿日期: 2001-08-20 接受日期: 2002-01-14

基金项目: 973 项目“亚热带常绿阔叶林若干优势种的替代分布及其环境解释”(G200046801)资助。

因此,在植物的生活史中,种子萌发、幼苗的生长和生存被认为是植物最脆弱的阶段<sup>[1,2]</sup>。幼苗的生长和生存状况不仅会影响到植物种群的数量动态和种群分布格局的差异,甚至可影响到植物群落的结构和功能,对于优势物种或建群种更是如此<sup>[3]</sup>,因此,研究优势乔木树种实生幼苗的生长、更新动态对森林生态系统的保护和管理具有重要的意义。

栲树(*Castanopsis fargesii*)是亚热带常绿阔叶林的常见优势种之一,以栲树为建群种的常绿阔叶林广泛分布于我国的亚热带东部地区,在我国亚热带森林生态系统中占有重要的地位。不少学者对以栲树为建群种的植物群落进行了较为详尽的研究<sup>[4-7]</sup>。周莉等<sup>[8]</sup>对栲树幼龄幼苗的光合生理进行了研究。Cornelissen 等<sup>[9-11]</sup>对栲树的二、三龄幼苗在模拟不同光照条件下的生长发育进行了研究。但在环境筛的作用下,栲树种子的萌发、生根成苗及一年龄幼苗的生长特征的研究未见报道。

在亚热带常绿阔叶林中,由于被砍伐、树木自身死亡以及受台风、暴雨等因素的影响,形成不同大小的林窗,成为植物演替的重要场所,对幼苗的成功更新起到很大的作用,因此对该地区从乔木树种的种子掉落到幼苗的初期生长及幼苗库建立的研究,应深入进行<sup>[12]</sup>。在浙江天童地区的常绿阔叶林内,因定期的砍伐和台风等影响,形成了不少林窗。栲树种子在成熟季节不仅掉落于林内,而且极易落入相邻的林窗内,在林内和林窗这两种自然生境条件下,栲树种子的萌发有无差异?其次,栲树一年龄幼苗在这两种生境下的生长状况如何?本文通过野外实验的比较研究,分析该地区栲树种子在两种生境下萌发和一年龄幼苗的生长动态,为深入探讨以栲树为优势种的群落稳定性以及为当地森林生态系统的护育和管理提供科学依据。

## 1 研究方法

浙江天童国家森林公园地处北纬 29°48', 东经 121°47', 属亚热带季风区,地带性植被是以栲树和木荷占优势的常绿阔叶林<sup>[4]</sup>。

森林公园内的木荷-栲树群落中选一实验地(本文称林内),乔木层以的木荷(*Schima superba*)和栲树为主,下层灌木包括马银花(*Rhododendron ovatum*)、槲木(*Loropetalum chinense*)、米饭花(*Vaccinium sprengelii*)、细枝柃(*Eurya loquiana*)、杨梅(*Myrica rubra*)、栲树、米槠(*Castanopsis carlesii*)等,草本植物以里白(*Diplazium glaucum*)、狗脊(*Woodsia japonica*)、苔草(*Carex* spp.)等为主,群落总覆盖度约 80%,地表枯枝落叶厚 2-5 cm,坡度约 12°。

林窗实验地在林内实验地的附近,最长 8 m,最宽约 6 m,坡度约 15°,散布于林窗内的植物以狗脊、里白、苔草等草本为主,此外还有少许栲树幼苗、山矾(*Symplocos caudata*)幼苗等,群落覆盖度小于 15%,枯枝落叶层约 1-3 cm。

将 1999 年 11 月底至 12 月初收集到的栲树种子在清水中稍浸泡,选取饱满的 300 粒种子(单粒重约 0.5-0.6 g)。在林内和林窗两处样地,各设置 5 个固定样方,面积均为 0.5 m×0.5 m。考虑到该地区植物群落的土壤中存在种子库<sup>[4]</sup>,事先除去样方中的各类植物种子,以免影响最后统计结果。然后在每个样方较均匀地播埋 30 粒种子,深度 2-3 cm。

然后用尼龙纱窗网盖于其上,以防鼠等动物的取食和破坏,并标记每个样方,以连续观测。在翌年5月,去掉各样方上覆盖的尼龙纱网。

从2000年3月开始观测每个样方内的种子萌发状况,从发现样方内有出土幼苗时开始测定幼苗的高度、每株叶片数以及叶片长度和宽度等指标,并记录样方内幼苗数及死亡数。同时,每次测定时随机从与两处固定样方相邻的地方细心挖取约10株当年萌发的栲树一龄幼苗(本文称为收获样株),分别进行上述各项指标的测定,以便与固定样方内的比较;同时,测定收获样株的根长(cm)和叶面积(cm<sup>2</sup>),并将收获植株的根部、地上茎和叶片等各部分分别剪开,80℃烘36h,测定生物量(g)。用独立样本的t检验对测定值(平均值±标准误差)进行显著性分析。

## 2 结果分析

### 2.1 种子的萌发

2000年3月下旬的第一次调查未见栲树种子萌发。4月26日调查时,发现两处样地内已有种子萌发生根,此时林窗和林内的根长分别为1.33±0.92 cm和1.52±0.62 cm,林内的值略高于林窗,但无明显差异(df=35, p=0.470)。林内和林窗的种子萌发率很接近,分别为33.3±2.1%和31.7±7.1%。此后为避免对样方内种子萌发的干扰,不再继续观测土壤中种子的萌发。5月底调查时,两处的固定样方内仍未见幼苗萌出地面。

7月12日调查时发现幼苗已长出地面。两处样地的栲树一年龄幼苗数量动态见表1。7月份时林窗内的种子萌发后成苗率略高于林内,林内样方的在10月1日调查时最高,达27.53±6.88%,而林窗的高峰在10月底,约为25.32±3.00%(表1)。整个生长季中,栲树种子的萌发率都较低(不超过30%),表明有活力的栲树种子在土壤中存在的时间较长。独立样本的t检验表明,林内和林窗的种子萌发率间差异不显著(p>0.05)。幼苗的死亡率也没有差异,都较低。但在林内,仅有一个样方发现幼苗死亡个体3株,而林窗有4个样方发生幼苗死亡现象,发生幼苗死亡的频率(80%)明显高于林内(25%)。林内和林窗生境中土壤养分等因素影响到幼苗的存活<sup>[13]</sup>,但野外调查发现,该地区7、8月间常有台风暴雨等发生,雨水及泥流的冲刷对林窗等开阔地内幼苗的机械伤害更大,林内较郁蔽的生境更有利于幼苗的保护。

表1 栲树种子在林内和林窗的成苗率  
Table 1 Seedling percent (%) of *Castanopsis fargesii* in forest and gaps

	成苗率 Seedling percent (%)				幼苗死亡率 Mortality of seedlings (%)
	13 Jul.	1 Oct.	30 Oct.	24 Nov.	
林内 In forest	20.85±4.19	27.53±6.88	26.08±7.22	25.03±8.83	7.2±7.1
林窗 In gaps	22.66±6.80	22.66±2.80	25.32±3.00	23.24±4.71	12.7±9.0
p 值(df=7)	0.658	0.188	0.712	0.722	0.497

### 2.2 幼苗的生长

7月初观测发现,虽然此时幼苗已长出地面,但出土的植株上仍没有叶片。至生长季

末,在林内和林窗中栲树幼苗的叶片数量最多是 3 片,平均为  $2.00 \pm 0.76$  和  $1.93 \pm 0.78$  片。在第一年的生长中,栲树幼苗主要以不分枝的植株为主,仅有少数幼苗的植株有两个分枝,林窗中有分枝的比例(11.1%)高于林内(6.7%)。

10 月 1 日的观测中,林内和林窗内固定样方中栲树幼苗的平均叶长分别是  $3.31 \pm 1.12$  cm、 $3.27 \pm 1.09$  cm,平均叶宽分别是  $1.35 \pm 0.45$  cm、 $1.34 \pm 0.38$  cm。幼苗叶片的叶长、叶宽的生长动态见图 1,每次调查时在两种生境下的幼苗平均叶长和平均叶宽的差异均不显著(其中平均叶长:  $df=113, p=0.850$ ;  $df=129, p=0.799$ ;  $df=113, p=0.694$ ; 平均叶宽:  $df=113, p=0.992$ ;  $df=129, p=0.890$ ;  $df=113, p=0.808$ )。但林内幼苗的叶长和叶宽的生长速率分别是 0.78%和 0.18%,林窗内幼苗分别为 0.69%和 0.16%,林内略高于林窗内的。

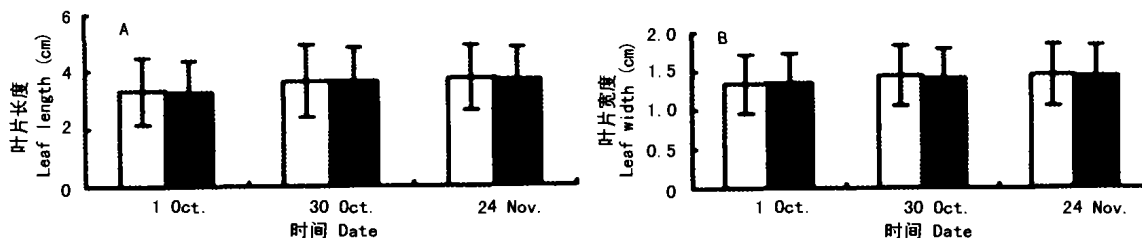


图 1 栲树一年龄幼苗叶片的生长动态

Fig. 1 Leaf growth of one-year-old seedlings of *C. fargesii* in forest (□) and in gaps (■)

图 2(A)是林内和林窗内固定样方的幼苗地上植株高度的动态变化。在这两种生境中,栲树幼苗的高度在 7-10 月中没有明显差异,但在 11 月 24 日,林窗和林内生境下幼苗的平均高度有显著差异( $df=64, p=0.016$ ),分别为  $6.56 \pm 1.2$  cm 和  $5.88 \pm 1.09$  cm。随机收获的样株也有相似的变化趋势,并且各项指标均略大于样方内幼苗,其中最后测定时,在林内收获样株的平均高度、平均叶长、平均叶宽比固定样方中的幼苗分别高 14.6%、0.97%、0.50%;而林窗中的收获样株分别高 25%、7.64%、6.04%。由于样方内幼苗密度相对较高,邻体效应在一定程度抑制了个体的生长,而随机收获样株受到邻体作用的程度较小,生长较快。

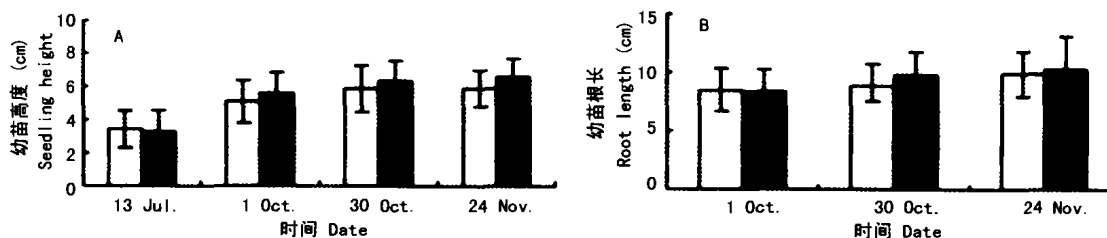


图 2 栲树一年龄幼苗株高和根长的生长动态

Fig. 2 Seedling height and root length of one-year-old seedlings of *C. fargesii* in forest (□) and in gaps (■)

10 月 1 日测定时,林内收获样株幼苗的根长比林窗中的略大(图 2B),但差异不显著( $df=18, p=0.923$ )。随后的两次测定中,林内收获样株幼苗的根长比林窗中的略小,但差

异也不显著(分别为  $df=18, p=0.258$ ;  $df=19, p=0.711$ )。林窗中幼苗根的生长速率为  $3.5 \text{ mm d}^{-1}$ , 林内的为  $2.7 \text{ mm d}^{-1}$ 。

### 2.3 幼苗生物量的分配

收获样株的生物量测定表明, 一年龄幼苗的生物量逐渐增大(图3), 但单株植株的生物量很小。林窗内幼苗生物量稍大于林内, 但差异不显著( $df=18, p=0.157$ ;  $df=18, p=0.795$ ;  $df=18, p=0.654$ )。在生长季末, 林内和林窗下的总生物量(干重)分别为  $166.3 \pm 33.7 \text{ mg}$  和  $171.9 \pm 18.4 \text{ mg}$ 。

根、茎和叶比重分别指在生长期中植株各部分占整个植株重量的比值, 反映植株生物量在生长过程中的分配特征(表2), 虽然林内与林窗生境下一年龄幼苗的总生物量的差异不显著( $df=18, p=0.654$ ), 但林内幼苗的根比重有逐渐减少的趋势, 而叶比重在逐渐增大; 而林窗幼苗的则相反。在林窗条件下茎比重有逐渐增大趋势, 而林内的变化较小。两种生境下栲树幼苗的单位叶面积重量都有增大趋势, 但增值较小。

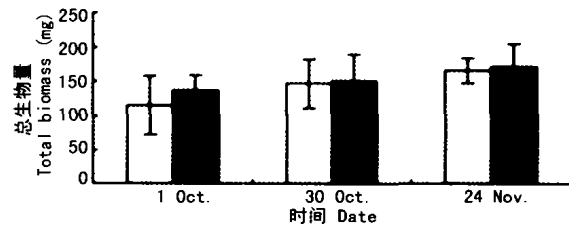


图3 栲树一年龄幼苗的生物量动态

Fig. 3 Biomass dynamics of one-year-old seedlings of *C. fargesii* in forest (□) and in gaps (■)

表2 栲树一年龄幼苗生物量的分配

Table 2 Biomass allocation of one-year-old seedlings of *Castanopsis fargesii* in forest and gaps

	1 Oct.		30 Oct.		24 Nov.	
	林内 Forest	林窗 Gaps	林内 Forest	林窗 Gaps	林内 Forest	林窗 Gaps
比重 Proportion						
根 Roots	0.630±0.08	0.585±0.09	0.610±0.12	0.593±0.12	0.588±0.07	0.601±0.11
茎 Stems	0.179±0.08	0.140±0.03	0.171±0.06	0.184±0.04	0.178±0.06	0.180±0.04
叶 Leaves	0.191±0.07	0.275±0.10	0.220±0.10	0.222±0.12	0.243±0.08	0.221±0.09
叶干重 Leaf dry weight ( $\text{mg cm}^{-2}$ )	0.005±0.001	0.006±0.005	0.006±0.002	0.007±0.006	0.007±0.002	0.007±0.004

## 3 讨论

### 3.1 种子的萌发

Bazzaz<sup>[14]</sup>认为属于演替后期的植物种子大多没有休眠期。在热带森林中, 大多数植物的种子不具有休眠特性, 可以很快萌发, 但具有种子延迟萌发特性的物种在热带雨林中也较常见<sup>[15]</sup>。壳斗科中很多植物没有休眠期, 种子在掉落后不久即可萌发, 特别是栎属的一些种<sup>[16,17]</sup>, 但也有延迟萌发的, 如 *Quercus oleoides* 在较长的干季不萌发, 雨季来临后才开始萌发<sup>[18]</sup>。Hiroki<sup>[19]</sup>等对日本 19 种壳斗科植物的调查发现, 这些植物既有快速萌发者(rapid germinator), 也有延迟萌发者(delayed germinator), 后者的萌发时间与较低的温度有关。种子的萌发方式是为了更好地适应环境, 不同物种种子萌发时对温度和土壤水分的要求不同, 辽东栎(*Quercus liaotungensis*)对温度的要求较低, 在秋季种子成熟掉落后不

久即可萌发<sup>[17]</sup>。栲属的 *Castanopsis acuminatissima* 在泰国的热带雨林内是快速萌发的<sup>[19]</sup>。Cornelissen 等<sup>[10]</sup>通过模拟自然条件推断栲树种子属于延迟萌发,种子在冬季仅是处于一种相对静止 (*quiescence*) 的状态,但不是真正的休眠。种子延迟萌发的特性并不十分清楚,可能受多种因素的影响,而且因物种不同而不同<sup>[15]</sup>。

我们的研究表明,栲树种子在秋季成熟、掉落,能逃避动物捕食的种子主要集中于翌年 4 月中下旬开始萌发,在随后幼苗生长的同时,样方内仍会有少数种子萌发,表明有活力的栲树种子在土壤中可保存较长的时间,这种延迟萌发特性显然有利于在土壤中形成一段时间的种子库。栲树的种子生产有周期性波动(另文报道),延迟萌发的特性保证种子在适合的温度和水分条件下萌发以及幼苗的生长,有利于栲树种群的更新和稳定发展;而且栲树种子在林窗和林冠生境下的萌发率没有明显差异,也有助于栲树种子对林窗等生境条件的充分利用。栲树种子在 4 月下旬发芽生根后,6 月底到 7 月初以根的生长为主。

### 3.2 一年龄幼苗的生长

不同植物幼苗生长要求的生境条件并不一致。在林窗中,光是阳生植物幼苗第一年生长中的限制因子,处于演替早期阶段的植物种在光线较好的生境下,其幼苗的生长速率可以达到最大<sup>[20]</sup>,如天童地区马尾松(*Pinus massoniana*)在早期阶段以快速生长的方式迅速占领上层空间<sup>[21]</sup>。一般认为,栲树是亚热带常绿阔叶林中耐阴的顶级种,其幼苗、幼树及成树的光补偿点均较低,幼苗可以利用林下较弱的光照<sup>[7,8]</sup>。本研究表明,最后一次收获时(11 月 24 日)两种生境下幼苗的平均高度有显著差异( $df=64, p=0.016$ ),说明林窗内的光照影响到栲树一年龄幼苗茎的生长,这种方式有利于栲树幼苗和林窗内处于演替早期阶段的物种之间的竞争。Negi<sup>[22]</sup>也曾报道 *Quercus floribunda* 一龄幼苗的生长高度在有阳光照射的微生物境和荫蔽生境中不同。王巍等<sup>[23]</sup>对东灵山辽东栎的一年龄幼苗的研究也有类似结果。

植物的耐阴性也可通过植株内生物量的分配来分析,生物量的分配反映植物在不同生境下的适应对策,以使植物体本身的生长处于一种平衡的调节状态<sup>[24]</sup>。在植物一年龄幼苗的生长中,微生物境中的土壤温度、湿度以及有机质含量会影响植株不同部位的生长<sup>[13]</sup>。虽然栲树一年龄幼苗的生物量较小,在林内与林窗间差异并不明显,但其生物量分配略有变化,林内幼苗的根比重逐渐减少,而叶比重在逐渐增大;林窗与此相反。很多研究都发现,在林内生长的耐阴植物幼苗将较小的投入用于根,而在叶上的投入较大<sup>[24]</sup>,一年龄栲树幼苗有类似结果。幼苗阶段生物量在营养器官中的不同分配对植株的后期发育有重要的影响<sup>[24]</sup>,在林窗条件下,幼苗将较多的生物量分配于根有利于植株对水分和养分的需求,茎比重也有增大的趋势。在常绿阔叶林群落底层,光照强度较弱,尽管栲树幼苗可利用较低的光照,但幼苗将生物量较多地分配于叶显然有利于对光资源的利用,以保证有足够的碳水化合物用于生长。在栲树幼苗向幼树转变的生长过程中,满足一定的光照条件有利于生长<sup>[11]</sup>。另外,本研究也发现,在生长季末,少数栲树一年龄幼苗的植株有两

个分枝,并且林窗中有分枝的植株比例(11.1%)高于林内(6.7%),林窗内的光照条件对一年龄幼苗分生组织的活动已开始有影响,因此,最终会影响到幼苗在不同生境中分枝格局的差异。栲树幼苗在林窗和林内生境下生长的差异,可能是幼苗对不同的生境采取的适应策略。本文仅对一个生长季的栲树幼苗生长进行了研究,在自然条件下对栲树幼苗的生长规律的研究仍需长期的定点和定株观测。

自然条件下,种子的萌发和幼苗的生长对森林生态系统具有重要意义。尽管栲树种子在自然条件下的萌发率不高,但考虑到种子在林窗和林内生境下没有差异以及满足一定的光照条件有利于栲树幼苗的早期生长这两个特点,建议当地林场在秋季森林间伐期间,可同时采集栲树种子播撒于采伐地,特别是在栲树种子生产的大年时,这将有利于建造一定数量的栲树实生幼苗库,促进常绿阔叶林中栲树种群的更新和自然发展。

#### 参考文献:

- [1] Grubb P J. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche [J]. Biol Rev, 1977, 52:107-145.
- [2] Silvertown J W. Introduction to Plant Population Ecology [M]. 2nd ed. London: Longman, 1987.
- [3] Aguilera M O, Lauenroth W K. Seedling establishment in adult neighbourhoods intraspecific constraints in the regeneration of the bunchgrass *Bouteloua gracilis* [J]. J Ecol, 1993, 81:253-261.
- [4] 宋永昌,王祥荣. 浙江天童国家森林公园的植被和区系 [M]. 上海:上海科学技术文献出版社,1995.
- [5] 刘智慧. 四川缙云山栲树种群结构和动态的初步研究 [J]. 植物生态学与地植物丛刊,1990,14(2):120-128.
- [6] 钟章成. 常绿阔叶林生态学研究 [M]. 重庆:西南师范大学出版社,1992.
- [7] 丁圣彦. 常绿阔叶林演替系列比较生态学 [M]. 开封:河南大学出版社,1999.
- [8] 周莉,钟章成. 缙云山常绿阔叶林幼龄栲树光合生理生态研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版),1994,19(2):187-193.
- [9] Cornelissen J H C. Aboveground morphology of shade-tolerant *Castanopsis fargesii* saplings in response to light environment [J]. Int J Plant Sci, 1993, 154(4):481-495.
- [10] Cornelissen J H C, Zhong Z C, Werger M J A. Timing of germination in the subtropical Chinese tree *Castanopsis fargesii* [J]. 西南师范大学学报(自然科学版),1994,19(4):419-430.
- [11] Cornelissen J H C, Werger M J A, Zhong Z C. Effects of canopy gaps on the growth of tree seedlings from subtropical broad-leaved evergreen forests of southern China [J]. Vegetation, 1994, 110:43-54.
- [12] Yamamoto S. Some features of the forest dynamics of warm temperate evergreen broad-leaved forests in Japan [J]. Nat His Res (Special Issue), 1997, 4:127-131.
- [13] Houle G. The reproductive ecology of *Abies balsamea*, *Acer saccharum* and *Betula alleghaniensis* in the Tantara Ecological Reserve [J]. J Ecol, 1992, 80:611-623.
- [14] Bazzaz F A. The physiological ecology of plant succession [J]. Annu Rev Ecol Syst, 1979, 10:351-371.
- [15] Vazquez-Yanes C, Orozco-Segovia A. Patterns of seed longevity and germination in this tropical rainforest [J]. Annu Rev Ecol Syst, 1993, 24:69-87.
- [16] Hiroki S, Matsubara T. Ecological studies on the plants of Fagaceae II. Comparative studies on the seed and seedling stages [J]. Jap J Ecol, 1982, 32:227-240.
- [17] 孙书存,陈灵芝. 东灵山地区辽东栎种子库统计 [J]. 植物生态学报,2000,24(2):215-221.
- [18] Boucher D H. Seed predation by mammals and forest dominance by *Quercus oleoides*, a tropical lowland oak [J]. Oecologia, 1981, 49:409-414.

- [19] Cheke A S, Nanakorn W, Yankoses C H. Dormancy and dispersal of seeds of secondary forest species under the canopy of a primary tropical rain forest in northern Thailand [J]. *Biotropica*, 1979, 11:88-95.
- [20] Shipley B, Peters R H. The allometry of seed weight and seedling relative growth rates [J]. *Fun Ecol*, 1990, 4:523-529.
- [21] 王希华, 宋永昌. 天童国家森林公园废弃采石场植被自然恢复早期阶段的种群动态及生物量的研究 [J]. *应用生态学报*, 1999, 10(5):545-548.
- [22] Negi A S, Negi G C S, Singh S P. Establishment and growth of *Quercus floribunda* seedlings after a mast year [J]. *J Veg Sci*, 1996, 7:559-564.
- [23] 王巍, 李庆康, 马克平. 东灵山地区辽东栎幼苗的建立和空间分布 [J]. *植物生态学报*, 2000, 24(5):595-600.
- [24] King D A. Correlations between biomass allocation, relative growth rate and light environment in tropical forest saplings [J]. *Fun Ecol*, 1991, 5:485-492.

### 《干旱地区农业研究》2003年征订启事

《干旱地区农业研究》由教育部主管,西北农林科技大学主办,是全面反映我国干旱、半干旱及湿润易旱区农业科学技术研究新成果、新理论、新技术及国外有关最新研究进展的学术性期刊。本刊为农业科学中文核心期刊,被多个数据库或检索系统收录。

本刊主要刊登有关干旱、半干旱及半湿润易旱地区的旱农耕作与栽培、土壤培肥与施肥、作物与土壤水分动态、节水灌溉、旱区资源开发利用、作物抗旱生理、综合评述、国外旱农动态等内容。以旱作农业为重点,重视水资源合理利用和灌溉农业的发展;应用科学研究与应用基础科学研究并重是本刊的主要特色。适合广大从事旱农研究的专家、学者、科技人员、生产管理工作者和农林及有关院校师生阅读参考。本刊在新的一年里继续承揽广告业务,有意者请及时与编辑部联系。

本刊为国内外公开发行,国际大16开本,128页,每期定价10.00元,全年40元。全国各地邮局均可订阅,邮发代号:52-97。漏订者可直接汇款至编辑部补订。地址:陕西省杨凌 西北农林科技大学西农校区96号信箱;邮编:712100,电话:(029)7092370; E-mail: yangy@nwsuaf.edu.cn。国外总发行:北京中国图书进出口总公司。

### 《应用与环境生物学报》2003年征订启事

《应用与环境生物学报》是中国科学院主管、中国科学院成都生物研究所主办、科学出版社出版、国内外公开发行的全国性学术科技期刊(学报级),是我国应用生物学和环境生物学的核心刊物。主要报道我国应用生物学、环境生物学及相关科学领域的基础研究、应用基础研究和应用研究的成果,包括研究论文、研究简报和本刊邀约的综述或述评。读者对象主要为本学科的科研人员、大专院校师生和科研管理干部。本刊获中国科学院科学出版基金资助。

《应用与环境生物学报》为双月刊(1999年由季刊改为双月刊)。双月25日出版,每期96页,2001年起改为大16开,高档铜板纸印刷。定价仍为每期11.00元,年定价66.00元。全国各地邮局(所)均可订阅,邮发代号:62-15。新订户可向本刊编辑部补购,卷价分别为1995年(32.00元)、1996至1998年(44.00元)、1999年至今(66.00元),以及1999年增刊(环境微生物学研究),订价每册22.00元。编辑部地址:成都市人民南路4段9号,中国科学院成都生物研究所学报编辑部。邮编:610041 电话:(028)85229903,85237341(联系人:刘东渝) E-mail: biojaeb@cib.ac.cn