

浙江天童国家森林公园鼠类对石栎种子的捕食和传播*

张天澍 李 恺** 蔡永立 杨 坤 胡星明 彭士明 陈立侨

(华东师范大学, 上海 200062)

【摘要】 研究了浙江天童国家森林公园鼠类对石栎(*Lithocarpus glaber*) (常绿阔叶林重要伴生种)种子的捕食和传播. 共设置了带1、带2、带3(常绿阔叶林中)、带4(马尾松林中)和带5(灌丛中)5条样带及2种种子的布置方式(有无遮盖和有无标签). 结果表明, 社鼠(*Niviventer confucianus*)和针毛鼠(*Niviventer fulvescens*)是石栎种子潜在的捕食和传播者. 损失种子可以分为3类: 即I类种子被吃, 标签连着种子的残余部分; II类种子被搬走, 仅标签留在原地; III类是标签和种子均消失. 实验观察前期, 种子损失量较大, 随后逐渐降低; 种子的日消失率在整个实验期间具有明显的波动, 带2的日均消失率最高, 为1.03%, 带5的日均消失率最低(0.32%). 3种种子命运所占比例在5个样带中存在差异, 与不同样带的植被组成密切相关. 有遮盖和未遮盖放置方式之间存在显著差异($P < 0.05$), 前者的日消失率明显低于后者, 而有无标签之间则无显著性差异($P > 0.05$). 种子被鼠类搬运的最远距离为6.7 m.

关键词 石栎 鼠类 种子捕食 传播 天童

文章编号 1001-9332(2006)03-0457-05 **中图分类号** Q958.12 **文献标识码** A

Predation and dispersal of *Lithocarpus glaber* seeds by rodents in Tiantong National Forest Park, Zhejiang Province. ZHANG Tianshu, LI Kai, CAI Yongli, YANG Kun, HU Xingming, PENG Shiming, CHEN Liqiao (East China Normal University, Shanghai 200062, China). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 2006, 17(3): 457-461.

This paper studied the predation and dispersal of *Lithocarpus glaber* seeds by rodents in the Tiantong National Forest Park (29°48'N, 121°47'E) of Ningbo City, Zhejiang Province. Five seeds release transects (three in evergreen broad-leaved forest, one in *Pinus masoniana* forest, and one in shrub), and two seeds release states (covered/uncovered and tagged/untagged) were set up. Iron snare traps were baited to determine the effects of rodents on seeds disappearance. The results showed that two species of rodents, *Niviventer confucianus* and *N. fulvescens*, were the potential predators and dispersers of the seeds. The lost seeds labeled with small piece of tints could be classified into three categories, i. e., 1) seeds consumed by rodents, with tags stuck seed fragments; 2) seeds cut off from tags, with tags kept only; and 3) both seeds and tags disappeared. The loss rate of seeds was high at the beginning of the observation, and then decreased gradually. The daily seeds disappearance rate (DSDR) was variable in different habitats, with the highest (1.03%) in evergreen broad-leaved forest and the lowest (0.32%) in shrub. The proportion of these three categories was different, and related with habitat types. The difference of DSDR between covered and uncovered states was statistically significant ($P < 0.05$), with a higher DSDR under uncovered state. No significant difference was observed between the DSDR of tagged and untagged. The distance of seeds dispersal by rodents was within 6.7 m.

Key words *Lithocarpus glaber*, Rodents, Seeds predation, Dispersal, Tiantong.

1 引言

动植物相互作用是生态系统多样性和功能的重要组成部分, 在长期的进化过程中, 两者之间常形成相互依赖的关系. 以往的研究表明, 某些动物(如昆虫、爬行动物、鸟类、哺乳动物等)对植物种子的扩散具有重要的意义, 影响着植物种群的分布、重建以及群落的组成及多样性^[2, 6, 7, 18]. 对于鼠类与植物的关系, 以前的研究均表明: 一方面, 鼠类对植物种子有很大的捕食压力; 另一方面, 许多植物的更新又必须依赖鼠类对种子的散布和埋藏^[9, 11, 14, 21, 22].

石栎(*Lithocarpus glaber*)是浙江天童常绿阔叶林的重要伴生树种. 石栎种群的正常更新与否也将

影响到群落的结构和动态. 种子扩散是种群更新的重要阶段. 分析种子扩散的方法和途径, 有助于进一步研究天童地区退化常绿阔叶林的恢复机制. 石栎果实富含淀粉, 而鼠类喜好捕食淀粉类果实, 在搬运和储藏种子的过程中也帮助了植物种子的扩散. 鼠类捕食种子可能受多种因素的影响. 在本实验中, 我们主要从时间和空间上探讨了鼠类捕食及其对石栎种子传播的影响, 包括鼠类捕食种子的时间格局, 以及在不同生境中鼠类捕食石栎种子的差异, 此外, 我们还初步研究了鼠类传播石栎种子的特点.

* 国家自然科学基金重点资助项目(30130060).

** 通讯联系人.

2004-12-23 收稿, 2005-05-23 接受.

2 研究地区与研究方法

2.1 自然概况

研究地选择浙江省宁波市天童国家森林公园(29°48'N, 121°47'E)。公园所属的山脉为天台山脉的分支四明山系,地势由南向北逐渐升高,一般山峰海拔为300 m左右,西北向的太白山海拔为653.3 m,为宁波地区最高峰。该地区属温暖湿润的亚热带季风气候,全年温和多雨,四季分明。全年平均气温为16.2℃,最热的月份为7月,平均气温为27.9℃,最冷的月份为1月,平均气温为4.1℃^[15,19,20]。天童国家森林公园植被属典型的亚热带常绿阔叶林,在近几年基本保护良好,特别是在1981年开辟为国家森林公园以来,杜绝了乱砍乱伐现象。但在20世纪50年代末,本地森林曾遭大规模砍伐,之后发生了森林植被的次生演替,形成了今天以马尾松为先锋种、以常绿阔叶树种为主体的植被演替系列。

2.2 研究方法

2.2.1 样带的设计和种子布置 2003年11月,石栎种子下落高峰期,在公园内和边缘地带选择3种群落类型,设置种子样带,即常绿阔叶林、马尾松林和灌木丛。在常绿阔叶林中一共设了3条样带(样带1~3),每条样带间隔30 m。在布种子时,沿着山坡从林缘到林内,每隔10 m布1个点,每个点布上石栎种子(数量为10、20、30、40、50等)。在常绿阔叶林3条样带中一共布下1246粒石栎种子;而在马尾松林和灌木丛中,由于样地面积较小,各布1条样带,为样带4和样带5,分别布下200、310粒种子,从11月4日开始,平均每4 d观察1次种子被捕食的情况,共观察40 d。同时,为了进一步研究鼠类的捕食行为,还设计了几种不同的种子放置状态:种子有无掩盖和种子有无标签,研究不同种子放置状态是否对鼠类捕食产生影响。

2.2.2 捕食动物确定 为了确定捕食石栎种子的动物种类,沿着山坡每隔5 m布1个老鼠夹,每1条带上布40个,一共布了3条带,两条带之间相隔25 m左右。然后每隔2 d观察1次,对捕到的老鼠进行种类鉴定。

2.2.3 种子跟踪方法确定 动物传播种子的跟踪技术有多种方法^[1,3,5,10,12,13,16]。根据实际情况,采用种子标签法^[22],在种子一端钻1个小孔,然后用3 cm长的铜丝(0.4 mm)拴1个小铝牌(1 cm×3 cm),整个铝牌和铜丝重约0.3 g左右,并在铝牌上刻上数字标记。用这种种子标签法,可以跟踪每一粒种子的命运。

2.2.4 种子扩散距离确定 于次年3月份,在石栎种子萌发前,对样带1~4所布种子的最终命运进行了统计,在样带左右各50 m的范围内寻找带标签的种子,并测定种子扩散的距离。

3 结果与分析

3.1 捕食动物的确定

通过观察和对已捕鼠类的种类鉴定,主要捕食石栎种子的鼠类为社鼠(*Niviventer confucianus*)、针毛鼠(*Niviventer fulvescens*)2种。另外,有人曾发现当地还有大足鼠(*Rattus nitidus*)和白腹巨鼠

(*Leopldamus edwardsi*),但此次实验未能发现。

3.2 石栎种子存留数随时间的变化

5条样带种子数量随时间变化的趋势见图1。在种子布下的前期,种子减少的速率较快,而后期种子减少的速率变慢。如在样带1中,共布了656粒石栎种子,在整个观察期内(40 d),前10 d的种子损失量占总损失量的63.57%,而在剩下的30 d内只减少了47粒,占总损失量的36.43%。其余4条样带也表现出相似的趋势。

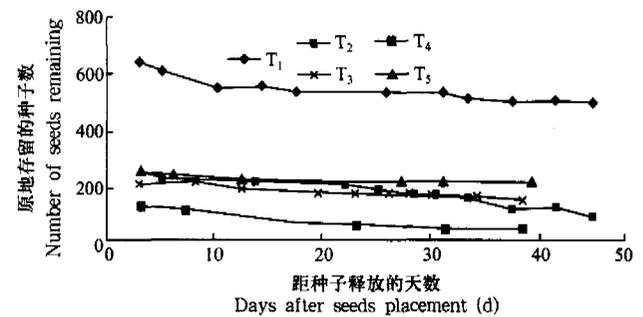


图1 石栎5条样带种子存留数的变化

Fig.1 Changing of seeds remaining in five transects.

3.3 石栎种子的消失率和种子日消失率的比较

种子的消失率(seed disappearance rate, SDR)为损失的种子数占所布种子的百分比。种子的日消失率(daily seed disappearance rate, DSDR)定义为 $DSDR = SDR/t$ (t 为观察的天数)^[22]。种子的消失率和种子日消失率在样带间存在一定的差异。常绿阔叶林中样带2的种子消失率(SDR)和日消失率(DSDR)最高,分别为35.16%和1.03%,其次为样带4(马尾松林),而样带5(灌木丛)的种子消失率和日消失率都最低,这可能是由于样带2的群落组成复杂,鼠类的种类和数量丰富,从而使该样带的石栎种子被鼠类捕食最快。灌木丛则正好相反,它的群落结构简单,鼠类种类和数量要比常绿阔叶林少,从而导致了石栎种子的日消失率很低(表1)。

表1 各生境中石栎的种子消失率(SDR)和种子日消失率(DSDR)
Table 1 SDR and DSDR in different habitats

样带 Transect	观察时间 Observed time (d)	种子消失率 SDR (%)	种子日消失率 DSDR (%)
T ₁	34	18.75	0.55
T ₂	34	35.16	1.03
T ₃	34	20.71	0.61
T ₄	34	33.50	0.99
T ₅	34	10.97	0.32

对常绿阔叶林中3条样带各次观察所得的种子日消失率分析发现,日消失率并不是恒定的,具有明显的波动。样带1和样带3在种子布置后前后期具

有相对较高的日消失率,而中期较低,但样带 2 在中期也有 1 个高峰期,反映出鼠类捕食石栎种子在时间上具有一定的特性(图 2)。

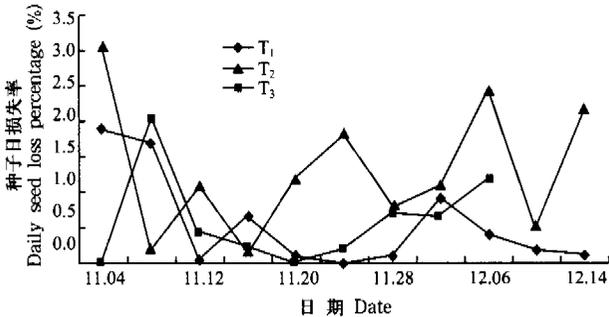


图 2 不同时间的种子日消失率
Fig.2 DSDR at different time.

3.4 各生境种子命运的比较

鼠类捕食所导致的石栎种子命运可分为 3 类:1 类是种子被吃,标签还连着种子的残余部分(I);第 2 类是种子被搬走,仅标签留在原地(II);第 3 类是标签和种子均消失(III)。石栎种子命运在不同样带间存在着一定的差异。由图 3 可以看出,第一类在样带 1 和样带 2 中所占的比例(52.94%、58.33%)要显著高于其它样带中所占比例(12.50%、10.00%、12.00%),两者之间存在着显著差异($P < 0.05$)。同时,常绿阔叶林的 3 条样带中未被鼠类拖走的种子所占比例分别为 78.52%、73.37%和 89.80%,要高于马尾松林中的样带 4(25.51%),这可能是因为常绿阔叶林草本层的盖度要高于马尾松林,影响到鼠类对种子的搬运,同时也可以减少在捕食过程中的能量消耗。

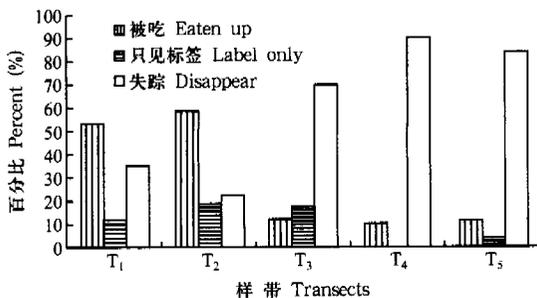


图 3 不同种子命运所占比例
Fig.3 Proportion of different seed fates in five transects.

3.5 种子不同放置状态下的 DSDR

石栎种子在不同放置状态下的种子的日消失率见表 2。统计检验表明,有掩盖和无掩盖种子的日消失率存在着显著差异($P < 0.05$),而种子有无标签处理日消失率无显著差异($P > 0.05$)。由此可见,石栎种子有无掩盖对于鼠类的捕食存在着显著的影响,而种子有无标签对于鼠类的捕食无显著影响。

3.6 石栎种子扩散距离的比较

对样带 1~4 所布种子的最终命运进行统计发现,石栎种子被搬运的距离较近,一般在 4 m 以内,最远的为 6.7 m,且石栎种子在不同样带中被搬运的距离不同(图 4)。未被鼠类搬运的石栎种子(包括原地消耗和在原地未动)的比例也不同,样带 1~4 分别为 78.52%、73.37%、89.80%和 25.51%,反映了样带 4(马尾松林)中石栎种子被搬运的比例较高。

表 2 不同放置状态下种子日消失率

Table 2 Comparison of DSDR at different released states (%)

项目 Item	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
有掩盖 Covered	0.25	0.25	0.18	0.74	0.05
无掩盖 Uncovered	0.60	1.29	0.78	1.01	0.38
无标签 Untagged	1.23	1.79	0.66	1.18	0.37
有标签 Tagged	0.33	0.89	0.59	0.96	0.30

4 讨 论

鼠类对植物种子的捕食和扩散具有明显的时空特性。本实验中石栎种子布下的初期,种子损失速率较快,随后损失速率变慢,表明鼠类对种子的捕食在时间上具有一定的规律。鼠类对种子的捕食具有一定的选择性。在实验中将石栎和栲树的种子放在一起,鼠类会优先捕食栲树种子,这可能与石栎种子含有较高的丹宁含量有关,因为丹宁能抑制动物体内蛋白酶的活性^[8],从而导致了鼠类捕食食物存在一定的选择性。这与肖治术等^[17]对都江堰林区小型兽类对林木种子取食的研究结果一致。

同时,鼠类对石栎种子的捕食也具有明显的空间差异。5 条样带中石栎的 DSDR 有所不同,并且在不同生境中石栎种子的各种命运所占比例也不同。鼠类对石栎种子的捕食还与生境中其他种子的存在密切关系。如常绿阔叶林中的样带 3 被吃的种子比例较小是由于该样带中有较多的木荷(*Schima superba*),它的果实适口性差,且有毒,不利于鼠类捕食,使得鼠类密度很低,故该样带石栎种子被捕食的比例较小。

由于灌丛的样地较小,而且位于防火道旁,容易受到人类活动的影响,因此本次只对常绿阔叶林的 3 条样带和马尾松林的样带进行了研究。这 4 条样带中种子的传播距离以及各种情况所占的比例见图 4。总的来看,鼠类对石栎种子的传播距离较近,此次试验所观察到的最远传播距离为 6.7 m,与他人研究的结果基本一致。例如,Forget^[4]对巴拿马刺豚鼠

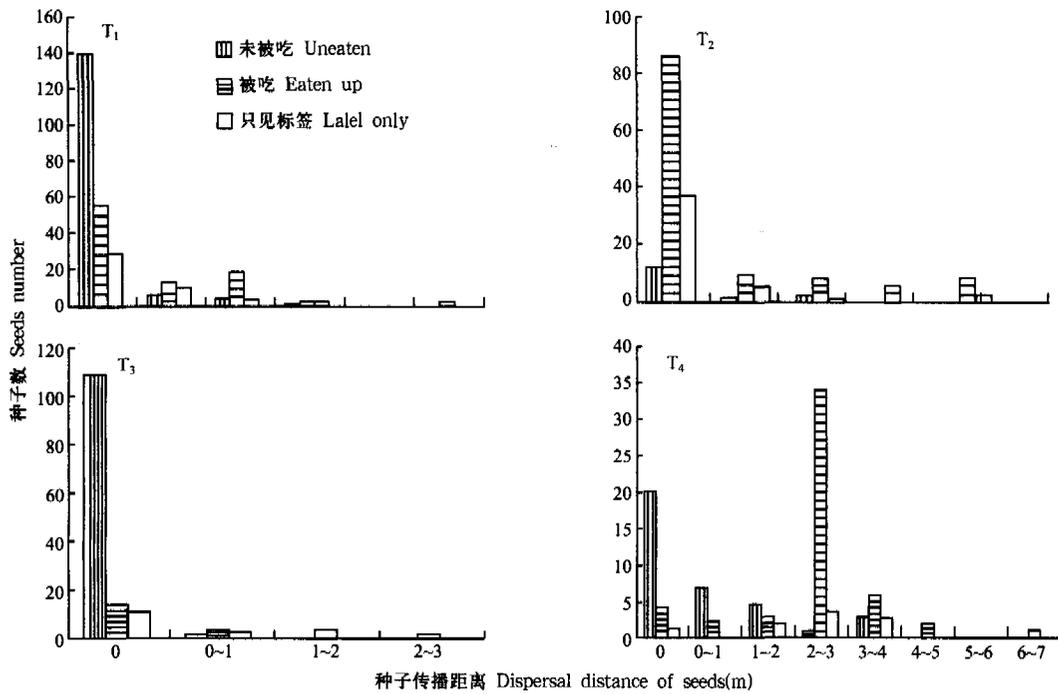


图4 样带1~4中种子的扩散距离

Fig.4 Dispersal distance of seeds in transect 1~4.

O;在原位置 In situ.

(*Dasyprocta leporina*)捕食种子的研究发现,种子扩散的距离一般不超过5 m,最远也不超过22.4 m.我们对栲树种子的研究(另文发表)也发现,鼠类对栲树种子传播的距离一般在10 m以内.

此外,石栎种子一般都是被鼠类拖到较隐蔽的地方,如蕨类的下层或边缘,还有树根附近和草丛中,这主要是因为这些地方的捕食风险要远远低于其他地方,同时鼠类还将一部分种子拖到巢穴中捕食.次年3月份观察时发现极个别被鼠类埋藏存活的石栎种子.

总的来看,鼠类对石栎种子的捕食具有明显的时空特性,这可能与食物的时空分布以及鼠类的生活习性有关;鼠类对植物种子的搬运、储藏或种子传播的距离较近,反映鼠类就近取食的行为特点,但偶尔的较远距离的传播可能对植物种群的扩散具有重要意义,有待于进一步深入研究.

致谢 华东师范大学资源与环境科学学院宋永昌教授及生命科学学院徐宏发教授在实验过程中给予大力支持,在此深表谢意.

参考文献

1 Alverson WS, Diaz AG. 1988. Measurement of the dispersal of large seeds and fruits with a magnetic locator. *Biotropica*, 21: 61~63
 2 Benjamin CW, Thomas BS. 2002. Closing the seed dispersal loop.

Trends Ecol Evol, 17(8): 379~385
 3 Daly M, Jacobs LF, Wilson MI, et al. 1992. Scatter-hoarding by kangaroo rats (*Dipodomys merriami*) and pilferage from their caches. *Behav Ecol*, 3: 102~111
 4 Forget PM. 1990. Seed-dispersal of *Vouacapoua americana* (Caesalpinaceae) by caviomorph rodents in French Guiana. *J Trop Ecol*, 6: 459~468
 5 Herrera CM, Jordano P, Lopez-Soria L, et al. 1994. Recruitment of a mast-fruiting, bird-dispersed tree: Bridging frugivore activity and seedling establishment. *Ecol Monogr*, 64: 315~344
 6 Jens MO, Alfredo V. 2003. Lizards as pollinators and seed dispersers: An island phenomenon. *Trends Ecol Evol*, 18(4): 177~181
 7 Joseph M, Wunderle J. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *For Ecol Manage*, 99: 223~235
 8 Li J-N(李俊年), Liu J-K(刘季科). 2001. Chemical defense of plant to mammalian herbivore. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, 12(3): 461~464(in Chinese)
 9 Liu Y(刘勇), Chen J(陈进), Bai Z-L(白智林), et al. 2002. Seed dispersal, seed predation, and seedling spatial pattern of *Garcinia cowa* (Guttiferae). *Acta Phytoecol Sin(植物生态学报)*, 26(4): 427~434(in Chinese)
 10 Longland WS, Clements C. 1995. Use of fluorescent pigments in studies of seed caching by rodents. *J Mammal*, 76: 1260~1266
 11 Lu C-H(鲁长虎). 2001. Effect of rodents on seed dispersal. *Chin J Ecol(生态学杂志)*, 20(6): 56~58(in Chinese)
 12 Sork VL. 1984. Examination of seed dispersal and survival in red oak, *Quercus rubra* (Fagaceae), using metal-tagged acorns. *Ecology*, 65: 1020~1022
 13 Vander Wall SB, Joyner JW. 1998. Reaching of Jeffrey pine(*Pinus jeffreyi*) seeds by yellow pine chipmunks(*Tamias amoenus*): Potential effects on plant reproductive success. *Can J Zool*, 76: 154~162
 14 Wang W(王巍), Ma K-P(马克平), Gao X-M(高贤明). 2000.

- Spatial and temporal patterns of *Quercus liaotungensis* acorn predation by vertebrates in Dongling Mountain, Northern China. *Acta Bot Sin* (植物学报), 42(3):289~293(in Chinese)
- 15 Wang X-H(王希华), Song Y-C(宋永昌). 1999. Dynamics of population and biomass at early natural recovery stage of vegetation on abandoned quarry of Tiantong National Forest Park. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 10(5):545~548(in Chinese)
- 16 Xiao Z-S(肖治术), Zhang Z-B(张知彬). 2003. How to trace seeds and fruits dispersed by frugivorous animals; A review. *Biodiv Sci* (生物多样性), 11(3):248~255(in Chinese)
- 17 Xiao Z-S(肖治术), Zhang Z-B(张知彬). 2004. Small mammals consuming tree seeds in Dujiangyan forest. *Acta Theriol Sin* (兽类学报), 24(2):121~124(in Chinese)
- 18 Xiao Z-S(肖治术), Zhang Z-B(张知彬), Wang Y-S(王玉山), et al. 2004. Acorn predation and removal of *Quercus serrata* in a shrubland in Dujiangyan Region, China. *Acta Zool Sin* (动物学报), 50(4):535~540(in Chinese)
- 19 Zhang G-F(张光霁), Song Y-C(宋永昌). 2002. Change of component structure of shrubland in Tiantong region, Zhejiang Province under different treatments. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 13(1):16~20(in Chinese)
- 20 Zhang Q-F(张庆费), Song Y-C(宋永昌), Wu H-Q(吴化前), et al. 1999. Dynamics of litter amount and its decomposition in different successional stages of evergreen broad-leaved forest in Tiantong, Zhejiang Province. *Acta Phytoecol Sin* (植物生态学报), 23(3):250~255(in Chinese)
- 21 Zhang Z-B(张知彬), Wang F-S(王福生). 2001. Effect of rodent predation on seedling survival and recruitment of wild apricot. *Acta Ecol Sin* (生态学报), 21(11):1761~1768(in Chinese)
- 22 Zhang ZB, Wang FS. 2001. Effect of rodents on seed dispersal and survival of wild apricot (*Prunus armeniaca*). *Acta Ecol Sin* (生态学报), 21(5):839~845

作者简介 张天澍,男,1977年生,博士研究生.主要从事动物生态学方面的研究. E-mail:zhangtianshu2000@sohu.com

责任编辑 李凤琴

欢迎订阅 2006 年《应用生态学报》

《应用生态学报》(1990年创刊)是经国家科委批准、科学出版社出版的国内外发行的综合性学术刊物。本刊宗旨是坚持理论联系实际、结合科研、教学、生产实际,报导生态科学诸领域在应用基础研究方面具有创新的研究成果,交流基础研究和应用研究的最新信息,促进生态学研究为国民经济建设服务。

本刊专门登载有关应用生态学(主要包括森林生态学、农业生态学、草地生态学、渔业生态学、自然资源生态学、景观生态学、全球变化生态学、城市生态学、产业生态学、生态规划与生态设计、污染生态学、化学生态学、生态工程学、恢复生态学、生物入侵与生物多样性保护生态学、流行病生态学、旅游生态学和生态系统管理等)的综合性论文、创造性研究报告和研究简报等。

本刊读者对象主要是从事生态学、地学、林学、农学和环境科学研究、教学、生产的科技工作者,有关专业的研究生及经济管理和决策部门的工作人员。

本刊与数十家相关学报级期刊建立了长期交换关系,《中国科学引文索引》、《中国生物学文摘》、美国《生物学文摘》(BA)、美国《化学文摘》(CA)、英国《生态学文摘》(EA)、日本《科学技术文献速报》(CBST)和俄罗斯《文摘杂志》(PK)等十几种权威检索刊物均收录本刊的论文摘要(中英文),并被认定为《中国核心期刊(遴选)数据库》和《中国科学引文数据库》来源期刊。本刊的整体质量与水平已达到新的高度,1992年荣获全国优秀科技期刊三等奖和中国科学院优秀期刊二等奖,1996年荣获中国科学院优秀期刊三等奖,2000年荣获中国科学院优秀期刊二等奖,2001年入选中国期刊方阵双效期刊,2004年荣获百种中国杰出学术期刊。

本刊为月刊, A4开本, 192页, 每月18日出版, 期定价45.00元, 全国各地邮政局(所)均可订阅, 邮发代号8-98。错过订期也可直接向本刊编辑部邮购, 个人订阅优惠30%。地址:110016 辽宁省沈阳市文化路72号《应用生态学报》编辑部。电话:(024)83970393, E-mail:cjia@iae.ac.cn