红松天然更新对动物的依赖性 ——一个排除动物影响的球果发芽实验

陶大立 赵大昌 赵士洞 郝占庆

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

摘要 红松球果成熟后不能自行散出种子,需要依赖动物将种子从球果中取出再传播出去。为了检验红松种子能否直接在落地球果中发芽、成苗,在球果成熟期采集球果,将球果封闭在铁丝笼中,在排除动物干扰的情况下放置在林地上。2年后回收了10个球果,其中9个可看到少量种子发芽。对5个球果中115粒发育正常种子的逐个检查表明发芽率为11%。53%种子腐烂,另外35%的种子虽未腐烂也已失去发芽能力。发芽后形成的幼苗均为残缺或畸形苗。实验结果支持没有动物帮助,红松不能进行天然更新的结论及有关动物可视为红松林生态系统中的关键种或关键种组的意见。

关键词 红松,天然更新,关键种,灰鼠

Dependence of natural regeneration of Korean Pine on animals—An outclosure experiment/Tao Dali, Zhao Dachang, Zhao Shidong, Hao Zhanqing//CHINESE BIODIVERSITY. —1995,3(3):131~133

The seeds of Korean Pine (*Pinus koraiensis* sieb. et auct.) can not release from mature cones automatically, but were taken out and distributed by rodents and birds. To test the possibility that the seeds may germinate within cones, cones were enclosed in wire cages and put on Korean-pine forest ground in September 1992. Ten cones were recovered and examined in August 1994. Germination were showed in 9 cones. For 115 fully developed seeds from 5 cones, 11.3% of them germinated, 54.8% has rotted and 33.5% remained healthy but ungerminated. All the seedlings in cones showed abnormal curling appearance. The abnormality of seedlings was discussed in relation to the position of seeds in cones and the orientation of the embryo in the seeds. The results supported the conclusion that Korean Pine can not regenerate naturally without the help of wild animals so that the related animals should be viewed as a group of key stone species in deciduous-Korean Pine forest.

Author's address Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang, 110015

Key words *Pinus koraiensis*, natural regeneration, Key stone species, *Sciuride vulgaris*

1 前言

红松(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.)作为一个地带性针叶森林的优势种,其最重要的生态学特性之一,是它的天然更新对动物的依赖性。这种依赖性取决于红松球果的鳞片不能自行张开,散出种子。自然界的红松球果成熟落地前后,很快就被林内野生动物剥去鳞片,取走种子。取食红松种子的动物主要有灰鼠(*Sciurus vulgaris* Linnaeus),还有星鸦(*Nucifraga caryocatactes macrohynchus*),茶腹鸫(*Sitta europaea amurensis*)和花鼠(*Eutamias sibiricus*)等。在动物取食、搬运和贮藏过程中,有一部份种子会被丢失或遗弃。从这些被丢失或遗弃的种子中长出的幼苗,就是红松天然更新苗的来源。

上述论断在我国林学界已形成共识。但是这种共识主要是来自野外的观察而缺少更直接的实

验证据。我所已故的森林动物学家李清涛先生生前曾讲到他曾经做过把红松球果埋藏在林地枯枝落叶层下以观察种子被取食或发芽过程的实验,但后来资料散失而从未发表。1992年我们在进行阔叶红松林生物多样性研究题目论证时,从关键种的角度再次提出了红松天然更新对动物依赖性的问题。目的在于了解未经动物取出而封闭在落地球果中的种子能否在林地上发芽和成苗。为此,我们在长白山自然保护区的红松林内,在排除动物影响的条件下进行了红松种子能否在落地球果中发芽的实验。

2 材料和方法

1992年9月在长白山自然保护区附近采集已充分成熟的红松球果。每两个球果一组,装入封闭的铁丝笼中。铁丝笼由两张长宽均为20cm、网眼0.9cm×0.9cm的正方形网片,边缘扣在一起构成,目的在于防止动物取食其中的种子。在红松林中选择5个不同林分,将铁丝笼安放在林地上,每个林分中放置3个。1994年8月回收时,只从两个林分中取回了5个笼子和10个球果。回收后,首先对球果的种子发芽状况进行拍照(封4图1),再把其中的5个球果浸入5%甲醛溶液中作为标本保存;另外5个则小心地剥取出其中的种子和幼苗,统计发芽、未发芽及已腐烂种子的数量,拍照后(封4,图2)后也浸入5%甲醛液中保存。对剥取出的外观正常而尚未发芽的种子则将种仁进行表面消毒后,放在琼脂培养基上,在25℃恒温箱中进行为期1个月的发芽试验以统计发芽率。

3 实验结果

3.1 对完整球果的观察

回收的10个球果都已经在长白山北坡海拔1100m处的云冷杉红松林地上放置了两年。除其中一个球果的向上一面紧靠笼壁部分鳞片残缺不全,并有部分种子被盗食(估计为鸟类所为)外,其余9个球果未显示任何受动物或人类干扰痕迹,笼网也完好无损。

10个球果中有9个显示了种子发芽现象。在球果向上一面的两端可看到外露的绿色子叶或呈弓形外露的下胚轴,而幼苗两端的子叶和胚根仍封闭在球果内。在贴地一面则可看到已经穿过铁丝笼网眼扎入土壤的胚根,但子叶端仍封闭在球果内。9个球果共可看到外露胚根39条,外露子叶12处,外露下胚轴18个。以此计算共有69个种子在球果内发了芽,但每个幼苗都有一段或两端仍封闭在球果内(封4图1)。

3.2 球果解剖观察结果

球果大多已腐烂到用手易于掰开的程度。从5个球果中共取出种子173粒,其中包括发育不全的空秕粒58个和发育正常、具有发芽潜力的种子115粒。在发育正常的种子中,种壳已自然开裂的种子35粒,包括已经发芽,并可看到与种壳联系的幼苗残体的种粒13粒;另外22粒已无内含物,或在种子刚开始萌动时“胎死腹中”而腐烂。未开裂的80粒种子中有39粒经剥开后发现种仁已发生不同程度的变质,轻者胚乳变黄、变褐;重者胚乳已成浆状。另外41粒剥开后发现种仁硬挺,胚乳仍保持正常的白色。但经无菌发芽试验,只有1粒发了芽。按此计算,有效种粒在两年内的发芽率为11%。但种子发芽后,并不能形成发育完好的幼苗。从球果中小心剥出的幼苗大多有根无梢,少量有梢无根,第三种情况是有根有梢,但子叶及下胚轴已经腐烂。最后,有3株幼苗有根有梢,尚未腐烂,但子叶及下胚轴严重扭曲反转而成畸形苗(封4图2)。另有1株是从球果向上一面的种子长出的,其胚根穿过球果腐烂组织扎入土壤,但下胚轴已折断,看不到子叶,可能已经腐烂。

4 讨 论

4.1 以前已有许多野外观察,如:红松天然更新苗离母树的距离相当远;动物搬运红松种子的习

性;割除林下灌木杂草以及吸引灰鼠贮藏种子后,地被物中种子贮量及天然更新苗数量均大大增加^[1]等,都表明了动物在红松天然更新中有着重要作用。但是没有动物的帮助,红松能否自行天然更新仍然是一个饶有兴趣的理论课题。本实验表明,若无动物干扰,红松落地球果中的种子,有少量可以直接在球果里发芽,但不能成为发育正常的有效更新苗。我们以直接的实验证据表明,红松天然更新对动物有近乎绝对的依赖性。

4.2 本实验观察红松种子在球果内发芽的现象,是一种在人为刻意安排下发生的反自然的现象。如果没有这种人为安排,在自然界不会有任何一个球果能逃脱被野生动物啃咬,啄食的命运。因而可把与红松种子的传播和消耗密切有关的动物——灰鼠,看做红松林里关键种组成成员之一。

4.3 红松种子在球果里不能发芽或不能形成正常更新苗与种子在球果的位置、种胚的指向和球果结构的机械阻力有关。种子封闭在鳞片之间(封4图1),种胚有胚根端(种子尖端)指向果轴而子叶端指向外侧(图1)。当种子吸水膨胀时,种壳在指向果轴的尖端处开裂,从而使胚根先伸出来。在球果向地一面的种子中,种胚是“倒立”的,胚根由于其固有的向地性,将在冲破种壳后向下弯曲180°而伸向土壤。但子叶端由于种壳和果鳞的限制以及球果本身的重压而不能释放出来,从而形成有根无梢的畸形苗。在球果向上一面的少量种子当果鳞腐烂到一定程度时,子叶或下胚轴可被吸涨和生长所产生的压力推动而先向下弯曲、再向上弯曲180°,经过两次扭曲反转才从球果中露出来,而胚根却难以克服球果内的重重阻力扎入土壤,从而形成有梢无根的畸形苗。

4.4 目前我国东北残存的红松林已经不多。在这种形势下,不但松籽年年被大量采集,作为红松种子主要传播者的灰鼠也由于大量捕杀和食物断绝而很难见到,因而今后红松的天然更新,甚至红松天然林生态系统的保护值得忧虑!

图1 种子在球果中的位置和指向示意图

Fig. 1 The Position and orientation of seeds in the cones.

图注:1 种子,2 胚根,3 子叶,4 下胚轴,5 果轴

Note: 1 seed, 2 radicle, 3 semial leaf, 4 hypocotyledonary axis, 5 fruit axis

参 考 文 献

- 1 中国科学院林业土壤研究所编,红松林. 北京:农业出版社,1980,253~260