

# 宽阔水保护区亮叶水青冈天然更新的初步研究

李光容<sup>1</sup>, 余登利<sup>1</sup>, 王文芳<sup>1</sup>, 肖 息<sup>1</sup>, 杨 雪<sup>1</sup>, 张仁波<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>贵州宽阔水国家级自然保护区管理局, 贵州 绥阳

<sup>2</sup>遵义师范学院, 贵州 遵义

收稿日期: 2022年1月16日; 录用日期: 2022年3月26日; 发布日期: 2022年4月1日

## 摘 要

为探讨宽阔水国家级自然保护区优势树种亮叶水青冈的天然更新特征, 对该树种的种胚发育情况和大径级古树群落径级结构进行了调查。结果发现: 宽阔水保护区的亮叶水青冈在2021年出现了种胚几乎全部败育的情况; 结实量大并不意味着能够产生足够数量的活性种子; 大径级亮叶水青冈林下缺乏幼苗和幼树, 天然更新尤为困难; 该树种坚果中病虫害严重, 加剧了天然更新的难度。

## 关键词

亮叶水青冈, 天然更新, 径级, 种胚败育

## A Preliminary Study on Natural Regeneration of *Fagus lucida* in Kuankuoshui Nature Reserve

Guangrong Li<sup>1</sup>, Dengli Yu<sup>1</sup>, Wenfang Wang<sup>1</sup>, Xi Xiao<sup>1</sup>, Xue Yang<sup>1</sup>, Renbo Zhang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Kuankuoshui National Nature Reserve Administration, Suiyang Guizhou

<sup>2</sup>Zunyi Normal College, Zunyi Guizhou

Received: Jan. 16<sup>th</sup>, 2022; accepted: Mar. 26<sup>th</sup>, 2022; published: Apr. 1<sup>st</sup>, 2022

## Abstract

In order to explore the natural regeneration characteristics of the dominant tree species *Fagus lucida* in Kuankuoshui National Nature Reserve, the seed embryo development and the diameter class structure of large-diameter ancient tree community were investigated. The results showed that almost all embryos of *F. lucida* in Kuankuoshui Nature Reserve were aborted in 2021; large number of nuts does not mean that a sufficient number of active seeds can be produced; the natu-

\*通讯作者。

ral regeneration of *F. lucida* forest with large diameter is particularly difficult because of the lack of seedlings and young trees; there are serious diseases and insect pests in the nuts of this tree species, which aggravates the difficulty of natural regeneration.

## Keywords

*Fagus lucida*, Natural Regeneration, Diameter Class, Embryo Abortion

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

亮叶水青冈(*Fagus lucida*)为壳斗科(Fagaceae)落叶乔木,在我国分布北至长江北部的神农架,向南至五岭南坡,生于海拔 750~2000 m 的山地林中[1] [2],是中国水青冈属植物中分布较广的树种[3]。该树种喜生于温凉湿润、多云雾、冬季不干燥而夏季多暴雨的山地地区,在亚热带东部东南季风气候区中山地带常形成以其为主要成分的面积较大的森林群落[4]。亮叶水青冈常在冷湿、风大的山顶形成单优群落,是中亚热带中山山地最优良的水源涵养林,一旦被破坏即难以恢复[5]。此外,亮叶水青冈是第三纪残留的古老植物,它不仅对古气候、古地理、古生物、古生态的研究具有很大价值,而且对国内落叶、常绿阔叶混交林生态系统的组成结构、营养结构、能量流动、物质循环的研究,对东亚水青冈生态系统的研究,均具有较大价值[6]。

贵州省绥阳县宽阔水国家级自然保护区保存有集中连片、面积较大、原生性较强的亮叶水青冈林[7],但林下亮叶水青冈幼苗甚至幼树缺失,只在开阔的林缘地带过渡性地分布了一些亮叶水青冈幼树[8]。在林下,金佛山方竹(*Chimonobambusa utilis*)和箭竹(*Sinarundinaria hasihursuta*)的克隆生长已改变了宽阔水亮叶水青冈原有群落的组成和结构,严重影响到该保护区森林生态系统的稳定性和亮叶水青冈的天然更新[8] [9]。

由于宽阔水保护区的亮叶水青冈林原生性较强,故而保存有很多大径级的亮叶水青冈树木,这些树木树龄较长。为探讨该区大径级亮叶水青冈古树群落的天然更新特征,本文对该群落的径级结构特征进行了研究。此外,本文还对宽阔水保护区林下和林缘的亮叶水青冈种胚发育情况进行了调查。

## 2. 材料和方法

2021年,在亮叶水青冈林缘和林下,从落种开始,每隔半个月,捡拾亮叶水青冈当年掉落的坚果。为避免误捡经常混生的水青冈 *F. longipetiolata* 种子,在这 2 种树木混生的地方,只捡拾带壳斗的坚果(这 2 种壳斗易于区分)。在实验室用体视显微镜观察坚果内种子和胚珠的发育情况。在大径级亮叶水青冈林内,设置 6 个大小为 20 m × 20 m 的样方,用围尺记录样方内胸径(DBH) ≥ 5 cm 的树木, DBH 超过 63 cm 的树木,用皮尺测量周长再换算。统计样方内亮叶水青冈幼苗和竹亚科(Bambusoideae)物种的个体数目。

从 5 cm 开始,每 2 cm 计为一个径级,统计每个径级的个体数(包括亮叶水青冈和其它树种)。以径级为横坐标、以密度为纵坐标作图,观察亮叶水青冈群落的直径分布特征,分析该群落的天然更新潜力。单独统计并分析亮叶水青冈的直径分布特征,总结该树种的天然更新潜力。

### 3. 结果与分析

#### 3.1. 群落物种组成

大径级亮叶水青冈群落中, 木本植物种类丰富, 有杉木属 *Cunninghamia*、木莲属 *Manglietia*、山胡椒属 *Lindera*、润楠属 *Machilus*、楠属 *Phoebe*、檫木属 *Sassafras*、水青冈属、青冈属 *Cyclobalanopsis*、锥属 *Castanopsis*、山茶属 *Camellia*、杜鹃花属 *Rhododendron*、吊钟花属 *Enkianthus*、柃木属 *Eurya*、越桔属 *Vaccinium*、冬青属 *Ilex*、山矾属 *Symplocos*、梁王茶属 *Nothopanax*、野桐属 *Mallotus*、算盘子属 *Glochidion*、山桐子属 *Idesia*、楝木属 *Swida*、树参属 *Dendropanax*、野鸦椿属 *Euscaphis*、四照花属 *Dendrobenthamia*、花楸属 *Sorbus*、樱属 *Cerasus*、槭属 *Acer*、锦带花属 *Weigela* 和荚蒾属 *Viburnum* 等植物。其中, 数种杜鹃花属植物、齿缘吊钟花 *E. serrulatus*、南烛 *V. bracteatum* 均长成了乔木, 显得尤为高大, 而这些植物在许多次生林中生长为灌木。

在这些样方中, 林下还有数量众多的金佛山方竹 *Chimonobambusa utilis* 和箭竹 *Fargesia spathacea* 分布。由于郁闭度较大且枯落物层厚, 草本植物种类和个体数均稀少。

#### 3.2. 密度和胸高断面积特征

从整体来看, 大径级亮叶水青冈群落的密度为  $1537.50 \pm 548.81$  株/公顷, 胸高断面积为  $395,303.19 \pm 143,512.48$   $\text{cm}^2$ /公顷。其中, 亮叶水青冈单一树种的密度为  $11.11 \pm 7.30$  株/公顷, 说明该树种的密度很低、个体数量少。实地观测也发现, 在 1 个  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  的样方内 DBH 超过 45 cm 的亮叶水青冈大树通常不会超过 2 棵。

亮叶水青单一树种的胸高断面积为  $24,119.23 \pm 9516.27$   $\text{cm}^2$ /公顷。株数仅占全部个体的 4.34% (图 1(a)), 而胸高断面积却占了全部个体的 36.61% (图 1(b)), 说明该树种目前在群落中仍占据优势。

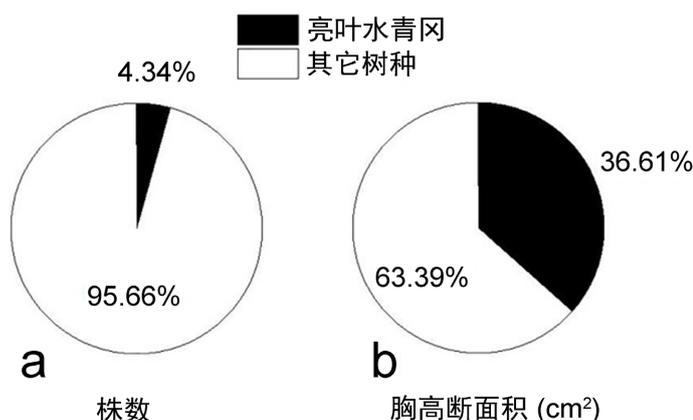


Figure 1. Proportion of the number of the plants and basal area of the breast height in *Fagus lucida* community  
图 1. 亮叶水青冈在群落中所占株数和胸高断面积的比例

#### 3.3. 直径分布特征

由图 2(a)可见, 宽阔水大径级亮叶水青冈群落的直径分布为反“J”形, 与天然林的直径分布特征相似, 说明整个群落具有较好的天然更新潜力。

但是, 就亮叶水青冈这个树种来看, 大径级的个体偏多而严重缺乏幼龄个体, 且径级不连续、断层多(图 2(a), 图 2(b)), 说明该树种已经严重老化且天然更新能力弱。一旦群落中大径级的个体死亡, 很可能由其它树种来补充占据其生态位, 从而改变亮叶水青冈在群落中的优势地位, 这将会导致亮叶水青冈

林在该保护区不断退化。在所调查的 6 个样地中, 仅发现 1 棵  $DBH < 5\text{ cm}$  的幼树, 未见该树种的幼苗, 也说明该树种在林下的天然更新困难。

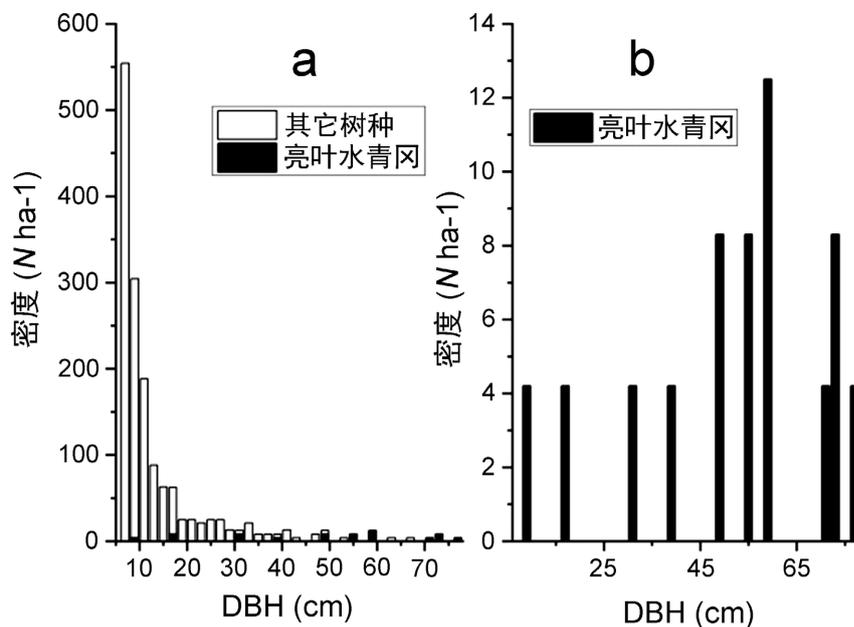
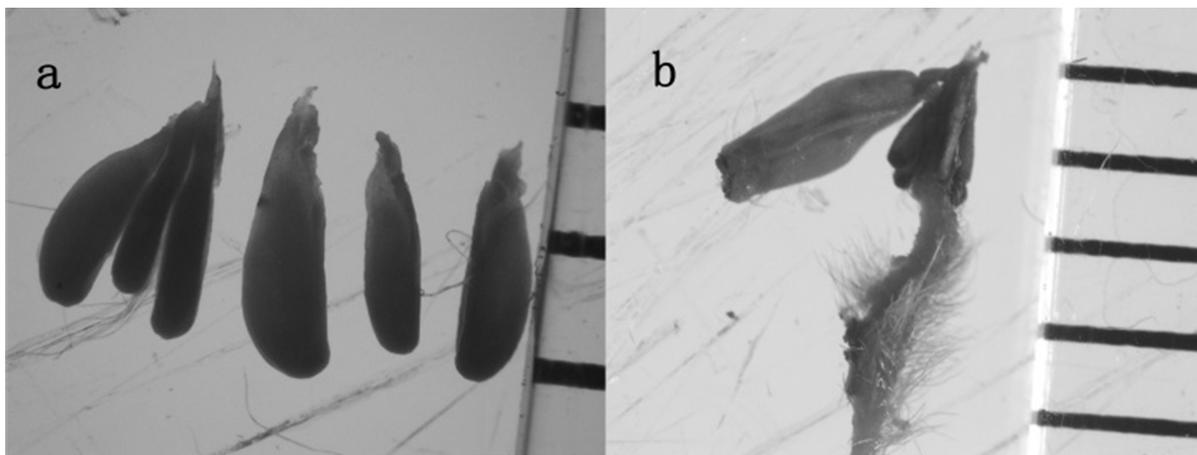


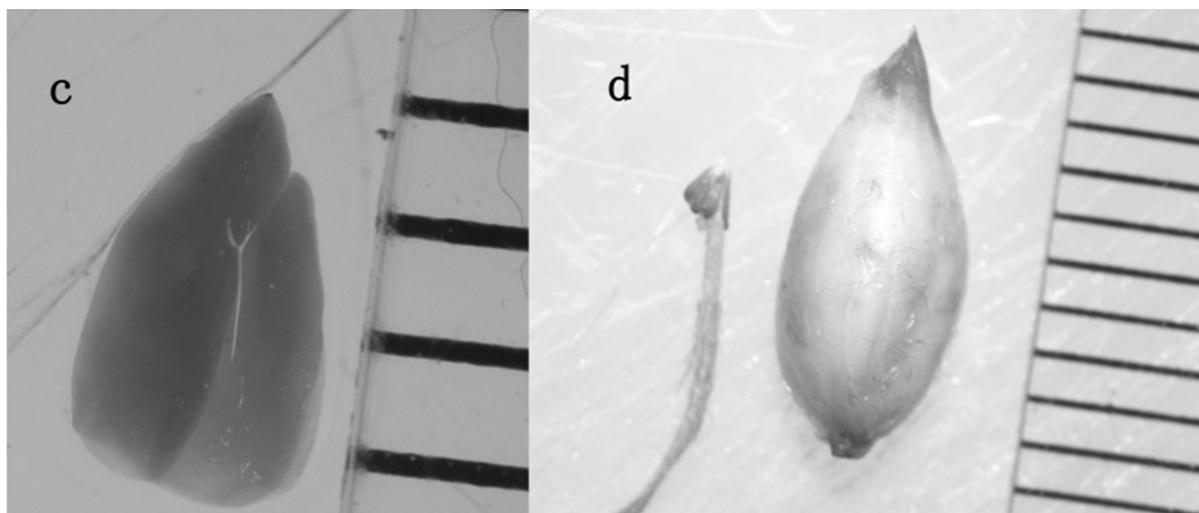
Figure 2. Diameter class structure of *Fagus lucida* and other tree species

图 2. 亮叶水青冈和其它树种的径级结构

### 3.4. 种胚发育特征

在 2021 年, 共捡拾 1205 枚亮叶水青冈坚果。其中, 具有病虫害的坚果为 274 枚, 即超过五分之一的坚果都被病虫害侵害。在未被侵害的坚果中, 6 枚胚珠均不发育(图 3(a))的坚果数为 912 枚, 占未受病虫害侵害坚果数(931)的 97.96%, 说明绝大多数胚珠都败育, 未能发育为成熟种子。5 枚胚珠不发育、1 枚稍大(图 3(b))的坚果数为 14 个(水青冈属植物每个坚果内具 6 枚胚珠, 通常仅 1 枚发育), 具 1 枚较大直伸胚珠(图 3(c))的坚果数为 4 个, 这些坚果中的个别胚珠较为发育, 但还未形成成熟种子。仅有 4 枚坚果内具 1 枚大而折叠的胚(图 3(d)), 即饱满种子的比例不足百分之一, 而且其中 3 枚被虫蛀或是受病害, 仅有 1 枚未受病虫害侵害、在正常情况下能够发育为幼苗, 这个比例还不到千分之一。





**Figure 3.** Different developmental degrees of seed embryo of *Fagus lucida*. (a) All six ovules are not developed; (b) One ovule are slightly developed and others are not developed; (c) A larger ovule (cotyledons are straight); (d) A mature ovule (cotyledons are bent and folded). Note: 1 grid is 1 mm in the figure

**图 3.** 亮叶水青冈种胚的不同发育程度。(a) 6 枚胚珠均不发育; (b) 1 枚胚珠略发育而其它 5 枚不发育; (c) 较大的胚珠(子叶直伸); (d) 成熟胚珠(子叶弯曲而折叠)。注: 图中 1 格为 1 mm

#### 4. 讨论

亮叶水青冈种群内缺乏大量幼小径级个体, 导致天然更新受阻[4], 种群呈现衰退的趋势[3]。其它一些研究也发现亮叶水青冈密林下幼苗幼树极少, 自然更新不同程度受阻[10] [11], 其原因之一是密林下郁闭度大导致光照不足。本研究中, 大径级亮叶水青冈林郁闭度也较大, 光照不足, 导致林下缺乏幼苗和幼树, 这是其天然更新困难的原因之一。

在宽阔水保护区大径级亮叶水青冈林下, 枯落物很厚, 这可能也是该树种天然更新困难的原因之一。枯落物层太厚, 会导致掉落的种子无法接触土壤, 在萌发时无法吸取到足够的土壤养分。温远光等(1993)也认为枯枝落叶层很厚是亮叶水青冈更新受阻的重要原因之一。

密集竹子是妨碍湖南省南山亮叶水青冈天然更新的主要因素[12] [13], 金佛山方竹和箭竹对宽阔水保护区亮叶水青冈的幼树种数数量结构[8]和幼苗更新[9]也有明显的影响, 说明竹类对该树种的天然更新影响较大。在本研究中, 大径级亮叶水青冈林下也有数量众多的竹子, 这明显影响了幼苗和幼树的形成。在人工辅助亮叶水青冈更新时, 可以考虑砍掉目标样地内的竹子。

湖南省金童山亮叶水青冈径级株数曲线呈近似正态分布分布, 处于顶极群落阶段[6]。在本研究中, 宽阔水保护区大径级亮叶水青冈林也处于顶极群落阶段, 相对较为稳定。虽然本研究中亮叶水青冈径级结构也接近正态分布(图 2(b)), 但明显右偏且断层多, 说明储备个体少, 从长远来看不利于其维持顶极群落状态。

在全部落下地的亮叶水青冈果实中, 有 42%~57%是饱满的, 这保证了亮叶水青冈的更新有牢靠的物质基础[4]。丰富的种子和幼树对光照的广泛适应性说明亮叶水青冈更新能力极强, 加之其在群落中的优势地位以及极长的寿命, 使该树种始终保持着强大的繁殖力和更新潜力(朱守谦等, 1985a)。而在本研究中, 饱满果实的比例不足 1%, 与该研究差别很大, 这可能是由于地域差异或是年份差异引起的, 具体原因还需要对亮叶水青冈的种胚发育情况进行多年跟踪研究。

温远光等[11]认为亮叶水青冈寿命长、结实量大且适应性强, 能在林窗和旷地上更新, 但本研究发现结实量大并不意味着能产生足够数量的活性种子。多年生植物可以忍受某些环境不利年份的生殖失败,

而在适宜的年份完成种子传播和基因交流[14]。亮叶水青冈寿命可长达 500 年[6]，这意味着如果仅是个别年份种胚全部败育，不会影响到亮叶水青冈整个种群的更新。

亮叶水青冈属于 K 对策种和 R 对策种的一种中间类型，如在裸地上的占有能力强且结实量大符合 R 对策种的特征，而个体大、寿命长、在密林下扩散能力低、种群比较稳定又符合 K 对策的特征[10]。宽阔水保护区的亮叶水青冈在个别年份出现了种胚几乎全部败育的情况，说明其 R 对策不是很完善，该树种的繁殖可能更倾向于 K 对策。这可能与该树种的古老性有关：亮叶水青冈是第三纪残留的孑遗植物[6]，在进化上还处于比较原始的阶段，可能会产生一些不适于种群繁衍的习性。不管怎样，种胚全部败育都是一种浪费能量和低效的表现，而且必然会对树种的天然更新产生明显的影响，现在很有必要对宽阔水保护区亮叶水青冈不同年份的种胚败育情况及其原因开展深入研究。

## 基金项目

宽阔水保护区亮叶水青冈种子萌发机理研究(黔林科合[2020]17 号)。

## 参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第 22 卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [2] 傅立国, 陈潭清, 郎楷永, 等. 中国高等植物(第四卷) [M]. 青岛: 青岛出版社, 2000.
- [3] 陈小荣, 李乐, 夏家天, 等. 百山祖亮叶水青冈种群结构和分布格局[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(5): 647-654.
- [4] 朱守谦, 杨业勤. 贵州亮叶水青冈林的结构和动态 [J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1985, 9(3): 183-191.
- [5] 贾秀红, 周志翔, 刘刚, 等. 亮叶水青冈次生林种间分离特征的研究 [J]. 北京林业大学学报, 2012, 34(3): 8-14.
- [6] 黄孔泽, 喻勋林, 曹铁如. 湖南城步金童山亮叶水青冈群落研究[J]. 湖南林业科技, 2007, 34(2): 1-5.
- [7] 朱守谦, 杨业勤. 贵州省宽阔水亮叶水青冈林的数量分类[J]. 生态学杂志, 1985(1): 6-12.
- [8] 谢佩耘, 何跃军, 高明浪, 等. 金佛山方竹对亮叶水青冈幼树种群数量结构的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2017, 25(3): 225-232.
- [9] 谢佩耘, 高明浪, 蒋长红, 等. 不同林冠环境下箭竹对亮叶水青冈幼苗更新生长的影响[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2016, 33(6): 142-147.
- [10] 温远光, 曹坤芳. 亮叶水青冈幼树的生态学研究[J]. 广西农业大学学报, 1994, 13(4): 365-372.
- [11] 温远光, 曹坤芳. 亮叶水青冈林天然更新的研究[J]. 林业科技通讯, 1993(10): 7-8.
- [12] 雷耘, 汪正祥, 刘胜祥, 等. 中亚热带南部与北部的亮叶水青冈林的比较研究——I.种组成、结构及更新[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2005, 39(2): 249-255.
- [13] 汪正祥, 雷耘, Fujiwara, K., 等. 亚热带山地亮叶水青冈林的群落分类及物种组成与更新[J]. 生物多样性, 2006, 14(1): 29-40.
- [14] Aboukhalid, K., Machon, N., Lambourdi, R.E.J., et al. (2017) Analysis of Genetic Diversity and Population Structure of the Endangered *Origanum compactum* from Morocco, Using SSR Markers: Implication for Conservation. *Biological Conservation*, **212**, 172-182. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.05.030>