

鸟类对山黄麻种子的传播及其生态作用

王直军^{1,3}, 曹 敏¹, 李国锋¹, 门 罗², 朵 戈², 扎 图², 宗 伟²

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223;

2. 西双版纳景洪县大勐龙镇勐宋乡, 云南 景洪 666100)

摘要: 在云南西双版纳的勐宋和勐仑地区观察和研究了传播山黄麻种子的鸟类。在野外挂网捕获摄食山黄麻果实的鸟类, 称量后分别放在布袋内, 让其自然排泄, 然后标志释放。观察和网捕共记录到摄食山黄麻果实的鸟类 36 种, 其中 26 种挂网捕获并从排泄物得到种子。用鸟类排泄物中的山黄麻种子、山黄麻树上采摘的成熟果实及人工分离山黄麻种子播种, 进行萌发对比实验。实验结果表明, 直接播种成熟果实, 在阳光充足的空旷地、林冠下或用树叶覆盖遮光等条件下都未萌发, 种子容易霉烂或被虫蚀; 从山黄麻果肉中分离出来的种子具有萌发能力; 而经鸟类摄食、消化后从果肉中分离的种子, 具有较好的萌发活力。在不同条件下山黄麻种子萌发情况差异明显, 林冠下条件对种子有抑制作用, 阳光作用下种子显示出很好的萌发及成活率。鸟类排泄物种子放在林冠下或用树叶覆盖遮光, 经过较长时间便可萌发, 而人工分离种子不能萌发。鸟类摄食及消化过程对山黄麻种子的处理表现出很好的生态互惠关系。观察萌发后的山黄麻幼苗的生长情况还表明, 幼苗生长也需要光照和较开阔的生境条件, 鸟类取食山黄麻果实及其将种子远距离传播到适宜生境, 正好具有这样的生态作用。

关键词: 鸟类; 山黄麻; 传播种子; 植被演替; 西双版纳

中图分类号: Q958.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254 - 5853(2002)03 - 0214 - 06

Trema orientalis Seeds Dispersed by Birds and Its Ecological Role

WANG Zhi-jun¹, CAO Min¹, LI Guo-feng¹, MEN Luo²,

DUO Ge², ZHA Tu², ZONG Wei²

(1. Kunming Section, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223,

China; 2. Mengsong Village Community, Damenglong, Jinghong, Xishuangbanna 666100, China)

Abstract: *Trema orientalis* seeds dispersing by birds were studied at Mengsong and Menglun areas, Xishuangbanna, Yunnan Province. It was observed and recorded that species of birds eating *T. orientalis* fruits in the field. Different types of mist nets were employed at forest edges and gapes, as well as near the ripe fruit trees. Birds to eat the *T. orientalis* fruits were mist-netted in field, each bird was placed in a separate cloth bag, its excreted feces was collected, and the seeds in bird feces were checked up. 36 species of birds have been recorded to consume the *T. orientalis* fruits, and fecal samples from 26 species by mist-netted were gotten. Germinating experiments were conducted through sowing a kind of ripe fruit and two kind of seeds of *T. orientalis* in 4 conditions. The ripe fruits of *T. orientalis* were directly sowed, they could not germinate and were easily decay. The seeds separated by handwork from the fruits could germinate. The seeds excreted by nature from birds had a very high rate of germination. It is suggested that the seeds had changed from dormancy into activity while the *T. orientalis* fruits consumed by the birds. Birds took the seeds to the forest edges and newly cut areas that more suitable for germination and seedling growth. There are ecology reciprocal role between birds and *T. orientalis*.

Key words: Birds; *Trema orientalis*; Seed dispersal; Vegetation succession; Xishuangbanna

* 收稿日期: 2001 - 12 - 26; 接受日期: 2002 - 02 - 04

基金项目: 云南省应用基础研究基金资助项目 (2000C0082M)

3. 通讯地址: 云南省昆明市学府路 88 号, 邮编: 650223, Tel: 0871 - 5123683/5160767, E-mail: wangzj @public.km.yn.cn

为了有效地保护热带森林生态环境及其物种多样性,需要进行森林动态过程、特别是森林恢复机制的环境生态学研究(Cao & Zhang, 1996);因此,鸟类在次生林发展过程中的作用,鸟类对植物种子的传播,及其与森林动态的关系均有待深入研究。联系鸟类与森林次生演替,探讨热带雨林片断化生物多样性的现状和发展趋势,探讨林地环境的保护,可以为热带森林及相关环境的有效保护和管理提供科学依据,这是极有现实意义的生态学研究课题。

我们从 1994 年开始研究西双版纳传统轮歇农作林地,调查林地中鸟类的情况,探索鸟类在森林次生演替中的作用。前期工作历时 4 年,主要是积累基础资料;随后侧重研究了摄食植物果实的鸟类(王直军等, 2001),认识鸟类在森林动态中的作用。1999 年以来,我们开展了鸟类对先锋树种山黄麻种子传播及其生态作用的研究。山黄麻林是西双版纳地区轮歇休闲地及丢荒地植被恢复初期的次生林,是西双版纳热带森林演替的初级阶段,在森林动态中有较大的作用(Cao *et al.*, 2000)。以鸟类对山黄麻等先锋树种种子传播机制的研究为起点,可进一步认识鸟类在森林生态系统的发展、森林的更新、植被恢复及扩散过程中的积极作用。

1 山黄麻及研究地点

山黄麻(*Trema* spp.)是东南亚地区的典型先锋树种,在西双版纳常见的是银毛叶山黄麻(*Trema orientalis*)。山黄麻为常绿乔木,一般高 4~6 m,在很适宜的环境条件下可高达十多米;其花单性,雌雄同株,聚伞花序常成对生于叶腋,产小型浆果,果为椭圆卵形,长约 3 mm,每个浆果内含小型果核 1 粒。山黄麻花果期较长,全年陆续开花结果,并相继成熟,在 7~9 月有较多成熟果实。在西双版纳,山黄麻主要生长在轮歇休闲地及丢荒地、自然或人为干扰后被毁的原始森林中。山黄麻成林后,一般以单优种群存在几年,当喜阴、生长慢的树木逐步发展起来时,山黄麻已逐渐死亡,完成了引发和促进植被演替的先锋过渡的历史使命。

在西双版纳勐宋和勐仑地区,我们进行了鸟类摄食山黄麻果实,以及传播山黄麻种子的观察研究工作。研究地区雨量充沛,年降雨量 1 600~1 800 mm,年均相对湿度 80%以上;全年有明显的雨季和干季,5 月至 10 月为雨季,11 月至次年 4 月为干季。原始植被在山顶为季风常绿阔叶林,在海拔较低处主要是热带雨林。由于人类的长期作用,轮歇休闲

地及丢荒地、传统经济林等镶嵌分布于原始森林中,而在轮歇休闲地及丢荒地内又长着不同演替阶段的次生植被。勐宋位于西双版纳西南部(21°7'~21°34'N, 100°25'~100°35'E)海拔 800~2 000 m 的山区,其南部与缅甸相邻,在该地区选择轮歇休闲地及附近的轮歇弃耕地所形成的次生林作为山黄麻林研究地点。勐仑位于西双版纳中部偏东(21°41'N, 101°25'E),在该地区进行了较广泛的观察,包括鸟类在零散分布的山黄麻树上摄食情况的观察。在山黄麻林研究地点,银毛叶山黄麻(*Trema orientalis*)居于乔木层和灌木层之间,此外还有少量其他幼树如水锦树(*Wedlandia* spp.)、榕树(*Ficus* spp.)、木姜子(*Litsea panamonia*)、木奶果(*Baccaurea ramiflora*)、中平树(*Macaranga denticulata*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、三元麻(*Maoutia pupa*)等;灌丛层主要是滇谷木(*Melastoma polyanthum*)、多花野牡丹(*Melastoma affine*)和一些幼树苗;草本层有紫茎泽兰(*Eupatorium coelesticum*)、飞机草(*Eupatorium odoratum*)、飞蓬(*Conyza canadensis*)、五节芒(*Miscanthus floridus*)、多种蒿(*Artemisia* spp.)、白茅(*Imperata cylindrica*)、粽叶芦(*Thysanolaena maxima*)、马唐(*Digitaria sanguinalis*)、香附子(*Cyperus rotundus*)、耳草(*Hedyotis auricularia*)等。

2 研究方法

在 2、4、6、8、10 月,采用样树观察法和鸟网捕获取样法,研究摄食山黄麻果实的鸟类。首先,选择结果较多、地势便于挂网的山黄麻树 20 棵作为样树,用望远镜观察鸟类摄食山黄麻果实的情况,并作记录。然后,在尽可能靠近样树、以及其他果实成熟而地势便于挂网的山黄麻树旁,根据空间大小使用不同尺寸(30 m × 4 m, 25 m × 4 m, 20 m × 3 m, 15 m × 3 m, 12.5 m × 2.8 m, 10 m × 4 m, 10 m × 2 m, 4 m × 2 m)的捕鸟网,早晨 8:00 张网,下午 19:00 收网;小心取下捕获的鸟类,分别放在小布袋中,称量后再放在带塑料底盘的尼龙笼内,让鸟类自然排泄,收集其排泄物,然后标志释放鸟类;分析收集到的鸟类排泄物,分离出其中的种子,鉴定种子。

将鸟类排泄物中获取的山黄麻种子按下述步骤做萌发实验。制备无种子土壤:按 Putz 和 Williams-Linera 等证实可靠并一直沿用的方法(Putz, 1983, 1987; Williams-Linera & Ewel, 1984),取林内土壤置于恒温烘箱,在 110 °C 下处理 48 h 后备用。将无种子土壤分别放入 36 个花盆中,按下述 3 种方式各播

种 12 盆:(A)播种鸟类排泄物中分离出的山黄麻种子;(B)采摘山黄麻成熟果实直接播下;(C)采摘山黄麻成熟果实,人工分离出种子播下。播种时将种子或果实分放在盆中土上,再盖适量的土。设置 4 种萌发条件进行对比实验:()放在阳光充足的空旷地;()放在森林林冠下;()用树叶覆盖放在室外;()用树叶覆盖放在室内暗处。其中每种方式各取 3 盆进行 1 种条件下的实验。适时浇水,观察种子萌发和幼苗生长情况。记录 30 d 和 60 d 种子萌发比率。

3 结 果

3.1 挂网捕获摄食山黄麻果实的鸟类

挂网捕获摄食山黄麻果实的鸟类共 26 种,个体数量分布概况见图 1。8 月捕获的鸟类种数和数量均最多,6、10 月其次,2、4 月较少。鸟种及其个体数量比例见表 1。

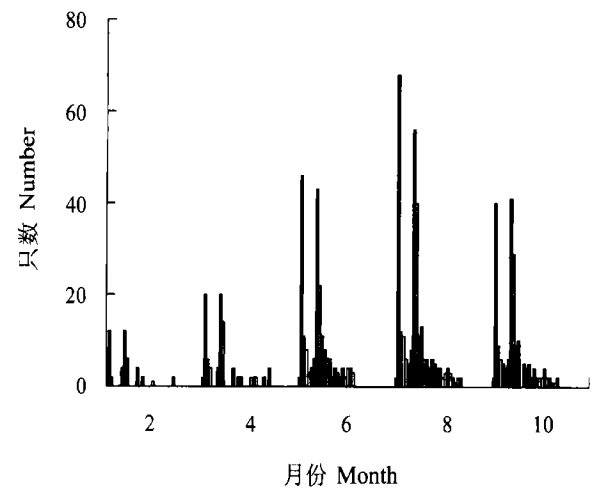


图 1 挂网捕获摄食山黄麻果实的鸟类个体数量分布概况图

Fig. 1 Sketch map of number distribution in birds feeding *Trema orientalis* fruits that were caught by mist-nets
每个直方柱代表 1 种鸟 (Each column representing a bird species)。

3.2 摄食山黄麻果实的鸟类及其排泄物中种子情况

山黄麻果实适于多种鸟类的嘴型,广泛被鸟嗜食。在山黄麻开花、结果期观察和网捕到的摄食山黄麻果实的鸟类有 31 种,其中 21 种观察和网捕均证实摄食山黄麻果实,10 种观察到摄食山黄麻果实但挂网未能捕获,5 种挂网捕获摄食山黄麻果实但未观察到摄食山黄麻果实。观察及挂网捕获的鸟类

及其排泄物中山黄麻种子的情况见表 2。

表 1 挂网捕获摄食山黄麻果实的鸟类及个体数量比例
Table 1 Bird species and their individual proportion feeding *Trema orientalis* fruits that were caught by mist-nets

种类 Species	比例 Proportion (%)
红耳鹎 <i>Pycnonotus jocosus</i>	21.4
灰腹绣眼鸟 <i>Zosterops palpebrosa</i>	20.7
暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonica</i>	11.5
红胁绣眼鸟 <i>Zosterops erythropleura</i>	4.8
黑冠黄鹎 <i>Pycnonotus melanicterus</i>	4.7
白颊噪鹛 <i>Garrulax sannio</i>	3.8
褐脸雀鹛 <i>Alcippe poiocephala</i>	3.5
黄腹冠鹎 <i>Criniger flaveolus</i>	2.8
黄肛啄花鸟 <i>Dicaeum chrysorrhoum</i>	2.7
白眶雀鹛 <i>Alcippe morrisonia</i>	2.6
纯色啄花鸟 <i>Dicaeum concolor</i>	2.5
银耳相思鸟 <i>Leiothrix argenteauris</i>	2.3
栗耳凤鹛 <i>Yuhina castaniceps</i>	2.1
红胸啄花鸟 <i>Dicaeum ignipectus</i>	1.9
黄绿鹎 <i>Pycnonotus flavescens</i>	1.8
橙腹叶鹎 <i>Chloropsis hardwickei</i>	1.6
白喉冠鹎 <i>Criniger pallidus</i>	1.6
黑脸噪鹛 <i>Garrulax perspicillatus</i>	1.4
黄腹啄花鸟 <i>Dicaeum melanozanthum</i>	1.4
棕颈钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus ruficollis</i>	1.2
蓝翅希鹛 <i>Minla cyanuroptera</i>	1.2
蓝翅叶鹎 <i>Chloropsis cochinchinensis</i>	1.2
黑领噪鹛 <i>Garrulax pectoralis</i>	0.7
黄腰太阳鸟 <i>Aethopyga siparaja</i>	0.3
长嘴捕蛛鸟 <i>Arachnothera longirostris</i>	0.3
纹背捕蛛鸟 <i>Arachnothera magna</i>	0.3

3.3 鸟类排泄物中山黄麻种子的萌发

鸟类排泄物中山黄麻种子的萌发实验结果见表 3。对比实验结果表明,采摘山黄麻成熟果实直接播种(B),在 4 种萌发条件下种子都未萌发,还容易霉烂、腐蚀或虫食;而从果肉中分离出来的山黄麻种子具有萌发能力(A,C),尤其经鸟类摄食、消化后从果肉中分离出来的种子具有较好的萌发活力(A)。在不同萌发条件下山黄麻种子的萌发情况差异明显,森林林冠下的条件()对山黄麻种子萌发有抑制作用;在阳光作用下,山黄麻种子显示出很好的萌发活力(:A,C)。鸟类排泄物中分离出的山黄麻种子播种(A),与直接采摘山黄麻成熟果实、人工分离出的种子播种(C),实验结果差异也很明显:前者即使放在林冠下或用树叶覆盖遮光(, ,),经过较

表 2 摄食山黄麻果实的鸟类及其排泄物中种子情况

Table 2 Birds and their feces concerning the seeds of *Trema orientalis*

序号 Serial number	种类 Species	工作地区 Study place	资料获得方式 Method of data obtained	排泄物样品数 No. of fecal samples	种子收集数 No. of seeds from the bird feces
1	黑头鹇 <i>P. atricep</i>	1, 2	s		
2	黑冠黄鹇 <i>P. melanicterus</i>	1, 2	s, c	20	58
3	红耳鹇 <i>P. jocosus</i>	1, 2	s, c	91	266
4	黄绿鹇 <i>P. flavescens</i>	1, 2	s, c	7	31
5	黄腹冠鹇 <i>C. flaveolus</i>	1, 2	s, c	12	34
6	白喉冠鹇 <i>C. pallidus</i>	1	c	6	24
7	绿翅短脚鹇 <i>H. macclellandii</i>	1, 2	s		
8	黑短脚鹇 <i>H. madagascariensis</i>	1	s		
9	蓝翅叶鹇 <i>C. cochinchinensis</i>	1, 2	s, c	5	20
10	橙腹叶鹇 <i>C. hardwickei</i>	1, 2	s, c	7	25
11	和平鸟 <i>I. puella</i>	1	s		
12	蓝绿鹇 <i>C. chinensis</i>	1	s		
13	虎班地鸫 <i>Z. dauma</i>	1	s		
14	黑胸鸫 <i>T. dissimilis</i>	1	s		
15	长嘴钩嘴鹛 <i>P. hypoleucos</i>	1	s		
16	棕颈钩嘴鹛 <i>P. ruficollis</i>	1, 2	s, c	5	10
17	黑脸噪鹛 <i>G. perspicillatus</i>	1	c	6	20
18	小黑领噪鹛 <i>G. monileger</i>	1	s		
19	黑领噪鹛 <i>G. pectoralis</i>	1	c	3	19
20	白颊噪鹛 <i>G. sannio</i>	1, 2	s, c	16	36
21	银耳相思鸟 <i>L. argentauris</i>	1, 2	s, c	10	21
22	蓝翅希鹛 <i>M. cyanuroptera</i>	1, 2	s, c	5	6
23	白眶雀鹛 <i>A. morrisonia</i>	1, 2	s, c	11	20
24	褐脸雀鹛 <i>A. poioicephala</i>	1, 2	s, c	15	18
25	栗耳凤鹛 <i>Y. castaniceps</i>	1, 2	s, c	9	22
26	黄肛啄花鸟 <i>D. chrysorrhoeum</i>	1, 2	s, c	11	27
27	黄腹啄花鸟 <i>D. melanoxanthum</i>	1, 2	s, c	6	12
28	纯色啄花鸟 <i>D. concolor</i>	1, 2	s, c	10	25
29	红胸啄花鸟 <i>D. ignipectus</i>	1, 2	s, c	8	14
30	朱背啄花鸟 <i>D. cruentatum</i>	1, 2	s		
31	长嘴捕蛛鸟 <i>A. longirostris</i>	1	c	2	1
32	纹背捕蛛鸟 <i>A. magna</i>	1, 2	s, c	2	2
33	暗绿绣眼鸟 <i>Z. japonica</i>	1, 2	s, c	49	87
34	红胁绣眼鸟 <i>Z. erythropleura</i>	1, 2	s, c	20	55
35	灰腹绣眼鸟 <i>Z. palpebrosa</i>	1, 2	s, c	88	201
36	黄腰太阳鸟 <i>A. siparaja</i>	1	c	2	1

1:勐宋(Mengsong) ;2:勐仑(Menglun) ;s:观察到鸟类摄食山黄麻果实(Birds observed that have eaten the fruits of *Trema orientalis*) ;
c:网捕鸟类排泄物含山黄麻种子(Birds caught in mist-nets whose feces containing the fruits of *Trema orientalis*) 。

表 3 萌发实验中山黄麻种子的萌发率

Table 3 Rates of *Trema orientalis* seeds in germination experiments

播种方式 Sowed method	不同萌发条件和播种天数的萌发率 Rate in different of germinating condition and sowed days (%)							
	30 d	60 d	30 d	60 d	30 d	60 d	30 d	60 d
A	100 *	—	0	35^	0	60 *	0	50^
B	0	0	0	0	0	0	0	0
C	10 *	90 *	0	0	0	0	0	0

* 萌发后生长良好 (Healthy growth after germination) ;^ 萌发后生长不好,逐步死亡 (Weakling and dying after germination) 。

长的时间(60 d)仍可以萌发,而后者均未能萌发。观察萌发后的山黄麻幼苗生长的情况还表明,在林冠下或覆盖遮光的暗处,幼苗都长不好,很快就死亡(,)。

4 讨论

山黄麻为鸟类提供了食源和栖息环境。本工作观察发现,山黄麻果实适于中、小型鸟类口型,被多种鸟类嗜食。在开花时,常见绣眼鸟、啄花鸟等多种小型鸟类来摄食花蜜、花粉和花中小虫,起到传授花粉,确保山黄麻结果的作用。山黄麻结果较丰富的7~9月,挂网捕获的鸟类,无论是种类还是数量都较多。而且山黄麻的花果期较为特殊,花果相继出现,延续多月,长期地吸引着很多鸟类。我们发现,摄食山黄麻的鸟类中鹑科鸟类种群数量较大,而且鹑科鸟类又主要以果实为食,与山黄麻关系密切,尤其是红耳鹑的种群动态更突出。可见,在山黄麻开花结果的过程中,给鸟类提供了丰富的食源;而在其生长、成林的过程中,又给鸟类创造了良好的栖息地,从而维持着相应的鸟类群落。

鸟类则是山黄麻种子扩散和繁衍的好帮手。本文结果显示,鸟类摄食山黄麻果实,果肉被消化利用,种子被分离出来,而只有从果肉中分离出来的种子,才有萌发的可能性。张乃航(1996)报道,山黄麻种子具有温控休眠现象。我们选择的研究地区年均环境温度 $15.2\sim 24.6$,而鸟类体温在 $37.0\sim 44.6$ 。山黄麻种子在果实内需要通过鸟类取食,再经鸟类消化道的消化才能被分离,经鸟体内变温处理,其休眠期也才会被打破,从休眠状态下激活,较好地萌发。而且,萌发实验表明,经变温处理后的种子,在光线不足的情况下仍能萌发。林冠条件下,山黄麻种子的萌发表现出如 Vazquez-Yanes (1976, 1977, 1982)所描述的光控休眠。而鸟类对山黄麻种子的传播,特别是种子被散布到光照适宜的环境后,能够从这种光控休眠中激活,形成活动的种子。摄食山黄麻果实的鸟类活动在林缘、林窗及植物群落交错带,它们摄食范围广而且联系着各类型生境,随着不同植物的果熟期而转移摄食地(王直军等, 2001),这样鸟类便将种子搬运到远离母树的地带。在鸟类的作用下,山黄麻种子可远距离广泛传播,而且能被散播到林间空隙和植被交错带的空间,散播到鸟类喜好活动的林缘光线充足的地方。山黄麻幼苗的生长需要光照和较开阔的生境条件,鸟类取食山黄麻果实及其种子的远距离传播,正好具有这样的生态

作用。在鸟类的传播作用下,山黄麻种子得到适宜的散播和定置,非常有利于山黄麻种子的萌发及幼苗生长。在鹑科、画鹑亚科、啄花鸟科、太阳鸟科等鸟类活动频繁的轮歇休闲及丢荒地上,山黄麻先锋树的幼苗也较多。在鸟类的帮助下,山黄麻能领先占据森林被毁坏后的地区,以及自然或人为干扰形成的林缘、林窗,在自然或人为干扰后原始森林被毁的地区生长;在轮歇休闲及丢荒地上迅速地发展起来,形成先锋种群;或在退耕还林地上首先长成山黄麻林次生植被。由此所形成的以山黄麻为优势的植物群落,覆盖荒地,使得进一步的植被演替发展成为可能。

鸟类与山黄麻的关系在热带、亚热带植被演替的过程中很重要。鸟类摄食山黄麻果实及山黄麻果实经鸟类消化处理的过程,表现了鸟类和植物之间和谐的生态互惠关系。通过鸟类对山黄麻种子的传播及其在萌发过程中的作用的观察研究,可见鸟类在森林演替过程中所起到的积极和重要的作用。鸟类不但是植物种子的传播者,而且在种子的萌发过程中有重要的功能。鸟类在森林动态过程中的作用是不可忽视的,尤其是先锋树种山黄麻种子的传播过程。山黄麻树种及山黄麻林的发展与鸟类关系密切;而山黄麻所具有的全年持续开花结果的特性,对相关的鸟类群落动态影响也较大,而且是长时间的促进作用。从鸟类传播山黄麻种子的情况看,鸟类对植物种子的传播作用迅速推进着森林演替。鸟类能将种子传播到不同林地的交错带,以及林缘、林窗等光照充足适于种子萌发、生长的环境,有助于先锋树种占领新的生境斑块(Livingston, 1972),推进植被演替和植被扩展。鸟类的不断活动,及其对更多植物种子的传播作用,又会促使森林结构的复杂化和发展。

鸟类携带的种子成为种子雨来源(唐勇等, 1997),在西双版纳热带森林的土壤种子库中作用较大(曹敏等, 1997; Cao *et al.*, 2000)。鸟类广泛传播的植物先锋种类和次生种类,将对片断化森林区的土壤种子库和种子雨有极大影响。植物先锋种类和次生种类的发展,又将成为森林更新的重要动因(Toky & Ramakrishnan, 1983; Loiselle, 1990; Dalling *et al.*, 1998)。因此,深入研究鸟类对植物种子的传播过程,及其对森林更新的作用,对于揭示森林生态系统中动植物种群动态、物种相互关系及森林整体动态,具有十分重要的意义。在森林动态过程的环境生态学研究,鸟类传播植物种子是森林动态变

化的重要一环 (Dalling *et al.*, 1998; Regal, 1997; Barnea, 1992; Wang, 1986; Janzen, 1975)。鸟类对森林更新的作用已越来越引起国际学术界的重视 (Herrera & Jordano, 1981; Herrera, 1982; Putz, 1983, 1987; Estrada & Coates-Estrada, 1986; Murray, 1988; Barnea, 1991, 1992; Kasparis, 1993; Fuentes, 1994; Ha-

gan & Mckinley, 1996; Dalling *et al.*, 1998; Corlett, 1998; Cao *et al.*, 2000)。在人类活动频繁的现实生活情况下, 联系森林生态系统和森林更新过程, 深入研究鸟类散播植物种子的机理, 可以成为人们认识森林动态及植被自然更新的一个突破口。

参考文献:

- Barnea A. 1991. Daes ingestion by birds affect seed germination [J]. *Functional Ecology*, 5: 394 - 402.
- Barnea A. 1992. Effect of frugivorous birds on seed dispersal and germination of multi-seed fruits [J]. *Acta Ecologica*, 13: 209 - 219.
- Cao M, Zhang J. 1996. An ecological perspective on shifting cultivation in Xishuangbanna, SW China [J]. *Wallaceana*, 78: 21 - 27.
- Cao M, Tang Y, Zhang J H, *et al.* 1997. Storage and dominants in soil seed banks under the tropical forests of Xishuangbanna [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 19 (2): 177 - 183. [曹敏, 唐勇, 张建候, 等. 1997. 西双版纳热带森林的土壤种子库储量及优势成分. 云南植物研究, 19 (2): 177 - 183.]
- Cao M, Tang Y, Sheng C Y, *et al.* 2000. Viable seeds buried in the tropical forest soils of Xishuangbanna, SW China [J]. *Seed Science Research*, 10: 255 - 264.
- Corlett R T. 1998. Frugivory and seed dispersal by birds in Hong Kong shrubland [J]. *Forktail*, 13: 23 - 37.
- Dalling J W, Swaine M D, Nancy C, *et al.* 1998. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest [J]. *Ecology*, 79 (2): 564 - 578.
- Estrada A, Coates-Estrada R. 1986. Fruiting and frugivores at a strangler fig in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico [J]. *J. Tropical Ecology*, 2: 349 - 357.
- Fuentes M. 1994. Diets of fruit-eating birds: What are the causes of interspecific differences [J]. *Oecologia*, 97 (1): 134 - 142.
- Hagan G M, Mckinley P S. 1996. The early development of forest fragmentation effects on birds [J]. *Conservation Biology*, 10 (1): 188 - 202.
- Herrera C M. 1982. Seasonal variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers [J]. *Ecology*, 63: 773 - 795.
- Herrera C M, Jordano P. 1981. Prunus mahaleb and birds: The high-efficiency seed dispersal system of a temperate fruiting [J]. *Ecol. Monogr.*, 51: 203 - 218.
- Janzen D H. 1975. Ecology of plants in the tropics [M]. Arnold, London: Academic Press London.
- Kasparis M. 1993. Removal of seeds from Neotropical frugivore droppings [J]. *Oecologia*, 95: 81 - 88.
- Livingston R B. 1972. Influence of birds, stones and soil on the establishment of pasture juniper [J]. *Ecology*, 53: 1141 - 1147.
- Loiselle B A. 1990. Seeds in droppings of tropical fruit-eating birds: Importance of considering seed composition [J]. *Oecologia*, 82: 494 - 500.
- Murray K G. 1988. Avian seed dispersal of three Neotropical gap dependent plants [J]. *Ecological Monographs*, 58: 271 - 298.
- Putz F E. 1983. Tree-fall pits and mounds, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama [J]. *Ecology*, 64 (5): 1069 - 1074.
- Putz F E. 1987. Buried seeds, newly dispersed seeds, and the dynamics of a lowland forest in Malaysia [J]. *Biotropica*, 19 (4): 326 - 333.
- Regal P J. 1997. Ecology and evolution of flowering plant dominance [J]. *Science*, 169: 622 - 629.
- Tang Y, Cao M, Zhang J H, *et al.* 1997. The impact of slash-and-burn agriculture on the soil seed bank of *Trema orientalis* forest [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 19 (4): 423 - 428. [唐勇, 曹敏, 张建候, 等. 1997. 刀耕火种地山黄麻林的土壤种子库和种子雨研究. 云南植物研究, 19 (4): 423 - 428.]
- Toky O P, Ramakrishnan P S. 1983. Secondary succession following slash and burn agriculture in northeastern India [J]. *J. Ecol.*, 71: 735 - 745.
- Vazquez-Yanes C. 1976. Seed dormancy and germination in secondary vegetation tropical plants: The role of light [J]. *Comparative Physiological Ecology*, 1: 30 - 34.
- Vazquez-Yanes C. 1977. Germination of a pioneer tree (*Trema guineensis*) from equatorial Africa [J]. *Turrialba*, 27: 301 - 302.
- Vazquez-Yanes C. 1982. Seed germination of a tropical rain forest pioneer tree (*Hliocarpus donnellsmithii*) in response to diurnal fluctuation of temperature [J]. *Physiologia Plantarum*, 56: 295 - 298.
- Wang Z J. 1986. Dispersal of berry seeds by birds [J]. *Intecol. Bulletin*, 13: 133 - 135.
- Wang Z J, Li G F, Cao M, *et al.* 2001. Study on bird diversity and frugivorous birds in fallow succession forest regions of Mengsong, Xishuangbanna [J]. *Zool. Res.*, 22 (3): 205 - 210. [王直军, 李国锋, 曹敏, 等. 2001. 西双版纳勐宋轮歇演替区鸟类多样性及食果鸟研究. 动物学研究, 22 (3): 205 - 210.]
- Williams-Linera G, Ewel J J. 1984. Effect of autoclave sterilization of a tropical adept on seed germination and seedling growth [J]. *Plant Soil*, 82: 263 - 268.
- Zhang N H. 1996. Effects of light on seed germination of three pioneer tree species (*Alnus formosana*, *Trema orientalis*, *Broussonetia papyrifera*) [J]. *Taiwan Forestry Science*, 11 (2): 195 - 199. [张乃航. 1996. 光照效应对台湾赤杨、山黄麻及构树种子发芽的影响. 台湾林业科学, 11 (2): 195 - 199.]