

南京中山植物园鸟类对香樟果实（种子）的取食

陆彩虹 鲁长虎*

南京林业大学生物与环境学院 南京 210037

摘要: 香樟 (*Cinnamomum camphora*) 是亚热带地区广泛分布的常绿阔叶树种, 其果实数量多、果期长, 可为鸟类提供大量食物资源。2018 年 11 月至 2019 年 2 月, 借助 Safari 10 × 26 变焦双筒望远镜, 采用焦点扫描法对南京中山植物园内访问香樟果实 (种子) 的鸟类行为进行观察, 详细记录鸟类的种类、取食基质、取食次数、取食时间、取食数量和取食方式等信息。研究期间有效记录达 48 d, 累计记录到 27 种鸟类 1 021 次取食香樟果实 (种子) 行为, 存在 2 种取食基质 (地面和树上) 和 3 种取食方式 (整吞果实、啄食果肉和取食种子)。T 检验显示, 不同鸟类对香樟果实 (种子) 的取食次数存在显著差异 ($t = 3.096$, $df = 26$, $P < 0.01$); 不同月份间鸟类对香樟果实 (种子) 的平均访问只数、平均取食次数、平均取食时间和取食数量均存在极显著差异 ($P < 0.001$)。白头鹎 (*Pycnonotus sinensis*)、乌鸫 (*Turdus mendarinus*) 和灰喜鹊 (*Cyanopica cyanus*) 是访问次数及取食量最多的 3 种鸟类。单因素方差分析 (One-way ANOVA) 表明, 上述这 3 种鸟类的取食数量存在极显著差异 ($F_{3, 598} = 25.219$, $P < 0.001$)。按照时间统计, 11 月份访问的鸟类种类和数量最多, 1 月份鸟类的取食次数、时间和数量最多。鸟类的形态特征 (体重、体长和嘴峰长) 与取食数量呈显著正相关, 其中, 体重和体长对取食数量的影响比嘴峰长的影响更显著, 但嘴峰长影响鸟类对果实的取食方式。在鸟类常活动和停歇的树木下方地面往往散落着较多表面洁净、无果肉包裹的香樟种子, 且园内人工林和自然更新林地可见许多香樟幼苗, 表明鸟类对香樟具有潜在传播作用。

关键词: 食果鸟类; 香樟; 取食行为; 南京中山植物园

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2019) 06-784-09

Bird Feeding on the Fruits (Seeds) of Camphor Trees in Nanjing Zhongshan Botanical Garden, China

LU Cai-Hong LU Chang-Hu*

College of Biology and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China

Abstract: The Camphor Tree (*Cinnamomum camphora*) is an evergreen broad-leaved tree species with

基金项目 江苏省高校优势学科建设工程项目;

* 通讯作者, E-mail: luchanghu@njfu.com.cn;

第一作者介绍 陆彩虹, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动植物关系; E-mail: 18705150858@163.com。

收稿日期: 2019-06-15, 修回日期: 2019-09-23 DOI: 10.13859/j.cjz.201906002

abundant fruits and a long fruit period, which is widely distributed in subtropical areas. With Safari 10 × 26 zoom binoculars, the focus scanning method was adopted to observe the bird behavior of visiting Camphor trees in Nanjing Zhongshan Botanical Garden, China, from November 2018 to February 2019. The information of bird species, foraging substrates, foraging frequency, foraging time, foraging amount and foraging methods were recorded. For the 48 effective days of observation, a total of 1 021 foraging behavior of 27 species of birds were recorded with 2 foraging substrates (ground and tree) and 3 foraging methods (swallow the fruits, pecking at pulp and seed predation) (Table 1). One-Sample *T*-test showed that there were significant differences in foraging frequency among different bird species ($t = 3.096$, $df = 26$, $P < 0.01$). There were significant differences in the average number of visits, average foraging frequency, average foraging time and foraging amount between birds in different months ($P < 0.001$, Fig. 1). Light-vented Bulbul (*Pycnonotus sinensis*), Chinese Blackbird (*Turdus mandarinus*) and Azure-winged Magpie (*Cyanopica cyanus*) are the three types of birds with the most visit and foraging amount (Fig. 2). One-way ANOVA showed that there were significant differences in foraging amount among the three species ($F_{3, 598} = 25.219$, $P < 0.001$). In terms of time, more species and quantity of birds visited in November in comparison with those in other months, and the foraging frequency, time and amount on the fruits in January were the largest. The morphological characteristics (body weight, body length and bill length) of birds were positively correlated with the foraging amount of the fruits (Fig. 4). Effects of body weight and body length on the foraging amount were more significant than that of the bill length, but bill length could affect the feeding methods significantly (Fig. 3). Many seeds with clean surface and no pulp wrapped were found under the trees acting as roosting site of birds. Many Camphor seedlings can be seen in plantations and natural regeneration woodlands, which indicates that birds may play a role in seed dispersal of Camphor trees.

Key words: Frugivorous birds; Camphor Tree, *Cinnamomum camphora*; Feeding behavior; Nanjing Zhongshan Botanical Garden

植物果实（种子）成熟后，通常具有一系列特征以吸引食果动物取食并传播，这些特征称为传播综合征（dispersal syndromes）。传播综合征大致包括，果实大小、颜色、重量，果肉类型，种子数量、重量和开始成熟时间等（Chapman 1993, Tamboia et al. 1996, Link et al. 2004, Du et al. 2009）。不同的传播媒介，如鸟类、哺乳动物、蚂蚁等，可形成不同的传播方式。依赖不同动物类群传播的植物果实（种子）具有适应每种动物传播方式的形态学特征（Tamboia et al. 1996, Link et al. 2004, Clobert et al. 2009），反映了动植物之间的互作关系（Herrera et al. 2002）。

鸟类通常倾向于取食颜色鲜艳且没有外壳的肉质果实（Pijl 1970, Armesto et al. 1989,

Chapman 1993, Link et al. 2004, Silvia et al. 2008）。果实数量越多，访问者越多（Schleuning et al. 2011）。红色和黑色是自然界中最常见也是最受鸟类欢迎的果实颜色（Du et al. 2009, Duan et al. 2013, 2014）。小果实植物随果实增大，访问的鸟类数量和种类均增多，而大果实植物随果实增大只在很小程度上吸引额外的鸟类，数量有限且为大型留鸟（Howe 1980）。食果鸟的个体大小和嘴大小与果实大小呈正相关（Hespenheide 1973）。

自然界中肉质果植物的比例在热带约为 90%，温带约为 40%（Herrera et al. 2002）。樟科（Lauraceae）植物果实多为典型的肉质果，成熟后能吸引食果鸟类等来取食（Link et al. 2004, 潘扬等 2017）。香樟（*Cinnamomum camphora*）

隶属樟科樟属,是我国南方分布较为广泛的树种。果期长达 4~5 个月,果实数量多,单棵树可达上千颗果实,果实为卵球形或近球形肉质核果(文赤夫等 2006)。本研究以南京中山植物园的香樟为研究对象,旨在了解(1)取食香樟果实(种子)的鸟类种类组成、取食方式及其时间格局;(2)鸟类取食行为与其形态特征的相关性。

1 材料与方法

研究地位于南京中山植物园(31°14'~32°37'N, 118°22'~119°14'E)。植物园地处南京紫金山南麓,占地 186 hm²,海拔多为 30~50 m,属北亚热带季风气候区,年平均温度 14.7 °C,1 月平均温度 2.3 °C,7 月平均温度 27.7 °C,年平均降水量 1 000.4 mm,降水主要集中在 6~9 月,占全年降雨量的 59.2%。无霜期 237 d。土壤类型以山地黄棕壤为主,园内有小山岗、缓坡、平地、山溪和水塘等多种地形,同时还保留有 100 hm²的自然植被保护区与紫金山森林植被连成一体,这些优越的自然条件为各类植物的生长发育和繁殖更新创造了相对稳定且多样化的生境条件,同时也为鸟类提供了丰富的食物来源和良好的栖息场所(张啸然等 2018)。

香樟是植物园的常见树种。植物园香樟花期 4 至 5 月,8 月开始挂果,果实成熟期为 11 月至翌年 2 月,果实数量多、密度大、重量较大、初期为绿色,成熟后转变为紫黑色。研究期间对果实和种子的特征进行了测量,果实的重量为(0.684 ± 0.037) g、长度为(11.08 ± 0.45) mm、宽度为(9.87 ± 0.28) mm、厚度为(9.62 ± 0.59) mm,种子的重量为(0.253 ± 0.012) g、长度为(7.23 ± 0.18) mm、宽度为(7.76 ± 0.23) mm、厚度为(6.94 ± 0.15) mm ($n=100$)。其中,长度为最大直径,宽度为与长正交的第二大直径,厚度为与长度、宽度正交的直径(Lord 2010)。

在 2018 年 11 月至 2019 年 2 月期间对鸟类

取食行为进行观察记录。选取结实率高、利于观察的 4 棵香樟树作为目标树。每天上午 6:30~9:00 时和下午 15:30~17:00 时借助 Safari 10×26 变焦双筒望远镜,采用焦点扫描法对访问目标树鸟类的取食行为进行观察,并详细记录鸟类的种类、取食基质(地面和树上)、取食次数(从鸟类过来取食到离开记为 1 次)、访问时间(从鸟类过来取食到离开的时间)、取食数量(颗/次)和取食方式(整吞果实、啄食果肉和取食种子),直至其离开观察树为止。观察周期为种子开始成熟、掉落至种子完全掉落,所有观察都在天气晴朗的日期进行(潘扬等 2017)。

采用 *T* 检验(One-Sample *T*-test)对不同月份间鸟类对香樟果实(种子)的平均访问只数、平均取食次数、平均取食时间和取食数量进行检验;对不同鸟类的取食次数进行 *T* 检验;采用单因素方差分析(One-way ANOVA)对 3 种鸟类的取食数量进行检验;鸟类的体重、体长和嘴峰长数据来自《中国鸟类野外手册》(约翰·马敬能 2000)和《中国鸟类志》(赵正阶 2001),对鸟类这 3 项指标与取食量进行相关性分析。所有数据分析在 SPSS 22.0 上完成,差异水平设定为 $P < 0.05$ 。

2 结果

2.1 取食香樟果实(种子)的鸟类种类组成

研究期间 2018 年 11 月到 2019 年 2 月,累计有效观察 48 d,记录到 3 目 13 科的 27 种鸟取食香樟的果实(种子)。其中,雀形目鸟类 25 种,鸽形目与翼形目各有 1 种(表 1)。

按照取食基质地面或树上统计,画眉(*Garrulax canorus*)仅在地面觅食;山斑鸠(*Streptopelia orientalis*)、红嘴蓝鹊(*Urocissa erythrorhyncha*)、灰喜鹊(*Cyanopica cyanus*)、灰背鸫(*Turdus hortulorum*)、乌鸫(*T. mendarinus*)、黑脸噪鹛(*G. perspicillatus*)和黑领噪鹛(*G. pectoralis*)这 7 种体型较大的鸟类既可见在树上取食,也可见地面取食;所记录的其余 19 种均只在树上取食。

从取食方式上看, 白头鹎 (*Pycnonotus sinensis*)、灰喜鹊和乌鸫既整吞果实又啄食果肉, 灰树鹊 (*Dendrocitta formosae*)、黄腹山雀 (*Periparus venustulus*) 和黑尾蜡嘴雀 (*Eophona migratoria*) 取食种子, 暗绿绣眼鸟 (*Zosterops japonicus*)、银喉长尾山雀 (*Aegithalos caudatus*)、大山雀 (*Parus major*) 和黄喉鹀 (*Emberiza elegans*) 啄食果肉, 其余 17 种鸟均以整吞方式取食果实。

所记录的 27 种鸟类中, 冬候鸟 4 种, 分别为红胁蓝尾鸲 (*Tarsiger cyanurus*)、灰背鸫、斑鸫 (*T. eunomus*) 和黄喉鹀; 旅鸟 1 种为乌灰鸫 (*T. cardis*); 其余 22 种鸟均为留鸟, 占全部取食香樟果实(种子)鸟类的 81.5%。

从取食时间变化来看, 16 种鸟类在 11 月至翌年 2 月均有取食, 4 种鸟类在 12 月至翌年 2 月有取食, 6 种鸟类仅在 11 月取食, 1 种鸟类仅在 12 月取食(表 1)。

表 1 取食香樟果实(种子)的鸟类种类组成

Table 1 Bird species composition feeding on fruit (seed) of Camphor Tree

物种 Species	取食 Foraging					体重 Body weight (g)	体长 Body length (cm)	嘴峰长 Bill length (mm)	居留型 Resident
	基质 Substrate	方式 Method	月份 Month	次数 Frequency	数量(颗/次) Amount				
山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	T/G	F	11~2	31	10.7	250.0	32.0	17.8	R
灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>	T	F	11	1	2.0	133.5	27.0	35.0	R
白头鹎 <i>Pycnonotus sinensis</i>	T	F/P	11~2	241	3.3	34.0	19.0	14.3	R
栗背短脚鹎 <i>Hemixos castanonotus</i>	T	F	12~2	29	3.0	39.0	21.0	17.8	R
红耳鹎 <i>P. jocosus</i>	T	F	11~2	20	2.7	34.3	20.0	13.5	R
丝光椋鸟 <i>Sturnia sericeus</i>	T	F	12	3	5.7	75.0	24.0	24.9	R
红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythroryncha</i>	T/G	F	11~2	32	4.1	176.8	68.0	34.5	R
灰喜鹊 <i>Cyanopica cyanus</i>	T/G	F/P	11~2	121	4.5	95.3	35.0	26.0	R
灰树鹊 <i>Dendrocitta formosae</i>	T	S	11~2	46	2.8	97.5	38.0	30.8	R
喜鹊 <i>Pica pica</i>	T	F	11~2	9	3.7	221.5	45.0	33.5	R
红胁蓝尾鸲 <i>Tarsiger cyanurus</i>	T	F	11~2	8	1.0	13.5	15.0	10.3	W
鸲鹀 <i>Copsychus saularis</i>	T	F	11~2	6	2.2	40.5	20.0	17.8	R
灰背鸫 <i>Turdus hortulorum</i>	T	F	11~2	47	5.1	61.0	24.0	18.5	W
乌灰鸫 <i>T. cardis</i>	T	F	12~2	11	3.7	69.8	21.0	19.8	P
乌鸫 <i>T. mandarinus</i>	T/G	F/P	11~2	240	2.7	96.5	29.0	23.5	R
斑鸫 <i>T. eunomus</i>	T	F	12~2	12	4.3	72.5	25.0	19.0	W
黑脸噪鹛 <i>Garrulax perspicillatus</i>	T/G	F	11~2	31	3.6	118.0	30.0	25.3	R
黑领噪鹛 <i>G. pectoralis</i>	T/G	F	11~2	32	3.9	146.8	30.0	27.8	R
画眉 <i>G. canorus</i>	G	F	11	1	3.0	60.5	22.0	21.0	R
红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	T	F	12~2	6	1.7	22.5	15.5	12.8	R
暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonicus</i>	T	P	11~2	5	3.2	11.0	10.0	9.9	R
银喉长尾山雀 <i>Aegithalos caudatus</i>	T	P	11	4	1.5	8.0	16.0	9.9	R
黄腹山雀 <i>Periparus venustulus</i>	T	S	11~2	31	1.6	11.3	10.0	9.8	R
大山雀 <i>Parus major</i>	T	P	11~2	44	2.0	14.3	14.0	9.8	R
麻雀 <i>Passer montanus</i>	T	F	11	2	2.0	20.2	14.0	10.6	R
黑尾蜡嘴雀 <i>Eophona migratoria</i>	T	S	11	7	3.9	49.8	17.0	19.3	R
黄喉鹀 <i>Emberiza elegans</i>	T	P	11	1	1.0	16.7	15.0	9.9	W

取食基质: T. 树上; G. 地面。取食方式: F. 整吞果实; P. 啄食果肉; S. 取食种子。居留型: R. 留鸟; W. 冬候鸟; P. 旅鸟。

Foraging substrate: T. Tree; G. Ground. Foraging method: F. Swallow the fruit; P. Pecking at pulp; S. Seed predation. Resident: R. Resident bird; W. Winter migratory birds; P. Migrant bird.

2.2 鸟类取食随时间的变化

不同月份间鸟类每次访问平均只数、平均取食时间和平均取食数量均存在极显著差异 ($P < 0.001$)。鸟类每次访问平均只数随着冬季的到来而减少;鸟类的取食次数、取食时间和取食量则随月份呈增长趋势,在1月份达到最大值,后呈减少趋势(图1)。

2.3 不同种鸟类的取食次数

共记录了鸟类取食香樟果实(种子)行为1021次,不同种鸟类对香樟果实(种子)的取食次数存在显著差异 ($t = 3.096, df = 26, P < 0.01$) (表1)。白头鹎、乌鸫和灰喜鹊的取食次数最高,分别占取食总次数的23.6%、23.5%和11.9%(图2)。上述3种鸟类的取食数量间存在极显著差异 ($F_{3,598} = 25.219, P < 0.001$),其中,灰喜鹊的取食数量最大,为 (4.5 ± 2.2) 颗/次,其次为白头鹎 (3.3 ± 1.6) 颗/次,乌鸫较少,为 (2.7 ± 1.8) 颗/次。取食时,鸟类多集群而来,其中灰喜鹊群最大,包含 $(2.8 \pm$

1.3) 只/次;白头鹎 (2.7 ± 1.8) 只/次,且每次的集群数量较不稳定,有时仅1或2只飞来取食,有时5~6只集群而来,最多时达12~13只;乌鸫最少,仅 (2.1 ± 1.1) 只/次。在取食持续时间上,灰喜鹊最长,为 (25.7 ± 12) s/次,白头鹎次之,为 (24.4 ± 16.4) s/次,乌鸫最短,为 (19.3 ± 13.2) s/次。

2.4 取食行为与鸟类形态特征的关系

在取食樟树果实(种子)的27种鸟类中,取食种子的3种鸟类灰树鹊、黄腹山雀和黑尾蜡嘴雀的嘴峰长短不一,但都大于樟树种子的宽度;只啄食果肉的4种鸟类暗绿绣眼鸟、银喉长尾山雀、大山雀和黄喉鹀的嘴峰长与樟树果实的宽度相近;其余20种鸟类嘴峰长均大于樟树果实宽度。当嘴峰长超过10mm时,鸟类的取食方式由啄食变为整吞。嘴峰长较短的鸟类只能啄食,嘴峰长较长的鸟类选择比较随意,既可以整吞又可以啄食,如白头鹎、乌鸫和灰喜鹊(图3)。

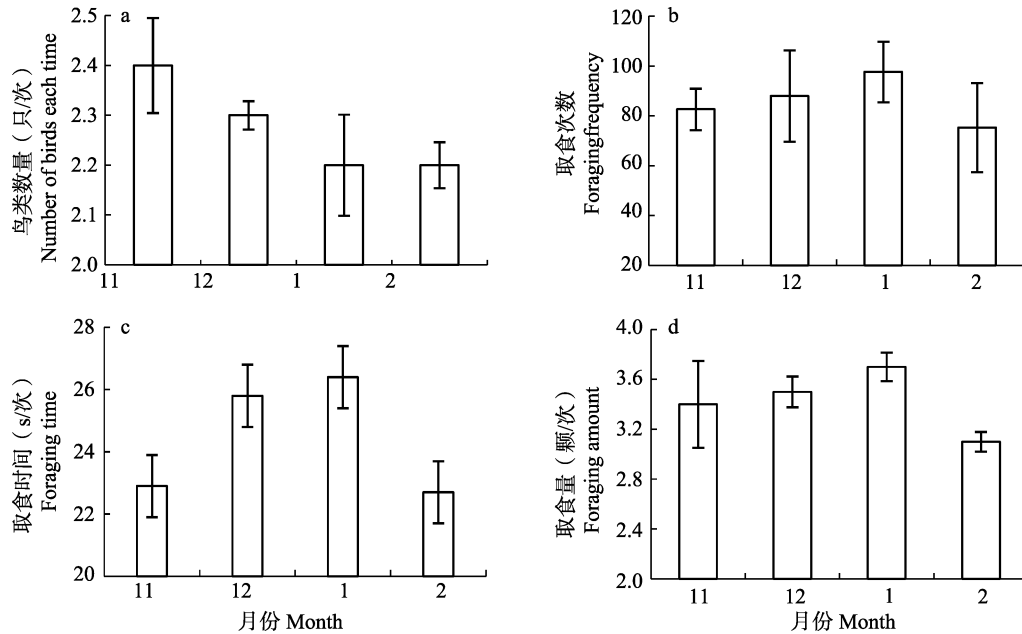


图1 不同月份鸟类取食情况

Fig. 1 Bird foraging patterns in different months

a. 鸟类每次平均访问只数; b. 平均取食次数; c. 平均取食时间; d. 平均取食数量。

a. The average number of birds visited each time; b. The average foraging frequency; c. The average foraging time; d. The average foraging amount.

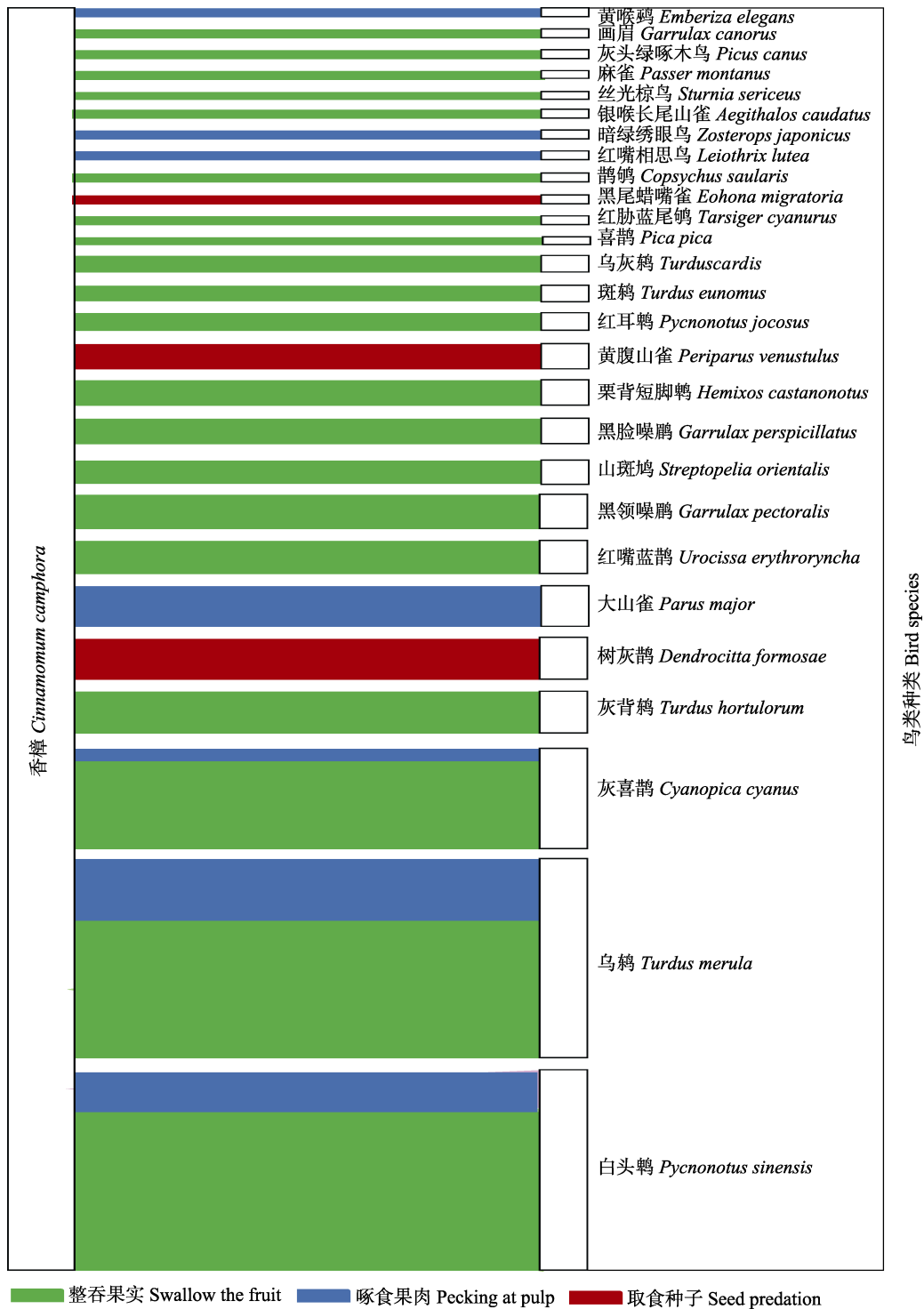


图 2 食果鸟类与香樟树果实（种子）间的取食网络

Fig. 2 A foraging network between frugivorous birds and Camphor Tree seeds

按其取食次数比例从小到大依次排列，其中，矩形的粗细表示两者间对应关系的强度。

The ratio of the number of foraging frequency is arranged in order from small to large, wherein the thickness of the rectangle indicates the intensity of the correspondence between the two.

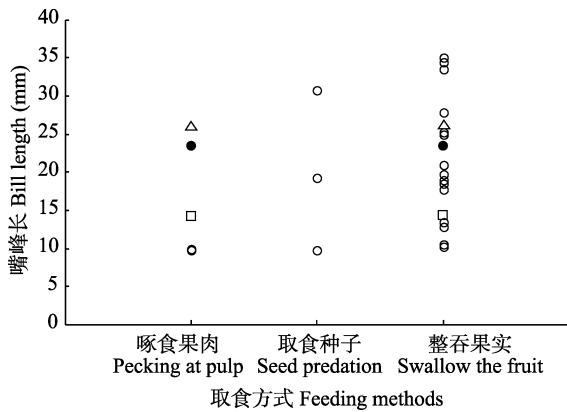


图3 取食方式与鸟类喙峰长的相关性

Fig. 3 The correlation between foraging pattern and bill length of birds

△. 灰喜鹊; ●. 乌鸫; □. 白头鹎; ○. 其他鸟类, 颜色越深表示相同喙峰鸟类数量越多。

△. *Cyanopica cyanus*; ●. *Turdus merula*; □. *Pycnonotus sinensis*; ○. Other birds, The darker the color of the black circle, the more birds are represented by the same bill length.

相关分析表明, 食果鸟类的体重 ($r = 0.665, P < 0.001$)、体长 ($r = 0.629, P < 0.001$) 和喙峰长 ($r = 0.561, P < 0.05$) 与取食数量间均呈显著正相关关系。体重低于 80 g 时, 取食量随体重的增加较为明显, 体重高于 80 g 则变化不大。鸟类的取食量随鸟类体长的增长而增长, 增长较为缓慢。大部分鸟类的体长集中在

45 cm 以下, 仅有红嘴蓝鹊的体长达 68 cm。取食量随喙峰的增加而逐渐增大 (图 4)。

3 讨论

食果鸟类与植物果实消失很少是一一对应的, 往往一种果实被多种鸟类取食, 同时一种鸟类也取食多种果实 (刘佳庆等 2014)。鸟类对果实的选择依赖于鸟类的食性及植物果实的基本特征, 如果实大小、颜色和成熟期等 (Howe 1980, Sorensen 1981)。红色和黑色是自然界中最常见也是最受鸟类欢迎的果实颜色 (Du et al. 2009, Duan et al. 2013, 2014), 香樟果实成熟后呈紫黑色, 果期长达 4 至 5 个月, 在严重缺乏食物的冬季为鸟类提供大量食物资源。其树冠发达, 枝繁叶茂, 隐蔽性好, 可以容纳较多不同种类、数量的鸟类同时取食 (任华东等 2000)。香樟不仅是当地留鸟的食物资源, 也为途经此地的旅鸟与越冬鸟类提供食物资源。

从时间上看, 香樟果实 11 月成熟, 此时树上挂果最多, 能容纳较多种类和较大数量的鸟类同时取食, 访问的鸟类种类和数量最多。同时期植物园又有大量其他肉质果处于成熟期, 如冬青 (*Ilex chinensis*)、枸骨 (*I. cornuta*) 和浙江楠 (*Phoebe chekiangensis*) 等, 鸟类对食物有更多的选择, 对香樟的取食较少。随着冬天的到来, 其他植物果实越来越少, 食物资源

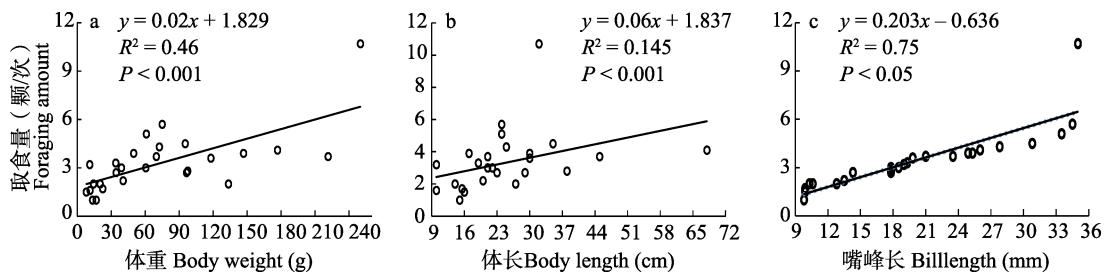


图4 取食量与鸟类形态特征的相关性

Fig. 4 Relationship between foraging quantity and morphological characteristics of birds

a. 体重与取食量的关系; b. 体长与取食量的关系; c. 喙峰长与取食量关系。取食量是单次平均取食量。

a. Relation between bird weight and foraging amount; b. The relationship between body length and foraging amount of birds; c. The relationship between the size of the bill length and foraging amount of birds. Among them, the foraging amount is the average single foraging amount.

愈加匮乏, 鸟类不得不增强对香樟的取食强度, 以获得足够的能量满足日常需求。此时单次同时访问的鸟类数量越来越少, 取食的频次和时间却随之加大。至 1 月份, 植物园几乎没有其他可为鸟类提供食物的植物, 同时香樟果实数量也越来越少, 取食次数、时间和取食量均达到顶峰。2 月份, 香樟果实所剩无几, 鸟类取食越来越少, 直至果实完全消失。

在取食香樟果实（种子）的鸟类中, 中等体型鸟类是主要的取食者, 如白头鹎、乌鸫和灰喜鹊, 取食次数最多, 三者都有整吞果实和啄食果肉两种取食方式, 白头鹎仅见树上取食, 乌鸫和灰喜鹊可见地面、树上取食。不同鸟类的取食次数不仅与鸟类的喜好有关, 还可能与本地的鸟类组成有关, 白头鹎、乌鸫和灰喜鹊在当地鸟类组成中最常见。

鸟类的取食还可能与其形态特征（体重、体长和嘴峰）有关。鸟类嘴峰长与鸟类的取食方式有密切关系, 能够限制鸟类对果实的取食（Lord 2010, Simmons et al. 2018）。鸟类取食方式与果实的宽度有关, 因为限制果实是否可以被吞下的并非最长轴, 当宽度大于长度时, 鸟类会选择垂直取食（Rey et al. 1997, Lord 2010）。研究发现, 当鸟类的嘴峰长小于果实的宽度时, 鸟类有整吞果实、啄食果肉和取食种子三种取食方式; 嘴峰长大于果实的宽度时, 鸟类以整吞果实的方式取食。一般情况下, 嘴峰较短的鸟类由于体重、体长等自身原因的限制只能以啄食果肉的方式取食, 嘴峰长中等和较长的鸟类则比较随意, 可以任意选择取食方式, 如灰树鹊, 尽管嘴峰长较长但由于自身取食的偏好而选择取食种子。鸟类的形态特征与其取食数量间存在相关关系（Donoso et al. 2017, Li et al. 2018, Mohammed et al. 2018），本研究发现, 鸟类的形态特征数据（体重、体长和嘴峰）与鸟类的取食数量间呈显著正相关关系, 形态特征数据越大, 鸟类的取食数量越多。

鸟类在香樟树上取食后, 有时在取食树树

冠上停栖, 有时飞至取食树周围的冬青、枸骨和浙江楠等树上取食或休息。在鸟类常活动和停歇的树木下方地面上往往散落着较多表面洁净、无果肉包裹的香樟种子, 同时观察研究区内收集的鸟粪, 其中香樟种子很少, 因此可推断鸟类多以呕出种子而非通过粪便的方式排出种子, 这与李新华等（2001）在中山植物园对香樟的观察结果基本一致。植物园内人工林和自然更新林地可见许多香樟幼苗, 而此处并无人工种植幼苗的记录, 表明香樟在植物园中是能自然更新的, 鸟类对香樟具有潜在传播作用。但其传播途径如何, 是否有其他动物对果实（种子）进行取食和搬运尚需进一步研究。

参 考 文 献

- Armesto J J, Rozzi R. 1989. Seed dispersal syndromes in the Rain Forest of Chiloe: Evidence for the importance of biotic dispersal in a temperate rain forest. *Journal of Biogeography*, 16(3): 219–226.
- Chapman F C A. 1993. Frugivores and fruit syndromes: Differences in patterns at the genus and species level. *Oikos*, 66(3): 472–482.
- Clobert J, Jean-François L G, Cote J, et al. 2009. Informed dispersal, heterogeneity in animal dispersal syndromes and the dynamics of spatially structured populations. *Ecology Letters*, 12(3): 197–209.
- Donoso I, Schleuning M, Garcia, et al. 2017. Defaunation effects on plant recruitment depend on size matching and size trade-offs in seed-dispersal networks. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1855): 20162664.
- Du Y, Mi X, Liu X, et al. 2009. Seed dispersal phenology and dispersal syndromes in a subtropical broad-leaved forest of China. *Forest Ecology and Management*, 258(7): 1147–1152.
- Duan Q, Goodale E, Quan R C. 2013. The effect of color on fruit selection in six Tropical Asian birds. *The Condor*, 115(3): 623–629.
- Duan Q, Goodale E, Quan R C. 2014. Bird fruit preferences match the frequency of fruit colours in tropical Asia. *Scientific Reports*, 4: 5627.
- Herrera C M, Pellmyr O. 2002. *Plant Animal Interactions: An*

- Evolutionary Approach. USA: Wiley-Blackwell.
- Hespenheide H A. 1973. Ecological inferences from morphological mata. *Annual Review of Ecology & Systematics*, 4(4): 213–229.
- Howe H F. 1980. Monkey dispersal and waste of a Neotropical fruit. *Ecology*, 61(4): 944–959.
- Li N, Wang Z, Li X, et al. 2018. Bird functional traits affect seed dispersal patterns of China's endangered trees across different disturbed habitats. *Avian Research*, 9(1): 13.
- Link A, Stevenson P R. 2004. Fruit dispersal syndromes in animal disseminated plants at Tinigua National Park, Colombia. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(2): 319–334.
- Lord J M. 2010. Frugivore gape size and the evolution of fruit size and shape in southern hemisphere floras. *Austral Ecology*, 29(4): 430–436.
- Mohammed M, Landi P, Minoarivelo H O, et al. 2018. Frugivory and seed dispersal: Extended bi-stable persistence and reduced clustering of plants. *Ecological Modelling*, 380: 31–39.
- Pijl L V D. 1970. Principles of dispersal in higher plants. *Quarterly Review of Biology*, 72(4): 499.
- Rey P J, Guitierrez J E, Alcantara J, et al. 1997. Fruit size in wild olives: implications for avian seed dispersal. *Functional Ecology*, 11(5): 611–618.
- Schleuning M, Blüthgen N, Florchinger M, et al. 2011. Specialization and interaction strength in a tropical plant-frugivore network differ among forest strata. *Ecology*, 92(1): 26–36.
- Silvia B L, Kimball S R T. 2008. Correlated evolution of fig size and color supports the dispersal syndromes hypothesis. *Oecologia*, 156(4): 783–796.
- Simmons B I, Sutherland W J, Dicks L V, et al. 2018. Moving from frugivory to seed dispersal: incorporating the functional outcomes of interactions in plant-frugivore networks. *Journal of Animal Ecology*, 87(4): 995–1007.
- Sorensen A E. 1981. Interactions between birds and fruit in a temperate woodland. *Oecologia*, 50(2): 242–249.
- Tamboia T, Cipollini M L, Levey D J. 1996. An evaluation of vertebrate seed dispersal syndromes in four species of black nightshade (*Solanum* sect. *Solanum*). *Oecologia*, 107(4): 522–532.
- 李新华, 尹晓明, 贺善安. 2001. 南京中山植物园秋冬季鸟类对植物种子的传播作用. *生物多样性*, 9(1): 68–72.
- 刘佳庆, 李宁, 熊天石, 等. 2014. 濒危植物南方红豆杉不同种群的结构和动态变化. *热带亚热带植物学报*, 22(5): 479–485.
- 潘扬, 徐丹, 鲁长虎, 等. 2017. 食果鸟类对红楠种子的传播作用. *生态科学*, 36(2): 63–67.
- 任华东, 姚小华. 2000. 香樟种子性状产地表型变异研究. *江西农业大学学报*, 22(3): 370–370.
- 文亦夫, 赵虹桥, 田春莲, 等. 2006. 樟树熟果红色素提取工艺及稳定性研究. *食品科学*, 27(04): 157–160.
- 约翰·马敬能, 卡伦·菲利普斯, 何芬奇. 2000. 中国鸟类野外手册. 湖南教育出版社.
- 张啸然, 王淼, 王卉, 等. 2018. 南京紫金山国家森林公园繁殖鸟类多样性及年间变化. *野生动物学报*, 39(2): 310–316.
- 赵正阶. 2001. 中国鸟类志. 吉林科学技术出版社.