

南京中山植物园秋冬季鸟类对植物种子的传播作用

李新华^{1 2} 尹晓明² 贺善安^{1 2}

1 (南京农业大学, 南京 210095)

2 (江苏省·中国科学院植物研究所, 南京 210014)*

摘要: 1999年10月20日~2000年1月20日, 在南京中山植物园内随机收集鸟粪样品160份, 共分离出874粒结构完整的种子和果核、3块鞘翅目昆虫残体和1块鸟类羽毛残块。已鉴定出842粒种子和果核, 分属于16科20属26种(变种)。在鸟粪样品中出现频率较高的种子依次分别属于冬青(*Ilex purpurea*) (22.22%)、圆柏(*Sabina chinensis*) (11.11%)、盐肤木(*Rhus chinensis*) (10.63%)、朴树(*Celtis sinensis*) (9.18%)、爬山虎(*Parthenocissus tricuspidata*) (7.73%)、龙柏(*S. chinensis* cv. *kaizuca*) (7.25%)等; 种子数量相对较多的植物种类主要有冬青(23.52%)、盐肤木(16.15%)、圆柏(13.54%)、爬山虎(7.96%)、龙柏(7.96%)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*) (5.34%)等。除经鸟粪传播外, 鸟类还通过衔取果实以及在吞食果实后将种子呕出的方式传播种子。初步发芽试验表明, 鸟粪样品中的爬山虎、盐肤木的种子, 以及被鸟呕出的樟树(*Cinnamomum camphora*)、楝树(*Melia azedarach*)的种子均可发芽出苗。鸟类传播种子使南京中山植物园内樟树、冬青、海桐(*Pittosporum tobira*)和红豆杉(*Taxus chinensis*)等栽培树种成功地侵入到位于植物园北缘的虎山山坡黑松(*Pinus thunbergii*)、枫香(*Liquidambar formosana*)群落、以及植物园内山溪边的枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、朴树群落等生境中。鸟类对种子的传播作用扩大了南京中山植物园内那些具有肉质果实、种子具有坚硬种皮或种子包被于坚硬的果核中的植物种类的分布范围, 促进了它们的自然更新。

关键词: 食果鸟, 鸟粪, 种子, 种子传播, 南京中山植物园

中图分类号: Q 948.12

文献标识码: A

文章编号: 1005-0094(2001)01-0068-05

Seed dispersal by frugivorous birds in Nanjing Botanical Garden Mem. Sun Yat-Sen in autumn and winter

LI Xin-Hua^{1 2}, YIN Xiao-Ming², HE Shan-An^{1 2}

1 Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095

2 Institute of Botany, Jiangsu Province & Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014

Abstract: Nanjing Botanical Garden Mem. Sun Yat-Sen is located in the southern foot of Zhongshan Mountain. Avian frugivores such as *Turdus merula*, *Pycnonotus sinensis*, *Garrulax perspicillatus*, *Cyanopica cyana*, *Streptopelia orientalis* and *Turdus naumanni* feed mainly on tree fruits in the garden during autumn and winter. One hundred and sixty samples of birds faeces were randomly collected within the garden from October 20, 1999 to January 20, 2000. Totally 874 intact seeds, which were generally enclosed by a hard seed coat or by hard endocarp, three pieces of insect remnants of Coleoptera and one remnant of bird were found in these birds' faeces. Among the seeds, 842 have been identified as belonging to 26 plant species of 20 genera and 16 families. Plant species comprising the highest percentage in frequency in the 160 samples of birds' faeces are *Ilex purpurea* (22.2%), *Sabina chinensis* (11.1%), *Rhus chinensis* (10.6%), *Celtis sinensis* (9.2%), *Parthenocissus tricuspidata* (7.7%) and *Sabina chinensis* cv. *kaizuca* (7.3%). Plant species with highest percentage of seed number in the samples are *Ilex purpurea* (23.5%), *Rhus chinensis* (16.2%), *Sabina chinensis* (13.5%), *Parthenocissus tricuspidata*

ta(8.0%), *Sabina chinensis* cv. *kaizuca*(8.0%) and *Rosa cymosa*(5.3%). Avian frugivores may disperse from the parent trees by (i) ingesting fruits around the parent trees, then defecating or regurgitating the seeds away from it, or (ii) picking the fruits up away from the parent trees. Both fecal-borne seeds, such as *Rhus chinensis* and *Parthenocissus tricuspidata*, and regurgitated seeds, such as *Cinnamomum camphora* and *Melia azedarach*, were viable to produce seedlings based on a preliminary germination test. Seedlings of *Cinnamomum camphora*, *Ilex purpurea*, *Pittosporum tobira*, *Taxus chinensis* and some other trees cultivated in the garden have successfully invaded into a natural *Pinus thunbergii* - *Liquidambar formosana* community on a hillside at the edge of the garden and into a natural *Pterocarya stenoptera* - *Celtis sinensis* community beside a mountain stream through the garden, as a result of seed dispersal by frugivorous birds. Avian seed dispersers have spread the distribution of some cultivated fleshy-fruited species in the botanical garden and have promoted their natural regeneration.

Key words: avian frugivores, birds' faeces, seeds, seed dispersal, Nanjing Botanical Garden Mem. Sun Yat-Sen

种子传播可看作是种子离开母株到达适于其生长和繁殖的生境中的任何非主动过程(Janzen, 1975; Howe and Estabrook, 1977)。很多植物是通过鸟类进行种子传播的(Ridley, 1930; Van der Pijl, 1972)。国内一些学者已分别研究了有关鸟类对红松(*Pinus koraiensis*)、桑寄生(*Loranthaceae*)、红豆杉(*Taxus chinensis*)、黄槿(*Phellodendron amurense*)等植物种子的传播作用,表明食果鸟对这些植物的繁殖、更新具有重要意义(刘庆洪, 1988; 肖来云, 普正和, 1994; 李新华等, 1999; 常家传等, 2000)。本文通过在南京中山植物园内观察鸟类取食并且分析鸟粪样品的基础上报道南京中山植物园内秋冬季鸟类对一些植物种子的传播方式和途径,以及种子传播对有关植物的自然更新和分布的影响。

1 研究地点的自然条件

南京中山植物园地处紫金山南麓,位于南京钟山风景名胜区内。该园面积 186 hm²,海拔 30 ~ 50 m,年平均温度 15.4℃,年平均降水量 1013 mm。土壤以山地黄棕壤为主。植物园内有小山岗、缓坡、平地、山溪、水塘等多种地形条件。园内保存有 3000 多种栽培和野生植物,许多中、北亚热带的植物种类能够在室外生长良好且正常开花结实。在植物园的外围地区还保留有面积达 100 hm² 的自然植被保护区,主要为栓皮栎(*Quercus variabilis*)、麻栎(*Q. acutissima*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)和朴树(*Celtis sinensis*)等高大树种占优势的次生落叶阔叶林和黑松(*Pinus thunbergii*)、马尾松(*P. massoniana*)人工林,使植物

园与紫金山森林植被连成一体。在流经植物园的山溪两侧,由于人为干扰较少,已经形成具有一定层次结构的枫杨、朴树群落。位于植物园北侧的虎山海拔 85 m,立地条件较好的地段分布有栓皮栎、麻栎和枫香林,郁闭度为 0.7 ~ 0.9,在其他地段主要为含有枫香的黑松、马尾松林,郁闭度为 0.4 ~ 0.8。这些优越的自然条件为鸟类提供了丰富的食物来源和良好的栖息场所,同时也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类型。

2 研究方法

自 1998 年 10 月起,调查南京中山植物园内的鸟类种类,观察鸟类取食果实情况,并于 1999 年 10 月 20 日 ~ 2000 年 1 月 20 日,在南京中山植物园内树木园、松柏园以及虎山等鸟类取食和栖息的生境中随机收集鸟粪样品。同时在植物园采集植物成熟种子作为参照,对鸟粪样品中的种子进行鉴定分析。并在植物园内山溪边及虎山等自然生境中,调查有关树种的实生苗及幼树的生长分布情况。

3 结果与分析

3.1 植物园中的食果鸟种类

在秋、冬季节,许多鸟类主要以各类植物果实或种子为食。植物园中常见的食果鸟有:雉鸡(*Phasianus colchicus*)、山斑鸠(*Streptopelia orientalis*)、灰头啄木鸟(*Picus canus*)、白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)、红嘴蓝鹊(*Urocissa erythrorhyncha*)、灰喜鹊(*Cyanopica cyana*)、喜鹊(*Pica pica*)、乌鸫(*Turdus merula*)、黑脸噪鹛(*Garrulax perspicillatus*)、黑领噪

鹑(*G. pectoralis*)、棕翅缘鸦雀(*Paradoxornis webbianus*)、大山雀(*Parus major*)、麻雀(*Passer montanus*)、黑尾蜡嘴雀(*Eophona migratoria*)等留鸟,以及灰背鸫(*Turdus hortulorum*)、斑鸫(*T. naumanni*)、燕雀(*Fringilla montifringilla*)、黄喉鹀(*Emberiza elegans*)等冬候鸟。这些鸟经常大量取食樟树(*Cinnamomum camphora*)、冬青(*Ilex purpurea*)、枸骨(*I. cornuta*)、楝树(*Melia azedarach*)、朴树、盐肤木(*Rhus chinensis*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、乌桕(*Sapium sebiferum*)、石楠(*Photinia serrulata*)、椴木石楠(*P. davidsoniae*)、爬山虎(*Parthenocissus tricuspidata*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)、海桐(*Pittosporum tobira*)、圆柏(*Sabina chinensis*)、龙柏(*S. chinensis* cv. *kaizucica*)、北美圆柏(*S. virginiana*)、红豆杉、野柿(*Diospyros kaki* var. *silvestris*)、木绣球(*Viburnum macrocephalum* f. *keteleeri*)、榔榆(*Ulmus parvifolia*)等数十种植物的果实及种子。这些植物的果实多为核果、浆果、梨果及球果等肉质果类型,少数为蒴果、翅果等干果类型。

3.2 鸟粪样品中种子组成分析

从收集的鸟粪样品看,鸟粪通常由未被消化的种子、果核以及纤维、果皮残留物等组成,仅在极少数样品中见到鞘翅目昆虫残体或鸟类羽毛、碎骨团块。这种现象与该段时期内大多数鸟类都以植物性食物为主的情况一致。在已收集的160份鸟粪样品中,共分离出874粒结构完整的植物种子和果核,以及3块鞘翅目昆虫残体和1块鸟类羽毛。已鉴定出842粒种子,隶属于16科20属26种(变种)(表1),其中乔灌木树种22种,草质藤本2种,其他多年生草本2种。这些种类在植物园都有栽培或野生,一般具有核果、浆果、梨果及球果等肉质果。它们的种子绝大多数都具有坚硬的种皮,或者包被于坚硬的果核中,因而在经过鸟类消化道处理后未受破坏。在鸟粪样品中出现频率较高的依次为冬青(22.22%)、圆柏(11.11%)、盐肤木(10.63%)、朴树(9.18%)、爬山虎(7.73%)和龙柏(7.25%)等的种子。种子相对数量较多的种类主要有冬青(23.52%)、盐肤木(16.15%)、圆柏(13.54%)、爬山虎(7.96%)、龙柏(7.96%)和小果蔷薇(5.34%)等。

在鸟粪样品中出现频率较高的种子都是植物园内常见的栽培或野生种类,在研究期间均处于果熟

期,且果实数量十分丰富。尽管樟树、楝树也是植物园中的常见树种,尤其是园内栽培的数十株高大樟树每年深秋季节都能产生数以万计的成熟果实,吸引各种鸟类前来取食,但是二者的种子在已有鸟粪样品中的出现频率很低,仅分别为0.97%和0.48%,并且数量也很少。究其原因,这是由于鸟类取食方式不同所造成的。实际观察发现,乌鸫、斑鸫在吞食樟树果实后,常在其停栖的树上将肉质果皮剥离后的种子呕出;灰喜鹊在一次吞食3~7枚楝果后,也会在楝树上或其他栖木上将楝核呕出。因此在一些鸟类停栖的树木下常常有数粒比较干净、完整的樟树种子或楝核散落在地面上。此外,我们还注意到,许多鸟粪中不见任何种子,仅含有一些不能消化的果皮残余物,且带有芳香气味,极似樟树或楝树果实的果皮。庞秉璋(1977,1981,1985)在鸟类食性研究中,也见到斑鸫、白头鸫和灰喜鹊在取食楝果后将果核吐出。这种情况可能与二者种子体积较大有关。其他可被鸟类呕出的种子还有南酸枣(*Choerospondias axillaris*)和红豆杉等的种子。另外,鸟粪样品中仅见到1粒野柿种子原因是由于野柿果实直径大于2cm,鸟难以将果实直接吞食,通常仅啄食果肉而将种子就地遗弃。

根据已有的鸟粪样品,每份鸟粪样品约含有1~3种种子。其中仅含1种种子的鸟粪样品有115份,占样品总数的71.88%;含2种和3种种子的样品分别有33份和12份,各占样品总数的20.62%和7.50%。这种情况至少说明了在某种果实资源充足的条件下,鸟类可能在一定时间内仅取食某一种植物果实。在实际观察中,时常看到乌鸫的一次取食过程全部在樟树上完成,而斑鸫有时在20~30分钟的时间里仅取食冬青果实。梁启燊等(1958)剖检乌鸫胃时也发现,在18只乌鸫胃内全为樟树果实,有时一个胃内樟树果实可达14枚。

尽管单份鸟粪样品中所含种子种类较少,然而种子数量存在较大的差异,为1~23粒。这种情况比较复杂,影响因素较多,包括不同取食鸟类个体大小的差异、果实大小、每个果实中含有的种子数目、种子大小以及食果鸟的排泄过程等。较为明显的原因是,一般果实较小或单位果实中种子数量较多的种类在单份鸟粪样品中的数量相对较多。前者如盐肤木可达23粒,后者如冬青可达16粒种子(冬青核

表 1 160 份鸟粪样品中植物种子组成分析

Table 1 Analysis of seed composition from 160 samples of birds' faeces

种类 Species	出现频率(%) Frequency (%)	种子数量(粒) Number of seeds	相对数量(%) Percentage of seeds
冬青 <i>Ilex purpurea</i>	22.22	198	23.52
圆柏 <i>Sabina chinensis</i>	11.11	114	13.54
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	10.63	136	16.15
朴树 <i>Celtis sinensis</i>	9.18	36	4.28
爬山虎 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	7.73	67	7.96
龙柏 <i>Sabina chinensis cv. kaizuca</i>	7.25	67	7.96
白檀 <i>Symplocos paniculata</i>	3.86	8	0.95
木绣球 <i>Viburnum macrocephalum f. keteleeri</i>	3.38	11	1.31
北美圆柏 <i>Sabina virginiana</i>	2.90	27	3.21
枸骨 <i>Ilex cornuta</i>	2.42	26	3.09
海桐 <i>Pittosporum tobira</i>	2.42	32	3.80
小果蔷薇 <i>Rosa cymosa</i>	2.42	45	5.34
乌柏 <i>Sapium sebiferum</i>	2.42	5	0.59
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	1.93	10	1.19
火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>	1.93	31	3.68
阔叶土麦冬 <i>Liriope platyphyla</i>	1.45	3	0.36
樟树 <i>Cinnamomum camphora</i>	0.97	2	0.24
荚蒾 <i>Viburnum dilatatum</i>	0.97	2	0.24
鸡矢藤 <i>Paederia scandens</i>	0.97	11	1.31
麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	0.97	2	0.24
红豆杉 <i>Taxus chinensis</i>	0.48	2	0.24
石楠 <i>Photinia serrulata</i>	0.48	3	0.36
楝树 <i>Melia azedarach</i>	0.48	1	0.12
野柿 <i>Diospyros kaki var. silvestris</i>	0.48	1	0.12
椴木 <i>Cornus macrophylla</i>	0.48	1	0.12
菝葜 <i>Smilax china</i>	0.48	1	0.12
合计 Total	100	842	100

果内一般具有 4 个小核果)。在单份鸟粪样品中可以出现 10 粒以上种子的植物种类有盐肤木、冬青、小果蔷薇、爬山虎、海桐、圆柏、龙柏、北美圆柏和火棘等 9 种。另外,即使同种植物种子在不同鸟粪样品中的数量差异也比较明显。如盐肤木为 2~23 粒,冬青为 1~16 粒,爬山虎为 1~15 粒,海桐为 3~13 粒,黄连木为 1~6 粒等。

3.3 鸟类传播种子的其他方式

除了通过鸟粪排出种子以及将剥离果肉的种子呕出外,鸟类还通过衔取果实的方式传播种子。鸟类在衔取果实过程中丢落的果实、衔取后未吃完剩余的果实、衔取的果实在果肉被啄食后剩下的种子以及果实被吞食后种子被排出或呕出等都能导致果实或种子被传播至不同的生境中去。鸟类既可衔取单个的果实,也能衔取含有若干个果实的果序。已见鸟类以衔取果实方式传播种子的植物有:楝树、樟树、乌柏、盐肤木、爬山虎、枸骨、菝葜、野柿、南酸枣等。而从理论上讲,鸟类可以衔取的果实种类会更多。此外,对于那些有贮藏植物果实或种子习性的鸟类而言,衔取果实也是贮藏果实的前提。星鸦

(*Nucifraga caryocatactes*)就是通过贮藏种子的方式传播红松的(刘庆洪,1988)。

3.4 鸟类传播种子的初步发芽试验

2000 年 3 月 2 日,将自鸟粪中分离出的部分种子,以及被鸟呕出的樟树种子和楝树果核各取 10 粒,分别播种在普通花盆中,土壤取自植物园树林下,在室外条件下进行日常洒水管理,观察种子的发芽情况。至 7 月 31 日,初步发芽试验表明,盐肤木、爬山虎及樟树、楝树等种子均可正常发芽、出苗。一般种子的发芽出苗率为 10%~30%,爬山虎种子的发芽出苗率达 100%,这可能因为爬山虎是草本植物,种子的休眠性不强。冬青、枸骨、红豆杉、圆柏、龙柏和北美圆柏等种子都没有发芽,这可能与它们种子的休眠性较强有关。庞秉璋(1977,1981,1985)也证实斑鸠、白头鹎和灰喜鹊吐出的楝树果核都能够正常发芽出苗。

3.5 种子传播对植物自然更新和分布的影响

食果鸟类以上述各种方式在其栖息地范围内传播种子。已见于鸟粪中的 26 种(变种)植物种子,除了北美圆柏和龙柏外,其他种类的实生苗以及小

树在植物园周围的一些自然生境中都能见到。尤其是在虎山山坡和溪边,人为干扰相对较少,土壤质地、湿度等条件较为优越,有关种类的实生苗及小树最为常见。虽然其中盐肤木、白檀、野柿、枸骨、爬山虎、鸡矢藤、菝葜等种类也是植物园周围比较常见的野生植物,但是樟树、冬青、海桐、红豆杉等则主要为植物园引种栽培种类,特别是红豆杉,除植物园外,在紫金山周围地区很少有栽培的成年植株。根据已有的调查结果,南京中山植物园内一处由 11 株红豆杉成年个体组成的栽培种群,在食果鸟参与种子传播的情况下,在周围约 300 m 的范围内,已经繁衍出 500 多棵树龄为 2~17 年的实生苗及小树。这些红豆杉实生苗与其母树的距离为 15~300 m,主要散生在虎山山坡以及山溪边等自然生境中(李新华等,1999)。此外,樟树、冬青和海桐等栽培植物也有数以百计的实生苗及小树侵入生长在虎山山坡黑松、枫香群落等生境中。红豆杉等栽培植物种类的侵入实生苗在生长、分布方面都呈现出如下的特点:1)在实生苗或小树周围 10 m 以内不存在母树,但在植物园内均有栽培的成年母株,且能正常开花结实;2)在实生苗周围 10 m 以外,即使存在母株,但其果实或种子很难被风、水等媒介或人为因素传播至实生苗的位置。如生长在黑松树下的樟树和冬青幼苗,出现在栓皮栎、麻栎或枫香树旁的红豆杉、枸骨、冬青的实生苗等。常家传等(2000)在研究斑鸠对黄檗种子的传播作用时也发现类似的情况,即在黄檗母树下找不到黄檗的实生苗,而在离开黄檗树冠边缘约 4 m 以外的地方发现了其实生苗。可以看出,鸟类对种子的传播作用扩大了南京中山植物园内一些栽培植物的分布范围,促进了它们的自然更新。

4 结论与讨论

4.1 鸟类传播种子的方式

从鸟类传播种子的途径看,鸟类对具肉质果植物种子的传播方式可分为 2 种:①体内传播(endozoochore),即鸟类以鸟粪方式传播种子,或者鸟类吞食果实后呕出果肉被剥离了的种子;②体外传播,即鸟类以衔取果实方式传播种子。

4.2 鸟类传播的种子的结构特征

鸟类通过体内传播的种子大都具有坚硬的种

皮,或者种子包被于坚硬的果核中,因而经过鸟类消化道处理后结构未受破坏。并且在一定程度上,那些被剥离了果皮、果肉的种子或果核可能更加易于萌发、出苗。

4.3 鸟类传播种子对植物迁地保护的意义

红豆杉、樟树、冬青等珍贵树种在南京中山植物园进行迁地保育过程中,不但能够正常生长发育、开花结果,而且在食果鸟的参与下,在植物园及其周围一些自然生境中繁衍出许多实生苗及小树,说明在一定条件下一些植物种类在迁地保护过程中有可能形成自繁种群。

4.4 鸟类传播种子对植物繁殖更新的影响

鸟类传播种子避免了只在母树下形成高密度的种子分布,以及由此引起的土壤、水分、光照的竞争对种子发芽、出苗的不良影响。鸟类在其栖息地范围内传播种子,有利于种子到达多样化的生境中,其中一些种子在适宜的生境条件下,能够萌发生长成为新的个体。种子传播也丰富了一些植物群落内土壤种子库中种子的种类和数量,为一定条件下植物群落的演替更新创造了有利的条件。

参考文献

- 常家传,鲁长虎,吴建平,尤兆群,2000. 自然生态系统中的斑鸠与黄檗. *生态学杂志*, **19**(1):70~71
- 李新华,贺善安,盛宁,1999. 红豆杉迁地保护中天然种群的形成. *植物资源与环境*, **8**(1):38~41
- 梁启燊,刘素丽,1958. 长沙附近十种雀形目鸟类食性的初步报告. *动物学杂志*, **2**(4):212~219
- 刘庆洪,1988. 红松阔叶林中红松种子的分布与更新. *植物生态学与地植物学学报*, **12**(2):134~142
- 庞秉璋,1977. 斑鸠的冬春食性. *动物学杂志*, **21**(3):34~36
- 庞秉璋,1981. 白头鹎的食性. *动物学杂志*, **25**(4):75~76
- 庞秉璋,1985. 灰喜鹊的食性. *动物学杂志*, **29**(3):18~20
- 肖来云,普正和,1994. 云南西双版纳桑寄生植物的传播与鸟的关系研究. *生态学报*, **14**(2):128~135
- Howe H F and Estabrook F G, 1977. On intraspecific competition for avian dispersers in tropical trees. *American Naturalist*, **111**:817~832
- Janzen D H, 1975. *Ecology of Plants in the Tropics*. London: Arnold, 1~66
- Ridley H N, 1930. *The Dispersal of Plants Throughout the World*. Asford: L. Reeve & Company, 383~514
- Van der Pijl L, 1972. *Principals of Dispersal in Higher Plants (Second edition)*. Berlin: Springer, 1~162