

槲寄生的生物学特征及鸟类对其种子的传播

鲁长虎

(东北林业大学 野生动物资源学院, 哈尔滨 150040)

摘要:2001 年 9 月至 2002 年 1 月在黑龙江省尚志市帽儿山林场研究了槲寄生(*Viscum coloratum*)的生物学特征及鸟类对其种子的传播。槲寄生寄主共有 9 种阔叶树,杨树占比例最大,达 73.3%。78.0%的槲寄生个体以杨树为寄主。多数槲寄生着生在杨树主干侧枝(43%)和细侧枝(42%)上,主干上仅 15%。寄主和槲寄生本身都呈聚集分布。槲寄生有两种色型果实,在量度上无明显差异。果实由果皮、果肉和种子构成,种子外面包裹一层胶质层。在帽儿山秋、冬季常见的 7 种食果实鸟类中,只有太平鸟(*Bombycilla garrulus*)在野外觅食槲寄生果实,斑鸠(*Turdus naumanni*)在笼养无其它食物时才食,其余 5 种鸟类拒食。太平鸟在 11 月以后觅食槲寄生果实频率增大。除槲寄生果实外,太平鸟共可食帽儿山常见 17 种肉质果中的 12 种。太平鸟在吞食果实后,种子外包胶质层随粪便排出,形成“种子线”粘在树枝上,槲寄生种子被传播到适宜的生境,在春天萌根生长。笼养太平鸟时,种子在消化道的滞留时间约 11min,这意味着在野外很长的扩散距离。槲寄生和太平鸟之间形成了特定的互利共生系统。

关键词:槲寄生(*Viscum coloratum*);食果实鸟类;种子传播

Biology of mistletoe (*Viscum coloratum*) and its seed dispersal by frugivorous birds

LU Chang-Hu (Northeast Forestry University, Harbin 150040, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(4): 834~839.

Abstract:Field work was done from Sep. 2001 to Jan. 2002 in Maoershan forest area in Shangzhi city, Heilongjiang province. 9 species of broad-leaved trees are parasitized by the mistletoe (*Viscum coloratum*) in this area. 73.3% of the hosts are poplars, and 78.0% of the mistletoes grow on poplars. 43% of the mistletoes are found on branches and 42% on twigs, while only 15% on trunks of poplars. Both hosts and mistletoes distribute unevenly in the forest. The mistletoes have two color types of fruits, and no differences in several parameters between them. The mistletoe fruits are composed by epicarp, pulp and seed. And outer of the seeds are viscous substances. 7 species of frugivores are commonly found in autumn and winter in study area, while only Bohemian Waxwings (*Bombycilla garrulus*) feeding on the mistletoe fruits in field. Dusky Thrushes (*Turdus naumanni*) would eat the fruit without other food supply when being in cage. Other 5 species deny to eating the fruits. Waxwings are found feeding on the fruits more often since November. 12 species of fleshy fruits of 17 species commonly found in study area can become

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30170165);教育部留学回国人员科研基金资助项目

收稿日期:2002-04-26; **修订日期:**2002-08-17

作者简介:鲁长虎(1966~),男,安徽全椒县人,博士,主要从事动物学、生态学研究。

致谢:本研究中鸟类捕捉、验粪、解剖和饲喂得到本校常家传教授的帮助,槲寄生野外测量得到本校 2002 届毕业生张玉铭同学的帮助,在此表示感谢。

Foundation item: The National Natural Science Foundation of China(No. 30170165), The Ministry of Education Science and Research Start Fund for Returned Students

Received date: 2002-04-26 **Accepted date:** 2002-08-17

Biography: LU Chang-Hu, Ph. D., Research on Zoology and Ecology.

the prey of Waxwings. After gulping the fruits, seeds are defecated in a kind of “seed strings”. The viscid tissue sticks the seed to a branch to enable subsequent infection in spring. When the Waxwings being in cage, retention time of fruits in digest system is 11 min. That means a considerable dispersing distance. A complicated system exists between the frugivores and the stem-parasitic mistletoes.

Key words: mistletoe; *Viscum coloratum*; frugivores; seed dispersal

文章编号:1000-0933(2003)04-0834-06 中图分类号:Q958.1 文献标识码:A

槲寄生科(Viscaceae)和桑寄生科(Loranthaceae)植物是寄生或半寄生性的灌木,自身不能独立生长,必须依赖其他植物存在。两科植物的种子传播和分布主要依靠某些鸟类,而这些鸟类主要以它们为食,两者之间有着相互依存的密切关系^[1]。

国外对两科植物种子的传播研究有很多相关报道,这些工作主要在热带和亚热带地区开展^[2~7]。国内在这方面的研究很少,仅见到对西双版纳地区的几种桑寄生植物的种子传播报道^[8]。

我国槲寄生科共 2 属,近 20 种,分布于黑龙江省的仅 1 属 1 种,即槲寄生(*Viscum coloratum*)。槲寄生是半寄生常绿小灌木,对寄主植物的危害甚大。由于槲寄生的果实有 2 种色型,也有学者认为是 2 个种,或 2 个变种^[9]。虽然知道槲寄生同桑寄生科、桑寄生科其它植物一样,种子传播和扩散是借助鸟类完成的,但是槲寄生有着什么特征,种子为何种鸟类传播,如何传播的却并不清楚。同时北方地区槲寄生的种类、生物学特性与热带地区的相差很多,鸟类种类和生态习性上也有很大差异,有必要对槲寄生种子的传播方式和过程进行研究。

1 研究地概况

研究地位于黑龙江省尚志市境内东北林业大学帽儿山实验林场(127°30′~127°34′E, 45°20′~45°25′N)。帽儿山属长白山系张广才岭西北部小岭的余脉,植被属长白植物区系,原地带性顶级群落为阔叶红松林,上世纪初开始采伐,经过几个阶段的演变成为现在的天然次生林相,是东北东部山区较典型的天然次生林区。主要天然阔叶树种有杨树(*Populus* spp)、柞树(*Quercus mongolica*)、水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)、核桃楸(*Juglans mandshurica*)、黄檗(*Phellodendron amurense*)和枫桦(*Betula costata*)等。

槲寄生在黑龙江省分布于小兴安岭、完达山和张广才岭^[9]。帽儿山林区是槲寄生分布较多的地区,因此选择该区为研究地具有一定的代表性。

2 研究方法

2001 年 9 月至 2002 年 1 月期间,每月在帽儿山林场老爷岭生态站进行 5~7d 的野外调查和测量。其中,9 月和 10 月份对鸟类的研究结合“鸟类环志站”的鸟类环志工作进行。

2.1 槲寄生的生物学特征研究

在帽儿山林区随机选择被槲寄生寄生的树种进行调查与测定:① 记录槲寄生的寄主植物种类和数量。② 记录槲寄生数量,确定槲寄生在各种寄主上出现的比率。③ 记录槲寄生在每一寄主上出现的个体数、槲寄生着生部位。④ 测量记录槲寄生果实大小、结构、色泽及不同月份的变化情况,对 2 种不同果实色泽植株的着生情况和不同色泽的果实量度进行比较。⑤ 在进行槲寄生调查的同时,记录帽儿山林区其它可被鸟类作为食物的肉质果(包括浆果、核果、聚合果等)植物种类、果实的色泽等,并采集一些果实备用。

2.2 食果实鸟类生态研究

食果实鸟类(frugivores)是以果实和种子为食物的鸟类类群,包括食种子鸟(seed-eating birds)和食果肉鸟(pulp-eating birds),食种子鸟啄弃果肉只吃果实的种子,食果肉鸟只啄吃果肉丢弃种子,或整吞果实后消化果肉随粪便排出种子。用 7~15 倍变焦双筒望远镜定点观察鸟类对槲寄生果实的取食,记录访问鸟类的种类、个体数、频次及取食行为。每月选择一天对同一处槲寄生集中地(约 20 余株寄主)进行全天候观察,记录视野能见到的访问鸟类数量。

用环志鸟网捕捉见到的食果实鸟类,放入布袋中,收集鸟粪,根据粪便颜色、混入的种子等判断鸟食何种果实,对少数个体进行剖胃。笼养几日,正常取食后移入 80×35×35cm³ 铁丝笼中单只喂养,食槽分格分

别或同时投放各种肉质果,记录每种食物重量和粒数,24h 后计数剩下的粒数(注意混入粪便和丢出的),确定鸟类的取食量和喜食情况。笼中注意供水。喂果实时注意红色果实和黑色果实间隔开来,以便确定消化道滞留时间。同时注意所使用的果实新鲜,干燥会影响鸟类取食。

3 结果

3.1 槲寄生的生物学特性

槲寄生成体平均高约 40cm,枝叶绿色。共随机观察有槲寄生的寄主 116 棵,全部寄主植物种类共 9 种,所有寄主中以杨树所占的比例最高,其它树种的比例都较低(表 1)。寄生的杨树(*Populus* spp)主要是山杨(*P. davidiana*)和香杨(*P. ussuriensis*)2 种,榆树(*Ulmus* spp)主要是家榆(*U. pumila*) (帽儿山地区是栽培树种)和春榆(*U. propinqua*)2 种,椴树(*Tillia* spp)是糠椴(*T. mandshurica*)和紫椴(*T. amurensis*)2 种,桦树(*Betula* spp)主要是枫桦(*B. costata*)和白桦(*B. platyphylla*)2 种。文献记载黑龙江省槲寄生寄主除表 1 中所列的树种外,还有柳树(*Salix* spp)、山梨(*Pyrus ussuriensis*)、山丁子(*Malus baccata*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)等,但在帽儿山进行的本次研究中未发现。

槲寄生主要着生在树的中上部,极少在树的下部。对 144 棵槲寄生个体着生部位统计表明绝大部分个体在树的主干侧枝(生长于主干上)和细侧枝(生长于主干侧枝上)上,分别为 61 棵和 59 棵,主干上很少,仅有 24 棵(图 1)。主干侧枝直径为 $4.5 \pm 1.3\text{cm}$ ($n=20$, 杨树),细侧枝直径为 $1.5 \pm 0.7\text{cm}$ ($n=20$, 杨树)。

寄主有槲寄生的寄主植物是成簇分布的,由于工作量太大,没有在大范围上进行样本统计来确定寄主植物的成簇分布规律,但很明显有槲寄生的寄主是呈斑块状分布的,而非连续和均匀的。

槲寄生本身也有成簇的特点,一棵树上往往有多个槲寄生同时寄生,并且槲寄生的树龄不一。632 棵槲寄生不是均匀地分布在 116 棵寄主上,最多的一棵杨树多达 22 株槲寄生个体。

帽儿山地区槲寄生果期从 9 月份开始,10 月份果实成熟,渐变为黄色或橙红色。2002 年 4 月补充调查时,槲寄果实全部脱落。两种色型果实的槲寄生个体同时在同一寄主植株上出现的情况很多,个别情况下两种果实寄生个体根部相距不过 20cm,并不是如有些文献记载的因季节不同而为黄色和橙红色。两类型果实各项量度无明显差异(表 2),成熟果实为球形浆果,直径 5~7mm,有光泽。果实密集着生在枝条上。果实结构上不同于一般的浆果,从内向外由种子、果肉和果皮组成。果皮(外果皮)为革质层、果肉为胶质层。胶质层由两层细胞组成,外层是鸟类易消化的细胞,而中心排列包裹种子的是不易消化的细胞,有助于种子粘在树枝上。胶质层和外果皮不易分开。种子扁平状。果实整体上富有粘液。

3.2 食果实鸟类的生态特性

帽儿山林区 9 月份至 1 月份常见的食果实鸟类主要有 7 种,其中 3 种为食种子鸟,4 种为食果肉鸟。累计近 40d 的野外观察发现(每种鸟类被观察、剖胃和验粪的合计样本数量都在 50 只以上),7 种食果实鸟类中,只有太平鸟和杂色山雀取食槲寄生果实,其排出的粪便中含未消化的种子,其它 6 种均未发现对槲寄生果实的取食行为(表 3)。在室内饲养时,只有太平鸟取食槲寄生果实,斑鸠在没有其它食物的情况下才取食槲

表 1 帽儿山槲寄生寄主植物种类和槲寄生数量分布
Table 1 Host trees species of mistletoe and frequency of mistletoe

寄主植物种类 Species of host trees	寄主数 Number of host trees		槲寄生数 Number of mistletoe	
	数量	百分比(%)	数量	百分比(%)
	Number	Percent	Number	Percent
杨树(<i>Salix</i> spp.)	85	73.3	493	78.0
桦树(<i>Betula</i> spp.)	8	6.9	19	3.0
榆(<i>Ulmus</i> spp.)	12	10.3	52	8.2
椴树(<i>Tillia</i> spp.)	10	8.6	67	10.6
色木槭(<i>Acer mono</i>)	1	0.9	1	0.2
总计 Total	116	100	632	100

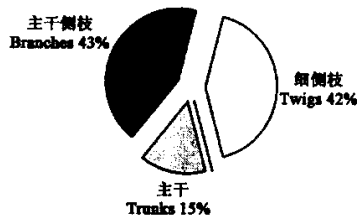


图 1 槲寄生的着生部位
Fig. 1 Position of mistletoe (*Viscum coloratum*) in the host tree

寄生果实,其余 5 种鸟拒食槲寄生果实。

表 2 槲寄生的果实结构
Table 2 The fruits structure of mistletoe(*Viscum coloratum*)

果实类型 Type of fruits	测定果实数 Num. of determination	果径(cm) Diameter of fruits (cm)	鲜果重(g) Wt. of fruits (cm)	种子重(g) Wt. of seed	外果皮和果肉重(g) Wt. of pulp and epicarp
橙红色型 Orange type	20	0.60~0.58	0.102±0.02	0.022±0.01	0.087±0.01
黄色型 Yellow type	20	0.61~0.57	0.109±0.02	0.020±0.01	0.089±0.01
X ² 检验 X ² Examination		p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01

太平鸟是野外和饲喂时唯一取食槲寄生果实的鸟类。在帽儿山地区从 9 月下旬或 10 月份能发现太平鸟,属于研究地的冬候鸟,并且是游荡的。太平鸟一般呈小群活动,邻近的几棵树上都有鸟类停栖。太平鸟的小群 4~5 只,大群多则 20 余只。太平鸟对槲寄生果实的取食一般在 11 月份落雪后才开始频繁起来,在 12 月和 1 月份见到的频率最大(表 4)。

在帽儿山地区记录到常见的 17 种肉质果(浆果、核果、聚合果等)中,有 4 种是太平鸟的野外食物。笼养时,太平鸟可食 17 种肉质果中的 12 种(另有 3 种未进行饲喂实验),其中的山丁子、黄檗、鸡树条、鼠李、刺玫果、龙葵、忍冬较喜食,山里红、蝙蝠葛、刺五加、扁核木、槲寄生喜食性较差,卫矛和维隐天冬拒食(表 5)。

太平鸟整吞槲寄生果实,落在一株树上通常一次只吃掉 4~5 粒,然后呆在树上休息,一般不轻易飞走。所食的果实很快消化后排出粪便,笼养条件下槲寄生在消化道的滞留时间 11min 左右,较其它几种果实排出得快(表 5)。野外观察到大量的粪便落在树枝上和地面上(雪地)。

3.3 槲寄生的种子传播方式

在正常情况下,由于槲寄生果实表皮光滑,自动脱落或被动物等其他外力碰落时不会粘在树枝上。太平鸟吞食果实后,消化果皮和果肉,但胶质层内层包裹种子作为粪便排出。粪便为红色,刚排出时粘性很大,从鸟类泄殖腔排出时拉成长线,可延长至 20~30cm,很容易粘在树枝上。因此,太平鸟的取食是槲寄生传播的重要途径。研究中还发现,1 月份吃的果实

在树上时已经被冻得很硬,手很难捏动,粪便排出后粘在树枝上或落在地面上很快被冻硬。但这仍然能够成功传播种子,说明槲寄生的种子很容易存活。粘在树枝上的种子在春天即可萌根生长。

4 讨论

4.1 槲寄生种子的特殊结构与传播方式

桑寄生和槲寄生果实中种子外包着的胶质层粘性强、难以消化,这使得食果实鸟类对其取食、消化和传播与一般情况不同。鸟类对槲寄生和桑寄生植物种子的传播有 3 种方式,一是吞入果实,种子随粪便排出后粘在树枝上得以传播;二是吞入果实,消化后种子被吐出,由于粘在喙上,鸟类在树枝上擦喙而得以传播;三是啄食果肉时,果实被放在枝条上,果肉被啄离后种子粘留在枝条上得以传播^[1~4,6]。太平鸟对槲寄

表 3 食槲寄生果实的鸟类种类
Table 3 Birds species of feeding on mistletoe (*Viscum coloratum*)

鸟类种类 Species of birds	野外(观察、 剖胃、验粪) In wild	室内饲喂 In cage
食果肉鸟类 Pulp-eating birds		
斑鸫 <i>Turdus naumanni</i>	—	*
灰喜鹊 <i>Cyanopica cyana</i>	—	—
太平鸟 <i>Bombycilla garrulus</i>	+	+
松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>	—	—
食种子鸟类 Seed-eating birds		
普通 <i>Sitta europaea</i>	—	—
北朱雀 <i>Carpodacus roseus</i>	—	—
灰雀 <i>Pyrrhula pyrrhula rosacea</i>	—	—

+取食 eating,—拒食 deny to eating,* 在没有其它食物的情况下取食 eating without other food supply

表 4 太平鸟对槲寄生果实访问统计
Table 4 Statistics of Bohemian Waxwings (*Bombycilla garrulus*) visiting on mistletoe

时间段 Time period	访问鸟类数量 Number of visiting birds	观察日期 Observing date
7:30~12:30	0	2001-09-14
7:30~12:30	0	2001-10-19
7:30~15:30	11	2001-11-21
7:30~15:30	33	2001-12-21
7:30~15:30	31	2002-01-09

生种子的传播属于第 1 种类型。太平鸟消化道过程使得果实表层被消化掉,具有胶质层包裹的种子在排出时形成线状,有些作者称之为“种子线(seed strings)”^[10],这保证了种子能顺利粘着在枝条上,到达适宜的着生地。因此,槲寄生特殊的生物学特征,尤其是果实的特殊结构导致了这种特殊的传播方式。

绝大多数槲寄生着生在直径 1.5~4.5cm 的主干侧枝和细侧枝上(图 1),这一枝条粗细远大于西双版纳桑寄生类寄生的枝条(多为 1.4cm 以下)^[8]。一般认为传播鸟类的栖位对槲寄生的种子的着生部位有决定作用,而这又受鸟体大小的影响^[11]。西双版纳桑寄生传播者啄花鸟(*Dicaeum* spp)个体(体长约 9cm)远小于太平鸟(体长约 18cm),因此,栖息枝条相对细一些,导致着生位置的不同。

槲寄生种子在太平鸟消化道的滞留时间(retention time)约 11min,由于鸟类的飞行,这一滞留时间意味着很长的潜在移动距离,因此对槲寄生的扩散(到达新的适宜生境、新寄主个体、新分布)有重要意义。

太平鸟在秋、冬季集小群活动,取食槲寄生果实时往往停栖在附近的树上不愿飞远,粪便的排出易集中在邻近的树上,甚至是同一棵树上,这可能是导致槲寄生和寄主聚集而不均匀分布的原因。

4.2 太平鸟和槲寄生的形态适应

太平鸟平均喙长约 1.0cm,口裂适合槲寄生的果实大小,很适合整吞果实。

作为槲寄生寄主的落叶树在 11 月之后已经全部落叶,因此槲寄生的黄绿色叶十分鲜明,俗称“冬青”或“树冬青”,果实的黄色或橙红色色泽鲜艳,在绿色叶子的衬托下,更显鲜艳夺目,有利吸引鸟类觅食。这和 Yoshida 在日本岩手县观察到的情况相似^[11],而亚热带和热带地区的槲寄生则不会有这种情况。

4.3 食果实鸟类——槲寄生传播系统

食果实鸟类和槲寄生之间形成的传播系统很复杂。食果实鸟类可分两类,一种是专以一种或几种槲寄生果实为食,称专食者(obligate furgivores),另一种是兼吃其它果实^[10]。槲寄生也可分两类,一种是依靠多种鸟类传播,另一种是依靠专食者传播。太平鸟除以槲寄生为食物外,还以多种食物为食。槲寄生在太平鸟的食物组成中占的比例并不大。只有在隆冬季节其它果实量少时,才较多地取食槲寄生(表 4)。因此太平鸟并不是槲寄生的专食者,事实上太平鸟取食黄檗和山丁子较多(表 5),甚至由于其取食黄檗果实,俗称“黄连鸟”。国外学者对太平鸟和小太平鸟(*Bombycilla japonica*)的研究中也发现它们不是专食者^[11,12]。在黑龙江省抚远县三江保护区野外工作时发现冬季 1 月份槲寄生几乎是太平鸟唯一食物。

槲寄生果实不特别适口,因此取食鸟类种类很贫乏(表 3),在帽儿山地区基本上仅仅有太平鸟,因此太平鸟是其唯一的传播者。由此可见槲寄生对太平鸟的依赖性非常强,而太平鸟只是在该地区特定季节较大程度地依赖槲寄生。

表 5 太平鸟的冬季食物组成

Table 5 Food composition of Bohemian Waxwings (*Bombycilla garrulus*) in winter

植物种类 Plants species	果实类型 Types of fruits	野外(观察、剖胃、验粪) In wild	笼养饲喂 In cage	平均滞留时间 Retention time(min)
槲寄生 ^①	浆果、红色	+	+	11(<i>n</i> =7)
蝙蝠葛 ^②	核果、黑色	—	+	
五味子 ^③	浆果、红色	—	0	
山里红 ^④	梨果、红色	—	+	
山丁子 ^⑤	梨果、红色	++	++	13(<i>n</i> =7)
东北扁核木 ^⑥	核果、红色	—	+	
稠李 ^⑦	核果、黑色	—	+	
刺玫瑰 ^⑧	聚合果、红色	—	++	
黄檗 ^⑨	浆果、红色	++	++	21—24(<i>n</i> =7)
卫矛 ^⑩	蒴果、红色	—	—	
鼠李 ^⑪	浆果状核果、黑色	—	++	
龙葵 ^⑫	浆果、黑色	—	++	
忍冬 ^⑬	浆果、红色	—	++	
鸡树条 ^⑭	核果、红色	++	++	26(<i>n</i> =7)
暖木条 ^⑮	核果、黑色	—	0	
刺五加 ^⑯	浆果状核果、黑色	—	0	
雉隐天冬 ^⑰	浆果、红色	—	—	

++ 喜食 eat likely, + 喜食性较差 eat unlikely, — 拒食 deny to eating, 0 未实验 no examination

- ① *Viscum coloratum* ② *Menispermum dauricum* ③ *Schisandra chinensis* ④ *Crataegus pinnatifida* ⑤ *Malus baccata* ⑥ *Orubseoua sinensis* ⑦ *Prunus padus* ⑧ *Rosa davurica* ⑨ *Phellodendron amurense* ⑩ *Euonymus sacrosancta* ⑪ *Rhamnus* sp. ⑫ *Solanum nigrum* ⑬ *Lonicera* sp. ⑭ *Viburnum sargejtii* ⑮ *Viburnum burejaeticum* ⑯ *Acanthopanax senticosus* ⑰ *Asparagus schoberioides*

槲寄生提供鸟类食物,而鸟类则帮助槲寄生进行种子的传播和扩散。一些学者认为这种共生关系是协同进化(coevolution)的结果,但不一定是一对一的协同进化^[7,10]。

References:

[1] Kuijt J. *The Biology of Parasitic Flowering Plants*. Los Angeles: University of California Press, 1969.

[2] Davidar P. Birds and neotropical mistletoes: effects on seedling recruitment. *Oecologia*, 1983, **60**: 271~273.

[3] Davidar P. Fruit structure in two Neotropical mistletoes and its consequences for seed dispersal. *Biotropica*, 1987, **19**: 137~139.

[4] Godschalk S K B. The morphology of some South African mistletoe fruits. *S. Afr. J. Bot.*, 1983, **2**: 52~56.

[5] Reid N. The mistletoebird and Australian mistletoes: coevolution or coincidence? *Emu.*, 1987, **87**: 130~131.

[6] Reid N. Dispersal of mistletoes by honeyeaters and flowerpeckers: components of seed dispersal quality. *Ecology*, 1989, **70**: 137~145.

[7] Reid N. Mutualistic interdependence between mistletoes (*Amyema quandang*, Loranthaceae), and spiny-cheeked honeyeaters and mistletoebirds in an arid woodland. *Austrlian Journal Ecology*, 1990, **15**: 175~190.

[8] Xiao L Y and Pu Z H. Study on relationship between birds and Loranthaceae plants in Xishuangbanna, Yunnan province. *Acta Ecologica Sinica*, 1994, **14** (2): 128~134.

[9] Chou Y L. *Ligneous flora of Heilongjiang*. Harbin: Heilongjiang Science Press, 1986. 227~230.

[10] Reid N. Coevolution of mistletoes and frugivorous birds? *Australian Journal of Ecology*, 1991, **16**: 457~469.

[11] Yoshida M, Arakida A, Arakida N. Seed dispersal of mistletoe *Hyphear tanakae* by birds. *Strix*, 2001, **19**: 115~120.

[12] McPherson J M. A field study of winter fruit preferences of Cedar waxwings. *Condor*, 1987, **89**: 293~306.

参考文献:

[8] 肖来云, 普正和. 云南西双版纳桑寄生植物传播与鸟的关系研究. *生态学报*, 1994, **14** (2): 128~134.

[9] 周以良, 等. 黑龙江树木志. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1986. 227~230.

《生态学报》2003 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的综合性学术刊物,创刊于 1981 年。主要报道动物生态、植物生态、微生物生态、农业生态、森林生态、草地生态、土壤生态、海洋生态、淡水生态、景观生态、区域生态、化学生态、污染生态、经济生态、系统生态、城市生态、人类生态等生态学各领域的学术论文;特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;原创性研究报告和研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。为促进学术、科研信息的交流,欢迎踊跃投稿。

《生态学报》为月刊,2003 年每期 176 页,信息容量 36 万字。期定价 36 元,年定价 432 元。全国各地邮局均可订阅,望广大读者互相转告,以便及时订阅。

地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 《生态学报》编辑部 电话 (010)62941099 E-mail: Shengtaixuebao@sina.com或 Shengtaixuebao@mail.rcees.ac.cn