

文章编号: 1001-1498(2008)05-0640-07

马尾松人工林更新前后鸟类群落结构分析

蒋科毅^{1, 2}, 于明坚², 李必成³, 丁平^{2*}, 徐学红⁴

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 国家林业局杭州湾湿地生态系统定位研究站, 浙江 富阳 311400;
2. 浙江大学生命科学学院, 浙江 杭州 310058; 3. 上海科技馆研究设计院, 上海 200127;
4. 中国科学院植物研究所植物生态学研究中心, 北京 100093)

摘要:采用 25 m 固定半径样点法, 对浙江省象山县的 20 ~ 30 龄马尾松人工林及其受松材线虫侵袭 12 a 后长成的常绿阔叶林中的鸟类群落进行了调查, 并结合植被结构差异方面进行了比较分析。结果显示, 处于优势地位的取食集团, 在马尾松林中为林下杂食鸟、可变高度食虫鸟及低层叶簇食虫鸟, 在常绿阔叶林中为林下杂食鸟和中层林冠食虫鸟; 在马尾松林转变为常绿阔叶林过程中, 低层叶簇食虫鸟、林下杂食鸟和林下灌草丛筑巢鸟数量开始减少。马尾松林与其受侵袭产生的常绿阔叶演替林之间, 记录的总物种数量分别为 26 和 25 种, 鸟类物种多样性和均匀度均无显著差异, 鸟类群落相似性系数达到了约 0.65, 这可能在于两种植被物种组成上存在一定的继承性的缘故; 而马尾松林由于拥有发育良好的林下植被及相应的更多的食物资源和更为适宜的林下层取食和筑巢环境, 鸟类平均多度显著更高。结果表明, 拥有包括木荷幼苗在内的良好林下植被的马尾松中龄林, 能在遭受松材线虫病后的 10 a 左右时间内迅速更新为具有郁闭林冠的以木荷为主要建群种的常绿阔叶林; 在马尾松林转变为常绿阔叶林后, 鸟类群落的多样性并不会下降。

关键词:马尾松; 常绿阔叶林; 鸟类群落结构

中图分类号: S791.248 **文献标识码:** A

A Comparison of Bird Community Structure between the Primary Pine Plantation and the Secondary Evergreen Broad-leaved Forest in Zhejiang, China

JANG Ke-yi^{1, 2}, YU Ming-jian², LI Bi-cheng³, DING Ping², XU Xue-hong⁴

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF; Wetland Ecosystem Research Station of Hangzhou Bay, State Forestry Administration, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 2. College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, Zhejiang, China;
3. Research and Design Institute of Shanghai Science & Technology Museum, Shanghai 200127, China;
4. Research Center for Plant Ecology, BCAS, Beijing 100093, China)

Abstract: The evergreen broad-leaved forest was one type of generally the first major secondary forests following pine deaths by the pine wood nematode. Bird community was investigated in the mid-aged pine forest and evergreen broad-leaved forest infested for 12 years by the pine wood nematode. The comparison study showed that in studied area, the bird species diversity and evenness didn't differ significantly between the pine forest and the evergreen broad-leaved forest, and the total species number of the two type forests were 26 and 25 respectively, but bird abundance of the pine forest showed a significantly higher value than that of the evergreen broad-leaved forest. Besides, the composition of species was similar between the two type habitats and Jaccard's similarity index was

收稿日期: 2007-07-24

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(G2000046803); 国家自然科学基金项目(30070131); 浙江省科技厅重点项目(2005C22072); 浙江省与中国林科院林业科技合作项目(2005SY09)

作者简介: 蒋科毅(1979—), 男, 浙江绍兴人, 硕士, 助理研究员, 主要从事鸟类群落生态学研究。

*通讯作者: dingping@zju.edu.cn

about 0.65. Our results suggested that the evergreen broad-leaved forest studied succeeded to >50% species from the primary pine forest, which led to similar vegetation composition between the two type habitats and similar bird community composition correspondingly, and on the contrary with well-developed understory, the pine forest had significantly higher bird community abundance for the well-developed understory supported a richer food resource and sufficient foraging and nesting sites for many birds. In the studied area, the avian diversity wouldn't decrease following the succession from pine forest to evergreen broad-leaved forest.

Key words: *Pinus massoniana*; evergreen broad-leaved forest; bird community

马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 是我国长江流域以南酸性土壤丘陵地区的先锋树种, 马尾松林给鸟类提供了重要的栖息地。而我国自 1982 年在南京中山陵首次发现松材线虫 (*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle) 以来, 松材线虫病扩散蔓延非常迅速, 对马尾松林的危害形势十分严峻。松材线虫病是世界上最具有危险性的森林病害之一, 可造成松树大量迅速枯死, 原有生态系统急剧退化。

国内对于人为干扰前后或自然演替不同阶段森林中鸟类多样性的比较已有一些研究^[1-5], 作者也曾对马尾松林受侵袭后产生的常绿阔叶演替林中的夏季鸟类群落进行了比较研究^[6], 但针对松材线虫侵袭马尾松林后对鸟类群落的影响仍未见报道。为了进行此项研究, 作者选择了浙江最早发病 (1991 年) 的马尾松人工林地所在区域成长起来的常绿阔叶林开展比较研究, 以获得对松材线虫侵袭马尾松林后对鸟类群落影响的初步结果, 并从植被结构和鸟类集团角度对其中的鸟类群落多样性差异进行了分析。开展对马尾松林受侵袭前后生境中的鸟类群落结构和多样性的比较研究, 对于鸟类资源的保护、生物多样性保护和恢复都具有十分重要的意义。

1 研究区域概况和研究方法

1.1 研究区域概况

研究样地主要设在浙江省宁波市象山县境内。象山县居浙江省中部沿海, 位于象山港与三门湾之间, 地处 28°51'18" ~ 29°39'42" N, 121°34'03" ~ 122°17'30" E, 为低山丘陵地区, 温暖湿润, 属亚热带季风性气候。象山县的植被以山丘植被为主, 属中亚热带常绿阔叶林北部亚地带、浙闽山丘甜槠 (*Castanopsis eyrei* (Champ. ex Benth.) Tutch.)、木荷 (*Schinus superba* Gardn. et Champ.) 林区, 常绿阔叶林是该县典型的地带型植被。

1.2 样地选择

调查期间选择中龄马尾松林和常绿阔叶林两种

类型林地。所选样地在感染松材线虫病之前均为马尾松中龄林, 生境相似, 包括海拔高度、土壤、坡向、坡度、坡位等。常绿阔叶林样地属于浙江省最早发病的马尾松林地, 马尾松林感染松材线虫病后采取了“皆伐及抢救性砍伐马尾松措施, 目前已长成以木荷为主要建群种的林地, 林冠高度达 5.0 m 以上, 郁闭度达到 70% 以上。调查样地中马尾松林样地 2 个, 常绿阔叶林样地 3 个, 样地面积均在 8.5 ~ 32 hm² 之间。

1.3 调查方法

2004 年 5—6 月及 2005 年 1 月, 采用 25 m 固定半径样点法进行 10 min 的鸟类统计调查, 夏季进行了 4 次重复调查, 在 5 月和 6 月中、下旬各调查一次; 冬季在 1 月上、下旬进行了两次调查; 在天气晴朗、少雾、无大风的情况下进行调查, 具体调查时间定在日出半小时后 (6:00—11:00 时)。一个观察者执行所有的调查, 以减少潜在的观察者误差和不必要的活动对鸟类的干扰。每一样地内各样点在重复调查时改变调查次序。样点间隔大于 100 m, 根据样地的面积与形状, 每一样地内选择均匀间隔的 2~10 个样点, 并保证不同的样地具有相同或相近的抽样强度。

植被调查采用分层抽样, 乔木层调查在以每个样点的中心为圆心所做的一面积为 0.04 hm² 的样圆内进行, 记录并获取样圆内所有胸径 ≥ 3 cm 或高度 3.0 m 的乔木 (包括胸径 ≥ 3 cm 且高度 3.0 m 的灌木) 胸径 DBH (cm)、树高 H (m)、密度 D (株 · 0.04 hm⁻²) 和林冠层物种丰富度 (Canopy species richness, 缩写 CSR), 估算林冠层盖度 (Percent canopy coverage, 缩写 PCC) 和草本层盖度 (Coverage of herbaceous layer, 缩写 CHL); 灌木层调查在以观测点为中心的 10 m × 10 m 的样方内进行, 记录并获取灌木层物种丰富度 (Understory species richness, 缩写 USR), 将灌木分为 4 层: 高度在 0~1.0 m 的数量记为 Shrub1, 高度在 1.0~2.0 m 的数量记为 Shrub2, >2.0 m 高度的灌木数量记为 Shrub3, 计算灌木的

平均高度 $SH(m)$ 。作者将 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 样方内高度低于 3.0 m , 且胸径小于 3 cm 的乔木树苗也记为灌木。

1.4 鸟类集团的划分

取食集团的划分参照 J. K. Keller 等^[7]的分类系统并进行了简化, 划分标准包括: (1) 取食基底 (Foraging substrate)、(2) 取食技术 (Foraging technique) 和 (3) 食物类型 (Prey type)。根据食物类型分为 4 种: 植食者 (plantivore), 食虫者 (insectivore), 杂食者 (omnivore) 和肉食者 (carnivore)。具体参考蒋科毅等对鸟类集团划分^[6]。一种鸟类取食集团基本上由 3 个缩写字母表示, 如 LGI 表示低层叶簇拾取食虫鸟。由于冬季马尾松林和常绿阔叶林中的鸟类群落密度偏低, 为了保证分析的可靠性, 仅对夏季鸟类群落进行集团分析。最终将 25 m 半径样方内记录的所有鸟类划分为 12 个取食集团, 包括林下杂食鸟 (UGO)、低层叶簇食虫鸟 (LGI)、中层林冠食虫鸟 (MGI)、高层林冠植食鸟 (M/HGP)、可变高度食虫鸟 (VGI)、可变高度植食鸟 (L/MGP)、可变高度杂食鸟 (VGO)、食虫性突击取食鸟 (HSD)、地面植食鸟 (TGP)、地面杂食鸟 (TGO)、树干钻取食虫鸟 (BPD) 和低层突击肉食鸟 (LSC)。根据筑巢类型将鸟类划分为 4 个筑巢集团: 林下灌草丛筑巢鸟、林冠层筑巢鸟、洞巢鸟和巢寄生鸟。

1.5 统计分析

群落多样性指数采用 Shannon-Wiener 指数 (H)、Pielou 均匀度指数 (J):

$$H = - \sum p_i \ln p_i$$

$$J = H / \ln S$$

式中, p_i 为物种 i 的相对频度, S 为样点内记录的总物种数。

群落相似性采用 Jaccard 指数:

$$C_s = c / (a + b - c)$$

式中, C_s 为相似性系数, a 为群落 A 的种数, b 为群落 B 中的种数, c 为 A、B 两者共有种数。

计算基于每个独立样点的鸟类物种多样性 (Shannon-Wiener 指数)、物种丰富度和多度。物种丰富度和多度分别用样点内记录到的鸟类物种数和个体数量表示。鸟类优势度根据检测频率确定, 将检测频率大于 20% 的物种定为常见种, 反之记为偶见种。对已进行划分的鸟类集团, 将出现频率太低的可变高度杂食鸟、食虫性突击取食鸟、地面杂食鸟和树干钻取食虫鸟等 4 个集团, 以集团形式进行数

据分析时舍去, 仅计算 6 个取食及 3 个筑巢集团的多度。计算每种鸟类在两种类型样地间的平均多度和两种类型样地间的鸟类群落相似性系数。

每个样方中林冠层和灌木层物种的多样性指数采用 Shannon-Wiener 指数, 分别记为 H 、 SH 。计算两种类型样地间的植被物种相似性系数。

对同一类型样地的植被和鸟类群落特征指数均取其平均值和标准差 ($\bar{X} \pm SD$)。分析上述鸟类群落和植被特征指数在两组栖息地间差异, 数据满足正态分布条件采用 T 检验; 否则采用 Mann-Whitney U 检验。所有数据处理和统计分析均采用 SPSS10.0 软件进行。

2 结果与分析

2.1 栖息地特征

马尾松林和常绿阔叶林在植被物种组成和数量上存在巨大差异。两种样地记录的总的乔木、灌木、草本及藤本植物数量见表 1。马尾松林在总的物种数量上都比常绿阔叶林丰富, 各类型物种数量几乎都是后者的两倍。马尾松林内乔木层除马尾松外, 主要还有杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb) Hook), 还包括不少的黄檀 (*Dalbergia hupeana* Hance)、白栎 (*Quercus fabric* L.) 及少量的枫香 (*Liquidambar formosana* Hance)、化香 (*Platycarya strobilacea* Sieb et Zucc.)、木荷、苦槠 (*Castanopsis sclerophylla* (Lindl) Schott)、盐肤木 (*Rhus chinensis* Mill) 和野漆树 (*Toxicodendron succedaneum* Mill) 等; 灌木层物种则显得极其丰富, 乔木种幼苗主要有白栎、黄檀、化香等, 还包括主要以槲木 (*Loropetalum chinense* (R. Br) Oliver) 及寒莓 (*Rubus buergeri* Miq)、山莓 (*Rubus corchorifolius* Linn f)、大青 (*Clerodendrum cyrtophyllum* Turcz)、乌饭树 (*Vaccinium bracteatum* Thunb)、周毛悬钩子 (*Rubus amphidasys* Focke ex Diels) 等占优势的灌木种; 草本层物种主要有芒萁 (*Dicranopteris dichotoma* (Thunb) Benth), 其次为狗脊 (*Woodwardia japonica* (Linn f) Smith)、淡竹叶 (*Lophatherum gracile* Brongn)、金星蕨 (*Parathelypteris glanduligena* (Kunze) Ching) 等; 此外, 藤本主要以菝葜 (*Smilax china* L.)、金樱子 (*Rosa laevigata* Michx)、胡颓子 (*Elaeagnus pungens* Thunb) 为主。

马尾松受松材线虫侵袭后形成的成年常绿阔叶林中, 乔木物种相对比较简单, 建群种主要是山茶科

(Theaceae) 的木荷和壳斗科 (Fagaceae) 的石栎 (*Lithocarpus glaber* (Thunb.) Nakai) 及杉木等植物。灌木层中除建群种的大量幼苗外, 灌木主要有榿木、赤楠 (*Syzygium buxifolium* Hook et Perry)、马银花 (*Rhododendron ovatum* (Lindl.) Planch ex Maxim.), 窄基红褐柃 (*Eurya rubiginosa* var *attenuata* H. T. Chang)、格药柃 (*Eurya muricata* Dunn)、满山红 (*Rhododendron mariesii* Hemsl et Wils) 等。草本层中主要是芒萁及狗脊、淡竹叶、贯众 (*Cyrtanum fortunei* J. Sm.) 等, 还有菝葜、土茯苓 (*Smilax glabra* Roxb.) 及羽叶金合欢 (*Acacia pennata* (Linn.) Willd.)、羊角藤 (*Gynanema sylvestre* (Retz.) Schult.)、缘脉菝葜 (*Smilax nerva arginata* Hay.) 等藤本植物。

从表 1 看, 虽然两种类型样地植被相似性系数不高, 但共有种数量在常绿阔叶林中占有极高的比例, 乔灌木藤都超过了 50%, 乔木更是达到了 77.7%。

马尾松林和常绿阔叶林在物种组成、数量上

表 1 两种类型样地的植被物种分布概况

物种类型	物种数量 (共有种所占比例 / %)		相似性系数
	马尾松林	常绿阔叶林	
乔木	46 (40.6)	24 (77.7)	0.36
灌木	41 (23.6)	15 (63.6)	0.21
草本	28 (23.8)	15 (53.6)	0.18
藤本	26 (28.2)	13 (58.3)	0.23

的差异, 也反映在植被结构上两者差异显著 (表 2)。乔木层特征参数除了物种多样性指数 *H* 外, 在马尾松林与常绿阔叶林间均存在显著差异; 而林下层仅灌木平均高度 *SH* 及高度 2.0 m 的灌木密度在两者之间差异显著。

2.2 鸟类群落组成及其多样性比较

夏、冬两季总共记录鸟类 31 种, 其中夏季调查记录 27 种 (表 3), 共 1 045 只, 在马尾松林和常绿阔叶林中检测到的鸟类物种数分别为 23 和 21; 冬季鸟类群落调查记录鸟类 18 种 (表 4), 共 443 只, 两种类型样地中记录的鸟类物种数分别为 16 和 17。总计, 马尾松林和常绿阔叶林在夏、冬两季分别记录到 26 和 25 种鸟, 两者的鸟类群落相似性系数约为 0.65。

表 2 两种类型样地的栖息地特征参数值 ($\bar{x} \pm SD$) 及其样地间差异比较

参数	马尾松林	常绿阔叶林	栖息地间差异
<i>DBH</i>	8.75 \pm 1.57	6.60 \pm 0.80	$t = 3.92^{***}$
<i>H</i>	6.56 \pm 0.73	5.37 \pm 0.59	$t = 2.96^{**}$
<i>D</i>	129.23 \pm 47.23	199.00 \pm 56.03	$t = -3.62^{***} (P = 0.001)$
<i>PCC</i>	0.43 \pm 0.12	0.74 \pm 0.10	$t = -6.62^{***}$
<i>CSR</i>	6.77 \pm 3.54	10.65 \pm 2.52	$t = -2.34^*$
<i>USR</i>	19.54 \pm 7.82	19.15 \pm 3.41	$t = 0.17$
<i>SH</i>	1.43 \pm 0.30	0.97 \pm 0.24	$t = 4.83^{***}$
Shrub1	53.92 \pm 33.62	137.00 \pm 15.97	$t = -3.91^{***}$
Shrub2	52.62 \pm 21.18	70.60 \pm 23.88	$t = -2.21^*$
Shrub3	25.08 \pm 15.81	18.35 \pm 7.98	$t = 1.42$
<i>CHL</i>	0.34 \pm 0.24	0.40 \pm 0.18	$t = -0.88$
<i>H</i>	1.23 \pm 0.57	1.38 \pm 0.19	$t = -0.73$
<i>SH</i>	2.01 \pm 0.53	2.26 \pm 0.12	$t = -1.65$

注: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, 下同。

表 3 夏季各鸟类物种在两种类型栖息地中的分布及其平均多度

物种	取食集团	筑巢类型	居留类型	马尾松林	常绿阔叶林
常见种					
白头鹎 (<i>Pycnonotus sinensis</i> Gmelin)	L/MGP	C	R	0.43	1.20
黑短脚鹎 (<i>Hypsipetes leucocephalus</i> Muller)	M/HGP	C	SM	0.39	0.58
暗绿绣眼鸟 (<i>Zosterops japonicus</i> Temminck et Schlegel)	MGI	C	SM	1.18	1.85
红头长尾山雀 (<i>Aegithalos concinnus</i> Gould)	VGI	C	R	3.21	1.20
发冠卷尾 (<i>Dicrurus hottentottus</i> Linnaeus)	HSI	C	SM	0.39	0.06
画眉 (<i>Garrulus canorus</i> Linnaeus)	UGO	U	R	0.57	0.25
棕头鸦雀 (<i>Panadoxomis webbianus</i> Gray)	UGO	U	R	4.11	0.40
灰眶雀鹛 (<i>Alcippe morrisonia</i> Swinhoe)	UGO	U	R	1.00	1.28
棕颈钩嘴鹛 (<i>Panatominus ruficollis</i> Hodgson)	UGO	U	R	0.25	0.03
褐顶雀鹛 (<i>Alcippe brunnea</i> Gould)	UGO	U	R	0.07	0.24
褐头鹪莺 (<i>Prinia subflava</i> Gmelin)	UGO	U	R	-	0.01
强脚树莺 (<i>Cettia fortipes</i> Hodgson)	UGO	U	R	1.93	0.70
棕脸鹪莺 (<i>Ambrosopus albobularis</i> Horsfield et Moore)	MGI	U	R	0.04	0.10
黄眉柳莺 (<i>Phylloscopus inornatus</i> Blyth)	MGI	U	P	0	0.08
大山雀 (<i>Panus major</i> Linnaeus)	VGI	A	R	1.04	0.15
偶见种					
红嘴蓝鹊 (<i>Urocissa erythrorhyncha</i> Boddaert)	VGO	C	R	0	0.03
松鸦 (<i>Garrulus glandarius</i> Linnaeus)	VGO	C	R	0	-
乌鸫 (<i>Turdus merula</i> Linnaeus)	TGO	C	R	-	0.01
乌鶺 (<i>Muscicapa sibirica</i> Gmelin)	MGI	C	P	0.04	-
山斑鸠 (<i>Streptopelia orientalis</i> Latham)	TGP	C	R	0	-
斑头鸫鹛 (<i>Glaucidium cuculoides</i> Vigors)	LSC	C	R	0.14	-
红头穗鹛 (<i>Sachyris ruficeps</i> Blyth)	UGO	U	R	-	0.04

续表 3

物种	取食集团	筑巢类型	居留类型	马尾松林	常绿阔叶林
白腰文鸟 (<i>Lonchura striata</i> Linnaeus)	TGP	U	R	0.21	-
四声杜鹃 (<i>Cuculus micropterus</i> Gould)	MGI	P	SM	0	0.03
灰胸竹鸡 (<i>Bambusicola thomacica</i> Temminck)	TGP	G	R	0.11	0
环颈雉 (<i>Phasianus colchicus</i> Linnaeus)	TGP	G	R	0.04	-
斑姬啄木鸟 (<i>Picumnus innominatus</i> Burton)	BPI	A	R	-	0.01

注:筑巢类型 U=林下灌草丛筑巢鸟, C=林冠层筑巢鸟, A=洞巢鸟, G=地面筑巢鸟, P=巢寄生鸟。居留类型 R=留鸟, SM=夏候鸟, P=过境鸟。表内“0”表示该物种在样点外被记录,“-”表示无记录。下同。

表 4 冬季各鸟类物种在两种栖息地中分布及其平均多度

物种	居留类型	马尾松林	常绿阔叶林
常见种			
红头长尾山雀 (<i>Aegithalos concinnus</i> Gould)	R	15.90	0.33
强脚树莺 (<i>Cettia fortipes</i> Hodgson)	R	0.40	0.19
画眉 (<i>Garrulus canorus</i> Linnaeus)	R	0.20	0.19
灰眶雀鹛 (<i>Alcippe morrissonia</i> Swinhoe)	R	0.40	1.10
棕头雅雀 (<i>Paradoxomus webbianus</i> Gray)	R	13.90	0.86
大山雀 (<i>Parus major</i> Linnaeus)	R	2.40	0.38
暗绿绣眼鸟 (<i>Zosterops japonicus</i> Temminck et Schlegel)	SM	1.70	0
偶见种			
白头鹎 (<i>Pycnonotus sinensis</i> Gmelin)	R	0	0.14
棕脸鹟莺 (<i>Amroscopus albobularis</i> Horsfield et Moore)	R	-	0.67
红胁蓝尾鸲 (<i>Tarsiger cyanurus</i> Pallas)	WM	0.10	0.19
牛头伯劳 (<i>Lanius bucephalus</i> Temminck et Schlegel)	WM	0.10	-
黄眉柳莺 (<i>Phylloscopus inornatus</i> Blyth)	P	0.50	0.05
黄腰柳莺 (<i>Phylloscopus proregulus</i> Pallas)	P	-	0.05
棕颈钩嘴鹛 (<i>Panatorhinus nificollis</i> Hodgson)	R	0	0
松鸦 (<i>Garrulus glandarius</i> Linnaeus)	R	0	0
红嘴蓝鹟 (<i>Urocissa erythrorhyncha</i> Boddaert)	R	0	0
灰背鸫 (<i>Turdus hortulorum</i> Scudder)	WM	-	0
红头穗鹛 (<i>Stachyris nuficeps</i> Blyth)	R	0	0

注:居留类型 WM=冬候鸟。

两种类型样地的鸟类群落特征指数见表 5。在繁殖季节,马尾松林与常绿阔叶林的鸟类群落在物种多样性、丰富度和均匀度上都无显著差异,仅在多

度上前者与后者差异接近了显著水平;在冬季,马尾松林中鸟类群落物种丰富度和多度比常绿阔叶林更高,而多样性和均匀度在两者间无显著差异。

表 5 夏、冬季鸟类多样性、丰富度、多度和均匀度平均值 ($\bar{X} \pm SD$)及总物种数

时间	群落特征参数	马尾松林	常绿阔叶林	栖息地间差异
夏季	物种数	23	21	
	多样性	1.11 ± 0.25	1.46 ± 0.18	t=0.05
	丰富度	4.21 ± 1.33	3.65 ± 0.78	t=1.04
	均匀度	0.85 ± 0.10	0.95 ± 0.04	t=-1.48
	多度	14.42 ± 1.89	7.52 ± 3.27	u=35.00 (P=0.055)
冬季	物种数	16	17	
	多样性	0.61 ± 0.50	0.32 ± 0.40	u=66.50
	丰富度	2.90 ± 1.79	1.38 ± 1.16	t=2.75* (P=0.01)
	均匀度	0.80 ± 0.17	0.64 ± 0.43	t=1.61
	多度	35.80 ± 57.01	4.67 ± 4.67	u=41.50**

对两种样地夏、冬季节间鸟类群落指数的比较分析表明,马尾松林的各项鸟类群落特征指数均无显著变化;而在常绿阔叶林中,除了均匀度无显著变

化外,鸟类多样性、丰富度和多度冬季与夏季相比显著下降。

2.3 鸟类集团平均多度比较

从鸟类集团的角度看,与林下植被密切相关的鸟类集团在两者间差异是显著的,如低层叶簇食虫鸟和林下灌草丛筑巢鸟在马尾松林数量更多,马尾松林下杂食鸟平均多度与常绿阔叶林中相比也达到了近似显著的水平,而其他 6 个集团平均多度在马尾松林与常绿阔叶林间是无显著差别的(表 6)。处于优势地位的取食集团,在马尾松林中为林下杂食鸟、可变高度食虫鸟及低层叶簇食虫鸟,在常绿阔叶林中为林下杂食鸟和上层林冠食虫鸟。林下灌草丛和林冠层筑巢鸟在两种类型样地中均占优势地位。

表 6 夏季各鸟类集团在不同栖息地内的平均多度和标准差 ($\bar{X} \pm SD$)

集团多度	马尾松林	常绿阔叶林	栖息地间差异
林下杂食鸟	6.11 ± 5.09	2.13 ± 1.41	$t = 2.04 (P = 0.085)$
低层叶簇食虫鸟	1.94 ± 0.70	0.70 ± 0.56	$t = 4.72^{***}$
中层林冠食虫鸟	1.27 ± 1.52	1.99 ± 0.81	$t = -1.20$
高层林冠植食鸟	0.39 ± 0.31	0.58 ± 0.42	$t = -1.10$
可变高度食虫鸟	3.49 ± 7.93	1.26 ± 2.45	$u = 67.5$
可变高度植食鸟	0.43 ± 0.31	0.73 ± 0.44	$t = -1.64$
林下灌草丛筑巢鸟	5.72 ± 4.70	3.01 ± 1.36	$t = 2.70^*$
林冠层筑巢鸟	5.21 ± 6.31	4.33 ± 2.64	$t = 0.28$
洞巢鸟	0.98 ± 1.10	0.17 ± 0.22	$u = 49.5$

3 结论与讨论

本研究表明,常绿阔叶林是在马尾松林消失后成长起来的,与松材线虫入侵前的马尾松林相比,其鸟类群落多样性和均匀度无论在繁殖季节还是冬季都无显著差异,此外其繁殖季节的丰富度与后者相比也无显著变化,但在繁殖季节其平均多度有了较大幅度的下降,在冬季其鸟类群落丰富度和多度与马尾松林相比是显著更低的。拥有包括木荷幼苗在内的良好林下植被的马尾松中龄林,能在遭受松材线虫病后的 10 a 左右时间内迅速更新为具有封闭林冠的以木荷为主要建群种的常绿阔叶林;在马尾松林转变为常绿阔叶林后,鸟类群落的多样性并不会因此出现下降。

3.1 植被物种组成变化对鸟类群落的影响

植物群落的物种组成对鸟类群落的组成具有重要的影响,尤其在不同的栖息地类型之间^[8-10]。马尾松林和常绿阔叶林是完全不同类型的两种栖息地,但本研究结果却显示,两者的鸟类群落相似性系数达到了约 0.65。此外,斑姬啄木鸟和棕脸鹟莺偏好在常绿阔叶林中出现,而红头长尾山雀和大山雀更喜欢在马尾松林中生活。这可能是由于作者所研

究的两种类型样地中,常绿阔叶林在植被组成上对马尾松林存在一定的继承(如表 1,乔灌草藤各类型共有种占常绿阔叶林植被的相应比例都超过了 50%)。马尾松林林冠层除占绝对优势的马尾松外,还包括不少的杉木、黄檀、白栎及少量的枫香、化香、木荷、苦槠、盐肤木和野漆树等,而常绿阔叶林是在原有的马尾松林地上成长起来的,因而其很多物种都是马尾松林中曾经出现过的物种,同时由于木荷和石栎占绝对优势,使得其缺乏多样性。常绿阔叶林与马尾松林相比,无论林冠层和林下物种多样性及林下层丰富度都不存在显著区别,虽然林冠层物种丰富度有显著差异,但总的林冠层物种数是相近的,这导致了其在支持鸟类多样性能力方面与马尾松林相比并无显著差别,一定程度上支持本文的研究结果。

虽然抽样的灌木层物种多样性、丰富度在马尾松林与常绿阔叶林之间无显著差异(表 2),但栖息地内总的灌木物种、草本及藤本植物数量在马尾松林中是更大的(表 1)。一个发育良好的林下层对鸟类物种丰富度和多度具有非常重要的作用^[11]。群落生境越复杂,节肢动物物种数就越丰富^[12],再加上马尾松林下有很多常绿阔叶林中没的野果,如寒莓、山莓、悬钩子等,这也为在林下灌丛层取食的鸟类提供了大量食物来源,冬季暗绿绣眼鸟在马尾松林的大量存在或许也能证明这一点。复杂的林下层也使整个马尾松林内昆虫数量丰富。这使得马尾松林林下杂食鸟和低层叶簇食虫鸟的平均多度比常绿阔叶林更高,并将使其他林下取食鸟受惠,如可变高度食虫鸟、中低层林冠植食鸟、地面杂食鸟等。

3.2 植被空间结构变化对鸟类群落的影响

从植被空间结构上看,马尾松林与常绿阔叶林之间差异也是显著的。马尾松林与常绿阔叶林相比,乔木层的树密度显著更低,林冠层盖度也是显著更小,这给了林下层筑巢鸟和取食鸟更为宽敞的活动空间,出现像斑头鸫鹛这样的地面捕食的肉食性鸟类,甚至连白腰文鸟、牛头伯劳这样原本在空旷地带活动的非森林鸟也在林内出现。马尾松林的灌木层灌木密度比常绿阔叶林显著更低,这可能给了林下灌丛筑巢鸟和取食鸟足够的活动空间,而阔叶林下灌木密度相对过大,可能不利于林下灌丛鸟的活动,使某些灌丛筑巢鸟(如强脚树莺)丧失在灌丛中营巢机会。与阔叶林相比,夏季马尾松林中的林下杂食鸟、低层叶簇食虫鸟和灌丛筑巢鸟集团显示了

更高的平均多度(表 6)可能也与此相关。

常绿阔叶林林冠层盖度增加导致林下层光照强度弱,可为林下层提供的光能及养分资源减少,致使生物量减少,节肢动物物种数和数量开始下降^[9],可能是导致常绿阔叶林中上述 3 种鸟类集团多度下降的主要原因。而低的林冠层盖度使得马尾松林下灌草层物种获得了更为充足的光照而生长旺盛,同时马尾松林拥有丰富的灌木层物种,这使得其林下层具有比常绿阔叶林更为丰富的食物资源,从而能够支持更多数量的鸟类资源。这种情况在冬季表现得尤为明显,冬季马尾松林中的棕头鸦雀和红头长尾山雀数量很大,是绝对的优势种,而马尾松林中鸟类平均多度与常绿阔叶林相比显著更高。在本研究结果中,常绿阔叶林中的夏、冬季鸟类群落特征指数(除均匀度外)变化是显著的,而马尾松林夏、冬季鸟类群落多样性变化并不显著,楚国忠^[13]对浙江北部人工马尾松林中的鸟类群落多样性研究也支持了该观点。这可能与马尾松林林下层拥有丰富食物资源有关。

参考文献:

- [1] 刘迺发,常 城. 宁夏沙坡头繁殖鸟类群落及演替的研究[J]. 兰州大学学报:自然科学版,1990,26(4):95-101
- [2] 常家传,鲁长虎,刘伯文,等. 红松林不同演替阶段夏季鸟类群落研究[J]. 生态学杂志,1997,16(6):1-5
- [3] 王直军,李寿昌,方 荣,等. 云南常绿阔叶林及其被毁后生境鸟类多样性比较[J]. 东北林业大学学报,1998,26(5):39-41
- [4] 王直军,李国锋,曹 敏,等. 西双版纳勐宋轮歇演替区鸟类多样性及食果鸟研究[J]. 动物学研究,2001,22(3):205-210
- [5] 邵明勤,刘迺发,张继增,等. 甘肃兴隆山自然保护区森林演替对鸟类群落结构的影响[J]. 动物学研究,2005,26(2):157-161
- [6] 蒋科毅,于明坚,丁 平,等. 松材线虫侵袭引发的植被演替对鸟类群落的影响[J]. 生物多样性,2005,13(6):496-506
- [7] Keller J K, Richmond M E, Smit C R. An explanation of patterns of breeding bird species richness and density following clearcutting in northeastern USA forests[J]. Forest Ecology and Management, 2003,174(1-3):541-564
- [8] Holmes R T, Bonney J R, Pacala S W. Guild structure of the Hubbard Brook bird community: a multivariate approach[J]. Ecology, 1979,60(3):512-520
- [9] Whelan C J. Foliage structure influences foraging of insectivorous forest birds: an experimental study[J]. Ecology, 2001,82(1):219-231
- [10] Rodewald A D, Abrams M D. Floristics and avian community structure: implications for regional changes in eastern forest composition[J]. Forest Science, 2002,48(2):267-272
- [11] Kujawa K. Relationships between the structure of mid-field woods and their breeding bird communities[J]. Acta Ornithologica, 1997,32(2):175-184
- [12] 杨 平,陈亦根,熊锦君,等. 鼎湖山季风常绿阔叶林及针阔叶混交林节肢动物群落多样性调查[J]. 生态学报,2004,24(2):285-291
- [13] 楚国忠. 浙北马尾松人工林鸟类群落结构和多样性指数的季节变化[J]. 林业科学,1995,31(5):428-435