

辽宁黄椅山森林公园寄蝇多样性研究*

赵 颖^{1**} 关环环² 郝 博¹ 何巧巧^{1***} 张春田^{1***}

(1. 沈阳师范大学生命科学学院, 沈阳 110034; 2. 南京大学生命科学学院, 南京 210023)

摘 要 【目的】 探明辽宁宽甸黄椅山森林公园寄蝇的种类及其动态规律, 筛选出反映森林状况和动态的指示性昆虫。【方法】 2017-2018 年 5-9 月采用网捕法监测了黄椅山森林公园的寄蝇种群, 并分析了寄蝇群落的种-多度曲线、多样性指数、个体数、物种丰富度、均匀度与多样性的关系。【结果】 黄椅山森林公园寄蝇已知 4 亚科 23 族 162 种, 以追寄蝇亚科的种类为多。寄蝇群落的种-多度关系符合生态位优先占领模型, 多样性指数与均匀度不相一致, 而与物种丰富度一致。【结论】 黄椅山森林公园寄蝇种类丰富, 其中寄蝇常见种和优势种种类极少, 而少见种种类集中, 即黄椅山森林公园寄蝇赖以生存的生态环境不稳定。筛选出怒寄蝇 *Tachina (s. str.) nupta* (Rondani) 作为指示性昆虫监测森林的生态环境状况; 提出了合理保护和利用森林资源的建议。

关键词 寄蝇群落; 生物多样性; 宽甸; 指示性昆虫; 优势种

Diversity of Tachinidae in Mt. Huangyi Forest Park, Liaoning, China

ZHAO Yin^{1**} GUAN Huan-Huan² HAO Bo¹ HE Qiao-Qiao^{1***} ZHANG Chun-Tian^{1***}

(1. College of Life Science, Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China;

2. College of Life Science, Nanjing University, Nanjing 210023, China)

Abstract [Objectives] To clarify the diversity and occurrence patterns of members of the Tachinidae in Mt. Huangyi Forest Park, Kuandian, Liaoning, China, and identify species that are indicators of forest status and population dynamics. [Methods] The Tachinidae population in Mt. Huangyi Forest Park was monitored using the net trap method from May to September 2017 and 2018. The species-abundance curve, diversity index, number of individuals, species richness, and the relationship between evenness and diversity, were analyzed. [Results] 162 known species in 4 subfamilies, most of which were in the Exoristinae, were identified. Species abundance relationship supported the niche preemption model. The diversity index was consistent with species richness, but not with evenness. [Conclusion] Although there are many tachinid species in Mt. Huangyi Forest Park, there are very few common and dominant species, and rare species are localized. This indicates that the Tachinidae community of Mt. Huangyi Forest Park is not stable. *Tachina (s. str.) nupta* (Rondani) was identified as an indicator species for monitoring the ecological health of forests. Some suggestions for the rational utilization and protection of the forest are proposed.

Key words Tachinidae community; biodiversity; Kuandian; indicator insect; dominant species

辽宁东部黄椅山地区隶属于丹东市宽甸县, 位于北纬 40°43'-40°53', 东经 124°42'-124°52', 总面积约为 6 193.7 km²。黄椅山森林属于赤(红)松林生态系统, 位于暖温带北部低山丘陵, 林中有落叶阔叶树, 土壤贫瘠干燥处有辽东栎、蒙

古栎、花曲柳等; 土层肥沃较湿润处有紫椴、黄檗、刺楸等; 林下灌木多为散生, 多为映红杜鹃、照山白、胡枝子、榛子、盐肤木、玉玲花等。林下草本阳坡薄土层主要为羊胡子藁草、宽叶山蒿、桔梗、关苍术、鸡腿堇菜等; 阴坡厚土层赤

*资助项目 Supported projects: 国家自然科学基金 (31970443, 31750002); 沈阳师范大学博士启动基金 (BS201840)

**第一作者 First author, E-mail: 2077166338@qq.com

***共同通讯作者 Co-corresponding authors, E-mail: chuntianzhang@aliyun.com; heqq@synu.edu.cn

收稿日期 Received: 2019-04-29; 接受日期 Accepted: 2019-09-30

松林中,除上述耐旱种类外还有大叶铁线莲、莓叶委陵菜、玉竹等(高贤明,2005)。丰富的森林植被为各类生物提供了优良的生存环境。

黄椅山森林公园位于县城边缘,对于宽甸的生态环境和旅游文化及民众的休闲和健身运动有着非常重要的意义。但近年来森林公园内外道路等基础设施、商业等公共服务设施的开发,不仅改变了原来的植被群落类型,而且造成了森林生物多样性的变化,森林质量也有所下降。在此背景下,沈阳师范大学双翅目昆虫研究组师生于2017-2018年5-9月间,集中对黄椅山地区寄蝇科昆虫资源多样性进行了较为系统的调查,并对森林寄蝇多样性进行研究,旨在探明黄椅山森林公园寄蝇的种类及其动态规律,筛选出反映森林状况和动态的指示性昆虫,并为森林环境质量监测和森林合理利用提供昆虫多样性的原始数据。

1 材料与方法

1.1 调查时间

调查时间为2017-2018年,每年的5月上旬(8-10日)至9月下旬(23-25日),基本涵盖了整个寄蝇发生期。其中,每月各调查2次,时间间隔为15 d;遇天气不良,则顺延1日。由于年际间物种种数及数量差异不大,所以合并统计。

1.2 调查方法

调查方法采用网捕法定点定路线采集。调查时,按棋盘式布点捕网,每次10-15个点,捕网时,分别从选定点的前后左右4个方向各走两个来回,将采到的寄蝇立即放入KCN或乙酸乙酯制成的毒瓶中,根据寄蝇标本大小,分别用2号、3号昆虫针将标本进行插签,并带回实验室进行寄蝇种类与个体数量的统计;根据古北界双翅目手册寄蝇科(Tschorsnig & Richter,1998)和《东北地区寄蝇科昆虫》进行属和种类的鉴定(张春田等,2016)。寄蝇活动期在白天,且有明显的时间选择和气候要求,故采集尽量选择晴朗少风天气,时间为9:00-12:00和15:00-18:00。

1.3 多样性数据分析方法

多样性分析主要分析了寄蝇群落的种-多度曲线、多样性指数、个体数、物种丰富度、均匀度与多样性的关系。其中种-多度曲线对以下3个数学模型进行拟合:分割线段、等比级数和对数级数、对数正态分布和截尾负二项式分布模型(Pielou,1998)。此外还统计了以下参数(马克平,1994;马克平和刘玉明,1994):

物种丰富度(Specific richness, S)和个体总数(Number of individuals, N)。

多样性应用 Shannon-Wiener 多样性指数 $H' = -\sum P_i \ln P_i$ 式中, P_i 为第 i 种个体占个体总数的比率。

均匀性指数(Evenness, E')采用 Pielou 公式: $E' = H'/\ln(S)$, 其中, H' 为 Shannon-Wiener 多样性指数, S 为群落中物种的数量。

优势度指数采用 Berger-Parker 公式: $D = N_{\max}/N$, 其中, $N_{\max}$ 为优势种个体数; N 为群落中所有物种的个体数。

用 SPSS 23.0 进行单因素 ANOVA 分析和 Pearson 相关分析,用 Past3 软件和 Excel 进行数据处理与作图。

2 结果与分析

2.1 辽东黄椅山寄蝇群落的数量特征(2017-2018)

经整理鉴定,辽宁东部宽甸黄椅山地区寄蝇有4亚科23族162种,共采集标本1471件。各亚科种类和个体数量差异较大,从全年来看,亚科种类为追寄蝇亚科 Exoristinae>>寄蝇亚科 Tachininae>突颜寄蝇亚科 Phasiinae>长足寄蝇亚科 Dexiinae,个体数量为追寄蝇亚科>寄蝇亚科>突颜寄蝇亚科>长足寄蝇亚科(图1)。可见,追寄蝇亚科在黄椅山地区寄蝇群落中占优势地位

各月份之间种类和个体数量组成差异较大:其中5月采集到寄蝇标本10族50种304件,6月21族117种628件,7月13族49种164件,8月15族33种59件,9月17族48种316件。在各时间段中,以6月为寄蝇出现高峰期,分别占总族数、总种数、总个体数的91.30%、72.22%、

42.69%。从全年来看,物种丰富度最高的族群为埃里寄蝇族,共 31 种,占总种数的 19.14%(表 1)。

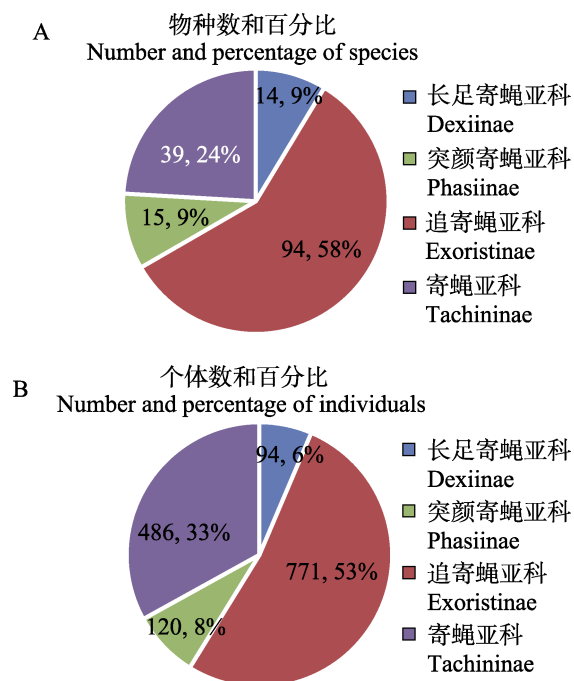


图 1 黄椅山地区寄蝇科昆虫各亚科物种数量 (A) 和个体数量 (B) 组成 (2017-2018)

Fig. 1 Species quantity (A) and individual quantity (B) composition of the subfamilies of Tachinidae insects in Mt. Huangyi area (2017-2018)

2.2 辽东黄椅山寄蝇群落的优势种类

各月份寄蝇优势种的优势度见表 2, 5-9 月各月份的寄蝇群落优势种分别为松毛虫锥腹寄蝇 *Smidtia amoena* (Meigen) (5 月), 怒寄蝇 *Tachina* (s. str.) *nupta* (Rondani) (6 月), 灰腹狭颊寄蝇 *Carcelia* (s. str.) *rasa* (Macquart) (7 月), 采花阳寄蝇 *Panzeria anthophila* (Robineau-Desvoidy) (8 月), 以及叉叶江寄蝇 *Janthinomyia elegans* (Matsumura) 和怒寄蝇 *T. (s. str.) nupta* (9 月)。全年优势种是寄蝇亚科的怒寄蝇 *T. (s. str.) nupta*。

2.3 寄蝇多样性的研究

2.3.1 种-多度关系 黄椅山森林公园寄蝇的种-多度曲线总体趋势符合对数级数模型 (图 2), 该模型反映了生态位优先占领假说——群落中物种对资源的占有一般作如下分配: 第 1 位的优

势种优先占领有限资源的一部分, 第 2 位优势种又占领所余下资源的一部分, 以此类推。即黄椅山森林公园寄蝇常见种种类较少, 优势种种类极少, 而少见种种类集中。

2.3.2 寄蝇群落多样性的时间动态 寄蝇物种丰富度、个体数、多样性指数、均匀度指数的时间动态见图 3-图 6。寄蝇物种丰富度和个体数的时间动态, 由 5 月开始增加, 到 6 月达到最大值, 8 月时降到最低, 9 月时有所回升 (图 3, 图 4), 各采集时间对物种数有显著影响 ($F=3.408$, $P<0.05$), 同时对个体数有极显著影响 ($F=3.598$, $P<0.01$)。多样性指数最高出现在 6 月, 最低出现在 5 月, 其次在 8 月, 9 月时有所回升 (图 5)。推测和采集的温度、天气有关, 5 至 8 月温度逐渐升高, 降雨量增多, 9 月时天气转凉, 降雨量减少。均匀度指数最高出现在 8 月, 其次是 7 月, 5 月最低, 整体波动不大 (图 6)。可见, 6 月寄蝇的多样性最高, 此时即为黄椅山地区寄蝇成虫生存最适宜的环境条件。

3 讨论

辽东宽甸黄椅山森林公园寄蝇昆虫共计 4 亚科 23 族 162 种。其中长足寄蝇亚科 14 种, 追寄蝇亚科 94 种, 突颜寄蝇亚科 15 种, 寄蝇亚科 39 种。黄椅山森林公园全年的优势类群为埃里寄蝇族。各月优势类群和优势种分别为: 5 月温寄蝇族的松毛虫锥腹寄蝇, 6 月寄蝇族的怒寄蝇, 7 月埃里寄蝇族的灰腹狭颊寄蝇, 8 月埃内寄蝇族的采花阳寄蝇, 9 月埃内寄蝇族的叉叶江寄蝇和寄蝇族的怒寄蝇。

季节变化影响寄蝇群落的多样性, 如温度和天气。5 月到 9 月温度先升后降, 8 月份温度达到最高, 且降雨量增多, 因而各月份寄蝇群落多样性指数呈现显著差异。这一结果说明: 黄椅山森林公园生态环境状况和寄蝇群落的动态之间具有一定的相关性, 并且由于寄蝇喜在阳光、林荫、小溪等优质环境中生存活动, 环境变化直接或间接影响寄蝇群落 (O'Hara, 2008)。因此, 寄蝇可以作为生态环境情况变化的指示性昆虫。

表 1 同时段寄蝇群落数量特征 (2017-2018)
Table 1 Quantitative indices of Tachinidae community diversity at same time periods (2017-2018)

亚科 Subfamilies	族 Tribes	不同月份的种数 (比例 %)					不同月份的个体数 (比例 %)					丰富度 (比例 %)
		5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September	5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September	
长足寄蝇亚科 Dexiinae	长足寄蝇族 Dexiini	0	4(3.42)	1(2.04)	1(3.03)	2(4.17)	0	10(1.59)	18(10.98)	3(5.08)	7(2.22)	4(2.47)
	独寄蝇族 Dufouriini	0	1(0.85)	0	0	0	0	1(0.16)	0	0	0	1(0.62)
	蛎寄蝇族 Voriini	2(4.00)	7(5.98)	4(8.16)	3(9.09)	2(4.17)	4(1.32)	26(4.14)	11(6.71)	4(6.78)	10(3.16)	9(5.56)
	卷蛾寄蝇族 Blondeliini	3(6.00)	15(12.82)	7(14.29)	3(9.09)	4(8.33)	4(1.32)	44(7.01)	20(12.20)	4(6.78)	10(3.16)	19(11.73)
追寄蝇亚科 Exoristinae	埃里寄蝇族 Eryciini	14(28.00)	23(19.66)	14(28.57)	5(15.15)	9(18.75)	38(12.50)	107(17.04)	30(18.29)	6(10.17)	39(12.34)	31(19.14)
	拱瓣寄蝇族 Ethillini	0	1(0.85)	0	0	0	0	1(0.16)	0	0	0	1(0.62)
	追寄蝇族 Exoristini	4(8.00)	14(11.97)	7(14.29)	2(6.06)	4(8.33)	18(5.92)	80(12.74)	11(6.71)	3(5.08)	15(4.75)	16(9.88)
	膝芒寄蝇族 Goniini	9(18.00)	10(8.55)	6(12.24)	5(15.15)	6(12.50)	109(35.86)	70(11.15)	18(10.98)	6(10.17)	13(4.11)	20(12.35)
突颜寄蝇亚科 Phasiinae	温寄蝇族 Winthemiini	5(10.00)	5(4.27)	1(2.04)	1(3.03)	1(2.08)	100(32.89)	13(2.07)	7(4.27)	1(1.69)	4(1.27)	7(4.32)
	筒腹寄蝇族 Cyllindromyiini	0	0	0	1(3.03)	2(4.17)	0	0	0	3(5.08)	24(7.60)	2(1.23)
	球腹寄蝇族 Gymnosomatini	0	1(0.85)	0	0	1(2.08)	0	2(0.32)	0	0	1(0.32)	1(0.62)
	贺寄蝇族 Hermyini	0	1(0.85)	1(2.04)	1(3.03)	1(2.08)	0	33(5.25)	2(1.22)	0	1(0.32)	1(0.62)
	亮寄蝇族 Leucostomatini	0	0	0	0	1(2.08)	0	0	0	0	1(0.32)	1(0.62)
	俏饰寄蝇族 Parerigonini	0	2(1.71)	0	0	0	0	2(0.32)	0	0	0	2(1.23)
	突颜寄蝇族 Phasiini	1(2.00)	6(5.13)	0	1(3.03)	2(4.17)	1(0.33)	26(4.14)	0	1(1.69)	19(6.01)	7(4.32)
	强寄蝇族 Strongygastrini	0	1(0.85)	0	0	0	0	4(0.64)	0	0	0	1(0.62)
	埃内寄蝇族 Ernestiini	8(16.00)	12(10.26)	2(4.08)	3(9.09)	7(14.58)	17(5.59)	50(7.96)	20(12.20)	20	99(31.33)	21(12.96)
	莱寄蝇族 Leskiini	0	2(1.71)	2(4.08)	2(6.06)	1(2.08)	0	5(0.80)	2(1.22)	2(3.39)	23(7.28)	2(1.23)
	叶甲寄蝇族 Macquartiini	1(2.00)	1(0.85)	0	0	0	1(0.33)	2(0.32)	0	0	0	2(1.23)
	宽颜寄蝇族 Megaprosopini	0	1(0.85)	1(2.04)	1(3.03)	1(2.08)	0	3(0.48)	19(11.59)	1(1.69)	1(0.32)	1(0.62)
寄蝇亚科 Tachininae	毛瓣寄蝇族 Nemoraeni	0	3(2.56)	1(2.04)	2(6.06)	1(2.08)	0	31(4.94)	3(1.83)	1(1.69)	1(0.32)	3(1.85)
	长唇寄蝇族 Siphonini	0	1(0.85)	2(4.08)	0	0	0	1(0.16)	3(1.83)	0	0	2(1.23)
	寄蝇族 Tachinini	3(6.00)	6(5.13)	0	2(6.06)	3(6.25)	12(3.95)	117(18.63)	0	4(6.78)	48(15.19)	8(4.94)
总计 Total		50(100)	117(100)	49(100)	33(100)	48(100)	304(100)	628(100)	164(100)	59(100)	316(100)	162(100)

括号内数字代表寄蝇各族群的物种数、个体数、丰富度在该月份所占的比例。
Numbers in the brackets are the number of species, number of individuals and richness of different groups of Tachinidae in same months.

表 2 黄椅山地区各月份寄蝇优势种的优势度
Table 2 Dominance indices of the dominant tachinid species of Mt. Huangyi, Eastern Liaoning in each month

种名 Scientific names	不同时间段的优势度指数 Dominance indices in different time periods					
	5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September	全年 Annual
迷追寄蝇 <i>Exorista (Adenia) mimula</i> (Meigen)	0	0.044 6	0.018 3	0.033 9	0.031 6	0.029 2
奥膝芒寄蝇 <i>Gonia olgae</i> (Rohdendorf)	0.131 6	0	0	0	0	0.027 2
松毛虫锥腹寄蝇 <i>Smidtia amoena</i> (Meigen)	0.286 2	0.008 0	0	0.016 9	0	0.063 2
叉叶江寄蝇 <i>Janthinomyia elegans</i> (Matsumura)	0.003 3	0.049 4	0.097 6	0.016 9	0.145 6	0.064 6
拼叶江寄蝇 <i>Janthinomyia felderi</i> (Brauer et Bergenstamm)	0	0.006 4	0.024 4	0.101 7	0.098 1	0.030 6
怒寄蝇 <i>Tachina (s. str.) nupta</i> (Rondani)	0.026 3	0.149 7	0	0.033 9	0.145 6	0.102 0

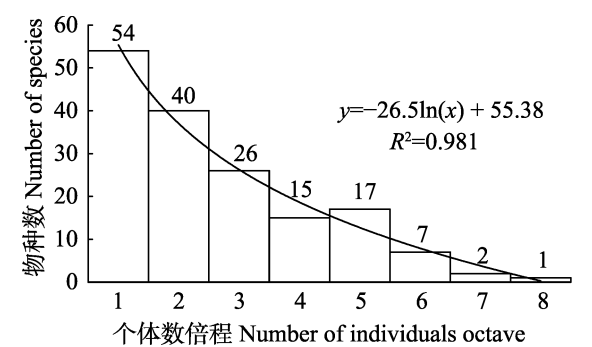


图 2 黄椅山森林公园寄蝇种-多度曲线
Fig. 2 The curve of species-abundance for Tachinidae of Mt. Huangyi Forest Park

寄蝇的个体数取以 2 为底对数的倍程进行重组。1: 1 个体; 2: 2-3 个体; 3: 4-7 个体; 4: 8-15 个体; 5: 16-31 个体; 6: 32-63 个体; 7: 64-127 个体; 8: 128-255 个体。
The number of individuals of Tachinidae was reorganized by taking the logarithm of base 2. 1: One individual; 2: 2-3 individuals; 3: 4-7 individuals; 4: 8-15 individuals; 5: 16-31 individuals; 6: 32-63 individuals; 7: 64-127 individuals; 8: 128-255 individuals.

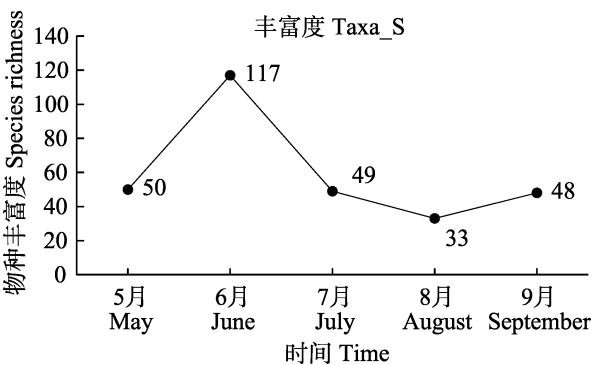


图 3 寄蝇物种丰富度时间动态
Fig. 3 The temporal dynamics of species richness of Tachinidae

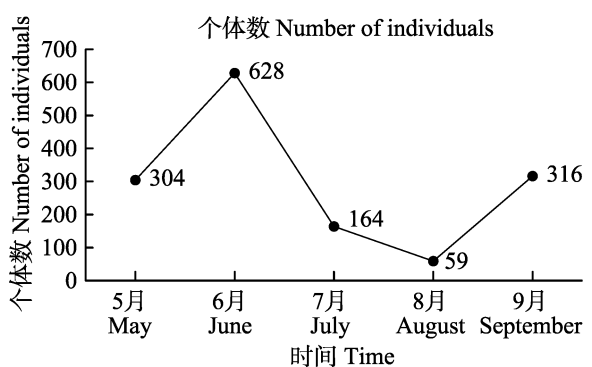


图 4 寄蝇个体数时间动态
Fig. 4 The temporal dynamics of number of individuals of Tachinidae

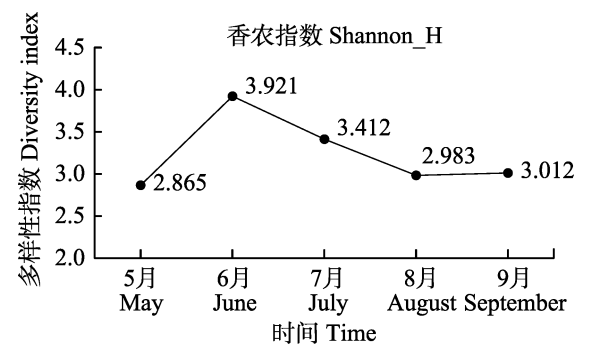


图 5 寄蝇多样性指数时间动态
Fig. 5 The temporal dynamics of diversity index of Tachinidae

通过优势度的研究表明, 寄蝇亚科的怒寄蝇是全年优势度最高种, 主要寄生于鳞翅目蝶类与蛾类幼虫体内, 而蝶、蛾类成虫是森林植被的主要传粉昆虫, 因此本研究结果表明可以选取怒寄蝇作为间接指示性昆虫, 监测森林的生态环境状况。

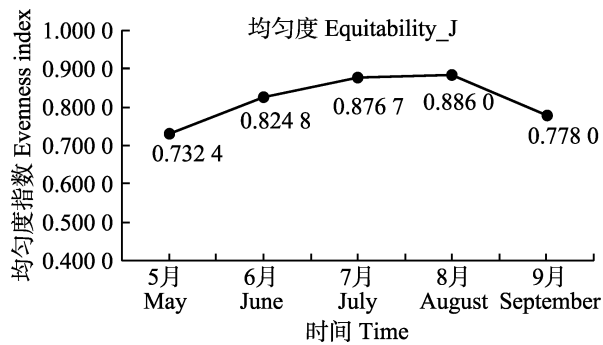


图 6 寄蝇均匀度指数时间动态

Fig. 6 The temporal dynamics of evenness index of Tachinidae

对种-多度关系及物种多样性的分析表明, 黄椅山森林公园寄蝇群落的多样性指数与均匀度无显著相关 ($r=0.340$, $P>0.05$), 与万方浩和陈长铭 (1986)、刘文萍和邓合黎 (1997)、尤平等 (2006) 的研究结果一致, 而与物种丰富度呈显著正相关 ($r=0.881$, $P<0.05$), 即存在生态位优先占领假说现象 (尤平等, 2003)。产生这一结果的主要原因之一是黄椅山的森林生态系统以赤松林为主要植被, 寄蝇生存环境植被单一, 优势种得到了大的发展, 且个体数量多。另一原因可能是近几年来, 黄椅山森林公园的大面积改造破坏了生境的稳定性, 从而对寄蝇群落产生了较大影响。

因此, 在规划建设黄椅山森林公园的过程中建议考虑如下方面: (1) 对黄椅山森林公园的昆虫资源进行系统调查研究, 优先保护具有重要生态服务功能和受威胁的寄蝇群落; (2) 通过生态廊道连通不同的绿地, 保护寄蝇种群栖息的环境; (3) 尽量使用本地植物种类绿化建设区、休闲区、道路等区域; (4) 对市民和游客进行宣传教育, 普及保护生物多样性的科学知识, 避免人类活动的过度干扰。遗憾的是, 我们 2020 年 5 月 11 日再去黄椅山调查时, 森林公园管理部门砍伐了山顶附近的老树和灌木草丛, 导致昆虫生存环境恶化! 寄蝇种类和数量明显减少! 缺少了天敌昆虫, 那里近期鳞翅目害虫发生机率会提高, 其生态环境修复已刻不容缓!

致谢: 沈阳师范大学李辛夷、梁厚灿、张怡卓、

徐浩等参加了调查和标本采集, 在此表示真诚地感谢。

参考文献 (References)

- Gao XM, 2005. Ecosystem of deciduous broad-leaved forest in Warm Temperate Zone//Sun H (ed.). Ecosystem of China (Volume I). Beijing: Science Press. 115–157. [高贤明, 2005. 暖温带落叶阔叶林生态系统. 孙鸿烈(主编). 中国生态系统(上册). 北京: 科学出版社. 115–157.]
- Liu WP, Deng HL, 1997. Muli butterfly diversity research. *Acta Ecologica Sinica*, 17(3): 266–271. [刘文萍, 邓合黎, 1997. 木里蝶类多样性的研究. 生态学报, 17(3): 266–271.]
- Ma KP, 1994. A method for measuring diversity of biological communities I: α measurement of diversity (Volume I). *Biodiversity*, 2(3): 162–168. [马克平, 1994. 生物群落多样性的测度方法 I: α 多样性的测度方法(上). 生物多样性, 2(3): 162–168.]
- Ma KP, Liu YM, 1994. A method for measuring diversity of biological communities I: α measurement of diversity (Volume II). *Biodiversity*, 2(4): 231–239. [马克平, 刘玉明, 1994. 生物群落多样性的测度方法 I: α 多样性的测度方法(下). 生物多样性, 2(4): 231–239.]
- O'Hara JE, 2008. Encyclopedia of Entomology. 2nd Edition. The Netherlands: Springer. 3675–3686, 4346.
- Pielou EC, 1998. Mathematical Ecology//Lu ZY(Trans.). 2nd Edition. Beijing: Science Press. 309–326. [Pielou EC, 1998. 数学生态学//卢泽愚 (译). 2 版. 北京: 科学出版社. 309–326.]
- Tschorsnig HP, Richter VA, 1998. Family Tachinidae//Papp L, Darvas B (eds.). Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera (With Special Reference to Flies of Economic Importance). Vol. 3. Higher Brachycera. Budapest: Science Herald. 691–827.
- Wan FH, Chen CM, 1986. Studies on the structure of the rice pest natural enemy community and diversity under IPM area and chemical control area. *Acta Ecologica Sinica*, 6(2): 159–164. [万方浩, 陈长铭, 1986. 综防区和化防区稻田害虫天地群落组成及多样性的研究. 生态学报, 6(2): 159–164.]
- You P, Li HH, Wang SX, Xu JS, 2003. Diversity of the moth community in the Qilihai wetland. Tianjin. *Acta Entomologica Sinica*, 46(5): 617–621. [尤平, 李后魂, 王淑霞, 徐家生, 2003. 天津七里海湿地蛾类多样性. 昆虫学报, 46(5): 617–621.]
- You P, Li HH, Wang SX, 2006. The diversity of the moth community in the north dagang wetland nature reserve, Tianjin. *Acta Ecologica Sinica*, 26(4): 999–1004. [尤平, 李后魂, 王淑霞, 2006. 天津北大港湿地自然保护区蛾类的多样性. 生态学报, 26(4): 999–1004.]
- Zhang CT, 2006. Tachinidae of Northeast China. Beijing: Science Press. 1–698. [张春田, 2006. 东北地区寄蝇科昆虫. 北京: 科学出版社. 1–698.]