

三江平原环形湿地昆虫种类多样性与季节动态¹⁾

暴晓 吕宪国

(中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春, 130012)

张帆

(北京市农林科学院植物保护环境保护研究所)

摘要 以三江平原典型环形湿地为研究对象, 在小叶章群落、沼柳小叶章群落、漂筏苔草群落、塔头毛苔草群落, 采用黄盘诱集法和扫网法定期对湿地昆虫群落进行采集, 研究了该区内的昆虫生物多样性及其季节性变化特征。共采集昆虫标本 25945 号, 其中双翅目和同翅目数量最多, 其次为膜翅目、缨翅目、弹尾目、鞘翅目、半翅目、直翅目等。各个植物群落昆虫种群的数量、Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数受季节性影响显著。6 月下旬湿地昆虫数量最多, 但是 Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数最低。Shannon-Wiener 指数在塔头苔草群落最高, 在小叶章植物群落最低。

关键词 三江平原; 湿地; 昆虫; 物种多样性

分类号 Q968.2(235)

Biodiversity and Seasonal Change of Insects in Annual Wetlands in Sanjiang Plain/Bao Xiao, Lü Xianguo (Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, P. R. China; Zhang Fan (Institute of Plant and Environmental Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences) // Journal of Northeast Forestry University — 2009, 37(5). — 100 ~ 104

A survey was conducted to study the biodiversity and seasonal change of insects in four plant communities: *Calamagrostis angustifolia*, *Salix brachypoda*-*Calamagrostis angustifolia*, *Carex pseudocurpa*, *Carex lasiocarpa* in a typical annual wetland in Sanjiang Plain by the methods of yellow pan trap and net sweeping. Results showed that a total of 25945 insect specimens were collected, of which the insects of Diptera and Homoptera were dominant and then followed by Hymenoptera, Thysanoptera, Collembola, Coleoptera, Hemiptera and Orthoptera. Population quantity, Shannon-Wiener index and Pielou index of the communities were significantly influenced by seasonal change. The population quantity was the most in late June, but Shannon-Wiener index and Pielou index was the lowest. Shannon-Wiener index was the highest in *C. lasiocarpa* communities and the lowest in *C. angustifolia* communities.

Keywords Sanjiang Plain; Wetlands; Insects; Species diversity

湿地是地球上具有多功能的独特生态系统, 是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一。昆虫是湿地生态系统的一个重要组成部分, 种类和数量巨大, 在 20 世纪六七十年代, 野生动物工作者发现昆虫是重要的水禽食物^[1], 在湿地生物食物链中起重要作用, 但是湿地昆虫群落和种群的理论基础仍然处于初始的发展阶段^[2]。因此, 开展湿地昆虫群落组成的丰富度和多样性的研究, 摸清某一湿地的昆虫群落组成, 是开展湿地昆虫研究的前提。三江平原是由黑龙江、松花江和乌苏里江汇流冲积而形成的沼泽化低平原, 是我国最大的淡水湿地分布区之一, 同时也是因受人类活动影响而导致天然湿地分布面积减少最快的区域之一^[3]。环型湿地是三江平原主要的湿地景观类型, 是水陆相互作用的核心, 多分布在高漫滩、低阶地及沼泽化平原河流的分水线上, 具有面积小、生物多样性丰富、环境梯度变化较大、对环境变化反应敏感等特点。不同的环境组合形成了湿地独特的生物和环境结构, 这使三江平原环型湿地成为研究湿地生物多样性的极佳场所。虽然三江平原湿地已受到大规模开发, 但由于环形湿地地势较低, 积水较多, 温度较低, 水热条件不适合农作物生长, 因此在农田中保存了一些未开垦的碟型洼地, 这些碟型洼地不但为湿地动植物提供生境, 而且为未来湿地恢复提供了有利条件^[4]。笔者以三江平原环型湿地为研究区,

定期采集昆虫标本, 探讨不同植物群落昆虫生物多样性及其季节变化, 为本区生物多样性研究积累了资料, 并为长期监测打下基础。

1 研究地概况

研究区位于三江平原腹地, 别拉洪河与浓江河分水线上, 其核心位置的地理坐标为东经 133°30'35", 北纬 47°35'11", 海拔 55.4~56.6 m, 属温带大陆性季风气候区, 年平均气温 1.9℃, 无霜期 125 d 左右, 降雨量 600 mm。所选择的观测样地面积约 100 hm², 由数个环型湿地组合而成, 观测样地周围被农田所包围。主要的土壤有泥炭土、沼泽土和白浆土 3 类。主要的植被有蒙古栎 (*Quercus mongolica*)、小叶章 (*Calamagrostis angustifolia*)、沼柳 (*Salix brachypoda*)、沼苔草 (*Carex lasiocarpa*)、毛果苔草 (*Carex lasiocarpa*)、漂筏苔草 (*Carex pseudocurpa*)、塔头苔草 (*Carex lasiocarpa*) 等。研究区动物主要有鸕鹚 (*Circus melanoleucus*)、绿头鸭 (*Anas platyrhynchos*)、环颈雉鸡 (*Phasianus colchicus*)、黄胸鹀 (*Emberiza aurea*)、暗绿柳莺 (*Phylloscopus trochiloides*)、黄鼬 (*Mustela sibirica*)、黑龙江林蛙 (*Rana amurensis*)、无斑雨蛙 (*Hyla arborea*)、极北小鲵 (*Salamandrella keyserlingii*)、葛氏芦塘鳢 (*Perccottus glanis*)、东北田螺 (*Viviparus chinensis*) 等^[5]。

2 研究方法

2007 年 5 月 26 日至 9 月 14 日, 在小叶章植物群落、沼柳小叶章植物群落、漂筏苔草群落、毛苔草群落内, 每月的中旬和月末利用扫网法、黄盘采集法对昆虫进行一次全面采集, 遇雨或者大风天气顺延。黄盘法采集时, 在每个群落内放置 9

1) 中国科学院知识创新工程项目 (KSCX2-YW-N46-06) 资助。

第一作者简介: 暴晓, 男, 1981 年 2 月生, 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 中国科学院研究生院, 博士研究生。

通信作者: 吕宪国, 研究员, Email: luxg@neigae.ac.cn

收稿日期: 2008 年 5 月 27 日。

责任编辑: 程红。

个黄盘, 里面倒入清水, 滴入洗涤剂一滴, 采集时间为上午 8:00 收集时间为下午 15:00。利用扫网法采集植物上面的昆虫, 每个植物群落扫集 50 网。采集的昆虫带回实验室分拣、鉴定, 昆虫标本放入 75% 的酒精内保存。

采用 Shannon-Wiener 多样性指数, Pielou 均匀度指数进行数据处理^[9]。Shannon-Wiener 多样性指数 $H' = -\sum P_i \ln P_i$, Pielou 均匀度指数 $E = H/H_{max}$ 式中, H 为实际观察的物种多样性指数, H_{max} 为最大的物种多样性指数, $H_{max} = \ln S$ (S 为群落中的总物种数)。笔者定义相对多度大于 10% 的目为优势物种, 利用 SPSS 15.0 对各植物群落的昆虫多样性指数进行二因子方差分析。

3 结果与分析

3.1 昆虫的主要类群和数量

通过黄盘法和扫网法野外采集共获得昆虫标本 25 945 号, 其他类群包括蜘蛛纲、蜱螨类等节肢动物, 详见表 1。由表 1 可见, 昆虫各大类中, 双翅目 (15652) 最多, 其次是同翅目 (3385)、膜翅目 (3084), 以后依次为缨翅目 (1507)、弹尾目 (1199)、鞘翅目 (442)、半翅目 (265)、直翅目 (166), 其他昆虫 (83), 其分别占所采集样本量的 60.33%、57.61%、13.05%、12.46%、11.89%、11.35%、5.81%、4.62%、1.70%、1.02%、0.64% 和 0.30%。双翅目和膜翅目数量之所以相对丰富, 可能与本研究中采集方法及这 2 个目的特点相关。在各个植物群落当中, 双翅目、同翅目、膜翅目是优势种, 鞘翅目、缨翅目昆虫数量也比较多。

3.2 不同植物群落中的昆虫多样性特征

3.2.1 昆虫数量的动态变化

无论是采用黄盘法, 还是扫网法采集, 昆虫种群数量变化的总体趋势是相同的, 即随着月份的变化, 数量逐渐增多, 到 6 月末达到最大, 此后逐渐下降, 到 8 月末数量更少, 至 9 月中旬, 出现一个小的波动, 数量有所增加。其中小叶章群落和塔头苔草群落昆虫数量增加比漂筏苔草群落增加的多。双因素方差分析结果表明, 不同的植被类型对于昆虫数量的影响关系不显著 (黄盘法: $F=1.878$ $P=0.164$ 扫网法: $F=1.147$ $P=0.353$), 而季节因素对于昆虫数量的变化非常显著 (黄盘法: $F=4.019$ $P=0.006$ 扫网法: $F=6.222$ $P<0.001$), 同时, 6 月末与其它时间采集的昆虫数量存在显著差异, 这主要是由于这一时期双翅目昆虫的数量猛增, 尤其是蚊类数量大爆发的原因。

表 1 三江平原环形湿地昆虫数量的季节变化								
采集时间	小叶章群落		沼柳小叶章群落		漂筏苔草群落		毛塔头苔草群落	
	黄盘法	扫网法	黄盘法	扫网法	黄盘法	扫网法	黄盘法	扫网法
5月 27日	137	115	114	87	153	41	137	61
6月 13日	199	590	162	115	83	72	434	490
6月 27日	441	2 512	542	4 345	206	1 476	872	690
7月 13日	207	1 185	170	855	206	1 191	127	573
7月 27日	271	1 045	209	471	182	788	53	273
8月 13日	331	396	121	74	90	110	130	215
8月 27日	172	95	88	137	82	150	76	92
9月 13日	363	281	30	231	81	251	210	259
合计	2 121	6 219	1 436	6 315	1 083	4 080	2 039	2 653

3.2.2 昆虫多样性的季节动态

不同植物群落中昆虫的 Shannon-Wiener 指数见表 2 其中使用黄盘法采集的昆虫多样性指数表明: 小叶章植物群落

©1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的 Shannon-Wiener 指数在 8 月 13 日最高, 9 月 13 日最低; 沼柳小叶章群落和漂筏苔草群落的 Shannon-Wiener 在 6 月中旬最低, 7 月末最高; 毛苔草群落的 Shannon-Wiener 指数在 5 月末最高, 6 月末最低。塔头苔草的 Shannon-Wiener 指数值最高, 出现在 5 月末。沼柳小叶章群落 Shannon-Wiener 指数最低, 出现在 6 月中旬。采用扫网法采集昆虫的 Shannon-Wiener 指数表明, 小叶章群落、沼柳小叶章群落、漂筏苔草群落最低值都出现在 6 月末, 塔头苔草最低值出现在 6 月中旬。小叶章群落 Shannon-Wiener 指数最高值出现在 8 月末, 沼柳小叶章出现在 8 月中旬, 漂筏苔草群落出现在 5 月末, 塔头苔草群落出现在 9 月中旬。各植物群落昆虫的 Shannon-Wiener 指数最高的是塔头苔草, 出现在 9 月中旬; 最低是沼柳小叶章群落, 出现在 6 月末。

表 2 三江平原环形湿地 4 种植物群落中昆虫的 Shannon-Wiener 指数								
采集时间	小叶章群落		沼柳小叶章群落		漂筏苔草群落		毛塔头苔草群落	
	黄盘法	扫网法	黄盘法	扫网法	黄盘法	扫网法	黄盘法	扫网法
5月 27日	1.479	1.326	0.782	1.081	0.994	1.535	1.723	1.491
6月 13日	1.301	1.173	0.304	1.557	0.592	1.172	1.036	0.335
6月 27日	1.354	0.511	0.757	0.159	0.932	0.191	0.736	0.378
7月 13日	1.405	1.432	1.391	1.129	1.408	0.787	1.439	1.194
7月 27日	1.685	1.446	1.606	1.484	1.560	0.707	1.409	1.696
8月 13日	1.706	1.779	1.267	1.785	1.405	1.489	1.529	1.772
8月 27日	1.527	1.804	1.404	1.525	1.360	1.404	1.335	1.716
9月 13日	1.094	1.601	1.376	1.524	1.441	1.194	1.363	1.913

不同植物群落中昆虫的 Pielou 均匀度指数见表 3。使用黄盘法获得的昆虫的 Pielou 均匀度指数表明: 小叶章植物群落在 9 月中旬最低, 8 月中旬最高; 沼柳小叶章群落 6 月中旬最低, 8 月末最高; 漂筏苔草群落 6 月中旬最低, 7 月末最高; 塔头苔草群落 6 月末最低, 7 月末最高。扫网法采集的各个植物群落的昆虫均匀度指数表明: 小叶章群落 6 月末最低, 8 月末最高; 沼柳小叶章群落 6 月末最低, 6 月中旬最高; 漂筏苔草群落 6 月中旬最低, 5 月末最高; 塔头苔草群落 6 月中旬最低, 5 月末最高。黄盘法采集的 4 种植物群落的昆虫均匀度指数中, 除了小叶章群落的均匀度在 9 月中旬最低以外, 其他 3 个植物群落的均匀度指数最低值都出现在 6 月份, 而采用扫网采集的 4 种植物群落的昆虫均匀度指数, 最低值都出现在 6 月份。黄盘法采集和扫网采集的各种植被群落昆虫的 Shannon-Wiener 指数, 受季节性的影响较为显著 (黄盘法: $F=5.121$ $P=0.002$ 扫网法: $F=9.593$ $P=0$), 但各个植物群落之间的 Shannon-Wiener 差异不显著 (黄盘法: $F=3.003$ $P=0.053$ 扫网法: $F=1.891$ $P=0.162$)。采用黄盘法采集的各植物群落的 Shannon-Wiener 指数, 7 月末与其他月份的差异最为显著。采用扫网法采集各植物群落的 Shannon-Wiener 指数, 6 月末采集的昆虫与其他月份之间差异显著。黄盘法采集和扫网法采集的各种植被群落的昆虫 Pielou 均匀度指数, 受季节性的影响较为显著 (黄盘法: $F=4.116$ $P=0.005$ 扫网法: $F=8.641$ $P<0.001$), 但各个植物群落之间的生物多样性指数之间的差异不显著 (黄盘法: $F=0.760$ $P=0.529$ 扫网法: $F=0.988$ $P=0.418$)。

3 结论与讨论

三江平原环形湿地昆虫数量的变化受季节变化的影响显著, 而植被群落类型对于生物多样性的影响不是很显著。昆虫数量的变化, 可能与当地温度有关。5 月末, (下转 104 页)

的单宁含量,而程红等测定的是 16~40 年生杨树的单宁含量,因此结论有可能不同。笔者发现每个杨树品系不同月份之间单宁含量存在差异。韧皮部单宁总含量略高于木质部,但差异不显著。青杨天牛产卵痕密度和幼虫发育率所表现出来的杨树品系间排序,与以往青杨天牛危害调查结论基本一致^[10],其中品系 107 的产卵痕密度是新疆杨的 4.24 倍,这是在封闭空间中释放高密度虫源的结果。在自然选择条件下,产卵痕密度差异可能更大,显示出白杨派具有比较高的抗性,而黑杨派、青杨派及其杂交品系比较感虫。5 月成虫产卵期韧皮部单宁含量与产卵痕密度相关不显著,表明青杨天牛在选择寄主产卵时,杨树枝条韧皮部中的单宁含量不是影响其选择的关键因子。植物中的单宁影响昆虫对淀粉等营养物质的取食和消化,进而使幼虫的生长发育缓慢,体质量下降,对昆虫有忌避防治的作用^[11-13],这可能是其含量与青杨天牛在选择寄主时无相关关系的原因之一。幼虫发育率与木质部单宁总含量也无显著相关关系,这与对青杨脊虎天牛的研究结论类似。虽然外源高剂量施用单宁对青杨脊虎天牛有忌避作用,但杨树各品系的单宁含量与杨树的被害株率关系不紧密^[7],但在光肩星天牛研究中木质部单宁含量表现出正相关关系^[14]。次生性物质可以单一或协同对害虫起作用,影响昆虫的生长、发育、行为和群体生物学,构成植物的抗虫性^[15],也许单宁对青杨天牛的抗性是在比较高的剂量下或与其他次生代谢物质协同发挥作用效果更为显著,这还有待于进一步深入地研究。

参 考 文 献

[1] 李成德. 森林昆虫学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 348—349

(上接 101 页)三江平原温度偏低,昆虫食物来源较少,随着温度的增加,昆虫活动频繁,种群数量激增,而 7 月份是三江平原温度最高的月份,在高温的影响下,昆虫的生命活动受到影响,因此采集的昆虫数量下降,8 月中旬以后,温度适中,昆虫数量又有增加的趋势。到 9 月中旬,小叶章群落和塔头苔草群落昆虫数量增加比漂筏和沼柳小叶章群落增加的多,这有可能是小叶章群落和塔头苔草群落为昆虫提供越冬场所。三江平原作为我国最大的淡水湿地分布区,在经历了大面积开垦后,气候环境有了显著变化^[7-8],全年各月气温均呈上升趋势。温度的进一步升高,使一些湿地植物群落向旱生发生演替,可能会引起以这些植物群落为生境的昆虫群落变化。温度的升高,会使一些湿地昆虫数量大爆发^[9],而这种爆发对于三江平原农业的发展是否会带来影响,是否改变湿地昆虫群落的种群结构,也需要进一步的研究与探讨。

表 3 三江平原环形湿地 4 种植物群落中昆虫的 Pielou 均匀度指数

采集 时间	小叶章群落		沼柳小叶章群落		漂筏苔草群落		毛塔头苔草群落	
	黄盘法	扫网法	黄盘法	扫网法	黄盘法	扫网法	黄盘法	扫网法
5 月 27 日	0.760	0.682	0.402	0.671	0.511	0.857	0.784	0.832
6 月 13 日	0.669	0.564	0.189	0.800	0.368	0.564	0.498	0.187
6 月 27 日	0.616	0.285	0.389	0.076	0.579	0.107	0.335	0.182
7 月 13 日	0.784	0.689	0.776	0.490	0.723	0.358	0.655	0.543
7 月 27 日	0.732	0.628	0.772	0.644	0.710	0.322	0.724	0.772
8 月 13 日	0.711	0.742	0.609	0.775	0.784	0.716	0.853	0.807
8 月 27 日	0.785	0.752	0.872	0.733	0.759	0.675	0.745	0.825
9 月 13 日	0.498	0.729	0.768	0.662	0.741	0.614	0.620	0.831

三江平原环形湿地各植物群落之间的昆虫群落差别不大,群落的生物多样性指数受季节的变化最为明显。塔头苔

- [2] 刁其玉. 单宁的最新研究动态[J]. 饲料研究, 1999(11): 28.
- [3] 王海波, 吴干红, 高闻达. 茄子和朱砂叶螨相互作用系统的研究 I. 叶螨种群动态与茄子叶片丹宁酸含量变动的关系[J]. 应用生态学报, 1993, 4(2): 174—177.
- [4] 周琼, 梁广文. 植物挥发性次生物质对昆虫的行为调控及其机制[J]. 湘潭师范学院学报: 自然科学版, 2003, 25(4): 55—60.
- [5] 罗庆云, 马文秀, 孙达旺. 思茅松树皮单宁化学组成的研究[J]. 东北林业大学学报, 1994, 22(5): 76—79.
- [6] 黄绍华, 严慧和, 孙健. 单宁的提取与纯化[J]. 南昌大学学报: 理科版, 2000, 24(3): 278—281, 285.
- [7] 程红, 严善春, 隋祥, 等. 黑龙江省主栽杨树品系干部单宁含量与青杨脊虎天牛危害的关系[J]. 东北林业大学学报, 2006, 34(2): 32—34.
- [8] Feeny P. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by wintermoth caterpillars. Ecology 51(4): 565—581.
- [9] Rhoades D F, Cates R G. Toward a general theory of plant-anther-bivore chemistry. M J / Wallace J, Mansell R L. Biochemical interactions between plants and insects: recent advances in phytochemistry 10. New York: Plenum Press 1976: 168—213.
- [10] 董希文, 李云臣, 闫敦梁, 等. 不同杨树品种对青杨天牛和青杨虎天牛的抗性研究[J]. 防护林科技, 2007(4): 8—10.
- [11] 姜永幸, 郭予元. 棉花中次生代谢物质与棉花抗性机制的研究[J]. 邱式邦. 第三次全国农作物病虫害防治学术讨论会文集. 北京: 中国科学技术出版社, 1996: 451—457.
- [12] 张永军, 郭予元. 棉花缩合单宁和 B 毒素蛋白的交互关系[J]. 棉花学报, 2000, 12(6): 294—297.
- [13] 周嘉嘉, 杨雪彦, 宋占邦. 树木单宁含量可作为对两种星天牛的抗性指标[J]. 陕西林业科技, 1996(4): 15—18.
- [14] 李会平, 王志刚, 杨敏生, 等. 杨树单宁与酚类物质种类及含量与光肩星天牛危害之间关系的研究[J]. 河北农业大学学报, 2003, 26(1): 36—39.
- [15] 朱俊洪, 程立生. 植物次生性物质与植物抗性的关系及其在害虫防治中的应用前景[J]. 华南热带农业大学学报, 2001, 7(1): 26—32.

草群落的昆虫生物多样性指数最高,沼柳小叶章群落的昆虫生物多样性指数最低。这一结论与刘吉平等^[4]的研究一致。湿地漂筏苔草群落长期处于积水环境,而沼柳小叶章群落位于环形湿地边缘,长期处于少水环境,这两种植物群落环境相对稳定,植物种类较为单一,昆虫的生物多样性也相对较低。此外,在 6 月份,蚊子数量剧增,为各植物群落的优势物种,因此各植物群落的昆虫均匀度指数最低。

致谢: 昆虫采集得到河南农业大学齐会会同学和吉林农业大学韦力同学的大力协助,全文写作过程中得到北京农林科学院虞国跃老师的帮助和指导,在此深表感谢!

参 考 文 献

- [1] Murkin H R, Batt B D J. The interactions of vertebrates and invertebrates in peatlands and marshes[J]. Memoires of the Entomological Society of Canada 1987, 140: 15—30.
- [2] Batzer D, Wissinger S A. Ecology of insect communities in non-tidal wetlands[J]. Annu Rev Entomol 1996, 41: 75—100.
- [3] 刘红玉, 张世奎, 吕宪国. 三江平原湿地景观结构的时空变化[J]. 地理学报, 2004, 59(3): 391—400.
- [4] 刘吉平, 杨青, 吕宪国, 等. 三江平原典型环型湿地生物多样性[J]. 村生态环境, 2005, 21(3): 1—5, 42.
- [5] 杨青, 吕宪国. 三江平原沼泽湿地生态试验区土壤类型及其特点[J]. 陈刚起, 牛焕光, 吕宪国, 等. 三江平原沼泽研究. 北京: 科学出版社, 1996: 15—26.
- [6] 马克平. 生物群落多样性的测度方法[M]. 钱迎倩, 马克平. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 141—165.
- [7] 张树清, 张柏, 汪爱华. 三江平原湿地消长与区域气候变化关系研究[J]. 地球科学进展, 2001, 16(6): 836—841.
- [8] 栾兆擎, 章光新, 邓伟, 等. 三江平原 50 年来气温及降水变化研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(11): 39—43.
- [9] Chase J M, Knight T M. Drought induced mosquito outbreaks in wetlands[J]. Ecology Letters 2003, 6: 1017—1024.