

小翅稻蝗 (*Oxya yezoensis* Shiraki) 翅多型现象浅释

朱道弘

(中南林学院资源与环境学院, 湖南株洲 412006)

摘要: 对小翅稻蝗翅型构成的季节变化, 长翅型、短翅型产卵前期间的差异及光周期对翅型分化的影响进行了调查, 结果表明, 小翅稻蝗存在着明显的翅多型现象, 相对翅长(前翅长/后足腿节长)最长可达 1.49, 最短只有 0.50, 翅长呈连续性双模态分布。早期羽化的个体大多为长翅型, 随着季节的推移, 羽化成虫短翅率逐渐增加。长翅型雌成虫的产卵前期间为 42.7 ± 13.1 日, 短翅型为 15.3 ± 6.4 日, 短翅型雌成虫的产卵前期间显著短于长翅型。不同的光周期短翅成虫出现的比例不同, 光照短于 LD12:12 时, 几乎全为短翅型, LD14:10 短翅率为 66.8%, LD16:8 则长翅率达 62.1%, 光照长于 LD18:6 时, 几乎全为长翅型。

关键词: 翅多型现象; 小翅稻蝗; 产卵前期间; 光周期

The wing polymorphism in rice grasshopper, *Oxya yezoensi* Shiraki (Orthopera : Catantopidae)

ZHU Dao-Hong (College of Resources and Environment, Central South Forestry University, Zhuzhou, Hunan 412006, China)

Abstract: The seasonal change of wing form and effect of different photoperiod of rice grasshopper, *Oxya yezoensis* Shiraki were investigated in the field and in the laboratory. The frequency distribution of relative wing length of adults showed a continuous bimodality with brachypterous and macropterous forms. There was large variation in each morph and only the latter types can fly. On July 28 most adults were in brachypterous form, afterwards the percentage of macropters gradually increased and then most adults were found in macropterous form on October. The preoviposition period of brachypterous females were 42.7 ± 13.1 days and macropterous females were 15.3 ± 6.4 days. It was significantly different between brachypters and macropters. Most adults were macropters under photoperiod shorter than LD 12 : 12, with a percentage of macropters 66.8% under LD 14 : 10 and 37.9% under LD 16 : 8. Most adults were brachypters under photoperiod longer than LD 18 : 6.

Key words: wing polymorphism; *Oxya yezoensis*; rice grasshopper; preoviposition photoperiod

文章编号: 1000-0933(2001)04-0624-05 中图分类号: S435.112⁺.4; Q964 文献标识码: A

小翅稻蝗 *Oxya yezoensis* Shiraki 是分布于日本北海道札幌, 带广以南, 九州南部以北的一种极为常见的水稻害虫^[1]。主要取食禾本科植物, 还能以菊科、豆科、十字花科等共 24 科 80 种植物为食, 食性极广^[2]。

小翅稻蝗的学名曾一度采用 *O. vicina* Brunner, 而 *Oxya yezoensis* Shiraki 则指的是分布于日本北海道, 青森县的翅短小的北海道稻蝗(日名为“yezo-inago”)^[1~3]。大町^[4]根据两种雄性交配器的形态指出了二者的同一性。福原^[1]通过大量个体的调查后, 指出北海道稻蝗和小翅稻蝗在分类上应为同一物种, 后者只

基金项目: 日本弘前大学攻读博士学位时研究内容的一部分

收稿日期: 1999-04-09; 修订日期: 1999-09-26

作者简介: 朱道弘(1963—), 男, 湖南邵阳人, 博士, 副教授。主要从事昆虫学研究。

万方数据
承蒙日本国弘前大学农学院教授安藤喜一博士提供实验场所, 并对本文给予帮助, 在此谨致谢意!

是小翅稻蝗的低温型。之所以造成数十年分类上的混乱,究其原因,主要是由于本种翅长变动很大。一些个体前翅长度超过后足腿节末端,同时,也存在前翅短于后足腿节末端的个体,换言之,具翅多型现象。

翅多型现象至少在鞘翅目、双翅目、膜翅目、半翅目、同翅目、直翅目、缨翅目等 10 目昆虫中能见到。例如:蚜虫类表现为有翅和无翅的极不连续性,在有利于繁殖的环境条件下,产生无翅型胎生雌虫,而在不良环境条件下,产生有翅型,向新的寄主迁移,并以此为繁殖源产生无翅型幼虫^[5]。同样。飞虱类的长翅型也是在不良环境条件下出现,长翅型产卵前期间长,耐饥性强,且具飞行能力^[6]。长翅型、短翅型呈连续性双模态分布的 *Cavalerius saccharivorus* (Okajima) 飞翔个体均为长翅型,长翅型比率随着种群密度增加而增大^[7]。小翅稻蝗翅多型现象的研究尚未见报道,本文通过对小翅稻蝗翅型构成的季节变化,长翅型、短翅型产卵前期间的差异及光周期对翅型分化影响的调查,试图对小翅稻蝗翅多型的存在意义进行探讨。

1 材料与方法

1.1 材料及饲养方法 供试材料均取自日本青森县弘前市市郊(40°33'N)稻田。若虫及成虫用玻璃圆筒(直径 11cm,高 18cm)饲养。每圆筒饲养孵化若虫 10 头,1~3 龄若虫以植入塑料小钵(直径 9cm,高 4.5cm)的 *Poa annua* L. 饲养,4 龄以后的若虫和成虫将 *Bromus catharticus* Vahl 插入盛水的 30ml 三角瓶进行饲养。在使用 *Bromus catharticus* Vahl 进行饲养时,圆筒内铺滤纸 1 张,洒少许水以提高筒内湿度。并在交换饲料时更换滤纸,饲料在食完前或黄化前及时交换,以保持饲料的充足和新鲜。

1.2 测定方法 前翅长自后胸背板后缘至翅的末端,用游标卡尺测定。翅和后足腿节平行放置时,翅长长于后足腿节末端者称长翅型,短于后足腿节末端者称短翅型。后足腿节长亦用游标卡尺测定。而头幅用插入测微尺的实体显微镜放大 16 倍测定。

1.3 翅型构成季节变化的调查 在日本青森县弘前市小翅稻蝗成虫一般 7 月下旬开始羽化。于 1997 年 7 月 30 日、8 月 20 日、9 月 10 日及 10 月 1 日分 4 次用捕虫网随机采集终龄若虫(5 龄或 6 龄),置于实验室饲养(LD14:10,25℃),成虫羽化后,分别调查各采集日羽化成虫的翅型构成。

1.4 长翅型、短翅型雌成虫产卵前期间的调查 上述 8 月 20 日采集的终龄幼虫,经实验室饲养羽化后,将羽化当日的长翅型、短翅型雌成虫分别与 10 日前羽化的长翅型、短翅型雄成虫配对饲养,在 LD14:10,25℃ 的条件下,调查小翅稻蝗长翅型和短翅型雌成虫的产卵前期间。

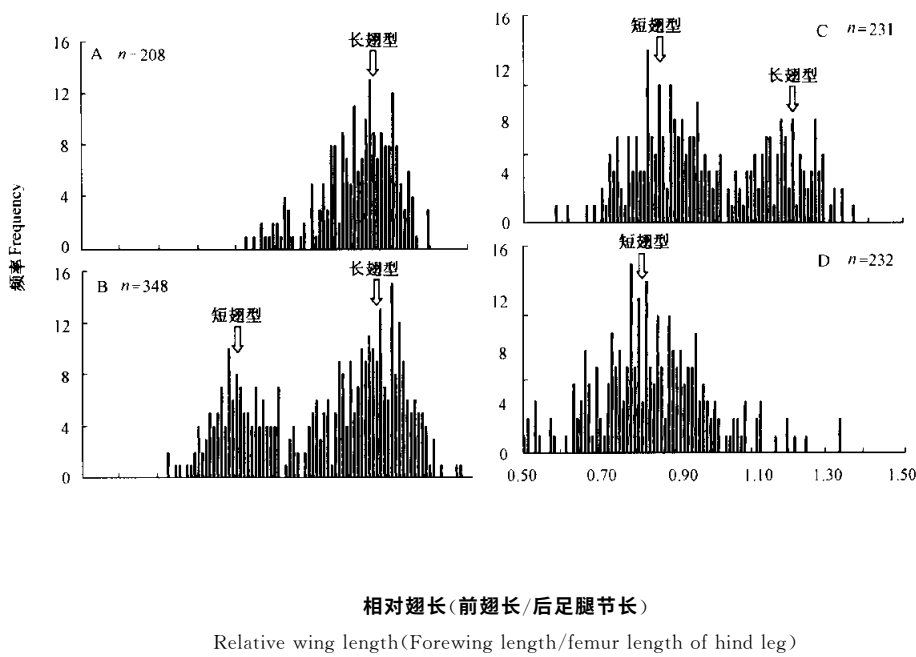
1.5 光周期对翅型分化影响的调查 1996 年 4 月采集的越冬卵块置于 25℃ 加温,若虫自孵化当日开始,分别置于光周期 LD0:24,LD4:20,LD8:16,LD12:12;LD16:8,LD18:6,LD24:0,温度 25℃ 的条件下,用上述的玻璃圆筒饲养,每圆筒饲养若虫 10 头,每光照区饲养 10 圆筒。成虫羽化后,统计各光照区的长翅、短翅率。

2 结果与分析

2.1 翅型构成的季节变化及长翅型和短翅型的形态差异 日本青森县弘前市郊外水田 1997 年在 7 月 28 日观察到羽化成虫,于当年自 7 月 30 日至 10 月 1 日分 4 次采集,对小翅稻蝗的翅型构成进行了调查。各采集日成虫翅长频度分布如图 1 所示。7 月 30 日采集的终龄幼虫(5 龄或 6 龄),羽化成虫长翅率最高,91.3% 为长翅个体,短翅个体仅为 8.7%,且短翅个体的翅长也仅稍短于后足腿节(图 1A)。8 月 20 日采集的终龄幼虫,羽化成虫短翅个体比例明显增加,短翅率为 30.7%(图 1B)。9 月 10 日采集的终龄幼虫,羽化成虫短翅个体已超过长翅个体,短翅率达 75.8%(图 1C)。10 月 1 日采集的终龄幼虫经饲养,羽化成虫长翅个体已很少,89.2% 为短翅个体,且翅长亦明显变短(图 1D)。由此可见,小翅稻蝗长翅型羽化较早,随着季节的推移长翅个体逐渐减少,而短翅个体渐渐增加。

自图 1 还可以发现小翅稻蝗相对翅长(前翅长/后足腿节长)变动幅度很大,最大值可达 1.49(极度长翅个体),最小值仅为 0.50(极度短翅个体),二者间的翅长分布是连续性的,而不是间断性的,长翅型和短翅型呈现出明显的连续性双模态分布(图 1B,C)。据观察,能飞行的均为长翅个体,而短翅个体不具飞行能力,只能以足后的弹跳进行移动。

如图 2 所示,小翅稻蝗雌雄成虫后足腿节和头幅存在着显著的相关关系(雌 $r=0.731, p<0.001, d.f.=88$; 雄 $r=0.501, p<0.001, d.f.=120$),而雌雄成虫长翅型和短翅型的后足腿节间无显著差异(F -test,



相对翅长(前翅长/后足腿节长)

Relative wing length(Forewing length/femur length of hind leg)

图 1 小翅稻蝗翅型构成的季节变化

Fig. 1 Seasonal changes in the distribution of relative wing length of *O. yezoensis* ($P>0.05$),说明长翅型和短翅型虫体大小不存在变异。图 3 为翅长对头幅的散布图,则可明显划分出长翅型和短翅型。事实上除翅长外,外部形态在长翅型和短翅型间未见其它差异。

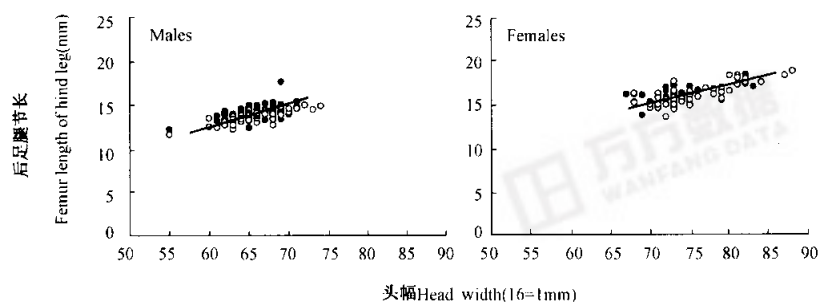


图 2 小翅稻蝗后足腿节长和头幅的相关关系

Fig. 2 The relationship between the femur length of hind leg and the head width of *O. yezoensis*

(实心圆:长翅型, ♀n=31, ♂n=50;空心圆:短翅型, ♀n=59, ♂n=72)

Solid circles show brachypters, ♀n=31, ♂n=50. Open circles show macropters, ♀n=59, ♂n=72

2.2 长翅型和短翅型雌成虫的产卵前期间 小翅稻蝗长翅型和短翅型雌成虫的产卵前期间(LD14: 10, 25℃)如图 4 所示。长翅型雌成虫羽化后 22 日开始产卵,然后,产卵成虫数缓慢增加,羽化后 88 日还能见到开始产下第一卵块的个体,直到羽化后 90 日仍有 8.2%的个体未见产卵,平均产卵前期间为 42.7±13.1 日(mean±SD, n=35)。短翅型雌成虫羽化后 16 日开始产卵,至 39 日全部供试个体均已产下第一卵块,平均产卵前期间为 15.3±6.4 日(n=26)。长翅型雌成虫的产卵前期间明显长于短翅型,经检验二者差异显著($P<0.001, t$ -test)。

2.3 光周期对翅型分化的影响 刚孵化的 1 龄若虫分别置于光周期 LD0: 24, LD4: 20, LD8: 10, LD12: 12, LD16: 8, LD18: 6, LD24: 0, 温度 25℃ 的条件下饲养,其羽化成虫的短翅率如图 5 所示。24h 光照

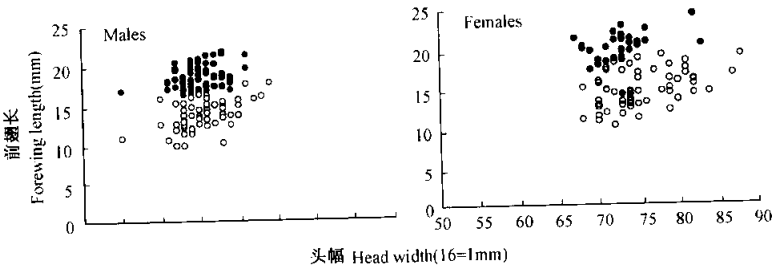


图 3 小翅稻蝗的翅长分布

Fig. 3 The distribution of forewing length of *O. yezoensis*
(实心圆:长翅型, ♀ $n=31$, ♂ $n=50$; 空心圆:短翅型, ♀ $n=59$, ♂ $n=72$)

Solid circles show brachypters, ♀ $n=31$, ♂ $n=50$. Open circles show macropters, ♀ $n=59$, ♂ $n=72$

短于 8h 的条件下,只出现短翅个体。光照 12h 几乎全为短翅个体,短翅率达 94.1%。光照 14h 的短翅率为 66.8%。光照 16h 的条件下,长翅个体数超过短翅个体,短翅率只占 37.9%,光照长于 18h 时,几乎全为长翅个体,短翅率在 5% 以下。由此可见,光周期对小翅稻蝗翅型分化有明显的影响,短日条件下,出现短翅型,长日条件下,出现长翅型。

3 讨论

小翅稻蝗翅长呈现显著的变异,相对翅长最长为 1.49,最小只有 0.50,存在着明显的翅多型现象,其长翅型和短翅型的频度分布呈连续性双模态。有些具翅多型性的昆虫,除翅长外,长翅型和短翅型还存在着其它的形态变异,如 *Jadera aeola* 短翅型的头幅,胸,喙及后足腿节均短于长翅型^[8]。而小翅稻蝗的长翅型和短翅型间无其它形态变异。

小翅稻蝗 1a 发生 1 代,发生期极不整齐,在日本弘前市 1 龄若虫自 5 月下旬至 10 月下旬,长达 5 个月间能连续见到。弘前以外的地区也能在 10~11 月份同时采集到成虫和若虫^[2,9~11]。在稻田,7 月底刚开始出现成虫时,羽化成虫大多为长翅型,随着季节的推移,羽化成虫短翅率逐渐增加。不同光周期翅型分化的结果表明,短日条件下,出现短翅型,长日条件下,出现长翅型。因此,可以认为,小翅稻蝗翅型的季节变化,就环境条件而论,主要是由若虫期的光周期决定的。

昆虫之所以能飞行,是由于具发达的翅和飞行肌,Roff^[12]的研究表明飞行肌占虫体重量的比例达 10%~20%,可见飞行肌的形成需耗很大的能量。Dixon^[13]亦指出蚜虫类的有翅型由于飞行器官的形成,生殖腺比短翅型小 20%。另外,将 *Modicogryllus confirmatus* 刚羽化长翅个体的翅摘除,能引起飞行肌的溶解,卵巢成熟比没有摘除翅的长翅型明显要早^[14]。说明飞行肌的维持和卵巢成熟间存在着一种平衡关系。Zera and Mole^[15]通过对 *Gryllus rubens* 和 *G. firmus* 的研究,指出飞行燃料物质的合成及飞行肌的维持所耗能量比飞行肌的形成更多。这些事实说明,尽管翅的获得,为昆虫在觅食,求偶等方面带来了极大的好处,但是以付出巨大的能耗为代价的。小翅稻蝗长翅型的产卵前期间为 42.7 ± 13.1 日(mean $\pm$ SD),而短翅型仅为 15.3 ± 6.1 日。短翅型的产卵前期间明显短于长翅型,可以认为是由于短翅型个体能将飞行器官形成和维持的能量尽早应用于繁殖的结果。

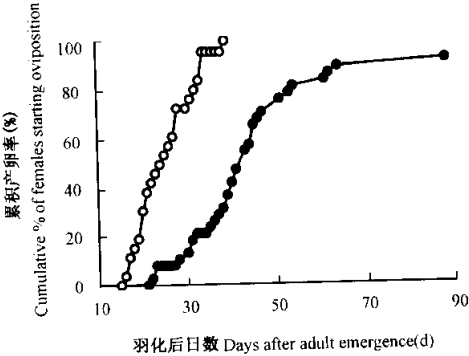


图 4 小翅稻蝗短翅型(空心圆, $n=26$),长翅型(实心圆, $n=38$)雌成虫的产卵前期间(LD14 : 10, 25℃)

Fig. 4 Preoviposition period of macropterous(open circles, $n=26$) and brachypterous(solid circles, $n=38$) females of *O. yezoensis*(LD14 : 10, 25℃)

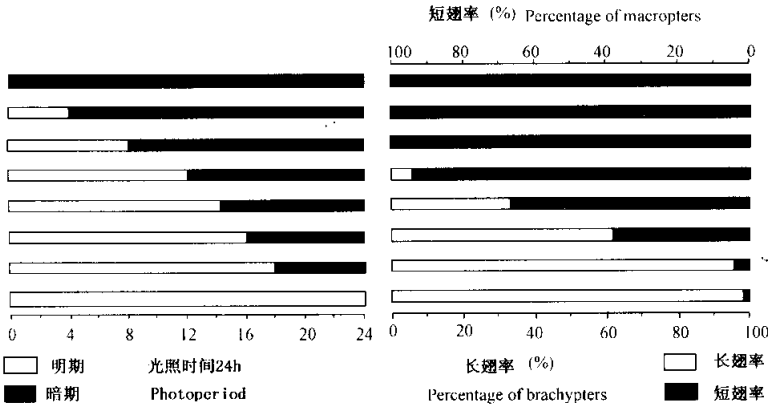


图 5 光周期对小翅稻蝗翅型分化的影响

Fig. 5 Effect of different photoperiod on the wing form of *O. yezoensis*

长翅型由于具飞行能力,早期羽化的长翅个体,可向栖息地外迁移扩散,寻找新的繁殖地,这对小翅稻蝗扩大分布,降低栖息地的虫口密度,显然是有利的。由于小翅稻蝗发生期的不整齐,若在温度渐低的秋季来临之时,仍产生卵前期间长的长翅个体,则可能完成不了产卵。而短翅个体的产卵前期间短,随着季节推移,短翅率逐渐增加,这样,可以尽快完成产卵,这对种群数量的保持有着重要的意义。特别是分布于北方的种群,当遇到所谓“冷夏”等气温偏低的年份时,产卵前期间短的短翅型对小翅稻蝗种群的维持更是起着重要的作用。因此,可以认为,由于种内长翅型和短翅型并存,提高了小翅稻蝗对环境的适应能力,增强了其适应度。

分布于日本的稻蝗除本种外,主要还有长翅稻蝗 *O. japonica* (Thunberg),台湾长翅稻蝗 *O. chinensis formosana* Shiraki 及小稻蝗 *O. hyla intricata* (Stal),后两种仅分布于亚热带的琉球列岛,长翅稻蝗的分布北限只达秋田县,岩手县南部。而小翅稻蝗的分布北限达寒冷北海道的札幌、带广^[1,16]。可以推定,小翅稻蝗分布的北上和短翅特征的获得有着密切的关系。

参考文献

[1] 福原 男. 水田にみられる直翅目害虫の見分け方(1). 植物防疫, 1982, 36: 524~528.

[2] 熊代三郎. 蝗に する二, 三の實驗及び觀察について. 農学研究, 1935, 25: 195~220.

[3] 福島正三. コバネイナゴ及びヒメクササキの温度反. 進化, 1952, 4: 16~19.

[4] 大町文. イナゴの雄性生殖器とその分類學的意義について. 三重大學農学部學術報告, 1950, 1: 41~44.

[5] 田中正. アブラムシにおける生活様式の進化と翅型. 植物防疫, 1967, 21: 25~30.

[6] 岸本良一. ウンカの翅型と個體群動態. 植物防疫, 1967, 21: 31~34.

[7] Fujisaki K. Ecological significance of the wing polymorphism of the chinch bug, *Cavelerius saccharivorus* Okajima (Heteroptera: Lygaeidae). Res. Popul. Ecol., 1985, 27: 125~136.

[8] Tanaka S and Wolda H. Seasonal wing length dimorphism in a tropical seed bug; ecological significance of the short-winged form. Oecologia (berlin), 1987, 73: 559~565.

[9] 清水喜一. コバネイナゴの生態と要防除密度. 千葉の植物防疫, 1987, 39: 8~13.

[10] 市田忠夫. コバネイナゴの 生生態. 青森農試研報, 1992, 3297~113.

[11] Ando Y And Yamashiro, C. Outbreaks and delayed hatching after hibernation in the rice grasshopper, *Oxya yezoensis* Shiraki (Orthoptera: Catantopidae). Appl. Entomol. Zool., 1993, 28: 217~225.

[12] Roof D A. The evolution of flightlessness in insects. Ecological Monographs, 1990, 60: 389~421.

[13] Dixon A F G, Horth S and Kindlmann P. Migration in insects: cost and strategies. J. Anim. Ecol., 1993, 62: 182~190.

[14] Tanaka S. Allocation of resources to egg production and flight muscle development in a wing dimorphic cricket, *Modicogryllus confirmatus*. J. Insect Physiol., 1993, 39: 493~498.

[15] Zera A And Mole S. The physiological costs of flight capability in wing-dimorphic crickets. Proceedings of Memorial and International Symposium on Dispersal Polymorphism of Insects, Its Adaptation and Evolution, Okayama, Japan, 1994, 154~160.

[16] 福原 男. 水田にみろるわ直翅目害虫の見分け方(2). 植物防疫, 1982, 36: 571~575.