

18-22

19614(3)

第17卷第1期
1997年1月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 17, No. 1
Jan., 1997

大针茅草原蝗虫的群落结构和能流研究

邱星辉 李鸿昌

(中国科学院动物研究所, 北京, 100080)

5812

A

摘要 大针茅草原蝗虫的常见种类有11种, 其中7种属蝗亚科。毛足棒角蝗、短星翅蝗和鼓翅皱膝蝗、狭翅雏蝗分别构成蝗虫早、中、晚期的优势种类。蝗虫群落的物种丰富度及多样性指数在蝗虫的发生中期较高。蝗虫的次级生产力为 $5.18 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{a}$, 是地上净初级生产力的0.18%, 通过整个蝗虫群落的能流为 $16.84 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{a}$ 。不同的蝗虫种群在生态系统能流中具有不同的贡献, 其中毛足棒角蝗在整个蝗虫群落的能流中起着十分重要的作用, 通过它的能流占总能流的40.2%。从季节上看, 在蝗虫发生的后早期和中期, 通过蝗虫的能量较多, 大针茅草原蝗虫种群的生产量和呼吸量之比在30%~70%间, 平均为44.8%, 蝗虫的生长效率(P/A)在23%~41%间, 平均为30.9%, 不同种间存在一定差异。

关键词: 大针茅草原, 蝗虫, 相对丰富度, 群落结构, 能流。

草原生态学

THE STRUCTURE AND ENERGY FLOW OF GRASSHOPPERS ON *STIPA GRANDIS* GRASSLAND IN INNER MONGOLIA

Qiu Xinghui Li Hongchang

(Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100080, China)

Abstract There are 11 species of grasshoppers (Acridoidea) on the *Stipa grandis* grassland in Xiling Gol River region in Inner Mongolia. *Dasyhippus barbipes* (F.-W.), *Calliptamus abbreviatus* (Inkonn) and *Angaracris barabensis* (Pall), *Chorthippus dubius* (Zub.) are the early-, middle-, late-dominant species, respectively. The richness and diversity index is high in the middle periods of grasshoppers' emergence. The net production of the grasshoppers is $5.18 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ that accounts for 0.18% of the above ground primary production. The energy flow through the grasshoppers is $16.84 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$. The contributions to total energy flow by different grasshoppers are different with the highest (40.2%) by *Dasyhippus barbipes*. More energy passed through the grasshoppers during the late-early and medium periods of their emergence. There exists differences in ecological efficiencies among grasshopper species; $P/R=30\% \sim 70\%$ with mean of 44.8%, growth efficiencies (P/A) = 23%~41% with mean of 30.9%.

Key words: *Stipa grandis* grassland, grasshoppers, relative abundance, community structure, energy flow.

• 国家自然科学基金和中国科学院内蒙古草原生态系统定位站基金资助项目。

收稿日期: 1995-07-05, 修改稿收到日期: 1996-01-26

大针茅草原是欧亚大陆草原区温带干旱典型草原的主要植被类型之一,是重要的可更新资源。过度放牧造成的草地生产力下降等不良后果已引起人们的高度重视,草地生态系统的结构与功能及草地的持续发展利用途径的研究已成为草地生态学研究的重点。

蝗虫在温带草原区是主要的初级消费者,是生态系统中的重要组成成分。它与生态系统中的其它组成成分存在着相互作用和相互影响,它直接参与生态系统物质、能量流动和信息传递。蝗虫的群落结构和功能的研究是整体研究不可缺少的内容。昆虫能量学的研究内容已涉及陆生和水生的各种食性的昆虫,其研究现状及一般性规律 Wiegert^[1,2]有较详细的报道。蝗虫类的能量生态学研究工作也有开展^[3~6],邱星辉等对此做了综述^[3]。

本文报道大针茅草原蝗虫群落结构及功能之一的能流的研究结果。

1 材料与方法

1.1 研究地

研究地位于内蒙古锡盟白音锡勒牧场境内,为中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站所在地。样地为大针茅围栏样地。

1.2 数据采集与处理

1.2.1 植物取样 于1993年8月6日,在样地随机取样8个,每样方面积为1 m²。记录样方内各种植物的高度、生物量及总生物量。

1.2.2 蝗虫取样 从5月至9月每周在围栏内随机取蝗虫样,每次30样方,样方面积为1 m²,将蝗虫置于70%的酒精中带回,在室内鉴定其种类数量及年龄结构,并将之换算成生物量。用各次取样样本中蝗虫的数量总和来表示该蝗虫的丰盛度。

1.2.3 群落特征指数计算公式

$$\text{多样性指数 } H' = - \sum p_i \cdot \log p_i$$

$$\text{均匀性指数 } E = H' / \log_{10} S$$

其中: p_i 为某种蝗虫数量占总蝗虫数量之比, S 为蝗虫种类数。

1.2.4 蝗虫能流参数的计算

$$\text{第二性生产力 } P = M + \sum (N_i + N_{i-1})(W_i - W_{i-1}) / 2$$

种群呼吸能量消耗根据邱星辉等^[5]的研究结果确定用如下公式计算

$$R_i = 2.58 \times 3.74 \times N_i \times W_i^{0.797} \times (0.033 + 0.0024 t^2)$$

$$R = \sum (R_i + R_{i-1}) / 2 \times D_i$$

其中: M 为首次取样蝗虫的能量生物量, N_i 为蝗虫在时间 i 的个体数量, W_i 为蝗虫在时间 i 的平均体重, t 为取样区间的平均气温, 2.58 为 Wightman 系数^[7]。

2 结果与讨论

2.1 大针茅草原蝗虫的植被环境

由8月6日取样结果,样地中计有植物27种,群落多样性指数为($H' = 1.67$),均匀性指数为($E = 0.508$),草层高度达48 cm。

地上部分总生物量为154.2 g/m²,其中禾草类占82.3%,杂草占16.9%,灌丛占0.8%。大针茅占绝对优势,其生物量为总生物量的54.7%,其它生物量较高的种类还有羊草(18.5%)、落草(4.1%)、变蒿(1.7%)、知母(2.06%)、扁蓿豆(1.7%)、糙隐子草(4.9%)、冷蒿(0.4%)、黄囊苔草(1.8%)。

2.2 大针茅草原蝗虫的群落结构

2.2.1 蝗虫的种类组成及各种蝗虫的相对丰富度 全季节见有 11 种蝗虫，优势蝗虫种类为毛足棒角蝗，皱膝蝗及短星翅蝗，它们构成蝗虫总数量的 60%，总生物量的 70% 以上，各种蝗虫的生物量占总生物量的比例见表 1。

表 1 不同种类蝗虫数量和生物量的相对丰盛度
Table 1 The relative abundances of number and biomass for each grasshopper species

种类 Species	数量 Number	生物量 Biomass
斑腿蝗亚科 Catantopinae		
短星翅蝗 <i>Calliptamus abbreviatus</i> Inconn (Cal)	11.6%	17.7%
蝗亚科 Acridinae		
褐色雏蝗 <i>Chorthippus brunneus</i> (Thunb.) (CbT)	1.03%	1.1%
狭翅雏蝗 <i>Ch. dubius</i> (Zub.) (CdZ)	13.6%	5.5%
小翅雏蝗 <i>Ch. fallax</i> (Zub.) (CfZ)	3.2%	1.2%
毛足棒角蝗 <i>Dasyhippus barbipes</i> (F.-W.) (DbF)	44.4%	41%
条纹鸣蝗 <i>Mongolotettix japonicus vitatus</i> (Uv.) (Mjv)	5.2%	2.7%
宽须皱蝗 <i>Myrmeleotettix palpalis</i> (Zub.) (MpZ)	8.4%	2.7%
红腹牧草蝗 <i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charp.) (OhC)	6.9%	5.1%
斑翅蝗亚科 Oedipodinae		
鼓翅皱膝蝗 <i>Angaracris barabensis</i> (Pall) (AbP)	4.8%	20.7%
轮纹异瘤蝗 <i>Bryodemella tuberculatum dilutum</i> (Stoll) (Btd)	0.08%	0.7%
亚洲小车蝗 <i>Oedaleus asiaticus</i> B.-Bienko (OaB)	0.8%	1.6%

从蝗虫科属组成看，蝗亚科种类最多，有 7 种，其个体数量占总蝗虫数量的 82.72%，其生物量构成蝗虫总生物量的 59.3%；斑翅蝗亚科蝗虫有 3 种，其数量的相对丰盛度为 5.68%，因它们皆为大型种类，其生物量占总生物量的 23%，其中主要是鼓翅皱膝蝗；斑腿蝗亚科只有短星翅蝗一种，其相对丰盛度数量为 11.6%，生物量为 17.7%。

2.2.2 数量和生物量的季节动态 就某种蝗虫来看(以优势蝗虫毛足棒角蝗的季节特征为例,见图 1)其季节变动呈现以下特点:种群的数量和生物量开始时较低,随蝗卵的孵化和虫体的增长,蝗虫的数量生物量随之上升,到一定时间到达高峰,随后因蝗虫的死亡,种群数量和生物量下降;而平均体重则持续上升至后期稳定。

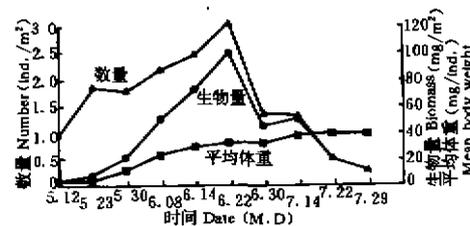


图 1 毛足棒角蝗的种群数量、生物量及个体平均体重

Fig.1 The number, biomass and mean body weight of the dominant grasshopper *Dasyhippus barbipes* population

大针茅草原蝗虫群落数量和生物量的季节变动趋势基本相同(图 2)，表现为 3 峰型，峰值出现在蝗虫发生的早、中、晚 3 个时期。第 1 个峰值在 6 月中下旬，与毛足棒角蝗的峰期相吻合。

第 2 个高峰出现在 7 月下至 8 月初，刚好是另两中期发生优势蝗虫鼓翅皱膝蝗及短星翅蝗的发生高峰。8 月下旬还有 1 小峰，恰为晚期优势种类狭翅雏蝗的发生盛期。

2.3 蝗虫群落的多样性和均匀性

蝗虫群落物种丰富度、多样性指数的季节动态表现为钟型曲线(图 3), 在蝗虫的发生中期, 蝗虫群落的多样性指数和丰富度达到最大值。此时正是植物种类丰富、生产力高的时期, 反映出蝗虫对其环境的适应, 尽可能的利用有利的时机发展其种群。蝗虫群落的均匀性指数在蝗虫发生的早期由于毛足棒角蝗占有绝对优势而较低, 随着蝗虫种类的增多, 蝗虫多样性指数值上升, 群落的均匀性增强; 至蝗虫的发生后期, 蝗虫种类较单一, 物种丰富度及蝗虫的多样性下降, 但因无明显的优势种群, 群落的均匀性达到最大。

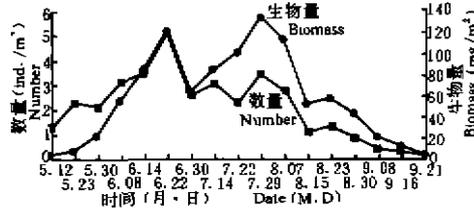


图 2 大针茅草原蝗虫总数量和生物量的季节动态

Fig. 2 The seasonal changes of the number and biomass of the grasshoppers in *Stipa grandis* grassland in 1993



图 3 大针茅草原蝗虫群落多样性指数(H')、均匀性指数(E)、物种丰富度(R)的季节动态

Fig 3 The index of community diversity (H'), evenness(E) and species richness(R) for grasshoppers on *Stipa grandis* grassland in 1993

2.4 蝗虫的能流

能流是指能量在生态系统中的行为, 它是评价生物在生态系统中重要性的有效指标^[8]。通过蝗虫的能流包括两个部分即蝗虫的呼吸量 and 生产量。根据取样数据, 计算出各种蝗虫的生产量和种群的呼吸量(见表 2)。

表 2 不同蝗虫种群的生产量、呼吸量及生态效率(kJ/m²·a)

Table 2 The production, respiration and ecological efficiencies for the grasshopper populations

种类 Species	生产量 P	呼吸量 R	能流 A	P/R (%)	P/A (%)
毛足棒角蝗(DbF)	1.6	5.17	6.77	31.01	23.67
宽须蚊蝗(MpZ)	0.13	0.41	0.54	30.93	23.62
条纹鸣蝗(Mjv)	0.25	0.36	0.61	69.36	40.95
鼓翅皱膝蝗(AbP)	0.99	1.96	2.95	50.24	33.44
亚洲小车蝗(OaB)	0.12	0.19	0.31	64.99	39.39
红腹牧草蝗(Ohc)	0.25	0.68	0.93	36.64	26.82
短星翅蝗(Cal)	1.28	1.89	3.18	67.91	40.45
小翅雏蝗(CfZ)	0.11	0.16	0.27	67.16	40.17
狭翅雏蝗(CdZ)	0.36	0.69	1.05	52.17	34.29
褐色雏蝗(CbT)	0.09	0.14	0.23	62.79	38.57
总和 Total	5.18	11.65	16.84		
平均 Mean				44.8	30.9

P: Production, R: Respiration, A: Energy flow.

2.4.1 次级生产力 次级生产力是评价生物在生态系统重要性的一个重要指标,它表征生物可为其他营养级的生物提供多少能量。蝗虫总的次级生产力为 5.18 kJ,是地上净初级生产力的 0.18%。

2.4.2 通过蝗虫的能流 通过整个蝗虫群落的能流为 16.84 kJ/m²·a。不同的蝗虫种群在生态系统能流中具有不同的贡献。从能流的角度可以把大针茅草原蝗虫大致分为:(1)优势种,有毛足棒角蝗(MbF)、鼓翅皱膝蝗(AbP)和短星翅蝗(CaI),通过它们的能流共为 12.90 kJ/m²·a,占能流总量的 76.65%,其中毛足棒角蝗占 40.2%,在整个蝗虫群落的能流中起着十分重要的作用。(2)附属种,如狭翅雏蝗(CdZ)、红腹牧草蝗(OhC)、条纹鸣蝗(Mjv)及宽须蚊蝗(MpZ)。(3)稀少种,通过它们的能流不到 0.5 kJ,如亚洲小车蝗(OaB)、小翅雏蝗(CfZ)、褐色雏蝗(CbT)和轮纹痂蝗(Btd)。

从季节上看(图4),在蝗虫发生的前中期,通过蝗虫的能量较多,这与蝗虫群落的生物量的季节动态有所不同。生物量仅为蝗虫现存量的一个度量,而群落能流是蝗虫种类、个体数量、生物量及环境条件的综合体现,反映出生态系统中通过蝗虫的能量的多少,因此众多学者指出,能流是评价生物在生态系统重要性的有效指标。

2.4.3 生态效率 大针茅草原蝗虫种群的生产量和呼吸量之比在 30%~70%间,平均为 44.8%,蝗虫的生长效率(P/A)在 23%~41%间,平均为 30.9%,不同种间存在一定差异。

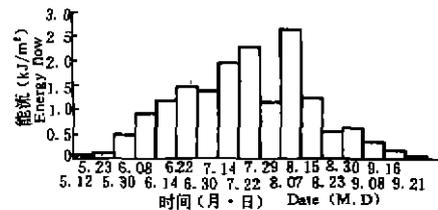


图4 蝗虫群落能流的季节动态(各点的值为取样区间的平均值, kJ/m²)

Fig. 4 The seasonal dynamics of energy flow through the grasshopper community (the values are means of each sampling interval)

参 考 文 献

- 1 Wiegert R G. Energy dynamics of the grasshopper population in old field and alfalfa field ecosystems. *Oikos*, 1965, 16: 161~176
- 2 Wiegert R G, Petersen C E. Energy transfer in insects. *Ann. Rev. Entomol.*, 1983, 128: 455~486
- 3 邱星辉, 李鸿昌. 蝗虫能量生态学研究进展. 青年生态学者论丛(二)昆虫生态学研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 107~113
- 4 邱星辉, 李鸿昌. 草原生态系统狭翅雏蝗种群的能量动态. *生态学报*, 1993, 13(1): 1~8
- 5 邱星辉, 李鸿昌, 杨宗贵. 狭翅雏蝗的呼吸代谢及其种群的呼吸能量消耗. *昆虫学报*, 1994, 37(4): 417~425
- 6 Kohler G et al. *Ecological Energetics of Central European Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae)*. *Oecologia (Berl.)*, 1987, 74: 112~121
- 7 Wightman J A. Why insect energy budgets do not balance? *Oecologia (Berl.)*, 1981, 50: 166~169
- 8 Odum E P, et al. Population energy flow of three primary consumer components of old field ecosystems. *Ecology*, 1962, 43: 88~96