

高原生物学集刊

ACTA BIOLOGICA PLATEAU SINICA

第8集 No. 8

中国科学院西北高原生物研究所 编辑

1988



科学出版社

Q152.4

6-5(1)

《高原生物学集刊》编辑委员会

主 编: 夏武平

副主编: 李家藻 印象初

编 委: (以姓氏笔划为序)

马世骏	王祖望	王香亭	左克成	吕忠恕
许光辉	李 博	沈南英	汤彦承	陈集贤
杨永昌	卓正大	罗泽浦	周 俊	周炳南
胡旭初	娄朋逊	俞维乐	郭本兆	黄自立
黄华轩	褚新洛	鲁子贤	傅坤俊	

高原生物学集刊

第 八 集

ACTA BIOLOGICA PLATEAU SINICA

No. 8

中国科学院西北高原生物研究所 编辑

*
科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1989年3月第一版 开本: 787×1092 1/16

1989年3月第一次印刷 印张: 12 3/8 插页: 1

字数: 6001—910 字: 273,000

ISBN 7-03-000866-9/Q·137

定价: 14.10元

R 152.4

6.1-181

高原生物学集刊 第8集

(1988年)

目 录

宁夏枸杞花芽发育的研究	康文隽、韩永忠 (1)
高寒灌丛中赤胸林蚁蚁巢空间格局的初步研究	李连斌、翟志刚 (5)
长江上游鱼类的新属、新种和新亚种	武云飞、吴翠珍 (15)
宁夏两栖爬行动物的调查及区系研究	黄永昭 (25)
黑颈鹤繁殖技术的研究	廖炎发、年光灿、邱力东 (35)
中国黑颈鹤越冬种群的研究	李德浩、周志军、吴至康、王友辉、李筑眉 (41)
长嘴百灵繁殖生物学的研究	邓合黎、张晓爱 (51)
高寒草甸5种雀形目留鸟体重的季节变化	张晓爱、邓合黎 (59)
高寒草甸几种晚成性鸟卵组成成分的比较研究	张晓爱、邓合黎、林鸣 (67)
红耳鹎的一新亚种——墨脱亚种	李德浩、王祖祥 (73)
放牧藏系绵羊营养状况的初步研究	王启基、皮南林、赵新全、张堰青 (77)
高寒草甸草场不同放牧强度下藏系绵羊对牧草资源利用的主成分分析	赵新全、王启基、皮南林 (89)
卵叶扁蕾的化学成分	张晓峰、丁经业 (97)
沙棘属植物的化学研究 I. 青海省的沙棘类型及其果实中的抗坏血酸	杨海荣、王生新、苏锡晓 (101)
沙棘属植物的化学研究 II. 青海沙棘果实中抗坏血酸的动态分布研究	杨海荣、王生新、苏锡晓 (109)
青海高原几种野禽的血清蛋白和血红蛋白的电泳分析	张才骏、方之励 (115)
青藏高原青海地区牛和牦牛血红蛋白的多态性研究	张才骏 (123)
矮嵩草草甸植物净光合速率变化的研究	张树源 (133)
三十烷醇对燕麦种子萌发和根系生长发育的作用	白雪芳、张树源 (141)
白桦天然次生林生产力的研究	萧 瑜 (147)
一个高寒牧区经济生态系统中人口结构分析	蒋志刚、皮南林 (159)
一个高寒牧区经济生态系统未来人口发展过程的动态模拟	蒋志刚、皮南林、崔远萍 (167)
能流的投入产出模型——一个高原经济生态系统的实例	蒋志刚、皮南林、王占元、崔远萍 (181)
山西蛇类一新纪录——王锦蛇	黄永昭 (195)

CONTENTS

The floral bud differentiation of <i>Lycium barbarum</i> L.	Kang Wenjun and Han Yongzhong (4)
The preliminary study on the patterns of distribution of the red-thorax forest ant (<i>Formica</i> sp.) nests in alpine shrubbery.....	Li Lianbin and Zhai Zhigang (13)
Description on a new genus, a species and two subspecies of fishes from the upper reaches of Changjiang River, China	Wu Yunfei and Wu Cuizhen (23)
Studies on the herpetofauna Hui Autonomous Region of Ningxia	Huang Yongzhao (34)
A study on breeding technique for black-necked cranes	Liao Yanfa Nian Guangcan and Qiu Lidong (40)
Studies on wintering areas and population of black-necked crane in China	Li Dehao, Zhou Zhijun, Wu Zhikang, Wang Youhui and Li Zhumei (49)
Studies on breeding biology of the Long-billed calandra lark	Deng Heli and Zhang Xiaoli (58)
Seasonal variation in body weight of five species of resident small passerines in alpine meadow	Zhang Xiaoli and Deng Heli (65)
A comparative study on compositions of eggs of several altricial passerine birds in alpine meadow	Zhang Xiaoli, Deng Heli and Lin Ming (72)
A new subspecies of Red-whiskered bulbul— <i>Pycnonotus jocosus motuensis</i>	Li Dehao and Wang Zuxiang (76)
The preliminary study on nutrition state for the grazing tibetan sheep.....	Wang Qiji, Pi Nanling, Zhao Xinquan and Zhang Yanqing (87)
The principal components analysis of herbage resources utilized by tibetan sheep under different stocking rate on alpine meadow	Zhao Xinquan, Wang Qiji and Pi Nanlin (95)
Isolation and identification of the compounds from <i>Gentianopsis paludosa</i> ovato-deltaidea	Zhang Xiaofeng and Ding Jinye (100)
Chemical studies on plants of <i>Hippophae</i> L. I. The main types of <i>Hippophae rhamnoides</i> growing in Qinghai province and the contribution of ascorbic acid in their fruits	Yang Hairong, Wang Shengxin and Su Xixiao (108)
Chemical studies on plants of <i>Hippophae</i> L. II. The regularity of dynamic contribution of ascorbic acid in sea-buckthorn fruits	Yang Hairong, Wang Shengxin and Su Xixiao (113)
Electrophoretic analysis of serum protein and haemoglobin of several wild birds on the Qinghai plateau	Zhang Caijun and Fang Zhili (121)
Studies on the haemoglobin polymorphism of cattle and yak in Qinghai region on the Qinghai-Tibetan plateau	Zhang Caijun (132)
Diurnal variation of net photosynthetic rate in individuals of <i>Saussurea superba</i> and populations in a <i>Kobresia humilis</i> meadow	Zhang Shuyuan (139)
The effect of n-triacontanol solution on germination and root growth of oats seeds	Bai Xuefang and Zhang Shuyuan (145)
Studies on productivity of natural secondary <i>Betula platyphylla</i> forest.....	Xiao Yu (157)
Demographic analysis of an alpine economic ecological system	Jiang Zhigang and Pi Nanling (165)
Dynamical simulation of the human population in an alpine economic ecological system	Jiang Zhigang, Pi Nanling and Cui Yuanping (179)
Input-output model for energy flow with special reference to a plateau economic ecological system	Jiang Zhigang, Pi Nanling, Wang Zhanyuan and Cui Yuanping (194)
A new record of the snakes of Shanxi, China— <i>Elaphe carinata</i> (Guenther)	Huang Yongzhao (195)

宁夏枸杞花芽发育的研究

康文隽 韩永忠

(兰州大学生物系)

宁夏枸杞 (*Lycium barbarum* L.) 是一种著名的药用植物,原产我国北部。以宁夏和天津栽培最多,现在其他地区也广泛栽培。其果实中药称“枸杞子”,有滋肝补肾、润肺、明目等作用;同时还含有人体需要的多种营养成分,如维生素 A、维生素 B₁、核黄素、抗坏血酸,烟酸,钙、磷、铁等,是畅销国内外的滋补药(《中国植物志》第六十七卷,1978)。枸杞子的产量与其花芽的分化发育有关,因此弄清其花芽的发育过程,便可为定向控制其分化发育提高枸杞子的产量,提供花芽在形态建成方面的依据;同时,还可为植物形态学和植物分类学提供有关的资料。

一、材料和方法

实验材料为兰州大学校园栽培的宁夏枸杞。5月上旬开始固定当年生新枝(长枝)的顶芽,每3天固定1次材料,直到5月下旬为止。固定液为 FAA。用埃氏苏木精进行整体染色。用石蜡切片法制成纵、横连续切片,厚度8微米。

二、观察结果

宁夏枸杞的花芽,在一年生和二年生的长枝及在其上分生的短枝上,均有分化。长枝为无限生长,每个叶腋着生1—2朵花;短枝为有限生长,其节间极度缩短,以致分辨不出节和节间,通常2—6朵花簇生。短枝一般只见2叶,与长枝的叶共同包围簇生花,较长枝的叶小。

当营养生长到一定时期,花芽原基开始分化。从顶端营养生长锥算起,在第4—5个叶原基腋内,首先形成一个圆锥状的类似营养生长锥的突起,继之伸长,其顶端变平,纵切面呈梯形(图版1,1)。随着第1个花芽原基不断增大和分化,当其花萼原基形成时,在同一叶腋中开始分化出第2个花芽原基(图版1,4)。也就是说,同一叶腋内的几朵花的分化发育表现出不同时性。

宁夏枸杞各花部发育情况观察如下:

1. 花萼原基的分化和发育

花芽原基形成后,在其平宽的顶端生长锥四周的边缘,细胞进行等速分裂,形成一个环状突起,即花萼原基(图版 I, 3)。纵切面上呈 2 突起(图版 I, 2)。以后,环状花萼原基不断伸长、加粗,到顶端逐渐靠拢(图版 I, 4),最后靠合在一起,形成一个完全封闭的套状结构(图版 I, 5、6)。当内部的花冠原基、雄蕊原基及雌蕊原基均分化出来后,将极小的花蕾置于解剖镜下观察,则可清楚地看到,套状花萼由顶端向下,先在一侧纵向开裂至花萼中部,接着另一侧也同样纵裂至中部,形成等大或不等大的 2 个花萼裂片。这一情况,在幼花的纵切片上,花萼的顶部也清楚可见(图版 I, 9a)。

2. 花冠-雄蕊原基的发生及发育

当花萼原基生长到一定高度之后,才在花芽中央突出的生长锥四周,几乎同时出现内外 2 轮各轮 5 个小突起,纵切面上各见 2 个(图版 I, 5、6)。此即花冠-雄蕊原基,外轮为花冠原基,内轮为雄蕊原基。花冠原基早期生长较慢,到心皮原基出现之后,其生长速度加快,逐渐超过雄蕊的高度(图版 I, 9、10)。5 个花冠原基进行伸长和加宽生长,逐渐变扁,上部发育成 5 个花冠裂片,呈覆瓦状排列(图版 I, 11)。各花冠原基的下部则向两侧扩展,彼此愈合形成花冠筒,因其为后天愈合,故缝合线明显可见;内轮 5 个与花冠原基互生的雄蕊原基(图版 I, 8),其各原基的下部进行居间生长,逐渐伸长形成花丝,花丝不等长。各原基的顶端分生组织则进行各个方向的分裂,形成膨大的花药原始体,发育成花药。每个花药具 4 个花粉囊,药隔两侧各 2 个,在每个花药的横切面上呈蝶状(图版 I, 11)。雄蕊的花丝与花冠筒贴生,与花冠裂片相间排列。

在少数花芽中,我们还观察到有 4 个或 6 个花冠-雄蕊原基的情况,成熟时形成 4 个花冠 4 个雄蕊或 6 个花冠裂片 6 个雄蕊。

3. 雌蕊原基的发生及发育

当雄蕊原基长到一定的高度时,花芽中央下陷的顶端分生组织进行分裂,形成一个半球状突起(图版 I, 7),即雌蕊原基。接着在雌蕊原基的两侧形成 2 个心皮原基(图版 I, 9)。2 原基的基部先天性愈合,进行伸长和加粗生长,形成膨大的子房。在 2 心皮的 2 个愈合处,各向子房中央延伸生长,形成隔膜和中轴胎座,子房 2 室。由于其子房仅由心皮组织发育而成,独立着生在花托顶部,故为上位子房(图版 I, 10)。中轴胎座的 4 条腹缝线上,各分化出 1 行胚珠原基(图版 I, 10); 2 心皮原基的上部,以伸长生长为主,在生长过程中,两原基相邻的 2 边缘彼此愈合,最后发育成花柱和柱头,柱头 2 裂,稍膨大。柱头表面和花柱道中,均由腺性细胞组成。

以上所述,是宁夏枸杞正常花各花部发育的一般情况。

在我们实验观察过程中,发现宁夏枸杞的花与花之间还出现各花部不同程度的联合现象。通常为两花联生。各花部联生的情况又有各种各样:两花柄部分联生,两花柄全部联生;花柄联生,花萼部分或全部联生;花柄、花萼全部联生,花冠部分或全部联生;花柄、花萼、花冠全部联生,雄蕊结合为 1 组(10 个);其他花部全联合、雌蕊部分联生(子房),最后花柱、柱头全部联合。导致这种联生现象的原因目前尚不清楚,两花联生后,尤

其是雌蕊联生后,是否影响“枸杞子”的产量等问题,均待进一步实验观察和研究。因为这一联生现象在成熟花中占的比例不是很小,因而引起了我们的注意。

三、小结和讨论

(1) 宁夏枸杞各花部分化的顺序是:花萼、花冠-雄蕊及雌蕊。这一过程与棉属 (*Gossypium*) (南京农学院等,1978) 相同;与龙眼 (*Euphoria longan* (Lour.) Steud.) 花部分化的顺序(花萼、雄蕊、雌蕊及花冠)(梁天干等,1965) 及胜利油菜 (*Brassica campestris* L. cv. shenli) 花部分化顺序:花萼、雌-雄蕊、花瓣(南京农学院等,1978) 均大不一样;而与瓜类植物(康文雋,1987)、天麻 (*Gastrodia elata* Bl.)、柑橘属 (*Citrus*) 植物 (Chas. E. Abbott, 1935) 以及同科的辣椒 (*Capsicum annuum* L. var. *fasciculatum* (Sturt.) Irish), 虽然均属向心分化,但上述这些植物的花部分化过程中,是花冠原基分化出现之后才开始分化雄蕊原基,也就是说,花冠与雄蕊原基之间有一间隔期。而宁夏枸杞则是花冠-雄蕊原基同时出现,即无间隔期。由上可知,不同科的植物其花部分化的顺序可能相同,也可能不同,似乎没有什么规律,而是取决于各类植物的遗传性。同一科的植物,其花部分化情况基本相同或大同小异,如我们实验观察的葫芦科的9种植物及正在实验研究的几种茄科植物就是如此。

(2) 茄科植物的花萼通常是5个裂片。我们在辣椒、茄子 (*Solanum melongena* L. *esculentum* Nees)、卵果青杞 (*Solanum septemlobum* Bunge. var. *ovoidocarpum* C. Y. Wu et S. C. Huang) 等植物花芽发育的观察中,所看到的也都是5个花萼原基。而宁夏枸杞的花萼原基则是一开始分化即为一环状突起,且在环状萼原基的横切面上看不见有合缝线的痕迹,而是一个完整的环(图版 I, 3), 只是在后期萼筒的横切面上,在相当于花萼裂片主脉的位置,能见到大致均匀地分布着5个维管束(图版 I, 8、11)。由此可知,宁夏枸杞的环状花萼原基是由5个原基先天性愈合而成。这是一个进化性状。在发育早期,环状花萼原基形成一个封闭式的套状花萼,直到其内部的其他各花部分化出来之后,才由顶端向下开裂至花萼中部,形成2个裂片。我们认为这是适应性的进化特征,因宁夏枸杞原产宁夏、甘肃、青海、新疆、内蒙古等省(区),气候条件比较严酷,封闭的套状花萼可为其内部的各个花部的发生和发育创造一个比较稳定的良好环境,以利于生殖器官的形成,保证其种族的生存和繁衍。现在宁夏枸杞虽已广泛栽培,但这一特征仍然保留了下来。而在栽培历史很长的辣椒、茄子等的花芽中,则未见有套状花萼的形成。

(3) 宁夏枸杞为上位子房,2心皮2室的中轴胎座(图版 I, 10)。这与前人观察的结果一致(李文钊等,1979)。而与我们在同科的辣椒中观察的结果有些差异,辣椒的子房通常由2—3心皮构成,稀为5心皮。无论在子房还是在成熟果实的纵、横切面上,均清楚地见到下部为中轴胎座,上部为侧膜胎座。也就是说,在辣椒子房发育过程中,由下而上隔和中轴逐渐消失,胎座位置由中央向外移至靠近子房内壁处。由此可见,茄科植物中,不同属种的植物其心皮数目和胎座情况也是有差别的。

另外,茄科植物的花通常为5基数,花萼、花冠裂片及雄蕊一般均为5个,唯心皮常为2,子房2室。假酸浆属 (*Nicandra* Adans.) 子房3—5室(《中国植物志》第六十七卷,1978)。我们在辣椒中也见到不少3室3柱头者,稀具5柱头。因此,是否可以设想:茄科

高寒灌丛中赤胸林蚁蚁巢空间格局的初步研究*

李连斌 翟志刚

(中国科学院西北高原生物研究所)

昆虫种群空间格局的研究,是昆虫种群生态学所关注的一个基本课题。国内外学者曾做过大量的工作。然而,有关蚂蚁种群空间格局研究的报道,国内很少见到。有关青藏高原蚂蚁种群空间格局的研究,尚无人做过。我们通过对赤胸林蚁(*Formica* sp.) 蚁巢在高寒灌丛中空间格局的研究对定量描述该种群在空间的配置,定量确定高寒草甸生态系统中通过该种群的能流和物流,进一步了解赤胸林蚁的生态学特性,均具有一定的意义。

昆虫种群的分布格局有两大类型。

1. 随机分布型。在自然界中较少见到,常用的理论模型有泊松分布。

2. 非随机分布型,又分两种。

(1) 规则分布型。自然界中极少见到。当种群密度极高、种内竞争非常激烈的地区,也出现此种分布(Clark 等, 1954),其理论模型为均匀分布。

(2) 群集分布型。自然界中普遍存在,是大多数昆虫种群的空间分布型。常用的理论模型有负二项分布、奈曼 A 型分布和泊松-二项分布。

此项工作于 1986 年 10 月, 1987 年 4—5 月期间,在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站进行。本文初探了赤胸林蚁蚁巢在高寒灌丛中的空间格局,并结合高寒灌丛不同组成成分的差异与赤胸林蚁的生活习性,对该物种种群分布格局进行了分析。

一、自然概况

中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站地处青藏高原(北纬 $37^{\circ}29'$ — $37^{\circ}45'$, 东经 $101^{\circ}12'$ — $101^{\circ}33'$), 平均海拔高度 3200—3500 米。年平均气温 0.6°C , 年降水量为 531.6 毫米, 年平均风速为 1.7 米/秒。其中气温稳定通过 5°C 是从 5 月上旬到 9 月底。牧草生长期为 130—140 天, 全年无霜期 31 天或无绝对无霜期, 具有明显的高原大陆性气候特点(杨福国, 1982)。植被类型具有高原地带性, 以高寒灌丛和高寒草甸为主(简称灌丛、草甸)。灌丛以金露梅(*Dasiphora fruticosa*)、山生柳(*Salix oritrepha*) 为主, 多分布在滩地、山

本文 1987 年 9 月 26 日收到。

* 本文承蒙王祖望研究员、周立副研究员、张尧爱先生审阅。工作中曾得到赵新全、苏建平、窦丰满、胡德夫等同志帮助, 谨此致谢。

地阴坡。其土壤为高山灌丛土,土层较厚,有机质丰富(周兴民,1982)。赤胸林蚁在海北高寒草甸生态系统定位站所处的门源县凤匣口地区的灌丛和草甸上广泛分布。它具有营巢习性,是一种土栖的社会性昆虫,在高寒草甸生态系统中属消费者范畴(翟志刚,1986)。

二、研究方法

1. 用随机取样法取样调查。样方面积分别为 6.25×6.25 米、 12.5×12.5 米和 25×25 米 3 种,各取 161 个、115 个和 192 个,人工统计其中的蚁巢数量。统计蚁巢数量时,以有赤胸林蚁活动或有明显活动迹象的巢数为准,废弃的蚁巢不计数。

2. 每一类样方取 10 个、20 个、30 个……100 个,分别计算其蚁巢数平均值,并在直角坐标系内做样方数与蚁巢平均数的曲线。当随着取样数的增加,该曲线逐渐趋于稳定,即变化在 10% 以内时,可认为此时的取样数得到的样本特征值可以估计总体,即为最小样本数 (Kershaw, 1973)。

3. 全部数据在 SHARP PC-1501 袖珍计算机上处理。

三、结 果

1. 取样数的确定 由图 1 可见,当 3 种取样的取样数均超过 70 个时,其移动均数曲线变化均趋于稳定,变化仅在 10% 以内。所以,当取样数超过 70 (即 $N > 70$) 时,样本就可以代表总体了。

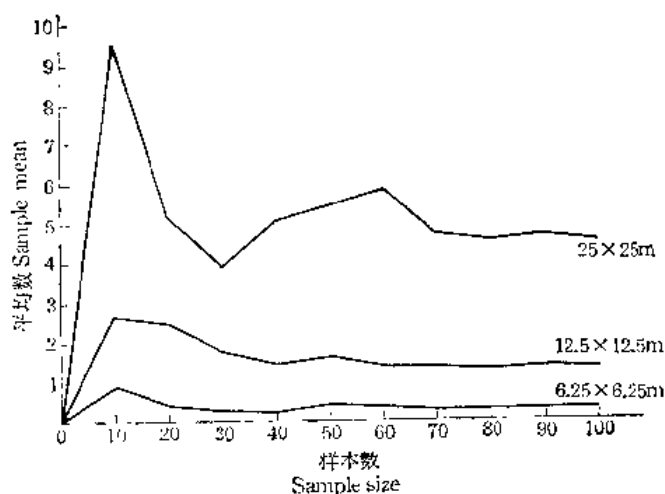


图 1 样本数增加时移动均数曲线

Fig. 1 The curve of travelling mean when sample size changes.

2. 理论分布模型拟合实际蚁巢频数: 用负二项、奈曼 A 型、泊松-二项和泊松分布的概率分布拟合结果见表 1、图 2。

经 X^2 检验,赤胸林蚁蚁巢在灌丛中的格局,当样方面积为 6.25×6.25 米时,符合泊松-二项分布; 12.5×12.5 米时,符合负二项分布、泊松-二项分布、泊松分布,其中与负二项分布拟合最佳; 25×25 米时,符合负二项分布、泊松-二项分布,其中与负二项分布拟

表1 赤胸林蚁巢空间格局拟合数据的结果

Table 1 Results of the fit of spatial patterns of data in the red-thorax forest ant nest.

样 本 Sample	蚁巢数 Ant nest number	实际频数 Observed frequency	泊松-二项分布 理论值 Expected frequency of Poisson- binomial distribution	泊松分布 理论值 Expected frequency of Poisson distribution	负二项分布 理论值 Expected frequency of Negative binomial distribution	奈曼A型分布 理论值 Expected frequency of Neyman A distribution
6.25×6.25m	0	130	128.857	120.526	129.900	97.151
	1	17	19.780	34.840	21.172	38.357
	2	12	10.435	5.094	6.390	16.665
	3	2	1.446	0.501	2.241	6.024
	累计卡方	SumX ²	0.849	23.732	7.569	26.992
12.5×12.5m	0	36	31.504	28.856	31.288	22.111
	1	30	38.028	39.897	38.780	34.194
	2	26	25.717	27.580	25.689	28.609
	3	16	12.572	12.711	12.453	17.076
	4	6	4.922	4.394	4.863	8.114
	5	1	2.211	1.215	1.630	3.255
	累计卡方	SumX ²	3.059	5.791	2.366	11.684
25×25m	0	7	4.931	2.200	4.230	0.184
	1	17	14.079	9.830	13.889	1.063
	2	18	24.077	21.963	24.642	3.259
	3	24	30.487	32.716	31.326	7.030
	4	37	31.474	36.443	31.946	11.939
	5	30	27.811	32.678	27.757	16.960
	6	21	21.699	24.346	21.325	20.920
	7	17	15.261	15.549	14.851	22.979
	8	9	8.243	8.691	9.543	22.889
	9	9	4.363	4.381	5.732	20.958
	10	0	2.576	1.931	3.251	17.826
	11	1	1.309	0.785	1.754	14.205
	12	1	0.658	0.293	0.907	10.676
	13	0	0.658	0.101	0.451	7.511
	14	1	0.138	0.032	0.217	0
	累计卡方	SumX ²	19.286	57.530	16.111	732.882

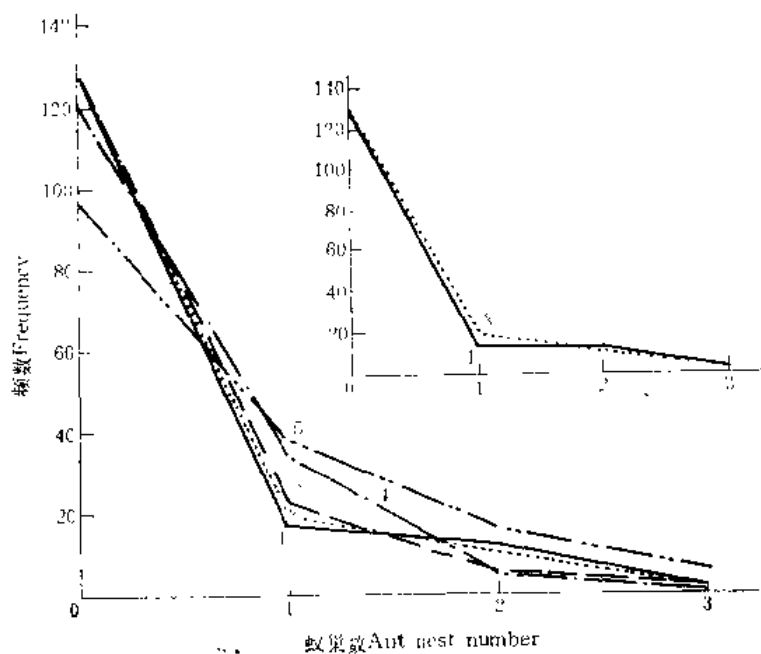
合最佳。

3. 聚集强度：以扩散指标 I_d 、扩散系数 C 、平均拥挤度 $\bar{M}^*$ 、Lloyd 聚集性指标 $\bar{M}/M$ 和参数 C_A 几种聚集度指标，分别进行比较（索思伍德，1984；皮洛，1978；邱祥光，1985），（表 2）。

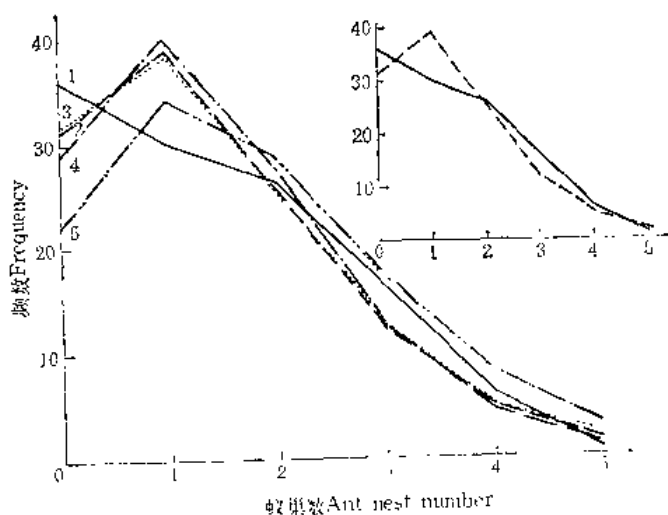
$$C_A = \frac{V - M}{M^2} \quad \bar{M}^* = \frac{V - M + M^3}{M}$$

$$C = \frac{V}{M} \quad \bar{M}/M = \frac{V - M + M^3}{M^3}$$

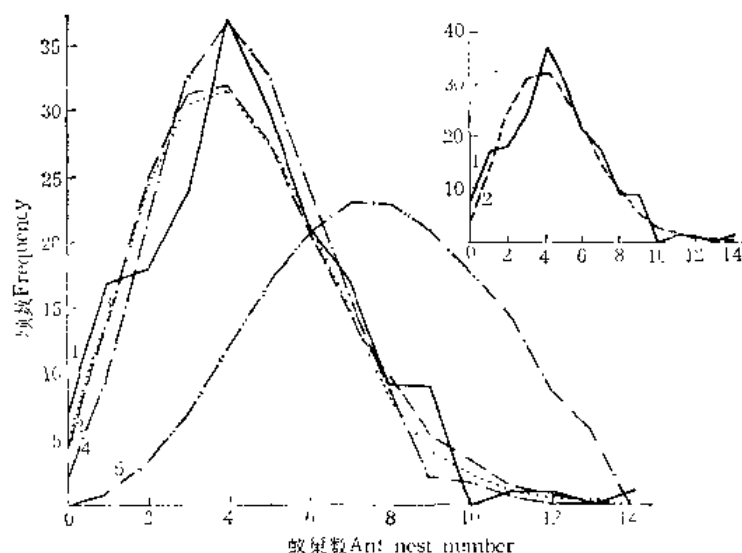
$$I_d = \frac{V - M + M^3}{M^4} \cdot \frac{N}{N - 1}$$



A



B



——— 实测频数曲线 The curve of observed frequency
 - - - - - 负二项分布理论曲线 The curve of expected frequency of Negative binomial distribution
 泊松-二项分布理论曲线 The curve of expected frequency of Poisson-binomial distribution
 - · - · - 泊松分布理论曲线 The curve of expected frequency of Poisson distribution
 - - - - - 奈曼A型分布理论曲线 The curve of expected frequency of Neyman a distribution

图2 赤胸林蚁蚁巢实测频数曲线和理论频数曲线的比较,右上角图为最佳理论拟合。

A. 6.25×6.25 米; B. 12.5×12.5 米; C. 25×25 米。

Fig. 2 The comparison of the difference between observed frequency curve and expected frequency curve of the red-thorax forest ant nest. The best fit is shown in the right above in each figure. A. 6.25×6.25 m; B. 12.5×12.5 m; C. 25×25 m.

负二项分布的K值,其中M为样本平均数、V为方差,N为样本总数。从表2可见,赤胸林蚁蚁巢的空间格局属于聚集型格局。 6.25×6.25 米, 12.5×12.5 米和 25×25 米3种取样中,其 C_A 均大于0, C 均大于1, I_e 均大于1。但聚集强度不高。在 12.5×12.5 米和 25×25 米两种取样时,尽管与负二项分布拟合最佳,但K值均偏大,分别为10.9038和12.3754,均大于8,据此可认为其聚集强度不高。但是, C 、 I_e 超过1达到什么程度才算是聚集分布? 可借F检验得出结论,见表3。

可见以 6.25×6.25 米和 25×25 米为取样单位时,赤胸林蚁蚁巢的概率分布与随机分布差异显著,而呈聚集分布,与本文所述的理论结果相符。以 12.5×12.5 米为取样单位时,赤胸林蚁蚁巢的概率分布与随机分布的差异不明显,也与前面的理论拟合结果相符。值得注意的是,此时不能仅以赤胸林蚁蚁巢的概率分布与随机分布的差异不明显而断定是随机分布。表1的结果表明,此时赤胸林蚁蚁巢的概率分布同时符合负二项、泊松-二项和泊松分布3种分布,并且与负二项分布拟合最佳。

表 2 各种样本的分布参数

Table 2 Distribution parameters of the sample.

样 本 Sample	样本数 N Sample size	扩散系数 C Dispersal index	平均数 M Sample mean	方 差 V Sample variance	平均拥挤度 $\bar{M}$ Mean crowding	聚集性指标 $\bar{M}/M$ Contagion index	森下指数 I_o Morisita's index	参 数 ρ Parameter	久野指数 C_A Kun's index	负二项分布的K值 K Negative binomial distribution's K
6.25×6.25 m	161	1.4740	0.2919	0.4303	0.7660	2.6242	2.6407	2.6242	1.6243	0.3657
12.5×12.5 m	115	1.1270	1.3826	1.5580	1.5095	1.0918	1.1013	0.6817	0.0918	10.9038
25×25 m	192	1.3611	4.4688	6.0824	4.8299	1.808	1.0865	1.0759	0.0808	12.3754

表 3 赤胸林蚁属的扩散系数C、森下指数 I_o 的F检验Table 3 The F-test of dispersal index C and Morisita's index I_o for the red-thorax forest ant nest.

样 本 Sample	样 本 数 N Sample size	扩散系数 C Dispersal index	森下指数 I_o Morisita's index	自 由 度 n Freedom	$F_{0.05}$	F 检 验 F-test
6.25×6.25m	161	1.4740	2.6407	$n_1 = 160$ $n_2 = \infty$	1.1380	$C = 1.4740 > F_{0.05} = 1.1380$
12.5×12.5m	115	1.1270	1.1013	$n_1 = 114$ $n_2 = \infty$	1.2302	$C = 1.1270 < F_{0.05} = 1.2302$
25×25m	192	1.3611	1.0865	$n_1 = 191$ $n_2 = \infty$	1.18	$C = 1.3611 > F_{0.05} = 1.18$

四、讨 论

1. 格局的成因与意义：赤胸林蚁蚁巢空间格局的分布模型，并非数学上的巧合，而是该种群的生物学特性与环境因子综合作用的结果。

(1) 聚集的原因：赤胸林蚁的扩散，主要是以老种群(老蚁巢)为基础，向四周扩散，建立新的种群(新蚁巢)。在建立新的种群时，该种群对周围环境有主动选择的能力。它们对周围环境差异性的反应较为敏感。风匣口地区灌丛可按地形不同分为滩地灌丛和阴坡灌丛。在这两种生境中，赤胸林蚁种群密度、蚁巢数量、蚁巢密度、蚁丘高度、蚁丘体积及枯草层厚度都明显不同。滩地灌丛中，水热条件较好，植物种类丰富，层次结构多，盖度大，微环境相对稳定。因而为更多的昆虫提供了食物和栖息空间。这里的昆虫种类较多，有 86 科 240 种(吴亚等，1982)，数量也较大，相应地供赤胸林蚁取食的昆虫也较多。而在阴坡灌丛中，水热条件，光照，植物种类，植株高度，盖度，昆虫的种类和数量(仅 43 科 68 种，吴亚等，1982)均不及滩地灌丛。生态因素的综合作用，使不同生境下的赤胸林蚁的若干指标亦不相同(表 4)。据此可言，赤胸林蚁蚁巢在灌丛中的空间分布型呈一定的聚集是该物种延续，选择生境以及诸多环境因素共同作用的结果。

(2) 分散的原因：赤胸林蚁是一种社会性昆虫，不同蚁巢的蚂蚁之间有严格的隔离，不能互相串巢，否则将发生搏斗。因此其蚁巢的聚集密度不可能太高。在蚁巢密度低的情况下，其分布逼近随机分布具有积极意义，可以尽量减少种群间的竞争。实际上，赤胸林蚁在灌丛中的蚁巢密度还不算高，平均每公顷为 70—80 个，与我们调查中发现的个别高达每公顷 140 个左右的地区相差甚远。蚁巢密度不高(平均值仅及实际观测最大值的一半)时，概率分布呈一定的聚集性。可以设想，如果蚁巢密度增至很高时，则可能因种内竞争加剧而概率分布呈均匀分布(Clark 等，1954)。由于蚁巢密度不高，就有比较丰富的

表 4 不同生境下的赤胸林蚁

Table 4 The red-thorax forest ant in different habitats.

生 境 Habitats	主要植物 Main plants	植物高度 Plant height (cm)	植物盖度 Plant coverage (%)	平均密度 (巢/公顷) Average density (nest/ha)	平均数量 (头/巢) Average number (individ/ nest)	蚁丘高度 Ant hill height (cm)	蚁丘体积 Ant hill physical volume (m ³)	枯草层厚度 Withered grass layer thickness (cm)
滩地灌丛 Plain shrubbery	<i>Desiphora fruticosa</i> <i>Kobresia humilis</i>	5—50	70—100	79.4	13468	22.5	0.05	9.4
阴坡灌丛 Shrubbery on the north slope	<i>D. fruticosa</i> <i>salix</i> sp. <i>Kobresia capillifolia</i>	20—30	60—70	50.5	7721	13.6	0.03	5.7

生存和繁殖的空间,再加上赤胸林蚁种群的巢域性较明显,导致了其蚁巢在灌丛中的分布逼近随机分布。

赤胸林蚁在生态系统中属消费者范畴。主要取食双翅目(Diptera)、鳞翅目(Lepidoptera)、鞘翅目(Coleoptera)的部分幼虫和成虫,也取食直翅目(Orthoptera)蝗虫的卵,食物资源在空间的分布对它的分布格局有很大的影响。同时,赤胸林蚁又被青藏高原上的大部分鸟类取食,如角百灵(*Eremophila alpestris elwesi*)、褐背地鸦(*Pseudopodoces humilis*)、小云雀(*Alauda gulgula inopinata*)等等。在赤胸林蚁的整个活动期,经常可以看到上述鸟类在蚁丘顶部刨食蚂蚁。解剖角百灵的嗉囊,曾发现其中有百头左右的赤胸林蚁。另外,赤胸林蚁的体外还寄生着螨类。Price (1975) 认为捕食作用或寄生现象似乎最有可能成为密度制约因素(density dependent factor)。鸟类和寄生螨的抑制作用,作为赤胸林蚁种群的不利效应,随种群密度的增加而加大。鸟类的觅食能力很强,寄生螨容易传播,赤胸林蚁蚁巢的低密度并呈一定的随机分布,具有积极的意义。

2. 需进一步探讨的问题: 由于格局的成因与环境因子有密切的关系,当生境进一步细分时,赤胸林蚁蚁巢的分布格局将发生怎样变化? 在植被明显呈镶嵌的地区,鼠类活动将严重干扰该地区的赤胸林蚁的分布,其格局将如何变化? 赤胸林蚁的个体行为和群体行为与分布关系甚大,也需要进一步探索。

参 考 文 献

- 北京林学院编, 1980, 数理统计, 中国林业出版社。
- 邬祥光, 1985, 昆虫生态学的常用数学分析方法, 436—500, 农业出版社。
- 吴亚、金翠霞, 1982, 草场植被与昆虫, 高寒草甸生态系统, 110—116, 甘肃人民出版社。
- 周兴民、李健华, 1982, 海北高寒草甸生态系统定位站的主要植被类型及其地理分布规律。高寒草甸生态系统, 9—18, 甘肃人民出版社。
- 张晓爱, 1982, 高寒草甸繁殖鸟类的群落结构。高寒草甸生态系统, 117—128, 甘肃人民出版社。
- 杨福型, 1982, 青海高寒草甸生态系统定位站的自然地理概况, 高寒草甸生态系统, 1—7, 甘肃人民出版社。
- 霍志别, 1986, 高寒草甸赤胸林蚁(*Formica* sp.) 生态生物学的初步研究, 高原生物学集刊(5): 99—113。
- 皮洛, E. C. (卢泽愚译) 1978, 数学生态学引论, 82—148, 科学出版社。
- 索恩伍德, T. R. E. (罗河清等译) 1984, 生态学研究方法——适合于昆虫种群的研究, 29—49, 科学出版社。
- 雷坦, S. D. 等著(吴干红等译) 1986, 生态学野外及实验室实验手册, 3—35, 科学出版社。
- Clark, P. J. and F. C. Evans, 1954, Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in population. *Ecology*, 35: 445—453.
- Kershaw, K. A. 1973, Quantitative and dynamic plant ecology, 2nd edition. Arnold, London.
- Price, P. W., 1975, Insect ecology, New York. London.
- Waloff, N. and R. E. Blackith., 1962, The growth and distribution of the mounds of *Lasius flavus* (Fabricus) (Hym: Formicidae) in Silwood Park, Berkshire. *J. Anim. Ecol.*, 31: 421—437.

THE PRELIMINARY STUDY ON THE PATTERNS OF DISTRIBUTION OF THE RED-THORAX FOREST ANT(*FORMICA* SP.) NESTS IN ALPINE SHRUBBERY

Li Lianbin Zhai Zhigang

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

In October 1986 and April-May 1987, the frequency distribution of the red-thorax forest ant nests in alpine shrubbery was studied at the Research Station of alpine Meadow Ecosystem, Haibei. The analysis of data resulting from field observations led to the following conclusions:

1. According to the travelling mean, the least sample size of random sampling was 70 for three sampling methods (6.25×6.25 m, 12.5×12.5 m, 25×25 m).
2. The distribution of the red-thorax forest ant nests was an aggregative distribution.
3. The frequency distribution of the red-thorax forest ant nests fitted to Poisson-binomial distribution when the sample was 6.25×6.25 m. It fitted to Negative binomial distribution, Poisson distribution and Poisson-binomial distribution, the Negative binomial distribution was the best when the sample was 12.5×12.5 m. It fitted to Poisson-binomial distribution and Negative binomial distribution the latter was the best when the sample was 25×25 m.