

西安植物园蜗牛的发生危害及空间分布型研究

杨群力¹, 徐小军², 鄢广运³

(1. 陕西省西安植物园, 陕西 西安 710061; 2. 北京市双青联合林场, 北京 顺义 101300; 3. 河南省森防总站, 河南 郑州 450008)

摘要:通过对影响蜗牛种群密度的几个因素进行分析发现, 植被是蜗牛在西安植物园部分园林植物上泛滥成灾的主要因素, 也是唯一能够进行人为控制的因素。应用昆虫空间分布型的研究方法, 对蜗牛的空间分布型进行研究, 结果表明: 蜗牛的空间分布型为聚集型分布, 但个体之间相互排斥, 其分布的基本成分是单个个体, 而非个体群。

关键词:西安植物园; 蜗牛; 危害; 空间分布型

中图分类号: S763. 303 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-7461(2010)01-0111-04

Damage and Spatial Pattern of Snails in Xi'an Botanical Garden

YANG Qun-li¹, XU Xiao-jun², YAN Guang-yun³

(1. Xi'an Botanical Garden, Xi'an, Shaanxi 710061, China; 2. Beijing Shuangqing United Forest Farm, Shunyi, Beijing 101300, China; 3. Henan Provincial General Station of Forest Pest Control and Quarantine, Zhengzhou, Henan 450008, China)

Abstract: It was found that vegetation was the key factor to cause the snail outbreak in Xi'an Botanical Garden after analyzing the factors which affected snail population, and it was also the only factor which could be controled. The spatial pattern of *Brddybaena similaris* was aggregated distribution, individual excluded each other, and the basal ingredient of distribution was single individual, instead of the whole population.

Key words: Xi'an Botanical Garden; snail; damage; spatial pattern

近年来在西安地区, 由于园林绿化一味追求人均绿地面积, 绿化部门往往为了节约开支而以种植大面积草坪为主, 尤其是单一草坪品种的大面积栽植, 致使蜗牛已成为城市绿地上最主要的有害生物之一, 西安植物园也不例外。为了有效地控制蜗牛的危害, 笔者对西安植物园内蜗牛的种类、生活习性、发生规律以及危害寄主和危害程度进行了详细调查和研究。并在此基础上, 借鉴昆虫种群空间分布型的研究方法, 研究了蜗牛在白三叶草坪上的空间分布型, 以期为有效地控制其进一步猖獗成灾提供理论依据, 进而为改变西安地区这种园林绿化现状提供指导。

1 材料与方法

1.1 数据调查

于 2005 年 9 月在西安植物园对蜗牛的危害进

行了调查, 调查的对象包括植物园内的现有草坪植物、灌木、乔木及水生植物等, 统计并鉴定蜗牛种类^[1]、危害植物以及受害程度, 同时对危害较为严重的蜗牛进行生物学习性以及危害特点的研究。此外, 还着重对白三叶草坪上的蜗牛数量进行针对性调查。在被调查的草坪区域内, 按照自然区域内草坪的面积和分布状况, 将西安植物园内的白三叶草坪分为四个大区, 即双子叶植物区(Ⅰ)、芳香植物区(Ⅱ)、木兰园东区(Ⅲ)和木兰园西区(Ⅳ)。在每个大区内部按照棋盘式抽样方法, 随机抽取 50 个面积(30 cm×30 cm=900 cm²)相等的草坪区域, 统计每个样方上的平均蜗牛数量(也叫平均密度)和总的蜗牛数量^[2-3]。

1.2 研究方法

采用聚集度指标和回归模型分析法进行, 具体计算方法如下^[4-11]:

1.2.1 扩散系数 C $C=S^2/\bar{X}$,其中 S^2 为方差, \bar{X} 为平均密度。当 $C<1$ 时,均匀分布;当 $C=1$ 时,随机分布;当 $C>1$ 时,聚集分布。

1.2.2 David 和 Moore 聚集度指标 I $I= S^2/\bar{X}-1$,当 $I<1$ 时,均匀分布;当 $I=1$ 时,随机分布;当 $I>1$ 时,聚集分布。

1.2.3 $C_A=(S^2-\bar{X})/\bar{X}^2$ C_A 指数也等于负二项分布的 k 值的倒数。当 $C_A<0$ 时,均匀分布;当 $C_A=0$ 时,随机分布;当 $C_A>0$ 时,聚集分布。

1.2.4 平均拥挤度与平均度的比值 $L= X^*/\bar{X}$ 平均拥挤度 $X^*=\bar{X}+(S^2/\bar{X}-1)$,当 $L<1$ 时,均匀分布;当 $L=1$ 时,随机分布;当 $L>1$ 时,聚集分布。

1.2.5 Iwao 的平均拥挤度 X^* 与平均密度 \bar{X} 的回归 $X^*=\alpha+\beta\bar{X}$,截距 α 和回归系数 β 揭示种群的分布的特性。

(1)当 $\alpha=0$ 时,分布的基本成分是单个体; $\alpha<0$ 时,个体间相互排斥; $\alpha>0$ 时,个体间相互吸引,分布的基本成分是群体。(2) β 说明基本成分的空间分布型。当 $\beta<1$ 时,均匀分布;当 $\beta=1$ 时,随机分布;当 $\beta>1$ 时,聚集分布。(3) α 与 β 联合可分为:当 $\alpha\approx 0,\beta\approx 1$ 时,分布的基本成分是个体,符合随机分布;当 $\alpha>0,\beta\approx 1$,个体群呈随机分布,个体群大小是固定的;当 $\alpha\approx 0,\beta>1$,适用于有一个有共同的值的负二项分布;当 $\alpha>1,\beta>1$,是普通的聚集型,在种群中最为普遍,无一定的数学模型;当 $\alpha\approx 0,\beta<1$ 时,为均匀分布。

1.2.6 Taylor 幂法则 Taylor(1961,1963)指出,在自然种群中,多数为非随机分布,样本均值 \bar{X} 与方差 S^2 是不独立的,关系为 $S^2=a\bar{X}^b$,其直线化为 $\lg S^2=\lg a+b\lg \bar{X}$,其中 a,b 为系数。

(1)当 $\lg a=0$,且 $b=1$ 时,随机分布。(2)当 $\lg a>0$,且 $b=1$ 时,则种群在一切密度下都是聚集的,但其聚集强度不因种群密度的改变而改变。(3)当 $\lg a>0$,且 $b>1$ 时,种群在一切密度下都是聚集的,且聚集强度随种群密度的升高而增加。(4)当 $\lg a<0$,且 $b<1$ 时,则种群密度越高,分散越均匀。

2 结果与分析

2.1 主要蜗牛种类及其主要寄主植物

经过调查和鉴定,发现分布于西安植物园的蜗牛种类主要有:同型巴蜗牛 (*Brddyaena similis*)、灰巴蜗牛 (*Bradybaena ravida*)、条华蜗牛 (*Cathaica faciola*)、细纹灰巴蜗牛 (*Bradybaena ravida redifield*) 和展开琥珀螺 (*Sussineidae evoluta*),其中同型巴蜗牛和灰巴蜗牛种群数量最多、

危害最为严重,为该区域的优势类群。这两种蜗牛几乎在所有植物上都有分布,但对高大乔木危害很小;对低矮灌木的危害相对较重;对草本花卉和草坪植物的危害最为严重,在防治措施不力的情况下往往会造成毁灭性的灾害,主要寄主有大丽花、菊花、鸡冠花、一串红、矮牵牛、玉簪等草本花卉,白三叶、红花酢浆草等草坪植物以及个别开花灌木如牡丹、丁香、玫瑰、木槿等。

条华蜗牛、细纹灰巴蜗牛以及展开琥珀螺对园内植物的危害相对较轻,其中展开琥珀螺更多地分布于荷花池内,阴雨天也会上岸危害其它植物。

2.2 两种优势蜗牛的发育规律及危害特点

2.2.1 同型巴蜗牛 常与灰巴蜗牛混杂发生。生活于潮湿的灌木丛中、草丛中、田埂上、乱石堆里、枯枝落叶下、植物根际土块和土缝中等阴暗潮湿、多腐殖质的环境,适应性极广。1 年繁殖 1 代,产卵期为 4—7 月,孵化期为 5—9 月,大多产在根际疏松湿润的土中、缝隙中、枯叶或石块下。每个成体可产卵 30~235 粒。成螺大多蛰伏在植株秸秆堆下面或植物根部的土中越冬,幼体也可在植物根部土中越冬。刚孵化出的幼螺,多为腐食性,以摄食腐败植物为主。成螺以摄食各种多汁的绿色植物为主,尤其喜食植物的幼芽和叶片,但对大丽花、菊花、牡丹、芍药和玫瑰等大花植物而言,开花时其花头和花瓣则是蜗牛取食的主要场所。

2.2.2 灰巴蜗牛 每年发生 1 代,3 月中旬开始活动。白天潜伏,傍晚和清晨取食,阴雨天则会整天栖息在植株上。4 月下旬到 5 月下旬成贝开始交配,后不久把卵成堆产在植株根茎部的湿土中,初孵幼贝多群集在一起取食,长大后分散为害。温暖多雨天气及田间潮湿地块受害重。11 月下旬以成贝和幼贝在土缝、残株落叶、灌木丛下越冬。危害特点与同型巴蜗牛基本相同。

2.3 影响两种优势蜗牛种群的因素

2.3.1 温度 研究表明^[12],灰巴蜗牛生长活动的适温为 18~39℃,最适温度为 25~30℃。本研究发现,在夏季,以上两种蜗牛都于晚上温度降低时,开始活动、取食危害植株,至次日清晨停止取食,并开始向茎叶下部或根部的阴凉潮湿处移动。

2.3.2 湿度 研究表明^[12],灰巴蜗牛生长最适的空气湿度为 75%~85%,土壤的湿度为 30%~40%。当空气湿度低于 60%,土壤湿度低于 20% 时,即使有合适的温度,蜗牛仍会封口休眠。本调查发现,降雨和灌溉有利于蜗牛的种群繁殖,尤其在雨后蜗牛的活动更加频繁,如遇雨天时则会全天呆在

被害植株上。这也是蜗牛在秋季多雨时节泛滥的主要原因。

2.3.3 光照 蜗牛适应性广,但对光照要求非常严格,除阴雨天能终日活动外,一般情况下都在夜晚活动和取食。其活动规律为:傍晚 18:00—20:00 开始活动,晚上 22:00—24:00 达到高峰,0 时以后活动逐渐减弱,直到次日早晨 6:00—8:00 完全停止。阴雨天例外。

2.3.4 天敌 蜗牛的天敌主要有步甲、萤火虫、蚂蚁、蠼螋和鸟类等。在西安植物园,由于环境条件的特殊性,使得许多鸟类在此安家落户,尤其是灰喜鹊的数量逐年增多,成为蜗牛最主要的天敌。

2.3.5 植被 调查发现,蜗牛对草本花卉危害最大,对灌木危害次之,对乔木危害最小。就同一种植物而言,由于处于不同季节和不同的生长时期,蜗牛

对不同部位的危害情况也有所不同,如,在 4—6 月,主要危害大丽花和菊花的嫩叶和幼芽,到了开花时节,则主要危害花朵;同样是草坪,蜗牛对百合科的麦冬几乎没有危害,对禾本科的草坪危害也较小,但对于红花酢酱草和白三叶的危害却非常严重,曾一度达到了毁灭性的程度。因此植被是影响蜗牛种群数量的最主要的因素,也是唯一能够进行人为控制的因素。

2.4 同型巴蜗牛在白三叶草坪上的空间分布型

同型巴蜗牛对西安植物园的白三叶草坪造成毁灭性的危害,对其进行了空间分布型的研究。根据调查数据,计算出几种聚集度指标(表 1)。从表 1 可看出,无论是哪一种聚集度指标,蜗牛种群在空间均为聚集型分布。

表 1 4 个样地的聚集度指标

Table 1 Spatial pattern indices of four sampling zones

样地	平均数 \bar{X}	方差 S^2	扩散系数 $C = S^2 / \bar{X}$	David 和 Moor 指标 $I = S^2 / \bar{X} - 1$	C_A 指标 $C_A = (S^2 - \bar{X}) / \bar{X}^2$	平均拥挤度 $X^* = \bar{X} + (S^2 / \bar{X} - 1)$	$L = X^* / \bar{X}$
I	39.26	797.592 4	20.315 6>1	19.315 6>0	0.462 0>0	58.575 6	1.492 0>1
II	29.74	328.072 4	11.031 4>1	10.031 4>0	0.337 3>0	39.771 4	1.337 3>1
III	42.42	392.203 6	9.425 7>1	8.245 7>0	0.194 4>0	50.665 7	1.194 4>1
IV	54.76	1 976.742 4	36.098 3>1	35.098 3>0	0.640 9>0	89.858 3	1.640 9>1

根据 Iwao 回归方法,将 4 组样本资料进行 X^* 与 \bar{X} 的回归(图 1),得到回归直线为 $X^* = -21.879\ 2 + 1.964\ 1\bar{X}$,其相关系数 $r = 0.942\ 5$,说明回归关系显著。此时 $\alpha = -21.879\ 2 < 0, \beta = 1.964\ 1 > 1$,说明该分布型是聚集分布型。又 $\alpha < 0$,说明蜗牛个体之间相互排斥,该分布的基本成分是单个体。

图 2 S^2 对 \bar{X} 的回归线

Fig. 2 The regression equation of S^2 to \bar{X}

3 讨论

由于蜗牛具有繁殖快、食性杂、食量大、密度高、危害严重、活动隐蔽等特点,对其防治面临一系列难题,靠单一措施通常难以凑效,因此要采用综合措施进行治理,包括园林技术、天敌控制、人工捕捉、化学防治等措施^[13]。

参照西安植物园 2002 年和 2007 年分别编写的《西安植物园植物名录》^[14-15]发现,5 a 来西安植物园引种栽培的植物(包括亚种、变种、变型及园艺栽培品种)增加了 900 多种(2002 年为 2 026 种,2006 年为 3 000 种),其中白三叶和红花酢酱草等易受蜗牛危害的草坪植物就是在这时期引种并大面积栽植的。而自 1986 年起关中地区就有同型巴蜗牛和灰

图 1 X^* 对 \bar{X} 的回归线

Fig. 1 The regression equation of X^* to \bar{X}

按照 Talor 幂法则,由 4 组样本资料求出 $S^2 = a\bar{X}^b$ 曲线。采用直线化的方法得到: $\lg S^2 = -1.557\ 9 + 2.726\ 2\lg \bar{X}$ (图 2),即 $\lg a = -1.557\ 9$,则 $a = 0.027\ 7, b = 2.726\ 2$,那么 $S^2 = 0.027\ 7\bar{X}^{2.726\ 2}$,回归指数 $r = 0.839\ 8$,说明回归关系显著。又 $\lg a < 0, b > 1$,说明蜗牛种群是聚集型分布。

巴蜗牛危害农作物的记录^[16],却没有对花卉危害的记录。因此,笔者判断,从 2003 年起,蜗牛在西安植物园草坪和部分花卉上猖獗成灾的主要原因,应该与引进红花酢浆草和白三叶等草坪植物有密切的关系。这一结果也与蜗牛在西安地区城市园林绿地上泛滥成灾的情况相吻合。因此,要彻底解决蜗牛对城市园林绿地的危害,就必须更换现有草种,或者尽量少栽一些白三叶和红花酢酱草,而多栽一些抗性较强的草种。

借鉴了昆虫空间分布型的研究方法,第一次用于蜗牛的空间分布型研究,并得出了蜗牛种群在白三叶草坪上是聚集型分布的结论,但个体之间相互排斥,其分布的基本成分是单个个体,而非个体群。这一结果与蜗牛种群在幼螺时成群聚集,但在其成螺后逐渐分散活动的习性相一致。

在西安植物园,白三叶草坪并不是连续分布的,而是成片间隔栽植的,并且每片的空间植被都有所不同,因而各自的小环境也不同。为了使每个样方既具有代表性,又不失各自的特点,笔者将西安植物园的白三叶草坪按分布区域和空间植被的特点分为四个大区作为调查对象,在每一区域内按照棋盘式抽样法随机抽取 50 个样本进行调查,符合昆虫研究方法的要求。因此,利用研究昆虫空间分布型的方法对蜗牛的空间分布型进行研究是可行的。

参考文献：

[1] 尹文英. 中国土壤动物检索图鉴[M]. 北京:科学出版社, 1998:487.

[2] 李后魂,陈辉. 昆虫研究法[M]. 陕西杨陵:西北林学院试用教

材,1993:51-56.

[3] 丁岩钦. 昆虫种群数学生态学原理与应用[M]. 北京:科学出版社,1980.

[4] 邵崇斌,周嘉熹. 白杨透翅蛾空间分布型及其应用[J]. 西北林学院学报,1988,3(1):93-101.

[5] 杨群力. 柏大蚜空间分布型的研究及其应用[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2001,29(增):88-92.

[6] 李建康,李有忠,李莉,等. 红脂大小蠹的分布型与防治指标研究[J]. 西北林学院学报,2006,21(5):109-112.

[7] 刘爱华,阿里木,徐毅,等. 新疆野果林苹果小吉丁幼虫分布型研究[J]. 西北林学院学报,2007,22(6):92-94.

[8] IWAO S,KUNO E. Use of the regression of mean crowding on mean density for estimating sampling size and the trans formation of data for the analysis of Variance[J]. Res. Popu. Ecol. , 1968,10(1):210-214.

[9] IWAOS. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations[J]. Res. Popu. Ecol. , 1968, 10(1): 1-20.

[10] TAYLOR L R. Aggregation variance and mean [J]. Nature, 1961,189: 732-735.

[11] 李天生. 马尾松毛虫空间分布型及其在实践上的应用[J]. 林业科学,1985,21(4):427.

[12] 徐文华,周家春,张粤,等. 温湿度对同型巴蜗牛的影响效应[J]. 江苏农业学报,2002,18(2): 99-102.

[13] 杨群力,徐小军,杜哈鹏. 蜗牛对园林植物的危害及综合治理措施[J]. 陕西林业科技,2009(1):65-70 .

[14] 贾丽,李莲梅,李淑娟,等. 西安植物园植物名录[J]. 西北植物学报,2002,22(8):5-60.

[15] 李思锋,董长根. 西安植物园植物名录[M]. 西安:陕西科学技术出版社,2007.

[16] 许文贤,刘延虹,严勇敢. 关中地区蜗牛的主要种类与分布[J]. 陕西农业科学,1992(3):28.

(上接第 106 页)

按植被类型排列高低次序为:无植被覆盖裸沙地、沙柳林地、紫穗槐林地、杨树林地、柠条林地、花棒、踏郎林地、沙蒿地。

在有植被覆盖的沙地营造樟子松,植被不同覆盖率和不同生长发育期都对樟子松造林有影响,植被幼林期和过熟林期相对于成熟林期,沙地的水分条件要好一些,植被覆盖率小的沙地比植被覆盖率大的沙地水分条件要好一些,因此,樟子松造林的成效也就好,即樟子松造林成活率随着植被覆盖率的增大而降低;幼林和过熟林地的樟子松造林成活率比成熟林地的高。

在低效防风固沙林更新改造时,樟子松造林成效的高低与造林地的植被类型、植被覆盖率、植被的生长发育期等有关,核心是造林地土壤有效水分含

量的多少,水分条件好,造林成效就好,反之则差。

参考文献：

[1] 北京林学院主编. 树木学[M]. 北京:中国林业出版社,1986: 39-40.

[2] 周士威,漆建忠,麻保林,等. 榆林毛乌素沙地飞播植被对流动沙丘链的逆转作用[J]. 林业科学研究,1989,2(2):101-108.

[3] 张莉,王飞跃,张铁军. 陕北榆林地区沙漠化土地类型及时空变化分析[J]. 中国地质,2002,29(4):426-430.

[4] 杨忠信,党兵,李金昌. 毛乌素沙地榆林沙区合作杨生长规律研究[J]. 水土保持通报,1994,14(7):89-95.

[5] 贾恢先,孙学刚. 中国西北内陆盐地植物图谱[M]. 北京:中国林业出版社,2005:23-53,55,57,96.

[6] 麻保林,孙志强,万子俊,等. 榆林毛乌素沙地河谷两岸的中高大沙丘飞播治理技术研究[J]. 西北林学院学报,2000,15(增): 5-10.

[7] 贾乃光,张青,李永慈,等. 数理统计(第四版)[M]. 北京:中国林业出版社,2006:211-212.