

灭鼠干扰后高原鼫鼠的种群动态与扩散^{*}

魏万红 王权业 周文扬 樊乃昌

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

摘 要

本文采用去除取样法对高原鼫鼠的种群动态及扩散行为进行了研究。结果表明, 高原鼫鼠的种群密度因栖息地不同而表现出一定的差异。土壤疏松、食物丰富的栖息地内鼠密度较高。去除前的自然种群内和去除后扩散区内的鼫鼠中, 其种群密度基本相同, 种群结构相对稳定, 成体鼫鼠的数量均占种群的73%左右, 雌雄性比为1:1; 去除区内鼫鼠的密度较低, 雄性幼体的数量相对增加, 成体的数量相对减少, 其性比亦为1:1。相邻动物之间的距离受密度因素的影响, 在同一密度条件下, 其距离无性别间的差异, 动物呈镶嵌分布型。去除区内鼫鼠的平均扩散率为26.5%, 平均扩散距离为66.9 m, 扩散距离受土壤因素的影响。去除区内鼫鼠的成体体重小于扩散区内鼫鼠的成体体重, 而在幼体间无差异。引起高原鼫鼠扩散的主要原因是种群密度, 当种群密度超过平衡密度后, 由于种内的相互攻击和对食物资源的相互竞争加剧使部分个体扩散出去。

关键词 高原鼫鼠; 种群动态; 扩散

最适扩散假说(Optimal dispersal theory)假定, 幼体分为扩散者(Dispersers)和非扩散者(Residents), 无论在短期内和长期内都将最大限度地增加种群的适合度(Fitness)(Nevo, 1979)。对于动物扩散的机制和效应已提出许多假说, 包括攻击(Aggression)(Christian, 1970)、行为多型(Behavioral polymorphism)(Chitty, 1967)、环境容纳量效应(Carrying capacity effects)(Lidicker, 1975)和社会内聚力(Social cohesion)(Bekoff, 1977)等, 并在许多动物中得以模拟(Keith等, 1981; Stout等, 1982; Fairbairn, 1978; Michener等, 1977; Vaughan, 1962; Smolen等, 1980)。地下掘土类动物(Fossorial animals)由于生活于环境条件相对稳定的洞道系统内, 其种群数量稳定于环境容纳量, 并且种群通过密度调节机制(Density-regulatory mechanism)使新增加的亚成体扩散出去(Nevo, 1979)。由于地下掘土类主要依靠挖掘来扩散, 同时动物扩散过程中与其所承受的风险和空白领域的大小有关(Howard, 1961), 因此许多地下哺乳类动物在领域建立之后其一生是惰性的, 所扩散的个体绝大多数是幼体和亚成体, 其扩散受诸如土壤类型、土壤深度、土壤湿度等物理因素和竞争、捕食、资源等生物因素的影响(Miller, 1964), 扩散距离亦因物种、年龄、性别的不同而表现出差异(Williams等, 1976; Vaughan, 1963; Reichman等, 1972)。

高原鼫鼠(*Myospalax baileyi*)是青藏高原典型的地下掘土类动物, 对其巢区和空间

^{*} 农牧业虫鼠害综合治理研究国家重点实验室基金资助项目
工作中得到边疆晖、景增春、张道川、李树荣几位同志的大力帮助, 谨此致谢
本文于1995年11月17日收到, 1996年9月2日收到修改稿

分布已有报道(周文扬等, 1990), 但对干扰后种群的扩散行为和结构尚无研究。灭鼠后, 由于鼠类种群相对稳定的状态受到干扰, 是否会由此加剧边缘鼠的扩散和导致鼠的种群结构及繁殖强度的改变, 是关系到灭鼠战略方针的重要理论问题之一。本研究在野外自然条件下采用去除法(Removal)对高原鼢鼠的扩散力、去除区内鼢鼠和扩散区内鼢鼠的空间格局及种群结构进行比较, 探讨影响扩散的主要因素。

研究地点和方法

研究工作于1992年9月至1993年9月在青海省青海湖西北隅的刚察县境内进行。该地区的气候条件、主要植被类型和啮齿类动物群落结构类似于樊乃昌等(1995)的报道。

研究区域选择在布哈河南岸距青海湖入口处7 km (长约2 200 m, 宽约1 200 m) 的一孤岛(图1)。根据鼢鼠密度不同, 设计东西两组试验区。西试验区中鼢鼠密度较高, 其中A区为去除区, C区为A区的扩散区。由于A区南部受地理和植被条件的影响, 鼢鼠分布不均, 只在分布均匀的北端设有面积均为1 hm²的4个样方。东试验区中鼢鼠密度较低, 其中B区为去除区, E区为B区的扩散区。为了确保有足够数量的鼢鼠扩散, 在B区内设有面积均为1 hm²的12个样方。中间的D区为保护区, 使东西两部分的试验结果互不影响。1992年9~ 10月, 将A区、B区和D区内的鼢鼠全部捕尽, 直到无新土丘出现为止, 统计A区、B区内各样方中的鼢鼠数量和新土丘数; 1993年春季, C区和E区内的鼢鼠分别单方向向A区和B区扩散; 1993年9~ 10月, 鼢鼠年内扩散基本完成, 在C区和E区内分别距A区和B区均为300 m处任取1 hm²的一个样方, 将A区、B区、C区和E区内各样方中的鼢鼠全部捕尽, 同时统计各样方中的新土丘数, 测量每只鼠在样方中的位置。

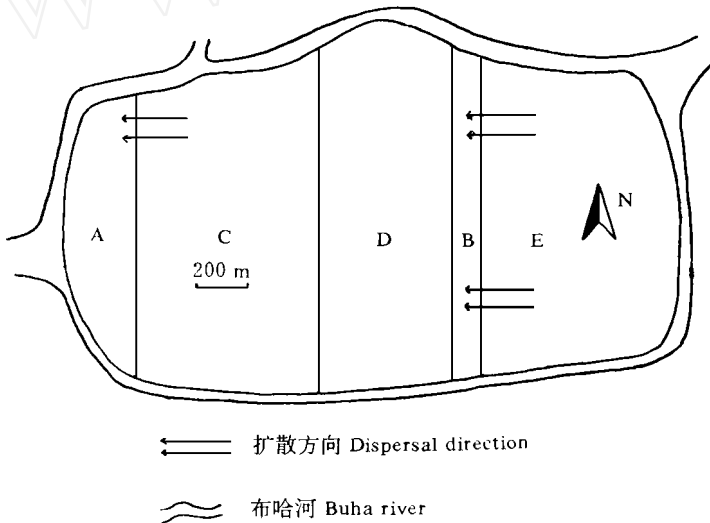


图1 研究区域图

Fig. 1 The diagram of the study area

A、B、D: 去除区 Removal zone; C、E: 扩散源区 Dispersal zone

对捕获的鼢鼠立即称重, 确定性别, 依据体重、顶脊宽和毛色将动物划分为成体和幼体, 一年以上个体为成体, 当年新生个体为幼体。

鼢鼠的扩散率以1993年去除区内鼢鼠的密度与扩散区内鼢鼠的种群密度之比来表

示。扩散距离以去除区内各捕获鼠的位置距各自扩散区的直线距离来表示。相邻动物之间的距离以目标动物距最相近的一个雌体或一个雄体的直线距离表示。

为了确定栖息地质量对种群和扩散的影响,在A区和B区分别选取5个和8个 50×50 cm的小样方,收集各种植物地上部分和地下20 cm深度内根系,将其分为禾本科、莎草科和杂类草,烘干后对三类植物的地上部分和地下根系分别称重,以其估测生物量。同时,将高为5 cm、容积为100 ml的圆柱形取土样器打入地下,取15 cm深度的土壤立即称重,烘干后再次称重,以其差表示土壤湿度(g/100 ml),以单位体积内土壤的干重表示容重(g/100 ml),做为衡量土壤硬度的一个间接指标,A区内取5个样本,B区内取13个样本。

结 果

1. 种群动态

(1) 种群密度 9月至10月是高原鼯鼠向地表推出土丘的第二高峰期,此时高原鼯鼠已完成扩散,种群数量保持相对稳定。统计结果表明,在种群未受扰动的1992年9月至10月,A区和C区的种群密度基本相同,平均为 15.8 只/ hm^2 ,而B区和E区的种群密度均为 7.4 只/ hm^2 。采用去除法将A区和B区内鼯鼠捕尽,允许C区和E区的鼯鼠单方向分别向A区和B区扩散一年后,即1993年9月至10月,A区、B区内鼯鼠的种群密度平均分别为 2.0 只/ hm^2 和 3.2 只/ hm^2 ,而C区、E区内鼯鼠的种群密度平均分别为 15.0 只/ hm^2 和 8.0 只/ hm^2 。扩散区内鼯鼠的种群密度明显高于去除区内的鼯鼠,而基本与未灭鼠时同一样区的种群密度相同。

(2) 种群结构 1992年9~10月,在A区内捕获鼯鼠63只,B区内捕获鼯鼠81只,经过一年扩散后,即1993年9~10月,A区和B区内分别捕获鼯鼠8只和38只,而C区和E区内分别抽样捕获鼯鼠15只和8只(表1)。将1992年的种群结构作为对照组,与1993年去除区内和扩散区内的鼯鼠进行比较,去除区内、扩散区内和对照组的成体分别占各自种群数量的63%、74%和72%,其中雄性动物的成体分别为39%、35%和45%,雌性动物的成体分别为24%、39%和27%;而它们的雌雄性比分别为 1.1 、 1.3 和 1.1 ,其中成体雌雄性比分别为 0.6 、 1.1 和 0.6 ,幼体雌雄性比分别为 2.4 、 2 和 12.3 。3个种群内成体鼯鼠的数量均高于幼体,而总的性比均接近于 1 。去除区内鼯鼠的种群结构相同于扩散区内的鼯鼠,而与对照组比较,种群内雄性幼体的数量增加,使雄性动物的年龄结构和幼体中的性比发生了变化,这种变化在扩散区内的种群中也有很大程度的表现。虽然扩散区内鼯鼠中成体所占的比例相同于去除前的种群,但雌性成体的数量增加,这有可能增加繁殖力。

2. 扩散

(1) 扩散距离 A区内雌性动物的扩散距离平均为 104.7 m,雄性动物的扩散距离平均为 45.0 m,二者之间无显著差异($df = 6, P > 0.05$);B区内雌、雄动物的扩散距离平均分别为 45.7 m和 42.6 m,其扩散距离基本一致($df = 36, P > 0.05$)。对A区和B区内鼯鼠的扩散距离进行比较,A区内平均为 89.8 m,B区内平均为 44.0 m,A区内鼯鼠的扩散距离明显大于B区内($df = 44, P < 0.01$),而且这种差异主要存在于雌性动物之间。两样区中幼体的扩散距离平均为 61.8 m,大于成体的扩散距离(平均 46.7 m),但成幼体间未达显著水平($df = 44, P > 0.05$)。

表1 高原鼫鼠的种群结构

Table 1 The population structure of plateau zokor

因素 Factors	RZ	KZ	X ²	RZ	CZ	X ²	KZ	CZ	X ²
1. 年龄分类									
Age classes									
成体 Adult	29(30.67)	17(15.33)		29(32.2)	104(100.8)		17(16.67)	104(104.33)	
幼体 Young	17(15.33)	6(7.67)	n. s.	17(13.8)	40(43.2)	n. s.	6(6.33)	40(39.67)	n. s.
2. 雄性年龄分类									
Age classes of males									
成体 Adult	18(18.12)	8(7.88)		18(20.98)	65(62.02)		8(9.36)	65(63.64)	
幼体 Young	5(4.88)	2(2.12)	n. s.	5(2.02)	3(5.98)	*	2(0.64)	3(4.36)	n. s.
3. 雌性年龄分类									
Age classes of females									
成体 Adult	121(12.78)	9(7.22)		11(11.62)	39(38.38)		9(7.01)	39(40.99)	
幼体 Young	12(10.22)	4(5.78)	n. s.	12(11.38)	37(37.62)	n. s.	4(5.99)	37(35.01)	n. s.
4. 性比									
Sex ratio									
雄性 Males	23(22)	10(11)		23(22.03)	68(68.97)		10(10.74)	68(67.26)	
雌性 Females	23(24)	13(12)	n. s.	23(23.97)	76(75.03)	n. s.	13(12.26)	76(76.74)	n. s.
5. 成体性比									
Sex ratio of adults									
雄性 Males	18(16.39)	8(9.61)		18(18.10)	65(64.90)		8(10.26)	65(62.74)	
雌性 Females	11(12.61)	9(7.39)	n. s.	11(10.90)	39(39.10)	n. s.	9(6.74)	39(41.26)	n. s.
6. 幼体性比									
Sex ratio of young									
雄性 Males	5(5.17)	2(1.83)		5(2.39)	3(5.61)		2(0.65)	3(4.35)	
雌性 Females	12(11.83)	4(4.17)	n. s.	12(14.61)	37(34.39)	*	4(5.35)	37(35.65)	n. s.

RZ: 1993年去除区内鼫鼠数量 The zokor number of removal zone in 1993

KZ: 1993年扩散区内鼫鼠数量 The zokor number of dispersal zone in 1993

CZ: 1992年A区和B区内鼫鼠数量 The zokor number of A and B zones in 1992

n. s.: $P > 0.05$; *: $P < 0.05$; 括号内数据为期望值 Expected values are given in parentheses

(2) 扩散率 A区内动物的扩散率为13.3%，其中雌性动物为10.0%，雄性动物为3.3%，雌雄动物间无差异($df = 6, P > 0.05$); B区内动物的扩散率为39.6%，其中雌性动物17.7%，雄性动物21.9%，雌雄动物间亦无差异($df = 22, P > 0.05$)。A区和B区进行比较，雄性动物的扩散率有明显的不同($df = 14, P < 0.05$)，而雌性动物之间和总的扩散率均无明显不同($df = 14, P > 0.05$; $df = 14, P > 0.05$)。

(3) 空间分布 分别对A区、B区、C区和E区各样方中每只鼠距相邻最近的同性和异性个体间的距离进行统计(表2)，结果表明，在同一样区内动物相互之间的距离无性别间差异，动物在栖息地的分布呈镶嵌型。A区、B区内的鼫鼠分别与其对照的C区和E区内的鼫鼠比较，A区内相邻动物之间的距离平均为58.0m，B区内为59.7m，C区内为19.8m，E区内为34.1m，去除区内的鼫鼠中相邻动物之间的距离大于扩散区内的鼫鼠中相邻动物之间的距离；去除区内鼫鼠中相邻动物之间的距离在A区和B区间没有明显的不同，而扩散区内鼫鼠中相邻动物之间的距离在C区和E区间有极大的差异。这说明高原鼫鼠的扩散距离与种群密度有关，A区和B区内鼠密度相同，且均没有达到平衡状

态,其相邻动物之间的距离最大,而C区的种群密度高于E区,则C区内相邻动物之间的距离小于E区内。

表2 相邻动物之间的距离(M ± SE) (m)

Table2 The distance between adjacent animals (m)

样区 Zone	雌性动物之间 Between females	雄性动物之间 Between males	雌雄动物之间 Between female and males
A	46.23 ± 10.45 (n= 6)	85.09 ± 0.01 (n= 2)	60.12 ± 9.69 (n= 8)
C	18.66 ± 4.49 (n= 10)	27.00 ± 7.75 (n= 5)	18.21 ± 2.36 (n= 15)
B	56.90 ± 8.77 (n= 17)	60.09 ± 10.31 (n= 21)	58.45 ± 8.87 (n= 38)
E	45.77 ± 12.47 (n= 3)	39.86 ± 5.25 (n= 5)	26.06 ± 5.23 (n= 8)

(4) 体重差异 高原鼢鼠的体重存在性别间和年龄间的差异(表3)。雄性成体的体重大于雌性成体,而幼体的体重相对较小。扩散区内的鼢鼠中雄性成体的平均体重明显高于去除区内鼢鼠中的雄性成体($df = 24, P < 0.05$),而扩散区内鼢鼠中雌性成体的平均体重亦高于去除区内鼢鼠中雌性成体,但没有达到显著水平($df = 18, P > 0.05$),幼体的平均体重在扩散区内鼢鼠和去除区内鼢鼠间基本相同($df = 21, P > 0.05$)。

表3 扩散区内鼢鼠和去除区内鼢鼠体重(M ± SE) 的比较(g)

Table 3 Comparison of the body weight between residents and dispersers(g)

鼢鼠 Zokor	扩散区 Dispersal zone	去除区 Removal zone
雄性成体 A dult males	299.63 ± 15.04 (n= 8)	286.0 ± 9.93 (n= 18)
雌性成体 A dult females	216.44 ± 3.2 (n= 9)	206.0 ± 6.38 (n= 11)
幼体 Young	188.0 ± 19.2 (n= 6)	189.76 ± 8.82 (n= 17)

讨 论

地下掘土类哺乳动物由于领域性或密度制约因素使其种群维持于一个稳定的水平,即环境容纳量,其种群波动首先受食物资源的调节,而捕食、疾病和非密度制约因子等对其影响较小(Howard, 1961; Howard 等, 1959)。我们的结果表明,高原鼢鼠的种群密度主要受土壤和食物资源的影响。青海湖区域的土壤特性、食物资源均差于海北高寒草甸,其鼢鼠密度比樊乃昌等(1988)和王权业等(1987)所报道的海北高寒草甸生态系统中的鼢鼠密度要低;而且由于土壤、植被等环境条件的异质性,在其局部区域内种群密度也有一定的不同,A区和C区内土壤硬度显著低于B区和E区,而且杂草类的地上部分和地下根的生物量明显高于B区和E区(表4),而高原鼢鼠主要取食杂草类(樊乃昌等, 1988),其挖掘活动明显受土壤硬度的影响(王权业等, 1994),因此在灭鼠前,A区和C区内的种群密度均高于B区和E区,在囊鼠*Geomys breviceps*和*Thomomys battae*的研究也有类似的结果(Davis 等, 1938; Howard 等, 1959)。将A区和B区内的鼢鼠去除后,为C区和E区内的鼢鼠提供了一个扩散通道,C区和E区内鼢鼠经过一年的扩散后其种群密度仍维持原有的水平,而A区和B区内鼢鼠的种群还没有达到稳定状态,说明高原鼢鼠与其它地下哺乳类一样,在建造好自己的洞道系统后,绝大多数个体很少离开自己的洞道而建立新

的洞系,这也进一步使种群能够维持在稳定的状态。在平衡密度条件下,种群内有稳定的年龄结构,囊鼠 *Thomomys monticola* 的秋季种群内成体占种群的67% (Ingles, 1952), 与我们的研究结果基本一致。高原鼯鼠在自然种群内通过繁殖、死亡和扩散使其种群保持于相对稳定的水平。而在去除区新建的种群内,幼体比例相对高于扩散区内的种群,这无疑有利于该种群的迅速发展。

表4 A区和B区土壤硬度、湿度及生物量的比较

Table 4 Comparison of soil firmness and humidity, biomass between A and B zones

因素 Factors	A区(zone) M ± SE	B区(zone) M ± SE
土壤容重(克/100毫升) Soil volume weight(g/100ml)	129.6 ± 1.65 (n= 5)	146.9 ± 3.58 (n= 13)
土壤湿度(克/100毫升) Soil humidity(g/100ml)	36.8 ± 1.19 (n= 5)	32.7 ± 2.57 (n= 13)
禾本科地上生物量(克) Aboveground biomass of grasses(g)	21.4 ± 1.95 (n= 5)	21.1 ± 2.55 (n= 8)
禾本科地下生物量(克) Underground biomass of grasses(g)	55.9 ± 7.93 (n= 5)	57.7 ± 6.92 (n= 8)
莎草科地上生物量(克) Aboveground biomass of sedges(g)	6.7 ± 0.96 (n= 5)	6.3 ± 1.07 (n= 8)
莎草科地下生物量(克) Underground biomass of sedges(g)	24.6 ± 5.92 (n= 5)	21.8 ± 3.69 (n= 8)
杂草类地上生物量(克) Aboveground biomass of forbs(g)	22.5 ± 4.08 (n= 5)	13.3 ± 1.96 (n= 8)
杂草类地下生物量(克) Underground biomass of forbs(g)	23.0 ± 3.31 (n= 5)	15.1 ± 1.74 (n= 8)

许多研究表明,动物的扩散主要是幼体,其扩散受动物的活动性、攻击性和相互容忍性的影响(Smith, 1974; Barash, 1974; Howard 等, 1959; Williams 等, 1976, 1984; Vaughan, 1963), 而我们的研究结果与所报道的地下掘土类动物的扩散不同,在去除区内的鼯鼠中成体的数量高于幼体。种群扩散时首先扩散于最适生境,然后扩散于次适生境(Brown 等, 1970),在自然种群内,扩散出去的个体与未扩散的个体相比总是占据栖息地质量较差的区域,因此幼体的扩散将会多于成体,周文扬等(1990)对高原鼯鼠的巢区研究中就有类似的结论;而我们在研究中将A区和B区内的鼯鼠全部去除后,给扩散鼠提供了一个优于居留鼠的栖息环境,这也许是去除区内鼯鼠中成体多于幼体的主要原因。由于每一区域的鼯鼠种群其数量维持在一个稳定状态,当经历若干繁殖期后,种内压力将会增加,种群为了减轻这种压力,在有合适的扩散区域时部分个体将扩散出去,而在没有合适的扩散通道时只有通过减少繁殖力和增加死亡来实现,种群承受这种压力的能力与食物资源的丰富度有关,E区内食物资源差于C区(表4),种群密度相对较低,但扩散率大于C区。去除区内个体的体重小于扩散区内的个体(Gaines 等, 1980),这一方面是动物在扩散的短期内增加了能量的消耗,但更重要的可能是所扩散的个体本身在种群内个体较小,在种内竞争中处于劣势地位。Howard 等(1959)在研究囊鼠 *Thomomys battae* 时发现,动物相互接触经过争斗后获胜者总是个体较大的动物,高原鼯鼠在两个体相遇后,总是弱者逃走或被杀死(樊乃昌等, 1990),因此在 *Geomys atwaleri* 中扩散个体的体重均小于未扩散个体的体重(Williams 等, 1984),高原鼯鼠的成体也有相同的结果,而去除区内幼体体重相当于扩散区内幼体的体重也许其中部分幼体是扩散成体扩散后所生的个体,这些幼体本身不

是扩散者。

高原鼯鼠和囊鼠终生生活于地下封闭的洞道系统内, 它们的扩散主要通过挖掘来实现, 因此在扩散时比地上活动的动物要付出更大的代价(W illiam s 等, 1984)。地面活动的白足鼠(*Peromyscus maniculatus*)的扩散率平均为31% (Sullivan, 1977), 草原田鼠(*Microtus pennsylvanicus*)的扩散率因区域不同表现出差异, 有些地区为32% (Baird 等, 1982), 有些地区为75% (Dueser 等, 1981), 而地下掘土类中囊鼠(*Geomys atw ateri*)的扩散率为4.8%, 我们的研究中高原鼯鼠在采取灭鼠措施后的扩散率为26.5%, 这说明地下掘土类的扩散率明显低于地上活动动物的扩散率。地下掘土类的扩散距离也因物种、地理区域的不同表现出差异, *Thomomys battae* 的年平均扩散距离为60 m, *Thomomys talpoides* 的年平均扩散距离为237 m (V aughan, 1963), 而 Reichm an 等(1972)的研究表明, *Thomomys battae* 在两年内的扩散距离为160 m, 我们的研究中高原鼯鼠的年扩散距离平均为66.9 m, 与V aughan (1963)所研究的 *Thomomys battae* 一致。土壤硬度影响高原鼯鼠的挖掘速度(王权业等, 1994), A 区内土壤湿度大, 硬度低, 而B 区内土壤湿度相对低, 而硬度高, 因此去除区中鼯鼠的扩散距离在A 区内明显大于B 区内。

综上所述, 引起高原鼯鼠扩散的主要原因是种群密度, 当种群密度超过平衡密度后, 新生个体的增加使种内个体的攻击性加强, 对食物资源的竞争加剧, 在种群中处于劣势地位的个体被迫扩散出去, 使原有的种群保持相对稳定。

参 考 文 献

- 王权业, 樊乃昌 1987. 高原鼯鼠(*Myospalax baileyi*)的挖掘活动及其种群数量统计方法的探讨. 兽类学报, 7(4): 283~ 290
- 王权业, 周文扬, 张堰铭, 樊乃昌 1994. 高原鼯鼠挖掘活动的观察. 兽类学报, 14(3): 203~ 208
- 周文扬, 龚丰满 1990. 高原鼯鼠活动与巢区的初步研究. 兽类学报, 10(1): 31~ 39
- 樊乃昌, 王权业, 周文扬, 景增春 1988. 高原鼯鼠(*Myospalax baileyi*)种群数量与植被破坏程度的关系. 高寒草甸生态系统国际学术讨论会论文集, 109~ 116
- 樊乃昌, 景增春, 周文扬 1990. 高原鼯鼠的侵占行为及防治的新途径. 兽类学报, 10(2): 114~ 120
- 樊乃昌, 景增春, 张道川 1995. 高原鼠兔与达乌尔鼠兔食物资源维生态位的研究. 兽类学报, 15(1): 36~ 40
- Baird D D, Birney E C. 1982. Pattern of colonization in *Microtus pennsylvanicus*. *J M amm*, 63: 290~ 293
- Barash D P. 1974. The evolution of mamot societies: a general theory. *Science*, 185: 415~ 420
- Brown J L, Orians G H. 1970. Spacing patterns in mobile animals. *Ann Rev Ecol Syst*, 1: 239~ 262
- Chitty D. 1967. The natural selection of self-regulatory behavior in animal populations. *Proc Ecol Soc Australia*, 2: 51~ 78
- Christian J J. 1970. Social subordination, population density, and mammalian evolution. *Science*, 168: 84~ 90
- Davis W B, Ramsey R R, A rendale J M Jr. 1938. Distribution of pocket gophers (*Geomys breviceps*) in relation to soils. *J M amm*, 19: 412~ 418
- Dueser R D, Wilson M L, Rose R K. 1981. A ttributes of dispersing meadow voles in open grid populations. *Acta Theriol*, 26: 139~ 162
- Fairbairn D J. 1978. Dispersal of deer mice, *Peromyscus maniculatus*: proximal causes and effects on fitness. *Oecologia*, 32: 171~ 193
- Gaines M S, McClenaghan L R. 1980. Dispersal in small mammals. *Ann Rev Ecol Syst*, 11: 163~ 196
- Howard W E. 1961. A pocket gopher population crash. *J M amm*, 42: 258~ 260
- Howard W E, Childs H E. 1959. Ecology of pocket gophers with emphasis on *Thomomys battae* and *Hilgardia*, 29: 277~ 358

- Ingles L. G. 1952 The ecology of the mountain pocket gopher, *Thomomys monticola*. *Ecology*, 33: 87~ 95
- Keith T. P., Tamarin R. H. 1981. Genetic and demographic differences between dispersers and residents in cycling and noncycling vole populations. *J Mamm*, 62: 713~ 725
- Lidicker W. Z. Jr. 1975. The role of dispersal in the demography of small mammal populations. In: Golley F. B., Petruszewicz K., Ryszkowski L., editors. Small mammals: their productivity and population dynamics. Cambridge University Press, 103~ 128
- Mitchener G. R., Mitchell D. R. 1977. Population structure and dispersal in Richardson's ground squirrel. *Ecology*, 58: 359~ 368
- Miller R. S. 1964. Ecology and distribution of pocket gophers (*Geomyidae*) in Colorado. *Ecology*, 45: 256~ 272
- Nevo E. 1979. Adaptive convergence and divergence of subterranean mammals. *Ann Rev Ecol Syst*, 10: 269~ 308
- Reichman O. J., Baker R. J. 1972. Distribution and movements of two species of pocket gophers (*Geomyidae*) in an area of sympatry in the Davis Mountains, Texas. *J Mamm*, 53: 21~ 33
- Smith A. T. 1974. The distribution and dispersal of pikas: influences of behavior and climate. *Ecology*, 55: 1368~ 1376
- Smolen M. J., Genoways H. H., Baker R. J. 1980. Demographic and reproductive parameters of the yellow-cheeked pocket gopher (*Pappogeomys castanops*). *J Mamm*, 61: 224~ 236
- Stout I. J., Demmer R. J. 1982. Cotton rat invasion of sand pine scrub habitat. *J Mamm*, 62: 236~ 242
- Sullivan T. P. 1977. Demography and dispersal in island and mainland populations of the deer mouse, *Peromyscus maniculatus*. *Ecology*, 58: 964~ 978
- Vaughan T. A. 1962. Reproduction in the plains pocket gopher in Colorado. *J Mamm*, 43: 1~ 13
- Vaughan T. A. 1963. Movements made by two species of pocket gophers. *Amer Midland Nat*, 69: 367~ 372
- Williams S. L., Baker R. J. 1976. Vigility and local movements of pocket gopher (*Geomyidae: Rodentia*). *Amer Midland Nat*, 96: 303~ 316
- Williams L. R., Cameron G. N. 1984. Demography of dispersal in water pocket gopher (*Geomys atwateri*). *J Mamm*, 65(1): 67~ 75

THE POPULATION DYNAMICS AND DISPERSAL OF PLATEAU ZOKOR AFTER REMOVING

WEI Wanhong WANG Quanye ZHOU Wenyang FAN Naichang

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica, Xining, 810001)

Abstract

This paper deals with the population dynamics and dispersal behaviour of plateau zokor by removal method in the natural condition. The result showed that the population density of plateau zokor shifted with different place, the area of soil being loose and food being abundant had the high density. The population numbers closed to carrying capacity and the population structure were relatively stable for natural population before removal and residents after removal, the numbers of their adult occupied 74 percent of total number, respectively, sex ratio was 1:1. The density of dispersers was low, the number of their young males relatively increased and the number of their adult females decreased to 63%, but sex ratio also was 1:1. The distance between the adjacent animals was affected by the density and was not significantly different between sex, the dis-

tribution was mosaica pattern. The dispersal averaged 26.5% of the resident population, the dispersing distance was affected by soil factor and averaged 66.9 meters. Body weight of adult dispersers was less than that of adult residents, and had no difference between young dispersers and young residents. The main factor affecting the dispersal was carrying capacity effect, when the population density reached to the carrying capacity, the part of population dispersed out because of increase of aggression and food competition among individuals.

Key words Plateau zokor (*Myospalax baileyi*); Population dynamics; Dispersal

(上接第77页)

$$R(Y_k) = \text{COV}(X_k) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_j)(X_{ik} - X_k) \quad (k = 1, 2, \dots, 15)$$

(4) 根据 $|R - \lambda I|$ 解出相关矩阵的15个特征值如表2。

由于雄雌鼠的第一特征值 λ_1 均远大于其它14个特征值, 其贡献率雌雄分别为30.8%和37.6%。因此只取第一主分量轴进行分析, λ_1 对应的15个特征向量 $U_{1j} (j = 1, 2, \dots, 15)$ 列入表3。

(5) 根据 $I_{1j} = \sqrt{\lambda_1} U_{1j}$, 计算每一生长指标1对 Z1 轴的因子负荷量 (I_{1j}), 并且以

$$I_{1j} = \sum_{i=1}^{15} \lambda_i U_{ij}^2 = V_j, \text{ 以 } V_j = I_{1j} \text{ 作为各指标的贡献率。}$$

第一特征值对应的特征向量及每一特征向量对第一主分量轴 Z1 的因子 (指标) 的负荷量和贡献率如表3、表4, 为易于观察起见, 均以各指标的贡献率为坐标。

结果与分析

1. 雌、雄鼠生长指标的共性

体重 (y_1), 胴体重 (y_2) 为因子负荷量最大的指标, 在所分析的15项生长指标中分别为第1位和第2位, 是东北鼢鼠最好的年龄鉴定指标。眶间宽 (y_{12}), 听泡宽 (y_{11}) 为因子贡献量最小的生长指标, 不可作为年龄鉴定指标。颧宽 (y_{14}) 是变化最稳定的一个指标, 在雌雄鼠中分别为0.406 08和0.447 48。

2. 雌、雄鼠生长指标的差异

颅全长 (y_6) 的因子负荷量、贡献率在雄鼠中为第1位, 在雌鼠中降为第6位。颅基长 (y_7) 在雄鼠中为第10位, 在雌鼠中升为第3位。体长 (y_3) 在雄鼠中为第5位, 在雌鼠中降为第8位。

关键词 东北鼢鼠; 生长指标

Key words Manchurian zokor (*Myospalax psilurus*); Growth index

王俊森 柳劲松 杨秀芝 赵德义 (黑龙江省齐齐哈尔师范学院生物系, 齐齐哈尔, 161006)

程继臻 (黑龙江省自然资源研究所) 吕新龙 宫玉山 (呼盟草原研究所)

WANG Junsen LIU Jinsong YANG Xiuzhi ZHAO Deyi (Department of Biology, Qiqihar Teachers College, Qiqihar, 161006)

CHENG Jizheng (Natural Resources Institute of Heilongjiang)

Lü Xinlong GONG Yushan (The Research Institute of Humeieng prairie)