

新疆阿勒泰地区草原鼠害现状调查及鼠类多样性分析

闫浩杰¹ 王大伟^{1,2*} 阿帕尔·阿布都吾甫尔³ 林 峻³ 吴建国³
王晓彤³ 阿布都克尤木·卡德尔⁴ 易光平⁵ 王 健⁵
宋 英¹ 李 宁¹ 刘晓辉¹

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193; 2. 中国农业科学院西部农业研究中心, 新疆 昌吉 831100;
3. 新疆维吾尔自治区草原生物灾害防控中心, 乌鲁木齐 830000; 4. 新疆农业科学院植物保护研究所,
乌鲁木齐 830091; 5. 阿勒泰地区蝗虫鼠害预测预报防治中心站, 新疆 阿勒泰 836500)

摘要: 为指导阿勒泰地区草原鼠害防治工作, 于2022年6—7月在阿勒泰地区7个县(市)设置51条踏查路线463个踏查点位, 对鼠害发生等级、主要鼠害的种类、数量及发生密度进行调查, 并对物种多样性和群落相似性进行分析。结果表明: 17.49%的踏查点位发生了鼠害, 其中95.06%分布在东中部的富蕴县、青河县和福海县; 捕获的251只鼠隶属4科7属11种, 其中黄兔尾鼠 *Eolagurus luteus* 占比达67.33%。在县域水平上, 富蕴县、福海县和阿勒泰市的 Margalef 丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀性指数和 Simpson 优势度指数均处于较高水平; 富蕴县和青河县的群落相似性指数最高, 为0.81, 而阿勒泰市与吉木乃县的群落相似性指数最低, 为0。在4个草原类型中, 温性草原鼠类的 Margalef 丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀性指数和 Simpson 优势度指数均最高, 而温性荒漠草原的这4个指标较低; 群落相似性指数在温性荒漠草原与温性荒漠间(0.46)和山地草甸与温性草原间(0.33)较高, 而温性草原和温性荒漠的群落相似性指数最低, 仅为0.24。表明阿勒泰地区草原鼠害总体发生水平高于全国平均水平, 呈现东高西低的分布特点; 优势种害鼠黄兔尾鼠应作为重点害鼠进行防控。

关键词: 草原; 鼠害; 阿勒泰地区; 物种多样性; 群落相似性

Survey of grassland rodent damage and analysis of rodent diversity in Altay Prefecture, Xinjiang

Yan Haojie¹ Wang Dawei^{1,2*} Abuduwufuer Apaer³ Lin Jun³ Wu Jianguo³ Wang Xiaotong³
Kader Abudukeyoumu⁴ Yi Guangping⁵ Wang Jian⁵ Song Ying¹ Li Ning¹ Liu Xiaohui¹

(1. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Western Agricultural Research Center, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changji 831100, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; 3. Center for Grassland Biological Disaster Prevention and Control of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; 4. Institute of Plant Protection, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; 5. Locust and Rodent Detection and Control Station in Altay, Altay 836500, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China)

Abstract: A survey was conducted in the Altay region from June to July 2022 to enhance rodent pest management strategies in grasslands. Across seven counties and four types of grasslands, a total of 51 transects and 463 survey points were utilized to assess rodent damage levels, the population sizes of dominant species, the species diversity, and community similarities of rodents. The results indicated that

17.49% of survey points exhibited rodent damage, 95.06% of which were concentrated in central and eastern counties, including Fuyun, Qinghe, and Fuhai. We captured 251 rodents, representing four families, seven genera, and 11 species, with *Eolagurus luteus* comprising 67.33%. Counties with higher species diversity and richness, as indicated by Margalef, Shannon-Wiener, Pielou, and Simpson indices, included Fuyun, Fuhai, and Altay. The highest community similarity index (0.81) was observed between Fuyun and Qinghe, while the lowest (0) was between Altay and Jimunai. The diversity indexes of rodents were found to be highest in temperate steppes among the four types of grasslands, while they were lower in temperate desert steppes. Community similarity indexes indicated higher similarity between desert grasslands and temperate deserts (0.46), and between mountain meadows and temperate grasslands (0.33), compared to between temperate grasslands and temperate deserts (0.24). These results suggest that rodent damage in Altay grasslands exceeds the national average, with a distribution pattern of being more prevalent in the east than in the west. Therefore, effective population management strategies should prioritize addressing the dominance of *E. luteus* as a pest species.

Key words: grassland; rodent pest; Altay Prefecture; species diversity; community similarity

中国草原面积 2.645 亿 hm^2 , 约占国土面积的 27.5%。鼠害是草原重大生物灾害之一, 不仅破坏植被和草原生态平衡, 导致牧草产量降低, 还传播鼠疫等烈性传染病, 威胁人民群众生命安全(施大钊等, 2009)。据全国草原监测报告统计, 2007—2021 年我国草原鼠害年平均发生面积为 3 644.69 万 hm^2 , 约占全国草地总面积的 13.77% (花立民和柴守权, 2022)。新疆维吾尔自治区(简称新疆)是我国第三大草原省, 阿勒泰地区是新疆草地面积最大的地州。阿勒泰地区介于蒙新动物区系、哈萨克斯坦动物区系与泰加林动物区系交界处, 三大动物区系相互渗透, 交错分布, 动植物资源十分丰富(贵有军等, 2021)。根据海拔差异, 阿勒泰地区草地类型可分为高寒草甸、山地草甸、温性草甸草原、温性草原、温性荒漠草原、温性草原化荒漠、温性荒漠、沼泽和低地草甸 9 种, 多样化的生态环境造就了多样性的物种类群(杨磊和熊黑刚, 2018)。阿勒泰地区共有啮齿类动物 41 种, 占全国现有啮齿动物总数的 17.4% (马勇等, 1987; 魏辅文等, 2021)。自 20 世纪 70 年代初期以来, 随着畜牧业迅速发展, 阿勒泰地区天然草场载畜量成倍增加, 草场过度放牧严重, 导致牧草更新缓慢, 植被盖度减少, 植株变矮, 草场退化, 从而形成了适宜害鼠生存繁衍的生态环境, 草场鼠害频繁发生, 这更加剧了草场退化(易光平, 2021)。但是, 目前关于阿勒泰地区草原鼠害的系统性调查研究较少, 对害鼠种类、群落组成和分布特征的现状了解不足, 严重制约了当地鼠害防治工作的开展。

鼠类属于小型啮齿动物, 在食物链中扮演着初级消费者的角色, 为更高营养级的肉食动物提供食

物来源(刘晓辉, 2022), 其多样性和丰富度决定了生态系统中生物多样性的程度(Mi et al., 2021), 其分布主要依赖其生境(Li et al., 2019)。如傅琰华等(2015)在四川省都江堰市中华熊猫谷发现不同生境类型中小型兽类种类及数量多寡显著不同; 黄广传等(2019)发现不同季节和生境类型中大林姬鼠 *Apodemus peninsulae* 和社鼠 *Niviventer confucianus* 对微生境选择具有不同程度重叠和分离; 周恩华等(2023)在四川省贡嘎山国家级自然保护区发现不同区域内小型兽类的物种多样性存在显著差异; 甘伟冬等(2023)发现东北农牧交错带啮齿动物群落优势度指数和丰富度指数都明显受到海拔和植被指数的影响。目前, 关于阿勒泰地区草原鼠害综合防治有一些研究(王健, 2023), 但关于阿勒泰地区鼠类多样性的研究还未见系统报道。

为阐明阿勒泰地区草原鼠害发生的严重程度, 明确优势害鼠种类与鼠害重发区域, 本研究于 2022 年 6—7 月在阿勒泰地区 7 个县(市)共设置 70 条踏查路线 463 个踏查点位对鼠害发生等级、主要鼠害的种类、数量及发生密度进行调查, 对 7 个县(市)鼠类和 4 种草原的物种多样性和群落相似性进行分析, 以为当地草原害鼠防控提供基础数据和决策依据。

1 材料与方法

1.1 材料

研究区概况: 阿勒泰地区位于新疆北部, 下辖青河、富蕴、福海、哈巴河、布尔津、吉木乃 6 个县和阿勒泰市, 总面积 11.8 万 hm^2 。阿勒泰地区地处欧亚大陆腹地, 北部有阿尔泰山脉, 南部接准噶尔盆地,

海拔326~3 960 m,属典型的温带大陆性寒气候。当地草地类型多样,主要为山地草甸、温性草原、温性荒漠草原和温性荒漠(杨磊和熊黑刚,2018)。

仪器:长120 mm、宽65 mm的中号捕鼠夹,祥云家源鼠夹厂。

1.2 方法

1.2.1 阿勒泰地区草原鼠害发生现状的调查

鼠害发生等级的调查:2022年6—7月对阿勒泰地区7个县(市)的鼠害发生等级进行调查。此次调查以第三次全国国土调查数据作为底图,根据阿勒泰地区鼠害发生历史区域、草原资源分布状况、地形地貌及草地类型等规划踏查路线,重点考虑受人为干扰严重、草地退化严重、生态环境状况不良的草地或历史上鼠害频发的草地。在阿勒泰地区7个县(市)中共设置51条踏查路线463个踏查点位,覆盖面积达5.06万 hm^2 ,涵盖所有乡镇和4种主要草地类型,其中青河县、富蕴县、福海县、布尔津县、哈巴河县、吉木乃县及阿勒泰市分别布置10、14、5、4、6、6和6条踏查线路,踏查点位分别为120、116、63、23、39、53和49个;相邻2个踏查点位之间距离不大于10 km,每个踏查点位设置3~4条长500 m左右的样线,目测每条样线上废弃鼠洞和有效鼠洞的情况,估算草地秃斑率。根据目测的鼠洞情况和估算的草地秃斑率,参照草地鼠害防治指标(岳方正等,2022)确定踏查点位的鼠害发生等级并标记。鼠害发生等级如下:0级,未观察到任何鼠类活动和为害痕迹;1级,有废弃鼠洞,但无新的鼠类活动痕迹;2级,偶见有效鼠洞,但0<草地秃斑率 $\leq 10\%$;3级,仅少量的有效鼠洞,10%<草地秃斑率 $\leq 20\%$,即轻度为害;4级,较多的有效鼠洞,仅形成小规模洞群,20%<草地秃斑率 $\leq 30\%$,即中度为害;5级,大量的有效鼠洞,形成明显洞群,草地秃斑率>30%,即重度为害。

害鼠的发生密度、种类和数量的调查:选择在鼠害发生等级3级及以上的具有代表性的踏查点位设置1个样方,面积为0.5~1.0 hm^2 ,样方间距为1 000 m,调查地上鼠和地下鼠的发生密度及采集鼠类样本。采用夹捕法进行地上鼠调查,使用中号捕鼠夹,以新鲜花生为诱饵,每个样方内布置50~100个中号捕鼠夹,捕鼠夹间距5 m,下夹12 h左右收夹,以夹捕率作为地上鼠的发生密度,夹捕率=捕鼠数/有效夹数 $\times 100\%$ 。在鼠害发生区采用土丘法对地下鼠进行调查,调查半径28.3 m的样圆内新土丘数量,以每公顷新土丘数量作为地下鼠的发生密度,同时挖掘洞道布置中号捕鼠夹2~3个,以新鲜花生为

诱饵,下夹3~5 h后收夹。将捕获的鼠类样本带回实验室,根据外形特征、体型指标、头骨和牙齿特征等(马勇等,1987;王思博和杨赣源,1983)进行物种鉴定,参考《2021版中国兽类名录》(魏辅文等,2021)进行种属分类鉴定。根据分类鉴定结果,分别按照县(市)和草地类型统计害鼠种类和数量,计算县(市)发现率和数量比例。发现率 $\geq 50\%$ 的鼠种为广布种,发现率<50%的鼠种为局部种;数量比例 $\geq 50\%$ 的鼠种为优势种,10% $\leq$ 数量比例<50%的鼠种为常见种,1% $\leq$ 数量比例<10%的鼠种为少见种,0 $\leq$ 数量比例<1%的鼠种为稀有种(李殿伟等,2019)。

1.2.2 草原鼠类的物种多样性及群落相似性分析

以县(市)为单位对采集的鼠类进行物种多样性和群落相似性分析。物种多样性采用Margalef丰富度指数、Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀性指数、Simpson优势度指数4个指标。Margalef丰富度指数 $= (S-1)/\ln N$, Shannon-Wiener多样性指数 $H' = -\sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$, Pielou均匀性指数 $= H'/H_{\max}$, Simpson优势度指数 $= 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$, 式中, S 为鼠类物种数, N 为个体总数, P_i 为第*i*种鼠类个体数占群落的比例, $H_{\max}$ 为*H*的理论最大值, $H_{\max} = \ln S$ 。鼠类群落相似性分析采用Whittaker群落相似性指数,群落相似性指数 $= 1 - 0.5 \left(\sum_{i=1}^S |A_i - B_i| \right)$, 式中, A_i 和 B_i 分别表示物种*i*的个体数在群落*A*和*B*中的比例。

为探索具体物种对不同生境的选择以及偏好,根据设立样方的草地类型特点,将捕杀害鼠栖息生境划归为山地草甸、温性草原、温性荒漠草原和温性荒漠4种(岳方正等,2022),以草地类型为单元对采集的鼠类进行物种多样性和群落相似性分析,方法同上。

2 结果与分析

2.1 阿勒泰地区草原鼠害发生现状

2.1.1 阿勒泰地区各县(市)草原鼠害发生等级

在阿勒泰地区7个县(市)的463个踏查点位中,鼠害发生等级达到3级及以上的踏查点位(为害点位)为81个,占总踏查点位的17.49%,有200个踏查点位的鼠害发生等级为0级,占总踏查点位43.20%(表1)。在地域分布上,阿勒泰地区东中部的富蕴县、青河县、福海县的草原鼠害发生达到3级及以上的踏查点位共77个,占总为害点位的95.06%;而阿

勒泰地区西部的布尔津县、哈巴河县和吉木乃县仅有4个踏查点位的鼠害发生等级达到3级及以上,占总为害点位的4.94%(表1)。因此,阿勒泰地区草原鼠害发生总体呈现东高西低的特点。

表1 阿勒泰地区7个县(市)草原鼠害发生等级分布
Table 1 Distribution of rodent damage level in grasslands of seven counties (cities) in Altay Prefecture

县(市) County (City)	踏查 点位 总数 No. of total evalua- tion sites	0级 Level 0		1级 Level 1		2级 Level 2		3级 Level 3		4级 Level 4		5级 Level 5	
		踏查 点位数 No. of evalua- tion sites	比例 Propor- tion/%	踏查 点位数 No. of evalua- tion sites	比例 Propor- tion/%	踏查 点位数 No. of evalua- tion sites	比例 Propor- tion/%	踏查 点位数 No. of evalua- tion sites	比例 Propor- tion/%	踏查点 位数 No. of evalua- tion sites	比例 Propor- tion/%	踏查点 位数 No. of evalua- tion sites	比例 Propor- tion/%
青河县 Qinghe County	120	39	32.50	24	20.00	22	18.33	16	13.33	17	14.17	2	1.67
富蕴县 Fuyun County	116	55	47.41	30	25.86	17	14.66	6	5.17	3	2.59	5	4.31
福海县 Fuhai County	63	3	4.76	10	15.87	22	34.92	10	15.87	11	17.46	7	11.11
阿勒泰市 Aletai City	49	39	79.59	39	79.59	-	-	-	-	-	-	-	-
布尔津县 Buerjin County	23	19	82.61	19	82.61	1	4.35	-	-	-	-	-	-
哈巴河县 Habahe County	39	27	69.23	27	69.23	7	17.95	-	-	-	-	-	-
吉木乃县 Jimunai County	53	18	33.96	13	24.53	18	33.96	4	7.55	-	-	-	-
总计 Total	463	200	43.20	95	20.52	87	18.79	36	7.78	31	6.70	14	3.00

-: 无数据。 -: No data.

2.1.2 阿勒泰地区各县(市)草原害鼠的发生密度

在阿勒泰地区共设置了48个地上鼠调查样方,布夹总数4 242个,有效夹总数4 176个,共捕获鼠类251只,总夹捕率为6.01%,其中青河县的夹捕率最高,为10.88%,阿勒泰市的夹捕率最低,仅为0.83%,其他县的夹捕率介于2.64%~5.97%之间,整体上,阿勒泰地区东部县(市)的夹捕率高于西部县(市)的夹捕率(表2)。在针对鼯形田鼠设立的10个样方中,其土丘密度达到12~660个/hm²,其中在福海县北部的温性草原中土丘密度最高,达660个/hm²,在哈巴河县北部的温性草原中土丘密度次之,为360个/hm²。

2.1.3 阿勒泰地区各县(市)的害鼠种类

在阿勒泰地区草原夹捕的251只地上鼠隶属4科

7属11种,其中黄兔尾鼠*Eolagurus luteus*的数量最多,为169只,占总夹捕数量的67.33%;同时其分布最广,在4个县(市)的21个样方中均有分布,属于广布种和优势种,是阿勒泰地区的主要害鼠。在夹捕的11种地上鼠中,有7种鼠的捕获率介于3.98%~5.18%之间,其中子午沙鼠*Meriones meridianus*和大沙鼠*Rhombomys opimus*在4个县(市)均有分布,属于广布种和偶见种,灰仓鼠*Cricetulus migratorius*、红尾沙鼠*Meriones libycus*、赤颊黄鼠*Spermophilus erythrogenys*、长尾黄鼠*Spermophilus undulatus*和五趾跳鼠*Orientallactaga sibirica*的分布不超过3个县(市),属于局部种和偶见种。三趾跳鼠*Dipus sagitta*、根田鼠*Alexandromys oeconomus*和怪柳沙鼠

Meriones tamariscinus 的占比均小于 1.00%, 属于局部种和稀有种(表 3)。在阿勒泰地区草原捕获的地鼠仅有 1 种, 为鼯形田鼠 *Ellobius talpinus*, 其遍布各县(市), 且主要分布在山地草甸和温性草原中。

表 2 阿勒泰地区 7 个县(市)草原地上鼠的发生密度
Table 2 Densities of overground rodents in grasslands of seven counties (cities) in Altay Prefecture

县(市) County (City)	样方数 No. of quadrats	样方总面积 Total area of quadrat/hm ²	布夹数 No. of traps	有效夹数 Effective traps	捕鼠数 No. of captured rodents	夹捕率 Capture rate/%
青河县 Qinghe County	10	10.0	1 005	1 002	109	10.88
富蕴县 Fuyun County	13	12.5	1 263	1 222	73	5.97
福海县 Fuhai County	6	5.0	508	503	26	5.17
阿勒泰市 Aletai City	5	5.0	491	484	4	0.83
布尔津县 Buerjin County	1	0.5	30	30	1	3.33
哈巴河县 Habahe County	6	3.5	384	379	10	2.64
吉木乃县 Jimunai County	7	5.5	561	556	28	5.04
总计 Total	48	42.0	4 242	4 176	251	6.01

表 3 阿勒泰地区 7 个县(市)草原地上鼠的种类及比例
Table 3 Species and proportion of overground rodents in grasslands of seven counties (cities) in Altay Prefecture

科 Family	鼠种 Species	捕获数量 Number of individuals							总数 Total	比例 Pro- por- tion/%
		青河县 Qinghe County	富蕴县 Fuyun County	福海县 Fuhai County	阿勒泰市 Aletai City	布尔津县 Buerjin County	哈巴河县 Habahe County	吉木乃县 Jimunai County		
仓鼠科 Cricetidae	黄兔尾鼠 <i>Eolagurus luteus</i>	94	53	5	—	—	—	17	169	67.33
	灰仓鼠 <i>Cricetulus migratorius</i>	4	—	6	1	—	—	—	11	4.38
	根田鼠 <i>Alexandromys oeconomus</i>	—	—	—	1	—	—	—	1	0.40
	鼠科 Muridae	1	5	7	—	—	—	—	13	5.18
	<i>Meriones libycus</i>	—	3	5	—	—	1	1	10	3.98
	<i>Meriones meridianus</i>	—	—	—	1	—	—	—	1	0.40
	<i>Meriones tamariscinus</i>	3	3	3	—	1	—	—	10	3.98
	大沙鼠 <i>Rhombomys opimus</i>	—	2	—	—	—	—	10	12	4.78
松鼠科 Sciuridea	赤颊黄鼠 <i>Spermophilus erythrogenys</i>	—	2	—	1	—	9	—	12	4.78
	长尾黄鼠 <i>Spermophilus undulatus</i>	5	5	—	—	—	—	—	10	3.98
跳鼠科 Dipodidae	五趾跳鼠 <i>Orientallactaga sibirica</i>	2	—	—	—	—	—	—	2	0.80
	三趾跳鼠 <i>Dipus sagitta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—

—: 无数据。—: No data.

2.1.4 阿勒泰地区不同草原类型的害鼠种类

在 4 种草原中, 温性荒漠草原夹捕的害鼠种类和数量均最多, 分别为 8 种和 164 只, 数量占总夹捕数量的 65.34%; 温性草原捕获的害鼠种类也最多, 为 8 种, 但数量居中, 为 36 只, 占总夹捕数量的 14.34%; 温性荒漠捕获的害鼠种类不多, 为 5 种, 但数量较多, 为 47 只, 占总夹捕数量的 18.73%; 山地草

甸捕获的害鼠种类和数量均最少, 分别为 2 种和 4 只, 数量占总夹捕数量的 1.59%。在 11 种害鼠中, 黄兔尾鼠在 4 种草原中均有分布, 其中在温性荒漠草原和温性荒漠中占比较高, 均超过 40.00%; 赤颊黄鼠在 3 种草原中均有分布, 其中在山地草甸中占比达 75.00%; 红尾沙鼠和灰仓鼠在 2 种草原中均有分布, 其中红尾沙鼠在温性荒漠中占比为 25.53%, 灰仓鼠

在温性草原中占比为 19.44%；而子午沙鼠仅分布在温性荒漠中，占比达 21.28%；大沙鼠虽在 3 种草原中均有分布，但占比均较小，分别为 2.78%、2.44% 和 10.64%（表 4）。

表 4 阿勒泰地区 4 种草原地上鼠捕获的种类、数量与比例
Table 4 Species, number, and proportion of overground rodents captured in four types of grasslands in Altay Prefecture

鼠种 Species	山地草甸 Mountain meadow		温性草原 Temperate steppe		温性荒漠草原 Temperate desert steppe		温性荒漠 Temperate desert	
	数量 No.	比例 Proportion/%	数量 No.	比例 Proportion/%	数量 No.	比例 Proportion/%	数量 No.	比例 Proportion/%
黄兔尾鼠 <i>Eolagurus luteus</i>	1	25.00	7	19.44	142	86.59	19	40.43
灰仓鼠 <i>Cricetulus migratorius</i>	—	—	7	19.44	4	2.44	—	—
根田鼠 <i>Alexandromys oeconomus</i>	—	—	1	2.78	—	—	—	—
红尾沙鼠 <i>Meriones libycus</i>	—	—	—	—	1	0.61	12	25.53
子午沙鼠 <i>Meriones meridianus</i>	—	—	—	—	—	—	10	21.28
怪柳沙鼠 <i>Meriones tamariscinus</i>	—	—	—	—	1	0.61	—	—
大沙鼠 <i>Rhombomys opimus</i>	—	—	1	2.78	4	2.44	5	10.64
赤颊黄鼠 <i>Spermophilus erythrogenys</i>	3	75.00	5	13.89	4	2.44	—	—
长尾黄鼠 <i>Spermophilus undulatus</i>	—	—	12	33.33	—	—	—	—
五趾跳鼠 <i>Orientallactaga sibirica</i>	—	—	3	8.33	6	3.66	1	2.13
三趾跳鼠 <i>Dipus sagitta</i>	—	—	—	—	2	1.22	—	—
合计 Total	4	—	36	—	164	—	47	—

—: 无数据。—: No data.

2.2 阿勒泰地区草原鼠类的多样性和相似性分析

2.2.1 7个县(市)鼠类的多样性和相似性分析

阿勒泰地区中部的富蕴县、福海县和阿勒泰市的 4 个多样性指数均处于较高水平，而东西部县的多样性指数则处于较低水平。在 7 个县(市)中，青河县的 Pielou 均匀性指数和 Simpson 优势度指数最低，分别为 0.338 和 0.252，福海县的 Shannon-Wiener 多样性指数与 Simpson 优势度指数最高，分别为 1.575 和 0.787，阿勒泰市的 Margalef 丰富度指数与

Pielou 均匀性指数最高，分别为 2.164 和 1.000，布尔津县和哈巴河县的 Shannon-Wiener 多样性指数最低，为 0.600，吉木乃县的 Margalef 丰富度指数最低，为 0.600（表 5）。富蕴县、青河县和吉木乃县草原鼠类的群落相似性水平较高，群落相似性指数均大于 0.60；富蕴县和青河县的相似性水平最高，群落相似性指数达 0.81；而阿勒泰市、布尔津县、哈巴河县与其他县的群落相似性水平较低；阿勒泰市与吉木乃县的相似性水平最低，群落相似性指数为 0（表 6）。

表 5 阿勒泰地区 7 个县(市)草原鼠类的物种多样性指数
Table 5 Species diversity indexes of rodents in grasslands of seven counties (cities) in Altay Prefecture

县(市) County (City)	物种数 Species number	Margalef 丰富度指数 Margalef richness index	Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index	Pielou 均匀性指数 Pielou evenness index	Simpson 优势度指数 Simpson dominance index
青河县 Qinghe County	6	1.066	0.606	0.338	0.252
富蕴县 Fuyun County	7	1.398	1.059	0.544	0.459
福海县 Fuhai County	5	1.228	1.575	0.979	0.787
阿勒泰市 Aletai City	4	2.164	1.386	1.000	0.750
布尔津县和哈巴河县 Buerjin County and Habahe County	3	0.834	0.600	0.546	0.314
吉木乃县 Jimunai County	3	0.600	0.790	0.719	0.503

表 6 阿勒泰地区 7 个县(市)草原鼠类的群落相似性指数

Table 6 Community similarity index of rodents in grasslands of seven counties (cities) in Altay Prefecture

县(市) County (City)	青河县 Qinghe County	富蕴县 Fuyun County	福海县 Fuhai County	阿勒泰市 Aletai City	布尔津县和哈巴河县 Buerjin County and Habahe County	吉木乃县 Jimunai County
青河县 Qinghe County	—	—	—	—	—	—
富蕴县 Fuyun County	0.81	—	—	—	—	—
福海县 Fuhai County	0.27	0.34	—	—	—	—
阿勒泰市 Aletai City	0.04	0.03	0.23	—	—	—
布尔津县和哈巴河县 Buerjin County and Habahe County	0.03	0.11	0.18	0.25	—	—
吉木乃县 Jimunai County	0.61	0.67	0.23	0.00	0.04	—

—: 无数据。 -: No data.

2.2.2 4 种草原中鼠类的多样性和相似性分析

温性草原鼠类的 Margalef 丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀性指数和 Simpson 优势度指数均最高,分别为 1.674、1.683、0.865 和 0.786,温性荒漠草原虽然 Margalef 丰富度指数较高,为 1.373,但其 Shannon-Wiener 多样性指

数、Pielou 均匀性指数、Simpson 优势度指数均较低,分别为 0.633、0.305 和 0.247(表 7)。温性荒漠草原与温性荒漠、山地草甸与温性草原的群落相似性较高,群落相似性指数分别为 0.46 和 0.33;温性草原和温性荒漠的群落相似性最低,群落相似性指数仅为 0.24(表 8)。

表 7 阿勒泰地区 4 种草原中鼠类的物种多样性指数

Table 7 Species diversity indices of rodents in four types of grassland in Altay Prefecture

草原类型 Grassland type	物种数 No. of species	Margalef 丰富度指数 Margalef richness index	Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index	Pielou 均匀性指数 Pielou evenness index	Simpson 优势度指数 Simpson dominance index
山地草甸 Mountain meadow	2	0.721	0.562	0.811	0.375
温性草原 Temperate steppe	7	1.674	1.683	0.865	0.786
温性荒漠草原 Temperate desert steppe	8	1.373	0.633	0.305	0.247
温性荒漠 Temperate desert	5	1.039	1.364	0.848	0.714

表 8 阿勒泰地区 4 种草原类型中鼠类的群落相似性指数

Table 8 Community similarity indices of rodents in four types of grassland in Altay Prefecture

草地类型 Grassland type	山地草甸 Mountain meadow	温性草原 Temperate steppe	温性荒漠草原 Temperate desert steppe	温性荒漠 Temperate desert
山地草甸 Mountain meadow	—	—	—	—
温性草原 Temperate steppe	0.33	—	—	—
温性荒漠草原 Temperate desert steppe	0.27	0.30	—	—
温性荒漠 Temperate desert	0.25	0.24	0.46	—

3 讨论

本研究显示,阿勒泰地区草原鼠害发生比例约为 17.49%,高于全国草原鼠害年平均发生面积比例

(13.77%)(花立民和柴守权,2022)。同时发现,在阿勒泰地区黄兔尾鼠不仅数量多(占总捕获数量的 67.33%),分布广,还是唯一分布在 4 种草原中的害鼠。黄兔尾鼠曾在北疆荒漠草原多次暴发,农牧业

损失严重。如1985—2005年,黄兔尾鼠平均密度达到100只/hm²,平均为害面积33.33万hm²,为害牧草9357万kg,造成直接经济损失1875万元(阿德克·乌拉孜汗,2011);20世纪70年代,黄兔尾鼠曾在阿勒泰草原自东向西连成一片(马勇等,1987),到2012年其减少为4个相互独立又有联系的地理种群,其中阿勒泰境内有北塔山-青河-富蕴和吉木乃-和布克赛尔2个地理种群(倪亦非和徐光青,2012)。本研究发现虽然黄兔尾鼠仍是主要害鼠,但其重发区已进一步萎缩至青河县和富蕴县。黄兔尾鼠具有暴发潜力,各县(市)应将其作为重点监测对象加以关注。阿勒泰地区草原还分布红尾沙鼠、子午沙鼠、怪柳沙鼠和大沙鼠4种沙鼠,占比分别为5.18%、3.98%、0.40%和3.98%,呈现同域分布,这4种沙鼠主要分布于近沙漠地区的荒漠区,对梭梭*Haloxylon ammodendron*、红柳*Tamarix ramosissima*、白刺*Nitraria tangutorum*和红砂*Reaumuria songarica*等固沙植物有一定破坏(Wen et al., 2022),因此应加强监测,防止其暴发破坏荒漠草原和荒漠林。地下害鼠鼯形田鼠土丘遍布阿勒泰地区各主要草原,尤其是在青河县的东部边境和阿尔泰山山地的密度较高,应重点关注。另外,在中蒙边境交界处发现黄兔尾鼠、大沙鼠和鼯形田鼠存在跨境分布现象,未来还应关注这些鼠种的跨境为害。此前公认的三趾跳鼠、五趾跳鼠、灰仓鼠、根田鼠和怪柳沙鼠等草原害鼠在阿勒泰地区数量较少,比例较低,未形成明显为害,未来关注其种群波动即可,暂不需专项防治。

啮齿动物多样性调查对明确生态系统的稳定性及理解其生态学功能具有重要意义(吴洪潘等, 2023)。小型啮齿动物物种多样性受纬度、海拔及其导致的降水差异和植被格局等多种环境因子的综合影响(李殿伟等,2019;Kohli et al., 2022)。阿勒泰地区北部为高耸的阿尔泰山脉,东南部则是干旱的古尔班通古特沙漠边缘,西南吉木乃县南部为萨吾尔山,草原分布的垂直特征明显,生物量自南向北增加(杨磊和熊黑刚,2018;贵友军等,2021)。从县(市)角度分析,阿勒泰地区中部的阿勒泰市和福海县鼠类丰富度、多样性、均匀性和优势度指数均处较高水平,但二者的群落相似度并不高,究其原因可能是阿勒泰市偏北靠近山区,降雨充沛,而福海县偏南靠近沙漠,降水稀少;而东部富蕴县和青河县不但鼠类数量和种类多,多样性指数相近,而且群落相似性也最高,可能与其地形均为南北纵深覆盖山地和荒漠草原、降水和植被格局相似有关;西部的哈巴河县、布

尔津县则面积较小,鼠类数量和物种数较少,多样性也较低;但吉木乃县可能由于靠近南部山区,降水较多,并分布有较多的黄兔尾鼠,虽然多样性指数不高,但群落相似性与东部的富蕴县和青河县均处较高水平。从草原类型角度分析,山地草甸、温性草原、温性荒漠草原和温性荒漠4种草地类型随着海拔升高,其年降水量、干燥度和植被盖度均呈递减趋势(Wang et al., 2022)。本研究结果也显示,降水量相似的草原类型,其鼠类多样性的相似度也更高。同时,不同生境类型优势物种也有明显差异,如草甸草原的优势物种为鼯形田鼠,温性草原的优势种为长尾黄鼠,温性荒漠草原的优势种为黄兔尾鼠,温性荒漠的优势种为沙鼠类;在黄兔尾鼠占优势的青河县和富蕴县及温性荒漠草原中,均表现出了较低的均匀性指数,说明主要害鼠对鼠类群落多样性有影响。综上所述,阿勒泰地区草原鼠类的多样性和群落相似性受地形特点和降水格局的非生物因素以及优势害鼠比例的影响很大。

由于试验条件有限,本研究尚存在一些不足,结果存在一定局限性,如北部山区的草甸草原取样过少;未能均匀布置踏查点和采样点,而主要依据交通线进行调查。同时,本研究虽然进行了县域以及生境2个尺度上啮齿动物物种多样性研究,但由于各县面积、地形等差异及数据有限,并未能提出全面的分析模式。

参 考 文 献 (References)

- Fu YH, Gengqiuzhaxi, Tu FY, Miao N, Fei LS, Zhao C. 2015. Composition and diversity of small mammals in China Panda Valley, Dujiangyan, Sichuan Province. *Sichuan Journal of Zoology*, 34(4): 570-573 (in Chinese) [傅琰华, 耿秋扎西, 涂飞云, 缪宁, 费立松, 赵成. 2015. 四川都江堰“中华熊猫谷”小型兽类组成及多样性分析. *四川动物*, 34(4): 570-573]
- Gan WD, Wu YZ, Yu HC, Wei WH, Yin BF. 2023. Preliminary study on rodent community structure and its influencing factors in the agro-pastoral ecotone of Northeast China. *Chinese Journal of Wildlife*, 44(1): 22-30 (in Chinese) [甘伟冬, 吴涌珍, 俞皓淳, 魏万红, 殷宝法. 2023. 东北农牧交错带啮齿动物群落结构组成及影响因素初探. *野生动物学报*, 44(1): 22-30]
- Gui YJ, Shi S, Luo YJ, Muhemaiti M, Hao JH, Luo T, Li B, Zhang XB, Wang C, Wang XJ. 2021. The fauna and geographical distribution of rodents in Xinjiang. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides & Equipments*, 27(6): 557-564 (in Chinese) [贵有军, 史深, 罗勇军, 木尼热·木合买提, 郝俊晖, 雒涛, 李博, 张晓兵, 王诚, 王效俊. 2021. 新疆啮齿动物区系构成及地理分布. *中华卫生杀虫药械*, 27(6): 557-564]
- Hua LM, Chai SQ. 2022. Rodent pest control on grasslands in China:

- current state, problems and prospects. *Journal of Plant Protection*, 49(1): 415–423 (in Chinese) [花立民, 柴守权. 2022. 中国草原鼠害防治现状、问题及对策. *植物保护学报*, 49(1): 415–423]
- Huang GC, Si JJ, Meng X, Chen ZW, Zhang HM. 2019. Differences in microhabitat selection between Chinese white-bellied rats (*Niviventer confucianus*) and Korean field mice (*Apodemus peninsulae*) in different habitat types and seasons. *Acta Theriologica Sinica*, 39(3): 242–251 (in Chinese) [黄广传, 司俊杰, 蒙新, 陈治文, 张洪茂. 2019. 不同生境和季节社鼠与大林姬鼠的微生境选择比较. *兽类学报*, 39(3): 242–251]
- Kohli BA, Miyajima RJ, Jarzyna MA. 2022. Elevational diversity patterns of rodents differ between wet and arid mountains. *Global Ecology and Biogeography*, 31(9): 1726–1740
- Li DW, Yao X, Jin ZM, Cai H, Xu CY, Zhang MH. 2019. Investigation of rodent community diversity in the eastern forest of Zhangguangcai Mountains. *Forest Pest and Disease*, 38(5): 28–33, 37 (in Chinese) [李殿伟, 姚旭, 金志民, 蔡赫, 徐春雨, 张明海. 2019. 张广才岭东部山地啮齿动物群落多样性调查. *中国森林病虫*, 38(5): 28–33, 37]
- Li N, Chu HJ, Qi YJ, Li CW, Ping XG, Sun YH, Jiang ZG. 2019. Alpha and beta diversity of birds along elevational vegetation zones on the southern slope of Altai Mountains: implication for conservation. *Global Ecology and Conservation*, 19: e00643
- Liu XH. 2022. Discrepancy, paradox, challenges, and strategies in face of national needs for rodent management in China. *Journal of Plant Protection*, 49(1): 407–414 (in Chinese) [刘晓辉. 2022. 中国鼠害防控需求的差异、矛盾、挑战与对策. *植物保护学报*, 49(1): 407–414]
- Ma Y, Wang FG, Jin SK, Li SH. 1987. Classification and distribution of rodents in northern Xinjiang. Beijing: Science Press (in Chinese) [马勇, 王逢桂, 金善科, 李思华. 1987. 新疆北部地区啮齿动物的分类和分布. 北京: 科学出版社]
- Mi XC, Feng G, Hu YB, Zhang J, Chen L, Corlett RT, Hughes AC, Pimm S, Schmid B, Shi SH, et al. 2021. The global significance of biodiversity science in China: an overview. *National Science Review*, 8(7): nwab032
- Ni YF, Xu GQ. 2012. Distribution area and eco-geographical characteristics of *Eolagurus luteus* in Xinjiang. *Xinjiang Xumuye* (6): 59–63 (in Chinese) [倪亦非, 徐光青. 2012. 新疆黄兔尾鼠的分布区及其生态地理特征. *新疆畜牧业*, (6): 59–63]
- Shi DZ, Guo YW, Su HT. 2009. A progress of rodent and its control in the agriculture and animal husbandry. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 20(6): 499–501 (in Chinese) [施大钊, 郭永旺, 苏红田. 2009. 农牧业鼠害及控制进展. *中国媒介生物学及控制杂志*, 20(6): 499–501]
- Wang GY, Mao JF, Fan LL, Ma XX, Li YM. 2022. Effects of climate and grazing on the soil organic carbon dynamics of the grasslands in northern Xinjiang during the past twenty years. *Global Ecology and Conservation*, 34: e02039
- Wang J. 2023. Rodent control in Altay Prefecture. *Forestry of Xinjiang* (3): 35–37 (in Chinese) [王健. 2023. 阿勒泰地区草原鼠害治理. *新疆林业*, (3): 35–37]
- Wang SB, Yang GY. 1983. Rodent fauna of Xinjiang. Urumqi: Xinjiang People's Publishing House (in Chinese) [王思博, 杨赣源. 1983. 新疆啮齿动物志. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社]
- Wei FW, Yang QS, Wu Y, Jiang XL, Liu SY, Li BG, Yang G, Li M, Zhou J, Li S, et al. 2021. Catalogue of mammals in China: 2021 edition. *Acta Theriologica Sinica*, 41(5): 487–501 (in Chinese) [魏辅文, 杨奇森, 吴毅, 蒋学龙, 刘少英, 李保国, 杨光, 李明, 周江, 李松, 等. 2021. 中国兽类名录: 2021 版. *兽类学报*, 41(5): 487–501]
- Wen XY, Zhao GH, Cheng XT, Chang GB, Dong XB, Lin X. 2022. Prediction of the potential distribution pattern of the great gerbil (*Rhombomys opimus*) under climate change based on ensemble modelling. *Pest Management Science*, 78(7): 3128–3134
- Wu HP, Liu DZ, Chu WW, Zainula G, Qi YJ, Chu HJ. 2023. Microhabitat selection of *Rhombomys opimus* hideout in Mt. Kalamaili Ungulate Nature Reserve, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 34(1): 70–76 (in Chinese) [吴洪潘, 刘冬志, 初雯雯, 古丽娜·再努拉, 戚英杰, 初红军. 2023. 新疆卡拉麦里山有蹄类野生动物自然保护区大沙鼠巢域微生境选择. *中国媒介生物学及控制杂志*, 34(1): 70–76]
- Wulazihan A. 2011. Study on popularizing artificial eagle recruitment to kill rats in Altay region. *Xinjiang Xumuye*, (Suppl. 1): 12–15 (in Chinese) [阿德克·乌拉孜汉. 2011. 阿勒泰地区推广人工招鹰灭鼠的研究. *新疆畜牧业*, (增刊1): 12–15]
- Yang L, Xiong HG. 2018. Characteristic of vegetation of different grassland types in Altay Prefecture. *Research of Soil and Water Conservation*, 25(6): 152–159 (in Chinese) [杨磊, 熊黑刚. 2018. 阿勒泰地区不同草地类型植被特征. *水土保持研究*, 25(6): 152–159]
- Yi GP. 2021. Causes of natural grassland degradation and protection countermeasures. *Livestock and Poultry Industry*, 32(8): 94, 96 (in Chinese) [易光平. 2021. 天然草原退化原因及保护对策. *畜禽业*, 32(8): 94, 96]
- Yue FZ, Li X, Yang D, Wang ZP, Xu ZT, Hua LM, Tu XB, Wang BY, Han HB, Chai SQ. 2022. Establishment and analysis of key pest control indicators in grasslands in China. *Pratacultural Science*, 39(9): 1773–1781 (in Chinese) [岳方正, 李璇, 杨鼎, 王志鹏, 徐震霆, 花立民, 涂雄兵, 王炳煜, 韩海斌, 柴守权. 2022. 我国主要草原有害生物防治指标制定与分析. *草业科学*, 39(9): 1773–1781]
- Zhou EH, Liu ZX, Wei Y, Li YH, Hu J, Yuan YL. 2023. Species diversity of small terrestrial mammals on the western slope of Mount Gongga in Jiulong County. *Journal of China West Normal University (Natural Sciences)*, 44(3): 220–226 (in Chinese) [周恩华, 刘芝秀, 魏永, 李艳红, 胡杰, 袁玉龙. 2023. 九龙县贡嘎山西坡小型地栖兽类物种多样性. *西华师范大学学报(自然科学版)*, 44(3): 220–226]

(责任编辑:张俊芳)