

哈尔滨郊区人为鼠疫疫源地 蚤类种群动态分析

李仲来¹, 杨 岩², 陈曙光²

(1. 北京师范大学数学系, 北京 100875; 2. 黑龙江省卫生防疫站, 哈尔滨 150036)

摘要: 1982~1999年对黑龙江省哈尔滨郊区人为鼠疫疫源地达乌尔黄鼠 *Spermophilus dauricus* 巢蚤、体蚤、洞干蚤指数和染蚤率进行了调查和分析。共获蚤9种, 其中方形黄鼠蚤松江亚种 *Citellophilus tesquorum sungaris* 是优势种 (89.39%), 其次为二齿新蚤 *Neopsylla bidentatiformis* (10.37%)。3类蚤指数、染蚤率的均值差异均显著 ($P < 0.01$)。巢蚤与体蚤指数相关显著 ($P < 0.05$)。巢蚤指数: 体蚤指数: 洞干蚤指数 $\approx 650:140:1$; 巢染蚤率: 体染蚤率: 洞干染蚤率 $\approx 165:88:1$ 。

关键词: 人为鼠疫疫源地; 达乌尔黄鼠; 方形黄鼠蚤松江亚种; 二齿新蚤; 种群动态

中图分类号: Q958.1; R384.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 0454-6296 (2001) 04-0507-05

1950年以前, 哈尔滨郊区基本上属于农区, 大部分土地已经开垦, 原始植被已被破坏, 但荒地和地格仍然与耕地交错成网, 坟地星罗棋布, 构成了适合达乌尔黄鼠 *Spermophilus dauricus* (简称黄鼠) 栖息的条件。由于日本占领时期在该地区秘密建立细菌武器研制中心“731部队”, 长期设立禁区, 在驻地周围强占土地, 驱逐居民, 致使大片农田荒芜, 杂草丛生, 加以起伏的自然地貌, 为黄鼠保持稳定的高数量创造了条件。1945年8月9日, 日本在投降前夕, 为掩盖其向我国发动细菌战争的严重罪行, 将设在哈尔滨市南郊平房地区 (N45°25', E126°40') 的“731部队”细菌工厂炸毁, 致使大批染疫鼠蚤到处扩散, 传染了平房及其周围地区的鼠类, 引起了当地鼠间鼠疫流行并传染到人^[1,2], 该地区有135人感染鼠疫病, 死亡124人^[3], 由此形成了国际上惟一的一块人为鼠疫疫源地。该地区地理位置: 南面和西面有金兀术运粮河, 东有阿什河, 北临松花江, 形成了一块相对独立的地区, 其中有鼠面积 64 305 hm^2 , 分布在17个乡镇, 252个自然村 (屯)。经1957年后持续地进行消灭黄鼠, 使黄鼠密度控制在一个较低的水平。再加上开荒、造林、兴修水利、平坟、城市建设等改造措施, 使原来的自然景观逐渐变为文化景观, 破坏了黄鼠的栖息环境。在1962~1982年, 黄鼠密度一直低于0.3只/ hm^2 , 且未检出鼠疫菌。但是, 在1983~1994年, 又检出27份阳性血清, 故该地区鼠疫疫源仍然存在^[1,2,4,5]。因此, 对这种地区的蚤类种群进行分析, 可加深对人为鼠疫疫源地鼠疫主要传播媒介的认识, 为人类反生物战提供一定的借鉴经验并积累重要的昆虫学资料。鉴于未见这方面的报道, 作者对此进行了研究。

1 材料与方法

样地和黄鼠密度调查方法见前文^[6]。1998、1999 年的黄鼠密度分别为 0.56 只/hm² 和 0.54 只/hm²。每年 4~9 月按月进行黄鼠巢蚤（如地冻，有些年份为 5~8 月或 5~9 月）、体蚤和洞干蚤数量调查。巢蚤、体蚤和洞干蚤指数调查方法采用鼠疫全国重点监测点监测试行方案中媒介昆虫监测方法：每月分别在每种栖息地各随机挖有效黄鼠巢穴约 4 个，将鼠洞剖开后，取巢垫物及表面巢土单独装入布袋，在检蚤室检蚤，对获得的蚤鉴定分类。计算公式：巢蚤指数 = 总蚤数/总检黄鼠巢数；某种巢蚤指数 = 某种蚤数/总检黄鼠巢数，鼠巢染蚤率 = （染蚤巢数/总检黄鼠巢数）× 100%。在此期间，对捕获活体黄鼠，每月分别在每种栖息地各随机抽取约 50 只，单只袋装，在检蚤室用乙醚麻醉后，用毛刷梳蚤，对获得的蚤鉴定分类。计算公式：体蚤指数 = 总蚤数/总检黄鼠数；某种体蚤指数 = 某种蚤数/总检黄鼠数；鼠体染蚤率 = （染蚤鼠数/总检黄鼠数）× 100%。每月随机抽取 40 cm 深的黄鼠洞干约 100 个，用直径约 1.5 cm、长 100 cm 的胶管，一端缠 40 cm 长的法兰绒布套制成的探蚤管进行探蚤，每洞探 3 次，对获得的蚤鉴定分类。计算公式：洞干蚤指数 = 总蚤数/总探黄鼠洞数；某种洞干蚤指数 = 某种蚤数/总探黄鼠洞数；鼠洞干染蚤率 = （染蚤洞干数/总探洞干数）× 100%。对调查资料进行 *t* 检验和相关分析，并求体蚤指数与巢蚤指数的回归模型。

2 结果与讨论

2.1 基本统计分析

1982 年开始系统监测人为鼠疫疫源地蚤类种群动态。18 年共挖黄鼠巢 626 个，年均 35（幅度：18~64）个；染蚤巢数 313 个，年均 17（5~32）个；获巢蚤 2 283 只，年均 127（31~280）只。检黄鼠 5 823 只，年均 324（196~560）只；染蚤鼠数 1 540 只，年均 86（16~165）只；获体蚤 4 446 只，年均 247（27~431）只。检黄鼠洞干 13 934 个，年均 774（413~1 600）个；染蚤洞干 42 个，年均 2（0~8）个；获洞干蚤 78 只，年均 4（0~21）只。由监测结果，共获巢蚤 2 科 5 属 6 种，年均（ $\bar{x} \pm SD$ ）= 2.33 ± 0.49 种，其中方形黄鼠蚤松江亚种 *Citellophilus tesquorum sungaris* 占 73.76%（简称方形黄鼠蚤），二齿新蚤 *Neopsylla bidentatiformis* 占 25.84%，具刺巨槽蚤 *Megabothris calcarifer* 占 0.13%，短跗鬃眼蚤 *Ophthalmopsylla kukuschkini* 占 0.13%，不等单蚤 *Monopsyllus anisus* 占 0.09%，具带病蚤 *Nosopsyllus fasciatus* 占 0.05%。获体蚤 2 科 5 属 8 种，年均 2.39 ± 0.61 种，其中方形黄鼠蚤占 97.42%，二齿新蚤占 2.43%，具刺巨槽蚤占 0.05%，短跗鬃眼蚤占 0.02%，具带病蚤占 0.02%，角尖眼蚤指名亚种 *Ophthalmopsylla praefecta praefecta* 占 0.02%，缓慢细蚤 *Leptopsylla segnis* 占 0.02%，栉头细蚤 *L. pectiniceps* 占 0.02%。获洞干蚤 2 科 2 属 2 种，年均 0.83 ± 0.79 种，其中方形黄鼠蚤占 89.74%，二齿新蚤占 10.26%。由此看出，巢蚤、体蚤和洞干蚤中的种类并不完全相同。方形黄鼠蚤占全部蚤数的 89.39%，在巢蚤、体蚤和洞干蚤中均为优势种，在体蚤中比例高达 97.42%；二齿新蚤占全部蚤数的 10.37%，排第 2 位，在巢蚤和洞干蚤中所占比例较高（分别为 25.87% 和 10.26%），体蚤中的比例低（2.43%）；其它蚤（共 16 只）均为少见种且仅占全部蚤数的

0.24%。

2.2 蚤数量比较和染蚤率比较及二者间的关系

表 1 为达乌尔黄鼠的巢蚤、体蚤和洞干蚤指数。这些蚤指数是从 3 种角度反映黄鼠寄生蚤的数量动态。方形黄鼠蚤和二齿新蚤的年均指数 ($\bar{x} \pm SD$) 分别为 2.83 ± 2.14 、 0.91 ± 0.65 (巢蚤); 0.71 ± 0.32 、 0.02 ± 0.02 (体蚤); 0.006 ± 0.009 、 0.001 ± 0.001 (洞干蚤)。体蚤容易受到捕获宿主时的方式、宿主当时的状态、人为因素的影响,但巢蚤受到的影响较小。因此,巢蚤数量更能比较客观地反映蚤类的数量变动规律。从数量看,巢蚤指数 (3.75 ± 2.54) 与体蚤指数 (0.73 ± 0.31) 的均值、体蚤指数与洞干蚤指数 (0.006 ± 0.009) 的均值差异都显著 ($P < 0.01$),且巢蚤指数:体蚤指数:洞干蚤指数 $\approx 650:140:1$ 。巢染蚤率 (49.09 ± 20.16)% 与体染蚤率 (25.34 ± 10.58)% 的均值、体染蚤率与洞干染蚤率 (0.33 ± 0.38)% 的均值差异都显著 ($P < 0.01$),且巢染蚤率:体染蚤率:洞干染蚤率 $\approx 165:88:1$ 。巢蚤指数与巢染蚤率的相关系数 $r = 0.71$,体蚤指数与体染蚤率的 $r = 0.92$,洞干蚤指数与洞干染蚤率的 $r = 0.95$,这 3 个指数分别与其染蚤率正相关 ($P < 0.01$)。

表 1 达乌尔黄鼠的巢蚤、体蚤和洞干蚤指数*

Table 1 Indexes of burrow nest flea, body flea and burrow track flea of *S. dauricus*

年份 Year	巢蚤 Burrow nest flea		体蚤 Body flea		洞干蚤 Burrow track flea	
	黄鼠蚤	二齿新蚤	黄鼠蚤	二齿新蚤	黄鼠蚤	二齿新蚤
	<i>C. t. sungaris</i>	<i>N. bident-atiformis</i>	<i>C. t. sungaris</i>	<i>N. bident-atiformis</i>	<i>C. t. sungaris</i>	<i>N. bident-atiformis</i>
1982	9.880	1.320	1.371	0.012	0.005	0
1983	2.667	1.824	1.088	0.009	0.005	0.002
1984	4.897	1.483	0.696	0.002	0.015	0.003
1985	2.491	0.377	0.985	0.015	0.003	0.005
1986	1.364	0.545	0.905	0.004	0.018	0
1987	3.560	1.440	0.975	0.006	0.002	0
1988	1.750	0.679	0.902	0.009	0.003	0
1989	2.884	1.884	0.527	0.019	0.004	0.002
1990	4.293	2.439	0.868	0.036	0	0
1991	4.176	0.735	0.279	0.003	0	0
1992	1.234	0.406	0.867	0.002	0	0
1993	1.500	0.333	0.479	0.017	0	0
1994	0.923	0.231	0.617	0.067	0.002	0
1995	1.000	0.600	0.425	0.063	0	0
1996	1.444	0.593	0.106	0.009	0	0
1997	1.481	0.444	0.352	0.026	0	0
1998	2.056	0.333	0.710	0.065	0.010	0
1999	3.368	0.632	0.691	0.008	0.033	0

* 蚤指数是指在相应被检样本上查到的平均蚤数
The index refers to the mean number of the fleas found on the corresponding samples examined

2.3 3类蚤指数间的相关

巢蚤指数与体蚤指数的 $r = 0.51$ ($P = 0.03$)、与洞干蚤指数的 $r = 0.12$ ($P = 0.64$),体蚤

指数与洞干蚤指数的 $r = 0.19$ ($P = 0.44$), 故巢蚤指数与体蚤指数正相关 ($P < 0.05$), 设 $y =$ 巢蚤指数, $x =$ 体蚤指数, 则回归模型为 $y = 0.7303 + 4.1021x$, 即用体蚤指数能够预测巢蚤指数, 此结论在鼠疫监测中有重要意义, 且与正镶白旗的预测结果一致^[7]。

2.4 黄鼠密度与 3 种蚤指数和染蚤率间的相关

由黄鼠密度与巢蚤指数 ($r = -0.42$, $P = 0.08$)、体蚤指数 ($r = -0.29$, $P = 0.24$)、洞干蚤指数 ($r = -0.24$, $P = 0.33$)、巢染蚤率 ($r = -0.37$, $P = 0.13$)、体染蚤率 ($r = -0.18$, $P = 0.46$)、洞干染蚤率 ($r = -0.38$, $P = 0.12$) 的相关分析, 得到宿主数量与蚤指数、染蚤率均不相关 ($P > 0.05$)。一般地说, 寄生蚤与宿主数量关系成正比^[8]的结论可能适合于自然景观地区。而该地区从 1950 年开始进行大面积的环境灭蚤; 1952 年后逐步改为药物灭蚤, 同时对鼠洞, 以及家养猫和狗进行了灭蚤; 1963 年以后已停止大面积居屋灭蚤, 这是蚤与宿主数量关系不成正比的主要原因。

2.5 主要蚤种间的相关

黄鼠蚤与二齿新蚤巢蚤 ($r = 0.51$, $P = 0.03$)、黄鼠蚤体巢 ($r = 0.51$, $P = 0.03$) 正相关, 其它蚤种间均不相关 ($P > 0.15$)。

2.6 20 世纪 80 年代和 90 年代蚤数量和染蚤率的比较

在 80 年代和 90 年代: 巢蚤年均指数 (依次为 5.11 ± 2.83 和 2.39 ± 1.24) 间差异显著 ($P < 0.05$); 体蚤年均指数 (0.94 ± 0.23 和 0.53 ± 0.25) 间、巢年均染蚤率 ($63.70\% \pm 12.49\%$ 和 $34.48\% \pm 15.08\%$) 间、体年均染蚤率 ($31.51\% \pm 7.43\%$ 和 $19.16\% \pm 9.85\%$) 间均差异显著 ($P < 0.01$), 即随着时间的推移, 染蚤率和蚤指数呈显著下降趋势。这是因为, 自 80 年代中期以来, 有计划地开展对鼠疫疫源地进行综合治理, 对疫源地的有鼠区域进行改造, 其中开垦荒地 20 000 多公顷, 植树 3 000 多公顷, 修水渠 50 000 多米, 平坟 100 多公顷, 以及城市建设, 使黄鼠发生面积不断缩小, 从而有效地控制了黄鼠和蚤数量。洞干蚤指数及染蚤率在 80 年代和 90 年代的差异不显著 ($P > 0.05$), 由于 18 年中共获 78 只洞干蚤, 有 7 年未获蚤, 8 年获蚤在 1~5 只之间, 在调查的蚤数量中所占比例很小 ($78/6\ 805 = 1.15\%$), 其作用不大, 但年均染蚤率有所下降 (在 80 年代和 90 年代分别为 $0.43\% \pm 0.28\%$ 和 $0.24\% \pm 0.46\%$)。

2.7 蚤类组成和演替规律

据 20 世纪 50 年代初期哈尔滨市区和郊区蚤类调查资料^[9], 共检蚤 18 种。除 80~90 年代调查所获的 8 种蚤外 (50 年代未获角尖眼蚤指名亚种), 还有人蚤 *Pulex irritans*、印鼠客蚤 *Xenopsylla cheopis*、犬栉首蚤 *Ctenocephalides canis*、猫栉首蚤指名亚种 *C. felis felis*、荆刺新蚤 *N. acanthina*、吻长纤蚤 *Rhadinopsylla jaonis*、不常纤蚤 *R. insolita* 和 3 种未定种。印鼠客蚤在 20 世纪 50 年代数量较多, 60 年代以后再未发现。从蚤种数看, 80~90 年代调查到的蚤种类比 50 年代减少一半。

1958 年和 1972 年的 5~7 月有蚤类分类记录, 连同 18 年的资料一起进行分析。1958 年挖黄鼠巢 327 个, 获蚤 932 只, 其中方形黄鼠蚤占 83.80%, 二齿新蚤占 12.66%, 短跗鬃眼蚤占 3.00%, 具刺巨槽蚤占 0.54%; 1972 年挖黄鼠巢 23 个, 获蚤 95 只, 其中方形黄鼠蚤占 26.32%, 二齿新蚤占 64.21%, 短跗鬃眼蚤占 9.47%。在不同年份, 方形黄鼠蚤和二齿新蚤一直是巢蚤的主要蚤种, 其它蚤种数量越来越少 (1958 年 33 只, 1972 年 9 只, 1982~1999 年共 16 只)。

哈尔滨郊区人为鼠疫疫源地的形成, 是日本在占领时期向自然界散布鼠疫病原体的结果, 从一定意义上讲, 是人为制造鼠疫疫源地的一次实验。应该指出: 由于该疫源地已受到我们鼠疫防治工作的影响, 并未保留原始状态。从蚤的细菌学检验看, 1956 年以前对蚤的检验数量很少, 1956~1959 年共检蚤 7 444 只, 有 70 只方形黄鼠蚤疫蚤; 1950~1959 年检鼠 5 种共 65 125 只, 有 33 只疫鼠。1955 年以来再未发生人间鼠疫; 1960 年以来再未发生鼠间鼠疫。在 1960~1982 年, 未检出鼠疫菌。但在 1983~1994 年检出血清阳性的结果表明, 该地区鼠疫防治仍是一个长期的任务, 不能调以轻心。

参 考 文 献 (References)

- [1] 纪树立, 贺建国, 孙 玺等. 鼠疫. 北京: 人民卫生出版社, 1988. 19, 41~42
- [2] 关秉均, 张忠胜, 王家瑞等. 人为鼠疫疫源地. 见: 方喜业主编. 中国鼠疫自然疫源地. 北京: 人民卫生出版社, 1990. 155~161
- [3] 贺建国, 石宝岷, 张树德等. 东北防治鼠疫 50 年回顾. 中国地方病学杂志, 1999, 18 (1): 73~75
- [4] 邹立国, 谢音凡, 杨 岩. 哈尔滨地区人为鼠疫疫源地现状浅析. 中国地方病学杂志, 1988, 7 (6): 340
- [5] 邹立国, 姜 宁, 张贺丽等. 哈尔滨郊区黄鼠鼠疫疫点分布特点调查. 中国地方病学杂志, 1991, 10 (5): 313~314
- [6] 李仲来, 杨 岩, 陈曙光. 哈尔滨郊区人为鼠疫疫源地鼠类种群动态分析. 兽类学报, 1999, 19 (1): 37~42
- [7] 李仲来, 张耀星. 黄鼠巢蚤和宿主密度的年间动态关系. 昆虫学报, 1998, 41 (1): 77~81
- [8] 柳支英. 蚤的种群数量和季节消长. 见: 柳支英主编. 中国动物志昆虫纲蚤目. 北京: 科学出版社, 1986. 65~67
- [9] 刘 俊. 啮齿动物与蚤类调查报告. 鼠疫丛刊, 1958, (2): 44~47

An analysis on the population dynamics of fleas in the man-made plague focuses of Harbin suburbs

LI Zhong-lai¹, YANG Yan², CHEN Shu-guang²

(1. Department of Mathematics, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

2. Sanitary and Antiepidemic Station of Heilongjiang Province, Harbin 150036, China)

Abstract: The burrow nest, body and burrow track fleas of the Daurian ground squirrel, *Spermophilus dauricus*, and their infecting rates in the man-made plague focuses in the suburbs of Harbin, Heilongjiang Province, China were investigated during 1982~1999. Nine flea species were found from the ground squirrel burrow nest, body and burrow track, among which *Citellophilus tesquorum sungaris* was the dominant species (89.65%) and *Neopsylla bidentatiformis* came the second (10.26%). There existed significant differences among the flea indexes of the three categories as well as their infecting rates ($P < 0.01$). The correlation between indexes of the burrow nest flea and body flea was significant ($P < 0.05$). The indexes of burrow nest flea, body flea and burrow track flea were approximate to 650:140:1, and their infecting rates approximate to 165:88:1.

Key words: man-made plague focuses; *Spermophilus dauricus*; *Citellophilus tesquorum sungaris*; *Neopsylla bidentatiformis*; population dynamics