

水网地区有螺泥土中钉螺聚集趋势 及负二项分布拟合优度的研究

田建国¹, 黎桂福¹, 李俊¹, 韩荣荣¹, 彭丽霞²

1 上海市青浦区疾病预防控制中心综合业务科, 上海 201700; 2 湖南省中医药研究院附属医院, 湖南 长沙 410006

摘要: **目的** 研究水网地区有螺泥土中钉螺分布规律, 为查螺、灭螺提供理论指导。**方法** 采用系统抽样结合环境抽查法, 2016 年 5 月在上海青浦区练塘镇星浜村有螺地区的 3 个地块中分别采集土壤样本 20 块, 捡取计数泥土表面钉螺后, 每块土壤分别抽取 3 份 (每份 500.0 g) 样品, 采用双层筛水洗获得钉螺并进行计数。采用 Kolmogorov-Smirnov D 检验进行土壤中钉螺的正态分布检验; 采用集中趋势统计指标对泥土中钉螺分布情况进行统计学描述和分析; 采用非参数 Wilcoxon 秩和检验对 3 个地块泥土中钉螺均数进行检验; 采用负二项拟合优度检验钉螺是否服从负二项分布。**结果** 在星浜村的朱家埭河、青松港及断头浜 3 个地区共采集 60 份样品, 经清洗获得泥土中钉螺成螺。正态性检验显示, 钉螺分布不符合正态分布 (偏度系数 = 1.03, 峰度系数 = 0.71, $D = 0.167$, $P < 0.001$); 非参数 Wilcoxon 秩和检验 3 个地块泥土中钉螺数差异无统计学意义 ($Z = 0.405$, $P = 0.815$); 每个地块泥土中钉螺的均数 > 中位数, 峰度系数和偏度系数偏离 0, 钉螺分布属正偏态分布; 方差 > 均数, 属聚集性分布; 负二项分布拟合优度检验服从负二项分布 ($\chi^2 = 1.844$, $P = 0.765$)。**结论** 有螺地区土壤中钉螺与泥土表面钉螺的分布一致, 属聚集性、正偏态分布, 服从负二项分布。

关键词: 钉螺; 聚集趋势; 负二项分布; 拟合优度

中图分类号: R184.38

文献标志码: A

文章编号: 1003-8280(2020)03-0358-04

DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2020.03.023

Aggregation tendency and goodness of fit to negative binomial distribution of *Oncomelania hupensis* in the snail-obtainable soil of a waterway network

TIAN Jian-guo¹, LI Gui-fu¹, LI Jun¹, HAN Rong-rong¹, PENG Li-xia²

1 Qingpu District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201700, China; 2 The Attached Hospital of
Chinese Medicine Institute of Hunan Province

Corresponding author: PENG Li-xia, Email: 57792269@qq.com

Supported by the Science and Technology Developing Program of Qingpu District, Shanghai (No. 2015-33)

Abstract: Objective To investigate the distribution of *Oncomelania hupensis* in the snail-obtainable soil of a waterway network, and the theoretical guide to finding and killing snails was provided. **Methods** Twenty soil samples were taken using systematic sampling and environmental sampling methods from three plots of snail-obtainable regions within Xingbang village, Liantang town, Qingpu district, Shanghai, China, in May 2016. *Oncomelania hupensis* snails on the surface of the soil were picked up and counted; then three pieces of specimens (500.0 g per piece) were taken from each soil sample, and the snails in the soil specimens were collected for counting after being washed with a double-layer sieve. The Kolmogorov-Smirnov D test was used to perform normal distribution analysis for the snails in the soil. Statistical parameters of aggregation tendency were used to describe the snail distribution. The Wilcoxon rank-sum test was used to compare the mean number of the snails among the three plots. The goodness-of-fit test was used to determine whether the snail counts follow a negative binomial distribution. **Results** Sixty pieces of soil specimens were taken from three plots of Zhujiadai River, Qingsonggang, and Duantoubang in Xingbang village, and they were washed for collecting adult snails in the soil. The Kolmogorov-Smirnov D test showed that the numbers of the snails were not consistent with normal distribution (skewness coefficient = 1.03, kurtosis coefficient = 0.71, $D = 0.167$, $P < 0.001$). The Wilcoxon rank-sum test showed no significant difference in the snail count between the three plots ($Z = 0.405$, $P = 0.815$). The mean of the snail counts was greater than the median in each plot, and the kurtosis and skewness coefficients both deviated from 0, indicating that the

基金项目: 上海市青浦区科学技术发展基金 (青科发 2015-33)

作者简介: 田建国, 男, 主任医师, 主要从事传染病防治及相关病媒生物控制工作, Email: jgtian@126.com

通信作者: 彭丽霞, Email: 57792269@qq.com

snail counts followed a positively skewed distribution. The variance was greater than the mean, representing an aggregation distribution; the goodness-of-fit test showed that the snail counts fitted a negative binomial distribution ($\chi^2=1.844, P=0.765$).

Conclusion The distribution of *O. hupensis* in the soil is consistent with that on the soil of the snail-obtainable regions, which is clustered and positively skewed, following a negative binomial distribution rather than a normal distribution.

Key words: *Oncomelania hupensis*; Aggregation tendency; Negative binomial distribution; Degree of fitting

钉螺(*Oncomelania hupensis*)在土壤中属离散性分布,一般认为这种离散型属于二项分布^[1-3]。既往的研究注重泥土表面的钉螺分布^[3],由于在自然环境中钉螺在泥土表面和泥土中活动是一个动态过程,而泥土中钉螺呈何种分布研究较少,对水网地区泥土中钉螺分布也鲜有报道。了解钉螺的分布规律有利于对钉螺种、株特征以及生物学理论的研究^[4],可以准确了解水网地区自然环境中螺情形成规律及变化规律,从而为查螺、灭螺提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 有螺水网地区土壤样本的采集及钉螺计数 选择上海市青浦区练塘镇星浜村朱家埭河、青松港及断头浜新发现的有螺区作为样本采集点。采用系统抽样结合环境抽查法(双重查螺法)^[3],分别采集土壤 20 块,每块土壤取土体积为 330 cm×330 cm×7 cm。计数泥土表面钉螺。

1.2 仪器 电子天平(型号:JJ1000,江苏省常熟市双杰测试仪器厂);自制土壤采样器,体积为 330 cm×330 cm×7 cm。

1.3 方法 从采集的 20 块土壤样品中,每块称取 3 份(每份 500.0 g)样品,共计 60 份样品,采用双层筛水洗法对泥土样品中钉螺进行计数。

1.4 统计学分析 数据采用 Excel 2007 软件汇总,采用 SAS 8.1 软件进行统计分析。正态性检验采用 Kolmogorov-Smirnov *D* 检验;采用均数、方差、峰度系数和偏度系数等对泥土中钉螺情况进行统计学描述;3 个地点泥土中钉螺数量比较采用非参数 Wilcoxon 秩和检验;采用负二项分布对泥土中钉螺分布情况进行拟合优度检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 正态性检验 此次检测的 60 份泥土中钉螺分布不符合正态分布(偏度系数=1.03,峰度系数=0.71, $D=0.167, P<0.001$)。

2.2 集中趋势检验 从星浜村 3 个地区 20 块土壤样本情况看,泥土中钉螺的均数>中位数,峰度系数和偏度系数偏离 0,分布属正偏态分布;方差>均数,属聚集性分布,见表 1。从 3 个地块的钉螺频数分布可以看出,泥土中钉螺的分布呈正偏态分布,结果见图 1~3。

表 1 水网地区有螺泥土中的钉螺数

Table 1 The number of *Oncomelania hupensis* in the snail-obtainable soil of a waterway network

分组	泥土样本数(块)	钉螺均数(只)	中位数(只)	方差值
朱家埭	18	2.50	2.00	3.56
青松港	18	2.61	1.50	7.66
断头浜	24	2.92	2.50	6.69

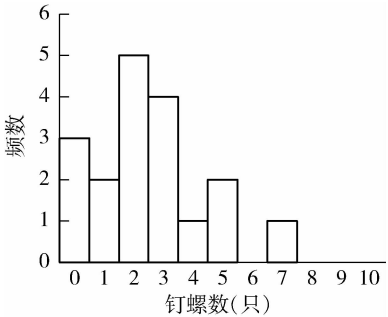


图 1 上海市朱家埭河钉螺频数分布

Figure 1 The frequency distribution of *Oncomelania hupensis* in Zhujiadi river, Shanghai

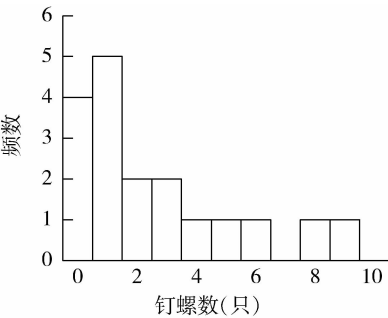


图 2 上海市青松港钉螺频数分布

Figure 2 The frequency distribution of *Oncomelania hupensis* in Qingsonggang, Shanghai

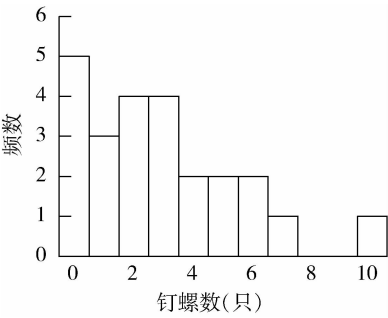


图 3 上海市断头浜钉螺频数分布

Figure 3 The frequency distribution of *Oncomelania hupensis* in Duantoubang, Shanghai

2.3 样品泥土中的钉螺数 非参数 Wilcoxon 秩和检验结果显示,3 个地区泥土中钉螺数差异无统计学意义($Z=0.405, P=0.815$),见表 2。

表 2 水网地区有螺泥土不同地块中的钉螺数
Table 2 The numbers of *Oncomelania hupensis* in the snail-obtainable soil of different plots of a waterway network

分组	泥土样本数 (块)	均数 (只)	中位数 (只)	P ₂₅	P ₇₅	Z 值	P 值
朱家埭	18	2.50	2.00	1	3		
青松港	18	2.61	1.50	1	4	0.405	0.815
断头浜	24	2.92	2.50	1	4		

2.4 负二项分布的拟合优度检验 经负二项分布的拟合优度检验, $\chi^2=1.844$, $P=0.765$, 水网地区有螺泥土中钉螺服从负二项分布, 见表 3。

表 3 水网地区有螺泥土中钉螺负二项分布的拟合优度检验结果

Table 3 Goodness-of-fit to negative binomial distribution for *Oncomelania hupensis* in the snail-obtainable soil of a waterway network

钉螺数 (x)	检测 土壤数 (f)	累积 频数 (Ax)	理论 概率 (Px)	理论 频数 (T)	合并后的 理论频数 (T')	χ^2 值
0	12	48	0.178	10.693	10.693	0.160
1	10	38	0.208	12.487	12.487	0.495
2	11	27	0.181	10.834	10.834	0.003
3	10	17	0.139	8.316	8.316	0.341
4	4	13	0.010	5.967	5.967	0.649
5	5	8	0.068	4.103		0.196
6	3	5	0.046	2.739		
7	2	3	0.030	1.789	10.968 ^a	
8	1	2	0.019	1.150		
9	1	1	0.012	0.729		
10	1	0	0.008	0.458		

注: a. 发现 5~10 只钉螺的理论频数 < 5, 进行合并计算。

3 讨论

钉螺在泥土表面服从负二项分布已经得到证实^[1-3], 但钉螺在泥土中分布服从何种分布报道较少。本研究对抽取样本的泥土中钉螺聚集趋势及负二项分布拟合优度进行研究, 结果显示, 泥土中钉螺属聚集性、正偏态分布。抽取的 3 个地区泥土单位重量中钉螺均数差异无统计学意义^[5], 泥土中钉螺也服从负二项分布。

钉螺在自然界中的繁殖分布受到多种因素影响, 包括温度、湿度、土壤、植被、地貌、水文、水流动力等。其中水是钉螺繁殖生存的必需要素, 所有钉螺都是沿水系分布。有研究认为土壤含水量 28%~38% 最适合于钉螺生长^[6-11], 我们既往的研究发现钉螺的活动与气象因素有关, 如温度和阴晴状况会影响到钉螺的活动, 不同的季节钉螺会出现冬眠、夏蛰等现象, 雨后钉螺会表现出迁徙、爬高等活动能力^[12-13], 上述各种因素导致钉螺在泥土中和泥土表面形成一个动态的活动过程。综上所述, 钉螺在一

个地区的生长、繁殖受环境等诸多因素的影响, 因此不表现出随机和均匀分布, 而表现出聚集性负二项分布^[14], 但也有研究认为, 受不同月份和环境变化影响, 钉螺会出现不符合负二项分布的情况^[15]。

本次研究认为泥土中钉螺与泥土表面钉螺一样均属聚集性、离散型分布, 服从负二项分布, 这与环境因素影响和钉螺的生存习性有关, 表现出钉螺在泥土表面和泥土内活动呈现一个动态的过程。谢法仙等^[14]研究认为, 一个地区的钉螺经过较长时间稳定的生存, 形成高密度核心分布时, 才会符合负二项分布。我们认为这一论点支持负二项分布拟合优度检验, 可用于螺点形成的时间和规律判定, 通过一个地区中钉螺在泥土中的分布规律负二项分布检验, 可以推断螺点是新生螺点还是陈旧性螺点, 从而为既往的查螺效果和查螺效果质控及灭螺后的效果跟踪判定提供较为科学的判定依据。

参考文献

- [1] 苏德隆. 苏德隆教授论文选集[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1995: 97-101.
Su DL. Selected collections of professor SU De-long [M]. Tianjin: The Science and Technology Publish House of Tianjin, 1995: 97-101.
- [2] 孙振球. 医学统计学[M]. 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 103-108.
Sun ZQ. Medical statistics [M]. 3rd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010: 103-108.
- [3] 中华人民共和国卫生部疾病控制司. 血吸虫病防治手册[M]. 3 版. 上海: 上海科学技术出版社, 2000: 40-41.
Department of Disease Control, Ministry of Health, People's Republic of China. Handbook of schistosomiasis control [M]. 3rd ed. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 2000: 40-41.
- [4] 张志杰, 彭文祥, Senghuat O, 等. 广义负二项分布对钉螺分布的拟合[J]. 中国卫生统计, 2008, 25(1): 2-6. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2008.01.001.
Zhang ZJ, Peng WX, Senghuat O, et al. Fitting generalized negative binomial distribution to the data of *Oncomelania hupensis* [J]. Chin J Health Stat, 2008, 25(1): 2-6. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2008.01.001.
- [5] 方积乾, 孙振球. 卫生统计学[M]. 6 版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 103-108, 11-23.
Fang JQ, Sun ZQ. Health statistics [M]. 6th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2011: 11-23, 103-108.
- [6] 张文馨. 钉螺空间分布格局和抽样方法优化研究[D]. 南昌: 江西师范大学, 2015.
Zhang WX. Study on spatial distribution pattern and sampling optimization of *Oncomelania snails* [D]. Nanchang: Jiangxi Normal University, 2015.
- [7] 张旭东, 杨晓春, 彭镇华. 钉螺分布与滩地环境因子的关系[J]. 生态学报, 1999, 2(2): 265-269. DOI: 10.3321/j.issn: 1000-0933.1999.02.020.
Zhang XD, Yang XC, Peng ZH. Relationships between the surviving *Oncomelania* and beaches environmental factors [J] Acta Ecol Sin, 1999, 2(2): 265-269. DOI: 10.3321/j.issn: 1000-0933.1999.02.020.
- [8] 李源培, 王海银, 周艺彪, 等. 湖区钉螺孳生地的微生态环境

- 对钉螺分布的影响[J]. 中华流行病学杂志, 2010, 31(2): 163-166. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.02.011.
- Li YP, Wang HY, Zhou YB, et al. Influence regarding micro-ecological environment of snail habitats in lake area on the distribution of snails [J]. Chin J Epidemiol, 2010, 31(2): 163-166. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.02.011.
- [9] 蔡新. 食物与温度对湖北钉螺生长发育及繁殖率的影响研究[D]. 武汉: 湖北大学, 2012.
- Cai X. The influence of food and temperature on development and reproduction rate of *Oncomelania hupensis* [D]. Wuhan: Hubei University, 2012.
- [10] 李召军, 陈红根, 刘跃民, 等. 鄱阳湖区圩垸内外植被与钉螺分布关系研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2006, 18(6): 406-410. DOI: 10.3969/j.issn.1005-6661.2006.06.002.
- Li ZJ, Chen HG, Liu YM, et al. Studies on relationship between vegetation and snail distribution inside and outside embankment of Poyang Lake region [J]. Chin J Schisto Control, 2016, 18(6): 406-410. DOI: 10.3969/j.issn.1005-6661.2006.06.002.
- [11] 李新祥, 王萍, 李冰. 江山市钉螺分布调查[J]. 预防医学, 2019, 31(8): 833-836, 840. DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2019.08.021.
- Li XX, Wang P, Li B. A research on distribution of *Oncomelania snails* in Jiangshan city [J]. Prev Med, 2019, 31(8): 833-836, 840. DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2019.08.021.
- [12] 田建国, 仲文江, 黎桂福, 等. 上海市青浦区钉螺再生性研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2011, 22(2): 162-164.
- Tian JG, Zhong WJ, Li GF, et al. Study on the reproducibility of *Oncomelania snails* in Qingpu district of Shanghai [J]. Chin J Vector Biol Control, 2011, 22(2): 162-164.
- [13] 田建国, 黎桂福, 彭丽霞, 等. 模拟湖沼钉螺迁徙水网地区生长繁殖的适应性研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2015, 26(4): 414-417. DOI: 10.11853/j.issn.1003.4692.2015.04.023.
- Tian JG, Li GF, Peng LX, et al. A research on the surviving and reproducing status of the imported *Oncomelania snails* from marshland areas to water network regions [J]. Chin J Vector Biol Control, 2015, 26(4): 414-417. DOI: 10.11853/j.issn.1003.4692.2015.04.023.
- [14] 谢法仙, 朱达培, 钱珂, 等. 湖区草洲钉螺分布类型的研究[J]. 动物学报, 1980, 26(2): 165-169.
- Xie FX, Zhu DP, Qian K, et al. Studies on theoretical distribution of *Oncomelania snails* over marshland, Poyang Lake area [J]. Acta Zool Sin, 1980, 26(2): 165-169.
- [15] 王海银. 日本血吸虫中间宿主-钉螺的螺口动力学研究[D]. 上海: 复旦大学, 2009.
- Wang HY. Research on intermediate host of *Schistosoma japonicum-Oncomelania hupensis* population dynamic [D]. Shanghai: Fudan University, 2009.

收稿日期: 2019-12-21 (编辑: 卢亮平)

• 信 息 •

2020年世界害虫日公益活动主题: 鼠年·鼠害·鼠病

鼠类等啮齿动物危害特别严重, 每年造成我国粮食损失约1 500万吨, 经济损失达数百亿元。同时, 鼠类传染病也对人类健康构成严重威胁, 在数十种鼠传疾病中, 鼠疫、肾综合征出血热(HFRS)和钩端螺旋体病(钩体病)是我国法定防治传染病。HFRS属高发疾病, 中国年发病数超过10万例, 近年来已控制在1万例左右。目前, 随着经济的快速发展, 生态、气候和土地利用格局的变化, 以及旅游业等的发展, 啮齿动物的数量和密度都在逐渐增加, 这加剧了鼠疫、HFRS、钩体病等鼠传疾病的暴发风险, 不仅严重危害人类健康, 而且对社会稳定和经济发展有着重大影响。为此, 2020年世界害虫日的中国公益活动主题设立为“鼠年·鼠害·鼠病”。

中国卫生有害生物防制协会将于6月6日在北京市主办“2020年世界害虫日线上直播公益活动”, 公益活动将采取媒体合作直播的形式开展, 主要内容包括“世界害虫日全球公益活动2017—2019回顾片”展播、“鼠年·鼠害·鼠病”科普报告、年度虫控公益动漫展播、病媒生物防控倡议书发布、聊聊“餐饮连锁业与虫鼠害”那点事、世界害虫日各地公益会场直播连线活动、“手把手实景教你除虫灭鼠妙招”直播互动、“百姓眼中的鼠虫们”问卷调查发布、百姓除虫灭鼠线上专家答疑、市民互动等。

中国卫生有害生物防制协会同时面向社会各界发出倡议: 全体会员单位、企业、媒体及社会各界围绕活动主题, 自行开展或联合开展世界害虫日公益活动。各地根据不同疫情防控形势, 围绕主题邀请当地知名人士、专家、媒体及各界代表等共同参与, 自行开展线上研讨、直播互动、线下宣传等多种形式相结合的公益科普活动, 尽量避免人群聚集, 组织人员收看并参与主场直播科普活动; 通过电视、微信、微博、抖音、快手等渠道开展宣传, 利用公交、地铁、社区公告栏等途径张贴公益海报, 发放科普印刷品, 参与世界害虫日相关图文分享等系列活动。

全国各地在6月6日前后或当天结合当地特点和活动主题, 自行组织开展活动预热、倒计时宣传及“世界害虫日”公益活动。

中国卫生有害生物防制协会

丘柳玉

【世界害虫日的由来】将每年的6月6日设立为世界害虫日, 其目的是为了每年以主题日的形式开展病媒等有害生物防控科普宣传, 引起各国政府、公众、媒体及社会各界对害虫等有害生物问题的重视并统一行动、消除疾病传播危害, 传播科学防控理念, 提升有害生物防制从业群体的职业尊重; 并且每年6月6日, 世界各国虫害管理协会将根据各国国情以不同的主题和形式开展病媒防控公益活动。2017年6月6日由中国卫生有害生物防制协会(CPCA)为主导, 联合世界卫生组织媒介生物监测与管理合作中心(WHOCCVSM)、亚太区杀虫管理协会联盟(FAOPMA)、美国害虫管理协会(NPMA)、欧洲害虫管理协会(CEPA)等单位共同发起倡议设立。