

湖沼地区水位变化对钉螺消长影响的广义相加模型研究

李源培 何忠 何明祯 姜杰 李君祥 周艺彪 张志杰 姜庆五

【摘要】 目的 探索湖沼地区水位变化对钉螺消长的影响及其规律。方法 选择湖南省岳阳市长江村典型钉螺孳生地作为现场,收集 2001—2009 年间的水位资料和螺情资料,包括平均水位、最高水位和最低水位及活螺密度、阳性螺密度、有螺框出现率和阳性螺框出现率等。描述水位指标和螺情指标的时间分布情况,用广义相加模型(GAM)拟合分析水位变化与钉螺消长之间的关系。结果 2001—2009 年度中当年的平均水位和现场水淹天数对活螺密度的影响均有统计学意义($P < 0.01$),表现为二次曲线关系,活螺密度在平均水位为 25.0 m,水淹天数为 120 d 时最低。当年的平均水位和上一年的现场水淹天数对阳性螺密度和阳性螺框出现率的影响均有统计学意义($P < 0.05$),表现为二次曲线或三次及更复杂分段样曲线关系;对有螺框出现率的影响均有统计学意义(P 值接近 0.05),表现为二次曲线关系。阳性螺密度和阳性螺框出现率在平均水位为 25.0 m,上一年水淹天数为 110 d 时最低;而有螺框出现率在平均水位为 25.0 m,上一年水淹天数为 160 d 时最低。结论 水位变化对钉螺消长的影响主要表现为非线性的光滑函数关系。水淹天数对有螺框出现率、阳性螺密度和阳性螺框出现率的影响存在滞后效应。用 GAM 拟合水位变化对钉螺消长的影响可能更贴近实际而便于解释,容易发现两者之间的潜在关系和规律。

【关键词】 钉螺;水位;广义相加模型;湖沼地区

Impact of the changing water level on the variance of *Oncomelania hupensis* populations in Lake Area with general additive model Li Yuan-pei¹, HE Zhong², HE Ming-zhen¹, JIANG Jie², Li Jun-xiang², ZHOU Yi-biao¹, ZHANG Zhi-jie¹, JIANG Qing-wu¹. 1 Department of Epidemiology, School of Public Health, Fudan University; Key Laboratory of Public Health Security, Ministry of Education, Shanghai 200032, China; 2 Station for Schistosomiasis Prevention of Junshan County, Yueyang City, Hunan Province

Corresponding author: JIANG Qing-wu, Email: jiangqw@fudan.edu.cn

This work was supported by grants from the National Natural Science Foundation of China (No. 30590374), the Important National Science and Technology Specific Project (No. 2008ZX10004-011), the National High Technology Research and Development Program of China (863 Program) (No. 2006AA02Z402) and the Shanghai Leading Academic Discipline Project (No. B118).

【Abstract】 Objective To explore the impact and regularity of snail population after changing of water level and to develop effective control and prediction programs. **Methods** A typical snail habitat closed to Changjiang county in Yueyang city, Hunan province was selected as the survey field. Data on water level and the changing trend of snail population during 2001–2009 including the average water level, maximum and minimum water levels, snail and infected snail densities, proportion of sampling frames with living and infected snails etc. were collected. The distribution of water level and snail indexes were described and a general additive model (GAM) for the relationships between these indexes were also fitted. **Results** Impacts of the average water level and the watered-out days in current year in the surveyed field on the snail density were statistically significant ($P < 0.01$), showing a quadratic curve association. The snail density remained at the lowest level when the average water level was at 25.0 m and the surveyed field watered-out days was

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.10.017

基金项目:国家自然科学基金(30590374);国家科技重大专项(2008ZX10004-011);国家高技术研究发展计划(863计划)(2006AA02Z402);上海市重点学科建设项目(B118)

作者单位:200032 上海,复旦大学公共卫生学院流行病学教研室,教育部公共卫生安全重点实验室(李源培、何明祯、周艺彪、张志杰、姜庆五);湖南省岳阳市君山区血防站(何忠、姜杰、李君祥)

通信作者:姜庆五, Email: jiangqw@fudan.edu.cn

120. The average water level in current year and the field watered-out days in the past year showed statistically significant impacts on the infected snail density ($P < 0.001$), the proportion of sampling frames with infected snails ($P < 0.05$) and living snails (P value neared 0.05), presented a quadratic curve, a cubic curve or even a more complicated piecewise curve association. Both the infected snail density and the proportion of sampling frames with infected snails remained at the lowest level when the average water level was at 25.0 m and the watered-out days in the past year was 110, while the proportion of sampling frames with living snails kept the lowest level when the average water level was at 25.0 m and the watered-out days in the past year was 160. **Conclusion** The water level and the field watered-out days affected the development of snail population directly. The changing water level had an impact on snail population change, which mainly presented as nonlinear smooth function relation. Impact of the field watered out days on the infected snail density and the proportion of sampling frames with living snails and infected snails showed a hysteresis effect. The snail density was predicted to be retaining a high level when the water level was 24.0 m and the field watered-out days was 3 months. It had obvious advantages to fit the relationship of the changing water level and the snail indexes with a GAM which could get closer to the reality as well as easier to find and explain the potential associations and regulations.

【Key words】 Snails; Water level; General additive model; Lake area

目前,我国血吸虫病的流行仍较严重,主要分布在以湖沼型流行区为主的湖北、湖南、安徽、江西和江苏 5 省及以山丘型流行区为主的四川和云南 2 省^[1]。血吸虫病的传播与水密切相关^[2],钉螺是日本血吸虫的惟一中间宿主,其孳生繁殖与血吸虫病的流行密切相关^[3]。水位变化对钉螺的分布、繁殖扩散及感染,尾蚴的逸放、人群接触疫水的方式和频次等都有一定的影响^[4]。近年来,由于三峡建坝、气候变化、洪涝和干旱等自然灾害以及退耕还湖等人为因素的影响,长江中下游的水位发生了相应的变化,从而影响钉螺的孳生与分布。为此,本研究以湖南省岳阳市长江村垸外的洲滩为现场,收集 2001—2009 年间的水位资料和螺情资料,探索水位变化对螺情消长的影响及其规律,为钉螺的有效控制和预测提供依据。

资料与方法

1. 现场选择:在 2001—2009 年选择岳阳市君山区长江村垸外洲滩的一块约 76.89 hm^2 的典型钉螺孳生地(长沟子外洲和西闸外洲)为现场。该洲滩是未经灭螺的原生态草滩,植被类型绝大部分为苔草,有少许芦苇,位于东洞庭湖附近,濒临长江(N 29°28.42', E 112°59.20')。长江的水位和洲滩水淹天数变化对钉螺的消长有着直接的影响,使其具有很好的代表性。由于湖沼地区的水位季节性升降在各年的规律大体一致,区域有螺地带及密、稀螺带等构成结构是相对稳定的,即同一地区的有螺地带各个结构所在的高程在每年的同一时期是大致相同的^[5]。根据参考文献[5—7]在不同年份的研究结果确定本次研究现场的有螺地带高程范围为 24.0~28.5 m(以吴淞口零点为基准),其中密螺带高

程范围为 25.5~27.0 m。

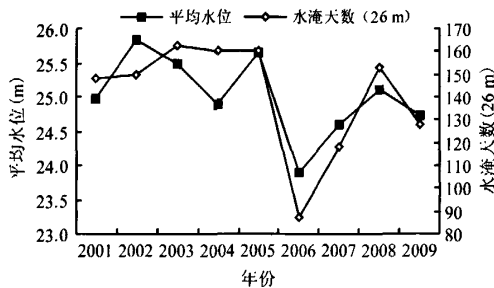
2. 水位资料收集:收集 2001—2009 年间城陵矶水位监测点(N 29°26.43', E 113°09.20')每天的水位资料,包括平均水位、最高水位和最低水位。该水位监测点距离所选洲滩很近,且能反映长江的水位变化。根据研究现场密螺带的高程范围 25.5~27.0 m,再结合每天的水位资料确定研究现场每年的水淹天数。

3. 螺情资料收集:在 2001—2009 年间,于每年的春季在研究现场随机设框查螺,每次查螺 1200~1600 框,捡尽框内所有钉螺。将采集的钉螺带回实验室,计数每框的钉螺总数,经压螺法鉴定死后计数每框的活螺数,并在解剖镜下确定阳性钉螺数。

4. 统计学分析:钉螺的分布与水情指标密切相关,但由于钉螺的分布规律存在动态变化和不确定现象^[5,8-10],这两者之间的关系可能是较复杂的曲线关系,而不仅仅是简单的线性关系,所以本次研究采用广义相加模型(GAM)来拟合两者之间的关系,以探讨水位变化对钉螺消长的影响及规律。在 Excel 数据库中录入水位资料和螺情资料,计算每年的活螺密度、有螺框出现率、阳性螺密度和阳性螺框出现率等指标。绘制上述螺情指标、平均水位及现场水淹天数的时间分布图。描述活螺密度、阳性螺密度等及相应水情指标的时间变化趋势,应用 GAM 拟合分析对钉螺消长有影响的水位变化指标。考虑到水位变化对钉螺消长可能存在滞后效应,本次研究分别分析平均水位、25.5 m、26.0 m 和 27.0 m 高程处的水淹天数以及前一年平均水位、25.5 m、26.0 m 和 27.0 m 高程处的水淹天数对相应螺情指标的影响。

结 果

1. 水位资料分析:除 2006 年外,2001—2009 年间,城陵矶水位监测点的平均水位基本稳定,波动不大,在整体上呈现下降的趋势。与相邻年的水位相比,2002 和 2005 年的水位较高,最低水位出现在 2006 年(23.9 m)。根据研究现场密螺带的高程范围:25.5~27.0 m 得出年水淹天数,以 26.0 m 高程处的水淹天数来表示研究现场的水淹情况。可以看出,2006 年出现水淹天数最低值(87 d),2001—2005 年间和 2007—2009 年间均表现为相对稳定的水平,但前者较后者为高,整体上呈下降趋势。水淹天数的变化趋势与平均水位基本相同,两者呈现出显著的相关性($r=0.847, P=0.004$),即平均水位的高低直接影响水淹天数的长短(图 1)。



注:平均水位:城陵矶水位监测点的监测值;水淹天数(26 m):长江村外洲 26 m 高程处的年水淹天数

图 1 2001—2009 年长江村外洲平均水位和水淹天数的时间分布

2. 研究现场螺情资料分析:2001—2009 年间,活螺密度于 2006 年达到峰值(2.7697),而其他年份维持在相对稳定的水平。2001—2006 年,活螺密度表现出逐渐增加的趋势,2006 年后则呈逐渐减低的趋势,2007—2009 年间的平均密度较 2001—2004 年间为高,即活螺密度在整体上呈现略上升的趋势。

阳性螺平均密度呈现了 2 个峰值,2003 年的 0.0117 和 2006 年的 0.0224。除 2003 年外,阳性螺密度表现出与活螺密度一致的变化趋势。有螺框出现率和阳性螺框出现率也表现出基本一致的变化趋势,均在 2006 年达到峰值,在 2001—2006 年间逐渐增加,2006 年后逐渐减低。2007—2009 年间的出现率比 2001—2004 年略高,在整体上呈现上升趋势。阳性螺框出现率的波动比有螺框出现率更加明显(图 2)。

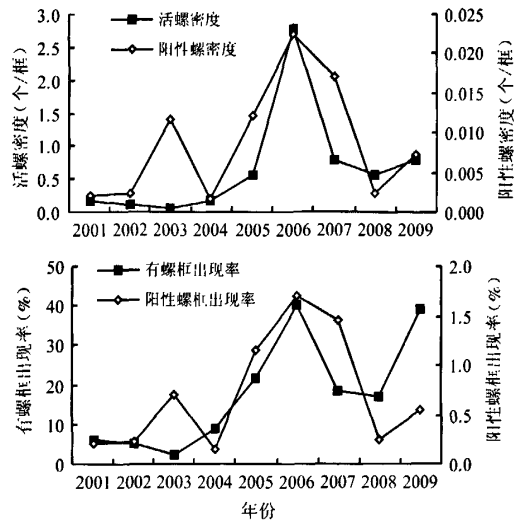


图 2 2001—2009 年长江村外洲活螺密度、阳性螺密度、有螺框出现率和阳性螺框出现率的时间分布

3. GAM 拟合:采用 GAM 拟合分析水位资料与螺情资料间的关系,表 1 显示,2001—2009 年间当年的平均水位和现场水淹天数对活螺密度的影响均有统计学意义($P<0.01$);当年的平均水位和上一年的水淹天数(高程 27 m 处)对阳性螺密度的影响有统计学意义($P<0.001$);当年的平均水位和上一年的水淹天数(高程 25.5 m 处)对有螺框出现率的影响有统计学意义(P 值接近 0.05);当年的平均水位和上

表 1 螺情资料与水情指标间的 GAM 拟合结果

螺情指标	水位指标	平滑参数	ν	GCV	均方和	χ^2 值	P 值
活螺密度	平均水位	0.713 905	1.440 016	0.126 852	1.721 279	23.8057	<0.0001
	水淹天数 25.5 m	0.601 809	1.315 565	0.099 229	1.064 121	18.3141	<0.0001
	水淹天数 26.0 m	0.569 766	1.286 866	0.098 574	0.736 880	12.3263	0.0007
	水淹天数 27.0 m	0.403 285	1.646 802	0.129 772	0.845 063	11.9671	0.0016
阳性螺密度	平均水位	0.008 217	5.034 734	0.000 005 245	0.000 306	483.5771	<0.0001
	上一年天数 27.0 m	0.023 771	3.075 703	0.000 047 247	0.000 379	21.9477	<0.0001
有螺框出现率	平均水位	0.925 563	0.745 020	96.559 155	196.013 258	3.0904	0.0527
	上一年天数 25.5 m	0.441 653	1.616 255	210.515 666	545.852 592	4.7319	0.0649
阳性螺框出现率	平均水位	0.479 531	2.000 000	0.332 787	1.249 390	7.5087	0.0234
	上一年天数 27.0 m	0.202 941	2.000 000	0.334 884	1.833 020	10.9472	0.0042

注:仅选取 GAM 拟合结果中对螺情指标的影响有统计学意义的水位指标

一年的水淹天数(高程 27 m 处)对阳性螺框出现率的影响有统计学意义($P < 0.05$)。

如图 3 和图 4 所示,当年平均水位和现场各高程处水淹天数对于钉螺密度的影响呈现出二次曲线关系,在平均水位为 25.0 m,现场水淹天数为 120 d 时的活螺密度最低。当年的平均水位和上一年的水淹天数(高程 27 m 处)对阳性螺密度的影响呈现三次及更复杂分段样曲线关系,在平均水位为 25.0 m,上一年水淹天数为 110 d 时的阳性螺密度最低。当年的平均水位和上一年的水淹天数(高程 25.5 m 处)对有螺框出现率的影响为二次曲线关系,在平均水位为 25.0 m,上一年水淹天数为 160 d 时的有螺框出现率最低。当年的平均水位和上一年的水淹天数(高程 27 m 处)对阳性螺框出现率的影响分别为二次曲线样和三次及更复杂分段样曲线关系,在平均水位为 25.0 m,上一年水淹天数为 110 d 时的阳性螺框出现率最低。

讨 论

研究现场地处岳阳市君山区,属于典型的湖沼型血吸虫病流行区。从水位资料的分析来看,在 2001—2009 年间城陵矶水位监测点的水位基本稳定,在整体上呈现稍下降的趋势。年水淹天数的变化趋势与年平均水位基本相同,两者呈现出显著的相关性。从螺情资料的分析来看,在 2001—2009 年

间活螺密度与阳性螺密度表现出基本一致的变化趋势,除 2006 年外,其他年份均保持相对稳定的水平,在整体上呈现略上升的趋势。有螺框出现率和阳性螺框出现率也表现出基本一致的变化趋势,均在 2006 年达到峰值,在整体上呈现出上升趋势。综合这两方面结果,可以认为在水位变化比较稳定的情况下,钉螺消长也保持相对稳定的水平,随着水位及洲滩水淹天数的降低,钉螺密度呈略升高趋势。

陈祜鑫^[5]和苏德隆^[8]先后提出了湖沼钉螺的负二项分布规律,张连翔等^[9]则认为数据在分布拟合中存在不确定现象:或同时符合多种分布,或不符合任何一种分布。张志杰等^[10]的研究也表明钉螺分布可能是动态变化的,推断可能在聚集性指数较低(聚集性较高)时才是负二项分布,随着聚集性降低则可能是指数分布或 Weibull 分布。随后他又提出广义负二项分布可能更好地反应钉螺的分布规律,其参数更能灵敏地反应钉螺生存环境的差异^[11]。由此可见,湖沼钉螺的分布规律存在动态变化和不确定现象,其与水位变化指标间的关系可能是较复杂的曲线关系,而不仅仅是简单的线性关系,故不能用简单的线性回归和常规的非线性回归来对螺情资料与水情指标间的关系进行拟合。而 GAM 则可以拟合非参数回归,适用于处理应变量和自变量间过度复杂的非线性关系^[12]。它不需要严格规定应变量为自变量的参数依存关系,可以给出灵活多变的回归模型,

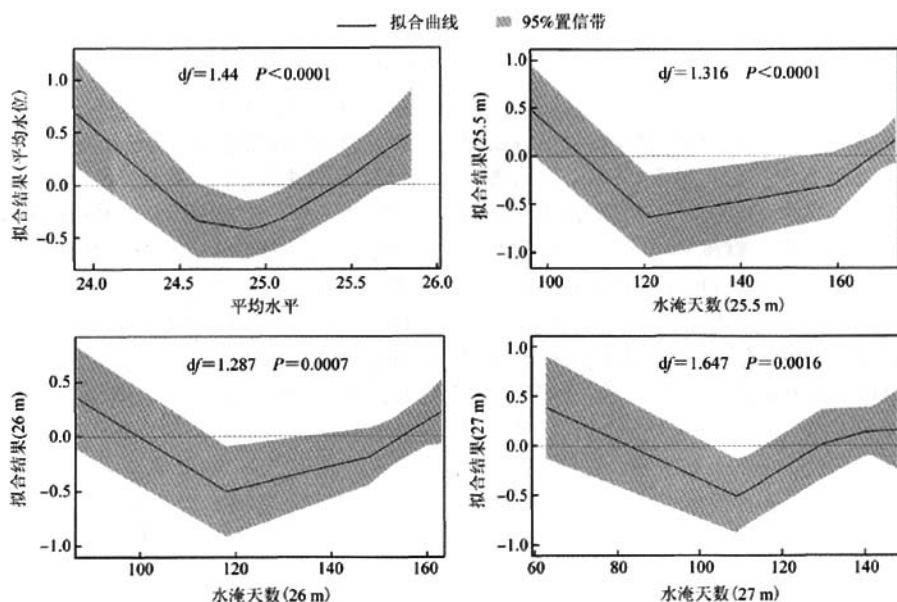


图 3 钉螺密度与水情指标间 GAM 拟合的非线性效应图

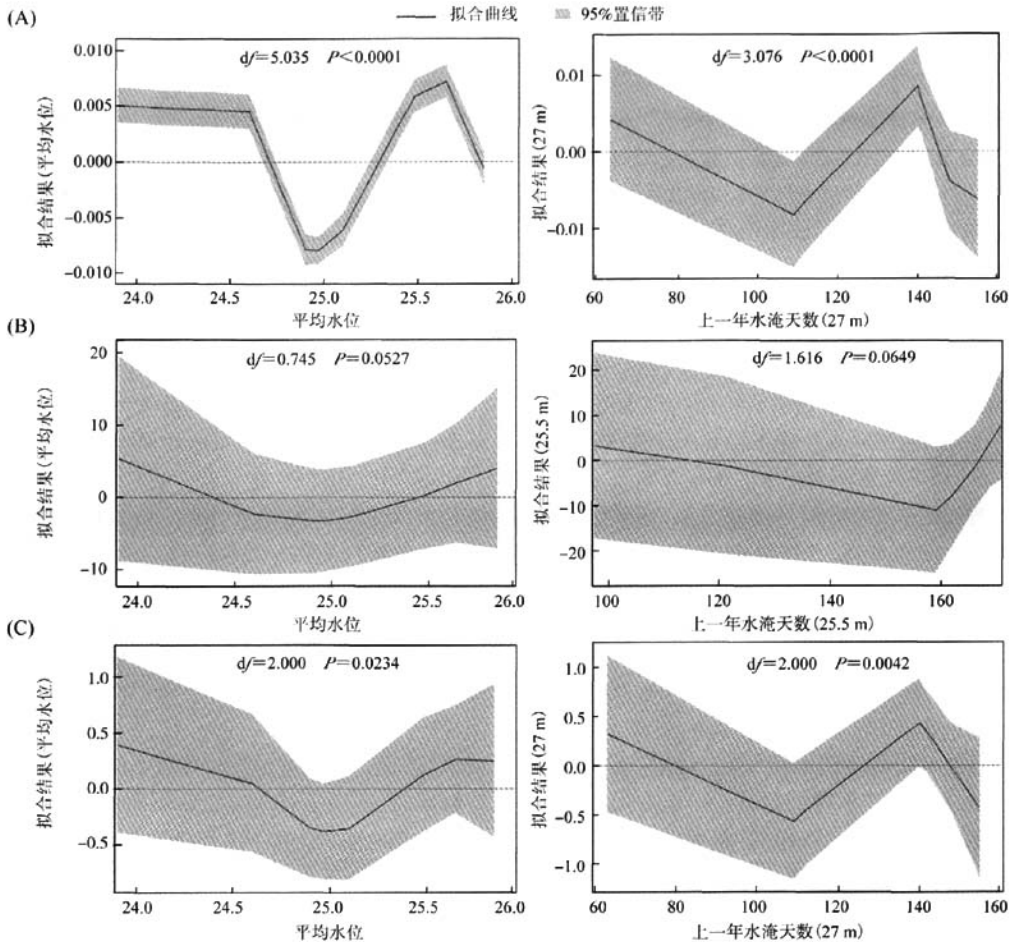


图4 阳性螺平均密度(A)、有螺框出现率(B)和阳性螺框出现率(C)与水情指标间GAM拟合的非线性效应图

故能克服对分布的限制,且可以通过拟合非参数模型来揭示数据间的复杂关系,从而有效揭示数据中所隐含的生态关系^[13]。也有用GAM从空间角度来分析预测血吸虫病的发病风险^[14];用GAM来拟合钉螺孳生地微生态环境对钉螺分布的影响^[15];均取得较好的拟合效果。所以本研究运用GAM来拟合水位变化与钉螺消长之间的关系。

根据GAM拟合的结果及非线性效应图,当平均水位位于23.9~25.0 m之间时,随着水位的升高,活螺密度呈下降趋势,当平均水位>25.0 m时,活螺密度又呈现上升趋势。各高程的水淹天数对活螺密度的影响基本一致,在90~120 d之间时,活螺密度逐渐降低,在120 d后又逐渐升高。也就是说,当平均水位在24.0 m,水淹天数为90 d时,活螺密度保持一较高水平,随着水位的升高和水淹天数的增加,活螺密度将会减低,而当水位和水淹天数增加到一定水

平(25.0 m和120 d)时,活螺密度又会增高。可见,水位的高低和水淹天数的长短直接影响着活螺密度水平,即钉螺的消长。郑英杰等^[16]的研究表明,水淹对钉螺的影响表现为两种结果:对成螺是一种不利的生存条件,可抑制其产卵等生殖功能并导致其死亡;而对幼螺则是促进其生长发育所必需的生活条件。自然淹水过程将成倍增加洲滩的活螺密度,并且有小部分成螺仍能在一个自然淹水期存活。当现场淹水后,螺卵不断孵出幼螺,雌螺螺卵数和成熟螺卵数比例迅速下降为0,成螺的生殖功能受到明显抑制。此时,孵出的幼螺营水生生活,其数目将随时间不断升高,而大量成螺又将因水淹时间过长而死亡。苏德隆^[2]报道在水深1 m,钉螺淹水第28天、64天、89天的死亡率分别为3.0%、7.0%和9.5%,钉螺生存较长久。梁幼生等^[17]报道钉螺淹水1、2、3、4和5个月的死亡率分别为1.25%、9.30%、19.23%、

36.05%和36.70%。可以看出,钉螺在水淹1~3个月内的死亡率较低,4~5个月的死亡率较高,而水淹4个月和5个月的钉螺死亡率相当则说明了一部分成螺能够在自然淹水期内存活。所以,在水淹90~120 d时,可能是由于成螺死亡的速度大于幼螺长成的速度,使得活螺密度减低。当水淹天数继续增长时,水中仍有一部分成螺存活,而大批的幼螺已经孵出,其数目大量增加,导致活螺密度又表现一个增加的趋势。

由于有螺框出现率的高低能够在一定程度上反映活螺密度的水平,且两者都能说明钉螺的分布状况,所以平均水位对有螺框出现率的影响和其对活螺密度的影响基本相同。但上一年的水淹天数对有螺框出现率的影响存在滞后效应,在水淹90~160 d之间时,有螺框出现率逐渐下降,而160 d后又逐渐升高。这也说明水位过高,水淹天数过长的情况下,有可能引起钉螺的扩散,如大洪水对钉螺分布的影响。马巍等^[18]对洞庭湖水情变化规律的研究表明大水导致钉螺分布面积的增加,但钉螺分布面积的增加相对于洪水水情存在滞后效应。有研究表明,洪水年的潜在钉螺孳生地是常规水年的2.6~2.7倍^[19],钉螺密度和钉螺感染率在洪水年的2年内呈下降趋势,但在第3年呈显著增加趋势,也就是存在滞后效应。这些与本次研究的结果也基本一致。另外,水淹天数对阳性螺密度和阳性螺框出现率的影响也存在滞后效应,当水淹60~110 d时,两者逐渐下降,110~140 d时逐渐上升,随后减低。前者在平均水平为23.9~24.6 m时保持较稳定水平,24.6~25.0 m时呈下降趋势,25.0~25.6 m时呈上升趋势,而后降低;后者在23.9~25.0 m时逐渐降低,>25.0 m时逐渐升高。

本次研究也存在局限性,在大尺度水平下,除水位和高程外,钉螺的消长可能受到温度和植被等其他宏观因素的影响^[20, 21],因此结合遥感图像提取相应区域的植被指数(NDVI)和地表温度(LST)进行下一步的深入研究就显得很有必要。另外,虽然本次研究所选现场具有很好的代表性,但选择多个现场来探索水位变化和钉螺消长间的关系可能会得出更加科学合理的结果。

综上所述,水位变化对钉螺消长的影响主要表现为非线性关系。水淹天数对有螺框出现率,阳性螺密度和阳性螺框出现率的影响存在滞后效应,分别表现为二次曲线样关系和三次及更复杂分段样曲线关系。可以认为,当平均水位在24.0 m,水淹天数

为3个月时,活螺密度保持较高水平,随着水位和水淹天数的增加,活螺密度将会减低,而超过一定水平则升高。另外,用GAM拟合水位变化对钉螺消长的影响可能更贴近实际而便于解释,也更容易发现两者之间的潜在关系及规律,但尚需选取多个代表性现场,并结合遥感图像提取相应区域的NDVI和LST做进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Hao Y, Zheng H, Zhu R, et al. Schistosomiasis situation in People's Republic of China in 2008. Chin J Schisto Control, 2009, 21(6):451-456. (in Chinese)
郝阳,郑浩,朱蓉,等. 2008年全国血吸虫病疫情通报. 中国血吸虫病防治杂志, 2009, 21(6):451-456.
- [2] Su DL. Impact of temperature on the life of snail. China Health J, 1957, 5(3):198-204. (in Chinese)
苏德隆. 温度对于钉螺生活起居的影响. 中华卫生杂志, 1957, 5(3):198-204.
- [3] Zhou SL, Lin JY, Xia G, et al. Schistosome. Beijing: Science Press, 2001:153-162. (in Chinese)
周述龙,林建银,夏刚,等. 血吸虫学. 北京:科学出版社, 2001:153-162.
- [4] Ofoezi IE, Asaolu SO. Water level regulation and control of schistosomiasis transmission: a case study in Oyan Reservoir, Ogun State, Nigeria. Bull WHO, 1997, 75(5):435-441.
- [5] Chen HX. Research and prevention on schistosomiasis. Changsha: Hunan People's Publishing House, 1964:38-44. (in Chinese)
陈枯鑫. 血吸虫病的研究和预防. 长沙:湖南人民出版社, 1964:38-44.
- [6] Cai KP, Zuo JZ, He HB, et al. Study on impact of the transmission of schistosomiasis in the Dongting Lake region after construction of the Three Gorge Dam. Chin J Schisto Control, 1998, 10(5):257-262. (in Chinese)
蔡凯平,左家铮,贺宏斌,等. 三峡建坝后对洞庭湖区血吸虫病传播影响的研究. 中国血吸虫病防治杂志, 1998, 10(5):257-262.
- [7] Study Group of the Dynamics of Snails in the Institute of Parasitic Diseases of Hunan Province. An observation on distribution, reproduction and fluctuation of the snail in marshland of the East Outlet in the East Dongting Lake. Hunan Medicine, 1984, 10(1):2-10. (in Chinese)
湖南省寄生虫病防治研究所螺口动力学研究组. 东洞庭湖东口湖州钉螺分布、繁殖及消长情况的观察. 湖南医学, 1984, 10(1):2-10.
- [8] Su DL. The negative binominal distribution rule of snail. Selected papers from Professor Su Delong. Tianjin: Tianjin Sci and Technol Press, 1995:97-101. (in Chinese)
苏德隆. 钉螺的负二项分布规律. 苏德隆教授论文集. 天津:天津科学技术出版社, 1995:97-101.
- [9] Zhang LX, Wen HR, Lv SB, et al. Some test problems in the study of spatial distribution of insects populations. J Northwest

- Forestry Collge, 1996, 11(3):59-65. (in Chinese)
张连翔,温豁然,吕尚彬,等.昆虫种群空间格局研究中的几个检验问题.西北林学院学报,1996,11(3):59-65.
- [10] Zhang ZJ, Peng WX, Chen GX, et al. Elementary proof on the dynamic distribution of *Oncomelania hupensis* in marshland and lake regions. Chin J Schisto Control, 2007, 19(2):86-90. (in Chinese)
张志杰,彭文祥,陈更新,等.湖沼地区钉螺分布动态性的初步证据.中国血吸虫病防治杂志,2007,19(2):86-90.
- [11] Zhang ZJ, Peng WX, Ong SH, et al. Fitting generalized negative binominal distribution to the data of *Oncomelania hupensis*. Chin J Health Stat, 2008, 25(1):2-6. (in Chinese)
张志杰,彭文祥, Ong SH, 等.广义负二项分布对钉螺分布的拟合.中国卫生统计,2008,25(1):2-6.
- [12] Simon N, Wooda, Nicole H, et al. GAMs with integrated model selection using penalized regression splines and applications to environmental modeling. Ecological Modelling, 2002, 157:157-177.
- [13] Wen ZM, He XH, Jiao F, et al. The predictive distribution of *Stipa bungeana* in Yanhe River catchment: GAM model and its application. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(1):192-201. (in Chinese)
温仲明,赫晓慧,焦峰,等.延河流域本氏针茅(*Stipa bungeana*)分布预测——广义相加模型及其应用.生态学报,2008,28(1):192-201.
- [14] Zhang ZJ. Spatial analysis on the high risk regions for schistosomiasis japonica and identification of active transmission sites. Fudan University, Ph.d. Dissertation, 2008:74-85. (in Chinese)
张志杰.湖沼地区血吸虫病高风险区域的空间分析和重点钉螺孳生地的探测.复旦大学博士学位论文,2008:74-85.
- [15] Li YP, Wang HY, Zhou YB, et al. Influence regarding micro-ecological environment of snail habitats in lake area on the distribution of snails. Chin J Epidemiol, 2010, 31(2):163-166. (in Chinese)
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.中华流行病学杂志,2010,31(2):163-166.
- [16] Zheng YJ, Zhong JH, Chen XL, et al. Influence of drowning on survival of *Oncomelania*. Chin J Schisto Control, 2002, 14(1):46-49. (in Chinese)
郑英杰,钟久河,陈秀纶,等.水淹对钉螺生存的影响.中国血吸虫病防治杂志,2002,14(1):46-49.
- [17] Liang YS, Xiao RW, Song HT. Observation on the survival and multiplication of *Oncomelania* snails after winter flooding in marshland of Yangtze river. Chin J Zool, 1994, 29(1):5-7. (in Chinese)
梁幼生,肖荣炜,宋鸿焄.冬季水淹对洲滩钉螺生存繁殖的观察.动物学杂志,1994,29(1):5-7.
- [18] Ma W, Liao WG, Kuang SF, et al. On correlation between diffusion of *Oncomelania hupensis* greidler and the flow regime in Dongting lake. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2009, 18(3):264-269. (in Chinese)
马巍,廖文根,匡尚富,等.洞庭湖钉螺扩散与水情变化规律.长江流域资源与环境,2009,18(3):264-269.
- [19] Wu XH, Zhang SQ, Xu XJ, et al. Effect of floods on the transmission of schistosomiasis in the Yangtze River valley, People's Republic of China. Parasitol Int, 2008, 57(3):271-276.
- [20] Mas-Coma S, Valero MA, Bargues MD. Climate change effects on trematodiasis, with emphasis on zoonotic fascioliasis and schistosomiasis. Vet Parasitol, 2009, 163(4):264-280.
- [21] Liang S, Seto EY, Remais JV, et al. Environmental effects on parasitic disease transmission exemplified by schistosomiasis in western China. Proc Natl Acad Sci USA, 2007, 104(17):7110-7115.

(收稿日期:2010-04-08)

(本文编辑:尹廉)

· 征订启事 ·

本刊2011年征订启事

《中华流行病学杂志》是由中华医学会主办的流行病学及其相关学科的高级专业学术期刊、国内预防医学和基础医学核心期刊、国家科技部中国科技论文统计源期刊,2004—2008年被中国科学技术信息研究所定为“百种中国杰出学术期刊”,并被美国国立图书馆医学文献联机数据库(Medline)和美国化学文摘社(CAS)收录。读者对象为医学(预防医学、临床医学、基础医学及流行病学科研与教学)和健康相关学科的科研、疾病控制、临床、管理和教学工作者。刊稿范畴:重点或新发传染病现场调查与控制;慢性病的病因学及流行病学调查(含社区人群调查)、干预与评价;伤害的流行病学与防控;环境污染与健康;食品安全与食源性疾病;临床流行病学和循证医学;流动人口与疾病;行为心理障碍与疾病;分子和遗传流行病学与疾病控制;我国西部地区重点疾病的调查与控制;理论流行病学;流行病学教学与实践等。本刊设有述评、论著(原著)包括现场调查、监测、实验室研究、临床研究、基础理论与方法、疾病控制、国家课题总结、国外杂志华人研究导读(科海拾贝)、文献综述、问题与探讨等重点栏目。

全年出版12期,每期定价9元(含邮费),全年108元,由全国各地邮局统一订阅,邮发代号:2-73。本刊编辑部常年办理邮购。地址:北京昌平流字五号《中华流行病学杂志》编辑部,邮编:102206,电话(传真):010-58900730, Email:lxbonly@public3.bta.net.cn 欢迎广大读者踊跃投稿(<http://www.cma.org.cn>),积极订阅。

本刊编辑部