

## 三峡库区生态环境变化后钉螺孳生可能性的研究

王汝波<sup>1</sup>, 徐兴建<sup>2</sup>, 肖邦忠<sup>3</sup>, 魏凤华<sup>2</sup>, 吴晓华<sup>1</sup>, 周晓农<sup>1</sup>, 郑江<sup>1</sup>

(1. 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所, 上海 200025;

2. 湖北省血吸虫病防治研究所, 武汉 430079; 3. 重庆市疾病预防控制中心, 重庆 400042)

**【摘要】** 目的 研究三峡库区生态环境变化后钉螺孳生的可能性, 探讨钉螺在库区可能孳生的危险环境, 并提出库区防止钉螺孳生的对策。方法 湖北省宜昌市、重庆市万州区、江津市各选取一个生态观测点。模拟生态环境变化后库区淤积洲滩、移民点灌溉沟渠环境, 开展钉螺生态学实验, 并设立对照区。在实验室开展钉螺生存和繁殖实验, 并收集库区气候、土壤等自然资料。结果 生态环境变化后, 库区适宜钉螺孳生。万州、江津观测点比宜昌观测点更适宜钉螺生存( $P_{\text{均}} < 0.05$ )。江津、万州观测点各实验区钉螺存活率仅少数月份在 50% 以下, 多数月份在 80% 以上, 宜昌观测点钉螺存活率相对较低, 且随时间呈下降趋势。土壤湿度与钉螺存活率存在相关性( $r = 0.3712$ ,  $P = 0.002$ ), 土壤 pH 值、有机质等指标都影响钉螺孳生。实验室结果表明库区土壤适宜钉螺生存, 但比现场存活率低, 且有幼螺孵出。结论 模拟生态环境变化后库区条件, 在灌溉沟渠、淤积洲滩环境下, 钉螺可以生存繁殖, 特别是万州、江津地区更适宜钉螺孳生。

**【关键词】** 三峡库区; 生态环境; 钉螺

中图分类号 R123.7; R383.24

文献标识码 A

## Study on the Possibility of Snail Breeding After the Ecological Changes of the Three Gorges Reservoir Areas

WANG Ru-bo, XU Xing-jian, XIAO Bang-zhong, WEI Feng-hua, WU Xiao-hua,

ZHOU Xiao-nong, ZHENG Jiang

(Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200025, China)

**【Abstract】 Objective** To study the possibility of snail breeding after the ecological changes of the Three Gorges Reservoir areas(TGR), and explore the risk environment that is suitable for snail breeding and the strategies for the prevention and control of snail in TGR. **Methods** Three observation sites were established at Yichang city of Hubei province, Jiangjin city and Wanzhou district of Chongqing city. Simulating the environment of irrigation canal in new settlement and alluvial beach after ecological changes of TGR, ecological experiments on the snail were done. One area in each ecological observation site was selected as a control group. Survival and reproduction of the snail were also studied in the laboratory. The environmental data (climate, soil, etc.) were collected. **Results** After the change in the ecological condition, *Oncomelania* snail can still survive in TGR. The environment of observation sites in Wanzhou, Jiangjin were more suitable for snail to survive than that of the site in Yichang ( $P < 0.05$ ). The survival rates of snail decreased for 50% in minor mouths and 80% at large in major mouths of the sites in Wanzhou, Jiangjin. In Yichang site the survival rates of snail descended during the observation time. The snail's survival rate was correlated with the humidity of soil ( $r = 0.3712$ ,  $P = 0.002$ ), and the soil index (pH, organic substance, etc.). The experimental results also showed that the soil of TGR would be suitable for snail breeding and the living young snails were found. **Conclusions** Under the simulated conditions of ecological environment changes in TGR, the snail can survive and breed in the environment of

irrigation canal and alluvial beach, especially in Wanzhou, Jiangjin area.

**【Key words】** Three Gorges Reservoir areas (TGR), ecological environment, *Oncomelania* snail

基金项目: 国家“十五”攻关项目资助(No. 2001BA705B8)。

作者简介: 王汝波(1976~), 男, 硕士生, 研究方向为血吸虫病流行病学与防治。

不少水利工程建成后,因生态环境的变化对血吸虫病流行产生了影响,如尼罗河大坝<sup>[1]</sup>等。三峡库区是血吸虫病非流行区,其主要原因是无血吸虫中间宿主钉螺孳生。已有研究<sup>[2,3]</sup>表明三峡建坝后,库区具有适宜钉螺孳生的环境。但是三峡库区生态环境变化后,钉螺孳生的可能性及适宜钉螺孳生的环境具体是何类型,尚未有实验结果证明。为此在库区开展了现场钉螺生态学研究,同时结合实验室观察,以探讨三峡库区生态环境变化后钉螺孳生的可能性,为防止三峡库区成为血吸虫病流行区提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 库区基本情况调查

收集库区地理位置、气候、土壤性质、泥沙淤积、植被、生物资源等有关资料,同时调查螺类孳生情况。

### 1.2 现场模拟生态学实验

1.2.1 建立生态观测点 于湖北省宜昌市、重庆市江津市、万州区各选取一个生态实验观测点。每个观测点均模拟三峡建坝后库区淤积洲滩、移民点灌溉沟渠环境,各建立实验区( $3 \times 3\text{m}^2$ ),分别进行肋壳、光壳钉螺的实验研究,同时设立对照区。

1.2.1.1 淤积区 取当地长江边历年淤积泥土0.1m厚为底层,附带草皮泥土0.1m为表层,平铺于试验区内。2002年4~10月定期浇水;11月至次年,停止浇水,使该环境处于自然状态下,以模拟建坝后库区水位调节的淹水状态。

1.2.1.2 灌溉区 取当地居民耕作区土0.2m厚,表层植上草皮,平开挖宽、深均为0.2m的小沟两条,每沟间隔1m。不需定期浇水,仅使小沟内保持潮湿状态,以模拟建坝后库区居民灌溉沟渠环境。

1.2.1.3 对照区 宜昌观测点土壤为当地新移民点新开耕作区土,重庆市两观测点土壤为当地长江边上淤积泥沙土,平铺于对照区,0.2m厚。

1.2.2 观察方法 于湖北阳新采集肋壳钉螺,四川眉山采集光壳钉螺各4万只。挑选出活跃的成螺,投放在三个观测点中,宜昌、江津每个实验区各投放钉螺5000只,万州各投放2500只(宜昌、万州对照区投放肋壳钉螺、江津对照区投放光壳钉螺)。

观察钉螺的生长、发育、繁殖情况。各试验区逐月随机检获钉螺各50只左右,以敲碎法<sup>[4]</sup>鉴别钉螺

死活,记录交配钉螺对数、新螺数,计算钉螺存活率。逐月测定各试验区土壤湿度。

1.2.3 土壤理化成分测定 将四川西昌、重庆江津、湖北宜昌和阳新等地共8个土壤样本,送湖北省林业科学院分析测试中心,测定土壤pH值、有机质、全氮、交换性钾等指标。

### 1.3 实验室环境钉螺生长、繁殖情况观察

1.3.1 钉螺生存实验 在库区江津、万州、宜昌现场观测点分别取淤积土、灌溉沟渠土各2kg,晾干磨细后,制备泥钵。挑选活泼成螺,每缸投放30只钉螺(钉螺来源与观察点一致),按常规法<sup>[4]</sup>饲养,每天记录室温。逐月观察记录钉螺存活情况。

1.3.2 钉螺孵化实验 实验用泥钵制备同1.3.1,于每钵投放钉螺各60只,正常饲养2w后,取走钉螺,加水至满。观察钉螺孵化情况。

### 1.4 资料分析

对有关数据进行极值、逻辑检查,并采用卡方检验、相关分析以及生存分析等统计学方法<sup>[5]</sup>加以分析。采用的统计软件为SPSS11.0。

## 2 结果

### 2.1 三峡库区基本概况

三峡库区位于东经 $106^\circ \sim 111^\circ$ 、北纬 $28^\circ 50' \sim 32^\circ$ 之间,处于我国血吸虫病流行区的纬度范围内(北纬 $22^\circ 5' \sim 33^\circ 15'$ )。

目前,我国血吸虫病流行区 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温均大于4000,年均气温 $\geq 14^\circ\text{C}$ ,年降雨量也大于750mm,三峡库区各地这三项指标均符合流行条件,且三峡水库建成后,库区气温冬春将升高 $0.3 \sim 1^\circ\text{C}$ ,夏秋将降低 $0.9 \sim 1.2^\circ\text{C}$ ,年降雨量增加3mm<sup>[6]</sup>,更有利于钉螺孳生。

库区适宜钉螺生存的水稻土、紫色土及黄棕壤等土壤面积较大,约占47.39%。建库后,在145~175m及175~185m间将形成许多淤积洲滩,其中淹水时间在7个月以下的洲滩与长江中下游钉螺孳生滩地土壤相似。据现场调查,湖北省秭归县三溪河、水田坝两个乡镇水田面积较大,水稻土分布较广。三峡建坝后这两个乡镇水田面积仍有一部分未被水淹。

在巴东县溪丘湾乡贾家坡村的山坡溪流中,查到肺吸虫的中间宿主拟钉螺幼螺。调查发现:白茅、莎草等为库区优势植被品种,脆杆藻、舟形藻等为库区主要浮游生物,而这些生物资源均可作为钉螺所

食用。

## 2.2 现场模拟生态学实验结果

宜昌观测点,位于库区大坝上游约 1km 处,为山河沟谷地形,高程 180m。重庆万州观测点,位于库区中游万州区龙宝,为山河沟谷地形,高程 160m。江

津观测点,位于库区上游江津市珞璜镇长江村小桥下,为丘陵地形,高程 180m。

2.2.1 不同环境钉螺生存情况 模拟环境下钉螺存活率高于对照区的钉螺存活率,具有显著性差异 ( $P < 0.01$ , 表 1)。

表 1 宜昌生态观测点钉螺存活率

Tab. 1 The survival rates of *Oncomelania* snail in Yichang observation spot(%)

试验区	钉螺类	2002 年								2003 年
		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
灌溉区	光壳	98.11	97.06	86.84	70.97	52.83	62.50	41.18	21.82	41.43
	肋壳	92.21	97.20	78.95	85.94	40.43	74.00	56.76	54.55	33.33
淤积区	光壳	98.61	97.78	77.78	75.00	62.00	41.38	32.56	39.68	6.82
	肋壳	95.35	94.74	78.05	65.79	67.86	62.07	61.90	32.81	0.00
对照区	肋壳	63.27	51.22	31.58	30.95	18.75	46.30	21.21	0.00	10.81

表 2 万州、江津生态观测点钉螺存活率(%)

Tab. 2 The survival rates of *Oncomelania* snail in Wanzhou, Jiangjin observation spots(%)

观测点	试验区	钉螺类型	2002 年							2003 年	
			6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
江津	灌溉区	光壳	98.00	90.32	91.43	81.63	96.00	82.98	20.69	83.67	63.64
		肋壳	100.00	90.20	84.00	76.47	86.00	88.00	53.85	85.11	69.23
	淤积区	光壳	96.00	97.73	80.77	90.00	89.58	86.27	48.89	66.00	72.92
		肋壳	98.00	94.74	85.00	80.43	96.00	78.00	70.00	80.77	65.96
	对照区	光壳	92.00	88.64	92.16	77.55	66.67	75.61	22.73	50.00	70.21
		肋壳	95.24	94.29	97.92	82.26	56.45	94.00	76.60	86.89	64.71
万州	灌溉区	光壳	95.24	94.29	97.92	82.26	56.45	94.00	76.60	86.89	64.71
		肋壳	94.12	97.18	93.10	86.21	32.00	86.00	77.50	26.00	82.69
	淤积区	光壳	90.48	95.88	97.73	86.54	91.84	92.86	77.08	52.27	68.00
		肋壳	90.48	94.44	96.08	97.73	42.86	81.58	70.21	22.00	82.35
	对照区	肋壳	93.18	90.91	93.18	72.73	52.17	78.00	79.17	38.00	70.59
		肋壳	93.18	90.91	93.18	72.73	52.17	78.00	79.17	38.00	70.59

万州、江津两地现有(即对照区)条件下,钉螺可以生存;而改变生态环境后,多数试验区更适宜钉螺存活,二者具有显著性差异( $P < 0.05$ ),但部分试验区与对照区相比,无显著性差异(表 2)。

模拟变化后的库区生态环境,三个观测点均适宜钉螺的生存。万州、江津观测点钉螺存活率均高于宜昌观测点,并具有显著性差异( $P < 0.01$ );万州与江津相比较,在淤积区下,肋壳钉螺存活率有显著性差异( $P < 0.01$ ),其他各区并无显著性差异。

2.2.2 土壤对钉螺存活率的影响 宜昌观测点淤积区湿度 > 灌溉区 > 对照区,万州、江津淤积区湿度大于灌溉区、对照区,但差异并不明显。除个别月份外,万州、江津湿度要高于宜昌观测点。偏相关分

析表明:湿度与钉螺存活率的相关系数为 0.3712,  $P = 0.002$ ,具有显著的统计学意义(图 1)。

湖北省阳新县的土壤有机质、全氮量、交换性钾均最高,其次是四川眉山;再次为江津观测点,宜昌观测点最低。湖北阳新县土壤 pH 值为中性,其他土壤均为弱碱性或碱性(图 2)。

2.2.3 钉螺繁殖情况 2002 年 12 月和 2003 年 1 月未发现钉螺交配,4、5、6 月交配对数较多,其余月份较低。各试验区肋壳钉螺交配对数高于光壳钉螺。

江津和万州试验点均检获活幼螺,2002 年 6、7、9 月,灌溉区,肋壳螺 2 只,淤积区肋壳螺、光壳螺各 2 只,对照区未发现。这表明,在万州、江津各试验区环境下,两种钉螺均可交配,同时有幼螺孵出,

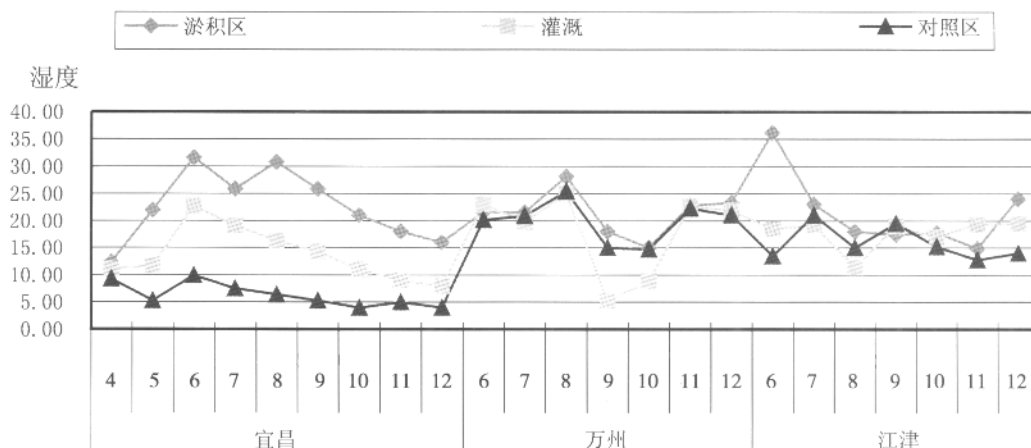


图1 2002年生态观测点湿度变化

Fig. 1 Changes of humidity in the observation spots in 2002

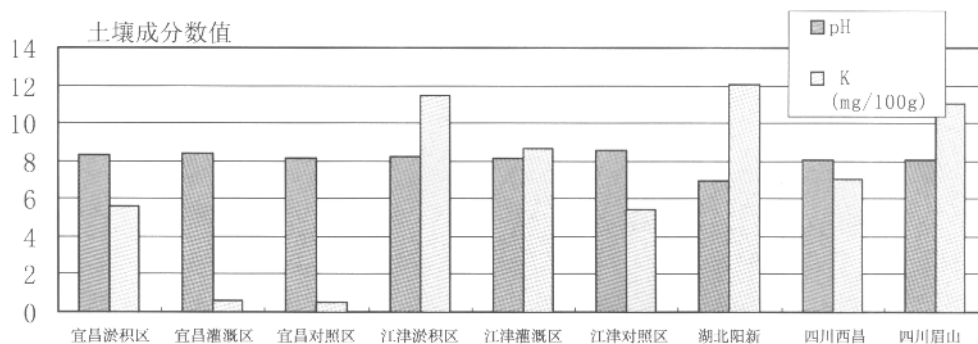


图2 土壤 pH 值、交换性钾测定结果

Fig. 2 The result of pH and K of soil

说明钉螺可以繁殖。

### 2.3 实验室观察结果及生存分析

生存实验显示,实验室环境下,钉螺在库区的土壤中可以生存(表3)。

光壳钉螺在淤积土壤条件下,宜昌、万州、江津分别孵出幼螺5、21、16只;在灌溉土壤下,分别孵

出幼螺7、7、18只;而肋壳钉螺仅在宜昌地区的灌溉土壤环境下,孵出幼螺7只。

生存分析表明宜昌淤积环境下,钉螺生存时间最长,光壳、肋壳钉螺生存时间中位值分别为5.20、4.50;其余环境下,钉螺生存时间处于3.17~3.75之间。

表3 实验室生存实验结果

Tab. 3 The result of survive experiment in the lab

土壤	钉螺类型	宜昌					万州					江津				
		7月	8月	9月	10月	11月	7月	8月	9月	10月	11月	7月	8月	9月	10月	11月
淤积	肋壳	30	28	24	24	14	29	23	18	18	10	28	22	16	12	8
	光壳	29	22	17	15	2	25	18	12	6	0	24	16	13	7	1
灌溉	肋壳	27	23	19	17	10	26	20	16	15	6	24	21	15	10	4
	光壳	28	18	11	6	1	26	17	10	8	0	25	17	12	8	2

## 3 讨论

三峡库区基本情况调查表明,库区位于血吸虫

病流行的纬度范围内,气候条件与血吸虫病流行区相似,水库建成后,库区气候将更适宜钉螺孳生。现场调查也显示,江津、万州等地160m高程以上地区



的沟渠环境亦与血吸虫病流行区相似。

### 3.1 现场钉螺生态学实验

因水库淹没,未来库区可能孳生钉螺的环境高程主要为 175~185m 间,而 145~175m 高程亦可能形成一些洲滩,但其淹水时间多达 7~8 个月,钉螺孳生繁殖的可能性不高。因此生态观测点的高程多选取在 180m 左右,分布在库区上、中、下段,其中江津位于水库变动回水区,宜昌、万州为常年回水区,较全面地反映了整个库区情况。

结果表明,生态环境变化后,库区淤积洲滩、移民点灌溉沟渠均适宜两种钉螺孳生,将是库区未来最有可能孳生钉螺的环境类型,但钉螺存活率随观测点不同而有所差异。

万州、江津观测点的对照区土壤为当地长江边淤积土壤,与当地淤积洲滩土壤相似。对照区中,钉螺存活率均很高,说明这两个观测点的淤积洲滩土壤是适宜钉螺生存的,但目前库区没有钉螺孳生,主要因长江边水流湍急所致。宜昌对照区的土壤为移民点新开耕作区土壤,土壤含砂量大,湿度小,其钉螺存活率相对较低,但随着时间的推移,土壤淤积将逐年增加,有机质含量也会逐步上升,将向有利于钉螺孳生的方向发展。

宜昌观测点钉螺存活率显著低于万州、江津观测点( $P < 0.01$ ),并且随着时间的延长,万州、江津两地钉螺存活率仍保持较高水平,而宜昌观测点钉螺存活率却呈下降趋势,由此说明万州、江津两地更适宜钉螺孳生。钉螺的寿命一般为 1 年左右,前年孵出的幼螺至次年 7~8 月很多将死亡,本次实验各观测点的钉螺存活率与以往报告相一致<sup>[7]</sup>。除了地区间气候、植被的差异外,土壤的不同,可能更大程度上导致了三个观测点钉螺存活率间的差异。

土壤湿度与钉螺存活率间呈显著的正相关(偏相关系数为 0.3712,  $P = 0.002$ )。宜昌的对照区土壤湿度比较小,可能不适宜钉螺生存,而模拟淤积区环境下土壤湿度比较大,导致钉螺存活率显著升高。万州、江津观测点湿度高于宜昌观测点,与之相应的是万州、江津观测点钉螺存活率也高于宜昌观测点。

土壤 pH 值大都为弱碱性或碱性,只有肋壳钉螺来源地阳新县为中性土壤,但均在钉螺生长发育繁殖的 pH 值范围内<sup>[7]</sup>。阳新县土壤有机质、全氮、交换性钾的含量均较高,居各采样点之首,其次是光壳钉螺来源地四川眉山,再次为江津观测点,宜昌观测点最低,这可能是江津观测点钉螺存活率显

著高于宜昌观测点的原因之一。

### 3.2 实验室生存分析

室内观察结果表明,光壳、肋壳钉螺均能在库区土壤中生长、发育、繁殖,但是较现场生态观测点相比为低。原因可能为钉螺生活在泥钵中,钉螺活动区域小,且没有植被,同时钉螺寿命一般约为 1 年,至 12 月,钉螺已自然衰老,从而导致钉螺的存活率不高。

生存时间中位值表明,宜昌淤积环境下,钉螺存活时间最长。但是考虑到实验室的样本量较小,时间尚短,并不能就此推断宜昌淤积环境最适合钉螺的孳生,有待继续观测。

### 3.3 建议 and 对策

针对库区钉螺孳生的危险因素,应采取以下对策:(1)建立跨部门的组织协调机构,在重庆市培训少而精的专业血防队伍,对库区钉螺可能孳生的危险环境作一次全面调查,以应对未来库区可能发生的血吸虫病流行。(2)对移民点灌溉沟渠统一规划,提高沟渠质量,防止和减少渗漏水,消灭和减少钉螺可能孳生的环境,最好以水泥硬化。(3)对三峡库区将来形成的淤积洲滩,特别是 145~175m 之间淹水时间在 7 个月以下的洲滩及 175~185m 高程范围内的洲滩,统一规划开发,杜绝钉螺孳生。(4)加强健康教育,宣传血吸虫病防治知识,教育群众报螺报病。(5)加大生态环境变化对库区钉螺孳生影响的研究。

由于生态环境的变化常表现为渐进反复,亦受人为因素影响,对钉螺孳生的影响是潜在的、长期的,因此,生态环境变化对钉螺孳生影响的效果评价有待进一步观察。

### [参 考 文 献]

- [1] Khalil BM. The national campaign for the treatment and control of bilharziasis from the scientific and economic aspects[J]. *Journal of the Royal Egyptian Medical Association*, 1949, 32: 817-856.
- [2] 郑江,辜学广,徐承隆,等. 三峡建坝生态环境改变与血吸虫病传播关系研究[J]. *热带医学杂志*, 2001, 1(2): 112-116.
- [3] 辜学广,赵文贤,许发森,等. 长江三峡工程生态与环境的影响文集[M]. 北京:水利水电出版社,1988:176-207.
- [4] 卫生部疾病控制司. 血吸虫病防治手册[M]. 第三版. 上海:上海科学技术出版社,2000:37.
- [5] 金丕焕. 医用统计方法[M]. 第一版. 上海:上海医科大学出版社,1993:309-325.
- [6] 中国科学院三峡工程生态与环境科研项目领导小组. 长江三峡工程对生态与环境影响的论证报告(内部资料)[R]. 1987:20-23.
- [7] 毛守白. 血吸虫生物学与血吸虫病防治[M]. 第一版. 北京:人民卫生出版社,1990:361-321.

(收稿日期 2003-09-09, 修回日期 2003-10-20)