

# 湖北钉螺滇川亚种在湖北省水网地区 生存繁殖及期望寿命研究

黄重峰<sup>1,2</sup>, 邹节新<sup>1</sup>, 李枢强<sup>2\*</sup>, 周宪民<sup>1,3\*</sup>

**[摘要]** 目的 探讨湖北钉螺滇川亚种在境内水网地区生存繁殖的可能性和期望生存时间。方法 采用笼养法,将采自四川省丹棱县的湖北钉螺滇川亚种、湖北省江陵县实验区内的湖北钉螺指名亚种进行雌雄鉴定分离,分别以雌雄比1:1配对后,放养在江陵县实验区的螺笼内,分别于3、6个月和9个月后,定期观察其生存和繁殖情况。将采集的滇川亚种钉螺采用室内瓷盘饲养法饲养,采用动物生存寿命表法计算滇川亚种钉螺在脱离原孳生环境后的期望生存时间。结果 滇川亚种钉螺在同种及混合现场放养状态下,经过3个月和6个月后,存活率>75%,至9个月后仍有20%以上的存活率。两个亚种钉螺3个月的存活率差异有统计学意义( $\chi^2_{3\text{个月}} = 38.641, P < 0.05$ ),同一亚种雌螺与不同亚种雄螺放养后,雌螺存活率差异有统计学意义( $\chi^2_{\text{雌}} = 13.255, P < 0.05$ ;  $\chi^2_{\text{雄}} = 4.882, P < 0.05$ );9个月后各组均可查获数量不等的子代钉螺。室内实验推算滇川亚种钉螺和指名亚种钉螺的期望生存时间分别为35.84 d和41.16 d。结论 滇川亚种钉螺离开原孳生环境后有足够的存活时间完成远距离被动迁移;迁入水网地区后能够继续生存繁殖,并能产生子代。

**[关键词]** 湖北钉螺滇川亚种; 湖北钉螺指名亚种; 存活; 繁殖; 期望生存时间

**[中图分类号]** R383.24 **[文献标识码]** A

## Survival and reproduction of *Oncomelania hupensis robertsoni* in water network regions in Hubei Province, China

Huang Chong-feng<sup>1,2</sup>, Zou Jie-xin<sup>1</sup>, Li Shu-qiang<sup>2\*</sup>, Zhou Xian-min<sup>1,3\*</sup>

1 Department of Parasitology, Medical College of Nanchang University, Nanchang 330006, China; 2 Key Laboratory of Zoological Systematics and Evolution, Chinese Academy of Sciences, China; 3 Key Laboratory of Poyang Lake Environment and Resource Utilization, Ministry of Education, China

\* Corresponding author

**[Abstract]** **Objective** To understand the possibility of the survival and reproduction of *Oncomelania hupensis robertsoni* snails in water network regions in Hubei Province, as well as their expected lifespan after leaving the original propagating environment so as to provide the basic data and precondition for reducing the infection rates of *O. h. hupensis* in the lake regions. **Methods** The *O. h. robertsoni* snails (smooth-shell) were collected from Danling County, Sichuan Province, and raised in the cages in Baomasitown of Jiangling County, Hubei Province. The survival and reproduction abilities of the snails were observed on regular time. The *O. h. hupensis* from Jiangling County, Hubei Province was studied as a control group. The expected lifespan of snails was calculated by using the animal life table. **Results** After 3-, 6-month, the survival rates of *O. h. robertsoni* were maintained more than 75% in the homogeneous and mixed living conditions, still above 20% after 9-month. Compared with the control group, there was a statistically significant difference in the 3-month group ( $\chi^2_{\text{three months}} = 38.641, P < 0.05$ ), there was a significant difference between the homogeneous and mixed groups for the female snail survival rates ( $\chi^2_{\text{雌}} = 13.255, P < 0.05$ ;  $\chi^2_{\text{雄}} = 4.882, P < 0.05$ ), but not in the 6-, 9-month groups ( $\chi^2_{\text{six months}} = 3.253, P > 0.05$ ;  $\chi^2_{\text{nine months}} = 5.017, P > 0.05$ ). Filial generation snails were found after nine months in each group. The expected lifespan of *O. h. hupensis* was 41.16 d and that of *O. h. robertsoni* was 35.84 d in the laboratory. **Conclusions** The *O. h. robertsoni* snails from foreign lands can continually survive and reproduce in water network regions in Hubei. *O. h. robertsoni* snails have enough survival time to passive remote diffusion after leaving the original propagating environments.

**[Key words]** *Oncomelania hupensis robertsoni*; *Oncomelania hupensis hupensis*; Survival; Reproduction; Expected lifespan

**[基金项目]** 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCXZ-YW-N-055); 国家科技支撑计划(2009BAI78B02); 国家自然科学基金(30860251)

**[作者单位]** 1 南昌大学医学院寄生虫学教研室(南昌 330006); 2 中国科学院动物研究所动物进化与系统学重点实验室; 3 教育部鄱阳湖环境与资源利用重点实验室

**[作者简介]** 黄重峰,男,硕士研究生。研究方向:血吸虫病流行病学与生物防治

\* 通信作者 E-mail: liqx@ioz.ac.cn, zhouxmjmu@126.com

湖北钉螺 (*Oncomelania hupensis*) 是日本血吸虫的唯一中间宿主。经过长期的协同进化, 日本血吸虫与湖北钉螺之间形成了一定的适应性。既往研究表明, 分布于我国大陆的湖北钉螺存在不同的地域亚种和地理株<sup>[1-5]</sup>, 而不同地域亚种钉螺对不同地域株日本血吸虫的易感性差异显著<sup>[1]</sup>, 表现为各地血吸虫虫株易感染本地地区的钉螺, 而对其地区钉螺则易感性较差, 尤其是湖沼地区的日本血吸虫虫株对四川、云南的钉螺不易感或完全不感染<sup>[6-8]</sup>。根据这一现象与提示, 作者设想能否利用虫-螺之间易感性的差异, 探索湖区钉螺的生物控制及降低其感染率的可能性, 为我国湖区血吸虫病的综合防治提供一种新的思路和方法。

在拉丁美洲加勒比海地区已有采用物种入侵模式即竞争性螺类来控制曼氏血吸虫媒介宿主的成功经验<sup>[9]</sup>。Coelho等<sup>[10]</sup>和 Amarista等<sup>[11]</sup>报道, 在巴西和委内瑞拉利用竞争性螺类进行生物竞争防制曼氏血吸虫中间宿主亦取得了初步成效。然而, 这一成功的经验仅仅见于对水生螺类的有效控制, 而这种生物控制模式对于水陆两栖的湖北钉螺是否可行, 则尚未见报道。

按刘月英等<sup>[2]</sup>分类方法, 在湖北省境内生活的湖北钉螺属指名亚种 (*Oncomelania hupensis hupensis*), 其个体大, 壳面有肋, 主要生活在海拔较低的湖沼水网环境中; 而在四川省境内生活的湖北钉螺则属滇川亚种 (*Oncomelania hupensis robertsoni*), 其个体小, 壳面光滑, 孳生在海拔高的山地丘陵地区。为研究生活在高海拔的滇川亚种钉螺能否在水网地区环境下生存繁殖, 于2009年10月-2010年7月开展了室内外实验, 以探索滇川亚种钉螺在水网环境下生存繁殖的可能性。

## 材料与方法

### 1 实验现场

选择湖北省江陵县白马寺镇黄淡村田间沟渠作为研究场地。江陵县 (N 29°54' ~ 30°39', E 115°54' ~ 112°44') 地处湖北省中南部, 位于长江中游荆江河段北岸, 四湖流域腹地, 平均海拔 25.6 m。属北亚热带季风湿润气候区, 境内大小湖泊星罗棋布, 沟渠纵横交错, 主干渠直接或间接与江河相通, 江河水位呈明显的季节性变化, 呈“冬陆夏水”特征<sup>[12]</sup>。荒滩沟渠杂草丛生, 土表湿润, 土壤有机质丰富, 至今仍是典型的境内水网型血吸虫病流行区。

### 2 材料

2.1 钉螺 于2009年10月分别在四川省丹棱县丹棱镇龙滩村梅湾水库主沟渠 (N 30°01'15", E 103°18'06") 采集滇川亚种钉螺和湖北省江陵县白马寺镇黄淡村田

间沟渠 (N 30°05'28", E 112°33'26") 采集指名亚种钉螺。将采集的钉螺放入人工气候箱内, 采取瓷盘草纸饲养法饲养2周后进行野外现场投放。实验前以逸蚴法剔除血吸虫感染性钉螺, 并挑选活力强、6~9旋的成螺, 在解剖镜下进行雌雄鉴别分离, 每个亚种钉螺雌雄各分离出500只, 共2000只, 然后用快速干燥油漆笔对两个亚种雌雄钉螺的壳顶进行不同颜色的标记后备用。

2.2 螺笼 现场实验采用笼养法。在现场沟渠靠岸边用混凝土和砖块制成20个33 cm × 33 cm × 100 cm小槽样的螺笼, 笼的三面留有小孔, 以保持与沟渠水流相通, 笼内壁衬普通化纤涂塑窗纱, 笼底及四壁再用100孔/25.4 mm尼龙绢纱衬托, 笼盖为尼龙绢以活动拉链进行封闭, 以防止钉螺逃逸。在笼内底部铺置一层厚度约15~20 cm且植被较完好的当地泥土, 然后向笼内投放标记钉螺。

### 3 现场实验观察

3.1 实验分组 把两个亚种钉螺随机分为5组, 即指名亚种钉螺放养组 (同种放养组iv)、滇川亚种钉螺放养组 (同种放养组㊸)、滇川亚种雄螺与指名亚种雌螺混合放养组 (混合放养组iv)、滇川亚种雌螺与指名亚种雄螺混合放养组 (混合放养组㊸)、滇川亚种雌雄螺与指名亚种雌雄螺混合放养组 (混合放养组㊸)。每个螺笼投放钉螺均为100只, 钉螺雌雄比均为1:1。投放后拉上拉链封闭螺笼, 其中15个螺笼用于生存观察, 5个螺笼用于繁殖观察, 实验期间请专人看管。

3.2 生存观察 于2009年10月现场投放钉螺后的第3个月和第9个月 (即2010年1月、4月和7月) 从现场观察点分别提取5个螺笼, 先检获笼内土表钉螺, 然后以水洗法收集笼内全部钉螺, 通过水养爬行法并结合针刺法鉴别其存活情况<sup>[3]</sup>, 记录存活螺数并计算钉螺生存率。采用SPSS 16.0统计软件对数据进行统计学分析, 钉螺存活率比较用 $\chi^2$ 检验。

3.3 繁殖观察 2010年7月提取用于繁殖观察的5个螺笼, 采取同样的方法收集笼内所有钉螺, 分别记录子代钉螺数量。

### 4 室内实验观察

选取与上述实验采自同一地点、以逸蚴法剔除血吸虫感染性的滇川亚种和指名亚种钉螺各200只, 将两个亚种钉螺按1:1比例放入4个底垫有草纸和海绵的搪瓷盘内, 每只盘内放入100只钉螺, 用不锈钢纱窗盖住以防钉螺爬出。搪瓷盘置放在环境温度为20~25℃, 相对湿度70%~80%的生物培养箱内, 观察期间仅洒水以保持草纸潮湿, 不添加其他饲料, 隔日通过水养爬行法并结合针刺法检出盘内死亡钉螺, 每

周统计期间钉螺死亡数, 观察两个亚种钉螺脱离原孳生环境后在实验室内的存活情况。根据动物生存寿命表方法计算钉螺脱离原孳生环境后的期望生存时间<sup>[13]</sup>。

## 结 果

### 1 现场钉螺生存情况

滇川亚种钉螺在同种及混合放养状态下, 经过 3 个月和 6 个月现场放养后, 各组生存率均 > 75%, 随着放养时间的延长存活率呈下降趋势, 至 9 个月多数组仍有 20% 以上的存活率(表 1)。通过统计软件 SPSS 16.0 交叉列联表  $\chi^2$  检验结果显示, 两个亚种钉螺在 3 个月时的存活率差异有统计学意义 ( $\chi^2_{3个月} = 38.641, P < 0.05$ ), 而同一亚种雌螺与不同亚种雄螺混合放养后雌螺存活率以及指名亚种雄螺在不同放养状态下其存活率

差异有统计学意义 ( $\chi^2_{3个月} = 13.255, P < 0.05, \chi^2_{6个月} = 4.882, P < 0.05, \chi^2_{9个月} = 4.336, P < 0.05$ ); 然而滇川亚种雄螺与不同亚种雌螺放养后, 其存活率差异无统计学意义 ( $\chi^2_{6个月} = 0.102, P > 0.05$ ), 并且相同亚种雌雄钉螺放养后其存活率差异亦无统计学意义 ( $\chi^2_{3个月} = 0.051, \chi^2_{6个月} = 0.102, \chi^2_{9个月} = 1.654, P$  均 > 0.05)。放养后 6 个月和 9 个月钉螺存活率差异无统计学意义 ( $\chi^2_{6个月} = 3.253, P > 0.05, \chi^2_{9个月} = 5.017, P > 0.05$ ) (表 1)。

### 2 现场钉螺繁殖情况

2010 年 7 月在用于繁殖观察的 5 个螺笼内可查获到一定数量的子代钉螺, 其数量为 31~54 只不等(表 1), 其中在混合组 I 和混合组 II 中发现的均为肋壳钉螺, 而在混合组 III 中发现光壳钉螺 11 只和肋壳钉螺 37 只。

表 1 钉螺在现场环境放养后不同月份存活率以及繁殖子代情况

Table 1 Survival rate and filial generation of *Oncomelania hupensis* in experimental fields in different months

实验分组 Experiment group	钉螺类型 Types of <i>O. hupensis</i>	钉螺存活率 (n/N) Survival rate of <i>O. hupensis</i> (%)			子代钉螺数 No offspring snail
		3 个月 3 months	6 个月 6 months	9 个月 9 months	
		同种放养组 I Homogeneous group I	指名亚种雌螺 (a) Female <i>O. h. hupensis</i>	72.0 <sup>(1)</sup> (36/50)	
	指名亚种雄螺 (b) Male <i>O. h. hupensis</i>	74.0 <sup>(1)</sup> (37/50)	70.0 (35/50)	22.0 (11/50)	
同种放养组 II Homogeneous group II	滇川亚种雌螺 (c) Female <i>O. h. robertsoni</i>	88.0 <sup>(1)</sup> (44/50)	76.0 (38/50)	20.0 (10/50)	43
	滇川亚种雄螺 (d) Male <i>O. h. robertsoni</i>	90.0 <sup>(1)</sup> (45/50)	74.0 (37/50)	16.0 (8/50)	
混合放养组 iv Mixed group iv	滇川亚种雄螺 (e) Male <i>O. h. robertsoni</i>	88.0 <sup>(1)</sup> (44/50)	74.0 (37/50)	18.0 (9/50)	35
	指名亚种雌螺 (f) Female <i>O. h. hupensis</i>	98.0 <sup>(1)</sup> (49/50)	80.0 (40/50)	26.0 (13/50)	
混合放养组 III Mixed group III	滇川亚种雌螺 (g) Female <i>O. h. robertsoni</i>	70.0 <sup>(1)</sup> (35/50)	68.0 (34/50)	18.0 (9/50)	31
	指名亚种雄螺 (h) Male <i>O. h. hupensis</i>	90.0 <sup>(1)</sup> (45/50)	78.0 (39/50)	28.0 (14/50)	
混合放养组 IV Mixed group IV	滇川亚种雌雄螺 (i) <i>O. h. robertsoni</i>	74.0 <sup>(1)</sup> (37/50)	70.0 (35/50)	22.0 (11/50)	48
	指名亚种雌雄螺 (j) <i>O. h. hupensis</i>	62.0 <sup>(1)</sup> (31/50)	74.0 (37/50)	28.0 (14/50)	
	$\chi^2$ 值	38.641	3.253	5.017	
	$\chi^2$ value				
	P 值	< 0.05	> 0.05	> 0.05	-
	P value				

(1) 除  $\chi^2_{3个月} = 13.255, \chi^2_{6个月} = 4.882, \chi^2_{9个月} = 4.882 (P$  均 < 0.05) 外, 其他各组之间  $P$  均 > 0.05

(1) There was a significant difference between the homogeneous and mixed groups for the female snail survival rates, also the male *O. h. hupensis* in different living conditions ( $\chi^2_{3 months} = 13.255, \chi^2_{6 months} = 4.882, \chi^2_{9 months} = 4.882, P < 0.05$ ); and there were no significant differences in other groups ( $P > 0.05$ ).

### 3 室内钉螺期望生存时间

滇川亚种和指名亚种钉螺在室内未添加其他饲料喂养的条件下, 脱离原孳生环境 1 个月后, 仍分别有 54. 5% 和 61. 0% 的钉螺存活, 推算得出两个亚种钉螺

的期望生存时间分别为 35. 84 d 和 41. 16 d (表 2)。将两组实验钉螺数换算成同一标准 1 000 只时, 其生存曲线均接近于对角线型, 即不典型的 B 型曲线 (图 1)。

表 2 两亚种钉螺在室内环境下的期望生存时间  
Table 2 Expected survival time of *O. h. hupensis* and *O. h. robertsoni* snails in lab

x <sup>(1)</sup>	n <sub>x</sub>		l <sub>x</sub>		d <sub>x</sub>		q <sub>x</sub>		L <sub>x</sub>		T <sub>x</sub>		e <sub>x</sub> (d)	
	A <sup>(2)</sup>	B <sup>(2)</sup>	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0	200	200	1 000	1 000	3	5	0. 02	0. 03	198. 5	197. 5	1 176. 0	1 024. 0	41. 16	35. 84
7	197	195	0 985	0 975	7	9	0. 04	0. 05	193. 5	190. 5	977. 5	826. 5	34. 73	29. 67
14	190	186	0 964	0 954	10	13	0. 05	0. 07	185. 0	179. 5	784. 0	636. 0	28. 88	23. 94
21	180	173	0 947	0 930	30	28	0. 17	0. 16	165. 0	159. 0	599. 0	456. 5	23. 29	18. 47
28	150	145	0 833	0 838	28	36	0. 19	0. 25	136. 0	127. 0	434. 0	297. 5	20. 25	14. 36
35	122	109	0 813	0 752	25	52	0. 21	0. 48	109. 5	83. 0	298. 0	170. 5	17. 10	10. 95
42	97	57	0 795	0 523	31	20	0. 32	0. 35	81. 5	47. 0	188. 5	87. 5	13. 60	10. 75
49	66	37	0 680	0 649	18	19	0. 27	0. 51	57. 0	27. 5	107. 0	40. 5	11. 35	7. 66
56	48	18	0 727	0 486	27	14	0. 56	0. 78	34. 5	11. 0	50. 0	13. 0	7. 29	5. 06
63	21	4	0 438	0 222	16	4	0. 72	1. 00	13. 0	2. 0	15. 5	2. 0	5. 17	3. 50
70	5	0	0 238	0 000	5	0	1. 00	0. 00	2. 5	0. 0	2. 5	0. 0	3. 50	0. 00
77	0	-	0 000	-	0	-	0. 00	-	0. 0	-	0. 0	-	0. 00	-

(1) x 观察时间; n<sub>x</sub>: 各时间段开始时存活数; l<sub>x</sub>: 各时间段开始时存活分数; d<sub>x</sub>: 各时间段死亡的个体数; q<sub>x</sub>: 各时间段的死亡率; L<sub>x</sub>: 各时间段的平均存活数; T<sub>x</sub>: 由表底向上各时间段平均存活数的累加值; e<sub>x</sub>: 期望生存时间。(2) A: 指名亚种钉螺, B 滇川亚种钉螺。  
(1) x Observation time; n<sub>x</sub>: No. living snails at beginning time; l<sub>x</sub>: Percentage of living snails vs No. living snails at the beginning time; d<sub>x</sub>: No. dead snails during the observation period; q<sub>x</sub>: Mortality rate of snails during the observation period; L<sub>x</sub>: Mean living snails during the observation time; T<sub>x</sub>: A cumulative mean living snails; e<sub>x</sub>: Expected lifespan. (2) A: *O. h. hupensis*; B: *O. h. robertsoni*

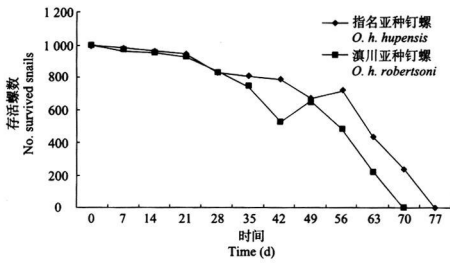


图 1 钉螺在室内环境下的存活曲线

Fig 1 Survival time curves of *Oncomelanis hupensis* in lab

## 讨 论

在我国大陆, 湖北钉螺分布范围南起广西玉林 (N 22°25'), 北抵江苏宝应 (N 33°15'), 东至上海南汇 (E 121°53'), 西达云南云龙 (E 99°05'), 各亚种有各自的海拔分布高度及生境要求<sup>[14]</sup>。滇川亚种钉螺是我国湖北钉螺中分布海拔最高的亚种, 一般孳生于海拔 200~

2 400 m 的四川、云南省境内, 以陆栖为主<sup>[2-3]</sup>。现有研究数据资料显示, 不同亚种钉螺为本地血吸虫虫株所易感, 反之亦然。但异地亚种钉螺迁徙后能否生存繁殖及其所产生子代的易感性如何, 对于开展血吸虫病生物控制等相关研究具有理论与实践意义。

本研究通过野外现场放养发现, 滇川亚种钉螺迁入境内水网地区在不同放养状态下 6 个月后, 仍保持一定的存活率, 9 个月后多数组仍有 20% 以上钉螺存活, 并能繁殖子代。结果提示, 该亚种钉螺迁移至水网环境中能够存活一定时间, 且其生存可能不会受到当地指名亚种钉螺的干扰。

一般钉螺的平均寿命为 1 年左右, 在周年内以 11 月至下一年 5 月自然死亡率较低, 此后大部分钉螺由于自然衰老而陆续死亡<sup>[15]</sup>。此次投放的钉螺为前一年春夏季产生的新螺, 越冬至次年 7 月钉螺生存率显著下降, 这与钉螺的生命周期规律基本一致, 也基本符合钉螺自然生态规律。本次研究结果还显示, 实验钉螺在不同放养状态下, 在 3 个月内的同一亚种雌螺与不同亚种雄螺混合放养后雌螺生存率以及指名亚种雄螺在不同放养状态下其生存率差异有统计学意

义,而滇川亚种雄螺在不同放养状态下的生存率以及同一亚种放养其雌雄钉螺生存率差异无统计学意义;然而放养时间延长至 6 个月和 9 个月后,在不同放养状态下生存率差异均无统计学意义,其具体原因尚有待于进一步深入研究。

钉螺繁殖的适宜温度是 20~25℃<sup>[15]</sup>。洪青标等<sup>[16-17]</sup>研究发现,当环境温度降至 11℃以下时,钉螺开始出现冬眠现象,钉螺卵的发育阈值温度为 11.79℃,螺卵在 15~30℃环境中的平均发育历期为(27.29±17.29)d。入冬以后钉螺大部分进入冬眠状态,本研究在前两次生存观察的螺笼中均未看到幼螺,可能与实验期间气温回升比往年稍晚,尚不能达到钉螺交配、产卵和孵化条件有关。此后随着气温逐渐上升,雨量增多等繁殖条件成熟,至 7 月份可查获幼螺,表明滇川亚种迁入境内水网地区后能够产生子代。已有文献报道<sup>[18]</sup>,我国大陆各省的钉螺之间能够相互杂交产生子代,并且未经交配的雌螺经一次交配,其接受的精子足以供终生生产卵受精之用<sup>[3]</sup>。本次现场实验中,混合实验组均能查获幼螺,但由于无法确认钉螺投放前是否已有交配受精,故所获得的幼螺是否为两个亚种钉螺杂交后的子代尚不能定论,然而混合组①滇川亚种雌螺与指名亚种雄螺所产生的幼螺从肋壳形态上推测,可能为两个亚种钉螺相互杂交所产生。

钉螺能否因人为因素进行远距离被动扩散,取决于钉螺离开孳生环境后的生存时间。黄少玉等<sup>[20]</sup>报道,湖区钉螺离开孳生环境后在无食物的情况下 30 d 存活率达 86%,至 60 d 时仍有少量钉螺存活。本次室内研究结果显示,两种钉螺 1 个月后存活率仍 >60%,表明滇川亚种钉螺与指名亚种钉螺一样,有足够的存活时间满足其远距离的被动迁移。

本研究证实,滇川亚种钉螺能够在水网环境中生存并繁殖子代。但进入夏汛以后,湖泊沟渠较长时间保持高水位,新生的子代钉螺能否继续生存发育和繁殖,以及对当地日本血吸虫虫株的易感性等,尚有待于进一步研究。

#### [参考文献]

[1] Davis GM, Wake T. Snail-Schistosoma paragonimus interaction in China: population ecology, genetic diversity, coevolution and emerging dis-

eases [J]. Malacologia 1999, 1(2): 355-377

- [2] 刘月英,楼子康,王耀先.钉螺的亚种分化[J].动物分类学报,1981,6(3): 253-266
- [3] 周晓农.实用钉螺学[M].北京:科学出版社,2005: 148-183
- [4] 周艺彪,姜庆五,赵根明,等.中国大陆钉螺的亚种分化[J].中国血吸虫病防治杂志,2007,19(6): 485-487
- [5] 李石柱,王强,钱颖骏,等.中国大陆湖北钉螺种下分化研究进展[J].中国血吸虫病防治杂志,2009,21(2): 150-153
- [6] 许学积,倪传华.异地与同地的钉螺对血吸虫的易感性差异和虫体发育的研究[J].中国寄生虫学与寄生虫病杂志,1987,5(1): 25-28
- [7] 何毅勋,郭源华,倪传华,等.中国大陆日本血吸虫品系的研究Ⅳ:幼虫-钉螺的相容性[J].中国寄生虫学与寄生虫病杂志,1990,8(2): 92-95
- [8] 洪青标,周晓农,孙乐平,等.不同地区不同环境类型钉螺对日本血吸虫易感性的测定[J].中国血吸虫病防治杂志,1995,7(2): 83-86
- [9] Pointier JP, Jourdan J. Biological control of the snail hosts of schistosomiasis in areas of low transmission: the example of the Caribbean area [J]. Acta Trop 2000, 77(1): 53-60
- [10] Coelho FM Z, Rosa FM, Maciel E, et al. Transmission control of schistosomiasis in man by introduction of a resistant strain of *Biomphalaria tenagophila* in areas where transmission is maintained by this species [J]. Acta Trop 2008, 108(2/3): 245-248
- [11] Amarista M, Niquil N, Balzan C, et al. Interspecific competition between freshwater snails of medical importance: a Venezuelan example [J]. C R Acad Sci Paris 2001, 324(2): 143-148
- [12] 彭孝武,王加松,荣先兵,等.湖北江汉平原四湖地区血吸虫病流行特点与流行因素[J].公共卫生与预防医学,2007,18(4): 66-70
- [13] 孙振钧,周东兴.生态学研究方法[M].北京:科学出版社,2010: 55-67
- [14] 朱中亮.我国钉螺地理分布规律的研究[J].动物学杂志,1992,27(3): 6-9
- [15] 毛守白.血吸虫生物学与血吸虫病的防治[M].北京:人民卫生出版社,1990: 313-320
- [16] 洪青标,周晓农,孙乐平,等.全球气候变暖对中国血吸虫病传播影响的研究Ⅳ:钉螺冬眠温度与越冬致死温度的测定[J].中国血吸虫病防治杂志,2002,14(3): 192-195
- [17] 洪青标,姜玉骥,杨坤,等.钉螺卵在恒温环境中发育零点和有效积温的研究[J].中国血吸虫病防治杂志,2004,16(6): 432-435
- [18] 倪传华,郭源华.中国大陆钉螺杂交的研究[J].四川动物,1991,10(4): 20-22
- [19] 黄少玉,骆雄才,林荣幸,等.湖区钉螺脱离孳生环境后存活情况的观察[J].中国病原生物学杂志,2009,4(2): 115-116

[收稿日期] 2010-11-29 [编辑] 洪青标

欢迎订阅,欢迎投稿,欢迎联系 广告业务!