

全球气候变暖对中国血吸虫病传播影响的研究

Ⅳ 自然环境中钉螺世代发育积温的研究

洪青标¹, 周晓农², 孙乐平¹, 杨国静¹, 杨坤¹, 黄軼昕¹

[摘要] 目的 研究钉螺在自然环境中完成世代发育的有效积温。方法 将钉螺按常规方法饲养在自然环境中, 观察其从螺卵生长发育至成螺并产卵所需的发育历期与积温, 并按公式 $T = \sum(T_i - C)$ 计算其完成世代所需的有效积温。结果 钉螺从螺卵发育至成熟产卵(即完成世代发育)的平均历期为 (334.22 ± 7.52) d, 平均积温为 $(5\,821.38 \pm 70.05)$ 日度, 平均有效积温为 $(3\,846.28 \pm 32.59)$ 日度。结论 本方法观测的钉螺发育有效积温较精确, 为气候变暖影响日本血吸虫病传播的预测模型提供了理论参数。

[关键词] 钉螺; 适生性; 发育; 有效积温

[中图分类号] R383.24

[文献标识码] A

IMPACT OF GLOBAL WARMING ON TRANSMISSION OF SCHISTOSOMIASIS IN CHINA Ⅳ. ACCUMULATED TEMPERATURE FOR DEVELOPMENT OF GENERATIONS OF *ONCOMELANIA HUPENSIS* IN NATURAL ENVIRONMENT Hong Qingbiao¹, Zhou Xiaonong², Sun Leping¹, Yang Guojing¹, Yang Kuan¹, Huang Yixin¹ (1 Jinagsu Institute of Parasitic Diseases, Wuxi 214064, China; 2 Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention, China.)

[Abstract] **Objective** To determine the effective accumulated temperature of *Oncomelania hupensis* during the period of development of generations in the natural environment. **Methods** The snails, *Oncomelania hupensis*, were raised in natural breeding site, the developing duration and accumulated temperature for snails' development from eggs to adult that began to lay eggs were estimated based on the formula $T = \sum(T_i - C)$. **Results** The average developing duration was (334.22 ± 7.52) days, average accumulated temperature was $(5\,821.38 \pm 70.05)$ day degree, and average effective accumulated temperature was $(3\,846.28 \pm 32.59)$ day degree. **Conclusion** The method to estimate the effective accumulated temperature is quite accuracy, which provides theoretical parameters in developing the prediction model on transmission of schistosomiasis japonica affected by weather warming.

[Key words] *Oncomelania hupensis*; Viability; Growth; Effective accumulated temperature

[Foundation item] This investigation received financial support from Chinese National Science Foundation (No. 300070684)

日本血吸虫病的流行与传播, 与中间宿主钉螺的生存繁殖与分布直接有关。在全球气候变暖对日本血吸虫病传播影响的研究中, 温度对钉螺的生存繁殖是关键性因素之一。其中钉螺的致死温度、休眠温度、世代有效积温等是钉螺适生性指标中的重要参

数, 也是建立温度-钉螺适生性模型的关键性参数。我们在前期的工作中已就钉螺的休眠温度和致死温度进行了研究^[1,2]。而有关钉螺生长发育积温的研究, 仅见许隆祺等 1 篇报道^[3], 未见有效积温的文献。为此, 我们在前期研究的基础上, 对钉螺在自然环境中完成生长发育世代所需历期及有效积温进行了实验研究。

内容与方法

1 钉螺

湖北钉螺指名亚种(*Oncomelania hupensis hu-*

[基金项目] 国家自然科学基金资助(项目编号:30070684)

[作者单位] 1 江苏省血吸虫病防治研究所(无锡 214064); 2 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所

[作者简介] 洪青标(1963—), 男, 大专, 主管医师。研究方向: 血吸虫病流行病学, 钉螺生态

pensis), 2001 年 3 月底采自江苏省扬州市邗江区江滩(E 119.53°, N 32.28°)。挑选活力好、7—8 旋的成螺用于实验研究。

2 钉螺的繁殖与饲养

将采集的实验钉螺饲养于陶瓷饲养盆中(陶瓷饲养盆直径 30 cm, 内衬 3—5 cm 厚的泥土, 每盆泥面上投放 200 只实验螺), 盆口上覆尼龙窗纱防止钉螺逃逸。饲养盆放置于本所自然环境养螺沟(E 120.29°, N 31.57°)中, 让盆内钉螺在自然状态下产卵。产卵 2 周后, 移去饲养盆内所有钉螺, 然后仍将饲养盆放回养螺沟中, 让留于盆内的钉螺卵在自然环境条件下孵化、生长。当年 9 月份将盆内已子代的钉螺提出, 鉴别其性别后进行雌雄配对, 并移至新的陶瓷饲养盆中后仍饲养于养螺沟自然环境中(陶瓷饲养盆直径 10 cm, 每盆内投入 1 对雌雄钉螺, 其余条件同前)。

3 钉螺成熟的观察

参照周卫川等^[4]方法。从 9 月份起, 每 1 周筛取盆内泥土, 观察钉螺产卵情况, 直至无钉螺产卵为止。发现盆内钉螺产卵, 即确定该对钉螺已完成了 1 个世代, 并退出观察, 记录其生长发育的历期。

4 实验现场温度记录

将 ZJ1-2B 型温湿度计置于离地面 1.5 m 的气象专用百叶箱中, 连续记录实验现场的温度, 计算每日加权平均温度。

5. 数据分析

所有实验数据用 Excel 建立数据库。按现场观察到的每对钉螺成熟的历期和记录的每日平均温度, 加权计算其生长发育积温。钉螺完成世代的有效积温按公式 $T = \sum (T_i - C)$ 计算^[4,5]。其中, T 为子代钉螺从螺卵孵化开始至发育成熟并产卵所历期的有效积温; T_i 为所历期的每日平均温度 ($T_i \geq 5.87^\circ\text{C}$); C 为钉螺的发育起点温度(采用钉螺的平均冬眠温度 5.87°C ^[11])。统计计算出钉螺在自然环境中发育成熟的平均积温和完成世代的平均有效积温^[16]。

结 果

1 实验现场温度

实验从父代钉螺的产卵日期 2001 年 4 月 8 日(以 2001 年 4 月 1 日至 2001 年 4 月 14 日的中间日期为起始日)为开始计算积温日期, 直至最后 1 批子代钉螺产卵的 2002 年 4 月 27 日为止。实验期间的测得的现场最低日平均气温为 -1.6°C (2001—12—

25), 最高日平均气温为 32.9°C (2001—07—01); 测得的月平均气温为 $5.6—29.9^\circ\text{C}$ 。(图 1)

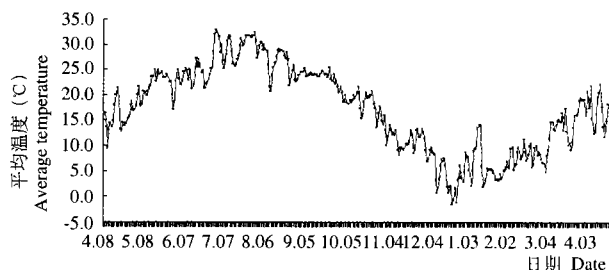


图 1 2001 年 4 月 8 日 — 2002 年 4 月 27 日
逐日平均温度($^\circ\text{C}$)

Fig. 1 The daily average temperature from
8 April 2001 to 27 April 2002

2 钉螺生长成熟历期

采用从 2001 年 4 月 1 日至 2001 年 4 月 14 日钉螺生产的螺卵, 并孵出子代幼螺后继续饲养。9 月初随机抽取部分子代钉螺, 鉴别雌雄, 共配 72 对钉螺, 放回现场, 每周进行 1 次产卵情况观察, 至无子代钉螺产卵为止。在观察的 72 对子代钉螺中, 共发现 9 只钉螺死亡, 死亡率为 6.3%; 共有 63 对子代钉螺完成了产卵(7 对因雌螺/雄螺死亡、2 对未观察到产卵, 共剔除 9 对)。观察发现, 子代钉螺最早产卵的时间为 2001 年 10 月 24 日, 共历期 200 d; 最迟产卵时间为 2002 年 4 月 27 日, 共历期 385 d; 钉螺从螺卵发育至成熟产卵(即完成世代)的平均历期为 (334.22 ± 7.52) d (图 2)。

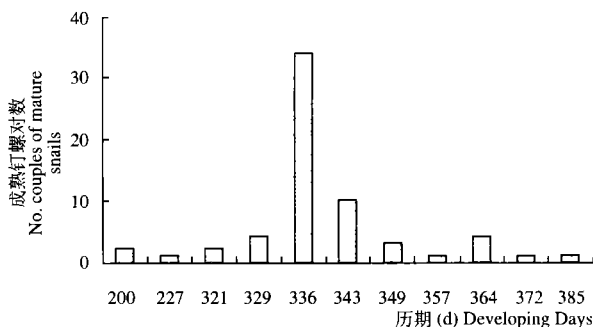


图 2 不同历期下完成世代发育的钉螺对数

Fig. 2 Number of couples of snails in
different developing durations

2 钉螺完成世代的积温及有效积温

对 63 对完成世代历期的钉螺数据分析, 钉螺从

螺卵发育至成熟螺(产卵)的最低积温为 4 683.11 日度,最高积温为(6 558.88)日度,平均积温为(5 821.38±70.05)日度。钉螺发育成熟(即完成 1

个世代)的最低有效积温 3 509.11 日度,最高有效积温为 4 402.12 日度,平均有效积温为(3 846.28±32.59)日度(表 1)。

表 1 钉螺在自然环境中完成世代的历期与积温

Table 1 The developing duration and accumulated temperature of *Oncomelania hupensis* in natural environment

项目 Item	观察螺数(对) No. snail couples observed (pair)	最低值 Min. value	最高值 Max. value	平均值 Mean($\bar{x} \pm s$)
历期(d) Developing duration(day)	63	200	385	334.22±7.52
积温(日度) Accumulated temperature (day degree)	63	4 683.11	6 558.88	5 821.38±70.05
有效积温(日度) Effective accumulated temperature (day degree)	63	3 509.11	4 402.12	3 846.28±32.59

讨 论

钉螺系温带两栖软体动物。以往的调查发现,在我国有钉螺的地区年平均气温都在 14℃ 以上,或 1 月份平均气温在 0℃ 以上,其孳生的最北界为江苏省宝应县(N 33°15′)^[7-9]。但随着全球气候变暖,周晓农等^[10,11]提出了这一趋势对中国血吸虫病传播影响的潜在可能性。研究这一课题的关键问题之一是预测环境温度变暖对钉螺地理分布范围(即钉螺适生区域)变化的影响。而越冬越夏界限和有效积温法则是研究生物地理分布较为可靠的方法^[4,5]。前期的研究我们已经就钉螺的越冬、越夏温度以及发育起点温度(冬眠温度)进行了研究测定。

本次研究我们在前期工作的基础上又进一步对钉螺完成世代的积温和有效积温进行了定量研究。实验发现,钉螺在自然环境中完成世代发育的最小积温为 4 683.11 日度,平均积温为(5 821.38±70.05)日度,这与许隆祺等报道的钉螺积温在 4 500—8 000℃ 基本一致^[3]。同时本次的实验数据来自自然环境中的实测数据,分析所用的温度为现场环境的加权日平均温度,因此所测得的平均积温较为精确,实验结果较为可信。

钉螺完成世代的有效积温是指其从螺卵发育至成螺并产出子代螺卵所需的发育起点温度以上的有效累积温度。在前期的研究中,我们已测得钉螺的发育起点温度(冬眠温度)为 5.87℃^[1]。在此基础上,本研究又首次对钉螺在自然环境中完成世代的有效积温进行了实验定量测定。结果发现,钉螺在自然环境中完成世代的最低有效积温为 3 509.11 日度,平均有效积温为(3 846.28±32.59)日度。以此推测全国

南方地区的绝大多数地区的年有效积温仅能保证钉螺完成 1 代的发育繁殖。这一结果为温度-钉螺适生性模型以及全球气候变暖影响日本血吸虫病传播流行的预测模型提供了重要的理论参数。

本次研究所采用的钉螺为江苏省湖沼地区的指名亚种钉螺,其他亚种类型的钉螺生长发育的积温情况是否与此有异,尚待进一步观察研究。

[参考文献]

- [1] 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 I. 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.
- [2] 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 II. 钉螺越夏致死温度与夏蛰温度的研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2003, 15(1): 21-26.
- [3] 许隆祺,余森海,徐淑惠. 人体寄生虫分布与危害[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000, 663.
- [4] 周卫川,蔡金发,陈德牛,等. 褐云玛瑙螺在我国的适生性研究[J]. 动物学报, 1998, 44(2): 138-143.
- [5] 孙儒泳. 动物生态学原理[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1987, 26.
- [6] 杨树勤. 中国医学百科全书. 医学统计学[M]. 上海: 上海科技出版社, 1985, 169-200.
- [7] 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, 1991, 299-300.
- [8] 刘月英. 医学贝类学[M]. 北京: 海洋出版社, 1993, 43-46.
- [9] 周晓农,胡晓抒,孙宁生,等. 地理信息系统应用于血吸虫病的监测: II. 流行程度的预测[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1999, 11(2): 66-65.
- [10] 周晓农,杨国静,孙乐平,等. 全球气候变暖对钉螺传播血吸虫的潜在影响[J]. 中华流行病学杂志, 2002, 23(2): 83-86.
- [11] 梁幼生,肖荣炜,宋鸿燕,等. 钉螺在不同纬度地区生存繁殖的研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1996, 8(5): 259-261.

[收稿日期] 2003-05-22 [编辑] 黄一心