

全球气候变暖对中国血吸虫病传播影响的研究 V 血吸虫在不同种群钉螺体内发育的有效积温

孙乐平¹, 周晓农², 洪青标¹, 杨国静¹, 黄轶昕¹, 奚伟萍¹, 姜玉骥¹

[摘要] 目的 研究日本血吸虫在长江流域不同种群钉螺体内发育成熟的有效积温。方法 从长江流域的潜江后湖、彭泽马当、贵池涓桥、邗江新坝和广德流洞 5 地现场采集无血吸虫感染的钉螺, 以钉螺:毛蚴(无锡地理株)为 1:20 比例进行实验感染, 感染后放回现场环境饲养, 定期逸蚴的方法, 连续记录现场温度, 根据变温动物发育有效积温的计算公式($K = \sum(T_n - C)$ 或 $K = N(T - C)$), 计算血吸虫在钉螺体内发育成熟的有效积温, 不同地区间的差异用近似 F 检验法进行方差分析。结果 潜江后湖、彭泽马当、贵池涓桥、邗江新坝和广德流洞 5 个种群钉螺体内血吸虫成熟的有效积温分别为 (695.20 ± 143.15) 、 (611.99 ± 38.84) 、 (633.41 ± 133.09) 、 (611.77 ± 82.12) 日度和 (602.94 ± 42.65) 日度, 血吸虫在长江流域 5 个种群钉螺体内发育所需有效积温差异无显著性 ($F' = 2.47, P > 0.05$)。因此, 无锡地理株日本血吸虫在长江流域钉螺体内发育成熟的平均有效积温为 631.44 日度, 95% 的可信区间为 $(426.76 - 836.12)$ 日度。结论 日本血吸虫在长江流域不同种群钉螺体内发育成熟的有效积温基本一致。

[关键词] 日本血吸虫; 种群钉螺; 有效积温

[中图分类号] R383.24

[文献标识码] A

**IMPACT OF GLOBAL WARMING ON THE TRANSMISSION OF SCHISTOSOMIASIS IN CHINA
V. EFFECTIVELY GROWING DEGREE DAYS OF *SCHISTOSOMA JAPONICUM* DEVELOPING IN DIFFERENT SNAIL POPULATIONS** Sun Leping¹, Zhou Xiaonong², Hong Qingbiao¹, Yang Guojing¹, Huang Yixin¹, Xi Weiping¹, Jiang Yuji¹ (1 Jiangsu Institute of Parasitic Diseases, Wuxi 214064, China; 2 National Institute of Parasitic Diseases Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the energy (or growing degree days) needed for development of *Schistosoma japonicum* in *Oncomelania* snail from different localities in the Yangtze River basin. **Methods** The uninfected snails were collected from the fields in 5 different localities along the Yangtze River basin, e. g. Houhu, Hubei Province, Madang, Jiangxi Province, Juanqiao, Anhui Province, Xinba, Jiangsu Province and Liudong, Anhui Province, and exposed to the miracidia of *Schistosoma japonicum* by the ratio of 1:20. After exposure, those snails were raised in natural environment and the natural temperature was recoded every day. The effective growing degree days (EGDD) of *S. japonicum* developing in snails were calculated by the formula of $K = \sum(T_n - C)$ or $K = N(T - C)$, and those data from different localities were compared by F test. **Results** The EGDD of *S. japonicum* in 5 snail populations were (695.20 ± 143.15) , (611.99 ± 38.84) , (633.41 ± 133.09) , (611.77 ± 82.12) and (602.94 ± 42.65) degree days, respectively. Of which there were no significant difference on EGDD between 5 snail populations, with $F' = 2.47, P > 0.05$. Therefore, the average EGDD of *S. japonicum* developing in snails from the Yangtze River basin was 631.44 degree days, with its 95% confidence interval from $(426.76 - 836.12)$ degree days. **Conclusion** The EGDD of *S. japonicum* developing in different snail populations along the Yangtze River are quite similar.

[Key words] *Schistosoma japonicum*; *Oncomelania* snail population; Effective growing degree

[基金项目] 国家自然科学基金资助(项目编号:300070684)

[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] 孙乐平(1963—),男,大专,主管医师。研究方向:血吸虫分子生物学

days (EGDD)

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

日本血吸虫在中间宿主钉螺体内能否发育成熟,是构成血吸虫病流行的基本环节^[1]。钉螺和血吸虫均属变温动物,血吸虫在钉螺体内生长发育的状态主要依赖环境中的温度^[2,3]。动物学研究证实,变温动物生长发育期间所需环境有效积温(生物学零点以上温度的总和)是一个常量^[4]。由于血吸虫幼虫并非直接在自然环境中生长,而是寄生在中间宿主钉螺的微环境内。另外中国大陆钉螺是一个多隔离种群的复合体^[5],血吸虫幼虫在各隔离种群钉螺体内的微环境是不一样的。为了解血吸虫在不同隔离种群钉螺微环境内发育成熟所需有效积温是否有差异,提供适合中国大陆不同地区预测血吸虫病流行的有效积温参数,我们对无锡株血吸虫在长江流域4省5个种群钉螺体内发育的有效积温进行了测定,现将结果报告如下。

材料与方法

1 钉螺采集

沿长江采集湖北潜江后湖(水网,E 112.73°,N 30.37°)、江西彭泽马当(江滩,E 116.67°,N 29.99°)、安徽贵池涓桥(江滩,E 117.21°,N 30.35°)、江苏邗江新坝(江滩,E 119.53°,N 32.28°)和安徽广德流洞(山丘,E 119.50°,N 31.04°)5地钉螺(图1),在实验室饲养2周,每周逸蚴1次,确认无自然血吸虫感染后用作实验螺。

2 钉螺的感染与饲养

取上述5地成螺各200只,分别置于带绿纱盖的大培养皿中,先加入200 ml 脱氯水,再加入日本血吸虫无锡地理株(E 120.29°,N 31.57°)毛蚴(钉螺毛蚴比为1:20),在25℃光照条件下感染4 h。取5只口径为35 cm的泥瓦大花盆,加入适量泥土后压平,将感染后的钉螺分别放入盆中,用绿纱盖好扎紧,置于现场养螺沟中饲养。

3 现场温度记录

将ZJ1-2B型温湿度计(上海气象仪器厂生产)置于离地1.5 m的气象专用百叶箱中,连续记录现场空气中的温度,记录温度的精度为±0.1℃,记录时间精度为每7 d±30 min。

4 感染性钉螺确定

自钉螺在现场饲养50 d开始,采用逸蚴法确定感染性钉螺^[6],每隔5 d逸蚴1次,至连续3次逸不

出尾蚴后解剖全部剩余钉螺。

5 资料统计与分析

记录各实验组逸出尾蚴钉螺的时间和数量,根据血吸虫在钉螺体内的发育起点温度15.17℃,统计现场日平均有效温度;再根据变温动物发育有效积温的计算公式: $K = N(T - C)$ 或 $K = \sum(T_n - C)^{[7]}$;计算日本血吸虫在各地钉螺体内发育成熟的有效积温。用方差分析法(近似F检验法)进行差异程度分析^[8]。

式中K为热常数(即发育有效积温), T_n 为环境每日平均温度,N为发育历期(即尾蚴开放前期),T为发育期的平均温度,C为发育起点温度(即生物学零度)。

结 果

1 感染螺频数分布

实验共对4省5个种群的668只钉螺进行了逸蚴观察,获得感染性钉螺155只,现场累积有效温度达到488.21日度时血吸虫在钉螺体内开始成熟,累积有效温度在(558.63—678.81)日度之间血吸虫幼虫成熟处于高峰,占全部感染性钉螺的85.16%(图2)。

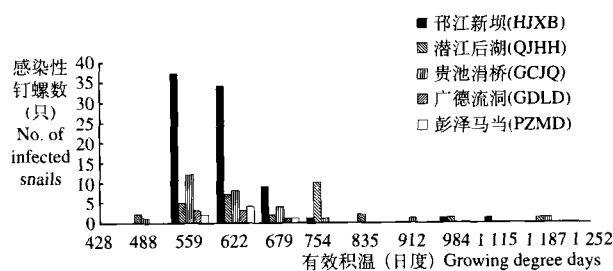


图2 不同有效积温各种群感染性钉螺的频数分布

Fig. 2 The number of snails hatching cercariae at different growing degree days

2 尾蚴成熟有效积温

无锡地理株血吸虫在长江流域4省5个种群钉螺体内发育成熟的最低有效积温为488.21日度,最高有效积温为1186.81日度,平均有效积温为631.44日度,其95%的可信区间为(426.76—836.12)日度(表1)。

3 有效积温的差异分析

血吸虫在潜江后湖、彭泽马当、贵池涓桥、邗江新坝和广德流洞 5 个种群钉螺体内成熟的有效积温分别为 (695.20 ± 143.15)、(611.99 ± 38.84)、(633.41 ± 133.09)、(611.77 ± 82.12) 日度和

(602.94 ± 42.65) 日度 (表 1)。经方差分析 $F' = 2.47$ ($MS_{\text{组间}} = 2.648, MS_{\text{误差}} = 1.073$), $P > 0.05$, 无锡株血吸虫在长江流域 5 个种群钉螺体内发育所需有效积温差异无显著性。

表 1 无锡地理株血吸虫在长江流域钉螺体内成熟有效积温

Table 1 EGDD of *Schistosoma japonicum*, Wuxi strain, developed in the Yangtze River basin

钉螺采集地 Site	环境类型 Type	观察螺数 No. of snails	感染性钉螺数量 No. of infected snails	尾蚴逸出有效积温 (日度) GDD (Degree day)		
				最低 Lowest	最高 Highest	平均 Average ($\bar{x} \pm s$)
湖北潜江后湖 Hubei QJ	水网型 Water network	134	30	488.21	1 186.81	695.20 ± 143.15
江西彭泽马当 Jiangxi PZ	江滩型 Marshland	78	7	558.63	678.81	611.99 ± 38.84
安徽贵池涓桥 Anhui GC	江滩型 Marshland	69	28	488.21	1 186.81	633.41 ± 133.09
江苏邗江新坝 Jiangsu HJ	江滩型 Marshland	197	83	558.63	1 114.66	611.77 ± 82.12
安徽广德流洞 Anhui GD	山丘型 Hilly regions	190	7	558.63	678.81	602.94 ± 42.65
合计 Total	—	668	155	488.21	1 186.81	631.44 ± 104.43

讨 论

温度是血吸虫病流行的重要环境因子, 流行病学资料显示, 中国大陆血吸虫病流行区的年平均温度在 14℃ 以上^[1], 流行区的北界与 1 月份平均最低温度 -4℃ 等值线相吻合^[9]。全球气候的逐渐变暖, 环境温度的逐步升高, 降雨量的异常, 将直接影响血吸虫病的原有分布格局。因此, 研究气候变暖影响血吸虫病的流行规律和发展趋势, 对制定和调整防治策略具有非常重要的意义。

中国大陆血吸虫病流行分布范围大, 长江流域及其以南的 12 个省 (直辖市、自治区) 均为血吸虫病流行区^[1]。长期的隔离、分化、变异使分布于中国大陆钉螺变成多型种的复合体, 在细胞生物学、遗传学、分子生物学以及对血吸虫的易感性等方面存在着明显差异^[5,10]。本研究观察了无锡地理株血吸虫在长江流域 4 省 5 个隔离群钉螺体内发育的有效积温, 结果显示: 现场累积有效温度达到 488.21 日度时, 潜江后湖和贵池涓桥 2 个种群钉螺体内的血吸虫开始成熟, 5 个种群 85.16% 感染性钉螺成熟的有效积温在 (558.63—678.81) 日度之间; 无锡地理株血吸虫在长江流域 5 个种群钉螺体内发育成熟有效积温差异无显著性 ($F' = 2.47, P > 0.05$), 有效积温的平均值为 631.44 日度, 95% 的可信区间为 (426.76—836.12) 日度。结果表明不同地理种群钉螺体内微环境的变化, 对同一地理品系血吸虫幼虫

发育有效积温基本没有影响。进一步证实了有效积温是变温动物较为稳定的生态学指标, 且这一指标能够准确地表达血吸虫发育与环境温度的定量关系, 表明了有效积温是全球气候变暖影响血吸虫病流行预测模型的重要参数。

日本血吸虫为一超种复合体 (superspecies complex), 并存在着明显的种内和品系间的变异, 不同品系血吸虫在恒温动物小鼠体内发育成熟的开放前期差异有显著性^[11]。不同品系日本血吸虫幼虫在同一种群钉螺体内的发育成熟的有效积温是否有差异, 有待进一步研究 (本文图 1 见封四)。

[参考文献]

- [1] 毛守白. 血吸虫生物学与血吸虫病防治 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1990. 619—624.
- [2] 邵葆若, 许学积. 钉螺人工感染血吸虫的研究 [J]. 中华医学杂志, 1956, 42: 357—360.
- [3] Pesigan TP, Hairston NG, Jauregui JJ, et al. Studies on *Schistosoma japonicum* infection in the Philippines. 2. The molluscan host [J]. Bull Wld Hlth Org, 1958, 18: 481—578.
- [4] 藤嘉昭. 动物生态学研究法 [M]. 北京: 科学出版社, 1986. 55—78.
- [5] 周晓农, 洪青标, 孙乐平, 等. 中国大陆钉螺种群遗传学研究 II 遗传变异与地理分布的关系 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1995, 7(4): 202—206.
- [6] 中华人民共和国卫生部. 血吸虫病防治手册 [M]. 上海科学技术出版社, 1982. 40—41.
- [7] 华东师范大学, 北京师范大学, 复旦大学, 等. 动物生态学 [M]. 上册, 高等教育出版社, 1984. 14—27.

- [8] 上海第一医学院卫生统计学教研组. 医学统计方法[M]. 上海科学技术出版社, 1979: 51-53.
- [9] 周晓农, 胡晓抒, 孙宇生, 等. 地理信息系统应用于血吸虫病的监测 I 流行程度的预测[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1999, 11(2): 66-70.
- [10] 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): 83-85.

- [11] 何毅勋. 中国大陆日本血吸虫品系的研究Ⅶ总结[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 1993, 11(2): 101-104.

[收稿日期] 2003-06-30 [编辑] 陶波

[文章编号] 1005-6661(2003)05-0345-01

• 防治经验 •

通州市复杂环境现场综合灭螺效果观察

EFFECTIVENESS OF SYNTHESIZED INTERVENTIONS FOR SNAIL CONTROL IN FIELD, TONGZHOU CITY

刘晓钟

[中图分类号] R383.24 [文献标识码] B

现场灭螺时, 使用单一的灭螺药物和方法, 因受各种条件影响, 在灭螺效果、环境保护和费用效益等方面, 往往会顾此失彼。我们在同一环境中试用了氯硝柳胺和五氯酚钠 2 种药物, 采取提水浸杀、铲草皮沿边药浸和药液泼浇相结合的综合方法灭螺, 取得了满意的效果, 现报告如下。

1 现场概况

有螺河段位于通州市平潮镇与如皋市九华镇的交界河道, 本次灭螺前查出有螺段长 371 m, 有螺面积 1 113 m², 最高活螺密度 6 只/框(每框 0.1 m²)。该河段为一与长江相通的内陆三级河道, 受潮水涨落影响, 每日水位均有变化, 在有螺段上、下游各有数 10 户村民用尼龙网分隔水面分段养鱼。两段河岸生长有青竹、芦竹、树木及其他农作物, 环境较复杂, 处理难度大。

2 材料和方法

2.1 药物 氯硝柳胺乙醇胺盐(50%)可湿性粉剂由安徽淮南第三制药厂生产, 批号: 010825; 五氯酚钠为天津大沽化工厂 1994 年生产, 含量 65%。

2.2 灭螺方法

2.2.1 筑坝提水 在有螺河段的上、下游 40-60 m 处各筑一拦水坝, 向有螺段内灌水, 在原有基础上尽可能提高水位, 以保证灭螺时药液不溢出为度。

2.2.2 撒药、铲草皮 用五氯酚钠(10 g/m²)在未浸入水中的岸坡上先撒药, 后铲草皮, 草皮应表面向下, 从岸顶至水面全部铲入水中, 铲草皮厚度不少于 6.0 cm, 用竹扫帚清扫岸壁。

2.2.3 施药 先将氯硝柳胺(按每 m³ 水量 2.0 g 计算)用少量水搅拌, 使之溶解, 再加入河水充分搅拌成母液后用粪勺均匀泼入河中。

2.2.4 泼浇岸壁 用五氯酚钠药液均匀泼浇岸壁(按 10 g/m² 计算药量), 不留空白, 并于保水期间(下药后 5 d 内)每

天用河中药水泼浇岸壁 1 次。

2.2.5 处理复杂环境 未能浸入药液中的少量青竹、芦竹及树木的根部, 先清理环境, 再用五氯酚钠液(10 g/m²)每天 1 次, 连续泼浇 5 d。

2.3 毒性试验 从灭螺后第 6 天起, 每 5 d 1 次把就近捕捞的活鱼装入尼龙网养在灭螺河中, 直至放入的鱼能在网内存活 24 h 以上时, 开始拆坝缓慢放水。

2.4 效果考核 拆坝后 1、2 个月分别组织专业人员在灭螺段采用全面细查法查螺, 检获钉螺用敲击法鉴定钉螺死活。

3 结果

至灭螺后 37 d, 灭螺河水中尼龙网内的鱼可以存活 24 h 以上, 第 38 天开始拆坝缓慢放水, 未见邻近养殖鱼类死亡。拆坝后 1、2 个月组织专业人员在灭螺段查螺未发现活钉螺。

4 讨论

综合灭螺法适合于水位不稳定但能在短期内筑坝断流的内陆河道局部灭螺时应用。筑坝后首先尽可能提高水位, 将大部分有螺河滩和钉螺密度高、处理难度大的复杂环境浸于水下, 大大减少了岸坡铲草皮和泼浇的面积, 节省人力, 工作效率高。氯硝柳胺是目前 WHO 推荐的高效、低毒的首选灭螺药物, 但高水位浸杀灭螺存在钉螺上爬^[1], 五氯酚钠由于其毒性和对环境污染已停止使用, 本次往水中投药前, 先在水位未浸入水中的岸坡上撒五氯酚钠、铲草皮, 并泼浇五氯酚钠是为防止钉螺上爬并杀灭铲草皮后岸坡上可能残留的钉螺, 灭螺河段用活鱼测试残毒, 未见邻近养殖鱼类死亡。因此, 复杂环境灭螺, 在进行环境毒性监测的同时, 灵活采用综合合法灭螺, 可以取得高效、安全、经济的灭螺效果。

[参考文献]

- [1] 中华人民共和国卫生部疾病控制司. 血吸虫病防治手册[M]. 第 3 版. 上海: 上海科学技术出版社, 2000: 207.

[收稿日期] 2003-02-20 [编辑] 秦时君

[作者单位] 江苏省通州市卫生防疫站(通州 226300)

血吸虫对吡喹酮抗药性的研究

VI 吡喹酮对曼氏血吸虫吡喹酮抗性株和敏感株虫卵肉芽肿形成的影响

STUDIES ON RESISTANCE OF *SCHISTOSOMA* TO PRAZIQUANTEL

VI EFFECT ON FORMATION OF EGG-GRANULOMAS IN LIVERS OF PRAZIQUANTEL-RESISTANT AND -SUSCEPTIBLE *SCHISTOSOMA MANSONI* TREATED *IN VIVO*

(正文见第 331 页)

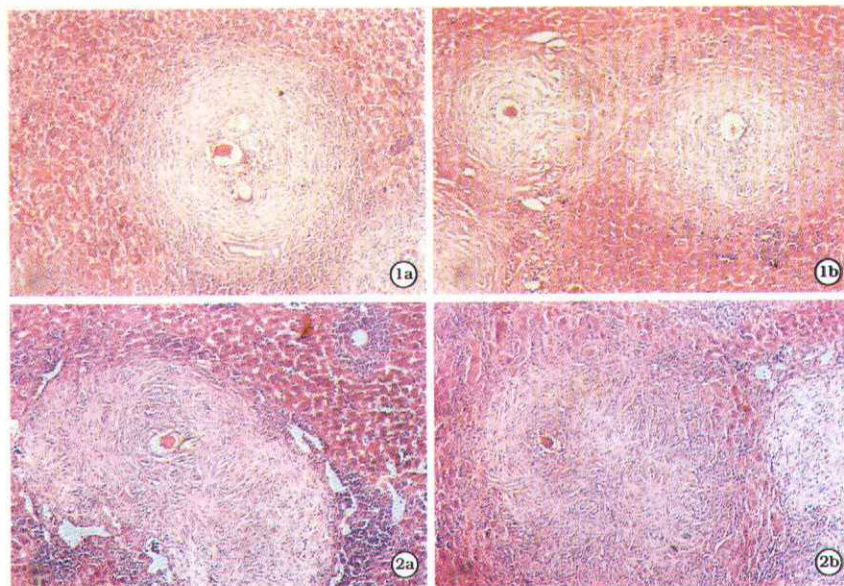


图1 曼氏血吸虫吡喹酮敏感株感染鼠肝脏虫卵肉芽肿(HE染色×80)。1a: 未治疗组鼠肝脏虫卵肉芽肿。1b: 治疗组鼠在治疗后 35 d 肝脏虫卵肉芽肿。

Fig.1 *Schistosoma* egg-granuloma in the liver section of a mouse infected with a PZQ-susceptible isolate of *S. mansoni* (H&E, ×80). 1a: an egg-granuloma in the liver section of the mouse in untreated group. 1b: an egg-granuloma in the liver section of the mouse in treated group on day 35 post treatment.

图2 曼氏血吸虫吡喹酮抗性株感染鼠肝脏虫卵肉芽肿(HE染色×80)。2a: 未治疗组鼠肝脏虫卵肉芽肿。2b: 治疗组鼠在治疗后 35 d 肝脏虫卵肉芽肿。

Fig.2 *S. mansoni* egg-granuloma in the liver section of a mouse infected with a PZQ-resistant isolate of *S. mansoni* (H&E, ×80). 2a: an egg-granuloma in the liver section of the mouse in untreated group. 2b: an egg-granuloma in the liver section of the mouse in treated group on day 35 post treatment.

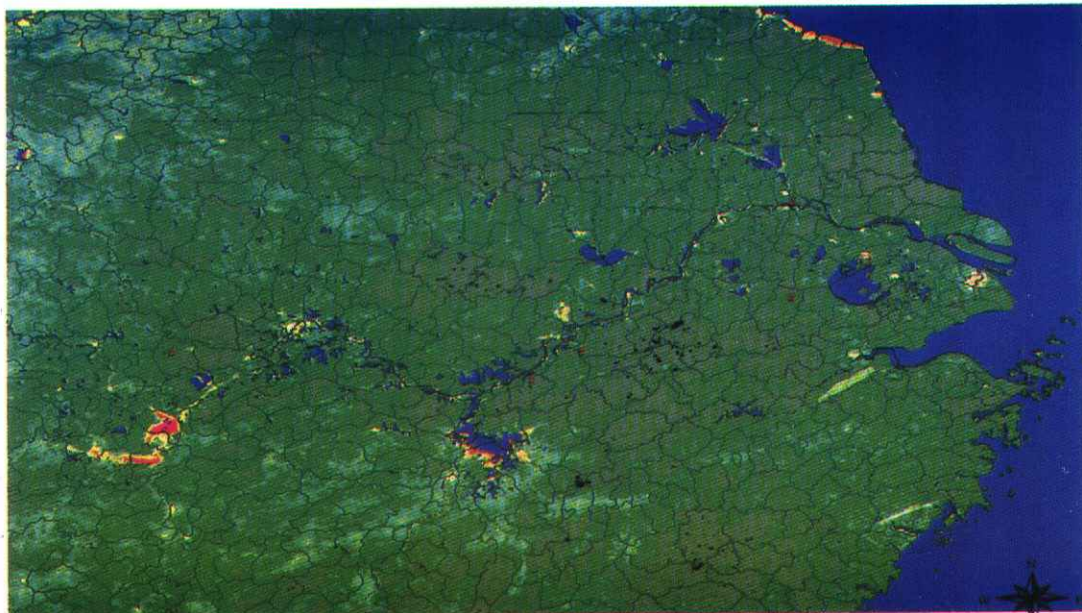
全球气候变暖对中国血吸虫病传播影响的研究

V 血吸虫在不同种群钉螺体内发育的有效积温

IMPACT OF GLOBAL WARMING ON THE TRANSMISSION OF SCHISTOSOMIASIS IN CHINA

V EFFECTIVELY GROWING DEGREE DAYS OF *SCHISTOSOMA JAPONICUM* DEVELOPING IN DIFFERENT SNAIL POPULATIONS

(正文见第 342 页)



(# 为钉螺采集点, C 为血吸虫虫株地)

(# The collection place of snails, C The collection place of *Schistosoma japonicum*)

图1 实验钉螺采集点的地理分布

Fig.1 The distribution of the collection place of snails