

文章编号: 1004-8227(2009)11-1067-07

重大工程对血吸虫病流行区扩散的潜在影响

杨永峰, 彭镇华, 孙启祥*, 周金星

(中国林业科学研究院林业研究所国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091)

摘要: 归纳了我国三峡工程、退田还湖及南水北调等一系列重大工程所引起水位、植被及微生物气候等生态环境要素变化对血吸虫唯一中间宿主钉螺分布的影响, 分析了血吸虫病疫区的变化趋势和钉螺北移的可能性。研究表明三大工程实施区存在血吸虫病流行的潜在危险, 加之我国新增有螺面积明显增多, 血吸虫病疫情呈此消彼涨态势, 血防工作形势依然严峻。当前国内有关工程对生态环境及血吸虫病影响的研究, 主要为局部的调查报告及在现有基础上预测工程对血吸虫病流行的可能影响, 生态环境变化还需要时间来验证。因此, 建议应用 GIS 和 RS 等技术, 监测分析生态环境变化, 并进一步研究社会经济变动与血吸虫病传播的关系, 同时, 工程实施地区应提高疫区群众自我防护意识和能力, 并结合林业、水利工程建设对有螺环境进行改造。

关键词: 重大工程; 血吸虫病; 扩散; 影响

文献标识码: A

血吸虫病是所有寄生虫病中分布范围最广的一种疾病, 其感染力居水传播疾病 (Water-borne Diseases) 的首位^[1]。在我国流行范围甚广, 遍及长江流域及其以南广大地区, 严重危害人民身体健康和生命安全、影响疫区经济社会的发展。至今, 我国尚有 105 个县未有效控制血吸虫病。研究显示, 钉螺的分布面积有逐步扩大之势, 至 2006 年, 新增钉螺面积达 1 381. 03 hm²^[2], 全国血防工作依然严峻。

有研究表明, 控制日本血吸虫唯一中间宿主钉螺的扩散可有效阻断血吸虫病在当地的传播与流行。钉螺是一种与自然环境因素密切相关的腹足类动物, 气温、雨量、土壤及植被等自然环境因素的变化均能影响其传播范围和传播程度的变化。20 世纪至 21 世纪初, 为合理配置资源、实现经济可持续发展, 我国实施了一系列的重大水利工程, 包括三峡工程、南水北调及退田还湖等, 均引起水位、植被类型及微生物气候等环境因子的显著改变。而近年新增有螺面积主要分布在这些工程的实施区及相关区域。

在埃及、苏丹及我国都不乏因修建水利工程使生态环境系统发生改变导致钉螺广泛扩散, 血吸虫病流行区扩大或疫情回升的例子^[3~6], 近年来, 我国在三峡大坝、南水北调及退田还湖对钉螺扩散等方

面做了很多工作, 取得了一定进展, 但还存在着诸多不足。本文拟对此进行总结和评述, 对重大工程的科学建设及制定正确的血防路线具有重要的现实意义。

1 钉螺的生态学特性及迁徙方式分析

1.1 钉螺的生态学特性

水是钉螺生长、繁殖的必要条件之一, 也是促使其活动的重要条件之一。钉螺在水中的寿命与水的温度、深度和水体流动性密切相关。在冬季, 钉螺在水中能维持 3 个多月之久而甚少死亡, 且不同深度的水中钉螺死亡率相差不大; 而在夏季, 水中钉螺一般寿命都很短, 并且越是水深的地方钉螺死亡的越快^[8]。以往的调查发现, 在我国有钉螺分布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, 其孳生地的最北界为江苏省宝应县 (N 33°15′)。另外, 钉螺喜在富含有机质、氮、钙的肥沃土壤环境中生活, 在这种土壤上其分布密度有增大的趋势。而在土壤贫瘠地区, 钉螺则长得较小, 完全干燥的土壤钉螺不能在其上爬行。同时植被的有无、多少及种类是决定钉螺分布不均匀的重要因素之一。许发森等^[7]研究了四川安宁河流域植物土壤特

收稿日期: 2008-10-09; 修回日期: 2008-12-23

基金项目: “十一五”科技支撑“江河滩地生态修复与综合治理技术实验示范”项目 (2006BAD03A15)

作者简介: 杨永峰 (1983~), 男, 安徽省阜南人, 博士, 主要从事林业生态工程研究。E-mail: yyf0317@yahoo.com.cn

* 通讯作者: sunqixiang@263.net

征与钉螺分布的关系,发现在盖度和植物多样性指数高的地方更容易孳生钉螺,壤粘土和粘土较适合钉螺孳生,砂壤土和砂土不适宜钉螺孳生。

1.2 钉螺的迁徙方式分析

钉螺的扩散方式主要有自主爬行、随水流漂浮扩散和吸附在其它载体上扩散 3 种方式。

湖沼型地区是我国钉螺的重要分布地区,那里的自然条件不但使钉螺能大量繁殖,而且成为钉螺通过长江水系逐渐向长江下游地区迁移扩散的主要地。而洪水、暴雨、水中各种可以携带钉螺的物体,是促使钉螺向下游扩散的主要因素。山丘型地区的钉螺往往来自水系下游的钉螺向上游地区扩散迁移所致。如四川省山区钉螺因梯田开发,原分布在山脚下的钉螺,沿灌溉沟渠扩散至山坡或山顶^[8]。

成螺的静水爬行速度大约为 0.72 m/h,每年爬行至多不超过 20 m^[9]。并且由于成螺的重度约为 1.80 g/cm³,超过水的比重,也不可能长时间漂浮在水面上^[10]。而幼螺具有明显的浮游习性,可通过水面长距离漂移或在水体中的悬移进行扩散。但钉螺具有较强的吸附性,可以通过吸附在船底、水上的漂浮物、植物茎叶等载体向其他地区扩散^[11]。另外,吸附在物资上的钉螺也可以通过短时间的陆路搬运向其他水系扩散。

因此,可以认为钉螺的爬行仅与钉螺的觅食、繁殖等生理现象有关,不会对大范围、远距离的扩散造成太大影响。而随水流浮游、漂移和吸附在载体上扩散是钉螺扩散的主要渠道。

2 三峡工程对血吸虫病传播的影响

长江三峡工程是我国为了调节洪峰、缓解能源紧张及改善长江航运条件而修建的举世瞩目的特大型水利工程。建坝前三峡水流湍急且河床多为砂石滩地,无钉螺孳生场所,现场调查没有发现中间宿主钉螺和当地感染的动物宿主,是以三峡库区历史上为血吸虫病非流行区^[19]。但其总库容达到 393 亿 m³,淹没涉及湖北省、重庆市的 20 个区县、270 多个乡镇。它的建成无疑对库区和下游的生态环境产生深远的影响。

库区位于东经 106°~111°、北纬 28°~32°,处于血吸虫病流行的纬度范围内,且夹在湖北汉江平原和四川成都平原两大血吸虫病流行区之间,并且三峡库区属亚热带季风气候区,年平均气温 8~18℃,无霜期 210~330 d,热量丰富,降水充沛,气候条件

与血吸虫病流行相似,更值得重视的是三峡建坝后,上述两个因素均将不复存在,为钉螺孳生和血吸虫病流行创造了有利条件,因此三峡库区是否会成为新的血吸虫病疫区,一直是世人关注的焦点。

2.1 三峡库区孳生钉螺的可能性分析

虽然上游流行区离库区甚远,钉螺很难随漂浮物至库区,并且下游钉螺很难随船只逆水上行 30 km^[12],更难经过两座大坝而进入库区。但过去研究重点考虑的是生物因素,而钉螺的迁移扩散还与经济等因素密切相关。已有研究表明,随着花草树木的迁移,可导致钉螺远距离扩散^[13]。特别是三峡库区经济产业发展,库岸有 30 余万 hm² 种植柑橘,有 200 万 hm² 草滩培植,还有库区保护水土流失和环境绿化发展大量的林木,这些都将可能从血吸虫病流行区引进,可能导致钉螺及螺卵进入库区^[14]。何昌浩等也认为随着三峡水库的建成,极大的改善库区的水运条件,促进物资交流,更有利于钉螺的输入^[15]。

由于三峡库区森林遭受破坏,地表水量大,加之土地垦殖过度,因而引起严重沙砾化水土流失,每年进库区泥沙总量 1.4 亿 t,占长江上游 26%^[16]。三峡建坝后库区流速减缓,泥沙淤积增加,在库区形成大面积的冲积洲、滩地^[17]。同类水库的类比调查显示,这些洲滩的土壤植被等条件与长江中下游有螺洲滩类似。三峡库区在 145~175 m 高程为回水区,其间大部分滩地淹水时间均不超过 8 个月,均有可能孳生钉螺^[18]。魏凤华等通过在三峡库区上(江津)、中(万州)、下游(宜昌)现场模拟试验显示,肋壳钉螺(*Hemibiae*)、光亮钉螺(*Katayamai*)均适宜在来自库区淤泥洲滩或移民点灌溉沟渠中生存,其中钉螺的存活率不仅与土壤湿度呈显著的正相关,而且随着泥沙淤积、生物小循环加快,会促进土壤养分和肥力逐渐提高,将更有利于钉螺大量孳生^[19]。

由此可知,如果没有相应的监管措施,血吸虫的中间宿主钉螺是有可能传播到库区的,并且一旦钉螺被输入到库区,是可以存活并繁殖的。

2.2 三峡库区血吸虫病传染源的现状分析

血吸虫病是一个社会性很强的疾病,人兽的行为、人口流动、水利建设和社会制度等社会因素都会影响其传播与流行^[20]。据 2003 年三峡建坝生态环境改变与血吸虫传播研究调查结果显示:库区每年去血吸虫流行区打工者 25.54 万人;抽查部分人员,血清学血吸虫病阳性率为 10.20%;已控制流行区打工者 25.84 万人,其血清学检查阳性率为

0.1%^[18]。吴成果等通过调查发现库区三峡中心医院和重庆医科大学附属血吸虫病例回顾性调查发现 9 例临床病例, 在库区万州、丰都、渝北 3 区县调查流动人口中发现血吸虫疫水接触者、曾经患病者、血吸虫血清抗体阳性者, 在列车旅客问卷调查中也发现来自疫区的疫水接触者和患病者, 这些均说明有大量血吸虫病传染源进入三峡库区。三峡库区一旦有钉螺孳生, 就会发生血吸虫病流行, 进一步说明三峡库区存在血吸虫病流行的潜在危险^[21]。

与此同时, 三峡建坝后长江入湖泥沙将引起部分芦苇滩向草滩、芦杂滩退化, 而这些植被洲滩家畜和渔民数量多, 牲畜、人口粪便污染严重, 感染螺密度高, 因此血吸虫病疫源地面积增加, 进入这些地带活动的人群数量可能增加, 血吸虫感染率可能上升。在芦苇退化区, 敞放洲滩家畜的数量会增加, 因此增加了血吸虫病家畜传染源的数量^[22]。

上述分析表明, 三峡建坝后库区生态环境变化, 水流变缓, 温度和湿度等将向有利于钉螺孳生的方向转化, 库区也存在钉螺和传染源输入的可能性, 社会经济发展可使血吸虫病传入的危险增加, 三峡库区已成为血吸虫病的潜在流行区。

3 退田还湖工程对血吸虫病的影响

1998 年长江流域特大洪涝灾害发生后, 为避免和消除洪涝灾害对人民生命财产的威胁, 国务院及时提出了“平垸行洪、退田还湖”等 32 字方针, 在湖南、湖北、江西、安徽等省实施。退田还湖工程的实施, 使得原来田地、居住地等在汛期被洪水淹没, 大量泥沙经溃口进入废弃垸内落淤, 使垸内原有螺沟渠钉螺被填埋, 但同时泥沙淤积, 使得湖床抬高, 湖洲扩大, 杂草、芦苇丛生, 为钉螺孳生创造良好环境, 钉螺孳生面积和钉螺密度也随之发生变化。

3.1 钉螺分布的变化

随着平垸区居民的迁出, 部分耕地逐渐抛荒, 洲滩逐渐演变为开放式湖滩而成为钉螺良好的孳生地。由图 1^[2, 48-53] 可以看出, 湖沼地区钉螺面积在 2003 年明显回升, 近 2 年涨势虽有所放缓, 但从图 2^[2, 48-53] 来看, 全国新出现有螺面积在 2003 年突然加剧, 2004 年增速虽已放慢, 但近几年却又有增加之势, 不仅均分布在湖区 5 省, 而且均为历史无螺区^[23]。这表明我国血吸虫病疫情呈现此消彼涨态势, 血吸虫病防治工作形势依然严峻。

蔡凯平等 2004 年对洞庭湖区 41 个平垸行洪、

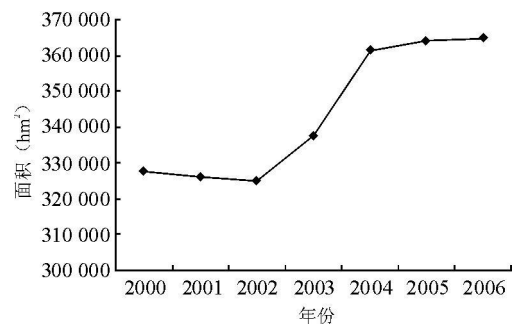


图 1 2000~2006 年湖沼地区钉螺面积变化

Fig. 1 Change of the Distributional Area of *Oncomelania* from 2000 to 2006

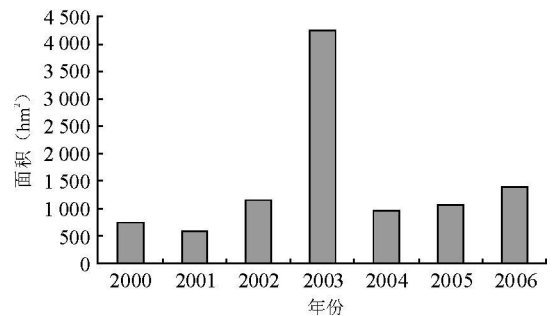


图 2 2000~2006 年全国新出现钉螺面积变化

Fig. 2 Change of Additional Area of

Oncomelania in Lake Region from 2000 to 2006

退田还湖堤垸钉螺扩散调查发现 9 个废垸内有钉螺分布, 较平退前增加了 2 个; 废垸内钉螺分布面积 1 079.74 hm², 较平退前 210.34 hm² 增加了 869.4 hm², 为平退前的 5.13 倍; 目平湖(属西洞庭湖)平退垸 3 个, 其中 2 个平退时垸内有钉螺分布, 面积 35.07 hm², 2004 年 3 个平退垸均发现钉螺分布, 总面积 575.27 hm², 为平退前的 16.40 倍^[24, 28]。又有学者发现在华容县集成垸钉螺面积由 1998 年的 21.67 hm² 上升至 2005 年的 220.73 hm², 为平退前的 10.19 倍, 分布环境由以前的灌溉沟、渠扩大到现在的沟、渠和荒地^[25]。

在安徽移民建镇试区钉螺分布广, 单退点(退人不退田, 洪水期人转移、洪水过后返回种田)感染螺密度较双退点(退人又退田)高, 钉螺感染率为 0.29%~1.88%^[26]。在江西鄱阳湖部分平垸圩区局部草滩化严重, 垸外洲滩钉螺向垸内扩散, 导致钉螺面积和密度增加^[27]。

3.2 血吸虫病疫情变化的人为因素分析

在实施“平、退、移”的过程中, 湖区牛、羊等草食动物及放养家畜增多, 造成洲滩粪便、尤其是牛粪污染严重, 给血吸虫病的流行带来隐患, 加上放牧地点

内迁等因素,最终可能导致血吸虫病易感地带的扩增和疫区范围的扩大以及流行程度的加剧。华容县双退集成垸,洲滩草地牛、羊粪密度显著高于溃垸前,2002 年,耕牛、羊血吸虫感染率分别达到 87.8%,100%^[29,30]。

调查显示,湖北、湖南、安徽省“平、退、移”后仍有 80% 以上的村民经常返回原疫区从事耕作、放牧、捕鱼等,频繁接触疫水,从而增加感染机会^[31,32]。而“外迁”型或傍山移民建镇居民因远离有螺洲滩,生产、生活方式改变,降低了儿童、老年人和妇女生活、娱乐性接触疫水频率,有利于控制血吸虫病疫情^[33]。

退田还湖工程实施后,使得受钉螺分布影响的血吸虫病进一步复杂化,但国内有关退田还湖对生态环境及血吸虫病影响的研究,其大多为局部的调查报告。由于退田还湖时间较短,其研究结果也多为短时效性,难以系统而全面地说明退田还湖对血吸虫病的影响,因此对其进行深入而细致的研究十分必要。

4 南水北调对血吸虫病传播的影响及钉螺潜在分布区分析

南水北调是我国水资源优化配置,解决北方地区缺水的一项战略性基础设施工程。其西线的水源区长江上游通天河、大渡河等远离有钉螺分布的疫区,流行血吸虫病的可能性比较小;中线从湖北的丹江口水库向北方自流供水,虽然丹江口水库位于北纬 33°20′ 左右的汉江中游,周边及上游地区没有发现钉螺的分布,但湖北却是血吸虫病的多发区;特别是东线工程取水口直接在血吸虫病流行区,输水主干道途经苏北的高邮、宝应等钉螺与血吸虫发生区。由于钉螺的生命力很强,夏季在北方可生存数日。此外,南水北调工程建成后,将长期、大量向北方调水。因此,对新建工程会不会引起原血吸虫病流行区的疫情扩散并且工程能否引起钉螺北移至非血吸虫病流行区而使部分钉螺通过自然选择,适应北方环境的地理种群等问题的研究和探讨具有重要的现实意义。

4.1 南水北调对血吸虫病传播的影响

4.1.1 钉螺随南水北调工程向北方迁移的可能性分析

江苏省寄生虫病防治研究所曾对南水北调工程的钉螺迁移扩散问题进行了现场研究。结果显示,

钉螺能随水流和附着于漂浮物上向北方迁移扩散,可以使钉螺分布情况发生变化,这种北移过程可以是一种由近及远,逐点逐段,时存时无或缓慢推进的过程^[34]。

顾伯良等对南水北调工程苏北干渠段石驳岸的钉螺分布进行调查研究,发现钉螺沿石驳岸向北呈间断分布,有螺面积占石驳岸总面积的 10.52%,且有感染性钉螺分布^[35]。黄轶昕等通过对江都泵站前水源河道进行钉螺分布调查,在江都泵站前水源河道查出钉螺面积 185.28 hm²,发现钉螺主要在汛期吸附于漂浮物漂流扩散^[36],同时通过比较分析工程实施后水流水势变化及对钉螺北移扩散的影响后认为:东线一期工程实施后枯水期调水量增加,避开了汛期钉螺漂流扩散的风险;冬春季输水河道长时间维持高水位可抑制钉螺的繁殖,因此南水北调东线一期工程实施后水流水势变化未明显增加钉螺漂流北移的风险。另有调查发现,水中的螺可随携带物进入扬水站内,经电机抽水后可进入闸门内水系,成为钉螺的重要扩散源^[37]。

由此可见,钉螺随南水北调向北方迁移的可能性是客观存在的。

4.1.2 钉螺北移后生存的可能性分析

钉螺能否适应北方的生存环境是钉螺向北方扩散的关键问题。目前,我国血吸虫病流行区的北界,也即钉螺分布的最北地点位于北纬 33°15′,但就世界范围来看,日本血吸虫病流行区的北界位于北纬 36°。钉螺在南水北调的过程中,能否向北方地区扩散形成新的有螺区是有待研究的重要课题。

决定钉螺能否在某一地区生存并繁殖的 3 大主要因素是温度、地面湿度和植被。肖荣炜等报道,北纬 33°15′ 以北地区钉螺难以越冬,越冬后钉螺死亡率高达 90% 以上;钉螺生殖器官的发育在北纬 33°15′ 以北地区受到不同程度的抑制。比较北纬 33°15′ 以北地区各实验点和对照点有关因素,发现北方存在气温、土壤温度较低,土壤中有有机质、腐殖质和含氮量均低于对照点,从而影响钉螺的孳生繁殖^[38]。

缪峰等在山东济宁地区进行了为期 18 个月的钉螺放养实验,结果表明长江江滩钉螺经一个冬季的放养(6 个月)后,死亡率为 35.33%,9 个月死亡率达 83.33%,18 个月后全部死亡。饲养 6 个月后的钉螺睾丸和卵巢均出现不同程度的萎缩^[39]。钱晓红等对钉螺生存繁殖的微环境因素进行了更加深入的研究,结果表明,局部微环境理化因素与钉螺生

存存在密切关系,有螺环境土壤中的可溶性盐、亚硝酸盐氮、硫和水体中磷的含量明显高于无螺环境^[40]。

上述各研究具有一个共同的特点,即钉螺的生存繁殖存在一定的地域性限制,而限制其生存繁殖的一个重要的自然因素是温度。就目前看来南水北调能使钉螺迁移扩散到北方,在纬度 $33^{\circ} 15'$ 以北一定范围内钉螺虽能存活一段时间和有限繁殖,但不可能长期存活和延续后代,难以形成新的钉螺带。

4.2 钉螺的潜在分布区分析

温度和光线影响着血吸虫中间宿主钉螺的繁殖、毛蚴的孵化及血吸虫在螺体内的发育,雨量和湿度则影响着钉螺孳生地的分布。全球气候变暖所引起的降雨和温度变化,势必影响血吸虫病的原有分布格局。周晓农等研究发现在过去 50 年钉螺的年有效积温(ET)和日本血吸虫在钉螺体内完成发育阶段的有效积温(SDT)的比值在波动中逐年上升,尤其是从上世纪 90 年代开始,上升速度明显增加,这提示 1951~2000 年全国平均温度逐渐上升,适宜钉螺孳生和日本血吸虫发育的分布区域范围也随之逐渐扩大。

俞善贤等通过对 1986 年前后两个时段各气象

站的 T_t 、 T_l 的平均值进行空间分析,对比了两个北界指标所确定的等值线的变化,认为随着气候变暖,能满足钉螺越冬的气候条件的区域将向北扩大,1986 年以来 T_t 的 0°C 和 T_l 的 -4°C 等值线均向北移动 1~2 个纬度左右。而且根据中国气候的最新研究结果^[45],与 1961~1990 年的气温平均值相比,2030 年中国平均气温将增加 $1.5\sim 2.8^{\circ}\text{C}$;2050 年将增加 $2.3\sim 3.3^{\circ}\text{C}$;同时,南水北调工程客观上也给钉螺向北输送建立了一个通道。周晓农等^[42,44]预测钉螺主要分布于长江及其以南地区,近年有向四周扩大的趋势,在今后 50 年内钉螺的潜在分布可北移至山东、河北、山西等境内,明显大于目前分布范围,这与全国平均气温逐年上升趋势一致。假若按目前气温变暖的趋势,2030 年全国平均气温再升高 1.7°C 时,血吸虫病潜在流行区向北扩散的敏感区域将包括江苏省北部及山东西南部,同时又是南水北调东线工程的经过区域,甚至中国西北部的新疆局部地区也是适合血吸虫传播的潜在流行区^[46](如图 3)。而彭文祥等研究结果也认为关注的重点应为南水北调工程及其所覆盖区,但不可能在新疆存在血吸虫病的潜在流行区^[47]。

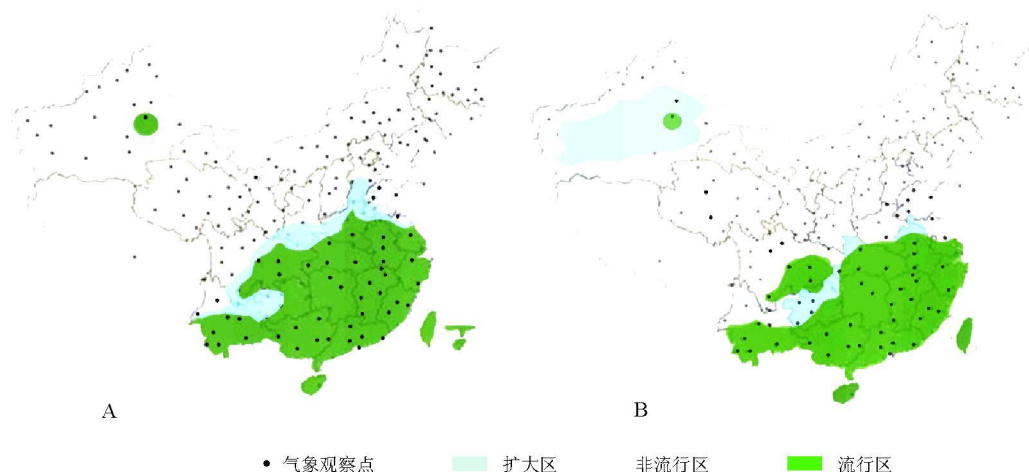


图 3 2030(A) 和 2050 年(B) 血吸虫病传播空间分布预测图

Fig. 3 Prediction Map of Schistosomiasis Distribution in 2030(A) and 2050(B)

南水北调工程规模宏大,它的建成必将给受水区生态环境带来巨大影响。目前研究表明受自然因素的限制,随着地球逐渐变暖,以前成为钉螺生存繁殖的不利因素将不复存在,很有可能有利于钉螺孳生地的北移。南水北调是一项浩大的工程,流经的地域广阔,因此,必须采取有力措施,以防止钉螺向北迁移扩散。

5 结论与讨论

综上所述,三峡工程、退田还湖及南水北调等工程的实施给当地生态环境系统带来巨大影响,而钉螺可随水流浮游、漂移和吸附在载体上扩散的特性极易使其分布区随工程的实施不断扩大,同时随着气候的逐渐变暖,也使钉螺孳生地北移变成可能。

特别是三峡建坝后在 145 m 高程以上 175 m 高程以下及洪水外包线的广大临时淹没区均适宜钉螺孳生,而退田还湖也有可能使血吸虫病疫区原本无螺或仅有小面积钉螺的圩区变为冬陆夏水、适宜钉螺生长的草洲。虽然有钉螺的地区不一定有血吸虫病,但一旦有传染源输入就极可能造成血吸虫病流行。

由于三大工程涉及范围大、运作周期长,而生物、自然和社会经济等因素相互影响,疫情变化较大,使得当地血吸虫病疫情控制越来越难,对疫区人民健康、经济发展和社会进步构成重大威胁,增加了血吸虫病防治工作的难度。当前国内有关重大工程对生态环境及血吸虫病影响的研究,主要为局部的调查报告及在现有基础上预测工程对血吸虫病流行的可能影响,生态环境变化还需要时间来验证。因此,今后要坚持抑螺防病的思想,并通过 GIS 和 RS 等技术,监测分析生态环境变化,进一步研究社会经济变动与血吸虫病传播的关系,及时发现血吸虫病流行的潜在危险因素,提出相应的干预措施与对策。同时,工程实施地区应提高疫区群众自我防护意识和能力,并结合林业、水利工程建设对有螺环境进行改造,以期取得工程实施后的良好社会、经济、生态和血防多重效益。

参考文献:

- [1] World Health Organization. Report of the WHO informal consultation on schistosomiasis control[R]. Geneva: WHO, 1998.
- [2] 郝阳, 吴晓华, 郑浩, 等. 2006 年全国血吸虫病疫情通报[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2007, 19(6): 401~ 404.
- [3] ERNOULD J C, SELLIN B. The impact of the local water development programme on the abundance of the intermediate hosts of schistosomiasis in three villages of the Senegal River delta[J]. Ann Trop Med Parasitol, 1999, 93(2): 135~ 145.
- [4] SOUTHGATE V R. Schistosomiasis in the senegal river basin: before and after the construction of the dams at diama, senegal and manantali, mall and future prospects[J]. Helminthol, 1997, 71(2): 125~ 132.
- [5] 吴昭武, 刘新胜, 彭先平, 等. 黄石水库灌溉系统血吸虫病新流行区形成及防制研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2001, 13(3): 137~ 140.
- [6] 戴尚金. 陈村灌区水利工程引起钉螺扩散和疫情变化的调查分析[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1995, 7(6): 355~ 357.
- [7] 许发森, 钱晓红, 文松, 等. 安宁河流域植物、土壤特征与钉螺分布的关系[J]. 四川动物, 1999(2): 62~ 63.
- [8] 周晓农. 实用钉螺学[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 188~ 189.
- [9] 马拆修, 何昌浩, 常汉斌. 钉螺爬行速度及影响因素的实验研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2000, 12(6): 352~ 354.
- [10] 潘昭汉, 叶廉, 陈春和, 等. 钉螺静水和动水沉降实验研究[J]. 武汉水利水电大学学报, 1998, 20(1): 19~ 25.
- [11] LI DAMEI, WANG XIAOGSAN. *Oncomelania*'s hydraulic transport[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 1999, 8(1): 100~ 107.
- [12] 肖荣炜, 叶嘉馥, 陶亮凤. 长江三峡建坝库区钉螺孳生及坝下游钉螺向库区扩散问题的研究[C]// 长江三峡工程生态与环境影响文集. 北京: 水利水电出版社, 1988: 57~ 175.
- [13] 许发森, 文松, 钱晓洪, 等. 三峡库区社会因素对血吸虫病流行的影响[J]. 实用寄生虫病杂志, 1999, 7(2): 74~ 75.
- [14] 汪静, 陈静, 龙倩, 等. 三峡工程对库区人群健康的影响研究[J]. 西南农业大学学报, 2005, 27(4): 491~ 493.
- [15] 何昌浩, 洪小军, 张爱华, 等. 秭归县移民环境容量的变化对血吸虫病传播的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(2): 141~ 144.
- [16] 贺正勇, 唐治诚. 三峡库区农业发展中面临的生态危机及对策[J]. 中国西部科技, 2007, 10: 38~ 40.
- [17] 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.
- [18] 郑江, 许静, 王汝波. 我国血吸虫病防治面临的环境危机[J]. 中国地方病学杂志, 2004, 23(4): 291~ 292.
- [19] 魏风华, 王汝波, 徐兴建, 等. 三峡建坝后血吸虫病传播危险因素研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2007, 19(2): 81~ 85.
- [20] 袁鸿昌. 血吸虫病流行病学[M]// 赵慰先, 高淑芬. 实用血吸虫病学. 北京: 人民出版社, 1996: 155~ 158.
- [21] 吴成果, 肖邦忠, 廖文芳, 等. 三峡库区影响血吸虫病流行因素监测分析[J]. 热带医学杂志, 2005, 5(6): 774~ 777.
- [22] 张爱华, 郭圣兰, 何昌浩, 等. 三峡建坝后社会经济变动对库区湖北段血吸虫病传播危险影响的研究[J]. 医学与社会, 2000, 13(1): 6~ 8.
- [23] 朱蓉, 党辉, 郭家钢. 2006 年全国血吸虫病监测结果分析[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2007, 19(4): 257~ 261.
- [24] 蔡凯平, 侯循亚, 李以义, 等. 洞庭湖区 41 个平垸行洪、退田还湖堤垸钉螺扩散调查[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2005, 17(2): 86~ 88.
- [25] 司马衍祥, 胡跃辉, 李石柱, 等. 洞庭湖围垸退田还湖后血吸虫病疫情观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2001, 13(6): 358~ 359.
- [26] 张世清, 汪天平, 张功华, 等. 安徽省移民建镇试区血吸虫病流行因素调查[J]. 中国寄生虫病防治杂志, 2004, 17(5): 288~ 290.
- [27] 林丹丹, 胡飞, 刘跃民, 等. 鄱阳湖区世界银行贷款后血吸虫病疫情分析及防治对策[J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25(7): 579~ 581.
- [28] 赛晓勇, 闫永平, 张治英, 等. GM(1, 1) 模型在洞庭湖区濠口试点血吸虫病发病预测中的应用[J]. 疾病控制杂志, 2005, 9(1): 29.
- [29] 魏望远, 朱诗好, 石孟芝, 等. 长江故道废弃集成垸血吸虫病疫情调查[J]. 国际医学寄生虫病杂志, 2006, 33(2): 61~ 62.
- [30] 李书华, 黄希宝, 徐兴建, 等. 湖北省平垸行洪、退田还湖、移民建镇对人畜血吸虫感染的影响[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2002, 1(5): 360~ 364.
- [31] 朱应富. 移民退耕后原村庄滩地野粪、螺情调查分析[J]. 安徽预防医学杂志, 2003, 9(6): 375~ 376.
- [32] 彭继东, 马异凡, 王一林, 等. 移民建镇对湖区血吸虫病流行影响的试点观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2001, 13(6):

- 364~ 365.
- [33] 蔡凯平, 陈 焱, 胡跃辉, 等. 洞庭湖傍山移民建镇地区血吸虫病疫情变化研究[J]. 实用预防医学, 2003, 10(4): 457~ 459.
- [34] 何尚英. 血吸虫病研究资料汇编(1980~ 1985)[C]. 南京: 南京大学出版社, 1987: 151.
- [35] 顾伯良, 曹 奇, 何尚英. 江苏省长江洲滩、通江河道和来往船只的钉螺扩散情况调查[M]//何尚英. 血吸虫病研究资料汇编(1980~ 1985). 南京: 南京大学出版社, 1987: 151.
- [36] 黄铁昕, 高 扬, 洪青标, 等. 南水北调东线一江都泵站钉螺扩散情况现场观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2006, 18(4): 247~ 251.
- [37] 周晓农, 王立英, 郑 江, 等. 南水北调工程对血吸虫病传播扩散影响的调查[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2003, 15(4): 294~ 297.
- [38] 肖荣炜, 孙庆祺, 陈云庭. 南水北调是否能引起钉螺北移的研究[J]. 地理研究, 1982, 1: 73~ 78.
- [39] 缪 峰, 温培娥, 赵中平, 等. 钉螺在山东济宁地区生活能力的研究[J]. 中国寄生虫病防治杂志, 2000, 13: 60~ 61.
- [40] 钱晓红, 杨 钧, 陈 琳, 等. 安宁河流域钉螺孳生地微环境理化因素研究[J]. 现代预防医学, 2000, 27: 15~ 17.
- [40] 邓自望, 丁裕国, 陈业国. 全球气候变暖对长江三角洲极端高温事件概率的影响[J]. 南京气象学院学报, 2000, 23: 42~ 47.
- [42] 周晓农, 杨 坤, 洪青标, 等. 气候变暖对中国血吸虫病传播影响的预测[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2004, 22(5): 262~ 265.
- [43] 谢木生, 李以义, 吴昭武, 等. 湖南省 1979~ 2003 年血吸虫病新流行区疫情现状[J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25: 572~ 574.
- [44] 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)[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1999, 11: 66~ 70.
- [45] 丁一汇, 任国玉, 石广玉, 等. 气候变化国家评估报告(I): 中国气候变化的历史和未来趋势[J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(1): 3~ 8.
- [46] 周晓农, 汪天平, 王立英, 等. 中国血吸虫病流行现状分析[J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25: 555~ 558.
- [47] 彭文祥, 张志杰, 庄建林, 等. 气候变化对血吸虫病空间分布的潜在影响[J]. 科技导报, 2006, 24(7): 58~ 60.
- [48] 陈贤义, 姜庆五. 2000 年全国血吸虫病疫情通报[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2001, 13(3): 129~ 131.
- [49] 陈贤义, 姜庆五, 王立英, 等. 2001 年全国血吸虫病疫情通报[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2002, 14(4): 241~ 243.
- [50] 陈贤义, 吴晓华, 王立英, 等. 2002 年全国血吸虫病疫情通报[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2003, 15(4): 241~ 244.
- [51] 肖东楼, 余 晴, 党 辉, 等. 2003 年全国血吸虫病疫情通报[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2004, 16(6): 401~ 404.
- [52] 郝 阳, 吴晓华, 夏 刚, 等. 2004 年全国血吸虫病疫情通报[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2005, 17(6): 401~ 404.
- [53] 郝 阳, 吴晓华, 夏 刚, 等. 2005 年全国血吸虫病疫情通报[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2006, 18(5): 321~ 324.

POTENTIAL IMPACTS OF KEY PROJECTS ON THE DIFFUSION AREAS OF *ONCOMELANIA*

YANG Yong-feng, PENG Zhen-hua, SUN Qi-xiang, ZHOU Jia-xing

(Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: This article examined the influence on the distribution of *Oncomelania*, the middle-parasitized of schistosome, the changing by ecological environment such as the water level, vegetation and climate, resulted from key projects such as Three Gorges Project, the re-submerging particular polders and the South-to-North Water Diversion Project. An analysis to change trends of schistosomiasis infected regions and the possibility of *Oncomelania* northing distributionally predicted that these regions have the potential risks of schistosomiasis, combined with the area of *Oncomelania* have increased significantly, while the overall situation is still severe. At present, the relevant works on the ecological environment and schistosomiasis research influence, mainly local investigation reports and forecasts on the basis of the existing works on the prevalence of schistosomiasis may affect the ecological environment changes will take time to verify. Therefore our study suggests that using RS and GIS technology to monitor changes in the analysis of the ecological environment and socio-economic changes and further study the relationship between these changes and spread of schistosomiasis, at the same time, areas implementation of the project should increase the areas of the masses of self-protection awareness and ability, combined with forestry, water conservancy projects that have transformed the environment.

Key words: key projects; *Oncomelania*; diffusion; impacts