

文章编号: 1000-5862(2014)02-0212-05

一种改良的基于RS/GIS技术的鄱阳湖区 钉螺滋生地获取方法研究

袁 宜¹, 赵 安^{1,2*}, 黄潮清²

(1. 江西师范大学地理与环境学院, 江西 南昌 330022;

2. 江西师范大学鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室, 江西 南昌 330022)

摘要: 运用遥感影像处理软件对鄱阳湖区丰水期与枯水期影像进行监督分类获取水体范围, 两者相减获取“冬陆夏水”区; 在“冬陆夏水”区内计算归一化植被指数(NDVI)并提取植被覆盖区; 提取鄱阳湖区13~18 m的高程范围; 将提取的区域与查螺数据进行空间叠加对比分析. 在“冬陆夏水”区的13~18 m高程范围内, 归一化植被指数(NDVI)大于0.17的区域为适宜钉螺孳生的环境; 经检验, 计算结果得出的钉螺孳生地栅格级准确率达到70.91%. 研究表明, 鄱阳湖区“冬陆夏水”范围和植被覆盖范围广大, 预测模型中增加适宜钉螺孳生的高程信息将提高计算结果的精确度.

关键词: 钉螺孳生地; 遥感/GIS; 血吸虫病; 鄱阳湖区

中图分类号: X 144; TP 79

文献标志码: A

0 引言

血吸虫病是一种对人类健康构成严重威胁的寄生虫病. 目前, 日本血吸虫病在中国的长江中下游地区和西南部的云南、四川山区仍未阻断传播, 其中江西省环鄱阳湖的8个县为血吸虫病重度流行区. 血吸虫的终宿主是广谱的, 但间宿主钉螺是唯一的, 也是构成血吸虫病传播不可或缺的环节, 因此, 探索钉螺孳生地的空间分布规律对血防工作和消灭血吸虫病有着极其重要的意义. 应用遥感和地理信息系统技术, 通过卫星影像数据能够快速获取钉螺孳生地分布信息. 自20世纪90年代以来, 遥感技术逐步在流行病学中得到广泛应用, 如 M. E. Bavia 等^[1]利用 NOAA-AVHRR 数据结合 GIS 技术在巴西东部的 Bahia 州建立了血吸虫病在该州空间流行风险系数的回归模型. J. A. Clennon 等^[2]在肯尼亚东南沿海地区利用 RS&GIS 技术建立了一个基于水文地貌的钉螺空间分布范围和钉螺再传播潜力的模型. 周晓农等^[3-4]应用钉螺的生物学特征并结合遥感资料进行空间分析, 模拟得出我国大陆钉螺的分布区域, 对我国南京和江苏省周围地区钉螺扩散及血吸虫病流行进行了预测, 并利用 TM 遥感卫星影像研究洪水引起的江滩变化, 以了解钉螺孳生地的变化.

黄轶昕等^[5]发现: 在血吸虫病流行的湖沼地

区, 钉螺分布特点与“冬陆夏水”的环境条件有关; 如果钉螺孳生环境没有受到人为干预, 植被与钉螺分布有很强的规律性^[6-7]. 据宁安等研究, 鄱阳湖湖区钉螺大多分布在13~17 m 高程洲滩, 绝大多数洲滩密螺带在14~16 m, 13 m 以下、18 m 以上无螺^[8]. 本文拟针对钉螺自身的生态条件要求, 将鄱阳湖区数字高程模型(DEM)作为计算钉螺孳生地的因子之一, 改良了目前用 RS&GIS 技术快速获取鄱阳湖区钉螺孳生地的方法, 以获得更为精确的钉螺孳生地分布规律, 为血吸虫病预防控制和易感地带的系统监测提供重要的基础信息.

1 数据与方法

1.1 数据及预处理

本研究采用的数据有: Landsat7 ETM + 121-40 复合影像(30 m 分辨率), 时相为1999年12月10日和2001年7月8日, 与鄱阳湖枯水期和丰水期时间相符; 鄱阳湖区30 m 分辨率的数字高程模型(DEM); 鄱阳湖未受控湖体边界图(Shapefile 文件)和鄱阳湖区2001—2002年度钉螺调查数据(数据来自本研究与有关机构的合作).

将1999年和2001年的原始影像按横轴墨卡托

收稿日期: 2013-12-20

基金项目: 国家自然科学基金(40861021, 81260449)资助项目.

通信作者: 赵 安(1963-), 男, 江西南昌人, 教授, 博士, 主要从事遥感与GIS方面的研究.

投影配准,影像的校正采用2次多项式变换,利用最近邻法进行重采样,几何精度误差均方根值平均低于1/3个像元,满足利用多时相遥感影像进行动态变化监测时几何纠正误差小于0.5个像元的要求。把鄱阳湖未受控湖体文件转化成AOI区域,利用其对经过几何精校正的1999年、2001年影像和DEM数据进行裁剪,得到研究区域。以上步骤均在ERDAS IMAGINE 9.2中完成。

1.2 研究方法

1.2.1 确定“冬陆夏水”区域 鄱阳湖区钉螺孳生环境呈现“冬陆夏水”特征,丰水期与枯水期水域面积之差即为“冬陆夏水”区。从遥感影像中获取水体信息有阈值法、差值法、密度分隔法、色度判别法、比率测算法、谱间关系法以及根据形状信息进行水体识别与分类等^[9],而常用的Landsat TM遥感影像水体信息提取方法主要是依据水体在7个波段上光谱的不同特征以及其它地物与水体的区别,通过分析水体及背景地物的光谱值,利用单波段或多波段组合来提取水体信息,最常用的方法有光谱分类法(如最大似然法)、单波段阈值法和水体指数法等^[10]。本研究的水体信息提取采用ERDAS IMAGINE软件中Classifier模块下的监督分类(Supervised)功能对遥感影像进行最大似然法(Maximum Likelihood)监督分类。由于本研究只关注鄱阳湖未受控湖体,地物相对简单,监督分类只分为水体、植被和滩地3类地物。

1.2.2 确定植被覆盖区 植被归一化指数(NDVI)是植被生长状态以及植被空间密度的最佳指示因子,与植被分布密度呈线性相关^[11]。由于本研究旨在确定植被覆盖区内的钉螺分布,只需知道“冬陆夏水”区内是否有植被覆盖,而不具体计算植被覆盖度。利用ERDAS IMAGINE软件中Model Maker模块进行建模提取“冬陆夏水”区内枯水期的植被覆盖区,“冬陆夏水”区为鄱阳湖地区1999年12月10日与2001年7月8日的NDVI值之差。植被归一化指数(NDVI)的计算公式为 $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$,其中NIR为近红外波段(即ETM+的第4波段),R为红光波段(即ETM+的第3波段)。设置阈值R(R为经验值),当 $NDVI > R$ 时,所提取出来的区域即为植被覆盖区。

1.2.3 钉螺孳生地高程范围的提取 鄱阳湖湖区钉螺大多分布在13~17m高程洲滩,绝大多数洲滩密螺带在14~16m,13m以下、18m以上无螺,14m以下占3.45%,17m以上占2.00%,14~17m之间占94.55%,14~16m之间占75.27%。利用ARCMAP 9.3软件重分类(Reclassify)中的手工

(Manual)分类功能,提取出鄱阳湖区数字高程模型(DEM)13~18m的区域。

1.2.4 数据叠置分析 利用ARCMAP 9.3软件中的空间分析(Spatial Analyst)模块中的Raster Calculator功能对以“冬陆夏水”区内植被覆盖区与鄱阳湖区13~18m高程区进行交集(AND)的操作,提取钉螺滋生地。利用叠置分析(Overlay)功能对钉螺滋生地与2001—2002年度查螺数据进行空间分析。

2 结果

2.1 “冬陆夏水”区域

“冬陆夏水”区域为鄱阳湖区夏季丰水期遥感影像与冬季枯水期遥感影像之差。本文对1999年和2001年遥感影像进行监督分类,采用混淆矩阵方法对影像分类结果进行精度评价^[12]。结果表明,1999年影像分类总体精度为98.83%,kappa系数为0.9717;2001年影像分类总体精度为98.83%,kappa系数为0.9698。错分误差、漏分误差、生产精度和用户精度见表1和表2。最终提取出“冬陆夏水”区域面积分别为1710.86 km²。

表1 1999年12月10日遥感影像分类精度评价 %

	错分误差	漏分误差	用户精度	生产精度
水体	6.25	11.76	88.24	93.75
植被	0	0	100.00	100.00
滩地	8.70	0	100.00	91.30

表2 2001年07月08日遥感影像分类精度评价 %

	错分误差	漏分误差	用户精度	生产精度
水体	0	2.27	97.73	100.00
植被	7.14	13.33	86.67	92.86
滩地	50.00	0	100.00	50.00

2.2 钉螺孳生地高程范围与植被覆盖区

据宁安等研究,鄱阳湖区钉螺面积的94.5%分布于14~17m高程洲滩。大多数类型的裸地表面,理论上应该接近零,但因大气影响和地表湿度条件的改变,NDVIsoil会随着时间而变化。此外,因地表湿度、粗糙度、土壤类型、土壤颜色等条件不同,NDVIsoil也会随着空间而变化。NDVIsoil的变化范围一般在-0.10~0.20之间^[13-14]。经过多次试验及利用ERDAS IMAGINE中Viewer模块下的卷帘(Swipe)功能进行目视检验,确定本研究中“冬陆夏水”区域内枯水期植被区NDVI阈值为0.17,即 $NDVI > 0.17$ 的区域为植被覆盖区,经计算其面积为781.40 km²(见图1)。通过ARCMAP软件的重分类提取出研究区内适宜钉螺孳生地的高程13~18m

的区域面积为1 231.56 km²(见图2) .



图1 鄱阳湖区枯水期植被区

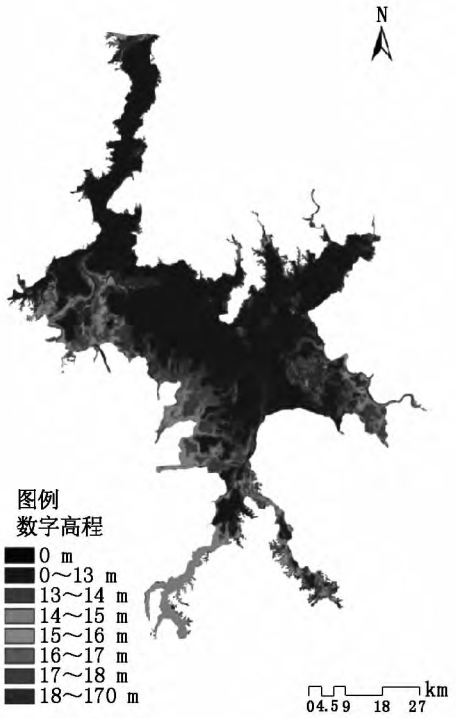


图2 鄱阳湖区数字高程模型

2.3 钉螺孳生地

“冬陆夏水”区内植被覆盖区与13~18 m 高程区域的交集即为钉螺孳生区域. 根据计算, 在鄱阳湖未受控湖体范围内钉螺孳生地区域面积为498.10 km²(见图3) , 2001—2002 年查螺数据中有螺草洲面积为369.49 km² , 将2001—2002 年查螺数据中有螺草洲分布图与钉螺孳生地进行空间叠置分

析, 查螺数据中有螺草洲与钉螺孳生地的重合面积为353.20 km² , 得到钉螺孳生地面积占有螺草洲面积的70.91% .

为了进一步说明模型的准确性, 从查螺数据中随机抽取14 块活螺密度大于1.0 的草洲, 将其与钉螺孳生地进行空间叠置分析, 发现14 块草洲均落在模型计算出的钉螺孳生地区域内(见表3) .

表3 草洲级计算结果的检验

地点	草洲名	经度/(°)	纬度/(°)	活螺密度/(只·m ⁻²)
铁河乡	老岭洲	115.975	29.082	130
	汉口洲	115.982	29.105	260
	后旱洲	116.026	29.096	150
昌邑乡	药沙湖洲	116.040	29.104	170
	钱家旱	116.063	29.098	110
	王渡旱	116.067	29.095	110
三里乡	裤裆洲	116.308	28.656	170
康山乡	三洲坪	116.393	28.872	120
新生乡	焦背洲	116.366	28.828	160
梅溪乡	边洲	116.342	28.804	230
吴城镇	八潭	115.991	29.264	240
	黄梅汉	116.023	29.229	160
	后河洲	116.011	29.203	110
蓼南乡	上中千步洲	115.946	29.171	310

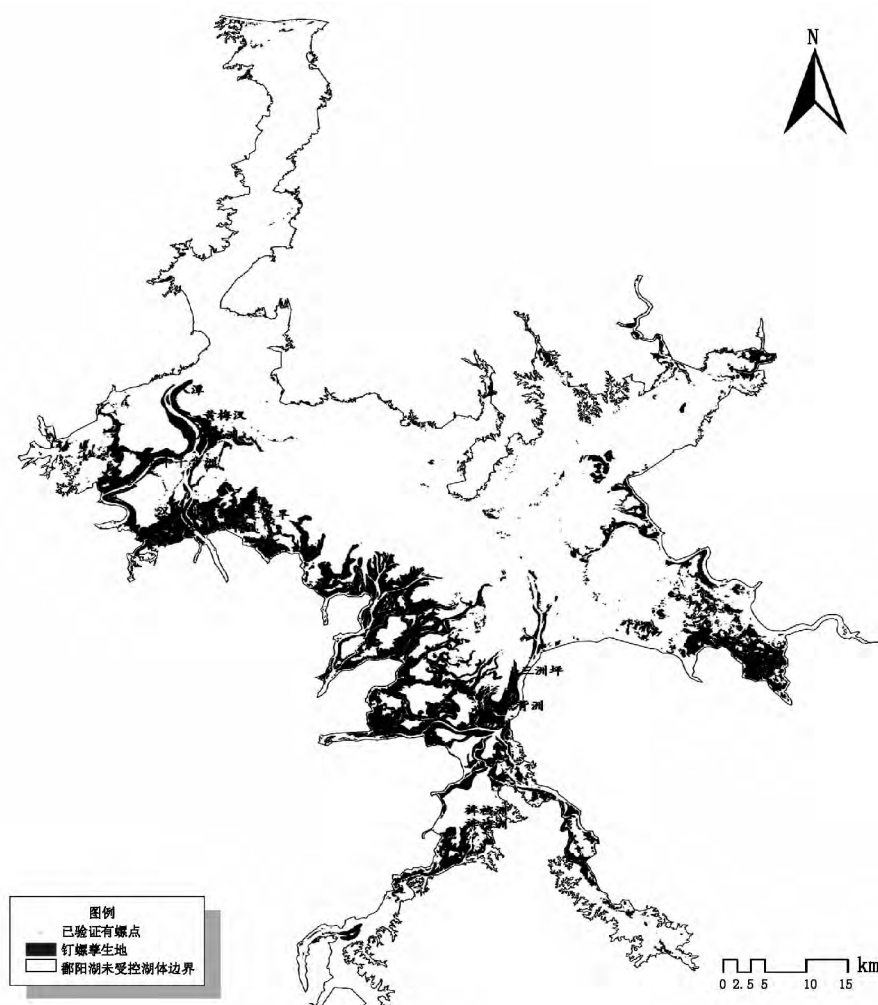


图3 钉螺孳生地

3 讨论

目前利用 RS&GIS 技术对湖沼地区钉螺孳生地分布的研究并不少,但结果均不甚满意。郭家纲等^[15]利用枯水期 TM 影像进行非监督分类(Unsupervised)确定植被区,归一化植被指数(NDVI)确定优势植被区,用穗帽指数(Tasseled Cap)确定湿度指数,再通过综合分析计算钉螺孳生地;彭文祥等^[16]只利用水体指数法提取 TM 影像中的“冬陆夏水”区,进而用植被指数法提取“冬陆夏水”区中的植被覆盖区,以此确定钉螺孳生地的空间分布。由于鄱阳湖枯水期期间很多优势植被区和湿度指数较大区域的高程均在 13 m 以下(无螺区),因此以上方法计算出来的钉螺孳生地面积往往大大超过实际钉螺孳生地的面积。比如,后者计算出来的钉孳生地面积是 781.4 km²,其中的 283.3 km² 高程小于 13 m 或者大于 18 m,但这一区域的高程是不属于钉螺滋生地范围。鄱阳湖区“冬陆夏水”区和植被覆盖区的范围远比适宜钉螺孳生的 13~18 m 高程的范围要大,而

在 13~18 m 高程范围之外的“冬陆夏水”区和植被覆盖区内并没有发现钉螺,所以,忽略适宜钉螺孳生地的高程计算得到的钉螺孳生地分布结果是不甚合理的。

本研究根据“冬陆夏水”、“有螺必有草”和有螺带洲滩分布高程等钉螺生态知识,将适合钉螺孳生环境的高程范围作为 1 个因子参与计算,采用监督分类提取水体范围,用枯水期归一化植被指数和钉螺孳生地高程范围自动快速地确定钉螺孳生地,使计算结果更为精确并贴近现实。

钉螺和感染性钉螺的分布和地理环境有着密切的联系,湖沼地区的洲滩的水淹时间长短、水流方向、流速、洲滩高程、植被盖度、植被种类、土壤湿度及土壤类型等都会对钉螺孳生地的分布造成影响。利用生态环境因子结合 RS&GIS 技术只是获取钉螺孳生地分布的方法之一,也有学者利用概率统计方法来探索钉螺孳生地的空间分布规律^[17]。本研究只是对现有利用 RS&GIS 技术获取钉螺孳生地方法进行改良,下一步将考虑利用研究区的植被盖度、植被种类、土壤湿度及土壤类型等影响钉螺孳生地分布

的生态环境因子结合统计学方法进行更深入的研究.

4 参考文献

- [1] Bavia M E ,Malone J B ,Hale L ,et al. Use of thermal and vegetation index data from earth observing satellites to evaluate the risk of schistosomiasis in Bahia ,Brazil [J]. Acta Tropica 2001 ,79(1) : 79-85.
- [2] Clennon J A ,King C H ,Muchiri E M ,et al. Hydrological modeling of snail dispersal patterns in Msambweni ,Kenya and potential resurgence of *Schistosoma haematobium* transmission [J]. Parasitology 2007 ,13(5) : 683-693.
- [3] 周晓农 ,孙乐平 ,洪青标 ,等. 地理信息系统应用于血吸虫病的监测Ⅲ: 长江洲滩钉螺孳生地的监测 [J]. 中国血吸虫病防治杂志 ,1999 ,11(4) : 199-202.
- [4] 杨惠敏 ,庞浩 ,胡鸿宝 ,等. 应用卫星遥感信息预测 1998 年洪水后南京市江滩钉螺分布 [J]. 中国血吸虫病防治杂志 2002 ,12(b) : 337-339.
- [5] 黄轶昕 ,戎国荣 ,蔡刚 ,等. 长江特大洪灾对江苏省江滩钉螺分布影响的研究 [J]. 中国血吸虫病防治杂志 , 2000 ,12(6) : 346-349.
- [6] 吴刚 ,苏瑞平 ,张旭东. 长江中下游滩地植被与钉螺孳生关系的研究 [J]. 生态学报 ,1999 ,19(1) : 118-121.
- [7] 李召军 ,陈红根 ,刘跃民 ,等. 鄱阳湖区圩垸内外植被与钉螺分布关系的研究 [J]. 中国血吸虫病防治杂志 , 2006 ,18(6) : 432-436.
- [8] 宁安 ,陈年高 ,钟久河 ,等. 鄱阳湖洲滩钉螺分布与水位变化的关系 [J]. 中国血吸虫病防治杂志 ,2003 ,15(6) : 429-433.
- [9] 都金康 ,黄永胜 ,冯学智 ,等. SPOT 卫星影像的水体提取方法及分类研究 [J]. 遥感学报 ,2001 ,5(3) : 214-219.
- [10] 王刚 ,李小曼 ,田杰. 几种 TM 影像的水体自动提取方法比较 [J]. 测绘科学 2008 ,33(3) : 141-142.
- [11] 李苗苗. 植被覆盖度的遥感估算方法研究 [D]. 北京: 中国科学研究院遥感应用研究所 2003.
- [12] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法 [M]. 北京: 科学出版社 2004.
- [13] Bradley C R. The influence of canopy green vegetation fraction on spectral measurements over native tallgrass prairie [J]. Remote Sens Environ 2002 ,81(1) : 129-135.
- [14] 林涛 ,姜庆伍 ,张世清 ,等. 遥感图像对江滩型血吸虫病疫区分类研究 [J]. 中华预防医学杂志 ,2000 ,34(5) : 236-265.
- [15] 郭家钢 ,林丹丹 ,胡广汉 ,等. 应用遥感技术快速确定鄱阳湖区钉螺孳生地的研究 [J]. 中华流行病学杂志 , 2002 ,23(2) : 99-101.
- [16] 彭文祥 ,张志杰 ,周艺彪 ,等. 湖沼地区钉螺指数的初步研究 [J]. 中国血吸虫病防治杂志 2007 ,19(5) : 334-337.
- [17] Zhao An ,Bao Shuming ,Gong Peng. Using weights of evidence in the spatial relation between infected snails and geographic factors [J]. Geo-spatial Information Science , 2009 ,12(3) : 217-224.

An Improved RS/GIS Method to Obtain Snail Habitats in the Poyang Lake Region

YUAN Yi¹ ZHAO An^{1,2*} HUANG Chao-qing²

(1. School of Geography and Environment Science ,Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China; 2. The Key Lab of Poyang Lake Wetland and Watershed Research in Jiangxi Normal University ,Ministry of Education ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China)

Abstract: Water body area was extracted from the RS images in flood season and dry season of the Poyang Lake region by Supervised Classification. The area of “water in summer and land in winter” was determined by subtracting the waters in the two classified images. Secondly the vegetation-covered areas was derived from the subtracted areas using Normalized Difference Vegetation Index (*NDVI*). Then the elevation of 13 to 18 m regions was extracted from the Digital Elevation Model of the Poyang Lake region. Finally the above computed areas were overlapped with the field surveyed snail data and the areas suitable for snail habitat were the Intersected areas with elevation between 13 to 18 m and *NDVI* > 0. 17 in the area of “water in summer and land in winter”. Results indicate that inclusion of elevation data can tremendously improve the accuracy of modeling results.

Key words: *oncomelania hupensis* habitats; RS/GIS; schistosomiasis; Poyang Lake region

(责任编辑: 曾剑锋)