

• GIS/RS 技术与流行病学 •

遥感图像非监督分类分析江宁县
江滩钉螺孳生地植被特征

张治英 徐德忠 周晓农 周云 孙志东 张波 龚自力 刘士军

【摘要】 目的 从遥感图像中提取江宁县江滩钉螺孳生地的植被特征。**方法** 在 ERDAS IMAGINE 8.5 软件支持下,根据 LANDSAT 7 ETM 图像中各波段的光谱特征,选择对植被敏感的 2、3、4 波段的伪彩色复合图像 ETM²³⁴ 进行非监督分类,并通过计算分离率(TD 值)对分类效果进行评价;同时将分类结果图与江宁县江滩钉螺孳生地矢量图重叠,提取江宁县江滩钉螺孳生地的植被特征,并分析钉螺在各植被中的分布。**结果** 通过对 ETM²³⁴ 进行非监督分类,可将江宁县江滩地表特征分为包括水、沙滩、裸露地表等非植被区域在内的 10 种地表类型;对分类分离率评价显示,虽然总体分离率较好(TD=1 860),但存在类间的混杂错分。为了进一步提高分类效率,以植被指数为参考滤掉 ETM²³⁴ 图像中无植被的像素然后再进行分类,消除了非相邻类间的混杂错分。提取江宁县江滩钉螺孳生地植被类型发现,钉螺孳生地的植被主要为非监督分类的第 3(C3)、5(C5)、6(C6)三类,且钉螺密度以 $C3 < C5 < C6$,实地考察显示该三类分别为植被稀疏的滩面、杂草丛及芦苇滩。**结论** 通过对遥感图像适当分析能将江滩钉螺孳生地的植被种类有效地鉴别出来,有利于对钉螺孳生地的监测,为钉螺的有效防制及血吸虫病的预防提供依据。

【关键词】 血吸虫病; 遥感; 钉螺; 非监督分类

Application of satellite image for surveillance of vegetation landscapes of *Oncomelania*-snail habitats in marshland using unsupervised classification ZHANG Zhi-ying*, XU De-zhong, ZHOU Xiao-nong, ZHOU Yun, SUN Zhi-dong, ZHANG Bo, GONG Zi-li, LIU Shi-jun. *Department of Epidemiology, Faculty of Prevention Medicine, Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, China

【Abstract】 Objective To explore the vegetation landscapes in marshland snail habitats using satellite image. **Methods** The false-color composition image from band 2, 3 and 4 of LANDSAT ETM⁺ images was classified in the ERDAS IMAGINE 8.5 to analyze the vegetation types in the marshland of Jiangning county, using the unsupervised classification. The efficiency of classification was evaluated by the transformed divergence. The overlaid layers of the classified vegetation image and the vector layer of snail habitats distribution were used to analyze the relationship between the snail distribution and the landscape types. **Results** The land-cover of marshland in LANDSAT ETM²³⁴ image in Jiangning county could be classified into 10 types, including water, bare soil, sandy and other landscapes while the transformed divergence analysis showed that there were misclassified pixels between some types especially for the non-continuous types. The study indicated that through adding the NDVI image in the process of classification efficiency of classification and eliminate misclassification in the non-continuous type could be improved. Analysis on the overlaid layer of the vector of snail distribution and the classified image proved that the vegetation covers in marshland snail habitats in Jiangning mainly belonged to type 3, 5 and 6, that responded to the beach with sparse vegetation, exuberant weed and bulrush respectively. The density of snails in the bulrush was higher than that in other 2 landscapes. **Conclusion** The vegetation type in the marshland snail habitats could be distinguished from the satellite image, which was helpful for the surveillance of snail habitat in marshland and for the prevention of schistosomiasis.

【Key words】 Schistosomiasis; Remote sensing; *Oncomelania*-snail; Unsupervised classification

基金项目:全军“十五”指令性课题资助项目(01L078)

作者单位:710032 西安,第四军医大学预防医学系流行病学教研室(张治英、徐德忠、孙志东、张波);中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所(周晓农);江苏省江宁县血吸虫病防治站(周云);南京军区卫生防疫队(龚自力、刘士军)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

钉螺是日本血吸虫病唯一的中间宿主,其分布与其孳生微环境的自然因素关系密切,因此研究环境因素与钉螺分布的关系对于钉螺控制及血吸虫病预防有重要的意义^[1]。遥感资料由于能及时、快速地提供地表的地理景观信息,因而在血吸虫病流行预测及钉螺孳生地监测中有广阔的应用前景,国内外已有大量的研究^[2-8]。植被是钉螺在外界环境中孳生的重要因素之一,既往研究表明有钉螺的地区必有植被,没植被的地方没有钉螺^[9],而且一定类型的植被对钉螺分布有指示作用^[10],因此遥感监测钉螺孳生地植被的分布对于钉螺的预测非常重要。目前大部分遥感研究是监测地表植被生物量(植被指数)与钉螺分布的关系^[3-5],而对于钉螺孳生地植被类型的研究报道较少,因此本研究拟探讨应用非监督分类从遥感资料有效提取钉螺孳生地植被的方法,为钉螺孳生地的遥感监测研究提供依据。江苏省江宁县位于长江下游南岸,沿江及江心洲滩“冬陆夏水”,是钉螺的主要孳生地,我们以江宁县洲滩为对象进行研究。

资料与方法

1. 资料:

(1)螺情资料:收集 2000 年春季采用系统抽样结合环境抽样的方法调查的江宁县洲滩 23 个孳生地钉螺分布情况,包括钉螺密度、孳生地面积、血吸虫感染率等,并用全球定位仪(GPS)测定各孳生地的地理位置(经纬度)。

(2)空间结构数据库:由解放军总参谋部测绘技术总站采集制作江宁县 1:50 000 地形图。

(3)卫星图片:遥感图像取自 2000-11-03 陆地卫星 7(Landsat enhancement thematic mapper plus, Landsat 7 ETM⁺)经过江宁县上空时拍摄的遥感数据,包括 8 个波段(TM 1~7 和 Pan),当天天气晴朗,含云量低,数据质量好。资料购自中国科学院遥感卫星地面站。

2. 方法:

(1)遥感图片的预处理:①卫星图片地理配准:以江宁县 1:50 000 地形图为参照,在 ERDAS IMAGINE 8.5 软件支持下对收集的 Landsat 7 ETM⁺ 卫星图片进行地理配准,使遥感图片与地形图具有相同的地理坐标系统。②遥感图像的伪彩色合成:根据 Landsat 7 所载传感器 ETM⁺ 的波段范围及各波段对地表的识别特征,结合本研究的

目的,我们以配准的 Landsat 7 ETM⁺ 图片的 CH₂、CH₃、CH₄ 波段伪彩色合成生成 ETM₂₃₄ 复合图像,其中以 CH₄ 为红色、CH₃ 为绿色、CH₂ 为蓝色。③计算植被指数(the normalized difference vegetation index, NDVI):在 ERDAS 8.5 软件支持下,根据 Landsat ETM⁺ 图像计算 NDVI 分布图,公式为:NDVI=(CH₄-CH₃)/(CH₃+CH₄),其值在-1~1 之间;根据 NDVI<0 的地区无植被覆盖,NDVI>0 的地区有植被覆盖,将 NDVI 分布图转化为 0、1 二进制植被图,以 0 代表无植被覆盖地区,1 表示有植被覆盖地区。

(2)遥感图像的分析及评价^[11]:①遥感图像的非监督分类:将 ETM₂₃₄ 复合图在 ERDAS IMAGINE 8.5 软件支持下,用 ISODATA 法根据合成图片的光谱反应值对地表景观进行非监督分类(unsupervised classification)。②非监督分类结果的评价:分类即要求其结果各类之间能够很好的区分,各类之间无混杂,特别是非相邻的两类之间。为了对分类结果进行评价,在 ERDAS 8.5 软件支持下,我们运用分离率(transformed divergence, TD)计算两类间的 TD 值,并予以评价。根据 Jones 的判定标准,TD 值在 0~2 000 之间,当 TD<1 700 时,表示两类不能分开,反之则能够区别开来。

(3)钉螺孳生地地表特征的提取:在 ERDAS IMAGINE 8.5 软件支持下,以江宁县 2000 年洲滩钉螺孳生地经纬度为基础建立钉螺孳生地分布矢量图层,并与非监督分类结果重叠,应用相关模型提取孳生地的地表特征。

结 果

1.江宁县江滩 ETM₂₃₄ 伪彩色复合图像非监督分类及其评价:在 ERDAS 8.5 软件支持下采用最大重复轮次 24 次、集中极限 95%,对江宁县江滩 ETM₂₃₄ 伪彩色复合图根据光谱反应值进行非监督分类,将其地表景观分为 10 类(图 1)。将分类结果与 ETM₃₂₁ 真彩色复合图(即 TM₃-红、TM₂-绿、TM₁-蓝)进行比较,发现 10 类中除有植被外,还包括无植被的水域(黑色)、沙滩(青色)、裸露地表(粉色)等;同时通过计算非监督分类的 TD,显示其平均 TD=1 860,说明总体分离较好,但具体考察各类间分离率发现,1:2、2:5、4:7、5:6、5:7、6:7、6:8、6:9、7:8、8:9、9:10 等之间的 TD<1 700,说明非监督分类还不能将彼此之间有效分开,两类间存在错

分,其中包括相邻及非相邻的类之间。

2. 滤掉无植被覆盖区的江宁县 ETM234 图像非监督分类及其评价:由于直接对 ETM234 图像非监督分类存在非植被覆盖区的混杂,影响了地表植被的分类效果,因此本研究在 ERDAS IMAGINE 8.5 软件支持下,将江宁县 0,1 二进制植被图与 ETM234 复合图相乘,使 ETM234 中无植被覆盖像素的值成为 0,而有植被覆盖像素的值则保持不变,这样就滤掉了 ETM234 中无植被覆盖的区域,从而消除了分类中非植被覆盖区域对分类结果的影响。同前方法,我们对处理后的 ETM234 图像进行非监督分类,可将江宁县洲滩植被分成 6 类(图 2),分类的平均 TD=1 729(>1 700),说明各类之间能够有效区别,具体考察各类间的 TD 值,发现除相邻类间的 TD<1 700(即相邻类间不能分开)外,非相邻类间能很好分开,说明滤掉非植被覆盖区,对 ETM234 非监督分类的效果大大提高。

3. 钉螺孳生地地表植被提取:将钉螺孳生地分布矢量图与滤掉非植被覆盖区后非监督分类的 ETM234 图像重叠,结果见图 2,图中白色斑点代表钉螺孳生地的位置,斑点大小与钉螺密度相对应,即斑点越大的地区钉螺密度越高。在 ERDAS 8.5 软件支持下,提取各孳生地地表植被,发现江宁县江滩钉螺孳生地地表植被主要为分类的第 3(C3,黄色)、第 5(C5,蓝色)、第 6(C6,橙色)三类,且钉螺密度以 $C6 > C5 > C3$ (表 1)。经过实地考察,C3 为有植被稀疏的滩面,C5 为浓密的杂草丛,C6 为芦苇滩。

表1 ETM234 复合图像分类的江苏省江宁县
江滩地表中钉螺孳生分布状况

地表类别	孳生地数	平均钉螺密度(只/框)
C3	5	1.090
C5	10	2.263
C6	8	3.380

讨 论

LANDSAT7 是美国航空航天局(NASA)发射的地球资源卫星中陆地系列卫星,其搭载的 ETM⁺ 传感器有 3 个可见、4 个红外及 1 个全色波段,地面分辨率为 28.5 m(TM6 为 60 m, TM8 为 15 m),运行周期为 16 天/次,可提供丰富的地球表面的景观信息^[12]。因此将 LANDSAT ETM⁺ 遥感图像应用于疾病或媒介分布监测研究,有广阔的应用前景。国内外学者已做了大量的探索性研究工作,将其应

用于疟疾、血吸虫等的研究中,已取得一定的研究成果^[2,6-8,13]。但由于 LANDSAT7 ETM 图像中包含大量地表景观的综合信息,因此如何从这些信息中有效提取与疾病或媒介监测有关的地表信息非常重要,而这也恰是制约遥感信息进一步深入应用的瓶颈。本研究探讨非监督分类法在从 LANDSAT 图像中有效提取江滩钉螺孳生地植被特征中的应用。

为有效提取江滩地表植被特征,我们选择 LANDSAT7 ETM⁺ 的 CH2、CH3 及 CH4 三个波段进行组合研究,因为 CH2 波段为可见绿光,反映地表植被的分布状况;同时地表植被对 CH3 可见红光有很强的吸收而对近红外 CH4 有很强的反射,因而地表植被在这几个波段的光谱信息均与植被的生物信息量有关,用 ETM234 复合图可以对地表植被类型做出判断^[12]。

本研究对江宁县江滩 ETM234 复合图像进行非监督分类,可将地表特征分 10 大类,由于存在非植被覆盖区,TD 评价发现各类间的分离不够理想,特别是在非相邻的类别之间存在混杂错分。为了剔除无植被覆盖像素对分类结果的影响,提高分类的效率,我们通过建立江宁县江滩植被二进制图,滤掉了 ETM234 图像中无植被覆盖的区域,然后再进行非监督分类,分类效果明显提高,消除了非相邻类别间的混杂错分。当然相邻类别间仍然不能有效分开,但这在非监督分类中是正常的,是由非监督分类方法本身造成的,因为非监督分类是根据地表景观的光谱信息进行聚类分析的过程,因此某些像素在相邻类间的错分尚难以避免。

将江宁县 2000 年江滩钉螺孳生地分布矢量图与非监督分类结果重叠分析,提取各孳生地的地表植被类型,发现江宁县江滩钉螺孳生地地表主要为非监督分类的 C3、C5、C6 三类,经过实地考察,C3、C5、C6 分别为有稀疏杂草生长的滩面、茂密的杂草丛及芦苇滩,分析各地表中的钉螺密度,以芦苇滩(C6)最高,其次为茂密的杂草丛(C5),植被稀疏的滩面(C3)钉螺密度最小,这与当地实地调查时情况基本一致。因此通过遥感监测江宁县江滩的植被类型,可以描绘江滩钉螺的分布,指导钉螺的防制。

关于 LANDSAT 系列图像在血吸虫中间宿主监测中的应用,国内外已有相关报道,但研究的角度不尽相同,如 Abdel-Rahman 等^[2]及郭家钢等^[8]分别从 LANDSAT 图像中提取钉螺孳生地地表的绿度、湿度及植被指数,并研究其与钉螺分布的关系,但没

有对地表植被的类型做出判断。而应用 LANDSAT 图像研究钉螺孳生地植被类型与钉螺孳生的关系较少, 仅见国内姜庆五等^[6]和林涛等^[7]分别对江西及安徽洲滩钉螺孳生地地表类型分类的报道, 由于应用资料及研究地区与本研究不同, 因此研究结果就有所差异。他们应用的是 LANDSAT5 中包含地表景观信息量最大的第 3、4、5 波段组成复合图像进行分类, 而本研究应用的是 LANDSAT7 中对地表植被最为敏感的第 2、3、4 波段组成复合图像进行研究, 同时本研究为了提高非监督分类的效率, 利用植被指数滤掉了图像中非植被覆盖的像元。

非监督分类方法由于不需要提前选择分类的“训练区”, 避免了监督分类中常遇到的如训练区数据无法获得或地面训练区太小不足以在卫星图片上显示出来等问题, 而成为遥感图像分类的重要一步^[11, 14], 但由于非监督分类方法本身的缺点, 常形成不能归类的过渡类或类间的错分^[14], 虽然本研究通过过滤非植被像素的方法消除了非相邻类间的错分, 但相邻类间的混杂或过渡像素依然存在, 这些问题的解决还有赖于监督分类方法的应用及其与其他环境、植被参数结合进行分析。

(本文图 1, 2 见插图第 4-2 页)

参 考 文 献

1 赵慰先. 人体寄生虫病学. 第 2 版. 北京: 人民卫生出版社,

1994. 391-404.

- 2 Abdel-Rahman MS, El-Bahy MM, Malone JB. Geographic information systems as a tool for control program management for schistosomiasis in Egypt. *Acta Tropica*, 2001, 79: 49-57.
- 3 Malone JB, Yilma JM, Mccarroll JC, et al. Satellite climatology and the environmental risk of *Schistosoma mansoni* in Ethiopia and east African. *Acta Tropica*, 2001, 79: 59-72.
- 4 Malone JB, Abdel-Rahman MS, El-Bahy MM, et al. Geographic information system and the distribution of *Schistosoma mansoni* in the Nile Delta. *Parasitology Today*, 1997, 13: 112-119.
- 5 张波, 徐德忠, 张治英, 等. 钉螺分布与 NOAA-AVHRR 遥感卫星图像中植被指数关系的研究. *中国公共卫生*, 2002, 18(增刊): 68-70.
- 6 姜庆五, 林丹丹, 刘建翔. 应用卫星图像对江西省蚌湖钉螺孳生草滩植被的分类研究. *中华流行病学杂志*, 2001, 22: 114-115.
- 7 林涛, 姜庆五, 张世清, 等. 遥感图像对江滩型血吸虫病疫区分类研究. *中华预防医学杂志*, 2000, 34: 263-265.
- 8 郭家刚, 林丹丹, 胡汉广, 等. 应用遥感技术快速确定鄱阳湖区钉螺孳生地的研究. *中华流行病学杂志*, 2002, 23: 99-101.
- 9 中华人民共和国疾病控制司. 血吸虫病防治手册. 第 3 版. 上海: 上海科技出版社, 2000. 13-19.
- 10 方金城, 吴昭武, 主编. 湖南省防治血吸虫病研究. 长沙: 湖南人民出版社, 2000. 42-49.
- 11 ERDAS Inc. ERDAS field guide. fifth ed. USA: ERDAS Inc., 1999. 61-64.
- 12 Remote sensing. Landsat7 data product. http://chesapeake-towson.edu/remotesensing/land_data.htm
- 13 Louise AB, Marion HR, Sheri WD et al. Assessing of a remote sensing based model for predicting malaria transmission risk in villages of chiapas, Mexico. *Am J Trop Med Hyg*, 1997, 56: 99-106.
- 14 Gadallah F, Csillag F, Brook RK. Historical vegetation mapping using unsupervised classification of landsat imagery and ancillary data. <http://eos.geog.utoronto.ca/~gadallah/esaposter2.htm>
(收稿日期: 2002-12-23)
(本文编辑: 张林东)

• 疾病控制 •

一起中小學生爆發 EB 病毒感染的調查

孫希平 孫朝霞

2001 年 12 月至 2002 年 3 月, 青州市中小學生爆發 EB 病毒感染, 共 310 例(男 189 例, 女 121 例), 年齡 6~18 歲, 平均 13 歲。

1. 臨床特征: 發熱 310 例, $\leq 38.5^{\circ}\text{C}$ 75 例, $38.6\sim 39.5^{\circ}\text{C}$ 132 例, $\geq 39.6^{\circ}\text{C}$ 103 例; 熱程 2~11 天, 平均 (3.82 ± 1.3) 天; 皮疹 253 例(81.6%), 多為淡紅色斑丘疹, 猩紅熱樣皮疹 31 例, 皮疹持續 2~8 天, 平均 (3.16 ± 1.55) 天; 淺表淋巴結腫大 305 例(98.4%)、頸部、耳后淋巴結腫大明顯, 腫大淋巴結持續 7~26 天, 平均 (13.6 ± 3.7) 天; 咽部充血 309 例(99.1%), 扁桃體腫大 174 例(56.1%), 脾腫大 23 例; 消化道症狀 151 例(50.0%), 呼吸道症狀 97 例(34.55%), 心慌、胸悶 14 例。

2. 診斷標準: 依據第十版《實用內科學》的標準, 嗜異凝集試驗陽性(除外急性呼吸道感染)者, 給予利巴韋林、維生素 C、大青葉或板藍根制劑, 有感染、心肌損害及消化道、呼吸道症狀者分別給予相應治療。全部病例均治愈, 療程平均 (7.2 ± 2.6) 天。

3. 討論: 冬春季節, 由於教室門窗緊閉, 易導致空氣飛沫傳播, 可能是這次爆發感染的重要因素。本地多年未發生 EB 病毒流行, 兒童普遍缺乏免疫, 是此次爆發感染的主要原因。目前尚無 EB 病毒疫苗, 其預防在於衛生宣傳教育, 講究個人衛生; 早期隔離病人和帶病毒者, 接觸者口服板藍根、大青葉制劑, 可能有一定的預防效果; 教室定時開窗通風, 保持室內空氣清潔, 有助於預防該病。

(收稿日期: 2002-10-28)

(本文編輯: 段江娟)

MODIS遥感图像在江宁县江滩钉螺分布研究中的应用

(正文见第 257 页)

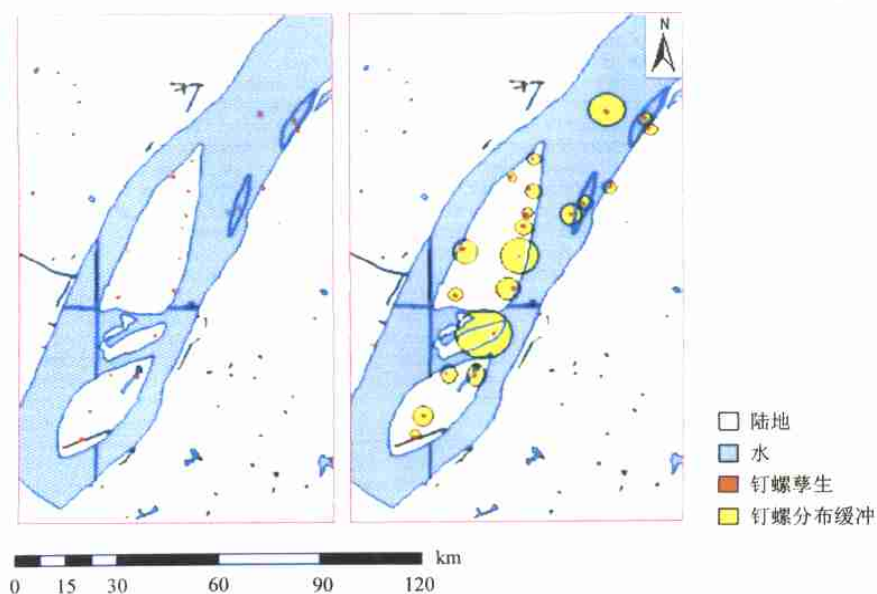


图1 江宁县2001年江滩钉螺分布缓冲区矢量图层(左图为未作缓冲区矢量图层)

遥感图像非监督分布分析江宁县江滩钉螺孳生地植被特征

(正文见第 261 页)

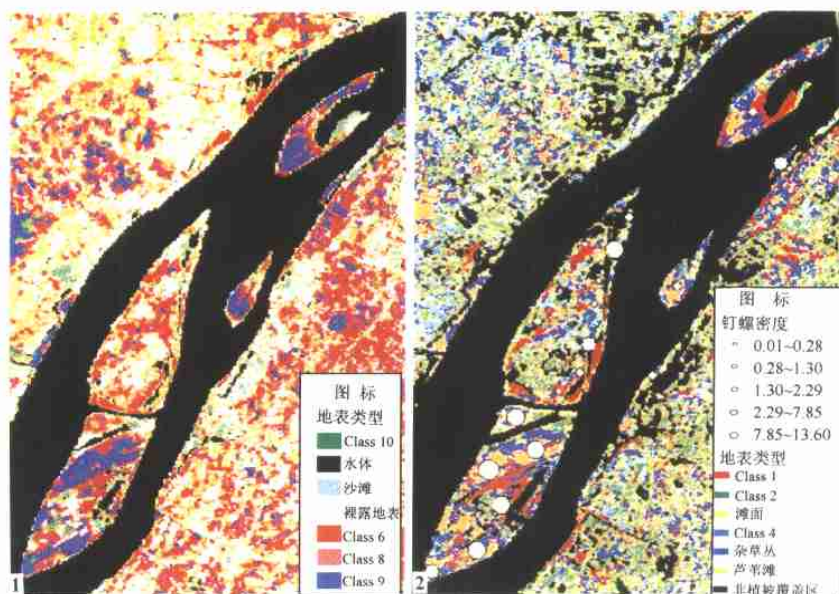


图1 江宁县江滩ETM234复合图像非监督分类结果

图2 江宁县江滩滤掉非植被覆盖区的ETM234复合图像非监督分类结果

插图 4-2