

•研究原著•

文章编号:1000-2790(2003)02-0139-04

应用 LANDSAT ETM+ 图像监测江宁县江滩钉螺孳生地

张治英¹, 徐德忠¹, 周晓农², 周云³, 孙志东¹, 张波¹, 龚自力⁴, 刘士军⁴ (¹第四军医大学预防医学系流行病学教研室, 陕西 西安, 710033; ²中国疾病预防控制中心寄生虫病防治所, 上海 200025; ³江宁县血防站, 江苏 江宁 211100; ⁴南京军区卫生防疫队, 江苏 南京 210014)

Application of LANDSAT ETM+ images in the surveillance of marshland habitat of oncomelania snails in Jiangning county

ZHANG Zhi-Ying¹, XU De-Zhong¹, ZHOU Xiao-Nong², ZHOU Yun³, SUN Zhi-Dong¹, ZHANG Bo¹, GONG Zi-Li⁴, LIU Shi-Jun⁴

¹ Department of Epidemiology, Faculty of Preventive Medicine, Fourth Military Medical University, Xi'an 710033, China,

² Institute of Anti-parasitic Disease, Center of Disease Control & Prevention of China, Shanghai 200025, China, ³ Anti-epi-

demic Station of Jiangning County, Jiangning 211100, China, ⁴ Anti-epidemic team of Nanjing Military Area Command, Nanjing 210014, China

【Abstract】 AIM: To explore the application of LANDSAT ETM+ images in the surveillance of snail habitats in marshland of Jiangning County. METHODS: False-color composition images from TM², TM³ and TM⁴ of LANDSAT ETM+ were used to analyze the characteristics of land-cover in the marshland snail habitats in Jiangning County by unsupervised classification in ERDAS IMAGINE 8.5. RESULTS: By means of unsupervised classification of the LANDSAT ETM+ false-color image, the land-covers of marshland in Jiangning County were classified into 10 types, which included water, bare soil and other 7 types of landscape. The vegetation and landscape corresponding to those of the above classified land-covers were not confirmed by on the spot investigation. Overlaying the classified images with the vector layer for the distribution of snail habitats demonstrated that the land-covers in the snail habitats of marshland in Jiangning County were mainly the type 5, 6, 7 and 9. And the Mann-whitney test showed that the density of snails in the habitats with the type 6 and 9 as their major land-cover

was higher than that in other habitats ($P < 0.05$). CONCLUSION: The vegetations and landscapes corresponding to those of the classified type 5, 6, 7 and 9 may be the suitable habitats for the survival of snails and for the transmission of the schistosoma. LANDSAT ETM+ images can be used in the surveillance of marshland snail habitats in Jiangning County, but further study should be done.

【Keywords】 snails; habitat; remote sensing; unsupervised classification

【摘要】目的: 研究应用陆地卫星 7 (Landsat Enhancement Thematic Mapper Plus, Landsat ETM+) 图像监测江宁县江滩钉螺孳生地地表特征。**方法:** 对 Landsat 7 获取的 TM²、TM³、TM⁴ 图像伪彩色合成, 然后在 ERDAS 8.5 软件支持下进行非监督分类, 并将分类结果与钉螺分布空间矢量图层重叠, 分析钉螺孳生地地表特征。**结果:** ETM 图像非监督分类可将江宁县江滩地表分为 10 类, 除可识别的水体及裸露地表外, 其余各类需实地勘察才能确定其所代表的地表景观。将分类结果与钉螺分布空间矢量图层重叠分析发现, 江宁县江滩钉螺孳生地中, 主要为 5、6、7、9 四类地表景观, 其中以 6、9 两种地表的比列最大, 且以 6、9 两种地表为主的孳生地的钉螺密度明显高于其他孳生地的螺密度 ($u = 19.00$, $P < 0.05$)。**结论:** 非监督分类的 5、6、7、9 类 (尤其是 6、9 两类) 景观适宜于钉螺的孳生与繁殖, 同时说明应用 LANDSAT ETM+ 图像进行江滩钉螺孳生地监测是可行的。

【关键词】 螺; 孳生地; 遥感; 非监督分类

【中图分类号】 R181.13

【文献标识码】 A

0 引言

日本血吸虫病是流行在我国长江流域及其以南地区的重要寄生虫病, 对人群的健康造成极大的威胁。钉螺是日本血吸虫病唯一的中间宿主, 日本血吸虫病的流行范围与钉螺的地理分布相一致, 呈严格的地方性, 而钉螺的分布与其孳生微环境的自然因素密切相关, 因此研究环境因素与钉螺分布及血吸虫病流行的关系已成为钉螺控制及血吸虫病防治研究的重要内容^[1]。由于遥感图像能及时、快速获得地表的地理景观等环境因素资料, 因此国内外学者将其应用于钉螺孳生地的监测研究中, 表明有广阔的应用前

收稿日期: 2002-04-09; 修回日期: 2002-05-25

基金项目: 全军十五指令性课题 (01L078) 及校创新工程 (CX99F009) 资助

通讯作者: 徐德忠, Tel. (029) 3374868 Email: Xudezh@fmmu.edu.cn

作者简介: 张治英 (1970-2002 男, 汉族), 陕西省白水人, 博士, 副主任医师 (徐德忠), Tel. (029) 3374871 Ext. 11 Email: depirs@fmmu.edu.cn.

景^[2,3]。但由于在我国流行血吸虫病及其中间宿主与国外不同,国外的相应研究结果不能应用于我国疾病防治的实际,因此在我国开展钉螺孳生地的遥感监测有非常重要的意义。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,是血吸虫病的主要疫源地。我们拟通过对遥感图像的非监督分类研究该县江滩钉螺孳生地的遥感光谱特征,以探讨遥感资料应用于江滩钉螺孳生地的方法,为进一步应用研究提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 螺情资料 于2000年春季采用系统抽样结合环境抽样的方法调查了江宁县23个江滩孳生地钉螺分布情况,随后在实验室对收集到的钉螺进行计数并检测其感染情况,以计算钉螺的密度及血吸虫感染率等。调查时用全球定位仪(GPS)测定各孳生地中心的地理位置(经纬度)。

1.1.2 空间结构数据库 由总参测绘技术总站采集制作江宁县1:50 000地形图。

1.1.3 卫星图片 遥感图像取自2000-11-03陆地卫星7(Landsat Enhancement Thematic Mapper plus, Landsat ETM+)经过江宁县上空时拍摄的遥感数据,包括8个波段(TM1~TM7和Pan),当天天气晴朗、含云量低,数据质量好。资料购自中科院遥感卫星地面站。

1.2 方法

1.2.1 建立钉螺孳生地空间分布矢量数据结构 以钉螺孳生地的经纬度为坐标,在ArcGIS8.1软件支持下,建立江宁县钉螺孳生地空间分布的矢量数据结构,并生成矢量图层。

1.2.2 遥感图片的处理及分析 (1) 卫星图片的配准:以江宁县1:50 000地形图为参照,在ERDAS8.5软件支持下对Landsat ETM卫片进行地理配准,使遥感图片采用与地形图相同的地理坐标系。(2) 遥感图像的合成及信息分类:根据LANDSAT7所载传感器ETM+的波谱范围及其对地表的识别特征,我们对配准后的遥感图片进行伪彩色合成。根据本研究的目的,选用对地表植被反应灵敏的2,3,4波段进行合成(以TM4为红色、TM3为绿色、TM2为蓝色)。然后在ERDAS8.5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)。(3) 钉螺孳生地光谱特征分析:在ERDAS8.5软件支持下,将遥感非监督分类的结果图与江宁县钉螺孳生地

空间分布矢量图层重叠,提取江宁县洲滩各钉螺孳生地的地表景观特征,并进行描述分析。

2 结果

2.1 江宁县江滩地区 Landsat ETM 卫片非监督分类 在ERDAS8.5软件支持下采用最大重复轮次24次、集中极限95%,对江宁县江滩地区ETM432伪彩色合成图根据光谱反应值进行非监督分类,可将其地表景观分为10类。对分类结果图与ETM312真彩色复合图(即TM3-红、TM2-绿、TM1-蓝)进行比较,发现分类的10类地表景观中第1类为长江深水区、第3类为江滩上的鱼湖或积水等浅水区,第4类是裸露的土壤或地表,其余的地表景观需结合实地勘察才能确定。

为了分析江滩钉螺孳生地的地表景观特征,将建立的江宁县江滩钉螺孳生地矢量数据图层与ETM复合图片分类结果重叠,分析发现江宁县江滩钉螺孳生地主要以ETM分类的5,6,7,9四种地表景观为主,其中以6,9两种地表为主的孳生地所占比例较大,分别占孳生地总数的43.5%(10/23)和30.4%(7/23)(Tab 1, Fig 1)。Fig 1中蓝色点表示钉螺孳生地中心位置,其背景图中不同颜色代表分类的不同地表特征。

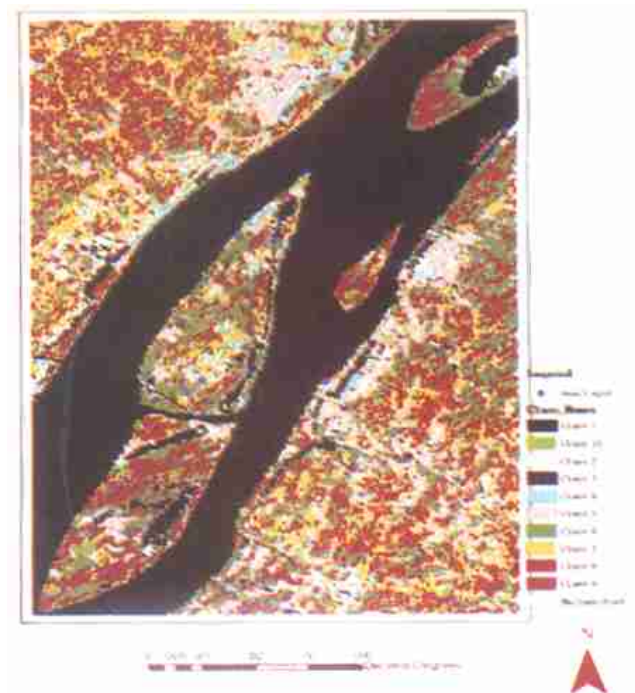


图1 江宁县江滩 LANDSAT ETM+ 图像非监督分类结果与钉螺孳生地分布矢量图层复合图

Fig. 1. Overlaid image of the unsupervised classification result of LANDSAT7 data with the vector layer of marshland snail habitats in Jingning county

进一步分析孳生地中各类地表景观占江宁县江滩钉螺孳生地总面积的比例显示,除水域及裸露的地表外,5,6,7,9 四类地表所占比例分别为 7.46%,16.40%,3.81%和 22.37%,可见 6,9 两种景观为江宁县江滩钉螺孳生地的主要地表类型。

表 1 江宁县江滩钉螺孳生地 LANDSAT ETM+ 卫片非监督分类结果

Tab 1 Distribution of the unsupervised classification land-cover in marshland snail habitats of Jiangning county.

Class	No of Habitats	Percent (%)	Cumulative percent (%)
C*5	5	21.7	21.7
C6	10	43.5	65.2
C7	1	4.3	69.6
C9	7	30.4	100.0
Total	23	100.0	

* C: representing the classified class

2.2 孳生地钉螺密度与 ETM432 复合图片分类结果的关系 由于环境的复杂性,任何孳生地均不可能是仅由一种地表景观形成,因此为了研究各种地表景观与钉螺孳生分布的关系,我们分析各孳生地钉螺密度与 ETM 复合图非监督分类结果中各类地表占孳生地总面积比例的关系,可见高密度钉螺主要孳生在以 6,9 两类 ETM 分类景观为主要环境的孳生地中,而低密度钉螺在 5,6,7,9 四类 ETM 分类景观中均有孳生分布(Tab 2, Fig 2)。Fig 2 特异性地显示了 4 种主要分类景观(5,6,7,9)在不同螺密度孳生地中的分布,图中用不同大小的红色斑点表示钉螺密度的大小,斑点越大表示钉螺密度越大。进一步经过非参统计学分析发现,以 6,9 两种地表为主的孳生地的钉螺密度明显高于其他孳生地的螺密度($U = 19300, P < 0.05$)。

表 2 江宁县洲滩不同密度钉螺孳生地 LANDSAT ETM+ 分类景观中的分布

Tab 2 Distribution of snail habitats in the classified land-cover of LANDSAT ETM+ in the marshland of Jiangning county.

Density of snails per pix	No of habitats in Class of ETM				Total
	C5	C6	C7	C9	
<1.0	3	6	1	1	11
1.0~<2.0	2	1		2	5
>2.0		3		4	7
Total	5	10	1	7	23

C: Representing the classified class

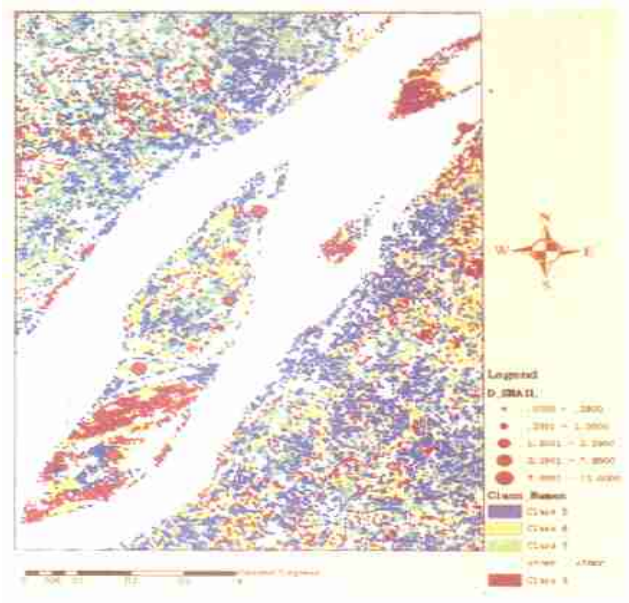


图 2 江宁县江滩不同密度钉螺孳生地 LANDSAT ETM+ 图像分类结果中的分布图

Fig 2 Distribution of the main classified landscapes of LANDSAT ETM+ image in the marshland habitats with different snail density in Jiangning county.

3 讨论

国内外大量的研究表明应用遥感信息绘制疾病中间宿主或媒介生物孳生地的分布比地面调查价廉且准确^[4]. 由于血吸虫的传播及钉螺的孳生受到自然环境因素的影响,特别是地表景观及植被,是钉螺孳生的必要条件之一,因此在血吸虫病流行区分析地表景观及植被的分布情况可用来预测钉螺的分布^[1]. 本研究就 Landsat 7 ETM+ 图像在日本血吸虫中间宿主钉螺孳生地监测中的应用进行探讨. 陆地卫星(Landsat)是美国航空航天局(NASA)发射的地球资源卫星, Landsat 7 的 ETM+ 传感器包括 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),可探测地表的景观现象^[5]. 但由于 Landsat 7 ETM 中某单一波段不足以将不同地表景观有效地区分开来,因而常需要将几个波段的图像复合起来进行分析. 我们为了有效地将地表植被及不同景观区别开来,我们应用了近红外 TM4 与可见红光(TM3)及绿光(TM2)的复合图即近红外复合图 ETM432 进行分析;主要是由于植物叶绿素对近红外光有很强的反射,不同植物叶片中的叶绿素含量不同,因此其对近红外光的反射也不同;同时 TM2 及 TM3 对于区别不同的植物种类、土壤及地理界限等非常有用^[6]. 本结果表明,通过对 LANDSAT ETM+ 伪彩色复合图片进行非监督分类,除能有效地区分出不同水

域及裸露的地表外,还可将江宁县江滩地区地表特征区分为其他 7 种类型。分析发现,在江宁县江滩钉螺孳生地中主要为 5, 6, 7, 9 四类景观,以 6, 9 类所占比例最大;而且以 6, 9 两类地表为主的孳生地的螺密度明显高于其他孳生地 ($P < 0.05$), 因此说明这几种地表特征(特别是 6, 9 类)适宜于钉螺的孳生和繁殖。这与国内有关钉螺孳生与滩地植被的相关研究结果一致,即钉螺密度与不同种类、不同高度及盖度的植被有关^[7],其反映在卫片中即为不同的地表类型。至于本研究中遥感图片分类所得的各类地表对应的植被类型及其相关特征,还有待于现场考察、鉴定。有关 LANDSAT 系列卫星图像在血吸虫病中间宿主孳生地监测研究中的应用,国内外也有相关的研究报道,如林涛等^[2]根据 LANDSAT5-TM345 伪彩色复合图片将安徽流坡血吸虫疫区的洲滩植被分为 6 类,除区分出水体外,结合实地考察还分出了其他几种地表景观,但研究中没有分析钉螺在各类地表中的分布状况。Abdel-Rahman 等^[3]也将 LANDSAT5 图像分类应用于研究曼氏血吸虫病的分布,结果发现有 4 种分类结果可用于预测,但其是对 LANDSAT5 图像经过缨帽转换后的结果进行的分类,与本研究不同。

我们采用非监督分类方法对 LANDSAT ETM+ 卫片进行分析,由于不需要提前选择分类的“训练区”,因此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片上显示出来等问题。同时非监督分类是根据地表的光谱反应特

征进行聚类来区别不同的植被,除能分辨出某些特征明显的单一植被外,还可将一些不易区分的植被归为一类,因此非监督分类是遥感图像分类的重要一步^[8]。但由于非监督分类的结果要经过现场考察来确定、校正,通过监督分类来进一步完善,因此只有将两者结合起来才能有效地提高分类的准确性及其效率。本结果可为图片信息的进一步分类提供依据及研究基础。

【参考文献】

- [1] Geng GY. *Epidemiology* [M]. Beijing: Renmin Weisheng Chubanshe (People Health Publishing House), 1996; 1201-1220.
- [2] Lin T, Jiang QW, Zhang SQ. Study on unsupervised classification in marshland of endemic area of schistosomiasis Japonica using satellite TM image data[J]. *Chin J Prev Med*. 2000; 34(5): 263-265.
- [3] Abdel-Rahman MS, El-Bahy MM, Malone JB. Geographic information systems as a tool for control program management for schistosomiasis in Egypt [J]. *Acta Tropica*, 2001; 79(1): 49-57.
- [4] Hayes MO, Eugene LM, Carl JM. Detection, identification and classification of mosquito larval habitats using remote sensing scanners in earth-orbiting satellites[J]. *Bull WHO*, 1985; 63(2): 361-374.
- [5] ERDAS Inc. ERDAS field guide (fifth edition) [M]. USA: ERDAS Inc, 1999; 61-64.
- [6] Remote-sensing; Landsat 7 data product. <http://chesapeake.towson.edu/remotesensing/land-data.htm>.
- [7] Wu G, Su RP, Zhang XD. Relationships between oncomelania breeding and beach vegetation in the middle and lower reaches of the Yangtze river [J]. *ACTA Ecologica Sinica* 1999; 19(1): 118-122.
- [8] Gadallah F, Csillag F, Brook RK. Historical vegetation mapping using unsupervised classification of Landsat imagery and ancillary data [J]. <http://eos.geog.utoronto.ca/~gadallah/esaposter2.htm>.

编辑 何扬举

• 期刊文摘 • 文章编号: 1000-2790(2003)24-0142-01

Preconditioning with isoflurane produces dose-dependent neuroprotection via activation of adenosine triphosphate-regulated potassium channels after focal cerebral ischemia in rats

XIONG Li-Ze, ZHENG Yu, WU Ming-Chun, HOU Li-Chao, ZHU Zheng-Hua, ZHANG Xi-Jing, LU Zhi-Hong. *Anesth Analg*, 2003; 96: 233-237.

In this study, we determined whether repeated brief isoflurane (Iso) anesthesia induces ischemic tolerance to focal cerebral ischemia in a dose-response manner and whether the effect is dependent on adenosine triphosphate-regulated potassium channels. In experiment 1, 40 rats were randomly assigned to 4 groups; control animals received 100% oxygen 1 h/d for 5 days, whereas the isoflurane (Iso) 1, Iso 2, and Iso 3 groups

received 0.75%, 1.5%, or 2.25% Iso in oxygen 1 h/d for 5 days. In experiment 2, 36 rats were randomly assigned to 4 groups; controls received 100% oxygen 1 h/d for 5 days; animals in the Iso and I+G (Iso + glibenclamide) groups received 2% Iso in oxygen 1 h/d for 5 days, and the I+G group received glibenclamide (GLB) (5 mg/kg intraperitoneally) before each Iso pretreatment. Animals in the GLB group received GLB (5 mg/kg intraperitoneally) once a day for 5 days. Twenty-four hours after the last pretreatment, the right middle cerebral artery was occluded for 120 min. Neurologic deficit scores (NDS) and brain infarct volumes were evaluated at 24 h. The NDS and infarct volumes of Iso 2 and Iso 3 were less than those of the controls ($P < 0.05$). The infarct volume in Iso 3 was smaller than in Iso 2 ($P < 0.05$). The NDS and infarct volume in the Iso group were less than in the control and I+G groups ($P < 0.05$). There was no statistical difference among the control, I+G, and GLB groups. The study demonstrated that repeated Iso anesthesia induces ischemic tolerance in rats in a dose-response manner. GLB, an adenosine triphosphate-regulated potassium channel blocker, abolished the tolerance induced by Iso.

Editor Yuan Tian-Feng