

• 论著 •

应用 ETM⁺ 遥感图像监测山区钉螺分布^{*}

张波¹, 张治英¹, 徐德忠^{1*}, 孙志东¹, 周云², 周晓农³

(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. 江苏省江宁县
血防站, 江苏江宁 211100; 3. 中国疾病预防控制中心寄生虫病控制所, 上海 200025)

【摘要】 目的 分析 ETM⁺ 遥感卫星图像中植被指数与山区钉螺分布之间的关系, 为进一步建立钉螺分布的遥感预测模型提供理论依据。 **方法** 现场测量江宁县 2000 年各钉螺孳生地经纬度, 在 ERDAS 8.5 软件支持下将 ETM⁺ 卫星图像中的 3、4 波段合成为江宁县植被指数图层, 利用 ArcView 8.0 软件制作钉螺分布 Vector 图层, 提取各钉螺孳生地植被指数; 用相关性分析法和多元逐步回归分析法研究图层中植被指数与钉螺分布间的关系。 **结果** 山区各钉螺孳生地活螺框出现率与该钉螺孳生地缓冲区内最小 NDVI 值及平均 NDVI 值呈正相关 (r 分别为 0.356、0.344, $P < 0.05$); 钉螺密度与各钉螺孳生地缓冲区内最大、最小及平均 NDVI 值呈正相关 (r 分别为 0.418、0.433、0.448, $P < 0.01$)。回归分析结果显示, 山区各钉螺孳生地活螺框出现率与平均 NDVI (Nmean) 有关 [$Y_1 = 160.62 \text{Nmean}$ ($R^2 = 0.67$, $P < 0.01$)]；山区钉螺密度与平均 NDVI 值有关 [$Y_2 = 9.65 \text{Nmean}$ ($R^2 = 0.53$, $P < 0.01$)]。 **结论** ETM⁺ 遥感卫星图像可以监测山区钉螺的分布。

【关键词】 钉螺; ETM⁺ 遥感图像; 植被指数

【中图分类号】 R383.24

【文献标识码】 A

【文章编号】 1001-6627(2004)03-0143-03

血吸虫病是严重危害发展中国家人民健康的寄生虫病之一, 亚洲、非洲和拉丁美洲的 74 个国家流行此病, 感染者达 1 亿 6 千万人^[1~3]。我国的长江流域和长江以南 13 个省、市、自治区有血吸虫病流行。据 1998 年底统计, 血吸虫病病人 76 万, 实际钉螺面积 34.74 亿 m², 其中山区钉螺面积 1.98 亿 m²^[4]。虽然占总面积的比例较小, 但由于山区有螺环境的地理状况复杂, 钉螺分布分散^[5], 部队在这些地区集结、训练时容易发生血吸虫病流行^[6,7], 严重影响部队的战斗力。因此, 监测该地区钉螺分布有十分重要的意义。

作者等在收集南京市江宁县 2000 年山区螺情资料及同期 Landsat 7-ETM⁺ (Enhanced thematic mapper plus) 遥感卫片的基础上, 提取各钉螺孳生地标准化植被指数 (The normalized difference vegetation index, NDVI), 分析 ETM⁺ 遥感卫星图像中植被指数与江宁山区钉螺分布之间的关系, 探索高分辨率遥感卫星图像在山区小范围钉螺孳生地监测中的应用。

*** 材料与方法

1 资料收集

1.1 江宁县山区 2000 年螺情资料 由江宁县血吸虫病防治站提供, 内容包括钉螺孳生地具体地点、有螺环境类型、有螺环境特点、历史有螺面积、实际有螺面积、调查总框数、有活螺框数、捕捉活螺数。利用“手持型 GPS 接收仪”现场测量各钉螺孳生地经纬度。

1.2 空间资料 由中国人民解放军总参谋部测绘局技术总站提供江宁县 1:50 000 行政区划地图, 包括居民地 (以村为单位)、交通、主要水系、高程、经纬度等空间数据。

1.3 遥感资料 由中国科学院遥感地面站提供 2000 年 Landsat 7-ETM⁺ 复合图像 1 张, 含 8 个波段。地面分辨率: 第 1~5 及第 7 波段为 30 m, 第 6 波段为 60 m, 第 8 波段为 15 m^[8,9]。范围: 东经 117°~120°, 北纬 30°~32°。

2 方法

2.1 ETM⁺ 卫星图像配准 以总参测绘局技术总站所提供的江宁县 1:50 000 行政区划地图为参照图, 在 ERDAS 8.5 软件的支持下对 ETM⁺ 卫星图像进行配准, 使所研究卫星图像中各像元所在地理位置与其实际经纬度相对应, 从而实现该卫星图与其它图层之间的叠加及进一步在空间模板中的应用。

2.2 ETM⁺ 卫星图像中各钉螺孳生地植被指数的提取 以江宁县 2000 年山区各钉螺孳生地经纬度为基础, 在 ArcView 8.0 软件支持下建立山区钉螺分布矢量图层, 并以各钉螺孳生地中心为圆心, 按相应孳生地面积大小做缓冲区; 利用 ERDAS 8.5 软件中的模板制作功能, 将第 3 波段 (band3) 与第 4 波段 (band4) 图层复合生成江宁县植被指数图层。在 ERDAS 8.5 软件模支持下, 通过 2000 年钉螺分布矢量图层从江宁县植被指数图层中提取各钉螺孳生地内最大、最小及平均植被指数。

^{*} **【基金项目】** 全军“十五”指令性课题 (No. 01L078); 第四军医大学“创新工程”课题 (No. CX99F009)。

【作者简介】 张波 (1972—), 男 (汉族), 陕西省淳化县人, 2002 年毕业于第四军医大学流行病与卫生统计专业, 硕士。现为第四军医大学博士生, 流病病与卫生统计专业。
E-mail: zhangbofmmu@yahoo.com.cn

【通讯作者】 E-mail: xudezh@fmmu.edu.cn

2.3 分析 ETM⁺卫片中 NDVI 与钉螺分布的关系
建立江宁县 2000 年度各钉螺孳生地钉螺密度(捕捉活螺数/调查总框数)、活螺框出现率(有活螺框数/调查总框数);各钉螺孳生地平均植被指数(Nmean)、最大植被指数(Nmax)、最小植被指数(Nmin)及该钉螺孳生地植被指数极差(Nv)的数据库。分析各钉螺孳生地活螺框出现率、钉螺密度与该钉螺孳生地平均、最大、最小 NDVI 及 NDVI 极差之间的关系。

结 果

1 2000 年江宁县山区钉螺分布概况

2000 年江宁县山区共有钉螺孳生地 38 个。钉螺孳生地总面积为 16.3 万 m²,钉螺密度平均为 1.12 只/框;活螺框出现率平均为 21%。钉螺孳生环境分为草滩、池塘、沟渠、田地等。标化植被指数卫星图像及钉螺分布矢量图层见图 1(图 1 见封三)。

2 2000 年江宁县山区钉螺分布与 ETM⁺-NDVI 相关性分析

分析显示山区各钉螺孳生地活螺框出现率与该钉螺孳生地缓冲区内最小 NDVI 值及平均 NDVI 值呈正相关;钉螺密度与各钉螺孳生地缓冲区内最大 NDVI 值、最小 NDVI 值及平均 NDVI 值呈正相关;而钉螺孳生地的活螺框出现率及钉螺密度均与该钉螺孳生地缓冲区内 NDVI 极差不相关(表 1)。

表 1 山区钉螺分布与 ETM⁺-NDVI 相关性分析结果
Table 1 Results of the correlation analysis between snail distribution in mountain areas and ETM⁺-NDVI

钉螺分布情况 Distribution of snail	参数 Parameters	r Pearson correlation
活螺框出现率 Positive rate of live snail basket	Nmin Nmean	0.356 * 0.344 *
钉螺密度 Snail density	Nmax Nmin Nmean	0.418 ** 0.433 ** 0.448 **

注(Note): Nmean:平均植被指数(mean NDVI);Nmax:最大植被指数(maximum NDVI); Nmin:最小植被指数(minimum NDVI)
* P<0.05, ** P<0.01

3 2000 年江宁县山区钉螺分布与 ETM⁺-NDVI 回归分析

以 NDVI 为自变量,分别以各钉螺孳生地活螺框出现率、钉螺密度为因变量,用多元逐步回归分析法研究两者与 NDVI 的关系。结果表明,山区各钉螺孳生地活螺框出现率 Y₁ 与平均 NDVI 有关, Y₁ = 160.62Nmean(R² = 0.67, P<0.01);山区钉螺密度 Y₂与平均 NDVI 值有关, Y₂ = 9.65 Nmean(R² = 0.53, P<0.01)(表 2)。

讨 论

将遥感(Remote sensing, RS)技术应用于血吸虫病监测的研究开始于 20 世纪 80 年代,利用其中间宿

主钉螺的分布与植被指数、土壤类型、地表温度、水文、高程等环境地理因素的密切相关关系^[10,11],通过对这些环境地理因素的遥感监测,预测流行特征,为该病的预防和控制提供了新的手段和方法。本次研究中所应用的 ETM⁺是 Landsat-7 上的高分辨率地球观测仪器,共有 8 个波段,其中的 3、4 波段空间分辨率为 30 m,由这两个波段所生成的标化植被指数广泛应用于监测地球表面植被的分布状况及其变化^[12]。

表 2 山区钉螺分布与 ETM⁺-NDVI 回归分析结果
Table 2 Results of the regression analysis between snail distribution in mountain areas and ETM⁺-NDVI

钉螺分布情况 Distribution of snail	参数 Parameters	回归系数 Coefficients	决定系数 R Square	P 值 P value
活螺框出现率 Positive Rate of liveSnail basket	平均植被指数 mean NDVI	160.62	0.67	<0.01
钉螺密度 Snail density	平均植被指数 mean NDVI	9.65	0.53	<0.01

通过本次研究的相关性分析结果显示,山区各钉螺孳生点活螺框出现率及钉螺密度均与该钉螺孳生地缓冲区内最小 NDVI 及平均 NDVI 值呈正相关,钉螺密度还与各钉螺孳生地缓冲区内最大 NDVI 值呈正相关。说明在江宁山区各钉螺孳生地内整体植被覆盖率越高钉螺分布范围越广,同时随着局部植被覆盖率的增高钉螺密度也随之增高。进一步做回归分析显示,山区各钉螺孳生地活螺框出现率(Y₁)及钉螺密度(Y₂)均与平均 NDVI [Y₁ = 160.62Nmean(R² = 0.67, P<0.01); Y₂ = 9.65 Nmean(R² = 0.53, P<0.01)] 有关。同样说明了各钉螺孳生地整体植被覆盖率同钉螺孳生之间的密切关系。与国内过去在局部地区应用传统流行病学现场调查所发现的“钉螺孳生分布需要植被的存在,在有螺区钉螺多的地方植被也多而没有植被的地方也没有钉螺^[10]”的观点相符合。

在应用遥感卫星图像中的 NDVI 监测钉螺分布的研究中, Malone 等^[13~15]在埃及尼罗河三角洲,通过对 NOAA-AVHRR 气象资料中昼夜温差(DT)和植被系数(NDVI)与血吸虫病分布相关关系的系统分析,提出可利用 VAHRR 气象资料这两项指标来预测曼氏血吸虫病分布。周晓农等^[16~17]应用 AVHRR 卫星图像中的 NDVI 结合 GIS 数据空间分析功能,预测血吸虫病的潜在流行区,显示传播指数(指数值>900)的分布基本与中国南部地区血吸虫流行区相吻合,证实了遥感卫星图像监测钉螺分布的实际应用价值。本研究与上述研究相比,主要存在以下不同:首先,所应用的遥感卫星图像不同。以上研究所应用的 NOAA-AVHRR 卫星图像的空间分辨率为 1.1 km,而本研究所应用的 ETM⁺卫星图像空间分辨率为 30 m;其次,以上研究钉螺分布的范围多以州或省为单位,而本研

究直接以各钉螺孳生地为单位。另外,本研究在提取山区各钉螺孳生地植被指数时考虑到第3、4波段空间分辨率为30 m,1个像元覆盖面积为900 m²,而江宁山区各钉螺孳生地平均面积为4 293 m²,用1个像元的取值很难代表该钉螺孳生地的整体情况。针对这一现象,本研究以各钉螺孳生地中心位置为圆心,按其相应面积大小建立了缓冲区,以缓冲区的取值代表各钉螺孳生地的植被分布状况,更准确地反映了该钉螺孳生地全范围内植被分布状况。

本次仅就遥感卫星图像中植被指数与山区钉螺分布之间的关系进行了研究,然而还有很多影响钉螺分布的因素,因此,作者等拟准备提取 Landsat 7-ETM⁺ 遥感卫星图像其他信息(如地表温度、土壤湿度),分析这些指标与钉螺分布之间的关系,从而使应用遥感卫星图像监测钉螺分布的研究更全面、更具实际应用价值。

【参考文献】

[1] 路步炎主编. 人体寄生虫病学[M]. 北京:人民卫生出版社,1992. 35—55.

[2] 周述龙, 林建银, 蒋明森. 血吸虫学[M]. 第2版. 北京:科学出版社,2001. 9—26.

[3] Hassan AN, Dister S, Beck LR, et al. Spatial analysis of lymphatic filariasis distribution in the Nile Delta in relation to some environmental variables using geographic information system technology[J]. J Egypt Soc Parasitol, 1998, 28(1): 119—131.

[4] 姜庆五, 林丹丹, 刘建翔. 应用卫星图像对江西省蚌湖钉螺滋生草洲植被的分类研究[J]. 中华流行病学杂志, 2001, 4: 114—115.

[5] Zhang ZY, Zhou Y, Xu DZ, et al. Spatial analysis of snail distribution in Jiangning[J]. Journal of Military Medical University, 2002, 17(2): 88—91.

[6] Chai GJ, Yang XW, Zheng FL, et al. Shistosomiasis infection in anti-flood military in the summer of 1998[J]. Chin Pub Heal, 1999, 15(suppl): 93—94.

[7] Wu GY, Yu MM. Prevention of acute shistosomiasis in anti-flood military[J]. Chin Pub Heal, 1999, 15(suppl): 94—95.

[8] Landsat 7 data product [OL]. <http://chesapeake.towson.edu/remotesensing/land-data.htm>

[9] Product Description [OL]. <http://edc.usgs.gov/products/satellite/landsat7.html#description>

[10] 赵慰先. 人体寄生虫学[M]. 北京:人民卫生出版社,1992. 12—35.

[11] Zhou XN, Yang GJ, Sun LP, et al. Application of geographic information systems on schistosomiasis[J]. Chin J Schistosomiasis Control, 1999, 11: 39—42.

[12] 田庆久, 闵祥军. 植被指数研究进展[J]. 地球科学进展, 1998, 13: 327—333.

[13] Malone JB, Yilma JM, Hlbahy MM, et al. Geomorphic information system and the distribution of *Schistosoma mansoni* in Nile delta [J]. Parasitology Today, 1997, 13: 112—119.

[14] Malone JB, Gommers R, Hansen J, et al. The geomorphic information system of snail borne disease in endemic areas using satellite surveillance[J]. Mem Inst Oswaldo Cruz, 1995, 90(2): 205—209.

[15] Malone JB, Huh OK. Temperature data from satellite imagery and the distribution of schistosomiasis in Egypt [J]. Am J Trop Med Hyg, 1994, 50(6): 714—722.

[16] 周晓农, 胡晓抒, 孙宁生, 等. 地理信息系统应用与血吸虫病的监测 I 应用预测模型的可能性[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1998, 10(6): 321—324.

[17] 周晓农, 胡晓抒, 孙宁生, 等. 地理信息系统应用与血吸虫病的监测 II 流行程度的预测[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1999, 11(2): 66—69.

【收稿日期】 2003-10-08 【修回日期】 2004-04-15

APPLICATION OF LANDSAT 7-ETM⁺ IMAGE IN SURVEILLANCE
OF SNAIL DISTRIBUTION IN MOUNTAIN AREAS

ZHANG Bo¹, ZHANG Zhi-ying¹, XU De-zhong¹, SUN Zhi-dong¹, ZHOU Yun², ZHOU Xiao-nong³

(1. Department of Epidemiology, Faculty of Preventive Medicine, Fourth Military Medical University, Xi'an 710033, China; 2. Jiangning Anti-epidemic Station of Schistosomiasis, Jiangning 211100, China; 3. Institute of Anti-Parasitic Disease, Center of Disease Control and Prevention of China, Shanghai 200025, China)

【Abstract】 Objective To analyze the relationship between NDVI of Landsat 7-ETM⁺ image and the snail distribution in mountain areas, to provide the theoretic foundation for establishing the remote sensing forecast model for snail habitats distribution. **Methods** The NDVI was extracted from ETM⁺ image by vector chart of the snail distribution using ArcView 8.1 and ERDAS 8.5 software; The relationship between NDVI and the snail distribution was investigated using bivariate correlations and stepwise linear regression. **Results** The incidence of pixel with the alive snail on mountain correlated positively with the minimum NDVI, mean NDVI ($r=0.356, 0.344, P<0.05$). Otherwise the snail density on mountain correlated positively with the minimum NDVI, mean NDVI, maximum NDVI ($r=0.418, 0.433, 0.448, P<0.01$). Regression results showed that the incidence of pixel with the alive snail on mountain correlated with the mean NDVI [$Y_1=160.62N_{mean}(R^2=0.67, P<0.01)$]; the snail density on mountain correlated with the mean NDVI [$Y_2=9.65N_{mean}(R^2=0.53, P<0.01)$]. **Conclusion** The ETM⁺ satellite images can be used to survey the distribution of snail on mountain.

【Key words】 Snail; ETM⁺ remote sensing image; the normalized difference vegetation index (NDVI)

应用ETM+ 遥感图像监测山区钉螺分布

APPLICATION OF LANDSAT7-ETM+ IMAGE IN SURVEILLANCE OF SNAIL DISTRIBUTION IN MOUNTAIN AREAS

(正文见 143 页, For text, to see p.143)

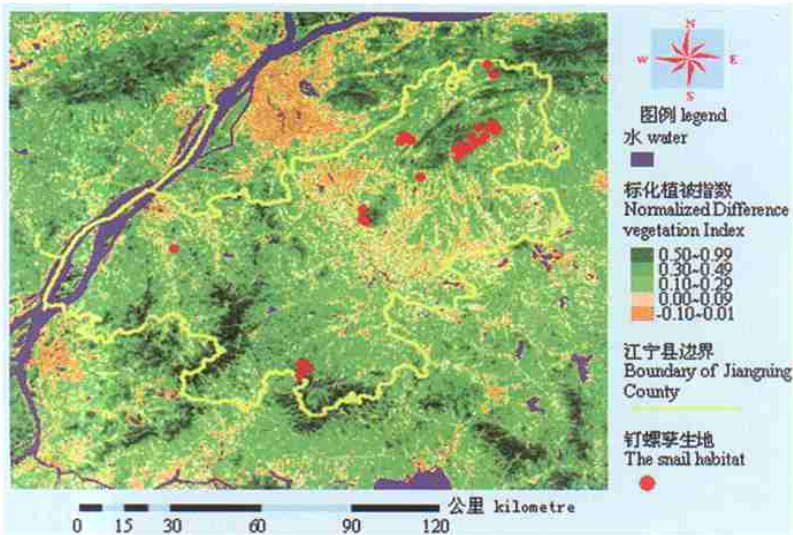


图 1 江宁县山区 Landsat7-ETM+ 归一化植被指数卫星图像及钉螺分布矢量图层

Fig.1 Landsat7-ETM+ image of The Normalized Difference Vegetation Index and vector layers of snail distribution in mountain areas of Jiangning County

日本血吸虫染色体核型及其 G 带带型分析

ANALYSIS OF THE KARYOTYPE AND G-BANDING PATTERN OF SCHISTOSOMA JAPONICUM

(正文见 133 页, For text, to see p.133)

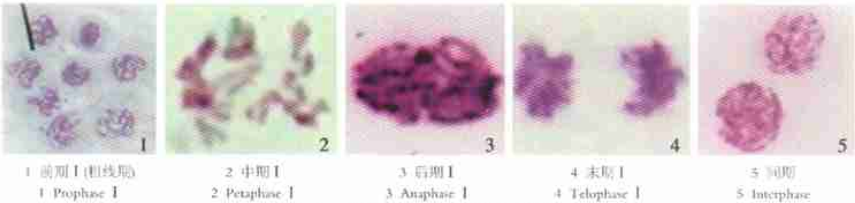
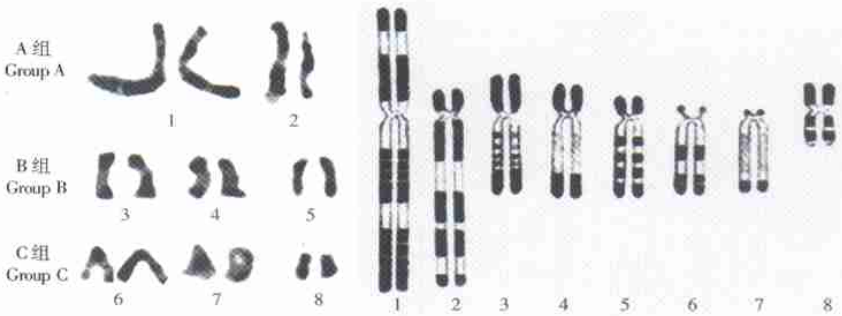


图 1 日本血吸虫生殖细胞第 1 次减数分裂
Fig.1 The first meiosis of the germ cells from Schistosoma japonicum



1-4 早中期染色体的不同形态 5 多倍体
图 2 日本血吸虫染色体核型
1-4 Different morphology of chromosome in earlier metaphase 5 Polyploid
Fig.2 Chromosome karyotype of Schistosoma japonicum



左 核型排列 2n=16, n=8 A 组 (1-2 号) B 组 (3-5 号) C 组 (6-8 号) 右 G 带染色体吸式图
图 3 日本血吸虫染色体 G 带带型
Left Karyotype plate: 2n=16, n=8 Group A (1 and 2 pairs) Group B (3-5 pairs) Group C (6-8 pairs)
Fig.3 Pattern of chromosome G-banding of Schistosoma japonicum