

遥感图像非监督分类在退田还湖区 钉螺孳生地监测的初步应用

赛晓勇 闫永平 徐德忠 张治英 蔡凯平 李岳生 周晓农

【摘要】 目的 探讨退田还湖前后集成坑试点植被类型的变化及植被类型与钉螺孳生地活螺密度之间的关系。方法 应用遥感技术将集成坑试点退田还湖前后标化植被指数(NDVI)图非监督分类后进行比较,结合现场调查确定植被类型。结果 退田还湖前各钉螺孳生地平均 NDVI 值介于 126~183 之间,植被类型以水稻、棉花和油菜为主;退田还湖后平均 NDVI 值介于 152~193 之间,植被类型以意大利杨树(意杨)林、芦苇和杂草为主;发现钉螺孳生面积由 64.64% 上升为 66.47%;各钉螺孳生地一般以多种植被混合为主,很少有单一植被类型,活螺密度以意杨林、芦苇混合类型最高,其次为意杨林、杂草混合类型,最后为单一芦苇类型。结论 单纯运用非监督分类不能识别植被类型;意杨林、芦苇和杂草与活螺密度关系密切,还应进一步研究。

【关键词】 血吸虫病; 遥感技术; 非监督分类

The use of unsupervised classification of Landsat-5 TM images in analysing the types of vegetation in the areas of "breaking dikes or opening sluice for water store" SAI Xiao-yong*, YAN Yong-ping, XU De-zhong, ZHANG Zhi-ying, CAI Kai-ping, LI Yue-sheng, ZHOU Xiao-nong. *Department of Epidemiology, School of Preventive Medicine, Fourth Military Medical University, Xi'an 710033, China
Corresponding author: YAN Yong-ping, Email: yanyping@fmmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To clarify the change of vegetation types and its relationship between the density of alive-snails in the areas of "breaking dikes or opening sluice for water store" in Jicheng. **Methods** Synthesized false color images of Jicheng before and after 1998 (1994 and 2003) were classified without supervision and results were compared. Vegetation types were identified on the spot. **Results** Normalized difference vegetation index (NDVI) of snail habitats before 1998 were between 126 and 183 in Jicheng, whose vegetation types were mainly paddy, cotton and cabbage. NDVI of snail habitats in Jicheng after 1998 were between 152 and 193 whose vegetation types were mainly poplar forest, bulrush and grass. Areas of snail habitats increased from 64.64% to 66.47%. Snail habitats were mostly composed of mixed vegetation types and mono-typed vegetation was hardly found. According to the density of alive-snails orders from high to low were poplar forest and bulrush, poplar forest and grass, bulrush. **Conclusion** Vegetation types would not be identified by unsupervised classification only. Poplar forest, bulrush and grass were closely related to the density of alive-snails.

【Key words】 Schistosomiasis; Remote sensing; Unsupervised classification

近年来,遥感技术由于其特有的优势被不断地应用于虫媒传染病(如血吸虫病、登革热、疟疾等)的研究。遥感图像处理中非监督分类(unsupervised classification)是一种常用的方法,又称聚类分析或空间集群,是按照像元灰度值向量或波谱样式在特征空间聚集的情况划分类别,通过对各类的光谱响

应曲线进行分析,与实际调查数据比较后确定最终地物类别。为了揭示退田还湖前后植被类型的变化,及植被类型与钉螺孳生地活螺密度之间的关系,应用非监督分类对退田还湖试点集成坑的钉螺孳生地进行了初步研究,旨在明确退田还湖前后集成坑钉螺孳生地植被类型的变化。

资料与方法

1. 现场的选择:湖南省华容县集成坑位于长江下游南岸,属“冬陆夏水”,是典型的双退试点之一,选择集成坑为研究现场。

基金项目:国家“十五”科技攻关课题资助项目(2001BA705B08)

作者单位:710033 西安,第四军医大学预防医学系流行病学教研室(赛晓勇、闫永平、徐德忠、张治英);湖南省血吸虫病防治所(蔡凯平、李岳生);中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所(周晓农)

通讯作者:闫永平,Email: yanyping@fmmu.edu.cn

2. 螺情资料:收集 2003 年春季系统抽样结合环境抽样方法调查的孳生地钉螺分布情况,包括钉螺密度、孳生地面积;所有螺情资料均由华容县洪山头镇血吸虫病防治站提供。

3. 空间结构数据库资料:集成坑的 1:10 000 原始地形图购自湖南省国土资源信息中心;用 MAPINFO PROFESSIONAL 7.0 制作集成坑 1:10 000 矢量化地形图。并用全球定位仪测定各孳生地中心位置的经纬度,经纬度于 2003 年 12 月会同洪山头镇血吸虫病防治站工作人员现场采集。

4. 遥感卫星图片的处理:遥感图像取自 2003-04-15 和 1994-10-31 陆地卫星 5 (land satellite thematic mapper, Landsat-5 TM) 查螺季节经过集成坑上空时拍摄的遥感数据,包括 7 个波段(TM1~TM7)。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。

5. 卫星图片的地理配准:将卫星图片与地形图进行配准,使遥感图片与地形图具有相同的地理坐标系统,从而可以有效地利用遥感信息,提取与血吸虫病相关环境因素的遥感替代指标。遥感图像的伪彩色合成根据 Landsat-5 所载传感器 TM 的波谱范围及各波段对地表的识别特征,结合本研究的目的,以配准的 Landsat-5 TM 图片的 CH3、CH4、CH5 波段伪彩色合成生成 TM345 复合图像。

6. 遥感图像的分析及评价:①遥感图像的非监督分类:将 TM345 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;②非监督分类结果的评价:分类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。计算两类间的分离率(transformed divergence, TD)值,以评价两类间的分离率。根据 Jones 的判定标准^[1]:TD 值在 0~2000 之间,当 TD<1700 时,表示两类不能分开;反之则能够区别开来。

7. 钉螺孳生地地表特征的识别:在 ERDAS IMAGINE 8.5 软件支持下,将建立的矢量图与非监督分类结果重叠,结合现场考察进行识别,退田还湖带来的地表特征的影响主要是植被量和植被类型的变化。

结 果

1. 应用于 TM345 伪彩色复合图像:在 ERDAS 8.5 软件支持下采用最大重复轮次(maximum

iteration) 24 次、集中极限(convergence chreshold) 95%,对集成坑 TM345 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 A)。将分类结果与 TM321 真彩色复合图(图 1 B,其中 TM3-红、TM2-绿、TM1-蓝)进行比较。

2. 应用于钉螺孳生地植被量和植被类型的识别:将生成的集成坑 1994 年和 2003 年卫星图片进行非监督分类,将合成的伪彩色图与钉螺孳生地的矢量图重叠比较,结合现场调查确定植被类型。将退田还湖前后标化植被指数(normalized difference vegetation index, NDVI)图进行非监督分类结果如图 2 示,通过比较发现第 4、5、7、8、9、10 类较退田还湖前面积增加(表 1);NDVI 值除 4、6、10 类外均有增加。

表 1 退田还湖前后集成坑 NDVI 非监督分类面积变化

| 类别 | 颜色 | 退前面积 (像素数) | 退后面积 (像素数) | 退前 NDVI | 退后 NDVI |
|----|-----|---------------|---------------|------------|------------|
| 1 | 红色 | 992 | 984 | 161 | 180 |
| 2 | 绿色 | 4773 | 4736 | 156 | 163 |
| 3 | 蓝色 | 4866 | 4396 | 157 | 160 |
| 4 | 橙色 | 3577 | 3741 | 171 | 167 |
| 5 | 粉色 | 2727 | 3653 | 174 | 177 |
| 6 | 淡蓝色 | 3723 | 3024 | 183 | 173 |
| 7 | 墨绿色 | 3353 | 3531 | 151 | 152 |
| 8 | 黄色 | 3344 | 3878 | 160 | 193 |
| 9 | 砖红色 | 4431 | 4505 | 126 | 168 |
| 10 | 黄绿色 | 4683 | 4779 | 191 | 164 |

TD 分析显示,总体分离率均>1800。除相邻两类之间 TD 值<1700 外,非相邻类间 TD 值均>1700,分类效果较好。结合现场调查,钉螺孳生地退田还湖前后植被类型及所在类别见表 2。

表 2 退田还湖前后钉螺孳生地植被类型及类别

| 钉螺孳生地 | 退 前 | | | 退 后 | | |
|-------|-----|--------|-------|-----|--------|--------|
| | 类别 | NDVI 值 | 植被 | 类别 | NDVI 值 | 植被 |
| 1 | 8 | 160 | 水稻+棉花 | 6 | 173 | 芦苇+杂草 |
| 2 | 6 | 183 | 油菜+棉花 | 8 | 193 | 意杨林+杂草 |
| 3 | 5 | 174 | 杂草+榨刺 | 9 | 168 | 杂草+榨刺 |
| 4 | 9 | 126 | 水稻+棉花 | 4 | 167 | 芦苇+杂草 |
| 5 | 5 | 174 | 水稻+棉花 | 8 | 193 | 芦苇 |
| 6 | 8 | 160 | 水稻+棉花 | 7 | 152 | 芦苇+杂草 |
| 7 | 6 | 183 | 油菜+棉花 | 8 | 193 | 意杨林+芦苇 |

表 3 2003 年集成坑钉螺孳生地植被与活螺密度(只/框)

| 地名 | 类别 | 植被类型 | NDVI 值 | 平均活螺密度 |
|------|----|--------|--------|--------|
| 大港荒坪 | 8 | 芦苇 | 193 | 0.930 |
| 临江树林 | 8 | 意杨林+杂草 | 193 | 1.020 |
| 主沟 | 9 | 杂草+榨刺 | 168 | 0.700 |
| 五岭荒坪 | 7 | 芦苇+杂草 | 152 | 0.260 |
| 倒口周边 | 8 | 意杨林+芦苇 | 193 | 2.055 |

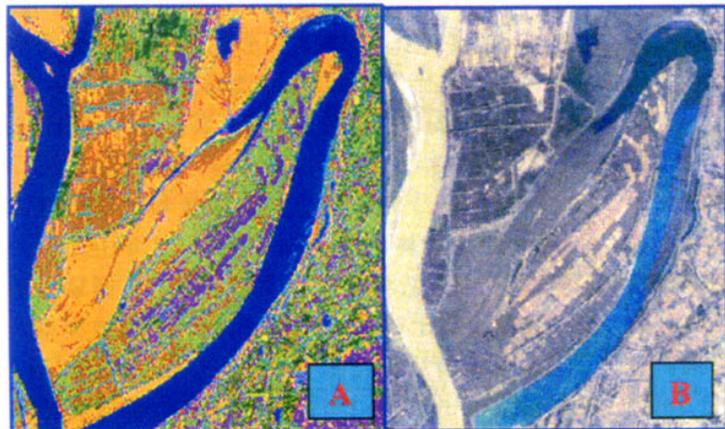
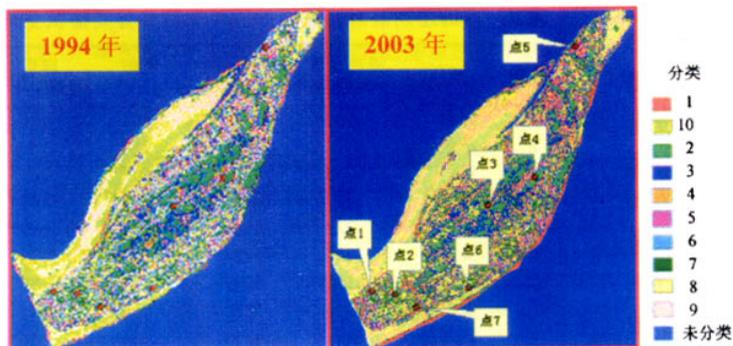


图1 集成垸 TM345 伪彩色(A)与 TM123 真彩色(B)复合图非监督分类结果比较



图中各点为各钉螺孳生地的中心位置

图2 退田还湖前后 NDVI 非监督分类结果示意图

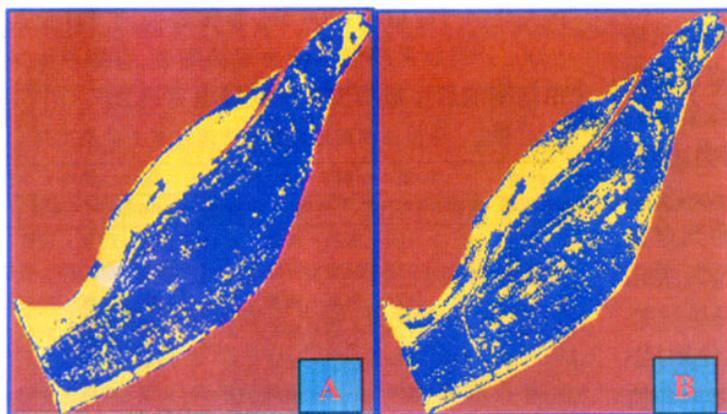


图3 1994 年(A)和 2003 年(B)集成垸钉螺分布合成示意图

具体考察钉螺孳生地,发现退田还湖前各钉螺孳生地均列入5~9类,平均 NDVI 值介于126~183之间,植被类型以水稻、棉花和油菜为主;退田还湖后均列入4~9类,平均 NDVI 值介于152~193之

间,植被类型以意大利杨树(意杨)林、芦苇和杂草为主;由退田还湖前后各钉螺孳生地 NDVI 值看,除3、6变化不大外,其余各点 NDVI 值退田还湖后均有较大幅度增加。根据分类结果合成 1994 年和 2003 年集成垸钉螺分布图 3 示(蓝色部分为钉螺孳生范围,1994 年 NDVI 值介于126~183;2003 年 NDVI 值介于152~193),发现钉螺孳生面积由 64.64% 上升为 66.47%。

分析 2003 年集成垸钉螺孳生地植被与活螺密度的关系(表 3),发现各钉螺孳生地以多种植被混合为主,很少有单一植被类型,如意杨林+芦苇、意杨林+杂草、芦苇+杂草等。活螺密度以意杨林+芦苇最高,其次为意杨林+杂草、芦苇。值得一提的是,意杨林+芦苇、意杨林+杂草、芦苇三种类型钉螺孳生地植被类型不同,但 NDVI 值相同验证了 NDVI 值与植被类型之间是非特异的。

讨 论

1998 年我国实行退田还湖的治水方针对血吸虫病的传播影响因素——植被造成了一定程度的影响,我们采用遥感图像的非监督分类进行了初步分析。选用的陆地卫星 5 号的专题制图仪有 7 个波段,6 个波段分辨率达到 30 m,是陆地卫星多谱扫描仪中分辨率最高的一种。其中 1~5 波段可用于植物的监测:第 1 波段可区别土壤、植被;第 2 波段可分析植被状态;第 3 波段可分析植被类型;第 4 波段可分析确定生物量;第 5 波段可用于植被类型分析。非监督分类和监督分类是遥感图像分析中常用的方法。非监督分类不需要提前选择分类的实验区,避免了监督分类中常遇到的如训练区数据无法获得或训练区太小不能在卫星图片上显示等问题^[2],仅凭遥感影像中各类地物光谱特征的分布规律,采用聚类分析达到区分的目的,常常形成过渡类或类间错分,因而常将监督与非监督分类结合起来以提高分类的准确性^[3]。

目前国内外应用非监督分类方法较多,如姜庆五等^[4]在应用 Landsat-TM 遥感图像分别研究江西蚌湖及安徽贵池血吸虫疫区钉螺孳生地的地物属性时,即先采用非监督分类方法对遥感影像进行分类,然后到现场调查确定不同类别的地物属性;也曾利用 TM3、4、5 波段对水体识别效果较好^[5]。Baure, Burk^[6]在利用遥感图像对美国明尼苏达州的森林资源进行调查时先应用监督分类将树种分成大类,然后将其分成若干亚类,平均正确率为 64%~80%。如 Abdel-Rahman 等^[7]在其研究中对 Landsat-4、5 TM 图像进行缨帽转换,根据生成的亮度、绿度及湿度三个特征分量图像对地表景观进行分类,分析其与埃及血吸虫流行的关系,提取其中 4 类与血吸虫流行有关的景观特征用于进一步的研究中;Gadallah 等^[8]在对 Landsat 图像进行非监督分类研究加拿大马尼托巴湖植被分布图的过程中,以一系列航拍图片为辅助对分类结果进行了校正;Baure, Burk^[6]在利用遥感图像对美国明尼苏达州的森林资源进行调查时,除应用 Landsat-TM 的 6 个原始数据外还结合对原始数据缨帽转换后的前三个特征分量(亮度、绿度及湿度)及三个能反映森林叶盖特征的植被指数(TM4/TM3、TM4/TM2、TM5/TM4)一起对森林种类进行监测分类。

非监督分类应用于 TM345 伪彩色复合图像,发现 10 类中除无植被的水域(蓝色)、沙滩(橙色)、道路(深绿色)可有效识别外,其他均有可能有植被覆盖。计算 TD,其平均值为 1878.68,总体分离较好。具体考察各类间分离率发现:2~3、3~4、4~5、5~6、6~7、7~8、8~9 相邻两类间的 TD 值 < 1700,说明非监督分类还不能将相邻两类有效分开,但非相邻类间分离较好;非监督分类应用于钉螺孳生地植被量和植被类型的识别,退田还湖前后 NDVI 图第 4、5、7、8、9、10 类较退田还湖前面积增加;NDVI 值除 4、6、10 类外均有增加,一定程度上说明植被含量较退田还湖前增加;根据 1994 年和 2003 年集成坑钉螺分布图比较发现钉螺孳生面积由 64.64% 上升为 66.47%,说明在一定程度上退田还湖使钉螺孳生面积增加。

本研究结果显示,应用非监督分类对集成坑植被量进行分析发现,退田还湖后植被量较前增加,在一定程度上说明退田还湖的影响,从而说明非监督分类是一种较为实用的方法;对集成坑钉螺孳生地

的植被类型结合现场考察发现:主要植被类型为意杨林、芦苇、杂草等,提示这三种类型与钉螺孳生密切相关,应进一步深入研究;活螺密度以意杨林+芦苇最高,其次为意杨林+杂草、芦苇,提示意杨林与活螺密度密切相关。另外,退田还湖带来的植被的变化分为两部分:自然变化和人为因素。葛继华等^[9]研究钉螺分布与滩地植被的关系时发现除农作物种植区外,杂草滩、芦苇滩、意杨林滩及柳林滩均有钉螺分布,但以芦苇滩及意杨林滩活螺密度最高,与本研究结果类似。人为因素如种植意大利杨也可使植被类型发生变化,意大利杨与活螺密度之间的关系还应排除人为因素研究。

本研究的不足之处在于钉螺孳生地的数目较少,未对活螺密度与植被类型之间的定量关系进行深入地研究;研究结果只能说明集成坑退田还湖前后的变化;由于无法获得 1994 年各螺点的螺情资料,未对 1994 年集成坑钉螺孳生地植被与活螺密度的关系进行分析;选择的卫星图片为退田还湖前 5 年(1994 年)及退田还湖后 5 年(2003 年)的各一张图片,代表性有待加强。

参 考 文 献

- 1 ERDAS Inc. ERDAS field guide (fifth edition). USA: ERDAS Inc, 1999.
- 2 胡著智,王慧麟,陈钦峦. 遥感技术与地学应用. 江苏:南京大学出版社,1999.
- 3 Thomas CJ, Lindsay SW. Local-scale variation in malaria infection amongst rural Gambian children estimated by satellite remote sensing. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 2000, 94: 159-163.
- 4 姜庆五,林丹丹,刘建翔,等. 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. 中华流行病学杂志, 2001, 22: 114-115.
- 5 姜庆五,刘建翔,林涛,等. 利用 TM 卫星遥感图像对鄱阳湖血吸虫病流行区水体识别的研究. 中国公共卫生, 2001, 17: 289-290.
- 6 Baure ME, Burk T. Satellite inventory of Minnesota forest resources. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, <http://dendron.forestry.umn.edu:70/0/nasapaper/landclass.html>
- 7 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.
- 8 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>
- 9 葛继华,何家昶,汪天平. 三峡建坝后长江安徽段水位变化对钉螺及植被分布影响的研究. 中国血吸虫病防治杂志, 1998, 10: 193-196.

(收稿日期:2004-07-19)

(本文编辑:张林东)