

遥感与GIS在河流水质环境背景分析中的应用——以台湾基隆河为例

许琰, 傅肃性, 黄绚(中国科学院地理研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101, E-mail: xuj@lreis.ac.cn)

摘要: 为了研究河流水质受到流域环境背景和人类活动的影响, 运用 TM 影像和 SPOT 影像, 在地图资料、统计资料以及实测资料的基础上, 结合遥感和 GIS 技术, 对基隆河水质及其与环境背景和城市污染的关系做了分析。根据遥感影像灰度值与水体反射率和水体中悬浮固体含量之间的相关关系, 运用 SPOT 影像和实测数据将基隆河悬浮固体含量分为 4 级, 并进行了基于 GIS 专题信息的基隆河流域环境遥感制图, 通过水体悬浮固体浓度等级与环境背景、排污口的比较, 通过计算各等级水体与各种环境背景相邻的边界长度, 得出基隆河悬浮固体含量主要受环境背景和城市排污的影响。

关键词: 遥感; GIS; 水质监测; 环境背景

中图分类号: X522 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2000)04-0001-05

Application of Remote Sensing and GIS in Environment Background of Water Quality Analysis—A Case Study in Jilong River, Taiwan

Xu Jun, Fu Suxing, Huang Xuan(The State Key Laboratory of Resources and Environment Information System, Institute of Geography, CAS, Beijing 100101, China E-mail: xuj@lreis.ac.cn)

Abstract: In order to indicate the effect of the environmental background of a drainage basin and human activity on the river's water quality, TM and SPOT images, thematic maps, statistic data and in field measured data were used to analyze the relationship of Jilong River water quality with its environmental background and urban pollution. According to the relations between the reflectivity of water and its suspended sediment concentration, band 1 and 2 of SPOT image were used to classify the concentration of suspended sediment into 4 grades on base of the in field measured data. The environmental background of Jilong River basin were acquired by environmental remote sensing mapping with TM and SPOT images and thematic information based on GIS. Comparing the water quality with the environmental background of the basin and the location of limber holes, it can be concluded that its environmental background and urban sewage affect the water quality of Jilong River.

Keywords: remote sensing; GIS; water quality monitor; environmental background

遥感和 GIS 技术在环境状况的调查和水质监测中取得了日益广泛的应用^[1-6]。在环境遥感制图方面也有很多新的研究方法, 例如基于 GIS 和知识的遥感影像分类方法^[7,8], 人工神经网络的应用等^[9]。遥感数据的高分辨率、大范围、连续性的特点, 弥补了在水质监测中常规监测方法的不足。GIS 的数据查询、分析与显示功能有助于遥感图像的识别和信息复合, 并将识别的结果进行分析、图形显示。

遥感作为一种高效的信息采集手段, 为

GIS 提供了信息源和数据更新手段, 而 GIS 提供一系列基本数据库, 补偿了卫星数据的不足, 并增强信息处理和分析能力, 提高遥感数据的分类精度^[10,11]。本文利用 TM 和 SPOT 遥感影像数据以及地图资料、实测统计和其它数据, 结合遥感和 GIS, 进行了基于知识的基隆河流域的水体悬浮固体制图和环境背景遥感制图, 并

基金项目: 与台湾中国文化大学合作研究项目

作者简介: 许琰(1972-), 女, 博士研究生, 主要研究方向为遥感地学分析、地理信息系统。

收稿日期: 1999-10-20

在此基础上,运用 GIS 的分析功能,着重对水体悬浮固体与环境背景的关系做了研究.

1 研究区地理背景

试验区地处台北地区(图 1). 属台北盆地及火山、丘陵区. 本区东北和东南两侧的地势较高,盆地平原略向西北倾斜. 区内地形主要是火山、丘陵和盆地. 其中火山区是台湾大屯火山群的一部分,包括七星山、纱帽山等火山,覆盖有森林植被,在该火山群四周分布有若干熔岩盆地和侵蚀堆积台地,大部分是草地;丘陵区主要分布于基隆河谷的南北,它们是内湖丘陵和南港丘陵,也多为森林植被覆盖,盆地平原区海拔高度 30~60m 不等,该区绝大部分是城市建地、公园绿地和农田用地等.

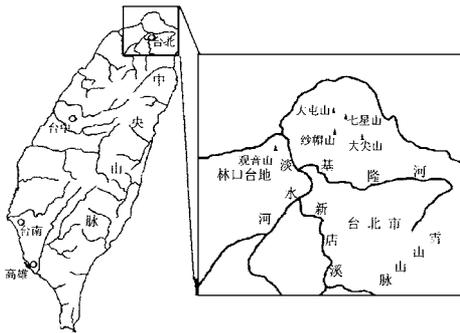


图 1 研究区位置

Fig. 1 Location of the study area

基隆河为台湾省淡水河的第二大支流,由东向西横穿绕行于地势低平的盆地与河谷平原,在关渡折向西北汇入淡水河北流入海,全长 29.26km,流域面积 490.77km²[12]. 近年来,由于环境的恶化,虽然采取了不少污染防治措施,但仍然有大量污水排入河中,河流水质明显下降.

2 基隆河水体悬浮固体分级

按照台湾环境部门提供的淡水河悬浮固体数据以及分级标准将水体悬浮固体浓度分为 4 级:

A 级: 未(稍)受污染 < 20mg/L

B 级: 轻度污染 20~49mg/L

C 级: 中度污染 50~100mg/L

D 级: 严重污染 > 100mg/L

根据台湾环境部门提供的基隆河及淡水河上 19 个观测站的实测数据,选取各个等级浓度的训练样区,进行最大似然监督分类,结果表明用 SPOT1、2 波段分类的精度为 79%,比用单波段分类的精度提高了 10%. 图 2 为基隆河悬浮固体分类等级图.

由图 2 可以看出,基隆河自江北桥至入淡水河的河口处,其水体悬浮固体浓度是不同的,成美桥以上河段悬浮固体浓度很低,基本上在 20mg/L 以下,民权桥—中山桥河段浓度稍高,在 20~49mg/L 之间,百龄桥附近浓度最大,为 50mg/L 以上,基隆河水体悬浮固体浓度没有 100mg/L 以上的 D 级.

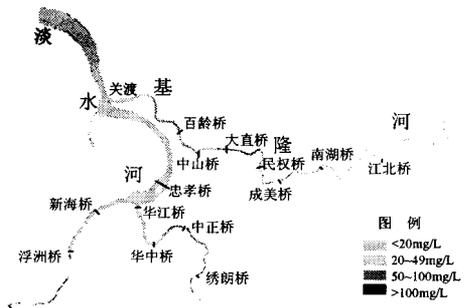


图 2 基隆河悬浮固体分类等级

Fig. 2 The suspended solids concentration map of Jilong River

3 基隆河流域环境背景遥感制图

3.1 数据源及其光谱特征

本研究采用 TM 和 SPOT 影像及土地利用专题地图、高程图来提高分类精度.

在台湾地区,大部分土地利用都有规模较小、空间组成较复杂的特性,在使用卫星影像来做环境背景分析比较困难,鉴于 TM 影像的高光谱分辨率和 SPOT 影像的高空间分辨率,本文选用 1989 年 2 月的 TM 影像和 1997 年 11 月的 SPOT 影像 2 种不同时相卫星影像进行基隆河流域的环境背景分类. 依据 TM 影像的

光谱特征, 选取有利于区分不同植物种类的 TM3、对生物量及作物长势反映敏感的 TM4 以及利于区分植物含水量的 TM5, 进行环境背景的识别分类. 对 SPOT 影像, 用了多光谱的 3 个波段. 由于植被的分布受海拔高度影响很大, 将地形图数字化后输入作为影像的一个波段参与分类. 土地利用专题图用来选择训练样区和判断分类精度.

3.2 环境背景类型分类

首先在影像上确定研究区范围, 北界主要根据山脊线和河流的流向确定, 南界的范围在台北市南侧, 包括了整个台北市. 本研究区范围比基隆河流域略小, 面积为 433.52km². 根据台北市土地利用图^[13]和台湾土地利用分类系统, 确定本区的 9 种环境背景类型. 将台北市土地利用图与影像叠加显示, 并比较 2 幅影像的不同季相特征, 可以确认水田、旱地等植被类型, 选定训练样区. 训练样区的选择考虑到同相异谱的因素, 同一种类型选择了不同的训练样区, 如在山地阴坡和阳坡的林地分别选取训练样区, 分类后再将相同的地类合并.

选取 TM5, 4, 3 波段、SPOT1, 2, 3 波段和高程波段, 用最大似然监督分类, 获得基隆河流域环境背景的分类结果. 比较 2 种分类结果, 发现环境背景类型基本一致, 8 年来环境背景类

型变化不大, 主要是基隆河在民权桥与大直桥之间的河段发生了截弯取直现象. 从 9 种环境背景类型的分布面积(表 1)来看, 基隆河流域的地理环境背景类型, 主要是常绿阔叶林为主的林地, 占试验区面积的 40% 以上, 灌丛、草地约占 14%, 城市与城市绿地约占 31%, 其它占 15% 左右. 从表 2 的分类混淆矩阵中可以看出, 林地、裸地和水体的分类精度较高, 均大于 90%, 草地与旱地、城市与公路的混淆较严重. 在实际应用中, 将城市与公路合并为建筑用地. 影像中的云分布在山区, 因此都归为林地这一类. 分类结果的总体精度为 79.31%, Kappa 系数为 0.77.

表 1 基隆河流域环境背景类型

Table 1 Environment background of the Jilong River basin

类别	像元数	面积/km ²	百分比%
林地	1137061	177.66	40.89
草地	73146	11.43	2.63
水田	87080	13.61	3.13
旱地	132939	20.77	4.78
建筑用地	702804	109.81	25.27
裸地	25259	3.95	0.91
水体	151957	23.74	5.46
城市绿地	158984	24.84	5.72
灌丛	311722	48.71	11.21
合计		433.52	100.00

表 2 基隆河流域环境背景类型分类混淆矩阵

Table 2 Classification confusion matrix of Jilong River environment background

类别	各类像元百分数/%														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
10 云	68.6				4.9	1.0	6.8		0.1	17.2			0.2	1.0	0.2
20 森林 1		93.9	4.4				0.2						0.1		1.3
30 森林 2	0.1	3.3	86.3	6.2								0.1		1.1	2.8
40 森林 3			5.7	93.8											0.6
50 草地	0.5				38.1	21.5	25.9	0.1	0.3	0.3				13.2	0.1
60 水田	0.1				5.7	89.2	1.2		0.1				3.7		
70 旱地	0.6				11.8	4.4	74.9	0.1	2.7	1.1			4.3	0.2	
80 城市 1					0.1		0.9	86.8	10.1	0.2	0.2		0.1	1.5	
90 公路					0.5	3.9	0.6	33.7	41.5		5.6	1.1	12.3	0.7	
100 裸地	0.2				0.5	0.5	0.9	0.9	0.1	94.7		0.5		1.7	
110 水体 1					0.1		0.4	0.8	3.0	94.9		0.1	0.1	0.6	
120 水体 2	1.0				0.1					2.0		84.7	1.2	1.3	10.7
130 城市绿地	0.3				6.1	7.8	9.0		9.9			4.6	62.0	0.2	0.1
140 城市 2	1.5						0.6	18.1	32.2	0.3		12.1	0.5	34.5	0.2
150 灌丛	2.3	1.5										3.9	0.5	0.7	91.1

4 基隆河下游水体悬浮固体的环境背景分析

将基隆河悬浮固体分类等级图与基隆河环境背景类型叠加, 获得基隆河水体悬浮固体分布环境背景类型图(图 3)。基隆河自东向西流经的地理环境背景类型, 上游山区主要是常绿阔叶林为主的林地, 下游流经台北市, 主要环境

背景类型为城市建筑用地、农田和草地。从图上可看出基隆河水体的悬浮固体浓度与环境背景类型有关: 在上游受人为作用较小, 植被覆盖率高, 悬浮固体含量低; 下游流经城市的河段悬浮固体含量较高; 而城市下游的河段悬浮固体含量又逐渐降低。

运用GIS的分析功能, 计算出不同悬浮固

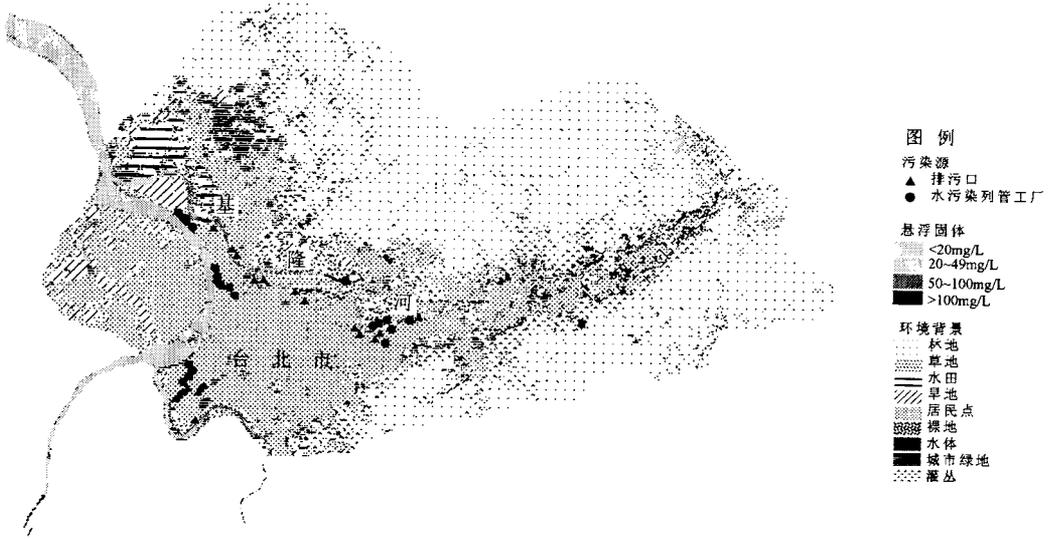


图 3 基隆河水体悬浮固体环境背景类型图

Fig. 3 Environment background type of Jilong River suspended solids concentration

体浓度等级分别与不同环境背景类型相邻的长度(表 3)。发现与 A 级相邻的地类中, 林地占 40%, 是 4 种类型中最大的, 裸地所占的比例最小。与 D 级相邻的地类中, 林地占的比例最小, 仅占 4%, 城市占的比例最大, 为 58% (图 4)。其它背景类型与各级水体相邻河段长度所占比

体含量主要受到植被覆盖和城市排污的影响, 在植被覆盖率高且人口较少的地方水体悬浮固体含量低, 在植被覆盖率低而人口集中的城市地区, 水体悬浮固体含量高。

表 3 各级水体与地类相邻的河段长度/m

Table 3 The length of every water border upon every land type/m

等级	林地	草地	农田	城市	裸地
A	8375	1230	1689	9133	117
B	3463	1401	2450	9768	40
C	1237	202	630	3205	0
D	223	1023	930	3128	95

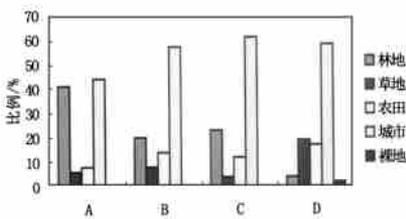


图 4 与各级水体相邻的不同地类所占比例

Fig. 4 The proportion of different land type border upon every grade of water

例相差不大。因此可以判断基隆河水体悬浮固

将台北市主要排污口分布图^[13]与基隆河水体悬浮固体环境背景类型图叠加(图 3), 可以发现民权桥上游以及中山桥至百龄桥河段

两岸水体悬浮固体浓度增加的河段,两岸多有水污染列管工厂和排污口分布,可见城市污水也是基隆河中固体悬浮物的一个来源。

水体悬浮固体的来源还与流域的地形、岩性、土壤类型、气候条件、植被类型等多种因素有关。若有充足的数据源,根据流域的数字高程模型(DEM)可以计算出流域的坡度、坡向、坡长等地形参数,再根据地理信息系统的气候、土壤等数据,可以计算出流域的产沙模型,进而可判断出河流的悬浮固体浓度受流域自然环境背景和人工排污量影响的程度。

5 小 结

利用 TM 和 SPOT 影像、地图资料和实测数据,对基隆河流域做了河流悬浮固体浓度观测和环境背景分类,并且利用 GIS 对环境背景类型图、悬浮固体等级图和排污口分布图进行了叠加分析。分析表明基隆河悬浮固体含量受环境背景和城市排污的影响很大。在上游植被覆盖较好,受人为作用较小的河段,水体悬浮固体含量较低,下游流经人口密度较高、植被覆盖率低的城区的河段悬浮固体含量较高,而出了城市以下的河段水质又逐渐恢复,在排污口附近的河段悬浮固体浓度增大。

参考文献:

- 1 Populus J et al. An assessment of environmental sensitivity to marine pollution: solutions with remote sensing and Geographical Information System (GIS). International Journal of Remote Sensing, 1995, 16: 3~ 15.
- 2 Floyd M Henderson et al. Application of C-CAP proctol land-cover data to nonpoint source water pollution potential spatial models in a coastal environment. PE & RS, 1998, 64: 1015~ 1021.
- 3 Janet E Nichol. Remote sensing of water quality in the Sigapore-Johor-Riau Growth Triangle. Remote Sensing of Environment, 1993, 43: 139~ 148.
- 4 李京. 水域悬浮固体含量的遥感定量研究. 环境科学学报, 1996, 5(2): 166~ 173.
- 5 Leal A, Mertes K, Milton O Smith, John B Adams. Estimating suspended sediment concentrations in surface waters of the Amazon River wetlands from Landsat images. Remote Sensing of Environment, 1993, 43: 281~ 301.
- 6 Tassen S. Evaluation of the potential of the thematic mapper for marine application. International Journal of Remote Sensing, 1987, 8: 1455~ 1478.
- 7 术洪磊, 毛赞猷. GIS 辅助下的基于知识的遥感影像分类方法研究. 测绘学报, 1997, 26(4): 328~ 336.
- 8 刘卫国等. 地理信息系统支持下的知识获取及其在遥感影像植被分类中的应用研究. 遥感学报, 1998, 2(3): 234~ 239.
- 9 张宝光. 人工神经网络在遥感数字图像处理中的应用. 国土资源遥感, 1998, 35(1): 21~ 27.
- 10 黄杏元, 汤勤. 地理信息系统概论. 北京: 高等教育出版社, 1989. 5.
- 11 吴炳方等. 应用遥感及地理信息系统进行植被制图. 环境遥感, 1995, 10(1): 30~ 37.
- 12 李鹿苹. 台湾小区域地理研究集. 台北: 国立编译馆出版, 1984. 45~ 80.
- 13 石再添等. 台北市动态环境的综合研究. 台湾师范大学地理研究所地理研究报告, 1987, 13(3): 1~ 56.