

文章编号: 1007-4619(2005)04-0498-05

基于 DMC 卫星影像对海啸灾情 土地覆盖类型变化的分析

张永红, 赵继成, 龙 艳, 燕 琴, 马 晶

(中国测绘科学研究院, 北京 100039)

摘 要: 利用 DMC 卫星影像, 对在 2004 年 12 月 26 日发生的印度洋海啸中, 受灾严重的印度尼西亚亚齐特别自治区进行土地覆盖类型变化比较分析, 对灾情进行评估, 研究表明 DMC 卫星影像在灾情分析及土地覆盖类型监测等方面的应用前景。

关键词: DMC (Disaster Monitoring Constellation); 土地覆盖; 图像解译

中图分类号: TP79 文献标识码: A

1 引 言

人类从最初的一源低分辨率、单时相、单波段、单光谱发展成为多源高分辨率、多时相、多光谱的遥感影像的获取与处理, 从简单的使用卫星遥感技术分析评估人类生存环境中可视性的自然现象和自然景观的自然属性, 到今天主动发射能为人类自然灾害预警预报防灾减灾以及灾前的预测、风险评估和科学研究, 并可作灾情专题评估的卫星监测系统, 可见是一个质的飞跃。2004 年 12 月 26 日, 印尼苏门答腊岛西北海域(北纬 3.6° , 东经 96.3°)发生了里氏 9.0 级强烈地震, 在印度洋上引发了巨大的海啸。袭击了印度洋沿岸的印尼、斯里兰卡、泰国、印度、缅甸、马来西亚等 12 个国家, 给南亚和东南亚国家带来了巨大的人员伤亡和经济损失。为客观、准确了解此次海啸所造成的损失, 在中国国家遥感中心的组织下利用英国 DMC (Disaster Monitoring Constellation) 小卫星获取的 2005 年 1 月 7 日印度尼西亚苏门答腊岛的遥感影像, 对地震海啸灾害最严重的印度尼西亚亚齐特别自治区进行了监测分析。

土地覆盖指地球陆地表面的自然状态, 是自然发展和人类活动共同作用的结果, 具有自然和人工双重属性^[1]。它的形态和状态可在多种时空尺度

上发生变化。应用遥感技术获取其变化信息, 监测其变化信息的发展状况, 可从静态的地类分布、动态的变化监测, 揭示地表空间结构、变化规律, 探讨变化的驱动因子, 分析评价生态环境, 评估自然灾害对地表的破坏程度及为人类造成的损失, 从而判断自然变化与人为变化的关系, 是引导人类可持续发展的重要科学依据。

2 研究区及数据集

2.1 研究区概况

研究区域是 2004 年 12 月 26 日印度洋海啸的重灾区印度尼西亚苏门答腊岛的亚齐特别自治区(以下简称亚齐省)。苏门答腊岛是世界第六大岛, 是中南半岛西侧的阿拉干山脉伸入海洋后形成的。北部沿海地区主要是沼泽地。河流众多。东半部为平原, 南宽北窄, 最宽 100km 以上。西半部山地纵贯, 有近百座成串火山, 并分布有熔岩高原、山脉和纵谷, 多峡谷和温泉。最高峰葛林芝火山(Kerinci)海拔 3805m。西坡陡峻, 东坡和缓。沿海有大片沼泽。沿岸有珊瑚礁。岛上气候具有高温、多雨、风小、潮湿的特点, 降雨有明显差异, 年平均气温 $25-27^{\circ}\text{C}$, 低地气温平均在 26°C 上下。

拥有 1.7 万个岛屿的印尼位处俗称为“火环”

收稿日期: 2005 03 02 修订日期: 2005 04 12

基金项目: “十五”国家科技攻关重大专项: 高性能对地观测微小卫星技术与应用研究。

作者简介: 张永红(1973—), 男, 博士, 中国测绘科学研究院研究员。主要研究方向为遥感图像处理、雷达遥感、土地利用与土地覆盖变化等。已在国内外核心期刊发表论文二十余篇。

的环太平洋地震带, 刚刚在欧亚板块、印度板块及印度—澳洲板块三大板块之间, 地震及火山活动非常活跃, 全球约 80% 地震均在这个地震带发生。2004 年更是地震频频, 在去年 12 月 26 日前共发生了 8 次 5 级以上地震。

亚齐省 (Aceh) 位于苏门答腊岛的西北部, 面积 5.5 万多平方公里, 人口约 410 万, 其中 47 万人居住在沿海地带, 其中 98% 信奉伊斯兰教。亚齐拥有十分丰富的石油、天然气、金银矿、橡胶和木材等自然资源。

2.2 DMC 卫星影像、数字世界地图 (DCW)

影像数据的拍摄时间是 2005 年 1 月 7 日 03:48:12 由英国的 DMC 卫星拍摄, 视角为 0.0° , 地面分辨率为 32m, 投影方式为 WGS 84 / UTM zone 47N。有风, 多云。同时, 将 2004 年 12 月 29 日获取的 TM 影像与 DMC 影像比较 (见图 1、图 2) TM 与 DMC 影像差别不大。

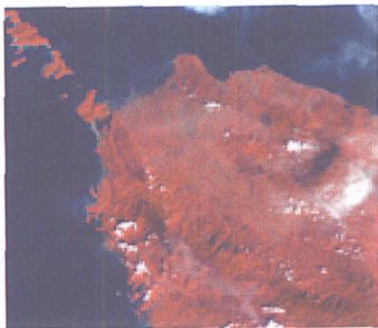


图 1 TM 影像

Fig 1 Image of TM



图 2 DMC 影像

Fig 2 Image of DMC

所采用的数据集是 1997 年的美国环境系统研究所 (ESRI) 制作的数字世界地图 (DCW)。其数据覆盖全球, 比例尺 1:1000000, 针对土地覆盖内容有独立的描述属性层。

3 数据处理及土地覆盖类型变化分析

3.1 图像预处理方法

针对 DMC 影像的特点我们采用如下预处理方法:

(1) 几何处理: 主要采取几何精校正, 去“噪声”。

(2) 图像增强: 直方图调整, 直方图线性扩展, 多波段线性组合^[2] (图 3、图 4)。



图 3 处理前影像

Fig 3 Image before any processing



图 4 处理后影像

Fig 4 Image after geometric correction and spectral enhancement

3.2 定义土地覆盖类型

DCW 数据是根据全球环境地表综合要素的需求, 建立的 GIS 数据库, 制定有控制点、道路、土地覆盖区域、等高线、排水线等 30 多的点、线、面信息层。其将全球分割成若干个单元块, 针对不同的地区土地分类内容也不同, 就亚齐省而言土地覆盖类型如表 1。

参考 DCW 数据土地覆盖类型标准, 结合研究区的地理特征, 我们拟定了一个适合反映灾情现状及辅助灾情评估的土地覆盖分类表 (表 2)。

表 1 DCW 土地覆盖类型

Table 1 Land cover classification system of DCW

序号	代码	英文	中文对照地类
1	1	Rice field	水田
2	2	Cranberry bog	沼泽
3	3	Cultivated area garden	水浇地、菜地
4	4	Peat cuttings	炭积层
5	5	Salt pan	盐碱地
6	6	Fish pond hatchery	鱼塘
7	7	Quarry strip mine mine dump etc	工矿场地
8	8	Oil Gas	油气田
9	10	Lava flow	熔岩
10	11	Distorted surface area	丘陵
11	12	Unconsolidated material	洪积扇
12	13	Natural landmark area	自然保护区
13	14	Inundated area	泛洪区
14	15	Undifferentiated wetlands	湿地
15	99	None	其他

表 2 土地覆盖地类代码表

Table 2 Modified Land cover classification system in this study

序号	地类代码	地类代码名称
1	1	水稻田
2	12	洪积扇
3	14	自然保护区
4	15	湿地
5	16	居民地
6	17	滩涂
7	18	水域
8	99	其他
9	100	未受损区

表 2 中的其他地类指本土土地覆盖地类代码表除了前七种地类以外的地表覆盖的地类。

3.3 遥感图像解译

土地覆盖信息提取常规方法是获取研究区灾前、灾后遥感数据，搜集相关的现势性较强的土地覆盖数据，包括 GIS 数据集和土地覆盖图。本研究由于受客观局限的原因，只有一景灾后获取的 DM C

影像，且整个研究区域属国外，基础资料少，因此采取的方法是以数字世界地图 (DCW) 的土地覆盖层数据为灾前基础数据。二者统一投影参数及坐标系，将遥感影像与 DCW 矢量数据叠加^[3]，运用基于知识引导下的遥感解译与人机交互式解译相结合的综合方法^[4]，在 ARCVIEW 软件支持下，获得受灾区域的土地覆盖分类矢量数据。并根据受灾区域的土地覆盖类型状况制作亚齐自治区海啸灾害土地覆盖评估图^[5] (见图 5)。

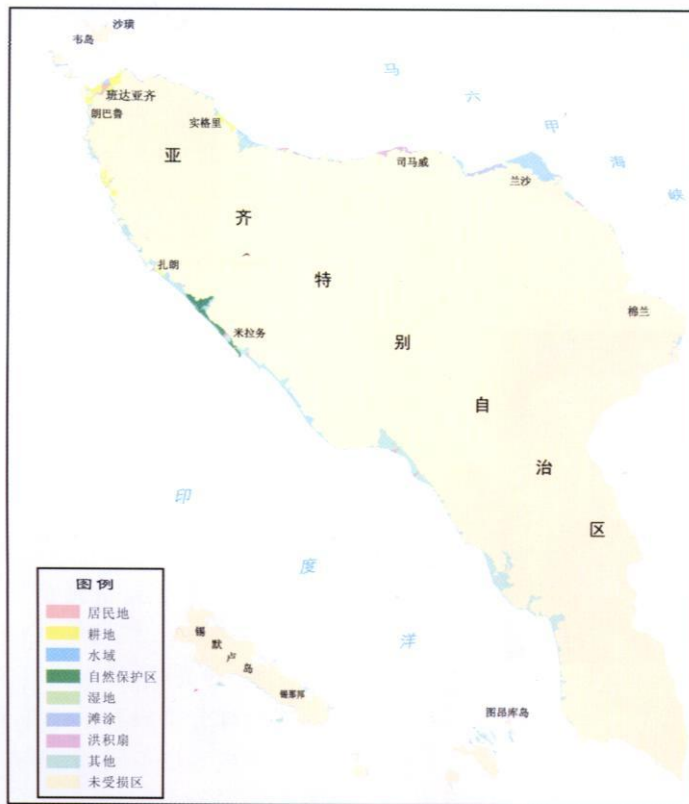


图 5 1:40万亚齐自治区海啸灾害土地覆盖评估图

Fig 5 A map of effected areas after the Tsunami in Aceh province(1:400 000) Based on

the land covers classification system shown in Table 2

3.4 统计分析

从图 5 中可以看出亚齐省受灾较严重的区域分布在临近印度洋震中的西海岸, 其次是北部班达亚齐市, 远离震中的东海岸受灾较轻。由于西海岸有陡峻的山地, 海啸登陆后程度也随地势的增高而逐渐减弱, 受灾范围都在山前地形平缓地带, 也是人类活动较聚集的地带。海啸主要侵犯耕地、居民地、自然保护区、湿地、滩涂、水域和洪积扇。根据灾前的 DCW 土地覆盖数据统计 (见表 3), 与解译后的土地覆盖矢量数据统计结果 (见表 4)。

表 3 DCW 土地覆盖数据统计

Table 3 The land cover statistics before the Tsunami

代码	地类名称	面积 /km ²
1	耕地	660.27
12	洪积扇	126.16
14	自然保护区	207.51
15	湿地	1825.04
99	其他	82.3475
16	居民地	376.8778

表 4 受灾土地覆盖地类统计表

Table 4 The land cover statistics after the Tsunami

地类代码	地类代码名称	面积 /km ²	占受灾总面积百分比 /%
1	耕地	176.45	9.7
12	洪积扇	48.22	2.6
14	自然保护区	115.95	6.4
15	湿地	272.22	15
16	居民地	42.99	2.4
17	滩涂	201.51	11.1
18	水域	62.61	3.4
99	其他	891.89	49.2
合计		1811.84	

静态分析: 亚齐省在海啸灾害中总体受灾面积在 1811.24km²。耕地损失占受灾总面积的 9.7%; 自然保护区损失占受灾总面积的 6.4%; 湿地损失占受灾总面积的 15%; 居民地损失占受灾总面积的 2.4%; 滩涂损失占受灾总面积的 11.1%; 水域损失占受灾总面积的 3.4%; 洪积扇损失占受灾面积的 2.6%; 其他类损失占受灾总面积的 49.2%。

动态分析: 受灾总面积占全省面积的 3.3%, 其中耕地占全省面积的 0.3%; 居民地占全省面积的 0.07%; 湿地占全省面积的 0.5%; 自然保护区占全省面积的 0.2%。

从统计数据上可见此次海啸灾害亚齐省土地覆盖地类损失不是很严重。沿岸居民地、耕地、湿地损失较大, 内陆居民地、耕地没有影响。因此, 总体经济损失并不大。然而, 灾区的重建需要大量的时间和金钱。

4 结语

DMC 小卫星星座提供了卫星每日访问性能, 进行大范围监测的优势极为明显。图像的光谱信息丰富, 纹理结构清晰, 基本满足了人类提高全球对灾害的预报、监测的现实性和灾情评估准确性, 更加适宜灾后灾情宏观监测与受损评估。中国即将发射的 DMC 小卫星称为 DMC+4 除具有 32m 空间分辨率的多光谱扫描仪外, 还有 4m 空间分辨率的全色 CCD 相机, 可对重点地区进行详细分析, 两者有机结合可提高大范围灾情分析与评估的准确性。因此, 中国 DMC 小卫星发射后, 不仅对灾害监测有很大的应用潜力, 而且对于全国土地利用调查与更新, 城市规划与动态监测、大比例尺制图、资源调查和环境监测等都有重要的应用价值。

遥感技术对全球灾害土地覆盖类型变化信息研究, 应首先具备灾情发生前后同样区域多源、多时相、多分辨率遥感数据, 配以全球土地覆盖数据库, 目前有美国地质调查局为 IGBP 建立的全球土地覆盖数据集 (DISCOVER)、美国马里兰大学的全球土地覆盖数据集 (UMD) 等。这样对全球范围内的任意地区自然灾害的分析评估结果将会更加具有科学价值。

参考文献 (References)

- [1] Cheng Youqi, Yang Peng. Recent Progresses of International Study on Land Use and Land Cover Change (LUCC) [J]. *Economic Geography* 2001 21(1): 95-100 [陈佑启, 杨鹏. 国际上土地利用 土地覆盖变化研究的新进展 [J]. *经济地理*, 2001 21(1): 95-100.]
- [2] Wang Hui, TAN Bing, SHEN Zhiyun. The Processing Technology of Removing Clouds Image Based on the Multi Resource RS Image [J]. *Journal of Institute of Surveying and Mapping* 2001 18(3): 195-198 [王惠, 谭兵, 沈志云. 多源遥感影像的去云层处理 [J]. *测绘学院学报*, 2001 18(3): 195-198.]
- [3] Wang Siyuan, Liu Jiyuan, Zhang Zengxiang et al. Analysis on Spatial Temporal Features of Land Use in China [J]. *Acta Geographica Sinica* 2001 56(6): 631-639 [王思远, 刘纪远, 张曾祥等. 中国土地利用时空特征分析 [J]. *地理学报*,

2001 56(6): 631—639]

- [4] YANG Cun jian ZHOU Cheng hu Investigation on Classification of Remote Sensing Image on Basis of Knowledge [J. *Geography and Territorial Research*, 2001, 17(1): 72—77] 杨存建, 周成虎. 基于知识的遥感图象分类方法的探讨 [J. 地理学与国土研究, 2001, 17(1): 72—77.]

- [5] LIXiao bing CHEN Yun hao YU Feng Global and Regional Cover Mapping from Remote Sensing Data: Status Quo, Strategies and Trends[J]. *Advance in Earth Sciences*, 2004, 19(1): 71—80. [李晓兵, 陈云浩, 喻锋. 基于遥感数据的全球及区域土地覆盖制图——现状、战略和趋势 [J]. 地球科学进展, 2004, 19(1): 71—80.]

Investigation on Land Cover Change after Tsunami Based on DMC Images

ZHANG Yong hong ZHAO Ji cheng LONG Yan YAN Qin MA Jing

(*Chinese Academy of Surveying and Mapping Beijing 100039 China*)

Abstract Tsunami giant waves on December 26 2004 crashed into Indonesia Sri Lanka India and many southern Asia countries which caused loss of life widespread human suffering and huge economic losses. The management of this devastation urged people to reconsider their public security system. An agreement has been reached that timely images of disaster stricken areas are of great value in emergency administration. In such context Disaster Monitoring Constellation (DMC) has become a desirable means of information collection; its daily imaging revisit capability made it possible to obtain local images when the calamity occurs. In this paper a brief disaster assessment was made based on the comparison between land covers in Aceh province before and after the tsunami. The results of this study indicate that the DMC images have great potential in related applications.

Key words DMC; land cover; image interpretation