

何磊,王超,别强,等. 利用 MOD13Q1 产品监测肯尼亚 2001—2010 年荒漠化动态[J]. 中国沙漠,2013,33(1):46—52,doi:10.7522/j.issn.1000-694X.2013.00007.

利用 MOD13Q1 产品监测肯尼亚 2001—2010 年荒漠化动态

何磊¹, 王超¹, 别强¹, 赵传燕²

(1. 兰州大学 遥感与地理信息系统研究所, 甘肃 兰州 730000; 2. 兰州大学 草地农业系统国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 使用 MODIS MOD13Q1-NDVI 数据,通过 NDVI 累计计算,得到肯尼亚 2001 年和 2010 年植被生长状况较好时期的 NDVI 影像。基于像元二分模型,估算植被盖度。利用植被盖度进行荒漠化评价。结果表明,肯尼亚近 10 年来生态环境总体趋于改善,荒漠化发展态势并不明显,但荒漠化问题仍然严重。不同程度的荒漠化土地变化趋势不尽相同,轻度荒漠化和重度荒漠化转出面积大于转入面积,呈现减少趋势,非荒漠化和中度荒漠化变化相反,各省区的荒漠化土地变化趋势也不相同。在小范围地区内,使用 Landsat-5 TM 影像进行验证,发现与 MODIS 数据评价结果相似,但更能详尽的描述重点区域的荒漠化问题。

关键词: 肯尼亚; 荒漠化; 植被盖度; MOD13Q1-NDVI

文章编号: 1000-694X(2013)01-0046-07

doi: 10.7522/j.issn.1000-694X.2013.00007

中图分类号: X144

文献标志码: A

1 引言

荒漠化是由于气候变化和人类活动等因素引起,发生在干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化现象,是一种连续的、动态发展的土地退化过程,已成为全球性的重大生态环境问题^[1-3],引起国际组织和各国政府的极大关注。根据联合国公布的最新数据,全世界现有占 2/3(110 个)的国家和地区受到荒漠化的威胁^[3],其中肯尼亚是世界上受荒漠化危害最严重的国家之一,及时、准确掌握其荒漠化程度及动态是有效防止和治理荒漠化的基本前提。

由于土地荒漠化具有发生范围广、面积大的特点,且大多发生在比较边远、经济欠发达地区,采用大规模人工地面普查的方法,具有很大的局限性^[3-4]。遥感数据以其信息量大、覆盖范围广、获取速度快、受人力物力的限制小等优势,已逐渐成为土地荒漠化监测的重要数据来源,遥感技术逐渐成为荒漠化动态监测的主要技术手段。20 世纪 70 年代,国外开始利用遥感技术进行荒漠化研究,最早使用高分辨率航空影像,对土地荒漠化动态变化情况进行监测,在小范围的荒漠化监测中效果较好。随着航天遥感技术的发展,遥感数据源更加丰富,不同的卫星影像数据被用于荒漠化监测研究中,如

Landsat MSS/TM/ETM、CBERS、SPOT 和 MODIS 数据等^[3,5-10]。近年来,遥感在荒漠化动态监测上的发展主要有:卫星影像目视解译得到风沙地貌和植被盖度等荒漠化指标、景观生态学“格局-尺度-过程”关系的研究方法与遥感的结合、长时间尺度植被降水利用率变化以及遥感影像经处理后提取的地表反射率与植被指数等信息的使用^[5,6,10-14]。

不同时空尺度荒漠化形成原因、过程与分布格局均不相同,不同空间尺度的荒漠化及其环境效应和发展趋势与空间尺度有着较大关系^[15]。针对具体研究区域应选择适宜的空间尺度和指标,肯尼亚的荒漠化问题属大尺度空间土地类型变化,需在区域尺度上研究。植被既是土地资源质量的代表又是其综合特征的反映,并可指示土地演替的方向,监测植被信息的年际变化能够清楚直接反映荒漠化的发展态势,因此,可以通过综合分析区域植被结构信息来评价荒漠化^[5,16-17]。MODIS13Q1 数据产品的 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)能够详尽地反映区域尺度上植被的空间差异性,并已在全球各地区的荒漠化研究中得到了广泛的应用^[13,18]。

基于此,本研究采用 2001 年和 2010 年全年的 MODIS13Q1-NDVI 数据对肯尼亚荒漠化程度进行

收稿日期:2011-11-25; 改回日期:2012-01-05

基金项目:中国-联合国合作非洲水行动项目(2010DFA32850); 国家自然科学基金重点项目(91025015)共同资助

作者简介:何磊(1989—),男,安徽安庆人,硕士研究生,主要从事环境遥感研究。Email: lhe11@lzu.edu.cn

通讯作者:赵传燕 (Email: nanzhr@lzb.ac.cn)

动态监测评价,建立荒漠化遥感监测指标,并使用中分辨率的 Landsat-5 TM 影像对 MODIS 数据的评价结果进行检验,在此基础上研究肯尼亚的荒漠化现状和荒漠化动态变化,以期为肯尼亚荒漠化防治和沙产业开发规划提供科学依据。

2 研究区概况

肯尼亚位于非洲东部,地理位置为 $04^{\circ}40'S-05^{\circ}02'N, 33^{\circ}56'-41^{\circ}34'E$,总面积约 58 万 km^2 。东邻索马里,北与埃塞俄比亚、苏丹接壤,西连乌干达,南与坦桑尼亚相连,东南濒临印度洋,海岸线长 536 km。沿海地区为平原,境内其他地方为平均海拔 1 500 m 的高原,东非大裂谷东支纵切高原南北,将高原分成东、西两部分。北部为沙漠和半沙漠地带。

全境位于热带季风区,但受地势较高的影响,为热带草原气候。西南部高原除大裂谷谷底地区干热外,属亚热带森林气候,平均温度为 $14\sim 19^{\circ}C$,年降水量为 750~1 000 mm。东部沿海平原区炎热湿润,年平均温度为 $24^{\circ}C$,年均降水量为 500~1 200 mm,主要集中在 5 月;北部和东半部是半沙漠区,气候干热少雨,年降水量为 250~500 mm。肯尼亚的 3—6 月为长雨季,10—12 月为短雨季,其余月份为旱季^[19]。

肯尼亚行政上划分为 7 个省和 1 个省级特区,分别为中部省(Central Province)、裂谷省(Rift Valley Province)、尼扬扎省(Nyanza Province)、西部省(Western Province)、东部省(Eastern Province)、东北省(North Eastern Province)、滨海省(Coast Province)和内罗毕特区(Nairobi Province)。研究区位置见图 1。

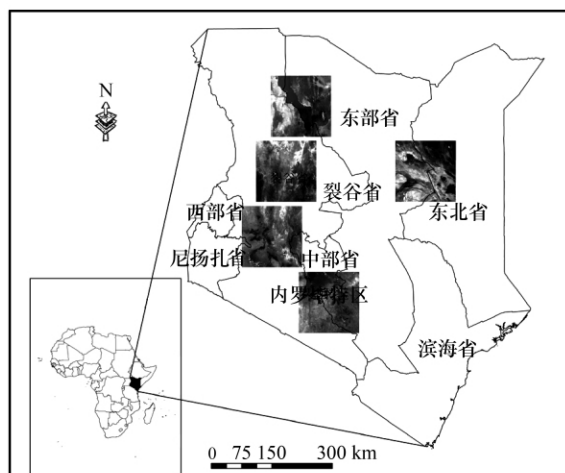


图 1 研究区及其验证区位置图

注:图中遥感影像区为验证区

Fig. 1 The location of the studied area and its test regions

3 材料与方法

3.1 数据来源

本研究主要采用以下数据:①植被指数产品选用 MOD13Q1-NDVI 数据,来自美国航空航天局(NASA)数据中心(<https://wist.echo.nasa.gov/api/>),其空间分辨率为 $250\text{ m}\times 250\text{ m}$,时间分辨率为 16 d,在 MODIS 全球投影格式上,肯尼亚覆盖 h21v08、h21v09、h22v08、h22v09 共 4 个区域,本研究定制 2001 年和 2010 年这 4 个区域 MOD13Q1-NDVI 全年数据,共 184 景;②Landsat-5 TM 影像:选取肯尼亚境内的 p169/r58(2011 年 1 月 17 日获取)、p169/r59(2011 年 1 月 30 日获取)、p169/r60(2010 年 1 月 30 日获取)、p168/r61(2010 年 8 月 19 日获取)、p167/r59(2011 年 1 月 3 日获取)共 5 幅影像,影像云覆盖率极低;③矢量文件:肯尼亚国家边界矢量图,肯尼亚境内水体图^[20](根据水体实际变化,有改动);④降雨数据采用 NASA 的 TRMM 降雨雷达的 TRMM3B43 数据。

3.2 数据处理

3.2.1 MOD13Q1-NDVI 数据处理

利用 MRT(MODIS Reprojection Tool)工具将覆盖肯尼亚的 h21v08、h21v09、h22v08、h22v09 共 4 个区域的 MOD13Q1-NDVI 数据进行拼接、投影转换和格式转换,获得 2001 年和 2010 年 46 幅 NDVI 影像,然后基于肯尼亚边界矢量图裁剪出肯尼亚 NDVI 影像,使用肯尼亚境内水体矢量图做掩模获取去水体的 NDVI 影像。

肯尼亚全境植被生长状况获取步骤如下:对每一幅去水体的 NDVI 影像进行 NDVI 值累计统计,获得 0.1%~99.9% 区间 NDVI 的最大值和最小值,发现 2001 年和 2010 年 97~145 d、193~241 d 和 305~337 d 期间 11 幅 NDVI 影像的 0.1%~99.9% 区间累计最大值较大,反映出这 3 个阶段植被生长状况较好,3 个植被生长状况较好阶段与肯尼亚雨季(3—6 月、10—12 月)恰好能对应起来。根据刘艳等^[13]的研究,分别累加 2001 年和 2010 年这 3 个阶段的 NDVI 影像得到最终估算植被盖度所使用的累计 NDVI。

3.2.2 Landsat-5 TM 影像 NDVI 的提取

本研究中需要提取 Landsat-5 TM 影像的 NDVI,但大气对 NDVI 的影响很大,在植被稀少或已

经破坏的地区能引起 50% 的误差甚至更多,因此,如何去除大气的不利影响具有重要意义^[21]。首先进行辐射定标和辐射纠正,具体步骤与方法如下:①使用 ENVI4.8 进行辐射定标;②使用 FLAASH 模块辐射纠正,采用热带大气模式和乡村气溶胶模式,在消除气溶胶影响时使用 Landsat-5 TM 影像的 7 波段和 3 波段进行气溶胶的反演,最后将 TM 影像转换为反映地面辐射的反射率影像。

NDVI 的计算公式如下:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (1)$$

式中: NIR 为近红外波段 (760~960 nm) 反射率 (Landsat-5 TM 影像第 4 波段); R 为红色波段 (620~690 nm) 反射率 (Landsat-5 TM 影像第 3 波段)。

3.3 指标选取

土地荒漠化本质特征是土地生产力的降低,而植被和土地退化是土地荒漠化的根本反映^[17],国内外有许多研究使用植被指数作为荒漠化监测指标^[10,18,22-24],但植被指数表现为植被、阴影、土壤亮度、土壤颜色和湿度等的混合系统,而且受大气、空间和时间的影响^[10],所以使用植被指数有着一定局限。植被盖度的计算能够削弱大气、土壤背景与植被类型等影响^[25],且荒漠化程度与植被盖度有着直接的关系,荒漠化程度越高,植被盖度越低。遵循区域主导性、数据可得性和科学有效性等原则,选取植被盖度作为荒漠化评价的指标。植被盖度是指植被冠层的垂直投影面积与土壤总面积之比,是表征植被的一个重要生物物理参量^[25-26]。利用植被指数近似估算植被盖度是通用的植被盖度计算方法^[25],基于像元二分模型,使用归一化植被指数 (NDVI) 定量估算植被盖度。

像元二分模型假设一个像元的地表是由有植被覆盖部分与无植被覆盖部分组成,而遥感传感器观测到的光谱信息是由这两个组分因子线性加权合成,各因子的权重是各自的面积在像元中所占的比率,如其中的植被盖度可以看作是植被的权重^[25,27]。根据像元二分模型的原理,通过遥感传感器所观测到的信息 S 可以表达为由植被部分所贡献的信息 S_v 和无植被覆盖 (裸土) 部分所贡献的信息 S_s 两部分,即:

$$S = S_v + S_s \quad (2)$$

假设一个像元中有植被覆盖的面积比例为 f_c , 即该像元的植被盖度,则裸土覆盖的面积比例为

$1 - f_c$ 。若纯植被、裸土象元遥感信息分别为 S_{veg} 、 S_{soil} , 则混合像元中植被贡献信息 S_v 、土壤贡献信息 S_s 可表示为:

$$S_v = S_{veg} \times f_c \quad (3)$$

$$S_s = S_{soil} \times (1 - f_c) \quad (4)$$

将 (2) 式和 (3) 式带入 (1) 式得:

$$S = S_{veg} \times f_c + S_{soil} \times (1 - f_c) \quad (5)$$

变换得:

$$f_c = (S - S_{soil}) / (S_{veg} - S_{soil}) \quad (6)$$

因此,知道 S_{veg} 、 S_{soil} 就可以估算植被盖度,两个参数有着实际含义,即土壤与植被的纯像元所反映的遥感信息。NDVI 是遥感传感器所接收的地物光谱信息经组合得到的反映地表绿色植被相对丰度的定量信息。根据像元二分模型原理,一个像元的 NDVI 值可以表达为绿色植被贡献信息 $NDVI_{veg}$ 和裸土贡献信息 $NDVI_{soil}$ 之和,满足 (5) 式的条件。因此可得:

$$NDVI = NDVI_{veg} \times f_c + NDVI_{soil} \times (1 - f_c) \quad (7)$$

经变换得:

$$f_c = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil}) \quad (8)$$

因此,知道 $NDVI_{veg}$ 、 $NDVI_{soil}$ 就可以利用 NDVI 估算植被盖度。根据李苗苗的研究^[25],在没有实测盖度数据时, $NDVI_{veg}$ 、 $NDVI_{soil}$ 为 NDVI 图像中给定置信度的置信区间的最大值与最小值,本研究置信区间选为 0.1%~99.9%。

3.4 荒漠化评价指标分级

荒漠化程度的表征与植被盖度有着密切的关系,荒漠化程度越高,植被盖度越低。根据联合国粮农组织 (FAO) 和联合国环境规划署 (UNEP) 的荒漠化评价标准,吴薇^[28]以 TM 影像对科尔沁草原进行了沙漠化评估,刘艳等^[13]使用 MODIS 数据在北疆进行了荒漠化研究。本研究将荒漠化程度分为非荒漠化、轻度荒漠化、中度荒漠化和重度荒漠化。结合野外考察,确定不同植被盖度及其荒漠化程度,选择不同荒漠化程度类型的典型区,统计不同荒漠化程度类型区域植被盖度的阈值,确定肯尼亚植被盖度荒漠化指标分级标准 (表 1)。

3.5 不同分辨率数据评价结果比较方法

本研究使用的 MOD13Q1 数据的空间分辨率是 250 m×250 m,在肯尼亚的荒漠化研究中的可行

表 1 肯尼亚荒漠化程度分级标准

Table 1 Grading standard of desertification in Kenya

编码	类型名称	植被盖度范围	地表特征
I	非荒漠化	>0.5	主要为森林、耕地和高覆盖度草地等
II	轻度荒漠化	$0.2\sim0.5$	主要为生长草原植被的地区,有部分灌丛、耕地等
III	中度荒漠化	$0.1\sim0.2$	主要为生长少量植被的地区,有部分灌丛,有部分流沙
IV	重度荒漠化	<0.1	主要为裸地、沙地、戈壁等,土地完全失去生产力

性有待验证。选取 Landsat-5 TM 影像在小范围地区内进行验证,每一幅 Landsat-5 TM 影像上裁剪出 $150\text{ km}\times 150\text{ km}$ 区域作为验证区(见图 1),提取 5 个验证区的 Landsat-5 TM 影像的 NDVI,然后转换成植被盖度,根据荒漠化指标分级标准对验证区进行荒漠化评价。在每一个验证区随机选取各荒漠化级别 20 个验证点,与 MODIS 数据评价结果进行比较并计算精度和 Kappa 系数。

3.6 降雨对研究结果影响的评价分析

由于降水对植被长势及其可能分布具有重要影响,因此,进一步利用 NASA 的 TRMM 降雨雷达的 TRMM3B43 数据分析了研究区荒漠化加重和减轻区域在 2001 年和 2010 年降雨的差异,以探究降雨与研究区荒漠化趋势之间可能存在的关系。

4 结果与分析

4.1 荒漠化土地空间分布格局

2001 年和 2010 年肯尼亚荒漠化程度评价结果表明,肯尼亚的荒漠化问题较严重,荒漠化土地占国土面积比例达到 $65.8\%\sim 66.6\%$ 。重度荒漠化和中度荒漠化土地基本上分布在肯尼亚的北部地区。其中,重度荒漠化土地主要分布在东部省北部和裂谷省北部,东北省北部有少许分布,中度荒漠化土地主要分布在东部省北部、裂谷省北部和东北省北部。轻度荒漠化土地主要分布在除中部省、尼扬扎省和西部省之外地区,所占国土面积较大,是荒漠化防治工作的重点地区。2001 年和 2010 年肯尼亚荒漠化土地空间分布格局见图 2。

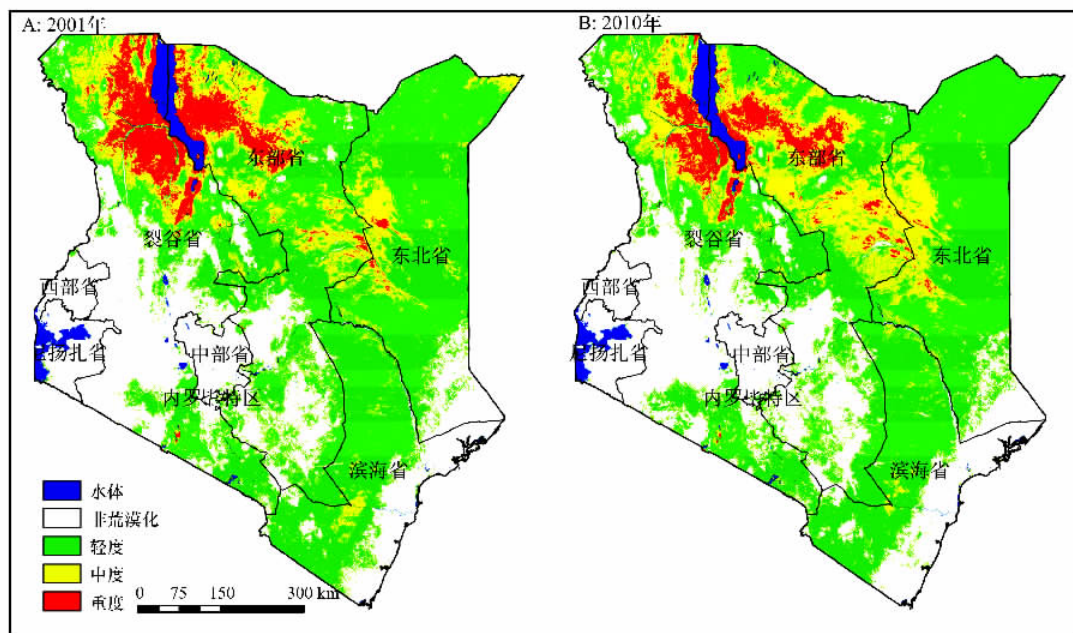


图 2 2001 年和 2010 年肯尼亚荒漠化土地空间分布格局

Fig. 2 Spatial distribution patterns of desertification in Kenya in 2001 and 2010

4.2 荒漠化动态变化

从图 2 和表 2 可以看出,从 2001 年到 2010 年,肯尼亚的荒漠化土地面积总体略有减少,轻度、中度和重度荒漠化面积变化趋势不同。其中,轻度荒漠

化从 48.94% 减小到 47.49% ,增长率为 -1.45% 。中度荒漠化从 12.41% 增加到 14.78% ,增长率为 2.37% 。重度荒漠化从 5.25% 减小到 3.53% ,增长率为 -1.72% 。

由表 3 可知,从 2001 年到 2010 年,非荒漠化土

地主要转换为轻度荒漠化,转移概率为 1.55%,面积达 9 031 km²。轻度荒漠化主要转换为非荒漠化和中度荒漠化,转移概率分别为 1.92%和 2.2%,面积分别为 11 186.8 km²和 12 818.2 km²。中度荒漠化主要转换为轻度和重度荒漠化,转移概率分别为 1.87%和 0.26%,面积分别为 10 895.5 km²和 1 514.9 km²。重度荒漠化主要转换成中度荒漠化,转移概率为 1.07%,面积达 6 234.3 km²。轻度荒漠化和重度荒漠化转出面积大于转入面积,呈现减少趋势。非荒漠化和中度荒漠化面积变化相反。

从图 2 和表 4 中发现,各省区的荒漠化变化趋势不尽相同。其中,荒漠化程度变化较大的省份有:中部省荒漠化总体上有所改善,非荒漠化面积增加 221.1 km²,轻度荒漠化面积减少 221.1 km²;裂谷省的轻度荒漠化面积增加 7 340.96 km²,重度荒漠化面积减少 8 238.8 km²;东部省轻度荒漠化面积减少 12 657.7 km²,中度荒漠化面积增加 11 712 km²;东北省荒漠化程度加重,非荒漠化面积减少 3 057.3 km²,

中度荒漠化面积增加 2 817.3 km²;滨海省非荒漠化面积增加 4 363 km²,轻度荒漠化面积减少 3 373 km²。

表 2 2001 和 2010 年肯尼亚荒漠化程度比例

Table 2 Ratios of different desertification grades in Kenya in 2001 and 2010

类型	2001 年	2010 年	增长率
非荒漠化	33.40	34.20	0.8
轻度荒漠化	48.94	47.49	-1.45
中度荒漠化	12.41	14.78	2.37
重度荒漠化	5.25	3.53	-1.72

注:表中数值的单位为%。

表 3 肯尼亚 2001—2010 年不同荒漠化类型变化转移矩阵

Table 3 The area transfer matrix of different desertification grades in Kenya between 2001 and 2010

类型	非荒漠化	轻度荒漠化	中度荒漠化	重度荒漠化
非荒漠化	13.20	1.55	0.00	0.00
轻度荒漠化	1.92	19.01	2.20	0.03
中度荒漠化	0.01	1.87	3.73	0.26
重度荒漠化	0.00	0.04	1.07	1.38

注:表中数值的单位为%。

表 4 2001—2010 年肯尼亚各省区土地荒漠化程度比例

Table 4 Ratios of different desertification grades in different provinces of Kenya in 2001 and 2010

省区	非荒漠化		轻度荒漠化		中度荒漠化		重度荒漠化	
	2000 年	2010 年	2000 年	2010 年	2000 年	2010 年	2000 年	2010 年
中部省	95.89	97.55	4.06	2.4	0.05	0.05	0	0
裂谷省	43.98	44.32	32.79	36.96	12.86	13.03	10.37	5.69
尼扬扎省	99.31	99.47	0.69	0.53	0	0	0	0
西部省	98.85	99.62	1.15	0.38	0	0	0	0
东部省	21.28	22.86	48.23	40.2	20.18	27.61	7.48	6.51
东北省	11.61	9.19	76.26	76.64	11.68	13.91	0.4	0.21
滨海省	31.84	37.04	64.52	60.5	3.64	2.46	0	0
内罗毕特区	73.92	65.24	25.21	34.15	0.39	0.14	0	0

注:表中数值的单位为%。

4.3 不同分辨率数据评价结果比较

对验证区的 TM 影像辐射纠正,由(1)式计算得到 NDVI 影像,利用像元二分模型得到验证区的植被盖度影像,根据荒漠化指标分级标准评价各个验证区土地的荒漠化程度。基于荒漠化程度精度验证方法得到 MODIS 数据评价精度(表 5),总体评价精度达到 86.9%,Kappa 系数为 82.5%,两种分辨率的数据评价结果基本上一致,反映出 MODIS 数

据在区域尺度上评价肯尼亚荒漠化具有可行性,其中 TM 数据和 MODIS 数据在 Landsat-TM5 轨道号为 167/59 验证区的荒漠化评价结果(图 3)。在使用 TM 数据进行荒漠化评价时应去除云、阴影和水体的影响,因为 TM 影像中水体边界区域、阴影和云掩区所计算的 NDVI 值较小。

4.4 降雨数据分析

基于 2001 年和 2010 年的荒漠化评价结果,使

表 5 验证区 MODIS 数据荒漠化评价精度

Table 5 Accuracy of desertification evaluation based on MODIS data in the test regions

荒漠化等级	167/59 错误点数	168/61 错误点数	169/58 错误点数	169/59 错误点数	169/60 错误点数	评价精度/%
非荒漠化	7	1	2	0	1	89
轻度荒漠化	6	1	1	3	1	88
中度荒漠化	2	无样点	3	5	2	85
重度荒漠化	1	无样点	2	7	2	85
总计	16	2	8	15	6	86.9

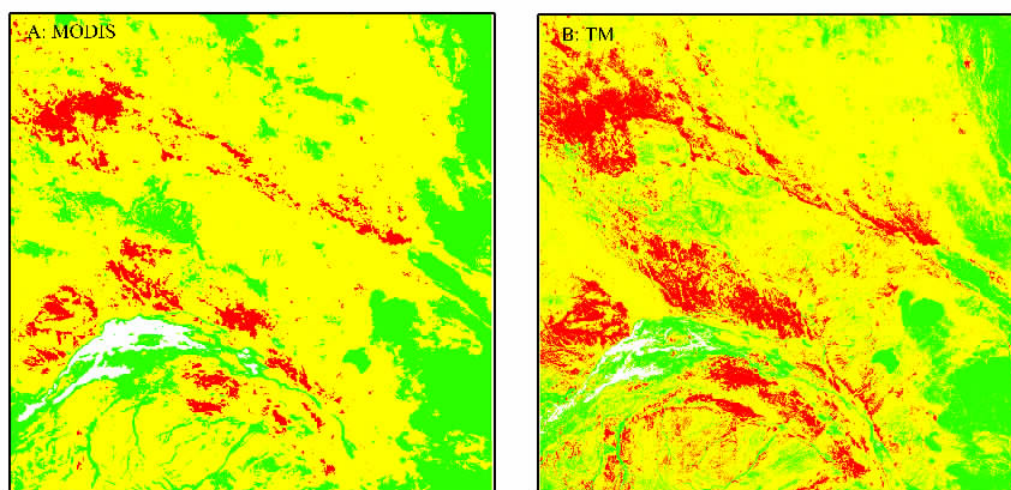


图3 部分验证区 MODIS 数据和 TM 数据的荒漠化评价结果对比

Fig. 3 Comparison of desertification evaluation results obtained by MODIS data and TM data in a test region

用 ArcGIS 的地图代数工具得到荒漠化评价差异图,从中提取荒漠化加重和荒漠化减轻的区域。同样,使用 TRMM 数据得到肯尼亚 2001 年与 2010 年的年降雨差异,降雨量变化范围在 $-650 \sim 650$ mm 左右,平均波动值在 -55 mm 左右,在这两年中肯尼亚国家整体上降雨量的变化范围较大,地域差异性较大。分析荒漠化加重区域的年降雨数据,降雨量改变的波动范围在 $-650 \sim 500$ mm 左右,平均波动值在 -130 mm 左右,降雨量减少而荒漠化加重主要分布在东部省的中北部地区和东北省西北地区。荒漠化减轻区域的降雨量改变的波动范围在 $-650 \sim 460$ mm 左右,平均波动值在 -12 mm 左右,降雨量增加且荒漠化减轻主要分布在裂谷省和东部省的北部及中部地区。2001 年和 2010 年肯尼亚荒漠化程度的转变与降雨量的变化有着很大关系,但其成因还需考虑其他因素。

5 结论与讨论

通过 NDVI 累计选出植被生长状况较好的 MOD13Q1-NDVI 影像做累计,基于像元二分模型计算肯尼亚植被盖度,进而实现荒漠化程度评价。研究结果发现,近 10 年肯尼亚荒漠化土地总体面积变化不大,略有减少,2010 年的结果显示荒漠土地占国土面积的大部分,达到 65.8%,荒漠化问题比较严重。轻度荒漠化所占荒漠化土地面积的比例较大,是荒漠化防治工作的重点地区,人类活动与自然承受力应达到平衡,防止其向中度和重度荒漠化发展。不同程度荒漠化土地变化趋势不尽相同,轻度荒漠化和重度荒漠化转出面积大于转入面积,呈现减少趋势,非荒漠化和中度荒漠化面积变化相反。

各省区的不同程度荒漠化土地变化趋势也是不一样,变化较大的省份有中央省、裂谷省、东部省、东北省和滨海省。

通过 Landsat-5 TM 影像在小范围地区内进行荒漠化评价,与 MODIS 数据评价结果比较后发现总体上荒漠化程度相似,验证了 MODIS 数据评价肯尼亚荒漠化的可行性,TM 能更详尽的描述小范围地区的荒漠化程度。下一步可以通过 MODIS 数据在大尺度提取的荒漠化背景信息,识别肯尼亚荒漠化重点区域,利用 Landsat-5 TM 影像进行更详尽的荒漠化评估,为区域荒漠化治理提供更详细的信息。

肯尼亚不同荒漠化土地变化趋势不一样,各省区土地的荒漠化变化趋势也不一样,而对降雨数据的分析也表明,降雨对于荒漠化趋势具有重要影响。下一步工作应该结合气象数据进行植被降水利用率和植被信息的长时间序列研究以及景观格局研究,并结合人类活动等因素去分析内部机制,更好地为肯尼亚荒漠化防止和治理提供依据。

参考文献:

- [1] 慈龙骏. 对“荒漠化”一词的认识和体会[J]. 科技术语研究, 2000, 2(4): 11—13.
- [2] 王涛, 朱震达. 我国沙漠化研究的若干问题——1. 沙漠化的概念及其内涵[J]. 中国沙漠, 2003, 23(3): 209—214.
- [3] 李亚云, 杨秀春, 朱晓华, 等. 遥感技术在中国土地荒漠化监测中的应用进展[J]. 地理科学进展, 2009, 28(1): 55—62.
- [4] 杨晓晖, 慈龙骏. 基于遥感技术的荒漠化评价研究进展[J]. 世界林业研究, 2006, 19(6): 11—17.
- [5] 殷贺, 李正国, 王仰麟, 等. 基于时间序列植被特征的内蒙古荒漠化评价[J]. 地理学报, 2011, 66(5): 653—661.
- [6] 胡光印, 董治宝, 逯军峰, 等. 黄河源区 1975—2005 年沙漠化

- 时空演变及其成因分析[J]. 中国沙漠, 2011, 31(5): 1079—1086.
- [7] 郭坚, 薛娴, 王涛, 等. 呼伦贝尔草原沙漠化土地动态变化过程研究[J]. 中国沙漠, 2009, 29(3): 397—403.
- [8] 李艳丽, 杨太保, 曾彪. 基于 MODIS 数据的柴达木盆地南缘绿洲土地覆盖动态变化研究[J]. 中国沙漠, 2011, 31(1): 34—42.
- [9] 汪潇, 张增祥, 王长有, 等. 新疆艾比湖绿洲土地退化遥感动态监测[J]. 干旱区研究, 2007, 24(6): 741—746.
- [10] 李宝林, 周成虎. 东北平原西部沙地近 10 年的沙质荒漠化[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 307—315.
- [11] 左小安, 赵哈林, 赵学勇, 等. 科尔沁沙地不同尺度上沙丘景观格局动态变化分析[J]. 中国沙漠, 2009, 29(5): 785—795.
- [12] Helin L, de Ridder N, Hiernaux P, et al. Desertification in the Sahel: Towards better accounting for ecosystem dynamics in the interpretation of remote sensing images[J]. Journal of Arid Environment, 2011, 75: 1164—1172.
- [13] 刘艳, 李杨, 崔彩霞, 等. MODIS MOD13Q1 数据在北疆荒漠化监测中的应用评价[J]. 草业学报, 2010, 19(3): 14—21.
- [14] 吴见, 彭道黎. 基于遥感的荒漠化评价技术研究进展[J]. 世界林业研究, 2009, 22(5): 34—39.
- [15] 张宏, 林先成, 李世强. 荒漠化评价指标体系的等级系统研究[J]. 四川师范大学学报, 2005, 28(3): 358—361.
- [16] Sarkar S, Kafatos M. Interannual variability of vegetation over the Indian sub-continent and its relation to the different meteorological parameters[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 90: 268—280.
- [17] Huang S, Siegert F. Land cover classification optimized to detect areas at risk of desertification in north China based on SPOT vegetation imagery[J]. Journal of Arid Environments, 2006, 67: 308—327.
- [18] 王莉雯, 牛铮, 卫亚星. 基于 MODIS NDVI 的新疆土地覆盖类型划分与潜在荒漠化区域探测[J]. 干旱区地理, 2007, 30(4): 573—578.
- [19] 肯尼亚概况. http://news.xinhuanet.com/ziliao/2002-04/05/content_348668.htm.
- [20] Administrative areas, Inland water. Kenya. <http://www.diva-gis.org/gData>.
- [21] Jensen J R. 遥感数字影像处理导论[M]. 陈晓玲, 龚威, 李平湘等译. 北京: 机械工业出版社, 2007: 191—192.
- [22] Tucker C J, Dregne H E, Newcomb W W. Expansion and contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990[J]. Science, 1990, 253: 299—301.
- [23] Hanna N P, Prevost Y, Diouf A, et al. Assessment of desertification around deep wells in Sahel using satellite imagery[J]. Journal of Applied Ecology, 1991, 28: 173—186.
- [24] 王澄海, 惠小英. 以植被指数 Q 12 为指标看我国的荒漠化与草原界限的变化[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 88—92.
- [25] 李苗苗, 吴炳方, 颜长珍, 等. 密云水库上游植被覆盖度的遥感估算[J]. 资源科学, 2004, 26(4): 153—159.
- [26] 陈宝瑞, 辛晓平, 朱玉霞, 等. 内蒙古荒漠化年际动态变化及与气候因子分析[J]. 遥感信息, 2007, 6: 39—44.
- [27] Leprieux C, Verstraete M M, Pinty B. Evaluation of the performance of various vegetation indices to retrieve vegetation cover from AVHRR data[J]. Remote Sensing Reviews, 1994, 10: 265—284.
- [28] 吴薇. 近 50 a 来科尔沁地区沙漠化土地的动态监测结果与分析[J]. 中国沙漠, 2003, 23(6): 646—651.

Monitoring of Desertification Dynamic in Kenya during 2001—2010 Using MOD13Q1 Data

HE Lei¹, WANG Chao¹, BIE Qiang¹, ZHAO Chuan-yan²

(1. Institute of Remote Sensing and Geographic Information System, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

2. State Key Laboratory of Pastoral Agricultural Ecosystem, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Kenya was selected as a study area and MODIS MOD13Q1-NDVI data with high temporal resolution were used in this study. Based on the accumulation calculation of NDVI values, the NDVI images in Kenya in 2001 and 2010 were obtained. The vegetation coverage in Kenya was calculated by the dimidiate pixel model, which was used to assess desertification in Kenya. Results showed that there was no significant desertification development in Kenya during the past 10 years, even though the desertification was still a serious problem. The trends of different desertification grades were different; the areas of slight desertification and serious desertification decreased. However, there was opposite trend for the non-desertification and moderate desertification, the areas of the two types increased. And the trends of desertification in different provinces were also different. At a small spatial scale, we compared classification results of desertification grades with MODIS and Landsat-5 TM images. There existed consistent in classification results with MODIS and Landsat-5 TM images, but Landsat-5 TM data could provide a more detailed description of desertification in key areas.

Key words: Kenya; desertification; vegetation coverage; MOD13Q1-NDVI