

# 近 20 年来海南岛西部沙漠化土地动态分析<sup>\*</sup>

王兮之<sup>1</sup>, 李 森<sup>1</sup>, 郑影华<sup>2</sup>

(1. 佛山大学 资源环境系, 广东 佛山 528000; 2. 北京师范大学 资源环境学院, 北京 100875)

**摘 要:** 在 GIS 技术支持下, 利用 1986 年、1996 年和 2003 年的 3 期 TM 数据, 定量分析了海南岛西部的不同等级沙漠化土地动态变化过程及其面积与空间上的转换特点。结果表明: 17 a 来各类沙漠化土地面积显著减少, 极重度、重度、中度、轻度沙漠化土地的面积分别减少了 58.34%, 30.35%, 25.88%, 64.48%; 各类沙漠化土地之间及其与其它土地类型相互之间的转化十分频繁, 极重与重度沙漠化土地中分别有 53.58% 和 41.34% 的面积没有发生变化, 而中度与轻度沙漠化土地分别仅有 21.21% 和 12.02% 面积没有发生变化; 近 17 a 来, 研究区沙漠化土地动态变化主要是受人为活动干扰作用的结果。

**关键词:** 海南岛西部; 沙漠化土地; 动态变化

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: S2885-3409(2007)04-0035-05

## Dynamic Analysis of Desertification from 1986 to 2003 in West of Hainan Island

WANG Xi-zhi<sup>1</sup>, LI Sen<sup>1</sup>, ZHENG Ying-hua<sup>2</sup>

(1. Department of Resource and Environmental Science, Foshan University, Foshan, Guangdong 528000, China;  
2. Department of Resource and Environmental Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** The typical island landscapes and temporal-spatial feature of sandy desertification land dynamic change and their ecological conditions at the west of Hainan Island were conducted and analyzed based on translated data from remote sensing images in 1986, 1996 and 2003 using GIS technique. The results indicate that the area of sandy desertification land obviously decrease, and most severe, severe, moderate and light sandy desertification land decrease 58.34% (6.05 km<sup>2</sup>), 30.35% (10.89 km<sup>2</sup>), 25.88% (19.75 km<sup>2</sup>) and 64.48% (66.16 km<sup>2</sup>), translated continually the kinds of sandy land types from 1986 to 2003. The sandy land area of most severe (53.58%), severe (41.34%), moderate (21.21%), light (12.02%), have not changed pasts 17 years. In a word, the impacts of human activity are the leading factors that induce dynamic change of the sandy desertification land.

**Key words:** Hainan island; sandy desertification land; dynamic analysis

海南岛的沙漠化土地主要分布在岛内的西部地区, 是我国唯一的热带稀树干草原沙漠化地区, 具有典型热带海岸沙地的地域和形态特点, 旱生植被景观特征与土地利用快速演变特征显著。从岛西北部的洋浦港到岛西南莺歌海的沙质海岸平原、河流三角洲平原及部分沙质台地上, 形成一个长 170 km、

宽 3~20 km, 呈狭长带状的沙漠化土地分布区<sup>[1]</sup>。多年来对该地区沙漠化土地的成因、发展动态、分布特征及治理等方面进行了一些研究<sup>[1-4]</sup>, 但对不同等级的沙漠化土地之间的转变及其空间定量分析的探讨较少。从总体上来看, 由于该地区较为优越的自然地理条件, 沙漠化土地的状况有较为明显地好

\* 收稿日期: 2007-04-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(40671186, 40271012)

作者简介: 王兮之(1971-), 男(汉族), 甘肃省兰州市人, 博士, 副教授, 主要从事生态学及 GIS 与 RS 应用研究。

转<sup>[1,3]</sup>。本文运用 RS 数据和 GIS 技术,分析海南岛西部三个时期(1986 年、1996 年和 2003 年)的不同沙漠化土地组成及空间分布特点,探讨自 1986 年以来,沙漠化土地在面积、程度和空间上的变化规律及其动态特征,为该地区沙漠化土地治理与生态环境的进一步好转提供科学依据。

## 1 研究区概况

海南岛西部的地理坐标为 108°37′ ~ 109°29′ E, 18°18′ ~ 19°49′ N, 濒临北部湾、东倚海岛中部的五指山和黎母岭,包括东方、昌江、儋州、乐东 4 县(市)的大部分及白沙县一部分,总面积 10 694.52 km<sup>2</sup>。该区地形由东向西梯状降低,依次为丘陵带、台地带和滨海平原带<sup>[4]</sup>。岛西属热带半干旱气候,干季雨季分明,多年平均气温 24.8℃, ≥10℃的年活动积温高达 8 500℃以上;多年平均降水量为 967.5 mm,且降水年内分配极不均,90%集中在下半年,年蒸发量高达 2 596.8 mm,干旱月份有 5~6 个月,是一个水热条件极不协调的地区<sup>[5]</sup>。该地区的热带稀疏草原环境以耐旱草本植物为主<sup>[1]</sup>,混生着耐旱灌木和稀疏乔木,总体呈现热带旱生植被特有的群落结构和生态景观特征。

## 2 研究方法

### 2.1 数据来源与处理

研究所用的遥感数据为 1986 年、1996 年和

表 1 海南岛西部沙漠化土地分级体系及解译标志

沙漠化土地等级	综合景观特征	解译标志
极重度沙漠化土地	风沙活动普遍,形成比较密集的沙垄、沙丘及沙席,流沙面积> 50%,可见风蚀洼地及风蚀残墩等。土壤养分大量流失,沙地上仅有稀疏的吉粟草( <i>Gisekia pharanceoides</i> Linn)、地杨桃( <i>Sebatiana chamaelea</i> Muell)等旱生草本植物匍伏分布。草本层高度 10~30 cm,植被覆盖度仅为 5%,土壤为流动风沙土,土地生物产量 3~6.5 kg/hm <sup>2</sup> ,呈沙漠景观。	高亮白、灰白色,色调较均一的不规则斑块
重度沙漠化土地	风沙活动较普遍,形成比较稀疏的沙垄、沙丘及沙席,流沙面积 30%~50%,丘间地较开阔,可见风蚀坑及风蚀陡坎。沙地上有厚藤( <i>Ipomoea pescaprae</i> Sweet)、鬣刺( <i>Spinifex littoreus</i> Merr)、露兜( <i>Pandanus tectorius</i> Sol)等旱生草本植物和小灌木。草本层高度 10~30 cm,植被覆盖度为 5%~10%,土壤为流动风沙土,土地生物产量 6.5~30 kg/hm <sup>2</sup> ,呈半沙漠景观。	灰白色(偏淡黄),不规则斑块
中度沙漠化土地	沙地分布有半固定沙垄、沙丘、沙席及爬行沙丘与风蚀坑或风蚀陡坎等,流沙面积 10%~30%。沙地上常见刺葵( <i>Phoenix hanceana</i> Naud)、仙人掌( <i>Opuntia dillenii</i> Haw)、露兜等沙生刺灌丛和厚藤等藤本、草本植物及木麻黄( <i>Casuarina equisetifolia</i> Linn)等人工林。植被覆盖度为 10%~30%,土壤为半固定风沙土,土地生物产量 130~180 kg/hm <sup>2</sup> ,呈草原化荒漠景观。	灰白色,其中有小面积灰红色斑块分布
轻度沙漠化土地	主要为固定草灌沙丘与沙席及斑点状流沙的风蚀耕地、草地,流沙面积 5%~10%,沙面趋于固定。沙生植物以旱中生、沙生刺灌丛和草本植物为主,亦有木麻黄、椰子( <i>Cocos nucifera</i> Linn)等人工林。植被覆盖度为 30%~50%,土壤为固定风沙土,土地生物产量 400~550 kg/hm <sup>2</sup> ,呈荒漠化草原景观。	浅红色,其中有淡红色不规则斑块分布

2003 年 3 期冬季的 TM 多光谱影像,利用野外调查与室内解译结合的方法进行分类处理<sup>[6-8]</sup>。具体过程如下:对 TM 数据进行预处理,确定野外调查的路线及重点地区,结合地形图和 GPS 定位技术,对各种土地利用类型和景观特点进行采样记录,确定其类型的特征。在室内应用 ERDAS 与 ArcView 图像处理软件对 3 期 TM 数据进行几何纠正、解译和拼接等,得到研究区 3 个时期的土地利用类型图(详见文献[3]),对土地利用类型及沙漠化土地的变化进行统计分析。

### 2.2 沙漠化土地分类体系

首先,据中国《土地利用现状调查技术规程》和土地的用途、经营特点、利用方式和覆盖特征等因素以及海南岛西部的土地现状特点为分类依据,将研究区的土地利用分为林地(园地)、耕地、草地、建设用地(工矿建设用地和居民地)、水体(河流、湖泊、坑塘、水库和滩涂)和沙地 6 种类型;其次,按照沙漠化分类的基本原则,以风沙地貌形态组合特征、沙地面积比、植被景观特征、土壤状况等要素作为沙漠化等级划分的标准,将研究区沙地分为极重度沙漠化土地、重度沙漠化土地、中度沙漠化土地和轻度沙漠化土地 4 种类型;最后,详细描述 4 种沙漠化土地的综合景观特征与解译标志(见表 1)。

### 3 结果与分析

南岛西部 1986 年、1996 年和 2003 年 3 个时期沙漠化土地类型面积统计结果如表 2 所示。

#### 3.1 沙漠化土地的变化特征

在 ArcGIS 与 ERDAS 软件的支持下,得到海

表 2 海南西部沙漠化土地面积及斑块数变化统计

年份	类型	极重度沙漠化土地	重度沙漠化土地	中度沙漠化土地	轻度沙漠化土地	合计
1986 年	面积/ km <sup>2</sup>	10.37	35.88	76.32	102.61	225.18
	比例/ %	4.61	15.93	33.89	45.57	100
	斑块数	7	99	269	544	919
1996 年	面积/ km <sup>2</sup>	6.02	22.38	52.24	67.72	148.36
	比例/ %	4.06	15.08	35.21	45.65	100
	斑块数	14	48	212	414	688
2003 年	面积/ km <sup>2</sup>	4.32	25.07	56.57	36.45	122.41
	比例/ %	3.53	20.48	46.21	29.78	100
	斑块数	7	73	284	231	595

由表 2 可以看出,研究区沙漠化土地总面积 1986 年、1996 年和 2003 年分别为 225.18 km<sup>2</sup>、148.36 km<sup>2</sup> 和 122.41 km<sup>2</sup>, 占全区面积的 2.11%、1.39% 和 1.15%。其中 1986 年:极重度、重度、中度、轻度沙漠化土地的面积分别为 10.37、35.88、76.32、102.61 km<sup>2</sup>, 占沙漠化土地面积的百分比分别为 4.61%、15.93%、33.89%、45.57%; 1996 年:极重度、重度、中度、轻度沙漠化土地的面积分别为 6.02、22.38、52.24、67.72 km<sup>2</sup>, 占沙漠化土地面积的百分比分别为 4.06%、15.08%、35.21%、45.65%; 到 2003 年:极重度、重度、中度、轻度沙漠化土地的面积分别为 4.32、25.07、56.57、36.45 km<sup>2</sup>, 占沙漠化土地面积的百分比分别为 3.53%、20.48%、46.21%、29.78%。岛西沙漠化土地的斑块数减少十分显著,从 1986 年的 919 块到 2003 年则为 595 块,只有极重度沙漠化土地的斑块数没有变化。同时,4 种沙漠化土地的面积变化十分明显,1986~2003 年极重度、重度、中度、轻度沙漠化土地的面积分别减少了 6.05 (58.34%)、10.89 (30.35%)、19.75 (25.88%)、66.16 km<sup>2</sup> (64.88%), 其中极重度与轻度沙漠化土地的面积减少最为剧烈。

#### 3.2 沙漠化土地的动力分析

借助 ArcGIS 中 GRID 模块的空间分析功能对 3 期土地利用及 4 种沙漠化土地类型数据进行叠加计算及统计整理,得到 17 a 来土地利用及沙漠化土地类型之间的转换矩阵及转移概率矩阵表(见表 3, 4, 5)。下面重点分析 4 种沙漠化土地之间及其与其他土地利用类型的动态变化。

##### 3.2.1 1986~1996 年沙漠化土地动态分析

由表 3 可知从 1986~1996 年岛西沙漠化土地

的变化情况:极重度沙漠化土地主要转化为重度、中度、轻度、水体,分别为 2.87、1.2、0.5、0.73 km<sup>2</sup>, 而极重度沙漠化土地来源于重度、中度、轻度和耕地,分别为 1.23、0.14、0.19 和 0.23 km<sup>2</sup>; 重度沙漠化土地主要转化为中度、轻度、极重度、林地、耕地和水体,分别为 1.23、9.99、3.48、1.92、2.81 和 2 km<sup>2</sup>, 而重度沙漠化土地主要来源于极重度、中度、轻度和耕地,分别为 2.87、2.85、1 和 0.5 km<sup>2</sup>; 中度沙漠化土地主要转化为重度、轻度、林地、耕地和水体,分别为 2.85、15.27、10.75、22.22 和 5.21 km<sup>2</sup>, 而中度沙漠化土地主要来源于极重度、重度、轻度、林地、耕地和水体,分别为 1.2、9.99、9.17、3.71、7.11 和 1.56 km<sup>2</sup>; 轻度沙漠化土地主要转化为中度、林地、耕地、建设用地和水体,分别为 9.17、15.05、48.23、2.15 和 6.53 km<sup>2</sup>, 而轻度沙漠化土地主要来源于重度、中度、林地、耕地和水体,分别为 3.48、15.27、8.52、19.02 和 2.51 km<sup>2</sup>。这一时期总的沙地面积都是显著减少的趋势,4 类沙漠化土地分别减少 4.35(极重)、13.58(重度)、24.08(中度)、34.89 km<sup>2</sup>(轻度)。

##### 3.2.2 1996~2003 年沙漠化土地动态分析

由表 4 可知从 1996~2003 年岛西沙漠化土地的变化情况:极重度沙漠化土地主要转化为重度、中度、轻度、林地,分别为 2.97、0.48、0.53、0.43 km<sup>2</sup>, 而极重度沙漠化土地主要来源于重度、中度、轻度和水体,分别为 1.88、0.39、0.36 和 0.38 km<sup>2</sup>; 重度沙漠化土地主要转化为中度、轻度、极重度、林地、耕地和水体,分别为 4.01、2.04、1.88、0.87、4.07 和 0.54 km<sup>2</sup>, 而重度沙漠化土地主要来源于极重度、中度、轻度、林地、耕地和水体,分别为 2.97、5.56、

1.21, 2.33, 3.47 和 0.87 km<sup>2</sup>; 中度沙漠化土地主要转化为重度、轻度、林地、耕地、草地、建设用地和 水体, 分别为 5.56, 5.11, 3.71, 18.72, 1.1, 1.01 和 4.33 km<sup>2</sup>, 而中度沙漠化土地主要来源于重度、轻度、林地、耕地和 水体, 分别为 4.01, 10.16, 8.23, 17.96 和 3.76 km<sup>2</sup>; 轻度沙漠化土地主要转化为重度、中度、林地、耕地、草地、建设用地和 水体, 分别为 1.21, 10.16, 8.78, 31.87, 1.72, 2.21 和 5.23 km<sup>2</sup>,

而轻度沙漠化土地主要来源于重度、中度、林地、耕地和 水体, 分别为 2.04, 5.11, 4.61, 15.06 和 2.49 km<sup>2</sup>。这一时期总的沙地面积也是减少的趋势, 但是也有部分沙漠化土地面积略有增加, 其中极重与轻度沙漠化土地分别减少 4.35 与 31.27 km<sup>2</sup>, 而重度和中度沙漠化土地分别增加了 2.69 和 4.33 km<sup>2</sup>。

表 3 1986~ 1996 海南西部土地利用类型沙漠化土地的面积转移统计

km<sup>2</sup>

	林地	耕地	草地	建设用地	水体	极重	重度	中度	轻度
林地	5308.50	983.57	80.00	24.87	83.46	-	0.34	3.71	8.52
耕地	1202.31	2017.03	32.57	53.28	87.446	0.23	0.50	7.11	19.02
草地	168.75	15.37	24.05	0.20	2.92	-	0.15	0.03	0.23
建设用地	15.25	35.81	0.24	56.54	3.85	-	-	0.59	0.95
水体	35.89	31.06	0.58	7.23	111.93	-	0.28	1.56	2.51
极重	0.23	0.30	0.40	0.02	0.73	4.12	2.87	1.20	0.50
重度	1.92	2.81	0.09	0.16	2.00	1.23	14.05	9.99	3.48
中度	10.75	22.22	0.91	0.97	5.21	0.14	2.85	17.47	15.27
轻度	16.05	48.23	1.74	2.15	6.53	0.19	1.00	9.17	16.39

注:“-”为极小值或无值, 下表同。

表 4 1996~ 2003 海南西部土地利用类型沙漠化土地的面积转移统计

km<sup>2</sup>

	林地	耕地	草地	建设用地	水体	极重	重度	中度	轻度
林地	5358.36	1195.92	47.76	38.22	100.12	0.13	2.33	8.23	4.61
耕地	759.31	2180.99	49.30	77.38	57.67	0.13	3.47	17.96	15.06
草地	99.45	19.93	17.72	1.12	1.54	-	0.10	0.32	0.32
建设用地	20.61	41.26	1.45	75.41	5.70	-	0.08	0.75	0.74
水体	108.39	60.33	2.94	15.11	114.69	0.38	0.87	3.76	2.49
极重	0.43	0.21	0.32	-	-	1.08	2.97	0.48	0.53
重度	0.87	4.07	0.36	0.26	0.54	1.88	6.53	4.01	2.04
中度	3.71	18.72	1.10	1.01	4.33	0.39	5.56	10.67	5.11
轻度	8.78	31.87	1.72	2.21	5.23	0.36	1.21	10.16	5.48

3.2.3 1986~ 2003 年沙漠化土地动态分析

由表 5 可知, 极重度沙漠化土地主要转化为重度、中度、轻度、林地和草地, 分别为 3.55, 0.73, 1.33, 1.31 和 0.77 km<sup>2</sup>, 极重度沙漠化土地来源于重度、中度和轻度, 分别为 1.14, 0.37 和 0.22 km<sup>2</sup>; 重度沙漠化土地主要转化为中度、轻度、极重度、林地、耕地和 水体, 分别为 6.95, 2.66, 1.14, 2.79, 9.21 和 2.11 km<sup>2</sup>, 重度沙漠化土地来源于极重度、中度、轻度、林地、耕地和 水体, 分别为 3.55, 3.21, 1.6, 1.7, 3.46 和 0.94 km<sup>2</sup>; 中度沙漠化土地主要转化为重度、轻度、林地、耕地、草地、建设用地和 水体,

分别为 3.21, 5.92, 10.48, 31.84, 1.63, 1.89 和 7.82 km<sup>2</sup>, 而中度沙漠化土地主要来源于极重度、重度、轻度、林地、耕地、建设用地和 水体, 分别为 0.73, 6.95, 7.55, 10.31, 15.25, 0.64 和 2.57 km<sup>2</sup>; 轻度沙漠化土地主要转化为重度、中度、林地、耕地、草地、建设用地和 水体, 分别为 1.6, 7.55, 17.21, 55.49, 4.78, 2.97 和 7.21 km<sup>2</sup>, 而轻度沙漠化土地主要来源于极重度、重度、中度、林地、耕地、建设用地和 水体, 分别为 1.33, 2.66, 5.92, 7.48, 0.5 和 1.69 km<sup>2</sup>。由此看出, 各类沙漠化土地之间及其与其它土地类型相互之间的转化频繁。

表 5 1986~ 2003 海南西部土地利用类型沙漠化土地的面积转移统计

km<sup>2</sup>

	林地	耕地	草地	建设用地	水体	极重	重度	中度	轻度
林地	4980.80	1283.44	47.00	42.15	105.42	0.03	1.70	10.31	7.48
耕地	1078.05	2064.85	59.13	89.03	97.85	0.12	3.46	15.25	12.25
草地	184.32	19.17	5.70	0.17	1.60	-	-	0.13	0.08
建设用地	13.98	33.55	1.74	59.11	3.74	-	0.17	0.64	0.50
水体	63.68	47.69	1.33	16.00	64.89	-	0.94	2.57	1.69
极重	1.31	0.44	0.77	0.07	0.01	2.17	3.55	0.73	1.33
重度	2.79	9.21	0.24	0.44	2.11	1.14	10.31	6.95	2.66
中度	10.48	31.84	1.63	1.89	7.82	0.37	3.21	11.88	5.92
轻度	17.21	55.49	4.78	2.97	7.21	0.22	1.60	7.55	4.36

17 a 来海南岛西部沙地总的面积呈减少的趋势, 各类沙漠化土地之间及其与其它土地类型之间的转换差异十分显著。其中极重与重度沙漠化土地的面积相对稳定, 而中度与轻度沙漠化土地的面积变化尤其频繁, 主要表现在它们和耕地与林地之间的转变(详见表 5 所示)。

## 4 结 论

海南岛西部沙漠化土地的数量变化分析表明, 自 1986~ 2003 年各类沙地面积总的变化趋势为减少, 而各类沙漠化土地之间及其与其它土地类型相互之间的转化频繁且变化面积所占比重较大。17 a 来现有 4 种沙地变化情况如下: 极重与重度沙漠化土地中分别有 53.58% 和 41.34% 的面积没有发生变化, 而中度与轻度沙漠化土地分别仅有 21.21% 和 12.02% 面积没有发生变化。同时, 四类沙漠化土地类型面积的减少十分显著, 极重度、重度、中度、轻度沙漠化土地的面积分别减少了 58.34%, 30.35%, 25.88%, 64.88%。

通过实地调查以及对相关政策导向的综合分析, 研究区沙漠化土地的空间分布特征及其动态变化过程都与人为活动的干扰密切相关。具体表现在各类沙漠化土地主要分布在人类活动较为频繁的地区和海岸带附近, 而且沙漠化土地与耕地和林地之间的转化速率与面积都较大, 尤其是中度与轻度沙漠化土地动态变化和转换特征表现最为显著。同时, 由于海南岛优越的自然与气候条件, 其轻、中度沙漠化土地有较强地自我恢复能力, 因而该地区

沙漠化土地变化主要是受人为活动干扰作用的结果。针对不同等级的沙漠化土地恢复与逆转采取相应措施: 中度与轻度沙漠化土地以封育保护为主, 使之充分发挥自我恢复功能; 而对极重与重度沙漠化土地则需加强人为干预力度, 使之尽快具有自我恢复的能力。

### 参考文献:

- [1] 李森, 孙武, 李凡, 等. 海南岛西部热带沙漠化土地特征与成因[J]. 地理学报, 2005, 60(3): 432-444.
- [2] 林培松, 李森, 李保生, 等. 近 20a 来海南岛西部土地沙漠化与气候保护关联度研究[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 27-32.
- [3] 王兮之, 郑影华, 李森. 海南岛西部土地利用变化及其景观格局动态分析[J]. 中国沙漠, 2006, 26(3): 409-414.
- [4] 马荣华, 胡孟春, 毛端谦, 等. 基于 RS 与 GIS 的海南西部土地沙化/土地退化动态趋势研究[J]. 生态科学, 2000, 19(2): 19-23.
- [5] 赵健, 魏成阶, 黄丽芳, 等. 土地利用动态变化的研究方法及其在海南岛的应用[J]. 地理研究, 2001, 20(6): 723-730.
- [6] 唐立娜, 陈春, 王庆礼, 等. 基于遥感的东北农牧交错区景观格局与变化研究-以吉林省长岭县为例[J]. 地理科学, 2005, 25(1): 81-86.
- [7] 党安荣, 王晓栋, 陈晓峰, 等. ERDAS 遥感图像处理方法[M]. 北京: 清华大学出版社 2003.
- [8] 马绍休, 王涛, 封建民, 等. 浑善达克沙地以北地区沙漠化动态初探[J]. 水土保持通报, 2006, 26(3): 46-50.