文章编号:1001-4810(2007)04-0291-06

广西都安县三只羊地区与贵州罗甸县大关地区岩溶石漠化进程对比分析

莫源富^{1,2}, 奚小双¹, 夏日元²

(1. 中南大学地学与环境工程学院, 湖南长沙 410083; 2. 中国地质科学院岩溶地质研究所, 广西桂林 541004)

摘要:基于遥感数据得出贵州罗甸县大关地区和广西都安县三只羊地区三个时期的土地覆盖类型数据。通过对这些不同时期土地覆盖类型数据的分析,发现大关地区从1979年到2001年,植被面积减少,石漠面积增加,土地覆盖类型以灌木林→灌丛→荒地→石漠的方向变化为主,岩溶生态环境朝着恶劣的方向即典型的石漠化方向发展;而都安三只羊地区则相反,从1976年至2002年,植被面积增加,石漠面积减少,土地覆盖类型的主导变化方向是石漠→荒地→灌丛→灌木林,即反石漠化方向,岩溶生态环境总的趋势是朝着良性的方向发展。两地的石漠化进程不同的原因主要在于土地利用的方式不同,大关地区采取的是劈山造田的方式来解决紧张的人地关系;而三只羊地区则是采取生态移民的方式。

关键词:岩溶石漠化; 遥感; 都安县三只羊; 罗甸县大关

中图分类号:S157.1 **文献标识码:**A

0 前言

荒漠化是一个严重的全球环境问题,在当今世界已引起极大的关注并开展了深入广泛的研究。荒漠化是一个从干旱、半干旱到湿润地区的生态系统的退化。在干旱的非岩溶地区,荒漠化发展的终极结果是沙漠,荒漠化研究绝大多数集中于这些地区^[1];而对于湿润地区的荒漠化,尤其是湿润的岩溶地区的石漠化,只是近年来才受到越来越多的关注,逐渐成为荒漠化研究的又一热点。岩溶石漠化是岩溶地区所特有的土地退化现象,被认为与沙漠化一样是严重的生态环境退化类型,岩溶石漠化本质上属于荒漠化。

关于岩溶石漠化的定义,目前存在多种论述。袁道先认为,石漠化是指植被、土壤覆盖的岩溶地区转化成几乎没有土壤和植被的石质景观的过程^[2]。王世杰认为,喀斯特石漠化是指在亚热带脆弱的喀斯特环境背景下,受人类不合理社会经济活动的干扰破坏,

造成土壤严重侵蚀,基岩大面积出露,土地生产力严重下降,地表出现类似荒漠景观的土地退化过程^[3]。这两个定义具有一定的代表性。而笔者认为岩溶石漠化是发生于碳酸盐岩岩溶区的,在自然与人为因素(主要是人为因素)作用下的一个植被减少、地表土壤流失的过程,发展到极限就成为植被极少,仅残留零星灌草(<30%),基岩裸露,仅溶沟、溶槽、溶隙中残存少量风化土壤的石漠。

在中国西南地区,连片分布着世界最大面积的碳酸盐岩,石漠化问题已经到了很严重的程度,尤其是贵州、广西两省区,据有关资料^[4,5],2002年贵州岩溶地区石漠面积已达5万km²,1975-1998年间平均每年扩大1800km²;广西石漠面积已达4.7万km²。西南地区的岩溶石漠化成为一个极其严重的生态环境问题并严重制约着当地经济的可持续发展,贵州48个国家级贫困县的大多数、广西28个国家级贫困县的全部分布在岩溶地区,而且大多数是严重石漠化地

基金项目:地质大调查项目(200310400023)和国土资源部攻关项目(20010303)

第一作者简介:莫源富(1962-),男,博士生,副研究员,研究方向为遥感与GIS应用。

收稿日期:2007-02-04

区。其中贵州的罗定县和广西的都安瑶族自治县,在两省区具有一定的代表性。本文以罗甸的大关和都安的三只羊为例,对比在不同的人为因素作用下,岩溶石漠化的发展进程。

1 研究区概况

罗甸县位于贵州南部边缘。全县总面积3 009.6 km²。2000年底,全县总人口30.76万人。该县为典型的岩溶峰丛洼地地貌,峰顶与洼地底部高差大于100m,地形崎岖,山高坡陡,尤其在大关村一带,基本上没有一块平坦土地,只能在岩石缝隙中的小块土壤上栽种玉米等作物,因而,山区人民长期以来生活在贫困线以下。为了改善基本的生存状况,上世纪90年代初,该村一个村民,发扬大无畏的精神,开山劈石,围坡掏土造地,用血的代价、数年时间造就了几分地,这一行为曾感动了乡邻,更感动了人民日报、贵州日报等报社的记者,并在报刊上大为宣扬,“大关精神”和经验也被树为贵州贫困乡村的脱贫攻坚战中的一个典型,引起一阵参观学习热潮。

都安瑶族自治县位于广西中西部,在都安与罗甸之间隔着广西的天峨、乐业两县。全县总面积4 095 km²。总人口62.35万。三只羊为其中一个乡。由于与罗甸县一样都处于贵州高原与广西丘陵的过渡地带,都安也是典型的岩溶峰丛洼地地貌,地形条件、土地条件、人民贫困程度与罗甸都很类似。然而,与罗甸不同的是,都安以生态移民的方式帮助居住在极端恶劣的生态环境下的人民脱贫。

2 岩溶石漠化遥感分析

石漠化的调查与分析最有效、最快捷的方法是利用遥感技术来进行。而且,根据石漠化的定义,石漠化

是一个过程,因而,要真正了解一个地区的石漠化状况,至少需要两个不同时期的数据才能做到。再者,由于石漠化是森林→灌木林→灌丛→荒草地→坡耕地→裸露基岩的土地退化过程,这个过程当中的每一个环节都是石漠化的一个阶段,分析石漠化,不能就石漠论石漠,必须了解石漠化过程中不同土地覆盖类型的动态变化情况。为此,笔者在大关地区和三只羊地区分别选取了三个时相的遥感数据,用计算机自动分类和专家辅助判别分类的方法得出两个地区三个时相的土地覆盖类型数据,对不同时期的土地覆盖数据进行对比分析从而把握其石漠化进程。

大关和三只羊都属于典型的岩溶峰丛洼地地貌,在确定土地覆盖类型的划分方案时,据实地调查,考虑到岩溶地区的普遍性和该两地区的特殊性,土地覆盖类型划分为灌木林、灌丛、荒草地、耕地和石漠五种类型。

2.1 大关地区岩溶石漠化遥感分析

为了科学地了解大关地区最近数十年来岩溶生态环境的变化情况,我们选取了1979年的航片、1993年Landsat-5的TM(30m分辨率)和2001年Landsat-7的ETM(15m分辨率)开展该地区土地覆盖类型的对比调查。由于贵州山多地少,当地居民普遍在可能耕种的地方垦种,因而当地有一种特殊的地类—石脊地,这种地类的石土比例接近,甚至裸露的岩石面积大于其中的土壤面积,它可能出现在岩溶石山的任何部位,由于石缝中的土壤几近完全裸露,极易造成流失,其环境效应与石漠无异,因而,把它划归“石漠”一类。按照上述土地覆盖类型划分方案,航片采用屏幕目视解译、Landsat数据采用计算机自动识别分类与专家辅助分类相结合的方法得出了三个年度的土地覆盖类型数据,见表1。从表1可以明显地看出,从1979到2001年,大关地区的灌木林不断减少,石漠面积不断增加,岩溶生态环境处于不断恶化的趋势。

表1 大关地区不同年度土地覆盖类型面积对比(单位:hm²)

Tab. 1 Comparison in areas under different land-cover types among different years in Daguang

年份	耕地	灌木林	灌丛	荒草地	石漠	合计
1979年	1 095.50	2 140.20	1 437.64	2 497.19	794.47	7 965.00
1993	1 089.81	1 349.42	1 668.87	2 690.15	1 166.76	7 965.00
2001年	1 081.69	1 245.53	1 434.85	2 528.75	1 674.18	7 965.00

表2、表3为1979—1993年和1993—2001年该地区土地覆盖类型的动态变化情况,从表2和表3中可

以看出,每一种土地覆盖类型在一个时段内并不是简单地增加或减少,而是在一部分保持不变的情况下,

有些变化成其它的地类,有些则由其它地类变化而来。对角线上的数字表示相应地类在一个时段内保持不变的面积,行数据代表相应地类在该时段减少变化

为其它地类的面积,列数据代表相应地类在同一时段由其它地类变化而来的增加面积。

表2 大关地区1979年至1993年土地覆盖类型动态变化表(单位: hm²)

Tab. 2 Regime of land-cover types from 1979 to 1993 in Daguan

土地类型	耕地	灌木林	灌丛	荒草地	石漠	1979年合计
耕地	1 088. 21	0. 00	0. 36	2. 07	4. 86	1 095. 50
灌木林	0. 00	1 296. 14	354. 76	423. 32	65. 99	2 140. 20
灌丛	0. 11	29. 63	1 251. 05	124. 36	32. 49	1 437. 64
荒草地	1. 46	19. 49	57. 58	2 134. 03	284. 63	2 497. 19
石漠	0. 02	4. 16	5. 13	6. 37	778. 79	794. 47
1993年合计	1 089. 81	1 349. 42	1 668. 87	2 690. 15	1 166. 76	7 965. 00

表3 大关地区1993年至2001年土地覆盖类型动态变化表(单位: hm²)

Tab. 3 Regime of land-cover types from 1993 to 2001 in Daguan

土地类型	耕地	灌木林	灌丛	荒草地	石漠	1993年合计
耕地	1 074. 82	0. 00	0. 02	2. 95	12. 02	1 089. 81
灌木林	0. 02	727. 88	275. 67	231. 98	113. 87	1 349. 42
灌丛	0. 76	310. 82	678. 67	429. 03	249. 59	1 668. 87
荒草地	1. 22	160. 38	412. 29	1 607. 35	508. 90	2 690. 15
石漠	4. 86	46. 46	68. 20	257. 45	789. 79	1 166. 76
2001年合计	1 081. 69	1 245. 53	1 434. 85	2 528. 75	1 674. 18	7 965. 00

进一步分析每一地类的减少去向和增加由来,即分析各种土地覆盖类型之间的相互变化,便可以更明晰地说明上述结论。限于篇幅,笔者仅以石漠为例说明一种地类与其它地类之间的动态变化关系。

1979年、1993年和2001年的石漠面积分别为794.47 hm²、1 166.76 hm²和1 674.18 hm²(表1),呈幅度不小的稳步上升的趋势。

1979至1993年,1979年的石漠只有极少的(0.52%、0.65%和0.80%)演变成其它三种地类,而1993年的石漠则有65.99 hm²、32.49 hm²和284.63 hm²分别从灌木林、灌丛和荒草地退化而来,占1993年石漠的5.66%、2.78%和24.39%(表4)。

1993至2001年,虽然有46.46 hm²(3.98%)、68.20 hm²(5.85%)和257.45 hm²(22.07%)的石漠分别变成了灌木林、灌丛和荒草地,但2001的石漠则有113.87 hm²、249.59 hm²和508.90 hm²分别是由1993年的灌木林、灌丛和荒草地退化而来,分别占2001年石漠的6.80%、14.91%和30.40%(表5),退化的面

积和比例均远大于进化的比例。

表4 大关地区1979至1993年石漠的动态变化

Tab. 4 Regime of rocky land from 1979 to 1993 in Daguan

增减动态		未变化	灌木林	灌丛	荒草地
减少	面积(hm ²)	778.79	4.16	5.13	6.37
去向	占1979年百分比(%)	98.03	0.52	0.65	0.80
增加	面积(hm ²)	778.79	65.99	32.49	284.63
由来	占1993年百分比(%)	66.75	5.66	2.78	24.39

表5 大关地区1993至2001年石漠的动态变化

Tab. 5 Regime of rocky land from 1993 to 2001 in Daguan area

增减动态		未变化	灌木林	灌丛	荒草地
减少	面积(hm ²)	789.79	46.46	68.20	257.45
去向	占1993年百分比(%)	67.69	3.98	5.85	22.07
增加	面积(ha)	789.79	113.87	249.59	508.90
由来	占2001年百分比(%)	47.17	6.80	14.91	30.40

同理也可分析灌木林、灌丛和荒草地与其它地类的相互变化。分析结果表明,大关地区由于石漠化趋势没有得到遏制,岩溶生态环境处于不断恶化的趋势,其显著的特征是,有着良好生态效应的灌木林面积的持续减少和裸露碳酸盐岩——石漠面积的持续增加。灌木林、灌丛、荒草地和石漠这四种土地覆盖类型分别代表石漠化的不同阶段,在大关地区,这四种地类之间的演变表现出典型的石漠化特点,即总的变化趋势(或方向)是:灌木林→灌丛→荒草地→石漠。

2.2 三只羊生态环境变化遥感分析

表6 三只羊三个年度土地覆盖类型面积对比(单位:hm²)

Tab. 6 Comparison in areas under different land-cover types among three years in Sanzhiyang

年份	耕地	灌木林	灌丛	荒草地	石漠	总面积
1976	4 277.54	6 224.06	9 104.47	15 948.47	7 087.34	42 990.26
1999	4 252.28	11 518.45	5 483.97	12 348.27	9 038.86	42 990.26
2002	4 596.57	10 898.15	4 870.17	15 947.69	6 323.02	42 990.26

据表6数据,从1976至1999年的23年间,耕地基本上保持不变;灌木林增加了近一倍,从6 224hm²增加到11 518.45hm²;灌丛从9 104.47 hm²减少到5 483.97 hm²;荒草地略有减少;石漠略有增加。虽然从这些数据就可认为,1976到1999年该地区的森林覆盖率呈上升态势,但土地覆盖类型的变化情况相当复杂,各种覆盖类型的变化是动态的,是一种相互消长的关系,只有通过两个对比时期的数据进行叠加对比分析才能真正了解这个时段详细的动态变化情

况。三只羊地区,笔者选取了1976年的航片、1999年和2002年的美国陆地卫星Landsat-7的ETM 3个时相的数据进行两个时段的土地覆盖类型动态变化分析。1976年的航片采用屏幕目视解译,ETM数据则采用计算机自动识别分类的方法,分别得出了3个时期的土地覆盖类型结果(见表6),将这些结果进行对比便可较为准确的掌握三只羊地区1976年至2002年26年间土地覆盖类型的变化情况,从而分析该地区的岩溶石漠化趋势。

况。

表7、表8分别是1976—1999年和1999—2002年土地覆盖类型动态变化表。表中,对角线上的数字为对应地类在1976至1999年时段内保持不变的面积数,每一类的行数据是该地类在该时段内减少变成其它地类的面积数;每一类的列数据则是该地类由其它地类变化而来的面积数。据此,可以分析各种土地覆盖类型的详细变化。在此,笔者也仅以石漠地类为例分析其与其它地类之间的相互变化情况。

表7 三只羊1976—1999年土地覆盖类型动态变化表(单位:hm²)

Tab. 7 Regime of land-cover types from 1976 to 1999 in Sanzhiyang

土地类型	耕地	灌木林	灌丛	荒草地	石漠	1976年合计
耕地	4 221.18	2.36	6.55	41.33	6.12	4 277.54
灌木林	0.50	6 069.92	7.54	24.82	121.30	6 224.06
灌丛	0.00	3 765.22	4 699.89	87.93	551.43	9 104.47
荒草地	28.82	1 660.16	714.22	12 091.63	1 453.57	15 948.47
石漠	1.78	20.79	55.78	102.56	6 906.44	7 087.34
1999年合计	4 252.28	11 518.45	5 483.97	12 348.27	9 038.86	42 990.26

表8 三只羊1999—2002年土地覆盖类型动态变化表(单位:hm²)

Tab. 8 Regime of land-cover types from 1999 to 2002 in Sanzhiyang

土地类型	耕地	灌木林	灌丛	荒草地	石漠	1999年合计
耕地	4 130.10	13.01	6.26	58.88	28.06	4 252.27
灌木林	6.12	6 969.80	1 600.45	2 476.53	464.58	11 518.45
灌丛	33.44	1 549.91	1 864.08	1 871.32	163.73	5 483.97
荒草地	286.27	1 206.90	826.85	8 470.37	1 549.10	12 348.27
石漠	108.11	1 157.94	572.51	3 067.88	4 115.50	9 038.86
2002年合计	4 596.57	10 898.15	4 870.17	15 947.69	6 323.02	42 990.26

据表6数据,1976年、1999年、2002年的石漠面积分别为7 087.34 hm², 9 038.86 hm², 6 323.02 hm²,分别占土地总面积的16.49%、21.03%和14.71%,因而该地区的石漠化态势也不容忽视,单从石漠面积来看,26年间动荡幅度不算太大。

据表9,从1976到1999年分别有0.29%、0.79%

和1.45%的石漠演化变成灌木林、灌丛和荒草地;但1999年的石漠也有1.34%、3.1%和16.08%是从1976年的灌木林、灌丛和荒草地退化而来,两相抵消导致了1999年石漠占土地总面积的比例与1976年的相比上升了近5个百分点。

表9 三只羊1976至1999年石漠的动态变化

Tab. 9 Regime of rocky land from 1976 to 1999 in Sanzhiyang

增减动态		未变化	灌木林	灌丛	荒草地
减少	面积(hm ²)	6 906.44	20.79	55.78	102.56
去向	占1976年百分比(%)	97.45	0.29	0.79	1.45
增加	面积(hm ²)	6 906.44	121.3	551.43	1 453.57
由来	占1999年百分比(%)	76.41	1.34	3.10	16.08

尽管从1999到2002年分别有7.35%、2.59%和24.5%的灌木林、灌丛和草地退化成石漠,但2002年的石漠面积与1999年相比有明显的减少。这是由于

三年间,分别有12.81%、6.33%和33.94%的石漠演化变成了灌木林、灌丛和荒草地(表10)。

表10 三只羊1999至2002年石漠的动态变化

Tab. 10 Regime of rocky land from 1999 to 2002 in Sanzhiyang

增减动态		未变化	灌木林	灌丛	荒草地
减少	面积(hm ²)	4 115.50	1 157.94	572.51	3 067.88
去向	占1999年百分比(%)	45.53	12.81	6.33	33.94
增加	面积(hm ²)	4 115.50	464.58	163.73	1 549.10
由来	占2002年百分比(%)	65.09	7.35	2.59	24.50

通过对灌木林、灌丛、荒草地的增减变化分析,三只羊地区从1976年到2002年的26年间,土地覆盖类型的变化的主导方向是石漠→荒草地→灌丛→灌木林,岩溶生态环境总的趋势是朝着良性的方向发展。该地区很少有无节制开荒造地现象,因而,耕地面积基本稳定。

3 分析与讨论

据上节分析,大关地区土地覆盖类型的变化以灌木林→灌丛→荒草地→石漠的方向变化为主,这是典型的石漠化方向。因而,从1979年到2001年22年间,灌木林面积不断减少,石漠面积不断增加,岩溶生态环境呈现出不断恶化的态势;而都安三只羊地区土地覆盖类型的主导变化方向是石漠→荒草地→灌丛→灌木林,即反石漠化方向,岩溶生态环境总的趋势是朝着良性的方向发展。地形地貌条件相似,岩溶发育程度相似的两个地区,石漠化的进程竟如此不同,应

该归因于两地土地利用方式的差别,解决人地关系紧张矛盾的思路的差别。

在大关地区,由于人多地少,连基本的温饱都难以维持,粮食长期靠返销,为解决人地关系的紧张矛盾,当地居民在任何可以播种的地方,哪怕是草帽大的一小块土壤也要种上一棵玉米,可以说该地区的耕地分布在山坡上的任一角落。但即便这样还是无法解决温饱,为此,他们采取了引言所提到的劈石造田的方式,开山劈石、满山掏土造地,虽然精神可嘉,但做法实不可取,更不宜提倡。因为这种做法势必使得本已脆弱的岩溶生态环境继续恶化,加速岩溶石漠化的进程。

都安三只羊地区则不同,对待紧张的人地矛盾,他们采取的是生态移民的政策。对那些人地矛盾极为突出、生存条件十分恶劣的地方,将当地居民移往生存条件较好、耕地相对较多的地方居住。这样使原地恶劣的岩溶生态环境得到了恢复和改善,也解决了很大一部分贫困人口的脱贫。

石漠化的治理要符合“科学发展观”的精神,充分认识岩溶地区生态环境的特点。灌木林、灌丛、荒草地、坡耕地和石漠这是岩溶石漠化的五个基本环节,这五个环节中,从灌木林向石漠变化的方向(即石漠化的方向),可以发生突变,如灌木林遭受到毁灭性的砍伐将会导致石漠的迅速产生,而一旦到了石漠阶段,岩溶生态环境的恢复将是一个漫长的过程。从3个时相的遥感调查数据的对比来看,这五种土地覆盖类型中,相邻的两种类型最容易相互变化。因此,这就要求在石漠化的治理过程中,首先是要防止发生突变,坚决杜绝滥砍林木和无节制的开垦坡耕地,贯彻好国家的退耕还林政策。其次是防微杜渐,切实做好封山育林和植树造林,使得岩溶地区脆弱的生态环境能稳定地持续地改善。

参考文献

- [1] 董光荣,吴波,慈龙骏,等.我国荒漠化现状、成因与防治对策[J].中国沙漠,1999,19(4):318-332.
- [2] Yuan Daoxian. Rocky desertification in the subtropical karst of south China[J]. Z. Geomorph. N. F., 1997, 108: 81-90.
- [3] 王世杰.喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨[J].中国岩溶,2002,21(2):101-105.
- [4] 李彬.西南岩溶区石漠化防治现状及对策[J].国土资源科技管理,2002,(4):1-4.
- [5] 民革贵州省委员会.遏制石漠化的扩张是我省生态建设头等大事[N].贵州政协报,2000年07月21日第3版(会议专版).
- [5] 张茵,刘松.喀斯特石漠化山区生态重建研究——以贵州省罗甸县大关村为例[J].水土保持研究,2001,8(2):80-84.
- [6] 莫源富,周立新.分区分类法——针对山区遥感图象的一种有效的分类方法[J].中国岩溶,2000,19(4):360-365.
- [7] 莫源富,周立新.TM数据在土地利用动态监测中的应用[J].国土资源遥感,2000,(2):13-17.

Comparison of karst rocky desertification progress between Dagan area in Guizhou and Sanzhiyang area in Guangxi

MO Yuan-fu^{1,2}, XI Xiao-shuang¹, XIA Ri-yuan²

(1. School of Geoscience and Environmental Engineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China;

2. Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract: Karst rocky desertification is a serious environment issue in Southwest China. It refers to the processes which transform a karst area that was covered by vegetation and soil to a rocky landscape almost devoid of soil and vegetation. It leads to progressive impoverishment of local residents. In this paper, based on three times land-cover data derived from classification of remote sensing data, two different kind of rocky desertification process are presented. One is that the land-cover was transformed from shrubbery, bush, and wild sward to rocky land in Dagan area, Luodian county, Guizhou province, another is that the land-cover was transformed from rocky land, wild sward, bush to shrubbery in Sanzhiyang area, Du'an county, Guangxi. The reason caused different processes of rocky desertification in two different areas is different strategies of land-use. In Dagan area, people cultivate on the rocky land. Otherwise, in Sanzhiyang area, people were moved from the place unsuitable for living to other place suitable for people to live.

Key words: karst rocky desertification; remote sensing; Dagan; Sanzhiyang