

川西北高原若尔盖草地沙化及湿地萎缩 动态遥感监测

雍国玮¹, 石承苍², 邱鹏飞¹

(1. 四川省国土勘测规划研究院, 四川 成都 610031; 2. 四川省农科院遥感应用研究所, 四川 成都 610066)

摘 要:应用卫星遥感资料(MSS、TM 及 spot)对川西北高原若尔盖草地沙化及湿地萎缩的动态监测发现,自 1966 年至 2000 年的 34 年间,草地沙化面积增加 307.7%,达到 36 760.9 hm²,占区域总面积的 7.25%,平均每年扩大草地沙化面积 816.0 hm²,年均递增率达 4.22%。到 2000 年止,区域内有沙地 5 083.9 hm²,沙化草地 31 677.0 hm²。自 1985 ~ 2000 年的 15 a 间,区内 17 个湖泊面积缩小 842.0 hm²,减幅达 38.9%,平均每年减少 56.1 hm²,年均递减速度达 3.34%,该区目前其余 11 个湖泊总面积仅为 1 323.1 hm²,只有 15 年前的 61.1%。

关键词:若尔盖高原; 遥感; 草地沙化; 湿地萎缩

中图分类号: X87

文献标识码: A

土地退化、荒漠化、沙化是当今世界上最为严重的环境问题,它严重威胁着人类的生存。我国是荒漠化比较严重的国家,全国有沙漠、戈壁、荒漠化土地约 332.7 万 km²,占国土面积的 31%,远高于世界平均水平。土地退化、沙化面积仍在以每年 3 000 多 km² 的速度继续扩展。每年因土地沙化造成的直接经济损失超过 540 亿元人民币^[1]。四川省草原退化、沙化的状况与全国同步,情况也十分严峻。据报道,2000 年,四川草原退化面积达 703 万 hm²,占可利用草原面积的 49.7%,部分地区达 100%。沙化草原面积达 18.8 万 hm²,占可利用草原的 1.3%,并以每年 1.3 万 hm² 的速度扩张^[2]。四川省草原生态环境日益恶化,不仅直接影响民族地区经济发展和藏区的社会政治稳定,而且影响到长江上游生态屏障的建设,防治草原退化、治理沙化已是刻不容缓的生态建设工程。

从 20 世纪 80 年代中期我们就对川西北高原地区生态环境的变化,尤其是草地沙化和湿地萎缩这两种标志性的生态环境变化,开展了研究,并发表了

多篇论文^[3~6]。近年来,这种情况更趋严重。本文是使用最新的卫星遥感资料对该区域的草地沙化及湿地萎缩的动态进行监测,以及应用生态学原理进行分析的研究结果。希望引起社会各方对这片称为长江和黄河两条“母亲河”源头地区生态环境恶化的关注。

1 研究区概况

研究区在川西北高原若尔盖县高原纯牧区部分,位于 E102°10′ ~ 103°12′, N33°10′ ~ 34°00′,幅员面积 5 067.96 km²。

1.1 地貌与地质构造

研究区位于青藏高原东翼,为黄河源头黑河与长江上游嘉陵江发源地的分水岭高原。海拔 3 450 ~ 3 600 m。以平坦高原为主,其间有部分丘状高原,相对高度 50~ 100 m。河流比降小,多曲流及牛轭湖。平坦高原上有大面积的高原沼泽和湖泊形成的高原湿地。其地层岩性为新生代喜山运动强烈隆起的三叠系浅变质岩和第四系河湖相松散沉积物。

收稿日期(Received date): 2003- 10- 10; 改回日期(Accepted): 2003- 11- 20。

基金项目(Foundation item): 四川省重点项目(Supported item) 9512003Y0448 资助。[Monitoring on Desertification Trends of the Grassland in Ruogai Plateau in north west Sichuan by Means of Remote sensing]

作者简介(Biography): 雍国玮(1941-),男,四川渠县人,研究员,省学术技术带头人,省专家评议委员会委员,主要从事地学、生态环境保护、国土资源调查、评价、开发、规划、管理研究,发表论文 80 余篇。[YONG Guo wei(1941-), male, born in Qu County of Sichuan, prof., Director of Science and Technology in Sichuan, Member of Major Committee in Sichuan, engaged in soil and land Science, Ecology and Environment protection, survey of land resource and evaluation, he has published over 80 papers.]

由于地质史上的强烈褶皱和断裂,第三系岩层极为破碎,地面多松散碎屑物堆积。

1.2 气候与水文

气候特征属高原亚寒带半湿润大陆性季风气候,长冬无夏,春秋相连。多年平均气温 0.9°C ,最暖月 7 月均温 10.7°C ,最冷月 1 月均温 -10.7°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 303.1°C ,无霜日仅 20 d,无绝对无霜期。年降水量 648.7 mm,蒸发量 1 195.4 mm,平均干燥度 1.32。年日照时数 2 403 h,年均风速 2.4 m,年均大风天数(≥ 8 级) 26.6 d。气候总的特点是气温低、日照强、生长期短、雨量中等偏少、年温差及昼夜温差均较大。

区内平坦高原地区比降小,河流均为老年河,排水不畅,多曲流及沼泽、半沼泽地,多牛轭湖及洼地湖泊。地下水丰富,在冲洪积扇边缘有地下水溢出带(泉眼)。该区域为我国南方最大的高原沼泽区。

1.3 植被与土壤

区内均为草甸植被及沼泽植被,无森林植被分布。其草甸植被以亚高山草甸植被为主。土壤类型以亚高山草甸土为主,有部分沼泽土及沼泽化草甸土。亚高山草甸土在土壤系统分类中属寒性干润均腐土(cry vstic isohumisols),其土壤剖面构型为 As—A1—B—C,地表为草根层(As),黑棕色粘壤土,亚表土为腐殖质层(A1),黑色粘壤土,As 及 A1 均为富含有机质的肥沃土壤。心土层(B)及母质层(C)为低有机质的沙质土层,其沙粒含量高达 58%~59%。故表层破坏后出露沙层形成沙源。

1.4 土地利用及社会经济状况

区内土地利用状况以牧草地为主,占 86.1%,其次为沼泽地,占 10.0%,其它地类(灌木林,居民点,水域,沙地等)仅占 3.9%。该区为纯牧区(县城除外),人口稀少,人口密度仅为 3.6 人/ km^2 。主要牲畜为牦牛、藏羊等高原畜种。

2 研究内容与方法

2.1 研究内容

研究内容主要为草地沙化,包括沙地和沙化草地。其次是湿地萎缩,以湖泊面积变化为代表。

2.1.1 草地沙化

草地沙化包括沙地和沙化草地两个概念。

1. 沙地

指地表全部或大部被沙所覆盖,占地表面积

80%以上,草本植物覆盖率低于 20%。其卫星图像特征为圆滑图形、显浅红—白色的沙地特征。

2. 沙化草地

指正常草地因超载过牧或鼠、虫害引起严重退化,地表开始出露沙质心土或积沙,但沙质覆盖率不超过 80%,草本植物覆盖率大于 20%。其卫星影像特征为浅红至暗红色介于沙地与正常草地之间。一般分布于沙地附近或过度放牧地区,多在亚高山草甸草地中出现。

2.1.2 湿地萎缩

湿地指湖泊、沼泽、河流及滩涂等地类。若尔盖牧区原为四川省最大的高原沼泽分布区,约占调查研究区域面积的 1/2 以上,但其准确面积不详。由于沼泽在地形图上为半定量表示,无法准确量算其面积,因而难以进行监测。而湖泊在地形图和卫星图像上均有准确清晰的岸线,故本研究以湖泊缩小作为湿地萎缩的代表。

2.2 研究方法

本研究采用卫星遥感资料作为基础资料,应用野外路线调查与室内解译相结合的方法进行各时期的草地沙化监测。1966 年无卫星遥感资料,以地形图作对照资料。收集到的卫星图像有 1979 年(MSS),1985 年和 1994 年(TM),2000 年(TM 与 spot 融合片),共有 4 个年度的遥感资料供监测使用。湖泊萎缩则以 2000 年与 1985 年两个年度的卫片图像进行监测。2000 年卫片为精处理和精纠正的 1/5 万正射影像片。

2.3 研究的技术路线

收集与分析资料—卫星图像预判—野外路线调查与重点区域调查,在实地建立卫星图像解译标志—室内卫片解译制图—计算机面积量算与统计,建立数据库、图形库—成果分析、编制报告、图册及数据册。

3 结果与讨论

3.1 近 45 a 以来气候变化的趋势是温暖干旱

经收集该县气象站 1957 年至 2001 年 45 a 以来的主要气象指标资料,分析发现该区域气候变化的总趋势是气温升高,升幅近 1.4°C ,降水量不稳定,变化幅度多在 10%~20%,近 20 a 来有减少的趋势。表 1 是该县气象站(位于高原牧区) 1957 年至 2001 年间每 5 a 的主要气象指标的平均值。

表 1 若尔盖县部分气象资料统计表

Table 1 Parts of statistic material about weather in Ruorgai County

年度	年均降水量 (mm)	年均温 (℃)	年均蒸发量 (mm)	年均风速 (m/s)	年大风天数 (≥8级)	气候特点 (以多年平均对比)
years	average annual rainfall	average annual temperature	average annual vaporization	speed of wind	days of strong windy (stronger than 8th grade)	characater of weather
1957~ 1960	586.0	0.44	1 254.7	2.6	16.8	干冷少风 dry, cold, lack wind
1961~ 1965	659.6	0.66	1 249.5	2.2	10.4	湿润少风 wetness and lack wind
1966~ 1970	695.2	0.64	/	2.2	16.6	湿润少风 wetness and lack wind
1971~ 1975	634.1	1.00	/	2.8	51.2	干暖大风 dry, wam , strong windy
1976~ 1980	650.7	0.68	/	2.6	47.8	湿润少风 wetness and lack wind
1981~ 1985	740.4	0.90	1 100.4	2.3	21.0	干冷大风 dy, cold, strong windy
1986~ 1990	597.3	1.06	1 212.6	2.5	25.8	干暖少风 dry, cold, lack wind
1991~ 1995	629.2	1.14	1 169.8	2.2	26.4	干暖少风 dry, cold, lack wind
1996~ 2000	644.0	1.80	1 202.6	2.2	23.8	干暖少风 dry, cold, lack wind
2001	593.0	1.70	1 319.1	2.1	15.0	干暖少风 dry, cold, lack wind
1957~ 2001 多年平均 average	648.7	0.89	1 195.4	2.4	26.6	干冷多风 dry, cold, much wind

3.2 草地沙化加剧

本次调查结果,到 2000 年为止,若尔盖县高原牧区共有沙地图斑 384 个,面积 5 083.9 hm²,占高原牧区总面积的 1.00%;沙化草地图斑 730 个,面积 3 1677.0 hm²,占区域总面积的 6.25%。二者合计即草地沙化面积 36 760.9 hm²,占区域总面积的 7.25%。上述各图斑的地理坐标均于数据库中显示。本数据与历史上首次沙化调查资料 1966 年的数据^[6]相比较,表明该区域草地沙化正在加剧。

1966 年,该区域内有沙地 1 248.4 hm²,沙化草地 7 767.8 hm²,二者合计 9 016.2 hm²。到 2000 年为止,沙地面积增加 307.2%,沙化草地面积增加 307.8%,34 年以来,草地沙化面积增加 307.7%。平均沙化递增率达 4.22%,平均每年草地沙化扩大 816 hm²!再将本数据与历史资料 1979 年,1985 年^[6],1994 年^[7]的相比较,可以得出该区域草地沙化动态监测结果,见表 2 所示。

3.3 湿地萎缩明显

通过 1985 年和 2000 年两个时相的卫星图像对比,明显地发现了区内高原湿地的萎缩,其代表是湖泊面积明显缩小。表 3 是两个时相的湖泊面积对照表。

从卫星图像及地形图资料结合实地调查,1985 年高原牧区的 17 个湖泊,总面积 2 165 hm²,15 a 之后有 6 个全部干涸,其余 11 个也有不同程度的萎缩,总面积仅剩下 1 323 hm²,水面减少 842 hm²,减幅达 38.5%,平均每年减少 56 hm²,其平均递减速度达 3.34%!照此推算,24 a 之后,这些美丽的高原湖泊将会完全消失。

3.4 生态环境恶化

作者早在 1980 年代的研究中^[5]就指出,若尔盖高原牧区是一种“脆弱的草甸原始牧业-沼泽-沙地生态系统”,今天看来,这种脆弱的生态系统正在沿着“湿地-草甸-退化草甸-沙化草地-沙化”这样一种生态环境的恶化演变:湿地萎缩、沙地及沙化草地扩展,草地退化速度加快,气候变得干暖。这样

一种生态环境的恶变, 必将影响以本区域为源头的长江、黄河两大流域的生态环境的变化。尽管有关部门和自愿者近年在该区域内开展了小规模沙化治理工程并收到一定的效果, 但从总体上看, 这些工程规模太小, 完全不能从根本上遏止草地沙化的大趋势, 该区域的生态环境仍然在恶变之中。

表 2 若尔盖县高原牧区草地沙化动态监测结果 (单位: hm^2)
Table 2 Results of monitoring on desertification trends of grassland in Ruorgai plateau pasturing area

年度 year	沙地面积 area of sandlot	沙化草地面积 grassland area of desertification	合计(草地沙化面积) total(sandlot plus desertificated grassland)	沙化区占草原区总面积% the proportion of sandlot and desertificated grassland in total area of the region
1966	1 248. 4	7 767. 8	9 016. 2	1. 81
1979	2 596. 3	12 809. 3	15 405. 6	3. 04
1985	3 859. 9	11 955. 5	15 815. 4	3. 12
1994	4 076. 0	12 067. 0	16 143. 0	3. 16
2000	5 083. 9	31 677. 0	36 760. 9	7. 25
沙化速率(hm^2/a) (草地沙化面积) the speed of desertification trends	1966~ 1979	13 年平均 13years average	491. 5	/
	1979~ 1985	6 年平均 6years average	68. 3	
	1985~ 1994	9 年平均 9years average	36. 4	
	1994~ 2000	6 年平均 6years average	3436. 3	
	1966~ 2000	34 年平均 34years average	816. 0	

注: 区域总面积为 $5\,067.96\text{ hm}^2$ note: the total of the region is $5\,067.96\text{ hm}^2$

表 3 若尔盖高原牧区湖泊面积变化统计表 (单位: hm^2)
Table 3 The statistic of lake area change in Ruorgai plateau pasturing area (unit : hm^2)

名 称 name of lake	所在图幅 serial number of map	1985 年面积 area in 1985	2000 年面积 area in 2000
错干	I - 48- 86- B	25. 0	全干涸 entirely dry
错隆	I - 48- 86- B	7. 5	全干涸 entirely dry
嘎尔当	I - 48- 86- B	50. 0	40. 8
无名湖	I - 48- 98- A	基本干涸 fast entirely dry	全干涸 entirely dry
兴错	I - 48- 73- 乙	467. 5	282. 5
哈丘	I - 48- 74- 丁	757. 5	625. 0
瓦达错	I - 48- 74- 丁	10. 0	7. 8
莫错干	I - 48- 74- 甲	142. 5	全干涸 entirely dry
隆岗木错	I - 48- 74- 甲	150. 0	15. 0
错崩巴	I - 48- 74- 甲	12. 5	全干涸 entirely dry
错琼	I - 48- 74- 甲	20. 0	12. 5
错拉坚	I - 48- 74- 乙	247. 5	214. 4
错巴达坚	I - 48- 74	75. 0	25. 0
无名湖	I - 48- 74	35. 0	全干涸 entirely dry
当尔嘎干错	I - 48- 85- 乙	65. 0	17. 5
沃布钦错	I - 48- 85	87. 5	57. 5
瓦延诺尔错	I - 48- 85	62. 5	25. 0
合计 total		2 165. 0	1 323. 0

参考文献(References):

- [1] Duan Shiven. The desertification trends of land in china is not to be keep within limits[Z]. CCIP“water and desertification of land”, topic report, may. 2002[段世文. 我国土地沙漠化趋势仍未得到有效遏制[Z]. 全国政协“水与土地沙漠化”专题动态报道. 2002 年 5 月]
- [2] Si Lei. et. c. . The grassland ecology of Sichuan is depravation, it must to be protected and construted immediately[Z]. Sichuan daily, march. 12, 2002[石磊等“四川草原生态日益恶化 加强保护建设刻不容缓”[Z]. 四川日报, 2002 年 3 月 12 日]
- [3] C. C. SHI and G. W. Yong. Current Land Use Survey by Satelite Remote Sensing Techmhues in Pastoral Area[A]. Potentials of Agricultural Engineering in Rural Development Volume II P[C]. BeiJing, 1989. 898~ 900.
- [4] C. C. SHI and G. W. Yong. The application of satellite remote sensing technology in land use survey of pasturage area[J]. *Remote sensing technology developments*. 1989, (2)[石承苍, 雍国玮. 卫星遥感技术在牧区土地利用现状调查中的应用[J]. 遥感技术动态, 1989 年 2 期]
- [5] C. C. SHI and G. W. yong. The application of satellite remote sensing technology in land use survey and monitoring of pasturage area[J]. *Southwest china journal of agricultural sciences*. 1990, (2)[石承苍, 雍国玮. 卫星遥感技术在牧区土地资源调查与监测中的应用[J]. 西南农业学报. 1990(2)]
- [6] Tu jun, C. C. Shi. On remote sensing monitoring of grassland desertification in flimsy ecology plateau area Ruorgai[J]. *Southwest china journal of agricultural sciences*. 1998, (2)[涂军, 石承苍. 若尔盖高原生态脆弱地区草地沙化遥感监测研究[J]. 西南农业学报. 1998(2)]
- [7] Feng Qiong, the reason and prevention and cure of land desertification and extend trends in Ruorgai[J]. *Forestry science of Sichuan*. 1996, (2)[冯琼. 若尔盖县沙漠化、潜在沙漠化土地继续扩大的原因及防治对策[J]. 四川林业科技. 1996(2)]

Monitoring on Desertification Trends of the Grassland and Shrinking of the Wetland in Ruorgai Plateau in North west Sichuan by Means of Remote sensing

YONG Guo-wei¹, SHI Cheng cang², QIU Peng-fei¹

(1. Sichuan Institute of Territorial Survey and Plan, Chengdu 610031, China

2. Institute of Remote-sensing Application, SAAS, Chengdu 610066, China)

Abstract: The monitoring on desertification trend of the grassland and shrinking of the wetland in Ruorgai plateau by means of remote sensing (MSS, TM and Spot) indicated, from 1966 to 2000, the grassland area of desertification increase 307. 7%, increase to 36 760. 9 hm^2 . It is 7. 25% of the total area. The grassland area of desertification increase 816. 0 hm^2 per year, the proportion of desertification grassland increase 4. 22% pro year. To 2000, there is 5 083. 9 hm^2 sandlot, 31 677. 0 hm^2 grassland in the region. From 1985 to 2000, the area of lake in the region decrease 842. 0 hm^2 , the proportion of decrease is 38. 9%, 56. 13 hm^2 pro year, 3. 34% per year. The currently area of lake is 1 323. 1 hm^2 , it is only 61. 1% of before 15 years.

Key words: Ruorgai Plateau; remote-sensing; desertification of grassland; shrinking of wetland