第33卷 第8期 干旱区资源与环境 Vol. 33 No. 8
2019年8月 Journal of Arid Land Resources and Environment Aug. 2019

文章编号:1003-7578(2019)08-146-07 doi:10.13448/j.cnki.jalre.2019.240

若尔盖高原土地沙化及其成因定量分析*

费怡,王继燕,王泽根
(1.西南石油大学土木工程与建筑学院测绘工程教研室,成都 637001)

提 要:若尔盖高原是世界上最大的高原泥炭湿地之一。受自然条件、人类活动等影响,该区域出现了湿地草地退化、土地沙化的现象。为全面掌握该区域土地沙化状况,文中基于Landsat TM影像分析了1995-2016年若尔盖高原沙地时空变化,并借助地理探测器方法定量分析土地沙化的成因。结果表明:近二十年间,该区域沙地呈增长趋势。2006年以前沙地增长较快,主要分布在若尔盖县西北部和玛曲县东南部,降水和放牧强度是该时期土地沙化关键驱动因子;2006-2016年间,降水量增加、放牧强度减弱,沙地增长速度有所下降;1995-2016年间,任意两驱动因子交互作用大多表现为非线性增强,即各因子共同作用增强了沙化程度。

关键词:若尔盖高原;土地沙化;时空分布;沙化成因
中图分类号:P931.3 文献标识码:A

若尔盖高原是世界上最大的高原沼泽泥炭湿地之一[1-2],是黄河水源的重要涵养地,素有"中国西部高原之肾"的美称[3]。然而,在高海拔和大气环流模式的背景下,该区域抗干扰能力弱,生态系统较为脆弱[4]。受自然条件、人类活动等方面的影响,该区域出现了湿地草地退化,甚至土地沙化的现象[5]。土地沙化是生态环境恶化的重要标志,影响了人们生产生活以及社会经济的发展[6]。随着我国对生态环境保护及沙地防治的重视[7],全面掌握若尔盖高原沙地发展及成因有利于该区域生态环境保护与恢复,为该区域防沙治沙提供理论依据与数据支持。

随着遥感技术迅速发展,遥感影像被广泛应用于若尔盖高原沙地监测[8]。王文丽等[9]利用遥感数据分析了若尔盖高原近30年沙地变化趋势;徐刚等[10]通过遥感动态调查分析了若尔盖高原沙漠化进程及成因;盛海洋等[11]通过野外实地调查与遥感解译相结合论述了若尔盖高原沙化成因。然而,已有的研究大多针对若尔盖高原沙地驱动力作定性分析,继而揭示沙地变化与驱动因子之间的关系,却没有将驱动因子定量化,更无法阐明各驱动因子对土地沙化的相对影响程度及各因子之间的相互作用[12-13]。地理探测器模型能定量研究各因子的贡献率,探测沙地驱动力的空间分异性,有效识别多因子之间的相互作用[14]。因此,文中基于Landsat TM数据,分析若尔盖高原近二十年沙地的时空变化,并利用地理探测器定量化研究该区域土地沙化驱动因子的贡献率及各因子的交互作用,为该地区的生态环境保护及可持续发展提供参考。

1 材料与研究方法

1.1 研究区概况

若尔盖高原位于青藏高原东北侧,是四川、甘肃和青海三省的交界处(图1),行政区域包括若尔盖、玛曲、碌曲、红原及阿坝县,面积约42770.02km^2,平均海拔约3500m[9]。该区域属于高原寒温带湿润季风气候,冬季漫长寒冷,夏季短暂且气象多变,春秋相连,初春大风频繁[15];区域内河流比降小,主要有黄河、长

* 收稿日期:2018-9-5;修回日期:2019-2-11。
基金项目:国家自然科学基金项目(41701428);西南石油大学科研"启航计划"项目(2017QHZ026);西南石油大学测绘遥感青年科技创新团队(2017CXTD09)联合资助。
作者简介:费怡(1993-),女,汉族,四川资阳人,硕士研究生,主要从事遥感地理信息研究。Email:matilianing@163.com
通讯作者:王继燕(1982-),女,汉族,河南新乡人,讲师,主要从事可见光遥感、生态模型与数据同化。E-mail:wangjiyan@swpu.edu.cn

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

江，多牛轭湖[15]；土壤类型主要有高山泥炭土、亚高山及高寒草甸土[17]。

1.2　数据源及研究方法

文中利用 1995、2006、2016 年 Landsat TM 数据，分别选取若尔盖高原 7 – 10 月的影像，采用监督分类支持向量机法结合人工目视解译提取沙地信息；并利用高分辨率遥感影像验证沙地信息提取的精度，三幅影像沙地信息提取的精度均达 80% 以上，能够为进一步分析沙地时空分布提供较为可靠的数据源。

为进一步分析沙地的驱动因子，文中采用地理探测方法分别分析了 1995 – 2006、2006 – 2016 年自然、人为因素对沙地的影响程度。其中，自然因素包括气象（降水、气温与风速）、土壤类型、距河流距离等。气象数据来自于中国气象科学数据共享服务网（http://www.escience.gov.cn/），土壤类型及河流分布数据由课题组所提供。人为因素主要考虑了人口密度、放牧强度等因子，由该区域相关的统计年鉴获得。

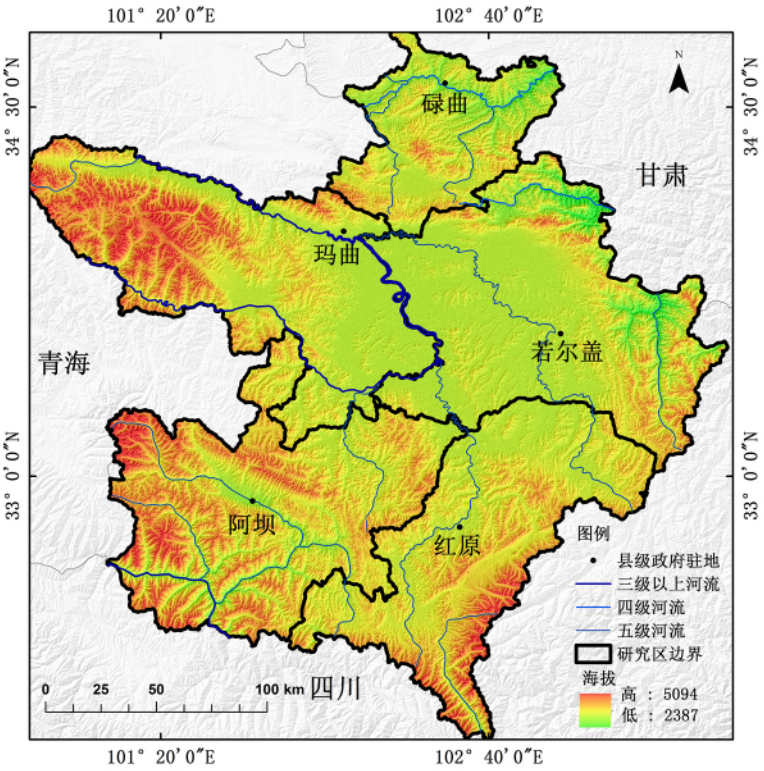

图 1　研究区位置示意图

Figure 1 The location of the study area

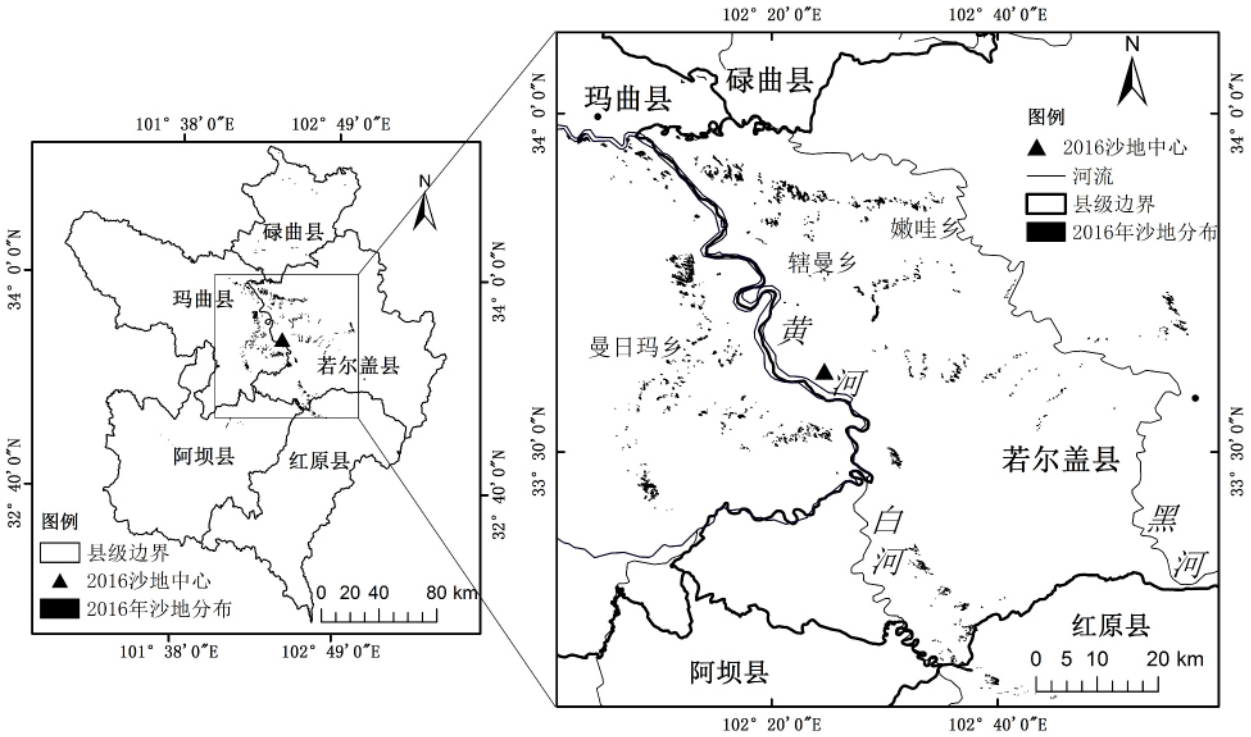

图 2　2016 年研究区沙地空间分布

Figure 2 The spatial distribution of sand lands in study area in 2016

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2 结果与分析

2.1 沙地时空分布

2.1.1 沙地空间分布特征

若尔盖高原2016年沙地(其中心坐标102°24′39.6″E,33°37′9.48″N)约为44.825km^2,占整个区域0.105%,其中流动沙地约43.983km^2,半固定及固定沙地分别约0.112km^2、0.73km^2,沙地主要零星分布于黄河两岸的河谷地带、黑河中下游以及白河下游地区(图2)。从行政区域来看,若尔盖县和玛曲县沙地面积较多,分别约占沙地总面积的52.42%和40%,主要分布于若尔盖县的辖曼乡、嫩哇乡及玛曲县的曼日玛乡等;阿坝县沙地分布最少,仅占沙地总面积的0.93%;其余地区,沙地零散分布。

该区域沙地斑块(以下简称沙斑)数量总计约1131块,各县沙斑数量与沙地面积趋势基本一致(图3(a))。若尔盖县、玛曲县的沙斑最多,分别占总沙斑数的49.07%和41.73%,且9.01%和8.89%的斑块面积超过了0.1km^2(图3(b)),最大沙斑面积甚至接近1km^2。其余三县,沙斑数以及沙地面积与若尔盖县、玛曲县相差较大,其中阿坝县沙斑数最少,约为1.77%,最大沙斑仅约0.083km^2。

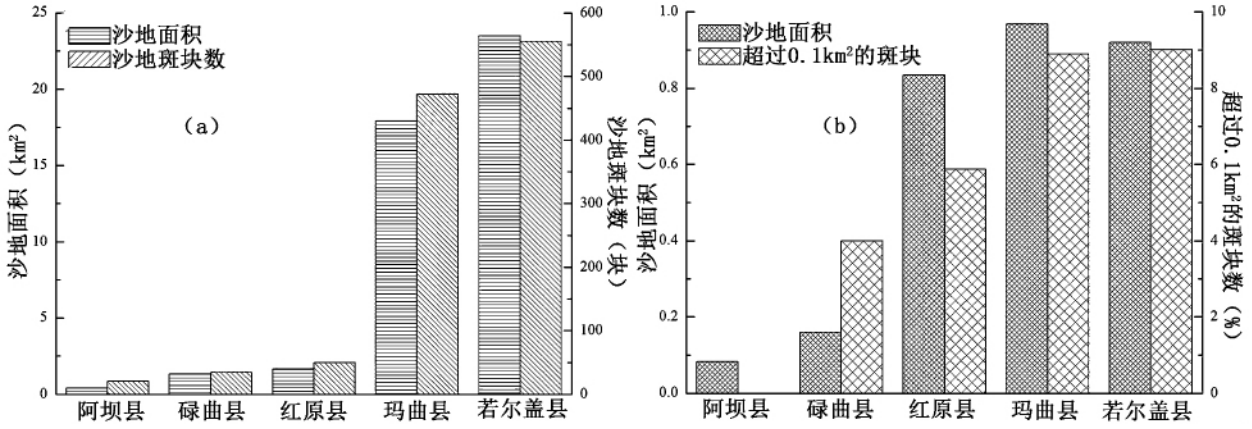

图3 2016年各县沙地面积及斑块

Figure 3 The area and patches of sand lands in each county in 2016

2.1.2 沙地时间变化特征

表1 沙地面积变化($A_{变}$)及年增长率(N)

Table 1 The area change (A) and annual variation rate (N) of sand lands

年 份	变 化	玛曲	若尔盖	阿坝	红原	碌曲	若尔盖高原
95~06年	$A_{变}$(km^2)	3.548	5.809	0.114	0.084	0.612	10.167
	N(%)	2.69	3.03	6.11	0.96	9.83	2.99
06~16年	$A_{变}$(km^2)	2.409	0.273	0.132	0.775	0.153	3.742
	N(%)	1.55	0.12	4.64	8.83	1.30	0.91
95~16年	$A_{变}$(km^2)	5.957	6.082	0.246	0.858	0.765	13.908
	N(%)	2.35	1.66	6.90	5.16	6.43	2.14

近二十年来,若尔盖高原沙地呈扩张趋势,共增加了13.908km^2(表1)。其中,1995-2006年增加了10.167km^2,约占近二十年沙地增加面积的73.1%。若尔盖县和玛曲县沙地面积增加较多,分别增加约6.082km^2、5.957km^2,约占沙地增加总面积的43.73%和42.83%;其次是红原和碌曲县分别增加约0.858km^2、0.765km^2,约占沙地增加总面积的6.18%和5.49%;阿坝县增加较少,为0.246km^2,约占沙地增加总面积的1.77%。

对于沙地年增长率而言(表1),若尔盖高原沙地近二十年呈扩张趋势,近十年沙地扩张的速率(0.91%)小于前十年的速率(2.99%)。其中,若尔盖县及玛曲县的沙地增长相对缓慢,年增长率分别为1.66%、2.35%;而阿坝县和碌曲县沙地扩张较为迅猛,年增长率分别为6.9%、6.43%;红原县沙地年增长率则为5.16%。

另外,1995年研究区沙地空间分布的中心坐标为(102°27′32.4″E,33°37′13.44″N),流动沙地约30.500km^2,半固定及固定沙地分别约0.280km^2、0.135km^2,相较于2016年,可知,近二十年间,若尔盖高原沙地中心整体向西移动5.284km,向南移动0.119km,而流动沙地及固定沙地分别约增加13.483km^2、0.595km^2,半固定沙地约减少0.168km^2。

2.2 土地沙化的驱动力分析

2.2.1 土地沙化驱动因子

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1996 – 2006 年，按对土地沙化影响强弱，各驱动因子排序依次为（图 4（a））：降水（23.03%）、放牧强度（16.26%）、距河流距离（10.34%）、土壤类型（7.49%）、风速（5.95%）、人口密度（2.4%）、气温（2.34%）。其中，降水、放牧强度、距河流距离对土地沙化的影响力较大，超过了 10%，其余各因子影响力相对较小。与前十年相似，2006 – 2016 年，放牧强度、降水、距河流距离对土地沙化的影响力较大。但随着气候变化及人们开始科学治沙，并加强对生态环境的重视，大部分因子对土地沙化的影响程度有所减小（图 4（b）），特别是降水的影响程度下降最多。近十年若尔盖高原年均降水量（为 657.13mm）较前十年增加了 23.07%，在一定程度上减缓了沙地的扩张速度。然而，人口密度对沙地的影响呈现上升趋势。人口增长率从 2006 年的 19.58% 增加到 2016 年的 22.97%，持续增长的人口促使了对资源的需求，进而加重了自然环境的负担。

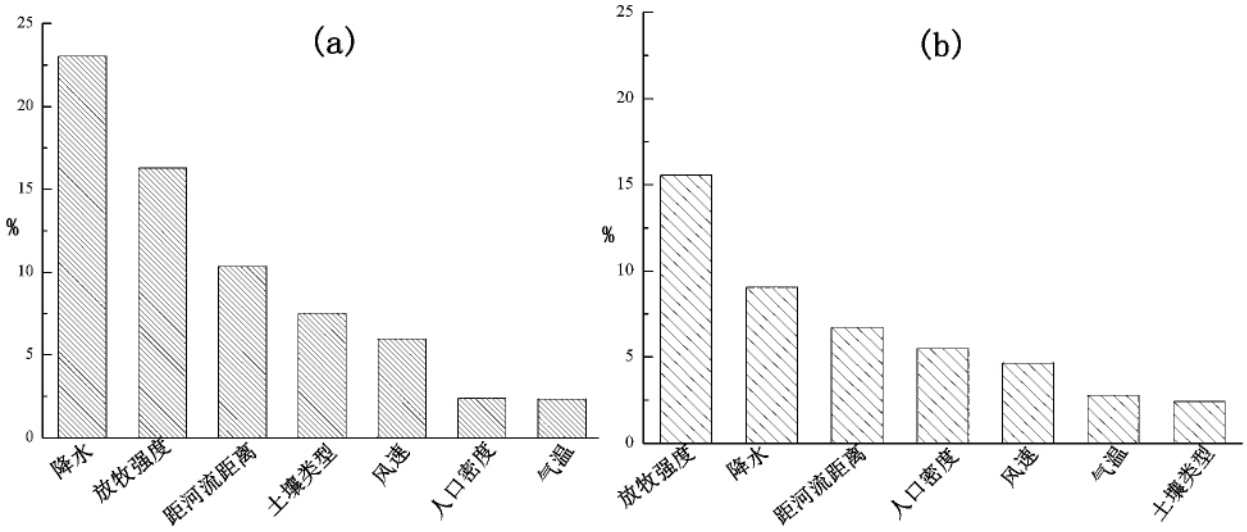

图 4　1995 – 2006（a）、2006 – 2016（b）年各驱动因子对土地沙化的影响程度

Figure 4 The impact of driving factors on desertification in 1995 – 2006(a), 2006 – 2016(b)

表 2　1995 – 2006 驱动因子的交互作用（单位：%）

Table 2 The interaction of driving factors from 1995 to 2006 (unit: %)

C = A ∩ B: 因子交互作用; D = A + B: 因子影响力之和; (A、B 代表不同因子)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X1	0.033						
X2	C: 0.258 D: 0.264 C > B: 相互增强	0.230					
X3	C: 0.088 D: 0.093 C > B: 相互增强	C: 0.370 D: 0.289 C > D: 非线性增强	0.059				
X4	C: 0.117 D: 0.108 C > D: 非线性增强	C: 0.478 D: 0.305 C > D: 非线性增强	C: 0.155 D: 0.134 C > D: 非线性增强	0.074			
X5	C: 0.042 D: 0.057 C > B: 相互增强	C: 0.246 D: 0.254 C > A: 相互增强	C: 0.086 D: 0.083 C > D: 非线性增强	C: 0.142 D: 0.099 C > D: 非线性增强	0.024		
X6	C: 0.176 D: 0.137 C > D: 非线性增强	C: 0.379 D: 0.334 C > D: 非线性增强	C: 0.281 D: 0.163 C > D: 非线性增强	C: 0.295 D: 0.178 C > D: 非线性增强	C: 0.165 D: 0.127 C > D: 非线性增强	0.103	
X7	C: 0.235 D: 0.196 C > D: 非线性增强	C: 0.471 D: 0.393 C > D: 非线性增强	C: 0.326 D: 0.222 C > D: 非线性增强	C: 0.395 D: 0.237 C > D: 非线性增强	C: 0.228 D: 0.187 C > D: 非线性增强	C: 0.509 D: 0.266 C > D: 非线性增强	0.163

注：X1：气温、X2：降水、X3：风速、X4：土壤类型、X5：人口密度、X6：距河流距离、X7：放牧强度；C > A 或 B 为相互增强；C > A + B 为非线性增强[14]。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.2.2 驱动因子交互作用

1995－2006年各驱动因子交互作用对土地沙化影响程度不一(表2),其中,距河流距离与放牧强度(50.9%)、降水与土壤类型(47.8%)、降水与放牧强度(47.1%)对土地沙化的交互作用较大,达40%以上。

从表2利用交互作用判别公式可知,降水、风速、人口密度与气温之间、降水与人口密度之间对土地沙化影响为相互增强作用,其余的因子交互对沙化影响均表现为非线性增强作用。其中,距河流距离与放牧强度、降水与土壤类型、放牧强度与土壤类型这三组因子交互作用(C)与因子独立起作用的影响力之和(D)数值相差较大,表明这些因子交互作用增强了单个因子在土地沙化过程中的影响,使因子单独对土地沙化的影响力发生明显增强,究其原因:由于地球板块的长期运动,导致河流频繁变化改道,并堆积大量河沙,该区域沙源丰富,土层脆弱,容易起沙,加之在该区域过度放牧,对其土壤破坏更加严重,使得河沙裸露加快,因此距河流距离与放牧强度两因子交互后增强了对土地沙化的影响;这十年间研究区降水量呈减少趋势,降水量的减少使土壤含水量降低,易导致土壤板结、沙化[18],因此降水与土壤类型两因子交互作用增强了对土地沙化影响;另外,超载放牧会影响土壤理化性状,破坏土壤水分循环及有机质的累积,导致土壤退化逐渐形成沙地[20],因而过度放牧与土壤类型交互后增强了土地沙化程度。

表3 2006－2016年驱动因子交互作用(单位:%)

Table 3 The interaction of driving factors during 2006 and 2016(unit:%)

C=A∩B:因子交互作用;D=A+B:因子影响力之和;(A、B代表不同因子)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X1	0.028						
X2	C:0.139 D:0.118 C>D:非线性增强	0.091					
X3	C:0.148 D:0.074 C>D:非线性增强	C:0.140 D:0.137 C>D:非线性增强	0.046				
X4	C:0.177 D:0.052 C>D:非线性增强	C:0.192 D:0.115 C>D:非线性增强	C:0.082 D:0.071 C>D:非线性增强	0.024			
X5	C:0.168 D:0.083 C>D:非线性增强	C:0.135 D:0.145 C>A:相互增强	C:0.115 D:0.101 C>D:非线性增强	C:0.090 D:0.078 C>D:非线性增强	0.055		
X6	C:0.205 D:0.095 C>D:非线性增强	C:0.392 D:0.159 C>D:非线性增强	C:0.168 D:0.114 C>D:非线性增强	C:0.150 D:0.091 C>D:非线性增强	C:0.259 D:0.122 C>D:非线性增强	0.068	
X7	C:0.317 D:0.183 C>D:非线性增强	C:0.371 D:0.246 C>D:非线性增强	C:0.240 D:0.202 C>D:非线性增强	C:0.221 D:0.180 C>D:非线性增强	C:0.308 D:0.210 C>D:非线性增强	C:0.282 D:0.223 C>D:非线性增强	0.155

注:X1:气温、X2:降水、X3:风速、X4:土壤类型、X5:人口密度、X6:距河流距离、X7:放牧强度;C>A或B为相互增强,C>A+B为非线性增强[14]

表3为2006－2016年各因子交互作用,其中降水与距河流距离(39.2%)、降水与放牧强度(37.1%)、气温与放牧强度(31.7%)、人口密度与放牧强度(30.8%)这四组因子交互作用影响力均超过了30%,表明这一时期上述因子交互作用对土地沙化贡献较大。

随着气候变化、人口增长及相关政策的改变,这十年间各因子交互作用力大小较前十年有所变化,但从各因子交互作用表现形式上看仍然为非线性增强、相互增强。其中,降水与距河流距离、放牧强度与气温、人口密度与距河流距离这三组因子交互作用(C)与因子独立起作用的影响力之和(D)数值相差较大,表明上述因子的交互作用使其单独对沙地作用的影响力明显增强,究其原因:随着这十年年均降水量的回升,其它区域的沙化情况均有所缓解,但由于近河流区域土层中堆积较多河沙,该区域的沙物质易在降水风速等外力作用下裸露扩散,因而降水与距河流距离的交互作用在一定程度增强了对该区域沙化的影响;2006－2016年间研究区仍存在过度放牧使草地退化成沙地的现象,加之气温的逐步升高导致蒸发量增

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

高,影响植被生长、土壤水分含量等,使本来被超载放牧所破坏的草地更加岌岌可危[9],可知放牧强度与气温的交互作用也会增强对土地沙化的影响;另外,由于近河流区域存在丰富沙源,加之这十年间人口快速增长,加大了资源需求及对生态环境的破坏,当其它区域资源不堪重负后便转向脆弱的近河流区域,加剧该区域沙源裸露进而形成沙地。

综上所述表明:两阶段内,自然和人为因子对土地沙化的影响均存在交互作用,且任意两因子交互作用均表现为非线性增强或相互增强,即因子共同作用增强对土地沙化影响。

3　讨论

文中采用 Landsat TM 数据,利用人机交互解译提取沙地信息,能够为若尔盖高原沙地时空分析提供较为可靠的数据源。然而,鉴于 Landsat TM 影像空间分辨率较低,沙地提取精度仅约 83%。因此,今后的研究可尝试采用更高分辨率的遥感影像,提高沙地信息的提取精度。同时,使用人机交互提取沙地信息,存在主观性较强效率较低的问题。在接下来的研究中,可进一步提高算法效率,实现沙地信息的自动化提取。

近二十年来,若尔盖高原沙地呈增长趋势,由于后十年围栏禁牧及种植高山柳等进行科学治沙,沙地增长速度有所降低,与前人的研究结论大致相同[9,20,21]。在地理位置上,若尔盖高原沙地多分布于黄河及其支流两岸的河谷、沼泽边缘退化等地带。行政区域上,若尔盖县、玛曲县沙地分布较多,沙化速率相对缓慢;阿坝县、玛曲县沙地分布较少,沙地扩张速度较为迅猛。

借助地理探测器模型,文中对若尔盖高原沙地的成因进行了定量分析。在众多自然及人为因素中,距河流距离、降水量、放牧强度对土地沙化影响较大,且各因子相互作用在一定程度加快了土地沙化进程,与前人的研究结论相一致[11,20]。已有相关研究分析表明[19],距河流越近,沙源越丰富,沙地分布越多,距河流距离(即沙源量)是土地沙化的关键驱动因子之一。同时,若尔盖高原降水减少打破了原有的水平衡,从而引起水土流失,湖泊干涸,进而使沼泽疏干、草甸沙化、裸地荒漠大面积增加,降水亦成为土地沙化的主要影响因子之一[18]。另外,作为四川省重要的畜牧业基地,若尔盖高原面临着长期过度放牧[11],草地生物量资源减少、草质变劣、草场板结退化,加之研究区土层广泛分布着各种沉积物[20],在牲畜反复践踏挤压下,土壤表层易被破坏,导致沙层裸露进而转化为沙地。但是,文中并未考虑所有因素,譬如:海拔、地形、鼠害、挖沟排渠等,这些因素对土地沙化是否有影响及影响程度有待探讨;另外,对于不同类型沙地的关键驱动因子是否不同,亦有待深入研究;受文献资料的限制和地理探测器本身局限性的影响,还不能很好的解释各驱动因子的交互作用机理及对地理探测器模型探测结果合理性的验证,在以后的研究中可以通过野外实地调查和使用多种定量探测方法等来进行更加深入的分析。

4　结论

为准确掌握若尔盖高原沙地分布及其成因,实现该区域生态环境恢复。文中基于 Landsat TM 数据,提取并分析了研究区沙地时空分布特征,并借助地理探测器方法探讨了土地沙化的驱动因子,得出如下结论:

(1)研究区沙地呈零星分布,主要分布于河谷地带、黑河中下游以及白河下游地区;行政区域上,沙地相对集中分布于若尔盖县西北部、玛曲县东南部。

(2)近二十年,研究区沙地呈扩张状态,1995 – 2006 年沙地年增长率约为 2.99%,2006 – 2016 年沙地扩张速度较前十年有所降低,为 0.91%。

(3)不同时期研究区土地沙化驱动因子影响程度不同:1995 ~ 2006 年降水对土地沙化贡献最大,其次是放牧强度;而 2006 ~ 2016 年则相反,放牧强度对沙地的影响大于降水。

(4)研究区沙地各驱动因子的交互作用表现为非线性、相互增强。例如,1995 ~ 2006 年距河流距离与放牧强度交互后的影响力(50.9%)远超其单独作用的影响力之和(26.6%);2006 ~ 2016 年,距河流距离与降水交互作用影响力(39.2%)亦大于其单独作用的影响力之和(15.9%)。

参考文献

[1] Ren X B, Dong Z B, Hu G Y, et al. A GIS – based assessment of vulnerability to aeolian desertification in the source areas of the Yangtze and

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Yellow Rivers [J]. Remote Sensing, 2016, 8(8): 1 - 23.
[2] Gao J Q, Lei G C, Zhang X W, et al. Can delta C - 13 abundance, water - soluble carbon and light fraction carbon be potential indicators of soil organic carbon dynamics in Zoige wetland [J]. Catena, 2014, 119: 21 - 27.
[3] Qiu P F, Wu N, Luo P, et al. Analysis of Dynamics and driving factors of wetland landscape in Zoige, eastern Qinghai - Tibetan Plateau [J]. Journal of Mountain Science, 2009, 6(1): 42 - 55.
[4] Li Q, Zhang C L, Shen Y P, et al. Quantitative assessment of the relative roles of climate change and human activities in desertification processes on the Qinghai - Tibet Plateau based on net primary productivity [J]. Catena, 2016, 147: 789 - 796.
[5] Dong Z B, Hu G Y, Yan C Z, et al. Aeolian desertification and its causes in the Zoige Plateau of China's Qinghai - Tibetan Plateau [J]. Environmental Earth Sciences, 2010, 59: 1731 - 1740.
[6] 胡梦珺,潘宁惠,李向,等. 1964 - 2014 年玛曲高原土地沙漠化驱动力定量分析 [J]. 水土保持通报,2016,36(4): 250 - 256.
[7] 税伟,白剑平,简小枚,等. 若尔盖沙化草地恢复过程中土壤特性及水源涵养功能 [J]. 生态学报,2017,37(1): 277 - 285.
[8] Wang X, Lou J, Ma W, et al. The impact of reclamation on aeolian desertification of four species in the Otindag Desert, China [J]. Catena, 2017, 157: 189 - 194.
[9] 王文丽,董治宝,胡光印,等. 若尔盖高原近 30 年沙地变化趋势分析 [J]. 中国沙漠,2008,28(4):617 - 621.
[10] 徐刚,赵志中,王燕,等. 川北若尔盖高原盆地沙漠化、岩漠化遥感动态监测研究 [J]. 地质通报,2007,26(8): 1048 - 1055.
[11] 盛海洋,王玉珏. 若尔盖高原沙漠化成因及其治理对策 [J]. 水土保持通报,2007,27(1):126 - 131.
[12] 柴岫,金树仁. 若尔盖高原沼泽的类型及其发生与发展 [J]. 地理学报,1963,29(3):219 - 240.
[13] 王云川,易桂花,张廷斌,等. 近 35a 若尔盖高原泥炭沼泽变化趋势与驱动力分析 [J]. 干旱区研究,2017, 34(2):403 - 410.
[14] 王劲峰,徐成东. 地理探测器: 原理与展望 [J]. 地理学报,2017,72(1):116 - 134.
[15] 蒲玉琳,叶春,张世熔,等. 若尔盖沙化草地不同生态恢复模式土壤活性有机碳及碳库管理指数变化 [J]. 生态学报,2017,37(2):367 - 377.
[16] Zhang W J, Lu Q F, Song K C, et al. Remotely sensing the ecological influences of ditches in Zoige Peatland, eastern Tibetan Plateau [J]. International Journal of Remote Sensing, 2014, 35(13): 5186 - 5197.
[17] 王文丽,董治宝,颜长珍. 基于景观结构方法的若尔盖高原土地退化趋势研究 [J]. 干旱区资源与环境,2014,28(10):117 - 122.
[18] 王利花,姜琦刚,李远华. 基于 RS 与 GIS 技术的若尔盖地区沼泽动态变化研究 [J]. 国土资源遥感,2006,18(4):60 - 62.
[19] 逯军峰,董治宝,胡光印,等. 甘肃省玛曲县土地沙漠化发展及其成因分析 [J]. 中国沙漠,2012,32(3):604 - 609.
[20] 振海,董治宝,胡光印,逯军峰. 若尔盖盆地沙丘形成分布影响因素探讨 [J]. 中国沙漠,2009,29(6): 1035 - 1042.
[21] 何浩源. 若尔盖 - 用绿色锁住黄沙 [N]. 四川日报,2017 - 5 - 12(13).

Dynamic changes of land desertification in Zoige Plateau

FEI Yi, WANG Jiyan, WANG Zegen
(1. Department of Surveying and Mapping Engineering, School of Civil Engineering and Architecture, Southwest Petroleum University, Chengdu 637001, China)

Abstract: The Zoige Plateau is one of the largest plateau peat wetlands in the world. Affected by natural conditions, human activities and so on, the wetland degradation, grassland degradation and land desertification occurred in the region. In order to fully understand the situation of land desertification in this area, we analyzed the spatial and temporal changes of sandy land in the Zoige Plateau from 1995 to 2016 based on Landsat TM image, and quantitatively analyzed the causes of land desertification by means of geo - detector method. The results show that in the past two decades, the sandy area in the region has shown an increasing trend. Before 2006, the sandy land increased rapidly, mainly in the northwest of Zoige County and southeast of Maqu County. Precipitation and grazing intensity were the key driving factors for land desertification in this period. During 2006 - 2016, precipitation increased, grazing intensity weakened, which made the growth rate of sandy land declined. during 1995 and 2016, the interaction of any two driving factors mostly showed nonlinear enhancement, that is, the interaction of various factors enhanced the degree of desertification.

Key words: Zoige Plateau; land desertification; temporal - spatial distribution; causes of desertification

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net