

过牧对玛曲草地沙化的影响

牛叔文, 马利邦, 曾明明

(兰州大学资源环境学院, 中国 兰州 730000)

摘要:玛曲草地沙化对黄河上游水源补给产生了不利影响。基于 NPP 和理论载畜量的估算, 定量分析了自然因素和人为因素对草地沙化的作用程度。结果表明: 影响玛曲草地沙化的自然因素主要是温度升高, 特别是 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温的增加; 人为因素主要是超载过牧。温度升高对草地沙化的影响占 34.39%, 超载过牧占 65.61%。草地沙化是过牧的累加效应达到一定程度时才出现的, 累加超载量每增加 1 万个羊单位会造成 3.14 hm^2 草地沙化。草地沙化的防治应以草畜平衡为基础, 逐渐减缓或减少超载量的累加。

关键词: NPP; 理论载畜量; 过牧; 草地沙化; 玛曲县

文章编号: 1000-0933(2008)01-0145-09 中图分类号: Q142, Q948, S154.4, S812 文献标识码: A

Effect of overgrazing on grassland desertification in Maqu County

NIU Shu-Wen, MA Li-Bang, ZENG Ming-Ming

College of Resource and Environmental Science Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(1): 0145 ~ 0153.

Abstract: Grassland desertification in Maqu County adversely affected the replenishment of the water sources in the upper reaches of the Yellow River. Based on an estimation of NPP and the theoretical livestock capacity of grassland, the effects of natural and artificial factors on grassland desertification were analyzed quantitatively. The results were as follows: the key natural factor that affected grassland desertification was increasing temperature, especially the accumulated temperature of $\geq 0^{\circ}\text{C}$, and the key artificial factor was overgrazing. The effect of temperature increase accounted for 34.39% of the grassland desertification and overgrazing for 65.61%. The grassland desertification phenomenon did not appear until the accumulative effect of overgrazing was considerable. An increase of 10 000 sheep units in the accumulated overstocking capacity would cause grassland desertification of an area of 3.14 hm^2 . Protection of grassland from desertification should mitigate or gradually decrease the accumulated numbers of overstocking on the basis of the forage livestock balance.

Key Words: NPP; theoretical livestock capacity; overgrazing; grassland desertification; Maqu County

草地退化现象是全球性的重大环境问题, 受到国内外学者的广泛关注。南非学者 Hahn 等^[1]提出了模拟南非半干旱地区气候变化、牲畜量与植被三者相互作用的模型, 认为草畜系统的不稳定归因于气候的变化。西班牙学者 Javier Ibanez 等^[2]模拟了商品畜-草地-土壤系统的动态变化, 认为过牧是牧场沙化的主要原因之

基金项目: 国家软科学资助项目(2003DGS3B039)

收稿日期: 2007-07-13; 修订日期: 2007-10-30

作者简介: 牛叔文(1955~), 男, 甘肃榆中人, 硕士, 教授, 主要从事区域发展, 生态经济研究。

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: shuwenn@lzu.edu.cn

Foundation item: The project was financially supported by National Soft Science Research Project "Studies of Water Resources and Eco-environment Protection and Construction in the Upstream of Yellow River" (No. 2003DGS3B039)

Received date: 2007-07-13; **Accepted date:** 2007-10-30

Biography: NIU Shu-Wen, Master, Professor, mainly engaged in region development and ecological economics. Email: shuwenn@lzu.edu.cn

一,大量放牧牲畜破坏了植被覆盖,增加了土壤侵蚀。埃塞俄比亚学者 Wolde Mekuria 等^[3]研究了由于过牧引起的草场退化以及围栏对恢复退化草场的影响,结果表明围栏不仅有利于植被恢复,也可以改进土壤营养状况、减少侵蚀。因而围栏对于草地保护是可取的。我国学者邹春静^[4]等研究了内蒙古东部过牧与土壤碳的动态,认为放牧强度会影响地表生物量。还有一些学者应用模拟分析的方法研究草地生产力、放牧系统的稳定性以及草地生态系统的可持续管理等问题^[5~8]。但计量分析驱动草地退化主要因素作用程度的报道不多见。

玛曲县是黄河上游重要的水源补给区,补给水量达黄河上游总水量的 45%^[9]。近些年来,玛曲草地严重退化,水源补给量减少,特别是黄河沿岸地区出现了片片黄沙,对黄河流域的生态安全造成了重大影响,为此受到广泛关注。大量研究表明,全球气候变化和人为因素的影响是构成草地生态环境恶化的主要驱动因素。张龙生等^[10]运用遥感与地面调查相结合的方法,查清了玛曲草地沙化的面积,并认为沙漠化是自然与人为因素共同作用的结果,以过牧为主导因素^[11~15]。研究表明,过牧造成了玛曲草地生态系统服务价值的大量损失^[16,17]。

对于全球气候变化的影响而言,局部区域的应对是难有成效的。但人为因素的作用是可控的,通过改变人们经济活动的方式、调整环境管理政策,能够减轻对生态环境的影响。定量辨识人为因子和自然因子的作用程度,可为草地资源的可持续利用提供科学依据。王辉等^[9]对此问题率先进行了积极的探索,指出引起玛曲县草地沙化的自然因素占 38.45%,人为因素占 61.55%。该研究采用趋势分析和关联分析的方法确定两类因素作用程度,但所分析的因子不是完全独立的变量,也没有排除多因子间的交互作用。

玛曲草地的沙化是一个多因素综合作用的复杂过程,在缺乏长期定点观测和试验的情况下,基于气候-草地-牲畜系统动态变化特点,建立一个理论分析程式,确定引起草地沙化的主导因素并量化其作用程度,为调整草地生态系统管理的政策提供科学依据。

1 影响玛曲草地沙化的主导因素分析

1.1 研究区概况

玛曲县位于青藏高原东部、甘青川三省交界处,地势高亢,海拔 3300 ~ 4806m,气候寒冷,降水相对充沛。黄河沿阿尼玛卿山绕行 433.7km,在玛曲县形成“九曲黄河”的第一个大弯曲部,此段水流缓慢,形成大量的沼泽湿地,成为黄河的天然“蓄水池”。全县总土地面积 10190.8 km²,主要以高寒草甸类和高寒草原类草地为主,牧草生长良好,产草量较高,以亚洲第一牧场著称。由此放牧业成为该县主要的经济活动内容。

玛曲县是一个藏民族聚居区。2005 年,全县有人口 4.48 万,国民生产总值达 4.28 亿元,人均 GDP9554 元,牧民人均纯收入 2670 元,大牲畜存栏 32.62 万头(只、匹),牛出栏 7.34 万头,羊存栏 35.12 万只,出栏 9.99 万只。牧民的收入水平在省内处于较高水平,但实际生活水平并不高。

1.2 影响草地沙化的主导因素分析

自然因素和人为因素的共同作用导致了玛曲草地的沙化^[1~4,9~17]。但这两大类因素所包含的因子众多,需要根据玛曲气候-草地-牲畜系统变化的特点,确定主导因素。

1.2.1 自然因素

影响草场植被的自然因素有降水、温度、日照、风、土壤等。

玛曲土壤主要为高山土壤和沼泽土,有机质含量较高。但受第四纪末期冰川活动的影响,黄河多次改道,旧河床沉积大量的泥沙,表层土壤薄。当植被退化时,容易沙化。现已沙化的草地主要分布在黄河沿岸地区^[10,13]。显然部分土壤存在着产生沙化的可能性,但不是沙化的驱动因素。

玛曲县光照良好、太阳辐射强烈,有利于植物的生长。近 30 多年来大风日数显著减少,20 世纪 70 年代的年均为 66d,80 年代减少为年均 31d,90 年代年均为 27d,近 4a 来的年大风日数均少于 20d;年平均风速也呈下降趋势,但 90 年代以后减幅变小^[9],显然这与草地沙漠化逐渐扩大的趋势相悖。也表明,日照、风力、风速这 3 项因素与草地沙化相关性不强。

根据甘肃省气象局提供的资料,玛曲县干湿、冷暖季节分明,水热同期,对草地植被的生长十分有利^[18,19],37a 月平均气温与降水量资料如图 1 所示。近 37a 来玛曲县平均降雨量为 594.11mm,37a 中降雨量在年际间虽波动变化,但减少的趋势不明显(图 2),20 世纪 70 年代中期降水量呈上升趋势,1981 年达到最大值 809.7mm,80 年代中期降水量在波动下降,90 年代后期降水略有增加。但降雨量最低的年份也在 450mm 以上,能保证牧草的良好生长。这说明降水也不是引起草地退化的主导因素。

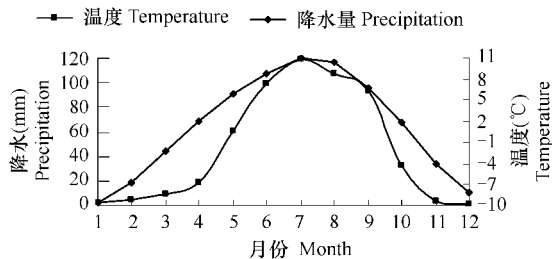


图 1 玛曲年内月均温度和降水量变化

Fig. 1 Variation of monthly mean temperature and precipitation in Maqu County

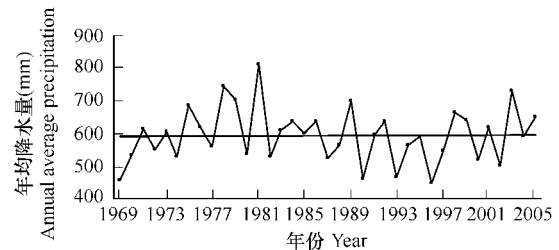


图 2 玛曲县 1969~2005 年降水量变化

Fig. 2 Variation of precipitation during 1969–2005 in Maqu County

随着全球气候变暖,玛曲气温上升趋势明显(图 3,图 4)。玛曲县 37a 平均气温为 1.47℃,但前后差异明显。20 世纪 70 年代平均气温为 1.15℃,80 年代为 1.3℃,90 年代达到 1.59℃,近几年已达到 2.13℃,即从 1969~2005 年的 37a 中年平均气温上升了 1.11℃,0℃以上的积温上升了 226.05℃。这与草地沙化不断扩大的趋势相一致。气温升高使地表蒸发量增加,冻土融化,水分下渗,土壤含水量减少,使得植物生长受到限制,引起草场退化^[17]。显然它是驱动草地退化的主要自然因素。

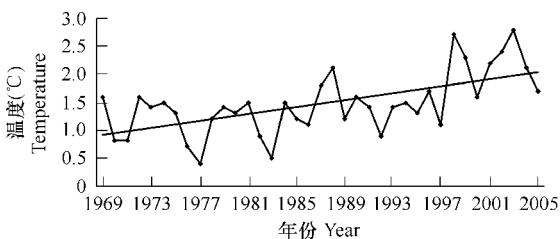


图 3 1969~2005 年玛曲县年平均温度变化

Fig. 3 Variation of annual mean temperature in Maqu County from 1969 to 2005

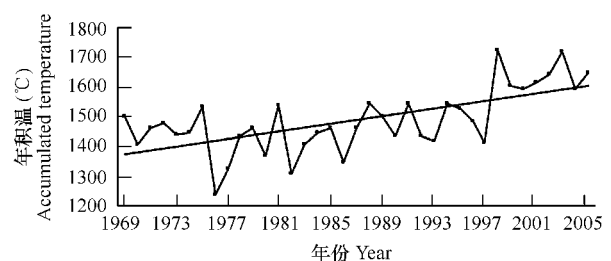


图 4 1969~2005 年玛曲 0℃以上积温

Fig. 4 Variation of accumulated temperature of $\geq 0^{\circ}\text{C}$ from 1969 to 2005 in Maqu County

1.2.2 人为因素

放牧、垦荒、挖药取薪、采金、偷猎以及修路等人为活动都对草地产生不利的影响。但与持续放牧相比较,其他因素的影响是局部的、非连续性的,也是有限的。同时也缺乏能够进行定量分析的基础资料。放牧强度大,连年超载,牲畜过度啃食或践踏草地,植被就得不到恢复更新的机会,覆盖程度不断降低,地表出现裸露,土壤侵蚀加大,草地随之沙化并加速蔓延。持续过牧下,植被严重受损,物种丰富度、植物多样性和均匀度也急剧下降^[20]。可以说过牧是驱动草地退化的主要人为因素。1949 年全县载畜量仅为 43.84 万羊单位,1980 年达到 177.87 万羊单位,2005 年为 224.93 万羊单位,增长迅速,对草地的压力日益增大。通过以上分析,玛曲草地退化的主导因素是气候变暖和超载过牧,它们对草地的影响过程如图 5 所示。

2 草地过牧的界定及其量化方法

在玛曲现有的光、温、水等自然条件下,单位面积的草场只能承载一定数量的牲畜。当草地的载畜量超过了其承载能力后,出现植被退化现象。根据以草定畜的原则,可将超载过牧定义为:草地的实际载畜量-理论

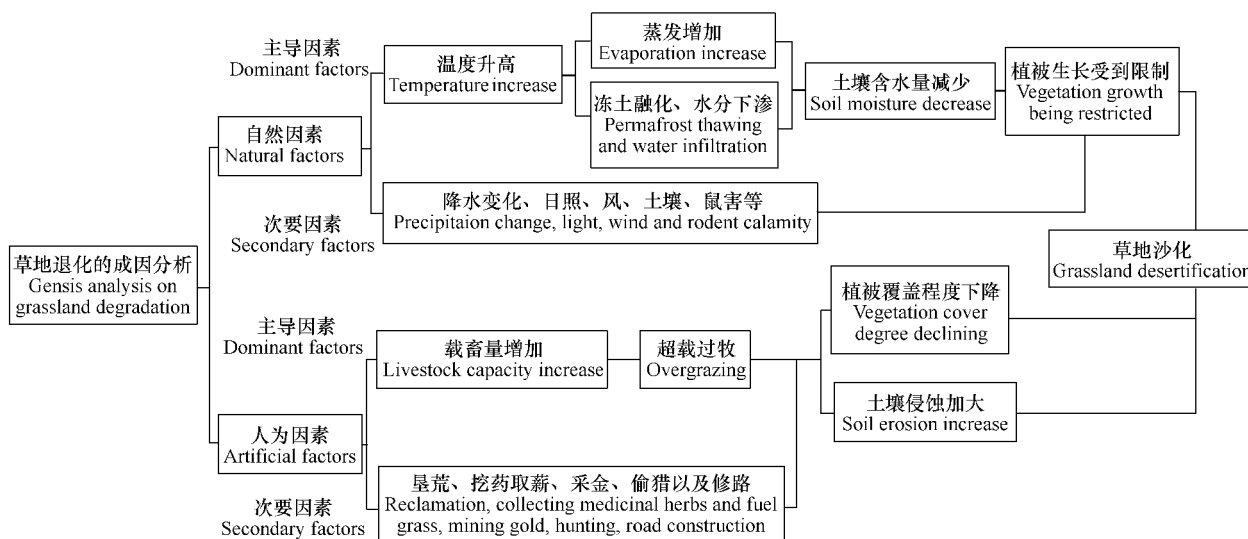


图5 玛曲草地退化的成因分析

Fig. 5 Genesis analysis on grassland degradation in Maqu County

载畜量 ≥ 0 时的情况。

理论载畜量则是指在草地承载能力范围内不引起草地退化的载畜量,即草畜平衡时的载畜量。基于玛曲草地的第一性生产力(NPP)及其利用率的估算,计量理论载畜量和超载量。

2.1 草地植被 NPP 的估算

估算 NPP 的方法有多种,如 Miami 模型、Thorntwaite Memorial 模型、Chikugo 模型及 CASA 模型等^[21]。本文采用周广胜模型^[22]来估算玛曲草地的 NPP ,该模型考虑的因素比较全面,有降水、温度、辐射干燥度、可能蒸散量等,估算的结果较好。模型如下:

$$NPP = RDI^2 \times \frac{r(1 + RDI + RDI^2)}{(1 + RDI)(1 + RDI^2)} \times \exp[-(9.87 + 6.25RDI)^{0.5}] \quad (1)$$

$$RDI = (0.629 + 0.237PER - 0.00313PER^2)^2 \quad (2)$$

$$PER = PET/r = BT \times 58.93/r \quad (3)$$

$$BT = \sum t/365 \text{ 或 } \sum T/12 \quad (4)$$

式中, NPP 为自然植被的净初级生产力 ($tDW/(hm^2 \cdot a)$); RDI 为辐射干燥度; r 为年降水量 (mm); PER 为可能蒸散率; PET 为年可能蒸散量 (mm); BT 为年平均生物温度 ($^{\circ}C$); t 为 $\geq 0^{\circ}C$ 与 $\leq 30^{\circ}C$ 的日均温度; T 为 $\geq 0^{\circ}C$ 与 $\leq 30^{\circ}C$ 的月均温度。

2.2 理论载畜量的估算

基于可利用的 NPP 总量所能养活的牲畜数量,用上述模型估算出单位面积的 NPP 后,可用下式估算理论载畜量:

$$L_t = \frac{(A_g - A_{dt}) \times NPP_t \times r}{g \times 365} \quad (5)$$

式中, L_t 为第 t 年的理论载畜量 (羊单位); A_g 为草场面积 (hm^2); A_{dt} 为第 t 年的沙化面积 (hm^2); NPP_t 为第 t 年的单位草场面积的总干物质产出 (kg); r 为 NPP 的地上部分可利用率。 NPP 中地上部分与地下部分之比为 9:11,牧草利用率取 50%; g 为一个羊单位日食干草量 (kg),其标准取 2.0 kg 干草。

2.3 草地超载量的估算

理论载畜量计算出后,各年超载量可用下式计算:

$$L_{ni} = L_f - L_t \quad (i = 1, 2, \dots, 37) \quad (6)$$

式中, L_{ni} 是超载量(万羊单位), L_t 是理论载畜量(万羊单位), L_y 是实际载畜量(万羊单位)。本研究中实际载畜量的数据为年末存栏数和出栏数之和,其数据来自 1969~2005 年的甘肃省统计年鉴,其羊单位的折算标准为马 1:5,牛 1:4.5,绵羊 1:1。

3 驱动草地沙化主导因子的作用程度分析

3.1 草场沙化面积的插值分析

草场面积来自玛曲县 2000 年土地利用详查资料(甘肃省国土资源厅,2001 年)。沙化面积的数据是由甘肃省林业部门监测取得的,只有 1985、1989、1994、1999 和 2003 年等 5 年的数据,分别是 1440、3420.1、4798、6080 hm^2 和 7136.8 hm^2 [10,23]。草地沙漠化是一个渐变的过程,在时间序列上是连续的。因此,采用牛顿插值法在 matlab7.0 软件上拟合,获得了 1978~2005 年历年的草地沙化面积的模拟数据。20 世纪 70 年代虽有零星的沙化面积,但面积小,忽略不计。

3.2 温度升高和超载过牧对草地沙化的作用程度分析

采用柯布-道格拉斯(Cobb-Dauglas)生产函数估算温度升高和超载量对草地沙化的作用程度。模型的一般表达式写为:

$$A = kT_i^\alpha L_{ni}^\beta \quad (7)$$

式中, A 为沙漠化面积(hm^2); T_i 为 $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温($^\circ\text{C}$); L_{ni} 为超载量(万只羊单位); k , α 和 β 为参数,后两项分别表示自变量对因变量的影响程度。

3.3 累加超载量与草地沙化的回归分析

由于超载对草场的破坏是一个逐渐积累的过程,现有沙化面积为多年累加值。假定草地沙化面积没有逆转性,那么沙化面积的不断增加是家畜超载的累积效应所致。累加超载量可定义为各年超载量之和(如下式)。

$$L_n = \sum_{i=1}^n L_{ni} \quad (i = 1, 2, \dots, 37) \quad (8)$$

式中, L_n 为累加超载量(万羊单位), L_{ni} 为各年超载量(万羊单位)。

4 结果分析

基于以上方法分别计算出玛曲县 1969~2005 年草地植被总 NPP 、理论载畜量、草地超载量、累加超载量以及草地沙化面积,见表 1。

4.1 总 NPP 和理论载畜量在波动中缓慢上升

1969~2005 年期间玛曲草地的总 NPP 在波动中上升(表 1)。在水热等因子组合较好的年份数值较大,如 1981 年年均降水量为 809.7mm, $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温达 1537.7 $^\circ\text{C}$,总 NPP 最高,达到 492.43 万 t。水热等因子组合较差的年份数值较小,如 1996 年年均降水量为 448.4mm, $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温为 1483.8 $^\circ\text{C}$,总 NPP 最低,仅为 331.44 万 t。20 世纪 70 年代 NPP 数值较高,80 年代至 90 年代前期数值较低,90 年代后期到现在 NPP 数值又增大,总的趋势是上升的,见图 6。陈世强等[18]研究了 1982~2000 年玛曲植被指数($NDVI$)与气候变化的关系,结果显示后期时段植被指数大于前期,与本研究结论基本一致。理论载畜量与 NPP 的变化相一致。

4.2 实际载畜量持续上升,草场压力不断增大

新中国成立之初,实际载畜量不到理论载畜量的一半,大致在 20 世纪 60 年代末超过理论载畜量,且保持了持续增加的势头。1998 年达到最高值 248.2 万羊单位,此后缓慢下降。1949 年每公顷草场仅 0.43 个羊单

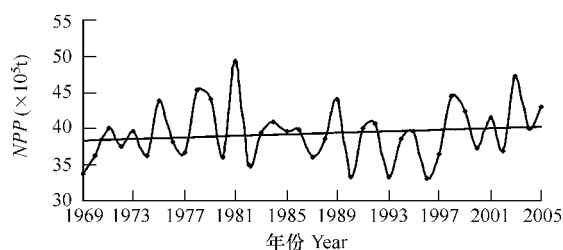


图6 玛曲县 1969~2005 年 NPP 变化趋势

Fig. 6 The changing trend of NPP from 1969 to 2005 in Maqu County

位,1969 年有 1.19 个羊单位,1998 年达到最大值 2.54 个羊单位/ hm^2 ,2005 年仍保持在 2.31 个羊单位/ hm^2 。草场超载率随实际载畜量的增加也呈明显上升趋势,到 2000 年达到最大值,为 106.25%,草场压力不断增大。

表 1 玛曲历年载畜量和沙化面积的估算

Table 1 Estimation of overstocking numbers and area of grassland desertification in Maqu County

年份 Year	总 NPP(t) The total NPP (t)	理论载畜量 (万羊单位) Theoretical livestock capacity (10^4 sheep units)	实际载畜量 (万羊单位) Actual livestock capacity (10^4 sheep units)	超载量 (万羊单位) Overgrazing capacity (10^4 sheep units)	累加超载量 (万羊单位) Accumulated overgrazing capacity (10^4 sheep units)	沙化面积 Area of grassland desertification(hm^2)
1969	3381988.16	104.24	116.50	12.26	12.26	—
1970	3627583.57	111.81	124.31	12.50	24.76	—
1971	4009927.70	123.59	126.60	3.01	27.76	—
1972	3759467.85	115.87	134.82	18.94	46.70	—
1973	3962147.60	122.12	146.02	23.90	70.60	—
1974	3637566.47	112.12	159.83	47.71	118.32	—
1975	4381201.29	135.04	156.40	21.36	139.68	—
1976	3818886.68	117.71	159.59	41.88	181.56	—
1977	3664859.31	112.96	157.92	44.96	226.52	—
1978	4540526.64	139.95	161.66	21.71	248.24	—
1979	4406571.09	135.82	167.37	31.55	279.79	79.55
1980	3600325.00	110.97	177.87	66.90	346.69	379.21
1981	4924303.12	151.78	183.01	31.23	377.92	681.65
1982	3509596.20	108.17	170.81	62.64	440.56	984.10
1983	3940959.67	121.47	176.13	54.67	495.23	1286.60
1984	4084392.24	125.89	182.88	56.99	552.22	1589.00
1985	3956313.14	121.94	199.10	77.16	629.38	1891.40
1986	3989037.35	122.95	205.73	82.78	712.16	2193.90
1987	3619149.36	111.55	202.39	90.84	803.00	2496.30
1988	3867898.69	119.22	202.87	83.65	886.65	2798.80
1989	4400129.40	135.62	213.12	77.49	964.14	3101.20
1990	3333671.81	102.75	204.26	101.51	1065.65	3403.70
1991	3998757.34	123.25	205.47	82.22	1147.87	3706.10
1992	4077982.60	125.69	204.99	79.30	1227.16	4008.60
1993	3328684.18	102.60	207.67	105.07	1332.24	4311.00
1994	3859545.53	118.96	207.95	88.99	1421.22	4613.50
1995	3965785.85	122.23	198.45	76.22	1497.44	4915.90
1996	3314377.00	102.16	206.45	104.29	1601.73	5218.40
1997	3660378.95	112.82	205.06	92.24	1693.97	5520.80
1998	4446780.43	137.06	248.20	111.14	1805.11	5823.30
1999	4229087.19	130.35	246.22	115.87	1920.98	6125.70
2000	3725011.99	114.81	236.81	121.99	2042.97	6428.20
2001	4156144.78	128.10	227.99	99.89	2142.86	6730.60
2002	3685820.46	113.60	220.36	106.76	2249.62	7033.10
2003	4722997.56	145.57	220.43	74.86	2324.48	7335.50
2004	4017931.31	123.84	217.48	93.63	2418.11	7638.00
2005	4312909.28	132.93	224.93	92.00	2510.11	7940.40

4.3 温度升高、载畜量增大对草场沙化面积的影响程度

由于插值分析中沙化面积出现于 1979 年,为此取 1979~2005 年的沙化面积作因变量。对植被生长有意义的是生物温度,因此取 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温作为温度变化的变量;牲畜超载量为另一个自变量。用表 1 中的相关数据为基础,建立道格拉斯生产函数模型,结果如下:

$$A = 5.5 \times 10^{-11} \times T^{2.0032} \times L_{ni}^{3.8217} \quad (9)$$

式中, $R^2 = 0.7640$, $F = 40.4725 > F_{0.05}(3.37)$,模型通过检验。

根据生产函数模型的特性,可计算出 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温对沙化面积增加的影响占 34.39%,牲畜超载量的影响占 65.61%。这说明,在玛曲县天然草地沙化的过程中,人为因素的影响明显强于自然因素的影响。这一结果与文献^[9]的结论基本一致。

4.4 累加超载量对草地沙化的作用强度分析

从 20 世纪 60 年代末玛曲草地出现明显的超载,此后不断累加,1990 年超载量达到 1065.65 万羊单位,2005 年达到 2510.11 万羊单位,呈加速增长趋势。前面分析表明,驱动玛曲草地沙化的最主要因素即是超载过牧,它的作用强度可用以下线性方程来拟合(图 7)。

$$A = 3.14L_n - 418.34 \quad R^2 = 0.9921 \quad (10)$$

式中, A 为历年沙化面积(hm^2), L_n 为累加超载量(万羊单位)。拟合效果良好,求导有,也就是说 $dA/dL_n = 3.14$,每 1 万个羊单位的累加超载量会造成 3.14 hm^2 草地的沙化。模型还说明当累加超载量达到 133.23 万

羊单位($133.23 = 418.34/3.14$)时,即每公顷草地超载大约 2 个羊单位时会出现沙化。从表 1 中可以看出草地沙化比累加超载量出现的时间段要晚,也就是说草地沙化和超载过牧是不同步的。这是因为草地生态系统具有一定的抗干扰能力,当超载量较小、时间较短时,不会出现沙化现象;当超载量大且持续过牧、超过了系统的阈值时,便出现沙化现象。反映了草地沙化是过牧的累加效应达到一定程度时才有的现象。

5 结论与讨论

5.1 结论

玛曲草地沙化是自然因素和人为因素综合作用的结果。通过分析降水、温度、日照、风、土壤几个自然因素,结果表明:影响玛曲草地沙化的自然因素主要是温度升高,特别是 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温的增加。对草地产生不利的影响的人为因素有放牧、垦荒、挖药取薪、采金、偷猎以及修路等。与持续放牧相比较,其他人为因素的影响是局部的、非连续性的。因此驱动草地退化的人为因素主要是超载过牧。

基于草地 NPP 及其利用率的估算,可以计量草地的理论载畜量和超载量。随着气温升高,玛曲草地总 NPP 和理论载畜量在波动中缓慢上升。但 50 多年来玛曲草地的实际载畜量持续上升,从低于理论载畜量到超载过牧,草场压力不断增大。超载量在 2000 年达到最大值,超过理论载畜量 106.25%。

用生产函数分析温度升高和超载过牧对草地沙化的作用程度,结果表明,温度升高的影响占 34.39%,超载过牧占 65.61%。草地沙化是过牧的累加效应达到一定程度时才出现的,累加超载量每增加 1 万个羊单位会造成 3.14 hm^2 草地沙化。表明草地生态系统具有一定的抗干扰能力。草地沙化的防治应以草畜平衡为基础,降低载畜量,逐步减少超载量的累加。

5.2 讨论

准确定量自然和人为因素对草地沙化的影响应根据多个长期定点观测、试验的资料。在缺乏这种资料的情况下,运用较长时间序列的气候观测和经济统计数据,从宏观层面建立模型进行模拟分析,可以揭示草地沙化的主要成因及变化趋势,作为一种研究手段还是具有积极探索意义的,结果是可信的。

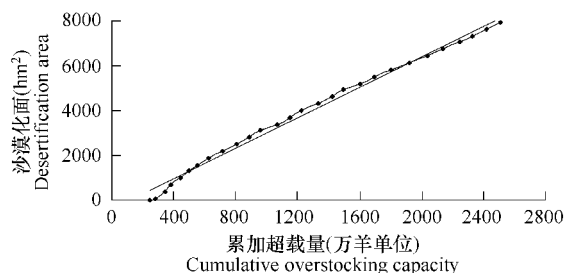


图 7 1978~2005 年玛曲县累加超载量对草地沙化影响分析

Fig. 7 Analysis on the effect of cumulative overstocking numbers to grassland desertification from 1978 to 2005 in Maqu County

草地沙化是多因素综合作用的复杂过程。本项研究表明在黄河上游的玛曲县温度升高和过牧为草地沙化的主要驱动因子,其影响程度分别为 1/3 和 2/3。这只是对两个主导因子作用程度孰重孰轻的比较,并不否定其它多种因素的作用。同样,每万个羊单位的累加超载量所造成 3.14 hm² 草地沙化,也只是从单因素的角度来讨论过牧对草地沙化的影响,也不否定其它因素的作用。Javier Ibanez 等基于对家畜-草地-土壤系统的长期动态变化的模拟研究,认为过牧是西班牙草地沙化的主要因素^[2]。已有研究^[9,10,13] 同样表明过度放牧是草场退化的主要原因。

玛曲草地过牧存在着深刻的经济社会原因。1949 年全县人口 6642 人,人均有畜量达 63.4 个羊单位。1985 年人口 2.7 万,人均有畜量达到 71 个羊单位。2005 年人均有畜量降到 45 个羊单位,但总人口增加到 4.48 万。玛曲的自然条件和牧民的素质在很大程度上决定了产业结构的单一性,放牧几乎是收入的全部来源。人口增长和改善生活需求都需要扩大养畜规模,这就使得草地载畜量刚性增长,超载过牧就难以避免。如果严格限制放牧,势必影响牧民近期收入。目前的关键问题是在现有的技术条件下,人口增长超过了草地资源的承载能力,严重影响了草地的可持续利用^[12]。

要从根本上遏制草地沙化,应基于可持续发展的要求,制定一套完整的政策框架,通过制度安排来保证草地生态系统的科学管理^[12],积极促进产业转型,完善草地承包制度,逐步降低超载量^[17,24],发挥草地涵养水源的生态服务功能。

References:

- [1] Hahn B D, Richardson F D, Hoffman M T, Roberts R, Todd S W, Carrick P J. A simulation model of long-term climate, livestock and vegetation interactions on communal rangelands in the semi-arid Succulent Karoo, Namaqualand, South Africa. *Ecological Modeling*, 2005, 183: 211—230.
- [2] Javier Ibáñez, Jaime Matínez, Susanne Schnabel. Desertification due to overgrazing in a dynamic commercial livestock-grass-soil system. *Ecological Modeling*, 2007, 205:277—288.
- [3] Wolde Mekuriaa, Veldkamp E, Mitiku Hailela, *et al.* Effectiveness of exclosures to restore degraded soils as a result of overgrazing in Tigray, Ethiopia. *Journal of Arid Environments*, 2007, (69):270—284.
- [4] Zou C J, Wang K Y, Wang T H, *et al.* Overgrazing and soil carbon dynamics in eastern Inner Mongolia of China. *Ecological Research*, 2007, 10 (22):135—142.
- [5] Kaine G W, Tozer P R. Stability, resilience and sustainability in pasture-based grazing systems. *Agricultural Systems*, 2005, (83):27—48.
- [6] Michael S Corson, Alan Rotz C, Howard Skinner R. Evaluating warm-season grass production in temperate-region pastures: A simulation approach. *Agricultural Systems*, 2007, (93):252—268.
- [7] Allard V, Soussana J F, Falcimagne R, *et al.* The role of grazing management for the net biome productivity and greenhouse gas budget (CO₂, N₂ O and CH₄) of semi-natural grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2007, (121):47—58.
- [8] Eun-Shik Kim, Dong Kyun Park, Zhao X Y, *et al.* Sustainable management of grassland ecosystems for controlling Asian dusts and desertification in Asian continent and a suggestion of Eco-Village study in China. *Ecological Research*, 2006,10(21):907—911.
- [9] Wang H, Ren J H, Yuan H B. Study on the desertification mechanism of natural grassland in the source regions of the Yellow River. *Acta Prataculturae Sinica*, 2006, 15(6):19—25.
- [10] Zhang L S, Ma L P. Study on Desertification in Maqu County, Upstream of Huanghe River. *Journal of Desert Research*, 2001, 21(1):84—87.
- [11] Wang G X, Cheng G D. Characteristics of grassland and ecological changes of vegetation in the source of Yangtze and Yellow River. *Journal of Desert Research*, 2001, 21(6):101—107.
- [12] Gao X C, Jiang A Y, Li J M. An institutional explanation of “over-grazing” and institutional design of a control system. *Journal of Lanzhou University (Social Sciences)*, 2004, 32(4):115—120.
- [13] Qi D C, Li G Y, Chen W Y, *et al.* Present status, causes and control countermeasures of natural grassland degeneration in Maqu County. *Journal of Desert Research*, 2006, 26(2):202—207.
- [14] Wang S P, Song L C, Han Y X, *et al.* Impacts of climate change on ecological environment in Maqu Grassland. *Journal of Glaciology And Geocryology*, 2006, 28(4):556—561.
- [15] Yao Y B, Yin D, Wang R Y, *et al.* Climate Changes and Ecological Effects of the Grasslands in the First Meander of the Yellow River. *Journal of Glaciology And Geocryology*, 2007, 29(4):570—577.
- [16] Wnag J, Yu Y M, Sun X Y. Effects of excessive grazing on grassland eco-system services valuation. *Journal of Natural Resources*, 2006, 21(1):

109—117.

- [17] Niu S W, Zeng M M, Liu Z G, *et al.* The Valuation of ecosystem services and the design of policies on ecological management in Maqu County in the upper reaches of Yellow River. *China Population, Resources and Environment*, 2006, 16(6):79—84.
- [18] Chen S Q, Wen L J, L S H, *et al.* Study of NDVI and climate change in Maqu County, upstream of Yellow river. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2007, 29(1):131—136.
- [19] Hu Z Z, *et al.* Prataculture and environment development in Qinghai-Tibet Plateau. Beijing:Chinese Tibetology Press, 1995. 27—30.
- [20] Zhao H L, Zhao X Y, Zhang T H, *et al.* Study on Damaged Process of the Vegetation under Grazing Stress in Sandy Grassland. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23 (8):1505—1511.
- [21] Zhou G S, Zheng Y R, *et al.* NPP model of natural vegetation and its application in China. *Scientia Silvae Sinicae*, 1998, 34(5):2—11.
- [22] Zhou G S, Zhang X S. A natural vegetation NPP model. *Acta Phytocologica Sinica*, 1995, 19(3):193—200.
- [23] Yuan H B, Wang H, *et al.* Analysis on desertification dynamics and present situation of the natural grassland in Maqu County. *Journal of Gansu Agriculture University*, 2006, 41(1):73—78.
- [24] Hou F J, Yang Z Y. Effects of grazing of livestock on grassland. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26 (1):244—263.

参考文献:

- [9] 王辉,任继周,袁宏波. 黄河源区天然草地沙化机理分析研究. *草业学报*, 2006, 15(6):19~25.
- [10] 张龙生,马立鹏. 黄河上游玛曲县土地沙漠化研究. *中国沙漠*, 2001, 21(1):84~87.
- [11] 王根绪,程国栋. 江河源区的草地资源特征与草地生态变化. *中国沙漠*, 2001, 21(6):101~107.
- [12] 高薪才,姜安印,李景铭. “过牧”的制度解释及治理的制度设计——对玛曲县人草畜紧张关系的制度经济学思考. *兰州大学学报(社会科学版)*, 2004, 32(4):115~120.
- [13] 戚登臣,李广宇,陈文业,等. 黄河上游玛曲县天然草场退化现状、成因及治理对策. *中国沙漠*, 2006, 26(2):202~207.
- [14] 王素萍,宋连春,等. 玛曲气候变化对生态环境的影响. *冰川冻土*, 2006, 28(4):556~561.
- [15] 姚玉璧,王润元,尹东,等. 黄河首曲草地气候变化及生态效应. *冰川冻土*, 2007, 29(4):570~577.
- [16] 王静,尉元明,宋旭映. 过牧对草地生态系统服务价值的影响——以甘肃省玛曲县为例. *自然资源学报*, 2006, 21(1):109~117.
- [17] 牛叔文,曾明明,刘正广,等. 黄河上游玛曲生态系统服务价值的估算和生态环境管理的政策设计. *中国人口·资源与环境*, 2006, 16(6):79~84.
- [18] 陈世强,文莉娟,吕世华,等. 黄河上游玛曲县植被指数与气候变化研究. *冰川冻土*, 2007, 29(1):131~136.
- [19] 胡自治,等编著. 青藏高原的草业发展与生态环境. 北京:中国藏学出版社, 1995. 27~30.
- [20] 赵哈林,赵学勇,张铜会,等. 放牧胁迫下沙质草地植被的受损过程. *生态学报*, 2003, 23(8):1505~1511.
- [21] 周广胜,郑元润,等. 自然植被净第一性生产力模型及其应用. *林业科学*, 1998, 34(5):2~11.
- [22] 周广胜,张新时. 自然植被净第一性生产力模型初探. *植物生态学报*, 1995, 19(3):193~200.
- [23] 袁宏波,王辉,等. 玛曲县天然草地沙化动态及现状分析. *甘肃农业大学学报*, 2006, 41(1):73~78.
- [24] 侯扶江,杨中艺. 放牧对草地的作用. *生态学报*, 2006, 26(1):244~263.