

甘南黄河重要水源补给生态功能区 生态脆弱性评价及其成因分析

魏金平, 李萍

(甘肃省林业调查规划院, 甘肃 兰州 730020)

摘 要: 甘南黄河重要水源补给生态功能区地处青藏高原的东北边缘, 土地总面积为 $3.06 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 是干旱区生态环境变化的敏感地区。该区曾被誉为“黄河蓄水池”的玛曲湿地趋于干涸, 生态环境十分脆弱。在分析甘南黄河重要水源补给生态功能区的生态现状的基础上, 依据有关生态脆弱性评价方法, 结合天然草地分布的实际状况, 建立生态脆弱性评价体系, 对该区的草地生态环境进行了综合评价。评价结果表明, 甘南黄河重要水源补给生态功能区的生态环境均属于中度和强度脆弱范围。并就此分析了其原因, 以期对生态环境的治理提供参考。

关键词: 重要水源补给生态功能区; 生态脆弱度; 降水; 气温

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)01-0174-05

中图分类号: X826

Ecological Frangibility and Its Formation Cause of Important Water-supply Ecological Function Area of Yellow River in South Gansu Province

WEI Jin-ping, LI Ping

(Gansu Institute of Forestry Investigation and Designing, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: The important water-supply ecological function area of Yellow River in South Gansu is located along the northeast edge of Qinghai—Tibet Plateau. It has the total area of $3\,057\,000 \text{ hm}^2$ and is a sensitive change zone of ecological environment in arid territory. The Maqu wetland, once honored as “the reservoir of the Yellow River”, tends to be dry up and its ecological environment becomes very fragile. Based on the present ecological situation and the distribution of natural pasture, an appraisal system of ecological frangibility in the area is established by using the related ecological fragility appraisal method and analyzing the meadow ecological environment. The ecological function area can be classified as a medium or serious fragile region. Finally, the causes of ecological fragility are analyzed. It is expected that the study may provide a reference to ecological environment protection.

Keywords: important water-supply ecological function area of Yellow River in South Gansu Province; ecological frangibility; rainfall; air temperature

生态环境是一定区域内气候、地貌、土壤、水文、动植物及人类活动等的综合, 它既受人类活动的影响, 又是人类赖以生存的基础^[1-3]。近年来, 人口、资源、环境问题日益成为人类生存所面临的严峻问题, 脆弱生态环境的研究发展成为资源环境学科研究的热点领域。对生态环境进行脆弱性评价, 并提出针对性的生态恢复措施, 这对评价区经济社会的持续发展是十分重要的^[5]。

本研究旨在探讨甘南黄河重要水源补给生态功能区的脆弱性问题, 研究草地生态系统脆弱性的科学评估方法, 为政府制订长远发展计划, 适应未来气候

变化, 发展地方经济, 发展可持续畜牧业等提供一定的参考。

甘南地区拥有黄河流域 4% 的面积, 每年向黄河补水 $6.59 \times 10^9 \text{ m}^3$, 占到黄河总流量的 11.4%; 黄河吉迈至玛曲段流量的增加高达 $1.08 \times 10^{10} \text{ m}^3$, 占黄河源区总流量的 58.7%, 黄河年均径流量的 18.6%, 甘南每年还向白龙江供水 $2.74 \times 10^9 \text{ m}^3$, 从而成为黄河重要的水源补给区和黄河、长江上游的河源区和“中华水塔”的重要组成部分。该区域的生态状况直接关系到黄河中下游广大地区人民的生产生活和区域生态安全。

1 研究区生态概况

甘南黄河重要水源补给生态功能区,位于青藏高原东北边缘,甘南藏族自治州的西北部,包括该州的夏河、合作、临潭、卓尼、碌曲和玛曲 5 县 1 市,总面积 $3.06 \times 10^4 \text{ km}^2$,由于海拔高,该区年日照时数不多(2 200~2 400 h),但太阳总辐射量大($4\ 451.56 \sim 6\ 425.37 \text{ MJ/m}^2$),气候高寒,年平均气温普遍低于 $3 \sim 10$ 积温持续期一般仅有 2 个多月。区内年均降水量 400~700 mm,降水梯度变化较大,属于甘肃省的降水丰富区。地处南部黄河干流的玛曲县降水量最大,年均在 700 mm 以上;北部的夏河县最小,年均在 400 mm 左右。根据甘肃省荒漠化监测中心 1994—2004 年 3 期实地调查结果显示,1994 年玛曲县沿黄河干流两岸沙化土地总面积为 $4\ 798.0 \text{ hm}^2$,1999 年为 $6\ 080.0 \text{ hm}^2$,2004 年达 $7\ 014.1 \text{ hm}^2$,年均发展速率为 3.9%,远远大于全省 0.35% 的平均水平。据有关专家预测,如果甘南黄河重要水源补给生态功能区的生态环境恶化问题得不到有效治理,黄河首曲草场沙化问题得不到有效控制,若干年后,玛曲将成为第二个玛多县,黄河首曲将成为我国新的沙尘暴策源地。通过调查和有关数据显示,甘南州境内水资源在不断减少。素有“天下黄河蓄水池”之称的玛曲县南部的“乔可曼日玛”湿地,面积曾达 $1.07 \times 10^5 \text{ hm}^2$,它与四川若尔盖湿地连成一片,构成了黄河上游水源最主要的补充地。然而,自 1997 年以来,沼泽逐渐干涸,湿地面积不断缩小。玛曲县境内 28 条黄河支流,已有 11 条干涸,还有不少成为季节性河流,数百个湖泊水位明显下降,地表径流和土壤含水量锐减。

2 生态环境存在的问题

2.1 草场“三化”现象严重,草原生产能力大幅下降

2.1.1 草场退化严重 目前,研究区有 80% 的天然草原出现不同程度的退化,其中重度退化面积高达 34.1%。与亚高山草甸草地的产草量相比,该区重度退化草地产草量下降 75% 以上,中度退化和轻度退化草地产草量分别下降 42% 和 20%。

2.1.2 土地沙化严重 国家分别在 1994,1999,2004 年完成的 3 次荒漠化和沙化监测中,都明确指出项目区的玛曲县是我国沙化土地发展速度最快的敏感地区之一。玛曲境内黄河沿岸的沙化线不断向纵深扩展,已出现沙化草场 $5.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$,大型沙化点有 36 处,形成了 220 km 长的流动沙丘带,且以每年 3.9% 的速度扩展,受沙化影响的草场面积已达 $2.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 以上。

2.1.3 土地盐渍化严重 夏河县和碌曲县的草地盐渍化面积已达 $6\ 000 \text{ hm}^2$,而且随着生态的破坏、超载过牧和草地水源涵养功能的减弱,这种盐渍化趋势越来越严重。

2.2 河流、湿地面积锐减,“黄河之肾”面临衰竭

玛曲县境内 28 条黄河支流,已有 11 条干涸,还有不少成为季节性河流,数百个湖泊水位明显下降,造成地表径流和土壤含水量锐减。碌曲县的尕海湖,素有“高原水塔”之称,是洮河的重要水源地,近年来却连创枯水历史的最高记录,曾 4 次干涸见底。20 世纪 80 年代初,该区域的湿地面积达到 $4.27 \times 10^5 \text{ hm}^2$,而目前保持原貌的湿地仅有 $1.75 \times 10^5 \text{ hm}^2$,其它大都干涸;干旱缺水草场已扩大到 $4.47 \times 10^5 \text{ hm}^2$,占该区可利用草地面积的 17.4%^[7]。被誉为“黄河蓄水池”的玛曲湿地的干涸面积已高达 $1.02 \times 10^5 \text{ hm}^2$,原有 $6.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 沼泽湿地已缩小到不足 $2.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。玛曲县南部的“乔科曼日玛”湿地与四川若尔盖湿地连成一片,构成了黄河上游最主要的水源补充地。但 1997 年以来,随着沼泽逐年干涸,湿地面积不断缩小。

3 生态脆弱性评价

甘南黄河重要水源补给生态功能区脆弱性指标体系,在综合考虑了研究区生态系统脆弱性的自然因素和人为因素以及当前的农业生产状况等基础上,主要选取和农业生态环境关系密切的指标,并兼顾可操作性、可比性和简单性原则^[4-7]。

3.1 主要成因指标

(1) 水资源。本研究选择了直观易获取的降水量作为脆弱生态环境水资源成因指标^[8]。

(2) 热量资源。由大于 10 的连续积温表示,是反映热量是否充足的指标。

(3) 干旱指数。 $K = P/E$; 式中: P ——年降水量(mm); E ——年蒸散发量(mm)。

(4) 人均耕地面积。用来反映人口与土地两大资源及二者的结合情况。

(5) 植被覆盖度。根据林业部门和农业种植布局分析确定。

(6) 经济发展水平指标。包括工农业发展水平指标,具体有人均 GNP、农民人均纯收入、人均工业产值、农业现代化水平(农业投入与产出)等^[9-10]。

(7) 社会发展水平指标。用恩格尔系数表示。

$$G = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n P_i W_i}{(\max_{i=1}^n P_i W_i + \min_{i=1}^n P_i W_i)} \quad (1)$$

式中: G ——脆弱度; P_i ——各指标初始化值; W_i ——各指标权重。

通过以上的分析,可以得出评价甘南黄河的重要水源补给生态功能区生态环境脆弱性的指标体系权重(表 1)。

将 1995—2004 年 10 a 的各项统计数据(数据来源于甘南藏族自治州统计部门)带入公式(1)计算得出,玛曲县的生态脆弱度为 0.62,碌曲县为 0.58,夏

河县为 0.51,卓尼县的生态脆弱度为 0.47,临潭县为 0.45,合作市为 0.41。根据已有的研究成果,农业生态脆弱度指标 $G > 0.5$,为强度脆弱; $0.4 < G < 0.5$ 为中度脆弱; $G < 0.4$ 属于一般脆弱^[11-12]。由此可知玛曲县、碌曲县、夏河县 3 县属于强度脆弱;卓尼县、临潭县、合作市为中度脆弱。可见,甘南黄河重要水源补给生态功能区生态环境都在中强范围之内,形势不容乐观。

表 1 甘南黄河重要水源补给生态功能区生态环境脆弱性的指标权重

指标	水资源	热量	干旱指数	人均耕地	植被	人均 GDP	农民人均纯收入	人均工业产值	农业投入产出比	恩格尔系数
权重	0.15	0.16	0.06	0.15	0.06	0.06	0.08	0.06	0.07	0.15

3.2 生态脆弱性结果分析

甘南黄河重要水源补给生态功能区以草地生态系统为主,因此草地退化和沙化情况可以直接表现为生态系统的脆弱程度。据甘南州畜牧林业局 2004 年资料显示,玛曲县总草地面积 948 027.2 hm²,重度退化面积 320 000 hm²,中度退化面积 365 333 hm²,沙化面积 80 000 hm²,退化和沙化草地占总草地面积的 80.7%;碌曲县总草地面积 421 174.1 hm²,重度退化面积 110 666.7 hm²,中度退化面积 176 000 hm²,沙化面积 41 333 hm²,退化和沙化草地占总草地面积的 77.9%;夏河县总草地面积 514 222.8 hm²,重度退化面积 125 780 hm²,中度退化面积 339 580.3 hm²,沙化面积 16 667 hm²,退化和沙化草地占总草地面积的 93.7%;卓尼县总草地面积 246 347.5 hm²,重度退化面积 35 666.7 hm²,中度退化面积 127 733.3 hm²,沙化面积 28 000 hm²,退化和沙化草地占总草地面积的 77.7%;临潭县总草地面积 66 539.6 hm²,重度退化面积 3 466.6 hm²,中度退化面积 58 666.7 hm²,退化和沙化草地占总草地面积的 93.4%;合作市总草地面积 164 628.4 hm²,重度退化面积 53 333.3 hm²,中度退化面积 58 666.7 hm²,沙化面积 14 000 hm²,退化和沙化草地占总草地面积的 76.5%。

这里需要说明的是,临潭县是一个以农业为主的农业县,由于近几年的开荒致使水土流失较为严重;夏河县实施退耕还林工程以来成果显著。所以使得这两个县的计算结果有些偏差,其它各县生态脆弱性的计算结果基本与现实情况相符。

4 原因分析

4.1 自然因素

4.1.1 气温变化 气候变暖是甘南黄河重要水源补

给生态功能区生态环境恶化的最根本的自然因素。气候变暖、蒸发加大,造成地表旱化,植被退化,湖泊退缩,使原本脆弱的生态系统稳定性降低,恢复能力减弱,成为驱动生态环境退化的主要原因。各县气温变化趋势基本一致,现以玛曲县为例,20 世纪 80 年代比 70 年代年平均气温升高了 0.2,而 90 年代又比 80 年代升高 0.5,尤其是 1998—2004 年间,年平均气温比 70 年代升高了 1.15,升幅较大,使气温年较差逐年减小。

4.1.2 降水变化 各县的年平均降雨量总是下降趋势,以玛曲县为例可以看出,20 世纪 70—80 年代年均降雨量以偏多为主,90 年代偏少,进入 2000 年以后的降水略有增加,但都接近 38 a 的平均降雨量。但是,由于气温升高,蒸发增加,植被实际利用的水量却减少了。据有关研究,在甘南高原,气温每升高 1,蒸发量将增加 10%。

4.1.3 气温和降水变化的关系 气温和降水变化的关系,主要表现在年际变化特征及数量差距方面。现根据不同年代气温和降水数据,以玛曲县为例分别对气温和降水变化的平均增加量进行对比分析。

从表 2—3 计算可得,玛曲县的多年气温平均变化率为 15%,降水量平均变化率为 -4.41%,即减少了 4.41%,这说明降水量的减少和气温的升高有直接的关系。平均气温在波动中升高,降水在波动中减少,气温升高,蒸发量大于降水量,从而导致干旱频发,草场“三化”,生态脆弱性加剧^[13]。

4.2 人为因素

人为因素的不利影响,主要表现在对资源不合理的开发利用上,在传统畜牧业生产方式下,随着人口增加和生产生活需求的增长,资源环境的负担不断加重,生态环境恶化趋势加剧。

表 2 玛曲县气温变化情况统计分析

气温升高	1950—1969 年	1970—1979 年	1980—1989 年	1990 年至今
基础数据/	1.25	1.11	1.31	1.80
变化量/		- 0.14	0.20	0.49
变化率/ %		- 11.22	18.00	37.40

表 3 玛曲县降水变化情况统计分析

降水减少	1950—1969 年	1970—1979 年	1980—1989 年	1990 年至今
基础数据/ mm	656.3	614.7	614.4	571.8
变化量/ mm		- 41.6	- 0.3	- 42.6
变化率/ %		- 6.34	- 0.05	- 6.93

4.2.1 超载过牧导致草原涵养水源功能降低 据对草原载畜量的研究,2002 年该区域草原理论载畜量为 453.11 万个羊单位,而实际放牧的家畜是 882 万个羊单位,超载率高达 94.6%。2004 年,尽管启动退牧还草工程后,对部分草场实施禁牧,并转移减少了放牧牲畜,但该区可放牧草场的理论载畜量仅为 407.92 万个羊单位,而实际载畜量仍达 789.48 万个羊单位,超载率高达 93.54%(表 4)。过度超载过牧必然造成严重的草地退化。事实上,随着牲畜数量的不断增加,该区域的退化草场面积从 1984 年的 $1.60 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加到 2004 年的 $1.91 \times 10^6 \text{ hm}^2$,20 a 增加了近 120 倍;而每个羊单位占有的可利用草场却从 1980 年的 0.38 hm^2

减少到 2004 年的 0.27 hm^2 。草场退化不断加剧,迫使一部分牧民迁往高海拔草地放牧,使人类活动的影响(或破坏)范围进一步扩大,导致草原涵养水源、补给河流水源、保持水土的功能降低。

4.2.2 森林资源的不合理开发利用 历史上,该地区有着相当丰富的森林资源,但由于长时期的重采轻育、乱砍滥伐,使得森林资源遭到严重破坏。根据有关资料可知,自 20 世纪 50 年代起,该区的有林地面积,尤其是乔木林面积明显减少,灌木林面积显著增加。这表明该区的林分结构不合理,林分稳定性较低,林地质量不高,森林涵养水源、保持水土、调节气候等功能呈减弱趋势。

表 4 2004 年甘南黄河重要水源补给生态功能区草畜平衡状况

统计单位	总面积/ 10^4 hm^2	可利用面积/ 10^4 hm^2	植被退化草场/ 10^4 hm^2		实际载畜量/ 万羊单位	理论载畜量/ 万羊单位	超载率/ %
			重度	中度			
合计	236.09	221.46	64.89	119.71	789.48	407.92	93.54
玛曲县	94.80	89.02	32.00	39.20	316.52	171.15	84.93
碌曲县	42.12	39.63	11.07	19.60	140.96	70.53	99.86
夏河县	51.42	47.87	—	32.20	171.78	85.25	101.49
卓尼县	24.63	23.38	3.57	15.57	81.64	41.75	95.56
临潭县	6.65	6.09	0.35	5.87	23.63	12.71	85.82
合作市	16.46	15.52	5.33	7.27	54.95	26.53	107.17

4.2.3 景观格局变化 人口快速增长使牧民饲养的牲畜数量增加,除了加剧草场退化外,也使草地垦殖面积不断扩大,造成植被数量和种类发生变化,土地侵蚀加剧。

此外,随着土地利用类型的变化,导致流域下垫面条件发生改变,从而减少了径流系数等水文参数(表 5—6)。

从表 4 可以看出,由于人口增加导致牲畜增加、草地退化加剧、湿地萎缩、森林生态系统的数量和质量下

降。2004 年与 1985 年相比,人口增加了 25.0%;湿地减少了 62.0%;森林面积减少 3.2%,而森林由于 1998 年停止采伐后,1995 到 2004 年仅增加了 4.7%,但森林的质量仍有所下降。

从表 6 可看出,受气候变暖、人口增加、政策变化等自然和人为因素的影响,林地、水域、未利用土地面积减少,草地面积虽然增加但退化程度日趋严重,工矿交用地面积总体上呈现增加趋势,同样,受气候变暖和人为因素影响,区域内水域面积有所减少。

表 5 甘南黄河重要水源补给生态功能区人口、牲畜数量和土地利用变化情况

项目	1953 年	1965 年	1978 年	1985 年	1995 年	2004 年
人口变化/万人	23.1	24.9	34.2	38.4	43.9	47.9
牲畜变化/万头	139.0	142.1	225.3	250.6	249.9	257.6
草地退化面积/ 10^4 hm^2	11.4	16.6	21.8	58.3	181.2	190.5
森林面积变化/ 10^4 hm^2	24.5	23.8	22.9	22.0	21.2	21.3
耕地变化面积/ 10^4 hm^2	4.2	6.0	7.5	8.9	8.3	7.2
湿地变化面积 10^4 hm^2	60.8	55.5	51.1	42.7	37.5	17.5

表 6 甘南黄河重要水源补给生态功能区 1985—2004 年各类土地利用变化情况

统计项目	1985 年	1995 年	2004 年	1985—1995 变化量	1995—2004 变化量
耕地	82 305.44	82 633.18	72 121.01	327.74	- 10 512.17
林地	520 358.62	477 404.95	476 732.79	- 42 953.67	- 672.16
草地	2 301 324.24	2 354 689.35	2 360 939.63	53 365.11	6 250.28
工矿交通用地	10 939.39	15 369.90	45 308.01	4 430.51	29 938.11
水域	36 230.23	36 364.06	36 323.82	133.83	- 40.24
未利用土地	105 859.50	90 555.97	65 592.16	- 15 303.53	- 24 963.81
合计	3 057 017.42	3 057 017.42	3 057 017.42	0	0

5 讨论

造成生态环境脆弱的原因有多种,既有自然因素,也有人为因素^[14];自然因素的改变比较困难,而人为因素却可以尽可能地减少^[15],目前甘南黄河重要水源补给生态功能区生态恶化突出的问题是由于人为活动造成区域土地利用与土地覆盖格局发生了显著变化,草地退化严重,天然林面积显著减少^[16]。本研究运用脆弱性综合评价方法,在以上分析的基础上提出了该区生态建设的一些建议。(1) 强度脆弱地区以封禁管护为主恢复林草植被;(2) 恢复治理区内要全面实施以草定畜,休牧轮牧,重点实施退牧还草、“三化”草地治理、森林植被保护与恢复、湿地与野生动物保护等措施,以恢复林草植被;(3) 实行牧民集中定居,减少草地承载压力,促进草地自我恢复;(4) 治理区可作为科研、监测、宣传和教育培训基地,也可在不影响生态环境的条件下进行饲草料基地建设。

[参 考 文 献]

- [1] 赵跃龙. 脆弱生态环境评价方法的研究[J]. 地理科学, 1998, 18(1): 73-78.
- [2] 姚建, 艾南山. 中国生态环境脆弱性及其评价研究进展[J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2003, 39(3): 81-84.
- [3] 高洪文. 生态交错带 (Ecotone) 理论研究进展[J]. 生态学杂志, 1994, 13(1): 32-38.
- [4] 王经民, 汪有科. 黄土高原生态环境脆弱性计算方法探讨[J]. 水土保持通报, 1996, 16(3): 32-36.
- [5] O'Brien K, Lerchenko R, Kelkar U, et al. Mapping

vulnerability to multiple stressors: Climate change and globalization in India[J]. Global Environmental Change, 2004, 14: 303-313.

- [6] Dow K, Downing T E. Vulnerability research: Where things stand[J]. Human Dim Quar, 1995(4): 37-48.
- [7] 洛桑·灵智多杰. 青藏高原甘南生态经济示范区研究[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版, 2005.
- [8] 张元明, 陈亚宁, 张道远. 塔里木河中游植物群落与环境因子的关系[J]. 地理学报, 2003, 58(1): 109-117.
- [9] Van Minnen J G, Onigkeij J, Alcamo J. Critical climate change as an approach to assess climate change impacts in Europe: Development and application[J]. Environmental Science and Policy, 2002(5): 335-347.
- [10] 崔胜辉, 洪华生, 黄云凤, 等. 生态安全研究进展[J]. 生态学报, 2005, 25(4): 861-867.
- [11] 殷永元, 王桂新. 全球气候变化评估方法及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [12] 王馥棠, 刘文泉. 黄土高原农业生产气候脆弱性的初步研究[J]. 气候与环境研究, 2003, 8(1): 91-100.
- [13] 张宏锋, 陈亚宁, 陈亚鹏. 塔里木河下游植物群落的物种数量变化与生态系统动态研究[J]. 生态学杂志, 2004, 23(4): 21-24.
- [14] 刘加珍, 陈亚宁. 新疆塔里木河下游植物群落逆向演替分析[J]. 干旱区地理, 2002, 25(3): 231-235.
- [15] 王让会, 樊自立. 干旱区内陆河流域生态脆弱性评价: 以新疆塔里木河流域为例[J]. 生态学杂志, 2001, 20(3): 64-69.
- [16] 李双成, 吴绍洪, 戴尔阜. 生态系统响应气候变化脆弱性的人工神经网络模型评价[J]. 生态学报, 2005, 25(13): 621-626.