

云南省金沙江流域水土流失灾害区划研究

杨子生

(云南大学资源环境与地球科学学院,昆明 650091)

摘 要:水土流失是云南金沙江流域的头号环境问题和重要自然灾害。选取8个指标,运用模糊聚类方法进行了云南金沙江流域水土流失灾害区划,将该流域划分为3个水土流失灾害区、9个水土流失灾害亚区,揭示了该流域水土流失灾害状况的地域差异性,为因地制宜地制定水土流失灾害防治规划及措施提供了科学依据。

关键词:水土流失;灾害;区划;模糊聚类方法;云南金沙江流域

中图分类号:S157.1 **文献标识码:**A

1 引言

水土流失已被公认为当今世界的头号环境问题。云南金沙江流域由于山高坡陡、雨季降雨集中且雨强大、岩性软弱破碎等自然因素与人们长期以来毁林毁草开荒、陡坡垦殖、顺坡种植、乱开滥挖等诸多不合理土地开发利用活动的共同影响,使生态环境日趋恶化,水土流失日益严重化,所造成的灾害相当巨大,水土流失已成为该流域的头号环境问题,是西部生态建设所关注的焦点。据我们研究^[1],该流域目前轻度以上水土流失面积(本文仅指坡面侵蚀,不含重力侵蚀,下同)达5 781 439.1 hm²,占土地总面积的42.91%,其中中度以上流失面积2 351 952.6 hm²,占水土流失总面积的40.68%;年均土壤侵蚀量达24 022.78万t,侵蚀模数达1 782.9 t/km²·a⁻¹,年均侵蚀深度达1.4mm。严重的水土流失已成为该流域土地资源可持续利用与社会经济可持续发展的重大障碍和基本制约因素。1998年11月经国务院常务会议讨论通过的《全国生态环境建设规划》已将长江中上游地区规划为全国生态环境建设的四大重点区之一^[2],而云南金沙江流域又被定为长江中上游生态建设的三个重点区之一,可谓全国生态环境建设的重中之重!

水土流失灾害区划是自然灾害区划体系中不可缺少的组成部分和水土流失研究的重要内容,它对于正确认识水土流失灾害区域的客观规律性(即水

土流失灾害状况的地域差异性)、因地制宜地制定水土流失灾害防治规划及措施、建设良好生态环境、促进可持续发展具有极其重要的意义。

2 研究方法

2.1 区划原则的确定

由于本文所进行的水土流失灾害区划是农业自然灾害区划体系中的一个单项区划,其目的主要在于揭示水土流失对农业生产的影响和危害状况在地域空间上的差异性,为各地因地制宜地制定水土流失防治规划及对策措施、从而减轻水土流失危害、促进农业可持续发展和生态系统良性循环提供科学依据。鉴此,本文着重考虑以下3条原则:

2.1.1 水土流失对农业生产影响和危害的相对一致性

这一原则是实现水土流失灾害区划的基本原则。由于水土流失对农业生产的影响和危害既取决于水土流失强度,又取决于水土流失规模(面积),同时还取决于人们对水土流失的防治水平,因此,这是一条综合性的区划原则。

2.1.2 水土流失防治的难易程度和对策措施的相对一致性

这一原则是上述基本原则的补充,两者可谓相辅相成。一地的水土流失对农业生产的影响和危害程度,亦即农业生产遭受水土流失灾害的程度,从根本上决定了该地防治水土流失的难易程度以及所应

收稿日期:2002-10-20。

基金项目:云南省自然科学基金资助项目《云南省金沙江流域重大农业自然灾害区划研究》(批准号2000D0015M)。

该采取的水土流失防治对策和措施。

2.1.3 集中连片性

这是所有区划的共性和基本要求,也是分区与分类(类型划分)的主要差别之所在。这一原则强调地域的整体性。

2.1.3 照顾到县级行政区划界线的完整性

照顾到某一级行政界线的完整性,一方面是为了便于有关生产、计划、规划等部门的实际应用,另一方面也有利于有关基础资料的搜集和整理。本文将本项区划照顾到县级行政区划界线的完整,即不打破县级行政区划界线。

2.2 区划指标的选择

根据本项研究工作需要和已搜集、研究得到的基础资料条件,经反复分析,本文确定采用以下 8 个区划指标:

I_1 : 水土流失面积指数(%). 即各分区单元(县、市、区)轻度以上水土流失面积占土地总面积的百分比值。这一指标反映了各县(市、区)水土流失范围和规模的大小。

I_2 : 平均土壤侵蚀模数($t/km^2 \cdot a^{-1}$). 即各分区单元单位土地面积年均土壤侵蚀量。这一指标从根本上综合地反映了各县(市、区)总体水土流失的强度大小,并在一定程度上反映了水土流失对土地资源的破坏程度。

I_3 : 平均侵蚀深度(mm/a). 即各分区单元单位土地面积年均土壤流失的厚度。这一指标从另一角度反映了各县(市、区)水土流失的强度大小和水土流失对土地资源的破坏程度。

I_4 : 水土流失直接经济损失($元/km^2 \cdot a^{-1}$). 即各分区单元单位土地面积年均水土流失的直接经济损失额,包括泥沙流失经济损失、养分流失经济损失和水分流失经济损失^[3]。这一指标综合地反映了各县(市、区)水土流失造成的泥沙、养分和水分流失量及其直接经济损失的大小。

I_5 : 耕地侵蚀量占总土地侵蚀量的%。云南金沙江流域水土流失的重要特征之一是以坡耕地侵蚀为主,耕地土壤侵蚀量居各地类侵蚀量之首。这一指标反映了各分区单元在这种水土流失特征上的差异性大小。

I_6 : $>25^\circ$ 陡坡土地占土地总面积比例(%). 即各分区单元 $>25^\circ$ 陡坡地面积占土地总面积的百分比(%). 这是反映水土流失发生的地形条件指标之一。

I_7 : 森林覆盖率(%). 即各分区单元有林地面积

积占土地总面积的百分比(%). 这是反映水土流失发生的植被条件指标之一,其大小对水土流失发生状况有一定程度的影响。本文采用云南各地土地资源详查 2000 年变更调查的林地数据来计算该指标。

I_8 : $>25^\circ$ 顺坡耕地占耕地总面积比例(%). 即 $>25^\circ$ 顺坡耕地(包括坡旱地和轮歇地)面积占耕地总面积的百分比(%). 由于 $>25^\circ$ 顺坡耕地的水土流失特别剧烈,其大小在一定程度上对各县(市、区)水土流失总量和侵蚀强度有重要影响。该指标亦采用云南各地土地资源详查 2000 年变更调查的耕地数据来计算。

上述 8 个指标中, I_1 、 I_2 、 I_3 和 I_5 为水土流失基本状况和特征指标, I_6 、 I_7 和 I_8 是水土流失的主要影响因子指标, I_4 则是反映水土流失对农业生产影响和危害的一个综合性指标,因此,在进行水土流失灾害强度等级划分时,应以 I_4 为基本指标。上述各项指标经综合整理、计算成表 1(见下页)。

此外,为了便于具体区划工作,本文在以往水土流失灾害区划研究^[4]的基础上,以 I_4 (即水土流失直接经济损失)($元/km^2 \cdot a$)为基本指标,将该流域水土流失灾害强度分为 7 个等级,分级标准见表 2。

表 2 云南金沙江流域水土流失灾害强度分级表
Table 2 The classification of soil erosion disaster degree in Jinsha River Basin of Yunnan province

水土流失灾害强度等级		水土流失直接经济损失(元/ $km^2 \cdot a$)
代号	名称	
1	极剧烈水土流失灾害	> 7500
2	剧烈水土流失灾害	6000 ~ 7500
3	极强度水土流失灾害	4500 ~ 6000
4	强度水土流失灾害	3000 ~ 4500
5	中度水土流失灾害	2000 ~ 3000
6	轻度水土流失灾害	1000 ~ 2000
7	轻微度水土流失灾害	< 1000

2.3 分区方法的选用

与其它区划^[5-10]一样,水土流失灾害区划也是以区内相似性与区间差异性特征为基础,采用归纳相似性与区分差异性这一原理,划分不同级别的水土流失灾害区。这种分区的过程,实际上就是聚类的过程,即将那些在水土流失的形成条件、流失规模、强度、危害度和治理措施上大致相同或相似的分区单元(本文为县级行政单位)聚为一类(即归并为一个水土流失灾害区),而将差异性较大的分区单元聚为不同的类(即区分为不同的水土流失灾害区)。因此,模糊聚类方法将在水土流失灾害区划工作中具有良好的应用前景。其方法步骤参见文献^[5]。

表1 云南金沙江流域水土流失灾害区划指标表

Table 1 The regionalizing index of soil erosion disaster in Jinsha River Basin of Yunnan

分区单元		区划指标							
编号	名称	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₈
1	中甸县	14.13	338.9	0.3	632.3	34.45	53.19	57.04	0.00
2	德钦县	31.12	656.3	0.5	1216.4	31.38	80.88	49.50	42.84
3	维西县	19.94	1368.5	1.1	2559.4	80.74	66.79	59.14	46.50
4	丽江市	22.60	776.8	0.6	1424.5	50.34	49.29	59.08	4.48
5	永胜县	35.99	1277.2	1.0	2344.0	54.22	40.61	37.05	5.55
6	华坪县	40.81	1121.6	0.9	2047.3	49.25	28.31	38.65	4.30
7	宁蒗县	25.48	1305.5	1.0	2411.2	76.47	44.79	58.26	3.87
8	鹤庆县	51.58	1110.9	0.9	2027.1	32.48	19.62	23.32	1.65
9	洱源县	38.94	1231.4	1.0	2248.8	41.02	25.67	25.50	3.61
10	宾川县	46.68	1614.1	1.3	2897.7	57.36	29.57	31.93	3.97
11	祥云县	38.63	1001.2	0.8	1802.3	27.49	23.48	39.89	1.01
12	楚雄市	58.93	1053.9	0.8	1904.2	25.31	44.83	57.16	1.93
13	南华县	53.39	1332.1	1.1	2401.7	27.17	33.69	48.90	0.67
14	牟定县	60.17	1030.9	0.8	1863.6	44.73	17.51	30.72	0.37
15	姚安县	61.71	1463.1	1.2	2626.1	28.28	27.55	57.22	2.73
16	大姚县	54.04	1451.2	1.2	2621.7	42.04	51.64	41.50	14.71
17	永仁县	57.27	1261.8	1.0	2262.2	18.59	29.52	43.75	1.95
18	元谋县	67.51	1967.3	1.6	3503.8	27.64	23.30	12.43	2.95
19	武定县	39.26	1313.7	1.1	2384.9	54.72	28.08	33.48	3.18
20	禄丰县	43.96	1110.2	0.9	2013.8	30.47	16.91	38.64	1.74
21	西山区	33.29	1049.3	0.8	1914.3	46.74	12.76	29.55	4.49
22	官渡区	32.23	788.4	0.6	1434.6	33.75	4.00	27.73	0.36
23	呈贡县	38.99	829.2	0.7	1512.7	32.17	2.99	18.53	0.57
24	晋宁县	40.66	1241.1	1.0	2261.2	39.85	12.10	19.01	0.65
25	安宁市	44.40	1187.4	0.9	2156.6	32.26	16.03	37.79	0.11
26	富民县	48.83	1704.9	1.4	3116.4	64.68	24.30	45.14	5.77
27	嵩明县	43.42	1174.9	0.9	2138.3	36.69	5.47	27.02	0.07
28	禄劝县	39.62	1376.4	1.1	2486.1	57.09	37.43	39.48	17.12
29	东川区	66.59	2737.2	2.2	4941.3	47.85	60.37	11.86	4.39
30	寻甸县	47.46	2104.4	1.7	3812.9	74.08	11.85	35.75	5.18
31	沾益县	46.54	982.3	0.8	1790.4	41.03	1.15	45.98	0.71
32	马龙县	34.36	910.9	0.7	1650.8	43.27	1.75	39.59	0.25
33	宣威市	53.95	2826.9	2.3	5119.1	63.44	18.72	28.63	7.36
34	会泽县	61.23	3152.3	2.5	5600.3	60.88	35.29	23.76	10.41
35	昭通市	49.65	3640.0	2.9	6697.4	80.00	22.09	17.02	7.05
36	鲁甸县	65.37	4393.9	3.5	8009.3	73.00	30.94	13.64	13.48
37	巧家县	68.07	3564.5	2.9	6466.7	66.88	56.00	14.86	10.55
38	盐津县	53.58	4091.1	3.3	7620.3	86.87	53.87	34.79	34.46
39	大关县	54.27	3397.3	2.7	6258.6	72.43	55.67	18.21	15.06
40	永善县	49.23	3802.9	3.0	6856.9	84.38	52.38	13.67	27.48
41	绥江县	44.71	3560.6	2.8	6576.4	85.45	48.38	30.48	21.04
42	镇雄县	64.12	4694.6	3.8	8647.4	84.99	35.53	5.51	12.82
43	彝良县	66.43	4425.9	3.5	8050.2	83.03	39.50	20.07	15.08
44	威信县	55.12	4998.6	4.0	9268.7	89.66	41.40	18.26	57.15
45	水富县	39.60	3473.4	2.8	6435.7	88.61	42.03	24.41	37.49
流域		42.91	1782.9	1.4	3247.6	62.55	—	37.82	10.25

3 聚类结果分析与分区系统

经过反复优选,我们确定 λ 为0.92,这时该流域45个县(市、区)被聚为14类:(1){1, 4, 5, 7},(2){2},(3){3},(4){6},(5){8, 9, 10, 11, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 31, 32},(6){12, 13},(7){15, 17},(8){16},(9){18},(10){26},(11){28},(12){29},(13){30},(14){33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45}。显然,这不能直接作为分区结果,需要进行适当归并。

首先,第(1)类中的1(中甸)、4(丽江)、7(宁蒗)和第(2)、(3)类(共计5个县)在地域上处于云南金沙江上游部分,地貌上属滇西北高山高原峡谷区,山高坡陡,各县 $>25^\circ$ 陡坡土地占土地总面积比例基本上均在50%~80%,但森林覆盖率均达50%以上,地面草被覆盖度也大,因而水土流失相对较轻,这5个县平均水土流失面积指数21.79%,平均侵蚀模数 $774.5 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,水土流失直接经济损失相对量为 $1435.1 \text{ 元/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,按表2的分级标准,属轻度水土流失灾害,因而可将这5个县归并为1个区,称之为“上游轻度水土流失灾害区”,简称上游区,用I表示。第(1)类中的第5个分区单元(永胜)和第(4)~(11)类以及第(13)类(共计26个县、市、区)在地域上处于云南金沙江中游部分,地貌上主要是滇中中山高原区,在水土流失及其灾害状况和成因上有一定类似性,土地垦殖率较高,而森林覆盖率和地面草被覆盖度均比I区(上游区)低;总体水土流失强度比I区大,但显著小于下游的各县(市),这26个县(市、区)平均水土流失面积指数达46.27%,平均侵蚀模数为 $1289.5 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,水土流失直接经济损失相对量为 $2335.9 \text{ 元/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,按表2的分级标准,属中度水土流失灾害,因而可将这26个县(市、区)归并为1个区,称为“中游中度水土流失灾害区”,简称中游区,用II表示。第(12)和(14)类(共计14个县、市)在地域上属云南金沙江下游部分,地貌上大多属滇东北中高山山原峡谷区,具有“山高坡陡石头多,出门就爬坡”的特点,陡坡土地比重大,土地垦殖率很高,坡耕地比例巨大,且陡坡耕地占有相当比重,森林覆盖率则很低,使这些县(市)水土流失非常强烈,灾害极其严重,这14个县(市)平均水土流失面积指数高达58.56%,平均侵蚀模数达 $3645.6 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,水土流失直接经济损失相对量为 $6637.8 \text{ 元/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,按表2的分级标准,属剧烈水土流失灾害,

因而可将这14个县(市、区)归并为1个区,称为“下游剧烈水土流失灾害区”,简称下游区,用III表示。

其次,由于云南金沙江流域地域范围较广,自然因素、社会经济条件以及土地利用状况十分复杂,水土流失灾害的地域差异很显著,上述3大区的划分显得较为粗略,需要进一步续分亚区,以便更好地揭示该流域各地水土流失灾害状况的地域差异性。亚区的划分仍以上述聚类结果为基础进行归并和区分:

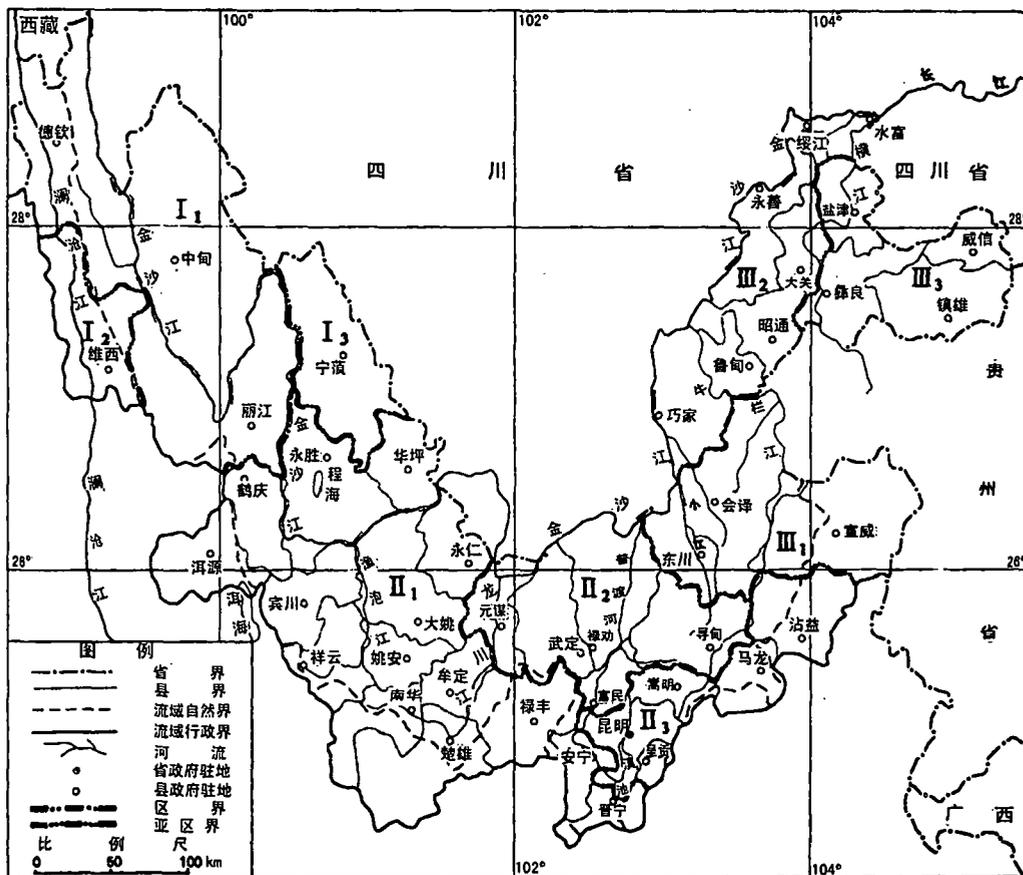
在I区内,第(1)类中的1(中甸)、4(丽江)和第(2)类(共计3个县)在地貌上为高山高原区,陡坡土地比例较大,但植被覆盖率高,土地垦殖率低;虽有的县(如德钦)陡坡耕地比例大,但总耕地规模很小,因而总体水土流失较为轻微,这3个县平均水土流失面积指数为21.25%,平均侵蚀模数只有 $551.4 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,水土流失直接经济损失相对量为 $1019.6 \text{ 元/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,按表2的分级标准,属轻度水土流失灾害,因而可将这3个县归并为1个亚区,并称为“丽江—德钦轻度水土流失灾害亚区”,记为 I_1 ;第(3)类(维西县)和第(1)类中的7(宁蒗县)水土流失均比 I_1 亚区严重,平均侵蚀模数分别为 $1368.5 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 和 $1305.5 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,水土流失直接经济损失相对量分别为 $2559.4 \text{ 元/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 和 $2411.2 \text{ 元/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,按表2的分级标准,均属中度水土流失灾害,但这2个县在地域上因被 I_1 亚区分隔而不连片,故划分为2个亚区,分别称为“维西中度水土流失灾害亚区”和“宁蒗中度水土流失灾害亚区”,分别记为 I_2 和 I_3 。

在II区内,第(1)类中的5(永胜),第(4)、(6)~(8)类,以及第(5)类中的第8~11、14、20、24和25个分区单元(共计15个县、市)在地貌上主要为滇中高原区,受地质地貌、土壤、植被以及土地利用方式的共同影响,水土流失较为明显,各县(市)年均土壤侵蚀模数约在 $1000 \sim 1460 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 之间,水土流失直接经济损失相对量多数县约在 $2000 \sim 2600 \text{ 元/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 之间,15个县(市)平均土壤侵蚀模数 $1234.9 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,平均水土流失直接经济损失相对量为 $2237.9 \text{ 元/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,按表2的分级标准,属中度水土流失灾害,因而可将这15个县(市)归并为1个亚区,并称为“永胜—禄丰中度水土流失灾害亚区”,记为 II_1 ;第(5)类中的19(武定)和第(9)~(11)、(13)类(共计5个县)水土流失较为严重,多数县年均土壤侵蚀模数约达 $1400 \sim 2100 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,水土流失直接经济损失相对量多数县约在 $2400 \sim 3800 \text{ 元/km}^2$

·a⁻¹之间,5个县平均土壤侵蚀模数 1 663.3 t/km²·a⁻¹,平均水土流失直接经济损失相对量达 3 005.4 元/km²·a⁻¹,按表 2 的分级标准,属强度水土流失灾害,因而可将这 5 个县(市)归并为 1 个亚区,并称为“元谋—寻甸强度水土流失灾害亚区”,记为 II₂; II 区内所剩下的 6 个县(区),即第(5)类中的第 21~23、27、31、32 个分区单元,在水土流失灾害强度上明显小于 II₁ 亚区和 II₂ 亚区,这 6 个县(区)平均土壤侵蚀模数 976.3 t/km²·a⁻¹,平均水土流失直接经济损失相对量为 1 777.0 元/km²·a⁻¹,按表 2 的分级标

准,属轻度水土流失灾害,故可将这 6 个县(区)归并为 1 个亚区,并称为“官渡—沾益轻度水土流失灾害亚区”,记为 II₃。

在 III 区内,第(12)类以及第(14)类中的第 33~34 个分区单元(共计 3 个县、市、区)在水土流失灾害强度上明显小于本区内的其余各县(市),这 3 个县(市、区)平均水土流失面积指数 58.77%,平均侵蚀模数 2 953.4 t/km²·a⁻¹,水土流失直接经济损失相对量为 5 300.0 元/km²·a⁻¹,按表 2 的分级标准,属极强度水土流失灾害,因此,可将这 3 个县(市、区)归



- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| I 上游轻度水土流失灾害区 | II ₂ 元谋—寻甸强度水土流失灾害亚区 |
| I ₁ 丽江—德钦轻度水土流失灾害亚区 | II ₃ 官渡—沾益轻度水土流失灾害亚区 |
| I ₂ 维西中度水土流失灾害亚区 | III 下游剧烈水土流失灾害区 |
| I ₃ 宁蒗中度水土流失灾害亚区 | III ₁ 东川—宣威极强度水土流失灾害亚区 |
| II 中游中度水土流失灾害区 | III ₂ 巧家—水富剧烈水土流失灾害亚区 |
| II ₁ 永胜—禄丰中度水土流失灾害亚区 | III ₃ 彝良—镇雄极剧烈水土流失灾害亚区 |

图 1 云南金沙江流域水土流失灾害区划图

Fig.1 The regionalization of soil erosion disaster in Jinsha River Basin of Yunnan

并为1个亚区,并称为“东川—宣威极强度水土流失灾害亚区”,记为Ⅲ₁;第(14)类中的第35~37、39~41、45个分区单元(共计7个县、市)在水土流失灾害强度上明显大于Ⅲ₁亚区,而小于其余4个县,这7个县(市)平均水土流失面积指数56.11%,平均侵蚀模数达3702.6 t/km²·a⁻¹,水土流失直接经济损失相对量为6753.3元/km²·a⁻¹,按表2的分级标准,属剧烈水土流失灾害,故将这7个县(市)归并为1个亚区,并称为“巧家—水富剧烈水土流失灾害亚区”,

记为Ⅲ₂;Ⅲ区内所剩下的4个县,即第(14)类中的第38、42~44个分区单元,水土流失颇为严重,在水土流失灾害强度上显著大于Ⅲ₁亚区和Ⅲ₂亚区,这4个县平均水土流失面积指数达61.36%,平均侵蚀模数达4538.3 t/km²·a⁻¹,水土流失直接经济损失相对量高达8356.6元/km²·a⁻¹,按表2的分级标准,属极剧烈水土流失灾害,因而把这4个县归并为1个亚区,并称为“彝良—镇雄极剧烈水土流失灾害亚区”,记为Ⅲ₃。

表3 云南金沙江流域3大区域水土流失灾害状况简表

Table 2 The state of soil erosion disaster of three regions in Jinsha River Basin of Yunnan

区域名称及代码		I 上游区	II 中游区	III 下游区	全流域
2000年概况	土地总面积 (hm ²)	3669269.9	6180659.7	3623844.6	13473774.2
	年末总人口 (万人)	90.5	868.4	740.1	1699.0
	农业人口 (万人)	77.6	640.7	679.2	1397.5
	人口密度 (人/km ²)	24.7	140.5	204.2	126.1
	耕地面积 (hm ²)	195894.4	874770.4	979232.1	2049896.9
	土地垦殖率 (%)	5.34	14.15	27.02	15.21
	有林地面积 (hm ²)	2070102.6	2310855.1	714782.7	5095740.4
	森林覆盖率 (%)	56.42	37.39	19.42	40.85
	>25°顺坡耕地	24065.1	33184.3	152857.5	210106.9
	>25°顺坡耕地占总耕地%	12.28	3.79	15.61	10.25
	国内生产总值 (万元)	253607	4212861	1529393	5995861
	人均国内生产总值 (元)	2802	4851	2066	3529
	农民人均纯收入 (元)	806~1954	1160~4425	690~1415	690~4425
	粮食总产量 (t)	334576	2862613	2101188	5298377
	农业人均产粮 (kg)	431.2	446.8	309.4	379.1
水土流失灾害状况	水土流失面积 (hm ²)	799414.2	2859996.3	2122028.6	5781439.1
	水土流失面积指数 (%)	21.79	46.27	58.56	42.91
	土壤侵蚀总量 (104 t/a)	2841.82	7969.90	13211.06	24022.78
	平均土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a ⁻¹)	774.5	1289.5	3645.6	1782.9
	水土流失直接经济损失总量 (万元/a)	5265.82	14437.22	24054.48	43757.52
	水土流失直接经济损失相对量 (元/km ² ·a ⁻¹)	1435.1	2335.9	6637.8	3247.6
	耕地侵蚀量 (104 t/a)	1669.18	3507.77	9848.83	15025.78
耕地侵蚀量占总土地侵蚀量的%	58.74	44.01	74.55	62.55	

4 分区简析及防治措施

这样,我们便将云南金沙江流域划分为3个水土流失灾害区、9个水土流失灾害亚区,构成了该流域水土流失灾害区划系统。应用GIS技术编制了该流域水土流失灾害区划图(见图1),从而直观地反映了该流域水土流失灾害状况的地域差异性。

4.1 分区简析

为了节省篇幅以及便于比较,将3大区的基本情况和灾害特征列于表3。总体而言,云南金沙江

流域的水土流失及其灾害强度从上游→中游→下游呈逐渐增大的特点。上游虽然属于高山高原峡谷区,山高谷深,但人口稀少,土地垦殖率低,植被覆盖度大,总体上水土流失较轻;中游为中山高原河谷区,地势高差不太大,陡坡土地也不及上游多,但土地垦殖率已远远增大,植被覆盖度远比不上游小,土壤疏松,易遭侵蚀,因此,中游总体水土流失及其灾害强度已远比不上游大;下游为中高山山原峡谷区,相对高差较大,山高坡陡,土地垦殖率很大,陡坡垦殖普遍,植被覆盖率低,水土流失异常强烈,是该流域

乃至整个长江上游最严重的水土流失灾害区。

4.2 防治措施

在水土流失灾害防治上,要切实按照水土流失的特点、成因、分布的基本规律,在“统一规划,综合治理”的方针指导下,重点采取以下对策与措施:

1、努力搞好陡坡耕地的退耕还林(草)工程。退耕还林是西部大开发战略的重点,目前已逐渐展开,但也暴露出了许多严重的问题^[11],其中最重要的有二:一是缺乏科学的退耕还林规划,盲目性大,使该退的大量陡坡耕地未能退下来,而不该退的缓坡地却退掉了,其结果不仅是水土流失仍然日益加剧,而且《土地管理法》规定应该保护的不少粮田也失去了;其二是退耕后所“还”的大多是人工种植的单一的纯经济林果,林下缺乏地面植被覆盖,不仅水土流失依然严重,而且因各地林果种类基本相同,没有特色,经济效益差。因此,当务之急首先要制定统一、科学的退耕规划,做到“逐块落实”,并以“规划”为依据,该退则退,不该退的坚决不允许退;退耕地应当因地制宜地实行乔灌草结合、经济林复层栽培,努力提高地面植被覆盖率,从根本上控制水土流失,获取最佳综合效益。

2、对 < 25° 坡耕地有计划地逐步实施“坡改梯”工程。坡耕地水土流失特别严重,其土壤流失量为梯田梯地的 16 ~ 35 倍,因而已成为水土流失的最主要地类。因此,治理水土流失、实现土地可持续利用,必须要科学地推行坡耕地梯田梯地化,建立和发展梯田梯地农业与地埂经济,从而实现生态、经济和社会效益“三赢”。

3、科学地进行荒山荒坡的绿化。荒山荒坡的绿化造林,长期以来由于很多地方走的是“空中”绿化(只注重营造乔木纯林和人工种植经济纯林)之路,使地面植被覆盖率低,不能有效控制水土流失。许多实践和经验教训已证明^[12-14],采用以草先行、乔灌草结合、经济林复层栽培的方法是增加地面植被覆盖率、保持水土的有效绿化措施,它不仅能达到真正控制水土流失、美化生态环境、维护和发展生物多样性的生态效益,而且能达到发展多种经营、增加群众经济收入、逐步脱贫致富的目标,比以往单纯的“十年树木”不知要好多少倍!那种只重视“空中”绿化的做法,哪怕把森林覆盖率增加到较高的程度,也会发生较严重的水土流失灾害——不仅面蚀经常发生,山洪、滑坡、泥石流也会频繁出现。只有重视地面绿化,努力增加地面植被覆盖率,才能有效控制水

土流失,实现山川秀美、青山永在、绿水长流。

4、将土地利用规划与水土保持规划有机结合、同步规划,改变以往“各自为政”的局面。水土流失是由各种不合理的土地开发利用方式造成的,不从根本上扭转那些不合理的土地利用方式,水土流失防治和土地可持续利用就只能是一句空话^[15]。现行的《土地管理法》规定,在科学编制土地利用规划的基础上严格实行土地用途管制制度,这对广大山区根本改变各种不合理的土地利用方式、促进山区水土保持具有特别重要的意义。但在土地合理利用规划的基础上,还必须有防治土壤侵蚀(或水土流失)的措施,而这正是水土保持的核心^[16]。因此,在水土流失山区,必须吸取以往土地利用规划与水土保持规划“各自为政”的弊端和教训,在研究制定土地合理利用方向和优化结构、科学编制土地利用规划的同时,分别制定各个地类的水土保持措施规划,将土地合理利用方向与水土保持措施有机结合、同步规划^[17],这样才能有效防治水土流失,实现水土流失山区土地资源的可持续开发利用和经济社会的可持续发展。

参考文献:

- [1] 杨子生,梁洛辉,王云鹏. 云南金沙江流域水土流失基本特征分析[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [2] 刘江主编. 全国生态环境建设规划[M]. 北京: 中华工商联合出版社, 1999. 21 ~ 54, 528 ~ 552.
- [3] 李云辉,贺一梅,杨子生. 云南省金沙江流域水土流失直接经济损失测算方法与区域特征分析[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [4] 杨子生,谢应齐. 云南省农业自然灾害区划[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 170 ~ 252.
- [5] 杨子生. 云南省金沙江流域干旱灾害区划研究[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [6] 杨子生. 云南省金沙江流域洪涝灾害区划研究[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [7] 贺一梅,李云辉. 云南省金沙江流域低温霜冻灾害区划研究[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [8] 贺一梅,李云辉. 云南省金沙江流域风雹灾害区划研究[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [9] 贺一梅,李云辉. 云南省金沙江流域作物病虫害灾害区划研究[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [10] 杨子生,杨绍武. 模糊聚类方法在四川省土地利用区划中的应用[A]. 见: 中国自然资源学会等编. 土地资源与土地资产研究论文集[C]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1996. 513 ~ 519.
- [11] 杨子生. 云南金沙江流域退耕还林问题研究[J]. 水土保持通报, 2002, (4): 13 ~ 17.
- [12] 刘海峰. 乔灌草结合是水土保持生物措施的最好型式[J]. 水土保持通报, 1981, 1(3): 44 ~ 46.
- [13] 张淑光,钟朝章. 以草先行乔灌草结合保持水土[J]. 水土保持通报, 1991, 11(2): 8 ~ 12.

- [14] 丁朝华,武显维,黄蓉. 经济植物复层栽培与洪涝灾害防御 [A]. 见:许厚泽,赵其国主编. 长江流域洪涝灾害与科技对策 [C]. 科学出版社,1999. 125 ~ 129.
- [15] 杨子生. 论水土流失与土壤侵蚀及其有关概念的界定[J]. 山地学报,2001,19(5):436 ~ 445.
- [16] 吴以教. 略论水土保持学科特殊性及其治理措施分类[J]. 中国水土保持,1990,(12):47 ~ 51.
- [17] 杨子生,梁洛辉. 云南金沙江流域水土保持型可持续土地利用规划研究[J]. 山地学报,2002,20(增刊).

Study on Soil Erosion Disaster Regionalization in Jinsha River Basin of Yunnan Province

YANG Zi-sheng

(*School of Resources Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming, 650091 China*)

Abstract: Soil erosion is first environmental problem and an important national disaster in Jinsha River Basin of Yunnan Province. In the paper, the author selects 8 index, and uses the method of fuzzy cluster analysis for regionalizing soil erosion disaster in Jinsha River Basin of Yunnan province. As a result of the regionalization, the paper divides the Basin into three regions and nine subregion of soil erosion disaster. The study on the regionalization has revealed the regional differences of soil erosion disaster in the Basin, and may provide scientific bases for mapping out the planning of preventing and controlling soil erosion disaster and the measures of disaster reduction in the light of local conditions.

Key words: soil erosion, disaster, regionalization, the method of fuzzy cluster analysis, Jinsha River Basin of Yunnan Province