

# 云南省金沙江流域综合农业自然灾害区划研究

杨子生

(云南大学资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

**摘 要:** 选取 13 个指标, 运用模糊聚类方法进行了云南金沙江流域综合农业自然灾害区划, 将该流域划分为 3 个农业自然灾害区、10 个农业自然灾害灾害亚区, 揭示了该流域农业自然灾害的地域差异性, 为因地制宜地制定农业自然灾害防治规划及减灾防灾措施提供了科学依据。

**关键词:** 农业自然灾害; 综合区划; 模糊聚类方法; 云南金沙江流域

**中图分类号:** F323.24, S42, S435, S157.1, P642.22, P642.23

**文献标识码:** A

## 1 引言

云南金沙江流域农业自然灾害种类繁多, 既有较为严重的干旱、洪涝、低温霜冻、作物病虫害等灾害, 还有日益严峻的坡面侵蚀和滑坡泥石流等水土流失灾害, 这些不同种类的灾害在不同的地域所表现出的灾害特征、强度等并不完全相同。由于灾害地理学的重要特征之一是综合性, 它要求不仅从部门灾害学的角度来研究各种单项灾害, 而且应当将各种单项灾害有机结合起来进行综合灾害研究。因此, 农业自然灾害区划亦应在各单项灾害区划的基础上进行综合农业自然灾害区划研究, 以便为因地制宜地进行农业自然灾害的综合防治提供科学依据<sup>[1]</sup>。为此, 本文在前面 7 种单项灾害区划研究<sup>[2-8]</sup>的基础上, 专门对云南金沙江流域农业自然灾害进行综合区划研究, 以揭示该流域综合农业自然灾害强度的地域差异性和灾害组合特征, 为该流域制定农业自然灾害防治与减灾规划、国土整治规划等提供依据。

## 2 研究方法

### 2.1 区划原则的确定

综合农业自然灾害区划的目的在于揭示综合农业自然灾害状况在空间上的区域差异性, 为各地因地制宜地制定农业自然灾害总体防治规划及对策措施、从而减少和减轻农业自然灾害、促进农业生产可

持续发展提供科学依据。为此, 经初步考虑, 拟提出以下 3 条原则:

1. 农业自然灾害对农业生产综合影响和灾害程度的相对一致性

由于综合农业自然灾害区划是农业自然灾害区划体系中的重要部分, 它与单项农业自然灾害区划的区别就在于“综合”, 即它将各单项农业自然灾害(干旱、洪涝、低温霜冻、风雹、作物病虫害、坡面侵蚀和滑坡泥石流)对农业生产影响和危害程度的抵御差异性综合起来, 以揭示上述各种灾害对农业生产综合影响和危害程度(即农业综合受灾程度)的区域差异性。因此, 区划原则亦应紧紧扣住“农业综合受灾程度”这一关键。可见, 这一原则是进行综合农业自然灾害区划的基本原则。

2. 防治农业自然灾害的难易程度和对策措施的相对一致性

此原则是由上一条原则延伸出来的, 是上一条基本原则的必要补充, 两者相辅相成。这是因为一地的农业自然灾害对农业生产的影响和危害程度, 亦即农业生产遭受自然灾害的程度, 从根本上决定了该地防治农业自然灾害的难易程度, 并从另一方面间接反映出该地目前防治农业自然灾害的水平以及今后所应采取的防治对策与措施。例如, 中游的滇中“红岩”高原地区是云南金沙江流域遭受农业自然灾害较为严重的地区, 其农业综合受灾程度仅次于下游的滇东北山原区, 防治农业自然灾害的难度

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)。

较大,而目前防治水平又不高,必须积极采取有效措施,努力提高农业自然灾害的防治能力。由于“红岩”高原区的最主要农业自然灾害是水土流失、干旱和作物病虫害,故在农业生产上亦应当以防治水土流失、干旱和作物病虫害为重点。可见,在一个农业综合受灾程度相似的区域内,往往有一种或几种单项灾害为该区域的主要灾害,因此,在防治重点和主导措施上往往具有一致性或相似性。

### 3. 集中连片性与保持县级行政界线的完整性

集中连片性是所有区划的共性和基本要求,必须加以遵循。而保持县级行政界线的完整性,乃基于以下3个方面的考虑:(1)与综合农业区划、国土整治规划等保持协调一致;(2)便于生产、计划、规划、管理等有关部门的实际应用;(3)便于调查和搜集区划的有关基础资料。

## 2.2 区划指标的选取与计算

客观地选定区划指标是进行区划的关键。该流域7种单项灾害区划<sup>[2~8]</sup>均采用能反映某一灾害对农业生产的损害程度的指标(即灾害经济指标)作为基本指标来进行区划,这无疑是合理的,因为按照灾害的定义,只有对人类社会带来灾祸或损失的那些自然现象才能称之为灾害,若未给人类社会带来灾祸或损失,便不能称之为灾害。因此,按照灾害学的要求,本区划亦采用经济方面的灾害指标作为基本区划指标,以客观地反映综合灾害程度的大小。由于云南金沙江流域农业自然灾害种类较多,它们对农业生产的损害程度、方式、地域空间范围各不相同,采用传统的定性分析评价和综合区划方法难以进行农业自然灾害分区工作,而且成果实用性亦差,故本文拟采取定量方法来综合评定全流域各县(市、区)农业自然灾害的危害程度(受灾程度),以此为基本指标进行综合农业自然灾害区划。这样,一方面可以比较准确地描述综合农业自然灾害受灾程度的大小,使不同区域之间具有可比性;另一方面,可使决策者把有限的资金、财力最适当、最有效地投入到农业自然灾害的重点区域,以取得最佳的防、减、治灾效益。

### 2.2.1 基本区划指标——综合农业自然灾害指数及其计算

根据上述思路和所确定的基本区划原则,我们选取“综合农业自然灾害指数”(Synthetical Agricultural Natural Disaster Index)作为本区划的基本指标,并用 $I_1$ 代表之。它是一个描述和衡量各地或

各区域综合受灾程度相对大小的定量指标,其确定方法可表示为

$$I_1 = a \cdot I_a + b \cdot I_b + c \cdot I_c + d \cdot I_d + e \cdot I_e + f \cdot I_f + g \cdot I_g$$

式中, $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $I_d$ 、 $I_e$ 、 $I_f$ 、 $I_g$ 分别代表7种单项灾害指数,即干旱灾害指数、洪涝灾害指数、低温霜冻灾害指数、风雹灾害指数、作物病虫害指数、坡面侵蚀灾害指数、滑坡泥石流灾害指数; $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $g$ 分别代表上述7种单项灾害指数的权重系数。鉴于前5种灾害为有关部门常规统计的灾种,本项课题组已计算出了这5种灾害因灾减产粮食量<sup>[9]</sup>,故可通过因灾减产粮食量指标将这5种灾害指数合成为1个指数;后2种灾害为广义上的水土流失灾害,本项课题组已测算出了这2种灾害的直接经济损失量<sup>[10]</sup>,故可通过其直接经济损失量指标将这2种灾害指数合成为1个指数。这样,上式可简化为:

$$I_1 = w_1 \cdot I_h + w_2 \cdot I_s$$

式中, $I_h$ 为5种常规统计灾害(干旱、洪涝、低温霜冻、风雹、作物病虫害)指数, $I_s$ 为水土流失(包括坡面侵蚀和滑坡泥石流等重力侵蚀)灾害指数; $w_1$ 、 $w_2$ 分别代表 $I_h$ 、 $I_s$ 的权重系数。

为了便于分析、对比, $I_1$ 的取值范围定在0~100之间。为此,规定:(1) $I_h$ 、 $I_s$ 的值域均为[0,100];(2)、 $w_1$ 、 $w_2$ 的值域均为[0,1],且二者之和等于1。

1.  $I_h$ 、 $I_s$ 的确定方法:经反复分析和选择,本文将“赋分法”和“样标值法”结合起来进行。首先采用赋分法,即分别对不同灾害强度等级进行赋分,赋分标准以及用“5种灾害年均因灾减产粮食占实际总产量%”和“总水土流失直接经济损失(元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ )”来划分灾害强度的指标值见表1。应指出,下游的一些县(市、区)总水土流失直接经济损失量非常大,为了使最后计算出的综合灾害指数值尽可能与实际相符,这里对总水土流失直接经济损失量>10000元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 的县(市、区)适当进行加分,加分的标准仍按表1,即每超过2500元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 加10分。在“赋分法”基础上,应用“样标值法”来确定 $I_h$ 、 $I_s$ 。以水土流失灾害指数 $I_s$ 为例,以上两种方法结合后的计算方法为

$$I_s = M_0 + \frac{E_a - E_{a \cdot \min}}{E_{a \cdot \max} - E_{a \cdot \min}} \times (M_{\max} - M_{\min})$$

式中, $I_s$ 为某县(市、区)的总水土流失灾害指数; $M_0$ 为该县(市、区)所在总水土流失灾害强度等级的基始分数或最低分数; $E_a$ 为该县(市、区)的总水土流失直接经济损失相对量(元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ); $E_{a \cdot \max}$

表1 不同灾害强度等级的分数值及划分指标

Table 1 The mark values of various disaster degree classifications and its indexes

灾害强度等级	剧烈灾害	极强度灾害	强度灾害	中度灾害	轻度灾害	微度灾害
分数值	90 ~ 100	80 ~ 90	70 ~ 80	60 ~ 70	50 ~ 60	0 ~ 50
5种灾害年均因灾减产粮食占实际总产量%	30 ~ 40	25 ~ 30	20 ~ 25	15 ~ 20	10 ~ 15	0 ~ 10
总水土流失直接经济损失(元/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	7500 ~ 10000	5000 ~ 7500	2500 ~ 5000	1000 ~ 2500	500 ~ 1000	0 ~ 500

为某级灾害强度  $E_a$  的上限值;  $E_{a \cdot \min}$  为该级灾害强度  $E_a$  的下限值;  $M_{\max}$  和  $M_{\min}$  分别为该级灾害强度所属分数段的最高值和最低值。下面以宾川县总水土流失灾害指数为例, 来说明  $I_s$  的计算过程: 文献<sup>[10]</sup>已测算出宾川县  $E_a$  为 4 094.1 元/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>, 由表1可知, 该县属强度水土流失灾害, 因此, 该县的  $M_0$  为 70(强度灾害的基始分数); 强度水土流失灾害的上限值( $E_{a \cdot \max}$ )为 5000 元/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>, 下限值( $E_{a \cdot \min}$ )为 2500 元/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>; 强度灾害所属分数段的最高值( $M_{\max}$ )为 80, 最低值( $M_{\min}$ )为 70, 因此, 宾川县总水土流失灾害指数为:

$$I_s = 70 + \frac{4094.1 - 2500}{5000 - 2500} \times (80 - 70) = 76.38$$

2.  $w_1$ 、 $w_2$  的确定: 在以往研究<sup>[1]</sup>的基础上, 通过综合考虑云南金沙江流域各项灾害经济损失大小, 经反复分析, 本文将  $w_1$  确定为 0.70,  $w_2$  取值为 0.30。

按照上述方法, 我们分别计算了该流域 45 个县(市、区)的  $I_h$ 、 $I_s$  和  $I_1$  值, 限于篇幅, 后文的表2仅列出了各县(市、区)的  $I_1$  值。所计算出的综合农业自然灾害指数( $I_1$ )既是基本的综合农业自然灾害区划指标, 也是本文划分综合农业自然灾害强度等级的基本指标, 其分级标准同表1。

### 2.2.2 必要的相关指标

除综合农业自然灾害指数( $I_1$ )作为基本指标外, 这里还考虑以下4个必要的相关指标

$I_2$ : 年均农业自然灾害受灾率(%). 即各分区单元年均农业自然灾害(包括旱灾、洪涝灾、低温霜冻灾、风雹灾和作物病虫害5种)受灾面积占农作物总播种面积的百分比值。

$I_3$ : 年均农业自然灾害成灾率(%). 即各分区单元年均农业自然灾害(包括旱灾、洪涝灾、低温霜

冻灾、风雹灾和作物病虫害5种)成灾面积占农作物总播种面积的百分比值。

$I_4$ : 年均农业自然灾害因灾减产粮食量占粮食总产量的百分比值(%). 该指标反映了农业自然灾害对农业生产的直接影响和损失程度。

$I_5$ : 单位土地面积总水土流失直接经济损失相对量(元/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>). 该指标反映了水土流失(包括坡面侵蚀和重力侵蚀)对农业生产直接影响和损失程度的大小。

$I_6$ : 灾毁耕地占耕地总面积比例(%). 即各分区单元年均灾毁耕地面积占统计年报耕地面积的百分比值。该指标反映了以水灾(常常伴随着滑坡、泥石流)对耕地资源的破坏程度。

$I_7 \sim I_{11}$ : 分别代表5种单项灾害(旱灾、洪涝灾、低温霜冻灾、风雹灾和作物病虫害)的受灾率。即各分区单元年均旱灾、洪涝灾、低温霜冻灾、风雹灾和作物病虫害受灾面积分别占农作物总播种面积的百分比值。

$I_{12}$ : 平均侵蚀模数(t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>). 即各分区单元年均单位土地面积内土壤流失量(仅指面蚀)。这一指标反映了各地坡面侵蚀强度的大小。

$I_{13}$ : 单位土地面积滑坡泥石流侵蚀土壤量(t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>). 即各分区单元单位土地面积内滑坡泥石流造成的土壤侵蚀量(亦即重力侵蚀量)。这一指标在一定程度上反映了滑坡、泥石流灾害对土地资源的破坏程度。

应指出, 在计算5种灾害年均受灾率、成灾率和因灾减产粮食比重等指标时, 旱灾、水灾、低温霜冻灾、风雹灾所用的资料年限为22年(即1979~2000年), 作物病虫害所用的资料年限为10年(即1991~2000年)。各项指标经整理、计算成表2。

表2 云南金沙江流域综合农业自然灾害区划指标表

Table 2 The regionalizing index of synthetical agricultural natural disaster in Jinsha River Basin of Yunnan

分区单元		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>8</sub>	I <sub>9</sub>	I <sub>10</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>12</sub>	I <sub>13</sub>
编号	名称													
1	中甸	70.77	50.32	25.99	23.38	840.0	0.52	13.56	13.12	3.02	7.26	13.36	338.9	111.3
2	德钦	69.08	42.16	28.00	20.41	1753.3	1.14	11.39	12.15	3.93	4.99	9.70	656.3	289.7
3	维西	85.03	47.13	31.58	30.19	3220.4	0.52	14.03	10.26	3.48	8.31	11.05	1368.5	353.4
4	丽江	70.19	41.55	27.03	21.27	1706.5	0.30	11.22	7.04	5.08	8.35	9.86	776.8	153.8
5	永胜	71.68	37.59	25.42	20.61	3190.6	0.58	12.40	10.28	4.33	5.41	5.17	1277.2	461.3
6	华坪	76.72	50.67	31.83	24.94	2401.6	0.65	14.76	10.64	5.64	7.85	11.78	1121.6	194.1
7	宁蒗	79.47	49.63	29.49	26.17	3192.4	0.96	11.15	16.61	5.47	9.16	7.24	1305.5	422.9
8	鹤庆	64.78	32.70	20.84	16.40	2410.4	0.18	7.59	6.29	7.91	7.06	3.85	1110.9	210.1
9	洱源	68.69	37.70	24.48	19.02	2550.5	0.23	10.37	5.07	10.23	4.81	7.22	1231.4	165.2
10	宾川	72.89	34.75	19.36	20.70	4094.1	0.27	16.45	4.56	3.70	1.90	8.14	1614.1	666.5
11	祥云	69.83	37.33	21.65	20.63	1972.7	0.12	14.72	3.85	5.39	1.41	11.96	1001.2	94.6
12	楚雄	65.50	32.81	19.10	17.46	2025.9	0.17	11.06	4.22	8.22	4.32	4.99	1053.9	67.3
13	南华	67.58	35.01	21.68	18.14	2657.2	0.26	19.48	4.50	4.25	2.37	4.41	1332.1	141.7
14	牟定	70.97	38.27	22.17	21.31	2065.6	0.18	18.60	4.19	6.91	1.69	6.88	1030.9	111.8
15	姚安	75.06	38.05	26.43	23.38	2774.6	0.19	12.00	5.57	7.36	2.72	10.40	1463.1	82.8
16	大姚	70.78	38.88	22.87	20.36	2731.0	0.14	14.04	3.38	5.07	2.71	13.68	1451.2	60.5
17	永仁	73.63	45.77	25.66	22.65	2459.6	0.46	24.69	4.87	3.58	3.13	9.50	1261.8	110.1
18	元谋	70.86	32.35	17.75	19.27	4072.3	0.41	18.80	3.52	1.68	2.21	6.14	1967.3	319.2
19	武定	61.12	28.28	15.46	13.48	2708.6	0.39	10.12	5.60	3.99	3.54	5.03	1313.7	178.3
20	禄丰	79.95	48.66	28.33	27.57	2176.4	0.21	17.26	3.85	5.26	2.05	20.24	1110.2	89.6
21	西山	58.09	24.08	12.87	11.41	2598.3	0.16	11.27	3.61	6.22	2.07	0.91	1049.3	374.9
22	官渡	54.85	18.38	11.85	10.57	1526.2	0.21	7.82	3.12	5.34	0.86	1.24	788.4	50.4
23	呈贡	62.01	25.27	15.03	15.60	1585.4	0.06	12.18	3.07	7.15	0.98	1.89	829.2	39.9
24	晋宁	61.17	26.13	14.97	13.91	2349.6	0.05	8.53	4.14	6.83	3.21	3.42	1241.1	48.6
25	安宁	69.13	39.30	21.10	19.66	2305.3	0.21	16.08	7.32	5.67	3.56	6.67	1187.4	81.9
26	富民	58.82	20.72	13.22	11.06	3616.5	0.21	6.18	4.24	6.18	2.26	1.86	1704.9	273.6
27	嵩明	77.02	42.46	27.79	25.21	2362.9	0.03	15.96	3.25	16.72	5.34	1.19	1174.9	123.4
28	禄劝	62.72	25.88	17.11	14.23	3163.7	0.15	8.27	4.81	6.06	5.44	1.30	1376.4	375.2
29	东川	81.25	32.63	17.79	17.32	15333.9	0.36	17.55	4.87	6.23	1.40	2.58	2737.2	5756.9
30	寻甸	81.66	41.39	26.99	25.81	5441.9	0.28	13.04	7.06	13.42	5.65	2.22	2104.4	899.1
31	沾益	75.96	36.76	26.06	24.39	2405.9	0.06	11.67	3.57	14.93	6.08	0.51	982.3	337.7
32	马龙	77.04	39.01	22.58	25.97	1841.1	0.05	18.47	7.11	7.44	5.85	0.14	910.9	105.0
33	宣威	79.12	34.15	21.71	23.30	6250.1	0.20	13.18	6.23	5.56	8.63	0.55	2826.9	624.6
34	会泽	87.38	37.70	22.45	26.41	9506.5	0.15	18.63	6.58	7.97	4.05	0.47	3152.3	2198.7
35	昭通	96.56	51.16	35.94	37.55	8561.1	0.29	19.85	11.02	9.83	9.76	0.70	3640.0	1012.9
36	鲁甸	89.95	43.02	25.15	27.15	10783.9	0.41	16.09	14.58	4.92	5.28	2.15	4393.9	1522.1
37	巧家	90.58	48.43	29.52	28.48	9752.5	0.33	23.96	8.16	8.56	5.15	2.60	3564.5	1811.2
38	盐津	83.24	40.50	23.32	22.26	10893.2	0.50	9.86	14.54	3.16	9.66	3.28	4091.1	1757.1
39	大关	94.19	50.08	30.96	30.89	10472.9	1.16	13.47	18.17	7.11	9.65	1.68	3397.3	2287.6
40	永善	83.02	42.03	25.68	23.63	9114.8	0.26	17.52	6.56	7.32	6.81	3.82	3802.9	1252.3
41	绥江	82.76	40.81	23.24	22.98	9658.8	0.40	10.63	13.14	3.01	8.38	5.65	3560.6	1669.0
42	镇雄	98.28	52.87	35.26	36.07	10861.1	0.28	17.12	13.50	4.84	16.81	0.60	4694.6	1201.8
43	彝良	97.39	53.81	33.52	32.85	11995.7	1.60	14.95	14.81	9.19	10.80	4.06	4425.9	2169.1
44	威信	91.74	40.95	23.98	27.45	11922.7	0.50	12.17	11.80	5.45	10.99	0.54	4998.6	1431.2
45	水富	87.97	38.46	22.48	26.39	10018.2	1.19	12.45	15.82	2.23	5.01	2.95	3473.4	1933.5
	流域	76.97	39.87	24.81	23.33	4427.4	0.36	14.39	7.94	6.83	6.63	4.08	1782.9	648.8

### 2.3 分区方法的选用

与干旱等单项灾害区划<sup>[2-8]</sup>一样,综合农业自然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,划分不同级别的综合农业自然灾害区。这种分区的过程,实际上就是聚类的过程,即把那些在综合农业自然灾害状况、特点、强度和防治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(即归并为一个综合农业自然灾害区),而将差异较大的分区单元聚为不同的类(即区分为不同的综合农业自然灾害区)。因此,模糊聚类方法将在综合农业自然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<sup>[2]</sup>。

## 3 聚类结果分析与分区系统

经过反复优选,我们确定 $\lambda$ 为0.85,这时该流域45个县(市、区)被聚为11类:(1){1, 2, 3, 4, 5, 6, 7},(2){8, 9, 12, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 31},(3){10, 11},(4){13, 14, 15, 16, 18},(5){17},(6){20},(7){25},(8){29},(9){32},(10){33},(11){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,需要进行分析和适当归并。

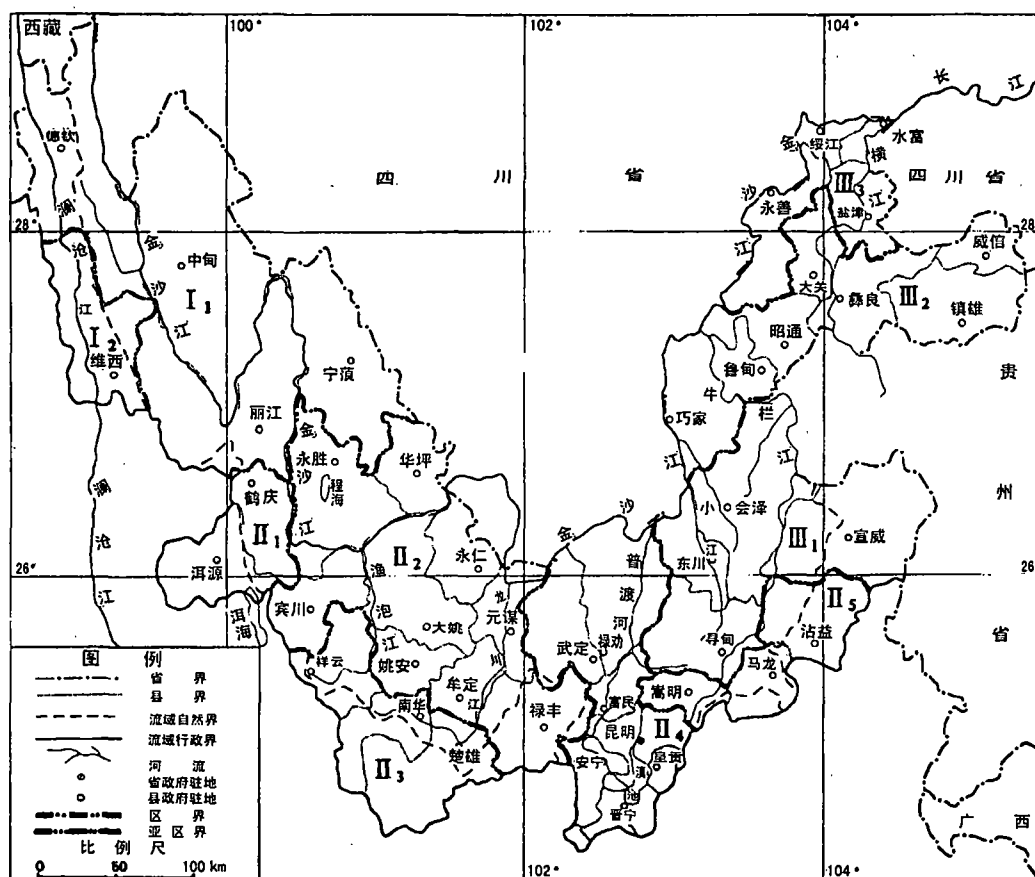
首先,第(1)类中的第1~4、7分区单元(共计5个县)在地域上属云南金沙江上游部分,地貌上属典型的滇西北高山高原峡谷区,地形高差大,山高坡陡,农业生态环境脆弱,总体上看,农业自然灾害种类多,发生频繁,灾害强度也较大,各县综合农业自然灾害指数约在69~85之间,这5个县合计平均综合农业自然灾害指数达75.00,按表1标准,属强度灾害,因此,可将第(1)类的这5个县归并为1个区,称为上游高山高原峡谷强度农业自然灾害区,记为Ⅰ区;第(1)类中的第5~6分区单元,第(2)类中除第30分区单元(寻甸)的所有分区单元,以及第(3)~(7)、(9)类(共计25个县、市、区)在地域上属云南金沙江中游部分,地貌上大多属滇中高原区,农业自然灾害总体上不及Ⅰ区强烈,各县(市、区)综合农业自然灾害指数约在55~80之间,这25个县(市、区)合计平均综合农业自然灾害指数为70.28,按表1标准,刚达到强度灾害的下限值,故可将这25个县(市、区)归并为1个区,称为中游中山高原强度农业自然灾害区,记为Ⅱ区;第(2)类中除第30分区单元(寻甸)和第(8)、(10)、(11)类(共计15个

县、市、区)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区,地形高差较大,陡坡地比重大,森林覆盖率低,农业生态环境最为脆弱,农业自然灾害非常突出,尤其水土流失(面蚀和滑坡、泥石流等重力侵蚀)、旱灾、水灾等十分严重<sup>[2,3,7-11]</sup>,各县(市、区)综合农业自然灾害指数约达80~98之间,这15个县(市、区)合计平均综合农业自然灾害指数为89.46,按表1标准,达到极强度灾害(并接近剧烈灾害的下限值),故可将这15个县(市、区)归并为1个区,称为下游中高山山原极强度农业自然灾害区,记为Ⅲ区。

其次,鉴于云南金沙江流域地域范围较广,各地自然因素与社会经济条件差异较大,农业自然灾害的地域差异性显著,上述3大区的划分显得较为粗略,需要进一步续分亚区,以便更好地反映该流域各地农业自然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、以综合农业自然灾害指数为基本依据进行归并和区分:

在Ⅰ区内,第(1)类中的第1(中甸)、2(德钦)、4(丽江)和7(宁蒗)分区单元在地貌上为高山高原区,农业自然灾害状况基本相似,各县综合农业自然灾害指数约在69~79之间,4个县合计平均综合农业自然灾害指数为73.03,属强度农业自然灾害,故将这4个县划分为1个亚区,并称为“中甸-丽江强度农业自然灾害亚区”,记为Ⅰ<sub>1</sub>;第(1)类中的第3(维西)分区单元在地貌上为高山峡谷区,山高坡陡,自然环境很脆弱,农业自然灾害较多且频繁,灾害强度比Ⅰ<sub>1</sub>区各县大,其综合农业自然灾害指数已超过85%,属极强度灾害,故单独划分为1个亚区,称其为“维西极强度农业自然灾害亚区”,记为Ⅰ<sub>2</sub>。

在Ⅱ区内,第(2)类中的8(鹤庆)和9(洱源)在地貌上主要为中高山高原区,总体上农业自然灾害强度相对轻一些,2个县合计平均综合农业自然灾害指数为67.65,属中度灾害,故单独划分为1个亚区,称其为“鹤庆-洱源中度农业自然灾害亚区”,记为Ⅱ<sub>1</sub>;第(1)类中的第5~6分区单元,第(3)类中的第10分区单元,第(4)类中的第14~16、18分区单元,以及第(5)、(6)类(共计9个县)在地域上属云南金沙江中游部分,地貌上大多属滇中红层高原区,农业自然灾害较多,灾害强度较大,各县综合农业自然灾害指数约在70~80之间,这9个县合计平均综合农业自然灾害指数为75.60,属强度农业自然灾害,故将这9个县划分为1个亚区,并称为“宾川



- I 上游高山高原峡谷强度农业自然灾害区  
 I<sub>1</sub> 中甸-丽江强度农业自然灾害亚区  
 I<sub>2</sub> 维西极强度农业自然灾害亚区  
 II 中游中山高原强度农业自然灾害区  
 II<sub>1</sub> 鹤庆-洱源中度农业自然灾害亚区  
 II<sub>2</sub> 宾川-禄丰强度农业自然灾害亚区  
 II<sub>3</sub> 祥云-楚雄中度农业自然灾害亚区  
 II<sub>4</sub> 昆明-武定中度农业自然灾害亚区  
 II<sub>5</sub> 嵩明-沾益强度农业自然灾害亚区  
 III 下游中高高山原极强度农业自然灾害区  
 III<sub>1</sub> 东川-宣威极强度农业自然灾害亚区  
 III<sub>2</sub> 昭通-镇雄剧烈农业自然灾害亚区  
 III<sub>3</sub> 盐津-水富极强度农业自然灾害亚区

图1 云南金沙江流域综合农业自然灾害区划图

Fig.1 The regionalization of syntheical agricultural natural disaster in Jinsha River Basin of Yunnan

-禄丰强度农业自然灾害亚区”，记为II<sub>2</sub>；第(2)类中的第12分区单元、第(3)类中的第11分区单元和第(4)类中的第13分区单元(共计3个县、市)在地域上亦属云南金沙江中游部分，地貌上也是滇中红层高原区，但农业自然灾害强度不及II<sub>2</sub>亚区大，各县(市)综合农业自然灾害指数约在65~70之间，这3个县(市)合计平均综合农业自然灾害指数为68.75，属中度农业自然灾害，故将这3个县(市)划分为1个亚区，并称为“祥云-楚雄中度农业自然灾害亚区”，记为II<sub>3</sub>；第(2)类中的第19、21~24、26、

28分区单元以及第(7)类(共计8个县、市、区)在地域上属云南金沙江中游部分，地貌上大多属滇中湖盆高原区，农业自然灾害总体上比II<sub>3</sub>亚区小，各县(市、区)综合农业自然灾害指数约在55~69之间，这8个县(市、区)合计平均综合农业自然灾害指数为61.43，属中度农业自然灾害，故将这8个县(市、区)划分为1个亚区，并称为“昆明-武定中度农业自然灾害亚区”，记为II<sub>4</sub>；第(2)类中的第27和31分区单元以及第(9)类(共计3个县)地貌上大多属滇东高原区，农业自然灾害总体上比II<sub>4</sub>亚区大，各

县综合农业自然灾害指数约在 76 ~ 77 之间,这 3 个县合计平均综合农业自然灾害指数为 76.52,属强度农业自然灾害,故将这 3 个县划分为 1 个亚区,并称为“嵩明-沾益强度农业自然灾害亚区”,记为Ⅱ<sub>5</sub>。

在Ⅲ区内,第(2)类中的第 30 分区单元,第(8)、(10)类,以及第(11)类中的第 34 分区单元(共计 4 个县、市、区)在地貌上主要为中高山山原河谷区,农业自然灾害较为突出,但其强度明显低于本区内其它县(市),各个县(市、区)综合农业自然灾害指数约在 79 ~ 87 之间,这 4 个县(市、区)合计平均综合农业自然灾害指数为 82.73,属极强度农业自然灾害,故将这 4 个县(市、区)划分为 1 个亚区,并称为“东川-宣威极强度农业自然灾害亚区”,记为Ⅲ<sub>1</sub>;第(11)类中的第 35 ~ 37、39、42 ~ 44 分区单元(共计 7 个县、市)在地貌上主要为中高山山原区,农业自然灾害最为突出,各个县(市)综合农业自然灾害指数约在 89 ~ 98 之间,这 7 个县(市)合计平均综合农业自然灾害指数达 95.80,属剧烈农业自然灾害,故将这 7 个县(市)划分为 1 个亚区,并称为“昭通-

镇雄剧烈农业自然灾害亚区”,记为Ⅲ<sub>2</sub>;第(11)类中的第 38、40、41、45 分区单元(共计 4 个县)在地域上位于下游东北部中低山河谷区,农业自然灾害较为突出,但其强度明显比Ⅲ<sub>2</sub>亚区小,各县综合农业自然灾害指数约在 82 ~ 88 之间,这 4 个县合计平均综合农业自然灾害指数达 83.62,属极强度农业自然灾害,故将这 4 个县划分为 1 个亚区,并称为“盐津-水富极强度农业自然灾害亚区”,记为Ⅲ<sub>3</sub>。

综上所述,本文将云南金沙江流域划分为 3 个综合农业自然灾害区、10 个综合农业自然灾害亚区,构成了该流域综合农业自然灾害区划系统。应用 GIS 技术编制了该流域综合农业自然灾害区划图(见图 1),从而直观地揭示了该流域综合农业自然灾害状况的地域差异性。

#### 4 分区简析

为了节省篇幅以及便于比较,将 3 大区及其各亚区的基本情况和灾害特征分别列于表 3 ~ 表 6。

表 3 云南省金沙江流域 3 个区域综合农业自然灾害状况简表

Table 3 The state of synthetical agricultural natural disaster of three regions in Jinsha River Basin of Yunnan

综合农业自然灾害区	I 区	II 区	III 区	全流域合计
土地总面积(hm <sup>2</sup> )	3669269.9	5821331.6	3983172.7	13473774.2
占流域土地总面积的%	27.23	43.21	29.56	100.00
22 年年均农作物总播种面积(hm <sup>2</sup> )	146286.9	749721.2	833856.1	1729864.2
22 年年均粮食总产量(t)	277358.9	2107621.5	1713774.3	4098754.7
22 年年均农业自然灾害受灾面积(hm <sup>2</sup> )	67268.0	266122.1	363538.5	696928.6
22 年年均农业自然灾害受灾率(%)	45.98	35.50	43.60	40.29
22 年年均农业自然灾害成灾面积(hm <sup>2</sup> )	41826.6	163155.7	228373.0	433355.3
22 年年均农业自然灾害成灾率(%)	28.59	21.76	27.39	25.05
22 年年均农业自然灾害减产粮食量(t)	67879.5	423111.6	479432.3	970423.4
22 年年均因灾减产粮食占粮食总产量%	24.47	20.08	27.98	23.68
总水土流失直接经济损失量(万元/a)	6870.08	15289.16	37494.45	59653.69
单位土地面积总水土流失直接经济损失量(元/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	1872.3	2641.1	9413.2	4427.4
综合农业自然灾害指数	75.00	70.28	89.46	77.46
综合农业自然灾害强度等级	强度灾害	强度灾害	极强度灾害	强度灾害
年均坡面侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	774.5	1246.1	3506.6	1782.9
单位土地面积滑坡泥石流侵蚀土壤量(t/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	235.8	211.6	1670.0	648.8
1979 ~ 2000 年灾毁耕地(hm <sup>2</sup> )	13853.6	20554.9	45392.5	79801.0
农业自然灾害防治重点	水旱灾害;滑坡 泥石流;病虫害	旱灾;低温冻害; 水土流失(面蚀)	水土流失(含滑 坡泥石流);洪旱 灾害;风雹灾害	水土流失;洪旱 灾害

注:本表计算 5 种农业自然灾害年均受灾、成灾和因灾减产粮食等指标时,旱灾、水灾、低温霜冻灾、风雹灾所用的资料年限为 22 年(即 1979 ~ 2000 年),作物病虫害所用的资料年限为 10 年(即 1991 ~ 2000 年),而表 2 计算年均受灾、成灾和因灾减产粮食指标时,系 5 种灾害年均数的累加值,其中作物病虫害为 10 年平均值,故其结果与表 2 有微小出入,相应地,总的综合农业自然灾害指数计算结果亦与表 2 有微小出入,但不影响对综合灾害等级的评定结果,表 4 至表 6 亦如此。

表4 I区各亚区综合农业自然灾害状况简表

Table 4 The state of synthetical agricultural natural disaster of every subregion within I region

综合农业自然灾害亚区	I <sub>1</sub> 亚区	I <sub>2</sub> 亚区	I 区合计
土地总面积(hm <sup>2</sup> )	3222524.8	446745.1	3669269.9
占流域土地总面积的%	87.82	12.18	100.00
22 年年均农作物总播种面积(hm <sup>2</sup> )	117776.8	28510.1	146286.9
22 年年均粮食总产量(t)	237588.4	39770.5	277358.9
22 年年均农业自然灾害受灾面积(hm <sup>2</sup> )	53602.4	13665.6	67268.0
22 年年均农业自然灾害受灾率(%)	45.51	47.93	45.98
22 年年均农业自然灾害成灾面积(hm <sup>2</sup> )	32670.3	9156.3	41826.6
22 年年均农业自然灾害成灾率(%)	27.74	32.12	28.59
22 年年均农业自然灾害减产粮食量(t)	55429.3	12450.2	67879.5
22 年年均因灾减产粮食占粮食总产量%	23.33	31.31	24.47
总水土流失直接经济损失量(万元/a)	5431.37	1438.71	6870.08
单位土地面积总水土流失直接经济损失量 (元/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	1685.4	3220.4	1872.3
综合农业自然灾害指数	73.03	85.78	75.00
综合农业自然灾害强度等级	强度灾害	极强度灾害	强度灾害
年均坡面侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	692.1	1368.5	774.5
单位土地面积滑坡泥石流侵蚀土壤量 (t/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	219.5	353.4	235.8
1979~2000 年灾毁耕地(hm <sup>2</sup> )	11840.8	2012.8	13853.6

表5 II区各亚区综合农业自然灾害状况简表

Table 5 The state of synthetical agricultural natural disaster of every subregion within II region

综合农业自然灾害亚区	II <sub>1</sub> 亚区	II <sub>2</sub> 亚区	II <sub>3</sub> 亚区	II <sub>4</sub> 亚区	II <sub>5</sub> 亚区	II 区合计
土地总面积(hm <sup>2</sup> )	522024.6	2455421.3	912595.0	1356646.6	574644.1	5821331.6
占流域土地总面积的%	8.97	42.18	15.68	23.30	9.87	100.00
22 年年均农作物总播种面积(hm <sup>2</sup> )	63182.1	256550.0	113285.5	190028.8	126674.8	749721.2
22 年年均粮食总产量(t)	188690.9	707183.5	302823.8	578260.6	330662.7	2107621.5
22 年年均农业自然灾害受灾面积(hm <sup>2</sup> )	22533.1	104802.1	39769.1	49364.3	49653.5	266122.1
22 年年均农业自然灾害受灾率(%)	35.66	40.85	35.11	25.98	39.20	35.50
22 年年均农业自然灾害成灾面积(hm <sup>2</sup> )	14514.1	63195.8	23472.9	29277.0	32695.9	163155.7
22 年年均农业自然灾害成灾率(%)	22.97	24.63	20.72	15.41	25.81	21.76
22 年年均农业自然灾害减产粮食量(t)	34597.5	167259.7	59295.2	79198.5	82760.7	423111.6
22 年年均因灾减产粮食占粮食总产量%	18.34	23.65	19.58	13.70	25.03	20.08
总水土流失直接经济损失量(万元/a)	1298.45	7134.27	1978.73	3591.36	1286.35	15289.16
单位土地面积总水土流失直接经济损失量 (元/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	2487.3	2905.5	2168.2	2711.9	2238.5	2641.1
综合农业自然灾害指数	67.65	75.60	68.75	61.43	76.52	70.28
综合农业自然灾害强度等级	中度灾害	强度灾害	中度灾害	中度灾害	强度灾害	强度灾害
年均坡面侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	1177.1	1356.8	1108.8	1236.1	1007.5	1246.1
单位土地面积滑坡泥石流侵蚀土壤量 (t/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	185.4	249.8	93.1	222.5	222.7	211.6
1979~2000 年灾毁耕地(hm <sup>2</sup> )	1789.0	11336.2	2320.2	4455.0	654.5	20554.9



表6 Ⅲ区各亚区综合农业自然灾害状况简表

Table 6 The state of synthetical agricultural natural disaster of every subregion within Ⅲ region

综合农业自然灾害亚区	Ⅲ <sub>1</sub> 亚区	Ⅲ <sub>2</sub> 亚区	Ⅲ <sub>3</sub> 亚区	Ⅲ区合计
土地总面积(hm <sup>2</sup> )	1740155.6	1644403.0	598614.1	3983172.7
占流域土地总面积的%	43.69	41.28	15.03	100.00
22年年均农作物总播种面积(hm <sup>2</sup> )	324450.7	390610.5	118794.9	833856.1
22年年均粮食总产量(t)	746164.1	749775.3	217834.9	1713774.3
22年年均农业自然灾害受灾面积(hm <sup>2</sup> )	118657.1	195550.7	49330.7	363538.5
22年年均农业自然灾害受灾率(%)	36.57	50.06	41.53	43.60
22年年均农业自然灾害成灾面积(hm <sup>2</sup> )	73842.4	125403.9	29126.7	228373.0
22年年均农业自然灾害成灾率(%)	22.76	32.10	24.52	27.39
22年年均农业自然灾害减产粮食量(t)	180873.0	247523.3	51036.0	479432.3
22年年均因灾减产粮食占粮食总产量%	24.24	33.01	23.43	27.98
总水土流失直接经济损失量(万元/a)	14201.51	17396.76	5896.18	37494.45
单位土地面积总水土流失直接经济损失量 (元/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	8161.1	10579.4	9849.7	9413.2
综合农业自然灾害指数	82.73	95.80	83.62	89.46
综合农业自然灾害强度等级	极强度灾害	剧烈灾害	极强度灾害	极强度灾害
年均坡面侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	2778.1	4153.9	3845.8	3506.6
单位土地面积滑坡泥石流侵蚀土壤量 (t/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	1765.4	1621.9	1524.8	1670.0
1979 ~ 2000 年灾毁耕地(hm <sup>2</sup> )	8117.2	30619.2	6656.1	45392.5

## 参考文献:

- [1] 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. 1 ~ 24, 253 ~ 270
- [2] 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).
- [3] 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).
- [4] 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).
- [5] 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).
- [6] 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).
- [7] 杨子生. 云南省金沙江流域水土流失灾害区划研究[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [8] 杨子生. 云南省金沙江流域滑坡泥石流区划研究[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [9] 李云辉, 贺一梅, 杨子生. 云南省金沙江流域因灾减产粮食量分析[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊).
- [10] 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).
- [11] 杨子生. 云南金沙江流域重力侵蚀量分析[J]. 水土保持学报, 2002, 16(6): 4 ~ 8

## Study on Synthetical Agricultural Natural 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:** In the paper, the authors select 13 index, and use the method of fuzzy cluster analysis for regionalizing synthetical agricultural natural disaster in Jinsha River Basin of Yunnan Province. As a result of the regionalization, the paper divides the Basin into three regions and ten subregions of synthetical agricultural natural disaster. The study on the regionalization has revealed the regional differences of synthetical agricultural natural disaster in the Basin, and may provide scientific bases for mapping out the planning of preventing and controlling agricultural natural disaster and the measures of disaster reduction in the light of local conditions.

**Key words:** agricultural natural disaster, synthetical regionalization, the method of fuzzy cluster analysis, Jinsha River Basin of Yunnan Province