

# 云南省金沙江流域低温霜冻灾害区划研究

贺一梅<sup>1</sup>, 李云辉<sup>2</sup>

(1. 云南大学, 云南 昆明 650091; 2. 昆明市农业局农经站, 云南 昆明 650034)

**摘要:**选取5个指标,运用模糊聚类方法进行了云南金沙江流域低温霜冻灾害区划,将该流域划分为3个低温霜冻灾害区、9个低温霜冻灾害亚区,揭示了该流域低温霜冻灾害的地域差异性,为因地制宜地制定低温霜冻灾害防治规划及减灾防灾措施提供了科学依据。

**关键词:**低温霜冻灾害区划;模糊聚类方法;云南金沙江流域

**中图分类号:** S425, S426

**文献标识码:** A

## 1 引言

云南金沙江流域的低温霜冻灾害主要是指冬季的寒潮与霜冻、3月的“倒春寒”以及8月的低温冷害等一些与冷空气活动有关部门的寒冷天气造成的灾害<sup>[1]</sup>。它是该流域的又一主要农业自然灾害。影响本流域的冷空气主要是源于西伯利亚的强冷空气进入我国后经河套西部南下的冷空气,其路径分为来自四川盆地的东北路径和从西藏高原沿横断山脉大峡谷南下的西北路径2类。东北路径由四川盆地侵入滇东北,主要影响昭通、东川、曲靖、楚雄、昆明等地(州、市),其中北部地区(镇雄、昭通等地)降温明显,最低气温可降至-7℃左右,而南部地区降温幅度不大,如昆明等地最低气温一般只降至2℃~-2℃;西北路径冷空气沿青藏高原东部的澜沧江、金沙江等大峡谷南下,主要影响丽江地区和大理州,其特点是速度快,冷空气过后即转晴,容易形成霜冻。除冷空气活动因素外,气候特点和地形、土壤等因素对低温霜冻的形成亦有一定的作用。在气候上,该流域总体为低纬高原季风气候,气温年较差小,夏季热量不足,雨季阴雨日数多,日照百分率低,一旦有北方冷空气南下,就容易形成“八月低温冷害”;春季虽然升温较快,但并不稳定,经常有“倒春寒”出现;秋季多数地区日照条件差,降温迅速,往往给大春作物的生殖生长阶段带来障碍型冷害,形成

空秕,干粒重下降,减产欠收。从地形上看,本流域以山地为主,海拔差异很大,上游迪庆州的梅里雪山主峰卡格博峰高达6 740m,下游昭通地区的水富县滚坎坝仅267m,高差达6 473m,由于一般气温随海拔升高而降低,故流域内中等海拔以上(1 600m以上)的地区,即便是温暖季节,气温也常常会出现低于作物生物学下限温度的指标,遭冷害而减产。霜冻的局部分布与地形、土壤等条件的关系更密切,一般,坝区、河谷区发生霜冻的危险程度较山区、半山区为重;对平流霜冻而言,山地迎风坡的霜冻比背风坡重;干燥而疏松的土壤上易发生霜冻,潮湿而紧实的土壤则反之。从农作物受灾程度看,与作物种类和品种亦有很大关系。例如,以种植小麦、荞子、青稞等耐寒作物为主的滇西北高山高原区,受灾并不严重;而中游的大理州、昆明市等地以种植喜温作物(水稻、玉米等)或对温度要求较高的蚕豆作物为主,故易受低温冻害,灾情较重。总体上看,在上述冷空气活动、气候特点、地形以及作物种植等因素的共同影响下,云南金沙江流域的低温霜冻灾害较为严重。据我们搜集到的调查、统计与分析资料,全流域1950~2000年的51年间农作物因低温霜冻受灾面积共计达3 272 467.7hm<sup>2</sup>,占农作物总播种面积的4.04%;其中成灾面积1 960 421.9hm<sup>2</sup>,占农作物总播种面积的2.42%。这51年间因低温霜冻灾害共计减产粮食4 267 688.0t<sup>[2]</sup>,占实际粮食总产量的

收稿日期:2001-10-20。

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)。

作者简介:贺一梅(1968-),女,云南个旧人,主要从事国土资源与环境科学的研究工作,发表论文5篇、合作出版专著1本,获省部级科技成果奖2项。

2.68%。其中,1951~1960年减产粮食68175.0t,占实际粮食总产量的0.33%;1961~1970年减产粮食增至191623.8t,占实际粮食总产量的0.83%;1971~1980年减产粮食又增至342791.1t,占实际粮食总产量的1.15%;到了1981~1990年的10年间,该流域因低温霜冻灾害减产粮食量达1982865.0t,占实际粮食总产量的比例达5.39%;在1991~2000年的10年间,全流域因低温霜冻灾害减产粮食量亦达1679091.7t,占实际粮食总产量的比例达3.58%。可见,该流域低温霜冻灾害总体上呈现逐年加重之势。

低温霜冻灾害区划是该流域农业自然灾害区划体系中不可缺少的重要部分。科学地研究制定云南金沙江流域低温霜冻灾害区划,对于正确认识该流域低温霜冻灾害区域的客观规律性(即低温霜冻灾害的地域差异性)特征、因地制宜地制定该流域低温霜冻灾害防治规划及减灾防灾措施具有重要意义。

## 2 研究方法

### 2.1 区划原则的确定

低温霜冻灾害区划的目的在于揭示低温霜冻灾害状况在地域空间上的差异性规律和特征,为各地因地制宜地制定低温霜冻灾害防治规划及对策措施、从而减少和减轻低温霜冻灾害、促进农业可持续发展提供科学依据。为此,经初步考虑,拟提出以下4条原则:

- 1、低温霜冻灾害对农作物影响和灾害程度的相对一致性。
- 2、防治低温霜冻灾害的难易程度和对策措施的相对一致性。
- 3、集中连片性。
- 4、照顾到县级行政界线的完整性。

### 2.2 区划指标的选取

按照上述区划原则,根据需求和可能条件,经过反复优选,确定云南金沙江流域低温霜冻灾害区划主要选择社会经济方面的低温霜冻指标,具体有以下5个指标:

$I_1$ :年均低温霜冻受灾率(%)。即各分区单元年均低温霜冻受灾面积占农作物总播种面积的百分比值。这既是基本的区划指标,也是后文划分低温

霜冻灾害强度等级的基本指标。

$I_2$ :年均低温霜冻成灾率(%)。即各分区单元年均低温霜冻成灾面积占农作物总播种面积的百分比值。

$I_3$ :年均因低温霜冻灾害减产粮食量占实际粮食总产量的百分比值(%)。该指标反映了低温霜冻灾害对农业生产的直接影响和损失程度。

$I_4$ :近22年低温霜冻受灾率 $\geq 10\%$ 出现年数。该指标反映了强度及强度以上低温霜冻灾害的频繁程度。

$I_5$ :近22年低温霜冻受灾率极大值。该指标反映了各分区单元强度低温霜冻灾害的最大强度。

上述5个指标中,前3个指标均为1979~2000年共22年平均值。各项指标经整理、计算成表1。(见下页)。此外为了便于具体区划工作,本文在以往低温霜冻灾害区划研究<sup>[1]</sup>的基础上,以1979~2000年年均低温霜冻受灾率为基本指标,将该流域低温霜冻灾害强度分为7个等级,分级标准见表2。

表2 低温霜冻灾害强度分级表  
Table 2 The classification of microthermal and chilling disaster degree in Jinsha River Basin of Yunnan

低温霜冻灾害强度等级		年均低温霜冻受灾率(%)
代号	名称	
1	剧烈低温霜冻灾害	>20
2	极强度低温霜冻灾害	15~20
3	强度低温霜冻灾害	10~15
4	中强度低温霜冻灾害	5~10
5	中度低温霜冻灾害	3~5
6	轻度低温霜冻灾害	1~3
7	微度低温霜冻灾害	<1

### 2.3 分区方法的选用

与干旱等项灾害区划<sup>[3~4]</sup>一样,低温霜冻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,划分不同级别的低温霜冻灾害区。这种分区的过程,实际上就是聚类的过程,即把那些在低温霜冻灾害状况、特点和防治对策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(即归并为一个低温霜冻灾害区),而将差异较大的分区单元聚为不同的类(即区分为不同的低温霜冻灾害区)。因此,模糊聚类方法将在低温霜冻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>[3]</sup>。

表 1 云南金沙江流域低温霜冻灾害区划指标表

Table 1 The regionalizing index of microthermal and chilling disaster in Jinsha River Basin of Yunnan province

分区单元		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	分区单元		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>
编号	名称						编号	名称					
1	中甸县	3.02	1.63	1.35	2	12.58 (1992)	24	晋宁县	6.83	4.31	3.76	3	40.40 (1986)
2	德钦县	3.93	2.83	2.04	3	27.73 (1994)	25	安宁市	5.67	3.22	2.87	3	43.12 (1986)
3	维西县	3.48	1.81	2.00	3	14.71 (1992)	26	富民县	6.18	4.47	3.48	4	43.96 (1986)
4	丽江县	5.08	2.52	2.21	3	21.44 (1986)	27	嵩明县	16.72	11.09	10.01	11	69.59 (1986)
5	永胜县	4.33	2.96	2.39	4	22.89 (1986)	28	禄劝县	6.06	4.18	3.33	3	28.61 (1989)
6	华坪县	5.64	3.43	2.74	4	16.57 (1990)	29	东川区	6.23	3.54	3.21	3	32.89 (1986)
7	宁蒗县	5.47	2.64	2.53	5	17.08 (1987)	30	寻甸县	13.42	9.63	8.76	8	62.17 (1986)
8	鹤庆县	7.91	5.25	3.93	7	26.37 (1987)	31	沾益县	14.93	10.64	9.93	12	52.19 (1986)
9	洱源县	10.23	6.87	5.10	8	43.29 (1986)	32	马龙县	7.44	5.43	5.74	5	25.67 (1986)
10	宾川县	3.70	2.24	2.29	4	23.08 (1989)	33	宣威市	5.56	3.76	3.91	4	24.21 (1986)
11	祥云县	5.39	4.00	3.22	2	37.08 (1989)	34	会泽县	7.97	4.63	5.33	7	23.97 (1986)
12	楚雄市	8.22	5.38	4.51	5	39.68 (1989)	35	昭通市	9.83	6.20	6.75	7	49.05 (1986)
13	南华县	4.25	2.66	2.07	3	38.60 (1986)	36	鲁甸县	4.92	2.84	3.03	4	23.85 (1990)
14	牟定县	6.91	4.56	3.98	5	37.01 (1989)	37	巧家县	8.56	5.37	5.23	8	28.43 (1995)
15	姚安县	7.36	6.03	4.50	3	46.53 (1986)	38	盐津县	3.16	1.66	1.67	1	19.29 (1993)
16	大姚县	5.07	3.98	2.88	3	31.21 (1989)	39	大关县	7.11	4.24	4.29	5	22.89 (1992)
17	永仁县	3.58	2.26	1.80	3	25.80 (1989)	40	永善县	7.32	3.97	3.88	7	25.41 (1990)
18	元谋县	1.68	1.04	1.00	0	9.11 (1986)	41	绥江县	3.01	1.49	1.52	0	9.02 (1991)
19	武定县	3.99	3.09	2.26	2	26.91 (1986)	42	镇雄县	4.84	2.91	3.04	2	16.08 (1990)
20	禄丰县	5.26	3.22	2.68	3	27.29 (1986)	43	彝良县	9.19	5.25	5.36	10	19.89 (1990)
21	西山区	6.22	4.08	3.23	3	40.00 (1986)	44	威信县	5.45	3.35	3.65	3	24.29 (1993)
22	官渡区	5.34	3.66	3.14	3	38.33 (1986)	45	水富县	2.23	1.36	1.54	0	7.17 (1988)
23	呈贡县	7.15	4.06	4.28	3	45.96 (1986)	流域合计		6.83	4.38	4.17	—	—

注: I<sub>5</sub> 指标括号“( )”内为年份。

### 3 聚类结果分析与分区系统

经过反复优选,我们确定 $\lambda$ 为0.91,这时该流域45个县(市、区)被聚为12类:(1){1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 33, 36, 38, 41, 42, 44, 45},(2){8, 9},(3){12},(4){14},(5){27},(6){28},(7){30, 31},(8){32},(9){34, 35},(10){37},(11){39, 40},(12){43}。很明显,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1~7个分区单元(共计7个县)在地域上属云南金沙江上游部分,地貌上大多属滇西北高山高原峡谷区,海拔高,多数地方气候寒冷,但因以耐寒作物为主,总体受灾程度不高,这7个县合计年均低温霜冻受灾率为4.59%,按表2标准,属中度低温霜冻灾害,其中1979~2000年低温霜冻受灾率极大值为27.73%(德钦县,1994年),因此,可将第(1)类的这7个县归并为1个区,称为上游高山高原中度低温霜冻灾害区,记为I区;第(1)

类中的第10、11、13、15~26个分区单元以及第(2)~(8)类(共计25个县、市、区)在地域上属云南金沙江中游部分,地貌上大多属滇中中山高原区,在农业上以种植喜温作物(水稻、玉米等)或对温度要求较高的蚕豆作物为主,容易遭受低温冻害,因而多数县低温霜冻灾害较重,这25个县(市、区)合计年均低温霜冻受灾率达7.84%,属中强度低温霜冻灾害,其中1979~2000年低温霜冻受灾率极大值达69.59%(嵩明县,1986年),因此,可将这25个县(市、区)归并为1个区,称为中游中山高原中强度低温霜冻灾害区,记为II区;第(1)类中的第33、36、38、41、42、44和45个分区单元以及第(9)~(12)类(共计13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区,大多数县(市、区)低温霜冻灾害较为突出,只是其程度稍小于II区,这13个县(市)合计年均低温霜冻受灾率为6.41%,属中强度低温霜冻灾害,其中1979~2000年低温霜冻受灾率极大值达49.05%(昭通市,1986年),因此,可将这13个县(市)归并为1个区,称为下游中高山山原中强度低温霜冻灾害区,记为III区。

其次,由于云南金沙江流域地域范围较广,土地总面积达 13 473 774.2  $\text{hm}^2$ ,各地自然因素与农业生产状况差异较大,低温霜冻灾害的地域差异较为显著,需要在上述 3 大区的基础上进一步细分亚区,以便更好地反映该流域各地低温霜冻灾害状况的地域差异性特点。亚区的划分仍以上述聚类结果为基础、以年均低温霜冻受灾率为基本依据进行归并和区分:

在 I 区内,第(1)类中的 1(中甸)、2(德钦)和 3(维西)(即迪庆藏族自治州全部)为典型的高山高原峡谷区,海拔高,气温低,但由于农作物以种植青稞、荞子等耐寒作物为主,低温霜冻灾害不很突出,各县年均低温霜冻受灾率约在 3%~4%之间,3 个县合计年均低温霜冻受灾率为 3.39%,属中度低温霜冻灾害,故将这 3 个县划分为 1 个亚区,并称为“中甸-德钦中度低温霜冻灾害亚区”记为  $I_1$ ;第(1)类中的 4(丽江)、5(永胜)、6(华坪)和 7(宁蒗)(即丽江地区全部)地貌上主要为中高山高原河谷区,农业生产上喜温作物或对温度要求较高的作物种植比例较大,易受低温冻害,因而各县低温霜冻灾害较  $I_1$  亚区为重,4 个县合计年均低温霜冻受灾率为 5.03%,属中强度低温霜冻灾害,故单独划分为 1 个亚区,称其为“丽江-宁蒗中强度低温霜冻灾害亚区”,记为  $I_2$ 。

在 II 区内,第(2)类中(包括鹤庆和洱源 2 个县)在地貌上主要为中高山高原区,低温冻害较为频繁,灾害相对较大,2 个县合计年均低温霜冻受灾率达 9.18%,属中强度低温霜冻灾害,故单独划分为 1 个亚区,称其为“鹤庆-洱源中强度低温霜冻灾害亚区”,记为  $II_1$ ;第(1)类中的 10(宾川)、11(祥云)和 13(南华)气温条件较好,低温冻害不很严重,3 个县合计年均低温霜冻受灾率为 4.49%,属中度低温霜冻灾害,故单独划分为 1 个亚区,称其为“宾川-南华中度低温霜冻灾害亚区”,记为  $II_2$ ;第(1)类中的第 14~16、20~26、28、29 个分区单元及第(3)类(共计 13 个县、市、区)在地貌上是滇中高原的主体,总体上看,低温霜冻灾害较为突出,各县灾情较为类似,这 13 个县(市、区)合计年均低温霜冻受灾率达 6.35%,属中强度低温霜冻灾害,故单独划分为 1 个亚区,称其为“昆明-楚雄中强度低温霜冻灾害亚区”,记为  $II_3$ ;第(1)类中的第 17~19(共计 3 个县)在地貌上为中游干热河谷区,气温较高,低温冻害不太突出,灾害相对较轻些,这 3 个县合计年均低温霜

冻受灾率达 3.09%,属中度低温霜冻灾害,故单独划分为 1 个亚区,称其为“永仁-武定中度低温霜冻灾害亚区”,记为  $II_4$ ;II 区内所剩下的 4 个县,即第(5)、(7)和(8)类在地貌上主要为滇东高原区,冷空气活动较为频繁,低温霜冻灾害较严重,除马龙县外,各县年均低温霜冻受灾率均在 13%以上,4 个县合计年均低温霜冻受灾率达 13.62%,属强度低温霜冻灾害,故单独归并为 1 个亚区,称其为“嵩明-沾益强度低温霜冻灾害亚区”,记为  $II_5$ 。

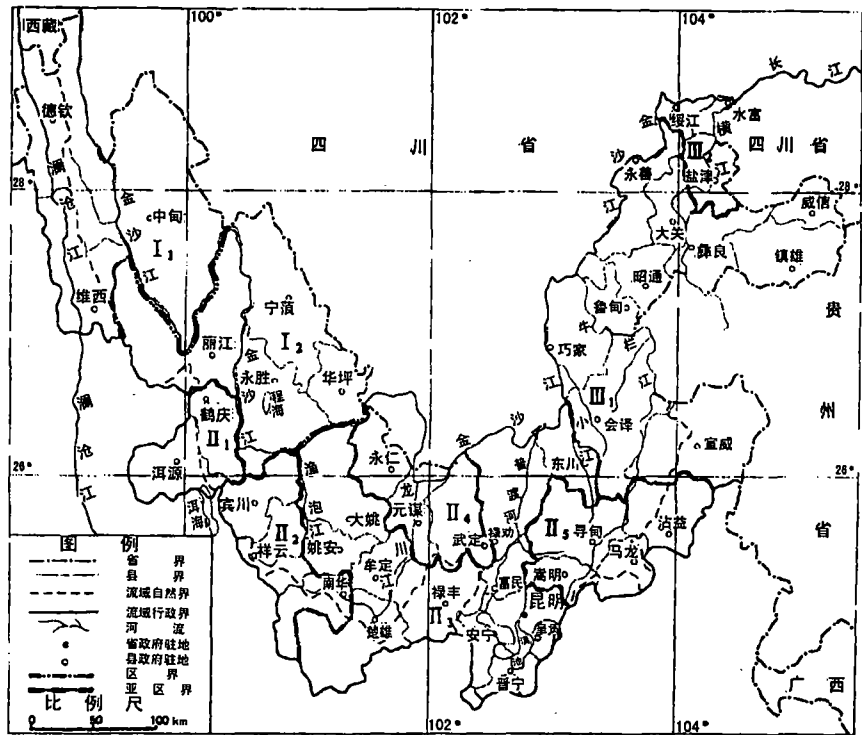
在 III 区内,第(1)类中的 42(镇雄)、44(威信)以及第(9)、(12)类(共计 10 个县、市)在地貌上主要为中高山山原河谷区,低温霜冻灾害较为突出,各县(市)年均低温霜冻受灾率约在 5%~10%之间,这 10 个县(市)合计年均低温霜冻受灾率达 6.74%,属中强度低温霜冻灾害,故将这 10 个县(市)归并为 1 个亚区,称其为“昭通-会泽中强度低温霜冻灾害亚区”,记为  $III_1$ ;第(1)类中的 38(盐津)、41(绥江)和 45(水富)(共计 3 个县)位于云南东北端,在地貌上主要为中低山山原河谷区,热量条件较好,冷空气活动强度不大,低温霜冻灾害相对较轻,3 个县合计年均低温霜冻受灾率 3.01%,属于中度低温霜冻灾害的下限,故单独划分为 1 个亚区,称其为“盐津-水富中度低温霜冻灾害亚区”,记为  $III_2$ 。

这样,我们便将云南金沙江流域划分为 3 个低温霜冻灾害区、9 个低温霜冻灾害亚区,构成了该流域低温霜冻灾害区划系统。应用 GIS 技术编制了该流域低温霜冻灾害区划图(见图 1),从而直观地揭示了该流域低温霜冻灾害状况的地域差异性。

## 4 分区简析及防治措施

为了节省篇幅以及便于比较,将 3 大低温霜冻灾害区的基本情况和灾害特征列于表 3。

总的来看,云南金沙江流域低温冻害较为严重,切实加强低温霜冻灾害的防治已成为农业生产高产稳产的一大重要措施。在具体防治上,应突出重点,因地制宜地切实抓好以下 3 个方面:(1)冷凉高原山区尤其是高寒山区应重点抓好耐寒品种选育,合理布局作物品种,并科学地安排好作物播种期、移栽期,适时早播早栽。(2)高原水稻种植区应尽量采用各种保温育苗方法(塑料薄膜育苗、温室育苗、无土育苗等),以躲过“倒春寒”,并培育早稻壮苗,适时栽插,避开后期低温。水稻品种布局上的“以粳代



- I 上游高山高原中度低温霜冻灾害区

    I<sub>1</sub> 中甸-德钦中度低温霜冻灾害亚区

    I<sub>2</sub> 丽江-宁蒗中强度低温霜冻灾害亚区

II 中游中山高原中强度低温霜冻灾害区

    II<sub>1</sub> 鹤庆-洱源中强度低温霜冻灾害亚区

    II<sub>2</sub> 宾川-南华中度低温霜冻灾害亚区
- III 下游中高山山原中强度低温霜冻灾害区

    III<sub>1</sub> 昭通-会泽中强度低温霜冻灾害亚区

    III<sub>2</sub> 盐津-水富中度低温霜冻灾害亚区
- II<sub>3</sub> 昆明-楚雄中强度低温霜冻灾害亚区

II<sub>4</sub> 永仁-武定中度低温霜冻灾害亚区

II<sub>5</sub> 嵩明-沾益强度低温霜冻灾害亚区

图 1 云南金沙江流域低温霜冻灾害区划图

Fig.1 The regionalization of microthermal and chilling disaster in Jinsha River Basin of Yunnan

粳”、“以早代晚”(从高产粳稻中选育早熟品种),可以适应高原秋冷早、秋温低的气候特点。(3)在冬季霜冻防治上,要注意因地制宜地将小面积防霜法(覆盖法)和大面积防霜法(灌水法)结合起来进行综合防御。若有可能,还可采用人工造雾等方法,以有效地防御大面积低温霜冻,大幅度减少和减轻灾害。

表 3 云南省金沙江流域 3 个区域低温霜冻灾害状况简表

Table 3 The state of microthermal and chilling disaster of three regions in Jinsha River Basin of Yunnan

低温霜冻灾害区域	I 区	II 区	III 区	流域合计
土地总面积(hm <sup>2</sup> )	4377695.7	5659348.2	3436730.3	13473774.2
占流域土地总面积的%	32.49	42.00	25.51	100.00
22 年年均农作物总播种面积(hm <sup>2</sup> )	207344.9	774966.5	747553.0	1729864.4
22 年年均粮食总产量(t)	451078.3	2122396.5	1525279.8	4098754.6
22 年年均低温霜冻受灾面积(hm <sup>2</sup> )	9510.1	60755.2	47896.2	118161.5
22 年年均低温霜冻受灾率(%)	4.59	7.84	6.41	6.83
22 年低温霜冻受灾率极大值(%)	27.73(德钦,1994)	69.59(嵩明,1986)	49.05(昭通,1986)	同 II 区
22 年年均低温霜冻成灾面积(hm <sup>2</sup> )	5276.1	41560.7	29010.2	75847.0
22 年年均低温霜冻成灾率(%)	2.54	5.36	3.88	4.38
22 年年均因低温霜冻灾害减产粮食(t)	10123.8	97164.2	63815.4	171103.4
22 年年均因低温霜冻灾害减产粮食占粮食总产量%	2.24	4.58	4.18	4.17

致谢:本文是在杨子生教授的指导下完成的,特此致谢!

#### 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, 90~129.
- [2] 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).
- [3] 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).
- [4] 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).

## Study on Microthermal and Chilling Disaster Regionalization in Jinsha River Basin of Yunnan Province

HE Yi-mei<sup>1</sup> and LI Yun-hui<sup>2</sup>

(1. Yunnan University, Kunming 650091; 2. Kunming City Agricultural Bureau, Kunming 650034, China)

**Abstract:** In the paper, the author selects five index, and uses the method of fuzzy cluster analysis for regionalizing microthermal and chilling disaster in Jinsha River Basin of Yunnan province. As a result of the regionalization, the paper divides the Basin into three regions and nine subregions of microthermal and chilling disaster. The study on the regionalization has revealed the regional differences of microthermal and chilling disaster in the Basin, and may provide scientific bases for mapping out the planning of preventing and controlling microthermal and chilling disaster and the measures of disaster reduction in the light of local conditions.

**Key words:** microthermal and chilling disaster, regionalization, the method of fuzzy cluster analysis, Jinsha River Basin of Yunnan Province