

文章编号:1001-4810(2006)04-0301-07

广西中部岩溶区农业干旱成因与治旱对策

唐建生^{1,2}, 夏日元^{1,2}, 徐远光², 关碧珠², 陈宏峰²

(1. 中国地质大学(北京), 北京, 100083; 2. 中国地质科学院岩溶地质研究所, 广西桂林, 541004)

摘要:桂中岩溶区降水资源和地下水资源丰富,但是,几乎每年都发生旱灾,受旱耕地面积达 $12.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全广西受旱面积的55.9%,严重地影响农业经济的发展。综合分析研究表明,桂中岩溶平原区农业生产受旱成灾是气候性、岩溶地质性、工程性因素综合影响的结果。针对致旱原因,提出了①完善和改造水利设施,提高水利工程综合利用效率;②充分利用水资源的时空分布规律,实施地表、地下水联合开发;③恢复与重建水源生态环境,调节水循环系统的物流机制,减少水资源流失,增强系统供水功能;④调整土地利用结构,建设良好的农田生态体系,促进资源利用与环境改善的良性循环;⑤调整种植结构,推广节水旱作、土壤改良、农艺节水抗旱技术;⑥调整农业产业结构,形成多元化的农业经济体系;⑦建立完善农村抗旱服务体系等综合治旱措施,从抓好水资源的开发、利用、治理、配置、节约、保护和管理七方面入手,提高水资源利用率、完善水土资源优化配置和改善水源生态环境,以增强农业生产的防旱抗旱能力,实现农村经济和社会可持续发展。

关键词:农业干旱;原因;措施;桂中岩溶区

中图分类号:S162

文献标识码:A

0 引言

广西地处中、亚热带季风气候区,大部分地区年均降水量为1 500~2 000mm,是全国降水量较丰富地区之一^[1]。桂中岩溶区的多年平均降雨量比周边地区略低,一般在1 300~1 600mm,相对全国的降水资源来看,其降水资源仍属于丰富的地区^[2]。但是,在桂中岩溶平原区,农业生产因干旱成灾的频率和旱灾损失则十分突出。为了增强该类岩溶地区的抗灾、减灾能力,提高农业生产率,改善农村生产、生活条件,实现资源—生态—人口—经济的合理配置和环境、社会、经济三效统一的良性循环体系,“十五”期间,广西科技厅组织开展了广西桂中岩溶旱片综合治理技术开发研究与示范,在区域性调研与分析基础上,选择了不同类型农业资源自然配置的3个典型区,进行深

入研究与综合治理示范,充分掌握该地区干旱状况,揭示了导致农业干旱的主要原因,根据自然条件和技术经济基础制定出综合治旱的对策与措施。

1 桂中岩溶区干旱现状

干旱是岩溶区典型的自然灾害,也是制约岩溶区经济发展的主要环境地质问题之一^[3]。桂中岩溶区是广西岩溶旱区的重点地区。自1950—1990年的41年中广西区平均每年受旱灾的农田面积为56.84万 hm^2 ,年受灾农田面积在5.48~155.2万 hm^2 之间,成灾面积在1.37~72.05万 hm^2 之间,绝收农田面积在0.13~32.17万 hm^2 之间。其中,受灾面积超过66.67万 hm^2 的有14年。

广西境内万亩以上岩溶旱区共有83片,总受旱

基金项目:国家科技攻关(2002BA901A13)、广西科技攻关项目(0322021)、中国地质调查项目(1212010634803)

第一作者简介:唐建生(1957—),男(瑶族),广西人,中国地质大学(北京)在读博士,中国地质科学院岩溶地质研究所研究员,研究方向岩溶资源与环境。E-mail: jstang@mail.karst.ac.cn 或 jshtang99@sohu.com

收稿日期:2006-08-24

面积 334.88 万亩^[4],受旱面积中,桂中岩溶平原地区占 55.9%。据统计岩溶旱区年平均受旱面积在 60 万 hm² 左右,严重年可达 100 多万 hm²,直接经济损失达 20 亿元。春秋季旱灾频率高,近年呈现日趋严重态势,是制约本区农业生产和经济发展的主要因素之一。近几年来,由于气候异常,旱象频率增高,旱灾损失仍相当严重,据统计(表 1),6 年中春、夏、秋连旱的有 2 年;春夏连旱 1 年;春旱 2 年;降雨和水资源充足、

旱情轻微的 1 年。
总体来看,桂中岩溶区以多秋旱,甚至夏秋冬连续干旱为特征。在气候上,主要是季风进退时,大气环流失常,降雨的天气系统影响不到该地区,或影响较少。大旱之年一般是上年秋冬雨水少,接着出现春夏连旱或夏秋连旱,如 2004 年受 2003 年干旱延续的影响,造成 50 年一遇的特大干旱,旱灾损失十分严重。

表 1 广西近 6 年旱情、旱灾简况(1999—2004)
Tab. 1 Brief situation of drought and disaster in the latest 6 years in Guangxi (from 1999 to 2004)

年份	季节	旱情特点	农作物受灾	人畜饮水困难 (万人/畜)	直接经济损失
1999	春旱	40 年一遇,1998.9—1999.2,同比降雨量减少 45%,全区,桂中较严重	河溪历年的枯水位,受旱作物:旱地 49.1 万 hm ² ,水田 45.5 万 hm ²	174	粮食减收 2.64 亿 kg
2000	春旱	发生于 3—4 月,见于桂南、桂东南局部	水田 28.8 万 hm ²	98.3/85	粮食减收约 6 亿 kg
	夏旱	6 月后降雨少,全区性大旱,桂中最严重	望天田减收、绝收,受旱 68.1 万 hm ²	77/57.4	
	秋冬		全区大部地区,降雨偏少,桂中较严重	56.3 万 hm ²	
2001		雨量偏多 35%			
2002	春旱	春季雨量偏少 38.3%,范围涉及全区	31.6 万 hm ² ,绝收 1.73 万 hm ²	22.2/16.1	粮食减收约 3.30 亿 kg
2003	春旱	降雨偏少 41.1%	30.5 万 hm ²	65.41	不详
	夏旱	桂中最严重,包括桂北、桂东,降雨量 10 年最小	97.9 万 hm ²	207.84	
	秋冬旱	10—12 月降雨偏少 75.6%,桂中最严重、包括桂东	40.3 万 hm ²	164.7	
2004	春夏	50 年一遇,25%蓄水设施失效,特大旱灾,全区性,桂中最严重	192.1 万 hm ² ,其中绝收 14.3 万 hm ²	540.1	31.87 亿元

注:据广西水资源公报统计

2 农业干旱原因分析

2.1 气候原因

由于受冬、夏季风的交替影响,广西降水量的季节变化不均,干湿季分明。4—9 月为雨季,其降水量占全年降水量的 70%~85%,容易发生洪涝灾害;10 月至次年 3 月为干季,降水量仅占年降水量的 15%~30%,干旱少雨^[5]。造成干旱的主要气象因素是:

2.1.1 季风环流的影响

在正常年份,4 月底 5 月初夏季风便开始进入广西。月降水量成倍增加,5 月至 6 月中旬,锋面带在华南徘徊,各地形成第一降水高峰,到 9 月中旬,夏季风南退,冷空气南下入侵,降水迅速减少。由于西太平洋副热带高压的强弱变化年际差异很大,致使区内各地降水量年际变化较大,降水分布不均。其次每年 5 月至 11 月的台风或热带风暴入侵,在热带气旋入侵次

数偏少的年份,则易出现夏秋干旱。同时南海高压和印度低压对广西冬春的天气有较大影响,受西北气流的影响,就出现冬春雨水偏少旱情。此外厄尔尼诺(El-Nino)现象和拉尼娜(La-Nino)现象的影响也较为明显。受厄尔尼诺现象影响的年份桂中地区春季少雨;而在 La-Nino 事件影响年,秋、冬季雨水偏少。

2.1.2 气温高蒸发强度大,加剧旱情

对比分析桂中地区与相邻的同纬度地区如桂平、广州等地,在降雨量上总体偏少,同时蒸发强度则较大,而且越是降雨偏少年份,蒸发量越大。统计资料表明(1990—1999),蒸发量大于降雨量的年份,在柳州站有 6 年;南宁站有 8 年。在干旱年,柳州站的蒸发量为降雨量的 1.1~1.76 倍;南宁站为 1.12~1.33 倍。

少雨、气温偏高伴随蒸发量增大致使旱象加剧发展,导致水库水量锐减,很多河溪水塘干枯,地下水位急剧下降,造成生产用水严重匮乏,同时耕地水份损

失,农作物受旱减产。如贵港市2000年7—9月间,各月蒸发量都在210mm以上,比历年同期偏多20~40mm,蒸发量连续3个月在210mm以上,是有气象记录以来的头一次。由于持续干旱,各地农作物受灾面积迅速扩大,贵港市晚稻、晚玉米、甘蔗等作物受灾面积达12.3万hm²,受旱面积超过70%。

2.1.3 降雨时空分布不均,季节性干旱严重

桂中地处南亚热带,尽管年降水量相当充沛,但时空分布不均,一般集中在雨季的4~5个月(图1、表2),春旱或秋旱频发。因此,几乎每年都发生旱灾,作物复种指数多年平均值仅1.84,为广西全区平均值的78%,严重地影响农业生产的发展。数据分析表明,以桂中南北两端的柳州和南宁气象资料看,该区域的降雨量分布极不均一,降雨量偏少年中降雨主要集中在3~4个月,如1991年、1992年中累积3~4个月的降雨量占全年降雨量的60%以上。即使在降雨量较为充沛的年份,如1994年、1998年,3—8月份的6个月的降雨量占全年降雨量的87%以上,其余6个月的降雨量不到全年的13%。由此可见,年内降雨分配不均均是造成季节性干旱的主要原因之一。

表2 桂中地区典型气象站降雨量特征分析表

Tab. 2 Analysis on rainfall features at typical weather stations in central Guangxi

年份	地点	统计月份	月数	降雨量 (0.1mm)	年降雨量 (0.1mm)	所占比 例(%)
1990年	南宁	3,5—7,11	5	7 578	11 887	63.75
	柳州	3,5—7,11	5	8 896	13 634	65.24
1991年	南宁	6—8	3	8 815	11 961	73.70
	柳州	5—8	4	5 736	9 216	62.24
1992年	南宁	5—7	3	7 842	12 702	61.74
	柳州	5—7,9	4	8 700	12 813	67.90
1993年	南宁	4—8	5	9 220	12 502	73.75
	柳州	4~8	5	12 954	16 817	77.03
1994年	南宁	3,5—9	6	15 615	17 478	89.34
	柳州	3—8	6	20 189	22 981	87.85
1995年	南宁	6—10	5	8 801	11 732	75.02
	柳州	5—8	4	5 974	11 646	51.30
1996年	南宁	3,5,6,8,9	5	9 971	11 851	84.14
	柳州	3—8	6	14 062	15 180	92.64
1997年	南宁	3—8	6	12 596	14 898	84.55
	柳州	3—8	6	11 644	14 961	77.83
1998年	南宁	3—8	6	11 194	12 760	87.73
	柳州	3—8	6	13 513	15 521	87.06
1999年	南宁	5—10	6	9 269	12 319	75.24
	柳州	4—8	5	14 907	18 346	81.25

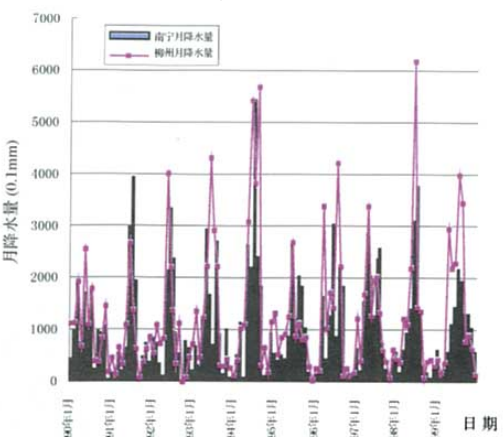


图1 1990年1月至1999年1月桂中地区典型降雨曲线图
Fig. 1 Typical rainfall curve in Central Guangxi
from Jan. , 1990 to Jan. , 1999

2.2 岩溶地质因素

2.2.1 岩溶渗漏

桂中地区上林、宾阳、贵港、合山、兴宾区、象州、武宣、忻城等8个县(市)岩溶分布面积达14 069km²,占土地总面积的75.4%^[6]。由于地处南亚热带湿润气候区,岩溶发育强烈,岩溶系统表层的岩溶化极强,岩层裸露、溶蚀沟槽、溶蚀缝隙、溶潭溶洼、渗(塌)坑、落水洞、竖井、漏斗、溶洞、岩溶管道和地下河等构成地表物质与能量迅速渗漏转移的复杂介质结构系统。降水和地表水易渗入地下,因此造成所谓“一场暴雨千洼涝,十日不雨禾焦头”的岩溶型旱涝现象。

2.2.2 地表、地下双层水文网

岩溶地区由于同时存在着地表和地下两个水文网,水流运移循环与非岩溶区差别很大,地表水文网密度小,产流低。地面河网密度明显小于非岩溶区,地下水径流网发育,如兴宾区河网密度平均仅0.15km/km²,为我国南方非岩溶区平均0.6~1.0km/km²的1/6~1/4^[7]。由于岩溶含水层是一种导水性强而贮水性偏弱的双重介质,水文动态变化剧烈,径流分布不均,自然状态下对可再生资源的储量调节弱。地表流域水量亏多盈少,一般比非岩溶区的产流量低30%~50%。岩溶区水库、山塘等蓄水设施渗漏严重,约近2/3的中、小型水库蓄水达不到设计标准。

2.3 土被保水性差

据初步调查,本区土被基本上为红土化碳酸盐岩风化壳,整体上保水性能极差,强透水、持水性差,如来宾市兴宾区,砂砾质土壤面积占耕地面积的46.5%(表3)。其主要特点:一是土层浅薄,在溶蚀沟槽中呈

囊状产出,多数情况下平均厚度不到1~2m;局部溶槽可达10m或更多,但沿石牙边壁垂向水流下渗迅速。二是砾石多,增加了土层的漏水性。三是基岩面上往往有一层数十厘米厚的残积和交代成因的粘土层,遇旱脱水出现龟裂,加快了水分的流失,对水田危害尤为严重。据小平阳的试验表明,此类土壤的稻田耗水量比粉质土和粘质土的大1~3倍(图2),单位产量的耗水量达到12.5m³/kg,加剧了该地区的水资源供需矛盾。

表3 来宾市砂砾质土壤特征与分布
Tab.3 Characteristics and distribution of
sandy-gravel soil in Laibin

砂砾石成分类型	分布面积 (10 ⁴ hm ²)	占耕地百分比 (%)
硅质角砾	2.93	34.1
铁锰结核	0.68	7.9
洪、冲积砂砾	0.38	4.4
合计	3.99	46.5

注:据谭宏志等统计兴宾区第二次土壤普查资料

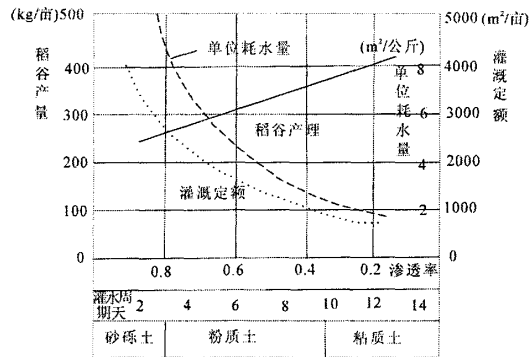


图2 小平阳岩溶平原不同土质的水稻灌溉水量
与产量关系(据张之淦,2005)

Fig.2 Relation between irrigation water amount and
rice output in different soil types in karst
plain at Xiaopingyang

2.4 生态环境恶化

岩溶平原区农业生态系统的基本结构遭到严重破坏,运转陷入恶性循环。首先是短缺了森林这个重要的调节系统。如来宾市兴宾区据1973年普查,全区森林覆盖率只有5.4%,而1989年又进一步降至3.1%,森林涵养水份的能力减弱,水土流失加快,加重了区域干旱。

森林是生态系统的主体,原始森林的(枯枝落叶)垫积层可把40%~80%的降水转变成缓慢排泄的地下径流^[8],从而起到整存零取的作用。如通过生态恢

复重建,使兴宾区森林覆盖率恢复到35%,其总蓄水能力将相当于修建20座1000万m³的中型水库。

2.5 工程性因素

2.5.1 灌溉系统功能低下

据调查,岩溶区80%水库有不同程度渗漏问题,35%水库严重渗漏无效益。节水灌溉工程设施和节水技术应用程度低,渠道水利用系数平均仅0.4左右,不到先进地区的60%。生产1kg稻谷的毛耗水量平均为4.1m³,干旱年份为6.5m³,分别是我国先进地区的4~6倍。灌溉系统功能不高降低了农业抵御干旱的能力,进一步加剧了灾情。在输水过程中损耗,致使灌溉效益达不到原设计标准。如柳江县42座水库已全部完成除险加固,但只有2座水库的干渠已进行防渗改造,其他40座水库的渠道未进行防渗改造,渠系老化严重,利用系数低,渠道水利用系数不足0.4,大量的水在渠道中损耗,致使无水灌田。桂中地区的水利工程设施大都是20世纪50年代末和60年代初建设的,缺乏统一规划,施工质量差;工程设计抗旱防灾标准偏低;区域内农业用水占水资源总量不足6%,缺乏控制性的骨干水利工程,调蓄能力低,稍遇干旱年份就无法满足灌溉要求^[9]。

2.5.2 水利工程不能有效利用和调控水资源

岩溶区水资源的双层水文网,无论在天然子系统还是在人工子系统,地表水都倾向潜入地下,形成地表—地下统一资源系统。但现有水利工程系统主要由地表工程构成,主要控制地表径流。在岩溶平原区地下水资源丰富,其开发条件优越,据统计桂中各县岩溶水开发量仅占可开采资源量的2%~8%,未能充分利用和调控。

2.5.3 水利工程的岩溶渗漏严重

现有蓄水、引水工程多建在峰林、峰丛区,集雨面积小,来水少,调节能力差,加上岩溶发育,许多水库库底、渠道渗漏严重,配套不完善,绝大部分工程由于缺乏资金投入,枢纽及灌区配套不完善,供水调度困难;渠道大部分没有防渗处理,渠系水有效利用率低,大量的水在输送过程中损耗,致使灌溉效益达不到原设计标准。不能满足原设计要求。如黎塘镇现有水利设施,总设计灌溉面积3.38万亩,由于水库工程老化失修、干渠及配套设施渗漏,没能发挥应有的灌溉效益,致使0.55万亩保水田变成单造田,有0.97万亩水田改成旱田。

2.5.4 水资源开发缺乏综合利用措施,灌溉成本过高

桂中岩溶平原区,建设蓄水工程的条件差,很大程度依赖提水工程解决农田供水,但是抽水工程扬程高,电费贵,水利用单一(用于农田灌溉),成本高,农

民负担重,放弃用水。如兴宾区马村电灌站建于1966年,设计灌溉面积2 227hm²,工程设计年限为25年,已超期运行12年,分2级提水,总扬程63m。灌区水稻年平均用水量1.35万m³/hm²,每年水费高达1 320元/hm²。由于运行成本过高而且近几年粮食价格偏低,群众种粮积极性不高,当地群众每年靠天种一季粮后就改种其他旱地作物,以致马村电灌站从1999年至今停止运行。

3 岩溶干旱综合治理措施

3.1 完善和改造水利工程设施,提高水利工程综合利用率

以节水灌溉为目标,改造和新建蓄水、引水工程,完善灌区渠系配套,提高水的利用率,使有限的水资源得到合理配置^[10]。在灌区渠系更新改造、完善配套中推广使用新技术、新材料,提高防渗漏性能,减少水源损失;在开发水能资源时,坚持水电、灌溉、防洪、航运并重;在开发地下水资源时,根据水源条件进行城乡生活、工业生产供水源地建设或水产养殖开发,以达到最大的综合水利效益,提高抗旱防涝能力。在地表水缺乏地区,可以因地制宜采取蓄、提、引结合,适量开发地下水源,解决岩溶地区的干旱缺水问题。在小平阳示范区的刘村核心示范片,2001年可用于养殖的山塘面积180亩,通过项目实施,2005年水产养殖面积增加330亩。2002年建成刘村1口机井,出水量达100t/h,配套修建输水管1 750m,调蓄水池1个,为莲花塘等8个主要养殖山塘提供补充水源,同时保障310亩的“望天田”能种上了双季稻。其中莲花塘原有水面积80亩,水深平均75cm左右,蓄水约4万m³,通过筑坝、开挖和防渗,建坝320m,防渗约7 000m²,挖土约20 000m³,扩大养殖面积达150亩,水深平均1.5m,蓄水量可达15万m³,不仅增强了山塘的水产养殖功能,而且调蓄水资源的能力增大了2.75倍,提高了防旱抗旱能力。2004年该核心示范片水产总量达250t,同时在山塘边新建200头的养猪场和2 000羽养鸡、养鹅场各一个,建立杂交柑示范果园50亩,取得了显著的经济生产和综合治旱技术示范效益。

3.2 充分利用水资源的时空分布变化,实施地表、地下水联合开发

岩溶平原区地表水系不发育,地表水与地下水通过岩溶裂隙、管道相互转化,并且地表支流多在枯季断流。开展地表、地下水联合开发,在地表水断流前尽量采取泵站提水,增加灌区回归水对地下含水层的补给;通过打钻取水,建设抽水型地下调节水库,解决区

域性年际性干旱问题^[11]。该类岩溶区具有浅层岩溶化强、储水性和透水性好、岩溶含水层调蓄功能强的特点,因此,在农作物需水的干旱季节可适当过量开采中深层地下水,形成调节库容,雨季来临后通过天然入渗而恢复地下库容。地下水的开发,通过兴建与灌渠或耕地配套的浅井群网,建立投资少、周期短、取水成本低的小型水田—旱地复合浅井灌区。在黎塘示范核心区吴江村示范片,开展岩溶平原区水资源有效利用与高效节水农业开发综合治旱模式的示范区建设。2001—2005年以来,先后投资320万元,分别完成了:地表—地下水资源联合开发利用,包括两级地表水提水站、五处地下水开发水井;水资源调蓄和节水灌溉设施建设,果园区新建100m³的蓄水池和固定式节水管灌系统,稻田和蔬菜地的三面光节水灌溉渠6 000m。由于得到良好的灌溉,玉米平均亩产450kg,比2001年平均增产150kg/亩;2005年种植白萝卜、胡萝卜3 000多亩。其中白萝卜平均亩产4 100~4 620kg,每亩普遍比2001年增产1 000kg以上;胡萝卜平均亩产3 520~3 940kg,每亩也普遍比2001年增产1 500kg以上,实现增产增收,家家建起了“萝卜楼”。2005年农民人均纯收入2 728元,比2001年人均纯收入1 818元增加910元,年均增长率为12.5%。

3.3 恢复与重建水源生态环境,调节水循环系统的物流机制,减少水资源流失,增强系统供水功能

重建森林生态系统,改善水源生态环境、调整林种结构,提高水源林比例,通过生物作用对降水资源转化为地表水或地下水资源的过程进行调节^[12],利用森林植被的涵养水源功能,缓解降雨分布在时间上的不均一性,减缓形成快速径流时间,减少水资源流失,增加水资源系统的供水能力,与工程措施结合实现开源节流,标本兼治。在小平阳示范区,通过封育地下水分水岭地带约10 800亩山地,营造人工生态经济林5 950亩,并在山前缓坡地带种植优质果树560亩,引进水果、竹、木新品种,加快了示范区水源生态环境的恢复,森林植被覆盖率和水源涵养能力正在逐步提高。

3.4 调整土地利用结构,建设良好的农田生态体系,促进资源利用与环境改善的良性循环

岩溶平原区的平地、缓坡地绝大部分开垦为耕地,以种植农作物、甘蔗为主,据遥感分析,兴宾区和宾阳县的耕地利用占土地总面积的50.57%~55.03%,果园、茶园用地面积不足0.5%。增加岩溶平原的果林地面积,建立农田防护林带,有利于改良农田生态系统、改善系统小气候和水分小循环,减少农田水分蒸发散失,增强农田系统功能和抗灾能力。

3.5 调整种植结构,推广节水旱作、土壤改良、农艺节水抗旱技术

根据作物对干旱环境的适应性,预测每年的降雨变化,充分利用大气水(雨、雾、露等)^[13,14],调节作物种植时间,通过避旱措施防止旱情对生产的影响。如黎塘示范区开展水田的水旱轮作,种地养地结合,推广现行的水稻—蔬菜轮作、旱田和旱地玉米—瓜果—蔬菜多熟,水果、花生、黄豆套种等防旱耕作方式。冬种蔬菜如青刀豆、苦瓜等亩产值一般都在3 000~5 000元,生产效益高,但是需水量大,采用节水生产技术,将有利于充分发挥现有水利设施的功能,减少单位产值的用水成本,获得更好的效益。同时推广农艺节水,控制环境水无效损失,增强土壤蓄水持水能力。如:覆盖保水,采用秸秆、地膜覆盖,可以有效控制水分蒸发,保水保肥;深耕、深沟浅种,多施有机肥、秸秆还田等,增厚耕作层和有机质,改良土壤结构,提高土壤涵水能力,增进水肥吸收及抗旱能力;坡地耕作,推广沿等高线挖拦蓄水沟,减少地表径流,可拦蓄大量地表坡面流,并使水流大量下渗,增加土壤水分和地下水补给量,能有效补充土壤蒸发和作物蒸腾流失,提高保水保肥能力。

3.6 调整农业产业结构,形成多元化农业经济体系

针对该区旱情的季节性、频发性、区域性特征及其对农作物需水的制约,在示范区积极开展农业产业结构调整,主要措施是:①加快发展畜牧业,增大草食性牲畜比重。该区为甘蔗、玉米、花生主产区,有大量可作优质饲料的农副产品如作物秸秆、甘蔗尾叶、花生麸等,而且草地和荒草地资源丰富,引种优良牧草,提高牧草地生产力,建立优质、高效种养结构,提高畜牧业在农业经济中的比重。②加强农产品进行深加工,大力扶持食品、饲料加工业,特别是粮食主产区以粮食、果蔬为主要原料的加工业。以发展农产品加工业为突破口,促进农业增效、农民增收和农村经济发展。③改造第三产业体系,发展现代农村服务业,要建设好为农服务的物质流通网络和信息网络,一是要建立内部经济信息中心,引导生产,沟通产销;二是要完善经济信息市场的服务体系服务功能;三是要创造条件建设“信息高速公路”,达到快、准、全、新、特的效果。通过产业结构的调整降低农业经济对高耗水种植业的依赖性,形成综合抗旱防灾能力。在吴江村示范片的产业结构调整,通过建设经济果林示范基地、良种肉猪养殖基地、优质蔬菜基地,将稻—稻种植改为稻—旱或稻—菜—菜种植、果—菜间作。通过示范工程项目的实施,并不断地引进新品种、新技术,使该村委的蔬菜生产已形成规模化、集约化,并以“桥美萝卜”为特色品牌进入优质农产品市场。

3.7 建立完善农村抗旱服务体系

建立以县级抗旱服务队为龙头、乡镇级抗旱服务队为纽带、村级抗旱协作组织为基础的农村抗旱服务网络,为农民抗旱提供专业化、规范化的服务。要适应现阶段农村生产力发展状况,为边、远、穷、难地区农户提供流动灌溉、抗旱设备维修、租赁服务,示范、推广抗旱节水新技术,解决旱区人畜饮水困难,解决一家一户农民办不了、办不好的事情,为抗旱减灾提供技术保障。

4 结 语

桂中岩溶旱片面积大,土地垦殖率高,水资源的自然配置只能部分保障供水。对于普遍存在的农业干旱问题,通过实施广西桂中岩溶旱片综合治理技术与示范,以增强农业生产的抗旱防旱能力,提高水、土资源利用率和产出率为目标,使灾害性天气发生时,农业生产和农村经济不受到明显影响。综合治旱示范研究结果表明,要有效解决岩溶平原区农业干旱缺水问题,必须从抓好水资源的开发、利用、水土资源配置、生态环境治理、节水、农业资源保护和管理等方面入手,发展高效农业,也就是通过高效利用资源和提高农业生产力水平,实现农村经济和社会的可持续发展。

参考文献

- [1] 张宗祜,卢耀如主编.中国西部地区水资源开发利用[M].北京:中国水利水电出版社,2002.12:18—42.
- [2] 李耀先,李秀存,张永强,等.广西干旱分析与防御对策[J].南宁:广西农业科学,2001.3:113—117.
- [4] 光耀华.广西岩溶地区水资源可持续开发利用战略研究[J].红河,2000,19(2):1—8.
- [5] 涂方旭.广西近80年来的降水量序列及变化特征[J].广西水利水电,1998(4):21—25.
- [6] 夏日元,朱远峰,李兆林.广西岩溶区农业发展的资源及地质环境特征[J].广西科学,1997,(3):192—195.
- [7] 张之淦,苏宗明,吴其祥,等著.岩溶干旱治理[M].武汉:中国地质大学出版社,2005.12:12—17.
- [8] 邓世宗.森林的生态效益与减轻旱涝灾害的对策[C]//广西自然灾害研究与对策.南宁:广西教育出版社,1992:27—38.
- [9] 周游游,蒋忠诚,韦珍莲.广西中部喀斯特干旱农业区的干旱程度及干旱成因分析[J].中国岩溶,2003,22(2):144—149.
- [10] 保海瑛,原小健.推广节水灌溉促进农业可持续发展[J].地下水,2000,22(2):67—68.
- [11] 陈伟海,张之淦,等.峰林平原区岩溶含水层特征与调蓄功能[J].中国岩溶,1999,18(1):19—27.
- [12] 贾嵘,蒋晓辉,沈冰,等.区域水资源潜力研究[J].中国农村水利水电,2000,(12):22—25.
- [13] 寿胜年.雨水集蓄利用技术在广西岩溶地区的应用与发展[J].中国农村水利水电,2001(1):12—13.
- [14] 任扬俊,李建牢,赵俊侠.国内外雨水资源利用研究综述[J].水土保持学报,2000,14(1):88—92.

CAUSES AND COUNTERMEASURES TO DROUGHT IN KARST AGRICULTURAL AREA IN CENTRAL GUANGXI

TANG Jian-sheng^{1,2}, XIA Ri-yuan^{1,2}, XU Yuan-guang², GUAN Bi-zhu², CHEN Hong-feng²

(1. China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China; 2. Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract: In spite of sufficient precipitation and groundwater resources, drought still happens every year in central Guangxi karst area. The farmland hit by droughts amounts to $12.5 \times 10^4 \text{hm}^2$, accounting for 55.9 percent of that in Guangxi, which badly restrict the development of agro-economy. Synthetic studies show that droughts in agriculture in central Guangxi are caused by climate, karst geology conditions and problematic projects. So, seven countermeasures are put forward in the paper: (1) Improving irrigation networks and enhancing synthetic using efficiency of the irrigation networks. (2) Combining surface water and groundwater use according to the distribution of water resources. (3) reconstructing the environment of water resource, adjusting the mechanism of water circulation, reducing water loss, and enhancing water supply. (4) Adjusting land use structure and building high-functional eco-agricultural system, as well as prompting the formation of proper circulation in resources utilization and environment amendment. (5) Adjusting planting structure, popularizing techniques of water-saving tillage and soil improvement. (6) Modulating agricultural industrial structure to form multi-elemental agro-economy system. (7) Setting up and perfecting the synthetic anti-drought service system and other measures, which should be started from 7 ways as exploitation, use, harnessment, disposal, saving, protection and management of water resource in order to enhance water use efficiency, improve the optimized disposal of land and water and eco-environment in water-source area, and furthermore, enhance the ability to avoid and resist drought, and finally to reach sustainable development of rural economy and society.

Key words: Drought in agriculture; Causes; Countermeasures; Central Guangxi karst region

(上接第300页)

- [5] 吕仕洪, 陆树华, 李先琨等. 广西平果县石漠化地区立地划分与生态恢复试验初报[J]. 中国岩溶, 2005, 24(3): 196—201.
- [6] 蒋忠诚. 广西弄拉白云岩环境元素的岩溶地球化学迁移[J]. 中国岩溶, 1997, 16(4): 304—312.
- [7] 蒋忠诚. 岩溶动力系统中的元素迁移[J]. 地理学报, 1999, 54(5): 438—444.
- [8] 马斯纳著. H. 高等植物的矿质营养[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1991: 118—222, 145—213.
- [9] 袁清昌. 钙提高植物抗旱能力的研究进展[J]. 山东农业大学学报, 1999, 30(3): 302—306.
- [10] 潘瑞炽, 董愚得. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995: 33—34.
- [11] 祝沛平. 铜在植物生长发育中的作用[J]. 生物学通报, 2000, 35(10): 7.
- [12] 赵同科. 植物锌营养研究综述与展望[J]. 河北农业大学学报, 1996, 19(1): 102—107.

STUDY ON ELEMENT ACCUMULATION CHARACTERISTICS OF FORAGE PLANTS IN KARST PEAK-CLUSTER DEPRESSION

LAN Fu-ning, JIANG Zhong-cheng, DENG Yan, LUO Wei-qun

(Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract: By studying on the accumulating characteristics of elements Ca, Mg, K, P, Na, Zn, Fe and Cu in forage plants' organs in typical karst peak-cluster depressions, it is found that the distribution of elements in forage plants organs is uneven. Ca, Mg, K, P contents are higher in leaves than stems and roots, while trace element Fe and beneficial element Na mainly concentrate in roots. It is proved that elements Ca and K are enrichment in forage plant organs, while P and Na are rare. Due to the difference in karst geochemical background and climate condition etc. the same kinds of forage plants growing in different karst peak-cluster depressions accumulate the same elements differently.

Key words: Karst peak-cluster depression; Forage plant; Element; Accumulation