

重庆秦巴山区农业用水特征分析^①

汪明星, 张卫华, 靳军英, 王大可, 寇青青

西南大学 资源环境学院, 重庆 400716

摘要: 农业用水直接影响粮食安全生产, 通过分析 2000—2014 年重庆市秦巴山区农业用水变化趋势及农业用水结构, 并对影响农业用水变化的相关指标进行主成分分析, 找出主导因素. 分析结果表明, 重庆秦巴山区农业用水量呈逐年上升趋势并趋于平稳, 近几年维持在 4.6 亿 m^3 左右, 但农业用水量占总用水量的比例却有所下降, 从 2000 年的 55.1% 下降到 2014 年的 43.7%; 农田灌溉用水占农业用水量的比例逐渐减小, 农林牧渔业比例趋向合理, 农业用水结构在向合理的方向发展; 经济作物种植、农作物结构调整、养殖业发展、人口增长、灌溉面积和气候条件是影响重庆秦巴山区农业用水量变化的主要原因, 其中气候因素影响未达到显著水平. 具体分析发现, 近 15 年重庆秦巴山区农业用水量增加主要是由于水果和蔬菜种植面积增长、养殖业发展、人口需求增长、有效灌溉面积增加引起的, 同时, 近几年农业用水量逐渐趋于平稳且未来几年也不会出现大幅增长.

关键词: 秦巴山区; 农业用水; 特征分析; 主成分分析; 影响因素

中图分类号: TV213.9

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2017)04-0131-07

民以食为天, 保障粮食安全关乎国家命运. 完善国家粮食安全保障体系^[1], 实现国家粮食安全战略的目标就必然要求粮食增产, 而粮食增产就自然会引起用水量的增加, 粮食高产要求消耗大量的水, 而农业用水的紧缺又影响粮食生产、高产^[2]. 随着人类文明的进步, 各类用水量需求不断增加, 水资源供需矛盾日益突出, 农业用水量的变化直接影响总用水量和用水结构的变化, 在不同地区、流域及尺度上对农业用水结构、变化、管理、效益等方面的分析和研究也逐渐增多^[3-5]. 研究表明近年来农业用水发生了较大的变化, 但各研究中农业用水特征、变化趋势及影响因素却因地而异^[6-8].

重庆秦巴山区地处秦岭与大巴山地带, 属渝东北地区, 包括城口县、云阳县、奉节县、巫山县、巫溪县 5 个区县, 另外, 由于开州区和万州区同属渝东北地区, 根据项目组的规划方案, 本文将开州区与万州区也纳入重庆秦巴山区的研究范围. 研究区分担着全国最大的淡水资源储备库和长江上游生态安全屏障的战略任务, 在水土保持、淡水储备、南水北调、生物多样性等方面发挥着重要作用, 是重庆生态涵养功能区发展的重要组成部分, 同时, 也是重庆市主要的优质粮和蔬菜生产基地, 区内魔芋、马铃薯、柑橘、脐橙等农产品种类繁多, 农业生产耗水量大. 与此同时, 该地区降水时空分布不均, 其中汛期(4~8 月)占全年降雨量的 70% 左右^[9], 并且区内海拔变化大(73.1~2 796.8 m)^[10], 夏季降雨量随海拔变化有明显差异, 大巴山区内海拔平均上升 100 m, 降雨量会增加 40~45 mm^[11]. 该地区地形地貌复杂, 水利设施薄弱, 可开发利用的水资源量少, 工程性缺水异常严重, 水资源开发利用率低, 尤其是农业用水效益低^[12]. 有研究表明, 近年来该地区年平均气温呈上升趋势, 降雨量逐渐减少, 气候变化向着高温少雨的趋势发展, 高温干旱等气象灾害发生的频率和强度也在增加^[13-14], 该地区春旱和伏旱发生频率分别为 0.71 和 0.90^[10], 严重影响农

① 收稿日期: 2016-08-20

基金项目: 重庆市基础与前沿研究计划项目(cstc2016jcyjA0460); 中国工程院重大咨询项目“秦巴山区绿色循环发展战略研究”重庆地方组子课题(2015-ZD-05-09-06).

作者简介: 汪明星(1990-), 男, 四川会理县人, 硕士研究生, 主要从事水文水资源方向的研究.

通信作者: 张卫华, 博士, 副教授.

业生产. 诸多因素的存在不仅影响到区域粮食安全生产, 还影响到整体水资源的可持续利用^[15-16]. 因此, 本文根据重庆秦巴山区近 15 年的农业用水数据, 分析重庆秦巴山区农业用水、耗水现状及变化趋势, 结合其用水特点, 通过主成分分析方法探讨影响农业用水的主要因素, 进而认识水资源利用变化的原因与机制, 为农业用水及管理、各用水部门之间的合理规划配置提供参考.

1 研究区概况

研究区地处重庆市东北部, 东接湖北省, 西靠四川省, 南邻重庆市梁平县和忠县, 北接陕西省(107°55′—110°11′E、30°24′—32°12′N), 幅员面积 2.54 万 km², 占重庆市面积的 30.79%, 是三峡库区、长江流域经济带和丝绸之路经济带的交汇区域(图 1). 该区域主要由大巴山、方斗山、七曜山、巫山等山脉所属中低山及川东平行岭谷的低山丘陵组成, 地势起伏变化大, 平坝和台地很少, 大部分是坡耕地. 该地区属中亚热带湿润季风气候区, 年平均气温 16~18℃, 冬暖夏热, 空气湿润, 降水丰沛, 但气象灾害频繁, 具有明显的多样性、立体性特征^[10, 17]. 该地区山高、坡陡、谷深, 蓄水、输水设施缺乏, 土层瘠薄, 保水抗旱能力差, 仍采用传统灌溉方式, 水资源利用率低.

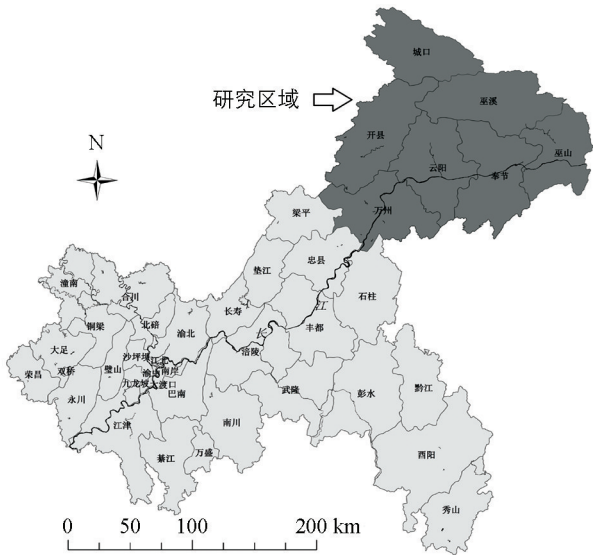


图 1 研究区地理位置示意图

2 重庆秦巴山区农业用水结构分析

本文收集和处理的降雨量、水资源总量、总用水量、农业用水量等水量数据来源于历年的《重庆市水资源公报》, 人口、有效灌溉面积、农作物播种面积、种植业产量、养殖业产量、农业总产值等农业基本资料来源于历年的《重庆市统计年鉴》.

2.1 重庆秦巴山区水资源概况

通过统计分析重庆秦巴山区 2000—2014 年的降水情况, 发现该地区降水年际变化较大, 且呈周期性变化(图 2). 区域内 15 年间平均降水量为 314.9 亿 m³, 降水量最多的是 2000 年的 374.7 亿 m³, 最少的是 2006 年的 242.3 亿 m³, 比平均值低 23.1%, 该年为重庆特大高温干旱年份^[15]. 水资源总量的变化趋势与降雨量的变化趋势基本吻合, 最少的为 2006 年, 比平均值低 36.1%, 2014 年水资源总量比平均值高 27.9%, 而降水总量仅比平均值高 16.0%, 说明水资源总量的变化幅度比降水总量的变化幅度要大.

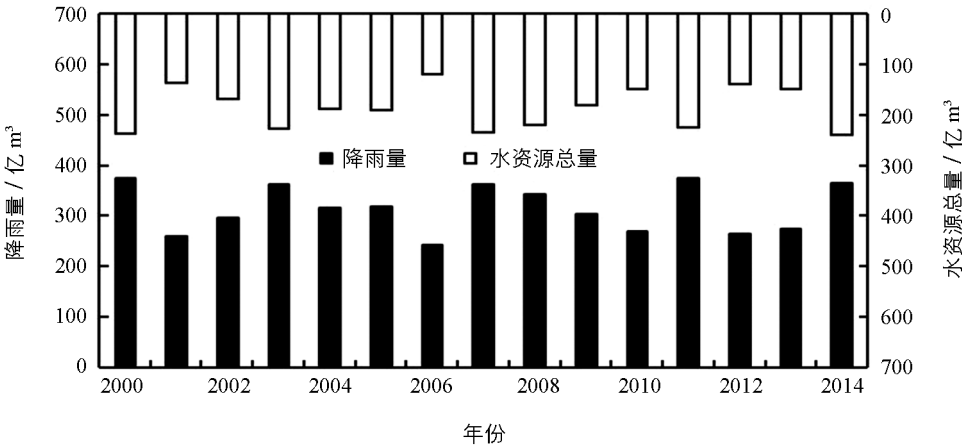


图 2 2000—2014 年重庆秦巴山区降水量和水资源总量

2.2 重庆秦巴山区农业用水结构

随着经济发展、城镇化进程和人们物质生活水平的提高, 用水总量也持续增长, 经历了快速增长到基本保持平稳的过程, 从 2000 年的 6.8 亿 m^3 增长到 2011 年的 10.9 亿 m^3 , 2014 年为 10.8 亿 m^3 (图 3a), 近几年逐渐趋于稳定. 农业用水量从 2000 年的 3.7 亿 m^3 增加到 2014 年的 4.7 亿 m^3 , 增长趋势较为明显, 相比 2000 年增长了 27.0%, 近 4 年逐渐趋于平稳, 维持在 4.6 亿 m^3 左右, 农业用水量占总用水量的比例也随之而变化, 从 2000 年的 55.1% 下降到 2010 年的最低点 37.8%, 2011 年开始农业用水量占比又有所回升, 2014 年增长到 43.7%, 但总体仍呈下降趋势, 2014 年相对于 2000 年下降了 11.4%. 同期生活用水 (城镇公共、居民生活)、生态环境用水有所增长, 工业用水经历了由增到减的历程 (图 3b). 原因是国家从 2012 年开始实行最严格水资源管理制度, 各区县也明确了用水总量控制红线和用水效率控制目标, 淘汰了高耗水的工业用水单位, 提高了工业用水的效率.

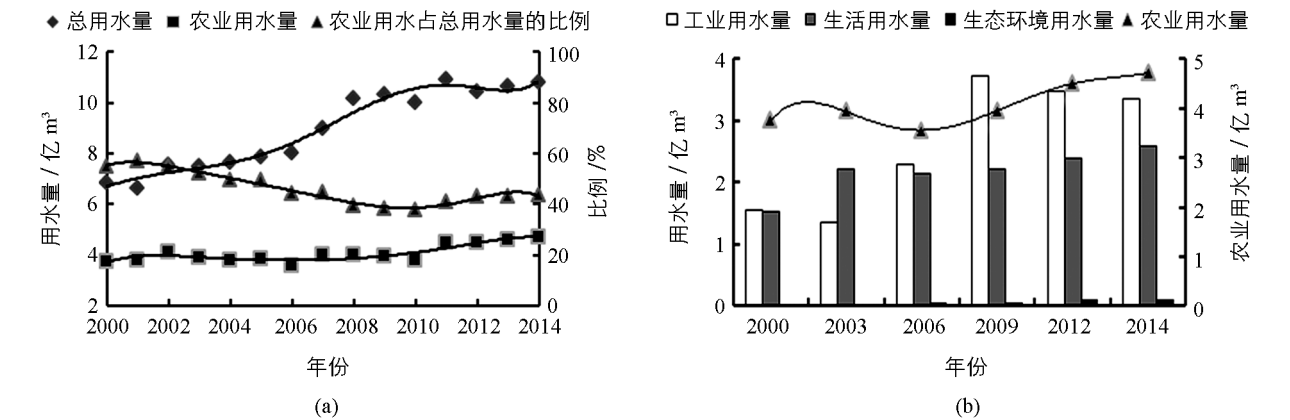


图 3 重庆秦巴山区历年总用水量与农业用水比例(a)和历年各分类用水结构(b)变化图

农业用水量包括农田灌溉用水、林果地灌溉用水、鱼塘补水和牲畜用水量, 图 4 表明, 重庆秦巴山区农田灌溉占农业用水的比例最大, 且近年来有小幅下降的趋势, 林果地灌溉用水量基本保持平稳, 鱼塘补水量则从 2009 年开始有较为明显的增加, 从 2009 年的 0.21 亿 m^3 增长到 2014 年的 0.33 亿 m^3 , 增幅高达 52.9%, 其原因是重庆市近几年对山坪塘进行了整治和必要的清淤扩容, 改善了蓄水灌溉条件, 同时恢复了灌溉面积.

重庆山坪塘数量众多、分布范围较广, 特别是在重庆秦巴山各区县, 骨干水源工程少, 山坪塘却是广大山区农民生产、生活的重要水源保障, 其蓄水能力虽小, 但有灌溉渠系短、水利用系数高、农田灌溉效果好等特点, 是山区农田灌溉和人畜饮水的主要水源. 因此, 近几年牲畜用水量也有小幅增加, 但从 2006 年开始牲畜用水量却出现了下降, 造成这种现象的原因主要有两点, 一是牲畜养殖周期长、效益低, 养殖量减少; 二是随着城镇化的推进, 农村人口转移进城及高山生态移民, 牲畜饲养进一步减少, 随之用水量也就减少.

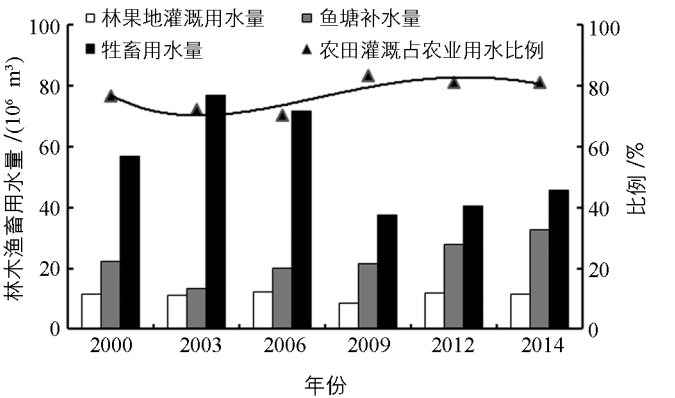


图 4 重庆秦巴山区历年农业用水结构变化图

3 重庆秦巴山区农业用水变化分析

3.1 农业用水变化的主成分分析

农业用水变化受多种因素的影响, 本文采用 SPSS 统计分析软件对影响重庆秦巴山区农业用水变化的各指标进行主成分分析, 参与分析的指标分别是: 降雨量、有效灌溉面积、农作物播种面积 (不包括果

树和茶叶)、种植业产量(粮食、油料、甘蔗、烟叶、茶叶、水果、蔬菜)、养殖业产量(猪肉、牛肉、羊肉)、农业总产值、总人口. 经过分析, 相关指标的特征值及贡献率如表 1 所示, 根据主成分分析原则, 前 3 个主成分的累计贡献率达到了 98.33%, 因此前三大主成分能够反映重庆秦巴山区农业用水变化有关指标的基本信息.

表 1 主成分特征值及主成分贡献率

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%	主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	3.77	53.85	53.85	4	0.09	1.35	99.69
2	1.95	27.85	81.70	5	0.02	0.31	100.00
3	1.16	16.63	98.33				

通过荷载矩阵可以反映出三大主成分与相关指标之间的相关程度, 如表 2 所示, 主成分 1 是对种植业产量、农业总产值、总人口和养殖业产量有绝对值较大的荷载系数, 代表的是种植业、养殖业和人口因素; 主成分 2 是对播种面积和有效灌溉面积有绝对值较大的荷载系数, 其代表的是面积因素; 主成分 3 是对降雨量有绝对值较大的荷载系数, 代表的是气候因子, 因此, 影响重庆秦巴山区农业用水变化的主要因素是种植业、养殖业、人口、面积和气候.

表 2 主成分载荷矩阵

指标	总人口	播种面积	有效灌溉面积	种植业产量	养殖业产量	农业总产值	降雨量
1	0.934	-0.333	0.135	0.995	0.857	0.990	-0.042
2	-0.114	0.819	0.984	-0.047	-0.102	0.096	0.120
3	-0.297	0.450	-0.061	-0.064	0.481	-0.032	0.978

3.2 主要影响因素分析

3.2.1 种植业和养殖业对农业用水变化的影响

通过分析表明, 2000—2014 年重庆秦巴山区种植业产量变化明显, 15 年累计上涨了 27.0 亿 kg, 增幅高达 70%, 其变化主要是由水果总产量和蔬菜总产量引起的, 水果和蔬菜总产量 15 年间一直呈上涨趋势, 2014 年水果和蔬菜的总产量分别达到了 13.2 亿 kg、25.5 亿 kg, 水果总产量相比 2000 年翻了 5.0 倍, 蔬菜总产量翻了 2.6 倍, 可见水果和蔬菜总产量对种植业总产量的贡献是很明显的. 重庆秦巴山区除城口县外都属于三峡库区, 是渝东北生态涵养发展区柑橘产业带, 区内万州红桔、奉节脐橙、开州锦橙、云阳晚熟柑橘等享有盛誉, 发展迅猛, 万州区、奉节县 2014 年水果产量已超过 3.0 亿 kg, 开州区则达到了 4.0 亿 kg. 同时, 重庆秦巴山区还是重庆市主要的蔬菜生产基地, 蔬菜产量逐年攀升, 万州区 2014 年蔬菜产量达 9.5 亿 kg, 开州区和云阳县也超过 4.0 亿 kg. 粮食年总产量经历了由减到增的过程, 2006 年受干旱天气影响总产量最少为 22.2 亿 kg, 2014 年又恢复到 2000 年的 25.0 亿 kg 左右. 甘蔗、烟叶、茶叶年总产量均不足 1.0 亿 kg, 油料年总产量近 15 年增幅不大, 对种植业总产量影响较小. 进一步研究表明, 水果产量增加是由经济作物种植规模扩大引起的, 而农作物播种面积却与 2000 年相比变化不大, 说明农作物种植结构发生了变化, 呈现粮食作物收缩、菜瓜果作物扩张的态势^[18]. 分析近 15 年重庆秦巴山区种植业单位产量用水量, 发现呈逐渐下降趋势并趋于平稳(图 5), 表明近年来重庆秦巴山区作物水分生产力有所提高, 但随着水果和蔬菜种植面积的大幅增加, 农业用水总量依然呈上涨趋势. 养殖业产量在 2000—2014 年间缓慢增长, 15 年间增长了 18.0%, 表明养殖规模有所增加. 综上可知, 经济作物种植规

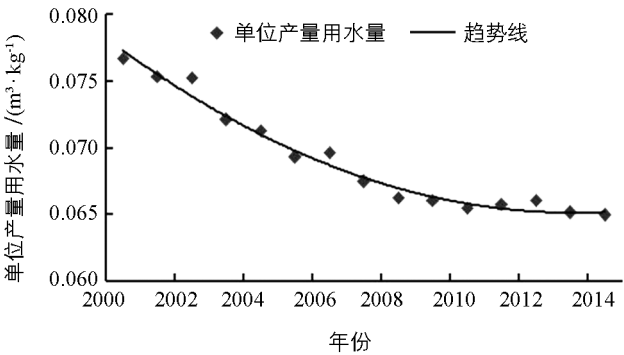


图 5 重庆秦巴山区历年种植业单位产量用水量结构变化图

模和养殖业规模的增加, 农作物结构调整导致了重庆秦巴山区农业用水总量的增长.

3.2.2 人口对农业用水变化的影响

2000—2014 年重庆秦巴山区人口逐年增长, 从 2000 年的 674.77 万增长到 2014 年的 732.78 万, 增长了 8.6%. 人口对农业用水量的影响是通过消费农副产品来间接影响农业用水量变化的, 由于人口的增长, 对粮油、蔬菜、蛋禽等农副产品的需求也相应地增加, 就必须提高产量来满足需求, 农业用水量也自然会受到影响^[19]. 这样, 在有限的耕地面积和水资源总量的情况下, 就必然要求提高单产和水分利用效率, 从而促进农业结构调整, 这有利于节水农业的发展.

3.2.3 面积对农业用水变化的影响

2000—2014 年, 重庆秦巴山区农作物播种面积和有效灌溉面积均从 2000 年开始小幅下降, 然后再逐步增加, 农作物播种面积从 2000 年的 89.7 万 hm^2 下降到 2003 年的最低值 78.7 万 hm^2 , 再增长到 2014 年的 87.0 万 hm^2 , 相比 2000 年有所减少. 农作物播种面积的变化直接导致农业用水量也经历了下降再回升的过程. 有效灌溉面积是指灌溉工程设施基本配套, 有一定水源、土地较平整, 一般年景下, 当年可进行正常灌溉的耕地面积, 它是与农业用水量直接相关的一个重要指标. 近年来, 各级部门加大了对农田水利设施建设的投入, 如整治山坪塘、实施五小水利工程和灌区续建配套与节水改造工程等项目, 恢复和增加了部分有效灌溉面积, 直接引起农业用水量的增加, 与重庆秦巴山区农业用水量的变化吻合.

3.2.4 气候对农业用水变化的影响

本文主成分分析的气候因素主要是降雨量, 2000—2014 年重庆秦巴山区降雨量呈现周期性波动变化 (图 2), 平均 2~3 年会出现一次降雨量较高的年份, 年均降雨量为 1 239.3 mm, 虽然年降雨量较为充沛, 但区内地形地貌复杂, 降雨随海拔变化大, 海拔越高降雨越多^[11]. 同时, 区内干旱发生频率高, 伏旱和春旱尤为严重^[10]. 15 年间农业用水量并没有随降雨量产生波动变化, 而是呈逐年上升趋势.

3.3 农业节水措施分析

目前, 重庆秦巴山区农业节水灌溉措施主要为渠道防渗, 并有少量的喷灌、微灌和低压管灌. 截止到 2014 年该地区节水灌溉面积达到 3.68 万 hm^2 , 占实际灌溉面积的 54.7%, 其中 90% 以上为渠道防渗灌溉面积, 喷灌、微灌和低压管灌等节水技术仅和平坝、低洼地带有少量应用. 由于近年来重庆市大力推进大中型灌区续建配套与节水改造建设, 实施小型农田水利设施和高效率节水示范项目建设, 通过清淤、深挖、加坝扩容、防渗、加固除险等方式实施山坪塘整治, 对临江临河的 0.13 万 hm^2 坡地进行坡改梯工程治理, 使之成为能种庄稼的梯田或苗圃, 并且根据其山地丘陵地貌, 开展“五小工程”(小塘坝、小渠道、小泵站、小堰闸、小水池)建设, 着力打通农田灌溉“最后一公里”难题, 因地制宜地发展节水灌溉. 通过以上技术措施减少输水损失, 提高农业用水效率, 2015 年该地区农田灌溉水有效利用系数达到了 0.48 左右. 因此, 在诸多因素的影响下, 该地区农业用水量增速放缓, 且近几年变化不大.

同时, 各级部门也出台了相关政策法规促进节约用水. 2016 年 4 月, 水利部制定了《水权交易管理暂行办法》, 鼓励开展多种形式的水权交易, 促进水资源的节约、保护和优化配置, 提高水资源利用效率和效益, 以市场机制破解缺水难题, 以经济手段激励节约用水, 推动水资源可持续发展. 2016 年 8 月, 重庆市印发《关于推进农业水价综合改革(试点)的实施意见》, 明确将建立农业水权制度, 按照灌溉用水定额, 科学核定区县农业用水总量, 实行农业用水总量“封顶”政策, 节约用水可获政府奖励. 在不增加农民负担的前提下, 用价格手段推动农业用水模式改革, 积极实施种植结构调整, 将高耗水作物改为耐旱作物, 从而促进农业用水方式由粗放式向集约式转变.

4 结 论

通过对重庆秦巴山区 2000—2014 年水资源状况及农业用水特征进行分析, 对区域内农业用水结构、种植业及养殖业有了更为深刻的认识, 探讨影响农业用水量的主要因素, 分析水资源利用变化的原因与机

制,得出了如下结论:

1) 近 15 年来重庆秦巴山区农业用水量呈逐年上升趋势,并逐渐趋于平稳,近 4 年来保持在 4.6 亿 m^3 左右.但农业用水量占总用水量的比例总体却呈下降趋势,近三年保持在 43.5%左右,较 2000 年下降了 11.6%,而其他部门用水比例有所增长,表明各业用水结构趋向合理.随着渝东北生态涵养发展区的定位,水权制度的推行,国家最严格水资源管理制度的实施,用水效率和效益的提高,未来几年重庆秦巴山区农业用水量将不会出现大幅度增长.

2) 近几年牲畜用水量和鱼塘补水量逐年攀升,而农田灌溉用水比例有小幅下降趋势,表明农林牧渔业比例趋向合理,农业用水结构在向合理的方向发展.随着人们生活水平的提高及生态农业的发展,刺激了蔬果、畜产品等需求的增长,未来林牧渔业的用水量也会随之增加,进而推动农业产业结构的调整,这有利于节水型农业的发展.

3) 经济作物种植、农作物结构调整、养殖业发展、人口增长、灌溉面积增加和降雨量变化是影响重庆秦巴山区农业用水量变化的主要原因,其中降雨量的贡献率最小.

5 建 议

1) 加强水资源管理制度“三条红线”考核,控制用水总量、提高用水效率.由于重庆秦巴山区山地丘陵地形条件限制,农田水利、耕作道路等基础设施薄弱,应结合实际加强小型农田水利建设,继续实施山坪塘整治,库渠塘堰结合,增加雨洪资源利用量,利用工程措施解决降雨时空不均导致的水资源短缺、农村饮水困难问题.

2) 依托区域优势,发展特色循环农业,推动农业用水结构调整.以生态涵养保护为基础,根据重庆秦巴山区立体地形的多样化特点以及资源优势,因地制宜发展粮油、柑橘、蔬菜、畜产品、坚果、食用菌、中药材等特色生态农产品,结合重庆秦巴山区风景旅游区、高山避暑地、特色产业基地等发展休闲观光农业,推动绿色循环农业发展.

参考文献:

- [1] 仇相玮,胡继连.我国粮食安全视角下的农业用水保障战略研究[J].水利经济,2014,32(6):50—53.
- [2] 李保国,黄 峰.蓝水和绿水视角下划定“中国农业用水红线”探索[J].中国农业科学,2015,48(17):3493—3503.
- [3] JENSEN M E. Beyond Irrigation Efficiency[J]. Irrigation Science, 2007, 25(3): 233—245.
- [4] FERERES E, SORIANO M A. Deficit Irrigation for Reducing Agricultural Water Use[J]. Journal of Experimental Botany, 2007, 58(2): 147—159.
- [5] 李保国,黄 峰.1998~2007 年中国农业用水分析[J].水科学进展,2010,21(4):575—583.
- [6] 王玉宝,吴普特,赵西宁,等.我国农业用水结构演变态势分析[J].中国生态农业学报,2010,18(2):399—404.
- [7] 汤美娜,杨 凯,尚钊仪,等.上海市农业用水现状及节水途径探讨[J].水资源保护,2015,31(4):111—115.
- [8] 于静洁,吴 凯.华北地区农业用水的发展历程与展望[J].资源科学,2009,31(9):1493—1497.
- [9] 蒋 智,况明生.重庆地区近 57 年降水量变化特征及其影响分析[J].亚热带水土保持,2009,21(2):9—13.
- [10] 蒲昌权.渝东北地区干旱灾害对农业生产的影响及对策[J].现代农业科技,2008(18):214—216.
- [11] 陆忠艳,马 力,缪启龙,等.起伏地形下重庆降水精细的空间分布[J].南京气象学院学报,2006,29(3):408—412.
- [12] 高 明,王子芳,魏朝富,等.重庆水资源的农业利用及节水农业的发展对策[J].西南农业大学学报(自然科学版),2004,26(6):727—730,744.
- [13] 陈鲜艳,宋连春,郭占峰,等.长江三峡库区和上游气候变化特点及其影响[J].长江流域资源与环境,2013,22(11):1466—1471.
- [14] 周 浩,杨宝钢,程炳岩.重庆近 46 年气候变化特征分析[J].中国农业气象,2008,29(1):23—27.
- [15] 王龙昌,谢小玉,张 臻,等.论西南季节性干旱区节水型农作制度的构建[J].西南大学学报(自然科学版),2010,32(2):1—6.

[16] 刘晓冉, 杨茜, 程炳岩, 等. 近 46 年重庆地区降水资源的变化特征分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2010, 32(7): 93—100.

[17] 蔡书良, 李淑春. 重庆直辖市区域位置分析 [J]. 四川师范大学学报(自然科学版), 2001, 24(4): 423—425.

[18] 信桂新, 魏朝富, 杨朝现, 等. 1978—2011 年重庆市种植业变化及其政策启示 [J]. 资源科学, 2015, 37(9): 1834—1847.

[19] 高杨, 苗颖. 宿州市农业用水变化及影响因素分析 [J]. 河北北方学院学报(自然科学版), 2013, 29(6): 55—58.

Analysis of the Characteristics of Agricultural Water Consumption in the Qinba Mountain Area of Chongqing

WANG Ming-xing, ZHANG Wei-hua, JIN Jun-ying,
WANG Da-ke, KOU Qing-qing

School of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China

Abstract: Agricultural water directly affects food security. The trend of agricultural water consumption and agricultural water structure in the area of the Qinling-Daba (Qinba) Mountains in Chongqing from 2000 to 2014 were studied with principal component analysis to find the main influencing factors for agricultural water. The results were as follows. Agricultural water consumption increased steadily in recent years and tended to be stable, it maintained at about 460 million m³ and the proportion of agricultural water consumption to total water use dropped to some extent, from 55.1% in 2000 to 43.7% in 2014. The proportion of farmland irrigation water to total agricultural water consumption gradually decreased, the proportions of planting, forestry, animal husbandry and fishery became more reasonable, and hence the structure of agricultural water use was developing in a rational way. Cash crop cultivation, crop structure adjustment, development of aquaculture, population growth, change in irrigation area and climate conditions appeared to be the main factors which influenced the change of agricultural water consumption. The influence of climate was non-significant statistically. In a more detailed analysis of the main factors, it was found that the increase in agricultural water consumption was mainly due to the increasing planting areas for vegetables and fruit crops, the development of breeding industry, the increasing demand of the population for food and the increase in effective irrigation area, and that in recent years agricultural water consumption had reached a plateau and there would be no substantial increase in the next few years.

Key words: Qinba mountain area; agricultural water; characteristics analysis; principal component analysis; influencing factor

责任编辑 崔玉洁

