

文章编号: 1001- 9499 (2003) 02- 0011- 04

湛江市的干旱治理与森林生态系统的水文效应

杨新华 郭荣发

(湛江海洋大学农学院, 广东 524088)

摘要: 在综合分析湛江地区干旱成因的基础上, 充分利用水文、地质条件的优势, 通过林业生态工程、生态农业模式以及农业种植结构的调整等措施, 特别是森林生态系统水文功能的持续稳定发挥, 促使更多的雨水下渗成为壤中流、地下径流和地下贮水, 以便从根本上治理干旱。

关键词: 湛江地区; 干旱; 雨水; 下渗

中图分类号: S 715.7 **文献标识码:** B

湛江市位于我国大陆最南端, 东濒南海, 西临北部湾, 介于 20°17' ~ 21°57' N, 109°41' ~ 110°58' E 之间。区内地势平缓, 北高南低, 属于平原低地和低丘地形。以玄武岩风化发育的砖红壤为主, 自然植被为热带稀树短草群落, 滨海台地为沙荒植被, 属热带季风气候区, 年均温度 22~ 23℃, 全年日照长, 湿度大。因地处台风的主要路径, 每年均有不同程度的台风、暴雨和暴雨。

1 湛江市水文地质概况

1.1 水文要素及河流水系

1.1.1 主要水文要素

该地三面环海, 受热带季风气候的影响有明显的雨季 (4~ 9 月) 和旱季 (10~ 3 月) 之分。来自太平洋和南海, 偶有孟加拉湾的过路水汽成为雨季降水的主要来源, 降水量占全年的 80%。旱季降水多源自冷空气南下, 因而降雨的年内分配很不均匀。区内平坦的地势导致水汽难以停滞, 抬升而成为气

流的通道, 故造雨能力相对较弱。多年平均年降水量 1 495 mm, 但境内北部和南部的高台地各有 1 条 1 600 mm 的等雨量线, 多年平均陆地蒸发量 800~ 1 000 mm, 水面蒸发 1 080 mm。

1.1.2 主要河流水系

湛江市境内河流众多, 但流程短促, 大多为独流入海的暴流性小河。集水面积 100 km² 以上的干支流有 42 条, 其中 22 条独流入海。主干河流鉴江、九洲江和南渡河等均独流入海, 其主要河流特征见表 1。

1.2 水文地质概况

在地质构造上该地属于雷琼新生代断陷盆地, 在水文地质单元上为雷琼自流盆地的东北部。新生代时期, 雷州半岛处于凹陷区, 形成了厚达 3 000 m 的松散——半固结岩层, 为该地地下水的形成、储存和运输提供了良好的水文地质条件。主要含水层有基岩裂隙、松散岩类孔隙和玄武岩中的孔洞裂隙。地下承压水以雷州半岛中心轴线为分水岭, 水头压力自两侧递减。

表 1 湛江市主要河流基本情况

河名	河长 (km)	坡降 (‰)	流域面积 (km ²)	年径流量 (亿 m ³)	年均流量 (m ³ /s)	年降水量 (mm)	径流模数 (cm/a km ²)
鉴江	281	0.37	9 464	85.70	272.0	1 878	28.7
九洲江	154	0.47	3 113	14.10	44.7	1 604	23.5
南渡河	88	0.17	1 444	8.66	27.5	1 495	19.0
遂溪河	80	0.19	1 486	1.03	32.7	1 686	22.0
流沙河	45	1.86	253	1.09	3.5	1 353	13.7

* 本文为湛江市“998 科技兴湛”课题 (2001- 49) 的部分研究报告

2 湛江市水资源现状及干旱成因

2.1 水资源现状

2.1.1 地表水资源概况

该地境内河流属雨水补给型, 季节性特征明显, 多年平均径流深 645 mm, 径流总量 80.35 亿 m^3 。径流深等值线自北 900 mm 向南 400 mm 递减, 但汛

期径流量占全年的 70% ~ 85%。最大年与最小年可相差 5~6 倍。

迄今为止, 湛江市已经建成的蓄水工程有 3 016 宗。总库容为 26.49 亿 m^3 , 集雨面积达 4 385 km^2 , 兴利库容为 14.67 亿 m^3 , 灌溉面积 20 万 hm^2 , 其中大型水库 3 宗, 集雨面积 1 529.6 km^2 。全市大型水库特征见表 2。

表 2 湛江市大型水库基本情况

库名	所在地	集雨面积 (km^2)	总库容 (亿 m^3)	正常蓄 水位 (m)	正常蓄洪库 容 (亿 m^3)	历史最高 水位 (m)	设计 (万 hm^2)
鹤地	廉江	1 440	11.51	40.5	8.76	40.78	9.78
水大桥	徐闻	196	1.49	56.5	0.92	56.59	0.84
长青	廉江	178	1.24	45.0	0.71	46.64	1.33

2.1.2 地下水资源概况

湛江市的自然地理和水文地质特点决定了地下贮水的补给来源主要为大气降水和地表水, 众多的水库、输水渠系以及大面积农业灌溉的水体下渗成为其补给源。但地下水分布并不均匀, 地下水补给模数每平方公里最多为徐闻的 44.9 万 m^3 , 而市区仅为 27.5 万 m^3 。

地下水资源年可开采量是湛江市水利局根据多年平均年降水量、径流量和蒸发量三者的平衡来确定的。据此计算出平原区地下水资源 32.69 亿 m^3 , 其中浅层地下水 22.98 亿 m^3 。

2.2 湛江市的干旱成因

湛江地区的干旱是自然地理长期演化的结果。虽然多年平均年降雨量达 1 495 mm, 但降雨多为热带气旋所带来的热雷雨、台风雨和锋面雨, 因而常形成暴雨和大暴雨。而且受热带季风气候的影响, 该地有明显的旱季和雨季, 雨季降水量是全年的 80%。所以在降水丰沛的同时, 因季节分配的很不均匀而导致干旱时有出现。同时, 境内地势和缓, 属平原阶地和低丘地形, 因而河流多短浅而独流入海, 导致河川径流的 80% 无法利用。即使在降雨量达 1 856 mm 的 1997 年, 湛江市仍缺水 9.78 亿 m^3 。因此, 在降水的时空分布和境内河川径流的特征共同形成了干旱的自然地理原因。

湛江市在水资源开发和利用过程中, 由于管理不善导致旱情的进一步加剧。如鹤地、长青和大水桥等大型水库有多年调节能力, 但在实际调运中基本上是多水多用, 少水少用, 1 年用空, 不留后备。在管理上谋求眼前利益, 长期废泄发电, 以致在枯水年或连续枯水年时, 库水位降至死水位以下运行; 丰水年或连续丰水年时则出现弃水现象, 最终导致

水库调度不力, 水资源未充分利用的情况。另外, 由于水利工程多为 20 世纪 60 年代兴建, “先通水, 后提高”的指導思想和工程管理体制不健全, 经费不足, 致使大部分工程趋于老化, 水资源透过渠道而下渗致使浪费严重。

3 森林生态系统的水文效应及治理湛江地区干旱的可行性分析

3.1 热带地区不同地表的土壤水文——物理特征

土壤的水文——物理特征值一般包括土壤容重、最大持水量、非毛管孔隙、总孔隙度和凋萎含水量等。毛管孔隙度和非毛管孔隙度在影响雨水下渗的因素中最为重要。经过对广东电白小良的侵蚀地和云南西双版纳东风农场的热带雨林地、橡胶林地和农作地的研究显示, 热带雨林与橡胶林地、农作地和侵蚀地相比, 两者的非毛管孔隙存在显著性差异。不同地表的土壤水文——物理特征值见表 3。

3.2 森林土壤的孔隙特征及其贮水能力

森林能改良土壤结构, 增加其孔隙度, 促使雨水下渗成为地下贮水。在热带地区, 不同类型的森林土壤非毛管孔隙在 18.2% ~ 23.7% 之间, 总孔隙度达 70.3% ~ 78.7%。这主要源自森林的枝叶茂盛, 根系粗壮且分布深广, 以及富集的枯枝落叶有利于土壤孔隙的发育。特别是在根系集中的 30 cm 土层, 因根系活动的挤压和表面接触效应改善了土壤的通透性, 雨水下渗量明显增加。非毛管孔隙是土壤重力水移动的主要通道, 这一点对土壤的贮水和下渗能力特别关键。在各种森林生态系统土壤层 (0~60 cm) 的蓄水量中, 非毛管孔隙蓄水量平均 89.57 mm, 在热带山地雨林和半落叶雨林则分别可

表 3 热带地区不同地被土壤有关特征值

土层厚度 (cm)	广东电白小良			云南西双版纳景洪县东风农场								
	土壤侵蚀地			热带雨林			橡胶林			农作地		
	容重	毛管孔隙	总孔隙度	容重	毛管孔隙	总孔隙度	容重	毛管孔隙	总孔隙度	容重	毛管孔隙	总孔隙度
0~ 10	2.11	38.82	39.37	0.71	29.39	70.18	0.91	46.84	66.99	1.12	47.13	64.68
10~ 20	2.08	35.15	35.86	0.94	45.50	68.71	1.04	43.70	62.25	1.14	42.46	54.93
20~ 30	2.04	34.95	35.50	1.00	48.19	65.23	1.04	44.46	62.82	1.13	43.68	54.37
30~ 40	2.03	40.82	41.43	0.47	47.13	58.85	1.14	44.17	56.83	1.14	44.90	52.42
40~ 50	1.94	41.36	41.36	1.05	49.80	61.56	1.18	48.53	59.16	1.18	46.17	50.52

* 该部分有关数据引自《中国森林生态系统水文生态功能规律》一书第 137 页

达 150 mm 和 102 mm。就土壤年渗量而言, 在热带山地雨林——砖黄壤系统中, 在 100 cm 土层内下渗量达 355.7 mm, 为年降水量的 16%。

3.3 森林生态系统的降水截持

森林的降水截持通过林冠层、灌草层和枯枝落叶的吸持和截留来完成。周光益等对热带山地雨林的降雨分析认为, 单次降雨过程的林冠截留量、树干径流量和穿透雨量与降雨量线性相关, 随降水量增加而增加, 但林冠截留率明显减少。这样经过林冠层、灌草层的截留和缓冲, 减少了进入林地的水量、能量和地表径流量, 为雨水下渗创造条件。林地枯枝落叶层的截留能力取决于其存量的多少。一般说来, 枯枝落叶吸持的水量为其自身干重的 2~ 4 倍, 平均为 3.09 倍。但热带地区水热条件适宜, 凋落物分解迅速, 死地被物累积量较少, 因而其截留量仅为 3~ 10 mm。

3.4 森林生态系统对地表径流的调节

森林一方面通过林冠层、灌草层和枯枝落叶层对降水进行截留, 减少了进入林地的雨量和雨强, 从而直接影响了地表径流的形成和流量。尤其是枯枝落叶层, 它不仅吸收涵养大量水分, 而且增加了地面粗糙度, 影响地表径流的流动, 延缓其流出时间。另一方面, 森林能改善土壤的理化性质, 增加有机质含量, 植株根系和森林动物促进了土壤孔隙的发育, 进而使雨水的下渗率增加, 使森林植被——土壤系统涵养更多的雨水, 最终达到削减洪峰, 维持枯水季径流量的相对稳定, 以提高水的利用效率。

3.5 干旱治理的可行性分析

湛江市干旱的主要原因是降水的季节分配不均, 同时河流的短浅且独流入海的暴流性导致河川径流的 80% 无法利用。但同时存在多年平均年降雨量达 1 495 mm 和该地区厚达 3 000 m 的松散——半固结岩这样良好的水文地质条件, 为干旱的治理提供了较好的自然条件。因此, 治理干旱的关键在于如何将丰沛的降水转为地下贮水。

4 湛江市治理干旱的主要措施

4.1 林业生态工程的实施

林业生态工程的实施是以森林生态系统水文功能的持续、稳定发挥为宗旨, 促使丰沛的降水下渗成为地下贮水。由于大型水库、河流均集中于湛江市的山区县市(吴川、廉江), 因此, 该地区的水源涵养林是主要的生态林业。在充分考虑该地的水文、地质及地貌特征的基础上, 在较大型河流如鉴江、九洲江和大型水库如鹤地水库等的集雨区域内普遍植树造林。这样, 一方面通过森林生态系统的水源涵养减缓河流的流速, 使河川径流能得到更好的利用, 同时, 稳定水库的水位, 维持其正常的调度能力。另一方面, 可减少水库泥沙淤积, 稳定库容, 为其多年调度能力的发挥创造条件, 也可有部分雨水下渗成为土壤贮水、地下径流和地下贮水。而在该市的平原县市(徐闻、雷州、遂溪、市区), 农田林网的营造也非常重要。除可抵御不同程度的台风和热带风暴的侵袭外, 还可为植物的生长提供适宜的水文生态环境, 如相对高的空气湿度和土壤湿度以及湿度变化的滞后性等。更为重要的是通过农田林网的水文功能, 促使雨水下渗成为表层壤中流和地下径流, 从而涵养较多的水分, 在适宜的地质条件下通过深层渗透成为地下贮水, 这样即使在旱季, 农作物的生长同样有相对充足的水分供应, 从而提高了雨水的利用效率。

4.2 生态农业是现代农业可持续发展的最佳模式

生态农业是运用生态系统中生物共生和物质循环再生原理, 利用系统工程的方法和现代科技成果, 因地制宜地组织农林牧渔生产, 实现生态、经济和社会效益的协调发展。对湛江地区而言, 在对区内农业资源进行全面清查的基础上, 以生态农业模式为标准重新进行了区划和规划。根据相似性和差异性进行了土地经营模式的分类, 要求在同类的地块

上,运用生态经济规律,将经济林类树种如龙眼、香蕉等多年生植物和栽培作物如水稻等以及养殖业的鸡、鸭等动物,在空间上或时间排序上进行有机的结合。这样,在改善农业生态环境的同时,取得相应的经济效益,实现其自身的可持续发展,同时为该地社会经济的发展提供良好的环境支持。

4.3 现有农业种植结构的调整和节水技术的推广

湛江市地处热带,光热资源非常丰富。虽然多年干旱指数平均值达 0.63~0.75,为偏湿润区,但降雨的季节性分配和水文要素的综合影响导致干旱时有发生。因此,为了发挥资源的比较优势,充分利用光热资源,减少对稀缺的水资源的依赖程度,湛江市果断地对现有的种植结构进行了调整,减少耗水大、经济价值较低的农作物种植面积。根据重新区划和规划的成果,在台地、高地种植多年生经济作物,大力推广耐旱的作物品种,如菠萝等。同时大规模推广最新的农业节水技术,改变原始落后的灌溉方式。在提高单位面积经济效益的同时,降低耗水系数。

4.4 治理干旱的其它措施

首先,必须强化现有水利工程的管理,避免水资源的浪费。要求在骨干水渠配套和硬化的同时,提高水库的调度能力。实行按城市生活用水、农业灌

溉用水和工业用水的不同要求供水。其次要适当提高水价。因为水是一种相对稀缺的经济资源,水价偏低导致工农业和生活用水极大的浪费。最后,在水文地质条件许可的丘陵、山地修建一定数量的非硬底储水罐、坑,在方便田间用水的同时,也可有部分下渗成为地下贮水。在适宜的水文地质条件地区(如火山岩类孔洞裂隙)打机井,将河川径流的部分、降水或将经过处理净化后的生活用水回灌地下,在一定程度上也可以补给地下水。

参 考 文 献

- [1] 林世荣,温远光等.中国森林生态系统水文生态规律.北京:林业出版社,1996
- [2] 广东省水利局,湛江市水利局.湛江市地下水资源开发利用规划报告[R],1997
- [3] 湛江市水利局.湛江市1997年度水资源公报[R],1998
- [4] 杨新华.湛江市的干旱及水资源的可持续利用[J].华中农业大学学报(社会科学版),2000(4)
- [5] 唐益群,叶为民编.地下水资源概论[M].上海:同济大学出版社,1998

第1作者简介:杨新华(1969-),男,1992年毕业于华中农业大学林学系林学专业。现为广东省湛江海洋大学农学院讲师,主要从事森林生态系统的水文效益与干旱治理等方面的研究。

收稿日期:2002-12-18

Solution to the Drought and the Hydrological Function of Forest Ecosystem in Zhanjiang City

YANG Xinhua

(Zhanjiang Ocean University Agriculture School, Guangdong 524088)

Abstract This paper analyses the causes of drought comprehensively, utilizing the hydrological and geological characteristic, apply the ecological forestry project, the ecological agriculture model and the adjustment of current plantation's structure. Especially utilize the hydrological functions of forest ecosystem sustainable and stabilizedly. All these actions make rainfall soak into soil efficiently, then become flows in soil, groundwater runoff and underground water, so as to solve the drought in Zhanjiang area finally.

Key words Zhanjiang area; Drought; Rainfall; Permeation