

福建耕地资源

邢世和 著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

福建耕地资源

CROPLAND RESOURCES IN FUJIAN

邢世和 著

厦门大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

福建耕地资源/邢世和著. —厦门:厦门大学出版社, 2003. 12

ISBN 7-5615-2150-2

I. 福… II. 邢… III. 耕地-土地资源-研究-福建省 IV. F323. 211

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 097845 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门大学 邮编:361005)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

三明地质印刷厂印刷

2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17.25 插页:9

字数:460 千字 印数:1-1 000 册

定价:35.00 元

如有印装质量问题请与承印厂调换

福建省“百千万人才工程”
人选培养资金资助项目

**The Project Sponsored By Fujian Provincial
Training Foundation For “Bai-Qian-Wan”
Talents Engineering”**

内 容 简 介

本书是利用作者近 10 年来从事福建省耕地资源系列研究（包括耕地土壤类型及其变化、耕地资源利用现状及其变化分析、耕地生产潜力评价、农用地资源适宜性评价、耕地地力评价、后备耕地资源评价、耕地土壤环境质量评价、耕地利用结构优化以及耕地资源可持续利用分区和评价等）所获得的有关成果编写而成的专著。全书共分十一章。第一章介绍影响福建省耕地发育的气候、地质地貌、水文和土壤等条件；第二章在分析福建省耕地土壤类型、数量及其分布的基础上，利用 GIS 技术研究自第二次土壤普查至今全省耕地土壤类型数量和空间分布的变化，探讨变化的原因和可能产生的不利影响；第三章阐述福建省耕地资源利用现状的数量与分布、耕地数量的动态变化、耕地利用的程度与效益以及利用存在的问题；第四章在概述耕地地力评价基本概念及国内外研究进展的基础上，介绍 GIS 支持下的福建省耕地地力评价技术方法、耕地地力状况与分布以及主要障碍因素等；第五章介绍 GIS 支持下的福建省耕地生产潜力评价技术方法，探讨福建省主要农作物耕地生产潜力及其分布规律；第六章介绍 GIS 支持下的福建省宜耕地资源评价技术方法及其成果，探讨宜耕地资源及后备耕地资源的数量、分布及其质量状况；第七章介绍采用 GIS 和数学模型集成技术进行福建省耕地资源永续利用分区及其评价的技术方法和成果，对各县（市、区）耕地资源的持续利用度进行定量评价；第八章以莆田市荔城区为实例，在概述耕地土壤环境质量调查评价基本理论的基础上，介绍 GIS 支持下的福建耕地土壤环境质量评价的技术路线和方法，分析荔城区耕地土壤环境质量状况；第九章利用全省耕地资源相关评价成果资料，分析福建省耕地资源的开发利用潜力；第十章采用线性规划法，立足于福建省耕地资源优势，研究探讨福建省耕地资源利用结构的优化方案；第十一章探讨福建省耕地资源可持续利用战略，提出实现耕地持续利用的战略目标、重点、布局与对策。

全书内容丰富，资料翔实，观点明确，不仅对福建省耕地资源及其可持续利用的主要问题作了较为深入的研究、分析和探讨，而且展示了作者近年来从事福建省耕地资源系列研究取得的主要成果图件资料，图文并茂，适合福建省土地和农业管理部门、科研单位的领导干部和科技人员以及农业大中专院校的广大师生参考使用。

前 言

耕地是土地资源的精华,是农业生产最基本、不可替代的生产资料。从各种农用地的产出效果分析来看,若以天然草地的产出为100计,则林地为161,耕地为17881,即耕地的产出效果约为草地的179倍、林地的111倍(毕于运,1995)。耕地是人类赖以生存的重要基础,“民以食为天,粮以土为本”,我国以占世界7%的耕地,生产了占世界20%的粮食,养活了占世界22%的人口,我国人民生命活动所需的80%以上的热量、75%以上的蛋白质、83%的食物均来自耕地,90%以上的肉蛋奶也是由耕地生产的农副产品转化而来(毕于运,1995),故没有足够数量且质量稳定的耕地资源就不可能为社会提供足够的生活必需品。耕地是国民经济的物质基础,是社会稳定发展的重要保证。统计资料表明,我国以农副产品为原料的加工业产值约占全国工业总产值的25%~30%;自1949年以来我国以耕地为开发对象的种植业生产积累占国民经济总积累的25%~33%,1992—1996年我国种植业产值一直是全国农业总产值的主要构成部分,占全国农业总产值的54%以上(毕于运,1995)。我国是一个农业大国,农民约占全国总人口的70%,种植业为农民直接和间接地提供40%~60%的经济收入,为农民提供60%~80%的生活必需品(毕于运,1995),故合理利用和保护耕地资源与解决农村及农民问题、保持农村稳定和发展息息相关,只有农民的富裕、农村的稳定和发展,才有全社会的稳定和持续发展。耕地资源的合理利用和保护不仅制约着国民经济的发展速度,而且是我国在国际竞争中争取有利地位的重要手段。邓小平同志曾指出:“农业上如果有一个曲折,三年五年转不过来。”纵观我国国民经济的发展历程,历次的经济波动均首先表现为农业特别是粮、棉等农产品生产与国民经济发展的不相适应。此外,当今世界政治风云变幻莫测,粮食早已成为国际政治舞台斗争的武器。值得重视的是随着我国工业化和城市化的快速推进,全国在耕地面积锐减的同时,人口却在不断增长,致使粮食问题成为我国经济发展中十分突出的问题。1994年我国因粮食减产而成为粮食的净进口国,1995年我国成为仅次于日本的全球第二大粮食进口国,且主要是从美国进口(左天觉等,1998)。如果我国在粮食问题上继续扩大对美国的依赖,那么停止粮食出口就可能成为美国制裁我国的手段。因此,若没有耕地面积的稳定,没有粮食的自给,就无法保持我国独立自主的国际地位。

1991年4月国际粮农组织在“可持续农业与农村发展”的《登博斯宣言》中对可持续农业的定义做出了科学的界定,提出了可持续农业的三个战略目标:①积极增加粮食生产,既要考虑自力更生和自给自足的基本原则,又要考虑适当调剂与储备,稳定粮食供应和使贫困者有获得粮食的机会,妥善解决粮食问题,保障粮食安全;②促进农村综合发展,扩大农村劳动力的就业机会,增加农民收入,特别要努力消除农村贫困状况;③合理利用和保护农业资源,创造良好的生态环境,以利于子孙后代生存、发展。可见,耕地资源的合理利用与保护是可持续农业最重要的组成部分,既是可持续农业的战略目标之一,也是可持续农业的基本要求之一,是农业可持续发展和环境保护的物质基础和根本保障。

我国是一个人口多、人均耕地少、耕地整体质量低下、后备耕地资源不足、且自然灾害

频繁的国度。据最新统计资料,全国人均耕地仅 0.08 hm^2 , 相当于世界人均耕地 (0.3 hm^2) 的 27%, 全国基本无限制、质量相对较好、有灌溉设施的保收田只占耕地总面积的 39.9%, 其余耕地均不同程度地受到干旱、坡度、洪涝和盐碱等限制因素的制约, 质量相对较差 (张凤荣等, 2000)。全国耕地水土流失面积达 $4\,541 \text{ 万 hm}^2$, 占耕地总面积的 34.26%, 耕地盐碱化面积达 763.32 万 hm^2 , 占耕地总面积的 8%, 耕地沙化面积达 256.21 万 hm^2 , 占耕地总面积的 1.93%。全国后备宜耕地面积为 947.63 万 hm^2 , 人均后备宜耕地仅 0.07 hm^2 (张凤荣等, 2000), 而据专家预测, 到 2010、2020 和 2030 年, 我国人口将由 2000 年的近 13 亿人, 分别增加到 14.0 亿~14.3 亿人、14.7 亿~15.4 亿人和 15.3 亿~16.3 亿人, 全国粮食总需求量将分别达 5.60 亿~5.90 亿 t、6.00 亿~6.45 亿 t 和 6.45 亿~7.20 亿 t (左天觉等, 1998), 因此, 立足于自身解决我国人口的吃饭问题, 始终是我国社会经济发展的关键和要害问题。江泽民同志曾多次指出: “我国人多耕地少, 而且耕地还在逐年减少, 珍惜和保护好耕地, 必须作为关系国计民生、关系国家发展全局和民族安危的大问题大政策来对待, 千万不可掉以轻心, 否则我们就要犯永远无法弥补的历史性错误。” 因此, 珍惜和保护耕地是事关社会主义建设全局的大事, 是涉及整个社会和国家稳定的问题, 是涉及中华民族生存的问题, 保护耕地就是保护我们的生命线。

福建省人多耕地少, 后备耕地资源严重不足, 人地矛盾极其尖锐。据 1993 年土地详查资料统计, 全省人均耕地仅 0.050 hm^2 (林方磊等, 1999), 仅为全国人均水平的 62.5%, 世界人均水平的 16.6%, 远远低于专家确定的粮食自给的人均耕地临界线 (0.1 hm^2), 也低于联合国粮农组织提出的世界人均耕地面积 0.053 hm^2 的警戒线; 全省后备宜耕地面积仅 12.51 万 hm^2 (不包括已开发为园地的宜耕园地), 人均后备耕地仅为 0.004 hm^2 (邢世和等, 2000), 故福建省长期以来一直是个缺粮的省份。特别值得重视的是, 由于福建省位于我国东南沿海改革开放区, 随着全省工业化和城市化进程的加快, 耕地数量锐减。据统计资料, 1993 年全省耕地比 1956 年净减 26.87 万 hm^2 , 平均年减少耕地 $7\,260 \text{ hm}^2$, 37 年间减少的耕地面积超过南平市耕地的总面积; 改革开放 20 年间 (1978—1998 年), 全省累计减少耕地 15.43 万 hm^2 , 年均减少耕地 $7\,717 \text{ hm}^2$, 仅 1993 年一年全省净减耕地面积就达 $9\,930 \text{ hm}^2$ (福建省统计局, 1980—2003)。因此, 珍惜我省极其有限的耕地资源, 加强耕地的科学保护和管理, 合理、持续利用耕地资源, 是解决好 “我省用仅占全国 1.3% 的耕地养活占全国 2.6% 的人口” 这一难题的重要基础, 是保持全省国民经济持续、健康、稳定增长以及社会安定稳定的根本保证。

1994 年以来, 作者在从事土地资源调查、评价、规划及其持续利用研究的同时, 特别注意收集福建省耕地资源方面的有关资料, 并积极开展耕地资源评价、持续利用和保护等领域的系列研究, 先后主持或主要参与了 “福建省土地农业适宜性评价” (1994 年, 福建省教委科技项目)、“霞浦、闽侯、永泰、泉港、平和、石狮和浦城等县 (市、区) 土地农业适宜性评价” (1995—1998 年, 福建省地方合作项目)、“福建省耕地数量动态变化及其驱动机制研究” (1999 年, 自选项目)、“GIS 支持下的区域农用地分等研究” (2000 年, 福建省自然科学基金项目)、“GIS 支持下的福建省耕地土壤类型变化研究” (2000 年, 福建省农业厅合作项目)、“GIS 支持下的福建省耕地质量评价” (2000 年, 福建省教育厅科技项目)、“GIS 支持下的福建省耕地资源永续利用分区与评价” (2001 年, 福建省教育厅科技项目)、“GIS 支持下的福建省后备耕地资源评价” (2001 年, 自选项目)、“GIS 支持下的荔城区耕地地力调查与质量评价” (2002 年, 农业部试点项目)、“线性规划在福建省耕地利用结构优化中的

应用研究”(2002年,自选项目)以及“GIS支持下的福建省耕地生产潜力评价”(2002年,自选项目)等系列研究,这些研究从数量和质量上对福建省耕地资源及其可持续利用作了较系统、全面、深入的分析探讨,并建立了1:50万福建省耕地利用现状、耕地土壤类型、耕地地力评价因子、耕地地力等级和主要限制因素、主要农作物耕地生产潜力以及耕地资源永续利用分区评价等系列数据库。为了使这些研究成果或资料能更好地为福建省耕地资源的科学管理、保护和持续利用服务,发挥其应有的社会和经济效益,作者在对研究资料或成果进行科学整理的基础上,吸收国内外其他有关耕地资源的研究资料,撰写了本书,题名为《福建耕地资源》,以供全省土地和农业管理部门、科研单位的领导干部和科技人员以及农业大中专院校的广大师生参考使用。

本书在撰写过程中参阅或引用了部分相关研究资料,在此谨向有关部门和作者表示衷心的感谢。近年来与作者共同开展相关研究的有福建农林大学测试中心的周碧青高级实验师、资源与环境学院的韦红和毛艳铃副教授、福建省农业厅土壤肥料技术站的徐志平和黄河高级农艺师、莆田市荔城区土壤肥料技术站的蔡开地高级农艺师以及作者的研究生黄吉、林银来、孙小芳和沈金泉等同志,故本书的撰写和出版也包含有他们的贡献。

由于本书编写时间仓促,加之作者的水平有限,书中不妥和错误之处在所难免,热忱希望广大读者批评指正。

邢世和

2003年9月于福州

目 录

前 言

第一章 福建耕地的自然条件.....	1
第一节 气候条件.....	1
一、季风.....	1
二、热量.....	1
三、降水.....	2
四、日照.....	3
五、气象灾害.....	3
第二节 地质地貌条件.....	3
一、地质.....	4
二、地貌.....	5
第三节 水文条件.....	8
一、地表水.....	8
二、地下水.....	9
第四节 土壤条件	10
一、土壤类型	11
二、土壤分布规律	11
第二章 福建耕地的土壤类型	13
第一节 耕作土壤类型及其数量分布	13
一、耕作土壤分类系统	13
二、耕作土壤类型数量及其分布	16
第二节 耕作土壤类型变化研究	19
一、研究技术路线	19
二、研究方法步骤	19
三、耕作土壤类型及数量与分布的变化	22
第三章 福建耕地资源利用现状	27
第一节 耕地利用现状的数量与分布	27
一、耕地数量及其分布	27
二、不同坡度耕地数量及其分布	28
三、耕地利用结构与分布	30
四、耕地详查与统计数量的差异及其原因分析	31
第二节 耕地资源利用的动态变化及其驱动机制	33
一、耕地资源数量的动态变化	33
二、耕地资源减少的流向分析	36

三、耕地资源动态变化的驱动机制分析	38
第三节 耕地资源的利用程度、效益及其问题	40
一、耕地资源的利用方式	40
二、耕地资源的利用程度	42
三、耕地资源的利用效益	43
四、耕地资源利用的主要问题	44
第四章 福建耕地地力评价	47
第一节 耕地地力评价概述	47
一、耕地地力及其相关概念	47
二、耕地地力评价研究现状	48
三、耕地地力评价研究发展趋势	50
第二节 GIS支持下的福建省耕地地力评价	51
一、耕地地力评价的技术路线	52
二、耕地地力评价的方法步骤	52
三、耕地地力评价结果分析	63
第五章 福建耕地作物生产潜力评价	66
第一节 耕地生产潜力评价概述	66
一、耕地生产潜力的种类及其含义	66
二、国内外耕地生产潜力评价研究进展	67
第二节 福建省耕地作物生产潜力评价技术路线与方法	74
一、评价技术路线	74
二、评价方法步骤	74
第三节 福建省耕地主要作物生产潜力分析	77
一、耕地主要作物生产潜力分析	77
二、耕地主要作物增产潜力分析	79
三、耕地主要作物生产潜力分区	80
四、耕地主要作物增产潜力分区	82
五、耕地主要作物生产潜力限制因素分析	85
第六章 福建宜耕地资源评价	87
第一节 宜耕地资源评价概述	87
一、宜耕地资源评价的基本原理	87
二、宜耕地资源评价的原则	88
三、土地宜耕性评价系统	89
四、宜耕地评价研究的发展趋势	92
第二节 GIS支持下的福建省宜耕地资源评价技术路线与方法步骤	93
一、宜耕地资源评价的技术路线	93
二、宜耕地资源评价的方法步骤	93
第三节 福建省宜耕地资源分析	99
一、宜耕地资源的数量及其分布	99
二、宜耕地资源的质量及其分布	102

三、后备宜耕地资源数量及其分布	103
四、后备宜耕地资源的质量及其分布	106
第七章 福建耕地可持续利用分区与评价	107
第一节 可持续利用基本理论	107
一、可持续发展概述	107
二、土地资源可持续利用概念	109
第二节 耕地资源可持续利用研究概述	110
一、耕地资源可持续利用研究进展	111
二、耕地资源可持续利用研究的问题与发展趋势	113
第三节 福建省耕地资源可持续利用分区与评价技术路线和方法步骤	114
一、研究技术路线	114
二、研究方法步骤	114
第四节 福建省耕地资源可持续利用分区与评价	125
一、福建省耕地资源可持续利用分区及其优劣势分析	125
二、福建省耕地资源可持续利用评价	128
第八章 福建耕地土壤环境质量评价	132
第一节 耕地土壤环境质量调查评价概述	132
一、耕地土壤环境质量调查评价相关概念	132
二、耕地土壤环境质量评价的标准或依据	133
三、耕地土壤环境质量调查内容	138
四、耕地土壤环境质量调查采样方法	139
五、耕地土壤环境质量分析测试方法	140
六、耕地土壤环境质量分析测试的质量控制	141
七、耕地土壤环境质量评价方法	142
第二节 福建省耕地土壤环境质量评价技术路线和方法步骤	144
一、耕地土壤环境质量评价技术路线	145
二、耕地土壤环境质量评价方法步骤	145
第三节 福建省耕地土壤环境质量评价实例分析	
——荔城区耕地土壤环境质量评价	148
一、荔城区基本概况	148
二、耕地土壤污染物状况分析	149
三、耕地水环境状况分析	153
四、耕地土壤环境质量综合评价	156
第九章 福建耕地资源开发利用潜力	160
第一节 耕地资源潜力开发利用的原则	160
一、后备耕地资源开发利用的原则	160
二、现状耕地整理的原则	162
第二节 福建省耕地资源潜力分析	162
一、后备耕地资源的开发利用潜力	163
二、现状耕地资源的利用潜力	167

第十章 福建耕地资源利用结构优化	184
第一节 耕地利用结构优化的目标和原则	184
一、耕地利用结构优化的目标.....	184
二、耕地利用结构优化应遵循的原则.....	185
第二节 福建省耕地利用结构优化的技术路线和方法步骤	186
一、耕地利用结构优化的技术路线.....	186
二、耕地利用结构优化的方法步骤.....	186
第三节 福建省耕地利用结构优化参数的确定	188
一、福建省人口增长预测.....	188
二、福建省耕地供给量预测.....	190
三、福建省主要农作物单产预测.....	191
四、福建省耕地复种指数预测.....	192
五、福建省主要农产品需求量预测.....	193
第四节 福建省耕地利用结构优化配置	196
一、福建省耕地利用结构优化方案.....	196
二、福建省区域耕地利用结构优化配置.....	199
第十一章 福建耕地资源可持续利用战略	203
第一节 福建省耕地资源可持续利用的战略目标、重点和布局	203
一、耕地资源可持续利用的战略目标.....	203
二、耕地资源可持续利用的战略重点.....	205
三、耕地资源可持续利用的战略布局.....	207
第二节 福建省耕地资源可持续利用战略对策	209
一、耕地资源可持续利用的政策措施.....	209
二、耕地资源可持续利用的管理措施.....	211
三、耕地资源可持续利用的经济措施.....	213
四、耕地资源可持续利用的技术措施.....	214
附表	219
参考文献	261

第一章 福建耕地的自然条件

福建位于我国东南沿海，地处北纬 $23^{\circ}30'$ ~ $28^{\circ}22'$ ，东经 $115^{\circ}50'$ ~ $120^{\circ}40'$ 之间，背山面海。东与我国台湾省隔海相望，东北与浙江省毗邻，西北与江西省交界，西南与广东省接壤。境内群峰耸峙，山岭蜿蜒，丘陵起伏，素有“东南山国”之称，海岸线曲折绵亘，长达 3 051 km。全省东西宽约 540 km，南北长约 550 km，土地总面积 $12\,3987.84\text{ km}^2$ (1993 年详查面积，不含金门和马祖等岛屿)。2001 年全省行政区划分为福州、厦门、漳州、泉州、莆田、三明、南平、龙岩和宁德 9 个省辖市和 85 个县、市、区，包括 44 个县、14 个县级市和 27 个市辖区。2001 年底全省总人口为 3 440 万人，其中农业人口 2 620 万人，占总人口的 76.16%，农业劳动力人口 770 万人，占总人口的 22.38%，人口密度为 277 人/km^2 。

第一节 气候条件

福建省属亚热带海洋性季风气候，大致以闽中山带为界，分为闽东南沿海地区亚热带气候和闽东北、西北与西南地区中亚热带气候两大气候带，但由于福建省境内山峦起伏、地形复杂多样，受地形等非地带性因素的影响，水热条件的区域差异以及垂直分异较为明显，从而形成了多种多样的局部小气候，为耕地的发育及其开发利用提供了优越的自然条件。总体而言，福建省气候表现为季风气候显著、湿热同季、热量丰富、雨水充沛、日照充足、气象灾害频繁等特点。

一、季风

福建省系亚热带季风盛行区，气候的回暖和转凉、雨季的开始和结束，均随季风的进退而更替。夏季由于受副热带高压的控制，盛吹来自东南海洋的偏南风，湿润多雨，台风频繁，南北地区普遍高温；冬季由于受冷高压的控制，劲吹来自大陆的偏北风，干燥少雨，气温南高北低，南北地区温差较大；春夏之交，冷暖气流相互交错，气候湿热，春雨绵绵；夏秋之际，晴热少雨。在这种干湿交替、温湿同季的季风气候影响下，造就了福建省季节分明，冬季冷凉干燥，夏季温暖湿润的气候特征，具体表现为中亚热带地区四季分明，而亚热带地区则热凉两季，冬季极不明显。总之，福建省的上述季风气候对全省耕地资源的开发利用起着极为重要的支配作用。

二、热量

福建省年平均太阳辐射量为 $427 \times 10^8 \sim 532 \times 10^8\text{ J/cm}^2$ ，随着地势从西北向东南的下降，太阳辐射量呈递增趋势。全省太阳辐射量的季节性变化与气温变化基本一致，气温最高、太阳辐射能最强的月份为 7—8 月，月平均气温为 $25 \sim 29\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，月平均太阳辐射量为

$54.5 \times 10^3 \sim 67 \times 10^3 \text{ J/cm}^2$; 气温最低、太阳辐射能相对较弱的月份为 11—翌年 2 月, 月平均气温为 11.65°C , 月平均太阳辐射量为 $20.9 \times 10^3 \sim 29.3 \times 10^3 \text{ J/cm}^2$ 。

全省年平均气温变化于 $14.6 \sim 21.3^\circ\text{C}$ 之间, 最热月平均气温 28°C 左右, 最冷月平均气温为 $6.2 \sim 13.1^\circ\text{C}$; 全省极端最低温变化于 $-9.6 \sim 4.4^\circ\text{C}$ 之间, 且呈从沿海向内陆、南部向北部、低海拔向高海拔地区降低的变化规律, 就全国而言, 属于年平均气温较高的省份之一; 全省 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温变化于 $5\,000 \sim 7\,800^\circ\text{C}$, 无霜期在 235~365 天。全省热量条件区域性差异明显, 亚热带地区年平均气温达 $19.5 \sim 21.2^\circ\text{C}$, 最冷月均气温都在 10°C 以上, 日平均气温大部分在 0°C 以上, 基本无冬季, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温变化于 $6\,500 \sim 7\,800^\circ\text{C}$, 无霜期在 350 天以上, 这不仅有利于农作物的生长发育和多熟制种植, 提高耕地的复种指数, 而且适宜于发展喜温经济作物生产。中亚热带地区年平均气温在 $17.5 \sim 20.3^\circ\text{C}$, 最高月均气温 $27 \sim 29^\circ\text{C}$, 最低月均气温在 $6 \sim 10^\circ\text{C}$ 之间, 四季分明, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温变化于 $5\,000 \sim 6\,500^\circ\text{C}$, 无霜期 260~300 天, 不适宜喜温经济作物的正常生长。此外, 受多山地貌的影响, 形成许多中小地形, 全省热量垂直分异十分明显, 局部气候更是千姿百态。全省热量随海拔高度的增加而递减, 海拔每上升 100 m, 冬季和夏季的气温分别下降 $0.4 \sim 0.5^\circ\text{C}$ 和 $0.6 \sim 0.7^\circ\text{C}$, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温减少 $220 \sim 250^\circ\text{C}$, 因此常常在中亚热带山区的一个县甚至一个乡镇的小范围内, 由于海拔落差大而存在着水稻布局 and 熟制的明显差异。如中亚热带南部地区海拔 600 m 以下为双季稻区, 600~800 m 为单双季稻混种区, 800 m 以上则为单季稻区; 而中亚热带北部地区海拔 300~400 m 以下为双季稻区 (因地形不同而异), 300~500 m 为单双季稻混种区, 500 m 以上则为单季稻区。

总之, 福建省热量资源丰富, 气候温暖, 且热量垂直分异明显, 这为农作物的生长发育、多熟制种植以及发展山地立体农业和多种经营提供了优越的热量条件。

三、降水

福建省地处低纬地区且濒海, 由于受季风气候的明显影响, 全省雨水十分充沛, 系我国多雨的地区之一。全省年均降水量为 $1\,000 \sim 2\,100 \text{ mm}$, 年平均雨日 (日降水量 $\geq 0.1 \text{ mm}$) 110~200 天, 其中有 4/5 的地方年降水量在 $1\,500 \sim 2\,100 \text{ mm}$ 。受地形起伏造成的局地环流的影响, 全省降水量随海拔高度的增加而提高, 降水量和雨日分布均由东南向西北递增, 闽东南沿海地区年降水量为 $1\,000 \sim 1\,700 \text{ mm}$, 雨日为 110~150 天, 而闽西北地区降水量则达 $1\,700 \sim 2\,000 \text{ mm}$, 雨日为 150~200 天, 其中武夷山区和戴峰山区为福建省的多雨中心, 年降水量高达 $1\,900 \sim 2\,100 \text{ mm}$, 戴云山区和博平岭山区为次多雨中心, 年降水量达 $1\,700 \sim 1\,900 \text{ mm}$ 。

全省降雨季节分布不均, 干湿季节分明。常年 3—6 月是雨季, 时段降水量 $550 \sim 1\,100 \text{ mm}$, 占年降水量的 50%~60%, 该期降雨呈现雨区广、雨量多、雨期长、强度大、年际变幅小等特点, 期间常因久雨而导致土壤渍涝, 并影响春收作物后期生产以及春播作物的正常生长; 7—9 月时段降水量 $350 \sim 750 \text{ mm}$, 占年降水量的 20%~40%, 该期降雨呈现因台风影响而年际变幅大的特点。有台风年份, 常出现台风袭击下的狂风暴雨天气, 雨区广、雨势猛、雨量大、雨期短, 常发生洪涝灾害, 产生水土流失; 无台风年份, 常出现副热带高压控制下的晴热干旱和辐合区制约下的局地雷阵雨天气, 沿海地区常持续晴旱少雨, 若与秋旱相接, 则旱情较为严重, 而内陆地区常因热雷雨的调节, 旱情相对不明显。10 月至翌年 2 月则是全省的干季, 时段降水量 $160 \sim 380 \text{ mm}$, 占年降水量的 15%~20%, 常出现秋旱, 但对作物生长的影响不大。

四、日照

全省年日照时数为1 700~2 300 h, 与全国各区相比, 日照时数属中下水平。日照时数的空间分布呈现从东南向西北递减、随海拔高度增加而递减的总特点。东南沿海日照时数为2 000~2 300 h, 西北内陆为1 800~2 060 h, 山区农业区为1 700~1 800 h。在季节分配上, 有69%~75%的日照时数集中在3—10月, 与喜温作物旺盛生长的季节相适应, 其中3—6月日照时数为520~560 h, 占全年的26%~28%; 7—10月日照时数为860~940 h, 占全年的43%~47%; 11月至翌年2月日照时数为500~600 h, 占全年的25%~30%。

五、气象灾害

福建省灾害天气频繁, 主要气象灾害有旱、涝、风、寒和雹等, 其中以干旱和洪涝尤为突出。

全省干旱的时空分布呈现以下特点: (1) 东南沿海干旱多且旱情重, 干旱频次由东南向西北降低且旱情也减轻。福州—南安—平和—一线以东为全年的重旱区, 平均每年1.5次干旱; 柘荣—德化—武平—一线以西、以北为轻旱区, 平均每年1次干旱; 两线的中间地带则为次旱区。(2) 以夏旱为主, 其次是秋冬旱。全省平均夏旱占40%, 秋冬旱占38%, 而春旱仅占22%。(3) 大规模的干旱约每11年为1个周期, 与太阳黑子活动周期相呼应。

全省洪涝主要有梅雨型洪涝和台风型洪涝。梅雨型洪涝常发生于闽江、汀江等沿河各地和下游平原地区, 台风型洪涝则发生于沿海地区, 尤以晋江、九龙江下游为常见。闽江洪水多出现于5—6月的梅雨季节, 占该流域全部洪水的86.6%; 晋江和九龙江洪水主要发生于7—9月, 占该流域全部洪水的55%左右, 闽东北交溪的洪水情况与晋江、九龙江相似, 闽西汀江的洪水情况则与闽江相仿。

全省风害主要有台风、大风、冷空气活动造成的沿海大风和局地强对流天气下的大风, 其中以台风、大风的破坏性最强。全省寒害主要有倒春寒、梅雨寒和秋寒, 其中以秋寒对农业生产的危害最大, 是影响福建省晚稻产量的一个重要气候因素, 且以北部的秋寒尤为严重。

第二节 地质地貌条件

福建省地质属全球地质构造的亚欧大陆型板块东南沿, 其大地构造单元属华南加里东褶皱系的东南部、燕山期新华夏系构造。由于在燕山期政和—大埔、邵武—河源等断裂构造有强烈的火山喷发和花岗岩侵入, 形成了闽西和闽中两大山带, 奠定了福建省自西向东两高两低马鞍型地貌的基本轮廓。在燕山运动之后, 由于受不同方向和不同外营力活动的断裂所制约, 造就了福建省境内地貌的区域差异, 以政和—大埔断裂为界, 东半部因长期处于相对稳定的侵蚀状态而无陆相盆地沉积; 西半部则经历了准平原化阶段, 因构造运动而产生许多山间盆地, 堆积了沙县组 and 赤石群的红色岩层。至第三纪的喜山运动, 以断块活动和差异性升降运动为主要形式, 形成共轭两组(ZE和ZW方向)的断裂带, 塑造了内陆山区断陷红岩盆地的展布和沿海曲折港湾的格局, 使长期剥蚀的准平原化古地面大幅度抬升, 由于断块垂直升降运动的升幅大致自西而东递减, 从而形成了福建省西北高东南低的总地势。第四纪

时, 由于气温明显回升, 福建省产生冰后期最大一次海进 (即“长乐海进”), 导致福州和漳州盆地沦为浅海港湾, 泉州平原和兴化平原也被海水淹没。全新世中后期, 由于地壳上升和河流入海的物质不断增加, 福州、莆田、泉州和漳州四大平原相继形成, 成为福建省农业集约经营的高产地区。

一、地质

福建省归属华南地层区, 自下而上可划分为元古界、震旦系、寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、上三系和第四系 11 个系 (界) 一级年代地层单位, 次级的地方性岩石单位多达 44 个以上, 地层的平面出露和分布极具特色, 闽北地区主要为前寒武纪变质地层, 东部地区陆相侏罗、白垩系火山岩地层广布, 闽西南地区以古生代至下侏罗纪沉积地层为主, 主要岩类有火山岩、侵入岩、变质岩、沉积岩和第四纪沉积物。

(一) 火山岩

火山岩是福建省地表和近地表极其常见的一类火成岩, 按二氧化硅含量的不同可分为超基性、基性、中性和酸性四大岩类, 其中以酸性火山岩 (流纹岩、英安流纹岩) 为主, 约占 85%; 中性火山岩 (英安岩、安山岩) 约占 10%; 基性火山岩 (玄武岩) 小于 5%; 超基性火山岩较为罕见。全省火山岩出露面积大, 仅侏罗纪和白垩纪火山岩在陆地上的分布面积即达 3.80 万 km^2 , 约占全省陆地面积的 31%, 构成了福建东部地区的地层和岩石的主体。

(二) 侵入岩

侵入岩在福建省的分布也十分广泛, 居华南各省区乃至全国其他省区之冠, 已知大小不等的岩体达 2 200 余个, 各县、市均有出露, 全省侵入岩出露地表的面积为 4.03 万 km^2 , 占全省陆地面积的 33.23%。按二氧化硅含量的不同, 侵入岩也可分为超基性岩 ($\text{SiO}_2 < 45\%$)、基性岩 ($\text{SiO}_2 45\% \sim 52\%$)、中性岩 ($\text{SiO}_2 52\% \sim 65\%$)、酸性岩 ($\text{SiO}_2 > 65\%$)。按出露面积计算, 全省酸性侵入岩 (主要是花岗岩、花岗闪长岩和碱性花岗侵入岩) 占 97.42%, 中性侵入岩 (闪长岩等) 占 2.44%, 基性和超基性侵入岩 (辉长岩和橄辉岩) 占 0.14%。

(三) 变质岩

福建省的变质岩可分为加里东期变质岩、印支期变质岩和燕山期变质岩。加里东期变质岩主要分布于福建省西部的元古界一下古生界分布区, 以松溪—三明为界分西部和东部两条变质岩带, 西部变质岩带的岩石主要有变质碎屑岩类、变质火山岩类、云母 (石英) 片岩类、变粒岩类、浅粒岩类和少量的角闪岩类; 东部变质岩带的岩石主要有云母石英片岩类、变粒岩类、绿片岩类、角闪岩类、石英岩类和大理岩类。印支期变质岩主要发育于闽西南上古生界—上三叠统的岩石中, 变质作用较弱, 基本保留原岩石的特征, 主要岩类有沉积碎屑岩、碳酸盐岩、含煤碎屑岩和硅泥质岩等。燕山期变质岩主要分布于东南沿海, 呈狭长带状, 以长乐—东山深断裂带为界分西部和东部两条变质岩带, 西部变质岩带的岩石主要有变质碎屑岩类和片理化火山岩类; 东部变质岩带的岩石主要有片岩类、变粒岩类、浅粒岩类及少量石英岩类。

(四) 沉积岩

福建省沉积岩可分为二迭纪和石炭纪的沉积岩和中生代的沉积岩。二迭纪和石炭纪的沉积岩主要为石灰岩, 呈斑状分布于龙岩—永安—三明—将乐—顺昌一线; 中生代的沉积岩主要分布于武夷山和戴云山两大山带间的断陷盆地的局部区域, 主要岩类有紫红色砂页岩、粉

砂岩和砂砾岩,分布面积较大的有连城、沙县、崇安和泰宁等地,系紫色土的主要成土母质。

(五) 第四纪沉积物

福建省的第四纪地层发育较完整,包括下更新世地层(Q_1)、中更新世地层(Q_2)、上更新世地层(Q_3)和全新世地层(Q_4),故第四纪沉积物在福建省分布很广,尤其是全新世的沉积物(Q_4),几乎覆盖着整个福建的地表层,是福建省最主要的成土母质。

下更新世的沉积物以佛土层为代表,主要分布于漳浦的佛昙、深涂,龙海的牛头山、镇海和流会,金门岛,明溪的雪峰、国母洋、大洋寮,宁化的下埠、店上等地。闽东南地区的下更新世沉积物由橄榄玄武岩夹半固结砂砾岩、砂岩和泥岩等组成,闽西北山区多由半固结砂砾岩和玻基玄武岩或橄榄玢岩组成。中更新世的沉积物在闽东南沿海地区以同安组为代表,分布于同安的泥山、漳州的天宝、福州的新店等地,其岩性特征为砖红色含砾粘土和粘质砂砾层组成,属冲—洪积相沉积。中更新世的沉积物在闽西北山区以丹阳组为代表,分布于建阳将口、连江丹阳盆地及龙岩和三明等地,其岩性特征上层为深棕红色含砾粘土,下层为棕黄色砂砾卵石夹深棕黄色泥质中细砂层。上更新世的沉积物在闽南沿海地区主要出露于同安和漳州平原,在闽东北沿海则深埋于全新统之下,在闽北山区广泛分布于山间盆地,其成因复杂,可见有洪积、冲洪积、海积、风积、溶洞堆积等类型,以冲洪积和海积类型为主,可细分为上更新世上部冲洪积层、上更新世中部含泥炭湖沼相层和风积层以及上更新世下部河湖相沉积层和海积层。上更新世上部冲洪积层多分布于山区及沿海海侵影响范围以外的地区,其岩性特征上部为灰黄色、棕黄色砂质粘土或粘质砂土,局部夹少量砾石,下部为灰白色、桔黄色泥质砂砾层;上更新世中部上段含泥炭湖沼相层多分布于扇缘带、宽谷凹地和滨海平原局部洼地,呈小面积零星分布,其岩性特征多为含炭粘土或含泥炭湖沼相沉积层,多属黑色粘土,下段风积层主要分布于沿海地区长乐漳港、松下,晋江的深沪、科任,漳浦的六鳌,东山的东沈、澳角等地,其岩性特征各地不一,多为细砂质沉积物;上更新世下部河湖相沉积层广泛出露于漳州平原,其岩性特征多见粘土或砂质粘土与砂砾石互层;上更新世下部海积层分布于平潭的后楼,诏安的霞河,东山的澳角,漳浦的六鳌以及龙江口以南的红土台地边缘,其岩性特征上段为灰黑色泥质砂土和粘土,中段为黄褐色泥质砂土,含贝壳碎片,下段为浅红色网纹状粘质砂土。全新世沉积物分布于地壳的最表层,与土壤形成的关系最为密切,可分为下、中、上全新世沉积物。下全新世沉积物称为闽侯组,尚未出露地表,中全新世沉积物称为马尾组,其成因类型多种多样,有冲海积、海积、风积类型,其中以海积物分布最广,其岩性多为深灰、黑灰色海相淤泥层,上全新世沉积物包括瑯头组、江田组和湖相沉积物。瑯头组成因类型有冲积物、风积物和湖积物等,以冲积物为主,由浅黄色粉砂、细砂及粘质砂土组成。江田组以风积物为主,广泛分布于长乐以南的滨海地带,由颗粒分选性好、粒径均匀、灰白—灰黄色中细砂夹有贝壳碎片组成。湖相沉积层以沿海地区居多,呈零星斑状分布,多属牛轭湖相沉积,多见厚度较大的泥炭堆积层。

二、地貌

福建省地貌经过历次的地质构造运动和长期外营力的综合作用,形成了现时复杂多样的地貌景观,呈现以下地貌的基本特征:(1)山岭纵向并列,地势西北高而东南低;(2)山丘广布,平原狭小;(3)层状地貌明显;(4)地貌由火山岩类、燕山期花岗岩类、奥陶系以前的古老变质岩类、砂页岩类、红岩类、石灰岩类、第四系松散堆积物七大岩类构成;(5)海