

水稻土

朱鹤健 编著 陆发熹 审校

农业出版社

水 稻 土

朱鹤健 编著

陆发熹 审校

内 容 简 介

本书收集了国内外有关水稻土的资料和科研成果。共分八章：第一章概述水稻土的分布和形成条件；第二章阐述淹水土壤的化学过程和水稻土的形成；第三章阐明水稻土的主要性态和特性；第四章介绍水稻土的主要分类系统、主要类型及其演变过程；第五章分析水稻土的障碍因素，阐明低产田的改良措施；第六章根据高产水稻土的性状，提出培育的措施；第七章阐述我国南方水稻土的特点及其改良利用问题；第八章针对水稻土的特点，概述水稻土的施肥方法。全书虽然中外材料兼收，但重点放在我国的南方水稻土上。

本书可供农业生产、科研和教学部门专业人员参考。

水 稻 土

朱鹤健 编著

陆发熹 审校

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

850×1168毫米32开本 15印张 387千字

1985年2月第1版 1985年2月北京第1次印刷

印数 1—4,350册

统一书号 16144·2835 定价 2.80元

序 言

水稻是主要的粮食作物，世界上有二分之一人口赖以为主食。土壤经淹水种稻后产生一系列物理和化学变化而有其特异的属性，管理措施也与其他土壤大不相同。水稻土应当成为一个独立的土类进行深入研究。可是，国际上对这一重要土类并未引起足够的重视。在几个有影响的土壤分类系统中，水稻土仍然没有它的独立地位。因而，积极开展水稻土的研究对土壤科学的发展和农业生产都有重要的意义。

我国栽培水稻始于五千年前，不仅栽培面积最大，而且产量也约占世界水稻总产量的三分之一以上。因而是世界上最早栽培水稻的国家之一。我国劳动人民长期以来通过绣花般精耕细作，培育了许多典型水稻土，这为水稻土研究提供了极其丰富的原始材料，我国水稻土的研究已经引起国际的注意，我们应当而且可能在这个科学领域上对世界作出贡献。

本书收集了国内外有关资料和本人的科研成果，内容包括水稻土分布、形成条件、形成过程、主要特性、分类、类型、演变、障碍因素、低产田改良、高产水稻土性状及其培育、南方水稻土特点及其特殊问题和水稻土施肥等方面。中外材料兼收，鉴于我国水稻土主要分布于南方，本书重点放在我国南方水稻土上。

本书编写是在陆发熹教授指导下进行的。1980年初完成初稿，经陆发熹教授审阅提出意见后，重行修改补充。1981年10月完成第二稿，再由陆发熹教授审阅，然后又作一次修订。1982年4月定稿。陆发熹教授认真详细地反复审阅全书。如果这本书尚有某些可取之

处，那是与陆发熹教授指导和热情帮助分不开的。

著者学识浅薄，本书的错误缺点在所难免，敬望读者批评指教。

编著者

1982年4月

目 录

序 言

第一章 水稻土的分布和形成条件	1
第一节 水稻土的概念	1
第二节 水稻土的分布	3
一、世界水稻土分布概况	3
二、我国水稻土分布概况	13
(一) 我国水稻土的分区	13
(二) 水稻土中域性分布特点	17
(三) 水稻土微域性分布特点	17
第三节 水稻土的形成条件	22
一、气候条件	22
二、母质条件	23
三、地形条件	25
(一) 不同地形下水稻土类型	26
(二) 不同地形下水稻土组合	28
四、水文条件	31
五、人为活动	33
第二章 淹水土壤化学和水稻土的形成	35
第一节 淹水土壤的化学过程	35
一、氧气的减少	35
二、二氧化碳的增加	37
三、土壤氧化还原电位的变化	38
四、有机物质的转化	42
五、pH值的变化	49
六、化学元素的动态变化	51
(一) 氮	51
(二) 磷	59
(三) 钾	63

(四) 铁	64
(五) 锰	65
(六) 硫	66
(七) 硅	67
七、比电导的动态变化	68
第二节 水稻土的形成过程	69
一、水耕熟化作用	69
二、淋溶淀积作用	71
(一) 机械淋淀作用	71
(二) 化学的淋淀作用	72
三、好嫌气交替中的化学过程	75
(一) 氧化还原作用	75
(二) 有机质的积累和分解	78
四、土壤中元素的活化和迁移	81
五、附加过程	85
(一) 潜育化作用, 又称灰粘化作用或潜水平铁作用	85
(二) 锈血形成作用	87
(三) 白土形成作用	90
第三章 水稻土主要性态和特性	92
第一节 水稻土的形态	92
一、剖面形态特征	92
二、微形态特点	98
第二节 水稻土的物理性质	102
一、三相组成和呼吸作用	102
二、结构特性	106
三、土壤质地	110
四、土壤通透性	112
五、土壤软硬度	115
六、土壤磁学性质	118
第三节 水稻土的物理机械性质	119
一、水稻土的力学性质	119
二、土壤耕性	122
(一) 水稻土耕性类型	122
(二) 影响耕性的土壤物理性质	123
(三) 耕性类型的特性剖析	126

第四节 水稻土的生物学特性	128
一、土壤微生物特性	128
二、不同肥力稻田的指示生物	133
第五节 水稻土的胶体和保肥性能	134
一、水稻土的粘土矿物	135
(一) 水稻土粘土矿物组成与肥力的关系	135
(二) 水稻土形成过程中粘土矿物的变化	135
(三) 水稻土粘土矿物的地区分异	137
二、水稻土的有机无机复合体	138
三、水稻土的代换性能	143
四、水稻土的保肥供肥性能	146
第四章 水稻土的分类、类型和演变	148
第一节 水稻土的分类	148
一、按气候耕作制划分	148
(一) 南方水稻土	148
(二) 水稻土	148
(三) 北方水稻土	149
二、按土壤水分状况划分	150
(一) 根据地下水位的高低和土壤中水分饱和状况而分为地下水型、地表水 型和良水型	150
(二) 根据水分变动状况结合剖面形态特征而分为淹育性、渗育性、潜育性和滞 育性等类型	150
(三) 根据保水性能而划分	151
三、按起源划分	153
(一) 地带性土壤起源的水稻土	153
(二) 草甸土起源的水稻土	153
(三) 沼泽土起源的水稻土	153
四、按诊断层划分	154
五、按土壤生理性划分	155
六、按土壤化学特征而分	156
第二节 水稻土的主要类型	162
一、高产型水稻土	163
(一) 鱗血黄斑垆田类	163
(二) 泥肉田类	164
(三) 油潮泥田和淤土田	165
(四) 鱗血乌棚土或青紫垆田	167

二、低产型水稻土	168
(一) 潜育类水稻土	168
(二) 粘质类水稻土	176
(三) 紧实类水稻土	181
(四) 毒质性水稻土	187
三、过渡型或中产型水稻土	194
(一) 黑泥田类	195
(二) 马干土田	197
(三) 紫泥田	197
第三节 水稻土的演变	201
一、丘陵地区某些类型水稻土的演变	202
二、滨海盐渍化水稻土的演变	204
三、平原区某些类型水稻土的演变	204
四、丘陵谷地冷烂型水稻土的演变	207
第五章 水稻土的障碍因素和低产田改良	209
第一节 土壤障碍因素的概况	209
第二节 土壤障碍因素的类型	214
一、环境障碍	214
(一) 旱障碍	214
(二) 涝障碍	215
(三) 冷障碍	216
(四) 荫障碍	217
二、物理障碍	219
(一) 粘障碍	219
(二) 漏障碍	219
(三) 板障碍	220
(四) 渍障碍	220
(五) 烂障碍	221
(六) 浅障碍	221
三、化学障碍	221
(一) 缺素障碍	221
(二) 毒障碍	226
(三) 酸障碍	230
(四) 瘦障碍	231
第三节 低产田的改良	235
一、低产田的障碍因素	235

二、改良方法	237
(一) 潜育类低产田的改良	237
(二) 粘质类低产田的改良	241
(三) 紧实类低产田的改良	244
(四) 毒质类低产田的改良	246
第六章 高产水稻土的性状和培育措施	254
第一节 水稻高产的土壤条件	254
一、水稻对营养元素的要求	254
二、水稻根系发展对土壤的要求	257
三、土壤水分对水稻生育的影响	258
四、水稻土基础肥力与水稻产量	260
第二节 高产水稻土的基本特征	264
一、合适的土壤整体构造	265
二、良好的土壤物理性	267
三、适量和协调的土壤养分	270
四、适中的地下水位	273
五、优良的农业生产特性	275
六、特异的生物学指征	275
第三节 高产水稻土的地带性和地域性特征	276
一、地带性特征	276
二、地域性特征	279
第四节 高产水稻土的培育措施	280
一、搞好农田基本建设, 改变生产条件	280
(一) 平整土地	281
(二) 水利设施	287
二、合理的水浆管理	290
(一) 灌溉	291
(二) 烤田	293
(三) 排水	300
三、施用有机肥料, 培育土壤肥力	310
四、水旱轮作, 改善土壤性质	315
五、合理耕作, 加速土壤熟化	318
第七章 南方水稻土的特点和特殊问题	332
第一节 南方水稻土的特点	332
一、类型复杂性和多样性	332

二、性状的特异性	334
三、利用管理上的特殊性	340
第二节 冬水田	340
一、冬水田的肥力分析	340
二、冬水田的管理和利用	343
第三节 红壤地改辟稻田	347
一、红壤地改辟稻田的现况	347
二、改水田过程中土壤性状的变化	348
三、新辟稻田水稻黄叶黑根问题	350
四、旱改水夺高产的技术措施	354
第四节 次生潜育化	357
一、次生潜育化的概念和危害	357
二、次生潜育化的特点	359
三、次潜水稻土的形成条件	362
(一) 环境条件的影响	362
(二) 土壤内排水条件	362
(三) 重灌轻排管水不科学	363
(四) 耕作制度不适应	364
(五) 土壤性质不良	364
四、次生潜育化水稻土的防治	365
(一) 水利措施	365
(二) 耕作措施	365
(三) 管理措施	366
第五节 特种肥料	367
一、石灰	367
(一) 稻田施用石灰的作用	367
(二) 影响石灰肥效的因素	368
(三) 施用方法	368
二、硫肥	369
(一) 硫肥的使用和增产效果	369
(二) 我国南方土壤硫素状况	371
(三) 施用方法	373
三、农盐	375
第八章 水稻土施肥	378
第一节 有机肥料	381

一、农家肥	382
二、绿肥	382
三、腐殖酸类肥料	385
四、稻草利用	386
五、提高有机肥效果的方法	389
第二节 氮、磷、钾和硅的化学肥料	391
一、氮肥	393
(一) 氮的生理效应	393
(二) 水稻土氮素的供应状况	395
(三) 氮肥的施用技术	397
二、磷肥	406
(一) 磷的生理效应	406
(二) 水稻土磷素的供应状况	407
(三) 提高磷肥有效性的方法	411
三、钾肥	419
(一) 钾的生理效应	419
(二) 水稻土钾素的供应状况	423
(三) 钾肥的施用技术	427
四、硅肥	431
(一) 硅的生理效应	431
(二) 土壤中硅的基本状况	434
(三) 硅肥的种类和施用方法	437
第三节 微量元素肥料	438
一、硼肥	439
(一) 硼的生理效应	439
(二) 土壤中硼的状况	439
(三) 硼肥种类和施用技术	441
二、锌肥	442
(一) 锌的生理效应	442
(二) 土壤中锌的状况	443
(三) 锌肥施用方法	445
三、钼肥	446
(一) 钼肥的生理效应	446
(二) 土壤中钼的状况	448
(三) 钼肥的施用方法	449

第一章 水稻土的分布和形成条件

第一节 水稻土的概念

水稻土是指在种稻淹水条件下，经受人为活动和自然因素的双重作用，而产生水耕熟化和氧化还原交替过程，并形成特有剖面特征的土壤。水稻土首先受水稻这一特定作物的影响，这与生长其他水生作物的土壤不同。因为栽培水稻的结果必然使土壤经受水耕熟化的作用，由此产生繁复的变化，这既非旱作土，又非一般水成土所能比拟。在精耕细作的稻田，这种情况更为明显。它有特殊剖面形态、发生层和理化特性。它所进行的氧化还原交替过程是区别于自成土和水成土的特点之一。它在灌溉水和地下水双重影响下，铁、锰既有由下而上的上升，又有由上而下的淋移，从而区别于草甸土只有由下向上的单向移动。水稻土铁、锰强烈移动，而铝不动，这又有别于灰化土的铁、铝都移动，这些现象都看出水稻土的特殊形成过程。它既受着深刻人为活动的影响，又反映了不同生物气候带和起源土壤的特征，所以它是人为和自然因素双重作用的产物。正由于水稻土有其独特的成土条件、成土过程和土壤属性，所以它可以成为独立土类而存在。这点与栽培其他作物的土壤不同。例如种棉花、种甘蔗或者种荸荠的土壤，它的特异性就不如水稻土这样明显和深刻，所以就不存在“棉花土”、“甘蔗土”和“荸荠土”等独立土类。而在通常情况下，种稻、淹水、水耕熟化、氧化还原作用、物质淋溶淀积作用、特殊的形态和特性总是联系在一起的。因此水稻土的含义应该包括这些内容的综合。但是由于成土条件和人

为管理措施的不同以及种稻的历史长短，水稻土的成土过程及其所形成特殊的性状却有深浅多少之别，有的性状甚至残缺不全，例如长期泡水田，氧化还原的交替作用不能发展，因此水稻土的特有氧化淀积特征就不明显甚至没有。即使这样，它仍然有水耕熟化作用、物质淋淀作用以及水稻的生物学作用所引起的理化特征，而与自然潜育土多少还有差别，只不过在外表形态上不那么明显，难以简单加以区别。而广义的水稻土应该包括这部分在内的。

我国土壤学者很早就看到水稻土性状的特异，并作为一个独立的土类而进行研究。李连捷（1936年）指出：“水田土壤因受人工之支配，一年之中潜水面至少有二次之移动。”候光炯与马溶之（1938年）等人在总结已有研究成果基础上明确指出：“水稻土可由任何种自型土加人工改制而成，凡属本类之土壤，发育迅速，特性显著，其性态之繁复，层次之清晰，殆非任何土类所可几及”。朱莲青（1941年）又进一步说明：“水稻土是一群在经济上有重要地位，其有特殊成土因素或不同于其它水成土的性态的土壤，是应该成立一个独立的土类的”。中国科学院南京土壤研究所土壤普查工作组（1959年）在总结我国南方水稻土发生分类问题时指出，水稻土是人为活动的产物，当人类活动改变了母质所遗留给它的性质，形成了水稻土所特有的形态、理化性质、耕性和生产特性。

日本的许多学者也认为水稻土可以作为一个独立的土类而存在。小山正忠（1962年）指出：“水稻土是所谓于地形、土壤与堆积物上栽培水稻这一人类活动影响下自然力的产物。”菅野一郎（1964年）认为“水稻土的形成是人类活动的产物。”就是说“水田土壤已变成同自然土壤不同的土壤，是人工亦即人类的力量与自然力的综合产物。”松板太明（1969年）认为“水田土壤决定于人类活动和自然力的双重作用。”和田秀德（1973年）也认为“水稻土是一种人为的土壤，其许多特性或多或少受水稻栽培的影响”。久马与川口桂三郎（1966、1969年）还提出“种稻土壤”与“人工水稻土”是有

区别的。他们认为“水稻土一词意义含混，具有双重意思，即栽培水稻之土地与分类学中之土类”，他们指出：“水稻土之A层是形成B层之必备条件，而氧化淀积B层是水稻土的诊断层”，由此论点出发，而导致这样一种概念，即“不论种稻多少年，如无B层发育均不能作为水稻土类，而有B层发育之水稻土则建议名为aquorizem，以示与一般水田土壤的区别。”

但是，国际上也有许多学者把水稻土只看作种稻土壤的总称，而不作为一个独立的土壤类型。这种观点把水稻土看成“起源土壤的一种土地利用方式”（M. Otowa, 1973年）或“在渍水条件下土地的特殊利用方式”（F. R. Moormann等，1978年）。这在美国、西欧和苏联土壤分类上都得到反映。美国农业部第七次土壤分类草案是以诊断土层等为基础的，在10个土纲58个亚纲和214个大土类中没有提到水稻土，联合国粮农组织所编世界土壤图的106个图例中，除了常见的冲积土、潜育土等类型外，也未见水稻土这个单元。苏联一些学者虽然看到种植水稻的土壤有其特殊性，但仍然把它从属于相应的土类中。法国一些学者，以非洲水稻土为例，认为水稻与旱作物轮种，水稻灌溉所给予土壤的影响，一经旱作物轮作便会很快消失，因此，他们认为不必另行分类。这样，在国际文献上出现了水稻田土壤（Rice field soil）、种稻土壤（Rice soil）和水稻土（Paddy soil）等多种术语。

第二节 水稻土的分布

一、世界水稻土分布概况

水稻土的形成与水稻的栽培密不可分，因而它的分布与水稻的分布基本一致。世界水稻栽培面积仅次于小麦，但是总产量仍居第一位。水稻广泛栽培于北纬55°至南纬35°之间的半干旱带、温带、暖温带、亚热带和热带地区。从海拔2000米的克什米尔高原到海

平面下的印度喀拉拉邦以至保有 150—200 厘米 深 水层均可栽培水稻。但 90%集中在高温多雨、人口稠密的亚洲南部和东南部的热带季风区和热带雨林区。世界各洲水稻栽培面积及比例如表 1—1。

表 1—1 各洲水稻栽培面积及比例

地 区	面积 (百万亩)	%
亚 洲	1867.5	91.40
南 美 洲	85.5	4.19
非 洲	55.5	2.72
北美和中美	21.0	1.02
欧 洲	12.0	0.59
大 洋 洲	1.5	0.08
全 世 界	2043.0	100

注:本表根据联合国粮农组织1972年报告。

从表 1—1 看出,世界水稻栽培面积以亚洲为最大,其中我国和印度的水稻面积又占亚洲的一半以上。其次是南美和非洲有小面积分布,其他各洲面积更少。世界植稻土壤分布如图 1—1^[221]。

世界主要植稻国家对水稻土的分类和命名不甚一致。现就各国已报道的材料,对各国的分布情况和名称加以概述。

(一) 印度 印度水稻土约有 45,000 多万亩。其中以比哈尔邦面积最大,其次是奥里萨邦、中央邦、北方邦、安得拉邦、泰米尔纳德、阿萨姆邦、马哈拉施特拉和卡纳塔克等邦。全国有 90% 以上的水稻土集中于上述各邦。主要分布在恒河和布拉马普特拉河下游,以及热带雨林气候区。起源土壤以冲积土最为主要,其次是红壤、盐渍土和热带黑土。土壤性质差异很大,质地从砂质土到粘土, pH4.5—8, 但酸性居多。

(二) 斯里兰卡 水稻土大多分布于内陆谷地,少数在沿海平原和洪积平原。全国水稻土有 50% 在干旱区, 30% 在潮湿区, 20% 在中间过渡地带。干旱区水稻土类型有红棕壤 (又分排水良好和不

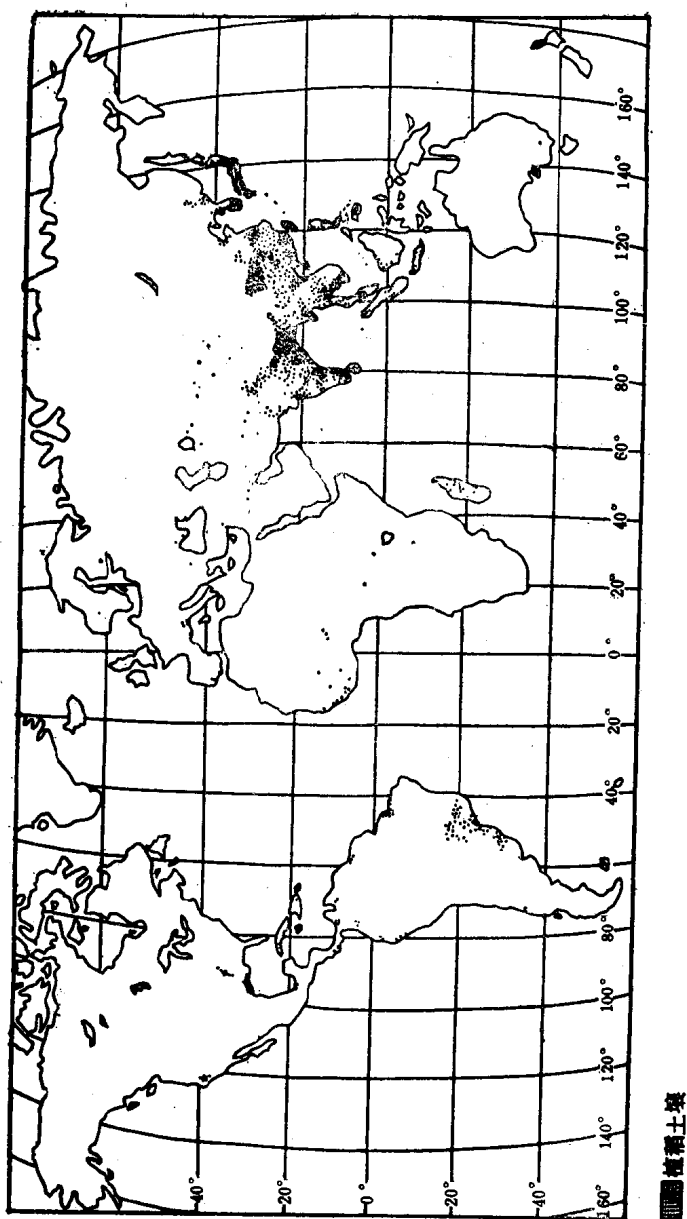


图 1—1 世界植稻土壤分布图

■ 植稻土壤