



FUNDAMENTALS
OF RICE CROP
SCIENCE

稻作科学原理

南京科学技术出版社



稻作科学原理

吉田昌一著 厉葆初译 游修龄校

浙江科学技术出版社

责任编辑：沈虹

封面设计：潘孝忠

稻作科学原理

吉田昌一著

厉葆初译

游修龄校

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本850×1168 1/32 印张11.5 插页4 字数278,000

1984年8月第一版

1984年8月第一次印刷

印数：1-3,600

统一书号：16221·95

定价：1.70元

译 者 的 话

本书是吉田昌一博士为发展中国家年轻的水稻科学工作者撰写的教科书，内容丰富，反映了世界上近年水稻科学的进展，写作深入浅出，很有特点，可供不同水平的读者阅读参考。值得向我国水稻科技工作者和农业院校师生介绍。

吉田博士长期担任国际水稻研究所植物生理系主任，是国际著名的植物生理学家。他在本书中不仅着重阐述水稻生理，特别是高产生理，而且还结合介绍其他有关学科的水稻知识，有利于读者获得较完整的科学概念，并在生产实践上加以应用。

考虑到本书写得简明扼要，又涉及多学科的内容，为了帮助读者加深理解，译者在部分地方加了一些译注，以供参考。另外，还保留全部参考文献，作者姓名也均不译成汉字，以便于读者深入钻研时查考。为降低印刷成本，书中彩图有所精简，还有原文中发现一些排印错误，翻译时已予改正，但为节省篇幅，未一一注明。

本书译文手稿承蒙浙江农业大学游修龄教授校阅指导，本书的翻译出版曾得到原书作者吉田博士和原出版者国际水稻研究所情报服务处（现通讯出版系）的热情支持和协助，谨在此一并致以深切的谢意。

限于译者水平，译文缺点错误在所难免，请读者不吝指正。

译者

1983年6月，杭州

原 版 序 言

1966年我作为一个植物生理学家在国际水稻研究所开始工作，不久便了解到，在我面前有大量的参考书，包括那些有关植物生态学、气候学、土壤科学和农学的书籍。我曾寻找一本有关稻作生理学的简明教科书，可是未能找出一本。随着与来自发展中国家的年轻科学家和学生的接触增多，我感到对这样一本书的需要就变得更为迫切了。编写这本《稻作科学原理》(Fundamentals of Rice Crop Science)的主要目的就是适应这样一种需要。

在写这本书时，我设法向读者提供稻作生理学的综合现代知识，力图说明怎样正确地组合品种、环境和栽培技术诸因素而得到水稻的高产，我也提出了在一定作物环境中鉴别低产和高产原因的方法。

本书讨论的有关资料的选择，主要根据我自己在国际水稻研究所的经验，或许比人们料想的要广一些。根据我与不同学科同事们交换的意见，本书包含多学科性质的材料，这一点应该有助于作物生理学家增进他们与植物育种家和土壤学家的联系。基于这个原因，这本书取名为《稻作科学原理》(Fundamentals of Rice Crop Science)，而不是《稻作生理基础》(Fundamentals of Rice Crop Physiology)。

要是没有国际水稻研究所所长N.C. 布雷迪博士的雅量和鼓励，这本书是不会问世的。本书大部分写于1978年8月至1979年6月我在(美国)戴维斯加州大学的休假期间。手稿蒙B.S. Vergara, Z. Uchijima, I. Nishiyama, C.S. Park,

H. Shiga 和 T. Ando 诸博士审阅,并承国际水稻研究所情报服务处办公室 Robert Cowell 先生和 Corazon Mendoza 女士编辑。我特别感谢 S.K. DeDatta 博士对我在撰写中的指点。我也感谢其他许多朋友促成本书的出版。

吉田昌一

(Shouichi Yoshida)

原 版 前 言

水稻为维持世界半数以上的人民生活所必需，是居住在热带、亚热带亿万亚、非、拉美人民最重要的食粮。在这些地区，人口增长较快，而且至少在今后十年内保持较快的增长速度，水稻仍将是这些地区人民的粮食的主要来源。

在六十年代，高产、抗倒、耐肥的水稻品种推动了全世界粮食生产的增长，即所谓“绿色革命”。随后的水稻改良提供了能抗几种主要病虫害，生育期只有3.5~4个月的新品种。新创造发明的生产技术可使这些现代水稻品种适合大范围的环境，从而为发展中国家小规模经营的农民提供较高的产量和复种的潜力。这些科学进展为扩大粮食生产所提供的可能性，不仅得到农民的承认，而且也得到关心本国粮食自给的政府领导人的承认。结果是这些领导人扩大了对水稻研究工作和实际粮食生产计划的支持。

水稻生产技术的改进，要求有更多的科学家、教育家以及实际粮食生产专家。很多从事水稻科学的年轻学生，都在寻求能帮助他们实现本国粮食自给前景的知识。这本《稻作科学原理》的主要目的就是提供这种知识。

这本书的优点是荟集了迄今在一般教科书中找不到的水稻知识。作为一个植物生理学家，吉田昌一博士在国际水稻研究所以他的渊博的知识，并吸收日本与其他国家水稻专家的研究成果，写成本书，与学生们共享水稻科学知识。吉田博士从1966年以来一直是国际水稻研究所植物生理系主任。以前他在日本国立农业技术研究所任职。

《稻作科学原理》并非仅是水稻生理的教科书，虽然水稻生理这个重要的领域是本书的骨架，但吉田博士还加入了最新的农学和土壤科学知识。他的多学科研究方法向读者提供的是综合的水稻科学观点，有助于读者准备未来的深造。

国际水稻研究所感谢吉田博士写出这本重要的书。我们认为这本书在未来一个长时期内将是年轻科学家们取得水稻知识的基本来源。

国际水稻研究所所长

N. C. 布雷迪

目 次

译者的话	
原版序言	
原版前言	

第一章 水稻的生长和发育

第一节 稻的一生概述	(1)
第二节 种子和发芽	(5)
一、形态	(5)
二、休眠	(6)
三、发芽	(7)
第三节 秧苗	(13)
一、发芽和出苗	(13)
二、叶子的计数	(13)
三、种子贮藏物与秧苗生长	(14)
四、影响秧苗生长的因素	(15)
第四节 叶	(21)
一、形态	(21)
二、单片叶子的生长	(25)
三、群体叶子的生长	(26)
四、各叶的机能	(28)
第五节 茎秆	(30)
一、形态	(30)
二、节间的伸长	(33)

三、与倒伏有关的茎秆性状	(34)
第六节 分蘖	(35)
一、分蘖模式	(35)
二、分蘖、叶和根的不同步生长	(36)
第七节 根	(37)
一、形态	(37)
二、根与地上部的关系	(40)
三、单根对水和养分的吸收	(41)
四、老根和新根对水和养分的吸收	(43)
五、根系对水和养分的吸收	(43)
六、根的长度和密度的测定	(44)
七、与抗旱性有关的根的特性	(46)
第八节 从营养生长期到生殖生长期的阶段发育	(48)
一、对光周期的反应	(49)
二、对温度的反应	(54)
第九节 穗(圆锥花序)	(59)
一、形态	(59)
二、抽穗前幼穗发育概况	(61)
三、如何确定生长中穗的发育期	(62)
第十节 抽穗和开花	(66)
一、小穗(颖花)的形态	(66)
二、抽穗	(67)
三、开花	(68)
第十一节 灌浆成熟	(69)
一、成熟与衰老	(69)
二、单颖谷粒的生长	(70)
三、全田谷粒的生长	(71)
第十二节 产量和产量构成因素	(73)
一、产量	(73)

二、收获指数和谷草比	(73)
三、产量构成因素	(74)

第二章 气候环境及其影响

第一节 产稻地区	(76)
第二节 气候的效应	(79)
第三节 温度	(82)
一、物理方面	(82)
二、临界低温和临界高温	(84)
三、适中温度对生长和产量的效应	(85)
四、气温与水温	(90)
五、低温障害	(90)
六、高温障害	(96)
七、温度与养分供应间的互作	(98)
第四节 太阳辐射	(101)
一、物理方面	(101)
二、不同生育期的太阳辐射需要量	(102)
三、太阳能的利用	(105)
四、最高潜在产量的估算	(108)
第五节 雨量与田间水分的关系	(112)
一、蒸腾与生长	(112)
二、需水量	(113)
三、水的来源：降水	(114)
四、水的丧失：蒸发蒸腾和渗漏加旁渗	(115)
五、蒸发蒸腾作用	(117)
六、潜在蒸发蒸腾的概念	(118)
七、蒸发皿蒸发	(119)
八、简化能量平衡法	(120)

九、Penman 方程式	(122)
十、Thorntthwaite 法	(124)
十一、Van Bavel 法	(124)
十二、水量平衡	(125)
十三、缺水对生育和产量的影响	(128)
十四、水过多对生育和产量的影响	(129)
第六节 温带地区和热带的年生产力	(131)

第三章 水稻的矿质营养

第一节 土壤渍水与水稻营养	(134)
第二节 对渍水土壤的适应性	(136)
一、氧的输送	(136)
二、根的氧化力	(139)
三、根际的还原作用与特种根的发育	(140)
四、无氧呼吸	(141)
五、铁拒斥力	(141)
第三节 土壤中养分的有效度	(143)
一、土壤养分怎样到达植物根中	(143)
二、土壤溶液和培养液中的养分浓度	(145)
三、养分有效度的动力学	(147)
第四节 养分的吸收	(148)
一、主动离子吸收	(148)
二、主动离子吸收的力能学	(149)
三、硫化氢和温度对养分吸收的影响	(150)
四、选择性离子吸收	(152)
五、不同生育期的养分吸收	(154)
六、养分的带走	(155)

第五节 矿质营养与分蘖	(157)
第六节 矿质营养与光合作用	(161)
第七节 氮	(164)
一、缺氮的发生	(164)
二、氮素的形态	(165)
三、天冬酰胺和谷氨酰胺	(169)
四、氮素营养与碳水化合物代谢	(170)
五、部分生产效率	(171)
六、幼穗分化期的氮素追肥	(175)
七、肥料氮生产稻谷的效率	(177)
八、稻谷产量与需肥量	(177)
第八节 磷	(178)
一、缺磷的发生	(178)
二、土壤溶液中的磷	(179)
三、部分生产效率	(180)
四、水稻品种在缺磷土壤上的表现	(181)
第九节 钾	(182)
一、缺钾的发生	(182)
二、土壤溶液中的钾	(182)
三、部分生产效率	(183)
四、钠可部分地取代钾	(183)
第十节 锌	(184)
一、缺锌的发生	(184)
二、土壤溶液中的锌	(185)
三、碳酸氢盐和有机酸对锌吸收的影响	(186)
四、稻株临界含锌量	(188)
五、水稻品种在缺锌土壤上的表现	(189)
第十一节 铁	(190)
一、缺铁和铁中毒的发生	(190)

二、土壤溶液中的铁	(190)
三、缺铁	(191)
四、铁中毒	(193)
五、水稻品种在缺铁和铁毒土壤上的表现	(194)
第十二节 锰	(195)
一、缺锰和锰中毒的发生	(195)
二、土壤溶液中的锰	(196)
三、锰素营养的特点	(197)
第十三节 硫	(197)
一、缺硫的发生	(197)
二、土壤溶液中的硫酸盐	(198)
三、硫的天然供应	(198)
四、不同生育期的临界含硫量和临界氮/硫比(N/S)	(200)
第十四节 硅	(202)
一、缺硅的发生	(202)
二、土壤溶液中的硅	(202)
三、硅的功能	(202)
四、硅和氮营养的相互关系	(204)
五、决定是否需要施硅的标准	(205)
第十五节 硫化氢	(206)
一、硫化氢中毒的发生	(206)
二、土壤溶液中的硫化氢	(206)
三、水稻品种间对硫化氢毒性耐力的差异	(209)
第十六节 有机酸	(209)
一、有机酸中毒的发生	(209)
二、土壤溶液中的有机酸	(209)
三、有机酸中毒的模式	(210)
第十七节 碘	(213)
一、碘中毒的发生	(213)

二、土壤溶液中的碘	(213)
三、稻株对碘中毒的反应	(213)
第十八节 盐渍度	(214)
一、盐渍化的发生	(214)
二、土壤溶液中的盐类	(214)
三、盐渍化为害的生理特征	(215)
四、临界盐渍度水平和品种间耐盐力的差异	(215)

第四章 营养失调

第一节 营养失调与生理病害	(217)
第二节 营养失调的发生	(217)
一、营养失调的原因	(217)
二、可见症状	(218)
三、氮素反应	(218)
第三节 诊断技术	(219)
一、可见症状	(219)
二、植株组织分析	(222)
三、土壤分析	(228)
第四节 诊断的鉴定	(230)
一、叶面喷洒技术	(230)
二、温室试验	(230)
三、田间试验	(230)
第五节 营养失调的矫正措施	(231)
一、农艺方法	(231)
二、土壤改良	(232)
三、品种改良	(232)
第六节 亚洲国家水稻的营养失调	(234)

第五章 光合作用和呼吸作用

第一节 光合作用	(238)
一、光合作用概述	(238)
二、水稻光合作用的特点	(241)
三、作物群体光合作用	(243)
四、临界叶面积指数和最适叶面积指数	(247)
第二节 呼吸作用	(250)
一、生长与呼吸作用	(250)
二、生长效率	(250)
三、生长和维持呼吸的生理探讨	(252)
四、生长和维持呼吸的生物化学探讨	(253)
五、作物产量的生物能量学	(256)

第六章 水稻植株特性与产量能力的关系

第一节 热带水稻试验田的产量在六十年代中期以前一直 是低产的	(258)
第二节 新的热带高产品种	(260)
第三节 株型概念	(262)
一、概念的发展	(262)
二、矮而硬的茎秆	(263)
三、挺立的叶子	(264)
四、强的分蘖力	(265)
第四节 生育期	(268)
第五节 植株性状间的联系	(271)
一、叶的吸收系数及植株性状	(271)
二、株高与收获指数和对氮素的反应	(272)

三、全生育期与收获指数	(273)
四、全生育期与株高	(273)
第六节 水稻品种形态特征的变化	(275)
第七节 品种性状在不合适条件下引起的改变	(276)
一、株高	(276)
二、叶的角度	(278)
三、分蘖力	(278)
四、植株相反性状的利和弊	(278)

第七章 水稻产量的生理分析

第一节 碳水化合物积累对谷粒的贡献	(280)
第二节 灌浆结实期间的光合作用	(283)
第三节 产量构成因素分析	(285)
一、各产量构成因素的相对重要性	(285)
二、单位地面积总粒数	(287)
三、结实率	(287)
四、粒重	(288)
第四节 不同技术水平下稻谷产量的比较	(290)
一、技术改变了,产量也随着改变——日本的经验	(290)
二、全国平均产量、农试场记录和最高产量的比较	(291)
第五节 高产栽培技术分析	(293)
一、高产的生理要求	(293)
二、土培与水培	(294)
三、农艺管理措施	(295)
四、高产技术实例	(299)
第六节 限制目前产量水平的因素	(301)
参考文献	(305)
主题索引	(344)