



〔日〕松島省三著
庞城霖译
李沛光校
严磊

稻作的理论与技术

〔增订本〕

农业出版社

稻作的理论与技术

(增订本)

〔日〕 松岛省三 著
 庞 诚 译
李沛霖 严光磊 校

农 业 出 版 社

松岛省三 著
稻作の理论と技术
——收量成立の理论と应用——
根据日本东京养贤堂
1959年日文修订第二版译出
根据1968年日文版本和1970年英文版本增订

稻作的理论与技术（增订本）

〔日〕 松岛省三 著
庞 诚 译
李沛霖 严光磊 校

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行
农业出版社印刷厂印刷

850×1188 毫米 32 开本 11.625 印张 278 千字
1966 年 6 月第 1 版 1979 年 8 月第 2 版北京第 2 次印刷
印数 6051—23,050 册

统一书号 16144·1507 定价 1.10 元

再 版 说 明

应广大读者的要求，把松岛省三的《稻作的理论与技术》(稻作の理論と技術) 修订再版。本书日文版自1959—1975年已重印十七版，1966年又发表英文本，至1975年已重印四版。为查对作者在重印过程中的增订内容，特将1959年版的译本按1968年日文本与1970年英文本加以比较，发现其后的版本，在第十六章与第二十三章中，各增加了一节，书末还增添了附录。这三处增订较为重要，特别是附录部分。这是作者通过多年研究，精心归纳出的水稻V型高产栽培技术。作者在这个基础上，于1976年重著《水稻高产栽培》(英文本，High Yielding Rice Cultivation, A Method for Maximizing Rice Yield Through "Ideal Plants")一书。为了让读者了解增订内容及其原委，谨此说明。

此外，作者原序在这次修订再版时补列。

这次增订再版，是由中国农业科学院作物育种栽培研究所沈锦骅、凌忠专两位同志，校勘了本书1968年日文版本和1970年英文版本，补译和校订付出大量劳动，作出有益于读者的工作，谨此志之。

1978年11月

作者原序

回忆作者开始从事稻作研究，恍如昨日，已经度过了二十年的岁月。通过二十年来的试验研究，能够肯定的一点，就是对于稻作科学还是全然无知的。记得在学生时代，冢本虎二先生曾教导我说，古代希腊智慧之神的庙堂上写有 “Τὴν ὁθὶ σέσσαντον”

(应该知道你自己!) 这样一句名言，这句话最近特别勾起我的强烈回忆。的确，通过二十年的试验研究，深感知识的浅薄。而现在聊以自慰的，只可以说是自己刚刚跨进了稻作科学的门槛。尽管如此，几年前《农业及园艺》杂志社编辑部竟委托作者担任稻作讲座，当时虽无信心，但是终于抱着在读者面前献拙的心情接受了重托。两年间一直鼓起勇气按月执笔写稿。后来，这个讲座竟然引起了出乎作者意料之外的反应，纷纷要求汇编成集，遂经修改增订，写成此书。

本书并非集国内外研究成果之大成，而是基于作者独自の构思，用自己额上流下的汗水和与同事们共同努力的成果写成的，因而使它具有一种非常独特的风格。因为作者一向对近年出版的稻作书籍及稻作讲座多是集个别现象或研究成果之大成，而很少全面地掌握水稻的生活，系统地探讨其生育过程，而缺乏始终一贯的见解与独特的风格，深感遗憾。本书能否实现作者的意愿，尚有疑问，但它毕竟不是靠“剪刀与浆糊”拼成的。书中无处不凝结着作者的汗水，这是读者可以看到的。

已故三谷隆正先生曾在其著作《奥古斯丁小传》中写道：“大

体说，学者中有两类，其一如亚里士多德、托马斯、阿奎那以及里格尔等，他们是学术体系的创始者；另一种如苏格拉底、莱辛及我国的新井白石等，与其说他们是学术体系的创始者，倒不如说他们是伟大的学术推动者。他们以敏锐的感受力抓住问题的核心，给人们留下了解决问题的明快而深刻的启示。而奥古斯丁正是属于后者。”作者固然不是后者，但日夜企望的乃是一生中能在稻作事业的发展上有微薄的贡献。从这种意义上来看，本书还不够完善。尽管如此，作者还是把它写了出来，但愿从事稻作研究的人能从中获得一些启发，多少推动稻作技术的提高。希望读者取其精华，舍其糟粕，灵活运用。

在这本小著作中提到一些人的名字，似乎是不太礼貌，但想到在作者学生时代，恩师冢本虎二及矢内原忠雄二位先生就教导我什么是知识的来源，并引导我尊重真理、探求真理；恩师盛永俊太郎教导我什么是农业科学，并不断鼓励我投身于“为日本农民所爱戴的，为世界学者所推崇”的研究工作；以及双亲四十多年如一日为我这“劳心之子”日夜操劳，于是不加思索地在前面列出他们的名字，奉献出自己认为是尽了最大力量来完成的这本微不足道的著作，来表达对他们无限的谢忱。另外，还有作者的妻信子，我深深感到，二十年来没有她的帮助，也难于写成此书，本来想把她的名字列在一起，但由于她不同意，才没有这样做。

再者，本小著中的试验成果，大部分是作者回到农林省农业技术研究所以后取得的。从研究一开始就得到真中多喜夫、冈部俊两位的帮助，以后角田公正和田源七两位也参加了这项工作，还有中途外调的山口俊二、小松展之，以及到内地来留学的卜部太郎、江藤度一等人热心协助，顺此表示谢忱，并留名作为纪念。

作 者

1959年2月

目 录

第一章 本书的梗概	1
一、构成产量的梗概	1
二、预测产量的梗概	6
三、增加产量的梗概	9
第二章 穗数的决定时期	10
一、各生育期的环境变化对于穗数的影响	10
(1) 各生育期的剪叶及剪根试验	10
(2) 各生育期的遮光试验	11
(3) 各生育期的去科及补科试验	12
(4) 各生育期的增肥试验	13
(5) 各生育期的硫酸铵追肥试验	14
二、有效分蘖终止期和决定穗数时期的关系	16
三、各生育期的气温、光照和穗数的关系	18
四、各生育期的茎数和穗数的关系	19
五、最高分蘖期和早晚熟品种的关系	20
六、最高分蘖期和幼穗形成始期的关系	25
第三章 穗数的形成	29
一、关于成穗分蘖特征的研究	29
(1) 分蘖的出现日期、出现的叶期和出现的位次与节位	30
(2) 分蘖的株高、株高率和叶数	32
(3) 分蘖比主茎相对叶出现的早晚	33
(4) 穗数形成的多样性与分蘖的出现及生长的规律性	33
二、关于无效分蘖的研究	36
第四章 穗数的预测	38
一、根据最高分蘖期的茎数预测穗数法	38
二、根据出叶速度预测穗数法	39
三、根据绿叶数预测穗数法	41
四、根据株高率预测穗数法	43
五、其他预测方法	45
六、穗数预测方法的过去、现在和将来	46

第五章 穗数的增加	49
一、培育健苗	49
二、力争早插	56
三、施用适量的基肥	57
四、防止移栽的损伤	59
五、加强田间管理	59
六、注意栽植密度	61
七、抑制无效或弱小分蘖	62
第六章 穗的形成时期和形成情况	63
一、幼穗发育过程的概况	63
二、幼穗各个发育阶段的所需天数	71
三、幼穗形成期和孕穗期	73
四、穗部的退化痕迹与稻作诊断	75
五、以全部茎秆为对象的幼穗发育过程	79
六、以全部茎秆为对象的幼穗主要发育阶段的期间及其重迭状况	83
七、主茎、分蘖相互间及全茎平均的幼穗发育程度的比较	84
八、品种及栽培时期的早晚与幼穗发育过程的差别	88
(1) 幼穗分化始期	88
(2) 从幼穗分化始期到出穗期的天数	90
(3) 完成各个发育阶段需要的天数	90
第七章 发育阶段的鉴别方法	92
一、根据叶龄指数鉴别发育阶段法	92
二、根据幼穗长度鉴别发育阶段法	99
三、根据节间伸长鉴别发育阶段法	103
四、根据“叶耳间长”鉴别发育阶段法	104
五、根据颖花的大小鉴别发育阶段法	108
六、根据出穗前的天数鉴别发育阶段法	109
第八章 每穗颖花(粒)数的决定时期	114
一、各生育期的剪叶及剪根试验	114
二、各生育期的遮光试验	115
三、减数分裂期前后的遮光试验	116

四、各生育期的去科和补科试验	118
五、决定每穗颖花数的期间	119
第九章 每穗颖花数的形成	121
一、每穗颖花数形成机制的探索	121
二、每穗颖花数形成机制假说的提出	122
三、每穗颖花数形成机制假说的证实	126
(1) 每穗颖花数增加过程的研究	126
(2) 每穗颖花数与各生育期施肥的关系 (水培法)	127
(3) 每穗颖花数与第一次及第二次枝梗数的关系	129
(4) 每穗颖花数与叶身含氮量的关系	132
第十章 每穗颖花数的预测	134
一、根据茎基部第一伸长节间的粗度预测颖花数法	134
(1) 茎基部第一伸长节间的粗度和颖花数的关系	135
(2) 茎基部第一伸长节间的粗度生长过程	136
(3) 颖花分化期前后, 茎基部第一伸长节间的粗度与出穗后 平均每穗颖花数的关系	137
二、预测每穗颖花 (粒) 数的其他方法	138
三、每科颖花 (粒) 总数的预测方法	141
(1) 出穗后每科茎基部第一伸长节间粗度的总和与每科颖花总数的关系	141
(2) 第一伸长节间的粗度在颖花分化期的变化和在出穗后的变化的比较	142
(3) 颖花分化期每科第一伸长节间粗度的总和与每科颖花总数的关系	145
(4) 每科颖花 (粒) 总数预测法的实际应用	146
四、小结	148
第十一章 每穗颖花数的增加	150
✓ 抑制过多的穗数	150
二、在穗轴分化期前培育出茁壮的分蘖	151
三、积极促进颖花分化	153
四、防止颖花退化	157
第十二章 结实粒的鉴别方法	162
一、谷粒比重的意义	163
二、谷粒的比重与糙米的形状及质量的关系	164
三、根据谷粒的比重鉴别结实粒法	166

四、结实率的测定方法	171
五、小结	172
第十三章 结实率的决定时期	173
一、各生育期的剪叶及剪根试验	173
二、各生育期的遮光试验	176
三、各生育期的高温和低温试验	177
四、各生育期的去科和补科试验	178
五、决定结实率的期间	180
第十四章 结实率的决定	184
一、结实期光合作用的日变化与稻株中碳水化合物浓度的日变化的关系	185
二、向谷粒运转的数量的昼夜比较和运转量的日变化	188
三、结实期的光照强度对于结实率的影响	192
四、最易影响结实的光照不足期	194
五、气温、光照和结实的关系	196
六、结实的适温和温差	198
七、运转速度和温度之间的关系	200
八、施肥和光照与结实的关系	204
九、颖花数和结实率的关系	212
十、维管束的大小和结实率的关系	215
十一、谷粒承受碳水化合物能力的持续时间和结实的关系	216
十二、结实率形成机制的综合研究	219
第十五章 结实率的预测	223
一、决定结实率命运的时期在出穗后的天数	223
二、根据结实的经过情况预测结实率法	225
三、小结	228
第十六章 结实率的提高	231
一、力争早插	231
二、保持幼穗分化始期到齐穗期间的环境条件良好	232
三、防止颖花数过多	233

四、培育健壮植株迎接出穗期·····	236
五、齐穗期追施氮肥·····	237
六、防治出穗以后的病虫害·····	243
七、对待暴风的措施·····	244
八、防止倒伏·····	245
(1) 选用抗倒伏的品种·····	246
(2) 正确施肥·····	246
(3) 提早插秧·····	247
(4) 注意栽植密度·····	247
(5) 作好灌排管理·····	247
(6) 防治病虫害·····	247
(7) 施用2,4-滴·····	248
(8) 疏秧·····	248
九、缩短最上部三张叶片的长度·····	249
十、要使稻谷在秋冷以前成熟·····	250
十一、选用结实良好的品种·····	250
第十七章 千粒重的决定时期 ·····	251
一、各生育期的剪叶及剪根试验·····	251
二、各生育期的遮光试验·····	252
三、出穗后的遮光试验·····	253
四、各生育期的去科及补科试验·····	253
五、决定千粒重的期间·····	255
第十八章 千粒重的形成 ·····	258
一、糙米的体积和谷壳体积的关系·····	258
二、裂壳谷的多少和谷壳体积的关系·····	259
三、谷粒收容不下的运转碳水化合物去向·····	261
四、谷壳小的原因·····	262
五、决定千粒重的机制·····	263
第十九章 千粒重的预测 ·····	266
一、根据每穗颖花(粒)数预测千粒重法·····	266
二、根据谷壳的大小预测千粒重法·····	267
三、根据谷粒的比重预测千粒重法·····	268

四、小结	271
第二十章 千粒重的提高	273
一、增大谷壳的体积	273
二、充分增大谷壳内部的米粒	276
第二十一章 产量的构成	278
一、剪叶、剪根试验的产量构成过程	278
二、遮光试验的产量构成过程	281
三、各生育期的去科及补科试验的产量构成过程	284
四、产量的构成过程	285
五、产量构成过程的模式图	288
第二十二章 产量的预测	293
一、产量构成四因素的个体间变异和调查个体数目的确定	293
(1) 确定调查个体数目的意见表	293
(2) 产量构成因素的个体间变异及其调查个体数目的确定	296
二、产量预测方法的实际运用	299
(1) 预测年成的指数	299
(2) 预测实产时应注意的事项	300
(3) 出穗期前的产量预估	300
(4) 出穗期的产量预估	301
(5) 在能预测结实率及千粒重时的产量预估	305
(6) 产量已成定局时期的产量预估	305
第二十三章 产量的提高	311
一、根据稻株的稻作诊断	311
二、稻作的计划生产	313
三、地力的增进	316
四、病虫害的早期发现和防治	320
五、按照发育阶段的栽培管理	321
六、从产量的构成过程看四个追肥时期	322
七、高产原理及其示范试验	329
引用文献	334
附录	345
附表	356

第一章 本书的梗概

本书的内容，从始至终以阐明下列三个问题为中心，即：水稻产量构成的时期和情况；预测产量的时期和方法；增加产量的时期和措施。在书内这三个问题是相互交错的，但是内容的每一部分一定都和其中的一个问题密切关连着，这点读者是决不致混淆的。由于考虑对于本书内容先有个概念，在理解全书上会有所帮助，下面特将本书的一些要点，扼要地阐述一下。

一、构成产量的梗概

怎样能够最有效地增加水稻产量？这是人们梦寐以求的非常关心的一个问题。但是要想解决这个问题，必须先明了水稻的产量是在什么时期和怎样构成的。因此，首先来研究一下人们追求的最终目的——产量。因为了解了产量的本质，就会找出增产的关键。

那末，这里就先分析一下构成水稻单位面积产量的问题。首先，从容量（如公升）方面来分析产量时，则可用下列公式来表示^①（以下，公升均简称为升）：

$$\text{产量(容量)} = (\text{穗数} \times \text{每穗平均颖花数} \times \text{结实率}) \\ \div \text{每升糙米粒数}$$

^① 这些产量构成公式，若用于计算实际产量时，应特别注意的一个问题，即这些公式应以科为单位进行计算。目前，在用粒数计算产量时，一般采用的是：调查许多稻株，算出各因素的平均值，然后将各因素平均值相乘起来，以求产量的计算方法，显然，这种方法从数理上来看也是错误的。这点可以从下例理解。（接下页注）

$$\begin{aligned}
 &= \text{穗数} \times \text{每穗平均颖花数} \times \text{结实率} \\
 &\div \frac{\text{每升糙米重}}{\text{糙米千粒重} \div 1000} \\
 &= (\text{穗数} \times \text{每穗平均颖花数} \times \text{结实率}) \\
 &\quad \times \text{糙米千粒重} \div (\text{每升糙米重} \times 1000)
 \end{aligned}$$

这里，穗数既可以作为单位面积（每公亩、每平方米等）的穗数，也可以作为每科的平均穗数，但后者只限于每年栽植的科行距均相同的例子。每穗平均颖花数^②是指中等穗的谷粒数，具体地说，就是把许多稻株的谷粒数数出来，用各稻株的穗数除得的平均数。简便的方法，是选择穗数平均的稻株，计算出全部谷粒数，然后用穗数去除得。所谓结实（粒）率（以后还有详细说明），是指穗上着生的谷粒，在除掉秕粒和不完整米之后能够成为精糙米的谷粒比率。例如一个穗有100个谷粒，其中83个谷粒能够成为合乎标准的精糙米，结实率即为83%。具体地说，就是将谷粒放在比重1.06的盐水中，以下沉粒数用全部谷粒数除得。也就是说，超过比重1.06的谷粒可以成为精糙米。所谓糙米千粒重，

各个体 代 号	每科 穗数	每 穗 颖花数	结实率 (%)	糙 米 千粒重(克)	每科糙米重 (克)
1	8 ×	130 ×	0.90 ×	22.8 + 1000	= 21.3408
2	5 ×	150 ×	0.95 ×	23.0 + 1000	= 16.3875
3	10 ×	120 ×	0.85 ×	22.5 + 1000	= 22.9500
4	12 ×	100 ×	0.80 ×	22.2 + 1000	= 21.3120
5	15 ×	80 ×	0.75 ×	22.0 + 1000	= 19.8000
平 均	10 ×	116 ×	0.85 ×	22.5 + 1000	≈ 20.3580

如上表所示，5科的实际平均产量为20.3580克，各科的产量完全是四个因素的积数。但一般都是计算各个因素的平均值，然后将四个因素的平均值相乘起来，其结果就变成了22.185克，和5科的实际产量的平均值完全不同，即比实际产量高出10%左右。在用容量来计算产量时，也完全如此。这是人们一般不大注意但却是很重要的一个问题。

② “颖花数”和“粒数”是一样的。但因后面所要论述的多半是出穗以前的情况，这时用“粒”这个名称似乎不够恰当，所以才用“颖花”的字样。

是表示糙米的大小。数字越大，则糙米粒越大。本来糙米的大小是难于表现在数字上的，所以目前采用以千粒重来表示。

本公式的第一式，一般是在用粒数计算产量时使用的。第二式的每升粒数，是用每粒重量除每升重量得出的，所以也容易理解。第三式不过是由第二式演变出来的。正如第三式所示，水稻的产量，从容量方面看，有关的因素不过是穗数、每穗平均颖花

表1 水稻产量构成因素的年度变化

品 种 名	因 素 别 项 目	穗数	每穗颖花数		结 实 率		糙 米	糙米	糙米产量	
			最长茎	中等茎	最长茎	中等茎	千粒重	每升重量	每公亩公斤	
早熟种	乌	变异系数	15.6	12.4	16.6	6.0	7.0	4.4	2.6	15.8
		实数平均	9.5	167	135	87.5	86.1	21.2	813	30.7
	无芒爱国	变异系数	12.2	9.7	12.9	6.4	5.2	3.6	2.0	14.9
		实数平均	11.4	125	104	89.3	90.2	21.7	827	33.1
	信 州	变异系数	10.2	6.5	12.9	9.1	7.6	3.5	2.1	12.2
		实数平均	15.4	126	108	80.3	83.1	18.9	813	31.8
中熟种	剑	变异系数	12.6	7.1	12.3	6.4	7.6	2.7	1.6	13.6
		实数平均	12.5	132	116	83.8	83.8	19.0	817	33.4
	撰 一	变异系数	10.7	7.0	11.1	7.9	5.6	3.1	1.6	12.7
		实数平均	13.1	132	115	83.6	85.5	20.4	824	35.8
	关 取	变异系数	12.6	8.0	11.2	8.4	7.0	2.2	1.6	13.2
		实数平均	12.2	132	113	87.4	87.3	18.2	828	32.7
晚熟种	须贺一本	变异系数	12.6	11.5	14.9	5.0	5.2	3.1	1.6	13.5
		实数平均	10.8	122	107	87.8	87.2	23.6	827	32.7
	大 关	变异系数	14.2	15.8	13.6	5.8	6.0	4.0	1.9	15.9
		实数平均	11.0	140	128	85.9	86.1	20.6	826	33.6
	目 张	变异系数	11.3	13.1	12.7	6.0	7.5	3.1	1.8	15.2
		实数平均	11.1	140	127	87.2	86.2	20.5	823	34.5
变异系数平均			12.4	10.1	13.1	6.8	6.5	3.3	1.9	14.1

数、结实率、千粒重和每公升糙米重量等五个。但是，正如表 1 及表 2 所示，五个因素中的每公升糙米重量依栽培地区和栽培年份的变化很小，几乎是接近固定的。

表 1 是在原农林省试验场鸿巢试验地，以早、中、晚熟九个品种，从 1925 年以来的 19 个年份中，在同一田间、同一耕作条件下栽培的结果。表中变异系数越小的，年份之间的差别越小，平均数值是 19 个年份的平均。所谓变异系数为 5%，就是可以认为，把平均值作为 100 时，一百年中就有七十年属于以此为中心，上下各有 5%（即 105—95）变异范围（“变异系数”是后面常常出现的一个术语，希望读者记住，解释参见下面注解）。

表中除去每升重量以外，还包括构成产量的其他各个因素，这些都是经过多年试验取得的来之不易的成果，是可以看到构成产量的各个因素具有什么性质的一份颇有价值的表格，希望读者能对它加以充分的研究^③。

表 2 是作者在山口县农业试验场，主要用 1947 年由该县各地收集的资料，加上品种试验、气候适应性试验、作物生产试验等资料共 147 份，制出的每升重量的变异表。表中尽管包括了谷粒大小不同的品种，和该县各地的多变的环境条件，变异仍然是很小的，变异系数仅 0.85%。同时，还用这些资料测定了糙米千粒重，算出变异系数是 6.3%。每升重量的变异很小，仅为千粒重的 1/8。即，从表 1 和表 2 看，每升重量，总是大致固定的，这样

③ 从表中可以看出，中熟品种的丰歉差别最小，穗数在年度间的变动最大，其次是每穗颖花数与结实率，至于千粒重，除去每升重量以外，数它的变化最小。变异系数是以平均值除标准差再乘 100 而得的数值。这个系数还意味着，一般地说，它可能以常年（100）为中心，或上或下地发生其值 3 倍以内的变化。例如，从千粒重的变异系数是 3.3% 这一情况，就可以知道重量将产生相当于常年的大约 10% 以内的增减；同时从产量的变异系数是 14.1% 这一点，又可以理解到：产量以常年产量为中心，发生了 40—50% 以内的丰歉变化。

表2 糙米每升重量的变异

每升重量(克)	814	819	823	827	831	835	839	843	848	852	变异系数 (%)
调查点数		2	3	10	15	29	33	31	18	6	0.849

判断决不会有太大的出入。因此，每升重量完全可以不当作与产量最有直接关系的因素考虑。这样，构成产量的因素，从公式第三式起，就可以看作只有穗数、每穗颖花（谷粒）数、结实率和千粒重这四个因素。

其次，从重量（公斤）方面来分析一下产量，这是比较简单的，用下列公式即可表明（参见本章注①）：

$$\text{产量（重量）} = \text{穗数} \times \text{平均每穗颖花数} \times \text{结实率} \times \text{糙米千粒重} \div 1000$$

这里值得考虑的问题是糙米的含水量。但是经过充分干燥的糙米含水量，误差很少超过2%，所以构成产量的因素与容量的情况一样，可以认为是穗数、每穗颖花（谷粒）数、结实率及糙米千粒重这四个因素。

根据以上情况，我们知道不论从容量或从重量方面来看，水稻的产量都是由四个因素构成的。所以要增加水稻产量，除去增大穗数、每穗平均颖花数、结实率及千粒重这四个因素以外，是没有其他途径的。如果增产的途径只能是增大这四个因素，那么了解增大这些因素的方法，就成为增产的关键。可是要了解增大各因素的方法，必须首先知道各因素是在什么时期形成和怎样形成的。从下一章开始，就说明各因素在什么时期决定和怎样决定等问题。