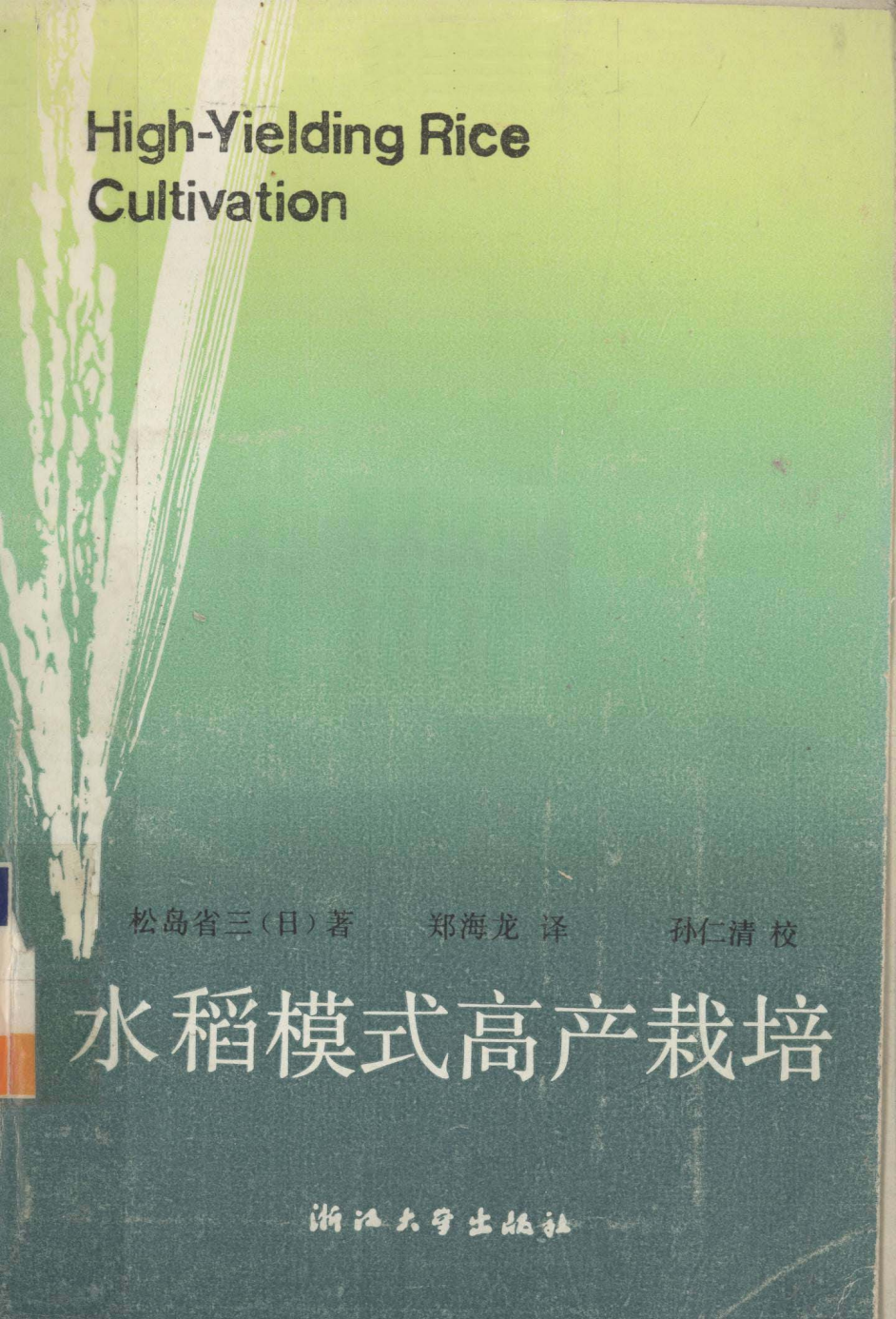




# High-Yielding Rice Cultivation

松岛省三(日)著

郑海龙 译

孙仁清 校

## 水稻模式高产栽培

浙江大学出版社

# 水稻模式高产栽培

High-yielding Rice Cultivation

(日) 松島省三 著

郑海龙 译

孙仁清 校

浙江大学出版社

## 内 容 简 介

我国是世界上主要产稻国之一，但人均粮食产量尚远远落后于工业先进国，而人均耕地面积有限，极需提高单产。日本水稻科学界权威松岛（Seizo Matsushima）先生，1976年所著英文版“High-Yielding Rice Cultivation”一书阐述了他闻名于世的“V”字型水稻模式株型高产栽培法。全书用他本人和协作者的试验叙述了此“模式高产栽培法”的理性认识和大田的实践的验证。它是松岛先生唯一以学术性方式论述他毕生研究心得的一本著作。其增产原理仍然适合于我国农业院校师生，农业科研、技术推广人员，以及种植专业户的参考，对提高我国水稻产量具有一定的现实意义。

### 水 稻 模 式 高 产 栽 培

松岛省山（日）著

郑海龙译 孙仁清校

责任编辑 周志杰 朱谨准

浙江大学出版社出版

临平光明印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张 10.375 字数 233千字

1990年9月第一版

1990年9月第一次印刷

印数0001—1000

ISBN 7-308-00602-6/S.004

定价：6.00元

## 翻 译 说 明

我国是世界主要产稻国之一，但人均粮食产量却远远落后于工业先进国，而人均耕地面积有限，亟需提高单产。日本水稻科学界权威松岛先生1976年所著这本英文版“High Yield of Rice Cultivation”一书阐述了他化了近四十年的研究而闻名于世的“V”字型水稻模式株型高产栽培法。全书用他本人和协作者的试验叙述了此“模式高产栽培法”的理性认识和大田实践的验证。该书虽问世较早，但它是松岛先生唯一以学术性方式论述他毕生研究心得的一部著作。因此特译出奉献给我国农业院校师生、农业科研、技术推广人员以及种植专业户以供参考，为共同提高我国水稻产量作出贡献。

本书的特点是作者抛弃了“有肥土才能有高产”的老观念，在水稻不同生育阶段施肥，发现单位面积内总粒数的多少与结实率的高低并不存在绝对的负相关，而找出这两个产量构成因素都呈最佳状态的施肥期，即“V”字型施肥法。並以此为中心，进行了数十年生理生态研究，从理论上获得证明，在实践中——用群体下的砂培和指导农民创造高产竞赛田中获得了验证。又在理性认识的基础上，逐一评述了水稻高产栽培的各个技术环节应注意的事项，即汇集成本书中的模式高产栽培方法。

由于校译者的学术水平与文字水平有限，译文中如有不妥之处，尚祈见谅。

译 校 者

1988.10.21

## 著 者 序

自从著者第一版日文版的前一著作《稻作的理论与技术》发行后，已过去17年了，在此期间该书已印了17版。该书中仅论述决定产量理论及其应用，不涉及水稻高产栽培。其主要原因在于作者已长时间对于高产的研究陷于混乱和僵局。

森永博士，国立农业科学研究所前所长（作者为其中工作人员）劝告作者，认为作者的研究已变陈旧，並建议作者外出一段时间以扩大思路。由于他的建议，作者被任命为（联合国）粮食及农业组织驻马来西亚的水稻植物生理专家。因此，作者去马来西亚两年，在此期间一个模糊的但是新的见解进入作者困惑的心中（指第一及二章）。由于这个见解的引导，作者回到日本立即开始研究，把水稻产量增加到最大限度。研究的最重要特点是通过栽培“模式株型”使水稻植株生长出尽可能最高的产量，这明显地有别于以往以改良土壤条件来提高产量为特征的研究。

这些研究结果已准备出版，（首次英文版发行于1966年，第四版发行于1975年），以纪念他从政府工作中退休。虽然作者並不满意这本书，但他这次决定迅速付印是为了改良水稻栽培提供合理的促进因素。

在《稻作的理论与技术》一书及本书中，不包括日本或国外人的研究结果，而主要是由作者自己新颖的见解指导下，自己试验的结果，因此自然而然地显示出他自己有力的个性，因而深恐本书中包含有作者未曾发觉的错误，虚心请

读者善意指正。并请读者对本书多加浏览，采用他们认为有用的，抛弃他们认为无用的。

作者期望以万分感激之情，奉献这本书给他尊敬的老师和双亲。这本书中的试验结果，绝大部分来自国立农业科学研究所的物理学、统计学与农艺系实验室（在鸿巢）。作者十分感谢：间中先生、冈边博士、和田、其田博士、田中博士、保筱先生、末崎博士、富田博士、平岛博士和椎桥夫人的协助，以至于使这些试验获得成功。作者非常感激杉泽夫人和皮缪梅小姐，将日本版翻译成英文。当作者结束在政府中服务长达39年的研究生涯时，他衷心感激所有帮助过他的朋友和长者。

松岛省三

# 目 录

|     |                          |    |
|-----|--------------------------|----|
| 第一章 | 最大限度提高产量的关键性问题           | 1  |
| 1.  | 研究的动机与途径                 | 1  |
| 2.  | 提高产量中的一个首要问题             | 3  |
| 3.  | 最适谷粒数与最适叶面积              | 5  |
| 第二章 | 氮肥施用期与结实率之间的关系           | 9  |
| 1.  | 在水稻各生育阶段重施氮肥的试验          | 9  |
| 2.  | 由于在穗轴分化期追施氮肥,降低结实率的原因    | 12 |
| 第三章 | “水稻模式株型”特性的研究            | 16 |
| 1.  | 单位面积内必需的和足够数量的谷粒数        | 16 |
| 2.  | 矮秆、多穗                    | 18 |
| 3.  | 上部两叶或三叶是短、厚和矗            | 24 |
| (1) | 光饱和现象和水稻群体中的株型           | 24 |
| (2) | 叶片受光角度与碳素同化率             | 26 |
| (3) | 平直叶片和弯曲叶片之间的碳素同化率的比较     | 29 |
| (4) | 叶片的上表面与下表面的碳素同化率         | 31 |
| (5) | 漫射光,高效光能利用的株型与碳素同化率之间的关系 | 36 |
| (6) | 叶片的厚度与碳素同化率              | 41 |
| (7) | 抽穗期叶面积系数与碳素同化率之间的关系      | 43 |
| (8) | 剑叶、上二叶与上三叶相互间的关系         | 46 |
| (9) | 株型与结实率之间的关系              | 47 |
| 4.  | 抽穗后保持叶色不褪淡               | 53 |
| 5.  | 每茎具有尽可能多的绿叶数             | 59 |

|                                           |            |
|-------------------------------------------|------------|
| 6. 抽穗前15天和抽穗后25天, 共计40天持续的好天气为抽穗最适时期····· | 62         |
| (1) 临界生长期缺少阳光·····                        | 62         |
| (2) 决定最适抽穗期的方法·····                       | 66         |
| (3) 高温的不良影响与强烈光照亮度的良好效果之间的关系·····         | 68         |
| <b>第四章 按照意愿控制水稻株型的技术·····</b>             | <b>75</b>  |
| 1. 按照意愿控制水稻植株株型的一个启示·····                 | 75         |
| 2. 在不同生育期限限制氮素处理的试验·····                  | 77         |
| 3. 在不同生育期限限制氮素试验与追施氮肥试验·····              | 81         |
| 4. 水田中去根与追肥试验·····                        | 84         |
| 5. 叶片对于各种处理最敏感的生长阶段·····                  | 85         |
| 6. 培育“水稻模式株型”的方法·····                     | 87         |
| <b>第五章 通过“水稻模式株型”获得高产原理的验证·····</b>       | <b>89</b>  |
| 1. 在群体条件下的水培与国家产量竞赛头奖获得者水稻栽培方法的比较·····    | 89         |
| (1) 试验的方法与经过·····                         | 89         |
| (2) 试验结果与讨论·····                          | 91         |
| (3) 结论·····                               | 106        |
| 2. 在群体条件下利用水培极大的提高产量的一个例证·····            | 108        |
| (1) 1964年的试验·····                         | 108        |
| (1965)年的试验·····                           | 120        |
| <b>第六章 “模式株型”的高产原理应用于改进一般水稻栽培方法·····</b>  | <b>122</b> |
| 1. 使用环流灌溉的方法·····                         | 122        |
| (1) 环流灌溉的优点·····                          | 123        |
| (2) 使用环流灌溉限制氮素方法的设想·····                  | 124        |



|                                        |            |
|----------------------------------------|------------|
| (3) 依靠环流灌溉提高产量试验的方法·····               | 125        |
| (4) 应用环流灌溉提高产量试验的结果与讨论··               | 126        |
| (5) 结论·····                            | 129        |
| 2. 使用一般灌溉的方法·····                      | 129        |
| (1) 在水分渗透性差的稻田中使用硝态氮的方法                | 129        |
| (2) 在水分渗透量大的稻田中使用硝态氮的方法                | 133        |
| (3) 在一般稻田中限制氮素吸收的方法·····               | 135        |
| <b>第七章 通过“模式株型”安全可靠的水稻栽培法·····</b>     | <b>138</b> |
| 1. 通过“模式株型”的水稻栽培法增进抗倒性··               | 138        |
| (1) 矮化秆长和基部三个节间的总长度·····               | 139        |
| (2) 株型改良·····                          | 142        |
| (3) 降低倒伏指数·····                        | 146        |
| (4) 齐穗期追肥以增进抗倒性·····                   | 147        |
| (5) 植株中的化学成分与抗倒性·····                  | 149        |
| (6) 结语·····                            | 151        |
| 2. 依靠“模式株型”水稻栽培法增进对病害和自然灾<br>害的抗性····· | 152        |
| (1) 增进对病害的抗性·····                      | 152        |
| (2) 增加对风害的抗性·····                      | 154        |
| (3) 增强对低温的抗性·····                      | 158        |
| (4) 结语·····                            | 160        |
| <b>第八章 通过“模式株型”的优质水稻栽培法·····</b>       | <b>162</b> |
| 1. 生长中期限限制氮素以改进籽粒品质·····               | 162        |
| 2. 齐穗期追施氮肥以改进籽粒品质·····                 | 166        |
| (1) 齐穗期追施氮肥与籽粒厚度之间的关系·····             | 166        |
| (2) 齐穗期追施氮肥与糙米品质之间的关系·····             | 167        |
| (3) 齐穗期追施氮肥与糙米蛋白质含量之间的关系··<br>·····    | 167        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| (4) 齐穗期追施氮素对于结实率和糙米的检验等级的作用.....  | 168        |
| <b>第九章 “模式株型” 水稻高产栽培技术概要.....</b> | <b>170</b> |
| 1. “模式株型” 水稻高产栽培的模式.....          | 170        |
| 2. 水稻各生育阶段的栽培指标.....              | 172        |
| 3. 各个生育阶段的栽培措施概要.....             | 175        |
| <b>第十章 培育壮秧.....</b>              | <b>180</b> |
| 1. “模式株型水稻栽培法” 的秧苗.....           | 180        |
| 2. 培育壮秧的要点.....                   | 181        |
| 3. 水稻秧苗的特性与发根力之间的关系.....          | 187        |
| 4. 培育壮秧的措施.....                   | 193        |
| (1) 水稻种子与选种.....                  | 193        |
| (2) 制作秧田.....                     | 194        |
| (3) 播种.....                       | 195        |
| (4) 出苗后的管理.....                   | 196        |
| 5. 在高温下培育壮秧的一个方法.....             | 199        |
| 6. 为机械插秧培育健壮小苗的方法.....            | 202        |
| <b>第十一章 移栽.....</b>               | <b>206</b> |
| 1. 基肥.....                        | 206        |
| (1) 判断基肥用量的方法.....                | 207        |
| (2) 肥料的面施法.....                   | 214        |
| 2. 早栽.....                        | 216        |
| (1) 早栽与谷粒数.....                   | 216        |
| (2) 早栽与结实率.....                   | 217        |
| (3) 早栽与高产.....                    | 218        |
| (4) 早栽的优缺点.....                   | 219        |
| (5) 早栽的限度.....                    | 219        |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 3. 密植.....                     | 221 |
| 4. 浅插.....                     | 225 |
| 5. 预防移栽后的根系伤害.....             | 227 |
| <b>第十二章 移栽后生长早期的栽培措施</b> ..... | 231 |
| 1. 移栽后生长早期的追肥.....             | 231 |
| 2. 硝态氮的使用.....                 | 235 |
| 3. 硝态氮效果的检验.....               | 236 |
| 4. 硝态氮的吸收百分率.....              | 239 |
| 5. “分蘖末期追肥”的重要性及其应用方法.....     | 241 |
| 6. 水分管理（主要为提高水温）及其他管理.....     | 243 |
| <b>第十三章 生长中期的管理措施</b> .....    | 247 |
| 1. 中期搁田措施.....                 | 247 |
| (1) 中期搁田措施的概念.....             | 247 |
| (2) 中期搁田的方法.....               | 250 |
| (3) 对于中期搁田的疑问.....             | 253 |
| 2. 限制氮素吸收的方法.....              | 256 |
| (1) 壮秧窄距移栽.....                | 256 |
| (2) 提早移栽时间.....                | 258 |
| (3) 减少基肥用氮肥.....               | 258 |
| (4) 生长早期追肥的暂停，减少用量或提前使用.....   | 259 |
| (5) 推迟生长中期追肥的时间.....           | 260 |
| (6) 改全层施肥为表层施肥.....            | 261 |
| (7) 硝态氮的使用.....                | 261 |
| (8) 利用雨季.....                  | 262 |
| 3. 限制氮素吸收的程度（等级）.....          | 263 |
| 4. 表明叶色的方法.....                | 266 |
| 5. 限制氮素吸收与根系活力.....            | 272 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 6. 限制供氮和叶面积, 碳素同化量和干重的变化             | 277 |
| <b>第十四章 生长后期的管理措施</b>                | 279 |
| 1. 生育后期的关键及其管理要点                     | 280 |
| 2. 小穗分化前期追肥的施用                       | 282 |
| (1) 使用的时间                            | 283 |
| (2) 由于追肥的时间而改变植株内碳水化合物数量与氮素数量之间的关系   | 284 |
| (3) 抽穗前每个谷粒碳水化合物的数量                  | 286 |
| (4) 氮素使用时间和叶片充实度(厚度)之间的关系            | 287 |
| (5) 使用方法                             | 289 |
| 3. 齐穗期追肥使用方法                         | 290 |
| (1) 由于氮素追肥的影响, 而改变生长中水稻的碳素同化率        | 290 |
| (2) 齐穗期追施氮肥对于季节上每一叶片中的含氮量和碳素同化率变化的影响 | 293 |
| (3) 碳水化合物数量的增加与结实率之间的关系              | 296 |
| (4) 每个谷粒碳水化合物数量的增加与结实率之间的关系          | 297 |
| (5) 齐穗期追肥对于水稻生长其他有利影响                | 299 |
| (6) 在生殖生长期, 即小穗的化期和齐穗期重复施用追肥         | 300 |
| (7) 施用时间                             | 300 |
| (8) 氮素的施用量                           | 301 |
| (9) 齐穗期追肥试验的历史回顾                     | 302 |
| (10) 齐穗期追肥无效的事例                      | 302 |
| 4. 间歇灌溉的措施                           | 305 |
| (1) 根系活力, 叶片中碳素同化率的含水量               | 305 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| (2) 根系活力与间歇灌溉之间的关系·····   | 308 |
| (3) 间歇灌溉与脱氮作用之间的关系·····   | 301 |
| (4) 间歇灌溉的方法·····          | 311 |
| 5. 抽穗的最适时机·····           | 312 |
| (1) 天气(日照)类型与产量之间的关系····· | 313 |
| (2) 在结实期间日光辐射量和氮素数量的乘积··  | 314 |
| (3) 最适抽穗期·····            | 315 |

# 第一章 最大限度提高产量 的关键性问题

作者长期研究何时与如何决定水稻谷物产量，以便能预测和提高产量。研究过程中将产量分成4个要素：即单位面积内的穗数、每穗平均粒数、结实率与千粒重。作者在这个研究中获得了极大的成功。这4个要素当然不是孤立地影响产量，而是紧密相关的，经常是一个要素的增加，会使其他要素下降。例如穗数增加时，每穗粒数就下降；单位面积内谷粒数增加时，结实率就下降。因此，即使知道每一个要素增加的方法，也不可能达到理想的谷物产量。特别是，尽管水稻产量是由单位面积内谷粒数与结实率所决定的，但这两个要素经常存在负相关。虽经多年的努力，而这个问题似乎并无实际解决办法。因此，有一个时期，作者几乎放弃了对高产的研究，而承认传统的看法，即除了提高土壤肥力以外增产别无其他途径。然而不久另一个可能解决的办法吸引着作者，并致力于以下的探索途径。

## 1. 研究的动机与途径

自古以来，日本有句谚语：“稻自土中生”。改善土壤肥力被认为是水稻顺利生长的先决条件。农民从实践中懂得，使用化学肥料可使水稻植株生长茂盛，但不能长出满意的籽粒，反而会遭到病虫为害和倒伏等。日本各地的农业试

验站也从不同试验中证实这个谚语是真理。水稻与大、小麦不同，不是化学肥料，而是土壤肥力能提高水稻产量。几乎所有在日本水稻产量竞赛中的获奖者经常年复一年地努力把高质量的堆肥和从他处移来的肥土加到他们的田中，使稻田容易排水并进行深耕。这些措施的全部目的在于提高土壤肥力。这充分证明土壤肥力在水稻高产中的重要性。作者在长期试验以后，变成土壤肥力论的维护者之一，坚持水稻田的土壤改良，至今仍然坚信这是一条获得水稻高产的途径。总之，一般都认为水稻的产量受制于土壤肥力。

因此每公顷收获超过6吨的糙米(400公斤/亩，相当于稻谷500公斤/亩)必须不惜任何代价地提高土壤肥力。然而，这却需要多年的劳动和大量的成本。在日本现有条件下，农民将面临许多困难，主要是由于劳力缺乏，在沒有很高土壤肥力的不利条件下，要找到某些有效的高产水稻栽培方法是不可能的，因此他们不能大幅度地提高水稻产量。

作者在25年前开始进行群体条件下的水稻水培试验，其目的在于说明决定每穗小穗数的机制。与盆中单丛种植的一般栽培法相比较，本方法是在群体条件下，使用一般的行株距，每平方米15.1丛(0.6平方尺/丛)(这方法是作者首创)。当时国立农业科学研究所所长森永鼓励作者继续此实验以找出一种阐明提高水稻产量并不需要土壤肥力的办法。因此，设计了一个在相同的水培方法以及水稻不致发生倒伏的高浓度溶液中的高产试验。结果比预期的要好，获得的小穗数相当于每公顷10~12吨糙米产量，然而结实率仅35—40%，实际糙米产量不超过4.2吨/公顷。由于当时作者偏执于每穗小穗数决定机制的看法，认为这不能令人满意的结实率低是水田土壤肥力低下造成的。

以后作者开始理解到：当单位面积内有大量谷粒数时而不降低结实率的大幅度提高产量的观点；模式株型的水稻植株即使在单位面积内有大量的谷粒数，田土也并不肥沃情况下也能获得高的结实率。为了证明这一点，进行了一系列设计的水培试验。

## 2. 提高产量中的一个首要问题

水稻产量可以用单位面积内的穗数、每穗粒数、结实率与千粒重的乘积来表示。作者已报导过在穗数与每穗粒数已固定时，产量主要依靠结实率。这基于以下原因：第1，每穗粒数已固定时，决定籽实大小的颖壳大小也已被固定；第

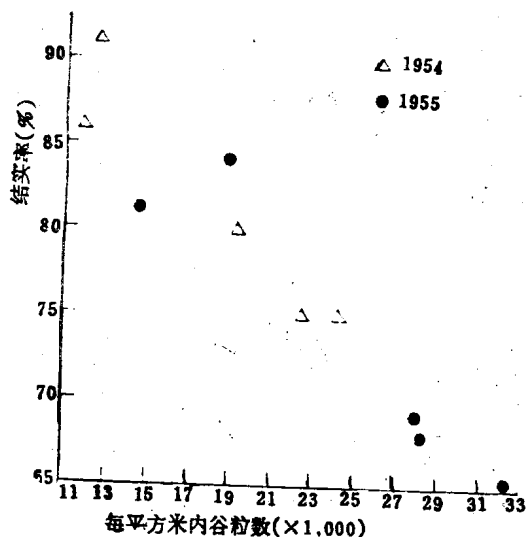


图 1—1 结实率与单位面积内谷粒数之间的相关性

2,千粒重的变动小；第3,在穗数与粒数已决定时，在大多数情况下，结实率与千粒重有显著的正相关。基于这些原因，水稻产量往往为单位面积内谷粒数和结实率的乘积所代表。

因此要获得水稻高产就要同时增进单位面积内的粒数和结实率。然而，在这两个要素之



间存在强的负相关。见图1—1和图1—2。

使用中熟品种农林25号种植2季，每季四次重复。试验中，以出现剑叶期为中心的前后10天内。用不同厚度的布遮阴以控制光线的强度。在有效的改变单位面积内谷粒数以后，考察了结实率以及谷粒数与结实率的相关性，表示于图1—1。如图所示谷粒数愈少，结实率愈高，反之亦然。这意味着他们之间存在明确的负相关。

“鸿巢”田间试验的结果。水稻（农林25）生长在不同基肥用量，不同生育期追肥下，单位面积内谷粒数与结实率的情况如图1—2所示，基肥施得愈多，单位面积（米<sup>2</sup>）内谷粒数产得愈多，结实率愈低。这试验也指出增进单位面积内谷粒数的最适追肥时期，是不适宜于较高的结实率的。换言之，两个试验使用基肥和追肥时期的结果都表明单位面

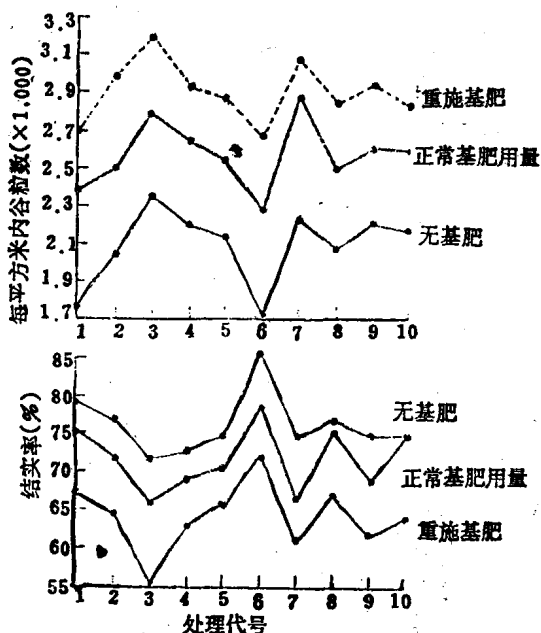


图 1—2 在不同生育阶段追施硫酸铵对于单位面积内谷粒数与结实率的影响