

# 水稻譯叢

(土 壤 肥 料)

第十二輯

水稻譯叢編譯委員會 編

上海市科学技术編譯館

水 稻 譯 叢

(土 壤 肥 料)

第 十 二 輯

水稻譯叢編譯委員會 編

\*

上海市科学技术編譯館出版

(上海南昌路59号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

商务印书館上海厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 印張 4 1/2 字数 132,000

1965年3月第1版 1965年3月第1次印刷

印数 1-3,700

編 号 : 16 · 266

定 价 : 0.60 元

## 前 言

良好的施肥方法是保证水稻获得高产、稳产的重要条件之一,而制定正确的施肥技术,必须建立在充分了解水稻与土壤、肥料相互关系的基础上。本辑即环绕着这个问题,选译了有关水稻的土壤、肥料方面的论文 17 篇。根据其具体内容,大致可分为施肥提高水稻产量、质量的研究,水稻的养分吸收,氮素营养,磷、钾营养,以及影响稻田施肥的若干因素等方面。

施肥提高水稻产量、质量研究方面的三篇(1~3 篇)中,着重介绍了施肥结合深耕密植和根据不同土壤类型配合施用三要素的增产效果,以及土壤类型与肥料种类对稻谷品质,特别是蛋白质含量的影响;并论述提高谷物蛋白质含量的施肥方法与时期。

水稻的养分吸收方面的二篇(4~5 篇),主要是以秧苗为材料,探讨秧苗根部吸收尿素和铵离子的不同机制和应用离子交换树脂系的养分吸收状态。所提出的某些新看法可能是有参考价值的。

氮素是水稻增产中最重要的营养要素,研究的文献数量也最多,因而本辑对氮素营养方面选译得较多,计共 5 篇(6~10 篇)。内容有(1)氮素营养对分蘖期及乳熟期光合作用产物转移的影响;(2)天门冬酰胺和水稻氮素营养的关系,阐明了天门冬酰胺出现的机制、条件和时期,以及根据这一物质的测定作为判断水稻是否需要施肥标志的可能性;(3)几种不同氮源对水稻增产的比较等。

关于磷、钾营养方面,本辑中包括二篇译文(11~12 篇)。“用放射性磷作示踪以比较研究稻株从天然磷源和补给磷源吸收的磷”一文,是探讨水稻对磷的吸收规律性,在此基础上,提出了磷的最有效的施用时期。“钾对水稻茎秆硬度的影响”一文,主要探讨了水稻茎秆基部钾的含量百分率、全纤维素的累积量是决定茎秆硬度,影响水稻倒伏的主要因子。

钙素营养对水稻的影响,一般不大为人们注意,但我国不少地区的稻田,有普遍施用石灰的习惯。这里选译的二篇日本的研究报告(13~14 篇),是有关石灰不同施用时期与用量对水稻产量、籽粒特性和茎的韧度的影响的研究结果。对于了解施用石灰的意义与作用或许有所帮助。

此外,与施肥管理有关的,还选译了影响水稻施肥的若干因素以及施用紫云英后生成的有机酸对水稻生长阻碍作用的另二篇论文(15~16 篇),以及氮、磷对水稻开花习性的影响一篇(17 篇)。

最后,希望读者们多多批评指正。

浙江农业大学  
浙江农业科学院  
情报资料室 吴尧鹏

# 目 录

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 1. 深耕多肥条件下水稻栽植密度的試驗 .....                                   | 1  |
| 2. 施用磷、鉀肥补充氮肥对淹水条件下水稻产量的影响 .....                            | 6  |
| 3. 肥料对米粒营养价值的影响 .....                                       | 11 |
| 4. 水稻秧苗的尿素和銨离子的吸收 .....                                     | 16 |
| 5. 水田条件下水稻根系的养分吸收(1)<br>从离子交换树脂系吸收的养分 .....                 | 21 |
| 6. 氮营养对乳熟期 $C^{14}$ -光合作用产物向子粒轉移的影响(3)<br>水稻氮营养的研究 .....    | 25 |
| 7. 作物氮营养状态与天門冬酰胺檢測的关系(I) 水稻 .....                           | 29 |
| 8. 作物氮营养状态与天門冬酰胺檢測的关系(III) 水稻 .....                         | 34 |
| 9. 水稻对不同氮源的反应 .....                                         | 40 |
| 10. 水稻土的氮素循环(I)<br>淹水水稻土中藍綠藻对固定大气中氮素的作用 .....               | 41 |
| 11. 用放射性磷作示踪物以比較研究稻株从天然磷源和补給磷源吸收的磷 .....                    | 44 |
| 12. 鉀对水稻莖秆硬度的影响 .....                                       | 47 |
| 13. 施用石灰对水稻的影响(I)<br>施用石灰对栽培于貧瘠土壤中的水稻的影响 .....              | 52 |
| 14. 施用石灰对水稻的影响(II)<br>施用石灰对谷粒硬度和莖秆韌度的影响 .....               | 56 |
| 15. 影响水稻土施肥的若干因素 .....                                      | 58 |
| 16. 水田土壤中有機酸代謝及其对水稻生育的阻碍(7)<br>加入紫云英时有机酸的生成及其对生育的阻碍作用 ..... | 62 |
| 17. 氮、磷营养对水稻开花习性的影响 .....                                   | 68 |

# 1. 深耕多肥条件下水稻栽植密度的試驗

近藤 賴巳等

《日本作物学会紀事》30(3): 232~236 (1962) [日文]

## 結 言

关于水稻的栽植密度，自安藤的試驗至最近的山田的見解，已有很多的報告。根据日本以往的稻作法，耕深大概在 15 厘米以內，所以栽植密度的試驗研究大多亦在 15 厘米以內的耕深条件下进行。

从数年前起，日本开始应用大型拖拉机从事深耕和土层改良，同时开始了耕深在 20 厘米以上的稻作法的試驗研究。自 1959 年起，日本各地的試驗研究机关开始了在深耕多肥条件下的栽植密度試驗。著者之一近藤作了推論：以深耕、堆肥、厩肥为主体

的多肥、密植的栽培法，具有成为高产、稳产的稻作法的可能性。本試驗看来証实了这一推論。为謀今后水田农业的发展，及早研討深耕和增施厩肥的条件下的稻作栽培体系并加以确立，看来是重要的，所以以試驗結果为重点报告如下。

## 材 料 和 方 法

試驗是在 1960 年，于东京农工大学农学系附属农場的水田中进行。該田为冲积土壤的干田，地下水水位为 3~6 米，地下排水良好。

試驗区的构成如表 1。

表 1 試驗区的构成

| 栽培时期 | 品<br><br>种 | 播种期<br><br>(月/日) | 移植期<br><br>(月/日) | 本 田 条 件         |              |              |               |                                                     |
|------|------------|------------------|------------------|-----------------|--------------|--------------|---------------|-----------------------------------------------------|
|      |            |                  |                  | 耕 深<br><br>(厘米) | 施肥量(每 10 公亩) |              |               | 栽植密度<br><br>(株/亩)                                   |
|      |            |                  |                  |                 | 牛粪堆肥<br>(吨)  | 熔成磷肥<br>(公斤) | 氯 化 钾<br>(公斤) |                                                     |
| 早期栽培 | 銀 胜        | 3/28             | 5/6              | 25              | 9            | 100          | 35            | 70 $\left\{\begin{array}{l}3\\5\end{array}\right.$  |
|      | 农林 41 号    | 3/29             | 5/7              |                 |              |              |               | 105 $\left\{\begin{array}{l}3\\5\end{array}\right.$ |
| 早植栽培 | 金南风        | 4/10             | 5/19             | 50              | 15           | 150          | 60            | 140 $\left\{\begin{array}{l}4\\7\end{array}\right.$ |
|      |            | 4/11             | 5/20             |                 |              |              |               |                                                     |

試驗在早期栽培和早植栽培下进行，供試品种：早期栽培为“銀胜”和“农林 41 号”，早植栽培为“金南风”。耕翻深度为 25 厘米和 50 厘米。25 厘米区每 10 公亩施用牛粪堆肥 9 吨，50 厘米区施用 15 吨。不施用氮素化学肥料。

耕翻和牛粪堆肥的施用如下：25 厘米区于 1 月 19 日和 2 月 5 日各以 3.6 吨、4 月 9 日以 1 吨全面撒施，每次撒施时以 37 匹馬力的具有 2 列圆盘犁的拖拉机耕翻 25 厘米，边耕边使肥料全层混合；50 厘米区于 1 月 18 日以人力实行 50 厘米深度的上下翻轉，1 月 28 日和 2 月 8 日各全面撒施 4.5 吨，每次

撒施时同样以拖拉机耕翻 25 厘米，予以混合，以后于 3 月 1 日再以人力上下深翻 50 厘米，复于 3 月 22 日和 4 月 19 日各全面撒施 3 吨，同样以拖拉机耕翻 25 厘米而混合之。

化学肥料于插秧前耕翻和耙耖时分二次施用。耕翻时，25 厘米区每 10 公亩以熔成磷肥 75 公斤和氯化钾 17.5 公斤、50 厘米区分别以 100 公斤和 25 公斤，全面撒施，并以装 2 列圆盘犁的拖拉机耕翻 25 厘米予以混合。耙耖时，25 厘米区以熔成磷肥 25 公斤和氯化钾 17.5 公斤、50 厘米区分别以 50 公斤和 35 公斤撒施田面，并在拖拉机上装圆盘耙，兼行

表层 15 厘米深的碎土和整地,将肥料混入。耙时于手推式拖拉机上装滚耙及碎土有齿耙,耙深 15 厘米,进行二次。

不同土层深度的施肥量大致如图 1。

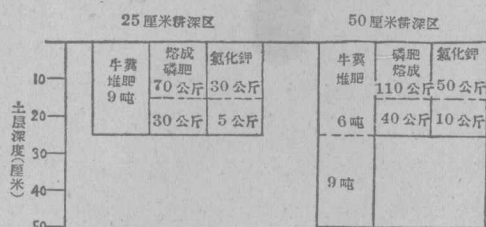


图 1 不同土壤深度的施肥量(每 10 公亩)

各品种和各耕深区,将栽植密度分为每 3.3 平方米 70 株、每株 3 苗和 5 苗,105 株、每株 3 苗和 5 苗,140 株、每株 4 苗和 7 苗,共计 6 个等级,行距都是 30 厘米的单行条插。

试验是每区一个重复,每区面积为 0.8 公亩(总面积 20 公亩)。

在上述以深耕和牛粪堆肥为主体的多肥条件下,按栽植的稀密,对水稻的生育和产量如何变化进行了试验。

育苗应用聚氯乙烯薄膜保温旱秧田,每 3.3 平方米播种 700 毫升。插秧时苗无分蘖,苗龄为 5~6 叶。

大田期的肥培管理如下:根据习惯进行灌水、排水(经常浅灌和晒田),抽穗期张挂防鸟网,分蘖期用手除草一次,另为防治二化螟施用 E605 药剂一次,为防治稻瘟病施用禾制剂一次。

## 结 果

### 1. 生育过程的观察调查

(1) 自分蘖期到孕穗期 插秧后营养生长期的生长形相与一般浅耕和施用速效性氮肥时比较,不同如下。

稻株方面,一般情况下的生长形相为张开垂叶型,叶色深绿,而在本试验情况下则为直立型,叶色呈淡绿色。这种趋势在稀植区较轻、密植区较为显著。早期栽培的品种间,“银胜”的这一趋势较“农林 41 号”更为显著。“金南风”的两个耕深区相比,50 厘米区更呈直立型的生长姿态。

“农林 41 号”和“银胜”,自 6 月下旬到 7 月上旬的最高分蘖期至孕穗期,叶色略带淡黄,愈是密植区此一趋势愈强;株高则较低,尤其是最密植的 140 株区中,在孕穗期呈养分不足的生长形相。但其后叶

色逐渐恢复,绿色开始增加。

“金南风”品种的两个耕深区,自 7 月上旬的分蘖后期到最高分蘖期,下位叶皆发枯,叶色较淡,呈养分缺乏的生长形相。愈是密植区,这一趋势愈强。但自 7 月中旬到下旬的最高分蘖期至幼穗发育初期,叶色再度开始转绿,茎叶的繁茂程度也增加。

(2) 自抽穗期到成熟期 抽穗期和成熟期如表 2 所示。

“银胜”的 140 株 × 7 苗区的抽穗期为 7 月 26 日,70 株 × 3 苗区为 8 月 1 日,前后相差 6 天,同样,成熟期分别为 9 月 5 日和 9 月 12 日,相差 7 天。“金南风”的 25 厘米区的抽穗期,140 株 × 7 苗区为 8 月 13 日,70 株 × 3 苗区为 8 月 19 日,苗后相差 6 天;同样,成熟期分别为 9 月 30 日和 10 月 7 日,相差为 7 天。“金南风”的 50 厘米区的抽穗期较 25 厘米区迟 3~6 天,成熟期迟 5~8 天。因此,愈是密植区,抽穗期和成熟期愈早,抽穗也愈整齐。

“银胜”和“农林 41 号”,在抽穗时,下位叶发枯情况较轻,叶色作淡绿色,呈健康的生长形相。但在 8 月 10~11 日的 11 号台风之后,“农林 41 号”开始倒伏(台风侵袭时,剑叶以下 4 片叶已因纹枯病而发枯),其程度愈是稀植区愈大。因此,对“农林 41 号”不作产量调查。反之,“银胜”各区中纹枯病发生较少,亦未倒伏,成熟大致是顺利的。

“金南风”在抽穗时,25 厘米区的叶色呈淡绿色,顺利地进入成熟期,但 50 厘米区的叶色呈浓绿。从 25 厘米区的抽穗后至 50 厘米区的抽穗期(8 月 15~25 日),有 14 号和 15 号台风侵袭,且阴雨不断。8 月底有零星白叶枯病发生,不久即蔓延开来,但 25 厘米区被害轻,50 厘米区的成熟受到相当损害。9 月中旬,纹枯病点滴发生,成熟后期颇有蔓延,带来了损害。又在 9 月下旬稍有稻飞虱发生,多少有些为害。尽管这些病虫害给成熟上带来了相当的障碍,但成熟期的生长形相依然不坏,25 厘米区的叶色淡,受杂菌污染的谷粒少,50 厘米区的叶色继续是浓绿色的,呈养分过剩的形相。

### 2. 产量和产量构成要素

(1) 每 3.3 平方米的穗数 与以前大多数的栽植密度试验的结果相同,每 3.3 平方米的穗数随着密植化而增加(表 3)。就 25 厘米区而论,“银胜”的 70 株 × 3 苗区为 1,221 穗,140 株 × 7 苗区为 2,035 穗;“金南风”分别为 1,558 穗和 2,194 穗,较“银胜”多。这是由于品种间分蘖力的差异所致。“金南风”

表2 生育经过的观察调查

| 品 种<br>(耕深)      | 栽植密度<br>(株-苗) | 抽 穗 期<br>(月/日) | 成 熟 期<br>(月/日) | 每株穗数<br>(支) | 茎 秆 长<br>(厘米) | 穗 长<br>(厘米) |
|------------------|---------------|----------------|----------------|-------------|---------------|-------------|
| 銀 胜<br>(25 厘米)   | 70—3          | 8/1            | 9/12           | 17.4        | 88.7          | 21.0        |
|                  | —5            | 7/31           | 9/10           | 19.7        | 90.4          | 21.1        |
|                  | 105—3         | 7/30           | 9/8            | 13.6        | 89.4          | 20.8        |
|                  | —5            | 7/29           | 9/7            | 14.8        | 85.8          | 20.2        |
|                  | 140—4         | 7/29           | 9/6            | 11.5        | 84.9          | 19.9        |
|                  | —7            | 7/26           | 9/5            | 14.5        | 81.4          | 19.1        |
| 金 南 风<br>(25 厘米) | 70—3          | 8/19           | 10/7           | 22.3        | 83.4          | 19.5        |
|                  | —5            | 8/17           | 10/5           | 24.3        | 83.4          | 19.4        |
|                  | 105—3         | 8/16           | 10/4           | 17.4        | 84.1          | 19.6        |
|                  | —5            | 8/15           | 10/3           | 18.1        | 83.9          | 19.4        |
|                  | 140—4         | 8/14           | 10/2           | 14.1        | 81.3          | 19.2        |
|                  | —7            | 8/13           | 9/30           | 15.7        | 80.8          | 18.2        |
| 金 南 风<br>(50 厘米) | 70—3          | 8/25           | 10/15          | 19.4        | 85.5          | 20.7        |
|                  | —5            | 8/24           | 10/12          | 21.1        | 88.1          | 20.6        |
|                  | 105—3         | 8/20           | 10/10          | 14.2        | 85.4          | 20.5        |
|                  | —5            | 8/19           | 10/7           | 15.0        | 85.0          | 20.4        |
|                  | 140—4         | 8/18           | 10/6           | 12.2        | 83.4          | 20.1        |
|                  | —7            | 8/16           | 10/5           | 14.2        | 82.9          | 19.3        |

(注) 茎秆长、穗长、每株穗数为各区中生长中等的 7 个地点的数值, 每一地点在 70 株区取 14 株、105 株区取 21 株、140 株区取 28 株的平均值

表3 主要产量构成要素

| 品 种<br>(耕深)      | 栽植密度<br>(株-苗) | 穗 数<br>(支)/3.3 米 <sup>2</sup> | 每 穗 平 均<br>总 粒 数 | 不实粒比率<br>(%) | 每 3.3 米 <sup>2</sup><br>的 实 粒 数 | 净糙米千粒<br>重(克) |
|------------------|---------------|-------------------------------|------------------|--------------|---------------------------------|---------------|
| 銀 胜<br>(25 厘米)   | 70—3          | 1,221                         | 85.4             | 8.1          | 95,806                          | 21.23         |
|                  | —5            | 1,382                         | 81.7             | 7.3          | 104,644                         | 21.11         |
|                  | 105—3         | 1,425                         | 83.4             | 8.7          | 108,517                         | 21.78         |
|                  | —5            | 1,558                         | 75.6             | 7.7          | 108,715                         | 22.06         |
|                  | 140—4         | 1,603                         | 70.1             | 7.3          | 104,167                         | 21.49         |
|                  | —7            | 2,035                         | 58.9             | 7.1          | 111,387                         | 22.07         |
| 金 南 风<br>(25 厘米) | 70—3          | 1,558                         | 82.2             | 8.3          | 117,412                         | 20.00         |
|                  | —5            | 1,701                         | 81.8             | 8.8          | 126,939                         | 19.88         |
|                  | 105—3         | 1,831                         | 77.7             | 11.4         | 126,107                         | 20.28         |
|                  | —5            | 1,899                         | 77.2             | 11.1         | 130,271                         | 20.10         |
|                  | 140—4         | 1,979                         | 74.5             | 8.4          | 135,080                         | 20.21         |
|                  | —7            | 2,194                         | 67.6             | 9.0          | 134,951                         | 20.68         |
| 金 南 风<br>(50 厘米) | 70—3          | 1,360                         | 104.9            | 9.7          | 128,897                         | 19.40         |
|                  | —5            | 1,480                         | 103.8            | 9.0          | 139,829                         | 19.22         |
|                  | 105—3         | 1,491                         | 103.2            | 8.5          | 140,777                         | 19.52         |
|                  | —5            | 1,571                         | 95.1             | 7.3          | 138,541                         | 19.16         |
|                  | 140—4         | 1,703                         | 88.1             | 9.9          | 135,121                         | 19.34         |
|                  | —7            | 1,990                         | 75.3             | 10.1         | 134,698                         | 19.77         |

(注) 每穗总粒数和不实率为各区生长中等的 7 个地点的数值, 每一地点, 70 株区取 14 株、105 株区取 21 株、140 株区取 28 株, 选定各株的有代表性的三分之一穗, 加以调查, 取其平均。净糙米千粒重是根据进行产量调查的各区中的调查材料, 各在 3 个地点测定, 取其平均

的50厘米区中的70株×3苗区为1,360穗,140株×7苗区为1,990穗,較25厘米区的穗数少。其原因是:在25厘米区,25厘米的表土层中每10公亩施牛粪堆肥9吨,而在50厘米区,25厘米的表土层中只施用了6吨。

(2) 秆长,穗长,每穗总粒数 随着密植化,秆长和穗长縮减(表2),平均每穗总粒数减少。25厘米区的“銀胜”与“金南风”相比,穗子随着密植而縮小的趋势以“銀胜”为較显著。这表明了:穗子随着密植,而縮小的程度是有品种間差异的。“金南风”的25厘米区与50厘米区相比,50厘米区的秆长和穗长較大,平均每穗总粒数較多。这是由于50厘米区在莖秆伸长期和幼穗发育期,其土壤中养分的供給較大所致。

(3) 不实粒百分率 不实粒百分率,“銀胜”約为7~9%，“金南风”約为8~11%(表3),未曾見到栽植的稀密引起什么差异。“金南风”的105株的3苗区和5苗区及140株×7苗区,其不实率超过10%,稍微大些,所以如此,因为这些試驗区的抽穗期为8月15~16日,而在8月14日至25日繼續遇到低温和日照不足,尤其是8月15~18日,每日平

均气温为23°C,最低气温低至17°C。

(4) 每3.3平方米总粒数和結实粒数 每3.3平方米的总粒数为每3.3平方米的穗数和平均每穗总粒数的乘积,同样,結实粒数为以結实率乘总粒数的結果。

上述每3.3平方米的总粒数和結实粒数(表3),其随着密植而增大的趋势,以“金南风”比“銀胜”更强,这是由于,“金南风”的每穗总粒数随着密植而减少的比率較小之故。

“金南风”的25厘米区与50厘米区相比,每3.3平方米的总粒数和結实粒数大致是50厘米区較多;但是25厘米区随着密植而表現增加的趋势,50厘米区則在高度密植区反而稍稍降低。

(5) 淨糙米千粒重 “銀胜”的淨糙米千粒重为21.1~22.1克,“金南风”的25厘米区为19.9~20.6克,50厘米区为19.2~19.8克(表3),不易看出栽植稀密所引起的差异。“銀胜”和“金南风”間,如以25厘米区相比,品种間有差异。同时,“金南风”的50厘米区的千粒重較25厘米区輕。

(6) 每3.3平方米的产量 每3.3平方米产量的結果如表4。

表4 每3.3平方米产量

| 品 种<br>(耕深)      | 栽 植 密 度<br>(株·苗) | 莖 秆 重 +<br>粗谷重(克) | 粗 谷 重  |         | 粗 糙 米 重 |         |
|------------------|------------------|-------------------|--------|---------|---------|---------|
|                  |                  |                   | 淨谷重(克) | 地脚重(克)* | 淨糙米重(克) | 地脚重(克)* |
| 銀 胜<br>(25 厘米)   | 70—3             | 4,593             | 2,398  | 29      | 1,888   | 45      |
|                  | —5               | 4,734             | 2,413  | 27      | 1,931   | 48      |
|                  | 105—3            | 4,847             | 2,563  | 31      | 2,020   | 52      |
|                  | —5               | 4,780             | 2,464  | 27      | 1,946   | 48      |
|                  | 140—4            | 4,791             | 2,459  | 28      | 1,923   | 51      |
|                  | —7               | 4,764             | 2,492  | 27      | 1,978   | 53      |
| 金 南 风<br>(25 厘米) | 70—3             | 5,460             | 2,474  | 60      | 1,961   | 55      |
|                  | —5               | 5,574             | 2,485  | 62      | 1,991   | 59      |
|                  | 105—3            | 5,974             | 2,680  | 69      | 2,065   | 75      |
|                  | —5               | 6,054             | 2,699  | 63      | 2,133   | 74      |
|                  | 140—4            | 6,042             | 2,472  | 56      | 2,198   | 60      |
|                  | —7               | 6,126             | 2,762  | 53      | 2,215   | 50      |
| 金 南 风<br>(50 厘米) | 70—3             | 5,556             | 2,525  | 81      | 1,946   | 82      |
|                  | —5               | 5,795             | 2,636  | 77      | 2,022   | 96      |
|                  | 105—3            | 6,079             | 2,762  | 76      | 2,149   | 79      |
|                  | —5               | 6,331             | 2,862  | 79      | 2,204   | 91      |
|                  | 140—4            | 6,212             | 2,761  | 80      | 2,142   | 92      |
|                  | —7               | 6,220             | 2,802  | 82      | 2,190   | 85      |

(注) 产量为各区生长中等的5点,各点調查3.3平方米的平均

\* 指篩揚后剩下的不純淨的谷和米——譯者

“銀胜”方面,每 3.3 平方米的全重(藁秆重+粗谷粒重\*)約为 4.6~4.8 公斤,除数值最高的 105 株 × 3 苗区另作別論外,各区都有随着密植而增产的趋势。同样,淨糙米重为 1.9~2.0 公斤左右,105 株 × 3 苗区表現最高值,各区都随着密植稍有增大的趋势。粗谷粒重对全重的百分率为 78% 左右,淨糙米对全重的百分率則在 40% 左右,这些均不因栽植密度而現出差异。

在“金南风”的 25 厘米区,70 株 × 3 苗区的每 3.3 平方米的全重約为 5.5 公斤;全重随着密植而增大,在 140 株 × 7 苗区約为 6.1 公斤。同样,70 株 × 3 苗区的淨糙米重約为 2.0 公斤,这也随密植而增大,在 140 株 × 7 苗区約达 2.2 公斤。粗谷粒重对全重的百分率为 46.5% 左右,粗糙米重对粗谷粒重的百分率为 80% 左右(仅 105 × 3 苗区約为 78%),淨糙米重对全重的百分率为 36% 左右(仅 105 株 × 3 苗区約为 34%),这些均难看到栽植稀密所引起的差异。

在“金南风”的 50 厘米区,70 株 × 3 苗区的每 3.3 平方米的全重約为 5.6 公斤。105 株 × 5 苗区的全重最高,約为 6.3 公斤另作別論。140 株 × 7 苗区約为 6.2 公斤。总的說来,有随着密植而增大的趋势。同样,70 株 × 3 苗区的淨糙米重約为 1.9 公斤,140 株 × 7 苗区約为 2.2 公斤,105 株 × 5 苗区表現最高值,也都随着密植而表現增大的趋势。粗谷粒重对全重的百分率約为 46~47%,淨糙米重对粗谷粒重的百分率約为 75~76%,淨糙米对全重的百分率为 35% 左右,难于看出栽植稀密所引起的差异。

其次,将 25 厘米区的“銀胜”和“金南风”相比,看出所有栽植密度区的“金南风”的淨糙米重都較大,至于随着密植得到的增产率,“銀胜”較小,“金南风”較大。同时,“金南风”的 25 厘米区与 50 厘米区相比,各栽植密度区总的說来,很难看出淨糙米重

有显著差异。这是因为 50 厘米区尽管全重較大、总粒数和結实粒較多,但谷、米篩揚后剩下的不純淨的谷粒重和糙米重也大,結果,淨糙米千粒重降低了。

## 討 論

早期栽培的“銀胜”的每 10 公亩的淨糙米重为 566~606 公斤,早植栽培的“金南风”的 25 厘米区为 588~665 公斤,50 厘米区为 585~661 公斤(图 2)。試驗田通常栽培法的产量,早期栽培为 420~480 公斤,普通期栽培为 360~450 公斤。与此相比,前

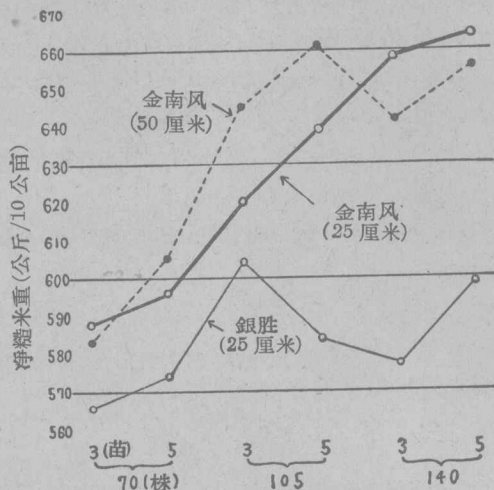


图 2 栽植稀密与淨糙米产量的关系

者获得了相当大幅度的增产。

“銀胜”和“金南风”两个品种,在本試驗的深耕和多肥条件下,如上所述,都随着栽植密度的增加,表現出增产的趋势。这种随着栽植密度而增产的主因,在于单位面积的穗数增加后而总粒数也增加了。在同一品种或同一耕深区中未曾看出栽植的稀密所引起的成熟度的差异;所謂成熟度即粗谷重对全重的百分率、粗糙米重对粗谷重的百分率及淨糙米重对粗糙米重的百分率(表 4, 表 5)。

表 5 成熟形相

| 品 种<br>(耕深) | 粗 谷 重     | 粗 糙 米 重   | 淨 糙 米 重   | 淨 糙 米 重   | 淨 糙 米 重   |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|             | 全重(%)     | 粗谷重(%)    | 粗糙米重(%)   | 全重(%)     | 粗谷重(%)    |
| 銀 胜(25 厘米)  | 51.6~53.5 | 79.4~80.4 | 97.4~97.9 | 40.1~41.7 | 77.3~78.5 |
| 金南风(25 厘米)  | 46.6~46.4 | 79.6~80.7 | 96.7~97.8 | 35.2~36.4 | 77.2~78.7 |
| 金南风(50 厘米)  | 45.8~46.9 | 77.8~78.9 | 95.5~96.5 | 34.5~35.4 | 74.5~75.9 |

(注) 全部数值都是 6 个栽植密度区的最低和最高比率,但金南风的 25 厘米区除去 105 株 × 3 苗区未計

\* 未經篩揚的谷粒重,下文所述淨糙米重則为經过篩揚后的糙米重——譯者

25 厘米区的“銀胜”与“金南风”比較,在随着密植的增产率以及每穗粒数减少率上有品种間的差异。差异的原因或由于品种固有的特性,或由于早期栽培和早植栽培的差异,或由于其他,有进一步研究的必要。但是,在和“銀胜”相同的条件下栽培的“农林 41 号”,所有栽植密度区都在成熟期发生倒伏,其程度以稀植区为甚,如与此等情况結合起来加以考察,则可认为,在对深耕、多肥、密植的适应性上,存在着品种間的差异。

“金南风”的 25 厘米区与 50 厘米区相比,所有的栽植密度区都以 50 厘米区的每 3.3 平方米的穗数較少,但平均每穗粒数較多,地上部全重較大,故总粒数和结实粒数稍多。反之,两者的淨糙米重的差异較小。这是因为 50 厘米区的淨糙米重对粗谷重的百

分率較低之故(表 5),亦即成熟过程較不順利之故。

它的主要原因如图 1 所示,在于 25 厘米区是在全层每 10 公亩混合施用牛粪堆肥 9 吨,而 50 厘米区则在耕土上层 25 厘米中施用牛粪堆肥 6 吨,在下层的 25 厘米中同样施用牛粪堆肥 9 吨所致。总之,50 厘米区与 25 厘米区相比,初期生长較差,分蘖数和穗数較少,但到了幼穗发育期以后,土壤中的养分供給增大,平均每穗总谷粒数增加,同时,成熟期养分吸收过多。此外,在收获后調查根系的发达状态时观察了土层断面,在 50 厘米区,在距地面 30 厘米以上的下层部位,处处发现了未曾完全分解的牛粪堆肥块。根据以上现象可以断定:在深耕和多施厩肥的栽培条件下,必須有与水田条件相适应的深耕和合理施肥。

(吴尧鵬譯)

## 2. 施用磷、鉀肥补充氮肥对淹水条件下水稻产量的影响

Basak M. N., Bhattacharjee P. K. and Sen S. K.

«Indian J. Agric. Sci.» 30(4): 272~280 (1960) [英文]

印度的水稻施肥經驗表明:氮在产量上有普遍而显著的效果,磷的效果是分散而不一致的,鉀則无作用<sup>[11,17]</sup>。最近人們认为磷和鉀在大田的水稻生产中是有显著效果的,这些主張有些低估了試驗結果,需要重行审定以建立一个可靠的水稻施肥計劃<sup>[14,15]</sup>。但是,Barak 等十年来的研究已經証明,大田<sup>[4,5]</sup>及試驗站<sup>[2]</sup>的水稻产量对有机氮和无机氮肥都有很高而且几乎相仿程度的反应。

本試驗旨在:(1)試驗大田中在有氮的情形下,磷和鉀对水稻产量的效果;(2)确定在水稻生产上土壤类型、水分条件和栽培方法对土壤和氮肥的利用率所发生的影响;以及(3)附帶研究腹足类动物(軟体动物)在維持淹水的水稻土的肥力方面所起的生物学作用。

### 材料和方法

在 1958 年的稻作季节內,在印度西孟加拉邦的不同土壤、气候地帶的农民大田中,进行了兩組包括 25 个試驗的平行試驗。一組施用硫酸銨,另一組施用堆肥,施氮量皆为每畝 30 磅,兩組皆在氮素的基础上按每畝 20 磅  $P_2O_5$  的比率加施过磷酸盐;在

氮磷組合上按每畝 20 磅  $K_2O$  的比例加施氯化鉀,且均各有对照。各处理均在插秧前秒耙时施行。任何指定中心的两个重复試驗都用同样的水稻品种,有 18 处地方的秈稻品种包括在試驗中。作物是靠降雨供水而且在当地栽培方法下生长。在十一月中旬到十二月中旬,从面积为 1/12 畝的小区收获的谷物和稻草的产量示于表 1 和表 2。按随机区組方案进行資料的統計分析,以各試驗中心作为区組。

收获后,就地研究了对照区土壤剖面的根系分布。在研究过程中,发现所有試驗区,不論其土壤类型和土地环境怎样,都有动物軀体(有些是活的,多数是死的)存在,并經鉴定为腹足类动物,(主要是 *Pila globosa*, *Spirorbis* sp)。这些腹足类动物在某些剖面中似已深入土面下約 60 厘米,分布的密度則随深度而递减。其中一部分的化学成分已經測定(表 4),并曾討論这些动物軀体在維持淹水的稻田的肥力上所起的作用。

### 观 察

1. 氮素对产量的影响 氮素对产量的影响是

肯定的,一致的而且是显著的。按每畝 30 磅氮素的比率施用有机肥(堆肥)或硫酸銨,比未施肥的对照分别增加谷粒产量 44.4 和 46.8% (表 1)。所得結果与以前的試驗相仿<sup>[5]</sup>。

种植期对水稻产量似乎有显著的影响,特别是

在施氮肥的情况下更是如此。从七月中旬到九月中旬,在每畝施氮 0 磅和 30 磅的情况下种植期与谷粒产量的相互关系(图 1),从前已有人說明<sup>[5]</sup>。以 8 月 18 日为平均种植期,每畝施氮 0 磅和 30 磅的 50 个試驗的谷粒預測产量分别为 20.4 和 29.0 md.(1md.

表 1 施肥对谷粒产量的影响

| 氮 源                   | 处 理                                  | 谷粒产量 (md/畝) (1md=82.29 磅)   |                             |                             | 超 过 对 照<br>%               |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                       |                                      | 恒 河 冲 积 土                   | 紅 壤                         | 平 均 数                       |                            |
| 堆肥                    | 对照                                   | 18.69                       | 26.47                       | 20.55                       | ..                         |
|                       | N                                    | 27.19                       | 37.53                       | 29.67                       | 44.4                       |
|                       | N P                                  | 24.64                       | 39.64                       | 28.24                       | 37.4                       |
|                       | N P K                                | 25.76                       | 35.93                       | 28.20                       | 37.2                       |
| 碳酸銨                   | 对照                                   | 17.91                       | 22.75                       | 19.07                       | ..                         |
|                       | N                                    | 25.02                       | 37.64                       | 28.00                       | 46.8                       |
|                       | N P                                  | 25.01                       | 38.00                       | 28.12                       | 47.4                       |
|                       | N P K                                | 23.96                       | 38.62                       | 27.48                       | 44.1                       |
| 处理后平均产量<br>(磅/畝)      | 对照                                   | 1506                        | 2025                        | 1630                        | ..                         |
|                       | N                                    | 2148                        | 3092                        | 2372                        | 45.5                       |
| 每施 1 磅 N 的产量<br>增加(磅) |                                      | 21.4                        | 35.6                        | 24.7                        |                            |
| 变量分析                  | “F”測驗<br>S.E.m=<br>C.D. =<br>在 1% 水平 | 显著于 1% 水平<br>±1.05<br>±2.75 | 显著于 1% 水平<br>±3.23<br>±8.72 | 显著于 1% 水平<br>±1.12<br>±3.07 | 二种土壤类型間的<br>“T”測驗: 极<br>显著 |

N: 每畝 30 磅 N    P: 每畝 20 磅 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>    K: 每畝 20 磅 K<sub>2</sub>O

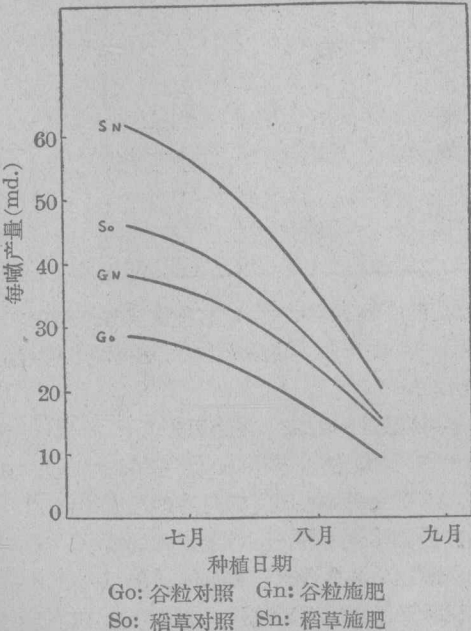


图 1

=82.29 磅), 而实际产量分别为 19.8 和 28.8md.。因此, 根据种植日期, 利用产量-种植期曲线来預測在靠降雨供水地区的一个固定季节的谷粒产量, 显然是有价值的, 并可証实正确的种植时间在保証最高产量上的有利影响。

2. 土壤类型 水分条件和栽培方法对氮的吸收及同化的影响, 紅壤的肥力較差, 但比粘重的冲积土似乎更适宜于谷物的生产。在恒河冲积土的 38 个試驗中, 每畝平均谷物产量为 1,506 磅, 而在紅壤的 12 个試驗中平均为 2,025 磅——增加 34.5% (表 1)。在前几年的試驗中, 这两类土壤的谷物产量分别为 1,739 磅和 2,386 磅<sup>[5]</sup>。所以, 恒河冲积土的 71 个試驗的总平均值为 1,611 磅, 而紅壤的 25 个試驗則为每畝 2,211 磅——比前一类增加 37.2%。

在施用氮肥的产量效果方面, 紅壤亦显著地高于冲积土。每增加 1 磅氮, 后者多产谷物 21.4 磅, 而前者則多产 35.6 磅(表 1)。在以前的試驗中, 每增加 1 磅氮, 各类土壤的相应的谷物增产量为 16.1

磅和 34.9 磅<sup>[6]</sup>。

不同土壤类型的产量各异,这似乎表明,在促进植物吸收和同化土壤中的氮和所施氮肥上,两类土壤的相对能力是有差异的。

由于红壤比冲积土含有较多的砂、粗砂、砾石,含铁和含石灰结核以及极少的泥砂和粘土,因此,其土层结构更有利于根系的发育和分布。在较粘重的冲积土中充分发育的植株根圈向下伸展到 10~20 厘米,在较轻的冲积土中伸入较深,而在红壤中则深达 40~70 厘米。在各类土壤基质中生长的植株的根圈容积的差异,对最后的吸收养料,有很大影响。表土肥力状况与水稻产量之间表面上缺乏相互关系,这从上述事实也可得到一种物理化学解释<sup>[5]</sup>。

Sen 等<sup>[3,12,16]</sup>指出,分蘖期水层较浅能促进分

蘖,水层较深则推迟分蘖;并且指出在前一情形下吸收的氮优先同化以增加分蘖,而后一情形下则使已形成的分蘖伸长。阶地特多的红壤地区具有明显的物理上的优点,能将所受雨量有效地排出,而粘重冲积土的平原低地通常易受长期淹水的影响。本试验中每株平均有效分蘖数,在恒河冲积土中为 11.9,在红壤中为 13.8,而谷粒产量与有效分蘖有高度相关(未发表文献)。红壤的草谷比率亦高于冲积土(表 2)。所以,稻田内土壤湿度条件对调节分蘖的形成和最后收获物的产量有极大的生理影响。同时,砖红壤(latsol)中较多的分蘖为光合作用提供较大的叶面积,并在生长点上对新蛋白质的合成和配置提出更多的代谢要求。这些生理过程都有助于吸收更多的养料<sup>[19]</sup>。

表 2 施用氮、磷、钾肥对稻草产量的影响

| 氮源    | 处 理   | 每畝稻草产量(md.) (1md.=82.29 磅) |       |       | 比对照增加<br>(%) | 草 谷 比 率 |       |
|-------|-------|----------------------------|-------|-------|--------------|---------|-------|
|       |       | 恒河冲积土                      | 磚 紅 壤 | 平 均   |              | 冲 积 土   | 磚 紅 壤 |
| 堆 肥   | 对照    | 28.82                      | 50.43 | 34.00 | ..           | 1.54    | 1.90  |
|       | N     | 40.48                      | 60.62 | 45.32 | 33.9         | 1.49    | 1.62  |
|       | N P   | 38.82                      | 65.66 | 45.25 | 33.7         | 1.58    | 1.66  |
|       | N P K | 39.06                      | 56.43 | 43.23 | 27.6         | 1.52    | 1.57  |
|       |       |                            |       |       |              |         |       |
| 硫 酸 銨 | 对照    | 27.71                      | 50.78 | 33.24 | ..           | 1.55    | 2.23  |
|       | N     | 41.02                      | 67.43 | 47.36 | 42.3         | 1.64    | 1.79  |
|       | N P   | 40.55                      | 65.28 | 46.48 | 39.7         | 1.62    | 1.72  |
|       | N P K | 41.84                      | 70.17 | 48.63 | 46.1         | 1.75    | 1.82  |
|       |       |                            |       |       |              |         |       |
| 平 均   |       | 紅壤中稻草产量超过冲积土中产量之数%         |       |       | 平均           |         |       |
|       | 对照    | 28.25                      | 50.61 | 78.8  |              | 1.54    | 2.05  |
|       | N     | 40.75                      | 64.03 | 56.9  | 64.3         | 1.56    | 1.70  |
|       | N P   | 39.69                      | 65.47 | 64.9  |              | 1.60    | 1.69  |
|       | N P K | 40.45                      | 63.30 | 56.5  |              | 1.63    | 1.70  |
|       |       | 变量分析 “F”測驗达 1% 显著水准        |       |       |              |         |       |
|       |       | S.E.m=±1.86                |       |       |              |         |       |
|       |       | C.D.=±6.8                  |       |       |              |         |       |
|       |       | 在 1% 显著水准                  |       |       |              |         |       |
|       |       |                            |       |       |              |         |       |

不同土壤的地区所采用的栽培方法对产量亦有影响。许多红壤地区,在成苗后用小鏟翻起行間很薄的一层土,培壅在株行上,其主要目的原为抑制杂草的生长。可是,这样做,既将每株稻根附近土壤增高,从而部分地減輕了分蘖带的起着不利作用的流体静压,保证得到促进分蘖的生理上的利益,同时还可使一大部分可用的水保持于无数的稻根周圍的浅坑中。这种煞费苦心的措施在用意上类似于日本的使用“水稻除草机”的机器除草,不过比较缓慢而费力。但是,在粘重的冲积土中,特别是在平坦而低洼

的地区中,連續灌深水会使这种栽培方法丧失其许多有利的生理条件。灌深水本身是有抑制杂草生长的作用的。

3. 磷酸盐的效应 在施用含氮 30 磅的堆肥或硫酸銨的同时,按每畝 20 磅 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的比率施用过磷酸鈣,这对农民的大田谷粒生产并无显著效应(表 1)。在国立試驗場的一組有重复的試驗中,同样单位的磷酸盐与各种含有较高单位的氮(每畝 40 磅)的有机和无机氮肥同时施用,亦未产生任何显著效果<sup>[2]</sup>。

在三要素中，水稻对磷的需要最低。在印度克塔克地方，每畝收 3,000 磅稻谷的水田消耗 30 磅  $P_2O_5$ <sup>[11]</sup>，而 Beacher<sup>[6]</sup> 曾述及在美国阿肯色州生产 65 蒲式耳 (2,925 磅) 的谷物仅消耗 22 磅  $P_2O_5$ 。另一方面，就試驗土壤的有效  $P_2O_5$  含量計算，每畝二百万磅表土应含有这种养分約 78 磅，这数量显然足供高产需要，即連这一部分有效的  $P_2O_5$  亦仅为这些土壤的总磷含量的 4.3%<sup>[5]</sup>，根据 Bhango 等<sup>[7]</sup> 的說法，土壤中的总磷有 1/3~1/2 是不溶的磷酸鉄和磷酸鋁，而 1/3~1/5 是有机磷。在淹水土壤的缺氧条件下，由于鉄和鋁化合物的还原作用，磷酸盐溶液內有大量的这种养分可供作物利用。有机磷的含量与土壤中的总有机质及总氮量有正相关，它的矿质化进一步增加了有效磷酸盐的供給。在淹水水稻土的酸性介质 (pH5.2~6.4) 中的水溶性磷酸盐离子 ( $H_2PO_4^-$ ) 的优越地位，以及由于在所有土壤水所占有的空間內，以連續偶发跳动的形态出現而使这些离子易位的自发轉移运动所导致的这些离子在湿土中的連續活动 (热运动)<sup>[1]</sup>，两者都是有效吸收离子的有利条件。所以，尽管淹水土壤的磷含量仅及中等，但在維持稻作的磷质营养上，它是特别合适的介质。

但是，在依靠降雨的水稻栽培中，不定的降雨和干旱經常影响稻田的水分状况，而且不利的水分状况会影响土壤磷酸盐的可利用性。这种影响主要說明了在水稻栽培中施用磷酸盐的效果的不一致性。鉴于在栽有作物的土壤中磷酸盐的利用可能而且甚至經常受到影响，以及由于蒸騰率的减低所引起的在水稻用水經濟上施用磷酸盐的生理效果<sup>[10,13]</sup>，为克服干旱的不利影响和干旱以后从土壤中釋放出来的磷酸盐的减低起見，以及为补偿由于作物的吸取所引起的土壤中磷酸盐的損失，而使恒久的肥力和稳定的产量可以維持起見，磷酸盐肥料的施用既是有益亦是必要的。

**4. 鉀的效应** 鉀与氮 (堆肥或硫酸銨) 和磷酸一起施用，对水稻产量沒有影响 (表 1)。在二百万磅表土中，可交换鉀的平均含量 (每畝 540 磅)<sup>[5]</sup> 不仅足以維持印度的水稻平均产量 (每畝 1,026 磅)，甚至对这些試驗中的个别最高产量 (每畝 4,200 磅) 亦是足够的，因此看不出所施的鉀发生任何效果。

印度土壤对水稻所需鉀素的供应能力已为各試驗場的許多試驗所普遍証明<sup>[17,18]</sup>。但是 Mukherjee<sup>[15]</sup> 在比哈尔地方的种植者大田里的試驗中获得了有关鉀的效果的一些証据。与 20~40 磅的 N 和

$P_2O_5$  一起施用 40 磅的  $K_2O$  所获得的平均效果仅为每畝稻谷产量超出低基本产量 176 磅。每磅  $K_2O$  增产 4.4 磅谷物的效应是低微而不經濟的。这是由于种植者大田的土壤缺少可溶于檸檬酸的鉀所致。看一下分析数据 (0.004~0.026% 檸檬酸可溶性  $K_2O$ )，这样的解釋似乎是不够的。这是因为，即使是最低的鉀值，似乎亦未限制所获得的产量水平。每畝 3,000 磅稻谷的大得多的产量也不會耗用到 76 磅以上的  $K_2O$ <sup>[11]</sup>。在九处含有多至 0.01% 的可溶于檸檬酸的  $K_2O$  (即每畝含有 200 磅的这种  $K_2O$ ) 的土壤中，有五处肯定获得了鉀的效果<sup>[5]</sup>。鉴于这一事实，上述解釋似乎更难令人信服。可能是由于論者忽視了在作物生长期間大田土壤的水分情况，因为水分情况是植物吸收鉀和粘土复合体从土壤矿物质溶液得到鉀的补充的主要决定因素。根据可貝丁地方的連續論作試驗的二十年的資料的研究 Cowie<sup>[8]</sup>。发现产量对雨量的回归系数是負值，而且这系数在燕麦、大麦等作物的氮磷处理下总是高于在氮磷鉀处理下。因此鉀肥在干季比在湿季更为有效。这一部分是由于干旱对缺鉀植物的有害作用 (缺鉀的征象在干季出現得早而且较为严重)，而主要是由于降雨会促进从土壤中吸收鉀素。施鉀还可同时賦予植物以節約用水的能力<sup>[8]</sup>。

在 Mukherjee 用雨水进行試驗的地区和年份中，实际雨量数据 (表 3) 証明：在 10 月間關鍵性的开花和結实时期中，水分供給不足，在 11 月間的种子发育上也帶了不利影响。这件事似乎可以解釋为施鉀效果低微。在这种降雨和水分供給不足的条件下，特别在作物一生中關鍵性的时期內，鉀素沒有什么

表 3 在西孟加拉和比哈尔水稻生长期中的按月降雨量

| 地 区         | 年 份               | 按月平均降雨量 (吋) |       |      |      |
|-------------|-------------------|-------------|-------|------|------|
|             |                   | 八月          | 九月    | 十月*  | 十一月  |
| 比哈尔 17 区①   | 常 年               | 12.79       | 8.83  | 2.64 | 0.42 |
|             | 五年平均<br>(1950~54) | 11.76       | 8.40  | 1.18 | 0.17 |
| 西孟加拉 10 区②  | 常 年               | 11.83       | 8.42  | 3.87 | 0.68 |
|             | 1958              | 9.84        | 8.75  | 4.19 | 0.21 |
| 最良好生产所需要的雨量 |                   | 11.30       | 11.14 | 9.29 | 1.90 |

\* 开花：十月中至十月底

① Mukherjee<sup>[15]</sup> 的試驗地区

② 本試驗所用地区

力量阻止谷物产量的全面降低。此时谷物产量除灌溉外什么都不需要。所以,只要有足够的水分供应,现在印度科学家们认为印度土壤一般能够满足稻作钾素需要的一种见解应该是有效的,直至将来在大量施用氮磷肥料的刺激下,日益增高的水稻产量引起钾素的大量消耗,以致最后土壤中含钾状态远低于目前的水平时为止。

5. 腹足类动物(软体动物) 在维持淹水稻田肥力中的作用,在淹水的水稻田中有分布广阔、生殖繁盛的腹足类动物,似乎暗示这些动物在保持土壤肥力方面起着重要的生物作用。这些动物在气候暖和的潮湿土壤中最为繁盛,这与适于水稻栽培的农业气候极相一致。雨季中的阵雨及在其后的稻田中的淹水,一方面在这些动物经过冬季和干旱夏季的蛰伏以后把它们顺便带到土面,另一方面助长杂草、苔藓和藻类植物等的繁盛发育,为它们准备好现成的食料。这些条件亦适宜于它们的繁殖和发育。随着冬季的来临,收获季节将近结束时,它们又进入蛰伏。蛰伏期间似乎死去不少,而其大部分,包括犁底中还活着的在内,进行解体。虫壳含有57%的氧化钙,虫壳的解体便成为土壤中浓厚的钙源。在耕种季节中,这些动物的生长和发育提供一项生物的机能,来阻止淹水条件下储备的钙质从土壤表层通过溶液(主要是重碳酸盐)而严重流失。蛋白质的分解丰富了土壤中易被植物利用的养分的供给(表4),并且进一步促进了微生物生长。受到促进的微生物活动会引起连锁反应,加速土壤有机物的矿质化,并使土壤矿质的风化释放出更多的封闭着的养分。

表4 淹水稻田内腹足类动物  
(软体动物)的成分

|     | 成 分 % (烘干基础) |                               |                  |      |
|-----|--------------|-------------------------------|------------------|------|
|     | 总 N          | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  |
| 軀 体 | 7.64         | 1.50                          | 0.38             | 5.0  |
| 壳   | 0.03         | 0.07                          | 0.10             | 57.0 |

### 摘 要

用相当于每畝 30 磅氮素的堆肥和硫酸銨对农民大田里的水稻进行了两组包括 25 个试验的平行试验。施氮后的谷物产量比不施肥的对照提高45%,而氮的形式如何在肥效上并无显著差异。

土壤中的氮和施入的氮的吸收和同化程度首先取决于土壤类型,其次是作物生长期的大田水分

条件以及所采用的栽培方法。在氮素基础上按每畝 25 磅 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的比率加施过磷酸钙,对产量未曾发生影响。这一部分是由于稻作对磷酸的需要很低,而一般土壤的含磷量则相对地高,大部分则由于淹水所引起的化学变化使固定的铁和铝的化合物通过缺氧条件的还原作用发生溶解,以致有大量的土壤磷酸盐可供作物利用。

在氮磷组合的基础上按每畝 20 磅 K<sub>2</sub>O 加施氯化钾,对水稻产量亦无影响。这主要是因一般土壤中的可交换钾含量高于水稻的需钾量,一部分也因在淹水的土壤中,水分条件最适于粘土复合体从含钾的土壤矿质溶液得到可交换钾的补充。

淹水稻田内生有为数众多的腹足类动物(软体动物),并且这些动物的生物特性与淹水稻田的土壤有联系,这事实说明上述动物有保持这种土壤的稳定肥力的作用。

### 参 考 文 献

- [1] Barbier, G. 1959. Definition of "available phosphorus" in soil. *Fertilité* 6: 3~12.
- [2] Basak, M. N. 1956, Effect of bulky organic manures on the nutrition of rice, *J. Indian Soc. Soil Sci.* 4:95~103.
- [3] ———— 1957. Effect of rainfall on the yield of rice and evaluation of water requirement. *Proc. Nat. Ind. Sci. Indies* 23B: 17~34.
- [4] ————, Dutt, T. and Nag, D. K. 1957. Effect of bulky organic manures on the nutrition of rice II. Effect of mixed forms of nitrogen, *J. Indian Soc. Soil Sci.* 5:55~63.
- [5] ———— and Klemme, A. W. 1959. Effects of manurial treatments and times of planting on rice production in different soil types in West Bengal, *Agron. J.* 51:565~68.
- [6] Beacher, R. L. 1952. Rice fertilization. *Arkansas agr. expt. sta. Bull.* 522.
- [7] Bhargoo, M. S. and Smith F. W. 1959. Characterization of nutrient supplies in certain tansas soils, *Indian J. Agron.* 3:182~93.
- [8] Cowie, G. A. 1945. Study of the effects of fertilizers and rainfall on the yields of crops grown in rotation. *J. Agric. Sci.* 35:197~206.
- [9] ———— 1951. Potash, its production and place in crop nutrition. *Edward. Arnold & Co., London.*
- [10] Ganguli, P. M. 1950. Rice in Assam. *Poddy Ser. Bull.* 6. Assam Goot. Press, Shillong.
- [11] Ghose, R. L. M., Ghatge, M. B. and Subrah-

- manyam, V. 1956. Rice in India. Indian Council of Agric. Res., New Dehli.
- [12] Ghosh, B. N. 1954. Studies on the physiology of rice, VII. Effect of varying water levels on growth of rice in relation to nitrogen absorption. Proc. Nat. Inst. Sci. India 20B:371~87.
- [13] Hector, G. P. 1928. Transpiration of rice. Ann. Rept. Dept. Agric., Bengal Bengal Secretariat Book Depot., Calcutta.
- [14] Mukherjee, H. N. 1955a. Rpts. on the experiments on the cultivators' fields in Bihar (Mimeograph).
- [15] ——— 1955b. Potash response in "supposed" unresponsive soils determined by a new technique of experiments on cultivators' fields.

Kali Symposium.

- [16] Sen, P. K. 1937. Studies in the water relations of rice. Effect of watering on the rate of growth and yield of four varieties of rice. Indian J. Agric. Sci. 7:89~117.
- [17] Sethi, R. L., Ramiah, K. and Abreham, T. P. 1952. Manuring of rice in India. Indian Coun. Agric. Res. Bull. 38.
- [18] Stewart, A. B. 1947. Rept. Soil. fertility investigations in India with special reference to manuring. Govt. of India Press.
- [19] Truog, E. 1953. Mineral nutrition of Plants. The University of Wisconsin Press, Wisconsin.

(周承鈞譯)

### 3. 肥料对米粒营养价值的影响

Basak M. N., Chaudhuri S. B. and Bhattacharya Roma

(印度加尔各答国立农业研究所)

《Indian Journal of Agricultural Science》31(2): 113~122 (1961) [英文]

米是多产的粮食作物，但食米地区的人常患缺乏蛋白质<sup>[9,10]</sup>。这种情况一方面是由于缺少肉食，动物蛋白质的补充不足，另一方面是由于米的蛋白质价值较低。这种低的蛋白质价值(=蛋白质含量×生物价值×消化系数)应归因于蛋白质含量低。米蛋白的生物价值和消化系数在谷类蛋白中是最高的<sup>[6,7,8,10]</sup>，但是，利用植物育种和选种技术以提高米粒的蛋白质含量还不曾认真进行或取得成效。为了提高整个营养水平，稻作的施肥方法是值得研究的。

关于这一课题的文献不多<sup>[10,14]</sup>。Veiasco<sup>[21]</sup>发现土壤中的氮和谷粒的蛋白含量之间没有明显的关系。Sturgis等<sup>[20]</sup>观察到施肥提高了水稻产量但没有显著增加蛋白氮。施用氮、磷和钾对米的蛋白质、菸酸、维生素B或泛酸含量没有影响<sup>[16]</sup>。石冢和田中<sup>[11,12,13]</sup>发现增施磷可使谷粒的蛋白质含量增加，而施钾则导致其减少。这些作者<sup>[11]</sup>，在用培养液的研究中，发现溶液的氮浓度与产量和植株的氮含量之间具有明显的相互关系。用浓度在60ppm.以上的氮，产量降低，但植株和谷粒的含氮量却有增加。谷粒中蛋白氮的增加应归因于碱溶性的蛋白维生素B<sub>1</sub>。

在通过施用有机肥和化肥以提高谷粒产量的研究中<sup>[4,5]</sup>，系统地分析了取自西孟加拉省内不同土壤气候地带，并在不同的有机肥料和化肥施用方式下的若干水稻品种的谷粒样品的近似值。本文说明水稻施用有机肥和化肥对谷粒营养成分的影响。

#### 材料和方法

在1958年的水稻季节期间在西孟加拉不同土壤气候带的大田中同时进行了两组大致相同的试验。施氮量为每畝30磅，一组施硫酸铵，另一组施堆肥。过磷酸钙用量为每畝P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>20磅，与氮一起施用；氯化钾用量为每畝K<sub>2</sub>O20磅，与氮、磷一起施用。两组各有对照。各个处理的肥料都在移栽前耙耖时施入。从不同处理所获致的水稻产量已于1960年报导<sup>[6]</sup>。把各个处理的代表性谷粒样品干燥、去壳和研成细粉，并取混合样品以供分析总氮、磷酸和钙之用。总氮量用凯氏测氮法测定，磷酸和钙则用Piper氏<sup>[19]</sup>所述方法测定。谷粒成分的数据列于表1。

用印度农业部门选种(品种为Bhasamanik)在Chisurah国立试验场进行了一次随机重复试验。硫酸铵、尿素和硝酸钠施用量为每畝氮20磅，作为追肥和叶面喷雾。将各肥料施用量分成三等分于表II

表1 不同肥料处理\*下米的成分(按干物重计算)

| 土壤类型与<br>試驗中心 | 品 种         | 处 理                                   |       |       |       | 处 理     |       |       |       | 变 量 分 析                                                   |
|---------------|-------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-----------------------------------------------------------|
|               |             | 堆 肥 N                                 |       |       |       | 硫 酸 铵 N |       |       |       |                                                           |
|               |             | O                                     | N     | NP    | NPK   | O       | N     | NP    | NPK   |                                                           |
| 恒河冲积土         |             | 总氮百分率(N)                              |       |       |       |         |       |       |       |                                                           |
| Santipur      | Kele-aman   | 1.151                                 | 1.264 | 1.247 | 1.247 | 1.247   | 1.391 | 1.374 | 1.247 | “F”在各处理<br>間于5%水平<br>上不显著                                 |
| Ranaghat      | Nagra       | 1.231                                 | 1.264 | 1.327 | 1.374 | 1.096   | 1.040 | 1.040 | 1.199 |                                                           |
| Barnipur      | Dadkhani    | 1.008                                 | 1.092 | 1.118 | 1.040 | 1.024   | 1.092 | 1.199 | 1.072 |                                                           |
| Budge Budge   | Patnai 23   | 1.087                                 | 1.118 | 1.118 | 1.278 | 1.135   | 1.118 | 1.118 | 1.168 |                                                           |
| Katwa         | Kalma       | 1.085                                 | 1.021 | 1.054 | 1.004 | 1.068   | 1.150 | 1.037 | 1.244 |                                                           |
| Kalna         | Kalma       | 1.196                                 | 1.150 | 1.164 | 1.196 | 1.150   | 1.164 | 1.237 | 1.237 |                                                           |
| 平均            |             | 1.126                                 | 1.151 | 1.171 | 1.190 | 1.120   | 1.159 | 1.167 | 1.194 |                                                           |
| 磚紅壤           |             |                                       |       |       |       |         |       |       |       |                                                           |
| Suri          | Sindurmukhi | 0.976                                 | 0.976 | 1.028 | 1.055 | 1.072   | 1.076 | 1.108 | 1.076 | “F”在各处理<br>間于5%水平<br>上不显著;“T”<br>在土壤类型間<br>的显著性达到<br>1%水平 |
| Bankura       | Bhasamanik  | 1.092                                 | 1.135 | 1.118 | 1.092 | 1.072   | 1.151 | 1.072 | 1.183 |                                                           |
| Midnapore     | Panlai aman | 1.199                                 | 1.072 | 1.168 | 1.151 | 1.231   | 1.183 | 1.135 | 1.151 |                                                           |
| Vishnupur     | Dahar Nagra | 1.151                                 | 1.151 | 1.118 | 1.135 | 1.135   | 1.072 | 1.168 | 1.151 |                                                           |
| Kandi         | Bhasamanik  | 1.117                                 | 1.054 | 1.021 | 1.054 | 1.068   | 0.990 | 1.181 | 1.133 |                                                           |
| 平均            |             | 1.107                                 | 1.078 | 1.091 | 1.097 | 1.116   | 1.094 | 1.133 | 1.139 |                                                           |
| 总平均           |             | 1.117                                 | 1.118 | 1.135 | 1.148 | 1.118   | 1.130 | 1.152 | 1.169 |                                                           |
| 恒河冲积土         |             | 磷酸百分率(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) |       |       |       |         |       |       |       |                                                           |
| Santipur      | Kele-aman   | 0.760                                 | 0.780 | 0.745 | 0.766 | 0.780   | 0.808 | 0.787 | 0.773 | “F”在各处理<br>間于5%水平<br>上不显著                                 |
| Ranaghat      | Nagra       | 0.739                                 | 0.787 | 0.780 | 0.780 | 0.739   | 0.667 | 0.725 | 0.773 |                                                           |
| Buruipur      | Dadkhani    | 0.667                                 | 0.647 | 0.660 | 0.719 | 0.667   | 0.667 | 0.766 | 0.673 |                                                           |
| Budge Budge   | Patnai 23   | 0.667                                 | 0.647 | 0.673 | 0.719 | 0.680   | 0.667 | 0.712 | 0.673 |                                                           |
| Katwa         | Kalma       | 0.640                                 | 0.538 | 0.667 | 0.673 | 0.673   | 0.673 | 0.632 | 0.681 |                                                           |
| Kalna         | Kalma       | 0.632                                 | 0.680 | 0.632 | 0.667 | 0.623   | 0.667 | 0.680 | 0.653 |                                                           |
| 平均            |             | 0.684                                 | 0.680 | 0.693 | 0.721 | 0.694   | 0.691 | 0.717 | 0.704 |                                                           |
| 磚紅壤           |             |                                       |       |       |       |         |       |       |       |                                                           |
| Suri          | Sindurmukhi | 0.704                                 | 0.766 | 0.697 | 0.691 | 0.623   | 0.650 | 0.602 | 0.602 | “F”在各处理<br>間于5%水平<br>上不显著;“T”<br>在土壤类型間<br>的显著性达到<br>1%水平 |
| Bankura       | Bhasamanik  | 0.660                                 | 0.647 | 0.647 | 0.719 | 0.599   | 0.673 | 0.660 | 0.647 |                                                           |
| Midnapore     | Panlai aman | 0.773                                 | 0.706 | 0.684 | 0.745 | 0.673   | 0.680 | 0.719 | 0.739 |                                                           |
| Vishnupur     | Dahar Nagra | 0.691                                 | 0.671 | 0.629 | 0.711 | 0.680   | 0.688 | 0.650 | 0.667 |                                                           |
| Kandi         | Bhasamanik  | 0.623                                 | 0.629 | 0.650 | 0.650 | 0.599   | 0.640 | 0.667 | 0.684 |                                                           |
| 平均            |             | 0.690                                 | 0.684 | 0.661 | 0.703 | 0.635   | 0.666 | 0.640 | 0.668 |                                                           |
| 总平均           |             | 0.687                                 | 0.682 | 0.678 | 0.713 | 0.667   | 0.680 | 0.682 | 0.688 |                                                           |
| 恒河冲积土         |             | 鈣百分率(CaO)                             |       |       |       |         |       |       |       |                                                           |
| Santipur      | Kele-aman   | 0.330                                 | 0.306 | 0.306 | 0.306 | 0.306   | 0.402 | 0.380 | 0.306 | “F”在各处理<br>間于5%水平<br>上不显著                                 |
| Ranaghat      | Nagra       | 0.198                                 | 0.177 | 0.142 | 0.142 | 0.129   | 0.118 | 0.129 | 0.118 |                                                           |
| Budge Budge   | Patnai 23   | 0.212                                 | 0.201 | 0.157 | 0.129 | 0.100   | 0.157 | 0.118 | 0.129 |                                                           |
| Katwa         | Kalma       | 0.188                                 | 0.142 | 0.142 | 0.188 | 0.118   | 0.142 | 0.142 | 0.118 |                                                           |
| Kalna         | Kalma       | 0.165                                 | 0.165 | 0.165 | 0.188 | 0.142   | 0.188 | 0.142 | 0.236 |                                                           |
| 平均            |             | 0.219                                 | 0.198 | 0.182 | 0.191 | 0.159   | 0.201 | 0.182 | 0.181 |                                                           |
| 磚紅壤           |             |                                       |       |       |       |         |       |       |       |                                                           |
| Suri          | Sindurmukhi | 0.283                                 | 0.306 | 0.306 | 0.283 | 0.330   | 0.283 | 0.306 | 0.283 | “F”在各处理<br>間于5%水平<br>上不显著;“T”<br>在土壤类型間<br>的显著性达到<br>5%水平 |
| Bankura       | Bhasamanik  | 0.142                                 | 0.157 | 0.129 | 0.129 | 0.129   | 0.142 | 0.142 | 0.165 |                                                           |
| Midnapora     | Panlai aman | 0.129                                 | 0.142 | 0.106 | 0.106 | 0.142   | 0.118 | 0.118 | 0.106 |                                                           |
| Vishnupur     | Dahar Nagra | 0.118                                 | 0.106 | 0.106 | 0.106 | 0.129   | 0.142 | 0.118 | 0.118 |                                                           |
| Kandi         | Bhasamanik  | 0.118                                 | 0.165 | 0.118 | 0.165 | 0.142   | 0.118 | 0.142 | 0.142 |                                                           |
| 平均            |             | 0.158                                 | 0.175 | 0.153 | 0.158 | 0.174   | 0.161 | 0.165 | 0.163 |                                                           |
| 总平均           |             | 0.188                                 | 0.186 | 0.167 | 0.174 | 0.166   | 0.181 | 0.173 | 0.172 |                                                           |

\* N: 每畝 30 磅; P: 用过磷酸鈣, 每畝 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20 磅; K: 用氯化鉀每畝 K<sub>2</sub>O 20 磅

所注明的作物不同生长阶段施用。在作物生长的相应阶段,将含有 11 种微量元素的混合液①,也分成三个等分,进行叶面喷撒雾。每个重复试验同样地

采集谷粒样品,并加以干燥、去壳、磨粉和分析。结果列在表 II。

表 2 在施用可溶性氮\*的影响下米的成分(按干物重计算)

| 处      |      | 理                                                                      |       |       |       | 氮(N)百分率       |       |       |       | 磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )百分率 |       |       |       | 鈣(CaO)百分率 |   |   |   |
|--------|------|------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-----------|---|---|---|
| 材      | 料    | 方                                                                      |       | 法     |       | A             | B     | C     | D     | A                                    | B     | C     | D     | A         | B | C | D |
| 1958 年 |      |                                                                        |       |       |       |               |       |       |       |                                      |       |       |       |           |   |   |   |
| 对照     |      | 0.989                                                                  | 1.033 | 1.033 | 1.134 | 0.578         | 0.593 | 0.521 | 0.599 | 0.156                                | 0.171 | 0.220 | 0.227 |           |   |   |   |
| 硫酸铵    | 追肥   | 1.427                                                                  | 1.297 | 1.540 | 1.371 | 0.644         | 0.682 | 0.526 | 0.644 | 0.227                                | 0.213 | 0.237 | 0.227 |           |   |   |   |
|        | 叶面喷雾 | 1.401                                                                  | 1.384 | 1.344 | 1.271 | 0.692         | 0.576 | 0.730 | 0.700 | 0.298                                | 0.160 | 0.174 | 0.145 |           |   |   |   |
| 尿素     | 追肥   | 1.362                                                                  | 1.324 | 1.486 | 1.312 | 0.627         | 0.591 | 0.692 | 0.637 | 0.256                                | 0.265 | 0.145 | 0.188 |           |   |   |   |
|        | 叶面喷雾 | 1.351                                                                  | 1.168 | 1.284 | 1.167 | 0.602         | 0.567 | 0.599 | 0.678 | 0.213                                | 0.213 | 0.241 | 0.204 |           |   |   |   |
| 硝酸钠    | 追肥   | 1.115                                                                  | 1.092 | 1.242 | 1.220 | 0.618         | 0.600 | 0.557 | 0.496 | 0.164                                | 0.160 | 0.145 | 0.220 |           |   |   |   |
|        | 叶面喷雾 | 1.312                                                                  | 1.134 | 1.176 | 1.184 | 0.559         | 0.631 | 0.642 | 0.530 | 0.131                                | 0.153 | 0.131 | 0.175 |           |   |   |   |
| 微量元素   | 叶面喷雾 | 0.994                                                                  | 1.162 | 1.167 | 1.050 | 0.635         | 0.562 | 0.622 | 0.612 | 0.174                                | 0.196 | 0.160 | 0.167 |           |   |   |   |
| 变量分析   |      | “F”于 1% 水平不显著<br>S.F.m.=±0.037<br>C.D.=±0.150 1%水平<br>C.D.=±0.110 5%水平 |       |       |       | “F”于 5% 水平不显著 |       |       |       | “F”于 5% 水平不显著                        |       |       |       |           |   |   |   |
| 1959 年 |      |                                                                        |       |       |       |               |       |       |       |                                      |       |       |       |           |   |   |   |
| 对照     |      | 0.960                                                                  | 1.061 | 1.036 | 1.061 | 0.566         | 0.566 | 0.610 | 0.610 | 0.218                                | 0.189 | 0.189 | 0.203 |           |   |   |   |
| 硫酸铵    | 追肥   | 1.364                                                                  | 1.238 | 0.907 | 1.162 | 0.666         | 0.588 | 0.605 | 0.644 | 0.218                                | 0.203 | 0.203 | 0.203 |           |   |   |   |
|        | 叶面喷雾 | 1.212                                                                  | 1.112 | 1.137 | 1.137 | 0.678         | 0.538 | 0.594 | 0.644 | 0.174                                | 0.218 | 0.160 | 0.203 |           |   |   |   |
| 尿素     | 追肥   | 1.212                                                                  | 1.137 | 1.238 | 1.137 | 0.666         | 0.605 | 0.672 | 0.633 | 0.174                                | 0.174 | 0.160 | 0.160 |           |   |   |   |
|        | 叶面喷雾 | 1.384                                                                  | 1.134 | 1.235 | 1.210 | 0.554         | 0.554 | 0.633 | 0.666 | 0.183                                | 0.160 | 0.145 | 0.131 |           |   |   |   |
| 硝酸钠    | 追肥   | 1.134                                                                  | 1.184 | 1.134 | 1.210 | 0.515         | 0.610 | 0.588 | 0.655 | 0.174                                | 0.189 | 0.174 | 0.145 |           |   |   |   |
|        | 叶面喷雾 | 1.159                                                                  | 1.134 | 1.159 | 1.134 | 0.552         | 0.610 | 0.706 | 0.622 | 0.116                                | 0.145 | 0.131 | 0.145 |           |   |   |   |
| 微量元素   | 叶面喷雾 | 1.058                                                                  | 1.019 | 1.084 | 1.058 | 0.577         | 0.627 | 0.638 | 0.627 | 0.145                                | 0.232 | 0.166 | 0.160 |           |   |   |   |
| 变量分析   |      | “F”于 5% 水平不显著                                                          |       |       |       | “F”于 5% 水平不显著 |       |       |       | “F”于 5% 水平不显著                        |       |       |       |           |   |   |   |

\* 每畝 20 磅分为三个等分,施用时期为 1958 年 9 月 1 日,9 月 15 日,10 月 1 日;1959 年 8 月 15 日,9 月 1 日,9 月 15 日(A, B, C, D 指重复试验)

以三种氮用量(每畝 30 磅、60 磅、90 磅),用当地稻种在农民田中进行了另一系列试验,并与对照比较。氮是以有机(堆肥)和无机(硫酸铵)的混合形态、按 2:1 之比施用。堆肥在耙秒时施入,硫酸铵则分为二个等分在分蘖和开花前期追施,谷粒成分的数据列于表 III。

结 果

施用氮肥对谷粒蛋白质含量的影响

在插秧前耙秒时,以堆肥或硫酸铵的形态每畝施氮 30 磅,虽使谷粒产量比对照增加了约 45%<sup>[1]</sup>,但对谷粒的含氮量没有显示任何影响(表 1),在耙秒时,磷酸盐,钾和钙与氮一起施用,也未显示对谷粒氮含量有何影响。

但施用可溶性氮肥作为追肥和叶面喷雾则显著增加了谷粒蛋白氮的含量(表 2),增加值为硫酸铵 > 尿素 > 硝酸钠。追肥和叶面喷雾几乎有同等的效果。施氮能否使蛋白质含量增加,显然是要看与作物生理阶段有关的施肥时间的准确性而定,这是因为同样的氮处理,在某些日期(1958 年 9 月 1 日,9 月 15 日和 10 月 1 日)应用,引起了蛋白氮含量的显著增加,而在较早的一些日期(1959 年 8 月 15 日,9 月 1 日和 9 月 15 日)应用,则没有成效(表 2)。

在累加氮用量的分组试验中(每畝 30 磅、60 磅和 90 磅),三分之二的氮以堆肥形式在耙秒时施用,

① 每畝鉀酸鈉 144 克,硫酸銅 120 克,硫酸錳 120 克,硼酸 72 克,硫酸鋅 72 克,硫酸鎳 48 克,氯化鈷 48 克,氯化鈦 24 克,氯化鈳 24 克,硫酸鉻 24 克,鎢酸鈉 24 克