

合理施用化肥

(国外资料选辑)

科学技术文献出版社重庆分社

合理施用化肥（国外资料选辑）

中国科学技术情报研究所重庆分所	编 辑
科学技术文献出版社重庆分社	出 版
重庆市市中区胜利路91号	
新华书店重庆发行所	发 行
陕西省宝鸡市人民印刷厂	印 刷

开本：787×1092毫米¹/₁₆ 印张：5 字数：16万
1975年9月第一版 1975年9月第一次印刷
印数：12,000

统一书号：16176·11 定价：0.55元

编 者 的 话

当前，在学习毛主席关于理论问题的重要指示和批林批孔运动的推动下，我国形势一派大好，社会主义革命和建设事业蓬勃发展。根据毛主席“洋为中用”的教导，我们编了这本《合理施用化肥》国外资料选辑。内容主要介绍美国、日本等国家近年来在几种主要土壤类型和作物上的施肥技术、肥料种类选择……等方面16篇研究试验成果，希能对我国从事土肥工作的同志有所参考。毛主席教导我们，对一切国外的东西要“排泄其糟粕，吸收其精华”。论文中难免有唯心主义观点，或者吹嘘夸大其科研成果之处，希读者持批判态度参阅。

由于取材和编辑水平有限，希读者对选辑中的错误和缺点提出批评指正。在编译工作中，承江苏农学院土化系、浙江农业大学土化系和铁岭农学院农学系等单位大力支持，在此一并致谢。

一九七五年五月

目 录

水稻施肥.....	(1)
水稻追施磷肥的效果.....	(5)
日本佐贺县水田施肥技术的改进.....	(10)
水稻不同生育阶段对 N^{15} 标记的铵态及硝酸态氮的吸收分配和再 分配.....	(17)
关于水稻深层追肥的研究.....	(21)
酸性土壤上石灰的施用.....	(27)
磷肥在碱性土壤中的变化.....	(39)
氮肥的施用.....	(44)
磷肥的施用.....	(53)
钾肥的施用.....	(59)
深层追肥和间断灌溉对水稻产量及生理生态特性的影响.....	(66)
关于代换基种类的研究.....	(71)
过度漏水水田的土壤施肥改良.....	(74)
不同时期施用不同浓度氮素对甘薯块根形成和 块根肥大发育的影响.....	(77)
长期施用有机与无机肥料对土壤肥力及作物产量的影响.....	(79)
罗马尼亚玉米施肥动态.....	(81)

水稻施肥

W.H. 帕特里克等

施肥的目的在于用最经济的人力和物质获得最高产量和最好品质。提高肥料的施用效果必须考虑下列几个因素：（1）选用适合的肥料品种，（2）及时施用以满足作物正常生长和提高品质，（3）将肥料施在适宜的部位，最有效地满足作物生长需要和提高产量。

有效水浆的管理和施肥

全世界四分之三的稻作区将水稻种植在淹水条件下，或所谓低洼地。灌水对水稻来讲并不是绝对需要的，但灌水后造成的还原状态是有益的。长期以来人们知道土壤灌水有利于水稻的生长和提高产量。水稻土能够高产的特点是：（1）磷、铁、锰等营养元素的有效性较高，（2）抑制很多杂草的竞争，（3）消除水分作为作物生长的因素，（4）一个有利于水稻生长的微域气候。

在灌水条件下进行水稻培植，在施肥上必须特别注意：（1）防止淋溶损失，（2）防止各种气态氮的损失，（3）对受物理、化学和生物作用影响的养分释放和固定，进行控制，（4）尽量减小肥料与土壤成分之间的化学作用，以免毒害水稻生长（如硫化物毒害）。

因为水稻整个生长期，从幼苗期或栽插至成熟，均生长在淹水条件下，因此肥料最好施在还原状态的土壤体系中，以达到肥料的最大效果。前面已经提到，干湿交替，最后仍回复到还原状态将导致肥料的大量损失。肥料施在水田的还原层，由于嫌气条件下的生物作用和化学作用增加植物营养元素的有效性。土壤淹水的好处包括磷素有效性的增加，防止铵态氮肥的硝化作用和随之而生的反硝化作用，通过有利的还原作用或pH调节增加几种营养元素的有效性以及在某些情况下消除土壤中存在的有毒物质。

在正常情况下，一旦灌溉建立一定深度水层后就不必落干。水稻生长中期进行晒田，使土壤通气条件改善，扩大氧化层，增加好气微生物活动速率和土壤成分的氧化作用速率。晒田不利于氮素的保存，因为

通气条件的改善有利于硝酸盐的生成，随后必然通过淋溶作用和反硝化作用造成氮的损失。晒田也能使某些可溶性的营养元素因氧化作用和固定作用变为难溶性。美国许多试验证明，水稻生长中期进行晒田影响产量，这里氮素损失是重要原因。

表1 水田落干对水稻产量和叶片含氮量的影响

落干次数	N 肥用量		
	无	44.8N	89.6N
水稻产量——公斤/公顷			
0	4050	5310	5920
1（灌后30天）	3370	4730	5560
2（灌后30天和60天）	3140	4160	5230
叶片N含量，%			
0	2.61	2.77	3.12
1	2.43	2.64	3.09
2	2.37	2.58	2.78

* 肥料是灌溉前作基肥施的，每次落干7天。

在热带和亚热带地区大量茎秆还田，在高温下进行茎秆分解，或在土壤肥力衰退情况下，水稻生长中期晒田是可行的。在这种情况下，晒田可以改善土壤通气条件，提高氧化还原电位，消除对水稻有害的有毒气体、有机酸和还原态无机成分。

施用肥料种类、施肥时期和施肥方法

1. 氮

凡栽培水稻的地方都需要氮肥。水稻良种需要充足的氮肥才能发挥增产潜力。只有新开垦的肥沃土壤或当大量含氮丰富的作物残留物或绿肥翻入土中，可以不施氮肥。没有一个营养元素比得上氮素对水稻产量有如此大的影响，也没有一个营养元素如氮一样经受这样多的生物的、化学和物理的作用。合理施用氮

肥极为重要，过量与不足均将影响水稻的生长、产量和品质。

1) 氮的形态——在水稻栽培中，什么形态的氮，铵态氮或硝态氮更为有效，一直是大家很重视的一个问题。大量试验证明铵态氮优于硝态氮。实际上水稻对二种形态的氮都能利用，不过硝态氮在淹水条件下不稳定，淋溶损失和反硝化作用损失达20—50%，有时可高达70%。相反，把铵态氮施在水田的还原层可以维持很长的肥效，只有阳离子交换量低的土壤才有一定数量铵的淋失。

2) 氮肥品种——大量试验证明，铵态氮肥或能生

成铵的氮肥对水稻生长效果相同。硝态氮肥作基肥施用不适合，作追肥也不及铵态氮。在水田中硝态氮遭受淋溶损失和反硝化作用损失，除非立即为水稻吸收，不然将造成大量损失

很多人对主要的铵态氮肥如硫酸铵、氯化铵、氨水、液氨和尿素进行了比较试验（表2）。多数试验结果表明，它们的肥效没有显著差别。尿素的试验结果有时不一致，一般来讲比硫酸铵要差些。尿素的肥效稍逊于硫酸铵，原因还不太肯定，可能是由于在灌水初期尿素的活动性较大和尿素水解过程中有一些损失。

表2 不同氮肥品种对水稻的相对效果

	加利福尼亚州	路易斯安那州	密西西比州	得克萨斯州	斯里兰卡	印度	日本
	基肥	基肥	追肥	基肥	基肥	追肥	
硫酸铵	100	100	100	100	100	100	100
尿素	90	95	98	94	90	93	94
氯化铵	97	—	—	—	—	—	—
磷酸铵	—	—	—	—	—	—	—
硝酸铵	57	—	—	76	52	81	58
硝酸钠	—	—	—	60	42	39	46
施肥方法	条施入土	表施肥入土中	耕翻入土，立即灌水	1/3作基肥 2/3作追肥	表施肥翻入土中	表施肥翻入土中	

很多人曾对影响水稻产量的不同氮肥品种进行分别试验。当用作基肥时，如果硫酸铵作为100，则氯化铵为97—100，尿素为92—100，氨水和液氨为85—100，硝酸铵为57—70。这种效果差异与肥料品种和施用方法有关，如果某肥料具有一定的蒸汽压，也与土壤条件有关。

近年来很多人对尿素很感兴趣，因为它的含氮量高，同时有些土壤要求不含硫的肥料。在日本因存在有硫化物还原致害水稻的稻田，因此日本用的氮肥主要是尿素和氯化铵。

对于既需氮又需磷的土壤，各种组合的磷酸铵复合肥料是很好的氮肥品种。磷酸一铵、磷酸二铵、氯化过磷酸钙和硫酸磷酸铵复合肥料的肥效都差不多，含有硝酸盐的复合磷肥如硝酸磷酸盐则肥效较逊色。

迟效氮肥包括合成有机高分子、尿素甲醛浓缩物以及各种包裹的粒状氮肥，在水稻栽培中都进行过试验。在合理施用时有迟效氮肥，由于释放速率太慢不易满足水稻生长的需要。在同样施用不适当的情况下，迟效氮肥比速效氮肥表现较好。迟效氮肥如用硫包裹的尿素，在间断灌溉的情况下比速效氮肥为优。

为了防止水田中硝酸盐的生成和反硝化作用的损

失，硝化作用抑制剂配合氮肥施用引起了人们的重视。目前应用最广的两种硝化作用抑制剂是2-氯-6-三氯甲基吡啶和2-氨基-4-氯-6-甲基嘧啶。许多试验结果表明，即使配合氮肥作基肥或追肥，在田间情况下并不能有效地防止反硝化作用损失。

3) 氮肥的施用方法

不论在灌溉前或灌溉后，铵态氮肥深施可以减少氮的损失，提高氮肥利用率。日本人首先作了这方面的报道，氮肥深施比表面撒施提高肥效30—50%。用 N^{15} 标记进行的试验结果表明，将氮肥施在5公分深处，显著地提高氮肥利用率。国际水稻研究所用 N^{15} 标记的氮肥进行施用方法的研究包括三种处理：基肥深施10公分，分蘖期追肥用撒施结合中耕和撒施不中耕。试验结果表明，三种处理在稻谷中回收的N分别为29，20和16%，茎秆中回收的N分别为23，16和14%。

在美国加利福尼亚州用 N^{15} 标记的硫酸铵进行施用方法研究结果表明，表面撒施N的回收率为29%，深施5—10公分N的回收率为40%，水稻生长中期追施N的回收率为29%。

水稻氮肥深施和撒施结合中耕好处是无异议的，

深施的产量总是比表面撒施的高,深施的氮肥利用率亦较高。

氮肥撒施在灌水稻田的表面,很快进行硝化作用,随后就是淋溶和反硝化作用损失。只有当水田表土氧化层水稻根系充分发展时,追施氮肥损失较小。在正常情况下,出苗后5至8周水稻根系才发育完全。

4) 氮肥的施用时期

如果不注意施用方法和施用时期,水田中氮的损失是很严重的。根据水稻不同生长发育阶段的需要及时施用肥料,即把肥料施在刀刃上,是施肥一个重要原则。

水稻有两个主要发育阶段,即营养生长和生殖生长阶段。从苗期到幼穗分化是属于营养生长阶段,穗数的多少决定于这个阶段。从穗发育到成熟属生殖生长阶段,每穗粒数,粒重和空壳率的高低则决定于这个阶段。水稻的生长发育阶段不同品种是不一样的。其他如土壤肥力,气候因子以及栽培措施等也要加以考虑,以决定施肥时期。

施肥最可靠的时期即影响水稻生长和产量的关键时刻。水稻生长有四个阶段对其产量构成因素影响最大:(1)分蘖期的前半段,(2)穗分化期,(3)减数分裂初期,(4)齐穗期。从试验研究和农民经验提出4个氮肥施用时期,根据水稻品种和环境条件可以选用下列4时期其中之一:

1) 无论直播水稻或移栽水稻,氮肥一次基肥施用。

2) 苗期或分蘖末期一次追施。

3) 1/2或2/3作基肥,余下部分在分蘖期或幼穗分化期追施。

4) 氮肥多次施用,1/2作基肥,余下部分分别在幼穗分化、减数分裂期和孕穗期追施。

2. 磷

水稻对磷的需要不及对氮那样普遍,增产效果也不及氮显著。但是,足量磷的供应是必需的。缺磷水稻僵苗不发,分蘖减少,根系发育不良,成熟期推迟,其他营养元素的利用受到阻碍。往往有这样的情况:在同一田块上,不施磷肥的旱作物生长很差,而水稻生长正常,这不是因为水稻需要磷少,而是因为淹水条件下磷的有效性增加。磷酸铁($\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)还原成磷酸亚铁 $[\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$ 以及磷酸铝和磷酸铁的水解都增加了磷的有效性。另外,有机磷的释放和高的 CO_2 分压增加磷酸钙的溶解度,也提高磷的有效性。

磷肥的合理施用必须考虑磷肥品种、施用时期和

施用方法。环境因素如土壤pH,有机质含量和土温都影响磷肥施用的效果。

1) 磷肥品种——很多田间试验证明,除非强酸性土壤或强碱性土壤,几种常用磷肥的肥效是相同的。磷肥的肥效一般受土壤pH、土壤含磷水平,磷肥施用量、施用时期和施用方法的影响,水溶性磷肥如过磷酸钙除酸性土壤外,都是很有有效的。在酸性土壤中,可溶性磷很容易与铁铝作用,生成难溶性的化合物。在强酸性土壤中,磷矿粉(虽然来源不同,性质很不一样)骨粉和钙镁磷肥效果常常比水溶性磷肥好。

2) 施用方法——磷肥的施用方法,水稻和旱作物不同。对于旱作物我们强调条施、集中施;而在水田则不强调这样做,很多地区磷肥撒施和耙入土中同样有效。不过,美国路易斯安那的试验证明,磷肥条施在水田还原层内比撒施在表面的效果好。因为磷肥很少单独用于水稻,一般均与氮肥配合作基肥,为了保全氮,磷肥也就深施了。磷肥施在水田还原层中比施在氧化层中被固定较小。

3) 施用时期——虽然水稻在开花期对磷的吸收最多,但是水稻整个生长期均需有磷的供应,特别是苗期吸收能力弱,需要从肥料供给磷。如果此时没有足够的磷供应,则生长受阻,叶面积变小,分蘖少,根系不发达。虽然磷肥在分蘖期施用对于水稻生长和产量仍有作用,但是苗期以后随着时间的推迟效果愈来愈低。磷肥一般均作基肥施用。在缺磷的土壤中,作物生长前期(出苗后二个月内)吸收的磷主要来自肥料,生长后期吸收的磷则主要来自土壤,因为此时根系已发育完全,吸收能力强,同时土壤的磷因化学的和生物的作用有效性增加。

试验证明,磷肥施用迟于小花分化期二周,效果大大降低。水稻移栽时施用磷肥效果最好,产量最高。直播水稻试验结果也是这样,磷肥迟施了将降低产量。

如果土壤缺乏多种营养元素,最好同时混施这些营养元素,除非有些肥料不能混合施用。一般来讲,需要磷的土壤同时需要氮肥,氮磷配合作基肥深施,既节省劳力,也是最有效的施用方法。在实际生产中,氮磷配合作基肥是普遍采用的方法,也是磷肥最适宜的施用时期。

3. 钾

水田缺钾比缺乏氮磷要少。水稻一般种植在冲积土上,冲积土含粘粒和粉砂粒较多,钾比较丰富,另外还经常从灌溉水补给一部分钾。在热带和亚热带地区,情况就不同,这里风化作用强,淋溶损失大,很

多土壤缺钾，水稻施用钾肥效果也很显著。

在强还原性条件下产生的发酵产物，毒害水稻根系，影响对矿质养分的吸收。影响的程度依次如下： $H_2PO_4^- > K^+ > NH_4^+ > Mn^{++} > Mg^{++} \cdot Ca^{++}$ 。缺钾常常是毒害作用引起的一个营养问题，缺钾常与水稻的“生理病害”连系在一起，施用钾肥可以纠正这些生理病害。

1) 钾肥品种—氯化钾和硫酸钾是钾肥的二个主要品种，它们的肥效相同。但是一般KCl用得比较普遍，因其含钾高，价格比较便宜。有些土壤硫酸根能被还原成硫化物，在这种情况下， K_2SO_4 就不能施用。硫化物的毒害作用热带和亚热带地区比较常见，而温带则不常见。

2) 钾肥的施用时期和施用方法—水稻整个生长期均需有钾的供应。植物体内碳水化合物移动，有机酸的中和，气孔和水分的调节，钾均起很重要的作用，钾也能影响土壤中其他营养元素的活性。

钾肥一般作基肥一次施用，或单独施用，或与氮磷配合施用。在典型的排水不良的低洼水田中，钾从表土向下移动较少，其有效性较高。

砂性土壤，代换量小，钾的淋溶损失较大，在这种情况下，钾肥需要分次施用，一部分作基肥，另一部分在水稻生长中期追肥。

4. 钙、镁和硫

水稻缺Ca、Mg和S的情况不多，这些元素在陆稻上则常成问题。钙和硫常常作为肥料的付成分加入土中。这些元素存在于谷粒中较少而存在于茎秆中较多。如果茎秆还田，则从土壤被带走较少。

5. 微量元素

水稻生产中出现微量元素问题只是近年来的事。水稻对微量元素的需要相对地来说是低的。灌溉水中含有少量微量元素常常已能满足水稻的需要。淹水又能增加某些微量元素的有效性。近年来在水稻上发现锌、铁、锰和铜的缺乏症，引起了人们对它们的重视。

1) 锌—全世界稻作区缺锌症是比较普遍的。日本、菲律宾、东南亚各国、南美洲、美国等都有水稻缺锌症的报导。缺锌症一般发生在石灰性土壤和碱性土壤上，常常在苗期就发现。特别在平整土地和改制过程中，当表土移走后，更易发生。有些低洼烘土含有有机质很高，也容易发生缺锌症。有迹象表明 HCO_3^- 和 CO_3^{--} 含量高的碱土锌易被固定。

缺锌症可以施用各种锌盐来纠正。可溶性锌盐如 $ZnSO_4$ 和 $ZnCl_2$ 同样有效。在酸性土壤上难溶性的 ZnO 也同样有效。各种锌的螯合物经试验证明，都

能满足水稻对锌的需要，但并不比一般锌盐优，螯合物效果差的原因，可能是因为它们容易流失掉。移栽水稻，用1% ZnO 悬液蘸秧根，效果很好。用锌的溶液浸种和根外追肥也都有效。东南亚地区长期淹水的稻田容易发生缺锌症。据报道，排水改善土壤通气条件，能够减轻这种缺绿病，并恢复水稻生长。

2) 铁—因为水稻对铁的需要较小，同时淹水还原条件增加了铁的有效性，缺铁症并不常见。缺铁症主要发生在苗期，如不纠正，可以造成很大损失。缺铁症常常发生在碱土和石灰性土壤上，除pH影响外，磷的含量很高和 HCO_3^- 离子都能加剧这种缺铁缺绿病，缺铁症更容易发生在陆稻上。

缺铁症可施用硫酸铁、硫酸亚铁，以及硫酸亚铁铵和氧化铁来校正。灌溉水中加少量硫酸可以减轻碱土的缺铁症。据美国加利福尼亚州试验，铁的螯合物施入土壤并不能校正缺铁症。根外追加特别在苗期效果不大，这主要是因为植物的复盖面小。如果在缺绿病的初期，由灌溉水追施一些铁盐，效果很好。施用有机肥料，其分解产物有助于减轻缺铁症。

一些排水不良的土壤，过量可溶性铁可造成作物中毒。排水不良的红壤产生大量的可溶性铁，致使水稻亚铁中毒，叫做“棕色病”。

3) 锰—比较粘重的水稻土不会缺锰，因为淹水还原条件增加锰的有效性。日本某些高度风化的砂土，含锰较低，水稻有缺锰现象。这种情况可以施用硫酸锰加以纠正。某些含铁锰高的酸性红壤，淹水常常产生锰的毒害作用。锰的毒害发生在水稻田，有时并能影响轮栽中的其他作物。

4) 铜—水稻对铜的需要虽然不高，但缺铜症则较普遍，矿质土壤和有机质土壤都有。水稻缺铜在日本、葡萄牙、印度、印度尼西亚等地都有报道。施用硫酸铜可以校正这种病症，并增加水稻产量。

虽然硅并不被认为是植物必需的营养元素，但是对水稻似乎很重要。水稻体内特别是茎秆和糠壳积累了大量的硅。水稻比其他禾谷类作物吸收多得多的硅。在日本，如果稻草中含 SiO_2 低于11—12%（以干物重计算）就认为缺硅。近年来的研究，硅的作用是：调节植物蒸腾作用，保持组织的弹性和叶子挺直，刺激植物生长和提高谷粒产量，增强抵抗病害的能力，如枯叶病和叶斑病。

在日本，当稻草含硅酸低于10%，土壤醋酸溶液提取的硅酸小于10.5毫克/100克时，就建议施用可溶性硅酸盐，将显著地提高水稻产量。施用硅酸盐肥料能促进水稻生长，提高产量，增进对磷的吸收，增加抵抗病害的能力，并能抵消还原条件下的一些毒害作用。

水稻追施磷肥的效果

中野信夫

前言

水稻的磷肥使用,重点放在基肥时施下是有效的,因为水稻和旱地作物不同是淹水条件下栽培,从土壤中供给的磷较多,所以以肥料形式过多地供给磷是没有必要的。此外,从水稻生理本身来看,磷的利用率只在生长发育初期高些,另一方面,即使基肥施下的磷被土壤固定也会随之土温上升而还原成为有效状态,所以宁可把全部磷肥作基肥施下是合理的。除特殊情况外没有必要追施磷肥。但是,不能说追施磷肥就完全没有效果,业已证实的对磷肥反应明显的土壤,基肥施用量少的情况下,在幼穗形成期之前较早的时间内追施磷肥是有效的。同时,当前随着复合肥料生产的急剧增加而用三要素复合肥料作水稻氮素追肥也随之增多,结果也就等于对水稻进行了追施磷肥。在此背景下,为了达到稳产高产,从促进成熟良

好这一角度出发,就水稻生长发育中期之后的磷肥施用的效果,从1968年开始进行了4年的试验研究,结果报导如下。

一、追施磷肥的时间和效果

水稻追施磷肥的效果,证实在生长初期(插秧后40天内)效果较好,这个时间之后便没有效果。因此,不但对生长初期的追肥时间和效果应进行研究,为了取得良好成熟对生长中期以后的追肥效果也进行了研究。

1968年,在减数分裂期和齐穗期,1969年,在幼穗形成期和减数分裂期分别进行了追施磷肥的研究。其结果列于表1和表2。从表1的试验结果看出,除无磷区外(对照),生长发育状况几乎没有差异,即使追施一次二次磷肥也没有看出生育方面存在有什么差异,只是在追施了磷肥的增产1—2%,表2列举

表1. 1968年的追施磷肥时间 (公斤/1.5亩)

区 别	成 熟 时			稻草重	谷粒重	瘪粒	谷/草比	糖 米		碎米重
	秆长 (cm)	穗长 (cm)	穗数 (穗)					重量	指数 (%)	
1、无 磷 区	83.0	20.1	10.9	619	628	1	1.01	515	80	8
2、基 肥	83.6	18.9	12.3	759	779	1	1.03	640	100	12
3、追肥(减数分裂期)	84.7	18.9	12.9	740	793	3	1.07	655	102	8
4、"(减分期+齐穗期)	83.1	19.0	12.2	720	788	2	1.09	647	100	5

注) 试验品种为富士稔, 5月28日插秧, 施肥量N(硫酸)基肥10公斤/1.5亩, 追施2+2公斤/1.5亩; P_2O_5 (重过磷酸钙)基肥20公斤/1.5亩, 追施10公斤/1.5亩; K_2O (氯化钾)基肥10公斤/1.5亩, 追施2公斤/1.5亩

6. 石灰和石灰需要量

酸性水稻土施用石灰可以提高肥料施用效果, 供给作物钙和镁, 促进有机物的矿化作用, 释放铵态氮, 有利于兰绿藻固定氮, 在某些情况下降低铁的溶解度, 避免过量二价铁的毒害作用。

水稻适应的pH范围为5—7.5, 在强酸性土壤中, 特别在灌水初期, 铝的毒害是一个潜在威胁, 随

着淹水时间的延长, 还原状况加剧, 铁的毒害逐渐增加, 在强碱性土壤中, 微量元素特别是铁和锌有效性降低。田间试验证明, 当土壤pH小于5.0时, 即需施用石灰。石灰的施用必须谨慎, 下面将要谈到, 即使灌溉前土壤pH大于7或小于7, 灌水后即趋于7左右, 灌水能调节土壤pH。避免施用过多的石灰, 因为施用过多, 常常降低肥料的肥效, 降低大多数微量元素的有效性。

(史瑞和选译自《Fertilizer Technology & use》第七章 204—215页)

的结果是，追施了磷肥的产量增加3%。根据这些数字来看，在减数分裂期进行追磷肥好些，在幼穗形成期和齐穗期进行追磷肥没有显示效果。

表2. 1969年追施磷肥的时间

试 验 区	成 熟 时 的			稻草重	谷粒重	瘪粒	谷/草比	糙 米		碎米重
	秆长 (cm)	穗长 (cm)	穗数 (穗)					重量	指数 (%)	
1、无磷区	81.0	19.3	10.8	484	425	2	0.88	356	66	6
2、基肥	86.9	19.7	11.9	591	642	1	1.09	542	100	4
3、追肥(幼穗形成期)	88.0	19.3	12.6	621	644	1	1.04	541	100	2
4、追肥(幼穗形成期+减数分裂期)	85.7	19.6	13.0	599	661	1	1.10	556	103	2

表3列举了1968、1969年两年采用追施磷肥后的糙米千粒重和籽粒结实率。

表3. 糙米千粒重和籽粒结实率

试 验 区	1968年		1969年		备 注
	千粒重 (克)	籽粒结 实率(%)	千粒重 (克)	籽粒结 实率(%)	
1、无磷区	21.6	80.0	20.8	70.3	追肥一次的是在1968年的减数分裂期和1969年的幼穗形成期进行的。 追肥二次的是1968年的减数分裂期和齐穗期以及1969年的幼穗形成期和减数分裂期进行。
2、基肥	22.4	86.3	21.0	79.8	
3、追一次肥	22.7	90.0	22.1	80.3	
4、追二次肥	22.7	89.5	22.6	81.4	

从表3可以看出，由于追施了磷肥，两年的糙米千粒重和籽粒结实率都提高。从现象上来看，由于追施了磷肥看出千粒重和籽粒结实率都提高，而实际上稻株的 P_2O_5 含量也提高(见表4)。

表4. 抽穗时和收割时植株的含磷量 ($P_2O_5\%$)

试 验 区	1968年				1969年			
	抽穗期		收割期		抽穗期		收割期	
	茎叶	穗	稻草	谷粒	茎叶	穗	稻草	谷粒
1.无磷区	0.40	0.46	0.14	0.57	0.27	0.31	0.11	0.62
2.基肥区	0.46	0.54	0.15	0.60	0.33	0.34	0.14	0.67
3.追肥一次	0.48	0.57	0.17	0.62	0.35	0.38	0.14	0.71
4.追肥二次	0.51	0.59	0.17	0.64	0.36	0.41	0.15	0.74

虽然为数不大，但两年的磷含量提高了，而且茎叶和穗部的含磷量随着提高，另外，追施二次磷肥的比追施一次的含磷要高。

同时，从不同时期对养分的吸收量来看，由于追施磷肥，当然提高了磷的吸收量，而且随之也促进了氮的吸收。

二、基肥的磷含量和追施的磷肥效果

表5列举了作为基肥施下的磷肥量的多少和磷肥追施的效果。即使两年基肥中的磷含量都增加了，结果仍看见追施磷肥的效果。另外，稻株内的含磷量增加而且吸收量也提高了(见表6)。

然而，就基肥的含磷量和追肥效果之间关系而言，正如开头提到过的，在基肥量较大的条件下，追肥效果断然没有，这种情况，作者认为因土壤条件不同而异。表7列举了1972年在不同土壤类型的水田的大田试验的结果。从表7可看出，在旱田上其追肥是明显的，但在半湿田上是基肥区的效果较佳。

三、追磷肥对米质和成熟率的影响

由于追施了磷肥，不但看出千粒重增加的事实，如果和米质对照起来看(表8、表9)，在明显地提高了若干糙米千粒重的同时，青米率均有降低和成熟率

表5. 基肥中磷肥的多少和追肥效果 (公斤/1.5亩)

试 验 区		成 熟 期			稻 草 重	谷 粒 重	瘪 粒	谷/草 比	糙 米		碎 米 重
		茎长 (cm)	穗长 (cm)	穗 数					重 量	指 数 (%)	
一九六九年	1、基肥20公斤	86.9	19.7	11.9	591	642	1	1.09	542	100	4
	2、追肥二次	85.7	19.6	13.0	599	661	1	1.10	556	103	2
	3、基肥30公斤	87.2	18.6	12.9	605	654	1	1.08	549	101	2
	4、追肥二次	88.3	19.1	13.5	625	685	1	1.10	572	106	2
一九七〇年	1、基肥20公斤	79.0	20.6	11.6	577	621	2	1.08	504	100	2
	2、追肥二次	79.6	20.6	12.9	627	721	2	1.15	586	116	2
	3、基肥30公斤	78.9	19.6	11.8	609	665	2	1.09	543	108	2
	4、追肥二次	81.6	20.6	12.0	639	708	3	1.11	579	115	2

表6. P_2O_5 吸收率和吸收量

试 验 区		含 磷 量 (%)				吸收量 (公斤/1.5亩)	
		抽 穗 期		成 熟 期		抽 穗 期	成 熟 期
		茎 叶	穗	稻 草	谷 粒		
一九六九年	1、基肥20公斤	0.33	0.34	0.14	0.67	1.96	5.13
	2、追肥二次	0.36	0.41	0.15	0.74	2.23	5.79
	3、基肥30公斤	0.41	0.38	0.17	0.72	2.67	5.74
	4、追肥二次	0.39	0.43	0.16	0.75	2.75	6.14
一九七〇年	1、基肥20公斤	0.42	0.36	0.21	0.67	1.21	5.37
	2、追肥二次	0.46	0.40	0.19	0.70	1.35	6.24
	3、基肥30公斤	0.45	0.37	0.21	0.67	1.27	5.74
	4、追肥二次	0.45	0.38	0.19	0.71	1.31	6.24

表7. 不同水田土壤类型 (冲积土) 追施磷肥效果 (1972年)

试验区 (土壤类型)	处 理	成 熟 时 期			糙 米		出米率 (%)	糙 米 千粒重 (克)	成熟率
		茎 长 (cm)	穗 长 (cm)	穗 数 (穗)	重量(公斤 /1.5亩)	指数 (%)			
黄棕色土 (旱田)	P基肥	80.2	19.2	16.5	608	100	81.5	23.0	89.9
	P追肥	79.8	19.4	17.0	621	102	81.5	23.4	91.1
黑土 (半湿田)	P基肥	78.2	18.5	19.0	545	100	81.0	23.6	85.9
	P追肥	77.9	18.8	18.2	534	98	80.7	23.2	83.4
灰棕色土 (旱田)	P基肥	79.6	17.7	16.7	441	100	81.7	22.8	87.2
	P追肥	81.6	18.1	17.5	448	103	82.7	22.6	90.4

提高的趋势。

表10列举了在1971年抽穗后平均每穗重量变化的结果。

表8. 追磷肥后糙米米质调查 (1968年)

试 验 区	糙米千粒重 (克)	比率 (%)		籽粒结实率 (%)
		青米	青碎米	
1、无 磷 区	21.6	12.9	11.0	80.0
2、基 肥	22.4	8.9	8.0	85.3
3、追磷肥一次	22.7	8.0	5.1	90.0
4、追磷肥二次	22.7	7.0	5.0	89.5

表9. 追磷肥后糙米米质调查 (1969年)

试 验 区	糙米千粒重 (克)	青米率 (%)	籽粒结实率 (%)
1、无 磷 区	20.8	10.5	70.3
2、基肥20公斤	21.7	4.5	79.8
3、追施一次	22.1	3.8	80.8
4、追施二次	22.6	2.7	81.4
5、基肥30公斤	22.2	3.6	80.2
6、基肥加追施二次	22.8	2.3	81.8
7、基肥40公斤	22.4	3.1	80.1

表10. 追 磷 肥 后 平 均 每 穗 重 量 变 化 (风干重, 克)

试 验 区	7日/8月	12/8	18/8	23/8	23/8	2/9月	7/9	12/9	17/9	22/9	27/9
1、无 磷 区	0.04	0.32	0.34	1.01	1.05	1.22	1.48	1.62	1.71	1.69	1.73
2、含磷2%的基肥	0.04	0.34	0.48	1.15	1.37	1.38	1.81	1.78	1.77	1.75	1.73
3、同上 + 追肥	0.04	0.36	0.50	1.15	1.41	1.42	1.84	1.86	1.85	1.85	1.83
4、含磷4%的基肥	0.03	0.39	0.65	1.14	1.49	1.43	1.79	1.81	1.86	1.85	1.82
5、同上 + 追肥	0.03	0.36	0.64	1.16	1.56	1.65	1.75	1.86	1.85	1.86	1.83
6、同上 基肥	0.04	0.33	0.61	1.17	1.59	1.52	1.84	1.81	1.81	1.89	1.82

即使是在含磷2%的时候, 进行若干追肥的和基肥区对比, 穗重增加, 在含磷4%的时候, 这个增重趋势就更加明显。

按理说在这种情况下, 即严重漏水、水温土温也不怎么升高、土壤也没有发生还原的条件下, 所谓土壤磷的有效化是可能的, 但是, 在这样条件下的水田上, 看见了追施磷肥的效果。不过, 在前面提到的冲积水田的旱田追施磷肥有一定程度的效果, 但是这些水田漏水并不严重, 就这个问题上追施磷肥效果的解释不充分, 有待今后重点研究。

表12列举了由于追施磷肥后, 土壤中有效态磷富集的状况。由于追施磷肥, 不但增加了土壤中的有效磷, 而且随之稻体内磷的含量也提高。表明追施的磷肥被吸收了。

四、土壤条件和 追施磷肥的关系

为了研究栽培期间土壤的还原状况, 测定了Eh, 结果列于表11。从此表中列举的数值来看, 在整个栽培过程中, Eh几乎没有下降, 一直处于氧化状态。

表11. pH 和 Eh 的 消 长 状 况

试 验 区	pH				Eh			
	6月17日	7月18日	8月15日	10月11日	6月17日	7月18日	8月15日	10月*11日
1.无 磷 区	6.5	7.1	7.1	6.1	+297	+124	+104	+375
2.磷肥20公斤全作基肥	6.7	7.2	7.5	6.0	+291	+130	+167	+360
3.追施磷肥一次	—	7.2	7.2	6.2	—	+140	+150	+382
4.追施磷肥二次	—	7.2	7.4	6.1	—	+170	+141	+366
5.磷肥30公斤全作基肥	6.7	7.1	7.1	6.0	+301	+134	+124	+370
6. 同上 + 追施二次	—	6.9	7.2	6.4	—	+132	+100	+373
7.磷肥40公斤全作基肥	6.8	6.8	7.2	5.8	+308	+127	+90	+348
8.同上基肥 + 追磷二次 + 追氮肥	—	6.6	6.9	6.0	—	+125	+62	+340

译注*原文是11月11日, 印刷错误, 可能是10月11日。

表12. 追施磷后土壤和稻体内P的浓度

试 验 区	土 壤		稻体内 P_2O_5 含量			
	1%枸橼性 P_2O_5 (毫克/100克土)		(%)			
	15/8月	8/10月	抽穗期		收割期	
			茎叶	穗	茎	谷粒
1. P—O	14.7	12.1	0.40	0.46	0.14	0.57
2. P基肥	25.4	22.8	0.46	0.54	0.15	0.60
3. 追施一次	29.5	29.2	0.48	0.57	0.17	0.62
4. 追施二次	36.9	33.1	0.68	0.59	0.17	0.64

五、讨 论

就磷肥施用而言, 自本谷等人把火山灰土壤的施磷为主的土壤改良研究以后, 增多磷肥施用已广泛普及, 其效果也好, 尤其是寒冷的日本东北地区, 增多磷肥施用有显著的效果, 水稻产量大大的提高。另外, 根据本谷等人对决定磷肥施用量进行研究的結果, 找到了磷肥施用量的理论依据, 同时也把磷肥多

施令其广泛普及, 这样一来, 多施磷肥的有效性, 由于从营养生理上弄清楚了, 所以用磷肥来控制氮素的吸收, 从而促进成熟良好, 牢靠地取得稳产高产。另一方面, 据东海林等人的研究, 由于多施了磷肥, 被土壤吸收的磷也发生高度有效, 尤其是土壤的形态方面, 与Al和Fe一类成化合态的磷, 水稻也能吸收利用了。在旱地作物上, 从山本等人所看到的, 过去还认为不被吸收的与Al成化合态的磷也能变成有效态。这样, 多施用磷肥以及被土壤固定的磷在追磷肥后其有效性提高, 尤其发现与Al成化合态的磷变成有效态。虽然这个事实与追施磷肥直接地联系起来还为时过早, 但在漏水性火山灰土壤上, 希望通过追施磷肥, 使土壤固定的一部份发生有效化。关于追施磷肥的效果问题, 在本试验中, 从现象上是证实了, 虽然对追施磷肥的效果的解析不十分地充分, 但在漏水性火山灰土壤和冲积土旱田上其效果是肯定的。这个效果, 不是期待增产多少, 我们应该从提高品质这一点上加之评价。另外, 关于追施量, 其和氮素不一样, 施用量大, 所以从劳力上, 经济性上也应该研究。

(译自《农业および园艺》, 1974年, 49, №8, 996—1000)

日本佐贺县水田施肥技术的改进

井手一浩

佐贺县是日本有名的农业区，二次世界大战前，该县按农户计算是耕种水田面积最多单位产量最高的县份，属于暖地稻作区。佐贺县位于日本九州北部。全县境内的北部和西部是山地，东、南部为有明海和筑后江沿岸海成或河成的冲积平原。该县的水稻土中，重粘质土和壤质、砂质土各占一半左右。战后该县的水稻产量长期间地处于停滞状态，其原因很多，但作者分析认为，影响该县水稻产量继续提高的主要原因有：①土壤肥力下降，②秋落，③倒伏。从而提出了“后期重点追肥施肥法”以及作为恢复和提高土壤肥力的施用新鲜秸秆（稻草、麦秸）的施用技术。本文着重介绍1）施用新鲜稻秸的肥效；2）不倒伏施肥法；3）高产施肥法；4）优质高产施肥法。

现将试验成果简要介绍如下：

1. 新鲜秸秆（稻草、麦秸）的施用

1955年以后的10年间，对水稻、小麦进行了施用稻草和堆肥的对比试验。试验时，用稻草500公斤堆制成两倍的堆肥1000公斤。施堆肥区组：堆肥1000公斤于11月及翌年2月进行施用；施稻草区组：稻草500公斤于11月及翌年2月、6月三期施用，又在稻草区组中，再分标准施肥量只添加稻草小区和稻草中增添规定量的氮素小区。

这里应用以稻草为原料加进一定的氮素以制造速成堆肥的原理，应该向土壤中的稻草添加一定数量的氮素，这个数量相当于微生物分解稻草时要从土壤中吸取的氮素量，也就是刚好作物呈现出饥饿现象时的需氮量。

试验结果表明，单施稻草的情况下，作物初期呈现出氮饥饿现象，稻草进一步分解后再种植的作物，这个现象消失，显示出施用稻草的肥效。若同时增添氮素时，效果比单施稻草时好些。

从表1看出，每年施用稻草比施用同量的堆肥时效果要高。后茬地的生产力如表2所示也较高，并且

连续施用稻草、麦秸的稻、麦产量都比标准区高（如表3所示）

为什么施用新鲜秸秆比过去已肯定下来的堆肥效果好呢？作者判断首先是对土壤肥力的影响，施用稻草时，土壤腐殖质含量提高，其次是代换容量加大，並改善了土壤的物理条件，因而增强了土壤肥力。

另外，从肥效方面来看，由有机质中分解释放到土壤中的有效氮素，施堆肥区的在插秧初期就出现了，到分蘖盛期就结束了，而新鲜秸秆的分解在生育初期分解迟缓，幼穗形成期以后陆续进行，一直持续到成熟期。

像这样缓效性的氮素肥料作用，是新鲜秸秆的最大特征。就是说，秸秆供给土壤氮素弥补了暖地水稻特有的秋落生长势所需的氮素量，施用越是腐熟的堆肥，越是助长了暖地水稻初期生长旺盛，后期凋落，反而效果不好。

而施用新鲜秸秆，在生育初期与标准区、堆肥区比，茎数较少，中期差不多赶上並超过，后期穗数最多。因此有效茎百分率通常也最高，株高也有同样趋势，这样就抑制了初期生长过于繁茂，起到了中期，后期生育旺盛的作用。

如每年施用秸秆，逐年使腐殖质含量提高，2—3年后稻麦产量有急速上升。当然施用新鲜秸秆，在水稻生长期引起水田还原作用，同时还发生大量气体，这气体成分如表4所示。但这些对水稻生长初期的养分吸收影响不大，而且可以用水稻生长中期的排水晒田等水浆管理措施加以预防。

在施用新鲜秸秆时，应注意下面一些问题。连用未腐熟有机质在腐化过程会产生有机酸，与堆肥比较土壤中代换性钙、镁有若干减少。因此有pH下降，代换酸上升趋势，所以作为提高土壤肥力施用新鲜秸秆的措施中，应添加硅酸钾、钙、镁、熔成磷等。

在地下水位高的湿田，避免施用新鲜秸秆为宜，最好腐熟后施用。暖地平原水稻地区尽可能使用未腐熟的新鲜秸秆是有效果的，而高寒山区和气温低时的早插水稻，应在秋冬之季节尽早施用，使秸秆腐熟好。

表1. 稻草施用效果 (水稻糙米产量)

试 验 区	历年产量	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	平均
1. 标 准 区 N ₁₀ P ₀ K ₀	366.8 100	397.2 100	456.4 100	466.7 100	506.0 100	454.0 199	466.7 100	444.8 100	
2. 氮素增施区 N ₁₂ 公斤	375.0 102	412.1 104	472.4 104	484.7 104	530.0 105	464.7 103	477.3 102	459.5 103	
3. 堆肥11月施 用区 (1,000公斤)	368.3 100	402.8 101	450.5 99	422.7 101	511.7 101	484.0 107	487.3 104	453.7 101	
4. 堆肥6月施用 区 (1,000公斤)	371.3 101	426.8 107	471.1 103	481.7 103	534.0 105	490.0 108	484.0 104	465.5 104	
5. 稻草11月施 用区 (500公斤)	395.6 108	421.7 106	460.6 101	486.7 104	510.0 101	480.2 106	480.0 103	462.4 104	
6. 稻草11月施 用区增氮区 (N ₁₂ 公斤)	394.9 108	423.1 107	455.1 100	494.7 106	516.7 102	476.7 105	476.7 102	462.5 104	
7. 稻草2月施 用区 (500公斤)	391.5 107	425.0 107	461.5 101	493.3 106	525.0 104	461.7 100	510.0 109	466.9 105	
8. 稻草2月施 并增氮区 (N ₁₂ 公斤)	397.5 108	417.9 105	456.1 100	494.0 106	514.0 101	466.7 103	500.0 107	463.7 104	
9. 稻草6月施用 (500公斤)	371.3 101	423.8 107	484.6 106	488.7 105	530.0 105	491.7 108	506.7 108	471.0 106	
10. 稻草6月施用 并增氮区 (N ₁₂ 公斤)	390.0 106	457.0 115	488.0 107	502.7 108	543.3 107	516.7 110	510.7 110	485.9 109	

注) 标准区: 未施用稻草, 堆肥

堆肥施用区: 每10公亩 (10公亩约1.5市亩——译注) 1000公斤

稻草施用区: 每10公亩施500公斤 (用刀切断)。

品种: 永升“力工”稗柴 (译音)

单位: 表内数据的上行为产量 (公斤/10公亩), 下行为产量指数。历年产量变化, 呈稳步增加趋势

连施新鲜秸秆后土壤生产力测定试验

表2

——七年连施新鲜秸秆试验的田块——

试 验 区	产量公斤/10公亩	稻 草 重	糙 米 重	同 标 准 区 比
1. 标准区N ₁₀ P ₀ K ₀ (公斤)	697.3	547.0	100	
2. 标准并增氮区	698.0	543.3	99	
3. 堆肥11月施用区	733.3	564.7	103	
4. 堆肥6月施用区	736.7	563.7	103	
5. 稻草11月施用区	738.0	580.3	106	
6. 稻草11月施用区並增氮区	747.3	570.3	104	
7. 稻草2月施用区	748.0	571.0	104	
8. 稻草2月施用并增氮区	748.0	575.0	105	
9. 稻草6月施用区	755.3	571.0	104	
10. 稻草6月施用并增氮区	728.0	584.3	107	

注) 1968年进行; 新鲜秸秆, 未施堆肥; 化肥全区等量施用; 品种: 农林18号。

表 3. 麦、稻草连施效果 (公斤/10公亩)

试验区	项 目	糙 米 产 量				麦 产 量			
		1964	1965	1966	平均	1964	1965	1966	平均
1.	不施鲜秸秆标准区	54.07	50.67	58.80	54.51	38.00	35.00	35.03	36.01
		100	100	100	100	100	100	100	100
2.	麦秸300公斤 6月施用区	52.67	52.67	60.33	55.22	44.67	38.67	38.10	40.48
	稻草400公斤 11月施用区	97	104	102	101	117	110	109	112
3.	麦秸400公斤 6月施用区	53.00	54.80	61.22	56.34	45.83	36.00	34.39	38.54
	稻草800公斤 11月施用区	98	108	104	103	119	103	98	107
4.	秸秆 (不施氮) 区	40.00	40.00	—	40.00	21.33	—	—	21.33
		74	79		77	56	—	—	56

注) 水稻品种: フクサモチ (福佟糯——译音), 施肥标准区 (10公亩用 $N_{10} P_2O_5^8 K_2O^{12}$ (公斤), 小麦品种: 农林61号, 施肥标准区 (10公亩用 $N_{10} P_2O_5^7 K_2O^7$ (公斤), 下行为产量系数。

表 4. 淹水土壤中气体的成分 (%) 1958年

区 名	成 份 名	CO ₂	O ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂	采样日期	
								日	月
1.	无肥料区	49.2	1.2	0.2	3.9	2.0	43.5	8	29
2.	施肥区	41.5	1.2	0	0	2.9	54.4	8	20
3.	施秸秆区	38.9	0.8	0.4	51.7	3.6	4.6	8	19
4.	施堆肥区	38.3	1.2	0.4	47.4	5.4	7.3	8	19

注) 气体分析: Hepel法, 土壤: 农试场土壤

根据大量试验结果, 对新鲜 秸秆的 合理 施用方法, 简述如下。

(1) 如果在麦作时施用新鲜 秸秆, 在施 稻草 400公斤的同时的再增添比标准施 肥区多 1.6 公斤氮素, 在休闲地块直接散开于田面, 在插秧前再增施基肥就更好了。

目前, 矮秆型品种的稻草产量约为 700—800 公斤/1.5 亩, 按其 施用量增添的氮素量, 那么把全部稻草还田也没有什么妨碍。为维持和提高土壤肥力至少将稻草产量的一半即 400 公斤/1.5 亩 还 田 是 需要的。

(2) 施用时期, 应尽可能于冬季到春季期间施用。

(3) 施用方法, 无论麦作, 还是休闲地, 最好 侧成 5—10 厘米长短全面撒施或翻压入土内。但在 3 月份左右的早期施用时, 可以原状 (长秆) 铺放于麦的行间, 然后在培土时犁翻压下, 在休闲地上则全部撒开, 于 6 月份耕耘时用步行耕耘机的旋转式刀具将它切断。

(4) 施用秸秆的土壤有较强的还原作用, 同时产生气体和有机酸等, 所以中间排水晒田时要彻底, 以及充分实行间断落水的水浆管理。

(5) 带有大量病虫害的稻草要做堆肥后施或不施用为好。

2. 抗倒伏的施肥法

倒伏的原因很多, 从整个栽培过程中对倒伏影响最大的培肥管理中, 氮素施用法影响最显著。

作者认为, 如果不去探讨清楚水稻抗倒伏的措施或较差的条件, 那么想要增加养分吸收和获得优质高产那是困难的。同时作者还认为, 已经验证的高产技术如果适用, 到什么范围内才不导致倒伏。所以作者首先就水稻倒伏现象、倒伏原因和寻求防止倒伏对策而掌握材料。因此, 进行下列的关于水稻抗倒伏力的试验, 现依照年份记载如下。

(1) 试验年份和试验项目:

1959年: 氮、钾的施用量与抗倒伏性。

1960年: 施用不同量氮素、钾以及硅酸等对抗倒伏的效果

1961, 1962年: 栽培穴数、施肥量、施肥方法和水稻茎秆强度与倒伏关系

(2) 试验结果如下:

表 5. 氮, 钾施用量与抗倒伏性 (1959年)

试 验 区	项 目	成 熟 期		
		N	K ₂ O	抗折断力
标准N肥区 (1.0公斤/公亩)	钾 标 准 区 钾 4 倍 区	0.57% 0.66	1.86% 2.03	311Pgr 409
N肥 1.5 倍区 (1.5公斤/公亩)	钾 标 准 区 钾 4 倍 区	0.63 0.58	1.88 2.33	306 349
N肥 2.0 倍区 (2.0公斤/公亩)	钾 标 准 区 钾 4 倍 区	0.80 0.77	2.33 2.36	248 347

注) 施用量: 氮: 如试验区所记, 钾: 标准0.8公斤/公亩 P₂O₅: 0.7公斤/公亩, 抗折断力强度: 测定地上部分10厘米处大体相当于第4节间。

倒伏状况: 稻茎秆的折断部位差不多在第四节间, 特别是第四节间上部为多。因此测定茎秆强度应以地上部10厘米处为准。

倒伏的水稻, 茎秆一受曲折时, 曲折方向的茎秆被压坏, 其相反方向的叶鞘则伸长, 后来愈合之后, 从第4节间一度弯曲的地方起变成弯曲状态。这就使水分养分流通不十分畅通, 而且上部曲折重迭, 所以光照、通风不良, 当然招致成熟不良且受倒伏之害。

吸收养分与倒伏之关系 (见表5) 氮素施入量越多, 茎秆基部的抗折断力就越小, 但是, 如果施钾多, 茎秆中含钾率提高, 秆的强度大, 施用硅酸降低氮素浓度的间接效果, 但还不能判断它对抗折断力强度有何直接效果。

施肥和倒伏关系: 生殖生长期以后施用大量氮素比起营养生长期施用大量氮素, 就是说以穗肥为重点的施肥法不但不会影响下部茎秆节间伸长, 相反的变短, 倒伏时候的作为抗折断部位的茎秆基部的抗折断力强度也大, 这点是很重要的。跟后面谈到的建立“后期重点追肥施肥法”以此为理由。

再者, 已经查明矮秆多穗型水穗 (西海62号) 与

中高秆大穗型ホザカエ (穗荣 (译音), 农林18号等水稻品种不同, 即使增加穴数 (至少27穴/米²) 也不会降低茎秆抗折断力强度。再者, 在幼穗形成期以后穗荣倒伏前的茎秆强度与ホウヨク (凤翼——译音) 的茎秆强度本身来说没有大的差异。

此外, 用同样施肥法栽培的情况下, 矮秆品种的凤翼比高秆品种穗荣的茎秆长度平均矮10—15厘米 (经详细测定)。而且穗肥重点施肥法比基肥重点施肥法, 整个看来, 秆较短, 穗重较大。另外查明增加氮素做基肥或中期追肥的抗折断力强度变小。

当秆长 (为主) 与鲜穗重的相乘积如超过茎基部的抗折断力强度时就发生倒伏 (当然叶身重也有影响, 凤翼的叶身较小所以不能认为两者同样)。凤翼和穗荣茎秆强度如果大致同样的话 (成熟期以后两者大致相等) 下边的理论就可以成立。

把穗荣的秆长×穗重被凤翼的茎秆长来除, 可以推算出凤翼不致倒伏时穗重增加到最大的可能量。比如说穗荣经精密测定结果, 重量乘积的界限为300克、当凤翼秆长80—85厘米时, 每穗重增至3.4—3.73克时也能抗倒伏。

表 6. 栽培穴数和施肥量、施肥法与茎秆强度关系 (成熟期1962年)

试 验 区 名			抗折断力强度 P.g	
穴数/3.3米 ²	N 施用量 公斤/公亩	N 施用 比例 基肥 中期 穗肥	农 林 18 号	ホウヨク (凤翼)
66	0	— — —	113.6	91.2
	1.0	5 - 3 - 2	123.0	117.8
		3 - 3 - 4	156.3	178.2
	2.0	5 - 3 - 2	141.2	94.6
		3 - 3 - 4	179.6	110.0
88	2.0	3 - 3 - 4	98.6	95.6
120	1.0	5 - 3 - 2	80.8	128.4
		3 - 3 - 4	132.3	145.6
	2.0	5 - 3 - 2	94.2	106.0
		3 - 3 - 4	101.0	170.6