

日本北海道最新水稻施肥技术*

赵镛洛¹, 张云江¹, 王继馨¹, 张海军²

(1. 黑龙江省农科院水稻所, 佳木斯 154026; 2. 萝北县农业科研所, 萝北 154200)

The Newest Cultivation Techniques for Good Quality
Rice in Hokkaido of JapanZHAO Yong-luo¹, ZHANG Yun-jiang¹, WANG Ji-xin¹, ZHANG Hai-jun²

(Rice Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154026)

施肥是为获得目标产量或品质, 补给农作物以必要养分的一项措施。因而包含着施多少、何时施、怎么施的问题。另外, 当前还须考虑环保及节省资源等问题。为此, 既要考虑作物的养分吸收特性, 也要考虑土壤的养分供给特性。

1 氮肥

氮素是对作物生育、产量及品质作用最大的营养因素。因基肥氮素的利用率高, 一般采用基肥方法。至于追肥, 则根据生育期间的诊断结果在幼穗形成期或幼穗形成后再施。

1.1 基肥施用量

在基肥施用, 最基本的而且最重要的问题在于确定恰如其分的施用量。在理论上可由下式决定:

$$\text{氮素基肥施用量} = \frac{\text{水稻最适氮素吸收量} - \text{从土壤吸收的氮素量}}{\text{施用氮素利用率\%}}$$

水稻所吸收的氮素大约 70% 来自土壤。因此, 正确估计土壤所能提供的氮量, 是确定适宜基肥施用量的关键。

测定从土壤吸收的氮素量, 采用“培养氮素测定

法”^[1]。在此基础上, 再考虑气象因素和土壤特性, 确定适宜基肥施用量。另外在培养氮素值的实际应用上要考虑当年土壤风干效果及有机物施用情况等。

所谓土壤风干效果是土壤风干使土壤增加无机态氮素的现象, 可由气象数据(降水量、气温)推断氮素转换量。其最大值在日本北海道一般为 N15 kg/hm²。有机肥的氮素转换量在施用稻秸堆肥或厩肥 10 t/hm² 条件下, 分别为 N10 kg/hm²、N15 kg/hm²。

北海道曾在 1995 年按地域和土壤类型分别提出过“北海道施肥标准”, 是以安全生产优质米(一等米商品率 80% 以上)为目标的标准。嗣后 1998 年为适应优良食味米(低蛋白米)生产需要, 制定了低蛋白米生产为目的的水田土壤氮素诊断手册(见表 1 摘录)。此手册, 一是降低了施肥量标准, 二是提出了对应于各种水田氮素肥力的施肥量。为此, 可根据土壤诊断结果评定氮素肥力, 制定以低蛋白米生产为目标的每个地块具体施肥计划。

表 1 氮素基肥施用量^①

地区	土壤分类	目标产量 (kg/hm ²)	40℃培养一周氮素量(mg/100g)					氮素基肥施用量(kg/hm ²)				
			很低	低	中	高	很高	很低	低	中	高	很高
空知	冲积土(干田 ^②)	5100	~7.5	7.6~10.0	10.1~15.0	15.1~17.0	17.1	~8.0	8.0	7.5	7.0	6.5
	冲积土(湿、半湿田)	5100	~8.5	8.6~11.5	11.6~17.5	17.6~20.5	20.6	~7.5	7.0	7.0	6.5	6.0
东南部	草炭土	5100	~6.0	6.1~8.5	8.6~13.5	13.6~16.0	16.1	~6.0	5.5	5.5	5.0	4.5
	洪积土	4800	~6.0	6.1~8.5	8.6~13.5	13.6~16.0	16.1	~7.0	6.5	6.5	6.0	5.5

注: ①只摘录了空知 东南部一个区域; ②干田: 日渗水量 10mm 以上; 湿、半湿田: 日渗水量 10 mm 以下。

* 收稿日期: 2002-08-19

第一作者简介: 赵镛洛(1946-), 男, 黑龙江省延寿县, 研究员, 从事水稻育种研究。

1.2 基肥施用方法及时期

氮素的吸收进程对产量和品质的影响也很大。所谓科学施用方法就是要使氮素供给符合于氮素最佳吸收模式(见表2)。

表2 各时期稻体氮素诊断指标(茎叶部)

项目	分蘖期	幼穗形成期	剑叶期	抽穗期	成熟期
含量(%)	3.5~4.1	3.0~3.8	1.8~2.6	1.4~1.6	0.6~0.8
吸收量(kg)				8~9	10~11

北海道为寒冷地,确保前期生育非常重要。但在生育前期土壤氮素的释放和根的生长都不充分。为弥补这个问题日本北海道建立了以基肥为重点,再根据当年气象情况,适当追施穗肥的体系。基肥可按施肥位置分为全层基肥、表层基肥及侧条基肥。另外还有由育苗箱带入本田的特殊施肥方法。实践上多采用全层基肥和侧条基肥相结合的方法。

全层基肥因肥料在整个耕层中均匀分布,单位容积中的含氮量相对低。所以水稻在生育前期的吸氮比较缓慢,但肥效长。耕层越深这种倾向越强。因此,前期生育不良而后期优良的地或扩大耕层(深耕)时,为弥补前期生育不足应搭配侧条基肥(或表层基肥)。

侧条基肥是将粒状或糊状肥料在插秧时于距离秧苗3 cm处插入地表3~5 cm进行条施。因肥料在根部附近高度聚集,促进前期生育效果非常明显,

而且肥料利用率也高。但生育中期以后肥效下降。在氮素肥力低的地块搭配全层基肥使用,效果更为明显。另外,侧条基肥保护水质效果好,从环保角度也应积极推广。

表层基肥是在水耙结束前进行表面撒施后轻轻地再耙1次,使之主要分布于耕土表层0~5 cm处。这种方法在促进生育前期吸收上有效。一般与全层基肥方法搭配使用。但作业繁杂,肥效易受生育前期气温条件影响(低温条件下效果差)而不稳定,另外也有因肥水流失或脱氮等原因利用效率较低等缺点。

育苗箱基肥是用长效性肥料(被覆尿素 LSP-60)在播种时施入育苗箱内,育完苗移栽时与秧苗一起带入本田的方法。这种方法一般与侧条基肥方法配合使用。较全层基肥利用率高。但仅适用于盘育中苗。在草炭土水田中也不太适宜。育苗期间要注意防止高温。

如上所述,各种基肥方法都有长、短处。所以应根据土壤氮素肥力等情况合理搭配使用。表3列举了不同土壤类型的不同施用方法。在前期生育良好而中期以后有可能断肥的土壤,应提高全层基肥比率。反之,前期生育不良而中、后期氮素释放多的土壤(潜育土、草炭土等),应提高侧条基肥比率。另外,生育不稳定地带也要提高侧条基肥比率。

表3 土壤类型与基肥施用法

土壤分类	氮素肥力、水稻生育等	适宜施法	全层、侧条比率
冲积土(干田)	肥力偏低,前期生育良好	全层基肥与侧条基肥搭配	全层>侧条
冲积土(湿田)	肥力偏高,前期生育不良,后期生育良好	全层基肥与侧条基肥搭配	全层≥侧条
草炭土	肥力高,后期生育良好	全层基肥与侧条基肥搭配	全层>侧条
火山土	肥力低,保肥性差	全层基肥、侧条基肥、追肥	侧条=全层
洪积土	肥力中~低,物理性差	全层基肥与侧条基肥搭配	全层≥侧条

注:在生育不稳定地带加大侧条基肥比率。

1.3 追肥

追肥指生育过程中的施肥。目的在于防止水稻生育偏离适宜氮素吸收模式。

日本北海道追肥时期一般在幼穗形成期以后。幼穗形成~幼穗形成1周期间的施肥主要作用于产量构成因素(穗数、每穗粒数及总粒数);剑叶期以后的施肥主要作用于产量决定因素(成熟度、千粒重)。但是此种追肥对产量和品质未必能起促进作用,有时甚至起反作用。幼穗形成~幼穗形成1周期间的追肥,在低温年可能增加不实率,降低成熟度。剑叶期以后的追肥在产量构成因素不足或土壤肥力高

时,提高米粒中的蛋白质而降低食味。

追肥时期与蛋白质含量的关系(见图)。剑叶期以后追施的氮素较幼穗形成期施用,明显增加米粒中的蛋白质积累。所以从优良食味米(低蛋白质米)生产角度,剑叶期以后不宜追氮。

是否施用幼穗形成~幼穗形成1周期间的追肥,要根据生育过程中的氮素诊断结果、生育及气象情况谨慎决定。生育过程中的氮素诊断在灌溉期间(6月初旬及6月下旬前半期~7月上旬前半期)测土壤中的铵态氮。幼穗形成期是否追肥的指标,在“日本北海道优质稻米最新栽培技术”^[2]上已有记

述。若超过表中值,不必追施。

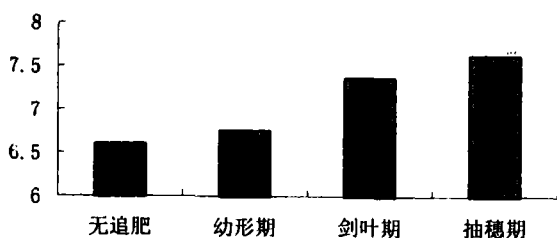


图 追肥时期与米粒蛋白质含量(上川农试)

2 磷肥

磷肥在寒冷地带主要通过促进前期生育提高产量。确保前期生育所需含磷量为:分蘖期茎叶含磷

量达 0.6%~0.7%;最高分蘖期土壤有效磷达 20~40 mg/100g。即使超过了这个含磷量,茎数和产量也不会增加。

北海道向来重视提高土壤磷肥,而现在几乎 90%的水田磷浓度超过了基准值。从降低成本、节省资源以及环保等观点出发,也不能因为是寒地就滥用磷肥。

磷肥标准施用量在“北海道施肥标准”中是以灌水前有效态磷 10~20 mg/100g 为标准而制定的。各种水田的不同磷素肥力所对应的施肥量标准(见表 4)。

表 4 磷肥施用量

P_2O_5 kg/hm²

土壤有效磷 (mg/100g)	暗色表层褐色低地土 ^①			灰色低地土 ^② (台地土 ^③ 、草炭土)			褐色低地土 ^④ (火山灰土)		
	基肥	矿材	计	基肥	矿材	计	基肥	矿材	计
< 5	120	80	200	120	40	160	120	40	160
5~10	120	40	160	80	40	120	100	0	100
10~20	80	0	80	80	0	80	80	0	80
20~30	60	0	60	60	0	60	60	0	60
30 <	40	0	40	40	0	40	40	0	40

注:①、②、③、④,分别类似我国草甸暗棕壤、洪积土、阶地土壤、火山灰土。

水稻最需要磷肥的时期为移植~最高分蘖期。另一方面土壤供磷是灌水后随着土壤还原而逐渐增加。所以,磷肥施用宜采用基肥方法。因侧条施肥较全层施肥利用率高,采用侧条施肥方法更为理想。

3 钾肥

钾与水稻光合作用、碳水化合物的积累及蛋白质合成等有关。若钾肥不足,易导致茎秆较软或成熟不良。近年北海道水田的含钾水平,平均为 23 mg/100g。与基准值(15~30 mg)相比,几乎 80%的水田超出该标准。另外,北海道各地钾肥施用试验表明,无钾肥区的产量指数可达 95 程度。而且钾肥供给力大的土壤也多。所以,要求以“北海道施肥标准”为准,根据土壤诊断结果及稻秸、堆肥等的施用情况,判断钾肥最佳施用量(见表 5)。

表 5 钾肥施用量 K_2O kg/hm²

代换性钾含量 (K_2O mg/100g)	未施有机物	施用 10t 堆肥	施用生秸秆 5000kg
< 7.5	120~140	100~130	80~110
7.5~15	110~140	90~120	70~100
15~30	80~100	60~80	40~60
30 <	50~60	30~40	10~20

4 硅肥

水稻所吸收的硅酸可大量积累于稻体组织内,

而改变水稻的形态和生理机能,增强各种抗逆性(抗病、抗倒、耐肥等)及群体干物质生产能力,对产量和食味提高均有效。

为提高食味和产量,在成熟期间茎叶中的含硅量至少要有 10%以上(适宜范围在 13%以上)。可以保证这个水平的土壤有效硅酸含量至少要超过 10 mg/100g(适宜范围在 16 mg/100g 以上)。

与此标准比较,目前北海道水田的硅酸肥力很低。表现明显不足的,即低于 10 mg/100g 以下的水田占 60%以上。施用硅酸指标在“日本北海道优质稻米最新栽培技术”^[1]上已有记述。硅肥一般结合冬雪处理,雪上散布或耕前撒施做全层施肥(利用效率 10%~40%)。最近认为,在幼穗形成期施用较好。但仍需探讨其作业性在内的更为有效的施用方法。

5 施肥与整地

大约 90%的水稻根分布于耕层。水稻生育所需养分和水分多数从耕层吸收。因此改进水稻施肥技术要有相应的整地措施。

5.1 合理掌握耕层深浅

常言道:“耕翻 1 寸,稻谷 1 石”。一般来讲,耕层深,耕底层肥沃的地块,生产性能也好。但是,耕层与产量和品质不关联的事例也不少。比如,前期

生育不良的水田或耕底层氮素肥力高的草炭土水田(从耕底层吸氮比率可达10%~30%),耕层深有时会导致延迟生育而降低品质。反过来,有早衰(日文:秋落)倾向的水田或翻入秸秆的水田,耕层深有助于提高生产性能,也可减轻秸秆危害。

据最近调查结果,北海道水田耕层深度为15.8±4.8 cm,较耕地基准值(15~20 cm)略浅。所谓“适宜耕层深度”,因土壤条件和培肥管理条件而异。因此,应根据每块水田的具体条件做综合分析和判断。

5.2 犁耕与旋耕的差异

犁耕与旋耕在耕深、氮素肥力和肥力释放上都有差异。不同犁、旋耕深度的氮素肥力见表6。

表6 不同犁旋耕深度的氮素肥力

项目	深度(cm)	mg/100g	
		培养产生的氮素	
		30℃	40℃
犁耕	0~5	3.7	8.7
	5~10	6.0	11.8
	10~15	6.3	11.6
旋耕	0~5	9.8	16.3
	5~10	5.8	11.4
	10~15	3.8	6.3

注:测试地点为鸿巢农事试验场圃(1969)。

旋耕的耕深可达15 cm,碎土块比较小,旋耕后土壤移动少。旋入有机物时,尽管混拌全层,但遗留表层部分也多。为此,愈是上部耕层,肥沃度愈高,加上碎土块也小,水耙后土壤细粒多,氮素释放早而强,有利于促进前期生育。另外,如果采用旋耕扣入秸秆时,灌水后土壤还原强烈,有时对水稻生育反而带来障碍。

犁耕的耕深可达18~20 cm以上,碎土块大,耕层通气性好,土壤易干燥,耕后土壤移动大。犁翻有机物时,因可翻入耕层底部,灌水后耕层的土壤还原作用较旋耕缓慢,但上部耕层的肥沃度下降。水耙后耕层中层以下仍有很多大土块,土壤氮素释放较旋耕晚,促进水稻前期生育不如旋耕。

如上所述,旋耕和犁耕在土块大小、上下耕层的土壤营养及还原状态都有一定差异。为此掌握这些特点,采用适合自己土壤条件的耕地方法,搭配适合土壤氮素释放模式的施肥方法(比如犁耕与侧条施肥相搭配)为宜。

5.3 基肥的施用和混拌时期与肥效的关系

同样是基肥因其施用方法和混拌时期不同,被水稻吸收和利用的效率也不同(见表7)。

表7 肥料的施用和混拌时期与吸收利用率

施用及混合时期	利用率(%)	氮吸收量(kg/hm ²)
耕地前	47	94.5
耕地后	48	96.0
早耙后	33	81.8
水耙前	23	72.8

在全生育期中的利用率大小顺序为耕地前=耕地后>早耙后>水耙前。生育前期的利用效率顺序为水耙前、早耙后、耕地后>耕地前。另外,肥料的持续性顺序为耕地前>耕地后、早耙后、水耙前。

肥效的这种差异是由于混拌的深浅不同而在肥料浓度上产生差异所致。比如,耕地前施用混拌深度与耕翻深一致,而耕地后则较耕翻深度浅。所以混拌层的肥料浓度后者较前者高,这一点,可在水稻前期肥效上表现出来。

早耙后或水耙前施用时,因大部分肥料分布于上部耕层,在水稻前期肥效较高。但水耙时排水引起的养分流失和脱氮等损失较多而降低利用效率。

5.4 水耙

水耙的意义在于操平田面、防止漏水,也是为了耙碎土块为移栽和稻苗成活创造适宜的土壤条件。但这项作业,因改变土壤结构、土壤氮素的释放及透水性而影响水稻生育。强度水耙使土壤结构变成泥状,从而促进土壤氮素无机化,加快氮素释放,增加有效氮量。但是,加重土壤还原,加上机械镇压导致透水性下降,恶化根部环境。

另一方面,中~弱程度的水耙,土壤结构为粒状,与强度水耙相比,土壤氮素释放缓慢,但土壤还原弱,可保持高度根部活性,撤水时易于转入氧化状态,便于进行晒田等水的管理。为避免降低田间透水性,导致土壤过分还原,在灌水前进行充分碎土及田面操平,水耙则轻度进行为宜。也可采用免水耙移栽方法^[1]。灌耙地水要在土壤拌肥后立即进行。以防氮素硝酸化及灌水后的肥水流失和脱氮损失。

参考文献:

- [1] 北海道米麦改良协会. 北海道稻作[M]. 2001.
- [2] 赵镭洛,张云江,王继攀,等. 日本北海道优质稻米最新栽培技术[J]. 黑龙江农业科学, 2002, (3): 49-51.