

日本水稻高产田群体结构 及其措施的分析*

吉林省农业科学院水稻研究所

1979年在我所进行日本水稻机械化稳产高产栽培技术示范工作。我们和“中日水稻技术交流学习班”的同志们一起，边实践、边调查，取得了系统资料。本文侧重对日本水稻高产田于插秧后，其群体结构动态与相应技术措施，进行了初步分析，供参考。

一、田间设计

从表1田间设计看，整地方法是以秋翻早春耙地、旱平为主，水平次之。每亩耙前施农肥2700斤，每亩施化肥总量：纯N12.1~13.6斤， P_2O_5 12.4~14.5斤（注：乙区为旱改水田，磷肥加倍施用）， K_2O 12.5~13.0斤。品种为早锦和秋光（黎明成熟太晚，资料未列入）。育苗方法以大棚（温室）盘育中苗为主（请参看前文），还有少量薄膜旱育苗作对比分析。5月15~22日插秧。表1设计上的特点是：在N和K的施用方法上区分为表层追肥（又分甲、乙两区）和深层追肥（又分丙、丁两区）两种，每亩总的用肥量大体接近。从表2看出，一为基肥多，追肥少，另一个则相反。以培育成两种不同的群体结构。

表1 田间设计

项目	处理作业	表层追肥法		深层追肥法		配套机具
		甲区(36亩)	乙区(36亩)	丙区(18亩)	丁区(6亩)	
整地	翻	秋机翻	同左	同左	同左	旋耕机 驱动耙
	耙	春干耙三次	"	"	"	
	平	机械水平	"	"	"	
基肥	底肥 (斤/亩)	土粪2700斤	同左	"	"	撒肥机 背负式 喷粒机
	N	5.3~6.6	6.6	4.0	"	
	P_2O_5	12.4	30.7	12.7	"	
	K_2O	9.7	7.8	4.0	"	
返青肥	N	4.0~2.7	2.8	0	"	

(转下表)

* 本文根据中日水稻技术交流学习班及水稻所有关资料，由王良泉执笔整理。

(接上表)

追肥 (斤/亩)	藜肥	N	少许	—	0	—	背负式喷粒机
	穗肥	N	2.8	2.8	9.6	—	
		P ₂ O ₅	—	—	1.8	—	
		K ₂ O	2.8	2.8	9.6	—	
化肥总量	斤/亩	N 12.1 P 12.4 K 12.5	N 12.2 P 30.7 K 10.6	N 13.6 P 14.5 K 13.6	—	—	
品种	—	早 锦	早锦、秋光	秋 光	—	—	
育苗法	—	温室盘育苗	同 左	同 左	薄膜早育苗	温室有成套设备	
移栽期	月.日	5.16	5.15~18	5.20	5.22	插秧机	
行穴距	厘米	30×12、33×11	同 左	同 左	30×12	—	
一次苗数	个	4~6	—	—	3	—	
灌水方法	—	浅溉结合间断灌溉	浅灌结合间断灌溉	长期浅灌	同 左	—	
化学除草	次数	两 次	同 左	同 左	—	背负式喷粒机	
中耕及除草	人力	中 ₁ 、除 ₂	除 ₂	除 ₂	—	用杀草丹等防除	
收获及干燥	—	9月中旬	同 左	同 左	—	康拜因及烘干机	

表2 每亩化肥中不同处理分配比率(%)

施肥次数	三要素别	表层追肥法		深层追肥法丙丁二区各占(%)	备注
		甲区各占(%)	乙区各占(%)		
基肥	N	43.8~54.5	54.1	30.0	全层施用
	P ₂ O ₅	100	100	37.6	
	K ₂ O	77.6	73.0	29.3	
返青肥	N	33.0~22.3	23.0	0	—
追肥	N	少量	0	0	香苗补肥
	N	23.2	22.9	70.0	
	P ₂ O ₅	0	0	12.4	
肥	K ₂ O	22.4	27.0	70.7	后期适当有所调整
	N	76.8	77.1	30.0	—
每百共计各占(%)	K ₂ O	77.6	73.0	29.3	—
	N	23.2	22.9	70.0	—
追肥中	K ₂ O	22.4	27.0	70.7	—

二、 调 查 结 果 与 分 析

现将本田生育阶段，两个不同群体结构的长相，与栽培措施之间的关系，分成四个时期加以总结分析：

(一)有效分蘖期间：这一期间为高产水稻的穗数决定期，生长中心是长叶长蘖。由于表1中的设计措施不同，势必导致出现不同的长相，可从表3及图2来分析其表现。

1、表层追肥法

(1)叶片的长相：水稻返青后，表4显示，一般每隔5~6天长出一片新叶，品种间区别不大。早锦和秋光的主要功能叶片为7~9叶。叶长是一个比一个长，7叶19~20厘米，8叶24~25厘米，9叶28~30厘米，叶尖参差不齐，一般称为“抢头叶”，是丰产长相。叶色在6月上旬明显变深，表现“上色快”，6月15日分蘖盛期最深呈浓绿色，为“第一

表3 水稻有效分蘖期间叶、茎等器官的生育情况

对比项目	处理别	甲 (早锦)				乙		丙		丁		备注
		早 锦		秋 光		秋 光		秋光(早育苗)				
分 蘖 盛 期 (6 月 1 5 日) 对 比:												
叶 数	个	8.3	8.1	7.4	7.5	8.4						
7 叶 长	厘米	20	19	20	23	2.30					典型一黑期为6月15日左右	
8 叶 长	"	25	22	10	10	30						
叶 色	—	浓绿	稍浓绿	稍浓绿	稍浓绿	稍浓绿						
株 高	"	35	32	30	30	35						
一穴茎数		12.8	9.2	11.0	11.2	6.4						

有效分蘖停止期(6月25日)对比

长 相	叶色	稍浓绿	绿 色	绿 色	绿~黄绿	稍 浓 绿		
		展 开	展 开	展 开	笼起来	半 展 开		
结 构	主要功能叶片长度(厘米)	8 叶	24	25	25	21	—	6月25日以后幼穗开始分化。
		9 叶	28	30	28	22	27	
指 标	叶尖距(厘米)	7~8	3.0	5.0	5.0	1.0	1.0	
		8~9	4.0	6.0	6.0	0	1.0	
指 标	株 高(厘米)		43	42	35	28	35	
		一穴茎数 个	18.4	16.0	18.0	17.2	13.2	

次黑”，再到6月25日又褪下来呈稍浓绿色倾向落黄。从图3和图4证明“一黑期”叶片内全氮含量较高(6月15日为3.65%)，故叶色变化曲线表现上升到最高点，以后又逐渐下降，是有其生理基础的。由于表层追肥区本期间出叶快，叶片长相显著良好，水稻长势很旺盛。

(2)分蘖的长相:甲、乙两区每穴基本苗4~6个,每平方米约27~30穴。由于叶与分蘖存在同伸关系,当上面7~9叶长相良好时,下面的4~6叶腋内的分蘖势必大量长出。表3看出,一穴茎数6月15日达10~13个,到6月25日又达16~18个,有的20个以上,比基本苗提高了三倍左右。每平方米总茎数,早锦约五、六百个,秋光分蘖力强,高达

表4 乙区水稻不同品种叶片出生早晚与积温关系

品 种		早		锦		秋		光	
调查日期		平均叶龄	主茎叶位(X)出生日期(月·日)	出生日数(天)	水温积算(°C)	平均叶龄	主茎叶位(X)出生日期	出生日数	水温积算
月	日								
5	19	3.5	—	—	—	3.3	—	—	—
	24	4.24	(4)5.16~25	6	109.3	4.11	(4)5.17~23	7	148.8
	31	5.65	(5)5.22~27	6	134.6	5.7	(5)5.24~28	5	113.1
6	4	6.43	(6)5.28~6.1	5	112.8	6.47	(6)5.29~6.1	5	115.9
	11	7.63	(7)6.2~7	6	158.9	7.77	(7)6.2~6	5	129.4
	15	8.22	(8)6.8~13	6	132.9	8.32	(8)6.7~12	6	138.6
	20	8.80	—	—	—	8.88	—	—	—
	25	9.58	(9)6.14~21	8	189.9	9.58	(9)6.13~20	8	187.7
	30	10.22	(10)6.22~28	7	175.5	10.29	(10)6.21~27	7	178.5
7	5	10.78	—	—	—	10.89	—	—	—
	10	11.41	(11)6.27~7.7	9	232.4	11.45	(11)6.28~7.6	9	231.6
	16	12.06	(12)7.8~15	8	195.2	12.18	(12)7.7~14	8	189.7
	20	12.80	(13)7.16~22	7	162.8	12.72	(13)7.15~22	8	185.1

七、八百个。现将日本高产水稻分蘖消长标准曲线,放在图1中与这两个品种对比,它介于二者之间,出入不大。故日本专家认为,示范田在6月25日有效分蘖停止期,已达到本施肥法预期的适宜群体结构指标。

2、深层追肥法

(1)叶片的长相:由于早育苗的素质较壮,开始丁区、丙区长得好。6月15日以前,丙与乙区同品种间在长相上并无区别;但在6月15日以后,因此法的基肥用量少(只有表层追肥的二分之一),深层追肥的丙区从8~9叶就表现叶片短,叶色黄绿,叶尖距小,只有0~1.0厘米,出现“平头叶”,属于长相不足的表现;早育苗的丁区从9叶开始缩短,情况一致。

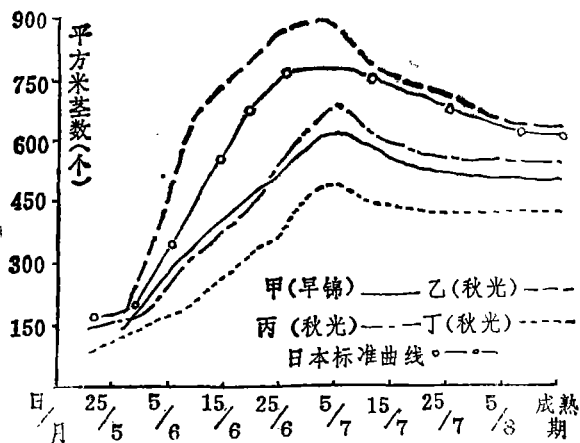


图1 不同处理分蘖消长曲线比较

(2) 分蘖的长相：由于功能叶片长相不足，其一穴平均茎数虽能达到预期要求，但弱勢蘖较多。图1显示，其平方米茎数变化曲线皆处在表层追肥区以下，具体在6月25日丙区(中苗)平方米约400~450个，丁区约350个左右。

深层追肥法在6月25日有效分蘖停止期的长相，其标准和表层追肥法是不同的。田中稔先生(此法的创始者)多次强调少施基肥，目的是在营养生长期，只要能保证必要的穗数(400~500平方米)的原则下，应注意抑制无效分蘖等浪费性生长，可以减轻地力消耗，节省用肥。水稻穗分化期(6月25~30日)长相不足，一般群众反映“缺肥黄”时正是深层追肥的良好长相。如果长相较好即需推迟深层追肥期，并酌情减少肥量，这是此法“看苗诊断”的要诀。

在以上两种不同的长相一经出现前后，就要相应采取其肥水管理措施：

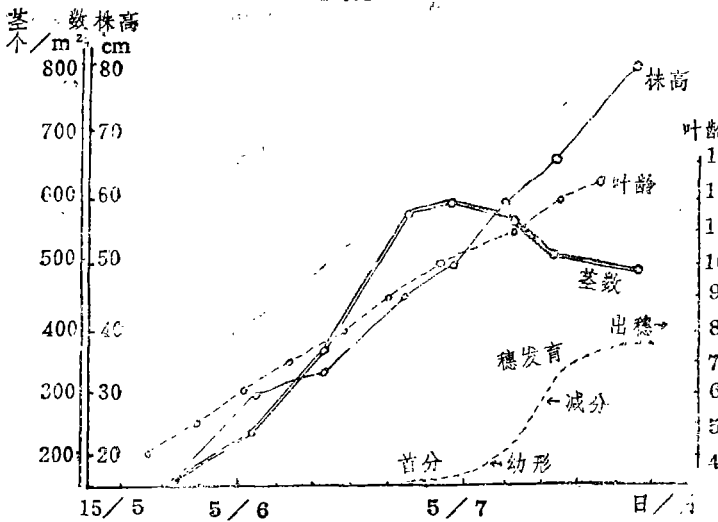
施肥：表1及2表明，基肥又分插前底肥和插后返青肥两部分。“深层追肥法”的特点是：只将每亩总氮量和总钾量的30%左右，在插前结合旱整地全层施用，不施返青肥。日本专家介绍，1958年此法初创以来，一般在每亩纯氮总量13.6斤(折合每公顷纯N约100公斤)左右的情况下，曾进行过3:7, 4:6, 和5:5等不同比例的对比试验〔4〕，已明确一般以3:7(即基肥占30%，穗肥占70%)的产量最高，故1979年也是按此项经验进行设计的。至于我省各地土壤上，该比例是否适当，尚需继续探讨。

“表层追肥法”的特点是：原则上将每亩总氮量的70%作基肥。在这一用量中又将其70%作底肥和30%作返青肥，认为比较适宜。并且在甲区内，不同地块还作了(4+3)和(5+2)的底肥与返青肥不同比例的对比观察，以(4+3)区开始生长较旺盛，功能叶片较长，叶色较浓，一穴茎数较多；但经25~30天后，因为(5+2)区的底肥多，肥效持久，长相又比(4+3)区稍好。甚至(4+3)区在6月中旬有的地方还出现了长相不足，个别田块曾及时看苗补肥一次，以消灭三类苗。这次补肥目的是为了促使全田生育一致，但又要考虑到6月25日左右叶色必须要转淡，故补肥量要轻要巧。对比我省平原地区，一般在6月中旬正大量追施分蘖肥，即“大头肥”，往往影响下一步的拔节期落黄，今后宜参考此项经验，将“大头肥”适当改为前、后分施(如表2)的方法，有利于进一步稳产高产。

灌水：从图6看，水稻返青期水层稍深，为3~5厘米，即苗高一半左右。返青后，结合返青肥尽量浅灌2~3厘米，只灌不排以提高水温地温，水浅时分蘖节光照充足，地温变化较小，给分蘖旺盛创造了良好条件。

除肥、水等措施外，1979年在本期间的气温较高，在5月15~6月25日期间，气温平均高达20~25℃之间，积温高达883.5℃，比历年平均高121.6℃，因而在当年这一异常高温天气条件下，示范田插后一般不返青，迅速转入长叶长蘖过程，提高了肥效，十分有利于早生快发，这是不可多得的外界有利因素。

(二)拔节期间：从图2及多年实践证明〔5〕，水稻的无效分蘖期、幼穗分化始期、和拔节期是交叉进行的。典型拔节期(节间长2厘米左右为标准)，为7月5日左右，幼穗开始形成(幼穗肉眼可见，约0.2厘米左右)又为最高分蘖期。这时水稻从营养生长向生殖生长转移，中心目的为促进其茎叶健壮，叶色正常落浅到“浅绿色”，即群众称为“拔节黄”，才是理想的丰产长相〔1〕。



注：主要物候期如下：

5月16日~5月25日
返青期； 5月26日
~6月25日有效分蘖
期； 6月26日~7
月5日无效分蘖期；
7月6日~7月25日
幼穗伸长期； 7月26
日~7月31日出穗
期； 8月1日~9
月15日为结实期间。

图2 甲区生长及生育变化曲线图

表5 水稻拔节阶段生育情况调查 (7月1日)

对比项目	处理	甲 (早锦)					乙		丙	丁
		早 锦		秋 光		秋 光	秋 光	秋 光	秋 光	
长 相	叶色	浅绿→绿		浅 绿		浅绿→绿		黄 绿	浅 绿	
	丛型	半展开		半展开		半展开		笼起来	半展开	
结 构	主要功能叶片长度(厘米)	10		32		27		24	25	
		11		11		11		7	29	
指 标	叶尖距株高	9~10厘米		8.0		7.0		4.0	0.5	
	一穴茎数	个		19.0		15.0		23.0		18.4
标	拔节长	厘米		1.0		0.5		—		—
	幼穗大小	"		0.3		0.2		—		—

1、表层追肥法：

(1) 叶片长相：当叶龄指数在75~85%时，甲区早锦便处在拔节阶段。秋光略晚或接近同时出现。在拔节期的典型功能叶片为10叶(表5)，该叶长为30~32厘米，叶尖距大，为7~8厘米，表现该叶片呈现“拉长叶”的丰产长相。从叶色看(图3、4)，在7月初叶

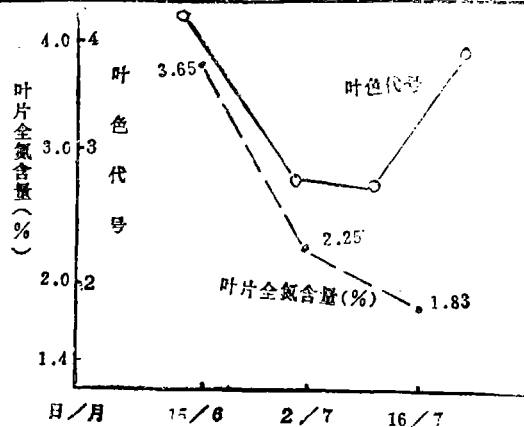


图3 表层追肥(甲)区叶色与叶片内全氮含量对应变化(本院土肥所分析)

色变化曲线下降到低谷，呈浅绿色，即为“第一次黄”，叶片内全氮含量为2.25%，证明水稻体内已经由前期以氮素代谢为主的营养生长阶段，顺利地而后期以碳素代谢为主的生殖生长阶段转移。我们将日本的高产水稻叶色标准变化曲线与表层追肥区对比时(图4)趋势基本一致〔1〕〔2〕〔4〕。

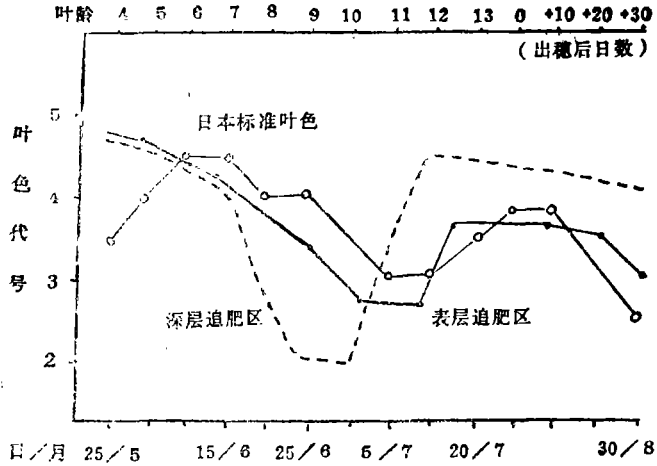


图4 水稻不同处理田间叶色变化比较
注：(1)代表黄绿色；(2)浅绿色；(3)绿色；
(4)稍浓绿色；(5)浓绿色。

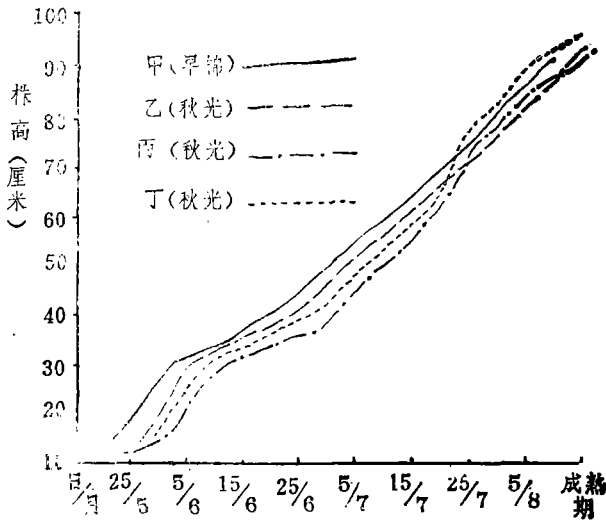


图5 不同处理株高伸长曲线比较

(2) 茎与株高的长相：表5及图1显示，一穴茎数和平方米茎数，始终偏低，尤以丁区较典型。丙区在6月末追肥后稍有回升，也远远比表层追肥的同品种秋光为低。在6月25~7月10日无效分蘖期间，高位无效分蘖较少，对避免前期浪费性生长有利。从株高看，丙、丁两区在6月中下旬一直长的较矮，株型紧凑，叶片尖直，表现很“墩实”的长相，6月末~7月初由于“缺肥黄”，长相不足，株高上升曲线十分平缓，(此为控肥达到拔节黄与表层追肥控水达到拔节黄的方法不同)。但从7月5日深层追肥见效后，株高曲线急速上升，后期有的甚至超过了表层追肥区(图5)。

在水稻拔节期间出现上述两种群体结构的情况下，在肥水上分别采取下列措施：

2、深层追肥法：

(1) 叶片长相：从拔节期的典型叶片(10叶)看，叶长较表层追肥的短6~7厘米；叶色也较黄绿。图4所示，“第一次黄”出现的时期也早5~7天，其谷底也较深。但6月末进行深层大量追肥(表1、2)，5天以后，叶色回升，曲线迅速增长。

“第二次黑”出现在7月10~15日孕穗初期(减数分裂期)。因此，从典型拔节期的前后来看，丙、丁二区由长相不足，发展到显著变好，说明其在生育期的转移上，和表层追肥法是迥然不同的。

灌水：图6所示，深层追肥采用浅灌2~3厘米即可。但表层追肥法因各田长相不同而异。其具体做法是：从6月26日全面落干以后，实行间断灌水（即先排干晒一天后，浅灌3厘米，再渗干。大约4天左右渗干一次）。而在长相较旺的田块（有12亩），并开沟排干烤田5天（6月26~7月1日），1979年水稻拔节期的日照时数比常年多10%以上，地温高，全面达到了晾晒与烤田的预期效果。到7月5日左右均能正常落黄一致。达到了“拔节黄”那样的丰产长相。与邻近生产田对比，一般深灌，不采用间断灌溉来控制无效分蘖，生育过旺的很少开沟排水来彻底烤田，因而不能正常拔节落黄，以致水稻茎叶软，幼穗发育迟缓，抗倒伏力较弱，对稳产高产不利。

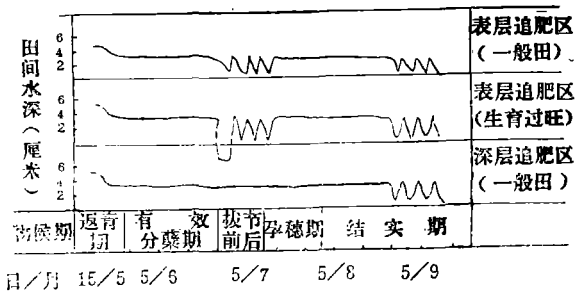


图6 不同处理田间水层深浅变化比较

32天。按表1及2设计的肥量（70%的N和K₂O等）做成不同的肥料形态（有小颗粒肥、球肥和液肥即尿素兑水18~20倍）三种，用不同的小型动力机械深施入土中10~12厘米，汪泥汪水，隔行施入，日效6亩左右。肥料在土壤中一般5天以后即见到效果，10天后叶色浓绿（图3），表现肥效高，肥劲长。

（三）幼穗发育期间

图2看出，从7月5日左右幼穗形成期以后，到出穗开花期，属于本阶段。这一阶段主要是长茎长穗，为高产水稻提供足够的总粒数，其适宜群体结构指标为：平方米达到3.5万粒左右；并需注意防止发病、倒伏和贪青减产。关于两种设计的水稻长相为：

1、表层追肥法：

（1）叶片的长相：表6所示，其功能叶片为止叶及以下的两叶（11~13叶），其叶长比例，以最长叶（11叶）为100%计算时，则乙区的两品种12叶长91.2~95.6%，13叶长为67%左右；甲区的12叶和13叶长依次为75%和55.5%。参考日本松岛省三的“V”字稻作理论，也认为后期这三张叶片宜保持乙区的这一比例，受光姿态较好，光合效率高，从而为提高结实率创造了良好条件。松岛曾将这三张叶片长度比例，加上叶片直立等性状，列为理想型长相的六项指标之一〔2〕。

叶色是反应体内碳氮代谢的重要指标。从表6及图4对比分析，表层追肥法的水稻叶色，结合穗肥在7月20日左右呈稍浓绿到绿色，而到8月初出齐穗期则为绿到浅绿色，这样又出现了第二次黑黄变化，与日本的标准叶色曲线趋势一致。丰产水稻在孕穗期“黑”，有利于防止颖花退化，加大粒形，提高光合能力，促进出穗，减少弱势分蘖和弱势颖花，以提高总粒数及结实率。在出穗后又转“黄”（而不是缺肥、早衰现象），为生理落黄，有利于碳水化合物的积累，提高干物重。

追肥：“表层追肥法”在6月末7月初晾田和烤田同时，不但不追肥，还要通过晾晒降低土壤水分，引起土壤脱氮，来促使拔节落黄，但“深层追肥法”，正是用肥的关键时机。其具体做法是：按各品种各田块幼穗分化情况，于幼穗的枝梗原基至颖花分化以前（采用镜检与解剖观察），约出穗前30~

表6

水稻齐穗期生育情况调查

(8月4日)

对比项目	处理	甲 (早锦)	乙		丙 (秋光)	丁(出穗前日数)		
			早锦	秋光		-32	-25	
长相	叶色 整齐度	浅绿 整齐	绿到浅绿 整齐	绿到浅绿 整齐	稍浓绿 不齐	浓绿 不齐	浓绿 整齐	
结	13叶 (止叶)	长度(厘米)	20.0	21.0	23.0	30.0	29.0	32.0
		叶长比率(%)	55.5	67.7	67.6	100.0	96.6	110.4
		叶宽(厘米)	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.6
构	12叶	长度	27.0	30.0	31.0	33.0	34.0	34.0
		叶长比率(%)	75.0	96.6	91.2	110.0	113.3	117.0
		叶宽	0.9	1.0	1.05	1.1	1.1	1.1
指	11叶	长度	36.0	31.0	34.0	30.0	30.0	29.0
		叶长比率(%)	100	100	100	100	100	100
		叶宽	0.9	0.85	1.0	1.0	1.1	1.1
标	株高	厘米	95.4	100.4	96.6	89.2	91.0	86.0
	穗长	"	16.7	17.4	18.3	18.1	18.5	20.0
	穗数	平方米	483	557	607	555	426	398.0
出穗开花情况		倾穗始	倾穗始	开花终期	开花盛期	开花终期	开花终期	

(2) 茎穗的长相: 从图1、3、4及表6、7等资料分析, 可看出株高为95~100厘米, 长相整齐一致。平方米穗数约500~600个, 有效分蘖率80~85%, 平方米总粒数为3.4~4.0万。

2、深层追肥区: (1) 叶片的长相: 表6显示, 叶片以止叶下第二叶最长, 比下面第三叶明显较长, 但宽度接近。叶色(图4)为稍浓绿到浓绿色, 直到八月末也未明显落黄, 这样就与表层追肥区的叶片长相, 区别很大。

(2) 茎穗的长相: 从上述有关资料看出, 株高较矮(85~90厘米), 但穗较长。平方米穗数较少, 为400(丁)~500(丙)个左右, 单位面积内的总穗数虽少, 但一穗粒数

表7

不同处理田间熟期及产量性状对比

处理别	品种	出穗期 (月·日)	收获期	平方米 穗数	有效分蘖 率(%)	一穗 粒数	平方米 粒数	结(实) 率(%)	精稻谷千 粒重(克)	净稻谷亩 产(斤)	倒伏情况
甲	早锦	7.26	9.18	483	85.9	70.5	34051	81.2	25.9	977	轻微~中等
乙	"	7.26	9.16	557	84.5	68.9	38377	82.4	25.7	1107	" "
乙	秋光	8.1	9.24	607	77.8	78.7	47771	72.4	26.3	1112	" "
丙	"	8.4	9.26	555	79.8	76.0	42180	71.8	25.1	1032	倒伏较重
丁(32)	"	7.31	9.25	423	91.2	95.0	40188	78.6	27.5	1094	未倒伏
丁(25)	"	7.31	9.25	398	84.0	89.0	35322	84.1	28.9	1119	"

多，平方米总粒数也达到3.5~4.0万粒（表9），符合亩产千斤对单位面积内总粒数的要求。

本期间的栽培措施，两个群体均为浅灌。表层追肥法试验区将30%的氮和钾肥，在出穗前17~21天（7月9日左右）水稻减数分裂期，按原计划用量的二分之一到三分之二施入，有的田块全部机械施入；其余少量肥料在出穗前3~5天（7月23日左右），花粉充实期施入。两次施用穗肥的目的是防止颖花退化，提高结实率，提早出穗，使叶色加深，提高光合效能，防止叶片早衰。

这两个群体的出穗期，如表7所示，除丙区秋光晚4天外，其他均在8月1日以前出穗。1979年7月5~31日的平均气温积算结果，比平年增加115.1℃，水温和地温皆在22℃以上。因此在幼穗发育阶段，不但未出现低温冷害，而且对促进早出穗有良好作用。

（四）结实期间

两个不同群体出穗后，为促进早熟粒重，需要提高灌浆速度，防止倒伏及贪青减产。

1、灌浆速度：将表7、8对比看出，无论那一种群体，凡是在7月末以前出穗的，到出穗后50天左右（9月15日），结实率均可先后达到80~85%；以一次枝梗结实率高，灌浆快，二次枝梗要低三分之一左右。因此日本专家一般在幼穗形成期主张不追穗肥，即与减少二次枝梗，提早成熟有一定的关系〔2〕。表8内还指出：出穗期如晚到8月初，成熟度只有70~75%左右。

表8 不同出穗期的灌浆速度

调查日期	条件		7月23日出穗				7月28日出穗				8月2日出穗			
	项目	单位	出穗	一次	二次	全部	出穗	一次	二从	全部	出穗	一次	二次	全部
			后日数	枝梗	枝梗	%	后日数	枝梗	枝梗	%	后日数	枝梗	枝梗	%
天	%	%	%	天	%	%	%	天	%	%	%			
8月9日	18	8.0	0.7	5.4	13	—	—	—	8	—	—	—		
17	26	36.5	5.9	25.1	21	0.6	—	0.4	16	—	—	—		
23	32	55.7	17.7	42.4	27	41.6	10.4	29.5	22	4.1	—	2.6		
30	39	59.1	25.2	46.3	34	55.2	27.5	44.0	29	19.4	9.6	15.5		
9月6日	46	93.9	52.8	78.7	41	93.5	50.9	80.3	36	91.8	59.2	80.3		
13	53	89.4	64.1	80.1	48	94.7	66.0	84.4	43	81.5	59.7	73.6		

注：调查10穗平均数，盐水比重1.06。

2、倒伏情况：根据表7、9、10，凡是株高一米以上，茎基部抗折断力弱，茎基部节间较细长，均易于平铺倒伏。表9证明，凡是倒伏80~90度时，茎基部折断，供应不上水分，植株相互覆盖，靠近地面的稻穗，秕粒大量增加，一穗粒重下降。但完全直立的水稻，也不是丰产长相，而以半倒伏的水稻产量较高，即“哈腰”的长比较好〔1〕。表7及10表明，这些田块均达亩产千斤左右。其中只有丙区倒伏较重，尤以液肥区最重，故粒重较轻，亩产较低。分析丙区倒伏较重的原因，与株高及茎基部节间长度虽无关，但其顶部的叶片又长又宽（表6），九月初遇到每秒9米的干燥冷风和连雨2天，以致头重脚轻，产生倒伏。为何别的田块同样遇到这次大风和大雨，却只局部严重倒伏，可能因为丙区

表9 不同倒伏情况的生育情况 (甲区:早锦)

倒伏情况	株高(厘米)	节间长度(厘米)				茎基折断力(克)	穗重(克)	倒伏程度		备注
		I	II	III	IV			占全田比率%	与地面的夹角	
轻	97.3	33.3	19.5	16.3	10.0	160.8	3.0	10.0	30°~45°	茎基长度为20厘米的折断力
中	104.3	34.0	23.0	17.0	16.9	116.3	2.9	20.0	45°~75°	
重	117.6	34.8	25.3	22.8	14.3	107.8	2.1	50.0	75°~90°	

表10 不同处理田间节间长度与倒伏的关系

不同处理	秧苗别	品种	深施肥料形态	株高(厘米)	节间长度(厘米)				9月17日倒伏情况	
					I	II	III	IV		
表层追肥	甲	中苗	早锦	0	92.0	31.4	20.4	14.5	7.9	轻~中
	乙	"	"	0	101.0	30.4	21.0	17.4	10.4	轻~中
	乙	"	秋光	0	86.0	30.4	19.8	15.3	8.4	轻~中
深层追肥	丙	"	"	小颗粒	89.2	33.5	19.3	10.8	5.6	中~重
	丙	"	"	球肥	86.0	32.0	19.0	11.3	5.8	中~重
	丙	"	"	液肥	94.0	30.5	20.6	13.4	7.0	重倒伏
	丁(-32)	大苗	"	小颗粒	92.0	23.1	20.0	13.7	7.9	轻~无
	丁(-25)	"	"	"	90.0	31.8	19.2	11.8	8.9	轻~无

在出穗前后,顶端两张叶片大,相互遮光,郁闭较重,以致茎基部抗折断力较弱有关。但同为深层追肥的丁区为早育苗,茎秆长的粗壮,即倒伏轻微,产量高于丙区。因此,可以证明丙区(中苗)的茎基物质地较柔软有一定关系,今后需继续研究。

本期间的栽培措施,均为间歇灌溉(图6),黄熟期落干,机械收割脱粒。在施肥方面,从果求因,我们从表11中得到一些新的启发。表11显示,同一品种,6月30日前深层

表11 不同品种、不同深层追肥的肥料形态对水稻产量性状的影响

田块别	水稻品种类型		肥料形态	平方米穗数	有效分蘖率(%)	一穗粒数	结实率(%)	稻谷千粒重(克)	净稻谷亩产(斤)	同(上)比(%)	备注	
日本专家的范田	常规品种	秋	光	小颗粒	555	79.8	76	71.8	27.1	1032	100	6月30日每亩深层追肥纯N及K各9.6斤
		"	"	球肥	508	81.8	80	77.7	27.6	1083	105	
		"	"	液肥	625	67.6	75	68.8	26.0	1015	98	
院内生产田	"	吉粳60	小颗粒	393	—	104	62.1	24.5	1032	128	7月10日每亩深层追肥纯N及K各4斤	
	"	"(CK)	0	400	—	100	63.8	22.0	807	100		
	杂交水稻	长白6号(A)×C57—80	小颗粒	395	—	129	81.4	25.0	979	114		
	"	"(CK)	0	371	—	113	85.7	25.2	856	100		

注:CK为表层追肥每亩纯N7.2斤。

追肥，在肥料形态上以球肥区有增产趋势，但在水稻长势的繁茂程度上，以液肥区生长较好，今后需继续对比试验。又我们在7月10日幼穗1~2厘米时，在吉梗60和杂交水稻田中（长相当时较差）对比，深层追肥比对照区（表追）增产，值得注意。

三、 讨 论

(一)、关于水稻高产不同群体结构的矛盾统一问题：水稻与外界环境是统一体。在高产栽培过程中，苗、株、穗、粒等主要生育阶段，营养生长器官和生殖生长器官之间，存在着相互矛盾相互制约的辩证统一关系。既要促使个体发育良好，又要促进群体得到充分的发展；而群体发展到最大限度时，反过来又影响个体发育。从表7及图7的资料中分析，两种不同的群体结构，虽达亩产千斤水平，但在产量因素形成过程中，均在不同程度上十分注意协调个体与群体、营养生长与生殖生长、器官与器官之间的矛盾统一关系，可从下列几点来讨论分析：

1、每平方米的苗数和穗数对产量的关系。图7—(1~2)和(5~6)说明，每平方米的基本苗数越多，穗数也直线上升，但一穗粒数却直线下降。从产量来看，以平方米苗数保持在150~200棵时较高，苗数少或过多，在示范田的肥水条件上，产量均较低。关于平方米穗数与产量的关系，表层追肥区以保持550穗左右（500~600之间）产量较高，深层追肥区（表7），以保持450穗左右（400~500之间）产量较高。

2、每平方米总粒数与结实率的关系：从图7—(3~4)说明：平方米的苗数150~200株，总粒数可以达到3~4万，但结实率与总粒数增减相矛盾，即粒数越多结实率越低，与国内外的报导[2][3][4]均相一致。

3、结实率与千粒重关系：从表7中丁区明显看出，在平方米3.5~4.0万粒情况下，结

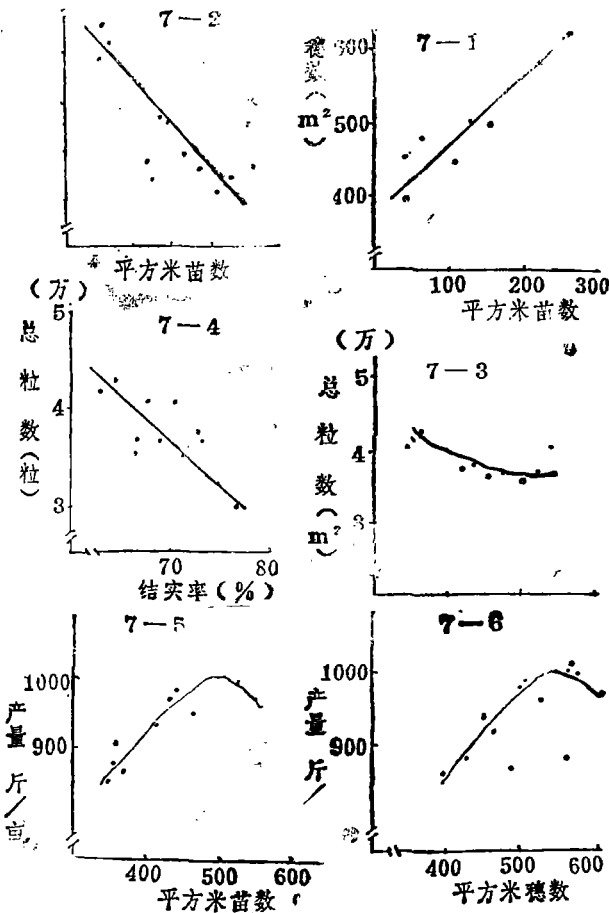


图7 关于苗、株、穗、粒之间的相互关系(表层追肥区)

实率较高的（84.1%），比结实率较低的（78.6%），千粒重也高一些（4.8%）。因此，亩产千斤的水稻，要求结实率应在80~85%以上，千粒重应在25~26克以上。

4、营养生长与生殖生长的关系：水稻前期营养体(叶和茎)，在表层追肥区，叶片和分蘖器官显著繁茂，长比较好(表3、5)，日本水稻专家认为，先把“穗数”(600~700个)搞到手，可给后期干物质的积累，打下良好的光合营养体。但如营养体过大，中期就要烤田(图6)。只有在“拔节黄”的基础上，才能进一步运用穗肥再促进粒多和粒重，使营养生长与生殖生长相协调。在深层追肥区前期营养体的长相不足(表3)，但有的日本专家认为，只要前期有一定的穗数(400~500个)即可，重点使生殖生长期间的最上层叶片加长加宽，叶色加深，以提高光能利用率，也可达到亩产千斤。这样两种不同的群体结构动态，表面上看存在不少矛盾，但其共同特点是在后期充分利用光能，积累更多的干物质，以提高籽实产量。在上述产量结构适宜指标下，进行“促”与“控”相结合，从措施到长相，从长相到措施，使矛盾在不断运动的过程中，得到统一。

从我省水稻高产栽培的实践与理论〔1〕〔5〕，虽与上述分析大致相同。但是，我省一般对表层追肥的群体结构动态比较熟悉，省内及北方稻区的高产社队类似经验较多，今后仍应不断发展，不断提高。此法在日本东北地区生产上也占70~80%以上。关于深层追肥的群体结构动态，在日本青森县占水田总面积的20~30%。从表11看出，前期长相不足，采用此法增产效果相当明显，今后宜继续示范和总结提高。

(二)关于“依靠分蘖”的问题：1979年日本水稻栽培技术示范田，从表12及13分析，无论深层追肥或表层追肥，采用大棚盘育中苗(甲、乙区)或早育大苗(丁区)，在壮苗早栽情况下，肥水条件等较高(表1)，采用行距30厘米×穴距12厘米，或33×11厘米，平方米穴数为27.8穴或30.0穴左右，比我省现行的插秧方式8×3寸每平方米37.5穴要稀得多。在一穴苗数上，实际上甲和乙(中苗)平均为4.2~6.7棵。丁区为早育苗，一穴只栽3棵不带分蘖的苗，平方米只有83棵苗(丁区)，或120~180棵苗(甲乙区)，但平方米总穗数均达到了不同群体结构指标要求。

从表12、13看，两种不同的群体结构，其主穗率只占总穗数的20~30%，分蘖穗占70~80%。各田块单株均带有1~5个以上的分蘖穗，又以带2~4个蘖的较多。由于个

表12 不同处理分蘖成穗情况

处理别 区号	品种	一穴平均 基本苗	一穴平均 穗数	其中各占比率		带不同分蘖穗的苗各占(%)						备注
				主穗(%)	分蘖穗(%)	I ₀	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅ (以上)	
甲	早锦	4.2	17.8	23.6	76.4	0	9.6	23.8	23.8	19.0	23.8	表层追肥
乙	秋光	6.8	22.2	30.5	69.5	8.8	27.9	38.2	16.2	8.9	0	"
丁	"	3.0	14.4	20.8	79.2	0	3.3	16.7	13.3	43.3	23.4	深层追肥

表13 带有不同分蘖穗的一穗结实粒数

区号	品种	I ₀	I ₁		I ₂		I ₃		I ₄		I ₅		I ₄₋₃	I ₄₋₄		
			I ₁₋₀	I ₁₋₁	I ₂₋₀	I ₂₋₁	I ₂₋₂	I ₃₋₀	I ₃₋₁	I ₃₋₂	I ₃₋₃	I ₄₋₀			I ₄₋₁	I ₄₋₂
甲	早锦	0	74.5	40.5	83.8	66.4	56.4	79.0	60.6	71.0	39.6	96.8	70.4	61.6	61.0	49.6
乙	秋光	62.3	68.2	48.6	78.6	66.6	48.0	74.0	45.8	57.8	53.8	86.6	51.7	64.0	66.7	47.3
丁	"	—	80.8	60.0	101.0	66.0	68.7	115.0	89.5	68.5	72.5	96.2	86.6	74.4	71.2	53.0

体得到很好的发育，不但带蘖的主穗比无蘖苗结实粒数多（表13），而且带蘖越多主穗也越大，低位蘖又比上一位的分蘖穗为大。为了充分利用水稻分蘖特性，在条件较好的情况下，今后因地制宜的采用“依靠分蘖”增产为中心的成套栽培措施，对亩产千斤的上述两种群体结构来讲，都是适用的，建议生产上参考运用。

四、小 结

综上所述，归纳以下几点：

（一）1979年日本水稻现代化栽培技术示范田，采用了两种不同的施肥方法，形成了两种不同的群体结构动态。我们从长相与措施方面，初步进行研究分析结果，其中以“表层追肥法”在我国北方稻区有广大的群众实践经验作基础，应继续参考利用。另一种为“深层追肥法”，群众中实践经验虽少，但在地力较差，拔节前后长相不足的田间，也有明显增产趋势，但掌握它的技术水平要求较高，宜边示范，边总结，也能达到亩产千斤水平。

（二）关于表层追肥的群体结构动态适宜指标，在壮苗早栽前提下，要求水稻有效分蘖停止期，比基本苗（每平方米150~180个）增加三倍左右的低节位分蘖（4~6位），达到600~700个茎。最高分蘖期（7月5日左右）出现拔节黄的丰产长相。到7月末为安全出穗期。秋后产量构成的适宜指标为：每平方米500~600穗，有效分蘖率80%以上（1979年有的只70~75%，偏低一些）。一穗75~80粒，平方米总粒数3.5~4万粒。结实率80~85%以上，籽实千粒重25~26克。其相应栽培措施为：在前促、中控、后保的原则下，每亩施氮、钾肥各13~14斤纯量，70%作基肥，30%作穗肥，浅灌与间断灌溉（或烤田）相结合，及时调整水稻的长相。根据水稻“两黑两黄”变化规律及长相，灵活运用肥水措施，以实现上述群体结构指标，达亩产千斤水平。如中期落黄不彻底，易早期封行、发病和倒伏减产，需不断总结经验，因地制宜运用。

（三）关于深层追肥的群体结构动态适宜指标。在壮苗早栽前提下，要求水稻有效分蘖停止期，比基本苗也增加2~3倍，平方米达到400~550多个茎。到6月末穗首分化后表现长相不足，7月末出穗较好。秋后每平方米保持400~500穗，有效分蘖率80~85%以上（1979年有的未达到）。一穗80~90多粒，平方米保持3.5万粒左右，结实率以85~90%以上较好，千粒重25~26克。此法应注意尽量避免两个浪费性生长（即无效分蘖率和秕粒率），以节省用肥，提高肥效。其相应栽培措施为：在前保、中控、后促的原则下，每亩氮、钾总用量虽与表层追肥相同，但少施基肥（30%），多施穗肥在穗首分化期深层施入土中10~12厘米），重点促进后期的穗粒发育。叶色上只有“两黑一黄”，一般不看苗补肥，中期不烤田，通过“控肥”出现拔节黄。后期叶色长期浓绿，止叶及第二叶又长又宽，形成另一种长相。应用此法有的田块贪青倒伏较重，尚需进一步研究。

参 考 文 献

〔1〕王良泉等 1965 崔竹松水稻高产技术经验的初步研究 作物学报 1965年4卷（1）。

〔2〕松岛省三 1978 稻作技术改进 吉林人民出版社（肖连成译）。

〔3〕上海师范大学等 1978 水稻栽培生理 上海科学技术出版社 348页。

〔4〕田中稔 深层追肥的看稻种稻技术（日文）。

〔5〕吉林省农业科学院 1976 吉林水稻栽培。