

# 超深水密植栽培水稻的生育与产量\*

修长兴

星川清亲

(吉林市农科所)

(日本东北大学农学部)

一提“深水、密植”人们可能会认为这是过时的落后的栽培方法。其实，超深水密植栽培是逆反现在水稻高产栽培的一些习惯认识，标新立异，在现代先进技术的基础上形成的一整套新的栽培技术体系，它能克服现行栽培技术难以克服的障碍型冷害，确保连年高产稳产。

超深水密植栽培(以下简称超深密栽培)是日本国东北大学农学部星川清亲教授根据多年试验研究结果，对以前的稻作理论进行“逆转的发想”提出的，1988和1989年已进行了大面积生产示范。经受了严重低温冷害年的考验。1988年东北地区作况指数只有85，亩产量只有461kg。示范田产量仍然达到676.5kg，比平均值增产46.7%。1989年属平年偏欠，作况指数97，示范田产量高达728kg，比对照区增产25.6%。

笔者1989年留日期间，在星川教授的指导下，参加了该项栽培技术的调查研究工作，本文试就水稻在超深水密植栽培条件下的生育和产量进行初步总结。

## 一、栽培技术特点

### (一) 现行栽培体系的问题

日本现行稻作体系是浅水稀植栽培(以下简称浅稀栽培)大棚盘育苗(中苗或成苗、小苗)、机械插秧、稀植栽培，1平方米20穴左右，浅水灌溉、中期落干，以前期为重点的施肥体系。稻作的基本指导思想是健苗早插，尽可能地促进营养生长，使分蘖早生快发。中期通过断水断肥控制其过盛生长，后期再适当促进的“V”字型稻作思想。其主要问题，一是前期的过盛生长，中期强行抑制，造成营养体的物质和能量的浪费；二是统一的浅水、中干，无法克服日本东北以北地区多发的障碍型冷害的危害；三是，湿润的环境、柔弱的稻体，一些好气性病害如纹枯病，稻瘟病容易发生。

### (二) 超深密栽培技术特点

超深密栽培的技术特点主要有三个方面。一是超深水灌溉，它不是一般的深灌水10cm左右，而是从5月末分蘖始期开始，随着稻株的增长，不断加深水层。到6月20日前后，将水层加深到20~25cm。一直保持到9月初，腊熟期后放水，其灌水模式如图1所示。二是超密植栽植。每平方米45穴左右，每穴3棵苗，行距20~25cm、穴距10cm左右。是普通栽培20穴左右的2倍。三是相应的施肥技术。深水密植栽培要求尽量少施氮素底

\*参加本项调查研究工作的还有本室的高桥清副教授、庄司驹男和大友健二技官以及大学院生和四年级学生，一并致谢。

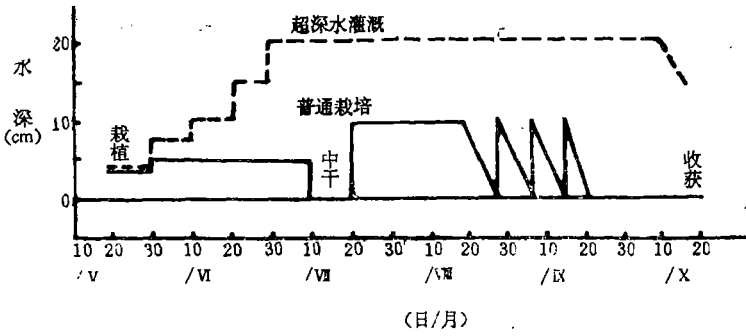


图1 超深灌水模式

肥，多施堆肥和磷、钾肥，重视穗、粒肥的“后期追肥重点”的施肥体系。

兹举公顷产1吨稻谷的超深水密植栽培的施肥例如表1。

表1 超深水密植栽培施肥例 (kg/亩)

肥料	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	施用量	吸收量	施用量	吸收量	施用量	吸收量
底肥	2	1	6	4.5	6	5
堆肥	5	2	2	0.5	5	2
稻草	5	2	5	2.0	5	3
穗肥	7	6	7	4.0	7	5
粒肥	6	4	6	3.0	6	3
合计	25	15	26	14.0	29	18

## 二、超深密栽培水稻的生育状态

### 生育状态

水稻在超深密栽培条件下，其生长发育与普通浅稀栽培相比，发生了很大变化，主要表现在以下几方面。

#### (一) 茎秆

水稻在超深密条件下秆长增加，各节间伸长，茎秆变粗，强度稍有减弱。

#### 1. 秆长与各节间长

从调查看出，水稻超深栽培，秆长增加，整齐度提高（见表2）。超深密比浅水密植（以下简称浅密）秆长增加17.5cm，离均差小1.42cm。比普通浅稀栽培秆长增加7.9cm，离均差减少2.93cm。

表2

秆长与各节间长

(单位: cm)

区名	栽培方式	秆长	第I节间	第II节间	第III节间	第IV节间	第V节间	第V节间伸长率(%)
D	深密	85.7	35.6	22.2	14.3	8.7	3.9	100.0
D	浅密	68.2	32.4	18.3	10.0	6.5	0.6	35.0
	差	17.5	3.2	3.9	4.3	2.2	3.3	65.0
K	深密	75.2	31.9	19.0	14.6	6.9	2.4	83.9
K	深稀	76.0	34.6	19.2	13.5	6.0	2.0	88.9
	差	-0.8	-2.7	-0.2	0.9	0.9	0.4	-5.0
E	深密	83.4	32.9	19.7	16.2	8.8	5.1	96.0
E	浅稀	75.5	32.0	19.1	17.4	7.8	0.7	35.0
	差	7.9	0.9	0.6	-1.2	1.0	4.4	61.0

品种: 笹锦

深密栽培水稻秆长的增加，并不只是由于下位水中节间的增长造成的，各节间都有增长，但增长比例最大的还是第3节间，比对照增长43%，其次是第4节间，增长33.8%。而第5节间，普通浅稀栽培只有35%的节间伸长。而深密栽培水稻第5节间全部伸长。另外从连续的调查看出，田间株高的增长在7月10日前各种栽培方式基本相同，7月10日拔节后，深密栽培株高增长才渐渐高于普通栽培。

## 2. 茎秆粗与强度

成熟后，对不同栽培方式田块的稻株上数第4节间中部大、小直径和下数第1伸长（3 cm以上）节间强度进行了调查，其结果如表3。

表3 不同栽培体系水稻茎粗与硬度

栽培体系		第4节间粗(mm) 大径×小径	硬 度 (mm)
D区	深密	3.6×4.3	4.43
	浅密	2.7×3.2	6.10
	差	0.9×1.1	-1.67
K区	深密	3.3×3.8	8.00
	深稀	3.9×4.5	10.20
	差	-0.6×-0.7	-2.20
E区	深密	3.4×4.0	6.90
	浅稀	3.2×3.8	6.97
	差	0.2×0.2	-0.07

注：硬度为用土壤硬度计测定的读数。

达到最高分蘖期，茎数达到651茎/米<sup>2</sup>。其有效分蘖率只有69%。

从表3可以看出超深密栽培水稻浅密栽培水稻茎秆变粗，大径增加1.1mm。硬度减少1.67mm（硬度计读数），而超深与浅稀栽培相比，大小径均增加0.2mm，硬度基本相同。

## (二) 分蘖消长

超深密栽培和普通浅稀栽培水稻的分蘖消长情况如图2所示。超深密栽培水稻弱小，分蘖不能伸出，因此，无效分蘖很少，实现了无浪费生育。7月5日达到有效分蘖终止期，有效分蘖率为98%。而普通浅稀栽培水稻分蘖旺盛，到7月20日才

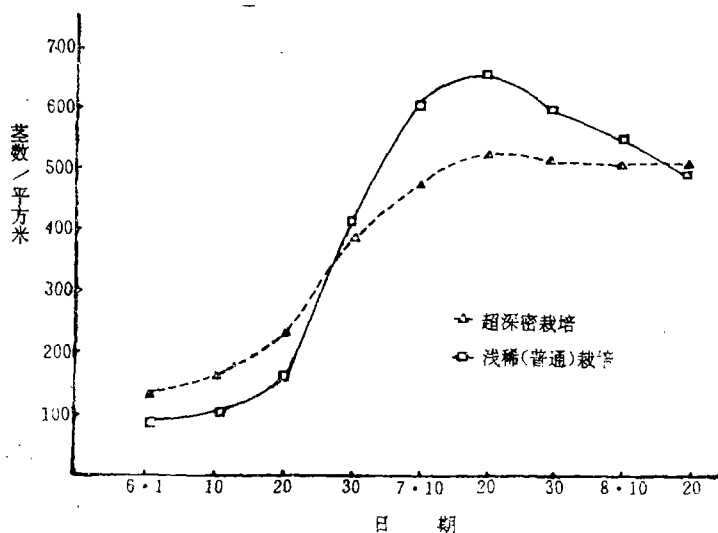


图2 不同栽培法分蘖消长

## (三) 叶龄进展与叶色变化

### 1. 叶龄进展

从定位调查的资料（表4）来看，超深密栽培与普通浅稀栽培基本相同。说明生育进

表4 不同栽培方式水稻叶龄进展

栽培方式	6·1	6·9	6·20	7·1	7·10	7·20
超深密	6.0	7.0	8.4	9.6	10.0	11.2
浅稀(普通)	5.8	6.8	8.4	9.6	10.0	11.4

而超深密栽培的叶色变化是“黄—绿—黑—绿”的“前浅后浓”式的变化规律。

#### (四) 群体结构及根系分布

9月20日(腊熟期)对超深密栽培田和普通浅稀栽培田的群体结构及根系分布进行了调查。从群体的大田切片(图3—1、图3—2)来看,超深密栽培茎秆和活叶(含叶鞘)干物重多。而枯死叶片(含叶鞘)较少,相反,浅稀栽培茎秆和活叶干物重少,而下部枯死叶片较多(黑色部分)。从根系的分布上来看,超深密栽培土壤膨软、根系深,大约是浅稀栽培的一倍半。根系较粗,根色为红褐色,但支根较少。而浅稀栽培水稻根系密集于表层,根系色淡褐,支根较多(照片略)。

程基本是相近的。

#### 2. 叶色变化

根据示范农家反映和实地观察,超深密栽培水稻叶色变化和普通浅稀栽培水稻不同。浅稀栽培的叶色变化是“黑—黄—绿—黄”的“前浓后淡”式的变化规律,

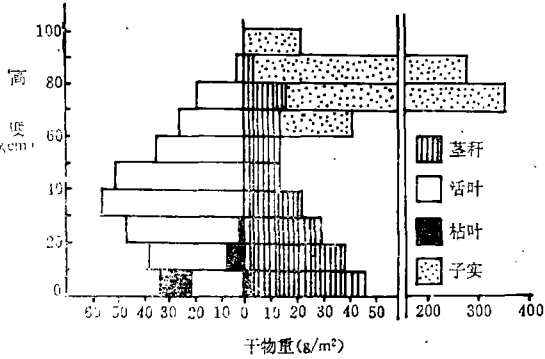


图3—1 超深密栽培群体结构

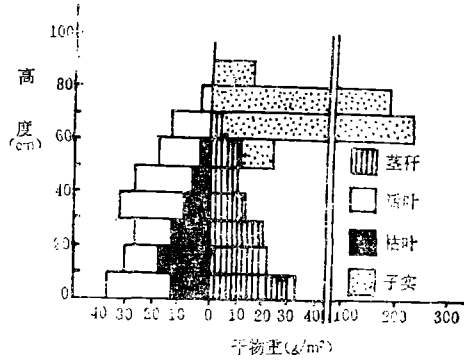


图3—2 普通栽培群体结构

### 三、产量及其构成因素

不同栽培方式水稻的产量及其构成因素如表5。

表5 不同栽培法的产量及其构成 (品种: 盘锦)

栽培方式	产量		穴数/m <sup>2</sup>	穗数		粒数/m <sup>2</sup>	成熟度 (%)	糙米千粒重(g)
	kg/亩	%		1穴	m <sup>2</sup>			
超深密	728.1	125.6	40	13.7	548.0	71.4	82.8	22.5
超深稀	545.4	94.1	25	15.5	387.5	74.8	79.4	23.7
浅密	577.2	99.6	40	13.8	552.0	71.4	64.8	22.6
浅稀(普通)	579.5	100.0	21	21.0	441.0	73.0	80.0	22.5

从表5看出,超深密栽培每亩糙米产量达到728公斤,比普通浅稀栽培579.5公斤增产25.6%。从产量构成因素分析,水稻在超深密栽培条件下,糙米千粒重、每穗粒数和成熟

(下转第31页)

数，总平均为22%，品种间变幅为14.8~30.5%。此变异系数大小反映了品种对环境条件适应性的差异，表中品种大体分三种类型：1. 果穗整齐型，对环境条件适应性强，变异系数20%左右，包括吉单131、丹玉13、四单18、锦单6和通单21等；2. 果穗中等整齐型，对环境适应能力中等，变异系数25%左右，包括长单7、吉单149、四单52和四单78等；3. 果穗不整齐型，对环境适应能力弱，变异系数30%左右，包括四单48、吉单159和421×387等。

单株产量的差异，随密度增加而增大，单株产量的变异系数Y(%)与密度X(万株/公顷)间关系为 $y = 6.71 + 4.991x$  (x取值范围2.3~5.8万株) 即密度每增加1万株，单株产量的变异系数大致增加5%。

## 八、小结

1. 现有玉米品种个体与群体矛盾的起始密度为2.7~3.3万株/公顷，小于起始密度下获得的品种单株最大产量一般为250~300克。

2. 品种适宜密度在最高产量密度与临界密度的闭区间内，此区间内单株产量为单株最大产量60~80%，生产中适宜密度宜取此区间下限。

3. 品种的单株产量、粒数、百粒重随密度增加而降低，单株产量的变异系数随密度增加而加大，密度每增加1万株，单株产量降低29.6克，粒数减少74粒，百粒重降低1.6克，单株产量变异系数增加5%。据此品种可分为不同类型。

4. 随密度增加而相应增施氮肥对玉米高产稳产有重要作用，可使单株产量、粒数、百粒重随密度增加而降低的速度减慢，分别减慢19.3%、21.5%、43%。

---

(上接第26页)

度都没有明显减少，而每平方米穗数却增加了24.3%。另外还看出，超深水与超密植是一个整体，单纯地超深水或单纯地超密植栽培，则或因穗数不足或因穗小成熟度低而不能高产。

## 四、讨 论

(一) 水稻在超深密栽培下，秆长增高，特别是上数第5节间伸长，茎秆强度减弱，增加了倒伏的危险。但在超深水灌溉条件下，由于水的扶持作用，灌水期间并不易倒伏。现在正在探讨晚泄水或不泄水及相应的收获机械。

(二) 超深密栽培在日本东北这样夏季冷凉，减数分裂期障害型冷害频发，秋季长，气温降低缓慢的地区，是一种真正的高产栽培技术体系。中国的吉林省延边地区与这里的气候相似，可能有应用价值。但吉林省其他地区，夏季气温高，很少发生障害型冷害，秋季短暂、气温下降迅速，这样的地区是否适宜尚需进一步试验。在灌溉水短缺的地方如何运用也需探讨。

(三) 在水源充足的地方，搞超深水密植栽培结合水田养鱼，一举两得，值得进一步试验。