

水稻的生态



上海人民出版社

水稻的生态

〔日〕山田登 著

吴尧鹏 译 申宗坦 校

上海人民出版社

作物大系第一编 稻

III 水稻の生态

山田登

养贤堂·1962

水稻的生态

〔日〕山田登 著

吴尧鹏 译 申宗坦 校

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海日历印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张4.75 字数97,000

1976年2月第1版 1976年2月第1次印刷

统一书号: 16171·177 定价: 0.28元

毛主席语录

自力更生为主,争取外援为辅,破除迷信,独立自主地干工业、干农业,干技术革命和文化革命,打倒奴隶思想,埋葬教条主义,认真学习外国的好经验,也一定研究外国的坏经验——引以为戒,这就是我们的路线。

洋为中用。

译者的话

日本出版的《作物大系》“稻”编，包括《水稻的生长发育》、《水稻的生理》、《水稻的生态》、《水稻的栽培》和《陆稻》等分册。其中前三个分册，内容偏重于水稻的一些基本理论或基础知识。在《水稻的生长发育》中，除了从植物形态学和解剖学的观点说明水稻的根、茎、叶、穗、花和种子各部分的特征和结构外，还从作物生长、发育阶段分析水稻各部分的形成和发展的规律及其相互关系，并提出了不同发育阶段的诊断方法。《水稻的生理》主要是说明水稻的呼吸作用，同化作用，养分的吸收、累积、输送等生理生化过程，同时论及这些基本生理过程与防止水稻秋衰、夺取高产的关系。《水稻的生态》则着重阐述水稻与周围环境条件的关系，内容包括秧苗生态、栽植密度生态、倒伏生态，以及水稻长势、长相的地区性等最基本的生态学原理。这些对从事水稻栽培、水稻育种等生产和科研工作者可能有一定的参考价值，我们遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导，将其译出，分册出版。

由于原书编写时间较早，缺少近年来的材料，这是一个缺陷。但书中内容是以基础知识为重点，似尚未失其时效。在翻译过程中，对部分内容曾作了删节。限于译者的水平，书中可能有不妥或错误之处，希望读者批评指正。

目 录

第一章 秧苗的生态	1
1. 播种量和秧田日数(秧龄)	2
2. 水秧和旱秧	11
3. 秧苗素质的地区差异	23
第二章 水稻长相的地区性	33
1. 单位面积(每坪)穗数和每穗颖花数	33
2. 稻体地上部干物质重和谷草比率	36
3. 产量构成要素	41
4. 无机成分含量百分率	42
5. 碳水化合物含量百分率	47
第三章 早期栽培水稻的生态	53
1. 茎数的变化与穗数	53
2. 个体干物重增加的消长	56
3. 水稻体碳水化合物含量百分率	58
4. 土壤的氧化还原电位与根的活力	64
5. 成熟过程	70
第四章 栽植密度的生态	78
1. 栽植密度与每株干物重及单位面积干物重	79
2. 栽植密度与茎数及穗数	87
3. 栽植密度与产量及产量构成要素	91
4. 株数与每株苗数的问题	99
5. 水稻对密植的适应现象	100
6. 应用佳提高水稻受光效率	106

7. 直播栽培中的栽植密度与栽植方式·····	108
第五章 倒伏的生态 ·····	114
1. 多肥栽培下倒伏与秆的各种性状·····	114
2. 以堆肥或化肥为主的栽培与倒伏·····	116
3. 遮光的影响·····	117
4. 追施硫酸铵的时期与倒伏·····	118
5. 排水搁田和深水灌溉·····	121
6. 栽植密度与倒伏·····	123
7. 2,4-D 和 α -NAA 防止倒伏的效果·····	125
8. 节间伸长和干物重增加的时期·····	134
9. 秆的强度与钾及硅·····	136
10. 水稻品种的耐肥力与倒伏·····	139
11. 倒伏的早期诊断·····	141
12. 倒伏引起养分输送的障碍·····	143

第一章 秧苗的生态

自古以来,有“秧好半年稻或秧田七分稻”之说,这意味着在水稻栽培中,秧苗的好坏、成活和以后的生长发育,跟产量有密切的关系,同时也说明培育优良秧苗的技术并不容易。而所谓优良秧苗指的是哪种秧苗?对这个问题作出明确的回答也未必容易,不过根据以往的研究结果和经验,优良的秧苗大致如下:

(1) 大小达到移植操作比较容易的程度。

(2) 生长适度,植株长得十分整齐。

(3) 未受病虫为害,不带害虫卵等。

(4) 移植后成活良好,即苗的发根力强,具有不易插伤的刚强程度,因而必须是秧苗粗、基部充实的壮苗。此外,还具有叶色不浓不淡,叶直立而不下垂,叶鞘短,根粗而白,活力强,分枝根多等形态特征。

(5) 适应本田的地力和施肥量的多少,适应水温、气温、日照等气候因素条件,苗很壮健,而且具备不徒长的生理素质。

上述项目之中,1~3项可以说是优良秧苗的条件,而4和5项,则说明优良秧苗的素质。特别是5项,是一个重要的问题。因为不论何种优良秧苗,均随本田地力和栽培方法,或气候条件等而不同,不能把秧苗优良与否与本田期的条件分开来判断。例如,寒冷地区稻作中的优良秧苗,在温暖地区的稻

作中不一定是优良秧苗,而倒是不良秧苗。即是说,秧苗的优良与否不是好坏问题,而往往必须从适当与否的观点来考虑。

1. 播种量和秧田日数(秧龄)

松尾(1949)用品种撰一埼1号研究播种量、秧田日数、土壤水分、受光量等对秧苗生长及体内组成的影响,结果表明,在插秧当天,将不同素质的秧苗移植于氮素施用量不同的本田中,研究该情况下氮素的吸收及生长和产量,进行了有关秧苗素质的生态学考察。实验进行了两年,现汇录1949年的试验结果于表1。根据该表,不论播种期早晚,稀播秧苗比密播

表1 秧田条件不同秧苗的差异(插秧时每苗,松尾,1949)

育秧条件		干物重 (毫克)	含氮量 (N) (毫克)	含氮率% (单位干 物质)	淀粉价 (C) (毫克)	C/N率 (%)	含水率 (%)
5月1日播	每坪播0.7合	289	3.97	1.37	64	16.2	2.77
	2.0合	158	2.04	1.29	42	20.7	3.68
	4.0合	99	1.23	1.25	21	17.3	3.82
5月16日播	每坪播0.7合	288	4.29	1.49	63	14.8	4.02
	2.0合	146	2.14	1.47	34	15.8	3.97
	4.0合	85	1.13	1.33	17	14.9	4.23
5月31日播	每坪播0.7合	184	3.61	1.96	40	12.1	4.61
	2.0合	88	1.61	1.83	20	12.2	4.77
	4.0合	51	0.87	1.71	12	13.6	5.03
5月16日播 (每坪2合)	受光水秧	146	2.14	1.47	34	15.8	3.97
	遮光水秧	47	1.49	3.16	9	5.7	6.65
	受光旱秧	140	2.88	2.06	35	12.2	3.35
	遮光旱秧	51	1.56	3.06	9	5.7	5.25

(注) 遮光用苇帘一片。旱秧田土壤与水秧田相同。

组合播种期和播种量的9个区均为受光水秧。7月2日移植。

1坪=3.3平方米; 1合=0.18升——译注

秧苗的个体干物重要大,含氮率也高,因此每株氮素含量显著地多。同时代表碳水化合物的淀粉价的含量百分率虽无大差异,但因植株较大,每株碳水化合物含量也多。另一方面,早播秧苗比晚播秧苗大,因其个体干物重较大,含氮率虽低,每个体的氮素含量没有大差异。同时两者碳水化合物含量百分率没有大差别,故早播秧苗每株碳水化合物含量显著地多,因而C/N比率明显地高。又早秧的氮素和碳水化合物的含量百分率比水秧高,因此,个体干物重虽稍小,但氮素含量和碳水化合物含量都大,C/N比率稍低。此外,遮光秧苗的含氮率比照光秧苗显著地高,碳水化合物含量百分率明显地降低,因而C/N比率显著地低。又因个体干物重很小,故氮素含量和碳水化合物含量都很少。将这些关系与秧苗的形态对应来看,鲜叶面积与氮素量类似,鲜叶面积占总叶面积的比率与含氮率成比例,而且一般水分含量百分率高的秧苗,碳水化合物含量百分率较低,反之,水分百分率低的秧苗,碳水化合物百分率有较高的趋势。因而,从这些秧苗的性质,能够推测其氮素和碳水化合物的组成。

综合上述结果,秧苗大小与氮素及碳水化合物的绝对量有关,秧苗的成熟度可以用C/N比率来表示,即:氮和碳水化合物的绝对量大的为大苗,小的为小苗;C/N比率高的为老熟苗,低的为幼嫩苗。栽插秧苗的氮素和碳水化合物的绝对量愈大,含氮率一定程度上愈高,秧苗的发根数愈多;氮素和碳水化合物绝对量愈大,发根量有愈多的趋势。

将上述各种秧苗移植于本田,根据其如何利用本田中氮素的性质,而调查其生长、产量的变化。首先,氮素和碳水化合物绝对量大的粗苗,在生长初期氮素吸收量比小苗为大,但

含氮率的上升比较缓慢,特别在基肥中没有氮素时,含氮率的下降更为显著。基肥施用氮素区与未施用区的氮素吸收量差异很大,这说明大苗自初期开始就吸收、利用基肥中的氮素。因此,这或者说明基肥对大苗的肥效要比追肥为大,进行追肥时,即使吸收相当数量的氮素,其在稻谷生产的效率上要比吸收基肥氮素时显著地低;或者表明大苗对追肥的氮素吸收量要比对基肥的氮素吸收量为少。与此相反,小苗在生长初期氮素吸收量虽小,但体内含氮率迅速上升,这种上升不论基肥施用氮素或不施用氮素,其程度几乎相同,基肥氮素的吸收利用率较低。因此,对于小苗来说,追肥比基肥有效。

其次,C/N比率高的秧苗(成熟苗),移植后体内含氮率暂时较C/N比率低的秧苗(幼嫩苗)要低,这种趋势尤以基肥无氮素时以及在低温年份更为显著。不过基肥施用氮素时,低的含氮率不久即恢复。基肥无氮素时,氮的吸收量减少(对基肥施用氮素区)以老熟苗比较显著,同时生长后期吸氮力的减退也以老熟苗比较显著。幼嫩苗与此相反,在氮素丰富和氮素不足时,氮的吸收量的差异和体内含氮率的差异较小,而且生长后期吸氮力也不衰退。因此,老熟苗适于本田氮素丰富及高温的年份,而幼嫩苗适于本田氮素不足及低温的年份。单位氮素吸收量的稻谷生产效率,在氮素丰富时及高温年份以老熟苗比较高,反之氮素不足时及低温年份以幼嫩苗比较高。

这样看来,秧田播种量的多少,主要是使秧苗的氮素和碳水化合物绝对量发生变化,稀播秧苗常宜培育大苗,适于肥沃地和稀植;密播秧苗常宜培育小苗,适于瘠薄地和密植。同时秧田播种期的早晚,主要是使秧苗的C/N比率发生变化,早

播秧苗宜培育老熟苗，在肥沃地获得增产，少肥时则显著减产；因气温的高低，产量差异也大，适于肥沃地、温暖地和晚栽。反之，晚播秧苗宜培育幼嫩苗，适于瘠薄地和比较低的温度。此外，早秧兼有大苗和幼嫩苗的特性，在低温年份，幼嫩苗的特性表现较多，在高温年份，则大苗的特性表现较多。又遮光秧苗兼具小苗和幼嫩秧苗的特性。

近藤(1944)也研究过秧苗的老嫩、大小与生产力的关系，其结果如表2所示。该试验中，本田分为几个等级的施肥量和栽植距离，如表2所表明的，在这样的栽培条件下，个体的发育能够比较良好地进行，秧苗的性能可以充分地发挥。结果表明，每株穗重，早植区、晚植区均以愈是稀播大苗而愈高，愈是密播小苗而愈低，其降低程度以晚植区更为显著。在播种量一样，秧田日数不同时，各具有最适的秧龄，长于或短于此秧龄，嫩苗、老苗的每株穗重均降低。

当然，每株穗数晚植区要比早植区少，但是密播苗比稀播苗有较多穗数的趋势。这是因为在该实验中，稀播苗体内的含氮率反而比密播苗低，C/N比率也相当高。再比较一下秧苗的老嫩，则嫩苗比老苗穗数多，分蘖力强。平均每穗重愈是稀播苗愈高，与秧龄的关系以适度时最高，过分幼嫩或老熟的秧苗，平均每穗重均逐渐下降。

这样看来，稀播秧苗生产力较高，与其说是由于穗数较多，不如说是由于平均每穗重较高，这一特性与前述松尾的实验中下列一点是一致的，即稀播秧苗能充分吸收、利用氮素而发挥生产能力。同时，幼嫩秧苗分蘖力强，每株穗数多，而每穗重较低。这也与松尾的研究结果相对应，即幼嫩苗吸氮力极强，分蘖数也多，分蘖增加停止时期也比老熟苗迟，但谷草比

率较低(尤以多氮区为显著)。

表 2 秧苗大小、老嫩与生产力的关系 (近藤,1944)

移植期	供 试 秧 苗			每 株 重 (克)	每 株 数	平 均 每穗重 (克)
	播种期 (月日)	播种量 (合/坪)	秧 龄 (天)			
早 植 (6月20日)	5. 1	1	50	50.2	22.8	2.20
	5.11	1	40	47.6	23.0	2.07
	5. 1	2	50	46.8	21.3	2.19
	5.11	2	40	45.6	22.2	2.06
	5.21	2	30	45.3	24.7	1.84
	5.11	3	40	42.9	21.6	1.99
	5.21	3	30	46.2	25.0	1.85
	5.21	5	30	44.2	23.7	1.87
	5. 1	0.5	70	33.7	17.2	1.96
	5.11	0.5	60	36.6	18.3	2.00
晚 植 (7月10日)	5.21	0.5	50	35.4	19.7	1.80
	5. 1	1	70	29.7	16.1	1.85
	5.11	1	60	33.5	17.2	1.95
	5.21	1	50	33.5	17.3	1.93
	5.31	1	40	29.7	18.7	1.61
	5.11	2	60	24.5	17.5	1.40
	5.21	2	50	28.2	18.8	1.50
	5.31	2	40	28.4	19.0	1.49
	6.10	2	30	26.7	19.2	1.39
	5.21	3	50	19.5	17.8	1.09
	5.31	3	40	24.8	20.8	1.19
	6.10	3	30	23.1	20.0	1.15

(注) 供试品种: 撰一

再者，在移植后生长期较长的早栽情况下，秧苗的大小、老嫩虽然颇为不同，但通过调节栽植密度，即小苗栽植密度适当地比大苗提高，大致可以获得同等产量，这在苗的大小之间存在着所谓“交通性”。但在生长期比较短的晚植栽培下，即使提高栽植密度，密播苗也不如稀播苗(表3)。这是由于穗数虽增加，但穗不能增大(前者在晚栽下结实率也降低)。

表 3 秧苗大小和栽植密度与产量变化的关系 (近藤, 1944)

移 植 期	育苗条件			栽植密度		每株穗重(克)	每株穗数	每坪穗重(克)	每坪穗重比率(%)	每坪穗数	平均每穗重(克)
	播种期 月日	播种量 (合)	秧田日数 (天)	每坪株数	每坪苗数						
早 植 (6月23日)	5.3	1.0	50	{ 48	2	32.6	19.9	1563	96	953	1.64
				{ 60	2	26.2	16.3	1572	97	978	1.61
	5.13	2.5	40	{ 60	2	25.9	14.9	1557	96	894	1.74
				{ 60	4	27.1	17.4	1623	100	1042	1.56
	5.18	5.0	35	{ 60	4	25.6	18.1	1538	95	1088	1.41
				{ 60	6	26.5	20.3	1591	98	1215	1.31
晚 植 (7月13日)	5.23	1.0	50	{ 60	3	23.2	15.1	1395	98	905	1.54
				{ 60	4	23.7	15.3	1422	100	918	1.55
	6.2	2.0	40	{ 60	4	21.3	17.2	1276	90	1034	1.23
				{ 72	6	18.8	15.1	1355	95	1089	1.24
	6.2	3.0	40	{ 72	6	18.0	16.1	1293	92	1156	1.12
				{ 60	8	21.8	20.6	1310	91	1235	1.06

(注) 供试品种: 撰一

如上所述，密播秧苗生产力较低，而且随着秧田日数的延长，生产力大为降低。密播或稀播在发芽后秧苗的生长暂时没有差异，但经过一些日子之后，密播苗叶色变浅，生长也落后。这是因为越是密播，秧田肥料消耗越快，而且叶片拥挤，形成相互遮阴，每个苗受日光量减少，因此同化产物也减少，结果，营养不良，植株细瘦，下部叶片枯萎。

武田和丸田(1955)研究了播种密度对秧苗光合作用的影响,结果如图 1 所示。该研究采用水稻品种农林 29 号,设置每坪(3.3 平方米)4 合、2 合和 0.7 合(每合为 0.18 升)区,在秧苗的生长过程中测定光与光合作用的关系。结果表明,在秧龄

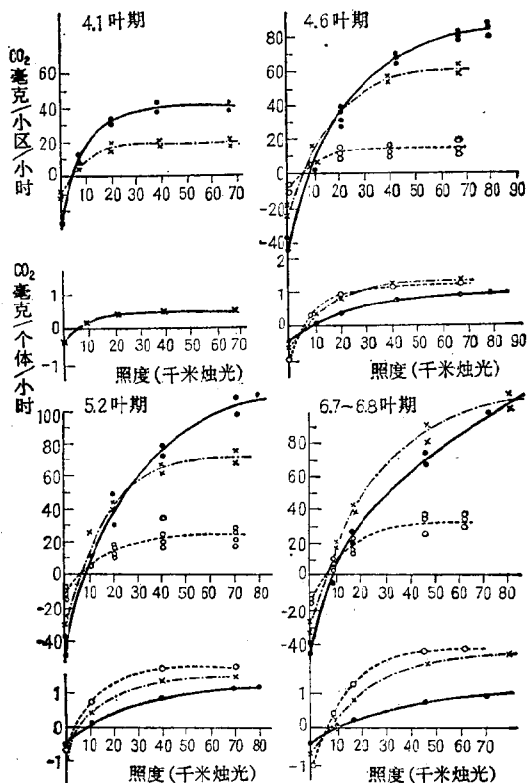


图 1 播种量不同的秧田中, 秧苗光合作用与照度的关系(武田、丸田, 1955)

上段为一定秧田面积中的光合作用同化量, 下段为每个体光合作用同化量。播种量——: 每坪 4 合, ——×——: 2 合,○.....: 0.7 合。

4.1 叶期, 如光照度为 35 千米烛光, 则能进行充分的光合作用, 呈现明显的光饱和现象, 而且每个体的光合作用与光的关系, 在普通区与密植区几乎一致。这一点也清楚地表现在以个体干物重来表示的生长曲线上, 在此时期, 三区之间每个体的干物重几乎没有差异。可是, 生长达到 4.6 叶期时, 愈是密播区, 光饱和点愈高, 同时

密播区的每个体光合作用量开始比其他区减少。这种变化如图 2 所表明的, 也可以用于物重的增加曲线来表示, 在此时期, 起初是密播区的干物质生产比另两个区开始较迟。进一步生长达到 5.2 叶期时, 密播区在自然光照下光饱和现象已消失, 说明在自

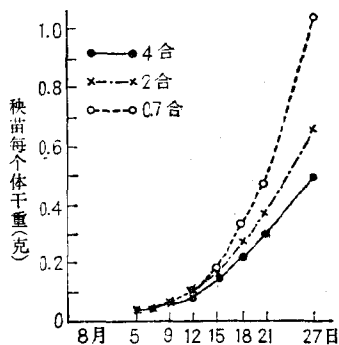


图 2 不同播种量秧苗的干物增长(武田、丸田, 1955)

然光照下进行充分的光合作用的光线已不足。每个体的光合作用能力以稀播区最大, 密播区最低。这一现象也充分反映在干物质的生产上, 从此时以后, 秧苗干物重依稀播秧苗、普通秧苗、密播秧苗的次序而减少, 三区之间出现差距。叶龄再提高, 达到 6.7~6.8 叶期后, 密播区的群体光合作用能力甚至比普通区低。也就是说, 密播区中尽管单位面积株数最多, 但单位面积光合量比株数较少的普通区 (相当于密播区株数的一半) 低。由此可见, 密播秧苗相互遮阴的影响对光合作用有多么大的负作用。此试验中, 事先进行了氮肥不足似并不限制秧苗生长的预备试验, 因为施用了充分的氮肥, 所以播种

量不同引起秧苗生长及光合能力的差异主要是由于叶的相互遮光。

佐藤(1946)对播种量不同的秧苗进行了发根力的鉴定,结果如图3所示,即苗的发根力,在发根数、发根重方面都是

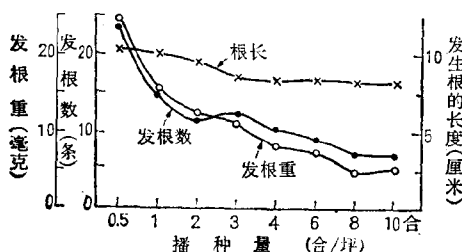


图3 播种量与秧苗发根力的关系(佐藤,1946)

以稀播苗为大,越是密播越降低。现以每坪播0.5合种子的苗的发根重作为100,则播1合为62,播2合为50,播3合为47,播4合为33,播6合为32,播8合为20,播10合为23,发根力随密播而降低是极为明显的。而且如表4所表明的,稀

表4 播种量和秧龄不同的秧苗发根力(佐藤,1946)

播种量(合/坪)	0.5	1	2	3	4	6	8	10
发根重 { 38天苗 (毫克)	23.33	21.99	18.09	12.19	12.08	9.76	5.20	4.53
	37.20	24.20	20.05	15.17	11.72	8.41	4.92	4.76
发根率 { 38天苗 (%)	4.45	6.19	6.93	7.64	8.58	7.38	4.80	6.58
	3.25	4.45	4.24	5.09	4.32	3.75	3.52	3.25

(注) 供试品种瑞光,以剪除老根的秧苗在水培液中检查发根。

播苗纵使秧龄长,发根力的减退也少,而密播苗则随着秧龄的延长,发根力显著减退。佐藤还证明:播种量与发根力之间构成下列关系。