

水稻专题讨论文集

杨 守 仁 著



农 业 出 版 社

水稻专题论文集

杨守仁 著

封面设计 朱玉芳

水稻专题论文集

杨守仁 著

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)
新华书店北京发行所发行 汉中地区印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 6.875印张 154千字

1980年7月第1版 1980年7月陕西第1次印刷

印数 1—5,400册

统一书号 16144·2100 定价 0.87 元



164-7

自序

粉碎了祸国殃民的“四人帮”，拨乱反正，新的长征已经开始。自念过去所写文章，既然受到读者欢迎，想必切合需要。因在困难中，发愤修改旧作，更就当前重要问题有所分析讨论。终于把自以为有裨于水稻生产、科研和教学的各篇，加以分类，合成了这本书。

这是一本讨论水稻问题的书。一共是三十七个问题。从内容来看，大抵可分为两类，一类偏重于群众的新老经验，包括各种措施性和方法性的内容；一类偏重于个人的学习体会，包括基本问题、发展方向、比较分析、辩证关系等方面的内容。各篇都有一定的独立性，读者可以自行取舍。

在各方面的鼓舞下，我是着意从我国的具体情况出发，用现代科学理论来辩证分析各个问题的。但学术性的讨论，常常夹杂着个人偏见，特别是农业上的问题，在新的情况下如何因地制宜，这当中大有学问。所以说：“尽信书不如无书”，只有实践才是检验真理的唯一标准。

科学的春天来到了！劫后余生，我当然以还能为人民有所尽力为幸！衰年力薄，但望举国同心同德，早日实现四个现代化而已。

一九七九年一月于沈阳农学院

目 录

自 序

第一类 基本问题	1
一、论水稻的半水生性	1
二、论稻田水层的作用	8
三、水稻根系的生长	13
四、从自然条件看我国北方的水稻栽培	17
第二类 稻田基本建设及耕作问题	24
一、平原地区稻田的重新规划	24
二、稻田的整地质量	32
第三类 改制及绿肥问题	35
一、长江流域改制问题 (一)	35
二、长江流域改制问题 (二)	40
三、长江流域改制问题 (三)	43
四、稻区发展绿肥问题	49
第四类 品种问题	57
一、栽培稻的分类	57
二、水稻株型问题讨论 (一)	61
三、水稻株型问题讨论 (二)	74
四、籼梗稻的杂交育种	82
五、籼梗稻杂交优势的利用	89
六、水稻单倍体育种问题讨论	95
七、水稻高速繁育方法	97
第五类 育苗问题	99
一、水稻发芽率的快速测定法	99
二、水稻种子消毒应用温汤处理的可能性	100

三、水稻育苗中的若干理性知识·····	102
四、论水稻育苗技术的改革·····	109
第六类 合理密植问题·····	111
一、水稻群体问题讨论·····	111
二、论水稻合理密植的辩证性·····	119
三、水稻单向密植问题讨论·····	129
四、略论辽宁省今后水稻合理密植的发展趋势·····	131
第七类 施肥问题·····	136
一、施肥的根据·····	136
二、基肥的施用·····	143
三、经济施肥·····	146
四、评水稻“V”字形施肥法·····	155
第八类 促控结合问题·····	159
一、水稻促控结合的重要性及其辩证关系·····	159
二、水稻促控结合的辩证运用·····	165
三、水稻促控结合在发展中的问题·····	169
第九类 高产更高产问题·····	176
一、水稻源与坑的辩证关系·····	176
二、水稻产量构成的运筹·····	186
第十类 综合性论述·····	190
一、盐碱地种稻的特点及技术措施大要·····	190
二、高产水稻与高产小麦的比较·····	193
三、水稻高产栽培措施大要·····	206
书成感事代跋·····	216

第一类 基本问题

一、论水稻的半水生性

研究水稻问题，应该先弄清楚水稻与水的关系。

植物生态学上根据植物与水分的关系常把植物分为水生植物、旱生植物和中生植物三大类。不少人都把水稻称为水生植物。

水稻在一定水层下栽培，这既是它的生理需要，又与造成适宜于它生育的环境条件，即所谓生态条件分不开。因而人们在讨论水稻的“生理基础”或“水分生理”的时候，生理需水和生态需水很容易混淆不清。但所谓水层通常既不宜超过15厘米，当然更不能没顶，而且有时还要晒田或晾田，因此只能称它具有“半水生性”（semi-aquatic）。说它是水生植物是不确切的，是容易与那些真正的水生植物混为一谈的。

从现代科学理论与水稻生产实际相结合的角度来看，水稻的半水生性可以从以下几方面来理解：

（一）水稻体内固然能逐步形成通气组织，但仍要讲求土壤的通气透水性

水稻的根、茎、叶各部成长起来以后，在解剖上都具有很发达的通气组织。这点与蒲、苇等沼生植物相似而更适宜在浅水生长。陆稻是它的适应性的扩大，深水稻和浮稻也是

它的适应性的扩大。通气组织是逐步形成的，大约要到三、四片叶子长成以后，才可以说它的根部呼吸的氧气来源主要是通过地上部的通气组织而不是主要从根部外围吸取。正因为这样，近代水稻栽培上一系列作业，例如浸种、整地、播种、覆土、扎根时期的晒秧或露秧、秧田灌溉、建立水层的时期等等，可以说整个育苗方法的改革都是根据这一科学认识的。

水稻种子浸在水中诚然通过“酒精发酵” (alcohol fermentation) 亦可获得一定的能量而顺利萌芽，但所得能量远较“有氧呼吸” (aerobic respiration) 为少，所以消耗物质多而生长积累少⁽¹⁾：

酒精发酵 $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 54 \text{大卡}$

有氧呼吸 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 686 \text{大卡}$

灌水泡田，逐出了土壤中的大部分的空气，但不能说水稻就无需从其根部外围吸取一定量的氧气，也不是土面有了一定水层（例如说深达 3—4 寸）之后它的根部外围就没有氧气。氧气在一定程度上能溶解在水中，并因温度的增高而溶解度降低（表 1—1）。

表1—1 氧气及二氧化碳在水中的溶解度

（单位：毫升/升）

	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C
氧 气	48.89	38.02	31.02	26.08	23.06
二氧化碳	1713	1194	878	665	520
二氧化碳的溶解度大约为氧气的溶解度的倍数	35	31	28	25	23

水稻发芽要在有氧条件下储藏物质的转化才快，所长成的根和茎叶的干重才高。这就是湿润育苗方法（南方称为通气育秧）之所以被认为先进方法的科学道理。因此在寒潮天气，暂时采用深水护苗以预防烂秧，只能视为一种临时的应变措施。

我国劳动人民早就有“秧喜活水”的经验⁽²⁾。这是因为活水中含氧量较高，有利于稻苗生长。所以天气不好，在预防烂秧的措施中有改用流水串灌的方法的。同样，秧田水质污浊便迅速排干，换上清水，也可以增加水中的含氧量。

水稻栽培的灌水深度，就其一生来说，大抵是初期浅、中期深、后期浅。这显然与它对氧气的需要和当时氧气供应情况有关系。

水田建立水层以后，除其根系周围的氧气浓度急剧降低之外，土壤中肥分的浓度也必急剧降低。水、肥、气、热四个肥力因素中，水的有无与多少对于其它三个因素的调节作用，特别是对通气的好坏和肥分的浓淡，是最明显的。建立水层以后，肥分浓度低了，当然对水稻的生长有影响。从水耕培养液的配方来看，春日井溶液较适宜于培养一般旱生、中生植物的Knop溶液的浓度要差十几倍至一百几十倍，然而水稻用春日井溶液培养是很适宜的（表1—2）。这也是水稻这个作物长期适应这种条件的结果。当然从低浓度溶液吸收肥分的能量消耗上来说，肯定又将是较高的。能量的释放要靠呼吸作用，呼吸作用的进行要有氧气，这便是在水稻栽培上既要经常保持有一定水层，又要随时重视土壤的通气透水性的道理。只有土壤的通气透水性良好，水稻才能生成庞大健壮的根系，才有可能高产。

研究指出⁽³⁾，稻田水中氧气的主要来源是水稻的光合作用，并不是从大气中的氧气直接扩散而来。人们因此推想，水稻的光合作用增强则它的根系所获得的氧气以及由根端所分泌出的氧气亦必将相应地增多。事实上夜间稻田水中的含氧量通常要少于白天。地上部与地下部的息息相关，由此可见。

从土壤的通气透水性来考虑，理想的水稻土似应是三沙七泥（广东首先提出）。不难想见，沙性田或漏水田，在肥料充足，特别是有机肥料充足的条件下，应有可能高产。据观察，多肥少水确实可以使水稻生长良好，甚至在施用农家肥充足的条件下，有的年份有的地方的水稻也可能在旱地生长正常。如用陆稻品种或抗旱性较好的水稻品种当然会更好。看来今后水稻的湿润栽培、节水栽培都是值得研究的，但要注意施肥的效果和杂草的危害。

（二）水稻栽培既要重视肥、水等条件，也要注意土壤的物理性

根是根本。根要长好，当然要肥、水等条件好，但还要重视土壤的物理性质。所谓“软熟”、“软活”，都生动地说明了这一点。软与硬是对立的，软与烂也有区别。稻田土壤要熟，要活，那就不应有硬土块。稻田经过水整以后容易板结。老稻田板结之后如何使其恢复“软、活”，正是我国传统的种稻经验。如能在灌水前把地整平整细，而后灌水，先使松而后使其软，当然很好。

“软熟”、“软活”的土壤物理性质有利于水稻长根发芽是过去人们忽视的一个重要问题。翻耙之后灌水，而后水整，可以人为造成这种物理性，但在不少情况下有可能“泥烂如羹”，使得土壤的通气透水性不好。先旱耙、旱平、旱

表1—2 各种水耕培养液配方
(在1升水中的用药量)

Krop溶液		Hellriegel溶液		Hoagland溶液	
种 类	数 量	种 类	数 量	种 类	数 量
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1克	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.492克	$1\text{M}\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	5毫升
KH_2PO_4	0.25克	KH_2PO_4	0.136克	$1\text{M}\text{KH}_2\text{PO}_4$	1毫升
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.25克	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.06克	$1\text{M}\text{KNO}_3$	5毫升
KCl	0.125克	KCl	0.075克	$1\text{M}\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2毫升
$1\%\text{FeCl}_3$	1毫升	$1\%\text{FeCl}_3$	1毫升	$1\%\text{FeCl}_3$	1毫升
合 计 (FeCl_3 除外)	1.625克	合 计 (FeCl_3 除外)	0.763克		

Espino溶液		春日井溶液	
种 类	数 量	种 类	数 量
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.089克	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4—40毫克
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.25克	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	2—20毫克
KH_2PO_4	0.034克	KCl	3—30毫克
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.049克	CaCl_2	0.4—4毫克
$1\%\text{FeCl}_3$	1毫升	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.6—6毫克
		FeCl_3	0.1—5毫克
合 计 (FeCl_3 除外)	0.422克	合 计	0.010—0.105克

注：前三种溶液以硝态氮为氮素给源，浓度高，适于一般作物；后二种溶液以铵态氮或铵态氮及硝态氮为氮素给源，浓度低，适于水稻。1975年位于菲律宾的国际水稻研究所所用水稻培养液的浓度，就各个元素来讲，N、K、Ca各为40ppm，P为10ppm，Mg为4ppm，Fe为5ppm，Mn为0.5ppm，Mo为0.05ppm，B为0.02ppm，Zn和Cu各为0.01ppm⁽¹⁾。

耨、而后稍稍水耨，即以旱整为主、以水整为辅，使稻田土壤“上糊下松、有水有气”，最合要求并有提早整地和节省泡田用水等优点。现在沈阳市郊区已经在大面积上先行旱整。这是我们今后要继续进一步努力的一个方面。上海郊区以旋耕犁旱整地，显然容易达到以旱整为主、以水整为辅的目的，但深度不够，有必要隔年深耕，只是不能烂耕烂耙，否则，那就不合要求^[4]。

灌水整地从而人为造成这种土壤物理性之后，还要根据水稻的半水生性的特点用保持水层的办法来保持这种物理性。翻耙以后灌水而不水整，一般即使水下去了土壤也不会太板结，如果水整了，那就要保持水层。这是我国稻区的传统经验。这一保持工作要延续到什么时候，以及为了改善稻田的通气透水性能和其它需要又应该如何辩证运用，这里面大有文章。感到欠缺的是对于水稻土的物理性的研究太少了。

(三) 改革稻田的水分条件，提高水稻根系的生活力

水稻、陆稻在水、旱条件下种植，可以看出水稻根细，陆稻根粗。我们对抗旱能力与根粗的关系，曾得出根粗的抗旱力也强的结论。籼、粳稻的比较研究证明，籼稻吸肥力强而易于繁茂，与其根系粗壮发达大有关系。我国水稻的高产经验一再指出：苗期要看根定水，黑根的发生与土壤的通气性有密切关系，根系早衰必然导致灌浆不好，根多必然穗多穗多。粳稻的再生力较籼稻强，便与粳稻的根系生活力在后期一般较籼稻为强有关。1958年提出高产水稻后期要干干湿湿以来，近年又进一步提出了以气养根、以根保叶，以叶增重的理论说明。所有这些，都说明根系生活力在水稻高产栽培中的重要性。

水、肥、气、热四个肥力因素中的水，有调气、调肥、调温等作用。特别是以水调气，只要在水层的深浅、干湿上加以调节就行。从科学上来说，干干湿湿是重要措施，以气养根则是重要理论。它屏弃了种稻必须经常泡在水中的传统做法，终于成为水稻高产栽培技术中的重要内容。正因为这样，地下水位太高，种稻固然胜于种植许多旱作物，但毕竟不太适宜。也正因为这样，搞好稻田的灌排系统，改变稻田的泥沙比率，从而为水稻的高产稳产优质低成本创造必要的条件。

水稻的吸肥吸水能力，主要靠有旺盛生活力的白根。生长盛期，可见有又粗又长的白根。科学上虽然对这种白根尚少研究，但我国农民历来十分重视。中耕势必断根伤根，这就将促使光合产物更多地分配于地下部，从而生长更多的新根。这些有旺盛生活力的白根根端能分泌出氧气，使其在高度缺氧（高度还原）条件之下，在白根根端周围形成局部的土壤氧化层，是值得注意的一项近代发现。此可将0.01%甲烯蓝（methylenblue）加入2%的琼脂培养基中，导入氢气气泡，使甲烯蓝光还原为无色甲烯蓝（leucomethylenblue），然后将水稻的白根固定于琼脂培养基中，经24小时；即可见根端外围显出氧化后的甲烯蓝蓝色。正由于白根根端能分泌出氧气，所以过了一些时候之后，在它表面逐渐沉积了一层 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，而呈红褐色，终成为不能再分泌出氧气的老根。

这个科学事实对我们理解许多问题是有用的。例如秧苗健壮而发根力强，抗黑根病的能力就强，吸肥吸水的能力就强。又如人们一再发现，水田不仅有嫌气性微生物，还有好气性微生物，这就说明了水田土壤条件的复杂性，我们决不

能简单地把水田土壤看成为上面有薄薄一层的氧化层，其下耕作层是还原层，而犁底层则是氧化层。

同时，也使我们联想到水稻子实产量的大部分依赖于抽穗以后的光合作用，而新根的生成在生长中期以后便逐步减少。考虑到水稻在抽穗前一个月大量吸水吸肥需要消耗大量的能量，如何使其整体在抽穗前后依然通风透光良好，麻叶不早衰，维持其在抽穗以后的根系生活力，以及如何改善稻田水分条件，实行反复晾田，以增强根系的生活力，我们就不能抱住种稻要经常保持水层的传统观念不放！但又要经常灌跑马水，不能早断水。农谚说，多上一次水、多长一层皮，道理就在这里。

参 考 文 献

- 〔1〕坂村徹 植物生理学（上册） 科学出版社 1961
- 〔2〕陈勇 陈勇农书 农业出版社 1959
- 〔3〕The International Rice Research Institute Annual Report p169. 1975
- 〔4〕熊毅 对苏南地区耕作制度的看法和建议 人民日报 1979. 1.13

二、论稻田水层的作用

苏联 П.С.Ерыгин 所著《水稻灌溉的生理基础》^{〔1〕}是当代最早而又详细论证水稻的好水性的专著。但水稻生长的好坏与水层对生长条件所起的作用分不开，因而把水层的作用视为水稻对水分的生理需要，就容易在根本概念上混淆不清。再由于苏联水稻栽培历史短，面积小，位于北边而单

产低，在生产上认为进入蜡熟以后才不需要水层⁽²⁾等等，也与我国的传统经验不符。

如果稻田水分只是为了满足水稻的生理需要，那水稻栽培就不需要有水层。我们认为，水层的有无、深浅是水稻栽培上的重要环境条件。它的生态上的作用，当予以应有的重视，并要从正反两方面有所阐明。讲到水层在生态上的作用，苏联С.К. Кондрашев教授所著《灌溉农业》一书曾提出以下八点⁽¹⁾⁽²⁾：（1）作为防除杂草的手段；（2）长期以来水稻栽培一直有水层；（3）只需要浓度很低的土壤溶液（0.002—0.004%）；（4）在有水层的条件下，次生根发育较好；（5）可以降低土温日变化，并提高土壤温度；（6）可以提高湿度；（7）水层是氧气的来源；（8）由于气温和土温的差异而发生电位差。水层能增高这种电位差，因而产生较大的电流，使离子向生长点移动，促进水稻的生长。他认为：第（1）—（6）点根据不足，第（7）点是错误，第（8）点也需要作深入的研究。

斯里兰卡F.N. Pannamperuma早年曾进行过关于《渍水土壤的化学与水稻生长的关系》的文献综述⁽³⁾。近年他对于稻田水层与稻田土壤化学性质的关系曾分为：（1）氧气的排除，（2）二氧化碳浓度的增加，（3）氧化还原电位的下降，（4）酸碱度及比电导的增高，（5）硝态氮的消失，（6）铵态氮的积累，（7）许多有机物的生成，（8）铁、锰、磷酸盐、硅化物溶解度的增高，（9）阳离子的代换进入土壤溶液等九个方面⁽⁴⁾。这是当代渍水土壤化学方面的权威性论述。

解放以来，我国土壤工作者对水稻土的调查研究也取得了一定的成果。1961年出版的《水稻丰产的土壤环境》一

书⁽⁵⁾，就是一本比较有系统有内容的著作。虽然由于历史的局限，对水稻土物理性质的叙述仍然很薄弱，但总的来看是比较全面的。

通过多年的调查研究，我国土壤工作者对稻田土壤肥力明确地提出了水、肥、气、热四大因素。怎样使四者之间协调配合，使其最有利于水稻的生育，只有通过生产实践。我国劳动人民在长期的生产斗争中，在水、肥、气、热四者的辩证关系上，逐渐摸清了以水调肥、以水调气和以水调温的水在这当中的作用，并且创造出种种因地制宜的栽培措施。直到现在尽管还没有把丰富的实践经验提高到应有的理论水平，但解放后各地水稻高产的经验已经明确指出：水层在水稻栽培上的作用不仅是多方面的，而且是非常重要的。

我国水稻的高产经验，不仅指出了以水调气、以气养根、以根保叶、以叶增重的科学道理，还明确提出了水稻要水又怕水的一分为二的辩证观点。因此，对水层有利的一面要充分发挥和利用，不利的一面要尽量减免和补救。

由此可见，水层的作用的复杂性。怎样才能把现代科学理论与实际生产经验结合起来看问题，还有待于继续研究分析，讨论总结。早年曾试图从物理、化学和生物的可利作用作如下的简要论述：

(一) 水层能提高和保持水温和地温，既缓和昼夜温差，又提高地面的空气湿度。秧田时期深水防寒的经验是十分宝贵的。秧田时期勤换水层则不仅有提高温度的作用，还有改善氧气供应的作用。水温在封行以前通常较气温为高，而始终高于地温。水稻在稻穗长到某种程度之前，生长点常在水面之下，其生长受水温的影响较气温为大。水的比热比土壤大2—5倍，比空气大3330倍，因而比较不易热，不易冷。所

以水层在水稻栽培上与稻田的小气候的关系甚大，它既是直接的土壤因素，也是间接的气象因素。

(二) 水层是水稻栽培上实行水整以使土壤“软熟”或“软活”的必要条件，同时它又有保持这种土壤物理性的作用。水整是破坏土壤结构、促使土粒分散的过程，所以一经断水，土壤就易板结龟裂。但稻田土壤软熟对水稻根系的生长和减少漏水漏肥等方面的意义重大，无水层则不可能创造这种条件和较久地保持这种条件。

(三) 稻田建立一定的水层以后，就造成了土壤嫌气条件，使土壤中的物质处于还原状态。由于土壤中的三价铁还原为二价铁，土壤的颜色也变深了。这对改善水稻的营养条件，如铵态氮的积累，磷酸盐、硅化物、铁化物、锰化物溶解度的提高和土壤酸碱度的调节等等，都有关系。因此，没有水层水稻生长就慢，施肥也不会经济有效。

(四) 水层的有无、深浅可以调节土壤肥分及其它条件，有利于进行水稻生育的促控工作。也便于在盐碱地洗盐，冲淡盐分，淋走盐分和压制盐分上升，从而把大片的盐碱地改造成粮仓。

假定一亩稻田田面和土中有水100方（合15厘米的深度），如果亩施硫酸铵20斤，而施后铵态氮不为土壤所吸附和吸收，水中铵态氮的浓度应为百万分之二十（即20ppm，硫酸铵以含氮量20%计，土壤中原有的铵态氮未计在内）。倘仅有水50方，在其它条件相同之下，水中铵态氮的浓度便会增高到百万分之四十（即40ppm）。水稻分蘖期对氮素的要求最高，籼稻可达百万分之二十以上，粳稻可达百万分之四十以上。在水稻栽培上分蘖期宜浅水灌溉的道理，除温度之外，应该还有一个肥分浓度的问题。在撒水晒田的情况下，