

科研成果论文汇编

第二集

中国科学院长沙农业现代化研究所

一九八四年十二月

目 录

潜育性水稻土的某些物理特性及其调控·····	王昌燎 (1)
桃源县潜育性水稻土微生物区系分布特点与调控·····	仓道平 鲁小春 周传云 (10)
潜育性水稻土的养分供应状况与施用氮、磷、钾肥的效应 ·····中国科学院长沙农业现代化研究所《潜育性水稻土改良》课题组	(19)
亚铁对水稻土中尿素氮的去向的影响·····	廖先苓 (29)
深沟抬田暗沟排水改良潜育性水稻土 ·····	张振南 王昌燎 龙明照 黄旭 (32)
水旱轮作消除土壤潜育性及次生潜育化的效果 (1981—1983年) ·····	张振南 陈澧晖 王凯荣 (41)
热量条件与中稻生长发育及产量的关系·····	贺志康 (49)
中稻的合理施肥, 适宜密度及水浆管理技术的研究·····	周敬民 (62)
中稻品种的选定及气候生态的分析·····	王鹄生 (72)

潜育性水稻土的某些物理特性及其调控*

王 昌 燎

(中国科学院长沙农业现代化研究所)

潜育性水稻土形成的主要原因之一是地下水位过高,土壤孔隙为水分饱和,通透性不良,土温低,土壤僵性增强,还原性有毒物质增多,形成种种不良的特性。

稻田土壤中过多的水分,在旱作期对作物的为害更为明显^[5]。根据桃源县统计局和气象局统计资料,自1960至1980年21年内,小麦和蚕豆的产量,总的趋势是随栽培技术的提高而逐年提高,但产量提高的变幅因降雨量不同而有很大的变动。我们以21年中小麦全生育期内的雨量与产量进行相关统计**,得出小麦单产(Y)与降雨量(X)呈极显著负相关。回归方程为 $Y = 260.91 - 0.228X$, $r = -0.56^{**}$ ($n=21$, $r_{0.01}=0.528$)。过多的降雨使土壤水分过剩,在一些内外排水条件均较差的潜育性水稻土中,滞留的水分更难于排除,因而旱作或稻谷产量都受到严重障碍。欲改变这种状况,首要的问题是建立合理的田间排水工程,降低地下水位,使水稻根系活动层的通气性得到根本改善。这项工作江苏太湖地区、上海市郊以及南方各省均有报导^[2,3,4,5,6,7],在湖南,由于广泛地开展了低产稻田的改良研究工作,也做出了许多成绩。作者仅对形成水稻土潜育化密切相关的某些土壤物理特性及其改良措施进行初步研究。

一、研究方法

(一) 供试土壤包括:(1)河流冲积物发育的强潜育性青泥田,潮泥田;(2)第四纪红土发育的冷浸田,黄泥田;(3)紫色砂页岩发育的青紫泥田;(4)石灰岩发育的青鸭屎泥田以及河谷冲积性混杂母质(板页岩为主)发育的青夹泥田。

(二) 室内分析方法:(1)土壤质地及微团聚体分析,采用卡庆斯基吸管法;(2)土壤裂隙模数采用压缩仪法;(3)土壤吸水速度:用内径2.99厘米的玻管,装入过1毫米筛的扰动土,使其容重为1.2,测出1小时土壤毛管水上升高度。

二、研究结果讨论

(一) 土壤结构性质的变化:

土壤结构性质是综合反映土壤肥力的重要标志之一,在同一成土母质条件下,土壤结构性质因受自然和人为因素的影响而不同,现分别讨论如下:

1. 青泥田和潮泥田的土壤结构:强潜育性青泥田处于沅江冲积平原的低湿地段,

* 中国科学院南京土壤研究所程云生副研究员对初稿进行了审阅,并提出宝贵意见;湖南农学院土化专业实习生易建章、刘孙长参加部分室内外工作;本所王凯荣同志参加1983年部分田间观测工作,一并表示感谢。

** 降雨量取当年10月15日至次年5月15日小麦全生育期内的总降雨量。

而非潜育性潮泥田则位于平原区较高的地形部位，二者在土壤结构性质上有明显的差异（表1），青泥田的耕层或犁底层，其1—0.01毫米的微团聚体低于潮泥田。青泥田干

表 1 强潜育性青泥田和非潜育性潮泥田的土壤物理性质

地 点 及 土 壤	地形母质	层 次	土壤机械组成 %		土壤微团聚体 组成 %		土壤裂 断模数 公斤/厘米 ²	吸水速 度厘米/小 时	备 注
			<0.01 (毫米)	<0.001 (毫米)	1-0.05 (毫米)	1-0.01 (毫米)			
阌郊青浪湖 (青泥田)	冲积平原	耕作层	76.73	25.37	16.57	41.85	4.50	3.5	
	槽形低地	犁底层	86.75	30.42	10.89	39.96		3.3	
阌郊李家岗村 (潮泥田)	冲积平原	耕作层	65.69	18.38	16.46	54.14	3.36	5.7	
	高 平 地	犁底层	70.25	22.12	14.84	51.11		5.0	

缩后易于僵硬而使土壤裂断模数增大，耕性变劣。青泥田的土壤吸水速度缓慢，也可以间接判断其毛管孔隙相对增多，粗孔隙在一定范围内被细土粒堵塞而粘闭，青泥田的这种不良结构性，也使早稻淹水初期土温难于提高^[1,2]。我们于1982年在阌郊乡进行的两种不同土层泥温的观测结果（表2），说明了这一点；结果还表明除5厘米土层从6月

表 2 1982年早稻生长期不同土层深度有效积温(°C)

土 壤	深 度 测 (cm)	有效 积温 (°C)	观 测 日 期 (月/日)							备 注
			5/10	5/15	5/21	6/3	6/23	7/13	7/20	
潮 泥 田	5	9.4	49.0	107.6	235.9	405.6	625.0	721.5		①每天于8.00, 14.00 及20.00各观测一次， 在计算日平均土温 时，以8.00观测值重 复一次即得每天四次 土温观测平均值，以 此值减15°C即为有效 积温 ②6月11日起，有效 积温青泥田5厘米土 层为303.5°C，潮泥田 5厘米土层为363.2°C 前者开始高于后者。
	10	8.8	46.6	102.4	230.0	399.8	618.8	719.0		
	15	8.4	45.7	98.9	222.8	389.4	601.5	695.0		
	20	7.6	44.4	96.0	218.9	386.2	594.5	686.2		
青 泥 田	5	9.2	47.7	102.1	234.3	408.4	633.5	—		
	10	9.0	43.8	96.5	224.3	390.3	607.1	—		
	15	6.8	40.7	90.4	213.1	374.8	586.1	—		
	20	6.9	39.9	87.9	212.2	375.6	587.7	—		

11日青泥田积温(303.5°C)开始高于潮泥田(303.2°C)而外，其余各层土壤有效积温均低于后者，这对早稻分蘖和生长速度都产生了明显的影响^[1,2]。

2. 青紫泥的土壤结构性质的变化：桃源县三阳乡东风村三组实验地，一块面积约2亩的溶田，成土母质为紫色砂页岩，在开沟排水前土壤渍水条件大体一致，在其一侧开明沟五年后，由于水分状况的改变，原来的一大块田已改成两块，靠近明沟的一块（约1亩），地下水位显著降低，另一块地下水位降低的效果差，这两块田的土壤结构

性质产生了明显的差异。据1983年4月16日取样分析，得结果如表3：

表 3 青紫泥田土壤机械组成及微团聚体比较

采样地点	改良利用方式	层次 (厘米)	土壤机械组成及微团聚体组成%*						微团聚体% 1-0.05 (毫米)	机械组成% <0.01 (毫米)	土壤断裂模数 公斤/厘米 ²	结构系数
			1-0.25 (毫米)	0.25-0.05 (毫米)	0.05-0.01 (毫米)	0.01-0.005 (毫米)	0.005-0.001 (毫米)	<0.001 (毫米)				
三阳东风村三组	近明沟排水好	耕底	7.13	13.82	23.00	14.55	24.93	16.57	30.16	56.05	4.36	63.2
			10.70	19.46	33.12	13.25	17.38	6.09				
		犁底层	7.90	14.64	23.86	10.47	26.96	16.17	30.23	53.60		68.20
			11.63	18.60	31.45	14.41	18.76	5.15				
	离明沟远排水不良	耕底	5.68	16.27	23.00	13.19	25.50	16.36	27.77	55.05	5.21	59.05
			9.12	18.65	36.78	13.82	17.10	4.53				
		犁底层	6.09	17.46	22.39	14.40	22.68	16.98	27.91	54.06		68.04
			8.15	19.76	34.02	14.09	18.55	5.34				

* 表中分子表示土壤机械组成、分母表示土壤微团聚体

从表3可以看到，两块田的土壤颗粒组成仍大体一致，但1—0.05毫米微团聚体无论在耕层或犁底层，排水好（近明沟）的田块都比另一块高，而断裂模数则有所降低，显示排水好的土壤干缩后发僵的特性已减弱，因而耕性也有所改善。从两块田土壤剖面形态观察看出，离明沟近的田块耕作犁底层锈纹锈线、残根孔都明显增多，其土壤发育状况也比离沟远的田块良好。

(二) 土壤持水特性及其影响因素的分析：

土壤水分吸力与土壤含水率呈非线性负相关，土壤水分吸力值愈小（绝对值越小），土壤含水率愈高。土壤渍水，含水率高，吸力值低是潜育性水稻土的共同特点。

由于土壤是一个复杂的多孔体，土壤水分吸力在剖面内的变化也和相应的土壤含水率一样，呈现着复杂的变化。一般来说，在某一特定的地形部位，它受降雨、地下水位、土壤质地、结构、大小孔隙组合和土粒垒结状况等因素的影响。根据土壤水分在剖面内的分配数量、运动特点及其对作物生长产生的影响等，现分别讨论如下：

1. 作物根系活动层（0—60厘米）土壤水分吸力动态变化：

1983年3月，通过在非潜育性黄泥田和强潜育性冷浸田埋设负压计，自3月3日至4月8日，观测结果列于图1—2，两个观测点的土壤质地大体相同，57厘米土层内均为重壤土。从两种土壤的水分吸力变化，反映出如下几个特点：

(1) 黄泥田10厘米土层（耕层）土壤水分吸力高于20厘米土层（犁底层），往下至30厘米土层以及更深的心土层，土壤水分吸力均明显升高，且转折明显。说明黄泥田犁底层相对紧实，透水性弱，持水性相对较强。由于其地下水位低（140厘米），心土层土壤水分吸力值回升明显；冷浸田则终年软烂，犁底层特征很不明显或消失，且地下水

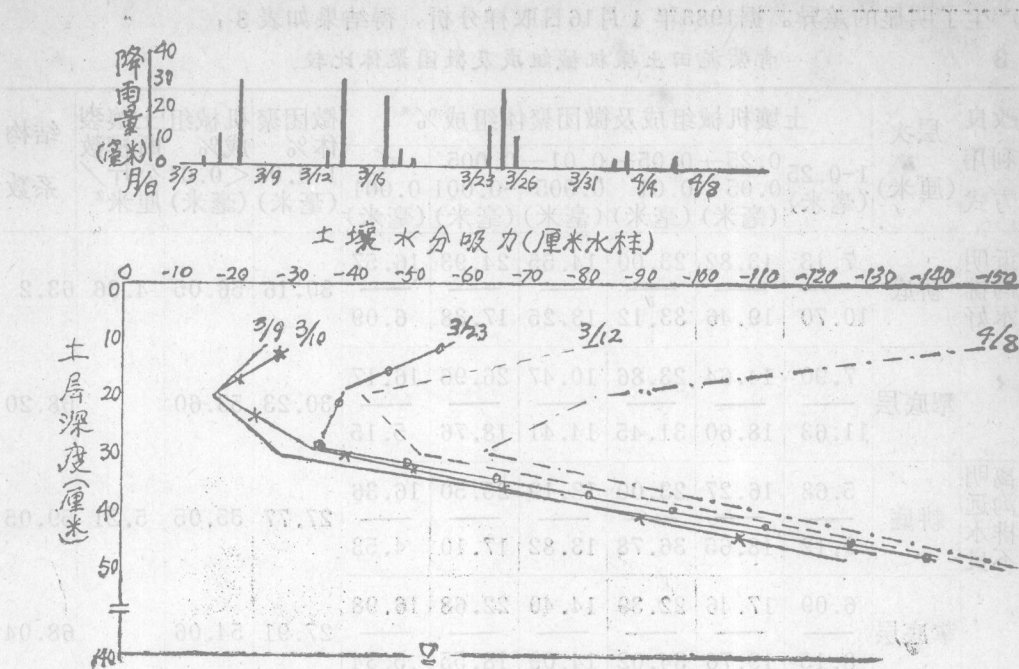


图 1 官山林家培尾黄泥田土壤水分吸力变化

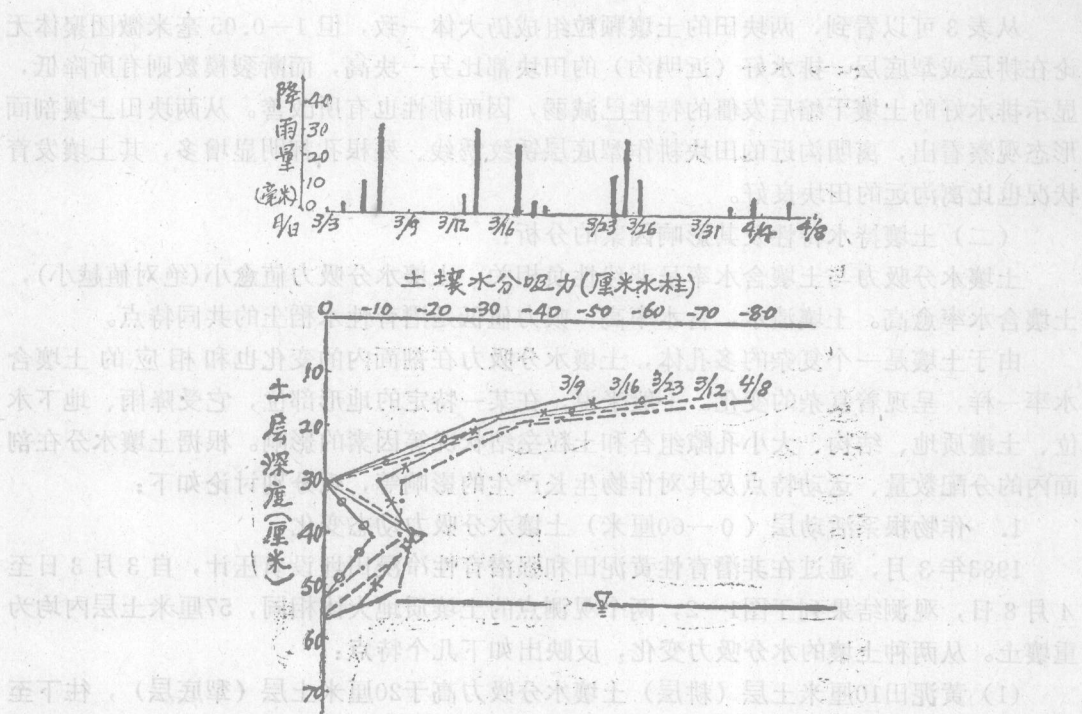


图 2 官山林家培强潜育性冷浸田土壤水分吸力变化

位高(50厘米),因而在同日内土壤水分吸力值下降的幅度最大,明显低于黄泥田。

(2) 在3月9日至4月8日期间,当日降雨量为10—30毫米时,在10—30厘米土层(即耕作犁底层)内,土壤水分吸力多数低于60厘米水柱($PF=1.8$),刚下雨时可低到30厘米水柱($PF=1.47$)左右;只有久晴不雨,地下水位在一米以下的黄泥田,在4月8日的土壤水分吸力值才升到150厘米水柱($PF=2.17$)。

(3) 通常在10—30厘米土层中,土壤水分吸力多数处于30—60厘米水柱。据晚近土壤水分分类,此值($PF<1.8$,即水分大于田间持水量)属于易移动的重力水范围;但据图1和2所示,30厘米土层以下,土壤水分吸力均有回升现象,地下水位愈低回升值愈大,这表明耕作犁底层土壤含水量大于心土层,且以悬着重力水形式存在,同时也证实耕作犁底层有滞水现象,这与杨金楼等的研究结果是一致的。

2. 土壤持水性增强的影响因素

潜育性水稻土因为渍水条件不同,土壤有机质都有不同程度的积累。有机质的数量又与小于0.001毫米粘粒(或小于0.01毫米物理性粘粒)含量,土粒排列紧密程度(裂断模数值)等因素呈正相关^[2,3]这些参数的增大,常是潜育性水稻土持水能力增强的重要标志(表4):

表 4 稻田耕层土壤有机质与粘粒含量、裂断模数值的关系

地 点	地形母质	土壤 类型	有机质 %	土壤机械组成 %		裂断模 数* 公斤/厘米 ²	备 注
				<0.01 (毫米)	<0.001 (毫米)		
官山村林家埭尾	丘岗区冲田尾端第四纪红土	黄泥田	2.62	54.77	19.30	2.48	*裂断模数为五次重复平均测定值
官山村林家埭中段	丘岗区冲田中段第四纪红土	强潜育性冷浸田	3.55	59.15	22.70	2.80	
甌郊乡青浪湖	冲积平原槽形洼地沅江冲积物	青泥田	3.23	76.73	25.36	4.50	
甌郊乡农科站旁	冲积平原高平部位沅江冲积物	潮泥田	2.55	65.69	18.35	3.36	
道罗村9组易家冲尾	山丘区冲田尾端石灰岩	青鸭屎泥田	4.03	61.71	25.73	7.80	田块内埋设80厘米深暗沟
道罗村12组	山丘区溶田交汇处板页岩	青夹泥田	4.58	62.99	27.04	5.70	无排水设施

从表4测定结果看出,土壤有机质>3%,土壤<0.001毫米粘粒含量超过25%,土壤持水性增强;土壤裂断模数值达7公斤/厘米²,干缩土块发僵性严重增强,土壤物理特性变劣。土粒排列紧密(过高的裂断模数值),不利于过多水分的排除。道罗易家冲青鸭屎泥田,由于土壤裂断模数很大,耕性很差。开沟排水前,土壤软烂散成泥糊,排水后干成硬僵块,耕犁阻力大,不散坏。该处目前虽有成套暗排系统,但有部分农民又

3. 青鸭屎泥田和青夹泥田的持水过程和动态变化。从测定结果(图3)*可以看出:田面黄泥田比米一黄泥田耐旱,雨不期食只;或或(1-1-1-1)米米田06

(2) 在相同间隔期的吸力段內，鴨屎泥田的吸差大，而土壤含水率的差值小，表明作物（油菜）從青鴨屎泥田中吸收土壤水分要消耗更大的能量，從實際觀測油菜的長勢也證實鴨屎泥田不如青夾泥田快。

(三) 潜育性水稻土的物理性质的调控措施:

含水土率 (F 土 %)

$\gamma = 1.882 \times 10^{10} \times x^{-4.4714}$
($n = 12, r = -0.8798$)

土壤水分吸力 (厘米水柱)

* 图 3—4 土壤水分吸力(ψ_m), 以负压表示, 取负号。负值愈大, 表示土壤水分吸力愈大。

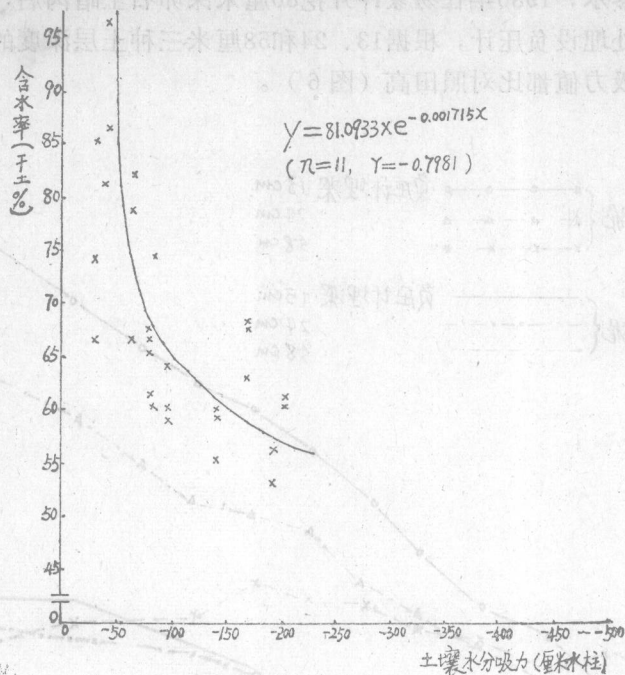


图 4 稻罗村青夹泥土壤持水曲线

位的作用进行了一些测定。三阳车风的观测资料表明，宽约60米的溶田，在其一侧坡脚10米处开挖1.3米深的明沟，再辅以塑料暗管，五年后地下水位降落如图5。明沟具有明显影响的距离为25米，旱季影响距离可达45米（开沟前两侧水位大体一致）。

又如道罗坪易家冲以及冲前的溶田，过去都是软烂陷泥的深泥脚田，长期种植一季

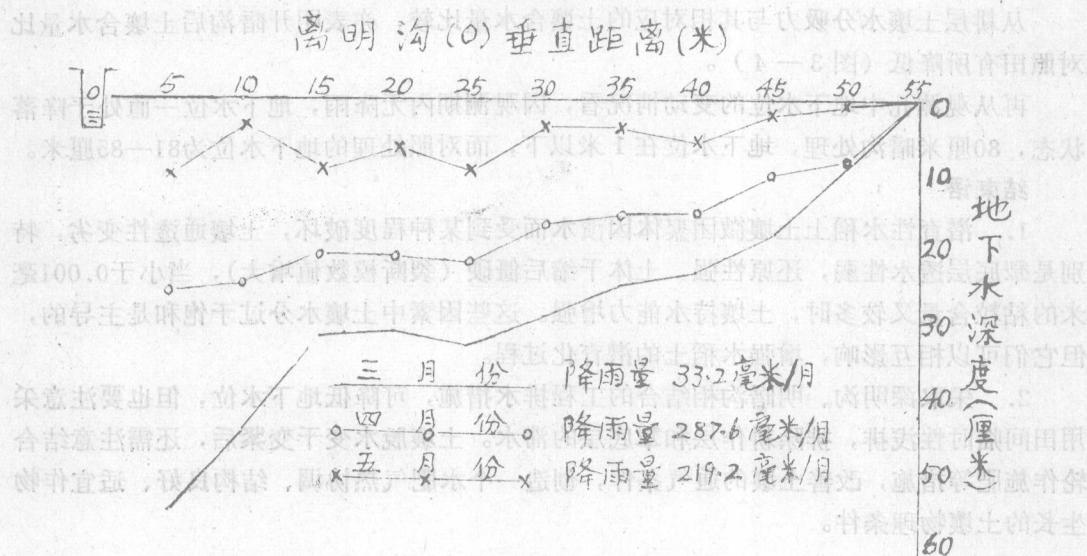


图 5 地下水位月平均变化

水稻，連年习惯泡冬水，1980年在易家冲开挖80厘米深卵石土暗沟后，于1983年11月15日至12月10日在该处埋设负压计，根据13、24和58厘米三种土层深度的观测，结果表明设暗沟的土壤水分吸力值都比对照田高（图6）。

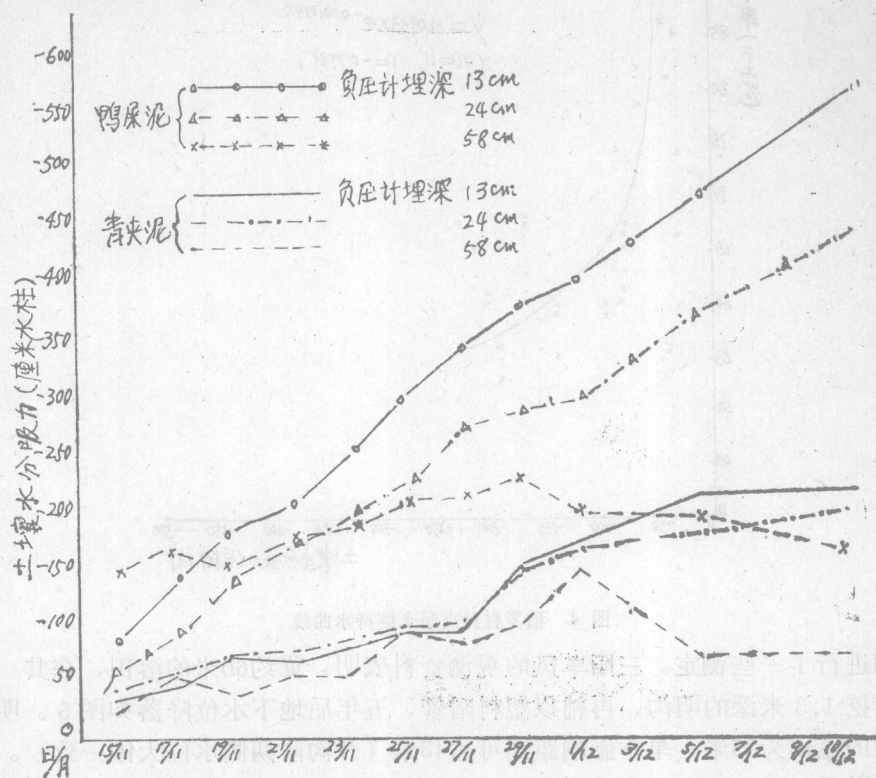


图6 暗管排水对土壤水分吸力的动态变化

从耕层土壤水分吸力与其相对应的土壤含水量比较，亦表明开暗沟后土壤含水量比对照田有所降低（图3—4）。

再从观测孔中地下水位变动情况看，因观测期内无降雨，地下水位一直处于降落状态，80厘米暗沟处理，地下水位在1米以下，而对照处理的地下水位为81—85厘米。

结束语

1. 潜育性水稻土土壤微团聚体因渍水而受到某种程度破坏，土壤通透性变劣，特别是犁底层透水性弱，还原性强，土体干缩后僵硬（裂断模数值增大），当小于0.001毫米的粘粒含量又较多时，土壤持水能力增强。这些因素中土壤水分过于饱和是主导的，但它们可以相互影响，增强水稻土的潜育化过程。

2. 采取深明沟、明暗沟相结合的工程排水措施，可降低地下水位，但也要注意采用田间临时性浅排，排除耕作层和犁底层的滞水。土壤脱水变干变紧后，还应注意结合轮作施肥等措施，改善土壤的通气条件，创造一个水肥气热协调、结构良好、适宜作物生长的土壤物理条件。

参 考 资 料

- [1] 王昌燎、何电源 潜育性水稻土的某些肥力特性及施肥效应的研究, 农业现代化研究 1 期 31—37 页 1983 年
- [2] 姚贤良、于德芬 太湖地区水稻土的物理条件及其调节 土壤 4 期 121—125 页 1983 年
- [3] 杨金楼、朱济成等 上海地区的土壤持水性研究 土壤学报 4 期, 331—333 页, 1982 年。
- [4] 赵诚斋 赵渭生 水稻土的水理性质与土壤耕作的关系 土壤学报, 2 期, 140—152 页 1983 年
- [5] 程云生 水稻土的排水及其意义 土壤学报 3 期 215—222 页 1983 年。
- [6] 程云生 太湖地区水稻土的排水及其效果, 土壤, 4 期, 1983 年。
- [7] 陈家坊、赵诚斋、周正度 苏州地区水稻土发僵田块耕层的土壤孔隙特性 土壤, 3 期, 1980 年。

桃源县潜育性水稻土微生物区系分布特点与调控

仓道平 鲁小春 周传云

(湖南农学院微生物教研室)

本研究之目的在于试图查明：(1) 在桃源县潜育性水稻土的改良利用过程中不同成土母质上发育的潜育性水稻土微生物区系组成上的特点。(2) 改良措施对潜育性水稻土中微生物区系特征的影响与调控。以期深入了解潜育性水稻土中微生物的消长变化规律和特点，为改良利用潜育性水稻土，选择合理的耕作制度与农业技术措施，保护自然，培肥地力，夺取高产稳产提供依据。

一、材料与方法

土壤样品采自桃源县各乡（公社），主要有：第四纪红色粘土，紫色砂页岩，石灰岩，板页岩及沅水河流冲积物等不同成土母质上发育的潜育性水稻土（冬水田），非潜育性水稻土，旱作土，次生潜育化水稻土及经工程或生物措施改良后的潜育性水稻土。

采样深度：0~20厘米。

各类微生物计数采用稀释平板法进行，分别采用下列培养基培养，细菌采用牛肉膏琼脂，放线菌采用高氏一号琼脂加100ppm重铬酸钾，真菌采用马丁氏琼脂，好气性纤维分解菌采用赫琴逊琼脂加盖无菌滤纸，好气性自生固氮菌采用安息香酸钠琼脂。

二、结果和分析

(一) 不同成土母质上发育的潜育性水稻土微生物区系组成特点。

1. 潜育性水稻土微生物区系特点：

不论何种成土母质上发育的潜育性水稻土，微生物区系的显著特点，是在牛肉膏琼脂，马丁氏琼脂及高氏一号琼脂平板上出现的细菌、真菌、放线菌及其他菌类的总数量均低于其相应的非潜育性水稻土和旱土（见表1，图1，2，3）。造成这一显著差异的主要原因是由于潜育性水稻土氧化还原电位（Eh值）和泥温偏低的原故，而土壤有机质的多寡及PH值高低的影响则处于次要地位（见表2）。此点，显然与旱土不同，旱地土壤微生物数量随有机质含量增加而增多。

具体地说，这是由于潜育性水稻土常年渍水，土壤通气不良，Eh值多在100mv以下，基本上处于厌气状态，其还原物质总量、活性还原物质、非活性还原物质及 Fe^{++} 等含量均较高。

从表2可以看出，潜育性稻田的Eh，PH和泥温等因素均不利于好气性微生物的增

表 1 不同成土母质上发育的潜育性水稻土、非潜育性水稻土
及旱土中微生物数量的比较 单位(万/克干土)

母质	土 壤	细 菌	真 菌	放线菌	固氮菌	纤维粘菌	采样时间
石灰岩	潜育性水稻土	152.9	1.36	12.47	2.343	0.108	81年4月
	非潜育性水稻土	1098.5	5.13	128.54	2.544	0.445	
	旱 土	1023.0	5.76	136.09	0.349	0.003	
板页岩	潜育性水稻土	143.1	1.26	26.61	0.367	0.012	81年4月
	非潜育性水稻土	233.7	9.51	60.98	0.138	1.082	
	旱 土	179.5	15.30	235.85	0.098	1.005	
紫砂页岩色岩	潜育性水稻土	885.5	1.02	28.51	0.230	0.056	84年4月
	非潜育性水稻土	1236.9	13.26	197.34	0.661	0.886	
	旱 土	617.4	10.14	338.52	0	2.910	
第四纪红色粘土	潜育性水稻土	179.1	2.44	27.51	0.251	0.076	84年4月
	非潜育性水稻土	1441.6	12.78	234.60	0.075	5.589	
	旱 土	752.1	6.17	326.34	0	3.490	
沅流水沉积物	潜育性水稻土	1053.6	2.45	48.49	2.086	1.247	84年4月
	非潜育性水稻土	1922.6	8.79	216.42	2.461	5.904	
	旱 土	1096.5	8.15	293.47	1.897	2.012	

殖。各类微生物的生长缓慢，增代时间相对延长等，都是造成潜育性水稻土中各类微生物总数低的重要因素。此外，还由于本研究对各类微生物的计数均采用好气培养法，测得的大多数属于好气性或兼性呼吸的种类，这些微生物在透气性好，氧化还原电位高，还原物质少，泥温高的非潜育性水稻土和旱土中增殖快，故其数量远远超过潜育性水稻土。

潜育性水稻土中各类微生物总数量低，好气性分解过程弱，有机残体氧化分解不彻底，则又是导致其有机质含量较高的主要原因。

就放线菌而言，在所分析的五类微生物中，其数量与氧化还原电位的相关性最显著，呈明显地正相关，即潜育性水稻土最低，非潜育性水稻土居中，旱土最高，并且不受土壤有机质含量多寡的影响，我们认为这与放线菌大多属于强好气性微生物，对氧化还原电位反应较敏感有关。此点在我们前后四年工作中分析的近百份样品所得结果均证实了这一点。可否考虑以放线菌数量作为衡量土壤潜育性程度的参考指标之一，有待深入研究。

真菌的大多数种类均属于土壤中发酵性微生物区系的组分，当新鲜有机物进入土壤时，有爆发性增殖的特性[1]，以致掩盖了氧化还原电位对真菌生态分布的真正影响，相关性不显著。

表 2 不同成土母质发育的潜育性水稻土、非潜育性水稻土和旱土中有机质、Eh 值、泥温及其 PH 值的比较

母 质	土 壤	有机质 (%)	Eh 值 (mv)	泥 温 (°C)	PH 值	采 样 间
石 灰 岩	潜育性水稻土	4.52	-161	16	7.9	81.4
	非潜育性水稻土	3.95	290	18	6.7	
	旱 土	4.34	463	19.5	7.4	
板 页 岩	潜育性水稻土	3.42	108	18	6.5	84.4
	非潜育性水稻土	3.09	508	19	5.0	
	旱 土	2.72	520	19	6.0	
紫 色 砂 页 岩	潜育性水稻土	2.69	30	23	8.1	84.4
	非潜育性水稻土	2.53	389	24.5	5.1	
	旱 土	—	421	27	—	
第 四 纪 红色粘土	潜育性水稻土	2.83	79	25	6.8	84.4
	非潜育性水稻土	2.62	485	27.5	5.3	
	旱 土	1.98	498	28	4.6	
沅 水 河 流 沉 积 物	潜育性水稻土	3.35	84	23	6.9	84.4
	非潜育性水稻土	2.76	397	24	6.5	
	旱 土	—	501	24.5	7.0	

从种类组成看, *Penicillium*、*Aspergillus* 及 *Cladospora* 在潜育性水稻土, 非潜育性水稻土及旱土中都很普遍, *Trichaderma* 在旱土中出现机率较高, *Rhizopus* 亦多出现于旱土, 在潜育性水稻土中则未发现, *Emericellopsis* 则在潜育性水稻土中出现机率较高, 在非潜育性水稻土中也有出现, 在旱土中则从未发现。以上规律与郝文英研究结果大致相似, 但在本研究中未观察到 *Penicillium Stipitatum*, *P. Spiculisporum* 及 *P. vermiculatum* 在潜育性水稻土中出现机率较高的现象[2]。

细菌由于其呼吸类型的多样性, 对氧化还原电位的反应各不相同, 特别是兼性呼吸的种类甚多, 所以规律性较差, 一般其分布特点似与成土母质之间有一定联系, 在沅水冲积物及石灰岩母质上发育的土壤、其有机质含量较高, 中性偏碱反应, 土壤中的细菌数量和种类均较多。而在第四纪红土母质上发育的酸性土壤, 则以真菌种属较为丰富。

Azotobacter 的分布与 Eh 值之间并无相关性, 但受 PH 值的影响明显。在 PH4.5 以下的酸性红壤中, 无 *Azotobacter* 的生长。

2. 各类微生物在水稻土壤中的垂直分布:

各类微生物在水稻土中的垂直分布特点, 是由地表向下数量逐渐递减, 但不同的土

壤递减的速度各不相同，其中以旱土中各类微生物数量下降趋势较缓。因此，层次愈深，旱土中各类微生物的数量相对来说就显得多一些，非潜育性水稻土次之，改良后的潜育性水稻土再次之，潜育性水稻土最低（见表3）。此种生态分布规律与土壤Eh值，还原物质总量，活性还原物质，非活性还原物质及Fe⁺⁺等在土壤不同层次中的分布规律有一定联系。以潜育性水稻土与改良后的潜育性水稻土来说，在不同层次中其透气系数均以后者为高，泥温、EH值，还原物质总量等亦然（见表4）。

表 3 各类微生物在潜育性水稻土（母质为板页岩）剖面中的分布
单位（万/克干土）

土 壤	潜育性水稻土	改 良 潜育性水稻土	非潜育性水稻土	旱 土
深 度				
(cm)	细		菌	
0~15	143.07	156.44	233.70	179.58
15~30	16.09	19.38	21.20	51.48
30~45	1.96	4.92	2.53	9.19
	真		菌	
0~15	4.26	7.53	9.52	15.30
15~30	1.39	1.91	2.44	4.12
30~45	0.25	0.24	0.51	0.69
	放	线	菌	
0~15	26.62	63.49	69.98	235.85
15~30	4.78	8.91	18.01	26.82
30~45	0.11	0.10	0.20	1.95
	固	氮	菌	
0~15	0.067	0.070	0.138	0.098
15~30	—	0.008	0.038	0.026
30~45	—	0	0	0
	纤	维	粘	菌
0~15	0.012	0.220	1.082	1.005
15~30	—	0.045	0.068	0.207
30~45	—	0.004	0.006	0.018

采样时间：82年4月

表 4

不同层次土壤的某些化学性质

(采样时间: 82年 4 月)

土 壤	项 目 深 度	Eh 值 (mv)	有机质 (%)	还原物质 总 量 (me/100g±)	活性还原 物 质 (me/100g±)	非活性还原 物 质 (me/100g±)
潜育性 水稻土	0~15cm	108	3.75	12.51	6.38	6.13
	15~30cm	87	3.36	15.80	5.80	10.00
	30~45cm	70	2.06	2.88	5.81	2.07
改良潜育性 水 稻 土	0~15cm	445	3.10	3.40	1.14	2.26
	15~30cm	225	1.97	10.63	9.33	1.30
	30~45cm	240	0.73	4.46	2.78	1.68
非潜育性 水 稻 土	0~15cm	520	2.44	长沙农业现代化所分析		
	15~30cm	510	1.54			
	30~45cm	420	0.90			

3. 不同潜育程度的水稻土中微生物区系特点。

由表 5 可知, 不论何种成土母质上发育的水稻土, 随着土壤次生潜育化程度的增加, 各类微生物均明显减少, 潜育化程度愈强, 微生物数量下降愈甚, 土壤微生物数量的顺序为: 非潜育性水稻土 > 次生潜育化水稻土 > 强度潜育性水稻土, 其分布同样受土壤透气系数, Eh 值, 还原物质总量等的影响。

三、改良措施对潜育性水稻土微生物区系的影响

1. 工程措施改良潜育性水稻土对微生物区系特征的影响。

由表 6 可知, 通过工程措施改良后的潜育性水稻土, 其中细菌、真菌、放线菌及纤维分解细菌的数量, 均明显地高于潜育性水稻土, 而低于非潜育性水稻土 (见图 4、5、6)。即介于潜育性水稻土与非潜育性水稻土二者之间。造成这种变化的根本原因在于

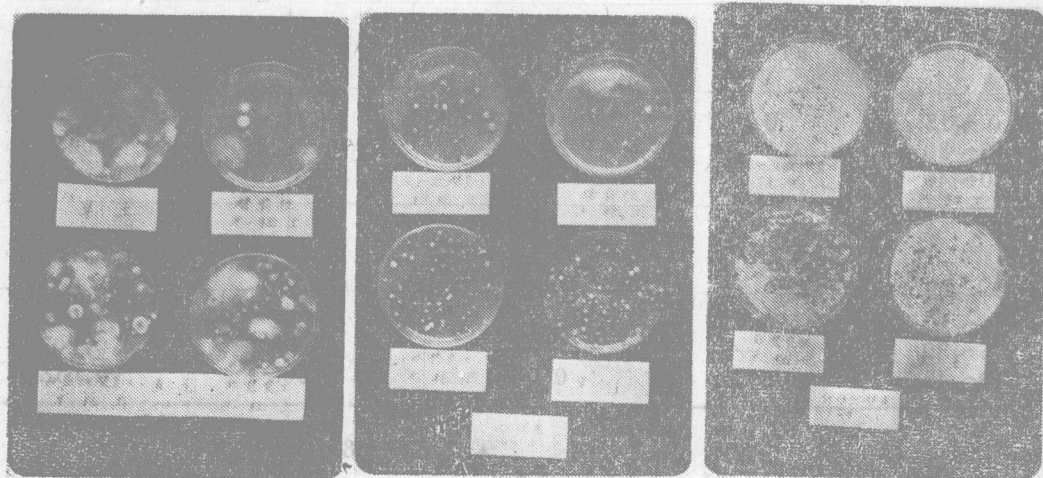


表 5 不同潜育程度水稻土中微生物数量 单位 (万/克干土)

母质	土 壤	细 菌	真 菌	放线菌	纤维粘菌	固氮菌	采样时间
石灰岩	(1) 非潜育性水稻土	1098.5	5.13	241.39	0.744	2.10	83.4.
	(2) 次生潜育性水稻土	527.0	3.80	13.50	0.742	1.42	
	(3) 强度潜育性水稻土	312.0	2.40	17.94	0.014	0.18	
板页岩	(1) 非潜育性水稻土	292.8	8.22	202.09	0.344	0.13	
	(2) 次生潜育性水稻土	156.0	5.41	63.49	0.045	0.11	
	(3) 强度潜育性水稻土	143.1	1.26	26.60	0.012	0.36	
紫色页砂岩	非 潜 (1)	1236.9	13.26	197.34	0.886	0.66	
	次 潜 (2)	1011.3	8.04	120.50	0.189	0.78	
	强 潜 (3)	855.5	1.02	28.51	0.056	0.23	
第四纪红色粘土	非 潜 (1)	1441.6	12.78	234.60	5.589	0.07	84.4.
	次 潜 (2)	642.4	7.95	74.94	1.060	0.28	
	强 潜 (3)	179.1	2.44	27.51	0.076	0.25	
河流沉积物	非 潜 (1)	1922.6	8.79	216.42	5.904	2.46	
	次 潜 (2)	1243.2	4.28	176.50	3.290	1.35	
	强 潜 (3)	1053.6	2.45	48.49	1.247	2.08	

表 6 工程改良措施对潜育性水稻土中各类微生物数量的影响

单位 (万/克干土)

母质	土 壤	细 菌	真 菌	放线菌	芽孢细菌	纤维细菌	采样时间
板页岩	非潜育性水稻土	690.6	8.52	65.76	17.74	1.248	83年 4 月
	改良潜育性水稻土	618.3	4.06	32.03	7.22	0.586	
	潜育性水稻土	459.6	1.20	18.90	5.07	0.026	
石灰岩	非潜育性水稻土	1098.5	5.70	138.54	10.26	0.445	81年 4 月
	改良潜育性水稻土	252.8	3.47	35.94	7.03	0.234	
	潜育性水稻土	152.9	1.36	12.47	5.07	0.108	
紫砂页岩	非潜育性水稻土	1236.9	13.26	197.34		0.886	
	改良潜育性水稻土	1057.9	5.92	109.26		0.162	
	潜育性水稻土	855.5	1.03	28.51		0.056	
第四纪红色粘土	非潜育性水稻土	1441.6	12.78	234.69		5.589	84年 4 月
	改良潜育性水稻土	709.3	7.45	106.72		1.176	
	潜育性水稻土	179.1	2.44	27.51		0.076	
河流沉积物	非潜育性水稻土	1922.6	8.97	216.42	23.07	5.904	
	改良潜育性水稻土	1053.4	6.15	87.02	11.58	2.213	
	潜育性水稻土	1053.6	2.45	48.49	9.71	1.247	

采取工程措施之后, 不同程度地排除了潜育性水稻土中常年饱和的渍水, 水分排除后, 大小孔隙为空气所充满, 在土壤三相变化中, 气相增加(+13.5%)液相减少(-12.8%),