

# 青浦县水稻土形成特点及其平衡增产\*

侯传庆 盛月娟 茅国芳

汪超俊

朱根生

(上海市农业局)

(上海市农科院)

(上海市青浦县农业局)

青浦县地处上海市西隅,地势低平,湖群密布,素称渔米之乡。全县耕地的95%为水旱交替耕作的水稻土。近十年来,由于治水改土等农业措施的不断加强,粮食产量已有较大幅度的增长,但从常是产量的变化(表1)可以看出,不论丰年或欠年,乡队之间的生产力是不平衡的。这种不平衡状况,除栽培管理措施不同外,主要是土壤肥力水平差异,尤其是上滞下渍底潜的影响所致<sup>[1]</sup>。青浦是上海地区常年产量偏低的一个县,因而分析研究其成土特点与生产力的依存关系,对促进平衡增产是具有现实意义的。

表1 青浦县各乡丰、歉年的产量 (单位:斤/亩)

地 点	赵 巷	徐 泾	凤 溪	重 固	白 鹤	赵 屯	大 盈	香 花	环 城	盈 中
1978年(丰年)	1210	1258	1324	1273	1366	1503	1220	1268	1311	1253
1977年(歉年)	881	973	948	867	968	1124	834	927	941	921
地 点	朱家角	沈 巷	小 蒸	蒸 淀	练 塘	莲 盛	西 岑	金 泽	商 榻	华 新
1978年(丰年)	1274	1279	1327	1540	1488	1266	1399	1323	1334	1345
1977年(歉年)	938	963	997	1182	1125	1044	1173	1101	1094	949

注:平均产量,1978年(丰年)为1322斤/亩;1977年(歉年)为984斤/亩。

## 一、成土特点与土壤性态分异

水稻土既受成土环境的影响,又受频繁水旱交替耕作的影响。水稻土通常具有耕作层(A)、犁底层(P)、渗渍层(W,即潜育层)和灰斑渗渍层(W<sub>g</sub>,灰斑潜育层)等基本层次<sup>[2]</sup>。正是这些层次的发育程度和组合不同,因而在相似的农业技术条件下,土壤也具有不同的生产力。

(一)起源类型与生物累积的差异 水稻土的起源土壤,主要是沼泽潜育土和草甸土两类。由于两者的生物累积强弱不一,对水稻土形成过程也有明显影响。青东地区714个样品统计表明(表2),沼泽潜育土起源为主的南部地区(环城、赵巷等)的有机质贮量明显高于草甸起源为主的北部地区(赵屯、白鹤等),而中部(重固、大盈、香花等)则介于两者之间,说明有机质贮量仍受不同起源类型所制约。

(二)脱潜过程与渗渍层的发育 低洼地区水稻土,随着脱潜过程而渗渍层相应发育。在若干洼地的典型地段,常见由低而高的演变系列。如图1所示,由地表水与地下水“相连”的全潜性A—G剖面,逐渐发育为地表水与地下水“分离”的底潜性A—P—W—W<sub>g</sub>—G剖面,直

\* 本文是在参加青浦县土壤普查总结的基础上,经补充修改而成。

表2

不同起源类型水稻土的有机质贮量(%)

土壤起源类型	地点	样品数 n	平均值	标准差	变异系数 CV	耕层有机质平均贮量(斤/亩)
			$\bar{X}$	S		
沼泽潜育土起源为主	赵巷	137	3.90	0.650	0.17	8775
	环城	94	3.78	0.606	0.14	8505
交互过渡地段	重固	149	3.18	0.623	0.19	7155
	香花盈	54	2.99	0.503	0.17	6725
草甸土起源为主	白鹤	133	2.34	0.478	0.20	5265
	新华	91	2.27	0.330	0.14	5107

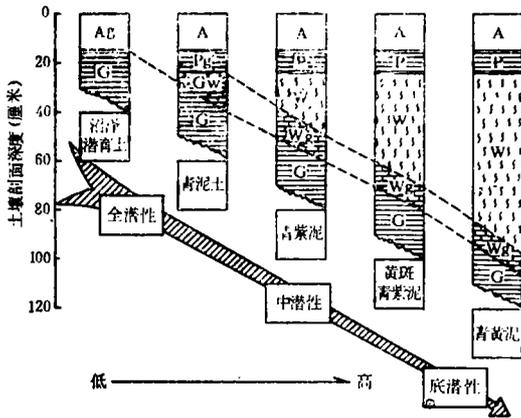


图1 土壤脱潜熟化过程的层次分化和演变趋势

接反映了土体原生潜育层(G)下移或消失, 渗渍层(W)形成或逐渐形成潜斑渗育层(Wg)。氧化还原电位(Eh)值随之有所提高(图2), 表征了土壤由囊水型向滞水型、爽水型方向的发育阶段。

(三)母质类型与理化环境的差别 由于土壤母质受湖、河、江、海的影响不一, 物质来源又有先后, 因而存在着四种不同的母质类型, 它们之间沉积的化学环境和物理环境有一定的差别(表3)。在湖泊沉积母质和交互沉积母质剖面中, 常见埋藏泥炭层或腐泥层(D), 同时由于原生潜育层(G)的层

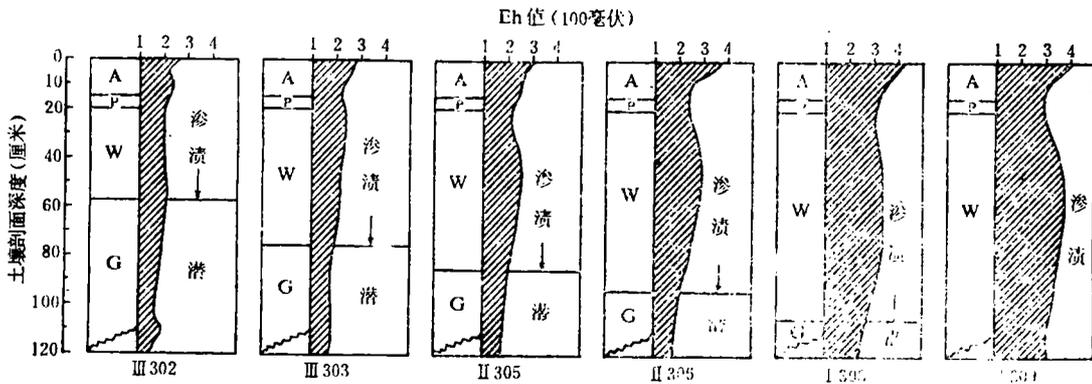


图2 水稻土不同潜育程度与氧化还原电位(Eh)值变化

III302、III303为青紫泥; I305、I306为黄斑青紫泥; I308、I309为青黄泥(测定日期, 1979年4月5—10日)

位高, 土体还原性强; 潮汐回流沉积母质, 因受潮汐往复分选而质地较粗, 且有机碳源并不丰富, 还原环境弱; 江海沉积母质和潮汐回流沉积母质的剖面, 上层碳酸盐虽已受不同程度淋溶, 但在中下层有明显残留或相对积聚, 因而常见石灰结核或砂姜, 而湖泊沉积母质则无石灰反应; 交互沉积母质有均混型和重叠型两类, 前者与湖泊沉积母质的剖面相似, 唯下层见碳酸盐残留, 后者的剖面下层一般为先期的江海沉积母质。因而土壤代换性能, 细砂、粗粉砂与粘粒的含量比, 也随母质类型而发生变化。

表3 土壤母质的沉积类型与化学、物理环境

沉积类型	湖泊沉积为主			潮河与江海交互沉积			江海沉积为主			潮汐回流沉积						
	A	P	Wg	G	A	P	W	G	A	P	W	BC	A	P	WB	C
pH值(H <sub>2</sub> O)	6.98	7.21	7.29	7.69	7.73	7.68	8.01	8.02	7.83	8.06	8.18	8.25	7.35	8.08	8.13	8.12
碳酸盐(%)	0.04	0.04	0.06	0.04	0.70	0.42	1.57	2.02	1.10	1.42	1.89	3.13	0.91	0.87	2.10	4.58
Elb值(毫伏)	+210	+190	+120	+100	+380	+360	+280	+120	+400	+360	+400	+420	+350	+340	+360	+410
有机质(%)	4.27	3.28	1.17	0.81	3.18	2.13	0.84	0.76	2.58	1.01	0.79	0.76	2.27	1.08	1.03	0.53
全磷(%)	0.078	0.077	0.063	0.061	0.085	0.071	0.068	0.070	0.068	0.083	0.074	0.071	0.085	0.064	0.055	0.057
全钾(%)	2.02	2.04	1.96	1.92	1.76	1.78	1.81	2.12	1.80	1.88	1.96	1.95	2.10	1.90	1.84	1.76
代换量(毫克当量/100克)	19.15	—	—	—	16.53	—	—	—	15.20	—	—	—	12.70	—	—	—
0.25—0.05毫米(细砂粒)	4.15	4.62	5.55	2.97	5.82	4.85	3.26	7.30	4.85	4.24	5.40	6.31	12.36	5.57	4.68	8.70
0.05—0.01毫米(粗粉粒)	49.8	49.80	49.30	52.30	46.38	54.25	54.03	57.73	55.44	55.46	56.84	58.10	55.26	62.09	60.86	69.90
<0.001毫米(粘粒)	31.69	27.27	28.07	22.21	14.67	17.65	19.36	16.58	19.87	17.14	16.86	15.46	11.12	14.16	15.07	10.70
(细砂+粗粉砂)/粘粒	1.71	1.99	1.95	2.55	3.56	3.35	2.97	3.92	3.03	3.48	3.69	4.17	6.08	4.73	4.35	7.34

分析者：褚金海 胡慕年

(四)农田水型与生产性能的变化 农田水型是指土壤剖面的水分类型，实际上是土体渗、渍、潜的状况，是鉴别土壤生产性能好坏的重要条件<sup>①</sup>。经普查表明(表4)，目前该县爽水农田占46%，其中水稻土一般具有深厚渗渍层，水气比较协调，养分更新活跃，作物前期后期均能起发，多数是较易获得相对高产的青黄泥、青黄土、黄泥头等类型；囊水农田尚有20%，其中水稻土，因潜渍严重，通常渗渍层发育差，水气不协调，潜在肥力难以发挥，作物表现迟发，多数是相对低产的青泥土、青紫泥、青紫土等类型；滞水农田约有30%，其中的水稻土，虽已不同程度脱潜，但常因剖面中有难透水的腐泥层，或土体内排水不畅而有碍养分释放，作物起发缓慢，多见于青紫头，部分黄斑青紫泥和沟干泥类型；另有约4%的漏水农田，虽易起发，但后劲不足，主要为小粉土、砂身黄潮泥和部分潮砂泥，可见，农田水型与生产性能的关系密切。

## 二、土壤性能与土壤生产力

水稻土不同肥力特征，是影响土壤生产力不平衡的重要原因。

(一)不同土壤类型的生产力表现 由于不同类型水稻土的环境条件及其基础肥力不同，因而土壤供肥性能的差别仍十分明显。爽水的砂身青黄泥与囊水的青泥土和青紫泥相比，其早稻在当季不施肥条件下，前者由于土壤供肥性能好，可吸收土壤中氮素(N)21—22斤，磷素(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)7斤，钾素(K<sub>2</sub>O)14斤，产量分别为776斤和709斤，总生物量为1495斤和1403斤，而后者养分贮量虽然较丰富，但土壤环境与基础肥力不协调，因而土壤供应的氮、磷、钾几乎下降50%至一倍，产量仅399斤和591斤，总生物量为778斤和1170斤。上述四种土壤的作物养分吸收比，分别为1.92:1.84:1.50:1.00(表5)，说明目前不同土壤类型之间生产力不平衡还相当突出的。

<sup>①</sup> 梁传庆，任超俊等，试论上海泥炭地区水稻土基层分类，上海土肥学会论文集，1981。

表4

农田水分类型与生产性能的关系

农田水型		水分状况			土壤生产性能		
		剖面层段水分特征			发棵性	作物生长的反应	占%*
		上段 0~50厘米	中段 50~80厘米	下段 80~150厘米			
囊水型	潜囊型	弱潜	强潜	强潜	迟发	前期迟发后期也慢	4.45
	渍囊型	强渍	弱渍	强潜		15.06	
滞水型	上滞型	弱渍	强渍	弱潜	缓发	前期起发慢,后期才起发	17.02
	内滞型	弱渗	强渍	弱潜			12.20
爽水型	渍爽型	适渗	弱渍	弱渍—强渍	前后期均发	前后期生长均衡	16.33
	适爽型	适渗	适渗	强渍—强渗			30.45
漏水田	内漏型	强渗	强渗	强渍—弱渍	早发	前期起发后期劲不足	4.11

\* 根据全县8600个剖面土壤类型分布图统计汇总而得。

表5 不同类型水稻土的生产力表现

土壤类型	砂身青黄土	青黄泥	青紫泥	青泥土
生物产量				
籽粒产量*	766	709	591	393
根茎叶产量**	740	695	579	385
总生物量	1496	1404	1170	778
籽粒吸收量				
氮(N)	16.6	15.6	13.0	8.5
磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	6.0	5.7	4.7	3.1
钾(K <sub>2</sub> O)	13.6	12.8	10.8	7.1
生收物总吸量				
氮(N)	22.4	21.1	17.6	11.7
磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	7.5	7.0	5.9	3.9
钾(K <sub>2</sub> O)	15.0	14.9	11.7	7.8
养分吸收比	1.92	1.84	1.50	1.00

\* 引自陈永富“早稻因土施肥试验报告”,1981。

\*\* 按袁从祯在太湖地区的谷草比计算(单位:斤/亩)。

## (二)不同潜育层位对土壤生产力的影响

低洼地区水稻土,潜在养分丰富,一般有机质含量都在3.5%以上,但因原生潜育层位过高,土壤水气矛盾大,养分转换效率低,因而作物产量不高。从该县青紫泥和黄斑青紫泥上的早稻和后季稻试验结果看(表6),两者的土壤养分含量相差甚微,前者高于后者,因原生潜育层位的出现深度不同,前者仅62厘米,潜育层(G)高,脱潜后的斑潜渗渍层(Wg)已经出现,种稻期间土体几乎呈饱和状态,而后者潜育层(G)降至98厘米,渗渍层(W)高达20~30厘米,水气协调。电位(Eh值)也较前者高。从而使作物与土壤之间的供求状况产生了较明显的差异。两者早稻的产量比和养分吸收比为1:1.24,后季稻为1:

1.09。说明处于这一发育阶段的水稻土,其产量高低不决定于养分多少或施肥多少,而是决定于土壤环境对土壤养分转化和作物吸收养分的限制程度。

(三)不同母质类型上作物高产的施肥效果 近年来青浦县和整个郊区一样,施肥量比较高。一年三熟作物,每亩施用纯氮40—50斤。实际上,由于水稻土母质类型不同,施肥效应也很不一致。如泖荡地区的轻质小粉土,是早发田,而湖荡地区的粘质青紫泥,是迟发田。在这两类母质水稻土上的试验表明,在三熟作物每亩均施氮素65斤的情况下,前者氮素产投比为0.79,而后者仅0.61,反映出两者的氮素转换率有一定差异(表7)。由此可以看出,在低洼地区粘质的水稻土上,过于强调施用高氮肥量是不经济的。

## 三、土壤生产潜力与平衡增产

由于水稻土的形成特点和土壤肥力特性不同,土壤所表现的生产能力的不平衡性比较突

表6

水稻土潜育层位对养分吸收、生物产量的影响

土 壤 作 物		青 紫 泥		黄 斑 青 紫 泥	
		早 稻	后 季 稻	早 稻	后 季 稻
土 壤 养 分 含 量	有机质(%)		3.97		3.76
	全 氮(%)		0.25		0.23
	水解氮(ppm)	178		165	
	全 磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %)		0.179		0.175
	速效磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm)		20.7		18.4
	速效钾(K <sub>2</sub> Oppm)	106		112	
稳定地下水位(厘米)		62		98	
代换量(毫克当量/100克土)		20.1		19.8	
pH 值		7.8		7.8	
Eh值(毫伏)	5 厘米	+96	+87	+135	+118
	15 厘米	+8	-10	+62	+32
生物产量(斤/亩)	籽 粒	424	397	524	432
	根 茎 叶	416	389	513	423
	总生物量	840	787	1037	854
籽粒吸收总量 (斤/亩)	氮(N)	9.2	8.7	11.5	9.5
	磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.4	3.2	4.2	3.5
	钾(K <sub>2</sub> O)	7.6	7.2	9.4	7.7
生物吸收总量 (斤/亩)	氮(N)	12.6	11.8	15.6	12.8
	磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.2	3.9	5.2	4.3
	钾(K <sub>2</sub> O)	8.4	7.9	10.4	8.5

表7 不同母质类型水稻土的施肥效应

土 壤 类 型		轻 质	粘 质	
		小 粉 土	青 紫 泥	
三熟作物产量 (斤/亩)	籽 粒 产 量	早 稻	840	671
		后 季 稻	340	207
		大 麦	676	557
	生 物 总 产 量	早 稻	1592	1329
		后 季 稻	748	455
		大 麦	1406	1159
三熟作物氮素(N)吸收量(斤/亩)		52.4	41.4	
三熟作物氮素(N)施肥量(斤/亩)		66.5	67.7	
三熟作物氮素(N)产投比		0.79	0.61	

出,因此,平衡增产是提高生产潜力的主要措施。

(一)改善环境发挥潜在肥力 据该县1945个样品统计表明,按耕层15厘米土层计算,有机质贮量每亩为6548斤,其中常年产量较低的赵巷、环城等公社,其有机质贮量

高出全县的30—34%,395个样品的全氮含量,也高出全县平均贮量的34—40%。而常年产量较高的西岑、蒸淀等乡,有机质贮量低于全县平均量的22%或接近全县平均水平,全氮也呈同样趋势(表8)。说明低产地区土壤潜在肥力水平不低,关键在于改善土壤环境[3],提高土壤潜在养分的转换效率。

表8 耕层土壤有机质和全氮的贮量比较

地 点	有 机 质		全 氮	
	贮 量 (斤/亩)	与均值 比 较	贮 量 (斤/亩)	与均值 比 较
环 城	8505	1.30	515	1.24
赵 巷	8775	1.34	583	1.40
蒸 淀	6547	1.00	389	0.93
西 岑	5085	0.78	329	0.79
全县平均值	6548	1.00	417	1.00

(二)降潜治渍平衡增产 普查表明,该县土壤生产力不平衡的原因,主要是土壤潜

害和滞渍。目前潜害相当严重,约占全县稻田的20%,均分布在小洼地内,只有进行分片小包围,加强排水,加快脱潜作用,改变上滞下渍底潜的状况,方能促进潜在肥力的发挥。如赵巷乡里浜大队是全县最低洼的大队之一,都是耕性不良的青紫泥和青泥土,潜害十分严重,在加强圩区管理,降低潜育层位之后,产量明显增长,1968—1972年,亩产量888斤,比邻队增产17%,1973—1977年,亩产1127斤,比邻队增产23%。其常年产量增长趋势与降潜措施较差的邻队成了鲜明的对照。全县还有30%的土壤,因脱潜作用不彻底,上滞下渍明显,对土壤增产有较大影响。采取深明沟或明暗沟相结合,都是行之有效的措施。如与加深河道相结合,治理滞渍效应就更为显著。如香花乡朝阳片,由于埋设塑料暗管,并采取明暗沟相结合的治理措施,后三年比前三年常产增长25%,其中三麦的增产尤为显著,这些试验结果表明,占全县50%的具有潜害或滞渍的土壤,只要因地制宜采取降潜治渍措施,近期内使低中产土壤常年增产100—200斤,所以促进平衡增产是可能的。当然,促进平衡增产也是一项综合措施,在此只从发挥土壤潜在肥力促进平衡增产进行了讨论。

#### 参 考 文 献

- [1]侯传庆、汪超俊等,关于上海郊区粮食产量不稳定和不平衡的一点看法,上海农业科技,第3期,1983。
- [2]徐琪等,中国太湖地区水稻土,上海科技出版社,1980。
- [3]熊毅,土壤科学研究要面向经济建设,土壤通报,第4期,1984。

(上接第72页)

常水稻土上达不到的。主要是由于潜育性水稻土往往因通透性不良,还原性物质或有毒物质较多,而影响水稻正常生长发育。但硅却能提高水稻根系的氧化力,消除过多的亚铁、亚锰和硫化氢的毒害,并增强水稻对养分、氧气和水分的吸收与输导,从而促进水稻生长。

淮南市农科所在皖北石灰性土壤上的试验表明,在某些缺磷的土壤上施用硅钙肥,水稻和小麦、玉米都有不同程度的增产效果<sup>①</sup>,但土壤有效硅并不低。这可能主要是由于土壤缺磷,而硅钙肥能提高土壤磷的有效性<sup>[7]</sup>。

此外,一般地说,水稻吸收的硅量与土壤有效硅含量是成正相关的<sup>[1]</sup>。但是在南方某些石灰性土壤上,例如广西桂林地区,土壤pH多在7.5—7.9之间,游离CaCO<sub>3</sub>在2—20%,有效硅在12—20毫克/100克土,其水平并不低,但稻草含硅量却大都低于10%。淮南的试验土壤和稻草含硅量也有近似之处。对于这类现象,如何判断是否施用硅钙肥,有待进一步研究。

#### 参 考 文 献

- [1] 龚子同等著,华中亚热带土壤。182—194、151—162,湖南科技出版社,1983。
- [2] 张效朴等,土壤有效硅测定方法的研究。土壤,14(5):188—192,1982。
- [3] International Rice Research Institute, Soil and Rice, 537—538, Philippines, 1978。
- [4] Fox, R.L., et al., Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 31:775—779, 1967。
- [5] 何电源等,炉渣作为硅肥在红壤性水稻土上的效应。土壤学报,17(4):355—364,1980。
- [6] 臧惠林等,水稻施用硅肥的抗病增产效果。土壤,16(5):176—180,1984。
- [7] Pa Ho Hsu, Aluminum hydroxides and oxyhydroxides, in "Minerals in soil environments" Chapter 4., Soil Sci. Soc. Amer., 1977。

① 李士凤等,淮南市农科所粉煤灰硅钙肥试验总结,1984。