

江苏省水稻土的肥力特征及其培育

徐 琪

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

文章就江苏省徐淮、江淮和江南3个地区的稻麦产量与土壤的基础肥力、水文状况、耕层养分含量的关系进行了讨论,提出了肥沃水稻土的一般指标及培肥措施。

江苏省农业生产近年来之所以能稳步发展,其中一个重要原因是苏北地区旱改水(含水浇地)的发展。在60年代,全省粮食在125—175亿公斤,到80年代达250—300亿公斤,稻田比重亦由60年代占耕地的40%发展到目前的60%。从我省现有稻田与扩大旱改水(含水浇地)而言,仍有较大潜力,所以培育稻田土壤肥力具有重要意义。

江苏省现有耕地6869.7万亩,其中水田为4155.3万亩,占60.5%。在分布上,暖温带926.6万亩,占22.3%(表1);江淮之间1776.9万亩,占42.8%;江南为1451万亩,占34.9%。徐淮地区以中稻为主;江淮地区以早稻与中稻为主;江南以晚稻与中稻为主。水稻单产江南地区略高,江淮地区稍低,相差30公斤以上。小麦产量自北而南依次降低,相差和不超过40公斤。说明随着生产条件与施肥等措施的不断改善,徐淮与江淮地区的低产面貌已大为改观。

从土壤条件与稻麦高产角度看,尚有一些值得研究的问题,概括起来有以下几点:

1. 基础肥力与稻麦高产关系。作物所吸收的养分只有部分是来自土壤,而土壤的养分贡

表1 不同地区小稻与三麦产量比较 (1687)

项 目	徐 淮 地 区	江 淮 地 区	江 南 地 区	注
稻田面积(万亩)	926.6	1776.6	1451	
占全省稻田面积的%	22.3	42.8	34.9	
水稻单产 (公斤/亩)	461.4±31.2 (350.3±23.8)	442.0±15.6 (344.8±12.4)	475.2±15.8 (451.4±13.8)	上报面积 校正面积
小麦单产	274.5±33.0 (209.0±25.1)	272.0±40.7 (212.2±32.0)	237.6±36.8 (208.3±27.0)	
复种指数(%)	170.9±6.6	199.2±3.5	186.2±8.3	

表2 不同地区土壤基础肥力的比较
(无肥区产量占施肥区产量%)

作 物	徐淮地区	江淮地区	江南地区
水稻	50—55	60—65	55—80
小麦	25—45	45—50	45—60

献率随土壤肥沃程度与作物吸收能力而有较大差异,就同一作物而言,则决定于土壤肥力因素的调谐程度,即肥力的有效性。从全省3个地区而言,基础肥力水平是自南而北逐步呈下降趋势(表2)。

就同一土壤对不同作物的贡献率而言，棉花居首，单稻次之，双晚与双早又次之，再次为油菜与大元麦，这同作物产量水平与吸肥能力有关。

2. 土壤水文状况与稻麦产量关系。土壤水文状况(包括地下水位与渗漏性能)不仅制约水稻土淋溶过程的强度与层段的生成，而且也影响水气状况与根系活动的土壤环境，这在我国集约化条件下，显得尤为突出。

表3 不同类型水稻土基础肥力水平与障碍层特征*

项 目	爽 水 型	漏 水 型	滞 水 型	囊 水 型	侧 渗 型
心土层粘粒/耕层粘粒	1.1±0.08 (n=5)	1.0±0.09 (n=5)	1.5±0.11 (n=5)	1.4±0.17 (n=5)	2.0±0.42 (n=3)
障 碍 层	—	—	白土、粘化层	埋藏后、潜育层	白土层
产量 水稻	345.5±81	340±47.5	336±34.5	331±60.5	340.3±65.1
(公斤/亩) 小麦	145.5±104	146±29.5	121±44	130±65	70.7±36.3

* 引自太湖地区高产土壤培育和合理施肥课题组的资料。

研究表明，凡土壤淋溶淀积过程明显，剖面垂直分异越大，则土壤中水气肥诸因素越不谐调，从而影响根系活动与养分供应。所以说，土壤水文状况——地下水位与渗漏速度是决定水旱作物产量的基础(表3)。模拟试验也证明，土壤日渗漏量保持在15mm，旱季地下水位维持在70厘米左右，有利于水稻和三麦高产。

表4 几种土壤稻麦季反硝化势比较(培育试验)
(释放占加入的%)

土 壤	水 型	培 育 10 天	
		稻 田	麦 田
青紫泥	囊水	93	28.9
黄泥土	爽水	77.4	16.4
小粉白土	滞水	52.9	25.6
乌沙土	涌水	63.4	22.4

土壤水文状况除影响根系外，也影响土壤养分活化与反硝化作用的强度。研究表明，土壤氮素矿化量与土壤水文状况关系密切，爽水田达51mg/kg土，滞水田36.2mg/kg土，囊水田为48.7mg/kg土；而反硝化作用强度，稻季以青紫泥最高，黄泥土次之，乌沙土与白土较低，麦季则有所不同，以青泥土最高，次为白土，再次为乌沙土与黄泥土(表4)。

3. 耕层养分含量与稻麦产量的关系。耕层养分含量及其谐调程度是作物高产的物质基础。因为作物需求的养分量并不一样。为此，土壤农业化学家对磷钾养分进行分级，作为作物合理施肥的依据，但是从作物产量同养分含量的关系看，相关性并不显著，说明作物产量高低并不完全决定于养分含量。土壤基础肥力不同所体现的产量差异称之为地力级差，造成地力级差的原因很多，有的由障碍因素决定，有的由土壤耕层物理化学性质决定，有的则由耕层养分水平及谐调状况决定。就土壤分类级别而言，前者可能同土类与亚类差异有关，而后者则与土种与变种之间的差异有关系。以太湖地区5种水稻土而言，耕层有机质与全氮含量以囊水田最高，依次为爽水田，滞水田，漏水田与侧渗田；速效磷量以爽水田为高，次为囊水田与漏水田，再次为滞水田与侧渗田；速效钾量以囊水田最高，依次为漏水田，爽水田滞水田与侧渗田，后三者母质类似，速效钾含量较低。而土壤的年亩产(两熟制)则以爽水田最高，次为漏水田与滞水田；再次为囊水田与侧渗田。这种养分含量与产量的不一致性，是由受土体构型所左右的水分与养分的谐调程度决定的，其机理需要进行研究。

在平原地区土壤基础肥力水平多由母质类型与土壤质地所决定。例如，青紫泥与青泥白

表5 几种土壤的养分状况

土 壤	有机质 gk ⁻¹	全氮 gk ⁻¹	速效磷 N—mg /kg	速效钾 K—mg /kg	标 本 数
青紫泥	31.5	2.03	5.6	88	26
青泥白土	33.5	2.03	6.7	90	32
黄泥土	29.6	1.80	7.2	70	25
黄松土	28.1	1.84	7.6	63	22

表6 几种土壤的基础肥力水平比较

土 壤	作物产量(公斤/亩)					
	水稻(后) A	B	B/A × 100	三 麦 A	B/A × 100	
青紫泥	172	138	80	139	76	55
青泥白土	268	211	79	108	24	22
黄泥土	240	226	94	305	189	62
黄松土	277	242	88	281	187	66

A—施肥区产量； B—无肥区产量

土，黄泥土与黄松土，耕层有机质含量与氮、磷、钾含量相差无几(表5)，但产量却不同(表6)。

土种或变种间耕作层养分或物理性质的差异也可导致土壤基础肥力的级差。例如，白土与鱗血白土；马肝土与马丝马肝土等等。试验表明，早稻亩施20公斤硫酸，鱗血黄泥土亩产461公斤，而一般黄泥土仅328公斤，相差百余公斤。

江苏省位于长、淮、黄、钱四河入海间尾，沉积物覆盖面大而地势低洼，水资源丰富，南北跨度大，而且海岸线长，影响作物高产的土壤障碍因素有盐碱、沙薄、渍涝等等。由于自然条件与低产田比例不同，作物产量还有明显差异，基于地区间的差异，高、中、低产划分标准应有所区别。如用基础产量为依据用来区分高、中、低田的话，那么，在徐淮地区水稻基础产量以440—381公斤为高产田，380—321公斤为中产田，低于320公斤为低产田；小麦依次高产田为204—251公斤，200—100为中产田，100公斤以下为低产田；江淮与江南地区在两熟制条件下，水稻440—500公斤为高产田，440—320为中产田，低于320公斤为低产，依此估计3个地区的高中低产田面积比例列于表7。

表7 3 地区高中低产稻的面积比例 (面积单位：万亩)

稻田类别	徐淮地区		江淮地区		江南地区		影响地力级差的因素
	面积	比例%	面积	比例%	面积	比例%	
高产田	185.3	20	533.1	30	240.2	20	养分失调 耕性不良
中产田	370.6	40	710.8	40	725.5	50	质地不良 漏水漏肥
低产田	370.6	40	533.1	30	435.3	30	土体构型不良有障碍层

现将3种稻田类别的地力级差及其影响因素，分析于下：

1. 低产田。这类稻田均具有一定的障碍层，土体构型不良水气不协调，如潜育层、埋藏腐泥层、白土层、粘化层及地下水矿化度过高等等。除后者外，这些障碍层如果位于50厘米左右，在江淮与江南地区则影响土壤渗漏与滞水，导致旱作物渍害，但在徐淮地区不是危害三麦，而是危害秋熟旱作物。因为徐淮地区春雨少以旱为主。所以障碍层的影响因地区不同而异。如果上述障碍层位近根际层则影响根系生长。

2. 中产田。主要系质地不良，如过沙过粘，漏水涌水，潜在肥力水平低，如徐淮地区的沙土、淤土、两合土的地力级差主要决定于潜在肥力水平，其间的差异是由质地沙粘造成，加之保水性能差异大，所以地力级差明显，江南地区圩田中的乌栅土与青紫泥地力级差可达60—65公斤/亩。这主要决定于母质的风化程度。前者为中性—微碱性，后者为中性—微酸性。

3. 高产田。高产稻田指土体构型好，养分含量与耕层物理性质欠佳，如淤土与红花淤土，黄泥土与僵黄泥土，白土与鳝血白土，乌栅土与鳝血乌栅土等等，这些土种或变种之间的差异，有的系起源土壤间的残留性质，有的是耕作熟化程度的差异，这些差异在作物产量上的反映可以耕作施肥措施予以弥补。例如，太湖地区的淀浆白土，60年代前，耕层有机质含量一般低于 18gkg^{-1} ，淀浆明显，而今有机质含量起超过 20gkg^{-1} 有的达 $22-26\text{gkg}^{-1}$ ，淀浆性消失。经验表明，由淀浆到起浆在以粉砂量50%左右的土壤上轮作3年绿肥或增加稻秆还田量，耕性可较快的得到改善。

总之，形成土壤肥力级差的原因很多，应分别不同土壤分类单元与级别深入研究。有些低产因素可随耕作制的改变而消失，甚或反弊为利，如砂姜黑土种稻后，低产田变成了高产田。

改良低产田的目的是培育肥沃土壤。对于肥沃水稻的特征及其环境条件，国内外均有不少文章予以论述，但难以制订一个统一的标准。因为各地的管理水平及耕作制度均不相同。在江苏省由于耕作制比较复杂，而且水稻与旱作对土壤条件的要求又差别甚大，所以对肥沃水稻土制定一个通用标准是十分困难的。一般而言，表8中所列指标可供参考。

表8 肥沃水稻土(对水旱作物均易获高产)的某些指标

目 项	指 标	
有机质与养分含量	有机质(g/kg)	18.0(25.0)—28.0(35.0)
	全 氮(g/kg)	1.20(1.50)—0.10(2.50)
	速效磷(P_2O_5 , mg/kg ⁻¹)	>20
	速效钾(K_2O , mg/kg ⁻¹)	>80
土 壤 特 征	耕层 (cm)	15—18
	渗育层厚度(cm)	30—40
	旱季地下水位(cm)	60—70或100
	日渗漏量(mm)	7—20
	剖面质地与变异状况	中壤—轻粘，耕层心上层粘粒比1.0—1.2
生 产 条 件	田面平整	平整，水层均匀
	灌 溉	有保证
	排 水	及时排出地面水与土中水

上表所列指标是相对的。如以基础肥力水平为依据，通过进一步研究可以较确切的确定各项指标。例如，土壤有机质含量仅仅是潜在肥力指标，这涉及到腐殖质性质及其矿化速率，只有在水气状况类似，并不成为障碍因素情况下，土壤有机质含量水平与氮素的供应能力的相关性方能体现出来，同时土壤中有机质的积累是一个缓慢过程，并同水热状况、质地与pH值有关。所以，对徐淮地区水稻土而言，有机质最高标准定为 18gkg^{-1} ，经过长期培肥是可以达到的。土壤有机质含量为 18gkg^{-1} 全氮量约在 1.2gkg^{-1} 左右，可以维持小麦基础产量在100公斤与水稻在300公斤上下水平。至于速效磷与速效钾水平仍与全国标准一致，因为我省缺磷缺钾的土壤面积较大，尤其缺钾土壤的面积有扩大趋势。

旱季地下水位与日渗漏速度在江淮与江南老稻区的意义远大于徐淮及沿海新稻区。在新稻区(除少数沼泽型稻田外)，一般地下水位较低，且雨季与三麦等夏熟作物抽穗、扬花与成熟期不同步，无渍害发生。同样，渗育层虽是协调水气矛盾的指示层，但它对新稻区亦无实

(下转第23页)

表 5 紫云英、稻草在培养分解过程中水溶性有机物中的酚类和非酚类物质的变化

植 物 料	培 养 时 间 (天)	非 酚 物 质 (g/100g)	酚 类 物 质 (g/100)	非 酚 / 酚
紫 云 英	2	5.47	0.67	8.2
	5	3.42	—	—
	40	1.79	0.36	5.0
稻 草	2	0.48	0.47	1.01
	5	0.42	0.36	1.20
	40	0.36	0.25	1.40

* 记录的峰面积称重, 比较相对量。

表 1 紫云英和稻草在培养分解过程中(加土培养)水溶性有机物中酚类及非酚类物质变化

处 理	非 酚 物 质 (g/100g)	酚 类 物 质 (g/100g)
紫云英 + 砖红壤	0.63	0
紫云英 + 红壤	3.22	0
紫云英 + 砂壤土	5.87	0.01
稻草 + 砖红壤	0.56	0
稻草 + 红壤	1.71	0
稻草 + 砂壤土	1.94	0.062

* 记录的峰面积称重, 比较相对量。

土壤中的氧化铁所氧化。

关于植物物料在培养分解过程中, 水溶性有机物中二价硫的含量均为痕迹问题, 经循环伏安法测定证实: 在扫描电压区间内出现亚铁还原峰, 表明由氧化铁还原而进入水溶液中的亚铁足以与二价硫形成 FeS 。这在强还原性条件下, 土壤中 H_2S 不会过多的积累提供了论据。

(上接第 7 页)

际意义。

关于肥沃稻田的培育及其调节, 归纳起来不外乎治水改土、有机肥改土和轮作改土等等。治水改土主要包括区域治水防涝、田间沟渠设施排渍, 进而发展到水稻湿润灌溉。鉴于目前绿肥面积缩小, 有机肥料归还量减少, 土壤有机质含量在某些地区有下降趋势, 有机肥改土应研究各种土壤应归还多少有机物料方可维持其分解积累平衡。多熟制(包括轮作套种和复种)是增产的主要途径之一, 试验表明, 两熟制与三熟制的合理运筹应以土壤肥力为依据, 在爽水、滞水与涌水水稻土三熟制比两熟制可增产增收。

总之, 通过各种改土培育措施提高中、低田基础肥力水平, 是消除地力级差的基础工作, 在消除地力级差基础上以发挥稻田增产潜力, 从而方可实现稳产高产与优质低耗的农业生产体系。

参 考 文 献

- [1]徐琪等, 太湖地区水稻土, 上海科技出版社, 1980。
- [2]苏州市土普办, 苏州地区土壤志, 省土普办, 1985。
- [3]中国农科院主编, 水稻栽培学, 农业出版社, 1986。
- [4]伍期途等, 太湖地区主要类型土壤的反硝化势, 土壤, 20卷6期, 1988。