

两种不同结构性的黄泥土 对早稻吸收养分的影响*

徐富安 许绣云

(中国科学院南京土壤研究所)

THE EFFECT OF DIFFERENT STRUCTURES OF PADDY SOIL ON THE NUTRIENT ABSORPTION BY EARLY RICE PLANTS

Xu Fu-an and Xu Xiu-yun

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing)

太湖地区由麦稻二熟制大面积改为麦稻稻、肥稻稻双三制以来,由于土壤全年渍水时间的增加和不合理耕作等方面原因,一些地区出现了土壤结构性变差的现象。田间大土块增加,土团变硬(抗压碎强度增加)、变僵(粗孔隙减少、细孔隙增加)^[1]。这种耕层土壤结构性变劣现象,在旱作时使耕犁阻力增加,耕作质量下降,影响麦子的出苗和根系伸展。为了解这种土壤结构性变劣现象在渍水期间对水稻生长的影响,我们选用同种黄泥土中结构性好的和差的两块田,进行了养分供应情况的一些初步研究。

一、供试土壤的基本情况

供试土壤采自江苏省无锡县,一个土样为通气爽水的鳊血黄泥土(以下简称鳊血土),作物易早发,宜稻宜麦;另一土样为囊水的僵板黄泥土(以下简称僵板土),据观察,麦子常年生长不良。早稻在早栽低温等条件下,常会出现严重僵苗现象。两块田的成土母质一致,底土为下蜀系的黄土性物质,上层为湖积物质。土壤质地均属粘质粗粉粒重壤土。供试土样的基本性状见表1。

两种土壤的结构性有显著的差异,鳊血土耕作层土团比较圆润少棱角,表面粗糙,垒结疏松多孔隙。麦根在土团内穿扎多,发育良好。而僵板土耕作层多屑粒状结构,团聚体表面光滑多棱角,内部土粒排列致密紧实,孔隙较细少。麦根多沿土团裂隙伸展,很少扎入土团内,根系发育不良,多呈鸡爪状。僵板土耕层总孔隙度比鳊血土少6.5%,pF2时通气孔隙度少9.2%,而小于5微米的细孔隙却较多。由于细孔隙多,僵板土的持水能力

* 本工作承蒙姚贤良、朱兆良同志指导。

表 1 供试土壤基本理化性状

土壤	机械组成(%) (粒径:毫米)		容重 (克/厘米 ³)	总孔隙度 (%)	非毛管 孔隙度 (%)	pF2 时 通气孔隙 度 (%)	<5 微 米孔隙 占总孔 隙度%	水田渗 漏量 (毫米/ 日)	pH	有机质 (%)	全氮 (N) (%)	磷(P)		钾(K)	
	<0.01	<0.001										全磷 (%)	速效磷 (ppm)	全钾 (%)	速效钾 (ppm)
僵板土	50.0	22.0	1.25	52.6	5.6	8.5	84.4	2	6.24	3.02	0.174	0.047	7.8	1.20	84.8
鳝血土	53.8	26.0	1.09	59.1	12.8	17.7	61.6	10	6.66	2.87	0.167	0.082	29.8	1.30	149.8

很强。僵板土泡水后,耕层存在许多大僵块。据田间测定,渍水四个月,僵板土大于 3 厘米土块仍占耕层土壤的 32.9%, 小于 1 厘米的小土团占 44.4%, 而鳝血土则分别占 12.8% 和 69.7%。据群众反映,田间僵土块多是严重影响水稻发棵的重要原因之一。鳝血土的日渗漏量比僵板土大四倍。麦季雨后三天测定,鳝血土固、液、气三相比为 1:0.9:0.6, 而僵板土则为 1:1:0.2。

二、不同结构特性土壤上早稻对养分的吸收

为了解不同结构特征土壤对早稻吸收养分的影响,进行了盆栽和田间试验。盆栽试验采用未经风干新鲜土样,每盆装粒径<30 毫米土团 2.3 公斤(按干土算),然后按每公斤干土施 N、P₂O₅、K₂O 各 0.217 克(肥料为 (NH₄)₂SO₄, KH₂PO₄ 和 K₂SO₄)。随机排列,重复六次。田间试验为 3.35 平方米微区,四周用塑料板插至犁底层与外围土壤隔绝。重复二次。栽秧前,按每亩施硫酸 40 斤、过磷酸钙 50 斤、氯化钾 20 斤。分蘖期按每亩追施硫酸 40 斤。

表 2 不同结构性土壤对早稻吸收养分的影响

试验条件	生育期	N			P			K		
		僵板土	鳝血土	增减%	僵板土	鳝血土	增减%	僵板土	鳝血土	增%
田间试验 (斤/亩)	分蘖期	4.6	6.3	37.0	0.4	0.7	75.0	2.8	3.9	39.3
	成熟期	15.5	16.1	3.9	2.8	3.1	10.7	13.8	17.3	25.4
盆栽试验 (毫克/盆)	分蘖期	69.4	86.7	24.9	4.29	8.20	91.1	45.0	62.2	38.4
	成熟期	470.7	419.9	-10.8**	88.68	86.47	-2.5N.S.	441.3	563.3	27.7**

** : P<0.01; N. S.: 未达显著。

从表 2 资料看,两种土壤中早稻不同生育时期的养分吸收量有变化。在分蘖期,鳝血土上水稻所累积的氮、磷、钾量都明显的高于僵板土,其中尤以磷的差异为最大。这在田间和盆栽试验中都有相同趋势。成熟时,两种土壤上水稻吸收氮量间的差异基本消失。在盆栽中,僵板土上的水稻吸收的总氮量甚至转而高于鳝血土。水稻植株内磷素累积量间的差异也基本消失,而钾素累积量鳝血土仍明显的高于僵板土。最后,由于田间微区面积较小,采样次数密,田间扰动多等影响,两处理的水稻产量均不高。鳝血土略高于僵板土,但未达到显著水平。

三、讨 论

僵板土分蘖初期的土壤养分供应不足是当前农业生产的难题之一。如不用大量化肥促苗,就不可能获得应有的有效分蘖,但如大量施用化肥,则至分蘖盛期难于控制,导致无效分蘖增多,成穗时的空秕多,产量也往往不会很高。

造成水稻早期养分吸收上的差异的原因很多,但看来可能主要与下面二个因素有关:一方面土壤僵硬影响生物活性而降低了养分的释放;另一方面,田间僵块多并在短时期内难于化开则影响到养分离子的移动和根系的伸展,以及土和根的联系。

结构性好的鳝血土,泡水后,土块容易化开,田间僵土块较少。僵板土结构性不良,田间不但大土块多,而且土团粘闭紧实,据测定,这种僵土块的总孔隙度为 47.5%,其中小于 5 微米的细孔隙为 44.1%,占总孔隙度的 92.8%。这种细孔隙含量高的土团,由于土粒排列致密,不经风干,外部水分很难透入土团内部,泡水后土块不易软化。据观察,僵板土泡水半个月后,田里仍发现不少这种未被水浸透的僵土团。这就会妨碍稻苗根系的伸展,使根与养分接触的机会减少,影响根对养分的吸收。

另外,粘质水稻土中,土壤板硬,大土块多是不利于氮素矿化的^[2,3]。我们曾用这两种黄泥土的新鲜土样进行短期渍水培育,以比较其矿化氮量(表 3)。其试验方法:将收稻时新鲜土块不经风干剥成 5—20 毫米粒径土团,在 40℃ 下加塞渍水培育 7 天。收麦时新鲜土则是在田间直接选取 50—70 毫米大小土团各 20 个,在盆钵中露天渍水培育 9 天。试

表 3 土壤渍水培育矿化氮量¹⁾

土 壤		培育结束总 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量		培育中释放 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量 ³⁾	
		ppm	%	ppm	%
收稻时新鲜土 ²⁾	僵 板 土	9.5	100.0	9.1	100.0
	鳝 血 土	15.5	163.2	13.9	152.7
收麦时新鲜土 ²⁾	僵 板 土	7.8	100.0	—	—
	鳝 血 土	27.6	353.8	—	—

1) ppm 数均以烘干土为基础。

2) 收稻时新鲜土含水量:僵板土和鳝血土分别为 41.4% 和 42.9%,而收麦时分别为 33.5% 和 32.8%。

3) 培育中释放 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量=培育结束总 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量-培育前 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量。

验结果表明,鳝血土的有机质和全氮含量虽不及僵板土高,由于土块泡水后易于化开,在渍水初期矿化氮量却高于僵板土。僵板土的不良结构性影响了水稻根系伸展和土壤氮素的释放速率,从而影响了水稻前期对氮素的吸收。

随着水稻生长期的推延,土块不断变软和化开,水稻根系进一步伸展,氮的矿化可能增多,吸收利用也较充分。因此,到成熟期僵板土和鳝血土上水稻吸收氮素的差异即行消失,甚至相反。这反映出不同结构性的黄泥土供氮特性上的差异,即鳝血土表现为早发,而僵板土则表现为晚发。

用 ^{32}P 进行了磷素向僵土块内移动性的试验,结果表明,经 73 天后, ^{32}P 大多仍集中

于僵土块表面 1—2 毫米处¹⁾。这使我们有理由相信当田间土团未软化时,由于根系难以扎入这些土团,土团内的磷素是水稻所无法利用的。由于磷素的移动距离很短,要增加水稻的吸磷速率,就要求水稻根系迅速的伸展和散布开来,僵板土泡水初期多僵块的情况影响根系的伸展,不利于磷的吸收。这也是目前僵板土上早稻前期发生缺磷僵苗的一个原因。

与氮素一样,随着水稻生长的推延,两种土壤上吸收磷素的差异即行消失。尽管两种土壤的速效磷差异较大,但僵板土的速效磷也已达到 7.8ppm 的水平,已能基本满足水稻的要求^[4]。因此,水稻生长后期磷素吸收差异的消失是可以理解的。

两种土壤上水稻吸收钾素的差异,除不同结构性土壤影响根系伸展从而影响钾的吸收外,看来比较明确的原因是僵板土的速效钾水平很低。从表 4 可看出,从用风干土浸提测得的土壤速效钾量,僵板土达到了 85ppm,已不算是低水平的了^[5]。但是,当用新鲜土直接浸提时,测得的速效钾量两种土壤差异就较大。僵板土孔隙组成不良,细孔隙多,土壤持水性强,田间渗透性又差,土壤常处于过湿状态,不利于土壤钾的释放。由于僵板土供钾水平低,因此,即使到了成熟期,两种土壤上水稻吸钾量仍保持了明显的差异。这些资料也表明,在这类粘质水稻土中,速效钾测定中土壤样品的处理问题值得进一步研究。

表 4 不同浸提条件下土壤速效钾量(K, ppm)

土 壤	风干土浸提 (A)	新鲜土浸提 (B)	$\frac{A}{B}$
僵 板 土	84.8	19.0	4.46
鱗 血 土	149.8	65.0	2.30

1 N NH₄Ac 浸提,火焰光度计测定。

综上所述,两种土壤上水稻不同生育期吸收养分上的差异,不仅与土壤结构性有关,也与土壤养分供应能力等因素有关。由于这些试验早期施用了充足的氮磷钾肥,因此,造成水稻早期吸收养分上差异的原因,可能主要与土壤结构性的不同对根系伸展的影响不一样有关。

参 考 文 献

- [1] 姚贤良、赵渭生、于德芬、许绣云,1978: 高产水稻土结构特征的初步研究。土壤学报,第 15 卷 1 期 1—12 页。
- [2] 程云生,1965: 水稻土的软硬度对水稻分蘖期生长的影响。土壤学报,第 13 卷 4 期 463—464 页。
- [3] 中国科学院南京土壤研究所主编,1978: 中国土壤。365 页,科学出版社。
- [4] 朱兆良、廖先苓、蔡贵信、俞金洲,1978: 苏州地区双三制下土壤养分状况和水稻对肥料的反应。土壤学报,第 15 卷 2 期,126—137 页。
- [5] 张效朴、杜承林、马茂桐、陈际型、贾义、谢建昌,1978: 江苏省土壤钾素的供应能力与钾肥施用问题。土壤学报,第 15 卷 1 期,61—74 页。

1) 许绣云、徐富安: 水田土壤结构对磷素移动影响的初步研究(1980 年,资料)。