

高产水稻土结构特性的初步研究

姚贤良 赵渭生 于德芬 许绣云

(中国科学院南京土壤研究所)

随着稻、麦的持续高产,高产稳产水稻土的土壤条件日益受到重视,不少单位进行了专门研究(上海市农业科学院土肥植保研究所土壤组,1975;广东省农业科学院土肥所土壤组,1976;中国科学院南京土壤研究所苏南调查组,1977)。但研究的内容多偏重于土壤的农业化学性状或土壤形态的描述,而较少进行土壤结构性的研究。实践表明,土壤结构性是高产水稻土的重要特征之一。对于重质土壤而言,耕层疏松多孔是好的土壤结构,反之,如果耕层板结,耕翻后硬土块较多,则为不良的土壤结构。近年的研究还指出,良好的土壤结构,在植稻期间,对土壤中养分的释放和移动,根系的伸展均具有良好的作用¹⁾。所以研究水稻土的结构特性,找出高产水稻土的结构特征,不仅是生产所需,而且对进一步阐明水稻土的肥力实质在理论上也具有意义。

一、文献回顾

关于土壤结构的肥力意义及其对作物生长的影响,早在本世纪30年代,就开展过一场激烈的辩论。以威廉斯为首的结构学派认为土壤结构是土壤肥力的基础,并把以钙和腐殖质胶结的直径为10—0.25毫米的水稳性团粒的含量多寡,作为评定土壤结构好坏的指标(Вильямс, 1947)。如反结构学派 Ахромейко 等(1930)则认为土壤结构对肥力和作物生长不起作用。由于反结构学派的论点,绝大部分都是建立在盆栽试验结果的基础上,在盆栽中结构对肥力及作物生长的影响往往是难于反映的,而作为农业的作物生产是在大田进行的,因此,反结构学派在这场争论中未能占到上风。但是,威廉斯的团粒结构学说,当时也还缺乏足够的数据,且腐殖质既有改土作用,又有营养作用,所以在科学上还难于确切地阐明土壤结构的肥力意义。到50年代初期,不含营养物质的人工合成结构剂问世,对土壤结构在调节土壤肥力及影响作物生长的作用方面,认识逐步趋向一致。然而,迄今为止对于土壤结构的概念及评价,仍未取得一致的意见。Качинский (1963)认为,在农学上有意义的土壤结构,除土壤的团聚体具有水稳性和力稳性外,还要多孔性。Russell (1971)提出结构孔隙(即土壤最大容重以上的全部孔隙)的概念来评定土壤的结构性能。Baver (1974)认为土壤结构是土壤原生颗粒和次生颗粒(包括团聚体)的空间排列及其排列形式。Kirkham Don (1974)对土壤结构的涵义提得更广泛,他认为,评定土壤结构,除了评定土壤颗粒(包括团聚体)外,尚须考虑土壤的孔隙大小分布;土壤的通气性、透水性;不同水分吸力时土壤的持水量、生物活性、容重等;有时还要重视底土的结构特

1) 徐富安、许绣云:水稻土某些物理条件对营养条件的影响(1977,资料)。

征,因它对土体排水十分重要。Gardner (1977)更进一步指出,近代土壤结构的研究已进入土壤颗粒的空间排列对水流、热流和气流的影响,也即是对肥力诸因素的数量影响。

如上所述,对土壤结构的认识和评价,各家虽各有自己的观点,但也有一些共同点,即都不否定作为结构个体的土壤颗粒(包括团聚体)的作用;都强调作为结构整体来看的土壤孔隙性的重要作用;都重视颗粒的空间排列所引起的不同孔隙性对肥力因素的影响。近代物质结构的研究表明,每一种物质均有自己固有的结构,而这些固有的结构必具有特定的功能。结构和功能是不可分割的整体。土壤作为一种物质,也应把它的结构和结构的功能统一起来研究。土壤结构的概念和研究领域似应比以前更广泛,不能仅限于水稳性团聚体的含量;个别结构特性的肥力意义未必是绝对的,它将因生物气候条件、土壤特性和农作制度的不同而异。如水稳性团聚体的含量对防止水土流失和改善砂板田孔隙性等方面非常重要,但对粘块含量较多的重质水稻土,有时则可成为影响养分释放和根系穿插的障碍因素。

水稻土中无土壤结构以及它们对土壤肥力及作物生长的影响,目前仍有争论。一方面,因对结构的认识不一,另外,最主要的,我们对淹水情况下,土壤结构的特性和作用还很少了解。比如对水稻土的固相颗粒的组成、排列及其与气、液两相以及根系的伸展和攫取养分的关系等一系列知识到目前为止,仍十分贫乏。近年来日本、印度虽对水稻土的结构有所研究(Kitagaw, 1977; Dhoot et al., 1974; Sadamanda et al., 1976),但多偏重于水稳性团聚体数量或形成机理。

1975年以来,我们对苏南地区水稻土的一些结构特性进行了研究,企图找出高产水稻土的结构特征;1965年我们在这方面也曾进行过一些工作,现将初步结果一并整理,作一报道。

二、研究对象和方法

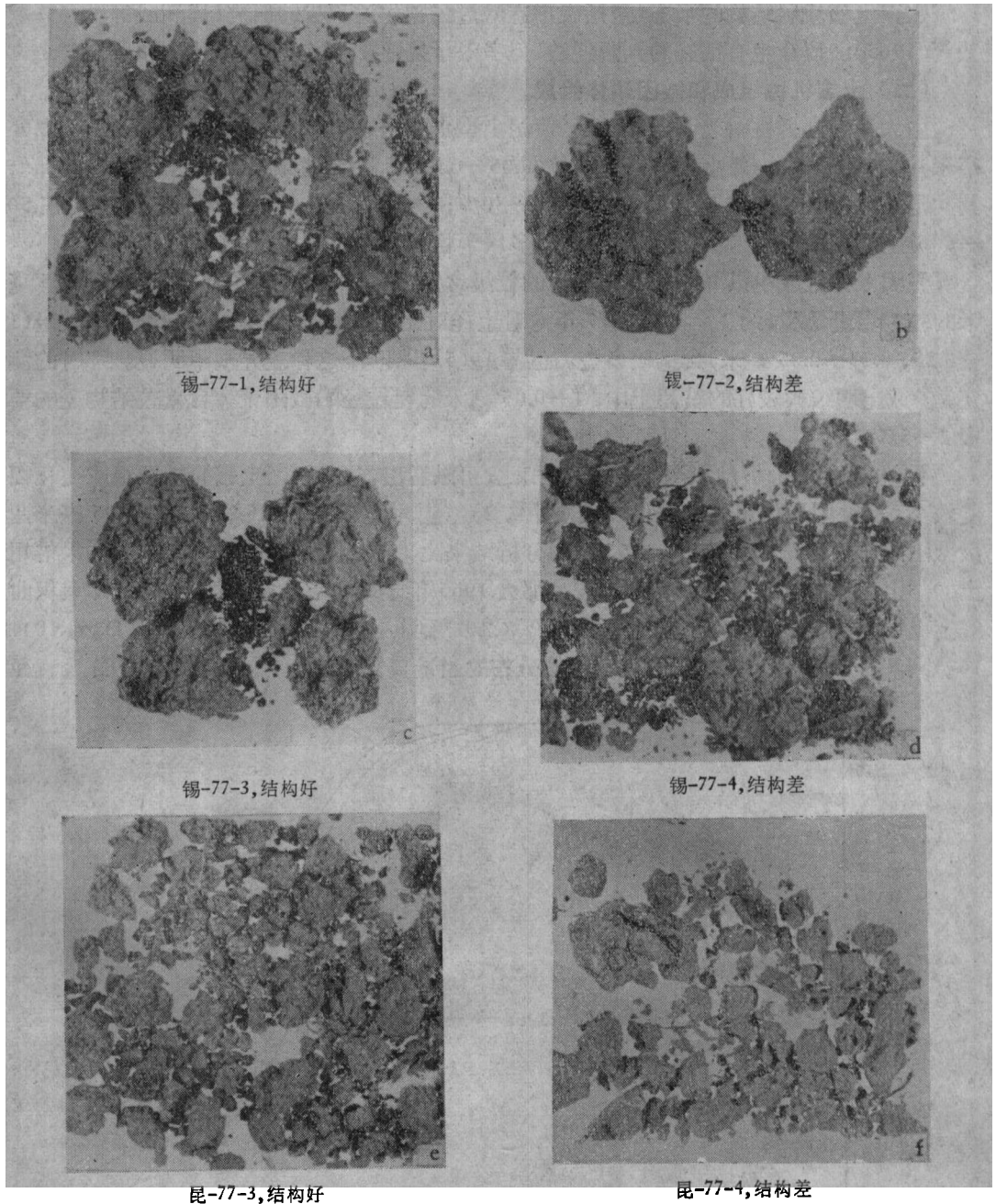
供试土壤采自江苏南部无锡、昆山和吴县等县各公社。于麦季时采集。根据当地农民判别土壤结构好、差的经验和对土壤生产特性的介绍,结合剖面形态观察,分别选择耕层结构好、差的土壤。每一土壤采耕层或耕层及亚耕层两层原状土。在实验室内对供试土壤进行了形态观察;土壤的机械组成和微团聚体组成用吸管法测定;孔隙性用环刀法;原状土的胀缩性能用干湿容重减差法;风干土块的抗压强度用无侧限压力仪测定;有机质含量用丘林法;无定型三氧化铁用太姆液提取。

三、研究结果和讨论

(一) 耕层结构的形态特性

苏南地区由两熟制改为三熟制后,有些地方由于湿耕湿耙次数增多,土粒充分分散,愈排愈紧,使土体粘闭;再因土壤渍水时间延长,土体中缺乏明显的干湿交替过程,耕层中较难形成自然崩解的团聚体,一般情况下,秋耕后的土垡要经人工多次破碎才能形成土块。结构差的这种土块棱角明显,表面光滑,土体致密,少见根的穿插(照片 1 b、d、f),泡

水后,不易散开,有时淹水 20 多天土块仍是外湿内干,稻根不易扎入,养分不易释放,常影响双季早稻的发棵。但在高产水稻土的耕层中却具有不少良好的土壤团聚体(照片 1, a、



照片 1 水稻土耕层土团的形态特征 (放大一倍)

注: 1) 照片由本所资料室崔荣浩同志协助拍摄

2) 照片 1-a、c、e 均系土壤结构较好的水稻土, 分别采自无锡县红旗公社西塘生产队; 无锡县前洲公社北圩大队; 昆山市周庄公社劳动大队。照片 1-b、d、f 均系土壤结构较差的水稻土, 采自上述相应公社的不同田块。

c、e)。它们都比较圆润,表面粗糙,裂痕多,泡水后易散成小粒,对双季早稻早发苗十分有利。

水田土壤耕层结构的形态(包括微形态),过去曾作过不少的研究(樊润威等,1963;熊毅等,1965)。群众也有很好的判断经验,但多限于描述,今后应从数量化方面研究。

(二) 土壤机械组成和微团聚体组成

由大量的分析材料表明,苏南地区黄泥土型水稻土的机械组成中,砂粒(直径 1—0.05 毫米)的含量最少,一般小于 5%;粗粉粒(0.05—0.01 毫米)含量最多,一般在 40—50%间;其次是粘粒(小于 0.001 毫米)含量,达 20—30%;物理性粘粒(小于 0.01 毫米)一般在 50—60%之间。按苏联卡钦斯基质地分类,多属于粗粉粒粘质重壤土。

微团聚体组成中以 0.05—0.01 毫米的粒级含量最高,一般在 50—60%间;1—0.25 毫米的粒级含量最少,约 2%。据 1977 年 6 对土样对比,土壤结构较好的,似乎粗颗粒级(1—0.25, 0.25—0.05 毫米)含量较多些。但与 1965 年相比,这种差异很不明显。那时的测定,多数土壤结构较好的黄泥土中,1—0.05 毫米的粗粒径的微团聚体含量较结构差的要多 2—5%。

将 1965 年的分析结果与 1977 年的相比,可以看出,这一地区土壤的机械组成变化幅度较小,而微团聚体组成则变化较大(图 1, 2)。其中尤以 1—0.25 和 0.25—0.05 毫米两级微团聚体的含量变化较大,1965 年的分析结果比 1977 年的要高 10—20%。如果借用土力学上常用的当量直径概念作比较,那么 1965 年土壤颗粒分布曲线上 D_{50} (即累积曲线上土壤颗粒重量占 50% 时的直径)为 9×10^{-3} 到 6×10^{-3} 毫米,1977 年的 D_{50} 为 10×10^{-3} 到 5×10^{-3} 毫米,两者的土壤颗粒分布的当量直径相近。而微团聚体的当量直径

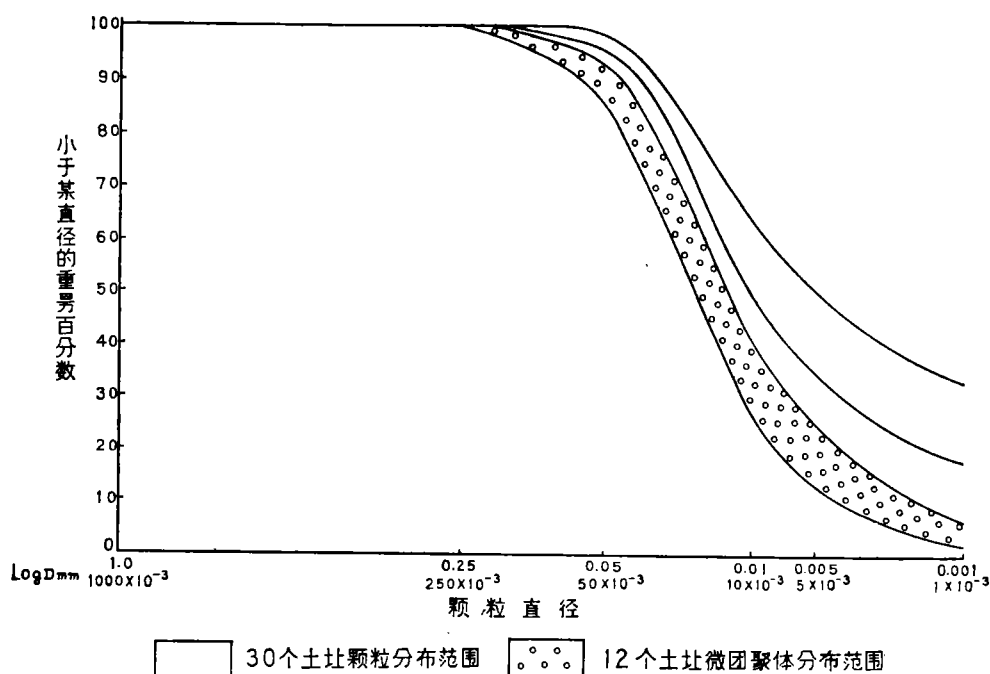


图 1 土壤颗粒和微团聚体大小分布曲线(1975—1977年)

D_{50} 则不同。1965 年的变幅为 30×10^{-3} 到 19×10^{-3} 毫米, 1977 年的 D_{50} 为 19×10^{-3} 到 13×10^{-3} 毫米, 1965 年耕层内 50% 含量的微团聚体直径比 1977 年要大 11×10^{-3} 到 6×10^{-3} 毫米。由于两次采集的土样并非在同一田块内, 所以这种比较只能说明一般的变化趋势。1965 年以后耕层内粗粒径微团聚体含量的减少, 可能受改制后渍水时间延长及湿耕、湿耙次数增多的影响。

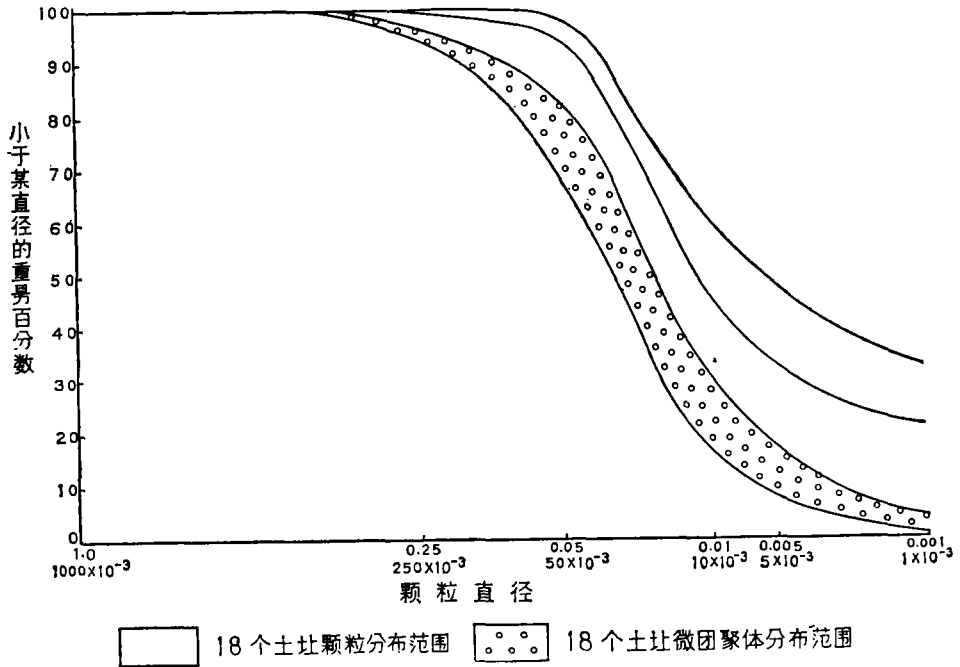


图 2 土壤颗粒和微团聚体大小分布曲线
(1965年)

(三) 耕层的孔隙性状

苏南地区的黄泥土型水稻土, 质地比较粘重, 要水稻早长早发, 必须改善土壤的通气条件, 要改善土壤通气条件必须增加土壤的孔隙度, 特别是非毛管孔隙度(或称田间持水量时的土壤孔隙度, 或通气孔隙度)。不少研究者曾将孔隙细分或按其不同大小直径的分配以估价结构性状 (Качинский, 1950; Boekel, 1963; Scott et al., 1958)。Boekel(1963)发现, 在粘质土壤中获得最高产量的土壤孔隙度为 48—50%; pF2 时的通气孔隙度为 14—17%, 如果孔隙度过高对作物产量也不利。Scott (1958)曾研究不同孔隙与水、肥及根系穿插的关系, 发现当孔隙的几何平均直径为 17.7—43.5 微米时, 湿度为 20 厘米水柱高的张力时, 向日葵的产量最高。Flühler (1973)将土壤通气孔隙分为三级: $< 5\%$; $5—7\%$; $> 7\%$, 并认为通气孔隙小于 5% 时就影响通气性, 其临界值为 5—7%。

从我们的研究结果来看, 土壤结构的优劣与土壤容重、孔隙度, 尤与非毛管孔隙度(田间持水量时的通气孔隙)密切相关。根据初步的统计结果(表 1), 高产水稻土的容重多数 < 1.20 , 非毛管孔隙度多在 5% 以上, 说明即使在田间持水量的情况下, 还有 $> 5\%$ 的通气孔隙度供耕层通气、透水。不少研究材料还表明, 土壤结构的好坏还与孔隙的稳定性密

表 1 土壤孔隙性状的分配情况

| 项 目 | 分 级 | 结构好的土壤(13个土样) | 结构差的土壤(13个土样) |
|-------------|-------|---------------|---------------|
| 容重(克/立方厘米) | <1.20 | 10(76) | 1(7) |
| | >1.20 | 3(24) | 12(93) |
| 总孔隙度(体积%) | >55 | 10(76) | 7(52) |
| | <55 | 3(24) | 6(48) |
| 非毛管孔隙度(体积%) | >5 | 10(76) | 2(15) |
| | <5 | 3(24) | 11(85) |

注：括弧中数字系占该样品数目的百分数。

切相关 (Russell, 1971), 土体的胀缩性能是造成孔隙不稳定的因素之一。如果胀缩性能小, 孔隙较稳定, 相反就不稳定。土体干(以收缩时的体积表示), 湿(以采样时的体积表示, 即 100 厘米³) 时容重的差, 在一定程度上能反映孔隙的稳定性。如表 2 所示, 土壤结

表 2 土样自然含水量时的容重和烘干(105°C)时的容重差(克/厘米³)

| 土样编号 | 群众反映的结构性 | 耕 层* | 亚耕层 |
|--------|----------|------|------|
| 锡-77-1 | 好 | 0.04 | 0.37 |
| 锡-77-2 | 差 | — | — |
| 锡-77-3 | 好 | 0.12 | 0.20 |
| 锡-77-4 | 差 | 0.15 | 0.16 |
| 昆-77-1 | 好 | 0.08 | 0.01 |
| 昆-77-2 | 差 | 0.19 | 0.24 |
| 昆-77-3 | 差 | 0.21 | 0.47 |
| 昆-77-4 | 好 | 0.30 | 0.49 |
| 吴-77-1 | 好 | 0.20 | 0.40 |
| 吴-77-2 | 差 | 0.28 | 0.41 |
| 吴-77-3 | 好 | 0.14 | 0.34 |
| 吴-77-4 | 差 | 0.16 | 0.49 |

* 耕层为五个重复的平均数, 亚耕层为三个重复的平均数。

构较好的耕层中, 既有较多的非毛管孔隙, 干湿容重差又较小。

(四) 耕层土块的压强

土块的压强(抗压强度)不仅影响田间耕作的难易, 而且也影响植物根系的穿插和土体中养分的释放。Fountaine 和 Payne (1954) 等指出, 粗圆柱形的大根伸到土团中需 17 磅/米²的力, 而细根伸到坚实土块中所需的力则要 43 磅/米²。Kirkham Don (1974) 的试验表明, 土块的压强与作物的产量呈很好的负相关。他指出, 如果土块坚硬, 根系需要消耗大量能量劈开土体以攫取养分, 从而减少了植物地上部分生长所需的能量。为了补足生长地上部分所需的能量, 就必须大量施用化肥。因此, 结构不良的土壤与结构良好的土壤相比, 要获得同样的产量, 须消耗更多的化肥。目前, 在西欧, 土壤抗压强度已越来越多的被认为是影响植物生长的主要土壤物理因素之一 (De Boodt, 1972)。

苏南地区水稻土, 由于上述种种原因, 耕层内的土块主要受耕作的影响。因此, 就难于应用土块大小来说明土壤的结构状况。土块压强主要受土壤含水量、土壤固相颗粒的

排列形式及其稳定性的影响,当含水量相近似时,主要受土壤固相部分的影响。因此,利用土块大小和含水量基本相同的风干土块进行压强测定,在一定程度上可反映土壤颗粒的排列及稳定程度,即土壤结构性能。研究结果(表 3)表明,18 个土壤结构较好的土壤,耕层风干土块的压强小于 30 公斤/厘米²的占 94%;而土壤结构较差的,大于 30 公斤/厘米²的占 64%。1965 年的测定结果也与此相一致,1965 年的结果表明,结构好的土壤,其团聚体的压强较小。

表 3 风干土块的压强(公斤/厘米²)的分布情况

| 土块压强 | <26 | 26—30 | >30 |
|--------------|--------|-------|-------|
| 结构较好的土壤(18个) | 12(66) | 5(28) | 1(6) |
| 结构较差的土壤(14个) | 1(6) | 4(30) | 9(64) |

注: 括弧中数字系占该样品总数的百分数。每个样品的土块压强的数据均系 20 个重复的平均数。

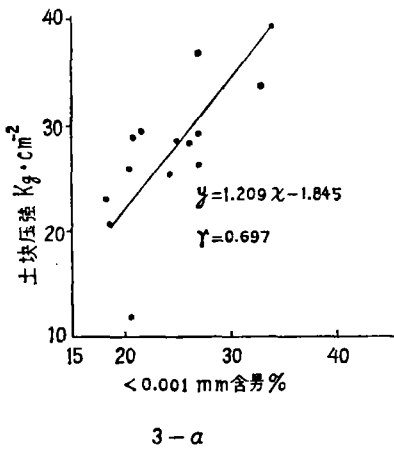
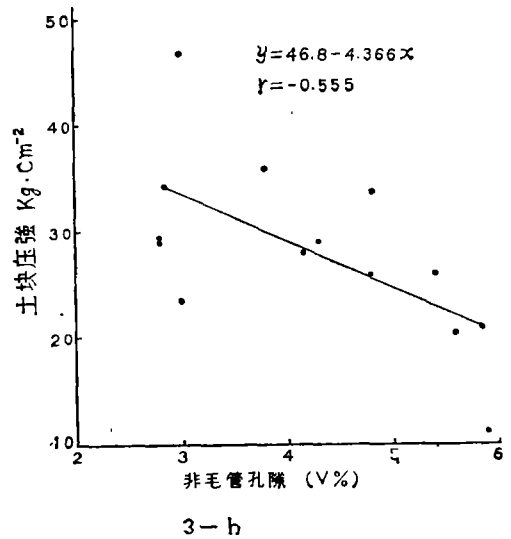


图 3 土块压强与颗粒含量、非毛管孔隙度及无定形三氧化铁的关系

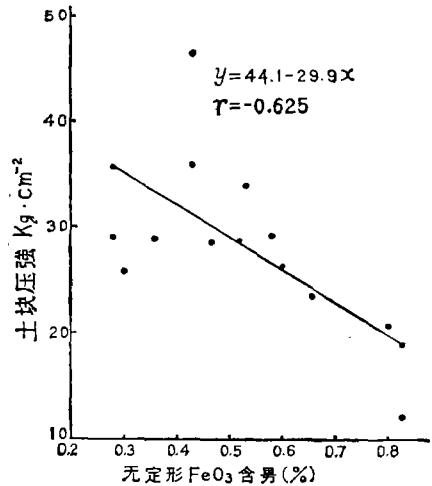
(1977年)

(五) 影响土块压强的因素

土块压强可在一定程度上反映水稻土的结构特征。研究其影响因素不仅可进一步阐明土壤颗粒的排列形状和性质,及其与根系伸展和养分释放的关系。而且还可为因土制宜地培育良好结构提供依据。根据 1977 年 12 个土样的统计分析,土块压强与粘粒(<0.001毫米)和物理性粘粒(<0.01毫米)的含量呈正相关,前者相关系数 $r = 0.697$ ($P < 0.02$);后者 $r = 0.635$ ($P < 0.02$);与土体的非毛管孔隙度和无定形三氧化铁的含量呈负相关,前者 $r = -0.555$ ($P < 0.06$);



3-b



3-c

后者 $r = -0.625$ ($P < 0.05$), 其回归线见图 3a, b, c。土块压强与有机质的含量和总孔隙度的相关性不显著, 前者 $r = 0.120$ ($P > 0.50$); 后者 $r = 0.135$ ($P > 0.50$)。

1965年曾对该地区黄泥土型水稻土 20 个土样进行了土壤团聚体压强(毛管含水量湿度)的影响因素统计分析。团聚体压强与粘粒的含量呈正相关, $r = 0.578$ ($P < 0.01$), 相关系数比 1977 年小; 与团聚体的孔隙度呈负相关, $r = -0.583$ ($P < 0.01$) (图 4a, b); 而与有机质和无定形三氧化铁的含量相关性不显著, 前者 $r = -0.033$ ($P > 0.50$); 后者 $r = -0.247$ ($P > 0.10$)。

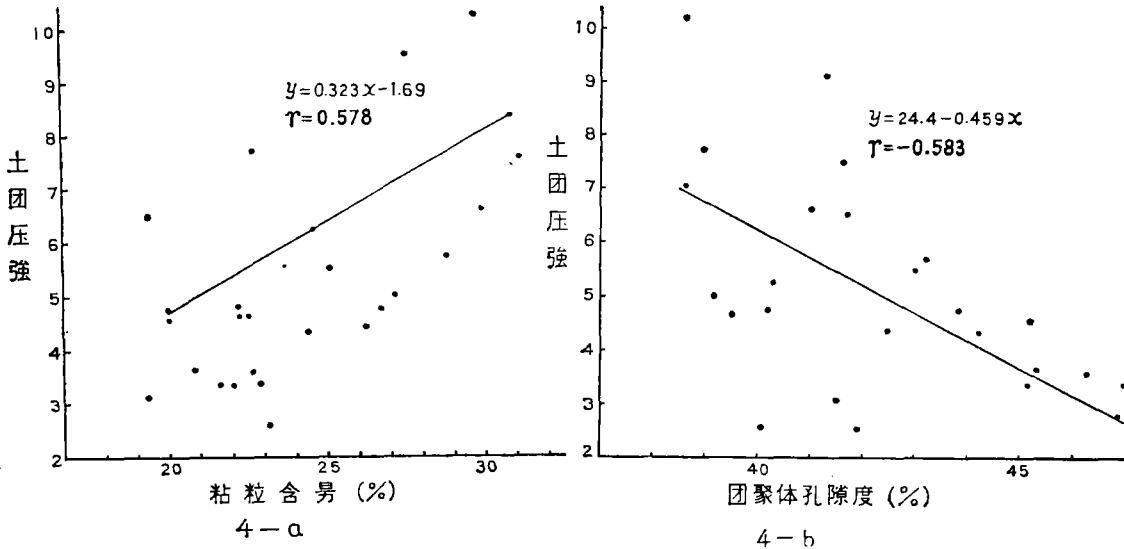


图 4 土壤团聚体压强与粘粒含量和团聚体孔隙度的关系
(1964年)

注: 土团压强为压破直径 5—7 毫米团聚体的公斤数值, 每一数值系 50 个重复的平均数。

(六) 耕层结构与土壤通透性的关系

苏南地区的水稻土, 随着水稻复种指数的增加, 土壤通透性的改善日趋重要, 土壤通透性的改善首先取决于土壤耕层结构的改善。根据 1976 年无锡县东亭公社 6 个剖面耕层土壤的分析结果 (表 4), 囊水田土块的压强比爽水田大, 囊水田的非毛管孔隙度 (2.0—2.5%) 低于爽水田 (6.1—9.0%)。所有剖面的犁底层中, 基本上没有非毛管孔隙 (图 5)。

表 4 耕层土块压强与通透性的关系

| 土样编号 | 东-76— | | | | | |
|------|-------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 8 |
| 群众反映 | 囊水 | 中等 | 囊水 | 爽水 | 囊水 | 爽水 |
| 土块压强 | 41.4 | 29.0 | 28.1 | 22.2 | 31.7 | 29.4 |

由于土壤孔隙性状不同, 各剖面之间的水分物理性质也不一样。耕层的自然含水量因当时的茬口不同而异, 红花 (紫云英) 茬的土壤较其他茬口的含水量略高。耕层的田间持水量受非毛管孔隙度的影响, 所以爽水田略低, 而囊水田略高。所有剖面的犁底层中的

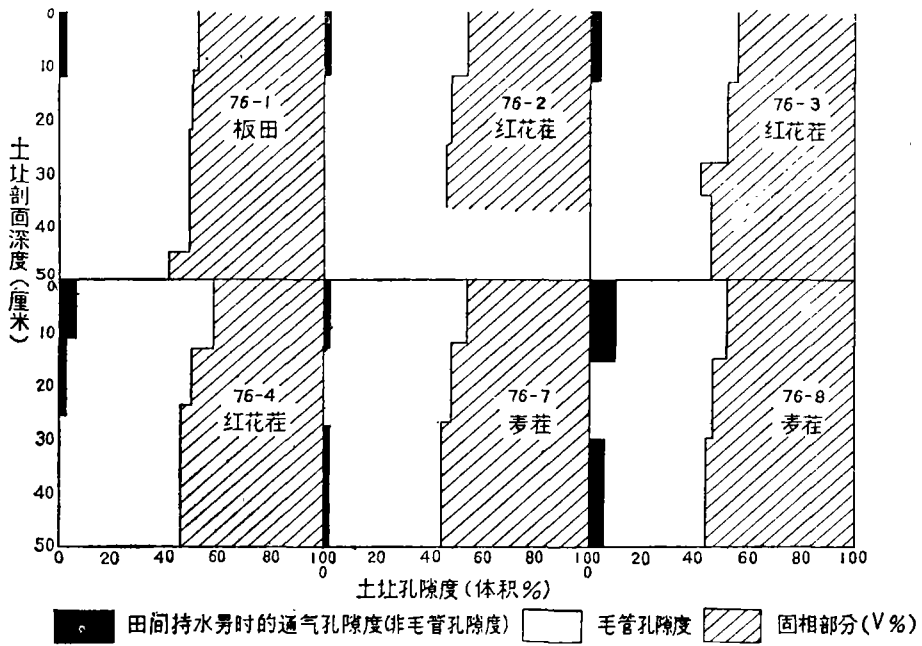


图 5 不同剖面各层次的孔隙度及田间持水量时的通气孔隙度(V%) (1976年)

含水量，基本上是自然含水量接近其田间持水量，而田间持水量又接近其饱和含水量(图6)。尽管田间测定是在早冬的麦季时进行的，但犁底层仍是影响土体通气和透水的障碍层。群众对爽水田和囊水田的鉴别，主要根据之一是耕层的结构和排水出路的有无。例如剖面76-4，犁底层及其下层基本不透水， K_{10} （水温 10℃时的渗漏系数）接近于零，但耕

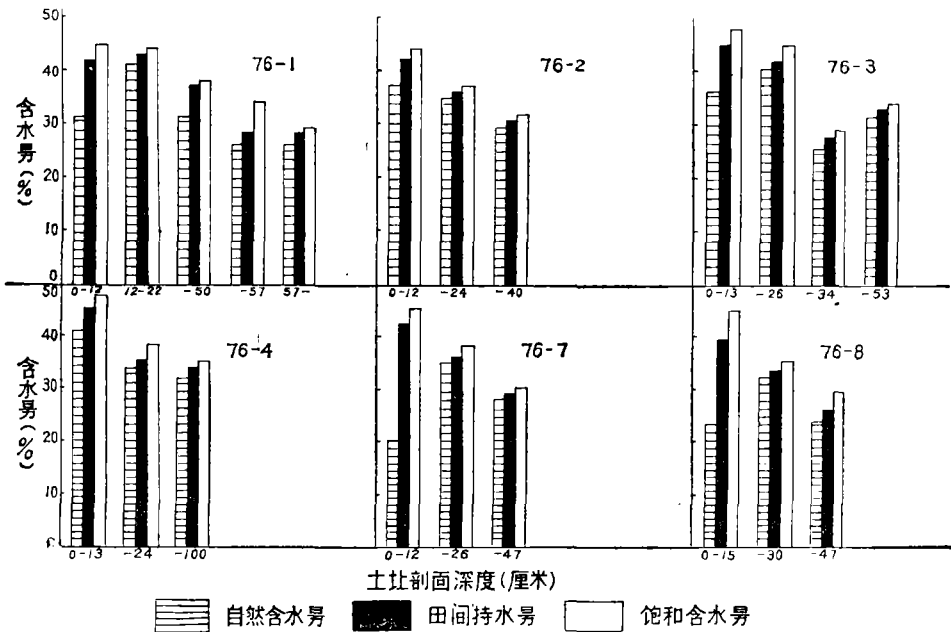


图 6 不同剖面各层次的水分物理性质 (1976年)

层结构好,又靠近河浜,故称其为爽水田。这说明底土粘重而犁底层又不透水的田块,迫切需要改善耕层的结构,提供迅速排除耕层水的出路,同时还需要设置各种类型的暗排系统,以一并排除间层滞水及降低地下水位等。

(七) 良好耕层结构的培育

从生产实践表明,高产水稻土的耕层比较疏松,在淹水时耕层内僵块较少。这种特点反映在土壤物理性状上就是耕层内非毛管孔隙较多和土块的压强较小。从上述影响土块压强的因素来看,似乎粘粒含量过多是个不利因素,而非毛管孔隙的增多是个有利因素。在生产上似可采用掺砂的办法来改善粘性,或者通过深耕和改进耕作措施(如湿耕湿耙改成干耕干耙)来增加土体的非毛管孔隙,以提高作物产量^{1,2)}。

有机质是否可以降低土块压强,还是个值得进一步研究的问题。苏南地区黄泥土在改制后多数反映由于渍水时间延长,土壤有机质含量似有所提高,但土壤结构并未改善。不论是1965年还是1977年的分析结果,有机质的含量与土块压强的相关性都不明显。但据1974—1976年的试验,连续2—3年施用有机肥料的土壤,土块压强有明显的降低(表5)。看来,起改土作用的可能不是有机质的全部,而是施入有机肥料中的某些有效部分。对于这个问题,有待进一步研究。

表5 施用有机肥料对土块压强的影响

| 试 验 项 目 | | 采 样 日 期 | 1976年5月(麦茬) | 1976年10—11月(双晚茬) |
|----------------|-----|---------|-------------|------------------|
| | | 处 理 | | |
| 鲜水葫芦 3000 斤/亩 | 处 理 | | 26.0 | 24.3 |
| | 对 照 | | 30.7 | 29.6 |
| 鲜稻草 600 斤/亩 | 处 理 | | 26.0 | 28.1 |
| | 对 照 | | 31.6 | 30.1 |
| 绿萍 (1000 种萍/亩) | 处 理 | | 27.9 | — |
| | 对 照 | | 34.4 | — |

注:表内数据系20个重复的平均数。

四、小 结

本文对土壤结构问题作了简要的文献回顾,强调了土壤结构的肥力意义及其在作物生长中的重要作用。对苏南地区黄泥土型水稻土的结构特性进行了比较研究,结果表明,高产水稻土耕层结构的特征是:麦季土壤容重多小于1.20克/厘米³;总孔隙度多大于55%(体积);田间持水量时的通气孔隙度(非毛管孔隙度)多大于5%;风干土块的压强多小于26—30公斤/厘米²。土块压强与粘粒、物理性粘粒的含量呈正相关;与土体非毛管孔隙度、无定形三氧化铁的含量呈负相关;与有机质含量及总孔隙度相关性不显著。研究还表明,良好的耕层结构是土壤爽水的重要条件之一;土块压强虽与有机质的总量相关性不显著,但施用大量有机肥料能降低土块压强,改良土壤结构。这说明了参与改土作用的

1) 江苏省吴县农业科学研究所:深耕增施钾肥对小麦的增产效果(资料,1977)。

2) 上海市农业科学院土肥植保研究所土壤组:不同水湿状态下耕耙对土壤结构的影响(资料,1977)。

能不是有机质的全部,而是其中某些有效部份。和1965年相比,十多年来耕层中粗粒径微团聚体的含量有降低的趋势,这可能反映了耕作制改变的影响。

参 考 文 献

- 广东省农业科学院土肥所土壤组, 1976: 广东省高产稳产稻田土壤条件及培肥措施。土壤, 第1期, 9—12页。
- 上海市农业科学院土肥植保研究所土壤组, 1975: 谈谈八二大队高产稳产水稻土肥力。土壤, 第4期, 156—162页。
- 中国科学院南京土壤研究所等, 1978: 中国土壤, 科学出版社。
- 中国科学院南京土壤研究所苏南调查组, 1977: 关于太湖地区吨粮田的土壤条件问题。土壤, 第5期, 247—252页。
- 熊毅等, 1965: 土壤结构的性态研究。土壤学报, 第13卷4期, 411—417页。
- 樊润威, 朱济成, 1963: 红壤结构的磨片观察。土壤学报, 第11卷4期, 426—432页。
- Baver L. D., 1974: Soil Physics. 4-Edition. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Boekel P., 1963: Soil structure and plant growth. Netherlands J. of Agri. Sci., 11(2): 120—127.
- De Boodt, 1972: Improvement of soil structure by chemical means. Optimizing the Soil Physical Environment Toward Greater Crop Yields, Edited by Daniel H. A.,
- Dhoot J. S. et al., 1974: Note on the influence of organic matter in polyuronide of soil aggregates. Indian J. of Agri., 44(4): 243—244.
- Fountaine E. R., et al., 1958: The physical requirements of plants as criteria for soil structure. Proc. Symp. Soil Structure, Ghent, 30—36.
- Gardner W. H., 1977: Historical highlights in American soil physics (1776—1976). Soil Sci. Soc. Amer. J., 41(2): 221—229.
- Kirknam Don, 1974: Soil physics and fertility. Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux. Belgique.
- Kitagaw Y., 1977: A note on the aggregates occurring in volcanic ash soil. Soil and Fert., 40(4): 180.
- Russell E. W., 1971: Soil structure: Its main tenance and improvement. J. Soil Sci., 22(2): 137—151.
- Sandamandan N. et al., 1974: Influence of multiple cropping on water stable aggregates of upland rice soils. Agri. Res. J. of Kerala, 12(1): 14—18.
- Scott A. M. et al., 1958: Relationship of partiale and pore size to the growth of sunflowers. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 22(4): 275—278.
- Ахромейко А., 1930: Структура почвы. Сельхозгиз. М. Л.
- Вильямс В. Р., 1947: Почвоведение. Сельхозгиз. М.
- Качинский Н. А., 1963: Структура почвы. Из-во МГУ.
- Качинский Н. А., 1950: Опыт агрофизических характеристики почвы на примере Центрального Урала. Из-во АН СССР.

PRELIMINARY INVESTIGATION OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF FERTILE PADDY SOILS

Yao Hsian-liang, Chao Wei-sheng, Yu Teh-fen and Hsu Hsiu-yun

(*Nanking Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

Summary

This article deals with the structural characteristics of the fertile paddy soils in the southern region of Kiangsu province. Preliminary experiments show that the bulk density of the arable soil-layer in wheat-planting season attains $< 1.20 \text{ gm.cm}^{-3}$, total soil porosity $< 55\% (\text{V})$, non-capillary porosity $> 5\% (\text{V})$, compressive strength of air-dry soilclods $26\text{--}30 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$.

The correlation between the compressive strength of soil clods and the quantity of the clay particles ($< 0.001\text{mm}$) on the one hand and the physical clay particles on the other is significantly positive, while the quantity of non-capillary porosity is negative. The correlation between the compressive strength and quantity of organic matter and total porosity of soils is nonsignificant.

It is also worthy of notice that the good condition of soil aeration and water permeability lies on a good structure of arable layer of the paddy soils. Application of green manures and rice straws will have a decrease in compressive strength of soil clods, while the correlation between soil compressive strength and the total quantity of organic matter in such soil is nonsignificant. Therefore, the compressive strength depends probably not on the total quantity of organic matter, but on some active components in it.

In this paper is made a comparison of some data obtained in 1970's with those in 1960's respectively. It is indicated that most of data have been met with similar results, but the quantity of microaggregates ($1\text{--}0.25$, $0.25\text{--}0.05 \text{ mm}$) of the soils examined in 1960's is more than those in 1970's.