

苏南地区水稻土的合理耕作的研究

赵诚斋 周正度 董百舒

(中国科学院南京土壤研究所)

苏南地区传统的土壤耕作要求水稻移栽前耕层土壤“上有泥糊、下有团块”，认为泥糊有利于土壤的养分释放，团块有利于土壤通气^[2]；而对于秋耕，力求达到耕层土碎、田面平整。为此，必须耕耙配套，因而每年化费的劳动和能量很大。七十年代以来，由于大面积发展双三制，耕作次数增多和渍水时间延长，难以实现晒垡，农民普遍反映土壤发僵，通气性变坏^[3,4,7]，碎土更加困难。为了摸清传统土壤耕作制中存在的问题，探索合理的土壤耕作制，我们于 1978—1979 年在无锡等地进行了不同整地方法的田间试验，并就出现的问题进行了盆栽对比研究。

一、试验结果

(一) 春耕

1978 年在无锡东亭公社粘壤质黄泥土上小面积的做了五种耕作处理的前季稻试验。试验田耕层土壤的有机质含量平均 3.23%，每一处理的面积 30 平方米左右。五种处理是：

1. 旋耕：灌水后旋耕，小部份土壤搅散，大部份土块仍保留。
2. 免耕：灭茬，松土约 3 厘米。
3. 松土不翻垡：灭茬后松土 15 厘米，不翻转土垡。
4. 耕翻、晒垡，灌水后人工摊平。
5. 常规耕作：耕翻、晒垡，上水后再旋耕一次。

凡经过旋耕的试区，耕层土壤都形成了上有泥糊，下有团块的状态，符合传统耕作的要求。

各处理亩施草塘泥 100 担做基肥，面肥和追肥合硫酸 103 斤/亩。试验前期水稻的生长状况是：松土不翻垡区和免耕区水稻叶色较深，分蘖也较多；常规耕作区有局部水稻叶尖发红，情况与毗近的大田相似。试验结束测产表明，松土不翻垡和免耕区的产量与常规耕作区没有显著差异，五种处理分别为 800, 835, 834, 844, 797 斤/亩。这说明不耕翻，不耙耖，不但不会引起减产，还可能某些积极的作用。于 1979 年我们又进一步做了免耕和常规耕作多点大田对比的试验。从表 1 可以看出，免耕也没有一例减产。

田面淹水后，土壤坚实度都剧烈减低，于水稻烤田期间测定表明（图 1），耕翻区的又低于免耕区，但土壤的容重差异不大。原麦茬的耕层容重为 1.15—1.31 克/厘米³，烤田时免耕区已降至 1.14—1.22。显然土壤的吸水膨胀有调节土壤环境的作用，但土壤的坚实

表 1 水稻常规耕作和免耕的试验结果

Table 1 Rice yield under conventional and no tillage field experiments

土 壤 Soil	地 点 Locality	作 物 Crop	面 积 (亩) Area (mu)	耕作处理 Tillage treatment	产 量 (斤/亩) Yield (jin/mu)
黄 泥 土 Permeable paddy soil	无锡东亭大队 Wuxi county	前 季 稻 Early rice of double cropping	1.23	免耕 (1) No tillage (1)	700
			1.07	常规耕作 (2) Conventional tillage (2)	693
	无锡春益大队 Wuxi county	同 上 Ditto	1.0	同上 (1) Ditto (1)	715
			1.0	同上 (2) Ditto (2)	685
	无锡春益大队 Wuxi county	单季晚稻 Single rice	1.2	同上 (1) Ditto (1)	1,321
			1.2	同上 (2) Ditto (2)	1,065
	无 锡 东亭公社农科站 Wuxi county	前 季 稻 Early rice of double cropping	0.92	同上 (1) Ditto (1)	969
			0.92	同上 (2) Ditto (2)	903
	无 锡 东亭公社农科站 Wuxi county	后 季 稻 Late rice of double cropping	0.92	同上 (1) Ditto (1)	671
			0.92	同上 (2) Ditto (2)	626
白 土 Whitish bleached paddy soil	吴 县 金山公社农科站 Wu Xian	前 季 稻 Early rice of double cropping	1.20	同上 (1) Ditto (1)	654
			1.20	同上 (2) Ditto (2)	646

注：产量是根据处理区的实产折合成年/亩；二个处理设在同一田块，处理间用肥量相等。

度又较大，这说明土粒的胶结关系不因土壤的膨胀而消失，即土壤的结构不破坏，这种状态可维持到试验末，该时我们从剖面观察看到，免耕区的土壤仍然保持着麦季形成的结构，土体松散（照片 1），颜色黄棕。由于未经耕耙的土壤可维持原有的结构，所以在免耕区和松土区当排去田面水以后，土壤中立即出现充气孔隙，但耕作区，特别是未经晒垡的渍水旋耕区的土壤蓝灰，土体软绵而粘闭，烤田时及试验末进行了氧化还原电位测定，其结果是，免耕区土壤的氧化还原电位比耕作区高 100—150 毫伏。根据各耕作处理区的土壤形态特征，土壤粘闭的程度有如下的顺序：

免耕区 < 松土不翻垡区 < 耕翻晒垡区 < 常规耕作区 < 渍水旋耕区

这个顺序也反映机械扰动的程度和土壤晒垡对渍水期间土壤结构的影响。晒垡和避免渍水耙耖都有维护土壤结构并提高通气性的作用，结构保护较好的是免耕区，而渍水耙耖对

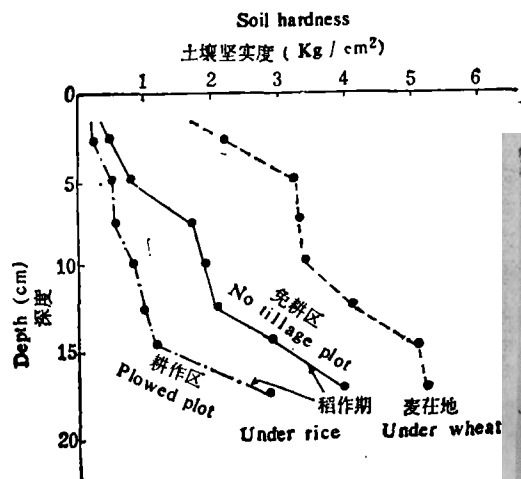
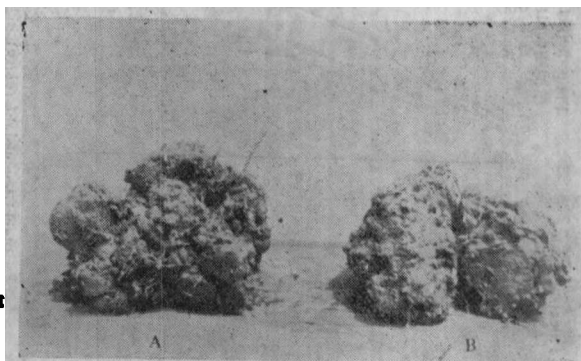


图1 麦茬地和稻作下的土壤坚实度
(稻田测于烤田时)

Fig. 1 Soil hardness of no tillage plot and plowed plot under rice and wheat (determined at drying paddy field in mid-summer)



照片1 免耕区(A)和耕区(B)
的土壤结构的状况

Plate 1 Soil structure in no tillage (A) and rotary tillage (B) plots

结构的破坏具有较大的作用。

为了解释不耕翻,不耙耖对水稻的生长有利,我们进行了以下二组盆栽试验:

1. 耕层上下肥力的差异: 供试土样分别采自试验区的土壤上耕层(0—4厘米)、中耕层(4—13厘米)及下耕层(13—17厘米),土样尽可能保持原有的结构和水分条件。每盆用土量7—8公斤,不施肥,每盆植稻三穴,观察水稻的长势。从表2可看出,中耕层(4—13厘米)的养分含量低于下耕层,这可能是由于过去深耕造成的。试验结果(图2)说明,上耕层植株生长很好,中、下耕层都很差,一般认为植株的高度,分蘖及干物质积累量可反映根际的土壤营养条件,但试验结果表明,它与土壤养分的总量并无一致关系。看来,地表的土壤处在养分向有效态转化的有利条件,这或许是水稻土麦茬地的一种肥力特征,所以翻压表土,不利水稻的前期生长,免耕和松土不翻垡区的水稻前期生长较好,可能与此有关。

表2 试样中有机质及氮的含量

Table 2 Content of organic matter and nitrogen in soil sample

深度 (cm) Depth	有机质 (%) O. M.	全氮 (%) Total N	水解性氮 (mg/100g soil) Hydrolyzable N
0—4	2.85	0.163	24.04
4—13	2.45	0.135	15.29
13—17	2.92	0.160	17.94

2. 土壤机械扰动和晒垡的效果: 耕作很重要的一种作用是碎土,碎土有无促进土壤养分释放的作用?这是一个不太明确的问题。晒垡的作用是早已明确的^[3],但一般认为,土壤经过晒垡后,泡水不结块,养分释放与此有关,则机械搅动能否代替晒垡?

我们取中、下耕层土壤进行试验,共有8个处理:

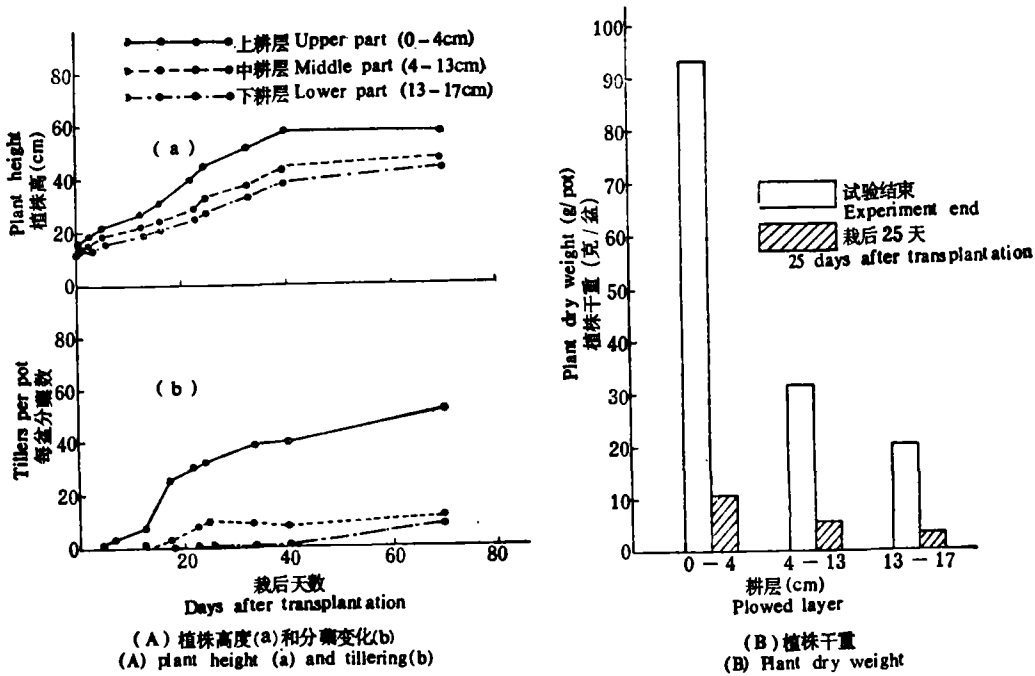


图2 不同深度的耕层土壤上水稻生长状况(盆栽试验,水稻品种原丰早)

Fig. 2 Rice growth on soils from different plowed layer (pot experiment)

(1) 中耕层土样(4—13厘米): I. 曝晒二天, 试样已基本晒干; II. 曝晒一天, 土样未全干, 但土色已淡; III. 土样装盆前, 保持自然含水量; IV. 潮湿土泡入水中, 充分地机械搅散; V. 曝晒二天后的试样, 泡入水中充分地机械搅散。

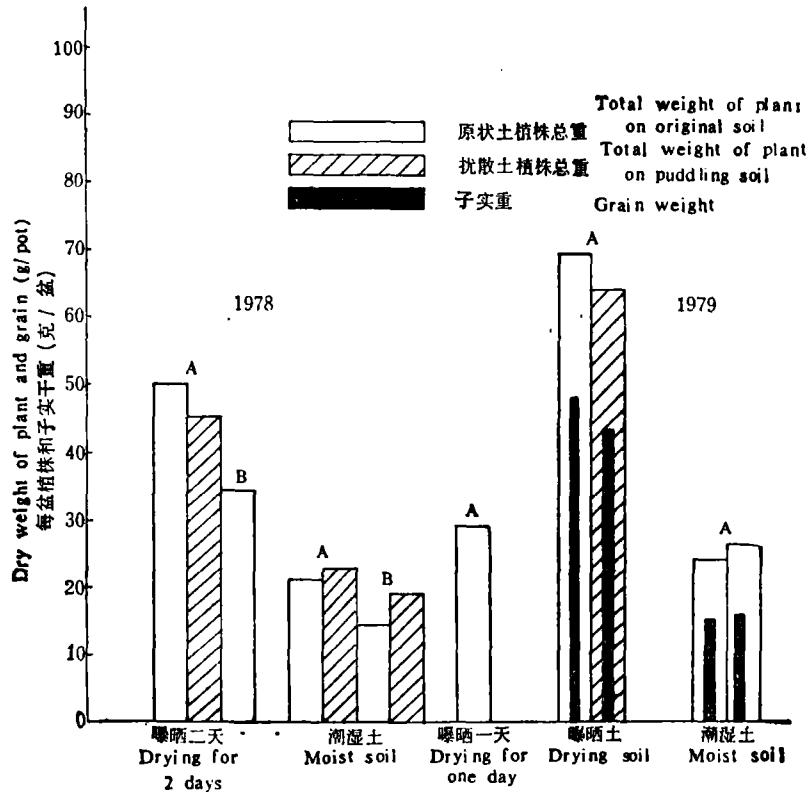
(2) 下耕层土样(13—17厘米): VI. 曝晒二天, 试样已基本晒干; VII. 潮湿土壤, 保持自然含水量; VIII. 潮湿土壤, 泡水后充分的机械搅散。

从图3可以看出, 晒垡的作用十分显著, 而扰动的作用虽对潮湿土和底土都有较小的作用, 但未达到统计显著。原潮湿的试样经扰动处理后土块的组成与晒垡处理后的相似, 但水稻的生长差异很大, 因此, 晒垡的效果不是通过土体崩解所产生的。

用 Don Kirkham 等人的方法^[1]测定试验末盆钵中土样的破碎强度。从表3可以看出, 晒垡的土样即使长期淹水, 它的抗破碎强度仍比未晒垡的试样小。试样渍水扰动, 对晒垡和未晒垡的土样都无显著影响, 这说明晒垡对改变土壤的板结性能有重要作用。

(二) 秋耕

1978—1979年在无锡东亭黄泥土上进行了小麦的耕作试验。试验田土壤的有机质含量3%左右, 腐殖质层厚度30厘米, 重壤质, 排水良好。试验小区面积 $4 \times 4.5 \text{ m}^2$, 分四种处理, 三次重覆: 1. 免耕, 灭茬后锄松表土3厘米; 2. 常规耕作, 翻土13厘米, 表层碎土约4厘米; 3. 翻土13厘米, 全层碎土; 4. 深翻20厘米, 表层碎土4厘米。试验小区不施有机肥, 基肥和追肥折合硫酸铵129.5斤/亩。从试验结果(表4)可以看出, 深耕区比其他区的产量都高, 统计达到显著差异。深耕区的千粒重亦高, 免耕区穗数较多, 但植株较细、穗型也较小。全层碎土和常规耕作区的考种结果几乎相同, 说明耕层的碎土程度对小麦生长无显著影响。深耕区的植株粗壮、穗型大, 草籽比也以深耕区较低。说明深耕有利于小



A 中耕层。Middle plowed layer. B 下耕层。Lower plowed layer.

图3 晒垡和搅动土壤对水稻生长的影响

Fig. 3 Effect of drying and puddling of soil on rice growth

表3 晒垡和渍水扰动对土块破碎强度的影响(n = 20)

Table 3 Effect of drying and puddling under submerged condition on soil rupture strength

处 理 Treatment	土块的破碎强度*(kg/cm ²) Soil rupture strength	烘干土块的容重(g/cm ³) Bulk density of dry soil clod
晒 垡 Drying	1.58±0.51	1.41
晒垡并渍水扰动 Drying and puddling under submerged condition	1.47±1.17	1.41
未 晒 垡 No drying	3.61±0.68	1.44
未晒垡扰动 No drying and puddling	3.72±0.76	1.42
原耕层 0—5 厘米 Original plowed layer 0—5 cm	2.26±0.76	1.47
原中耕层 5—15 厘米 Original plowed layer 5—15 cm	3.40±0.79	1.57

* 表中数据系平均值及其标准差。

表 4 小麦耕作试验结果

Table 4 Effect of different tillage method on wheat yield

处 理 Treatment	穗数 (万/亩) Ears (10 ⁴ per mu)	株高 (cm) Plant height	千粒重 (g) Weight of 1000 grains	草籽比 Straw/Grain	产量 (斤/亩) Yield (jin/mu)	**
免 耕 No tillage	41.7	76.9	26.4	0.64	636.8±23.2	a
常规耕作 Conventional tillage	37.1	76.0	27.8	0.64	638.6±35.5	a
全层碎土 Whole layer crushed (14cm)	38.1	74.7	27.7	0.61	639.0±19.2	a
深 耕 Deep plowing (20cm)	38.6	76.7	28.4	0.56	681.8±29.1	b

** 新复全距统计法,字母不同者表示处理之间差异显著 $p = 0.05$ 。

麦后期的生殖生长,而浅耕和免耕只有利于前期的营养生长。各处理之间小麦的生长过程中有以下变化。

免耕区冬前苗数较多,植株也较高,常规耕作和全层碎土区次之,深耕区最差,但至四月以后,深耕区的植株生长逐渐好转,最后超过其它三种处理,达到了老健粗壮,而免耕区变得较瘦弱,并且叶色较早落黄。二种浅耕区自始至终居于中间状态,这种变化和差异可从下列结果中得到说明。

1. 耕层中土壤肥力有差异: 稻板田表土的结构明显较好,亚耕层及下耕层依次变板(表5),因而表土含水量高,下层较低。免耕区的种子直接与结构较好、含水量较高的表土接触,而深翻区、全层碎土及常规耕作区,特别是深翻区的种子是直接和较板的下层土接触,因含水量较低,毛管传导度也差,所以它冬前的苗情较差。从研究不同土层肥力水平的田间微区的试验结果(表6)也可看出:表土肥,下层差。这种肥力的差异没有麦茬种稻的盆栽试验显著。免耕区小麦前期生长较好的原因可能是与当时根系首先接触的土壤有较好的肥水条件有关。

2. 土壤坚实度的变化: 水稻收割后的土壤含水量较高,所以坚实度不大,免耕区也是这样,所以小麦发芽以后它的根系都可顺利地向下伸展。到次春气温回升后,植株已长大,

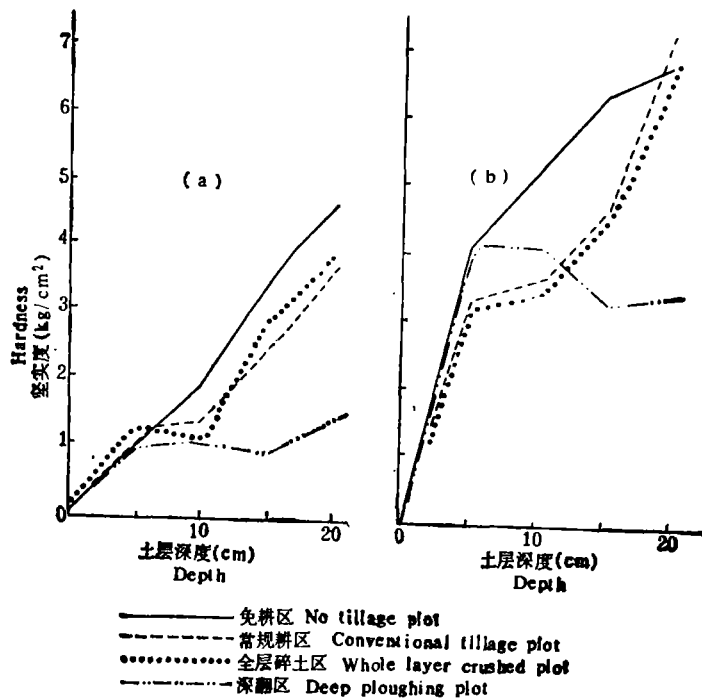
表 5 稻板田耕层的物理性质

Table 5 Physical properties of unplowed rice field

深 度 (cm) Depth	土壤含水量(%) Soil moisture content	容重 (g/cm ³) Bulk density
2.5—7.5	41.2	1.25
7.5—12.5	37.2	1.33
12.5—17.5	34.7	1.38

表 6 耕层土壤的肥力试验 (每小区 0.25 米²)Table 6 Fertility of the soils from different plowed layer in unplowed rice field (plot area 0.25 m²)

试 样 Sample	苗 数 Seedlings			考 种 Plant characters				备 注
	11月30日 Nov. 30	12月15日 Dec. 15	2月15日 Feb. 15	株高 (cm) Plant height	每穗粒数 Number of grains per spike	干粒重 (g) Weight of 1000 grains	产 量 (公斤/亩) Yield (kg/mu)	
表土 (0—4 cm) Surface soil (0—4cm)	133	148	290	71.1	27.9	33.5	474.2	11月15日 小麦播种, 不施肥
亚耕层 (5—14 cm) Subsurface soil (5—14 cm)	123	139	268	70.8	25.5	33.0	394.6	
下耕层 (15—18 cm) Lower part (15—18 cm)	99	126	247	66.8	24.3	34.2	377.0	



(a) 1978年11月中测定的土壤含水量34.4%。

Soil moisture content was 34.4%, determined in Nov. 1978.

(b) 1979年4月中测定的土壤含水量25—33%。

Soil moisture content was 25—33%, determined in Apr. 1979.

图 4 不同耕作处理区的土壤坚实度

Fig. 4 Hardness of soil in different tillage plot under wheat

土壤蒸发和植物蒸腾作用加强,因而含水量降低,土壤的坚实度也升高,但深耕区耕层 10 厘米以下的土壤坚实度显著较其它三种处理区的低(图 4)。土壤的机械强度是决定植株的能量消耗的^[12],所以深耕区后期小麦生长较好,可能与这方面有关。

3. 小麦生长后期底土水分状况的差异: 图 5 是小麦生长后期雨后一段时间在免耕和深耕区土壤水分吸力的观察结果,可以看出: 免耕区当表土的水分吸力升高时,其下层的水分吸力也以同一速度升高,表现了明显的土壤水分整体流动性,所以底土失水强烈;但深耕区情况不同。当表土吸力增加时,底土的水分吸力增加较小,具有明显的底土保墒作用,对小麦的生殖生长和灌浆有利。土壤养分向根际移动不论通过扩散和质流都是土壤含水量的函数^[10]。所以深耕对小麦吸收养分也有利。

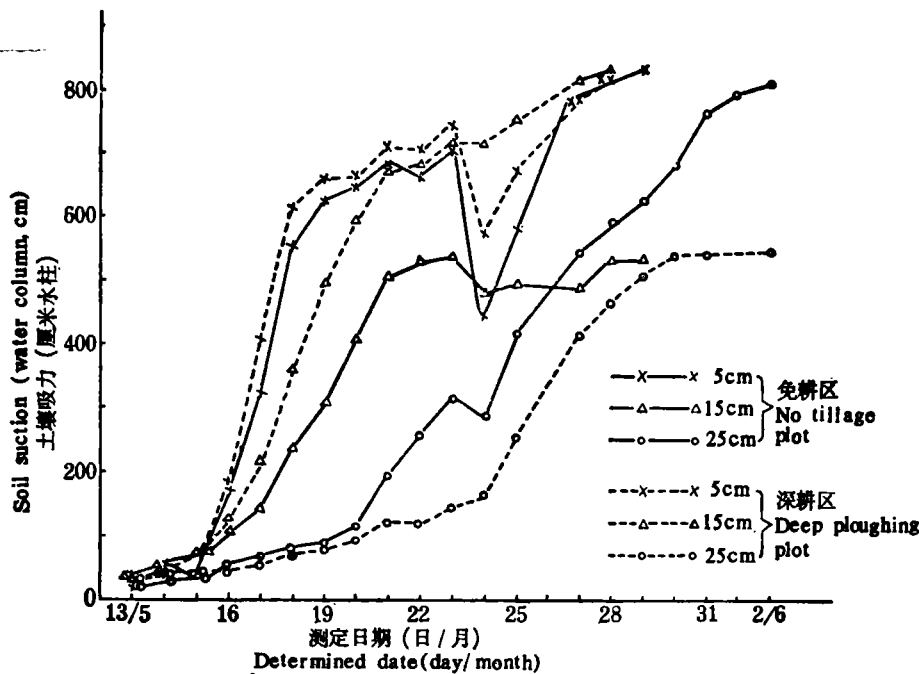


图 5 免耕和深耕区土壤水分吸力的变化

Fig. 5 Variation of soil suction in no tillage plot and deep ploughing plot

4. 土壤通气性差。水稻生长后的土壤粘闭性很强,免耕和耕作区耕层土块内的氧扩散速度分别为 $5.34-7.13 \times 10^{-8}$ 和 $5.67-7.03 \times 10^{-8}$ 克·厘米⁻²分⁻¹,均低于一般作物正常生长所需要的量^[8],虽然耕作对改善土壤通气性的作用没有在土块氧扩散的速度上反映出来,但对改善局部的土壤通气性,如土块之间、裂缝中的氧状况是不可否认的。因此也可以说耕作对改善土壤通气性的作用是有利的。免耕区的小麦返青以后生长逐渐处于劣势,可能与此有关。

由于这些原因,尽管免耕区小麦前期的生长优于深翻区,而至后期就差了。但对晚播麦,如采用灭茬播种的方法,可赢得播种及时,并且由于齐苗早,补偿了晚播的不足,在肥水条件有充分保证的情况下,往往可获得比耕翻种麦的田块的产量高。对于秋种时多雨的年份,由于烂耕烂耙,土壤发生严重粘闭,耕作区的产量反而不及免耕区,我们于 1979

年在练湖农场调查的结果表明(表7),除特殊情况外,免耕区的小麦产量都不低于耕作区。土质差、土壤含水量又高的6队,免耕的优越性更明显。

表7 1979年练湖农场不同耕作区的小麦产量

Table 7 Wheat yield in different tillage plots of Lianhu Farm in 1979

队 别 Locality	耕作方法 Tillage method	面积(亩) Area (mu)	产量(斤/亩) Yield (jin/mu)	备 注 Note
2 队	免 耕 No tillage	10.2	855	粘 土
	常规耕作 Conventional tillage	10.4	776	
10 队	免 耕 No tillage	5.1	732	麦苗早发,冻害
	常规耕作 Conventional tillage	5.2	804	
9 队	常规耕作 Conventional tillage	314	827	
	常规耕作 Ditto	343	748	
	免 耕 No tillage	249	806	
	常规耕作 Conventional tillage	246	790	
6 队	免 耕 No tillage	56	720	土质差、整地 质量不好
	常规耕作 Conventional tillage	42	560	

二、讨论和建议

从图3可以看出,晒垡的效果随曝晒时间增加而增大,这与 Brich 的研究结果相一致^[9]。看来干土效果必须待土壤含水量降低到某一点后才能充分显露出来。Laura 提出干土效应是由于氢离子水解土壤有机质的缘故,认为土壤含水量减到某一水平下,即进入所谓剩余水阶段,这时有机的水解程度较高,于是干土效果最高^[14]。这种假设与我们的试验结果基本上是符合的。所以看来干土效果主要是化学的原因,不是物理的原因。土壤机械扰动虽有和晒垡相似的碎土作用,但促进土壤养分释放的作用不大。从这个角度看,传统耕作耙碎土作为重要任务显然是不恰当的。

麦茬期间的表土,可发生频繁的干湿交替变化,既有利于土壤结构的发展,也有利于土壤养分向有效态转化,因此表土肥沃。植稻前渍水耕耙后,结实的土垡沉于耕层下部,而结构好的土壤由于密度小,存在于耕层上部,因此,表土也较肥沃,这是水稻土耕层肥力

分化的原因之一,旱地土壤与此不同。威廉士^[6]对土壤耕作提出重要的任务是要维持和发展土壤结构,无疑这是正确的。他提出定期的耕翻以更新表土已被破坏了土壤结构。显然,这一理论与水稻土的情况不符,因为水稻土的结构的恢复和发展是在表层而不是下层。当然也可实行耕翻利用土表对结构发展有利的因素来改良下层的土壤结构,但要达到这一点,必须是在旱作期而不是渍水期,因为渍水期间土壤不存在干湿变化引起土壤结构发展的条件。

土壤在渍水条件下吸水膨胀,并且由于还原作用,某些氧化胶结物质被溶解,土粒的相互结合很弱,成为亚稳结构。这时从事机械耕作,土壤结构最易被破坏。土壤结构破坏时,必然增加基质吸力,因而土体将吸入较多的水分。如果土粒的结合全部破坏,则形成一个每个粘粒都持有较厚水膜的均匀土体,称为粘闭状态^[43]。这种状态脱水变干后,即形成僵土块。传统的渍水耙耖,特别是后季稻带水整地,这样频繁的操作是土壤发僵的重要原因。但从上述田间试验可看到,免耕区的土壤并不粘闭。显然,土壤发生粘闭不是渍水的必然结果,而是渍水条件下(或土壤含水量高的情况下)机械扰动的结果。因而,避免或减少渍水耕作是保护土壤结构的重要原则。粘闭的土壤要发展成为有结构的土壤,首先需要土壤脱水,降低到塑性含水量以下^[43],使土壤颗粒上的水膜消失而土粒获得重建接触。因渍水条件下土粒不能重建接触,所以没有土壤结构发展的可能,这是传统耕作法存在的主要问题。

所以春耕实行耕翻、耙耖,形成所谓“上有泥糊,下有团块”的耕层,只不过创造了一种便于栽秧的土壤环境。肥沃的表土已翻压下面,不利于水稻前期的生长和分蘖,这特别对双季稻的需肥规律也不相符。土壤机械扰动既无助于养分释放,而对土壤结构的破坏却很严重。

耕作的重要任务是要使土壤能发生频繁干湿的变化以利于结构的发展,所以耕翻是必要的。目前大多数水稻土都有强烈粘闭的特性^[5],通气性很差。从氧扩散速度的测定结果来看,耕作对当季土壤的通气性的改善很有限,所以土壤通气性的根本改善,应着眼于耕作对土壤结构的改善,这就需要有一个有利于土壤结构发展的耕作制度。烂耕烂耙和强度碎土可导致土块中结构孔隙的消失。试验已证明,精细碎土对小麦并无增产作用,看来没有必要,在播种季节已晚或天气条件不好的情况下,可以实行灭茬播种,作为一种权宜之计。

综上所述,水稻土的耕作仍然应以防止结构破坏,发展土壤结构为中心。因此,建议水稻土的耕作应采取下列方法:对不能实行晒垡的地区,应采用灭茬种稻的方法,可实行晒垡的地区,要耕翻、晒透、上水摊平、不必耙耖。对于秋耕,可实行深松土,深度不低于20厘米,不必每年翻耕,亦不必全层碎土,保留细碎表土,有利三麦早发。耕作必须适墒,不然有害而无益。季节已晚或多雨的年份,可实行灭茬播种。

参 考 文 献

- [1] 上海市农科院土肥植保研究所土壤组, 1974: 上海郊区土壤肥力概况及施肥意见。土壤, 第5期, 181—183页。
- [2] 沈学年, 1963: 耕作学, 114—119页, 农业出版社。
- [3] 沈祥培、黄东迈、白纲义、殷秀泰, 1957: 水稻土晒干措施的增产效果及其与土壤性质的关系, 土壤学报, 7卷

- 3—4 期, 124—134 页。
- [4] 宜兴农业水利局, 1974: 宜兴地区土壤肥力变化及其改良途径。土壤, 第 5 期, 184—191 页。
- [5] 赵诚斋, 1980: 土壤结构和它的简易测定法。土壤, 第 3 期, 107—111 页。
- [6] 威林斯基 Д. Г. (华孟、叶和才译) 1954: 土壤学。198—207 页, 高等教育出版社。
- [7] 陈家坊等, 1975: 苏州平田地区水稻土发僵问题的探讨。土壤, 第 6 期, 286—291 页。
- [8] Baver, L. D., Gardner, W. H., Gardner, W. R., 1972: Soil Physics. 4-Edition, 249—250.
- [9] Birch, H. F., 1958: The effect of soil drying on humus decomposition and nitrogen availability. Plant and Soil, 10: 9—31.
- [10] Daniel, Hill, 1971: Optimizing the soil physical environment toward greater crop yields. p. 139—217, Hebrew university of department of soil science. The Jerusalem Rehovoth Israel.
- [11] Don Kirkham, 1969: Modulus of rupture determination on undisturbed soil core samples. Soil Sci., 87: 141—144.
- [12] Don Kirkham, 1974: (姚贤良译): 土壤物理学和土壤肥力。土壤农化(参考资料), 1977 年 1 期。
- [13] Koeniges, F. F. R., 1963: The puddling of clay soils. Neth. J. Agric. Sci., 11(2). 145—155.
- [14] Laura, R. D., 1976: Short communication on the stimulating effect of drying a soil and the retarding effect of drying a plant material., Plant and Soil. 44: 464—465.

STUDIES ON THE SYSTEM OF SOIL TILLAGE OF PADDY SOIL IN SOUTHERN JIANGSU PROVINCE

Zhao Cheng-zhai, Zhou Zheng-du and Dong Bai-shu

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing)

Summary

Field experiments for comparison of the effect of different tillage methods on the rice and wheat yield have been carried out in Wuxi county during the year of 1978—1979.

The experiments showed that the fertility of the upper part of plowed layer was promoted and the soil structure was improved more remarkably due to a cropping of wheat. The traditional method of soil tillage included plowing and harrowing under waterlogged condition before rice transplanting, therefore the fertile surface soil was always turned over and soil structure was disintegrated. Pot experiments showed that mechanical disturbance of soil has no benefit to liberation of nutrients. No tillage after stubble cleaning led to the disturbance of soils to a minimum, and it was beneficial for the maintenance of soil structure and growth of rice. Deep ploughing in autumn was favorable for the growth of wheat and improvement of soil structure. Based on the results obtained it is recommended that a more rational tillage system might be no tillage in spring in combination with deep ploughing in autumn in this region.