

湖北孝感县水稻丰产区 深耕深翻的群众经验总结

中国科学院土壤研究所孝感工作组

经过一年的整风运动，我们初步批判了土壤科学的资产阶级研究方向和方法，遵循着党的指示，本所工作组于1958年9月初到孝感县向创造高额丰产的农民群众学习丰产经验，其中特别是深耕深翻和施肥方面的经验。两个多月以来，在孝感各级党委的领导与关怀下，我们采取从问题（深耕深翻、施肥）出发，先后到孝感县较先进的五个区十个农业社学习农民创造丰产的各项经验，并围绕问题，观察研究了100余块田的土壤施肥，以及水稻的根系和地上部分情况。现将我们在这些问题上的学习收获，简单汇报如下。

（一）深耕的意义和重要性

深耕已被列为农业丰产中的宪法之一，在今年农业大丰收的实践中已经完全证明了深耕在增产上的巨大作用。现分述如下：

（1）深耕使土壤能容纳更多的养分，为大量施用肥料提供了可能；大家知道，欲使作物丰产，必须施用更多的肥料，但在浅耕情况下，肥料施用量过大，将使耕层土壤中养分的浓度过高，从而对作物的生长发育产生不良的影响，较常见的现象是禾苗烧死或因倒伏而致减产。深翻结合分层施肥，既使耕层中含有作物所需要的大量养分，又避免了因养分浓度过高而使作物受伤，巧妙的解决了上述矛盾。

例如，可以观察到，在同一块田地上，在土壤、施肥、田间管理等完全相同的条件下，浅耕田块上的水稻倒伏而深耕者不倒伏，二者的农艺性状亦有显著的差别（表1）。还可以看到，两块耕层深度不同的田，尽管肥料施用量差异悬殊，但在深耕田施肥多水稻不倒伏，浅耕田虽施肥少却反而倒伏（表2）。

（2）深耕提高了土壤的保水能力：深耕后，紧实土块变松散，孔隙增多，因而可保存较多的水分；在干旱季节，深翻所造成的松上层，其蒸发作用较之浅耕地的紧实土层为小，因此深耕地较浅耕地保水能力强。例如，在深浅耕轻重肥对比试验田中，经过同一干旱时期以后，浅耕田中的水稻，无论是轻肥、中肥或重肥区皆较深耕田中的水稻旱象更为严重（表3）。

（3）深耕为作物根系提供了更广大和良好的活动场所，根系得以发育得更健壮；曾经有人认为水稻是“浅根作物”，并以此作为稻田不需要深耕的“理论”根

表1 耕层深度与倒伏的关系

	耕层深度(厘米)*	
	14 (田号-54)	20 (田号-182)
倒伏时期	9月22日大部 10月14日全部	10月14日
空壳率%	6.7	5.16
草重/籽粒重	2.3	1.9

* 系水稻收割后的板田深度（剖面观察深度），一般板田深度乘上系数1.2—1.8等于深耕时浮土厚度。以下均同此。

表2 耕层深度与倒伏的关系

耕层深度	23 (田号-132)			17 (田号-135)		
	N 斤/亩	P ₂ O ₅ 斤/亩	K ₂ O 斤/亩	N 斤/亩	P ₂ O ₅ 斤/亩	K ₂ O 斤/亩
基肥	95.18	38.04	16.06	29.27	10.5	8.54
追肥	—	34.0	67.5	2.18	1.45	—
总肥	95.18	72.04	83.56	31.45	11.95	8.54
倒伏时期	未倒伏			9月17日		
空壳率%	6.59			33.18		
草重/籽粒重	1.60			2.37		

表3 深浅耕田保水能力的比较
(1958年6月27日田水干涸, 7月3日观察)

禾苗情况 施肥量	深耕深度(寸)	
	4—5	8
轻肥	100%叶片卷缩, 其中40%叶片枯黄	12%叶片卷缩, 其中3%叶片枯黄
中肥	100%叶片卷缩, 其中10%叶片枯黄	8%叶片卷缩, 其中2%叶片枯黄
重肥	100%叶片卷缩, 其中3%叶片枯黄	叶片无卷缩生长正常

据。这是一种完全错误的看法。他们抛开了生物与其周围环境条件是个统一体的原理，而为表面所迷惑。其实，水稻根系浅乃是由于落后的农业技术措施所致，一方面耕层浅及耕层下紧实的犁底层或者是心土的不良物理、化学性状严重阻碍根系的向下伸长；另一方面稀植为根系富集表层提供了可能。

深翻土地以后,排除了水稻根系向下伸長的障碍,为水稻根系正常生長創造了良好的环境,因此根系向下伸長,得以健康的正常发育,下面我們將要詳細的談到这个問題。

(4) 深耕促使作物的地上部分发育更健旺:生物是一个整体,深耕后,水稻根系更健康的正常发育,保证了水稻地上部分养分和水分的正常充分供应,从而地上部分生長发育得更好。

(5) 深耕提高了作物的产量:深耕使土壤中能容纳更多的营养元素而不致伤害作物,改善了土壤的物理状况,提高了养分释放的强度;創造了作物根系发育的良好环境,提供了可为根系吸收的大量营养元素,其中包括在浅耕情况下根系不可能充分利用的营养元素,所以即使土壤、施肥、田间管理等均完全相同,深耕也能提高产量;例如,在深淺耕对比試驗中,耕层深度 20 厘米者較之 14 厘米者增产 23.6%,耕层深度 26 厘米的較之 14 厘米可增产 30%。必須指出,这还只是單因子試驗結果,如把其他措施都配合上去,那么作物的增产幅度將比上述大得許多,今年我国各地无数高额丰产卫星田的出現,就是最好的証据。

(二) 从水稻的根系剖面分布, 討論稻田的深耕深度

从上述,水稻田必須深翻,才能使水稻获得更高的产量。但是,应深耕多深呢?

解决作物最适宜的耕层深度,無論在实际上或理論上都具有极其重大的意义,这里首先是經濟上的意义。可以計算出来:在全国耕地上,每亩地深耕后增产一倍,將是多少的粮食!同样在全国耕地上,每亩地多深耕 10 厘米,將需要多少的劳力!

这是一項新的工作,也是一項艰巨而极其重大的任务。

我們認為,深耕深度首先服从于根系良好发育的需要,应当从研究影响根系发育的因素着手来解决作物的适宜深耕深度問題。我們認為在目前条件下,孝感县水稻田的深耕深度至少應該是 40 厘米。

下面我們试图从根系发育与其他因子問題的关系来論証这个問題。

(1) 耕层深度与水稻根系发育的关系:在研究土壤、施肥、田间管理等完全相同的条件下,深耕深度不同的田块中水稻根系发育的情况时,可以看到,深耕深度愈深,根系发育愈好。例如,耕深 20 厘米較 14 厘米者总根量增加了 10%,耕深 26 厘米較 14 厘米者增加了 150%。同时,根系的剖面分布特征也有了改变。耕层加深以后,在各土层中根的絕對量增加的同时,最表层中(0—15 厘米)根的相对含量减少,而下部各土层中相对含量显著增加,深耕深度愈大的这

种趋势愈为明显(表 4)。

表 4 耕层深度与根系发育的关系
(深淺耕对比試驗)

田号	耕层深度	根总量* (克)	各土层中根的分布情况 (佔总根量的%)			
			0—15	15—30	30—50	50—70
54	14	40.66	97.68	1.35	0.67	0.30
61	20	44.64	80.23	17.78	1.41	0.58
58	26	100.29	72.67	20.28	6.28	0.77

* 30×30×70 厘米³ 土体内的根量。

由表 4 可見,根的分布深度在一定範圍内是随着深耕深度加深而加深;浅耕田根量少,扎根浅完全是由于土壤环境所致,而非出于作物的本性。

(2) 土壤性状(土壤剖面結構和各土层的特性)与水稻根系发育的关系:疏松而含养分較多的土层,是根系发育的良好环境,反之,則影响其发育,限制其向下伸長。例如,在一个耕作层深度为 14 厘米,14—22 厘米即为紧实犁底层的剖面中,我們看到,根系向下伸長至 14 厘米处,受阻于犁底层,而沿着犁底层面橫向延伸,一部分根以后虽伸入犁底层,但由于該层紧实,以致粗根仅能到达 19 厘米深处(图 1)。

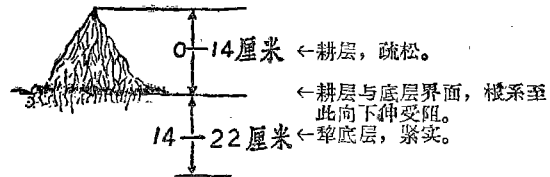


图 1 土壤性状与稻根伸展情况

其他如紧实的铁質淀积层,对根的发育亦产生同样的阻碍作用。土层質地对根的发育也有显著的影响。我們在应城县春光社几块深翻田中看到稻根主要根羣分布深度小于深耕深度的实现,在研究了这些土壤的一般农化性状后,我們得到这样一种印象:看来土壤中粘粒(<0.001 毫米)含量达到 35% 左右时,可能对根系的发育产生极为不利的影響。

从現在我們所有的这些田块的机械組成和农業化学性状分析資料来看,可以認為,高度发育的潴育层或潜育层主要由于其养分缺乏和氧化还原电位低而不适于根系的发育。

所有这一切說明,土壤性状和根系发育有着密切关系。因此,当我们欲通过研究水稻根系的剖面分布状况来确定根系发育所需要的深耕深度时,必須考虑到土壤的这些影响;另一方面,当适宜的耕层深度已确定后,也可以根据土壤性状的不同,創造不同深度的耕作层,而同样达到滿足作物根系发育的需要。

(3) 耕层养分状况与水稻根系发育的关系:耕层

中的养分状况，通常对根系发育产生两方面的影响。一是根的总量，一是根的剖面特征。

研究其他因子完全相同、施肥量不同的田块中根系发育的情况时，可以看到施肥量愈多，根系发育愈旺，表现在总根量的增多；同时，施肥量多者其底层土壤中(30—50厘米)根量(无论是相对含量或绝对含量)均较施肥量少者显著增多(表5)。

表5 养分状况与根系发育的关系

田号	施肥量	耕层深度	总根量*** (克)	各土层中根量的分布情况					(佔总根量的%)	
				0—10	10—20	20—30	30—40	40—50		
66	輕肥*	17	28.55	79.54	16.99	2.35	1.02	0.11		
195	重肥**	17	32.74	83.23	13.78	1.74	1.70	0.55		

* 塘泥2,000担/亩,豆餅100斤/亩 } 追肥同。
 ** 塘泥4,000担/亩,豆餅200斤/亩 }
 *** 30×30×50厘米³土体中的根量。

(4) 密植和水稻根系发育的关系: 作物根系有其必需的营养面积,以便有效地吸收养分和水分,根系愈发达,其营养面积愈大,作物将可获得充分的养分和水分供应。在稀植情况下,根系可在表土层横向发展,这样来保证其所需要的营养面积,所以密植程度不同,必将导致根系分布状况的不同。

田间根系剖面分布观察的结果说明,在其他各种因子相同的条件下,密植程度较大者,其下部土层中根量略较多,主要根量的分布亦略深,例如队龙区羣益社稀密植对比试验田中,密植(2.3×3.5寸)的主要根量分布深度(43厘米)较稀植(4×7寸)者(32厘米)深10厘米。

测定不同密植田中水稻根量的结果表明,密植程度增大后,由于0—10厘米的空间一定,不能容纳更多的根量,单位植株欲保持并扩大其根系的营养面积,必须向下部土层伸长,因而0—10厘米土层中根的相对含量减低,而10—20厘米土层中无论绝对含量或相对含量均较稀植者显著增高(表6)。

表6 密植与根系发育的关系

田号	密度	总根量 (克)	各土层中根系分布情况 (佔总根量的%)				
			0—10	10—20	20—30	30—37	37—50
82	75188次/亩	22.5	79.08	11.20	8.78	0.70	0.24
16	119266次/亩	24.1	67.62	28.25	3.36	0.70	0.07

此外,应当说明,品种的不同,其根系的分布状况亦略有不同。

从上述各个影响水稻根系发育的因子的讨论中,可以看到,随着深耕、增施肥料和密植,水稻根系发育的总趋势是:总根量显著增多,各土层中的根量亦增多,主要根量的分布深度加深,根系的剖面分布特征有了较大的改变,0—10厘米土层根的相对数量降低,10—20厘米土层中的相对数量增高。

所有这一切说明,水稻的根系发育制约于环境因子,制约于农业技术措施。水稻是“浅根作物”的“理论”应当彻底扬弃。

(三) 水稻田的生土熟化问题

深翻土地中,生土熟化,特别是水稻田的生土熟化,密切关系着深耕措施效力的发挥。由于水稻土形成过程的发展,水稻土剖面的下部往往养分贫瘠,矿物遭受严重破坏,一方面是铁锰等大量游离释出,另一方面是铁结核或铁质淀积层的形成,造成不良的物理性状,总之,肥力很低。

在孝感县主要几个水稻产区內,除队龙区(可能还有龙店和祝站)一部分湖底淤泥上发育的水稻土外,大部分水稻田土壤,表层以下各土层中有机质含量一般在0.31—0.66%之間,全氮——0.015—0.047%,有机磷量——0.01—0.04%。除一部分新冲积物上发育的水稻土外,一般在20—30厘米以下均有灰色程度不等的土层(中度到强度潜育层,或潜育层)。可见,不将这些生土熟化,就不能建立深厚的肥沃耕作层,就不能使水稻根系发育良好,也就不可能使水稻获得高额产量。同时也可以看到,这些生土的熟化是一件十分棘手的问题,这点正是极小一部分人对深耕存在顾虑的所在,同时也就是“耕层只能逐年加深”这一“理论”的根据。

其实,深耕本身正是使生土熟化的有效手段之一,广大农民采用深耕结合增施肥料并运用一系列耕作措施成功的将生土变成了熟土,把原仅为14厘米左右的耕作层变成了厚达25—42厘米的肥沃耕作层。

(1) 深翻后土壤农业化学性状的改变:深耕以后,除了耕作层加厚外,原来的生土(坯土)也发生了巨大的变化,其中有机质增加了0.5—1.4%,全氮量增加了0.021—0.058%,有机磷增加了0.030—0.047%,代换量增高了1.8—2.5毫当量/100克土。

值得注意的是,深耕结合增施肥料,还对新耕作层下的土壤产生了良好的影响。由于承受上层淋洗下来的物质,新耕作层下面的土层中有机质增加了0.18—0.4%,全氮增加了0.007—0.018%,有机磷增加了约0.01%。

(2) 土壤生物活动性的改变:深耕以后,土壤疏松,物理状况改善,同时由于肥料的施入,提供了微生物的能源物质,因而新加深的耕作层中微生物的活

动性大大增加，新加深的耕作层中細菌、真菌、固氮菌、氯化菌、磷細菌等均有不同程度的增加，有的增加达数十倍；特别值得注意的是：同一剖面内新加深的耕作层中，各种微生物的数量和老耕作层中者极为一致，这有力的证明新加深的耕作层已高度熟化。

微生物活动性的增强，不仅保证施入的有机肥料中的养分能够源源释出，供应水稻的需要，同样还将动员土壤中难有效的营养物质使之能为水稻所利用。

(3) 土壤物理状况的改变：上述新耕作层中微生物活动性的加强乃是该土层物理状况显著改善的证据之一。其中真菌的剖面分布特征更足以说明，新耕作层中的通气状况有了很大的改善。

曾经有人认为，水稻田淹水时间久，由于水的淹渍和上部土层的压力，翻耕以后，新耕作层的下部将易于板结紧实，回复原状。大量的剖面观察结果证明，这种看法是没有根据的。所有的深翻田在种植了一季水稻（一季晚粳）以后，新耕作层仍保存其耕作层所特有的疏松状态。当然，关于这种状态能保存多久，以便确定在更深的深度处几年翻耕一次的问题，还需进一步研究。

深耕田新耕作层土壤的农业化学、物理和生物特性等说明，新耕作层已是高度熟化的土层，耕层深度已由 14—17 厘米变成了 26—42 厘米厚的肥沃层。这说明肥力低的生土（其中包括强度潜育层）仍然容易使之变为熟土，关键在于施肥和正确的耕作。那种“逐年加深耕层”的陈旧原则应该让位于“一次加深耕层，一次熟化”的原则了。

(四) 对孝感县几种主要类型

水稻土壤深耕深翻的意见

根据上述，孝感县的水稻田深耕深度在目前条件下以不少于 40 厘米为宜。从深耕深翻的角度出发，我们把孝感县几种主要类型的水稻土分为下列几组：

第一组：本组土壤发育于湖底淤泥，淤泥厚度视其分布的地形部位而异，剖面层次分化不很显著，在耕作层下有铁质管状淀积物分布于整个淤泥层中。这组土壤分布于卧龙区（可能还分布于龙店区和祝站区）的某些地段。

这组土壤整个淤泥层有机质及其他营养元素含量较丰富，潜在肥力较高，因此我们认为，这组土壤进行深翻时，凡淤泥层厚度大于或者等于深耕深度者，可以打乱土层，不必严格保持土层顺序，但须注意使土块碎细，同时可施用少量（约 30 斤/亩）石灰，以促进微生物的活动性，加速养分释放。

由于本组土壤中有有机质、全氮，有机磷等含量高，施用陈腐上、地脚泥等质量较差的肥料，反将降低土壤中原有的养分水平，因此，本组土壤以施用质

量较高的肥料为宜。

第二组：本组土壤包括：(1) 水稻土形成过程发展较轻，剖面中铁质移动明显，但无较发育的潜育层或潜育层（卧龙区羣益、万斤等社，王店区 51 社等地皆有分布）；(2) 剖面中潜育层及淀积层虽很发育，但其“原耕层+犁底层+潜育层”的总厚度超过 40 厘米（朋兴区 54 社，天元区 54 社等地皆有分布）；(3) 清河的新冲积物质上发育的水稻土。

本组土壤心土（约 20—40 厘米）肥力虽远逊于第一组土壤，但较第三组略高，而且物理性质较好，深翻时：(1) 当施肥量为一般水平时，应保持土层顺序；(2) 当施肥量为 2,000 担堆肥（有机质含量在 3% 以上），可以打乱土层；(3) 如欲一次熟化，施肥量应达到 3,000 担堆肥（其中有机质含量在 3% 以上）。

第三组：本组土壤包括：(1) 在 0—40 厘米内有厚 10 厘米（或 > 10 厘米）的铁结核聚积层或大量铁质淀积层（王店区 51 社，朋兴区羣丰社等地皆有分布）；(2) 0—40 厘米内原耕层（18 厘米）以下即为高度发育的潜育层或潜育层（肖港区永建社，朋兴区羣丰社等地皆有分布）。

本组土壤，心土或铁结核或未成型的铁质淀积物多，物理性状不良，或则为强度发育的潜育层或潜层，养分含量很低，而且物理性状也较差。因此我们认为，本组土壤深翻时，在一般施肥水平下，应严格保持土层顺序，而且一般施肥水平应较第二组土壤同样方法深耕的施肥水平高 30%，如施肥量达到 3,500 担堆肥（其中有机质含量在 3% 以上），则可以一次将生土完全熟化，而且深翻时也可以不保持土层顺序。

第四组：本组土壤分布于各区局部地形低洼地区（朋兴区长风社等地皆有分布），地下水位高，积水难于排除，因此在深耕时还必须结合水利，降低地下水位。

施用有机肥料是变生土为熟土的最有效措施，我们认为应当大力利用湖草、稻秆、青草等制作堆肥，并大力提高肥料质量，减少肥料中的泥土含量以利运输，并可提高肥效。上述施肥量的建议数字可因肥料质量的提高而相应减少。

最后，应当特别强调，深耕时耕地质量和施肥方法对于生土熟化有极其重大的关系。凡耕地质量好，土块碎细，则生土愈易变为熟土，反之土块大，不但妨碍水稻根系的发育，而且由于土壤与肥料不能融合，往往可以看到，经过种植一季水稻以后，大土块的外部，土壤已经改变，而内部仍保存其原有的状态。施肥均匀，同样具有重大的意义，施肥不均，特别是底土肥料少，肥料集中于表层，不但削弱了熟化生土的效果，而且在某些情况下，易造成水稻的倒伏。