

上海郊区土壤的排水问题*

杨金楼 朱济成 姜素珍

(上海市农业科学院土肥植保所)

上海郊区水田土壤,可以古岗为界分成东西两部分:浦东的沙泥、夹沙泥、黄泥头以及岗身的沟干泥是由长江沉积物发育起来的草甸土,地势较高(吴淞0.4米以上),地下水位较低(地面1米以下),质地偏中(轻壤—重壤),土壤通气孔隙较多,渗透性较好,因此土壤比较爽水,生产性能好,产量较高;浦西的青紫泥是由古太湖和其他许多湖荡港叉葑淤成陆的沼泽土,地势低洼(地面高程在吴淞零上2.2—3.5米),地下水位高(地面以下0.3—0.8米),质地偏粘(中壤—重壤),土壤通气孔隙少,毛管孔隙多,吸持力强,土壤透水性差,易于囊水,根系环境不良。水多气少往往制约了肥、热,使土壤肥力难于发挥,因此土壤的生产性能差。浦东、浦西水稻土,由于土壤水文特性的不同,因此在农田排灌上亦有差异。现就夏熟排水、稻田排水和农田排水的发展方向问题谈谈我们的粗浅看法。

一、夏熟农田排水问题

夏熟作物产量低而不稳,其重要原因是降雨过多,形成“三水”(超过土壤入渗能力形成的“地面水”、潜存在耕层内的“潜层水”,和较高的“地下水”),在田间滞留而引起渍害。据历年的产量分析,三麦单产与秋播、春后、全生育期雨量和雨日呈反相关,相关系数在0.7以上,因此,这个时期雨量的多少直接影响夏熟产量的高低。如果秋播多雨,往往影响耕作质量和根系生长。春后多雨直接影响根系活力,烂根早衰,造成减产,如全生育期多雨,影响更大。但是“三水”造成渍害到底以什么为主要矛盾和主要的矛盾方面?不同土壤应该怎样合理开沟以根治渍害?夏熟作物排水向什么方向发展?现已成为南方水稻土夏熟作物高产稳产所急待解决的重要课题。

解放初期,水利建设有了较快的发展,但未能根本解决水患危害,因此涝灾威胁仍属主要矛盾。随着水利建设的进一步发展,排涝能力逐步增强和涝灾威胁逐步减轻的情况下,西部低洼地区的地下水位过高,成为限制夏熟作物产量提高的主要矛盾。过去从生产实践中所总结出来的经验,曾提出了改造低洼地的“围起来、排出去、四分开(高低分开、内外分开、排灌分开、水旱分开)、二控制(控制河沟水位、控制地下水位)、配套齐、管理好、再改造(改造老河网)”的综合治水方针,有计划地逐步进行了闸泵配套,田内外开深的明暗沟,做到三沟配套,以控制河沟水位,有效地降低了地下水,提高了改土效果,为农业生

* 参加此项工作的先后还有施南昌、董有为、程平宏、蒋筱仙同志。

产向深度和广度进军创造了条件。但仍有部分地区还没有包围起来,过高的地下水位引起渍害仍很严重。

另外,六十年代以来,农田耕作制度有了根本改革,以双季稻为主的三熟制在上海郊区已成为主要的轮作制度,二熟变三熟,土壤淹水时间将延长40天左右,土壤长期渍水,势必引起土壤物理、化学、生物性质的变化。土壤未能适时耕种,湿耕次数增多,结构遭到破坏,土壤耕性变劣,犁底层愈加密实,几成为不透水层,影响根系受渍缺氧,活力减弱,以至窒息而死。1977年3—5月份上海郊区经受了解放以来最大的雨量(近500毫米)和雨日(平均1.8天有一个雨日),浦东和岗身地区地势较高,河水位较低(田面以下1.5米左右)淋溶层的侧向排水也较好,所以地下水位能在3天内降至0.8米以下,但因田内沟太浅(5寸左右),耕层内的潜水受犁底层阻隔,难于渗入田内沟道以排出田外,因而渍害很重,根系活力很弱,养分吸收受阻,特别吸收钾素养分更少,造成氮钾比过高,引起生理障碍,对三麦生育十分不利(表1),苗黄、矮、瘦、僵、甚至烂根死亡,千粒重大为减轻,据崇明县农

表1 不同渍害程度影响麦株吸收氮钾的情况

品 种	渍害情况	株 高 (厘米)	茎 粗 (厘米/株)	干 重 (克/株)	植株养分(%)		氮/钾	单株吸收氮钾量		单株吸收比较	
					全 氮	全 钾		氮(毫克/株)	钾(毫克/株)	氮 (%)	钾 (%)
元 麦	渍害重	29.9	0.25	0.21	1.95	1.48	1.32	4.13	3.14	24	17
	渍害一般	48.3	0.37	0.47	1.53	1.60	0.96	7.25	7.58	42	40
	无渍害	64.1	0.50	1.04	1.68	1.83	0.92	17.40	18.96	100	100
小 麦	渍害重	29.4	0.28	0.21	2.24	1.61	1.39	4.75	3.41	37	21
	渍害一般	52.8	0.32	0.58	2.49	1.67	1.49	14.52	9.74	113	59
	无渍害	64.7	0.47	0.84	1.54	1.96	0.79	12.87	16.39	100	100

注:淞江县泗联良种场。

业局的考察,早熟三号大麦千粒重只有26.4克,比去年39.9克减少13.5克,单粒重一项就减产三成以上。三麦减产幅度并不比西部低洼地区低(50%以上)。浦东地区的排水重点不是地下水,而是潜层水。

西部低洼地区,地下水位过高,是限制农业生产的主要矛盾。今后应大搞农田基本建设,建立围田,做好闸泵配套,高标准地开好河沟,先将地下水位降下去,再狠抓排除潜层水,才能收到很好效果。河沟水位和地下水位控制较深的圩区,治渍的重点应以解决潜层水为主,要注意田间沟渠配套,加速排除潜层水,才能更好地发挥增产潜力,夺取高额丰产。

二、夏熟农田的四沟排水措施

近几年来郊区广大贫下中农在开沟排水治渍实践中,逐步加深了对“三麦一条沟”的认识,由浅明沟发展到“丰”字沟和条条深明沟,并逐步向明暗沟结合的形式发展,而且试验推广暗管结合深线沟的排水措施。

(一) 不同沟道的排水效果

排水沟道有明沟、暗沟、明暗沟结合、鼠洞、暗管及线沟六种形式，其效果分述如后。

明沟排水的效果，经实践证明，明沟开得越深，地下水位降得越低，雨后水位回升慢而下降快，土壤含水量较少，三麦扎根深，根量重，活力强，吸收养分多，单株营养好，有利于争大穗夺高产。据今春低洼地区青紫泥土壤上的调查，明沟深浅与渍害轻重有一定相关性。沟深 5 寸以内，潜层水难排，渍害最重，几乎颗粒无收；沟深 5—8 寸，潜层水排出较难，渍害较重，产量只在百斤以内；沟深 1—1.5 尺，打破了犁底层，潜层水有较小的水头差，便于向两侧排出，一般受渍，产量二、三百斤；沟深 1.8—2.0 尺以上，可排除潜层水，又能截排地下水，渍害轻微，产量高而稳。试验证明，深明沟比浅明沟好，条条开深沟又比“丰”字式深沟好，在一定条件下有沟道愈深，产量愈增的趋势。条条开深明沟，可以迅速排除地面水，防涝效果十分显著，又有利于潜层水向两侧排出。明沟的耕作上层的相对湿度比同深同距暗沟的降低 10—40%，耕作下层（10—20 厘米）也有一定降低。另外深明沟还能截排过高的地下水，有同时降排“三水”的良好效果，是目前郊区麦田开沟所采取的主要沟型。为了提高土地利用效率，不少社队开了 3 寸宽的窄深沟，沟边插麦，土地利用效率可高达 95% 以上，并大力推广机械化开沟，采取先开沟后种麦，收到了较好的效果。但明沟深度有限，机械行走不便，土地利用效率低，所以 1973 年学习了江苏省金潭县在丘陵地上试开土堡暗沟的经验，以代替部分明沟。

暗沟排水在生产上有一定实用价值。它的优点是：在水稻成熟收割前，可预先割去十几行稻，先开好暗沟，以降低地下水位和土壤湿度，虽遇阴雨也能确保秋种季节和质量。另外，暗沟不占地，可以提高土地利用效率；沟深一般可达 2 尺以上，地下水水头差大，排水较易，特别是内排水性能较差的青紫泥、沟干泥，开暗沟后土体形成较多空洞，可提高土壤内排水能力，加速土壤改良；暗沟还有利于机械化和管管理。所以，上海郊区发展到 30 多万亩，但暗沟也有弱点，雨水要渗入土壤后再排出来，当降雨强度超过土壤入渗率时就会引起地面积水，甚至形成涝灾，雨后地下水上升较高，集流时间慢，排出较难，潜层水消退亦缓。据淞江泗联公社科技站和青浦县徐泾公社科技组 1975 和 1976 年试验证明，暗沟的潜层水一般集中在 0—30 厘米土层内，贮存范围较大，消退时间较长，约需 8—10 天，比明沟长一倍时间，土壤相对湿度明显较高，特别是土质粘重地区对潜层水的排除十分不利。据 1977 年同深同距的明暗沟比较试验，暗沟根系密集层比明沟浅 6 厘米，每亩根量少 37 斤（约合少 43%），而且从土壤内带走的养分比明沟多一倍。实践证明：在少雨年份暗沟增产效果尚好，但遇多雨年份，不利于抗灾。据 1977 年在黄泥头、沟干泥、青紫泥上明沟暗沟同深（2 尺）同距（4 米）的对比试验，结果暗沟产量比明沟低。而且暗沟只是临时性排水措施，一般上盖土堡浅，易遭破坏，并需每年开挖。

明暗沟结合可充分发挥明沟排地面水和潜层水、暗沟排地下水的优点，它比单独明沟或暗沟的降湿效果好，土壤潜层水的消退时间比明沟提前一天以上，比暗沟快一倍以上，土壤含水量一般比暗沟降低 15% 左右，雨后一天土壤氧化还原电位一般比单独明沟或暗沟的提高 20 毫伏，亚铁含量大大降低，有利于土壤环境的更新。另外，明暗沟结合的田块作物根量重，比暗沟每亩多 35 斤，根系活力也强。据朱家角基点 1977 年用放射性 P^{32} 示踪技术测定扬麦一号的根系活力，明暗沟结合要比同深同距的明沟高 10% 以上。从五个单位的试验看出：明暗沟结合的产量同暗沟相比，四个单位平均每亩增产约 17%，一个

单位减产,其原因是出苗后才开挖明沟,泥没挑出去,压掉了部分麦子。

鼠洞排水,六十年代以后在郊区得到了一定的推广,1976年秋冬有三万多亩打了鼠洞,密度较高(洞距2—5米),如与明沟结合,降湿增产效果较好(比单独暗沟为好)并有一定后效。但如密度较稀(大于6米),单独使用的效果很差。另外,鼠洞排水的适用范围较狭只适用于中壤至粘土。鼠洞排水主要是靠刀片划缝渗水经洞排出田外,可是洞壁易塌堵塞,洞壁挤压后渗水很差,洞口管理困难,如出口较高或洞底不平反而阻水,因此在使用上受到一定限制,使用年限亦较短(2—5年),故发展不快。但如与明沟结合作为过渡措施,在土质偏粘的低洼地区仍可因地制宜地应用。

暗管排水是农田排水的一种好形式,它不受土质条件限制,使用年限较长,并可以人为控制。实践证明:暗管埋得深(1.0—1.2米)可以加大雨水渗入后的水力坡度,使地下水排得快而上升幅度小,且田块纵向地下水位趋于一致,变幅也小,土壤含水量也相应降低。据测定:暗管7米间距的土壤含水量比对照田平均低15%,10米间距的低10%,雨后一天土壤氧化还原电位比对照田高100毫伏以上,有害亚铁含量只是对照田的一半至十分之一。所以,麦根扎得较深,粗根也多,根量比不开沟的对照田多63%,特别是后期根系活力增强更多。春后三次用 P^{32} 示踪测定铺设暗管田的放射强度比对照田高20—60%,每亩增产约23%。暗管有瓦管,混凝土管,蜂窝式混凝土管、屋脊瓦,灰土管等多种形式,据川沙北蔡公社试验,用白云砂、瓜子片、水泥制成的蜂窝式混凝土管渗水较好,地下水位较低,雨后地下水位上升幅度比瓦管小,下降快,土壤含水量也低,产量比铺设瓦管的田每亩增产90斤。

线沟排水是降湿除渍的有效措施。线沟有深浅之分,浅线沟是冬春雨后在耕作层拖刀划缝而成,深度一般5、6寸,有利雨后部分潜层水的排除,雨后在一米左右土壤含水量略有降低。深线沟是用大拖拉机带刀片在秋播前划缝,深约1—1.2尺,间距1—2尺,由于划破了犁底层,渗水较快,但须与暗沟或暗管结合,才能使潜层水很快地入渗土体并由暗沟(管)排出田外。同时田间地下水位亦可降低,保持较大的水力坡度,促使潜层水继续消退。土壤含水量比单划深线沟的低16%左右。据试验,单深线沟比不开沟对照田可增产10%,而深线沟与暗管结合的比不开沟对照田,增产可达42%,由此可见,深线沟与暗沟(管)相结合,有较好的排水作用,增产效果亦很明显。另外深线沟与暗管配合既可适当减少明暗沟,节省劳力,抓住季节,又可做到田面无沟,有利机械化。在农业机械化逐步发展的情况下,开深线沟是能够办到的,而且又是降湿除渍的有效措施。

(二) 夏熟农田的合理开沟及发展方向

开沟排水要因地制宜。实践证明:明暗深沟的沟底要始终保持在河沟水位之上才能充分发挥排水效果,因此必须建立围田,整治水系,开深河道(达3.2米),挖深龙沟(1.5米),狠抓排水、降水、控水。地下水位较高的潮汐地区也应建闸控制,利用潮差排水。在此基础上加强田间排水必能收到良好效果。

浦东的沙泥、夹沙泥、黄泥头和岗身的沟干泥,其“三水”排除的问题以排潜层水为主,而明沟排潜层水较好,所以,这个地区应以明沟为主。为了利于潜层水向两侧排出,要淘汰“丰”字沟,加密竖沟,减少腰沟,沟道宜深(应在根系密集层以下,一般深1.5尺),以增大水力坡度,做到快速排水。从沿海向内陆依次分布的沙泥、沙夹黄、黄夹沙、黄泥头、沟

干泥,质地从沙到粘,土壤透水性从大到小,因此开沟深度要从浅到深,畦畦开沟,一般沙泥垅沟深 5、6 寸,沙夹黄 0.8—1.0 尺,黄夹沙 1.2 尺,黄泥头、沟干泥深 1.5 尺。

浦西低洼圩区的青紫泥,要先降低地下水位,然后再排除潜层水,故宜明暗沟结合,用明沟排地面水和潜层水,而以暗沟排地下水,排除“三水”的效果好。其布置形式:明沟深 1.2 尺左右,暗沟深 2.0—2.5 尺,明暗沟间距 3—4 米,这是较好的排水方式。明沟与鼠洞也可相间布置,明沟深 1.5 尺左右,鼠洞深 1.8 尺左右,沟洞距 2—3 米。明沟与暗管结合最为理想,明沟深 1.2 尺左右,暗管深 1—1.2 米,明沟距 4 米,暗管距 7—10 米。这样,土壤中的水排得快,降得低,改土效果好,抗灾能力强。至于荡田的沼泽青紫泥或小粉土,极易囊水,暗沟易塌,仍以明沟为宜,深达 1.2—1.5 尺即可。

社会主义大农业的农田排水趋向必然是明暗结合,四沟配套(河沟、明沟、暗沟、线沟),以便逐步将沟渠改成地下沟渠,适应农业机械化,积极为社会主义大农业创造条件。

郊区的金山县枫围公社新华大队搞了沟渠地下化,川沙县北蔡公社泮姚大队的地下沟渠与地下暗管配套,都取得了一定的经验,但田面仍开明沟以排除地面水和潜层水,还是不利于机械化操作。试验证明:只要四周开围沟以排除大雨形成的地面水,田内在耕翻前用大拖拉机(50 匹)带刀片划深线沟(深 1 尺,间距 1.5 尺),以打破难以渗水的犁底层可以代替明沟排潜层水。深线沟与较深的暗沟(管)配套,排除“三水”十分有利。深线沟密度高,水力坡度大,可有效地排除影响根系的潜层水,而且可基本上做到田面无沟,利于机械化操作,是最为理想的配套方式。目前,暗管排水一时难于全面推广,深线沟与深明沟或暗沟结合,相互垂直布置,可使潜层水顺深线沟流入明暗沟(管),再排出田外。上海郊区的五个县十四个公社(场)在不同土壤上搞了近五百亩试验田,以便推广应用。

总的来说,我们认为上海郊区的农田排水应从速建立配套体系。低洼地区应先建立围田、闸泵配套、挖深河沟,使常年地下水位控制在 1.5 米以下,并在此基础上,埋设田间暗管,建立“闸—泵—河—沟—管”配套体系。浦东及岗身的高平原区应建立“深沟—暗管”配套体系,就能快速排除土壤水,以降低和控制地下水位。在旱作期间,还可用抬高整个土层地下水位的办法通过暗管进行地下浸润灌溉。人为地控制适当的地下水位,保持稳定的水肥供应,有利于作物高产稳产。

三、稻田的排水问题

随着双三熟制的发展,土壤淹水时间延长,湿耕次数增多,土粒分散而易囊水,土壤渗漏量变小,有毒物质易于积聚,土壤环境不良,根系发育受阻,甚至烂根瘪谷减产,因此稻田排水成为水稻高产栽培的重要环节之一。我们采用的方法有三:一是埋设暗管,二是开深的围沟和串心沟,三是局部打破犁底层,都有一定的效果,现分述如下。

(一) 暗管排水在水稻上增产作用

暗管排水的优点可人为地自由开闭管塞,以快速排水,促使地面水与地下水分离,使水能在重力作用下源源下渗。随着土壤渗漏量的增加,积聚在根部的有毒物质可被淋去,并带入溶解氧,搁田快而迅速,又有利于后期干湿灌溉,增强了气体交换,更新了土壤环境。暗管排水可使根系再生能力加强(再生率达 67.5%,而对照田再生率为 15%),再生株总

干重高(高 4.5 倍)。应用同位素 P^{32} 示踪技术测定土下 3 寸、8 寸深的根系放射性强度表明,愈到后期暗管排水的水稻根系活力愈强,特别是下层更强,平均比对照田增强 60% 以上。因此,根系吸收养分明显增多(一般多吸收了 26%),干物重增加 20% 以上,积累的养分增加 20% 以上,一般可增产 5—27%。在实践中,我们认识到暗管排水的关键是要控制好出口,如果不加控制,会漏水漏肥,还会抑制作物生长。如完全密闭,亦不利于土壤环境的改善。最优状况是保持细微渗水,使稻田地下水位稳定在地面以下 30 多厘米。搁田期间可打开管塞。

(二) 稻田深沟搁田好

稻田开深沟搁田就是在移栽时先留好“川”字沟,耘稻时捞出沟形,排水收汤后搁田初开深沟(深 1 尺左右的走马沟或围沟和田中开 0.8—1.0 尺深的串心沟)。深沟有利于快灌快排,加快土壤的脱水速度和深度,故开沟后地下水位低,土壤渗漏量增加,有效地稀释和淋溶土中的有毒物质,并随渗漏水带进溶解氧,使耕层 10 厘米处氧化还原电位有所增加,还原性物质总量和活性还原物质分别比对照降低 7% 和 19%。用同位素 P^{32} 作土下 3 寸和 8 寸根系活力示踪测定表明,深沟搁田有利于根系深扎,特别是中后期根系活力明显增强,尤以成熟期增高幅度为最大,提高了吸肥能力,保持了抽穗灌浆期上部叶片有旺盛的同化功能,以制造较多养分,为增加粒重获得高产创造了条件。因此,稻田开深沟是以水调气、肥、热等肥力因素的有效手段。在后季稻上开深沟,简单易行,有利于后期多灌一次水多长一层皮,还有利于提高秋种质量,可以全面推广应用。

(三) 深线沟增加稻田的爽水性

深线沟局部打破了犁底层,增强了稻田的爽水性。由于渗漏量增加,土壤环境得以更新,稻株再生能力增强, P^{32} 示踪测定根系活力表明,土下 3 寸、8 寸处稻根活力均增强一倍以上,因此实粒数增多,空秕率降低,产量有所增加。

THE DRAINAGE PROBLEM OF THE SOILS IN THE SUBURBS OF SHANGHAI

Yang Chin-lou, Chu Chi-cheng and Chiang Su-chen

(Institute of Soils, Fertilizers and Plant Protection, Shanghai Academy of Agricultural Science)

Summary

The present paper deals with mainly the drainage problem of the soils in the suburbs of Shanghai. The soils are mostly used under a rotation system of wheat (hull-less barley)-rice annually. Excess content of soil moisture usually restricts the growth and yield of winter crops. Various ameliorative measures for the improvement of drainage condition of soils are described.