

秸秆心土还田改良沼泽化土壤排涝效果的研究^{*}

张春峰¹, 贾会彬¹, 张洪权¹, 刘 峰¹, 新家宪², 工藤正义², 王欣力³, 王 岩⁴

(1. 黑龙江省农科院合江农科所, 佳木斯 154007; 2. 日本专修大学环境科学研究所, 美呗 079—0197; 3. 黑龙江省宝清县科技局, 宝清 156600; 4. 沈阳市农科院, 沈阳 110034)

摘要: 由于地势低洼、土质粘重, 沼泽化土壤自身排水不畅, 土壤内涝严重。“九五”期间, 我们开展了向心土中施入秸秆的改土排涝试验, 试验表明, 表土位置不变, 在 20~50 cm 心土内沟施或混施秸秆以后, 第一年作物增产率为—5.6%~19.5%; 第二年为 1.4%~13.7%。室内饱和透水测定结果说明, 向心土混入秸秆以后, 土壤透水能力提高。机械模拟处理区水分渗透速度约是对照区的 10 倍。

关键词: 土壤内涝; 秸秆; 心土

中图分类号: S 156.7 文献标识码: A 文章编号: 1002—2767(2001)03—0006—03

Effect of Returning the Crop Stack into Subsoil on Improving The Marsh Bog Soil and Drainage

ZHANG Chun-feng¹, JIA Hui-bin¹, ZHANG Hong-quan¹, LIU Feng¹,

K. Araya², M. Kudoh², WANG Xin-li³

(1. Hejiang Agricultural Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China; 2. Environmental Science Laboratory, Senshu University, Bibai 079—0197, Japan; 3. The Science and Technology Office of Baoqing County, Baoqing 156600, China)

Abstract: As a kind of low-lying clay soil, meadow boggy soils often suffer from excessive moisture. In order to improve its physical properties, a three-stage soil layer mixing plough was envisaged and designed, which can return the soybean stalk or wheat straw into the subsoil to achieve longer sustainability of drainage for the improvement of meadow boggy soil. The results of the manmade plots showed that the treatments with returning soybean stalks or wheat straws into the subsoil ditch, or mixed with the subsoil at the depth of 20~50 cm, meanwhile leaving the top soil undisturbed, gave a good performance on crop yields. The yield-increasing rate was —5.6~19.5% in the first year, and 1.4~13.7% in the next year. The saturated permeability of the soil in the manmade treatments was increased. The water permeability in the treatment tilled by the prototype plough was 10 times higher than that of the control.

Key words: excess moisture; crop stalk; subsoil; three-stage soil layer mixing plough

土壤剖面中, 表层具有泥炭化或腐殖质化特征、下部土层具有潜育化特征的土壤, 被称为沼泽化土壤^{1,4}。它是三江平原地区的重要耕地资源, 面积达 100 万 hm^2 。由于地势低洼、土质粘重, 这类耕地

在多雨年份和季节, 内涝严重。其危害主要是: (1) 过量水分阻碍空气进入土壤, 非水生植物根系因缺氧而呼吸困难, 水分、养分运输阻力增大, 有害物质增加, 根系生长受阻; (2) 因氧气缺乏, 在微生物作用

^{*} 收稿日期: 2001—02—21

基金项目: “九五”国家攻关课题(96—004—02—01)。

作者简介: 张春峰(1965—), 男, 黑龙江省汤源县人, 助研, 从事土壤肥料研究。

下的土壤有机质矿化过程受到影响, NH_4^+ 和 NO_3^- 的释放量减少, 土壤供氮不足; (3) 过量水分使土壤的热容量增大, 土壤持续低温^[3], 作物生长发育迟缓; (4) 在过湿条件下, 农业生产被迫湿耕、湿种、湿整地, 陷入恶性循环, 耕地土壤结构遭到严重破坏, 持续农业的建立和发展受到威胁。所以, 解决土壤内涝问题, 是三江平原沼泽化土壤综合治理的一项重要内容。

20 世纪 90 年代, 以各类深松为主的农业措施开始在农业生产中广泛应用。同水利工程的横向排水相比, 深松的纵向排水还具有另一面的贮水作用这在年降水只有 500~600 mm, 洪涝正在逐步得到克服的三江平原地区, 发展节水型农业也具有重要意义。

但是, 深松的改土效果一般只有 1~2 a。为了提高机械改土后效, 实现资源综合利用的改土目标, “九五”期间, 我们开展了向心土中施入秸秆的改土试验, 重点调查了这种改土方式的增产效果及土壤透水效果, 在此基础上通过国际合作途径, 研制出根茬一心土混合犁。所研制的改土机械可将耕层 20 cm 黑土层平移反转, 然后把地表秸秆、根茬混入 20~40 cm 的心土, 表土层次不乱。机械设计既实现了机械措施与生物措施相结合的综合改土目标, 又体现了沼泽化湿地利用与保护的现代改土意识。

1 材料与方法

小区模拟试验和机械田间试验, 在三江平原“九五”国家科技攻关宝清试验区进行, 机械设计和部分土壤物理性测试在日本专修大学环境科学研究所进行。

1.1 小区模拟试验

试验在宝清县东升乡三道林子村进行。供试土壤为沼泽化草甸土, 开垦历史在 20 a 左右。1997 年 10 月, 采取人工模拟方法, 将定量的作物秸秆以不同方式埋入心土中。共设 6 个处理:

- ① 表土位置不动, 20~50 cm 混入秸秆(大豆秸 0.8 kg/m²);
- ② 表土位置不动, 20~50 cm 混入秸秆(小麦秸 1.2 kg/m²);
- ③ 模拟深松, 深松沟内投入秸秆(大豆秸 0.8 kg/m²);
- ④ 模拟深松, 深松沟内投入秸秆(小麦秸 1.2 kg/m²);
- ⑤ 模拟深松;
- ⑥ 平翻(对照)。

每个处理 3 次重复, 采用随机区组设计, 随机排列。小区面积 10 m²。种植作物为 1998 年大豆, 1999 年小麦。

1.2 透水试验

1.2.1 室内饱和透水试验 利用 Dik 饱和透水仪进行饱和和透水系数测定。

1.2.2 田间饱和透水试验 试验采用双圈法, 内圈直径 30 cm, 外圈直径 50 cm。渗入水总量 Q 由下式求出:

$$Q = \frac{(Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \times 10}{S} \text{ (mm)} \quad (1)$$

式中, Q_1, Q_2, \dots, Q_n 为每次灌入水量 (mL), S 为渗透内圈面积 (cm²)。

渗透速度 V 由下式求出:

$$V = \frac{Q_n \times 10}{t_n \times S} \text{ (mm/min)} \quad (2)$$

式中: Q_n 为间隔时间内灌入水量 (mL); t_n 所间隔时间。

渗透系数 K 由下式求出:

$$K = \frac{Q_n \times 10}{t_n \times S} \times \frac{l}{h} \text{ (mm/min)} \quad (3)$$

式中 l 为铁圈插入土中的深度 (cm), h 试验时保持的水层厚度 (cm)。

2 结果与分析

2.1 沼泽化土壤三相变化规律

据调查, 垦前及垦殖初期, 沼泽化土壤表层含有大量未分解或半分解的植物残体, 土壤固相率较低, 总孔隙度则较高。以后, 随着土壤有机质逐渐腐解, 土壤固相率增加, 总孔隙度缩小(见图 1)。这表明, 土壤的熟化过程也是土壤的一个致密化过程。

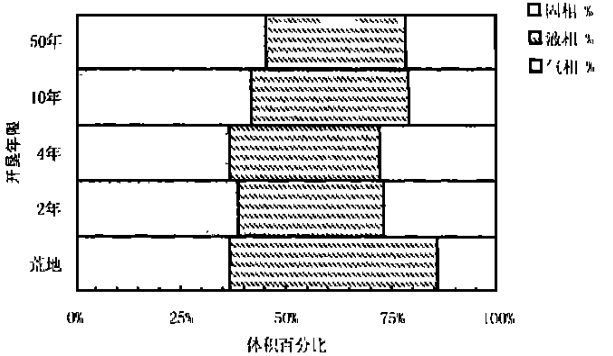


图1 不同开垦年限土壤三相变化

2.2 小区模拟试验

2.2.1 心土还入秸秆后对作物产量的影响 各小区产量(见表 1)。1998 年前期干旱条件下, 处理①、③、④比对照增产 13%~19.5%, 呈极显著水平; 处理⑤比对照增产 12%, 呈显著水平。处理②不表现增产, 这可能是因为麦秸 C/N 比高, 微生物消耗氮素增多, 因而减产。麦秸深松区④因麦秸分布集中并且深反而增产。1999 年, 普通深松⑤的效果明

显下降, 其它处理均表现增产。

2.2.2 心土还入秸秆后对沼泽化土壤透水的影响

室内饱和透水测定结果(见表 2)。整体看, 心土处理试验区透水速度快于对照区。其中, 麦秸深松处理土壤透水效果最好, 深度在 20~40 cm 的心土透水速度比平翻深松处理提高近 10 倍。说明向心土混入秸秆有较好缓解内涝的能力。

表 1 心土改土排涝模拟试验小区产量

处理	大豆(1998)		小麦(1999)	
	产量	增产率	产量	增产率
	(kg/hm ²)	(%)	(kg/hm ²)	(%)
①大豆秸混合	1621.5	112.97**	3733.3	109.1*
②小麦秸混合	1354.5	—105.58	3694.0	108.4*
③大豆秸深松	1681.5	117.15**	3661.3	107.5
④小麦秸深松	1708.5	119.11**	3676.7	107.9
⑤模拟深松	1606.5	112.00*	3508.3	103.0
⑥平翻	1434.0	100	3406.7	100

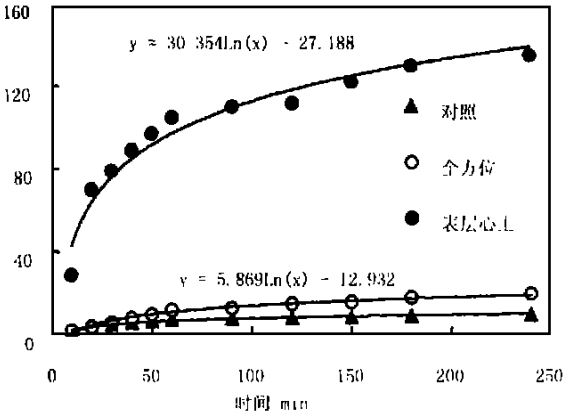


图 2 土壤透水测定结果

2.2.3 机械模拟改良沼泽化土壤透水效果 由公式 1(1)、(2)得土壤渗水总量和渗透速度。利用机械模拟改良沼泽化土壤, 灌水后 2 h, 处理区渗水总量约是对照区的 9 倍, 渗透速度约是对照区的 10 倍(见图 2), 说明秸秆心土还田排涝效果非常明显。

表 2 土壤透水调查结果 mm/min

处理	0—10cm	10—20cm	20—30cm	30—40cm	40—50cm	50—60cm
①	0.397	0.277	0.037	0.260	0.347	0.483
豆秸全混	0.401	0.259	0.062	0.223	0.434	0.211
平均	0.399	0.268	0.050	0.242	0.391	0.347
②	0.379	0.242	0.037	5.574	1.038	0.630
麦秸全混	0.386	0.288	0.046	3.084	0.630	0.409
平均	0.383	0.265	0.042	4.332	0.834	0.520
③	0.290	0.220	1.422	0.223	2.082	0.397
豆秸深松	0.298	0.215	1.860	0.211	0.198	0.310
平均	0.294	0.218	1.644	0.217	1.140	0.353
④	0.298	0.161	1.980	1.980	0.595	0.102
麦秸深松	0.326	0.159	1.734	0.942	0.744	0.576
平均	0.312	0.160	1.860	1.464	0.672	0.339
⑤	0.267	0.136	0.198	0.149	0.347	0.618
模拟深松	0.279	0.128	0.272	0.840	0.272	0.310
平均	0.273	0.132	0.235	0.494	0.310	0.464
⑥	0.235	0.139	0.104	0.089	0.145	0.087
平翻	0.220	0.154	0.100	0.088	0.149	0.089
平均	0.227	0.146	0.102	0.088	0.147	0.088

3 小结

3.1 小区模拟试验表明, 表土位置不变, 在 20~50 cm 心土内沟施或混施秸秆以后, 第一年作物增产率为—5.6%~19.5%; 第二年为 1.4%~13.7%。

3.2 向心土混入秸秆, 室内饱和透水测定结果表明, 土壤透水速度提高。据初步测定结果, 利用模拟排涝机械, 其水分渗透速度约是对照区的 10 倍, 排

水效果好于一般深松。

参考文献:

[1] 何万云. 黑龙江土壤[M]. 北京: 农业出版社, 1992 235.
[2] 中国科学院长春地理研究所沼泽研究室. 三江平原沼泽[M]. 北京: 科学出版社, 1983 41-42.
[3] 王学雷. 沼泽土壤热学特性研究[A]. 中国科学院长春地理研究所沼泽研究室. 三江平原沼泽研究[C]. 北京: 科学出版社, 1996 12-14.