

张腾飞. 土体有机重构改良措施对盐碱土壤盐分及养分变化的影响——以定边县白土岗子村土地开发项目区为例[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(23): 276–280.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.23.066

土体有机重构改良措施对盐碱土壤 盐分及养分变化的影响 ——以定边县白土岗子村土地开发项目区为例

张腾飞

(陕西省土地工程建设集团有限责任公司榆林分公司, 陕西西安 710075)

摘要: 为了研究土体有机重构对盐碱障碍农田内土壤盐分和养分含量变化的影响, 设置覆土压盐、施有机肥、施石膏、施草炭及对照共 5 组处理, 分析比较 1 年时间内, 在不同土层深度 (0~10、10~20、20~40 cm) 条件下, 土壤电导率、水溶性盐总量和土壤速效钾、全氮、全磷及有机质含量的变化情况。结果显示, (1) 在土壤盐分含量指标中, 4 种处理措施较对照组均有所减少, 有机肥处理组土壤养分含量的变化较其他处理明显; (2) 在土壤养分含量指标中, 土壤速效钾含量、土壤有机质含量较对照组明显增加, 土壤全氮含量的增幅不明显, 土壤有效磷含量较对照组呈现负增加, 有机肥处理组土壤养分含量的变化较其他处理明显。定边县盐碱障碍农作区应当重视有机肥的施用, 研究结果可为后期土体有机重构提供数据参考。

关键词: 土体有机重构; 改良措施; 盐碱土; 盐分; 养分; 定边县

中图分类号: S287; S156.4⁺9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)23-0276-05

全世界有近 10% 的陆地被不同类型的盐碱土覆盖, 且灌溉土地中约有 50% 存在次生盐碱化的威胁, 我国盐渍土中有 800 万 hm^2 在农田, 占耕地面积的 7%^[1-2]。陕西省盐碱地面积为 2.5 万 hm^2 , 集中分布在定边县“盐湖”周围、浦城县与富平县交界的卤泊滩和大荔县的盐池洼及合阳县的黄河岸边^[3]。气候干旱、蒸发强烈、地势低洼、地下水位高、矿化度高、母质及土壤含盐量高、不合理的水资源利用方式等是内陆盐碱土形成的主要原因^[4-6]。土壤盐渍化的治理措施主要包括物理、化学、水利工程、农业和生物改良等^[7-8]。多年来, 许多科学家对盐碱土治理进行过研究, 王海江等研究新疆新开垦的重度盐渍化农田, 结果表明, 根区隔盐处理在 0~80 cm 耕层的脱盐率为 61.33%; 化学改良处理在 0~40 cm 耕层的脱盐率为 5.32%^[9]。魏耀锋研究表明, 脱硫石膏及不同垫层均能有效降低土壤的 pH 值和全盐含量, 其中稻草 + 黄沙垫

层处理能使 0~40 cm 土层土壤的 pH 值由 9.34 下降到 8.21, 全盐含量由 2.12% 下降到 0.69%^[10]。脱硫石膏的主要成分是 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 其改良原理是利用其溶解产生的 Ca^{2+} 替换土壤胶体上的 Na^+ , 并且脱硫石膏富含硫 (S)、钙 (Ca)、硅 (Si) 等, 能为植物提供必需或有益的矿质营养^[11-12]。宋轩等研究发现, 用草炭能增加土壤的速效氮 (N)、磷 (P)、钾 (K) 含量, 降低盐碱土的 pH 值, 从而改善盐碱土的养分供应状况^[13]。

本研究以陕西省定边县白土岗子村土地开发项目为例, 采用田间试验方法, 布置了工程改良措施、化学改良措施、肥料改良措施, 研究地下水浅埋区重度盐渍土土壤水溶性盐总量、电导率与土壤速效 K、全 N、有效 P 以及有机质含量的变化, 以期对土体有机重构理论在定边县盐碱障碍地的开发利用提供技术依据。

1 研究区概况

定边县地处陕、蒙、宁接壤区腹地, 位于陕西省西北部, 是黄土高原与内蒙古鄂尔多斯荒漠草原的过渡地带。定边县堆子梁镇白土岗子村西北部的白土岗子村土地开发项目区, 距离县城 81 km, 地理位置介于 $108^\circ 15' 00'' \sim 108^\circ 18' 45'' \text{E}$ 、

收稿日期: 2018-09-25

基金项目: 陕西省土地工程建设集团内部科研项目 (编号: DJNY2017-05)。

作者简介: 张腾飞 (1986—), 男, 陕西扶风人, 硕士, 工程师, 主要从事土地工程与生态恢复方面研究。E-mail: 956435298@qq.com。

[13] Siemens J, Ilg K, Pagel H, et al. Is colloid-facilitated phosphorus leaching triggered by phosphorus accumulation in sandy soils? [J]. Journal of Environmental Quality, 2008, 37 (6): 2100–2107.

[14] Zang L, Tian G M, Liang X Q, et al. Effect of water-dispersible colloids in manure on the transport of dissolved and colloidal

phosphorus through soil column [J]. African Journal of Agricultural Research, 2011, 6(30): 6369–6376.

[15] Henderson R, Kabengi N, Mantripragada N, et al. Anoxia-induced release of colloid- and nanoparticle-bound phosphorus in grassland soils [J]. Environmental Science & Technology, 2012, 46 (21): 11727–11734.

37°37'30"~37°42'30"N 之间。该项目区地处内陆,属于大陆性半干旱季风气候,季节变化明显,四季冷暖干湿分明。年平均气温为 7.9℃,年均最高气温为 37.7℃,最低气温为 1.5℃。日温差一般为 13.6℃,年平均日照时数为 2 700 h。多年平均无霜期为 120~130 d。年平均降水量为 320 mm,降水主要集中在 7、8、9 这 3 个月,占全年降水量的 61.3%,且表现为短历时降雨。多年平均蒸发量为 2 522.8 mm。平均风速一般为 3~5 级,最大风力为 7 级。本项目区地处内陆河八里河尾端平原湿滩地,地势低洼,海拔为 1 303 m,地下水位为 1 m。因长年积水或季节积水的结果,土壤结构紧实、死板、渗透性差。在夏秋两季,气温高,蒸发量虽大,但因降水补给土壤的水分较多,盐分随水上移的作用较小。在冬春干旱少雨季节,蒸发量远远大于降水量,地表容易形成“盐斑”,一般很难加以改造利用,只能生长耐盐碱性的牧草。

本项目开发整治采用“改排为蓄”^[14]的设计思路,实施了明沟排水、排碱工程措施,修建有纵横交错的排碱沟道(间距为 240 m×120 m,沟道内长期有积水),同时采取了地面覆沙工程,以抬高地面和抑制土壤蒸发,达到抑盐、治盐的改造效果。经观测发现,项目区的平均 pH 值为 9.98,0~30 cm 土层的平均全盐含量为 8.767 g/kg,土样中 Na⁺、Cl⁻ 含量分别为 1.556、2.533 g/kg,属于氯离子毒害。土壤剖面显示,地下水埋深<0.8 m,水质矿化度为 11.81 g/L,排碱沟内水质的矿化度为 3.99~4.43 g/L,平均矿化度为 4.27 g/L,穿项目区而过的八里河水的矿化度为 4.40 g/L。

2 材料与方法

2.1 试验设置

本试验的开始时间是 2017 年 4 月,采取的土体重构试验措施有以下几种:(1)覆土压盐处理。在试验样地地表均匀覆 15 cm 黄土。此改良措施在试验开始前布置,第 2 年不再重新布置。(2)有机肥和草炭处理。在试验样地地表均匀覆有机肥(腐熟牛粪),有机肥施用量为 60 m³/hm²,草炭施用量为 4 t/hm²。试验期内只施入 1 次有机肥和草炭,撒施后旋耕进行改良。(3)石膏处理。在试验样地地表均匀覆石膏,施用量为 10 t/hm²。

试验开始前先平整试验小区,再起垄分隔小区后,进行 1 次大水漫灌(灌水量为 200 mm),然后视土壤墒情进行深耕(20 cm),每个小区撒施 25 kg/hm² 过磷酸钙作为基肥,对应处理撒施有机肥、石膏、草炭,覆土后旋耕,设 3 组对照小区,试验布设措施剖面示意图见图 1。每种措施设 3 个重复,共布置 15 个试验小区,小区的长×宽为 4 m×5 m,试验小区布设示意图见图 2。

2.2 土壤样品采集及检测方法

2018 年 4 月在各处理试验区采集样品,各处理采集 1 组样点,每组样点的土层深度分为 0~10、10~20、20~40 cm。

检测方法:土壤水溶性盐总量的检测方法参照 NY/T 1121.16—2006《土壤检测 第 16 部分:土壤水溶性盐总量的测定》,检测仪器为水浴锅(HH-M8-S)。土壤电导率的检测方法参照 HJ 802—2016《土壤 电导率的测定 电极法》,检测仪器为电导率仪(EC215,意大利哈纳)。全 N 含量的检测方法参照 NY/T 53—1987《土壤全氮测定法(半微量开氏

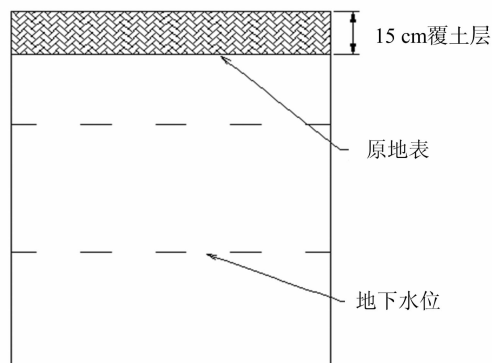


图1 不同处理措施的剖面示意

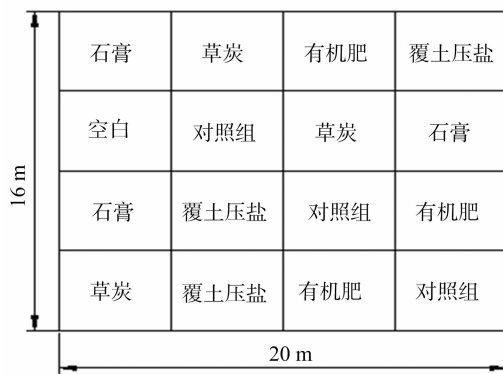


图2 试验小区的布置示意

法)》,检测仪器为凯式定氮仪(UDK129,意大利 VELP 公司)、数字滴定器(4760261,德国普兰德)。土壤有机质含量的检测方法参照 NY/T 1121.6—2006《土壤检测 第 6 部分 土壤有机质的测定》,检测仪器为油浴锅(DU-30,上海一恒科技有限公司)、数字滴定器(4760261)。土壤速效 K 含量的检测方法参照 NY/T 889—2004《土壤速效钾和缓效钾含量的测定》,检测仪器为火焰光度计(M420,上海元析仪器有限公司)。

3 结果与分析

3.1 不同处理对土壤盐分含量的影响

3.1.1 不同处理对土壤电导率的影响 图 3 显示,4 种处理措施下土壤平均电导率的变化规律是覆土压盐处理<草炭处理<石膏处理<有机肥处理。有机肥处理的电导率比对照组土壤减少了 168%,石膏处理的电导率比对照组减少了 53%,草炭处理的电导率比对照组减少了 29%,覆土压盐处理的电导率比对照组减少了 9%。

不同土层深度、不同处理措施之间土壤电导率的变化规律如下:在 0~10 cm 土层,有机肥处理的电导率比对照组土壤减少了 242%,石膏处理的电导率比对照组减少了 75%,草炭处理的电导率比对照组减少了 72%,覆土压盐处理的电导率比对照组减少了 98%;在 10~20 cm 土层,有机肥处理的电导率比对照组土壤减少了 160%,石膏处理的电导率比对照组减少了 56%,草炭处理的电导率比对照组减少了 21%,覆土压盐处理的电导率比对照组增加了 18%;在 20~40 cm 土层,有机肥处理的电导率比对照组土壤减少了 79%,石膏处理的电导率比对照组减少了 14%,草炭处理的电导率比对照组增加了 16%,覆土压盐处理的电导率比对照组增加了 34%。

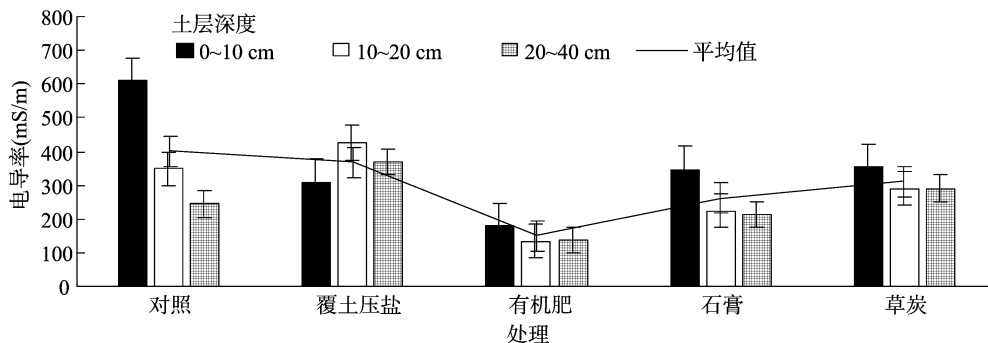


图3 不同处理对土壤电导率的影响

3.1.2 不同处理对土壤水溶性盐总量的影响 图4显示,4种处理措施下土壤平均水溶性总盐减少量的变化规律是草炭处理<石膏处理<覆土压盐处理<有机肥处理。有机肥处理的平均水溶性总盐含量比对照组土壤减少了67%,覆土压盐处理的平均水溶性总盐含量比对照组减少了21%,石膏处理的平均水溶性总盐含量比对照组减少了13%,草炭处理的平均水溶性总盐含量比对照组减少了9%。

不同土层深度、不同处理措施之间土壤水溶性总盐含量的变化规律如下:在0~10 cm土层,有机肥处理的土壤水溶性总盐含量比对照组减少51%,石膏处理的土壤水溶性总盐含量比对照组减少15%,草炭处理的土壤水溶性总盐含量比对照组减少13%,覆土压盐处理的土壤水溶性总盐含量比对照组减少24%;在10~20 cm土层,有机肥处理的土壤水溶性总盐含量比对照组减少176%,石膏处理的土壤水溶性总盐

含量比对照组减少9%,草炭处理的土壤水溶性总盐含量比对照组减少23%,覆土压盐处理的土壤水溶性总盐含量比对照组减少17%;在20~40 cm土层,有机肥处理的土壤水溶性总盐含量比对照组减少21%,石膏处理的土壤水溶性总盐含量比对照组减少14%,草炭处理的土壤水溶性总盐含量比对照组增加10%,覆土压盐处理的土壤水溶性总盐含量比对照组减少23%。

本试验结果显示,试验组的4种处理措施能明显减少土壤盐分含量。不同土层深度土壤含盐量的变化程度不同,土壤脱盐效率有较大差异,有机肥处理对0~20 cm土层土壤盐分含量的降低幅度最明显,对盐渍土耕层土壤的抑盐效果最明显;不同土层土壤含盐量的降低幅度也有差异,呈现出0~10 cm土层>10~20 cm土层>20~40 cm土层的顺序,具有随土层深度的增加,土壤的脱盐效率逐层降低的现象。

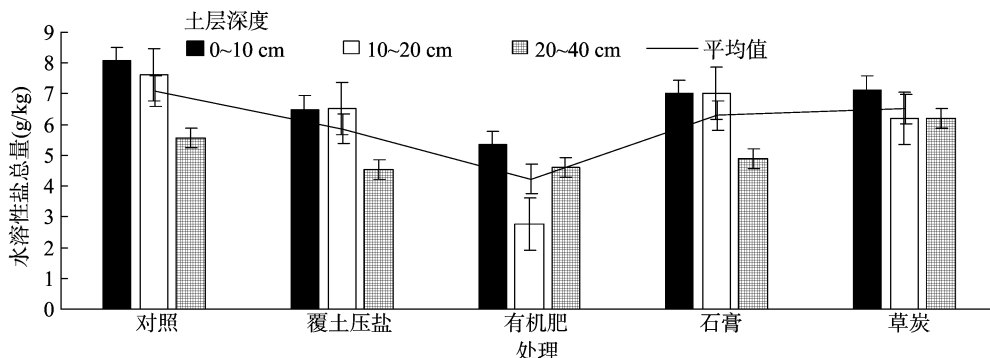


图4 不同处理对土壤水溶性总盐含量的影响

3.2 不同处理对土壤养分的影响

3.2.1 不同处理对土壤速效K含量的影响 图5显示,在4种处理措施下,土壤的平均速效K总量变化规律如下:草炭处理<覆土压盐处理<石膏处理<有机肥处理。有机肥处理的土壤平均速效K含量比对照组增加133%,石膏处理的土壤平均速效K含量比对照组增加25%,覆土压盐处理的土壤平均速效K含量比对照组增加14%,草炭处理的土壤平均速效K含量比对照组增加13%。由此可见,4种处理措施下土壤速效K平均含量较对照组均有不同程度的增加。

在不同土层深度、不同处理措施之间土壤速效K含量的变化规律如下:在0~10 cm土层,有机肥处理的土壤速效K含量比对照组增加199%,石膏处理的土壤速效K含量比对照组增加29%,覆土压盐处理的土壤速效K含量比对照组增加4%,草炭处理的土壤速效K含量比对照组减少2%;在10~20 cm土层,有机肥处理的土壤速效K含量比对照组增

加108%,石膏处理的土壤速效K含量比对照组增加21%,覆土压盐处理的土壤速效K含量比对照组增加24%,草炭处理的土壤速效K含量比对照组增加14%;在20~40 cm土层,有机肥处理的土壤速效K含量比对照组增加76%,石膏处理的土壤速效K含量比对照组增加24%,覆土压盐处理的土壤速效K含量比对照组增加16%,草炭处理的土壤速效K含量比对照组增加29%。

3.2.2 不同处理对土壤有机质含量的影响 图6显示,4种处理措施下土壤平均有机质总含量的变化规律如下:草炭处理<覆土压盐处理<石膏处理<有机肥处理。有机肥处理的平均土壤有机质含量比对照组增加25%,石膏处理的平均土壤有机质含量比对照组增加17%,覆土压盐处理的平均土壤有机质含量比对照组增加10%,草炭处理的平均土壤有机质含量比对照组增加2%。可见4种处理措施下土壤平均有机质含量较对照组均有不同程度的增加。

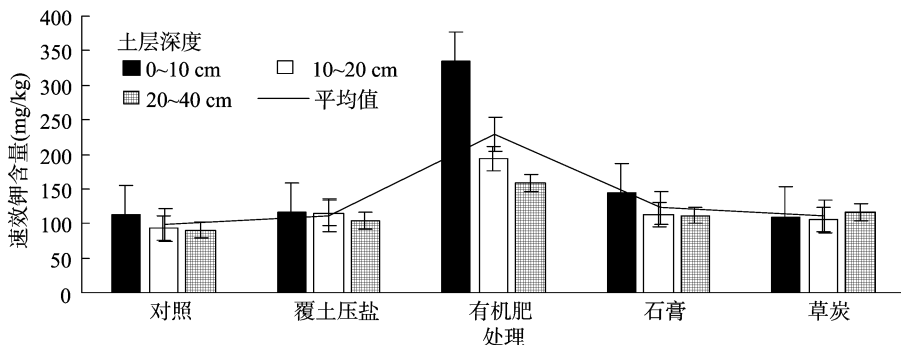


图5 不同处理对土壤速效 K 含量的影响

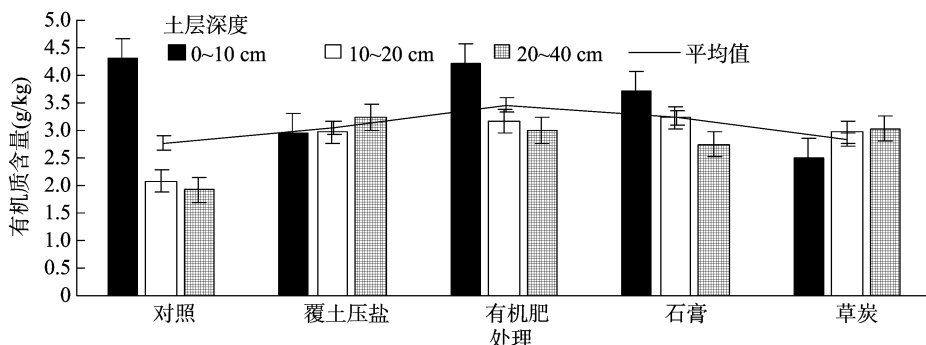


图6 不同处理对土壤有机质含量的影响

不同土层深度、不同处理措施之间土壤有机质含量的变化规律如下:在 0~10 cm 土层,有机肥处理的土壤有机质含量比对照组减少 2%,石膏处理的土壤有机质含量比对照组减少 14%,覆土压盐处理的土壤有机质含量比对照组减少 32%,草炭处理的土壤有机质含量比对照组减少 42%;在 10~20 cm 土层,有机肥处理的土壤有机质含量比对照组增加 52%,石膏处理的土壤有机质含量比对照组增加 55%,覆土压盐处理的土壤有机质含量比对照组增加 43%,草炭处理的土壤有机质含量比对照组增加 43%;在 20~40 cm 土层,有机肥处理的土壤有机质含量比对照组增加 56%,石膏处理的土壤有机质含量比对照组增加 43%,覆土压盐处理的土壤有机质含量比对照组增加 69%,草炭处理

的土壤有机质含量比对照组增加 58%。随着土层深度的增加,4 种处理土壤有机质含量较对照组的变化有逐层递增的规律,在 20~40 cm 土层,土壤有机质含量较对照组的平均增幅超过 50%。

3.2.3 不同处理对土壤全 N 含量的影响 图 7 显示,4 种处理措施下土壤平均全 N 含量的变化规律如下:石膏处理 < 有机肥处理 < 覆土压盐处理 < 草炭处理。草炭处理的土壤平均全 N 含量比对照组增加 5%,覆土压盐处理的土壤平均全 N 含量比对照组增加 4%,有机肥处理的土壤平均全 N 含量与对照组一样,石膏处理的土壤平均全 N 含量比对照组减少 1%。可见 4 种处理措施下土壤平均全 N 含量变化不明显。

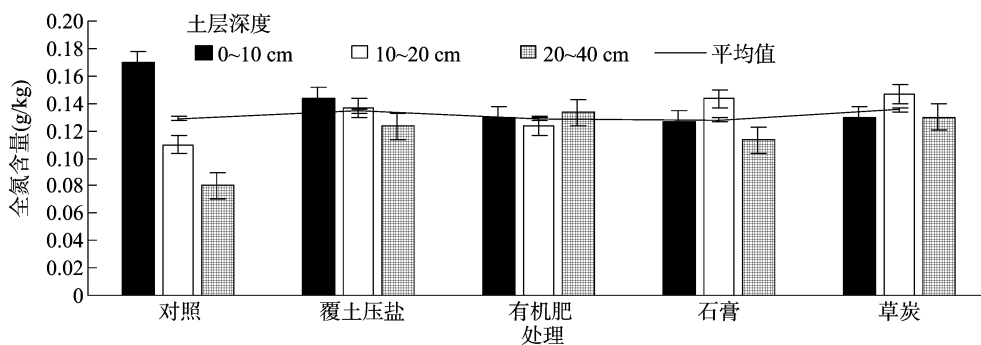


图7 不同处理对土壤全 N 含量的影响

不同土层深度、不同处理措施之间土壤全 N 含量的变化规律如下:在 0~10 cm 土层,草炭处理的土壤全 N 含量比对照组减少 24%,覆土压盐处理的土壤全 N 含量比对照组减少 16%,有机肥处理的土壤全 N 含量比对照组减少 24%,石膏处理的土壤全 N 含量比对照组减少 25%;在 10~20 cm 土层,草炭处理的土壤全 N 含量比对照组增加 33%,覆土压盐

处理的土壤全 N 含量比对照组增加 24%,有机肥处理的土壤全 N 含量比对照组增加 12%,石膏处理的土壤全 N 含量比对照组增加 30%;在 20~40 cm 土层,草炭处理的土壤全 N 含量比对照组增加 63%,覆土压盐处理的土壤全 N 含量比对照组增加 54%,有机肥处理的土壤全 N 含量比对照组增加 67%,石膏处理的土壤全 N 含量比对照组增加 42%。随着土

层深度的增加,4 种处理的土壤全 N 含量较对照组有逐层递增的规律,在 20~40 cm 土层,土壤全 N 含量较对照组的平均增幅超过 40%。

3.2.4 不同处理对土壤有效磷含量的影响 图 8 显示,4 种处理措施下土壤平均有效 P 含量的变化规律如下:草炭处理 < 覆土压盐处理 < 石膏处理 < 有机肥处理。有机肥处理的土壤平均有效 P 含量比对照组减少 13%,石膏处理的土壤平均有效 P 含量比对照组减少 19%,覆土压盐处理的土壤平均有效 P 含量比对照组减少 34%,草炭处理的土壤平均有效 P 含量比对照组减少 54%。由此可见,在 4 种处理措施下,土壤平均有效 P 含量较对照组均有所减少。

不同土层深度、不同措施处理之间土壤有效 P 含量的变化规律如下:在 0~10 cm 土层,有机肥处理的土壤有效 P 含量比对照组减少 21%,石膏处理的土壤有效 P 含量比对照组减少 23%,覆土压盐处理的土壤有效 P 含量比对照组减少 56%,草炭处理的土壤有效 P 含量比对照组减少 59%;在 10~20 cm 土层,有机肥处理的土壤有效 P 含量比对照组减

少 2%,石膏处理的土壤有效 P 含量比对照组减少 27%,覆土压盐处理的土壤有效 P 含量比对照组减少 23%,草炭处理的土壤有效 P 含量比对照组减少 62%;在 20~40 cm 土层,有机肥处理的土壤有效 P 含量比对照组增加 77%,石膏处理的土壤有效 P 含量比对照组增加 24%,覆土压盐处理的土壤有效 P 含量比对照组增加 154%,草炭处理的土壤有效 P 含量比对照组增加 36%。随着土层深度的增加,4 种处理土壤有效 P 含量较对照组的平均增幅达到 24%。

试验结果显示,在不同处理措施下,土壤平均速效 K 含量和土壤平均有机质含量较对照组明显增加,土壤平均全氮含量的增幅不明显,土壤平均有效 P 含量较对照组均呈现负增长。在 4 种处理措施中,有机肥处理下土壤养分含量的增加幅度最为明显。不同土层土壤养分含量的变化幅度也有差异,20~40 cm 土层中土壤有机质、全氮、有效磷含量明显高于 0~10、10~20 cm 土层,具有随土层深度的增加,土壤养分逐层增多的现象。

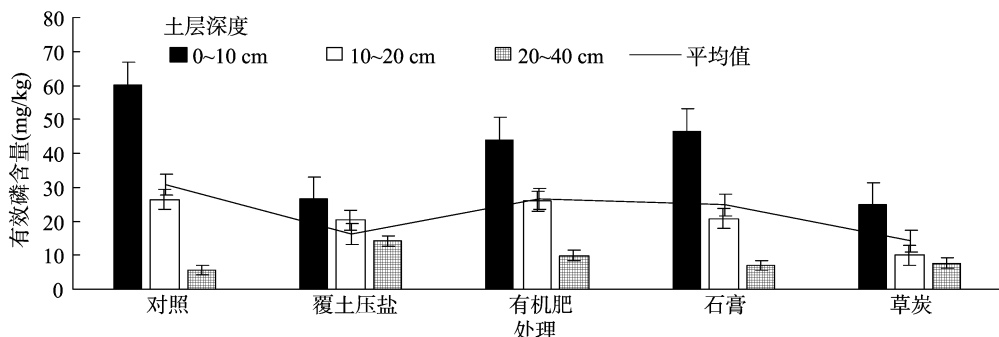


图8 不同处理对土壤有效 P 含量的影响

4 结论与讨论

有机肥处理措施能够有效减少盐碱土壤盐分含量,增加土壤养分含量,且实施成本较低,适宜大田推广。土壤盐分含量随土层深度的增加呈逐层减少的趋势;在 0~10 cm 土层深度范围内,4 种处理措施下土壤盐分含量的减少较对照组明显,在 10~20、20~40 cm 土层深度范围内,4 种处理措施较对照组土壤盐分含量的减少变化不明显。土壤养分含量随土层深度的增加呈逐层递增的趋势;在 0~10 cm 土层深度范围内,4 种处理措施较对照组土壤养分含量的变化不明显,在 10~20、20~40 cm 土层深度范围内,4 种处理措施的土壤养分含量较对照组明显增加。

土体有机重构治理技术能够改变盐碱障碍农田土壤结构,增加土壤养分,降低土壤盐分,但在地表、地下水流汇聚且无法外排的湿滩地区,大田种植效果不理想。定边县白土岗子村盐碱障碍农田盐碱土改良模式的研究还需要继续探索。

参考文献:

[1] 杨建国,樊丽琴,许兴,等. 盐碱地改良技术集成示范区水土环境变化研究初报[J]. 中国农学通报,2011,27(1):279-285.
 [2] 高淑梅,周继伟. 松嫩平原盐碱土现状及改良措施[J]. 现代化农业,2011(6):13-15.
 [3] 姜仁贵,解建仓,马斌,等. 卤泊滩盐碱地综合治理和谐生态模

式成效分析[J]. 水资源与水工程学报,2009,20(3):111-118.
 [4] 罗斌. 中国的盐碱化土地与治理技术[J]. 林业科技通讯,1994(3):8-10.
 [5] 朱彬彬. 新疆农业高效节水灌溉技术推广的影响因素分析[J]. 现代经济信息,2013(23):306.
 [6] 吕云海,海米提·依米提,刘国华,等. 于田绿洲土壤含盐量与地下水关系分析[J]. 新疆农业科学,2009,46(5):1093-1097.
 [7] 李保国,李韵珠,石元春. 水盐运动研究 30 年(1973—2003)[J]. 中国农业大学学报,2003(增刊1):5-19.
 [8] 王应求. 农田工程与农业措施相结合治理盐碱地的效果和效益[J]. 农业现代化研究,1989,10(1):16-20.
 [9] 王海江,石建初,张花玲,等. 不同改良措施下新疆重度盐渍土壤盐分变化与脱盐效果[J]. 农业工程学报,2014,30(22):102-111.
 [10] 魏耀锋. 脱硫石膏及不同垫层改良盐碱湖土造林技术研究[J]. 造林与经营,2013(1):16-17.
 [11] 李静,陈小华,刘振鸿,等. 脱硫石膏改良土壤过程中的磷迁移规律及影响因素分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(12):233-237.
 [12] 王彬,肖国举,毛桂莲,等. 燃煤烟气脱硫废弃物对盐碱土的改良效应及对向日葵生长的影响[J]. 植物生态学报,2010,34(10):1227-1235.
 [13] 宋轩,曾德慧,林鹤鸣,等. 草炭和风化煤对水稻根系活力和养分吸收的影响[J]. 应用生态学报,2001,6(12):867-870.
 [14] 韩昇昌. 陕西卤泊滩盐碱地综合治理模式及机理研究[D]. 西安:西安理工大学,2009:123-125.