

Analysis of Soil Salt Change in Drip Irrigation Farmland in Arid Area

Xinwei Meng¹, Heping Zhou^{2*}

¹Institute of Agricultural Sciences, Ninth Division of Xinjiang, Emin Xinjiang

²Xinjiang Water Conservancy Management Center, Urumqi Xinjiang

Email: xjsslzhp@126.com

Received: Mar. 24th, 2019; accepted: Apr. 8th, 2019; published: Apr. 15th, 2019

Abstract

In order to understand the change of soil salinity in drip irrigation under non- or weak-saline irrigation water quality in arid agricultural areas, 150 samples were collected in three years from 2016 to 2018 to detect total soil salinity and eight ions forming 1446 series of data. The results of mathematical statistics analysis showed that the total soil salinity of drip irrigation was the same as that of non- or weak-saline irrigation. From the point of view of change, the total salt content of drip irrigation soil increased and showed great difference. Soil sulfate, bicarbonate and calcium ion content were the main reasons for monitoring the alkalinity of soil with high soil acidity and alkalinity in the irrigation area. From the interannual change of soil salinity in drip irrigation, the average total salt content of 12 kinds of drip irrigation crops showed a significant increase trend with the increase of years. Soil total salinity increased from 1.23 g/kg in 2016 to 2.01 g/kg in 2018. Soil sulfate ion (SO_4^{2-}) content was the highest, from 0.6782 g/kg in 2016 to 0.6830 g/kg in 2018, followed by bicarbonate (HCO_3^-) from 0.2631 g/kg in 2016 to 0.3389 g/kg in 2018. Root ions, chloride ions, potassium ions and sodium ions indicated that the main types of soil salt in this area were sulfuric acid (carbonate) chloride. From the point of view of soil salt accumulation and storage in drip irrigation, the comprehensive average soil salt increment and annual increment rates of various crops under drip irrigation were 0.78 g/kg and 17.70%, respectively. The average soil salt accumulation and annual increment were 3.57 kg/hm² and 1.19 kg/hm², respectively. The relative accumulation of soil salt in crops with higher irrigation water quota slowed down, whereas the accumulation and storage of soil salt increased. The results show that drip irrigation has been used for a long time in non- or weak-saline irrigation water quality, and there is an increase in soil salt accumulation and storage in arid areas.

Keywords

Arid Area, Drip Irrigation Farmland, Soil Salinity, Change Analysis

干旱区滴灌农田土壤盐分变化分析

*通讯作者。

孟新伟¹, 周和平^{2*}

¹新疆第九师农业科学研究所, 新疆 额敏

²新疆水利管理总站, 新疆 乌鲁木齐

Email: xjsslzhp@126.com

收稿日期: 2019年3月24日; 录用日期: 2019年4月8日; 发布日期: 2019年4月15日

摘要

为了解强烈干旱农业区非或弱咸性灌溉水质条件下滴灌土壤盐分变化问题, 基于12种滴灌作物, 土壤层0~30 cm深度, 2016至2018年三年定位采集150个样品检测土壤总盐分和土壤八项离子, 形成1446个系列数据, 经数理统计方法分析结果显示, 从滴灌土壤盐分总体变化状态来看, 滴灌土壤总盐分含量均有增加且变化差异较大, 土壤硫酸根、重碳酸根和钙离子含量居多, 是监测灌区土壤酸碱度高土壤呈碱性的主要成因; 从滴灌土壤盐分年际变化来看, 12种滴灌作物平均土壤总盐分含量随着年份增加呈现明显增加趋势, 土壤总盐分由2016年的1.23 g/kg, 增加到2018年的2.01 g/kg, 土壤硫酸根离子(SO_4^{2-})含量最高, 由2016年的0.6782 g/kg, 增加到2018年的0.6830 g/kg, 其次是重碳酸根(HCO_3^-)由2016年的0.2631 g/kg, 增加到2018年的0.3389 g/kg; 从土壤盐分构成和盐分增加量来看, 主要是重碳酸根、硫酸根离子、氯离子、钾离子和钠离子, 表明本区土壤盐分主要是硫酸(碳酸)氯化物类型; 从滴灌土壤盐分积累贮量来看, 滴灌多种作物综合平均土壤盐分增量和年递增率分别为0.78 g/kg和17.70%, 土壤盐分平均积累贮量和年增加量分别为3.57 kg/hm²和1.19 kg/hm², 滴灌土壤盐分积累贮量与滴灌作物用水量大小有关, 灌溉用水定额较高, 作物土壤盐分相对积累贮量减缓, 反之, 土壤盐分积累和贮量有所增加。分析结果表明, 非或弱咸性灌溉水质长期进行滴灌, 在干旱地区存在土壤盐分积累贮量增加的情形。

关键词

干旱区, 滴灌农田, 土壤盐分, 变化分析

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着滴灌在干旱灌区大面积推广应用, 滴灌条件下土壤盐分积累运移变化以及对滴灌作物生长影响问题引起业界广泛关注。已有研究对一些滴灌作物农田土壤盐分变化进行了试验观测分析。[1]利用地下苦咸水开展棉花膜下滴灌不同灌溉定额条件下土壤水盐分布试验, 试验结果表明, 随灌水量增加, 土壤含盐量呈增加趋势, 0~80 cm 含盐量 1.17~1.23 g/kg, 土壤处于积盐状态, 春季地表水淋洗灌溉可保证棉花生育期土壤含盐量收支持平; [2]河套灌区不同灌溉制度覆膜滴灌葵花土壤盐分运移试验结果表明, 土壤盐分由膜内向膜外迁移并在表层土壤集聚, 表层土壤全盐含量变化较大, 随着土层深度增加, 盐分波动减小, 葵花生育期后 0~40 cm 土层均呈现不同程度积盐; [3]微咸水膜下滴灌玉米大田试验表明, 玉米根部附近出现盐分低值区, 膜外表层出现盐分高值区; [4]石河子地区膜下滴灌不同盐分离子迁移特征及对水稻生长影响试验表明, 随着土壤盐分含量的升高, 水稻根

系活力、SPAD 值和产量均降低, 较高浓度盐分导致水稻分蘖发育延迟、抽穗不齐现象, Na^+ 和 Cl^- 离子对水稻生长和产量影响较大; [5] [6]新疆奇台县滴灌冬春小麦多年土壤盐分调查统计研究表明, 滴灌 1 年土壤盐分含量随土层深度增加呈底部聚集特征, 土壤盐分变异系数大部分为弱变异, 滴灌 5 年土壤盐分呈抛物线特征为中等程度变异, 小麦滴灌土壤水盐分布垂直方向受影响深度主要是 0~60 cm 土层, 在 0~20 cm 土层盐分变化大。滴灌土壤盐分形成机制和发生规律及增长速率等方面, 有研究分析认为[7], 在气候干旱、蒸发强烈灌区, 地膜覆盖与滴灌结合的地表介面灌溉形式下, 土壤水盐具有水平方向由“膜中”向“膜边”地表裸露区定向迁移, 垂直方向土壤水盐则由下向上层运移且趋于“膜外”边界积累趋势, 气温与蒸发因素交互作用, 推进膜下滴灌土壤水盐在地膜覆盖与土壤裸露区域空间运移; [8]年际间下野地灌区、金沟河灌区实施膜下滴灌 6~8a 盐荒地, 深度 60~100 cm 土层土壤含盐率分别保持在 0.5%、0.8%上下, 形成稳定积盐层, 在 60 cm 以上土层土壤盐分基本处于动态平衡, 春、秋之季是两个积盐高峰期, 灌区地下水埋深年际均值 3.60、2.26 m, 土壤盐分随地下水埋深减小而增加, 土壤含盐量受地下水埋深影响明显; [9]微咸地下水滴灌频率对土壤盐分影响试验分析显示, 上层土壤积盐区和下层土壤脱盐区, 增大滴灌频率能降低表层土壤 0~30 cm 积盐程度, 但不能抑制上层土壤积盐现象, 下层饱和区土壤层次 30~60 cm 土壤盐分相对减少; [10]新疆玛纳斯河绿洲长期滴灌土壤呈现积盐趋势, 土层平均含盐量年均增长 0.22 g/kg, 最长 10 年滴灌历史的多点不同滴灌年数田块平均含盐量增长 2.36 g/kg。滴灌土壤盐分结构组成分析研究方面, [11]新疆石河子下野地灌区膜下滴灌 1~6a 棉田土壤盐分离子定点监测结果显示, 土壤中盐分、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 以及 Cl^- 随滴灌应用年限延长呈负指数幂函数曲线降低, 膜下滴灌使用初期棉田盐分、离子下降较快, 随后降幅减小, 膜下滴灌以氯化物-硫酸盐及硫酸盐类型; 滴灌田间抽样调查分析新疆种植 8 年的膜下滴灌、地下滴灌棉田土壤盐分的分析结果表明[12], 土壤总盐分 0~100 cm 土层膜下滴灌比地下滴灌略高, 土壤总盐分差异主要为 Cl^- 和 Na^+ 离子。

本文采用 2016 至 2018 年土壤盐分定点采样 150 个样品, 观测土壤水盐 11 个种类形成的 1446 个系列数据, 基于水矿化度小于 1 g/L 非或弱咸性灌溉水滴灌, 分析耕作层(30 cm)土壤盐分变化分布、积累增长以及盐分离子结构变化情况, 为干旱灌区弱咸性灌溉水质长期滴灌对土壤盐分影响效果分析提供依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验灌区概况

调查灌区位于新疆昌吉农业高效节水滴灌灌区, 87°18'E、44°01'N, 平均海拔高度 600 m。该区地处天山北坡冲积、洪积平原准格尔盆地南缘。年均降水 181.7 mm、年平均蒸发 1739.1 mm、年均日照时数 7.8 h, 年均气温 13.1℃, $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温 3834.3℃以上, 属典型内陆干旱性气候。棕漠土质地为中、轻壤土, 耕作层 0~30 cm 土壤干容重 1.50~1.60 g/cm³, 平均 1.55 g/cm³, 耕作层 0~30 cm 田间容重持水量 20.1%~23.4%。地表渠水矿化度 0.6~0.7 g/L, 地下水矿化度 0.2~0.3 g/L, 地表渠水矿化度明显高于地下水; 耕作层 0~30 cm 土壤 pH 值 7.35~9.21, 平均 8.87 呈碱性, 耕作层 0~30 cm 土壤全盐 0.03~0.44%, 平均 0.16%属无盐渍化; 耕层土壤有机质 1.51%, 土壤全氮、全磷、全钾分别为 0.09%、0.07%、1.51%, 有效氮、有效磷、有效钾, 分别为 54.35、68.73、479.17 mg/kg, 肥力中偏下表现缺氮少磷钾丰富特点。灌区地下水埋深大于 3 m, 滴灌系统水源采用井渠混合引用, 水利灌溉设施配套。

2.2. 分析方法

灌区种植有近 20 余种滴灌作物, 本研究以灌区 12 种滴灌作物: 春麦、水稻、土豆、谷子、大

豆、油菜、葵花、甜菜、打瓜、蕃茄、胡萝卜、苜蓿的土壤样品采集为单元, 同时采集灌溉水源地地表渠水和井水样监测灌溉水矿化度, 滴灌农田耕层土壤取样采用5点对角线方法, 作物收获后于2016年~2018年定期10月31日对耕作层0~30 cm土壤集中采样, 送土壤理化分析室进行土壤 P^H 值、土壤总盐、土壤八大离子(CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+)化验, 检测方法[13]: 灌溉水质矿化度采用水盐烘干称重法; 土壤样品化验分析, 土壤 P^H 值采用土壤酸度计测试, CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 采用双指示剂-中和滴定法, Cl^- 测定采用硝酸银滴定法, SO_4^{2-} 测定采用EDTA间接络合滴定法, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 测定采用EDTA滴定法, 钠和钾离子测定使用火焰光度法。土壤总盐分增加量、年递增率计算[14]分析:

$$\Delta y = y_2 - y_1 \quad (1)$$

式中: Δy 为土壤总盐分增量, g/kg; y_2 为测定后年份计算时段的土壤总盐分含量, g/kg; y_1 为分析比较年份时段的土壤总盐分含量, g/kg。

土壤总盐分年递增率, 按下式分析:

$$\eta = \left[\left(y_2 / y_1 \right)^{1/n} - 1 \right] \times 100 \quad (2)$$

式中: η 为土壤总盐分年递增率, %; y_2 、 y_1 同上, n 为土壤总盐分测定先后间隔年份时长。

土壤总盐分贮量按下式分析[15]:

$$W = 10\gamma H\Sigma y \quad (3)$$

式中: W 为土壤总盐分贮量, kg/hm²; γ 为农田滴灌耕作层土壤容量, kg/m³; H 为农田滴灌作物耕作层土壤层深(分析取样深度30 cm), m; y 为土壤盐分增加量, g/kg。

统计数据方差显著性检验及数理计算采用Excel 2007分析。

3. 结果与分析

3.1. 滴灌土壤盐分总体变化

对灌区收获后的每种滴灌作物土壤耕作层(30 cm)取4个土样, 12种滴灌作物48个土样, 以及地表渠水和井水2个水样, 三年定期滴灌作物土壤采样共形成150个样品, 化验分析灌溉水矿化度、土壤 P^H 值、土壤总盐、以及八大离子共计获得1446个检测数据。统计数据在95%置信区间统计检验(表1)结果显示, 仅以表1中的 P^H 值、总盐、土壤碳酸根离子和土壤重碳酸根离子数据结果为例, 土壤酸碱度 P^H 值, 最大、最小值9.21和7.35, 平均8.30, 标准差0.34, 方差0.12; 土壤总盐分含量, 最大、最小值4.4 g/kg和0.1 g/kg, 平均1.5 g/kg, 标准差0.7, 方差0.6; 土壤碳酸根离子 CO_3^{2-} 含量, 最大、最小值0.0214 g/kg和0.0001 g/kg, 平均0.0013 g/kg, 标准差0.0037, 方差零; 土壤重碳酸根离子 HCO_3^- 含量, 最大、最小值0.4139 g/kg和0.1347 g/kg, 平均0.2852 g/kg, 标准差0.0649, 方差0.0042。

由结果分析看出, 土壤总盐分含量以土壤硫酸根、重碳酸根和钙离子含量居多, 这是本灌区土壤酸碱度高土壤呈碱性的主要成因, 土壤盐离子从标准差和方差相对变化大小依次为: SO_4^{2-} (标准差0.4982, 方差0.2482)、 Ca^{2+} (标准差0.1718, 方差0.0295)、 Na^+ (标准差0.0918, 方差0.0084)、 K^+ (标准差0.0700, 方差0.0049)、 HCO_3^- (标准差0.0649, 方差0.0042)、 Cl^- (标准差0.0518, 方差0.0027)、 Mg^{2+} (标准差0.0334, 方差0.0011)、 CO_3^{2-} (标准差0.0037, 方差0.0000), 分析表明滴灌条件下土壤盐分结构上表现出 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 变化差异性较大, 而 Cl^- 、 Mg^{2+} 和 CO_3^{2-} 变化量相对较小。

Table 1. 95% Confidence Test of Soil Salt Change in Drip Irrigation Crops (Unit: g/kg)**表 1.** 滴灌作物土壤盐分总体变化 95%置信度检验(单位: g/kg)

分析项目	pH 值	总盐	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
平均	8.30	1.5	0.0013	0.2852	0.0627	0.6506	0.1636	0.0564	0.0496	0.0682
标准误差	0.03	0.1	0.0003	0.0054	0.0043	0.0415	0.0143	0.0028	0.0058	0.0076
中位数	8.24	1.3	0.0001	0.2916	0.0353	0.5102	0.0956	0.0519	0.0383	0.0531
众数	7.98	0.9	0.0001	0.2796	0.0262	0.3897	0.0850	0.0233	0.0270	0.0648
标准差	0.34	0.7	0.0037	0.0649	0.0518	0.4982	0.1718	0.0334	0.0700	0.0918
方差	0.12	0.6	0.0000	0.0042	0.0027	0.2482	0.0295	0.0011	0.0049	0.0084
峰度	0.13	1.1	11.2299	-0.4257	0.2957	5.6071	7.7971	5.2489	39.9631	41.4912
偏度	0.73	1.0	3.3695	-0.1712	1.1826	1.8660	2.6677	1.6330	6.2790	6.4321
区域	1.86	4.3	0.0213	0.2792	0.1921	3.2196	1.0035	0.2217	0.4989	0.6652
最小值	7.35	0.1	0.0001	0.1347	0.0175	0.0459	0.0382	0.0117	0.0165	0.0195
最大值	9.21	4.4	0.0214	0.4139	0.2096	3.2655	1.0417	0.2334	0.5154	0.6847

3.2. 滴灌土壤盐分年际变化

基于 12 种滴灌作物定期采样分析土壤总盐分含量 2016~2017 年分布情况如图 1 所示。由分析结果可以明显看出以下变化:

1) 12 种滴灌作物土壤总盐分含量随着年份增加呈现明显的增加趋势, 滴灌葵花土壤总盐分含量由 2016 年的 0.81 g/kg, 增加到 2018 年的 1.85 g/kg; 滴灌土豆土壤总盐分含量由 2016 年的 1.78 g/kg, 增加到 2018 年 1.80 g/kg; 滴灌蕃茄土壤总盐分含量由 2016 年 0.98 g/kg, 增加到 2018 年的 2.13 g/kg; 滴灌胡萝卜土壤总盐分含量由 2016 年的 1.30 g/kg, 增加到 2018 年的 1.48 g/kg; 滴灌水稻土壤总盐分含量由 2016 年的 0.93 g/kg, 增加到 2018 年的 1.63 g/kg; 滴灌黄豆土壤总盐分含量由 2016 年的 1.55 g/kg, 增加到 2018 年的 2.35 g/kg; 滴灌甜菜土壤总盐分含量由 2016 年的 1.43 g/kg, 增加到 2018 年的 2.60 g/kg; 滴灌谷子土壤总盐分含量由 2016 年的 1.35 g/kg, 增加到 2018 年的 1.95 g/kg; 滴灌油菜土壤总盐分含量由 2016 年的 1.28 g/kg, 增加到 2018 年的 2.03 g/kg; 滴灌打瓜土壤总盐分含量由 2016 年的 0.80 g/kg, 增加到 2018 年的 2.28 g/kg; 滴灌春小麦土壤总盐分含量由 2016 年的 1.35 g/kg, 增加到 2018 年的 1.85 g/kg; 滴灌苜蓿土壤总盐分含量由 2016 年的 1.25 g/kg, 增加到 2018 年的 2.20 g/kg。

2) 对 12 种滴灌作物土壤盐分进行综合平均分析结果(表 2、图 2)看出, 滴灌土壤总盐分含量由 2016 年的 1.23 g/kg, 增加到 2018 年的 2.01 g/kg, 土壤盐分离子变化量表现特征为, 硫酸根离子(SO₄²⁻)含量最高, 由 2016 年的 0.6782 g/kg, 增加到 2018 年的 0.6830 g/kg; 其次是重碳酸根(HCO₃⁻)由 2016 年的 0.2631 g/kg, 增加到 2018 年的 0.3389 g/kg; 再是钙离子(Ca²⁺)由 2016 年的 0.1803 g/kg, 减少到 2018 年的 0.1290 g/kg, 土壤盐分离子含量相对较少由大至小依次为: 镁离子(Mg²⁺)、钠离子(Na⁺)、钾离子(K⁺)、氯离子(Cl⁻)、碳酸根(CO₃²⁻)。从土壤盐分构成和盐分增加量看, 主要是重碳酸根、硫酸根离子、氯离子、钾离子和钠离子, 说明本灌区土壤盐分主要是硫酸(碳酸)氯化物类型。

3.3. 滴灌土壤盐分积累分析

根据土壤总盐分数据, 利用式(1)~(3)计算分析土壤盐分增量、年递增率和土壤盐分积累结果(表 3)

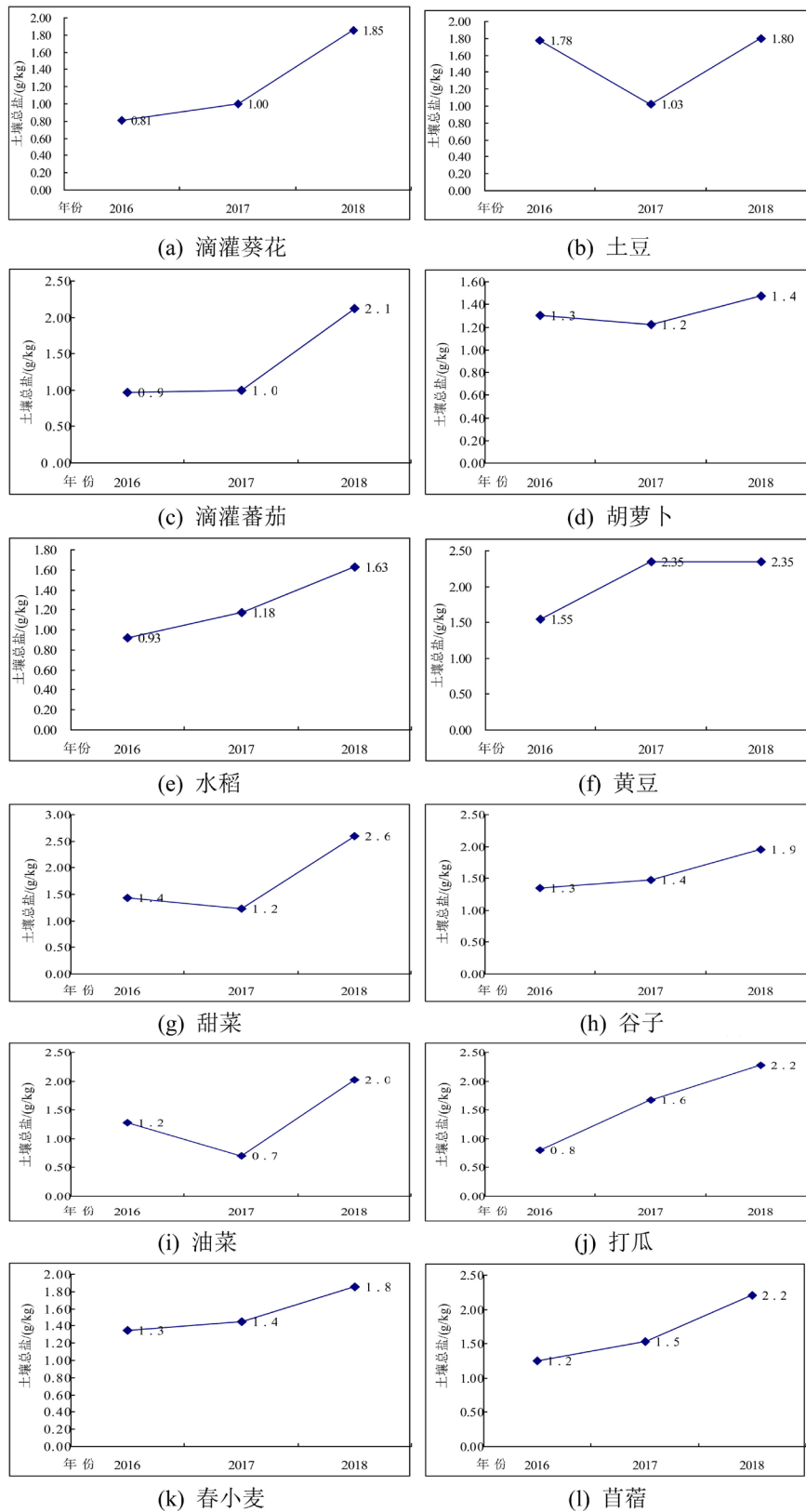
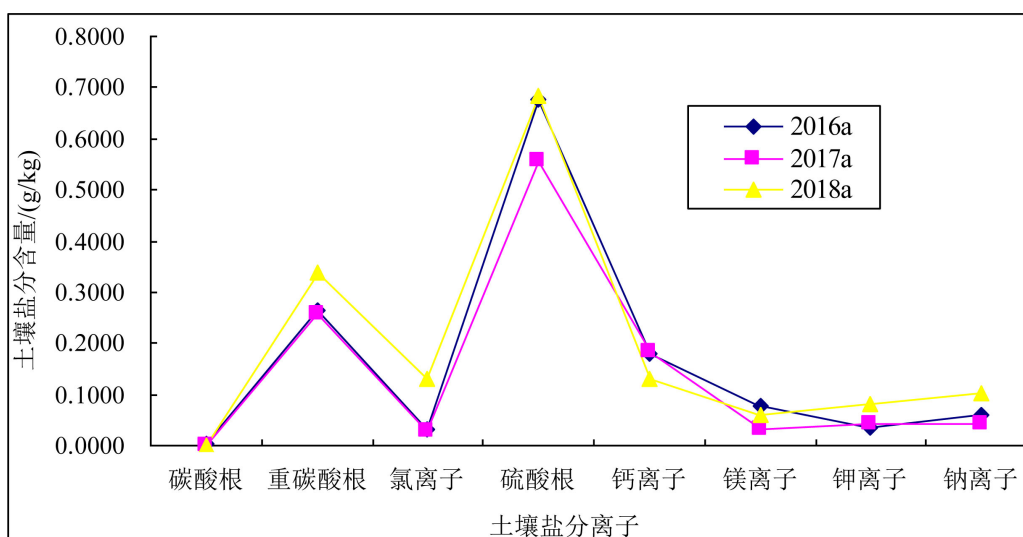


Figure 1. Interannual variation of total soil salinity of different drip irrigation crops
 图 1. 不同滴灌作物土壤总盐分年际变化

Table 2. Interannual variation of comprehensive average soil salinity of drip irrigation crops (g/kg)**表 2.** 滴灌作物综合平均土壤盐分年际变化(单位: g/kg)

年份	总盐	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
2016	1.23	0.0036	0.2631	0.0314	0.6782	0.1803	0.0767	0.0349	0.0589
2017	1.32	0.0001	0.2562	0.0268	0.5580	0.1819	0.0311	0.0432	0.0430
2018	2.01	0.0001	0.3389	0.1321	0.6830	0.1290	0.0616	0.0809	0.1035

**Figure 2.** Interannual Variation of Soil Salt Separators**图 2.** 土壤盐分离子年际变化**Table 3.** Analysis of Soil Salt Accumulation in Drip Irrigation Crops**表 3.** 滴灌作物土壤盐分积累分析

滴灌作物	土壤总盐/(g/kg)			2018a 与 2016a 比			盐分积累/(kg/hm ²)	
	2016a	2017a	2018a	增量/(g/kg)	增长率/%	年递增率/%	盐分贮量	年均增加
葵花	0.81	1.00	1.85	1.04	127.33	31.45	4.63	1.54
土豆	1.78	1.03	1.80	0.03	1.41	0.47	0.12	0.04
蕃茄	0.98	1.00	2.13	1.15	117.95	29.62	5.49	1.83
胡萝卜	1.30	1.23	1.48	0.18	13.46	4.30	0.79	0.26
水稻	0.93	1.18	1.63	0.70	75.68	20.64	3.21	1.07
黄豆	1.55	2.35	2.35	0.80	51.61	14.86	3.72	1.24
甜菜	1.43	1.23	2.60	1.18	82.46	22.17	4.97	1.66
谷子	1.35	1.48	1.95	0.60	44.44	13.03	2.67	0.89
油菜	1.28	0.70	2.03	0.75	58.82	16.66	3.47	1.16
打瓜	0.80	1.68	2.28	1.48	184.38	41.63	6.55	2.18
春小麦	1.35	1.45	1.85	0.50	37.04	11.06	2.39	0.80
苜蓿	1.25	1.53	2.20	0.95	76.00	20.71	4.53	1.51
平均	1.23	1.32	2.01	0.78	63.13	17.70	3.57	1.19

看出, 不同滴灌作物土壤盐分增量和年递增率均呈上升趋势: 滴灌葵花土壤盐分增量及年递增率分别为 1.04 g/kg 和 31.45%、滴灌土豆土壤盐分增量和年递增率分别为 0.03 g/kg 和 0.47%、滴灌蕃茄土壤盐分增量和年递增率分别为 1.15 g/kg 和 29.62%、滴灌胡萝卜土壤盐分增量和年递增率分别为 0.18 g/kg 和 4.3 %、滴灌水稻土壤盐分增量和年递增率分别为 0.70 g/kg 和 20.64%、滴灌黄豆土壤盐分增量和年递增率分别为 0.80 g/kg 和 14.86%、滴灌甜菜土壤盐分增量和年递增率分别为 1.18 g/kg 和 22.17%、滴灌谷子土壤盐分增量和年递增率分别为 0.60 g/kg 和 13.13%、滴灌油菜土壤盐分增量和年递增率分别为 0.75 g/kg 和 16.66%、滴灌打瓜土壤盐分增量和年递增率分别为 0.18 g/kg 和 4.30%、滴灌春小麦土壤盐分增量和年递增率分别为 0.50 g/kg 和 11.06%、滴灌苜蓿土壤盐分增量和年递增率分别为 0.95 g/kg 和 20.71%。滴灌多种作物综合平均土壤盐分增量和年递增率分别为 0.78 g/kg 和 17.70%。

由土壤盐分积累贮量分析结果表明(图 3), 滴灌多作物土壤盐分平均积累贮量和年增加量分别为 3.57 kg/hm² 和 1.19 kg/hm², 其中, 土壤盐分平均积累贮量和年增加量相对较高为滴灌打瓜, 分别为 6.55 kg/hm² 和 2.18 kg/hm²; 相对较低是滴灌土豆, 分别为 0.12 kg/hm² 和 0.04 kg/hm²; 相对中间水平范围的滴灌作为黄豆、油菜、水稻, 其土壤盐分积累贮量分别为 3.72、3.47、3.21 kg/hm², 年均增加量分别为 1.24、1.16、1.07 kg/hm²。由不同滴灌作物土壤盐分积累贮量分析结果看, 滴灌土壤盐分积累贮量随着滴灌作物用水量的增加呈现积累量有所减少的趋势, 表现出灌溉用水定额较高作物土壤盐分相对积累贮量减缓, 反之, 土壤盐分积累和贮量有所增加。由此分析显示, 滴灌高效节水灌溉的同时, 即使灌区地表和地下水水质矿化度不高情况之下, 同样存在土壤盐分积累贮量增加的情形, 这是干旱区降水量少气象蒸发量高的基本特征表现。

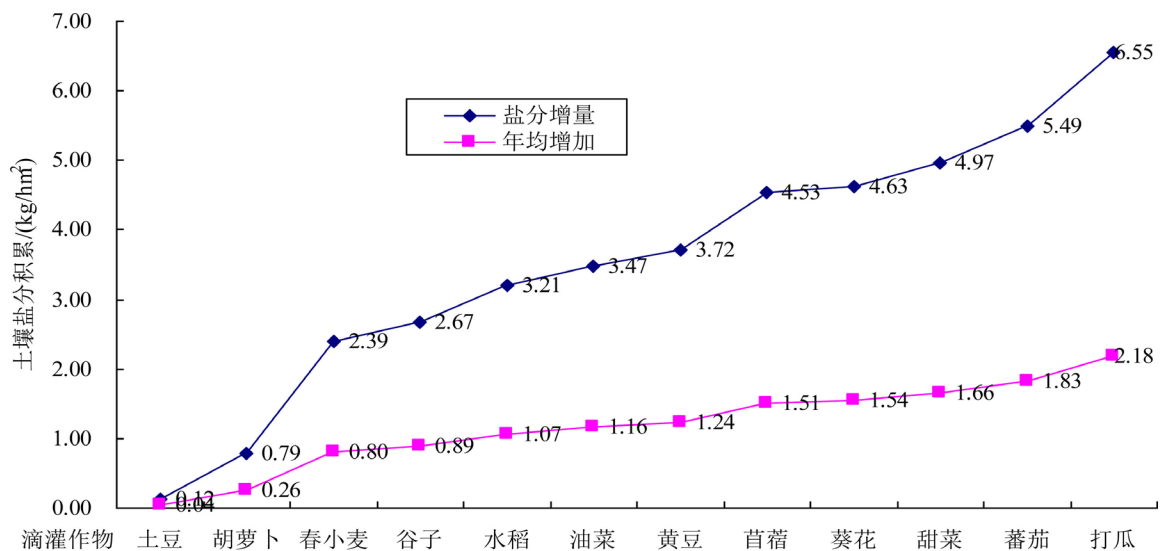


Figure 3. Soil Salt Increment and Annual Increase in Crop Distribution under Drip Irrigation from Small to Large
图 3. 土壤盐分增量和年均增加由小到大不同滴灌作物分布

4. 结论与讨论

4.1. 结论

滴灌作物近三年土壤盐分变化初步分析表明, 土壤总盐分、SO₄²⁻、Ca²⁺、Na⁺变化差异性较大, Cl⁻、Mg²⁺和 CO₃²⁻变化量相对较小, 灌区土壤总盐分以土壤硫酸根、重碳酸根和钙离子含量居多,

土壤盐分属于硫酸(碳酸)氯化物类型。土壤总盐分含量随着年份的增加呈明显增加趋势, 12 种滴灌作物综合平均土壤总盐分含量由 2016 年的 1.23 g/kg, 增加到 2018 年的 2.01 g/kg; 滴灌土壤盐分增量和年递增率分别为 0.78 g/kg 和 17.70%; 滴灌综合作物土壤盐分平均积累贮量和年增加量分别为 3.57 kg/hm² 和 1.19 kg/hm²。一般而言, 当耕作层土壤盐分达到 0.5% 及其以上时, 将对灌溉作物生长产生不利影响, 土壤盐分含量以及盐分积累贮量与当地灌溉水质和土壤成矿母质有关, 三年的滴灌土壤盐分测验结果说明, 即使灌区地表和地下水水矿化度较小, 滴灌条件下存在土壤盐分积累贮量增加状态, 这体现了降水少蒸发量高干旱区基本特征。

4.2. 讨论

本文利用近三年的土壤盐分观测数据, 主要进行了滴灌作物耕作层 0~30 cm 土壤盐分变化以及盐分增长积累贮量分析, 对于了解滴灌土壤盐分积累和变化有了初步的认识。在灌区地表和地下水水矿化度不同梯次情况下, 滴灌作物生长环境的不同土壤层深度的盐分含量变化及其积累贮量增长率, 尚有待多年份长期观测数据分析。

参考文献

- [1] 韩万海, 王增丽. 不同灌溉模式对土壤水盐分布及棉花产量的影响[J]. 中国农村水利水电, 2018, 433(11): 26-29.
- [2] 徐大为, 魏占民, 杨黎, 等. 滴灌葵花不同灌溉制度下土壤水盐运移规律[J]. 节水灌溉, 2018, 279(11): 86-93.
- [3] 李金刚, 屈忠义, 黄永平, 等. 微咸水膜下滴灌不同灌水下限对盐碱地土壤水盐运移及玉米产量的影响[J]. 水土保持学报, 2017(1): 217-223.
- [4] 白如霄, 陈勇, 王娟, 等. 土壤盐分对膜下滴灌水稻生长及产量的影响[J]. 新疆农业科学, 2016, 53(3): 473-480.
- [5] 李亚莉, 乔江飞, 窦晓静, 等. 小麦不同滴灌年限小尺度土壤剖面盐分空间分布特征[J]. 中国土壤与肥料, 2018(3): 14-19.
- [6] 龚婷婷, 吕德生, 王振华. 北疆滴灌春小麦土壤水盐分布特点研究[J]. 节水灌溉, 2012(6): 1-4.
- [7] 周和平, 王少丽, 吴旭春. 膜下滴灌微区环境对土壤水盐运移的影响[J]. 水科学进展, 2014, 25(6): 816-824.
- [8] 宗含, 高龙, 王雅琴, 等. 膜下滴灌条件下盐荒地土壤盐分变化规律研究[J]. 干旱地区农业研究, 2018(6): 7-12.
- [9] 梁萌帆, 李明思. 微咸地下水浅埋条件下滴灌频率对土壤盐分运移过程的影响[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2018, 36(4): 422-430.
- [10] 罗毅. 干旱区绿洲滴灌对土壤盐碱化的长期影响[J]. 中国科学: 地球科学, 2014(8): 1679-1688.
- [11] 李文昊, 王振华, 郑旭荣, 等. 长期膜下滴灌棉田土壤盐分变化特征[J]. 农业工程学报, 2016, 32(10): 67-74.
- [12] 宰松梅, 仵峰, 温季韩, 等. 不同滴灌方式对棉田土壤盐分的影响[J]. 水利学报, 2011, 42(12): 1496-1503.
- [13] 中国科学院南京土壤研究所主编. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978: 150-233.
- [14] 张梅琳主编. 应用统计学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2009: 261-268.
- [15] 郭元裕主编. 农田水力学[M]. 北京: 水利电力出版社, 1986: 38-39.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2329-7255，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjss@hanspub.org