

北票地区蔬菜大棚暗管排盐过程的土壤水盐动态分析

卞京军

(辽宁省铁岭水文局, 辽宁 铁岭 112000)

【摘要】 本文以辽宁省北票市的蔬菜大棚为例,分别采用田间淋洗试验法和数值模拟法对暗管排盐过程的土壤水盐动态进行分析。结果表明,土壤水盐动态受暗管的影响较小,因此有必要对其设置进行改进。数值模拟结果与实测值结果较为接近,因此可基于该模型进行暗管规格、铺设方式或间距等参数的优化选择,从而为合理确定蔬菜大棚排盐模式提供科学依据。

【关键词】 北票地区;蔬菜大棚;暗管排盐;土壤水盐

中图分类号: TV93

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)12-0005-03

Analysis on soil water salt dynamic condition during concealed conduit salt elimination in vegetable greenhouse of Beipiao region

BIAN Jingjun

(Liaoning Tieling Hydrographic Office, Tieling 112000, China)

Abstract: The vegetable greenhouse of Beipiao of Liaoning is adopted as an example in the paper, field leaching test method and numerical simulation method are respectively adopted for analyzing the dynamic condition of soil water salt during concealed conduit salt elimination. The results show that the influence of concealed conduit on soil water salt dynamic condition is lower. Therefore, it is necessary to improve the setting. The numerical simulation results are consistent with the measured value results. Therefore, the concealed conduit specification, pavement mode or spacing and other parameters are optimally selected based on the the model, thereby providing scientific basis for rationally determining salt elimination mode in vegetable greenhouse.

Keywords: Beipiao region; vegetable greenhouse; concealed conduit salt elimination; soil water salt

1 引言

蔬菜大棚具有种植经济效益高、可反季节栽培等优点,因此近年来在辽宁省北票市得到了十分迅速的发展。这虽为该市的蔬菜供应以及农业发展做出了较大贡献,但同时也引发了土壤盐碱化问题,限制了当地经济的可持续发展,土壤盐碱化的防治已迫在眉睫。盐碱地改良措施包括农艺措施、化学措施、生物措施

以及工程措施^[1]。目前,在北票地区的蔬菜大棚栽培过程中,采用淡水冲洗是最为主要的盐碱化控制措施,所采用的灌溉水不仅可提供作物生长所必需的水分与养分,也可发挥一定的抑盐与压盐作用。然而,这类淡水冲洗的盐渍化控制措施只能使盐分迁移至较深土层而无法彻底排除盐分,以致土壤中盐分积累不断增多,加大了次生盐渍化危害发生的可能性及其破坏力。

淡水冲洗结合暗管排水排盐法具有高效的盐碱化改良能力,因此在全世界各地得到了广泛的应用,但该方法的改良效果受暗管规格、铺设方法以及间距等诸多因素的影响,因此有必要对该条件下土壤水盐运移规律进行探究以为排盐措施的优化设计提供参考^[2]。李显激等对新疆膜下滴灌棉田暗管排盐过程进行了数值模拟与分析,该研究证明数值模拟法可较好地预测暗管排盐过程的土壤水盐动态情况^[3]。目前,针对蔬菜大棚暗管排盐过程的土壤水盐动态分析相对较少,因此,本文采用李显激等所提方法,进行田间淋洗试验并建立精准的数值模型,从而为蔬菜大棚高效排盐模式的探索提供参考。

表1 土壤基本性能参数

锥尖阻力 q_c	侧摩阻力 f_s	摩阻比 R_f	干密度 ρ_d	土粒比重 G_s	孔隙比 e	液限 W_L	塑限 W_P	塑性指数 I_P	液性指数 I_L
2.38MPa	39.6kPa	2.1%	1.49g/cm ³	2.72	0.81	29.1%	19.7%	9.2	0.76

试验田占地长10m×宽5m,在田内铺设1条管径为0.1m的双壁波纹暗管,以人工开挖方式填埋,埋深为0.6m。暗管周围铺设双层玻璃纤维布以防止排水排盐暗管堵塞。采用当地灌溉用水对蔬菜大棚试验田进行及时的水分补充,共进行20d。分别在不同时间于不同位置处取样,水平方向共选择3个取样剖面,分别距离暗管1m、2m和3m,称为取样剖面S1、S2和S3。竖直方向共选择8个取样点,其中首个取样点距离地表0.1m,剖面各取样点的取样间距为0.1m。土样含水量与含盐量的测定在实验室中完成,分别采用标准的烘干法和电导率换算法^[4]。

2.2 土壤水盐动态数值模拟

李显激等所提出的土壤水盐动态数值模拟法已经在新疆膜下滴灌棉田暗管排盐过程中得到了验证与应用,因此本文主要借鉴该方法对蔬菜大棚暗管排盐过程的土壤水盐动态进行数值模拟^[5]。该方法主要采用HYDRUS-2D/3D软件,该软件广泛应用于模拟饱和一非饱和介质中水、热、溶质运动。HYDRUS-2D/3D软件中的水分与盐分运动方程分别为Richards方程和流—弥散方程^[6]。田间淋洗试验开始前,在各取样点

2 分析方法

2.1 田间淋洗试验

田间淋洗试验于2016年7月在辽宁省北票市娄家店乡进行(东经120.6553°,北纬42.0599°),当地年平均气温8.6℃,年均降水量509mm,无霜期153d,年均日照2983h。该地区大棚精细蔬菜栽培技术先进,以“番茄—豆角—苦苣”为主要种植模式,全年亩产值可达12000元。灌溉水淋洗效果在较大程度上取决于土壤的基本性能,因此采用李显激等所用方法对土壤基本性能参数进行评估,最终的空间平均结果见表1。

进行土体采样并进行测定,并将所测水盐含量作为数值模拟的初始水盐含量条件,具体数据见表2。

表2 土壤初始水盐含量

深度/cm	S1 水分/%	S1 盐分/%	S2 水分/%	S2 盐分/%	S3 水分/%	S3 盐分/%
10	15	1.73	16	1.63	18.8	1.65
20	19	2.39	21	2.25	24.2	2.54
30	22	2.64	19	2.52	24.3	2.63
40	23	2.56	27	2.67	24.8	2.65
50	28	2.77	29	2.70	26.8	2.72
60	28	2.70	27	2.72	26.8	2.72
70	29	2.86	29	3.00	28.9	2.80
80	31	3.01	35	3.01	30.2	2.90

模拟中的网格类别设置为三角形,节点之间最小距离为0.01m,最大为0.05m,其中接近暗管区域节点间距较小,远离暗管区域节点间距较大,剖分单元数为3864个。模拟时间为20d,时间步长为1h。模拟区域下边界设置为自由排水边界,暗管周围为渗透边界,两侧边界为隔水边界。

3 分析结果

3.1 土壤水分动态

田间淋洗试验前后的土壤含水量发生明显变

化^[7], 试验前的水分含量见表 2, 试验后水分含量如图 1 所示。图 1 中散点代表实测值, 而曲线代表模拟值。比较表 2 与图 1 中的实测数据可得蔬菜大棚暗管排盐过程的土壤水分动态情况: 采样剖面 S1、S2 和 S3 在试验前的平均含水量分别为 24%、25% 和 26%, 而试验后的平均含水量分别为 35%、34% 和 34%, 即土壤水分含量明显增加。然而, 3 个取样剖面的值较为接近, 说明在本次蔬菜大棚暗管排盐过程中, 土壤水分动态受暗管排水作用的影响较小, 依旧是以土壤渗透性等基本特征为主要影响因素。

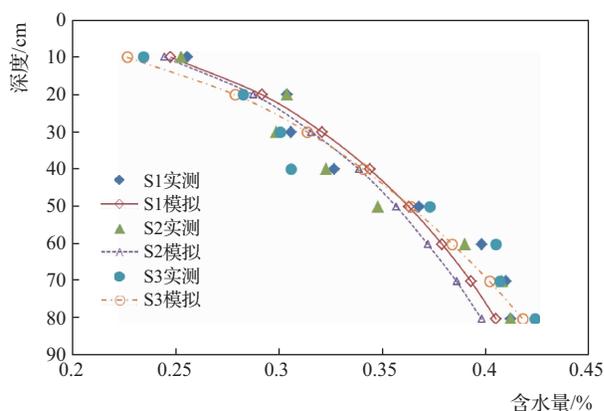


图 1 土壤含水量空间分布情况

数值模型的精确性可由模拟值与实测值之间的均方根差 $RMSE$ 和确定性系数 R^2 来表示, 其中前者表示两组数据间的差别大小, 后者表示两组数据间的拟合程度。因此, $RMSE$ 值的大小与精确度成反比, 而 R^2 值的大小与精确度呈正比。对图 1 所示数据进行分析可知, 在采样剖面 S1、S2 和 S3 处的 $RMSE$ 值分别为 0.0134%、0.0156% 和 0.0160%; 而 R^2 值分别为 0.9335、0.9106 和 0.9357。可见, 模拟值与实测值之间的 $RMSE$ 值较小、 R^2 值较大, 说明本文所用模型满足精确度要求, 在蔬菜大棚暗管排盐过程的土壤水动态分析中具有较强的应用性。

3.2 土壤盐分动态

田间淋洗试验前后的土壤含盐量也发生明显变化, 试验前的水盐含量见表 2, 试验后的含盐量如图 2 所示。比较表 2 与图 2 中的实测数据可得蔬菜大棚暗管排盐过程的土壤盐分动态情况: 采样剖面 S1、S2 和

S3 在试验前的平均含盐量分别为 2.58%、2.56% 和 2.58%, 而试验后的平均含盐量分别为 0.807%、0.823% 和 0.822。淋洗试验后土壤平均含盐量呈明显下降趋势, 但暗管排盐量仅为 4.31kg, 说明大多数盐分皆随水分迁移到土壤底层, 而非通过暗管彻底排除。相对而言, 取样剖面 S1 处的盐分减少量最为明显, 主要因为该点距离暗管较近。然而, 各取样剖面的值较为接近, 再次说明, 在本次蔬菜大棚暗管排盐过程中, 土壤盐分动态主要是受土壤渗透性等基本特征影响而不是以暗管排盐作用为主要影响因素。

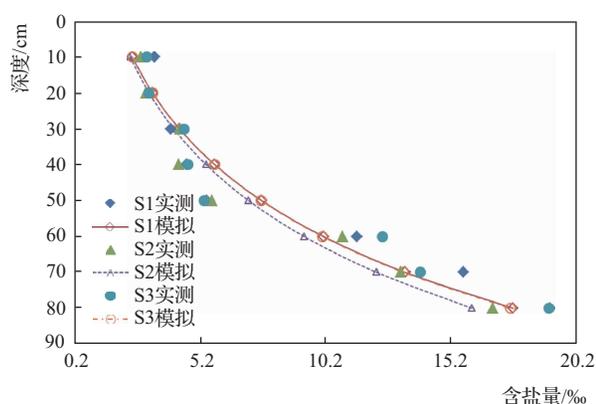


图 2 土壤含盐量空间分布情况

对图 2 所示数据进行分析可知, 在采样剖面 S1、S2 和 S3 处的 $RMSE$ 值分别为 0.12499%、0.12518% 和 0.12787%; 而 R^2 值分别为 0.9341、0.9391 和 0.9350。土壤特性在空间上一般具有较大的差异性, 无法完全反映在数值模型中, 而这是数值模型产生误差的主要原因。但总体而言, 本文所用模型的精确度较高, 在预测蔬菜大棚暗管排盐过程的土壤盐动态分析中应用性较强。

4 结论

土壤盐碱化是蔬菜大棚可持续发展的重要制约因素, 因此有必要对不同排盐过程的土壤水盐动态进行分析, 从而制定出高效的排盐模式。本文以暗管排盐方式为例进行田间淋洗试验, 结果表明本次试验中的淋洗过程可起到明显的抑盐效果, 使得试验田平均盐分含量降低约 70%。然而盐分含量的 (下转第 11 页)

载的情况,普遍存在只能满足基本业务处理的需求,不能满足整体数据的综合性分析,为深入的研究带来一定的困难。

为更好地服务于科研的发展,实现数据搜索的便捷化,以大数据为核心的水利信息化建设工作正在逐步开展起来。通过对喀斯特石漠化地区水土保持各方面数据的收集,形成一套较为完整的水土保持业务运行系统,筛选可利用数据,整合水土保持数据资源,形成不同类型的水土保持专题信息库,实现数据资源共享,为科研的深入研究提供更多的数据支持。

4.5 以大数据为基础的自然灾害的预警

建立对自然环境各项指标的监测系统,对各项指标进行实时更新,建立以大数据为基础的各项指标预警线,实现自然灾害的定量化监测,提前预知自然灾害,做好防护措施,特别是重点区域的堤防、岸坝和险工险段做好防灾准备,将自然灾害造成的损失降到最小,切实解决人们的生产生活需要。

5 讨论

大数据近年来才被人们所广泛提及,在喀斯特地区水土保持中的应用还处于初级阶段。喀斯特石漠化地区由于其特殊的地质构造,对数据的收集还存在一定的差异性、困难性,各方面的管理还不规范。今后还

(上接第7页)减少受暗管的影响相对较小,盐分主要是随灌溉水淋洗至研究范围以下区域而非彻底排除,因此只能暂时缓解盐渍化问题。经验证,本文所采用的数值模型与模拟方法可较为精确地模拟出蔬菜大棚暗管排盐过程的土壤水盐动态情况,因此可利用该模型对暗管的规格、铺设方式、和间距进行调整,以制定出最佳的排盐方案。

参考文献

- [1] 卢军,邹德华.福海灌区盐碱地改良利用措施研究[J].水利技术监督,2010(5):54-55.
- [2] 郑爱民,乔玲.台兰河灌区盐碱地成因分析及规划治理对策[J].水利规划与设计,2010(2):21-22.

需要加强以下两方面工作:④加强大数据技术在喀斯特水土保持应用中的标准化,量化各项指标,实现数据的有序性,采用“谁采集,谁负责”的方式,保障数据的真实性、完整性、精确性、时效性、可使用性,提升数据的可利用性;⑤建立以大数据为基础的喀斯特水土流失的实时监控,将喀斯特各地区的水土保持数据进行整合,实时掌握水土流失动态,实现水土流失的可持续性监督,及时发现问题,做好防护措施。

随着喀斯特地区水土保持工作的不断深入,需结合现代化的科学技术,运用最前沿的大数据技术,对水土保持基础资料的采集、存储、挖掘与分析,揭示和掌握水土流失规律,改善生态环境,促进区域经济发展。

参考文献

- [1] 姜德文.加快水保信息系统建设 适应现代管理新要求[J].中国水土保持,2015(1):1-2,7.
- [2] 肖江苏.大数据的概念、特征及其应用探究[J].电脑编程技巧与维护,2016(3):57-58,61.
- [3] 蒋晓科,符龙生,李健.大数据关键技术及应用研究[J].电脑知识与技术,2015(8):5-6.
- [4] 张锋军.大数据技术研究综述[J].通信技术,2014(11):1240-1248.
- [5] 李姗姗.3S技术在水利信息化建设中的应用和发展[J].福建农业,2014(8):175.
- [3] 李显激,左强,石建初,等.新疆膜下滴灌棉田暗管排盐的数值模拟与分析 I:模型与参数验证[J].水利学报,2016,47(4):537-544.
- [4] 朱晓华.解决大棚土壤盐渍化和酸化的方法[J].现代农业,2012(10):17.
- [5] 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.
- [6] 余根坚,黄介生,高占义.基于HYDRUS模型不同灌水模式下土壤水盐运移模拟[J].水利学报,2013,44(7):826-834.
- [7] 于淑会,刘金铜,李志祥,等.暗管排水排盐改良盐碱地机理与农田生态系统响应研究进展[J].中国生态农业学报,2012,20(12):1664-1672.