

冬小麦种植条件下土壤水盐运移特征的 数值模拟与预报*

徐力刚^{1, 2} 杨劲松^{1†} 张 奇²

(1 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

(2 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

摘 要 种植作物条件下水盐在土壤中的转化和运移构成了一个非常复杂的物理-化学-生物系统。研究种植作物条件下土壤水盐运移的动态规律和运行特征, 建立水盐运移的数学模型对于指导盐渍土的灌溉管理及劣质水利用、土壤盐渍化与持续农业和生态环境之间的相互作用及土壤盐渍化预测等方面具有重要的意义。本研究首先提出了自主开发的土壤水盐运移的数学模型 SWSIM (Soil Water and Salt Transport Model), 然后对冬小麦种植条件下土壤水盐的运动规律和特征进行了数值模拟, 最后对不同地下水位和不同气象条件下的土壤水盐运移规律进行了数值预测, 以期从土壤水盐运动的规律出发, 提出一种应用数值模拟方法来预报土壤水盐动态的途径, 同时为种植作物条件下田间大面积土壤水盐动态预测预报提供参考。

关键词 SWSIM 模型; 水盐动态; 数值模拟; 预测

中图分类号 S152.7 文献标识码 A

在干旱半干旱盐渍地区, 土壤水盐状态是影响农作物生长发育的重要条件之一, 研究土壤水盐动态及其运移特征对于改良、利用盐渍土和防止土壤次生盐渍化有着重大的实际意义^[1]; 定量研究水分和盐分在农田土壤-植物系统中的循环和利用过程, 是提出合理化农田水盐管理措施的基础^[2]。在过去的几十年里, 研究工作者建立了大量的模拟土壤中水分和盐分运移行为的模型, 如 SWATNIT、LEACHM、SWIM、UNSATCHEM、HYDRUS 模型等^[3]。这些模型在不同的试验条件下提出, 在模型的构成和过程考虑上各有侧重, 具有严格的适用范围和限定条件。其中由美国盐渍土实验室开发的 HYDRUS 系列模型, 以其广泛的适用性和良好的图形化界面得到了好评, 它可用于模拟不同土壤和环境条件下的水盐运移特征及其转化过程。此模型的开发者 Šimunek 等曾用大量实例对模型进行了验证^[4]。

国内许迪等曾应用 HYDRUS 模型成功地模拟了冬小麦田间水分过程^[5]; 曹巧红等应用此模型也成功分析了农田水分和氮素的运移特征, 并对降水影响冬小麦灌溉农田水分渗漏和氮淋失进行了数值

模拟分析^[6]; 而对农田土壤中水盐运移特征及其规律的模拟除美国盐渍土实验室有较深入研究外, 国内对土壤水盐的模拟并不多见。以往的研究着重在灌溉施肥措施对农田水盐动态的影响, 或者集中在土壤物理属性的空间变异性对区域水盐淋失趋势的影响方面^[7]; 还有一些工作主要强调根据其化学平衡关系对其浓度进行逐个调整, 这种方法已被用来较好地预测盐分在石膏及碳酸钙溶解与沉淀情况下的传输, 以及钙、镁、钠、钾等离子的耦合运移; 另外一种方法是运用数值模拟软件将化学平衡关系代数方程与对流-弥散方程联立求解, 得出各组分在液相中的浓度, 用以描述水分和表征盐分的各离子在非稳定流、非饱和土壤条件下的运移^[8]。

本研究应用自主开发的土壤水盐运移数值模拟软件 SWSIM (Soil Water and Salt Transport Model), 结合研究区实际气候条件, 模拟变化天气和变化地下水位条件下农田土壤中冬小麦水盐运移过程。了解当地传统施肥灌溉管理措施下水盐运行的动态规律和特征, 土壤水分和盐分在剖面上积累和分布的时间和水平, 定量分析降水与根层水分渗流和盐分垂

* 国家自然科学基金项目(40471018, 40371058)、江苏省科技计划社会发展项目(BS2003005)和中国科学院南京地理与湖泊研究所所长基金资助

† 通讯作者, E-mail: jsyang@mail.issas.ac.cn

作者简介: 徐力刚(1976~), 博士, 助理研究员, 主要从事数值模拟及污染水文学研究。E-mail: lxu@niglas.ac.cn

收稿日期: 2005-02-24; 收到修改稿日期: 2005-06-22

向分布的关系,据此来评估黄淮海平原潮土地区冬小麦农田不同天气条件下和地下水位改变条件下,特别是降水条件下田间可能的水分渗漏量和盐分积累量,为不同气候年型下调整水盐管理措施提供依据;也为盐渍土的灌溉管理及劣质水利用、土壤盐渍化与持续农业和生态环境之间的相互作用及土壤盐渍化预测提供实际指导^[9]。

1 材料与方法

1.1 模拟土柱

本研究工作在中国科学院封丘农业生态试验站土壤水盐动态模拟试验室的实验土柱上开展工作,土壤类型为潮土。选取的土柱直径 61.8 cm,横截面积为 3 000 cm²。实验期间根据当地情况,地下水位由马廖特瓶控制,并用其测量潜水蒸发量。所选土柱的地下水埋深为 2.5 m。实验土柱

内土壤均为质地均一的黄河沉积性轻质粉砂壤,其初始含盐量和机械组成如表 1、表 2 所示。土柱均按 1.5 g cm⁻³ 的容重分层(每层 5 cm 厚)均匀装填。土柱不同深度分别安装盐分传感器和水分传感器,传感器插入土体深度为 7 cm,利用计算机自动监测系统观测土壤水分和盐分变化,每隔 5 d 进行一次观测。土壤水分以体积含水量(cm³ cm⁻³)表示,盐分以电导率(dS m⁻¹)表示。在土柱中安装有中子测定管,用中子水分仪同时监测土壤剖面水分变化,以校准和补充水分传感器的测量结果^[10]。在土柱地表处安装径流管,土柱底部在控制水位的上方装有渗漏出流管,测量通过土体渗漏至地下水中的水量和盐量。由马廖特瓶以 1 g L⁻¹ 的低矿化水补给土柱因土壤蒸发和作物蒸腾而消耗的水分。附近的气象场观测记录降雨量 and 水面蒸发量等气象资料,观测实验在连茬作物的种植期内连续进行。

表 1 供试土壤含盐量及离子组成

Table 1 The salt content and the salt composition of soil sample tested

土样 Soil sample	pH	电导率 EC(dS m ⁻¹)	全盐 Total salt(g kg ⁻¹)	阴离子 Anion (cmol kg ⁻¹)					阳离子 Cation (cmol kg ⁻¹)			
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
粉砂壤土 Silt loam	8.02	0.361	1.32	—	0.72	0.31	0.42	—	0.23	0.18	0.05	0.96

表 2 供试土壤的机械组成

Table 2 The mechanical composition of soil sample tested

土样 Soil sample	土壤颗粒组成 Percentage of particles size (%)						粘粒 Clay < 0.001 mm		物理性粘粒 Physical clay < 0.01 mm	
	1~ 0.25 mm	0.25~ 0.05 mm	0.05~ 0.01 mm	0.01~ 0.005 mm	0.005~ 0.001 mm					
粉砂壤土 Silt loam	0.4	27.9	55.3	2.7	3.4		10.3		16.4	

1.2 SWSIM 模型

在参考以往研究资料并结合本研究工作实际情况的基础上,开发了表征土壤水流和盐分运移的一维数值模拟系统 SWSIM(Soil Water and Salt Transport Model)。土壤水流与盐分运移数值模拟系统由数据输入模块、数据输出模块、水分模拟模块、盐分模拟模块和根系吸收模块五部分组成。数值计算程序由 CVF(Compaq Visual Fortran) 语言编写,界面及数据调用由 C++ Builder 编写而成。可以对土壤水流和盐分运移的规律特征进行数值模拟。SWSIM 模型采用有限元法,可模拟在灌溉、降水、蒸发及作物根系吸收条件下一维非饱和水流

运动和盐分运移,计算根系吸收。模型边界条件可随时间变化,输出结果包括指定时刻的节点吸力、含水量、溶质浓度、上下边界断面的水分通量、盐分通量以及土壤中的水盐储量等。模型中水分和溶质方程分别采用经典的 Richard 方程和对流弥散方程,如式(1)、式(2)所示。

1.2.1 水分运动方程 考虑非饱和和多孔介质中的达西流和质量守恒定律并忽略气相的作用,水分控制方程如下:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial Z} \left[K \left(\frac{\partial h}{\partial Z} + \cos \alpha \right) \right] - S \quad (1)$$

式中, θ 为土壤体积含水量($L^3 L^{-3}$); Z 为空间坐标, 原点在地表, 向下为正(L); h 为土壤水负压头(L); t 为时间变量(T); K 为非饱和水力传导度($L T^{-1}$); α 为水流方向和垂直向夹角; S 为源汇项。

1.2.2 非饱和土壤的盐分运动 考虑固相吸附、分解、源汇项时的非饱和土壤盐分运移数学模型为:

$$\frac{\partial(\theta c)}{\partial t} + \frac{\partial(\theta c)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial Z} \left[\theta D \frac{\partial c}{\partial Z} \right] - \frac{\partial(qc)}{\partial Z} - S \quad (2)$$

式中, c 为溶质浓度($M L^{-3}$); s 为源汇项, 这里为吸附或解吸项($M L^{-3} T^{-1}$); ρ 为土壤容重($M L^{-3}$); D 为弥散系数($L^2 T^{-1}$), $D = D_0 t + \lambda |V|$; q 为水通量($L T^{-1}$)。

1.3 参数设定及模拟过程

参数采用田间采样、室内实验测定及 RETC 软件拟合的方式综合获得, 如表 3 所示。数值模拟软件为 SWSTM 软件。实验从 2001 年 12 月 20 日开始种植小麦, 至 2002 年 6 月 8 日实验结束, 整个实验持续 171 d, 覆盖了小麦生长成熟至收获整个过程。初始时间步长 0.01 d, 最小时间步长 0.000 01 d, 最大时间步长 1 d, 取最大迭代次数为 20, 土壤含水量的迭代精度为 0.000 01, 压力水头的迭代精度为 0.01 $cm^{[11]}$ 。模拟输出结果的水分仍然采用体积含水量形式表示, 盐分模拟浓度采用当地经验公式换算成电导率值后进行最终数据表示。

表 3 数值模拟过程中水盐参数测定和拟合值

Table 3 Values of water and salt parameter during the numerical simulation

水分参数	θ_r	θ_s	θ_a	θ_m	a	n	K_s	K_k	θ_k
Moisture parameters	($L^3 L^{-3}$)	($L^3 L^{-3}$)	($L^3 L^{-3}$)	($L^3 L^{-3}$)			($L T^{-1}$)	($L T^{-1}$)	($L^3 L^{-3}$)
拟合值	0.067	0.438	0.067	0.438	0.01	1.41	13.8	11.8	0.45
Calculated value									
其他参数	D_w	D_L	D_d	D_T	H_{50}	P	b. d.		
Other parameters	($L^2 T^{-1}$)	(L)	($L^2 T^{-1}$)	($L^2 T^{-1}$)	(L)	($L^3 L^{-3}$)	(M L^{-3})		
拟合值	3.20	2.36	0.91	0.31	-4.300	3.0	1.5		
Calculated value									

θ : 土壤体积含水量 Volumetric water content; θ_s : 饱和土壤体积含水量 Saturated soil water content; θ_a, a, n, θ_m : 土壤水力性质参数 Some parameters of soil water hydraulic function; K_s : 饱和水力传导度 Saturated hydraulic conductivity; K_k : 含水量在 θ_k 时的水力传导度 Measured value of the unsaturated soil hydraulic conductivity at θ_k ; θ_k : 相对于水力传导度为 K_k 时的土壤体积含水量 Volumetric water content corresponding to K_k ; D_w : 自由水中的分子弥散系数 Molecular diffusion coefficient in free water; D_L : 水平弥散度 Longitudinal dispersivity; D_d, D_T : 考虑自由排水层存在时的水动力弥散参数 Parameters over which radial drainage flow is considered; H_{50}, P : 根系吸水参数 Parameters of soil root uptake; b. d.: 土壤容重 Soil bulk density

2 结果与讨论

2.1 土壤含水量和含盐量的模拟结果与实测值的比较分析

2.1.1 土壤含水量模拟结果与实测值的结果分析

从模拟土柱在不同时间段内剖面含水量模拟值与实测值的结果分析来看(图 1), 土柱表层模拟结果与实际结果基本吻合。小麦生长期间表土层含水量变化较不稳定, 这主要是由于受浇灌频度的影响较大。同时由于不同生育期受蒸发蒸腾的影响作用强烈, 使表层土壤含水量有较大变化。直到小麦灌浆期, 表层土壤含水量才处于一个相对稳定的状态。至小麦收割时期, 表层土壤含水量处于相对动态平衡状态, 变化幅度趋缓。小麦生育期土壤剖面含水量的模拟结果与实测值吻合最好。土壤含水量随小麦生长而略有降低, 主要是由于气温升高, 表土含水量由于蒸发蒸

腾作用强烈而呈现出这样的趋势。模拟值较好地反映了作物生长期间土壤水分的动态变化规律。

2.1.2 土壤含盐量模拟结果与实测值的结果分析

从模拟土柱在不同时间段内剖面含盐量模拟值与实测值的结果分析来看(图 2), 在小麦生育期, 表层土壤电导率较低, 随着小麦的生长, 电导率逐渐增大, 这主要是由于在此期间作物根系生长迅速, 吸水强烈所引起的, 这个阶段模拟值与实测值基本吻合。然后由于雨季的来临电导率呈现下降趋势, 随后在小麦收割期间, 土壤电导率达到最大值, 之后呈现动态变化过程。从模拟结果可以看出, 小麦生育期间, 作物根系在生长期吸收水分强烈, 小麦根系的分布使表层土壤中盐分大部分向土壤表层和作物体内聚积, 使 30~50 cm 土层处盐分有所上升, 主要原因还是由于作物根系吸水强烈使命作物蒸腾作用加强, 引起土壤盐分升高。小麦拔节期开始, 土壤蒸发和作物蒸腾作

用加强,根系逐渐向深处延伸。冬小麦根系的90%分布在50 cm以下土层,强烈的根系吸水作用

使得盐分随水运移并累积于40 cm土层深度处,引起这一土层土壤的盐分电导率明显升高。

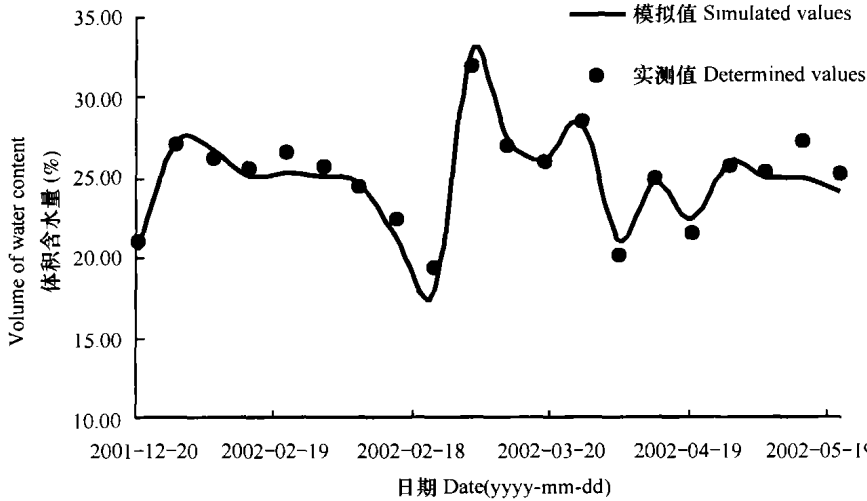


图1 模拟土柱种植作物期间40 cm土层深度处土壤含水量模拟值与实测值比较

Fig 1 Comparison of water content between determined values and simulated values of simulated columns during the crop growth period (D= 40 cm)

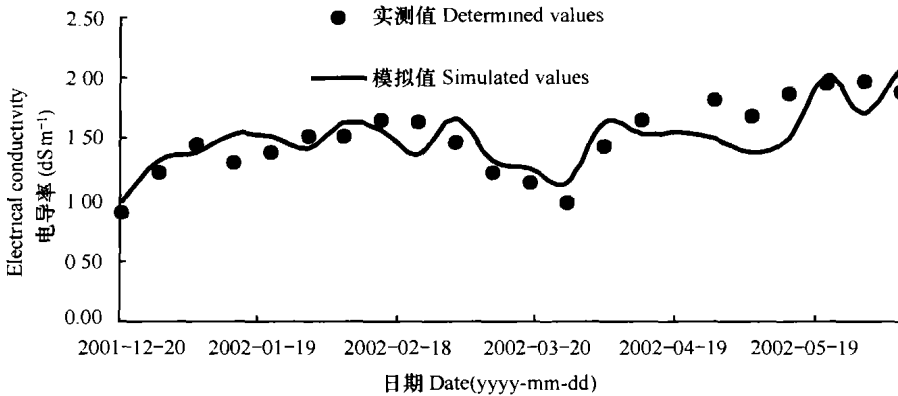


图2 模拟土柱种植作物期间40 cm土层深度处土壤电导率模拟值与实测值比较

Fig 2 Comparison of EC between determined values and simulated values of simulated columns during the crop growth period (D= 40 cm)

2.2 气象和地下水位改变条件下土壤水盐的预测

2.2.1 不同气象年作用下土壤盐分运移规律的预测

应用河南省封丘县1996年和1997年的气象资料(1996年降雨量734.8 mm,1997年降雨量354 mm,分别为处于丰水年和贫水年作用时段),结合7号土柱已有的参数资料、质地特征、边界处理方式,推算了种植作物条件下2004年9月份开始的一年内地下水埋深为2.5 m的土柱20 cm土层深度处电导率在不同降雨年内的水盐动态运移规律和特征,如图3所示。可以看出,在当前种植制度和地下水埋深状况前提下,土壤的盐分动态会在短期内由于大量雨水的进入而显著降低,然后呈现一个相对稳定的动态变化趋势。究其原因,仅1996年8月开始就有一次大的降水过程,其一年内的降雨量累计就达到了734.8 mm,随着上边界水量输入量的增加,也

增加了盐分下渗的速度,会对土体中盐分的分布产生影响,造成土体下边界的累计排水量和排盐量均出现正值,即土壤继续开始脱盐。同时由于作物的继续种植,植被既控制了土壤水盐动态随时间的变化规律,又控制了垂直剖面分布,种植作物可增加土壤的蓄水量,减少地表径流和土壤中水分的深层渗漏,提高雨水的利用率,减少潜水向表土的补给量,因而也改变了盐分在土体中的分布状况,使盐分在剖面上的分布极值继续下移,抑制土壤次生盐渍化的发生。在1997年由于降雨量的减少,其变化趋势明显比1996年丰水年的变化幅度小,但均会随着降雨量频度和幅度的降低而日渐趋缓。

在田间实际过程中,可能远比土柱模拟实验复杂,在模拟土柱实验中,由于其特殊性,其地下水位处于一个恒定值,降雨对地下水位的抬升没

有任何影响, 而田间状况下则不同, 降雨量的增加会带来地下水位的抬升, 而地下水位抬高, 是促使土壤积盐的重要原因, 所以此时考虑的情况就比

较复杂; 同时作物灌溉方式和排水措施也会影响盐分在剖面上的分布特征, 这需要作更深一步的探讨。

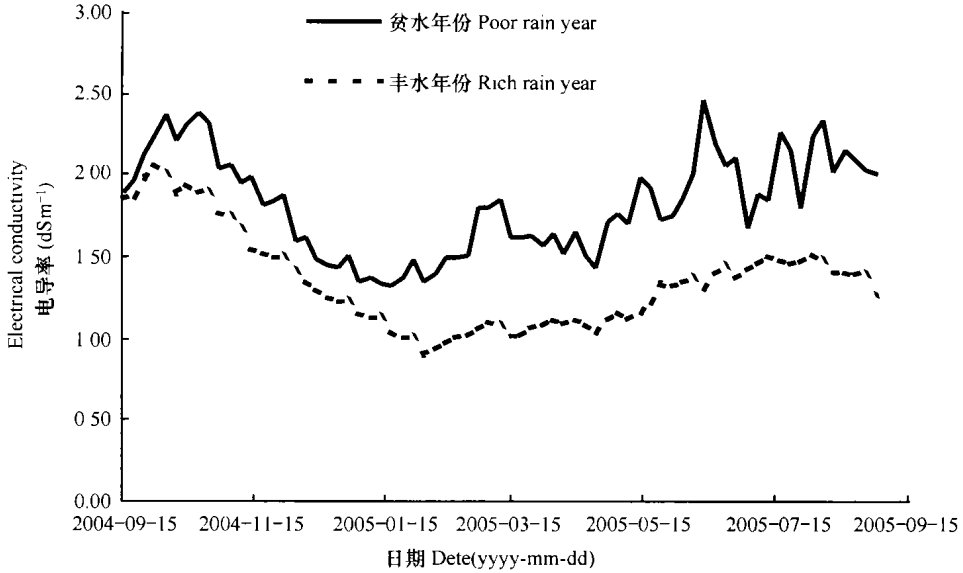


图3 种植作物条件下模拟土柱不同降雨年份 20 cm 土层盐分变化趋势预测图

Fig. 3 The EC trend forecasting scheme with different rainfall year on 20 cm soil layer with crop of simulated soil column

2.2.2 地下水位改变情况下土壤盐分运移规律的预测 土壤中水分运动和蒸发, 是导致土壤盐分变化的主导因素, 而土壤中水分运行的速度与地下水埋深有关。地下水埋深一方面影响土壤中毛管水上升运行速度, 另一方面也影响降雨入渗的速度。7号土柱目前的地下水埋深是 2 m, 由此产生的疑问是随着地下水位的抬升, 如果 7号土柱的地下水埋深达到 1.5 m, 根层土壤的盐分含量会呈现怎样的变化趋势呢? 利用 SWSTM 和 1997 年气象资料预测了种植作物条件下土柱地下水埋深由目前的 2.5 m 抬升到 2.0 m 时耕作层土壤盐分可能的变化趋势, 如图 4 所示。从图中可以看出, 地下水位埋深的改变不会即刻对耕作层

土壤盐分含量产生显著影响, 但随着降雨和灌溉等外界环境输入和农业措施的改变, 会加速矿化地下水运行至表土并且会加速参与土壤积盐的过程, 从而导致耕层盐分含量呈现出较大差异。地下水位的抬升, 加速了毛管水上升运行速度, 增加了水分的消耗, 所以会引起 20 cm 土层深度处土壤盐分含量的增加; 但随着外界环境输入趋于平衡后, 地下水位埋深的改变并没有影响水盐运行总体规律和特征, 只是在幅度上作相应变化。由于数值模型对外界条件的输入较敏感, 所以降雨、灌溉、农业措施的应用会使预测结果产生意想不到的变化, 这也是应用数值模型开展土壤盐分动态预测预报工作的难点所在^[12]。

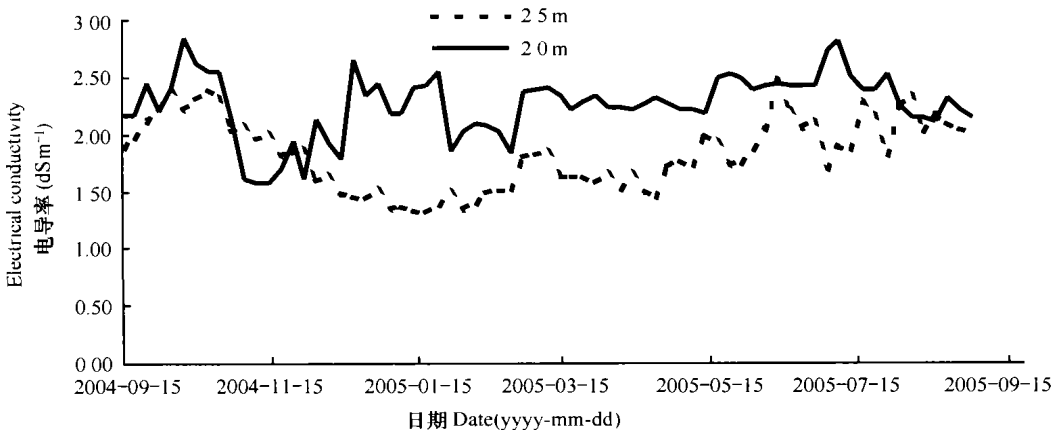


图4 种植作物条件下模拟土柱地下水位改变后 20 cm 土层深度处盐分变化趋势预测图

Fig. 4 The EC trend forecasting scheme after the elevation of groundwater on 20 cm soil layer with crop of simulated soil column

3 小 结

模拟结果和实测值相比较基本趋势符合实际情况,模型对降雨和灌溉等外界环境输入和农业措施的反应非常敏感,但在各实测点和时间点的吻合程度不一。原因是多方面的:一是因为模型只能对稳态的田间水流和溶质运移进行模拟,尚无法对田间土壤中的优势流现象进行模拟,所以会出现一些模拟结果的差异;二是在边界条件的处理中由于某种原因对边界条件进行了一些简化处理,这样的处理方法会给模拟结果带来一些偏差;三是由于水盐动态实验室的部分传感器件由于老化或工作年限过长,这样可能也会造成监测数据出现一定偏差。

1) 地下水位的变化和气象因素的变化相配合影响着土壤水盐运动。从数值模拟的结果来看,土壤含水量和含盐量的模拟值与实测值基本吻合,局部土层特定深度处出现一些偏差,这主要是由于种植作物条件下不同灌溉、调控措施的利用以及气候等因素的作用引起表层土壤水盐动态变化频繁强烈所致。

2) 对典型粉砂壤土柱表层土壤电导率在不同降雨年份的预测结果表明,土壤在当前种植制度和地下水水位作用下,丰水年会使土壤表层的盐分含量在短期内迅速降低,然后处于一个相对稳定的平衡状态。地下水埋深的改变不会即刻对耕作层土壤盐分含量产生显著影响,外界环境的输入对预测结果的影响较大。

纵观整个数值模拟过程,从宏观上来看,模拟值与实测值的动态变化趋势是一致的,并且在模拟过程中没有出现明显的误差累积叠加和扩大的趋势。因此,运用所建模型进行有关土壤水盐动态方面的模拟和预报是可靠可行的。

参 考 文 献

[1] 王遵亲, 祝寿泉, 俞仁培, 等著. 中国盐渍土. 北京: 科学出版社, 1993. 12. Wang Z Q, Zhu S Q, Yu R P, *et al.* Salt affected Soils in China (In Chinese). Beijing: Science Press, 1993. 12

[2] 王福利. 用数值模拟方法研究土壤水盐动态规律. 水利学报, 1991, 4(1): 1~ 9. Wang F L. Study of water and salt regime in soils using numerical simulation method (In Chinese). Journal of

Hydraulic Engineering, 1991, 4(1): 1~ 9

- [3] 曹巧红, 龚元石. 降水影响冬小麦灌溉农田水分渗漏和氮淋失模拟分析. 中国农业大学学报, 2003, 8(1): 37~ 42. Cao Q H, Gong Y H. A simulation analysis of influence of precipitation on water leakage and nitrogen leaching in irrigated farmland (In Chinese). Journal of Chinese Agriculture University, 2003, 8(1): 37~ 42
- [4] Šimůnek J, Suarez D L. Two dimensional transport model for variably saturated porous media with major ion chemistry. Water Resources, 1994, 30(4): 1 115~ 1 133
- [5] 许迪, 程先军. 地下滴灌土壤水运动和溶质运移数学模型的应用. 农业工程学报, 2002, 18(1): 27~ 31. Xu D, Cheng X J. Model application of water flow and solute transport during non steady diffusion from subsurface emitter source (In Chinese). Transaction of the CSAE, 2002, 18(1): 27~ 31
- [6] 曹巧红, 龚元石. 应用 Hydrus 1D 模型模拟分析冬小麦农田水分氮素运移特征. 土壤肥料与植物营养学报, 2003, 9(2): 139~ 145. Cao Q H, Gong Y S. Simulation and analysis of water balance and nitrogen leaching use Hydrus-1D under winter wheat crop (In Chinese). Plant Nutrient and Fertilizer Science, 2003, 9(2): 139~ 145
- [7] 李韵珠, 李保国. 土壤溶质运移. 北京: 科学出版社, 1998. Li Y Z, Li B G. The Solute Transport in Soil (In Chinese). Beijing: Science Press, 1998
- [8] Šimůnek J, Suarez D L, Šejna M. The UNSATCHEM software package for simulating one dimensional variably saturated water flow, heat transport, carbon dioxide production and transport, and multicomponent solute transport with major ion equilibrium and kinetic chemistry. Version 2.0, Research Report No. 141. U. S. Salinity Laboratory, USDA, ARS, Riverside, California, 1996
- [9] 李保国, 龚元石, 左强. 农田土壤水的动态模拟及应用. 北京: 科学出版社, 2000. Li B G, Gong Y S, Zuo Q. The Dynamic Model and Application of Soil and Water in Field (In Chinese). Beijing: Science Press, 2000
- [10] 徐力刚, 杨劲松, 张妙仙. 作物种植条件下土壤水盐运移的数值模拟研究. 土壤学报, 2004, 41(1): 50~ 55. Xu L G, Yang J S, Zhang M X. Numerical simulation of soil salt and water transport in silt loam soil under planting (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2004, 41(1): 50~ 55
- [11] Šimůnek J, Šejna M, van Genuchten. The Hydrus 1D software package for simulating one dimension movement of water, heat and multiple solutes in variable saturated media. <http://www.ussl.ars.usda.gov>, 1998
- [12] 邱建军, 肖荧南. 作物生长模拟模型参数校正和有效化的理论和实践. 应用生态学报, 1999, 10(6): 679~ 682. Qiu J J, Xiao Y N. The parameter revision on simulation model and the availability of theory and practice under conditions of crop growth (In Chinese). Chinese Journal of Applied Ecology, 1999, 10(6): 679~ 682

NUMERICAL SIMULATION AND FORECASTING OF SOIL WATER AND SALT REGIME UNDER WINTER WHEAT CROP PLANTATION

Xu Ligang^{1, 2} Yang Jingsong[†] Zhang Qi²

(1 *Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*)

(2 *Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*)

Abstract The transport and regime of water and salt under crops are a very complex physical-chemical-biological system. The study of their laws and characteristics is very important to developing water and salt transport models, guiding of sustainable exploitation of salt-affected soils and irrigation management, explaining interaction between sustainable agriculture and environment, and forecasting water and salt transport. Therefore, a soil water and salt transport model (SWSTM) was developed and adopted to describe transport of water and salt under winter wheat crop, numerical simulation of water and salt regime was done, and water and salt transport under different climate conditions and groundwater conditions was predicted and forecast with the SWSTM model. The results show that the simulation is very ideal and it is practicable to do numerical simulation and forecast with this model. So, a new method to forecast water-salt regime is thus brought forth. Furthermore, according to the actual situation, a simplified useful method without complex calculation is expected to be applied to forecasting distribution of salt-affected soil resources and water and salt regime on a large scale.

Key words SWSTM model; Water and salt regime; Numerical simulation; Forecasting