

土壤中冷凝水的产生及其对土壤盐分的影响

孟繁华 尤文瑞

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要

通过多年的水盐动态观测(土柱模拟试验)发现由于土壤昼夜温差变化较大,导致土壤中有冷凝水产生。温差愈大冷凝水产生愈多,并对土壤具有一定的淋溶盐分的作用。

关键词 土壤; 冷凝水; 盐分

早在 1981 年在山东打渔张灌区进行土壤水盐动态观测(模拟试验)中就已发现,在无降雨影响的模拟土柱中,土壤仍有脱盐现象⁽¹⁾。其后在河南封丘农业生态实验站的水盐动态观测(大型土柱模拟试验)⁽²⁾中更进一步发现,在无降雨影响下的春秋两季,模拟土柱中仍有一定的渗漏水渗出,分析其原因,主要是由于昼夜温差变化所产生的冷凝水所致。土壤中冷凝水的产生过程及其动态变化,虽然不易引起人们的注意和重视,但它毕竟是一个客观存在的现象,因此,我们对它的形成过程及其规律进行了研究。现将近两年的研究结果总结如下。

1 试验设施与方法

1.1 试验处理 本试验是在中国科学院封丘农业生态试验站土壤水盐动态模拟实验室内大型模拟土柱中进行的⁽²⁾。试验处理:(1)全剖面为粉砂壤土;(2)粉砂壤土剖面中 30cm 之下有 30cm 的粘土夹层;(3)土柱上端有 1.0m 的粘土层等 3 种不同的土壤质地剖面,均设有 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0m 5 个不同的潜水埋深(图 1),共 15 个土柱,文中用 W 表示。土壤剖面的装填情况详见参考文献⁽²⁾。土柱下部用马廖特瓶控制水位,并自行对土体补水,所供补的水分分为等当量的氯化钠和硫酸钠配制而成的 3g/L 矿化水。土柱上面种植作物(小麦和棉花轮作)。

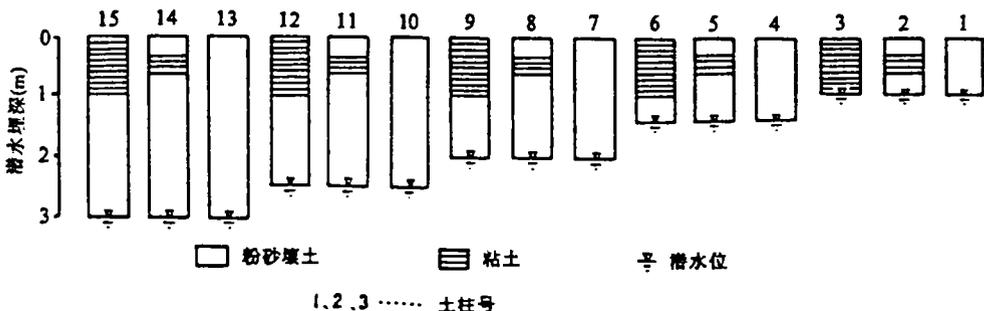


图 1 模拟土柱质地剖面及潜水埋深示意图

1.2 试验方法与观测 试验过程中, 采用中国科学院南京土壤研究所研制的 SY-2 型数字电导仪, 通过土柱内所埋设的土壤盐分传感器中的热敏电阻元件, 测定土壤剖面中不同深度处的温度值, 以此值绘制土体中温度随深度的变化曲线。观测时间选择在温度变化最大的5月中下旬无雨季节。每天8时、14时和20时各进行一次测定, 同时采集土柱的冷凝水量并测定其电导率。

2 试验结果与讨论

2.1 冷凝水的产生及主要影响因素

2.1.1 冷凝水的产生

土壤中冷凝水的产生是由于土壤温度昼夜之间的升高和降低, 造成了土壤水分的气化上升和冷凝液化下渗。温差愈大所产生的冷凝水愈多(表1)。如我国北方地区, 春末和夏初白天气温很高, 晚间和凌晨却较低, 温差较大。当白天气温升高时, 土壤水分蒸发土体上部变干, 从而促进了潜水借土壤毛细管向上运行, 上升至地表的水分部分散失于大气中, 另一部分在土壤空隙中尚未散发掉的水汽, 却由于晚间气温下降而形成冷凝水, 在重力的作用下回落下行渗入土壤中, 而影响土壤的水盐运动。

2.1.2 主要影响因素

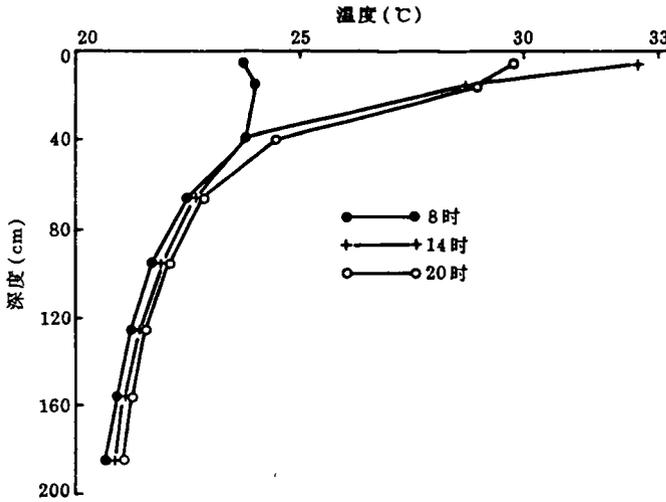
(1)温度的影响: 昼夜温差愈大, 所产生的冷凝水愈多。5月份空气湿度很小, 白天土柱中土表温度比较高, 土壤下层温度却较低, 如14时测得表层5cm处土温高达29.2—34.1℃, 15cm深处土温为25.8—26.3℃, 上下相差5—9℃, 40cm以下各层缓慢下降, 并逐渐趋于稳定。在20时所观测到表层5cm土壤温度和14时相比, 一般下降5.7—8.5℃。从温度随深度变化曲线(图2)可以看出, 冷凝水主要产生在15—40cm之间, 而且随温差的增大, 冷凝水量增多。

表1 不同潜水埋深下不同质地剖面土柱冷凝水电导率及水量与温差关系 (1995年5月)

土柱号	W4			W7			W8			W9			W10		
潜水埋深(m)	1.5			2.0			2.0			2.0			2.5		
日期(日)	水量 ml	电导率 mS/cm	5cm 温差												
16	6.5	4.07	7.52	10.0	4.03	7.63	1.3	4.93	5.43	—	—	3.15	2.7	4.15	6.33
17	5.0	4.00	7.36	7.0	4.00	7.51	—	—	5.37	2.6	4.56	3.03	2.0	4.24	6.02
18	4.5	3.76	6.94	8.0	4.07	7.43	1.2	4.93	5.58	2.0	4.56	3.68	3.0	4.24	6.35
19	3.8	3.87	6.44	9.4	3.98	8.08	1.5	4.60	4.82	—	—	3.28	5.0	3.71	6.88
20	4.0	3.93	6.64	10.0	4.08	8.50	2.0	4.60	4.20	1.0	5.22	3.16	4.0	3.91	6.50
22	5.2	3.93	7.30	20.0	4.08	8.81	2.0	4.60	6.38	1.7	5.22	3.86	10.5	3.91	7.73
23	10.5	3.95	7.95	23.0	3.90	8.93	2.7	4.16	5.34	1.5	3.39	3.32	7.5	4.15	7.05
24	10.5	3.81	8.26	29.2	3.78	8.86	2.5	3.73	5.50	1.5	3.39	3.27	7.5	3.71	7.08
25	9.0	2.66	8.61	23.0	3.71	8.67	2.5	2.60	5.58	1.5	3.39	3.13	6.8	2.55	7.58
26	52.5	3.74	9.55	75.0	3.74	9.77	2.5	3.78	5.62	—	—	3.02	6.5	3.64	7.69

(2)潜水埋深的影响: 试验结果(表1)表明, 在相同质地同一温度条件下, 潜水埋深小于2m时, 毛管水上升运行的速度较快, 上层土壤含水量经常保持在较高水平, 而土壤孔隙中水气所占比例较少, 冷凝水产生量次于2m的土柱(W7), 如土柱W4。潜水埋深大于2m

时,毛管水上升速度减慢,土壤孔隙中水汽含量较大,产生的冷凝水也多,但在下渗途中有部分冷凝水被土粒所吸附,所以渗入深层的水量并不多,如土柱 W10。潜水埋深 2m 的土柱(W7)渗入深层的冷凝水量最多。



(土柱 W7, 1995年 5月 24日测定)

图2 土壤温度随深度变化曲线

(3)土壤质地的影响:由(表1)可看出,在相同的潜水埋深(2m)情况下,粉砂壤土剖面土柱(W7)由于其毛管孔隙大,持水性能差,冷凝水渗漏量最多。粘土剖面土柱(W9),由于质地粘重,土粒比表面积最大,毛管孔隙小,蓄水能力强⁽³⁾,冷凝水产生量最少。夹粘层土柱(W8),因30cm下有一个30cm厚的粘土层,起隔水、隔盐作用,故冷凝水产生量介于以上二者之间。

2.2 冷凝水对土壤盐分的影响

在冷凝水下行过程中,溶解部分土壤盐分,使上层土壤盐分有所减少(表2)。从试验过程中所采集的冷凝水的电导率也可看出,一般高达 4.0mS/cm 上下(表1),相当于 3.0g/L 土壤溶液所含的盐分,因此冷凝水的产生有助于表土的脱盐。

表2 不同潜水埋深土柱剖面电导率(mS/cm)变化*

日期	95年5月15日			95年5月20日			95年5月25日		
土柱号	W4	W7	W10	W4	W7	W10	W4	W7	W10
5	13.248	6.728	16.069	11.531	6.554	14.509	11.388	6.682	15.394
15	9.217	8.046	14.858	8.729	7.810	14.216	8.397	7.870	14.035
45	5.332	4.331	5.502	5.146	4.063	4.222	5.078	3.585	4.183
65	4.777	5.223	8.315	4.656	5.134	7.921	4.675	5.160	7.787
95	3.928	4.750	6.117	3.804	4.659	5.868	3.796	4.703	5.766
125	4.455	4.698	5.446	4.336	4.576	5.268	4.322	4.566	5.221
155		4.389	5.344		4.257	5.130		4.199	5.093
185		4.478	4.826		4.391	4.592		4.434	4.503
215			4.422			4.227			4.161

*此数据为微机采集。

参 考 文 献

[1] 孟繁华等, 山东打渔张灌区粉砂壤土水盐动态及其调节, 中国科学院黄淮海平原综合治理研究(1986-1990), 科学出版社, 1993, 50-60.

[2] You, W. R and Meng, F. H., *Pedosphere*, 1992, 2(4): 289-306.

[3] 孟繁华等, 种植作物对土壤耕层水盐动态的影响, *土壤*, 1995, 27(6): 319-324.