

辽河三角洲主要植被类型土壤水盐含量研究

吕国红^{1,2,4} 周莉³ 贾庆宇¹ 王笑影¹ 戴萍⁵

(1. 中国气象局沈阳大气环境研究所, 辽宁 沈阳 110016; 2. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016;
3. 中国科学院北京植物研究所植被数量生态学重点实验室, 北京 100093; 4. 中国科学院研究生院, 北京 100039;
5. 沈阳区域气候中心, 辽宁 沈阳 110016)

摘要:基于不同植被类型,探讨辽河三角洲土壤的水盐状况,研究土壤全盐与土壤含水量及土壤 pH 值之间的关系。结果表明:辽河三角洲植被类型不同,土壤盐分、土壤含水量及土壤 pH 值明显不同。不同土层裸滩土壤全盐量均较高,小叶杨最低。翅碱蓬、紫花苜蓿、芦苇和柽柳作为盐生植被,对土壤含盐量影响较大。不同土层小叶杨土壤含水量均较低。裸滩、翅碱蓬及芦苇受潮汐影响较大,土壤含水量差异较大。调查区土壤 pH 值偏碱性,变化范围为 7.30—8.97。土壤全盐、土壤含水量及土壤 pH 值之间总体呈显著相关,可见土壤含水量和 pH 值是显著影响土壤全盐量的重要因子。

关键词:土壤全盐;土壤含水量;土壤 pH 值;辽河三角洲

中图分类号:X 171.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-503X(2010)06-0065-06

1 引言

土壤盐渍化是自然和人类活动造成的主要环境问题之一。全球盐渍化土壤大约为 $9.55 \times 10^8 \text{ hm}^2$, 次生盐渍化土壤约为 $7.7 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 而且还在不断增加^[1]。中国盐渍化土壤面积大,分布广,是世界之最。据统计,中国约有 $3.69 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 盐渍土^[2]。辽河三角洲是由辽河、大辽河和大凌河等冲积而成的冲积海积平原,海岸线长 270 km,盐渍化土壤约为 $9.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$,属典型的滨海盐渍土^[2-4]。盐渍土作为一种重要的土地资源,科学合理地开发利用,有重大的经济价值和社会意义。

土壤的盐渍化对植被的生长和分布起着重要的作用。刘庆生等^[2,5]研究了辽河三角洲土壤盐渍化现状及特征分析,同时也探讨了辽河三角洲土壤盐分与植被野外光谱的关系。李卫军等^[6]研究了不同生态型芦苇 (*Phragmites australis*) 与土壤水盐的相关性。黄河河口地区芦苇的生长速率与土壤盐分呈负相关关系,不同生态型芦苇对土壤盐分具有不同的适应生理^[7-8]。河西走廊盐化草甸土壤水盐对植物群落及其优势种的数量特征均有显著影响^[9]。

辽河三角洲在海洋和河流的共同影响下,滨海湿地发育了不同的植被群落,其分布主要受土壤水分、土壤盐分的制约^[10-11],辽河三角洲土壤的水盐含量状况,是研究辽河三角洲湿地演化规律的重要组成部分。然而,辽河三角洲作为重要的盐渍化分布区^[4],缺乏研究土壤盐分的基本状况,同时由于植

被是湿地生态系统的主要载体,其形成和分布亦同时受到湿地水分因子和土壤盐分因子的双重影响,因此研究辽河三角洲不同植被类型下土壤的水盐状况,有助于揭示辽河三角洲的植被分布特点,为合理开发利用辽河三角洲的土地资源提供基础性科学参考。

2 研究区域与方法

2.1 研究区域

辽河三角洲是国际著名的八大河流三角洲之一,地理位置为 $40^\circ 40' - 41^\circ 25' \text{ N}$, $121^\circ 25' - 122^\circ 55' \text{ E}$,总面积约为 $3.15 \times 10^5 \text{ hm}^2$,为中国第四大三角洲。辽河三角洲湿地位于辽宁西南部辽河平原南端,主要分布于辽东湾北岸,处于大凌河与大辽河之间,以芦苇沼泽和稻田为主,由辽河、大辽河和大凌河等冲积而成的冲积平原组成,包括盘锦市和营口市市区及其老边区的全部。辽河三角洲的植被类型多种多样,面积较大的主要有玉米 (*Zea mays*) 地、水稻 (*Oryzastativa*) 田和滨海芦苇湿地。滨海滩涂地分布着大量的翅碱蓬 (*Suaeda heteroptera*)。旱地中的植被类型主要有柽柳 (*Tamarix chinensis*)、小叶杨 (*Populus simonii*);另有牧草种植地,主要植被类型为紫花苜蓿 (*Medicago sativa*)。

2.2 研究方法

针对辽河三角洲的植被分布状况,2006年8月28—30日进行了一次全面调查。调查内容包括植被群落学特征、土地利用类型、土壤剖面和地理位置。

收稿日期:2010-11-08;修订日期:2010-11-22。

基金项目:国家自然科学基金(40605007)和科技部公益性项目(SYKYYW200903)共同资助。

作者简介:吕国红,女,1977年生,在读博士研究生,助理研究员,主要从事碳循环方面的研究,E-mail: ghlvme@163.com。

土壤特性调查采用土壤剖面法采样。每 10 cm 为 1 层,共收集 3 层,分别为 0—10、10—20 cm 和 20—30 cm。对所取土样分别标号,带回实验室,风干。野外取样的基本概况见表 1。

表 1 辽河三角洲野外调查的基本状况

样地序号	经度/°E	纬度/°N	主要植被类型	采样点/个
1	121°44'18.00"	40°53'23.60"	裸滩	3
2	121°44'18.00"	40°53'23.60"	裸滩	3
3	121°44'18.00"	40°53'23.60"	裸滩	3
4	121°48'06.03"	40°57'55.00"	翅碱蓬	3
5	121°48'5.10"	40°57'05.60"	翅碱蓬	3
6	121°48'03.40"	40°57'06.10"	翅碱蓬	3
7	121°48'02.40"	40°57'06.70"	翅碱蓬	3
8	121°47'44.90"	40°57'14.80"	翅碱蓬	3
9	121°47'43.00"	40°57'20.20"	芦苇	3
10	121°47'43.30"	40°57'20.50"	芦苇	3
11	121°47'43.60"	40°57'20.20"	芦苇	3
12	121°45'41.70"	41°7'46.40"	芦苇	3
13	121°45'41.50"	41°7'46.70"	芦苇	3
14	121°45'40.00"	41°7'47.30"	芦苇	3
15	121°42'47.20"	40°58'51.40"	芦苇	3
16	121°42'47.50"	40°58'51.70"	芦苇	3
17	121°42'48.20"	40°58'51.70"	芦苇	3
18	121°38'25.50"	41°3'22.90"	玉米	3
19	121°38'25.60"	41°3'22.70"	玉米	3
20	121°38'26.00"	41°3'22.00"	玉米	3
21	121°57'17.70"	41°10'47.90"	水稻	3
22	121°57'17.10"	41°10'47.10"	水稻	3
23	121°57'16.70"	41°10'46.60"	水稻	3
24	121°40'49.40"	41°6'47.50"	柽柳	3
25	121°40'46.00"	41°6'47.60"	柽柳	3
26	121°40'44.20"	41°6'47.80"	柽柳	3
27	121°38'31.10"	41°6'45.30"	小叶杨	3
28	121°38'09.00"	41°6'53.30"	小叶杨	3
29	121°37'54.00"	41°6'49.50"	小叶杨	3
30	121°40'2.9"	41°6'53.60"	紫花苜蓿	3
31	121°40'2.9"	41°6'53.60"	紫花苜蓿	3
32	121°40'2.9"	41°6'53.60"	紫花苜蓿	3

表 2 辽河三角洲 10—30 cm 土壤全盐量统计

土层/cm	样本数/个	最大值/(g·kg ⁻¹)	最小值/(g·kg ⁻¹)	平均值/(g·kg ⁻¹)	中数	标准差	偏度
0—10	32	4.48	0.15	1.90	2.10	1.31	0.18
10—20	32	3.94	0.04	1.83	1.93	1.18	0.15
20—30	32	3.99	0.14	2.16	2.18	1.18	-0.27

翅碱蓬、芦苇、柽柳和紫花苜蓿均是盐生植物^[13],对土壤的含盐量影响较大。翅碱蓬作为湿生草本植物,耐盐性较强。在强烈的蒸腾作用下,咸水中的盐分随着水分的蒸发而上升至地表,盐分在土壤表层积聚^[14],从而表现为翅碱蓬土壤表层全盐量最高。8 月气温高,地面蒸发增强,土壤积盐多,翅碱蓬根系从土壤中吸收的盐分大于归还量^[15],所以翅

碱蓬根围土壤盐分量较表层低。芦苇是典型的拒盐盐生植物,具有发达的深根系,有超级过滤能力,几乎不吸收或很少吸收土壤中的盐,或者阻止盐分运输到叶^[13]。柽柳属于泌盐性盐生植物,生活在高盐碱地区,在长期适应环境的过程中形成了特有的耐盐结构^[16]。柽柳生长旺盛时,盐分的吸收大于归还,加之树冠的遮阴作用,土壤呈脱盐趋势。紫花苜

3 结果分析

3.1 不同植被类型下土壤全盐量

土壤全盐量是评价土壤生产性能的主要指标之一。辽河三角洲所有植被类型不同土层土壤全盐量统计分析表明,土壤全盐量存在垂直变化差异(表 2)。从表 2 可知,20—30 cm 土层土壤全盐平均量最高,为 2.16 g·kg⁻¹;10—20 cm 土层土壤全盐量最低,比 20—30 cm 土层少 0.33 g·kg⁻¹。不同土层土壤全盐量的偏度均较小,接近于对称分布。统计分析表明,土壤全盐量在不同土层的变化量较小。

不同的植被类型,土壤全盐量变化较大,其中裸滩土壤全盐量最高,小叶杨最低(图 1)。从图 1 可知,0—10 cm 土层裸滩土壤全盐量最高,为 4.04 g·kg⁻¹;其次是翅碱蓬;而后是紫花苜蓿、芦苇、柽柳、玉米、水稻和小叶杨。0—10 cm 土层芦苇与紫花苜蓿的土壤全盐量相近,相差 0.35 g·kg⁻¹,而玉米地与水稻田土壤全盐量近乎相等,相差仅 0.03 g·kg⁻¹。10—20 cm 土层裸滩土壤全盐量最高,而后依次是柽柳、翅碱蓬、芦苇、紫花苜蓿、玉米、水稻和小叶杨。20—30 cm 土层全盐量的高低顺序不同于 0—10 cm 和 10—20 cm 土层,但裸滩全盐量仍最高;其次是紫花苜蓿,然后是柽柳、翅碱蓬、芦苇、水稻、玉米和小叶杨。

研究表明,不同植被同层土壤全盐量比较,裸滩最高;翅碱蓬、芦苇、柽柳和紫花苜蓿其次;玉米、水稻和小叶杨相对较低,但植被先后顺序有差异。裸滩属于中盐渍化土^[2],距离海域最近,因此裸滩土壤在各层的土壤含盐量最高。

碱蓬根围土壤盐分量较表层低。芦苇是典型的拒盐盐生植物,具有发达的深根系,有超级过滤能力,几乎不吸收或很少吸收土壤中的盐,或者阻止盐分运输到叶^[13]。柽柳属于泌盐性盐生植物,生活在高盐碱地区,在长期适应环境的过程中形成了特有的耐盐结构^[16]。柽柳生长旺盛时,盐分的吸收大于归还,加之树冠的遮阴作用,土壤呈脱盐趋势。紫花苜

藨是营养价值高、适口性好的优良牧草,也是较为耐

盐的作物,而且田间绿色覆盖时间较长,有利于调节

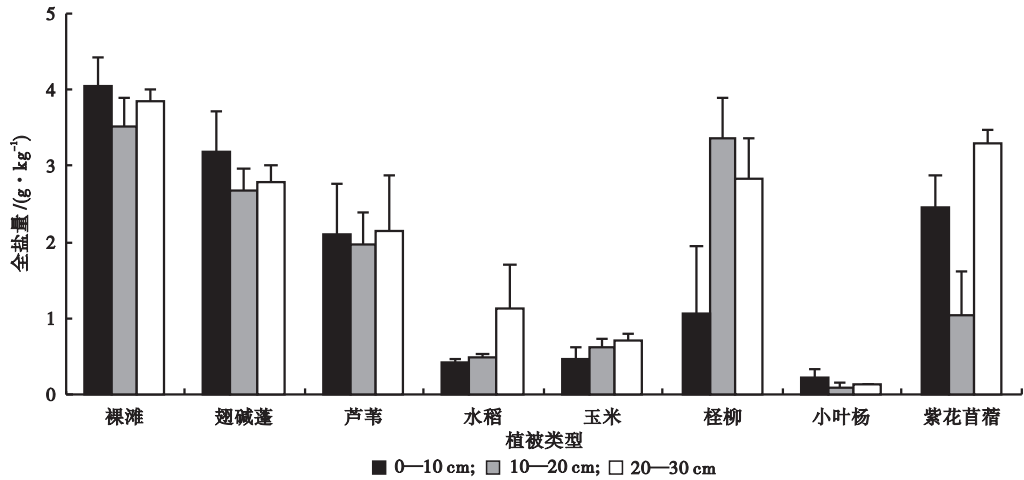


图1 辽河三角洲不同植被类型的土壤全盐量

土壤盐分量。水稻、玉米和小叶杨均为非盐生植被,其土壤全盐量相对于盐生植物低,进一步说明土壤的含盐量可反映植被的状况。3种植被类型土壤的盐渍化程度比较低,一般均属于轻盐渍化土或非盐渍化土壤^[5]。

同一植被类型,不同土层的差异性分析表明,柽柳和紫花苜蓿土壤全盐量的垂直变化率最高。0—30 cm 土层柽柳土壤全盐量平均值为 $2.42 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 标准差为 $1.20 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$; 紫花苜蓿3层土壤全盐量平均值为 $2.27 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 标准差为 $1.13 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 可见柽柳和紫花苜蓿土壤全盐量的垂直变化明显。紫花苜蓿有明显的抑盐作用,抑盐效果0—20 cm 最好,这与张有福等^[17]研究紫花苜蓿对土壤盐分的抑制效应一致,但土壤盐分垂直剖面分布不同,这可能与张有福等^[17]研究的土壤剖面深度不一致有关。芦苇

与小叶杨土壤全盐量随土壤深度的变化不大,其中芦苇随土壤深度的增加,其全盐量分别是为 2.11 、 $1.98 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $2.13 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。同一植被类型不同土层土壤全盐量比较发现,不同植被类型随土壤深度的变化不一致。水稻和玉米土壤全盐量随土壤深度的增加而增加;芦苇和紫花苜蓿土壤全盐量呈现下层(20—30 cm)大于表层(0—10 cm)大于中层(10—20 cm);裸滩、翅碱蓬和小叶杨土壤全盐量呈表层最高,中层最低;柽柳土壤则呈中层最高,表层最低。

3.2 不同植被类型下的土壤含水量

辽河三角洲的土壤水分主要来源于地下潜水,潮水及降水。不同植被类型土壤含水量比较,小叶杨在不同土层土壤含水量均最低(图2)。0—10 cm 土层,翅碱蓬土壤含水量最高;其次是

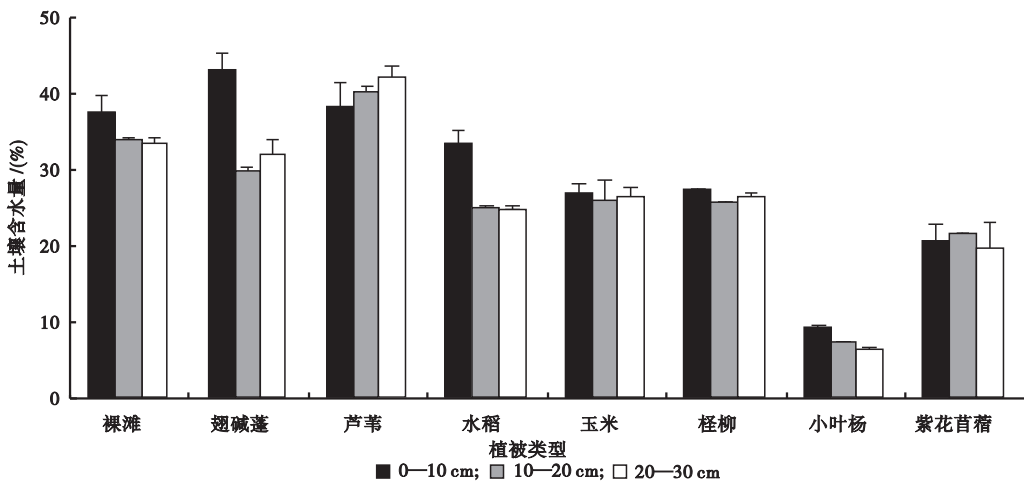


图2 辽河三角洲不同植被类型土壤含水量

裸滩;然后是芦苇、水稻、柽柳、玉米和紫花苜蓿;最后是小叶杨。10—20 cm 土层,土壤含水量大小顺序依次为芦苇、裸滩、翅碱蓬、玉米、柽柳、水稻、紫花苜蓿和小叶杨。20—30 cm 土层,土壤含水量大小顺序

依次为芦苇、裸滩、翅碱蓬、柽柳、玉米、水稻、紫花苜蓿和小叶杨。20—30 cm 与10—20 cm 相比,土壤含水量大小顺序相似,差异主要为玉米和柽柳土壤含水量大小变化。不同植被土壤含水量大小顺序比

较表明,3层土壤含水量最高的植被类型主要为芦苇、裸滩和翅碱蓬,而紫花苜蓿和小叶杨最低,这进一步反映了植被生长环境的重要性。

同一植被土壤的垂直分布特征不同。小叶杨和翅碱蓬的垂直分布差异性相对较明显。小叶杨总体呈随土壤深度的增加而降低,由上到下3层土壤含水量依次为9.21%、7.05%和6.15%,裸滩和水稻呈相同的垂直分布特征。翅碱蓬土壤含水量的垂直分布差异主要表现在土壤表层明显高于10—20 cm土层和20—30 cm土层。玉米和柽柳与翅碱蓬相似,均呈现表层最高,10—20 cm土层最低。芦苇3层土壤含水量平均值为40.12%,相对较高,呈现随土壤深度的增加而增加。紫花苜蓿不同于其他植被,土壤含水量的垂直分布特征为中层最高、下层最低。不同土层芦苇湿地土壤含盐量变化很小,这可能与芦苇是拒盐盐生植物,其根系不吸收或很少吸收土壤盐有关。芦苇土壤含盐量相比其他盐生植物量较低,这可能与芦苇根系有关。芦苇的深根系吸收地下水潜水,根据盐随水来、盐随水走的原理,土壤

含盐量较低^[11]。

裸滩、翅碱蓬及芦苇受潮汐作用影响大,不同时间潮汐影响也不同,土壤含水量也有很大差别。翅碱蓬0—10 cm土壤含水量较高,这可能是受到外界环境因素的影响。0—30 cm土层芦苇土壤含水量均较高,这可能与芦苇根系有关。芦苇垂直根系具有水力提升能力,可以将地下水1.5 m水位的土壤水提升到浅层根系,供浅层根系吸收利用^[18]。芦苇根系较长,根茎主要分布在地下1 m的不同土壤深度,可通过垂直根系吸收深层土壤水来供植株生长^[19]。其余各植被群落土壤含水量基本反映了植被的生长环境。玉米、柽柳、小叶杨和紫花苜蓿均为旱地植被,其土壤含水量也较低。水稻尽管是湿生植被,但8月水田为排水时期,所以水稻田土壤含水量相对较低。小叶杨土壤含水量最低,也与其土壤含盐量最低一致,反映了盐随水来、盐随水走的机理。

3.3 不同植被类型下的土壤 pH 值

辽河三角洲调查区土壤 pH 值偏碱性,pH 变化范围为7.30—8.97(表3)。不同的植被类型,pH值

表3 辽河三角洲不同植被类型土壤 pH 值

土层/cm	裸滩	翅碱蓬	芦苇	水稻	玉米	柽柳	小叶杨	紫花苜蓿
0—10	8.47 ± 0.11	8.52 ± 0.35	8.31 ± 0.53	7.53 ± 0.25	8.26 ± 0.18	8.89 ± 0.47	7.56 ± 0.02	8.97 ± 0.77
10—20	8.26 ± 0.08	8.53 ± 0.53	8.53 ± 0.43	7.67 ± 0.23	8.00 ± 0.05	8.75 ± 0.33	7.60 ± 0.24	8.11 ± 0.44
20—30	8.49 ± 0.32	8.56 ± 0.20	8.56 ± 0.20	7.30 ± 0.13	7.92 ± 0.20	8.84 ± 0.20	7.46 ± 0.19	7.75 ± 0.38

有差异。裸滩 pH 值平均为 8.41,在各土层变化不大,最大变化幅度为 0.23。翅碱蓬和裸滩 pH 值较高,平均为 8.54,且各层 pH 值变化幅度小。翅碱蓬作为裸滩的先锋植被在改善土壤盐分中起着主要的作用,但对土壤偏碱性的影响较小,可见 pH 值不是影响植被生长的重要因素。比较各植被的平均 pH 值发现,柽柳土壤 pH 值含量最高,平均为 8.83,柽柳作为盐生植被,其土壤 pH 值较高,这与土壤中的离子含量高有关。水稻和小叶杨土壤 pH 值含量最低,分别为 7.50 和 7.54。种植水稻的土壤盐渍化程度比较低,一般属于氯化物—硫酸盐型或硫酸盐型盐渍化土类型,其 pH 值较低。调查区小叶杨较少,大多为人工林,主要为幼小杨。土壤盐渍化轻,属于非盐渍化土或轻盐渍化土。小叶杨与水稻田一样,均属于氯化物—硫酸盐型或硫酸盐型盐渍化土类型,所以,小叶杨 pH 值也较低。不同植被土壤 pH 值的含量反映了土壤的含盐状况。芦苇土壤平均 pH 值为 8.47,而水稻土壤平均 pH 值为 7.50,但芦苇与水稻土壤碳氮含量均较高。可见,土壤 pH 值高低并不能反映土壤的碳氮含量状况。

3.4 土壤盐分与土壤 pH 值和土壤含水量的相关性
土壤含水量和 pH 值显著影响着土壤的全盐量。

0—10 cm 土层土壤全盐与 10—20 cm 土壤 pH 值无显著相关,而与其他土层土壤含水量、土壤 pH 值呈极显著性相关($P < 0.01$),说明不同的土壤深度,其含水量和 pH 值对 0—10 cm 土层全盐量产生重要影响,这可能与土壤地下水流及植被根系的吸收有关。不同土层土壤含水量与相应土层土壤全盐的相关系数不同,但差异性较小。0—10、10—20 cm 和 20—30 cm 土层含水量与 0—10 cm 土壤全盐的相关系数分别为 0.47、0.52、0.48 ($P < 0.01$),相关系数最大差值为 0.05(表4),可见,土壤深度对土壤全盐与土壤含水量的相关性影响很小或几乎无影响。张小由等^[20]研究发现,土壤含盐量受地下水矿化度控制,离子类型与地下水离子类型基本一致,本研究结果与其研究结果一致,即土壤全盐与土壤含水量呈极显著或显著相关。10—20 cm 土层土壤全盐与不同土层土壤含水量、土壤 pH 值呈极显著或显著相关 ($P < 0.01, P < 0.05$),这与表层土壤全盐的相关性分析基本一致,进一步说明土壤全盐量不受土壤深度的限制。20—30 cm 土层土壤全盐与土壤含水量、pH 值的相关性明显区别于 0—10 cm 和 10—20 cm 土层。20—30 cm 土层土壤全盐与不同土层 pH 值呈极显著或显著相关 ($P < 0.01, P < 0.05$),而与

10—20 cm 土壤含水量呈显著相关 ($R = 0.37$, $P < 0.05$), 与其他两层土壤含水量无显著相关。

表4 辽河三角洲土壤全盐量和土壤含水量及土壤 pH 值相关性

项目	土层 /cm	全盐量			土壤含水量			pH 值		
		0—10 cm	10—20 cm	20—30 cm	0—10 cm	10—20 cm	20—30 cm	0—10 cm	10—20 cm	20—30 cm
全盐量	0—10	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
	10—20	0.67**	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	20—30	0.75**	0.79**	1.00	-	-	-	-	-	-
土壤含水量	0—10	0.47**	0.42*	0.29	1.00	-	-	-	-	-
	10—20	0.52**	0.49**	0.37*	0.70**	1.00	-	-	-	-
	20—30	0.48**	0.48**	0.33	0.68**	0.97**	1.00	-	-	-
pH 值	0—10	0.49**	0.49**	0.53**	0.02	0.21	0.19	1.00	-	-
	10—20	0.35	0.60**	0.38*	0.37	0.37*	0.35	0.50**	1.00	-
	20—30	0.47**	0.72**	0.54**	0.18	0.18	0.18	0.65**	0.79**	1.00

注:** 为极显著相关 ($P < 0.01$); * 为显著相关 ($P < 0.05$)。

土壤全盐与土壤含水量及土壤 pH 值之间总体呈显著相关, 可见土壤含水量和 pH 值是显著影响土壤全盐量的重要因素。在地下水动态变化比较活跃的地区, 土壤盐渍化的盐分来自于地下水。整个土层在支持毛管水的控制范围内, 当土壤表面发生蒸发时, 潜水可源源不断的向上补给, 土壤盐分也随之不断向上累积^[21], 从而带动土壤盐分地下水的盐分不可能以固体形式进入土壤, 而是必须以地下水为载体随地下水一起进入土壤。李新举等^[22]研究发现土壤水分蒸发量与土壤含盐量呈显著负相关, 这进一步验证了土壤含盐量与土壤含水量呈显著正相关。土壤 pH 值影响土壤中各种离子的解离程度和解离形式, 从而进一步影响植物对各种类型离子的吸收程度^[23]。土壤 pH 值能反映土壤中的 Cl^- , CO_3^{2-} 、 K^+ 、 Na^+ 等状况, 而渍地土壤盐分组成主要为 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 K^+ + Na^+ 占土壤含盐总量的 86%^[24], 因此土壤 pH 值与土壤全盐量密切相关。

4 结论与讨论

(1) 不同植被比较, 裸滩全盐量最高。辽河三角洲土壤盐分主要来源于海水, 其土壤属于滨海盐土类型。海潮与河流作用下形成的滨海沉积物, 由于年复一年的河淤海退, 使潮间带向海域伸移。这种地质地形的变迁, 逐渐减弱海潮对已成海滩的侵袭, 使海滩不断扩大, 形成大面积退海淤滩, 因此距海愈近含盐量也愈高。裸滩属于沿海地带, 其含盐量主要来自于海水, 但由于长期受海水潮汐作用的影响, 水土流失频繁, 土壤盐分变化大, 无植被生长。

(2) 不同土层土壤全盐量在不同植被间的高低顺序不同, 但导致高低不同的主要植被是翅碱蓬、紫花苜蓿、芦苇和柽柳。翅碱蓬、紫花苜蓿、芦苇和柽柳作为盐生植被, 对土壤含盐量影响较大。翅碱蓬土壤含盐量高, 表聚性强, 这可能与土壤的蒸腾作用

有关。芦苇是典型的拒盐盐生植物, 芦苇土壤含盐量相比其他盐生植物量较低, 这可能与芦苇根系有关。芦苇的根系不吸收或很少吸收土壤盐。尽管紫花苜蓿有抑盐的作用, 但由于土壤含盐量高, 紫花苜蓿的长势差, 紫花苜蓿中杂生着许多盐生草本植物如芦苇、狗尾草、碱蓬等。可见, 紫花苜蓿不能作为盐渍地的先锋植物。翅碱蓬作为湿生草本植物, 耐盐性较强。翅碱蓬土壤含盐量高, 表聚性强, 这与土壤的蒸腾作用有关。在强烈的蒸腾作用下, 咸水中的盐分随着水分的蒸发而上升至地表, 盐分在土壤表层积聚。

(3) 不同土层土壤含水量较高的植被类型主要为芦苇、裸滩和翅碱蓬, 而紫花苜蓿和小叶杨最低, 这进一步反映了植被的生长环境。裸滩、翅碱蓬及芦苇受潮汐作用影响大, 不同时间潮汐影响也不同, 土壤含水量差异较大。调查区土壤 pH 值偏碱性, 变化范围为 7.30—8.97。柽柳土壤 pH 值量最高, pH 平值均为 8.83; 水稻和林地土壤 pH 值最低, 分别为 7.50 和 7.54。

(4) 分析表明, 土壤全盐与土壤含水量及土壤 pH 值之间总体呈显著相关, 反映了盐随水来、盐随水走的特征。地下水随土壤表面的蒸发而向上补给, 土壤盐分随之不断向上累积, 所以土壤含盐量与土壤含水量呈显著正相关。20—30 cm 土层土壤全盐与含水量相关性较差, 这与水分的运动有关, 但其原因需要进一步研究。土壤 pH 值影响土壤中各种离子的解离程度和解离形式, 从而影响土壤的全盐量。

(5) 本研究缺乏植被生物量的调查, 土壤水盐含量如何影响植被的长势, 辽河三角洲水盐含量的空间分布是否与植被分布一致, 这还需要进一步调查和分析。

参考文献

- [1] Metternicht G I, Zinck J A. Remote sensing of soil salin-

- ity: potentials and constrains[J]. Remote Sensing of Environment, 2003, 85(1): 1-20.
- [2] 刘庆生, 刘高焕, 励惠国. 辽河三角洲土壤盐渍化现状及特征分析[J]. 土壤学报, 2004, 41(2): 190-195.
- [3] 周广胜, 周莉, 关恩凯, 等. 辽河三角洲湿地与全球变化[J]. 气象与环境学报, 2006, 22(4): 7-12.
- [4] 万忠成, 王治江, 王延松, 等. 辽宁省生态功能分区与生态服务功能重要区域[J]. 气象与环境学报, 2006, 22(5): 69-71.
- [5] 刘庆生, 刘高焕, 励惠国. 辽河三角洲土壤盐分与上覆植被野外光谱关系初探[J]. 农业环境科学, 2004, 20(4): 274-278.
- [6] 李卫军, 高辉远, 徐江. 不同生长型芦苇与土壤水盐相关的研究[J]. 中国草地, 1996, (4): 20-23.
- [7] 赵可夫, 冯立田, 张圣强. 黄河三角洲不同生态型芦苇对盐度适应生理的研究: I. 渗透调节物质及其贡献[J]. 生态学报, 1998, 18(5): 463-469.
- [8] 贺强, 崔保山, 赵欣胜, 等. 黄河河口盐沼植被分布、多样性与土壤化学因子的相关关系[J]. 生态学报, 2009, 29(2): 376-687.
- [9] 阎顺国, 沈禹颖, 朱兴运, 等. 河西走廊盐化草甸土壤水盐对植物群落数量特征的影响[J]. 草业学报, 1995, 4(2): 37-43.
- [10] 贺强, 崔保山, 赵欣胜, 等. 水盐梯度下黄河三角洲湿地植被空间分异规律的定量分析[J]. 湿地科学, 2007, 5(3): 208-214.
- [11] 肖笃宁, 胡远满, 李秀珍, 等. 环渤海三角洲湿地的景观生态学研究[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 77-106.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [13] 崔悦慧, 张汝民, 潘瑞平, 等. 植物蒸腾与土壤盐分的研究[J]. 内蒙古科技与经济, 2002, (5): 18-20.
- [14] 崔保山, 贺强, 赵欣胜. 水盐环境梯度下翅碱蓬(*Suaeda salsa*)的生态阈值[J]. 生态学报, 2008, 28(4): 1408-1418.
- [15] 郝金标, 张福锁, 陈阳, 等. 盐生植物根冠区土壤盐分变化的初步研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(1): 53-58.
- [16] 王光野, 付艳萍, 杨彦龙, 等. 埃及中国柽柳(*Tamarix chinensis*)解剖结构研究[J]. 长春师范学院学报(自然科学版), 2009, 28(4): 43-45.
- [17] 张有福, 蔺海明, 贾恢先. 紫花苜蓿和饲用玉米对引黄灌区土壤盐分的抑制效应[J]. 甘肃农业大学学报, 2004, 39(2): 168-172.
- [18] 赵文智, 常学礼, 李启森, 等. 荒漠绿洲区芦苇种群构件生物量与地下水埋深关系[J]. 生态学报, 2003, 23(6): 1138-1146.
- [19] 杨帆, 邓伟, 杨建锋, 等. 土壤含水量和电导率对芦苇生长和种群分布的影响[J]. 水土保持学报, 2006, 20(4): 199-201.
- [20] 张小由, 龚家栋, 周茂先. 额济纳三角洲土壤盐分特征分析[J]. 中国沙漠, 2004, 24(4): 442-447.
- [21] 余世鹏, 杨劲松, 刘广明, 等. 长江河口地区土壤水盐动态特点与区域土壤水盐调控研究[J]. 土壤通报, 2008, 39(5): 1110-1114.
- [22] 李新举, 张志国, 刘岭. 土壤含盐量对土壤水分蒸发影响的初步研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2000, 31(2): 209-210.
- [23] 王刚狮, 冯康安, 高振叶. 四翅滨藜对不同类型盐碱化土壤的吸盐效果比较[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2010, 38(1): 139-144.
- [24] 赛迪古丽·哈西木, 海米提·依米提, 麦提吐尔逊, 等. 克里雅绿洲土壤盐分分异特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(4): 161-166.

Study on soil water and salt contents for main vegetation communities in the Liaohe Delta

LV Guo-hong^{1,2,4} ZHOU Li³ JIA Qing-yu¹ WANG Xiao-ying¹ DAI Ping⁵

(1. Institute of Atmospheric Environment, China Meteorological Administration, Shenyang 110016, China; 2. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China; 3. Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China; 4. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 5. Shenyang Regional Climate Center, Shenyang 110016, China)

Abstract: Soil water and salt contents for main vegetation communities were analyzed and the relationships among soil total salt content, soil water content and soil pH were discussed in different soil layers in the Liaohe Delta. The results show that soil total salt content, soil water content and soil pH are obviously different for different vegetation communities in different soil layers. Soil total salt content is the highest in bare soil and the lowest in forest (*Populus simonii*) soil for different soil layers. The effects of halophytic vegetation on soil salt content are significant, such as seepweed (*Suaeda salsa*), alfalfa (*Medicago sativa*), reed (*Phragmites communis*) and willow (*Tamarix chinensis*). Soil water content is lower in forest (*Populus simonii*) soil for different soil layers. The effects of tide on bare soil, seepweed community and reed community are obvious, so the differences of soil water contents among them is also significant. Soil pH is 7.30-8.97 in study the area. In general, soil total salt content is significantly related with soil water content and soil pH, which indicates that soil water content and soil pH are important factors influencing soil total salt content.

Key words: Soil total salt; Soil water content; Soil pH; The Liaohe Delta

《气象与环境学报》第八届编辑委员会成员简介

顾问编委:

郑国光:中国气象局局长,研究员
 李泽椿:中国气象局国家气象中心,
 中国工程院院士
 徐祥德:中国气象科学研究院,中国工程院院士
 王江山:辽宁省气象局局长,研究员
 杨卫东:黑龙江省气象局局长,高级工程师
 朱其文:吉林省气象局局长,研究员
 赵国卫:大连市气象局局长,高级工程师
 周广胜:中国气象科学研究院副院长,研究员

主 编:

刘晶淼:中国气象局沈阳大气环境研究所所长,
 研究员

副主编:

刘 实:吉林省气象科学研究所所长,
 正研级高工
 李 帅:黑龙江省气象科学研究所所长,
 高级工程师
 许君强:大连市气象局副局长,高级工程师
 张玉书:中国气象局沈阳大气环境研究所副所
 长,正研级高工
 李昌杰:《气象与环境学报》常务副主编,
 高级工程师

委 员(以姓氏笔画为序):

马建中:中国气象科学研究院,研究员
 马雁军:中国气象局沈阳大气环境研究所,
 正研级高工
 方志刚:辽宁省环境保护局,教授级高工
 毛留喜:中国气象局国家气象中心,研究员
 王玉辉:中国科学院植物研究所,研究员
 王延松:辽宁省环境科学研究院,教授级高工
 王迎春:中国气象局北京城市气象研究所,
 研究员
 任红玲:吉林省气象科学研究所,正研级高工
 关德新:中国科学院沈阳应用生态研究所,
 研究员
 刘 实:吉林省气象科学研究所,正研级高工
 刘建栋:中国气象科学研究院,研究员
 刘晶淼:中国气象局沈阳大气环境研究所,
 研究员
 孙 力:吉林市气象局,研究员
 孙凤华:中国气象局沈阳大气环境研究所,
 研究员
 宇如聪:中国气象局,研究员

曲晓波:中国气象局国家气象中心,研究员
 许君强:大连市气象局,高级工程师
 许振柱:中国科学院植物研究所,研究员
 何金海:南京信息工程大学,教授
 张玉书:中国气象局沈阳大气环境研究所,
 正研级高工
 张立祥:辽宁省气象局,正研级高工
 张晰莹:黑龙江省气象台,正研级高工
 李 帅:黑龙江省气象科学研究所,高级工程师
 李明皓:辽宁省气象信息与技术保障中心,
 正研级高工
 李法云:辽宁大学,教授
 李泽椿:中国气象局国家气象中心,
 中国工程院院士
 李 辑:沈阳区域气候中心,正研级高工
 辛晓牧:辽宁省环境科学研究院,教授级高工
 陈力强:中国气象局沈阳大气环境研究所,
 正研级高工
 陈家宜:北京大学,教授
 周广胜:中国气象科学研究院,研究员
 周启星:南开大学,研究员
 周晓珊:中国气象局沈阳大气环境研究所,
 正研级高工
 赵 军:辽宁省环境科学研究院,教授级高工
 赵宗慈:中国气象局国家气候中心,研究员
 姬菊枝:哈尔滨市气象局,正研级高工
 郎咸明:辽宁省环境科学研究院,教授级高工
 徐祥德:中国气象科学研究院,中国工程院院士
 班显秀:辽宁省人工影响天气办公室,
 正研级高工
 郭海军:辽宁省环境保护局,教授级高工
 梁 军:大连市气象台,正研级高工
 翟盘茂:中国气象科学研究院,研究员

海外编委:

Zhian SUN (孙治安), Centre for Australian
 Weather and Climate Research, Research Scientist
 Linying LI (李临颖), Planning and Technical
 Support Division, Air Resources Board, California
 Environmental Protection Agency, Air Pollution
 Specialist
 Yu ZHANG (张宇), Canada Centre for Remote
 Sensing Natural Resources Canada, Research Sci-
 entist

编辑部:李昌杰 李丽光 王宏博

《气象与环境学报》征稿简则

《气象与环境学报》是由中国气象局沈阳大气环境研究所、辽宁省环境科学研究院主办的科技期刊,创刊于1984年,双月刊,国内外公开发行,中国科技核心期刊。主要报道气象、大气环境与生态环境基础研究和应用研究方面的创新性研究成果以及有新观点的综述性文章等,以促进国内外学术交流,繁荣我国气象与环境科学事业。欢迎国内外气象和环境领域科技工作者及有关院校师生赐稿。

来稿要求和注意事项

1. 来稿务必论点明确,文字精练,数据可靠,图表清晰。每篇论文(含图表)一般不超过8 000字,包括:题目(不超过20字),作者姓名、单位名称,城市名称,邮政编码,摘要(不超过300字),关键词(3—8个),正文,致谢,参考文献。英文摘要附在参考文献后面。**文稿末页请附作者电话号码、通信地址、E-mail 等信息,便于双方联系。**

2. 文稿务必做到清稿、定稿,用字规范、精练,量和单位符号、标点符号规范准确。

3. 摘要应包括研究目的、研究所用资料及实验研究方法、研究结果和结论等,一般不超过300字。摘要请用第三人称陈述性语言撰写。

4. 量和单位及数字用法等应符合国家标准。外文字母应注明文种、大小写、正斜体、黑白体。上下角标的字母、数码、符号和位置高低也应注明。

5. 表格采用三线表。插图(计算机绘图)须清绘,插图长度一般不超过13 cm,线条均匀。尽量采用黑白线条图(无底纹),坐标图应标出量和单位符号。照片要求图像清晰。

6. 引用他人成果的参考文献(公开发行)请注明出处。尚未公开发表的文献资料请勿引用。参考文献按在文中出现的顺序编号,将序号置于方括号内,并视具体情况将序号作为上角标注在文稿段落处。

期刊参考文献格式:作者(外文姓前名后;3人以上只列3人,后加“等”字)。题名. 期刊名,年份,卷号(期号):起讫页码。

专著文献格式:作者. 书名. 版次(初版不写). 出版地:出版单位,出版年份:起讫页码。

参考文献示例:

[1] 何金海,吴志伟,祁莉,等. 北半球环状模和东北冷涡与我国夏季降水关系分析[J]. 气象与环境学报,2006,22(1):1-5.

[2] 陈隆勋,朱乾根,罗会邦,等. 东亚季风[M]. 北京:气象出版社,1991:200-210.

[3] Xiao H, Zhou Q X, Liang J D. Single and joint effects of acetochlor nad urea on earthworm *Eisenia foelide* populations in phaozem[J]. *Environmental Geochemistry and Health*,2004,26(2):277-283.

[4] Cline W R. The economics of global warming[M]. Washington D C:Institute for International Economics,1992:26-50.

7. 来稿第一页地脚位置应附注该文属何种基金资助(基金号)和作者简介。作者简介包括作者姓名、性别、出生年、学位、技术职称和主要研究方向或从事何项业务工作。

8. 本刊编辑部对刊发稿有权进行删改处理;不同意本刊修删者请书面声明。

9. 本刊拒绝一稿多投,并请作者自留底稿;投稿后2—4个月内未接到本刊《刊用通知》者,请自行处理(可来电询问)。本刊对所刊发稿件收取版面排版费(约稿除外),酌付稿酬。

10. 《气象与环境学报》已被《中国期刊全文数据库》、《中国学术期刊综合评价数据库》、《中国学术期刊(光盘版)》、《万方数据——数字化期刊群》和《中文科技期刊数据库》等数字化出版物收录;本刊所付稿酬包含光盘版稿酬和刊物内容上网服务报酬,不再另付。作者若不同意将其稿件纳入电子版本进行交流,请事先书面声明,本刊另作处理。

11. 来稿请登陆本刊远程投稿系统 <http://www.jme1984.net.cn>

通信地址:沈阳市沈河区文化路66号《气象与环境学报》编辑部;邮政编码:110016;

电话/传真:024-83893253;E-mail:lnqx@chinajournal.net.cn;

Notes网:编辑部/研究所/辽宁/CMA@CMA。