

# 干旱区不同草地土壤植物系统水盐的特征\*

肖明 安沙舟

(新疆农业大学, 乌鲁木齐 830052)

**摘要** 土壤水盐状况对干旱区草地植物群落的种类组成有直接的影响。本文通过3年对土壤水盐动态(1m土壤含盐量、潜水埋深和矿化度)的定位定点监测,系统地划分出水盐等级指标,并结合草地调查,阐述了不同草地类型与水盐状况的关系,将新疆呼图壁草地生态试验站天然草地划分为沼泽化低地草甸、盐化低地草甸、重盐化低地草甸、盐土荒漠和重盐土荒漠五个亚类。

**关键词** 天然草地类型 水盐植物系统

新疆干旱地区有大面积的盐渍土,其上发育有不同的盐化低地草甸和盐土荒漠草地(李世英,1961;许鹏,1993;1995)。土壤水盐、潜水埋深和矿化度等因素是形成这些草地类型的重要水文和土壤环境因子。植物长期适应这种水盐环境,形成了不同的水盐植物系统。水盐动态变化是导致系统分异的重要条件。

在新疆呼图壁草地生态试验站(简称生态站),通过1991~1993年对天然草地水盐动态监测和草地调查,揭示了水盐动态变化与水盐植物系统相关规律,对本地区改良利用盐渍土、持续利用草地具有理论和现实意义。

## 1 研究区域基本情况和研究方法

### 1.1 基本情况

生态站处在天山北麓、准噶尔盆地南缘冲积平原的扇缘潜水溢出带,地理位置为E86°~86°51'15",N44°17'30"~44°20'00";海拔442~457m。该区域年降水量为155.2mm,年蒸发量为1923mm,年均温6.1℃,日照2510.5h,≥10℃年积温3448.4℃,无霜期178天,干燥度约为5,属温带干旱大陆性气候。土壤水以上升为主,土壤盐分剖面呈“T”字或“V”字型,均为表聚型,积盐层厚达0~30cm或0~50cm,0~30cm土壤含盐量达10~70g/kg,平均为34.8g/kg,pH为8~9.5,为盐化草甸土、草甸盐土和盐化灰漠土,以草甸盐土为主。按盐类组成和形态可分为硫酸钠-松陷盐土和氯化钠-硫酸钠结皮蓬松盐土两类,即表土结皮层下均有一硫酸钠盐与土混合的蓬松层,厚度3~15cm(简称硫酸钠蓬松

本文于1996-03-15收到,1996-05-16定稿。

\* 国家自然科学基金资助项目(9389009-V)研究内容之一。

层或蓬松层),含盐量高达 50~70g/kg,是其它层次的 2~5 倍,硫酸根和钠离子占总盐的 66.7%和 28%。潜水埋深 0.5~2.7m,平均 1.66m,矿化度 6~60g/L,平均 23.6g/L。潜水离子组成为  $\text{Cl-Na}$ ,  $\text{Cl-SO}_4\text{-Na}$  和  $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$  三种类型, pH 为 8.0~8.5。天然草地类型分为低地草甸和盐土荒漠两大类。主要建群植物有芦苇(*Phragmites australis*)、芨芨草(*Achnatherum splendens*)、小獐茅(*Aeluropus pungens*)、多枝怪柳(*Tamarix ramosissima*)、西伯利亚白刺(*Nitraria sibirica*)、盐节木(*Halocnemum strobilaceum*)、盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、囊果碱蓬(*Suaeda physophora*)等。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 草地调查

采用常规调查与遥感资料相结合的方法。

### 1.2.2 观测井布置及测定

在生态站 267hm<sup>2</sup> 天然草地上共布置 31 个观测井,覆盖 9 个草地类型。测试潜水埋深、矿化度,并在井旁按 20、40、60、80 和 100cm 共 5 个层次取土样,室内测定土壤含盐量、含水量、pH 值等,3 年内每个观测井取土样 5 次,测试潜水埋深和矿化度各 22 次。

## 2 结果分析

### 2.1 干旱区草地水盐植物系统的组成

土壤水盐系统是由土壤本身,水分、盐分、养分等因子组成的一个复杂的大系统。在盐渍土区,主要问题是水盐问题。因此,国内外研究的重点均侧重于水盐平衡及动态规律的研究,即来水(降水、灌溉)和潜水对土壤水分、盐分运动的影响及规律方面的研究(L. Boersman, 1993; Scambon, B. R., 1992)。但涉及到土壤水盐植物方面的研究较少,尤其是对内陆干旱区天然草地与土壤水盐相关性的研究更少。

通过对天山北坡扇缘带水盐状况和草地类型的 3 年研究,掌握了该区域水盐动态变化,提出了干旱区水盐植物系统的构成。在这一地区,土壤及土壤水盐是重要的环境因子。土壤是植物根系生长发育和分布的场所,也是为植物生长繁育提供水分和养分的重要基地。而土壤盐分(包括土壤中易溶盐分和潜水中溶质,即矿化度)含量的多少又直接影响和危害到植物的生长发育,严重者会造成植物死亡。土壤水的来源主要是潜水和毛管上升水,它受土壤质地、潜水埋深的支配。潜水作为植物生长所需水分的来源,保证植物的吸收、蒸腾需要,故潜水埋深和矿化度也是植物生长发育和生存的重要水文因素。而且潜水埋深和矿化度的高低也是影响干旱区土壤积盐速率和数量的主要因素。因此,干旱区草地水盐植物系统正是由土壤盐分、潜水埋深和潜水矿化度与天然草地植物共同组成的相互影响,相互作用、相互制约的系统。

### 2.2 水盐指标划分

干旱区土壤盐分、潜水埋深和矿化度量化的划分,目的不同,标准各异,且不完善,大多是针对宜农盐化土地的。在盐土等级上划分指标差别很大,尤其在新疆划分标准上与国内不同,也缺乏统一,(罗家雄,1985)有用 0~30cm 土层含盐量的,也有用 0~100cm 土层含盐量的。如以 0~100cm 土层含盐量为标准划分,盐土就有两个指标, >20g/kg 和 >30g/kg。盐土等级上分为 20~40g/kg, (轻)盐土; 40~80g/kg, 中盐土;

>80g/kg,重盐土。潜水矿化度在水文地质上一般划分为<1g/L淡水,1~3g/L微咸水,3~10g/L咸水,10~50g/L盐水和>50g/L卤水。(宋克强,1991)

根据天山北坡盐渍土区土壤含盐量、潜水埋深和潜水矿化度特点,参考其他学者的划分标准,将盐化土和盐土进一步划分为8个等级,潜水埋深划分为5个等级,潜水矿化度划分为9个等级(表1~3)。

表1 天山北坡盐渍土区盐分指标划分标准

Table 1 The divided standard of salt index in saline soil region

等级	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
土壤含盐量 (0~100cm)(g/kg)	<5	5~10	10~15	15~20	20~30	30~40	40~80	80~150
盐化程度	非盐化	轻盐化	中盐化	强盐化	轻盐土	盐土	中盐土	重盐土

表2 天山北坡盐渍土区潜水埋深指标划分标准

Table 2 The divided standard of ground water depth index in saline soil region

等级	A	B	C	D	E
潜水埋深(m)	<1	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	>2.5
埋深程度	沼泽化	毛管水强烈上升高度	毛管水上升高度	稍安全深度	安全深度

表3 天山北坡盐渍土区潜水矿化度指标划分标准

Table 3 The divided standard of degree of mineralization index in saline soil region

等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9
潜水矿化度(g/L)	<1	1~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	>50
矿化程度	淡水	微咸水	轻咸水	咸水	轻盐水	盐水	中盐水	重盐水	卤水

研究表明,当潜水埋深<1m时,土体内含水量很高,土壤处于沼泽化状况,此时土壤含盐量受地表不固定积水的影响,表现为盐分溶解和析出交替进行,表层盐分含量相对较低,常为盐化状况。当潜水埋深处在1.0~2.0m之间,毛管水上升高度适宜,通过多点实测资料统计,该地区毛管水强烈上升高度为1.2~1.6m,使得土壤表面蒸发盐分析出积累,土壤含盐量很高。根据毛管水上升的程度,可分为毛管水强烈上升高度(强烈积盐深度,1.0~1.5m)和毛管水上升高度(主要积盐深度,1.5~2.0m)。当潜水埋深2.0~2.5m时,毛管水上升高度离地面还有40~80cm的距离,土壤逐渐旱化,仍有缓慢的蒸发积盐过程,毛管水上升高度为稍安全深度(弱积盐深度),土壤含盐量一般低于前者,个别也有高含盐量的情况,主要是残留下来的。当潜水埋深>2.5m时,毛管水强烈上升高度至地面尚有近1m的深度,因此土壤蒸发积盐已很微弱,故此深度为土壤蒸发积盐的安全深度。这也是天山北坡冲洪积平原地区的次生盐渍化的安全深度。

## 2.3 土壤-潜水中水盐状况与草地植物的关系

### 2.3.1 草地类型与水盐状况的关系

研究区域内草地类型的分布与土壤-潜水中水盐状况密切相关。以3年的土壤平均含盐量(0~100cm)、潜水埋深和植被将本区域的低地草甸和盐土荒漠草地类细分为5个亚类(表4)

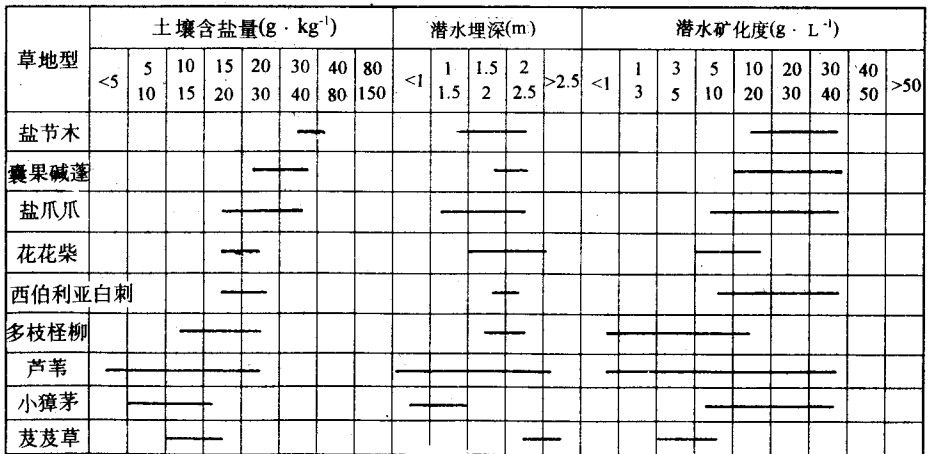
表4 天山北坡盐渍土区草地类型与水盐状况关系

Table 4 The relationships between natural grassland types, soil water and salt.

土壤含盐量 (g/kg)	潜水埋深 (m)	草地类	草地亚类	代表种
<0.5	<1	低地草甸	沼泽化低地草甸	芦苇
0.5~1.5	1~2.5	低地草甸	盐化低地草甸	芦苇,小獐茅,芨芨草
15~20	1.5~2.5	低地草甸	重盐化低地草甸	芦苇,花花柴,多枝怪柳,西伯利亚白刺
20~30	1~2.5	温性荒漠	盐土荒漠	盐爪爪
>30	1.5~2.5	温性荒漠	重盐土荒漠	盐节木,囊果碱蓬

2.3.2 草地类型分布与水盐状况的关系

以土壤含盐量、潜水埋深和潜水矿化度等环境因子的3年平均值以及草地调查划分的9个草地型建立土壤环境三因子与草地类型分布的关系(图1),



一:分布范围

图1 天然草地类型与1m土体含盐量,潜水埋深和矿化度不同程度等级的关系

Fig. 1 The relationships between natural grassland types, 1m soil salt content, ground water depth and degree of mineralization

由图1可以看出研究区内9个草地型生态分布与水盐三因子的关系有明显不同。

盐节木是典型的盐生植物,该草地型分布区的土壤含盐量最高,属盐土、中盐土,多分布于潜水埋深1.35~2.3m,矿化度为轻盐水、盐水乃至中盐水的梁地顶部到洼地底部,是研究区内面积最大的草地型。其中在中盐土中往往形成单优种的草地型,而在盐土中则与囊果碱蓬、盐爪爪共同形成草地型。

囊果碱蓬虽然也是盐生植物,但与盐节木相比,该草地型分布区的盐分等级要低一级,潜水矿化度范围略广一些,但其潜埋深却明显要深,表现出旱化程度,多分布于相对平坦的梁地,面积居第二。在盐土中可与盐节木、盐爪爪组成草地型,在轻盐土中则与花花柴、西伯利亚白刺、樟味藜组成不同草地型。

盐爪爪在盐土、轻盐土、强盐化土中均可形成优势地位,主要分布于研究区内南部的梁地上部及平地中。在潜埋深 1.5~2.0m,矿化度为轻盐水、盐水、中盐水条件下,与盐节木、囊果碱蓬形成盐土荒漠草地型;而在潜埋深 1.2~1.5m,矿化度为咸水条件下与芦苇、花花柴等形成重盐化低地草甸。

从土壤盐分含量看,这 3 个草地型分布区的土壤均属盐土,可划分为盐土荒漠草地类,但盐节木和囊果碱蓬草地型的含盐量高于盐爪爪,将前者划为重盐土荒漠草地亚类,后者划为盐土荒漠草地亚类。

花花柴,西伯利亚白刺、多枝柺柳 3 个草地型在本区域内分布的水盐环境条件较相似,含盐量 13~23g/kg,潜埋深度处于 1.5~2.5m 之间,但 3 个草地型的潜水矿化度差异却较大。花花柴在研究区内多分布于矿化度为咸水或轻盐水的撂荒地上,是撂荒地恢复过程中的先锋植物;西伯利亚白刺则分布在矿化度较高,土壤旱化程度较强的梁地顶部及中上部;与这两种植物相比,多枝柺柳分布区土壤含盐量较低,潜水矿化度也较低,这主要与其多分布在有季节性流水的浅沟中有关。

这 3 个草地型从盐分含量上看低于前 3 个草地型,高于芦苇、芨芨草、小獐茅三个草地型,介于盐土荒漠与盐化低地草甸之间,将它们划为重盐化低地草甸亚类。

芦苇在研究区内,除重盐土和潜埋深度大于 2.5m 外,各种潜埋深度和矿化度条件下均有分布,表现出其生态幅度分布广泛的特性,其分布的序列大致是:当盐分含量 <5g/kg,潜埋深度 <1.0m,潜水矿化度为轻咸水时,形成沼泽化的低地草甸草地,可以是芦苇单优种的草地型,也可以与小獐茅形成草地型;当盐分含量 <15g/kg,潜埋深度 <2.0m,潜水矿化度为咸水、轻盐水、盐水时,形成盐化低地草甸草地,主要是以芦苇为主的草地型;当潜埋深度在 2.0m 左右时,土壤盐化程度为轻盐土,矿化度为咸水,此时芦苇则做为主要伴生种,出现在重盐化草甸中;当含盐量达到中盐土时,芦苇的数量大大减少。

小獐茅和芨芨草在研究区内分布在土壤含盐量相对最低的盐化土壤上,形成盐化低地草甸草地。其中小獐茅主要分布在潜埋深浅(<1.5m)、土壤盐化程度为轻盐化或中盐化、碱性很强(pH 为 8.9~9.5),有苏打化的槽洼地,主要与芦苇、大叶补血草形成草地型。芨芨草在研究区内分布范围比较局限,仅分布在潜埋深较深(2.0~2.5m),矿化度较低(轻咸水、咸水),土壤盐化程度为中盐化或强盐化的地段,可与盐爪爪、疏叶骆驼刺、芦苇等形成草地型,芨芨草分布区潜埋深度为安全深度,是该区域内开垦易垦草地,发展人工饲料基地的首选对象。

这 3 个草地型的共同特点是分布区土壤含盐量和潜水矿化度普遍较低,均属低地草甸草地类。根据潜埋深度和盐分含量又可再分为 3 个草地亚类,而芦苇做为生态广幅种在 3 个亚类中均可形成草地型,小獐茅、芨芨草仅在盐化低地草甸草地中形成草地型。

表5 各草地型的土壤含盐量、潜水平深和矿化度3年平均统计值  
 Table 5 The statistical value of soil salt content, ground water depth and degress of mineralization in various grassland types (1991~1993)

草地型	样地数	土壤含盐量(g/kg)				潜水平深(m)				潜水平矿化度(g/L)					
		范围	$\bar{X}$	$\sigma_n$	$V_n$	范围	$\bar{X}$	$\sigma_n$	$V_n$	范围	$\bar{X}$	$\sigma_n$	$V_n$	样本数	
盐节木	5	34~41	38.1	2.25	0.06	1.35~2.3	1.86	0.306	0.165	110	15~36.5	21.59	7.71	0.36	110
囊果碱蓬	4	22.5~36.5	26.7	5.512	0.207	1.9~2.3	2.04	0.118	0.058	88	10.5~38.5	26.25	11.23	0.428	88
盐爪爪	5	16~35.0	24.0	5.90	0.246	1.25~2.24	1.68	0.372	0.222	110	5.9~35.7	18.68	10.23	0.578	110
花花柴	3	16.5~22	18.8	2.088	0.111	1.5~2.5	1.96	0.409	0.209	66	5.5~14	9.86	3.29	0.334	66
西伯利亚 白刺	3	16~25.5	21.45	3.8	0.177	1.9~2.0	1.94	0.026	0.014	66	8~38.5	19.08	13.49	0.707	66
多枝怪柳	3	13.5~23	17.68	3.898	0.220	1.65~2	1.85	0.147	0.079	66	0.9~11	4.42	4.5	1.029	66
芦苇	9	3.5~23.6	15.17	6.37	0.42	0~2.5	1.46	0.695	0.476	198	0.9~35.6	14.75	12.08	0.819	198
小獐茅	3	5.5~16	10.53	4.187	0.398	0.8~1.5	0.927	0.124	0.133	66	6~35.6	20.68	12.01	0.581	66
芨芨草	2	10~17.5	13.77	3.585	0.260	2.2~2.55	2.38	0.175	0.074	44	3.5~6.5	4.98	1.175	0.236	44

注:  $\bar{X}$  为平均值,  $\sigma_n$  为标准差,  $V_n$  为变异系数。

以上 9 种草地型土壤盐分剖面基本上都为表聚型,即 0~30cm 表上层含盐量均高于其它层次,这也是研究区域内盐在土壤剖面分布的重要特点之一。个别为表中聚型,即 0~30cm 和 30~60cm 土层含盐量高于其它层次,如盐节木群丛两层的含盐量分别为 40.5g/kg 和 45.4g/kg,而 60~100cm 上层的含盐量为 35.3g/kg,小于上面两层。

综上所述,不同水盐状况是本区域内形成不同草地类型的主要条件,它对不同草地类型形成的作用不同。土壤盐分含量对盐节木、囊果碱蓬、盐爪爪、西伯利亚白刺和芨芨草等草地型的形成起主要作用;潜水埋深对芦苇和小獐茅草地型的形成起主要作用;3 个环境因子对花花柴、多枝怪柳草地型的形成均有影响。

### 参 考 文 献

- 李世英,1961:北疆荒漠植被的基本特征,植物学报,9(3.4)287~312。  
 许鹏,1993:新疆草地资源及其利用,新疆科技卫生出版社(K)。  
 许鹏,1995:绿洲-荒漠过渡带草地状况与开发原则,中国草地,(5)18~22。  
 罗家雄,1985:新疆垦区盐碱地改良,水利水电出版社,35。  
 宋克强,1991:水文地质及工程地质学,陕西科学技术出版社,86。  
 L. Boersman, 1993:Ecological importance of liquid and vapor phase flow of water in desert soils, *Proceedings of the international workshop on classification and management of arid-desert soils*, China Science and Technolgy Press, Beijing.  
 Scambon, B. R, 1992:Evaluation of liquid and vapor water flow in desert soils based on chlorine 36 and ritium racers and nonisothermral flow simulations, *Water Resour. Res.* 28:285~297.

## THE WATER-SALT ATTRIBUTES OF THE GRASSLAND SOIL-PLANT SYSTEMS IN ARID REGION

Xiao Ming An Sha-zhou

(Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052)

### Abstract

The soil water-salt attributes as well as its dynamics a direct influence on species composition of plant communities in arid region. According to the measurement of the soil water-salt dynamic(soil salt content up to 1m depth, water table and the mineralization degree) and the grassland investigation, a index for characterise the water and salt grades were proposed, and the relationships of the water-salt-plant system in different grassland types were discussed. The natural grassland types near the Grassland Ecology Research Station, Hutubi, Xinjiang, were divided into five forms: marshy lowland meadow, saline lowland meadow, heavy saline lowland meadow, salt desert and heavy salt desert.

**Key words** Natural grassland type, Water-salt attributed soil-plant system