

# 水盐环境梯度下野鸭湖湿地植物群落特征及其生态演替模式\*

宫兆宁<sup>1</sup> 赵文吉<sup>1</sup> 胡东<sup>2</sup>

1. 首都师范大学资源环境与旅游学院, 首都师范大学资源环境与GIS北京市重点实验室, 北京 100037;

2. 首都师范大学生命科学学院, 北京 100037

**摘要** 按照水土环境差异及所受干扰情况将野鸭湖湿地自然保护区划分为三个实验区, 系统分析了湿地生态系统的生物及其生境因子, 三个样区的湿地植物群落呈现明显的分异特征. 样区1植被具有典型的成带分布的特点, 植物群落形成反映了水深和岸线的带状变化; 样区2生境异质性小, 建群种占绝对的优势, 植物多样性低; 样区3退水区域呈旱化趋势, 植被呈现出草甸的性质, 水盐梯度明显. 基于湿地植物群落的分异特征, 选择样区3从植物群落在空间维度上的组合这个角度, 揭示湿地植物群落演替变化的时间过程, 探索野鸭湖湿地植物群落的演替模式和演替机制. 野鸭湖湿地常见植物群落随水分、盐分相互作用呈现相应的生态演替模式: 水生沉水、浮水、漂浮植物群落(眼子菜+狐尾藻群落 *Comm. Potamogeton distinctus + Myriophyllum spicatum L.*, 槐叶苹+浮萍群落 *Comm. Salvinia natans + Lemna minor L.*)、水生挺水植物群落(香蒲+芦苇群落 *Comm. Typha angustifolia + Phragmites australi*)、沼生、湿生植物群落(球穗莎草群落 *Comm. Cyperus glomeratus L.*, 扁秆藨草群落 *Comm. Scirpus planiculmis*, 绵毛酸模叶蓼群落 *Comm. Polygonum lapathifolium L. var. salicifolium Sibth.*)、盐生、中生植物群落(猪毛菜群落 *Comm. Salsola collina*, 怪柳群落 *Comm. Tamarix chinensis*)、中旱生植物群落(红皮柳群落 *Comm. Salix purpurea L.*, 牛鞭草群落 *Hemarthria altissima Stapf et C. E. Hubb.*). 湿地生态演替模式及机制的分析, 为湿地附近水域生态条件的改善, 以及湿地恢复和植物物种选择提供了可以借鉴的方案.

**关键词** 野鸭湖湿地自然保护区 土壤水盐梯度 湿地植物群落 演替模式和机制 北京

河流、水库湖泊、河口沿岸的湿地植被常常呈现明显的环带状分布. 在一定的高度梯度、水分梯度或营养梯度下, 河岸带、湖岸带湿地植被常呈现一定的时间演替或者空间演替规律<sup>[1-3]</sup>. 探究不同环境梯度下植物群落生态演替模式有助于阐释湿地植物共存及带状分布的形成机制, 发掘植物群落中物种在某一或某些环境资源维度上的生态位分化的机制. 近年来, 国内外开展了很多盐沼湿地(包括

河口三角洲湿地)植物群落在一定的环境资源维度上的分布机制的研究. 一般认为, 盐沼植被的带状分布现象是高程较低地段的物理压力, 如土壤盐分、水涝等, 以及高程较高地段的植物竞争所致<sup>[4]</sup>. 一个植物种不能同时具备最强的竞争力和最大的物理胁迫耐受能力<sup>[5]</sup>. 这样, 具备较强竞争力的植物种在物理胁迫最小的区域占据优势, 而竞争力较弱的植物种转移至物理胁迫较强的区域<sup>[6]</sup>, 从

2009-05-13 收稿, 2009-08-20 收修改稿

\* 北京市科委(项目号: 200000511)和北京市自然科学基金(批准号: 6032003)资助项目

\*\* E-mail: gongzhn@163.com

而形成带状分布。崔保山等<sup>[7]</sup>、谭学界等<sup>[8]</sup>从水深梯度、吴志芬等<sup>[9]</sup>从土壤盐分梯度、贺强等<sup>[10]</sup>从水、盐梯度上分析了黄河三角洲湿地植物种的生态位特征,说明水、盐胁迫下植物种的生态位分化对黄河三角洲植物种分布起重要作用。在水深和土壤盐分的胁迫下,黄河三角洲湿地各植物种分别趋向或转移到各自相对更具竞争优势的区域,从而向着偏离其他植物种利用位置的方向发生生态位偏移,在一定范围内形成其优势群落,并最终形成不同优势植物种群沿着黄河三角洲湿地的水深和土壤盐分梯度带状分布的模式。

研究空间演替系列中的群落物种的更替模式,是阐明湿地植被演替机制的重要基础,有助于了解和掌握湿地的演替规律,以便根据湿地的功能采取相应的措施,控制演替的方向和速度,发挥湿地最大的生态效益和经济效益<sup>[11]</sup>。在对受损区域的修复中,通过判断其所处演替阶段,针对性地采取不同的修复方案,合理选择和搭配一些土著物种,从而扭转逆演替现象,加快演替进程,最大可能地发挥湿地系统的诸多功能。付为国等<sup>[12]</sup>从物种组成、多样性及生活型等方面研究了内江间歇性河流湿地植被的演替规律,发现芦苇群落是湿地的终极群落,从而探索受损群落的修复途径,为湿地植被修复指明了生态方向。

以往湿地植物群落演替的研究,往往是在同一地点通过直接或渐进的方式研究植物在时间维度上的演替<sup>[13,14]</sup>,但通过植物群落在空间维度上的组合,揭示其演替变化的时间过程的研究还不多,本文从植物群落在空间维度上的组合这个角度,探索野鸭湖湿地植物群落的演替模式和演替机制。

湿地植被是野鸭湖湿地一个重要组成部分,也是影响野鸭湖湿地迁徙水鸟和生态环境变化的重要因子,但在人为活动的干扰下,野鸭湖湿地正在承受着巨大的生态压力,这些干扰强烈的影响甚至改变了原有的湿地植被类型和景观,从而改变了以植被为栖息地的其他生物(如鸟类与底栖动物)的生境条件<sup>[15]</sup>。同时,湿地植物群落会顺应环境梯度或受环境变化的影响表现出明显的群落演替过程及景观变化。研究自然和人类双重作用下湿地主要植物群落的演替过程及特征,有助于

了解湿地生态系统结构和功能的变化,也有利于掌握湿地景观破碎、生境破坏和其他干扰对湿地生态系统的影响,从而为湿地植物群落的保护和利用提供重要依据。

## 1 研究区概况

野鸭湖湿地市(省)级自然保护区位于北京市境内西北部,系延庆县所辖官厅水库水系及海拔485m以下环湖滩涂组成的人工湖泊湿地(图1)。1997年12月正式成立了县级自然保护区,当时划定总面积2500 hm<sup>2</sup>,于2000年12月经北京市政府批准为市级自然保护区。位于康庄镇境内,重新核定保护区总面积为9000 hm<sup>2</sup>,主要保护对象为天然湿地和鹤、鹳、雁、鸭类珍稀水禽和鹰、隼类树脂栖鸟类<sup>[15]</sup>。

研究区属于大陆性季风气候,多年平均气温8.9℃(1981—2006年),多年平均降水量463 mm(1969—2006年),属于暖温带与中温带、半干旱到半湿润的过渡地带<sup>[16]</sup>。野鸭湖湿地所在的延庆盆地北、东、南三面环山,海拔470—600 m,地貌类型为山间倾斜盆地中的冲洪积平原。地下水埋藏深度由山前到盆地中心由深变浅,一般埋藏深度小于5 m,官厅水库滨水区地下水埋深一般小于2 m。保护区的地表水体主要属于官厅水库,地表水系主要有妫水河和蔡家河。野鸭湖湿地核心区位于妫水河和蔡家河汇入官厅水库时形成的沟岔和库湾纵横区。在研究区河流的一级阶地上,发育着潮土、褐潮土。二级阶地上主要分布着普通褐土、碳酸盐褐土。在官厅水库湖滨周围地下水埋深在2 m左右的地区,是潮土集中分布的地区。在局部洼地地下水出露的地区,分布着沼泽化土壤。在微地形变化较大地区,随地形和地下水的变化,潮土-盐渍化潮土-沼泽化潮土-草甸沼泽土呈复区分布。

这里沟汊纵横,库湾众多,形成很多芦苇沼泽和湿地草甸,水生、中生、湿生、沙生植物齐备。水域鱼虾肥美,种类丰富,湿地辽阔、水草茂盛,孕育着极为丰富的生物多样性,为水禽和各类鸟类提供了优越的觅食、隐藏、繁殖场所,是候鸟南北迁移的主要通道和珍稀水禽的重要停歇地;生物多样性丰富,也是重要的生物基因库,在北京乃至华北区湿地中具有典型性和代表性。

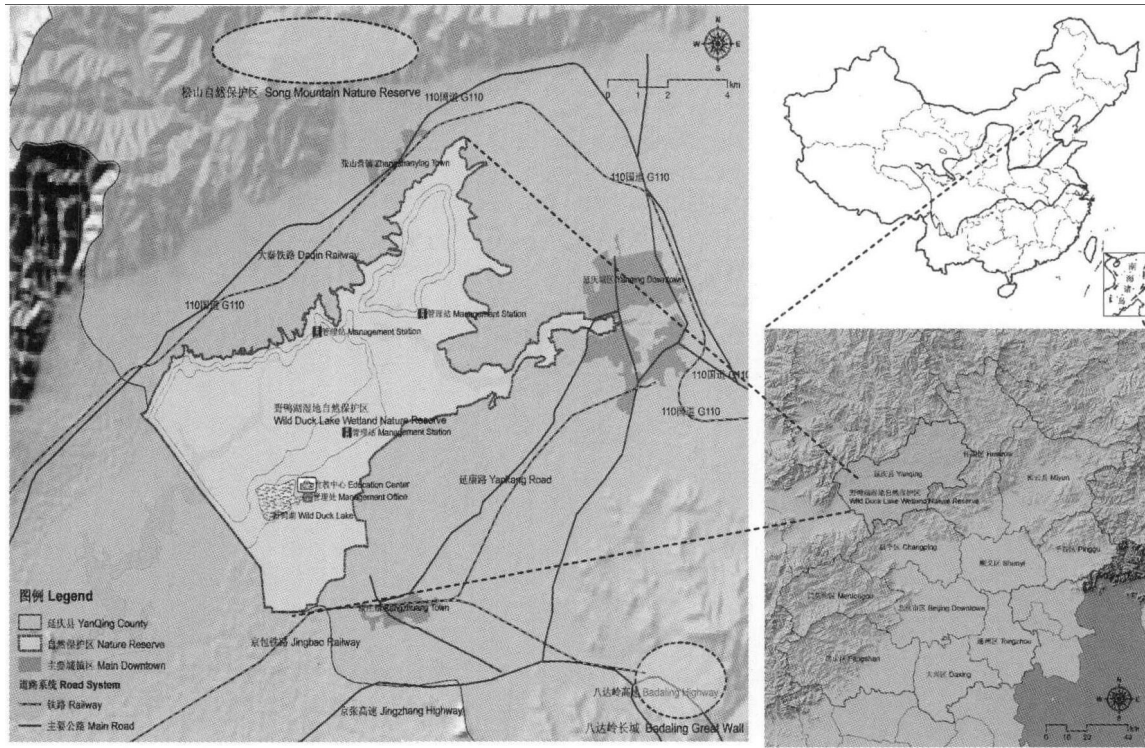


图1 北京野鸭湖湿地自然保护区区域位置图

## 2 材料与方法

### 2.1 样区及采样路线设置

野鸭湖湿地具有湖泊型水库的特点，周边分布有大面积的滩地，滩地上植物资源丰富。实验区内是由连续的浅水滩涂和众多沟汊组成的区域，水深较浅、沟汊纵横、草场面积大、湿地植被丰富。按照退水情况及所受干扰将其分为三个实验区域，对湿地生态系统的生物及其生境因子进行了系统的分析(划分示意图见图2)。

样区1为官厅水库北岸和东南岸新退水区域；该区域位于水库周边，为最近几年由于持续干旱水位下降而新露出的区域，在夏季丰水期又被水淹。该样点受水库季节性涨落的影响较大，而受人为活动的影响较小；采样路线：沿退水区域两侧设置采样路线及采样点。

样区2为野鸭湖湿地旅游度假村区域；该地区位于官厅水库的东岸，人为筑起堤坝截水并定期补水，水面相对稳定(水深在0.2—4m之间)，在堤坝周边的浅水地带和水面中央的岛形陆地上分布有茂

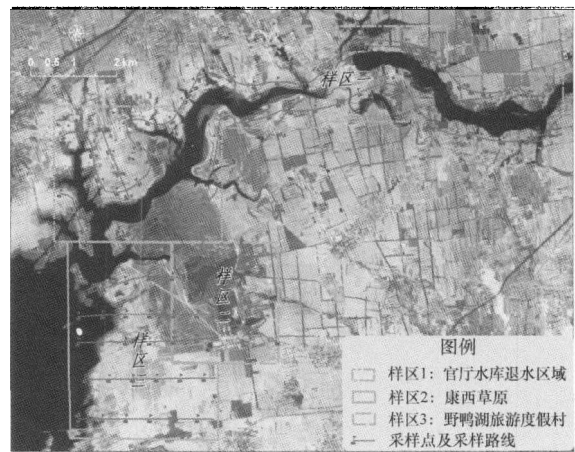


图2 研究区样区及采样路线分布图

盛的天然植被，是一个以观赏自然风光为主的旅游度假村，由于加强了对湿地环境的保护，对湖区的人为干扰较小；采样路线：沿围堤两侧设置采样路线及采样点。

样区3是康西草原地区；该地区位于官厅水库的南岸、康庄以西的区域，该地区地势较高，退水较早区域呈旱化趋势，季节性水淹区分布大量的水生及湿生植物，随距水远近的不同呈环带状分布。

距离水的远近呈带状依次分布湖泊浅水区、湖泊浸水边滩、湖滨沼泽地、碱性湖滨滩地和低河(湖)漫滩平地等。当地人将其开发为骑马、赛马为主要旅游项目的旅游基地,人为干扰较大,湿地退化现象比较明显。采样路线:大体垂直于水边线设置采样路线及采样点。

由于野鸭湖湿地滩涂面积形成及延续时间较短,为探讨土壤在较长时间内生态演替中的变化,研究以样区3康西草原为取样分析样点,康西草原由于地势较高,退水时间较早,水土环境发生明显的替代,水盐梯度明显,因此在样区3设置包气带土壤水盐剖面,分析潜水水位、盐渍程度等环境因子。

湿地植物群落演替的主要研究路线是:传统的野外测量和原位定位实验与实验室分析方法相结合,采用并列样地法,以空间的变化代替时间的变化过程;并以现有群落组成结构来推断群落的变化过程。

样带和样方设置方式:样区1和样区2为滨水狭长区,沿退水区域和围堤两侧设置采样路线,样方之间间隔20m;样区3为水分影响范围较大开阔的漫滩区,大体垂直于水陆交界线设置样带,在分布水生和湿生植物群落的区域样方间隔20m,在中生和旱生植物群落的区域样方间隔50m,在微地形变化大的区域样方数量也会相应增加。每个样带中设水生植物样方2—3个,其余样方沿水分梯度在陆上排列。草本样方面积为1m×1m,记录样方内种名、株数、高度、盖度、水深等数据;灌木样方2m×2m,记录内容与草本样方相同;乔木样方10m×10m,记录内容为种名、株数、高度、胸径等。

群丛命名原则:本研究均采用优势种命名原则,即以各群丛优势种的名称作为该群丛的名称,处于同一层的优势种用“+”连接,不同层的优势种用“-”连接。依据《中国植物志》和《北京植物志》鉴别湿地植物标本的种类。

## 2.2 研究方法与分析指标

在野鸭湖湿地代表不同演替阶段的群落内部作土层分析。土壤剖面挖至浅层地下水渗出处。在每个群落类型内至少挖土壤剖面3个,测量浅层地下

水埋深,从表层到地下水渗出处,依次每隔10cm(50cm以上)或20cm(50cm至浅层地下水位处)采集土壤,在采集后尽快碾碎风干,剔除其中的植物根茎等杂物和2mm以上的沙砾,采用3分法将各个样点的3份相同类型样品等量缩分至一份(约1.5kg),混匀后研磨,直至过80目筛。混合样取样时应注意:每个样点取土的容积应该一致,同时上下厚薄(深度)应一致。采用WET土壤三参数仪实时原位测量根土层(0—30cm)土壤含水量、电导率、温度三个重要参数,实验室分析土壤pH值、有机质及土壤含盐量。

土壤pH值采用水浸提—电位法;土壤有机质采用硫酸、重铬酸钾氧化—容量法;土壤盐分的测定采用水浸提—重量法测定(%)。

## 3 结果与讨论

### 3.1 湿地植物群落演替的分异特征

**3.1.1 水库北岸和东南岸新退水区域植物群落特征** 样区1植被具有典型的成带分布的特点,植物群落形成反映了水深和岸线的带状变化。植物带的宽度取决于水岸梯度的陡度以及平均最高和最低水位之间的差。

在水体较深且常年积水地带,分布有芦苇(*Phragmites australis*)、菰(*Zizania latifolia* Stapf)、香蒲(*Typha angustifolia*)、针蔺(*Eleocharis volleculosa*)群落,除针蔺(*Eleocharis volleculosa*)群落外,其他群落的高度在80cm左右,盖度大,群落分层。伴生种主要分布在下层,有狼把草(*Bidens tripartitae* L.)、水芹菜(*Oenanthe decumbens* K. Pol.)、薄荷(*Mentha haplocalyx* Briq.)、华水苏(*Stachys chinensis* Bge.)等;扁秆蔗草(*Scirpus planiculmi*)和球穗莎草(*Cyperus glomeratus* L.)群落主要分布在永久性水体和季节性水体的过度线附近,群落高度在60cm左右,盖度在60%左右,群落不分层,伴生种主要是水芹菜(*Oenanthe decumbens* K. Pol.)、针蔺(*Eleocharis volleculosa*)、水葱(*Scirpus tabernaemontani* Gmel.)、薄荷(*Mentha haplocalyx* Briq.)、白鳞莎草(*Cyperus nipponicus* Franch.)等,植物多样性丰富;碱毛茛(*Haler-*

*pestes ruthenica* Ovcz.)-委陵菜(*Potentilla anserine* L.)群落主要分布在季节性水体退水后的宽阔区域,高度在10 cm左右,盖度小,在40%左右,伴生种很少,主要为蛇床;绵毛酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium* L. var. *salicifolium* Sibth.)群落主要在季节性退水区域,群落高度在120 cm左右,盖度在65%左右.牛鞭草(*Hemarthria altissima* Stapf et C. E. Hubb.)群落一般分布在季节性水体的上方,很少被水淹没,但土壤的湿度仍然很大,是湿生和旱生均能生长的地带,植物多样性丰富,群落高度在60 cm左右,盖度70%左右,群落不分层,伴生种主要有委陵菜(*Potentilla anserine* L.)、狼把草(*Bidens tripartita* L.)、扁秆蔗草(*Scirpus planiculmi*)等;蒿草群落则生长在牛鞭草(*Hemarthria altissima* Stapf et C. E. Hubb.)群落的上方更为干旱的地带,水生、湿生植物逐渐减少,旱生植物增多,由于受土壤水分的影响,群落盖度和多样性都较低.

在水体中广泛分布着浮水和沉水植物:菹草(*Potamogeton crispus*)、篦齿眼子菜(*Potamogeton pectinatus*)、金鱼藻(*Ceratophyllum demersum* L.)、大茨藻(*Najas marina* L.)分布较广,常常相互伴生形成群落.此外还分布有荇菜(*Nymphoides peltatum* (Gmel.) O. Ktze)、西洋菜(*Nasturtium officinale* R. Br.)、狐尾藻(*Myriophyllum spicatum* L.)、马来眼子菜(*Potamogeton malainus* Miq.)以及轮藻(*Chara nitella*)等.

**3.1.2 野鸭湖旅游度假区地区植物群落特征** 样区2植被繁茂,芦苇(*Phragmites australis*)和香蒲(*Typha angustifolia*)群落分布在水体中央及周边的岛形地带,盖度大,可达85%,但由于该地区水面相对稳定,生境异质性小,建群种占绝对的优势,伴生种主要为一些耐阴湿的植物,如薄荷(*Mentha haplocalyx* Briq.)、水芹菜(*Oenanthe decumbens* K. Pol.)等,且长势较差,植物多样性低.在陆地和水面的相间地带,分布有小面积的扁秆蔗草(*Scirpus laniculmi*)和针蔺(*Eleocharis volleculosa*)群落.

水中的沉水植物及浮水植物种类少,主要有篦齿眼子菜(*Potamogeton pectinatus*)、狐尾藻(*My-*

*iophyllum spicatum* L.)等.

**3.1.3 野鸭湖康西草原地区植物群落特征** 样区3由于地势较高,退水较早,且由于持续干旱,常年没有被水淹没区域逐渐扩大,土壤湿度小,植被旱生化明显.芦苇(*Phragmites australis*)群落只在某些较低的区域存在,营养时间短,开花早,长势低矮,并伴生有其他的盐生和旱生植物如猪毛菜(*Salsola collina*)、草木樨(*Melilotus suaveolens*)、荻(*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim) Hack.)等;分布面积较大的是牛鞭草(*Hemarthria altissima* Stapf et C. E. Hubb.)群落和假苇拂子茅(*Calamagrostis pseudophragmites*)群落,盖度在50%左右,高度在30 cm左右;在一些地势较高更为干旱的地带分布有大面积的猪毛菜(*Salsola collina*)和蒿草(*Artemisia* L.)群落.该地区整体植被呈现出草甸的性质,已经丧失湿地的特征.

### 3.2 土壤水分影响下的湿地植物群落的生态演替模式

半干旱到半湿润过渡地带气候的特点使水分成为植物生境中最为活跃的因素,也是植物生存繁衍的制约因子<sup>[17]</sup>.水分条件的变化不仅直接决定着植物的生存死亡,而且可以通过对土壤中盐分、热量的调节作用对植物产生间接的影响,湿地的分布与演化特征更是直接受制于水分的空间分布格局及动态变化.

野鸭湖湿地保护区包气带土壤水分、浅层地下水和天然植被三者之间的关系极为密切,浅层地下水影响土壤水,土壤水则影响植被生长,但归根到底,浅层地下水是影响天然植被生长状况的重要因素.据野外调查,可以清楚地看到湿地植被类型、植物种类和群落结构与地下水、地表水的分布密切相关.浅层地下水对植被分布及生产力变化产生很大影响.而植物群落的盖度及生产力又会随土壤含水量的升高而增大.

在研究区水生植物一般分布在地表常年被水所淹没,水深0.5—6 m左右的区域.一般在6 m以下的浅水区域,尤其在2 m以内的地段,水生植物群落类型多.水生植物不是随机混合,而是具有明显的空间梯度分布,植被带的界限主要由水深及其变化幅度所决定<sup>[16]</sup>.在野鸭湖湿地长期浸水区域或季

节性水淹区域，浅层地下水埋深一般不超过 0.8 m，分布着大量的湿生植物，湿生植物群落在野鸭湖地区类型最多、面积最大、分布最广。随着浅层地下水水位的下降，潜水埋深一般在 1—2 m 左右，在野鸭湖河滩地较低湿的盐碱地段，出现大面积的湿地退化盐生植物群落。随着退水持续时间的延长，浅层地下水水位的下降，潜水埋深 > 2 m，湿地植物进一步退化为中生、中旱生、旱生植物群落。

通过大量的野外调研，得出了随着土壤旱化程度的加强(地下水埋深的增加)，野鸭湖湿地常见植物群落的生态演替模式(图 3)。湿地常见植物群落随水分变化呈现的生态演替模式是：水生沉水、浮水、漂浮植物群落(眼子菜+狐尾藻群落 *Comm. Potamogeton distinctus* + *Myriophyllum spicatum* L.，槐叶苹+浮萍群落 *Comm. Salvinia natans* + *Lemna minor* L.)、水生挺水植物群落(香蒲+芦苇群落 *Comm. Typha angustifolia* + *Phragmites australi*)、沼生、湿生植物群落(球穗莎草群落 *Comm. Cyperus glomeratus* L.，扁秆蔗草群落 *Comm. Scirpus planiculmis*，绵毛酸模叶蓼群落 *Comm. Polygonum lapathifolium* L. var. *salici-*

*folium* Sibth.)、盐生、中生植物群落(猪毛菜群落 *Comm. Salsola collina*，怪柳群落 *Comm. Tamarix chinensis*)、中旱生植物群落(红皮柳群落 *Comm. Salix purpurea* L.，牛鞭草群落 *Hemarthria altissima* Stapf et C. E. Hubb)。

研究区属于半干旱到半湿润的过渡气候，影响包气带土壤含水量的因素很多，但浅层地下水埋深的影响最为直接和重要。当浅层地下水埋深浅时，土壤根系层可以得到上升毛管水的补给，使其保持较高的土壤含水量。随着浅层地下水水位的下降，土壤根系层可得到上升毛管水补给减少，土壤含水量也随着下降，以至土壤中有效含水量不能满足植物的需水要求而出现干旱，这些干旱使一些浅根系草本植物无法生存，如扁秆蔗草(*Scirpus planiculmi*)、球穗莎草(*Cyperus glomeratus* L.)、褐穗莎草(*Cyperus fuscus* L.)等，也促使一些深根系的乔灌木植物的根系向下延伸，以获得维持生存与生长的水分。如随着浅层地下水水位的下降，开始出现加拿大杨(*Populus canadensis* Moench.)和红皮柳(*Salix purpurea* L.)与猪毛菜(*Salsola collina*)的混生群落。若浅层地下水水位继续下降，以至深根

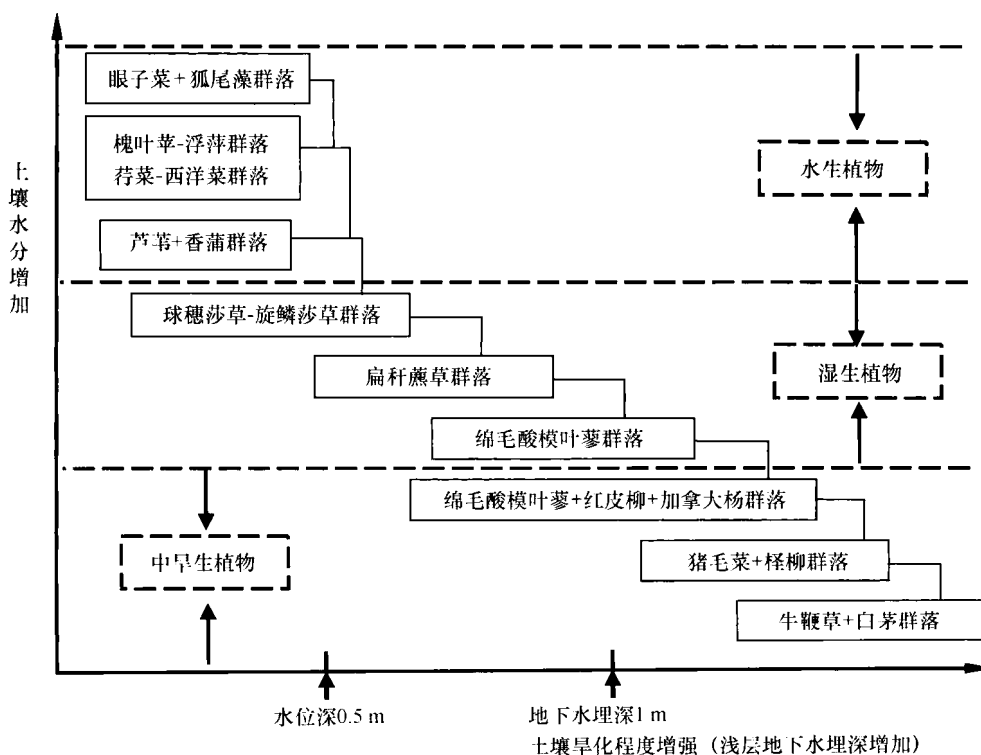


图 3 野鸭湖湿地常见植物群落的分布与湿地土壤水分关系图

系的乔灌木植物也无法从土壤中吸收到足以维持生存的水分时,则造成地表植被的衰败。

### 3.3 土壤盐分与湿地植物群落的关系

土壤含盐量对植物的生长有较大影响。土壤含盐量主要以土壤根层 0—30 cm 厚度来计算,因为盐渍土的盐分多积累在这一层,也是根系最为集中的土层。不同的植物的土壤含盐量指标是有差别的。表 1 是野鸭湖湿地主要盐渍化植物群落生长的适宜范围。从表中可看出,大部分湿地植物在土壤含盐量 0.5% 以下是可以生长的。在土壤含盐量超过 0.5% 以上的重盐化土壤上,只能生长耐盐的一些植物,例如猪毛菜(*Salsola collina*)、怪柳(*Tamarix chinensis*)、碱蓬(*Suaeda glauca*)等盐渍化植物。

由于地下水位的高低和土壤的排水状况以及盐分含量、种类的不同,盐生植物群落的优势种和伴生种也各不相同。在地下水位较高或季节性浸水的轻度盐化沼泽土上,常分布水麦冬(*Triglochin palustre*)、扁秆藨草(*Scirpus planiculm*)、荆三棱(*Scirpus yagara* Ohwi)、大车前(*Plantago major*)、芦苇(*Phragmites australi*)等耐盐或适盐的湿生、水生植物。而在含盐量较高的沼泽化草甸盐土上有一年生的猪毛菜(*Salsola collina*)、碱蓬(*Suaeda glauca*)、怪柳(*Tamarix chinensis*),常分

别呈纯群落出现。在排水良好的轻度到中度盐化草甸上,优势植物有虎尾草(*Chloris virgata*)、西伯利亚蓼(*Polygonum sibiricum*)、猪毛蒿(*Artemisia scoparia* Wald. et Kit.)、隐花草(*Crypsis aculeata*)、砂引草(*Messerschmidia rosmariniifolia*)、苍耳(*Xanthium sibiricum* Patr. ex Widd.)、二色补血草(*Limonium bicolor*)等中旱生盐生植物。盐生植物对盐渍生态环境有非常强的适应能力,如肉质型的盐生植物猪毛菜(*Salsola collina*)能从土层深处吸取大量的水分和盐分,并通过茎叶上的毛孔分泌盐分于体外,以调节机体内的盐分平衡。其体内一般含有较高的盐分,常常在土壤中残留大量的盐分,直接参与土壤生物积盐过程,成为表层发生盐积层的盐分来源之一。盐渍化程度的变化主要影响到植物群落组成的变化、群落类型的空间分布和演替,特别是盐生植物的多样性和分布。

### 3.4 土壤水、盐与湿地植物群落演替的耦合关系

包气带土壤水、盐对植物分布的影响是很明显的。湿地植物对生存环境的选择主要是对土壤水分、盐分等物理化学指标的选择。这些指标影响着植物及其群落的分布、组成及演替。不同的指标背景对应着不同的植物种群,即不同的水、盐组合产生不同的植物群落(表 2)

表 1 浅层地下水动态与土壤盐渍化、盐生植物群落的关系

群丛组	土壤名称及类型	0—3 cm 含盐量/%	地下水埋深/m	地下水矿化度/g·L <sup>-1</sup>	群落盖度/%	群落分层	优势植物	伴生植物
多枝怪柳草本群丛	草甸盐土、硫酸盐盐化潮土	0.2—0.5	1.5—3.0	< 5	30—60	灌木层 1.0—3.0 m, 草本层 0.6—0.8 m, 0.1—0.2 m	怪柳	隐花草、星星草、甘草、牛鞭草、砂引草
猪毛菜草本群丛	草甸盐土、硫酸盐盐化潮土	0.2—0.4	1.0—1.5	< 5	40—60	草本层 0.3—1.0 m, 层间植物 0.1—0.5 m	猪毛菜	砂引草、苍耳、蒿蓄、远东芨芨草、鹅绒藤、朝天委陵菜
拂子茅群丛	草甸盐土、硫酸盐盐化潮土	0.2—0.4	1.5—2.5	< 5	50—70	草本层, 0.5—1.0 m	拂子茅	滨藜、微药碱茅、草木樨、二色补血草

表 2 不同地下水埋深条件下土壤盐分与湿地植物群落分布的关系

采样点	1	2	3	4	5	6	7	8
潜水埋深/m	0.2—0.6	0.4—0.8	0.8—1.1	1.2—1.5	1.6—1.7	1.7—1.8	1.9—2.1	1.9—2.3
根土层(0—30 cm) 含盐量/%	0.08—0.47	0.06—0.33	0.07—0.18	0.06—0.12	0.08—0.24	0.07—0.09	0.06—0.11	0.02—0.12
群落类型	旋鳞莎草群落	扁秆藨草群落	香蒲—扁秆藨草群落	绵毛酸模叶蓼群落	猪毛菜群落	蒿+红皮柳群落	草芦—牛鞭草群落	牛鞭草—芦苇小老苗群落

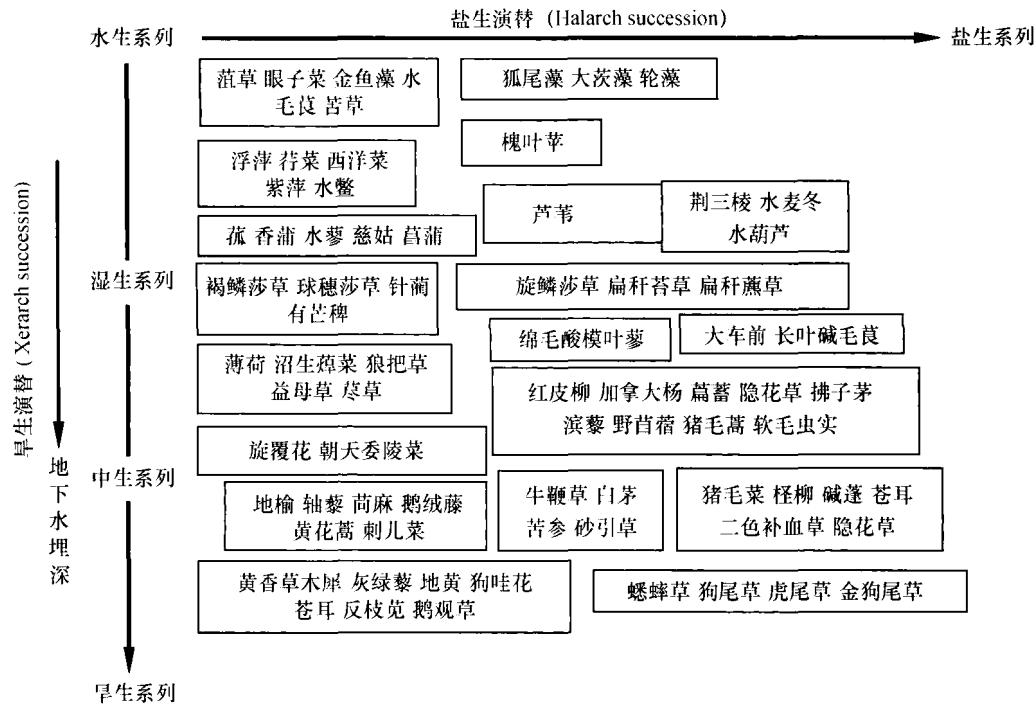


图4 土壤旱化及盐化过程对湿地自然保护区植物群落演替的影响

每一种植物或群落对其生长环境都有一定的适应性，植物群落随着外界条件(浅层地下水位、土壤水、盐含量)的变化而呈现出一定的演替规律<sup>[18]</sup>。随着气候干旱化加剧的趋势，包气带土壤水分的不足和土壤的积盐趋势使得湿地植物的生存空间变得狭窄。当正常生长着的植被因生存环境变化到超过其忍耐力，就必然会出现一系列演替现象。据大量的野外调查及资料整理，做出了随着土壤旱化程度的加强(地下水埋深的增加)以及包气带土壤盐分的增加，野鸭湖湿地常见植物群落的生态演替模式(图4)。

#### 4 结论

对比分析野鸭湖自然保护区三个试验区的植物群落特征，湿地水陆过渡带的宽窄、静止水面积的大小和人为干扰强度是造成物种丰富度和分布区植物群落类型差异的重要因素；湿地水资源缺乏导致植物类群变化及中生、盐生和旱生植物扩散；浅层地下水位的变化对植被的分带性、生存适应性及演替具有间接的作用。

由于区域水、盐指标及基质结构的差异，野鸭

湖湿地植物群落的演替随之发生。在适应性演变过程中，在不同的演替阶段，建群及优势物种组成发生变化，最终湿地植物群落形成了有效利用环境异质性的适应性特征组合。分析结果表明，湿地自然保护区植被的分布、生存和演替主要受控于土壤水盐条件。人为活动下，势必改变土壤水盐条件，从而进一步影响植物的生存空间。建立植被变化与土壤水、地下水之间的耦合关系非常重要。

总之，水分对湿地植被生态演替的作用重大。了解现存植被所处的土壤环境状况(土壤水分、盐分、有机质及温度等)，有助于充分了解现有物种生存的适宜性域值(生长的最佳域值，能忍受的极限值)，从而揭示水资源与湿地植被间的耦合关系，探索研究区植物群落的演替规律，有利于预测关键物种或类群的灭绝可能带来的生态变化，为群落动态观测提供信息，为湿地恢复和植物物种的选择提供可以借鉴的方案。

#### 参 考 文 献

- 1 Alvarez RJ, AlcarazAriza F, Ortiz SR. Soil salinity and moisture gradients and plant zonation in Mediterranean salt marshes of Southeast Spain. *Wetlands*, 2000, 20(2): 357—372



- 2 Hájek M, Horsák M, Hájková P, et al. Habitat diversity of central European fens in relation to environmental gradients and an effort to standardize fen terminology in ecological studies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematic*, 2006, 8: 97—114
- 3 刘吉平, 吕宪国, 杨青, 等. 三江平原环型湿地土壤养分的空间分布规律. *土壤学报*, 2006, 43(2): 247—255
- 4 Ewanchuk PJ, Bertness MD. Structure and organization of a northern New England saltmarsh plant community. *Journal of Ecology*, 2004, 92: 72—85
- 5 Pennings SC, Grant M, Bertness MD. Plant zonation in low latitude salt marshes: Disentangling the roles of flooding, salinity and competition. *Journal of Ecology*, 2005, 93: 159—167
- 6 Bertness MD, Ellison AM. Determinants of pattern in a New England salt marsh plant community. *Ecological Monographs*, 1987, 57: 129—147
- 7 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. *生态学报*, 2008, 28(4): 1408—1418
- 8 谭学界, 赵欣胜. 水深梯度下湿地植被空间分布与生态适应. *生态学杂志*, 2006, 25(12): 1460—1464
- 9 吴志芬, 赵善伦. 黄河三角洲盐生植被与土壤盐分的相关性研究. *植物生态学报*, 1994, 18(2): 184—193
- 10 贺强, 崔保山, 赵欣胜, 等. 水、盐梯度下黄河三角洲湿地植物种的生态位. *应用生态学报*, 2008, 19(5): 969—975
- 11 Julie SD, Loretta LB. Stand composition and structure across a changing hydrologic gradient: Jean Lafitte National Park, Louisiana, USA. *Wetlands*, 2002, 22(4): 738—752
- 12 付为国, 李萍萍, 卞新民, 等. 镇江内江湿地植物群落演替动态研究. *长江流域资源与环境*, 2007, 16(2): 163—168
- 13 Fargione J, Tilman D. Niche differences in phenology and rooting depth promote coexistence with a dominant C4 bunchgrass. *Oecologia*, 2005, 143: 598—606
- 14 Hipondoka MHT, Aranibarw JN, Chiraraz C, et al. Vertical distribution of grass and tree roots in arid ecosystems of Southern Africa: Niche differentiation or competition. *Journal of Arid Environments*, 2003, 54: 319—325
- 15 陈卫, 胡东, 付必谦, 等. 北京湿地生物多样性研究. 北京: 科学出版社, 2007, 243—249
- 16 宫兆宁, 宫辉力, 赵文吉. 北京湿地生态演变研究. 北京: 中国环境科学出版社, 2007, 27—30
- 17 冯金朝, 刘新民. 干旱环境与植物的水分关系. 北京: 中国环境科学版, 1998, 194—198
- 18 Andrew J, Robert W 著, 赵文智, 王根绪译. 生态水文学—陆生环境和水生环境植物与水分的关系. 北京: 海洋出版社, 2002, 91—92, 180—182