

不同地表水水位下莫莫格 湿地植物群落物种组成和数量特征

李树生¹, 安雨^{2*}, 王雪宏², 薛振山², 刘波², 张文广², 唐克专³, 佟守正²

(1. 吉林省湿地保护管理办公室, 吉林 长春 130022; 2. 中国科学院湿地生态与环境重点实验室, 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130102; 3. 长春市第十七中学, 吉林 长春 130021)

摘要: 在莫莫格湿地, 选择常年积水、季节性积水和常年无积水的3块湿地作为采样点, 进行地表水水位观测和植物群落调查。结果表明, 莫莫格湿地植物群落物种组成和数量特征受地表水水位的显著影响。常年积水的哈拉塔采样点的植物以水生植物为主, 形成单优物种的芦苇(*Phragmites australis*)群落, 其群落高度和平均生物量显著高于其它两个采样点($p < 0.05$); 季节性积水的哈尔挠采样点以湿生植物为主, 物种丰富度和群落密度都高于其它两个采样点($p < 0.05$); 而地表湿润的哈拉火烧采样点的植物生长缓慢, 其群落高度、盖度和生物量都较低。另外, 莫莫格湿地植物群落组成和数量特征季节变化明显。哈拉塔和哈尔挠采样点的物种丰富度在7月(水位最高时)达到最高, 而后开始降低。与此同时, 哈尔挠采样点优势种由小叶章(*Calamagrostis angustifolia*)取代藁草(*Carex* sp.), 生物量降低, 水位高度与物种多样性显著正相关($R^2=0.519, p < 0.05$)。莫莫格湿地不同区域的地表水水位差异导致植物群落的物种组成和数量特征发生改变。

关键词: 地表水水位; 植物群落物种组成; 丰富度; 莫莫格湿地

中图分类号: Q948.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-5948(2015)04-466-06

水是湿地系统的主要生态因子, 水位变化对湿地结构和特征具有明显的调控作用, 湿地水分条件和水位变化直接影响湿地植被的物种组成、物种多样性和植物群落演替^[1]。相关研究表明, 地表水位在一定程度上影响着植物群落的分布、物种组成、丰富度和植物长势^[2,3]。在干旱和半干旱地区, 由降水所形成的地表和河流径流可以调蓄湿地的地表水位, 导致其水位梯度波动变化。自然湿地的周期性地表水位变化, 使植物常处于从淹水到干旱的水分变动环境中^[4]。明确莫莫格湿地地表水位波动对湿地植物群落的物种组成和数量的影响, 有助于了解湿地植物的演替(退化和恢复)过程与机制, 为湿地水资源管理和植物保护与恢复提供科学依据。

莫莫格湿地地处吉林省西部的干旱与半干旱区交汇处^[5], 20世纪60年代以来, 受人类活动的影响, 莫莫格湿地的水资源空间分布格局和自然水文情势发生剧烈变化, 自我水文调控能力逐渐减

弱, 水位波动明显^[6,7]。本研究通过对莫莫格湿地地表水位和植物群落的全年观测, 分析不同地表水位下莫莫格湿地植物群落物种组成和数量及其季节变化, 研究地表水位对莫莫格湿地植物群落的影响, 以期为莫莫格湿地水资源的合理利用、植物恢复与保护提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区

莫莫格湿地(45°28'N~46°18'N, 122°47'E~124°43'E)位于镇赉县境内的嫩江西岸, 区域面积为1 440 km², 湿地面积为1 040 km², 其中水域面积为267 km², 沼泽面积为773 km²。该区水系发达, 东部和南部有嫩江、洮儿河流经本区, 沿江河畔是广阔的冲积平原, 地势缓坦、低平, 呈微波状起伏, 沼泽发育于湖滨洼地、河漫滩和低洼地中。沼泽水源由嫩江支流河水、地表水和大气降水补给。本区气候为大陆性季风气候, 年平均气温为

收稿日期: 2015-01-15; 修订日期: 2015-04-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(41401102、41201082和41371193)和吉林省自然科学基金项目(20150101081JC)资助。

作者简介: 李树生(1958-), 男, 汉族, 吉林省大安市, 高级工程师, 主要从事湿地保护管理工作。E-mail: jlssdb@126.com

*通讯作者: 安雨, 助理研究员。E-mail: anyu@iga.ac.cn

4.4 °C, 年降水量为 380 mm, 年蒸发量为 1 472 mm。沼泽区土壤属草甸沼泽土。沼泽区主要有小叶章(*Calamagrostic angustifolia*)-藁草(*Carex* sp.)沼泽和芦苇(*Phragmites australis*)沼泽两种类型。在小叶章-藁草沼泽中,小叶章为优势种,伴生种为藁草、狭叶黑三棱(*Sparganium stenophyllum*)、灯心草(*Juncus effusus*)、驴蹄草(*Caltha palustris*)、泽泻(*Alisma orientale*)、慈姑(*Sagittaria trifolia*)和水木贼(*Equisetum fluviatile*)等;在芦苇沼泽中,植物以芦苇为主,伴生种为藁草、水葱(*Scirpus validus*)、香蒲(*Typha orientalis*)和狭叶香蒲(*Typha angustifolia*)等。周围湖泊内的植物有菱(*Trapa japonica*)、水车前(*Ottelia alismoides*)和狐尾藻(*Myriophyllum verticillatum*)等植物;在稍高处草甸中,除有羊草(*Leymus chinensis*)、芦苇和小叶章等植物外,还有星星草(*Puccinellia tenuiflora*)、莎草(*Cyperus* sp.)和早熟禾(*Poa* sp.)等。

1.2 方法

在研究区选择地表常年积水、季节性积水和常年无积水的3块湿地作为采样点(图1),进行地表水位和植被特征季节动态监测。3个采样点分别为:哈拉塔采样点(45°56'5.5"N, 123°34'27.1"E),主要湿地类型为芦苇沼泽,地表常年积水;哈尔挠采样点(45°54'4.3"N, 123°59'20.9"E),主要湿地类型为藁草-小叶章沼泽,地表季节性积水;哈拉火烧采样点(45°50'26.6"N, 123°35'50.1"E),湿地类型为碱地湿草甸,次生盐渍化严重,地表湿润。在3个采样点中,哈拉塔采样点的地表水水位最高,哈拉火烧采样点的地表水水位最低。

于2009年5~10月进行植物调查。在每个采样点分别设置2块样地,在每块样地内随机设置5个1 m×1 m的样方。于每月中下旬,调查样方内植物的种类、密度、盖度、高度和生物量,记录地表积水的深度;根据文献[8]的方法,计算植物群落物种丰富度。植物密度为样方内所有无性系植株数量;盖度以植物投影盖度表示;高度为植株平均自然高度;生物量为植物地上部干物质重。

1.3 数据分析

使用SPSS软件对数据进行统计分析。采用单因素方差分析法,进行各采样点间平均值的差异显著性检验($p < 0.05$)。采用新复极差法(SSR)进行多重比较;采用线性回归方法,分析水位与物种丰富度之间的关系($p < 0.05$)。

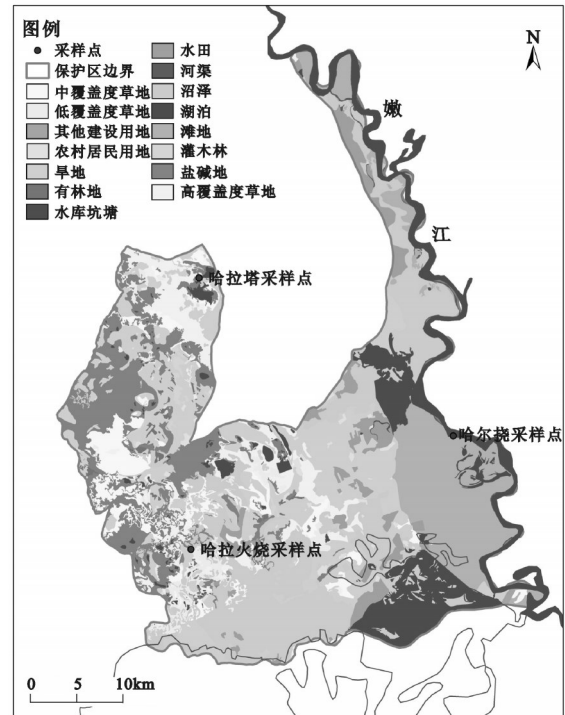


图1 莫莫格湿地及采样点位置示意图

Fig.1 Sketch map of Momoge wetlands and locations of sampling sites

2 结果与分析

2.1 地表水水位变化

2009年5~10月,除了哈拉火烧采样点外,其他2个采样点的地表水水位都在7月最高(图2)。哈拉塔采样点常年积水,地表水水位在3个采样点中最高。在植物生长初期和末期(5月和10月),哈尔挠采样点地表无积水,6~9月地表水的水位波动剧烈,7月地表水的水位达到30.4 cm。5~10月,哈拉火烧采样点地表一直处于湿润状态。

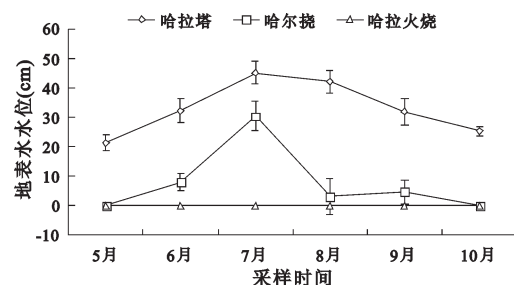


图2 2009年5~10月3个采样点的地表水水位
Fig.2 The water levels of surface water in 3 sampling sites from May to October, 2009

2.2 植物群落的物种组成

3个采样点植物群落的物种组成存在明显差异。在常年积水的哈拉塔采样点,芦苇为单优势

物种,其伴生种仅为扁秆藨草(*Scirpus planiculmis*)。在季节性积水的哈尔挠采样点,小叶章和藨草为主要植物物种,伴生种为水蒿(*Artemisia selenensis*)等湿生物种和狗筋麦瓶草(*Silene vulgaris*)、阿尔泰狗娃花(*Heteropappus altaicus*)等中旱生物种,其物种丰富度最高。在常年地表无积水、次生盐渍化严重的哈拉火烧采样点,以稗(*Echinochloa crusgalli*)、虎尾草(*Chloris virgata*)等中旱生植物为主,伴生种为蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)、酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium*)和蒺藜(*Polygonum aviculare*)等,植物长势差,生长期短。

2.3 植物群落的数量特征

3个采样点植物群落的物种丰富度存在显著性差异($p < 0.05$) (表1)。哈尔挠采样点物种丰富度

的平均值最高,为10.8,其次为哈拉火烧采样点(5.2),而哈拉塔采样点的物种丰富度最低,仅为1.3。哈尔挠采样点的植物群落密度高达1 292.5株/m²,高于其他两个采样点;哈尔挠采样点植物盖度为82.0%,显著高于哈拉火烧采样点,与哈拉塔采样点无显著差异。表明哈尔挠采样点植物生长良好,群落结构复杂,适合多种植物共存。在群落高度方面,哈拉塔采样点的植物群落高度达到205.2 cm,显著高于其他两个采样点($p < 0.05$)。该采样点的芦苇长势良好,其生物量为975.2 g/m²。总体来看,哈拉火烧采样点的植物长期受土壤缺水和盐渍化的影响,生长缓慢,在高度、盖度和生物量上都低于其他两个采样点。

随着地表水水位的升高,哈拉塔采样点物种

表1 3个采样点的植物群落数量特征

Table 2 The quantitative characteristics of plant communities in 3 sampling sites

指标	哈拉塔采样点	哈尔挠采样点	哈拉火烧采样点
物种丰富度(种)	(1.3±0.2) ^c	(10.8±1.7) ^a	(5.2±1.1) ^b
密度(株/m ²)	(150.8±13.3) ^b	(1 292.5±201.1) ^a	(370.4±151.2) ^b
盖度(%)	(73.5±12.6) ^{ab}	(82.0±6.7) ^a	(45.4±9.2) ^b
高度(cm)	(205.2±23.7) ^a	(37.9±4.0) ^b	(17.0±7.9) ^b
生物量(g/m ²)	(975.2±185.8) ^a	(353.9±68.8) ^b	(278.9±90.5) ^b

注:表中数据为调查月份的(平均值±标准误差);同行数据右上角小写字母表示数据间差异显著($p < 0.05$)。下同。

丰富度在下降(图3),地表水水位的升高极大地抑制了扁秆藨草的生长,从而使扁秆藨草消失,仅剩下芦苇1种植物。在植物生长初期(6月),哈尔挠采样点地表水水位较低,适宜植物生长,因此物种丰富度较高。随着季节变化,物种丰富度在7月(地表水水位最高)达到较高水平,部分不适宜较深水位的植物死亡,导致物种丰富度降低。这说明有些植物对地表水水位的变化具有一定耐受性,从而表现出随着水位的升高物种丰富度在逐渐降低。在植物生长初期,哈拉火烧采样点植物物种丰富度较低,随着时间的推移,较多适生植物出现,植物群落的物种丰富度升高。

哈拉塔采样点植物群落密度在生长期波动较小,在6月达到最大,随后略有下降,说明植物开始以垂直生长为主(图4)。哈尔挠采样点的植物群落密度在整个生长季内波动较大,由5月的437株/m²急剧增加到6月的1 147株/m²,在9月,达到1 880株/m²,又在10月减小。哈拉火烧采样点的植物密度在8月达到峰值,植物生长期较短。

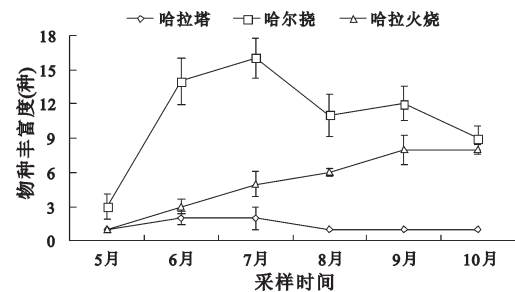


图3 2009年5~10月3个采样点的植物物种丰富度
Fig.3 The richness of plant species in 3 sampling sites from May to October, 2009

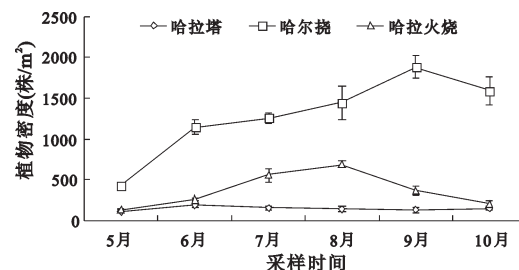


图4 2009年5~10月3个采样点的湿地植物密度
Fig.4 The plant densities in 3 sampling sites from May to October, 2009

2009年5~10月,3个采样点植物盖度都呈单峰变化,但差异明显(图5)。哈拉塔采样点的植物盖度在5月仅为20%,6月植物盖度急剧增长到72.5%,7月植物盖度最大,8月和9月植物盖度都大于95%,而10月芦苇叶片逐渐凋零,导致其盖度有所下降。哈拉火烧采样点的植物盖度的季节变化与哈拉塔采样点相似,但植物盖度偏低,在整个生长期中都低于其他两个采样点。哈尔挠采样点的植物盖度在5~9月在持续增大,在9月达到峰值,为98.1%,在10月略有减小。原因在于适应不同水位条件的植物交替出现,使植物盖度维持在较高水平。

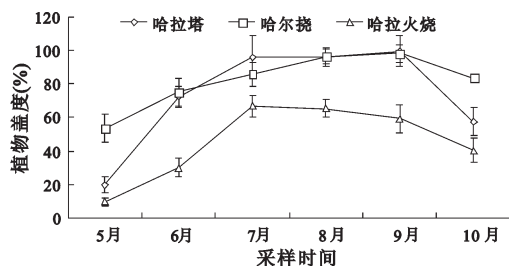


图5 2009年5~10月3个采样点的植物盖度

Fig.5 The plant coverage in 3 sampling sites from May to October, 2009

在整个生长期中,3个采样点的植物高度都在增高(图6)。哈拉塔采样点的植物高度显著高于其他两个采样点,由5月的116 cm增长到10月的286 cm,表明芦苇的生长一直能持续至10月,生长期较长,对环境高度适应。哈拉火烧采样点的植物高度也表现出相似的变化规律,但植株普遍较矮小,生长缓慢。哈尔挠采样点的植物高度仅在5月较低,随后达到稳定,保持在40 cm左右。

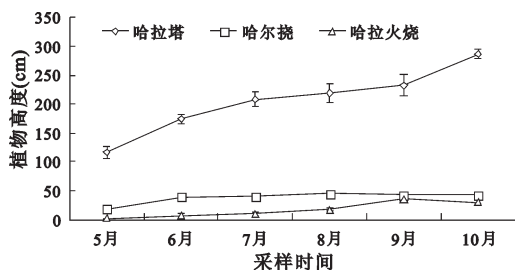


图6 2009年5~10月3个采样点的植物高度

Fig.6 The plant heights in 3 sampling sites from May to October, 2009

3个采样点的生物量在植物生长初期(5月)都较小(图7),其中,哈拉火烧采样点的植物生物量最小,仅为89.0 g/m²。3个采样点中,哈拉塔采样

点的植物生物量最高,在6~10月的生物量分别为962.6 g/m²、1 081.7 g/m²、1 063.3 g/m²和1 473.3 g/m²和1 153.4 g/m²,显著高于其他两个采样点($p < 0.05$)。这是该采样点水分条件良好,适宜芦苇生长,进而积累较高的生物量。哈尔挠采样点的生物量在9月达到峰值,这是由于7月地表水水位升高,部分不适宜物种死亡从而降低了生物量,而后适应性强的植物迅速生长。常年地表湿润的哈拉火烧采样点的植物生物量在6~8月基本与哈尔挠采样点持平,但其9月的生物量急剧降低,10月的生物量仅为28.0 g/m²。

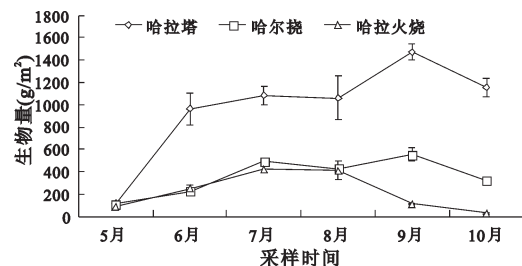


图7 2009年5~10月3个采样点的植物生物量

Fig.7 The plant biomass in 3 sampling sites from May to October, 2009

在地表水水位波动较大的哈尔挠采样点,物种组成有显著的季节变化,6月,藁草群落盖度较高,7月地表水水位升高,小叶章迅速生长并占据优势地位,其群落的盖度和密度都达到全年峰值(表2),与此同时,藁草群落的优势度降低,密度仅为276株/m²,比6月减小了37.7%,盖度也随之降低,8月随着水位回落,藁草群落的优势度有所恢复,9月和10月,藁草和小叶章群落的盖度和密度都在减小。

为了揭示地表水水位对植物群落组成的影响,基于地表水水位波动最为明显的哈尔挠采样点监测数据,进一步分析了地表水水位与湿地物种丰富度之间的关系。回归分析结果显示,地表水水位与物种丰富度显著线性相关($n=6, R^2=0.519, p < 0.05$;图8),说明地表水水位对物种丰富度影响显著。

3 讨论

湿地水文条件变化可以直接导致其植物物种组成和数量特征发生改变,进而影响整个湿地生态系统的结构和功能^[9,10]。本研究表明,莫莫格湿地的不同区域的地表水水位差异较大,导致植物

表2 2009年6~10月哈尔滨采样点藁草群落和小叶章群落的植物密度和盖度

Table 2 The plant densities and coverage of *Carex* sp. and *Calamagrostic angustifolia* communities in Haerna sampling site from June to October, 2009

指标	群落	6月	7月	8月	9月	10月
密度(株/m ²)	藁草群落	(442.6±56.2) ^c	(275.9±40.5) ^d	(301.9±20.1) ^d	(1 842.0±22.5) ^a	(92.6±24.3) ^b
	小叶章群落	(172.4±32.1) ^d	(506.4±40.6) ^a	(473.6±34.6) ^{ab}	(458.1±21.3) ^{ab}	(344.0±35.4) ^c
盖度(%)	藁草群落	(50.4±6.8) ^a	(30.1±10.2) ^{bc}	(35.9±8.2) ^b	(19.4±4.1) ^c	(11.4±4.5) ^d
	小叶章群落	(29.4±5.2) ^c	(62.0±6.2) ^a	(57.0±8.2) ^{ab}	(60.0±5.4) ^{ab}	(62.5±5.0) ^b

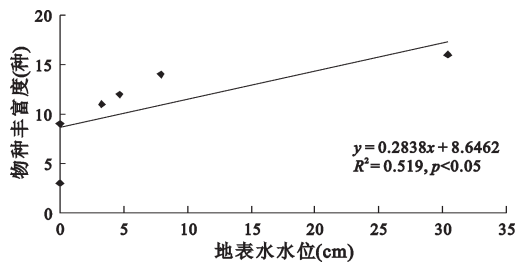


图8 哈尔滨采样点地表水水位与物种丰富度的关系

Fig.8 The relationship between water level of surface water and plant species richness in Haerna sampling site

群落物种组成和数量特征有所差异。常年积水区域形成芦苇为单优势物种的群落,其高度达到2 m以上,生物量较高,这是由于在淹水条件下,湿地处于还原环境,有机残体的分解速率缓慢,土壤有机质和氮元素沉积,为植物的生长和发育提供充足的养分^[1];季节性积水区域,适应不同水分条件的湿生植物和中旱生植物交替出现,导致该区域物种丰富度高、植物密度大,形成复杂的植被群落结构;常年少有积水区域,植物物种以耐盐碱的旱生植物为主,受干旱和盐渍化影响,植物长势差,其盖度、高度和生物量都较低。因此,水分条件是莫莫格湿地植物群落构建和发展的首要制约因素,并决定了湿地植物的分布格局。

水位波动对湿地植物群落的影响包括植物物种的生态适应性、生物量分配等一系列连续的过程^[12],进而引发植物群落物种组成和数量特征的改变^[13]。莫莫格湿地地表水水位季节变化明显,这种水文节律同样会对湿地植物群落造成影响。在长期淹水的哈拉塔采样点,植物物种有芦苇和扁秆藨草2种,雨季到来后,仅剩芦苇1种物种,形成单优物种群落,这是由于湿地地表积水深度增加,超过了扁秆藨草的耐受水位,导致其死亡,直至消失^[14]。季节积水的哈尔滨采样点表现出类似规律,随着季节变化,降水增加,植物的种类逐渐增加,而在地表积水达到最深后,部分中生、旱生

或湿生植物不再适宜水生环境,逐渐死亡,乃至消失,因此凸显出地表水水位与物种丰富度之间的显著相关关系。但在水位回落后,该采样点植物群落生物量积累增加,这是由于湿地土壤从淹水到浅水、排干,土壤通气性增加,养分加速分解,植物生长的营养、光照、氧气条件改善,有利于湿地植物的分化与生长,进而获得了较高的生物量^[14]。

4 结论

莫莫格湿地各区域不同的地表水水位直接影响着植物群落的物种组成和数量特征。常年积水区域的植物以水生植物物种为主;季节性积水区域以湿生植物为主,物种丰富度、群落密度和盖度都较高,并且植物群落的物种丰富度、优势种密度和盖度对地表水水位波动作出响应;常年无积水(地表湿润)区域的植物生长缓慢,植物群落在高度、盖度和生物量上都较低。

参考文献

- [1]杨娇, 厉恩华, 蔡晓斌, 等. 湿地植物对水位变化的响应研究进展[J]. 湿地科学, 2014, 12(6): 807~813.
- [2]王雪宏, 佟守正, 吕宪国. 半干旱区湿地芦苇种群生态特征动态变化研究——以莫莫格湿地为例[J]. 湿地科学, 2008, 6(4): 386~391.
- [3]栾金花, 张乐, 邹元春, 等. 不同水分梯度下三江平原湿地漂筏苔草无性系株高生长特性[J]. 湿地科学, 2006, 4(4): 258~263.
- [4]肖德荣, 田昆, 杨宇明, 等. 高原退化湿地纳帕海植物多样性格局特征及其驱动力[J]. 生态环境, 2007, 16(2): 523~529.
- [5]具诚, 蒋劲松. 莫莫格自然保护区[J]. 国土与自然资源研究, 1985, (4): 59, 60~62.
- [6]卜楠龙, 于国海, 孙孝维, 等. 吉林莫莫格国家级自然保护区春季水鸟多样性分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(25): 13 734~13 738.
- [7]王秀梅, 杨连俊. 莫莫格国家级自然保护区水环境问题和措施[J]. 吉林水利, 2010, (9): 39~41.
- [8]马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 268~277.

- [9]Funk D, Noel L, Freedman A. Environmental gradients, plant distribution, and species richness in arctic salt marsh near Prudhoe Bay, Alaska[J]. *Wetlands Ecology and Management*, 2004, **12**(3): 215-233.
- [10]Ren L, Wang M, Li C, *et al.* Impacts of human activities on river runoff in the northern area of China[J]. *Journal of Hydrology*, 2002, **261**(1-4): 204-217.
- [11]徐治国, 何岩, 闫百兴, 等. 营养物及水位变化对湿地植物的影响[J]. *生态学杂志*, 2006, **25**(1): 87~92.
- [12]Armstrong W. Oxygen diffusion from the roots of some British bog plants[J]. *Nature*, 1964, **204**(4960): 8 010-8 012.
- [13]刘伟龙, 胡维平, 陈永根, 等. 西太湖水生植物时空变化[J]. *生态学报*, 2007, **27**(1): 159~170.
- [14]李惠芳, 章光新. 水盐交互作用对莫莫格国家级自然保护区扁秆蔗草幼苗生长的影响[J]. *湿地科学*, 2013, **11**(2): 173~177.

Species Composition and Quantity Characteristic of Plant Communities in Momoge Wetlands under Different Water Levels of Surface Water

LI Shusheng¹, AN Yu², WANG Xuehong², XUE Zhenshan², LIU Bo², ZHANG Wenguang²,
TANG Kezhuan³, TONG Shouzheng²

(1. *Office of Wetland Protection and Management of Jilin Province, Changchun 130022, Jilin, P.R.China*; 2. *Key Laboratory of Wetland Ecology and Environment, Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102, Jilin, P.R.China*; 3. *Changchun Seventeenth Middle School, Changchun 130012, Jilin, P.R.China*)

Abstract: In Momoge wetlands, Halata, Haernao and Halahuoshao sampling sites with different water levels of surface water were selected to observe the water level of surface water and plant community. The results showed that species composition and quantity characteristics of plant communities were pronouncedly affected by the water level of surface water. In the Halata site with perennial waterlogging, plant community dominated by *Phragmites australis* had the highest plant height and greatest biomass. Plants in the Haernao site with seasonal waterlogging were main hygrophytes, with the higher species richness and plant density than those in the other two sites ($p < 0.05$). In the Halahuoshao site with limited surface water, plants grew slowly. The plant height, coverage and biomass were lower than those in the other sites. In addition, the composition and quantity characteristics of plant communities changed seasonally. Plant richness in Halata and Haernao sites was the highest when water level achieved to the climax in July, and then tended to decrease. At the same time, *Calamagrostic angustifolia* occupied the dominant position instead of *Carex* sp. in Haernao site, and the biomass of vegetation was consequently decreased. There was a significant relationship between water level and species richness in Haernao site ($R^2 = 0.519$, $p < 0.05$). The differences of the water levels of surface water among the sites in Momoge wetlands resulted in the variations of species composition and quantitative characteristics of plant communities.

Keywords: water level of surface water; species composition of plant community; species richness; Momoge wetlands