

高传宇, 邢伟, 刘汉向, 等. 全新世东北地区沼泽湿地演化对全球变化的响应[J]. 第四纪研究, 2018, 38(4):854-863.

Gao Chuanyu, Xing Wei, Liu Hanxiang, et al. Holocene wetland evolution in Northeast China and its responses to global change[J]. Quaternary Sciences, 38(4):854-863.

doi:10.11928/j.issn.1001-7410.2018.04.05

文章编号: 1001-7410(2018)04-854-10

# 全新世东北地区沼泽湿地演化对全球变化的响应\*

高传宇<sup>1</sup>, 邢伟<sup>2</sup>, 刘汉向<sup>1</sup>, 王春玲<sup>3</sup>, 韩冬雪<sup>1</sup>, 王国平<sup>1</sup>

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 中国科学院湿地生态与环境重点实验室, 吉林 长春 130102;

2. 信阳师范学院地理科学学院, 河南 信阳 464000; 3. 山西农业大学城乡建设学院, 山西 晋中 030801)

**摘要:** 湿地是地球上水陆相互作用形成的独特生态系统, 具有其他生态系统不可替代的生态功能。随着人类社会经济的快速发展, 人类活动导致大量湿地的消失和退化。为保护剩余的湿地, 湿地恢复工作目前已经逐步开展。制定合理的湿地恢复目标是湿地恢复工作的关键步骤之一, 而了解历史时期沼泽湿地演化过程和原因则是建立合理的湿地恢复目标的重要前提条件。文章通过综述全新世东北地区沼泽湿地形成与植被演替过程并分析其驱动力, 尝试探讨我国东北地区沼泽湿地演化的规律及其对全球变化的响应机理。研究发现东北地区沼泽湿地主要在距今 8000 年以后开始逐渐形成, 约有 30% 的沼泽湿地形成于全新世暖湿期(距今 8000~4000 年), 而大部分沼泽湿地在全新世晚期形成。全新世晚期冷偏干的气候条件更容易促进东北地区沼泽湿地通过水体沼泽化形成, 同时这一时期形成的沼泽湿地的植被群落演替过程通常为水木贼群落-苔草群落-灌丛/小叶樟群落。然而目前东北地区针对历史时期湿地环境特征的研究相对薄弱, 并不能满足沼泽湿地恢复目标制定的需求。因此, 未来需加强对东北地区沼泽湿地古环境的定量研究, 并为更好的制定东北地区湿地修复的参考目标提供理论支持。

**关键词:** 沼泽湿地; 东北地区; 全球变化; 湿地发育; 植被演替

**中图分类号:** Q948.15<sup>+</sup>4, P532, P941.78

**文献标识码:** A

## 0 引言

湿地是地球上陆地和水域相互作用所形成的独特生态系统, 在生物多样性维持、调节径流、净化水质、美化环境、改善气候和维护区域生态平衡等方面有着其他生态系统所不能替代的功能<sup>[1-2]</sup>。参照《湿地公约》的分类将中国的湿地划分为近海与海岸湿地、河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地、人工湿地等 5 大类 34 型<sup>[3]</sup>。我国东北地区大部分地处中温带, 年均降水为 400~1000 mm, 是中国主要的淡水沼泽湿地集中分布区(图 1)<sup>[4]</sup>。受新构造运动影响, 东北地区形成东部以长白山脉为主、西部以大兴安岭山脉为主、北部以小兴安岭为主的三面环山的地貌格局<sup>[5]</sup>。东北地区湿地资源较为丰富, 具有类型多, 分布广, 面积大及生物多样性丰富的特点<sup>[6]</sup>。沼泽湿地分布区根据地貌类型以及湿地特点可以分为三江平原、松

嫩平原、长白山以及大小兴安岭地区, 并呈现北多南少的空间格局<sup>[7]</sup>, 其中三江平原和松嫩平原的沼泽湿地多为平原沼泽湿地, 其优势植被多为苔草、芦苇、莎草为主的草本植物; 而长白山和大小兴安岭地区的沼泽湿地多为沟谷沼泽湿地, 其优势植被多为灌丛、苔草、藓类等<sup>[8]</sup>。

20 世纪以来东北地区大规模开荒活动导致湿地面积迅速减少, 大面积成片的湿地目前主要分布在湿地自然保护区中<sup>[9]</sup>; 同时周边生态系统的改变也对残余湿地的结构和生态功能造成了严重的威胁。在 20 世纪 50 年代以来, 区域人类活动成为主要的驱动力, 造成三江平原典型沼泽植被群落因地表水位下降而由沼生植被明显转变为中生/旱生植被<sup>[10]</sup>; 通过对三江平原沼泽湿地典型植被群落的生境水深长时间的调查发现, 从 20 世纪 70 年代至今, 三江平原典型沼泽湿地的生境水深出现明显下

2018-03-02 收稿, 2018-04-26 收修改稿

\* 国家自然科学基金项目(批准号:41571191 和 41701217)和国家重大科学研究计划项目(批准号:2012CB956103)共同资助

第一作者简介: 高传宇, 男, 28 岁, 助理研究员, 泥炭沉积记录研究, E-mail: gaochuanyu@iga.ac.cn

通讯作者: 王国平, E-mail: wangguoping@iga.ac.cn

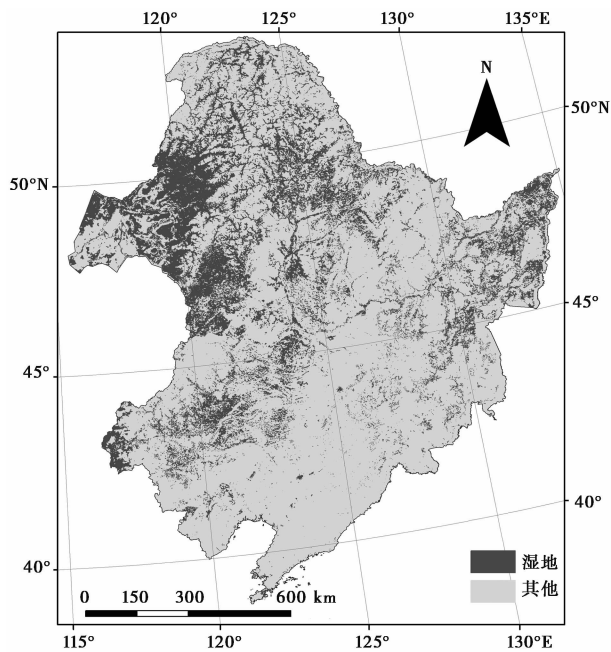


图 1 东北地区沼泽湿地分布图<sup>[4]</sup>

Fig. 1 Swamp and meadow distribution in Northeast China<sup>[4]</sup>

降的趋势<sup>[11]</sup>。由于沼泽排水、河流的堤防工程切断了河流与沼泽湿地的水力联系、区域地下水开发过度,目前大部分平原沼泽湿地因地表水位降低而出现退化。湿地退化导致湿地对洪水的调蓄能力降低,同时松嫩平原西部湿地对区域沙漠化屏障功能减弱<sup>[12-13]</sup>。人类活动导致大小兴安岭森林火灾的频率和强度的增加并加速了湿地中固存碳释放到大气环境中,降低了该区域湿地的碳储存功能<sup>[14-16]</sup>。旅游景区开发、湿地排水、泥炭开采以及林下经济开发也对沼泽湿地生物多样性造成了严重的影响<sup>[17-18]</sup>。近百年来逐渐增强的人类活动已经加速东北地区湿地生态系统的生态结构、水体环境的变化,进而也加速湿地生态服务功能的改变,甚至影响区域社会经济的可持续发展<sup>[10-18]</sup>,因此开展东北地区湿地的保护和恢复工作刻不容缓。

湿地生态系统恢复的前提必须对恢复的目标进行科学设定<sup>[19-20]</sup>。传统的湿地恢复目标制定方法(例如历史信息法、空间置换法等)通过历史文档记录或者未受人类活动扰动的湿地生态系统的生态特征作为受损湿地的恢复目标<sup>[21-22]</sup>,难以考虑湿地生态系统自身演替过程以及不同地区湿地生态系统的差异,因此增加了湿地恢复成本以及恢复工作的难度。基于古生态沉积记录制定生态系统恢复目标不仅可以确定生态系统在未受人类活动扰动时的生态环境特征,同时可以评估生态系统所处的演替阶段

及其所具有的自我恢复的能力,进而制定出最理想的生态系统恢复目标:既充分利用湿地生态系统的自身恢复能力,通过低成本的人为干预恢复受损湿地生态系统<sup>[23-25]</sup>。因此,基于古生态记录制定生态系统恢复目标正在逐渐成为湖泊、湿地等自然生态系统恢复目标制定的主要方法之一<sup>[26-27]</sup>。通过沉积记录了解沼泽湿地的演替过程及其对气候变化、人类活动等外界因素的响应是基于古生态记录制定沼泽湿地生态系统恢复目标的重要环节<sup>[23]</sup>。因此,笔者试图通过对东北地区湿地演化过程的相关研究结果进行总结,结合全新世以来东北地区气候和人类活动特点,就沼泽湿地生态系统的演变规律及其影响因素进行综述,旨在了解东北地区沼泽湿地生态系统的演化过程,评估气候变化和区域人类活动强度变化对沼泽湿地演化的影响。为今后更好的基于古生态记录制定东北地区典型沼泽湿地生态系统的恢复目标提供帮助。

1 全新世东北地区典型沼泽湿地植被演替过程

东北地区平原沼泽湿地主要分布在三江平原和松嫩平原,位于松花江、黑龙江、乌苏里江等东北地区主要河流及其支流的河网之间,水分补给为地表径流和降水;沟谷沼泽湿地主要分布在长白山山脉和大小兴安岭,并多数分布在山间沟谷等地势低洼地区,其水分来源主要靠雨水以及通过雨水形成的山间溪流补给<sup>[8,12]</sup>。因沼泽湿地连续沉积且长期处于厌氧环境,可长期保存用于重建区域古气候古环境的生物及地球化学指标。东北地区沼泽湿地中所保存的孢粉、植物残体、植硅体等生物指标以及微量元素、纤维素同位素等地球化学指标被广泛的应用于对东北地区区域古气候的重建工作研究<sup>[10,28-39]</sup>。由于沼泽湿地沉积记录中孢粉来源广泛,鉴定技术比较成熟,因此通过孢粉记录所重建的区域植被组成的变化是东北地区各主要沼泽湿地分布区中古气候研究的主要手段之一<sup>[28,33,35]</sup>。但由于孢粉的来源不局限于沼泽湿地生态系统,难以用来评估历史时期沼泽湿地的植被演替过程,因此近几年国内学者通过结合统计手段(如转换函数、因子分析等),逐渐开展基于植物残体记录对东北地区典型沼泽湿地植被演替序列进行半定量重建的研究工作,并已经在部分沼泽湿地分布地区取得进展<sup>[29-30]</sup>。

三江平原是中国新构造运动沉降幅度较大的地区之一,自第四纪以来,新构造运动造成的间歇性

沉降使平原地区黏土沉积,由于黏土层阻碍地表水下渗,径流及降水停滞在地表,导致三江平原中东部地区地表积水形成平原沼泽湿地<sup>[28]</sup>。Wang等<sup>[29]</sup>通过植物残体对全新世以来三江平原北部洪河保护区中平原沼泽湿地的植被演替序列进行重建,得出距今6500年至今洪河沼泽湿地的优势植被演替可以明显的分为3个阶段:水木贼/睡菜-镰刀藓群落(距今6500~2500年)—毛果苔草/睡菜-镰

刀藓群落(距今2500~500年)—毛果苔草/漂筏苔草-镰刀藓群落(距今500年以来)(图2)。与平原沼泽湿地不同,东北地区长白山北部张广才岭中的申家店沟谷沼泽湿地的植被群落演替可以分为4个阶段<sup>[30]</sup>:水木贼群落(距今7800~5000年)—毛果苔草/漂筏苔草/睡菜群落(距今5000~600年)—毛果苔草/灌丛群落(距今600~200年)—灌丛(距今200年)群落。根据目前研究结果可以推断<sup>[29-30]</sup>,

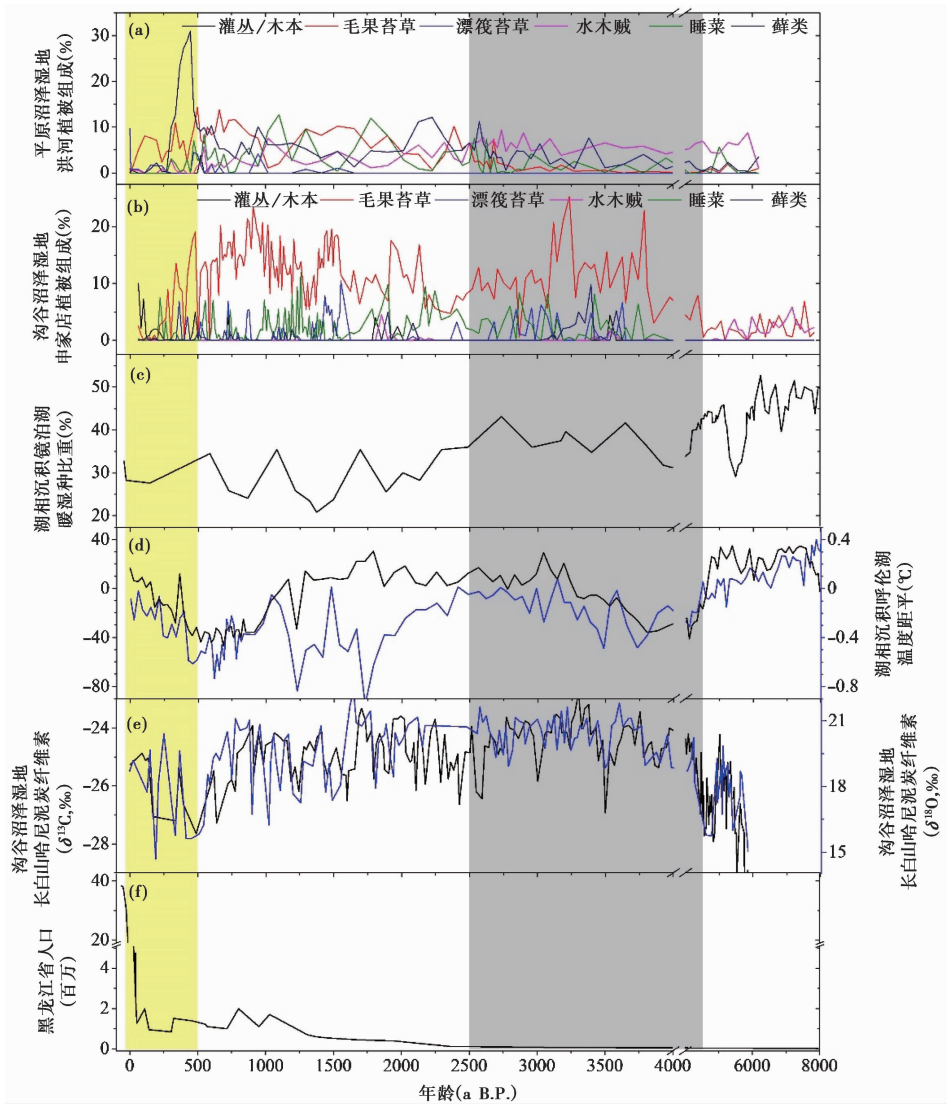


图2 (a)平原沼泽湿地洪河保护区植物残体组成(<sup>14</sup>C年代-深度模型)<sup>[29]</sup>; (b)沟谷沼泽湿地申家店植物残体组成(<sup>14</sup>C年代-深度模型)<sup>[30]</sup>; (c)镜泊湖地区湖泊沉积记录中指示温暖气候的木本孢粉比重(<sup>14</sup>C年代-深度模型)<sup>[40]</sup>; (d)呼伦湖地区湖泊沉积记录中孢粉记录定量重建年均温度和年均降水的距平变化(<sup>14</sup>C年代-深度模型)<sup>[41]</sup>; (e)长白山地区哈尼沟谷沼泽湿地中泥炭纤维素中 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 记录(<sup>14</sup>C年代-深度模型)<sup>[31-32]</sup>; (f)近8000年来黑龙江省人口变化<sup>[42-44]</sup>

Fig. 2 (a) Historical plant macrofossil in Honghe wetland(floodplain)<sup>[29]</sup>; (b) Historical plant macrofossil in Shenjiadian wetland(valley floor wetland)<sup>[30]</sup>; (c) Historical warm-species trees in Jingbo Lake revealed by pollen analysis<sup>[40]</sup>; (d) Historical anomaly variation of average temperature and precipitation in Hulun Lake revealed by pollen analysis<sup>[41]</sup>; (e) Historical variation of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  in peat cellulose in Hani peatland in Changbai Mountain<sup>[31-32]</sup>; (f) Historical population of Heilongjiang(HLJ) Province during last 8000 years<sup>[42-44]</sup>

沟谷沼泽湿地和平原沼泽湿地中的植被具有相似的演替过程,均是从水木贼为主的植被群落逐步演替为毛果苔草为主的植被群落。通过结合不同类型植物的最适生长水深<sup>[45]</sup>和沉积记录中不同时期主要植被物种的变化<sup>[29-30]</sup>对历史时期沼泽湿地生境水深进行了推测,可以发现这两处沼泽湿地的水位深度均逐渐降低,并且沟谷沼泽湿地出现水位降低的时间约为距今 5000 年,而平原沼泽湿地则为约距今 2500 年。

## 2 东北地区沼泽湿地植被演替的气候变化与人类活动驱动

人类因素和气候变化是影响沼泽湿地植被演替的主要驱动力。当人类社会从青铜器时代进入到铁器时代时,人类活动的增加导致全球范围内的以铅汞为代表的污染元素在沼泽湿地中大量累积<sup>[46-47]</sup>。东北地区人类活动记录的最早出现时间自南向北呈现明显的后移趋势;在距今 2600 年左右的春秋战国时期,东北地区南部逐渐从青铜器时代进入铁器时代<sup>[48]</sup>。尽管相关资料在东北地区南部比较缺乏,参照全球其他地区,可以推断人类活动开始影响辽宁地区沼泽湿地污染元素沉积过程的起始时期约为距今 2600 年左右的春秋战国时期;而东北地区北部受人类活动影响较弱,随着公元 645 年(距今约 1300 年左右),唐朝的强盛使中原文化逐渐影响中国的北部地区,黑龙江地区人口增长速度明显增加,同时农耕技术以及铁器逐步开始普及<sup>[42,48]</sup>。通过对黑龙江省及其周边地区的湿地湖泊沉积柱芯中的古环境信息进行整理,发现人类活动开始影响东北地区北部自然生态系统的起始时间约为距今 1200 年<sup>[49]</sup>。尽管人类活动开始影响湿地生态系统,并导致地球化学元素、热解碳等与人类活动密切相关的地球化学指标在沼泽湿地中含量逐渐增加<sup>[49-50]</sup>。但由于此时的人类活动强度整体较弱,并没有对这一时期自然生态系统的植被结构造成明显改变<sup>[29]</sup>。随着人类活动的增强,从距今 500 年至今,人类活动加快沼泽湿地中植被演替速率,并使小叶樟、灌丛为代表的中生植被在沼泽湿地植被组成中的比重明显增加<sup>[29]</sup>。然而气候因素依旧是影响全新世以来沼泽湿地植被演替的主要驱动力。

通过对三江平原沉积记录中孢粉、炭屑、稳定同位素等反应区域气候变化的代用指标分析发现<sup>[40-41,51-53]</sup>,全新世以来三江平原的气候变化大概可以分为如下几个时期:1)距今 8000 年以前,气候

偏冷并逐渐升温;2)距今 8000~5000 年,三江平原进入全新世大暖期,气候温暖潮湿;3)距今 5000~2500 年,三江平原气候逐渐变冷;4)而距今 2500 年以来,三江平原气候稳定并比现今低 1~2℃。距今 4600 年之前,位于长白山山脉中部的双阳沟谷沼泽湿地中植硅体中短细胞/长细胞植硅体比值和帽型/棒型植硅体比值表示这一时期沼泽湿地的周边以森林为主,而在距今 4600 年之后,植硅体中短细胞/长细胞植硅体比值和帽型/棒型植硅体比值均出现明显增高,表明这一地区在距今 4600 年以后森林比重出现下降,林下草本植物开始增加,说明这一地区气候逐渐从暖湿气候过渡为冷湿气候<sup>[34]</sup>。因此,整体推断东北地区其他区域的气候变化规律与三江平原基本一致,即距今 5000 年左右气温逐渐降低。而距今 5000 年左右,东亚夏季风也处于逐渐减弱的时期,东亚夏季风减弱同时导致东北地区降水的减少<sup>[31-32,53-54]</sup>。因此,推断冷偏干的气候特点是导致沟谷沼泽湿地在距今 5000 年以后开始出现地表水位下降以及优势植被由水木贼转变为毛果苔草的主要因素。平原沼泽湿地的植被组成由水木贼群落转变为毛果苔草群落的时间为距今 2500 年左右,而此时湿地中硅藻记录发现地表水位在同一时期明显下降<sup>[55]</sup>,说明三江平原沼泽湿地地表水位出现下降的时间为距今 2500 年左右,并且晚于沟谷沼泽湿地。三江平原北部平原区的海拔为 40~80 m,古河道、牛轭湖及多种洼地遍布,容易汇集降水和地表径流。因此,相比于沟谷沼泽湿地,平原沼泽湿地的水分供给更加充足,对气候干湿变化的响应较弱。但随着区域降水的长时间降低,东北地区河流径流量逐渐下降,甚至导致松嫩平原西部地区在距今 2800 至 2500 年之间开始出现沙化<sup>[56-57]</sup>。尽管在三江平原并没有出现荒漠化迹象,但地表径流的下降导致三江平原地区平原沼泽湿地的主要水分来源开始下降,并最终导致平原沼泽湿地植被群落在距今 2500 年由水生植被转为沼生植被。

尽管湿地植物枯落物的累积同样可以导致湿地地表水位下降并使沼泽湿地中的优势植被变为以毛果苔草为代表的沼生植物<sup>[2]</sup>,但通过对比全新世以来东北地区气候特征与区域沼泽湿地植被演替规律发现(图 2),气候因素是诱发沼泽湿地植被演替的主要因素,因此可以推断全新世以来气候变化是影响沼泽湿地植被演替的主要驱动力。由于沟谷沼泽湿地的水分补给主要为降水,区域降水的变化更容易引发该类型沼泽湿地地表水位的变化<sup>[2]</sup>,进而加速了植被演替过程。尽管平原沼泽湿地的水分来源

不仅仅来自于降水,但区域降水的长期减弱会导致地表径流量的降低,同时逐渐影响平原沼泽湿地的植被群落组成,并促使其优势物种由水生植被过渡为沼生植被。

3 全新世东北地区沼泽湿地演化对气候变化的响应

沼泽湿地的形成途径可概括为水体沼泽化和陆地沼泽化两个方面<sup>[58-59]</sup>。20 世纪末期,国内专家学者认为地质因素、地貌因素等因素对沼泽形成和演化起着至关重要的作用<sup>[60]</sup>。随着研究的不断深

入,特别是关于全新世以来气候要素的定量重建,气候因素逐渐被认识到是影响沼泽湿地形成演替不可或缺的一个重要因素。东北地区沼泽湿地的形成开始于全新世早期,自距今 8600 年以来沼泽湿地开始逐渐形成,而大规模形成时期主要集中在全新世中晚期<sup>[61]</sup>,这与全球主要的北方沼泽湿地大规模形成时期<sup>[62-64]</sup>有所不同(图 3),其原因可能为沼泽湿地所在的空间地理位置以及区域气候特点与世界上其他沼泽湿地分布区的差异所导致。

全新世以来东北地区沼泽湿地形成可以主要分为 3 个阶段,大规模形成时期主要集中在全新世中

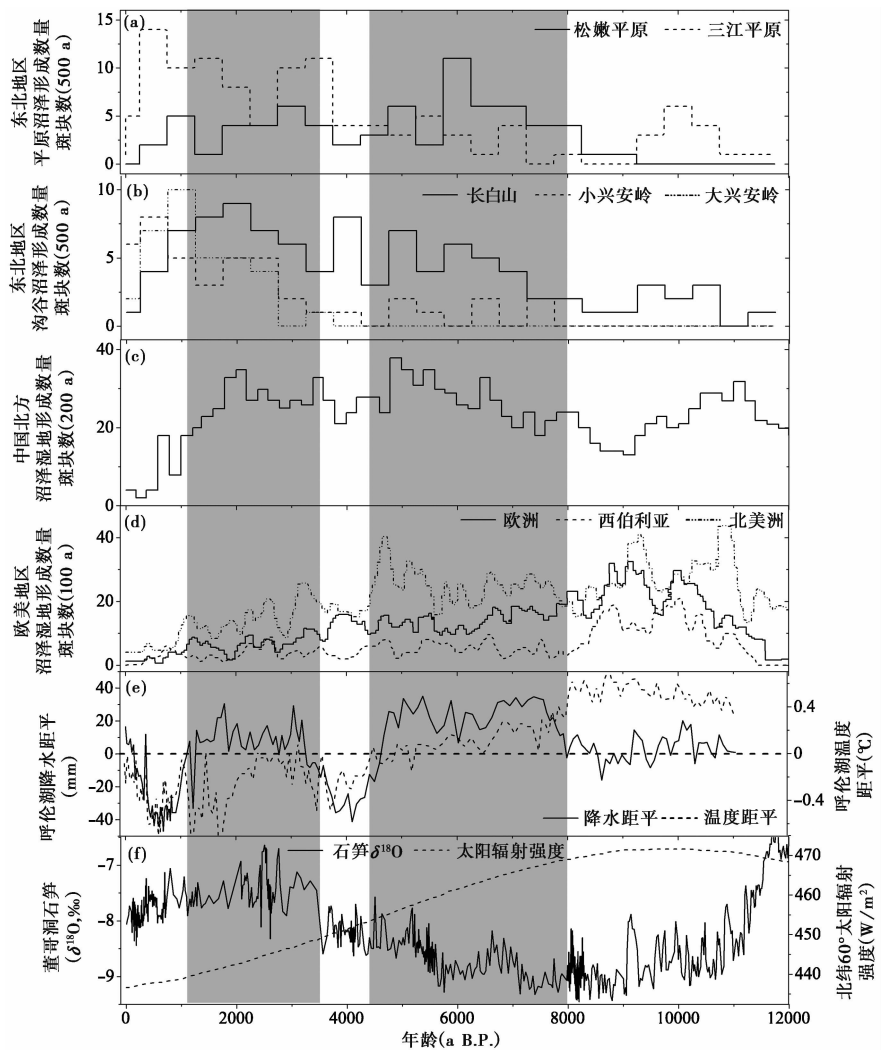


图 3 (a) 每 500 年东北地区平原沼泽湿地形成斑块数<sup>[61]</sup>; (b) 每 500 年东北地区沟谷沼泽湿地形成斑块数<sup>[61]</sup>; (c) 每 200 年中国北方沼泽湿地形成斑块数<sup>[62]</sup>; (d) 每 100 年欧洲、西伯利亚、北美洲沼泽湿地形成斑块数<sup>[63-64]</sup>; (e) 呼伦湖地区孢粉记录定量重建年均温度和年均降水的距平变化(<sup>14</sup>C 年代-深度模型)<sup>[41]</sup>; (f) 北纬 60° 太阳活动强度和董哥洞石笋 δ<sup>18</sup>O 记录<sup>[65-66]</sup>

Fig. 3 (a) Frequency of basal peat age in 500-year bins in Sanjiang and Songnen Plain<sup>[61]</sup>; (b) Frequency of basal peat age in 500-year bins in Changbai, Little Hinggan and Great Hinggan Mountains<sup>[61]</sup>; (c) Frequency of basal peat age in 200-year bins in Northern China<sup>[62]</sup>; (d) Frequency of basal peat age in 100-year bins in Europe, Siberia and North America<sup>[63-64]</sup>; (e) Historical anomaly variation of average temperature and precipitation in Hulun Lake revealed by pollen analysis<sup>[41]</sup>; (f) Summer insolation in the Northern Hemisphere (60°N) and the δ<sup>18</sup>O record in stalagmite at Dongge cave<sup>[65-66]</sup>

晚期(图 3)。在全新世早期,三江平原地区因新构造运动导致的地表大面积沉降以及河道变迁等因素的影响,地表积水水位较高,湿地植被难以生长,因此不利于沼泽湿地的形成<sup>[28]</sup>;同时由于松嫩平原在全新世早期处于风沙干旱期<sup>[56]</sup>,并没有沼泽湿地的分布。因此全新世早期,东北地区平原沼泽湿地仅少量的分布在三江平原地区。同时由于东北地区地处中温带,全新世早期气候特征整体处于逐渐升温的阶段<sup>[31~32,51~52]</sup>,较为寒冷的气候同样不利于沟谷沼泽湿地的形成。相比于平原沼泽湿地,全新世早期沟谷沼泽湿地仅在南部气候较为温暖的长白山地区少量出现<sup>[61]</sup>。因此,东北地区仅 10% 的沼泽湿地在全新世早期形成,而且主要位于南部气候相对温暖的地区。

进入全新世暖湿期(距今 8000 到 4000 年),东北地区的沼泽湿地总共形成 111 处,占所收集湿地总数的 30%<sup>[61]</sup>。而且长白山地区的沟谷沼泽湿地开始大量形成并持续到全新世晚期<sup>[61]</sup>。温暖湿润的气候增加了东北地区的降水,导致长白山地区的部分沟谷积水,森林积水较深,具备形成沼泽湿地的基本条件之一。沟谷中的积水增加,促使大量的沼泽湿地通过森林沼泽化形成,而大小兴安岭地区的年均降水平均为 400~600 mm,远低于位于东部的长白山地区;除降水以外,大小兴安岭地区的年均温也低于长白山地区<sup>[43]</sup>。由于相对冷干的气候,大小兴安岭地区的沼泽湿地在这一时期并没有开始形成,因此森林沼泽化过程所形成的沟谷沼泽湿地仅发生在长白山地区<sup>[57]</sup>。全新世暖湿期降水的增加同样导致三江平原和松嫩平原的地表水位的增加,部分草甸演变成为平原沼泽湿地。因此,可以推断草甸沼泽化以及森林沼泽化等陆地沼泽化分别为平原沼泽湿地和沟谷沼泽湿地在这一时期的主要形成过程的表现形式。

相比于全新世早期和中期,大部分沼泽湿地(60%)形成于全新世晚期即距今 4000 年以后<sup>[61]</sup>。沼泽湿地在大小兴安岭地区在距今 3000 年左右逐渐开始形成,并且这一区域的沼泽湿地的演化模式通常表现为泥炭藓的生长以及沼泽湿地逐步演化为贫营养沼泽<sup>[67~68]</sup>。进入全新世晚期,三江平原和松嫩平原沼泽湿地的形成速度明显增加,并在距今 3000 年左右,沼泽湿地的形成数量达到顶峰<sup>[61]</sup>。在距今 2500 年以后,松嫩平原沼泽湿地的形成数量开始降低,同时大部分沼泽湿地中的泥炭层位为含风成沙和淤泥夹层的泥炭层位<sup>[57,68]</sup>。由于太阳辐

射活动和东亚夏季风强度的减弱,东北地区气候在全新世晚期逐渐变得干燥寒冷<sup>[31~32,41,69]</sup>。随着气候变为冷干,松嫩平原的湖泊面积降低,部分淡水湖泊演变为盐沼<sup>[70~71]</sup>,同时区域土地出现沙漠化<sup>[57]</sup>。冷偏干的气候导致平原地区以及山地沟谷中的河流湖泊等积水区地表水位下降并逐渐形成沼泽湿地。通过植物残体记录发现位于三江平原的洪河沼泽湿地以及张广才岭的申家店沼泽湿地中均出现以水木贼为代表的水生植被的消失以及沼生植被的增加<sup>[29~30]</sup>,并表明这两处湿地均由水体过渡到沼泽湿地。因此推断全新世晚期冷干气候条件有利于沼泽湿地通过水体沼泽化过程形成。

综上所述全新世以来气候因素的影响促进了沼泽湿地的形成及植被演化。暖湿的气候条件促使沼泽湿地通过陆地沼泽化形成,而冷干的气候条件则促使沼泽湿地通过水体沼泽化形成。全新世以来,东北地区约有 30% 的沼泽湿地形成在全新世暖湿期(距今 8000~4000 年),而这部分湿地主要分布在松嫩平原和长白山地区;而约有 60% 的沼泽湿地主要通过形成于全新世晚期的冷偏干期,并主要分布在三江平原以及大小兴安岭地区。

## 4 结论与展望

通过对东北地区沼泽湿地演化的相关研究进行整理和总结发现,人类活动开始影响东北地区南部和北部湿地生态系统的起始时间分别约为距今 2600 年和距今 1200 年;随着人类活动的增强,在距今 500 年以后东北地区人类活动开始加速该地区沼泽湿地中植被演替速率,并明显增加小叶樟、灌丛为代表的中生植被的比重。降水为主的气候因素是影响整个全新世以来沼泽湿地发育和植被演替的主要驱动力,东北地区沼泽湿地主要在距今 8000 年以后开始大量形成,约有 30% 的沼泽湿地在全新世暖湿期(距今 8000~4000 年)形成,而大部分沼泽湿地在全新世晚期形成。全新世晚期冷偏干的气候条件更容易促进东北地区沼泽湿地通过水体沼泽化形成,同时这一时期形成的沼泽湿地的植被群落演替过程通常为水木贼群落-苔草群落-灌丛/小叶樟群落。由于水分来源相对单一,沟谷沼泽湿地对区域气候干湿变化的响应比平原沼泽湿地更加明显,部分沟谷沼泽湿地在距今 200 年以后形成以灌丛群落为主的沼泽湿地。近百年来东北地区人类活动的剧烈增加引起的湿地地表水位的异常下降是导致东北地区湿地植被群落由沼生植被演替为湿生、

两栖、中生植被的主要因素。为消除或减缓人类活动所引起的湿地植被异常演替过程，未来的湿地恢复工作应该参照历史时期相同气候条件下的沼泽湿地生态环境特征制定合理的湿地恢复目标，特别是植被恢复目标以及水位恢复目标。

然而目前文献资料中关于东北地区沼泽湿地植被演替的研究多数针对水体沼泽化过程，而陆地沼泽化的沼泽湿地植被演替过程的研究相对较少，因此在今后的研究中应加强对陆地沼泽化湿地植被演替的研究，从而更加深入地了解沼泽湿地生态系统的演化过程及其影响因素。基于湿地古生态记录制定沼泽湿地生态系统的恢复目标，需要对历史时期沼泽湿地的生态环境特征（例如关键生物群落、水位、水质、营养盐等）进行掌握。尽管目前东北地区沼泽湿地生态系统的发育及植被群落演替过程中的研究已经取得初步成果，然而针对沼泽湿地其他类型生物群落以及古环境特征的定量研究工作相对薄弱，并不能满足制定湿地生态系统恢复目标的需求。因此在今后的研究中需要通过多指标结合的方式对历史时期湿地的环境特征进行定量重建，并明确不同湿地植被最适的生存环境，为今后因地制宜的制定东北地区不同类型湿地的恢复目标提供充足的理论支持。

**致谢：**笔者感谢“东部平原区沼泽湿地与浅水湖泊生态系统对全球变化的响应”课题组成员在课题执行过程中所做的工作及在论文写作过程中所进行的探讨。

参考文献 (References) :

[1] Barbier E B. Wetlands as natural assets[J]. *Hydrological Sciences Journal*, 2011, 56(8):1360–1373.

[2] Mitsch W J, Gosselink J G. Wetlands (5th edition) [M]. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2015:527–562.

[3] 国家林业局组织编写. 中国湿地资源——总卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 2015:8–18.

State Forestry Administration. China Wetlands Resources—Master Volume[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2015: 8–18.

[4] Ran Y, Li X, Lu L. Evaluation of four remote sensing based land cover products over China[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2010, 31(2):391–401.

[5] 裘善文, 王锡魁, 阎百兴, 等. 中国东北平原及毗邻地区古水文网变迁研究综述[J]. *地理学报*, 2014, 69(11):1604–1614.

Qiu Shanwen, Wang Xikui, Yan Baixing, et al. Summary of the paleodrainage pattern changes in the Northeast China Plain and its neighboring areas[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(11):

1604–1614.

[6] 师君, 张明祥. 东北地区湿地的保护与管理[J]. *林业资源管理*, 2004, (6):40–43.

Shi Jun, Zhang Mingxiang. Wetland conservation and management in Northeast China [J]. *Forest Resources Management*, 2004, (6):40–43

[7] 严登华, 王浩, 何岩, 等. 中国东北区沼泽湿地景观的动态变化[J]. *生态学杂志*, 2006, 25(3):249–254.

Yan Denghua, Wang Hao, He Yan, et al. Dynamic changes of mire landscape in Northeast China [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2006, 25(3):249–254.

[8] 赵魁义. 中国沼泽志[M]. 北京: 科学出版社, 1999:181–293.

Zhao Kuiyi. Chinese Wetlands[M]. Beijing: Science Press, 1999: 181–293.

[9] 王宗明, 宋开山, 刘殿伟, 等. 1954~2005 年三江平原沼泽湿地农田化过程研究[J]. *湿地科学*, 2009, 7(3):208–217.

Wang Zongming, Song Kaishan, Liu Dianwei, et al. Process of land conversion from marsh into cropland in the Sanjiang Plain during 1954–2005[J]. *Wetland Science*, 2009, 7(3):208–217.

[10] Liu H, Gao C, Wei C, et al. Evaluating the timing of the start of the Anthropocene from Northeast China: Applications of stratigraphic indicators [J]. *Ecological Indicators*, 2018, 84: 738–747.

[11] Lou Y, Zhao K, Wang G, et al. Long-term changes in marsh vegetation in Sanjiang Plain, Northeast China [J]. *Journal of Vegetation Science*, 2015, 26(4):643–650.

[12] 刘兴土. 东北湿地[M]. 北京: 科学出版社, 2005:40–72.

Liu Xingtu. Wetlands in Northeastern China[M]. Beijing: Science Press, 2005:40–72.

[13] Yu X, Grace M, Zou Y, et al. Surface sediments in the marsh-sandy land transitional area: Sandification in the western Songnen Plain, China[J]. *PLoS One*, 2014, 9(6):e99715.

[14] Gao C, He J, Cong J, et al. Impact of forest fires generated black carbon deposition fluxes in Great Hinggan Mountains(China) [J]. *Land Degradation & Development*, 2017, doi:10. 1002/ldr.2837.

[15] Zoltai S C, Morrissey L A, Livingston G P, et al. Effects of fires on carbon cycling in North American boreal peatlands [J]. *Environmental Reviews*, 1998, 6(1):13–24.

[16] Turetsky M R, Benscoter B, Page S, et al. Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss[J]. *Nature Geoscience*, 2015, 8(1):11.

[17] 王杰, 王升忠. 长白山区泥炭沼泽植物多样性研究[J]. *湿地科学*, 2005, 3(2):121–126.

Wang Jie, Wang Shengzhong. Study on plant diversity of peat mires in Changbai Mountains[J]. *Wetland Science*, 2005, 3(2): 121–126.

[18] Ahtikoski A, Tuulentie S, Hallikainen V, et al. Potential trade-offs between nature-based tourism and forestry, a case study in Northern Finland[J]. *Forests*, 2011, 2(4):894–912.

[19] 单凯. 黄河三角洲自然保护区湿地生态恢复的原理、方法与实践[J]. *湿地科学与管理*, 2007, 3(4):18–22.

Shan Kai. Theory, methodology and practices of wetland ecological restoration in Yellow River delta nature reserve [J]. *Wetland Science & Management*, 2007, 3(4):18–22.



- [20] 臧正, 郑德凤, 孙才志, 等. 吉林西部自然保护区湿地生态效益及生态恢复评价[J]. 应用生态学报, 2014, 25(5): 1447-1454.
- Zang Zheng, Zheng Defeng, Sun Caizhi, et al. Evaluation of wetland ecological benefit and restoration in the natural reserves of western Jilin Province, China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2014, 25(5): 1447-1454.
- [21] Cui B, Yang Q, Yang Z, et al. Evaluating the ecological performance of wetland restoration in the Yellow River delta, China[J]. Ecological Engineering, 2009, 35(7): 1090-1103.
- [22] Interagency Workgroup on Wetland Restoration. An Introduction and User's Guide to Wetland Restoration, Creation, and Enhancement[R]. 2003: 11~28
- [23] 刘汉向, 高传宇, 于晓菲, 等. 根据古生态记录制定湿地生态恢复目标的研究展望[J]. 湿地科学, 2016, 14(4): 589-596.
- Liu Hanxiang, Gao Chuanyu, Yu Xiaofei, et al. The prospects in studying reference conditions constructing of ecological restoration of wetlands based on paleoecological records[J]. Wetland Science, 2016, 14(4): 589-596.
- [24] 徐敏, 董旭辉, 羊向东. 古湖沼学研究揭示湖泊生态系统服务变化的过程[J]. 湖泊科学, 2014, 26(3): 331-339.
- Xu Min, Dong Xuhui, Yang Xiangdong. Using paleolimnology to reconstruct historic processes of lake ecosystem services[J]. Journal of Lake Sciences, 2014, 26(3): 331-339.
- [25] European Union. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy[S]// Official Journal of The European Communities L327, 2000: 1-72.
- [26] 董旭辉, 羊向东. 湖泊生态修复基准环境的制定: 古生态学面临的机遇[J]. 湖泊科学, 2012, 24(6): 974-984.
- Dong Xiuhui, Yang Xiangdong. Establishing reference condition for lake restoration: The opportunity for paleoecology[J]. Journal of Lake Sciences, 2012, 24(6): 974-984.
- [27] 赵雁捷, 王荣, 羊向东, 等. 古生态记录揭示的长江中下游太白山生态系统稳态转换过程[J]. 湖泊科学, 2016, 28(6): 1381-1390.
- Zhao Yanjie, Wang Rong, Yang Xiangdong, et al. Regime shifts revealed by paleoecological records in Lake Taibai's ecosystem in the middle and lower Yangtze River basin during the last century[J]. Journal of Lake Sciences, 2016, 28(6): 1381-1390.
- [28] 裘善文, 孙广友, 夏玉梅. 三江平原中东部沼泽湿地形成及其演化趋势的探讨[J]. 湿地科学, 2008, 6(2): 148-159.
- Qiu Shanwen, Sun Guangyou, Xia Yumei. Formation and evolvement of marshes in the middle-east of the Sanjiang Plain[J]. Wetland Science, 2008, 6(2): 148-159.
- [29] Wang C, Zhao H, Yu X, et al. Palaeovegetation of Honghe wetland in Sanjiang Plain as a basis for conservation management and restoration[J]. Ecological Engineering, 2016, 96: 79-85.
- [30] Wang C, Zhao H, Wang G. Vegetation development and water level changes in Shenjiadian peatland in Sanjiang Plain, Northeast China[J]. Chinese Geographical Science, 2015, 25(4): 451-461.
- [31] Hong Y T, Jiang H B, Liu T S, et al. Response of climate to solar forcing recorded in a 6000-year  $\delta^{18}\text{O}$  time-series of Chinese peat cellulose[J]. The Holocene, 2000, 10(1): 1-7.
- [32] Hong Y T, Wang Z G, Jiang H B, et al. A 6000-year record of changes in drought and precipitation in Northeastern China based on a  $\delta^{13}\text{C}$  time series from peat cellulose[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2001, 185(1-2): 111-119.
- [33] 李小强, 赵宏丽, 闫敏华, 等. 东北三江平原全新世火演化及其与植被和气候的关系[J]. 地理科学, 2005, 25(2): 177-182.
- Li Xiaoqiang, Zhao Hongli, Yan Minhua, et al. Fire variations and relationship among fire and vegetation and climate during Holocene at Sanjiang Plain, Northeast China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2005, 25(2): 177-182.
- [34] Li D, Jie D, Wang Y, et al. Holocene climate reconstruction based on herbaceous phytolith indices from an AMS  $^{14}\text{C}$ -dated peat profile in the Changbai Mountains, Northeast China[J]. Quaternary International, 2017, 447: 144-157.
- [35] 夏玉梅. 大小兴安岭高位泥炭孢粉记录及泥炭发育和演替过程研究[J]. 地理科学, 1996, 16(4): 337-344.
- Xia Yumei. Study on record of spore-pollen in high moor peat and development and successive process of peat in Da and Xiao Hinggan Mountains[J]. Scientia Geographica Sinica, 1996, 16(4): 337-344.
- [36] 李帅, 李鸿凯, 王升忠, 等. 基于有壳变形虫的大兴安岭洛古河泥炭沼泽古水位定量重建[J]. 第四纪研究, 2017, 37(6): 1403-1411.
- Li Shuai, Li Hongkai, Wang Shengzhong, et al. The quantitative reconstruction of the paleo-water table of Luoguhe peatland in Daxing'anling Mountains based on testate amoebae assemblages[J]. Quaternary Sciences, 2017, 37(6): 1403-1411.
- [37] 赵红艳, 李鸿凯, 韩毅, 等. 长白山西侧哈泥沼泽表面湿度的多指标记录及其可能的驱动因素[J]. 第四纪研究, 2014, 34(2): 434-442.
- Zhao Hongyan, Li Hongkai, Han Yi, et al. A multi-proxy record of surface wetness in Hani mire of west Changbaishan Mountain and its possible drivers[J]. Quaternary Sciences, 2014, 34(2): 434-442.
- [38] 黄庭, 程胜高, 肖河, 等. 东北哈尼泥炭记录的早全新世长白山火山喷发及其古气候意义[J]. 第四纪研究, 2015, 35(6): 1500-1508.
- Huang Ting, Cheng Shenggao, Xiao He, et al. Early Holocene volcanic eruption discovered in Hani peat bog of NE China and its paleoclimate implication[J]. Quaternary Sciences, 2015, 35(6): 1500-1508.
- [39] 徐鑫, 李宜垠. 基于 3 种不同类型的炭屑数据定量重建大兴安岭火历史的结果对比[J]. 第四纪研究, 2015, 35(4): 960-966.
- Xu Xin, Li Yiyin. Comparison of the fire history reconstructions from three different kinds of charcoal data on the same site, Daxing'an Mountain[J]. Quaternary Sciences, 2015, 35(4): 960-966.
- [40] Li C, Wu Y, Hou X. Holocene vegetation and climate in Northeast China revealed from Jingbo Lake sediment[J]. Quaternary International, 2011, 229(1-2): 67-73.
- [41] Wen R, Xiao J, Chang Z, et al. Holocene precipitation and



temperature variations in the East Asian monsoonal margin from pollen data from Hulun Lake in northeastern Inner Mongolia, China[J]. *Boreas*, 2010, 39(2):262–272.

[42] 李树萱,袁志坚. 黑龙江省志人口志[M]. 哈尔滨: 黑龙江人民出版社, 1996: 13–127.

Li Shuxuan, Yuan Zhijian. *Historical Population in Heilongjiang Province* [M]. Harbin: Heilongjiang Publishing Group, 1996: 13–127.

[43] 张树文,张养贞,李颖. 东北地区土地利用/覆被时空特征分析[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 25–45.

Zhang Shuwen, Zhang Yangzhen, Li Ying. *Spatial and Temporal Characteristics of Land Use/Cover in Northeast China* [M]. Beijing: Science Press, 2006: 25–45.

[44] 黑龙江统计局. 2016 黑龙江统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2016, 78.

Statistics Office of Heilongjiang Province. *Heilongjiang 2016 Statistical Yearbook* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2016: 78.

[45] Lou Y, Gao C, Pan Y, et al. Niche modelling of marsh plants based on occurrence and abundance data[J]. *Science of the Total Environment*, 2018, 616:198–207.

[46] Cortizas A M, López-Merino L, Bindler R, et al. Atmospheric Pb pollution in N Iberia during the late Iron Age/Roman times reconstructed using the high-resolution record of La Molina mire (Asturias, Spain)[J]. *Journal of Paleolimnology*, 2013, 50(1): 71–86.

[47] Elbaz-Poulichet F, Dezileau L, Freydier R, et al. A 3500-year record of Hg and Pb contamination in a Mediterranean sedimentary archive(the Pierre Blanche Lagoon, France)[J]. *Environmental Science & Technology*, 2011, 45(20):8642–8647.

[48] 薛虹,李澍田. 中国东北通史[M]. 长春: 吉林文史出版, 1991:74–165.

Xue Hong, Li Shutian. *History of Northeastern China* [M]. Changchun:Jilin History Press, 1991:74–165.

[49] Cong J, Gao C, Zhang Y, et al. Dating the period when intensive anthropogenic activity began to influence the Sanjiang Plain, Northeast China[J]. *Scientific Reports*, 2016, 6:22153.

[50] Jiang W, Leroy S A G, Ogle N, et al. Natural and anthropogenic forest fires recorded in the Holocene pollen record from a Jinchuan peat bog, Northeastern China [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2008, 261(1–2):47–57.

[51] 夏玉梅. 三江平原 12000 年以来植物群发展和气候变化的初步研究[J]. *地理科学*, 1988, 8(3):240–249.

Xia Yumei. Preliminary study on vegetation development and climatic changes in the Sanjiang Plain in the last 12000 years[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1988, 8(3):240–249.

[52] 吴健,沈吉. 兴凯湖沉积物有机碳和氮及其稳定同位素反映的 28 ka BP 以来区域古气候环境变化[J]. *沉积学报*, 2010, 28(2):365–372.

Wu Jian, Shen Ji. Paleoenviromental and paleoclimatic changes in lake Xingkai inferred from stable carbon and nitrogen isotopes of bulk organic matter since 28 ka BP [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2010, 28(2):365–372.

[53] Wang Y, Cheng H, Edwards R L, et al. The Holocene Asian monsoon;Links to solar changes and north Atlantic climate [J]. *Science*, 2005, 308(5723):854–857.

[54] Zhang Z, Wang G, Liu X, et al. Holocene controls on wetland carbon accumulation in the Sanjiang Plain, China[J]. *Journal of Paleolimnology*, 2016, 56(4):267–274.

[55] Ma L, Gao C, Kattel G R, et al. Evidence of Holocene water level changes inferred from diatoms and the evolution of the Honghe peatland on the Sanjiang Plain of Northeast China[J]. *Quaternary International*, 2018, 476:82–94.

[56] 赵福岳. 松辽平原第四纪地质历史演化规律研究[J]. *国土资源遥感*, 2010,(s1):152–158.

Zhao Fuyue. A study of the regularity of Quaternary geological history evolution in Songliao Plain based on geological remote sensing survey[J]. *Remote Sensing for Land & Resources*, 2010, (s1):152–158.

[57] 裘善文,李取生,夏玉梅. 东北平原西部沙地古土壤与全新世环境变迁[J]. *第四纪研究*, 1992,(3):224–232.

Qiu Shanwen, Li Qusheng, Xia Yumei. Paleosoils of sandy lands and environmental changes in the western plain of Northeast China during Holocene[J]. *Quaternary Sciences*, 1992,(3):224–232.

[58] 黄锡畴. 沼泽生态系统的性质[J]. *地理科学*, 1989, 9(2): 97–104.

Huang Xichou. The nature of mire ecosystem [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1989, 9(2):97–104.

[59] 孙广友. 关于湖泊–沼泽相互演化模式的探讨[J]. *海洋与湖泊*, 1990, 21(5):485–489.

Sun Guangyou. A study of the model of lake-swamp inter-evolution [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1990, 21(5):485–489.

[60] 孙广友. 沼泽湿地的形成演化[J]. *国土与自然资源研究*, 1998,(4):33–35.

Sun Guangyou. Wetland initiation and evolution[J]. *Territory & Natural Resources Study*, 1998,(4):33–35.

[61] Xing W, Bao K, Guo W, et al. Peatland initiation and carbon dynamics in Northeast China;Links to Holocene climate variability [J]. *Boreas*, 2015, 44(3):575–587.

[62] Zhao Y, Yu Z, Tang Y, et al. Peatland initiation and carbon accumulation in China over the last 50,000 years [J]. *Earth-Science Reviews*, 2014, 128:139–146.

[63] Smith L C, MacDonald G M, Velichko A A, et al. Siberian peatlands a net carbon sink and global methane source since the Early Holocene[J]. *Science*, 2004, 303(5656):353–356.

[64] MacDonald G M, Beilman D W, Kremenetski K V, et al. Rapid early development of circumarctic peatlands and atmospheric CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> variations[J]. *Science*, 2006, 314(5797):285–288.

[65] Berger A, Loutre M F. Insolation values for the climate of the last 10 million years[J]. *Quaternary Science Reviews*, 1991, 10(4): 297–317.

[66] Dykoski C A, Edwards R L, Cheng H, et al. A high-resolution, absolute-dated Holocene and deglacial Asian monsoon record from Dongge cave, China[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2005, 233(1–2):71–86.

[67] 杨永兴,王世岩. 小兴安岭东部 9.0 ka B.P. 以来沼泽发育与古环境演变研究[J]. *山地学报*, 2002, 20(2):129–134.

Yang Yongxing, Wang Shiyen. Study on mire development and

palaeoenvironment change since 9.0 ka B.P. in the east part of the Xiaoxinganling Mountains[J]. Journal of Mountain Science, 2002, 20(2):129-134.

[68] 杨永兴, 黄锡畴, 王世岩, 等. 西辽河平原东部沼泽发育与中全新世早期以来古环境演变[J]. 地理科学, 2001, 21(3): 242-249.

Yang Yongxing, Huang Xichou, Wang Shiyan, et al. Study on the mire development and palaeogeographical environment change since the early period of the Holocene in the east part of the Xiliaohe Plain[J]. Scientia Geographica Sinica, 2001, 21(3): 242-249.

[69] 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究[J]. 考古学报, 1973, (2):15-38.

Cho Coching. Historical variation of climate during last 5000 years in China[J]. Acta Archaeologica Sinica, 1973, (2):15-38.

[70] 李志民, 吕金福. 大布苏湖地貌-沉积类型与湖泊演化[J]. 湖泊科学, 2001, 13(2):103-110.

Li Zhimin, Lü Jinfu. Geomorphology, deposition and lake evolution of Dabusu lake, Northeastern China[J]. Journal of Lake Sciences, 2001, 13(2):103-110.

[71] 李取生, 邓伟, 钱贞国. 松嫩平原西部盐沼的形成与演化[J]. 地理科学, 2000, 20(4):362-367.

Li Qusheng, Deng Wei, Qian Zhenguo. Study on the formation and changes of saline-slkaline mire in Songnen Plain[J]. Scientia Geographica Sinica, 2000, 20(4):362-367.

HOLOCENE WETLAND EVOLUTION IN NORTHEAST CHINA AND ITS RESPONSES TO GLOBAL CHANGE

Gao Chuanyu<sup>1</sup>, Xing Wei<sup>2</sup>, Liu Hanxiang<sup>1</sup>, Wang Chunling<sup>3</sup>, Han Dongxue<sup>1</sup>, Wang Guoping<sup>1</sup>  
(1. Key Laboratory of Wetland Ecology and Environment, Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102, Jilin; 2. School of Geographic Sciences, Xinyang Normal University, Xinyang 464000, Henan; 3. College of Urban and Rural Construction, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030801, Shanxi)

Abstract

Wetlands, a unique ecosystem between terrestrial and aquatic ecosystems, has special ecological functions and important for regional ecological security. While, with the rapid development of human society, human activities lead to that most of the wetlands disappeared and degenerated. For protecting the residual wetlands, related works for wetlands restorations were already carried out gradually. Building a reference wetland system is one of the most important steps for wetland restoration, and understanding how wetland initiation and vegetation succession are important for building a suitable reference wetland system. To these aims, Holocene wetland initiation and vegetation succession in Northeast China are reviewed in this paper. Combining with potential controlling factors (e.g. climate change), we want to find how wetland initiation and major plant community succession Northeast China and its responses to controlling factors. Results shown wetland in Northeast China were mainly initiation after 8000 a B.P. Nearly 30% of wetlands were initiated in the mid-Holocene (8000~4000 a B.P.), and more than 60% of wetlands were initiated in the Late Holocene (4000 a B.P. to present). Compare to the mid-Holocene, the climate conditions in Late Holocene were cool and dry and more suitable for wetland initiating from the lake or other aquatic ecosystems. The major succession of plant communities in the wetland which initiated from the aquatic ecosystem are from *Equisetum* sp. to *Carex* sp. to *Deyeuxia angustifolia*/shrub. Based on reviewing the related studies, we found there still exist several works for building wetland restoration reference system should improve in the future studies. Such as, how plant community succession in wetland which initiated from grassland or forest, and how to make water table depth and water quality reconstructed by paleoecology methods available for building reference system.

**Key words:** wetland; Northeastern China; global change; wetland initiation; plant community succession