

文章编号: 1000-0690(2001)03-0242-08

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

杨永兴¹, 黄锡畴¹, 王世岩¹, 孔昭宸²

(1. 中国科学院长春地理研究所 吉林 长春 130021; 2. 中国科学院植物研究所 北京 100044)

摘要: 根据典型沼泽剖面¹⁴C测年及其树木年轮校正、孢粉分析、粘土矿物X-衍射分析、泥炭植物残体鉴定和沉积物的化学元素聚集与迁移资料,研究了中全新世以来西辽河平原东部沼泽发育过程与古环境演变及其二者的关系。结果表明,位于生态环境过渡带、脆弱带的沼泽发生、发育对环境变化尤为敏感。中全新世早期以来,环境变化频繁,由此导致沼泽发育出现多次形成、发育、退化、消亡、再生循环变化。沼泽发育与古环境演变可划分为6个时期:中全新世早期沼泽孕育与萌芽发育期;中全新世中期沼泽旺盛发育期;中全新世中晚期沼泽间断发育期;中全新世晚期沼泽退化发育期;晚全新世早期沼泽复苏期;晚全新世晚期沼泽消亡期。距今5800年左右为本区全新世沼泽最早发育期。沼泽发育也遵循富营养沼泽长期发展的模式。

关键词: 沼泽发育; 环境演变; 中全新世早期; 孢粉分析; 粘土矿物分析; 西辽河平原

中图分类号: P531 文献标识码: A

1 西辽河平原东部生态环境特征

西辽河平原位于东北大平原西部,其东部是西辽河平原沼泽发育相对较广泛地区。本区中生代为凹陷盆地,喜马拉雅运动之后形成西辽河平原。第四纪堆积了风化残积冲积、洪积和湖积松散堆积物。地貌上多固定、半固定沙地以及流动、半流动沙地。此外还广泛发育沙丘间低地以及湖滨滩地、河漫滩。气候属半湿润、半干旱大陆性季风气候类型,其主要特征为:冬季漫长寒冷,夏季短促炎热,春季干旱多风,秋季凉爽短促。年平均气温 $5 \sim 6$,一月平均气温 $-12.6 \sim -14.0$,七月平均气温 $23.2 \sim 23.7$ 。年降水量 $320 \sim 450$ mm,年蒸发量 $1500 \sim 2000$ mm。区内河流相对较多,天然湖泊、泡子亦分布较广。本区地带性植被为沙地疏林草原,主要植被类型为干草原、草甸、沼泽和沙地植被。在这些植被下发育盐土、碱土、草甸土、沼泽土、泥炭土和风沙土等土壤类型。

在上述生态环境因子的长期作用下,仅在局部地段发育一些沼泽。沼泽发育过程中堆积的各类沉积物真实地记录下区域环境演变与沼泽发育过程。

2 采样点概况与剖面特征

2.1 采样点概况

麦里沼泽剖面位于西辽河平原东部,科尔沁沙地东南边缘的秀水河支流西马莲河河谷中,沼泽面积 280 hm^2 。地理坐标为东经 $122^\circ 50'$,北纬 $42^\circ 52'$,海拔 155 m ,属于科尔沁沙地东南边缘著名沼泽带状分布区的一部分。沼泽植被以芦苇、苔草为主,伴生很多中生杂草。沼泽被连绵起伏的固定、半固定沙丘和流动、半流动沙丘所包围,处在退化过程之中。

2.2 采样方法

选择河流溯源侵蚀形成的冲沟侧壁进行了系统采样。剖面出露深度 4 m ,按等间距 10 cm 采样,共采集孢粉、化学元素、泥炭植物残体分析样品各40个,粘土矿物分析样品13个。在剖面岩性变化交界处采集¹⁴C测年样品8个。根据相邻两块样品实测¹⁴C年龄数据和高精度树木年轮校正数据,分别计算了特征层位的年代值。

2.3 剖面特征

本剖面岩性变化较复杂,剖面特征自上而下

收稿日期: 1999-01-03; 修订日期: 1999-06-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49771002和49070061)。

作者简介: 杨永兴(1956-),男,吉林长春人,博士,研究员,博士生导师,主要从事湿地演化、生态过程和古环境变化研究。E-mail: yangyongxing@mail.ccig.ac.cn

顺序为:

- 0.0~ 0.9 m 褐色泥炭, 分解度低, 含大量植物残体。
- 0.9~ 1.4 m 灰白色中细砂。
- 1.4~ 1.7 m 褐色泥炭, 分解度较高, 含较多植物残体。
- 1.7~ 1.9 m 黑色泥质泥炭, 分解度高, 含较少植物残体, 有机质含量低, 含中细砂。
- 1.9~ 2.0 m 浅黄色中细砂。
- 2.0~ 2.1 m 黑色泥质泥炭, 分解度高, 含较少植物残体, 有机质含量低, 含中细砂。
- 2.1~ 2.3 m 浅黄色中细砂。
- 2.3~ 2.4 m 黑褐色泥炭, 分解度高, 含较少植物残体, 有机质含量少, 含细砂。
- 2.4~ 2.7 m 黑褐色泥炭, 分解度较高, 含较多植物残体。

- 2.7~ 3.1 m 浅黄色细砂。
- 3.1~ 3.3 m 黑褐色泥炭, 分解度较高, 含较多植物残体。
- 3.3~ 3.4 m 灰白色细砂, 含水多。
- 3.4~ 3.6 m 黑褐色泥炭, 分解度较高, 含较多植物残体和淡水螺壳。
- 3.6~ 4.0 m 深灰色中细砂, 含水多, 层理明显。

3 孢粉组合特征及环境意义

依据 15 种有代表性的孢粉类型作出剖面孢粉百分比图式(图 1), 根据 20 种孢粉类型的重量浓度, 绘出重量浓度图式(图 2), 根据孢粉组合特征和具有生态学指示意义的孢粉类型时间序列的变化, 将麦里沼泽剖面自下而上分为五个孢粉组合带(图 1、2)。

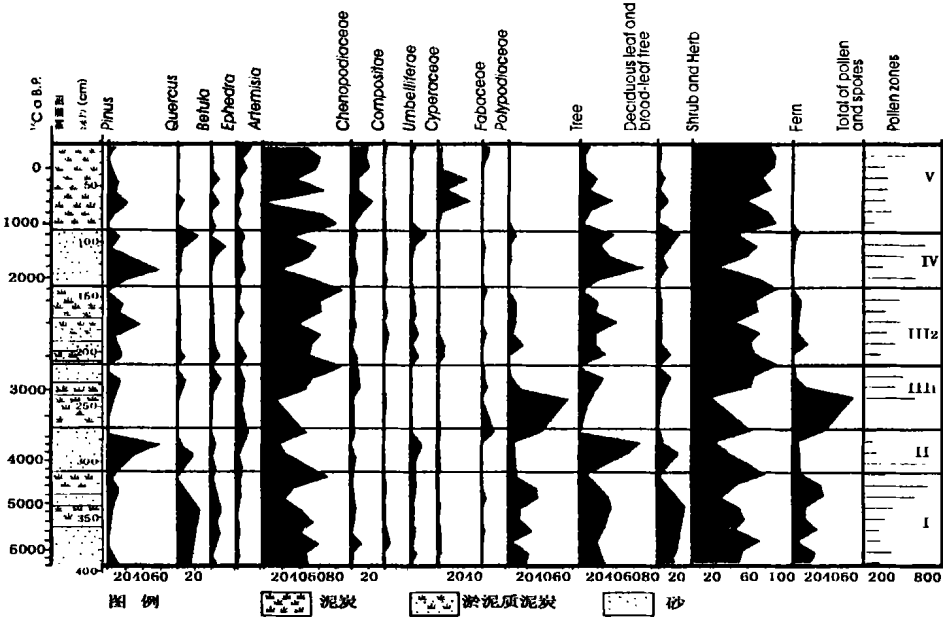


图 1 内蒙古科左后旗麦里沼泽剖面孢粉百分比图式

Fig. 1 Spore pollen percentage diagram of the mire profile in the Maili, Horqin Zuoyi Houqi, the Inner Mongolia Autonomous Region

带 剖面深度 3.1~ 4.0 m, 实测¹⁴C 年龄约 6400~ 4200 a B. P., 树木年轮校正为 7 000~ 4 650 a B. P.。本带内花粉浓度为 17 699~ 20 644 粒/g。不同沉积物中花粉浓度存在差异, 泥炭层内高, 沙层内低。灌木及草本植物花粉一般在 50% 左右, 本带上部上升至 80.5%, 以蒿属(*Artemisia*) 花粉为主,

含量高达 33.9~ 72.7%, 并见少量藜科(*Chenopodiaceae*)、莎草科(*Cyperaceae*)、伞形花科(*Umbelliferae*) 和禾本科(*Gramineae*) 花粉。本带在约 6 400~ 4 500 a B. P., 孢粉组合以栎(*Quercus*)、桦(*Betula* sp.) 花粉为主, 伴生榆(*Ulmus*)。本带栎属花粉含量较高且稳定。此外, 水龙骨科(*Polypodiaceae*)

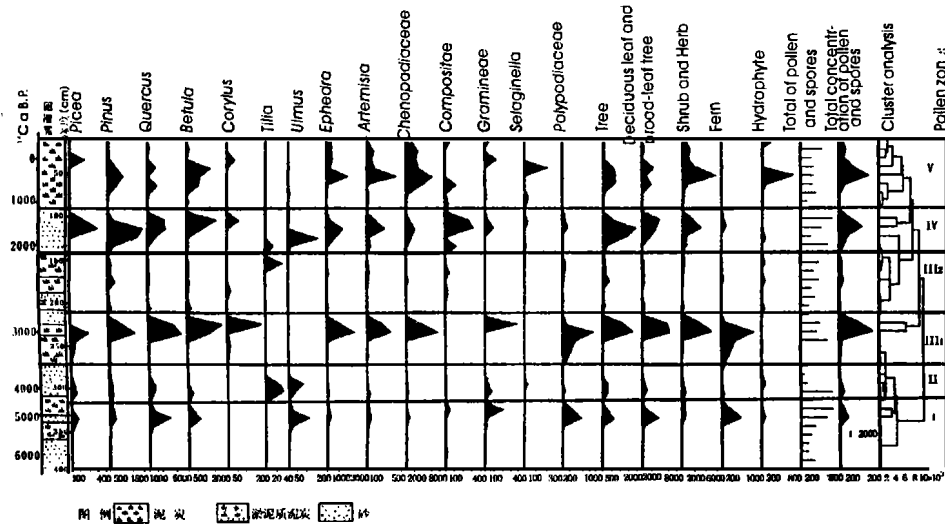


图 2 内蒙古科左后旗麦里沼泽剖面孢粉重量浓度图式

Fig. 2 Spore-pollen weight concentration diagram of the mire profile in the Maili, Horqin Zuoyi Houqi, the Inner Mongolia Autonomous Region

孢子百分比含量与重量浓度均较高,还出现水生藻类双星藻(*Zygnema*)孢子。

带 剖面深度 2.7~3.1 m, 实测年龄约 4200~3200 a B. P., 树木年轮校正为 4650~3400 a B. P.。沉积物岩性为砂,孢粉浓度低。本带乔木花粉含量最高,最高达 68%,主要为松(*Pinus*)和栎花粉,最高分别为 62.1%、19.7%,伴有椴(*Tilia*)、桦、榆和云杉(*Picea*)花粉。孢粉仍以蒿属花粉为主,含量介于 26.8%~48.8%,其次为麻黄属(*Ephedra*)、藜科、莎草科、禾本科、豆科(*Leguminosae*)和忍冬科(*Caprifoliaceae*)花粉。本带上部,水龙骨孢子升至 36.3%。从距今 3700 a B. P. 开始,乔木花粉消失。

带 剖面深度 1.4~2.7 m, 实测¹⁴C 年龄约 3200~2100 a B. P., 树木年轮校正为 3400~2080 a B. P.。孢粉浓度较上带明显高,最高浓度高达 77819 粒/g。本带可划分为二个亚带。

- 1 亚带 剖面深度 2.1~2.7 m, 实测年龄约 3200~2800 a B. P., 树轮校正为 3160~2900 a B. P.。本带各类孢粉浓度均很高,为剖面孢粉浓度的高值带。乔木花粉含量最高时仅占 27.3%,蒿属花粉多在 20%~80%,蕨类、水龙骨科孢子达到剖面最大值,最高达 60%。

- 2 亚带 剖面深度 1.4~2.1 m, 实测年龄 2800~2100 a B. P., 树轮校正为 2900~2080 a B. P.。本带孢粉浓度下降,唯有椴属花粉浓度上升为

36 粒/g,蒿属花粉含量增加,灌木和草本植物花粉含量多高居在 50%~80%之间,落叶阔叶乔木花粉多不超过 5%。

带 剖面深度为 0.9~1.4 m, 实测¹⁴C 年龄 2100~1100 a B. P., 树轮校正为 2080~1040 a B. P.。孢粉浓度较上带增加。孢粉组合中云杉、松、栎、栗(*Castanea*)、桦、榛(*Corylus*)、榆等木本花粉浓度均明显增加。乔木植物花粉含量居剖面的高值带,尤其松属、栎属、桦属花粉均达到剖面次高值,蒿属花粉呈下降趋势,含量为 18.2~59.0%。在约 1500 a B. P., 树木年轮校正为 1430 a B. P., 出现花粉浓度值的高峰期。

带 剖面深度为 0.0~0.9 m, 实测¹⁴C 年龄约 1100~0 a B. P., 树木年轮校正为 1040~0 a B. P.。孢粉组合的突出特征为乔木植物花粉减少,含量变化在 3.9~37.2%之间,多在 12%左右。灌木、草本花粉增多。藜科花粉居剖面最高值,含量多在 20%左右,最高达到 24.9%。莎草科花粉也骤然增加至 30%左右。由转板藻(*Mougeotia*)、双星藻等组成的藻类孢子浓度很高。

4 粘土矿物组合特征及环境意义

根据主要粘土矿物组合形式、剖面垂直变化的特点,自下而上将剖面划分成 7 个粘土矿物组合带(表 1)。

表 1 科左后旗麦里沼泽剖面粘土矿物含量水平变化估算参数
Table 1 Estimating parameter of horizontal change of clay mineral
contents in the mire profile of Maili, Hongjin Zuoyi Houqi

深度(cm)	编号	伊利石	蒙脱石	高岭石	绿泥石
0~ 50	M - 1	74. 32	11. 48	6. 88	7. 32
110~ 140	M - 2	79. 60	9. 45	5. 31	5. 64
140~ 170	M - 3	72. 73	12. 28	7. 96	7. 03
170~ 190	M - 4	73. 29	11. 18	7. 50	8. 03
190~ 200	M - 5	74. 20	11. 30	6. 78	7. 72
200~ 210	M - 6	74. 40	10. 63	7. 22	7. 75
230~ 240	M - 7	77. 00	8. 92	6. 65	7. 43
240~ 270	M - 8	72. 85	9. 61	8. 57	8. 97
290~ 310	M - 9	62. 14	2. 91	14. 98	19. 97
310~ 330	M - 10	69. 29	11. 81	8. 99	9. 91
330~ 340	M - 11	70. 52	11. 85	8. 04	9. 59
340~ 360	M - 12	56. 34	1. 41	15. 21	27. 04
360~ 420	M - 13	66. 67	12. 42	9. 68	11. 23

组合带 剖面深 3. 6~ 4. 2 m, 为蒙脱石、伊利石、绿泥石、高岭石组合带。静水环境水解作用形成的蒙脱石含量居各样品之首。本带粘土矿物种类多、结晶度好, 反映当时为温暖湿润的环境。

组合带 剖面深 3. 4~ 3. 6 m, 为高岭石、绿泥石、伊利石组合带, 代表高温高湿环境。风化作用很深条件下形成的高岭石占 15. 21%, 为剖面各样品该矿物含量最高值。不稳定矿物绿泥石含量高达 27. 04%, 达到该矿物的含量最高值。伊利石含量仅占 56. 34%, 矿物结晶度较好, 种类多, 这表明当时为十分湿热的环境。

组合带 剖面深 3. 1~ 3. 4 m, 为蒙脱石、绿泥石、伊利石组合带。伊利石含量增加, 高岭石减少, 表明当时温度下降; 蒙脱石含量较高, 推断当时为较温和湿润环境, 粘土矿物结晶度高、种类多亦证明了这一点。

组合带 剖面深 2. 9~ 3. 1 m, 为高岭石、绿泥石、伊利石组合带。高岭石含量在 14. 98%。绿泥石含量在 19. 98%, 均居剖面第二位。绿泥石含量相对较低, 且矿物结晶度不好, 推断当时环境也为温暖湿润, 但气温不如 带高。

组合带 剖面深 1. 4~ 2. 7 m, 为伊利石、蒙脱石、绿泥石组合带。伊利石、蒙脱石含量发生互为消长的韵律变化。值得注意且更有意义的是, 粘土矿物组合指示为温和湿润期与砂层沉积相相吻合。

组合带 剖面深 1. 1~ 1. 4 m, 为伊利石、蒙脱石组合带。矿物结晶度好、种类多, 伊利石含量高达 78. 6%, 蒙脱石减少至 9. 45%, 这表明当时环境温度进一步降低, 湿度也下降, 具有冷干特征。

组合带 剖面深 0. 0~ 0. 5 m, 为伊利石、蒙

脱石、绿泥石组合带。伊利石含量下降, 蒙脱石含量增加, 矿物结晶度好, 矿物种类多, 推测环境特点为温和湿润。

5 沼泽发育与古环境演变过程

根据沼泽沉积相特征、孢粉、泥炭植物残体和粘土矿物组合以及化学元素聚集与迁移特点, 距今 6 400 a(树木年轮校正为 7 000 a B. P.) 以来西辽河平原东部沼泽发育和古环境演变过程可以划分为 5 个时期。

5. 1 中全新世前期沼泽孕育与萌芽发育期

中全新世前期(¹⁴C 测年 5 100 a B. P. 以前, 树木年轮校正年代 6 300 a B. P. 以前) 气候冷暖干湿变化频繁, 环境变化十分明显。本期木本植物花粉以栎、桦为主, 含量变化幅度大, 介于 8. 6~ 36. 4% 之间。灌木及草本花粉主要为蒿属, 其次为麻黄属, 含量占 50% 左右, 表明当时西辽河平原东部为疏林草原, 科尔沁沙地沙丘孢粉分析也证明了这一点^[2]。由于栎、榆出现, 且栎占 13. 6~ 25. 0%, 莎草科花粉占 1. 8~ 2. 4%, 表明气温较现今高, 环境特点为暖而湿。当时风化程度较深的高岭石含量较高, 介于 9. 80~ 15. 21% 之间, 代表冷而干气候环境的伊利石仅占 56. 34~ 66. 67%。化学元素分析表明(图 3), 钙、镁、铁、锰元素含量较少, 说明这些元素被淋溶损失。上述这些信息均反映这一时期气候暖湿。与本采样点相距不远的马莲河河漫滩剖面剖面孢粉分析结果亦为暖湿环境提供佐证^[3]。这一时期还开始发育古土壤, 科尔沁沙地风沙活动区所占有的面积与面积较先前和现代都小^[4]。

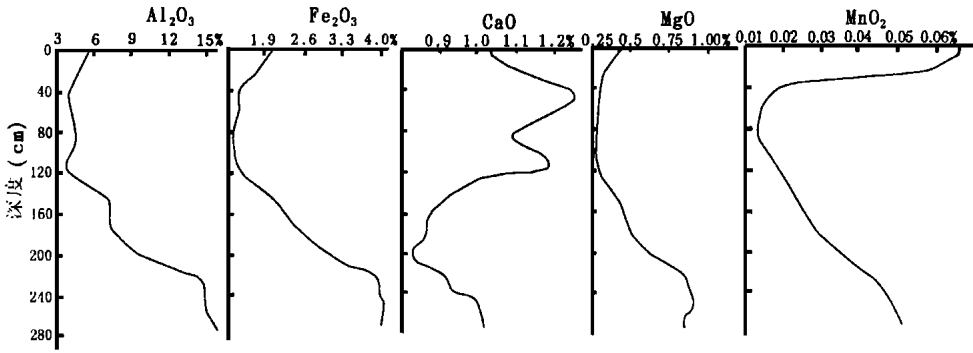


图 3 内蒙古科左后旗麦里沼泽剖面化学元素含量变化

Fig. 3 Variation of the chemical elements contents of the mire profile in the Maili, Horqin Zuoyi Houqi, the Inner Mongolia Autonomous Region

在暖湿的环境下,湖泊、泡子广泛发育。中全新世早期前段为沼泽孕育期。在后半段,有少数湖泊、泡子及河漫滩洼地发生水体沼泽化过程,当时沼泽主要为香蒲(*Typha*)、苔草(*Carex* spp)沼泽。该期泥炭主要由香蒲、苔草残体组成,含量占 85% 以上。此外还伴生睡菜(*Menyanthes trifoliata*)、芦苇(*Phragmites communis*)、三棱草(*Bolboschoenus maritimus*)和棉花莎草(*Eriophorum* sp.)残体,底层泥炭中还发现大量淡水螺壳,可作为上述结论的佐证。¹⁴C 测年揭示麦里沼泽形成始于 5 525 85 a B. P.。位于西辽河平原东部的公河来沼泽发育始于距今 5 825 225 a B. P.,养畜牧河沼泽沼泽化始于 5 403 115 a B. P.^[5]。这表明约距今 5 800 年以后,本区进入全新世沼泽萌芽发育期,在时间上晚于三江平原。这与中全新世东北平原气候普遍转为暖湿的区域环境变化有关,当时三江平原正处在沼泽旺盛发育期^[1]。

5.2 中全新世中期沼泽旺盛发育期

中全新世中期¹⁴C 测年 5 100~ 4 200 a B. P.,树木年轮校正为 4 300~ 3 800 a B. P.) 栎属花粉减少、含量为 6.6% ~ 17.1%。松属增加,含量为 7.8%~ 14.1%。桦属花粉介于 0.8%~ 3.8%,落叶阔叶树花粉较少并呈断续出现,孢粉仍以蒿属花粉为主。这表明当时为以落叶阔叶树为主的针阔混交林和草原。粘土矿物组成中,指示寒冷干旱环境的伊利石上升至 69.20%,湿热条件下的高岭石降至 8.99%。可见当时气温比中全新世前期低,气候呈冷偏湿。钙、锰、铁也呈下降趋势,化学元素在相对暖湿的条件下被淋溶。与前一时期相比,环境相对较冷干,但仍为暖湿环境,泥炭沼泽发育较广,风沙

景观面积缩小,沙丘趋于固定、半固定。泥炭中,芦苇、苔草泥炭植物残体含量占 80% 以上。这表明,麦里地区沼泽多演化成为芦苇、苔草沼泽。环境条件最适宜沼泽发育与泥炭积累,堆积了科尔沁沙地全新世风沙环境下相对优质的泥炭。如科左后旗公河来沼泽(123 10 E, 42 54 N)发育始于 5035 80 a B. P.^[3],库仑旗养畜牧河沼泽正在发育,¹⁴C 测年为 4 565 106 a B. P.^[5]。

5.3 中全新中晚期沼泽间断发育期

中全新中晚期¹⁴C 测年 4 200~ 3 200 a B. P.,树木年轮校正为 4 800~ 3 400 a B. P.) 开始,孢粉浓度很低。栎属花粉消失,蒿属花粉大发展,含量高达 27%,反映此阶段气候变干,有些沼泽退化或停止发育。在此之后,乔木树种花粉明显减少,由菊科植物组成的草原迅速扩展。本期环境变化十分频繁,孢粉组成变化韵律明显。初期蒿属花粉占绝对优势,后来逐渐减少,相应地栎属花粉逐渐增加,反映气候从暖干过渡到暖湿。此后,栎属花粉又减少,松属花粉增加,蒿属花粉亦增加,气候又开始从暖湿向冷干变化。约在 3 200 a B. P. 开始,乔木花粉消失,中旱生灌木、蒿属植物大发展,气候变为凉较湿。在深度 2.85~ 3.00 m 处,粘土矿物组合中伊利石含量进一步下降,高岭石、绿泥石含量大幅度上升,分别达到 10.98% 和 19.97%,显然这一阶段为温暖湿润环境。本时期化学元素钙、镁、铁含量呈上升趋势,铝则表现为下降倾向,这表明气候变化的总趋势是从湿向干发展。尽管本时期内曾有暖湿环境出现,但是持续时间太短,麦里地区曾发育沼泽的地点也未能再生沼泽,其它地点该时期沉积相也为沙层。距本剖面不远处西马莲河支流河谷中沼泽剖面泥炭基

底(深度为 2.30~2.32 m)样品¹⁴C 测年仅为 2 700 75 a. B. P., 其下覆沉积物也为中细砂, 科左后旗公河来(123 10 E, 42 54 N) 古河漫滩粘土层下埋藏泥炭顶板¹⁴C 测年为 3 010 75 a. B. P. 可作为佐证^[3]。其它地区亦很少有沼泽发育。

5.4 中全新世晚期沼泽退化发育期

中全新世晚期¹⁴C 测年 3 200~2 100 a. B. P., 树木年轮校正为 3 400~2 080 a. B. P.) 开始阶段孢粉浓度较高, 然后急剧下降。乔木植物松属花粉含量上升, 栎属下降。蒿属花粉增加, 莎草科花粉仅在中部出现。这反映气候变化总趋势又向冷干方向发展, 推断当时为由蒙古栎(*Quercus mongolica*) 与松属组成的落叶针阔混交林, 低平地为草原, 个别丘间洼地发育沼泽, 生长差巴嘎蒿(*Artemisia halodendron*) 等蒿属草本植物的半固定沙丘面积比原来扩大, 藜科花粉间断后又开始出现, 表明流动沙丘开始发展。乔木植物花粉含量不高, 蒿属花粉含量虽有波动, 却一直较高, 说明曾被疏林占居的固定沙丘发展成半固定或流动沙丘。固定沙丘上生长的乔木数量减少, 甚至消失。从主要植物花粉垂直变化分析, 本阶段气候有三次干湿波动, 相应麦里沼泽发育出现三次沼泽形成和消亡过程。三个沉积韵律的泥炭、沙层交错堆积。粘土矿物组成与含量变化也印证了三次气候变化过程与沼泽发育过程。沼泽发育时期, 伊利石减少, 高岭石、蒙脱石增加; 反之沼泽消亡时期, 伊利石含量上升, 而高岭石、蒙脱石含量下降。这反映气候冷湿时, 沼泽发育; 气候凉干时, 沼泽退化或消亡的规律。化学元素分析结果亦为上述观点提供佐证。沼泽发育期, 钙、镁、锌、铁和锰发生迁移。沼泽消亡后, 这些元素又富集。从地球化学的角度, 反映本期气候冷湿与凉干交替变化规律。尽管沼泽发生几次形成、发育与消亡变化, 但是本区沼泽类型变化较小。泥炭植物残体分析揭示, 芦苇、苔草植物残体含量分别占 45%、40%, 当时沼泽均为芦苇、苔草沼泽类型。由于气候变化频繁, 沼泽发育环境不稳定, 有时沙丘复活, 沙化扩展, 使沼泽堆积泥炭过程中进入大量沙, 形成西辽河平原独特的典型的劣质泥炭堆积。甚至沼泽多次被迫停止发育。如位于库伦旗养畜牧河沼泽(121 40 E, 42 50 N) 也曾于距今 2 264 200 a. B. P. 结束发育过程。

5.5 晚全新世早期沼泽发育复苏期

晚全新世早期¹⁴C 测年 2 100~1 100 a. B. P., 树木年轮校正为 2 080~1 040 a. B. P.) 开始阶段,

乔木花粉达到最高值, 松增加到 60.6%, 为本剖面最高值。此后, 松减少, 栎、桦增加, 蒿属也减少。栎曾达到 6.4%, 气候从冷干转为暖湿。这为中国丰富的历史文献所佐证, 被称之为中世纪温暖期^[7], 这一时期温带阔叶林向西辽河平原科尔沁沙地区扩展。生长着差巴嘎蒿等蒿属植物的半固定沙丘多变为固定沙丘。丘上灌木、乔木覆盖度增大。在科左后旗潮海庙发现古土壤发育,¹⁴C 测年分别为 1 200 80 a. B. P.、1 265 100 a. B. P.。这亦证实气候转为暖湿^[8]。麦里地区有些消亡沼泽并未再生, 其原因可能与西马莲河河床侧蚀和演变有关。这从本剖面沙层沉积中具有十分明显水成堆积层理和沉积韵律变化得到证实。在这一时期马莲河谷上游沼泽继续发育, 堆积 2.44 m 连续堆积泥炭层, 在剖面 0.82~0.84 m、1.20~1.22 m、1.62~1.64 m 处采集泥炭样品进行¹⁴C 测年, 分别为 1 235 70、1 655 70、2 275 70 a. B. P.^[6]。

5.6 晚全新世晚期沼泽消亡期

晚全新世晚期¹⁴C 测年 1 100~0 a. B. P., 树木年轮校正为 1 040~0 a. B. P.) 木本与草本植物花粉迅速增加, 推断它们在原来各自占据的固定、非固定沙丘面积上有所增大。沙地植物处在鼎盛时期。自剖面深 0.65 m 处开始, 松、栎等木本花粉大量出现, 说明距今 600 a 前尚有较多的温带落叶阔叶林乔木树种生长, 可能是生长季降水量增加的缘故。雨量增加不仅使固定沙丘上乔木和非固定沙丘的草本植物生长旺盛, 而且也使沼泽重新开始发育。此外, 大青沟、伊合窑发育了沙质古土壤,¹⁴C 测年分别 600 60 a. B. P. 和 500 100 a. B. P.^[4]。这个时期正相当于辽金时代, 据 聊斋志异 等史料记载, 这里曾是地沃宜植、水草便牧畜, 有平地松林八百里, 至今仍保持一些零星小片树林, 如翁牛特旗松树山林区还有 400 余株油松林, 科左后旗大青沟还有原始阔叶林分布, 说明当时为水草丰盛的疏林草原地带。

自最近 300 a 以来, 栎、桦乔木树种减少, 中旱生灌木、草本增加, 如麻黄增至 20.7%, 亦反映固定沙丘面积减小, 而半固定沙丘面积增大, 流动与半流动沙丘面积进一步扩大。科左后旗东南部巴克窑地区近 150 年的环境演变研究亦得出相同结论^[9]。

本期的后段粘土矿物分析显示, 粘土矿物以伊利石含量最多, 蒙脱石较多, 高岭石很少, 说明当时环境较干燥。铝含量上升, 至后期, 钙、镁含量急剧增多, 也反映环境发生从湿到干的变化过程。

本时期前段为温暖湿润的环境条件,发育了芦苇沼泽。泥炭植物残体分析表明,以芦苇为主,含量占 60%~70%,伴生毛果苔草(*Carex lasiocarpa*)、沼苔草(*C. limosa*)和水木贼(*Equisetum heleocharis*)。孢粉分析发现大量水生藻类且孢粉浓度较高,亦反映当时水分条件较好。后来沼泽又演化为苔草沼泽,泥炭植物残体分析发现,除大量苔草外,还有芦苇、丛苔草(*C. caespitosa*)和水木贼等。此后沼泽发生旱化,趋于消亡。从区域环境特征上分析,晚全新世晚期环境并不十分有利于沼泽发育,区内沼泽呈现萎缩发展趋势。如距本区 25 km 公河来沼泽自 1105 70 a B. P. 开始停止发育;库仑旗杨家湾沼泽于 864 95 a B. P. 停止发育。野外考察钻探发现很多埋藏泥炭,上覆粘土盖层 20~70 cm 推断它们多为晚全新世晚期沼泽消亡的遗迹。哲里木盟大青沟砂质古土壤于 1040 50 a B. P. 结束发育^[4],其上堆积风成砂就是环境不利于沼泽发育的有力证明。不可否认,沼泽现今状况也与近 20 年来人工大规模疏干沼泽有一定关系。

6 结论与讨论

生态过渡带(脆弱带)沼泽发育对环境变化反应十分敏感。沼泽是半湿润、半干旱区环境变化信息保存的最佳载体,其发育过程是生态过渡带环境变化的最佳指示剂。

西辽河平原东部中全新世初期为以落叶阔叶树为主的针阔混交林和草原,后来逐渐演变为以蒿属和藜属为主的草原。沼泽从中全新世大发展之后,总的变化趋势是逐渐萎缩,这与沙漠化扩大有直接关系,其原因既有自然因素变化,也有人类活动的影响。中全新世初期气候较现在温暖湿润,沼泽处在全新世首次孕育期与萌芽发育期。本期末段沼泽处在萌芽发育阶段,有些地区发生沼泽化过程。根据已有¹⁴C 测年资料统计,本区全新世沼泽发育最早始于距今 5800 a 左右。

中全新世中期,本区为以针叶树为主的针阔混交林和草原,气候偏冷湿润,分解作用弱,适合于泥炭积累,堆积全新世质量相对最好的泥炭。这一时期为沼泽扩大发展期。在西辽河平原东部较广泛地发育了沼泽。

中全新世中晚期气候变化频繁,总的趋势是由湿向干的方向发展。植被为疏林草原,草原处在空前的发展时期,有些沼泽停止发育。尽管曾出现短

暂的暖湿环境,沼泽多未再重新发育。本期为沼泽发育的萎缩期。

中全新世晚期,气候向冷干方向发展,沼泽发育进入退化期。植被为由松、蒙古栎组成的落叶阔叶林和疏林草原。由疏林占据的固定沙丘转变为半固定沙丘。半流动、流动沙丘面积扩大。本期环境变化频繁,随着环境冷暖干湿交替变化,相应地发生沙漠化进,沼泽退;沙漠化退,沼泽进三次互为消长变化。沼泽发育总趋势是退化。

晚全新世早期开始阶段气候冷干,植被为以针叶林为主的针阔混交林和草原景观。由于受中世纪温暖期的影响,本区气候转暖湿,植被变为温带阔叶林。沙地景观明显萎缩,大多数沙丘转为固定、半固定沙丘。沼泽进入重要复苏期,麦里地区沼泽扩大,堆积中全新世以来质量最好的泥炭。值得指出的是,西辽河平原东部中世纪温暖期要比中国东部来临时间 900~1300 AD^[7]略早一些。

晚全新世晚期环境从温暖湿润向温凉干燥方向变化。本期初始阶段为繁茂葱郁的疏林草原,尽管当时环境较适合沼泽发育,但最终沼泽仍未摆脱衰退的厄运。随着环境趋干,进入沙地大发展时期,大部分沼泽被掩埋,遗留下埋藏泥炭。仅在极少数地点还有为数不多的沼泽幸存,但已进入严重的退化过程之中。

尽管中全新世初期以来环境变化十分频繁,沼泽发育多次经历形成、发育、退化、消亡、再生变化,沼泽发育过程始终处在富营养阶段,没有向中营养沼泽发展的任何迹象,这是沼泽发育多模式理论的又一例证^[10]。富营养沼泽长期发展^[11]也是半湿润、半干旱环境过渡带和生态脆弱带沼泽发育的主要模式之一。

参考文献:

- [1] 杨永兴. 三江平原沼泽发育与晚更新世末期以来古地理环境演变的研究[J]. 海洋与湖泊, 1990, 21(1): 27~38.
- [2] 胡孟春. 全新世科尔沁沙地环境演变的初步研究[J]. 干旱区资源与环境, 1989, 3(3): 51~57.
- [3] 夏玉梅. 东北全新世温暖期气候变化的初步研究[A]. 张兰生. 中国生存环境历史演变规律研究[C]. 北京: 海洋出版社, 1993. 196~325.
- [4] 高尚玉, 靳鹤龄, 等. 全新世大温暖期的中国沙漠[A]. 施雅风. 中国全新世大暖期气候与环境[C]. 北京: 海洋出版社, 1992. 161~167.
- [5] 冷雪天, 李汉鼎. ¹⁴C 年代测定报告[A]. 中国第四纪研究委员会碳十四年代学组编. 第四纪地质论文集[C]. 北京: 地质出

- 版社, 1990. 81~ 85.
- [6] 任国玉, 张兰生. 科尔沁沙地麦里地区晚全新世植被演化[J]. 植物学报, 1997, **39**(4): 353~ 362.
- [7] 满志敏, 张修桂. 中国东部中世纪温暖期(MWP)历史证据和基本特征的初步研究[A]. : 张兰生. 中国生存环境历史演变规律研究[C]. 北京: 海洋出版社, 1993. 95~ 104.
- [8] 裘善文, 李取生, 等. 东北西部沙地古土壤与全新世环境[A]. : 施雅风. 中国全新世大暖期气候与环境[C]. 北京: 海洋出版社, 1992. 153~ 160.
- [9] 任国玉, 肖平. 科尔沁沙地巴克窑地区近 150 年的环境演变[J]. 地理研究, 1997, **16**(4): 39~ 46.
- [10] 黄锡畴. 试论沼泽的分布与发育规律[J]. 地理科学, 1982, **2**(2): 1~ 6.
- [11] 杨永兴. 三江平原沼泽形成和发育的若干问题探讨[A]. 黄锡畴: 中国沼泽研究[C]. 北京: 科学出版社, 1988. 73~ 80.

Study on the Mire Development and Palaeogeographical Environment Change Since the Early Period of the Holocene in the East Part of the Xiliaohe Plain

YANG Yong-xing¹, HUANG Xi-chou¹, WANG Shi-yan¹, KONG Zhao-chen²

(1. Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun, Jilin 130021;

2. Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

Abstract: This paper makes a preliminary approach to the relationship between mire development and palaeogeographical environment changes since the early period of middle Holocene in the east part of the Xiliaohe Plain by means of dating, X-ray diffraction of clay mineral, analyses of spore-pollen and plant residual, content and translation and transformation of chemical elements, etc. The formation and development of mire located in the ecotone and ecological transition zone are highly sensitive to the environment change. The environment changes have occurred frequently since the early period of middle Holocene which results in cycle change of formation, development, degeneration and death of mire in its development process. The close relationship was found between mire development and palaeogeographical environment change. It can be divided into six periods, i. e. the breeding and germinating development period in the early period of the middle Holocene (6 400-5 100 a. B. P.), the vigorous development period in the middle period of middle Holocene (5 100- 4 300 a. B. P.), the interruption development in the middle and late period of middle Holocene (4 300- 3 200 a. B. P.), the degeneration development period of the late period of middle Holocene (3 200- 2 100 a. B. P.), the resuscitation development period of the early period of late period of late Holocene (1 100- 0 a. B. P.). The oldest mire was formed in about 5 800 a. B. P. in the east part of the Xiliaohe plain in the Holocene. The mire development follows the model of long period development of eutrophic mire. The Maili bog-section, Horqin Zuoyi Houqi can be considered as one of the standard section of the Holocene in the east part of the Xiliaohe Plain. The peat deposition is characterized with multi-period in this area in the Holocene.

Key words: Mire development; Environment change; Spore-pollen analyses; Clay mineral analyses; Early period of the middle Holocene; Xiliaohe Plain