



Palaeoworld

This is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship.

PALAEOWORLD Editorial Office

State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy

Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences

Beijingdonglu 39, 210008 Nanjing, PR China

e-mail: palaeoworld@nigpas.ac.cn

PALAEOWORLD online submission:

<http://ees.elsevier.com/palwor/>

PALAEOWORLD full-text (Volume 15 –) available at:

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/1871174X>

热河生物群的分布与扩展*

陈丕基

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

热河动物群是本世纪 20 年代提出来的一个专指分布于东亚狼鳍鱼岩系的综合化石群的名称(Grabau, 1928, p. 674), 40 年代以后被广泛应用于各种地质文献, 一直到 60 年代, 一般被称做以“*middendorffii*”-*Ephemeropsis-Lycoptera* 为代表的热河化石群(顾知微, 1962), 近年来则多被称呼为东方叶肢介-狼鳍鱼-三尾类蜉蝣(*Eosestheria-Lycoptera-Ephemeropsis trisetalis*)动物群。最近, 由于辽西早期鸟类化石(Sereno and Rao, 1992; 周中和等, 1992; 侯连海等, 1995; 侯连海, 1997; Hou and Chen, 1999)、长毛恐龙(季强、姬书安, 1996; Chen *et al.*, 1998; Ji *et al.*, 1998; 徐星等, 1999)和早期被子植物化石(Sun *et al.*, 1998)的发现, 使热河生物群成为全世界古生物学界和新闻媒体关注的焦点。特别是长毛恐龙的发现, 在国际上引起了鸟类起源的新一轮大论战, 使鸟类的恐龙起源说一时颇占优势, 但许多鸟类学家仍坚持鸟类与恐龙都是从槽齿类演化来的。

辽西北票上园地区义县组底部与孔子鸟同层过去只知一种可疑的眼子菜(*Patomegaton*?)植物化石, 近年来当地农民在采掘鱼与昆虫化石时找到了许多植物类型, 以裸子植物中的银杏类和松柏类为主, 还有一些苏铁类, 蕨类植物中的木贼类和真蕨类, 以及少许苔藓植物。值得一提的是早期被子植物(辽宁古果)和买麻藤类化石(辽西草和朝阳序)的发现, 后者虽然不是被子植物, 但它们之间关系却很密切。辽西义县组的被子植物化石也许还不止这一种, 因材料不够充分, 本书有关章节做了有保留的描述。如果东亚是早期被子植物演化中心的话, 人们应该在比义县组更低的层位去追索更古老的有花植物。热河植物群与已知的热河动物群一起构成了著名的热河生物群(陈丕基、吴舜卿, 1998)。

中生代后期, 当西方大多数国家尚被海水覆盖之际, 在亚洲古陆上形成了以热河生物群为代表的淡水生物地理区系, 面积开始很局限, 后来发展到有如欧洲大小(插图 1-3), 包括大植物、孢粉、轮藻、沟鞭藻、叶肢介、介形类、昆虫、蜚虫、蜘蛛、虾、双壳类、腹足类、鱼类、两栖类、恐龙、鳄、龟鳖类、鸟类和原始哺乳动物等近 20 个化石门类, 数量丰富, 保存精美, 在辽西上园地区形成了一个世界级的古生物宝库, 与德国始祖鸟产地索伦霍芬齐名, 它是中生代后期到新生代, 以被子植物、鸟类和哺乳动物大量繁盛为代表的现代生物界的最早祖先类群, 对解开生物进化中若干难题, 如被子植物和鸟类的起源、兽类的起源、访花昆虫与显花植物的协同演化等, 具有十分重要的意义。

笔者等曾经把热河生物群划分为 3 个发展阶段(王思恩, 1986; 陈丕基, 1988), 早期代表包括尼斯脱-角背叶肢介群(*Nestoria-Keratestheria*)、滦平介-始副金星介-达尔文介组合

* 中国科学院资源与生态环境研究“九五”重大项目(KZ951-B1-410), 国家自然科学基金(49832020, 49672085)资助课题。

(*Luanpingella-Eoparacypris-Darwinula*)、北票鲟鱼群(*Peipiaosteus*)、额尔古纳蚌组合(*Arguniella*)与韦氏实椎螺(*Lymnaea websteri*),一般属种比较单调,未发现狼鳍鱼和女星介分子,只有叶肢介分异度较大,几乎有8属30余种化石。它们主要分布在冀北承德、滦平、围场和丰宁地区的大北沟组,内蒙古赤峰、多伦、西乌珠沁旗和大兴安岭地区的玛尼吐组、白音高老组、宝石组、或与之相当的地层,俄罗斯外贝加尔地区的额尔古纳组与上乌斯基-卡尔组,呈一个近南北方向的条带,中部略向东凸出(插图1),牛绍武(1983)称其为古大兴安岭-额尔古纳河区系,在冀北大北沟组还找到过一种冷蜚虫化石(*Lepidurus*),指示这个区系属于寒温带气候。早期热河生物群中的 *Nestoria* 叶肢介近年也发现于北美科罗拉多州东南的莫里逊组(Morrison Fm),后者的时代已被确证为 Kimmeridgian,属晚侏罗世中期,早期热河生物群的时代大致与之相近。

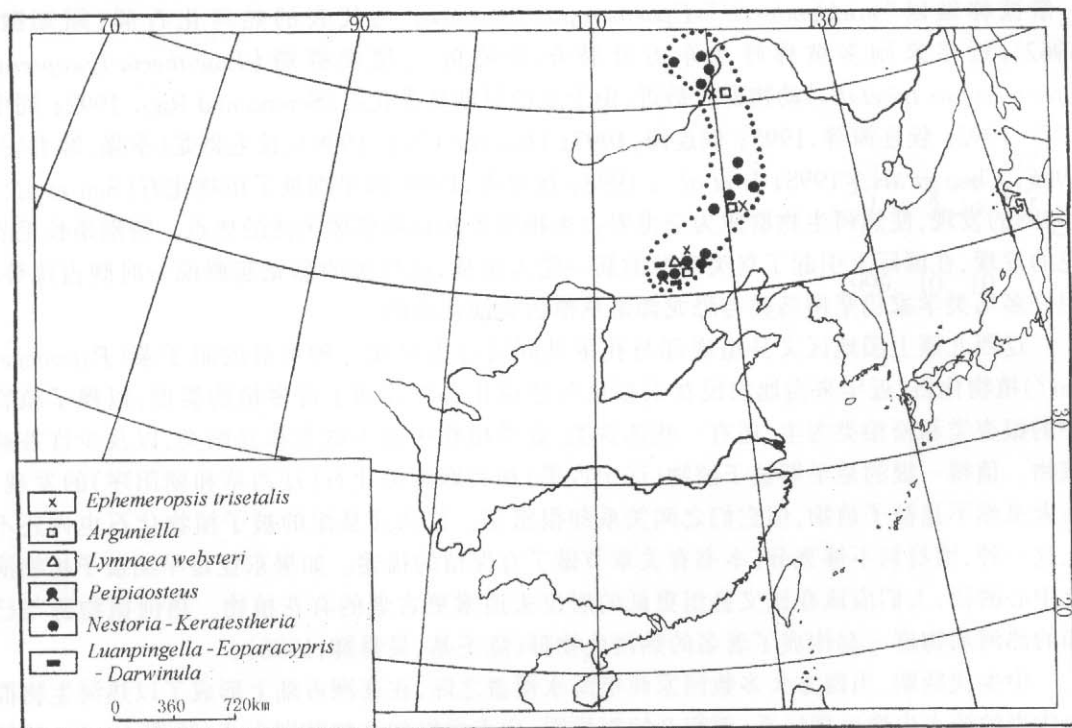


插图1 东亚早期热河生物群地理分布示意图

Sketch map showing geographic distribution of the early Jehol biota in East Asia

中期热河生物群的代表即过去所谓的 *Eosestheria-Lycoptera-Ephemeroptera trisetalis* 动物群,除了东方叶肢介、狼鳍鱼、三尾类蜉蝣等代表分子之外,还应包括 *Arguniella-Sphaerium* 双壳类组合, *Probaicalia vitimensis-Reesidella robusta* 腹足类组合, *Cypridea (Cypridea) liaoningensis-C. (Ullwellia) muriculata - Djungarica camarata* 和 *Cypridea (Cypridea) veridica orguata - C. (C.) jingangshanensis - C. (C.) zaocishanensis* 两个介形类组合以及衍蜉-大曼来摇蚊 (*Aeschnidium-Manlayamia dabeigouensis*) 组合,包括17个目近千种化石,是中生代后期地球上最大的一个昆虫群,早期和晚期热河生物群中的著名昆虫三尾类蜉蝣 (*Ephemeroptera trisetalis*) 都属于这个组合。这个生物群中还找到过淡水虾 (*Cricoidoscelosus*, *Liaoningogriphus*) 与蜘蛛化石。

最近几年,在辽西义县组下部尖山沟层新发现的孔子鸟(*Confuciusornis*)、辽宁鸟(*Liaoningornis*)、辽西鸟(*Liaoxiornis*)、中华龙鸟(*Sinosauropteryx*)、原始祖鸟(*Protarchaeopteryx*)、尾羽鸟(*Caudipteryx*)、北票龙(*Beipiaosaurus*)、树翼龙(*Dendrorhynchus*)、东方翼龙(*Eosipterus*)、鸚鵡嘴龙(*Psittacosaurus*)、辽蟾(*Liaobatrachus*)、丽蟾(*Callobatrachus*)、张和兽(*Zhangheotherium*),以及过去报道的北票鲟(*Beipiaosteus*)、满洲龟(*Manchurochylus*)等脊椎动物化石,也大大丰富了热河生物群的内容和重要性。

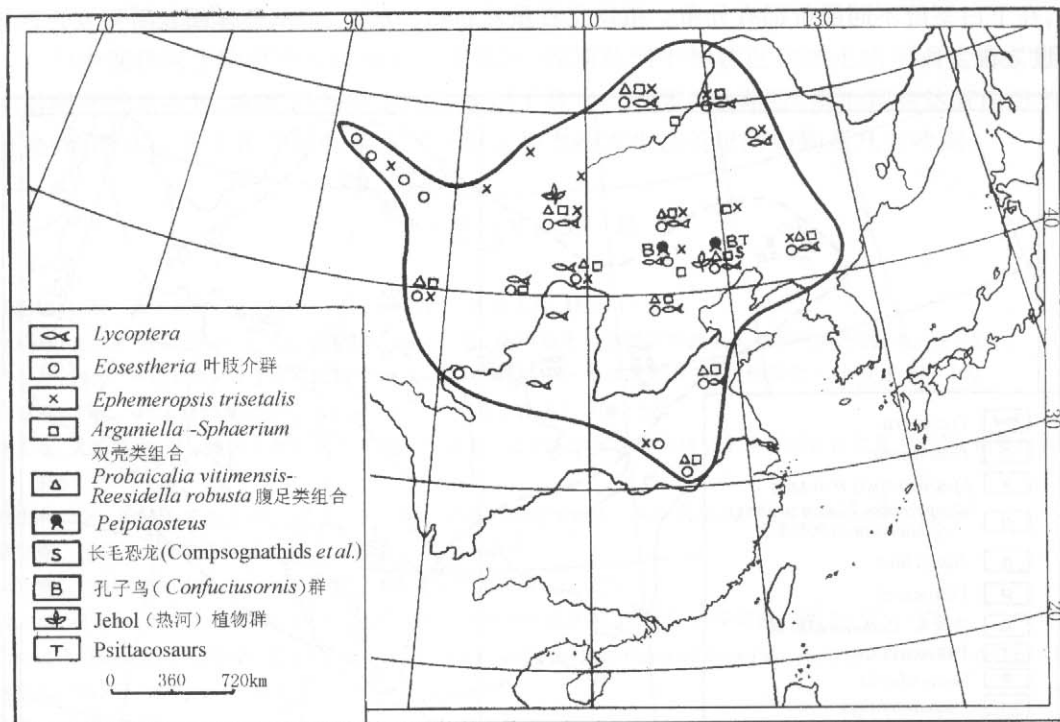


插图 2 东亚中期热河生物群地理分布示意图

Sketch map showing geographic distribution of the middle Jehol biota in East Asia

热河植物群主要出现在中期热河生物群里,绝大多数种属都产自辽西北票上园乡黄半吉沟剖面的义县组下部尖山沟层,本书中共描述 31 属 50 种化石,其中有 6 新属 24 新种,分属于苔藓植物门 *Thallites* 和 *Muscites* 属;蕨类植物门的 *Lycopodites*, *Equisetites*, *Coniopteris*, *Eboracia*, 和 *Botrychites* (gen. nov.) 属;本内苏铁类的 *Tyrmia*, *Williamsonia*, 和 *Rehezamites* (gen. nov.) 属;银杏类的 *Baiera*, *Ginkgoites*, *Czekanowskia*, *Solenites*, 和 *Sphenarion* 属;松柏类的 *Pityocladus*, *Pityospermum*, *Elatocladus*, *Brachyphyllum*, *Cyparissidum*, 和 *Schizolepis* 属;买麻藤类的 *Liaoxia* 和 *Chaoyangia* 属;被子植物的 *Archaeofructus*, *Trapa?*, *Erenia*, *Typhaera*, *Lilites* (gen. nov.), 和 *Orchidites* (gen. nov.) 属;可疑被子植物的 *Polygonites* (gen. nov.), 和 *Rhizoma* (gen. nov.); 分类位置不明的花果 *Antholithes* 和 *Carpolithus* 属。这是我国中生代新建立的一个植物群,几乎包括了中生代所有植物门类的代表。中期热河生物群是热河生物群发展的高潮,不仅属种分异度高,化石数量丰富,而且把分布地域也大大扩张了,北起蒙古西疆,向东迅速扩展到蒙古中南部,河西走廊,陕甘宁盆地,内蒙古,北京附近,冀北辽西,吉南辽北,大兴安岭和俄罗斯东外贝加

尔地区,即所谓古黑龙江流域(陈丕基,1979)。再向南还零星出现于山东蒙阴、河南信阳、安徽舒城与霍山等地(插图2)。中期热河生物群中由于发现了与德国始祖鸟层化石演化程度接近的孔子鸟、美颌龙类(中华龙鸟)、树翼龙,特别是衍蜓更是两地共有的属,尖山沟层的介形类组合与英国下普尔别克层的接近,因此,许多古生物学家相信中期热河生物群的时代为晚侏罗世末提塘期,但轮藻与孢粉化石研究者,还有一些恐龙专家持不同意见,认为已到了早白垩世。证据之一就是尖山沟层有鹦鹉嘴龙,但这是东亚地方属种,也许它从提塘期就出现,在下白垩统不同层位都有分布。植物化石虽然新属种居多,但从整体面貌看则支持晚侏罗世之说。

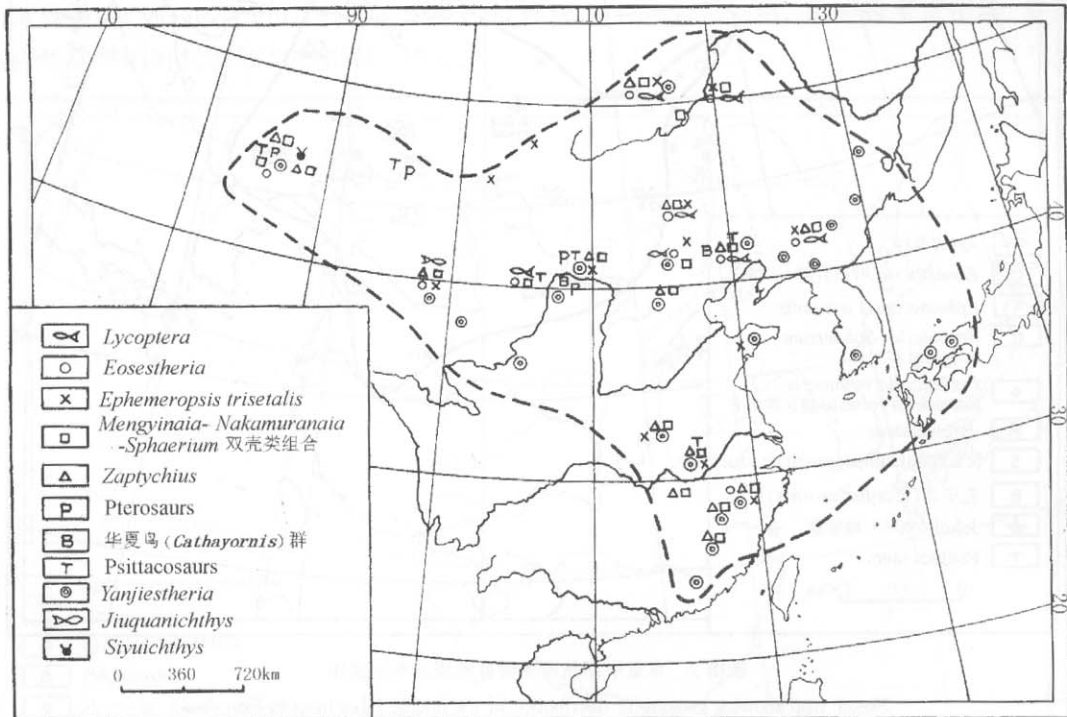


插图3 东亚晚期热河生物群地理分布示意图

Sketch map showing geographic distribution of the late Jehol biota in East Asia

关于晚期热河生物群的内容和分布范围在本文中有所厘订,以辽西九佛堂组或我国北方与之相当的湖相地层所含化石为主,东方叶肢介、狼鳍鱼、和三尾类蜉蝣继续大量存在,但出现了相当数目的延吉叶肢介,是一个混生叶肢介动物群,标志着早白垩世的开始;双壳类 *Mengyinaia-Nakamuranaia-Sphaerium* 组合取代了义县组的 *Arguniella-Sphaerium* 组合,辐射期开始,分异度明显增高,已报道5属27种化石;以孔子鸟为代表的原始蜥鸟类群被以华夏鸟(*Cathayornis*)为代表的反鸟类群所代替,快速辐射演化,已报道的还有波罗赤鸟(*Boluochnia*)、中国鸟(*Sinornis*)、龙城鸟(*Langchengornis*)、尖嘴鸟(*Cuspirostrisornis*)、大嘴鸟(*Largirostrornis*)、朝阳鸟(*Chaoyangia*)和松岭鸟(*Songlingornis*)等,是一次明显的飞跃;九佛堂组下部和上部各有一个介形类化石组合即 *Cypridea (Cypridea) veridica veridica*-C. (*C.*) *trispinosa*-C. (*Yumenia*) *acutiuscula* 组合和 *C. (Ullwellia) koskulensis*-C. (*Yumenia*) *casta-Limnocypridea abscondida-Djungarica* 组合,有19属80余种化石,处于辐射演

化的巅峰状态。从介形类化石看,义县组的上部金刚山层的组合面貌与下部尖山沟层的组合已明显不同,而与英国普尔别克层上部的介形类面貌相近,似可归入下白垩统,但从实际应用看,从义县组火山岩中部找一条界线是很难操作的,金刚山层的鱼、叶肢介和昆虫化石面貌更接近尖山沟层,鸟的重大变化是在九佛堂组,因此东亚陆相侏罗-白垩系的界线放在含中期热河生物群的义县组与含晚期热河生物群的九佛堂组之间比较合适。从九佛堂组之上的沙海组起,即大致从巴列姆期起已属于早新生生物群的范畴,热河生物群中最有代表性的典型分子不再出现。

与中期热河生物群分布的地理范围相比,晚期热河生物群已向西走出河西走廊扩展到了新疆准噶尔盆地,向东沿朝鲜半岛扩展到了日本西南部广岛附近,南下则到达皖南与浙闽等地(插图3),近千米厚的九佛堂组湖相沉积大约发生在贝里阿斯期至凡兰吟期。

参 考 文 献

- 王思恩,1986. 冀北晚期中生代地层研究. 地层古生物论文集, **15**: 161-180.
- 牛绍武, 1983. 冀北晚期中生代叶肢介化石组合序列. 中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊, **8**: 31-53.
- 陈丕基, 1979. 中国侏罗、白垩纪古地理轮廓——兼论长江起源. 北京大学学报(自然科学), 1979, **3**: 90-109.
- 陈丕基, 1988. 热河动物群的分布与迁移. 古生物学报, **27**(6): 519-524.
- 陈丕基, 吴舜卿, 1998. 热河生物群研究的现状与展望. 北京大学国际地质科学学术研讨会论文集. 北京, 地震出版社. 355-359.
- 周忠和, 金帆, 张江永, 1992. 辽宁中生代—早期鸟类的初步研究. 科学通报, **37**(5): 435-437.
- 顾知微, 1962. 中国的侏罗系和白垩系. 北京: 科学出版社.
- 侯连海, 1997. 中国中生代鸟类. 台湾省立凤凰谷鸟园出版. 1-228.
- 侯连海, 周忠和, 顾玉才, 张和, 1995. 侏罗纪鸟类化石在中国的首次发现. 科学通报, **40**(8): 726-726.
- Chen P J, Dong Z M, Zhen S N, 1998. An exceptionally well-preserved theropod dinosaur from the Yixian Formation of China. Nature, **391**: 147-152.
- Grabau A W, 1928. Stratigraphy of China pt. 2, Beijing Commercial Press.
- Hou L H, Chen P J, 1999. *Liaoxiornis delicatus* gen. et sp. nov., the smallest Mesozoic bird. Chinese Science Bulletin, **44**(9): 834-838.
- Ji Q et al., 1998. Two feathered dinosaurs from Northeastern China. Nature, **393**: 753-761.
- Sereno P C, Rao C G, 1992. Early evolution of avian flight and perching: new evidence from the Lower Cretaceous of China. Science, **255**: 845-848.
- Sun G. et al., 1998. In search of the first flower: A Jurassic Angiosperm, *Archaeofructus*, from Northeast China. Science, **282**: 1692-1695.
- Xu X, Tang Z L, Wang X L, 1999. A therizinosauroid dinosaur with integumentary Structures from China. Nature, **399**: 350-354.

DISTRIBUTION AND SPREAD OF THE JEHOL BIOTA

CHEN Pei-Ji

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Key words: Jehol biota, Distribution, Spread

Abstract

The well-know Jehol biota was widely distributed in eastern Asia during the late Mesozoic. These fresh water and terrestrial fossils include macroplants, palynomorphs, Charophytes, dinoflagellates, conchostracans, notostracans, ostracods, shrimps, insects, spiders, bivalves, gastropods, fish, reptiles, amphibians, birds and primitive mammals. It can be subdivided into three stages.

The early Jehol biota is represented by *Nestoria-Keratetheria* (conchostracans), *Luanpingella-Eoparacypris-Darwinula* (ostracods), *Peipiaosteus* (fish), *Arguniella* (bivalves), *Lymnaea websteri* (gastropods) assemblages, which are found from the Dabeigou Formation of northern Hebei and the Manitu Formation of Inner Mongolia. Recently *Nestoria* has also been found in the Morrison Formation of the United States, Suggesting that the early Jehol biota may be Kimmeridgian in age. Geographically, it distributes only in Transbaicalia, Da Hinggan Mts, and northern Hebei regions as a crescent (Text-fig. 1).

The middle Jehol biota includes the *Cypridea* (C.) *liaoningensis*-C. (*Ullwellia*) *muriculata*-*Djungarica camarata* and *Cypridea* (C.) *veridica orguata*-C. (C.) *jingangshanensis*-C. (C.) *caocishanensis* (ostracods); *Arguniella-Sphaerium* (bivalves), *Probaicalia vitiensis*-*Reesidella robusta* (gastropods), and *Aeschnidium-Manlaymia dabeigouensis* (insects) assemblages (so-called *Eosestheria-Lycoptera-Ephemeropsis trisetalis* fauna). They are collected from the Yixian Formation of western Liaoning or coeval horizons in northern Hebei and northeastern China. Recently some early birds and feathered dinosaurs such as *Confuciusornis*, *Liaoxiornis*, *Sinosauropteryx*, *Protarchaeopteryx*, *Caudipteryx*, *Beipiaosaurus* have been found from the lower part of the Yixian Formation in Sihetun and Jianshangou district of Beipiao, western Liaoning Province. They are indicating a clearly relationship with the Solnhofen fauna of Germany. Especially due to the fossil insect *Aeschnidium* appears in both of Solnhofen fauna and the middle Jehol biota, it seems they are all Tithonian in age. In this stage, the Jehol biota has extremely spreaded its distribution including Mongolia, the Gansu corridor, Ordos, Inner Mongolia, western Beijing, northern Hebei, north and western Liaoning, Southern Jilin, Da Hinggan Mts, Transbaicalia, Shandong, Henan and Anhui as big as Europe in size (Text-fig. 2).

The late Jehol biota contains fossils collected from the Jiufotang Formation or coeval horizons in northern China. They are lacustrine deposits in which *Lycoptera*, *Eosestheria* and *Ephemeropsis trisetalis* are still dominated forms, but the Early Cretaceous conchostracan *Yanjiestheria* has also made an appearance. A diverse assemblage of more advanced flying birds such as *Cathayornis*, *Sinornis*, and *Chaoyangia* were recovered from the Chaoyang area west of Beipiao and have been assigned to the Neocomian age. In this stage, the distribution of the Jehol biota has more expanded migrating southeast ward to SW Japan via Korea, southward to SE China, and westward to the Junggar basin from the Gansu corridor (Text-fig. 3).