

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

热河动物群的起源、演化与机制

王思恩

(中国地质科学院地质研究所, 北京)



本文简述了热河动物群的地理及地质分布, 各主要门类生物的发生与演化, 论证了燕辽地区是热河动物群的发源地。热河动物群之所以在燕辽地区发生与发展, 除生物自身的内因外, 与当时的古气候古地理、地壳运动、火山活动及古地磁极的频繁转换等因素密切相关。

热河动物群是亚洲东部晚侏罗世—早白垩世(早期)一个著名的陆生动物群。它是在一个特定的构造背景及古地理环境中产生与发展起来的。对于它的起源、演替及机制的探讨是一个颇有意义的课题。热河动物群包括叶肢介、昆虫、鱼类、双壳类、腹足类、介形虫等各类生物, 通常以 *Lycoptera-Eosestheria-Ephemeropsis* 为代表。近 20 年来, 对热河动物群中的各类化石都做了较详细的描述, 并将它们划分出若干生物群(或组合)。对于它们的地理分布和在地层中的分布了解得更清楚、更精确。这些成果为研究这个动物群的发生与演化打下了可靠的基础。与此同时, 热河动物群分布区内的地层、构造、岩浆火山活动等地质问题的研究也更深入。这些研究为探讨生物起源、生物与环境的关系创造了有利条件。近些年来, 国内、外的地学界对达尔文学说的再评价、间断平衡论等生物的演化问题、地质事件与生物绝灭事件等问题的研究^[1], 把古生物学与地质学的研究推向一个新阶段, 开辟了研究的新领域。这些研究也给人们一些新的启示。

一、热河动物群的地理与地质分布

热河动物群南自我国的大别山—秦岭, 北至蒙古人民共和国和苏联的东外贝加尔地区, 东自我国的山东、辽宁、吉林的东部, 西至甘肃走廊地区都有广泛分布(图 1), 形成亚洲东部一个独特的生物地理区系。它的某些分子, 例如叶肢介、双壳类、腹足类和介形虫的一些属种还扩展到我国的东南沿海区及新疆的准噶尔、吐鲁番等盆地。热河动物群的产出地层各地发育情况不尽相同, 其划分、命名各异, 燕辽地区的热河群可作为代表。根据当前的研究, 热河群自下而上划分为张家口组、大北沟组、大店子组(新建)、义县组、九佛堂组、沙海组和阜新组(表 1)。其中大店子组为本文新建, 标准剖面在冀北滦平县大店子东沟。该组包括原井上一大店子东沟剖面的第 5—10 层^[2]。在大北沟剖面上, 相当于第 8—16 层^[3]。它整合于大北沟组之上, 而以平行不整合伏于义县组火山岩之下。主要

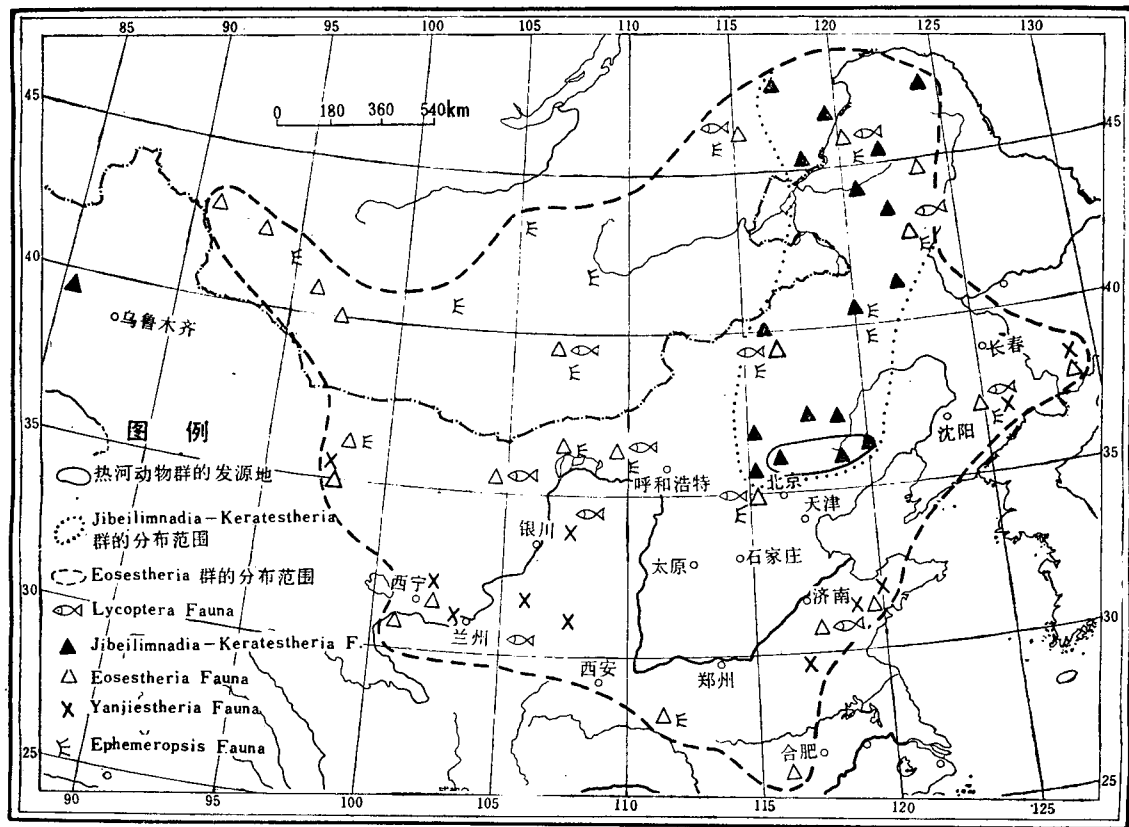


图 1 热河动物群分布图

Fig 1 Sketch map showing distribution of the Jehol fauna

岩性是灰绿色、黄绿色粗砂岩、细砂岩与泥岩、页岩,底部以一层砂砾岩(蜂窝梁砾岩)与大北沟组分界,中部夹一层砾岩,将该组分为上、下部分,总厚度 179 m,大北沟剖面减为 135 m。根据所含化石和岩性,该组可分为上、下两部份:下部(5—7 层,大北沟剖面 8—11 层)产叶肢介: *Eosestheria* cf. *lingyuanensis* Chen, *Yanjiestheria* (= *Yanshanina*) *da-beigouensis* (Wang), *Y.* (= *Y*) *subquadrata* (Wang); 鱼类: *Lycoptera davidi* (Sauvage); 介形虫: *Rhinocypris*-*Yanshanina*-*Cypridea* 组合^[4], 双壳类: *Ferganoconcha subcentralis* Chernyshev, *F. curta* Chernyshev, *F. sibirica* Chernyshev, *F. tomiensis* (Ragozin), 腹足类: *Valvata turgensis*。上部产丰富的叶肢介: *Eosestheria lingyuanensis* Chen, *E. gibba* Wang, *E. donggouensis* Wang, *E. ramulosa* Wang, *E. bella* Wang, *Diestheria dadianziensis* Wang; 鱼类: *Peipiaosteus pani* Liu et Zhou, 介形虫: *Cypridea*-*Djungarica*-*Timiriasevia* 组合^[4], 双壳类: *Ferganoconcha* spp., *Nakamuraia*? cf. *subrotunda* Gu et Ma, 腹足类: *Probaicalia vitimensis* Martinson, *Gyraulus* cf. *laevis*。从上述各类化石分析,大店子组新于大北沟组,而又老于义县组,具有两者之间的过渡性质。

表 1 热河动物

Table 1 Distribution of the Jehol fauna from

地层		化石	动物群	叶肢介 ^[2,5]	鱼 ^[6]
下 白 垩 统	Berriasian-Aptian	孙家湾组			
		阜新组	晚		
		沙海组	热 期		
上 侏 罗 统	Tithonian	九佛堂组	河 中		
		义县组	动 物 期		
	Kimmeridgian	大店子组			
	Oxfordian	大北沟组	早 期		
中侏罗统	L. Bathonian — Callovian	张家口组			
		土城子组 (后城组)			

* C. C. T. Ass. = *Cypridea* (P.) *limpida*-*Cypridea* (B.) *spinellousa*-*Triangulicypris* 组合C. P. M. Ass. = *Cypridea* (C.) *tumidiuscula*-*Pinnocypridea dicryodroma*-*Manielliana papulosa*C. L. P. Ass. = *Cypridea* (U.) *ih sienensis*-*Limnocypridea qinghemenensis*-*Protocyprina subglobosa*

群的地质分布

the Upper Jurassic and Lower Cretaceous

昆虫 ^[7]	双壳类 ^[8,9]	腹足类 ^[10]	介形虫 ^[4,11,12]	爬行类 ^[8]
			C. C. T. Ass.*	
	<i>Nippononai</i> (<i>A</i>) <i>sinensis</i> - <i>Ferganoconcha</i> <i>liaoxiensis</i> Ass.		C. P. M. Ass.*	<i>Endotherium</i> <i>niinomi</i> <i>Manchurodon</i> <i>simplicidens</i>
			C. L. P. Ass.*	
<i>Ephemeroptis trisetalis</i> Fauna —— <i>Ephemeroptis trisetalis</i> —— —— <i>Coptoclava longipoda</i> —— —— <i>Mesotendipes gregaria</i> —— —— <i>Clypeostemma</i> ——	<i>Sphaerium lehoense</i> - <i>Ferganoconcha sibirica</i> Ass.	<i>Probaicalia viimensis</i> - <i>Bithynia haizhouensis</i> Ass.	<i>Cypridea</i> - <i>Djungarica</i> - <i>Timiriasevia</i> Ass.	<i>Psittacosaurus</i> sp. <i>Yabeinosaurus</i> <i>tenuis</i> <i>Manchurochelys</i> <i>manchouensis</i>
			<i>Rhinocypris</i> - <i>Yanshanina</i> - <i>Cypridea</i> Ass.	<i>Luanpingosaurus</i> <i>tingshangensis</i>
	<i>Ferganoconcha</i> spp.		<i>Darwinula</i> - <i>Luanpingella</i> - <i>Eoparacypris</i> Ass.	
			<i>Wolburgia</i> - <i>Mantelliana</i> - <i>Djungarica</i> Ass.	<i>Chaoyangosaurus</i> <i>liaoxiensis</i> <i>Xuanhuasaurus nei</i>

组合1

组合

二、热河动物群的起源与演替

为了阐明这个问题,这里首先分析一下热河动物群中几个主要门类的发生与演替情况,表1已列出各动物群(组合)重要属种的地质分布。

叶肢介: 叶肢介可划分为 *Jibeilimnadia-Keratestheria* (= *Nestoria-Keratestheria*) 和 *Eosestheria* 两个叶肢介群^[2,9]。前一个叶肢介群除两个为首的属外,它还包括 *Pseudograptia* (= *Nestoria*), *P. (Magumbonia)*, *Sentestheria* (= *Prosentestheria*), *Abrestheria*, *Yanjiestheria* (= *Yanshanian*), *Asioestheria* 等属。其中 *Pseudograptia* 和 *Sentestheria* 两属始见于中侏罗世的土城子组(后城组),但到大北沟组才大量出现,并于该组沉积期之末绝灭。其他各属都是从大北沟组开始出现的,而且迅速达到十分繁盛的程度。但这些属除 *Yanjiestheria* 和 *Asioestheria* 可延入上覆地层中的 *Eosestheria* 群(表1)外,大多数属也在大北沟组沉积的末期绝灭。关于 *Jibeilimnadia-Keratestheria* 叶肢介群的时代,根据目前的材料定为晚侏罗世早期是合适的,理由如下:

1. 这个叶肢介群的重要分子 *Pseudograptia* 是 Н. И. Новожиллов (1954) 以 *Estheria munchisoniae* Jones 为属型而建立的^[13]。最近陈丕基等对该属型的模式标本重新做了研究。根据照片和描述,证实它的基本特征与产于大北沟组和土城子组的 *Nestoria* 的标本特征相同。而 *Nestoria* 是 С. С. Красинец (1963) 以 *Paleoleptestheria krasinetsi* Novojilov 为属型建立的^[14]。据优先律原则,应以 *Pseudograptia* 代替 *Nestoria*。*Pseudograptia munchisoniae* (Jones) 在英格兰西北部的斯凯岛 (Skys) 上产自海陆交互相的 Bathonian 阶的顶部。由此可以推断,产 *P. munchisoniae* (Jones) 的土城子组的时代也应是晚巴通期,或至多延到 Callovian 早期。大北沟组所产 *Pseudograptia* (= *Nestoria*) 更为丰富,显然多数种与土城子组的不同,但两者有密切的关系。因此大北沟组与土城子组的时代相差不会太远。

2. 大兴安岭南部的玛尼吐组、白音高老组也产大北沟组的叶肢介群 *Jibeilimnadia-Keratestheria*。近年内蒙古第二区域地质调查队对玛尼吐组和白音高老组进行了同位素年龄测定,其年龄值分别为 149 ± 19 Ma (Rb-Sr 等时线)、 145.55 ± 4.4 Ma (U-Pb 一致曲线) 和 147 ± 19 Ma (Rb-Sr 等时线)、 150.02 ± 1.9 Ma (U-Pb 法)。满克头鄂博组、玛尼吐组、白音高老组三组等时线 (Rb-Sr) 年龄 152.29 ± 2.69 Ma。按 G. S. Odin (1982) 修订的地质年表^[15],这些年龄值应属 Oxfordian。

Eosestheria 群包括 *Eosestheria*, *Diastheria*, *Asioestheria*, *Fengninggraptia*, *Pseudostherites* 等,其中以前两属为最丰富,分布也最广泛(图1)。据笔者所知, *Eosestheria* 最早出现在冀北滦平盆地的大店子组下部 (*E. cf. lingyuanensis* Chen), 而在大店子组上部、义县组和九佛堂组最为繁盛,到阜新组及相当地层中则处于衰退阶段。*Diastheria* 出现稍晚(大店子组上部), 它的兴衰历程与 *Eosestheria* 相似。*Yanjiestheria* (= *Yanshanian*) *dabeigouensis*, *Y. (=Y.) subquadrata* 出现的最早层位也是滦平盆地的大北沟组^[16,2]。但该属的其他许多种是在其后才陆续出现的,一直延生到早白垩世。*Pseudostherites* 的出现更晚,见于辽西地区的阜新组。从以上一些叶肢介属的简单叙述可以看出这两个叶肢介群的发源地都在燕辽地区。

关于 *Yanjiestheria* 群与 *Eosestheria* 群的关系是一个引人注目的问题。*Yanjiestheria* 以往常被作为早白垩世的代表,但实际上它的出现比 *Eosestheria* 还早,生存的时间比 *Eosestheria* 还长。笔者曾就此问题作过简要的讨论^[17],现在可进一步阐述如下:*Yanjiestheria* 群首先发现于吉林延吉盆地的大拉子组,其后发现在鄂尔多斯盆地的志丹群,宁夏六盘山地区的六盘山群,甘肃走廊地区的新民堡群,新疆的吐谷鲁群,山东莱阳、诸城的莱阳组,浙江的寿昌组等。就大拉子组而言,其层位显然要高于热河群。近年来在辽西地区的沙海组也发现了 *Yanjiestheria* 的一些种^[18]。前面已提到在滦平盆地的大北沟组产两种。志丹群上部(泾川组)产 *Yanjiestheria* 的若干种,与 *Lycoptera* 共生。在庆阳地区的志丹群中部(环河-华池组),*Yanjiestheria* spp. 与庆阳环河翼龙 (*Huanhepterus quingyangensis* Dong) 共存^[19],后者被定为晚侏罗世。山东诸城地区的莱阳组既产 *Yanjiestheria*,又产 *Eosestheria* 两者数量大约各占一半。上述事实表明:*Yanjiestheria* 与 *Eosestheria* 两者并不是完全的上、下关系,而是部分的重叠关系,即延吉叶肢介群大体上与东方叶肢介群同时发育,而前者延续稍长。大家所看到的在一些盆地以 *Yanjiestheria* 为主,例如鄂尔多斯盆地,另一些盆地以 *Eosestheria* 为主,例如阜新、义县盆地,建昌盆地等等,则是由于不同生物地理区造成的。另外,从系统发生律看,*Yanjiestheria* 壳的早期是小网状装饰,晚期是由小网格演变而来的线脊装饰。这显示出它是由早、中侏罗世的具有单一小网状装饰的一类叶肢介演化出来的,而与 *Eosestheria* 没有亲缘关系,后者则是从早、中侏罗世的具有中网格装饰的一类叶肢介演化出来的。

鱼类: *Lycoptera* 群包括首要分子 *Lycoptera* 和其他分子 *Peipiaosteus*, *Sinamia*, *Ikechaomia*, *Longdeichthys*, *Huashia* 等。其中 *Peipiaosteus* *Pani* Liu et Zhou 出现最早,在冀北地区的大北沟组,上延至九佛堂组。*Lycoptera* 始现于滦平盆地的大店子组下部,而在上覆地层义县组、九佛堂组及其相当地层中才繁盛起来。刘宪亭早就指出,狼鳍鱼群发源于华北一带^[20]。现在可以说它发源于燕山地区,并由此辐射演化,扩展到其他地区。*Sinamia*, *Ikechaomia*, *Huashia* 等属出现更晚,而只有 *Huashia* 延入早白垩世。

昆虫: 以 *Ephemeropsis trisetalis* Eichwald 为代表的昆虫动物群是热河动物群的重要组成部分,它包括数十属种,其中最常见的有 *Ephemeropsis*, *Coptoclava*, *Mesotendipes*, *Clypostemma* 等^[21,7]。*Ephemeropsis trisetalis* 始现于冀北地区的大北沟组,并在该组迅速达到十分昌盛的程度。它延生至九佛堂组及相当地层。*Coptoclava* sp. 可能出现更早(张家口组),但可靠的 *C. longipoda* 最早见于大北沟组,而繁盛于义县组至九佛堂组,在早白垩世的大拉子组还偶尔见及。这一昆虫动物群的其他各属种大都是从义县组开始陆续出现的,上延至九佛堂组。洪友崇认为热河动物群中的昆虫群虽然与中侏罗世的燕辽昆虫群在性质上完全不同,但从它们之间存在某些相同的属来看,在一定程度上存在着内在的继承性,反映出它们在连续线索上演化的密切关系。并由此推论燕辽地区是热河动物群(昆虫)的发源中心^[22]。

双壳类: 热河动物群中的双壳类可以区分出不同的组合。早期的大北沟组和大店子组下部仅有单调的 *Ferganoconcha* 一属,包括若干种,这些种大多是从早、中侏罗世延续上来的。从大店子上部开始出现了 *Nakamuraia*? cf. *subrotunda* (Gu et Ma), *N.?* *chingshanensis* (Grabau)。义县组沉积夹层开始出现以 *Sphaerium jeholense* 为代表

的球蚬类,到沙海组才见有少量的 *Nippononaia* 类,如 *N. (Arctonaia) sinensis* (Nie), *N. (A.) fuxinensis* Yu, *N. (A.) ovata* Yu, *N. (A.) jianchangensis* Yu 等^[9]。其中 *Nakamuraia* 在滦平盆地大店子组上部出现似乎可以说是该属出现的最早层位了。

介形虫: 热河群中各组都产丰富的介形虫,并可区分出不同的介形虫组合^[4,11,12]。大北沟组的介形虫被称为 *Darwinula-Luanpingella-Eoparacypris* 组合。值得注意的是在这个组合中尚未出现 *Cypridea*。大店子组下部产 *Rhinocypris-Yanshanina-Cypridea* 组合。其中 *Cypridea* 开始出现,仅有两种^[4],到大店子组上部才开始发育起来,达 20 余种。*Cypridea* 是从哪一种介形虫演化出来的尚不清楚,但就目前所知大店子组下部可能是它的最早层位。在国外, *Cypridea* 始现于德国西部海陆交互相的 Kimmeridgian 阶上部;在英国则始现于下 Purbeckian 阶底部,层位较德国略高。

热河群中还产爬行类、腹足类等动物化石(表 1),但目前尚未深入研究。

由上述各类生物的发生及演变(表 1)可以得出以下几点认识:

1. 燕辽地区是热河动物群的发源地,然后辐射发展、扩散到其他地区,形成东亚晚侏罗世一早白垩世(早期)独有的生物地理区系(图 1)。
2. 热河动物群中的各类生物群(组合)与早、中侏罗世的相应门类相比较其面貌截然不同,它代表生物发展的一个新阶段。
3. 绝大多数新种,新类群的出现带有突发性。新种、新类群形成后在一个较长的时间内相对稳定或变异量较小,而它们的衰亡相对成种作用时间较长,甚至还有某些“长寿”种。

三、热河动物群起源与机制的探讨

这是一个涉及生物演化的基本问题。当前对于生物的演化有各种学派和主张^[1], 本文不打算对各种学派作出详细评述,而侧重于以热河动物群为实例探讨生物的发生、演化及其机制问题。

热河动物群的发生与演化也是由内因和外因两方面的因素决定的。内因则是生物的遗传与变异的矛盾,外因是生物的外界环境,包括地内和地外因素的制约与影响。遗传学家们认为在一个生物系谱的发展早期,大多数是能够转录的 DNA¹⁾。在对外界环境的反映中它们提供大量能够转录的基因突变,表现为对环境作出适应的新种增加。随着不能转录的 DNA 在该种系基因组中含量的百分比增大,逐渐使生物能提供新的突变以适应环境的能力降低,表现为老化、特化。当环境剧变时,就会绝灭^[1]。无疑热河动物群中各类生物的发生与演化也受生物自身基因组的 DNA 变化规律的支配,笔者赞同这一观点。现在的问题是热河动物群为什么起源于燕辽地区?又为什么在中国北部、蒙古人民共和国(东部)和苏联东外贝加尔地区发展起来?这是一个需要探讨的问题。笔者以为外因包括古气候、古地理、地壳运动、火山作用和古地磁极性的转换可能是最重要的因素。

古地理古气候 中侏罗世晚期中国北部及其相邻地区气候逐渐变干旱。这种环境不利于植物的生存,也不利于动物的发展。当进入晚侏罗世至早白垩世(早期),该区气候又

1) DNA = 脱氧核糖核酸

逐渐变为温暖湿润,湖泊星罗棋布,植物开始发展与繁茂。这种古地理古气候环境为热河动物群的发展提供了有利的条件。

地壳运动、火山作用 晚侏罗世在中国东部及其邻区,尤其是燕辽地区,地壳运动、火山活动极为强烈,同时还可能伴随有地震发生。这些地壳运动、火山活动和地震活动可能是导致生物基因突变的重要诱发因素,从而加速新种的产生。前面已经提到燕辽地区的张家口组至义县组这一时期正是地壳运动、火山活动最为强烈的时期,也是热河动物群中各类生物大量新生和兴旺的时期。

火山爆发可以造成大量的生物死亡^[1,23],往往被认为是一种灾难,这是一方面。但另一方面我们还看到相反的实例,例如热河群的形成的早、中期(大北沟—义县期),火山作用甚为强烈,各类生物不但没有绝灭,反而非常繁盛,种类越来越多,而且有些种类个体发育更大,如叶肢介中的 *Pseudograptus*, *Sentestheria*, *Jibeilimnadia*, *Keratestheria*, *Eosestheria*, *Diestheria* 等较之早、中侏罗世非火山活动期的 *Euestheria*, *Triglypta* 等个体一般大 1—5 倍;再如昆虫中的 *Ephemeropsis trisetalis* 不但数量极其丰富,而且个体也很大。对于这种现象可作如下解释:火山爆发产生的灰雾及毒物对于生活在水中的生物没有影响或没有太大的影响,水起着屏蔽作用。同时火山喷发物中含有某些有益的元素,当这些喷发物落入湖泊中或通过雨水将这些有益元素溶解带入湖水中。生活于水中的动物饮用含有有益元素的水,促进了它们的发育成长。这种水起了一种饲料添加剂的作用。另据中国地质报(1989年3月20日)报导,浙江省地质测试中心以非金属矿产为主要原料研制成两种矿物饵料添加剂(即 861 和 862 号)。用 861 号添加剂饵料在富春江进行养草鱼、罗非鱼试验,结果亩产达 11500 kg,比用酵母饵料的试验增产 26.5%,而且无病鱼发生。用 862 号添加剂饵料在山东崂山县赵家岭进行养虾试验,一个月后幼虾比对照虾平均长 1 cm。幼虾生长快,成活率高。喂养四个月后的成体虾,体长达 17 cm。现代的实例给我们一启示,可以推论热河动物群之所以在燕辽地区兴起,并且在华北及其邻区蓬勃发展起来,火山作用可能是一种有利因素。

地磁场极性转换 有人认为地磁场对于太阳辐射和宇宙线有屏蔽作用^[1]。在地磁场极性转换期(由正到负或由负到正),磁场屏蔽作用消失或大大减弱,太阳辐射和宇宙线可直射至地球。这种辐射是导致基因突变的重要诱变因素,可以加速生物的绝灭和新生,并举例阐明极性转换与生物绝灭的关系^[1,24]。热河动物群提供一个极性转换可以加速生物新生的实例。

热河群至今没有人进行磁性地层学的研究,与热河群有关的磁性地层学的研究也很少,目前仅知孟自芳的一篇论文^[25]。因此当前准确阐述热河动物群与古地磁极性转换关系还比较困难。不过我们可以将热河群的地质年代与国际地磁极性年表作一比较,可能说明些问题。另外,甘肃早侏罗赤金堡组和新民堡群的古地磁学的研究可以作参考。

以往对热河群及其有关地层的同位素年龄测定由于多采用 K-Ar 法而年代普遍偏新,与生物地层年代矛盾甚大。近年来多改用 Rb-Sr 全岩等时线法和 U-Pb (锆石)一致曲线法,获得一些新数据,比较接近真实年龄。大兴安岭南端与燕辽地区大北沟组相当的地质层是满克头鄂博组、玛尼吐组和白音高老组,其 Rb-Sr 年龄和 U-Pb 年龄值分别是 152.29 Ma, 149 Ma, 147 Ma 和 145 Ma, 150 Ma。这些年龄值大致相当于 Oxfordian 期

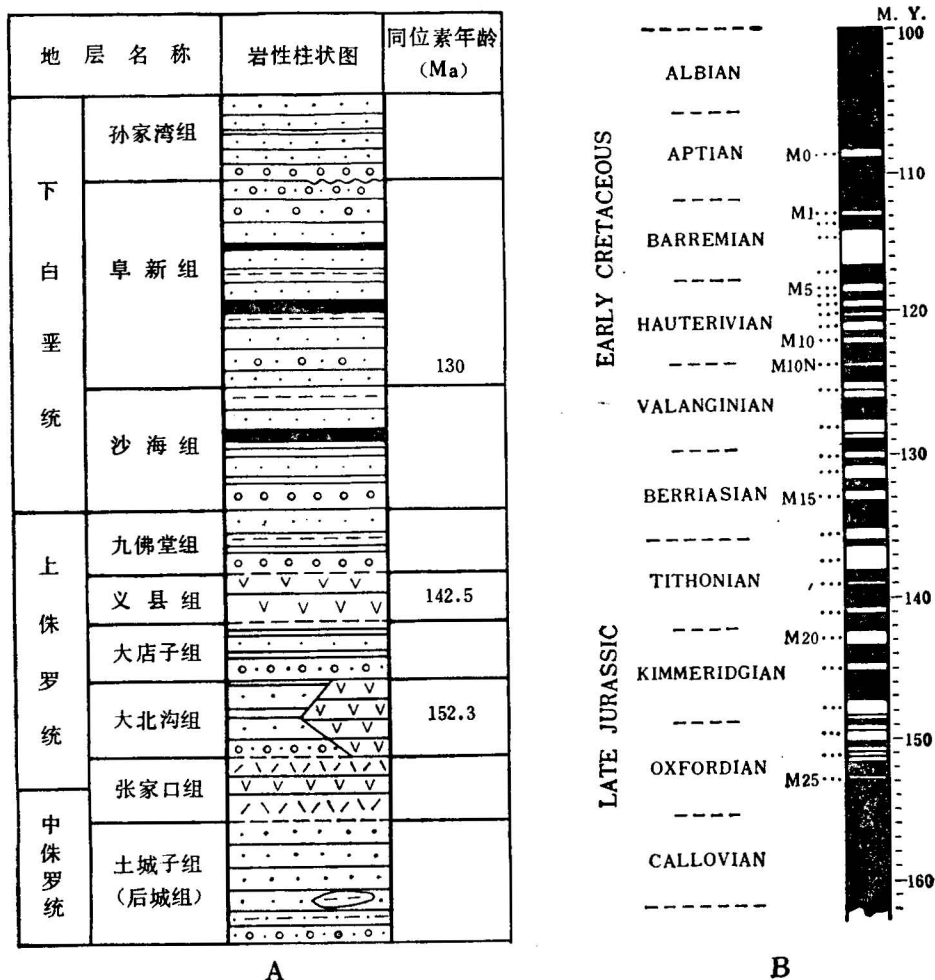


图 2 A, 燕辽地区中上侏罗统一下白垩统柱状图

A. Columnar section of the Middle-Upper Jurassic and Cretaceous in the northern Hebei-western Liaoning area

B. 晚侏罗—早白垩世洋壳地磁极性图(见文献[27]图1,A)

B. Block model for the magnetic polarity patterns of the Late Jurassic-Early Cretaceous oceanic crust (See reference [27] Fig. 1, A)

至早 Kimmeridgian 期。辽西地区的义县组 Rb-Sr 等时线年龄值为 $142.5 \pm 4 \text{ Ma}$ ^[26], 此年龄值约在 Kimmeridgian 期与 Tithonian 期之间。1988 年笔者在内蒙古赤峰平庄西露天矿采自煤系地层底部(相当于阜新组底部)的泥岩样品,由宜昌地质矿产研究所张自超同志测定(Rb-Sr 等时线法),其年龄值为 $130 \pm 8 \text{ Ma}$ 。此年龄值在 Berriasian 期与 Valanginian 期之间。如果将上述热河群及其相关地层的年龄值与国际晚侏罗世至早白垩世地层的磁性年表相比较(图 2),即可看出从大北沟组(Oxfordian)开始至阜新组这一地质时期正是地磁极性频繁转换的时期,也是热河动物群各类生物发生、发展与演变的时期。另外,由甘肃早埃剖面的赤金堡组和新民堡群(两者都含热河动物群)的磁

性特征来看^[25],从赤金堡组的上部至新民堡群也处于地磁极性频繁转换期。上述事实表明地磁极性的转换可能是热河动物群各类生物产生与发展的一个重要因素。

参 考 文 献

- [1] 殷鸿福、徐道一、吴瑞棠,1988,地质演化突变观。中国地质大学出版社。
- [2] 王思恩,1986,冀北晚期中生代地层研究。地层古生物论文集,第15辑,第164—168页。地质出版社。
- [3] 河北省、天津市区域地层表编写组,1979,华北地区区域地层表,河北省、天津市分册(一),第68—69页。地质出版社。
- [4] 天津地质矿产研究所主编,1984,华北地区古生物图册(三),微体古生物分册,第67—72页。地质出版社。
- [5] 王思恩,1981,冀北和大兴安岭地区晚侏罗世的新叶肢介化石及其意义。中国地质科学院地质研究所所刊,第3号,第97—112页。地质出版社。
- [6] 王思恩等,1985,中国的侏罗系,第282—285页。地质出版社。
- [7] 洪友崇,1982,酒泉盆地昆虫化石,第6—16页。地质出版社。
- [8] 李子舜、王思恩、于青珊、黄怀曾、郑少林、于希汉,1982,中国北部上侏罗统的划分及其与白垩系的界线。地质学报,第56卷,第4期,第347—355页。
- [9] 于希汉,1987,辽西非海相双壳类日本蚌属(*Nippononaiia*)的新材料。辽宁西部中生代地层古生物(3),第117—127页。地质出版社。
- [10] ———,1987,辽宁西部晚中生代非海相腹足类化石。辽宁西部中生代地层古生物(3),第29—40页。地质出版社。
- [11] 杨仁泉,1985,河北侏罗—白垩纪介形类化石组合。地层古生物论文集,第12辑,第198—201页。地质出版社。
- [12] 张立君,1985,辽宁西部晚中生代非海相介形类动物群。辽宁西部中生代地层古生物(2),第1—15页。地质出版社。
- [13] Jones, T. R., 1862, A Monography of the fossil *Escheriae*. Palaeont. Soc. London. Vol. 14, Pt. 5, pp. 100—101.
- [14] Красинец, С. С., 1963. О значении двустворчатых листоногих ракообразных (Conchostraca). для стратиграфии верхнемезозойских пресноводно-континентальных отложений Восточного Забайкалья. Матер. Геол. Палеозн. Ископ. Читиск. Обл., Вып. 1, стр. 33—55.
- [15] Odin, G. S., 1982. The phanerozoic time scale revisited. Episodes, Newsmagazine. Vol. 1982, number 3.
- [16] 王思恩,1984,冀北、内蒙古侏罗—白垩系新叶肢介化石。古生物学报,第23卷;第6期,第726—728页。
- [17] ———,1985,新疆侏罗纪和白垩纪的叶肢介化石。地层古生物论文集,第12辑,第4—14页。地质出版社。
- [18] 王五力,1987,辽宁西部中生代叶肢介化石。辽宁西部中生代地层古生物(3),第138—139, 156—157页。地质出版社。
- [19] 董枝明,1982,鄂尔多斯盆地~翼龙化石。古脊椎动物与古人类,第20卷,第2期。
- [20] 刘宪亭、苏德造、黄为龙、张国瑞,1963,华北的狼鳍鱼化石。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所甲种专刊,第6号。
- [21] 林启彬,1976,辽西侏罗系的昆虫化石。古生物学报,第15卷,第1期。
- [22] 洪友崇,1983,北方中侏罗世昆虫化石。地质出版社。
- [23] 殷鸿福、黄思骥、张克信、杨逢清、丁梅华、毕宪梅、张素新,1989,华南二叠—三叠纪之交的火山活动及其对生物绝灭的影响。地质学报,第63卷,第2期,第169—177页。
- [24] Hays, J. D., 1971. Faunal extinctions and reversals of the earth's magnetic field. Bull. Geol. Soc. Amer., Vol. 82, pp. 2433—2447.
- [25] 孟自芳,1988,旱峡剖面新民堡群的古地磁学研究。沉积学报,第6卷,第2期,第104—114页。
- [26] 王东方、刁乃昌,1984,辽西侏罗—白垩系火山岩系统的同位素年龄测定——兼测侏罗系与白垩系底界年龄。国际交流地质学术论文集1,第1—11页。地质出版社。
- [27] Ogg J.G. et Steiner M.B., 1985, Jurassic magnetic polarity time scale current status and compilation. Circum-Pacific Jurassic Special Paper, No. 8.

ORIGIN, EVOLUTION AND MECHANISM OF THE JEHOL FAUNA

Wang Si'en

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Abstract

The Jehol Fauna represented by *Lycoptera-Eosestheria-Ephemeropsis* is a famous fauna of Late Jurassic-Early Cretaceous age in oriental Asia. It occurred and developed in certain structural and paleogeographical environments where crustal movements and volcanic activities were very active. So the study of its origin, evolution and cause is meaningful.

The Jehol Fauna is widely distributed in Eastern Trans-Baikal of USSR, Mongolia and northern China, and some of its members expanded to southeastern coastal areas and other parts of China. The present data show that the fauna first occurred in the northern Hebei-western Liaoning area and then expanded to other areas (Fig. 1). Why did the Jehol Fauna originate from the Yanliao area? Generally speaking, causes, both internal (biologically related to heredity and variation) and external (paleoclimate, crustal movement, volcanism and geomagnetic reversals) had played their parts, but only the external causes are treated here.

Paleoclimate During the Late Jurassic-Early Cretaceous, as paleoclimates gradually became warmer and more humid in Eastern Trans-Baikal (USSR), Mongolia and northern China, there were many lakes and exuberant plants. Such an environment is advantageous to the development of the Jehol Fauna.

Crustal movement and volcanism During the Late Jurassic-Early Cretaceous, crustal movements and volcanic activities were rather active in the districts mentioned above, especially the northern Hebei-western Liaoning area. At the same time earthquakes possibly happened there. Volcanic eruption is considered a cause of mass extinction, but it might beneficially affect some aquatic life in that it supplied the animals with some needy chemical elements through solution in water. Benefited by such waters individuals of life had grown to large-sized ones, for example, the conchostracan species *Pseudograptia*, *Keratestheria*, *Sentestheria* and *Jibeilimnadia* and the insect species *Ephemeropsis trisetalis* are all very large.

Geomagnetic reversals It is quite possible that at the time of a geomagnetic reversal the shielding effect of the magnetic field would be largely removed and that the Earth's surface would be subjected to high incidence of cosmic and sun's radiations, thus inducing gene mutations, which led to new kinds of organisms. The Jehol Fauna originated and developed (from the Dabeigou to the Fuxin Formations or from the Oxfordian to the Barremian) might reflect an epoch of geomagnetic field alternations. In other words, geomagnetic field alternations might be closely related with the rise and fall of the Jehol Fauna.

作 者 简 介

王思恩, 生于 1935 年 2 月, 1960 年毕业于北京地质学院地质系地层古生物专业。1960 年至今在中国地质科学院地质研究所从事中生代地层及叶肢介化石的研究工作, 副研究员。通讯处: 北京市百万庄中国地质科学院地质研究所, 邮政编码 100037。