

东北北部白垩纪被子植物的基本发展阶段

张 志 诚

(地质部沈阳地质矿产研究所)

被子植物起源及早期演化规律始终受到人们的注意。以前有关侏罗纪或更早时期被子植物的报道并未获最终证实,可靠的被子植物叶化石只到早白垩世中晚期(巴列姆期—阿尔必期)才出现,但全世界产地只有寥寥几处。晚白垩世是被子植物蓬勃发展并在全球植被中取代裸子植物占据主导地位的时代,但我国由于广大中原地区受当时干旱气候等自然条件影响,以往亦甚少发现。近十几年随着地质普查和科研工作的开展,除西藏日喀则和广西邕宁发现晚白垩世被子植物化石之外,我国北方(内蒙古本巴图、河北北部、松辽盆地、吉林延边、黑龙江牡丹江、林甸、嘉荫等地)已发现一些早、晚白垩世被子植物化石产地。它们虽然数量不多,但特征明显,层位可靠,可与国外同期被子植物对比。

东北北部(黑龙江省和吉林省)白垩纪被子植物化石,发展系列比较完整,地层层序清楚,共生的其他化石依据比较充分。根据这些资料可将被子植物的演化分成三个时期,现分述于下。

第一期被子植物化石

此期被子植物化石极其稀少,主要产于吉林东部延吉盆地大拉子组,有:*Sapindopsis* cf. *obtusifolia* Fontaine, *S.* cf. *variabilis* Fontaine, *Rogersia angustifolia* Fontaine, *Yanjiophyllum ellipticum* Chang (东北地区古生物图册, 1980), *Cornus* sp., *Populus* sp., *Leguminosites* sp. (吉林省地层表, 1978) 等。此外在蛟河盆地杉松岗“磨石砬子组”、黑龙江东部伊林地区及密山地

区龙湖组和东山组发现有: *Sassafras* sp., *Celastrorphyllum* sp., *Dicotylophyllum* sp., *Sapindopsis* sp.。北京西山坨里群上部 *Cissites* cf. *parvifolius* Fontaine (王自强, 1979) 大致亦属此期。

此期被子植物总的特点是,各产地相同分子甚少,除个别类型外一般均为“小叶”型,脉序规律性较差,全缘者居多,叶片与叶柄分化不明显。在分类上它们大多是与现代科属没有关系的形态属,与下述第二期被子植物亦无相同分子。与这些被子植物共生的是大量的裸子植物和真蕨类代表,如大拉子组的 *Zamiophyllum buchianum* (Ettingsh.) Nathorst, *Cupressinocladus elegans* (Chow) Chow, *Elatides curvifolia* (Dunker) Nathorst, *Brachyphyllum obesum* Heer, *B. parceramosum* Fontaine, *Suturovagina intermedia* Chow et Tsao, *Manica (Manica) dalatzensis* Chow et Tsao, *Frenelopsis* sp. 等和东山组的 *Onychiopsis elongata* (Geyler) Yok., *Neozamites verchojanensis* Vachr. 等。它们都是欧亚大陆早白垩世地层(欧洲威尔登期沉积、我国西藏林布宗组、昌都多尼组、福建板头组、甘肃六盘山群、日本外带岭石群等)中的主要分子。此外还有类三角蚌、延吉叶肢介等动物化石。因此,此期被子植物所在层位的时代属早白垩世是无可置疑的。

此期被子植物可能不是最原始的,被子植物的真正祖先以及它们发生的地点和时间尚未最终查明。但是从北半球迄今已知的几处早白垩世被子植物化石来看,它们确与晚白垩世(或阿尔必晚期)比较进化的被子植物类群存在根本差别。两者无论是形态特征、分类位置或分布范围均未发现比较密切的继承性关系。这一

方面是由于目前资料甚少,另一方面也说明,从第一期以“小叶型”为主的被子植物到第二期被子植物经过一个比较深刻的变革。前者为我国“中植代”晚期被子植物的代表,后者为北方“新植代”早期被子植物的代表。这种情况与亚洲东北部、西哈萨克及北美波多马克群的被子植物发展历史有些相似。

萨梅林娜(Самылина, 1974)将亚洲东北部广大地区的晚中生代植物群整理归纳成8个“地层植物群”(Стратифлора)。其中前三个“地层植物群”属晚侏罗世至早白垩世亚普梯期,不含被子植物化石。第四个即布奥尔-克缪斯植物群才出现少量“小叶”型被子植物化石,如。*Celastrophyllum* sp., *Cercidiphyllum potomacensis* (Ward) Vachr., *Protophyllum*? sp., *Araliacarpum kolymensis* Samyl., *Dicotylophyllum* spp., *Rogersia*? *denticulata* Sam., 等。但占绝对优势的仍然是早白垩世常见的蕨类和裸子植物,如: *Birisia onychioides* (Vass. et K.-M.) Sam.(=我国的 *Acanthopteris gothani* Sze), *B. spp. Coniopteris nymphaeum* (Heer) Vachr., *C. saportana* (Heer) Vachr., *C. spp.*, *Arctopteris rarineris* Sam., *Onychiopsis* sp., *Acrostichopteris* spp., *Gleichenites* sp., *Nilssonia schauburgensis* (Dunker) Nath., *Neozamites verchojanensis* Vachr., *Ginkgo* ex gr. *adiantoides* (Unger) Heer 等。萨梅林娜认为时代属阿尔必早期。第五个托普坦植物群是布奥尔-克缪斯植物群的衰落,也是“中植代”最后一个植物群,时代属阿尔必中期。第六个阿尔曼植物群,也是“新植代”的第一个植物群,被子植物占优势,叶形普遍变大,叶脉规律性增强,首次出现可靠悬铃木科化石,时代为阿尔必晚期。有些人认为属赛诺曼期。第七、八植物群为赛诺曼期和土伦期的典型“新植代”植物群。在西哈萨克,瓦赫拉麦也夫(Вахрамеев, В. А. 1952)也将白垩纪中期植物群分为早、中阿尔必期的楚什卡库尔植物群和晚阿尔必期的库尔捷年台米尔植物群。前者以小叶被子植物为特征,后者以悬铃木科为

特征(其时代有人认为属赛诺曼期)。北美(Fontaine, 1889; Berry, 1911; Doyle, J. A., 1976)波多马克植物群是迄今北半球产被子植物化石最丰富的早白垩世植物群。亚普梯至阿尔必早期的帕图克辛组和阿隆台组除有一些大型叶(如 *Ficophyllum*, *Quercophyllum*)外,也有许多小叶,它们多为单叶,椭圆形、卵圆形或倒卵形,脉序无定形,即二级脉之间的脉间区的大小和形状变化较大,分支不规则,第三级脉及更高级脉分化不显著,叶片和叶柄间无明显界线。Hickey (1971) 根据对现代叶子的形态分析比较认为这些是双子叶植物的原始状态。阿尔必中、晚期的巴塔普斯科组,被子植物的含量有所增加,脉序规律性有所增强。但以“拟悬铃木”类占优势的被子植物类群直到阿尔必晚期至赛诺曼期的“拉里坦”组和马戈齐组才出现,即“新植代”的开始。

综上所述,北半球白垩纪中期被子植物发展的第一阶段与第二阶段的界线是清楚的,它处于阿尔必中、晚期之间,在某些地区有可能略早或略晚些。克拉西洛夫(Красилов, В. А., 1979)认为白垩纪被子植物的发展是渐变的,“中植代”的上界与按动物划定的“中生代”上界是一致的。这种观点与我国及上述资料都不相符合,因此他主张取消“中植代”概念是不足取的。下边我们还将看到,东北北部第二、三期的被子植物与新生代、尤其是与老第三纪被子植物的关系比与第一期被子植物的关系更为密切些。

大拉子组被子植物名单中的 *Cornus* sp., *Populus* sp., *Leguminosites* sp. 产于延吉盆地西北部老头沟至铜佛寺剖面上*。关于这里的地层能否与盆地东南部产有前6种被子植物化石的大拉子组对比,目前有两种意见。一种意见认为不能对比,应另建“铜佛寺组”,层位在龙井组之下,而大拉子组在龙井组之上(周志炎等, 1980)。另一种意见认为可以对比,“铜佛寺组”

* 此3属系引用他人资料,早白垩世地层是否会出现像 *Cornus*, *Populus* 这类进步类型,尚需复核。

就是大拉子组,龙井组位于大拉子组之上(吉林省地层表,1978)。从吉林区测队和沈阳地质矿产研究所的工作结果来看,铜佛寺一带的以黑色和灰黑色粉砂质页岩为主的湖相沉积及所产生生物化石与大拉子组并无根本差异。过去认为铜佛寺一带没有大拉子组特有的上床满洲鱼(*Manchurichthys uwatōkoi* Saito)和昆虫化石,大拉子组则缺少这里常见的 *Sphaerium chientaoense* Suz., *Tulotomoides talatzensis* Suz. 等。实际上这些分子两地皆有发现。两地的叶肢介、介形虫和孢粉组合特征亦基本相同(名单从略)。如果说铜佛寺一带的这套地层不是大拉子组,而是龙井组之下的另一套沉积,龙井组之上才是大拉子组,则很难设想适应能力并不太强的满洲鱼能够在铜佛寺组出现,消失于干旱气候条件下形成的龙井组,而又重新出现于大拉子组。但是盆地西北部从老头沟到铜佛寺的整个剖面是否完全相当于盆地东南部的大拉子组?目前资料亦不能得出这种结论。我们认为,相当于大拉子组的只是铜佛寺和泗水一带的地层,而老头沟至合成屯附近的地层主要为黄色和灰黄色厚层砾岩、含砾粗砂岩和砂岩,产少量植物化石,代表大拉子组之前的一套沉积。而被子植物化石产于与大拉子组相当的上部地层内。

总之,东北北部早白垩世被子植物化石的时代不超出巴列姆期至阿尔必中期的范围,可大体与亚洲东北部、远东、西哈萨克以及北美同期植物群的某些类型对比。

第二期被子植物化石

此期被子植物化石产地及层位有:松辽平原的泉头组和青山口组、滨东地区鸟河组和牡丹江盆地“桦山群”上部。邻区河北省土井子组发现的被子植物化石亦属此期。

泉头组产: *Platanus* sp., *Trapa? microphylla* Lesq., *Viburniphyllum serrulatus* Tao, *Protophyllum undulatum* Tao, *Platanophyllum* sp. (陶君容等, 1980)。滨东地区层位与泉头组或延吉盆地龙井组相当的鸟河组产少量被子植物化石:

Platanus sp., *Aspidiophyllum* sp. (张志诚, 1981)。青山口组所产被子植物化石经郭双兴研究有: *Celastrorphyllum* sp., *Saliciphyllum* sp., *Diospyros?* sp., *Schizandra* sp., *Dryophyllum* sp. (黑龙江省地层表, 1979)。牡丹江盆地“桦山群”上部产: *Platanus* cf. *newberryana* Heer, *Platanus* sp., *Aralia mudanjiangensis* Chang, *Saliciphyllum* sp., *Dicotylophyllum* sp. 等(张志诚, 1981)。

此期被子植物在植物群中占据绝对优势,蕨类和裸子植物仅零星出现。被子植物大多为比较进化的阔叶类型,尤以悬铃木科化石最为发育,脉序(指脉序级别的分化程度、网格形状和大小)规律性较强。在分类上它们与新生代科属有着较密切关系。迄今尚未发现上述第一期被子植物分子混生其间。

在北半球,与本期被子植物相当的以悬铃木科为特点的植物群,分布远较第一期被子植物广泛,内容丰富。它们是使白垩纪中期全球植被面貌发生根本改变的首批被子植物。如西哈萨克的库尔捷年台米尔植物群、中亚东北部科尔克库都科植物群、科累马河流域的阿尔曼植物群以及北美的“拉利坦”、马戈齐、达科塔等植物群。其中除达科塔植物群的时代为赛诺曼—土仑期外,其他均不超出阿尔必晚期至赛诺曼期的范围。东北北部的化石虽不如这些植物群丰富,但特征明显,层位稳定,易于辨认,大部分属种在这些植物群中均有分布或有相似代表,尤其是悬铃木科的标本几乎与西哈萨克库尔捷年台米尔植物群和中亚东北部科尔克库都植物群完全一致(参见“东北地区古生物图册”,第二分册, 1981)。虽然萨梅林娜(1974)推测悬铃木科可能现于阿尔必早、中期(布奥尔-克缪斯植物群和托普坦植物群),但可靠的该科标本迄今只发现于阿尔必晚期的阿尔曼植物群。而有些古植物学者如白科夫斯卡娅(Байковская Т. Н., 1963)甚至认为悬铃木科只到赛诺曼期才有出现。

关于泉头组和青山口组的时代,多数研究者将它们归于早白垩世。但是从被子植物的进

化程度来看,青山口组属于晚白垩世是勿容置疑的,因为像该组所产的典型被子植物化石在世界各地从未见于早白垩世地层。至于泉头组的时代,虽然略早些,但根据上述世界各地被子植物化石资料,亦不会早到亚普梯期。泉头组和青山口组为连续沉积,泉头组第四段(最上部)与青山口组中下部为同一沉积旋回。泉头组之下和青山口组之上分别以区域性的沉积间断关系与登娄库组和姚家组接触。可见二者关系较为密切。因此我们将两组被子植物化石归入同一发展阶段。

综上所述,本期被子植物化石的时代不会超出阿尔必晚期至赛诺曼期。

第三期被子植物化石

含有此期被子植物化石的植物群是我国北方迄今所知最晚的中生代植物群,主要发现于黑龙江北部嘉荫地区永安屯组和太平林场组,乌云地区富饶组和尚志县费家街晚白垩世地层中。

永安屯组和太平林场组岩性基本相同,主要为灰黄和灰绿色粉砂岩和泥岩,含介形虫、腹足类、叶肢介、脊椎动物化石,是近年新建立的地层单位,在区域上可与松辽盆地姚家组和伏龙泉组(嫩江组)对比。它们产被子植物化石: *Magnolia* sp., cf. *Laurus plutonia* Heer, *Macclintockia* cf. *trinervis* Heer, *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *T. smilacifolia* (Newberry) Krysh., *T.* sp., *Trapa?* *microphylla* Lesq., *Platanus densinervis* Chang, *P. raynoldsii* Newberry emend. Brown, *P. sinensis* Chang, *Nordenskiöldia minima* Chang, *Protophyllum jiainensis* Chang, *Pterospermites* sp.。与被子植物共生的还有少量裸子植物和蕨类: *Taxodium olrikii* (Heer) Brown, *Metasequoia disticha* (Heer) Miki, *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, *Equisetum* sp.,? *Dryopteris* sp., *Marchantites* sp.。富饶组原为乌云组下段,也是近年新划分出来的,主要岩性为灰、黑褐色炭质、粉砂质泥岩和粉砂岩,夹薄煤层、砂岩和砾

岩。产被子植物化石: *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Aralia* sp., *Platanus raynoldsii* Newberry emend. Brown, *Tiliaephyllum* sp., *Populus* sp., *Dicotylophyllum* sp.。蕨类和裸子植物有: *Cladophlebis* sp., *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, *Taxodium* sp., *Metasequoia disticha* (Heer) Miki。它们几乎均为太平林场组分子。未见动物化石。根据该区地层层序推断,该组位于太平林场组之上,相当于黑龙江北岸布列亚盆地的查加扬组。尚志县费家街晚白垩世地层产被子植物化石: *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry(= *Cercidiphyllum arcticum* (Heer) Brown), *Rhamnus shangzhiensis* Tao et Chang, *Ficus platanicostata* Lesq., *Platanus raynoldsii* Newberry emend. Brown, *Paulownia?* sp., *Corylus kenaiana* Hollick, *Viburniphyllum* sp., *Protophyllum* sp., *Zizyphus hyperborea* Heer, *Dicotylophyllum* sp.。

本期被子植物虽然产地不多,但属种类型较第二期丰富,在本期植物群中占据绝对优势。尤其是北极似昆栏树 (*Trochodendroides arctica*) 最为常见,在嘉荫地区其数量占全部植物化石的一半以上,它与水杉可能是当时的主要造林树种。悬铃木继续存在,但类型已与第二期不同且不占主导地位。湖相沉积的标志化石小叶菱? (*Trapa?* *microphylla* Lesq.) 虽然在晚白垩世初期即已零星出现,但鼎盛时期是赛诺期至古新世。*Macclintockia* cf. *trinervis* Heer, *Platanus raynoldsii* Newberry, *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Trapa?* *microphyllum* Lesq., *Viburniphyllum* sp., *Nordenskiöldia* sp., *Protophyllum* sp. 等均是黑龙江北岸布列亚盆地查加扬组的主要分子。但查加扬组中一些较晚的分子尚未在本期植物群中出现,如 *Carex tsagajanica* Krassil., *Diplophyllum amurense* Krassilov 等。查加扬植物群的时代曾被海尔 (Heer, 1878) 和康斯坦丁 (Константинов С. В., 1913, 1914) 分别定为中新世和始新世,经过克利什托弗维奇、白科夫斯卡娅、克拉西洛夫、瓦赫拉麦也夫等近几十年的工作,现已趋于一致地认为不超出马

表 I. 东北北部含白垩纪被子植物化石地层对比表

A table showing the correlation of Cretaceous angiosperm-bearing formation in north part of Northeast China

(中 含被子植物化石层位)

地 区 地 层 时 代		被子植物主要发展												阶段及植物群代表		中、新生植物代的分界							
		北 美												（嘉 荫 植 物 群） 第 三 阶 段		（牡丹江植物群） 第 二 阶 段		（大拉子植物群） 第 一 阶 段		中 生 植 物 代			
晚 白 垩 世		达宁期							乌云组	费 家 街 砂 岩				查加扬组									
		赛诺期			伏龙泉组、姚家组、青山口组、泉头组				琿春组	嘉 荫 群				扎 维 钦 组		格列宾金组		加林组、阿尔查、阿尔曼组		拉利坦组			
		土仑期					乌 河 组						井子组		库 尔 捷 年 台 米		阿尔查、阿尔曼组						
		赛诺曼期	龙 井 组		沟 口 砂 岩																		
早 白 垩 世		阿尔必期	大 拉 子 组、铜佛寺组		下 城 子 组		登 娄 库 组		陶 洪 河 组		保家屯组、磨石砬子组		坨 里 群 上 部		布 列 亚 群		托普坦组、布奥尔组		克 组、巴塔普斯、阿隆台、帕图克辛组				
		亚普梯期																					
		尼欧克姆期	长 财 组		穆棱组、城子河组		营城组、沙河子组				乌林组、奶子山组		青 石 砬 组						奥 若 金 组 上 部		Acanthopeltis植物群		

斯特里赫特期至古新世的范围。这种修改在颇大程度上是受我国境内嘉荫地区发现的鸭咀龙科恐龙化石的影响。据苏联有关地层资料，查加扬组在地层层序上位于博古长组之上，后者亦含爬行类动物化石及植物化石，其层位可能与我国含鸭咀龙科化石的地层（渔亮子组）相当。而含有嘉荫植物群的地层（永安屯组）位于渔亮子组之下。因此，无论从植物群成分或从地层层序上，本期植物群的时代有可能较查加扬植物群略早，属土仑—赛诺期。富饶组的化石较少，暂归入本期，将来有可能证实，它与乌

云组植物群属于较本期植物群更晚一些的另一发展阶段。

吉林延边琿春地区的含煤沉积称琿春组，其时代以前归入古新世至渐新世（吉林省地层表，1978）。郭双兴、李浩敏（1979）研究了采自本区二道沟的标本，计有：*Glyptostrobus europaeus* (A.Br.) Heer, *Metasequoia cuneata* (Newb.) Chaney, *Populites cf. liugiosus* (Heer) Lesquereux, *Juglandites poliophyllum* Guo et Li, *Trochodendroides vassilenkoi* Iljinskaja et Romanova, *Protophyllum multinerve* Lesquereux, *P. haydenii* Les-

quereux, *P. cordifolium* Guo et Li, *P. microphyllum* Guo et Li, *P. ovatifolium* Guo et Li, *P. renifolium* Guo et Li, *P. rotundum* Guo et Li, *Leguminosites* sp., *Graminophyllum* sp.。他们根据已绝灭的时代仅限于晚白垩世的 *Protophyllum* 属的大量存在, 认为珲春组的时代应属晚白垩世, 且很可能属早中赛诺期或更早些。

主要参考文献

- 东北地区区域地层表: 吉林省分册 (1978), 黑龙江省分册 (1979)。地质出版社。
- 地质部沈阳地质矿产研究所, 1981: 东北地区古生物图册 (二), 中生代分册。地质出版社。
- 李星学、周志炎、郭双兴, 1981: 植物界的发展和演化。科学出版社。
- 张志诚, 1981: 牡丹江盆地的几种被子植物化石。中国地质科学院院报, 沈阳地质矿产研究所分刊, 2 卷 1 号。地质出版社。
- 郭双兴、李浩敏, 1979: 吉林珲春晚白垩世植物群。古生物学报, 18 卷 6 期。
- 陶君容、孙湘君, 1980: 黑龙江林甸县白垩纪的植物化石和孢粉组合。植物学报, 22 卷 1 期。
- Beck, C. B., 1976: *Origin and Early Evolution of Angiosperms*. Columbia University Press.
- Berry, E. W., 1911: *Systematic Palaeontology of the Lower Cretaceous deposits of Maryland*. Maryland Geol. Surv., Lower Cretaceous.
- Fontaine, W. M., 1889: *The Potomac or Younger Mesozoic Flora*. -U. S. Geol. Surv., Monogr., 15.
- Hickey, L. J. and Doyle, J. A., 1977: Early Cretaceous fossil evidence for angiosperm evolution. -Bot. Rev., 43 (1).
- Samylina, V. A., 1968: Early Cretaceous angiosperms of the Soviet Union based on leaf and fruit remains. -J. Linn. Soc. Bot., 61 (384): P. 207—218.
- Байковская Т. Н. 1956: Верхнемеловые флоры Северной Азии. Труды ботан. ин-та АН СССР, серия 8, "Палеоботаника", (2), 49—181.
- Вахрамеев В. А., 1952: Стратиграфия и ископаемая флора меловых отложений Западного Казахстана. Региональная стратиграфия СССР. Т. I. М. Изд-во АН СССР, с. 340.
- , 1981: Развитие флор в средней части мелового периода и древние покрытосеменные. -Палеонт. Журн., 1981, (2); 3—14.
- Красилов В. А. 1976: Цагаанская флора Амурской области. М., Наука, с. 92.
- Самылина В. А., 1974: Раннемеловые флоры северо-востока СССР. Изд-во "Наука". с. 56.

(1981 年 12 月 15 日收到)

MAIN STAGES OF CRETACEOUS ANGIOSPERM SUCCESSION IN NORTH PART OF NORTHEAST CHINA

Zhang Zhi-cheng

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Ministry of Geology)

Abstract

Formerly almost no Cretaceous fossil angiosperms have ever been found from Northeastern or Northern China. In the recent more than ten years, with the development of geological research work, a number of interesting angiosperm specimens have been discovered from the Lower and Upper Cretaceous deposits in these regions.

On the basis of stratigraphy and palaeobotanical characters of the Cretaceous floras with angiosperms, they have been recognised as of the following three main stages:

The first stage (Barremian—Early or Middle Albian). In this stage the angiosperms may be mainly represented by a number of well-preserved specimens of the Early Cretaceous Dalazi Formation, though they are rare in occurrence, such as *Sapindopsis* cf. *obtusifolia* Fontaine, *S.* cf. *variabilis* Fontaine, *Rogersia angustifolia* Fontaine, *Yanjiphyllum ellipticum* Chang, *Sassafras?* sp., *Paliurus?* sp., *Populus?* sp., etc.. Besides, a few fragmentary specimens have been discovered from the Mochilazi Formation of the Jiaohe basin and

the Lunghu Formation of the Mishan region, such as *Celastrophyllum* sp., *Sassafras* sp., *Sapindopsis*? sp. and *Dicotylophyllum* sp.. It seems possible that the angiosperm specimen described as *Cissites* cf. *parvifolia* Fontaine from the Toli group of the Beijing region also belongs to this stage. The angiosperm specimens of the Dalazi Formation exist in association with many remains of ferns and gymnosperms such as *Gleichenites nipponensis* Oishi, *Zamiophyllum buchianum* (Ettingsh.) Nathorst, *Elatides curvifolia* (Dunker) Nathorst, *Brachphyllum obesum* Heer, *Frenelopsis* sp., etc., which chiefly occur in the Wealden or Early Cretaceous floras of Europe and Asia. In addition, there also have been found abundant animal remains of the Early Cretaceous age, such as those of *Trigonioides kodairai* Kob. et Suz., *Tulotomoides talatzensis* Suz., *Manchurichthys uwatokoii* Saito, etc..

The second stage (Late Albian—Cenomanian). The angiosperms of this stage are mainly recorded from the Quantou and Qingshankou Formations of the Songliao basin, the Niaohe Formation of the Bindong region and the Upper part of the Huashan group of the Mudanjiang basin. Some fragmentary angiosperm specimens found from the Tujingzi Formation in Hebei Province most probably also belong to this stage.

The angiosperm assemblage of this stage consists mainly of those elements belonging to the Platanaceae and other broad-leaf forms with progressive characters, such as *Platanus cuneifolia* (Bronn) Vachr., *P.* cf. *newberryana* Heer, *P.* spp., *Protophyllum undulatum* Tao, *Aspidiophyllum*? sp., *Credneria*? sp., *Aralia mudanjiangensis* Chang, *Viburniphyllum serrulatus* Tao, *Dryophyllum subfalcatum*, *Schizandra durbuntensis*, etc.. Most of them are identical with or closely related to the Later Albian-Cenomanian angiosperm elements in Western Kazakhstan and North-Eastern Asia.

The third stage. The angiosperm specimens of this stage were collected mainly from

the Taipinglingchang and Yong'ancun Formations in the Jiayin region of Heilongjiang Province. Some not well-preserved angiosperm remains were recorded from the Fuyao Formation of the Wuyun Coalfield, approximately corresponding to the Tsagajan Formation of the Bureja basin in the Soviet Union. A number of angiosperm specimens collected from the "tuffaceous sandstone" of the Feijiajie town of the Shangzhi county in Heilongjiang Province probably belong to the same stage. The angiosperm assemblage of this stage is chiefly characterized by the abundant appearance of some comparatively advanced forms such as *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *T. smilacifolia* (Newberry) Krysh., *Macclintockia* cf. *trinervis* Heer, *Platanus sinensis* Chang, *P. raynoldsii* Newberry, *P. densinervis* Chang, *Trapa*? *microphylla* Lesq., *Nordenskioldia minima* Chang, *Ficus platanicostata* Lesq., *Corylus kenaiana* Hollick, *Zizyphus hyperborea* Heer, *Ramnus shangzhiensis* Tao et Chang, etc.. Besides, there are generally a few forms of Filicales and gymnosperms in association with the angiosperms, though they are not as abundant as the latter, namely, *Metasequoia disticha* (Heer) Miki, *Taxodium olrikii* (Heer) Brown, *Ginkgo* ex gr. *adiantoides* (Unger) Heer, *Asplenium* sp., etc..

The flora of the third stage stands very close to the Tsagajan flora from the Bureja basin in the USSR, but the composition of our specimen is much purer and simpler than that of the latter. Many elements of the Tsagajan flora have not yet been found in China, such as *Onoclea hebridica* (Forbes) Johnson, *Tricolpopollianthus burejensis* Krassilov, *Carinalas permumbureicum* Krassilov, *Tiliaephyllum tsagajanicum* (Krysh. et Baik.) Krassilov., *Papilionaceophyllum Kryshstofovichii* Krassilov, etc.. The age of the Tsagajan flora is generally considered by the Soviet palaeontologists as Maastrichtian-Early Paleocene. According to stratigraphical information from the Bureja basin, in the Lower part of the Tsagajan Formation have been discovered a few species of

fossil Reptilia, such as the well-known *Mandschurosaurus amurensis* Riabinin (Hadrosaurinae), *Tyrannosaurus* sp., etc., which also abundantly appear in the Yuliangzhi Formation overlying the Taipinglinchang and Yong'

ancun Formations. As far as the present knowledge goes, the flora of the third stage is slightly older than the Tsagajan flora, and may be tentatively designated as Turonian-Senonian in age.