

# *Emplectopteridium alatum* Kawasaki 的脉序\*

刘陆军 姚兆奇

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

## 内 容 提 要

*Emplectopteridium alatum* Kaw. 的脉序历来被描述为叶脉结网并具邻脉, 主要基于具有邻脉这一特征, 该种被归于美羊齿类。经笔者研究, 这种植物没有邻脉而具伴网眼。这样, 不但 *E. alatum* Kaw. 的分类位置需重新考虑, 而且所谓 *Emplectopteridium* 演化系的基础也就完全瓦解。

**关键词** 邻脉 伴网眼 脉序 翅编羊齿 华夏羊齿

古生代的许多蕨形叶, 根据小羽片的形态、脉序类型和着生方式, 建立了许多暂定的人为属或形态属。这些人为属的生物学意义是有限的, 因为这些属经常包括了一些相互间没有亲缘关系的种, 但是, 这些属在地层对比方面往往很有用处。

确实, 有些形态属可能在很大程度上代表着一些自然类群, 但由于归于这些属时不必考虑亲缘关系, 因此, 在没有充分弄清这些属的内容和真正的亲缘之前, 也仅仅具有人为属的意义。

在蕨形叶的分类上, 脉序类型往往被赋予极为重要的意义。Halle(1927, p. 121) 在讨论 *Emplectopteris* 与 *Lonchopteris* 属的关系时指出, “自羽轴直接伸出的邻脉, 在蕨形叶的人为分类中是一个十分重要的性状, 以至于不能将有或无邻脉的两类种归于同一个形态属内。”有的学者(Asama, 1959)更是将具有邻脉这一性状作为建立所谓演化系的主要依据之一。

由于标本保存状态的影响, 有些植物化石看起来具有邻脉, 但保存良好的标本则显示它并非如此, 而是具有伴网眼, 杨关秀(1987)订正的 *Cathaysiopteris whitei* (Halle) 脉序具有明显的伴网眼, 就是一个极佳例证。笔者在对我国大羽羊齿类及其相关植物的研究过程中, 发现 *Emplectopteridium alatum* Kaw. 也具有伴网眼, 所谓的邻脉, 只是由于保存关系而产生的一种假象。这一现象值得引起重视, 因而于此作一专门报道, 并对一些相关问题进行必要的讨论。

## *Emplectopteridium alatum* Kawasaki 的脉序

Kawasaki(1931—1934) 在建立 *Emplectopteridium* 属时, 对单型种 *E. alatum* Kaw. 脉序所列出的特征为: “脉序清晰, 中脉粗而直, 不下延, 侧脉自中脉斜出, 有些侧脉直接自羽轴伸出, 联结成1—3行狭长的多边形网眼, 近叶缘时不结网, 而是直而彼此平行地与叶缘斜交。下行基部小羽片的中脉自羽轴基部或稍下一些伸出, 自中脉和羽轴上分出许多叶脉, 它们像在正常小羽片中那样分叉和结网。” Kawasaki 所描述产自朝鲜寺洞群D层的2块标本比较破

\* 国家自然科学基金课题(项目编号 4880071) 成果之一。

碎。相当完整的三次羽状复叶标本由李星学(1955)记述,标本采自山西东南部的山西组。山西的标本显示了此种具有间羽片和间小羽片的特征,但在羽轴两侧也未记述有伴网眼。李星学对此种的脉序作了进一步描述:“叶脉的型式很特别,变化也大:在发育良好的、较大的小羽片上,中脉明显,以一宽的角度自羽轴伸出,直到小羽片的前端才逐渐消散;在发育较差、较小的小羽片上,中脉不甚显著,只较侧脉略粗,有时甚至完全没有中脉。侧脉常以一锐角自中脉伸出后,即向外弯曲并分叉,与其邻近的侧脉于靠近中脉附近或是在距其分出点 2mm 之内,互相连接,形成1—3行(常常是 2 行)微长的、多角形的小网格;离分出点较远时,侧脉很少再有分叉的现象,常常相互平行地直达于小羽片的边缘。此外,还有一些直接来自所在羽轴的侧脉(或邻脉)也是于距分出点很近的地方相互交连而结成少许微长的小网格,稍远即不再分叉而直达于小羽片的边缘。间小羽片和‘间羽片’上的叶脉也是如此。”除了不具邻脉而有伴网眼这点,根据新的发现需作修正外,以上引述关于此种脉序的描述,应该说是相当完全的。其后的一些记录中,也未见到过像李星学(1955)所描述的保存如此完好的标本。

当前记述的标本(图版 I,图 1,2;图版 II,图 1—4;插图 1,2)产自河南禹县大风口剖面“山西组”(神垕组)大占段下部的灰黄色粉砂岩中(张士等,1991),与之一起发现的还有保存良好的 *Tingia carbonica* (Schenk) 等,其层位与山西太原西山剖面的下石盒子组底部相当。

图版 I 图 1 所示为 *Emplectopteridium alatum* Kaw. 2 枚二次羽状复叶的中上部,属种

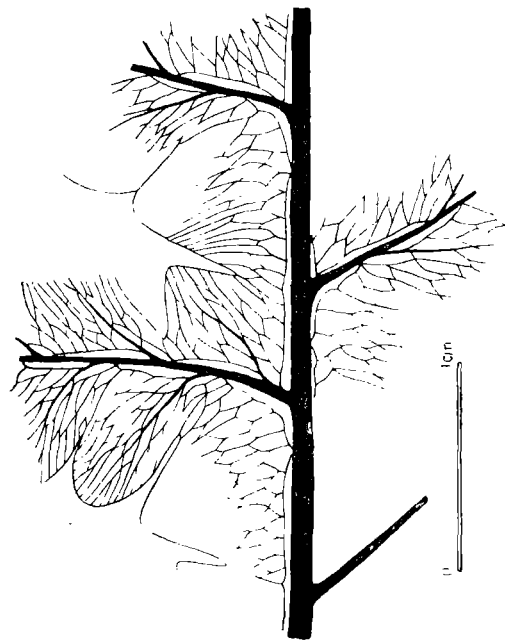


插图 1 末二次羽片一部分的镜下素描图  
(据图版 I, 图 2 的标本)  
Camera-lucida drawing of a part of the penultimate pinna (Drawn from the specimen shown in pl. I, fig. 2)  
示脉序,可见末级和末二级羽轴两侧的伴网眼 (Showing the venation and accessory meshes alongside the penultimate and ultimate pinna-rachis)

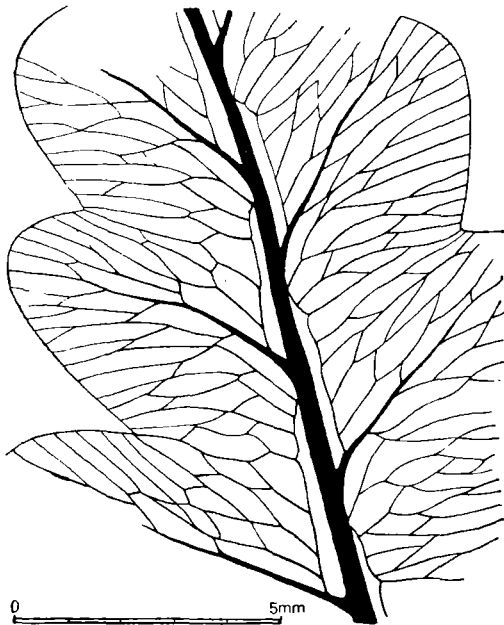


插图 2 末次羽片一部分的镜下素描图  
(据图版 II, 图 4 的标本)  
Camera-lucida drawing of a part of an ultimate pinna (Drawn from the specimen shown in pl. II, fig. 4)  
示脉序和羽轴两侧的伴网眼 (Showing venation and accessory meshes alongside the pinna-rachis)

鉴定上应无疑问。在放大的图 2 中,箭头所示末二级羽轴旁可清晰见到狭长的伴网眼,这在镜下素描图(插图 1)上看得更为清楚。下行基部小羽片的叶脉自末级羽轴基部稍下一些的末二级羽轴处伸出,但仔细的观察表明,有时这一叶脉常由末级羽轴的下延部分伸出。叶脉伸出后立即分叉为 2 支,上面一支沿末级羽轴的走向延伸,并与第二枚小羽片中脉下延部分伸出的第一根侧脉的分支相连,形成一个位于末级与末二级羽轴交角处的伴网眼;下面一支则贴近末二级羽轴的边缘延伸,与下一个末次羽片上行基部小羽片的后侧基部侧脉的分支相连,形成与末二级羽轴平行的伴网眼。这些伴网眼在多数情况下由于保存原因使叶脉与羽轴重叠而未能见及,这就造成了许多邻脉自羽轴伸出的假象。

末二级羽轴两侧的伴网眼,在赵修祜等(1987)记述的 *Emplectopteridium alatum* Kaw. (图版 22, 图 2a 和 3a) 中都能部分地见到。我们重新检视了产自晋东南下石盒子组的这些标本,发现这些明显的特征在描述时被忽略了。在他们的图版 22 图 2a 标本上,末二级羽轴的右侧,第一与第二枚末次羽片之间伸出一根叶脉分成 2 支后,立即平行于末二级轴向上下延伸而形成伴网眼,与我们标本上所见的完全一致。

本文图版 II 图 4 为图版 I 图 1 中 2 枚末次羽片的放大,清晰地显示了小羽片的脉序。插图 2 是图 4 中几个小羽片的镜下素描图,可以看出,小羽片后侧的基部侧脉最先由中脉的下延部分伸出,骤然一看,像是一根出自末级羽轴的邻脉。这一侧脉伸出后立即分成两支,一支与中脉几乎平行,另一支与末级羽轴几乎平行地延伸,同时分叉数次。前侧的基部侧脉自中脉伸出后分叉数次,其中有一支一直保持与末级羽轴平行,并与相邻小羽片后侧基部侧脉的支脉相连而形成伴网眼。脉序的其它特征与李星学(1955)所作的补充描述完全一致。

图版 II 图 1 是图版 I 图 1 所示标本的一部分,左侧为 1 枚末次羽片,右侧为 4 枚可能位于蕨叶较下部的末次羽片,其上的小羽片发育相当好。在放大的图版 II 图 2 标本上,末级羽轴两侧的伴网眼在羽片前端清晰可见。但由于保存原因,在图的下侧,末次羽片后部的伴网眼就难以看出,在这种情况下,中脉 2 支基部侧脉的支脉看起来就像出自末级羽轴。这在稍受侧向挤压的图版 II 图 3 标本上表现得特别明显,除最左侧中部的 2 枚小羽片能看到伴网眼外,其余的小羽片大多可以见到有些叶脉直接出自末级羽轴的假象。

虽然,伴网眼的存在由此可以确证,但在当前的标本上,小羽片后侧的基部侧脉总是从中脉略为下延的部分伸出,看起来宛如一根出自羽轴的邻脉,这似乎为邻脉的存在提供了最后一点证据。为此,我们重检了产自晋东南下石盒子组的一些 *Emplectopteridium alatum* Kaw. 标本。在赵修祜等(1987, 图版 22, 图 4)的一块标本左下侧一枚末次羽片上可以清晰地看到,后侧的基部侧脉是由中脉基部略下延的部分伸出,我们对其中的 2 枚小羽片作了镜下素描(插图 3),从中可清楚地看到这根侧脉确实是从中脉的最基部处伸出。在另一块标本上(赵修祜等, 1987, 图版 22, 图 3),这一现象可以更为精确地观察到。我们对这一标本右下侧的一枚末次羽片作了镜下素描(插图 4),证实了这个种的脉序确实不具邻脉。

至此,可以得出结论, *Emplectopteridium alatum* Kaw. 不具邻脉,而是在羽轴两侧具有伴网眼。但由于伴网眼一般很窄,通常羽轴受压后就盖住了伴网眼,这样,中脉基部侧脉的一些支脉看起来就像是从羽轴直接伸出的邻脉。

值得引述的是, Halle(1927) 在讨论他所建立的 *Emplectopteris* 属时曾提到, “*Emplectopteris* 与 *Lonchopteris* 的差别在于羽片之间具有间小羽片,但主要还在于脉序的不同。*Lonchopteris* 各个种的图影中,总是有许多邻脉直接由羽轴伸入小羽片的基部。但已故 R.

Kidston博士所作的观察表明,*Lonchopteris* 的脉序可能需要重新审视。承他好意,给我寄来了被他鉴定为 *L. bricei* Brgn. 一个羽片的几张放大照片,并告诉了他对脉序的观察结果。这一标本中,小羽片基部前侧的一些叶脉被认为是由一根二级脉上伸出的,这根二级脉由中脉近基部处分出,并与羽轴十分靠近地平行延伸。R. Kidston 认为 *Lonchopteris* 的其它种也可能是这种情况,但这些二级脉延伸时由于太靠近羽轴,而且叶片与羽轴连接处的弯曲,使之变得模糊不清,因而这些二级脉没有被辨认出来。R. Kidston 表示,他相信 *Lonchopteris rugosa* Brgn. 也具有类似这样的脉序。”

*Lonchopteris* 的一些种是否都是这种情况,我们还不清楚,但华夏植物群中有些属的标本却与上述情况完全一致。除了保存良好的 *Emplectopteridium alatum* Kaw. 标本为此提供了实证外, *Cathaysiopteris whitei* (Halle) 是另一个佳例。杨关秀(1987)根据河南禹县的标本,对这一植物的脉序作了订正,证实它不具邻脉而具有伴网眼。产自晋东南的 *C. whitei* (Halle) 标本中(赵修祜等, 1987, 图版17, 图5, 6)也有这样的伴网眼,我们在图版II图5, 6中重新图示了这块标本的正负面,并对它作了镜下素描(插图5)。从插图可见,一级侧脉基部的细

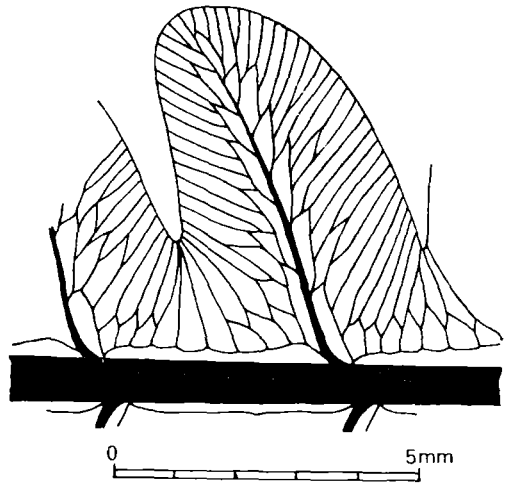


插图3 一枚小羽片脉序的镜下素描图  
(据赵修祜等, 1987, 图版22, 图4的标本)  
Camera-lucida drawing of the venation of a pinnule  
(Drawn from the specimen shown in Zhao *et al.*, 1987, pl. 22, fig. 4)  
末级羽轴旁的伴网眼清晰可见 (Showing accessory meshes alongside the ultimate pinna-rachis)

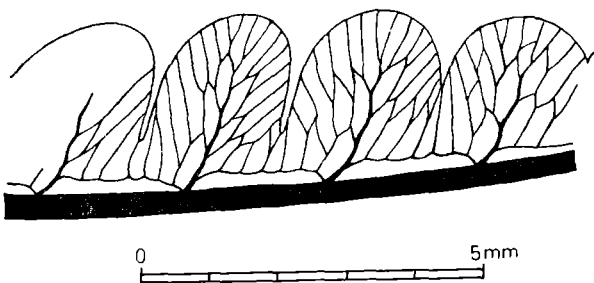


插图4 几枚小羽片脉序的镜下素描图  
(据赵修祜等, 1987, 图版22, 图3的标本)  
Camera-lucida drawing of the venation of several pinnules

(Drawn from the specimen shown in Zhao *et al.*, 1987, pl. 22, fig. 3)  
示叶脉结网情况和基部侧脉相互联成伴网眼  
(Showing anastomosing venation and the accessory meshes formed by the basal lateral veins alongside the ultimate pinna-rachis)

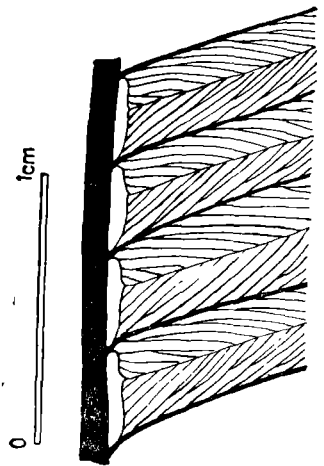


插图5 *Cathaysiopteris whitei* (Halle) 脉序的镜下素描图  
(据赵修祜等, 1987, 图版17, 图5的标本)  
Camera-lucida drawing of the venation of *Cathaysiopteris whitei* (Halle)  
(Drawn from the specimen shown in Zhao *et al.*, 1987, pl. 17, fig. 5)

脉分叉数次,其中有一支一直与中脉平行地延伸,并与相邻一级侧脉的另一支沿中脉平行的细脉相连,形成伴网眼。在通常情况下,由于标本保存状态的影响,这些伴网眼一般都观察不到,因而造成了许多邻脉自中脉(或羽轴)直接伸出的假象。自 Halle(1927)建立 *Gigantopteris whitei*[=*Cathaysiopteris whitei* (Halle)] 以来,经过近 60 年,杨关秀(1987)才第一次把这一特征弄清楚。由此也可得到启示,即基于一个了解得还不太清楚的营养性状,去作出有关演化的推论,是非常危险的。

## 几个相关问题的讨论

首先需要讨论的是 *Emplectopteridium alatum* Kaw. 这一植物的分类位置问题。虽然通常相信它属于种子蕨类,但由于目前尚未发现连生的生殖器官化石,也不了解这一植物的解剖构造,因而这个种的自然分类位置还不清楚。在人为分类系统中,《中国古生代植物》(1974)将 *E. alatum* Kaw. 归于美羊齿类,主要的依据是认为 *Emplectopteridium* 属具有邻脉。美羊齿类通常只包括 *Callipteris* 和 *Callipteridium* 属,它们都不是网状脉序,而具直接出自羽轴的邻脉。*Emplectopteridium* 的叶脉结网,具伴网眼,没有邻脉,故不该继续归于美羊齿类,而应给它另找一个暂时的归宿。

需要指出的是,脉序在人为分类中虽是个重要标志,但这一性状的生物学意义我们知道得相对还少。有的作者认为邻脉的有无是一个具有演化意义的重要特征,这可能还缺乏生物学上的依据。虽然,比较原始的植物多具开放型脉序,但不能认为具开放型脉序的植物都是低级的。简单的网状脉序只自石炭纪的纳谟尔早期才开始出现(李星学等, 1974), 这应认为是一种比较进化和高级的性状。但是,我们还不了解网脉的出现具体与什么原因有关,也不清楚这种形态-解剖构造具体的适应意义。因此,过分强调脉序,特别是邻脉和伴网眼的有无等在演化上的意义,并且仅仅根据叶脉形态来建立演化系列,就不免有些草率。

Asama(1959)根据邻脉建立了 *Emplectopteridium* 演化系,同时,将此属归于大羽羊齿类,并认为由它演化出 *Gigantopteris*。现在看来,这个所谓的演化系列不论在哪一点上,都没有事实依据(姚兆奇,1983)。在我国,个别作者步 Asama 之后,也认为 *Emplectopteridium* 属具有邻脉而无伴网眼,而将 *Emplectopteridium* 和 *Gigantopteris* 一起归于 *Gigantopteroidae*。这个分类方案不能成立,不但是由于这两个属之间缺少共同的性状,而主要的是,科和目是不同等级的自然分类单位,而 *Emplectopteridium* 目前还只是一个形态属,并不具备归于自然分类群的条件。另外,如果仅因 *Emplectopteridium* 属具有不完全的网脉而归入人为分类系统的大羽羊齿类,那就会大大地扩展这个人为类群的范围,这显然是不合适的。

由于 *Emplectopteridium* 的伴网眼以前未被发现,所以往往用具有邻脉这一特征来与相似的植物区别。现在看来, *Emplectopteridium* 与 *Emplectopteris* 在脉序上甚为相似,它们之间的主要区别应该是:前者为三次羽状复叶,具有间羽片;后者的蕨叶为畸羊齿型,呈二分或四分式结构(黄本宏,1986)。

*Emplectopteridium alatum* Kaw. 与占碑植物群中 *Dictyocallipteridium sundaicum* Jongm. et Goth. 的关系,李星学(1955)已作过详尽讨论。近年有些作者(杨关秀等, 1983)肯定两者为同种植物,因而这里还需作一补充说明。Jongmans 和 Gothan (1935) 在建立 *Dictyocallipteridium sundaicum* 这个种时所给的特征为:“小羽片钝三角形。中脉较明显。侧脉和邻脉稀疏,波曲状,有些叶脉常联成明显的网眼。主轴和间小羽片未发现。”由于他们明

确限定此种具有邻脉,因而就不能将它视作 *E. alatum* Kaw. 的后出异名;加上该种的主轴和间小羽片均未发现,因而两者无法进行比较。在没有重检原始标本的情况下,最好还是按照李星学(1955)的意见,暂时不作定论。

北美晚石炭世至早二叠世的 *Lescuropteris moorii* (Lesqu.) 曾被认为与 *Emplectopteridium alatum* Kaw. 很相似(李星学, 1955)。北美这个种的蕨叶形态现已研究得比较清楚(Gillespie *et al.*, 1978)。其特征是小羽片呈镰形,下部的一些叶脉直接自羽轴伸出,而上部的一些叶脉则由一根细的中脉交互状分出。有些侧脉彼此靠近,在极少情况下彼此联结成网眼。末次羽片间的主轴上具一半圆形的间小羽片。从这些特征来看,它与 *E. alatum* Kaw. 不具邻脉的不完全网状脉序明显不同,两者在小羽片和间小羽片的形态上也迥然有别。

标本照相由邓东兴和赵士伟完成,杨荣庆清绘部分插图,作者于此谨表谢忱。

### 参 考 文 献

- 中国科学院南京地质古生物研究所、中国科学院植物研究所, 1974: 中国古生代植物。科学出版社。
- 李星学, 1955: 山西东南部山西系中 *Emplectopteridium alatum* Kawasaki 的发现及讨论。古生物学报, 3(3): 173—188。
- 李星学, 1963: 华北月门沟群植物化石。中国古生物志, 总号148册, 新甲种6号, 1—185。科学出版社。
- 李星学, 姚兆奇、蔡重阳、吴秀元, 1974: 甘肃靖远石炭纪生物地层。中国科学院地质古生物研究所集刊, 第6号, 99—118页。科学出版社。
- 张士、姚庚云、姚兆奇, 1991: 河南西部“山西组”含大羽羊齿植物的层位。地层学杂志, 15(3): 210—220。
- 沈光隆、李克定、谷祖纲, 1977: 关于我国大羽羊齿类植物的分类问题。兰州大学学报(自然科学版), 1977(4): 1—9。
- 杨关秀, 1987: 豫西禹县二叠纪大羽羊齿类的演化及其地质意义。现代地质——中国地质大学研究生院学报, 1(2): 173—195。
- 杨关秀、陈钟惠、张守良, 1983: 内蒙准格尔旗东部太原组、山西组植物群特征。地球科学——武汉地质学院学报, 1983(4): 69—84。
- 姚兆奇, 1983: 烟叶大羽羊齿 (*Gigantopteris nicotianaefolia* Schenk) 的标准产地和地模标本。古生物学报, 22(1): 1—8。
- 赵修祜、刘陆军、侯吉辉, 1987: 晋东南地区石炭、二叠纪含煤岩系植物群。见山西煤田地质勘探公司 114 队、中国科学院南京地质古生物研究所著: 晋东南地区晚古生代含煤地层和古生物群。61—137 页。南京大学出版社。
- 黄本宏, 1986: 华夏植物群特有植物——织羊齿 (*Emplectopteris*)。沈阳地质矿产研究所所刊, 1986(14): 128—144。
- Asama, K., 1959: Systematic study of so-called *Gigantopteris*. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.), 31: 1—72。
- Gillespie, W. H., Clendenning, J. A. and Pfefferkorn, H. W., 1978: Plant fossils of West Virginia. West Virginia. Geol. Econ. Surv., Educ. ser. ED-3A: 1—172。Morganton, W. Va.
- Halle, T. G., 1927: Palaeozoic plants from Central Shansi. Palaeont. Sin., Ser. A, 2(1): 1—316。
- Jongmans, W. J. und Gothan, W., 1935: Die palaeobotanischen Ergebnisse der Djambi-Expedition 1925. Jaarb. Mijnw. en in Nederl.-Indie 1930, Verhandl. ss. 71—201. Batavia.
- Kawasaki, S., 1931: The flora of the Heian System. Pt. 2. Bull. Geol. Surv. Chosen (Korea), 2(2): Atlas, Pls. XVI—XCIX。
- Kawasaki, S., 1934: The flora of the Heian System. Pt. 2. Bull. Geol. Surv. Chosen (Korea), 6(4): 47—311。

[1991年10月14日收到]

## ON VENATION OF *EMPLECTOPTERIDIUM ALATUM* KAWASAKI

Liu Lu-jun and Yao Zhao-qi

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

**Key words** accessory mesh, *Cathaysiopteris whitei* (Halle), *Emplectopteridium alatum* Kawasaki, subsidiary vein, venation

*teridium alatum* Kaw. and *Dictyocallipteridium sundaicum* Jongm. et Goth. of the Djambi flora. Recently, some authors (Yang *et al.*, 1983) regard these two specific names as synonyms, but the present authors do not intend to take a stand for this point of view. While establishing *D. sundaicum*, Jongmans and Gothan (1935) had given a diagnosis for this species. According to their description, this species has subsidiary veins, and therefore it can not be regarded as a later synonym of *E. alatum* Kaw. Furthermore, since the main rachis and the intercalated pinnules of the Djambi species are unknown, it is difficult to make a comparison between *E. alatum* Kaw. and the Djambi species.

The American *Lescuropteris moori* (Lesqu.) was once considered as a similar species to the Cathaysian *Emplectopteridium alatum* Kaw. (Lee, 1955). As more recently Gillespie and others (1978) described, "the American species is characterized by broadly attached scyth-shaped leaflets in which the lower veins emerge directly from the rachis and upper ones emerge alternately from a thin midvein. Some of the lateral veins often approach each other, and on rare occasions, may anastomose. The rachis bears half-round leaflets between the branches." It differs distinctly from *E. alatum* Kaw. in having subsidiary veins, in addition to the shape of pinnules and the intercalated pinnules.

## 图版说明 (Explanation of Plates)

标本保存于中国科学院南京地质古生物研究所 (All specimens are housed in Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

### 图版 I (Plate I)

#### 1,2. *Emplectopteridium alatum* Kawasaki

1. 二个末二次羽片,  $\times 1$  (Two penultimate pinnae,  $\times 1$ ).
2. 图 1 的局部放大,  $\times 2$ , 箭头指末二级羽轴旁的伴网眼 (Enlarged figure of a part of a penultimate pinna,  $\times 2$ , the arrow indicates the accessory mesh alongside the penultimate pinna-rachis)。登记号: PB16892。产地层位: 河南禹县大风口, "山西组"(神垕组)大占段下部 [Lower part of the Dazhan Member, "Shansi Formation" (Shenhou Formation), at Dafengkou, Yuxian County, Henan Province]。

### 图版 II (Plate II)

#### 1—4. *Emplectopteridium alatum* Kawasaki

1. 几个末次羽片,  $\times 1$  (Several incompletely preserved ultimate pinnae,  $\times 1$ )。2. 图 1 左侧一个末次羽片的放大,  $\times 3$ , 示叶脉和狭长的伴网眼 (Enlarged figure of the left ultimate pinna in fig. 1,  $\times 3$ , to show the venation and the narrowly elongated accessory meshes)。3. 图 1 右侧下部的两个末次羽片的放大,  $\times 3$ , 示脉序。伴网眼只在少数情况下能见到, 多数情况下看起来似乎具有邻脉 (Enlarged figure of two incomplete ultimate pinnae shown in fig. 1,  $\times 3$ , to show the venation. The accessory meshes may be observed only on rare occasions, in most cases the accessory meshes are covered by the compressed pinna-rachis, and it appears that several veins are given off directly from the pinna-rachis)。4. 图版 I, 图 1 中两个末次羽片的放大,  $\times 2$ , 示脉序和狭长的伴网眼 (Enlarged figure of two ultimate pinnae shown in pl. I, fig. 1,  $\times 2$ , to show the venation and accessory meshes alongside the ultimate pinna-rachis)。登记号: PB16892。产地层位: 河南禹县大风口, "山西组"(神垕组)大占段下部 [Lower part of the Dazhan Member, "Shansi Formation" (Shenhou Formation), at Dafengkou, Yuxian County, Henan Province]。

#### 5.6. *Cathaysiopteris whisei* (Halle)

赵修祜等 (1987, 图版 17, 图 5, 6) 的标本, 为同一标本的正反面, 示羽状脉序和狭长的伴网眼,  $\times 2$  (Counterparts of a single specimen showing the pinnate venation and the elongated accessory meshes alongside the midvein,  $\times 2$ )。登记号: PB13230, PB13231。产地层位: 山西襄垣, 下石盒子组 (Lower Shihhotse Formation, at Xiangyuan County, Shanxi Province)。

