

湘中早石炭世化石群落探讨

王 绍 芳

(北京自然博物馆)

近年来,化石群落作为一进化单元,作为生态地层学的基础,作为自然环境的指示体,受到古生物工作者的青睐。笔者在参加中国石炭-二叠纪腕足动物研究的工作中,发现湘中多条早石炭世地层剖面,不仅地层出露完全,而且富含以腕足类和珊瑚为主的多门类化石。各地层剖面上化石的分布和产出表现为当时生物生存实体的规律性变化。为此,笔者对这一地区的化石群落作一探讨。

一、地质背景

湘中是我国下石炭统的重点研究地区之一。自田奇瑞(1929)首次研究之后,在60多年的时间里,经前人多次研究,此区的地层古生物研究有了很大的进展。尽管对邵东组和孟公坳组的时代认识存在较大的意见分歧,但地层层序已基本确定,生物化石组合带已基本建立(吴望始,1981;谭正修等,1987)。

随着泥盆-石炭系界线研究在我国的广泛开展,邵东组归入泥盆系已被广大地质工作者所接受。自吴祥和(1976)提出贵州革老河组归入泥盆纪的观点后,与革老河组上段相当的孟公坳组的时代归属便引人注目。D/C分界的争论焦点集中在孟公坳组的时代问题上。

孟公坳组产出腕足类17属25种,具有明显的泥盆-石炭纪过渡特征。而发育的长身贝类代表具有早石炭世早期的色彩。孟公坳组的特征种 *Crurithyris urei* (Fleming), *Paulonia menggongwaensis* Hou, *Spirifer gielingensis* Hou 具有典型的石炭纪面貌。孟公坳组与邵东组产出的腕足动物在属级水平上具有较大的相似性(属的亲缘指数 $AI=0.4$),而在种级水平上相似性较小(种的亲缘指数 $AI=0.194$)。从腕足动物发育特征来看,孟公坳组的腕足类具有明显的早石炭世特色。本文将孟公坳组视为早石炭最早期的沉积产物,邵东组的时代为泥盆纪最晚期。化石群落的讨论限于孟公坳组至梓门桥组的地层序列。

本文的研究基于下述六条实测剖面(图1),即湘乡棋梓桥剖面,涟源仙洞剖面,新邵马栏边剖面,隆回周旺铺剖面、表塘剖面和邵东崇山铺剖面。在这些剖面上系统采集的各门类实体化石、遗迹化石和岩石样品是本文研究的第一手资料。

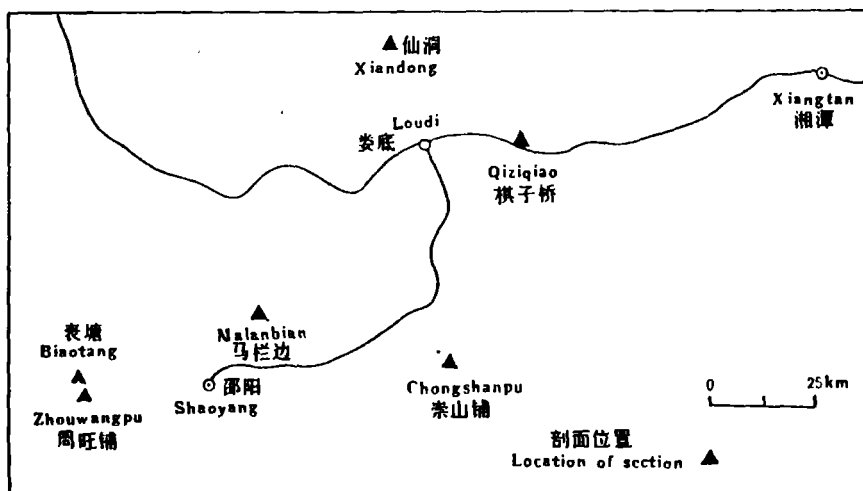


图 1 研究剖面位置图

Fig. 1 Map showing the location of the sections studied in this paper

二、群落识别

研究化石记录中的群落,称之为化石群落(fossil community)、古群落(palaeocommunity)等。但为使用方便,通常仍称群落。Johnson(1964)定义化石群落为生活在一特定空间的生物组合。确定化石记录中的群落必须具备如下三方面证据:(1)原地埋藏;(2)类似于现代群落的生物分类类别;(3)一些物种的重复出现。这一定义被许多古生物学者所接受(如 Walker & Laporte, 1970; Mckerrow, 1978)。

群落具有组成分子的特征性,每一群落都具有独特的优势种、特有种和独特的分异度;一个群落经常以一种营养群为主,不同群落具有不同的营养结构;群落在时空上有一定的分布区域,占居一定的生活环境,具有自己的演替系列;群落组成成员对生活环境具有较一致的要求,受共同的环境因素控制,因此,每一群落都反映一种特定的生活环境。

识别群落要掌握群落的两个性质:一是生物组成的特征性;另一是群落占居特定的空间区域,并延续一段时间。最优分割法的数学思想能够包含和体现这两个性质。群落识别是从一个点入手,逐层对比各层产出化石的相似性和不同性,确定每一群落的延续时间,这是垂直向分析。在这种分析的基础之上,进行不同剖面的横向对比,确定群落的空间分布。

最优分割法是对一批有序样品进行划分、分段的一种多元统计方法。这种方法既考虑每层产出的化石类别,又考虑每一类别的数量,同时又注意化石层的上下关系。每一层产出的化石种类、数量、埋藏特征、不同门类化石的比例等都可作为相比较的指标。以这些指标为依据,将各化石层进行对比。在不破坏化石层序列的前提下,将最相似的化石层聚在一起。

以湘中马栏边剖面为例,每一化石层作为一个样品,每层产出的腕足动物属种、以及腕足动物、珊瑚类、苔藓虫、海百合、双壳动物等大类之间的数量百分比作为比较的指标,得到原始数据矩阵。在整个剖面的 42 个化石层内进行最佳分割,以求分割后各段内部样品之间的差异最小、而各段之间的差异最大。计算结果最佳的分割方案是 14 分割,即整个剖面分割成 14 段,每一段体现了一个群落在时间上的延续(图 2)。

三、湘中早石炭世 化石群落划分

依据上述群落识别方法,对六条实测剖面产出的化石资料进行最优分割法分析,得到六个最佳分割方案。综合六个最佳分割方案,得出湘中早石炭世化石群落的划分。湘中产出的早石炭世化石可划分为15个化石群落。每一化石群落以特征的属、种或优势属命名。这些群落横向分布广泛,垂直向分布界线清楚(图3)。每一群落都反映一种特定的生活环境。

15个化石群落的分布自下而上为:

岩关阶 (1) *Cystopirentis-Chonelipustula* 群落; (2) *Crurithyris urei* 群落; (3) *Pseudouralinia-Martiniella* 群落; (4) *Eochoristites-Xinshao productus* 群落; (5) *Finospirifer-Marginatia* 群落; (6) *Phycodes* 群落。

大塘阶 (7) *Marginoproductus-Ovalia* 群落; (8) *Vitiliproductus-Pugilis* 群落; (9) *Balackhonia-Arachnolasma sinense* 群落; (10) *Reticularia* 群落; (11) *Triphyllopteris* 群落; (12) *Zoophycus* 群落; (13) *Kausuella-Yuanophyllum* 群落。

德坞阶: (14) *Latiproductus-Neodisioophyllum* 群落; (15) *Rhipidonella-Megachonetes* 群落。

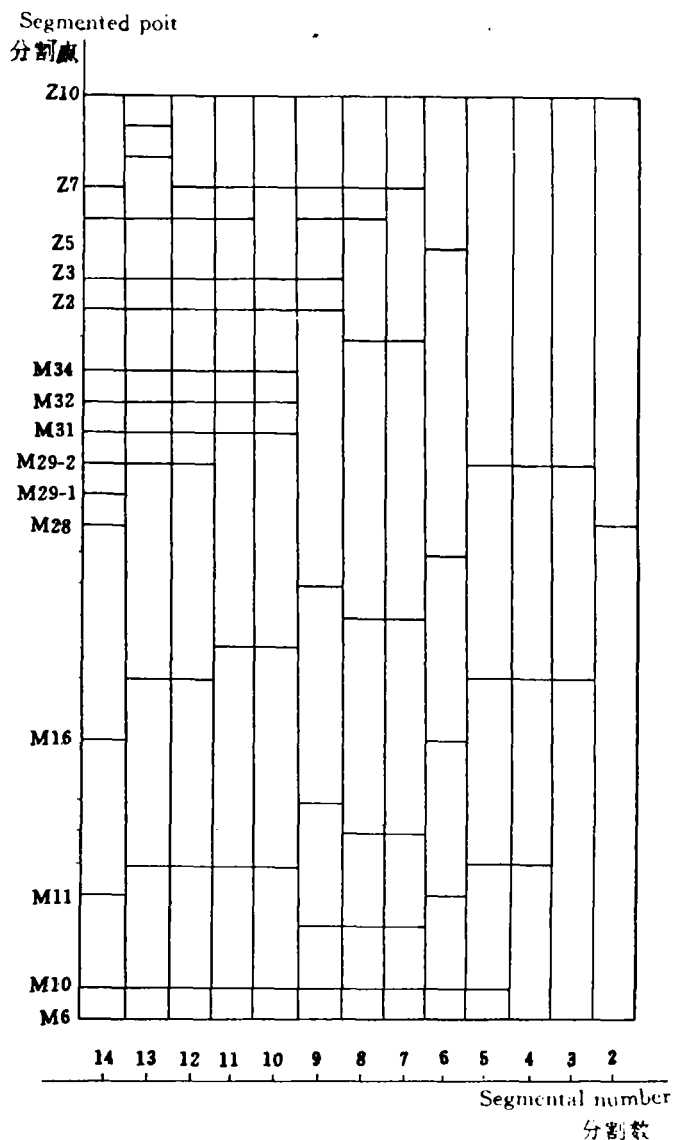


图2 马栏边剖面最优14分割图

Fig. 2 Optimum segmentation 14, based on 45 samples from the Malanbian section, Hunan

四、群落特征

湘中早石炭世发育的十五个群落是以浅水区底栖生物群落为主。组成群落的浅水台地相生物,如腕足类、珊瑚、苔藓虫、腹足类等,随着海水深度的变化,基底性质的差异而形成不同的组合面貌。

湘中晚泥盆世末期为海平面下降时期,邵东组是潮间带的沉积产物。此后,随着海平面逐渐上升,发育了孟公坳组的两个群落。这两个群落都是以腕足动物和四射珊瑚构成群落的

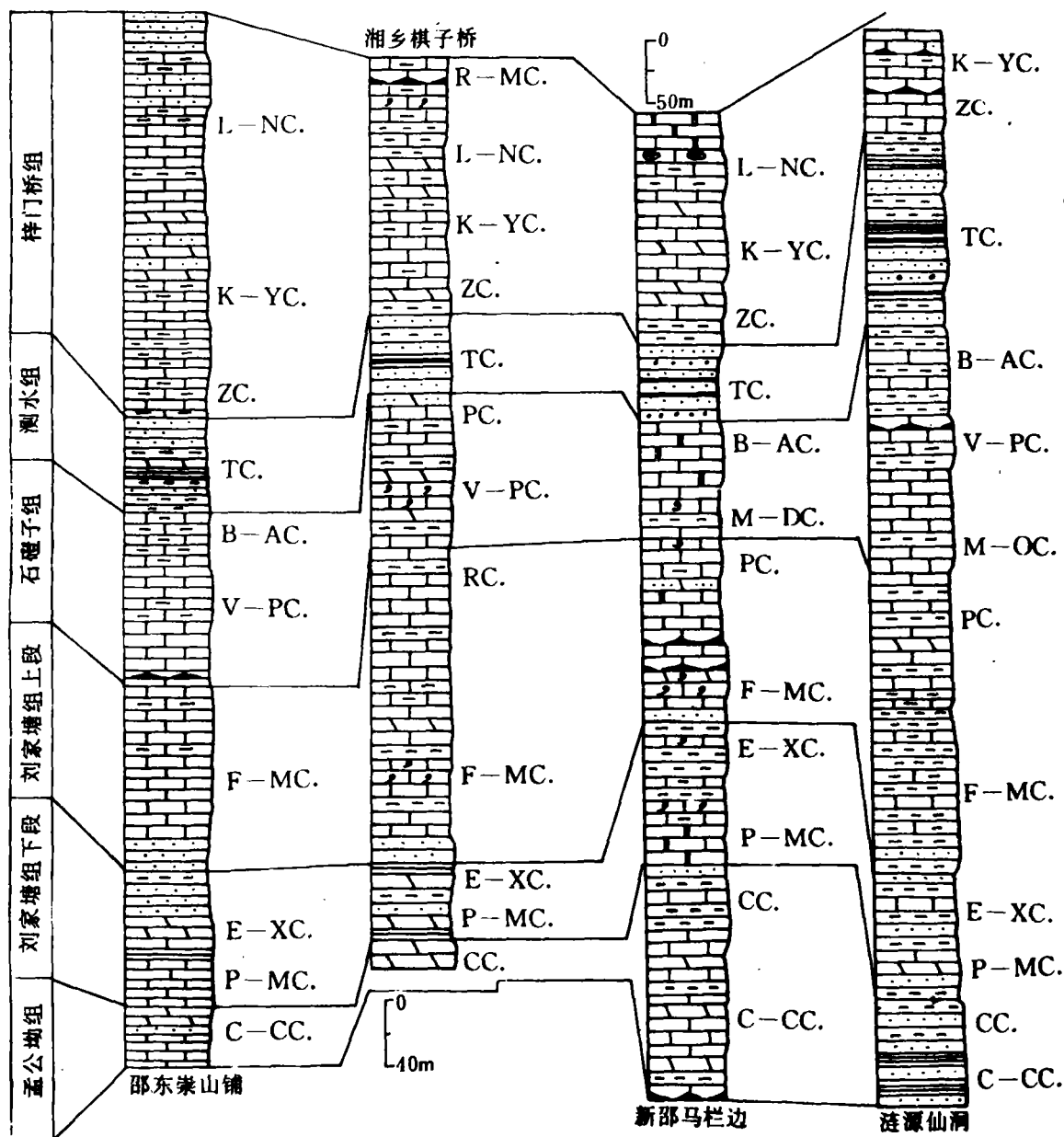


图 3 湘中早石炭世群落地层分布

Fig. 3 Stratigraphic distribution of Early Carboniferous communities in central Hunan

C-C: *Cystophrentis-Chonetipustula*; C: *Crurithyris urei*; P-M: *Pseudomurina-Martinezella*; E-X: *Eochonetes-Xuashanproductus*; F-M: *Fenospirifer-Marguata*; P: *Phycolites*; M-O: *Marguoproductus-Ovata*; V-P: *Vitalipproductus-Pugilis*; B-A: *Baluchonua-Arachnolasma*; R: *Reticularia*; T: *Triphylopterus*; Z: *Zoophycos*; K-Y: *Kausuella-Yuanophyllum*; L-N: *Latiproductus-Neoctenophyllum*; R-M: *Rhipidomella-Megachonetes*

主体。*Cystophrentis-Chonetipustula* 群落中的腕足类占明显优势,四射珊瑚占一定比例。这一群落的显著特点是各种不同的生物组成反映出有规律的环境变化。苔藓虫、珊瑚和海百合多产出在微晶生物屑灰岩和生物屑泥晶灰岩内。这些生物要求的生活环境为水体清洁,循环好,有

肌物丰富,基底较坚硬。*Placochonetes* 保存精美,常成层密布,主要产出在泥晶球粒生物屑灰岩和泥晶泥质灰岩中,要求水动能低,水体较静。产出多样化腕足动物的岩层,以生物屑泥晶灰岩为主,为一种潮下低能环境。

腕足动物 *Paulonia menggongensis*, *Chonetipustula* 和四射珊瑚 *Cystophrentis* 为该群落的特征分子。该群落的物种分异度有一个由低→高→低的变化。群落发育晚期水体变浅,水动能增强,生物量减少。生物屑含量少,均破碎、磨蚀。含有少量陆源石英粉砂和陆源泥。水体 Sr 含量下降,盐度偏低,代表一种潮坪或局限台地环境。群落发展末期,生物种类单调,水体加深,透光性不好,含氧量低,不利于底栖生物生存。

腕足动物 *Crurithyris urei* 是 *Crurithyris urei* 群落的优势种和特征种。四射珊瑚以小型 *Cystophrentis* 为主。该群落分异度较高,有 14 个种。占优势的腕足动物特征为壳体小、壳壁薄,肉茎固着或自由躺卧在基底上。当时的生活环境为基底坚实、水体较浅但水动能不强的潮下低能带。这一群落分布广泛,只是在崇山铺剖面没有发育(图 3),推测崇山铺地区当时水体较深,不适宜该群落生物生存。

孟公坳组这两个群落发育之后,水体明显变浅,水动能加强,陆源砂屑含量增加,最后成为近岸砂堤环境。构成海水由浅→深→浅的完整变化。*Crurithyris urei* 群落演替的顶峰时期为海平面上升的高峰。

刘家塘组下段发育了两个群落,都以腕足动物构成群落的主体,广泛分布在湘中地区。

Pseudouralina-Martiniella 群落中的腕足动物分异度高,多达 20 个种,以具肉茎孔类型为特征。当时的生活环境为基底较硬的正常浅海近岸环境,水体能量相对较高,具有少量陆源泥。群落发展末期,环境发生显著改变,形成潮间带和潮上带环境。

Eochoristites-Xinshaoproductus 群落中的腕足动物占绝对优势地位。腕足类主要采取三种生活方式:以分支复杂化的肉茎固着;半内生固着,壳刺辅助固着;自由躺卧,铰缘刺稳定壳体。这三种类型的共同要求是较坚实的基底和循环良好、水动能低的环境。该群落发育末期,水体变浅,形成潮间带环境,生物化石极少,只有简单垂直潜穴。

刘家塘组上段发育的两个群落代表了两种不同的生活环境。*Fucospirifer-Marginatia* 群落以腕足动物、四射珊瑚和笛管珊瑚构成主体。主要的生态类群是定居底栖动物(图 4)。群落发育初期水体浅,含盐度低,生物含量少。而后,水体加深,盐度正常,生物种类和数量增多,为正常浅海环境。*Phycodes* 群落以大量的遗迹化石同时发育为特征,产出较多的小型双壳类。*Phycodes*, *Chondrites* 是食泥动物留下的觅食痕迹,局部层位这两种遗迹布满层面,代表着一种软基底、水较深而静的环境。

石碇子组发育了四个群落,每一群落有

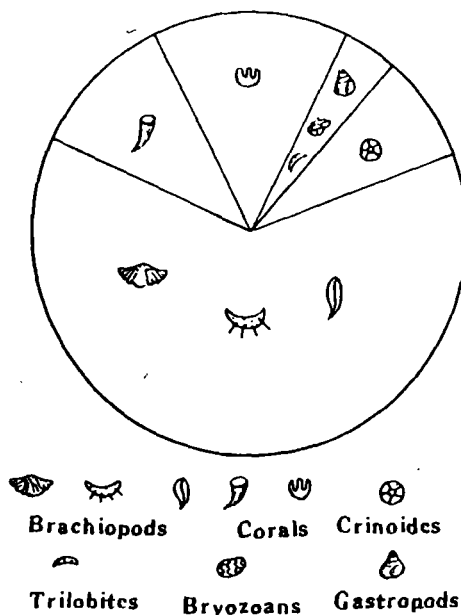


图 4 *Fucospirifer-Marginatia* 群落生物组成

Fig. 4 Taxonomic composition of *Fucospirifer-Marginatia* community

着特征的生物组成、生活环境和分布范围。*Marginoproductus-Ovatia* 群落以腕足类为主,四射珊瑚、笛管珊瑚和海百合占一定比例。腕足动物 *Marginoproductus* 为特征属和优势属。四射珊瑚以 *Kueichouphyllum*, *Kuangsiphyllum longluensis* 等属种为代表。腕足动物种类单调($S=4$),个体数量多,以半内生固着为主要生活方式。这一群落发育在马栏边剖面、周旺铺剖面、仙洞剖面石磴子组下部(图 3),代表一种有障壁作用、水体较深、基底较软的局限台地环境。

表 1 *Vitiliproductus-Pugilis* 群落主要腕足动物属种、生态特征Table 1 Species and life habits of main brachiopods of *Vitiliproductus-Pugilis* community.

种 属	%	生活习性
<i>Vitiliproductus datangensis</i>	8.3	自由躺卧于海底,壳刺特殊排列
<i>V. grakeri</i>	5.6	
<i>Pugilis humanensis</i>	29.2	半内栖,以“根”状刺固着
<i>Balackhonia kohlischarensis</i>	18	自由躺卧于海底,主壳刺辅助固着
<i>B. gunnanensis</i>	4.2	
<i>Athyris gatzertangensis</i>	3	幼年时以肉茎固着,成年时自由躺卧
<i>Pinctosprifer kushensis</i>	19.4	以肉茎附着

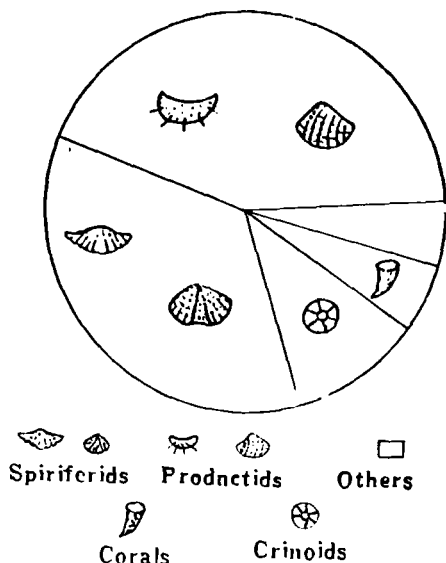
Vitiliproductus-Pugilis 群落产出在棋梓桥剖面、仙洞剖面、崇山铺剖面、表塘剖面石磴子组中上部。腕足动物为主要组成部分,伴有少量四射珊瑚、苔藓虫和海百合。*Vitiliproductus*, *Pugilis*, *Balackhonia* 三属共同

出现是该群落的一个重要特征。腕足动物分异度较低,躺卧于海底和半内生为主要生活方式(表 1)。该群落发育的环境为水体较深、水动能低的潮下低能带。

Balackhonia-Arachnolasma sinense 群落以四射珊瑚和笛管珊瑚占主要地位,伴有腕足动物、海百合、海胆化石等。四射珊瑚主要有 *Lithostrotion* sp., *Kueichouphyllum sinensis*, *Heterocarinia humanensis*, *H. cf. tholusitubulata*, *Arachnolasma sinense*, *Thysanophylloides chui*。珊瑚分异度较高,腕足类分异度低。产出岩性为亮泥品颗粒灰岩。当时水体清洁,循环好,基底坚实,开阔潮下带或局限台地边缘。

Reticularia 群落是与上述(B-A)群落平行发展的,仅产出在棋梓桥剖面石磴子组顶部(图 3)。该群落以腕足类为主,伴有少量四射珊瑚、海百合(图 5)。*Reticularia cf. elliptica* 为特征种和优势种(31%)。主要发育在浅水、动荡性不强、下潮间沟渠环境中。

测水组为一套海陆交互相沉积岩。在测水组的中下部,发育以植物化石为主,伴有少量爬行遗迹化石的 *Triphylopteris* 群落。该群落的生活环境为潮间带和沼泽潮坪相,或潟湖环境。这一群落的发育,构成了自刘家塘组上段至测水组,海水由浅→深→浅的完整变化序列。

图 5 *Reticularia* 群落生物组成Fig. 5 Taxonomic composition of *Reticularia* community

梓门桥组发育了四个群落。该组最底部发育了 *Zoophycos* 群落。这是一个以觅食迹化石为特征的群落,代表当时生活着的食泥动物多毛类和蠕虫类。这一群落的营养结构以食沉积物的生物为主。当时水体较深,透光好,弱还原环境;基底松软,富含有机质,水体循环不好,不适滤食性生物生存。

Kansuella-Yuanophyllum 群落以腕足类和四射珊瑚大量产出为特征,伴有少量海百合、苔藓虫、三叶虫和笛管珊瑚。腕足类的数量仅次于四射珊瑚。腕足类分异度较高(图 6),大长身贝类 *Kansuella*, *Gigantoproductus*, *Guizhouella* 和石燕类 *Punctospirifer*, *Subspirifer* 共同出现。重力自由躺卧和肉茎固着为两种主要生活方式。四射珊瑚单体和复体都很发育。当时的生活环境为有障壁作用的近岸浅水带。

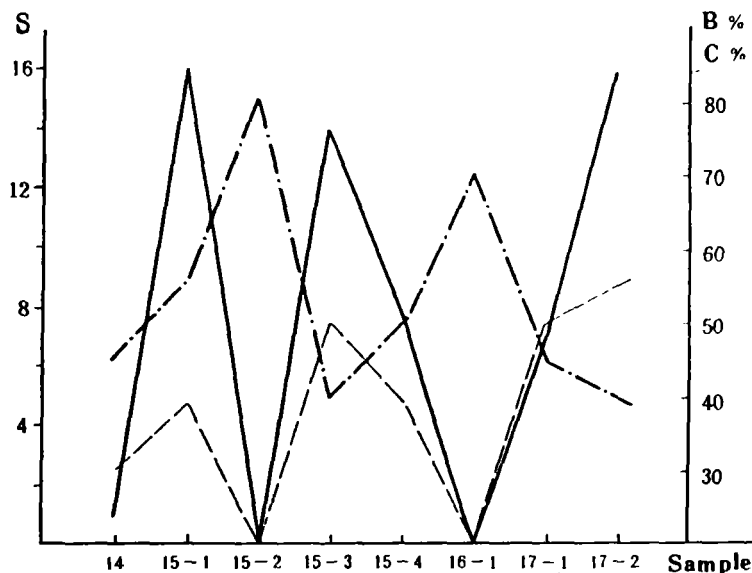


图 6 *Kansuella-Yuanophyllum* 群落结构特征

Fig. 6 *Kansuella-Yuanophyllum* community framework

——腕足的富集;----腕足的相对丰度(B);
- · - · 珊瑚的相对丰度(C).

Latiproductus-Neoclisiophyllum 群落四射珊瑚数量最多,其次为腕足类,有少量海百合、苔藓虫。广泛发育在梓门桥组中上部。群落发展的早期阶段,环境不稳定,常发生短期改变,形成上潮间或潮上带白云岩坪。生物量显著减少。而后,环境趋于稳定,盐度正常,生物繁盛。腕足类以自由躺卧和半内生固着方式为主。单体珊瑚和复体珊瑚都为固着生物。它们共同要求基底坚实,水清洁循环好,水动能可强可弱。当时为有障壁作用的下潮间—潮坪环境或局限台地。

发育在棋梓桥剖面梓门桥组顶部的群落是 *Rhipidomella-Megachonetes* 群落,这是早石炭世最后一个群落(图 3)。群落组成以腕足类为主(70%),四射珊瑚次之(28%)。腕足动物以 *Megachonetes* 和 *Rhipidomella* 共同出现为特征。上述两个群落中非常繁盛的大长身贝科分子大减,只产出少量 *Latiproductus*。珊瑚有 *Yuanophyllum* sp., *Bothriophyllum* sp., *Arachnolasma* sp., *Neoclisiophyllum* sp. 等属种。当时的环境为水浅的潮下低能带或近岸的局限台地。

五、结 语

上面阐述了化石群落的识别及划分方法。在系统研究湘中早石炭世六条实测剖面产出的多门类化石基础之上,划分出 15 个化石群落。群落特征分析表明,每一群落都是当时生

物生存的一个实体。组成群落的各类生物对于生活环境具有较一致的要求,具有特征的群落结构和分布区域。垂直向的群落演替反映出海水升降运动的变化。研究表明控制湘中早石炭世群落地层分布和地理分布的主要因素是海水深度和基底的性质。

本文是杨式溥教授指导下完成之博士论文的一部分。杨遵仪教授和白顺良教授审阅全文提出修改意见。文中涉及的遗迹化石由杨式溥教授鉴定,珊瑚化石由何心一教授鉴定。在此笔者表示深深的谢意。

参考文献

- 王学仁, 1982, 地质数据的多变量统计分析, 科学出版社。
- 吴望始、赵嘉明、姜水根, 1981, 华南地区邵东组的珊瑚化石及其地质时代, 古生物学报, 第 20 卷, 1 期。
- 谭正修等, 1987, 湖南晚泥盆世和早石炭世地层及古生物群, 地质出版社。
- Dodd, J. R. & Stanton, Jr. R. J., 1981. Paleocology, concepts and applications. John Wiley and Sons, New York.
- Johson, R. C., 1964. The community approach to paleocology, in: Approaches to Paleocology, John Wiley and Sons, Inc.
- McKerrow, N. S., 1978. The ecology of fossils, an illustrated guide.
- Walker, K. R. & Laporte, L. F., 1970. Congruent fossil communities from Ordovician and Devonian carbonates of New York. Jour. Paleon. Vol. 44, No. 5.
- Wang Yu, A. J. Boucot et al., 1987. Community paleocology as a geologic tool; The Chinese Ashgillian-Eifelian (latest Ordovician through early Middle Devonian) as an example. Geo. Soc. America Special Paper 211.

EARLY CARBONIFEROUS FOSSIL COMMUNITIES IN CENTRAL HUNAN

Wang Shaofang

(Beijing Natural History Museum)

Abstract

This paper deals with the concepts and recognition of the fossil communities and applications of the optimum segmentation method to the community classification. Many kinds of fossils occur in large amounts in the Menggang'ao and Zimenqiao Formations in central Hunan. In this paper, 15 fossil communities have been distinguished in an attempt to approach the vertical distribution of these communities in the strata and the geographic distribution in central Hunan. This paper also discusses the composition, framework and environment of the communities cited above. The main factors controlling the stratigraphic and geographic distribution of these communities include sea water depth and substrate features.