四川松潘马拉墩晚三叠世侏倭组 的遗迹化石及沉积环境

杨逢清 王治平 朱世宏

(中国地质大学,武汉)

[内容提要] 四川松潘马拉墩晚三叠世侏倭组首次发现大量遗迹化石。本文根据不同遗迹属在 不同层位中的相对丰度建立了两个遗迹组合,即 Megagrapton—Arthrophycus 组合及 Neonereites—Phycosiphon 组合,大致相当于 Seilacher(1967)^[1]的 Nereites 遗迹相。同时利用遗迹化石及 沉积特点进行了沉积环境分析,认为侏倭组的沉积环境为大陆斜坡下部至盆地边缘。

关键词:遗迹化石 Nereiles 遗迹相 上三叠统侏倭组 沉积环境 松潘马拉墩

四川松潘马拉墩位于若尔盖地块的东南缘。晚三叠世早期的侏倭组是以深水相的碎屑 岩型沉积为主,富含双壳类和遗迹化石。尽管对该组所含 Halobia 的生物地层学有一定研 究,但对遗迹化石及沉积环境分析方面的工作非常薄弱。笔者于 1994 年 7 月在镇江关龙头 寺至马拉墩公路边多处采集到大量的遗迹化石(采集点见图 1),经鉴定有 27 个遗迹属、遗 迹种 37 个(含未定种)。

1 侏倭组时代及遗迹化石分布

侏倭组是一套砂岩和板岩的不等厚互层,在板岩中采到双壳类 Halobia yunnanensis, H. cf. yunnanensis, H. pluriradiata, H. cf. plicosa, Halobia sp. 和大量密集成层分布的 Posidonia spp.,上述双壳类中前三者在我国西南地区分布广泛,是晚三叠世卡尼期的重要 分子。因此,侏倭组无疑属晚三叠世早期沉积。

马拉墩侏倭组遗迹化石分布于 6 个点(图 1),由于构造断裂较发育,上下地层间关系不 十分清楚,从岩性比较,MD2---MD6 较相似,为砂岩夹板岩或与板岩互层;MD7 则以板岩为 主或与砂岩互层,很可能层位略比 MD2---MD6 高一些。含遗迹化石的岩性简述如下:

MD2 青灰色中厚层中细粒长石石英砂岩夹灰黑色粉砂质板岩,板岩内含遗迹化石 Planolites sp., Phycosiphon sp., Chondrites sp.

MD3 灰黑色中层钙质粉砂岩与深灰色粉砂质板岩互层。板岩内产遗迹化石: Arthrophycus sp., Megagrapton aequale, M. irregulare, M. sp., Helicorhaphe sp., Neonereites sp., Chondrites sp., Helminthopsis sp., Helicolithus sp., Nereites sp.

●本文1996年1月22日收稿。

MD4 灰黑色中层中粗粒杂砂岩 夹薄层粉砂岩及板岩,含遗迹化石 Arthrophycus sp., Phycodes sp., P. pedum.

MD5 灰黑色薄至中厚层细粒钙 质杂砂岩夹黑色粉砂质板岩,板岩内 产遗迹化石 Granularia sp., Phycosiphon incertum, Phycodes sp.

MD6 黑色中厚层中粒杂砂岩夹 灰黑色粉砂质板岩,含遗迹化石 Helicolithus sp., Megagrapton sp., Neonereites sp., Arthrophycus sp., Planolites sp., Helicorhaphe sp., Phycodes cf. circinatum, Urohelminthoida sp.

 图1 松潘马拉墩地理位置图

▲ 遗迹化石采集点



MD7 深灰色粉砂质、泥质板岩,

夹灰黑色薄层粉砂岩或与灰黑色中厚层中至细粒砂岩呈互层,含丰富的遗迹化石:Planolites sp.,Helicolithus sp.,Phycodes sp.,P. pedum,P. circinatum,P. sp. 1. Acanthorhaphe sp.,Helicorhaphe sp.,Chondrites sp.,Neonereites sp.,Cochlichnus sp.,Megagrapton sp., M. irregulare, Nereites sp.,Phycosiphon sp.,P. incertum,Gordia sp.,Dendrotichnium cf. llarenai,Monomorphichnus sp.,Helicoichnus sp.,Circulichnis sp.,Bifungites sp.,Zoophycos sp.,Dictyodora cf. simplex,Granularia sp.,G. lumbricoides,Plagiogmus sp.,Paleodictyon sp., Protopaleodictyon sp., Paleomeandron cf. biseriale, P. robustun[®], Helminthopsis sp.,Chondrites sp.

遗迹化石的分布层位及相对丰度见图 2。

2 侏倭组遗迹化石组合及遗迹相

由图 2 可以看出,遗迹化石的分布具有一定规律性。根据遗迹化石的分布特点、组分及 丰富程度可划分出二个遗迹组合,即(1)Megagrapton — Arthrophycus 组合,该遗迹组合分 布于 MD2—MD6 中,主要由耕作迹 Megagrapton 和觅食迹 Arthrophycus, Helicorhaphe 组 成,另外尚产有 Phycosiphon, Chondrites, Planolites, Neonereites, Helminthopsis, Helicolithus, Nereites, Phycodes, Granularia 和 Urohelminthoida 等。(2)Neonereites — Phycosiphon 组合,分布于 MD7 点。该组合分异度相对较高,遗迹类型丰富,以层间觅食迹占主导地位, 计有 24 属(图 2),其中以 Phycosiphon 最为丰富,不受深度控制跨相的 Chondrites, Planolites, Phycodes, Monomorphichnus 数量亦较多。

上述化石中, Acanthorhaphe, Cochilichnus, Helminthopsis, Helicolithus, Nereites, Neonereites, Megagapton, Protopaleodictyon, Paleodictyon, Urochelminthoida, Dictyodora, Palaeomeandron, Phycosiphon, Dendrotichnium 等分子为 Nereites 遗迹相常见化石。因而, 两组合均属 Seilacher (1964, 1967)^[2,1]所提出的 Nereites 遗迹相。

层 位	MD2-MD6			MDZ	常见于深			
遺迹属	MD2	MD3	MD4	MD5	MD6	MD7	水复理石相	
Chondrites								
Planolites								
Phycosiphon							*	
Arthrophycus							*	
Megagrapton							*	
Helicorhaphe							*	
Neonereites							*	
Helminthopsis				-			*	
Helicolithus							*	
Nereites							*	
Phycodes								
Granularia							*	
Urohelminthoida							*	
Acanthorhaphe							*	
Cochlichnus							*	
Gordia								
Paleodictyon							*	
Dendrotichnium							*	
Monomorphichnus								
Helicoichnus							*	
Circulichnis								
Zoophycos							*	
Dictyodora			Ī				*	
Protopaleodictyon							*	
Palenomeanaron							*	
Plagiagmus		-	<u> </u>					
遗迹组合	Megagrapion Arthrophycus Neonereites phycosiphor					- phycosiphon		
遗迹相	Nereites							
环境		大陆斜坡下部			深海盆地边缘			

图 2 四川松潘马拉墩晚三叠世侏倭组遗迹化石分布、相对丰度及遗迹相

Fig. 2 Distribution and relative abundances of trace fossils and ichnofacies in the Late Triassic Zhuwo Formation in Maladun, Songpan, Sichuan

3 侏倭组沉积环境分析

遗迹化石是地史时期特定环境下生物活动所留下来的遗迹或遗物,其指示环境的意义 日益受到沉积工作者的重视。从遗迹化石分布(图 2)可以看出,MD2---MD6 的遗迹化石有 13 属,皆以水平潜穴为特征,形态类型以旋卷型、蛇曲型为主(表 1),其中 10 个属为深水复 理石相分子,它们是: Phycosiphon, Arthrophycus, Megagrapton, Helicorhaphe, Neonereites, Helminthopsis, Helicolithus, Nereites, Granularia, Urohelminthoida, 其余3个属为跨相遗迹 属,也常见于复理石相。总体来说,从遗迹组合所指示的环境为半深海中至下部。这一环境 也可以从造迹生物的生态习性比例上得到证实, 据表2统计, 13属中牧食迹比例最大, 达 46.1%, 其次为觅食迹, 占38.5%, 居住迹和耕作迹各占7.7%。当前这种比例与 Ekdale 等 (1984)^[3]的海洋深度同遗迹化石相互关系来对照, 反映半深海大陆斜坡下部遗迹组合特征。

表 1 四川松潘马拉墩晚三叠世侏倭组遗迹化石习性分类表

 Table 1
 The habit classification of the trace fossils from the Late Triassic Zhuwo Formation

生态习性	形态类型	特	征	遗迹化石(属)	MD2-MD6	MD7
	圆形遗迹	圆圆形或椭圆形	j.	Circulichnis		~
居住业	单枝直遗迹	不分枝,表面光;	滑无饰	Planorites	~	~
单枝直遗迹 多排直遗迹 单枝或分析潜 分枝潜穴遗迹 蛇曲形弯曲遗		扁平凹状,条带	,具横肋	Plagiogmus		~
	単忟且返辺	表面具横纹		Arthrophycus	7	
	多排直遗迹	一系列直或微弯	『线状脊	Monomor phichnus		~
	单枝或分析潜穴遗迹	穴壁具瘤粒		Granularia	~	\checkmark
	A. 1.6. Mar	均分枝		Chondrites	1	~
	汀权偕八返避	東状分枝		Phycodes	1	\checkmark
	蛇曲形弯曲遗迹	任意蛇曲		Gordia		~
	螺旋形遗迹	鹿角状具回填林	り造	Phycosiphon	1	1
	的社会演演	纵直,表面具螺	纹	Helicoichnus		~
単 単 単 分 図 扇 世 一 空 空 蛇	甲牧旦遮迎	扁椭圆形痕脊,	平行排列	Helicorhaphe	~	~
	单枝微曲遗迹	曲线状,一侧具	棘状短棘	Acantorhaphe		~
	分枝形遗迹	树枝状		Dendrotichnium		7
	圆形遗迹	不规则圆圈形		Dictyodora		~
	扁平状遗迹	具回填构造	_	Zoophycos		1
	曲叉型遗迹	紧密排列迂曲约	ŧ	Urohelminthoida	~	
		宽松"宽曲形"		Neonereites	~	7
	弯曲型遗迹	宽松"蛇曲形"	_	Nereites	1	~
		不规则弯曲		Helminthopsis	1	7
		波浪形		Cochlichnus		7
	蛇曲形弯曲遗迹	蛇曲形		Helicolithus	~	~
		不规则蛇曲	_	Paleomeandron		7
耕作迹	网络波	不规则蛇曲网制	R.	Megagrapton	~	1
	m 4入 202 202	规则多边形网制	t l	Paleodictyon		~
	分枝蛇曲及弯曲型遗迹	蛇曲外缘处分枝	<u>ح</u>	Protopaleodictyon		1

in Maladun, Songpan, Sichuan

MD7 的遗迹化石异常丰富,共有 24 属,24 属中有 17 属常见于深水复理石相中(图 2), 约占总数的 68%。遗迹化石面貌与上述组合基本相似,生态习性比例也相似,仍以牧食迹占 第一位,为总数的48%,觅食迹为32%,耕作迹12%,居住迹仅占8%。潜穴仍以平行层面的 水平管、蛇曲管为特征。与前一组合的不同点在于:(1)牧食迹和耕作迹的比列提高,而觅食 迹的比例相对下降;(2)遗迹化石的分异度和丰度均高于前一组合;(3)含遗迹化石的层位内 所含双壳动物较少。以上特点表明本组合所在层位当时水略比前一组合深、处于半深海大陆 斜坡底部至海盆边缘的低能静水环境。

Seilacher (1967)认为, Nereites 遗迹相代表深海环境, 其遗迹化石分布于半远洋泥及浊积岩的远端沉积中。Ekdale (1984)也认为, 此遗迹相主要发育在浊流沉积可到达的深海平原。Ksiazkiewicz (1977)^[4]根据波兰喀尔巴阡山区侏罗纪到第三纪复理石中的有孔虫水深资料, 推测共生的 Nereites 相遗迹出现在水深 600m~2000m, 其中有些类型的水深大于2000m。又据对现代 Nereites 遗迹相的研究, 非洲西北部地区现代大陆斜坡 Nereites 遗迹相的水深约 2000m; Lamont 海洋研究所对太平洋、印度洋 Nereites 遗迹相的观察, 水深大于4000m。参照古代及现代 Nereites 遗迹相水深资料, 侏倭组 Nereites 遗迹相的分布深度可能相当半深海中下部至深海, 水深在 2000m 左右。

必须说明的是马拉墩侏倭组的遗迹化石不属于 Nereites 遗迹相的最深水类型.深海类型的网状遗迹出现很少。Megagrapton-Arthrophycus 和 Neonereites-Phycosiphon 两个遗迹组合尽管都属 Nereites 遗迹相,但两组合的丰度及分异度差别较大.这可能与食物供应控制有关,在浊流沉积中食物又受地形条件的制约,在大陆斜坡区,食物不易稳定留存.而到深海平原地形相对平坦,浊流带来的食物易于保存,而且浊流还能提高深部水体溶解氧的含量,使海盆边缘生物群的分异度和丰度都相对要高,其遗迹化石相应要丰富得多。因此,上两个遗迹组合反映的环境有所差异,前者位于大陆斜坡下部,而后者位于大陆斜坡底部至海盆边缘。此环境也可从沉积岩石学的特征得到佐证。MD2-MD7 为一套浊流沉积,据对MD5-6、MD6-2 和 MD7-1 浊流沉积中鲍马序列 A、B、C、D、E 各段出现频度的统计(表 2)、MD5-6 和 MD6-2 中以 A 段(25%)、B 段(27.08%)及 D 段(22.92%)出现的频度较高;而在MD7-1 中则以 E 段(31.9%)、D 段(29.31%)和 C 段(27.59%)出现频度较高,A 段和 B 段相对不发育。以上数据表明,MD7-1 从岩石特征表明以远端浊流沉积为主.其沉积位置为深海平原边部;MD5 及 MD6 以近端浊流沉积为主,位于大陆斜坡下部。由此看出,马拉墩侏倭组的沉积环境从遗迹化石研究结果与沉积学的研究完全吻合,水体随着环境演变而逐渐加深。

鲍马序列		Α		В		С		D		E	
		出现	百分比	出现	百分比	出现	百分比	出现	百分比	出现	百分比
地层		次数	%	次数	%	次数	%	次数	%	次数	%
MD5-6	2m	12	25.0	13	27.08	5	10.42	11	22.92	7	14.58
MD6-2						_					
MD7-1	2. 75m	7	6.03	6	5.17	32	27.59	34	29.31	37	31.9

表 2 四川松潘马拉墩晚三叠世侏倭组鲍马序列统计表

Table 2	Statistics of the Bouma sequences in the Late Triassic Zhuwo Formation
	in Maladun .Songpan .Sichuan

图版说明.

(照像标本保存在中国地质大学,武汉)

- Urohelminthoida cf. appendiculate Heer ×1,采集号:MD6-2,登记号:MD-001 松潘马拉墩上三叠统侏倭组
- Zoophycos sp.
 ×0.8,采集号:MD7-1,登记号:MD-002
 产地层位同上
- Nereites sp.
 ×0.5,采集号,MD7-1,登记号:MD-003
 产地层位同上
- 4. Phycosiphon incertum Von Fischer-Ooster ×1,采集号:MD7-2,登记号:MD-004 产地层位同上
- 5. Megagrapton irregulare Ksiazkiewicz ×1,采集号:MD3-5,登记号:MD-005 产地层位同上
- 6. Paleomeandron cf. biseriale Seilacher ×0. 8,采集号 MD7-1,登记号:MD-006 产地层位同上
- 7. Neonereites sp. ×1,采集号:MD7-1,登记号:MD-007
- Dictyodora cf. simplex Seilacher ×0.9,采集号:MD7-1,登记号:MD-008 产地层位同上
- 9-10. Arthrophycus sp.
 - ×1,采集号:MD4,登记号:MD-009
 ×0.8,采集号:MD4,登记号:MD-010
 产地层位同上
- 11. Granularia lumbricoides (Heer)
 ×0.7,采集号:MD7-1,登记号:MD-010
 产地层位同上
- 12. Paleodictyon sp.×1,采集号:MD7-1,登记号:MD-011<产地层位同上
- 13. Protopaleodictyon sp.
 ×1,采集号:MD7-1,登记号:MD-012
 产地层位同上





参考文献

1 Seilacher, A. Bathymetry of trace fossils. Marine Geol., 1967, 5:413-428

- 2 Seilacher, A. Sedimentological classification and nomenclature of trace fossils. Sedimentol., 1964, 3, 253-256
- 3 Ekdale, A. A. Bromley, R. G. and Pemberton, S. G. Ichnology. The use of trace fossils in sedimentology and stratigraphy. SEPM-Tulsa Oklahoma, 1984, p. 1-316

4 Ksiazkiewicz, M. Trace fossils in the flysch of the Polish Carpathians. Paleont. Pol., 1977, 36, 1-208

THE LATE TRIASSIC ZHUWO FORMATION IN MALADUN, SONGPAN, SICHUAN: TRACE FOSSILS AND THEIR DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS

Yang Fengqing Wang Zhiqing Zhu Shihong China University of Geosciences, Wuhan

ABSTRACT

The abundant and diverse bathyal to abyssal trace fossils were discovered for the first time from the Late Triassic Zhuwo, Formation in Maladun, Songpan, Sichuan. According to the relative abundances of the trace fossils in different stratigraphic horizons, two trace fossil assemblages have been established in the present paper. They are the *Megagrapton-Arthrophycus* ichnoassemblage and *Neonereites-Phycosiphon* ichnoassemblage, both of which are roughly analogous to *Nereites* ichnofacies of Seilacher (1967). Moreover the Zhuwo Formation is also interpreted as having been deposited in the sedimentary environments from lower foreslope to basin margin in terms of trace fossils and sedinmentary characteristics.

Key words: trace foscil, Nereites ichnofacies, Late Triassic Zhuwo Formation, Depositional environment, Maladun in Songpan