

衡阳盆地始新世含鱼地层的成因分析*

同 号 文

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所,北京,100044)

衡阳市郊五马归槽始新世鱼化石保存在黑色湖相纹层中。根据纹层序列的对比,发现该地的鱼化石均为同一层位;根据鱼化石在纹层序列中的具体位置及鱼化石的保存状况,笔者推测鱼群的死亡并非由于季节更替,而是由气候干旱引起的湖水盐度升高所控制;黑白纹层的变化是由大气降雨所致。

关 键 词 衡阳,始新世,含鱼地层,成因分析

近年来,国际上越来越多的学者热衷于对现代湖底纹泥及湖相地层中纹层的研究(Wilson, 1977, 1988; Kelts 等, 1978; O'Sullivan, 1983; Eugster 等, 1975; Anderson 等, 1985, 1988),究其原因主要有以下几点: 1) 目前已发现纹层沉积不只是冰川湖泊所仅有,而是地质历史中(从前寒武纪到现代)其它类型的湖泊中广泛存在,甚至有人开始将纹层状沉积作为湖泊沉积的标志(Anderson 等, 1988)。 2) 这些纹层具有一定的韵律,一般是由黑白相间的、极薄的细层组成,或者是由碳酸盐岩与碎屑沉积物相间,或碳酸盐岩与蒸发岩相间而形成的序列(Blatt 等, 1991);浅色的细砂或粉砂细层多形成于夏天,深色的、含有机质高的泥质纹层多形成于冬天(Anderson 等, 1988; Blatt 等, 1991)。目前绝大多数研究者认为湖底的纹泥(层)标志着湖泊的年轮(Anderson, 1977; Anderson 等, 1985; Kelts 等, 1978),他们认为,每个纹层对(varve couplet),即 1 个亮层和 1 个暗层,代表 1 年,藉此可以计算出湖泊延续的时间;Blatt 等(1991)提出,每隔 11 年的太阳黑子活动周期也可在湖相纹层中表现出来。 3) 过去的“油页岩”绝大多数是湖相纹层,因此这项研究还有一定的经济意义。 4) 在这些纹层中,往往保存着丰富而完整的动、植物化石,因此,很多古生物学家对此也颇感兴趣。 5) 这些纹层作为微观地层的的最小单元,具有一定的地层对比意义,Margaritz 等(1983)通过纹层序列成功地对比了相距 105km 的二叠系样品。Anderson 和 Dean(1988)通过纹层序列成功地对比了两相距 7km 的侏罗纪地层样品。

我国始新世的油页岩种类很多,湖南省内见有 3 种:一是洞庭盆地的含有机质高、柔韧性好、且易燃的;二是湘乡盆地的含泥质较高的纸状页岩;三是分布广泛的、被吴萍等(1979)认为其实是一种含油质或沥青质的硅质白云岩(Tong, 1993),这 3 种油页岩都是湖泊纹层。就我国的情况看,湖相纹层多数是由白云质的亮层和富含有机质的泥质暗层组成。这两种细层组成纹层序列,但纹层序列有时却和石膏层交互出现。因此,仅用简单的季节交替来解释这种纹层序列是有困难的。本文试图通过研究鱼化石的埋藏学来对这种湖相纹层序列提出一种新的解释。

* 国家自然科学基金资助项目(批准号:49272076)。

原稿收到日期:1995-03-07;修改稿收到日期:1995-04-25,1995-06-07。

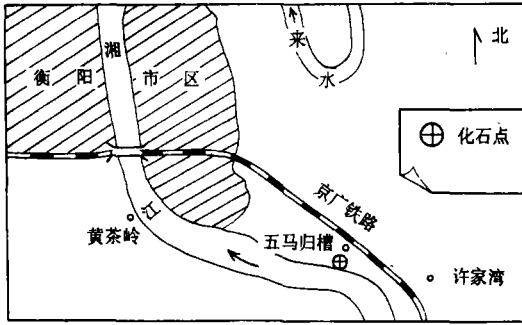


图 1 化石点位置图

一、化石点地质背景及层序划分

采样点五马归槽位于衡阳市西南郊的湘江东岸(图 1),地层沿湘江岸边出露,地层倾向 NW335°,倾角 10°左右。本文所涉及地层是古一始新世的霞流市组,该组包括含盐矿层位的下段(茶山坳段)和不含盐矿的上段(高岭段)(湖南省地质矿产局,1988)。根据岩性及生物化石,五马归槽湘江沿岸的地层主要是茶山坳段,因为在鱼化石层之上有十多层石膏层(图 2),

根据岩性,该段又可分为两部:下部的红色岩系:多由棕红色或巧克力色的细砂岩、粉砂岩及泥岩组成,细砂岩中有时有极薄的斜层理(先后出现过三次),说明水较浅;红色岩系中含有早杨梅植物叶化石(李浩敏,1979),说明气候较干旱。上部的灰黄色岩系,主要以白云质纹层和黑色泥质纹层组成,上部有石膏互层,含鱼化石及植物化石,该岩系主要是化学沉积形成,此岩系是本文研究的重点之所在。

尽管纹层的岩矿成份各有不同,但所有的纹层都是由纹层对组成。纹层对是形成纹层韵律的基本单元,一般由一浅色纹层和相邻的黑色纹层组成一个纹层对,许多纹层对又组成纹层带(varve bands),若是以白色纹层为主就形成白色纹层带,以黑色为主就形成黑色纹层带。纹层往往被较薄的石膏夹层所分割,这样就形成若干个纹层组,每个纹层组代表一段相对稳定的时期,每个纹层组和其上的石膏层就形成一个气候旋回(图 3)。肉眼观察看到的纹层,在显微镜下实际是纹层带,这些纹层带由极细的纹层组成。在衡阳盆地所采标本中,最细的纹层只有 0.05mm,最厚者也只有 1mm。纹层又可分为浅色层和深色层。衡阳盆地的浅色层和深色层主要有以下区别: 1) 厚度方面,浅色层较厚,最厚的浅色层可达 1mm,而深色层只有 0.4mm,在整个纹层序列中,浅色层占总厚度的 3/4。 2) 化学成分方面,与太平洋彼岸始新世的绿河组大体一致,主要为 Ca-Mg 碳酸盐岩,但浅色层与深色层有本质区别:通过电子探针线分析(机型 EPM810Q,线分析布点间距为 0.01mm,

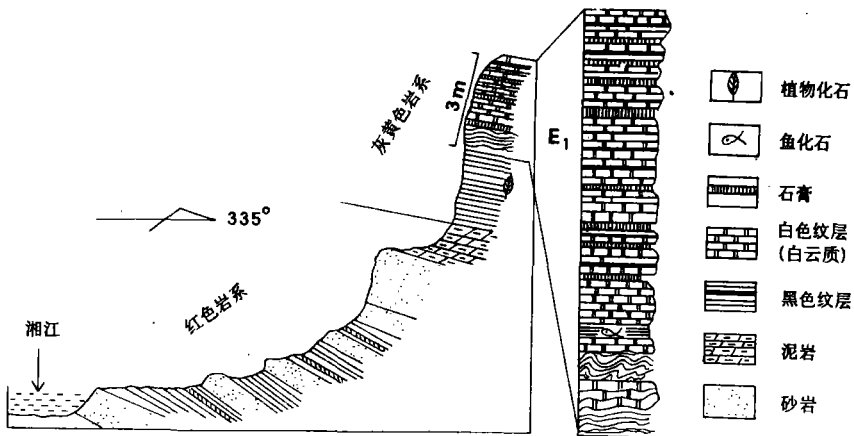


图 2 衡阳五马归槽含鱼化石地层剖面图

线分析总长为 5mm), 所得结果是以 Ca、Mg 元素为主, 且二者的谱线变化规律一致; 其次是 Si、Na、P 等元素, 后三种元素的谱线变化规律一致, 它们与 Ca、Mg 元素的谱线变化互为消长, 即 Ca、Mg 元素谱线的高峰值与 Si、Na、P 等元素谱线的低谷重合, 并与层序中的浅色层对应; Ca、Mg 元素谱线的低谷与 Si、Na、P 等元素谱线高峰重合, 并与深色纹层对应(图 4)。

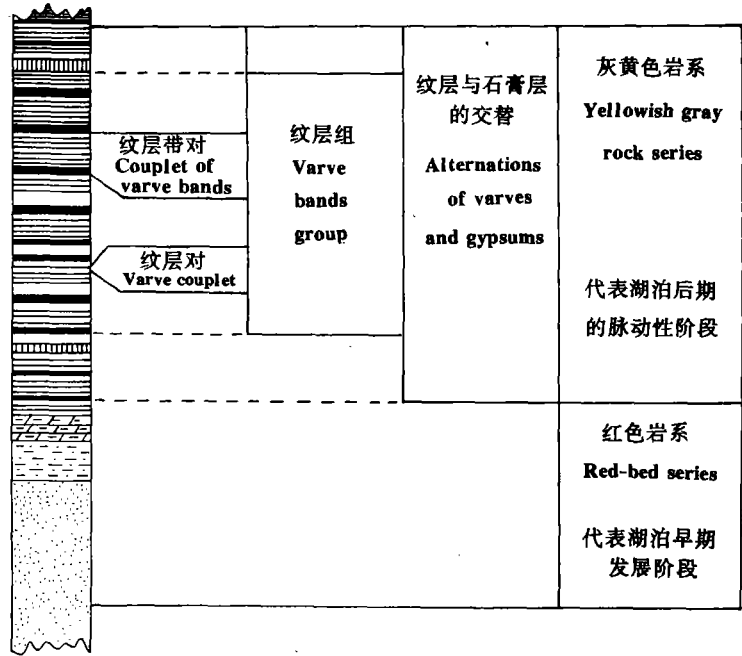


图 3 地层微观序列划分

在深色层中含较高的

有机质, 而浅色层中极少。白色纹层与黑色纹层的交替, 很少像苏黎世湖现代沉积的纹泥那么有规律(每个层对厚 0.6mm)(Kelts 等, 1978), 纹层及纹层带的厚度也变化无常, 在相交 90° 的两个切面看来, 纹层的层面是波动状的, 忽薄忽厚。

在整个层序中, 鱼化石一般发现于暗层中间(图版 I, D-E)。在五马归槽, 鱼化石主要采自相隔 20m 远的两个点。在野外, 由于地层的揉皱(图版 I, B-C)及出露情况的限制, 我们无法确定两个点的鱼化石

是否属于同一纹层。通过室内切片及微地层(Microstratigraphy)研究, 发现这些化石均属于同一层位, 因为这些含鱼化石的岩样切片, 其纹层的序列完全吻合(图版 II, 图 A-C)。在此化石点未发现任何与鱼化石同层位保存的其它化石; 鱼化石群本身也很单调, 只有一个属, 即 *Jianghanichthys*, 鱼化石一般保存于暗色层中, 且保存较为完整, 鳞片、肋骨及椎骨保存最好。在肋骨中, 有一黑色的芯, 可能是骨胶原之类。经电子探针分析, 鱼骨骼的磷酸钙质的成份未发生变化。

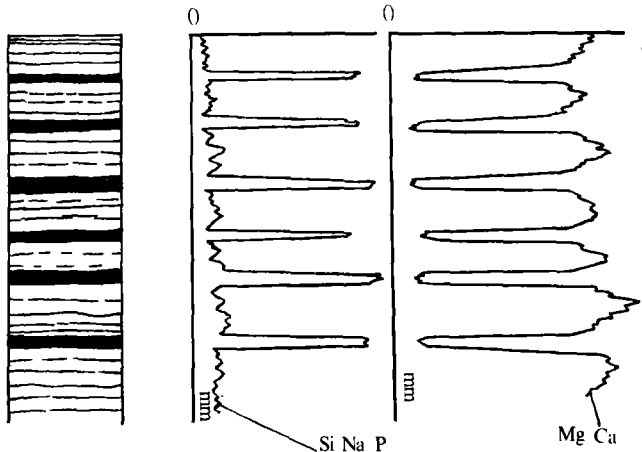


图 4 与黑白纹层韵律对应的 Ca、Mg、Si、Na、P 元素的变化趋势示意图(根据电子探针资料简化的), Ca、Mg 在浅色层中表现较高值, 在深色层中出现低谷, Si、Na、P 与 Ca、Mg 元素的趋势正好相反

二、古环境推测

尽管纹泥和纹层在湖相沉积中极为普遍,但还须符合以下条件才得以保存(Keltst & Hsu, 1978): 1) 湖面在不同季节产生不同的沉积物,湖面以下的水是宁静且分层的; 2) 无底栖生物,这种环境一般与缺氧或硫化氢的存在有关; 3) 无底层流或底层流极小,碎屑物的供给不会稀释季节性的循环; 4) 有机物的腐烂不会产生太多气泡。具备了上述条件,那怕只有 0.05mm 的纹层也可保存下来。在这种环境中,鱼化石自然也是可以完好地保存下来。鱼死后未受扰动而保存下来的原因很多,如漂浮植物席、盐壳、有机质残渣、及油膜等原因(Elder & Smith, 1988)。Smith 和 Elder(1985)认为保存完好的鱼化石一般与冷的或深的水体有关,只有在这种环境中,鱼死后才会浮起来,他们通过实验证明在 15℃ 以下时,死鱼一般不会浮到水面。Waldman(1971)认为冰盖是解释鱼化石未受扰动的最好理由,他认为鱼的死亡是在冷水中或严冬季节。Elder 和 Smith(1988)再次引用了前人关于湖泊分层的模式,认为这是解释鱼的死亡的最合理模式。鱼死后落入湖的冷水中,在这种环境中,由于缺氧而没遭受腐生动物的破坏。Wilson(1977a, 1980)认为鱼死后之所以保存完好,是由于缺氧的深湖中无腐生动物的缘故。

从衡阳的始新统看来,鱼化石一般保存在黑色纹层带中,并且覆在其上的是一个较厚的白云质的白色纹层。很少有生物能在形成白云岩的环境中生存,因为在形成白云岩的地区,盐度比正常海水高出 5—8 倍,海水盐度可高达 4.5%—5.0%(刘宝珺, 1980)。白云岩的形成总是与干燥炎热(28℃—35℃)的气候有关,且水体的 pH 值也较高(>9)。因此,笔者认为衡阳盆地的早始新世的鱼群是由于湖水蒸发,盐度增高而导致死亡的。生活在这种间歇性的盐湖中的鱼群,当干旱季节来临时,很多未发育完全的鱼类一同死亡,在衡阳盆地中,相同的属(如 *Jianghanichthys*)的个体,其大小要比湖北松滋及湖南湘乡的标本要小。咸水湖中的鱼一般生长较慢,个体也较小,青海湖中的湟鱼需要 10 年的时间才能长到 50cm 左右,玉树裸裂尻鱼从 4.9cm 长到 16.9cm 需要五年时间(武云飞等, 1991),因此,个体小也是湖水盐度较高的标志。此外,在衡阳盆地中,始新世动物群的分异度极低,这是湖水盐度较高的另一个标志,例如,现代青海湖中的鱼群是以普氏裸鲤为主。

对于衡阳盆地始新世的湖相纹层,笔者认为其韵律是由大气降雨所控制,亮层代表干旱季节,暗层代表雨季,主要理由如下: 1) 黑白韵律层的更替毫无规律,忽厚忽薄,一些纹层对厚达 1mm 多,而有些却只有 0.2mm,若是季节更替,韵律纹层应当更有规律; 2) 在黑色层中含较高的硅,而亮层中却无硅,说明在降雨时将陆地的碎屑物冲进湖里,而在干旱季节却无碎屑物输入; 3) 在不改变湖盆地貌情况,而能改变沉积物组成的诸多因素中,大气降雨是最有影响力的,因为每次降雨,都将带来较多的有机质和陆源碎屑物质,从而形成黑色的、富含有机质的细层。在显微镜下,可以看到只在黑色层中含碎屑颗粒,并且多为石英(图版 I, 图 A、C),间歇性的降雨形成小的黑色细层,连续的或大的降雨形成大的黑色纹层或纹层带。由于降雨时间较长,湖水稀释,利于生物生存,有机质生产和聚集越多。因此,在黑色纹层带中往往有化石发现。而干旱季节,湖水浓缩,盐度升高,形成白云石或石膏。总体来说,在始新世时,衡阳地区的气候是干旱的,因此,在整个层序中代表干旱气候的亮层厚度要比代表降雨的暗层厚得多,在整个剖面中,暗层只占总厚度的 1/3—1/4。

本文是在张弥曼院士的指导下完成,她审阅修改了初稿和定稿;在野外工作中,得到湖南省地质调查所曾祥渊、赵别权、朱轮杰和古脊椎动物与古人类研究所范俊航等先生的大力协助;段雨霞女士磨制切片;杨明婉女士为本文清绘插图;张杰先生照相;笔者在此一并表示感谢!

参 考 文 献

- 李浩敏,1979. 我国下第三系杨梅科的一些化石及其地层意义. 见:华南中生代红层论文集. 北京:科学出版社. 232—240.
- 刘宝瑛主编,1980. 沉积岩石学. 北京:地质出版社. 217—218.
- 吴 萍,杨振强,1979. 中南地区白垩纪—第三纪岩相古地理及含矿性. 见:国家地质总局宜昌地矿所编. 中南地区白垩纪—第三纪岩相古地理. 北京:地质出版社. 1—75.
- 武云飞,吴翠珍著,1991. 青藏高原鱼类. 成都:四川科学技术出版社. 1—599.
- 湖南省地质矿产局,1988. 湖南省区域地质志. 北京:地质出版社. 254—260.
- Anderson R Y,1977. Short-term sedimentation response in lakes in western United States as measured by automated sampling. *Limnol. Oceanogr.*, **22**:433—463.
- Anderson R Y,Dean W E,Bradbury J P *et al.*, 1985. Varved laminated and meromictic lakes in North America. *U. S. Geol. Surv. Bull.*, **1607**:1—19.
- Anderson R Y, Dean W E,1988. Lacustrine varve formation through time. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **62**: (1—4):215—236.
- Blatt H, Berry W B N,Brand S, 1991. Principles of stratigraphic analysis. Boston:Blackwell Scientific Publications. 212—217.
- Elder R L, Smith G R,1988. Fish taphonomy and environmental inference in paleolimnology. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **66**(4):577—596.
- Eugster H P,Hardie L A,1975. Sedimentation in an ancient playa-lake complex. The Wilkins Peak Member of the Green River Formation of Wyoming. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **86**:319—334.
- Kelts K, Hsu K J,1978. Freshwater carbonate sedimentation. In: Lerman A ed. Lakes—Chemistry, Geology and Physics, New York:Springer. 295—323.
- Magaritz M, Anderson R Y, Holser W T *et al.*, 1983. Isotope shifts in the late Permian of the Delaware Basin, Texas, precisely timed by varved sediments. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **66**:111—124.
- O' Sullivan P E,1983. Annually-laminated lake sediments and the study of quaternary environmental changes—a review. *Quat. Sci. Rev.*, **1**:245—313.
- Smith G R, Elder R L,1985. Environmental interpretation of burial and preservation of *Clarkia* fishes. In:Smiley C J ed. Late Cenozoic history of the Pacific. San Francisco, Calif: Northwest Pac. Acad. Sci. 85—93.
- Tong Haowen, 1993. Eocene lacustrine deposits of China—a review. *Kaupia*, (2):13—20.
- Waldman M. 1971. Fish from the freshwater Lower Cretaceous of Victoria, Australia, with comments on the paleoenvironment. *Spec. Pap. Palaeontol.*, **9**:1—24.
- Wilson M V H,1977. Paleocology of Eocene lacustrine varves at Horsefly, British Columbia. *Can. J. Earth Sci.*, **14**: 953—962.
- Wilson M V H.1980. Eocene lake environments:depth and distance from-shore variation in fish, insect, and plant assemblages. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **32**:25—44.
- Wilson M V H. 1988. Reconstruction of ancient lake environments using both autochthonous and allochthonous fossils. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **62**: (1—4):609—623.

Microstratigraphy of the fish-bearing Eocene lacustrine deposits from Hengyang Basin, Hunan

Tong Hao-wen

(Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100044)

Abstract As the Green River Fr. in North America, we also have quite a lot of so called oil shale which are proved to be varved lacustrine dolomite in China. In Hengyang Basin in South China, the Eocene lake deposits can be subdivided into two series; the red rock series and the yellowish gray rock series, the former consists of sandstone and silt which represent the early deposits of the lake; the latter are mainly dolomite varves and gypsum alternations which are the result of brackish or salt lake. Usually we have two kinds of varves; light varve and dark varve. One light varve and one neighbouring dark varve are regarded as one varve couplet. Varve couplet is the basic unit of varve sequence. If light varves dominate the sequence, light varve bands will be formed; reversely, dark varve bands will be formed. Light varves and dark varves represent different climates respectively, so varves and varve bands are indicative of paleoenvironments. In thin sections, the thickness of varves varies from 0.05mm to 1 mm. The analysis of the samples with probe electronic microscope shows that light varves are mainly composed of magnesium and calcium, and including potassium, sodium and iron; dark varves are organic rich and only silicon and phosphorus have been recognized. Through line scanning analysis with PEM, it was found that all elements change with the alternating between light varves and dark varves. Under polarized microscope, it was found that only in the dark varves existed the continental clastic materials, such as sand grains and clay. Fish fossil is the only one found in varves in Hengyang Basin, and only in the dark varves could the fossils be found. With the microstratigraphic correlation, it was confirmed that the two fish-bearing beds separated by 20m, are exactly the same laminae. In conclusion, during Eocene, Hengyang Basin is a pulse salt lake modified by rainfall, because it's only rainfall that can change lake deposits greatly without disturbing the tectonic feature of the lake.

Key words Eocene, Hengyang Basin, fish taphonomy, lacustrine varve

图 版 说 明

图 版 I

- A、D 说明黑白纹层交替的不规则性和层面的波动性。
A×50; D×4。
A、C 说明黑色纹层中含石英颗粒。C×50。
B、C 纹层中的小揉皱。C为B的局部放大, B×4。
E、F 黑色纹层带一般代表大气降雨, 白色层代表干旱气候。×4。

图 版 II

- 示意鱼化石(*Jianghanichthys*)在纹层中的保存位置及层位对比。
A、B、C 分别代表3个不同点的含鱼纹层, 相互间隔20m远, 但它们的纹层序列能很好地对应起来, 说明3个点的鱼化石属于同一层位, ×4; D为A的局部放大, ×50; E为C的局部放大, ×50。

