

# 用 $MnO/TiO_2$ 指标探讨安徽巢湖二叠系 海陆相的变化<sup>①</sup>

王子玉

(中国科学院南京地质古生物研究所 210008)

本文在系统地化学分析资料基础上,应用  $MnO/TiO_2$  比值,对安徽巢湖二叠系海陆相的变化和主要的沉积相类型进行了研究。所得结论与 C/S 比值、 $\delta^{13}C$  以及古生物和岩石地层沉积环境的综合分析结论是基本吻合的。从而证明了  $MnO/TiO_2$  比值可以作为辨别海洋沉积物沉积环境的一项有效的地球化学标志,而用其来探讨地层海陆相的变化是可行的。

**关键词** 二叠系 地球化学指标 沉积环境 沉积相

**作者简介** 王子玉 男 53岁 高级工程师 元素地球化学

对于二叠纪地层的研究,前人已作了不少的工作,但以地球化学指标研究其沉积环境的尚不多。本文仅以化学分析资料为基础,应用  $MnO/TiO_2$  指标对安徽巢湖二叠纪地层海陆相的变化进行探讨和研究。

## 一、依据

Ryuichi Sugisaki 等(1982)在研究日本中部的 Kamiaso 三叠系层状燧石的沉积环境时,曾提出页岩和燧石的成岩段是同源的。Si、Al、Ti 和 Zr 等元素在沉积过程中,经风化和搬运,是趋于保存和稳定的。在经过与来自不同环境中的现代海洋沉积物的地球化学和地质资料对比后,他特别指出  $MnO/TiO_2$  比值是辨别海洋沉积物沉积环境的一项有效标志。由于距陆地的距离和海水的深度增加,陆源的物质减少,而来自海水的锰沉淀物几乎是不变的。所以  $MnO/TiO_2$  比值显示了从近岸地区到深海地区的两个量级变化次序(图1)。以其能指示海水的深浅变化,来判断海水的进退,而可作为探讨地层海陆相变化的依据。

## 二、方法和应用

根据以上理论,笔者对安徽巢湖平顶山(下二叠统)和鬼门关(上二叠统)剖面,其中主要是孤峰组和大隆组,共进行了14块样品(硅质岩和页岩)的化学分析。表1中所列各样品的分析结果与岩性一致。在此基础上,应用图1的  $MnO/TiO_2$  标准化比值,进行海陆相变化的探讨和沉积相类型的研究。方法是先将样品粉碎(160~200目),在碱溶样品分离二氧化硅后的滤液(或硫酸—氢氟酸溶样后的提取液)中,各取一定量的溶液,分别以原子吸收法和二安替比林甲烷比色法测定  $MnO$  和  $TiO_2$  之含量。再计算得出  $MnO/TiO_2$  比值,结果见表1。

① 本文为国家自然科学基金的一部分、中国科学院南京地质古生物研究所所长基金联合资助项目。

表1 安徽巢湖二叠系化学分析和

产地	层位	样品	岩性	%						
				SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	
巢湖鬼门关二叠系剖面	上统	大隆组	Gu25	灰黑色页岩	63.58	18.42	3.82	0.70	0.64	1.47
			Gu20	深灰色页岩	62.34	18.13	4.18	0.45	0.75	1.66
			Gu16	深灰色硅质页岩	78.18	10.58	1.99	0.55	0.73	0.76
			Gu13	灰黑色硅质页岩	75.22	8.06	3.16	0.27	2.50	0.55
	龙潭组	gu7	土黄色砂质泥岩	50.52	9.45	23.10	3.40	0.74	1.10	
巢湖平顶山二叠系剖面	银屏组		pi29	肉红色砂质页岩	58.60	20.87	7.89	0.10	0.51	0.73
			pi28	灰褐色硅质岩	90.48	2.57	2.58	0.40	0.48	0.10
	下统	孤峰组	pi26	灰色硅质岩	92.12	2.38	0.71	0.40	0.17	0.11
			pi24	灰黑色硅质岩	94.20	1.24	0.70	1.15	0.52	0.061
			pi23	灰黑色硅质岩	93.84	1.30	0.20	0.58	0.34	0.073
			pi22	磷结核	24.92	8.41	1.05	0.15	33.40	0.35
			pi22A		7.44	5.42	3.23	0.29	43.55	0.093
			栖霞组	pi18	深灰色硅质岩	92.82	0.41	0.16	0.70	3.13
	pi11	深灰色硅质岩		94.14	1.25	0.46	0.49	0.56	0.14	

1) Pi18和 Pi11样品分别采自上、下硅质层。

2) 硼(B)含量为朱宗秋同志在一米光栅光谱仪上测定的定量数据。

MnO/TiO<sub>2</sub>等结果与沉积相分析对比表

K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	TiO <sub>2</sub>	MnO/TiO <sub>2</sub>	B <sup>2)</sup> (ppm)		Ca <sup>3)</sup> Fe+Ca	沉积环境和沉积相
3.84	0.84	0.071	0.025	0.61	0.011	96.0	平均值 88.4		受淡水影响的海相沉积环境
4.12	0.40	0.084	0.031	0.62	0.50	101			
1.88	0.58	0.063	0.040	0.34	0.118	65.3			
1.44	0.66	2.03	0.026	0.32	0.087				
1.08	0.36	0.10	0.66	0.44	1.50			0.67	海陆过渡相
3.12	0.28	0.19	0.011	0.78	0.014	115			滨海过渡相
0.15	0.042	0.030	0.040	0.067	0.597				陆棚相
0.23	0.054	0.034	0.050	0.055	0.909				盆地相
0.096	0.040	0.011	0.14	0.015	3.11				陆棚边缘沉积环境
0.14	0.046	0.11	0.070	0.032	2.19				
0.60	0.046	21.86	0.058	0.20					
0.060	0.12	31.14	0.023	0.055					海相沉积环境
0.040	0.038	0.15	0.10	0.015	6.67				
0.22	0.052	0.012	0.076	0.050	1.52				浅海相中海水加深过程

$$3) \frac{Ca}{Fe+Ca} = \frac{\text{磷酸钙微克分子数}}{\text{磷酸铁微克分子数} + \text{磷酸钙微克分子数}} = \frac{3.60}{0.55 + 3.60}$$

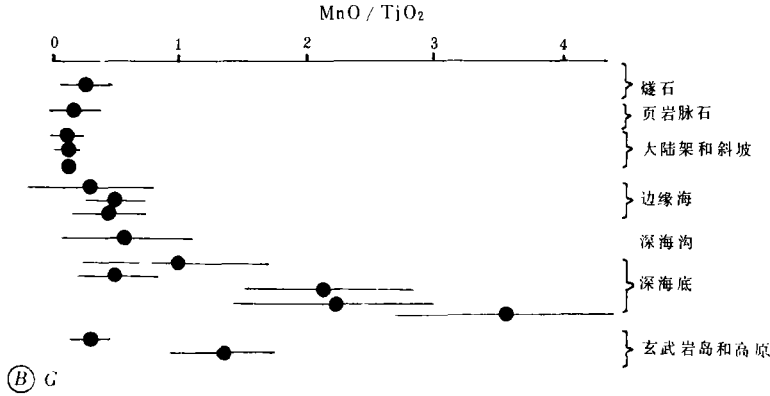


图1 不同环境中的海洋泥质沉积物与三叠系燧石和页岩脉石的 MnO/TiO<sub>2</sub> 比值对比  
G 和 B 分别表示花岗岩和玄武岩的平均值(据 Ryuichi Sugisaki 等,1982)

根据安徽巢湖二叠系自下而上的岩石类型,相应 Ti、Al、Fe 等亲陆元素和亲海元素 Mn 的变化,可知二叠纪地层变动活跃、海陆变迁较大、海水进退频繁。本区在栖霞组沉积期,最初下扬子海萎缩,海水稍有撤退,形成了栖霞组底部的含煤海侵沼泽相沉积。以后海侵扩大,造成了浅海开阔台地相的栖霞组沉积,而下、上硅质层(Pi11、Pi18样品)分别出现1.52和6.67的 MnO/TiO<sub>2</sub> 比值,这是标志着其间有两次海水加深的过程。孤峰组沉积期,底部产磷结核(Pi22A 和 Pi22样品分别含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>达31.14%和21.86%),此为陆棚边缘沉积环境。向上其硅质岩呈灰黑、深灰、灰褐色,富含有机质和放射虫(Pi24样品)反映出沉积物是在较深水体中形成的。由表1中列出的 Pi23、Pi24、Pi26、Pi28等样品的 MnO/TiO<sub>2</sub> 比值分别为2.19、3.11、0.909、0.597,可知在本组下、中部其比值大于1和接近1,说明海水加深,为盆地相沉积;而在上部其比值为小于1(大于0.5),说明盆地抬升,海水变浅,又转为陆棚相沉积。银屏组沉积期,其砂质页岩 Pi29样品所处层位, MnO/TiO<sub>2</sub> 比值为0.014,硼含量为115ppm,由此分析可能是一种极浅水陆棚造成的淡化泻湖环境。这与沉积物中出现腕足类、瓣鳃类和植物碎片的生物组合较为一致。估计此层位是处于东吴运动高潮,时为大规模海退的突变之际,乃滨海过渡相沉积。龙潭组沉积期,在东吴运动后,开始出现海侵沼泽相沉积。该组砂质泥岩 Gu7样品所处层位,其 MnO/TiO<sub>2</sub> 此值为1.50,沉积磷酸盐法—Ca/Fe+Ca 比值为0.87,是偏咸的半咸水环境,估计是靠近海、湖边缘地区之产物,为海陆过渡相沉积。大隆组沉积期,其硅质页岩呈深灰色或灰黑色,在底部出现较高磷值(Gu13样品 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>为2.03%),该组样品的 MnO/TiO<sub>2</sub> 比值均很小(大都小于0.1),平均硼含量为88.4ppm,可能是受到一定程度淡水影响的海相沉积环境。

### 三、结 语

以上结论,证实了 MnO/TiO<sub>2</sub> 比值,具有一定的指相意义,应用于地层海陆相变化的研究是可行的。通过本项工作的探讨, MnO/TiO<sub>2</sub> 比值以鉴别开阔海的深浅变化为宜。故其在正常广海海域内,是研究沉积环境和认识古地理条件的一项有效的地球化学标志。同时该指标要以海洋泥质沉积物或硅质岩、页岩为分析对比对象。对于海陆因素影响复杂的过渡相沉积,

最好结合其它地球化学标志进行全面分析研究,以免得出片面的结论。

本文是笔者承担国家自然科学基金课题“中国南方二叠纪沉积环境和矿产预测”中的一项地球化学实验工作的总结。课题负责人江纳言同志介绍了文献资料,并对研究结论提出了修改意见,在此深表谢意。

(收稿日期:1989年9月16日)

### 参 考 文 献

- [1] Ryuichi Sugisaki, Koshi Yamamoto & Mamoru Adachi. *Nature*. 1982;298:644~647
- [2] 朱洪发等. 石油实验地质, 1989;11(4):341~348
- [3] 王子玉等. 沉积学报, 1989;7(4):113~118
- [4] 王益友等. 同济大学学报, 1983;(4):79~84

## ON MARINE TO NON-MARINE FACIES TRANSFORMATION OF THE PERMIAN SEDIMENTATION IN THE CHAOHU LAKE, ANHUI PROVINCE, WITH THE APPLICATION OF MnO/TiO<sub>2</sub> INDEX

Wang Ziyu

(*Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica of China*)

### Abstract

Based on the data of systematic chemical analyses, the transformation between the marine-non-marine facies in the Permian system of the Chaohu Lake, Anhui Province are discussed in this paper, with the application of MnO/TiO<sub>2</sub> ratio. The results obtained are basically consistent with those from C/S ratio, <sup>13</sup>C, as well as the synthetic analyses of palaeontology and the sedimentary environment of petrostratigraphy. Therefore, it is in evidence that MnO/TiO<sub>2</sub> can be regarded as an effective geochemical index for defining the depositional environment of marine sediments and is available for studying on the changes between marine and non-marine facies.