

# 美国西北部克拉其亚湖相层纹泥沉积 的孢粉学证据\*

吴作基

(中国科学院南海海洋研究所, 广州)

J. Gray

(美国俄勒冈大学)

**提要** 对克拉其亚(Clarkria)湖相层中新世沉积物的某个层位的孢粉研究表明, 沉积物中普遍存在的黑白交替的薄层理是一种季节性沉积的纹泥, 黑色层理是夏秋沉积物, 白色层理是冬春沉积物。利用立体显微镜从岩石中采集样品能够成功地把0.1mm左右的纹泥层理分离开。

长期以来, 人们对海相和非海相沉积物中由不同颜色的物质交替沉积而成的薄层理很感兴趣。这些层理从数毫米至0.01mm或更薄, 一般都很规则地交替排列。一些研究结果证实了这些薄层理为一种纹泥沉积<sup>[3,7]</sup>, 即这些层理是由于每年季节性变化所形成的不同有机物质、矿物成分和化学成分的沉积物, 每年一个旋迴, 一般为黑、白层理相互交替。学者们据此已成功地计算出许多陆相或海相盆地的绝对年龄。

为了证实这些薄层理是一种纹泥沉积, 研究者采用了生物、化学及物理等不同的研究方法, 有的还采用孢粉分析的方法来证实纹泥是季节性沉积<sup>[3,7]</sup>。

克拉其亚位于美国西北部艾达荷州(Idaho)北面, 是在前寒武纪云母片岩的基础上发育起来的中新世湖盆, 其沉积层厚度据目前揭露至少有45m<sup>[6,7]</sup>。该湖非氧化层的层位里也存在着大量的薄层理, 它们是否纹泥尚无确凿的证据证明。本文介绍了克拉其亚湖相层沉积物两个剖面薄层理的孢粉分析统计的初步结果。

## 一、标本来源

研究的标本是J. Gray 1974年从克拉其亚著名化石产地P-33采集来的。标本的层位在该剖面的非氧化带内(图1), 岩性为蓝灰色的淤泥质页岩, 白色或灰白色和黑色的薄层理相间排列, 十分发育。标本中薄层理的厚度为0.1—1.3mm, 一般厚度在0.5mm左右(图2)。

## 二、研究方法

最初采用常规的即用肉眼和普通工具分离的方法, 孢粉鉴定结果虽然可以反映出不同

\* 样品的采集和实验室的处理工作承蒙 Frances Duryee 小姐协助, 在此表示感谢。  
本文曾于1984年3月在厦门召开的中国孢粉学会全国会员代表大会暨学术年会上宣读。  
收稿日期: 1984年6月1日。

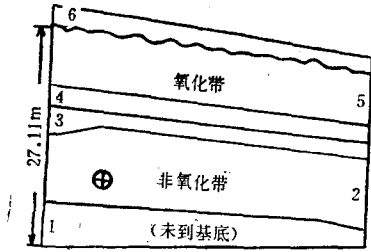


图1 采样位置示意图  
(根据 Smiley 等 1975)

⊕孢粉采样位置。

1. 砂和蓝灰色泥砂质粘土相间； 2. 蓝灰色泥砂质粘土； 3. 棕色火山灰淤泥；
4. 黄色火山灰淤泥； 5. 黄色火山灰淤泥； 6. 松散土壤覆盖层。



图2 黑色和白色剖面图(第二组)  
(图右标明采样号)

同季节的孢粉成分与数量的变化,但样品之间常常相互混杂。为此,我们采用在立体显微镜下分离薄层理的方法,结果表明,该方法能够把各层理清楚地分离开而又不污染。方法如下:

1. 把准备分离的标本切成正方体或长方体,并把各个面清洁干净。
2. 除首先被采集的那个面外,其余各面均涂上清洁的石蜡。具体做法为:把标本泡在熔化的石蜡中,然后迅速拿起来。
3. 采样前,先将要采集的那个层四周的石蜡用干净的小刀清除掉。
4. 把上述标本放在立体显微镜的载物台上,未涂石蜡的那一面向上,调好照明灯光和显微镜的焦距后便可开始在镜下采样。立体显微镜的倍数是  $10 \times 0.7$ ,照明灯为 100W,主要采集工具是用钢丝自制的有一长柄的  $90^\circ$  弯曲的“小刀”。用这把“小刀”在显微镜下一点一点地把样品剥落。
5. 把剥落的样品及时放在干净的容器内编号备用。层与层之间的样品要清除掉,以免混杂。
6. 用精确度为 0.0001g 的天平称样品,样品量在 0.11—0.22g 之间。
7. 样品基本上采用氢氟酸处理法,一般不用重液浮选,孢粉壁结构十分清晰。
8. 采用绝对含量的孢粉统计法计算各层理中每克样品的孢粉含量数,可以从质和量两个方面更好地了解每一层的孢粉含量及其变化。我们采用了 A. Traverse 和 R. N. Ginsburg 提出的公式来计算孢粉绝对含量<sup>[3]</sup>,即:

$$x = \frac{BD}{CA}$$

$x$ ——每克样品的化石数；  $A$ ——沉积样品的克数；  $B$ ——处理后的样品+甘油克数；  $C$ ——在玻片上的样品+甘油克数；  $D$ ——玻片上化石数。

### 三、分析结果及讨论

我们对两个剖面薄层理共 16 个样品分两批进行了实验室处理和镜下鉴定,找到了大

表 1 化石统计资料(第一组)

标本号	层理颜色	孢粉数	春花粉数	夏秋花粉数	每克孢粉数	每克春花粉数	每克夏秋花粉数	春花粉与夏秋花粉比率
1171	白色	117	68	10	467,699	271,825	39,974	6.80
1172	黑色	468	204	63	2,395,566	1,043,912	322,384	3.24
1173	白色	320	186	37	2,069,982	120,318	23,934	5.03
1174	黑色	367	143	74	2,745,168	1,069,643	553,522	1.93
1175	白色	239	106	23	1,349,741	598,630	129,891	4.61
1176	黑色	423	199	68	2,552,349	1,200,751	410,307	2.93
1177	白色	687	177	34	2,367,093	609,862	117,149	5.21
1178	黑色	362	148	85	4,345,090	177,645	102,026	1.74
1179	白色	856	470	85	1,054,040	587,737	104,665	5.53

表 2 化石统计资料(第二组)

标本号	层理颜色	孢粉数	春花粉粒	夏秋花粉粒	每克孢粉数	每克春花粉数	每克夏秋花粉数	春花粉与夏秋花粉比率
1190	黑灰色	347	32	271	94,171	8,684	73,546	0.118
1191	白色	182	95	46	89,103	46,510	22,520	2.065
1192	黑色	141	17	82	180,527	21,766	104,987	0.207
1193	白色	442	382	26	85,718	74,082	5,042	14.693
1194	黑色	189	13	34	413,877	28,468	74,454	0.382
1195	白色	178	46	21	92,939	24,018	10,965	2.190
1196	白色	179	89	38	104,628	52,022	22,212	2.342

量的孢粉,并做了绝对孢粉含量的统计。第一个剖面的样品,由于采用常规方法采样,产生了互相混杂现象(表 1);第二个剖面采用了上述采样方法,结果孢粉的成分与数量呈现出有规律地变化(表 2)。

由采样过程可知,当层理很薄的时候,其颜色往往有些不连续。如果在立体显微镜下,不能清楚地看成为一层,就不能算作一个层次,例如,在黑白层理之间有时见到一些模糊的东西,但不成层次,这是沉积时水体扰动造成的,可以看作两层之间的过渡产物。由图 2 可见采样的层理基本上是连续的。1195 与 1196 之间有一个很薄的黑色层理,由于标本干裂而没有采集;1193 与 1194 之间有一层白色层理和一层很薄的不连续的黑色层理没有采集。

表 3 为第二个剖面样品中所有的孢粉名称及其数量;表 4 为主要植物开花季节;表 1 和表 2 列出两个剖面孢粉的各种统计数据。在这里我们把粒面球藻 *Granodiscus granulatus* Madler 作为夏、秋“开花”的植物,因为这类有机体在春天开花的杉柏类(T-C-T)花粉大量存在的时候数量很少,而与其他夏秋开花的植物花粉大量共存。因此,我们断定这类有机体是在夏天或秋天大量繁殖的,它们喜欢较高的水温。这类有机体在文献中已有过一些记载<sup>[1,2,4]</sup>。

从表 2 中我们可以清楚地看到,春花粉与夏、秋花粉的数量在黑白交替的层理中总是有规律地交替变化着。我们把每个样品中的春花粉和夏、秋花粉(包括粒面球藻)作一比例,其比率呈有规则地变化(表 2, 图 3)。黑色(或灰黑色)层理中,其比率均在 0.4 以下,说明春花粉很少,夏、秋花粉和粒面球藻很多,而白色(或灰白色)层理中,其比率在 2 以

表 3 孢粉统计表(第二组)

孢粉名称	样品号						
	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196
T-C-T* (S)	25	68	14	353	9	39	75
<i>Taxodium</i> (S)	2			4			1
<i>Picea</i> (A)	1		2			1	
<i>Pinus</i> (A)	2			2		2	1
<i>Cedrus</i> (A)							1
<i>Keteleeria</i> (A)	3	2					
Pinaceae (A)		4	4	2	2	3	3
<i>Quercus</i> Sp. 1 (A)	3	6	2	5		1	6
<i>Quercus</i> Sp. 2 (A)		3				1	
<i>Fagus</i> (A)	1	1	1	1			
<i>Castanea</i> (A) (S)	2	3	8	6	5	23	13
<i>Alnus</i> (S)	4	3		8	2	3	2
<i>Betula</i> (S)		1		1			
<i>Ostrya</i> (S)		10	1	2	1	1	3
<i>Carpinus</i> (S)		3					
<i>Corylus</i> (S)			1				
<i>Pterocarya</i> (S)		1	1	1		1	1
<i>Carya</i> (A)		2		1			
<i>Ulmus</i> (S)	1	7		13	2	2	7
<i>Zelkova</i> (S)		2					
<i>Celtis</i> (A)		4		3		1	3
Moraceae (S) (A)		1			1		
Urticaceae (A)			1				
<i>Platanus</i> (A)		8		1			1
Rhamnaceae-Vitaceae (A) (S)	1			6		7	3
Euphorbiaceae (A) (S)		1				1	
<i>Fraxinus</i> (A) (S)							1
<i>Olea</i> (A) (S)			1				
<i>Osmanthus</i> (S) (S)			1				1
<i>Salix</i> (A) (S)		1				1	
<i>Nyssa</i> (A)	1		1				
<i>Liquidambar</i> (A)		13		3		1	4
<i>Hamamelis</i> (A) (S)		2					1
<i>Aesculus</i> (A) (S)	2	2		2		1	
<i>Hydrangea</i> (A)	1	1	3	2	3	5	
<i>Elaeocarpus</i> (A) (S)			2	4	6	6	2
<i>Sloanea?</i> (A) (S)						4	
<i>Typha-Sparganium</i> (S) (A)		4			2	1	
<i>Acer</i> (A) (S)		1	1	4			
Rosaceae (A)	1		2				1
<i>Rosa</i> (A)					1	1	
Leguminosae (A) (S)	1		1	1		9	1
<i>Tricolpopollenites</i> sp. 1			2			11	2
<i>Tricolpopollenites</i> sp. 2	3		1	1	2	4	1
<i>Tricolpopollenites</i> sp. 4		1					

(续表 3)

孢 粉 名 称	样 品 号						
	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196
<i>Tricolporoipollenites</i> sp. 1						1	
<i>Tricolporoipollenites</i> sp. 2	3						
<i>Tricolporopollenites</i> sp. 1	1	1					1
<i>Tricolporopollenites</i> sp. 2		4	1			2	
Unidentifiable pollen	4	9	10	10	4	19	11
<i>Granodiscus granulatus</i> Mädlar (A)	258	2	66	6	28	5	18
Dinoflagellate?	1	5	2				
Aquatic plant spores	19	3	10		109	6	3
<i>Osmunda</i>	1						
<i>Triletes</i>					1		
Polypodiaceae					2	1	
Moss spores						2	
Fungal spores	6	2	2		9	12	
总数	347	182	141	442	189	178	179

\* T-C-T 代表 Taxodiaceae, Taxaceae 和 Cupressaceae。

S 代表春季开花植物; A 代表夏季和秋季开花植物。

表 4 某些植物在北美的开花季节\*

植 物 名 称	开 花 季 节	植 物 名 称	开 花 季 节
<i>Taxodiaceae</i>	春 季	<i>Corylus</i>	春 季
<i>Taxaceae</i>	春 季	<i>Pterocarya</i>	春 季
<i>Cupressaceae</i>	春 季	<i>Carya</i>	夏 季
<i>Pinaceae</i>	夏、秋季	<i>Ulmus</i>	春 季
<i>Picea</i>	夏 季	<i>Zelkova</i>	春 季
<i>Pinus</i>	夏 季	<i>Celtis</i>	夏 季
<i>Cedrus</i>	秋 季	<i>Urticaceae</i>	夏、秋季
<i>Keteleeria</i>	夏、秋季	<i>Platanus</i>	夏 季
<i>Quercus</i>	夏 季	<i>Nyssa</i>	夏 季
<i>Fagus</i>	夏 季	<i>Liquidambar</i>	夏 季
<i>Alnus</i>	春 季	<i>Hydrangea</i>	夏、秋季
<i>Betula</i>	春 季	<i>Rosaceae</i>	夏、秋季
<i>Ostrya</i>	春 季	<i>Granodiscus granulatus</i>	夏、秋季**
<i>Carpinus</i>	春 季		

\* 主要根据 Roger Phillips, 1978。

\*\* 指该藻类的繁殖季节。

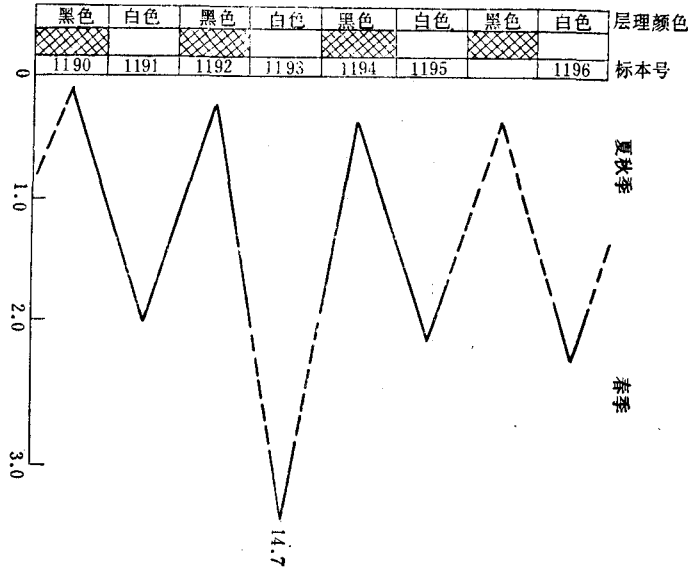


图3 春花粉与夏秋花粉比率曲线图(第二组)

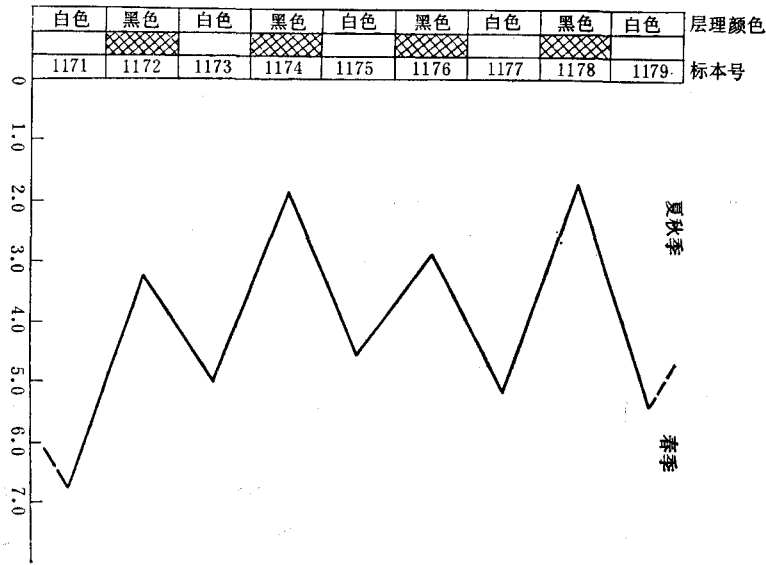


图4 春花粉与夏、秋花粉比率曲线图(第一组)

上,高者达 14.69,说明白色(或灰白色)层理中含春花粉很多,夏、秋花粉很少。在样品 1195 和 1196 之间还有一个黑色的层理,虽然没有采样分析,但据上述规律完全可以推断出来。

另一个剖面(第一组)样品的分析结果,列于表 1。该剖面各薄层中春花粉与夏、秋花粉的比率也是有规律的(表 1,图 4),但由于样品有些混杂,其比率不象第二组那样规则。

综上所述,春花粉和夏、秋花粉在层理中的这种显著的变化证实层理是一种不同季节

的沉积,当白色(或灰白色)薄层沉积时,因为含有大量春天开花的植物花粉,证明它们是春天(可能是冬—春天)的产物;当黑色(或灰黑色)的薄层沉积时,因为含有大量夏天—秋天开花的植物花粉和粒面球藻,证明它们是夏天—秋天的产物。因此,克拉其亚湖相层沉积中非氧化层的黑色(或灰黑色)和白色(或灰白色)交替沉积的层理是一种季节性的纹泥沉积,从白色(或灰白色)的薄层到黑色(或灰黑色)的薄层为一个年周期,即从冬、春至夏、秋沉积物。

### 参 考 文 献

- [1] 石油勘探开发研究院等, 1978。渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻和疑源类。科学出版社, 190 页。
- [2] 余金凤, 1983。海南岛福山福一井晚始新世—早渐新世微植物群的初步研究。热带海洋 2(1): 1—10。
- [3] Anderson, R. Y., 1960. Evidence of seasonal lamination (abstract). *Geol. Soc. America Bull.* 71: 1816.
- [4] Mädlar, K. A., 1963. Die figurierten organischen bestandteile der posidonienschiefer. *Beih. Geol. Jb.* 58: 287—406.
- [5] McIeroy, C. A. and R. Y. Anderson, 1966. Laminations of the Oligocene Florissant Lake deposits, *Colorado Geol. Soc. Amer. Bull.* 77: 605—618.
- [6] Smiley C. J. and W. C. Rember, Paleocology of the Miocene Clarkia Lake (Northern Idaho) and its environs (in press).
- [7] Smiley C. J. and C. Rember, 1979. Guidebook and Road Log to the St. Maries River (Clarkia) Fossil Area of Northern Idaho. Idaho Bureau of Mines and Geology Idaho Departement of Lands, Moscow, Idaho. p. 83843.
- [8] Traverse, A. and R. N. Ginsburg, 1966. Palynology of the surface sediments of Great Bahama Bank, as related to water movement and sedimentation. *Mar. Geol.* 4: 417—459.
- [9] Wilson, M. V. H., 1977. Paleocology of Eocene Lacustrine varves at Horsefly, British Columbia. *Can. J. Ear. Sci.* 14: 953—962.

## PALYNOLOGICAL EVIDENCE OF VARVES IN THE CLARKIA LAKE BEDS, NORTHWESTERN AMERICA

Wu Zuoji

(South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guangzhou)

J. Gray

(University of Oregon, U. S. A.)

### ABSTRACT

The pollen and spore investigations have been undertaken in two sections of the Clarkia lake beds which are of Miocene age, Idaho, U. S. A.. The great number of pollen grains from the thin laminae indicated that the alternating light and dark thin laminae in the deposit were seasonal varves. The annual cycle was from the light lamina to the dark lamina, i.e. from (winter) spring to summer-autumn.

By use of the stereoscopic microscope and the special tool the thin laminae were successfully separated in approximate 0.1 mm thick.