

法国罗瓦尔河口悬移质中的石膏颗粒 及表面新生方解石霏石晶体描述

时伟荣

(华北师范大学河口海岸研究所 上海 200062)

关键词 石膏 新生方解石 河口悬移质

摘要 本文介绍在暖温带河口悬移质中发现的石膏颗粒及其表面的新生方解石和霏石晶体。石膏颗粒经受了不同程度的化学和生物化学风化。在一部分风化石膏表面,存在大量的数微米到数十微米大小的方解石和霏石晶体,某些晶体还呈现出杂岩生物遗留的生长纹。由于河口水体的溶蚀作用,一部分石膏颗粒已充分碳酸钙化。

笔者在法国南特大学海洋地质实验室进行博士论文研究期间,于1985年夏季末在罗瓦尔河口(La Loire)悬移质中发现了大量石膏颗粒。由于在罗瓦尔河口尚未发现过这类矿物,因此我们对这些石膏颗粒进行了补充研究。本文介绍其矿物学特征及其表面所发生的生物化学侵蚀现象。

1 石膏的发现及其矿物学描述

1.1 发现的环境

罗瓦尔河是法国最长的河流,由东向西贯穿法国注入大西洋。河口多年平均流量为 $850\text{m}^3/\text{s}$,洪季在每年的12月至翌年的5月份,枯季在6到11月份。罗瓦尔河河口区长约50km。本文中采样地点距口门约25km(见图1)。

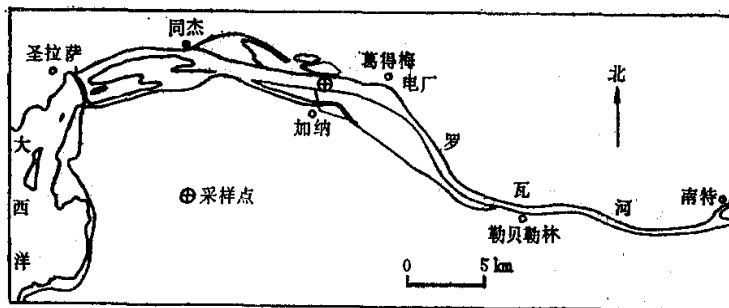


图1 罗瓦尔河及河口形势图(示采样地点)

Fig. 1 The Loire estuary situation and the sampling site

本文于1989年4月29日收到,1989年12月22日改回。

1985年9月17日、10月15日和11月19日三次野外采集的悬移质样品中都存在石膏颗粒。前2次样品均为大水量样品：在野外利用水泵采取300~500L水样，运回实验室经2~3天常温下沉淀后抽掉表层清水，再经水筛后烘干(温度70℃)，便得到悬沙样品。在大于45μm的粗粒部分中，发现有石膏颗粒。第3次样品为浮泥样，该样品在筛选之前经70℃的恒温烘干，石膏颗粒同样见于粗粒部份。

表1列出的水文条件表明，1985年秋季持续干旱，10月2日罗瓦尔河口流量仅188m³/s，为全年最小值。其次，石膏颗粒存在于涨急和高潮位悬移质中，当时河口水体的盐度很高，Cl⁻含量达到10g/L。另外，悬移质粗粒部分中的其它物质为石英质砂和植物碎屑，属罗瓦尔河口悬沙中常见物质；细粒部分(<45μm)中碳酸钙含量高于往年。

表1 石膏颗粒存在的水力条件
Table 1 Hydraulic conditions on the sampling days

采样日期	水力条件	潮位	采样深度	含氯度(g/L)	含沙量(mg/L)
1985年 9月17日	C _i : 111~108 Q _i : 232m ³ /s	高平 高平	表层 底层	12.0 12.1	128 512
1985年 10月15日	C _i : 118 Q _i : 218m ³ /s	涨急	中层	13.9	407
1985年 11月19日	C _i : 44~42 Q _i : 242m ³ /s	涨末 高平	"浮泥" "浮泥"	11.1 14.6	4583 12150

注：Q示流量，C示潮沙系数，用以衡量潮沙强度，当C小于60°时，为弱潮，在60~80°之间为寻常潮，大于80°时，为大潮。

2.2 矿物学描述

表2列出不同类型石膏颗粒的矿物学特征。从总体来看，9月份和11月份的石膏发育良好，未受严重的侵蚀和风化，而10月份的石膏则经受了相当严重的溶蚀和风化，并且这些晶体内都含有杂质。在偏光显微镜下，这些杂质使石膏颗粒显得很模糊，呈半透明状；在边缘上则显示出很浓的阴影。电子探针分析得出这些杂质主要是含Al, Si元素的物质，推测它们为石膏晶体形成过程中被“裹入”的粘土类物质。

表2 罗瓦尔河口石膏颗粒矿物学特征描述
Table 2 Mineralogical description of the gypsum grains

采样日期	矿物学特征	化学特征	备注
1985年9月17日	晶体100~500μm，燕尾双晶十分发育，单晶上曲面发育，透明，侵蚀程度很浅。	石膏成分	在少数晶体上有很明显的化学溶蚀痕迹。
1985年10月15日	晶体45~500μm，变化范围大，以单晶为主，十字双晶较多，不透明，受很强的侵蚀，糙率很小。	石膏成分，同时包含Al, Si等元素成分，含量15%。	存在已碳酸钙化的晶体，表面有束状霏石、粘土矿物。
1985年11月19日	晶体45~200μm，以单晶为主，兼有燕尾和十字双晶，半透明到不透明，侵蚀程度变化大。	石膏成分，少数晶体中有Al, Si等元素。	某些石膏已碳酸钙化。

双晶在所发现的石膏颗粒中十分普遍。在9月份、11月份的样品中,多为燕尾双晶,而10月份的则以十字双晶为主,且单晶上的曲面十分发育(照片1,2)。

2 石膏颗粒表面的新生方解石及霏石晶体

2.1 方解石和霏石的发育

据电镜观察,在一些石膏颗粒表面存在许多方解石和霏石晶体,晶体长仅 $1\mu\text{m}$ 左右,最大不超出 $10\mu\text{m}$ 。它们多发育在(10月份、11月份)含不纯成分和风化较严重的颗粒表面,而且随风化程度的加深,它们覆盖的面积也愈大,也就愈发育(照片2,3)。某些石膏颗粒已完全被这些小晶体所覆盖。这些方解石和霏石晶体呈花束或针束状,每束长度从数个到数十个微米不等。它们从石膏晶体的表面向外生长(照片4,5,6)。在这些小晶体表面还可以发现生长纹(照片5),它们的形态类似Monty(1983)所定义的一种“旋转针束”霏石晶体。

这些方解石和霏石晶体是由于在石膏表面生长了亲生物或亲岩石造岩细菌,如 *Desulfavibrio* sp. (Krumbein, 1974; Krumbein et al. 1977), 这些细菌是对母岩即石膏颗粒进行“蚕食”、释放出氧化硫、堆积了碳酸钙而生成的。某些方解石和霏石晶体上的生长纹证明了这些亲岩细菌的不同发育阶段(Krumbein et al. 1977)。

2.2 石膏颗粒的碳酸钙化

在实验中,某些石膏颗粒可与稀盐酸起反应,但并不能完全被酸所溶解,而是留下一个矿物体或其骨架。电子探针成分分析表明,这些颗粒的成分在表层以碳酸钙为主,但深层则以硫酸钙、即石膏成分为主。另外,电镜观察石膏颗粒表面呈现一种松散的覆盖层结构,覆盖层由大小不等的方解石晶体、碳酸钙矿物及少量石膏小颗粒组成。我们把这种石膏颗粒表层形成松散覆盖层的过程称作石膏在风化过程中的碳酸钙化(照片7,8)。

3 石膏颗粒来源的假设

一般说来,石膏出现于沉积岩中的蒸发岩中(Sonnenfeld, 1984),而罗瓦尔河口地处暖温带,并具有半咸性的水环境,因而在这里大面积蒸发生成石膏是不大可能的。我们推测石膏颗粒可能有以下两个来源:

(1)来源于河口下游地区。1985年夏秋季节,罗瓦尔河下游地区干燥、高温,河水水位急剧下降,在河口下游的潮间带,有可能因少量滞留咸水蒸发而生成石膏。之后这些颗粒被侵蚀风化,并被带往河口上游地区

(2)生成于潮滩生物化学过程中。罗瓦尔河口地区中游存在大片富含有机质的、由芦苇覆盖的潮滩。在干旱季节,这些潮滩地区深部可形成局部还原环境(Boutelier, 1979),并释放出大量硫化氢。硫化氢与表层富钙沉积物反应生成石膏(Ottmann and Shi, 1988)。

4 结 语

在此之前在罗瓦尔河口还从未发现过石膏。它的存在肯定与1985年特殊的气候条件有关。

罗瓦尔河口的石膏在被运移前和运移过程中经历了各种生物化学过程,发生风化并在其表面生成新生的生物源方解石与霏石晶体。同时,石膏颗粒本身也逐渐碳酸钙化,向碳酸盐

矿物转化。所有这些过程都有河口生物地球化学过程的参与,其间的相互关系和具体过程尚待进一步的研究。

参 考 文 献

- Boutelier P. 1979. Le rôle des roselières dans l'estuaire de la Loire, *Thèse de troisième cycle, Université de Nantes*.
- Krumbein W E. 1974. On the precipitation of aragonites on the surface of marine bacteria. *Naturwissenschaften*, 61: 187
- Krumbein W E Cohen Y., Shilo M. 1977. Solar Lake, 4, Stromatolitic cyanobacterial mats, *Limnol. Oceanogr.*, 22(4): 835~858.
- Monty C L V, Vanlaer R. 1983. Experimental radial calcite cooids of microbial origin and fossil counterparts, 5th European regional meeting of sedimentology.
- Ottmann F, Shi W R. 1988. Origine syngénétique des cristaux de gypse ornés de néoformations de calcite bactérienne, *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 308, Serie II, 803~808
- Sonnenfeld P. 1984. *Evaporates and Brines*. Academic Press 1984 ed.

THE DISCOVERY OF GYPSUM DOTTED BY THE NEO-FORMED CALCITES AND ARAGONITES IN THE LOIRE ESTUARY, FRANCE

Shi Weirong

(*Institute of Estuarine and Coastal Research, Shanghai, 200062*)

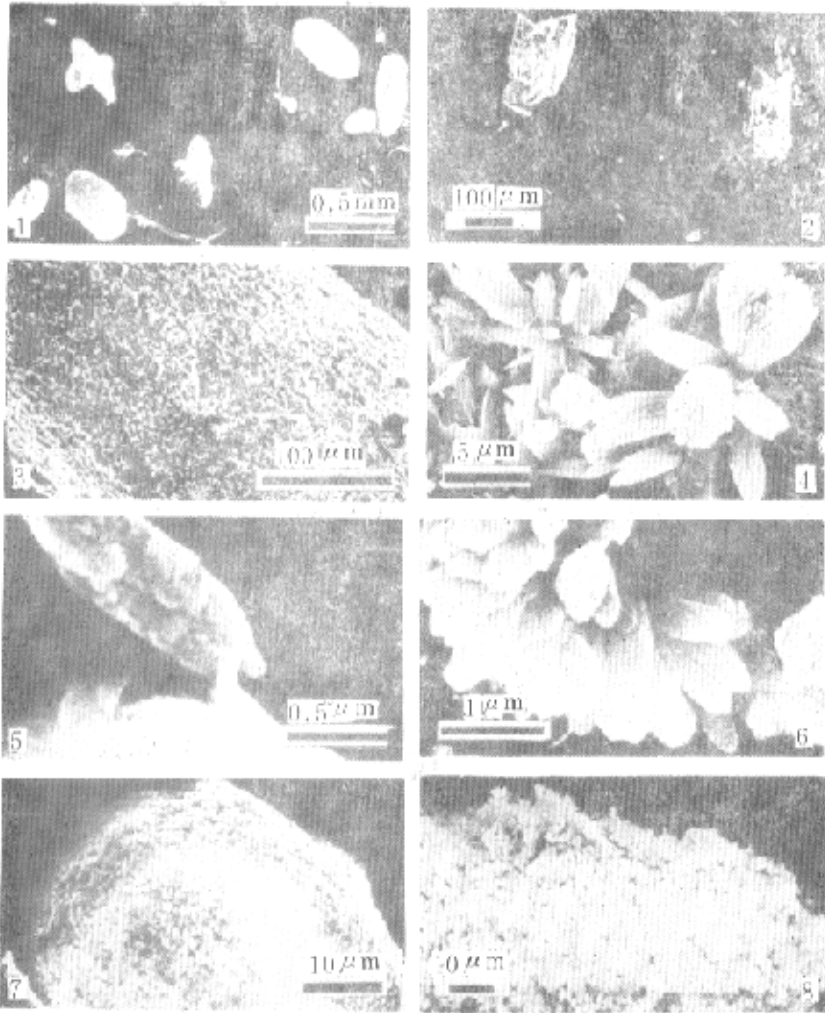
Key words: Gypsum, Neoformation of calcite, Estuarine suspended matter

Abstract

In the study of the suspended matters in the Loire estuary in France, some of crystals of gypsum in suspension have been found and analysed under SEM. This paper presents some interesting mineralogical and lithobiological features of these crystals.

The gypsum grains are all well-crystallized and frequently twin-crystals. Their surfaces are submitted to biochemical erosions. Due to the bacterial cation numerous neogenesis calcium carbonate micro-crystals "grow" from the gypsum grains and cover them. The formation of these gypsum grains is speculated: because of the severe drought, the sulphides in estuarine muds are transported to the surface, oxidized and transformed to gypsum with the presence of the calcium carbonates.

时伟荣：法国罗瓦尔河口悬移质中的石膏颗粒及表面新生方解石霰石晶体描述



照片说明 1. 1985年9月17日样品中各种形态的石膏颗粒。2. 1985年11月19日浮泥样品中的石膏颗粒。3. 表面完全为方解石的霰石小晶体(斑麻点)所覆盖的石膏。4. 方解石晶体在石膏表面呈针束状向外生长(照片3的局部)；5. 具有生长纹的方解石晶体。6. 呈花束状的方解石和霰石晶体。7. 初步碳酸钙化的石膏颗粒。8. 充分风化了了的石膏颗粒，其中心仍为石膏成分。