

# 黄海及东海沉积物中铝的地球化学特征\*

夏 青

(中国科学院海洋研究所)

铝是地壳中的主要元素之一, 研究海洋中铝的地球化学, 将有助于了解元素在不同的地质作用下迁移、集中、分散以及共生组合的规律。

为探讨黄、东海沉积物中铝的地球化学特征, 我们先后对东海55个样品及黄海62个样品中的铝进行了分析测定。分析采用容量法, 其结果与地球化学标准样比较, 误差 $<2.7\%$ 。

本文所涉及的海域范围, 黄海为 $32^{\circ}30' - 39^{\circ}50' N$ 和 $124^{\circ} E$ 以西; 东海为 $26^{\circ}30' - 32^{\circ} N$ 和 $129^{\circ} E$ 以西。

## 一、黄、东海沉积物中铝的含量及分布

### 1. 铝的含量

测定结果表明, 黄海和东海沉积物中铝的含量范围分别为 $3.82 - 8.94\%$ 和 $2.47 - 8.92\%$ , 其平均含量分别为 $6.43\%$ 和 $5.69\%$ 。

### 2. 粒度对沉积物中铝含量的影响

表1 黄、东海不同类型沉积物中Al的含量(%)

海区	沉积物类型	样品数	变化范围	平均
黄	砂	17	3.82—6.79	5.47
	粉砂	32	5.07—7.96	6.48
	泥	13	5.64—8.94	7.54
东	砂	38	2.47—7.82	4.80
	粉砂	4	6.41—7.87	7.05
	泥	13	6.34—8.92	7.88

分析发现, 铝的含量与沉积物的粒度大小密切相关, 在不同类型沉积物(砂、粉砂、泥)中呈有规律地变化(表1), 即从砂到泥随着沉积物粒度变细而明显增高<sup>[1,3]</sup>。

为了进一步说明铝受粒度因素的影响, 分别绘制了铝与砂及粘土含量的相关图(图1

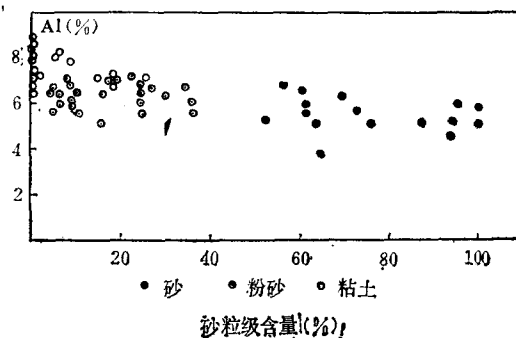


图1a Al与砂含量的关系(黄海)

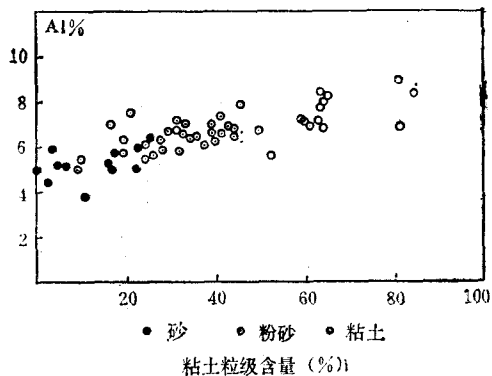


图1b Al与粘土含量的关系(黄海)

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1033号。本文蒙赵一阳副研究员审阅并提出宝贵意见, 李清和张弘同志帮助绘图, 在此一并致谢。

表2 元素含量的比较

海区	黄海	东海	渤海	南海	白令海陆架	华盛顿-俄勒冈大陆架	帕里亚海湾	日本七尾湾
含量	6.43	5.69	6.66	4.81	5.85	6.88	5.41	7.66
海区	爱琴海	密西西比三角洲	黑海	大陆地壳	花岗岩	页岩	太平洋粘土	深海粘土
含量	4.87	5.57	6.77	8.23	7.70	8.00	9.20	8.40

a, b)。由图可见, 铝与粘土粒级的含量呈较明显的正相关趋势, 与砂为负相关, 这是因为铝一般以胶体溶液形式迁移, 极易为粘土物质所吸附, 故在泥质沉积物中出现最大值。

### 3. 铝含量的比较

为了对海洋沉积物中铝的含量特征作一概括性的了解, 故与其它海区、地壳、大陆岩石及大洋沉积物中的铝含量进行了对比(表2)。结果表明: (1)就中国海而言, 其含量变化依次为渤海>黄海>东海>南海, 这主要是因为渤、黄海为半封闭海区, 受大陆风化作用的影响较大; 而东海, 特别是南海为开阔的海域, 与太平洋沟通, 因此陆源物质受大洋的影响。

(2)与世界其它海区相比, 黄海沉积物中Al

的含量与黑海及华盛顿-俄勒冈大陆架大致相当; 东海Al的含量基本接近白令海陆架、帕里亚湾及密西西比三角洲。总的来看, 其含量变化悬殊不大, 说明铝是一个比较稳定的元素。

(3)与大陆地壳、花岗岩、页岩、太平洋粘土、深海粘土相比, 显然其含量接近大陆而异于大洋, 说明Al有亲陆性。

### 4. 铝的分布规律

研究元素在沉积物中的分布规律, 是地球化学的重要任务之一。黄、东海沉积物中Al的区域分布趋势与沉积物类型基本吻合(图2, 3)。黄海Al的高含量区主要在威海以北、鸭绿江口附近、南黄海中部、射阳以北海域及海阳沿海一带, 该区多为泥质及细粉砂质沉积物; 低含量区主要在渤海海峡附近、北黄海中部及海州湾等海域, 这些区域由于受海流影响强烈, 因此不利于粘土物质的沉积。东海的铝以带状分布为特征, 在沿海内陆架的泥质沉积物中出现Al的最高值, 由西向东, 随着粒度的增大含量逐渐下降, 在外陆架的砂质地带构成低含量区。可见铝的含量分布与沉积物粒度的

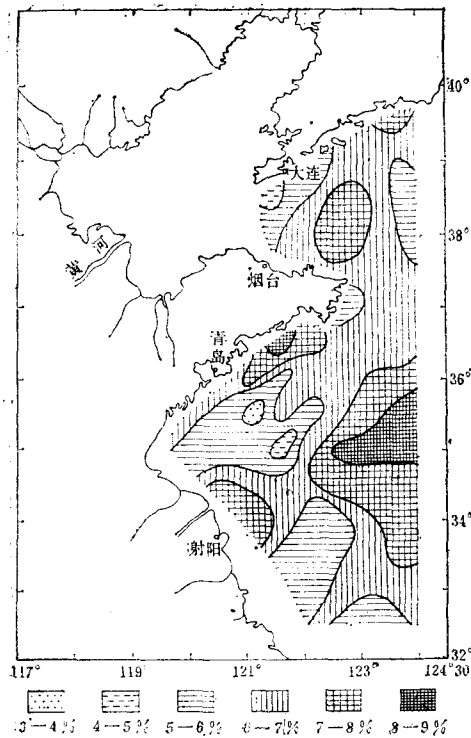


图2 黄海Al的分布

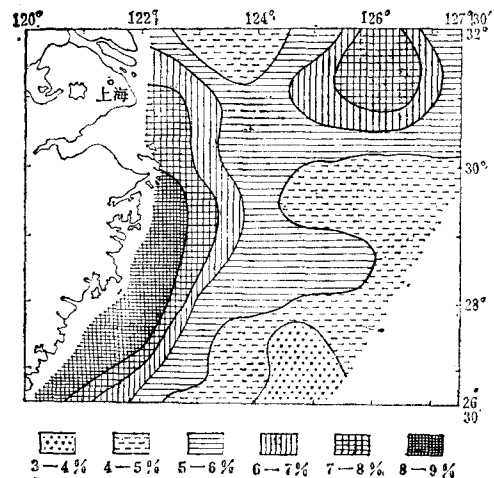


图3 东海Al的分布

分配有关<sup>[2]</sup>，铝随着沉积物粒径的减小而递增。这是由于细粒沉积物对铝有较强的吸附能力。

## 二、黄、东海沉积物中铝与其它元素的相关性和比值

### 1. 相关性

由于铝是地壳中分布最广的元素之一，因此它与许多元素存在着不同程度的相关性。研究表明：(1)铝与大部分亲碎屑的元素存在着程度不等的正相关。如Al与Fe, Ti, Cr, Ni, Cu, Li 等为正相关(图4, 5)。由于这些元素主要存在于各种碎屑矿物的晶格内，因而彼此有着共同的趋势。(2)Al与Si存在着明显的负相关(图6)。因Si一般富集于粗粒沉积物中，随着粒径变小含量降低，相反Al的含量增加。(3)Al与亲生物元素Ca, Sr 呈负相关(图7)。由于Ca, Sr 多存在于生物贝壳

中，显然它们受沉积物中碳酸盐的控制，Al随碳酸盐物质的富集而减少。

元素之间的相关性，可用一元线性回归方程表示如下(以东海为例)：

$$\text{Al-Fe } Y_{\text{Al}} = 0.35 + 1.74X_{\text{Fe}} \\ (r = 0.943)$$

$$\text{Al-Ti } Y_{\text{Al}} = 0.40 + 14.75X_{\text{Ti}} \\ (r = 0.861)$$

### 2. 比值

由于铝从大陆到海洋是一个比较稳定的元素，因此利用某元素与铝的比值可以判断某元素在海洋中的变化情况。现将Fe/Al, Ti/Al, Cu/Al, CaCO<sub>3</sub>/Al, Si/Al, Sr/Al, C<sub>有机</sub>/Al 的计算结果列入表3。如由Si/Al的比值变化，可以反映出该海区石英和长石比值的 变化情况，同时也说明砂和粘土的变化规律。

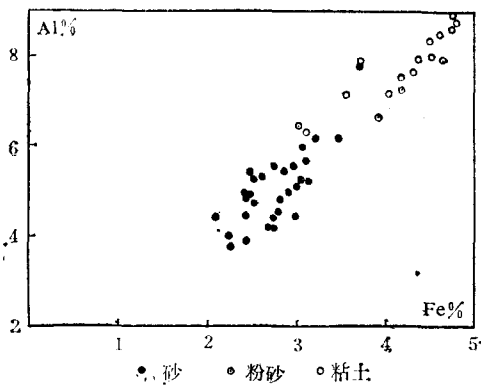


图4 Al与Fe含量的关系(东海)

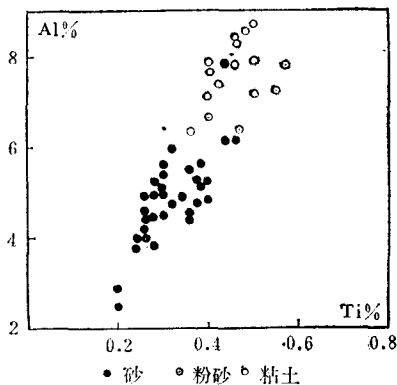


图5 Al与Ti含量的关系(东海)

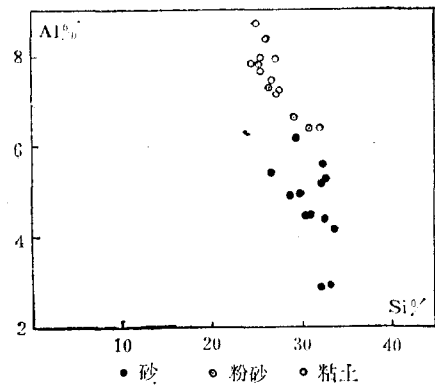


图6 Al与Si含量的关系(东海)

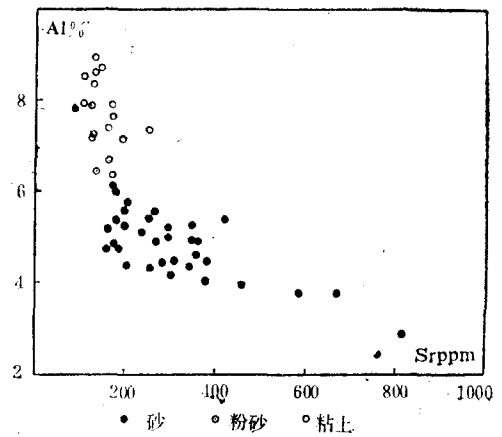


图7 Al与Sr含量的关系(东海)

表3 铝与其它元素的比值

海区	元素比	比值	海区	元素比	比值
黄 海	Fe/Al	0.48	东 海	Fe/Al	0.58
	Ti/Al	0.051		Ti/Al	0.066
	Zn/Al	9.94		Zn/Al	10.79
	CaCO <sub>3</sub> /Al	0.65		K/Al	0.31
	C有机/Al	0.086		Si/Al	4.88
	Cu/Al	2.76		Cu/Al	3.07
			Sr/Al	0.0044	

### 三、铝的陆源碎屑组分与自生组分

了解元素的赋存状态，是地球化学研究中的重要一环，为此分别对黄海20个样品和东海10个样品进行了陆源及自生组分的测定（表4，5）。结果表明，黄、东海沉积物中铝的陆源碎屑指数分别为94和89，可见几乎90%以上的铝都是存在于碎屑矿物中。由图8可以看出，碎屑Al主要与粘土矿物有关。

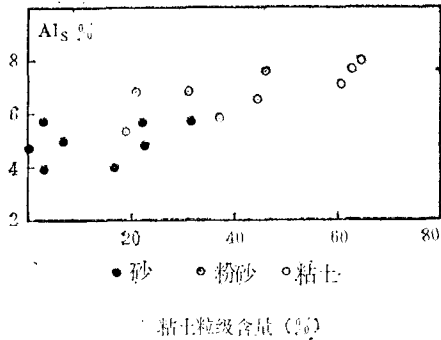


图8a Al<sub>s</sub>为粘土含量散点图（黄海）

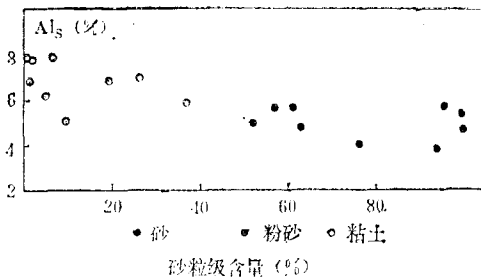


图8b Al<sub>s</sub>为砂含量散点图（黄海）

表4 黄海沉积物中Al的碎屑组分与自生组分

站号	ΣAl	Al <sub>s</sub>	Al <sub>z</sub>	Z <sub>s</sub>	Z <sub>z</sub>
2004	5.81	5.31	0.50	91	9
2006	5.39	5.31	0.08	99	1
2015	6.47	6.37	0.10	98	2
2027	7.49	6.96	0.53	93	7
2036	7.96	7.69	0.27	97	3
2038	6.62	6.48	0.14	98	2
2043	7.06	6.87	0.19	93	7
2059	6.07	5.81	0.26	96	4
2060	5.96	5.39	0.57	90	10
2061	5.96	5.72	0.24	96	4
3056	6.79	5.72	1.07	84	16
3058	5.11	4.05	1.06	79	21
3059	5.04	4.81	0.23	95	5
3061	4.57	4.06	0.51	89	11
3063	8.44	7.70	0.74	91	9
3066	8.07	7.95	0.12	99	1
4004	5.32	5.05	0.27	94	6
4006	5.07	4.81	0.26	95	5
4008	6.16	5.87	0.29	95	5
4012	7.04	7.04	0	100	0
平均				94	6

表5 东海沉积物中Al的碎屑组分与自生组分

站号	ΣAl	Al <sub>s</sub>	Al <sub>z</sub>	Z <sub>s</sub>	Z <sub>z</sub>
D-1	4.75	4.22	0.53	89	11
D-9	7.92	6.82	1.10	86	14
D-29	5.96	4.92	1.04	83	17
D-33	7.44	6.29	1.15	85	15
D-109	4.94	4.15	0.79	84	16
D-456	8.45	7.84	0.61	93	7
D-554	8.31	7.67	0.64	92	8
D-560	5.57	5.14	0.43	92	8
D-719	6.41	5.66	0.75	88	12
D-731	7.24	6.97	0.27	96	4
平均				89	11

注：ΣAl为总Al；Al<sub>s</sub>为碎屑Al；Al<sub>z</sub>为自生Al；Z<sub>s</sub>为碎屑指数；Z<sub>z</sub>为自生指数。

综上所述, 黄、东海沉积物中铝的地球化学特征可归纳为以下几点。

1. 沉积物粒度的大小与铝的分布格局密切相关, 通常在泥质沉积物中含量高, 在砂质沉积物中含量低。

2. 铝与亲碎屑元素, 特别是易富集在粘土矿物中的元素呈正相关, 与赋存于粗粒沉积物中的Si以及亲生物元素Ca, Sr呈负相关。

3. 将铝的含量与其它海区、地壳、大陆岩石和大洋沉积物进行比较, 证明铝是一个较稳定的元素, 在岩石风化元素迁移的过程中属

惰性, 有明显的亲陆性。

4. 黄、东海沉积物中的铝几乎90%以上存在于碎屑矿物中。

#### 主要参考文献

- (1) 赵一阳、车承惠、杨惠兰等, 1982年。黄东海地质。科学出版社, 141—159页。
- (2) 秦蕴珊、郑铁民, 1982年。黄东海地质。科学出版社, 39—51页。
- (3) 赵一阳等, 1983年。黄海沉积物地球化学分析。海洋与湖沼14(5):432—446。

### GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ALUMINIUM IN SEDIMENTS OF THE YELLOW SEA AND THE EAST CHINA SEA

Xia Qing

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

#### Abstract

In this paper, aluminium in 62 sediment samples from the Yellow Sea and 55 samples from the East China Sea has been volumetrically analyzed on the following points: (1) abundance characteristic of aluminium; (2) controlling factor of aluminium deposition; (3) regional distribution of aluminium; (4) relationship between aluminium and the other elements; (5) presence form of aluminium.