

文章编号:1000-0550(1999)增-0794-04

南沙海域柱状沉积物中氨基酸组成 和含量特征与古环境

马兰花¹ 段毅² 宋之光²

1(国家地震局兰州地震研究所 兰州 730000) 2(中国科学院兰州地质研究所气体地球化学国家重点实验室 兰州 730000)

摘要 对南沙海域柱状沉积物中氨基酸进行了系统分析,研究了氨基酸含量的剖面变化及不同类型氨基酸组成差异的起因,据此探讨了自中更新世晚期以来南沙海洋古沉积环境和古气候问题。结果表明,沉积环境为碱性,沉积区气候发生了四次冷一暖旋回。从而揭示了沉积氨基酸丰度和组成特征可以示踪沉积时期的古环境。

关键词 南沙海域 柱状沉积物 氨基酸 古环境

第一作者简介 马兰花 女 1958年出生 从事地球化学和地质测绘工作

中图分类号 P736.2 **文献标识码** A

1 引言

氨基酸是构成生物蛋白质的基本单元,因此它普遍存在于生物体中。但是不同类型生物体中蛋白质含量不同,动物和微生物含量很高,而植物中含量较低,以致不同类型生物体中氨基酸含量各异。生物死亡后,其蛋白质经微生物降解和水解后,形成更小的肽和游离氨基酸,与粘土、腐殖酸或干酪根等结合在一起,被保存在沉积物内,便构成地质体中的氨基酸。地质体中氨基酸含量较低,一般为几十到几千 $\mu\text{g/g}$ 。但它们分布广,从前寒武纪到现代沉积物中几乎都有氨基酸存在。国内外曾对各类地质体中氨基酸分布、来源及其演化规律进行了许多研究^[1~2],特别是利用氨基酸外消旋反应,成功地研究了沉积物的地质年代、古地温和沉积速度^[3~4],但是,国内在利用氨基酸含量和组成特征,研究古沉积环境和古气候方面的报道尚不多。本文对南沙海域柱状沉积物中氨基酸进行了剖面系统研究,探讨了该沉积时期的古沉积环境和古气候问题。

2 样品与分析

分析样品为1987年中国科学院南沙综合科学考察队采集的12个NS87-8岩心分段样品,采样站地理位置为 $116^{\circ}27'E$, $7^{\circ}47'N$,水深835m,柱长

440m。样品均为深灰色淤泥。样品采集后冷冻保存。

将样品溶于6 mol/L的HCl中,充入高纯氮气并在 110°C 下水解24小时,然后用离心法除去不可溶的固体残渣,获得水解液。水解液经强酸性阳离子交换树脂柱脱盐后,在低温下减压蒸干,得到纯氨基酸混合物。氨基酸分析鉴定是用日立835-50型氨基酸自动分析仪,分析柱为 $\Phi 2.6 \times 150\text{ mm}$,离子交换柱填充有#2619树脂;缓冲液压力为80~110 kg/cm²,流速为0.225 ml/min;茚三酮压力为15~35 kg/cm²;柱温为 53°C 。

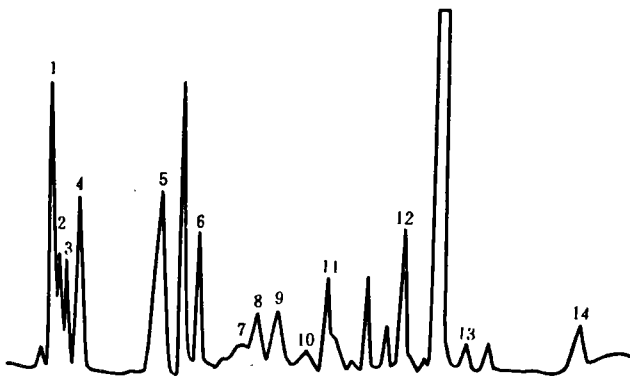
3 结果与讨论

3.1 氨基酸组成与古沉积环境

氨基酸既含有碱性的氨基,又含有酸性的羧基,所以它是两性化合物。根据氨基酸分子中含氨基和羧基数目的不同,可以将氨基酸分为酸性、中性和碱性3种类型。在不同的酸碱度水溶液中,这3类化合物中氨基和羧基的电离程度各异。在碱性环境中,酸性氨基酸(等电点pH为2.8~3.2)发生较完全电离,主要形成负离子,而碱性氨基酸(等电点pH为7.6~10.8)则不易电离。所以,沉积环境若具有碱性条件,则有利于酸性氨基酸与粘土和腐殖酸等结合得到保存。这样就可以用氨基酸的组成差异,判识古代沉积环境。一般来说,中性环境中的酸性/中性氨

氨酸比值为 0.167,而碱性环境中的酸性/中性氨基酸比值为 0.333。我国青海湖现代沉积环境属较强的碱性环境,现在水体 pH 值为 9.1~9.4。其现代沉积物中的酸性/中性氨基酸比值较高,为 0.65~0.86^[4],与这一较强的碱性沉积环境相一致。

在南沙海域 NS87-8 柱状沉积物中,检出图中列出的 14 种和未列出的甘氨酸、半胱氨酸和脯氨酸共 17 种氨基酸(图 1)。其中天冬氨酸和谷氨酸为酸性氨基酸,占总氨基酸的 27.8%~37.4%;赖氨酸、组氨酸和精氨酸为碱性氨基酸,占总氨基酸的 10.0%~16.5%;其它为中性氨基酸,占总氨基酸的 52.6%~62.3%。酸性/中性氨基酸比值在 0.48~0.71 之间,而碱性/中性氨基酸比值为 0.19~0.29。与上述资料比较,南沙海洋柱样中氨基酸组成特征反映了其沉积环境为碱性。南沙海洋现在表层水 pH 约为 8.25,随着水深增加,pH 值减少,最低也大于 7.85^[5],表明该采样站点现在沉积环境为碱性,与沉积物中氨基酸组成反映的沉积环境特点一致,从而为我们利用氨基酸组成研究该柱样的古沉积环境提供了佐证。



1. 天门冬氨酸; 2. 苏氨酸; 3. 丝氨酸; 4. 谷氨酸; 5. 丙氨酸;
6. 缬氨酸; 7. 蛋氨酸; 8. 异亮氨酸; 9. 亮氨酸; 10. 酪氨酸
11. 苯丙氨酸; 12. 赖氨酸; 13. 组氨酸; 14. 精氨酸

图 1 样品中氨基酸自动分析仪色谱图

Fig. 1 Chromatogram of hydrolyzate amino acids in studied samples

3.2 氨基酸含量与古气候

如上所述,氨基酸是生物蛋白质分解后的产物。因此,在某一确定的沉积环境下,沉积物中氨基酸含量受控于沉积时期生物数量的大小。沉积时期生物数量与气候环境关系密切。温暖潮湿气候有利于生物的发育和生存。寒冷干旱气候则不利于生物的发育和生存。这样,就可以用沉积物中氨基酸丰度差

异,反映沉积时期的气候条件,即氨基酸含量的高值对应于古气候的温暖期,低值代表古气候的偏凉期。

南沙海域 NS87-8 岩心柱剖面中氨基酸含量在 925~2343 $\mu\text{g/g}$ 之间。如图 2A 所示,氨基酸含量在岩心剖面中变化较大,而且具有阶段性演变特征,这与该岩心剖面中浮游有孔虫丰度、氧同位素(图 2B)及云母类矿物 I_{001}/I_{002} (图 2C)曲线显示的特点较一致。根据岩心剖面中氨基酸含量突变点,自上而下可以划分出四个古气候旋回阶段。各阶段的氨基酸含量变化和古气候演变自下而上表现为:

从底部到 303 cm,氨基酸含量先逐渐增加,以后急剧下降,表明这一沉积时期气候是逐渐变暖后又变凉。

从 303 cm 至 195 cm,氨基酸含量也是逐渐增加,以后急剧下降,但是该阶段最低值要比上阶段的低,表明这一沉积时期气候逐渐回升变暖,以后又变冷。

从 195 cm 至 61 cm,氨基酸含量是先增加后又下降,但是下降幅度没有前面两个阶段的大,反映了这一沉积时期气候回升变暖后,气温变得有些低。

从 61 cm 至顶部,氨基酸含量有规律地增加,反映了这一沉积时期气候与目前气候接近,为温暖气候条件。

从氨基酸含量曲线高值代表的温暖期气候情况看,第 IV 阶段温暖期后期和第 III 阶段温暖期要比第 II 阶段温暖期的气温高;目前气温高于过去温暖期气温。

我们上述讨论的结果被该岩心柱中沉积氧同位素、微古生物和云母类矿物微结构提供的资料所证实。氧同位素研究表明,自中更新世晚期以来,南沙海洋沉积环境曾出现了 8 次冷—暖气候周期性变化,构成了冷—暖 4 次气候旋回^[4],浮游有孔虫丰度和云母类矿物微结构(I_{001}/I_{002})变化也基本上反映了这一气候环境变化特点^[7~8]。根据微古生物在该柱样中的分布、种类组成和主要种丰度的纵向变化,将岩心剖面划分为 4 个层段(图 2B),代表了 4 次海进旋回,与 4 次气候旋回相对应,而且 II 层段气温低于 III 层段和 IV 层段后期气温^[7]。我们应用氨基酸含量研究的南沙海洋中更新世晚期以来气候演变情况与上述其它方法研究的结果基本吻合,说明氨基酸含量曲线剖面变化对恢复沉积时期气候环境演变是可行的。

需要指出的是,我们采用氨基酸曲线突变点划

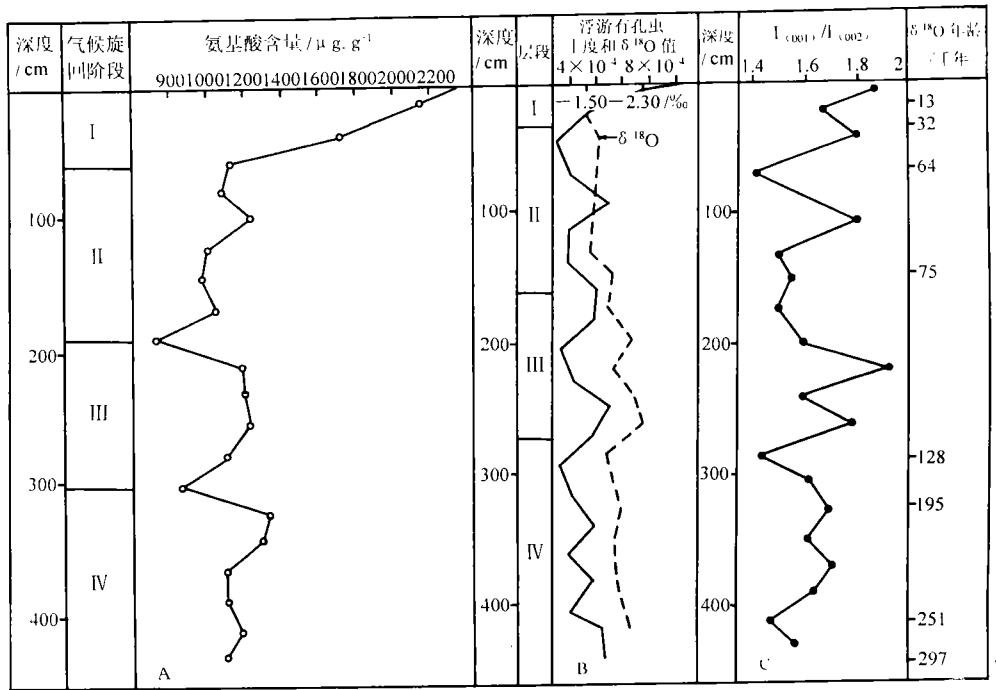


图2 NS87-8岩芯柱中氨基酸含量(A)与浮游有孔虫丰度、 $\delta^{18}\text{O}$ 值

(B)和云母类矿物 I_{001}/I_{002} (C) 曲线剖面变化对比图(B:据涂霞等,1987;C:据郑洪汉等,1987)

Fig. 2 Comparison of section variation for amino acid contents (A) with planktonic foraminifera abundance, $\delta^{18}\text{O}$ value (B) and mica mineral I_{001}/I_{002} ratios (C)

分的4个气候旋回阶段,看起来与微古生物和氧同位素研究所划分的4个层段(图2B),在深度方面略有不同。如果仔细分析,并无实质性差异。氨基酸含量曲线剖面突变点,事实上就是气候由冷逐渐变暖的转折点,在逐渐变暖的前期,气温还是较低的,这可以被微古生物和氧同位素所记录。如果把这段时间所代表的深度归属于低温期,则与以微古生物和氧同位素资料划分的4个层段一致。

4 结论

沉积物中氨基酸丰度和组成与沉积时期的生物数量及沉积环境有关,而生物数量取决于沉积时期的气候条件。因此,沉积物中氨基酸丰度和组成可以指示古沉积环境、古气候环境状况。南沙海域岩心剖面中氨基酸含量变化及其组成特征表明,自中更新世晚期以来,沉积环境均为碱性,沉积区气候发生了四次冷—暖旋回。

参考文献

1 Kveovolden K A. Advances in the geochemistry of amino acid[A].

Annual Review of Earth and Planetary Sciences[C]. 1975, 3: 183~212

2 向明菊,孙福庆,文启忠. 陕西洛川黄土剖面中的氨基酸研究[J]. 沉积学报,1984, 2(2):105~112

3 Macko S A, Aksu A E. Amino acid epimerization in planktonic foraminifera suggests slow sedimentation rates for Alpha Ridge, Atlantic Ocean[J]. Nature, 1986, 322: 730~732

4 钱尧荣,范璞. 青海湖现代沉积物的氨基酸地球化学初探[C]. 见:中国科学院兰州地质研究所生物、气体地球化学开放研究室研究年报[A]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1987. 118~148

5 韩舞鹰,黄西能,容荣贵,吴林兴,王汉奎. 海洋化学. 南沙群岛及其邻近海区综合调查研究报告(一)[R]. 北京:科学出版社,1989. 390~391

6 裘秀华,涂霞,郑范. 氧同位素测定. 南沙群岛及其邻近海区综合调查研究报告(一)[R]. 北京:科学出版社,1987. 544~548

7 涂霞,郑范,余家桢,等. 南沙海槽微体生物化石. 南沙群岛及其邻近海区综合调查研究报告(一)[R]. 北京:科学出版社,1989. 528~530

8 郑洪汉,唐志礼,杨育标. 云母类矿物层间钾探讨. 见:中国科学院南沙综合科学考察队. 南沙群岛及其邻近海区综合调查研究报告(一)[R]. 北京:科学出版社,1989. 464~467

Compositions and Contents of Amino Acids in Core Sediments from Chinese Nansha Sea Area and Paleoenvironment

MA Lan-hua¹ DUAN Yi² SONG Zhi-guang²

¹(Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou 730000)

²(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

Abstract

The abundance and distribution of amino acids in sediments are closely related to the organism amounts and sedimentary environment. However organism amounts are controlled by the climatic condition during sedimentary period. Thus, the abundance and distribution of amino acids in sediments can indicate the situation of paleoclimate. In this paper, amino acids from a sedimentary core section (0~440 cm) of Nansha Sea area have been examined. Results show that 17 kinds of amino acids are present in this core section; amino acid contents are from 925 to 2343 ug/g; acidic amino acid to neutral amino acid ratios are from 0.48 to 0.71. The section variation of amino acid contents and composition of amino acids show alkalic sedimentary environment and the four cold-warm evolutions of paleoclimate during this sedimentary period, respectively. These imply that abundance and composition of amino acids can be used as an good indicator of sedimentary paleoenvironment.

Key words Nansha Sea area core sediments amino acids paleoenvironment