

南极陨石收集和研究新进展

王道德

(中国科学院地球化学研究所)

日本第29次南极研究考察队(1987—1989)在Sør Rondane Mountains附近(71—73°S, 21—29°E)的三个主要裸冰表面发现和回收了2000多块新的陨石样品(单个陨石或陨石碎块),在这之前美、日等国在南极地区已回收了9800多块陨石样品,集中在三个主要的陨石富集区,即Yamato Mountains(72°S, 35°E)、Allan Hills(76°40'S, 159°E)及Lewis Cliff Ice Tangle (84°20', 161°30'E)。这次又发现了另一个陨石富集区,回收的陨石命名为Asuka (A), 如Asuka-87及Asuka-88。这次收集的陨石有铁陨石、石-铁陨石、球粒陨石、无球粒陨石及一些独特的碳质球粒陨石,目前正在对这些陨石进行初步的分类研究。南极陨石的数目几乎每次野外考察后都有所增加,这表明南极是目前地球上陨石样品最富的地区,南极表面积为 $1.4 \times 10^6 \text{ km}^2$,在这样大的地区提供了陨石降落的场所并使之富集和保存,运移的冰盖将其搬运到富集带,干冷的气候条件抑制了陨石的风化。在回收的陨石中8800多块是在1969—1987年回收的,1987—1988年回收了1032块。所有的南极陨石都属于发现的陨石,未观察到陨石的降落。到目前为止,在非南极地区全世界仅收集到约3500块降落和发现的陨石,按其降落和发现的位置可以彼此相区别,而南极则很难判定陨石或陨石雨降落的次数(有人估计可能有300—2000次陨石降落)。

一般来说,南极与非南极陨石的类型应该类似,但南极陨石中除绝大多为已知类型外,还发现许多异常的陨石,到目前为止,已发现8块来自月球(表1),其中有两块是1989年发现的,它们是在MacAlpine Hills蓝色冰区盆地的东部地区收集到的,其编号为MacAlpine Hills (缩写为MAC)-88104及MAC-88105。这两块新的月球陨石为成对的复矿碎屑角砾岩碎块,均具有约覆盖样品表面30%的薄的灰绿色熔壳,其余表面为暗灰色并已风化,有许多碎屑和晶洞,由于风化作用碎屑已不清晰,环绕碎屑有暗色多孔状玻璃细脉,但未切断任何碎屑,含有大量角状长石质碎屑及细粒灰色、黑色及棕灰色(砂岩色)碎屑,暴露于表面最大碎屑(1.5×1cm)为细粒斜长岩质,含有分散的镁铁质矿物,其余碎屑为中粒,有较多的镁铁质矿物。薄片可见半透明褐色玻璃状基质内有小的矿物颗粒(0.3mm)及碎屑(可达3mm)的显微角砾岩,矿物颗粒除少许橄榄石和辉石外,几乎全是斜长石,有一颗微小的金属或金属-硫化物颗粒,有一些碎屑几乎由暗褐色半透明的玻璃组成,另外一些为具充填玻璃的小的斜长石板晶,还有一些富斜长石,并有少量橄榄石或辉石。电子探针分析表明,斜长石几乎是纯的钙长石($\text{Na}_2\text{O} 0.3\text{—}0.5\%$, $\text{K}_2\text{O} < 0.1\%$),橄榄石的成分是可变的($\text{Fa}_{10\text{—}34}$);大多数辉石为贫钙辉石($\text{Wo}_{60}\text{Fs}_{28}$),但也有一些是富钙的颗粒, FeO/MnO 的比值很高(50—80),这正是月球物质的特征。玻璃基质的成分略有变化,其平均成分(重量%)

为: SiO₂ 45, Al₂O₃ 28, FeO 6.3, MgO 4.7, CaO 16, Na₂O 0.36, TiO₂ 0.32, MnO 0.11, K₂O <0.1。两块陨石均为斜长岩质显微角砾岩, 几乎可肯定为月球成因的陨石。

表 1 南极回收的月球陨石

陨 石 名 称	重量(g)
Yamato 791197	52.4
Yamato 793274	8.6
Yamato 82192	36.6
Yamato 82193	27.0
Yamato 86032	648.4
Allan Hills A 85005	31.4
MAC 88104	61.2
MAC 88105	662.5

MAC88105 的氧同位素组成为 $\delta^{18}\text{O}=5.5$, $\delta^{17}\text{O}=2.7$, 也落在以前分析的月球陨石和阿波罗月岩范围内。MAC88104 及 MAC88105 的天然热释光, 在 250℃ 条件下分别为 2.4 ± 0.3 及 $2.9\pm 0.3\text{Krad}$ (千拉德), ALHA 81005、Yamato-791197 及 Yamato-82192 的天然热释光分别为 0.75、1.7 及 0.5 Krad, 而大多数南极球粒陨石的天然热释光为 20—80 Krad, 月球陨石低的热释光值反映了新近的加热事件。MAC88105 的 ^{23}Al 的放射性为 $19.5\pm 2.6\text{dpm/kg}$, 比其它 4 个月球陨石低得多 (41—139 dpm/kg), 这样低的活性意味着它具有过老的地球年龄 (>1Ma) 或者是样品屏蔽于月球较深的部位及在宇宙空间短促的飞行时间。

研究表明, 有一些月球陨石是成对的, 即属于同一次降落的产物, 例如 Yamato-86032 与 Yamato-82192 及 Yamato-82193 就是同一次降落的, 它们的银河宇宙射线暴露年龄、地球年龄及 K-Ar 年龄非常相似 (表 2)。据已有的资料, 8 个月球陨石代表了 5 次不同降落事件。化学组成研究表明, 它们不是来自月球的正面, 而是来自从地球上不可能见到的月球背面, 阿波罗登月计划的实施, 仅在月球正面采集了约 300 kg 样品, 目前还不可能在月球背面登月和采集样品, 因此, 对月球陨石的研究, 有助于对月球背面的表面物质组成的探索 and 了解。

表 2 月球陨石的宇宙射线暴露年龄、地球年龄及 K-Ar 年龄

陨 石	$^{31}\text{Kr}-\text{Kr}$ 年龄 (Ma)	^{21}Ne ^{38}Ar ^{83}Kr ^{126}Xe Ma	平均 Ma	地球年龄 (a)	K-Ar 年龄 Ma
Yamato-86032	13.4 ± 1.0	10.6 12.0 10.0 9.9	10.6 ± 0.6	72000 ± 30000	3870 ± 300
Yamato-82192	13.9 ± 1.5	10.3 12.0 9.2 10.9	10.6 ± 0.6	83000 ± 35000	3900 ± 200
Yamato-82193	13.9 ± 1.0	10.8 12.8 9.3 10.2	10.8 ± 0.7	75000 ± 30000	>3000

据 Eugster·O 等, Lunar meteorite Yamato-86032: terrestrial age, exposure age, K-Ar age, trapped noble gases and chemistry, 1988, 待发表

此外, 在南横断山的冰川沉积物中还发现一些地外成因的硅酸盐和玻璃状的小球体。在一些蓝色冰区还发现火山成因的尘粒带, 主要是火山灰、火山玻璃和玻璃碎片, Yamato 区的玻璃碎片与 South Sandwich Island 的火山有关, 而 Allan Hills 区的玻璃质碎片与 McMurdo 群火山有关。火山尘粒带提供了用放射性方法测定冰年龄的样品, 如 Yamato 火山灰约

为 $35 \times 10^3 \text{ a}$, Allan Hills火山灰为 $(100 \pm 10) \times 10^3 \text{ a}$ 。

近年来,除对陨石进行研究外,还对富集地区进行了富集机制、蓝色冰区及南极冰盖的动力学研究。最近测定了Sør Rondane Mountains岩石的暴露年龄、冰运移的方向,速率及冰碛石的产率。当基岩裸露时,宇宙射线的轰击可产生多种核素,利用本地岩石中石英产生的 ^{10}Be ($t_{1/2}=1.5\text{ Ma}$)及 ^{26}Al ($t_{1/2}=0.7\text{ Ma}$),可以跟踪大陆风化/侵蚀的过程和测定表面暴露时间,在该地区测定了8个岩石样品,其中有5个样品暴露年龄超过1Ma,其侵蚀率为 $n \times 10^{-5} \text{ cm/a}$ 。

目前,我国已在东南极建立了中山站,在不久的将来,完全有可能在南极发现和回收到新的陨石样品,为人类的科学事业作出我们应有的贡献。

有机地球化学在石油初次运移研究 中的作用与进展

耿安松 傅家谟 盛国英

(中国科学院地球化学研究所)

石油初次运移是石油形成和演化过程中的一个重要环节,这方面的研究对于完善石油成因理论、正确地评价勘探区的石油资源前景具有重要的理论意义和实际价值。概括而言,目前有机地球化学在石油初次运移研究中的作用主要有以下三个方面。

1. 初次运移现象的观察和确认 要清楚地理解初次运移过程的实质,首先必须能观察到初次运移的现象。这要求所研究的地层中必须确实发生过或正在发生着初次运移并保存了可以反映初次运移过程的各种信息。Leythauser等认为要明确地从地球化学的角度观察到初次运移现象,取样应该满足三个条件:(1)从生油岩型页岩和储集砂岩互层的地层层序中密集取样;(2)生油岩样品处于最适于生油的成熟度水平;(3)样品为正常的岩心,质量好,利于分析结果的解释。

目前用来确认初次运移现象的各种地球化学指标如烃及饱和烃的产率、产率指数、 C_{15+} 可溶有机质含量等,其主要根据是在有机质含量、类型及成熟度比较均匀的生油岩中其含量或比值应基本保持不变或按正常趋势线变化,而在发生初次运移层段上其含量或比值降低,运移出的原油越多,则降低的幅度越大。确认初次运移现象的一个较早的例子是Tissot和Polet对阿尔及利亚泥盆系页岩的研究,发现在页岩边部14m的厚度中烃类及胶质的含量向储集层方向逐渐减少,而在14m这样短的层段内,生油量和成熟度是相对均匀的。因而认为这种现象是初次运移造成的。进入八十年代以来,西德Leythauser教授及其同事在确认初次运移现象方面做了许多工作。八十年代初,他们在西格陵兰和德国西北部的两个钻孔近地表岩心样品中发现了轻烃(C_1-C_7)浓度在很浅的深度上向地表逐渐降低的现象,并认为是轻