

未来的资源和新材料

目前,深海底资源和南北极地的资源正受到威胁。这些资源曾经作为科学研究的对象,由国际共同管理。可是,随着技术的进步,已被单独一个国家、一个私营企业而占有,作为谋取利益的手段。日本对开发这些新资源也有发言权。固然要具有开发技术,但南北极地调查所、地质调查所和海洋研究所,对于构成这样资源的物质和区域,虽经长期的基础研究,但尚未收到实际成效。

今后二十年,资源的情况如何呢?研究陨石,过去只是单纯看成为宇宙的形成理论问题。但是研究陨石,不单纯为了学术,而且作为资源和新材料,在工业方面也具有的重要意义。

从陨石推断小行星的资源

太阳系除了有大行星和它的卫星以外,还约有二千个小行星。这些行星在地面上用光学望远镜能够观测到的,其直径大部分为20~80公里,也有直径达数百公里的谷神星和智神星等有名行星;从地面上观测不到的,直径数公里以下的行星,估算有数十万个。另外,被称为阿波罗、阿莫尔群的一群小行星,它们的运行轨道与地球非常接近。加拿大有很多被看成是地质时代的环形山,似乎是由这样的小天体冲撞而形成的。

构成小行星的物质,曾采用各种方法进行过推测。方法之一,是根据北欧海盗1号对火星卫星“火卫一”的摄影照片观察。照片虽然不是接近小行星那样的摄影物,而根据构成破片状不规则形状和运用红外遥测,从表面物质的推断,可认为小行星与火卫一相类似。与其说是火卫一,不如说小行星是被火星引力圈所捕捉的物质。方法之二,是据小行星运动产生的摄动观测,用其质量和它的直径求其密度。通过计算,被称为灶神星的小行星约3.5克/立方厘米,谷神星、智神星为2~3克/立方厘米。前者为陨石和地球上的橄榄岩;后者是碳质陨石,和原始的陨石密度值相近似。从而,许多情报是通过小行星红外光谱的解析得到的。这是因为利用了小行星在反射太阳时,其波长特征按照表面构成的物质而发生变化,所以用此可与陨石相对比。从很多观测得知,小行星表面大致被区分为两种物质,一种是由硅酸盐和金属元素组成的物质,另一种是含有许多不透明碳质的物质所构成。前者是铁镍金属相,由陨硫铁、辉石和橄榄石等硅酸盐矿物组成的普通球粒陨石或是铁镍合金和橄榄石、辉石

混合存在,可与石铁陨石相对比;后者与硅酸盐矿物同样含水 and 碳,可与碳质球粒陨石相对比。

铁镍作为有用资源,用不着再叙述。直径1公里的陨铁重量约10亿吨,以1980年世界的粗钢产量7亿多吨计算,可供全世界使用五年。在地球某地降落陨铁,炼铁厂用来炼铁是十分合算的。此外还有利的是,在地球周围的空间中,如能利用太阳热等熔炼,加工则更好,那里没有公害,确实是个好的场所。

象铁那样廉价物质,也许不值得投资。然而,在阿兰德(Allende)这种碳质球粒陨石中,发现许多钨、钼、铌、铍、铂、钨、铈、锆等高纯度的金属块。根据红外光谱的结果,了解到近半数的小行星是由与这种陨石相类似的物质所构成,因此,作为宇宙资源,其数量是大有希望的。

阿兰德最大特征之一,是构成这种陨石的元素与地球上金属资源一样,不是熔融—固化岩浆作用,而是在高温气体凝缩过程中使元素(资源)浓缩。通过理论计算,所得理论值与用显微镜观察陨石的矿物生成顺序是一致的,而且已知铌、铍、铂,都是在1500 K以上凝缩生成。在地球上,铂族元素作为岩浆后期矿床和砂矿床,赋存于橄榄岩和其风化的地质体内。宇宙中的这种铂族元素,在比生成橄榄石的温度还要高的高温区,与生成以钙、铝为主要成分的刚玉(Al_2O_3)、陨磷钙钠石($CaMgSi_2O_6$)、钙钛矿($CaTiO_3$)等矿物同时产出。而在碳质陨石的小行星中,为了发现贵金属矿脉,如果没有橄榄石,就必须有上述那样作为标记的钙、铝矿物。当然贵金属块是在钙、铝矿物集合体中被发现的。然后金在邻近1100℃的温度随着碱性长石而凝缩;铌、铍、铈在400~500°K已经凝缩形成贱金属和合金,或以单独的金属块凝缩。

钙、铝矿物中也含有许多稀土元素。阿兰德陨石中的各部分稀土元素含量,经最精密的仪器测定,把分析值与具有平均化学成分的莱德(Leedey)陨石中的值一样而标准化。稀土元素在钙、铝矿物中丰富,并含有很多的陨石球粒(作为陨石中的球形包体)。包体的矿物组成,与前者相似,呈更细粒的不规则形状,此外还含有丰富的重稀土物质,认为这是从更高温残留的气体中分别凝缩的物质,通过计算,其凝缩温度似乎是在1670°K。橄榄石陨石球粒具有与陨石全岩大致相当的稀土元素存在

度。这种物质比前两者在更低温条件下固化生成。特别缺少稀土元素的巨大的橄榄石球粒,在富含镁的橄榄石组成的球状包体中,大部分的稀土元素,可能已经析除或从低温的气体中而慢慢生成。这种现象,若将稀土元素的凝缩温度与镁橄榄石生成温度比较,就很容易理解。在稀土元素中,从稍有挥发性的钕相对的多也证实了这一点。该包体富含铈,而且铈在高温下和其他的稀土元素比较,表现出难以凝缩,这是在极其氧化状态的气体中而发生的。当然到了最后稀土元素、铀、钍也存在有10%的浓缩块。

这几年来,根据阿波罗在月球所采用的样品,开始对陨石的稀土元素、铂族元素为主的元素分布状态作了研究,并有了迅速发展。陨石的大小,直接作为资源也许没有价值,但是,上述的研究成果,仅从一把陨石样获得的,与随便在地球上采取1公斤岩石进行调查研究的,所得到的资源有着信息量的差别,如果加以重视,陨石在宇宙资源中的密度,怎样理解也是大的。如今后根据NASA的计划,在地球卫星轨道上用最理想的无人拖船,对地球周围富含有用资源的小行星加以利用,将是无限的。

在五年前,火卫一作为一个光点出现,成为天文学家的研究对象。现在这里见到的环形山大小岩石碎块,由谁来研究呢?当然不是天文学家,而是拿铁锤的地质学家。从月球、火星到土星等一系列卫星资料已经返回地面,地质调查所,至今应该确定出资源勘查的新法则和新技术。

以陨石作为研究新材料的标识

近年来,对新材料的研究呼声很高,前年夏天在筑波地召开的关于将来人类和技术的报告会上,大家提出的作为新物质的碳、稀有元素合金等,在超高温的等离子状态或无重力状态下,作为其形成场是有发展远景的。NASA或科学技术厅为了在无重力下制造新材料,对火箭和宇宙飞船进行了很大的投资。但是,我们已经在无重力下,从超高温等离子区域到极低温的温度范围内,把46亿年前合成的物质(陨石)弄到很多人手里。

在石铁陨石断面可见到铁镍合金中橄榄石呈漂浮状态存在,前者密度为7.8,后者为3.4(含少量铁),那末在地面上两者可完全分离。该陨石为石铁

陨石,因为是在陨石母天体的稍中心部(弱重力场)熔融固结的,所以未分离成两种成分。这个结构与采用无重力下组合成的新材料镍、钛碳化物合金很相似,用作火箭非常好,很值得重视。其成因是否全是在无(弱)重力场下形成,还不太清楚,然而在陨石中见到许多在地球上未发现的矿物,如陨铁硫、陨硫镍铁、陨氯铁、陨氮钛石、陨硫钙石……。

BaTiO₃是强电解质材料,呈微粒子也存在于陨石中,它是电子学中的最新材料,从工程学方面也应该进行研究评价。

宇宙的宝石箱

以上介绍的是构成陨石物质非常少的一部分资料,还包括在陨石中未知的物质。但是,用铁锤和钢凿不能将脆弱的陨石全部敲打粉碎,因而这项研究更加困难。作者在实验室内,将陨石象天然的岩石受长期水作用而产生风化那样,反复进行冻结、熔化过程,其结果将没有破碎的陨石试样组成物质全部取上来,可惜看不清种类,但可见各式各样的红、蓝、黄、粉红、绿、白色的矿物或其集合体。圆形的是陨石球粒;红和粉红色是尖晶石(MgAl₂O₄);蓝色是(CaAl₂O₄)和尖晶石;黄色是含铁的橄榄石(MgFeSiO₄);透明的是辉石(MgSiO₃)和不含铁的橄榄石(Mg₂SiO₄);金色的可能是硫化物。因为全部是在无重力下形成的物质,所以在地球上的天然物质中看不见所希望的具有各种各样的微量元素存在度。

地质调查所根据阿波罗计划,继续对月球样品进行地球化学方面的研究。从去年度就作为经常研究课题之一,用年度预算20万日元的费用,开始对陨石及其构成物质的调查研究。虽然预算费用没有满足NASA、科学技术厅,但根据开发宇宙物质新材料的方针,地质调查所已有初步的想法。首先从微量元素分布、结晶构造入手,将来再对其物性(工程学)的特性进行调查研究。然而对未来的新材料和宇宙资源的研究工作即使不多,也必须考虑其重要意义。

摘译自:《地质ニユ一ズ》(日),1982—5通卷333号

孙书山 译 杜春林 校

