

地球上的水到底从哪儿来?

关于地球水的来源有许多不相同的认识,各有各的道理,但真相究竟如何,还有待于科学家们收集更多的客观证据,以揭开这个谜。

水的起源是个问题

众所周知,地球表面71%的面积被水覆盖。然而,地球上的水从哪儿来,却始终是未解之谜。近日,关于地球上水的起源问题又有新发现。

《自然》杂志载文称,德国明斯特大学的科学家通过对来自加拿大不列颠哥伦比亚省塔吉胥湖陨石和地球地幔岩石样品的同位素分析显示,水在地球上出现的时间比此前预期的要晚很多。这在很大程度上反驳了此前很多科学家所持有的“水是地球形成阶段时期由陨石表面的冰层转变而来”的说法。

行星科学家、科普作家、中国科学院国家天文台研究员郑永春博士接受记者采访时表示,水是生命之源,地球上水的起源一直以来都是非常重要的科学问题。在地球演化过程中,水起到了化学反应剂和润滑剂的作用,直接促进了地球的演化和生命的起源。地球上水的起源和形成时间,决定了地球演化的方向和生命起源的时间。

那么,地球上的水,到底从哪儿来?目前比较有代表性的是“外源说”和“内源说”。不过,“两种说法都缺乏充足的证据。”郑永春说。

太阳风“吹”出来的

外来水源的另一个候选者是太阳风。太阳风是指从太阳日冕向行星际空间辐射的连续的等离子体粒子流,是典型的电离原子,由大约90%的质子(氢核)、7%的 α 粒子(氦核)和极少量其他元素的原子核组成。有科学家认为,地球上的水是太阳风的杰作。首先提出这一观点的科学家是托维利,他认为,太阳风到达地球大气圈上层,带来大量的氢核、碳核、氧核等原子核,这些原子核与地球大气圈中的电子结合成氢原子、碳原子、氧原子等。再通过不同的化学反应变成水分子,据估计,在地球大气的高层,每年几乎产生1.5吨这种“宇宙水”。然后,这种水以雨、雪的形式降落到地球上。

更重要的是,地球水中的氢与氘含量之比为6700:1,这与太阳表面的氢氘比也是十分接近的。因此托维利认为,这可以充分说明地球水来自太阳风。但太阳风形成的水是如此之少,在地球45亿年生命史中,也不过形成了67.5亿吨水,与现今地球表面的水贮量(包括液态水、固态冰雪和气态水汽)1.3860 \times 10¹⁰亿吨相比,不过九牛一毛。

“娘胎”里带的

与外源说相对的是自源说,自源说认为地球上的水来自于地球本身。郑永春说,地球是由原始的太阳星云气体和尘埃经过分馏、坍缩、凝聚而形成的。凝聚后的这些星子继续聚集形成行星的胚胎,然后进一步增大生长而形成原始地球。

地球起源时,形成地球的物质里面就含有水。在地球形成时温度很高,水或在高压下存在于地壳、地幔中,或以气态存在于地球大气中。后来随着温度的降低,地球大气中的水冷凝落到了地面。岩浆中的水也随着火山爆发和地质活动不断释放到大气、降落到地表。汇集到地表低洼处的水就形成了河流、湖泊、海洋。

地球内部蕴含的水量是巨大的。地下深处的岩浆中含有丰富的水。有人根据地球深处岩浆的数量推测,在地球存在的45亿年内,深部岩浆释放的水量可达现代全球大洋水的一半。

还有一种说法认为在地球开始形成的最初阶段,其内部曾包含有丰富的氢元素,它们后来与地幔中的氧发生了反应并最终形成了水。



彗星小行星“撞”出来的

所谓“外源说”,顾名思义,认为地球上的水来自地球外部。而外来水源的候选者之一便是彗星和富含水的小行星。

郑永春介绍,被誉为“脏雪球”的彗星,其成分是水 and 星际尘埃,彗星撞击地球会带来大量的水。而有些富含水的小行星降落到地球上成为陨石,也含有一定量的水,一般为0.5%~5%,有的可达10%以上,其中碳质球粒陨石含水更多。球粒陨石是太阳系中最常见的一种陨石,大约占有所有陨石总数的86%。正因如此,一些科学家认为,正是彗星和小行星等天外天体撞击地球时,将其中冰封的水资源带入地球环境中。

然而,科学家研究发现,大多数彗星水的化学成分与地球水并不匹配。此外,上述德国明斯特大学科学家认为,既然陨石是在地球形成阶段就已经降落到地球的,那么应该在地球的地幔中留下相应的化学痕迹。如果水确实是在这一阶段由陨石带到地球上的,那么地幔中的同位素水平和陨石中的同位素水平应该相同,而当他们将不列颠哥伦比亚塔吉胥湖的陨石中钨同位素及地球地幔中钨同位素进行对比分析后却发现,两者的同位素水平并没有任何相似之处。

据此,德国明斯特大学科学家表示,这证明,如果水确实是由彗星或小行星带到地球上的,则其来到地球上的时间并不是地球的形成期,而是地球演化到形成地壳和地幔之后的时期。但并不排除另一种情况,即水最开始其实是星际尘埃的组成部分,而地球则正是由星际尘埃所组成的。

此外,郑永春表示,且不论这个撞击的时间节点,单说地球表面要想形成现今的水储量得需要多少陨石?如果光有陨石而缺乏把其中的水释放出来的地球物理化学作用,陨石中的水又怎样变成液态水?这些问题还有待进一步发掘。

为何只有地球上液态水?

地球科学家倾向于认为,地球上的水来源于地球自身演化过程中的岩浆水等,天文学家更倾向于彗星等撞击地球带来的水。目前两种观点谁都没有说服谁。郑永春表示:“可能两方面的来源都有,目前的主要问题在于谁是主要来源,还很难下结论,需要更多的证据。”

“很多人似乎觉得太空中的水很稀少,实际上水在太阳系中非常丰富。”郑永春说,例如我们的临行星——火星,已经在其表面发现了很多干涸的河床、湖泊、三角洲、冲积扇等,这说明火星表面曾经有大量的水。现在科学家也相信,火星地下和两极可能藏有很多水。此外,一些小行星、海王星轨道之外的柯伊伯带的天体上也有大量的水存在。而在柯伊伯带以外的奥尔特云更是分布着大量的彗星,这些彗星大部分就由水组成。

既然太阳系中并不缺水,为何只有地球有液态水?郑永春表示,液态水能否存在的关键在于星球表面的温度。在地球上,由于温度通常在0到100摄氏度之间,因此水才可能以液态形式存在。有的星球如金星表面温度达到400多摄氏度,远远超过了水的沸点,所以没有液态水;有的星球如火星,表面温度达到了零下四五十摄氏度,低于水的冰点,即使有水也都冰冻了,所以也不会有很多液态水。所以水出现在地球上并非偶然,而是必然现象。

【相关链接】 水的“第四种形态”

地球上的水绝大多数其实并不是以我们所熟知的冰、水、气3种形式存在。水还有另外一种存在形式,这种形式异乎寻常——那就是封存在岩石中的水。

可以说,这些岩石像一个巨大的水库,它的含水量至少与地球上所有河流、海洋和冰川中的水量加起来一样多,或许还是海洋水量的4倍、6倍或10倍。但它们一直被深埋在我们脚下410千米处。

这种奇特的“第四种形态”的水,还可能隐匿在你家的厨房中。如果你家厨房的绿石灶台是用蛇纹石做成的,假设一块蛇纹石的灶台面重约90千克,在这块石头中,就有约10千克会是水,即石头中可能融入了10升水。但是,这种融合并不像把鸡蛋搅在稀面糊中那样,而是水融进矿石的每个分子中,即裹在构成蛇纹石的镁、硅和氧原子的点阵结构中。几乎地下410千米深处的矿石大都以这样的方式融进了水——在410千米厚的岩石叠加在一起所产生的重力,以及约1093.33摄氏度高温加热的共同作用下,一个氢原子会离开水分子,留下一个羟基,而这个氢原子会融入矿石分子。科学家把这种融入水的矿石称为“水合矿物质”,即“水岩”。

可以这样形象地解释:在适当的温度和压力下,某种矿石的确将水吸入其分子结构中,就像海绵吸水一样。而水分子进入矿石就会分解,分解为一个氢原子和一个羟基。所以矿石中绝对有水。

而且科学家至少从3方面得出了结论:水岩确实比没有水合状态时更柔韧,更易变形;科学家能用红外线分光镜测量出矿石分子结构中的水分子;最重要的是,当矿石承受的压力和温度以适当的方式被去除时,氢原子和羟基就会从矿石中脱离,以水的形式从矿石中流出。

科学家认为,这种水岩遍布地下400~650千米的深处,厚达240千米,比地球表面的水层还要厚。即使这种矿石的含水量只有1%,其水量也很大,实际上已相当于地球海洋水量的几倍。(据《科技日报》)