

地球早期生命环境的演化^①

钱迈平

(南京地质矿产研究所, 江苏南京 210016)

摘要 地质记录告诉我们,在地球约46亿年的整个历史中经历了无数次大大小小的劫难,其中在地球生命处于起源和早期演化阶段的前寒武纪,首先是“狂轰滥炸”,4.5亿~3.8亿年前由太阳系形成时留下的岩石体——小行星仍不断撞击着地球并烧焦了整个地球;后来的“雪球”,2.2亿~1.8亿年及大约6亿年前也许是大气中氧气的增加或/和二氧化碳或/和氨气或/和甲烷等温室气体的缩减,使我们的星球进入冰封期。显然,生命挺过了所有的磨难,并以柔克刚的脱颖而出,甚至与环境相互作用共同向高级阶段演化。在至少38亿年前,随着“狂轰滥炸”的停止,原始的生命也许已出现在地球上,到大约5.8亿年前,“雪球”刚结束,新元古代末期的埃迪卡拉大辐射和早寒武纪生命大爆发就接踵而来,似乎早期地球生命大的进步性演化都是由大的劫难诱发的。

关键词 早期生命,天体撞击,全球大冰期

中图分类号 P52 **文献标识码** A

1 概述

地球早期生命及其环境的研究是当今国际地质科学、生物科学及环境科学共同关注的热点之一。近年来随着人类对地球环境问题的日益重视,从更深层次解释生命与环境之间的相互关系就显得格外重要。地层古生物学研究告诉我们,现在繁盛于地球的各种众多高等的复杂生命类型其实是由低等的简单有机体经历了漫长地质时期的进化和分异的结果。化石记录显示,地球生命的许多重大的演化都发生在寒武纪以前的地球早期阶段,并与当时的环境戚戚相关。因此,地球早期生命环境的研究,对于我们深入了解地球环境在地质历史上的演化过程及对地球生命演化所起的重要作用,进而为我们保护赖以生存的环境提供有益的启示和参考,有着特殊重要的意义。

2 早期生命的环境

已知地球形成于约46亿年前,它的幼年是不解之谜最多的时期,其地质纪录不但非常

① 收稿日期: 2002-03-18

国家地质调查项目(科技部重大基础研究项目(G2000077700)、基础工作专项基金(2001DEB20056)、中科院开放实验室基金(013118)、中国地调局综合研究项目(200113000053及200113900072)联合资助。

作者简介:钱迈平(1954~)男,南京人,研究员、博士,主要从事地层古生物学研究。

模糊,而且还大多被几十亿年的板块构造作用和侵蚀作用所消除。然而,地球历史最初的 10 亿年中,早期的生命扰动可能就已存在,有机分子系统可能已经在自我复制,并从化学反应和太阳辐射中获得能量。美国哈佛大学地球化学家 Heinrich D. Holland^[1]通过对阿基利亚岛(Akilia Island)条带状铁质岩组(Banded Iron Formations,简称 BIFS)中的 $\delta^{13}\text{C}$ 值测定,甚至认为地球生命的存在超过 38.5 亿年。

由于早期生命的化石极其稀少,而且还被结晶作用破坏,许多研究生命起源的学者们转而求助于地质学。希望弄清地球最初有生物居住时其表面及大气的状况。为了揭示最初的生命是什么样子,人们运用了各种技术手段,想从长期找不到化石的古太古代岩石中索取更多的与生命有关的信息。并在实验室里努力探索早期生命可能相似的化学反应过程或根据现代生物的基因去推理其遗传性质。尽管如此,地质学研究仍然离不开各种丰富的想象力,甚至包括拔着自己头发升空的假说。

结合现代天文学研究的成果,目前地质学界普遍接受的想法是,地球形成后最初的 5 亿年,狂轰滥炸般的天体撞击使整个地球异常的灼热,以致于一些学者认为:生命最初的发展也许并不在地球上,而是可能在地球以外的某个温和的世界,由彗星捎带到地球上来的。

狂轰滥炸般的天体撞击停止后,地球可能又会遇到新的磨难。年轻的太阳虚弱而冷漠,使地球长期徘徊于冰封—准冰封状态,像个“雪球”。此外,氧气开始在大气圈泛滥,一方面加剧了地球的冻结,另一方面也威胁着厌氧的最初生命。

目前流行的看法认为,地球早期生命经历的最主要的两大磨难就是“狂轰滥炸(Heavy Bombardment)”和“雪球(Snowball Earth)”,其中可能分别包含若干个百万年的间歇期,使生命得以喘息和恢复。这些重大地质事件的记录,已经或正在被地球化学、岩石学、地层学及古生物学研究陆续发现。显然,生命在所有这些劫难中存活下来,不但得以演化发展,而且还改造了自身所处的环境。

2.1 “狂轰滥炸”

美国斯坦福大学地球物理学家 Norman H. Sleep 和国家航空航天局(NASA)阿莫斯研究中心的行星物理学家 Kevin J. Zahnle^[2]认为,在距今 46 亿~38 亿年期间,尤其是最初的 5 亿年,太阳系形成时离散的岩石体及其它物质(即,小行星及彗星)不断地撞击着地球和其他行星。这些撞击中至少有一次是极其巨大的,撞击体可能有火星那么大,甚至更大。这次大撞击可能发生在地球形成后的 1 亿年内,撞击甩出的一大块或一大堆物质最终形成了月球。今天,我们仍可从月球及许多行星表面密集分布的由这类撞击造成的巨大环形山,想象这场持续约 8 亿年之久的狂轰滥炸的规模和后果。此后,来自地球本身岩石圈内和彗星撞击带来的水汇聚成了遍布地球的海洋,为生命提供了摇篮(最近,全世界各大天文台站都观测到木星轨道附近的利内亚尔彗星在接近太阳时化为水蒸气的过程,计算证明它几乎全由冰雪团块组成,含水量多过 33 亿 kg。NASA 的专家 John Mumma 认为如它撞向地球,将在大气层上部解体,释放大量的水和未受伤的有机分子)。他们还指出,我们现在仍可看到月球上被称为“月海”的 1 000 km 宽的盆地就是天体撞击的证明。40 亿~38 亿年前这段时间,地球作为一个比月球更大的靶子,而且又有更强的引力,可能会遭受数以百计的较大规模撞击。其中可能有几次是由直径约 500 km 的天体所为,足以产生蒸发全球海洋 2700 年,毁灭地表及近地表地下全部生命的超高温大气圈。

尽管环境严酷,但最初的简单生物大多能在这场狂轰滥炸停止后的几亿年就又浮现出

来。最早可识别的化石出现于南非 Onverwacht 群、Fig Tree 群、西澳大利亚 Warrawoona 群及 Apex 玄武岩组的燧石层中,它们都是丝状的微生物化石,同位素年龄 35 亿 ~ 32 亿年(与生命有关的同位素遗迹则可能上溯到 38.5 亿年之前)。美国加利福尼亚技术学院的行星物理学家 Kevin A. Maher 和 David J. Stevenson^[3]认为,生命可能起源于更早的毁灭性大撞击的间歇期,只是后来又又被下一次大撞击所消除。他们称之为生命的“撞击挫折 (Impact Frustration)”。

既使在大规模毁灭性的撞击结束后,较小的撞击可能仍持续到 38 亿年前,Sleep 和 Zahnle^[2]强调,任何幸存的生命也许只适于生活在地壳深处,那里的温度相当高,这也许可以用来解释为什么被认为是今天所有生命祖先的微生物,它们的基因大多普遍能耐高温,有的至今仍活跃在温度达 113℃ 或更高的热泉中。

Sleep 和 Zahnle^[2]指出,严酷的“狂轰滥炸”和微生物的出现是相匹配的,暗示着另一种可能,地球是被来自别处(很可能是火星)的生命播下了种子。计算显示,因大撞击而从火星飞溅出的岩石可能早已落到了地球上。它们足以将火星微生物(也许是岩石包裹的孢子),在死于严酷的太空旅行之前快速输送到地球。Sleep 和 Zahnle^[2]还认为,那时的火星具备比地球更有利于生命的环境。它是一个比地球小的靶子,而且吸行小行星的引力也较小。所以毁灭性大撞击的几率较地球低。火星也许没有海洋,或仅有小而浅的海洋,所以一次约 500 km 直径的天体撞击产生的水蒸气,仅几十年内就可凝结成液态水,这就可以给地表下的生命一次生存的挣扎机会。此外,火星内部温度相对不高,允许微生物钻入这个星球内的更深处,远离被撞击烧焦的表面。

火星生命的存在及登陆地球的可能性正再度引人关注。美国 NASA 的 Donald D. Bogard 和 Pratt Johnson^[4]研究了 1970 年代中期以来从南极洲冰盖中收集的一些陨石,其中有 5 块标本因撞击形成的玻璃内含微气泡,测定发现其气体成分与 1976 年美国航天探测器“海盗 (Viking)”在火星上测定的大气成分一致,从而证明它们是来自火星的陨石。此后,Harry Y. McSween Jr.^[5]发现 1984 年收集于南极洲 Hills 地区 Far Western 冰盖的编号 ALH84001 陨石在氧同位素分布及矿物学特征上与那 5 块陨石都属于火星上的相同岩组。它重约 1.9 Kg,同位素年龄(Rb - Sr 法, Nd - Sm 法及 Ar - Ar 法)约 45 亿年,呈马铃薯大小的淡绿灰色石头。成分以硅酸盐为主,其 98% 为粗粒状斜方辉石。它的一个长约 2 mm 的切片内生有几个直径约 200 μm 的碳酸盐小球,小球及其周围的多环芳烃 (PAH) 有机化学物浓度最高,表明小球形成时截留了很可能是生物分解的腐殖质。小球富含菱镁矿 (MgCO_3)、菱铁矿 (FeCO_3) 及少量碳酸钙和碳酸锰。透射电镜观察发现,其碳酸盐基质中与硫化物细粒共生的磁铁矿 (Fe_3O_4) 晶粒在大小、纯度、形态及晶体结构上,特别是其呈链状排列这一方式上,具有地球上细菌成因的磁铁矿特征。NASA 的 David S. McKay 等人^[6]用扫描电镜详查又发现,这些碳酸盐小球含有长 40 ~ 80 μm 的卵球状及长达 380 μm 的分节管状体,很象是微生物化石。这些现象说明火星至少在当时可能存在液态水及微生物生命形式。

总之,现在掌握的资料显示,无论当时的环境如何恶劣,至少在 38 亿年前的地球上已经存在低等的微生物生态系统。

2.2 “雪球”

早期地球生命可能还面临着另一种威胁:长时间的深度冻结。天体物理学家们相信 46 亿年前地球形成之初,当时的太阳光照比现在要弱 25% ~ 30%,这足以使地球从两级到赤

道的地表水全部冻结,直到 20 亿年前太阳辐射出足够的热量时为止,美国宾夕法尼亚大学行星气象学家 Ken Caldeira 和 James F. Kasting^[7]就持这种看法。

然而,地质记录显示,我们不仅看到了约 35 亿年前清晰的生命迹象,而且地层中还有流水及其侵蚀的痕迹。光合作用的遗迹已在约 27 亿年前的海相岩石中找到,看来海洋并未被长时间冻结。虽然,被普遍认为是最古老的真核生物实体化石的大型光球疑源类(0.2 ~ 6 mm)产自华北串岭沟组地层,其同位素年龄 19 亿 ~ 18 亿年。但最近在澳大利亚西南部皮尔利亚拉沙漠沉积岩钻井样品中却发现了年龄为 27 亿 ~ 25 亿年的真核细胞膜特征组分—甾醇。说明至少地球在那时并未陷入长期的深度冻结,生命已相当繁茂和多样化。

多年来,研究者在解答“虚弱年幼的太阳”未使地球长期冻结的原因时,认为这要归功于当时的大气圈拥有 300 ~ 1000 倍于今天的二氧化碳含量产生的强烈温室效应。但如此高浓度的二氧化碳大气将会与土壤中的铁结合,在太古代岩石中留下含铁碳酸盐,但这种情况并未发现。后来,美国 SETI 学院的宇宙化学家 Carl Sagan 和 Christopher Chyba^[8]提出另一种解释:大气圈中高浓度的氨气也能支持早期地球的温室效应。但阿莫斯研究中心的宇宙化学家 Christopher McKay 等人^[9]却认为,这个论点也存在问题:因为对阳光敏感的氨气需要一层甲烷雾来保护,而这种雾又会将阳光大量地反射回太空,所以会抵消地球上氨气温室所产生的热。然而, Kasting 在 1997 年 7 月圣地亚哥召开的生命起源研究国际学术讨论会上,从另一个角度提出一种新解释:甲烷也是一种强温室气体,它产生于生命本身。他论证了由古甲烷细菌生产的甲烷量比今天的要高出 1000 倍。现代池沼、河底及填埋地下的淤泥中生产甲烷的微生物可能就是那些古甲烷细菌的后裔。

Kasting 认为,如此高的甲烷浓度之所以可能存在,其关键是当时缺乏游离氧。一个甲烷分子飘进今天含 20% 氧气的大气圈,仅 12 年就会被氧化殆尽。而大约 28 亿年前的大气圈中缺乏氧气,根据他和宾夕法尼亚大学的 Lisa Brown 计算,一个甲烷分子那时可存在 2 万年之久。甲烷与少许二氧化碳的结合,还可防止那种会冷却地球的甲烷雾形成,进而就可解释“尽管那时的太阳‘年幼虚弱’,但借助不断渗出的甲烷形成的保暖毯子,生命自身可以温暖潜在的冰冻世界,使之维持在生命能够繁衍的某一温度范围内。McKay 等人^[9]认为这个论点似乎有道理,但还需作更多的有关大气圈的化学实验。已知,22 亿年前的矿物和同位素研究确实暗示微生物在释放甲烷,而且当时的游离氧极其稀少。虽然阿基利亚岛及格陵兰岛 38.5 亿及 38 亿年条带状铁质岩(BIES)的存在,说明至少那时海洋光合作用生物已在不断地制造氧气,但它们差不多都被用于氧化海洋中不溶的铜、铁及火山喷出物质,几乎没有进入大气圈。

仍要说明的是,现有的地质数据表明那时的大气圈中氧气浓度上限大约已达 0.1%,而按 Kasting 的说法,实际上要求大气圈没有氧气才能说得通。这一点引起了澳大利亚悉尼大学地质学家 Jochen J. Brocks 等人^[10]的质疑:如果甲烷生产者确实温暖了地球,那么其他微生物也可能会因释放氧气而一不留神冷却了地球。澳大利亚昆士兰大学地质学家 Kenneth D. Collerson 和 Balz S. Kamber^[11]测试的同位素和矿物数据显示,在大约 22 亿年前,随着太阳光照的增强及真核生物的出现,那时大气圈中氧气的浓度也许已爆发性的跃升至相当于今天的 10% ~ 15%。从 22 亿 ~ 18 亿年前,或许是因为火山减缓了喷发,减少了与氧气的化合物产生,或许是海洋中大量繁盛的包括藻类的光合作用蓝细菌在内的浮游疑源类和底栖微生物席及其形成的叠层石礁的产氧量增加,或许是由于其他目前尚不得而知的什么原因,光合作用

用产生的氧气含量终于跃升到可以施加明显影响的程度。

这样一次氧气跃升可能会迫使那时期占主导地位的厌氧生物要么去设法适应新的环境,演化成氧呼吸生物,要么就走向灭亡或隐藏到贫氧的海底和湖底淤泥中(也许在那里它们繁衍至今)。然而,Kasting推断,这将产生一个严重后果:氧气将消灭甲烷,瓦解温室,使地球迅速冷却冻结。西澳大利亚大学的古地磁学家 Davis Evans 等人^[12]也发现,南非的 22 亿年前的冰川沉积明显形成于当时的赤道附近靠近海平面处,他们由此断定,冰川深入低纬度海平面之际,正是大气中氧气含量暴涨之时。如果低纬度海平面存在冰川,那么地球其他地方也都会冻结,整个海洋也会被一层厚冰层封盖。

此前,美国加州理工学院的 Joseph L. Kirschvink 在 1992 年^[13]就已率先提出全球性大冰期——“雪球”概念。他发现新元古代冰碛物中混杂着富铁沉积物,并解释这是因为长期冰封的全球海洋缺氧(大气中的氧无法溶入冻结的冰面),使海底火山排出的铁很容易溶解水中并越积越多。一旦解冻,积累在大气中的氧气会大量溶入海水,促使积累在水中的铁大量析出与冰碛物一起沉积。最近,Kirschvink 又提出新的观点,南非大面积的锰矿沉积也是这种成因。

美国科学院院士,哈佛大学地质古生物学家 Paul F. Hoffman 等人^[14]通过对非洲纳米比亚新元古代地层剖面的研究认为,距今 6 亿年前后,地球曾陷入突发性的全球规模持续上千万年的严寒,以及随之而来的几千年酷热多次。因为,一旦地球两极冰盖扩张越过南、北纬 30°,即冰川面积超过地球表面 50%,白色的冰雪对太阳辐射的反射率就开始加速增大,产生逃逸反射反馈效应(Runaway Albedo Feedback),使地球一发不可收地降温冷却,迅速达成全球表面冻结。此后,逃逸反射反馈效应会继续巩固并维持这种冻结状态,使地球长期处于年均气温 -50°C(现代约 18°C)的“雪球”状态,足以在洋面形成 1 km 厚冰层。通常只有待火山活动排出的二氧化碳升高到约 350 倍于今天大气中二氧化碳浓度时,才能以足够强大的温室效应使“雪球”解冻。而一旦解冻进行到超过地球表面 50% 相反的反反馈效应会使解冻以加速度发展,也许仅几万年就可完成。紧接着就是一场全球大酷热,因为使“雪球”解冻的超高浓度二氧化碳大气足以把地球表面温度提高到年均约 50°C。如此极端的气候急剧转换,在距今 7.5 亿~5.8 亿年间也许发生过 4 次之多。Hoffman 等人认为有两个有力的证据可以支持这一论点(1)几乎所有的新元古代冰川沉积上面都“突然地”覆盖着暖水环境沉积的碳酸盐岩——“盖帽碳酸岩(Cap Carbonate)”。(2)碳酸盐岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 值负异常暗示洋面生物生产量衰萎达数以百万年计之久。

如此全球规模的严寒和酷热剧烈转换,意味着地球生命要经历巨大的磨难。尽管如此,地球生命顽强地存活下来,并在“雪球”之后空前繁盛起来。正如其此前以柔克刚地经受了天体撞击和氧气泛滥等种种考验那样,也许正是这一次次的磨砺,激发了早期地球生命在严酷环境压力下一次次强烈的反应——基因的突变和重组,积累的基因多样性终于引发了约 5.8 亿年前的新元古代末期埃迪卡拉型动物大幅射(Ediacaran Radiation)^[15]及约 5.3 亿年前的寒武纪生命大爆发(Cambrian Explosion)^[16]。

3 早期生命环境研究展望

笔者近年在我国华北及华南地区早期生命环境研究中发现,重大的环境突变必将带来生物群的巨大变化。例如,新元古代冰碛岩是一套很好的标志层,它的之下,化石种类较单

调,通常以光球类的微生物化石及一些简单的碳质宏体化石为特征,而且叠层石礁碳酸盐岩异常发育,华北青白口纪辽南生物群及徐淮生物群正是如此,而那套冰碛岩之上,化石种类骤然增多,出现大量的具刺疑源类微生物化石、许多形态各异的碳质及几丁质宏体化石,碳酸盐岩中的叠层石礁明显减少,华南震旦纪西陵峡生物群、高家山生物群、庙河生物群、蓝田生物群及瓮安生物群就是实证。这显然与“雪球”有关,其中的前因后果现正在探讨中。为揭示其更深层次的环境突变机理,我们正对生物群发生明显变化的层位运用地球化学手段进行研究。虽然这方面的工作尚处于初级阶段,但前景十分看好。

另一方面,由于地球早期生命环境研究涉及到极端环境下的生物群特征,对探讨高温、高压、低温、低压、硫化、硅化、高酸碱度及强辐射等极端环境下生物适应、营养、代谢、繁衍、休眠、变异及演化成败的原由,对探讨各种地内及地外环境因素与地球早期生命的起源和演化之间极其复杂而微妙的相互关系,对密切关注并尽量避免或消减可能引发灾难性环境突变的诱因出现,保护浩瀚宇宙中目前我们人类唯一赖以生存的渺小家园——地球的环境,有着十分重要的科学意义和启迪作用。

现代天文学研究证实,生命并不限于地球。虽然至今尚未发现地球以外的其他天体有类似地球的高等生命存在,但从广泛分布于太空的大量宇宙尘埃中已探测到不仅有相当多的有机物质,而且甚至还有微生物存在。除了我们早已知道彗星中存在大量由水固结的冰外,NASA于2001年2月28日和2002年3月1日分别公布的“伽利略”航天器发回的照片,以及“奥德塞”火星探测器发回的伽马射线和超热中子通量探测图像显示:木星最大的卫星——木卫3表面存在由冰火山喷出水 and 烂泥形成的构造;火星南极地下1 m之内存在大量水固结成的冰。加上此前发回的火星表面存在水流作用形成的河床、峡谷及沉积岩层的照片。这些都充分说明,作为生命最基本条件之一的水在宇宙中并不像我们过去想象的那么缺乏。而且,有的行星也存在火山活动、板块构造运动以及地热资源等至少可适合微生物生命活动的环境。联想到地球早期严酷环境下仍能顽强生存下来的那些古老生命,地球以外的天体存在类似的情况不是没有可能。随着我国载人航天及登月计划的启动,宇航活动中接触甚至感染地外微生物可能带来什么样的后果?地外生命与地球生命的起源和演化有什么关系?如何在地外环境建立科研生产基地?诸如此类的许多问题,已不可避免地突现出来。由于地球早期生命环境和可能的地外生命环境存在可比性,因此该领域的研究将获得一个新的生长点。

参考文献

- [1] Holland HD. Evidence for life on Earth more than 3850 million years ago [J]. *Science*, 1997, 275: 38 - 39
- [2] Sleep NH, Zahnle KJ. Refugia from asteroid impacts on early Mars and the early Earth [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1998, 103, 28529 - 28544
- [3] Maher KA, Stevenson DJ. Impact frustration of the origin of life [J]. *Nature*, 1988, 331: 612 - 614
- [4] Bogard DD, Johnson P. Martian gases in an Antarctic meteorite [J]? *Science*, 1983, 221: 651 - 654
- [5] McSween H Y Jr. What we have learned about Mars from SNC meteorites [J]. *Meteoritics*, 1994, 29: 257 - 779
- [6] McKay DS, Gibson EK, Jr, Thomas - Keptra KL, et al. Search for past life on Mars: possible relic biogenic activity in Martian meteorite ALH 84001 [J]. *Science*, 1996, 273: 924 - 930
- [7] Caldeira K, Kasting JK. Susceptibility of the early Earth to irreversible glaciation caused by carbon dioxide clouds [J]. *Nature*, 1992, 359: 226 - 228

- [8] Sagan C, Chyba C. The early faint Sun paradox : organic shielding of ultraviolet – labile greenhouse gases [J]. *Science*, 1997, 276 : 1217 – 1221
- [9] McKay DP, Lorenz RD, Lunine JI. Analytic solutions for the antigreenhouse effect : Titan and the Early Earth [J]. *Icarus*, 1999, 137 : 56 – 61
- [10] Brocks J J, Logan GA, Buick R, et al. Archean molecular fossils and the early rise of eukaryotes [J]. *Science*, 1999, 285 : 1033 – 1036
- [11] Collerson KD, Kamber BS. Evolution of the continents and the atmosphere inferred from Th – U – Nd systematics of the depleted mantle [J]. *Science*, 1999, 281 : 1519 – 1522
- [12] Evans DA, Beukes NJ, Kirschvink TL. Low – latitude glaciation in the Palaeoproterozoic era [J]. *Nature*, 1997, 386 : 262 – 266
- [13] Kirschvink JL. Late Proterozoic low – latitude global glaciation : the Snowball Earth [M]. In Schopf JW, Klein C eds. *The proterozoic Biosphere*, New York : Cambridge Univ. Press. 1992, 51 – 52
- [14] Hoffman PF, Kaufman AJ, Halverson GP, et al. A Neoproterozoic Snowball Earth [J]. *Science*, 1998, 281 : 1342 – 1346
- [15] Conway Morris S. The fossil record and the early evolution of the Metazoa [J]. *Nature*, 1993, 361 : 219 – 225
- [16] 陈均远, 周桂琴, 朱茂炎, 等. 澄江生物群——寒武纪大爆发的见证 [M]. 台北 : 台湾自然博物馆出版, 1996 : 1 – 222

The evolution of life environment in the early earth

QIAN Mai – ping

(*Nanjing Institute of Geology & Mineral Resources*, Nanjing 210016, China)

Abstract

Geologic records told us : Through about 4.6 billion years of its history, the Earth endured quantitatively slight and severe punishments. Of these, during the Precambrian when life originated and early evolved, in first "heavy bombardment" from 4.5 billion to 3.8 billion years ago, the rain of impacts, rock bodies left over from solar system formation, called planetesimals or asteroids, still struck Earth and scorched the globe, and then "snowball Earth", from 2.2 billion to 1.8 billion years ago and about 0.6 billion years ago, by oxygen increase and/or atmospheric carbon dioxide and/or ammonia and/or methane et al. greenhouse gas levels decrease, led our planet into enveloping ice ages. Obviously, life which survived all these trials and emerged with resilience, even environment goes hand in hand and evolves higher and higher levels. In Precambrian, at least 3.8 billion years ago, as "heavy bombardment" stopped, prime life maybe appeared in Earth; and about 0.58 billion years ago, soon after "snowball Earth" ended, Terminal Neoproterozoic Ediacaran Radiation and Early Cambrian Explosion took place one after the other. It seems that great evolutionary advancements of early Earth life be triggered by great crises.

Key words : early life ; asteroid impacts ; global glaciations