

澄江动物群与寒武纪大爆发

赵生才^{*}

(中国科学院科技政策局 北京 100864)

关键词 澄江动物群, 寒武纪大爆发, 生物进化, 突发涌现

1984 年, 中国学者在云南澄江寒武纪地层发现一批丰富多彩的古化石群, 迅速在世界上引起强烈反响, 美国《纽约时报》据世界一些著名科学家联合建议, 将此列入本世纪最惊人的发现之一。德国古生物学家赛拉赫(Seilacher)等著名学者认为, “寒武纪大爆发(Cambrian Explosion)”是生命历史中最伟大、但也是了解最少的一次生物事件, 而中国澄江动物群拥有解开这个谜的线索。

1 寒武纪大爆发——生命进化史中的突发生物事件

科学研究发现, 在具有 46 亿年历史的地球上, 只是到了距今约 35 亿年前的某个时候才有了生命的诞生。此后, 地球的演化与生物的进化, 相依相伴, 同步发展, 历经漫长岁月, 才形成现代有人类生存的复杂的生态环境和生态系统。寒武纪(Cambrian)则是生命演化过程的一个非常重要的地史时期。寒武纪名称是英国地质科学家 A. 塞奇威克(A. Sedgwick)鉴于寒武纪是地球生命史中最早有丰富化石(特别是动物化石)纪录的时代而于 1835 年首次引入地质文献的, 是地质学和古生物学的地史纪年单位, 据最新资料, 其时代距今约从 5.44 亿年到 5.05 亿年。寒武纪以前, 从生命起源开始, 在海洋中出现单细胞菌类、藻类极低等生物, 直到真核生物、后生生物繁衍昌盛, 诞生微体无脊椎动物, 经历了近 30 亿年的漫长进化岁月。然而, 从寒武纪开始, 沧桑巨变, 地球上的生物似乎在一“瞬间”突然在数量、形态结构上涌现出大量的生命存在形式, 呈现从单样性到多样性、单细胞到多细胞生物格局的飞跃。对“物竞天择、遗传变异、适者生存”的自然选择进化理论深信不疑的达尔文当时对寒武纪突发生物事件大惑不解。

1948 年, 《Cambrian Explosion》一词出现于文献中并被广为引用。这一突发性生命进化现象被科学家称为“寒武纪大爆发”的命题引起了世界上自然科学家、社会学家、哲学家甚至神学家和种族主义者的广泛关注。生命演化进程中的这个奇特现象, 不仅引发人们更深层次地去探索生命进化现象与进化机制, 也引发人们去反思在观察客观世界物质(包括生命体)运动形式时的观察方法和思维方式。达尔文曾在给友人的信中提到: “如果我的天择说必须借助于突变, 那么我将弃之如粪土”, 并在 1859 年出版的《物种起源》中预言: 今后如果有人对我的理论提出

^{*} 中国科学院科技政策局高级工程师

收稿日期: 1998 年 3 月 25 日

挑战,这种可能首先来自对寒武纪动物突然大量出现的理论解释。百余年来,虽然科学家对生命进化现象屡有新的发现,进化理论假设层出不穷,但“寒武纪大爆发”究竟存在与否、突发机制是什么,此谜至今仍未全部破解。

2 澄江动物群——寒武纪大爆发的绝佳佐证

1984年7月,中科院南京地质古生物所学者侯先光在云南地质考察中,幸运地在澄江帽天山页岩系中发掘出栩栩如生的动物化石——纳罗虫,此举使距今5.3亿年前的澄江动物化石群终于昭然天下,引起国内外科学家的极大关注。1985年11月,侯先光与他的导师、资深古生物研究员张文堂联合在中国《古生物学报》上发表了《纳罗虫在亚洲大陆的发现》一文,将动物化石群命名为“澄江动物群(Chengjiang fauna)”,向全世界宣告了中国的这项重大发现。此后,我国古生物学家,如中国科学院南京地质古生物所陈均远、侯先光、孙卫国、张文堂等为澄江动物群的研究倾注了大量心血。研究发现,澄江动物群生物门类属种极为丰富,分属藻类、管栖、栉水母类、海绵、腔肠、节肢、腕足、软舌螺、环节、蠕形、脊索等动物门或超门,几乎涵盖了除苔藓之外的所有现代动物门类,其中某些形态奇特、已经绝灭的动物,暂以奇虾类、叶足类、水母状动物命名或以采集地命名为云南虫、抚仙湖虫、帽天山虫等;生物形体保存极为完好,许多生物化石保存了生物的各种软体组织,如表皮、感触器、眼睛、肠、胃、口腔、腺体、神经等,甚至可见消化道中的食物和粪便。这一切发生在距今5.3亿年前的生物事件,甚至令世界上所有关注、研究寒武纪大爆发的科学家也感到异乎寻常、不可思议。

19世纪后半叶以来,科学家对破解达尔文对寒武纪生物突发涌现事件的困惑做过不懈的努力,但所获甚微。直到本世纪才有两次引人注目的重要发现:一是1909年科学家在加拿大的布尔吉斯页岩系中发现了布尔吉斯页岩化石群(Burgess Shale fossils),时代属寒武纪中期,距今约5.15亿年;二是1947年在澳大利亚弗林德斯山脉埃迪卡拉地区发现了著名的埃迪卡拉生物群(Ediacara biota),时代属前寒武纪晚期,距今约5.9亿年。这两项发现均被誉为国际奇迹,两地也成为古生物学的圣地,受到联合国科教文组织的重点保护。此后,我国科学家发现了寒武纪早期距今约5.4亿年的梅树村小壳动物化石群;1995年,美国科学家在非洲纳米比亚沙漠又发现了前寒武末期的动物群,其生存年代约在5.5亿年前。以上发现都为人类了解早期动物起源与演化,特别是解释寒武纪大爆发提供了宝贵的科学依据。

澄江化石群比加拿大布尔吉斯页岩化石群早1500余万年,展示的生物门类之广、数量之多、形状之奇特、保存之完好,在世界上独一无二。特别是陈均远在云南虫标本上发现了脊索构造,将脊索动物(包括鱼类、两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类和人类在内的祖先)的出现年代从寒武纪中期向前推进了1500万年,更是这一重大发现中极具震撼力的一幕。澄江动物群的发现及我国学者的研究成果,不仅再次为寒武纪大爆发确立了绝佳佐证,也为科学界研究地史早期动物的起源、形态结构、组织构造、生理功能、生活方式、生态环境、系统演化等提供了丰富多彩的实物化石和科学资料。它所反映的早期生物从简单体制到复杂体制、从单样性到多样性的革命性飞跃是那样的激动人心,以致所有关注寒武纪大爆发的科学家迅速将目光聚焦在距今5.3亿年前寒武纪早期的澄江动物群。1984年以来,先后有10个国家的50余位古生物学家蜂涌而至,澄江动物群迅速成为当今世界上的研究热点。

3 澄江动物群研究——当今世界自然科学前沿之一

美国自然科学院士、哈佛大学有机和演化生物系主任 A. Knoll 教授把中国澄江动物群视为动物早期演化历史的科学前沿,并确认由此展示的“寒武纪大爆发”为当今自然科学的十大难题之一。

正在兴起的澄江动物群研究热,其科学意义在于:①在前寒武纪到寒武纪的早期生命演进过程中,它填补了从埃迪卡拉动物群到布尔吉斯页岩化石群之间长达数千万年的古生物资料的空白;②澄江动物群真实面貌的全部揭露,第一次展示了一个前所未有的仅在最初的 200—300 万年的“瞬间时空”里生物(特别是动物)大规模涌现的突发生物事件;③这一伟大的“瞬间时空”导致包括脊索动物门在内几乎一切动物门一级谱系分形结构的形成,开创了自 5.3 亿年前始多元化生物进化的模式,同时,也构成了当今现代生物多样性的原始基础;④寒武纪早期生物演进的突发性、自发性与多样性,无疑对以“物竞天择、遗传变异、适者生存”为核心的线性渐变生物进化理论提出了挑战;⑤澄江动物群是解开寒武纪生物大规模突现机制的钥匙,以此为基础对寒武纪大爆发最终的理论解释,将必然完善生物进化理论体系,并会促使人们思维方式的改变;⑥这既有助于生物学(细胞生物学、分子生物学、系统生物学、进化生物学、生态系统学等)、古生物学以及复杂性科学的协同合作,也必然大大推进这些学科的发展;⑦澄江动物群研究的背后,客观上是重大的科学与宗教神创论之间的较量,科学哲学将在挑战中有新的建树。

目前,我国有些科学家在已有研究基础上,开始走上一个新层次进行思考。陈均远鉴于传统进化理论的狭义性,正试图提出广义性的进化科学概念,用以观察和解释生物进化的历史、现实以及对未来的预见。他指出,广义进化论认为,生命系统是自组织系统并具有复杂的内部结构;生命系统这个多层次等级的体系,从分子、细胞、个体、社群、群落以至到整个生物圈各个层次,都有相应的进化驱动机制存在,对信息和系统的涨落起“感知”和放大作用,自发地创造出模式选择,导致系统突变;基因层次的演化是寒武纪大爆发对生物演化的主体。他认为,当然这种挑战只是刚刚破题。中科院生物物理所郭爱克研究员认为,“寒武纪大爆发”这次规模巨大的爆发式生物演化事件是极为明显的生物自发性进化行为,是生命进化过程中的一个自组织事件,表明自组织是近年发现的复杂系统的固有性质,即某些非常无序的系统可能自发地“组织”成高度有序,这样的系统不可避免地成为自然选择的目标。他指出复杂性科学研究中的混沌动力学是至今已知的将确定性和随机性在宏观尺度上联系起来的唯一科学机制,也是至今已知的唯一的以简单规则可以创造复杂性的机制。

探索正未有穷期。今年 2 月,权威学术刊物《科学》和《自然》又分别发表了陈均远、李家维以及肖书海等人关于在贵州瓮安发现多细胞海绵动物及胚胎的研究成果。陈均远、李家维将此化石群命名为“瓮安动物群”,属前寒武纪末期,距今 5.8 亿年,使多细胞动物的起源向前推进了约 5 000 万年,为探讨早期动物起源和解释寒武纪大爆发再次注入了新的内容。

我国澄江动物群的发掘工作和理论研究受到我国有关方面和国际组织的高度重视,中国科学院、国家自然科学基金委员会、国家科委等部门的领导充分肯定这一研究工作的重要意义,并给予了特别经费支持。