

寻找恐龙胚胎

Searching for Embryo Inside Dinosaur Egg Fossil

鲁祖惠

(郑州大学物理系,教授 郑州 450052)

吴又麟

(郑州大学物理系,教授 郑州 450052)

王 军

(郑州大学分析测试中心,工程师 郑州 450052)

一、恐龙及恐龙蛋化石

恐龙是繁盛于中生代的爬行动物,在地球上繁衍长达 1.5 亿年之后,于白垩纪末突然灭绝。恐龙死后在中生代地层中留下了大量的骨骼、牙齿和脚印化石。此外,恐龙蛋化石、皮肤印痕化石、恐龙尾巴在地面上的拖迹化石、粪化石、胃石以及它们生殖和孵化幼子时所筑的巢穴也偶有发现。这些化石结合它们当时所生存的自然环境,使我们有可能从各种角度和不同学科对恐龙进行多方面的研究。恐龙在生物进化史上具有重要的科学价值,在确定地层地质年代以及研究古沉积环境、古地理、古生态、古气候方面也有十分重要的作用。

人类自 1824 年开始研究恐龙以来,历经 170 多年,积累了约 6 000 余篇论文,确立了几百个恐龙种属。然而这些成果中的绝大多数是通过恐龙化石和结合埋藏环境条件研究得到的。虽然 19 世纪末在法国第一次发现了恐龙蛋化石,但由于恐龙蛋并不多见,长期以来仅作为古生物化石珍品而很少被研究。随着恐龙蛋化石的不断被发现,近 20 年来才真正开展了对恐龙蛋化石的研究工作。我国是世界上恐龙蛋化石埋藏最为丰富的国家,自 50 年代在我国初次发现恐龙蛋化石以来,已陆续在至少 17 个省、市和自治区有了发现。近年来在广东南雄、湖北郧县,特别是在河南西峡盆地发现了异常丰富、原始状态保存完好的恐龙蛋化石群,在世界上产生了极大的影响。我国在恐龙蛋分类学、恐龙蛋蛋壳结构研究方面曾做出过很有特色的工作,最近又在进行从西峡恐龙蛋中分离 DNA 序列片断的研究。

国外在恐龙蛋化石方面也有新的发现,1978 年

美国在蒙大拿州一个称作“柳河背斜”的遗址中出土近 300 枚完整和不完整的恐龙蛋化石,1993 年在蒙古国戈壁也发现了新的恐龙蛋化石及巢穴。

二、恐龙蛋中的胚胎

恐龙属于双孔类爬行动物,头骨后端有两对孔,即一对上颞颥孔和一对下(侧)颞颥孔。恐龙虽然早已灭绝,但它们还有近亲,如蜥蜴和鳄鱼都是双孔类爬行动物的后代。通过对恐龙近亲作比较解剖学研究,可以提供有关恐龙的信息。爬行动物的卵受精以后,在体内开始胚胎发育。如果温度适宜则继续发育直至孵出。有些恐龙蛋因受热不均匀等原因,胚胎会停止发育,即胚胎死在蛋壳之内,恐龙胚胎停止发育可能在任何阶段出现。在一定的地质埋藏环境下,恐龙蛋会变成化石,其蛋壳会石化,通过蛋壳渗透进来的溶液也会在蛋壳内部沉积下来成为岩石。在恐龙蛋中处于一定发育阶段的恐龙胚胎,随着石化的进程,其骨骼部分会逐渐变成化石。因此,人们所寻找的恐龙胚胎实际上是处于一定发育阶段的恐龙胚胎化石。由于地质环境条件的复杂性,生物破坏作用、机械破坏作用及化学破坏作用,被保存下来的恐龙蛋化石仅是极少数。对于一个发育后期的胚胎,如果恐龙蛋完全石化,其内部将有可能保存较为完整的或部分的胚胎骨架。一般说来,只有当胚胎骨骼发育到一定程度,石化后的胚胎才易分辨。早期胚胎很难分辨,除非浸入恐龙蛋胚胎肌体部分的沉积物与其周围物质有明显的区别。

三、恐龙胚胎在恐龙研究中的作用

1. 研究恐龙蛋的种属关系

人类通过研究恐龙化石已确立了几百个恐龙种属,发现了很多类型的恐龙蛋化石,但是除个别类型的恐龙蛋外,绝大多数的恐龙蛋很难与已知的恐龙种属发生联系。目前,对恐龙蛋分类是采取形态命名,如长型蛋、球型蛋、粗皮蛋等。恐龙胚胎在解决恐龙蛋所属恐龙种属关系方面有重要作用。例如1993年美国自然历史博物馆与蒙古国自然历史博物馆合作在蒙古戈壁Ukhree Tolgod上白垩世发掘了一个恐龙遗址。诺雷尔(Norell)等在一个巢穴中发现一枚破损的恐龙蛋中粘连着一具较为完整的胚胎骨架,包括颅骨、肋骨、股骨等。由胚胎骨骼特征被辨认为食卵龙(Oviraptorids)的蛋。其实这种类型的恐龙蛋早在1920年就在蒙古戈壁发现,由于此类蛋与一些原角龙(Protoceratops)的骨骼混在一个遗址中,一直认为这种蛋属于原角龙的。直到这次发现后才纠正了长期以来的错误看法。在西峡盆地已发现七八种类型的恐龙蛋,如果能发现这些恐龙蛋中所包含的恐龙胚胎,由其骨骼特征可以判别恐龙蛋所属类别。寻找恐龙蛋中的胚胎,对于揭示西峡盆地晚白垩世恐龙生殖发育、恐龙生活习性和生态环境也有重要意义。

2. 研究恐龙个体发育

恐龙的个体发育研究是恐龙学研究中的一个分支学科,包括胚胎发育、孵化、幼年、未成年至成年恐龙的研究。人们对幼年、未成年、成年的各类恐龙都作了很多研究工作,但有关恐龙胚胎发育和孵化的工作较为少见。目前对恐龙孵化周期长短和不同种属孵化周期是否一样了解非常少。通过寻找各种恐龙蛋中处于不同发育阶段的恐龙胚胎,并与现代双孔类爬行动物的胚胎发育情况进行比较解剖学研究,可以获得恐龙孵化和胚胎发育的信息。

3. 探索恐龙灭绝原因

恐龙最早出现于中三叠世后期,晚三叠世开始繁盛,到晚侏罗世恐龙达到繁盛高峰,整个白垩纪恐龙继续繁盛并陆续出现不少新的类别,到白垩纪末恐龙突然全部灭绝。白垩纪末期发生的恐龙灭绝事件是当代自然科学之谜之一。有关恐龙灭绝原因有很多假说,1979年阿尔瓦雷斯(Alvarez)提出外星体与地球相撞造成白垩纪末生物大灭绝的理论,给古生物学中许多传统观念以巨大的冲击。碰撞理论的主要依据是在地球上一些地区的白垩纪——第三纪界线(即K-T界线)粘土层发现了异常含量的铱。铱属铂族元素,在地壳中含量很少,在陨石或类星体中含量却很丰富。依照化石研究表明,最古老的地球生物遗迹可追溯到35亿年前。在地球漫长的岁月中,曾发生过五次生物大灭绝现象,先后发生在寒武纪末期、泥盆纪末期、二叠纪末期、三叠纪末期和白垩纪末期。生物大灭绝的特点是在很短的时间内,许多门类的生物同时灭绝。据估计白垩

纪末期恐龙灭绝持续的时间大约在100年至几万年之间。近来人们目睹了苏梅克-列维9号彗星与木星相撞的壮观景象之后,阿尔瓦雷斯的碰撞理论引起了更多人的兴趣。利用中子活化分析方法测定K-T界线上恐龙蛋壳、恐龙胚胎中铱的丰度,对于鉴别碰撞理论有重要作用。

我国学者曾经提出过由于地球环境的变化使恐龙蛋发生变异(蛋壳变薄),恐龙无法完成孵化导致白垩纪末恐龙灭绝的学说。如果这种理论成立,晚白垩世的恐龙蛋中有可能存在较多的恐龙胚胎,因此不同地层恐龙蛋中包含胚胎的情况,可以对这种理论提供鉴别的证据。

4. 由胚胎中分离DNA

自80年代后期PCR技术问世以来,探索化石中保存的遗传信息成为古生物学的新热点。人们已从动植物化石、木乃伊及封存于琥珀内的昆虫提取到痕量DNA。这些古老的DNA通过PCR技术得以迅速地扩增,以得到足够量的DNA序列,用来研究古生物的分类及进化。1994年伍德沃德(Woodward)等从恐龙肋骨化石中分离出线粒体细胞色素b基因的部分序列,1995年我国学者对一枚破裂的西峡恐龙蛋也进行了分离DNA的研究。恐龙蛋已在地下埋藏数千万年之久,保存有恐龙氨基酸的化石是极为稀少的,从恐龙蛋包含的胚胎中分离DNA可能是较好的研究途径之一。

四、寻找恐龙胚胎的研究

由于恐龙胚胎在恐龙研究方面的重要价值和恐龙蛋化石的新发现,近来寻找恐龙胚胎的工作引起很多科学家的兴趣。恐龙蛋在地层下埋藏数千万年,经历了复杂的石化过程,由于地质环境的差别,不同地区的恐龙蛋石化后内部的结构也不一定完全相同,而含有胚胎的恐龙蛋又非常稀少,因此寻找恐龙胚胎是件比较困难的工作。目前采用了两种方法在恐龙化石中寻找胚胎:第一种是由恐龙蛋中采样分析寻找胚胎踪迹;第二种是射线扫描计算机断层成像方法(简称CT)。其原理是,射线从不同角度穿过被检测物体的某一截面,探测器在不同角度接收,然后根据各个角度射线不同程度的衰减,利用计算机重建该截面的密度吸收分布图象。X射线CT和γ射线CT方法都是依据上述原理制成,能够无损地观测物质内部断层图像或三维立体结构图像,适用于观测恐龙蛋化石内部结构。CT机乃大型现代仪器,自动化程度很高,当进行扫描工作时,仅需操作计算机键盘,即可对样品从任意角度、任意方向对样品作无损伤的“切割”,观察断层结构,给出所显示的断层图像位置及尺寸、密度变化。目前CT方法可以做到1%的密度分辨率和0.5的空间

分辨率。利用CT方法研究古生物化石国外已开展了一些工作。利用X-CT方法在恐龙蛋中寻找胚胎的工作国外也曾有新闻报导。

在河南省科委和文物局的支持下,在河南省文物研究所、中科院高能物理研究所和郑州铁路中心医院协助下,郑州大学利用X-CT和 γ -CT对西峡恐龙蛋化石作了断层扫描观测。发现编号为XZ-1及XZ-2的恐龙蛋化石CT图像存在明显的胚胎结构特征。其中XZ-1号蛋的CT图像(见封面图)显示出一个较完整的动物轮廓结构,而由XZ-2号蛋CT图上(见封二图)可看到一些类似骨骼特征的图像。为了辨认胚胎结构,对恐龙蛋的蛋壳、蛋内填充物和显示胚胎结构各个部分的密度值进行了测量,胚胎结构部分的密度值明显小于蛋壳,而大于蛋内填充物,其密度值的大小与恐龙化石十分接近。对这两枚恐龙蛋在三个不同方向进行了连续的多层扫描,XZ-1号蛋均显示出一个连续的胚胎结构;在XZ-2号蛋中有几根圆柱形,不仅有一定长度,而且圆柱中间部位密度值明显小于圆柱边缘部分。然而,由于恐龙蛋在长期石化过程中的复杂变化,沉积岩也会显示出结构造型。目前还没有建立恐龙蛋化石结构的CT图像识别技术标准,要完全确认两枚恐龙蛋中的胚胎,需要在这两枚恐龙蛋作解剖研究。如果解剖少数恐龙蛋化石的要求能够实现,我们将研究恐龙蛋化石CT图像与实物结构的对应关系,以便建立识别恐龙蛋化石内部结构的技术标准。在此基础上利用恐龙蛋中的胚胎,联系恐龙种属研究恐龙蛋的类别和恐龙个体发育等。

利用CT方法研究古生物化石有着广阔的发展前景,不仅能对骨骼结构作细致的观测,而且可以研究某些生理结构特征。CT方法的广泛应用,将把古生物学的研究推向新的高度。

五、问题与建议

恐龙蛋化石中蕴藏着丰富的科学信息,我国的恐龙蛋化石资源是大自然赐予人类的宝贵遗产,按照“世界文化与自然遗产保护公约”及“生物多样性

公约”,深入研究地质时期的生物生态环境、自然历史变迁、恐龙灭绝原因及地球灾变问题,对于深刻认识中生代生物多样性、组合特征及演化发展;对于当代社会经济、科技、资源和环境的协调发展与确立保护生物多样性对策;对于更好地保护地质(包括化石)自然遗产以及促进地区的经济建设和社会进步都有重要作用。目前恐龙蛋化石研究工作面临样品提供渠道不畅和经费来源不足的困扰。为加强恐龙蛋的研究,建议解决以下两方面的问题:

1. 正确处理研究与保护的关系

恐龙蛋化石作为自然遗产,在我国埋藏异常丰富,但其绝对数量有限。如何保护好人类的这份遗产,留给子孙后代是至关重要的。研究恐龙蛋化石蕴藏的科学信息,揭示自然之谜意义重大。研究与保护并不矛盾;而保护恐龙蛋化石本身也需做大量的研究工作。恐龙蛋化石的研究一定要结合埋藏环境条件。为此需要提供有一定层位关系和已知埋藏环境条件的恐龙蛋化石样品。目前在研究中面临能否动用、剖析研究样品的困扰,特别是为了研究恐龙蛋的内涵,对少数样品需要做解剖研究和测试分析。例如寻找恐龙胚胎的研究,需要通过对少数恐龙蛋的解剖研究,才能确定扫描图象与实物结构的对应关系,建立识别胚胎的技术参照标准。1994年11月我们扫描出XZ-1号蛋内的胚胎结构,12月初向有关管理部门提出了解剖这枚恐龙蛋的报告。1995年又多次请示解剖问题,至今没有得到解决,致使扫描恐龙胚胎的结果无法得到确认。目前在寻找恐龙胚胎方面各国的竞争十分激烈,不少国家正在从事此项研究,特别是从中国流失出去的恐龙蛋化石中寻找恐龙胚胎。如果科学研究中所必须的化石样品得不到解决,我们扫描恐龙胚胎的研究进展将有可能功亏一篑!

2. 恐龙蛋化石的研究需要统一规划和协调

恐龙蛋化石群的研究应当在国家科委领导下作出统一规划,有计划、有重点地开展研究工作。在科研经费方面除国家、地方投入外,应当多渠道争取研究经费,也可以有计划有重点地开展国际合作。(责任编辑 王宏章)

(上接第18页)

像素(Smart Pixel);每个微腔激光器与几个晶体管集成在一起,就可实现逻辑操作;每个微腔激光器与光探测器集成在一起,其列阵就可实现神经网络芯片之间的光互连。如果在电子计算机中用这类光互连替代电互连,有可能使电子计算机的运算速度

提高三个数量级。为了在全息存储、激光投影显示、塑料光纤通信,以及替代目前He-Ne激光器的各种应用,正在积极开发各种可见光微腔激光器。

(责任编辑 肖庆山)