南方古猿 Taun 幼儿头骨: 改变对人类起源认识的化石

刘武^{1,2}

1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 北京 100044;

2. 中国科学院生物演化与环境卓越创新中心, 北京 100044

E-mail: liuwu@ivpp.ac.cn

人类的出现是地球和生命发展史上的一个重大事件。尽管目前对人类起源与演化的许多问题尚未阐明, 经过一个多世纪几代人的探索与努力, 古人类学界已经建立了人类起源与演化的大致框架。根据迄今发现的古人类化石证据, 人类起源与演化的历史至少可以追溯到大约 700 万年前, 经历了撒海尔乍得人、原初人、地猿、南方古猿、能人、直立人、古老型智人、海德堡人、尼安德特人、早期现代人等古人类成员。在已经发现的不同演化阶段的古人类化石中, 南方古猿无疑占有重要的地位。

1 Taun 头骨化石的发现

1924 年 11 月, 在南非距离约翰内斯堡大约 250 英里 (1 英里=1609.344 米) 的汤恩(Taun)附近的采石场石灰岩峭壁 (limestone cliff formation) 中爆破出来一个已经石化的猕猴头骨。化石很快被送到约翰内斯堡的威特沃兰德大学 (University of the Witwatersrand) 解剖学系达特(Raymond Dart)教授处鉴定。达特根据他掌握的这一地区与南非石器时代地层连续分布的地质资料, 注意到汤恩附近的石灰岩地层与此前(1921 年)发现中更新世晚期人类头骨的罗德西亚布罗肯山(Broken Hill)相似, 敏锐地意识到在这里的地层中可能蕴藏有原始人类化石(might contain fossil remains of primitive man)。达特立即联系该校地质教授 Young 前往考察。Young 在汤恩同一地层堆积中发现了一些化石标本, 包括另一件自然形成的石化的似“猕猴”颅内模以及一些包裹在石灰岩胶结中的骨骼。达特对这些标本进行了整理, 他发现这件颅内模前额部可以与另一件胶结中化石的暴露部分吻合对接。经过仔细修理, 暴露出大部分前额部、面部以及完整下颌骨。这些标本构成了一件比较完整的头骨以及石化的颅内模。初步观察显示, 这件头骨大小以及脑表面形态与黑猩猩及大猩猩相似。达特立即意识到这不是猕猴, 而是一件类人猿头骨。此前, 在非洲发现类人猿化石的地点仅限于埃及的法尤姆(Fayum)。而汤恩头骨的发现将类人猿化石的分布拓展到非洲大陆的最南端, 尤其是一件几乎完整的头骨, 这是一个极为重要的发现。正是因为意识到这件化石的重要性, 达特日夜工作, 用了 6 个星期完成了对汤恩头骨的修复、形态观测以及论文写作^[1]。

刘武 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员、博士研究生导师、中国人类学会副会长、《人类学学报》主编。多年来从事人类演化及相关的体质人类学研究。

2 Taun 头骨的形态特征

汤恩头骨上、下颌骨上保存着全套的乳齿和正在萌出的第一恒臼齿, 估计年龄 3~6 岁。达特对这个头骨的研究发现, 这个化石呈现与现生猿类和人类分别相似的混合性状表现特点。汤恩头骨具有许多似猿的性状, 如这个幼年个体的脑子大小像一个成年的大猩猩, 大约为 440 mL。此外, 还有向前突出的上下颌骨。但达特同时还注意到汤恩头骨具有一系列与人类相似的形态特征。首先, 这件头骨的整体观与人类相似, 大小比例呈现明显的长头型和狭脸型, 而与猿类不同; 眼眶呈圆形(眼眶指数为 100), 位于人类变异范围, 而猿类眼眶多为正方形; 面部突颌程度较轻微, 颌指数为 109, 与现代布须曼人接近。其次, 汤恩幼儿的牙齿特征与人类相似, 而与猿类不同; 乳犬齿明显缩小, 仅略高出齿列水平; 猿类牙齿之间存在较大的缝隙齿裂(diastema), 汤恩头骨前臼齿与犬齿之间没有齿裂, 但在犬齿与侧门齿之间有较窄的齿裂(2~3 mm); 中门齿与侧门齿大小比例以及对称性也与人类相似。第三方面, 汤恩下颌骨也呈现一些与人类相似的特征, 包括: 下颌枝短而细, 但汤恩下颌骨仍然很粗壮; 下颌联合部角度及表面特征也介于人类与猿类之间。值得注意的是汤恩头骨枕骨大孔位于颅骨下方, 表明颅骨垂直位于脊柱上, 显示它已能直立行走。枕骨大孔是头骨基部的开口, 脊髓与大脑在此相连。在猿类, 此孔在颅底相对靠后的位置, 而在人类则接近颅底中央。这种位置靠前的枕骨大孔使得人类头骨平衡于脊柱的顶端, 反映了人类两足直立行走的姿势。而猿

类的枕骨大孔位置, 头骨向前倾。汤恩头骨的枕骨大孔在中央, 表明此个体是一个两足直立行走的生物。最后一点, 除脑量 440 mL 外, 汤恩头骨颅内模展示出一系列相对进步的特征。位置靠后的月状沟(lunate sulcu)提示脑前部皮质区域的扩张。此外, 小脑隆起、大脑和小脑比例、脑表面沟回等特征表现等也与人类相似。

学术界对关于汤恩头骨及地层的年代一直有争议。20 世纪 70 年代的地层和动物群分析显示含化石地层的年代为 87 万年, 或不超过 100 万年。近 30 年的动物群对比及地层分析显示汤恩动物群与 20 世纪 30 年代在南非发现的其他南方古猿化石地点特兰斯瓦尔(Transvaal)、斯特克方丹(Sterkfontein)、克罗姆德莱(Kromdraai)、马卡潘斯盖特(Makapansgat)相似。目前一般认为汤恩头骨的年代在 2.5~2.8 Ma。

基于这些发现, 达特于 1925 年 2 月 7 日在《自然》发表了对汤恩幼儿头骨的研究^[2], 指出这个化石是似人和似猿性状的混合体, 是已发现的与人的系统最相近的一种灭绝的猿(a man-like ape)。汤恩头骨在面部、牙齿、脑都呈现出较现生猿类明显进步的特征表现。由于它发现于非洲的最南部, 因而命名为南方古猿非洲种(*Australopithecus africanus*), 意思是南部非洲的猿(the southern African ape)。达特认为汤恩幼儿头骨较小的脑量、缩小的犬齿、位置靠前的枕骨大孔等特征说明可以将汤恩幼儿头骨所代表的南方古猿非洲种演化位置放在人猿超科人类支系。达特认

为汤恩南方古猿化石的发现证实了达尔文提出的非洲是人类摇篮的科学预见。达特在这篇论文中还提出从森林环境到稀疏草原的环境转变是引发人类祖先直立行走的主要因素。他认为南方古猿是人类适应这种环境转变的第一个阶段。在他看来, 汤恩一直是生活在草原环境。文章发表后, 受到英国解剖学界和人类学界许多权威的嘲笑, 认为这个化石不过是一个已经绝灭的早期猿类化石。在随后的 10 多年中, 由于周口店北京猿人的发现, 这个头骨很少有人提起。在随后的 20 多年里, 这种否认汤恩幼儿头骨人类地位的观点一直占据着当时学术界的主流地位。汤恩幼儿头骨保存还不够完整, 只保留有面部、牙齿和下颌骨, 而头骨其他部分缺失。此外, 由于该个体死亡时年龄仅仅 3~5 岁, 所展示的形态特征在成年后是否会发生变化还不是很清楚。因此, 从这个层面上讲, 达特基于汤恩幼儿头骨研究所提出的南方古猿及其演化地位还需要更多化石证据的支持。直到 20 世纪 30 年代开始, 一系列在南非以及东非更多南方古猿化石的发现逐步奠定了汤恩幼儿头骨在人类演化历史上的地位。

3 南方古猿在人类演化历史上地位的确立

1936 年, 在南非特兰斯瓦尔(Transvaal)地区的斯特克方丹(Sterkfontein)采石场又爆破出一批化石, 其中有一个完整的头骨与汤恩的南方古猿极为相似。此后, 又在南非的克罗姆德莱(Kromdraai)、马卡潘斯盖特(Makapansgat)、斯瓦特克朗(Swartkrans)这 3 处地点陆续发现了类似的化石。到 20 世纪 50 年代, 在上述 5 个南非地点总共发现了 70 多件南方古猿化石。学术界将在南非发现的南方古猿化石归为一个属两个种, 即南方古猿非洲种(*Australopithecus africanus*)和南方古猿粗壮种(*Australopithecus robustus*), 或称纤细型南方古猿(gracile australopithecine)和粗壮型南

图 1 发现于南非汤恩地点的幼儿头骨
Figure 1 The child skull from the Taun site, South Africa

图 2 汤恩幼儿头骨天然颅内模
Figure 2 The Taun child skull with naturally formed cranial endocast

图3 汤恩幼儿头骨上颌齿列

Figure 3 The basal view of the Taun child skull showing the maxillary dentitions

方古猿(*robust australopithecine*)并逐渐确立了南方古猿作为早期人类祖先的地位。这里需要指出,虽然南方古猿在名称上仍叫作古猿,但实际上它已经是人的系统(在分类上叫人科 *Hominidae*)的成员了。国际古生物学命名规则规定,一个种属一旦定名,就不可以随便改动其名称了。

从20世纪50年代后期开始,人类起源研究的中心逐渐转移到非洲。1959年,玛丽·利基在东非坦桑尼亚奥杜威峡谷发现大约175万年前的人类头骨化石和大量石器。头骨化石与大猩猩相似,将其命名为“鲍氏东非人”。后经研究,将其归入南方古猿鲍氏种(*Australopithecus boisei*)。这一发现将人类的历史延长了100多万年。迄今已经在南非和东非肯尼亚、埃塞俄比亚、坦桑尼亚,以及中非乍得多个地点先后发现了大量的南方古猿化石。其生存时代跨越大约440万年前至150万年前。根据迄今发现的化石及相关研究,目前古人类学界将南方古猿归入人亚科内的一个属,划分为至少11个种(非洲种、鲍氏种、粗壮种、阿法种、埃塞俄比亚种、羚羊河种、惊奇种、始祖种、湖畔种、源泉种、近亲种)。目前,古人类学界普遍认为南方古猿是人类演化的一个重要阶段,南方古猿中的一支阿法种向着后期人类方向演化。但也有学者提出,2008年在南非Malapa的地点发现的197万年前南方古猿源泉种(*Australopithecus sediba*)化石呈现南方古猿和人属成员相似的混合特征,与后期人属成员更为相似,认为源泉种是从南方古猿非洲种演化而来,是南方古猿与人属之间的过渡类型。

在1859年出版的《物种起源》中,达尔文提出通过

自然选择和生存竞争,适者生存,各种动物和植物由低级向高级进化。他相信人类也是在这样的规律下出现的,指出他的进化理论将有助于人类及其历史的阐明。赫胥黎支持达尔文的观点,在1863年出版了《人类在自然界的位置》。他把人与灵长类身体构造,包括骨骼和牙齿形态、躯干和四肢比例、脑解剖结构、卵子发育等,做了详细的比较,发现人类与猿类非常接近。根据这些发现,赫胥黎认为人类与猿类是近亲,人类是由远古时期的类人猿逐渐演化来的“人猿同祖论”。此后,达尔文继续收集资料并进行更深入的思考,在1871年发表了《人类起源和性的选择》。达尔文以人类和动物在胚胎和身体结构上的相似为证据,论证人类与动物的关系,得出了人类起源于古代猿类的结论。由于主要现生类人猿黑猩猩和大猩猩都生活在非洲,达尔文提出非洲可能是人类起源地。

达尔文和赫胥黎对人类起源研究的证据主要来自对现代人类和猿类比较解剖学和胚胎学研究,属于间接的证据,缺乏最直接的证据:由人类祖先的遗骸形成的化石。从19世纪后期开始,对人类起源的研究重点聚焦到寻找人类祖先的化石。当时由于发现的人类化石很少,认为人类起源的历史只有数千年。1856年,尼安德特人化石的发现使得人们意识到人类起源的历史至少可以追溯到10多万年以前。受到人猿同祖论的影响,荷兰学者杜布哇认为猿只能在热带生活,东南亚的猩猩与人类关系密切,因此他相信人类的起源地很可能在东南亚。1890~1892年,杜布哇在印度尼西亚爪哇岛先后发现人类下颌骨、头盖骨、牙齿和股骨化石。根据形态研究,杜布哇将这些化石归入一种远古人类:直立猿人(*Pithecanthropus erectus*),认为直立猿人是猿到人的缺失环节。根据对伴生动物化石组成的分析,推断这种古人类生活在大约50万年前。由于当时学术界普遍认为人类是能够制造工具的动物,而在爪哇没有发现人类制作的石器,于是围绕在爪哇发现的化石是否是人类祖先引发了激烈的争论。

在汤恩幼儿头骨发现之前,在世界范围发现的古人类化石非常少,只有尼安德特人、印度尼西亚爪哇直立人、罗得西亚布罗肯山人等。汤恩幼儿头骨的发现与研究确立了南方古猿在人类演化历史上的地位,在20世纪20年代就将人类演化的历史提前到将近100万年前。汤恩幼儿头骨的发现推动了20世纪30年代以后,直至目前,在南非、东非、中非等非洲广泛区域的古人类化石发现与研究,使非洲成为人类起源与演化的研究中心,也为达尔文提出的非洲是人类起源地的科学预见提供了坚实的化石证据。尽管古人类学界对南方古猿不同类型彼此之间以及与后期人属成员之间的演化关系还有不同认识,但南方古猿作为人类演化历史上的一个重要阶段已经得到科学界的普遍承认。

致谢 感谢南非威特沃兰德大学(University of the Witwatersrand)Ronald Clarke 教授安排观察 Taun 幼儿头骨化石并拍摄照片。感谢中国科学院 B 类战略性先导科技专项(XDB26000000)和国家自然科学基金(41630102, 41672020, 41872030)资助。

推荐阅读文献

- 1 Cartmill M, Smith F. The Human Lineage. New Jersey: Wiley-Black Well A John Wiley & Sons Inc., 2009
- 2 Dart R. *Australopithecus africanus*: The Man-Ape of South Africa. Nature, 1925, 115: 195–199

Summary for “南方古猿 Taun 幼儿头骨: 改变对人类起源认识的化石”

The *Australopithecus* Taun child skull: A fossil that changed human evolution history

Wu Liu^{1,2}

¹ Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China;

² Center for Excellence in Life and Palaeoenvironment, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China

E-mail: liuwu@ivpp.ac.cn

In 1859, Charles Darwin published *The Origin of Species* in which he proposed the principle of natural selection. Later, Thomas Henry Huxley emphasized similarities in anatomical structure between human and apes to argue that man and ape have a common ancestry. Darwin further proposed that Africa may be the place for human origins. At their time, the evidence for human origins highlighted by Darwin and Huxley was mainly derived from the fields of comparative anatomy and embryology with no relevant fossils yet available as direct evidence. Starting from late nineteenth century, studies of human origins gradually began to benefit from the discovery of fossils of early human ancestors. By the early twentieth century, only a few human fossils had been discovered, like Neanderthals, *Pithecanthropus* from Java, Broken Hill man from Rhodesia. Based on assessments of this fossil evidence, human history was regarded as originating only about 0.5 mya.

In 1924, a fossil infant skull was found from the lime quarry at Taun about 320 km southwest of Johannesburg, South Africa that would eventually change the trajectory of human origins theory. The skull was among two boxes of fossiliferous breccia sent by a geologist colleague to Raymond Dart, a British trained anatomist who in 1922 was appointed Professor of Anatomy at the University of the Witwatersrand in Johannesburg. With the stratigraphic evidence of this district concerning the succession of stone ages in South Africa and that of Broken Hill in Rhodesia, Dart soon realized that Taun and the surrounding area might contain fossil remains of primitive man. Fossils in the crates mainly represented additional baboons, but one crate contained a natural endocast (mold of the inner surface of a skull) that Dart immediately realized came from a hominoid primate. Among the breccia blocks in the crates, Dart found one with a depression into which the endocast perfectly fit. Inside this block, he saw traces of bone that he hoped was the front of the skull associated with the natural endocast. Although he eventually determined that the front was present, it took Dart several weeks to fully expose it with a hammer, chisels, and most famously, a sharpened knitting needle. The dentition of the skull indicated that it represented a juvenile whose first molars were just erupting, and various other features showed that in important respects the creature was intermediate between apes and human. For example, it was obviously ape-like in the small size of its brain—or more precisely in its endocranial (internal skull) volume, which Dart estimated would have reached 525 cc at adulthood. Although subsequent re-estimates have reduced this adult brain size to between 404 and 440 cc, even Dart's figure was much closer to the average endocranial volume for common chimpanzees (ca. 400 cc) and gorillas (ca. 500 cc) than it was to the average for modern humans (1350–1375 cc). At the same time, the deciduous canines were much smaller and less projecting than those in apes, and the foramen magnum, through which the spinal cord and brainstem passed to connect to the brain, was more anteriorly positioned on the base of the skull. This suggested that the skull was balanced on top of the spinal column, as in people, where this position is a requirement of efficient upright, bipedal locomotion. In short, the position of the foramen magnum implied that the Taun individual was bipedal like people rather than quadrupedal like apes.

On February 7, 1925, Dart published his initial description of the Taun child skull and natural endocast in *Nature* and concluded that it came from a previously unknown species “intermediate between living anthropoids and man”. He named the species *Australopithecus africanus* (“African southern ape”) and stressed both the skull's intermediate or transitional morphology and its discovery far outside the geographical ranges of living apes. Taun occupied a non-forested region where living apes could not survive, and from geological studies Dart argued that the regional environment today was probably similar to the environment when the fossils were accumulated. The ancient vegetation of the Taun area was thus inappropriate for living apes in the narrow sense. It was, however, clearly suitable for an ape that was developing human traits and a different diet. Rare bone fragments that may have come from a nyala antelope (*Tragelaphus angasi*) now suggest that the ancient environment may have been more wooded than Dart believed, but baboon and rock hyrax fossils dominate the Taun fossil collection, continuing to imply a reconstructed environment that living apes would generally avoid.

The discovery of the Taun Child skull extended human origins back to about 1 million years ago at that time and led the way for further human fossil discoveries and research in South Africa, East Africa and Central Africa beginning in the 1930s until present day. It had an integral role in making Africa the center of human origins and evolution research and also providing solid fossil evidence for Darwin's prediction of Africa as the birthplace of human origins. Now, *Australopithecus* is widely recognized as an important stage of human evolution by the scientific community.

human origin, fossils, *Australopithecus*, Taun, South Africa

doi: 10.1360/TB-2020-0162