第 28 卷 第 4 期
2009 年 11 月

人 类 学 学 报
ACTA ANTHROPOLOGICA SINICA

Vol. 28 ,No. 4
Nov. 2009

旧石器时代残留物分析 :回顾与展望

关 莹[1,2] , 高 星[1]

(1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 ,人类演化与科技考古联合实验室 ,北京 100044 ;
2. 中国科学院研究生院 ,北京 100039)

摘要: 残留物分析是 1970 年代在西方发展起来的一项功能学分析技术 ,即借助自然科学的多种手段 ,对工具表面加工对象残存物的提取和鉴定分析。本文对西方石制品残留物分析研究史做了回顾和综述 ,简要介绍此种方法的概念、原理及相关技术问题 ,同时对中国旧石器时代石制品残留物分析的前景进行了展望 ,希望对相关理论和方法的引进和应用起到铺垫和促进作用。我国旧石器时代考古资源非常丰富 ,残留物分析在石器功能解读、遗址环境重建、古人类行为复原和食谱分析等方面都会起到重要的作用 ,成为破解很多学术疑点和难题的钥匙。

关键词: 旧石器时代; 石制品; 残留物分析; 研究史

中图法分类号: K871. 11 **文献标识码**: A **文章编号**: 1000-3193 (2009) 04-0418-12

解读石制品在史前社会中所起的作用是复原史前人类生存状况中至关重要的一环 ,石制品功能学研究业已发展成为与原料利用、石制品制作技术、类型组合、人类行为阐释等领域并行发展的研究方向。而对于远古时代的石器功能研究 ,传统的类型学与技术学手段常常呈现出多种弊端与不足 ,缺乏直观证据说明石制品的使用方式及加工对象 ;民族学材料也难以保证能够为史前人类生存状况提供可靠佐证 ,以帮助精确地阐释石制品功能。在此种情况下 ,石制品残留物分析 (Residue Analysis) 应运而生 ,从 1970 年代开始在西方经历了开创探索、坎坷前进到现在趋于成熟的过程 ,历经近 40 年的成长与发展 ,现已成为石制品功能分析不可或缺的一部分。

残留物 (Residue) 原本是犯罪学和刑侦学中的一个概念 ,在现代也广泛见于食品科学、农学等多个领域。我国学者在引入这个概念时使用过几种译法 ,如“残留物[1,2] ”、“残余物[3] ”、“残渍物[4,5] ”、“遗留物[6] ”等 ,字面含义大致相同 ,都是部分遗留、剩余物质之意 ,本文选用“残留物 ”这一译法。在我国 ,残留物分析在新石器时代和历史时期考古上应用已经较为广泛 ,研究对象包括陶器和磨制石器上残留的古代 DNA、淀粉粒、植硅体、蛋白质、脂类、碳化物等[1 -3 , 5] 。然而对于旧石器时代遗址出土的标本还没有做过此方面的尝试。在地质学、生物学、古环境学、年代学等相关学科蓬勃发展的当代中国 ,残留物分析的基础条件已经具备 ,加之在华夏大地发现的旧石器材料异常丰富 ,因此 ,引进相关的理念和技术 ,开展旧石器时代考古标本残留物分析的时机已经成熟。本文通过对西方石制品残留物分析研究史的回

收稿日期: 2009-06-29; **定稿日期**: 2009-09-07

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目 (2006CB806400) ;科技基础性工作专项 (2007FY110200) ;国家基础科学人才培养基金 (J0630965)

作者简介: 关莹 (1982-) ,女 ,吉林省四平市人 ,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士研究生 ,主要从事旧石器考古学研究。E-mail : guanying @ivpp . ac . cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

顾,介绍此种方法的概念和原理,同时对在中国旧石器考古领域开展此项工作的必要性和发展潜力做分析和展望,希望对相关理论和方法的引进和应用起到铺垫和促进作用。

残留物分析是对工具表面残存加工对象的提取和鉴定分析,即通过生物、化学、免疫、微观形态观察等多种现代手段识别出工具在使用过程中接触过的动、植物种属,对其进行分析阐释,从而复原当时当地动植物资源分布状况和人类的选择与方略。对旧石器时代考古而言,它的作用与意义更大。那时没有任何文字记录,动物遗存相对稀少,植物大化石更是罕见,如何从相对原始的石制品上解读和复原几万乃至几百万年的人类历史成为巨大的挑战。残留物分析提供了审视远古人类适应生存方式和提取古生态、古环境信息的新视角,结合第四纪地质学、古植物学、古生态学、同位素分析和免疫学等研究手段,在这些相关学科信息支持和验证的情况下,这种分析可以精确、客观地揭示石制品的功能和使用历史,使我们能够对远古人类的生产生存能力和社会状态做科学的阐释。

1　创始与起步

上世纪 60 年代是西方考古学发展的一个转折点,以 Lewis Binford 为代表的新考古学派诞生,新考古学认为考古学理论与方法应该有明晰的科学体系,建立的假说要经过严格的验证;不应对考古学材料只进行简单的描述,而应将其作为理论解释的基础[7]。在这种思潮的影响下,许多考古学研究的新方法新手段崭露头角,残留物分析就属其中之一。

对石制品标本的残留物研究始于 1976 年。Briuer 对美国亚利桑那州 Chevelon 峡谷的两个岩棚遗址进行了出土物的残留物分析。这两个遗址年代分别为 6700BC —1300AD 和 500 —1200AD。研究者在对出土标本没有进行任何清洗的情况下将其送往生物学实验室和犯罪学实验室进行检测,结果在残留物样品中区分出了动物和植物两种接触物质来源,并提出了"如果在遗址中的非使用或非文化工具上发现同类残留物,那么其来源就不可能是文化或工具使用"的观点[8]。Briuer 随后并没有进行更深入的种属鉴定,而且分析测试过程过多依靠生物学家和刑侦学家的帮助,而不是由考古学者独立完成。尽管现在看来,Briuer 的研究非常粗糙,并且随后也没有对结果做进一步解释分析,但这是一项前所未有的开创性工作,将石制品功能学研究引入到客观性解释的范畴之内,为石制品分析开拓了新的方法和思路,为以后的残留物分析奠定了理论和方法上的基础。

Shafer 和 Holloway 随后进行了一项与 Briuer 相似的工作,他们对德克萨斯州 Hinds 洞穴出土的燧石石片工具进行了研究。低倍法微痕分析显示,多数标本都是锋利而多用途的切割工具。显微观察发现了石制品表面的植硅体、淀粉粒、植物纤维、啮齿类(尤其是兔类)毛发,以及长刺龙舌兰(*Agave lechuguilla*)、龙舌兰科和丝兰(*Yucca* sp.)植物的表皮碎屑[9]。这项研究较之于 Briuer 的开创性工作而言,更富有延续性和进步性,不仅成功地确定了残留物的类型(植硅石、淀粉粒、植物纤维、植物表皮碎屑、啮齿类毛发),还对这些物质进行了种属鉴定,同时开创了通过残留物分析解释工具捆绑行为的新思路,可以说从技术手段、研究方法和分析角度上都有了非常大的进步。Broderick 也在 Briuer 的启发下进行了动物类型残留物提取和鉴定的更深探索。他采用了上行纸色谱分析法(Ascending Paper Chromatographic)对动物血液中的氨基酸进行了分离和识别,并且非常详细地介绍了这种方法的原理和操作过程,提出了将考古样品同实验样品相比较,以此来判断动物种属的研究思路[10]。这无疑是

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

提出了建立标准样品数据库的要求。

整个 1970 年代,石制品残留物分析处于起步阶段。因为考古学和生物学、免疫学之间的学科差异,加之当时以考古学为目的的多学科研究还并不成熟,几乎没有考古学者能够独立完成样品的分析测试,因此跨学科跨实验室的合作必不可少。另外,现生动植物微结构的标准样品数据库也没有建立,只能有限地从植物表皮细胞、动物毛发来进行种属推测。对于动物残留物,多数无法提取详细信息。尽管如此,他们开创了通过石制品的接触对象来推测石制品功能与史前人类利用资源种类研究的先河,为日后石制品残留物分析的发展奠定了稳固的基础。

2 探索与发展

1970 年代末,Binford 将中程理论引入考古学领域,考古学家试图用它在过去的真实历史和今天的考古记录之间架起一座桥梁[11],其中对于考古遗物在制造和使用信息方面的探索促成了实验考古学、使用痕迹分析和民族考古学的兴起。基于这样的大背景和此前一些学者在残留物分析方面的积累,进入 1980 年代以来,这个领域得到长足发展,取得许多跨越性的成果。其中之一就是以 Anderson 所作的工作为代表的模拟实验和石制品微痕与残留物的协同分析。不仅遗址出土石制品得到了详细的观测,研究者还进行了现代实验,将得到的结果与考古标本相对照,从而提高和验证了分析的精度。Anderson 的研究发现,石镰刀在呈现使用光泽的位置有植硅体存在,借以深入探讨了残留物的附着机制,指出了燧石工具在与植物快速摩擦时表面会产生胶质层,这个胶质层能够大量捕捉到植物的微体残骸,如植硅体、淀粉粒等,并由此形成了微痕研究中重要的研究对象 ——光泽[12]。这项研究令人振奋,而且 Anderson 的照片也很有说服力,但是还是不能让所有研究者信服。例如,Romana Unger-Hamilton 观察了那些被 Anderson 鉴定为植硅体的、由于燧石之间摩擦而产生的表面结构。她认为这些是燧石本身的成分 ——可能是燧石内的有机质组织残留物,或是生物体骨骼钙化物[13]。尽管如此,这项研究仍意味着残留物分析进入到对残留物形成物理机制的探讨与模拟实验阶段,Broderick 此前提出的理念得以实现。这些研究还将原本孤立的残留物分析同石制品微痕分析结合起来,使二者相互印证和检验。

除了植物微体残留物以外,血液也是极为重要的一项检验指标。最初 Broderick 应用上行纸色谱分析法对血液氨基酸进行分离,其意义在于将残留物分析链接到生化免疫学领域,Loy 在这个思路的基础上建立了初步的石制品血液残留物分析方法论,以蛋白质晶体形态观测为手段,通过与现代生物样品的对比识别其种属。在对一些出自 6—1ka BP 遗址的石制品的检测中,他成功鉴定出人类、驯鹿(*Rangifer tarandus osborni*)、美洲黑尾鹿(*Odocoileus hemionus*)、石绵羊(*Ovis dalli stonei*)、驼鹿(*Alces alces*)、灰熊(*Ursus arctos horribilis*)、雪鞋兔(*Lepus americanus*)、加州海狮(*Zalophus californianus*)和松鼠科动物的血液残留[14]。尽管当时 Loy 所检测的标本都出自全新世遗址,但为更古老遗址出土石制品的检测指明了道路。有些学者认为,蛋白质(尤其是血红蛋白)很难在地层中以可识别的晶体形式保存上千甚至上万年,以晶体形态来判断接触物质的物种,其结果是模糊而不可靠的[15]。针对这种质疑,Loy 不断完善技术,引入免疫学检测手段,将血液检测的范围推进到了整个晚更新世。在他对伊拉克东北部约 125—75ka BP 的 Barda Balka 遗址出土石制品的检测中,大量样品呈现出

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

对哺乳动物(可能为反刍动物)血液的阳性反应,一件工具上十分确凿地呈现出对人类血液的阳性反应[16]。此后,研究者们对血液残留物鉴定的认识不断加深,研究方法也不断完善,论证了血液残留物分析的可行性和准确性[17],还提出了要与遗址中土壤样品分析相对照的观点,以有效避免对被污染石制品的错误判断[18]。

进入 1990 年代后,残留物分析形成了百家争鸣的局面,从北美到欧洲及澳洲,大量的高校、博物馆和实验室都开始了这方面的研究,一些学者开始全面发展,同时检测一件石制品上的动植物类型残留物,更充分地利用了标本资源。Loy 就是其中之一,除了对血液分析做出巨大贡献以外,他同时对淀粉粒进行了探索,在所罗门群岛 Kilu 遗址(约 28Ka BP)石制品的研究中,他鉴定出了海芋(*Alocasia macrorrhiza*)和芋(*Colocasia esculenta*)类植物的淀粉粒残留物。另外,由于 80 年代 Loy 引发的血液残留物分析热潮,很多学者开始侧重于动物血液分析,纷纷围绕此议题发展分析技术,完善操作方法,发表数据和观点[19—26]。

在血液残留物分析的热潮中,植物方面的研究并没有中断。此阶段植物残留物分析的领军人物是澳大利亚悉尼大学的 Richard Fullagar,他在 1980 年代 Anderson 对石制品光泽研究的基础上,继续讨论植物中所含硅质对光泽的影响[27]。另外,基于澳大利亚保存着原始部落的得天独厚的条件,Fullagar 还针对植物资源的加工进行了民族学对比研究[28]。其他许多学者也都在为该方面研究进行着不懈的努力,使石制品植物残留物分析的学科框架趋于成熟,研究对象基本固定为植硅体和淀粉粒这两种植物微体化石;鉴定技术也被固定为基于现代植物微体化石标准样品数据库的形态学识别;研究目的不仅包括探究石制品功能、人类对自然资源的选择、取食倾向,还有对自然环境、古动植物群的复原以及推测古人类在极端自然条件下的应对策略。

向旧石器时代的纵深挺进是 1990 年代残留物分析较为突出的成就。南非维特沃特斯兰德大学的一些学者尝试将此种方法应用于旧石器时代中期 50.2—26.9Ka BP 的 Rose Cottage Cave 遗址出土的石制品研究,他们在 50 %石制品的表面都发现了植物性残留,还有部分标本表面兼具植物和动物血液两种残留物,充分证明了这些石制品的多用途性和古人类食谱的多样性[29]。残留物分析向着更深远的年代迈进,预示着它对解决旧石器时代工具功能、古人类适应和改造自然的行为方式、古生态环境复原等多方面问题具有巨大的潜力,也表明石制品在合适的埋藏环境下,附着在其表面的残留物可以保存几十甚至上百万年。

从产生到发展的 20 多年来,石制品残留物分析领域既存在蓬勃发展的态势,也有质疑和反对的声音,这些质疑与反对主要表现在三个方面:首先是残留物本身,植硅体和淀粉粒等植物遗存与蛋白质等血液遗存是否能在地层中良好地保存,各种不同物质在地层中的降解率如何评估,;第二,鉴定与分析的技术问题,即通过某种手段对残留物进行鉴定分析的准确度与可信性;第三,残留物来源问题,即真正来源于人类活动行为,还是受地层或后期处理的污染。事实上,从事这方面研究的学者们至今仍在讨论这些问题,而这些关键性的问题恰恰良好地推动了残留物分析的发展,现代模拟实验的展开和标准数据库理念的实现很大程度上应对了这些质疑与反对,通过最大程度地复原工具使用及埋藏状态来评估不同残留物的保存状况;通过真实可靠的现代样品对比来判断动植物种属;使用多种检测方法针对相同样品进行交叉检测,反复验证技术的可靠性,因此吸引了越来越多的学者涉足该领域。研究者们在 1970 年代开创者所建立的理论与实践基础上不断努力,使得残留物分析技术迅速发展,逐渐成为一项不可或缺的石制品功能分析的分支领域。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 盲测实验的发展

1990 年代,一些学者进行了尝试性的残留物盲测实验[30—32],尽管此阶段的盲测实验在设计和操作等方面略显粗糙,但它们的意义却是举足轻重的——盲测实验的展开是对残留物分析理论系统的必要补充,将其方法论推向一个新的高度,将原本主观性的演绎转化为有据可依的推理,使静态的识别观察过渡到了动态的系统实验。在盲测实验的影响下,更多的学者开始相信和关注石制品残留物分析,该技术成为探寻和复原远古人类生存状态的一把钥匙。进入 21 世纪以后,盲测实验更得到了快速发展。南非维特沃特斯兰德大学的研究者使用实验标本进行了系统的、包含四项内容的残留物盲测实验[33]。盲测 1 和盲测 2 的分析对象为实验打制的角页岩、玄武岩、燧石、玉髓石片。标本经过清洗和漂白剂浸泡,在日光曝晒后对不同种类的动物和植物进行加工,然后将一部分标本密封,另一部分标本埋入地下,最后由未参加前期工作的其他研究者进行盲测。对于被封装起来的标本,超过半数者被观测到残留物,种类包括淀粉粒、植物纤维、碎屑、树脂、动物组织碎片、脂肪、毛发等,其中多数标本被正确判断;对经过埋藏标本的测试准确率则大大降低,原因是土壤和水流对残留物造成侵蚀,其中动物残留物相对于植物残留物对外界条件反应更为敏感,更不容易在地层中保存。这项盲测尽管在设计和控制上都有一定的缺陷,包括橡胶手套的使用带来的淀粉粒污染等[34],但意义是明确的,它揭示出一些盲测实验中容易出现错误的环节;发现了动植物残留物的许多鉴别困难和误区;强调了对标本意外污染的甄别[35]。盲测 3 和盲测 4 强调了岩性对残留物分析精度的影响和盲测实验对这种分析所起到的巨大作用。这一系列实验使盲测作为残留物分析的一个重要环节得到了更多关注。

除盲测实验外,一些学者还做了一些有针对性的专项工作,例如从石制品上提取残留物样品的方法[36—38]和从地层中提取淀粉粒样品的方法[37]。Odell 在 2001 年发表了一篇总结性的文章,系统地评论了整个 1990 年代残留物分析的研究进展与成果,指出了其存在的问题与学术界的不同观点,认为在血液残留物方面存在两大关键的问题:首先,生化免疫学方面得到的结论不能与古生物、石制品微痕分析结果相吻合,甚至两种不同的免疫学检测方法不能达成一致;其次,蛋白质的保存情况难以评估。而在植物残留物方面,较之血液,精确度相对提高,然而也存在植硅体与淀粉粒保存状况难以评估的问题。但同时他也认为,该领域尚处于起步发展阶段,随着今后技术手段的进步与认识的深入,其潜力是巨大的[39]。这些积极的评价与提出的问题为接下来的研究指明了方向,使石制品残留物分析向着更加成熟的方向迈进。

进入 21 世纪后,随着考古学多学科研究进一步的紧密合作,残留物分析有了突飞猛进的发展,更多科研机构、高校、实验室开始对旧石器时代残留物分析进行探索和技术开发,产生了一大批新成果和阶段性进展。

西班牙的 Dominguez-Rodrigo 进行了一项具有划时代意义的工作,他突破了以往只针对晚更新世或全新世石制品进行分析的局限,大胆尝试了对坦桑尼亚 Natron 湖西部的 Peninj 遗址早更新世晚期手斧和石片进行残留物分析,结果显示手斧上残留的植硅体来自于金合欢属植物(Acacia);结合标本边缘的破损痕迹,推断这几件手斧被用作对树木砍伐或其他重型工作,同时在手斧的非功能部位发现的植物纤维很可能指示了装柄或者其他辅助功

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能[40],这为手斧的功能学阐释提供了确凿的证据和全新的思路。

除了 Dominguez-Rodrigo 对阿舍利手斧的分析以外,南非维特沃特斯兰德大学的研究者相继对旧石器时代中期的 Sibudu Cave、Rose Cottage Cave 等遗址的石制品进行了分析[41—49],并据此设计了一系列的盲测实验(见前文)[32,34,50],对分析的精度和采用的技术进行了多方面的检验。

Anderson 于 1980 年代提出的残留物与石器微痕协同分析理念在本阶段也得到了延续。Hardy 等对乌克兰克里米亚半岛的两个旧石器时代中期遗址进行了综合的石制品残留物与微痕分析。两个遗址石制品表面均发现了鸟类羽毛的残骸,表明该地区旧石器时代中期人们对鸟类动物资源的利用和依赖远远超过以往的判断。利用石器微痕与残留物分析两种方法相互验证和补充,研究者系统地阐述了两个遗址出土石制品的功能,指出了不同面貌石制品组合在功能上的一致性,纠正了以往研究者对遗址文化性质判断的主观性错误,同时也为动物考古学及同位素分析提供了线索和佐证,展示了残留物分析在遗址综合研究中的强大作用[51]。在此项研究取得成功的基础上,Hardy 还完成了对 Whitehurst Ramp 3 史前遗址石制品的微痕与残留物协同分析,在石制品表面条痕位置发现了哺乳动物毛发[52]。类似的研究还包括 Fullagar 等对巴布亚新几内亚史前遗址石制品的微痕与淀粉粒分析[53]等。

针对旧石器时代晚期和新旧石器时代之交石制品的分析也层出不穷[50,53—55],主要的鉴定对象为植硅体、淀粉粒、动物血液和古 DNA[56—57]。年代较晚的石制品埋藏时间相对短,一定程度上降低了残留物分析的难度;此阶段遗址居民的生活方式、生存行为与现代人更接近,也更容易引用民族学材料进行对照和解释,由此得出的结论也更具说服力。由于这种与民族学材料和现代实验制品对比研究的需要,加之 1990 年代 Fullagar 开创的民族学研究思路,这一时期产生了一些对现代土著民族石制品[58—60]和人工复制实验品的分析案例[45—56]。研究者在实验的设计、使用的技术、实验过程的控制和对结果的解释与对比应用等方面都有极大的提高与创新。

其他非常多的研究成果不再一一列举。21 世纪开始的十年,残留物分析方面取得的成果超过了以往的总和,研究者不断发掘该领域的潜力,用它来解决越来越多的学术问题。这些研究,为石制品的功能解释提供了直接的证据,包括加工对象、加工方式、捆绑现象等,使我们能直面史前人类的生存行为,在有充分证据的情况下合理解释史前社会,同时新成果和新进展也有力地回应了 1990 年代一些持反对意见研究者的质疑,为新一阶段旧石器时代遗址综合信息的提取和研究提供了更加广阔的空间。

4　技术问题

残留物分析这一领域的发展需要考古学工作方法上的一些变革,对今后考古材料的处理和研究人员的知识半径都提出了很高的要求:

首先,在发掘过程中就要避免污染,人工制品避免清洗,根据情况对于有价值的样品需要特别仔细的提取和保存,对石制品周围的土壤样品也进行系统采样,这些要求都是过去发掘采样过程中所没有的;

其次,在室内整理的过程中,避免污染仍是关键性的问题,在此基础上,使用合适的技术进行检测分析。不同的残留物研究分属不同的科技领域,比如植硅体与淀粉粒分析需要植

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

物学方面知识,血液残留需要生物化学领域的知识和技术,DNA 需要遗传学领域的方法等等。因此这些领域需要特别的学科交叉,研究人员应不仅仅借助相关实验室的专业手段,而且自身要掌握一定的交叉学科知识,使多种手段的运用最终能够解决考古学问题;

第三,残留物本身的性质方面,要继续深入地对不同物质的保存状况进行评估。目前学者们已经在这个方面做了一定的探索,概括出了一些普遍特征,如植硅体在 pH 值大于 9 的情况下很容易分解破坏[61],淀粉粒在浅层地表易受到流水侵蚀[62]等等。因此,不同埋藏环境的遗址出土的石制品,表面残留物保存状况千差万别,只有依靠更多的模拟复制实验,对更多考古标本进行尝试,才能逐步解决这一问题;

第四,必须建立现代样品数据库。针对植物残留物研究,现代植物对比样品必不可少,这是对植硅体及淀粉粒进行形态学鉴定的先决条件;

第五,残留物来源的判断。对残留物进行成功的提取和鉴定并不是研究的最终目标,我们应通过该过程解决人类行为及生存问题,这就要求对残留物来源作出精确判断,即真正源于人类活动,还是受地层或后期发掘的污染。至少有四条证据可以用来验证石器上的残留物是否因使用产生:第一,如果在遗址中的非使用或非文化工具上发现同类残留物,那么这些残留物的来源就不可能是文化或工具使用[8];第二,如果在土壤中发现与残留物相同的成分,而且密度相等,那么土壤更像是残留物的来源,而非使用过程;第三,如果工具上的残留物集中分布在使用部位,那么就增强了使用产生残留物的可能性;最后,如果发现与残留物相关类型的使用痕迹,那么也会加强使用与残留物之间的因果关系[32,63]。

值得说明的是,石器上残留物保存有限,而能成功提取信息的可能更为有限,这项研究十分重要,但也并不是解决任何问题的钥匙。只有多角度综合分析才能比较全面地了解过去。

5 借鉴意义与应用前景

我国旧石器时代考古资源非常丰富,从早期到晚期,从旷野遗址到洞穴、岩厦遗址,多年以来的研究都主要集中在类型学描述和技术学分析上,对于许多材料和信息提取得并不彻底。残留物分析可以极大地弥补这方面的欠缺和不足,其最直接的优势体现在对石制工具的功能学研究和古环境复原上,而同时带来的间接作用也非常巨大。

首先,残留物分析可以直接揭示石制品功能。目前我国旧石器考古学主导性的研究还集中在形态学和技术学上,对于石制工具的功能研究在很大程度上还停留在推测阶段。运用残留物分析,加之在我国正在兴起的石器使用痕迹分析,可以直接解读石制工具的加工对象,这不仅为类型学和形态学研究提供很大参考,并且开辟了一个全新的功能学研究领域,使我们对石制品功能及其组合有一目了然的认识,可以说是革命性的新方法。针对复合工具,通过对捆绑部位残留物的分析,可以推断复合工具的制作技术、工艺和古人类认知能力的复杂性。另外,残留物分析可以为微痕分析提供有力的佐证和补充。微痕分析立足观察工具刃口或捆绑部位因使用和磨擦而产生的破损或光泽,其优势在于辨认工具的使用部位和使用方式,但对加工对象的判断则是粗线条的,有待其它手段的补充和验证。而残留物分析正是专攻于此,二者相互检验,相互启示,相得益彰,使我们对史前石制品功能的解读更加全面客观,并帮助我们更准确地复原古代社会经济生活的真实面貌[64]。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

其次,对残留物来源的鉴定可以帮助复原古人类行为、推测遗址功能。以往对某个遗址人群生计模式的问题,常常要依靠动物考古学家对伴生哺乳动物化石种属的鉴定来达到。但动物化石在考古遗址中出现并非一定与人类的猎食行为有关,而且对没有动物化石出土的遗址,要解决这个问题则是更加困难的。通过对工具残留物的分析可以找回部分"隐形的材料",弥补因"显性"动植物化石缺失而带来的信息缺环。当对古人类加工、利用过的动植物资源做出鉴定后,可以推测遗址功能、复原当时的生态及自然环境状况,从而对人类生存行为模式做出判断。古人类生计来源是狩猎?采集?还是食腐?这些问题都有望因此而得以解答。

第三,残留物分析可以帮助解读史前人类饮食结构。石制工具的加工对象中,很大一部分是古人类赖以生存的食物。提取了残留物来源信息,就可以了解史前人类的取食资源,通过与食谱分析、古人类体制特征研究相结合,探讨史前人类的取食特征与生理结构特征。

第四,中国现阶段对旧石器遗址古环境方面的研究主要集中在遗址地层土壤中的孢粉、植硅体、动植物化石和土壤粒度等分析上,这些样品与遗址文化遗存的直接关系难以确定。而石制品表面附着的残留物质则解决了样品与文化遗物的关系问题,使一切检测工作在考古学框架中进行,使古环境研究真正与古人类生存背景挂钩,让研究者真正达到解读古人类适应环境方式的目的。

我国新石器时代磨光石器的一些探索性研究已经为旧石器遗址石制品残留物分析做出了良好的铺垫。一些学者曾对海岱地区史前遗址出土的石磨盘、石磨棒等器物进行过淀粉粒的提取及鉴定分析,大致确定了此类工具研磨坚果及谷物类的功能[2,65]。吕烈丹(2003)对广西桂林甄皮岩遗址出土的石制品进行了残留物分析,从 123 个样品中成功提取出植硅体或淀粉粒残留[66],甄皮岩遗址也因此产生了中国第一部附带残留物分析报告的考古学专著。这些研究成果为磨制石器残留物的分析方法树立了模版和范例,同时也为旧石器遗址石制品的检测分析提供了重要的参考和借鉴。

到目前为止,中国发现旧石器时代文化地点 1000 余处,从中出土数百万计的石制品[67]。对于尝试性的石制品残留物分析,应选年代较晚、埋藏环境相对封闭稳定的遗址。所幸的是,我国目前所发现的古人类遗址中,旧石器时代晚期遗址占大多数,广泛分布于南北各地,既包括旷野堆积,也不乏洞穴堆积。这些遗址埋藏时间相对短,更容易提取其中出土石制品表面的残留物质。位于宁夏回族自治区的水洞沟遗址就是中国旧石器时代晚期典型遗址之一,其中第 2 地点埋藏于河湖相或河漫滩相堆积中,年代处于晚更新世之末。2007 年发掘出土的第二、三、四、五文化层部分石制品未经过清洗即单独封存,这些石制品在文化层中与哺乳动物骨骼、火塘遗迹、灰烬等共生,是进行残留物研究的理想材料。对这些材料的分析,将为解决水洞沟遗址性质、文化面貌、古人类生存行为特点和其他重要问题提供有力证据和线索。西北地区黄河流域晚更新世后期的大部分时间里气候较为干冷,为草原、荒漠草原环境[68],并以黄土堆积为特征,对内容物的风化侵蚀相对弱;目前学术界对黄土堆积的研究也较为成熟,在地层学、年代学、沉积学等方面都取得了大量可供参考的成果,可以极大地为残留物分析提供支撑信息。

我国旧石器时代文化遗址、地点众多,时间上从约 200 万年延续到 1 万年前。从地貌环境来看,遗址主要发现于山地-平原交汇处,地貌类型包括河流阶地、古湖畔和洞穴。这些地区具有环境和动植物资源的多样性;石器类型在总体上呈现由少变多、由粗到细的演变趋

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

势,形态演化上呈现缓慢的规范化和小型化趋势[69]。针对上述背景,很多石器功能学与人类行为问题亟待解决。这些条件与问题的存在为旧石器时代残留物研究提供了广阔的发展空间与潜力,相信此方面的研究不久就会发展壮大,攻克更多的难题,为中国乃至东亚人类起源与演化研究做出应有的贡献。

参考文献:

[1] 杨益民. 古代残留物分析在考古中的应用[J]. 南方文物, 2008, (2):20-25.

[2] 王强. 海岱地区史前时期磨盘、磨棒研究. 博士学位论文, 山东大学考古学及博物馆学. 2008.

[3] 吕烈丹. 考古器物的残余物分析[J]. 文物, 2002, (5):83-91.

[4] 陈淳. 旧石器时代考古学的昨天与今天[J]. 第四纪研究, 1999, (2):148-154.

[5] 杨晓燕, 吕厚远, 夏正楷. 植物淀粉粒分析在考古学中的应用[J]. 考古与文物, 2006, (3):87-91.

[6] 陈星灿. 遗留物分析能告诉我们什么. 中国文物报. 1998 年 10 月 11 日.

[7] 科林·伦福儒, 保罗·巴恩. 考古学理论、方法与实践[M]. 北京:文物出版社, 2004, 581.

[8] Briuer FL. New clues to stone tool function: Plant and animal residues[J]. American Antiquity, 1976, 41(4):478-484.

[9] Shafer HJ, Holloway G. Organic residue analysis in determining tool function[A]. In: Hayden B ed. Lithic Use-wear Analysis [R]. New York: Academic Press, 1979, 385-399.

[10] Broderick M. Ascending paper chromatographic technique in archaeology[A]. In: Hayden B ed. Lithic Use-wear Analysis[R]. New York: Academic Press, 1979, 375-383.

[11] 布里恩·费根. 考古学的"中程理论"[A]. 见:中国社会科学院考古研究所编. 考古学的历史、理论、实践[R]. 郑州:中州古籍出版社, 1996, 107-119.

[12] Anderson P. A testimony of prehistoric task: diagnostic residues on stone tool working edges[J]. World Archaeology, 1980, 12: 181-193.

[13] Unger-Hamilton R. The formation of use-wear polish on flint: beyond the "deposit versus abrasion" controversy[J]. Journal of Archaeological Science, 1984, 11(1):91-98.

[14] Loy TH. Prehistoric blood residues: detection on tool surfaces and identification of species of origin[J]. Science, 1983, 220: 1269-1271.

[15] Smitha PR, Wilson MT. Blood residues on ancient tool surfaces: A cautionary note[J]. Journal of Archaeological Science, 1992, 19(3):237-241.

[16] Bahn PG. Getting blood from stone tools[J]. Nature, 1987, 350:14.

[17] Gurfinkel DM, Franklin UM. A study of the feasibility of detecting blood residue on artifacts[J]. Journal of Archaeological Science, 1988, 15(1):83-97.

[18] Custer JF, Ilgenfritz J, Doms KR. A cautionary note on the use of chemstrips for detection of blood residues on prehistoric stone tools[J]. Journal of Archaeological Science, 1988, 15(3):343-345.

[19] Kooyman B, Newman ME, Ceri H. Verifying the reliability of blood residue analysis on archaeological tools[J]. Journal of Archaeological Science, 1992, 19(3):265-269.

[20] Hyland DC, Tersak JM, Adovasio JM el at. Identification of the species of origin of residual blood on lithic material[J]. American Antiquity, 1990, 55(1):104-112.

[21] Yohe RM, Newman ME, Schneider JS. Immunological identification of small-mammal proteins on aboriginal milling equipment [J]. American Antiquity, 1991, 56:659-666.

[22] Loy TH, Hardy BL. Blood residue analysis of 90000-year-old stone tools from Tabun Cave, Israel[J]. Antiquity, 1992, 66:24-35.

[23] Cannon KP, Newman ME. Results of blood residue analysis of a late paleoindian projectile point from Yellowstone National Park, Wyoming[J]. Current Research in the Pleistocene, 1994, 11:18-21.

[24] Fiedel S. Blood from Stones? Some methodological and interpretive problems in blood residue analysis[J]. Journal of Archaeological Science, 1996, 23(1):139-147.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[25] Loy TH, Dixon EJ. Blood residues on fluted points from eastern Beringia[J]. American Antiquity, 1998, 63:21-46.

[26] Jahren AH, Toth N, Schick K. Determining stone tool use: Chemical and morphological analyses of residues on experimentally manufactured stone tools[J]. Journal of Archaeological Science, 1997, 24(3):245-250.

[27] Fullagar R. The role of silica in Polish formation[J]. Journal of Archaeological Science, 1991, 18(1):1-24.

[28] Fullagar R, Mechan B, Jones R. Residue analysis of ethnographic plant-working and other tools from northern Australia[A]. In: Patricia A ed. Préhistoire de l'agriculture: nouvelles approches expérimentales et ethnographiques[R]. Paris: Centre nationale de la recherche scientifique. CNRS, Centre de recherches archéologiques, 1992.

[29] Williamson BS. Preliminary stone tool residue analysis from Rose Cottage Cave[J]. Southern African Field Archaeology, 1996. 5:36-44.

[30] Leach JD, Mauldin RP. Additional comments on blood residue analysis in archaeolgy[J]. Antiquity, 1995, 69:1020-1022.

[31] Leach JD. A brief comment on the immunological identification of plant residues on prehistoric stone tools and ceramics: Results of a blind test[J]. Journal of Archaeological Science, 1998, 25(2):171-175.

[32] Hardy BL, Garufi GT. Identification of woodworking on stone tools through residue and use-wear analyses: Experimental results [J]. Journal of Archaeological Science, 1998, 25(2):177-184.

[33] Wadley L, Lombard M, Williamson B. The first residue analysis blind tests: results and lessons learnt[J]. Journal of Archaeological Science, 2004, 31(11):1491-1501.

[34] Crowther A, Haslam M. Blind tests in microscopic residue analysis: comments on Wadley *et al*. (2004)[J]. Journal of Archaeological Science, 2007, 34(6):997-1000.

[35] Wadley L, Lombard M. Small things in perspective: the contribution of our blind tests to micro-residue studies on archaeological stone tools[J]. Journal of Archaeological Science, 2007, 34(6):1001-1010.

[36] Loy TH. Method in the analysis of starch residues on prehistoric stone tools[A]. In: Hather J ed. Tropical Archaeobotany: Application and New Development[R]. London: Routledge, 1994, 86-114.

[37] Atchison J, Fullagar R. Starch residues on pounding implements from Jinmium rock-shelter[A]. In: Fullagar R ed. Recent Studies of Australian Stone Tools[R]. Sydney: Sydney University Press, 1998, 109-125.

[38] Piperno DR, Holst I. The presence of starch grains on prehistoric stone tools from the humid neotropics: Indications of early tuber use and agriculture in Panama[J]. Journal of Archaeological Science, 1998, 25(8):765-776.

[39] Odell GH. Stone tool research at the end of the Millennium: Classification, function, and behavior[J]. Journal of Archaeological Research, 2001, 9:45-100.

[40] Dominguez-Rodrigo M, Serrallonga J, Juan-Tresserras J *et al*. Woodworking activities by early humans: a plant residue analysis on Acheulian stone tools from Peninj (Tanzania)[J]. Journal of Human Evolution, 2001, 40(4):289-299.

[41] Williamson BS. Prehistoric stone tool residue analysis from Rose Cottage Cave and other South African sites. In Archeological department. 2000, University of the Witwatersrand: Johannesburg.

[42] Williamson BS. Direct testing of rock painting pigments for traces of haemoglobin at Rose Cottage Cave, South Africa[J]. Journal of Archaeological Science, 2000, 27(9):755-762.

[43] Gibson NE, Wadley L, Williamson BS. Microscopic residues as evidence of hafting on backed tools from the 60,000 to 68,000 year-old Howiesons Poort layers of Rose Cottage Cave, South Africa[J]. Southern African Humanities, 2004, 16:1-11.

[44] Lombard M. Distribution patterns of organic residues on Middle Stone Age points from Sibudu Cave, Kwazulu-Natal, South Africa [J]. South African Archaeological Bulletin, 2004, 59:37-44.

[45] Lombard M, Parsons I, Van der Ryst MM. Middle stone age lithic point experimentation for macro-fracture and residue analyses: the process and preliminary results with reference to Sibudu Cave[J]. South African Journal of Science, 2004, 100:159-166.

[46] Williamson BS. Middle stone age tool function from residue analysis at Sibudu Cave[J]. South African Journal of Science, 2004, 100:174-178.

[47] Lombard M. Evidence of hunting and hafting during the Middle Stone Age at Sibidu Cave, KwaZulu-Natal, South Africa: a multianalytical approach[J]. Journal of Human Evolution, 2005, 48(3):279-300.

[48] Williamson BS. Subsistence strategies in the Middle Stone Age at Sibudu Cave: the microscopic evidence from stone tool residues [A]. In: d'Errico F, Backwell L eds. From Tools to Symbols: From Early Hominids to Modern Humans[R]. Johannesburg:

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Witwatersrand University Press , 2005 , 512-524.

[49] Lombard M. Finding resolution for the Howiesons Poort through the microscope : micro-residue analysis of segments from Sibudu Cave , South Africa[J]. Journal of Archaeological Science , 2008 , 35(1) :26-41.

[50] Lombard M , Wadley L. The morphological identification of micro-residues on stone tools using light microscopy : progress and difficulties based on blind tests[J]. Journal of Archaeological Science , 2007 , 34(1) :155-165.

[51] Hardy BL , Kay M , Marks AE *et al*. Stone tool function at the paleolithic sites of Sterosele and Buran Kaya III , Crimea : behavioural implications[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 2001 , 98 :10972-10977.

[52] Knepper D , Rutherford JM , Hayes DR *et al*. The archaeology of an urban landscape [A]. In : The Whitehurst Freeway Archaeological Project Volume I : Prehistoric Sites[C]. Washington DC : Parsons. 2006 , Vol. 1.

[53] Fullagar R , Jield J , Denham T *et al*. Early and mid Holocene tool-use and processing of taro (Colocasia esculenta) , yam (*Dioscorea* sp.) and other plants at Kuk Swamp in the highlands of Papua New Guinea[J]. Journal of Archaeological Science , 2006 , 33(5) :595-614.

[54] Maniatis Y, Tsirtsoni Z. Characterisation of a black residue in a decorated Neolithic pot from Dikili Tash , Greece : an unexpected result[J]. Archaeometry , 2002 , 44 :229-239.

[55] Lu T. The survival of starch residue in a subtropical environment [A]. In : Hart DM , Wallis LA eds. Phytolith and Starch Research in the AustralianePacificeAsian Regions : The State of the Art. Canberra :Pandanus Books , 2003 ,119-126.

[56] Shanks OC , Bonnichsen R , Vell AT *et al*. Recovery of protein and DNA trapped in stone tool microcracks[J]. Journal of Archaeological Science , 2001 , 28(9) :965-972.

[57] Seeman MF , Nilsson NE , Summers GL *et al*. Evaluating protein residues on Gainey phase Paleoindian stone tools[J]. Journal of Archaeological Science , 2008 , 35(10) :2742-2750.

[58] Kimura B , Brandt SA , Hardy BL *et al*. Analysis of DNA from ethnoarchaeological stone scrapers[J]. Journal of Archaeological Science , 2001 , 28(1) :45-53.

[59] Rots V , Williamson BS. Microwear and residue analyses in perspective : the contribution of ethnoarchaeological evidence [J]. Journal of Archaeological Science , 2004 , 31(9) :1287-1299.

[60] Barton H. Starch residues on museum artefacts : implications for determining tool use [J]. Journal of Archaeological Science , 2007 , 34(10) :1752-1762.

[61] Pearsall DM. Paleoethnobotany : a handbook of Procedures[M]. San Diego : Academic Press , 2000.

[62] Therin M. The movement of starch grains in sediments[A]. In : Fullagar R ed. A Closer Book : Recent Australian Stuies of Stone Tools[R]. Sydney :Sydney University Press , 1998 ,61-72.

[63] Odell G. Stone tools analysis[M]. New York : Kluwer Academic/Plenum Publishers ,2004.

[64] 高星 ,沈辰. 石制品微痕分析在中国考古学中的应用与发展前景[A]. 见 :高星 , 沈辰主编. 石器微痕分析的考古学实验研究[R]. 北京 :科学出版社 , 2008 , 1-22.

[65] 上条信彦. 山东半岛磨盘与磨棒的使用微痕及淀粉粒分析[A]. 见 : 峦丰实 ,宫本一夫主编. 海岱地区早期农业和人类学研究[R]. 北京 :科学出版社 , 2008 , 122-135.

[66] 吕烈丹. 甄皮岩出土石器表面残余物的初步分析[A]. 见 :中国社会科学院考古研究所等编. 桂林甄皮岩[M]. 北京 : 文物出版社 ,2003 , 646-651.

[67] 张森水. 管窥新中国旧石器考古学的重大发现[J]. 人类学学报 , 1999 , 18(3) :193-214.

[68] 王幼平. 中国远古人类文化的源流[M]. 2005 , 北京 : 科学出版社. 2005.

[69] 高星 ,裴树文. 中国古人类石器技术与生存模式的考古学阐释[J]. 第四纪研究 ,2006 ,26(4) :504-513.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Stone Tools Residue Analysis: Review and Prospect

GUAN Ying[1,2], GAO Xing[1]

(1. *Laboratory of Human Evolution and Archaeometry, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100044;
2. *The Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100039)

Abstract: The interpretation of the stone tools plays an substantially important role in the reconstruction of prehistoric society. Nowadays, the functional research of stone tools is considered as an indispensable field in archeology besides the materials procurement, knapping technology, assemblage analysis and human behaviour. Residue analysis is a technique of functional analysis developed in the West on 1970s which for the extraction and identification of the residues on the surface of artifacts with modern technologies. Through more than forty-years development and improvement, the residue analysis has become an essential part of stone tools function research which has attracted plenty of researchers to set foot in. From Lower to Upper Paleolithic, there are abundance of sites including cave sites and open air sites in China. Over the years, the studies were almost focused on the typological and technological attributes of the stone artifacts, however, to most of the materials, we have not extracted all the information possessed by artifacts jet. The residue analysis could make up and improve the situation at a great extent and give huge contribution to the functional studies and the paleoenvironmental reconstruction. This article focuses on the review and prospect of residue analysis research history in the West and explains some of the methods and technologies at the same time. These methods and technologies should be introduced to Chinese paleolithic archeology at present and certainly could have profound impacts to the future research.

Key words: Paleolithic; Artifacts; Residue analysis; Research history

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net