

大学研究型课程专业系列教材

总主编 陈谦平

· 历史学类 ·

考古学与博物馆学研究导引[下]

贺云翱 王晓琪 编著



南京大学出版社

南京大学人文基金项目

大学研究型课程专业系列教材 总主编 陈谦平

· 历史学类 ·

考古学与博物馆学研究导引[下]

贺云翱 王晓琪 编著



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

考古学与博物馆学研究导引 / 水涛, 贺云翱, 王晓琪编著. — 南京: 南京大学出版社, 2011.5
大学研究型课程专业系列教材. 历史学类
ISBN 978-7-305-07632-9

I. ①考… II. ①水… ②贺… ③王… III. ①考古学—高等学校—教材 ②博物馆学—高等学校—教材 IV. ①K85 ②G260

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 190003 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出 版 人 左 健
丛 书 名 大学研究型课程专业系列教材·历史学类
书 名 考古学与博物馆学研究导引(下)
总 主 编 陈谦平
编 著 贺云翱 王晓琪
责任编辑 张平凤 编辑热线 025-83594071
照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 扬州鑫华印刷有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 29.75 字数 590 千
版 次 2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-07632-9
总 定 价 118.00 元(上、下)
发行热线 025-83594756
电子邮箱 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购图书销售部门联系调换

目 录

第四章 考古学与科学技术	1
导 论	1
选 文	3
第一节 年代测定技术	3
放射性同位素在考古学上的应用(夏鼐)	3
关于考古系列样品 ¹⁴ C测年方法的可靠性问题(仇士华 蔡莲珍)	8
彭头山等遗址陶片和我国最早水稻遗存的加速器质谱 ¹⁴ C测年 (陈铁梅 R. E. M. Hedges)	12
瓷器热释光测定年代中古剂量的正确估算(王维达)	20
第二节 定量分析技术	30
河南省出土二里岗期前后的陶豆的分期(陈铁梅)	30
公元前 2500 年~公元前 1500 年中原地区农业经济研究(赵志军)	34
公元前 2500 年~公元前 1500 年中原地区动物考古学研究(袁靖 等)	45
第三节 图片判读技术	67
遥感考古的原理与方法(刘建国)	67
GPR 技术在考古勘探中的应用研究(高立兵)	73
青海民和喇家遗址磁法探测的新成果(中国社科院考古研究所 等)	82
第四节 文物保护技术	87
考古发掘现场文物保护(王蕙贞)	87
中国丝绸之路土遗址的病害及 PS 加固(李最雄)	107
文物建筑材质的研究与保存(黄克忠)	117
蓬勃发展的科技考古学(王昌燧)	123
问题与思考	133
第五章 博物馆学的理论与方法	134
导 论	134
选 文	138
第一节 博物馆的分类与管理	138
略论博物馆的类型(王英)	138
博物馆的分类(梁吉生)	145
世界博物馆类型综述(黎先耀 张秋英)	148
遗址博物馆的分类(郭向东)	154

生态博物馆的思想及中国的行动(苏东海)	158
博物馆管理浅析(单霁翔)	165
藏品分类(宋伯胤)	178
博物馆藏品管理工作(田静)	200
第二节 博物馆的功能与定位	205
博物馆的教育功能(曾昭燏 李济)	205
博物馆的科研功能(郑振铎)	211
博物馆的功能(王宏钧)	213
国际博物馆学界关于博物馆功能的讨论(冯承柏)	217
遗址博物馆的社会功能(吴永琪)	220
科学博物馆在中国的地位与作用(周国兴)	229
现代化进程中的中国博物馆事业(杨志刚)	232
博物馆与考古学(苏文)	238
第三节 博物馆与公众	244
博物馆观众调查与研究(陆建松)	244
博物馆观众研究的课题和方法(陈红京)	251
历史陈列与观众的沟通——感动观众(宋向光)	256
观众心理与博物馆讲解(吕继熔)	261
博物馆志愿者工作(李易志)	265
第四节 数字博物馆与虚拟博物馆	272
数字博物馆(李文昌)	272
“新博物馆学”语境中的数字博物馆(尹彤云)	278
西北大学考古数字博物馆的设计与建立(朱晓冬 等)	284
虚拟博物馆([加拿大]莲安·麦克塔维希)	291
问题与思考	297
第六章 文化遗产学问题	298
导论	298
选文	301
第一节 文化遗产的一般理论	301
中国考古学与文化遗产保护(曹兵武)	301
文化遗产研究与文化遗产学(杨志刚)	306
建立“文化遗产学”是否必要(贺云翱)	309
论世界遗产在中国的综合效应(郭旗)	314
“真实性和完整性”原则与世界遗产保护(张成渝 谢凝高)	317
文化遗产保护的原真性原则(阮仪三 林林)	324
世界遗产的“不可再生”价值(郑孝燮)	330
论确立科学的非物质文化遗产观(向云驹)	334
第二节 文化遗产的政策与对策	340

世界遗产的法律保护(刘红婴 王健民)	340
文化遗产保护法律建设和规范(于海广 王巨山)	345
非物质文化遗产保护的法律法规、制度和措施(于海广 王巨山)	350
我国需要《世界遗产管理条例》:理由与建议(徐高龄)	356
加强世界文化遗产保护管理工作的思考(单霁翔)	367
第三节 文化遗产的分类与管理	371
文化遗产学的研究对象(贺云翱)	371
文化线路:世界遗产的新类型(吕舟)	377
工业遗产保护现状的分析与思考:关注新型文化遗产保护(单霁翔)	380
第四节 文化遗产的保护与利用	391
欧洲文物保护和修复工作的简史及其理念(王瑞珠)	391
新中国文化遗产的保护(于海广 王巨山)	402
中国文化遗产保护三十年(吕舟)	419
保护自然文化遗产 复兴山水文明(谢凝高)	428
非物质文化遗产保护与国家文化发展(李昕)	434
对世界文化与自然遗产教育的探讨(孙克勤)	441
文化遗产日的意义(冯骥才)	449
寻求遗产保护和旅游发展的“双赢”之路(阮仪三 肖建莉)	459
问题与思考	467

第四章 考古学与科学技术

/ 导 论

考古学与自然科学的结合在其发轫期就出现了。考古学研究的基础理论——地层学与类型学分别借鉴了自然科学中的地质学和生物学。随着多学科综合研究的深入,考古学的研究领域也在日益拓展。考古学已经从单一的发掘实物资料向多方位获取信息转化,从探索特殊地区的文化特征向多地区文化交互研究过渡。在时空的维度里,科学技术的发展使得考古学家不仅仅关注更为精确的测年,也将他们的视线投入更加广阔的空间,借助定量分析的方法、依靠图片识别的技术,在科学保护的观念之下,来探寻早期人类生活、生产的真实场景。

年代判定是考古学研究的基础,尤其是对于没有文献记载,却与人类文明起源联系紧密的考古发现,准确的测年成为考古学家十分关注的问题。20世纪40年代,美国芝加哥大学的 Libby 教授提出 ^{14}C 断代方法,并公布第一批年代数据。之后,科学家们利用 ^{14}C 测定考古学遗迹、遗物绝对年代的做法日益普遍与深入。在20世纪50年代的中国,时任中国科学院考古研究所所长的夏鼐先生第一个撰文介绍 ^{14}C 方法。从常规 ^{14}C 到 AMS- ^{14}C 测年,科学技术的发展满足了对不同样品的测样要求,实现了样品量从几百克、几十克到几毫克的突破;测样时间也从几十个小时缩短到几十分钟;再结合树木年轮校正方法,理论上则可以将8000年以内的测年误差缩小到 ± 20 年。考古学研究中常用的另一种断代方法是释光法。释光断代方法的引入不仅为含有石英、长石等物质的考古样品(如出土最多的陶器)的测年提供了可能,也为古陶瓷的鉴别真伪提供了科学的依据。除此之外,钾氩测年法、古地磁测年法、铀系同位素断代法、电子自旋共振法、黑曜石水合法、裂变径迹法、氨基酸外消旋断代法等都在丰富多样的考古学文化绝对年代的判定中有所应用。

由于考古学研究的文化元素纷繁复杂、种类繁多,为了从中厘清它们的相互关系、还原真实可信的古代社会面貌,考古学的研究方法开始逐步从发掘现场进入科学实验室,从简单的样品描述走向系统的数理统计,从定性判断走向定量研究。考古学家们开始利用概率统计学的基本原理,设定多个研究变量,应用聚类、主成分分析、相关因子分析等多元统计方法,系统和科学地扩展考古学的研究内容。对出土陶片进

考古学与博物馆学研究导引(下)

行聚类分析,对动物骨骼开展可鉴定标本数和最小个体数甄别,以及对植硅石种类和数量进行判定,乃至对古代人类体质特征进行识别等研究工作,均是在一定深度和广度的定量分析的基础上,以综合和比较的视角来探寻古代的各种信息——或是追溯古陶器的产地来源,或是研究古代动植物类型,或是探究人类起源、迁徙、融合以及人地关系,以期复原一个更为清晰、全面、动态的古代社会。但是,单一的定量研究方法并不能排除主观性,因为研究者对材料选取、不同内容权重分配、相关因子关联性等选择上可能会存在各自的取舍。因此,最好将定量方法同考古背景以及其他考古学研究方法有机结合,才能最大程度地减少这种偏误的产生。尽管使用定量方法研究考古问题具有一定的数理难度,但考古学家们并没有望而却步,相反地,却在不同的研究领域尝试了一系列的应用和推广,并发表了多篇利用数理方法进行考古学研究的论文,涉及陶器、贝类、动物骨骼、植物遗存等方面。2005年9月出版的由北京大学考古系教授陈铁梅先生编著的《定量考古学》是国内第一本介绍定量考古学的著作。该书在系统介绍统计学原理的基础上,结合丰富的考古实例,深入浅出、循序渐进,将定量分析的方法如何合理、有效地在考古学研究中发挥作用剖析得清晰透彻,对于指导和帮助考古人员的学习与工作具有非常积极的作用。

当然,数理的方法不仅应用于对已发掘出土的考古资料的整理、统计以及推演,也开始涉及到对未知的古代遗迹、遗物的探寻,并呈现增长的趋势。其中,最具代表性的就是遥感技术、地面物探等方法中对数字图像的识别与解读。前者是在不同的空间位置,以航天飞机或者卫星为主要载体,运用摄影机、扫描仪、雷达等成像设备,在不同的时间里,对被测对象进行拍照,然后运用图形处理技术,对拍摄资料进行释读,以探查考古遗迹的方法;而后者则主要应用在地表,依据所测区域内含物的物理性质的不同来判断遗迹或遗物的位置和形状,包括探地雷达法、电阻率法、电磁法等。由于考古发掘工作的不可逆性,为了避免所发掘的区域还未能完全揭示遗迹或遗物的特征时已遭到无意识的破坏,应用遥感等非侵入性方法的优势便显而易见。但是,对于图片释读需要专业的知识,这在一定程度上增加了判断的难度。在我国很多著名的考古遗址,例如秦始皇陵、唐昭陵古墓葬、汉长安城、安阳殷墟等均开展过卓有成效的遥感勘察工作。同时,物探的方法在商丘东周城址考古勘探、绍兴印山大墓以及山西陶寺古城墙、青海喇家遗址等多处考古探查中也有所应用。

正是由于科学技术与考古学的结合日益紧密,对不可再生的考古遗迹、遗物来说,开展科学的保护与修复已经成为可能,并且刻不容缓。在以“预防性”保护为原则的前提下,分析出土物的成分结构与埋藏环境,探寻其老化、腐蚀机理,选择最优保存材料与环境,已成为文物保护工作的重要组成部分。物理和化学方法不断应用其中。考古发掘现场出土物的提取及保护、实验室内的显微观察、X射线探伤以及XRD、XRF、SEM、TEM、IR等测试纷纷成为考古学研究不可或缺的一部分。保护是为了延续,为了给过去一个未来。考古学家重任在肩,如何利用他山之石,更加全面地为

考古学研究服务,已成为新世纪考古学家们需要不断思考的问题。

考古学与科学技术所涉及的范围极其广泛,篇幅所限,无法枚举。有关研究应用型论述近年来更是层出不穷,这里也不可能选录过多。本章主要选取了在考古测年、定量分析、图片释读、科学保护等方面有代表性的几篇论文和书章节选,反映了不同时期科学技术的发展对考古学研究所产生的重要推进,具有很高的学术价值,对于科技考古和文物保护学的学习和研究很有启发和借鉴意义。

/ 选 文

第一节 年代测定技术

放射性同位素在考古学上的应用

——放射性碳素或 ^{14}C 的断定年代法

夏 鼐

导 言——

本文选自《考古通讯》1955年第4期。

本文是国内第一篇介绍利用 ^{14}C 方法进行考古代测定的文章。 ^{14}C 方法是考古学绝对年代测定中最常用的方法之一,尤其是对于没有文字记载的史前考古学研究而言,准确的年代测定已成为合理和科学解读文化现象的基础。作为将自然科学方法与考古学研究相结合的倡导者,夏鼐先生于1955年首次将这种“放射性碳素革命”方法系统、详实地介绍给国内的考古学者。文中列举了许多国际著名的测年实例,有关 ^{14}C 测年中可能遇到的疑难问题,诸如半衰期、样品量、数据校正等,几乎都有所涉及与讨论。

今年1月苏联部长会议发表声明决定帮助我国和其他国家研究和利用原子能问题以后,大家对这个问题都非常重视。许多报纸、杂志都介绍和宣传放射性同位素在工业上、医学上、生物学上和其他自然科学上的应用。但是关于放射性同位素在考古学上的应用,仍很少有人谈起。所以我写这一篇来介绍一下。

我们都知道化学上的不同的元素是由不同的原子所组成的。依照现代物理学的研究,原子是像行星系一样,中心是原子核,外围有像行星一样绕核旋转的电子若干个。原子核又是由质子和中子等组成的。不同的原子所带的电子数目也各不相同,例如氢原子只有1个电子,碳原子有6个电子。每一种元素的原子中,它的电子和质子的数目都是相等的,但是中子的数目可以不同,例如氢原子一定要有电子质子各1个,但是它可以没有中子,也可以有1个或2个;碳原子一定要有电子质子各6个,但是中子可以有6个或7个。化学家把各种元素依照它们原子所带电子逐渐增加的数量和它们的化学性质,排列成一个表,叫做元素周期表。在这一表中,每种元素都有它的一定的位置。像上面所说的那3种含有不同数目的中子的氢元素,在这表中是占同一位置的。那两种不同的碳元素也是另外占同一位置的。因此,这3种氢元素或这两种碳元素,就叫做“同位素”。这些同一元素的同位素,不仅在周期表中序数的位置相同,并且化学性质也相同;但是它们的原子量却因为所带的中子数目不同而各不相同(所谓“原子量”是指某一元素的一个原子对于普通氧原子的比较重量,假定普通氧的原子量是16)。上面所说的碳元素的两种同位素,它们的原子量是12和14,各不相同。前者是普通的碳素,后者是带放射性的,所以叫做“放射性碳素”,它是碳素的“放射性同位素”。化学家也有根据它的原子量叫它“ ^{14}C ”,如果采用化学符号可以写作 ^{14}C 。所谓“放射性”,是指它们能够自发地不断地分裂而放射出一种粒子或射线,直至完全丧失这性能而后止(关于原子构造和同位素,可参阅中华全国科学技术普及协会出版“原子能通俗讲话”3~5页,1955年)。

在高空的上层气流中,因为宇宙线的放射,产生了中子。这些中子和空气中的氮元素起了反应,便产生了 ^{14}C 。氮原子受了宇宙线中子的撞击后便发生了爆炸,放出一个质子,而吸取一个中子,因之便转化为 ^{14}C 。这些 ^{14}C 和普通碳素一样,在空气中和氧化合成为二氧化碳而被植物所吸收以光合成碳水化合物,又由经过食用植物而被动物所摄取。此外,二氧化碳也有溶解于水中的。所以,动植物体内的组织中和海水中都含有这种 ^{14}C 。一切放射性同位素都有一定的“半衰期”,即在一定的期间中,其中一半因为放射而转化为不带放射性的普通元素。例如 ^3H 的半衰期是12.5年, ^{60}Co 的半衰期是5.3年。至于 ^{14}C 的半衰期,据精密的测量是 $5\,568\pm 30$ 年。地球上的 ^{14}C 因放射而消失的分量,和高空中新产生的分量,据研究的结果是成一平衡状态。并且可以计算得出来,地球上现有的 ^{14}C 是81公吨左右。每一定量的碳素中含 ^{14}C 的分量仅 $1/3\,100\,000\,000$ 。动植物活着的时候,他们所吸收进来的 ^{14}C 的分量,可以抵偿他们体内原有的 ^{14}C 的分裂消失,所以他们体内所含的碳素中 ^{14}C 的分量是和地球上一般的碳素中的相同。据精密测定,每克的碳素每分钟分裂15.6次,即放射出15.6粒的 β 粒子。动植物死亡后, ^{14}C 不再被吸收进去,只有因放射而逐渐减少。

减少的速度,便是依照前面所说的“半衰期”的年数,即经过 $5\,568 \pm 30$ 年后减少一半。也就是说,每克碳素每分钟只分裂 7.8 次。残留的部分,每再经过 $5\,568 \pm 30$ 年,便再减少 $1/2$ 。这种 ^{14}C 的衰减过程,是地球上任何地点都是一样的,和经纬度或高度无关;并且不受外界普通物理作用如压力、温度等的影响,也不受所接触的物体的化学成分的影响。所以我们只要能测定古代动植物体内碳素含的 ^{14}C 的分量,便可以计算出这些动植物的死亡的年代。和这些动植物同时代的当时人类的年代,也便可以计算得出来了。因为 ^{14}C 的放射性是很微弱的,测量的方法,需要使用该革氏计数器。计数器是现代物理学最精密的仪器之一,能够用来发现和记录个别原子衰变。它的灵敏度超过天平的灵敏度好几万万倍。 ^{14}C 所放射出的 β 粒子,每一粒穿过计数管的薄管时,便在管中引起一个瞬时间的电流冲。这个电流经过放大之后,利用扬声器就很容易听见,用机械记录器也可以记录下来(关于放射性同位素的性质,可参阅聂依芒“放射性同位素在工业上的应用”的导论,译文见科学通报 1955 年 2 月号)。

二

放射性化学家发现了上节所说的事实,并用实验证明后,便想拿来应用到考古学上,并在 1948 年由考古学家和地质学家组织一个委员会来协助搜集和鉴定有关的古物标本。最初是拿已知年代的古代有机物遗存做实验,以考验所测定的结果是否和根据文献所推知的估计相符合。1949 年初次发表结果,到了 1951 年末,所做的试验标本已达 300 种以上。现在选出几个例子,列表于下(所列的年代都是至距今若干年,即从做试验时起算):

试验标本	^{14}C 测定年代	根据文献推知年代
埃及第一朝宰相黑曼卡墓顶橡木	$4\,883 \pm 200$	$4\,900 \pm 200$
埃及第三朝法老左赛墓中木头	$3\,979 \pm 350$	$4\,650 \pm 75$
埃及第四朝法老斯内腓庐墓中扁柏木材	$4\,802 \pm 210$	$4\,575 \pm 75$
埃及第十二朝施努塞特三世的墓侧神船	$3\,621 \pm 180$	3 750
埃及托勒密时代木棺	$2\,190 \pm 450$	2 280
死海附近新发现旧约以赛亚书抄本包袱	$1\,917 \pm 200$	公元前一或二世纪
叙利亚泰伊奈特遗址房屋地板	$2\,531 \pm 150$	$2\,625 \pm 50$

这里除了左赛墓出土的标本所测定年代太低,其余大致都还符合。那件不符合的标本,或许是后世物混入墓内,或原物污染了近代的碳素。像这种试验结果和预计的相差很大的例子,曾发生过几次。大多归因于资料方面有问题,虽然有时可能由于

考古学与博物馆学研究导引(下)

技术方面的欠缺。一般的结果可以说已证明了 ^{14}C 测定法的可靠,并且同时也证明了过去几千年来空气中碳素内所含 ^{14}C 的分量,保持一种平衡状态,和今日相同。

对于已知年代的标本的试验成功以后,接着拿不知确实年代的标本来做试验,这是完全依靠所测定的 ^{14}C 的含量来计算标本的年代。因为 ^{14}C 的测定法有相当程度的误差(说明见下节),所以在有文献记载的时期内,它所断定的年代还是远不及文献所供给的断代材料的细密,只能作为校对或印证文献材料之用。至于有文献记载以前的年代,从前都是出于不可靠的推测,时常引起争执,难有定论。这个测定法供给了客观的解决方法。虽然它并不像文献上年历的那样精密,但出入不大。对于断定有文献记载以前的时代,用处最大。

现在根据已发表的材料,举出几个例子如下(所标年代都是指距今年数):(1) 法国 1940 年所发现的有壁画的拉斯科山洞文化层中木炭(马格德林期初期或稍早), $15\ 516 \pm 900$;(2) 法国拉加累内山洞文化层(马格德林期第Ⅲ分期)烧过的两批兽骨标本, $11\ 109 \pm 480$ 和 $12\ 986 \pm 560$, 含有烧过兽骨、木炭和泥砂的灰土, $15\ 847 \pm 1\ 200$;(3) 美国拉布克地区,福尔索姆文化层(美洲最早的人类文化遗迹)中烧过兽骨 $9\ 883 \pm 350$;(4) 英国纽克州 1949—50 年发掘的斯塔卡尔遗址(中石器文化)出土的木材, $9\ 488 \pm 350$;(5) 英国昆布兰地方湖畔居住遗址(新石器文化)出土焦木 $4\ 964 \pm 300$;(6) 英国斯同亨治(石阡)第 32 号柱洞所出的木炭(新石器晚期), $3\ 798 \pm 275$;(7) 伊拉克 1950 年发现的查摩文化(最早的新石器文化定居地遗址)蜗牛壳, $6\ 707 \pm 320$;(8) 埃及法雍伊 A 期文化(新石器)麦粒两批标本, $6\ 095 \pm 250$ 和 $6\ 391 \pm 180$;(9) 埃及开罗附近埃尔俄马利地方王朝前文化中期(新石器)遗址所出木炭, $5\ 256 \pm 230$;(10) 日本 1948 年发现的姥山贝冢底层(日本最早的房屋遗迹,属于绳文土器文化)出土的木炭, $4\ 546 \pm 220$;(11) 中国辽宁普兰店沼泽层出土莲子, $1\ 040 \pm 210$ 年。

前面所举的 11 个例子,在考古学上都是很有意义的。从前以为旧石器时代的马格德林文化是距今 5 万至 2 万年。现在根据 ^{14}C 的测定,便应该缩短了不少。美洲最早的文化遗迹,从前多以为是 25 000 年以前,现在知道距今仅 10 000 年左右,美洲才有人类。北美洲的威斯康星冰期的曼卡托分期的年代,从前以为 25 000 年以前的事,现在由冰期堆积层中的树木标本 5 种的 ^{14}C 的测定,可以断定为 11 000 年前的事。美洲的最初殖民,便是在冰河北退后由亚洲经白令海峡过去的。北美洲的这最后一次冰河的最后分期,和欧洲北部的是同一时代。后者的年代也曾由 ^{14}C 测定法来确定过。这在地质学上也解决了一个重要问题。第(4)至(6)例所测定的年数,显示西欧由中石器文化演化到新石器文化的过程。第(7)至(9)例子,确定了近东新石器文化起源的年代。至于日本的新石器文化的开始,从前有以为早到公元前 3000 年以前,现在知道并没有这样早。普兰店所出的莲子,是日本人贺一郎所采集的,据说在普兰店河畔古代泥炭层中发现的,并且据说这泥炭层可能早到第四纪(更新统)。贺一郎曾经使这种莲子发了芽。当时曾轰动一时,以为居然使几千年或甚至万年以前的莲子发了芽。现

在根据 ^{14}C 含量的测定,知道它们距今不过 $1\,040\pm 210$ 年而已。

就上面所说的结果,便可以知道这测定法的重要性。从前对于有文献记载以前的年代,只能根据地层的证据以确定各有关的文化的相对年代,譬如说,仰韶文化早于龙山文化,龙山文化又早于殷商。至于绝对年代,便无法确知;有些人加以大胆的推测,譬如安特生所推定的甘肃“史前文化”六期的年代,但决不能取得大家的同意和信任。有些文化因素没有地层证据可以与别的文化发生关系,因之,连他们的相对年代也不能确定。我们想要知道一个区域内文化的演化阶段的先后,和各阶段演化的迟速,我们须要知道它们的绝对年代。我们想要知道毗连区域的文化到底是谁影响了谁,也须要先知道他们的绝对年代,以便确定它们的先后。虽然我们也可用遗物的形态的比较来推测它们的先后,但一般考古工作者都知道这种型式学的证据常常是靠不住的。现在这 ^{14}C 测定法给予了我们以有力的武器,使我们可以解决这些困难的年代问题。

三

但是这测定法也有它的局限性。由上节所引的测定数字,我们可以看出来,所测定的年代并不能精密到可以确定在哪一年。测定数的“误差”是100年到1200年不等。这误差的大小,一方面是和标本的年代远近有关,因为 ^{14}C 的半衰期的测定中已有 ± 30 年的误差,即每一个半衰期便有这样大的误差。年代越长,误差当然也越大。另一方面,也和实验时间的长短有关。普通这种实验是继续48小时。如果计数的时间拉长,误差也可减少。有人以为“ ± 100 年”是表示错误不会超过100年。这说法是不正确的。“误差”这名词和代表它的符号,是统计学上所用以表示“标准差”的。它的意义是:真实的年代在这标准差以外的或然率仅只有 $1/3$,在这标准差加倍数以外的或然率仅只有 $1/20$ 。拿我们在上节所举的第一个测定年数 $4\,883\pm 200$ 作为例子。这是说真实的年代在距今 $5\,083\sim 4\,683$ 年间的可能性是 $2/3$,在这范围以外的可能性只有 $1/3$ 。在距今 $5\,283\sim 4\,483$ 年间的可能性是 $19/20$,在这之外的只有 $1/20$ 。这是统计学上一般所用的意义。

另一种限制是由于 ^{14}C 的放射性的低微,现下的技术只能测定25000年以内的年代。因为它的半衰期是 $5\,568\pm 30$ 年,我们可用它的约数6000年来计算一下,便可知道经过了12000年只剩 $1/4$,18000年只剩 $1/8$,24000年只剩 $1/16$,经过了这第四个半衰期,所剩余的放射性便太过于微弱了。最近听说企图用提炼试样使浓化的方法以便能测定到30000年,但还未成功。所以像北京猿人时代的标本,已超出这年代的范围以外,现下是不能使用这方法来测定的。

最后,我们谈一谈试样的质量和分量。这些古代有机物的试样一定要纯粹未经污染的。如果混入时代较近的有机物,即使是草根的残丝,细菌的粒点,都要影响到测定的正确性。如果地层不清楚,所用的标本整个是近代的東西,那么测定的结果不

考古学与博物馆学研究导引(下)

仅完全不能用,反会引起错误的推论。考古发掘时采集标本要特别留意。储藏和寄递时也都要注意,不要使之潮湿生霉,不要用棉花包裹以致混入纤维。根据实验的经验,试样的材料最好是木炭或烧成炭的其他有机物如兽骨之类,其次是木头、或草、布和泥炭,再其次为保存良好的鹿角和贝壳。至于兽骨因为所含碳素极少,须要大量标本,并且质如海绵多孔,易受沾染,所以不大适用。烧过的骨头因为当时所含的有机质未经腐化消失,也烧成碳素,所以和木炭一样适用。试样的分量,每一回试验须要纯粹碳素 10~12 克。为了获得正确的结果,最好是能做两回或更多的试验。各种不同性质的试样,以两回计算,所须要的分量如下(克为单位):木炭 65,木头、草或泥炭 130,保存良好的贝壳 260,烧过的骨 1 000,鹿角或其他角质物 1 000~1 500。

从前做考古发掘工作的,对于这些东西,时常完全丢掉不要;或仅加记录,而抛弃实物,不加采取。现在我们知道了它们的重要性,今后做发掘工作时,要特别加以注意。

(以上各节材料,根据利比所著的“放射性碳素测定年代法”一书^①)

四

¹⁴C 的测定年代法,对于考古学的研究是非常重要的。苏联科学院在总结 1951 年的苏联科学工作时,便已指出“考古学者至今还没有利用这一种大有前途的确定有机来源的化石年龄的方法——按照化石中所含放射性碳素来确定其年代的方法”,这种情况是应加改进的^②。苏联现在早已经利用这方法了^③。我国到现在还没有利用这方法来测定年代。考古研究所现正向有关的研究机关提出计划请求协助。我们希望在不久的将来,这计划能够实现。

关于考古系列样品¹⁴C 测年方法的可靠性问题

仇士华 蔡莲珍

导 言——

本文原载《考古》2001 年第 11 期,现选自《科技考古》第一辑(中国社会科学出版社,2005)。

① W. F. Libby, *Radiocarbon Dating*, 1952, University of Chicago Press.

② 译文见《科学通报》1952 年第 6 期,第 368 页。

③ 《人民日报》1955 年 4 月 9 日第 4 版,新华社消息。

仇士华,中国社会科学院考古研究所研究员,主要从事考古测年研究。蔡莲珍,中国社会科学院考古研究所研究员。

本文是作者针对较新的考古系列样品测年方法,即“将田野考古的层位和文化分期的相对年代序列转换为精确较高的绝对年代序列”,所做的有关理论和实践方面的综合阐述,并强调了其在解决古代文明探源年代问题中的重要作用,同时也为计划开展 ^{14}C 测年的考古学者解答了有关树木年轮校正、数据匹配等方面的疑惑。

利用考古系列样品的 ^{14}C 测年方法,就是把田野考古的层位和文化分期的相对年代序列转换为精度较高的绝对年代序列。从而定出考古事件的日历年代,使误差缩小。这种方法在夏商周断代工程中发挥了重要作用。由于方法和概念都是新的,虽然在考古刊物上曾做过全面介绍^①,但在考古界还有一些人不理解,或者怀疑方法的可靠性。因此,有必要针对一些问题做一次简明扼要和普及性的论述,以便更有效地推广应用。

1. ^{14}C 年代不是日历年代 目前考古界已众所周知,由于过去大气中 ^{14}C 放射性水平有起伏变化,因此,根据统一的现代碳标准和测出的考古样品的残留 ^{14}C 放射性水平计算出的样品的 ^{14}C 年代不是日历年代。要经过年代校正,才能转换到日历年代。

2. 高精度 ^{14}C 年代—树轮年代校正曲线 树木每年生长一轮,称为年轮。树木年轮可以同日历年相对应。同时,树木的每一轮木片可以测出相应的 ^{14}C 年代。若以树木年轮的 ^{14}C 年代为纵坐标,相应的树轮年(日历年)为横坐标,即可绘制出一条曲线,称为 ^{14}C 年代—树轮年代校正曲线。目前 ^{14}C 年代的误差可以到 ± 20 年以内,可算是高精度水平。1986年以来公布的树轮校正曲线都是高精度的。可以论证这种校正曲线是全球通用的,实践证明也是如此^②。

3. 单个样品的 ^{14}C 年代校正 任何一个样品的 ^{14}C 年代都可以通过树轮校正曲线转换为日历年代。但是,由于曲线是不规则的,起伏无常,各时段的特征都不一样。同一 ^{14}C 年代在校正曲线上可以对应几个点,因此,一般校正后的年代误差会增加,只有极少数几个时段校正后误差会缩小^③。

4. 树轮系列样品的 ^{14}C 年代校正 对于保存完好的古代木头样品,如有50年以上的树龄,并且其年轮可以清数,则可同建立树轮校正曲线一样,每10轮取一个样,

① a. 仇士华、蔡莲珍:《 ^{14}C 断代技术的新进展与“夏商周断代工程”》,《考古》1997年第7期。

b. 蔡莲珍、仇士华:《贝叶斯统计应用于 ^{14}C 系列样品年代的树轮校正》,《考古》1999年第3期。

② M. Stuiver & R. Kra, eds.: Calibration Issue, *Radiocarbon*, 28(2B): 805~1030, 1986.

③ 仇士华、张长寿:《晋侯墓地M8的 ^{14}C 年代测定和晋侯稣钟》,《考古》1999年第5期。

考古学与博物馆学研究导引(下)

连续取 5 个以上的样,测出其¹⁴C 年代数据,经过与树轮校正曲线匹配拟合,可以把木头的生长年定准到误差不超过 10 年。例如,河南郑州商城二里冈文化上层一期水井中出土的井框圆木,测出最外轮的年代为公元前 1400±8 年。这应相当于水井建造年代^①。

5. 按文化分期或者地层连续的系列样品的¹⁴C 年代校正 这类系列样品在相邻时间间隔方面,虽不如树轮那样规整,但在时代上的早晚次序是明确的,也同样可以利用通过同树轮校正曲线相匹配拟合的方法,获得较好的效果。例如,陕西沔西 97SCMT1 探方由一组系列地层单位构成。其中最底层的 H18 灰坑,可分为四小层,属先周文化最晚期。叠压在 H18 上的是 T1 第四层,时代相当于西周初期。这就为从考古学上划分商周界限提供了理想的依据。按系列样品的¹⁴C 测年方法,得出武王克商的年代范围为公元前 1050~前 1020 年^②。又如,洛达庙文化和二里冈文化在地层上有叠压关系。根据最近系列样品¹⁴C 测年得出,二里冈下层一期在公元前 1500 年左右。郑州商城的城墙,在地层上不早于二里冈下层一期,因而可以推定郑州商城建城的年代不早于公元前 1500 年^③。

6. 系列样品¹⁴C 测年数据的匹配拟合 最早是用手工目测方法,也可以用最小二乘法确定匹配拟合的最佳效果。利用贝叶斯数理统计进行匹配拟合,是由统计学家提出,同¹⁴C 年代学专家和考古学家协作完成的。1995 年英国牛津大学为解决系列样品¹⁴C 测年数据的匹配拟合,编制了实用的微机程序,简称为 OxCal 程序。将复杂的统计计算简化为一般的程序操作,演算快、使用方便。夏商周断代工程中系列样品¹⁴C 测年,都是使用的 OxCal 程序^④。

7. 系列样品¹⁴C 测年的可靠性问题 从系列样品¹⁴C 测年原理方法可以看出,经匹配拟合后得出的年代数据是否可靠,取决于三个方面。

(1) 年代数据是否精确,数据误差是否符合客观实际。

(2) 树轮校正曲线是否是高精度的,是否可以全球通用,匹配拟合方法是否正确。

(3) 考古系列样品先后次序是否确切。

显然,这三方面都是各自独立的情况,并不互相依赖。将系列样品的¹⁴C 年代数据按考古上先后的顺序,利用 OxCal 程序,同国际公认的高精度¹⁴C 年代—树轮年代校正曲线进行匹配拟合,得出考古系列样品的日历年代。这本身就是多学科合作的

① 仇士华、蔡莲珍:《夏商周断代工程中的¹⁴C 年代框架》,《考古》2001 年第 1 期。

② 夏商周断代工程专家组编著:《夏商周断代工程 1996~2000 年阶段性成果报告·简本》,世界图书出版公司北京公司 2000 年。

③ 张雪莲、仇士华:《关于夏商周¹⁴C 年代框架》,《华夏考古》2001 年第 3 期。

④ C. B. Ramsey, Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The OxCal program, *Radiocarbon*, 37(2): 425~430, 1995.

结果。

8. 需要澄清的错误印象 ^{14}C 测定方法一种是按 β 衰变计数的常规方法,测量精度高,误差较小,仪器非常稳定,技术发展比较成熟,但需要大量样品。另一种是按 ^{14}C 粒子计数的加速器质谱(AMS)方法,是后来发展起来的,技术上比较复杂,特点是所需样品量很小,还不到常规法使用的千分之一。同时计数效率高,测量时间短。所以,在有些人的印象中错误地认为:“加速器质谱方法是最先进的方法,当然精度也高,测量误差肯定也小。”其实,如果样品量不受限制的话,常规方法要比加速器质谱方法精度高,也更可靠。国外如此,国内更是这样。

9. ^{14}C 测定不能判断历组甲骨文是早还是晚 几十年来,甲骨文的研究有很大进步,取得了很多共识。但是历组甲骨文的早晚问题,学者间有很大分歧。既然 ^{14}C 测定误差缩小,学者们自然寄希望于 ^{14}C 年代测定。在这里,我们只能遗憾地说,这是不可能的。因为树轮校正曲线各段的特征情况很不一样。在殷墟这一时段,峰谷密集,总体倾斜度很小,早晚各期样品的 ^{14}C 年代根本无法区别,而且往往出现颠倒的情况。但是,一般墓葬人骨样品,考古分期已经非常成熟,根据这些能肯定先后次序的系列样品,测出 ^{14}C 年代数据,经过匹配拟合,能得出比较理想的各期日历年代系列^①。历组甲骨不能确定属哪一期,当然也就无法定出日历年代。

10. ^{14}C 测定要求“背对背”? 有人说,“测定年代应当是我给你样品,你给我测出年代数据。 ^{14}C 测定要‘背对背’,那才是客观的。”持这种观点的人,显然不了解系列样品 ^{14}C 测年的新方法,依旧停留在过去单个样品的 ^{14}C 测年方法概念上。其实,即使单个样品的测量,我们也审查样品的出土情况,同考古的相关性,样品的年代是否有确切的代表性等等。只要学风端正,学科间的合作方式不会影响研究结果的科学性。至于有关“背对背” ^{14}C 测定的要求,我们已早有过阐述^②。

11. 要把握好 ^{14}C 测定技术和考古信息关 ^{14}C 测定需要高精度的技术,稍有不慎,就得出不符合要求的数据,当然就不会有好的结果。这是很现实的问题。

把握好考古信息也是很现实的问题。因为学科之间的沟通,互相深入了解是不容易的。系列样品的概念也会出现差异。例如,文化分期的概念,考古学家之间就可能有差异。错用考古信息进行拟合,肯定只能得出错误的结果。要审慎研究处理,才能避免错误。

12. 文明探源工程中的 ^{14}C 年代测定 文明探源工程中的 ^{14}C 年代测定,仍然非常重要。考古是时间的科学。在夏商周断代工程的基础上, ^{14}C 年代测定要随着文明探源研究向更古老的方向延伸。只能严格按照系列样品 ^{14}C 测年方法的要求,采

① 夏商周断代工程专家组编著:《夏商周断代工程 1996~2000 年阶段性成果报告·简本》,世界图书出版公司北京公司 2000 年。

② 中国科学院考古研究所实验室:《放射性碳素测定年代报告(一)》,《考古》1972 年第 1 期。