

环境考古技术（2020）

课程简介：本课程以实验操作与课堂讨论相结合的方式进行，通过实验、标本观察、数据分析等初步了解考古遗址环境复原的常见方式与方法，掌握考古遗址样品的采集和预处理步骤及注意事项，认识并重视考古遗址微观环境的复原和再现。

成绩评定：Participation (30%) + Presentations (20%) + Term paper (50%)

参考教材：《环境考古概论》（2013）（第二章 环境考古的主要研究方法）

课程安排：

Week 1: 土壤的重要性 【N.C.Brady et al., *The Nature and Properties of Soils*】

Week 2: 实验【土质土色的判定和土壤酸碱度】

Week 3: 土壤粒度 【徐馨等，第四纪环境研究方法；贵州科技出版社】

Week 4: 实验【土壤粒度的测试，激光粒度仪的使用】

Week 5: 数据分析【粒度的分类标准，粒度数据的处理与应用，Graph 2.0 的使用】

Week 6: 实验【罗盘的使用及玫瑰倾向图的制作】

Week 7: 标本观察【Spore-Pollen 《植物化石和孢粉的现代分析技术》】

Week 8: 标本观察【Charophyte 《中国淡水藻志-轮藻》】

Week 9: 标本观察【Foraminifera and Ostracods】

Week 10: 标本观察【Rock】

Week 11: 数据分析【Geochemical elements 地理环境和中国古代社会的变迁三论】

中国新石器时代文化地理

Week 12: 课堂讨论【Oxcal and Calib】微量元素

Week 13: Dating data 数据分析【气候突变、人口增长、地理限制与朝代的建立】

Week 14: 课堂讨论【Archaeological formation theory and geoarchaeology: state-of-the-art in 2016】

Week 15: 课堂讨论【古蜀区域环境演变与古蜀文化关系研究】

Week 16: 课堂讨论【Impacts of climate change on the Collapse of lowland Maya Civilization】

Week 17: 课堂讨论【环境演变与文明起源】

Term paper: 选取一个考古遗址，设计一份环境复原研究计划，内容包括但不限于研究目的、

使用手段和方法及其原因、预计目标。

Week 1: 土壤的重要性

1, 土壤的组成? 土壤来自岩石、无机物、有机物, 主要由**矿物质 (45%)**、**空气 (20-30%)**、**水 (20-30%)**、**有机物 (5%)** 构成。地球表面形成 1 厘米厚的土壤, 约需要 300 年或更长时间。

2, 土壤的形成: 动物、植物、微生物穿梭于土壤之间的空隙, 影响土壤养分及成分; 与气候有较大关系, 不同的温度 (季节性, 冰冻及融化导致岩石分解)、湿度 (降雨及地下水)、风沙及颗粒物沉积形成不同的土壤; 四川的紫土 (母质为侏罗系和白垩系的紫色岩层, 以泥岩和砂岩为主, 含一定量的碳酸钙, 占四川土壤总面积的 18%), 西北的黄土、东北的黑土 (富含腐植质)、丹霞土 (富含氧化铁)、西藏冻土 (含永冻层)

3, 土壤功能 (图)? 生物栖息地 (动物和植物), 提供食物、纤维和燃料, 养分循环, 净化水和减少土壤污染物, 洪水调节, 碳封存, 气候调节, 药品和遗传资源的来源, 人类基础设施的地基, 提供建筑材料, 文化遗产 (提供材料, 陶瓷)

问题: 回想你过去一周的活动, 列举与土壤直接和间接相关的活动或事件? 水? 食物?

4, 土壤有机质: 提供作物生长发育需要的养分, 影响水分的存储, 是土壤中生物的碳源和能源。土壤有机质可分成腐殖质和非腐殖质, 一般源于植物残体、动物、微生物残体, 排泄物和分泌物, 废水残渣等。土壤有机质的主要元素组成是 C (52-58%) \O (34-9%) \H (3.3-4.8%) \N (3.7-4.1%), 其次是 P 和 S, C/N 比在 10 左右; 耕地质量的变化, 大部分是土壤有机质的变化。复原古代生态环境, 测试土壤中的有机质元素组成及含量变化, 分析土壤肥力的变化及对农业生产可能的影响。理论上可行, 但迁移理论。

5, 土壤质地? 包括粗、细和轻、重。美国土壤质地分类标准等边三角形: 黏粒 (<0.002mm)、粉粒(0.002~0.05mm)及砂粒(0.05~2mm)的含量(%). 中国土壤质地分类同样根据砂、粉粒、黏粒含量划分, 黏粒含量大于 30%为黏质土类, 砂粒含量大于 60%为砂质土类。

问题: 洪水沉积物是土壤吗? 【悬移质、跃移质、推移质】洪水期粗粉砂, 洪水后细粉砂。

6, 酸碱度【土壤酸碱度计】: 土壤溶液中 H^+ 的活度, 对养分的溶解度和有效性有较大影响。

PH 值大, 偏碱性。适合在弱酸性土壤中生长的植物很多: 水稻、茶树、小麦;

弱碱性: 大麦、棉花、油菜、烟草、豆科植物

问题: 影响土壤发育的环境因素? 自然土壤是在母质、气候、生物、地形、时间及人为因素的综合作用下逐渐发育形成的。气候决定着土壤的水热条件和有机质含量, 同时影响土

壤风化过程和淋溶作用。地形对土壤水分、热量、母质有一个再分配过程；人类活动引起的污泥、水土流失、农药化肥等进入土壤，会影响土壤发育。

Week 2: 土质土色的判定和土壤酸碱度---实验

土样：5个。宝墩遗址淤泥样品和壤土样品（2）、新疆 XX 遗址砂样、卡若遗址河流砂、

实验准备：土色卡、纸盘、加水的玻璃杯、一次性手套、酸碱度仪、实验过程表

要求：每人根据实验步骤对实验桌上的土样进行土质、土色、酸碱度的判定

土样编号	土 质	土 色	PH 值	备注
1				
2				
3				
4				
5				

考古学国家级实验教学示范中心

Week 3: 土壤粒度 【徐馨等, 第四纪环境研究方法; 贵州科技出版社】

选取书中关于粒度参数特征的章节复印, 课堂上共研。

粒度: 颗粒物的大小, 通常用“ μm ”表示。

特征参数: 平均粒径、中值粒径、分选系数、偏度、D10, D90

平均粒径(MZ): 代表粒度分布的集中趋势, 主要受源区物质组成和沉积物搬运介质平均动能的影响, 通过平均粒径的变化可以了解沉积物源区的物质组成及其沉积环境情况, 是沉积物最主要的粒度特征参数之一。一般而言, 平均粒径受两个因素影响较大: 一是沉积环境过程中的平均动能; 二是沉积物原始颗粒大小。包括**面积平均粒径和体积平均粒径**。

中值粒径(Md): 在一定区间范围内有 50%的颗粒物在某个粒径, 即代表一半颗粒粒径大于它, 一半颗粒粒径小于它。中值粒径的大小和变化可能会反映水动力条件的大小和强弱。

分选系数:

偏度:

d₁₀: 表示某个粒径范围内的颗粒物含量占总量的 10%。

d₉₀: 表示某个粒径范围内的颗粒物含量占总量的 90%。

Week 4: 土壤粒度的测试 【粒度样品的预处理, 激光粒度仪的使用】

测试样品: 宝墩遗址壤土

提醒: 下节课有笔记本电脑的同学尽量自己携带电脑。

根据土样质地的不同, 前处理也有所差别。**【黑色淤泥样品: 含腐殖质和植物碎屑较多, 必须要有除酸碱的步骤; 深海样品: 含有一些贝壳, 对仪器有影响, 注意大颗粒物的处理;】**本次主要是常规样品的一般步骤。

前处理: 1) 首先加入蒸馏水使样品充分浸泡于水中, 用玻璃棒搅拌使样品充分均匀, **【如果样品密度过大难于分解, 加入 H_2O_2 , 分散介质的选择必须保证样品在分散介质中不能发生溶解。】** 2) 3) 用超声波清洗机振荡 10min 制成悬浮液, 4) 上机测量。

粒度仪的使用: 根据使用方法的提示, 逐步操作。

Week 5: 粒度分析【粒度的分类标准，粒度数据的处理与应用，Graph 2.0 的使用】

以骆驼墩遗址马家浜文化层之下的自然地层沉积样品粒度数据为例，通过数据作图，1) 熟练掌握 Graph2.0 的应用。2) 对比上一周的粒度参数特征，初步认识如何读取粒度数据反映的环境变化信息。

下节课安排：阅读论文 Ruth Shahack-Gross, “Archaeological formation theory and geoarchaeology: State-of-the-art in 2016”, *Journal of Archaeological Science*, 2017,79:36-43 abstract and conclusion 要求所有人读，正文 1-6，由 6 位同学分别负责阅读和翻译，并加入自己的理解。

Week 6: 课堂讨论【考古遗存的沉积过程 (Formation processes of the archaeological record)】

讨论课程安排：负责阅读的同学依次 1-6 发言，详述文章内容，并谈谈对考古遗存在沉积到被发现过程中存在的可变性的理解。

考古学国家级实验教学示范中心

Week 7: Spore-Pollen 《植物化石和孢粉的现代分析技术》

孢粉的重要性:

通过生物显微镜观察孢粉标本，对孢粉有初步的认识

Week 8: Charophyte 《中国淡水藻志-轮藻》

通过体视显微镜观察轮藻标本

考古学国家级实验教学示范中心

Week 9: Foraminifera and Ostracods 【标本观察】

通过体视显微镜观察有孔虫和介形虫标本

底栖有孔虫、浮游有孔虫、介形虫（图片）

Week 10: Zircon 【图片】

- 1, 根据锆石统计表回答问题, 1) 统计表中反映的现象或问题? 四方双锥状和浑圆柱状占绝对优势, 其它晶形含量不高, 说明锆石受到的磨蚀作用相对较小, 动力相对低, 搬运距离不远; 2) 锆石表面微形态主要受什么影响? 原生矿物、搬运距离、搬运介质。3) 观察表中出现的最高值与最低值, 平均值, 有何规律?
- 2, 对照片中的锆石进行分类, 图中的浑圆、浑圆柱、四方双锥、四方柱状锆石分别有多少颗?
- 3, 显微镜下观察: 观察锆石颜色、基本形状、表面微结构是否有划痕等。

四方双锥: 锥面为 8 个全等的等腰三角形

复四方双锥: 16 个全等的三角形锥面, 与 8 方双锥的区别是横截面不是正八边形。

Week 11: Geochemical elements

土壤由矿物质、空气、水、有机物构成。

有机物：由处于不同分解阶段的植物和动物体残渣、土壤生物的细胞和组织、以及由土壤生物合成的物质所组成。决定土壤功能和土壤质量的关键。其中土壤有机碳（SOC，60%）占比最大，其次为 O/H/N。

矿物质：由岩石（母岩和母质）经过物理风化和化学风化形成的，它对土壤的性质、结构和功能影响很大。按其成因类型可分为原生矿物和次生矿物。

原生矿物：是直接来源于岩石受到不同程度的物理风化作用的碎屑，其化学成分和结晶构造未有改变，主要种类有：硅酸盐和铝酸盐类、氧化物类、硫化物和磷酸盐类，以及某些特别稳定的原生矿物（如石英、石膏、方解石等）。

次生矿物：岩石风化和成土过程新生成的矿物，包括各种简单盐类，次生氧化物和铝硅酸盐类矿物等。

土壤化学元素：研究土壤中含有的各种化学元素，包括组成有机物和矿物质的各种元素的含量和变化。地壳的所有成分中硅（Si，47%）和氧（O，27%）占比最大。人体常量元素 11 种，包括以有机质形式存在的 C/H/O/N 和无机盐矿物质形式存在的 Ca/P/K/S/Cl/Mg/Na。这些元素进入土壤中，会一定程度上改变土壤元素含量，故墓葬附近或者农作物种植区附近，这些元素在剖面上含量的变化，有可能指示不同的生产和生活的变化。

X 射线荧光光谱仪（XRF）：不同的元素会放射出各自的特征 X 光，具有不同的能量或波长特性。对土壤全元素进行定性检测，一般在 23-26 种之间；也可对某几种元素含量进行定量检测。不同氧化物之间的对比可以反映气候变化（东山村遗址案例分析）。

EA3000 元素分析仪：主要检测土壤中的有机质含量。

EA3000 元素分析仪的使用。

Week 12: Isotope

同位素：同一种元素下的所有同位素都具有相同原子序数和质子数，不同中子数。

天然同位素、人造同位素、放射性同位素。

氧同位素：共有 17 种，其中 3 种比较稳定， ^{16}O (99.762%) ^{17}O (0.038%) ^{18}O (0.2%)。古地质和海洋温度计。

阅读文献：

- 1) 田晓四等, 长江三峡库区中坝遗址哺乳动物骨骼化石 C 和 N 稳定同位素分析, 科学通报, 2010
- 2) 胡耀武等, 北京周口店田园洞人的 C、N 和 S 稳定同位素分析, 中国科学基金, 2010

问题：

考古学国家级实验教学示范中心

Week 13: Dating data 【Oxcal, Calib,】【使用方法见教材第二章】

- 1) 观察表格中的数据（参考文件-测年数据），发现存在的问题，学会取舍和使用测年数据。
- 2) 将学生分为两组，分别用 oxcal 和 calib 两种软件对以下表格中的测年数据进行校正（数据来自宝墩遗址），看看结果有什么不同。

Primary No.	Radiocarbon Lab no.	Species Identification	Conventional ¹⁴ C (age BP)	Calibrated age cal.BC ($\pm 2\sigma$)	Median probability (cal.BC)	Median probability (cal.BP)
T2426(3)	BA110054	种子	3565 \pm 25			
T2426(4)	BA110055	种子	3990 \pm 30			
T2426 (5)	BA110048	种子	3830 \pm 30			
T2426(5)下 H6	BA110049	种子	4010 \pm 50			
T2431(3)下 G1	BA110057	种子	4000 \pm 30			
T2431(4)下 H1	BA110058	种子	4060 \pm 30			
T2431(4)下 H1	BA110059	种子	4000 \pm 30			
T2431(4)下 H2	BA110060	种子	3885 \pm 30			
T2431(4)下 H11	BA110061	种子	4005 \pm 30			
T2431(4)下 H8	BA110062	种子	4015 \pm 35			
T2341(4)下 H9	BA110052	种子	3830 \pm 30			
T2431 (5)	BA110050	种子	3730 \pm 30			

Week 14: 课堂讨论【Impacts of climate change on the Collapse of lowland Maya Civilization】

Week 15: 课堂讨论【气候突变、人口增长、地理限制与朝代的建立】

Week 16: 课堂讨论【古蜀区域环境演变与古蜀文化关系研究】

Week 17: 课堂讨论【如何复原考古遗址的社会环境】

考古学国家级实验教学示范中心