

研究論文

考古人類學刊・第 99 期・頁 1-74・2023

DOI: 10.6152/jaa.2023012_(99).0001

虎頭山公園的史前陶胎： 岩象分析與實驗考古的物質性探索

甘聿群*、江芝華**

摘要

岩象分析法除了提供陶器產地研究的資訊，更能增進對陶胎物質性的整體認識，從中討論陶土製備過程中人與物複雜的互動關係。以虎頭山公園遺址（HTSKY）出土的史前陶為例，儘管乍看陶類單一，包含物的岩礦組合也說明陶土來源單純、鄰近遺址，但顯微鏡下陶胎與包含物在均勻程度、粒度、圓度等其他特徵上展現高度的時空多樣性。透過把微觀陶土特徵，與肉眼尺度觀察到的陶片屬性和出土脈絡交錯比對，可以觸及陶胎物質性在不同時期如何被定義和表現。

對比沉降、濕篩、乾篩、混土、摻和砂與碎陶等不同方式處理的實驗試片後，發現出土數量最多、年代距今 1700-1900 B.P.年前的印紋泥質陶，可能使用了經過沉降以及「濕一濕混土」過的細緻異質陶土，夾砂陶則是在與泥質陶類似的陶土配方上加入摻和料，凸顯「混合」過程在定義當時陶胎物質性的重要性。另一批分布於遺址西南側邊緣較低海拔處、年代或許相對偏早的泥質陶（2800-2700 B.P.），則可見另一種疑似經過乾篩的陶胎組織。至於年代更早、推測距今 4000 年左右的繩紋紅陶，則展現不同的異質胎土樣貌，推測經過「乾一濕混土」過程，很可能與同時期的夾砂陶共享類似的「摻和」邏輯。

關鍵詞：岩象分析，實驗考古，物質性，陶土製備，虎頭山公園遺址

*英國倫敦大學學院考古學研究所 博士候選人。Email: yu-chun.kan.21@ucl.ac.uk。

** 國立臺灣大學人類學系 副教授。Email: chihhua@ntu.edu.tw。

Clay pastes from prehistoric Hutoushankongyuan (HTSKY) : a study on materiality through petrography and experimental archaeology

Yu-chun Kan*, Chih-hua Chiang**

ABSTRACT

Petrography provides not only clues for provenance studies, but more importantly, insight into past human-thing relationship demonstrated in the processes of clay preparation from the perspective of materiality. Building on a previous case study of Hutoushankongyuan (HTSKY), this study finds great diversity in paste and particle granulometry under a polarized microscope, despite the simple vessel typology and similar clay sources near the site. By comparing the inter-relationships among paste characteristics, typological attributes and archaeological contexts, this article attempts to discuss how various paste materialities were defined and produced across time.

Experimental briquettes as reference samples were prepared by several techniques, including settling, wet-sieving, dry-sieving, clay mixing, sand tempering, and grog tempering. A comparison of these samples and the thin section of HTSKY sherds suggests that numerous wares at the Hutoushankongyuan site were made with heterogeneous clay. The fine-paste, impressed ware dated to 1900-1700 B.P. might have been prepared with settled and "moist-moist mixed" clay. The contemporaneous coarse sand-tempered ware shared similar basic clay with crushed or ground tempers added, indicating the importance of 'mixing' in defining paste materiality. Some earlier fine ware (2800-2700 B.P.) discovered on the southwestern margin of the site exhibits another paste preparation technique, likely the dry-sieving method. The cord-marked red pottery dated to approximately 4000 years ago demonstrates yet another kind of heterogeneous paste produced by "dry-moist mixing" technique, sharing a similar logic of 'tempering' as the coarse sand-tempered wares from the same period.

Keywords: ceramic petrography, experimental archaeology, materiality, clay preparation, Hutoushankongyuan (HTSKY) site

* Ph.D. candidate, Institute of Archaeology, University College London (UCL), United Kingdom.
Email : yu-chun.kan.21@ucl.ac.uk.

** Associate Professor, Department of Anthropology, National Taiwan University, Taiwan.
Email : chihhua@ntu.edu.tw.

一、產地之外：岩象分析與陶土製備的物質性

(一) 岩象分析與台灣考古

切片岩象(相)學(thin section petrography)最早使用於19世紀的地質學界,根據不同結晶構造在偏光顯微鏡下展現的光學性質,來鑑定岩石、砂與土壤等礦物材料(Quinn 2022: 13-18; Peterson and Betancourt 2009: 1; Rice 2015: 294; Shepard 1956: 139-140; Worley 2009),而後應用於古代陶瓷器(Peacock 1970: 379)、磚瓦(Ingham 2010: 163-170; Nodarou et al. 2008)、石玉器(林淑芬等 2013; 楊小青等 2012)、土壤微結構(Goldberg and Macphail 2006: 353-362)與石灰砂漿(Piovesan, et al. 2009)等建材的研究。陶器岩象分析(ceramic petrography, 在英文文獻中有時以“ceramic petrology”指稱,關於此取徑英文名稱的討論詳見 Quinn 2022: 16)主要經由判別陶片所含的礦物岩屑、有機物或微體化石,在與地質資料和其他遺址出土的材料比對後,用以探討陶器的原料選擇和產地,從而延伸出產品流通和生產模式等議題(Albero Santacreu 2014: 22-28; Quinn 2022; Roux and Courty 2019; 案例如陸青玉等 2019; 蔡哲嫻等 2023; Druc et al. 2018)。陶器的微觀結構以及顆粒的圓度和粒徑,則提供有關陶土準備、成型方式、表面裝飾、燒結程度等重要的技術線索(Quinn 2022: 205-291; Reedy 2008: 109-148)。

在台灣考古史前陶器研究之中,岩象分析可視為最重要的科技考古方法,積累大量陶器岩礦組成的資料(陳光祖 2011)。1960年代末期開始有將岩象分析應用於台灣考古研究的嘗試,其中宋文薰和地質學者林朝榮根據岩象切片結果,討論鵝鑾鼻遺址陶器的產地(宋文薰等 1967: 18-19)。張光直與土壤學家涂心園(Hsin-yüan Tu)合作,利用岩象分析輔助X射線粉末繞射(XRD)與差熱分析(DTA, Differential Thermal Analysis),推測大坌坑、圓山和鳳鼻頭出土陶片的燒成溫度(Chang et al. 1969; Tu 1969)。之後有地質學家朱傲祖分析數件狗蹄山遺址的陶片,其礦物學資料被整合到劉益昌(1982: 24, 26)陶片質地的分類中。以及地質學者陳正宏協助臧振華基於岩象資料比較澎湖和台灣西南部的陶片、石器和玉器來源(Ch'en 1986, 1992)。

到了1990年代,隨著中央研究院史語所科技考古實驗室成立,逐步積累不少台灣本島與離島的陶器切片資料,漸漸確立數點分析(point counting)為台灣陶器岩象分析的重要傳統。陳正宏(Ch'en 1986)分析澎湖標本時,首度以百分比呈現礦物包含物的多寡,之後陳光祖(1990, 1991)、林淑芬(1993, 2009)則採用數量符號分級呈現成分。陳光祖(1990, 1991)更最先採用三角成分圖處理數點資料,並在此基礎上甄別陶

器產地，在他關於台北盆地（1991）的討論中以「火成岩—沉積岩—變質岩」為三角成分圖的端成分，成為後來公布與統計陶片岩象資料的範式（如林淑芬 2000a, 2000b, 2000c, 2002；臧振華、李匡悌 2008：45-46；劉瑩三等 2010；余奕南 2013；劉瑩三、王世忠 2015；朱正宜、邱水金 2016：197-201；陳瑪玲等 2016；庶古文創事業股份有限公司 2019）。依據不同的地質區與研究課題，亦有選擇「石英—沉積岩—變質岩（林淑芬 2000c）」、「石英—板岩岩屑—其他岩屑（Li 2003；楊小青等 2012）」、「石英+長石—火成岩岩屑+輝石+角閃石—砂岩岩屑（+頁岩岩屑）（劉瑩三、吳柏霖 2018a, 2018b）」、或「石英+長石—火成岩岩屑+輝石+角閃石—板岩+片岩岩屑（劉瑩三、吳柏霖 2018a）」等不同端成分投影數據。

近年較新的發展包括引入階層式群集分析（Hierarchical Clustering）的統計學方法對陶片分群（林淑芬等 2022），以及系統性採集遺址附近的河砂、岩層或鑽探岩芯與考古材料比對，盼得到更精細可靠的溯源結果（如：臧振華、劉益昌 2001；楊小青等 2012；余奕南 2013；楊小青 2018）。考古切片分析也逐漸納入陶器之外的磚、瓦、糖漏、硬陶、火爐等其他陶質遺留（張益生 2010；張益生、劉鵠雄 2011；鍾亦興、劉亭攸 2016：240-244）。在理論視野方面，陳瑪玲等（2016）與王仲群（2017）引入「技術選擇（technological choice）」概念（Lemonnier 1993; Mahias 1993; Sillar and Tite 2000; Stark et al. 1998; van der Leeuw 1993），將岩象分析提供的產地資訊，整合到製陶操作鏈（chaîne opératoire）的討論中（Roux 2017）。

透過借鏡地質學界用岩象分析追溯沉積物來源的手段，上述研究已為台灣史前陶器的陶土來源和交換網絡提供不少洞見。相較於岩象分析在英美長年作為質性描述的方法（Roux 2011; Roux and Courty 2019; Stoltman 2001: 307; Whitbread 1995），台灣考古的切片分析似乎更重視數點量化統計。比起豐碩的產地研究，技術的討論則相對稀少，只有隻字片語觸及陶土製備方式的推測，如陳光祖（1990）曾嘗試從陶片的組織（texture）討論陶土是否經淘洗或添加摻和料。鵝鑾鼻遺址陶片內保有新鮮破裂面的岩屑、十三行遺址部分陶類包含的尖銳砂粒，被視為蓄意敲碎添入的摻和料（宋文薰等 1967：18-19；臧振華、劉益昌 2000：30-66, 2001：57）。細顆粒的胎心土或是以石英和長石等風化程度較高礦物為主要包含物的陶片，被推想經過人為的精煉純化，但也不能排除源於低能量的沉積環境（劉瑩三、翁熙甯 2011；劉瑩三 2016：附 18；劉瑩三、吳柏霖 2018a, 2018b）。

前述和製陶技術有關的推論，多半沒有進一步深入的討論，也缺乏驗證。對技術層面的忽略事實上也可能影響到產地的判斷，因為陶器不是某種「低度變質的沉積岩（contra. Peacock 1977: 26）」，鏡下觀察到的胎土和包含物並不是陶器產地直接的表現，依據民族誌觀察與當代的製陶經驗，野外取得的陶土，多數要經過純化、添加摻和料與混土等不同的加工方式，才能開始製作器皿（Tite 1999: 185, 194-195），製陶過程中練土與燒成等技術對於陶器岩礦成分和組織的作用不容小覷。余奕南（2013：50-62）發現遺址周圍河砂的岩石礦物比例，很難與花岡山陶片中的摻和料比例精準吻合，這一方面如其所言和計數量有關，筆者另懷疑也源於史前人類行為的作用。林淑芬（2000c：附2-附3）、楊小青（2018：19）也都注意到自然界同一來源但不同粒級的岩礦組合經常不同，極粗砂相比中砂或細砂等級的沉積物，一般會有較高的砂岩屑，顆粒越細，石英的比例就越高，因此不能忽略人為淘洗或備料的影響。胎土的顆粒大小、礦物種類反映的不是純粹的自然堆積原貌，背後還有複雜的人類行為運作其中，應置於整套技術體系中考察。

意識到陶胎是人與自然共同作用的結果後，岩象分析就不只能用來檢視產地來源，從包含物的粗細、淘選度以及胎土的微結構和其他性質，更能深入剖析陶土準備、成形、表面裝飾到燒成一系列的技术體系，有助研究者探索相關的技术實踐和社會文化內涵，這可說是切片較於化學分析與 XRD 等礦物學分析方法上的長處（Quinn 2022: 16-18）。然而即使在技術選擇取徑主導的研究中（王仲群 2017, 2023；林宜羚 2009；陳瑪玲等 2016）岩象分析多半作為討論原料選擇的依據，而沒有發揮此方法考察製陶操作鏈的潛力。換句話說，現行的製陶技術研究，無形中在方法論層次與聚焦尺度上出現了「自然」與「人為」的斷裂：器形、紋飾和胎心色等肉眼可見的屬性，主要提供實踐認同、生產模式等具有社會文化意義、與人有關的技术研究範疇，而岩象等科技檢測得到的數據，則用來解決與「自然」產地相關的問題。

但事實上，近年不少考古學家開始反思所謂「自然」、「原料」與「產地」等概念。一方面取土位置往往與其他日常活動的時空節奏有關，所謂的「產地」必須要鑲嵌在人與人、人與地景的互動關係下思考（Michelaki, et al. 2015）。另一方面沉積物、土壤和礦物交織在過去的意義之網中，製陶原料的獲取和製備經常伴隨象徵和禁忌，陶土也因此參與著古代生活經驗的建構（Boivin 2004；Ortega 2005；Roddick 2015）。人類也一直不斷改變並參與地質地貌的作用過程（Jusseret 2010），就某種意義而言，土壤也可作為「物質文化（material culture）」的一部分來研究（Salisbury 2012）。在史前人開始獲

取原料準備製陶以前，黏土與砂的旅程 (itineraries) 其實就已經開始 (Roddick 2015)。筆者主張岩象分析不只能為陶土來源提供洞見，更能觸及製陶過程諸多的細節，以認識陶胎整體的「物質性 (materiality)」為關注核心，將能跨越前述自然環境和社會文化的斷裂。

(二) 從產地研究到胎土物質性的觀察

「物質性」字面上可理解成「物品的體質 (the physicality of matter) (Boivin 2008: 129)」，此概念在考古學的運用，至少存在兩種不同的研究取向 (Harris and Cipolla 2017: 89-90; Ingold 2007a: 36, 2012: 439)。一部分學者以物質性總括「人與世界的關係 (Gosden 1994: 82)」，強調實踐、展演與經驗過程中的物質層面 (Pauketat 2013: 37)，藉由聚焦人與物、人與人相互建構的關係，探討物如何在人類社會中發揮作用 (e.g. Miller 2005, 2007; Tilley 2007)。光譜另一端的學者，則呼籲以物質性描述物自身的特性與變化，側重物理世界本身具備的能量和作用力 (所謂“brute materiality”，e.g. Ingold 2007b; Steel 2020)，激發更多關於「人類中心主義 (anthropocentrism)」的反思和重申要「以物為中心」的研究思路 (e.g. Conneller 2011)。本文企圖借用物質性概念，強調陶胎、環境和社會實踐之間難以割裂的相互作用，關心環境與陶土具備的物質特徵，如何影響著他們被人所認知、使用和改變 (c.f. Chiykowski 2015: 95; Jones 2004: 330)。

從物質性為切入點，研究者或可採取「跟著材料走」(Following the material, e.g. Weismantel and Meskell 2014) 的策略，從陶土根本的性質來認識陶器。試想黏土源於大地、與水相合後產生高度的可塑性和韌性、製陶過程隨時間和各種操作而形變、在光與火的作用下變得堅硬卻易碎，上述種種物質特徵，使製陶經常在民族誌紀錄或陶藝家的陳述中，與創造、誕生、通過儀式等各種變化 (transform) 相關的象徵隱喻連結，陶土和陶器往往被賦予「擬人性 (animacy)」而具有生命力，許多語言都習慣以人體比擬陶罐部位 (Boivin 2004, 2008; Chiykowski 2015; Okafor 2022; Ortega 2005)。從西亞新石器早期的定居村落以及青銅時代城市的考古學案例中可見，黏土可塑而又容易被固化的性質，不只使陶製器皿、房屋、泥板、塑像變成日常物質世界的重要組成，更替變遷的社會關係和意識型態提供肥沃的論述資源；藉由把陶土放入討論視野的核心，有助對農業化、城市化這些複雜的社會過程產生深入而動態的認識 (Boivin 2008; Weismantel and Meskell 2014; Wengrow 1998)。

物質性的視角也意味對複數成分 (plurality) 的關注 (Knappett 2012: 97)。本文強調陶胎不是同質的整體，而是由不同來源的物，在不同尺度營力的作用下匯聚而成。大量的考古學遺物和民族學觀察指出，製陶者會加入各種來源的摻和料來改變陶土性能，包括磨碎的岩屑、砂子、火山灰、貝殼、骨骼、毛髮、植物、木炭、海綿骨針、糞便、碎陶片與爐渣等 (e.g. Eramo 2020: 4-6; Jeffra 2008; Krishnan and Rao 1994: 114-115; Quinn 2022: 216-232; Rice 2015: 79-83; Shepard 1956: 24-31)；也可能混合一種或多種不同顏色、質地、塑性和受溫性質的陶土 (e.g. 郁永彬等 2017; 趙美、李秉濤 2020: 77; Arnold 1971: 35-36; Fowler 2008: 485-490; Rice 2015: 81; Roddick and Klarich 2012; Roux and Courty 2019: 38-39; Rye 1981: 31; Tobert 1984; Velde and Druc 1999: 142-144; Whitbread 1986, 更多文獻參閱 Ho and Quinn 2021)。這些塑性或非塑性的添加物有助減緩陶土在乾掉與燒成過程劇烈收縮，降低器物的破損率，也可能改變陶土塑性、成品的孔隙率、抗熱或傳導性能與視覺美感等等 (Rice 2015: 79-83; Rye 1981: 31-32; Shepard 1956: 24-31)。陶胎的物質性因此源於水、黏土、岩屑、礦物或有機物等各種物質的聚集和捆綁 (bundling, c.f. Keane 2020; Pauketat 2013)，這些不同來源和歷史的原料以及其攜帶的物理化學性能，在陶土製備過程中彼此構成組合 (assemblage, c.f. Hamilakis and Jones 2017; Normark 2009)，成為現在考古學家所能觀察到的陶胎。這些配方的多樣性不只有物化功能上的差異，同時也鑲嵌在生產過程人與人、人與物複雜的關係網絡之中 (民族誌案例 e.g. Smith 2000)。

近年對物質性的討論，促使不少學者把注意力從器物的消費、流通和使用，投向器物的原料 (material) 和生產過程 (Ingold 2007b)。陶土製備是從製作過程理解陶器物質性的第一步，練土配方不只關乎陶器燒成的成敗，也會決定成品的耐熱性、吸水率。隨著黏土結構、顆粒組成和礦物成分發生改變，黏土與砂轉變為文化產品 (Roux and Courty 2019: 30-31)。對陶藝家而言，練土過程是人體感知陶土的親密時刻，製陶者依循「手感」調製配方，太細太軟的陶土需要增添摻和料 (temper)、顆粒太粗糙的陶土則可能需再經純化，最終的配方是在製陶者與陶土、可用工具這些物件互動的過程中產生的 (Okafor 2022: 93; Steel 2020: 3-4)；物品自身的特質以及其所激發的身體感官經驗，推動著練土的操作過程，「能動性 (agency)」不再只是個人具有的特質，而是在人物互動的過程下產生 (Latour 1999: 176-180; Malafouris 2013: 119-149; Pauketat 2013: 38)。本文以陶胎生產為出發點的研究，正是希望能考察人物交互作用下如何定義出陶胎的物質性。

在此視角下，人與物、物與物、人與人之間的關係是相互開放而關係性 (relational) 的 (Malafouris 2013: 207-226)；萬事萬物會不斷隨著時間和情境而變化 (Ingold 2007b)，物質性因此是各種人與非人行動者 (actor) 持續作用的結果 (Arroyo-Kalin 2004)。在不同的文化脈絡下，人們對某種材料的性質會有不同的認識和利用策略，在某些生產過程中，原料的部分特性會被反覆突出，但另外的技術過程則可能著重其他的特質，因而在人物互動的動態歷史過程，相同的材料可能會隨時間變化而彰顯出不同的物質性 (Conneller 2011: 4-23)。物質性的考察也因此會是歷史的考察，這樣的歷史不只包括物品自身的生命史 (object biography) 主線，更像是各種技術和原料多線交織的譜系 (genealogy)，關於不同來源和歷史的物與實踐如何匯聚在一塊，從中可以考察更廣闊的社會關係 (Mills and Walker 2008: 12-13; Gosden 2005: 203-207; Pauketat 2013: 37-38)。物質性的討論也因此得以串聯不同長短的時空規模，尤其適合從考古學研究的視角來探討 (e.g. Pauketat 2013: 37-38)。

故本文試圖以「物質性」為切入點，企圖回答兩個問題，第一個問題為岩象切片中所見陶胎的物質特徵為何？考慮到陶胎不單是包含物的岩礦組合，有別於前述源於沉積學討論產地的數點分析方法，筆者嘗試納入標本的孔隙、陶胎顏色、粒度分布、包含物圓度等特徵進行「質性分群」，觀察並描述陶土的物質性 (Quinn 2022: 89-135; Whitbread 1995)。如 Ingold (2007b: 14) 所言，描述清楚物的特性，就是在說明有關原料流動、混和與變化的故事。有別於刊布數點結果和三角圖，質性分群更重視文字和照片等描述性的介紹，希望能表現胎土的顏色、均質度、孔隙與微結構等無法被量化的關鍵特徵，避免扁平化樣本背後豐富的訊息 (Quinn 2022: 136)。

第二個問題則欲在前述科技考古的基礎上，企圖討論在史前虎頭山，陶胎的物質性是怎麼被生產和定義的？本文想探究在今日研究者所能觀察到的眾多陶胎特徵中，哪些才是當時最重要、不斷被反覆強調的性質？意識到陶胎的性能來自於人與非人、「技術」與「產地」共同的作用，想要回答第二個問題，就必須對於陶胎形成過程有更深入的認識。筆者將借助結合科技考古和實驗考古取徑，從動態和微觀的角度出發來認識過去陶胎的物質性。

二、科技考古與實驗考古：動態的物與靜態的切片

筆者視物質性概念為架接考古學理論與科技考古方法的橋樑（Jones 2004），透過結合實驗考古與岩象分析取徑，企圖把動態的陶土製備過程帶入鏡下的微觀切面中，增進對於陶胎的認識。「科技考古（archaeometry）」指稱依據自然科學手段、藉助分析儀器，對考古材料進行的研究，其關懷核心為物的各種機械、物化特徵（陳光祖 2004: 15-16; Jones 2004）。從物質性的視角出發，這些科學手段拓展了人眼能觀察的尺度（Hurcombe 2007: 70），增進研究者從物的材料屬性出發，討論物如何與過去社會發生作用（Jones 2004; Martínón-Torres 2016）。

雖然顯微鏡放大了研究者對於陶胎黏土、礦石的觀察，這種「微觀」的視野未必想當然爾就能豐富考古學對於過去社會多面向的認識；相反的，Jones（2001: 63-82）注意到當代考古實踐的常見悖論：基於個別遺跡遺物等肉眼可及的線索，考古學者往往試圖討論以個人和遺址為單位的具體實踐，但元素、微結構等「微觀」尺度的科技分析結果，卻經常導向抽象的「宏觀」大敘事，如大範圍的貿易或長時段的配方變遷等等。他認為此現象的原因在於比起看得見、摸得著的陶器和石器標本，顯微鏡和儀器提供的是經過層層統計和圖表處理而高度抽象化的數據，使學者難與過去的日常動態經驗相聯繫，只好轉向抽象的大敘事。對於此困境的解讀，他的建議是在做分析時要盡可能把每筆抽象化的數據放回肉眼尺度的脈絡中討論（Jones 2001: 72-83）。

筆者進一步認為分析數據與動態經驗之間的鴻溝，並不僅是微觀到巨觀尺度的跨越，更牽涉到以靜態的數據表現動態器物時的落差。每一筆成分、每一個切面代表的都是器物經歷過複雜的旅程，如果要把過程帶入討論的視野，把抽象化的數據和實際操作經驗串連起來，筆者以為實驗考古取徑，或能讓考古學家從動態與多尺度的視角來檢視過去物質文化的切片。實驗考古（Experimental Archaeology, EA）的常見定義為「基於考古學證據嘗試製作、使用或體驗過去建築、技術、物品和情境」的研究方法，經由類比（analogy）了解特定的過程與人類行為如何作用於物品和環境，其核心目的為從物質性的角度認識過去人們的生活（Mathieu 2002: 1; O' Neill and O' Sullivan 2019: 451; O' Sullivan and Souyouzoglou-Haywood 2019）。

爬梳實驗考古的學術史，雖然早在 1960 年代以前，就有仿製古代器物或體驗古代生活的嘗試，但直到 1960 年代早期（Ascher 1961），才開始以「實驗考古」的名稱定義這套認識過去的方法（Flores 2010; Forrest 2008; Reynolds 1978），將之與民族考古學

並列，成為過程學派探討「中程理論」以及行為考古學的重要基礎，將當代實驗結果與考古器物之間進行類比，從而推測考古學紀錄的形成過程與器物背後的人類行為（Binford 1983: 24-25; Skibo 1992: 9-30）。在「新考古學」實證主義的精神下，不少作者主張應嚴格區分「實驗性（experimental）」與「經驗性（experiential）」的活動，前者具備清晰的實驗目標，在「假設—驗證」的科學架構下設計系列研究，以得出可重複的量化結果為目標，後者因只能得到描述性的結果而受到質疑（Carrel 1992; Coles 1979: 46-48; Outram 2008；Saraydar and Shimada 1973; Reynolds 1999: 157）。而後隨著考古學界「後過程」轉向，對於實驗考古學背後實證主義的知識論與方法論，漸漸產生反思（Koerner 2008）；「經驗性」在實驗考古的討論中也逐漸受到重視，呼應學界對現象學式理解和身體感官經驗的興趣（Bell 2009, 2014; Foulds 2013; Graves-Brown 2015; Gheorgiu and Children 2011; Hansen 2008）。

受到考古學近年所謂「物質文化轉向（The Material-Cultural Turn，參見 Hicks 2012: 24-98; Webmoor 2007）」的影響，筆者意識到無論是「實驗性」取徑下對人類行為通則的關注，抑或「經驗性」策略對於感官經驗的強調，事實上都帶有人類中心的色彩，有關「實驗性」和「經驗性」的對立更再現了一套啟蒙運動以來理性和感性、客觀和主觀這些二元對立的思維（c.f. Jones 2001: 1-22）。將物作為探索核心視角，或能模糊上述的對立，並拓寬實驗考古在考古學研究的重要性，是最直接透過與物互動而認識其物質性的研究方法（c.f. Ingold 2007b: 3）。以在美墨邊境沙漠中的死豬埋藏學實驗為例，研究者一方面用圖表呈現了屍體在高溫與禿鷹等各種力量作用下的保存率和空間分布（Beck et al. 2015），同時死豬腐爛和迅速在嚴酷環境中「被消失」的過程，也給研究團隊帶來諸多感官經驗上的衝擊，透過對過程細緻的描述和紀錄，那些在沙漠裡的無名屍骨，其生前經歷的各種源於人與非人的暴力得以被「類比」（De León 2015: 62-85）。回到實驗考古最初對於「過程」的關注（Binford 1983: 104; Tringham 1978），筆者以為實驗考古最具意義的地方，在於研究者參與並記錄了物以及其遭遇的各種從製作、使用到廢棄的變化過程，這些對於過程無論是從質性或是量化角度的認識，都有助考古學家從靜態的遺物遺跡或科技檢測結果去推想過去物質性的動態變化。

三、材料與方法

本文研究材料聚焦於實驗考古所得試片以及桃園虎頭山公園遺址出土的史前陶片。桃園市虎頭山公園遺址（HTSKY，120°19'8"E, 25°0'2"N，海拔 110 至 160 米），2014 年發現，經 2016 年的調查與 2017、2019 和 2020 年進行的三次田野發掘，確認虎頭山公園遺址主要文化層碳十四年代範圍約 2000-1500 B.P.，集中於 1900-1700 B.P.，陶器基本上與同時期在台北植物園（劉益昌 2011；邱水金等 2011；邱水金、朱正宜 2014 a；郭素秋、陳光祖 2021）、新北狗蹄山（劉益昌 1982）、桃園大園尖山（劉益昌、鍾國風 2007；鍾亦興、朱正宜 2012）等地所能見到的「植物園文化」陶類接近，以方格印紋軟陶為主（郭素秋 2002），但同時又出土其他遺址較罕見的大型小口長身罐，並缺少典型的石器組合，說明遺址自身的特殊性（江芝華 2018，2022；楊鳳屏等 2016）。除此之外也有出土並採集到零星的繩紋紅陶，基於紋飾推測，與台北大龍峒（朱正宜 2012）、新北萬里加投（臧振華等 1990）等北台灣「訊塘埔文化」的陶片較類似（郭素秋 2015）。參考鄰近桃園火車站遺址的年代，推測四千年前左右就有人在虎頭山公園遺址活動（江芝華 2022：119-120）。¹

以下的實驗設計一方面旨在以虎頭山公園遺址為例，說明結合實驗考古和岩象分析，如何能豐富對史前陶胎物質性的認識，另一方面更希望藉由在顯微鏡下展現陶土經過不同操作處理的變化過程，完善岩象分析法對過去陶土製備技術的鑑定標準。因此筆者的目的不在「仿做實驗（replication experiment）」，不追求復原和虎頭山一模一樣的陶胎，而較接近所謂的「控制實驗（controlled experiment）」，探索特定的技術對產品物質表現的影響，其目的為提取一般性的物理化學規律，增進對整體技術過程的認識（Harry 2010; Marsh and Ferguson 2010; Schiffer 2013: 43-52; Skibo 1992: 9-30）然而有別於 80、90 年代行為考古學者為代表的控制實驗，致力尋求能夠量化的通則（如 Schiffer and Skibo 1987）；本文更強調對於物件個別案例在鏡下細緻的描述，以其鋪展胎土經歷的變化。實驗樣品準備與考古標本抽樣分別細述如下：

（一）陶土製備實驗設計

為了討論不同備土技術對陶土包含物組合的影響，基於先前北台灣史前陶土製備的既有研究，以及虎頭山公園遺址陶器切片的初步分析（甘聿群 2019），筆者系統性設計一系列關於陶土純化（劉瑩三、翁熙甯 2011）、混土（王仲群 2017：110-118；甘聿群

2019, 2021)、添加摻和料(臧振華、劉益昌 2000: 30-66; 2001: 5)或碎陶(陳光祖 1990: 89)的實驗。本次實驗考古選用的陶土,如未特殊說明,來源於虎頭山公園遺址發掘探坑。筆者首先觀察未處理過的土樣原貌,而後將土樣經過純化、摻和與混土等不同操作,製成試片燒成後進行切片分析與考古樣品比對。其中濕篩樣品採用太巴塢民族誌(石磊 1960)所描述的露天燒方式燒成,基於此次露天燒最高溫度在 900°C 左右的經驗(楊小青等 2019),其餘實驗樣品則在電窯中以 6 小時緩慢增溫到 900°C 的升溫曲線製作(其餘實驗細節詳見甘聿群 2021)。值得一提的是,這些準備的陶土,均成功被筆者以拍墊法製成口徑約 15 毫米左右的陶鉢並成功在電窯中燒製成器,說明這些配方具有一定的製陶可行性,也呼應虎頭山史前陶片內壁墊窩的製作痕跡。

1. 陶土純化實驗: 沉降、濕篩、乾篩

筆者嘗試沉降、濕篩、乾篩等不同的陶土純化方式,代表純化陶土過程中含水量由多到少所造成的不同作用機制。「沉降(settling)」在本文是指把含砂量較多的土加水均勻混合,引入容器或土坑使較粗的顆粒沉澱後,倒出上部溶液,或待大部分水分自然蒸發後取出上層較細的陶土(Quinn 2022: 214; Rice 2015: 118)。²本次沉降實驗是將陶土在大水桶加水攪勻靜置 8 天後,舀出上清液並懸掛抹布吸除水分,以湯匙刮取上層純淨的陶土作為製陶原料(如圖一)。

「濕篩法(wet-sieving)」則是挑出土樣中的小石子和樹枝,將陶土與大量的水調和為泥漿,倒入濾網排水取得陶土;本次實驗使用的濾網為市場販賣用來做粿的 250 目濾布(孔徑約 0.05~0.06 毫米),參考「花蓮縣綠野香坡農村發展協會」仿製古陶工藝時的經驗(c.f. 陳春芳 2012),³在古代可能是以籃子、竹篩、衣服、粗棉布、特殊的植物、戳洞的毛皮或葫蘆等代替(李露露 1993: 99; Gosselain and Smith 2005; Roux and Courty 2019: 32; Rye 1981: 17)。

「乾篩法(dry-sieving)」則以銅鉢和銅勺研磨晾乾的陶土後,經孔徑 0.5 毫米的篩網過篩,取得較細緻的土壤顆粒後加水揉勻;除了銅鉢和銅勺,民族誌案例中可見石板、石錘甚至隨手可得的石頭(鹿野 1941: 43; Fowler 2008: 489-490)或木杵、木拍、木槌等(趙美、李秉濤 2020: 10; 李露露 1993: 99; Krishnan and Rao 1994: 114; London 1991: 189)。



圖一 沉降法實驗與沉降陶土製成的陶鉢

2. 混土實驗

本實驗以虎頭山乾篩土分別和南科鑽井土（以下簡稱「南科土」）、商業土（玉里土）相混和，其中「南科土」為台南科學園區附近採集而得，是顆粒在粉砂級以下的天然陶土，呈青灰色；「商業土」來源則為市場購買的純淨褐色陶土，粉砂級以上雜質極少，兩者陶土質地未經特殊處理即與虎頭山經乾篩處理後顆粒較粗、含鐵量較高的陶土明顯有別（表 1）。選用鑽井南科土與商業玉里土的原因，在於使用來源和物化性質差異很大的陶土相混和有助突出顯微鏡下微結構的差異，另一方面也設計來源地接近、成分雷同的混合配方，以同為虎頭山、處理方式接近的「TP2 乾篩土混 TP10 乾篩土」，以及同樣源於虎頭山但處理方式不同的「虎頭山乾篩土混虎頭山沉降土」，目的是探索此鑑定方法的極限。

依據 Ho and Quinn (2021) 定義出三種不同的混土方式：乾燥狀態下混和的「乾—乾模式 (dry-dry mixing)」、將乾土混入濕土的「乾—濕模式 (dry-moist mixing)」以及在兩者均濕潤狀態下混合的「濕—濕模式 (moist-moist mixing)」，本文基於先前初步的陶器岩象分析結果（甘聿群 2019），選用「濕—濕混土」作為實驗主軸。此外為了

討論不同混合均勻度對坯體的影響，分別揉捏 20 次、50 次、100 次和 160 次後製成試片，進行肉眼和不同放大倍率的顯微鏡下觀察。

表 1 混土實驗配方

	虎頭山乾篩土	虎頭山沉降土
南科土	1 : 1	
商業土	1 : 1	
虎頭山乾篩土	1 : 1	1 : 1

3. 摻和砂實驗

筆者以篩網過濾河砂，⁴ 依據粗砂、中砂、細砂和粉砂四個不同等級摻入商業陶土（黏土級）、細緻南科陶土（粉砂級以下）、虎頭山沉降土（粉砂級以下）與虎頭山乾篩陶土（中砂級以下）。目的為瞭解判斷包含物或摻和料的侷限性與適切程度。

4. 摻和碎陶實驗

除了河砂，民族誌中不乏以碎陶或燒過的陶土塊等「熟料 (grog)」做摻和料的記載 (Fowler 2008: 490; Rice 2015: 82)，由於熟料在膨脹係數等物理特徵上與陶土相對接近、物化性能較穩定、在生活空間中不難取得等優點，作為摻和料可能具有製作過程的功能性考量 (Bishop et al. 1982: 314; Reedy 2008: 146-148; Rye 1981: 33)。摻和碎陶亦可視為某種史前陶器的「回收 (recycle)」行為，在「舊物新生」的轉化過程中承載了豐富的社會文化意義 (Holmqvist 2022; Sainsbury et al. 2021)。

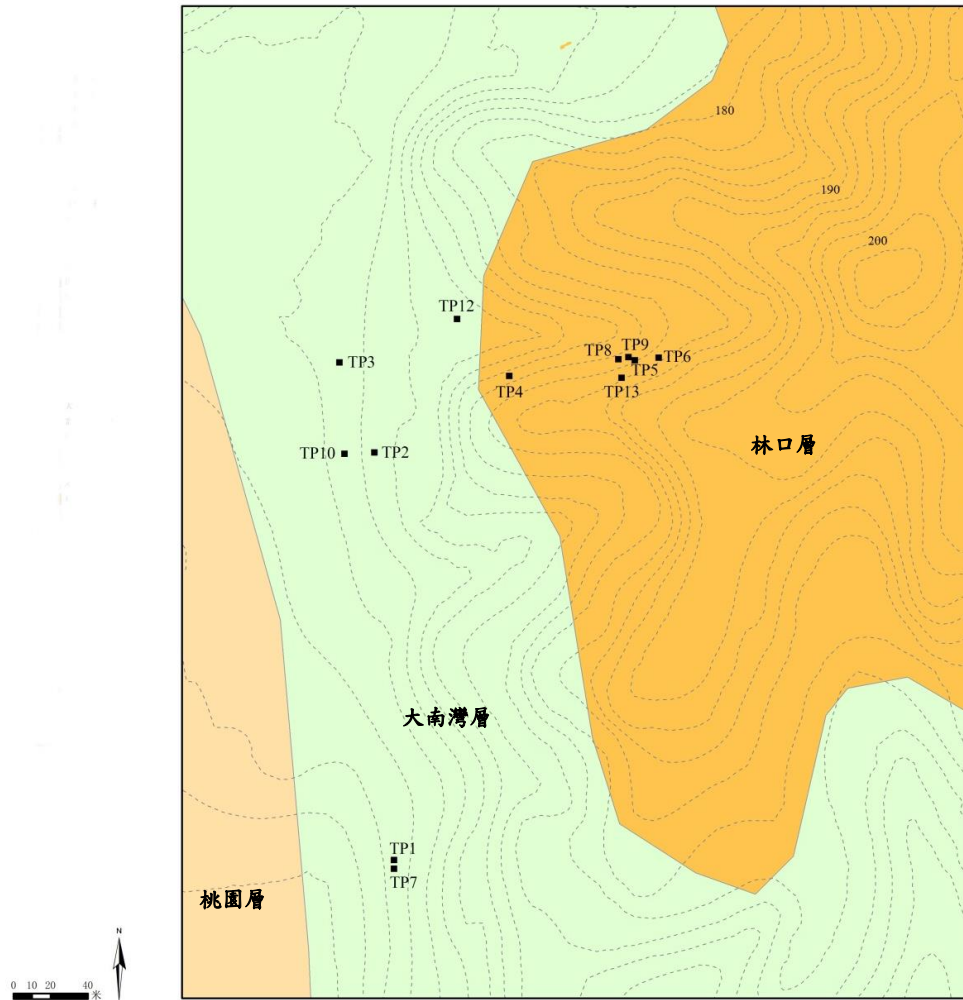
在臺灣北部大坌坑遺址大坌坑文化期 (劉益昌等 2000a: 57-63)、芝山岩遺址芝山岩文化期 (李榮哲 2023: 141-143)、植物園遺址植物園文化期 (甘聿群 2021: 97)、東部約 3500-3000 B.P. 的東河北和漁橋遺址 (陳光祖 1990: 89)，都有疑似摻和碎陶的報導。雖然已有不少關於摻和碎陶的實驗和切片觀察 (Cuomo di Caprio and Vaughan 1993; Herbert and Smith 2010; Whitbread 1986)，但顧及不同地質和文化背景下所使用的陶土和陶片存在差異，筆者特地將一塊泥質陶以銅鉢搗碎，摻入虎頭山乾篩土中，以了解虎頭山遺址的史前泥質陶若作為熟料添入當地陶土的樣貌。

(二) 考古樣本抽樣

本研究共依據不同的陶質、陶色抽樣 72 件虎頭山公園遺址發掘和地表採集的陶片切片分析（表 2 和附錄）。其中年代較早的繩紋紅陶一共 6 件標本，3 件泥質、3 件夾砂，除 1 件泥質陶源於地表採集之外，其餘 5 件均出土於 TP10 文化層。另外 66 件標本則年代較晚，共有泥質陶 62 件，夾砂 4 件，其中肉眼觀察胎土相對均質的標本有 43 件，具所謂「縞狀」特徵的陶土有 23 件，後者可見「不同色澤之細層縞狀構造（陳光祖 1991：60）」，常見於其它植物園文化的陶器。這 66 件標本出土於 TP1、TP2、TP3、TP8、TP9 和 TP10，少部分為地表採集，代表整個遺址不同海拔遺存分布的情況（圖二）。⁵ 為了探討陶土來源、製作技術是否和特定的器型功能有關，上述標本也包括 6 件出土於 TP2、經修復得知器型的腹片作分析，包括 5 件小口長身罐（V1、V2、V3、V6、V7）與 1 件斂口鉢／釜（V5）（見江芝華 2022：72-76）。

表 2 虎頭山公園遺址陶片抽樣情況

抽樣探坑	標本數量	推測時代
TP1（出土與附近採集）	13	植物園或更早
TP2	28	植物園
TP3	7	植物園
TP2&3 附近採集	10	植物園
	1	繩紋紅陶
TP10	5	繩紋紅陶
TP8	1	植物園
TP9	5	植物園
TP8&9 附近（梅園步道旁）採集	2	植物園



圖二 虎頭山公園遺址探坑分布圖

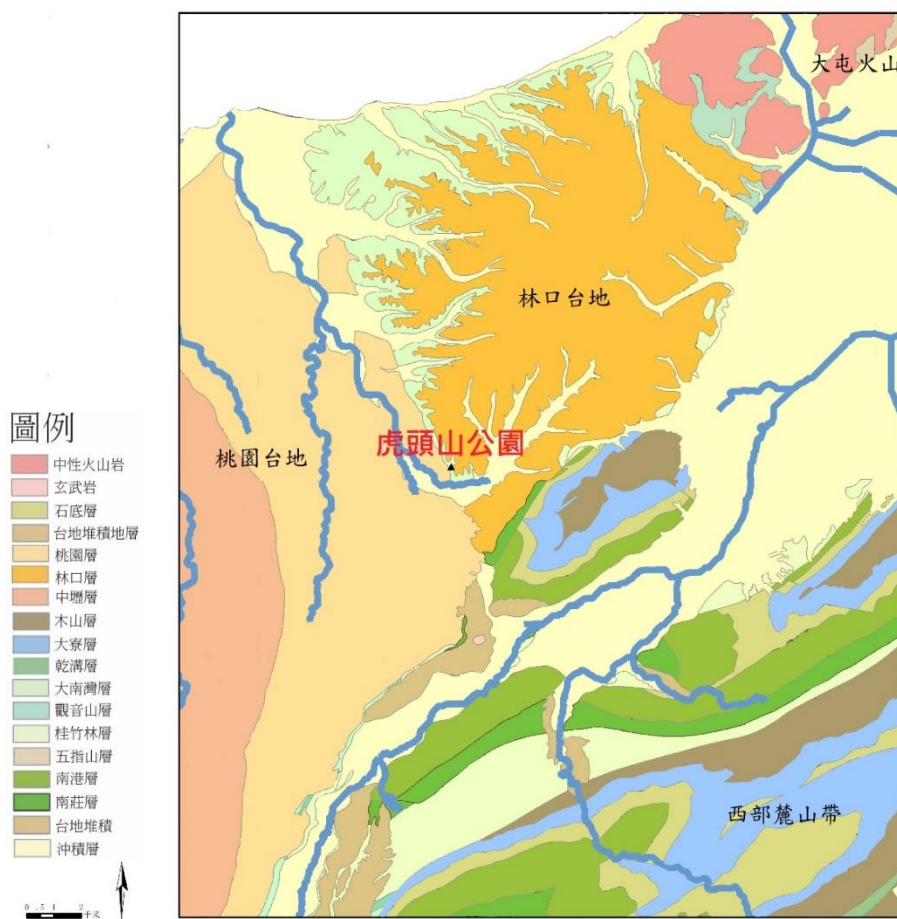
切片分析前先以立體顯微鏡放大 10-25 倍觀察，雖然無法如偏光顯微鏡利用光學性質鑑定岩石礦物種類，但立體視覺效果能補足岩象單一切面認識的不足，在破壞分析前對標本有較整體的認識。隨後依標準的製樣程序 (Peterson and Betancourt 2009: 8; Quinn 2022: 21-46; Stoltman 2001: 298-299) 磨成 30 微米的岩象薄片，使用 Zeiss 公司的 Axioplan 顯微鏡觀察、Canon 相機拍照。礦物與岩屑的鑑定依據平行偏光下的顏色、解理和浮影，以及交叉偏光下的干涉色與消光情況 (參考常麗華等 2006、劉屬興 2007; MacKenzie and

Guilford 1980; Reedy 2008; Yardley et al. 1990)。除了包含物的岩礦成分，依據顆粒大小、圓度和淘選度、胎土顏色和孔隙等，⁶ 定義出不同的「岩象群（petrogoup or petrofabric）」（Albero Santacreu 2014: 22-23; Quinn 2022: 89-135; Whitbread 1995）。鑒定過程在不知每一切片具體對應樣本的情況下進行分群，之後再將分群結果與出土脈落、標本屬性比較討論，以求客觀。

四、切片觀察結果

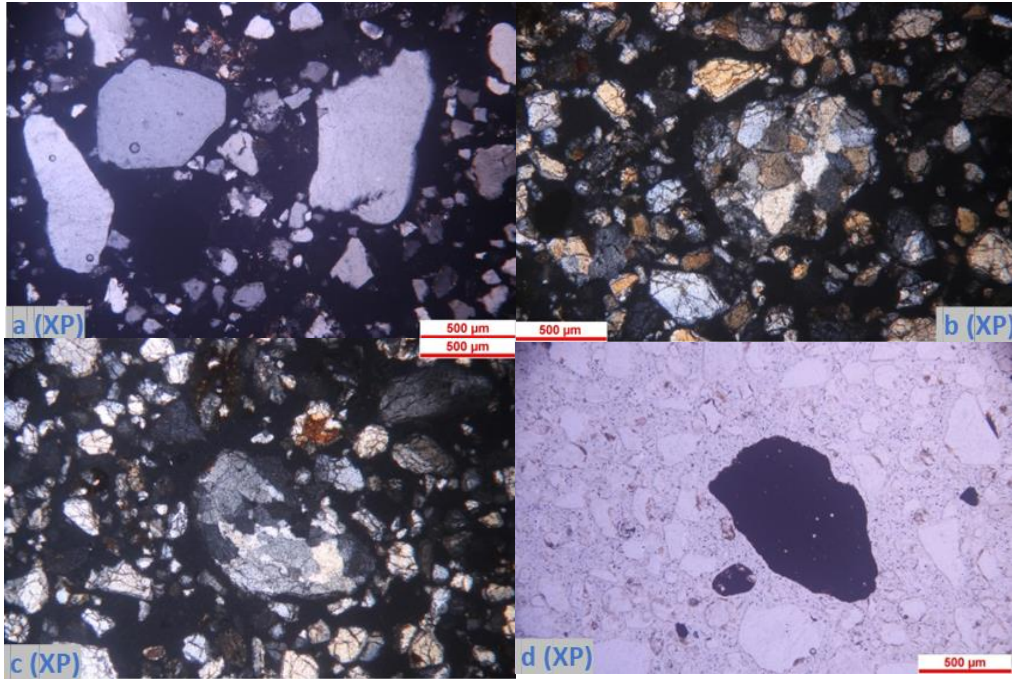
（一）土樣與實驗試片觀察

以下從未經加工過的土壤樣品開始探索製陶原料的「旅程」。虎頭山遺址靠近南崁溪，位於林口台地山前沖積扇的邊緣，台地上層的紅色黏土是地質學家慣稱的「紅土堆積⁷」，下層是由未膠結礫石、砂與粉砂透鏡體構成的台地堆積，礫石成分為岩屑質砂岩和石英岩（何春蓀 1997：106；經濟部中央地質調查所 2014）。砂質沉積物以石英、砂岩屑和變質砂岩屑為主（陳文山等 2008：65），並常見氧化鐵團塊（張惠煌 1985：5）（圖三）。



圖三 虎頭山遺址周圍地質環境（經濟部中央地質調查所二萬五千分之一地質圖）
石底層：砂岩及頁岩互層。**桃園層**：紅土、礫石、砂及黏土。**林口層**：礫石及砂，夾砂及粉砂凸鏡體。**中壢層**：紅土，礫石，砂及黏土。**木山層**：砂岩及頁岩互層。**大寮層**：頁岩及砂岩。**乾溝層**：硬頁岩或板岩夾薄至厚層泥質粉砂岩。**大南灣層**：砂、泥岩層夾少量礫岩。**觀音山層**：砂岩及泥岩互層，上部夾礫岩層。**桂竹林層**：砂岩及頁岩互層。**五指山層**：砂岩及頁岩互層，夾粗粒或礫石質砂岩。南港層：塊狀砂岩夾頁岩。南莊層：砂岩及頁岩互層。

遺址內的土樣大致符合區域地質學的認識，鏡下可見單晶或多晶石英、變質砂岩和砂岩屑，推測源於紅土台地下層風化後的礫石（圖四）。常見的含鐵團塊（圖四 d），可能和紅土所含非結晶游離氧化鐵有關，這些氧化鐵常聚集成團，是紅土呈現紅色的主要原因（張惠煌 1985：II，5）。



圖四 虎頭山公園遺址 TP2 土樣岩礦組合
(a)單晶石英(b)細砂岩屑(c)變質砂岩屑(d)含鐵團塊

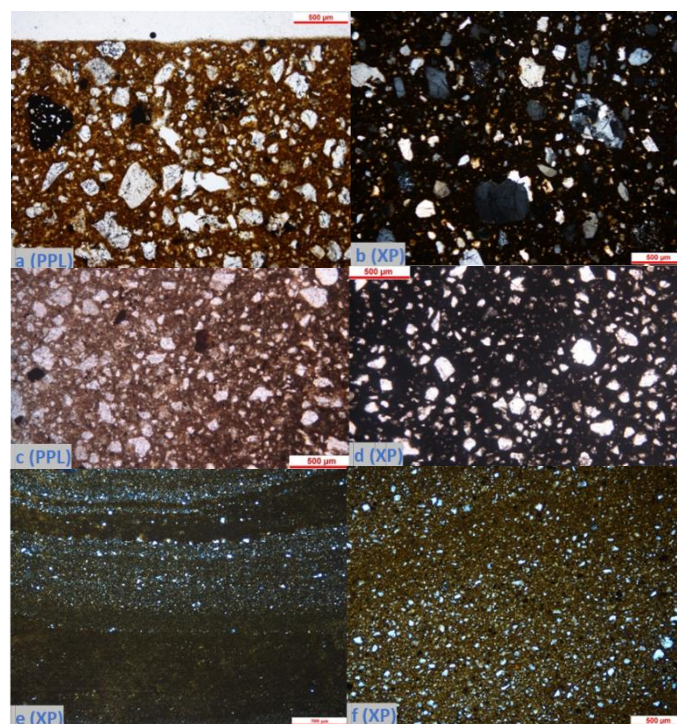
隨著實驗考古的進行，土樣分別經乾篩、濕篩、沉降、混土、加砂、摻和碎陶等不同的處理，包含物的組成和粒度分布也有變化。筆者認為根據包含物不同的淘選度和相異的基質比例特性，能夠討論史前的陶土製備過程，分述如下：

1. 陶土純化實驗結果

乾篩試片的基質比例最低（占 40%左右），呈色較均勻，包含物顆粒從中砂級到粉砂級都有分布，淘選度不佳（圖五 a、五 b）。包含物岩礦組和與土樣類似，可觀察到單晶或多晶石英、細沙岩屑和變質砂岩屑等。濕篩後的陶土，基質比例介於乾篩和沉降法之間（70%），包含物多在粉砂級以下，帶一些細砂級的小顆粒，淘選度較佳。包含物以石英為主，零星幾顆砂岩屑；坯體整體均質性佳（圖五 c、五 d）。

沉降後陶土粉砂級顆粒和黏土基質比例提高、包含物顆粒變細 (Krishnan and Rao 1994: 113-117; Quinn 2022: 214-216)。本次沉降試片的陶土觸感細膩，在立體顯微鏡下放大 10 倍以上仍無明顯的顆粒。偏光顯微鏡下基質高達 90% 至 95%，包含物以最抗風化的石英為主，淘選度極佳，顆粒粒徑全在 0.05 毫米以下 (圖五 e、五 f)。本實驗結果呼應 Eramo (2020: 12) 關於沉降後陶土罕見 0.06 毫米以上顆粒的主張。在已發表的考古學案例中，如 Freestone 和 Hughes (1989: 72) 也因陶胎內少有顆粒大於 0.1 毫米而推測陶土經過沉降。

與前人研究較不同的地方在於，本次實驗結果發現沉積於上層的細膩陶土，在肉眼尺度表現同質、在微觀尺度中卻展現較高的胎土異質性，偶見不同顏色、不同顆粒大小構成的條帶狀結構。對於此現象的可能解釋為自然堆積中本來就存在差異，而沉降練土可視為人造的低能量沉積環境，在橫向同質化顆粒大小的過程，也縱向分選出更細微的如含鐵量的差異，產生分層的「異質堆積」效果，在微觀尺度放大了胎土的異質性。唯這種因沉降而生的異質胎土是否也會出現於其他地質來源的陶土，以及多大程度會保留在揉練成形後的成品中，值得進一步實驗探討。



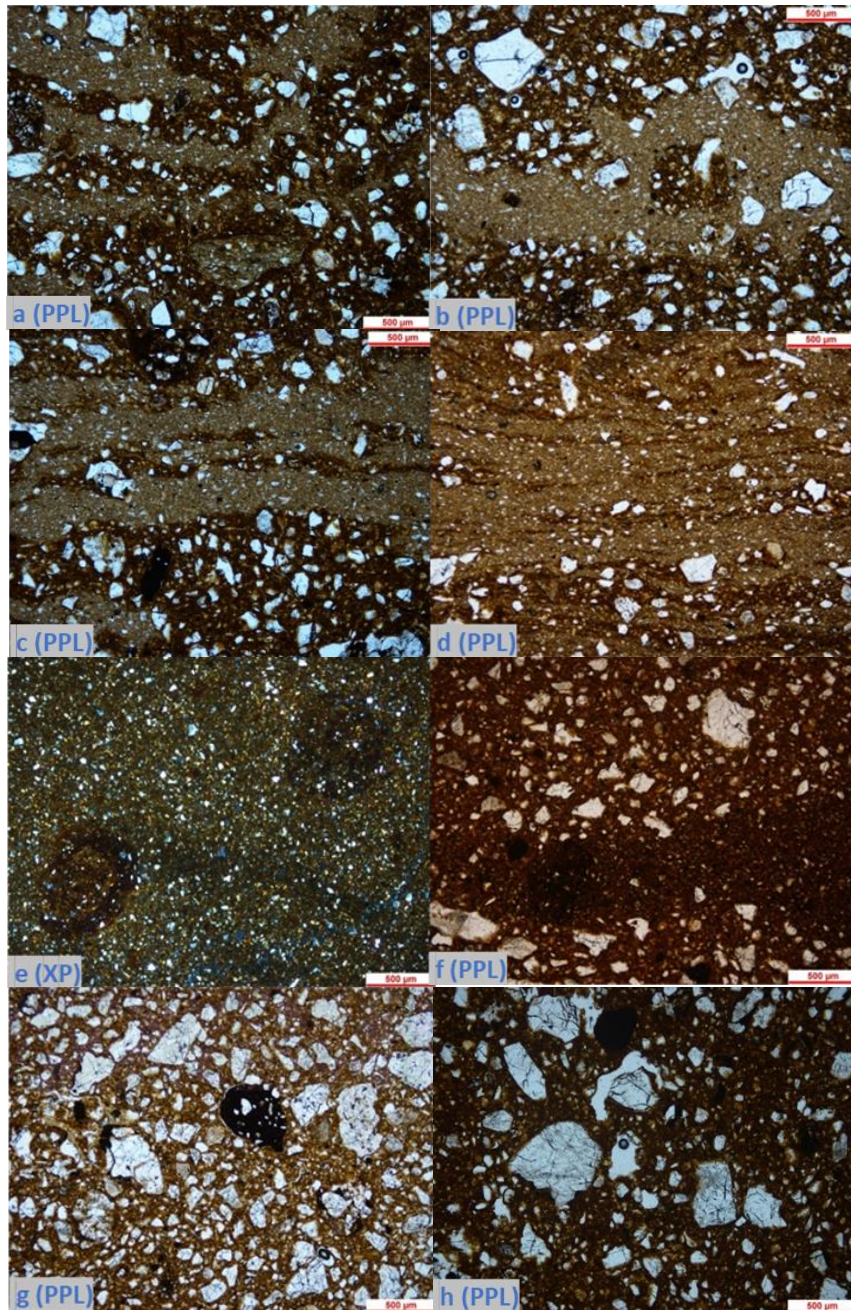
圖五 虎頭山陶土純化實驗室片結果

(a)&(b) 研磨、乾篩處理的陶土試片(c)&(d) 濕篩實驗試片(e)&(f) 沉降實驗試片

2. 混土實驗結果

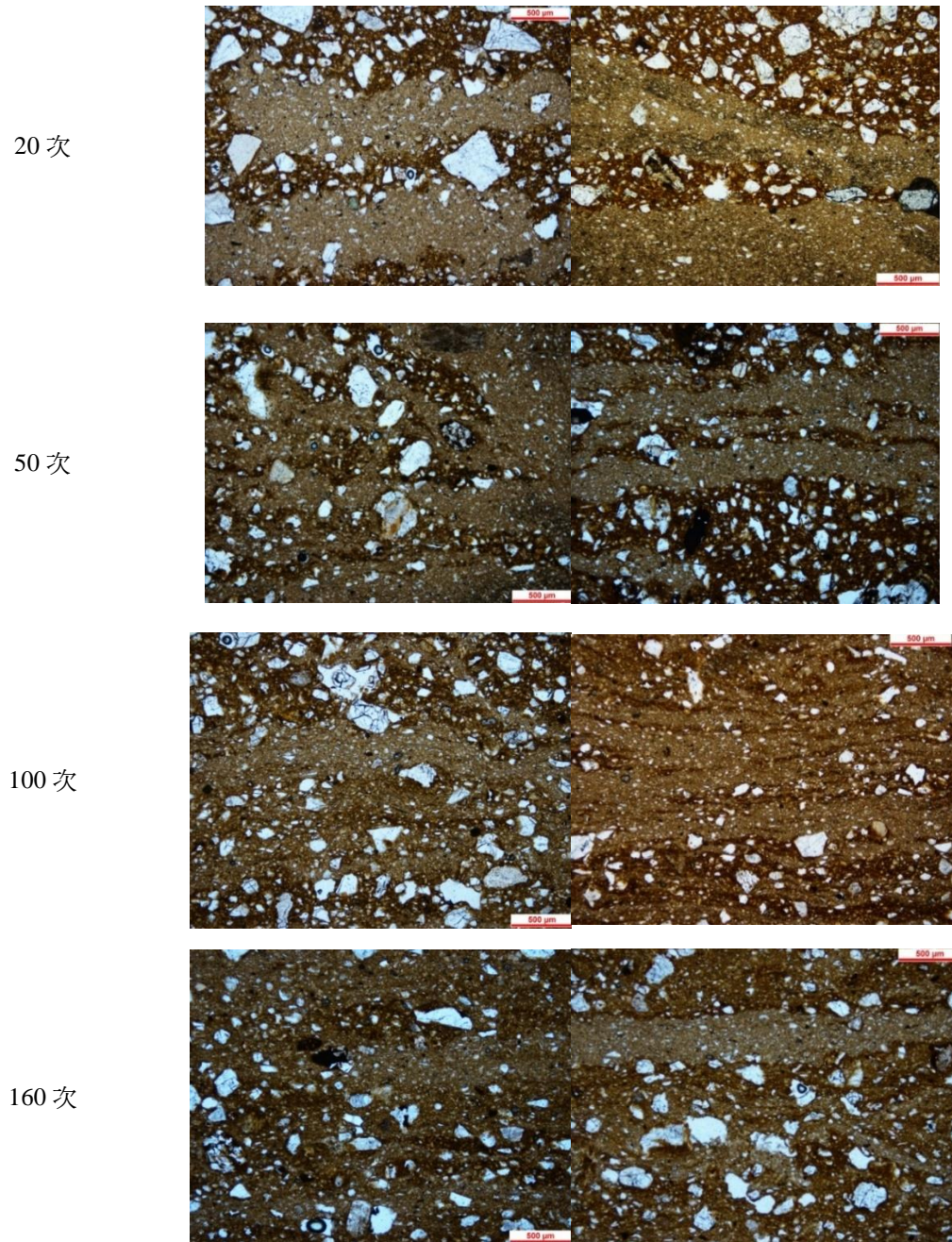
本次「濕—濕混土」的實驗結果說明，切片中明顯顏色不均勻的基質、粗細不等的異質條帶（圖六 a-圖六 d）與黏土團塊（圖六 e），是鑒定混土技術的重要特徵（Eramo 2020: 17; Faber et al. 2009: 144; Ho and Quinn 2021; Quinn 2022: 232-237）。在混土原料本身顏色差異很大的案例中，平行偏光下陶土的異質結構相當明顯。相同地質來源的土樣若經過不同的練土技術再進行混和，依然有可能保留足以鑑別的特徵；但如果地質來源接近、陶土處理方式雷同，則未必能在鏡下順利判別。如將虎頭山沉降土混合虎頭山乾篩土，還是能在顯微鏡下觀察到胎土的異質性。但如果混和組織和來源基本相同的陶土，如「TP2 乾篩土混 TP10 乾篩土」則難以鑑別（圖六 g、圖六 h）。

另一個觀察為就算看似「均勻」、肉眼不見異質結構的混土陶胎，在偏光顯微鏡下仍可見到上述的條帶或陶土透鏡體。將商業土與虎頭山乾篩土分別揉搓 20、50、100 和 160 次後，可觀察到隨著揉土次數增加，異質條帶逐漸變細、陶土透鏡體減小，條帶之間以及透鏡體與周圍基質之間的邊界越來越模糊（圖七）。陶土混合是一個從「異質」過渡到「均質」的連續過程，但對胎土「均質」的感知會隨觀察的媒介和尺度而有所變化。混合 160 下後，雖然肉眼和放大 10 倍的立體顯微鏡下難以覺察到異質結構，但在偏光顯微鏡 50 倍的倍率下，異質特徵依然醒目，是混土技術在切片中留下的痕跡（圖八）。

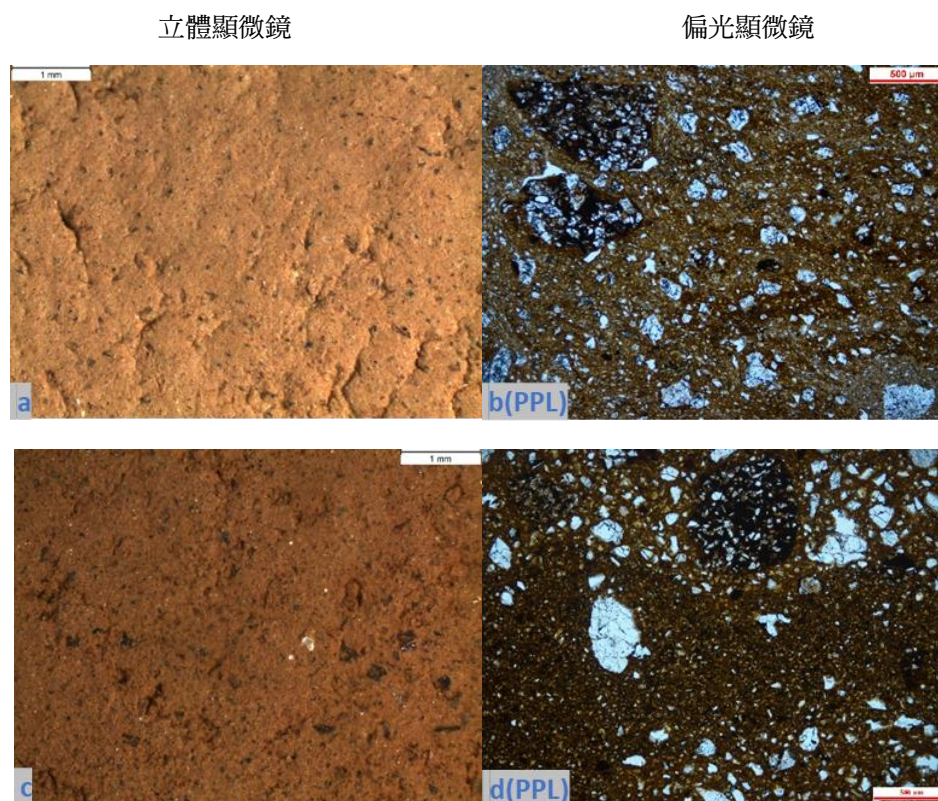


圖六 「濕—濕混土」實驗結果

(a)-(d) 虎頭山乾篩土混合商業土(e)&(f) 虎頭山乾篩土混合南科土
(g)&(h)虎頭山 TP2 乾篩土混合 TP10 乾篩土



圖七 不同混土均勻程度的岩象試片
(虎頭山乾篩土混商業土, PPL)



圖八 立體顯微鏡下的「均質」與偏光顯微鏡平行偏光下的「不均質」對比
(a)&(b) 虎頭山乾篩土混合商業土 160 次(c)&(d) 虎頭山乾篩土混合南科土 160 次

3. 摻和砂實驗

判別切片中的岩屑和礦物，是自然包含物（natural inclusion）還是有意識添加的摻和料，攸關能否對陶器進行更細緻的技術和溯源討論，卻具有相當的鑑別難度，尤其是那些以石英為主的礦物或岩屑，更難以從成分進行區分（Rye 1981: 16, 31-32; Stoltman 2001: 301-304; Tite 1999: 185）。目前學界一般認為陶片中稜角狀、有新鮮破裂面的碎屑，較有可能是摻和料；相較於自然界礦物顆粒多為常態分布，若陶片中顆粒大小呈現「雙峰分布（bimodal distribution）」，則較可能和人類行為有關而非天然陶土中的雜質（Braekmans and Degryse 2017: 255; Eramo 2020: 12-17; Quinn 2022: 225-229; Reedy 2008: 127-133; Rice 2015: 86-88; Roux and Courty 2019: 136-137; Rye 1981: 52; Velde and Druc 1999: 149-151, 197-198）。上述指標目前仍存在不少問題，一方面未經處理的沉積物中仍可發現存在雙峰分布的現象（c.f. Sambrook Smith 1996; Taira and Scholle 1979），因

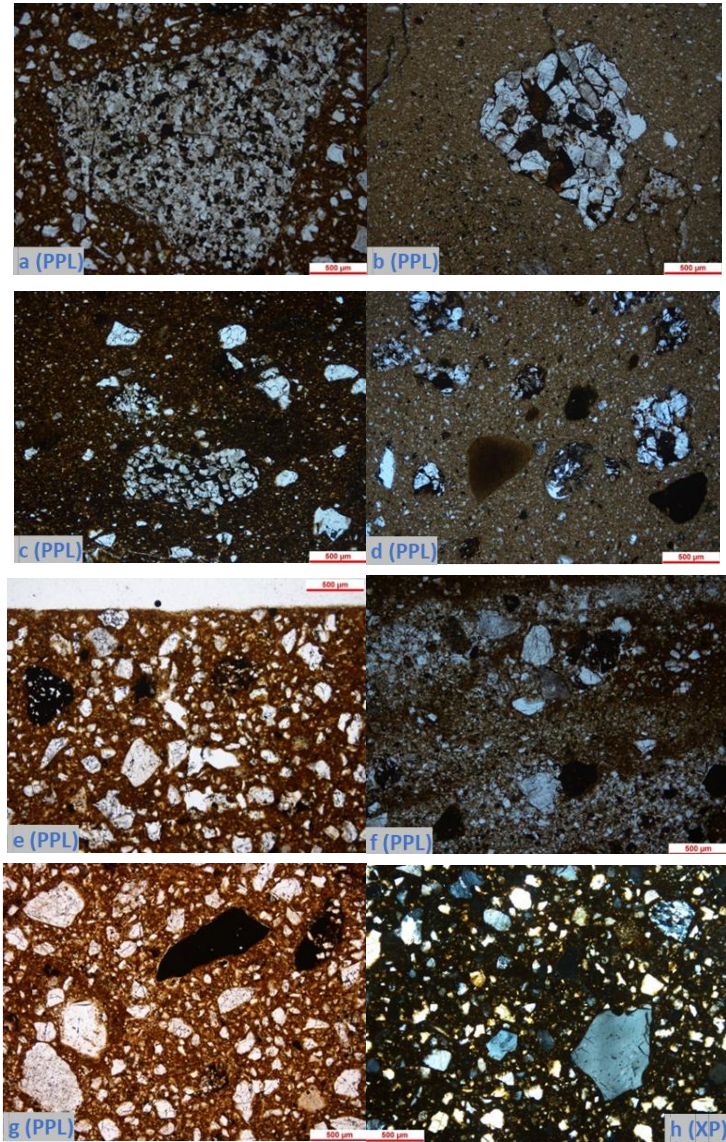
此使用此標準時務必結合對當地地質環境的認識，另一方面即使多位作者（Eramo 2020: 13; Quinn 2022: 227; Reedy 2008: 128）都曾以粒度分布曲線，企圖呈現摻和陶土與未摻和陶土之間明顯的差異，如何把粒度分布示意圖的結果應用於實際的切片鑑定過程，筆者認為仍存在相當大的主觀性，特別是關於如何界定「雙峰」，即大顆粒與小顆粒之間粒級的差距要多大，討論並不多。

根據本次摻和實驗，筆者認為在陶土基質與摻和料顆粒相差 2 個自然粒級（即摻和料是基底陶土所含最大顆粒徑的 4 倍以上）的前提下，顯微鏡下能較明確地辨識出摻和行為（圖九 a~圖九 d）。若基質與添入的摻和料在粒級與岩礦組合過分相近，則較難辨認（圖九 g、圖九 h）。

另一個有趣的現象是在一件「商業土摻和細砂」的試片中，一方面顆粒呈雙峰分布，符合上述對摻和行為的觀察。但原本相對均質的黏土級商業土，摻入細砂後竟出現類似混凝土的條帶狀結構，顆粒分布和陶土顏色斑雜呈層（圖九 f）。事實上該件標本在摻和細砂的過程中細砂帶有較多水份，操作實際上類似將「泥質陶土與細砂土濕一濕混合」

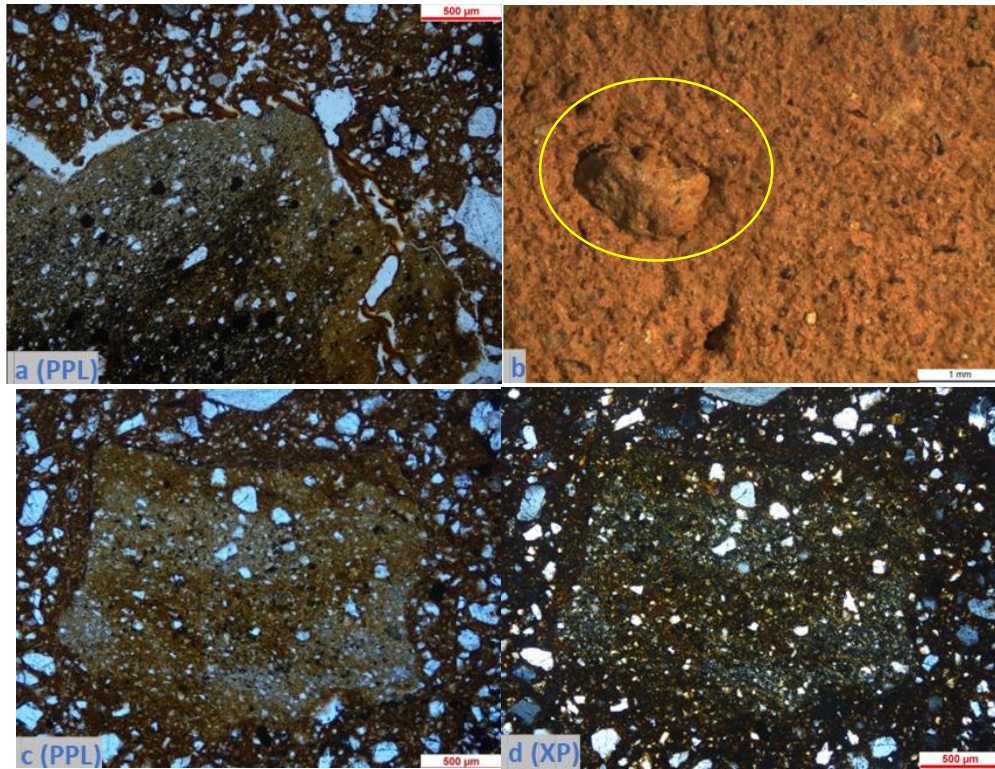
4. 摻和碎陶實驗

顯微鏡下碎陶以其較大且不規則呈次稜角狀至次圓狀的顆粒形態，與不同於周圍胎土的質地、燒結情況，可以明顯被鑒別出來（圖十 a~圖十 d）。因為虎頭山碎陶為泥質質地，即使是人工搗碎也沒有呈現尖銳的稜角狀。部分碎陶與其周圍基質呈現清楚的邊界（clear boundaries），部分周圍則因膨脹係數的細微差異而產生孔隙，即所謂的「收縮圈（shrink rim）」（圖十 a，關於摻和碎陶的更多討論詳見 Cuomo di Caprio and Vaughan 1993; Whitbread 1986）。



圖九 摻和砂實驗試片切片結果

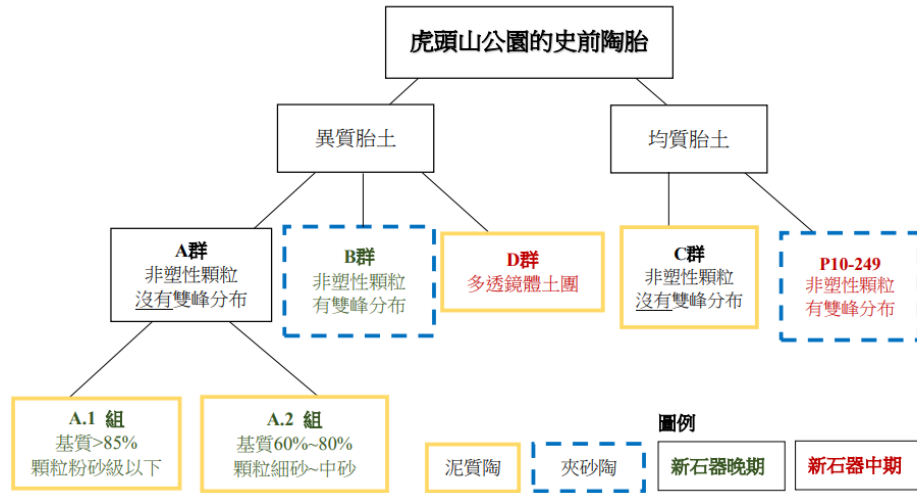
- (a) 含中砂級顆粒的乾篩土加極粗砂級摻和料
- (b) 黏土級商業陶土加粗砂級摻和料
- (c) 粉砂級以下的南科土加中砂級摻和料
- (d) 黏土級商業陶土加中砂級摻和料
- (e) 未摻和的虎頭山中砂級乾篩土
- (f) 黏土級商業土加細砂級摻和料(與混土相似)
- (g) 虎頭山中砂級乾篩土加細砂級摻和料 (難以辨識)
- (h) 虎頭山中砂級乾篩土加中砂級摻和料 (難以辨識)



圖十 碎陶岩象 (a,c,d) 與立體顯微鏡照片 (b)

(二) 考古樣品

本次虎頭山公園陶片切片結果，主要包含物為單晶石英，部分波狀消光、或為多晶。較大顆粒的包含物則為砂岩岩屑，少部分輕度變質。形狀、大小不一的不透明「含鐵團塊」為本遺址陶片的常見特色。除了石英和以石英為主要礦物組成的岩屑外，部分標本含有少量風化的碎屑長石，以及零星鋯石。雖然岩礦組合基本相近，但是陶片基質的占比和均勻程度、包含物顆粒的淘選度、圓度等仍有不少差異，基於這些多樣的物質特徵，筆者進一步依以下架構分別出 A、B、C、D 四群岩象群（圖十一），介紹如下：



圖十一 岩象分群架構

A 群

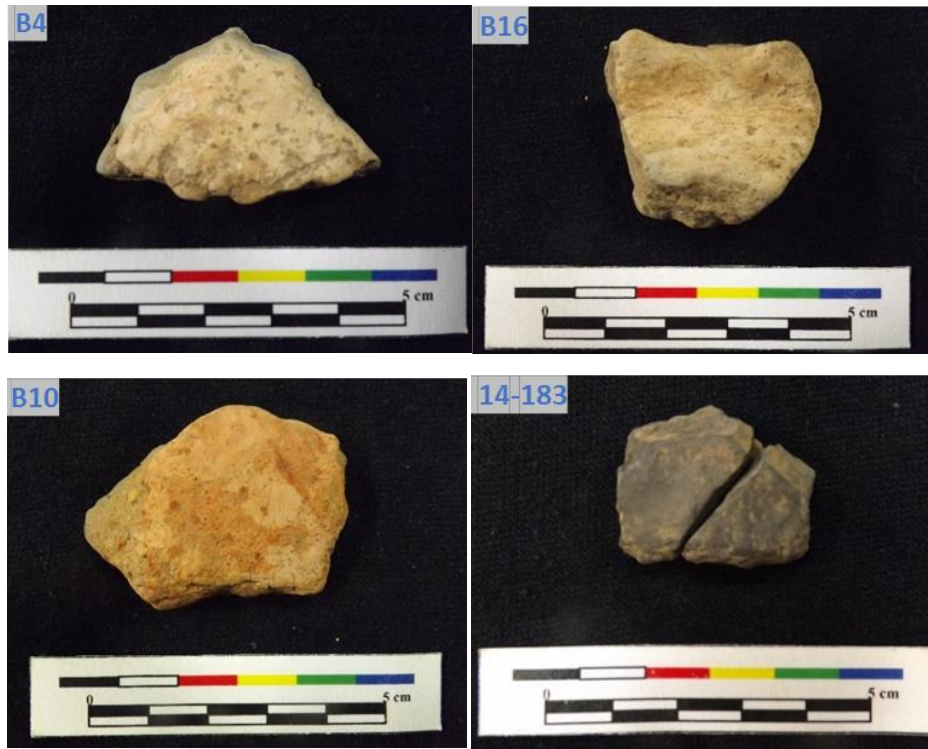
A 岩象群共 56 件，是虎頭山公園遺址在 1900-1700 B.P. 這段期間內最常見的陶胎，無論是遺址東側較低海拔的 TP1 抑或 TP2、TP3 等主要活動範圍以及海拔較高的 TP8 或 TP9 都能見到。雖然 TP2 和 TP3 的堆積性質有別，前者為大型容器，推測和儲存甚至儀式活動相關，後者則以小型的日用陶器為主（江芝華 2022：115-116），但岩象分群結果說明這些來自不同脈絡的陶器共享類似的胎土。

整體而言 A 岩象群基質細緻、淘選度佳，基質占比大，胎土異質性高。其中 A.1 組顆粒較 A.2 細膩，基質比例更高（圖十三），A.2 組顏色斑駁、常見條帶狀結構。就這次的抽樣結果而言，所有出土層位明確、確定屬於陶容器腹片或口緣的樣本以及支腳，都屬於 A 群。TP2 文化層出土六件器形相近的小口長身罐，其中 3 件屬於 A.1 群而 3 件屬於 A.2 群，暗示 A.1 和 A.2 兩群關係密切，可能經歷過相似但略有差異的作用過程。分群介紹如下：

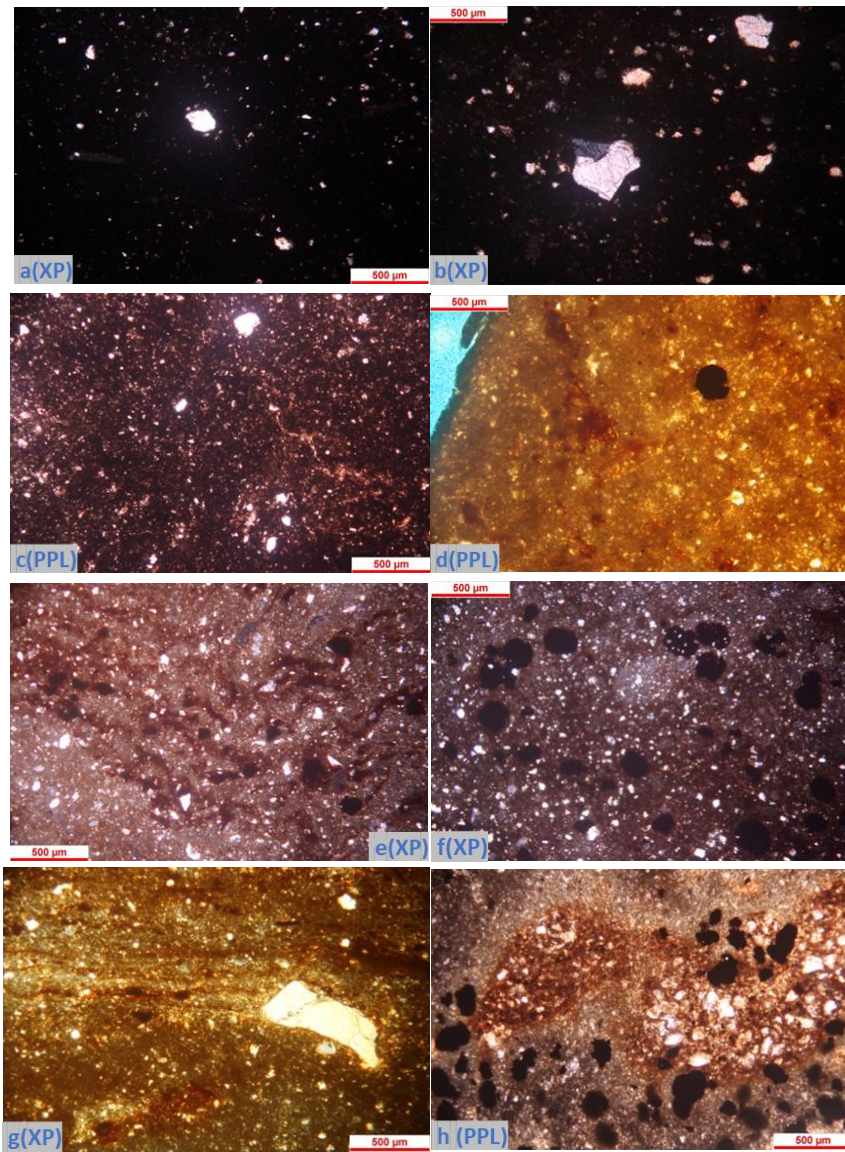
A.1 組

A.1 組共有 28 件標本，廣泛分布於遺址範圍。多為觸感粉膩的泥質陶，約一半（15 件）肉眼可見「縞狀」胎土⁸，呈現從米白、粉紅、磚紅到灰黑多樣的陶色。TP2 出土的 2 件小口長身罐（V1&V7）和 1 件斂口陶鉢/釜（V5）、以及另外採集的兩件口緣

(B16、G2)屬於此岩象組(圖十二)。A.1 岩象組的切片(圖十三)，基質比例高(85%-99%)。石英顆粒較小，淘選度佳，介於次稜角狀和次圓狀之間；含有少量(5%)的含鐵團塊(圖十三 e-十三 h)。基質的異質性高具條帶狀結構(圖十三 e、十三 g)，部分樣品可見沒揉勻的土團(圖十三 h)。



圖十二 A.1 岩象組標本



圖十三 A.1 岩象組切片

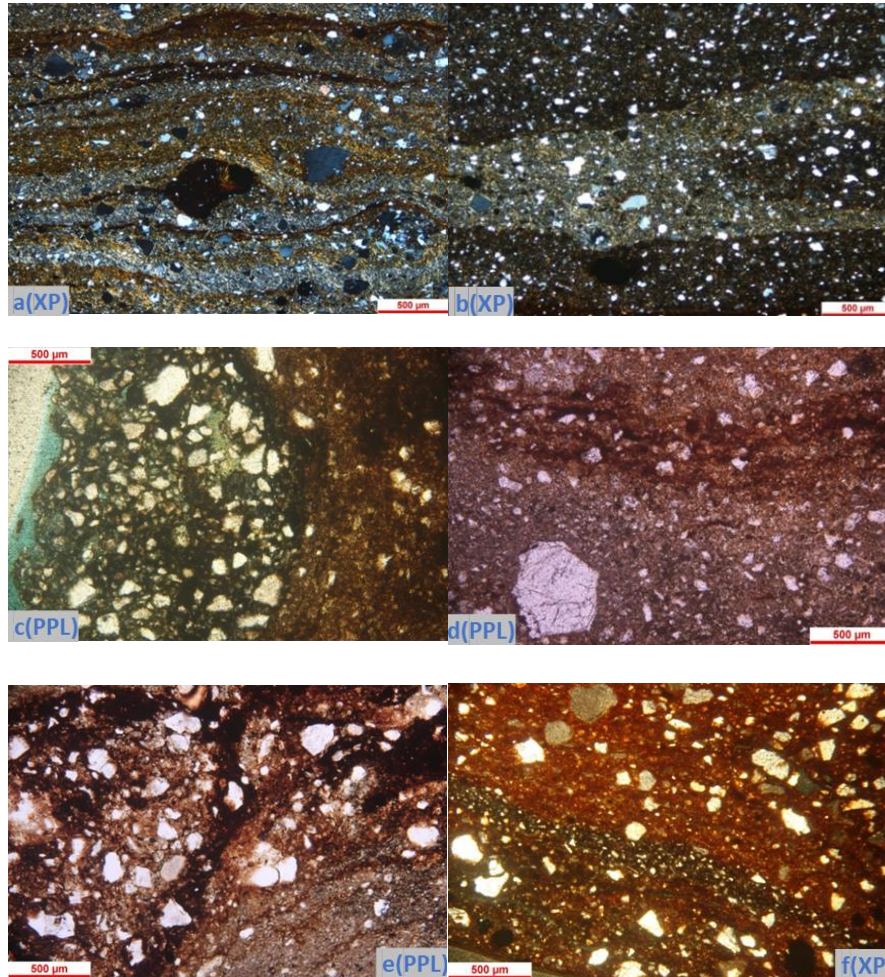
(a)H5 細緻基質(b)H12 細緻基質與變質砂岩屑(c)H2 細緻基質(d) G20 細緻基質
(e)H15 條帶狀結構與含鐵團塊(f) H12 含鐵團塊(g) B14 石英與異質基質
(h)28-94 含石英顆粒的土團(圖片中央)以及含鐵團塊(圖片下方)

A.2 組

A.2組共28件標本，廣泛分布於遺址各處。泥質陶，憑肉眼觀察難以和A.1區分，近1/3（8件）胎土呈「縞狀」。陶色從米白、粉紅到磚紅光譜式分布。許多不同的器型均屬此岩象組，包括TP2出土的3件小口長身罐（V2、V3、V6）、平底罐底（28-267）、一件口緣（G11）和陶支腳（P12）、TP1的一件口足不分（X-01）與TP9的1件口緣（P9-122）（圖十四）。相較A.1組，A.2組包含物占比較高（20%-40%）。多數包含物為石英，少部分為粉砂到中砂級的砂岩岩屑（1%），淘選度較A.1差。在異質基質中可見含鐵量或石英含量有別的連續不均勻條帶（圖十五a-十五f）分布，部分樣品可見石英密度差異很大的區域緊密相鄰（圖十五c、十五e）。



圖十四 A.2 岩象組標本



圖十五 A.2 岩象組切片

(a) P3-236 斷面條帶狀與透鏡體構造 (b) P3-218 斷面條帶狀結構 (c) 28-59 不均勻分布的石英 (d) H14 條帶狀結構 (e) B13 條帶狀結構與不均勻石英分布 (f) 31-316 斷面條帶狀結構

B 群

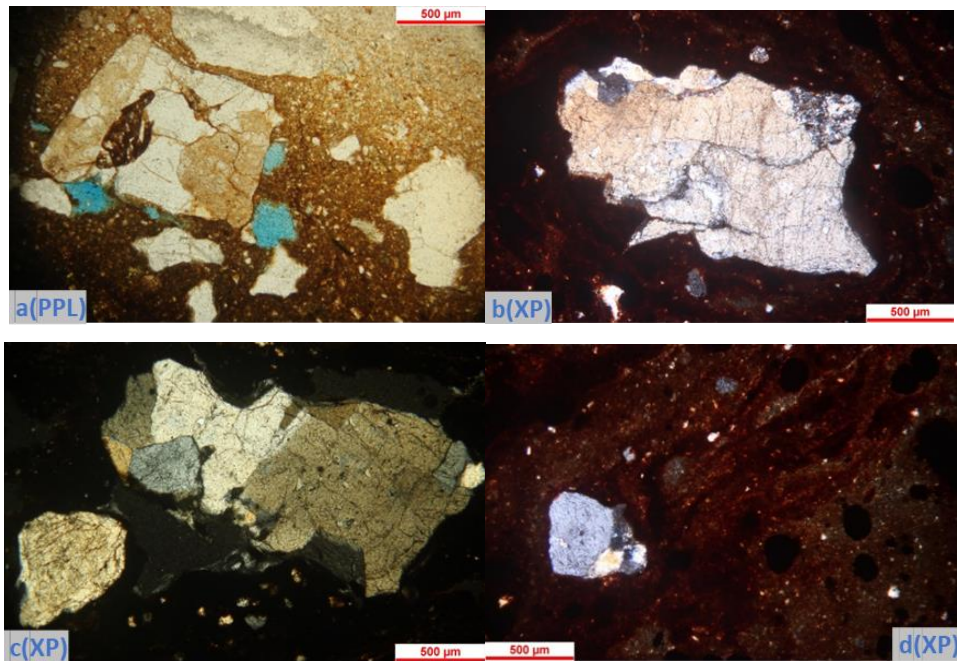
B 群包含的 4 件標本均為夾砂陶，肉眼可見白色透明的粗顆粒包含物。雖然總數明顯少於泥質陶，但在遺址不同區域均能見到（圖十六）。

B 群包含物以砂岩岩屑（部分受到輕度變質作用）為主（5%）（圖十七 a-十七 c），

含少量的含鐵團塊（1%）（圖十七 d）。在顯微鏡下顆粒大小呈明確雙峰分布，岩屑顆粒界於粗砂至極粗砂級，邊緣銳利、呈角狀至極稜角狀，周圍基質則多在粉砂以下。B 群的胎土也具有異質性（圖十七 d），與 A 群，特別是 A.1 組的胎土十分類似（圖十三 c-十三 f）。



圖十六 B 岩象群標本



圖十七 B 岩象群切片

- (a)14-182 粗砂級中砂岩屑，淺藍色為染色膠填充的原生孔隙
(b)16-248 粗砂級變質砂岩屑
(c)24-07 石英與變質砂岩屑
(d)16-248 細膩具條帶狀結構的基質、砂岩屑與含鐵團塊

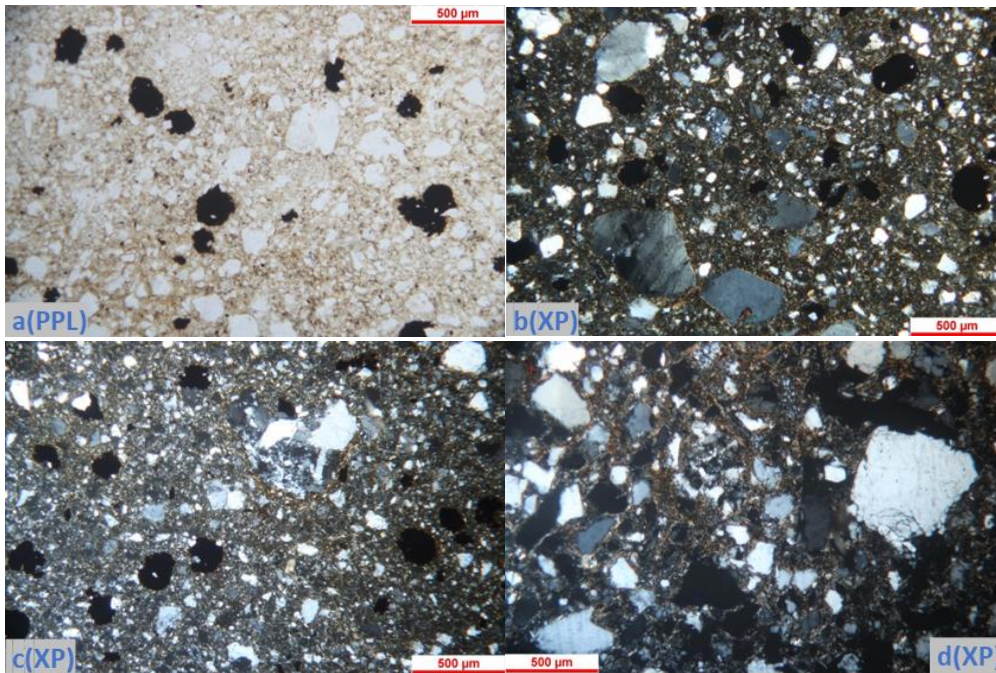
C 群

C 群共 6 件標本，全部採集於遺址西南側、海拔較低的 TP1 附近。就堆積內涵與出土遺物數量來看，TP1 地處遺址邊陲，史前活動不如 TP2 和 TP3 密集（江芝華 2018：30-31）。由於採集遺物年代不詳，若參考 TP1 文化層的年代，這些陶片有可能較 A、B 岩象群的年代早，可能早至 2800-2700 B.P.，不過由於已丟失完整的考古脈絡，也難以排除從其他地層沖落的可能性，尚待日後釐清（江芝華 2022：33）。胎土肉眼不見縞紋，多數觸感比 A 群略為粗糙，但因肉眼不易觀察到明顯的顆粒，在分類上多數歸於「泥質陶」（圖十八）。

C 岩象群包含物中有單晶石英、多晶石英、低度變質砂岩屑與長石，包含顆粒沒有明顯雙峰分布，罕見粗砂以上的顆粒。與前述 A、B 群最明顯的差別在於胎土異質性較低、包含物的密度較高（>40%）（圖十九）。



圖十八 C 岩象群標本



圖十九 C 岩象群切片

(a)&(b)A1 含鐵團塊與多晶、單晶石英 (c)A5 含鐵團塊與變質砂岩屑
(d) A3 低比例的基質與石英顆粒

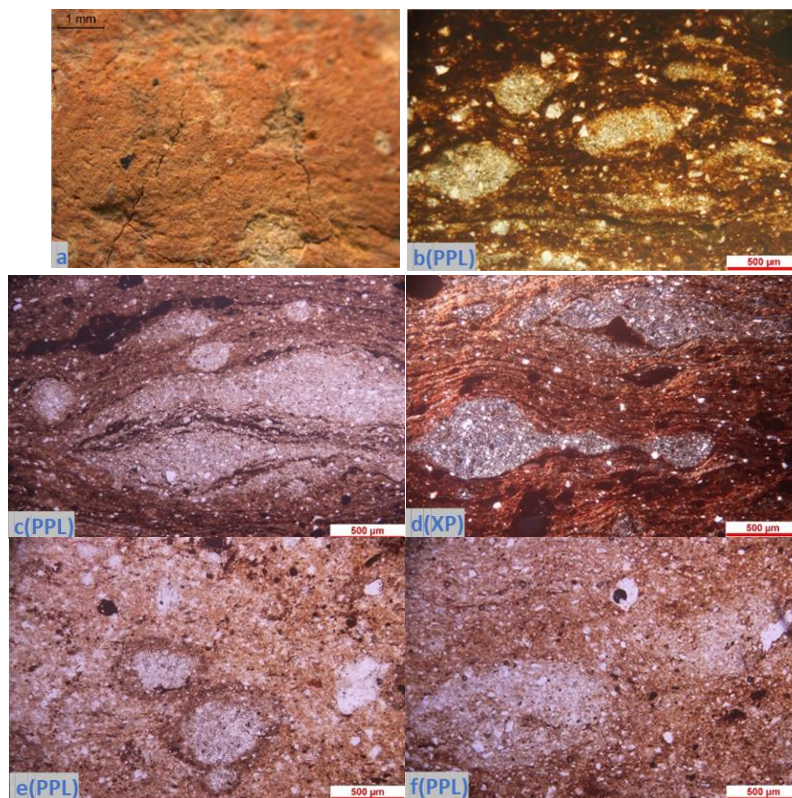
D 群

D 岩象群共抽樣 5 件標本，除採集而來的 B11，其他出土於 TP10 細繩紋紅陶文化層內。這些陶片表面常見深色陶衣，施細繩紋，陶胎有肉眼可見的白色斑塊，觸感粉膩，交結疏鬆，部分片狀剝落（圖二十）。

D 群岩礦顆粒的淘選度極佳，粉砂級以下顆粒占比 95%以上，有少量含鐵團塊，所見礦物顆粒多為石英。在紅棕色、含鐵量較高的基質中，常夾有同樣細緻的淺灰色陶土團塊呈透鏡體或橢圓狀，部分拉伸成條帶，與其基質的邊界部分清晰而部分則與基質交融。基於 Whitbread (1986) 關於黏土質包含物 (argillaceous inclusions) 的鑑定標準，並與本文摻和的碎陶顆粒 (圖十) 對照後可確認，這些團塊摻入陶胎時具有相當的塑性，並不似碎陶，而是陶土透鏡體 (lenses, c.f. Ho and Quinn 2021)。在標本整理階段，兩件被判定為「夾砂陶」的標本 (P10-156 與 P10-186)，經切片分析後發現，所謂的「砂」實為較大顆的黏土團塊，從岩象的角度與其他三件「泥質陶」無太大區別 (圖二十一)。



圖二十 D 岩象群標本

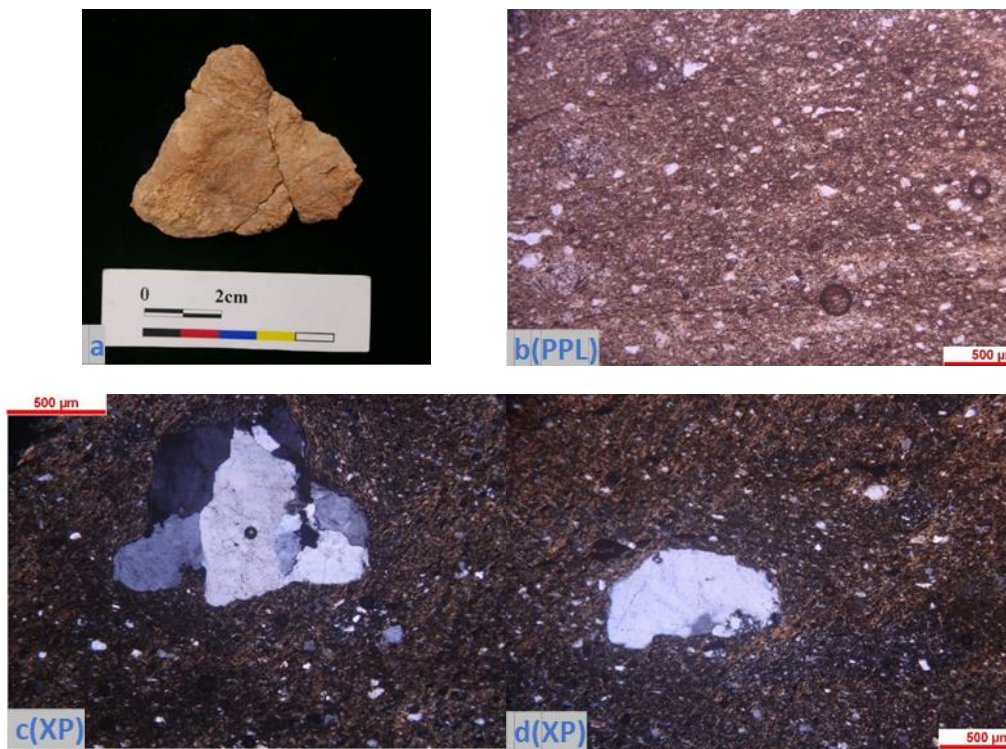


圖二十一 D 岩象群顯微鏡觀察與岩象切片

(a)B11 立體顯微鏡下的白色土團(b)B11 黏土透鏡體
(c)&(d)P10-156 透鏡體與條帶狀結構(e)P10-186 土團(f)P10-194 土團

樣品 P10-249

在本次分析的 6 件繩紋紅陶中，P10-249（圖二十二 a）的薄片特徵和 D 群陶片不同而獨立討論。P10-249 細緻的基質（圖二十二 b）中夾有粗砂至極粗砂級的變質砂岩屑與石英（圖二十二 c、二十二 d），雙峰分布明顯。相較前述 D 群包裹較大顆黏土團粒的標本，是真正字面意義上的「夾砂陶」。就此案例而言，包含物近圓狀，圓度明顯高於同遺址較晚時期的 B 群。



圖二十二 樣品 P10-249 與切片
(a)標本照(b)細膩基質(c)變質砂岩屑(d)多晶石英

(三) 小結

切片下觀察到的黏土、岩屑和礦物，在燒結成陶器以前經歷過各自不同與人或非人相互作用的歷史，陶胎表現的是這些不同作用綜合的結果，這樣的過程既包括自然沉積過程也包括人為的練土行為。本次實驗一方面展現出不同的練土技術會對岩礦組合、顆粒分布造成哪些變化，有助於想像不同性質的陶土可能經過哪些不同的操作過程。另一方面實驗也指出可能存在的鑑定侷限，包括混入的陶土或摻和料因與基底陶土相近而在鏡下判斷不出添加的過程。

虎頭山公園陶胎內的包含物不只符合目前對遺址周遭地質環境的認識，也與遺址採集的土樣和製成的實驗試片相符，進一步的化學分析結果亦顯示三者的元素成分相當接近（詳見甘聿群 2021：125-139），以目前的證據來看，筆者認為虎頭山史前陶器的原料來自遺址周圍的地質區。本次實驗更說明無論是經過乾篩、濕篩或沉降的當地陶土都具有製作成器的潛力。受制於對虎頭山遺址周圍史前微環境有限的認識、岩象分析與化學分析方法可討論的精度，筆者無法進一步探討個別陶片或岩象群之間是否存在更小尺度的產地異同，而嘗試從整體物質性的角度來考察陶胎之間的相異。相較於單一的岩礦組合與化學成分，以及同一文化層陶類相似的屬性，岩象的視角捕捉到了陶胎多樣的物質特性。

年代最晚的「植物園式」泥質陶（A 群）以細膩而具高度異質性的胎土為特徵，常見條帶，與本次「濕一濕」混土的實驗試片（圖六）展現出諸多相似的微結構（c.f. Ho and Quinn 2021），其細膩的胎土也讓人懷疑部分或許經過沉降的練土處理，或至少源於類似的自然沉積過程。較細的 A.1 組與顆粒較粗糙的 A.2 組反映的則可能是不同的沉積來源、沉降備土和「濕一濕混土」過程。同時期夾有粗砂顆粒的陶胎（B 群），在與 A 群相似的異質胎土基底中包裹呈角狀至極稜角狀的砂岩岩屑。考量其顆粒雙峰分布明顯，接近本次摻和實驗的結果，加上其圓度明顯低於虎頭山採集土樣中的岩屑顆粒（圖四），筆者推測這些岩屑應是史前人加入的摻和料，甚至可能經過研磨或篩選等額外加工（c.f. Velde and Druc 1999: 162）。筆者推測 B 群陶胎可能是沉降和混土過的異質陶土與經敲擊或研磨的岩屑相混的結果。

另一類年代推測略早、集中分布於遺址低海拔範圍的 C 群「泥質陶」，則展現了和其他岩象群不一樣的物質特徵，或許暗示 C 群經過了不同的沉積或操作過程，其同質性高、占比較低的基質和非雙峰的顆粒分布，與筆者利用研磨與乾篩法製成的試片最接近；

但也無法排除 C 群可能源於附近其他的陶土來源，或是經過不同的陶土處理過程，如鹿野（1941）在達悟族觀察到的，不加摻和料直接研磨土壤的練土方法。但無論其過程具體為何，在顯微鏡下 C 群「泥質陶」展示了和主流 A 群「泥質陶」明顯不同的物質特徵。

年代更早的繩紋紅陶中則可見兩種不同胎土，一類為細膩的異質胎土，夾雜粗顆粒透鏡體土團與條帶狀構造（D 群），相比於本文「濕—濕混土」的實驗試片（圖六）和 A、B 群的異質胎土，可發現 D 岩象群有較多的陶土透鏡體，而條帶狀結構相對不發達，筆者由此認為 D 岩象群可能是在較濕潤的、含鐵量較高的陶土中，混入較乾而低含鐵量的陶土，吻合 Ho and Quinn（2021）對於「乾—濕混土」的定義和認識。同時期另一種胎土則展現較粗糙的質地，在顆粒較細的陶土中夾雜粗砂至極粗砂級的圓狀顆粒（P10-249），相較於 B 群圓度較低、疑似經研磨或敲擊過的岩屑，P10-249 的粗顆粒有可能源於河塘畔的砂質沉積物，或至少經過與 B 群不同的作用過程。相對於晚期的「植物園式」標本，虎頭山繩紋紅陶出土較少，允許抽樣的樣本有限，目前只知當時存在上述兩種不同的陶胎，但兩者相對比例的高低以及是否存在其他的配方組合，需要更多抽樣才能有定論。⁹

藉由細緻描述這些陶胎共時差異和歷時的變化，筆者希望能夠呈現虎頭山史前陶胎背後可能經歷過多樣的人為和非人為過程。下一節則意圖把陶土物質性放到更廣闊的考古學脈絡和時空架構下討論，呈現過去更複雜的圖像。

五、 綜合討論

（一）虎頭山公園史前的陶胎物質性：交叉比較的視角

本節嘗試將偏光顯微鏡下所觀察到的陶胎分類，與陶器的屬性相比較，從中討論陶胎在當時脈絡中最被強調的物質特徵為何。有鑑於不同的分類依據，能觸及陶器製作過程中不同尺度和意義的變量（Jeffra 2011），切片定義的岩象群與靠屬性建立的類型學分類，不一定具有簡單的對應關係，需要依據不同的情境討論。有別於許多考古報告致力於將包含物和其科技檢測得到的產地資訊，與陶質、陶色、口式、唇式等類型學屬性結合用以劃分陶類，以建立史前文化序列和互動關係（如：臧振華、劉益昌 2000；劉益昌等 2000 b；劉益昌 2011；朱正宜 2012：219-227；邱水金、朱正宜 2014a；朱正宜等

2015)，筆者更關心在肉眼尺度具備相同屬性的陶片之中，是否存在微觀尺度的多樣性，以及在微觀尺度下特定的陶胎物質特徵是否共享於不同的陶類和器型。

時代為 1900-1700 B.P.、出土於遺址各處不同性質堆積、不同器型大小的陶器，都具有異質性高的細膩陶胎，雖然胎土的含鐵量、顆粒粗細存在光譜式的細微差別（A.1 組與 A.2 組），但普遍存在條帶狀構造。同時期的夾砂陶（B 群）也具備和泥質陶（A 群）相似的異質胎土。不同陶色的標本，在切片下有類似的異質特徵，推測陶色的差異可能與小尺度範圍內土壤不均的含鐵量（見何春蓀 1997：105-106）或露天燒較不穩定的燒製氣氛有關（Rice 2015: 81）。混土實驗試片與史前遺物中的異質胎土，受到胎土差異度、混揉均勻度的影響，表現於不同的觀察尺度，無論肉眼是否存在明顯紅白相間的「縞狀」特徵，隨著放大鏡與偏光顯微鏡逐步放大倍率，即使是外表看似均勻的「非縞狀陶」，切片中仍可存在不同含鐵量或粒度構成的異質組織，暗示和「縞狀陶」經過相同的操作歷程。跨越脈絡和屬性的比較，凸顯出細膩的異質胎土在當時十分重要和普遍，對比實驗試片，筆者以為這些陶片可能都經過譬如沉降和「濕一濕混合」的備土過程，其物質特徵的存在不是簡單的來源問題，而是在特定技術過程被反覆生產和維繫的結果。

時代更早的繩紋紅陶，同樣也以「泥質」和高異質性為特徵，但其異質性則表現於在含鐵量較高的基質中包裹含鐵量較低的陶土透鏡體。這些較早的泥質陶，雖然不會被以「縞狀陶」稱呼，但很可能也經過混土過程，只不過當時以「乾一濕模式」為主（D 群），異於晚期的備土方式。筆者認為，虎頭山公園遺址較早期的繩紋泥質陶和較晚期的方格印紋泥質陶，都因混土技術盛行而普遍具有異質胎土。

接著進一步把陶胎放到更大尺度的關係下探討，考慮到在如林口台地以礫石、砂和黏土為堆積主體（經濟部中央地質調查所 2014）等顆粒較粗糙的黏土分布帶上，並不罕見混土行為（Bishop et al. 1982: 317; Rice 2015: 81）。且富含石英、顆粒較粗的陶土通常塑性較低，與塑性較高的細膩陶土相混後，能有助製作成形（c.f. Gualtieri 2020: 183; Rice 2015: 70）。從膨脹係數或脫水收縮率的角度出發，異質胎土也有利在不添加粗顆粒的情況下順利燒成陶質細膩的器皿，減少乾燥過程體積收縮或露天燒迅速升溫讓陶胎開裂的風險，許多民族誌報導的混土行為也和改變陶土塑性或避免脫水過程爆裂有關（Arnold 1971: 35-36; Fowler 2008: 485-486; London 1991: 187-190），筆者以為混土過程和泥質陶的順利誕生有一定物理化學原理上的關聯。

然而地質環境並不是絕對的因素，「泥質陶」不同的物質性是在人與物互動的過程

中定義出的，經由跨時段的比較，可以彰顯泥質陶隨時間變化而具備不同的胎土特徵。前述實驗試片與史前陶片的岩象分析結果已說明，非常多的因素和過程都可能造就「細膩胎土」，除了低能量的沉積作用，沉降、「濕—濕混土」、「乾—濕混土」甚至乾篩等陶土製備技術都能夠製造出巨觀尺度下認知的「泥質陶」。筆者從虎頭山公園取土燒製的試片中，都不見異質胎土，暗示在虎頭山人類活動的範圍內，並不是沒有同質性高的可用製陶原料；虎頭山 C 岩象群的「泥質陶」，更說明仍能夠使用其他技術製造出不能明顯覺察粗顆粒的陶器。

經由比對泥質陶和夾砂陶之間胎土特徵的差異，混土和異質胎土在新石器早期與晚期似乎具有不同的物質性意義。晚期的夾砂陶與泥質陶共享類似的胎土，可以理解成是以沉降、「濕—濕混合」的泥質陶土為基礎，再加入岩屑摻和而得；早期的繩紋紅陶中，「乾—濕混合」的泥質陶，雖然組成成分仍以細膩的黏土為主要成分，但沒有揉勻的陶土團粒在肉眼尺度上則與「夾砂陶」更接近，甚至在當代考古學的標本整理過程被歸入「夾砂陶」的範疇，「乾—濕混合」在操作過程與概念上也可視作添加「陶土摻和料 (clay temper)」(此術語的使用如 Weaver 1963)。相較於「混合過程」在新石器晚期陶胎的重要性，在新時期早期的虎頭山，「添加粗顆粒 (無論是砂粒或是土團)」可能才是最被強調的製作過程。

(二) 異質胎土的時空多樣性：史前台灣的脈絡

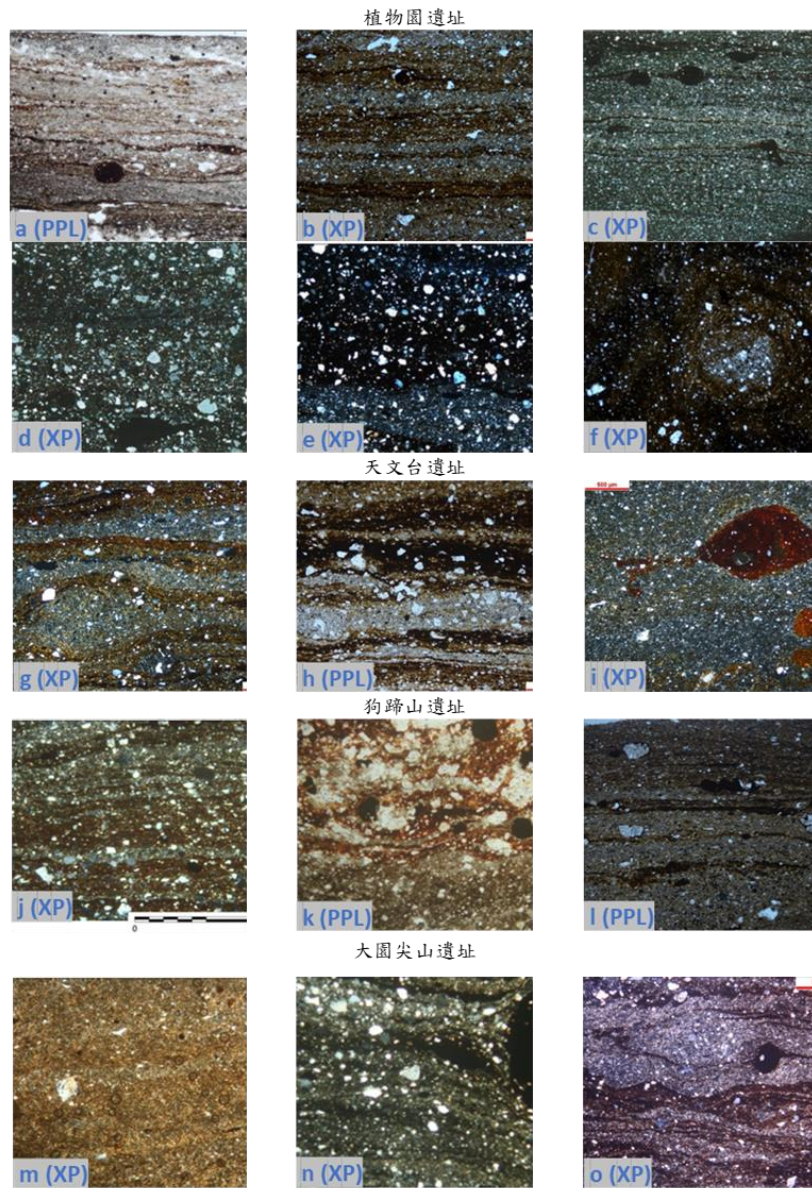
如虎頭山公園 A、B 岩象群在微觀尺度所觀察到的異質胎土，在同時期的北台灣並不罕見。雖然虎頭山的陶器很有可能是遺址當地製作，但對於陶土性質本身的關注，則把虎頭山遺址置入到更大的台灣史前脈絡下，凸顯虎頭山置身於一個更廣闊的時空互動網路之中。

從圖二十三整理的切片資料來看，新石器晚期 (2400-1700 B.P.) 台北天文台、植物園、樹林狗蹄山、桃園大園尖山等遺址均曾報導陶片切片下存在條帶狀結構，也都注意到此與植物園文化「縞狀陶」的關聯 (王仲群 2017: 121, 139-140; 甘聿群 2021: 80, 92, 94, 104, 108, 121; 邱水金等 2011: 113, 2014a: 85; 林宜矜 2009: 78)。相較於多數學者以和陶土來源相關的「自然」現象做解釋 (邱水金等 2011: 116; 林宜矜 2009: 121; 鍾亦興、朱正宜 2012: 194)，筆者較贊同王仲群 (2017: 110-118) 對混土技術過程的強調。基於虎頭山的材料，筆者更進一步推想異質胎土可能

是北台灣新石器晚期最突出的陶胎性質，反覆出現於各種器型的陶器中。

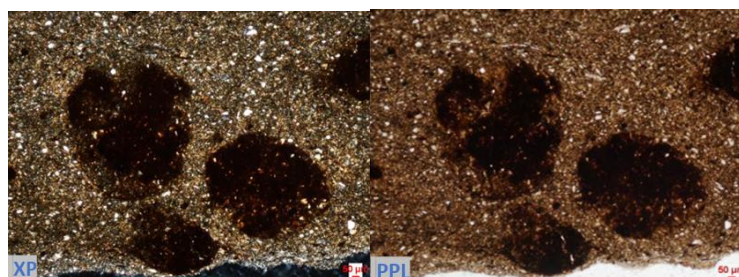
有關北部繩紋紅陶和異質胎土的討論則相對闕如，大龍峒遺址報導部分泥質陶（4800-4200 B.P.）肉眼可見「紅土粒（郭素秋 2015：208）」，切片中也顯示純淨基質中夾有許多「氧化鐵錳結核（圖二十四）」（朱正宜 2012：219-227；林淑芬 2007），這些含鐵的泥質包含物值得後續更多的關注，是否可能代表某種富含鐵的陶土與濕潤的細膩陶土「乾一濕」混合？尤待更深入的分析確認。

最後，異質陶胎可能不是北台灣史前所獨有。略晚於虎頭山晚期文化層，道爺遺址蔦松文化鞍子期（1800-1600 B.P.）施有印紋的「紅褐色泥質陶」，也報導有「極細砂紋層」的異質胎土（邱水金、朱正宜2014b：149-152，附錄三-1-附錄三-2，圖二十五），籬仔尾遺址亦有5片推測屬於蔦松文化鞍子期的陶片，有大量粗砂至極粗砂級的「泥團」，唯沒有照片發表，無法確定是否和混土技術相關（林淑芬2014a：1-586-1-588，2014b：1-121-1-123）。

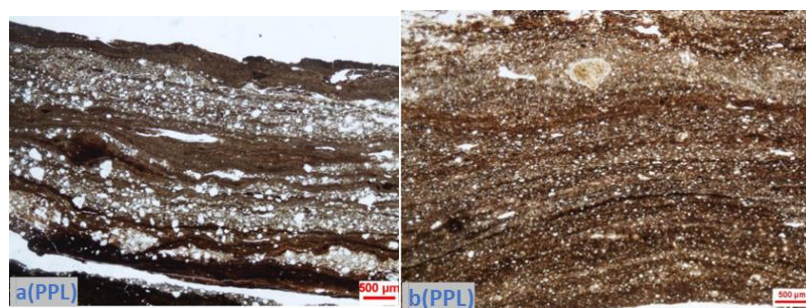


圖二十三 植物園文化泥質陶的異質胎土

(a)XC-1636 (邱水金等 2014a : 85) (b) NTU018 (甘肅群 2021 : 94)(c) XC-745 (邱水金等 2011 : 113) (d) XC-752 (邱水金等 2011 : 113) (e) XC-1638 (邱水金等 2014a : 85) (f) NTU009 (甘肅群 2021 : 92) (g) NTU122 (甘肅群 2021 : 104) (h) NTU085 (甘肅群 2021 : 104) (i) NTU096 (甘肅群 2021 : 108) (j) CCSB11C0268 (王仲群 2017 : 140) (k)CCSB11C0045 (王仲群 2017 : 140) (l) NTU024 (甘肅群 2021 : 80) (m) TYCS003 (王仲群 2017 : 139) (n) TYCS006 (王仲群 2017 : 140) (o) c026 (甘肅群 2021 : 121)



圖二十四 大龍峒（大龍國小）的異質胎土（朱正宜 2012：225）



圖二十五 道爺遺址的異質胎土

(a) XC-1488 (邱水金、朱正宜 2014b：151) (b)XC-1490(邱水金、朱正宜 2014b：151)

筆者欲強調從現有發表的切片資料來判斷上述案例之間的關係，以及異質胎土的成因和在當時的意義尚嫌過早。異質胎土背後具有多樣的形成過程，方法上要絕對區分自然成因的異質沉積和人為混合的胎土仍有其侷限 (Ho and Quinn 2021; Quinn 2022: 235)，且如虎頭山新石器早期和晚期的對比可見，不同時期異質胎土可能具有不同的形成過程和操作意義，其物質性要在與不同的屬性分類對比之下才能凸顯出來。

借鑑 Gosden (2005) 的討論，考古學研究可以從物的「型式 (form)」、「譜系 (genealogy)」和「來源 (source)」等不同面相討論物如何在過去社會發揮作用。除了從產地來源研究陶胎，或許可以從「實踐譜系 (genealogies of practice)」的角度出發，思考不同製備過程之間的異同，以及這些過程與當時所希望表現的陶胎物質性之間的關聯，最終藉由追溯特定物質文化的產生、再生產與變化討論長時段的歷史 (Harding 2005; Robb and Pauketat 2013: 22-23)。梳理好實踐譜系的第一步在於記錄過去各種物質實踐的多樣性，並且透過不同分析方法來進行比較 (Pauketat and Alt 2005)。筆者希望拋磚

引玉，待岩象切片的樣本量增加，且納入因無法量化數點、提供產地資訊而常在切片被忽略的泥質陶後，將胎土包括產地和技術在內的整體物質特徵，結合考古脈絡進行橫貫時間和空間的比較，如此將有助撐起對過去更立體的想像。

六、結論

本文視胎土的物理化學特徵為產地和技術諸多因素相互構成的結果，其物質性是在人與物反覆互動的過程中誕生，隨時間不斷變化。筆者首先藉由對比考古學樣本和實驗考古試片，對史前虎頭山公園遺址的陶片質性分群，描述陶胎的物質特徵以及其背後可能經過的動態過程。之後則藉由交叉比較陶胎微觀特徵與陶色、器型等屬性以及出土脈絡之間的關係，企圖理解在不同時期，陶胎最顯著的物質特徵為何，嘗試從長時段的視野考察人與其周圍更廣大物質世界互動的動態歷史（Hurcombe 2007: 114）。

研究發現即便都使用虎頭山公園遺址附近的陶土來源，史前陶胎在顯微鏡微觀尺度下仍呈現豐富的多樣性。遺址年代較晚（集中於 1900-1700 B.P.左右）出土大量的印紋泥質陶，常見含鐵量與包含顆粒粗細不同的條帶狀結構，可能和沉降搭配不同配方的「濕—濕混土」處理過程有關（A 岩象群），夾砂陶則在此陶泥基礎上摻和稜角狀、推測經敲擊或研磨的岩屑（B 岩象群）。這種細膩的異質胎土是此時期相當重要的陶胎特徵，普遍見於虎頭山不同位置、不同器型的陶器之中。在遺址邊緣則有另一批泥質陶，可能經過「乾篩」處理，而呈現較均勻、石英顆粒占比較大的胎土（C 岩象群），年代或許較早（2800-2700 B.P.）。時代最早（4000 B.P.左右）的繩紋泥質紅陶同樣展現了高度的陶土異質性，從大量的透鏡體土團推測可能有經過「乾—濕混土」的過程（D 岩象群），另一件同時期的夾砂陶，則在相對均質的陶土中摻入河砂（P10-249）。

雖然遺址早期和晚期普遍可見異質胎土，但這些胎土不只經過不同的操作過程，對比夾砂陶與泥質陶的胎土特徵後推測，晚期胎土強調異質混合過程，而早期則可能更著重粗顆粒的添加，背後反映了兩個時期陶胎被定義的不同物質性。從現有的資料來看，異質胎土可能廣泛出現於北台灣新石器晚期許多遺址之中，這種物質特徵以及沉降、混土等製作過程或許有更綿長的歷史。藉由對不同異質胎土的關注，從這些當地製作的陶胎出發，也能一窺和更大時空脈絡下其他物質文化之間的聯繫。

本文開頭回顧了岩象分析在台灣考古學研究的學術史，注意到以量化數點為基礎的產地研究在建立台灣考古學文化分類、討論區域互動的重要性。筆者希望能夠在此基礎

上透過結合實驗考古取徑，拓展岩象分析在產地研究之外的應用潛力。基於包含物的粒度、圓度和胎土均質程度等特徵，並納入實驗考古樣本的對比，岩象分析能對整體陶胎物質性有深入的描述和動態認識，並在肉眼的型式分類之外，提供關於陶器來源和實踐譜系的線索，豐富對過去多尺度、多來源的想像。

特殊說明

本文部分改寫自甘聿群 2022 〈虎頭山公園遺址與龜山過溪遺址陶片切片分析報告〉，收入江芝華著《虎頭山公園暨龜山過溪考古遺址出土文物整理計畫成果報告書》附錄二。

致謝

筆者感謝編輯、審查人給予本文諸多建設性意見，也要向學刊行政人員在校稿與發表過程的協助表達衷心的謝意。本研究感謝中華民國國家科學技術委員會及桃園市政府文化局經費支持。研究過程特別感謝台大地質系陳文山教授提供岩象分析設備和研究上的幫助，史前館楊小青研究員在陶器科技分析與實驗考古方面的建議，陶藝家鄭永國先生對於本文實驗考古多方面的協助和啟發，在濕篩實驗的部分，也感謝台大鄭宜潔同學製陶經驗的分享。切片分析的部分，還要感謝台大地質系梁井芳（小梁）先生教導岩象薄片製作。由於部分實驗切片的觀察與燒成在中國北京進行，甘聿群也要感謝北京大學鄧振華教授與宋述光教授提供偏光顯微鏡和照相設備，提供諸多建設性意見，以及北京科技大學劉思然教授協助實驗試片燒成。研究期間甘聿群曾向英國 Dr. Patrick Quinn（University College London）與美國 Dr. Chandra Reedy（University of Delaware）請教混土和氧化鐵團塊方面的問題，承蒙兩位學者分享多年切片觀察的心得，受益良多。還要感謝台大人類系的周筱娟、潘紫絹、李榮哲和梁英琪同學協助相關庶務。

附註

1. 關於虎頭山公園遺址主要的文化層年代（1900-1700 B.P.），有學者會以「新石器時代末期」或「新石器時代晚期」涵蓋這段時間，以「植物園文化」統稱這段時間出

現在台北盆地內部、林口台地和北部沿海地區的方格印紋陶。虎頭山公園最早的活動年代，則推測為 4000 年前左右，雖然目前看來較接近所謂「訊塘埔文化」或「訊塘埔文化晚期」的北部繩紋紅陶系統，由於沒有可供絕對定年的標本、加上這層發掘遺物較少，筆者以為上述概念對虎頭山公園遺址的適用性仍值得謹慎（有關台灣考古分期的討論詳見劉益昌 2000，2019；Kuo 2019）。

2. 除了沉降 (settling)，另一種以類似原理細化陶土的製備技術還包括 levigation，若依照 Velde and Druc (1999: 162) 和 Eramo (2020: 3) 的前後文，settling/decantation 主要是利用重力進行的小規模靜態分選，經常在容器中完成，而 levigation 則牽涉到水流的動態過程，往往需要在較大規模的排水溝渠中進行。考慮到目前虎頭山公園乃至同時期的北台灣史前遺址中，據筆者所知並沒有報導發現練泥溝渠等相關遺跡，本文實驗使用的是小規模的水桶沉降法。
3. 感謝台大人類系系友鄭宜潔同學與筆者分享綠野香坡農村發展協會的製陶經驗，製陶技術以陳春芳 (2012) 介紹的內容為基礎經協會改良設計。
4. 本實驗使用鄭永國老師提供、新竹頭前溪的河砂。筆者曾嘗試於虎頭山公園附近的南崁溪取得河砂，但因河道周圍鋪設柏油，找不到理想採樣點。雖然頭前溪周圍的地質環境與虎頭山差異不小，但就本實驗最關心的顆粒分布型態而言，則影響不大。
5. 圖二等高線地形圖由虎頭山公園遺址風景管理處提供。地質圖來源：經濟部中央地質調查所二萬五千分之一地質圖，[2021 年 1 月 18 日] 地質圖資騰雲應用服務平臺 <https://www.geologycloud.tw>。
6. 包含物粒級採用地質學常用的“Udden-Wentworth Grain Size Scale”，由粗而細為極粗砂 (1-2 毫米)、粗砂 (0.5-1 毫米)、中砂 (0.25-0.5 毫米)、細砂 (0.125-0.25 毫米) 和粉砂 (0.0625-0.125 毫米)，粉砂以下看不清顆粒、陶胎中富含黏土的部分則稱為「基質 (matrix)」(Udden 1914; Wentworth 1922)。圓度分為極稜角狀、角狀、次稜角狀、次圓狀、圓狀、極圓狀等六級 (Pettijohn et al. 1987: 586; Powers 1953)，包含物的占比以及質性描述主要依據 Quinn (2022: 89-135)。
7. 林口與桃園台地的堆積，嚴格而言算是輕度磚紅壤化的「紅壤 (lateritic soil)」，並沒有達到土壤學意義上成熟的磚紅壤化階段，而非嚴謹意義的「紅土 (laterite)」。本文依循地質學界慣例，繼續以「紅土」稱呼這層磚紅壤化的黏土。參見曹崇銘等 (2010)。

8. 在本文中，「縞狀」專指北台灣新石器晚期陶胎上常見的不均勻紅白交錯特徵，而「條帶狀結構」則用來描述岩象切片中觀察到的結構，並沒有特定的時空內涵。
9. 若依據陶質屬性登錄的情況來看，「有白點」的陶片約占繩紋紅陶標本總數的 1/5，或許部分代表混土技術在此一批陶器中的重要性。

參考書目

王仲群

- 2017 《植物園文化之製陶技術選擇兼論縞狀陶製作》。國立臺灣大學人類學研究所碩士論文。
- 2023 〈技術選擇理論與屬性分析之應用：以植物園文化陶器為例〉。《考古人類學刊》98：3-44。

甘聿群

- 2019 《虎頭山公園遺址的製陶技術：從岩相分析談起》。台灣大學人類學系學士論文。
- 2021 《新石器末期的北台灣：從製陶技術的角度談起》。北京大學考古文博學院碩士論文。
- 2022 〈虎頭山公園遺址與龜山過溪遺址陶片切片分析報告〉。《虎頭山公園暨龜山過溪考古遺址出土文物整理計畫成果報告書》。江芝華著，附錄二。桃園市政府文化局委託台灣大學人類學系執行。

石磊

- 1960 〈太巴壠的制陶工業〉。《中央研究院民族學研究所集刊》10：85-123。

朱正宜

- 2012 《大龍峒：遺址搶救發掘及施工監看計畫成果報告》。臺北市政府文化局委託財團法人樹谷文化基金會。

朱正宜、邱水金

- 2016 《南部科學工業園區第四期考古遺址發掘及監測計畫牛屎港遺址發掘果報告

(審查版)》第一冊。科技部南部科學工業園區管理局委託財團法人樹谷文化基金會。

朱正宜、楊鳳屏、鍾亦興

2015 《鹽水溪大昌橋遺址搶救發掘》。經濟部水利署第六河川局委託庶古文創事業股份有限公司執行。

江芝華

2018 《桃園虎頭山遺址文化資產價值評估計畫》。桃園市政府文化局委託台灣大學人類學系執行。

2022 《虎頭山公園暨龜山過溪考古遺址出土文物整理計畫成果報告書》。桃園市政府文化局委託台灣大學人類學系執行。

宋文薰、黃士強、連照美、李光周

1967 〈鵝鑾鼻——臺灣南端的史前遺址〉。《中國東亞學術委員會年報》6： 1-46。

余奕南

2013 《花岡山遺址出土陶片原料來源與河流沉積物之對應關係》。國立東華大學自然與環境學系碩士論文。

何春蓀

1997 《臺灣地質概論臺灣地質圖說明書》(第二版)。台北：中央地質調查所。

李榮哲

2023 《芝山岩文化與圓山文化的陶器技術體系：一個多角度的考古學研究》。國立臺灣大學人類學研究所碩士論文。

李露露

1993 〈泥片貼築技術的“活化石”——黎族製陶工藝調查〉。《中國國家博物館館刊》1： 98-103。

邱水金、朱正宜

2014a 《農委會合署辦公廳舍新建工程基地植物園文化遺址搶救發掘暨施工監看 86 第二期計畫全案成果報告》。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局委託財團法人樹谷文化基金會執行。

- 2014b 《南部科學工業園區第四期考古遺址發掘及監測計畫成果報告：道爺遺址發掘成果報告》。科技部南部科學工業園區管理局委託財團法人樹谷文化基金會執行。

邱水金、朱正宜、戴志家、蔡佳輔

- 2011 《臺北都會區大眾捷運系統後續路線調查分析暨土建基本設計服務 DX102 標：萬大-中和-樹林線 LG02 站植物園遺址考古試掘成果報告》。中興工程顧問股份有限公司委託財團法人樹谷文化基金會執行。

林宜羚

- 2009 《製陶原料的來源與選擇：以臺北盆地新石器時代晚期天文臺遺址為例》。國立臺灣大學人類學系碩士論文。

林淑芬

- 1993 〈附錄三、陶片偏光顯微鏡觀察、X 光繞射分析及重燒實驗〉。《第二高速公路後續計畫規劃路線沿線文化遺址調查評估報告》。臧振華等著，頁 147-152。交通部臺灣區國道新建工程局委託中央研究院歷史語言研究所執行。

- 2000a 〈附錄、梅林遺址陶片切片分析報告〉。《斗六梅林遺址內涵與範圍研究》。劉益昌等著，頁附 1-附 5。雲林縣政府民政局委託雲林科技大學文化資產維護研究所執行。

- 2000b 〈附錄一、台東縣遺址出土陶片切片分析報告〉。《台東縣史前遺址內涵及範圍研究—海岸山脈東側與綠島—》。劉益昌、顏廷仔著，頁附一 1-6。臺東縣政府委託中央研究院歷史語言研究所執行。

- 2000c 〈附錄三、芝山岩遺址、社子遺址、植物園遺址陶片切片分析報告〉。《台北市考古遺址調查與研究》。劉益昌、郭素秋著，頁 101-110。

- 2002 〈附錄二、本次研究區域陶片切片分析報告〉。《台東縣史前遺址內涵暨範圍研究—台東平原以南及蘭嶼地區—》。劉益昌等著，頁附二： 1-6。臺東縣政府委託中央研究院歷史語言研究所執行。

- 2007 〈附錄一、大龍國小出土陶片切片及 X 光繞射分析報告〉。《台北市大龍國小考古探坑挖掘計畫期末報告書》。劉益昌著，頁附 1-10。臺北市政府文化局委託計畫。

- 2009 〈附錄二、嘉義縣遺址陶片切片及 X 光繞射分析報告〉。《嘉義縣平原地區九鄉鎮遺址普查計畫成果報告書》。劉益昌、顏廷仔著，頁 121-134。嘉義縣政府委託台灣打里摺文化協會執行。
- 2014a 〈附錄二、籬仔尾遺址的切片分析〉。《台 19 甲線 33K+980~38K+191 段籬仔尾遺址搶救發掘工作—籬仔尾遺址搶救發掘期末報告》。陳維鈞著，頁 I-585-589。交通部公路總局第五區養護工程處委託中央研究院歷史語言研究所執行。
- 2014b 〈附錄二、籬仔尾東遺址陶片切片分析〉。《台 19 甲線 33K+980~38K+191 段籬仔尾遺址搶救發掘工作—籬仔尾東遺址搶救發掘期末報告》。陳維鈞著，頁 I-121~124。交通部公路總局第五區養護工程處委託中央研究院歷史語言研究所執行。
- 林淑芬、王仁君、臧振華
- 2022 〈澎湖群島史前陶片的岩象學分析及源區研究〉。《臺灣考古學報》1：1-36。
- 林淑芬、屈慧麗、鄭建文
- 2013 〈史前石器中西瓜石石材的岩石名稱研究—兼論臺灣的史前變質火山岩石材〉。《田野考古》16(2)：29-51。
- 郁永彬、吳小紅、崔劍鋒、陳國科、王輝
- 2017 〈甘肅張掖西城驛遺址陶器的科技分析與研究〉。《考古》7：108-120。
- 庶古文創事業股份有限公司
- 2019 〈附錄一、花岡山遺址陶片岩象分析報告〉。《花蓮縣花岡山遺址(北濱段 587-3 地號)》。陳有貝著。花蓮縣文化局委託台灣大學人類學系執行。
- 陸青玉、王芬、樂豐實、文德安、伊莎貝爾·德魯克、孫波
- 2019 〈丁公及周邊遺址龍山文化的白陶的岩相和化學成分分析〉。《考古》10：106-120。
- 曹崇銘、陳岳民、江凱楹、王明光
- 2010 〈臺灣北部桃園臺地紅壤的黏土礦物特性〉。《土壤與環境》13(1)&(2)：43-57。
- 郭素秋
- 2002 〈「植物園文化」探析〉。《文與哲》1：273-332。

- 2015 〈臺灣北部訊塘埔文化的內涵探討〉。《臺灣史前史專論》。劉益昌主編，頁185-246。臺北市：中央研究院、聯經出版事業股份有限公司。

郭素秋、陳光祖

- 2021 《臺北都會區大眾捷運系統 萬大-中和-樹林線（第一期工程）CQ842 標土建工程 L G02 站植物園遺址搶救發掘計畫期末報告》。大陸工程股份有限公司委託中央研究院歷史語言研究所執行。

常麗華、陳曼雲、金巍、李世超、于介江

- 2006 《透明礦物薄片鑒定手冊》。北京：地質出版社。

陳文山、林朝宗、楊志成、費立沅、謝凱旋、龔慧敏、林佩儀、楊小青

- 2008 〈晚期更新世以來台北盆地沉積環境與構造演化的時空演變〉。《經濟部中央地質調查所彙刊》21：61-106。

陳光祖

- 1990 〈台東縣東河村附近遺址出土之陶片分析〉。《田野考古》2(1)：73-94。
- 1991 〈台北地區考古遺址陶片之科學分析及相關問題研究〉。《田野考古》2(1)：31-66。
- 2004 〈臺灣科技考古研究工作的回顧〉。《田野考古》8(1/2)：15-44。
- 2011 〈台灣地區近十年來的科技考古研究〉。《人文與社會科學簡訊》12(3)：76-85。

陳春芳

- 2012 《原住民陶藝輕鬆學》。台北：新銳文創。

陳瑪玲、陳珮瑜、林宜羚

- 2016 〈技術選擇取徑再探陶器製作體系：以臺北盆地幾個史前文化為例〉。《考古人類學刊》84：1-38。

張益生

- 2010 〈附錄二、新寮遺址出土標本科學分析〉。《新寮遺址搶救發掘研究計畫期末報告》，頁193-218。南科管理區委託財團法人樹谷文化基金會、國立臺灣史前文化博物館執行。

張益生、劉鵠雄

- 2011 〈臺南地區歷史時期紅磚之調查研究〉。「地下與地上的對話—歷史考古學研討會會議論文集」宣讀論文，中央研究院歷史語言研究所，12月17-18日。

張惠煌

- 1985 《林口紅土微觀土粒之研究》。國立台灣大學土木工程研究所碩士論文。

楊小青

- 2018 《卑南遺址出土陶器砂質摻合料之來源地分析研究》。科技部補助專題研究計畫成果報告期末報告。

楊小青、李坤修、陳文山

- 2012 〈岩象分析方法於考古研究之應用：以臺東縣舊香蘭遺址砂岩質石器及陶片為例〉。《南島研究學報》3(2)：71-88。

楊小青、屈慧麗、鄭永國

- 2019 〈再製史前卑南文化陶器〉。《地質》39(1)：114-118。

楊鳳屏、朱正宜、劉亭攸、戴志家

- 2016 《桃園考古遺址普查計畫期末報告》。桃園縣政府文化局委託庶古文創股份有限公司。

經濟部中央地質調查所

- 2014 〈二萬五千分之一地質圖〉。「地質圖資騰雲應用服務平台」，<https://www.geologycloud.tw>。2019年7月10日上線。

趙美、李秉濤

- 2020 《怒族、彝族、藏族手工制陶研究》。北京：科學出版社。

臧振華、李匡悌

- 2008 《台南科學工業園區南關里遺址考古發掘報告（待定稿）》。行政院國家科學委員會補助專題研究計畫，中央研究院歷史語言研究所執行。

臧振華、劉益昌

- 2000 《第二級古蹟十三行遺址調查研究報告》。臺北縣政府委託計畫中央研究院歷史語言研究所執行。

- 2001 《十三行博物館展示內容相關研究計畫報告》。臺北縣立十三行博物館籌備處，中央研究院歷史語言研究所執行。

臧振華、劉益昌、朱正宜

- 1990 〈台灣北海岸新發現的萬里加投遺址—兼述鄰近的龜子山遺址〉。《田野考古》1(1)：27-36。

劉益昌

- 1982 《台北縣樹林鎮狗蹄山遺址》。國立臺灣大學人類學研究所碩士論文。
2000 《台北市考古遺址調查與研究》。臺北市政府民政局委託計畫。
2011 《行政院農業委員會漁業署及防檢局等機關合署大樓工程基地植物園文化遺址搶救發掘報告—台北市植物園遺址（2009-2011）》。行政院農業委員會所屬漁業署及動植物防疫檢疫局委託國立暨南國際大學人類學研究所執行。
2019 《史前人群與文化》。臺北：玉山社。

劉益昌、陳光祖、顏廷仔

- 2000a 《第一級古跡大空坑遺址調查與研究報告》。臺北：中研院史語所。

劉益昌、郭素秋、戴瑞春

- 2000b 〈台北市社子遺址試掘報告〉。《田野考古》7（1/2）：45-81。

劉益昌、鍾國風

- 2007 《大園尖山遺址試掘評估計畫期末報告書》。桃園縣大園鄉大園國民小學委託計畫。

劉瑩三

- 2016 〈附錄一、台中市潭子區頭家厝遺址出土陶片切片分析報告〉。《台中市潭子區頭家厝遺址（2012-2014）：第一部份 總論》。劉益昌著，頁附 3-20。協誠營造股份有限公司委託國立暨南國際大學人類學研究所執行。

劉瑩三、王世忠

- 2015 〈附件一、上美崙 II 遺址陶片標本切片分析報告〉。《花蓮縣上美崙 II 遺址》。劉益昌、鍾國風著，頁 227-236。花蓮縣文化局委託國立暨南國際大學執行。

劉瑩三、吳柏霖

2018a 〈附錄一、台東縣綠島人權文化園區第二期遺址陶片切片報告〉。《國家人權博物館綠島人權文化園區第二期遺址調查研究計畫案結案成果報告書》。劉益昌、熊仲卿著，頁 267-278。國家人權博物館委託國立成功大學考古學研究所執行。

2018b 〈附錄二、台東縣綠島公館遺址陶片切片分析報告〉。《國家人權博物館綠島人權文化園區第二期遺址調查研究計畫案結案成果報告書》。劉益昌、熊仲卿著，頁 279-289。國家人權博物館委託國立成功大學考古學研究所執行。

劉瑩三、余奕南、翁熙甯

2010 〈附錄一、陶器質地切片科學分析資料：花岡山遺址陶片標本切片分析報告〉。《花崗國中校舍新建工程遺址搶救發掘計畫成果報告書第四冊》，頁 178-188。花蓮縣文化局委託計畫，中央研究院歷史語言研究所執行。

劉瑩三、翁熙甯

2011 〈附錄一、植物園遺址出土陶片切片分析報告〉。《行政院農業委員會漁業署及防檢局等機關合署大樓工程基地植物園文化遺址搶救發掘報告—台北市植物園遺址（2009-2011）》。劉益昌著。行政院農業委員會所屬漁業署及動植物防疫檢疫局委託國立暨南國際大學人類學研究所執行。

劉屬興

2007 《陶瓷礦物原料與岩相分析》。武漢：武漢理工大學出版社。

鍾亦興、朱正宜

2012 《桃園縣大園國小新建校舍涵蓋「大園尖山遺址」搶救發掘計畫成果報告書》。桃園縣政府文化局委託財團法人樹谷文化基金會執行。

蔡哲嫻、Konstantina Kaza-Papageorgiou、David E. Wilson、Peter M. Day

2023 〈青銅器時代早期愛琴海運輸罐的來源與技術研究：以阿提卡半島的Kontopigado遺址為例〉。《考古人類學刊》98： 89-120。

鍾亦興、劉亭攸

2016 《赤崁文化園區規劃案範圍內遺構調查計畫成果報告》。臺南市文化資產管理處委託庶古文創事業股份有限公司執行。

鹿野忠雄

1941 〈紅頭嶼ヤミ族の土器製作〉，《人類學雜誌》56(1)：41-49。

Albero Santacreu, D.

2014 Materiality, Techniques and Society in Pottery Production: The Technological Study of Archaeological Ceramics Through Paste Analysis. Warschau/Berlin: Walter de Gruyter.

Arnold, Dean E.

1971 Ethnominerology of Ticul, Yucatan Potters: Etics and Emics. *American Antiquity* 36(1): 20-40.

Arroyo-Kalin, Manuel

2004 An Ongoing Outcome, a Surrounding World : Materiality, Agency and History. *In Rethinking Materiality: the Engagement of Mind with the Material World.* Elizabeth DeMarrais, Chris Gosden, and Colin Renfrew, eds. Pp. 73-84. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.

Ascher, Robert

1961 Experimental Archaeology. *American Anthropologist, New Series*, 63(4): 793-816.

Beck, Jess, Ian Ostericher, Gregory Sollish, and Jason De León

2015 Animal Scavenging and Scattering and the Implications for Documenting the Deaths of Undocumented Border Crossers in the Sonoran Desert. *Journal of Forensic Sciences*. 60 (S1): S11-S20.

Bell, Martin

2009 Experimental Archaeology: Changing Science Agendas and Perceptual Perspectives. *In Land and People: Papers in Memory of John G. Evans*, Michael J. Allen, Niall Sharples, and Terry O'Connor, eds. Pp.31-46. Oxford : Oxbow Books.

2014 Experimental Archaeology at the Crossroads: a Contribution to Interpretation or Evidence of 'Xeroxing'? *In Material Evidence*, Robert Chapman and Alison Wylie, eds. Pp.42-58. London: Routledge.

Binford, Lewis R.

- 1983 *In pursuit of the past*. New York: Thames & Hudson.
- Bishop, Ronald L., Robert L. Rands, and George R. Holley
- 1982 *Ceramic Compositional Analysis in Archaeological Perspective*. *Advances in Archaeological Method and Theory* 5: 275-330.
- Boivin, Nicole
- 2004 *From Veneration to Exploitation: Human Engagement with the Mineral World*. *In Soils, Stones and Symbols: Cultural Perceptions of the Mineral world*, Nicole Boivin & Mary Ann Owoc, eds., Pp.1-29. London: UCL Press.
- 2008 *Material Cultures, Material Minds: the Impact of Things on Human Thought, Society, and Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Braekmans, Dennis and Patrick Degryse
- 2017 *Petrography: Optical Microscopy*. *In The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*. Alice Hunt eds. Pp.88-100. Oxford: Oxford University Press.
- Carrell, Toni L.
- 1992 *Replication and Experimental Archaeology*. Theme issue, "Advances in Underwater Archaeology," *Historical Archaeology* 26(4): 4-13.
- Chang Kwang-chih and collaborators
- 1969 *Fengpitou, Tapenkeng, and the Prehistory of Taiwan*. Yale University Publications in Anthropology, 73. New Haven: Yale University Press.
- Ch'en Cheng-hong
- 1986 *Analytic results*. *In The Colonization of the Peng-hu Island: An Archaeological Study of Regional-local Interaction*, Tsang, Cheng-hwa, Ph.D. dissertation. Pp. 308-314. Department of Anthropology, Harvard University.
- 1992 *Analytic results*. *In Archaeology of the P'eng-hu Islands*, Tsang Cheng-hwa Pp. 336-339. Taipei: Institute of History and Philology, Academia Sinica.
- Chiykowski, Tanya
- 2015 *Animacy of the Everyday: Materiality, Bundling, and the Production of Quotidian Ceramics*. *In Practicing Materiality*. Ruth M. Van Dyke eds. Pp. 79-99. Tucson:

University of Arizona Press.

Coles, John

1979 *Experimental Archaeology*. London: Academic Press.

Conneller, Chantal

2011 *An Archaeology of Materials: Substantial Transformations in Early Prehistoric Europe*. London: Routledge.

Cuomo di Caprio, Ninina & Vaughan, Sarah J.

1993 Differentiating Grog (Chamotte) from Natural Argillaceous Inclusions in Ceramic Thin Sections. *Archeomaterials* 7: 21-40.

De León, Jason

2015 *The Land of Open Graves: Living and Dying on the Migrant Trail*. Berkeley: University of California Press.

Druc, Isabelle, Anne Underhill, Fen Wang, Fengshi Luan, and Qingyu Lu

2018 A Preliminary Assessment of the Organization of Ceramic Production at Liangchengzhen, Rizhao, Shandong: Perspectives from Petrography. *Journal of Archaeological Science, reports* 18: 222-238.

Eramo, Giacomo

2020 *Ceramic Technology: How to Recognize Clay Processing*. *Archaeological and Anthropological Sciences* 12:164.

Faber, Edward, Peter Day, and Vassilis Kilikoglou

2009 Fine-grained Middle Bronze Age Polychrome Ware From Crete: Combining Petrographic & Microrstructural Analysis. In *Interpreting Silent Artefacts: Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics*. Patrick Quinn, eds. Pp.139-156. Oxford: Archaeopress.

Flores, Jodi Reeves

2010 Creating a History of Experimental Archaeology. *In Experimentation and Interpretation: the Use of Experimental Archaeology in the Study of the Past*. Dana C. Millson E. eds. Pp.29-45. Oxford: Oxbow Books.

Forrest, Carolyn

- 2008 The Nature of Scientific Experimentation in Archaeology: Experimental Archaeology from the Nineteenth to the Mid Twentieth Century. *In* *Experiencing Archaeology by Experiment: Proceedings of the Experimental Archaeology Conference*, Penny Cunningham, Julia Heeb and Roeland Paardekoope eds. Pp.61-68. Oxford: Oxbow books.

Foulds, Frederick W. F ed.

- 2013 *Experimental Archaeology and Theory: Recent Approaches to Archaeological Hypotheses*. Havertown: Oxbow Books.

Fowler, Kent D.

- 2008 Zulu Pottery Production in the Lower Thukela Basin, KwaZulu-Natal, South Africa. *Southern African Humanities* 20(2): 477-511.

Freestone, I.C. and M.F. Hughes,

- 1989 Appendix III: Examination of Ceramics from Qasrij Cliff and Khirbet Qasr. *In* *Excavations at Qasrij Cliff and Khirbet Qasrij*, J. Curtis. Pp. 61-75. London: British Museum.

Gheorgiu, Dragos and George Children

- 2011 *Experiments with Past Materialities*. Oxford: British Archaeological Reports.

Goldberg, Paul and Richard I. Macphail

- 2006 *Practical and Theoretical Geoarchaeology*. Malden, MA: Blackwell Publishing.

Gosden, Christopher

- 1994 *Social Being and Time*. Oxford: Blackwell.
- 2005 What Do Objects Want? *Journal of Archaeological Method and Theory* 12 (3): 193-211.

Gosselain, Olivier P. and Alexandre Livingstone Smith

- 2005 The Source Clay Selection and Processing Practices in Sub-Saharan Africa. *In* *Pottery Manufacturing Processes: Reconstitution and Interpretation*. Alexandre Livingstone Smith, Dominique Bosquet, and Rémi Martineau Section, eds. Pp.33-

47. Oxford: Archaeopress.

Graves-Brown, Carolyn

- 2015 Introduction: Building Bridges, Experiential and Experimental. *In* Egyptology in the Present: Experiential and experimental methods in Archaeology. Carolyn Graves-Brown and Wendy Goodridge eds. Pp. ix-xxxviii. Swansea: The Classical Press of Wales.

Gualtieri, Sabrina

- 2020 Ceramic Raw Materials: How to Establish the Technological Suitability of a Raw Material. *Archaeological and Anthropological Science* 12: 183.

Hamilakis, Yannis and Andrew M. Jones

- 2017 Archaeology and Assemblage. *Cambridge archaeological journal* 27(1): 77-84.

Hansen, Cordula

- 2008 Experiment and Experience – Practice in a Collaborative Environment. *In* Experiencing Archaeology by Experiment: Proceedings of the Experimental Archaeology Conference, Exeter 2007. Penny Cunningham, Julia Heeb and Roeland Paardekooper eds. Pp. 69–80. Oxford: Oxbow.

Harding, Jan

- 2005 Rethinking the Great Divide: Long-Term Structural History and the Temporality of Event. *Norwegian Archaeological Review* 38 (2): 88-101.

Harris, Oliver. J. T. and Craig N. Cipolla

- 2017 *Archaeological Theory in the New Millennium: Introducing Current Perspectives*. London: Routledge.

Harry, Karen G.

- 2010 Understanding Ceramic Manufacturing Technology: The Role of Experimental Archaeology. *In* Designing Experimental Research in Archaeology: Examining Technology through Production and Use. Jeffrey R. Ferguson eds. Pp.61-95. Colorado: University Press of Colorado.

Herbert, Joseph M. and Michael Smith

- 2010 Identifying Grog in Archaeological Pottery. *In* Proceeding of First Annual Reconstructive/Experimental Archaeology Conference (RE-ARC), At Gastonia, NC, Volume:1.
- Hicks, Dan
- 2012 The Material-Cultural Turn: Event and Effect. *In* The Oxford Handbook of Material Culture Studies. Dan Hicks, and Mary C. Beaudry eds. Pp. 24-98. Oxford: Oxford University Press.
- Ho, Joyce W.I. and Patrick Sean Quinn
- 2021 Intentional Clay-mixing in the Production of Traditional and Ancient Ceramics and its Identification in Thin Section. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 37: 102945.
- Holmqvist, Elisabeth
- 2022 Why Not Let Them Rest in Pieces? Grog-temper, Its Provenance and Social Meanings of Recycled Ceramics in the Baltic Sea Region (2900–2300 BCE). *Archaeometry* 64 (S1): 8–25.
- Hurcombe, Linda
- 2007 *Archaeological Artefacts as Material Culture*. London: Taylor and Francis.
- Ingham, Jeremy
- 2010 *Geomaterials Under the Microscope: a Colour Guide*. London: Manson.
- Ingold, Tim
- 2007a Writing Texts, Reading Materials. A Response to my Critics. *Archaeological Dialogues* 14(1): 31-38.
- 2007b Materials against Materiality, *Archaeological Dialogues* 14(1): 1-16.
- 2012 Toward an Ecology of Materials. *Annual Review of Anthropology* 41 (1): 427-442.
- Jeffra, Caroline
- 2008 Hair and Potters: An Experimental Look at Temper. Theme issue, “Experimental Archaeology”, *World Archaeology* 40(1): 151-161.

- 2011 An Examination of Emic Possibilities: Experimental Archaeology and Cypriot Ceramic Typology. *In* *Archaeological Ceramics: A Review of Current Research*, Simona Scarcella eds. Pp. 103-117. Oxford: British Archaeological Reports.

Jones, Andrew

- 2001 *Archaeological Theory and Scientific Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 2004 *Archaeometry and Materiality: Materials-based Analysis in Theory and Practice*, *Archaeometry*, 46(3): 327–338.

Jusseret, Simon,

- 2010 *Socializing Geoarchaeology: Insights from Bourdieu's Theory of Practice Applied to Neolithic and Bronze Age Crete*. *Geoarchaeology* 25 (6): 675–708.

Keane, Webb

- 2020 *Signs Are Not the Garb of Meaning: On the Social Analysis of Material Things*. *In* *Materiality*. Daniel Miller eds. Pp. 182-205. New York: Duke University Press.

Knappett, Carl

- 2012 *Materiality*. *In* *Archaeological Theory Today*. Ian Hodder, eds. Pp. 94-102. Oxford: Polity Press.

Koerner, Stephanie

- 2008 *Experimental Archaeology After Simplicity – Implications for Reflexivity of Insights that a 'Common World' is not 'Given'*. *In* *Experimentation and Interpretation: the Use of Experimental Archaeology in the Study of the Past*. Dana C. E. Millson, eds. Pp. 61-65. Oxford: Oxbow Books.

Krishnan K. & Veena Rao

- 1994 *A Study of Clay Paste Preparation by Potters Through Grain Size Analysis*. *South Asian Studies* 10(1): 113-117.

Kuo, Su-chiu.

- 2019 *New Frontiers in the Neolithic Archaeology of Taiwan (5600–1800 BP): A Perspective of Maritime Cultural Interaction*. Singapore: Springer.

Latour, Bruno

- 1999 Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies. Cambridge: Harvard University Press.

Lemonnier, Pierre

- 1993 Introduction. *In Technological Choices: Transformation in Material Cultures since the Neolithic*. Pierre Lemonnier, eds. Pp.1-35. Florence: Routledge.

Li, Kuang-ti

- 2003 Ceramic Remains from Kueishan and Discussions Relating to the Relationship of Formosan Aborigines in Southern Taiwan. *Collection and Research* 16: 79-90.

London, Gloria Anne

- 1991 Standardization and Variation in the Work of Craft Specialists. *In Ceramic Ethnoarchaeology*. William A. Longacre eds. Pp. 182-204. Santa Fe: University of Arizona Press.

MacKenzie, W.S. and C. Guilford

- 1980 Atlas of Rock-forming Minerals in Thin Sections. London: Longman.

Mahias, Marie-Claude

- 1993 Pottery Techniques in India: Technical Variants and Social Choice. *In Technological Choices: Transformation in Material Cultures since the Neolithic*. Pierre Lemonnier, eds. Pp.157-180. Florence: Routledge.

Malafouris, Lambros

- 2013 How Things Shape the Mind: A Theory of Material Engagement. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Marsh, Erik J. and R. Jeffrey Ferguson

- 2010 Designing Experimental Research in Archaeology: Examining Technology through Production and Use. Colorado: University Press of Colorado.

Martinón-Torres, Marcos

- 2016 Why should Archaeologists Take History and Science Seriously? *In Archaeology*,

History and Science: Integrating Approaches to Ancient Materials. Marcos Martínón-Torres and Thilo Rehren, eds. Pp. 15–36. Walnut Creek: Left Coast Press.

Mathieu, James R.

2002 Experimental Archaeology: Replicating Past Objects, Behaviors, and Processes. Oxford, UK: BAR Publishing.

Michelaki, Kostalena, Gregory V. Braun, and Ronald G. V. Hancock

2015 Local Clay Sources as Histories of Human-Landscape Interactions: a Ceramic Taskscape Perspective. *Journal of Archaeological Method and Theory* 22(3): 783-827.

Miller, Daniel

2005 Materiality: An Introduction. *In* Materiality. Daniel Miller eds. Pp.1-50. Durham: Duke University Press.

2007 Stone Age or Plastic age? *Archaeological Dialogues* 14 (1):23–27.

Mills, Barbara J. and William H. Walker ed.

2008 Memory Work : Archaeologies of Material Practices. Santa Fe: School for Advanced Research Press.

Nodarou, Eleni, Charles Frederick and Anno Hein

2008 Another (Mud) Brick in the Wall: Scientific Analysis of Bronze Age Earthen Construction Materials from East Crete. *Journal of Archaeological Science* 35: 2997–3015.

Normark, Johan

2009 The Making of a Home: Assembling Houses at Nohcacab, Mexico: The Archaeology of Buildings. *World Archaeology* 41(3): 430-444.

Okafor, May

2022 [Re-]Creative Rites: Exploring the Materiality of Clay and its Making Processes. *Social Dynamics*. 48(1): 85-103.

O'Neill, Brendan and Aidan O'Sullivan.

- 2019 Experimental Archaeology and (Re)-experiencing the Senses of the Medieval World. *In* The Routledge Handbook of Sensory Archaeology. Robin Skeates and Jo Day eds. Pp.451-466. Milton: Routledge.
- Outram, Alan K.
- 2008 Introduction to Experimental Archaeology. Theme issue, “Experimental Archaeology”, *World Archaeology* 40(1): 1-6.
- Ortega, Felipe V.
- 2005 Ceramics for the Archaeologist: An Alternative Perspective. *In* Engaged Anthropology: Research Essays on North American Archaeology, Ethnobotany, and Museology. Michelle Hegmon and B. Sunday Eiselt eds. Pp. 1-5. University of Michigan Press.
- Outram, Alan K.
- 2008 Introduction to Experimental Archaeology. Theme issue, “Experimental Archaeology”, *World Archaeology* 40(1): 1-6.
- O’Sullivan, Aidan and Christina Souyouzoglou-Haywood
- 2019 Introduction: Defining Experimental Archaeology: Making, Understanding, Storytelling? *In* Experimental Archaeology: Making, Understanding, Story-telling. Christina Souyouzoglou-Haywood and Aidan O’Sullivan, eds. Pp.1-4. UK: Archaeopress.
- Pauketat, Timothy R.
- 2013 Bundles of/in/as Time. *In* Big Histories, Human Lives. J. Robb and Timothy R. Pauketat eds. Pp. 35-56. Santa Fe: School for Advanced Research.
- Pauketat, Timothy R. and Susan M. Alt
- 2005 Agency in a Postmold? Physicality and the Archaeology of Culture-Making. *Journal of Archaeological Method and Theory* 12(3): 213-236.
- Peacock D. P. S.
- 1970 The Scientific Analysis of Ancient Ceramics: A Review. *World Archaeology* 1(3): 375-389.
- 1977 Ceramics in Roman and Medieval Archaeology. *In* Pottery and Early Commerce:

Characterization and Trade in Roman and Later Ceramics. D.P.S. Peacock eds.
Pp.21-34. London: Academic Press.

Peterson, Sarah E. and Philip P Betancourt

2009 Thin-Section Petrography of Ceramic Materials. Vol. 2. Havertown: INSTAP
Academic Press.

Pettijohn, Francis John, Paul Edwin Potter, and Raymond Siever

1987 Sand and Sandstone. New York: Springer-Verlag.

Piovesan, Rebecca, Emmanuele Curti, Celestino Grifa, Lara Maritan, and Claudio Mazzoli

2009 Petrographic and Microstragraphic Analysis of Mortar-based Building Materials
from the Temple of Venus, Pompeii. *In* Interpreting Silent Artefacts: Petrographic
Approaches to Archaeological Ceramics. Patrick S. Quinn eds. Pp.65-79. Oxford:
Archaeopress.

Powers, M.C.

1953 A New Roundness Scale for Sedimentary Particles. *Journal of Sedimentary
Petrology* 23(2): 117-119.

Quinn, Patrick Sean

2022 Thin Section Petrography, Geochemistry and Scanning Electron Microscopy of
Archaeological Ceramics. Oxford: Archaeopress.

Reedy, Chandra

2008 Thin-Section Petrography of Stone and Ceramic Cultural Materials. London:
Archetype.

Reynolds, P.J.

1978 Archaeology by Experiment: a Research Tool for Tomorrow. *In* New Approaches
to Our Past: An Archaeological Forum Conference Proceedings, T.C. Darvill, M.
Parker Pearson, R.W. Smith, and R.M. Thoms. eds. Pp.139-155. Southampton:
Southampton University Archaeological Society.

1999 The Nature of Experiment in Archaeology. *In* Experiment and Design:
Archaeological Studies in Honour of John Coles, A.F. Harding eds. Pp.156-169.

Oxford: Oxbow.

Rice, Prudence M.

- 2015 *Pottery Analysis: a Sourcebook*, Second edition. London/Chicago: University of Chicago Press.

Robb, John and Timothy R. Pauketat

- 2013 *From Moments to Millenia: Theorizing Scale and Change in Human History*. In *Big Histories, Human Lives: Tackling Problems of Scale in Archaeology*. John Robb and Timothy R. Pauketat eds. Pp.3-34. Santa Fe: School for Advanced Research Press.

Roddick, Andrew

- 2015 *Geologies in Motion: Itineraries of Stone, Clay and Pots in the Lake Titicaca Basin*. In *Things in Motion: Object Itineraries in Anthropological Practice*. Rosemary Joyce and Susan D. Gollespie eds. Pp.123-145. Santa Fe: School for Advanced Research Press.

Roddick, Andrew and Elizabeth Klarich

- 2012 *Arcillas and Alfareros: Clay and Temper Mining Practices in the Lake Titicaca Basin*. In *Mining and Quarrying in the Ancient Andes*. Nicholas Tripcevich and Kevin Vaughn, eds. Pp. 99–122. New York: Springer New York.

Roux, Valentine

- 2011 *Anthropological Interpretation of Ceramic Assemblages: Foundations and Implementations of Technological Analysis*. In *Archaeological Ceramics: A Review of Current Research*. Simona Scarcella eds. Pp. 80-88. Oxford: Archaeopress
- 2017 *Ceramic Manufacture: The Chaîne opératoire Approach*. In *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*. Alice Hunt eds. Pp.101-147. Oxford: Oxford University Press.

Roux, Valentine and Courty, Marie-Agnès

- 2019 *Ceramics and Society: A Technological Approach to Archaeological Assemblages*.

Cham: Springer International Publishing.

Rye, Owen S.

1981 Pottery Technology: Principles and Reconstruction. Washington, D.C :
Taraxacum.

Sainsbury, Victoria A., Peter Bray, Chris Gosden, and A. Mark Pollard

2021 Mutable Objects, Places and Chronologies. *Antiquity* 95 (379): 215-227.

Salisbury, Roderick B

2012 Engaging With Soil, Past and Present. *Journal of Material Culture* 17(1): 23-41.

Sambrook Smith, Gregory H.

1996 Bimodal Fluvial Bed Sediments: Origin, Spatial Extent and Processes. *Progress in
Physical Geography* 20 (4): 402-417.

Saraydar, Stephen C. and Izumi Shimada

1973 Experimental Archaeology: A New Outlook, *American Antiquity* 38 (3): 344-350.

Schiffer, Michael Brian

2013 The Archaeology of Science: Studying the Creation of Useful Knowledge.
Switzerland: Springer.

Schiffer, Michael B. and James M. Skibo

1987 Theory and Experiment in the Study of Technological Change. *Current
Anthropology* 28(5): 595-622.

Shepard, Anna O.

1956 Ceramics for the Archaeologist. Washington, D.C: Carnegie Institution of
Washington.

Sillar, B., and M.S. Tite.

2000 The Challenge of 'Technological Choices' for Materials Science Approaches in
Archaeology. *Archaeometry* 42(1): 2-20.

Skibo, James M.

1992 Pottery Function: A Use-alteration Perspective. New York: Plenum Press.

Smith, A. Livingstone

- 2000 Processing Clay for Pottery in Northern Cameroon: Social and Technical Requirements. *Archaeometry* 42(1): 21-42.

Stark, Miriam T., Mark D. Elson, and Jeffery J. Clark

- 1998 Social Boundaries and Technical Choices in Tonto Basin Prehistory. *In The Archaeology of Social Boundaries*. Miriam T. Stark, eds. Pp. 208-31. Washington: Smithsonian Institution Press.

Stoltman, James B.

- 2001 The Role of Petrography in the Study of Archaeological Ceramics. *In Earth Sciences and Archaeology*, Paul Goldberg, Vance T. Holliday, C. Reid Ferring, eds. Pp. 297-326. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers,

Steel, Louise

- 2020 Feats of Clay: Considering the Materiality of Late Bronze Age Cyprus. *Sustainability* 12(17): 6942.

Taira, Asahiko and Peter A. Scholle

- 1979 Origin of Bimodal Sands in some Modern Environments. *Journal of Sedimentary Research* 49 (3):777-786.

Tilley, Christopher

- 2007 Materiality in Materials. *Archaeological Dialogues* 14(1): 16-20.

Tite, M.S.

- 1999 Pottery Production, Distribution, and Consumption—The Contribution of the Physical Sciences. *Journal of Archaeological Method and Theory* 6(3): 181-233.

Tobert, Natalie

- 1984 Ethno-archaeology of Pottery Firing in Darfur, Sudan: Implications for Ceramic Technology Studies. *Oxford Journal of Archaeology* 3(2): 141-156.

Tringham, Ruth

- 1978 Experimentation, Ethnoarchaeology and the Leapfrogs in Archaeological

Methodology. *In* Explorations in Ethnoarchaeology. Richard A. Gould eds. Pp. 169-199. Albuquerque: University of New Mexico.

Tu, Hsin-yuan

1969 Mineralogical Notes on Prehistoric Potsherds from Taiwan. *In* Fengpitou, Tapenkeng, and the Prehistory of Taiwan. Chang Kwang-chih and collaborators. Pp. 253-259. New Haven: Yale University Press,

Udden, Johan A.

1914 Mechanical Composition of Clastic Sediments. *Bulletin of the Geological Society of America* 25: 655-744.

Van der Leeuw, Sander

1993 Giving the Potter a Choice: Conceptual Aspects of Pottery Techniques. *In* Technological Choices: Transformation in Material Cultures since the Neolithic. Pierre Lemonnier, eds. Pp.238-288. Florence: Routledge.

Velde, Bruce and Isabelle Druc

1999 *Archaeological Ceramic Materials : Origin and Utilization*. Berlin: Springer.

Weaver, Elizabeth C.

1963 Technological Analysis of Prehistoric Lower Mississippi Ceramic Materials: A Preliminary Report. *American Antiquity* 29 (1): 49-56.

Webmoor, Timothy

2007 What About 'One More Turn after the Social' in Archaeological Reasoning? Taking Things Seriously." *World Archaeology* 39(4): 563-578.

Weismantel, Mary and Lynn Meskell

2014 Substances: 'Following the Material' through Two Prehistoric Cases. *Journal of Material Culture* 19(3): 233-251.

Wengrow, David

1998 'The Changing Face of Clay': Continuity and Change in the Transition from Village to Urban Life in the Near East. *Antiquity* 72(278): 783-795.

Wentworth, Chester K.

1922 A Scale of Grade and Class Terms of Clastic Sediments. *Journal of Geology* 30(5): 377-392.

Whitbread, Ian K.

1986 The Characterization of Argillaceous Inclusions in Ceramic Thin Sections. *Archaeometry* 28: 79-88.

1995 Greek Transport Amphorae: A Petrological and Archaeological Study. Athens: British School at Athens.

Worley, Noel

2009 Henry Clifton Sorby (1826-1908) and the Development of Thin Section Petrography in Sheffield. *In* *Interpreting Silent Artefacts: Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics*. Patrick Quinn eds. Pp.1-10. Oxford: Archaeopress.

Yardley, B.W.D., W.S. MacKenzie, and C. Guilford

1990 Atlas of Metamorphic Rocks and their Textures. London: Longman.

附錄：虎頭山遺址史前陶片岩象分群結果

A.1 岩象組標本資訊						
編號	層位	陶質	紋飾	縞狀	厚度	器類/部位/陶衣
G20	TP1 旁 步道 S.C.	泥質		縞狀	3c	褐色陶衣
G22	TP1 旁 步道 S.C.	泥質			3c	
G23	TP1 旁 步道 S.C.	泥質			3b	
B1	TP2 L0	泥質		縞狀	3a	
B2	TP2 L0	泥質			3b	
B4	TP2A L2a	泥質		縞狀	3b	
G6	TP2BIII-擾亂	泥質			3b	
14-183	TP2 AIII L5b	泥質			3a	
G12	TP2 AIV-擾亂	泥質		縞狀	3a	
G17	TP2 C-L2a	泥質		縞狀	3b	

A.1 岩象組標本資訊						
編號	層位	陶質	紋飾	縞狀	厚度	器類/部位/陶衣
G8	TP2 BII-L4a	泥質		縞狀	3b	
26-546	TP2 CICHIIIL5g&h	泥質	菱格			V7 小口長身罐腹片
V1	TP2 DID L5g&h	泥質	方格	縞狀		V1 小口長身罐腹片
V5	TP2 DIIDIIL5g	泥質	方格	縞狀		V5 斂口陶鉢 (釜) 腹片
G7	TP2DI-L5f	泥質		縞狀	3b	
28-94	TP2 DII L5h	泥質			3c	
P3-218	TP3 BIV U9d	泥質				
P3-265	TP3 CIU11a	泥質				
P3-295	TP3 CIV U11b	泥質		縞狀		
P3-309	TP3 DII U11b	泥質				
P8-28	TP8 IV 西北角 U5	泥質				
P9-82	TP9 SEX U5	夾砂		縞狀		
B16	S.C.	泥質			3a	口缘
G1	S.C.	泥質			3b	
G2	S.C.	泥質		縞狀	3b	口缘
G4	S.C.	泥質			3b	
G5	S.C.	泥質		縞狀	3c	
G9	S.C.	泥質		縞狀	3b	

註：依據江芝華 (2018: 58) 的厚度分類，字母越後面表示厚度越薄。厚度級距與分類轉換如下：

3a：大於 8 毫米。 3b：8 至 5 毫米。 3c：5 至 3 毫米。 3d：小於 3 毫米。

A.2 岩象組標本資訊						
編號	層位	陶質	紋飾	縞狀	厚度	器類/部位
X-01	TP1 C-L4	泥質			3b	口足不分
G19	TP1 旁 步道 S.C.	泥質			3b	
G21	TP1 旁步道 S.C.	泥質			3d	褐色陶衣

A.2 岩象組標本資訊						
編號	層位	陶質	紋飾	縞狀	厚度	器類/部位
G11	TP2 EW-S.C.	泥質		縞狀	3b	口緣
B5	TP2 C-L2b	泥質			3b	
B7	TP2 B-L2b	泥質		縞狀	3a	
18-363	TP2CIII L5e	泥質			3b	
28-165	TP2 BIII 密集區	泥質	方格			V6 小口長身罐腹片
28-519	TP2 BIV-L5g	泥質	曲折		3b	V2 小口長身罐腹片
28-39	TP2 BIV-L5g	泥質	曲折		3b	
28-57	TP2 CI&II-L5g 陶管區	泥質	曲折		3a	
V3	TP2 CICI L5g&h	泥質	方格			V3 小口長身罐腹片
28-267	TP2 DIII L5g&h	泥質		縞狀	方格	平底器(罐?)腹片
P12	TP2 DIV L5g	泥質		縞狀		支腳、褐色陶衣
P3-236	TP3 C U3	泥質				紅色陶衣
P3-212	TP3 BIV U11a	泥質				紅色陶衣
P3-228	TP3 BIV U12	泥質	方格			黑和陶衣
30-25	TP2 CIV-L5h	泥質			3a	疑似同伴器物
31-316	TP2 CIV-L5h	泥質			3a	
G15	梅園步道旁 S.C.	泥質		縞狀	3b	
P9-44	TP9 U1	泥質		縞狀		
P9-6	TP9 U3a	泥質		縞狀		
P9-111	TP9 SEX U5	泥質				
P9-122	TP9 SEX U5	泥質				口緣
B10	S.C.	泥質			3a	
B13	S.C.	泥質		縞狀	3b	
G10	S.C.	泥質			3b	
G16	S.C.	泥質			3b	

註：由於出土位置接近、陶質陶色和切片結果類似，筆者推測 28-39 和 28-57 為同一陶器不同部位而厚度不同。

B 岩象群標本資訊						
編號	層位	陶質	紋飾	縞狀	厚度	器類/部位
24-07	TP1 D-L4	夾砂			3c	
14-182	TP2 BIV-L5b	夾砂		縞狀	3a	
16-248	TP2 BI-L5d	夾砂			3a	
G14	梅園步道旁 S.C.	夾砂			3d	

C 岩象群標本資訊						
編號	層位	陶質	紋飾	縞狀	厚度	器類/部位
A1	TP1 旁 步道 S.C.	泥質			3b	
A2	TP1 旁 步道 S.C.	泥質			3b	
A3	TP1 旁 步道 S.C.	泥質			3b	
A5	TP1 旁 步道 S.C.	泥質			3b	
A9	TP1 旁 步道 S.C.	泥質			3b	
G18	TP1 旁 步道 S.C.	泥質			3b	

D 岩象群標本資訊						
編號	層位	陶質	紋飾	厚度	備註	
P10-156	TP10-D-U10 陶片群	夾砂		3a	深色陶衣	
P10-186	TP10-D-U10 陶片群	夾砂	細繩紋	3c		
P10-194	TP10-i-U10 陶片群	泥質		3b		
P10-292	TP10-U8 中央陶片集中處	泥質		3b		
B11	S.C	泥質		3b		

註：P10-156 與 P10-186 所謂的夾「砂」，根據切片結果，實為陶土團粒。

P10-249 標本資訊				
編號	層位	陶質	紋飾	厚度
P10-249	TP10-D-U10 陶片群	夾砂		3b~3a