

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

楊小青*、李坤修*、陳文山**

摘要

岩象分析方法 (petrographic analysis) 自 1970 年代開始便廣泛地應用於沉積物來源地分析，本研究利用此發展成熟的技術，以偏光顯微鏡針對舊香蘭遺址出土之 9 件砂岩質石器進行礦物及岩屑組成分析，了解遺址出土的砂岩質石器的可能原料來源地，也採集遺址鄰近區域出露的富岡砂岩、恆春半島的樂水層、里龍山層、石門層砂岩樣本加以分析比對。舊香蘭遺址同時也出土大量帶有豐富紋飾的所謂「龜山式陶片」，這類陶片僅在恆春的龜山遺址、花蓮的花岡山遺址以及臺東的三和、初鹿、山棕寮、大鳥萬、下多良等遺址零星出現，為了解舊香蘭與恆春及花蓮地區的「龜山式陶片」的關聯性，本研究同時分析了 10 件帶有複雜印紋的陶片與前人研究成果加以比較，嘗試重建過去舊香蘭人對自然資源的運用及陶器的交換關係。

關鍵詞：岩象分析、舊香蘭遺址、砂岩質石器、龜山式陶片

前言

舊香蘭遺址位於臺東縣太麻里鄉南太麻里溪河口南岸的沙丘，今日舊香蘭聚落東南方約 300 公尺的台 9 線公路至海岸線之間，遺址地形由西北向東南傾斜，海拔高度介於 3 公尺至 15 公尺之間。舊香蘭遺址在 2004 年 4-11 月及 2007 年 1-7 月進行兩次考古發掘，除了出現礫石結構物、石板棺墓葬外，同時也採集大量的紅陶與黑陶，以及數萬件石器、骨角器、玻璃器、鐵器、青銅器等遺物，甚至發現臺灣史前遺址少見的鑄造金屬器的模具。

* 國立臺灣史前文化博物館研究典藏組
hcyang@nmp.gov.tw

** 國立臺灣大學地質科學系

目前在臺灣地區發現鑄範的遺址，除了臺東縣舊香蘭外，尚有臺東縣下多良遺址（李坤修 2009）與卑南遺址、屏東縣 Chula 遺址、宜蘭縣淇武蘭遺址，以及臺南市社內遺址（陳光祖 2011）。其中卑南遺址的石範為民間業者捐贈，非直接從文化層發掘所得，年代與遺址位置不明；而淇武蘭與社內遺址出土的疑似鑄範為陶質，根據發掘報告資料顯示這些陶質鑄範可能無高溫使用痕跡（李匡悌 2004），年代也相對較晚（陳有貝等 2008）。無論是模具的出土數量，或是伴隨的代表鐵器時代特色的金屬及玻璃材料都以舊香蘭遺址為最，兩次的考古試掘所採集到具有人為雕琢痕跡的模具共 57 件，大多數是殘缺的標本（圖 1），材質皆為未受變質作用的砂岩（李坤修 2005，2007）。此外，在兩次發掘中也出土數百件不明用途的磨製砂岩石器，雖然未見雕琢痕跡，但許多磨製石器出現燒紅現象或是殘留鐵渣（圖 2），顯然這個遺址與金屬或玻璃器製造等高溫的工藝有關，這裡極可能是一個金屬器及琉璃珠的製造場所，由模具的特徵也可推斷，所鑄造的器物應是同時出土的青銅鈴（圖 3）、青銅刀柄（圖 4）等，對於臺灣史前文化的工藝技術研究，可謂是一處不可忽視的重要遺址。

舊香蘭遺址出土遺物數量龐大，顯示當時社會具有相當大的動能，而鐵器、青銅器、玻璃材料、模具的出現更凸顯此遺址對臺灣史前文化的發展具有關鍵與舉足輕重的地位。因此解開過去舊香蘭社會的完整活動歷程，在臺灣史前文明發展的研究上應具有特別的意義。本文擬先就最基礎的砂岩器物與陶片的岩象分析，建立昔日舊香蘭人對於自然資源的利用與交換網絡，做為日後建立完整的舊香蘭文化論述之基礎。



圖 1：舊香蘭遺址出土模具殘件，表面可見砂岩受熱後鐵質膠結物氧化變紅。



圖 2：舊香蘭遺址大量出土表面磨平的砂岩質石器，未見人工雕琢的痕跡，表面時常留有鐵質殘渣。



圖 3：舊香蘭遺址出土銅鈴模具。



圖 4：舊香蘭遺址出土青銅刀柄模具。

舊香蘭遺址鄰近區域的砂岩層概述

舊香蘭遺址緊鄰中央山脈地質區，此地的中央山脈南段出露的岩層屬於輕度變質岩，岩性為板岩、硬頁岩與變質砂岩，大致上在遺址以南區域以硬頁岩與變質砂岩為主，以北區域則為板岩與變質砂岩。至於砂岩出露的沉積岩區域，有北方約 40 公里遠的海岸山脈，以及南側約 60 公里距離的恆春半島（南迴公路以南）。由於鄰近舊香蘭遺址出露的砂岩層都可能成為石器材料的採集地，以下先就中央山脈、海岸山脈以及恆春半島的大區域的岩性做簡單描述，之後再由可能吻合本研究石器岩性的岩層進行岩象學的比較研究。

最接近遺址的中央山脈地質區出露有輕度變質砂岩，砂岩因變質作用的影響變得非常緻密，外觀有明顯的石英脈，在偏光顯微鏡下觀察，岩石因微弱的片理結構，礦物呈現些微定向排列且顆粒緊密相嵌，與一般沉積岩的砂岩無論在外觀與顯微鏡的觀察都呈現絕然不同的面貌。

北側海岸山脈，除了主體屬於都鑾山層的火成岩之外，其餘沉積岩有蕃薯寮、八里灣層以及利吉層中的沉積岩岩塊（陳文山與王源 1996）。蕃薯寮層主要由泥岩與薄層砂頁岩互層組成，偶而來數公尺厚的砂岩。砂岩組成有兩種，一為石英質雜砂岩，來自西側造山帶物質；另一為凝灰質或石灰質雜砂岩，沉積物來自東側火山島弧，因此以火山岩屑與生物碎屑為主（Teng 1979；Chen and Wang 1988；陳文山與王源 1996）。石英質雜砂岩的砂岩粒度大都屬於細粒砂岩，分布在北段海岸山脈蕃薯寮與水璉地區，另一分布在南段海岸山脈的泰源。此石英質雜砂岩的岩性與外觀，有些類似遺址中的砂岩質石器，但這些砂岩顆粒都屬於細粒砂岩，且出露範圍非常有限。

八里灣層由礫岩、厚層砂岩、砂頁互層與泥岩組成，這些砂岩可歸類為岩屑雜砂岩，單晶石英相對含量較少（少於 50%），板岩、變質砂岩與蛇綠岩岩屑可高達 70% 以上（Teng

1979；Chen and Wang 1988），顯然這些沉積物來源有來自西側的造山帶，貢獻了輕度變質岩岩屑與石英碎屑，另一則是碰撞帶的增積岩體或是火山島弧提供的火成岩岩屑。砂岩外觀顏色呈青灰色砂岩，從外觀與組成而言，與遺址出土的砂岩質石器的相似度很低。

此外，海岸山脈南段的利吉層中也包夾有砂岩岩塊，最接近遺址的砂岩岩塊即位在 40 公里外的富岡漁港，一般稱呼這個砂岩岩塊為「富岡砂岩」。富岡砂岩為黃白色的厚層砂岩，粒度大都屬於中粒等級，組成中含有大量的石英，與砂岩質石器的外觀相當類似。因此本研究分別沿著海岸採集 FK-1、FK-2、FK-3 三個岩樣進行分析（圖 5）。

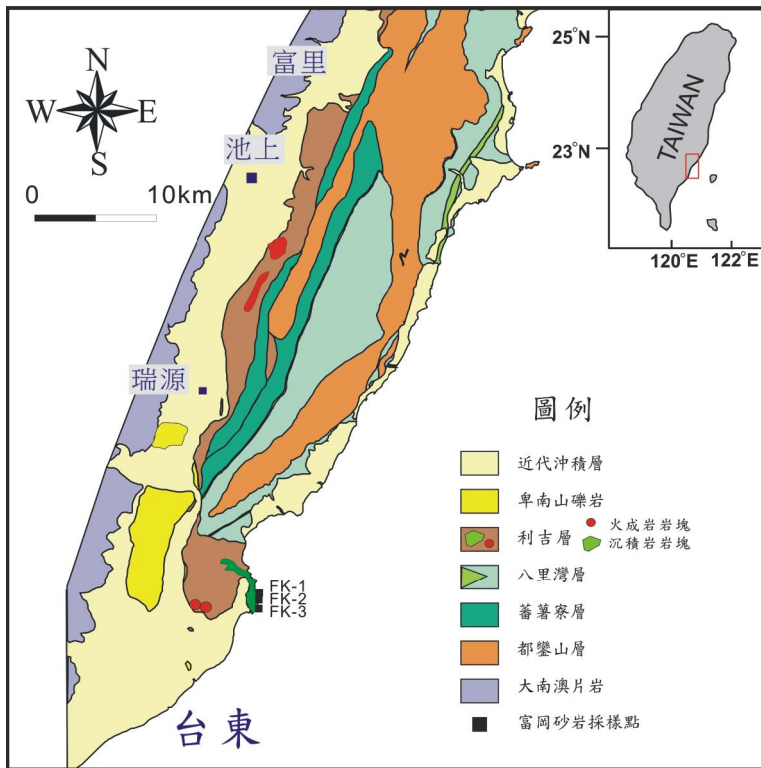


圖 5：南段海岸山脈地質圖（修改自陳文山與王源 1996）及富岡砂岩採樣點。

至於位於舊香蘭遺址南側的恆春半島，出露的岩石依其形成年代可分成第三紀（2.56 百萬年之前）與第四紀（2.56 百萬年之後）地層（圖 6）。第四紀地層主要分布在恆春西臺地以及恆春谷地東側，由於形成時間較晚，沉積物的膠結狀態不好，如此鬆散易碎的岩石結構顯然不適用於石器製作，因此不在本文討論範圍。至於構成恆春半島主體的第三紀地層，可劃分成里龍山層、石門層與樂水層（陳文山等 1985）。樂水層分布于佳樂水一帶，以砂頁岩互層及砂岩為主，根據有孔蟲化石資料（張麗旭 1966；張敏 1985），屬於中期中新世地層（距今約 1000 萬年前）。其外觀為黃白色的中粒砂岩，與遺址中的砂岩質石器非常相似，本研究採集 LS-1 及 LS-2 兩個標進行岩象分析比較。

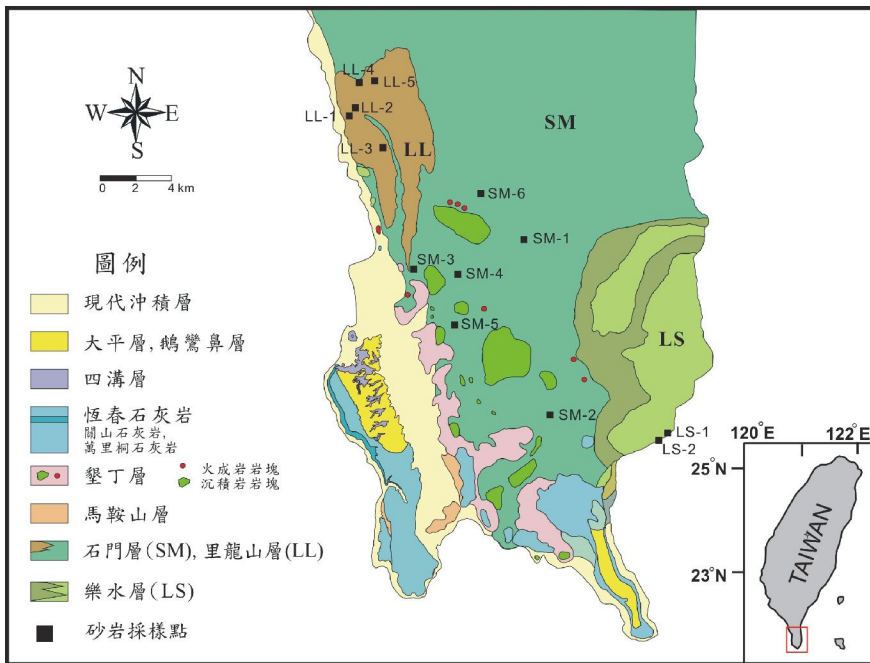


圖 6：恆春半島地質圖（修改自陳文山等 1985）及樂水層、石門層與里龍山層砂岩採樣點。

里龍山層以黃白與灰色的厚層砂岩及礫岩為主，砂岩粒度為中粒至粗粒，外觀與石器頗為相似，本研究共採集 5 個標本 LL-1、LL-2、LL-3、LL-4、LL-5，進行分析。石門層主要由砂頁岩互層構成，沉積物組成與里龍山層相近，形成時間也相同，石門層可視為里龍山層的同時異相地層，但沉積環境比里龍山層還深，因此砂岩粒度一般從細粒至中粒，本研究分析 6 個石門層標本，SM-1、SM-2、SM-3、SM-4、SM-5、SM-6，其中 SM-4 及 SM-5 屬於細粒砂岩。

因此，本研究選取與遺址的砂岩質石器岩性較相似，以及最接近的砂岩岩層的樣本作比較，一是位於南側約 60 公里之外的恆春半島的樂水層、石門層及里龍山層，另一位於北側約 40 公里的富岡漁港的富岡砂岩。

岩象分析方法

基於岩性組成可反應大地構造環境的概念，1970 年代以來地質學家廣泛使用砂岩組成特性來探討沉積物的來源區（Dickinson 1974, 1985, 1998；Potter 1978；Dickinson and Luczek 1979；Ingersoll and Luczek 1979；Mack 1984；Molinaroli et al., 1991；Kamp and Leake 1995）。方法除了傳統上利用偏光顯微鏡配合點計數器（point counter）的岩象分析外（Dickinson and Suzek 1979; Ingersoll et al. 1984）；重礦物分析（Morton 1985; Mortan

and Hallsworth 1994)、主要元素與微量元素分析 (Bhatia and Crook 1986; Eynatten et al. 2003) 等方法也曾應用於砂岩沉積物來源地研究。然而臺灣地區出露的岩石以沉積岩或是變質沉積岩為主，石英礦物的含量往往超過 70%，相對單純的化學組成將大大降低了化學分析方法的鑑別度。但最近一期的蓬萊造山運動也深深影響臺灣各地岩石的分布與組成，從中低度變質的片岩、板岩、硬頁岩、變質砂岩到未受變質作用影響的沉積岩，各區域都具有特殊的岩性組合，尤其東部的海岸山脈以及恆春半島的地層同時受到來自島弧系統火山岩與抬升中的造山帶岩石的影響，在不同時間形成的地層各有其特色，是運用岩象分析探討石器來源地最佳研究區域。因此本研究採用最為廣泛使用的岩石薄片的岩象分析方法，試圖理解昔日居住於臺東平原南端的舊香蘭人如何運用自然資源。

岩象分析過程中，為達到統計意義，每片岩石薄片的計數量至少 600 點以上 (含基質)。扣除基質後，每片岩石薄片碎屑實際量測到的碎屑沉積物計點應有 300 點以上 (Ingersoll et al. 1984)，而且每點的間距應大於最大顆粒的粒徑，如此可以確保每顆沉積物只會計數一次，不會重複計算而增加統計誤差 (Plas and Tobi, 1965 ; Stoltman, 1989)。以標準薄片面積 $25\text{ mm} \times 35\text{ mm}$ ，通常可製作 $200\text{-}300\text{ mm}^2$ 的面積估算，欲達到前述要求，砂岩中沉積物的粒徑最好不要大於 0.8 mm ，約所謂中砂等級 ($0.125\text{ mm}\sim 0.5\text{ mm}$)。倘若砂岩的粒度過於細小，砂岩成分將呈現以石英為主，通常含量可達 95% 以上，而造成沒有鑑別率。這是因為石英是地表岩石中最主要且最抗風化的礦物，當沉積物碎屑被磨蝕至細砂級顆粒時，其他礦物往往已磨蝕或是在成岩作用過程中轉變成黏土級顆粒，以致岩石薄片的觀察計數時石英的含量大增。如果沉積物屬於粗砂等級 ($0.5\text{ mm} < \text{粗砂} < 2\text{ mm}$)，岩屑比率會變多，相對石英比率會降低，雖然可以增加鑑別率，但是計數點數量過少，一樣增加統計上的誤差 (Plas and Tobi, 1965)。

本研究分析過程中，除了不透光礦物 (多為金屬氧化物) 不予採計外，針對砂岩內含物總共分成石英 (Q)、長石 (F)、火成岩岩屑 (Lv)、變質砂岩岩屑 (Ms)、硬頁岩岩屑 (Ar)、板岩岩屑 (Slate) 以及基質等七項分類計數。其中石英項目包含了多晶質石英 (polycrystalline quartz) 與單晶石英 (monocrystalline quartz)，長石為僅次於石英的地表常見抗風化礦物，因此一般砂岩中多少會含有碎屑長石，如果沉積物來源地有大量火成岩出露，長石的含量也會急遽增高。火成岩岩屑亦代表沉積物來源地火成岩出露面積的多寡，以海岸山脈及恆春半島而言，局部地區火成岩岩屑含量甚至遠大於石英 (陳文山等 1985)，形成所謂的雜砂岩。以臺灣南部而言，砂岩中含有變質砂岩與硬頁岩岩屑最具區域性的指標意義，因為硬頁岩與變質砂岩屬於造山帶區域極低度至低度變質度的岩種，只有在造山帶開始抬升並侵蝕一段時間後才可能露出地表，對於重建造山帶山脈的剝蝕歷史提供相當的時間控制，對於考古研究中標本的原料來源地確認也有很好的鑑別性。

岩象分析結果

本研究共進行舊香蘭遺址 9 個砂岩質石器的岩象分析，有遺址北方的富岡砂岩（FK-1, FK-2, FK-3）以及恆春半島的里龍山層（LL-1~LL-5）、石門層（SM-1~SM-6）、樂水層（LS-1, LS-2）等 16 個砂岩進行岩象分析。

9 個砂岩質石器的出土位置及分析結果列於表一並將結果繪製於 Q-F-L 及 Q-Lv-Lm 圖中（圖 7、8）。除了編號 CHL-122-42 可觀察到人為雕琢痕跡，顯為模具的殘件外，其餘八件標本都只有類似「砥石」的磨平加工痕跡，沒有明顯的雕琢，但是這類所謂「砥石」的石質標本表面常遺留鐵渣或是燒紅的痕跡，顯然與舊香蘭遺址鍛造鐵器的工藝技術極有關聯（李坤修，2005）。以下就砂岩質石器標本的岩象觀察結果逐一說明。

表一：砂岩質石器與砂岩組成分析

標本編號	出土位置	石英	長石	火成岩 岩屑	變質砂 岩屑	硬質岩 岩屑	基質	Q(%)	F(%)	Lv(%)	Ms(%)	Ar(%)
CHL-122-42	T3P41NWL4A	344	24	0	7	4	319	90.8	6.3	0.0	1.8	1.1
CHL-170	T3P38NEL2C	483	16	2	8	5	404	94.0	3.1	0.4	1.6	1.0
CHL-237	T3P39SWL6D	444	6	4	00	0	444	97.8	1.3	0.9	0.0	0.0
CHL-240	T3P39SEL3A	184	3	0	0	0	269	98.4	1.6	0.0	0.0	0.0
CHL-262	T3P40SEL3D	391	4	11	22	9	494	89.5	0.9	2.5	5.0	2.1
CHL-277-1	T3P41NWL2B	461	8	4	55	52	331	79.5	1.4	0.7	9.5	9.0
CHL-277-2	T3P41NWL2B	451	8	5	58	38	390	80.5	1.4	0.9	9.1	8.0
CHL-324	T4P38NEL8C	492	14	10	30	37	283	84.4	2.4	1.7	5.1	6.3
CHL-326	T4P38SEL3A	329	0	0	0	0	299	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SM-1		352	4	13	30	28	236	82.4	0.9	3.0	7.0	6.6
SM-2		466	2	0	7	5	208	97.1	0.4	0.0	1.5	1.0
SM-3		469	2	3	12	8	147	94.9	0.4	0.6	2.4	1.6
SM-4		330	2	1	6	0	294	97.3	0.6	0.3	1.8	0.0
SM-5		391	2	1	3	1	261	98.2	0.5	0.3	0.8	0.3
SM-6		386	7	8	8	7	254	92.8	1.7	1.9	1.9	1.7
LL-1		245	2	9	44	15	324	77.8	0.6	2.9	14.0	4.8
LL-2		211	0	7	15	26	328	81.5	0.0	2.7	5.8	10.0
LL-3		231	3	16	15	4	368	85.9	1.1	5.9	5.6	1.5
LL-4		295	4	6	19	28	280	83.8	1.1	1.7	5.4	8.0
LL-5		400	8	30	16	5	201	87.1	1.7	6.5	3.5	1.1
LS-1		462	4	2	0	0	218	98.7	0.9	0.4	0.0	0.0
LS-2		392	5	2	0	0	271	98.2	1.3	0.5	0.0	0.0
FK-1		600	11	7	0	0	360	95.1	2.4	2.5	0.0	0.0
FK-2		420	16	1	0	0	94	96.1	3.7	0.2	0.0	0.0
FK-3		602	15	16	0	0	346	97.1	1.8	1.1	0.0	0.0

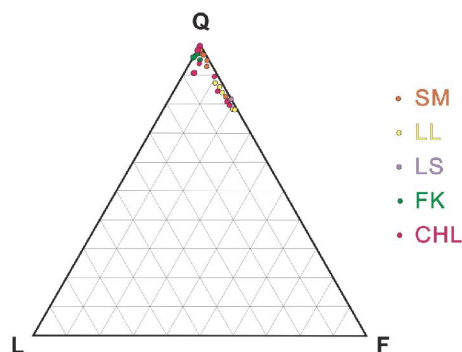


圖 7：砂岩分析結果之石英 (Q)- 岩屑 (L)- 長石 (F) 三角成分圖。SM：石門層、LL：里龍山層、LS：樂水層、FK：富岡砂岩、CHL：舊香蘭遺址出土之砂岩質石器。

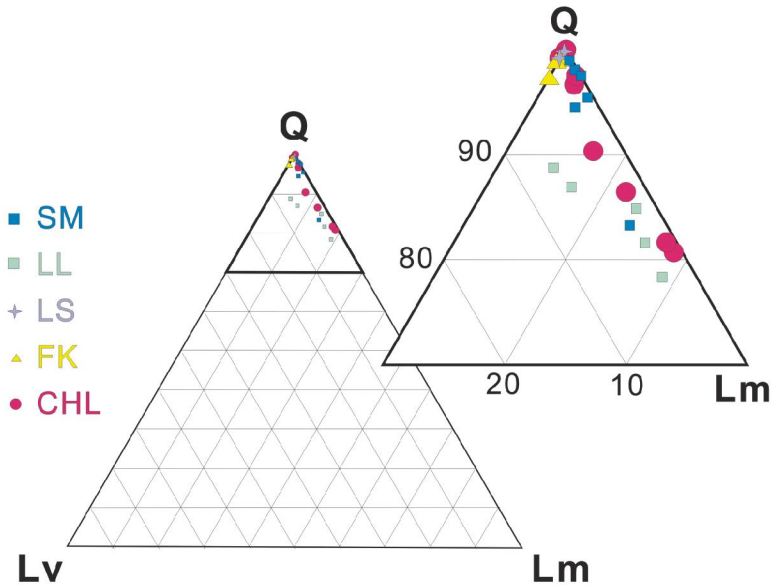


圖 8：砂岩分析結果之石英(Q)-火成岩岩屑(Lv)-變質岩岩屑(Lm)三角成分圖。SM：石門層、LL：里龍山層、LS：樂水層、FK：富岡砂岩、CHL：舊香蘭遺址出土之砂岩質石器。

砂岩質石器標本 CHL-170，CHL-262，CHL-277-1，CHL-277-2，CHL-324，CHL-122-42 的砂岩粒度屬於中粒級砂岩，其石英（Q）含量約占 80-94% 之間，岩屑含量約占 3-19% 之間。若針對岩屑的種類與含量而言，主要為變質岩岩屑（變質砂岩與硬頁岩）約佔岩屑總量的七成以上，其餘為火成岩岩屑。至於編號 CHL-237，CHL-326，CHL-240 三件樣品，因為屬於細粒級砂岩（圖 9），所以石英（Q）含量都在 98% 以上，沒有發現任何的變質岩岩屑（變質砂岩與硬頁岩），只可勉強辨識出長石礦物，以及 CHL-237 標本中含有少量的火成岩岩屑（Lv 為 0.9%）（表一）。從以上砂岩質石器標本的岩象分析結果，顯示砂岩組成除了一般砂岩都具有大量的石英之外，最特殊是含有約 3-19% 的變質岩與火成岩岩屑（0.4-2.5%）（圖 10）。具有變質岩岩屑的砂岩，是一般砂岩少見的組成，通常屬於造山運動時堆積的沉積物，以臺灣地區而言，是屬於晚期中新世之後的岩層。再從砂岩中含有變質岩與火成岩岩屑的組成特性，此類型砂岩僅有恆春半島的晚期中新世砂岩才具有的特性（陳文山等 1985；Sung and Wang, 1984）。本研究也針對恆春半島的中新世地層進行砂岩岩象分析，結果如表一。從恆春半島的三個地層的砂岩組成分析結果，顯示里龍山層砂岩的石英含量比率約 79-87%，火成岩岩屑約 1.7-6.5%，變質岩岩屑約 3.5-14%；石門層砂岩的石英含量比率約 82-98%，火成岩岩屑約 0.3-1.9%，變質岩岩屑約 0.8-7%；樂水砂岩石英含量比率約 98%，火成岩岩屑約 0.5%，沒有變質岩岩屑。另外一處距離舊香蘭遺址較近的出露砂岩地層的地點是臺東縣富岡的富岡砂岩，其組成為石英含量比率約 95-97%，火成岩岩屑約 0.2-2.5%，沒有變質岩岩屑，組成與恆春半島樂水層相似。

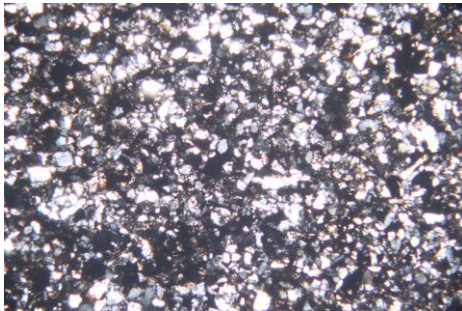


圖 9：細粒砂岩在顯微鏡下只可觀察到石英礦物與微量的長石礦物，岩屑種類已不易辨識。

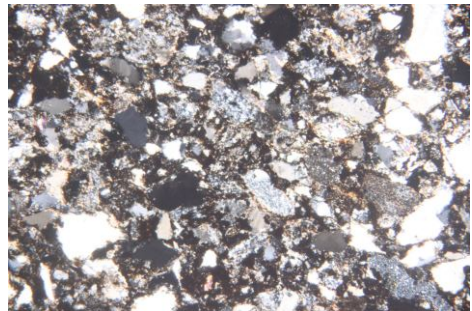


圖 10：舊香蘭遺址出土之砂岩質石器含有特有的變質砂岩與硬頁岩等變質岩岩屑組成。

本研究除了砂岩質石器的岩象分析之外，還採集遺址出土的陶片進行岩象分析。舊香蘭遺址出土的陶片數量粗估計約 97 萬片（李坤修 2007），種類包括陶容器破片、陶紡輪、陶環破片、硬陶及少數不知名的陶器，素面的橙色陶片是最普遍的陶片特徵，但是部份具有所謂「龜山式紋飾」的特殊裝飾陶片極具特色，可做為遺址間比對的標本。為了解這類特殊紋飾陶片的製造地點，本研究同時也分析了 10 個樣品，採集坑號與結果列於表二。結果顯示，除了常見的石英礦物外，摻合料全為變質砂岩與硬頁岩及板岩岩屑（圖 11），完全不含長石礦物與火成岩岩屑。此陶片砂粒級的摻合料組成與遺址鄰近地區的岩層，以及河流或土壤中的沉積物組成相同，顯示陶器應是當地舊香蘭人的製品。

表二：舊香蘭遺址出土龜山式紋飾陶片之岩象分析結果

標本編號	出土位置	石英	長石	火成岩 岩屑	變質砂 岩岩屑	硬頁岩 岩屑	板岩 岩屑	基質	Q(%)	F(%)	Lv(%)	meta ss (%)	Ar(%)	slate(%)
CHL001	T ₃ P ₃₄ SWL ₂ A	7	0	0	30	25	0	345	11.3	0.0	0.0	48.4	40.3	0.0
CHL002	T ₃ P ₃₄ SWL ₃ D	14	0	0	7	45	11	273	18.2	0.0	0.0	9.1	58.4	14.3
CHL003	T ₃ P ₃₄ SWL ₈ D	7	0	0	12	23	4	350	15.2	0.0	0.0	26.1	50.0	8.7
CHL004	T ₃ P ₃₆ SEL ₇ D	23	0	0	6	20	9	325	39.7	0.0	0.0	10.3	34.5	15.5
CHL005	T ₃ P ₃₆ SEL ₀ A	11	0	0	3	39	15	298	16.2	0.0	0.0	4.4	57.4	22.1
CHL006	T ₃ P ₃₆ SEL ₁₃ C	12	0	0	8	22	8	334	24.0	0.0	0.0	16.0	44.0	16.0
CHL007	T ₃ P ₄₀ SWL ₄ A	13	0	0	44	37	15	293	11.9	0.0	0.0	40.4	33.9	13.8
CHL008	T ₃ P ₄₀ SWL ₁₀ B	4	0	0	15	14	7	349	10.0	0.0	0.0	37.5	35.0	17.5
CHL009	T ₃ P ₄₁ NWL ₆ C	8	0	0	15	28	21	290	11.1	0.0	0.0	20.8	38.9	29.2
CHL010	T ₃ P ₄₂ SWL ₃ C	9	0	0	19	32	8	315	13.2	0.0	0.0	27.9	47.1	11.8

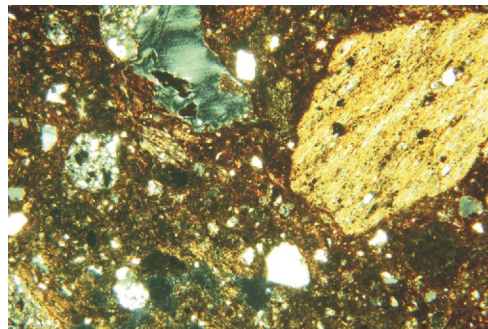


圖 11：龜山式陶片可見大量板岩及變質砂岩岩屑的摻合料，是太麻里地區沉積物的特色。

討論與結語

（一）舊香蘭砂岩質石器標本的來源地

出土文物（artifacts）的材質分析（raw material analysis）是了解過去人群對於自然資源利用以及交換行為最基礎也是最直接的方法（Henderson 2000）。

從前述地層與砂岩質石器標本的岩象組成分析結果，顯示樂水層與富岡砂岩的組成相同，且不含變質岩岩屑；而砂岩質石器標本與里龍山層及石門層砂岩的岩性較相似，都含有火成岩與變質岩（變質砂岩與硬頁岩）岩屑。雖然臺灣許多地區在晚期中新世的造山運動之後沉積的岩層都含有變質岩岩屑，尤其較早期的砂岩中的變質岩岩屑是以變質砂岩與硬頁岩為主，而不含板岩岩屑（陳文山 1988；陳文山等 2000；陳振華等 1992；Teng 1979；Chen and Wang 1988）。但是，這時期的砂岩組成又以晚期中新世恆春半島里龍山層與石門層的砂岩組成最為特殊，除了含有常見的變質砂岩與硬頁岩岩屑之外，又含有來自海洋板塊的火成岩岩屑（蛇綠岩系岩石）（陳文山等 1985；Sung and Wang, 1984）。同樣的，臺東縣舊香蘭遺址的砂岩質石器的組成中既含有變質砂岩、硬頁岩，又有火成岩岩屑，是可以明確指示這些砂岩與恆春半島里龍山層與石門層有高度的雷同性，而與恆春半島樂水層與富岡砂岩的組成顯然不同（圖 8）。至於距離舊香蘭遺址約 80 公里的石雨傘一帶，也有八里灣層的厚層砂岩出露，但這些砂岩則含有非常大量的變質砂岩、板岩岩屑，以及火成岩岩屑，大約 60% 以上（Chen and Wang 1988），顯然與遺址出土的砂岩質石器標本的組成不盡相同。由目前的分析結果可以推論，昔日舊香蘭人極可能曾翻越中央山脈南段至恆春半島西海岸採集砂岩製作石器。然舊香蘭人對於砂岩石材的利用不僅磨製石器一項，他們也利用砂岩製作石斧、石錘、石槌、石子器、圓石核、凹石、網墜等器物，舊香蘭人對於砂岩原料的取得是否並不限於石門層或里龍山層，也曾廣泛地利用生活周遭的自然資源？或限於某些因素只能採用恆春半島西海岸地區出露的里龍山層與石門層的砂岩，而不就近採用恆春半島東海岸出露的樂水層？解決這些問題都需要後續更大量與多元的分析比較研究。

（二）龜山式紋飾陶質標本

根據考古資料的敘述，屏東縣車城鄉的龜山史前遺址出土了臺灣地區考古研究史上相當重要的史前遺留（李光周等 1985；黃世強等 1987；宋文薰等 1992；李匡悌 1993），其中所謂的龜山文化相的陶片是指具有雷紋、人形紋、壓印紋和刺點紋等特殊紋飾的陶片（李匡悌 1993），這些紋飾在臺灣其他遺址出土陶片中極為少見，因此在後期出版的發掘報告中往往引用「龜山式紋飾」（李坤修 2005, 2007；劉益昌與趙金勇 2010）形容。具有紋飾的龜山遺址出土陶片約佔陶片總量的 6%（Li 2003），李匡悌（Li 2003）曾針對龜山遺址 40 片陶片進行岩象分析，結果是所有帶有紋飾的陶片皆含有板岩岩屑，但未帶有紋飾陶片的摻合料以砂岩及變質砂岩為主，完全不含板岩岩屑。從龜山遺址位於四重溪口的地理位置來看，四重溪流域範圍並未包含中央山脈板岩分布區（圖 12），因此四重溪河床上的沉積物只會有來自恆春半島的第三紀沉積岩，這些沉積岩可能或多或少含有早期中央山脈已剝蝕

的輕度變質岩，然而中央山脈板岩地層出露的年代較晚，因此恆春半島的里龍山層或石門層等沉積岩中出現的板岩岩屑機率非常低，自然在當地生產的陶器中也不會含有板岩岩屑的摻合料。由此可推論未帶有紋飾的陶片（摻合料不含板岩岩屑）可能為龜山遺址當地採集的材料所製成的，而帶有紋飾的陶片（摻合料中含有相當比例的板岩岩屑）可能為外地製造再輸入龜山地區（Li 2003）。

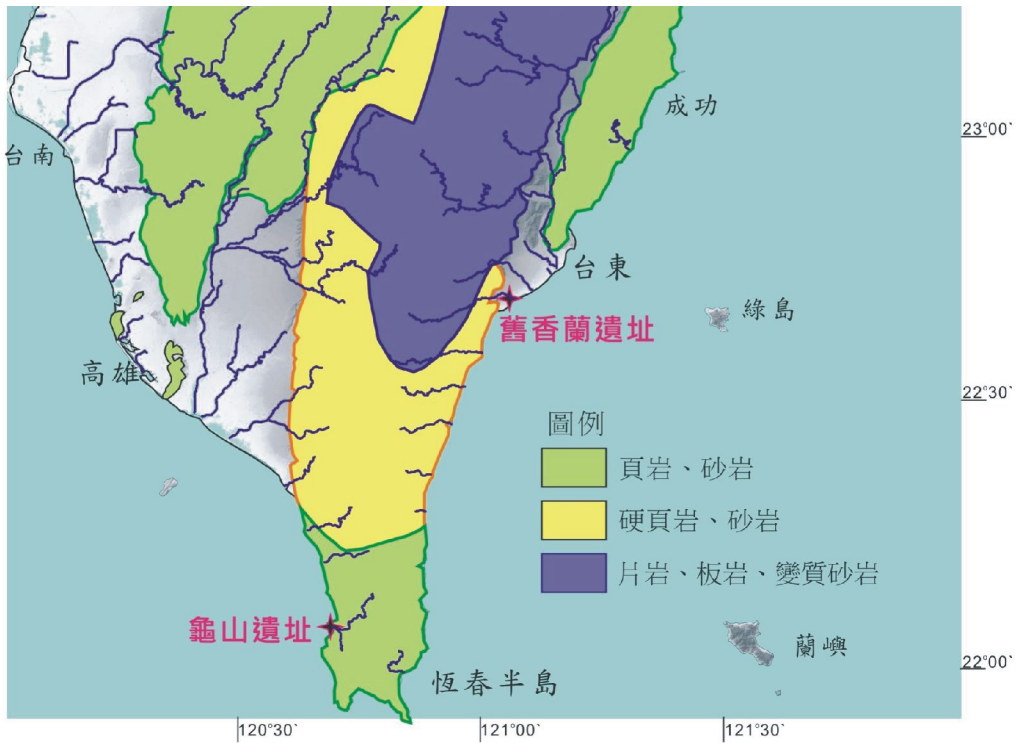


圖 12：中央山脈南段片岩、板岩、硬頁岩及砂岩分布圖與遺址位置圖。

舊香蘭遺址出土的龜山式陶片，數量估計數千片以上，紋飾種類比最早發現的龜山遺址更為多變，從出土的陶片所觀察到的紋飾圖案就多達上百種，粗略可歸為 7 種主要類型（圖 13），其中又以刺點構成菱形圖案、吐信的盤蛇形圖案及猴臉圖案最為多見（李坤修 2005, 2007）。將本研究中的舊香蘭 10 個帶有紋飾陶片的分析結果繪製在 Q-Slate-L 圖（圖 14），這些陶片的摻合料組成與龜山遺址的龜山式陶片組成相似。由於舊香蘭遺址靠近南段中央山脈的東麓，鄰近範圍出露的岩層以板岩、硬頁岩與變質砂岩為主，地表沉積物也盡是板岩、硬頁岩與變質砂岩岩屑，因此利用太麻里河流域的粗砂即可生產出與舊香蘭龜山式陶片一致摻合料的陶器，舊香蘭遺址的「龜山式陶片」顯然是在地生產的。雖然岩象分析結果顯示，龜山遺址與舊香蘭的龜山式陶片具有相同的摻合料組成，然而真是舊香蘭人輸入這些帶有龜山式紋飾的陶器至龜山地區？首先我們必須先確定兩個文化是否存在同一個年代。



圖 13：舊香蘭遺址出土的龜山式印紋陶出現了 7 種有主題圖案的紋飾：（I）以菱形紋為主題、（II）以百步蛇紋為主圖案、（III）以猴臉為主圖案、（IV）以人臉及動物形為主圖案、（V）以圈印紋為主圖案、（VI）以楔形紋為主圖案、（VII）以弦紋為主圖案。

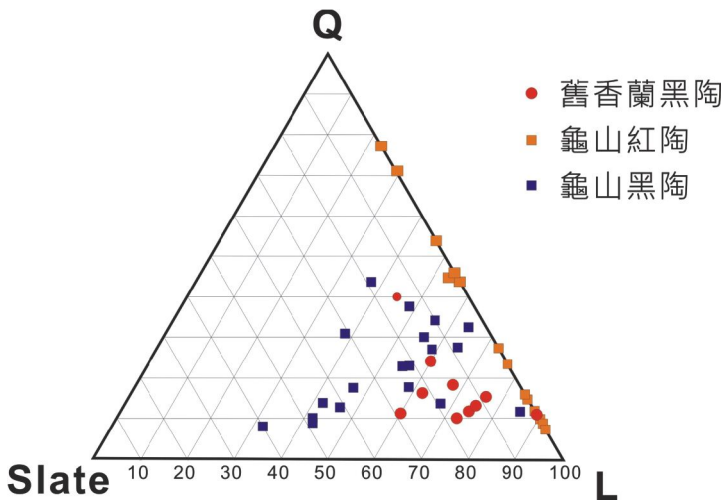


圖 14：龜山及舊香蘭遺址出土陶片岩象分析結果之石英(Q)-板岩岩屑(Slate)-岩屑(L)三角成分圖，龜山遺址之分析結果引自 Li 2003。

龜山文化年代得自貝殼的碳十四定年（黃士強等 1987），儀器分析值為 1550 ± 60 BP，單純以樹輪校正年代應在 1490-1350 yr BP，但是貝殼生長過程存在海洋碳庫效應（reservoir effect, Mangerud 1972），因海洋的循環系統未能讓可與大氣充分交換二氧化碳的表層水，與底層缺乏現代大氣中形成的放射性碳元素的海水均勻混合，導致海貝與陸生植物的碳十四定年結果有很多變異性（Eglinton et al. 1997；Burr et al. 2009），平均而言，年代約有 400 年左右的差距（Stuiver and Braziunas 1993），因此龜山遺址年代經修正為 1160-1020 yr BP。舊香蘭遺址海岸發掘區的 T3P39 探坑進行了 4 件木炭標本的碳十四年代測定，年代介於 1300-1060 yr BP（李坤修 2006）。由龜山遺址與舊香蘭遺址年代測定結果的相似性，我們可以更進一步肯定地推論龜山遺址的「龜山式紋飾陶片」極可能是由舊香蘭輸入。

至於花岡山遺址亦發現了龜山式紋飾陶杯，地層中一系列的碳十四年代都落在 1600-2100 yr BP 範圍內（劉益昌與趙金勇 2010），明顯老於過去已發表的舊香蘭文化層的年代（李坤修 2006）。然而根據李坤修（2006）利用陶容器口緣類型及把手類型進行排隊分析，舊香蘭遺址文化呈現三個發展階段：第一個發展階段的陶器口緣是向上直延伸的直口，陶器的把手是角度尖銳的三角形把手，這類陶器的特徵和卑南遺址的「三和文化」中雙橫把陶器特徵相符合，陶器紋飾的部位多出現在口部至頸下之間，以刺點紋組成幾何型線條，再搭配圈印紋組成連續性圖案，水平方向環繞陶器器身；第二個發展階段是陶器口緣向外翻轉的翻口型，陶器把手也從銳角三角型轉變呈拋物線狀的耳形把；而所謂的第三個發展階段，陶器的口緣再發展成口緣內側帶有脊條的內唇型口緣，而陶器的把手仍維持和第二階段相同的型制，這個階段出現在舊香蘭遺址靠近海岸區的文化層上層，而目前已發表年代的木炭標本正是取自上文化層的地層（L4, L6, L7, L8，而靠近海岸區的上、下文化層分界大約在 L10），年代介於 1300-1060 yr BP 之間。然而龜山式紋飾的陶片並不僅限於海岸區的上文化層，在下文化層與靠近現代聚落遺址（第一發展階段）分布區也都有出土（李坤修 2006），而與舊香蘭遺址的第一發展階段相同，出土帶有三角形橫把的陶容器的「三和文化」地層年代為 2340-1920 yr BP（李坤修 2002），顯然與同樣出土龜山式紋飾陶杯的花岡山上層文化類型年代相當。雖然劉益昌與趙金勇（2010）認為這類龜山式陶杯無論就器形、質地、紋飾都可以肯定屬於臺東南段三和文化後期的所謂龜山式陶器，但是否也是屬於舊香蘭輸出，則須進一步針對第一發展階段及第二發展階段的文化層進行絕對定年，從舊香蘭遺址文化層年代的確可以溯及 2340-1920 yr BP 得到佐證。

致謝

本文寫作期間蒙中央研究院歷史與語言研究所李匡悌教授慨然出借龜山遺址陶片切片，臺灣大學人類學系陳瑪玲教授提供建議，以及兩位匿名審查人對本文提供諸多寶貴意見，受益良多，同表謝忱。本研究得到國科會『東臺灣鐵器時代出土玻璃珠之化學組成分析及亞洲地區玻璃珠海上貿易研究』研究計畫（NSC 101-2116-M-326 -001 -）的經費支持。

參考文獻

李光周、鄭永勝、凌平彰、陳維鈞、韓旭東、陳有貝

1985 《墾丁國家公園考古調查報告》，內政部營建署墾丁國家公園管理處委託，國立臺灣大學文學院人類學系執行。

李匡悌

1993 《國立海洋生物博物館基地龜山史前遺址調查評估研究報告》，國立海洋生物博物館籌備處委託，中央研究院歷史語言研究所執行。

2004 《三舍及社內遺址受相關水利利用工程影響範圍搶救考古發掘工作計畫期末報告》，臺南縣政府委託，中央研究院歷史語言研究所執行。

李坤修

2002 <卑南遺址的新發現>。《臺東文獻》復刊7：17-47。

2005 《臺東縣政府舊香蘭遺址搶救發掘計畫期末報告》，臺東縣政府委託，國立臺灣史前文化博物館執行。

2006 <臺東縣舊香蘭遺址的搶救發掘及其重要發現>。《臺東文獻》復刊12：40-71。

2007 《臺東縣政府舊香蘭遺址搶救發掘計畫第二期計畫期末報告》，臺東縣政府委託，國立臺灣史前文化博物館執行。

2009 <下多良遺址出土陶器上的人形印紋>，《文化驛站》25：38-41。

2010 《臺東縣舊香蘭遺址搶救發掘報告 I-文化層與墓葬》。臺東縣政府委託，國立臺灣史前文化博物館執行。

宋文薰、尹建中、黃士強、連照美、臧振華、陳仲玉、劉益昌

1992 《臺灣地區重要考古遺址初步評估第一階段研究報告》，行政院內政部及文化建設委員會委託，中國民族學會執行。

宋國城

1991 《臺灣地質圖說明書：恆春半島》。經濟部中央地質調查所出版，77頁。

徐鐵良

1956 <臺灣東部海岸山脈地質>。《臺灣省地質調查所彙刊》8：15-41。

陳文山

1988 《臺灣海岸山脈沈積盆地之演化及其在地體構造上之意義》。國立臺灣大學地質研究所博士論文，共304頁。

陳文山、王源

1996 <臺灣東部海岸山脈地質>。經濟部中央地質調查所，《臺灣地質之七》，101頁。

陳文山、鄭穎敏、黃奇瑜

1985 <臺灣南部恆春半島之地質>。《地質》，6(2)：21-38。

陳文山、鄂忠信、陳勉銘、楊志成、張益生、劉聰桂、洪崇勝、謝凱旋、葉明官、吳榮章、柯炯德、林清正、黃能偉

2000 <上—更新世臺灣西部前陸盆地的演化—沉積層序與沉積物組成的研究>。《經濟部中央地質調查所彙刊》13：137-156。

陳光祖

2011 <臺灣地區出土銅器及相關遺留芻論>。《中央研究院歷史語言研究集刊》，82(2)：169-259。

陳振華、陳文山、王源、陳勉銘

1992 <由臺灣中部前陸砂岩之岩象研究看褶皺逆衝帶之剝蝕歷史>。《地質》12(2)：147-165。

陳有貝、邱水金、李貞瑩

1996 《淇武蘭遺址搶救發掘報告》。宜蘭：宜蘭縣立蘭陽博物館，第4-6冊。

黃士強、陳有貝、顏學城

1987 《墾丁國家公園考古民族調查報告》。墾丁國家公園管理保育研究報告第37號。

劉益昌、趙金勇

2010 《花岡國中校舍新建工程遺址搶救發掘計畫成果報告書第四冊(新石器時期)》，花蓮縣政府委託，中央研究院歷史語言研究所執行。

Adams, AE, MacKenzie, WS and Guilford C

1984 Atlas of sedimentary rocks under the microscope. Longman Scientific & Technical, London.

Burr, GS, Beck, JW, Correge, T, Cabioch, G, Taylow, FW and Donahue, Dj

2009 Modern and Pleistocene reservoir ages inferred from south Pacific corals. Radiocarbon 51, 319-335.

Chen, WS

1997 Lithofacies analyses of the arc-related sequence in Coastal Range, eastern Taiwan. Journal of Geological Society of China 40(2), 313-338.

Chen, WS and Wang, Y

1988 The Plio-Pleistocene basin development in the Coastal Range of Taiwan. Acta Geologica Taiwanica 26, 37-56.

Dickinson, WR

- 1974 Plate tectonics and sedimentation: In: Dickinson, W.R. (ed.) *Tectonics and Sedimentation*, pp.1-27.
- 1985 Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. In: Xuffa, GG (ed.) *Provenance of arenites: Dordrecht, The Netherlands, Reidel*, pp. 333-361.
- 1998 Petrographic temper provinces of prehistoric pottery in Oceania. *Records of the Australian Museum* 50, 263-276.

Dickinson, WR, and Luczek, CA

- 1979 Plate tectonics and sandstone compositions, *American Association of Petroleum Geological Bulletin*, 63, p. 322-325.

Eglinton, T, Benitez-Nelson, B, Pearson, A, McNichol, A, Bauer, J and Druffel, E

- 1997 Variability in radiocarbon ages of individual organic compounds from marine sediments. *Science* 277, 796-780.

Eynatten, H, Barcelo-Vidal, C and Pawlowsky-Glahn, V

- 2003 Composition and discrimination of sandstones: a statistical evaluation of different analytical methods. *Journal of Sedimentary Research* 73, 47-57.

Henderson, Julian

- 2000 *The science and archaeology of materials: an investigation of inorganic materials*. Routledge Pub., London, 334pp.

Ingersoll, RV, and Luczek, CA

- 1979 Petrology and provenance of Neogene sand from Nicobar and Bengal fans, DSDP sites 211 and 218. *Journal of Sedimentary Petrology* 49, 1217-1228.

Ingersoll, RV, Bullard, TF, Ford, RJ, Grimm, JP, Pickle, JD and Sares, Sw

- 1984 The effect of grain size on detrital modes: A test of the Gazzi-Dickinson point counting method. *Journal of Sedimentary Petrology* 54, 103-116.

Li, Kuang-ti

- 2003 Ceramic remains from Kueishan and discussions relating to the relationship of Formosan Aborigines in Southern Taiwan. *Bulletin of the National Museum of Natural Science: Collection and Research* 16, 79-90.

Mack, GH

- 1984 Exceptions to the relationships between plate tectonics and sandstone compositions. *Journal of Sedimentary Petrology* 54, 212-220.

Mangerud, J.

1972 Radiocarbon dating of marine shells, including a discussion of apparent age of Recent shells from Norway. *Boreas* 1, 143-172.

Moliaroli, E, Blom, M and Basu, A

1991 Methods of provenance determination tested with discriminant function analysis. *Journal of Sedimentary Petrology* 61, 900-908.

Page, BM

1978 Franciscan melange compared with olistostromes of Taiwan and Italy. *Tectonophysics* 47, 223-246.

Plas, L van der and Tobi, AC

1965 A chart for judging the reliability of point counting results. *American Journal of Science* 263, 87-90.

Potter, PE

1978 Petrology and chemistry of modern big river sands. *Journal of Geology* 86, 423-449.

Sung, QC and Wang, Y

1984 Petrofacies of Miocene sediments in the Hengchun Peninsula and its tectonic implication. *Proceeding of Geological Association* 28 , 322-325.

Stoltman, James B

1989 A quantitative approach to the petrographic analysis of ceramic thin sections. *American Antiquity* 54(1), 147-160.

Stuiver, M and Braziunas, Tf

1993 ¹⁴C ages of marine samples to 10,000 BC. *Radiocarbon* 35(1), 137-189.

Teng, LS

1979 Petrographical study of the Neogene sandstones of the Fanshuliao Formation, northern Coastal Range, Taiwan, (I. Northern Part). *Acta Geologica Taiwanica* 20, 129-155.

Van de Kamp, PC and Leake, BE

1995 Petrology and geochemistry of siliciclastic rocks of mixed feldspathic and ophiolitic provenance in the Northern Apennines, Italy. *Chemical Geology* 122, 1-20.

The application of petrographic analysis to archaeological research: examples from the artifacts and sherds of Chiu Hsiang Lan site, Taitung, Taiwan

Hsiao-chin Yang*, Kunhsiu Lee* and Wenshan Chen**

*Research and Collection Division, National Museum of Prehistory

**Department of Geoscience, National Taiwan University

ABSTRACT

Petrographic analysis has been broadly applied to the studies on sandstone compositions and its source area. In this paper, we try to use the well developed analytical techniques to reveal the provenance of sandstone artifacts and the “Kueishan style” pottery from Chiu Hsian Lan site, which were carried out during the rescued archaeological excavations in 2005 and 2007. In order to discriminate from the provenance of sandstone artifacts, sixteen sandstone samples have also been collected for petrographic analysis from the Loshui Formation, Shihmen Formation and Lilungshan Formation in Henchung Peninsula and Fukang Sandstone in the Coastal Range. According to the Q-Lv-Lm plot, the provenance of Chiu Hsian Lan sandstone artifacts is inferred to be Shihmen or Lilungshan Formation because of the compositions of slate and argillite lithic fragments in sandstones. And to unravel the relationship between variant sites of so called “Kueishan style” potteries which were sparsely discovered in Kueishan site in Henchun, Huakangshan site in Hualein, and Shanhe, Chulu, Shanchunliao, Taniauwan, Hsiatolian and Chiu Hsian Lan sites in Taitung, ten decorative sherds from Chiu-Hsian-Lan site are also analysed in this study. Combining with the petrographic analyses and radiocarbon data, it is seemed that the Chiu Hsian Lan site is the birthplace of “Kueishan style” potteries.

Key words: petrographic analysis, Chiu-Hsian-Lan site, sandstone artifacts, “Kueishan style” pottery
