

## 研究論文

考古人類學刊・第 94 期・頁 47-88・2021

DOI: 10.6152/jaa.202106\_(94).0002

# 從植物扇形矽酸體分析談卑南遺址植物利用與稻作

康芸甯\*

## 摘 要

卑南遺址是臺灣東部新石器時代晚期卑南文化之代表性遺址，根據周邊的地理環境及氣候特徵得知具有高溫、降雨量不高的特點，適合於旱作植物或農作物的生長，在考古遺物方面亦有大量石質農業收穫器具出土，然長期以來在考古研究上缺乏實際的植物遺留作為佐證。

本研究運用植物矽酸體分析為科學方法尋找卑南遺址植物遺留的相關線索，更進一步分析植物遺留的縱時性變化及同時期的空間分布情形，企圖對卑南文化人的植物利用情形及其農業發展概況有突破性地認識。由陶質標本及土壤樣本的分析結果顯示，自卑南文化初期，稻米就與史前人類的生活息息相關，直至卑南文化消失後才逐漸不見，其分布並與聚落布局有關。此外，卑南遺址所發現的稻屬矽酸體，經亞種分析判斷為屬於秈稻類型。對於史前稻米的亞種判別，因涉及人群或物質傳播路徑等議題，可能作為開啟後續深化臺灣史前農業研究之契機。

關鍵詞：卑南遺址，稻作，植物利用，植物矽酸體分析，農業考古

---

\* 國立臺灣史前文化博物館研究助理。Email: [ynkang@nmp.gov.tw](mailto:ynkang@nmp.gov.tw)。

## **Plant Utilization and Rice Cultivation Based on Phytolith Analysis of the Peinan Site, Eastern Taiwan**

**Yun-ning Kang\***

### **ABSTRACT**

The Peinan Site is the representative site of the Peinan Culture of the late Neolithic Age in eastern Taiwan. Based on the geographical environment and climatic characteristics, the Peinan Site has high temperatures and low rainfall, and is suitable for the growth of dry-farming crops. In terms of archaeological remains, a large number of stone tools for agricultural harvesting have been unearthed, but actual plant remains have been elusive in the site's archaeological research.

This research attempts to apply phytolith analysis to identify the relevant clues of plant remains at the Peinan Site, and further analyzes temporal changes and the spatial distribution of the same period to enhance our understanding of the plant utilization and agricultural development of the Peinan Cultural people. Based on the results of the phytolith analysis of ceramic and soil samples, rice was part of the prehistoric peoples' daily lives from the early period of the Peinan Culture. It disappeared after the end of the Peinan Culture, and its distribution is related to the settlement layout. In addition, the *Oryza* phytoliths in the Peinan Site are judged to be of the indica type through subspecies analysis. Identification of the subspecies of prehistoric rice may be used as an opportunity to deepen research on Taiwan's agricultural prehistory and related issues such as population and material transmission routes.

**Keywords:** Peinan Site, rice cultivation, plant utilization, phytolith analysis, agricultural archaeology

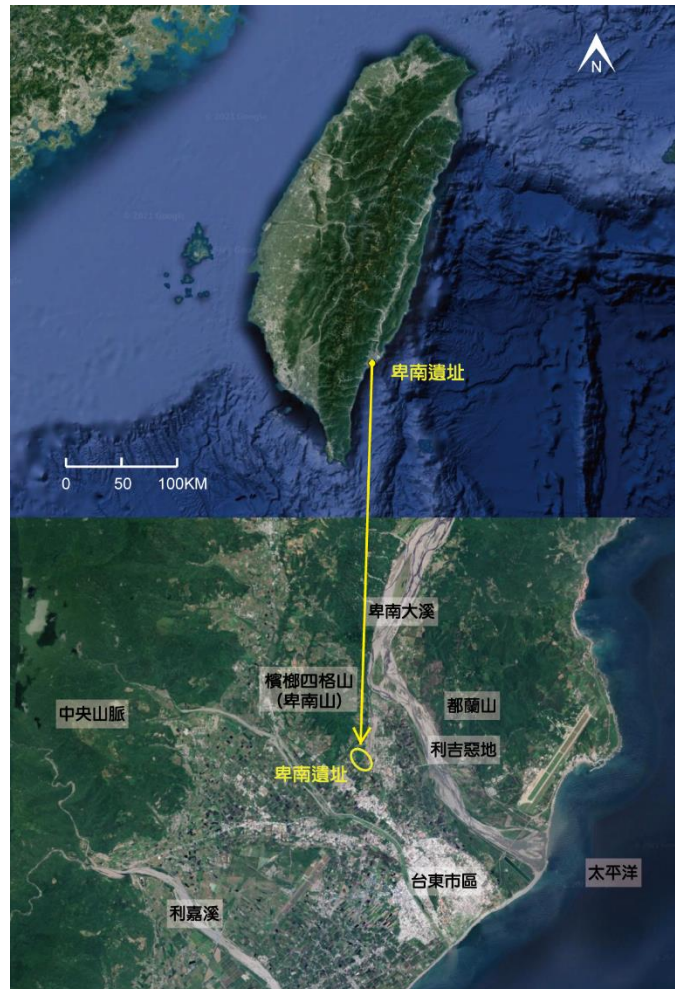
---

\* Research Assistant, National Museum of Prehistory. Email: [ynkang@nmp.gov.tw](mailto:ynkang@nmp.gov.tw).

## 一、前言

卑南遺址位於臺東縣檳榔四格山的東南山麓，分布在卑南大溪右岸，由現河床往上數之第四個河階上（圖一），是臺灣東部新石器時代卑南文化的代表性遺址。其最早的考古紀錄為 1896 年日本學者鳥居龍藏進行臺灣東部人類學調查時所拍攝的石柱照片，早期於卑南遺址的調查及發掘工作多以石柱為對象，主要有 1927 和 1929 年鹿野忠雄所作調查與發掘（鹿野忠雄 1930），以及 1945 年國分直一與金關丈夫之發掘工作（金關丈夫、國分直一 1957）。相隔約 40 年，1980 年由於臺灣鐵路局建設臺東新站時發現大量石板棺暴露於地表，隨即委託國立臺灣大學考古人類學系宋文薰和連照美教授組成考古隊，展開近十年的搶救考古工作，迄今已發掘出為數龐大的聚落結構、石板棺墓葬以及陶器、石器、玉器等各式遺物（連照美、宋文薰 1986、2006），為卑南遺址累積了豐厚的考古研究材料。然而，雖然卑南遺址出土的遺物數量和種類繁多，但生態遺留卻非常有限，且只限於少數幾種動物遺骸，更從未發現植物遺留，這使得卑南遺址和卑南文化相關的農業研究顯得相當困難。

過去研究者根據卑南遺址出土的農業工具及對於臺灣史前時期的農業發展認知，判斷卑南文化應該是存在農業行為的，但是缺乏實際的植物遺留作為直接證據仍有其研究限制。有鑑於此，本研究嘗試運用植物矽酸體分析為科學方法，以尋找卑南遺址植物遺留的相關線索，企圖能對卑南文化人的植物利用情形以及其農業發展概況有突破性地認識。



圖一 卑南遺址位置圖

## 二、研究背景與研究旨趣

### (一) 卑南遺址早期農業研究

根據周邊的地理環境及氣候特徵得知，卑南遺址具有高溫、降雨量不高的特點，是屬於較為穩定而乾燥的環境，適合於旱作植物或農作物的生長（潘富俊 1991：21-22）。日本學者鹿野忠雄於 1927 及 1929 年進行卑南遺址調查時，當地即以小米田地種植為主（鹿野忠雄 1930：275）。戰後初期，《臺東文獻》曾記載：「廳轄下之主要平野，即中央山脈與海岸山脈間之卑南大溪流域及臺東平野，係由中央山脈所流出河川沖積而成。」

此等河川氾濫區域，到處混有石礫，農業上不能隨即利用」，但卻也強調當地土質具有農業的可利用性，「因其有灌溉上之便利...，且其土性及土質，除了石之外，壤土類分布最廣，就中如砂質壤土等輕鬆者占多，除了河川氾濫地帶之外，土壤均為肥沃。...廳轄下之土壤，腐植質之含量雖不多，其他之化學的成分均為良好，勝過西部諸州之土壤」（臺東縣文獻委員會 1983：216-217）。

最早論及卑南遺址農業研究之學者屬葉美珍以卑南遺址出土的石刀和石鎌作為研究對象探討卑南文化的農業型態（葉美珍 1987），指出農業佔據卑南文化的重要性，透過類比臺灣原住民族的農業器具使用情形，連結到石刀是用來摘取粟穗，石鎌是用來收割稻稈，進而推測卑南文化人很可能是種植粟類和陸稻等穀類作物，並根據兩類石器的層位分布情形，研判卑南文化人的農業策略為粟類和陸稻並重的型態，且農業生計活動發展穩定。此研究考量卑南遺址周邊環境資源取得的可能性，藉由石質農業收穫器具進行多樣化分析，實為卑南文化的農業型態提供了一部分復原情景，但由於植物遺留的缺乏，許多推論僅能點到為止。

## （二）植物矽酸體分析在考古學的應用

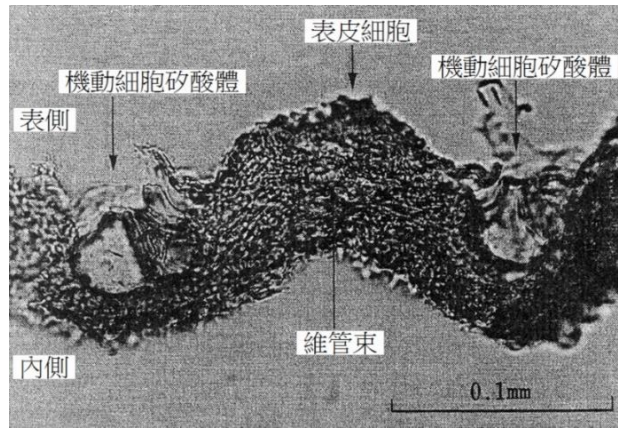
回顧植物矽酸體的研究至今已有超過 180 年的歷史了，在啟蒙階段主要聚焦於植物學研究，受到考古學家所關注和應用則始於 1971 年。植物矽酸體分析是一種針對高等植物細胞中所發育的矽質顆粒的研究，其形成原理為：植物透過根系從土壤中的地下水吸收可溶性的二氧化矽（ $\text{SiO}_2$ ），經維管束傳送，在細胞內腔或細胞外部位置以二氧化矽的形式出現，在植物體內形成難溶的矽酸型態，以這種形式存在的矽佔植物體矽總量的 90% 以上，其形狀會依照原來植物細胞的形狀和細胞之間的空隙而形成（王永吉、呂厚遠 1993；Piperno 1994, 2006）。不同的植物或者同一種植物的不同部位，其矽酸體的形態組合及特徵各不相同，因此，植物矽酸體分析即是利用植物矽酸體的高殘留性及形態上的種間特異性來判別植物種類。

植物矽酸體的特點之一為分散程度低，故可以確定是當地的原生沉積，亦可用於碳 14 定年或環境化學元素測定（王永吉、呂厚遠 1993；湯卓煒 2004）。此外，植物矽酸體易於保存，且材料取得相對於孢粉容易，在考古遺址中土壤、陶器、石器、灰坑、火塘、人類或動物的牙齒、糞便中皆可能發現。一般來說，草本植物的矽酸體辨識度較高，而在栽培植物中，禾本科、菊科、桑科、胡椒科、蕁麻科和薔薇科的植物可以產生豐富而具有重大分類意義的矽酸體（姜欽華 1994a、1994b；陳報章 1997；陳報章、劉廣民

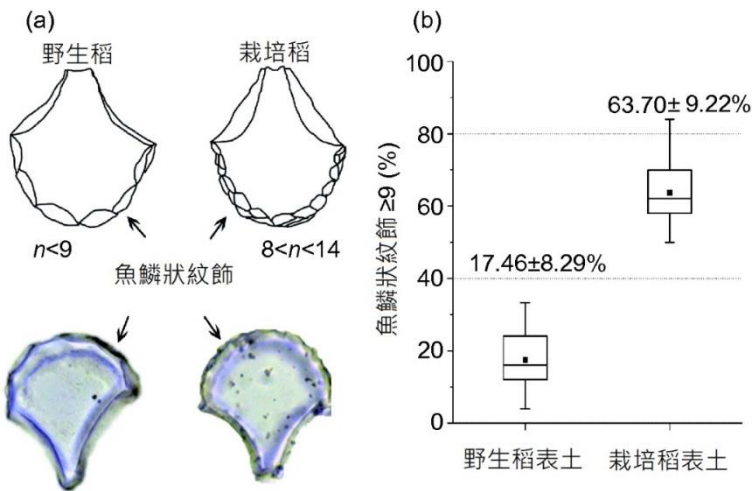
1995)。其中尤以禾本科植物不僅可以做到科別鑑定，甚至細緻到屬的辨識，而大部分的研究者特別關注於稻米的矽酸體。

稻米的矽酸體主要來自於其穎殼及葉片，一般所見的稻米扇形矽酸體是出自於稻米葉片中的機動細胞（圖二），每個個體約在 40-50 $\mu\text{m}$  上下，與其他禾本科矽酸體的最大差異在於其頭頂有龜殼狀的凹陷。判斷野生稻或栽培稻的方式亦在於觀察其矽酸體頭頂的紋樣，野生稻的頭頂表面或呈光滑、或見雜亂的細微凹陷與突起；栽培稻則呈排列較整齊的龜殼式凹陷（王永吉、呂厚遠 1993：73；陳有貝 2006：131）。另有學者提出野生稻扇形矽酸體頂部的魚鱗狀紋飾（或稱龜甲狀）一般小於 9 個，但也有多於 9 個的；栽培稻一般則在 8-14 個左右，而多數為 $\geq 9$  個，因此僅依據單個或少量扇型矽酸體很難判斷稻米的野生和栽培性狀（王燦、呂厚遠 2012；Lu et al. 2002）。近年中國學者積極尋求一個可供檢驗的規律，經由現生土壤樣本的實驗分析發現，在野生稻田表土樣本中具有 $\geq 9$  個的魚鱗狀紋飾的扇型矽酸體比例為 17.46 $\pm$ 8.29%，在栽培稻田表土樣本中具有 $\geq 9$  個的魚鱗狀紋飾的扇型矽酸體比例為 63.70 $\pm$ 9.22%，這說明了 $\geq 9$  個魚鱗狀紋飾的扇型矽酸體比例，不僅可以作為區分野生稻和馴化稻的統計指標，而且某種程度上指示了稻米馴化的程度和馴化速率（圖三）（呂厚遠 2018；Huan et al. 2015）。意即，可透過稻屬扇形矽酸體的魚鱗紋飾數量判定是屬於野生稻或栽培稻，若多於 9 個為栽培稻，而野生稻則相反。

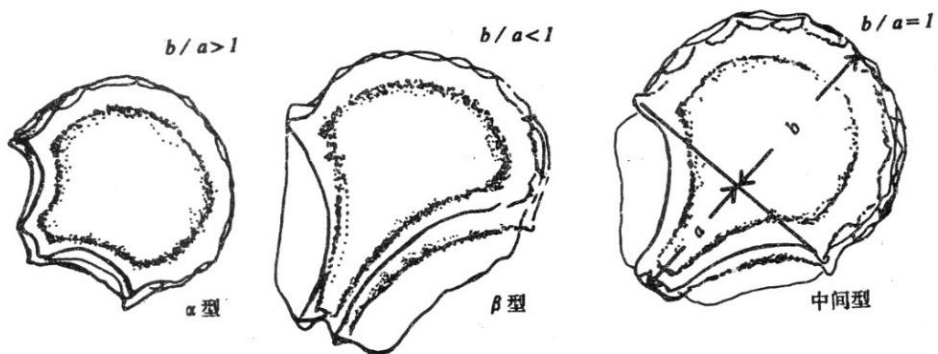
在確認稻種之後，可透過一些鑑定方法判斷稻米亞種是屬於秈稻或粳稻等，如將稻米扇形矽酸體的各部位測量值套用至計算公式（圖四）（王永吉、呂厚遠 1993：73-75；宇田津徹朗 2005），或是由稻米穎殼矽酸體的形態差異來判斷（陳報章、王象坤 1995）。除此之外，更可運用計算方法回推各遺址或層位中所含有的單位數量和密度，進而判斷是否可能存在水田耕作的生業型態。有研究者提出，當在 1g 土樣中檢測到 5000 個以上的稻屬矽酸體時，表示當時人類很可能從事至少 10 年以上、穩定的水稻種植生活（宇田津徹朗 2005；藤原宏志 1976）。



圖二 稻米葉片的橫切面 (修改自杉山真二 2000:190)



圖三 野生稻與栽培稻之扇形矽酸體特徵 (修改自呂厚遠 2018:186)



圖四 不同稻米亞種的扇形矽酸體形態，由左至右分別為籼稻、粳稻及中間型稻 (引用自王永吉、呂厚遠 1993:74)

### (三) 研究主旨

本研究嘗試運用植物矽酸體分析為科學方法，首要目標是從卑南遺址的出土陶器和探坑土壤中獲取植物遺留的資訊。除了發現卑南遺址的植物遺留外，筆者將進一步分析這些植物的種類和數量是否存在時間和空間上的差異。其一，根據不同文化時期的陶質標本進行植物矽酸體分析，藉此獲得陶土來源地的自然環境資訊，從而探討不同文化對於陶土原料的採集環境是否存在差異性。其二，透過刻意選取不同探坑位置和不同層位的土壤材料進行植物矽酸體分析，可得知所觀測到的部分植物遺留在時間和空間上的分布和變化。如此一來，不僅能夠瞭解並復原卑南遺址過去存在的生態環境，從某些植物經由人類近用和取用後所呈現的獨特分布現象，更可進一步釐清植物遺留與聚落分布的關係，探討卑南文化人對於特定植物是否有選取或利用的行為，進而擴展到卑南文化時期有關農作物栽培與生業型態等農業研究議題。

本研究意外發現卑南遺址之卑南文化時期存在大量的稻屬矽酸體遺留，從稻屬矽酸體之外形與測量值進行稻米亞種分析，結果一致顯示為秈稻類型。在對於至今研究發現的臺灣史前稻米種類進行比較與討論後，筆者提出對於史前稻米的亞種判別之重要性在於，因涉及人群或物質傳播路徑等議題，可能作為開啟後續深化臺灣史前農業研究之契機。

## 三、研究方法

本研究是配合卑南遺址二期發掘計畫，在不影響計畫執行的情況下進行卑南遺址植物矽酸體分析取樣與實驗，本文所提及探坑或發掘區域名稱皆採用發掘當時所定義之方式，分析材料有陶質標本及土壤樣本兩種。

土壤樣本為本研究的分析重點，因為從土壤提取的植物矽酸體所能獲得的資訊相比於陶質標本更為充分，與史前人類的生活環境具有直接關連性，且經由不同取樣位置與深度的分析，可進一步探知植物遺留在時間和空間上的分布情形。

植物矽酸體分析所參考的現生植物矽酸體資料庫來源為陳有貝教授所建構（陳有貝2009），以禾本科植物（Poaceae）為主的矽酸體圖庫，植物類別包含稻屬（*Oryza sativa* L.）、竹亞科（Bambusoideae）、蜀黍族（Andropogoneae）、蘆葦屬（*Phragmites*）等。稻屬位於稻亞科（Oryzoideae）與稻族（Oryzeae）之下，包括野生稻和栽培稻。竹亞科即



為一般常見的竹類，如綠竹、蘆竹、唐竹、臺灣矢竹等類。蜀黍族之下主要為戶外常見的芒屬 (*Miscanthus*) 及白茅屬 (*Imperata*) 等茅草植物，但其中也包含具有食用功能的薏苡屬 (*Coix lacryma-jobi*)，因此筆者在辨識時將薏苡屬另標示為一類，以與其他的蜀黍族植物做為區別。蘆葦屬位於蘆竹亞科 (*Arundinoideae*) 及蘆竹族 (*Arundineae*) 之下，為水邊常見植物—蘆葦。

## (一) 抽樣策略

### 1. 陶質標本

本次陶質標本的抽樣數量總計 30 件，抽樣項目及其出土位置如表 1 及圖五所示，有關各件標本之屬性登錄表詳參附錄一。陶質標本的抽樣策略為以下兩種：

#### (1) 策略一為根據卑南遺址出土不同文化層的陶質標本進行取樣

卑南遺址主要蘊含三個文化層，包含新石器時代的繩紋陶文化、卑南文化，及鐵器時代的三和文化。其中繩紋陶文化年代約為距今 5000 年前至 3500 年前，卑南文化存在於距今 3500 年前至 2300 年前，三和文化為距今 2300 年前至 2000 年前 (葉美珍 2004：27)。透過不同文化層的陶質標本抽樣，可以瞭解的是，不同時期的陶土採集地點或環境是否呈現出植物遺留情形的差異，也可能藉此得知當時的自然環境中存在的植物類型。

此處須留意，不論是同一文化層或不同文化層出土的陶片都可能包含在地生產製作的陶器或外來的陶器，這兩種陶器所發現的植物矽酸體代表意義不同，因此須先釐清抽樣陶質標本的來源。而根據陳文山針對卑南遺址繩紋陶與素面陶等陶質標本之成分分析 (陳文山 2011)，經由陶片摻合料組成以及岩象分析結果顯示，卑南遺址出土陶片為本地生產，且其陶土材料應屬於卑南遺址附近的地表沉積物，故得以排除外地傳入的複雜性，單純就遺址周邊不同時期的陶土採集地點存在的植物類型進行討論。

#### (2) 策略二為在卑南文化層的陶質標本中，挑選不同陶容器部位及在特殊現象中出土的陶片

曾有學者提出史前人類在製作陶器時，會在陶土中加入稻穀或稻殼，以增加陶器的抗熱性 (俞為潔 2010)。又，卑南遺址出土的典型陶容器為帶雙把手陶罐 (橫、豎把皆有)，但在遺址上常見到脫離的把手及圈足單獨出現，故一般認為其陶器製作方式可能是在體部形塑完成後，才另外黏貼把手或圈足，待整體組合完成後才進入燒製階段，換

句話說，其陶器之體部、把手及圈足也許並非是同步製作的，若當時確有加入稻穀或稻殼以增加陶器抗熱性的做法，可能會是針對需要直接受熱的陶器腹部進行陶土的加工處理，因此筆者嘗試選取不同陶容器部位的陶質標本，包含陶把、口緣、圈足、腹片，以觀察是否存在差異情形。

另外，在 T029P57NW 探坑中出現大量陶片堆疊聚集的現象，並出土了數個呈線形排列的小型陶杯及 1 個陶勺，疑似是一種祭祀行為，因此筆者特別選取此探坑中屬於現象內的陶片及一般生活面的陶片以進行對照。

表 1 陶質標本抽樣清單

所屬時代	所屬文化層	出土探坑或位置	數量	特殊性
新石器時代	繩紋陶文化	T030P44SE	5	
	卑南文化		5	
	卑南文化	T029P57NW	5	
	卑南文化		5	特殊現象（大量陶片聚集堆積及疑似祭祀地點）
	卑南文化	「U1」石柱試掘區	5	不同陶容器部位（含陶把、口緣、圈足、腹片）
鐵器時代	三和文化	鐵路東側試掘區域	5	
總計			30	



圖五 抽樣陶質標本出土位置圖

## 2. 土壤標本

本次土壤樣本的取樣數量因應各探坑的地層分布狀況而有所不同，抽樣項目和位置如表 2、圖六及圖七所示。土壤樣本的抽樣策略如下：

### (1) 策略一為根據發掘探坑進行垂直式的界牆土壤取樣

本次發掘探坑的擇定原則是配合卑南二期計畫，對卑南遺址公園第二期土地徵收範圍所發掘的 6 個探坑進行抽樣，另也選取位於考古現場的 1 個探坑作為對照組。依發掘結果判定，本次取樣探坑主要為卑南文化時期之堆積，其他文化層遺留情形尚不明顯。

土壤採集的程序為，首先依照探坑的自然堆積情形區分出不同的土層，進行紙上記錄及評估取土位置，接著使用特製的取土湯匙由上至下、在每一個土層的上下緣各取兩次土樣，如此可以深入地瞭解土層與土層之間的過渡情形，然而遇到特殊情形，如土層

厚度過薄時，則僅取一次土樣。每次取土皆採用不同的取土湯匙，取土前必須刮除表面土壤以避免現代污染產生，每次的取土量大約是 3-5g，樣本在裝入夾鏈袋後須立即封口與記錄，以免不同層位的樣本彼此混合汙染。整體而言，土壤採集之要點在於避免現代污染產生，同時亦避免不同的樣本之間彼此摻混。

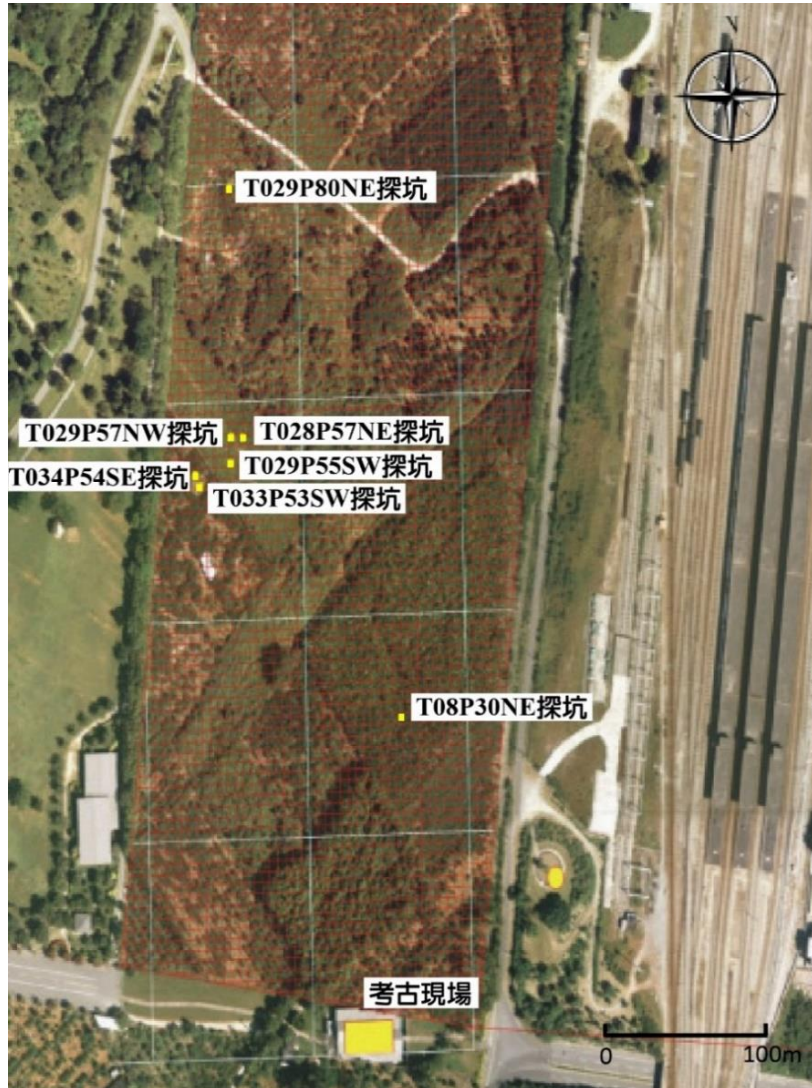
**(2) 策略二為根據卑南遺址之現象或結構進行平面式的土壤取樣**

針對於現象或結構的取樣方面，本次所選取的是砌石圈結構及灰坑現象。砌石圈為緊鄰著砌石牆所建造的封閉性圓形結構，過去有研究者研判應為卑南史前聚落的儲藏結構，結構內主要儲放的有部分鹿、豬，而大陶罐可能存裝穀類等食物（連照美 2003：60）。透過植物矽酸體分析，試圖重新檢視砌石圈之儲藏功能，瞭解砌石圈內是否存在食用植物或其他植物遺留。

此外，本次抽樣的灰坑現象位於考古現場內，現象中可見大量陶器碎片相互堆疊的情形，其中可以辨識出一些陶把、口緣與圈足，也有部分礫石和板岩片散落在附近，推測當時可能有數個陶罐打破後，陸續丟棄於此，故造成層層覆蓋的灰坑現象。

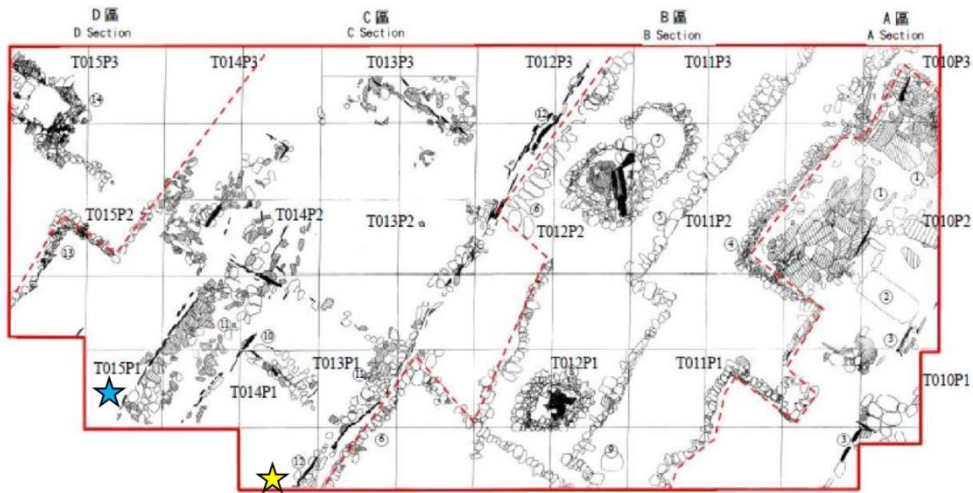
表 2 土壤樣本抽樣清單

項次	抽樣條件	抽樣探坑	抽樣數量	特殊性
1	發掘探坑 (由北至南)	T029P80NE	21	
2		T028P57N	14	
3		T029P57N	10	
4		T029P55SW	12	
5		T034P54SE	14	
6		T033P53SW	9	
7		T014P1SE	7	位於考古現場內
8	結構或現象	T08P30NE	1	位於「U1」石柱試掘區之砌石圈結構
9		T015P1NE	1	位於考古現場內之灰坑現象
總計			89	



圖六 抽樣土壤樣本探坑位置圖





圖七 考古現場平面圖，黃星為本次探坑取土位置，藍星為本次現象取土位置  
(修改自葉美珍 2009: 14-15)

## (二) 實驗步驟

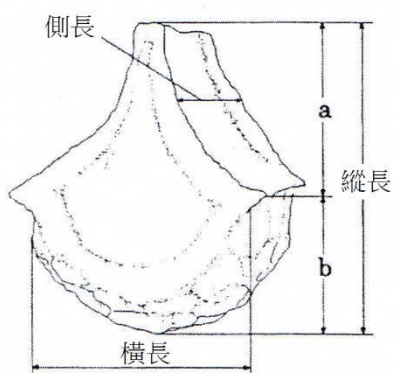
本次抽樣之陶質標本及土壤標本自田野採集後送至實驗室，依據植物矽酸鹽實驗流程進行作業，實際執行步驟說明如下(流程圖如圖九、圖十)：

### 1. 陶質標本

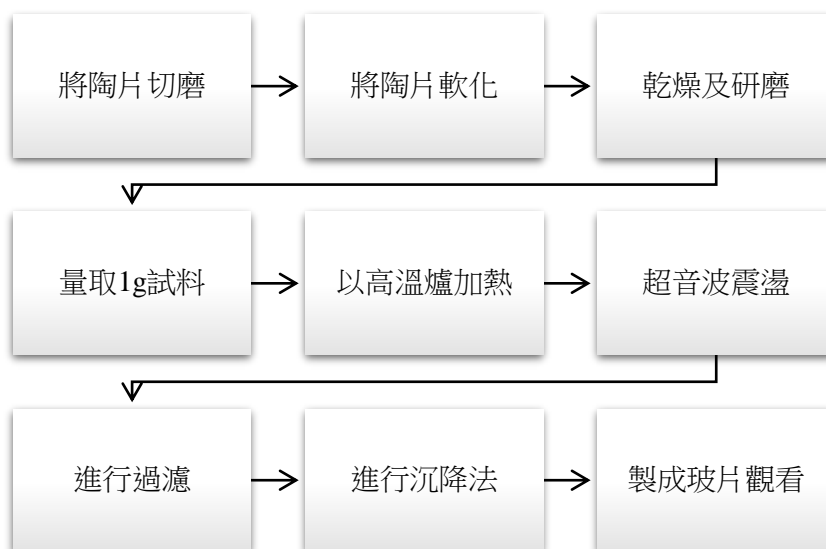
01. 用電動切磨機(100W、60Hz)將陶片切斷，取約3cm×1.5cm大小的陶片試料，並拍照記錄，若陶片本身外形小，則不需進行此步驟。
02. 針對陶片試料磨除表面，磨除部分包含正、反面及側面，並拍照記錄。
03. 將陶片放入真空乾燥機中隔水進行陶片軟化。
04. 將陶片試料放入乾燥箱內乾燥，待乾燥後將陶片試料磨成粉狀。
05. 以微量湯匙取1g的試料裝進坩鍋中，置於高溫爐(550°C、12小時)加熱。
06. 將試料裝進試管中並加以編號，加水至滿，置於超音波震盪機(250W、38kHz、20分鐘)內震盪。
07. 取出試管後將試液倒入量杯過濾(使用250目濾網)，過濾完再裝至試管。
08. 將試管加滿水，計時3分鐘進行沉降法，不斷重複此一步驟直到試管中的水

變得澄澈乾淨，再將試料置於乾燥箱內乾燥。

09. 製作玻片並在 PoTop 光學顯微鏡下觀察，使用倍率為 10×20 倍和 10×40 倍，並以量測軟體（亞德爾科技股份有限公司代理的 Adr\_CCD 視覺量測系統）進行矽酸體的測量（圖八）及顯微攝影。



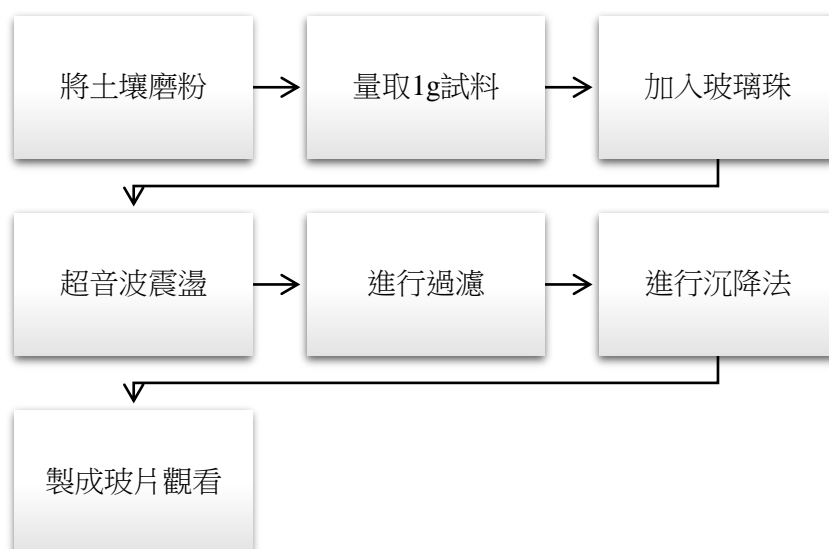
圖八 植物扇形矽酸體的測量位置圖（修改自宇田津徹朗 2005：144）



圖九 陶質標本的矽酸體實驗步驟

## 2. 土壤標本

01. 將夾鏈袋打開陰乾後，將土壤樣本磨至粉末狀。
02. 以微量湯匙取 1g 的土壤試料，將試料裝進試管中並加以編號。
03. 如要計量則加入粒徑大小為 0.05mm 的玻璃珠 0.05g。
04. 加水至滿，置於超音波震盪機（250W、38kHz、20 分鐘）內震盪。
05. 取出試管後將試液倒入量杯過濾（使用 250 目濾網），過濾完再裝至試管。
06. 將試管加滿水，計時 3 分鐘進行沉降法，不斷重複此一步驟直到試管中的水變得澄澈乾淨，再將試料置於乾燥箱內乾燥。
07. 製作玻片並在 PoTop 光學顯微鏡下觀察，使用倍率為 10×20 倍和 10×40 倍，並以量測軟體（亞德爾科技股份有限公司代理的 Adr\_CCD 視覺量測系統）進行矽酸體的測量及顯微攝影。



圖十 土壤樣本的矽酸體實驗步驟

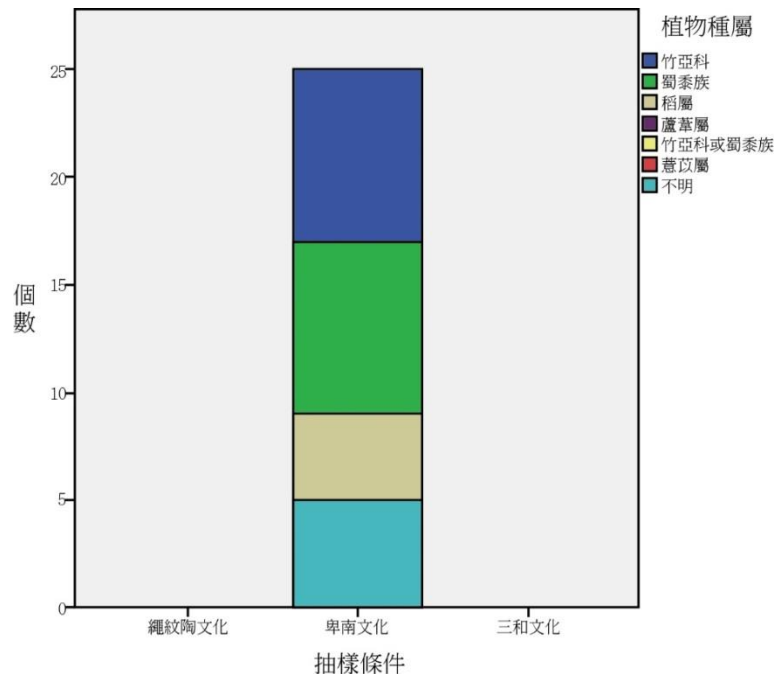


## 四、分析結果

總體來說，本次植物矽酸體分析觀測到的扇形矽酸體殘留狀況大致良好，且風化程度不高，可以透過形態上的差異辨識出植物種類。有關陶質標本和土壤樣本的植物矽酸體分析結果分述如下：

### （一）陶質標本

本次陶質標本的植物矽酸體分析結果如圖十一所示，所觀察到的各類矽酸體照片詳參附錄二。在 30 件陶質樣本中，僅 9 件觀察到扇形矽酸體，表示陶質標本的矽酸體分布並不平均。以文化分期來看，在屬於卑南文化的 20 件陶質樣本中有 9 件可觀察到扇形矽酸體，包含 8 個竹亞科矽酸體、8 個蜀黍族、4 個稻屬及 5 個不明矽酸體，其中稻屬矽酸體在各抽樣項目中不見顯著的集中分布情形，且由於數量限制的關係不易多加推測。整體而言，所觀察到的扇形矽酸體沒有集中分布的趨勢，且稻屬植物的出現頻率不低，意味著在當時製陶取土的環境中有稻米分布。而稻屬矽酸體僅零星分布于少部分樣本中，由於數量的限制無法多加推測。屬於繩紋陶文化以及屬於三和文化的陶質標本均未發現任何扇形矽酸體。



圖十一 陶質標本的扇形矽酸體分布圖

整體而言，卑南文化層出土的陶質標本較易觀察到扇形矽酸體，造成此結果的一個潛在原因雖可能是樣本量不足，但亦不能排除是由於不同文化體系的取土來源差異。

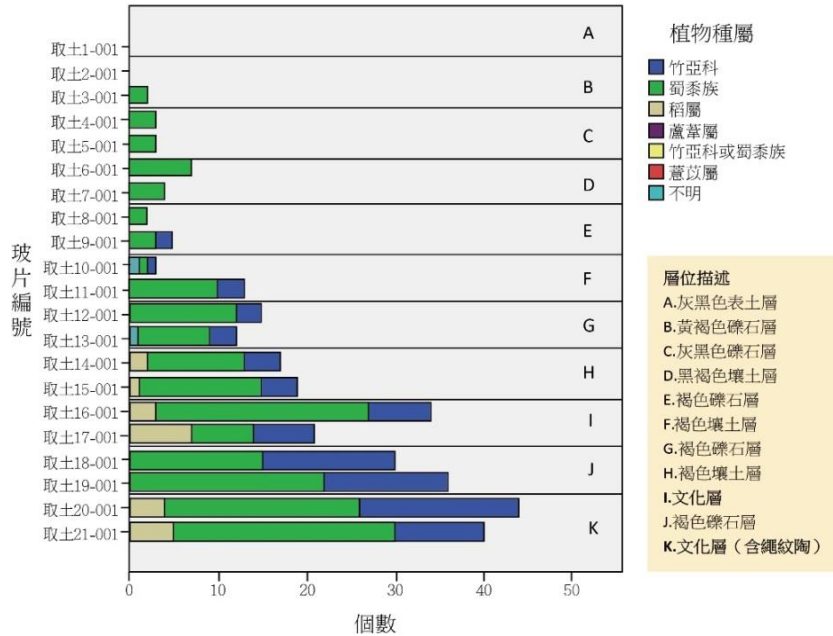
## （二）土壤樣本

本次土壤樣本的植物矽酸體分析結果如圖十二至圖十八所示，所觀察到的各類矽酸體照片詳參附錄三。在土壤樣本方面，位於最北邊的 T029P80NE 探坑除了接近地表沒有發現矽酸體以外，蜀黍族矽酸體及竹亞科矽酸體之數量位居一二，兩者的生長走向皆為早期多、晚期漸少。稻屬矽酸體從底層含有零星繩紋陶出土的文化層開始出現，間隔礫石層的斷層，至上層的文化層又大量冒出，數量最多時可達單一土樣中扇型矽酸體的 1/3，並延續到文化層結束以後的褐色壤土層才逐漸消失。

位於中央處的取樣探坑，因分布地點相差不遠，故就整體觀察情形說明如下：所有探坑土樣中皆可發現蜀黍族矽酸體，數量居冠，在各土層中變化不大，顯示生長情形普遍繁多。竹亞科矽酸體在多數土樣中均有發現，生長情形普遍，數量有時與蜀黍族矽酸體不相上下。稻屬矽酸體基本上從文化層開始大量生長，部分探坑自底層含繩紋陶的文化層即發現，在文化層中所發現的稻屬矽酸體數量甚至多過竹亞科矽酸體，可見當時稻米成長旺盛。稻米生長如遇礫石層時則一度停滯，接著延續到上層的土層中都還有微量殘留，時間愈趨晚近，稻屬矽酸體數量逐漸減少，至表土層則完全不見。此外，部分探坑在文化層取土中發現少量的薏苡屬矽酸體或蘆葦屬矽酸體，表示當時生長環境可能接近水邊，或暗示了潮濕的環境。

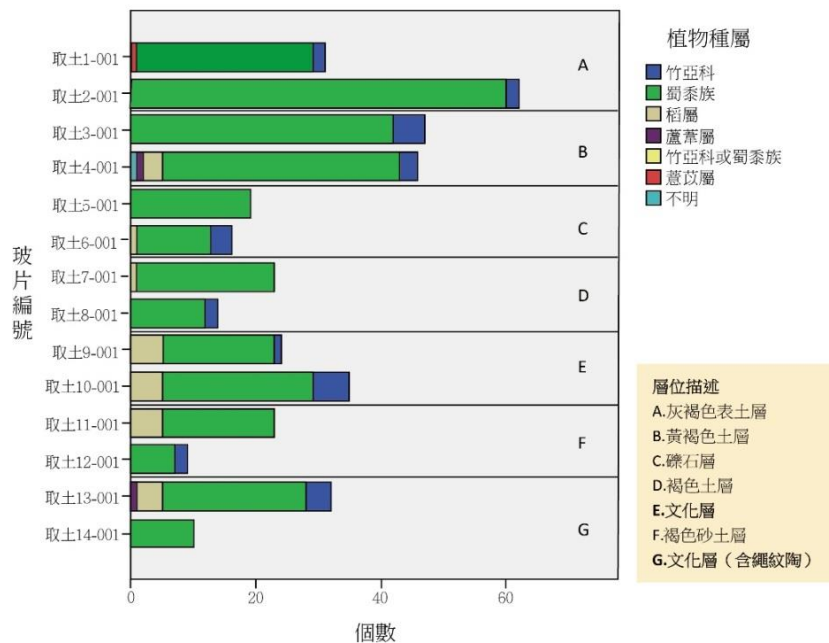
位於考古現場的 T014P1SE 探坑，表土層中幾乎沒有植物生長，各土樣中蜀黍族矽酸體的數量佔所有扇形矽酸體的半數以上。竹亞科矽酸體除在文化層稍多，其他層位均十分稀少。稻屬矽酸體自底層的文化層開始出現，一直延續到文化層結束後的壤土層仍有少許殘留。另外，在文化層中也發現了 1 顆風化程度較高的蘆葦屬矽酸體。由於該探坑位於遺物密集分布的區域，特別是處於聚落中心，但在文化層中卻發現了數量頗多的扇形矽酸體，極可能是人為因素導致。

T029P80NE

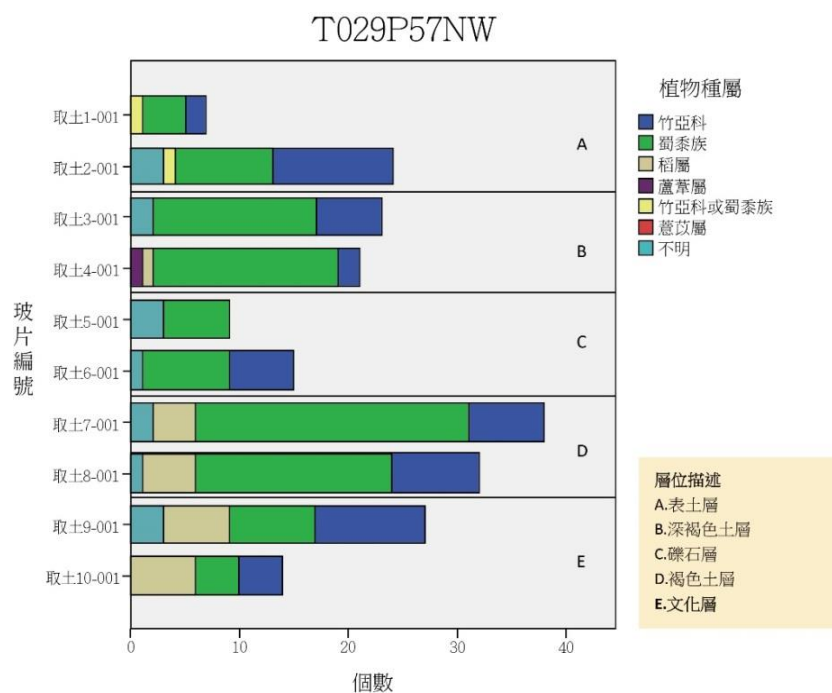


圖十二 T029P80NE 探坑取土的扇形矽酸體分布圖

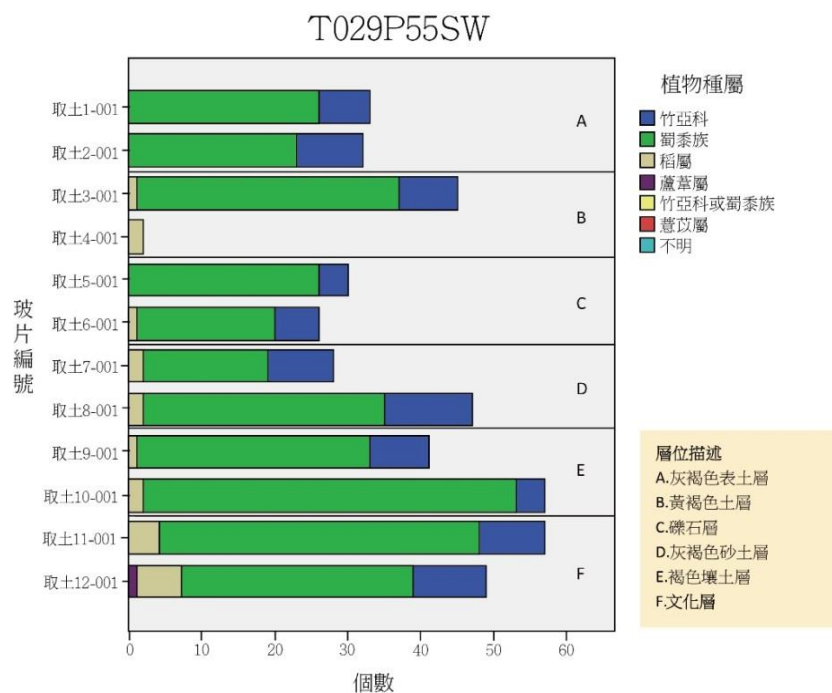
T028P57NE



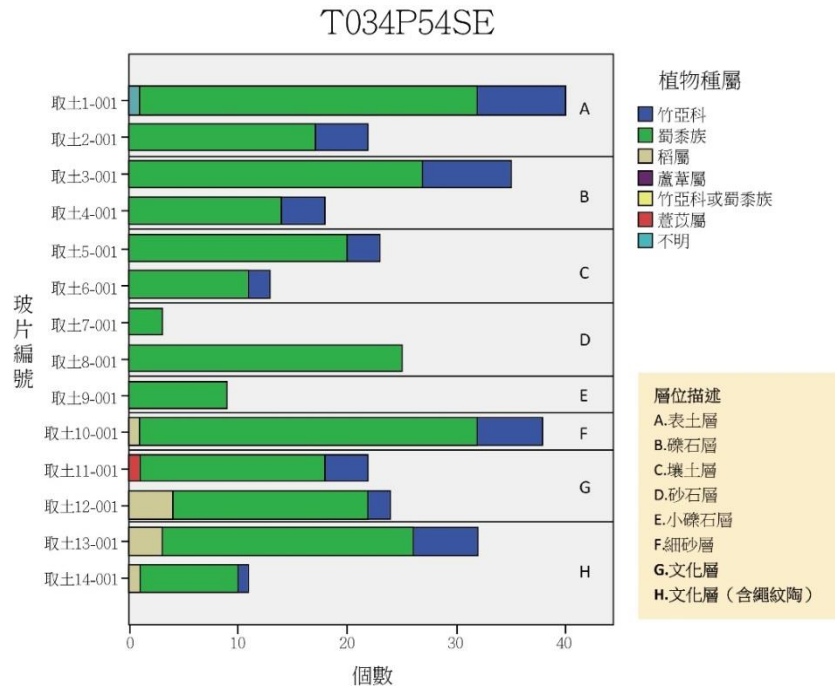
圖十三 T028P57NE 探坑取土的扇形矽酸體分布圖



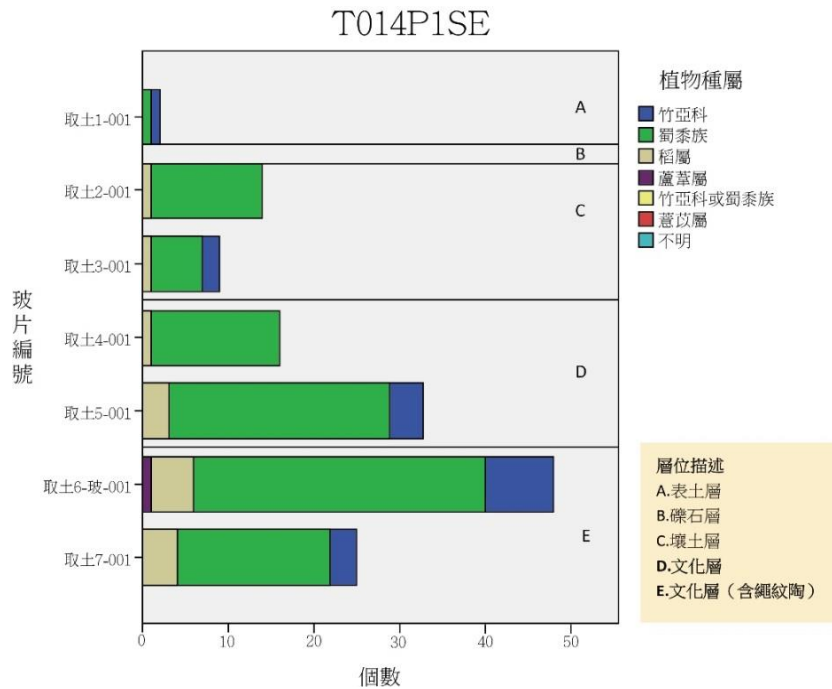
圖十四 T029P57NW 探坑取土的扇形矽酸體分布圖



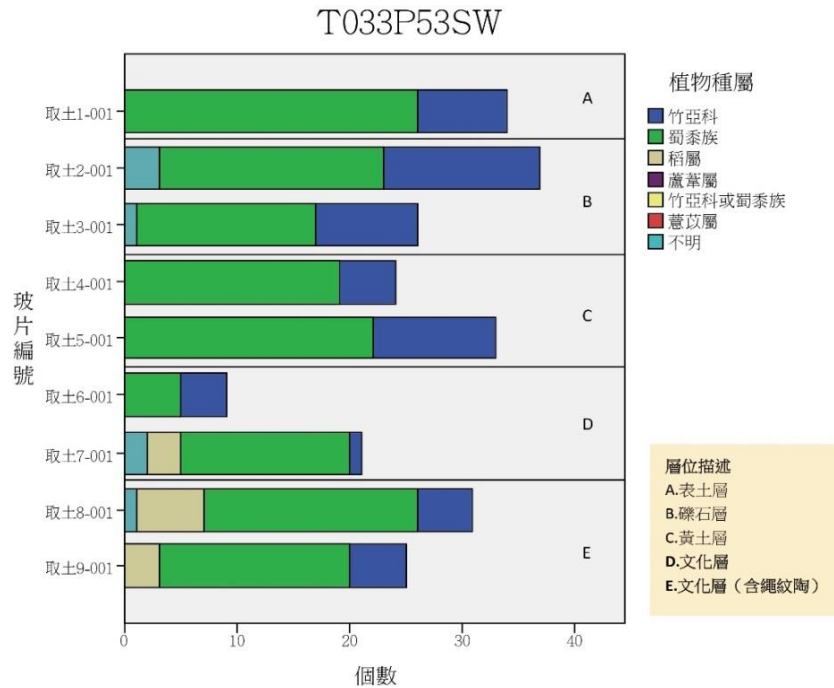
圖十五 T029P55SW 探坑取土的扇形矽酸體分布圖



圖十六 T034P54SE 探坑取土的扇形矽酸體分布圖

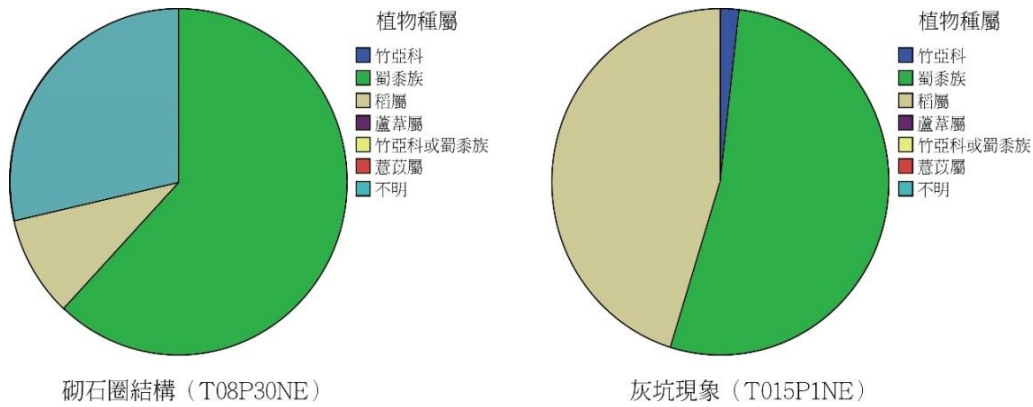


圖十七 T033P53SW 探坑取土的扇形矽酸體分布圖



圖十八 T014P1SE 探坑取土的扇形矽酸體分布圖

接著針對結構及現象之土壤樣本進行實驗結果說明（圖十九）。在砌石圈結構的取土中，總共觀察到 21 個扇形矽酸體，含 13 個蜀黍族矽酸體、2 個稻屬矽酸體及 6 個無法辨識種屬的扇形矽酸體。相較於其他探坑土樣，砌石圈結構所觀察到的扇形矽酸體數量較少，其中稻屬矽酸體比例不到 10%，這個比例對於文化層中的土樣來說並不突出，甚至與部分土樣相比還顯得略少。而在灰坑現象的土樣中，總共觀察到 106 個扇形矽酸體，數量遠超越其他任何個別土樣，包含 2 個竹亞科矽酸體、56 個蜀黍族矽酸體及 48 個稻屬或疑似稻屬矽酸體。其中，稻屬矽酸體的數量及比例前所未有。由於灰坑現象是人為堆積造成，灰坑現象中發現的植物遺留可確認是人為採集後集中堆置的結果，推測當時卑南文化人可能是使用石鎌將稻稈整束收割後帶回聚落，再將稻稈與稻穗分別處理，最後將稻稈、稻葉集中至此區域。本次分析也觀察到大量的蜀黍族矽酸體，與其他土樣相比，差距至少達 2 倍以上，推測卑南文化人是刻意自野外收集茅芒草之草桿集中堆放於此處，有其特殊使用目的。



圖十九 結構及現象取土的扇形矽酸體分布圖

## 五、討論

在本節中，筆者將根據本次實驗分析結果進行討論，主要探討議題分為三個面向。首先討論的是，在卑南遺址所觀察到的植物矽酸體遺留，是否存在時間上的變化情形或差異性。其次，將探討卑南文化時期的植物遺留在不同空間位置上存在何種差異及其代表意義。最後，針對卑南遺址中發現的稻屬矽酸體進行稻米亞種的分析與判別，並且對臺灣至今發現的史前稻米種類進行初步的比較與討論。

### (一) 卑南遺址植物遺留的縱時性變化情形

卑南遺址主要蘊含三個文化層，包含新石器時代的繩紋陶文化、卑南文化，及鐵器時代的三和文化。經由陶質標本的植物矽酸體分析得知，在繩紋陶文化及三和文化的陶質標本中並未發現任何扇形矽酸體，在卑南文化的陶質標本中則發現竹亞科、蜀黍族和稻屬矽酸體，其中稻屬矽酸體佔總體的 16%，比例不低，表示在卑南文化時期陶土取得地點周遭應該已有稻米生長，竹子及茅草更是附近常見的植物類別。造成本次陶質標本進行植物矽酸體分析呈現差異的原因之一，可能是不同時期的史前人類取得陶土原料的來源或地點不同。

從卑南遺址發掘探坑的植物矽酸體分析結果，可以更細緻地瞭解部分植物遺留在時間軸上如何發生變化，這個變化與地層堆積情形有密切關聯。在稻屬矽酸體方面，從底層含有零星繩紋陶出土的文化層就已經出現，到上層的文化層稻米依然持續生長，但在各層的比例多寡沒有一定，因此並無固定的成長模式，不過仍可說明稻米在卑南文化時

期具有普遍性，對於當時卑南文化人之重要性是可以肯定的。此外，稻米的生長具長期延續性，延續時間長短不一，但是在地表及表土層都沒有發現，證實並非是受到現代擾亂的結果。整體而言，稻米在卑南文化初期就與史前人類的生活息息相關，並延續至晚期，直到卑南文化逐漸消失、卑南文化人了無蹤跡後，土壤中的稻米未在短瞬之間滅絕，而是隨著時間在自然環境中逐漸減少。在卑南文化初期稻米即普及化，甚至可能有大面積的種植栽培，推測稻米應不是在一夕之間傳入當地，而是在更早之前人類就對稻米有了認識與接觸。

在分析過程中也發現許多蜀黍族及竹亞科矽酸體。蜀黍族植物，其分支包含了俗稱的茅草及芒草，在全球的分布範圍廣泛，遍及溫帶、亞熱帶及熱帶地區，在全臺灣的低地、丘陵至海岸等地皆有，是多年生的高大草本，一般在野外常以雜草的形式生長，可以想見在以草本植物為主體的卑南平原上曾經覆蓋著大片茅芒草隨風搖曳。竹亞科植物分布於亞熱帶地區，為生長量大的多年生植物，一般生長於水熱條件比較充足的區域，竹子的生長不僅需要充足的水溼，排水也要良好，表示當時的遺址環境應有部分區域是較為潮濕的。值得注意的是，原以為在有稻米生長的文化層中，蜀黍族矽酸體的數量會相對減少，畢竟文化層代表著卑南文化時期的生活面，史前人類應會設法除掉在生活居住處所周遭雜亂生長的雜草，但結果並非如此，筆者認為這可能有兩個原因：一是本次取土探坑的位置大部分不在聚落內，史前人類對於野外空地植物通常採取放任生長的態度；其二為卑南文化人對於這類茅芒草植株有特殊利用需求，因而刻意將其保留下來。

## （二）卑南遺址植物遺留的空間分布情形

從抽樣探坑的植物矽酸體分析結果來看（表3），每個樣本所觀察到的稻屬矽酸體數量皆在0-7個之間，平均約為4個。意即，所有抽樣探坑在文化層中皆可見稻屬矽酸體，但是不同探坑在數量上並未呈現明顯差異。不過大致來說，位於中央區域探坑觀察到的稻屬矽酸體數量較少，最北邊探坑的發現數量稍多，而位於考古現場內的探坑，由於其周圍出土大幅相連的建築結構，被視為是卑南遺址的精華區或遺物密集區，原預期發現稻屬矽酸體的數量應該最少，但結果卻是與其他探坑差異不大。造成以上情形的原因，必須放在卑南遺址整體聚落範圍及分布的考量下進行思考。



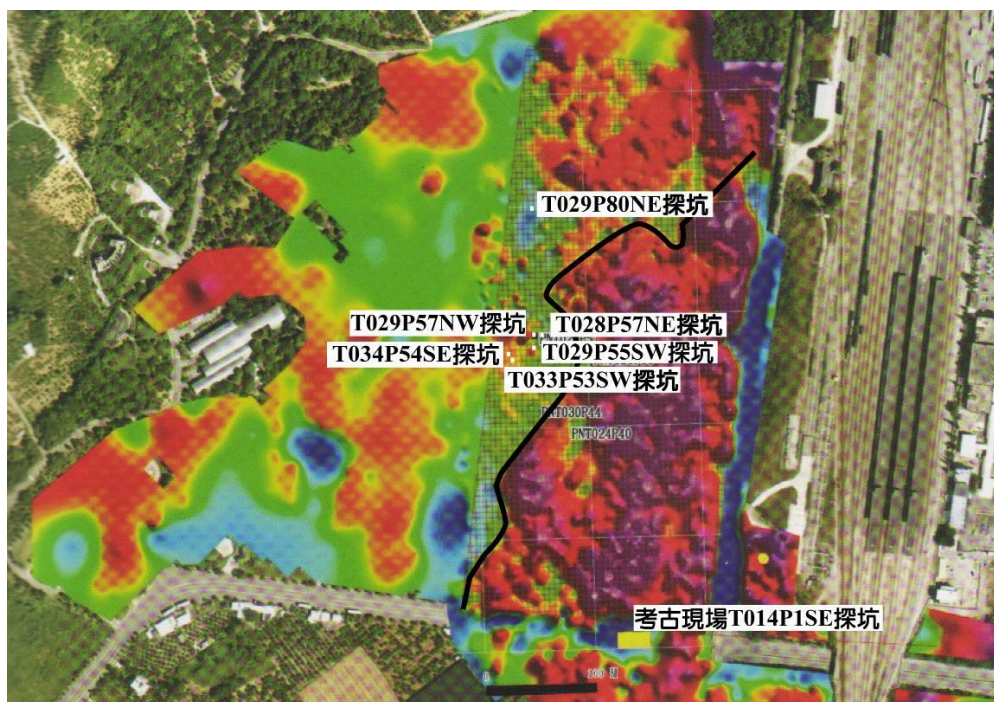
表 3 本次抽樣探坑於文化層中發現的稻屬矽酸體數量（由北往南排列）

稻屬矽酸體 觀察數量			探坑坑號						
			T029P80 -NE	T028P57 -NE	T029P57 -NW	T029P55 -SW	T034P54 -SE	T033P53 -SW	T014P1 -SE
取土層位與位置	文化層	上層	3	5	6	4	0	0	1
		下層	7	5	6	6	4	3	3
	文化層 (含繩紋陶)	上層	4	4			3	6	5
		下層	5	0			1	3	4

事實上，過去研究者早已指出卑南遺址應具有農業行為，且認為農田應當位在聚落之外的位置（宋文薰、連照美 2004：170；連照美 2003：24、56、61）。參照董倫道於卑南遺址之地球物理探測分析結果（董倫道 2011），本次抽樣探坑除了考古現場的 T014P1SE 以外，大多位於聚落範圍之外（圖二十），並根據本研究中稻屬矽酸體的發現頻率與數量之豐富，顯見稻米耕作實為卑南文化重要的生業方式。然仔細檢視卑南遺址的自然環境及過去的發掘概況，當地氣候及水域資源的條件應不足以發展水稻，也未曾發現過發展水稻田必須的灌溉設施或排水系統等相關結構，因此，卑南遺址最有可能出現的應是旱田耕作的形式。

綜合本次分析結果，史前時期卑南遺址的居住聚落外圍應遍布著稻米，也有常見生長於稻田旁的茅草植物，部分區域可見竹林。此外，在中間區域的探坑發現了蘆葦或薏苡等濕生植物。蘆葦生長於沼澤、河沿、海灘等濕地旁，遍布於全世界溫帶和熱帶地區。薏苡為一年生或多年生草本，性喜溫暖濕潤氣候，適應力強又十分耐澇。雖然發現的蘆葦及薏苡不見得全部出自文化層，但仍然相當程度說明了該區域屬於較為潮濕、靠近水邊的地方，當時可能有小池塘或湖泊等地形。根據一些考古研究指出，史前時代的人類會利用蘆葦的莖稈來編織草蓆，或搭建臨時的房屋，中國江浙地區較常使用蘆葦為建築材料，如河姆渡遺址的干欄式建築遺存中發現了蘆葦蓆殘件，推測當時的河姆渡人可能會編織蘆葦蓆做為椽木上承托茅茨屋面的蓆箔，可以擋風遮雨（周新華 2002：69），又如江蘇草鞋山遺址曾發現以編紮的蘆葦塗泥築成房屋牆壁（俞為潔 2010：173）。而薏苡多半是用來食用或釀酒，是人類最早採食的植物種子之一，中國在距今六、七千年

的河姆渡遺址及田螺山遺址均出土了薏苡遺存（俞為潔 2007：66），臺灣西南部地區的石橋、右先方、五間厝南、五間厝、道爺等遺址也都出土過碳化薏苡或薏苡仁，是為糧食作物（彭佳鴻 2010；臧振華、李匡悌 2013；臧振華等 2006）。



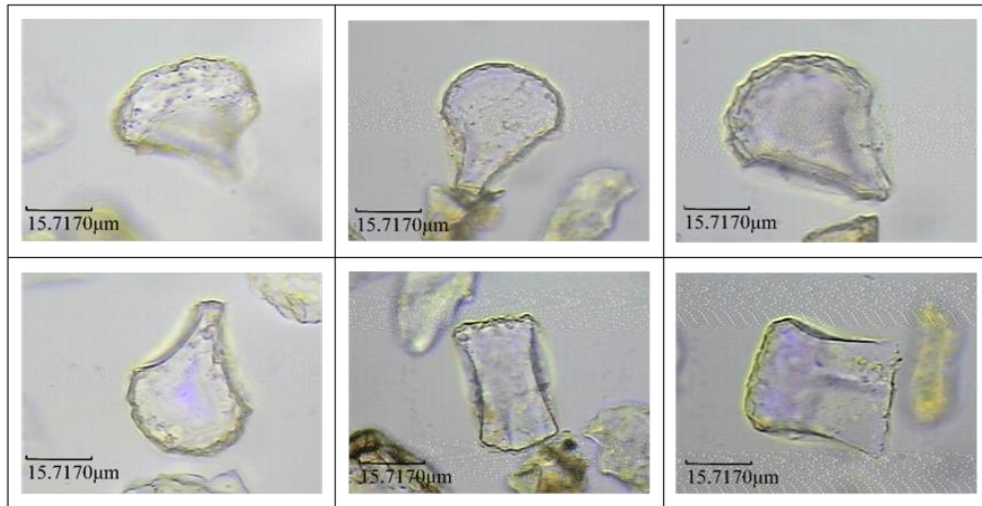
圖二十 卑南遺址地層電阻率圖與本次抽樣探坑位置，黑線以東為可能的卑南聚落範圍（修改自葉長庚 2010：11；董倫道 2011：6-II-13）

過去研究認為卑南文化人過著穩定的定居生活，一般住屋呈長方形連續排列，房屋之基礎牆以礫石堆疊排列，室內鋪排板岩石片，室外有排水溝經過，屋旁有儲藏室（葉美珍 2004：29）。然而被認為有儲藏功能的砌石圈結構於本次研究中並未獲得突出結果，因此筆者對於砌石圈的實際用途持保留態度。另針對考古現場內的探坑及灰坑現象所做的植物矽酸體分析，發現了數量可觀的稻屬矽酸體及蜀黍族矽酸體。由於早期研究認為卑南文化人的建築遺留是採用竹、木、草及「土角」等為材料（連照美、宋文薰 2006：66、155），亦有文獻資料提出史前人類或原住民族會以草稈搭建房屋之屋頂、牆壁或地墊，以木、竹搭建房屋之樑柱或屋頂覆蓋物，竹子還可用來製作家具或容器（李亦園等 1962：168-196；周新華 2002：53-56；俞為潔 2010：166-175；潘富俊 1991：144）。故推測，卑南文化人可能是有意地將稻稈與草稈大量收集起來，作為一種建築材料存放

與使用。

### （三）卑南遺址出土稻米的亞種判別

藉由稻屬矽酸體的表面形態，可以判別其是否屬於栽培稻。判別方式在於矽酸體頭頂的紋樣，野生稻的頭頂表面或呈光滑、或見雜亂的細微凹陷與突起，栽培稻的頭頂則呈排列較整齊的龜殼式凹陷（王永吉、呂厚遠 1993：73；陳有貝 2006：131）。經檢視卑南遺址所發現稻屬矽酸體之頭部形態（圖二十一），可以看出在風化程度較輕微的矽酸體頭部均呈現龜殼狀凹陷，且排列情形均勻分布，判斷是屬於栽培稻，這說明卑南遺址應存在稻作農業之生業模式。



圖二十一 本次分析所觀測的稻屬矽酸體（400X）

此外，日本學者藤原宏志及其研究團隊研發了一套稻米亞種的判別公式，<sup>1</sup>可進一步判別栽培稻中的秈稻或粳稻，此判別公式之準確率達 80~90%。將稻屬矽酸體各部位的量測值代入公式中可得到一判別值，判別值若小於 0，則為秈稻；判別值若大於 0，則為粳稻。後續，宇田津教授更提出若判別值大於 2，且縱長平均值大於 40 $\mu\text{m}$ ，可能是屬於熱帶粳稻的類型（李作婷 2010：66；李作婷、鄭建文 2009：295）。本研究共選取 8 個探坑土樣進行稻屬矽酸體的進一步檢測，結果發現所有計算所得的判別值皆呈負值，且數值集中，皆無小於 -2 之極端情形（表 4）。據此可知，卑南文化時期所種植的稻米類型應是屬於秈稻。

表 4 抽樣探坑的稻屬矽酸體形態分析結果

項目	抽樣探坑	土樣編號	量測數量	平均判別值	稻米種類
1	T029P80NE	21	53	-1.11	秈稻
2	T028P57NW	10	52	-0.36	秈稻
3	T029P57NW	10	53	-0.95	秈稻
4	T029P55SW	12	51	-0.92	秈稻
5	T034P54SE	12	30	-1.32	秈稻
6	T033P53SW	8	38	-1.34	秈稻
7	T014P1SE	6	110	-1.2	秈稻
8	T015P1NE	灰坑現象	48	-1.37	秈稻

筆者嘗試將目前臺灣各地區史前遺址的出土稻米種類整理如下表(表 5)，這些資料包括進行發掘工作時發現的、進行土壤懸浮法發現的，也有從事植物矽酸體分析的成果。在表格中，可以注意到稻米亞種的類型在區域、年代之間都呈現出明顯的差異。過去鑑定稻米亞種的方式主要是藉由稻米的粒型分析，但是粒型分析的可信度其實一直受到質疑，因為史前時期的出土稻米已經存放了長久的時間，極可能受到環境和氣候的影響而產生質變，致使與現今的栽培稻形態略有出入。因此，筆者認為運用稻屬矽酸體的形態分析重新檢驗臺灣史前的稻米亞種種類，或許是未來可能的一條出路。

儘管如此，根據以上資料仍可讓我們瞭解到：1) 目前發現最早的栽培稻米出現於南部地區的大坵坑文化，屬於稞稻。2) 秈稻的出現最早可以追溯到 4000 多年前的繩紋紅陶時期，主要在南部地區和外島。

目前學者普遍認為以稞稻為主的水稻耕作起源於中國長江中下游流域(洪濤、楊艷 2009)，接著向北傳播至山東半島、日本和韓國，南向的傳播因資料欠缺，較沒有確切的說法，不過有些學者推測是由中國東南福建、廣東一帶傳入臺灣(臧振華 2012)。近年由於中國農業考古研究成果快速增加，部分學者整合目前的考古學證據提出，中國黃河中下游地區和西遼河流域、長江中下游地區可能分別是粟、黍旱作和稻作起源與馴化的中心地帶，馴化開始的時間大約在 10000 B.P.，而稻作證據相對更多。至約 8000 至 7000 B.P.，因全新世溫暖濕潤的氣候環境，水稻迅速自長江中下游地區向北傳播至山東

半島，約 6000 至 5000 B.P.再傳至西北甘肅地區（呂厚遠 2018）。關於水稻南傳，初步判斷是約在 4000 B.P.，由中國東南福建、廣東一帶傳入臺灣，再快速傳播至菲律賓呂宋島地區（呂厚遠 2018；Deng et al. 2018；He et al. 2017）。

有關水稻起源的最早說法是指向熱帶地區的印度恆河流域，但也有學者認為最早的秈稻是出自於中國雲南的雲貴高原附近，之後越過喜馬拉雅山往南將秈稻傳入印度河流域（劉志一 2002）。最近，透過 DNA 分析所做的遺傳學研究指出，粳稻在約 4000 B.P.自中國傳入印度，與當地野生稻雜交之後出現了秈稻，秈稻大約在 2000 B.P.傳回中國（呂厚遠 2018）。然而，秈稻究竟是從中國亦或是東南亞傳入臺灣，暫時還沒有答案。

過去討論臺灣的稻米來源總是聚焦於中國大陸，筆者認為應將臺灣與東南亞之間的交流納入考量，特別是已有研究指出臺灣東部地區在史前時期距今約 2500 年前即與環南海地區有密切互動，尤以具有卑南文化要素的玉器之流動情形最為明顯（洪曉純等 2012；劉益昌 2012）。

表 5 臺灣各地區史前遺址出土之稻米種類列表（以年代序列排列）

區域	遺址名稱	文化歸屬	年代	稻米種類	資料來源
北部	圓山遺址	圓山文化	4500-2000 B.P.	粳稻	黃士強 1999
	芝山岩遺址	芝山岩文化	3400-3000 B.P.	粳稻	黃士強 1984； 李匡悌 1992； 王映皓 2007
				爪哇稻	李作婷 2010
十三行遺址	十三行文化	1400-1000 B.P.	不明	臧振華、 劉益昌 2001	
中部	營埔遺址	營埔文化	3000 年前	秈稻	Chang 1969； 宋文薰 1980
	惠來里遺址	番仔園文化	1300 B.P.	30%偏粳型 21%偏秈粳中間型 49%偏秈型	王映皓 2007
	南勢坑遺址	番仔園文化	600-500 B.P.	73.3%偏粳型 22.2%偏秈粳中間型 4.4%偏秈型	王映皓 2007

南部	南關里東遺址	大盆坑文化	4800-4200 B.P.	98%偏稈型 2%偏秈稈中間型	王映皓 2007
	墾丁遺址	繩紋紅陶文化	4000 年前	秈稻	Li 1983
	鵝鑾鼻第二史前遺址	鵝鑾鼻第三文化相	2900-2500 B.P.	稈稻	李作婷 2010
	西寮遺址	大湖文化晚期和末期、 蔦松文化中 和晚期	2350-1400 B.P. 1400-500 B.P.	秈稻、稈稻	劉益昌等 2011
	石橋遺址	蔦松文化	1800-1300 B.P.	47.6%偏稈型 21.2%偏秈稈中間型 30.5%偏秈型	彭佳鴻 2010
				稈稻	李作婷 2010
五間厝遺址	蔦松文化	1400-1000 B.P.	41%偏稈型 28%偏秈稈中間型 31%偏秈型	王映皓 2007	
東部	富山遺址	繩紋陶文化	4000-3500 B.P.	秈稻	李作婷等 2015
	潮來橋遺址	繩紋陶文化	4000-3500 B.P.	不明	李作婷等 2015
	膽曼遺址	麒麟文化	3500-2500 B.P.	爪哇稻	李作婷 2010
	卑南遺址	卑南文化	3500-2300 B.P.	秈稻	本次分析結果
	淇武蘭遺址	鐵器時代	1300-800 B.P. 600-100 B.P.	不明	陳有貝 2008
外島	澎湖馬公赤崁 B 遺址	細繩紋陶文化	4000 年前	秈稻	臧振華 1990

## 六、結論

總結本次研究成果，筆者嘗試將卑南遺址的史前植物遺留情形綜論如下：

自卑南文化初期，稻米就與史前人類的生活息息相關，一直延續到卑南文化消失後，地面上的稻米才隨著時間在環境中逐漸滅絕。而茅芒草的數量一向最多，是常見的

野外雜草，無論在各種貧瘠土壤中都能夠生長。另外，竹亞科矽酸體從卑南文化早期至近代都曾出現，在數量上遠比蜀黍族矽酸體少，它的出現表示卑南遺址的史前環境應有部分區域偏向溫暖潮濕，而非全面性的乾旱。

在卑南文化時期，聚落範圍內外呈現出兩種截然不同的情景。聚落外生長著卑南文化人賴以維生的稻米，在稻田間可見茅草植物，當他們有特殊需求時會採集並加以利用，另外，在中間區域也發現了蘆葦或薏苡等濕生植物，說明了該區域較靠近水邊，可能有小池塘或湖泊等地形。根據文獻記載，史前人類可能利用蘆葦莖稈作為織物或建材，亦有食用薏苡的可能。在聚落內，卑南文化人過著穩定的定居生活，從土樣分析中瞭解到當時人們刻意將稻米連稈帶葉的帶回聚落大量集中存放，用意可能是將稻稈與草稈作為一種建築材料使用。最後，卑南遺址的稻屬矽酸體經形態分析確認為栽培稻，套用稻米亞種的判別公式，判別結果為屬於秈稻類型。

現階段對於秈稻如何傳播之研究相對不足，由於臺灣東部地區在卑南文化時期之前已和東南亞區域有往來互動，且秈稻於史前時期的出土情形主要集中於東、南部地區，與東南亞互動圈十分接近，這是否暗示了秈稻的傳入與東南亞區域互動有所關聯呢？對此，有待未來更多資料加以驗證。然而，對於史前稻米的亞種判別，由於涉及人群或物質傳播路徑等議題，可能作為開啟後續深化臺灣史前農業研究之契機，將成為未來進一步研究之關鍵切入點。

## 附註

1. 該判別公式為：判別值 =  $0.497 \times \text{縱長} - 0.299 \times \text{橫長} + 0.136 \times \text{側長} - 3.815 \times (b/a) - 8.957$ （判別式  $< 0$ ：秈稻；判別式  $> 0$ ：粳稻）。

## 致謝

本研究感謝陳有貝教授提供實驗室與相關設備，也感謝李作婷博士及陳伯楨教授曾經給予專業指導。另感謝二位審查人及編輯提供的寶貴意見及提問，使文章臻於完善。

## 參考書目

王永吉、呂厚遠

1993 《植物矽酸體研究及應用》。北京市：海洋。

王映皓

2007 《臺灣出土古稻米粒的初步研究》。國立臺灣大學農藝學研究所碩士論文。

王燦、呂厚遠

2012 〈水稻扇型植矽體研究進展及相關問題〉。《第4紀研究》32(2)：269-281。

宇田津徹朗

2005 〈プラント・オパール〉。刊於《環境考古學マニュアル》。松井章編，頁138-146。  
東京：同成社。

杉山真二

2000 〈植物珪酸體（プラント・オパール）〉。刊於《考古学と植物学》。辻誠一郎編，頁189-213。東京：同成社。

宋文薰

1980 〈由考古學看臺灣〉。刊於《中國的臺灣》。陳奇祿等合著，頁93-220。臺北：中央文物供應社。

宋文薰、連照美

2004 《卑南考古發掘1980-1982：遺址概況、堆積層次及生活層出土遺址分析》。臺北市：臺大出版中心。

李亦園等

1962 《馬太安阿美族的物質文化》。臺北：中央研究院民族學研究所。

李匡悌

1992 〈淺談臺灣地區農作栽培的考古學研究〉。《田野考古》3(1)：7-12。

李作婷

2010 《台灣先史社會における稲作農耕の展開に関する研究—プラント・オパール分析と石製収獲具を中心に》。九州大學大學院比較社會文化學府博士論文。



李作婷、吳意琳、李匡悌、李坤修

- 2015 〈台灣東海岸四千年前栽培稻的起源：矽酸體分析的初步成果〉。《南島學報》3(1)：25-50。

李作婷、鄭建文

- 2009 〈鵝鑾鼻第二史前遺址的植矽石分析：史前稻作農業的相關考察〉。「2008年臺灣考古工作會報」宣讀論文，中央研究院歷史與語言研究所，3月28-29日。

呂厚遠

- 2018 〈中國史前農業起源演化研究新方法與新進展〉。《中國科學：地球科學》47(2)：181-199。DOI: 10.1360/N072017-00297

周新華

- 2002 《稻米部族：河姆渡考古大發現》。杭州市：浙江文藝出版社。

金關丈夫、國分直一

- 1957 〈臺灣東海岸卑南遺跡發掘報告〉。《農林省水產講習所研究報告人文科學篇》3：47-65。

俞為潔

- 2007 《飯稻衣麻：良渚人的衣食文化》。杭州：浙江攝影出版社。  
2010 《中國史前植物考古—史前人文植物散論》。北京：社會科學文獻出版社。

姜欽華

- 1994a 〈應用植矽石分析鑒定我國史前的稻作農業〉。《農業考古》1994(1)：85-88。  
1994b 〈花粉分析與植矽石分析的結合在考古學中的應用〉。《考古》1994(4)：86-89。

洪曉純、楊淑玲、阮金容、飯塚義之、Peter Bellwood

- 2012 〈海外出土的台灣玉及其卑南文化要素〉。《田野考古》15(1)：19-40。

洪濤、楊艷

- 2009 〈世界首株水稻出於萬年〉。《農業考古》2009(4)：31-34。

陳文山

- 2011 《卑南遺址陶質標本成份分析第一期研究計畫：陶質標本委託切片與初步分析研究計畫》。國立臺灣史前文化博物館委託國立臺灣大學地質科學系。

陳有貝

- 2006 〈大盆坑的生業模式探討—陶片矽酸體分析方法的嘗試〉。《國立臺灣大學考古人類學刊》66：125-154。DOI: 10.6152/jaa.2006.12.0007
- 2008 《淇武蘭遺址搶救發掘報告》6。宜蘭：宜蘭縣立蘭陽博物館。
- 2009 〈臺灣現生植物與史前陶片的矽酸體分析〉。《國立臺灣博物館學刊》62(1)：19-33。

陳報章

- 1997 〈植硅石分析與栽培稻起源研究〉。《作物學報》1997(1)：116-120。

陳報章、王象坤

- 1995 〈水稻穎殼硅石的初步研究及其意義〉。《中國水稻科學》9(4)：142-144。

陳報章、劉廣民

- 1995 〈植物硅酸體分析在農業考古中的應用〉。《徐州師範大學學報(自然科學版)》1995(1)：59-62。

鹿野忠雄

- 1930a 〈臺灣東海岸巨石文化遺跡に就いて(一)〉。《人類學雜誌》45(7)：273-285。
- 1930b 〈臺灣東海岸巨石文化遺跡に就いて(二)〉。《人類學雜誌》45(9)：362-374。

連照美

- 2003 《臺灣新石器時代卑南研究論文集》。國立歷史博物館編輯委員會編輯。臺北市：史博館。

連照美、宋文薰

- 1986 《卑南遺址發掘資料整理報告第三卷：遺址堆積層次及文化層出土遺物之分析》。教育部委託國立臺灣大學人類學系研究計劃報告。
- 2006 《卑南遺址發掘1986~1989》。臺北市：國立臺灣大學出版中心。

黃士強

- 1984 《臺北芝山巖遺址發掘簡報》。臺北：臺北市文獻委員會。
- 1999 《臺北兒童主題公園圓山遺址考古調查研究計畫報告》。臺北兒童育樂中心委託國立臺灣大學人類學系執行。

湯卓煒

2004 《環境考古學》。北京：科學。

彭佳鴻

2010 《從植物遺留談古環境重建與植物利用：以台南縣石橋遺址之烏松文化為例》。  
國立臺灣大學人類學研究所碩士論文。 DOI: 10.6342/NTU.2010.03215

葉長庚

2010 〈卑南二期研究計畫與臺大人類學系學術合作之初步成果〉。《文化驛站》27：  
10-14。

葉美珍

1987 《卑南文化農業型態之探討》。國立臺灣大學人類學研究所碩士論文。

2004 《卑南遺址與文化—概要及書目彙編》。臺東市：臺東縣政府。

2009 〈略談史前館在卑南遺址的考古工作—以考古現場為例〉。《文化驛站》26：  
4-15。

董倫道

2011 〈卑南遺址地物探測與考古議題整合第一期研究計畫工作報告〉。「2010年臺灣考古工作會報研討會」宣讀論文，國立臺灣史前文化博物館，5月28-30日。

臺東縣文獻委員會 編

1983 《臺東文獻》。臺北市：成文。

臧振華

1990 〈論臺灣的細繩紋陶文化—兼論臺灣史前文化來源問題研究的概念和方法〉。  
《田野考古》1(2)：1-30。

2012 〈南科考古發現的稻米與小米兼論相關問題〉。《中國飲食文化》8(1)：1-24。  
DOI: 10.30152/JCDC.201204.0001

臧振華、李匡悌

2013 《南科的古文明》。臺東市：國立臺灣史前文化博物館。

臧振華、李匡悌、朱正宜

2006 《先民履跡：南科考古發現專輯》。臺南：臺南縣政府。

臧振華、劉益昌

2001 《十三行遺址搶救與初步研究》。臺北：臺北縣政府文化局。

劉志一

2002 〈印度也是亞洲稻作農業發祥地之一嗎？〉。《農業考古》2002(1)：68-100。

劉益昌

2012 〈東台灣海岸人群互動與交流—以玉器為中心〉。「臺灣與亞洲—與福建文化的交流為中心研討會」宣讀論文，國立臺灣大學藝術史研究所，12月14-15日。

劉益昌、顏廷仔、魏弘宜、蔣秉真、黃惠婷、郭意嵐、何冠儀

2011 《東西向快速公路北門玉井線西寮遺址搶救發掘工作成果報告書第一部份發掘總述第三冊其它遺物》。臺南市：交通部公路總局高南區工程處。

潘富俊

1991 《草木》。臺東市：東部海岸風景特定區管理處。

藤原宏志

1976 〈プラント・オパール分析法の基礎的研究（1）—数種イネ科植物の珪酸体標本と定量分析法〉。《考古学と自然科学》9：15-29。

Chang, Kwang-chih

1969 Fengpitou, Tapenkeng and the Prehistory of Taiwan, 73. New Haven: Yale University Publications in Anthropology.

Deng, Zhenhua, Hsiao-chun Hung, Mike T. Carson, Peter Bellwood, Shu-ling Yang, and Houyuan Lu

2018 The first discovery of Neolithic rice remains in eastern Taiwan: Phytolith evidence from the Chaolaiqiao site. *Archaeological and Anthropological Sciences* 10: 1477-1484. DOI: 10.1007/s12520-017-0471-z

He, Keyang, Houyuan Lu, Jianping Zhang, Can Wang, and Xiujia Huan

2017 Prehistoric evolution of the dualistic structure mixed rice and millet farming in

China. *The Holocene* 27(12): 1885-1898. DOI: 10.1177/0959683617708455

Huan Xiujia, Houyuan Lu, Can Wang, Xiangang Tang, Xinxin Zuo, Yong Ge, and Keyang He

2015 Bulliform phytolith research in wild and domesticated rice paddy soil in South China. *Plos One* 10(10): e0141255. DOI: 10.1371/journal.pone.0141255

Li, Kuang-chou

1983 Problems Raised by the K'en-Ting Excavation of 1977. *Bulletin of the Department of Anthropology, National Taiwan University* 43: 86-116.

Lu, Houyuan, Zhenxia Liu, Naiqin Wu, Serge Berné, Yoshiki Saito, Baozhu Liu, and Luo Wang

2002 Rice domestication and climatic change: Phytolith evidence from East China. *Boreas* 31(4): 378-385. DOI: 10.1111/j.1502-3885.2002.tb01081.x

Piperno, Dolore R.

1994 《植矽石分析：在考古學和地質學中的應用》。姜欽華等譯。北京：北京大學出版社。

2006 *Phytoliths: A comprehensive guide for Archaeologists and Paleoecologists*. Lanham MD of USA: AltaMira press.

附錄一 本次抽樣之卑南遺址陶質標本登錄表

序號	坑號	層位	區位	部位	陶衣顏色	陶胎顏色	紋飾	質地	夾砂程度	長	寬	最大厚度	最小厚度	重量	紋飾長度	紋飾間距	採集日期	備註
1	PN-89 P62	L4	A	底部	橙色	灰色	弦紋、三角形劃紋	夾砂	細砂	41.45	37.71	7.59	3.73	8.82	33.64+	5.45	不詳	三和文化
2	PN-90(E) P130	L3	D	口緣	橙色	橙色	圈印紋	泥質	細砂	53.7	44.08	9.3	2.89	16.24	7.3 (外圈) / 4.03 (內圈)	5.3	不詳	三和文化
3	PN-89(E) P73	L3	B	陶把	橙色	灰色	無	泥質	細砂	62.48	47.86	10.94	3.54	30.76			不詳	三和文化
4	PN-89 P25	L3	B	陶把	橙色	灰色	無	泥質	細砂	65.82	21.63	28.56	12.61	24.26			不詳	三和文化
5	PN-89 P75	L4	B	口緣	橙色	灰色	圈印紋、弦紋	泥質	細砂	39.01	32.18	7.26	2.8	11.96	4.79 (圈印) / 36.1 (弦紋)	1.99 (圈印) / 7.33 (弦紋)	不詳	三和文化
6	T029P57NW	L12	5	腹片	橙色	灰色	無	夾砂	細砂	54.71	38.26	3.38	2.38	7.68			2010 0124	
7	T029P57NW	L13	18	腹片	橙紅色	灰色	無	夾砂	中砂	43.15	31.18	6.37	5.06	8.26			2010 0124	
8	T029P57NW	L14	17	口緣	褐色	橙紅色	無	夾砂	中砂	63.57	48.38	7.86	5.03	22.48			2010 0126	
9	T029P57NW	L15	8	腹片	褐色	橙紅色	無	夾砂	中砂	51.69	41.66	6.9	5.05	16.62			2010 0127	
10	T029P57NW	L15	8	腹片	橙色	褐色	無	夾砂	中砂	57.01	44.29	6.83	5.18	20.72			2010 0127	



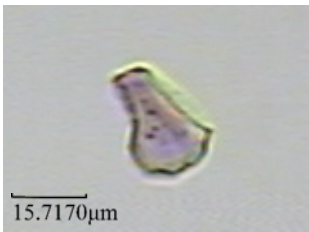
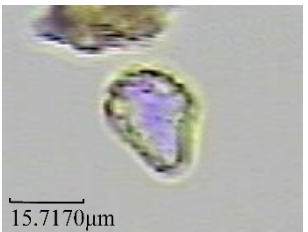

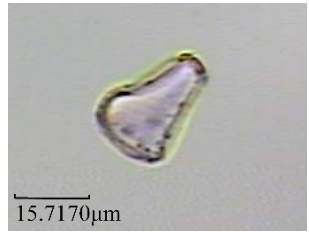
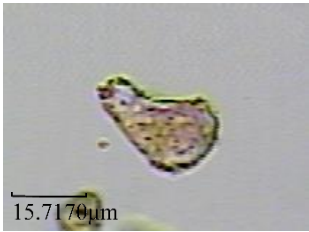
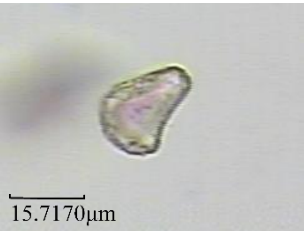
序號	坑號	層位	區位	部位	陶衣顏色	陶胎顏色	紋飾	質地	夾砂程度	長	寬	最大厚度	最小厚度	重量	紋飾長度	紋飾間距	採集日期	備註
11	T029P57NW	L15	18	腹片	橙紅色	橙紅色	無	夾砂	中砂	63.28	48.01	6.44	3.65	16.26			2010 0923	現象中取陶
12	T029P57NW	L15	18	口緣	褐色	橙紅色	無	夾砂	細砂	51.83	28.67	8.02	4.31	13.06			2010 0923	現象中取陶
13	T029P57NW	L16	22-1	腹片	橙色	褐色	無	夾砂	細砂	36.85	23.89	4.99	3.9	5			2010 1020	現象中取陶
14	T029P57NW	L17	16	腹片	褐色	橙紅色	無	夾砂	中砂	54.06	36.24	7.52	5.67	15.26			2010 1025	現象中取陶
15	T029P57NW	L17	16	口緣	橙紅色	橙紅色	無	夾砂	細砂	46.83	27.37	3.65	3.1	3.46			2010 1025	現象中取陶
16	T030P44SE	L21	2	腹片	橙紅色	褐色	繩紋	泥質	細砂	32.29	29.38	5.21	3.73	5.56	33.11+	1.2	2010 0324	繩紋陶文化
17	T030P44SE	L22	8	腹片	橙紅色	灰色	繩紋	泥質	細砂	22.02	17.5	3.44	3.06	1.46	19.59+	1.55	2010 0320	繩紋陶文化
18	T030P44SE	L23	11	腹片	橙紅色	灰色	繩紋	夾砂	細砂	41.09	25.07	3.19	3.04	3.5	31.02+	0.81	2010 0331	繩紋陶文化
19	T030P44SE	L23	19	腹片	橙紅色	黑色	繩紋	泥質	細砂	24.96	19.16	3.87	3.17	2.56	24.75+	1.73	2010 0330	繩紋陶文化
20	T030P44SE	L23	24	腹片	橙色	黑色	繩紋	夾砂	細砂	25.72	20	4.05	2.19	1.88	25.81+	1.03	2010 0331	繩紋陶文化

序號	坑號	層位	區位	部位	陶衣顏色	陶胎顏色	紋飾	質地	夾砂程度	長	寬	最大厚度	最小厚度	重量	紋飾長度	紋飾間距	採集日期	備註
21	T030P44SE	L14	21	口緣	橙色	褐色	無	夾砂	粗砂	59.44	33.36	11.61	7.67	26.94			2010 0124	
22	T030P44SE	L15	18	腹片	橙色	橙色	無	夾砂	中砂	45.44	29.35	6.71	5.71	10.18			2010 0127	
23	T030P44SE	L16	3	口緣	橙色	褐色	無	夾砂	中砂	53.76	30.88	11.45	6.21	15.36			2010 0128	
24	T030P44SE	L21	24	腹片	橙色	灰色	無	夾砂	中砂	32.39	28.73	4.77	4.17	4.66			2010 0325	
25	T030P44SE	L22	20	腹片	橙紅色	橙紅色	無	泥質	細砂	44.05	41.36	5.3	4.42	7.74			2010 0326	
26	T08P35NW	L2	17	腹片	褐色	褐色	無	夾砂	細砂	39.84	39.77	3.88	3.8	8.46			2010 0802	
27	T08P36NE	L4	2	陶把	橙色	橙色	無	夾砂	粗砂	79.3	20.95	39	16.7	46.42			2010 0817	
28	T08P36NE	L3	23	口緣	橙色	橙色	無	夾砂	粗砂	86.51	41.08	23.49	5.83	62.82			2010 0810	
29	T08P37SW	L3	6	圈足	橙色	灰色	無	夾砂	粗砂	51.81	46.76	21.52	6.11	27.72			2010 0128	
30	T08P37SW	L3	6	口緣	橙色	灰色	無	夾砂	細砂	64.94	27.5	5.46	4.24	14.04			2010 0128	

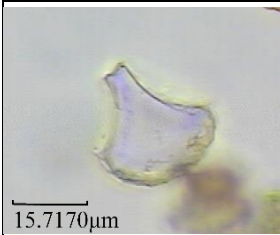

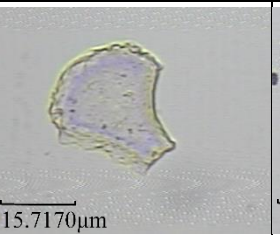

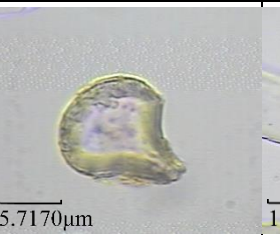


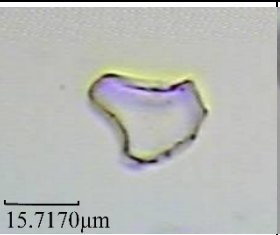

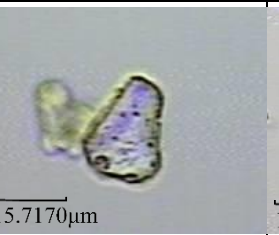

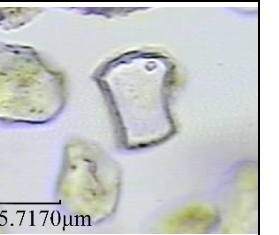
(測距單位：mm；重量單位：g)



附錄二 於陶質標本觀察到的植物矽酸體種類 (400X)

稻屬矽酸體		竹亞科矽酸體	
			
T029P57NW L17-16 現象內	T030P44SE L16-3	T030P44SE L16-3	T08P36NE L3-23
蜀黍族矽酸體			
			
T029P57NW L14-17	T08P35NW L2-17	T08P36NE L3-23	T08P37SW L3-6

附錄三 於土壤樣本觀察到的植物矽酸體種類 (400X)

稻屬矽酸體					
					
T029P80NE 取土 17-坡-005	T028P57NE 取土 4-001	T028P57NE 取土 10-009	T029P55SW 取土 12-002	T034P54SE 取土 12-010	T015P1NE 灰坑 001
竹亞科矽酸體		蜀黍族矽酸體		蘆葦屬矽酸體	薏苡屬矽酸體
					
T029P80NE 取土 14-001	T034P54SE 取土 1-001	T08P30NE 儲藏坑 001	T029P55SW 取土 2-001	T028P57NE 取土 4-001	T014P1SE 取土 6-坡-005