大坌坑的生業模式探討－陶片矽酸體分析方法的嘗試

收稿日期：2006 年 09 月 19 日
接受日期：2006 年 12 月 15 日

陳有貝*

摘　要

某些植物會藉著土壤中水分的吸收在細胞內累積形成固態的矽酸，由於其性質不易受到分解破壞，在植物死後仍可長久埋藏於土壤中，因此藉著對其研究便能了解過去的植物相關訊息。矽酸體研究的考古應用在1970年代以後加速發展，對於史前植物生態與農業問題多有貢獻，其中又以稻子的矽酸體在東亞的農業研究中最具成果。

本文選擇大坌坑遺址中屬於大坌坑文化的陶片共10件做為矽酸體實驗研究的分析對象，結果發現在大坌坑文化陶片中含有若干稻子矽酸體，並判斷種類可能屬於野生稻。過去對於大坌坑文化早期的農業證據較少，因此這個結果對於相關問題提供了重要的資料，繼而可以進行若干討論。

關鍵詞：矽酸體分析，史前農業，大坌坑文化

一、矽酸體研究

(一)矽酸體分析原理

植物矽酸體(Plant Opal，Opal Phytolith，Silica Body，日文稱為珪酸體)於華文學界中並無一定的稱呼，中國大陸或有稱為植物蛋白石、植「硅」石、植「硅」體等，但因其成分主要為SiO_2，而且中文繁體字中並無「硅」或「珪」字，故台灣以稱為矽

* 國立台灣大學人類學系助理教授。

臺灣大學學術期刊資料庫

酸體或矽酸石較為適宜。因台灣學界曾以矽酸體名稱發表之(徐子富等2006)，所以本文循其用法，統稱為植物矽酸體，或簡稱矽酸體。

矽酸體的認識在農學或是自然史的研究上有較早的歷史，19世紀中期以後以歐洲有較多的基礎報告(Powers 1992)，如德國生物學家C. G. Ehrenberg對其做了系統性的相關描述，或是俄國的Ruprecht對之所做的命名與定義(Mulholland & Rapp 1992)，此階段可稱為植物矽酸體的認識期。到了20世紀中期，Smisthon (1956)積極發展於環境應用研究，並將之稱為plant opal。顯著應用於考古學上的年代較晚，主要到20世紀中期以後才逐漸受到重視。

矽酸體研究的原理在於：某些植物會透過水分吸收，將土壤中的矽酸累積儲存於細胞中。因為矽酸體在自然的狀態下不易受到分解與破壞，所以當植物死亡後埋藏於地下，即使植物的有機體部分腐爛，矽酸體仍然得以長久保存於地層中。不同的植物或是同一種植物的不同部位，所形成的矽酸體形狀各不相同。研究者從地層中採集土壤，經由種種篩選方法製作適當的觀察樣本後，便能藉著高倍率的顯微鏡觀察矽酸體的形狀，再比對所知植物的矽酸體資料庫，即可得知過去的植物種類、數量等相關資料，進一步可應用於農業或植物生態的研究等。

運用矽酸體的分析有其優點，簡要而言如下：(近藤錬三、佐瀬隆1986)

1. 研究古代環境雖然可藉由花粉分析，但花粉易隨風飄散，故只屬大範圍環境之研究推測。矽酸體則較為沉重，一般所出土之處即為植物死亡後埋藏之處，此特點有助於特定小環境的研究。
2. 若干植物花粉的形態類似，難以辨別種屬，尤其如與人相關的禾本科植物更是如此，而矽酸體的分析以禾本科為主，正可補其不足。
3. 矽酸體的性質安定，耐高溫，不易風化與分解，故可適用於火山地區或是從陶片中採取陶土分析。

此外，DNA分析雖然是品種鑑定的利器，但在材料上有其限制，而矽酸體多存於地層土壤中，材料的取得至為容易。

所以矽酸體分析被廣泛應用於植物學、土壤學、地質學與考古學等學科。在杉山真二(2000:197)所歸納的矽酸體之各種研究面向中，不少與考古研究直接相關，如：

1. 農業史(如稻田遺跡確認、稻作開始年代、稻作產量、稻種檢討、非稻類之栽培作物研究)。
2. 遺址的古環境(如以稻為主的草原植生、照葉樹林的森林植生)。
3. 陶土來源分析。

此門學科的歷程雖然較淺，但一般認為未來發展頗具潛力，因此近年來有不少致力於建立植物矽酸體的基本資料庫與分類系統等基礎研究，舉例如美國有專門之學

臺灣大學學術期刊資料庫

會“ Society for Phytolith Research”，已舉辦研討會或出版論文專書(如Meunier & Colin 2001)；中國於1988年在國家自然科學基金會的支持下所做的禾本科矽酸體型態分析(王永吉、呂厚遠1993)；或日本有近藤錬三(1983)的分類為代表等。

不過嚴格而言，目前對於各種植物的矽酸體的認識仍然不夠全面，而且某些植物之間的矽酸體僅有細微的差異，沒有透過特殊的儀器亦難以分辨，在實際的操作上還有種種的問題待克服。所幸的是與人類文化息息相關的稻類植物的葉脈中之某種細胞(機動細胞，泡狀細胞，motor cell)內的矽酸體的形態特徵顯著，在判斷上有著相當高的可信度，因此稻子矽酸體成為此類研究中最具發展的項目之一，尤其在相當重視稻作問題的日本最見成效。

現在一般已知，成熟稻子的機動細胞矽酸體的一般大小多在40 μm～50 μm (1 μm＝0.001 mm)之間，比重約在2.2～2.4 g/cm^3，置於100倍以上的顯微鏡中觀察，即可藉由其形狀辨識。其特徵為一面(本文稱正面)呈扇狀或蕈狀，足部與頭部的長度比例不一，頭頂表面有龜殼式的凹陷(栽培稻較多)，兩翼端帶尖狀突起。進一步解析其形狀，亦有分辨出亞種(秈稻、粳稻、野生稻)的可能，陸稻與水稻的區分則尚有困難。但要注意的是同一株植物中的矽酸體形狀亦呈現某種程度的變異，較不適宜以單獨樣本做過度的推測。

此外，運用一些簡單的計量方法，可以大體算出每單位土壤中的矽酸體數量，再依比例可推估各個遺址或層位中原有的稻作量。

(二)東亞地區稻子矽酸體的研究成果

因為稻作農業在東亞地區的人類文化中扮演著相當重要的角色，因此，稻子矽酸體的研究在本地區也有較蓬勃的發展。

較早的研究案例集中在1970年代中期以後的日本，代表人物為宮崎大學農學部的藤原宏志。藤原等人長久以來提出不少以矽酸體分析為主的研究與論文，如一連串發表於『考古學自然科學』雜誌的成果(藤原宏志1976, 1978, 1979, 1982；藤原宏志、杉山真二1984；藤原宏志、佐佐木章、杉山真二1984)。在此歸納其內容將之區分為四類，第一類是以介紹或說明、解釋稻子矽酸體為主，偏重於原理與技術層次。第二類是從陶片與土壤等考古材料進行稻子矽酸體分析的成果，此尤見於日本各地的考古調查報告。第三類是運用矽酸體分析所衍伸出來的水稻田發掘技術，因為水田本體的跡象極其細微，判別相當不易，早期日本考古學者只能藉著相當精微但緩慢的發掘而發現，但在矽酸體分析方法成熟之後，發掘者便能預先藉著地層中矽酸體的數量資料，判斷稻田可能存在的範圍與層位，再據此資料於發掘中仔細挖出。此方法不僅讓日本

臺灣大學學術期刊資料庫

史前水田的發現更加容易，而且日後將此技術引入中國大陸，首度於草鞋山遺址發現了5000年前的水田。第四類是利用土壤中矽酸體的密度推算過去的農作生產量，例如由實驗知道1件稻子矽酸體相當於2.65×10^{-6} g的乾稻葉重量，或等於6.25×10^{-6} g的稻穀重量，故計算地層中的矽酸體總數後，亦能推算該地層所曾經生產的稻作總量。

近年，尚有同屬宮崎大學農學部的宇田津徹朗，其除了持續於大陸地區的應用研究外，也進行了與台灣具有關聯性的琉球列島地區的稻作研究，從琉球各島嶼所出土的陶片與土壤中的矽酸體確認琉球的稻米廣泛出現在十世紀以後的「城」時代，其中與台灣頗近的石垣島的稻米年代則更晚(宇田津徹朗2005)。

中國大陸方面，大約在80年代末開始引入矽酸體的分析，最初由中日合作在草鞋山遺址進行高密度(每2.5公尺為間隔)的矽酸體採樣探查，結果於深約180～200 cm的地層中分析出馬家文化中期的稻作可能。據此結果，在1993年～1995年間發掘出約1000平方公尺的水田遺跡，可稱為當時所發現之最古老的水田遺跡(藤原宏志1998：146-151)。

這些實際成效引起了大陸對矽酸體基礎研究的企圖，如王永吉、呂厚遠(1993)等人廣泛的收集各種植物，進行各種矽酸體的辨識，對未來研究提供了重要的樣本資料。如河南楊庄遺址鑑定出稻子的矽酸體，為淮河平原以此方法確認出現稻米的一個案例(姜欽華1994)；年代較早的江西吊桶環遺址亦檢測出稻子矽酸體，被認為可能是所知年代最早的栽培稻遺存之一(趙志軍2000)；或是浙江樓家橋遺址也檢出高密度的矽酸體，推測可能曾有水稻栽培(鄭飛雲等2002)。

台灣學界於此方面的關心更晚，在一篇談到考古學植物遺留研究方法的文章中曾提及矽酸體，並以台中惠來遺址的土壤樣本觀察到水稻之扇型矽酸體(徐子富等2006)。

稻米問題無疑是台灣考古研究中重要課題之一，因為這不僅是一種與環境有關的生業技術，而且也涉及文化的接觸、傳播與發展問題，即關係著人類的技術史、文化史與社會發展史等議題。目前所知最早的台灣古代稻米出現在新石器時代早期距今約5000年前(南關里遺址、南關里東遺址，臧振華等2006)，並確定到了新石器時代中期時，稻作到達某種程度的普遍化，各地遺址不乏證據(如稻米、稻米印痕、農具等)。但研究上對於這些稻米的種類與來源則少有資料說明，另外是史前台灣的稻業型態為何，此種與社會組織緊要相關的生業方式如何運作？亦少有相關資料。因此引入矽酸體的研究對於台灣而言可能是一個突破現狀的好方法。

(三)矽酸體的實驗方法

臺灣大學學術期刊資料庫

稻子矽酸體分析方法縱然尚有若干爭議，但若統合各家的看法，大致可歸納以下幾個共通性的認知與原則：

1. 一般認知

(1) 首先必須確認稻類植物的矽酸體形狀。因若干非稻植物的正面亦呈扇型特徵，例如各種竹子、芒草、蘆葦等，而目前亦尚未證實在不同地區與環境其矽酸體是否皆無不同，故觀察上除了必須顧及多面形態(如側面、頭頂)外，尚有必要建立各種其他非稻植物的矽酸體，建立地區的資料庫以資比對，才可提高判定上的可信度。

(2) 若干地區因存在著野生稻，所以不能僅靠著稻類矽酸體的發現，便做出當時已有人工稻作的結論，即必須能夠判斷稻類亞種。目前對於野生稻、秈稻與粳稻的區別都有一定的可信度(見後文)。其他如陸稻與水稻的鑑別仍有困難。

(3) 土壤標本除了可做稻子矽酸體有無的鑑定分析外，進一步可使用各種方法計算其密度，從事「量」的比較分析。例如從平面的分布密度比較，討論稻作的集中分布區域，或從層位的比較中討論不同時代的稻作產量。

2. 技術原則

關於遺址所出考古材料的矽酸體分析技術，各地差異不大，日本或大陸地區的做法多半引自藤原的實驗成果，以下將要點歸納說明：

(1) 矽酸體的分析標本可取自陶片與地層土壤，但都必須經過處理，嚴防有污染(其他標本的混入)的情形發生。

(2) 取自陶片的標本必須先去除表面砂土，再藉由飽和吸水與減壓方法將陶片分解恢復成原來的土壤狀態。

(3) 取自地層土壤的標本必須來自無污染的層位堆積，尤其是矽酸體的體積極小，很容易產生自然侵入或是人為混入。

(4) 土壤標本須經過反覆清洗的程序，運用各種方法(如選用比重液或超音波與篩網分離)將雜質去除，以獲得可以良好觀察之樣本。

(5) 土壤標本可以藉由各種方式進行定量分析，通常以1g重量的土壤為單位，計算其中的稻子矽酸體數量。一般經驗認為，每1g土壤若包含有5000件以上的矽酸體，則樣本出土地區有可能為稻田的分布所在。

二、大坌坑文化的陶片矽酸體分析

大坌坑文化的農業問題一向受到學界重視，過去以張光直為首推測其主要形態為根莖作物的園藝式耕種，雖然普遍已被接受與引用，但是無論如何仍缺乏直接證據。

臺灣大學學術期刊資料庫

近來，因為南部科學園區的發掘，於大坌坑文化晚期菓葉期的遺址中發現稻米與小米等穀類作物(臧振華等2006)，促使大坌坑文化的農業有面臨再檢討的必要。

過去台灣在矽酸體領域所做的研究有限，故本研究若干必要基本資料需先建立，包括野生稻(*Oryza rufipogon*)、栽培稻(*Oryza sativa*)與部份竹族(Bambuseae)的資料。理由為：台灣屬野生稻分布區域，故需有本地野生稻的矽酸體資料，以資辨識鑑定標本屬栽培稻抑或野生稻，對考古研究而言，兩者意義不同；栽培稻的資料又區分為秈稻(subsp. *indica*)與粳稻(subsp. *Japonica*)兩亞種，兩種的來源、意義皆不相同；又參考過去資料，竹子、芒草與蘆葦的矽酸體亦常呈扇型，為台灣常見植物中與稻類最為相近者，因容易造成誤判，故需建立比對資料。本研究先試以提出部分竹類資料以供參考。

(一)相關資料建立

本次所進行實驗研究之植物對象皆為成熟個體。野生稻首先取自目前移植於台大農學院附設農場標本(圖1)，屬多年生亞洲原生種(*Oryza rufipogon*)，後來鑒於其對本研究的重要性，故又自行政院農委會苗栗區農業改良場採集同種野生稻(圖2)，以確認本分析結果。台灣野生稻原於1925年起數年間，由島田彌市陸續發現於新竹、桃園一帶的沼澤濕地中，(鈴木重良1935)。後來因為種種環境因素，導致台灣野生稻至1980年前後幾近滅絕，近年經致力於復育，才得以保存部份活株至今(蔡國海1999)。

秈稻品種為台中14號，粳稻為台粳10號，亦取自台大附設農場。至於在竹類植物範疇中，本文提出台灣原生的綠竹(*Bambusa oldhamii* Munro)與長枝竹(*Bambusa dolichoclada* Hayata)等兩種資料，前者為採自大坌坑遺址附近之目前當地常見品種；



圖1　培植於台大的台灣野生稻(已可見穀穗)



圖2　培植於苗栗農改場的台灣野生稻(W1623-11)

臺灣大學學術期刊資料庫

後者的矽酸體形狀與稻子頗類似，故提出說明之。

對於上述現生植物的處理程序如下：

1. 利用高溫烤箱，以最高550°C之溫度逐步加溫燃燒植物葉片，目的為去除各種有機質，因矽酸體可耐高溫，故灰燼中將含有較高密度的矽酸體。
2. 以超音波充分混合含水灰燼，用滴管吸除標本中的較小微粒，以濾網(Mesh250，約可通過60 μm以下粒子)過濾標本中的較大粒子，使所剩樣本含有較多適當可觀察的矽酸體。
3. 製成顯微鏡玻片觀察，記錄各種扇型矽酸體的形體特徵，測量相關數據。

對於本批資料的觀測結果，以下分為形體特徵與外形計測等兩類說明：

在形體特徵方面，4類標本的扇型矽酸體大致類似，但細微處見個別特徵，可據此作為判斷上的依據。整體而言，首先可以區分者為稻類與竹類，其最大差異在於竹類矽酸體之部分頭部和足部帶有明顯突起，且頭頂部不見龜殼狀下陷，表面在顯微鏡下極為光滑。此外部份竹類(如長枝竹)矽酸體的頭頂中央處較為平坦或下凹，從而造成下凹的兩端略呈突起，也是辨識上的重點之一。至於常見於八里的綠竹，矽酸體的扇型或呈兩邊不對稱，和稻子矽酸體的對稱扇型不難區分。歸納結果，判斷矽酸體為竹類或稻類的主要依據為正面外形與頭頂表面。

在稻類方面，首先可區別野生稻與栽培稻(秈稻與粳稻)，兩者的主要差別在於頭頂表面，前者部分的頭頂表面或呈光滑，或見雜亂的細微凹陷與突起；後者則呈排列較整齊的龜殼式凹陷。即可根據矽酸體的頭頂表面判斷野生或栽培。

關於竹類的特徵是表面帶有突起，或野生稻與栽培稻在頭頂表面的不同，過去稍見提及(王永吉、呂厚遠1993：50)，本研究亦同意其判斷。此外，本研究結果更要強調同種植物中之所有扇型矽酸體並非完全一致，如在野生稻的頭頂表面就有不同的表現，竹類亦有未帶突起者，因此統計上的結果要比個體的型態更具意義。

在同屬栽培稻中的秈稻與粳稻方面，兩者的差別主要在於頭部與腳部的長短比例，一般同意頭較長者為秈稻，腳較長者為粳稻。但說明上必須根據計測數字判定。簡單的計測方法是以腳長與頭長的比例為判斷基準，小者為秈稻，大者為粳稻，但判別上的分界點仍有差異(大致為1，見後文)。本次實驗測量的結果為秈稻平均：0.97 (表2)，粳稻平均：1.17 (表3)，某程度符合過去看法，惟需注意亦有反對以此比例作為亞種判別基準的意見(Harvey and Fuller 2005)。

(二)大坌坑文化陶片的矽酸體分析

1. 實驗步驟

臺灣大學學術期刊資料庫

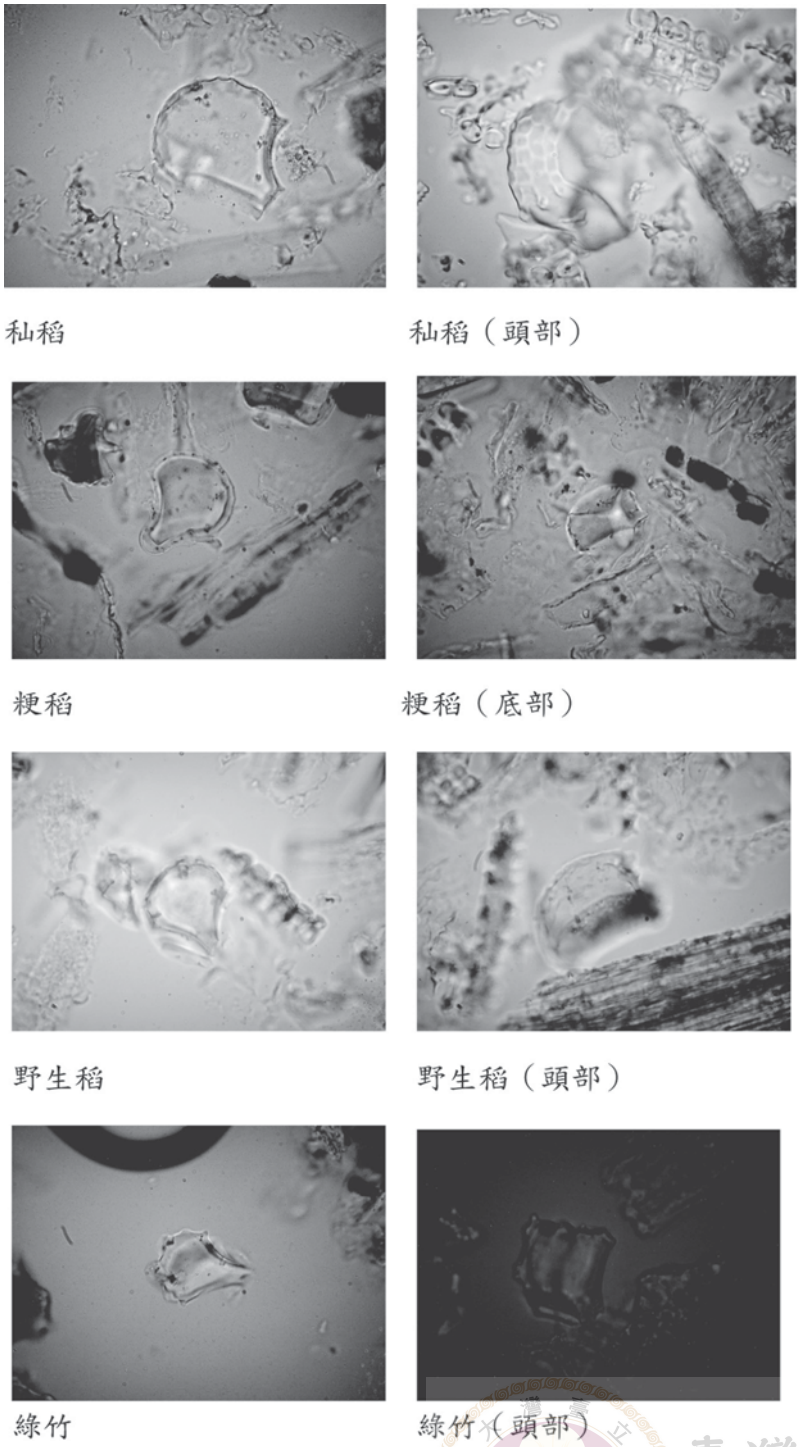


圖3 各種標本的典型扇狀矽酸體

臺灣大學學術期刊資料庫

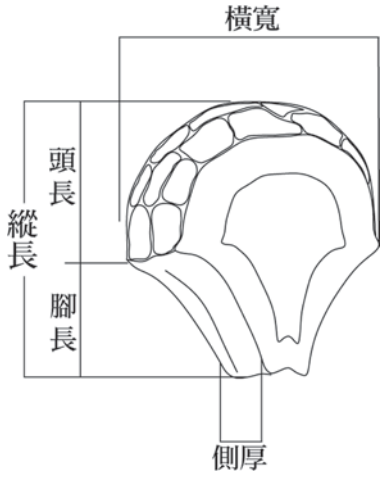


圖4 矽酸體的測量基準

表1 台灣野生稻矽酸體的測量數據(單位：μm)

玻片編號	矽酸體編號	縱長	橫寬	側厚	頭長	腳長	橫縱比	腳頭比
現002-3	1	39	35	*	16	23	0.90	1.44
現002-3	2	41	31	*	14	27	0.76	1.93
現002-3	3	41	36	*	15	26	0.88	1.73
現002-3	4	38	35	*	13	25	0.92	1.92
現002-3	5	39	*	15	*	*	*	*
現002-3	6	35	31	*	19	16	0.89	0.84
現002-3	7	35	33	*	17	18	0.94	1.06
現002-3	8	42	31	*	27	15	0.74	0.56
現002-3	9	32	33	*	14	18	1.03	1.29
現002-3	10	33	28	*	13	20	0.85	1.54
現002-3	11	42	42	*	25	17	1.00	0.68
現002-3	12	43	*	9	*	*	*	*
現002-3	13	*	35	*	*	*	*	*
現002-3	14	40	35	*	22	18	0.88	0.82
現002-3	15	44	34	*	19	25	0.77	1.32
現002-3	16	36	33	*	19	17	0.92	0.89

野生稻	平均	最大值	最小值
縱長	38.67	44	32
橫寬	33.71	42	28
頭長	17.92	27	13
腳長	20.38	27	15
橫縱比	0.88	1.03	0.74
腳頭比	1.23	1.93	0.56

臺灣大學學術期刊資料庫

表2　秈稻(台中秈14號)矽酸體的測量數據(單位：μm)

玻片編號	矽酸體編號	縱長	橫寬	側厚	頭長	腳長	橫縱比	腳頭比
現003-(1)	1	58	*	14	*	*	*	*
現003-(1)	2	*	40	11	*	*	*	*
現003-(1)	3	55	*	16	*	*	*	*
現003-(1)	4	67	47	10	27	40	0.70	1.48
現003-(1)	5	61	47	*	25	36	0.77	1.44
現003-(1)	6	67	54	*	50	17	0.81	0.34
現003-(1)	7	57	47	*	22	35	0.82	1.59
現003-(1)	8	49	40	*	28	21	0.82	0.75
現003-(1)	9	56	40	7	27	29	0.71	1.07
現003-(1)	10	53	43	*	36	17	0.81	0.47
現003-(1)	11	53	45	*	29	24	0.85	0.83
現003-(1)	12	53	42	5	23	30	0.79	1.30
現003-(1)	13	62	47	5	23	39	0.76	1.70
現003-(1)	14	43	37	*	21	22	0.86	1.05
現003-(1)	15	58	*	15	*	*	*	*
現003-(1)	16	56	48	*	26	30	0.86	1.15
現003-(1)	17	46	43	*	25	21	0.93	0.84
現003-(1)	18	53	47	*	35	18	0.89	0.51
現003-(1)	19	60	49	*	31	29	0.82	0.94
現003-(1)	20	67	56	*	42	25	0.84	0.60
現003-(1)	21	64	*	8	*	*	*	*
現003-(1)	22	67	63	*	37	30	0.94	0.81
現003-(1)	23	51	51	*	19	32	1.00	1.68
現003-(1)	24	69	57	*	45	24	0.83	0.53
現003-(1)	25	60	55	*	29	31	0.92	1.07
現003-(1)	26	56	51	*	34	22	0.91	0.65
現003-(1)	27	60	54	*	27	33	0.90	1.22
現003-(1)	28	54	47	*	33	21	0.87	0.64
現003-(1)	29	61	46	*	47	14	0.75	0.30
現003-(1)	30	68	49	14	27	41	0.72	1.52
現003-(1)	31	56	51	*	24	32	0.91	1.33
現003-(1)	32	45	47	*	25	20	1.04	0.80
現003-(1)	33	56	51	*	32	24	0.91	0.75
現003-(1)	34	56	50	*	30	26	0.89	0.87
現003-(1)	35	70	54	*	36	34	0.77	0.94

秈稻	平均	最大值	最小值
縱長	57.85	70	43
橫寬	48.32	63	37
頭長	30.50	50	19
腳長	27.23	41	14
橫縱比	0.85	1.04	0.70
腳頭比	0.97	1.70	0.3

臺灣大學學術期刊資料庫

表3　粳稻(台粳10號)矽酸體的測量數據(單位：μm)

玻片編號	矽酸體編號	縱長	橫長	側厚	頭長	腳長	橫縱比	腳頭比
現004-(1)	1	46	45	*	22	24	0.98	1.09
現004-(1)	2	39	31	*	21	18	0.79	0.86
現004-(1)	3	40	35	*	17	23	0.88	1.35
現004-(1)	4	34	29	7	13	21	0.85	1.62
現004-(1)	5	50	47	*	26	24	0.94	0.92
現004-(1)	6	31	28	*	15	16	0.90	1.07
現004-(1)	7	46	41	*	22	24	0.89	1.09
現004-(1)	8	35	33	*	17	18	0.94	1.06
現004-(1)	9	31	28	*	15	16	0.90	1.07
現004-(1)	10	37	28	*	14	23	0.76	1.64
現004-(1)	11	33	34	*	15	18	1.03	1.20
現004-(1)	12	49	42	*	23	26	0.86	1.13
現004-(1)	13	32	32	*	18	14	1.00	0.78
現004-(1)	14	39	41	*	14	25	1.05	1.79
現004-(1)	15	32	34	*	18	14	1.06	0.78
現004-(1)	16	41	*	13	*	*	*	*
現004-(1)	17	36	34	*	19	17	0.94	0.89
現004-(1)	18	36	35	14	18	18	0.97	1.00
現004-(1)	19	41	30	9	18	23	0.73	1.28
現004-(1)	20	32	28	*	14	18	0.88	1.29
現004-(1)	21	38	35	*	22	16	0.92	0.73
現004-(1)	22	37	36	*	11	26	0.97	2.36
現004-(1)	23	35	31	13	15	20	0.89	1.33
現004-(1)	24	33	32	*	14	19	0.97	1.36
現004-(1)	25	45	40	*	25	20	0.89	0.80
現004-(1)	26	*	*	17	*	*	*	*
現004-(1)	27	50	38	*	28	22	0.76	0.79
現004-(1)	28	34	27	*	20	14	0.79	0.70
現004-(1)	29	40	36	*	23	17	0.90	0.74
現004-(1)	30	43	36	*	18	25	0.84	1.39
現004-(1)	31	*	29	11	*	*	*	*
現004-(1)	32	31	26	*	12	19	0.84	1.58
現004-(1)	33	42	*	9	*	*	*	*
現004-(1)	34	49	45	*	20	29	0.92	1.45
現004-(1)	35	34	25	*	16	18	0.74	1.13

粳稻	平均	最大值	最小值
縱長	38.52	50	31
橫長	34.09	47	25
頭長	18.16	28	11
腳長	20.16	29	14
橫縱比	0.90	1.06	0.73
腳頭比	1.17	2.36	0.7

臺灣大學學術期刊資料庫

獲得上述相關資料後，便展開大坌坑陶片的矽酸體測定。本研究實驗屬多次重複進行，故需先行決定一固定的方法模式，以控制每次實驗皆有相同的環境變數。在經過反覆試驗後，本實驗參考藤原宏志多年來所主張之方法(藤原宏志1976；宇田津徹朗2004)，並以自我經驗修正。所有程序如下：

(1) 至大坌坑遺址進行地表採集，以粗繩紋與口頸突脊等特徵確認所屬為大坌坑文化，再從中選取典型陶片10件做為實驗分析之對象標本。

(2) 將每件陶片切下所需樣本份量，磨去樣本表層，以防止因外來砂土所造成的"污染"問題。

(3) 將陶片樣本洗淨後，浸泡水中充分吸水，並至入減壓裝置中，使陶片軟化，最後以輕力研磨，將陶片樣本分解為陶砂土狀態。

(4) 烘乾陶砂土，取1 g做為分析用樣本，加入直徑為50 μm (0.05 mm)、密度為2.3 g/cm^{3}之實驗用圓球狀的精緻玻璃粉30萬顆(約0.045 g)，利用超音波機充分混合陶砂土與精緻玻璃粉。此步驟之目的為計量，因玻璃粉與矽酸體的大小、重量相當，所以未來在顯微鏡的觀察下，記錄下矽酸體與玻璃粉球的出現比例，便能以此推算1 g陶土中所含的矽酸體數量。

(5) 經超音波充分混合分析用樣本後，以滴管吸除樣本中的較小微粒，以濾網(Mesh 250)過濾樣本中的較大粒子，最後可獲得較多與稻米矽酸體大小類似的粒子，便於顯微鏡下之觀察。

(6) 從每個陶片分析標本中取出觀察樣本，做成三份顯微鏡玻片(此目的僅為分散選擇樣本，以增加樣本的代表性，最後是將三份玻片中所觀察到的矽酸體與玻璃粉球的數目加總計算)，將玻片置入200~400倍之顯微鏡下觀察，確認有無稻子矽酸體，若有發現，則測量其外形數據，並以記錄所觀察到的玻璃粉球數量，藉由稻子矽酸體與玻璃粉球數量的比例推算1 g陶砂土中的稻子矽酸體總數量。

2. 材料

本研究使用之陶片為採集自大坌坑遺址之大坌坑文化陶片，文化屬性的主要判斷基準為陶片表面的粗繩紋、口頸部的突起或是器形其他特徵。相關記錄如表4。

3. 結果

表5為10件大坌坑陶片樣本分成30份玻片(每件3片)後的分析結果。表中的「玻片編號」為流水號，同一主要編號(橫線前)代表出自同一件陶片樣本，橫線後的數字則為玻片編號，每一陶片樣本有三個玻片號。「測量數據」分縱長、橫寬、頭長與腳長等4個測量值，單位為μm，「玻璃粉球數目」為觀測中所發現的玻璃粉球數量。「1 g土中的矽酸體數」乃根據觀測所得之矽酸體數量與玻璃粉球數量的比例計算而來，公式為300000×矽酸體數量/玻璃粉球數量。

臺灣大學學術期刊資料庫

表4　大坌坑遺址採集陶片記錄

編號	部位	顏色	重量(g)	特徵描述	取得方式
TPK001	口緣	赤褐色	17.5	帶突脊、夾細砂	採集
TPK002	口緣	淡橙色	19.3	帶突缽口、近泥質	採集
TPK003	口緣	灰橙色	25.3	微帶脊、帶繩紋、夾細砂	採集
TPK004	折肩	赤褐色	14.2	帶繩紋、夾細砂	採集
TPK005	圈足	赤褐色	127.2	足部帶穿、夾細砂	採集
TPK006	腹片	褐色	12.6	頸部以下帶繩紋、夾細砂	採集
TPK007	腹片	赤褐色	13.2	繩紋、夾細砂	採集
TPK008	腹片	橙色	36.9	繩紋、夾細砂	採集
TPK009	口緣	赤褐色	62.2	唇緣飾點紋、頸帶突脊、頸下飾繩紋	採集
TPK010	圈足	淡橙色	155	足部帶穿、器表飾弦紋3條、帶繩紋、夾細砂	採集



圖5　大坌坑陶片(由左至右，上排：001,002,003,004；中排：006,007,008,010；下排：005,009)

4. 觀察與計測：

(1) 稻子矽酸體的有無：表5顯示此次採集的10件大坌坑文化陶片中，在一定的觀察次數下確認有5件含有稻子矽酸體(編號為TPK001，TPK002，TPK003，TPK006，TPK008)，其他5件在同樣的觀察次數內則未發現，整體上已可確認含有稻子矽酸

臺灣大學學術期刊資料庫

表5　大坌坑遺址大坌坑文化陶片之稻子矽酸體分析

玻片編號	矽酸體編號	縱長	橫寬	頭長	腳長	玻璃粉球數目	1 g 土中的矽酸體數	橫縱比	腳頭比
TPK001-1						67			
TPK001-2	1	31	34	14	17	67	3000	1.10	1.21
TPK001-3	1	35	37	13	22	66		1.06	1.69
TPK002-1						109			
TPK002-2	1	37	36	15	25	94		0.97	1.67
TPK002-3	1	38	31	13	25	85	2083	0.82	1.92
TPK003-1	1	33	33	16	17	180		1.00	1.06
TPK003-2	1	43	40	21	22	163	1049	0.93	1.05
TPK003-3						229			
TPK004-1						44			
TPK004-2						63	0		
TPK004-3						88			
TPK005-1						42			
TPK005-2						37	0		
TPK005-3						62			
TPK006-1						124			
TPK006-2						111	769		
TPK006-3	1	48	50	22	26	155		1.04	1.18
TPK007-1						49			
TPK007-2						142	0		
TPK007-3						119			
TPK008-1	1	41	33	16	25			0.80	1.56
TPK008-1	2	48	37	16	32	270		0.77	2.00
TPK008-1	3	45	40	15	30		1422	0.89	2.00
TPK008-2						191			
TPK008-3						172			
TPK009-1						224			
TPK009-2						185	0		
TPK009-3						136			
TPK010-1						136			
TPK010-2						176	0		
TPK010-3						88			

大坌坑陶片	平均	最大值	最小值
縱長	39.90	48	31
橫寬	37.10	50	31
頭長	16.10	22	13
腳長	24.10	32	17
橫縱比	0.94	1.10	0.77
腳頭比	1.54	2.00	1.05

臺灣大學學術期刊資料庫

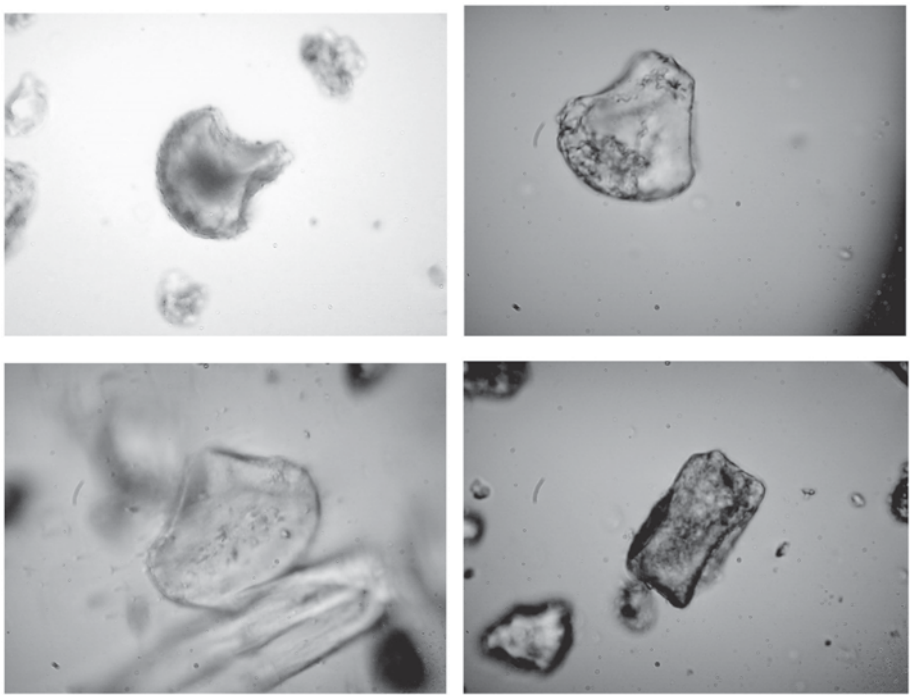


圖6　大坌坑遺址採集陶片的稻子矽酸體(正面、側面與頭部)

體。此外要附加說明的是，雖然表5顯示部分陶片樣本未有矽酸體記錄，但此乃就一定的觀察次數下所示之結果，事實上，適當增加觀察次數後，在多數陶片上(如TPK009，TPK010)亦發現稻子矽酸體，由此更加確認此批陶片含有稻米矽酸體的現象。

(2) 稻子矽酸體的數量：計算所觀測到的矽酸體與玻璃粉球的個數，藉由其比例算出陶片樣本1g中所含的矽酸體數量。舉例如TPK001的三份標本中，共觀測到2 (0+1+1)件矽酸體，200 (67+67+66)件玻璃粉球，因在1g土壤中實有300,000件玻璃粉球，所以將(300,000 × 2) ÷ 200＝3000，此即為1g土壤中可能有的矽酸體件數。所有結果以TPK001最多，高達3000件/g。其次由數百到2千件左右。此外，上述的TPK009與TPK010可視為稻子矽酸體含量更少的樣本。

(3) 稻子矽酸體的大小：可測得型態大小之稻子矽酸體樣本共10件，平均縱長約40 μm，平均橫寬約37 μm，與一般所認知的大小相當。而且整體雖有變異，但多數亦在一定的集中範圍內。合計所有橫縱比之平均為0.94，顯示一般呈上下縱身較長，橫幅稍窄的型態。

(4) 稻子矽酸體的腳頭比例：可測得腳長與頭長之稻子矽酸體樣本共10件，所有腳長

臺灣大學學術期刊資料庫

與頭長的比值平均後為1.54，但要注意樣本中的變異較大，某些已達2。

(5) 稻子的種類：扇型系酸體的頭頂表面多數僅有雜亂的細微痕跡，或是呈現光滑狀，少見屬於栽培稻的龜殼式凹陷特徵，因此判定上近於野生稻。

5. 綜合說明：

本研究所採集的陶片雖非出自地層，但多具相當充分的特徵說明其屬大坌坑文化，其中除了部份表面飾有繩紋外，如TPK001、TPK002與TPK009帶有明顯突脊，亦是大坌坑文化最重要的特徵之一。至於TPK005與TPK010為帶穿的圈足，此項特徵原本同時存在於繩紋陶文化與圓山文化(黃士強1989)，但從其粗厚的形制與顏色，且TPK010尚帶有繩紋，故在此仍判斷其所屬為大坌坑文化。另外，亦可選擇較嚴謹的角度將TPK005與TPK010除外觀察，但最後結果似乎無大影響。

觀察存在於這些陶片中的扇型矽酸體，全部未帶突刺，頭頂或帶細紋，確認為稻類植物所有，再視矽酸體的外型特徵，頭頂不完全光滑或帶細紋，顯然接近於目前所認知的野生稻。從數量比例看來，本次所得數據多在每1 g土中含有1、2千件左右，明顯不及古代稻田的程度，但仍說明有一定的密度。這種密度到底代表何種意義？一般野生稻常出現於沼澤濕地，並與其他植物共生，所以密度應較人工稻田為低，但這又需視地區而有變異。於現階段，筆者只能比較於一般認定「1 g土壤有5000件矽酸體為古代稻田」的標準，初步推測本次所發現者可能非純粹自然的野生。若此，由於在種類上也不是現在一般認知的人工栽培品種，其所展現的意義頗值得玩味。[註1]

植物品種與人工栽培行為應無絕對的關係，即品種上屬於「野生」並不一定和文化上的「人工栽培」相矛盾，尤其現代的栽培稻是經過長期選種繁殖的結果，不能以其特徵為標準來斷定過去的稻子是為"野生"或"栽培"，所謂"栽培"的意義應在於行為，集中多量的稻米矽酸體即是這種行為的直接結果，至於品種上是否與今日栽培稻相同並不影響這種判斷。正如胡兆華(2003)所再三強調，初始的栽培稻米含有大量的變異特質，在型態上並不容易區分。

另由於近年多認為野生稻也有偏秈或偏粳之分，故可再進一步討論其品種。過去認為東亞秈稻與粳稻的矽酸體判斷基準為：頭長大於腳長者屬秈稻之可能性較高，腳長大於頭長者屬粳稻的可能性較高，數值化後即以腳長與頭長的比例值為＞1 (粳稻)或＜1 (秈稻)做判斷(藤原宏志1978；王永吉、呂遠厚1993：73-75)。本次以兩種栽培稻實驗之結果亦呈現類似趨勢。再計測大坌坑陶片稻子矽酸體之頭長與腳長比例平均值為1.54，在比較上，近於粳稻，遠於秈稻。但此數值明顯偏高，或許代表早期野生稻的特色，希望未來有其他資料足以比對與證實。

關於亞種的判定問題，另一種分析方法是佐藤洋一郎等人(1990)以96種亞洲稻為材料，一面從生理與型態特徵確認其品種，另一面測量分析其矽酸體的型態，結果提

臺灣大學學術期刊資料庫

出以判別式(0.049 (腳長＋頭長)－0.019橫寬＋0.197側厚－4.792 (頭長/腳長)－2.614)檢驗，可達90%以上的可信度。後來又有王才林等人(1996)重擬判別式為(0.49縱長－0.30橫寬＋0.14側厚－3.82 (頭長/腳長－8.96))，亦稱對個體有80~90%的可信度。但這些成果目前尚未見有普遍的肯定或較大規模的運用，未來的評價仍有待觀察。本研究認為即使在同一植物體內之矽酸體亦涵蓋某種程度的變異，故與其過度重視個體測量，不如以多量樣本的統計數值為判斷。

最後要注意的是：因為陶土有可能來自他處，所以從陶片的分析結果只能證實在大坌坑文化的時代或更早，鄰近地區或當地環境已有稻米植物的存在，甚至或有某種的利用，而非大坌坑文化本身即有如此現象，兩者的意義有別。惟據目前所知，大坌坑文化已是台灣新石器時代最早的一層文化，當時並沒有存在其他新石器時代文化，除非舊石器時代的長濱文化亦有稻米利用(目前並無考古證據發現)，或者大坌坑文化的陶片來自島外的製造(此點可能性亦低)，否則此現象便屬島上的大坌坑文化所有。

6. 檢討

(1) 觀察每件陶片所測出的「1 g陶土中的矽酸體個數」，有若干數量較多者如TPK 001，是否背後具某種特別原因(例如以稻草為摻和料，造成矽酸體的比例較高)，目前並不得而知。但是，因為史前人類取用的陶土並非一定來自同一地層，即同1件陶片經常混含著不同地層的陶土，所以將陶片內的矽酸體計量的意義仍待討論，一般研究者也較少對陶片中的矽酸體進行計量。而本研究的計量目的僅能確認當時的稻作發展，不能直接引用該數據做為計算同時代稻作的資料。

(2) 除稻子外，竹類、芒草與蘆葦亦有呈扇狀的矽酸體，皆可能造成辨認上的混淆，故亦不能完全排除本次所舉的矽酸體中含有其他非稻類植物的可能。然而這些唯有靠本地研究不斷的嚐試與經驗累積，方有可能減低此錯誤。

(3) 因為矽酸體的外型趨於扁平，在自然狀態下多僅能觀察到較寬平的正、反兩面，難以清楚觀察其他面向，故過去所發表的矽酸體資料亦多為寬面，缺少如頭頂部、腳底部或側面厚度等。或有提及可用尖狀物輕敲玻片，或輕磨蓋玻片使其轉向，本研究經驗則認為適當將膠水稀釋，滴於樣本上，藉由震動水波，便可使樣本輕易轉向，利用此法可由肉眼直接觀察其各面型態。未來以此繪製立體圖像，甚至較電子顯微鏡的掃描效果為佳。

(3) 長程而言，建立一個完整的植物矽酸體資料庫有其必要，但是不僅自然界中的植物種類繁多，就連禾本科本身亦約有萬種，而且同種植物於不同生態區位也有不同的矽酸體，甚至同株植物之中亦有各種型態的矽酸體，建立資料庫的工作非常繁複。因此站在考古學的角度而言，選擇某些特定與人類直接相關的植物，在東亞地區如稻、麥、小米等，做深入的探討，對於研究將較有成效。

臺灣大學學術期刊資料庫

(4) 矽酸體分析方法主要根據形狀辨識，故考古學者亦能自行為之，其優點是可以配合熟知的考古學資料解決問題。例如常見以遺址土壤或陶片進行分析，尤其是陶片來自陶土，陶土又多取自河川附近的堆積，無論就地理性(近水源)而言，或是河川堆積的觀點，都容易含有栽培植物的矽酸體。其他如從石鐮、石刀、石杵臼等農具，或是墓葬人骨與牙縫間材料亦可進行矽酸體分析(Puech et al., 2001)。值得注意的是，1960年代即有從矽酸體中分離出微量的碳以進行碳十四測年，如能廣泛的運用對於考古學研究將有極大的幫助(王永吉、呂厚遠1993：151)。

(5) 比較史前與現生植物中的矽酸體，可以發現前者的形狀不如後者完整，且常帶有損傷，一個原因是因為矽酸體在埋藏過程中受到風化磨損的緣故，因此也有以矽酸體風化程度推測其埋藏年代的研究例(加藤芳朗等1986)。而本次從陶片所觀察到之樣本的受損程度更為嚴重，可以理解這是因為人類在製作陶器過程中的種種動作(如搓揉陶土)，對矽酸體所造成的損傷。此外，不能排除實驗過程(如分解陶土)也易破壞矽酸體的完整性，這些都使得辨識上較為困難。

四、從分析結果談論其意義

如前文所述，南關里等遺址的新發現，配合大坌坑文化的陶片出現了多量稻子矽酸體的現象，逐漸證實該文化對稻米利用的可能性。關於此發現，以下再從兩方面做進一步的討論，一是大坌坑文化本身的農業問題，另一個是對其亞種問題的討論：

(一) 大坌坑文化與農業問題

1960年代大坌坑遺址的發掘，開始對它以繩紋陶為主的內涵有初步的認識(劉斌雄1963)。但是對於其年代與分布則待後來資料的補充，如根據高雄鳳鼻頭遺址(Chang 1969)與台南八甲村遺址(黃士強1970)才將這個文化的分布確認至台灣南部，並經由八甲村採集的貝殼所做的C14分析，將年代推估至距今6000年前左右。後來在台灣各地或有粗繩紋陶之出現，雖不一定立刻被稱為大坌坑文化，但也常以大坌坑文化要素稱之，表明其與大坌坑文化存在一定的關係，從而大坌坑文化也成為廣布於台灣海岸平原各地的一個新石器時代早期文化。除了本島以外，臧振華(1989)根據在澎湖群島所發掘的菓葉等繩紋陶遺址，將大坌坑文化晚期命名為菓葉期，推測源自台灣的西南海岸。張光直則根據林朝棨在金門富國墩遺址的調查結果，加上大陸東南沿海的若干發現，企圖將大坌坑文化推進大陸東南沿海地區，並與古代南島語族拉上關係(Chang 1986)。由於大坌坑文化是目前所知本地域間最古老的新石器時代文化，又對

臺灣大學學術期刊資料庫

地域文化的傳播與接觸具關鍵性角色，因此屬文化內涵中重要一環的「生業型態」自然備受重視，只是受限於資料，可看到的討論不多。

目前對於大坌坑文化的農業探討主要見於張光直，總觀其意見的脈絡可以從兩方面言之，一個是遺址本身所透露出的直接資料訊息，另一個是從文化史的觀點，當然這兩個觀點彼此間有一定的相關性。

早期所能根據的直接資料較為有限，如在八里大坌坑遺址的最初發掘中並未記載從繩紋陶文化層出土的石器。後來，於張光直(1987a：181-182)的綜合性說明中提到：「石器的種類較少，已知的主要類型有部分磨製的中小型石鋤、磨製的小型石斧和石錛，……周緣有打琢痕跡的圓形礫石，……槌製樹皮布的石棒」，他認為上述的石鋤與陶器可做為農業的證據，而繩紋、網墜(上述的周緣有打琢痕跡的圓形礫石)、樹皮布打棒則為利用植物纖維的證據。

事實上，這種看法有很大的一部分是結合整個區域文化史的觀點而來，如張光直(1986：27-28)曾大力引介美國地理學家索爾(Carl. O. Sauer)的學說，認為包含華南在內的東南亞最早的植物栽培者是住在海邊近河口處的漁民，由於環境資源豐富，過著定居穩定的生活，進而才從對植物的深化認識中，以各種方式利用植物，屬最早栽培的植物包含主要為芋、薯類的根莖類作物，當時可能只是各種生業活動(如採集、漁獵)中的一個補充，人們在住居附近開闢小規模農園，或稱為園圃式農業(garden agriculture)。張光直接著在「中國東南海岸的富裕的食物採集文化」(1987b)一文中，便是以大坌坑文化的資料來檢驗與支持索爾的說法。反之也以索爾的假設，結合大坌坑的資料，提出對大坌坑文化生業型態的推測。

除此，如學界所熟知，張光直曾經認為大坌坑文化與紅色細繩紋陶文化為兩個不同來源的文化，後來將前者視為與古代南島語族相關，推測起源在東亞大陸的南方，相對上，將紅色細繩紋陶或南部地區的灰黑陶層視為與龍山形成期密切相關，即來源上與大陸之黃河、長江流域古文化較為有關，這個架構可能多少也影響了他對大坌坑農業的看法。即因為兩個文化的來源所屬不同，所以對應的農業型態可能也有所不同，對應於偏北地理區的紅色細繩紋陶文化或灰黑陶層屬於穀類栽培，而且事實上這些文化的相關遺址確實也出土很多穀類作物的直接證據。而對應於偏南地理區的大坌坑文化便屬於該地區常見的根栽，這幾乎也是一般的認知。

總之，過去在缺乏確定資料的前提下，只能依據生態與文化史的角度做一種最合理的推測，故大坌坑文化的農業為根莖作物栽培的結論也被絕對多數的台灣考古學者所接受。如使用「原始根栽農業文化」做為該階段的農業生業標誌，並以之區別於下一階段的「穀類農業」(臧振華1995)。

上述看法直到最近於南部科學園區的發掘才受到挑戰，如前所引述，屬於菓葉期

臺灣大學學術期刊資料庫

的遺址出土數量頗多的稻米與小米，確定了當時已有穀類作物的栽培，這個發現證實了南部地區在大坌坑文化晚期已有了穀類作物(臧振華等2006)，接踵而來當然要問，北部地區是否相同？大坌坑文化早期的情形又是如何？本研究選擇北部大坌坑文化的陶片為對象，一部分亦是基於這個緣由而來。

經過本次以矽酸體的分析方法發現，大坌坑文化的陶片中含有若干野生稻的矽酸體，當然此現象不能直接連結「大坌坑文化食用野生稻」，因為陶土有可能來自他處，其與陶片所屬人群的關係尚需要重重的證據，而且在利用的方式上亦有多種可能。故目前以做如下較保守的推測為宜：

北部大坌坑文化的時代若非已有稻米作物的栽培，也是處在一個生長有野生稻的環境，對於稻子的利用極為可能。這個結果不一定推翻「園圃式農業」或是「根莖作物栽培」為主的過去看法，僅可能是提示了當時的多樣性植物利用，未來在生業研究上如何進一步了解其實質利用型態，或在地域文化史研究上如何重新調整大坌坑文化的位置，才是問題的核心。

(二) 稻米亞種的問題

稻在分類學上屬於禾本目(Poales)，禾本科(Poaceae)，目前在稻屬(*Oryza*)之下約有20個野生種，以及非洲稻(*Oryza glaberrima*)與亞洲稻(*Oryza sativa*)等2種栽培稻。其中，以亞洲稻的栽培分布最廣。

1928年，日本的農學者－加藤茂苞(1928)率先將亞洲稻分為印度型(indica)與日本型(japonica)，當時做此分類的標準原包含一些生理上的判斷，但是因為一般上前者的稻穀較為細長，後者的稻穀較呈短圓，由於這個現象易於理解、方法簡單，此便成為長期以來的辨識原則。甚至後來多數的中國學者都直接把中國的秈稻(稻穀細長)對應於印度型，粳稻對應於日本型，雖然這種方法在專業上仍有眾多的質疑。

到了1950年代以後，岡彥一以生物上的幾個性質為基準，重新對稻做分類，結果發現其中以兩類最多，分別稱之為大陸型與島型。有趣的是岡彥一在60年代初分別對大陸型與島型改稱為印度型與日本型，本來岡彥一和加藤茂苞的分類基準皆不同，所以兩人分別所指的印度型(大陸型)與日本型(島型)的概念也不一樣，但岡氏可能基於知識普遍化的考量，造成如此結果。岡彥一(1958)同時注意到在日本型之中尚可區分為2類，一個稱為熱帶日本型，主要分布在菲律賓、印尼等南方島嶼；另一個稱為溫帶日本型，主要分布在日本、中國與韓國等地。對稻米品種來源有深入研究的張德慈(Chang 1976)亦曾有類似的結論，他舉出在日本型、印度型之外，尚存在著爪哇型(javanica)，此之所謂大概即對應於上述的熱帶日本型。無論如何，熱帶日本型和溫帶

臺灣大學學術期刊資料庫

日本型在DNA的認識上有明顯較相近之處，從此觀點而言，僅分為印度型與日本型的二分法似乎較為妥當(佐藤洋一郎1996)。

至於兩個品種之間的關係問題，學界間已有相當多的討論，本文不再多做引述。大致而言，有所謂一元論與二元論的分歧看法，一元論者認為由野生稻先演變成印度型，再轉變為日本型(代表人物如丁穎)，或兩個品種皆是同種野生稻在人工栽培化的過程中所分化產生(代表人物如岡彥一)；二元論者認為兩個品種來自不同的野生稻祖先(代表人物如E. Second、寺地徹、佐藤洋一郎、陳文炳)，此類看法主要來自晚近發展的DNA研究，結果發現在某些野生稻中即含有印度型的特質，某些則帶有日本型的特質，所以栽培稻中的印度型與日本型特徵是早在野生稻中便存在的。由於不斷有加強證據出現，這種看法在目前已逐漸成為主流。

既然野生稻中已存在著秈(印度型)、粳(日本型)分化，那麼便能藉著台灣史前各地所出土的稻種去追溯它們不同的來源，但前提是必須對台灣史前的稻子做亞種的鑑定。

在野生稻方面，早期認為屬於偏秈型，但這多是基於一元論的說法，因為一元論強調野生稻先轉變為秈型，再轉變為粳稻。王象坤檢驗中國92種普通野生稻後，認為粳型與偏粳型佔57.6%，主要分布在江西、湖南或廣西部分地區，秈型與偏秈型佔17.47%，主要分布在緯度較低的廣西、廣東與海南(王象坤1994)。如此一來，就看台灣野生稻品種與何種類似，便間接可說台灣野生稻的屬性。根據鈴木重良(1935)的觀察，台灣野生稻與廣東地區品種極為類似，故屬偏秈品種的可能性較高。

但另一方面，日本一般觀點認為台灣野生稻是屬於偏粳型態。支持這種說法的潛在背景還和整個日本稻作的來源學說有關。日本本土無野生稻，一般知道日本的稻作都屬粳稻，而且水田技術主要是來自彌生時代(約2300年前)東亞大陸的傳播，但是後來發現其實在彌生時代以前的繩紋時代就有某種形式的稻作，於是一種潛在的可能便是這種稻作是屬燒耕型態的陸稻(熱帶日本型)，來源為日本南方之琉球列島等地，著名如柳田國男之「海上之道」，或佐佐木高明所支持的「照葉樹林文化」都以此為重要學說支柱(陳有貝2000；2002)。台灣位在琉球列島之南鄰，自然被歸納為偏粳的熱帶日本型分布區。

總之，目前對於台灣野生稻屬偏秈或偏粳性質，都是從週邊地區的資料加以推測，因此需要從自體本身做品種鑑定。但是要注意，若以現今的野生稻為材料，因為野生稻在自然狀況下亦可與栽培稻雜交，從而產生不同於早期野生稻的特徵，故仍有必要直接以史前出土材料為分析對象。以本次研究而言，即採用了台灣野生稻自體，以及大坌坑遺址所出土的材料為對象，故其結果應該有一定的可信度。當然，未來對於現生野生稻，以及若在遺址中出現判定為「野生稻」的生態遺留，亦有必要藉助

臺灣大學學術期刊資料庫

DNA分析，以再次確認其品種。

除本研究認為台灣早期稻以偏粳性質為主外，另有屬於大坌坑文化晚期的南關里東遺址的稻米疑為粳稻(臧振華等2006：120)，屬牛稠子文化的右先方遺址的稻米比較偏粳，屬番仔園文化的惠來遺址則偏秈粳中間型和粳稻(王映皓等2006)。屬芝山岩文化的芝山岩遺址稻米亦近於粳稻(黃士強1984：55)，屬墾丁史前文化相的墾丁遺址的陶片稻痕被鑑定為秈稻(李光周等1985：116)。屬營埔文化的營埔遺址的稻痕被鑑定為秈稻(宋文薰1980：128-129)。綜合看來，早期以偏粳較多，是否與台灣野生稻亦為粳稻的現象有關？但在新石器時代中期以後出現的秈稻是如何產生的？是稻子對環境適應所呈現出的生態性，還是與文化的問題相關，仍有待資料與討論。

任茹等人(1997)將台灣的稻作階段分成野生稻時期、南島語族陸稻發展期、荷蘭人海外引進稻種期、日本人引進粳稻期、光復後粳秈稻並重期等六個階段，確切反映了台灣多變的歷史中與稻作的對應關係，但這種根據時間序列的分類也容易造成對同時代複雜性的忽略，台灣多樣的史前文化中可能還對應著多樣的稻作型態。

五、結論與檢討

農業被看做是人類文化演變過程中的一個重要指標。世界上很多地區，因為這種生業型態的改變導致生活上的全面性變革，所以農業亦被視為人類文化發展中的一場革命。

農業問題的研究對於認識台灣史前史有一定的重要性，但一般而言，台灣考古學中對於這類問題的研究並不多見。早期可能因為所發現遺址多為已有陶片的新石器時代遺址，一方面視農業為必然之物，另外則多參考所見原住民的現生資料，僅能從相關器物的發現做零星的農業提示，至於對特定的農業內容較少探討，例如：鳥居龍藏(1900)根據阿里山原住民的農具傳說，將採集的打製石斧復原為帶柄農具。以此方式所做的農業推測方式也見於伊能嘉矩(1907)，但嚴格說來，這只是一種猜測，較少科學研究的成分。後來，對於器物功能的更加認識，才開始較有根據的探討農業，如鹿野忠雄(1946)對石斧(石鋤)的分類分析，或是金關丈夫、國分直一(1947)對靴形石斧，石璋如(1950)對有肩石斧，以及國分直一(1959)對石刀的研究等，大致由此奠定下從農具探討農業的基礎。

另一類為從自然科學的角度提供農業相關研究的資料，如塚田松雄在日月潭做的花粉分析，根據植物林相的改變推測人類的農業活動，這個結果屢屢被考古學者所引用(如Chang1969；宋文薰、連照美1971)。其後又見針對史前遺址本身出土所做的花粉分析，補充了塚田氏之立論(黃增泉、臧振華1972)。

臺灣大學學術期刊資料庫

遺址中若出土農業作物相關遺留更能做為直接的證據，如前文所提的營埔遺址、墾丁遺址(印痕)、芝山岩遺址等。近年來，在台灣考古發掘常使用漂浮法、篩選法之後，這些資料大幅增加，如北部十三行遺址、淇武蘭遺址、中部的惠來遺址，以及在南部科學園區內一連串的發掘皆已獲得大量的資料。

總之，配合考古學的發展，台灣對史前農業研究亦有一定的成長，但正如張光直(1989)所提，「在一個文化中對植物的熟悉和使用並不是這個文化有農業的證明……不能只憑自陶器紋飾上所做的推斷，而必須採取精細的科學技術獲取有關農業、狩獵、打魚與採貝的直接資料。現代的科學技術在這方面的使用是當務之急。」考古學界採用矽酸體分析與應用之意義於此可見。

本文以大坌坑遺址所採集的大坌坑文化陶片進行植物矽酸體的分析，在10件樣本陶片中，共有7件陶片含有成熟稻葉所常見的扇型矽酸體，其中5件更含有較高的比例，顯示當時所居地區已有稻子分布。再從矽酸體型態上判斷，雖品種類似於野生稻，但屬於文化面的人類農業行為不一定要對應著栽培稻，在稻業發展初期亦可能對野生稻做直接利用，所以當時的稻米農業亦有可能存在。另根據對矽酸體形狀的計測結果，品種上偏於粳稻，遠於秈稻，這個結果正與台灣野生稻的偏粳性質相同，兩者或許有關。

大坌坑文化的農業是一個綜合性的研究問題，牽涉的範圍至少包含文化發展與生業技術兩部分，例如這個農業技術從何而來？是來自其他地域的文化傳播，還是當地人類對環境熟悉利用的結果？當時這種新技術的型態為何？又如何適應於新的地區(台灣)？種種問題都是未來研究的重點。

本文所使用的植物矽酸體研究在國內尚屬少見，在國外應用於考古學則有數十年以上的歷史，除了古環境的研究外，對於與人類生活有關如經濟與糧食的作物研究亦多有成果，尤其因為稻米是東亞地區人類最重要的糧食來源，因此本地區有較多與稻相關的研究，主要成果如從陶片或地層中抽離出矽酸體，進行型態觀測或計量，前者以判別種類；後者用來推測原有的作物數量。可以預見未來將有相當大的發展空間。

註1：關於「每g土壤有5000件矽酸體以上為稻田密度」是目前中國與日本的考古經驗，雖從未提出任何直接證據，但在實際發掘中，以這種標準的確發現不少古代稻田遺跡，所以又成為現階段的某種共識(鄭飛雲等2002：107；宇田津徹朗2003：142)。本文僅以此標準，推測大坌坑時代的野生稻可能有相當的密度。

誌　　謝

筆者於2006年初，曾偕同就讀於九州大學博士班的邱鴻霖先生，前往日本宮崎大

臺灣大學學術期刊資料庫

學了解有關日本矽酸體分析之研究現狀，得到宇田津徹朗的大力協助，並解答了相關的疑問。筆者回台後持續進行實驗分析，過程得到台大人類學研究所畢業之潘瑋玲、李作婷，以及詹佩詠、尹意智、彭佳鴻等助理協助完成。實驗所用之稻子材料乃分別來自台大農藝系黃文達博士，以及行政院農業委員會苗栗區農業改良場張素貞博士的協助，並獲得相關知識。故謹借用本文一角，向以上諸位表達內心最大的謝意。

引用書目

石璋如

1950 〈台灣有肩石斧與有段石斧的經濟階段〉，《台灣文化》6(2): 11-12。

王才林、宇田津徹朗、藤原宏志、鄭雲飛

1996 〈イネの機動細胞珪酸体形状における主成分分析およびその亜種判別への応用〉，《考古学と自然科学》34: 53-71 。

王永吉、呂厚遠

1993 《植物硅酸體研究及應用-國家自然科學基金資助項目》。北京：海洋出版社。

1994 〈植物硅酸體的分析方法〉，《植物學報》36(10): 797-804。

王映皓、朱正宜、李匡悌、臧振華、屈慧麗、何傳坤、邢禹依、謝兆樞

2006 〈台灣出土古稻的初步研究〉，收錄於《九十四年台灣考古工作會報報告集》，頁18・1-18・11，台東：國立台灣史前文化博物館。

王象坤

1994 〈中國普通野生稻(Oryza rufipogon Griff.)研究中幾個重要問題的初步討論〉，《農業考古》1994(1): 48-51。

甲元真之

2001 《中國新石器時代の生業と文化》。福岡：中國書店。

加藤茂苞，小坂博，原史六

1928 〈雑種植物の結実度より見たる稲品種の類縁に就いて〉，《九州大学農学部芸雑誌》3: 132-147。

加藤芳朗、佐瀬隆、井茂雄、金澤信夫、小元久仁夫

1986 〈累積火山灰断面腐植層中の植物珪酸体による年代推定法(2)風化度からの推定〉，《第四紀研究》25(2): 105-112。

伊能嘉矩

1907 〈台灣土番に傳ふる石器に就きての口碑〉，《東京人類學會雜誌》252:

臺灣大學學術期刊資料庫

240-245。

宇田津徹朗

2003 〈プラント・オパール〉，收錄於《環境考古學マニュアル》，松井章編，頁138-146。東京：同成社。

2004 《繩文時代における稻作傳播ルートに關する實証的研究》平成12年度～平成15年度科學研究費補助金　研究成果報告書。

2005 〈石垣島における稻作の起源を追って－プラント・オパール分析法を用いた檢討〉，《石垣市史のひろば》28: 24-34。

宇田津徹朗、湯陵華、王才林、鄭雲飛、佐佐木章、柳沢一男、藤原宏志

2002 〈中國、草鞋山遺跡における古代水田址調查(第3報)－廣域ボーリング調查による水田遺構分布の推定〉，《考古學と自然科學》43: 51-66。

宋文薰

1980 〈由考古學看台灣〉，收錄於《中國的台灣》，頁93-220。台北：中央文物供應社。

宋文薰、連照美

1971 〈台灣西海岸中部地區的文化層序〉，《國立台灣大學考古人類學刊》37/38: 85-100。

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，國立台灣大學人類學系執行。

杉山真二

2000 〈植物珪酸體(プラント・オパール)〉，收錄於《考古學と植物學》，頁189-213。東京：同成社。

佐藤洋一郎

1996 《DNAが語る稻作文明－起源と展開》。東京：日本放送出版協會。

佐藤洋一郎、藤原宏志、宇田津徹朗

1990 〈イネのindicaおよびjaponicaの機動細胞にみられるケイ酸体の形状および密度の差異〉，《育種》40: 495-504。

金關丈夫、國分直一

1947 《台灣先史靴形石器考》，人文學論叢第1輯。台北。

近藤錬三

1983 〈植物珪酸體(プラント・オパール)分析農學理學應用〉，《十勝農學談話會誌》24: 66-83。

臺灣大學學術期刊資料庫

近藤錬三、佐瀨隆
1986 〈植物珪酸體-その特性と應用〉，《第四紀研究》25(1): 31-63。
姜欽華
1994 〈應用植硅石分析鑑定我國史前的稻作農業〉，《農業考古》1994(1): 85-88。
胡兆華
2003 《人類發展的過去現在及未來－農耕、文化、生態》。台北：晨星出版。
徐子富、屈慧麗、何傳坤、朱正宜、李匡悌、臧振華、謝兆樞、邢禹依
2006 〈淺談考古學上植物遺留的研究方法〉，收錄於《九十四年台灣考古工作會報報告集》，頁17・1-17・7。台東：國立台灣史前文化博物館。
鳥居龍藏
1900 〈新高山地方に於ける過去及び現在の住民〉，《東京人類學會雜誌》170: 303-308。
國分直一
1959 〈台灣先史時代の石刀〉，《民族學研究》23(4): 1-38。
陳有貝
2000 〈照葉樹林文化理論－史前兩岸文化傳播研究的另一個線索〉，《田野考古》7(1/2): 1-17。
2002 〈琉球列島與台灣史前關係研究〉，《國立台灣大學考古人類學刊》58: 1-35。
鹿野忠雄
1952 《東南亞細亞民族學先史學研究II》。東京：矢島書房。
黃士強
1970 〈台南縣歸仁鄉八甲村遺址調查〉，《國立台灣大學考古人類學刊》35/36: 62-68。
1984 《台北芝山岩遺址發掘報告》。台北：台北市文獻委員會。
1989 〈台北市圓山遺址第二地點試掘報告〉，《國立台灣大學考古人類學刊》45: 20-65。
黃增泉、臧振華
1972 〈台灣之古生態研究(六)－台灣中部十八張、大邱園、牛罵頭、草鞋墩等史前遺址的孢粉分析〉，《國立台灣大學考古人類學刊》39/40: 91-115。
張光直
1986 《考古學專題六講》。北京：文物出版社。

臺灣大學學術期刊資料庫

1987a 〈中國東南海岸考古與南島語族起源問題〉，原載於《南方民族與考古》1987(1)，本文錄自1995《中國考古學論文集》，頁171-188。台北：聯經。

1987b 〈中國東南海岸的「富裕的食物採集文化」〉，原載於《上海博物集刊》1987(4)，本文錄自1995《中國考古學論文集》，頁157-188。台北：聯經。

1989 〈新石器時代的台灣海峽〉，原載於《考古》6，本文錄自1995《中國考古學論文集》》，頁189-206。台北：聯經。

鈴木重良

1935 〈台灣に於ける稻の自生品に就いて〉，《日本學術協會報告》10(1): 161-165。

趙志軍

2000 〈吊桶環遺址稻屬植硅石研究〉，《農業考古》2000(3): 68-69。

鄭飛雲、蔣樂平、松井章、宇田津徹朗、藤原宏志

2002 〈從樓家橋遺址的硅酸體看新石器時代水道的系統演化〉，《農業考古》2002(1): 104-114。

蔡國海

1999 〈台灣野生稻〉，《中華民國作物種原簡訊》4(1)。

劉斌雄

1963 〈台北八里坌史前遺址之發掘〉，《台北文獻》3: 52-64。

臧振華

1989 〈試論台灣史前史上的三個重要問題〉，《國立台灣大學考古人類學刊》45: 85-106。

1995 《台灣考古》。台北：行政院文化建設委員會。

臧振華、李匡悌、朱正宜

2006 《先民履跡》。台南：台南縣政府 。

藤原宏志

1976 〈プラント・オパール分析法の基礎的研究(1)－數種イネ科栽培植物の珪酸体標本と定量分析法－〉，《考古學自然科學》9: 15-29。

1978 〈プラント・オパール分析法基礎的研究(2)－イネ(*Oryza*)屬植物における機動細胞珪酸體形狀－〉，《考古學自然科學》11: 9-20。

1979 〈プラント・オパール分析法の基礎的研究(3)－福岡.板付遺跡(夜臼式)水田および群馬・日高遺跡(彌生時代)水田における(*O. sativa* L)生產總量の

臺灣大學學術期刊資料庫

推定－〉，《考古學自然科學》12: 29-41。

1982 〈分析法基礎的研究(4)－熊本地方における繩文土器胎土に含まれるプラント・オパールの檢出－〉，《考古學自然科學》14: 55-65。

1998 《稻作の起源を探る》。東京：岩波新書。

藤原宏志，杉山真二

1984 〈プラント・オパール分析法の基礎的研究(5)－プラント・オパール分析による水田址の調查－〉，《考古學自然科學》17: 73-85。

藤原宏志，佐佐木章，杉山真二

1984 〈プラント・オパール分析法の基礎的研究(6)－プラント・オパール分析による畑作農耕址の檢証－〉，《考古學と自然科學》18: 111-125。

Chang, Kwang-chih

1969 *Fengpitou, Tapenkeng, and the Prehistory of Taiwan*. Yale University Publication in Anthropology, no. 73. New Haven: Yale University Press.

1986 *The Archaeology of Ancient China*. Fourth edition. New Haven: Yale University Press.

Chang, T. T.

1976 *Paleogeographic origin of the wield taxa in the genus Oryza and their genomic relationship*. Int. Rice Res. Newsletter2,4.

Harvey, Emma L. and Fuller, Dorian Q.

2005 Investigation crop processing using phytolith analysis: the example of rice and millet. *Journal of Archaeological Science* 32: 739-752.

Meunier, Jean Dominique and Colin, Fabrice (eds.)

2001 *Phytoliths: Applications in Earth Sciences and Human History*. Lisse: A. A. Balkema Publishers.

Mulholland, S.C. and Rapp, G, Jr,

1992 Phytolith Systematics : an Introduction, in Rapp G.Jr, and Mulholland S.C. (eds.), *Phylolith Systematics. Emerging Issues, Advance in Archaeological and Museum Science 1*, Plenum, 1-13.

Oka, H.I.

1958 Intervarietal Variation and Classification of Cultivated Rice. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 18: 79-89.

臺灣大學學術期刊資料庫

Powers, Alix H.

1992 Great Expectations: A Short Historical Reviews of European Phytolith Systematics, in Rapp G.Jr, and Mulholland S.C. (eds.), *Phylolith Systematics. Emerging Issues, Advance in Archaeological and Museum Science 1*, Plenum, 15-35.

Puech, P.F., Chevaux, J.M. and Notonier, R.

2001 A Method for Examination of Exogenus Deposits on Dental Surfaces, in Meunier, Jean Dominique and Colin, Fabrice (eds.), *Phytoliths: Applications in Earth Sciences and Human History*: 101-106, Lisse: A. A. Balkema Publishers.

Smisthon, F.

1956 Plant opal in Soil. *Nature* 176: 107.

臺灣大學學術期刊資料庫

A Research on Ta-peng-keng's Subsistence Pattern--An Analysis of Phytolith Found in Pottery

Yu-pei Chen

ABSTRACT

Plants absorb water from the soil and mineral matter in the water can accumulate in the plants' cells. These minute particles, called phytolith or opal phytolith, are not easily destroyed or faded away. Even the plants had died for a long time, phytolith can still exist in the relics. Therefore, the phytolith analysis of archaeological remains can also reveal information about the plants that had lived as the same time as early human beings. Phytolith analysis adopted in archaeology has developed promptly since the 1970s, it has achieved a lot in interpreting prehistoric plant and agriculture, especially in the research of phytolith rice of eastern Asia's agricultur.

In this study, 10 pieces of pottery selected from Ta-Peng-Keng Culture within Ta-Peng-Keng site are the subjects for the phytolith analysis. The outcome is that there is some rice phytolith found in Ta-Peng-Keng Culture's pottery, and it could be considered as wild rice. Since few evidence in earlier studies was presented to support Ta-Peng-Keng Culture's early agriculture, this result can provide significant knowledge and data for a further discussion.

Key words: Phytolith Analysis, Prehistorical Agriculture, Ta-peng-keng Culture

臺灣大學學術期刊資料庫