

台灣玉之定年

學生姓名：黃志航

就讀學校：花蓮縣私立海星高級中學

指導教授：羅清華教授

壹、前言

台灣花蓮縣豐田地區的閃玉（台灣玉），可能是全世界蘊藏量最豐富的透閃石玉礦區之一（譚立平等，1998）。台灣玉是因歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊碰撞擠壓而生成，台灣玉的形成機制、地層母岩及生成年代有其特殊性，使台灣玉具有明顯的地域性特徵。

台灣與大陸地區由於台灣海峽的分隔，在文化發展上有相當大的差異。以目前考古出土資料顯示，台灣的古玉器以新石器時代中期最為流行，經由玉器在台灣考古遺址中出土數量的比例、出土地點的分佈廣度，以及玉器在各文化中常見的儀式性地位，可知玉器在台灣地區史前文化中，佔有極為重要的地位（劉益昌，2000a；劉瑩三等，2002）。

台灣地區史前文化出土玉器，以形制奇特、數量眾多而聞名於世。數量相當龐大，目前仍有玉器不斷被發掘出土。考古學者對這些玉器製作年代，雖然已經有著較為清楚地認識，但對玉文化的傳播途徑及玉器材料的來源卻存在諸多爭議。

1931 年，日本學者宮原敦最早發現台灣南部墾丁遺址的玉器，當時的發掘簡報中記載這些玉器所用玉材，屬於台灣不出產的硬玉，他並且推論這些玉器是從中國大陸輸入進來的（宮原敦，1931）。但是 1932 年，台灣豐田荖腦山發現了台灣玉產地（邱岳，1975），後來又在花蓮縣萬榮鄉西林村的平林遺址發現可能為玉器作坊的遺址，因此卑南文化及台灣地區其他古文化玉器材料的來源，以及玉文化的傳播途徑，形成學術界爭議性的話題。

台灣地區已知的玉文化遺址，廣佈在台灣各地，這些玉文化的傳播途徑，與鄰近廣東、長江下游的河姆渡-馬家濱-崧澤-良渚文化、凌家灘文化之間的關係究竟為何？經由台灣玉生成年代的測定，並將之與台灣地區古文化遺址及大陸地區現生玉礦和蘇、浙、皖地區史前文化遺址出土玉器材料生成年代比對，可模擬出台灣玉的流通及使用範圍，並可依此推斷台灣玉產地與台灣本地古文

化遺址間及大陸史前文化遺址間的傳播交流關係。另外本研所得閃玉生成年代數據，可用以對比台灣玉與大陸地區現生玉礦的差異，據此加強玉礦生成年代的數據資料，以供日後學界研究對比之用。

貳、 研究方法與目的

不同地區生成的閃玉，會因生成年代、地層母岩以及形成機制不同而有地域性特徵。本研究運用氬氬 ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) 同位素定年法分析玉礦生成年代，並對比台灣玉和台灣地區古文化遺址出土玉器材料在生成年代上的異同；另外也將之與大陸地區現生玉礦材料及蘇、浙、皖地區史前遺址出土玉器材料之生成年代加以比對。運用玉料生成年代輔以礦物學特徵比對，以釐清台灣地區古文化所使用玉料的來源，並據此進一步推論史前鄰近各文化區之間傳播交流的情形。

參、 標本描述

本研究共採用三件標本，茲將標本狀況敘述如下：

- 一、萬榮 8.cm61：質材為透閃石玉，透光。顏色暗綠帶有些微黃色（圖片一），部份玉料因氧化鐵入侵而呈褐色，屬於透閃石玉中的碧玉品種；絕大部份有明顯的葉理，中間小部份無明顯葉理。
- 二、萬榮 ww38：質材為透閃石玉，透光。顏色暗綠帶有些微黃色（圖片二），外觀特徵與萬榮 8.cm61 標本一樣，屬於透閃石玉中的碧玉品種；具有明顯的葉理。



圖片一 萬榮 8.cm61 閃玉



圖片二 萬榮 ww38 閃玉

三、西林 S3-19:質材為透閃石玉，不透明。顏色暗綠帶有些微黃色（圖片三），亦屬透閃石玉中的碧玉品種；有明顯的葉理。



圖片三 西林 S3-19 閃玉

肆、研究方法

因為台灣玉是含鉀的礦物集合體，所以本研究以氫氫同位素定年法來偵測玉料的絕對生成年代。實驗過程可分為標本前處理以及氫氫定年兩階段。

標本前處理包含：

- 一、標本觀察及取捨標準：選取玉料新鮮未受風化的部位採取標本。
- 二、標本採取及篩選：為使標本顆粒達到最理想的粒徑 0.25mm，必須先將標本用鋼鉢擊碎，再用 40-60mesh 的篩網加以篩選，以取得最佳粒徑的標本。
- 三、超音波震盪清洗:將篩選出的礦物顆粒，置於玻璃容器中，加入清水，置於超音波震盪器內清洗，重復數次至水中無粉塵懸浮為止。超音波震盪清洗，可將雜質及粉塵除去，使標本進入原子爐照射後，不致產生輻射塵導致污染；另一方面，在超音波震盪過程中，亦可將不同的礦物顆粒分離。
- 四、乾燥處理：所有標本之礦物顆粒於洗淨後，仍舊由玻璃容器盛裝，置於室內清潔空氣中，由其自然風乾至完全乾燥。
- 五、標本挑選：礦物顆粒經乾燥完全後，置於顯微鏡下，使用尖嘴夾，將欲定年之標本顆粒挑出新鮮未受風化的顆粒。
- 六、標本封裝：用 5 x 6 cm 之鋁箔，折疊成鋁箔包，將挑選完成之礦物顆粒，分別封裝於鋁箔包內，表面註明標本編號以示區別。
- 七、中子照射：將標本鋁箔包與標準礦物同裝進鋁罐內，送至清華大學 THOR 原子爐照射(TSING-Hua Open Poor Reactor)。本研究標本的照射位置，為接近爐心的 VT-C，照射時間為三十小時，標準礦物(Standard mineral)為 LP-6 黑雲母(Odin *et al.*, 1982)。

八、標本經中子照射，待放射性減弱至安全範圍後，將鋁箔包剝離，標本裸分置於鋁製標本容器中，上覆藍寶石玻璃蓋，置於顯微鏡下抽除空氣，即可進行 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素定年分析。

本研究使用台灣大學地質科學研究所之雷射 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素定年微探儀器系統，包括 Nd-YAG 雷射探針萃取系統、氬氣純化系統、VG3600 質譜儀（圖片四）。

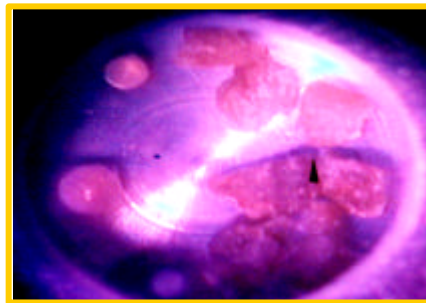


圖片四 VG3600 質譜儀、雷射燒熔系統

將標本利用連續式雷射探針系統之連續式雷射光照射之後（圖片五、六），釋出氬氣，經氬氣純化系統純化後，導入 VG3600 質譜儀測量，再運用電腦程式運算、校正，以求得標本的生成年代。



圖片五 雷射單礦物燒熔法
測試前顯微鏡下之
透閃石玉



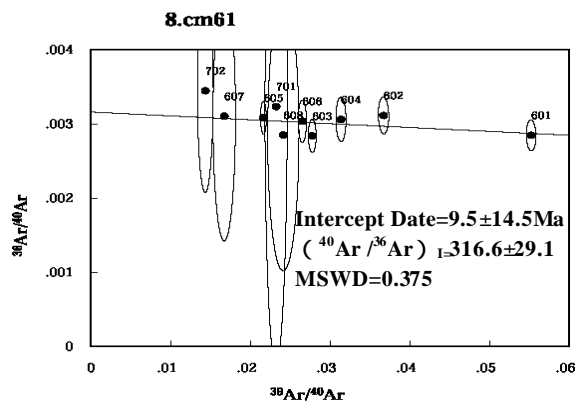
圖片六 圖中圓球為前圖礦物
顆粒經雷射光燒熔後
之熔融產物

伍、定年分析結果

本研究共採取 3 件標本，使用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素定年法來檢驗其生成年代，其中二件來自於花蓮萬榮，編號分別為 8.cm61、ww38，另一件來自於花蓮西林，編號為 S3-19，定年分析結果如下：

一、萬榮 8.cm61 台灣玉

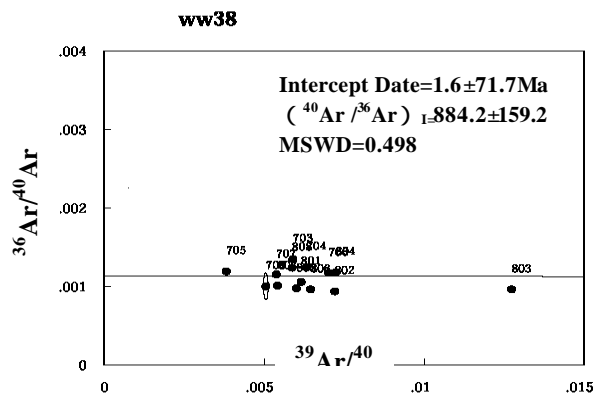
分析 10 粒標本顆粒，所得年代分佈於-7.3 至 37.2Ma (百萬年) 之間，平均年代為 19.5Ma。由同位素對比圖 (圖一) 可看出其同位素對比年代為 $9.5 \pm 14.5\text{Ma}$ ， $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_i$ 初始值在 316.6 ± 29.1 ，接近於現在空氣中 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 的比值 295.5，標準差 MSWD 值在 0.375，為可接受之誤差範圍，表示此標本內的 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 同位素系統，在封存之後，並未受到後期之可能變質或換質作用所干擾。



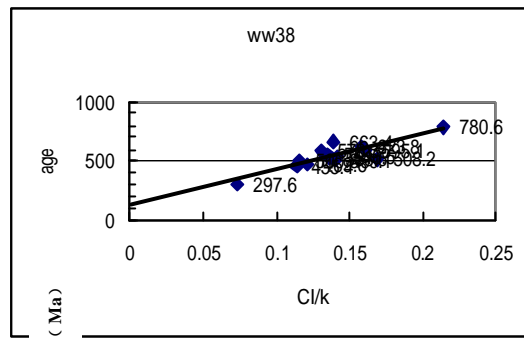
圖一 萬榮 8.cm61 台灣玉同位素對比圖

二、萬榮 ww38 台灣玉

分析 14 粒 ww38 標本顆粒，所得年代分佈於 297.6 至 780.6Ma 之間，平均年代為 543.0Ma。由同位素對比圖 (圖二) 可看出其同位素對比年代為 $1.6 \pm 71.7\text{Ma}$ ， $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_i$ 初始值在 884.2 ± 159.2 ，高於現在空氣中 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 的比值 295.5，應為受到後期變質事件影響所致；標準差 MSWD 值在 0.498，為可接受之誤差範圍；經氯/鉀比 (Cl/K) 校正 (圖三) 年代約為 120Ma。



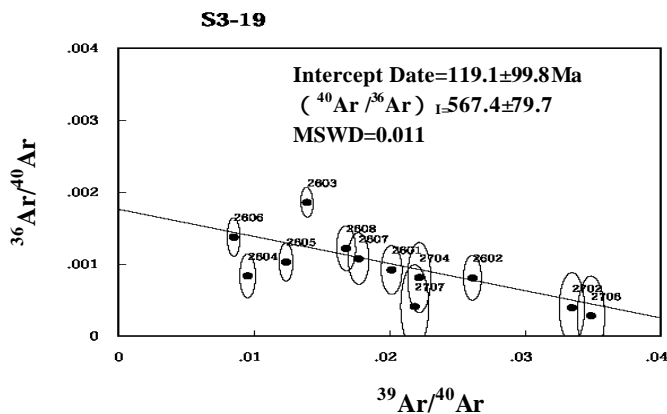
圖二 萬榮 ww38 台灣玉同位素對比圖



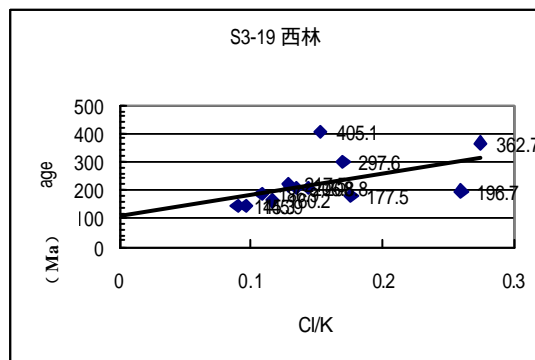
圖三 萬榮 ww38 台灣玉氣/鉀年代比對比圖

三、西林 S3-19 台灣玉

分析 12 粒 S3-19 標本顆粒，所得年代分佈於 145.3-405.1Ma 之範圍，平均值為 225.9Ma。由 S3-19 台灣玉的同位素對比圖（圖四）中可以看出，其同位素對比年代在 $119.1 \pm 99.8\text{Ma}$ ， $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_i$ 初始值在 567.4 ± 79.7 ，高於空氣 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 的比值 295.5，應為受到後期熱事件影響所致；標準差 MSWD 值在 0.011，為可接受之誤差範圍；經氣/鉀比 (Cl/K) 校正（圖五）年代為 110Ma。



圖四 西林 S3-19 台灣玉同位素對比圖



圖五 西林 S3-19 台灣玉氣/鉀年代比對比圖

陸、結論

綜合台灣花蓮西林、萬榮玉料的生成原因、生成年代及台灣、大陸地區古遺址出土玉（器）料生成年代數據及礦物學之外觀特徵，將其間的關係，加以釐清於下：

一、萬榮、西林台灣玉礦的生成原因

萬榮台灣玉礦共採二個標本 8.cm61 及 ww38，經氬氫定年法測得生成年代分別為 9.5 ± 14.5 Ma 及 120 Ma，西林 S3-19 台灣玉生成年代約在 110Ma。萬榮 ww38 與西林 S3-19 台灣玉生成年代，與前人所作花蓮玉礦生成年代 54-109 Ma 相近或重疊，證實萬榮玉礦至少受到兩次地質熱事件影響，此兩次地質熱事件，恰與台灣島經歷的板塊造山運動-蓬萊運動、南澳運動年代相當，因此應可證實萬榮台灣玉礦為經蓬萊運動、南澳運動的作用影響生成。西林 S3-19 台灣玉生成年代約在 110Ma，亦應為受到南澳運動的作用影響所致。

標本編號	萬榮 (8.cm61)	萬榮 (ww38)	西林 (S3-19)	平林遺址 (PL-20)	海岸遺址 (HA-02)	月眉遺址 (YMI-03)
生成年代 (Ma) (百萬元)	9 . 5 ± 14.5	120	110	42.8 115	116.5 234.5	18.4 37.4

表一 台灣玉與台灣地區古文化遺址生成年代對比表

資料來源：劉瑩三、劉益昌（2002）

- 二、萬榮 8.cm61 台灣玉與台灣地區古遺址月眉 I(YMI-03)玉料生成年代相當，礦物特徵也極為近似，與前人劉瑩三所作研究結論亦相當吻合，此項數據，似可支持此二遺址所用玉料，有來自萬榮的材料。
- 三、萬榮 ww38 台灣玉與台灣地區古遺址平林 (PL-20)、海岸 (HA-02) 玉料生成年代相當；礦物特徵也近似，平林遺址距萬榮台灣玉礦產地很近，本研究證明平林先民極有可能就近取材。至於海岸遺址雖與萬榮台灣玉礦產地相距較遠，但本研究數據，應可支持當時族群，已經發生貿易及交流等行為。
- 四、西林 S3-19 台灣玉亦與平林遺址 (PL-20) 及海岸遺址 (HA-02) 生成年代相近；在礦物特徵上也極為近似，因此推論此二遺址出土玉器（料）所用玉材，應該也有可能來自西林玉礦。

標本編號	萬榮 (8.cm61)	萬榮 (ww38)	西林 (S3-19)	江蘇 梅嶺玉	新疆 和闐玉	遼寧 寬甸玉	甘肅 臨洮玉
生成年代 (Ma) (百萬元)	9.5 ±4.5	120	110	113.8 121.2	87.2 139.8	471.7 543.1	138.6 246.0

表二 台灣玉與大陸地區現生玉料生成年代對比表

資料來源：周述蓉，2002



圖片七 江蘇梅嶺玉料 圖片八 新疆和闐玉料 圖片九 遼寧寬甸玉料 圖片十 甘肅臨洮玉料

五、台灣萬榮、西林與大陸地區現生玉料生成年代對比方面，大陸地區現生玉料生成年代，其中遼寧寬甸玉及甘肅臨洮玉生成年代與台灣萬榮、西林差距很大。江蘇梅嶺玉及新疆和闐玉雖在生成年代上，與台灣玉發生重疊現象，但透過礦物外觀的顏色、葉理特徵對比，即可區分出三者。

標本編號	萬榮 (8.cm61)	萬榮 (ww38)	西林 (S3-19)	安徽凌家灘		江蘇丁沙地	
				LJT2	LJT35	AJ11-1	AJ2-1
生成年代 (Ma) (百萬元)	9.5 ±4.5	120	110	40 120	0 120	100 180	120
標本編號	江蘇丁沙地		浙江反山	江蘇宜興			石家河
	AJ2-2	AJ10	AJ6	AJ4-3	AJ4A	AJ7	AJ8
生成年代 (Ma) (百萬元)	0 120	0 140	180 290	0 250	105 220	120 440	207 301
標本編號	齊家						
	CC1	CC2	CC3				
生成年代 (Ma) (百萬元)	225 230	240 260	165 167				

表三、台灣玉與大陸地區史前遺址出土玉器（料）之玉材生成年代對比表

資料來源：周述蓉，2002

六、經台灣萬榮、西林與大陸地區史前遺址出土玉器（料）之玉材生成年代對比，表三所列大陸地區史前遺址出土玉器（料）之玉材生成年代和台灣玉

的生成年代相似，但因萬榮、西林台灣玉的礦物特徵與此些遺址出土玉器（料）之玉材不同，因此推論表三所列大陸地區史前遺址所用玉材，均非來自台灣萬榮、西林玉料。

七、透過本研究所得數據顯示，台灣地區族群在距今 5000 年至 1800 年間應已存在傳播、交流及貿易行為，此項研究數據，再次證實前人所作研究結論。

八、綜合研究數據，顯示在史前時代，尚未見台灣族群與大陸之間有玉料的傳播、交流及貿易行為，至於是否有工藝技術的傳播或他項交流，則不在本研究討論範圍之內。

九、本研究所得生成年代數據，透過與前人研究所得數據比對證實，應足以作為玉料生成年代數據資料庫使用。

柒、誌謝

謝國立台灣大學地質科學系羅清華教授，國立花蓮師範學院的蔡金河教授跟劉瑩三教授，感謝國立台灣大學地質科學系思靜章老師、周述蓉老師。感謝陳海鵬主任、韓建誠老師、孔令堅老師。以及其他過程中幫助過我的人...

捌、參考文獻：

1. 邱岳（1975）台灣之軟玉礦床與礦業，台灣礦業，28，3，74-261 頁。
2. 黃士強和周述蓉（2001）老番社遺址及部份出土玉器材質與工藝技術特徵，「海峽兩岸古玉學會議」國際學術會議論文集，國立台灣台灣大學地質科學系，421-436 頁。
3. 周述蓉（2002）梅岭玉與蘇浙皖地區史前古玉生成年代與對比研究，國立台灣大學地質科學研究所碩士論文，168 頁（未出版）。
4. 俞震甫（1984）台灣花蓮豐田地區蛇紋岩及閃玉礦床之穩定同位素研究，國立台灣大學地質科學研究所碩士論文，163 頁（未出版）。
5. 宮原敦（1931）墾丁寮發掘，南方土俗，3，12-109 頁。
6. 陳仲玉（1998）台灣史前的玉器工業，東亞玉器，鄧聰主編，香港中文大學中國考古藝術中心，336-349 頁。
7. 連照美（1998）台灣卑南玉器研究，東亞玉器，鄧聰主編，香港中文大學中國考古藝術中心，350-367 頁。

8. 劉益昌 (1996) 台灣的史前文化與遺址, 台灣省文獻委員會、中華民國台灣史跡研究中心, 南投。
9. 劉益昌 (2003) 台灣玉器流行年代及其相關問題, 史前與古典文明-第三屆國際漢學會議論文集 (2000 年), 中央研究院歷史語言所, 台北, 1-44 頁。
10. 劉瑩三、劉益昌 (2002) 台灣東部地區考古遺址出土玉器-玉料材質來源之初步研究, 2002 年台灣的考古學研究學術研討會, 中央研究院歷史語言所, 台北, 共 20 頁。
11. 譚立平、連照美、余炳盛 (1997) 台灣卑南遺址出土玉器材料來源之初步研究, 國立台灣大學考古人類學刊, 52:211-220。
12. 譚立平、黃怡禎、徐濟安、陳其瑞、沈俊生 (1998) 閃玉(角閃玉軟玉)。中國古玉鑑-製作方法及礦物鑑定, 錢憲和、譚立平主編, 地球出版社, 33-39 頁。
13. Lo, C.H. and Yui, T.F. (1996) $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of high-pressure metamorphic rock in Taiwan. *Jour. Geol. Soc. China*, v.39, p.13-30.
14. Lien, C.M., Tan L.P. and YU, B.S. (1996) A Preliminary Study on the Raw Materials for the Jade Artifacts Excavated from the Peinan Site, Taiwan: *Acta Geologica Taiwanica*. 32, pp.121-129.
15. Odin, G.S. and 35 collaborators. (1982) Interlaboratory standards for dating potassium-argon age determinations, In Odin, G.S. (ed.) ,Numerical dating in stratigraphy: *Wiley, Chichester*, p.123-149.
16. Yui, T.F., Hung H.C., Lin, S.F. and Wang Lee, C. (2001) A preliminary stable isotope study of prehistoric tremolitic jade from Taiwan. *Conference on archaic jades across the Taiwan Strait, Taipei, Proceedngs*, 537-542.