

良渚古玉及似玉之玉質研究

Study on Nature of Liang-chu Archaic Jades and Jadoids

計畫編號：NSC 89-2116-M-002-009

執行期限：83年8月1日至89年7月31日

主持人：林泗濱 國立台灣大學地質科學系

一、中文摘要

本研究發現一些良渚文化期的古玉器大部分為角閃石玉，少部分為蛇紋石玉。前者幾乎純為透閃石所成，而後者則幾乎純為葉蛇紋石所成。此外所有標本都含少量的綠泥石、石英、褐鐵礦或鎳鐵礦；尤其是產生在次生變化的部分，前三者大多是次生的。在新鮮未風化之部分，其顯微組織皆為以細長葉片狀晶體交織而成纖維束，眾多纖維束再半平行或半穿插排列交結。至於次生變化部分之顯微組織也是如此；只不過晶體粒度較粗大，排列交結較不緊密，以致常含眾多細小之空隙而常呈現白色調。再者，在風化白色表層中，次生之透閃石或蛇紋石及其他次生礦物之晶體排列方向(或上述纖維束之延長方向)常異於新鮮部分；它們常平行或半平行於玉器之表面或裂縫之壁。次生白化之機理包括溶解與沉澱作用，再結晶作用和取代作用。

關鍵詞：良渚古玉及似玉、外觀性質、礦物成份及組織、次生變化

Abstract

In this study, some archaic jades of the Liang-chu period were mineralogically studied. Most of them belong to amphibole jade and only one serpentine jade. The former is almost composed of the nephritic tremolite and the latter almost of antigorite. In addition, specimens commonly contain a trace amount of chlorite, quartz, limonite or chromite; the former three are secondary in origin and mostly occur in the altered(weathered) part of

jades. In the unaltered(fresh) part, their microstructure(or texture) shows that the long-lath blades are intimately interfelted as the subparallelly fibrous bundles. And, the texture of the altered part is essentially same as the fresh part, except that the lath's size of the intergrown crystallites is coarser and their packing arrangement is less compact so that left many minute cavities to induce whitish color. Meanwhile, in the weathered or serpentine fibrous bundles align them self in different orientation from that in the fresh body of jades; they orient subparallelly to jade's surface or the fissure wall. The mechanism of the secondary whitening includes the solution and reprecipitation, recrystallization and the replacive transformation.

Keywords: Liang-chu archaic jade and jadoids, mineral constituents, secondary alteration

二、緣由與目的

在中國古代，玉乃泛指「石之美者」。依據礦物組成知大部分中國古玉為由緻密纖維狀之富鎂透閃石(nephrite)所組成，又稱為閃玉。其餘則常為蛇紋石、白雲石、滑石、葉蠟石等等其他礦物所組成，稱為非閃玉或似玉(jadoids)。另有由鈉輝石(jadeite)所組成的玉，稱為輝玉或翡翠，在中國古玉裡則很少(Lin, *et al.*, 1996)。

玉在中國古代即和人民生活有密切關係，它扮演財富、宗教、權力與科技文明的角色。至今中國人仍然喜愛玉器裝飾。所以玉就成為中國人類考古學上最重要的素材之一。現在在大陸與台灣已發現多個

不同文化期的大量古玉器，而良渚文化期就是其中之一，考古學者一般只注重考古學領域之研究，而一般收集愛好者也僅止於形制紋飾之鑑賞，而不諳礦物學方面之知識與研究(李, 1997)。所以常不知其玉器究竟由哪些種類之礦物所組成，更不必說其他礦物學性質了。目前，人們對各文化期的古玉或對某些產地之玉石之礦物組成及組織和物理性質仍然了解有限，尚需多做研究才能定論。如此不止可增廣對古玉本身之礦物學認識之外，又可提供考古學者正確之資料，利用這些古玉作考古學方面更正確深入的解釋。

本研究將測定一些良渚文化期古玉的組成礦物種類，分析它們的化學成分。觀察它們的顯微組織與構造以及其他物理性質。並在進一步研究其次生變化之現象(錢與林, 1997)。

三、結果與討論

(A)外觀與造型：此次研究之古玉標本共八件，茲敘述觀察結果如下：(1)標本 LC1：扁平斧形玉飾(98×85×5mm)，其正面有神獸之紋飾。大部分頗新鮮呈暗紫綠色，靠近兩側之表層因風化而漸呈白色。接近且平行兩鑿孔之處有條長裂隙，其破裂面上有白色脈狀物充填。另有多條更細短彎折之裂紋。(2)標本 LC2：冠狀玉器(107×68×4mm)，其正面有神獸面紋。表面顏色較不均一，較風化之紫灰色部與較新鮮之紫褐色部交錯，也具有裂紋。(3)標本 LC3：玉帶鉤(77×27×27mm)其頂部刻有神獸紋飾。本為象牙白色，現已多處表面被沁染成淺棕白色。此外，它還包含眾多呈樹樞狀、樹枝狀或羽毛狀排列之黑灰色細斑點狀物。(4)標本 LC4：半璧式玉璜(90×75×5mm)，其正反兩面均有神獸紋飾。大部份呈暗紫色至墨綠色；局部呈黃綠灰色，其中有多條白色彎折之條紋，似為次生者。(5)標本 LC5：半璧式玉璜(36×63×5mm)，只有一面有神獸紋飾。整體呈現淡紫灰色，為較紫色及較白色之細斑點均勻分布結合而成，其邊緣較白色之部份可能為白化較厲害之處。(6)標本 LC6：圓玉璧

(外徑 71mm，內孔徑 11mm，厚 6mm)，其一面有神獸圖騰。其風化較嚴重之部份，其外表有較厚(0.25mm)之白表層，而其內部則呈棕褐色。風化程度輕微較新鮮之部分，其外表幾無白表層而呈紫褐色與灰綠色相雜，而其內部則呈綠青灰色。介於上述兩部分則呈現漸變情形，即白表層變薄，而其內部則呈淡紫棕色。(7)標本 LC7：半璧式玉璜(105×50×(1.5-3.0)mm)，只有一面有神獸紋飾。基本上為暗褐色部份與暗綠色部分及局部白表層所組成。在白表層下之內部呈茶褐色。(8)標本 LC8：巨型圓璧(外徑 214mm，內孔徑 40mm，厚 10mm)，風化較厲害部分有白表層，內部成褐灰色，較易破碎。新鮮部份無白表層，內部為青灰色。由暗青色及灰白色晶粒相雜而成較堅韌。

(B)X光粉末繞射鑑定：以此法測得其繞射圖形並對照標準資料(JCPDS, 1980)鑑定各標本所含之礦物，結果如下：(1)標本 LC1：青灰色新鮮部分主為透閃石所組成，但含極微量之綠泥石。至於因次生變化(風化)所成之白色表層則仍主為透閃石所成，但也含少量綠泥石。(2)標本 LC2：較新鮮之紫褐色部分只含透閃石，而較風化之紫灰白色部分則以透閃石為主外，尚含微量綠泥石。(3)標本 LC3：象牙白色主體為葉蛇紋石所成，另可能含微量之蜥蛇紋石及蠟蛇紋石。(4)標本 LC4：較新鮮之暗紫褐色夾雜墨綠色部分主為透閃石所構成，但含微量綠泥石。其較受風化呈黃綠灰色並含白色裂紋之部份仍主含透閃石，但所含綠泥石比新鮮部分稍多。綠泥石屬於較富鐵質者。(5)標本 LC5：淺紫灰色之較新鮮部份為透閃石所成。次生變化所成白表層仍主為透閃石所成，但尚含少量之石英及綠泥石。(6)標本 LC6：較新鮮之紫褐灰至綠褐灰之部份為透閃石所成，可能含極少量綠泥石。而風化白色表層也主為透閃石所成，但含有少量石英及微量綠泥石。(7)標本 LC7：較新鮮之青綠色部分幾全為透閃石組成，只含極少量綠泥石，至於風化較嚴重之暗棕褐色部分雖仍以透閃石為主成分，但已有不少風化次生的鐵質綠泥石產生。其他可能有微量之石英及氣

化鐵礦物。(8)標本 LC8：較新鮮之青灰色部分純為透閃石所成，而較風化之外表灰白而內部褐灰之部份仍然幾為透閃石所成。

(C)化學分析：一部分標本以X光螢光儀及電子微探儀分析其化學組成，其分析結果如表所示，可知其化學成分富於鎂而貧於鐵，且由X光繞射分析知除標本 LC3 外，幾乎純由透閃石所成，故不論較新鮮或較風化者，其化學組成居符合透閃石之成分範圍(Deer, *et al.*, 1992)。再者由該表亦知較新鮮者與較風化者也有所差異。在風化過程中，鈣、矽成份減低而鐵成份增加

(D)組織觀察：所謂玉器的組織係指所含之礦物的粒形、粒度、解理、聚集狀態、排列方向、分佈情形及其他共生礦物之接觸關係，以及是否有空洞、裂隙等。這些組織觀察需使用放大鏡、偏光顯微鏡及/或電子顯微鏡。結果發現無論是透閃石玉器或蛇紋石玉器新鮮部分的顯微組織皆是以細長葉片狀晶體緊密交織成纖維束，這些纖維束再互相半平行或穿插排列，互相緊密交結。至於其風化(次生變化)部分之

組織則亦大致呈現與上述一樣的長葉片狀晶體交織而成的半平行或穿插狀之纖維束構造；只是晶體粒度較為粗大，有一些呈片狀而且較為不緊密排列交結以致常有不少空隙或空洞。形成較粗鬆的白灰色白表層或裂隙中之白細脈。不過這些風化(次生變化)層的礦物晶粒(或纖維束)之排列方向常常異於新鮮部分者，而且它們常平行或半平行玉器之表面或裂面而排列。

由此次隨機取樣八件標本的研究結果，發現良渚時期的古玉大部分為角閃石玉，少部分(只有一種)為蛇紋石玉。前者幾全為透閃石所成，而後者則幾為葉蛇紋石所成。此外，它們都常含微少的石英、綠泥石、褐鐵礦或鉻鐵礦，尤其是在風化(次生變化)的部分，它們大多是次生的。在新鮮未風化之部分的顯微鏡組織皆為以細長葉片狀晶體交織而成纖維束，眾多纖維束再半平行或半穿插排列交結。至於風化部分之顯微組織亦是如此；不過晶體較粗大，排列交結較不緊密，以致常含眾多空隙而常呈現白色調。再者，在風化白色表層中透閃石或蛇紋石及次生礦物之晶體排列方向(或纖維束的延長方向)常異於新鮮

表一. 良渚古玉標本化學分析結果

Wt %	LC1b*	LC2a	LC2c	LC7a	LC7c	LC8a	LC8b
SiO ₂	58.5	56.71	55.87	58.11	53.26	56.55	55.49
Al ₂ O ₃	0.58	0.67	1.11	0.25	1.71	0.52	0.56
tFeO	3.41	3.91	2.53	1.89	6.05	6.04	6.51
MgO	21.56	24.18	24.52	25.76	24.98	22.76	22.25
CaO	12.59	13.62	13.13	12.55	10.58	13.04	12.90
Na ₂ O	0.14	0.49	0.51	0.00	0.00	0.47	0.49
K ₂ O	0.09	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02	0.08
TiO ₂	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.06
MnO	0.10	0.06	0.05	0.06	0.09	0.08	0.15
P ₂ O ₅	n.d.	0.11	0.09	0.04	0.08	0.07	0.16
Cr ₂ O ₃	0.04	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
LOI	n.d.	2.18	n.d.	2.92	5.13	2.28	2.69
	97.05	101.95	97.86	101.60	101.88	101.88	101.32

*以電子微探儀測定，其餘皆以X光螢光儀測定 n.d.：未測

部分；它們常平行或半平行玉器之表面或裂縫之面。探討這種次生白化現象產生之機制，應可歸類為下列三類：(1)溶解與沉澱作用，(2)再結晶作用，(3)取代轉化作用 (Lin, *et al.*, 1996)

四、計劃成果自評

可說完成原本研究計劃預期之目的。其研究成果與計劃主持人以前之相關研究相當一致。吾人相信本研究結果相當可靠，結論有確定性。此外，因電子微探儀半途嚴重癱瘓，故後續研究應多做局部之微小分析，並且最好多與考古學者合作研究

五、參考文獻

- [1] Lin, S.B., H.H. Tsien and L.P. Fan(1996) Mineralogical properties and secondary alterations of serpentine archaic jades: *Acta Geol. Taiwanica*, v.32, p.149-168.
- [2] 李更夫(1997) 玉器鑑定全集，上下冊，台北。
- [3] 錢憲和，林泗濱(1997) 透閃石玉器的次生變化初探：台灣博物，第十六卷，第2期，第42-49頁。
- [4] JCPDS(1980) Mineral Powder Diffraction File, Data Book, International Center for Diffraction Data, p.1168.
- [5] Deer, W.A, R.A. Howie and J. Zussman(1992) *An Introduction to Longman Scientific & Technical*, Essex, UK. P.696.