

江西樂平縣耐火白土概述

章人駿

(江西省地質調查所)

附圖一版

緒言

耐火物為高溫工程所必需之工具，在瓷器燒製過程中，亦不可缺少。蓋因潔白柔嫩之瓷坯，為免直接火燄之衝擊和煙灰之燻染，應盛於匣鉢之內，然後入窯加火。匣鉢之性質，以經高溫不起熔融崩壞；有相當機械強度，能耐重荷而不變形；及遇溫度驟變而不生龜裂為原則。瓷器燒成溫度約在薩氏錐(Seger Cone) 10-11 (1080⁰-1320 C.) 內外，故匣鉢之耐火度，最低限度務在薩氏錐 12-13 (1350⁰-1380⁰C.) 左右。又為符合經濟原則，此類匣鉢要能經久重複使用。由一種天然原料所製之成品，而能具備上列各種性質者實甚少，故須採用數種原料，結合而成。

景德鎮所用匣鉢原料凡三種：(1)樂平耐火白土，(2)老土及(3)子土。老土與子土皆為次要之配料，其產地俱在鎮附近之馬鞍山。老土為一種棕紅色之黏土，用以增加可塑性。子土為一種灰白色之燧石角礫(產鳴山層中)，用以增加成品之強度，防止燒後變形和龜裂。樂平耐火白土為匣鉢之主要原料，茲將其產地，產狀，成因及性質敘述如下：

礦區位置及交通(圖版一)

樂平耐火白土產於樂平縣城西五公里之小皮附近。小皮村北有一小溪，東流折西南流 4.5 公里至鳴山注入樂安江，春夏水漲時可通載重十公噸之帆船，故各地所產白土，皆先集中小皮上船；冬季水涸時則運至鳴山上船，轉運景德鎮。白土產地有牯牛嶺，周家山，蕪山上，王家源及丁家山諸處，離小皮皆不逾四公里，離鳴山皆不逾七公里。道路平坦，可通手車。

地 質

礦區附近地層自上而下臚列如下：

1. 紅土礫石層(更新統) 磚色黏土和礫石層，厚度 2-8 公尺，分佈於牯牛嶺，周家山及麻山上一帶，覆於鳴山層之上，造成高約十數公尺之低丘。

2. 樂平煤系(上二疊紀) 以砂岩與頁岩為主，下部黑色及灰色頁岩中，含可採之煤層，全部厚度 250 公尺，分佈於礦區之西鄰樂煤礦公司，王潘里，缸甕山及窰上一帶。

3. 鳴山層(二疊紀) 為灰白色，灰色燧石角礫岩，灰白色砂化灰岩及砂化頁岩燧石角礫岩層，呈塊狀，質極堅硬，風化後常沿垂直節理而崩裂，造成陡峻之峭壁。砂化頁岩中含腕足類及苔蘚蟲化石。全厚約 80 公尺。礦區之東如鳴山，象山，春山，疤癩山及旗嶺諸高山，皆由本層所組成。

4. 陽新灰岩(下二疊紀) 為灰黑色，塊狀之細灰岩，露頭甚小，僅見於西岸村北與丁家山麓二處。本地人採石燒灰，

灰業甚盛。

5. 壺天灰岩(石炭二疊紀) 僅見於礦區西北之石灰嶺，灰岩呈塊狀，作肉紅色，頂部者經白雲石化，結晶甚粗，下部者組織較細、色較淺，適於燒石灰。全厚約70公尺。

產 狀 及 成 因

本區耐火白土成塊狀或層狀產於鳴山層下部，在周家山，牯牛嶺及燕山上等處，鳴山層為紅土層所掩蓋，礦井皆穿越紅土層而達鳴山層。周家山之北坡，昔日盛產白土，現有廢坑七處，作北60°東方向一綫排列，兩端相距300公尺。當日露天開採，深達十餘公尺。土坑剖面上部為紅土礫石層厚達5-8公尺，下部即為灰白色耐火土。土層中夾燧石結核甚多，層面上留有腕足類化石之印痕，貝殼條紋清晰可識。牯牛嶺村西小紅土山之東坡，有採土直井兩口，井深達15.0公尺，上部為紅土層，厚達9公尺，中部為含燧石結核之土層，厚約2公尺；下部為棕灰色之耐火土，厚達4公尺。王子塘村西，村南各有採土井一口，情形與牯牛嶺相同。痲癩山東南麓，丁家村後亦有採土明坑一處，坑壁為不純白土，含燧石碎塊，坑中則為灰白色耐火土，土層中亦夾燧石結核，層面上並留有長身貝科及苔蘚蟲化石印痕。痲癩山為鳴山層中之燧石角礫岩所造成，土坑東南200公尺處，即有陽新灰岩露頭，依層位判斷，耐火土層應屬鳴山層之下部，此處土層之露頭大小，與上下岩層之關係未判明。

據化學分析結果，耐火土含鎂質甚高，未風化之原土尤高，成份與海泡石 (Meerschaum 或 Sepiolite $2\text{MgO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

=MgO 27.1%, SiO₂60.8%, H₂O12.1%) 甚為相近, 似可稱為海泡石層 (Meerschaum beds) 其中鎂素與矽素亦組成含水矽酸鎂而存在。土層中既含海相動物化石, 為海相沉積是無可疑。由有大量燧石角礫及結核存在一事實推論, 可知當沉積作用開始之先或尚在繼續進行時, 海水中必含有多量膠狀矽質。此種膠狀物因與海水中之硫酸鎂或氯化鎂相遇, 兩者乃結合成含水矽酸鎂, 再與黏土介殼等雜質相混, 沉積而成海泡石層。介殼中之原有成份, 受矽化作用, 交替殆盡, 祇剩印痕, 迨鎂鹽之濃度減低時, 膠狀矽質所荷之負電與鎂離子起中和作用, 凝聚沉澱, 造成燧石層 (鳴山層之主體)。

各處土層中所夾之燧石結核, 俱呈凸透鏡狀。長軸與土層之層面相平行, 長約 3-6 公分。結核之外緣部份, 皆深受風化, 變成灰白色光滑之黏土, 與中央部份未經風化, 仍保存深黑色, 堅硬者迥異。內外兩層相接觸處, 常有棕黃色鐵銹一薄層, 為風化之殘留物。結核之內外兩部業經分別加以分析 (參閱化學分析表), 由此分析結果, 兩相比較, 可知燧石結核經風化後, SiO₂之含量由 96.68% 減為 86.62%, R₂O₃之含量由 1.07% 增為 3.72%。今若假定 R₂O₃之量不變, 從計算可得 SiO₂減少約達原量之 74.23%, 計算式如下: $(96.68 - 86.62 \times \frac{1.07}{3.72}) \div 96.68 \times 100 = 74.23\%$ 。足見脫矽作用 (Desilicification) 甚為強烈。MgO之含量由 0.24% 增為 6.17%, 增加幾達 26 倍。設 MgO 亦依 R₂O₃增加之比例增加, 則充其量不過增至 0.83%, 可見大量 MgO 乃在風化過程中自耐火土層中吸收而來, 鎂質之存在與脫矽作用有密切之關係, 致二氧化矽在風化帶中, 原甚穩定, 惟在鹼族或鹼土族金屬之碳酸鹽溶液中, 則溶解度大均。

今燧石結核既與海泡石層相處共生，當含二氧化碳之雨水或地下水流過時，鎂質先起溶解，矽質之溶解度隨水中碳酸鎂，碳酸氫鎂之濃度俱增，矽質遂起溶解，於是脫矽作用生焉。此作用不僅起於結核，亦起於海泡石層本身。如在牯牛嶺，海泡石層為紅土層所掩蓋，紅土底部有礫石層，厚達一公尺以上，為良好之蓄水層，海泡石層得地下水長期之浸淫與滲透，較露出地面者脫矽更為完全。

鑛 質

前已言之，本區耐火白土乃鳴山層下部之海泡石層及其風化物，此類岩石在國內尚屬初見，海泡石層皆成塊狀產出，有時亦略具片狀層理。顏色灰白，質地均勻細緻，外觀略似蠟，觸手有滑感，以小刀削之，剖面光滑且有光澤。如以舌尖舐之，則有強烈之吸力，足見吸水力甚強，可塑性甚不良。硬度1.5-2.0，比重約為2。顯微鏡下觀察，半透明，但如以水浸濕後，則能見微小透明之圓渾顆粒略有偏光性。成份非常均一，未見其他鑛物。風化物亦以灰白色，白色為主。如風化甚深時，則可作棕灰色。常呈薄頁片狀。投於水中，吸水甚疾，自身且漸趨崩碎。原含燧石結核部份，經風化後，則作藍灰色，並具白色斑點，硬度比重皆較高。原土及其風化物皆經本所化驗室詳細分析，結果如下：

海泡石層及燧石之化學成份分析表

	1	2	3	4	5
SiO ₂	62.96	68.44	63.13	96.68	86.62
TiO ₂	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	1.92	3.83	4.88	0.39	2.80
Fe ₂ O ₃	0.33	1.12	1.33	0.68	0.92
MgO	28.04	21.36	23.25	0.24	6.17
CaO	0	0	0	0	0
Na ₂ O	—	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	—
水份	1.11	1.10	2.74	0.49	0.50
有機生量	5.21	3.66	5.58	—	—
總計	99.57	99.51	100.91	98.48	97.01

- 註1. 江西樂平縣丁家山海泡石層
 2. 江西樂平縣周家山海泡石層(略受風化)
 3. 江西樂平縣牯牛嶺海泡石層之風化物
 4. 江西樂平縣周家山燧石結核之內部
 5. 同上結核之外部, 曾經受強烈之風化。

因限於設備，關於測定可靠性，耐火度，機械強度以及其他有關鑿業工程之試驗，皆無法進行。然從已知之化學性與物理性，對於白土之應用，亦可得若干之啓示，茲述之如下：

1. 樂平白土是一種中性耐火材料，乃景德鎮製造匣鉢之主要原料，與雜質黏土（老土）相混，製成匣鉢，耐火度尚在 1350°C 以上，故單純白土之耐火度必更高，根據化學成份，從 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-M O}$ 系平衡圖，可以約略測得其耐火度為 1670°C 左右，用以製造高級耐火器材，尚嫌不夠。晚近新式煉銅爐多採用以橄欖石(Olivine)與氧化鎂相配製之火磚，以代替鎂磚及鉻磚。此種新式火磚成份與鎂橄欖石(Forsterite Mg_2SiO_4)相近，耐火度達 1890°C 。如用樂平白土60份與氧化鎂40份相配合，按理論似亦可製成此種火磚。

2. 鎂質為製造耐熱電用瓷器之重要成份如以矽酸鎂代替長石，所製成之瓷器，電阻大，導熱性高，綫脹係數則甚小，適於製造內燃機之火花栓及電爐之壁襯等。原料配合之比例，以近似 $3\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2 = \text{MgO}20\cdot 54\%\text{Al}_2\text{O}_3 17\cdot 32\%\text{SiO}_2 62\cdot 14\%$ 為最佳，燒成溫度約為 1345°C 。如以丁家山脫水海泡石層二份與高嶺土一份相配合，亦可得理想之成品。

3. 樂平白土對於植物油脂之色素，有強烈之吸收力，著者曾採食用菜油作簡單脫色試驗：取深褐色混濁菜油 15C.C. ，盛於 30C.C. 之試管內，置試管於盛水之玻璃杯中，加熱使水沸騰。將

烘乾之牯牛嶺棕灰色土 1.0 公分傾入油中，用玻璃棒攪動達二三十分鐘，然後取出，插於試管架上，待徐徐冷卻，則見白土附吸甚多膠狀深褐色物，緩緩下沉。靜置三、四小時後，白土與色素皆下沉積於管底，管中菜油作淺黃色，澄清透明，足見脫色之力甚強。故樂平白土亦有作漂土(Fuller's earth)用之可能。

礦 業

考景德鎮瓷業發軔於南北朝，當發軔之初是否即採用匣鉢，抑係後來發明？最先採用之匣鉢原料來自何處？本區白土發現於何時？凡此諸問題，皆不易解答；蓋古今有關景德鎮陶瓷沿革歷史之書籍，皆詳於敘述瓷業管理之制度及成品之式樣，圖案，顏色等，對於原料來源，產狀，性質等，皆甚為簡略。

本區白土礦案由私人開採，由開採者合資購買山場。採土法有明坑，鑿井二種。資本薄弱者，但圖急功近利，多取鑿井法，惟土井易崩，地下展開工作不易進行。明坑法挑去頂蓋浮土，殊費事功，故須資本較鉅，然俟達礦層後，則採出非常容易，恆能獲利。礦山設備唯粗製輪轆鐵架，其餘悉為鋤，箕等簡陋農具。採出之土，均囤於山上，任人隨時購買，俟售罄再行採挖。白土之交易，由鎮上專販賣之白土商前往收購，運鎮售於匣戶，每年銷量約為一千公噸。民國二十六年在山交易市價為每公噸三百圓。

景德鎮製瓷各廠，皆不自造匣鉢，因之製造匣鉢乃另外一專業。瓷廠須向匣戶購買匣坯，煨燒使用。樂平白土產地口鎮遙遠，運輸困難，在鎮售價昂貴，匣戶恆混用不耐火之田土，致匣鉢質地非常下劣，故近年倒窰之事，時有所聞。瓷廠又格於陋規，不能自造，亦無可奈何也。

結 論

1. 樂平白土為鳴山層下部之海泡石層及其風化物，故在鳴山層分佈之區域，皆有發現可能。

2. 本區海泡石層之生成，由於海中膠狀矽質與鎂素結合，沉積而成，故在各時代燧石層中或燧石石灰岩層中，皆可能有其存在。

3. 海泡石層及其中所夾之燧石結核經風化後，皆有顯著之脫矽現象。

4. 樂平白土為製造匣鉢之主要原料，耐火度在 1380°C — 1670°C 之間。

5. 樂平白土對於植物油中之色素，有強烈之吸收力，可用為油脂之脫色劑。

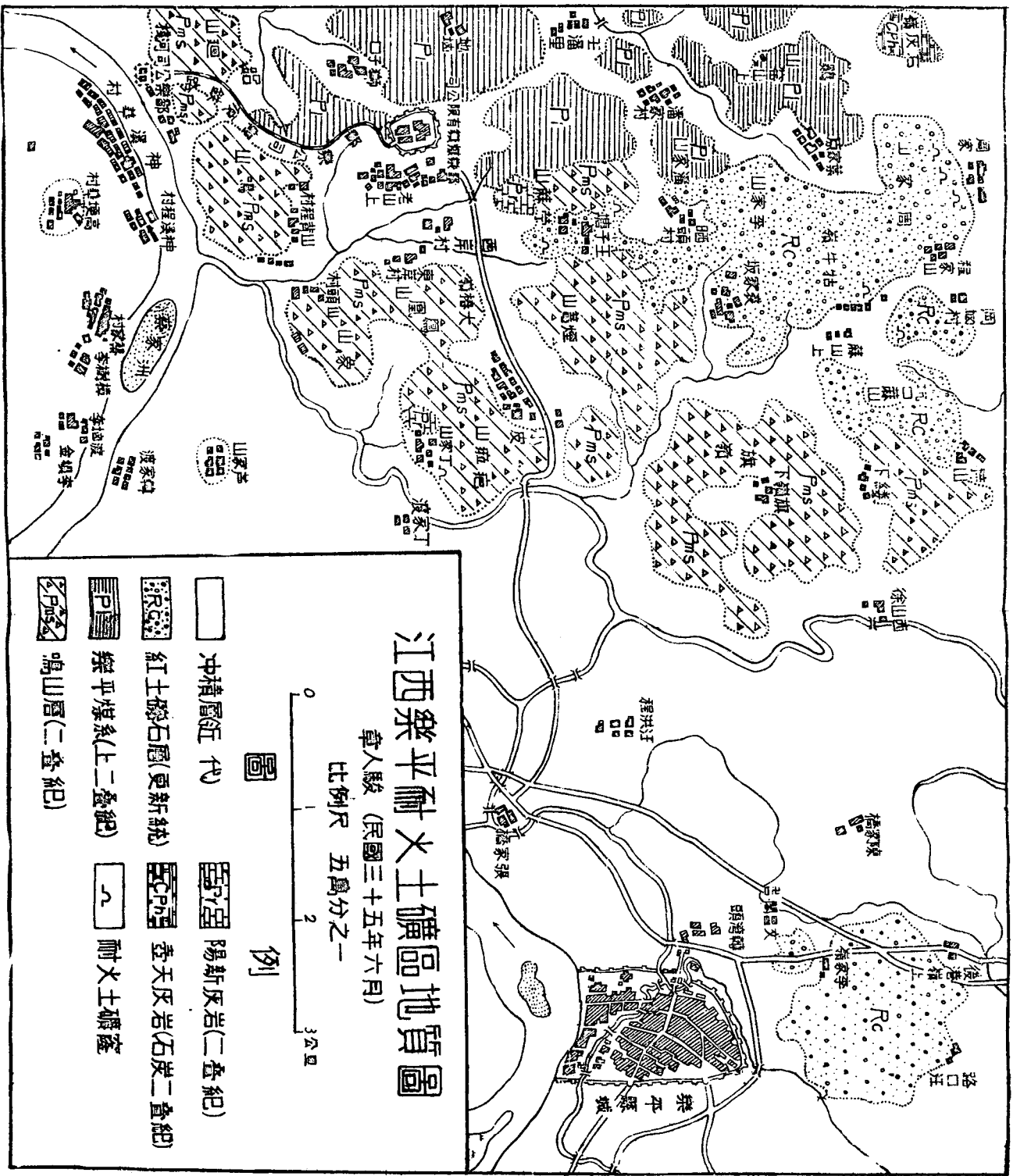
6. 匣鉢之製造，亟需改進，瓷業庶有復興之望。

謝 言

本文中所附之礦區地質圖由本所技士陳上憲先生繪製；所採白土標本均由本所技正熊功卿先生及其夫人陶端安女士化驗；屬稿之時，承本所夏湘蓉所長及殷坤元，朱顯謨兩先生，予以懇切之指示。凡此諸公，均為著者所銘感，特誌於此，以表謝忱！

參 考 書 文

1. 黃汲清高平王銓合著，江西鄱樂煤田調查簡報，中央地質調查所簡報第五號 1938年。
2. Twenhofel, W. H. Treatise on Sedimentation 2nd edition 1932。
3. 葉連俊著，燧石之成因及其沉積環境，地質論評第十卷，第五、六合期 1945年。
4. 馮勳餘，任夢雲譯，地球化學，上冊，商務印書館。
5. The Committee on the Industrial Minerals Volumes of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, Industrial Minerals and Rocks (Nonmetallics Other than Fuel) 1st edition, 1937。
6. 汪 璠等譯，最新化學工業大全，第五冊，商務印書館 1936年。
7. 張寶平譯，最新化學工業大全第七冊，商務印書館 1936年。










江西樂平耐火土礦區地質圖

章人駿 (民國三十五年六月)

比例尺 五萬分之一



圖例

-  沖積層(近代)
-  紅土礫石層(更新統)
-  樂平煤系(上二疊紀)
-  鳴山層(二疊紀)
-  陽新灰岩(二疊紀)
-  壺天灰岩(石炭二疊紀)
-  耐火土礦窟