

貴州遵義縣團溪一帶錳鐵成因之商榷

朱夏 秦鼎

黔北遵義縣東南團溪一帶出產錳鐵，年來由遷建委員會及漁鑫公司等分別開採，產量雖屬無多，但以距渝非遠，在川黔缺乏錳鐵之區，亦足以供應各煉鋼廠需要之大部，為國防生產計，是項鐵床自不無值得研究之處，因之地質學家之踏勘斯土者遂亦不乏其人，最初為浙江大學劉之遠先生，曾據民國三十年七月間；初次調查結果，著為簡報（一），三十二年秋尹贊勳譚義容二先生及鼎亦曾勘察本區，觀察所得，亦已發表（二）；同年劉之遠先生又曾屢次擴大調查範圍，詳為研究，以所得結果，於三十三年秋著為綜合性之報（三）本礦詳情，逐得藉以明瞭，作者等於三十三年四月，因調查黔北遵義湄潭一帶地質鐵產之便，曾在鐵區略作觀察，時日短促，旅程匆遽，對於前賢卓見，自未能有所增益，惟關於鐵床之成因一點，與尹譚諸先生之意見略有出入之處，爰就所見，草作此文，就正高明，實所至願。

作者等調查期間，劉先生之報告尚未刊行，幸承面告種種，得資參證，尹譚二先生所採之標本亦蒙慨允作者等加以觀察，均所銘感，敬此致謝。

一、鐵區地質

礦區範圍內之地形，地層，以及地質構造之情形，尹謹猷諸先生均已記載甚詳，毋庸贅述，茲為參考方便計，姑將地層順序，簡列如下：

第四紀	紅棕色或棕黃色之殘餘土	產結核狀及不規則之小口口
三疊紀	獅子山灰岩 松子坎層 茅草埔灰岩 九級灘頁岩 玉龍山灰岩 沙堡灣頁岩	800公尺
二疊紀	長興灰岩 樂平煤系 陽新灰岩	30--40公尺 100公尺上下層狀之殘餘錳礦* 800公尺上下頂部裂縫中產充填之重積錳礦中部層狀錳礦

於此作有欲指陳者兩點：

(一)所謂「層狀」錳礦，為本區主要礦床，劉氏曾云：「錳礦原居於樂平煤系中層位固定」；尹謹猷氏則謂：「可採

*本礦床中所見之礦物，劉君認為有軟錳礦硬錳礦及錳土三種；尹謹猷氏定者有硬錳礦水錳礦及上種產狀不同之錳土，按錳礦物僅憑肉眼鑑定，極口不身，錳土一項，嚴格言之實非真正之礦物，尹謹猷所列舉之各種錳土，至少其中之一部份，似可作更進一步之鑑定，但在目前環境下無論 Schneiderh (四)，或 Orzel et Pavlovitch (五)，所用之光性鑑定法及 Thiel (六)，之光片顯微法均無法應用，匪得一仍尹劉諸翁先生之舊，而統以錳礦物一詞稱之

之鑛均在樂平煤系與陽新灰岩出露之區」惟按尹謨之意，所謂產於陽新灰岩之鑛，似均指充填節理或循灰岩風化面重行沈積之錳亦即作者在上表中所列「陽新灰岩中之重積鑛」實則陽新灰岩之中部亦產有形似成層之鑛床，與煤系中之「層狀鑛」產狀相同，毛家山爲其著例，至煤系中之「鑛層」，則在同一地點，每順岩層之走向而延展，可謂「有固定之層位」，但以若干地點相比較，則「鑛層」在岩層中之上下位置并非一定，可在煤系下部，亦可在煤系近頂部處，故亦可謂「無固定之層位」，此種關係，實有其成因上之背景，容後詳述。

(二) 礦區大部份地區，岩石均經劇烈風化而成棕紅，棕黃或紫黃色之土，覆蓋頗厚，無論在婁山關灰岩，陽新灰岩，樂平煤系或三疊紀地層上均可見之，尤以在煤系露頭之區，停積最厚，若于地點「鑛」「鑛層」之上下，均爲此種具有原來岩層層次之棕黃色土，而每一礦體出露之區，更莫不有此項風化殘餘物之存在，關係殊極密切，尹謨二氏曾以老蒲場層一辭包括此種紅棕或棕黃色土，按真正老蒲場層，在遵涇一帶分佈頗廣，性質爲紅棕及棕黃色之土質沈積，其下部據劉之遠（七）侯學煜（八）及作者等在許多地點所見，每夾有大小不等之石英岩礫石，作者等在涇潭附近若干地點，復曾於此項礫石中覺得良好之 Faceted pebbles 及 Striated pebbles，益以地形之比較佐證，本層似可能爲第四紀冰川沈積物。本區所見與此性質相似之土，則原來岩層之層序尚清晰可辨，當爲保存於原來位置（*insitu*）之風化產物無疑，故二者之成因，當有差別，至其生成時代，則可大致比擬，或冰水沈積物爲時較早（冰水沈積物之底部直接覆於各種地層之上，其間無其他土質沉

可兒) , 其共有之紅棕及棕黃色, 或係由於間冰期或冰期以後之濕熱氣候下風化之結果, 可與湘陰之「紅土」相比擬(九)此點亦曾予作者等對於鐵床成因之見解以佐證。

有時可附言者, 即區內之此種風化土, 尚可別為兩種, 即大部保持底層岩層層次, 留積於原來位置, 小部則曾略經移動而堆積於山坡或較為低窪之地, 後者之中常有結核狀或不規則之鐵質小鐵體, 顯係基質曾經溶解而重行沈積以成者, 而成層鐵體之位置, 則均在前者之中。

(二) 鐵層之位置及其與砂質層之關係

據上所述, 本區鐵體之生遇狀態, 可分為三種: 即一, 在曾經搬運之紅黃色土中之小結核體, 二, 充填於陽新灰岩之侵蝕面上或節理中之鐵體, 及三, 生成於由樂平煤系或陽新灰岩中部岩層風化而成之原位土中之「鐵層」, 前二種均為甚微, 無大價值, 現今開採者以第三種為主, 此項「鐵層」得名之由來, 係以其有循岩層而延展之趨勢, 劉氏對此屢有述及, 尹湛二氏雖云: 「鐵體之變化甚多, 決非根據層狀所可比擬」, 但亦認為「略成條帶」及「大致與岩層平行」。作者等在野外觀察時, 亦曾注意及此, 就所有事實綜括言之, 可得如下之結論: 「所謂『鐵層』係指扁平之不規則鐵體, 產於某一岩層之層位, 鐵體之延長方向, 與該岩層相同, 但延長不遠, 與該岩層間亦無明確界限」, 此處所指之「某一岩層」, 就各處之觀察, 均為夾於樂平煤系或陽新灰岩中之灰白色或灰黑色之薄層砂質岩, 一部呈條紋狀 (Laminated) 。

此項砂質岩與鐵體之關係, 劉氏亦嘗見之, 但認係砂質灰岩, 且謂鐵層均在砂質岩之上, 尹湛二氏之記載中, 亦可見二

者關係之密切，惟據其關口及張家柏兩剖面，則鐘層均在砂質岩之下，作者等觀察之結果，則以為現今鐘體所佔之位置，原來均屬砂質層，因交代作用，故為鐘體所取得，鐘體向外延展，逐漸變薄，終以不明晰之界限，沒入 (Fading into) 僅經輕微變化之砂質層，二者之關係，實為「此長彼消」，由於鐘體形態之變化，同一砂質層可時而在鐘體之上，時而有在鐘體之下，并無一定之規則（圖一）同時此項薄層砂質岩層數頗多（煤系之上部較少下部較多）故鐘體可在此一砂質層之下，但又在另一砂質層之上，且在不同地點，鐘體可與不同層位之砂質岩相交代，以致就整個煤系而言，鐘體之層位并不一致，如關口張家柏等地，鐘層在煤系下部，而捕雞山及毛章溝之鐘體露頭，則均在煤系上部，其長與灰岩底不遠之處。至於巴新灰岩之中部亦每夾砂岩頁岩及砂質層，一部份砂質層亦可同樣為錳鐵所交代，而形成鐘層，如毛家山狗落洞區是也。該區位於長溝背斜之南翼，陽新灰岩傾向東南，劉氏認係樂平煤系，因傾向西北故而出露者實誤。

錳鐵物之交代砂質岩，除上述現象外，尚有足資證明之點，就尹謙二氏及作者等所採標本觀察，每可見有錳鐵物之細脈穿入砂質岩中，形成方格狀或不規則狀，在磨光面上極為清晰，交代作用，沿脈之兩壁進行，程度既深，則砂質岩形成殘礫 (Nodules) 而為鐘體所包圍，殘礫之一部份仍極堅硬，另一部份則已受風化而成白色疏松之細粒，點綴於鐘體之中，有時此疏松物質復經流失，致鐘體中僅留空隙而成為多孔狀或海綿狀；間或較大而具稜角之砂質殘礫亦經流失，僅餘鐘體之骨格，其形狀一如尋常鐘體上所見之 Limonite boxwork，在受變化

較輕之條紋砂質岩上，亦可見棕黃色之小點，另星散佈，可為風化結果鐵質開裂初步集中之證。

由上所述，可見「鎖層」之造成，係由於區鎖物替代砂質岩所致，其層位亦係因襲後者而得，交代作用之盛行，每集中於局部，故鎖體之延伸每不甚廣，同時因成鎖作用而發生體積變化，致鎖體每有擠動（Scum Pinp）現象，形狀益不規則，且因此鎖體可有一部份突入於其上下業經風化之頁岩中，呈曲折變化之狀（圖一）

三、鎖層成因之商榷

關於鎖層之成因，劉氏初曾認為係水成鎖床，尹謨二氏則以為乃由於「原生水成鎖床之再行洗滌」所成，劉氏之第二次報告，亦持與此相似之意見，謂鎖層係由含錳之岩層內原有含錳鎖物再經次生富集作用而成者，（所謂次生富集作用，劉氏并未詳述，但似亦係指地下水之溶解及再沈積作用，故有「鎖液……得以自由洗滌」……之語）由此觀點，參以鎖層與砂質岩之關係，可得如下之推斷，（一）原來含錳岩層，當為層位高於砂質岩之樂平煤系內之岩層（砂岩及頁岩，包括尹謨層假想之「較佳之水成鎖床」）（二）下浸水溶解是項岩層之結實，下降至適當地點而停積，所謂適當地點，事實上亦即砂質岩層位之所在，如是則砂質岩對於決定鎖層位置之作用，不外：一物理的，即甲，砂質岩等於一不透水層，使溶有錳質之下浸水至此受阻，不能再行下降，有如美國河帕拉欽區之若干砂質（1）或乙：砂質岩之裂隙，供給下浸水以停積錳質之空間

(1) Thiel, G. A.: Am. Jour. Sci., 5th Ser.,

Vol. 7, 1924

，更進而起交代作用，以形成「鑛層」；及二化學的，亦即矽質岩與溶有錳質之碳酸水或硫酸水起化學作用，使碳酸錳或硫酸錳成爲氧化物及氫氧化物而沉積。此第二種作用，以白雲岩最爲顯著，但在矽質岩，則Thiel氏已證明其無關重要*P.104.1，可不具論；第一種作用中，似以乙說較爲可能，因頁岩之不透水性似當更甚於其有裂隙之矽質岩也。今試根據乙說，進而研討以此說解釋「鑛層」之成因時所將遭遇之若干困難之點。

第一，錳質之來源，既經假定爲來自矽質岩以上之煤系地層，地下水溶解其中之錳質，逐漸下降，其富集作用係由上而下，故煤系下部之「錳層」，似可以其錳質來源歸諸其上近百公尺之煤系地層；然事實「錳層」之位置并非皆在煤系下部，堂子寺區大山坡之鑛層，層位離長興灰岩之底部不及十公尺，其東捕雞山之鑛層露頭距長興灰岩亦不過十數公尺，後者之鑛層之最大厚度約有七十公分，可謂相當優厚，可見鑛層之優劣與所假設之含錳岩層之多寡厚薄，似并無關係，通水區小水沿鑛地，據尹謨所見，樂平煤系之上部均已因斷層而切去，僅有含矽質及矽質岩層之頁岩二十餘公尺出露，「鑛層」成「若斷若續之層帶」竄於其中，故錳質之來源，似亦不能歸諸於缺失之岩層，而當以就地富集解釋之，又如毛家山狗落洞區，鑛層產於陽新灰岩中部厚不過十公尺之頁岩及矽質岩層之中部，亦足證鑛層并非由地下水收集分佈於煤系岩層中之稀疏錳質，再經沈積而成者，綜此三例，可見地下水之溶滲及再沈積，并非成鑛之主要作用。

其二：在岩層近乎水平或傾斜極其平緩之區，下浸水自可透過許多岩層，所需富集作用，亦即以此爲前提；本區內之地

層大致平緩，固屬事實，但亦頗多例外，通井小水滄區之地層，「層近垂直」堂子寺大山坡區，岩層傾角達四十度，其他在十五度或二十度以上者，尤不乏其例，而「鎖層」則仍循砂質層之位置，并無異樣，故欲謂砂質層之作用，僅係由於其裂隙足供潛水中鈣質之沈積，別無成因上之關係，則在此種情形下，其解釋殊極困難。

「其三：尹懋二氏合云：『煤系頁岩，組織緻密，節理層面均極細微，且隨時發生隨時補充，故頁岩能保持大部份鈣質』，舉此而論，則下浸水在是項岩層中之溶解及再沉積作用，必難達到完全程度，對於「富集鎖層」之造成，不無困難，即使能在適當地點，富集成層，則鎖層以上之岩層（亦即假設原來含鈣之岩層）中，亦必仍有少許鈣質循節理層面而填充，口概觀事實，與此實有不符，鎖層以上之岩層，無論風化程度之深淺，其層面與節理間，均未見有鈣質之沉積，在一部份早已風化為保持原有岩層組織之紅黃色土中，鈣質小段時有見及，而鈣質結核或黑點則未嘗一觀，反之，在鎖層以下之風化土中，則時有土狀鈣質及鈣點之存在，（尹懋之四口及張家柏剖面，即為其例）甚至煤系以下陽新灰岩之節理中亦有充填之鈣質，此等事實，似可表示鎖層中之鈣質，曾有一小部份經下浸水帶以下降而行沉積，而鎖層以上之岩層，則苟非原來不含鈣質，即係所有鈣質均已完全流失而毫無餘留，此後一說在理論上及事實上均有困難，岩層之性質是否能允許地下水之充份流通溶盡鈣質，固為一大問題，而同時此項岩層之風化物中，會有鈣質結核留存且其紅棕色彩之造成，亦顯然為三價鐵之氧化物所致，無論在碳酸水或硫酸水中，鐵之溶解度均高於鈣，欲謂

地下水能溶解錳質而保留鐵份，似亦於理有存也。

最後尚有一點可供注意者，即迄今所知，所有鐵層似均隱於回瀾，入地不遠即告消失，金子寺區曾開有若干探洞，但亦從未有在地下發見鐵層者，按此錳鐵成爲錳狀或晶錳狀之情形，以潛水沉積說解釋之，雖無不可，但何以所有礦錳或鐵錳必聚於露頭之所在，亦即氧化作用強烈之處，則當有研究之必要，如謂「佳礦均深藏地下」，實亦有可疑者，蓋從地形及岩性觀察，本區之潛水面離地面必不遠，而錳之氧化物及鐵氧化物必存在於潛水面上而不能大量深入還原帶中，亦可斷言，故礦層之普遍存在於氧化帶中而僅限於砂質岩之露頭，固必有其成因關係在，此種關係，如能明瞭，或可避免向地面下探求錳鐵之徒勞。

或是諸因本區錳鐵之成因似不認以「下浸水溶解岩層中之錳質，在適當地點實行沉積」之方式解釋之，換言之，亦即砂質岩與錳鐵之關係，當不僅爲供給「適宜之沉積地點」而必有更密切之成因上之關係。

四、「鐵層」之生成

「鐵層」與砂質岩關係之密切既如上述；而錳質之未必來自「礦層」以上之岩層，理由亦見上節，故最大可能厥爲錳質即來自砂質岩之本身，因風化作用就地集中而成錳體。砂質岩之成分，因未能作系統的化學分析，不能確言；但事實有可爲含有錳質之間接證明者，茲就野外所見及標本之觀察，可見砂質岩中錳質之集結，可分爲下列步驟，（圖三）第一步：紅棕及棕黑色之鐵砂質小點均勻散佈於砂質岩中；并循裂隙集中第二步；砂質岩通體浸染成黑色，但原來性質仍可辨認，第三

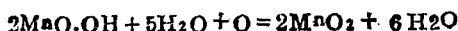
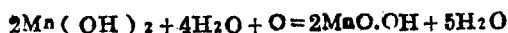
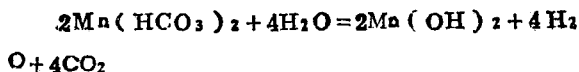
：鐵錳質增多，砂質岩僅變成殘礫。第四步：砂質全部被交代而成塊狀或小部份餅狀及豆狀之鑛體（後者似系由於膠體交代 Replacement by colloid），或砂質殘礫漸失而成方格狀，多孔狀及一部份同心層狀之鑛體，空隙之中有黃土或白色粉粒填充似即為砂質岩最後風化所成之鐵鋁物質。如謂錳質係來自砂質岩以外之岩層，則當以充填裂隙為主，上述第一二兩步驟似難以達到。

按砂質岩之成層者，學者已僉信其成因係常有負電性之砂質膠體在淺海底之沉積物，而錳質之在流水中，亦常成常有負電性之 $Mn(OH)_4$ 膠體，故二者之共生，在沈積學上，有理可循，至錳鑛之由砂質岩風化而成者，據今所知，亦不乏其例，美國太平洋沿岸區之錳鑛（1）即其著者，本區「鑛層」之生溫狀態，實可與該區之『Interbedded lenses』相比擬。

砂質層中含錳之量或甚低微，鑛層之造成，必曾經過一番集積作用，據作者之意，此一作用可假說如后：鑛床造成之際，本區地形與現今已無大差別，有如劉氏所云：「坳嶺起伏，地勢低緩，間雜良田，罕有高山，」是時砂質層出露於平坦緩嶺之邊緣，遭受風化，在地面及地面下不遠處，氧化作用顯著，或可稱為一「強氧化帶」，其界綫略依地形而起伏，此帶之下，氧之供應較少，碳酸水之溶解作用，較為顯著，砂質層中稀疏分佈之錳質遂得溶解，同時因砂質岩之上下均為不透水之頁岩，而砂質岩本身則較多裂隙，故可近似一局部之潛水面（local water-table），溶有錳質之碳酸水循此向山坡移動，至露頭之處及進入「強強氧化帶」後，由於氧之充分供給，原來

(1) Harder C, H., op. cit.

溶解之錳質，遂得依下列方式而沉積：(1)



因是，錳質乃能集積於近地表處，代替原來砂質岩之位置，而形成較富之錳體(圖二)此時錳質岩之露頭，亦因風化作即，其中砂質經溶解而去，錳質得以集積。由此所成之二氧化錳，具有媒劑之作用(catalytic action)可促進上列方程式之向右進行，錳礦之富集遂得完成。且因有較為自由之空間，故錳礦得以一部份逐漸沉積而形成同心層狀及葡萄狀者，此固潛水在地面下小空間中沉積時所不易造成者也，由於此一作用，砂質濾失錳質集中，原來之岩層體積發生變化，以致造成擠動之現象。

上述成礦作用，有一必須條件，即當時氣候必極溼熱，氧化作用極其強烈，否則砂質在溫和氣候下固不易溶解，除靠潛水為鹼性者，而錳礦設不遇強烈之氧化，則大部份亦將為流水所攜去而不能聚集矣，此一條件，本區實具備之。蓋第四紀冰川現象，已經李四光氏在貴陽附近發現作者等在涇潭附近亦曾見地形之酷肖貴陽附近，并曾發見冰川條痕石，足為證明，本區去上述兩地，均甚密邇，縱非冰川經流之地，亦當為間冰期溫熱氣候影響所及之區，老蕕場層及殘餘紅土之造成因由於此

(1) Sarage, W. S.: Solution, transportation and precipitation of Manganese, Econ. Geol., vol. 31, 1936

，而錳鐵之生成，實亦與此相同，鐵層上下每見有白色之高鋁黏土，實亦為頁岩，在此種風化環境下所成者，可資參證。

故據上所述，作者等認為本區之主要鐵層，係砂質岩在濕熱氣候下風化之殘餘產物，地下水之作用，僅為側向聚積 (lateral concentration) 而非向下富集 (downward enrichment)，在此主要成鐵作用之外，地下水所溶錳質，一份滲入砂質以下之岩層，造成頁岩中之土狀劣鐵及礫新灰岩節理中及風化面上之口積鐵，而鐵層中之錳質，後來為流水所溶，沉積於坡麓之堆積土中，則成少量之錳鐵結核。

五、結論

劉氏曾引林格岩 (W. Lindgren) 之言曰：「錳鐵床之有採價值者，幾乎全屬次生作用而成」，僅按林氏之意，所謂「次生」，係指其分類中之 Mineral deposits resulting from process of rock decay and weathering 一類所屬之殘餘錳鐵，乃與鋁土鐵及古巴式口鐵同一類別，係以風化作用及 Leaching away of under red portions 為主，至於地下水之次生富集作用，則以在殘餘鐵物中占重要地位，而於錳鐵等鐵，所關無微，本鐵成因苟果如作者等所云，當可謂為真正的殘餘鐵床，可與所謂 Lateritoid manganese ore (1) 相比擬；而非次生富集鐵床也。

以此成因為根據，對本鐵前途，有可附言者，即所謂「原來較佳之鐵層」，實不存在，本鐵量實為天賦所限，僅能止於

(1) Ferner, L.L.: Mineral Production of India 1929-33, Manganese, Rec, Geol. Surv, India, vol. 70 1936

露頭之開採而已，劉氏所計算之鐵量；係以地層之全面積皆為可採之鐵為根據，似當失之過多，若干傾斜較大之鐵，可採深度以一百公尺計，亦屬太鉅，故整個鐵量，實遠遜於劉氏之估計，且將來如欲謀鐵區之擴展，似亦以限於露頭之詳細勘察為宜，較大規模之地下鑽探，竊以為恐將徒勞而無功也。

三十四年四月十日北碚

參 考 書

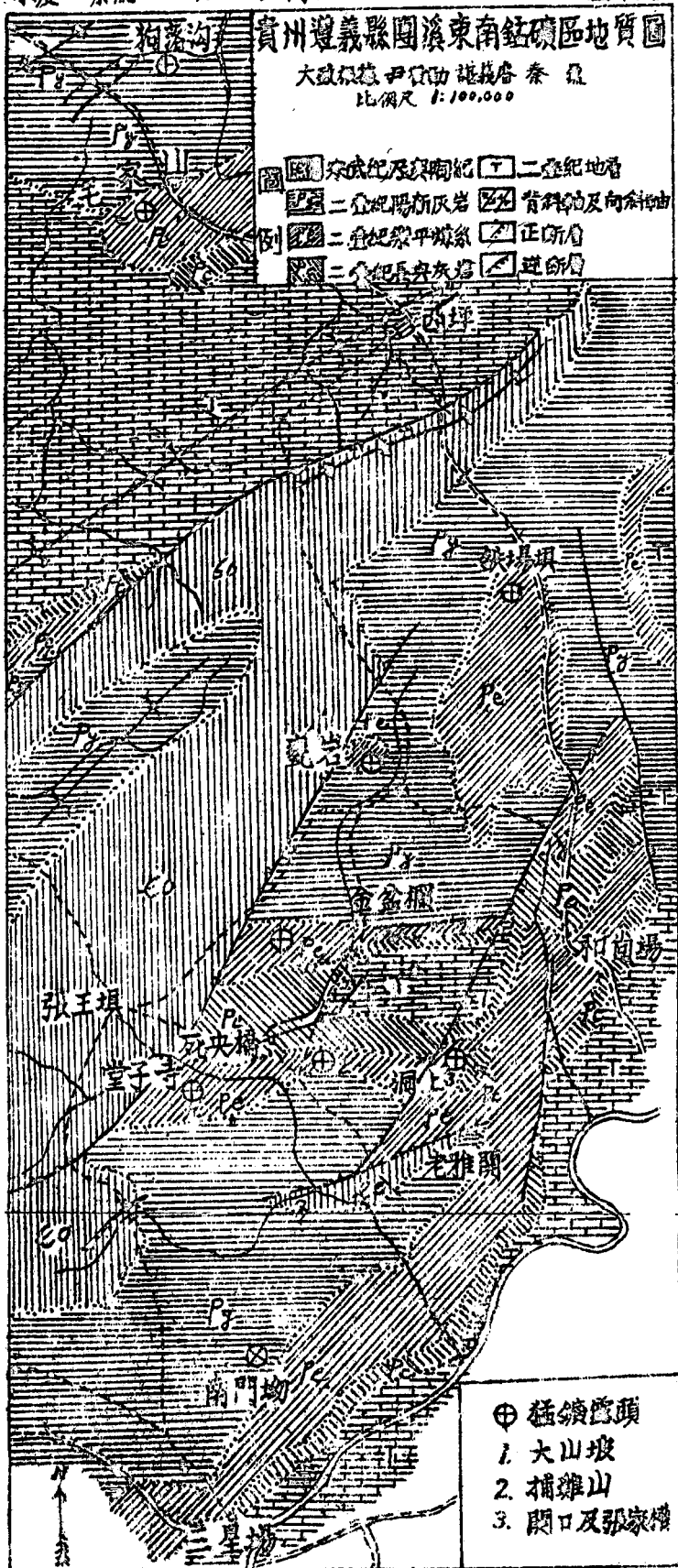
- (一) 劉之遠：遵義上團溪洞錳鐵附近地質簡報 抄本
- (二) 尹謹秦：貴州遵義縣東山鄉錳鐵簡報 中央地質調查所簡報八一號 三十三年
- (三) 劉之遠：遵義縣團溪之錳鐵 油印本
- (四) Schneiderhohn, H.: Mineral bestaed und Gefuge des Manganez von Postmasburg, Griqualand-West, 'Sudafrica, Neu, Jahrb.f. Min., 8, db., Abt, A', 1931
- (五) Ordel, J. et al. Pavlovitch: Les Caracteres microscopiques des oxydes de manganese et des mangantes naturels, Bull. soc. Franc. de Min., 54, 1931
- (六) Thiel, : G.A. The Manganese minerals. their identification and Paragenesis, Econ. Geol., V-1, 19, 1924
- (七) 劉之遠：遵義桐梓兩縣地質綱要 浙江大學史地學部叢刊第 號 942
- (八) 候學煜：貴州中北部之土壤 中央地質調查所土壤

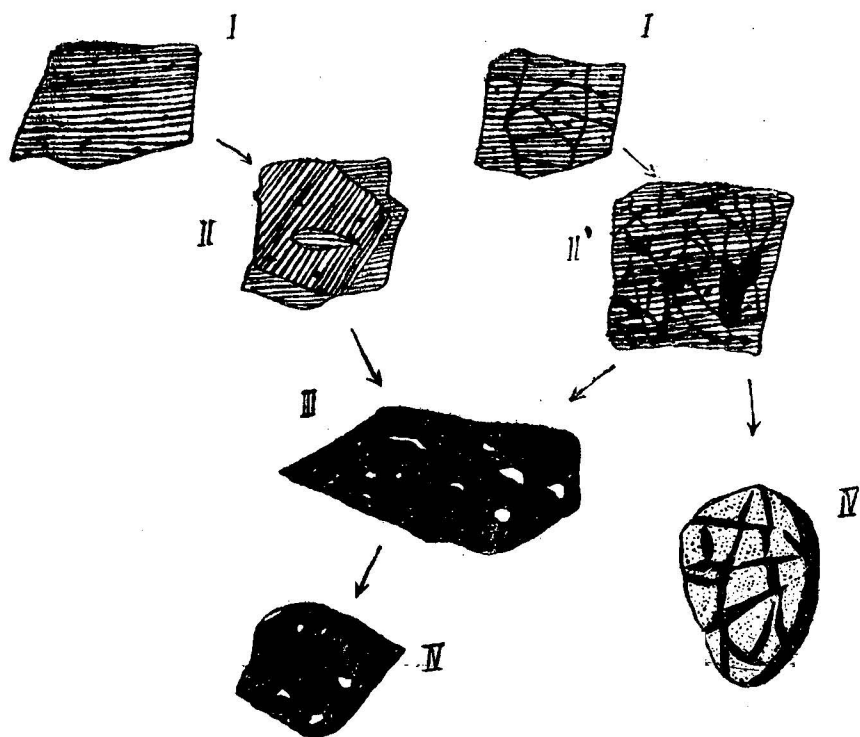
專報第 22 號 1941

(九) 熊毅：江西更新統粘土之性質及其生成 地質論評

第九卷第一二合期 1944 四月

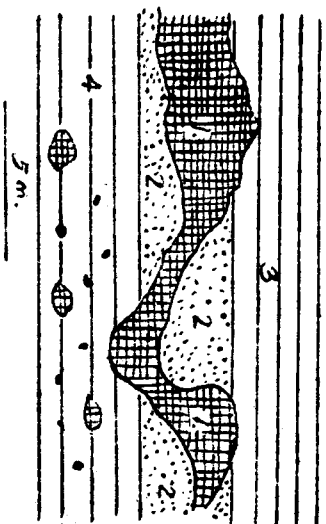
(十) Harder, E.C.: Manganese deposits of The
United States, Bull. Geol. Surv. U. S. A., no.
427, 1910





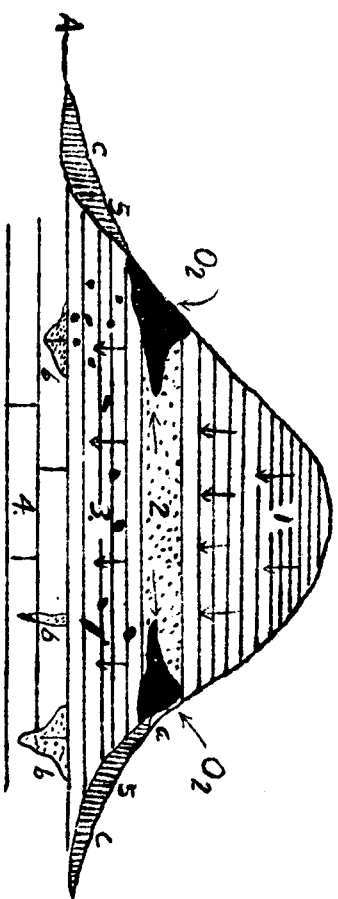
圖三 錳鑛標本示交代作用：進程序序。

- I. 礫質岩(細綫)中有錳鑛細粒(黑点)均匀散布,
- I'. 同 I. 錳鑛并循礫質岩裂隙集中,
- II. 礫質岩大部為錳鑛浸染,
- II'. 同 II 錳鑛并循裂隙集中,
- III. 錳鑛(黑色)中有礫質岩殘礫(白色)
- III'. 多孔狀錳鑛, 礫質岩濾失,
- IV. 格子狀錳鑛礫質岩濾失空隙中有土質物(細点)沉積, 箭頭示交代作用進行之方向,
- IV'. 格子狀錳鑛礫質岩濾失空隙中有土質物(細点)沉積, 箭頭示交代作用進行之方向,



圖一：礦層之產狀大致根據大山坡洞之情形

1. : 錳礦層之未交代部分
2. : 砂質含錳或棕黃色土
3. : 不化頁岩或棕黃色土在礦層之下
4. : 產岩



- AA—地面
- OO—「強烈氧化帶」下界
1. : 風化頁岩或黃土
2. : 砂質層及礦層(a)
3. : 風化頁岩或黃土狀錳礦
4. : 陽新灰岩或重積結核錳(c)
5. : 坡麓堆積土產小
6. : 地下水流動方向

圖二：礦體生成方式假想圖