

中国の鉱物資源① —珩岩鉄鉱床—

石原 舜三(鉱床部)
Shunso ISHIHARA

まえがき

中国の地質は実に複雑である。島弧に住む私達からみれば とくにそのように見える。内陸部では東西系のリニアメントが発達し 沿岸部では北東系に平行に諸現象が変化する。数多くの先カンブリア時代の大陸地塊が地質時代を通じて ぎしぎしと動き合ったものと思われるが その構造発達史は北米大陸のような単純なものではないらしい。陸成層の発達が顕著で 全体として非常に大陸的である。したがって 産出する鉱物資源も日本と異なる多くの特色がある。

鉱物資源にはその産出する環境によって 特徴的な鉱物種があらわれる。私達の生活基盤を支える鉱物資源を確保するためには それぞれの特徴を充分に把握して 鉱物資源の生れと育ちを知っておく必要がある。そのような目的のために 工業技術院の国際研究事業(IT-IT)では 中国地質部との間に 火山岩深成岩に伴う鉱物資源の研究を昨年度に発足させた。ここに紹介する珩岩鉄鉱床は昨年度の調査研究に基づくものである。この種の鉄床は日本ではみられず 世界的にも例が少ない特異なものであって興味深い。

中国の鉄鉱業

中国の鉄鋼生産には 原料供給面で日本とは違った著しい特色がある。我国では鉄鉱石をほぼ全面的に海外鉄鉱石 特に遠隔地に依存しているために製鉄所は海岸沿いに設置されるが 中国では地域独立制がとられている。したがって 中国最大の鉄工業地帯である東北部の鞍山(年間粗鋼生産量1,500万トン級)では 近くの先カンブリア時代の縞状鉄鉱を用いるし 第3位の北京工業地帯(400万トン級)では北京東方約100km 冀東地区の縞状鉄鉱が使用されている。

中国の鉄工業の今一つの特徴は 粗鉄生産量約100万トン級の小規模工場が各地に散在して作られている点である。ここで解説する揚子江下流域にも 上海(500万トン級 第2位) 馬鞍山(100万トン級)などがあり 主に近くの珩岩鉄鉱石を使用している。さらに上流の武漢地域(250万トン級)では 著名な太冶鉄山のスカルン鉄

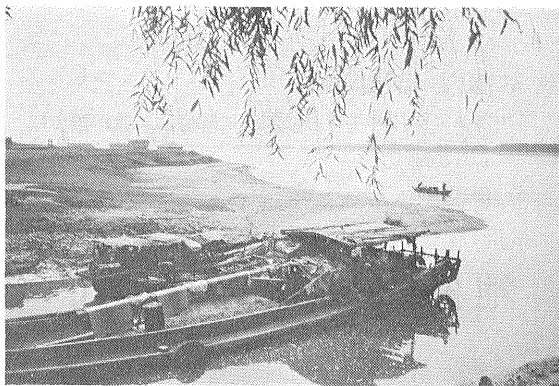


写真1 馬鞍山近くの揚子江風景。

石を利用している。

揚子江流域の鉄鉱床はスカルン型 珩岩型などであるが いずれも高品位である利点がある。一方 縞状鉄鉱床は鉄量は大きいものの低品位であって 中国は若干の高品位鉄石をオーストラリアを中心に輸入し 品位の上昇につとめている。1979年の国内鉄鉱石推定生産量は7,500万トンであった(以上数字はいずれもMineral Yearbook 1978—79による)。

馬鞍山工業地帯は 南京の南南西方 直距離53km 揚子江(長江)に面(写真1)する平地にある。その江岸ではかつて李白(701—762年)が酒を手に詩をうたったように(写真2 3) 風光明媚な所である。しかし鉄鉱石の発見により一大工業都市が内陸部に造られた。街は高炉からの炎と共に白煙がたなびき(写真4) 通りは3交代性の労働者のために人々があふれ 非常に活気にみちている。

この地域の鉄鉱床は中生代の寧無火山盆地に位置している。この名は馬鞍山のさらに南に西方40kmの蕪湖(芜湖)かつての首都南京の旧名である寧(寧)に由来するものである。盆地北東部の鉄床からの鉄石は上海へ送られ 南西部のものは馬鞍山で溶解される。一部の鉄床(鳳凰山 吉山など)は戦前から知られていたが(謝 1936) 潜頭鉄床は独立後の探査活動で発見された。鉄床の規模は数億トン程度で 潜頭鉄床として発見された梅山鉄床は鉄量約3億トン 品位40%Fe以上である。鉄床の一部には黄鉄鉱 燐灰石が多いことがあり これ

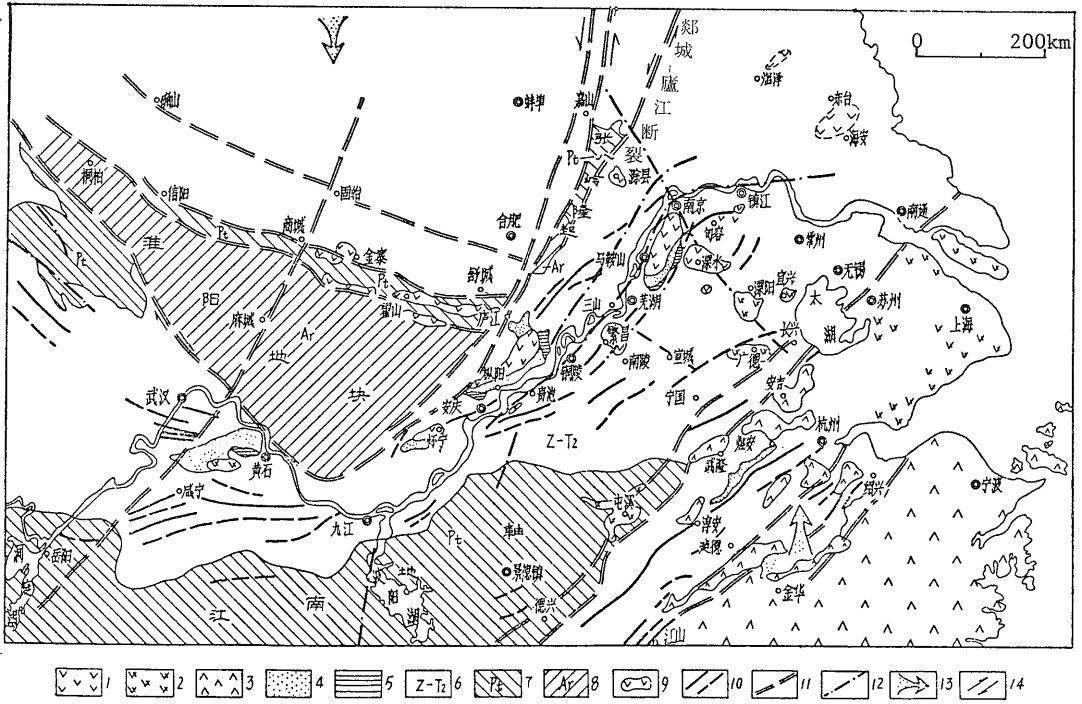


図1 揚子江褶曲帯東部の地質構造図.

1. 中性火山岩類 2. 中一酸性火山岩類 3. 酸性火山岩類 4. 象山群 同相当層 5. 黃馬青組 同相当層 6. 震旦系～中部三疊系 7-8. 先震旦系基盤 9. 中生代火山岩盆地 10. 中部三疊系の背斜 向斜軸 11. 深部断裂 12. 大断層
13. 地塊の運動方向 14. 断層の横ずれ方向 (以下の図表は図3を除きすべて寧蕪研究小組 1978より引用).

らの鉱石は粉末後磁選にかけられて選別され 黄鉄鉱は硫酸の原料 磷灰石はそのまま肥料として用いられる。

寧蕪盆地の火成活動

中国の中央部 揚子江の河口から上流部にかけて幅約500km ほぼ東西に走る構造帯がある。これは揚子江褶曲帯と呼ばれ 先震旦紀(先カンブリア時代)の諸岩石を基盤とする陥没盆地に 後震旦紀～三疊紀の海成ある

いは陸成相が堆積し 印支期～早期燕山期の火成活動が生じたものである。この火成作用は著しい銅 鉄などの鉱床をもたらした。有名な大冶 銅陵 安慶 城門山などの鉱床は いずれもこの褶曲帯の東部 すなわち揚子江中～下流域に分布する(図1)。

この下流域では 北側に淮陽地塊 南側に江南地軸と呼ばれる先震旦系基盤があって その間に N50°E 方向の軸を持つ構造的陥没盆地が西から東へ漸次発達した。



写真2 李白記念館にある李白を偲ぶ絵画。

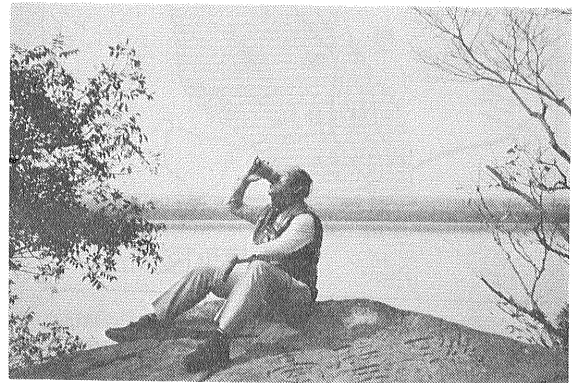
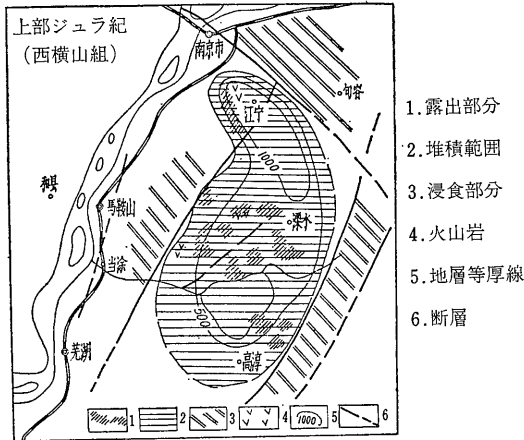


写真3 李白が座したジュラ紀象山群の堆積岩露頭。

陥没盆初期の堆積物は 主として下~中部三疊紀石灰岩 (青竜組 層厚500m以上) 上部三疊紀砂岩頁岩 (黃馬青組 層厚 500—800m) などである。 ジュラ紀に入ると下~

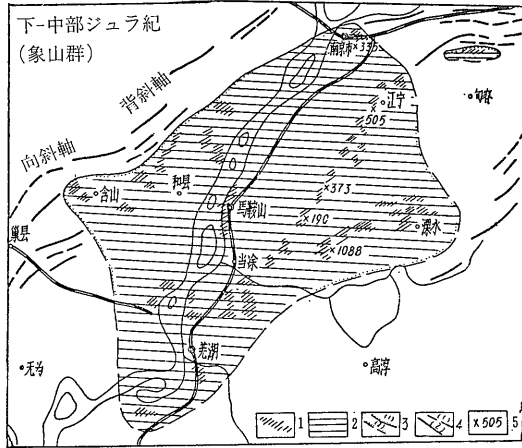
中部ジュラ紀砂岩層 (象山群 層厚1,500 m) が厚く発達し これは最初海成であり 海成・陸成相互層を経て 陸成相に変化する。 上部ジュラ紀の礫岩・泥灰岩・砂岩類 (西横山組 層厚1,000m 以上) は 紫紅色砂岩や若干の安山岩質凝灰岩類を夾み 火山活動のはしりが認められる (図2)。



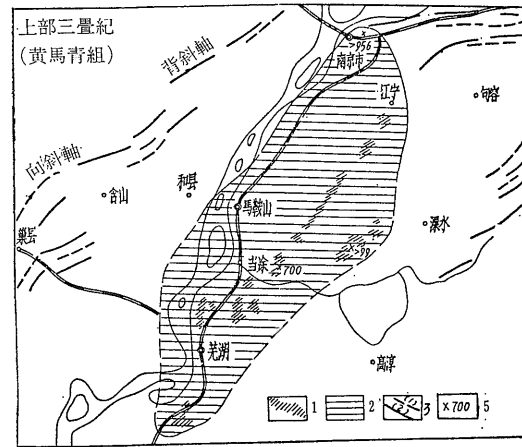
1. 露出部分
2. 堆積範圍
3. 浸食部分
4. 火山岩
5. 地層等厚線
6. 断層

以上の堆積岩層の關係はいずれも整合的であり 浅海性堆積盆に近傍の基盤から連続的に静かな堆積作用が続いたものと思われるが 西横山組の堆積以後 著しい構造運動が生じ 断裂帯に沿ってマグマが吹出し 環境は一変した。

この環境変化は南北方向に押された広域的構造場の変化に起因するものと思われ とくに東側で南から北方への衝き上げが著しかったものと思われる。 したがって 褶曲帯には三疊紀~ジュラ紀堆積岩類に褶曲山系が生じ (図2) さらに北東と北西方向の多数の断層群が発達したものと思われる (図1)。 断層に規制されて噴出した火山岩類は不整合關係で 西横山組堆積岩類を覆う。 全層厚は 2,500 m 以上に及び 1,500 km² の地域に認められている。 この火山岩類は下位から 龍(老)王山 大王山 姑山 娘 娘 山の4グループに分けられた。 それぞれの頭文字をとると 竜大胡娘であり 娘さん (胡娘) の名前となるような粋な計いがなされている。



これら火山岩類は一般に苦鉄質であり 海岸部の福建火山帯の諸岩石と異っている(陸 1982)。 翁・王(1981)は北北東系の深部断層である鄭城—廬江断裂に近い廬江—縱陽および寧蕪盆地ではシリカ含有量が低く主に安山岩類からなり 南京南東方の溧水では中間 海岸部の浙江省の火山岩類では高く 流紋岩類から構成される点を指摘している (図3)。



竜王山火山岩類は盆地の東縁部に分布し 大王山火山岩類はその西側から盆地のほぼ全域に分布する。 同時

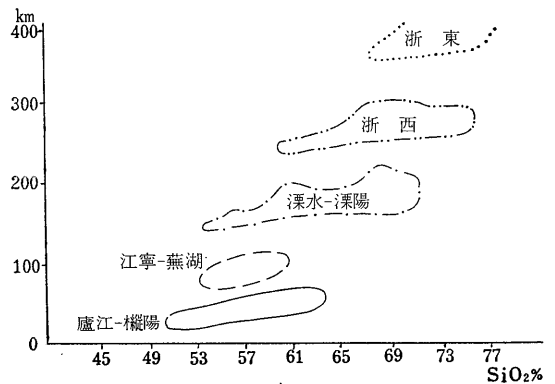


図2 上部三疊紀 下~中部ジュラ紀 上部ジュラ紀の堆積盆。 中・下図凡例: 1. 露頭部 2. 堆積範圍 3. 盆地縁辺不整合 (1)实际 (2)推定 4. 褶曲山系 (1)向斜 (2)背斜 5. 地層の厚さ(m)。

図3 鄭城—廬江断裂帯からの距離 (km) と燕山期火山岩類のシリカ含有量 (翁・王 1981原図)。

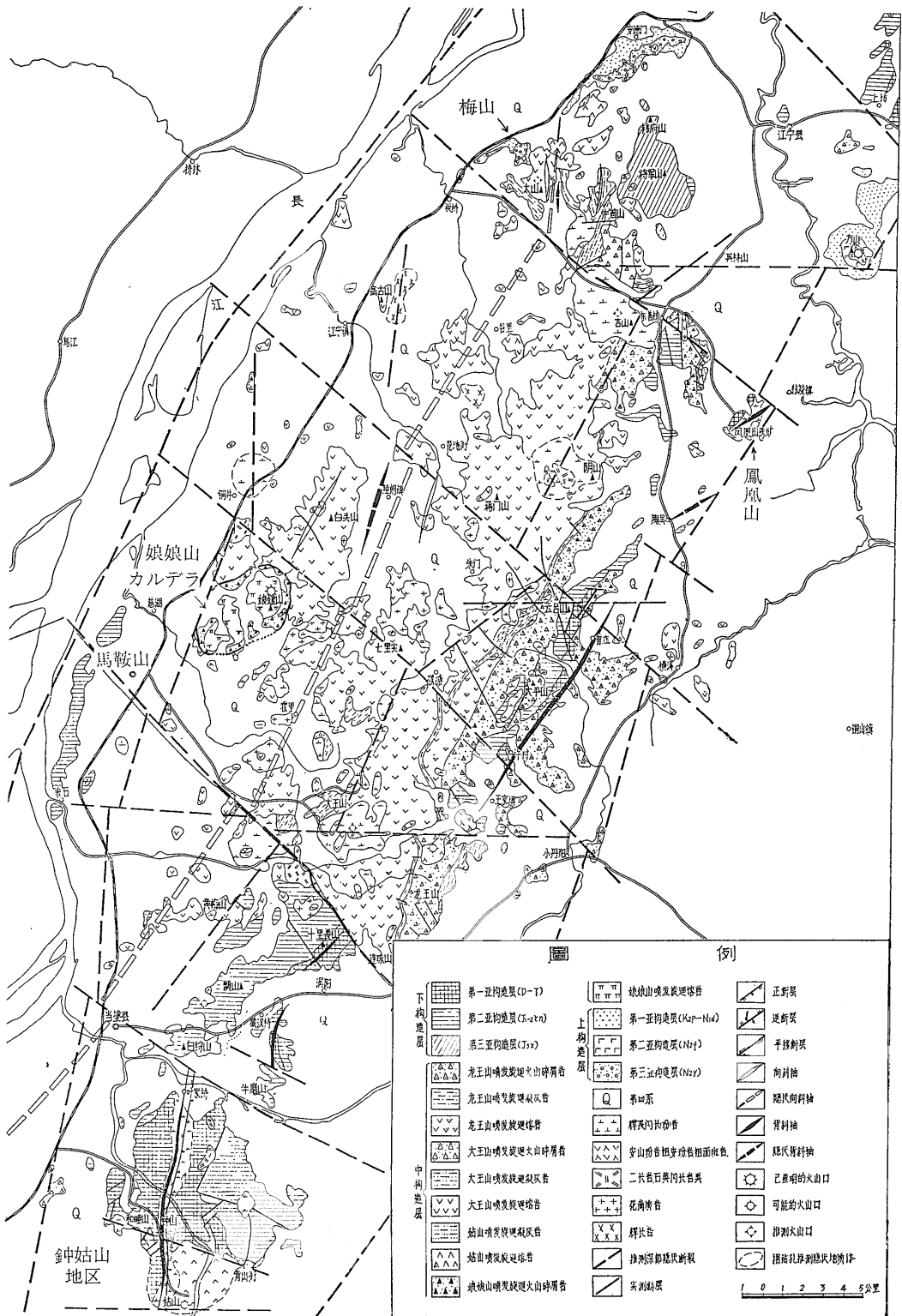


图4 寧蕪火山盆地的地質図。この図は中国語学習の参考までに 原典のままのせる。用語については石原・張 (1982) 参照。

期と思われる深成岩—半深成岩（中国名の次火山岩）が小規模ストックとして この火山岩分布域に貫入して 点在する（図4）． 姑山と娘娘山火山岩類は盆地のほぼ中心に局部的に認められ 伴われる深成岩類も同じ地域に小岩体として点在する．

竜王山層（上部ジュラ紀）は層厚的 500 m 下位より
 (1)紫褐色凝灰角礫岩 (2)黄白～紫灰色溶岩 一部角礫化溶岩 (3)紫色砂岩 黄褐色溶岩 角礫凝灰岩互層からなる． 岩質は角閃石含有玄武岩質安山岩～安山岩 粗面岩質安山岩などからなり カリウムに富みアルカリ岩的な性格を持つ．

大王山層（ジュラ紀—白亜紀）は約 950 m の層厚を有し最下位に凝灰質砂岩頁岩層を伴い 中部は厚い黄白～淡紫灰色の溶岩と角礫溶岩であり 最上部は凝灰岩 溶岩火山角礫岩の互層である． 岩質は主に 黒雲母—普通輝石玄武岩質安山岩～安山岩で 一部は粗面岩質である． 竜王山と類似するが 大王山の方がナトリウムに富んでいる．

姑山層（下部白亜紀）は層厚 290 m 下部で砂泥礫岩凝灰角礫岩などの互層 上部は溶岩 火山角礫岩に一部



写真4 夕闇せまる馬鞍山市．

凝灰岩が夾在する． 下位の2層群とは不整合関係で基底礫岩には礫として 花崗閃緑岩と鉄鉱石が含まれており 後述の玢岩鉄鉱はこの時期にすでに形成・削剥されていた形跡がある． 岩質的には前2者より珩長質で角閃石 黒雲母 と主に石英 普通輝石の斑晶を含み安山岩～デイサイト質である．

娘娘山層は層厚 880 m 下部は白榴石を含むフォノライト溶岩 角礫岩 凝灰岩で特徴づけられ 上部は溶結凝灰岩（写真6）が特徴的で 凝灰角礫岩を夾む． この時期の火山岩は白榴石 ソーダライトなどの準長石 エジリン輝石—普通輝石を含むアルカリ粗面岩 フォノライトから構成され 他時期の火山岩類と著しく異なっている．

娘娘山層の火山岩類は娘娘山（写真7）の西側が標式地で ここでは北東—南西 6km 北西—南東 3.5km のカルデラ（陶ら 1978）をみたして産出する（図5） 火山岩類は中心に向かって傾斜し 最末期の溶岩噴出後も中心が陥没したことが明らかである． カルデラの中心部には北北西走向の銅鉱脈が走り これは1976年まで移行採掘された． カルデラ内に産出する点で 日本の足尾鉱山

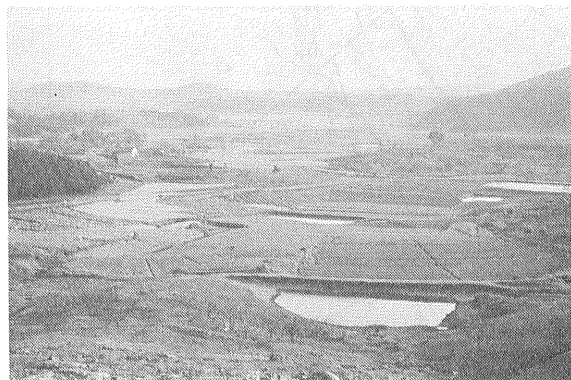


写真5 火山盆地内の地形． 露出は悪く 野外調査にはトレンチ 試錐などが用いられた．



写真6 娘娘山カルデラの主要部を占める溶結凝灰岩．

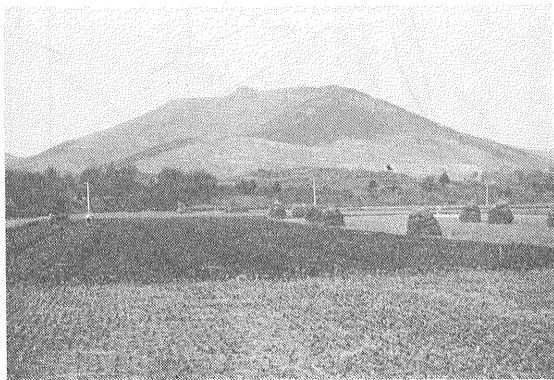


写真7 娘娘山． 岩石は最上位の溶岩からなる．

に類似している。

鉱脈は一般に幅 2—3m 最大 22m 走向延長約 3km 深さ 300m (最大500m) の規模を有し 次の 5 時期の鉱化作用が認められたと言われる。

- (i) 金—黄銅鉱—石英脈 (主要鉱脈)
- (ii) 菱鉄鉱脈 (石英脈と平行)
- (iii) 重晶石脈
- (iv) 玉髓脈

(v) 後期炭酸塩鉱物脈

以上の各時期の火山岩類に付随して貫入活動がみられるが 組成的にも火山岩類と対応する。すなわち 竜王山期後の玄武岩質安山岩 粗面岩質斑岩 大王山期の斑岩—閃緑岩と同質質岩 姑山期の安山岩質斑岩とデイサイト質斑岩 娘娘山期の白榴石斑岩 (写真 8) と エジリン—普通輝石粗面岩質斑岩などである。

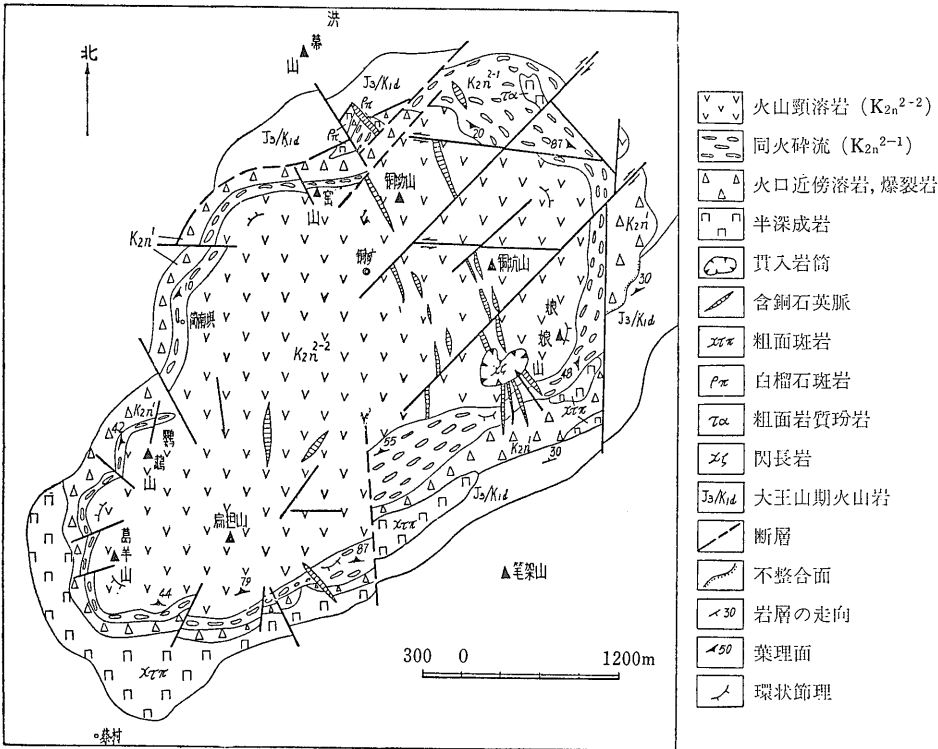


図 5 娘娘山カルデラ地質略図。

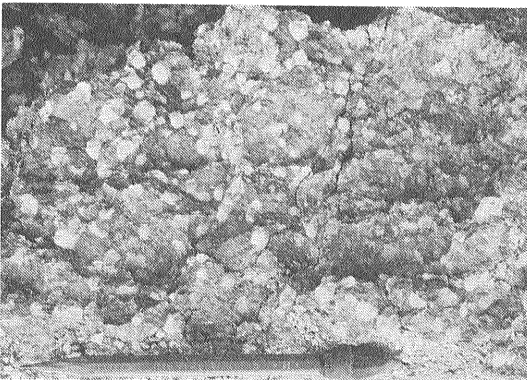


写真 8 カルデラ西縁に貫入する白榴石斑岩。

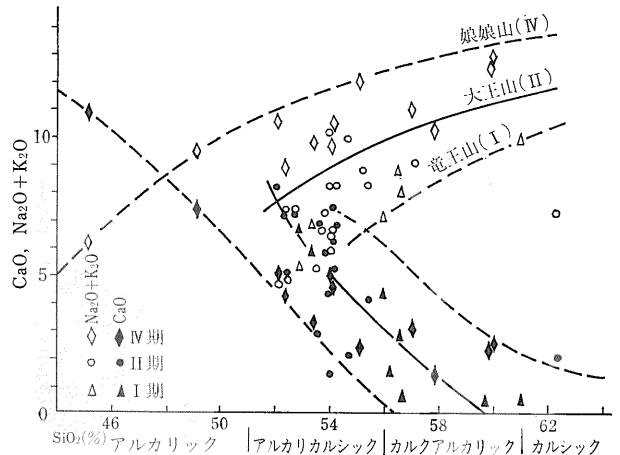


図 6 珩岩類のアルカリライム指数。

表1 寧蕪盆地における火山岩 貫入岩 鈹化変質岩の K-Ar 年代.

時期	地域	火山岩		半深成岩		鈹化変質岩	
		岩石名	年令 (100万年)	岩石名	年令 (100万年)	岩石名	年令 (100万年)
娘娘山	北部	梅山粗面岩質デイサイト	91.0				
	中部	娘娘山フォノライト	99.8	南山采坑閃緑玢岩	100.8	銅井大栗村カリウム長石脈	73.2
		銅井フォノライト質溶結角礫岩	105.5	銅井大栗村閃長岩	91.6-94.3		
				銅井坳村粗面斑岩	93.6		
				銅井白榴石斑岩	105.7		
姑山	北部	梅山石英安山岩	109.7				
		同上	114.0				
	中部	鸞子山安山岩	113.2				
		竜王山粗面安山岩	114.6				
	南部	姑山安山岩	115.7				
大王山	北部	梅山含黒雲母安山岩	121.4	臥九崗閃緑玢岩	123.4	同左 磁鉄鈹輝石鈹石	116.9
						吉山 同上鈹化閃緑玢岩	118.8
	中部	七里尖粗面安山岩質角礫溶岩	120.2	凹山閃緑玢岩	120.1	陶村磁鉄鈹-アルバイト	104.7
			慈湖閃緑玢岩	120.1	化閃緑玢岩		
南部				鍾九アルバイト閃緑岩	120.2	同左 変質金雲母	93.1-94.1*1
				白象山閃緑岩	125.1	前鍾山 変質金雲母	106.5
						同左 変質金雲母	105.2
竜王山	中部	小丹陽南粗面岩 黒雲母	125.3				
		竜王山粗面安山岩質角礫溶岩	126.8				

*1 Rb-Sr 年令

これら玢岩類はシリカ53—54%付近に最も高い集中度を示し 後期ほどアルカリ・ライム指数が高い傾向を示す(図6). 鉄鈹床は主として大王山期の苦鉄質でややナトリウムに富む斑岩—閃緑岩と同質玢岩に伴われる.

姑山期の末期から娘娘山期の初期にかけて(107—94 Ma) 花崗岩類の活動がある. これらも直径数km程度の小岩体で モンゾ花崗岩~アルカリ花崗岩からなり一部は石英に乏しく閃長岩質である.

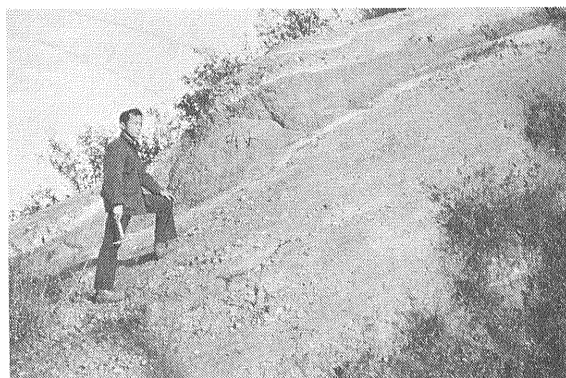


写真9 粗い礫を含む白亜紀紅色砂岩層と薛虎氏.

以上の火成活動に関する K-Ar 年代測定結果を表1に示す. ほとんどは全岩試料について実施され 鈹床産試料には金雲母とカリウム長石で測定された. 火山岩の年代は竜王山の127Maから 娘娘山末期の91Maにかけて若くなり 半深成岩類もほぼ対応する年代を示す. 鈹化物質では鉄鈹床の母岩が北部の梅山鈹床で117 Ma前後 中央部の陶村鉄鈹床のアルバイト化岩で105 Ma 南部の鉄鈹床産の金雲母で106 Ma しかし Rb-Sr 年代では94Maが得られている. また 銅鈹脈のカリウム長石は73Maであり 鉄鈹化作用とは全く異なる時期の産物であることが明らかである.

娘娘山期の火山活動の終了後 不整合関係でレッドベッドが堆積する. 主に白亜紀最末期のもので 下位の浦口組は層厚460m 紅色砂岩 含礫砂岩 礫岩などからなり 石膏薄層を夾む(写真9). 上位の赤山組は紅色でより細粒の砂岩からなり斜層理の発達が顕著である.

古第三紀は浸食期に当り 中新世以後 若干の砂礫粘土層と局部的にかんらん石玄武岩の噴出があつて現在に至っている.

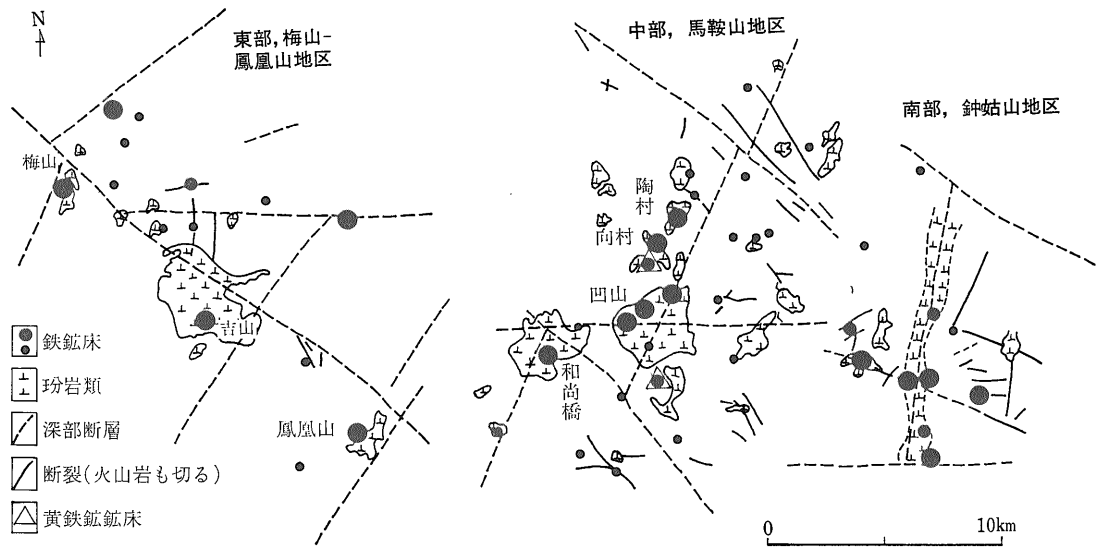


図7 主要な鉱化珩岩体の分布と構造規制.

珩岩鉄鈹鈹床

珩岩鉄鈹鈹床は安山岩質の小貫入岩体である珩岩の頂部 接触面 周辺の火山岩を主とする母岩中に産出する磁鉄鈹-赤鉄鈹鈹床である。前2者が巨大な鈹床の場である。珩岩類の貫入は大江山期末のもので 広域断層の規制をうけている (図7)。

斑 斨 閃 緑 珩 岩

珩岩の形態は緩傾斜層状 レンズ状 きのこ状などの様々なものからなる。堆積岩に貫入する場合には境界がシャープで ホルンフェルス帯を伴うが 安山岩質岩の場合には境界が不明瞭で 漸移相が認められることがある。

珩岩は厳密には斑斨閃緑珩岩と斑斨閃緑岩とからなり前者が浅所 後者が深部相として移行する場合が多い。最も完晶質な後者においても 構成鈹物は1.5mm程度で 一般の深成岩とは肉眼的にかなり異なり 非常に細粒である。斑斨閃緑珩岩も肉眼的に完晶質であり 斑状構造も目立たないが 中国側の研究によると鏡下で累帯構造の著しい石灰質斜長石と透輝石-普通輝石 または頑火輝石-普通輝石組成の輝石類が65-90%を占め 石基は珩輝緑岩組織の斜長石と普通輝石とからなる。

珩岩類は野外で $\chi = 1,500 \times 10^{-6}$ emu/g に達する帯磁率を示し 明らかに磁鉄鈹系に属する。この点は火山岩についても同様で 新鮮な火山岩類は竜王山から新第三紀の玄武岩まで 著しく高い帯磁率を示す。多量の磁鉄鈹の存在は化学分析値の高い Fe_2O_3/FeO にもあらわれている。

斑斨閃緑珩岩18個の平均値は下記の値を示す (重量%)。

SiO_2	53.9	Fe_2O_3	4.2	CaO	5.9	P_2O_5	0.3	
TiO_2	0.8	FeO	3.8	Na_2O	4.6	CO_2	1.3	
Al_2O_3	17.0	MnO	0.1	K_2O	2.4	$H_2O(+)$	1.5	
		MgO	3.5	合計				99.3

この鉱化関係珩岩では高い酸化状態のほか $Na_2O/K_2O \approx 2$ に達する ナトリウム質であることが特徴的である。このマグマ期における性格が後マグマ期の著しいアルバイト変質にも継続して及んだものと考えられる。この珩岩の固結は地表下1.5~2kmの浅所であろうと一般に思われている (寧蕉研究小組 1978)。

鈹床のタイプ

鈹床は盆地北部の梅山-鳳凰山地区 ^{マイサン} 馬鞍山市東南東 ^{ファンホアサン} ^{マフサン}

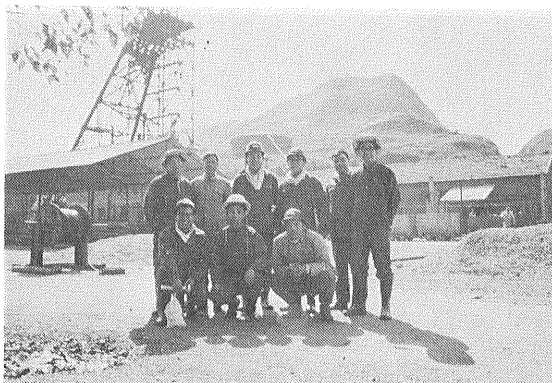


写真10 鳳凰山と鈹山の人員立坑。右端は日本語が得意な金淮氏。

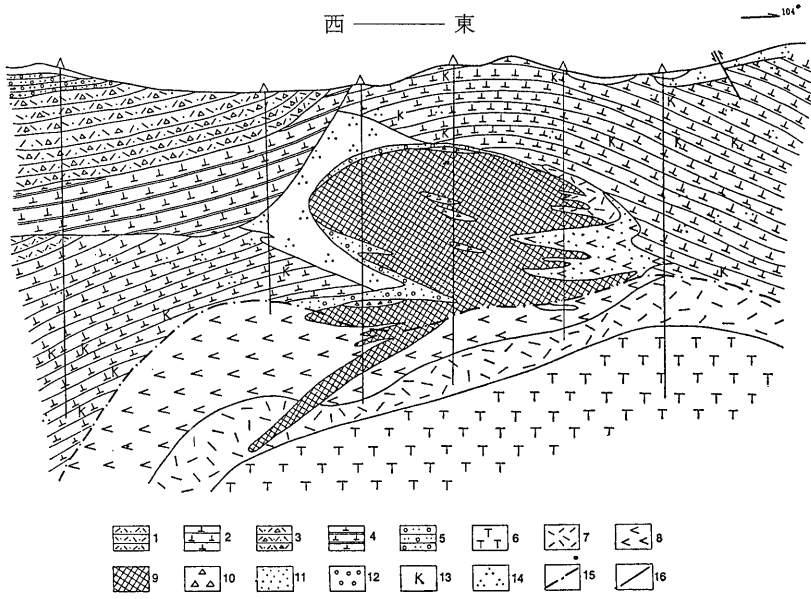


図8

梅山鉱床の東西断面図。

1. 凝灰岩 2. 黒雲母-普通輝石安山岩 3. 凝灰質角礫岩 4. 普通輝石-黒雲母安山岩 5. 礫岩 6. 透輝石含有アルバイト岩 7. フェデロバイト-アンドラダイト(以上石榴石)
8. 方解石-透輝石岩 9. 塊状高品位鉄鉱 10. 鉍化角礫岩 11. 磁鉄鉍鉍染鉍 12. 黄鉄鉍-石英-炭酸塩岩 13. カオリン化 14. 珪化
15. 安山岩/珩岩境界 16. 断層。

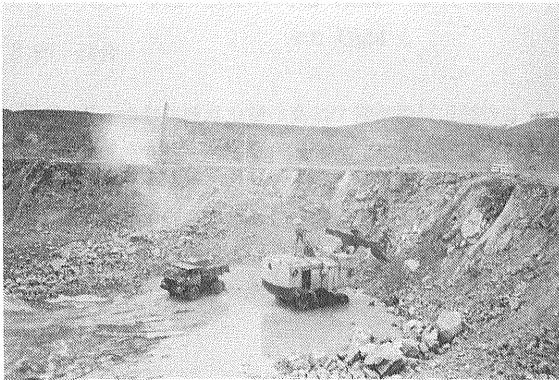


写真11 吉山の露天掘り風景 (1981年10月)。



写真12 梅山坑内 -200mLにおける角礫状鉍石と張南海氏。

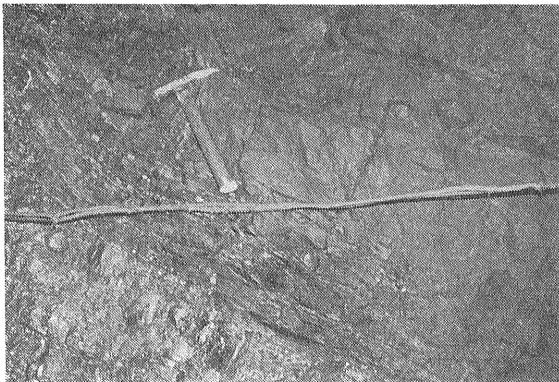


写真13 鳳凰山坑内 -150mLにおける塊状鉍石。



写真14 凹山の露天掘り風景 (1981年10月)。

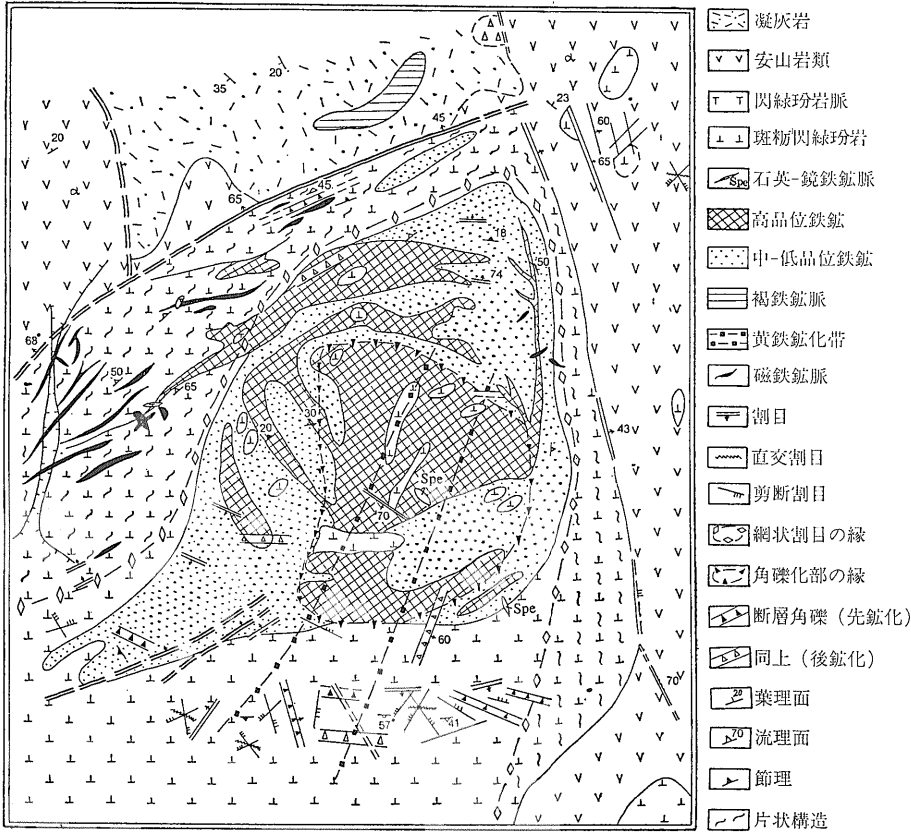


図9
凹山鉱床の平面地
質図。

方約14km^{ウツサン}の凹山地区 盆地南端部の^{フシノタマサン}鍾姑山地区の3地域に集中的に産出する。これらのうち筆者が見学したものは 北部地区で坑内掘りの巨大鉱床である梅山 露天掘り(表紙参照)と坑内掘りの鳳凰山(写真10) 露天掘りの吉山の各鉱床である。梅山は玢岩の最頂部に鉱床がある理想的なもので 鳳凰山は玢岩の北西縁に沿って壁岩との間に約40°傾斜で鉱床が続くものである。吉山(写真11)の鉱床は玢岩中にみられ 安山岩直下の塊状鉱体のルーツが残存していると思われるものであった。

梅山鉱床はルーフの角礫安山岩や凝灰岩を夾む黒雲母普通輝石安山岩に玢岩が貫入する所で 安山岩中に多くが一部が玢岩中に胚胎するレンズ状 一部脈状の鉱床である(図8)。変質作用が著しく 透輝石化 石榴石化 柱石化 アルバイト化 緑簾石化 緑泥石化 黄鉄鉱化 珪化 カオリン化 炭酸塩化などをうけるが 基本的な鉱物組合せは 石榴石-透輝石-燐灰石-磁鉄鉱である。磁鉄鉱は塊状 角礫状(写真12) 斑点状などに産し 二次的な赤鉄鉱化が顕著である。黄鉄鉱が多く 少量の閃亜鉛鉱と方鉛鉱もみられ 硫黄含有量は一般に3% S 高品位鉱で2.2% S 燐は0.4% P₂O₅とのものである。

鉱石の爆裂温度は赤鉄鉱化鉱石で350—450°C以下であるが 磁鉄鉱が多いものでは450°C 一部700°Cに達する温度が得られており 一部でore magmaの可能性がのべられているが 一般には熱水性交代充填鉄床説が考えられている。この種の鉄床は梅山式と呼ばれ ほかに牛首山 南山上部 梅子山 小東山上部などがこのタイプに属する。

鳳凰山鉱床は玢岩の縁辺に産する点で梅山式と同様であるが 壁岩は火山岩でなく その下位の堆積岩である点で異っている。鉄床は層状 レンズ状であり 主に黄馬青組下部層砂岩質岩 一部玢岩中に存在する。鉄化は背斜軸 層理面 不整合面などの堆積岩構造 接触面 玢岩の形態などに規制される。

磁鉄鉱の産状 変質作用も梅山式と似ているが 金雲母が多産し 基本的な鉱物組合せは金雲母-燐灰石-磁鉄鉱である。縞状鉄が目立つ(写真13)。磁鉄鉱の爆裂温度は330—370°C以下 主に熱水充填 一部は熱水交代作用で生成したものと考えられている。この式のものとして 白象山 前鍾山 和睦山 鍾九 其林山などがある。

以上について凹山式の鉄床も大規模である。凹山は

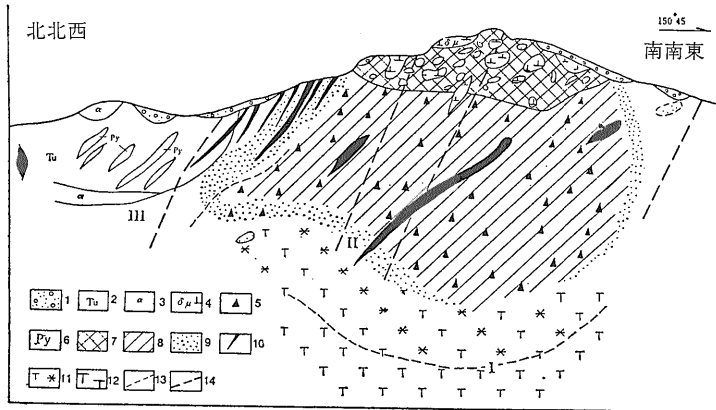


図10

凹山鉱床の北北西—南南東断面図。

- I. 早期と中間期熱水変質帯 II. 重複変質帯
- III. 淡色化変質帯 1. 第四紀層 2. 凝灰岩 3. 安山岩 4. 斑閃閃緑岩 5. 角礫化帯 6. 黄鉄鉱
- 7. 高品位鉄鉱 (アクチノ閃石—燐灰石—磁鉄鉱)
- 8. 中品位鉄鉱 (アルパイト—アクチノ閃石—磁鉄鉱)
- 9. 低品位鉄鉱 (アクチノ閃石—燐灰石—磁鉄鉱)
- 10. 高品位鉄鉱脈 (アクチノ閃石—燐灰石—磁鉄鉱)
- 11. 磁鉄鉱含有アクチノ閃石—アルパイト 12. 普通輝石含有アルパイト
- 13. 熱水変質化岩石の境界 14. 熱水変質帯の境界。

大規模な露天掘り鉱山として 盛んに稼行されている (写真14)。この型式の主たる鉱体は接触面とその内側の玢岩体内にある。凹山では(図9 10)安山岩類に貫入する直径4kmの岩体(図7)の北縁部に小突起部があって 著しい角礫化をうけ広範囲に鉱化を蒙る。高品位部は玢岩中でレンズ状であり 安山岩中では脈状鉱体が多い。構造規制は岩体頂部の固結による収縮裂か空隙の発達 角礫パイプ そして断層などである。基本的には透輝石—燐灰石—磁鉄鉱の組合せを有する。凹山では燐灰石とアクチノ閃石の巨晶が見事である(写真15)。磁鉄鉱 燐灰石の爆裂温度は450—500°C以下ペグマタイト～気成熱水性の交代充填鉱床と考えられている。類似の鉱床には大東山 丁山 夢ト山 太山 上部などがある。

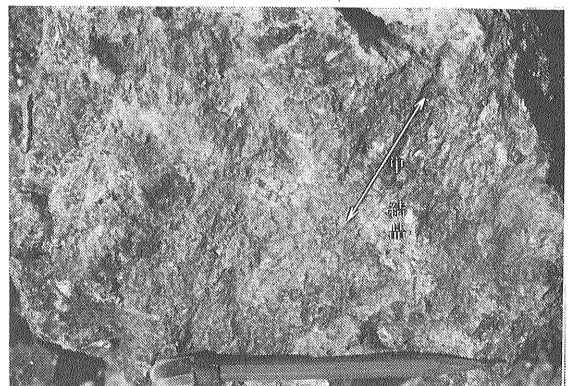
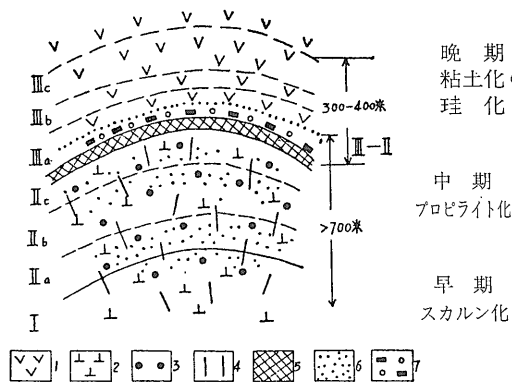


写真15 凹山 +59m L 燐灰石の淡紅色巨晶。

玢岩岩体の更に内部に発達するものとして 前出の吉山 陶村などがあって これは陶村式と呼ばれる。これは玢岩体周辺の冷却による割目を中心にもみられ 鉱染状鉱の比率が高く 品位も低いことが多いが 規模は大きい。Na-柱石—透輝石—燐灰石—磁鉄鉱 透輝石—燐灰石—磁鉄鉱の基本的組合せを有する。磁鉄鉱の爆裂温度は355—430°C以下であり 高温の熱水性交代鉱

床と考えられている。陶村 吉山のほか 和尚橋 南山下部 落星 臥人崗 太山 梅山深部がこのタイプに属する。

以上が主要な鉄鉱床であるが ほかに火山岩類中には層面に規制された層状の石英—鏡鉄鉱層や重晶石—石英—赤鉄鉱層があり ジュラ紀堆積岩中には層状の黄鉄鉱—石膏鉱層も知られている。これらのあるものには共生



- III 上部淡色化熱水変質帯
 - IIIc—カオリン化帯
 - IIIb—珪化帯
 - IIIa—黄鉄鉱—硬石膏化帯
- II—III 著しい重複変質帯
- 中期 プロピライト化 早期変質帯に著しく重複
- II 中部暗色化変質
 - IIc—石榴石化帯
 - IIb—輝石化帯
 - IIa—柱石化帯
- I 下部淡色化変質帯, アルカリ炭酸塩化(重複変質), 長石化帯

図11

変質ゾーニングの模式図。

- 1. 普通輝石安山岩 2. 斑閃閃緑岩
- 3. 中間プロピライト化変質 4. 珪化
- 5. 高品位鉄鉱 6. 磁鉄鉱
- 7. 黄鉄鉱—赤鉄鉱—石英—石膏

鉱床の可能性も考えられるであろう。

鉱化変質作用の特徴

玢岩鉄鉱床の構造的な特徴は次のようにまとめられる。

- (i) 鉱床は貫入キュボラに濃集する。
- (ii) 角礫化が非常に一般的である。
- (iii) 鉱化は網状脈状に開放割目をみたくして生じた。

これらは水に飽和したマグマが浅所に貫入し 閉鎖系環境で水蒸気爆発を伴いながら (陶 1980) 固結したことを示しており ポーフィリー型銅鉱床の生成と共通する性格を持っている。

同様な共通性は垂直的な鉱化変質範囲が大きいこと (1km以上) 上下のゾーニングが明瞭であること などにもみられる。 玢岩鉄鉱にみられる鉱化変質は以下の早 中 晩期に3分される (図11)。

早期の変質作用は一般に深部にみられ 上下に 700 m 以上の大きな規模を持つ。 アルバイト化 柱石化 透輝石化 石榴石化など 水を含まない珪酸塩鉱物で特徴づけられ スカルン化に類似するが アルバイト化が顕著である点が異なる。 磁鉄鉱はこの時期の末期に多量にみられ その産状は主に鉱染状である。

中期に変質作用は アクチノ閃石 金雲母 アルバイト カリウム長石 緑簾石 緑泥石 炭酸塩岩などの主として含水珪酸塩鉱物で特徴づけられる。 プロピライト化変質に若干類似する。 多量の磁鉄鉱が鉱染状 塊状 角礫状などでみられる。

晩期の変質作用は珪化 (主に石英) 粘土化 炭酸塩化 硬石膏化で特徴づけられる。 黄鉄鉱化や明礬石化も著

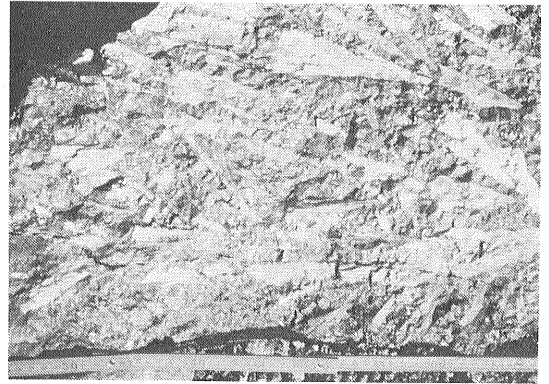


写真16 東山 アクチノ閃石の巨晶を埋める磁鉄鉱

しい。 前2期の鉱化変質帯と重複する。 玢岩鉄鉱の磁鉄鉱はかなり赤鉄鉱化をうけるが これはこの時期の変質によるものと思われる。 鉱体周縁に多い黄鉄鉱も主にこの時期に生成されたものである。 この時期には鉱液の fO_2 、 fS_2 が上昇したことは明らかで その一因に地表水の影響が考えられるが 酸素・水素同位体の研究はまだおこなわれていない。

鉄の濃集機構

玢岩鉄鉱の生成の場は 概念的には図12のようにまとめられる。 梅山鉱床のような塊状鉱体をみる時 マグマ分化作用による鉄の濃集 すなわちそれが溢流すればチリのエル・ラコのような磁鉄鉱溶岩流としてみられるのではないかの想いが浮ぶ。 翁・王 (1981) は鉱床に係する貫入岩の $MgO/(MgO+FeO)$ は40前後であるのに

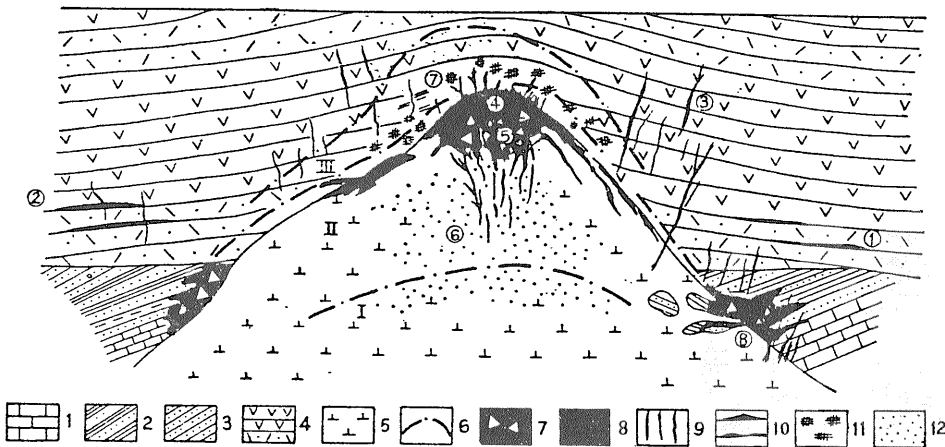


図12 玢岩鉄鉱生成の模式図。

- 1. 青竜群石灰岩 (T₁₋₂) 2. 黄馬青組砂岩頁岩 (T₃) 3. 象山群砂岩 (J₁₋₂) 4. 竜王山 大王山 期火山岩 (J₃/K₁) 5. 斑新閃緑玢岩—斑新閃緑岩 6. 変質分帯境界線 7. 角礫鉱石 8. 塊状鉱石 9. 鏡鉄鉱又は磁鉄鉱脈 10. 層状鉄鉱 11. 黄鉄鉱化 12. 磁鉄鉱鉱染。
- ①竜旗山式 ②竹園山式 ③竜虎山式 ④梅山式 ⑤凹山式 ⑥陶村式 ⑦向山式 (黄鉄鉱) ⑧姑山式 I. 下部淡色化変質帯 II. 中部暗色化変質帯 III. 上部淡色化変質帯。

対し 不毛の貫入岩では30以下であることから 安山岩組成時において鉄が分離濃集し fO_2 の上昇により酸化物として晶出したものと考えている。一方 その後の熱水期においては 鉄はナトリウムと錯イオンを作りそれが地表近くの pH Eh の変化のために分解し 鉄酸化物の沈殿と著しいアルパイト化をもたらしたものと説明した。

これに対して 王ら (1980) は鉄化変質作用を早期の気成-熱水期 (Na- と Na-Fe-Mg 変質) と晩期の中温熱水期とに分け 磁鉄鉱は熱水活動を通しての Fe の濃集により生成したもので 鉄の起源としては母岩に含まれる鉄の再循環を考えている。母岩の変質帯における鉄の増減をみる限り 鉄の溶脱は顕著ではない。鉄の濃集機構としては メルトよりもこの様な熱水を媒体としたものを考える方が 中国の地質家には多いように見受けられる。

あ と が き

玢岩鉄鉱は磁鉄鉱系安山岩質マグマが地表下1~2kmの浅所に貫入し 水に過飽和状態となって水蒸気爆発を繰返して角礫化や鉄の濃集を進行させながら生成したものである。そのマグマは熱水変質鉄物から推察して塩素に富んでいたものと考えられる。そして生成の中-末期には地表入の混入もあった。すなわち 玢岩鉄鉱の成因は硫黄が少ないポーフリー型銅鉄床と同様にみることができる。

このような鉄床は日本の西南日本内帯の中生代後期火山帯には見当たらず また日本のこの帯ではチタン鉄鉱系火山岩類が卓越するので この種の鉄床は期待できないのではなからうか。韓国の慶尚盆地とその白亜紀火山活動は日本の吉舎安山岩類よりも 揚子江下流域の生成環境に類似している。そこには若干の角礫岩を伴う磁

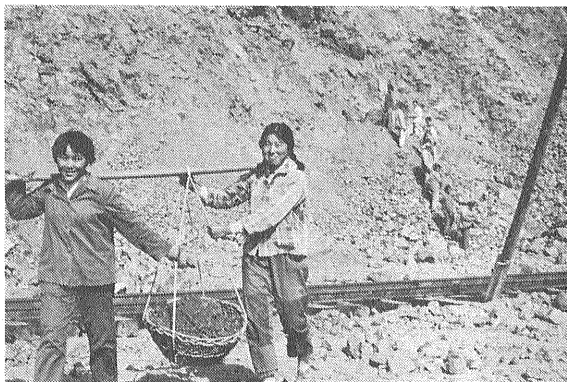


写真17 凹山 脈状黄鉄鉱を手掘りする農家の人達。冶金工業部としては不純物除去 農民にとっては副収入の利益がある。

鉄鉄鉱床も知られている。一方 チリの中生代鉄鉄床は玢岩鉄鉄床と共通する性質を持っている。しかし相違点も多く 玢岩鉄鉄床はやはり中国大陸地殻内で生じた独自のタイプの鉄床であると言える。

ここに記述した内容の多くは末尾文献のうち「寧蕪玢岩鉄鉄」をより所としている。この大作は南京地質鉄産研究所 (写真18) を中心とする全国規模のこの鉄床に関する共同研究結果の総活である。個々の論文も数多くあるが ここでは本文に関係するものから新しいものを若干掲載した。これら原典を読むに当って李文達教授の援助をうけた。

終りに望み 現地調査において筆者の案内の労をとられ かつ種々の助言を借しきれなかった南京地質鉄産研究所李文達副所長 張南海氏をはじめとする関係各位にお礼申し上げる。また訪問した各鉄山で熱心に案内と説明をして下さった冶金工業部の各位および地質部の第322地質大隊の皆様方にも心からお礼申し上げる。

引用文献

- 石原舜三・張安棟 (1982) : 中国の地質用語。地調月報 33 卷 p. 241—249.
- 陸志剛 (佐藤啓生・石原舜三抄訳) (1982) : 中国東部の中生代火山岩石化学とその地質的意義。地調月報 33卷 (印刷中)
- 寧蕪研究項目編写小組 (1978) : 寧蕪玢岩鉄鉄。地質出版社 北京 196p.
- 陶奎元 (1980) : 華東地区爆発角礫岩の成因的分類とその形成機構の研究。中国地質科学院院報 (南京) 第1卷 91—101.
- 陶奎元・呉岩・黄光昭・陳捷干 (1979) : 娘娘山古火山口の構造と岩相特性。地質学報 第1期 p. 40—52.
- 王華田・章純蓀・賀菊端 (1980) : 馬鞍山地区の母岩変質の特性と鉄(硫化物)鉄化作用との関係。中国地質科学院報 (南京) 第1卷 p. 15—32.
- 翁世訪・王文広 (1981) : 長江下流域の構造運動とマグマ活動。同上 第2卷 第3号 70p.

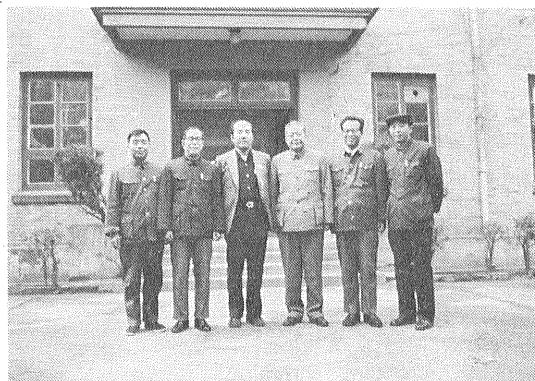


写真18 南京地質鉄産研究所玄関と友人達。右から呂端文 張南海 業治鏗 (所長) 筆者 李文達 (副所長) 桃湛一の各氏。