

中国のタングステン鉱床区分

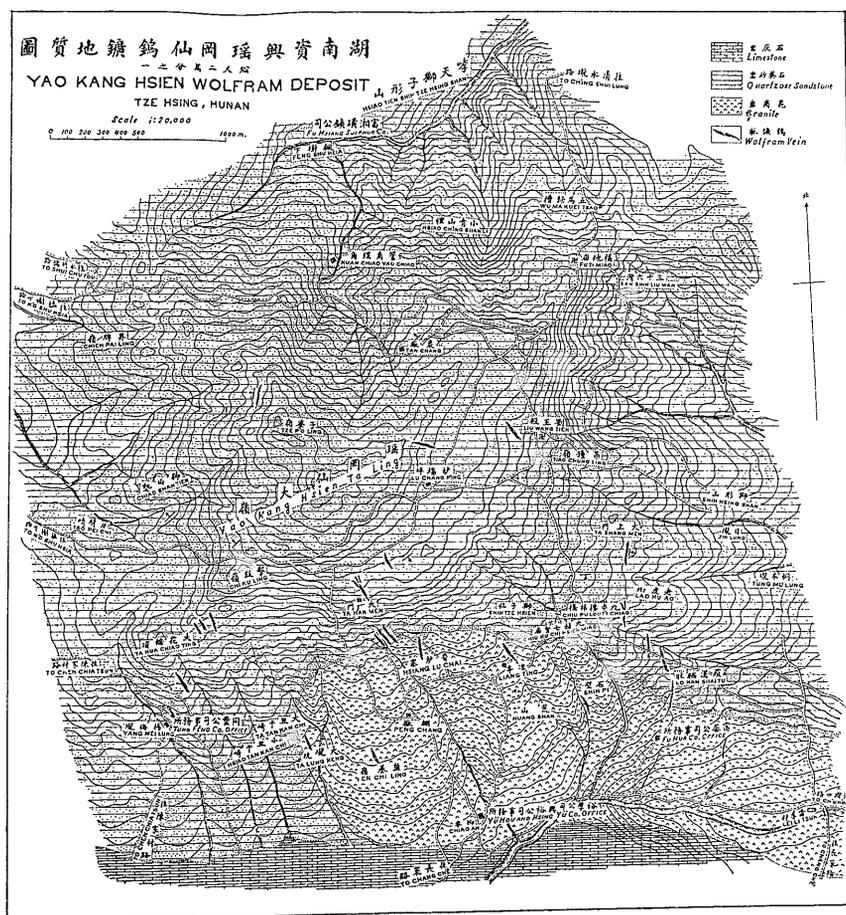
岸本文男 (地質相談所)

Fumio KISHIMOTO

はじめに

この記事は 中国の学術雑誌「地質と勘探」の1986年9号に掲載された廖経棹の論文「我国錳鉍の開発概況和鉍床工業分類問題」を下敷にし それに関係資料のデータを加えて書きあげたものである。上記の論文の特徴は中国のタングステン鉍床を鉍業の観点 鉍業技術上の難易 経済性の高低にたって分類した点にある。鉍床の分類という課題を取扱うのは 主に鉍床地質学の専門家たちである。過去の実例からすると 鉍床の分類の規準にされた条件は多種・多様であるが 成因や生成環

境を規準にした場合が比較的多い。それは探査効果を高めること 平たく言うと 新鉍床が確実に発見できる根拠を手に入れることが念願の鉍床地質学専門家にとって鉍床の研究の重点はその成因を明らかにし 生成環境を把握することに置かないわけにいかず したがって鉍床の分類も成因や生成環境を規準にせざるを得ないし 新鉍床の発見という目的上 それは正しいのである。一方発見を同じ究極の目的とするのなら経済価値が高い鉍床を 同一の鉍種なら掘りやすく 運搬しやすく 選鉱しやすく 製錬しやすく 投資効果が大きく 公害を撒き散らしにくい鉍床を優先的に探査すべきだ とする



第1図 中華民国農商部地質調査所が1919年に発行した「地質專報乙種第一号」の翁文灝の報告「中国鉍産誌略」に見る 当時の湖南省瑶岡仙タングステン鉍床の地質図。

第1表 中国のタングステン鉱床の成因的分類

鉱床のタイプ			鉱量%	生産能力%	
系列	類	型		(1980)	A
I. 地殻下部層（或は上部マントル）と深部マグマに関係した鉱床 (深部起源系列)	1. 火山-火山底性熱水鉱床	イ) 斑岩型	2.3	1.7	1.4
		ロ) 爆裂角礫岩筒型	0.2		
		ハ) 火山-火山底スカルン型	7.4		
		ニ) 火山-火山底石英脈型	0.9		
	2. 火山源-堆積鉱床	ホ) 海成相火山熱水堆積型	3.0		
II. 地殻上部層と浅部マグマに関連した鉱床 (浅部起源系列)	3. マグマ後期-後期後の分化-交代鉱床	ヘ) 花崗岩バグマタイト型	0.2		7.7
		ト) 花崗岩型	2.5		
	4. マグマ期後の熱水鉱床	チ) グライゼン型	1.1		
		リ) スカルン型	18.1		
III. 堆積再生鉱床	5. 堆積作用再生鉱床	ル) 原生界砂岩・頁岩層細脈型	0.8	2.3	1.9
		6. マグマ作用再生鉱床	ヲ) 震旦-カンブリア系ないしデボン系下部統石灰質層・炭酸塩岩層スカルン類似型	8.3	
	ヅ) デボン系中-下部統砂岩層細脈型		5.4		
	エ) 石炭系下部統砂岩-頁岩層細脈-鉱染型		0.02		
IV. 外因性鉱床	7. 冲積-残留鉱床	イ) 第四系中の漂砂型	0.37		

考えもあるはずである。そのような鉱床としてどのようなものが存在するか、あるいは存在の可能性があるか、それに次ぐものはどんな鉱床か？ これに答えるために必要な鉱床の分類の仕方の一つ、これが上記の廖経棹が試みた分類である（中国のタングステン鉱床に限定してのことではあるが）。

このような評価にたつて、まず中国におけるタングステン鉱物資源の現状と開発状況をかいつまんで見てみよう。

中国のタングステン鉱物資源とその開発

中国にはタングステン鉱物資源が豊富に存在し、その産出量が世界一であることは自他ともに認めるところであり、現在すでに数1,000ものタングステン鉱床が発見済みであるが、精密な調査によって探査鉱量が計算できた鉱床の数はまだ全体の1/5にも達していない。鉱床の圧倒的大部分は華南地方に分布している。中国のタングステン鉱床の成因は一般に複雑で、生成タイプも多い。その華南地方のタングステン鉱床を中国冶金部

南嶺タングステン鉱床特別研究班は1981年に、鉱石を作った物質の起源、鉱床の生成条件と産状（走向・傾斜）の特徴を規準にして、4系列、7類、15タイプに分類している（第1表）。

中国におけるタングステン鉱床採掘史は比較的長い。1919年に中華民国農商部地質調査所が発行した「地質專報乙種第一号」の翁文灝の報告「中国鉱産誌略」によると、1916年に現在の河北省の遷安県鸚鵡山で、1918年に同じく河北省の撫寧県王丈子と同県歹溝などで、1917年に湖南省の汝城県南郷などと資興県瑶岡仙および広東省恵陽県の竜岡などで、それぞれタングステン鉱がすでに採掘されていたのである。しかし、タングステンの生産が軌道に乗ってきたのは機械化による生産、最初の機械選鉱所が1952年に稼動し始めてからのことである。

その間、各タイプ別のタングステン鉱床の開発・利用可能な程度が明らかになり、そのタイプ別の特徴にもとづいたそれぞれの鉱床の経済的な開発・生産工程のフローシートも確立されてきた。中国におけるタングステンの生産はその生産量の点でまさに世界のトップにあるだけでなく、鉱床の探査と採鉱、鉱石処理の技術の点で

雲南蒙自之北大庄地方及普洱騰衝一縣均開有辰砂未經開採廣東之連縣及番禺湖北之咸豐各縣古昔均產水銀恐亦不多也。

第九章 鉛

鉛礦爲中國新發見鑛質之一其鑛床多成脈形其母岩皆屬花崗岩類其脈石皆爲石英現在已發見錫鑛者有直隸湖南江西福建廣東五省直隸各鑛全在片麻岩中殆與火成岩無關南方諸鑛則大抵在花崗岩中或其接觸帶內。

直隸省陽泉地質調查所陽泉錳鐵礦產地質圖
YING WU SHAN WOLFRAM DEPOSIT, CHIH AN HSSEN, CHIH LI.



(一)直隸

遷安鷓鴣山 地在縣東北一百十餘里桃林口北三十里居灤河支流青龍河之上流青龍河可通舟至三叉口白三叉口至鷓鴣山約三里鑛脈在水泉溝梁山之頂生於五台系之變質片岩及千枚岩及硬質板岩中走向北十度西傾斜六十至七十度。

第2図 中華民國農商部地質調査所が1919年に発行した「地質專報乙種第一号」の翁文灝の報告「中国産産誌略」に見るタングステン鉱床の記載の一部と当時の直隸省鷓鴣山タングステン鉱床の地質図。

もまた 製錬の面でも優れた特色を備え 多くの技術的パラメータも世界の最高水準に達している と中国は自負するまでになっている。ここで 華南地方のタングステン鉱床群の成因の分類にもとづいた 各タイプ別の鉱量(探査鉱量と地質鉱量)および同じくタイプ別の採鉱選鉱能力比(国营鉱山の場合)を示すと 第1表のようになる。この第1表で明らかなように

1. 総埋蔵鉱量のうち 浅部起源系列の鉱床分が占める比重がもっとも大きく とくにその中でも石英脈型の鉱床の確定鉱量が多くて 50%を占めている。そして それに次ぐのが深部起源系列と堆積再生型のタングステン鉱床の埋蔵鉱量で それぞれ或る程度の割合を占めているが 外因性タングステン鉱床の埋蔵鉱量は僅かである。

2. 1980年の採鉱・選鉱資料が明らかにしているところによれば 中国の可採タングステン鉱床は幾つかの生成タイプのものに限られている。事実上 圧倒的大部分的タングステン鉱石は石英脈型の鉱床から産出し量的にごく限られた鉱石が他のタイプのものから採掘されているにすぎない。そのような 他の多くの生成タイプの鉱床の大規模な採掘は ささまざまな理由があつて目下のところ未定の由である。

3. 一部の歴史の比較的古い鉱山の鉱床はすでに採掘し尽されようとしており その生産能力は失われつつある。それと同時に 幾つかの新しい鉱山がすでに建設途上あるいは建設立案中で 引き続き建設が進められることによって1990年以降にはタングステンの生産がさまざまなタイプの鉱床の分布に見合った変化を遂げるものと期待されている。それでも石英脈型の鉱床が依然として主要な稼行対称に留まるだろうが それが占め

る比重は低下するはずである。それに応じて比重が増加するのは 主にスカルン型と花崗岩型のタングステン鉱床の出鉱量であろう。

4. 中国のタングステン鉱床開発史の中では 花崗岩ペグマタイト型鉱床とグライゼン型鉱床 さらに第四系中の漂砂型鉱床といった幾つかのタイプの鉱床も かつては小規模に採掘されていたこともあるが 現在ではその多くが採掘し尽され あるいはその他の原因によって休止され 以来 最近まで実際に生産が再開されることはなかった。それも1985年頃から様子が変わり 本誌の第402号で紹介されているように 「貧困救済」事業の一環として小鉱山の開発が促進されていく中で 再びこれらのタイプのタングステン鉱床も個々にはごく小規模ながら採掘され 陽の目をみつつある。

地質調査 そして精密な鉱床探査を経て計算されたそれぞれのタイプの鉱床の鉱量 稼行への評価および稼行に伴う生産性の評価は それぞれの鉱床が備えている当面確定ずみと潜在する経済価値と実力の指標とされて



第3図 「開放」政策は個人の採鉱を促進した。貧弱な設備ではあるが 確実に生産は増えていく。この写真は雲南省におけるタングステン砂鉱の個人事業所のありのままの姿を写している。(「中国地質報」から)

いる。この確定経済価値と潜在経済価値の二つの指標を尺度にして第1表に挙げた生成タイプのタングステン鉱床はA・B・C・Dの4グループに分けられている。

すなわちAグループに入るのはグループとしての合計埋蔵鉱量が中国のタングステン鉱床の総埋蔵鉱量の5%以上を占めしかも工業規格の稼行規準に適合しさらに採鉱・選鉱生産量上の規格(同じく中国のタングステン鉱床の総採鉱・選鉱生産量の5%以上可能)に達している次の3タイプの鉱床グループである。

- (1)石英脈型タングステン鉱床
- (2)スカルン型タングステン鉱床
- (3)花崗岩型タングステン鉱床(実際の鉱量が第1表中の数値よりも大きい場合に限る)。

Bグループに入るのはグループとしての合計埋蔵鉱量が中国のタングステン鉱床の総埋蔵鉱量に占める比率は小さい(<5%)が国家の工業部門による比較的長い採掘の実績のある鉱床をもったタイプでありなお一定の鉱量を残し当分の間一定の採掘・選鉱生産能力を備えている稼行鉱床があるタイプである。このグループとしては次の2タイプが挙げられている。

- (1)斑岩型タングステン鉱床
- (2)原生界砂岩・頁岩層中の細脈型タングステン鉱床

Cグループに入るのはグループとしての合計埋蔵鉱量が中国のタングステン鉱床の総埋蔵鉱量に占める比率が5%以上を占めているが今はまだ開発できない次のような鉱床タイプである。

- (1)火山-火山底スカルン型タングステン鉱床
- (2)デボン系中部統・下部統砂岩層中の網状脈型タングステン鉱床
- (3)震旦系-カンブリア系とデボン系中部統の石灰質層 炭酸塩岩層のスカルン様岩型タングステン鉱床

そしてDグループに入るのはグループとしての合計埋蔵鉱量が中国のタングステン鉱床の総埋蔵鉱量に占める比率が小さく現在および近い将来に正式・大規模な開発を考慮することができそうにない鉱床タイプでそれは次のようなタイプである」とされている。

- (1)爆発角礫岩筒型タングステン鉱床
- (2)花崗岩ペグマタイト型タングステン鉱床
- (3)石炭系下部統砂岩・頁岩層中の細脈-鉱染型タングステン鉱床
- (4)海底火山熱水堆積型タングステン鉱床
- (5)火山-火山底石英脈型タングステン鉱床
- (6)グライゼン型タングステン鉱床
- (7)第四系中の漂砂タングステン鉱床。

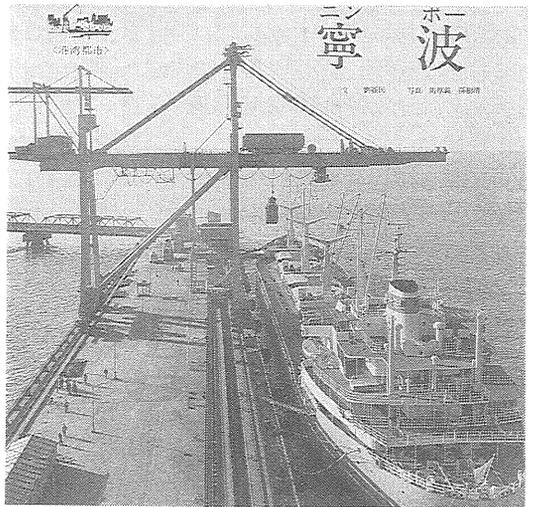
以上の4グループの鉱床タイプが備えている稼行価値鉱業上の価値はグループによって明らかに異なっている。

Aグループのタングステン鉱床の総埋蔵鉱量がきわめて大きな比重を占めていることは第1表での加算値の69.3%という数値がはっきり教えているところである。その中でもとくに石英脈型タングステン鉱床は中国におけるタングステン鉱業史上今日にいたるまで特別に重要な役割を果しもっとも大きな経済価値を備えている。

Bグループの鉱床も中国では当然活用されていてその出鉱量は一定の比重を占め安定した産出能力を保持しているがしかし産出規模が小さくその経済価値は二義的である。しかもその合計保有埋蔵鉱量が少ないため開発の今後には限りがあるようである。

Cグループの鉱床は「貧困救済」事業に係わっているかも知れないがそれを除けば今もって少なくとも中規模以上には未開発である。しかしこのグループに属する各タイプの鉱床は比較的多量の埋蔵鉱量を保有しているため今後の中規模開発には期待を与えるものとなっておりそのような意味からするとこのグループは潜在的な経済価値を備えていると言える。

Dグループの鉱床の埋蔵鉱量はいずれも少ない。その中の幾つかのタイプの鉱床は人力による採掘には適応できるが産出量はごく限られ安定した出鉱は期待



第4図 北侖港の10万t級の鉱石船専用埠頭。この港は浙江省第二の都市である寧波の3港区(鎮海港区 寧波港区 北侖港区)の一つ。写真の埠頭は中国最大の鉱石船専用埠頭である。日本が輸入している多くの鉱石のうち華南地方のものがおおむねこの港から運び出される。〔中国画報〕1986.2月号から)

できず しかもその中の幾つかのタイプの鉱床では 有用成分・有用鉱物の賦存状態や選鉱・回収に係わる鉱石の性質がまだ明らかにされていない。このような鉱床の開発について語るとすれば 現段階では「貧困救済」事業としての採掘以外の鉱業価値は非常に小さいとしか言えないだろう。

以上の見方からすると 各タイプの鉱床がそれぞれに保有する埋蔵鉱量と開発利用できる程度にもとづいた中国のタングステン鉱床の経済価値の順位は 次のようになる。現段階での鉱床の探査と稼行水準が高い A・B・Cの3グループ(計8タイプ)の鉱床は基本的には稼行価値を備えた生成タイプで Aグループが主要なものであり Bグループがそれに次ぎ Cグループは潜在的経済価値を有するタイプということになる。

さらにこのA・B・C・Dグループ区分を 鉱業上役立つ分類に替えていくための規準と根拠について述べる。

鉱業的な分類の根拠

タングステンの鉱業生産は 技術的に可能でなくてはならず 経済的にも引き合わなくてはならない。そのことを前提として すでに探査済みの鉱体中のタングステンとその他の有用成分を回収すること これが鉱業生産である。中国のタングステン鉱山は いずれも採鉱と選鉱(手選・腕掛けを含め)という2種の生産工程を実施している。個々の中国で言う鉱区は 採鉱・選鉱(+製錬)で構成された連合企業地を意味する。鉱床に対する鉱業分類 鉱業的タイプ区分を行う場合には その鉱区での探査と採鉱・選鉱・冶金の技術に影響する鉱床地質の要素 すなわち鉱床の鉱業的利用上の特徴がその分類・区分の規準に使われることになる。

そのように考えて 廖経焯はタングステン鉱床の場合の鉱業的種類の規準を 1) タングステン鉱物の種類 2) 鉱体の形態 3) 鉱石の性質など に求めたのである。

それら規準を設けた根拠とそれぞれの内容は 次の通りである。

1. タングステン鉱物の種類

現在 中国のタングステン鉱山で回収されているタングステン鉱物は 鉄マンガン重石(マンガン重石 鉄重石)と灰重石だけである。その鉱床中のタングステン鉱物は 次の3種の組み合わせで存在している。すなわち

- (1)鉄マンガン重石もしくは鉄マンガン重石を主とするタングステン鉱物組み合わせ



第5図 雲南省の箇旧鉱山から産出した錫のインゴット、タングステンのインゴットの写真は見つからなかったが 似たようなものである。(「中国画報」から)

- (2)灰重石もしくは灰重石を主とするタングステン鉱物組み合わせ

- (3)鉄マンガン重石と灰重石が共生するタングステン鉱物組み合わせ
- の3種である。

一般に鉱業では 鉱石の鉱物組み合わせが違えば それにしたがって別の方法を使って選鉱処理が行われ それ相応の選鉱精鉱が生産されている。中国では 鉄マンガン重石の鉱石に対しては選鉱工程として主に重力選鉱法が 灰重石の鉱石に対しては主に浮遊選鉱法が 鉄マンガン重石と灰重石の両方に富んだ鉱石に対しては重力選鉱 浮遊選鉱その他の選鉱法を組合わせた選鉱工程がそれぞれ採用されている。それぞれの選鉱で得た鉄マンガン重石精鉱と灰重石精鉱は標準品質も売買価格も異なるし 製錬に当たっても違った方法でタングステン金属にされる。そのほか 良質の灰重石精鉱(中国の工業規準でいう特1級)は直接に製錬炉に入れて 合金鋼を作ることができる。したがって 鉱床を作っているタングステン鉱物の種類が何であるかは タングステン鉱床の鉱業的タイプを分類する上で重要な規準になる。

このようにしてタングステン鉱物の種類を規準に 上述の3種のタングステン鉱物組み合わせから それぞれ鉄マンガン重石鉱床系列 灰重石鉱床系列 鉄マンガン重石-灰重石鉱床系列の3大鉱床系列という分類が成立する。

第2表 中国のタングステン鉱床の鉱業的分類

鉱床のタイプ			探査対象	鉱体の特徴				鉱石の特徴			代表的鉱床
系列	種類	タイプ		形態	境界	側岩との接触関係	傾斜	主要W鉱物	主要脈石鉱物	組織・構造	
I 鉄マンガ ン重石 鉱床系列	1. 脈状鉄マ ンガン重石 鉱床	(1)石英大脈型鉄 マンガ ン重石 鉱床	含鉱単脈	脈状	鮮明	非整合	急斜	鉄マン ガ ン重 石	石英	塊状・ 塊状	X 鉱床
		(2)石英細脈型鉄 マンガ ン重石 鉱床	含鉱細脈帯	脈状 (帯状)	やや鮮明	非整合	急斜	鉄マン ガ ン重 石	石英	複成脈状・ 層々進入状 塊状	P 鉱床・ H 鉱床
II 灰重石 鉱床系列	2. 層状灰重 石鉱床	(3)石英層状脈型 灰重石 鉱床	含鉱単脈	層状 (脈状)	鮮明	整合	緩斜	灰重石	石英	縞状・ 角礫状・ 塊状	W 鉱床
		(4)層状スカ ルン 様型灰重石 鉱床	含鉱スカ ルン	層状	やや鮮明	整合	緩斜	灰重石	スカ ル ン 鉱 物	縞状・ 鉱染状・ 塊状	J 鉱床
	3. 非層状の 脈状灰重石 鉱床	(5)接触帯スカ ルン 型灰重石 鉱床	含鉱スカ ルン	不規則	やや鮮明	非整合	緩斜-急斜	灰重石	スカ ル ン 鉱 物	鉱染状・ 縞状・ 塊状	B 鉱床
III 鉄マンガ ン重石 -灰重石 鉱床系列	4. 層状鉄マ ンガ ン重石- 灰重石 鉱床	(6)層状細脈- 鉄 染 型鉄マン ガ ン重 石- 灰重石 鉱床	細脈- 鉄 染 状 鉱 体	層状	漸移	整合	緩斜	鉄マン ガ ン 重 石・ 灰重 石	石英・ 長石・ 雲母	縞状・ 交差脈状・ 鉱染状	D 鉱床
	5. 非層状の 脈状鉄マン ガ ン重石- 灰重石 鉱床	(7)岩体細脈- 鉄 染 型鉄マン ガ ン重 石- 灰重石 鉱床	細脈- 鉄 染 状 鉱 体	不規則	漸移	非整合	緩斜-急斜	鉄マン ガ ン 重 石・ 灰重 石	石英・ 雲母・ 緑泥石	網脈状・ 角礫状・ 鉱染状	L 鉱床

2. 鉱体の形態

タングステン鉱床の鉱体の形態は 板状と非板状に概括することができる。前者は平面上で帯状や脈状を呈して一方向に延び 後者の平面での形態は不規則である。鉱体の形態は鉱床の開発方式 採鉱法 探査法を選択や実施に影響を与える。脈状鉱床の鉱体と層状鉱床の鉱体はいずれも板状鉱体に属するが 産状およびその側岩との接触関係はそれぞれ異なっている。脈状鉱体は多くが急傾斜で 側岩とは非整合で接触し 層状鉱体は側岩と基本的には整合関係にあり その鉱体の走向・傾斜は側岩の層理の走向・傾斜と一致している。非層状 非脈状の鉱体は形態が不規則な楕円球状 レンズ状 扁豆状 囊状の鉱体を一括したもので 一般に側岩とは非整合で接触し 鉱体と側岩との接触面は多くが緩やかに変化している。したがって このような実体からすると 中国のタングステン鉱床は脈状鉱床 層状鉱床 非層状-非脈状鉱床に3大別できるとされている。

事実上 どのタングステン鉱床もどれかの系列に当てはまるが 中国の場合にはその鉱床がどの系列に属するかよりも 次の分類項目である「種類」(第1表参照)のどれに入るかによって鉱業上の価値を問われるということになる。

3. 鉱石の性質など

タングステン鉱床を各系列 各種類に分類したことを基礎にして鉱床の鉱業的タイプを確定し 命名するための規準となるのは 主として鉱石の性質である。採鉱と選鉱の工程に影響を与える鉱石組成の複雑さの程度 鉱石の物理的・機械的性質などは 当該鉱石を構成する鉱物組成および鉱石の組織・構造と関係が深い。たとえば 含タングステン石英脈と含タングステン スカルンはいずれも緻密・堅硬な鉱石の部類に属するが 雲母 長石 緑泥石 方解石 蛍石などの脈石鉱物は比較的軟らかくて砕けやすく 鉱石の粉碎・磨砕時には微粉化し 泥化されやすい。また細脈-鉄染状鉱石中のタングステン鉱物の粒度は一般に比較的小さく その細かさはこの鉱物を単体分離する際の磨砕粒度と選鉱効果に悪影響を与えるのが通例である。

以上に紹介したことを総合して 廖経梓は 現在中国が持っている稼行価値のあるタングステン鉱床を 第2表に示したように 3系列・5種類・7タイプに分類した。

では次に この各タイプのタングステン鉱床の鉱床地質上の特徴点と鉱業利用上の特徴点について簡単に紹介する。

鉄マンガン鉱床系列

1. 石英大脈型鉄マンガン重石鉱床

石英大脈型タングステン鉱床の中で 通常 中国の探査部門と生産部門が評価の対象とし 開発の対象としているのは 2m以上の範囲に脈幅 10cm以上の鉱脈が集積する鉱体で 一条の鉱脈であれば その走向延長と傾斜延長が数10mから数100m 幅が10数cmから1—3mのものである。

一般にこれらの鉱脈の形態は複雑で 分岐あるいは合体し 膨縮・尖滅しては再び出現を繰返し 鉱脈の数が多く あるいは平行し あるいは交差して配列する。そして花崗岩岩体内 外側ないし接触帯に胚胎されている。

そのタングステン鉱物は鉄マンガン重石を主とし 少量の灰重石を有することもある。その場合の灰重石の含有率は タングステン鉱物総量の15—20%以下である。ごく少数ながら 石英大脈型鉱床の中には主として灰重石からなるものもあるが その場合 含有規模はいずれも比較的小さく 大きな稼行価値をもっていない。タングステン鉱物と共生する金属鉱物は 一般に錫石 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 緑柱石 黄鉄鉱などである。タングステン鉱物を回収する際に 随伴成分も副産物として順次回収される。脈石鉱物としては 石英のほか長石 電気石 黄玉 炭酸塩鉱物 螢石などがある。鉱石のタングステン品位は中程度から比較的高いのが普通であるが その品位分布は均一ではない。

このタイプのタングステン鉱床に対しては 一般に水平坑—採掘鉱石重力落下—通洞坑集中搬出方式(このような表現は馴染まないが 意味はわかっていただけよう)で開発されている。それは鉱脈の脈幅が狭く 傾斜が急で 側岩・鉱石の性質がいずれも堅牢・一定し 自然発火の危険性がなく 粘結する恐れもないからで 常用される採掘法は浅孔発破—残柱法である。切り羽は鉱脈の走向に沿って設けられ 坑道レベル間の高距は一般に40—50mである。採掘した鉱石はその自重を利用して 鉱石シュートに落ちる。大多数の鉱体は脈幅が採掘切り羽の幅よりもかなり小さく したがってずり混入率が非常に高く 一般に60—80%に達し それよりもさらに高い場合もある。

粗鉱品位が低い場合には 鉱石は機械選鉱の前に 古典的ではあるが効果的な 手選法で選鉱され 50%以上のもの廃石が捨てられ それによって機械選鉱に入れる原鉱の品位を上げ 規格に合った鉱石にしている。そのような粗鉱を対象とした選鉱所が採用している選鉱の方法は まず重力選鉱によって粗選し 中程度の品位の鉱



第6図 錫—タングステン鉱山での鉱石選鉱試験中の一駒。(「中国画報」から)

石にしてから重力選鉱 さらに浮遊選鉱 磁力選鉱 電気選鉱などの多様な方法を用いて精選し それによって挟雑物を除去して精鉱の質を高めるという目的を果している。そして 鉄マンガン重石の精鉱を生産すると同時に 灰重石精鉱などを含めたその他の随伴有用成分を回収している。このようにして 中国独特の預選—粗選—精選と呼ばれる選鉱工程が組立てられているのである。このタイプの鉱床の場合 タングステン鉱物の粒度は比較的大きく 選鉱される性質が優れ 実収率は通常80%を下らない。

廖経棹によると 内外に有名を馳せている X鉱山(江西省の西華山鉱山と思われる)はこのタイプのもので 世界の坑内採掘を行っているタングステン鉱床の中では規模が最大である。

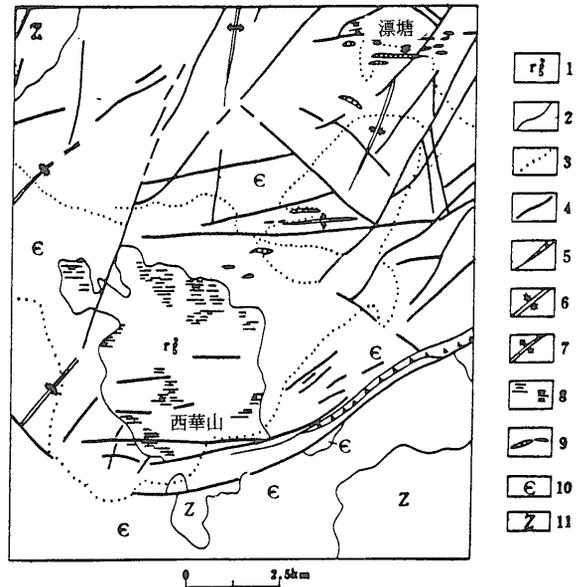
2. 石英細脈帯型鉄マンガン重石鉱床

中国では このタイプの鉱床の場合 脈帯全体が石英脈タングステン鉱床として探査と採掘の対象となる。その脈帯は 一般に幅が10cmよりも狭い単脈が比較的密に分布しているものである。そして その含鉱細脈は 平行もしくは交差して配列する。稼行されている鉱体はそのような鉱脈と脈間の不毛な側岩で構成され その鉱画は試料を採取して化学分析した結果から画定されるのが普通である。

石英細脈帯型タングステン鉱床の賦存位置 産状 鉱石の特徴は 石英大脈型タングステン鉱床の場合とよく似ている。ただし 鉱画を描くべき対象が異なり 鉱体の規模が大きく 品位は低いが 鉱体の幅も品位も比

較的一定している。採鉱費を下げるため 通常 鉱床の上部ではその広がりや地形に応じて 適宜 露天掘りが行われている。たとえば 廖経棹の言う P 鉱山(江西省の盤古山鉱山と思われる)の一部と H 鉱山(同じく江西省の洪水寨鉱山であろう)の北鉱脈帯では 露天掘りが実施されている。そして 鉱床の下部に採掘坑道を入れるに当っては 石英大脈型の場合と同じように 一般に水平坑一採掘鉱石重力落下一通洞坑集中搬出方式が適用されている。その採鉱法としては 主として中段段かけ崩落法が用いられ 鉱体が比較的厚いので 鑿岩一発破は多くが浅孔に替えて長孔ないし中孔で行われている。ずりの混入と鉱石の損失は 石英大脈型の場合よりも少ない。

上記 P 鉱山の鉱床はタングステンと錫が共生する鉱体で構成されているが その選鉱工程は石英大脈型鉄マンガング重石鉱床の場合とよく似ていて まず粗鉱を手選して機械選鉱規格の合格鉱石にしてから標準的な預選一粗選一精選というフローシートに乗せ 鉄マンガング重石と錫石の精鉱を生産している。本タイプの鉄マンガング重石鉱のタングステンと錫の実収率は それぞれ最高75%と65%である。



第7図 漂塘—西華山鉱山地域の地質概要図(「錫地質討論会文集」1982 北京 p. 386から)

1. 花崗岩。 2. 地質境界。 3. ホルンフェルス帯。
4. 断層。 5. 裂か帯。 6. 向斜軸。 7. 背斜軸。
8. タングステン鉱脈。 9. 鉱化帯。 10. カンブリア系。 11. 失震旦系。

灰重石鉱床系列

1. 石英層状脈型灰重石鉱床



第8図 錫—タングステン鉱山での坑内掘の一景。このような坑内風景は国営鉱山でないとは出現し難い。日本では、一昔前には同じような光景が多く見られたものであるが。(「中国画報」から)

原生界の砂岩・頁岩中の薄層状含タングステン・アンチモン・金石英脈は 多層状に重なりながら 平行配列するという特徴を備えている。その各単層の変質鉱化帯は延長が数100m から数1,000m に達しているが その中のボンナザ(富鉱部)は不連続な板状—柱状を示し 垂直延長が水平延長よりも大きい。鉱体と側岩は整合的で 境界が鮮明であり 傾斜は緩い。層状の主脈の縁辺部には 通常 含鉱細脈が矢羽根状に発達している。

その鉱石のタングステン鉱物は主として灰重石で 少量の鉄マンガング重石を含んでいる。共生鉱物は 輝安鉱と自然金のほか 黄鉄鉱 閃亜鉛鉱 方鉛鉱 硫砒鉄鉱 黄銅鉱 辰砂などである。脈石鉱物は 石英のほか 方解石 苦灰石 緑泥石 絹雲母などからなっている。鉱石のタングステン品位は中程度であるが 品位分布はきわめて不均一である。鉱石の主要成分であるタングステン アンチモン 金の品位変化係数は 100—300%である。

この種の鉱床は湖南省の西—北部に多く 廖経棹がそれを代表する鉱床としている W 鉱床(湖南省の沃溪鉱床であろう)は 1800年代の末期に採掘が始められている。そしてそれ以降 久しく金とアンチモンが生産されてい

ただけであったが 1940年代になってはじめて タングステンも回収されるようになった。 現在では 採鉱—選鉱—冶金総合生産工程のフローシートが完成し それに必要な施設が完備され 稼働している。 採鉱区は立坑と斜坑を組合わせて稼行されている。 採鉱法としては 鉱脈が薄く 平均して厚さ 0.78m であり 傾斜が 25—35° を示し 鉱体の上盤と下盤の岩層が剝落しやすく 鉱床生成後の割れ目に富み 側岩の堅牢性・脆弱性が部分によって大きく変わるため 主として削壁充填法が適用されている。 坑道レベルの高距は 25m である。

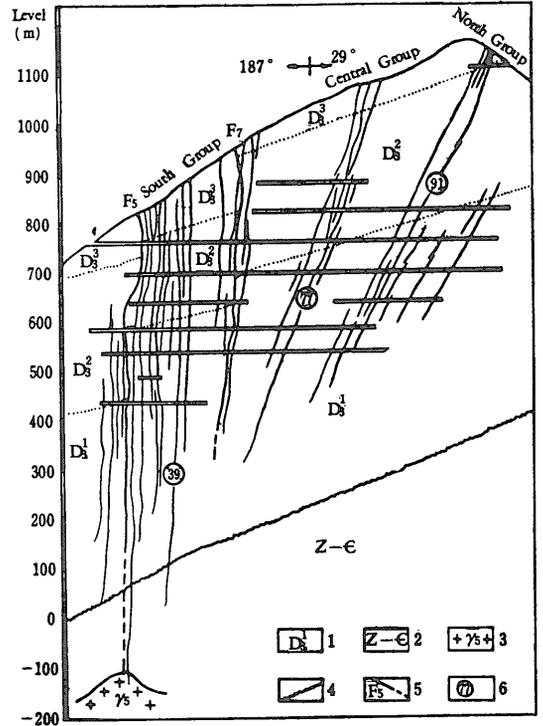
採掘鉱石は切り羽からスクレイパーで掻き出されている。 採鉱によるずりの混入と損耗は いずれも少ない。 鉱石中のタングステン アンチモン 金の3種の共生成分を効果的に回収するため 選鉱には重力選鉱と浮遊選鉱を結合し 浮遊選鉱を優先するフローシートが採用されている。 タングステン鉱物は主として浮遊選鉱によって分離され 灰重石精鉱の最終製品とされている。 その実収率は 80%をはるかに越える。 金精鉱とアンチモン精鉱は それぞれの製錬工程を経て 金とアンチモンの各インゴットにされている。

2. 層状スカルン類似型灰重石鉱床

スカルン類似型タングステン鉱床は接触交代スカルン型の場合とよく似ているが 鉱体が層状を呈して特定層準の石灰質層や炭酸塩岩層中に賦存するという特徴を備えている。 さらに 鉱床は複数の多くの鉱体で構成され 鉱体は側岩と整合関係で接触し 鉱体と側岩は互いに平行して重なり合い そして鉱体は側岩と同じように褶曲している。

灰重石が主要な鉱石鉱物で 一般に共生鉱物として黄鉄鉱 磁硫鉄鉱 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 輝水鉛鉱 輝蒼鉛鉱 錫石などが存在する。 これらの金属鉱物はスカルン鉱物の粒間に鉱染し 通常 縞状の鉱石構造を作っている。 鉱石のタングステン品位は比較的低位が しばしば鉛・亜鉛・硫黄とタングステンが造鉱成分として共生する鉱床を形作っている。 すでに建設が終わり 稼行を開始したと思われる 廖経焯の言う J 鉱床 (論文集「Symposium on Tungsten Geology, Jiangxi, China: 12—22 October 1981」に英文で Jiao-li と書かれている鉱床であろうが 省名も漢字も今のところ不明) の場合 その主鉱体は水平延長が300—500m 厚さが1—5m 傾斜延長が100—200m 傾斜が55—80° 平均品位が WO_3 0.2% Pb+Zn が2.58% である。

この鉱山の開発は水平坑方式で設計され 一般的には浅孔—残柱法で採掘されることになっている。 選鉱工



第9図 江西省の盤古山タングステン鉱山 Bi—W 鉱床の地質断面図。 (『鶴鉦地質討論会文集』1982 北京 p. 234 から)

1. 頁岩を挟有するデボン系上部統砂岩。 2. 震旦系カンブリア系千枚岩・頁岩。 3. 燕山期黒雲母花崗岩。
4. 不整合面。 5. 断層。 6. 鉱脈とその番号。

程は直接優先浮遊選鉱法によるものとされ 鉛 亜鉛 タングステンを総合的に回収し 設計によると その実収率は70%に達するはずである。

3. 接触帯スカルン型灰重石鉱床

このタイプの鉱床はマグマに由来する酸性貫入岩と密接な関係を有し その貫入岩体と炭酸塩岩の接触帯およびその付近に賦存する。 この種の鉱床は 鉱体の形態と鉱石の組成がいずれもかなり複雑であり 一般に多数の鉱体からなり 或る鉱床ではその鉱体の数が 100 余にも達している。 鉱体の形態としては 厚い層状 レンズ状から小さな扁豆状 嚢状 さらに脈状のものまでである。 鉱体と側岩は 多くが不整合で接している。 スカルンと側岩との境界は鮮明であるが そのスカルン中の鉱石鉱物の分布は均一ではない。

スカルン鉱物は 主として ざくろ石 透輝石 透角閃石 ベスビアナイト 珪灰石 緑簾石 陽起石などである。 金属鉱物は鉱染状ないし脈状を示しながらスカルン中に分布し あるいはそれを切っている。 ほとんど

どの場合 灰重石が唯一の稼行対象鉱物となっている。その灰重石と共生する金属鉱物は 輝水鉛鉱 輝蒼鉛鉱 錫石 黄銅鉱 黄鉄鉱 磁硫鉄鉱 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 硫砒鉄鉱 磁鉄鉱などである。このタイプの鉱床には 鉱化作用が不均等に働いて帯状構造を形作り あるいは別々の金属鉱物によって帯状構造が形作られている鉱床が少なくない。そのような鉱床では 鉱体の部分部分で異なる 雑多な鉱石タイプの鉱石が生じている。さらにこのタイプの鉱床に後期段階の鉱化作用が加わった部分には 相当量の鉄マンガン重石が生じていることが通例である。

廖経棹によると 中国ですでに稼行中の代表的なスカルン型鉱床といえば それはB鉱床 (江西省の宝山鉱床と思われる) である。その鉱体は走向方向に断続して380m延長し 厚さは平均して11.95m 傾斜延長は350m 傾斜は20—40°である。したがって 鉱体の厚さはそれほど厚くなく 傾斜は比較的緩い。そのため 鉱山は水平坑によって開発されている。このような 鉱体があまり厚くなく 傾斜が比較的緩く 上盤と下盤の岩石がともに堅牢であるという特徴にもとづいて 採鉱には 鉱体の走向に沿って 残柱を残さず 全体をソックリ採掘する方法が採用されている。

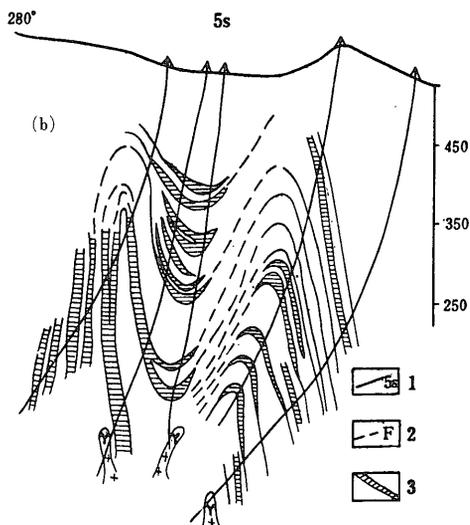
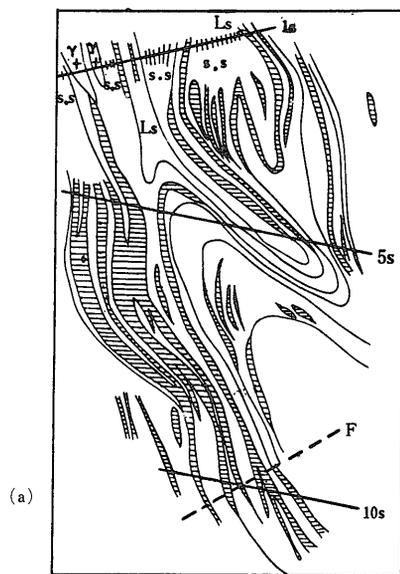
中国ですで行われているスカルン型タングステン鉱の選鉱法は 例外なく浮遊選鉱法で 灰重石その他の共生および随伴有用成分も効果的に回収されている。上記の宝山鉱山と思われる鉱山では 主要稼行対象鉱物である灰重石の精鉱のほか 同時に鉛・亜鉛の精鉱も生産され その実収率はいずれも80%に達するか それを越えている。

鉄マンガン重石—灰重石鉱床系列

1. 層状細脈—鉱染型鉄マンガン重石—灰重石鉱床

このタイプのタングステン鉱床は層準規制を受け このタイプを代表すると言われるD鉱床 (江西省の大吉山鉱床であろう) の場合は 鉱体が多層重畳状を呈して分布する。その鉱体の幅・延長ともに数100m 厚さは数10mに達し いずれも安定している。鉱体と側岩の境界は鮮明でなく 両者の関係は漸移であり 両者の走向・傾斜ともよく一致している。

鉱石の組成は単純で 鉱石のタイプも簡単である。タングステンのほかには 回収すべき有用成分が含まれていない。タングステン鉱物はこまかく 小さな針状や粉末状を示しながら 平行ないし交差する網状石英細脈内および側岩の鉱物粒間に散在する。鉱染状の鉱石は 鉱石全体の10%前後を占めている。鉄マンガン重



第10図 本文中で Jiaoli 鉱床と記したタングステン鉱床の 250m 坑準における水平地質断面(a)と1地質断面(b) (『鶴嶺地質討論会文集』1982 北京 p. 294から)
1. 断面線 2. 断層 3. 灰重石鉱体と含鉛・亜鉛鉱体

石がタングステンの主要鉱物で かなりの量の灰重石も存在する。その灰重石全体が含有するタングステン量は砂岩中の鉱石の全タングステン含有量の29.4% 頁岩中の鉱石の全タングステン含有量の45%を占めている。そして 全鉱石中の灰重石量は全タングステン 鉱物の34.5% すなわち鉄マンガン重石と灰重石の比率はほぼ2:1である。

なお 上記D鉱床は大規模であるが低品位 採鉱しや

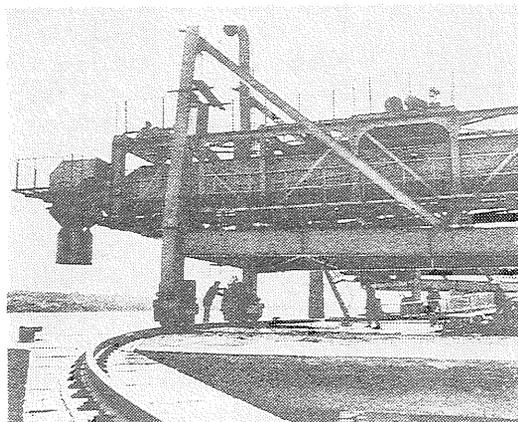
すいが選鉱効果についてさらに選鉱試験の結果を待たねばならないとして 廖経棹の論文ではまだ稼行されていないとなっている。

2. 岩体細脈—鉍染型鉄マンガン重石—灰重石鉍床

このタイプの鉍床には花崗岩型と斑岩型があるが いずれも鉍石は鉍染状あるいは密集した含鉍細脈 含鉍網状脈および脈間の岩石に鉍染する微細な鉍物の組合せで作られている。鉍体と側岩は漸移し その境界は試料の化学分析の結果によってしか画定できない。鉍体の形態は不規則であるが 厚さはそれほど大きくは変化せず 品位は均一なこともあり 不均一な鉍体もあり まさにさまざまである。鉍床は 空間的には中—酸性ないし酸性貫入岩体と密接な関係を備えている点から 層状細脈—鉍染型鉍床と区別され 標記のように 岩体細脈—鉍染型と呼ばれているのである。

タングステンと共生する あるいはタングステンに随伴される金属成分には Mo Bi Ta Nb Be Li などがあり 鉍床が異なれば その鉍石中の鉍物組み合わせも一般に違ってくる。大多数の岩体細脈—鉍染型タングステン鉍床では 鉄マンガン重石と灰重石が密接に共生し したがって両者が同時に生産される。しかし少数の例外があって 灰重石だけ あるいは逆に鉄マンガン重石だけ回収可能な鉍床もある。この岩体細脈—鉍染型の主なタングステン鉍床における鉄マンガン重石と灰重石の含有量の割合は (20—80%) : (80—20%) の範囲内にある。

鉍体の形態は 大小さまざまな楕円球状 碗蓋状 帯状 レンズ状 豆莢状などである。鉍石の品位は低品



第11図 ある国営鉍山での鉍泥処理。大規模な鉍床の開発には思い切った投資が行われ 設備の近代化にも熱心というのが最近の中国の大きな特徴である。(「中国画報」から)

位から中程度まで 鉍量が大きく 且つまとまっているので 露天掘りに有利であり 一般に露天掘りが優先されている。

鉄マンガン重石 灰重石 さらにその他の有用鉍物・有用成分がそれぞれに回収されていて その選鉱工程はかなり複雑である。たとえば 廖経棹が述べている L 鉍床 (広東省の連花山鉍床と思われる) は 石英斑岩岩体の内側と外側に分布する細脈—鉍染型タングステン鉍体からなっている。同岩体内のその鉍石賦存率は 全体の63%を占めている。

この L 鉍床の主鉍体は延長が100—300m 幅が10—24m 傾斜延長が50—183mで 標高140—450mのところに賦存する。標高360m 以上の鉍体は幅が30m以上に広がり その部分では露天掘りが行われている。それより下部は坑内掘りになり 水平坑道方式と段かけ無残柱採鉍法が採用されている。坑道間の高距は 70—110m その間に段差10—15mの水平中段坑を設けている。

鉍石中の鉄マンガン重石と灰重石の存在比は 3 : 2 である。総合的な回収の対象になっている随伴有用成分は Bi Cu Sn Pb Zn などである。脈石鉍物は主として石英で それに次ぐのが白雲母 絹雲母 黒雲母 緑泥石などである。

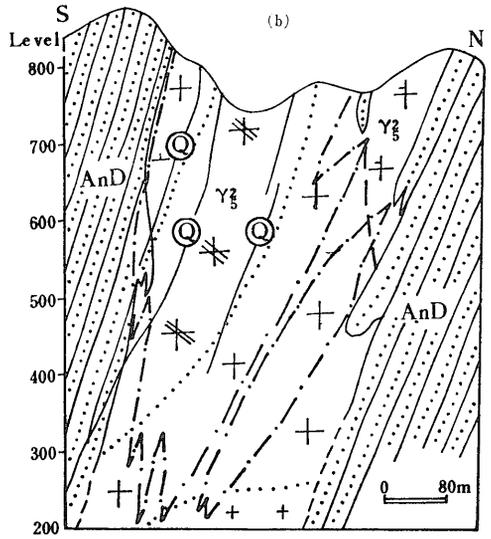
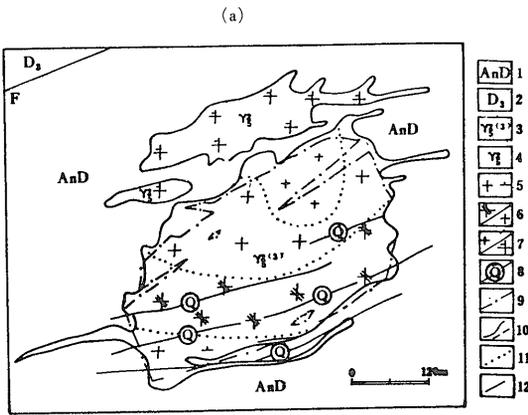
その選鉱所は重力選鉱と浮遊選鉱を組合わせた選鉱方法を取り 鉄マンガン重石と灰重石の分離には磁気選鉱が行われている。タングステンの賦存状態が複雑で 単鉍物として存在するタングステン鉍物も粒度が小さいため 選鉱実収率は50%前後にすぎない。

以上のように 鉄マンガン重石系列のタングステン鉍床が現在のところ 中国におけるタングステン鉍物資源の探査と開発の主要な対象で その探査鉍量は中国の総タングステン鉍量の49.5%を占め 粗鉍・選鉱精鉍の産出能力は全能力の94.4%を占めている。一方 灰重石系列のタングステン鉍床の探査鉍量は総探査鉍量の30%を占めるが 鉍山の粗鉍・選鉱精鉍生産量としてはわずか 3.9%を占めているだけである。鉄マンガン重石—灰重石系列のタングステン鉍床の場合は 探査鉍量も当該生産量も少なく それぞれ20.5% 0.7%である。

おわりに

以上が 鉍業を念頭に置いて廖経棹が試みた もっとも新しい 中国のタングステン鉍床の分類である。

今までにも中国のタングステン鉍床を分類する試みは繰返し行われ その分類に当て適用された規準ないし原則には 1) 鉍系 2) 成因 3) 鉍系—成因 の3種のものがある。



第12図 福建省行洛坑タングステン鉱床の地質要図(a)と地質断面図(b) (『錫鉛地質討論会文集』1982 北京 p. 340—341から)

1. 先デボン紀弱変成砂岩・シルト岩・凝灰岩. 2. デボン系上部統礫質岩. 3. 燕山期前期第3期花崗 (岩南岩体).
4. 燕山期前期第3期花崗岩 (北岩体). 5. 花崗閃緑岩斑岩. 6. 斑状黒雲母モノナイト質花崗岩 亜斑状中—細粒黒雲母花崗岩. 7. 含斑晶—細粒花崗岩 白雲母化・曹長石化中—細粒花崗岩. 8. 石英大脈型鉱体. 9. 細脈—鉱染型鉱体の境界. 10. 確定・推定地質境界. 11. 花崗岩類の境界. 12. 断層.

鉱系とは S. S. スミルノフがソ連の 錫鉛床を分類する際に用いた規準で 原語は「рудная формация」内容としては鉱石の鉱物組成・組織・構造 鉱体の形態 鉱床の成因を総合したものである。この「рудная формация」を中国のタングステン鉱床の分類に当てはめたのは 莫柱蓀・李洪謨・康永孚 (1958) である。

成因による分類の例としては 中国のタングステン鉱床の場合 徐克勤・劉英俊・俞受鑿 (1959) の試みがあるが 上記の莫柱蓀・李洪謨・康永孚 (1958) の分類と同様に論文が入手できず それらの内容が紹介出来ないのは誠に残念である。

鉱系—成因を規準としたタングステン鉱床の分類とは上記2者の折衷で 厳密には中国のタングステン鉱床だけに当てはめたものではない。これは V. M. クレイチュル (1957) が世界のタングステン鉱床に適用した分類の原則で とくにソ連の具体例が多く引用されているのが興味深い。

以上のように 鉱業技術の観点から中国のタングステン鉱床の分類を試みたのは 今回紹介した廖經棹が初めてと思われる。かつて筆者が完訳した 林運准の分類 (『地質調査所月報』第34巻 第1号 1983) にしても 表題は「中国南部錫鉛工業類型」になっているが また分類に当って鉱工業への配慮をした旨記してはいるが 実際には鉱床の形態を主とし 成因を重視した分類で

鉱業技術上の配慮は何処かに飛んでいる。それはそれなりに意義のある分類であり 大型・中型鉱床の探査という観点からすると有用である (参考までにその分類を第3表として掲げておく)。それを現用の技術ですぐに開発できる鉱床の探査にしぼらなければならない事情があるとすれば まさに廖經棹の上述の分類はその事情に答えたもの と言えるだろう。中国は現在そのような事情をかかえている と筆者は考えている。

なお 最近 日本と中国の政府間の技術協力協定にもとづいて日本の鉱床地質専門家が中国に赴き あるいは中国で開催された国際的の学会会議への参加と実地見学の場を効果的に活用して 実際にタングステン鉱床を調査あるいは見学した方々が結果を幾つかの報告にまとめ公表されている。その中で 中国のタングステン鉱床の基本的な分類がなされているが いずれも鉱床地質学の専門家であり 当然その分類の規準は成因・生成環境や鉱床の形態・賦存位置の特徴などに重点をおいて行われている。そのような報告の中で 本誌にすでに掲載されているのが地質調査所の佐藤興平氏 (第332号・第333号) と石原舜三氏 (第346号) のもので いずれも鉱床の記載と成因論の展開が興味をそそる。

おわり

第3表 可採タングステン鉱床分類表 (林運淮: 1981)

鉱床タイプ	鉱床亜タイプ	鉱体の形態	主要鉱石鉱物	副鉱石鉱物	鉱物成分
大脈型	進入岩体中の大脈型	脈状	鉄マンガン重石	錫石, 緑柱石, 黄銅鉱	長石, 石英, 白雲母, さくろ石, 蛍石, 黄銅鉱, 黄鉄鉱, 硫砒鉄鉱, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 灰重石, 磁硫鉄鉱, 緑泥石, フェナサイト, 鋭錐石など
			灰重石		錫石, 黄鉄鉱, 黄銅鉱, 硫砒鉄鉱, 石英, 長石, 電気石, 白雲母など
	側岩中の大脈型	脈状	鉄マンガン重石	緑柱石	錫石, 輝水鉛鉱, 輝蒼鉛鉱, 黄鉄鉱, 黄銅鉱, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 硫砒鉄鉱, 黄玉, 石英, 白雲母, 緑泥石, 電気石, ヘルバイト
				錫石	
輝蒼鉛鉱					
		輝銀鉱			
		灰重石	輝安鉱, 自然金	鉄重石, 黄鉄鉱, 硫砒鉄鉱, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 黄銅鉱, 長石, 石英, 絹雲母	
細脈帯型	進入岩体中の細脈帯型	帯状	鉄マンガン重石		灰重石, 錫石, 黄銅鉱, 黄鉄鉱, 輝水鉛鉱, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 石英, 白雲母, 黄玉
			灰重石		黄鉄鉱, 錫石, 黄銅鉱, 石英, 絹雲母, 硫砒鉄鉱, 電気石, 白雲母
	側岩中の細脈帯型	帯状	鉄マンガン重石	錫石	黄銅鉱, 黄鉄鉱, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 黄玉, フェナサイト, 鋭錐石, 弗素燐酸鉄マンガン鉱, 石英, 白雲母, 長石, 緑泥石, 緑柱石など
			錫石, 黄銅鉱, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱		
細脈鉱染型	火山岩中の鉱染型	帯状, 似層状	鉄マンガン重石, 灰重石		輝水鉛鉱, 輝蒼鉛鉱, 黄鉄鉱, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 絹雲母, 白雲母, 石英
	進入岩体中の細脈-鉱染型	帯状, 鉱のう状, レンズ状, リボン状, 似層状	灰重石		黄鉄鉱, 磁鉄鉱, 鉄マンガン重石, 斜長石, 石英, 黒雲母, 燐灰石, スフェーン
			灰重石	輝水鉛鉱	錫石, 黄銅鉱, 鏡鉄鉱, 輝水鉛鉱, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 輝銀鉱, 紅柱石, 白雲母, 石英, 黒雲母, 長石, 方解石など
			鉄マンガン重石, 灰重石	黄銅鉱	
			鉄マンガン重石, 灰重石	輝水鉛鉱	
鉄マンガン重石, 灰重石	タンタライト, マイクロライト	黄鉄鉱, 黄銅鉱, 輝水鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 曹長石, 石英, 白雲母, カリ長石			
角礫岩型	グライゼン中の鉱染型	帯状, 鉱のう状, 扁豆状	鉄マンガン重石	錫石	輝水鉛鉱, 黄銅鉱, 黄鉄鉱, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 白雲母, 石英, 蛍石
	スカルン中の鉱染型	似層状, 帯状, 鉱のう状, 不規則塊状	灰重石	鉄マンガン重石, 錫石, 輝蒼鉛鉱, 輝水鉛鉱	磁硫鉄鉱, 磁鉄鉱, 自然蒼鉛, 黄銅鉱, 閃亜鉛鉱, 黄鉄鉱, 輝水鉛鉱, さくろ石, ベスピアナイト, 透輝石, 角閃石, 緑簾石, 緑柱石, 白雲母
				磁鉄鉱	
			銅, 鉛, 亜鉛		
	層状細脈鉱染型	似層状	鉄マンガン重石		黄銅鉱, 黄鉄鉱, 黄玉, 電気石, 軟マンガン鉱, ベスピアナイト, 紅柱石, 白雲母
砂鉱床	鉄マンガン重石・錫石砂鉱床	層状	鉄マンガン重石	錫石	チタン鉄鉱, モナズ石, 磁鉄鉱, 自然金, ジルコン, 全紅石, コロンバイト

訳者が鉱床例の一部を修正・補強

テン鉱床分類表 (林運淮: 1981)

鉱 作 作 用	母 岩	変 質 作 用	関 連 貫 入 岩	鉱 床 例
気成-高温熱水作用	細粒-中粒黒雲母花崗岩, 斑状花崗岩	グライゼン化, カリ長石化, 珪化	酸性-超酸性花崗岩	江西省西華山鉱床
中温熱水作用	モンゾニ岩, 中粒花崗岩	グライゼン化, 珪化, 電気石化		司徒卜鉱床
気成-高・中温熱水作用	石英砂岩, 頁岩, 粘板岩, 千枚岩	電気石化, 黄玉化, 珪化	潜頭岩体で, 一般に酸性-超酸性花崗岩	広西壮族自治区珊瑚鉱床
中温熱水作用	石英砂岩, 粘板岩	葉蠟石化, 緑泥石化, イライト化		湖南省沃溪鉱床
気成-高温熱水作用	細粒-中粒質斑状花崗岩	グライゼン化, 珪化	酸性-超酸性花崗岩	江西省九竜脳鉱床
中温熱水作用	中粒-斑状黒雲母花崗岩	グライゼン化, 絹雲母化	酸性花崗岩	司徒卜地区一帯の鉱床
気成-高温熱水作用	変成砂岩, 粘板岩	白雲母化, 蛭石化, 珪化, 黄玉化, 電気石化		広東省鋸板坑鉱床
高温-中温熱水作用	流紋石英安山岩質結晶凝灰熔岩	カリ長石化, スカルン化, 石英-絹雲母化	花崗斑岩	G P
高温-中温熱水交代作用	花崗岩	ホルンフェルス化, 石英-絹雲母化, 緑色岩化	閃緑岩	陶河鉱床
高温-中温熱水充填作用	花崗閃緑斑岩, 細粒質白雲母花崗岩, 石英斑岩, 細粒質斑状花崗岩, 白雲母花崗岩	カリ長石化, 石英-絹雲母化, 緑色岩化, グライゼン化, 曹長石化	中酸性貫入岩	福建省行洛坑鉱床
高温熱水作用	石英砂岩, 粘板岩	曹長石化, グライゼン化	酸性花崗岩	江西省大吉山鉱床
気成-高温熱水作用	細粒-中粒質花崗岩		酸性-超酸性花崗岩	江西省洪水寨鉱床
接触変質高温熱水交代作用	石灰岩, 石灰質砂岩, 石灰質頁岩	スカルン化, 珪化, 大理石化	中酸性貫入岩	湖南省柿竹園鉱床
高温-中温熱水充填交代作用	紅柱石ホルンフェルス, 石英砂岩, 泥質砂岩	黄玉化, 電気石化, 珪化, 黄鉄鉱化	酸性花崗岩	江西省陰上鉱床
気成-高温熱水作用	変成岩	黄玉化, 珪化, 緑泥石化	深部未詳	大窩里鉱床
初生タングステン鉱床の風化と重力・流水運搬・堆積	初生タングステン鉱床			陰上鉱床周辺の鉱床