

資 料

553.2 : 551.21/.24+550.4 (265-192)

環太平洋地帯の鉱床成因について *

M. M. Konstantinof

小西 善治 訳

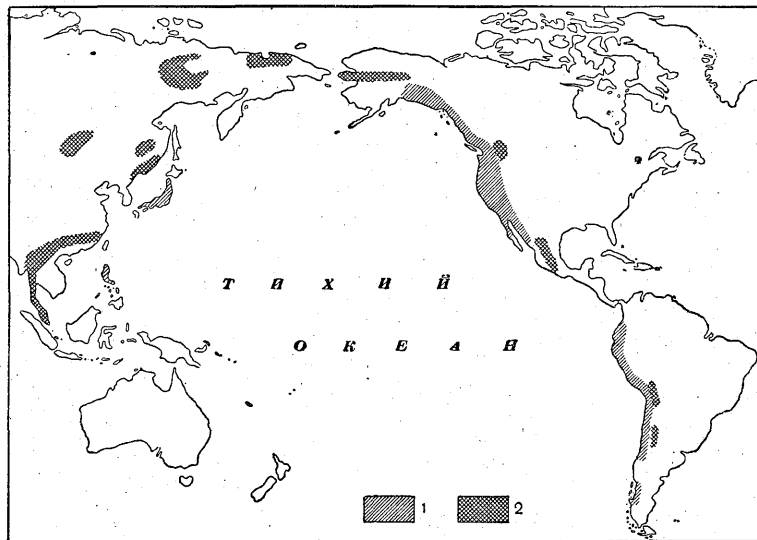
さまざまな造山地帯の地球化学的特性を明らかにし、この特性とその発達の特異性ととの相関関係を認めることは、現代の鉱床成因学説の研究において重要な役割を占めている。造山地帯の地球化学的タイプ化に従事しているソ連の地質学者は、いわゆる環太平洋鉱床帯に大きな関心を寄せている。関心の根拠としては、第一には北東部ソ連には豊富な鉱床地区が存在すること。第二には地殻における多くの金属の濃集度の地球化学的合法則性を、他の鉱床地区よりも、はるかに明白に明らかにできる若干の特性をこの地帯が備えていることである。

環太平洋地帯の存在説は、ほとんど100年ほど前から考えられていた。

この地帯存在説に最も近い考え方を最初に抱いていたのは I. A. Paletica であつた。Smirnof は太平洋のアメリカおよびアジア沿岸地域に沿つて発達する2つの広大な含金地帯——これを線と名付けた——をあげている。その後 Obruchef は、太平洋沿岸地域のアメリカおよびアジア側の地質構造ならびに同源鉱床の近似性の大きいことを述べ、その考え方に基づいて、ソ連沿海州の鉱床地帯の見透しについて正しい概括的な評価を行なつた。同源鉱床地帯の認識と北東部ソ連の(資源)豊庫の開発とに大きな意味をもっているのは、環太平洋地帯のアジア地帯の広大な部分を占める“モンゴール、オホーツク鉱床地帯”に関する Fersman の研究である。

Smirnof は“環太平洋鉱床地帯について”と題する有名な著作で、環太平洋地帯の同源鉱床の最も基本的な特徴をあげた。

Smirnof がこの著作中で述べている重要な考え方は、2同源鉱床地帯、すなわち内帯——



1 内 帯 2 外 帯
第1図 環太平洋鉱床地帯 (Smirnof による)

* M. M. Константинов: К металлогении Тихоокеанского пояса, Известия академии наук СССР, Серия геологическая, No. 7, p. 6~15, 1959

本質的に銅鉛床地帯と外帯——主として錫鉛床地帯——が存在するという考え方である（第1図参照）。このような鉛床地帯の存在は、太平洋の沿岸地域の白堊新生代褶曲構造の地質学的構成に関連性がある。

Smirnof の著作が出版されてから 10 年後には環太平洋帯を全体として補足する新しい広域同源鉛床の研究は文献中にみられないが、この地帯の個々の地域の地質学および鉛床の研究は進められ、一層詳しく明らかにされている。

数年経て新しいデータを極東地域の同源鉛床地区を研究しているソ連の学者（O. D. Levi-tsko, E. A. Radkevich その他）が発表した。これらの学者の考え方によれば、環太平洋のアジア地域の鉛床生成区は以前描かれたよりも著しく複雑となつている。

1956 年には Tschaikovsky はきわめて興味ある論文を発表した。この論文には環太平洋帯の多くの地域に及んでいる新しい広範なデータが記載されている。著者は内地向斜性鉛床生成区の帯状構造性に関する概念の立場から、この地域で観察される帯状構造を解明しようとした。

著者の見解によれば、地向斜帯に形成されている任意の鉛床区では、沿軸部には優白色質鉛床——Pb+Zn（鉛脈）、Mo, W, Sn が分布し、縁端部では垂優黒質鉛床——Cu, Au, Ag, Cr, Ni, Pb+Zn（黄鉄鉛）がみられる。第 1 型は褶曲運動に伴つて一層初期階梯に生成されたものである。第 2 型は曳裂現象が発達した一層晩期の階梯に生成されたものである。

外国ではこの地帯の個々の地域に関する鉛床生成の（一般）タイプ化が行なわれている。ことにこの点については環太平洋の銅帯の鉛床に関する若干の新データを含むフィリッピン在地質学者 Sholey の小論文があげられる。

この論文はルソン島——Smirnof が決定している——からさらに南方のフィリッピンおよびインドネシアに延長していることを立証している。さらに銅鉛床は花崗閃緑岩および安山岩と、その出現形態の多様性と（空間的に）卓越的に結び付いていることを指摘している。銅鉛物中で最も分布度の大きいものは黄銅鉛であつて、ある種鉛床では輝銀鉛および自然銅を産出する。最も広範な共生関係は Cu と Au であるが、Marinduque 島では Cu と Mo である。

環太平洋地帯の鉛床に関する新データとともに、個々の地域の地質および地体構造の膨大なモノグラフが発表されている。すべてこれらの事実は、Smirnof の鉛床生成図式を精確化し、補足し、発展させることを必要としている。Smirnof は全体として環太平洋の中生・新生代の地体構造および鉛床生成区をとりあげているが、個々の鉛床生成期を分類していない。したがつて Smirnof は後者の課題を最も重要な課題の一つとして未来に委ねた。

最近 10 年の間に多くの研究がこの方向に沿つて行なわれた。そのために環太平洋地帯の個々の造構、火山活動階梯および鉛床生成特性とが一層明白になつてきた。現在では全太平洋沿岸地帯に対して主要鉛床生成期——中生代と新生代——が第一近似において分けられる可能性がでてきた。さらに細分することも可能であるが、同時性の決定データと大陸の地質的データとの総合化が不足しているので、制約性の度合が大きい。

こゝで白堊紀の終期に始まつて第三紀に継続しているララミド変革相を新生代に含めることから誘導されるような若干の制約性をあらかじめ述べておく必要がある。

Smirnof がすでに指摘しているように、全中生・新生代褶曲地帯の典型的元素は Cu, Ag,

	W	Sn	Sb	PbZn	MO	Hg	Ag	Cu
カインソイ-スクラ	縦線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線
メソソイ-スクラ	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線

第 2 図 中生代および新生代鉛床生成期における重要元素資源の相対的分布について

Au, Zn, Cd, Hg, Sn, Pb, As, Sb, Bi, S, Te である。この種元素類は時代により相当に顕著な分化を現わしている。そのためにこれらの諸元素の 1 つは、中生代の鉱床生成期、他の元素は新生代の鉱床生成期に一層特徴的なものとなつている。中生代と新生代の鉱床生成期のある種の金属総資源分布は第 2 図のように現わせるであろう。

この図からみられるように、中生代の鉱床生成期は W と Sn との主導的な役割で特徴づけられる。世界の資源の大部分が集中しているこの種の巨大な金属鉱床は、中共、マラヤ、ビルマ、ソ連の北東地域で知られている。

新生代の鉱床生成期には、ボリビヤおよびソ連の沿海州の巨鉱床区のみが関連性をもっている。主要な Sb 資源も、また中生代の鉱床生成期に入れられる。すなわち埋蔵量が世界第一の中共のアンチモニー鉱床は、最近のデータによると、燕山火山活動期に関連性があるからである。この種鉱床の成因は明らかでないが、その解釈が根本的に変わる可能性がある。とくにそのなかで最大の鉱床は、変成生成期に入れられる可能性がある。

他のアジア地域の中生代の褶曲構造地帯では Sb の数鉱床がある。しかしアンチモニーの一般的な役割はこゝで著しく低下している。新生代にも Sb はまた特性元素である。この時代の鉱床のアンチモニー資源は、中生代よりも劣るが、この種の鉱床は 100 余に達し、環太平洋の全アメリカ地域および日本に分布している。この内の多くの鉱床は開発され、世界のアンチモニー産出高の 50% 以上に達している。

新生代鉱床生成期は、Cu, Ag, Hg, Pb, Zn, Mo のような諸元素が卓越していることで特徴づけられる。

地球化学的にアンチモニーに近縁の水銀は、新生代の鉱床生成期に明らかに入れることを示している。百余の水銀鉱床はアメリカの太平洋沿岸地域に散在している。とくに巨大な鉱床としては、カリフォルニア沿岸山脈 (New Almaden, New India) 中に知られている。新生代の鉱床生成期のモリブデンの主要な意味は、實際上この金属の世界資源の大部分が Climax 鉱床——新生代の貫入活動と関連性がある——に集中していることである。同時代の他のモリブデン鉱床は、相当に多数分布しているが、その規模は小さい。モリブデンは中生代の鉱床生成期の特性元素である。すなわちこの種モリブデン鉱床は広域に分布し、その多くは相当大規模の鉱床を形成しているが、全体としてみると、中生代のモリブデン資源は、新生代の資源に劣る。Pb, Zn, Ag もまた新生代鉱床生成期の典型的な元素である。

中共およびアジア北東部の稼働価値のある多数の多種金属鉱床——多くの場合銀鉱床で特徴づけられる——は燕山運動相と関連性があるが、新生代の地体構造におけるこの種金属の濃集は巨大な規模に達している。この種鉱床群には Park City, Coeur d'Alene, Tintic, Leadville, Mexico, ペルー, ボリビヤ, アルゼンチン, その他の諸国の多種金属鉱床が属する。この種金属グループ中では、銀が広域に出現するのが新生代鉱床生成期の最も特徴的な現象となつている。時には例えば Coeur d'Alene の Sunshin 鉱床では、銀は唯一の濃集産物となつている。

環太平洋帯の銅鉱化作用の分布は Smirnof によつて詳しく記載されている。したがつて Smirnof の記載には次のことを付け加えるべきである。環太平洋地帯の“内帯”の全銅鉱床は、新生代の鉱床生成期と関連性があるが、中生代の鉱床生成期には、まだ研究が進んでいない少数の銅鉱床——主として中共——が実際に入れられる。

主要元素の分布に関して中生代および新生代鉱床生成期について明らかにされたおもな差異以外に、鉱床の成因型の発達にみられる顕著な差異にも留意すべきである。

新生代鉱床生成期の明らかな特性は、特異な、他の鉱床区でみられない複雑な共生関係が多数存在することである。例えば低温金・銀鉱石、銅・錫・ウラン鉱石、“Kuromono”型鉱石等である。一般的にみて、地表近くで生成された Telescopic 鉱床の分布しているのが新生代鉱床期の特徴となつている。さらにまたある種金属については濃集分布が“激しい動き”を示すことを指摘しておこう。すなわち、ある種金属は単一鉱床を形成し、主要な資源となつているが、他の多数の鉱床では、全体としてみると、その鉱床の資源の僅かな部分を占めている。例

えば、既述の Climax 鉱床では、新生代のモリブデンの全埋蔵量の 98% を占め、Uncia, Llallagua, Potosi, Huanuni 鉱床は、環太平洋地帯のアメリカ地域の錫の約 50% にあたっている。

これが中生代・新生代鉱床生成期の差別の一般的な特徴となつている。

しかし、残念なことには、最近 10 年間で明らかにされている重要なことは、鉱床生成期の特異性でなく、地史的立場からみた環太平洋の褶曲帯の発達に合法則性に関する現在一般に認められている考え方である。

この考え方によれば、環太平洋帯の全西部地区では、新期褶曲構造が古期褶曲構造の縁端部に沿つて逐次増大するのが特徴となつている。換言すれば造山帯がシベリヤ、中共、オーストラリア台地帯から太平洋海盆地帯へ逐次移行することである。

強烈な褶曲運動期には、個々の乾陸の沈降をとくに誘導する他の型の運動に代わつている。例えばオーストラリアの東部に存在していた巨大な大陸は、新生代の晩期に海底下に没した。さらにベーリング、オホーツクがベーリング、オホーツク海に若干早期に沈降したことを考えてみよう。ある研究者は南部中共地域の相当な地帯が現在沈降しつつあることを推定している。

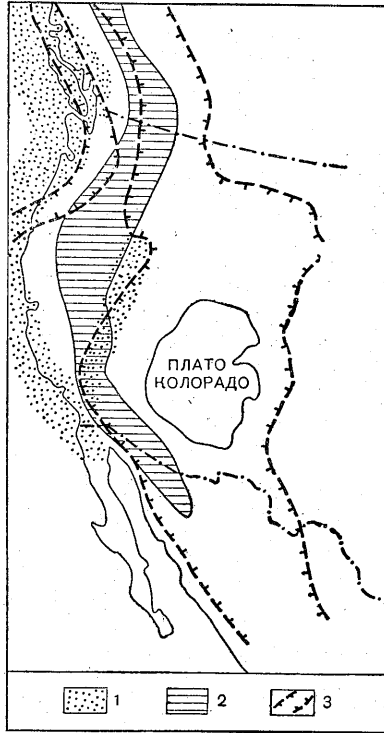
太平洋西部沿岸の個々の地域の沈降運動はアメリカ地区に沿つて起こっている隆起の発達と時間的に一致している。一般的にみてこの種現象は支配的特性を帯び、Plate-forme 縁端部の褶曲構造の緩慢な増大と太平洋海盆の緩慢な移動との形——すでに述べた——をとり、地殻のこの部分の主発達（方向）線は変わらない。反対にアメリカ地区では造山運動現象が結局大陸に緩慢に現われている。この地区の主要発達方向は、造構相が地向斜構造相→またはバラ地向斜構造相→褶曲構造相へ相互に置き換わり、Plate-forme の縁辺地帯が変形していることである。

北アメリカ大陸では、この問題は Irdl のモノグラフで明らかにされている。著者は、このデータを利用して、この種現象を相当に明白に例証する図式を作成した（第 3 図）。この型の褶曲地域の発達特性は Sheinmann がとりあげている。

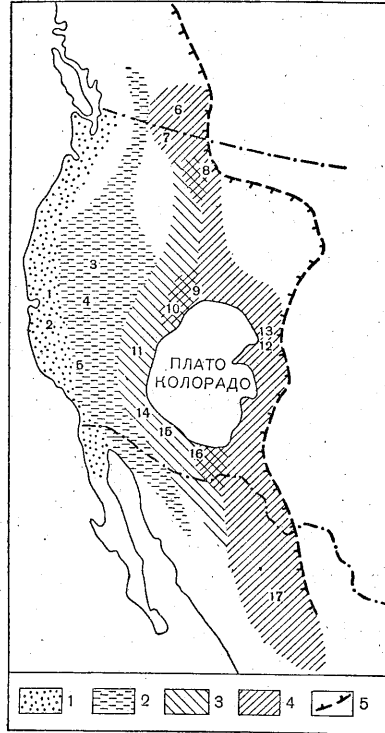
全体としてみるならば、太平洋に面する地域の造構発達傾向は褶曲地帯が東部へ逐次移動しつつあるのが特色となつている。このような状態は、Smirnof が僅か指摘したが、一層完全に明らかにされたのは、最近のことである。このような造構発達の合法則性は環太平洋地帯の地球化学的異常帯の空間的位置を運命づけている。

アジア地区では、一層初期の中生代鉱床帯の位置は当然 Plate-forme に近く、一層晩期の（新生代）鉱床帯は大洋の海盆に近く分布している。アメリカ地区では鉱床帯が反対の位置を示すきわめて特異な像が形成されている。こゝではおのおのの新鉱床生成相は、第一に先行階梯の鉱床に対して、東部の大陸の内奥へ移動している。第二にはこの種鉱床生成相は一層古期の鉱床帯に重なり（superimposed）、著しく変形する。このような傾向の下では、比較的一層初期の生成階梯に属する鉱床帯の諸現象は、東方に移動した大洋海盆底下に埋伏されたことが考えられる。この種の発展行程はさまざまなデータによつて作成されたコルデイラ地域（アメリカ）の鉱床生成図に顕著に現われている（第 4 図）。こゝでは花崗岩との接触部に灰重石鉱床が主として発達しているタングステン地帯は、中生代の鉱床生成期（ネバダ鉱床生成期）の特異な遺骸である。この遺骸には、ララミッド変革期および第三紀初期の一層晩期の（貫入）生成活動と関連性のある諸現象が顕著に重なつている。この貫入階梯では、量的関係からみても、また埋蔵量についても最も豊富な Cu, Pb, Zn, Mo 鉱床系が、タングステン帯の東部に形成されている。この種地域にみられる銅・多種金属帯は、多くの場合主として第三紀の多数の小規模酸性マグマに密接な関連性をもつている。この種の銅・多種金属帯は、特異な鉱脈状型——鉱床は辰砂とアンチモニーを伴う鉄重石で代表される——で出現するタングステン帯鉱床とは著しく異なつている。

新期の鉱床生成現象がさらに西方に分布する前ネバダ・ネバダ造構・火山活動階梯の鉱床区に重なつているのは、タングステン帯の西方に分布するカリフォルニア沿岸山脈の水銀帯の形



1 前ネバダ造山運動が主として発達した地域
 2 ネバダ造山運動の主出現地帯
 3 後ネバダ造山運動が主として発達した地域
 第 3 図 コロディア地域における造山運動の発達図式



1 カリフォルニア水銀帯
 2 ネバダのタングステン帯
 3 銅帯
 4 多産金属帯
 5 褶曲地域と Plate-forme の境界
 地図上の番号は鉱床を示す
 1 ニューアルマダン (Hg)
 2 ニューイドリヤ (Hg)
 3 ミールシチ (W)
 4 オートルン付近 (W)
 5 ビショップ (W)
 6 スリバン (Pb)
 7 クェルドアレン (Pb, Ag)
 8 ビュット (Cu, Pb)
 9 テンテック (Pb)
 10 ビンヘム (Cu, Pb)
 11 ペイオチ (Cu)
 12 レッドビル (Pb)
 13 クライマクス (Mo)
 14 ユナイテッド ベルジ (Cu)
 15 マイアミ (Cu)
 16 モレンシ クライ
 17 メキシコの特産金属鉱床

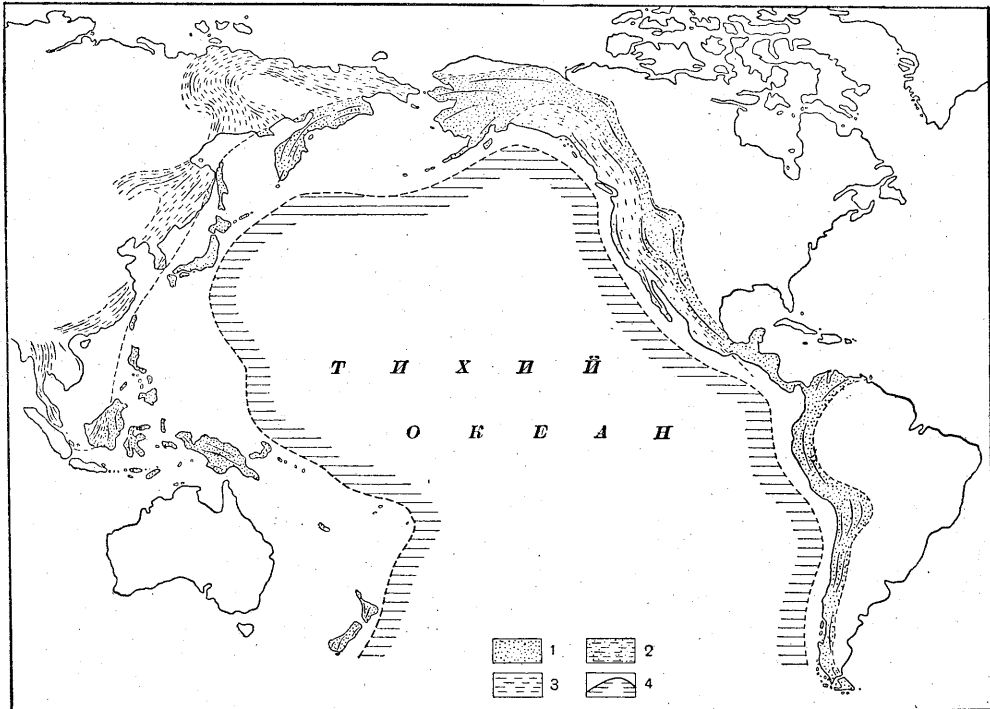
第 4 図 北アメリカの鉱床生成図式

成によつて明らかにされる。おそらく第三紀に始まつたと考えられる水銀鉱床の生成はこんにちまで継続している。

鉱床生成過程にみられるこのような方向性から推定すると、Smirnof が指摘したような状態で“内帯”，外帯（鉱床生成）——太平洋縁辺に沿つて集中的に分布する鉱床生成帯——の形成可能性がなくなる。第一近似値では、環太平洋の造溝帯および鉱床生成帯の位置は、現在のデータによれば第 5 図および第 6 図に示されているように表現できるであろう。

こゝで述べられた考え方は、Smirnof の鉱床生成区の図式と若干の食い違いがある。まず第一にはアメリカ帯では錫鉱床の賦存が著しく過大に考えられていることである。錫は最近 5 年間の間に全アメリカ帯では事実上ないことが完全に明らかにされた。以前には“錫兆” (tin, background) として考えられていたアラスカ、ネバダ州、ワイオミング州、メキシコの僅少の錫鉱床は、期待を裏切つた。こんにちでは全北アメリカ大陸の鉱床生成の最も典型的な特性の一つは錫をほとんど完全に欠いていることが決定的となつている。環太平洋地帯の鉱床生成図式のような広域鉱床生成を一般化したものでは、その規模においてはとるに足らない単一の鉱床および鉱物の発見は決定な役割を占めていない。

この地帯の南アメリカ部分では、世界的に知られている巨大な錫鉱床はボリビヤだけであつて、他の地域では少しでも巨大な錫鉱床といわれるものはみられない。環太平洋地帯の北ア



1 アルプス褶曲地域
2 中生代褶曲構造の発達地域
3 中生代褶曲帯に重なっているアルプス褶曲の発達地域
4 シマ地域の輪郭

第5図 環太平洋の主要造構図式

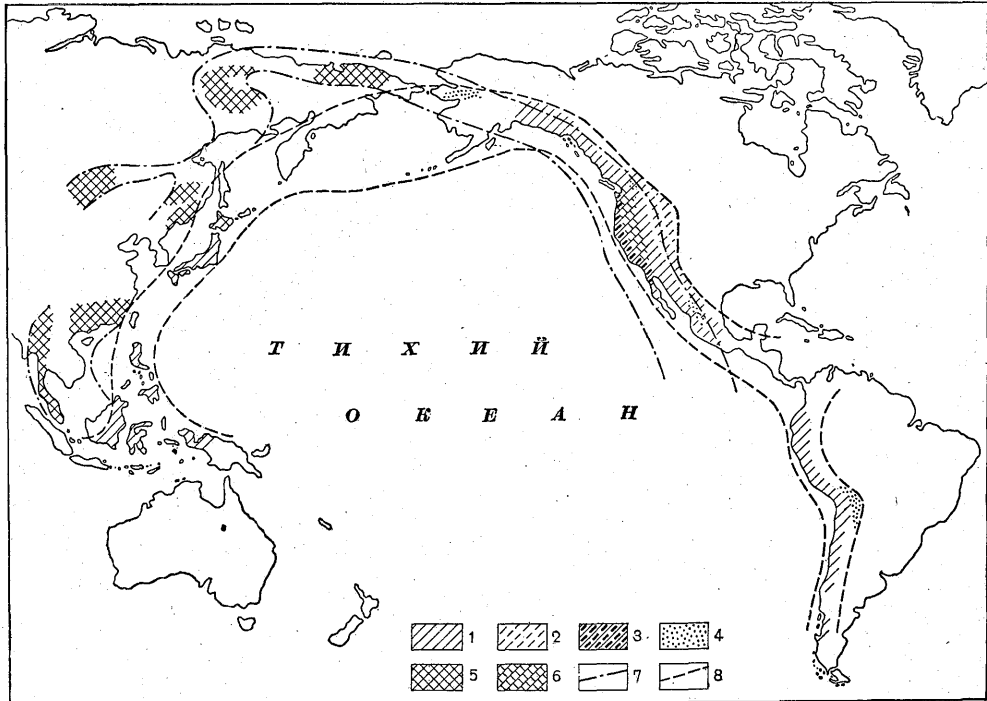
カリ帯の無錫地区を背景とするボリビヤの錫・タングステン帯は模式的現象でなく、反対に独特の現象である。むしろこのような地帯の発生原因を全環太平洋地帯に共通な合法則性に求めるべきでなく、Smirnof が指摘しているこの地域の特殊の地質学的環境に求めるべきである。すなわちこの地帯は、ブラジル楯状地を切る巨大な沈降凹地を伴うアンデス褶曲区にあつて、そこには、アンデスの褶曲構造の方向に一致する破碎帯および、シルリヤ、デボン紀のフリツシュ堆積物が発達している。このような地質学的環境は、環太平洋地帯の他の地域ではどんな形においても繰り返されていない。したがつてボリビヤ錫・タングステン鉱床区の使用は、Smirnof の考え方、すなわち局部的特性が全環太平洋帯に共通な合法則性よりも個々の地域の鉱床生成に対して重要な役割をなしているという考え方を裏づけている。

このようにして南アメリカおよび北アメリカ大陸に関する現在の諸データには、東部アジアの錫・タングステン帯とほぼ同一帯にあたる外帯をこゝでは分ける根拠がみいだされない。アジアおよびアメリカの錫・タングステン鉱床区を1つの鉱床生成区にまとめることは、生成年代が異なっているから疎外される。現在アメリカ帯の全錫鉱床および鉱兆は第三紀に一樣に入れられるが、東部アジア帯の錫鉱床は主としてジュラ紀後期～白堊期前紀の鉱床生成期に関連性をもっている。

太平洋沿岸地域の褶曲帯およびその帯錫性の形成の合法則性に関する上述のデータを総括すると、アメリカ沿岸地帯には、東部アジア錫帯と同一地帯が存在しないことを立証している。

第6図に示されてある鉱床生成帯の配置図式をみれば、次のことを指摘しておくことが必要となる。とにかく Smirnof が考えたような銅帯の存在については、疑問の余地がない。銅鉱床帯は、南北両アメリカの全太平洋沿岸地帯に沿つて走り、さらにアジアの島弧帯に沿つて延びている。

アメリカ大陸では、銅帯は地域的には2亜帯、すなわち頻海地帯近くに分布する本来の銅帯



- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1 主として第三紀銅鉱床の発達する地域 | 5 中生代錫・タングステン鉱床区 |
| 2 第三紀多産金属鉱床区 | 6 中生代タングステン鉱床区 |
| 3 第三紀水銀鉱床区 | 7 東部アジアの中生代鉱床帯の輪郭 |
| 4 第三紀鉛鉱床区 | 8 環太平洋第三紀鉱床帯の輪郭 |

第6図 環太平洋帯の主鉱床生成様式図

と、さらにその内陸の多種金属帯に区分される。すなわちこれらの地域では、褶曲区は拡大し、鉱床地帯は一層明白に“配列”し、主鉱床帯ばかりでなく二次的な数鉱床帯が区分される(第4図)。褶曲区が圧縮されている地帯では、鉱床帯も圧縮され、相互にあたかも押し重ねられたように累重されている。

鉱床の組成が近似していること、大多数の鉱床が第三紀または白堊紀後期の生成にあたることは、この種全銅帯が構造的にも成因的にも単一性である点に疑問の余地がない。同一の現象は錫・タングステン鉱床地区にもみられる。

支那、ソ連の北東部を経て延びている東部アジア帯は、北方ではアラスカに達しているが、南東部では屈曲し、一層新期の褶曲帯で覆われている。この地域では褶曲帯および鉱床生成帯の方向に元素の移動が起きているので、錫・タングステン帯は東方に移動している。北アメリカの頻海地帯では、ララミッド変革、アルプス造構、後火山作用運動地域、ネバダ造山運動地域に重なり、ネバダ鉱床生成期の遺体(ネバダタングステン帯)と錫・タングステン鉱床とが賦存している可能性がある。したがってこの地区では鉱床はいわゆる再生鉱床生成または再造生成の特性を帯びている。

結論として上述の点からみて、環太平洋地区をどう考えるべきであろうか。

北アメリカ、ブラジル、Plate-forme からシベリヤ Plate-forme 地域を包含する環太平洋鉱床地区という術語は、太平洋をとりまいて褶曲区および鉱床区の単純な集中配列現象に基づいている。環太平洋地帯では、現在一層複雑な、かつ不均一な構造が明らかにされてきたので、このような術語の広義の解釈の妥当性について疑問が起こつてきている。

新生代の褶曲構造の発達している地帯では、それと関連性のある鉱床区については一層正しい分類が考えられる。アジアの中生代褶曲構造の発達地帯に関しては、それと関連性のある広

資 料

大な鉱床地区はアメリカ大陸で繰り返されていないので、環太平洋鉱床帯の概念から区別して、東部アジア鉱床帯（Smirnov が用いている名称を利用して）と名付くべきである。