

「きん」のはなし

③

高島 清

日本の地質構造区分からみた金属鉱床の分布 すなわち 鉱床区にもとづいて きんの鉱床分布についてのべたがこれが世界となると また 変わった傾向を示している。今日の世界における生産量から きんの分布をながめてみると これが非常に偏在していることに気がつかれることと思う。すなわち 世界産金量の $\frac{2}{3}$ は実に南アフリカ それも 南アフリカ連邦のヨハネスブルグ市周辺の 古生層の含金礫岩層から産出されている。これについて シベリア地方 カナダ アメリカ合衆国などから生産されており 大陸でいえば南アフリカ大陸 アジア 北アメリカ大陸にその大半が集中しているといえる。このような状態は世界の地質構造上の関係もあって きんの分布も その影響を多分に受けている。

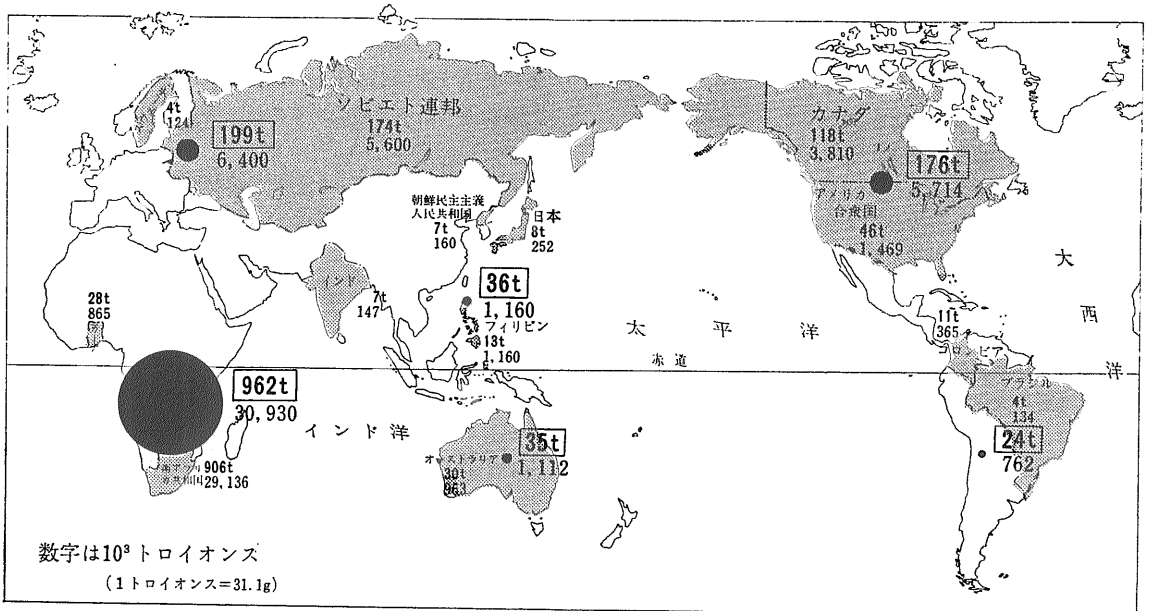
P. Niggli は 地殻を

- 1) 最も古い時代 始原代にでき上った大陸塊(アーケイデン Archäiden)
- 2) 原生代から古生代に形成された褶曲山脈で特徴づけられる地域(パレイデン Paläiden)
- 3) 中生代から現代に至る間の褶曲 構造運動などにより形成された地域(メソイデン Mesoiden)

の3区分を行ない それぞれの中で 特色のある鉱床が発達していることを指摘している。

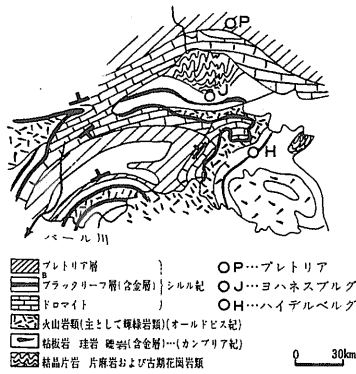
1) アーケイデン

地質時代の最も古い時代を示すもので この中に含まれる鉱床には非常に興味深いものがある。いわゆる 各大陸の楯状地および その周辺では一般に侵入火成岩類に関連のある正岩漿性鉱床や高温型気成鉱床 ペグマタイト鉱床などが多く 一部には高温型熱水鉱床の分布も知られている。ヨーロッパのスカンジナビア半島では キルナーパラ グリバーラのごとき磁鉄鉱 燐灰石 鉱床が発達しているが 之に反して大規模な金鉱床の分布は知られていない。しかし その東方に当るシベリア地方の Tafel (台地) では ペグマタイト型や熱水性鉱床の発達が多く 多数の金鉱床の分布があり また これからみちびきだされた二次的砂金鉱床も多く 砂金産地としても有名である。同じ アジア大陸でも 南部インドでは そのデカン高原を中心とする Tafel (台地) に シベリア地方におけるように ペグマタイト型や熱水型の金鉱脈が多く分布している。コーラ金山もその一つである。コーラ金山では 花崗片麻岩とグワール層とよばれる太古代の珪岩・礫岩・千枚岩・石灰岩・角閃岩・石英斑岩などの累層中に NS方向に約20km 連続する輝緑岩々脈が貫入しており これに沿って 黄鉄鉱 磁硫鉄鉱 硫砒鉄鉱 電気石 石英よりなる鉱脈



世界の金生産量各大陸別および主要産金国 (1964 Mineral year books から)

が発達している。 きんはこの中に含まれ 時には50g/t以上の平均品位を示す鉱脈も存在したとのべられている。このような形態の鉱床には朝鮮や支那大陸の一部にも分布している。 いわゆる朝鮮式金鉱脈として代表されるような鉱脈は いずれも太古代から原生代の片麻岩 結晶片岩 石灰岩 角閃岩 珪岩 千枚岩などと これに進入する花崗片麻岩中に胚胎している。 雲山 昌城 三成などの諸金山はこの地区の代表的なもので 特徴として 若干の黄鉄鉱 磁硫鉄鉱 硫砒鉄鉱を含む石英脈中に 10 g/t 以上の含金が認められている。

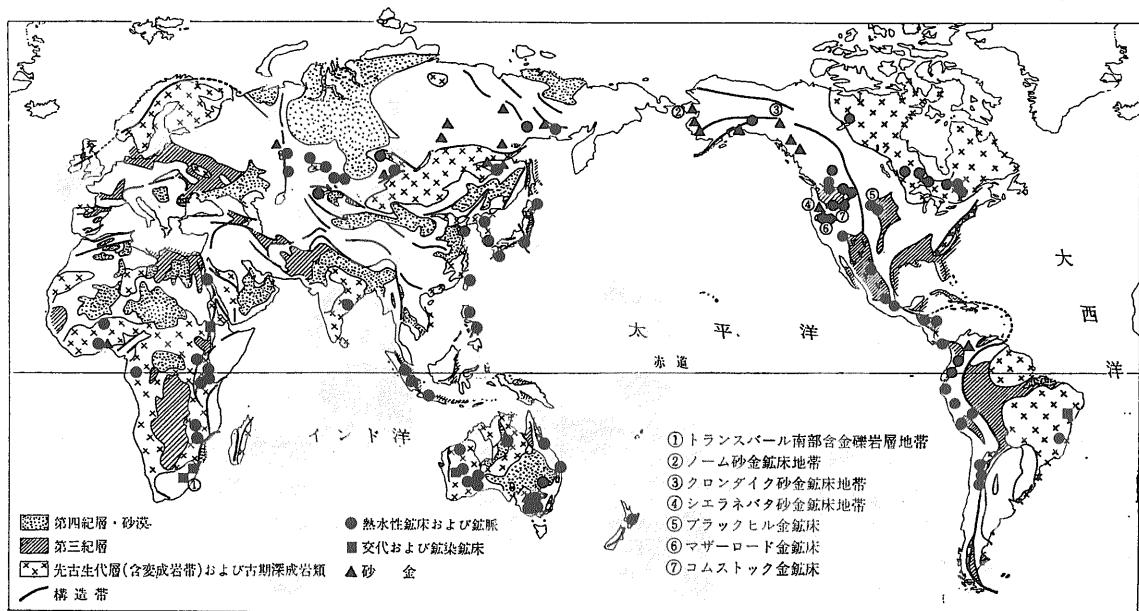


アフリカでは 有名なランド地方の含金礫岩層が興味も深く かつ重要である。 この鉱床地帯は1886年に発見され 80年以上稼行が続けられ かつ 世界第一の産金量を示している驚くべき大鉱床である。 この鉱床は南アフリカ共和国のヨハネスブルグ市周辺に分布し パール河の北側 ヨハネスブルグ市に至る間のEWに 約200km N S 70kmの一大舟底型向斜構造をなす地層のメンバーとして含金礫岩層が存在し 露頭付近では 40°~70°の傾斜を示すが 底部で緩傾斜となっている。地質層序ではこの付近の基盤は スワジランド系の結晶片岩 片麻岩および花崗岩類で 含金のある礫岩はこの上位にのるカンブリア紀の礫岩層と さらに上位のシルル紀の礫岩層とである。

構成する礫は石英と珪岩の礫を主とし 少量の珪質粘板岩礫を混在しているが 礫の大部分は 丸味をもった形状を示しその産状から古くは Becker・Gregory・Young・Mellor などの学者により砂金説が主張された。

また さらに 含金率の高い礫岩層を示すと 前者の礫岩層中の上部珪岩上に胚胎する Main Reef Series(厚さ50m)の一部で この中にあっても NW—SE方向の多数の筋があり 高品位帯を形成している。 礫岩を

しかし その後の研究により礫に膠着する物質には小さな石英粒 黄鉄鉱と共に自然金を認め この自然金は砂金の様な円粒 扁平粒ではなく こまかい結晶粒の集合からなること 膠着物中に少量の黄銅鉱 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 輝安鉱などが 認められることなどから含金礫岩は 熱水性のものであることがわかり Luis・Hammond・Hatch などによって 輝緑岩々脈の進入による熱水性交代鉱床であると 主張され今日に至っている。 このような含金礫岩は西部アフリカの黄金海岸北方約 100km のタルクワ地方にも分布している。 ここでの含金礫岩も石英円礫とそれを膠着する雲母質砂によって構成されて



世界の金 銀 床 分布 図

いるが この場合は 礫岩中に多量の磁鉄鉱 赤鉄鉱 チタン鉄鉱などを含み 黄鉄鉱が随伴されていないことなどから 砂金層からの変成鉱床と考えられ 若干 その成因を異にしている。その他 オーストラリアにおいても 同様の含金礫岩が 西部地区に分布しているがこの場合には礫岩中に明瞭にレンズ状の含金鉱脈の細脈が発達しており 鉱床の主体はこの含金鉱脈の濃集部となっていることなどから 熱水性のものであると考えられており 同じ含金礫岩であっても 場所によりその出来方が異なっている。また このような含金礫岩分布地域では その近くに金鉱脈の存在することも多く これらとの関係が深いものようである。

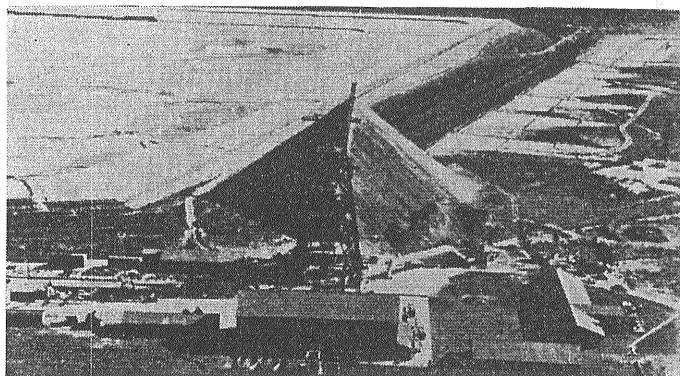
北米大陸のカナダ楯状地も 大規模のアーケイデンの一つである。この地方では 銅 ニッケル コバルト ウラン 銀などの鉱床とともに金鉱床も多く知られている。ケウイーナウ半島の銅・沸石鉱脈 サッドベリーの含金鉄磁硫鉄鉱床 コバルト地方の名の如く銀—ニッケル—コバルト鉱脈など特殊なものが多く知られている。これらの鉱床とは別に金鉱床も多く 上記サッドベリー鉱床の北方 ポーキュバイン地方の金鉱脈は深熱水性のものと推定されている。また ホリンガー鉱脈群などは角閃片岩 角閃岩および変成岩帯に貫入する花崗岩 花崗斑岩の分布する地帯において その変成岩帯の片状層理に沿うレンズ状鉱脈よりなり これに伴って板状 網状などの多数の鉱脈群すなわち石英脈により構成されている。一般にこれらの石英脈には硫化鉱物が乏しく 石英 白雲石 電気石 絹雲母 曹長石などともなって しばしば多量の自然金を産し 肉眼的に認められるような大粒の自然金も産出したといわれる。

ブラジル楯状地においても同様で この地帯では多くの種類の宝石鉱物や金属鉱物を産出するが この地帯の東部において モロ・ベルホ鉱床のごとき大規模の金鉱脈の分布が知られている。この種の鉱脈は日本の東北

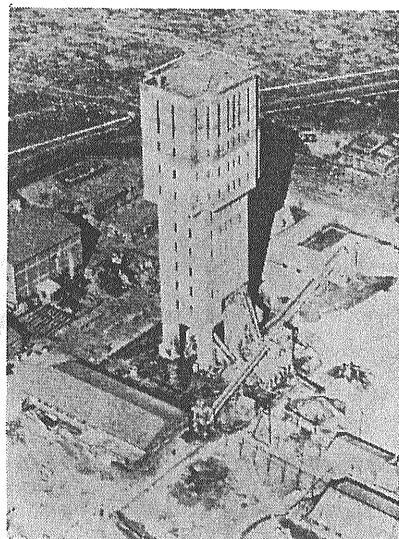
日本外帯にみられる金鉱脈のように磁硫鉄鉱などの硫化鉱物を多く伴う石英脈よりなり その規模の割に含金量は少ない。しかし まれには大粒の自然金が発見され注目されたこともある。

2) パレイデン

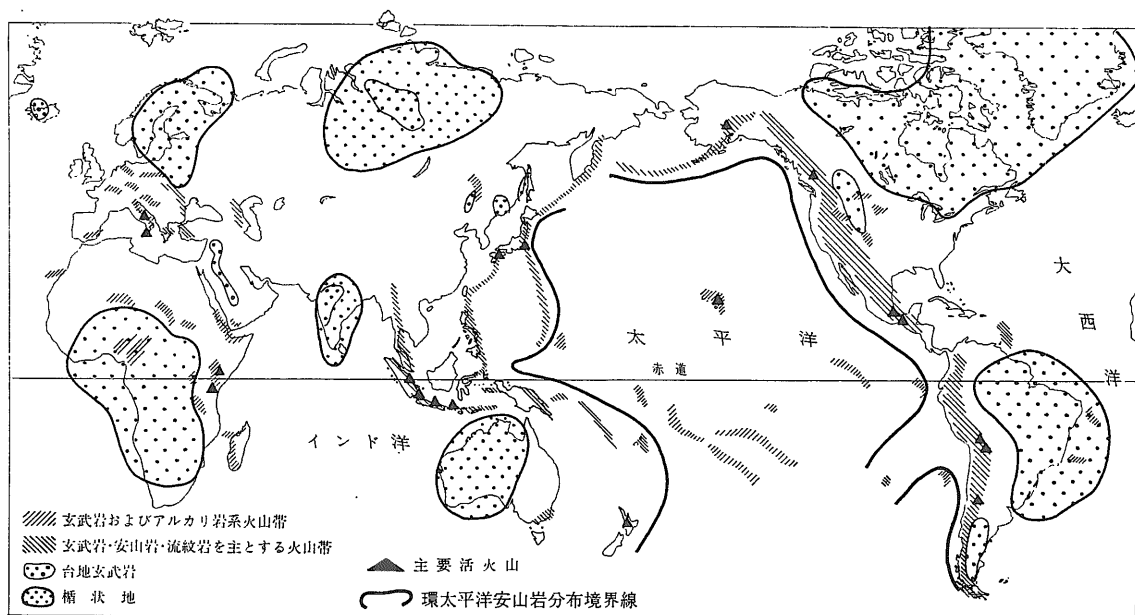
パレイデンとして区分されたのは 1) よりやや時代的に新しく 一般には原生代から古生代にわたっての褶曲山脈形成などの構造運動 また これらの地殻運動に伴って 各所にみられる火成活動の著しい地帯であってこれらの地帯には数多くの気成 熱水性の鉱床が分布している。ノルウェーのカレドニア山脈 ソ連のアルタイ山脈 ウラル山脈 中国大陸の天山 崑崙 泰嶺山脈など さらに 北アメリカのアパラチア山脈などはこの区分の中に含まれる代表的なものである。これらの地域の中でも進入火成岩の相異によって 鉱種も変わっていることは当然で 塩基性進入岩体の分布地域では含ニッケル磁硫鉄鉱 クロム鉄 白金などの鉱床が知られ 酸性進入岩体の多い地域では 金 銅 鉛 亜鉛 錫 宝石などの鉱床が多く分布している。ウラル山脈地方では明らかに金や銅の鉱脈は 酸性進入岩体の多い地区に限られて分布している。また アメリカのアパラチア山脈においても 結晶片岩 片麻岩 珪岩 礫岩などよりなる古い時代の岩石中に オールドビシヤ紀の構造運動に関連する花崗岩体の進入があり これにともなって数多くの鉱脈が生成されている。鉱脈は構造運動に起因する片理方向の割れ目や 細かい割れ目に充填した石英脈で レンズ状 鞍状 網状 塊状など種々様々であるが 黄鉄鉱 硫砒鉄鉱 輝水鉛鉱などと共に自然金ともなわれ 金鉱床として稼行されているものがある。



南アフリカ連邦ランド 地方の金山のスライムダム [C.P.E.S.A.A.F より]



南アフリカ連邦ランド地方金山の近代的堅坑 [C.P.E.S.A.A.F より]



新世代火山分布図

一般に品質はよくないが 銀脈数が多く また 鉱脈が細脈であっても網状に発達していたり 鉱染状に自然金が胚胎したりする場合には 露天掘などの手軽な採掘法を使用することにより コストダウンし 2~3g/t の品質のものまで稼行されたという。また この地方では準平原化するまで 相当長期にわたる風化剝作用が行なわれ ぐずされた岩石が淘汰されて 砂金鉱床が多く分布しており 有名な東部のゴールドラッシュで 脚光をあげたが 19世紀中にほとんど採掘し尽されている。

オーストラリア東部のビクトリア州ニュー・サウスウェールズ州の鉱床は もちろん この分類の中に包含される。結局 パレイデンに属する鉱床はアーケイデンよりも 数多くの種類の鉱床に恵まれており その大部分は成因的にみると 気成あるいは熱水性の鉱床よりなり ベグマタイト性のものは概して少ないといえる。

3) メソイデン

メソイデンは 上記の2つのものより時代的に最も新しいもので 若い時代 すなわち中生代から第三紀 さらに現在に至るまでの造山期において生成された褶曲山脈の分布する地域で 現在の世界における大山脈はこの地域に含まれている。その一つは環太平洋造山帯であり 他の一つは 地中海ヒマラヤ造山帯である。

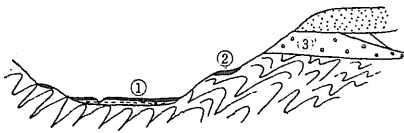
環太平洋造山帯は日本から東南アジアに至る 数多くの列島弧により断続的につながっているが カムチャッカ半島から東側 北米大陸から 南米大陸の西海岸では

カリフォルニア山脈からアンデス山脈に至る重々と連続する褶曲山脈で形成されている。この地帯にはこれらの地殻運動に関連して 中生代から現在に至るまでの火成活動が きわめて盛んに行なわれ 現在の世界の主要な火山もこの中に多く分布し 環太平洋火山帯とも呼ばれている。地球の表面には 475 の活火山や休火山があるが この中の62%はこの地帯に集中し 別名「火の輪」(Circum-Pacific girdle of fire) をつくっている。

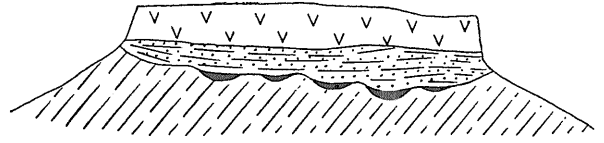
このような火成活動 とくに火山活動にともなって 数多くの気性・熱水性の鉱床が生成されている。すなわち 地下浅所の位置からサブ・ボルカニックの環境に至る熱水性の鉱床が多く Au Ag Cu Hg Sb などの有用鉱床が分布し 金については世界の金産額の1/5はこの中から産し 銀については過半量はこの地域に属する鉱床から生産されている。日本における金山の大半はこの種類に属する。

地中海—ヒマラヤ造山帯では 前者ほど火山の連続はないが 地中海沿岸地方や ヒマラヤからの褶曲山脈地帯の延長の一部であると思われるマライ半島からインドネシア地帯に集中した火山の分布が知られている。

これらの火山の分布地域には熱水性鉱床の分布も知られている。このように 火成岩や火山岩の分布のあるところでは ヒマラヤ山脈の周辺においても 熱水性金銀脈の存在が知られている。この東部帯に当る最近和平のきざしがみえているといわれるベトナム半島地域においても中生代の鉱脈分布が数多く知られている。

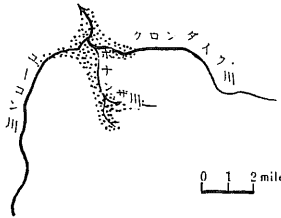


- ③ 高位段丘中の含金砂礫層
- ② 中位段丘中の含金砂礫層
- ① 低位段丘中の含金砂礫層
- 基盤(変成岩類)



- 玄武岩
- 第三紀頁岩および砂岩
- 含金砂礫層
- 結晶片岩類

カリフォルニア州のテーブルマウンテンにおける砂金鉱床



クローンダイク地区砂金鉱床

0 1 2 mile

その他 この分類に含まれると考えられるトランスバニア地区の金銀鉱脈なども存在する。

環太平洋地帯におけるこの種の鉱床区では太平洋をはさんで 西側と東側にわけられ その西側に相当するのが 日本を中心とする地帯であり 東側に相当するのが 北米から南米につづく地帯である。

北アメリカ大陸の太平洋沿岸地域では 5回にわたる 鉱床生成時期が考えられており これを

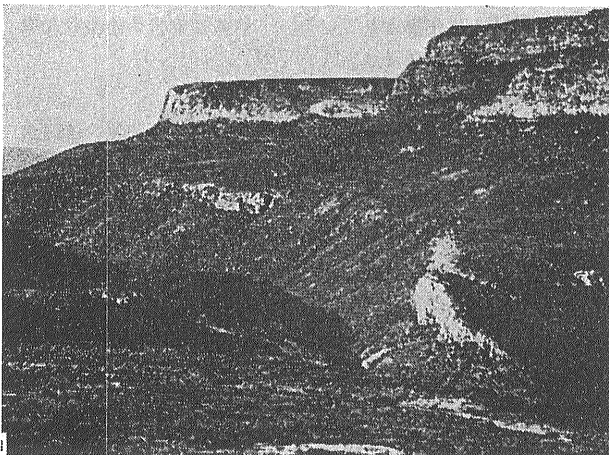
- 1) 中生代 古期
- 2) 中世代 末期
- 3) 第三紀 古期
- 4) 第三紀 新期
- 5) 鮮 新 世 以後

としている。これらの分類の中で 2) の中生代末期には花崗岩—モンゾニ岩などの大きな進入活動があり 北はアラスカから南部カリフォルニアまでの広範囲に及

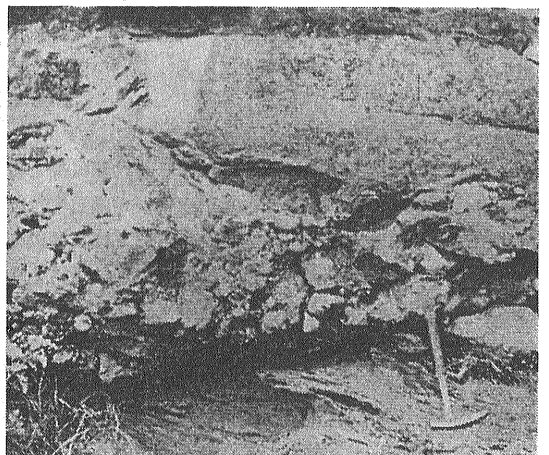
び 高温交代性鉱床およびこれに関連のある気成 熱水性の鉱床が 数多く分布している。さらに この中生代末においても ジュラ紀後期から白亜紀初期にわたっての石英モンゾニ岩あるいは花崗閃緑岩質大底盤の進入にともなう鉱化作用が顕著で ネバダ山脈やカナダのブリティシュ・コロンビア州地区の大底盤が 代表的なものである。この周辺には小規模の貫入岩体が多く分布し さらに カナダからアメリカの太平洋沿岸地帯をおってメキシコに連続する海岸山脈を形成し この山脈一帯に同種の鉱床が分布している。この鉱床地区は銅鉱床を主とするが カリフォルニアの産金地帯 カナダ アラスカの金鉱床の大部分はこの種のものと考えられる。

興味ある分布を示すのが ブリティシュ・コロンビア地区で花崗閃緑岩の大底盤の西側で 高温型銅鉱床 東側で金銀鉱石などの中熱水性鉱床が分布しており これらの鉱脈の中でも方向によって鉱石の性質が異なり NE方向に銅鉱脈 NE方向に金銀鉛の鉱脈が多く 鉱床生成の場を提供した 裂かの生成機構と鉱液の注入時期 鉱液の成分変化など 種々の特長が示され 鉱床の生成機構を研究する条件の良いフィールドを与えてくれる。

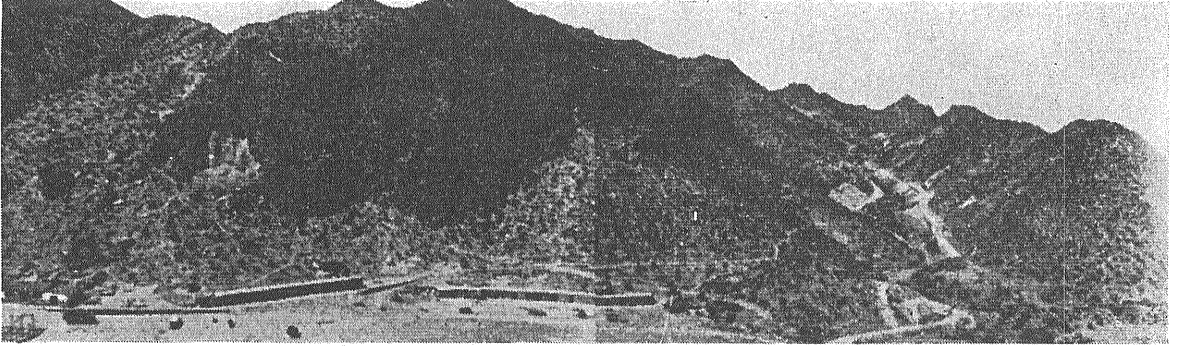
次いで 第三紀初期の火山活動とこれにともなう鉱床の分布が多い。金銀などの多く含有される鉱床がこれ



南アフリカにおけるテーブル状の地形 古生代の礫岩が大規模に発達している



南アフリカのトランスバニア地方の古生代礫岩 (トランスバニア地方地質報告より)



アルゼンチンのファージョンネグロ 鉱山 (Mn-Au-Ag) の全景

に含まれ アメリカのビュート ピンガム ティンティクなどの鉱脈はこの代表的な例である。さらに 後期に入ると 太平洋岸地方の造山運動やこれにともなう火山活動が著しく 北米大陸からメキシコにかけて多くの鉱床が分布している。その顕著な例はカリフォルニア州以南 メキシコまでの間で この時代の火山活動により溢流した 安山岩 石英粗面岩などの分布が広く これらの火山活動に関連した金銀鉱床の多いことは 日本における場合と同様である。ネバダ州のゴールドフィールド コムストック コロラド州のサンファン メキシコのパチュカ エルオロ などの金銀鉱床はその代表的なものである。

これらから 北米大陸における太平洋岸地域の鉱化作用中で 金を主とする分類を示すと

(地質時代)	随伴鉱物 (主要なもの)	関係母岩(貫入岩体)
先カンブリア紀	銅	花崗岩 閃緑岩 斑禰岩
中生代後期	—	花崗閃緑岩 石英モンゾニ岩
第三紀初期	銀 銅 鉛 亜鉛	花崗閃緑岩 石英モンゾニ岩
同上 後期	銀	安山岩 石英粗面岩

また 中央アメリカにおいては ホンジュラス ニカラグワ サンサルバドル コスタリカ など火山の多い地方には第三紀火山岩の分布も広く 金銀鉱脈の分布も古くから知られている。

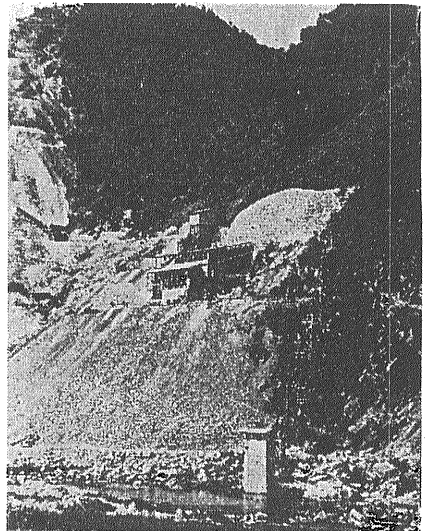
南米大陸に入ると 中生代以降の火成活動にともなう鉱床が多いが 鉱床の形態からみると 深—中熱水性のものが多く、一般に コロンビア チリ ペルーの一部などに浅熱水性鉱脈型含金銀鉱床が認められる他は北米に比べて浅熱水性鉱脈は少ない。

アルゼンチンでは ファージョンネグロ金銀鉱脈があるが この鉱脈には多量の炭酸マンガンを伴い 日本における—北海道南部の金銀鉱床に類似している。

このように世界における 含金鉱床は偏在しているがこのような金を含む鉱床がどうして形成されたかについて考えてみよう。もちろん 地殻中に含まれるごく微量の金は鉱床と呼ぶわけにはまいらないから これらがマグマの動きや これにともなう火成活動 あるいは物理的 化学的要素も加わって 濃集し 経済的に採行できる程度まで 品位が良くなったものが鉱床であるから その成因を研究することは非常に重要なことと思われる。ここで 金鉱床の出来方について考えてみることにする。

金の鉱床にはいろいろの型式のものがあ り 成因的に分類される他の金属鉱床中には多少とも含金がみられ 副産物として 産金がみられるものも多い。したがって 金鉱床を分類する場合には 金を主とする金鉱脈と他金属鉱物を主とする鉱脈中に含金を認めるもの および 鉱脈型以外の鉱床(鉱層型の鉱床など)と二次的に濃集した砂金鉱床にわけることができる。

(次回にはこれら鉱床についていろいろのべてみたいと思います) (未了) (筆者は研究企画官室)



韓国の金山における簡単ではあるが能率的な選鉱場 (World Mining より)