

南米アンデス地帯の地質と鉱床

②

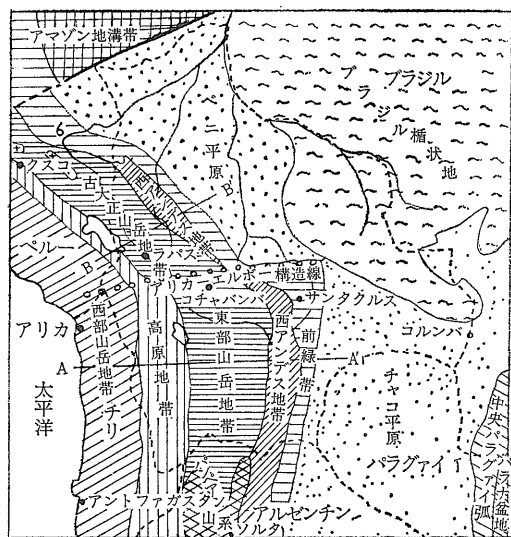
竹田 英夫

ボリビアの地質と鉱床 (その2)

今回はボリビアの地質構造 火成活動および鉱床区について述べるが 前回の地質の説明(地質ニュース 217号)と時間的にかけ離れたので 地質の概要を復習して本論に入ることにしたい。

ボリビアの地質の大きな特徴としては 環太平洋造山帯よりはむしろ 環ブラジル楕状地帯に属しており 石炭紀以降海成層の堆積がなく 二疊紀からジュラ紀にかけて陸化しており 上部三疊紀に主要な鉱化作用と関係した火成活動があったことなどがあげられる。また 白亜紀から現世まで 陸成堆積物のみ発達しており 第三紀末期頃から大規模な隆起運動が始まり アンデス地帯の中でも屋根的存在であるボリビアの高地が形成されている。さらに重要な事実として ブラジル楕状地帯は古生代から新生代までの堆積盆地に影響を与え サンタクルス山の北側でブラジル楕状地帯が西方に広く張り出してくるため 全体的に地層の走向が南部のN-S方向から北部のNW-S E方向に転じていることなどが注目に価する。

4) 地質構造



第14図 ボリビアおよび周辺部の構造区分図 (シュラッター・ネーデルロフ 1966)

最近 ボリビアの東部地帯で石油の探査が進められた結果 先カンブリア系の安定地塊を構成するブラジル楕状地の分布について きわめて重要な事実が判明した。即ち ボリビアの北部ではこのブラジル楕状地帯が西側に分布しないというこれまでの予想に反して ベニ平原の第四系の下部には先カンブリア系が存在し また亜アンデス地帯の基盤をも構成していることが明らかとなった。

これらのブラジル楕状地の基盤岩類の分布は南緯 17°以北で西側に広く張り出してきており このためアンデスの山岳地帯の新しい構造運動はこれに影響され サンタクルスから北側でアンデス地帯が南北から北西-南東にその方向が大きく変化している。これは安定地塊がアンデス造山運動の際 抵抗体の役割を果たして その方向に変化を与えたと考えられる。

また この方向転換点の南緯 17°付近には 小円の連続で示した構造線が存在する(第14図参照)。これはアリカーエルボ (Arica-Elbow) 構造線と呼ばれ 太平洋のアリカの北から 高原地帯を横切り コチャバンパ (Cochabamba) の北を経てベニ平原の南端に連続する。

この構造線を境として北側と南側では 南北方向に連続する同一構造帯においても その北側は南側に比べて隆起上昇運動が著しく このため削剝作用もより進んでいる。したがって 北側の北部地域では ブラジル楕状地帯は後期の厚い堆積岩類に覆われておらず 一部には地表に直接露出しており またアンデス地帯の北方では 白亜系~古第三系に属するパカ層群は削剝されて その存在が見られず 真正山岳地帯に分布する花崗岩質貫入岩類は隆起運動により地表に到達して この地域にのみ観察される。

一方南部地域では ボリビアの東端にブラジル楕状地の安定地塊が見られるが チャコ平原の下部には古生代の地層が分布し 東部山岳地帯においてパカ層群が向斜構造の部分に残存しており さらにその下部に貫入岩類の潜在する可能性が考えられる。

これらを模式断面図で見た場合 チチカカ湖からベニ平原の前縁帯を切った B-B₁ 断面は北側のより隆起上昇した地域を示し 真正山岳地帯では貫入岩類は地表に露出しており 亜アンデス地帯は著しく狭くなり 南に

行くに従って褶曲構造が烈しくなる傾向がみられる他
ベニ平原の第四系の下部にあるブラジル楕状地の先カン
プリア系は地表近くにまで分布している(第15図参照)。

これに対して 太平洋からパラグアイの国境近くのチ
ャコ平原に続く A—A₁ 断面は隆起運動の少なかった南
部地域を示し 西部山岳地帯ではいわゆる“アンデス底
盤(Andean Batholith)”とその上に分布する堆積岩類が
現世の火山岩類によって覆われ 高原地帯の西部の厚い
第三系もまた火山岩類の下部に分布する。また 東部
山岳地帯では 真正山岳地帯のように地表で貫入岩類が
みられないが 下部の方にこれら貫入岩類の潜在する可
能性がある。さらに チャコ平原で先カンプリア系
の上に古生代の地層が相当の厚さでもって発達する。

このように アリカーエルボ構造線を境として ボ
リビアの北部と南部では隆起上昇運動の差によって地質
条件が相当違っている。しかも このアリカーエルボ
構造線のペルー側の延長付近には トケパラ(Toque-
para)・カホーネ(Cajone)・ケジャベコ(Quellaveco)
等の大規模のポーフィリー・銅が存在しているこ
とは きわめて興味がある。

ボリビアのアンデス地帯の構造運動の特徴は 一般に
急傾斜した逆断層による地塊の上下運動が主であり 緩
傾斜の断層は亜アンデス地帯の東端部にのみ存在し 又
また押しつぶせ運動による横臥褶曲などはほとんどみら
れない。この傾向は劣地向斜の性格によるものと考えら
れる。第1表の層序表(地質ニュース217号)にも示
したように ボリビアでは数回の造山時相が存在するが
古生代のタコニック造山運動は余り大きな影響を与えて
おらず 中生代のネバダ造山運動により東部山岳地帯は
相当褶曲し 後で述べるように ボリビアの主要な鉱化

作用をもたらした貫入岩類を伴っている。さらに ア
ルプス造山時相には再び褶曲運動を受け 上部鮮新世ま
たは下部洪積世において アンデス地帯はいちじるしい
隆起上昇運動を行なった。

5) 火 成 活 動

シュナイダー・シュルビーナによれば 火成活動の特
性および鉱床区の観点から シュラッター・ネーデルロ
フの地質構造区分とは若干異なった分帯をしている。
すなわち ボリビアの東部山岳地帯において 中生代初
期に褶曲運動と火成活動の烈しかった地帯を“正アンデ
ス地帯”と呼び この東側を“準アンデス地帯” また西
側を“中間アンデス地帯”と名付けた。これらは“正
アンデス地帯”が“真正山岳地帯”に “準アンデス地
帯”が“亜アンデス地帯” “中間アンデス地帯”が
“高原地帯”に略相当する(第16 17図参照)。

(1) “正アンデス地帯”の火成活動

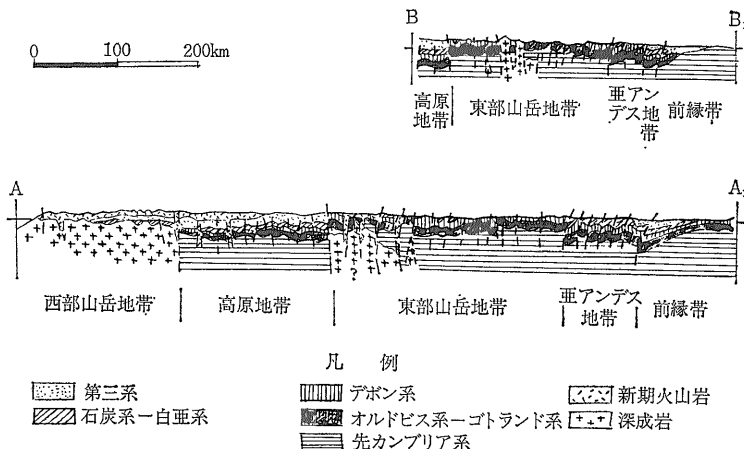
(A) 深成活動

この地帯の火成活動の時代については 以前新生代と
考えられていたが K/Ar 法による絶対年代の測定で次
のような結果が得られた。

- ・ムルラタ(Mururata)ータケシ(Taqesi) 西方のアダメラ
イト— 190×10^6 年
- ・カンデラリア(Candelaria)ーソラタ(Sorata)の微斜長石
ー白雲母花崗岩— 180×10^6 年
- ・ラ・チョフラ(La Chojilla)ー鉱山の錫鉱脈の粘土帯中の白
雲母— 183×10^6 年

これらの年代は三疊紀とジュラ紀の境が 190×10^6 ~
 185×10^6 年であるため 略ジュラ紀の下部に相当する。

これらの酸性火成岩類は褶曲したオル
ドビス系中に貫入しており 火成
岩類自体には褶曲構造はみられな
い。このことから “正アンデス
地帯”の深成火成活動は 古生代末
期から三疊紀にかけての造山運動
の末期に生じたと推定される。さら
に この地帯は中生代の構造運動と
火成活動の上に 新第三紀の構造運
動と火成活動が重複しており この
ため後で述べるように 鉱化作用が
複雑化してきている。この他 地
向斜堆積時の古い火成活動が一部に
みられるが これは余り重要なもの
ではなく 鉱化作用もシルリア系の



第15図 ボリビアの地質断面図(シュラッター・ネーデルロフ 1966)

金属鉱物および燃料鉱物資源 分布図

(FEDERICO AHCFELD)

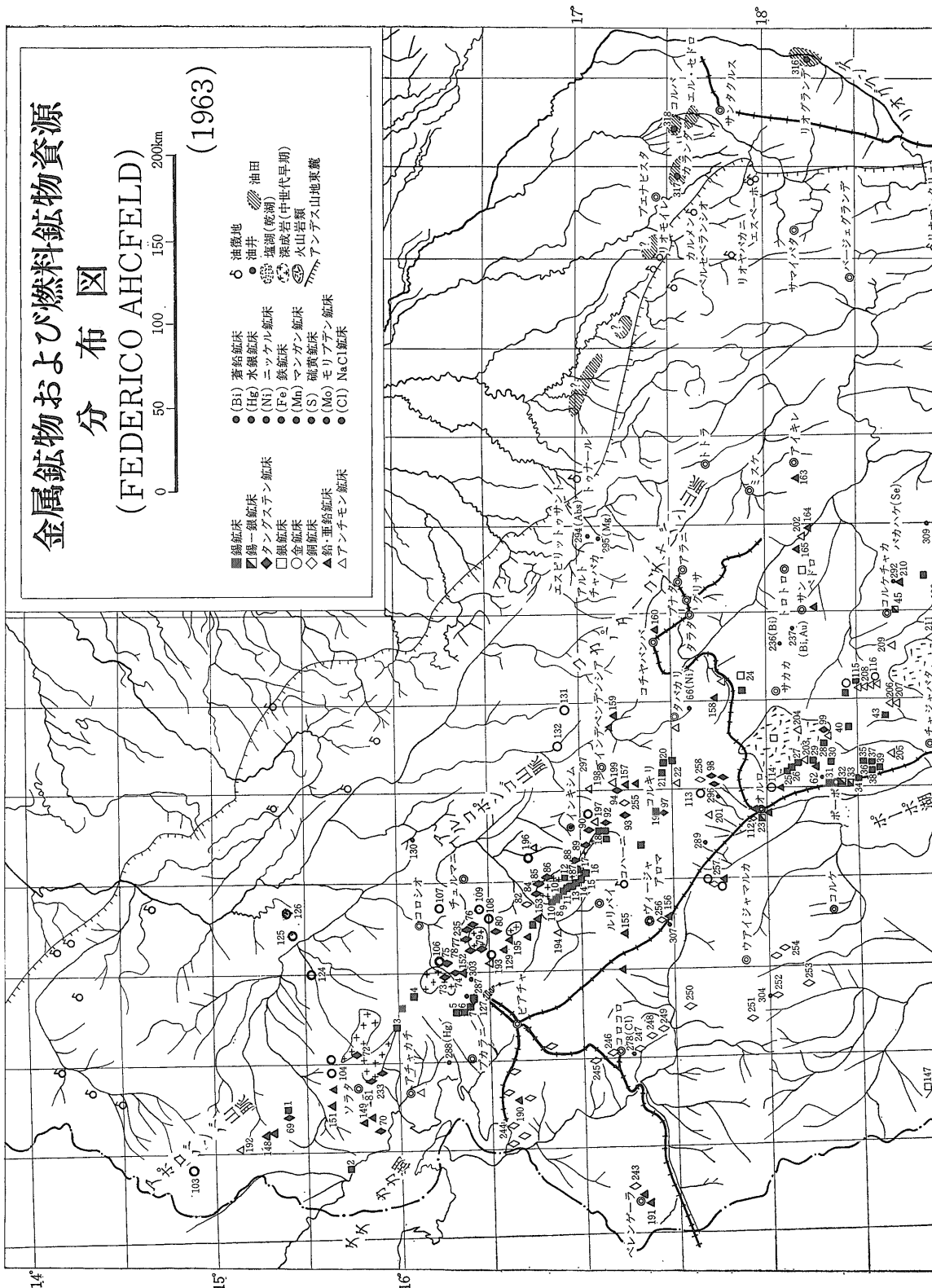
(1963)

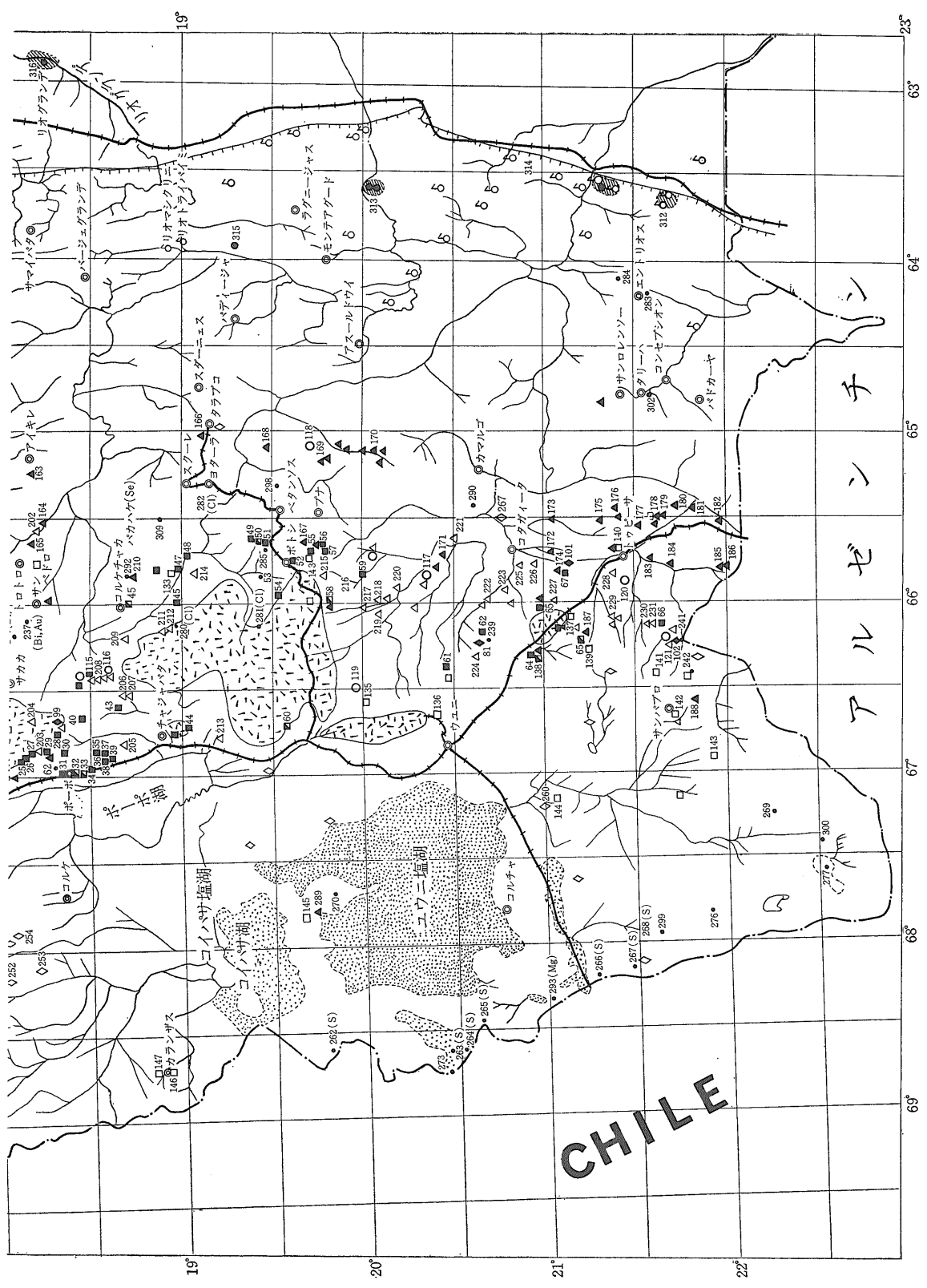
0 50 100 150 200km

- (Bi) 青鉛鉱床
- (Hg) 水銀鉱床
- (Ni) ニッケル鉱床
- (Fe) 鉄鉱床
- (Mn) マンガン鉱床
- (S) 硫黄鉱床
- (Mo) モリブデン鉱床
- (Cl) NaCl 鉱床

- 錳鉱床
- ◆ 錫-銀鉱床
- ◇ タングステン鉱床
- 銅鉱床
- 金鉱床
- ◇ 鉛鉱床
- ▲ 鉛-亜鉛鉱床
- △ アンチモン鉱床

- 油蔵地
- 油井
- ▨ 煤田
- ▨ 煤湖(乾湖)
- ▨ 凝灰岩(中生代早期)
- ▨ 火山岩類
- ▨ アンデス山地東麓





ボリビアの鉱山一覧表 (○…主要鉱山)

⑧ 分布図参照

I. 錫 鉱 山

- 1. サン・ホセ (San José)
- 2. トードス・サントス (Todos Santos)
別名: サンタ・クルス (Santa Cruz)
- 3. ファブローサ (Fabulosa)
- 4. フォルタレザ・フェノメナル
(Fortaleza y Fenomenal)
- 5. ラ・ウニオン地区 (La Union)
鉱山名: ラチャカス (Rachacas)
エスベランサ (Esperanza)
- 6. ウェジャタニ (Huallatani) および
サン・アントニオ (San Antonio)
- 7. チャカルタヤ地区 (Chacaltaya)
鉱山名: ミジュニ (Milluni)
カラ・ウユ (Kala Uyu) etc.
- 8. タナバカ (Tanapaca)
- 9. ビロコ (Viloco)
- 10. アトロマ・マジャチュマ地区
(Atoroma y Mallachuma)
- 11. ララムコタ (Laramcota)
- 12. カラコーレス地区 (Caracoles)
- 13. チョフニャコタ (Chojñacota)
- 14. モンテ・ブランコ (Monte Blanco)
- 15. エル・ロデオ (El Rodeo)
- 16. トレス・クルセス地区 (Tres Cruces)
鉱山名: カントウータ (Cantuta)
テラノバ (Terranova)
ティルス (Tirus)
コタクチュ (Cotacuchu)
トレス・クルセス (Tres Cruces) etc.
- 17. パロスコタ (Barroscoata)
バハデリア (Bajadería) および
サンタ・ロサ (Santa Rosa)
- 18. サンタ・ベラ・クルス地区
(Santa Vera Cruz)
鉱山名: サヤキラ (Sayaquira)
クルス・ロハ (Cruz Roja)
サント・ドミンゴ (Santo Domingo)
コヤ (Coya)
- 19. コルキリ (Colquiri)
- 20. ブエナ・エスベランサ
(Buena Esperanza)
- 21. ラピアニ (Lapiani)
別名: チコテ・グランデ
(Chicote Garde)
- 22. カミ地区 (Kami)
- 23. サン・ホセ (San José)
- 24. コルチャ地区 (Colcha)
鉱山名: ベレングエラ (Berenguela)
セロ・グランデ (Cerro Grande)
- 25. ネグロ・パベジョン地区
(Negro Pabellón)
鉱山名: ハボ
ラ・レイーナ (La Reina)
- 26. サンタ・フェ (Santa Fe)
- 27. モロコカラ (Morococala)
- 28. サン・フロレンシオ (San Florencio)
- 29. プラーヤ・ベルデ (Playa Verde)
- 30. ウアヌニ (Huanuni)
- 31. コリビリ地区 (Coriviri)
- 32. ポーポ地区 (Poopó)
- 33. トリナクリア (Trinacria)
- 34. カンデラリア (Candelaria)
- 35. モンセラット (Montserrat)
- 36. ラス・ウニダス (Las Unidas)
別名: チャジャパチエタ
(Challapacheta)
- 37. アンテクエラ (Antequera)
- 38. トトラル (Totoral)
- 39. アビカーヤ (Avicaya)
- 40. ジャジャグア (Llallagua)
別名: カタビ (Catavi)
- 41. プクロ (Pucuro)
- 42. ビラパチエタ (Vilapacheta)
- 43. ヒオコンダ (Gioconda)
- 44. マリア・テレサ (María Teresa)
- 45. コルケチャカ地区 (Colquechaca)
鉱山名: コミボール (Comibol)
アリアダ (Aliada) etc.
- 46. サンティアギーニョ (Santiaguillo) および
ジャビエーサ (Llavisa)

- 47. マラガア地区 (Maragua)
- 48. マルミサ地区 (Malmisa)
- 49. コラビ地区 (Colavi)
鉱山名: カステイジョス
(Canutillos), etc.
- 50. マチャカマルカ地区 (Machacamarca)
- 51. ウアリウアリ (Huarihuari)
- 52. セロ・リコ・デ・ポトシ
(Cerro Rico de Potosí)
この地区には種々の鉱山会社あり
ポトシソース (Potosí-Soux)
カニャービリ (Cañaviri) 兄弟会社
バピン (Bebin) 兄弟会社
カフチャス合資会社 etc.
- 53. アロイフィージャ (Aroyfilla)
およびバルカ (Palca)
- 54. セロ・トゥルキ地区 (Cerro Turqui)
- 55. ムニエシルカ (Muñecirca) および
ラハタンボ (Lajatambo)
- 56. アンダカバ (Andacaba)
- 57. クスラナ (Cunurana)
- 58. ボルコ地区 (Porco)
- 59. サウアトマ (Sahuatoma)
- 60. カルグアイコージョ (Cauguacollo)
- 61. ウビーナ (Ubina)
- 62. タスナ (Tasna)
- 63. チョロルケ (Chorolque)
- 64. アニマス (Animas) および
チョコカーヤ (Chocaya)
- 65. アスンタ (Asunta)
- 66. サント・ドミンゴ (Santo Domingo) および
ビクトル・ウーゴ (Victor Hugo)
- 67. イスカイスカ (Iscaisca)
- 68. リオ・サンタ・イサベル
(Rio Santa Isabel)

II. タングステン 鉱 山

- 69. テレサ (Teresa)
- 70. マルガリーニャス (Margarifías)
- 71. ミジパヤ地区 (Millipaya)
鉱山名: スサーナ (Susana)
メルセデス・デルイジヤムブ (Mercedes del Illampu)
- 72. コンソリデーテッド・カンデラリア
(The Consolidated y Candelaria)
- 73. チュクラ地区 (Chucura)
鉱山名: ロシータ I (Rosita I) および
アバロア (Abaroa)
- 74. ポンゴ地区 (Pongo)
鉱山名: ロウルデス (Lourdes) etc.
ウンダビ地区 (Undavi)
鉱山名: サン・ルイス (San Luis) etc.
- 76. チョフラ (Chojlla) および
エンラマダ (Enramada)
- 77. レコンキスターダ (Reconquistada)
- 78. アセロ・マルカ (Aceramarca)
- 80. ボルサ・ネグラ (Bolsa Negra)
- 81. ウラニア (Urania)
- 82. セロ・ネグロ地区 (Cerro Negro)
- 83. カロリーナ (Carolina)
- 84. サヤ地区 (Saya)
鉱山名: マチルデ (Matilde)
ラ・オルビダダ (La Olvidada)
ロ・サーニ (Roxani) etc.
- 85. ビロコ (Viloco)
- 86. チョケタンガ・チコ地区 (Choquetanga Chico)
鉱山名: パコパタ (Pacopata)
クレオパトラ (Cleopatra)
- 87. パクニ (Pacuni)
- 88. チョケタンガ・グランデ地区
(Choquetanga Grande)
鉱山名: カルブコ (Carbuco) etc.
- 89. キムメ地区 (Quime)
鉱山名: ペトロポリス (Petrópolis) etc.
- 90. マルガリータ (Margarita)
別名: チャムビジャーヤ
(Chambillaya)
- 91. イチュラヤ地区 (Ichuraya)
鉱山名: サンティアゴ (Santiago)
ウーゴ (Hugo)
- 92. クルス・ロハ (Cruz Roja)
- 93. スエストラ・セニョーラ・デル・カルメ

- ン (Nuestra Señora del Carmen)
別名: パラグイ (Paragui)
- 94. アムタラ地区 (Amutara)
鉱山名: メルセデス (Mercedes)
ポフチリ (Pojchiri)
サン・ビセンテ (San Vicente)
- 95. チコテ地区 (Chicote)
鉱山名: トリウンフォ (Triunfo)
ジャムベラス・デ・タミニャーニ
(Llamperas de Tamiñani)
- 96. カミ (Kami)
- 98. コンデ・アウケ地区 (Conde Auque)
鉱山名: フリアーナ (Juliana)
フェニックス (Fenix)
アセンシオン (Ascensión)
キジャカス (Quillacas)
サンタ・イサベル (Santa Isabel)
- 99. アンヘレス (Angeles)
- 100. タスナ (Tasna)
- 101. トリウンピラト (Triunvirato)
- 102. ヘルマニア (Germania)

III. 金 鉱 山 (鉱脈型)

- 103. ラバンデラーニ (Lavanderani)
- 104. ヤニ地区 (Yani)
鉱山名: サンシルベストレ (San Silvestre)
カリフォルニア (California)
トリニダード (Trinidad) パジャヤー
ヤ (Pallaya)
- 105. マルカマルカーニ (Marcamarcani)
- 106. パコージョ地区 (Pacollo)
- 107. ミーナスコージョ (Minascollo)
- 108. エンマ (Emma)
- 109. オージャー・デ・オロ (Olla de Oro)
- 110. ロサリオ (Rosario)
- 111. サン・アンドレース (San Audres)
- 112. イロコ (Iroco)
- 113. チルカーニ (Chilcani)
- 114. アンファウガスタ (Antofagasta)
- 115. アマヤパンパ (Amayapampa)
- 116. カパシルカ (Capacirca) および
イルパイルパ (Irpairpa)
- 117. ポコノータ (Poconota)
- 118. ポトシオルコ (Potosiorco)
- 119. ウアンカラニ (Huancarani)
- 120. ナザレニョ (Nazarenillo)
- 121. スークレ (Sucre)

IV. 金 鉱 山 (砂金型)

- 122. スーチェス (Suches)
- 123. ムルムンタニ (Murmuntani)
- 124. ティプアニ地区 (Tipuani)
- 125. テオポンテ (Teoponte)
- 126. シピアブ (Sipiapu)
- 127. リオ・ビラケ (Rio Vilaque)
- 128. リオ・チュキアキエーニョ
(Rio Chuquiaguillo)
- 129. リオ・バルカ (Rio Palca)
- 130. リオ・カホーネス (Rio Cajones)
- 131. チョケカマータ (Choquecamata) および
リオ・サンタ・エレーナ (Rio Santa Elena)
- 132. リオ・コタカヘス (Rio Catacajes)

V. 銀 鉱 山

- 133. チバ (Chiba)
- 134. エル・アシエンタ (El Asiento)
- 135. サンタ・リタ (Santa Rita)
- 136. プラカーヨ (Pulacayo)
- 137. タタシー・ポルトガレーテ
(Tatasi-Portugalete)
- 138. アニマス (Animas)
- 139. サン・ビセンテ地区 (San Vicente)
鉱山名: グェルニカ (Guernica)
コンフィアンサ (Confianza)
- 140. チョローマ (Choroma)
- 141. サンタ・イサベル (Santa Isabel)
- 142. ブエナ・ビスタ (Buena Vista)
- 143. サン・アントニオ・デ・リベス地区
(San Antonio de Lipez)
- 144. サン・クリストバル・デ・リベス地区
(San Cristobal de Lipez)

- 145. マリア・ルイーサ (Maria Luisa)
- 146. カランガス地区 (Carangas)
- 147. ネグリジョス (Negrillos)

VI. 鉛・亜鉛 鉱山

- 148. ムニェカス山脈 (Cordillera de Muñecas)
- 149. マチルデ (Matilde)
- 150. カスカベル (Cascabel)
- 151. サン・ペドロ (San Pedro)
- 152. バレンシアーナ (Valenciana)
- 153. サンタ・アナ (Santa Ana)
- 154. スードウアメリカ (Sudamérica) およびクリスト・ポブレ (Cristo Pobre)
- 155. パクアニ (Pacuani)
- 156. サンタ・ロサ (Santa Rosa)
- 157. ラ・セレーナ (La Serena)
- 158. サヤリ (Sayari)
- 159. アヨパヤ地区 (Ayopaya)
 鉱山名: サンタ・マルタ (Santa Marta)
 ラ・ポデローサ (La Poderosa)
 エル・ロサリオ (El Rosario)
- 160. サン・オノフレ (San Onofre)
- 161. ラ・テティージャ (La Tetilla)
- 162. ボルベニール・デ・ウアヌニ (Porvenir de Huanuni) およびマリア・フランシスカ (María Francisca)
- 163. サンタ・マルタ (Santa Marta)
- 164. アシエントス—キオーマ (Asientos—Quioma)
- 165. ケスニリー (Kesniiri)
- 166. ビルヘン・デ・ボンベア (Virgen de Pompea)
- 167. イジマニ (Illimani)
- 168. チルカーニ (Chilcani)
- 169. ウアラウアラ地区 (Huarahuara)
- 170. サン・ルーカス地区 (San Lucas)
- 171. トロパルカ地区 (Tropalca)
 鉱山名: エキシト (Exito)
 ラ・リケサ (La Riqueza)
 フンディシオン (Fundición)
- 172. エル・コンドル (El Cóndor)
- 173. コルナカ地区 (Cornaca)
- 174. ケンティエヨク (Kenti yok)
- 175. コパカバーナ (Copacabana)
- 176. ファルダウアシ地区 (Faldahuasi)
- 177. アビアドーラ (Aviadora)
- 178. ニョクセス (Ñoques)
- 179. ポトロレ (Potrero) およびサン・シルベストレ (San Silvestre)
- 180. パンパ・グランデ (Pampa Grande)
- 181. アルヘンティアーナ (Argentina)
- 182. モーホ地区 (Mojo)
- 183. ティティオージョ (Titihoyo)
- 184. キリザ (Quiriza)
- 185. エルクリーナ (Herculina)
- 186. ラ・エスパニョーラ (La Española)
- 187. ソロカヤ (Sorocaya)
- 188. イマラヤ (Himalaya)
- 189. マルガリータ (Margarita)
- 190. キムサチャタ地区 (Quimsachata)
- 191. ベレンゲラ地区 (Berenguela)

VII. アンチモン 鉱山

- 192. チャラサニ地区 (Charassani)
- 193. タハアウイラ (Tajahahuira) およびカルミーニャ (Carmiña)
- 194. エスピリトウ・サント (Espiritu Santo)
- 195. アギラ (Aguila)
- 196. ボケロン (Boquerón)
- 197. ウアラウアラニ (Huarahuarani)
- 198. カルメン (Carmen)
- 199. カンデラリア (Candelaria)
- 200. カルエヨ (Caluyo) およびレケ (Leque) 地区
- 201. タルミータ (Tarumita)
- 202. ボストン (Bostón)
- 203. サン・ルイス (San Luis)
- 204. チャルビリ (Chalviri)
- 205. マジリ (Malliri)
- 206. ラ・インディア (La India)
- 207. ロシエータ (Rosita) およびテレモト (Terremoto)
- 208. カパシルカ (Capacirca) および

イルパイルパ (Irpaipra)

- 209. ロウルデス (Lourdes)
- 210. グアダルーペ地区 (Guadalupe)
- 211. ミジュエリ (Milluri)
- 212. サン・パブロ・デ・チュエリニャ (San Pablo de Churina)
- 213. アハタ (Ajata)
- 214. ティングイパヤ地区 (Tinguipaya)
 鉱山名: ニューゴエスラビア (Yugoelavria)
- 215. アウグストウス (Augustus)
- 216. シピタニ地区 (Sipitani)
- 217. ドローレス地区 (Dolores)
 鉱山名: ドローレス (Dolores)
 イルナ (Iruna)
 アチグアナ (Achiguana)
- 218. カラコタ地区 (Caracota)
- 219. プトゥマ (Putuma) およびアイマラニ (Aymarani)
- 220. チュラタ (Churata)
- 221. パルカコチャ (Palcacocha)
- 222. リオ・ブランコ地区 (Rio Blanco)
 鉱山名: ヘネラル・パウ (General-Pau)
 アウローラ (Aurora)
 デリーリオ (Delirio)
- 223. オルケスタカ (Orquestaca)
- 224. タスナ地区 (Tasna)
 鉱山名: チョリータ (Cholita)
 ビクニータ (Vicuña)
- 225. ウアロフラ (Huarojla)
- 226. ターピ (Thapi)
- 217. チュルキニ (Churquini)
- 228. サンチアゴ (Santiago)
- 219. コビャ (Cobija)
- 230. ラ・ローサ (La Rosa)
- 231. カンデラリア (Candearia)
- 232. ローサ・デ・オロ (Rosa de Oro)

VIII. 蒼鉛 鉱山

- 233. ウクマリニ (Hucumarini)
- 234. カルメン (Carmen) およびウァジャタニ (Huallatani)
- 235. シルパヤ (Sirupaya)
- 236. ムリベル (Murivel) およびウアラウアラ (Huarahuara)
- 237. サンタ・マリア (Santa María)
- 238. コンドル (Cóndor)
- 239. タスナ (Tasna)
- 240. チョロルケ (Chorolque)
- 241. エスモラカ地区 (Esmoraca)
 鉱山名: ヘルメニア (Germania)
 カンデラリア (Candelaria)
- 242. ボリーバル (Bolívar)

IX. 銅 鉱山

- 243. ソロ (Zorro) およびアナコンダ (Anaconda)
- 244. ポルトグエサ (Portuguesa)
- 245. アナコンダ (Anaconda) およびピサケリ (Pisacuri)
- 246. コロコロ (Corocoro)
- 247. ベタ・ベルデ (Veta Verde)
- 248. プカラ (Pucara)
- 249. ノエ (Noe)
- 250. チャカリヤ (Chacarilla)
- 251. クラール (Clara)
- 252. アズリタ (Azurita)
- 253. クプリタ (Cuprita)
- 254. サン・ミゲル—ジャンゲラ地区 (San Miguel—Languera)
- 255. プロビデンス (Providencia)
- 256. ラウラニ (Laurani)
- 257. ラ・ホーヤ (La Joya)
- 258. ヤルビコーヤ (Yarbicoya)
- 259. アミスター (Amistad)
- 260. コプリソス (Cobrizos)
- 261. チュイチュイ (Chuychuy)

X. 硫黄 鉱山

- 262. シジャイウアイ山 (Cordilleras Sillayhuay)
- 263. サン・パブロ・デ・ナパ (San Pablo de Napa)
- 264. カイティ地区 (Caiti)

鉱山名: コンセプシオン (Concepción)

- エル・デシエルト (El Desierto)
- 265. セロ・オカーニャ (Cerro Ocaña)
- 266. オジャーグエ火山 (Volcán Ollague)
- 267. セロ・カニャーパ (Cerro Cañapa)
- 268. タパキルチャ火山 (Volcán Tapaquilcha)
- 269. イトウルンク火山 (Volcán Ituruncu)
- 270. トウヌパ火山 (Volcán Tunupa)

XI. 礫砂 鉱山

- 271. コイバサ塩湖 (Salar de Coipaza)
- 272. ラクエカ (Loqueca)
- 273. イスマ (Isma)
- 274. ラ・カリジャーナ (La Carillana)
- 275. ジビジ (Ilipillipi)
- 276. カビエニャ (Capiña)
- 277. チャルビリ塩湖 (Salar de Chalviri)

XII. 蒸発塩 鉱山

- 278. ハジュマ (Jalluma) およびカキンゴラ (Caquingora)
- 279. コルチャニ (Colchani)
- 280. サリナス・デ・マチャ (Salinas de Macha)
- 281. サリナス・デ・ウルミリ (Salinas de Urmiri)
- 282. ウマカ (Humaca)
- 283. エントレ・リオス地区 (Entre Rios)
- 284. サン・シモン (San Simón)

XIII. 雜 種 鉱山

- 285. サン・ルイス (San Luis) ゴバルト Co
- 286. ラ・ソルプレサ (La Sorpresa) ニッケル Ni
- 287. ドン・カルロス (Don Carlos) ニッケル Ni
- 288. マリア・パス (María Paz) 水銀 Hg
- 289. トリウンフォ (Triunfo) 水銀 Hg
- 290. エミリア (Emilia) 水銀 Hg
- 291. コンドルウータ (Condorhuta) モリブデン Mo
- 292. ビルヘン・デ・スルミ (Virgen de Surumi) セレン Se
- 293. ネグラ (Negra) マンガン Mn
- 294. アルト・チャパレ地区 (Alto Chapare) 石綿 Abs
- 295. リンボ地区 (Limbo) マグネサイト Mg
- 296. ハイデー (Haydeé) およびラ・ボンバ (La Bomba) 螢石 Fl
- 297. セロ・サポ (Cerro Sapo) ソダライト So
- 298. チョコリージャ (Chocorilla) 礫砂 Fo
- 299. カチ湖 (Cachi Laguna) ソーダ Sd
- 300. コジュバ湖 (Collpa Laguna) ソーダ Sd
- 301. コパカバーナ半島 (Península Copacabana) 石炭 Coal
- 302. タリハ (Tarja), 亜炭 Lg
- 303. チュキアギージョ (Chuquiaguillo) 泥炭 Pe
- 304. アズリタ (Azurita) 泥炭 Pe
- 305. カタビ (Catavi) トラヴァーティン Tr
- 306. ミラザパニ (Mirazapani) 大理石 Ma
- 307. ロミータス (Lomitas) 石灰岩 Lm
- 308. ウスバ・ウスバ (Huspa Huspa) 鉄 Fe
- 309. サント・ドミンゴ (Santo Domingo) 砂鉄 Fe

XIV. 石 油

- 310. ベルメホ (Bermejo)
- 311. マードレホーネス (Madrejonas)
- 312. サナンディータ (Sanandita)
- 313. カミリ (Camiri) およびグアイルイ (Guairuy)
- 314. カマティンディ (Camatindi)
- 315. リモン (Limón)
- 316. リオ・グランデ (Rio Grande)
- 317. カランダ (Caranda)
- 318. コルパ (Collpa)

パンダ・アルタ層中に海底噴気性堆積物の鉄マンガン鉱床を伴うに過ぎない。

先にも述べたように 南緯 17° 線付近のアリカーエルポー構造線を境として不均一な隆起運動により “正アンデス地帯” での火成岩類は北部地域にはその露出がみられるが 南部地域では地下に潜在しており 鉱床の分布もこれと無関係ではない。すなわち 北部地域では 5つの底盤状貫入岩体が南北方向に連って分布する。これらの貫入岩体の境界は母岩の構造に調和している部分と 完全に母岩の構造を切る部分が観察される。とくに 貫入岩体の東端で調和的などころが多い。したがって 一部の貫入時期は構造運動と略同時的で 非調和的な貫入よりは古い可能性が考えられる。

周辺の古期堆積岩類の構造と調和的な貫入岩の接触部付近では 堆積岩類は熱変成作用を受けて 紅柱石・黒雲母・白雲母等の接触変成鉱物を生じ 一部には変成過程で生じた線構造の発達もみられる。また “正アンデス地帯” の中軸付近では これらの貫入岩体の上部にあるルーフ・ペンダント状の堆積岩類は水平に近い構造を示し 東側に行くに従って傾斜が強くなる傾向がみられる。

一方 非調和的な貫入岩体の付近では 接触部の近くの古期堆積岩中に いちじるしい電気石化作用がみられ 黄鉄鉱の鉱染をしばしば伴っている。

この北部地域では 河川による浸蝕作用がいちじるしく 高度差が大きいいため これらの貫入岩体の下部から

上部にかけての変化を観察することが可能であり タケシ(Taquesi)の花崗岩質貫入岩体の東縁では 上部に行くと細粒のペグマタイトの分岐脈に移化し また他の岩体では下部で調和的な貫入が上部で非調和になるところも観察される。

先にも述べたように ボリビアの中央部付近は北部地域より隆起運動が少なかったため 大規模の底盤状貫入岩類は地表に露出せず 石英斑岩系の岩株や岩脈が分布し これらが中世代早期の火成活動を代表しており 且つこれらの岩株や岩脈は底盤状貫入岩体の上端部に相当すると解釈されている。さらに この付近では新第三紀の火山活動が重複してくる例が2 3みられる。

ボリビアの “正アンデス地帯” にみられる中世代早期の火成活動を全般的に検討した場合 それらの岩石学的性質と化学組成に一連の共通性があり 恐らく同一岩漿から発生したものと考えられる。また周囲の古期岩類との関係から 調和的に貫入したものを早期 非調和的なものを後期とした場合 岩漿分化による成分変化と対応する可能性がある。すなわち 早期には閃緑岩質岩体の貫入がみられ 後期には花崗岩質岩体の多いことから 花崗閃緑岩質岩漿の分化の産物と想定し得る。

化学分析値からみた場合 これらはカルク・アルカリ岩系列に属し ソーダーよりもカリに富む岩漿からもたらされると解釈される。

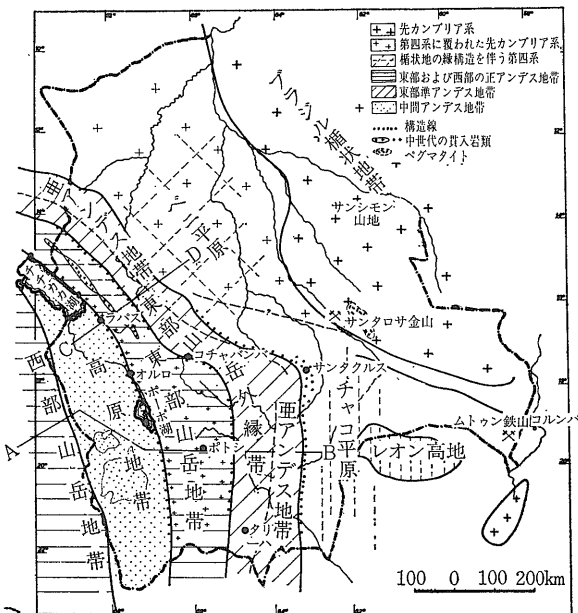
第2表 中世代早期貫入岩類の分析値

岩 石	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	場 所	分析者
花崗閃緑岩	4.59	3.03	2.56	イ ジャンプ (Illampu)	ベンディヒ (BENDIG)
花崗閃緑岩	4.79	3.05	2.36	イ リ マ ニ (Illimani)	ベンディヒ (BENDIG)
アダメライト	5.42	2.22	2.54	カラコーレス (Caracoles)	H. ファサル (H.VASSAR)
花 崗 岩	5.22	3.06	1.02	ヤ ニ (Yani)	ベンディヒ (BENDIG)
花 崗 岩	4.82	—	0.38	カラコーレス (Caracoles)	H. ファサル (H.VASSAR)

中世代における構造運動と貫入岩類の間には密接な関係がみられるが 後で述べるように 鉱化作用もこれらと関連してその性質に変化がみられることは注目すべきことである。

(B) 火山活動

一般にボリビアの塩基性火山岩類の活動は 下部白亜紀 新第三紀 および第四紀の3回にわたってあったことが明らかにされている。



第16図 ボリビアの地質構造区分概観図

この中 白亜紀の玄武岩については “エントレ・リオス(Eutre Rios)” または “タラブコ (Torabuco)” などと呼ばれ “正アンデス地帯”の中央部付近に相当広く分布する。これらの玄武岩は直接古期岩類を覆っているものもあるが 白亜紀下部の “プカ層群” 中の “トロトロ砂岩” の下底に玄武岩の溶岩流が存在し 重要な鍵層の役割を果たしている他 “ミラフローレス層”の上部にも玄武岩が存在する。このため “エントレ・リオス玄武岩” は下部白亜紀の玄武岩に対比されている。

一般に 玄武岩の厚さは約 600m で 上部では角礫岩や凝灰岩に移化するが 多孔質の杏仁状溶岩流を主とし沸石を伴いしばしば自然銅や赤銅鉱の鉱染および細脈などもみられ 成分的には橄欖石に富むものからほとんど橄欖石のみられないものもあり 一部にはチタン鉄鉱を多く含有することもある。

(2) 中間アンデス地帯の火成活動

中世代の褶曲運動によって 東部および西部山岳地帯の間に “中間アンデス地帯” と呼ばれる沈降帯が生じた。この地帯は先に述べた高原地帯に相当し 基底部の白亜系(層厚 5,500m)を含めて全体の堆積岩の厚さは最大約15,000mに達し 第三紀にこの地帯が急速に沈降したことを物語っている。また 東部と西部の山岳地帯の時期の異なった構造運動に影響を受けている。

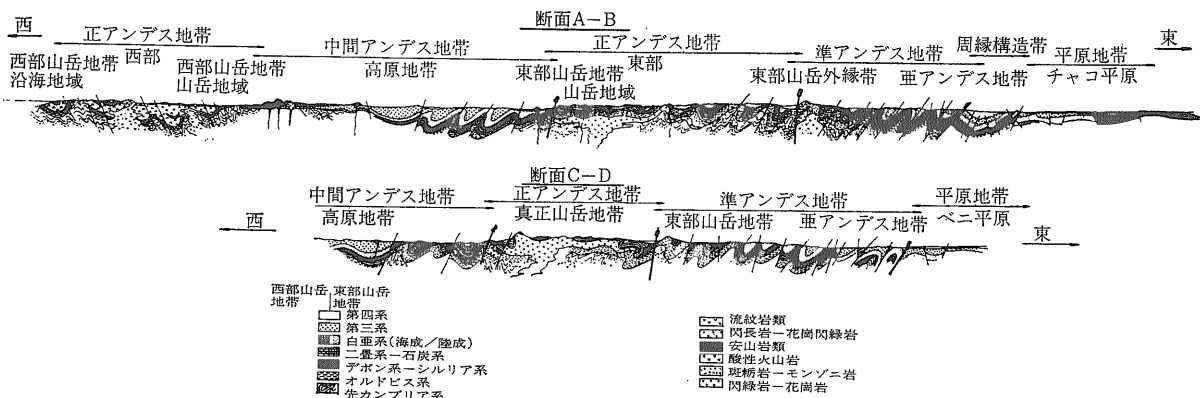
興味のある事実としては 中間アンデス地帯の西側で先カンブリア系に属する基盤岩類が山脈を形成しており 中世代に削剝作用を受けていたことがあげられる。この山脈は第三紀初期には 未だ水面上に突出しており 第三系下部の礫岩中にその砕屑物がもたらされている。この礫岩中には 古生代の構成岩類は全く存在せず 先

カンブリア系の片麻岩・赤色花崗岩・ペグマタイト・アプライト等がみられ アルゼンチンおよびボリビアに隣接するチリの国境付近に分布する先カンブリア系の構成岩類と同じ性質を示している。また コロコロ鉱山の西部やその他の地域に分布する小規模の岩株中にも 先カンブリア系の構成岩類が捕獲されており 高原地帯の西側では白亜系が直接先カンブリア系の上のの部分もあると推察される。

また 新第三系の “コロコロ層群” 中の “トトラ砂岩” 中にイタビライトの礫が広く分布するが これもまた先カンブリア系からもたらされたものであろう。太平洋に面した海岸地帯にはイタビライトがところどころに露出することが知られているが これは地表近くに先カンブリア系が分布する可能性を示唆している。

中間アンデス地帯西部の先カンブリア系の山脈はタコニック造山運動に関連したもので “パンペアン (Pampean) 系” に相当すると考えられる。後で述べるように この地帯の新第三系中に胚胎するカラングス(Carangas)およびネグリージャス(Negrillas)の浅熱水性鉱床中の鉛についての絶対年代測定では 一部に (404±32) ×10⁶ 年の値が得られているが これはタコニック造山運動の際に生成された鉛が含まれていることを示している。

この地帯の構造運動は第三紀末にもっともいちじるしく ポーボ湖の南部で正アンデス地帯の分布にほぼ平行な褶曲軸を伴う白亜系と第三系の等斜褶曲をしている部分が観察される。これより東寄りの正アンデス地帯中央部では褶曲構造はじよじよに弱まり ゆるい複向斜構造を示すが 東部に行くと逆断層を伴う等斜褶曲に変化



第17図 ボリビアアンデス地帯の地質断面図(シュナイダー・シェルビーナによる)

する。この構造様式の変化は恐らく中間アンデス地帯の中央部付近で地表に接近して先カンブリア系基盤岩類が存在したためと推定されている。

中間アンデス地帯の火成活動は先カンブリア系のパンペアン山系が削剝作用によって水面下に姿を消した時期に始まっている。そして火成活動—主として火山活動—の周期は沈降・堆積および褶曲の各時期に対応している。この地帯での最初の火山活動は“トトラ層”の下部でみられる白色凝灰岩と石英安山岩である。またこの地帯の北西部では“トトラ層”の下部に安山岩質溶岩が存在し上部には安山岩の巨礫が伴われるがこれはベレンゲラ (Berrenguela) 安山岩と対比される。

安山岩の火山活動が鮮新世～洪新世の酸性溶結凝灰岩の活動に先行する例はこの地帯で多く観察されベレンゲラの南西では構造運動後に噴出した酸性の溶岩と凝灰岩が安山岩を覆いこれらの酸性火山岩中に安山岩塊を含有することがあるが安山岩中には酸性火山岩は捕獲されていない。したがって安山岩の活動が酸性火山岩に先行したことは明らかである。

マウリ (Mauri) 河の北側では第三系の砂岩中の上部の溶岩から下部の岩頸や岩脈に移化する一連の過程が観察されまた第三紀と第四紀に形成した火山を比較したとき古い時代のものほど削剝作用が進むというような火山の変形と時代との関係はみられずむしろ変形自体は隆起運動や噴火時の状態等に支配されている。火山の噴気活動は第三紀末の火山にも第四紀の火山にもみられこれも時代的特徴を示すものではない。

中新世に噴出した安山岩質火山の原形は余り隆起運動のいちじるしくなかったこの地域の西側でみられまたカラングスやベレンゲラでは初期の溶岩中で石英安山岩と安山岩が瀕繁にくり返しを見せその後引続いて安山岩の溶岩や火砕岩が噴出し最終的には粘性度の低い塩基性の溶岩流が存在する。この火山活動の後で流紋岩の小さい岩株が貫入しこの周辺の安山岩につよいプロピライト化作用を与えているところもある。

中間アンデス地帯の東縁は西側よりも隆起運動がいちじるしかったため安山岩の活動はあったがその大半は削剝作用を受けて現在は岩頸や岩脈の形で残っているに過ぎない。これらの石英安山岩—安山岩の活動の痕跡はチチカカ湖からアルゼンチン国境まで広く分布しポトシ (Potosí) の東部では正アンデス地帯中にも存在する。

正アンデス地帯の北部にある真正山岳地帯の西側の裾野には安山岩の溶岩が広く分布しデボン系を直接覆っ

ている。またラパス盆地の周辺部には角閃石—黒雲母—普通輝石安山岩の岩頸がデボン系中に観察される。この他種々の地域に中新世の安山岩の活動があったことが知られておりポトシの北のチングイパヤ (Tingui-paya) にある石英安山岩—安山岩中の黒雲母について K/Ar 法による絶対年代を測定して 19×10^6 年という結果が得られている。

ボリビアの中央部では中新世に活動した安山岩中に石英安山岩の岩株状貫入岩体がしばしば存在し中間アンデス地帯の南部の東側でも同様に中新世の安山岩質溶岩・角礫岩・集塊岩等に取り囲まれて直径約 15km の石英安山岩の核が存在する。カラングスやトードス・サントス (Todos Santos) 等にもみられる中新世の安山岩中に貫入した石英粗面安山岩や流紋岩はその接触部に急冷相および角礫化が観察されプロピライト化および珪化作用をその周辺に与えしばしば金属鉱物を伴うことがある。これらの粗面安山岩—流紋岩の岩株はコロコロ付近で新第三系の砂岩中にも貫入しておりその時代は鮮新世～更新世に相当している。サン・ホセイトス (San José—Itos) オルロー (Oruro) 鉱山地帯にはデボン系に貫入した不規則な外形をもつ酸性貫入岩体が3ヶ所にみられるがその付近には安山岩の溶岩および凝灰岩が存在している。またポトシではリコ山 (Cerro Rico) の“きのこ状”の酸性貫入岩の貫入前に安山岩の活動のあったことが知られているがこのような例は他の地域にも多い。ジャジャグア (Llallagua) 鉱山の -650m レベルにある石英粗面安山岩の絶対年代が 9.4×10^6 年であることからこれらの時代は鮮新世に相当することはほぼ間違いない。

“トトラ層”の下部に挟在される酸性凝灰岩から上部に行くに従って石英安山岩さらに上部で成層した安山岩質溶岩や凝灰岩に移化して行くがこのような第三紀末の構造運動より以前の火山活動は酸性から塩基性に変化する特性がみられる。中間アンデス地帯の中新世におけるこのような特性は広い地域にわたって共通しており中新世の安山岩の火山活動に伴う噴気性の鉱化作用がみられるがこれらの鉱化作用は古い時代の鉱床が安山岩の活動によって再生された可能性が強い。

“中間アンデス地帯”の全域およびこれに隣接する“正アンデス地帯”では粗面安山岩—流紋岩が第三系を覆い相当広範に分布する。これらの酸性火山岩類は溶岩・凝灰岩・溶結凝灰岩からなり一般に規則正しく水平な成層を示すが一部では断層に切られて傾斜するところもある。

隆起運動のいちじるしい北部地域では これらの酸性火山岩類は削剝作用を受けているが 西部山岳地帯等に局部的に残存しており チリとの国境付近でマウリ河の北側は削剝されてしまっているが 南側では 4,500km²にわたり 緻密な流紋岩質凝灰岩が分布し この水平層の層厚は20~30mである。

一方 隆起運動の少なかったボリビアの南部地域では これらの酸性火山岩類は広範な分布を示し 第四系および沖積層によって覆われている。 オルローの東側ではその分布は1,200km²にわたり ポトシの西北の流紋岩台地で分布面積が約8,000km²におよんでいる。

これらの酸性火山岩類はしばしば中新世の石英安山岩や安山岩を捕獲しており 中新世の安山岩類がその後の岩株の貫入によりひきずり褶曲を受けているのに対して これらの酸性火山岩類は岩株の貫入に影響されず 水平を保っている。 したがって 酸性火山岩類の活動時期は鮮新世の構造運動以後に相当し 恐らく酸性の岩株状貫入岩類と親縁関係をもつものと推定される。

“中間アンデス地帯”の最終的な火成活動として 普通輝石—橄欖石玄武岩の噴出がみられるが これは余り顕著なものではない。

(3) 準アンデス地帯の火成活動

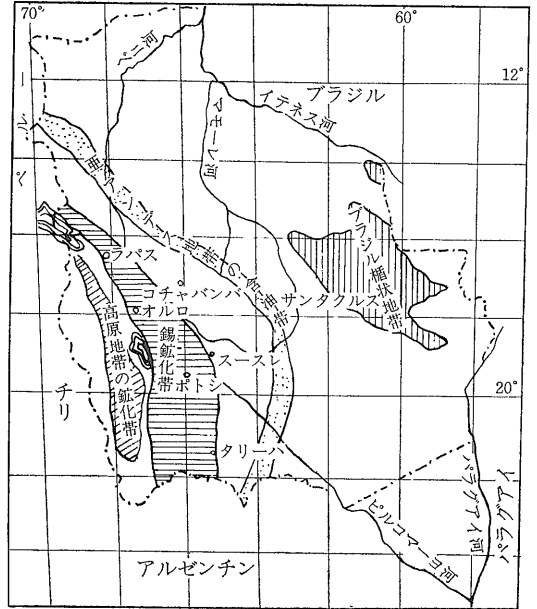
準アンデス地帯では ボリビア南部のサンタ・ビクトリア (Santa Victoria) 山脈で 花崗閃緑岩および閃長岩の活動がみられるに過ぎない。 この山脈の北部では 灰色~白色の閃長岩が變成作用を受けたオールドビス系中に貫入しており これらの主成分鉱物は正長石および緑色角閃石で 少量の石英を伴っている。

また タリーハの東でもオールドビス系の作る背斜構造の軸部に花崗閃緑岩の小岩体の貫入が報告されている。

これらの小規模の貫入岩類はアルカリ岩系列に属し 周辺部には強い熱變成作用がみられないため 中生代の “正アンデス地帯” の貫入岩類とは性質が異なっている。 これらの活動時期については 以前タコニック造山時相に属すると考えられていたが 最近では鮮新世に相当すると解釈されている。

6) ボリビアの鉱床区

以前ボリビアは時代の異なった先カンブリア紀と第三紀の2つの鉱床区に分けられており 主要な鉱化作用は第三紀に集中して行なわれたと考えられてきた (第18図参照)。 しかし 最近では絶対年代の測定 構造運動および火成活動の特性等により 鉱床区の分け方が大幅に訂正されている。



第18図 ボリビアの鉱化帯概念図 (アールフェルト 1954)

(1) 楯状地帯の鉱化作用

ボリビアの東部地帯 (Oriente) の地質は未だ調査が充分でなく 鉱化作用の時期についても検討されていない。しかし この楯状地帯に分布する鉱床を3つのグループに分けることが可能である。

- A. 含金石英脈
- B. 含雲母シテクタイト質ペグマタイト
- C. 含稀元素鉱物ペグマタイト

含金石英脈は一般に角閃岩質斑岩の付近に発達し 含稀元素鉱物ペグマタイトは母岩の構造を切って貫入したアルカリ花崗岩類の周辺に伴われている。 両者の形成時期については 前者が後者よりも先に形成されたと推定されている。 また 含雲母シテクタイト質ペグマタイトはミグマタイトに伴い 前に述べた両者の中間時期に生じたと解釈される。

(2) 正アンデス地帯の鉱化作用

この地帯では ゴトランド紀の塩基性の海底火山活動に伴って 鉄およびマンガンの鉱化作用があったことは先にも述べたが これらは経済的に余り重要なものではない。

もっとも重要な鉱化作用は 中世代初期の構造運動に関連して貫入した花崗閃緑岩~花崗岩に伴うものであり 金・銅・タングステン・アンチモン・錫・ビスマス等の

鉱床が形成されている。

これらの鉱化作用は 次の4時期に分けられる。

- A. 金
- B. 銅
- C. タングステン—アンチモン
- D. 錫—ビスマス

A. 金を伴う浅熱水性鉱脈はしばしば変形運動を受けており 破砕作用によって糖状石英に変化しているがこのような現象は他の鉱化作用にはみられない。

また 含金石英脈は褶曲した母岩の構造と調和して胚胎しており いわゆるマント (manto) 型であるため 深部には余り続かない。金の鉱化作用が他のものよりも先行したという直接の証拠は非常に稀で 一部の鉱床で鉄マンガン重石が含金石英脈中に後で入ってきたという報告があるのみである。しかし 野外の産状その他から 金を伴う鉱化作用が他の鉱化作用に先行した可能性が高い。

B. 銅の鉱化作用は金とタングステンの鉱化期の中間にあるが これは正アンデス地帯では非常に微弱である。

C. 一般に 鉄マンガン重石を伴う鉱脈は古期堆積岩類の剝理面に沿って胚胎する。また アンチモン鉱脈も同様の産状を呈するが ボリビアの南部では背斜構造の軸部付近の割れ目中にポケット型の産状を示している。したがって 構造運動の発展過程からみた場合 タングステンおよびアンチモンの鉱化作用の時期はマント型からポケット型に移化する中間的位置にあり 錫の鉱化作用に先行することはカラコーレス (Caracoles) およびビロコ (Viloco) の各鉱床において観察される。

D. 錫およびビスマスの鉱化作用は ほとんど例外なく 褶曲運動の最終時期に生じた割れ目や断層中にみられる。

これらの4時期の鉱化作用の特徴としては 後期のものほど温度が上昇し 圧力が降下する条件下で形成されたことがあげられる。同じ割れ目中で 前期のアンチモンを伴う浅熱水性鉱脈に後期の磁硫鉄鉱—錫鉱化作用が重複し 非常に高品位の富鉱体を形成することがあるが このような重複鉱化作用による交代現象は正アンデス地帯でしばしば観察される。また タングステン鉱化期に生じた黄鉄鉱が錫を含む酸性溶液を反応して 錫

石と磁硫鉄鉱を晶出する例もある。ラ・セローナ (La Serona) およびカスカベル (Cascabel) 等の鉱床では 後期の錫鉱化作用の重複交代作用により 輝安鉱が比較的容易に崩壊して (銀+鉛) 鉱物の晶出を促進する例もみられる。

先にチョフラ鉱床の錫鉱脈に伴う白雲母の絶対年代が 183×10^6 年であることを述べたが その後同鉱脈中の方鉛鉱について鉛の絶対年代を測定した結果 179×10^6 年の値が得られた。したがって 中生代早期の鉱化作用がほぼ 180×10^6 年以前に行なわれたとみて良い。

正アンデス地帯の下部白亜紀に生じた玄武岩の活動は 余り重要な鉱化作用を伴っておらず タラプロ地域で自然銅および赤銅鉱の鉱染が玄武岩中にみられるに過ぎない。正アンデス地帯における鉱化作用は中生代早期のものももっとも重要であるが これらは構造運動の発展過程および鉱化作用の内容によって4時期に分けられ また各時期の鉱化帯として分帯することが可能である。

(3) 中間アンデス地帯の鉱化作用

中間アンデス地帯では 沈降・堆積・褶曲の過程が第三紀中に行なわれ 60×10^6 年よりも短い期間にこれらの運動が経過している。この時期には 中生代早期に比して深成活動は衰退しているが これに代って顕著な火山活動が生じており したがって この地帯の鉱化作用はこれらの火山活動に関係するものが多い。たとえば 初期の火山活動による石膏層の沈澱や 銅の硫酸塩鉄物が水中で拡散沈澱して “赤色層” と呼ばれる同時性堆積鉱床が形成される。また これらの安山岩質火山活動により いちじるしい量の鉄が放出され コロイド状の水酸化鉄として “トトラ層” および同時期に活動した安山岩中に含まれるため これらの地層はいちじるしく赤色化している。

キムサチャタ (Quimsachata) ラウラニ (Laurani) ラ・ロハ (La Loja) 等では 石英安山岩の活動により含金黄鉄鉱鉱床が形成されているが 金は砒素と共に黄鉄鉱中に含まれることが多く ラウラニ鉱床のように単体の金粒として存在することは少ない。

中間アンデス地帯では 構造運動後に酸性の火成活動による岩株状貫入岩体および広範な流紋岩の流出があったが 礫砂鉱床は鮮新世の酸性火成活動の産物とみなされている。

とくに注目すべきこととして ボリビアの中央部のオルローボトシ地域では 新第三紀の酸性火成活動がみられ このため中生代早期の鉱化作用に新第三紀の鉱化作用が重複し 銀に富む鉛—亜鉛鉱床が形成されている。

サン・ホセ・デ・オルロー (San José de Oruro) コルケチャカ (Colquechaca) ジャジャグア (Llallagua) ポトシ (Potosí) 等の鉱床では 重複鉱化作用が認められるが 鉛による絶対年代の測定によれば 鉱化作用の衰退した 170×10^6 年頃を境にして 2つの鉱化期に分けることが可能である。 シュナイダー・シェルビーナによれば このような重複鉱化作用によって形成された鉱床を混成 (hybrid) タイプと呼んでいる。

新第三紀には アンデス地帯に生じた烈しい隆起運動により 鉱化作用の行なわれたレベルが変わるため 鉱化作用の初期から末期にかけて温度および圧力条件が変化し 鉱液の性質自体にも影響がみられる。 また 三畳紀の終わりからジュラ紀に生じたタングステン・アンチモン・錫・ビスマス等の鉱床が 新第三紀の浅成火成活動によって生じた熱水溶液にとりこまれて再沈澱したと解釈されるが 新第三紀の火成活動によって直接もたらされる鉱化作用の存在する可能性も否定できない。

各鉱床における鉛の絶対年代測定によれば 次のような結果が得られている。

コルケチャカ	147×10^6 (年)
サンタ・フェ	106×10^6
サン・ホセ・デ・オルロー	93×10^6
コルキリ	85×10^6

したがって 中生代の鉱化作用および新第三紀の鉱化作用の両者による鉛が混在していると解釈し得る。 このような重複鉱化作用の内容はきわめて複雑となり 以前はゼノサマル型鉱床として特異なタイプに分類されたが 時代的に断絶した2回の鉱化作用の重複による混成鉱床と考えた方がより合理的に成因が解釈し得ることをシュナイダー—シェルビーナは主張している。

しかし このような複雑鉱は地質家のみならず その利用面で選鉱家や冶金家にも困難な問題を提供している。

(4) 準アンデス地帯の鉱化作用

この地域は東部山岳地帯に隣接しており 火成活動は余り顕著ではない。 先にも述べたように この地帯の南部で 背斜構造の軸部付近にアルカリ岩系列の深成岩の貫入がみられるのみで これに伴い単純な硫化鉱物 (黄鉄鉱—黄銅鉱—閃亜鉛鉱—方鉛鉱) からなる鉱化作用がみられるが 一般的には鉱床賦存のポテンシャルは余り高くない。

(5) 鉱床区について

ボリビアにおける各種鉱床の分布をみた場合 地質構造にほぼ平行な帯状分布を示している。 火成活動に伴

う鉱床の時代を決定することは困難な場合が多いが 鉱床中の鉛の絶対年代測定によれば 次のようになる。

ボリビアとチリの国境に近い鉱床 (ネグリージョスおよびカラングス鉱床) 404×10^6 年

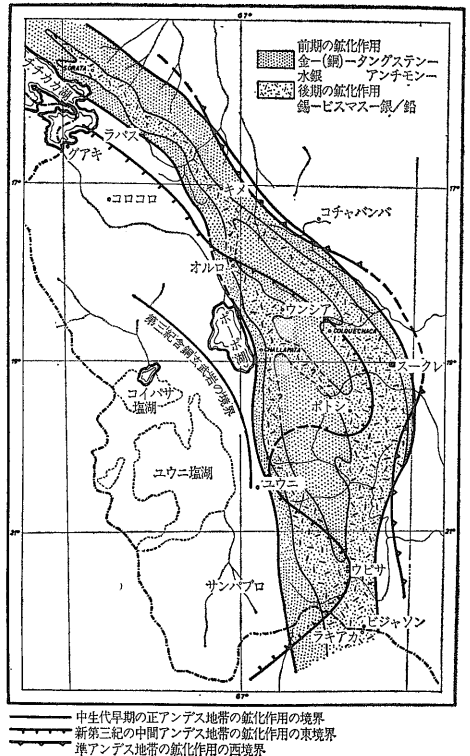
高原地帯東縁の鉱床 (コロコロおよびラ・ロハ鉱床) 232×10^6 年

東部山岳地帯の鉱床 (ケジュアニ ラ・チョフラおよびカスカベル鉱床) 176×10^6 年

ボリビア全般にわたる鉱化作用の年代の順序は 西から東に行くに従って鉱化時期が新しくなっている傾向があり 鉱化作用に関係した火成活動が東に向かって移動したことを示唆している。

とくに 東部山岳地帯で錫—ビスマス—銀の鉱化作用が中心部付近で優勢であり 南北の両端部で衰退するがこれと交代にタングステン—アンチモンの鉱化作用が南北の両端部で優勢となる傾向がみられる。 また 中生代の鉱化作用と新第三紀の鉱化作用が重複する地域がボリビアで最も重要な鉱床が賦存することは注目に値する (第19図参照)。

(筆者は 鉱床部探査研究課長)



第19図 前期および後期鉱化作用の広域的分布図