

アンデス銅資源地帯空中予察調査

③

松野久也

地上巡検および試験飛行(1月23日～1月26日)

1月23日 午前9時30分サンチアゴ発 エルサルバドル鉱山経由(同鉱山1泊) 最初の調査基地コピアポに向う 1月23日午後および24日の午前中をエルサルバドル鉱山の地表の変質帯の観察にあて 24日午後同鉱山発 陸路チャニヤラル経由でコピアポにいたり 25日サンサミュエル(San Samuel)鉱山および I. I. G. 所有鉱区の変質帯の観察 26日にこれらの上空を試験的に飛び 調査法について最終的検討を行なった後に本格的な空中観察を実施することになる。

中南米において スリーW(気候=Weather)(酒=Wine)(女=Woman)がもっともすばらしいのはサンチアゴであるという定評がある。同市の競馬場(Club Hipico) 市営一般墓地(Cementrio general)および工業クラブ(Club de Union)のバーのカウンターの長さ(実に30mもある)は中南米随一である。その他いろいろサンチアゴのよい話を聞かされたが あわただしい準備作業のため とっても見物どころではなく 22日荷物をとりまとめ 翌23日朝の銅航空(LADECO)のエルサルバドル行き便に乗るのがやっとであった。

チリ共和国内の交通事情

今回の調査旅行は 一部自動車によったほかは ほとんど航空機を利用したのであるが、ここでチリ共和国内の主要交通機関について概略触れておこう。

チリ共和国内を旅行するには 航空機がもっとも便利である。国内の主要都市を結んでチリ国内航空(LAN-CHILE=Linea Aeria de Nacional Chile)があり このほかに サンチアゴ市とアナコンダ系の大鉱山とその事業所を結んで 銅航空(LADECO=Linea Aeria de Cobre)がある。これら両者が定期航空路線であって サンチアゴの国際空港 ロスセリジョス(Los Cerillos)(写真-15)を起点として運航している。この空港はチリ空軍と共用であって さらに国内線 国際線が使用しており また空港の一隅には 中小の不定期便を

もつ会社がひしめいており 非常に手ぜまであった。

この点を解決するため 2月7日にはプーダウエル(Pudahuel)空港がオープンになり 国際線および国内線の定期便は これを使用することになった。調査期間中上述の LAN および LADECO を何回にわたって利用したが 何時もほとんど満席であって 利用者はかなり多い。このほか 各地に小さな滑走路だけあるいは小さな待合室があるだけの飛行場(写真-6)があって エアタクシーの発着が可能であり 宣伝遊らん飛行などを兼ねて営業している中小の航空会社もいくつもある。われわれがチャーターしたセスナ180型もこのような会社のうちの1つ TAXPA 社のものである。これらの空港は 飛行クラブによっても使用されており 小型機が駐機している。鉄道は 国有鉄道公社(Empresa de Los Ferrocarriles de Estado)線が イキケ(Iquique)市北方の硝石地帯から 南方プエルトモント(Puerto Montt)まで国土を縦貫しており 要所々々から港湾や鉱山地帯に支線を分岐させている。サンチアゴの北方約80kmの地点ジャイ ジャイ(Llay Llay)において国土縦貫線から分岐し アンデス山脈をこえてプエノス アイレスにいたる国際線がある。この国際列車の始発は サンチアゴの中心駅であるマポーチョー(Mapocho)であって プエノス アイレスまで1,441km うちチリ側の部分の延長は約200kmである。このほかイギリス系資本の私鉄があって アントアフガスタおよびアリカ(Arica)からボリビアおよびペルー



写真-15 ロスセリジョス国際空港(42年2月15日) 左尾翼は LAN-CHILE の DC-6 型 中央はデモンストレーションにやってきた YS-11型 2月7日には民間専用のプーダウエル(Pudahuel)新国際空港が使用できるようになった

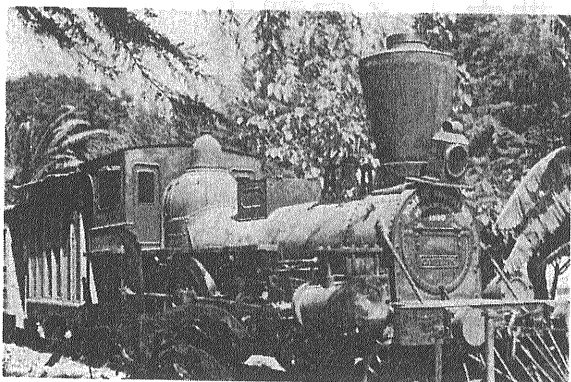


写真-16 ラテンアメリカにおける最初の鉄道(1851年コピアボ〜カルデラ間に敷設)に用いられた機関車コピアボ号(Norris Brothers Philadelphia 1950の銘がある) 現在 国立工科大学鉱山学校の中庭に保存されている 極度に乾燥しているこの地方ではサビによる腐蝕のあとはいくらもみられない

に連絡している。

チリにおける鉄道の歴史は1851年カルデラ(Caldera)・コピアボ間に鉄道が敷設された年にさかのぼる。これは始めて蒸気機関車が誕生した1830年から20年あとのことであって もちろん中南米で最初のものである。当時の機関車が今なお保存されている。(写真-16)

道路は アメリカ合衆国の援助によるアメリカ大陸縦断道路(パンアメリカン ハイウェイ)がペルーから南下して 鉄道と同じく プエルト モントまで達している。この道路は 現在大部分舗装を完了して100km/h以上の速度で快適なドライブができる。これを利用して 全線にわたって長距離バスの便がある。バスの料金は非常に安い。

エル サルバドール鉱山巡検(1月23日〜1月24日)

1月23日 午前9時30分 銅航空(LADECO)のDC-3は ロス セリージョスを飛びたつと間もなく雲海の上に出る

高度4,500フィート 速度188マイル/時というアナウンスがある。飛行機の右手雲海のうえに 氷をいただいたアンデスの山々を遠望されるだけである。途中コピアボに寄港 この付近からは雲一つなく 実に遠くまでみわたせる。空中観察には1,000〜1,500mの対地高度で十分だ。しかし 斜めに速く遠景をみる場合 霧がかかったように案外デテールがみえない。などと皆仕事のことを考えている。途中 実にたくさんの変質帯をみながら 午後1時 エル サルバドール飛行場につく。

飛行機が 目の先の山より低いところを 山腹にその断面をみせるアンデス地向斜堆積物を手にとるようにみながら 一段と高度を増しておどり上るように台地状の山の上に出ると そこが飛行場である。航空機の窓から ポトレリージョスの製錬所がみられる(写真-17)。

この製錬所は 1920年代の始めから建設に入り 1927年に 完全操業に入ったポトレリージョス鉱山の施設として発足した。以来 同鉱山の閉山(1959年6月)までに176万トン余の銅を生産して来たのであるが 現在はこれから見学に行く エル サルバドールの鉱石を処理している。

コピアボ付近から以北 海岸沿いに数100km アンデス山脈の山ふところまでの間は 極度に乾燥したアタカマ(Atacama)砂漠である。そこには一本一草 サボテンさえ生えない死の砂漠であると聞いて来たのであるが 実際にその真ただ中に降り立ったのである。

飛行場とはいっても 小さな小屋があるだけ 小屋のペンキの色とわれわれを出迎えに来ている車の色だけが唯一の色彩である。あとは何となく紫色をおびた灰色の砂漠と露岩をみせる山肌だけである。ここに飛行場と道路とがなかったならば 生物の存在を示すものは一つもない。迎える車2台に分乗して エル サルバドール飛行場を離れる。

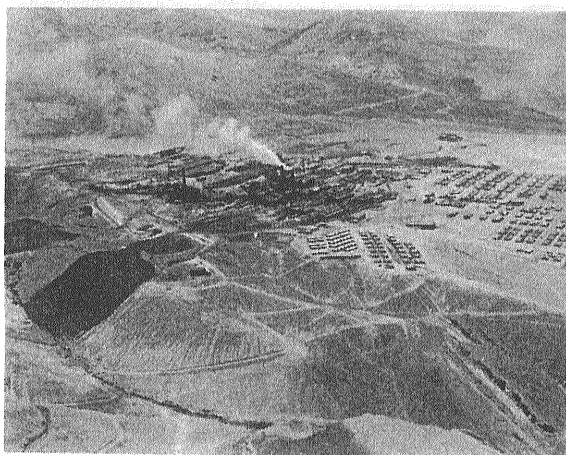


写真-17 ポトレリージョス製錬所 1920年代初期から開発され 1959年6月に閉山するにいたったポトレリージョス鉱山の製錬所であったが 現在エルサルバドール鉱山の鉱石を処理し 火力銅を生産している。

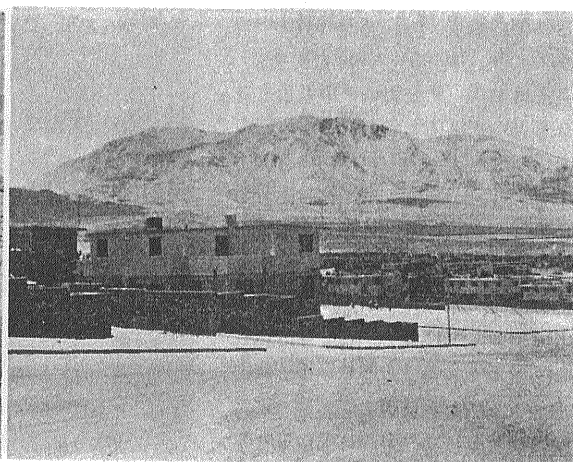
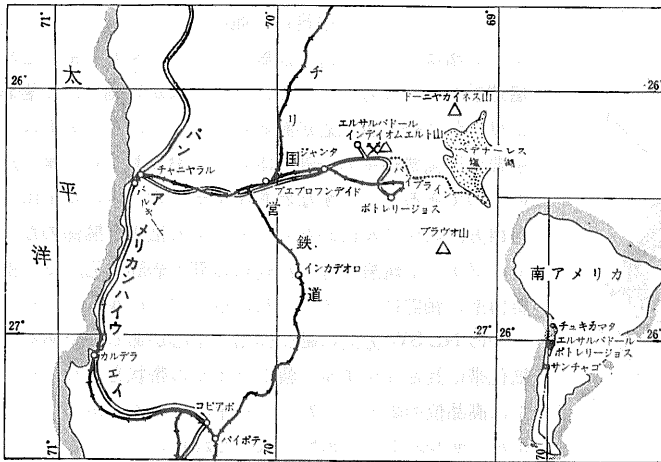


写真-18 エルサルバドール鉱山 砂漠の中に建設された鉱山社宅街とインディオムエルト山 この山は全体が変質しており この山体中に鉱床が胎息している鉱山の探掘現場はその中腹にある 社宅は1棟2戸建となっている。



第13図 エルサルバドル鉱山位置図

ールの町に向う。無舗装の道路を砂ぼこりをたてながら山腹を横ぎり谷底を走り再び台地の上に出ると急に視界がひらけてインディオムエルト山の壮大な姿が目にとびこんで来る。単調な灰色の中にあざやかな色彩を呈した独立峰である(写真-18)。その山体の奥深くに4億トンに近い鉱床があるのである。車は遠くこれを左手にみながら住宅街に入る。途中で建設中の施設もいくつかみられ、鉱業用地内に入ると道路も立派に舗装され、住宅街も公共の広場を中心として扇状に綺麗な家が整然とならび、赤、緑、青などの塗装が実に鮮かである。鉱山の病院、教会、学校など実に立派である。死の砂漠、しかも海拔2,500m以上3,000mに近い空気さえ稀薄なところに、どのようにして道路を建設し送電線をひき、水道施設を作り、このような立派な鉱山町を作ったのであろうか？さらに、そのままに鉱床を発見し、その埋蔵量を確認するにいたるまでの調査活動は、どのように行なわれたのであろうか？

(鉱山施設の配置)

エルサルバドル鉱山は、米国のアナコンダ系のアンデス・カッパー・マイニング・コンパニー傘下の鉱山である。この鉱山とその操業に密接に関係のあるアンデス社の種々の施設とその配置を簡単に説明しよう(第13図)。

エルサルバドル鉱山の山元には3つのセンターがある。すなわちインディオムエルト山にある鉱山の採掘現場、先に述べた住宅街および粉碎工場の3つであって、これらは一辺の辺長が5~6マイルの三角形の頂点に位置し、互に舗装された道路をもって結ばれ、これらの間には定期バスが運行している。すでに廃坑となったポトレリジョスには事務所のほかに製錬所および病院があって、これとエルサルバドルとの間25

マイルには公営バスが運行している。

ポトレリジョスとチャニヤラル港との間90マイルは鉄道によって結ばれ、この鉄道はプエルボ・フンディド(Puelbo Hundido)でチリの国鉄と交差している。ポトレリジョスとプエルボ・フンディドとの中間、ジャンタ(Llanta)にはアンデス社の大きな停車場施設があって、ここがすべての物資の集積基地となっている。すべての物資はここに集められ、ここから鉄道およびトラックでそれぞれポトレリジョスおよびエルサルバドルに運ばれるのである。発電所および専用港湾施設は、チャニヤラルの隣のアンデス社によって建設されたバルキート(Barquito)の町にある。空路は前述の銅航空が定期便をもっており、サンチャゴまで2時間30分、北部のアントファガスタまで1時間の航程である。

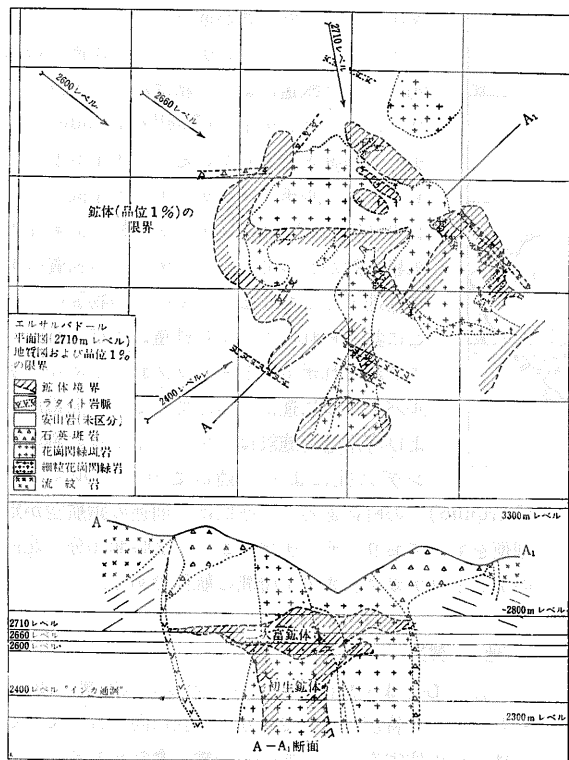
(地質)

23日、ひとまず鉱山のゲストハウス(写真-19)といっても特別なものではなく、互に向い合っている2棟4戸の住宅をこれにあて、一棟に食堂がある——に到着し、昼食後迎えの車で鉱山の現場に近い地質研究所を訪れる。4時半頃まで約1時間半にわたって、地質・鉱床の話聞き、研究所を一めぐりする。案内して下さったアルvaro スービロン(Alvaro Souviron)氏、ここで8年働いているそうである。はじめに英語にするかスペイン語にするか一同相談の結果、英語ということになる。しかし、われわれの仲間の大部分が英語よりスペイン語の方が達者で、話は自然にスペイン語で進められることなる。

エルサルバドルの鉱床は、第二次富鉱帯の酸化銅



写真-19 エルサルバドル鉱山のゲストハウス(Casa de huéspedes) 日本流にいえば合宿である



第14図 エルサルバドル鉱山地質図

鉱帯にあって その厚さは数フィートから 950 フィート 広がり は ほぼ 1,700×4,000 フィートに達する (第14図 写真-20)

鉱体の上位には 厚さ 180~1,500 フィートのリーチドゾーンがある。 鉱体の上面と地形面とは平行でない。 現在採掘中の鉱石品位は 平均 1.6% である。 地表はインディオ ムエルト山全体にわたって変質しており この変質帯の範囲は鉱体より広範囲にわたっている。 第1次の鉱化作用ばかりでなく第2次鉱化作用も 変質帯の中心で強く 同心円状に外側に向かってだんだん弱くなり もっとも外側はクロライト化帯となっている。

これに伴って 破碎作用も変質作用も変化している。 鉱床の付近一帯は 安山質岩の火山岩および火山碎屑岩の厚い累層からなる。 この厚い累層の時代は 確実な

証拠がないままに 中後期白亜紀とされている。 この厚い累層はアンデス造山運動に伴って 著しい褶曲と断層運動とをこうむっている。 このほか新期の流紋岩およびこれに続く貫入岩が認められるがこれらの岩石は 主要な地質構造中の一部に限られておりおそらく第三紀のものである。 すなわちインディオ ムエルト山の南西方に数マイルにわたって分布する鉱床と関係のないモンズナイト斑岩を伴う流紋岩の貫入岩脈や岩床は 主要構造の軸部にあつて これに沿つて エルサルバドルの NE-SW 方向の鉱化作用の中心があるのである。 鉱化帯は長さ 3 マイル 幅 1 マイルの帯状をなし その中に高品位の鉱石をもたらした中心がいくつかある。 エルサルバドルの鉱床は これらのうち もっとも南方に位置するものである。 ここでは NE-SW 方向と NW-SE 方向の 2 系統の破碎帯がみとめられ これらが新期の貫入岩の位置の形とを支配している。

第1日目は これで終り 未だ日の高いうちに ゲストハウスまで送ってもらう。 夕食までのひととき住宅街を散歩する。 ここでは小さな子供が英語で話しかけてくる。 お父さんやお母さんも喜ぶだろうから ぜひ家に来てくれという。 聞くとチリ人であるが 鉱山の小学校に入っている由 持っていた米国製の自転車をほめると貸してあげるからとなかなか愛相がよい。 やがて夕食 ここでは食事が米国式で 簡単であり また味もわれわれの好みに合っていて助かる。 夕食後 ゲストハウスの食堂の前で 話かけて来る米人がある。 ネルソン ミークス (Nelson Meeks) 氏 この付近に 2カ所地震観測所があつて それを巡廻に来たそうである。 ニューメキシコ州の合衆国沿岸測地局に所属しているが 1945年から1948年まで札幌・仙台・八戸などに滞在したことがある。 この次は地球物理学者として訪日したいという。 お互に明日は会えそうもなし 東京で再会の機会に恵まれることを祈つて別れる。

翌24日 7時30分食事 8時迎えの車で地質研究所に行く。 スーピロン氏の案内で坑外を見学する。 彼自ら運転する小型の4輪駆動のトラック——スペアタイヤが2本積んである——に乗つて タークオイズ ガルチの中に入る。 ここでは最初のボーリングがおろされたのである。 ここから 途中何回か車を降りて説明を聞きながら 高度 3,000m 以上まで登る。 予め彼の注意によつて セーターを持参して助かった。 最後は徒歩で タークオイズ ガ

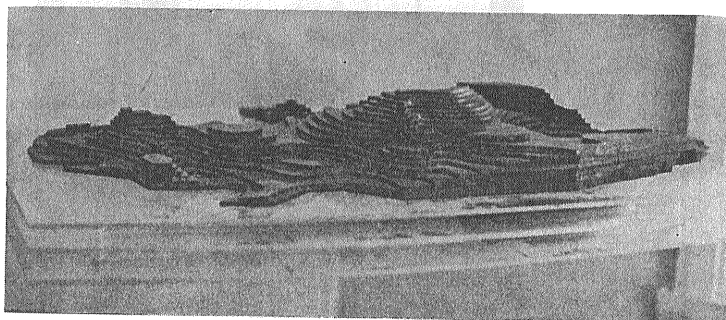


写真-20 エルサルバドル鉱床の模型

ルチの谷頭 プロックケーピングによる陥没の縁まで行く。この谷において1954年 リーチド キャップの下位にある第2次富鉱帯が初めて確認されたのである。これが歴史に残るエル サルパドールの鉱床の発見である。これは 1922年 ポトレージョスの開発の初期にここに初めて銅の鉱化の証が確認されてから 実に30年余を経た後のことである。しかしながら実際の調査が本格的に行なわれるようになったのは ポトレージョスの鉱量が1960年にはなくなるという見通しのついた1950年頃からである。その頃はチリ政府部内を問わず部外でも 国土の資源の開発が強く叫ばれていた時期であったことも幸いしている。こうして 1954年鉱床の発見以来 一刻も早く本格的に操業に入るべく あらゆる努力が払われ 遂に1959年には ポトレージョスにかわって生産を開始するにいたったのである。

谷を登りながら鉱床屋さんは サンプルをとり 案内のスーピロン氏に対し さかんに質問し また議論をしているが 鉱床学に馴染みのない筆者にはよくわからない。それに話がこみ入って来るとスペイン語となるからなおさらである。その間高いところに居るのをこれ幸いとばかり 後の写真判読の参考にと十分景色をながめておくことにする。最後に 標本室のいろいろな標本をみせてもらい 所内を一通り見学して 11時30分辞去することになる。

午後1時40分 タクシー2台に分乗して コピアポに向う。ここから約300km ホテルのドアからドアまで道がよいので時間的にはかえって早いかも知れない。

ブエプロ フンディド チャニヤラル経由。チャニヤラルでは 同和鉱業のマントベルデ鉱山事務所に寄り オンセ(おやつ 日本では10時であるがチリでは once=11時である)をいただく。岡田さんにとっては前任地現地の知己とチリ風に抱たくようにして挨拶を交している。現在の責任者は中東策さん「写真地質の松野さんですね」まことに光栄のいたりである。ここで1時間余歓談の後 4時40分出発 町外れで車にガソリンと水を補給しパンアメリカン ハイウェイに出る。ここからは坦々とした舗装道路 120~130km/時で かなりの風圧を感じながら走る。チャニヤラルからカルデラまでは海岸線に沿って南下する。地図の上で道路に沿って丸印があり地名があるが 人が住んでいるのかいないのかわからないような小屋があるのは いい方であって何1つない砂漠である。おそらく新大陸発見当時そのまま姿であろう。カルデラは 鉱石の積出港でありまた漁民の部落もある。カルデラの手前で検問所がある。植物防疫を目的としている。この国では 一定の地方から他の地方へ植物(果物はもちろん)の移動を

禁止しておりこのような検問所が所々にある。

車は カルデラから 東へ折れコピアポ川の氾らん原に出る。ここには水があって コピアポ川に沿って耕地および樹木がみられその右岸に市街がある(写真-21)。運転手の話によると 死の砂漠といえども 種子が残っており 一たび雨が降ると 一せいに 植物の芽が吹き出し たちまちにして花が咲き 灰色の砂漠もお花畑に変化するそうである。それも水分のある間だけで たちまちにして もと姿にあともどりというわけである。

午後6時15分 一同無事 ドライアップする(干ばしになる)ことなく コピアポのホテル トリスマ(Hotel Trismo)に到着。ホテル正面の壁にはチャニヤラルシージョの銀山の発見を記念する壁画がある。

夜は アタカマ鉱山の招待で 晩さん会 田浦所長さん 久保副長さん 佐藤探鉱課長さん 近く帰任する佐藤(俊典)課長代理さん その交替者で最近着任されたばかりの八代さんなど派遣職員の皆様にお会いする。

コピアポ市

コピアポ市は アタカマ(Atacama 県)の首都でありその行政 教育 また交通の中心でもある。県内には前述のエル サルパドール鉱山をはじめ 多くの銅および鉄の鉱山があって 国家経済の大きな支えとなっている。これらは世界屈指の大鉱山から 中鉱山 小鉱山

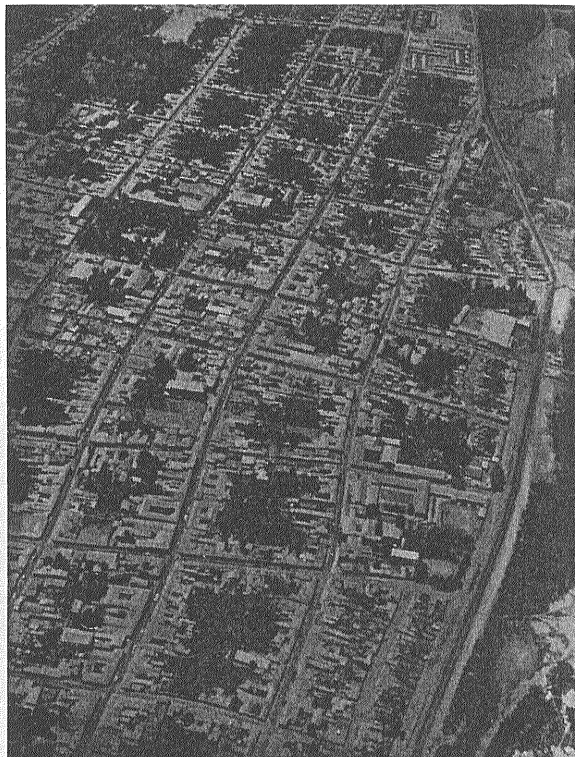


写真-21 空からみたコピアポの市街 市街地の南側(写真右はし)にパンアメリカン ハイウェイが走り その南側がコピアポ川の氾らん原があって 植生および耕地がみられる。

と規模は様々である。なかでも鉄鉱山には大きなものがある。これらの鉄石は日本にも大量に輸出されている。その主要なものはいくつかある。コピアポ市周辺にあるサンタフェ社 (Compañía Minera Santa Fe) のセロネグロノルテ (Cerro Negro Norte) 鉄山、サンアンドレス社 (Compañía Minera San Andrés) のセロイマン (Cerro Imán) アタカマ社 (Compañía Minera de Atacama) のアドリアニタス (Adrianitas) およびラウル (Raul) である。何れも月産 40,000 トンないし 100,000 トンの鉄鉱石を生産し、その大半はカルデラ港から日本へ輸出されている。以上のほか、ヴァジェナルの近くにパシフィコ製鉄会社 (Compañía de Acero del Pacifico) のチリ最大の鉄山 エルアガロボ (El Agarrobo) がある。また市の郊外には ENAMI のパイポテ (Paipote) 製錬所、ギリシア系のサリホスチルド (Sali Hochschild) 社の製錬所があつて、買鉄を処理している。この地方における鉄業の起源は非常に古く、1832年、市の南東チヤニヤラルシーゴ (Chañararillo) において、ユアンゴドイ (Juan Godoy) によってチヤニヤラルシーゴ銀山の緒となつた銀の砂鉄が発見されている。彼の像はサンフランシスコ教会 (Iglesia Sanfrancisco) の前の公園に建てられ、また彼の住んでいた家は記念館として保存されている。

このように鉄業の歴史の古い鉄業県の中心であるこの町は、わが国の秋田市のような存在であつて、明けて1昨年100年祭を迎えた鉄山学校がある (写真-22)。この学校は鉄山技術者の養成を目的として、1851年にその創設が決議され、1857年4月11日に創設の運びとなつたのである。その後幾多の変せんを経て、1947年4月新設された国立工科大学 (Universidad Técnica del Estado) に吸収され、コピアポ鉄山学校 (Escuela de

Minas de Copiapo) として今日にいたつている。2月4日、鈴木さんと2人で訪問したが、折から夏休みで門衛のほか作業員が数名いるだけで、内部を見せてもらうことができなかつた。校庭にはすでにごらんに入れた1850年製の機関車コピアポ号——コピアポ駅 (珍しい木造建築) とともに国家の記念物として指定されている——のほか古い石臼 (写真-23) が置かれ、裏の山には模範坑道があり、これから山腹に立坑があつて捲揚の檣まで備えている (写真-24)。実習工場も幾棟もあり、寄宿舎、学生ホールなども整つている。

この学校で、とくに有名なものはチリ共和国唯一を誇る地質鉄物博物館である。チリ国内はもちろん世界中から集められた標本約12,000点といわれ、その中には重さ 79 kg の隕石、チヤニヤラルシーゴ鉄山産の濃紅銀鉄などがある。

町はコピアポ川の北岸、これに平行に走るパンアメリカンハイウェイとその北側を走る国土縦貫鉄道にはさまれた細長い地域にある (写真-21)。コピアポ川はこの地方では珍しく水があり、その両岸には樹木が繁り、緑の耕地や牧場のみられるオアシスである。牧場にはポプラが並木を作り、川辺にある鉄山学校には、ユーカリの大木がみられる。しかし、川と反対側に町を一步出ると、そこには水一適ない砂漠がある。わが国ではとても想像できないほど、はっきりしたコントラストである。われわれが滞在したホテルトリモスは市の中心プラット公園 (Praza Prat) に面した所にある。公園には胡しょうの大木が樹陰を作り、市民のいこいの場所となつている。夕方から夜半近くにかけて、映画位しか娯楽のないこの街では若い男女が何ということなしにここに集まつては、100~150m四方の公園をグルグルと歩き回つている。われわれもよくこの中に入つて

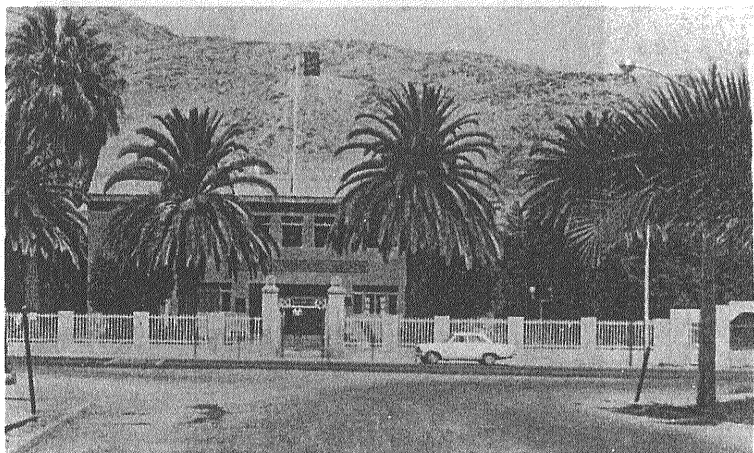


写真-22 国立工科大学 (Universidad Técnica del Estado) コピアポ鉄山学校 (Escuela de Minas de Copiapo) 1857年4月11日創設。正門前の通りのはずれに100年祭の記念碑とストーパーを操作する坑夫の像がある

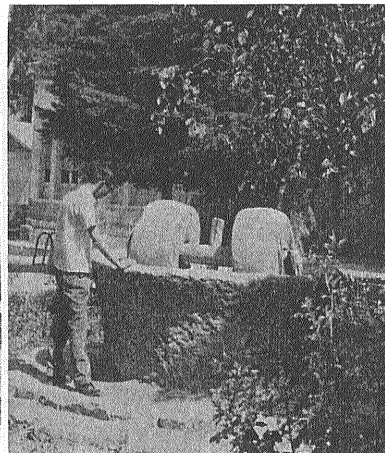


写真-23 国立工科大学鉄山学校の中庭に保存されている鉄石粉砕用の古い石臼

散歩したが 一定の周期で同じ顔を何度も何度もすれ違
うのもまた楽しいものである。おそらく 若い人達の
間にはそこから恋の芽生えることを期待しているのかも
知れない。

サンサミュエル (San Samuel) 鉱山見学 (1月25日)

1月25日 7時起床 ホテルのサロンで朝食 周囲の
大部分は 作業服にヘルメット 足には保安靴姿の外国
人(中として米人と思われる)である。さすがは鉱業
の中心地である。8時30分 タクシー2台に分乗して
鉱山へむかう(写真-25)。パンアメリカン ハイウエ
イを東に走ることいくばくもなく 車は無舗装の道路に
入り北上する。乾き切った砂漠の道は凄しい砂ほこり
である。この道路は海岸を走るパンアメリカン ハイ
ウェイに 平行して走る内陸部の幹線道路であって チ
リ国鉄の縦貫鉄道も ここに北上している。途中 所
々に分岐する道路がある。その多くは鉱山へ通じる道
路であって カルメン鉱山などと 看板が立ててある。
車はその1つを右に入り ものの数分でサン サミュエ
ル鉱山に到着 コピアポから1時間10分である。

この鉱山は 三井金属鉱業(株)が 1963年から1965年に
わたって探鉱した鉱山で その当時 探鉱に苦勞された
新田さんの案内である。山元には 小さな小屋が2~
3棟あるだけ その1棟は 鉱山の係員であろうか ち
よっとえらそうな人の住居となっており 炊事の設備
(石油コンロに2~3の鍋と水がめなど)とベットがあ
る。もちろん床なしの一間だけのものであり 中央に
粗末な机があるだけである。その他の家財道具として

は日本製のトランジスターラジオがあるにすぎない(写
真-12)。他の棟はおそらく道具置場と坑夫の宿舎であ
ろう。中は薄暗く入ってみる気にならない。小屋の
近くにある鉱区の境界を示すコンクリートの標柱が白く
目にしみる(写真-27)。

鉱床は 径10kmに達する花崗閃緑岩の餅盤中にある。
しかし 鉱化作用に関連する変質帯の母岩は 安山岩で
ある。ルーフ ペンダントであろう。そこに斑岩の
小さな岩株がいくつかみられる。ここでは 10数本
総延長2,000m余の試錐が実施され 地表の酸化鉱帯の
下90~100mの所に第2次硫化帯 さらにその下に初生
の鉱体を確認している。そして その鉱量は相当量に
達するが 品位があまりよくない。現在は現地人が手
掘で酸化銅鉱のよいところだけを抜き掘りし 手選で得
られた塊鉱を ENAMI に売鉱しているだけである。
日差しの強い露天で コツコツとハンマー片手に鉱石を
選り別け これを底部が1m位の円錐状に積上げている
様子は 実に悠長なものである。しかも町から遠く離
れた砂漠の真中である。食糧 水はどうして運んでい
るのであろうか?

午後 国連が探鉱した I.I.G. 所有の鉱区の変質帯(写
真-28)をみて 4時30分 コピアポに帰る。この変
質帯もサン サミュエルのそれと同じ餅盤中であって
空中写真上でみた場合 両者は型状その他非常によく似
ている。花崗閃緑岩の餅盤は写真上でよく解り 電気
石・石英岩脈はおよその見当がつく。

夜食は 岡田さんといっしょに町に出る。彼は チ
ヤニヤラル当時から知己があり 路上で声をかけてく
る現地の人がいる。ここは海に近く 新鮮な魚介が食
べられるとのこと。彼の通訳であわびがあるというの
で ボイルして持って来させる。レモンをかけ ソー

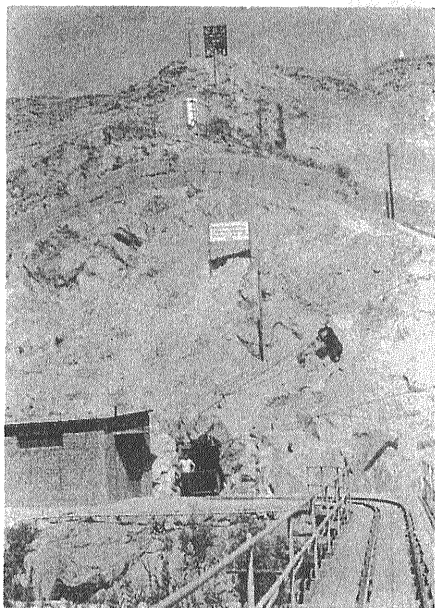


写真-24
コピアポ鉱
山学校の模
擬坑 立札
には模擬坑
「コミミロ
ドメイコ国
立工科大学
1966」と記
されている
手前の橋は
コピアポ川
にかかって
いる。

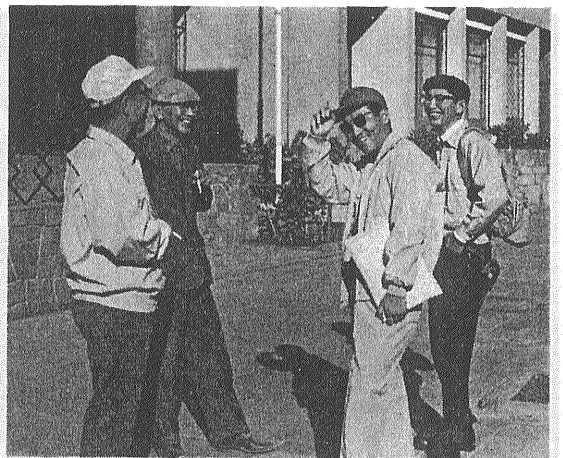


写真-25 サン サミュエル鉱山見学に出発の調査員たち
左から団長の小川さん アタカマ鉱業の船津さん 三井金属の
新田さん 東邦亜鉛の入江さん(ホテル トリスモの前)

スをかけ いろいろやってみるが 味もそっけもなく いくらチリのあわびにしても舌ざわりばかりでなく形さえちがい過ぎる。あとで調べてわかったのであるが非常に大きな——直径が10~15cmもある——かさ貝の一種である。彼のチャニヤラル時代の苦労話を聞きつつ 例の通り2時間になんなどする食事を済ませ 涙を求めてそぞろ歩きする人々の間にまちって 夜半まで散歩を楽しむ。肌をなでる風は実に爽快である。

試験飛行(1月26日)

午前中 フリーとなる。テスト飛行に使用する飛行機(パイパー アパッチ)は 朝ロス セリージョスを発って 11時頃コピアポのチャモナーテ空港(Aeropuerto Chamonate)に到着する予定である。

こちらの望むところへ うまく飛行機を誘導できるであろうか? 応急的に作った集成写真上でうまく位置を掴むことができるであろうか? 誘導員 観察員 記載員各々の間 またパイロットとの間の連絡がうまく行くだろうか? 試験的にサン サミュエル エル サルバドール ポトレリージョスの上空を飛んでみることにする。団員を2班に分け 同じコースを飛ぶ。

われわれ 小川 本間 鈴木の各氏および筆者が最初である。パイロットは陽気な28才のイタリア系の青年スポーツパイロットとして8年の経験があり 実にわかりやすい英語を話す イワン ナチュラリが彼の名前である。軽飛行機は初めての連中ばかりだからお手柔らかにと 本間さんは しきりに彼に頼んでいる(写真-29)。

コピアポからエル サルバドールまでの間に 何10という変質帯があるが エル サルバドールのそれは実に雄大であり 色 平面的広がり 無数の岩脈を伴うなど 実に際立っている。しかもそれが中央低地帯を作る

砂漠中に独立峯としてそびえるインディオ ムエルト山(3,710m)全体が一つの変質帯となっているのである。その後 何回となく空から これをながめる機会に恵まれたが いつみても これほど印象に残る変質帯は不幸にして見出せなかったのである。

こうして 本格的調査を前にしてのリハーサルも終り 手順その他若干の変更をするだけで 本調査の可能性が確認されたわけである。

27 28の両日 調査方法の最終的検討ならびに29日からの本格的調査のための準備作業を行なう。本間 岡田 小原さんの3人を中心にした変質帯の評価基準と調査表の作成作業は サンチアゴにおける準備作業中から何回かにわたって討論されてきたがエル サルバドール サン サミュエル両鉱山およびI. I. G. 所有の鉱区の変質帯の地上巡検 さらにこれらの上空のテスト飛行を終り最終段階に到達した。

変質帯の評価基準

空中からポーフィリーカップーの変質帯を観察する場合 まず視覚にとらえられるものは 色彩異常(colour anomaly)である。これとポーフィリーカップーを胚胎する諸条件ならびに空中ならびに空中写真上から観察される種々の情報とからみ合わせて評価する必要がある。

すでに述べたように ポーフィリー カップーの鉱床にもっとも近接して 石英-絹雲母-黄鉄鉱(Q-Ser-Py)相が中央にあつて これに重って内側から外側に向つて

- 1) カリウム-珪酸塩相
- 2) 粘土質相
- 3) 変朽安山岩質相

があるのが その変質の模式的なパターンである。こ



写真-26 サンサミュエル鉱山の小屋での休けい 殺風景な1間だけ そこには 炊事場からベッド 机まである。外はガラガラと照りつけて暑い。小屋の中は意外と涼しい。

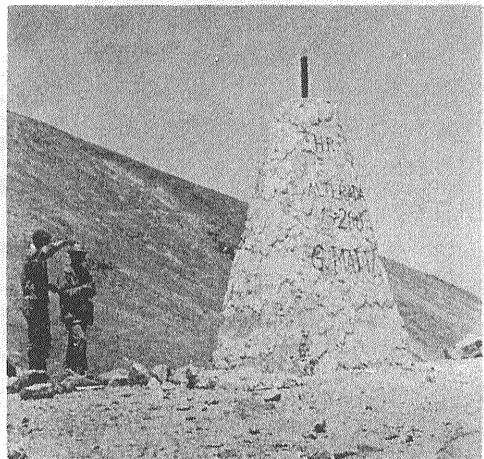


写真-27 鉱区の境界を示す標柱

れら3つの相が少しづつ重なり合いながら、乾燥地域では数km四方におよぶ変質帯を形成しているのである(第2図)。

カリウム珪酸塩相は、初生の鉱体の位置または場所に関係があるといわれ、粘土質相には白雲母、カオリン、モンモリロナイトその他いろいろな粘土鉱物を生じている。これら粘土鉱物には熱水の作用にその起源をもつものと天水の作用によって生じたものがある。実際には後者がはるかに多いのではないかと考えられているようである。最後の変朽安山岩相は、変質帯のもっとも外側にあつて、緑泥石化作用、緑簾石化作用、炭酸塩化作用を受け、これが中心からかなり離れた距離にまで広がっている。しかしながら、これら変質の4相はその地域の岩石の種類によって、あらわれ方が違うのが当然であり、ある場合には4相全部が揃っており、砂岩や珪岩のような非反応的な岩石の場合には、これらが全く形成されないか、あるいは非常に弱い。

実際に野外で変質帯の色として観察できるものは、これらに鉱化作用が加わり、さらに風化作用、酸化作用などが加わったものであつて、雑色、緑色、鉄銹色、またその褪色などによる色彩異常である。この色彩異常の性質と強さは、そこにある岩石の種類、酸化の度合、変質作用の強さ、黄鉄鉱と黄銅鉱の比率およびこれらの全含有量、地表に露出し侵蝕を受けた程度、その他いろいろな条件によって異なるのである。また、これを観察する場合、観察時間、観察位置と太陽の位置との関係、気象条件など種々の自然条件のほかに、心理的な問題も影響する。したがつて、変質帯の色彩異常の性質と強さから、その下に存在する鉱床の品位なり形なりを判断することは、きわめてむずかしいことである。しかしながら、実際にチリ北部の砂漠地帯には、銅の鉱化作用を受けた変質帯が数多く存在し、そこで銅鉱の採掘が行

なわれているのである。以上のように、種々の問題点はあるが、色彩異常の形状、性質ならびに強さと、その下に胚胎するポーフィリー銅の鉱床の形、大きさおよび品位とは大まかな相関関係がないとは否定できない。また、現実の問題として、色彩異常の識別と評価とが、この地域におけるポーフィリー銅の発見の一つの重要なしきも、最初の手がかりとなつてゐるという結論のもとに、できる限り空中から観察できるところの鉱床を胚胎する諸条件を考慮して、次のような評価基準が作られた。

(1) 色

- イ 黄鉄鉱、黄銅鉱の酸化による赤褐色および黄色
- ロ 珪化作用、粘土化作用による白色
- ハ 電気石化作用による黒色
- ニ 緑泥石化作用、緑簾石化作用による淡緑色
- ホ 酸化銅鉱の青または緑色
- ヘ 褪色作用による褪せた色

(2) 色調

- イ 珪化作用による「ギラギラ」の感じ
- ロ 石英脈による「ザラザラ」の感じ
- ハ 網雲母化作用による「ツヤ」のある感じ

(3) 配色

内側から外側に向つて、赤褐色・白色・緑色が同心円状に累帯配列を示すようなもの

(4) 形および規模

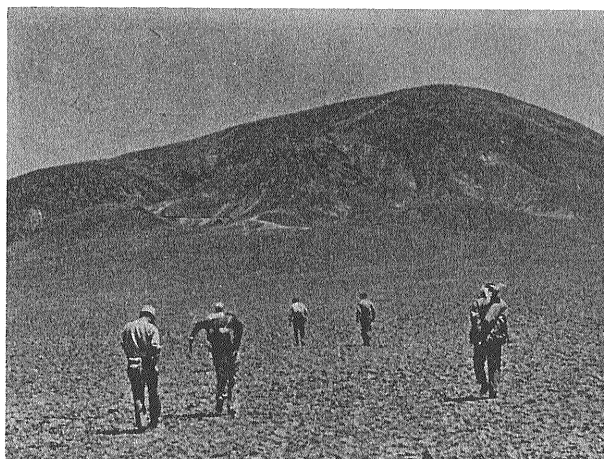
ある程度まとまつた広がりがあり、円状または弱線の方向に伸びて、アミーバー状などの形を呈し、少なくとも、径1km位以上あるもの

(5) 地質構造

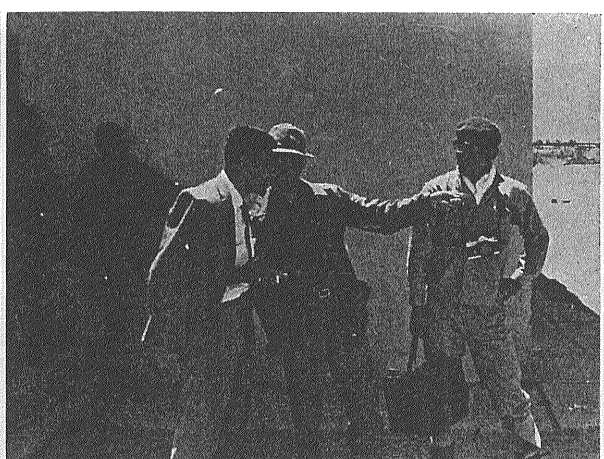
地質構造の錯雑しているところ、とくに角礫化作用の発達するところ

(6) 岩石

イ、母岩は、砂岩・珪岩など珪質・緻密なものではなく、火山



写真一28 I. I. G. 所有鉱区の変質帯の地質調査
車を捨てて砂漠をあるく途中さえぎるものがなく、目標は目の前だがなかなか遠い



写真一29 チャモナーテ空港ビルの日陰でテスト飛行の打合わせ
右から鈴木、本間氏およびパイロット、チリではどこに行つても写真左のような立ん棒が目につく

調査地区 _____ 年 月 日 () 天候 _____ 時間 _____
 変質帯番号 _____ 写真フィルム _____
 位置 _____ 高 度 _____
 調査者 (1) _____ (2) _____ (3) _____

視察事項

- 1) 色 彩 黒褐 赤褐 褐 黄褐 黄 淡黄 白 淡緑
 雑色混り その他 _____
- 2) 広がり状況 島状 帯状 班状 境界明瞭 境界不明瞭
 その他 _____
- 3) 広がり印象 強 中 弱 _____
- 4) 礫(多中粒) 酸化銅 旧坑 _____
- 5) 母岩の見当 _____
- 6) 進入岩の見当 _____ 無
- 7) 構造線の有無 _____ 無

見取図並に特記事項

第15図 調査表

礫屑岩などれっこや割目のできやすいもの
 ロ. 各種多様の進入岩・貫入岩類があること

(7) 酸化銅 鉱

銅の鉱化を示すものとして 酸化銅鉱やこれに付随する旧坑 礫などが存在すること

第10表 調査地区区分 使用空港ならびに調査日程一らん表

地区名および境界	基地空港	中間給油・休けい飛行場	日 程
アントファガスタ 南緯25°30'	セロ モレノ ※	エル サルパドール	自 1967年2月24日 至 " 3月3日
コピアポ 南緯28°45'	チャモナーテ ※※	ヴァジェナル	自 " 1月27日 至 " 2月5日
ラ セレナ 南緯31°00'	フロリダ ※※		自 " 2月16日 至 " 2月22日
サンチャゴ	ロス セリージョス ※※	イジャベル	自 " 2月7日 至 " 2月14日

※ 国際線 ローカル線のサービスあり (軍用と共用)

※※ ローカル線のサービスのみ

第9表 使用航空機(セスナ)型式ならびに性能表

型 式	モデル 180 高翼
自 重	1,270 kgf
機 関	6気筒 225HP (1)
燃料タンク容量	200 l
航 続 時 間	通常 4.5 時間
搭 載 量	4名+159 kgf.
上 昇 限 度	約 6,000 m
速 度	約 260 km/h (高度 2,000 m) 約 195 km/h (" 3,500 m)

各変質帯のクラスわけは 上述の諸項目にもっともよく合致するものをA級とし 以下その程度に応じてB C級とし さらに必要に応じて 各級のうちでも上 下をつけたのである。

以上の評価基準に基づいて 空中観察データの記録用に調査表(第15図)が作成された。この調査表は アタカマ鉱業のご厚意によって印刷することができた。

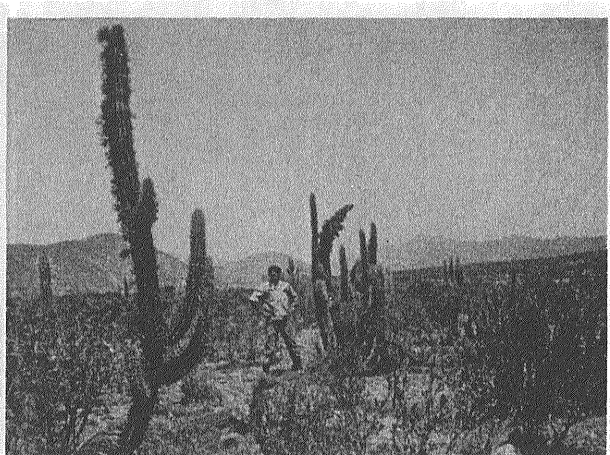
空中観察の概要

空中観察は 使用航空機セスナー 180 の性能(写真—30 第9表)の都合から 調査地域(第3図)を4地区に分け コピアポ地区 サンチャゴ地区 ラ セレナ地区 アントファガスタ地区の順序で それぞれの地区の中心に近い空港を基地として実施する。なお中間給油あるいは休けい地として 別に3つの飛行場を使用(第10表)することになった。

実際の観察は 前述の試験飛行の結果と 航空機の座席の都合とから 3名宛の2個班を編成し 1日交替で実施した。前方操縦士の右側の座席に位置するものが飛行コースの指示ならびに写真撮影を行ない 後方座席2名のうち1名は 観察事項の記入(所定の調査表への記入) 他の1名は集成写真上で変質帯の位置および範囲の確認 撮影点 フィルム番号ならびに撮影方向の記



写真—30 われわれと行を共にしたセスナー180とパイロット胴体のCCはチリ国籍をあらわす。次のCは商業機を示し 最後のCUが個有番号となる。CCUは奇しくもチリでもっとも著名な Compania Cerveza Unidos (連合ビール会社)の略号と同じである。



写真—31 イジャベル(Illapel)川の沖積氾らん原 南緯32度付近のこのあたりは 灌木性の木と巨大なサボテンによっておおわれている。

入などを行なう。

アンデス山脈の山沿いの地域では 午後3時頃になると 乱気流を生じ かつ積乱雲を生ずるため 軽飛行機による飛行が困難となる。また 変質帯の色彩を観察し これをカラー写真に記録するには 太陽ができるだけ真上にある正午前後を理想とするため 調査飛行はできれば午前10時頃から午後2時頃までに限定する必要がある。しかしながら 南半部ことラ セレナ付近では午前中海岸線から内陸部に30~40kmにわたって雲が発生することが多く 天候待のため出発がおくれることがあり 管制塔と密接な連絡をとらなければならない。

調査の際の飛行速度は 160~200 km/h とし 対地高度は ほぼ1,000~2,000mとする。しかしながら山岳地帯では 海面上高度がしばしば6,000mにも達することが予想され 高度3,000mを越す場合には 酸素マスクを使用しなければならない。

空気の稀薄な高空 しかも爆音による騒音の高いせまい機内で 刻々足下を走り去る地物を正確にとらえ 確実に航空機を誘導しつつ 各々の分担の作業を適確に連絡をとりながら遂行することはむずかしく とくに飛行高度が高くなればなる程困難となる。4,000 m以上の高度では 各調査員間あるいは操縦士との間の意志伝達のため 大声を出すことすら著しい疲労の原因となり 酸素ポンベの取替作業にいたっては 著しく息切れを感じる。極端な表現かも知れないが 地上調査で1人で実施できる図上での踏査ルート の追跡 観察地点の確認 およびプロット 観察データの記載および写真撮影などの作業を 3人でようやく1人前に遂行することができるような状態である。したがって 事前に写真上でできるだけ慎重に判読を行ない できる限り多くの情報を収集し これを集成写真上あるいは調査表に記入し さらにこれらを基にして 飛行計画を樹ておくことが望



写真—33 サンチアゴ北東 アンデス山脈 目の下手のときそうなところにU字谷と圏谷がみられる。圏谷底には氷堆石堤によってせきとめられた氷堆石湖が深い青緑色の水をたたえ神秘的な美しさを呈している。

ましい。

後章で詳しく述べるが ある程度のデータが集積されて来ると 写真上での作業でかなり確実な予測を行なうことができるのである。

空中から変質帯を観察する場合 気候条件 地形ならびに地質条件 さらに観察時間によって 種々変化がある。とくに南北に細長いこの国では 気候条件による地域差が著しく これが観察結果に大きな影響を与える。ほとんど降雨がなく 極度に乾燥しているアントファガスタおよびコピアポ地区では 植物被覆が完全に欠除しており かつ表層被覆がほとんどないため 変質帯がよく地表に露呈し これをはっきりと観察することができる。これに比べて ラ セレナ以南の地域では 若干ながら植物被覆(写真—6 31)があり かつ表層被覆もかなり発達し北部地域に比べて 少々観察が困難である。また サンチアゴ付近から以南の高緯度の降雨の多い地域では やや密な植物被覆があつて さらに観察が困難となる。さらに 氷河が現在なお存在し 多くの氷河

遺跡のみとめられる山岳地帯や高緯度地域(写真—3 32 33)では 氷蝕と氷河堆積物の影響によって 北部地域におけるような著しい変質パターンは伴わない。このような条件が鉱床発見の手がかりである変質帯の識別を困難なものにしているためであろうか 南緯35°付近から以南に見るべき鉱山がない。

(つづく)

(筆者は応用地質部)



写真—32 サンチアゴ北東アンデス山脈 高度5,000m近くまで上昇すると氷河遺跡が目下である。U字谷と圏谷が息苦しさを忘れさせられる。