

中央アンデスの高原に行く 国際シンポジウム『アンデスの火山活動』に参加して

村岡 洋文 (地殻熱部)

Hirofumi MURAKA

中央アンデスへの憧憬

El condor pasa (コンドルは飛んで行く) はサイモンとガーファンクルがヒットさせた中央アンデスの民謡である。その素材で悠々とした曲想は、遠く遙かな中央アンデスの山々とエキゾチックなインディオの文化を偲ばせるのに十分である。中央アンデスには、6,000 m 級の山々が多く、人々を寄せつけない神秘さがある。

アンデス山脈が第一級の造山帯をなす原因は、古くから造山論の中心的な課題であったし、最近ではグローバルテクトニクスの格好の対象となっている。アンデス山脈は火山活動や地震活動が活発であり、典型的な活動的大陸縁 (active continental margin) をなしている。

Andesite (安山岩) の名称がここに由来することも、その火山活動の激しさを象徴している。グローバルテクトニクスの観点からみると、南北 6,000km にわたって延々と伸びるアンデス山脈は、サブダクション帯のテクトニクスを研究する上で、またとないフィールドを提供している。最近この問題を熱心に追究しているのは、米国のコーネル大学の人々である (Barazangi and Isaks, 1976; Jordan et al., 1983)。彼らはアンデス山脈がいくつかのテクトニックセグメントに分けられることを明らかにし、セグメント間の差異を詳しく検討している。

しかし、最も標高の高い中央アンデスセグメントに限ってみると、アクセスの困難な地域が多く、地質のデータが十分に揃っているというわけではない。例えば、最近 NASA の Francis らは中央アンデスの火山調査における Landsat TM 画像の効用を紹介している (Francis and McAllister, 1986)。その中で、彼らは中央アンデスの火山に関する私たちの知識が火星のオリンポス山などよりさらに乏しいことを強調している。中央アンデスには、未だに正確な標高の不明な 6,000m 級の火山が数多くあり、活火山であるか否かなどわからないことが山積している。中央アンデスは地球上に数少ない地質学的処女地の一つであり、私たち地質家の来訪を待ち受けているようにみえる。

アルゼンチン北部の中央アンデスで国際シンポジウム『アンデスの火山活動 (Andean Volcanism または Vulcanismo Andino)』が開かれると知ったとき、私は是非行きたいと思った。私自身は『アンデスの火山活動』に関するデータをもっているわけではないが、折りしも共同研究者と共に、東北日本弧にもアンデス型流紋岩 (Jakeš and White, 1972) の活動時期があったと考えていた所であった。そのような東北日本弧のテーマでも比較論のニュアンスを出せば、何とか講演させてくれるのではないかと思った。それに何よりの魅力は中央アンデスの 3泊4日のプレ地質巡検である。これは寝袋持参の平均標高 3,700m という巡検であり、中央アンデスをみる千載一遇の好機のように思われた。

幸い、重点基礎研究の一環として、9月8日から9月21日まで、アルゼンチンを訪問する機会を得た。また講演の方も、締め切りを大幅に過ぎていたにもかかわらず、火山セッションの委員長の Beatriz Coira 博士 (女史 第1図) の好意で受け付けてもらった。プレ地質巡検は9月10日から9月13日まで、シンポジウムは9月14日から9月18日までであった。行きも帰りも、乗り継ぎ時間を含め、ほぼ30時間の連続フライトという強行なスケジュールであった。しかし、多少の無理をしても行くだけの価値はあった。本報では、国際シンポジウム『アンデスの火山活動』のプレ地質巡検や講演会の模様を紹介してみたい。

なお、アルゼンチンでお世話になった人々は本文中や写真で紹介した。この他、出発に当たって、当所海外地質調査協力室の遠藤祐二、広山禎子の両氏、および元地殻熱部の長谷弘和、野田徹郎の両氏にお世話になった。また地殻熱部の松林 修氏には、出発前にお世話になるとともに、原稿に目を通していただいた。記してお礼申し上げる。

中央アンデスへの旅

30時間近いフライトの末、9月9日の朝7時にブエノスアイレスのエセイザ国際空港に到着した。それから日本大使館に寄り、同日の16時50分にはブエノスアイ

レスのアエロパルケ空港からフイ (Jujuy) へ向かって飛んだ。アエロパルケ空港では フイ行きゲートに地質屋らしい人々をみかけた。最初に話した人は米国テネシー州 Vanderbilt 大学の Calvin F. Miller で花崗岩をやっている人だった。2番目に話した人はラプラタ大学の Mario M. Mazzoni で火砕流堆積物をやっている人だった。このマリオは巡検案内者の一人でもあり 私のことをヒロ！ ヒロ！ と呼んで 巡検・シンポジウムを通じて 最も親しくしてくれた人の一人だった (第2図)。

フイ空港には9月9日の20時に到着した。すでにフライト疲れや 時差疲れで ぐたぐただった。これで翌日から平均標高3,700mの巡検に臨むかと思うと緊張で胃が収縮した。もし Coira 博士 (女史) が車を率いてフイ空港に出迎えてくれていなかったら まともにホテルまで行けたかどうか怪しい。というのもフイ空港はフイの街からずっと離れていたし 到着したとき空港にタクシーなどいなかったからだ。このときは ブエノスアイレスの日本大使館で 予めフイ大学の Coira 博士に連絡をとってもらったことを感謝した。Coira 博士は私をホテルまで送ってくれた。そして 翌朝9時に迎えに来るが 午前中はみんなで市内見物をし 軽い昼食をとった後 午後から巡検に出発する予定だといった。

翌朝 チェックアウトし 9時前からホテルのロビーで待っていた。果たして いくら経っても 迎えは来ない。10時半になった。もうこちらからアクション

を起こさなければ と思い立った瞬間 ホテルの窓から市内見物をしている一群の人々が見えた。その中にはマリオもいた。駆け寄ってマリオに聞いてみると それは大変申し訳ないことをしたが 迎えに行くことは聞いていなかったといった。何とか自分自身をなだめつつ そのまま合流して市内見物と昼食を済ませた。果たして 解散するとき 今度はイルマという女性が13時に Coira 女史の夫が迎えに行くから ホテルを動くなといった。そして ホテルで待った。しかし14時半になっても 迎えは来なかった。その頃になって事態の本質がどうやら飲み込めてきた。少しばかり日本人が几帳面過ぎるし せっかち過ぎるのだと。悠久の大陸に来ては 少しのんびりと構えてはいかがかと。物事は成るようにしか成らないのだから……。

待つこと2時間 15時頃にやっと “Coira 女史の夫”ではなく 地質巡検のバスが迎えに来た。とにかくその日のうちに迎えが来たのだから有り難いことだと自分に言い聞かせた。事実 巡検のバスに乗り込んでようやく一人旅の緊張が解けたのだった。巡検の一人団は バス1台とランドクルーザー5台からなる一大キャラバン隊である。総勢42名ということであった。しかし その人数の中には運送や食事などの賄いごとを手伝う人などがかなり含まれている。おそらく 一般の巡検参加者は33人程度だろう (口絵写真5参照)。その大半はもちろんアルゼンチン人だ。しかし 驚くべきことは 米国人が少なくとも9人もいたことだ。さらに言葉を交わした範囲では グアテマラ人 (ポーナスさん 九大の地熱研修コースに参加したことのある人) ドイツ人 フ



第1図 火山セッションの責任者でフイ大学教授の Beatriz Coira 博士 (左端) とその夫 (中央) それにお世話になったフイ大学のイルマ (右端)。学会最終日の晩餐会にて。



第2図 巡検中お世話になったラプラタ大学の Mario M. Mazzoni 博士 (左端) と学会中お世話になった地質鉱山局の Ana M. 佐藤さん。学会最終日の晩餐会にて。

ランス人 オーストラリア人が各一人づつという所だった。日本人も私一人だった。恐れていた通り 国際シンポジウムの巡検といっても 説明や議論の主流はやはりスペイン語であった。アルゼンチンでは義務教育で英語を教えないから 英語を話せる人が少ないのだ。逆に 米国人参加者はスペイン語の達者な人が多かった。後でわかったことだが 米国人参加者の大半がアルゼンチンのどこかにフィールドをもっている人々であった。そうなると 案内者からみて スペイン語のできない私などが一番のお荷物であったにちがいない。少数の英語の話せるアルゼンチン人が 巡検中を通じて大変私に気を遣ってくれた。特に 巡検の2日目以降はブエノスアイレス大学の Magdalena. M. L. Koukharsky 女史(第3図)がつきっきりで説明してくれたので 大変助かった。もし 彼女の手助けがなかったら私の巡検はずいぶん孤独なものになっていたと思う。

米国人の中に どこか見覚えのある年配の男性がいた。巡検参加者の中では一番年配にみえた。バスに乗ってしばらくは 誰だか思い出せなかった。しかしそのうちに 米国人がブライアン! ブライアン! と呼ぶ声で ピンと来た。教科書の写真で見覚えのある Brian Mason がこの巡検に来ていたのだ(第4図)。彼は大学を退官後 スミソニアン研究所にいたそうで 閑職だともらしていた。その年齢にもかかわらず 中央アンデスの高原にやってきたのだ。アルゼンチンの全てをみてやろうと思っている とも語っていた。私は 地球化学者といえば実験室の人々と思っていたので彼のフィールドへの強い執念に感銘を受けた。実際

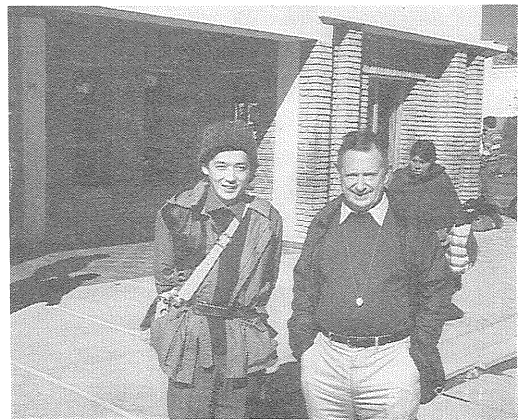
彼は露頭をよく観察したし 鉱物鑑定眼もたいしたものだった。巡検2日目の夜には ブライアンと私を含む4人がロッジの一室を割り当てられ 寝袋で寝た。Brian Mason は今回のシンポジウムで 昔やっていた母国ニュージーランドの花崗岩の話をするそうだ。懐かしい教科書の著者と語り合えただけでも この巡検がすばらしいものに思えてきた。

中央アンデスの広域テクトニクス

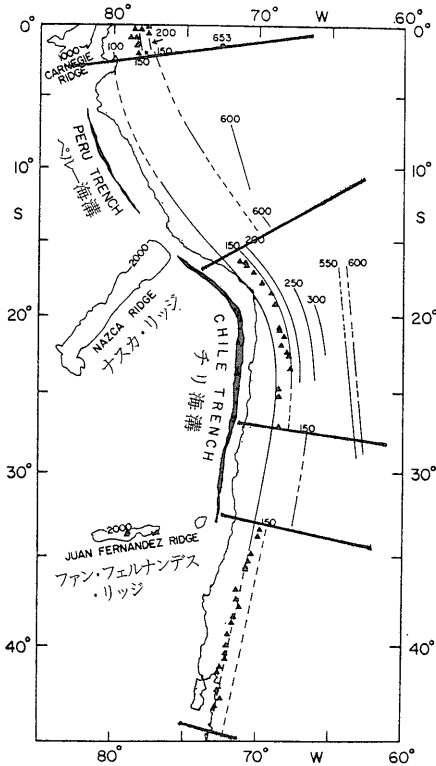
地質の具体例を紹介する前に 中央アンデスの広域テクトニクスを少し紹介しよう。前述のように アンデス山脈は南北 6,000km に及び その全てが一律のサブダクションテクトニクスに特徴づけられるわけではない。このことを明確に主張したのはコーネル大学の Barazangi and Isacks (1976) である。彼らは 南緯 0° から 45° までの南米西岸のサブダクション帯の震源分布を議論し その要点を5つにまとめている。すなわち 1)この範囲のサブダクション帯は5つのセグメントに分けられる(第5図)。南緯 2°~15° のペルーセグメントと南緯 27°~33° の中央チリセグメントとは 約 10° 程度の低角度の沈み込みを特徴とする。他方 南緯 0°~2° のエクアドルセグメントと南緯 15°~27° の中央アンデスセグメントと南緯 33°~45° の南部チリセグメントとは 約 25° ないし 30° の高角度の沈み込みを特徴とする。そして ナスカプレートと南米大陸プレートが直接 南米大陸プレートに接していると仮定すると 南米大陸プレートの厚さは 130km 以下となり 以前いわれたような 300km 以上という厚さにはならない。2)地震活動は上方に重なる南米大陸プレートの中の 表



第3図 巡検のガイドを務めてくれたブエノスアイレス大学教授の Magdalena M. L. Koukharsky 博士(手前)とイルマ。学会最終日の晩餐会にて。



第4図 Brian Mason 博士と筆者。20年前にできたブーナ最大の町 Abra Pampa にて。



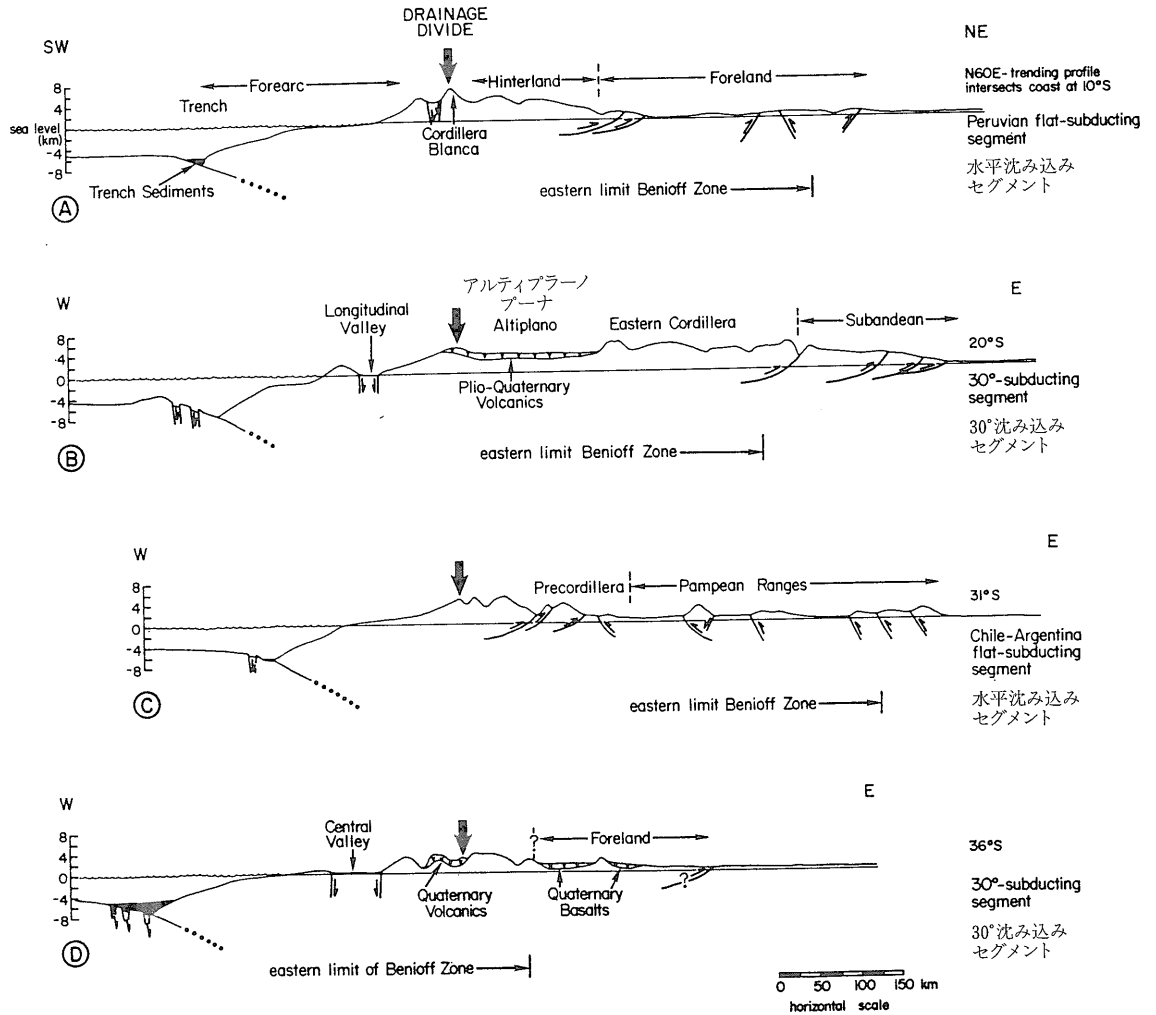
第5図 サブダクション帯のセグメント構造 (Barazangi and Isacks, 1976). わかりやすくするためにセグメント境界を加筆.

層 50km の範囲にもかなり認められる。この活動は深発地震面の活動とはっきり区別でき おそらく南米大陸プレートの地殻の部分で起こっている。このように南米の震源は以前いわれたような厚さ 300km の帯に均等に分布するといった類のものではない。3) 注目すべきことは ナスカプレートの中の 2つの低角度セグメントが 南米プレートにおける第四紀火山の欠落部分とよく一致していることである。4) 低角度のペルーセグメントから高角度の中央アンデスセグメントへの移り変わりは 急激に起こっている。従って それはナスカプレートの裂け目と解釈される。この裂け目の位置は中央アンデスの高原「アルティプレーノ」の北限に一致し また ナスカリッジをサブダクション帯側に延長した位置の 200km 南方となる。5) このような地震活動のギャップは 特に 320km から 525km の深さの範囲にみられる。

ところで 高角度セグメントの沈み込み角度が 25°~30° であるならば このセグメントに関する限り 東北

日本弧の沈み込み角度と大差がないことになる。従ってわが国でよく使われる低角度の沈み込み帯の代表としての「チリ型サブダクション帯」という用語 (上田・金森 1978; Niitsuma, 1978) は 多少 曖昧な用語といわざるを得ない。「チリ型サブダクション帯」の代表を低角度セグメントの部分に求めればよいように思われる。しかし 「チリ型サブダクション帯」は火山活動が激しい部分とも考えられているので この点では現在の低角度セグメントにも該当しない。結局 真の「チリ型サブダクション帯」は現在のアンデス山脈ではなく イグニブライトが華やかに活動した頃の 中新世のアンデスに求められるのかもしれない。また Barazangi and Isacks (1976) のいう低角度セグメントと高角度セグメントとの間のプレートの裂け目という主張に関しては その後 Hasegawa and Sacks (1981) が 極度にシャープなプレートのゆがみとみる方が妥当としている。

同じコーネル大学の Jordan et al. (1983) は Barazangi and Isacks (1976) の議論を発展させて 各セグメントと地表地質との関係を論じている。この論文はアンデス山脈のセグメント構造が 新生代前期の北米西岸と類似することを指摘しているが 日本列島は意識していない。にもかかわらず 日本列島を意識しつつ読むと大変おもしろい。例えば Jordan et al. (1983) の Fig. 3 の B断面は 高角度セグメントである中央アンデスセグメントの地形・地質構造を一般化している (第6図)。これはもう一つの高角度セグメントの D断面と類似しており 低角度セグメントに関する A断面や C断面とは異なっている。B断面は次のような特徴もっている。分水嶺は火山帯に一致し 分水嶺より前弧側には陸成の盆地を介して海岸山地がある。また 分水嶺より背弧側には 先ず盆地状の高原があり 次いで褶曲山地があり さらに背弧側に逆断層帯がある。このアンデス山脈の特徴は 驚くほど東北日本弧の特徴を言い当てているといえないだろうか。すなわち 分水嶺は奥羽脊梁火山帯に一致し 分水嶺より前弧側には北上低地帯を介して北上山地がある。また 分水嶺より背弧側には 先ず花輪一大館盆地などの内陸盆地があり 次いで出羽丘陵帯の褶曲山地帯があり さらに背弧側に日本海東縁逆断層帯があるという訳である。私たちはともすれば 島弧と活動的大陸縁とを対立させて考えがちだが 日本列島がユーラシア大陸のクラトンから分離したと信じられている今日 アンデスと日本列島との比較は十分に意味のあることといえる。中央アンデスと東北日本弧の地形や地質構造の類似性が 沈み込み



第6図 アンデス山脈の各セグメントの地形断面 (Jordan et al, 1983).

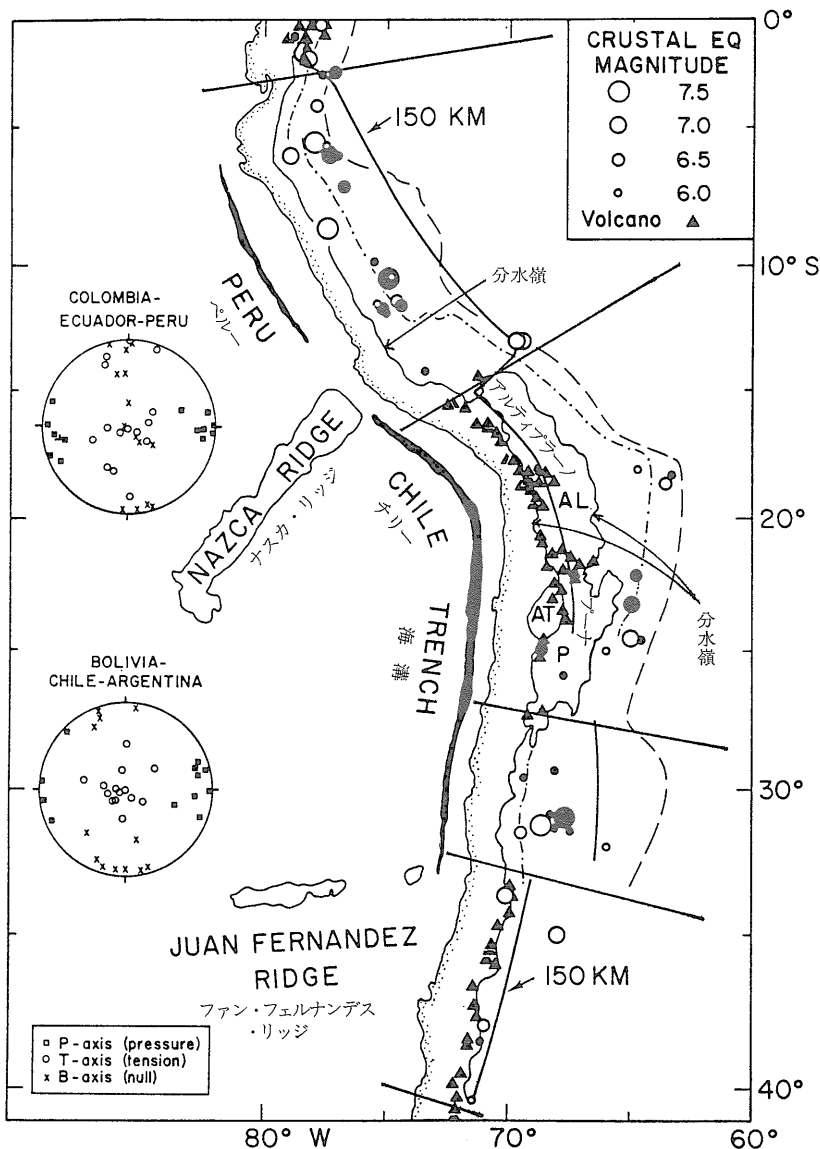
角度の類似性によるものとすれば 私たちはもっとサブダクション帯の比較論 (Uyeda, 1982) をやらなければならないだろう。

中央アンデスの地形・地質構造の概念はこのB断面によく表されている。そして B断面でアルティプラノと書かれた高原は前述のように 東北日本弧の奥羽脊梁火山帯と出羽丘陵帯との間の内陸盆地のような所に位置している。ただし その規模はずっと大きく 幅 100km 標高 4,000m 前後に達している。この高原は南北方向には船状に伸びており ボリビア側ではアルティプラノ アルゼンチン側ではプーナと呼ばれる (第7図)。今回の巡検のテーマはプーナの典型的な火山地質をみることであった (第8図)。

中央アンデスの火山地質

今回の巡検では オルドビス紀から第四紀までの火山岩を観察した。オルドビス紀の火山岩は1か所でみただけであった 凝灰岩として案内されたが ハイアロクラスタイトのようにもみえた。東北日本の中新世の火山岩よりは変質が軽微にみえた。他の地域では枕状溶岩の産出も確認されたらしい。新生代後期の火山岩がカルクアルカリないしアルカリ岩系を特徴とするのに対して オルドビス紀の火山岩は島弧型のソレイアイト岩系であるらしい。

今回の地質巡検の主なターゲットは やはり新生代後期の火山および火山岩であった。アンデスといえば安山岩 (andesite) の名称の発祥地であり また Jakeš



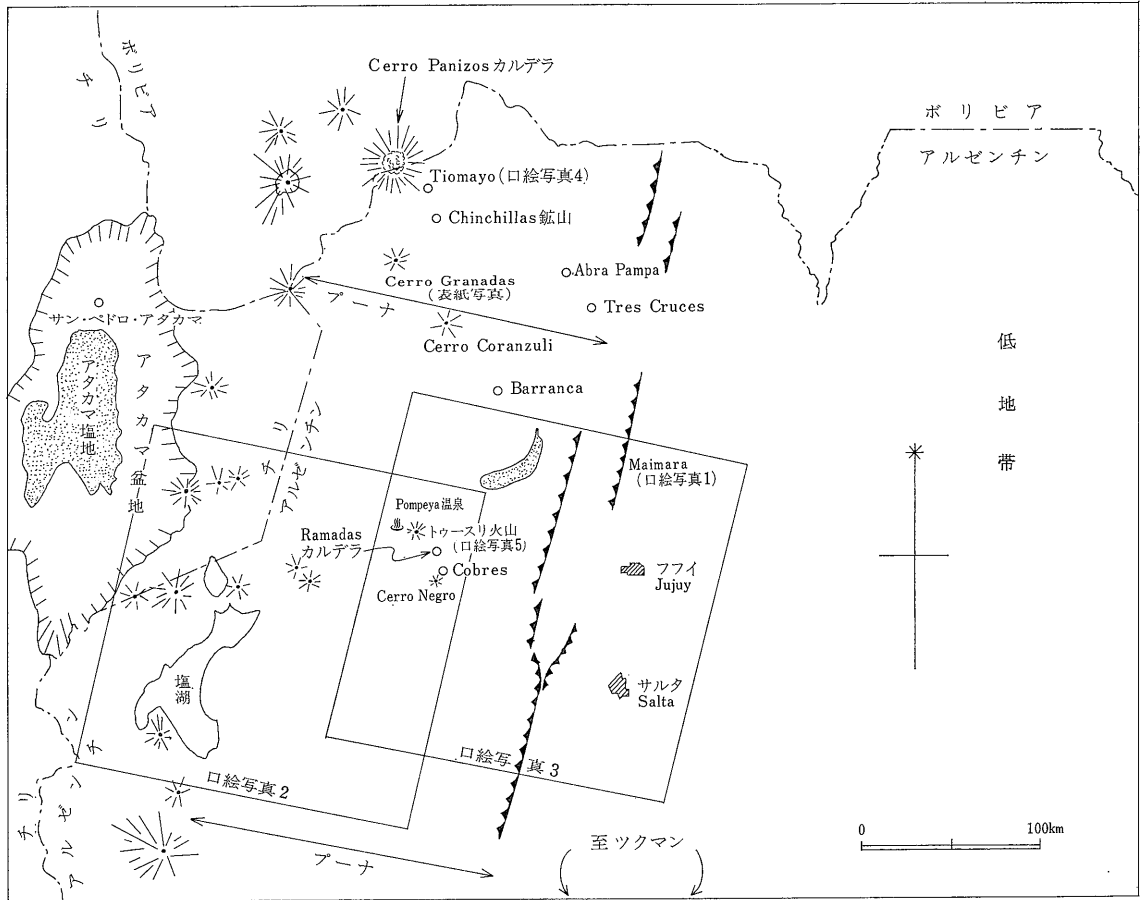
第7図 アンデス山脈のテクトニックマップ (Jordan et al., 1983). わかりやすくするためにセグメント境界を加筆.

and White (1972) のいうアンデス型流紋岩 (Andean rhyolite) の標的地域でもある。従って 膨大な量の第四紀火山岩が分布する地域を想像するのが人情というものであろう。事実 Landsat 画像は多数の安山岩の火山体と広大なイグニブライトの火砕流台地の存在を示している。

今回の巡検で 私はその想像が一応事実であることを確認した。しかし そこには一つの落とし穴が用意されていた。膨大な量の安山岩溶岩や流紋岩イグニブライトはあるにはあるが その多くがいかにも古いのである。新鮮な火砕流台地をつくるイグニブライトの多くが 中新統である。新鮮な成層火山をつくる安山

岩がしばしば 中新統ないし鮮新統である (表紙写真の説明参照)。

平均年間降雨量が 110mm~310mm 程度という現在のプーナの乾燥気候は どうやら 地質時代にまで遡るものらしい。そして 中央アンデスでの火山地形の侵食速度は 日本列島など湿潤地域のそれに比べて 少なくとも一桁 小さいものらしい。例えば 日本列島では更新世前期の火山噴出源の地形が かなり開析され 不明瞭となっている例が多い。そのため これを捜し当てるのが 地熱地質屋の一つの課題となっているほどである。換言すれば 日本列島では地熱の熱源の寿命よりも 火山地形の寿命の方が短いのが普通である。



第8図 プーナ地域のインデックス・マップ。以下本文中に出てくる地域は本図に示す。また 口絵写真2および3も参照されたい。

これに対して 中央アンデスでは地熱の熱源の寿命よりも 火山地形の寿命の方が永いのである。従って 中央アンデスの地熱地質屋は 日本の地熱地質屋と逆の心配をしなければならない。新鮮な地形の火山噴出源をみても 直ちに熱源として期待してはいけない という訳である。

今回の巡検で第四紀の火山を観察したのは わずかに単成火山の Cerro Negro と トゥースリ火山 (Cerro Tuzgle) の2ヶ所であった。両火山ともに ショウショナイト質のアルカリ岩系の火山である。このことからわかるように 今回の巡検コースはかなり背弧側に設定され フロント側 (チリ側) の火山帯を含んでいなかった。第四紀の火山や火山岩が乏しくみえた最大の理由は このためであろう。

新生代後期の火山岩に関して 最初に案内された所は Chinchillas 鉱山であった。ここではクレーター状の

盆状地形の中心部に 約 1.2km² の変質帯が発達し (第9図) その中に銀 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 菱鉄鉱などの鉱石を産する。盆状地形の縁部には 12Ma のデイサイトストックが観察され その盆状地形側には火道角礫岩状の岩石が観察された (第10図)。また 今回は観察できなかったが 盆状地形の縁部には火砕流堆積物も認められる。このようなことから 本鉱床は 12Ma 前の噴火口に由来すると考えられる。

第11図や第12図に Tiomayo でみられるイグニンプライトの露頭を示す これらのイグニンプライトは表紙写真のイグニンプライトと位置的に近く ほぼ同層準と考えられる。従って その年代は 8.5±0.2 ないし 8.9±0.2Ma 程度と考えられる。また この位置は Francis et al. (1983) のいう Cerro Panizos カルデラの南東地域に当たり 一部は Cerro Panizos カルデラに由来するかもしれない。しかし 火砕流のユニット数も多く大量であるので 直ちに噴出源を同定することは難し



第9図 火口に由来すると考えられる Chinchillas 鉱山の地形.



第10図 Chinchillas 鉱山の変質帯にみられる火道角礫岩状の岩石.

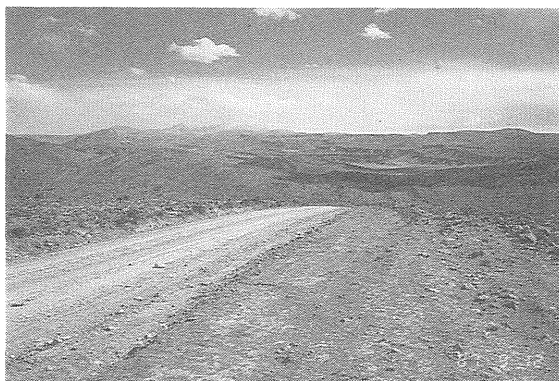
い。これらのイグニブレイトは斜長石 石英 黒雲母などを多量に含み 溶結度は必ずしも強くない。第13図にこれよりやや南の同層準のイグニブレイトの崖を示す。その基底では 降下火山灰の他に 典型的な水底火砕流堆積物が観察された。

第14図に単成火山 Cerro Negro の全景を示す。この火山は溶岩の K-Ar 年代から 0.2Ma とされている。火山体は玄武岩～安山岩の溶岩やスコリアからなる。今回の巡検ではアア溶岩状の溶岩を観察した。その化学組成は主成分や希土類元素からみて ショウショナイト質らしい。

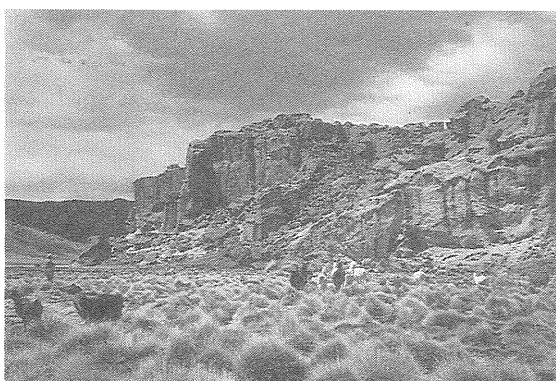
トゥースリ火山 (Cerro Tuzgle, 第15図) の位置は口絵写真3に示した。この火山は第四紀の火山としては最も東側 (背弧側) に位置するものの一つである。標高は 5,500m とされている。トゥースリ火山へ向かう途

中で標高 4,400m を越えた。これが巡検コースで最も高い所だった。第16図の溶岩流は口絵写真5の遠景である。これは 0.3Ma の溶岩流を覆うことがわかっており 5,000年前くらいの溶岩と推定されている。SiO₂ = 59wt%程度 K₂O = 3.0~3.2wt%程度 K₂O/Na₂O = 1.3~0.9程度である。当初 カルクアルカリ岩系とされたが コーネル大学のグループによる微量元素の分析結果からはショウショナイト質と考えた方がよいらしい。もっとも 中央アンデスでは厚い地殻によるコンタミネーションの影響が強いので 多かれ少なかれ中間的な岩系になるらしい。付近には50℃程度の温泉が2ヶ所にみられる (第17図)。

Ramadas の近くでは 先カンブリア界が露出する中に直径約 3 km の Ramadas カルデラがあった。小さいので crater ring などとも呼ばれていた。火山岩の年代は約 9 Ma であり 地形的にはやや不明瞭であっ



第11図 Tiomayo 付近の火砕流台地.



第12図 Cerro Coranzuli 付近のイグニブレイト露頭とリャマの群れ.

た。盆状地形の縁部には角礫を多量に含む火砕岩があり、角礫は基盤に由来する1 cm大のスペサルティンを含む白亜紀閃長岩や1 cm大のコーディエライトを含む先カンブリア界堆積岩などであった。この盆状地形の中には、第18図のようなベースサージ堆積物がみられ

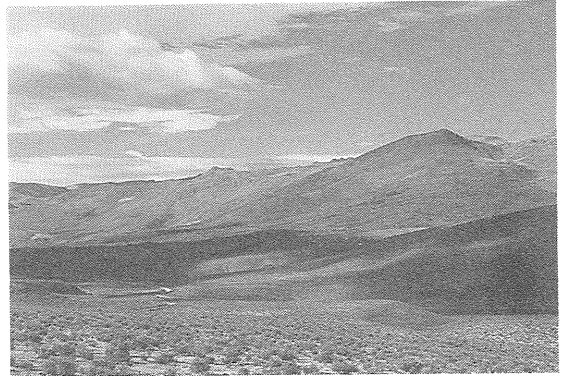
る他、中央火口丘的なオブジディアンドームもあった。

中央アンデスの構造地質

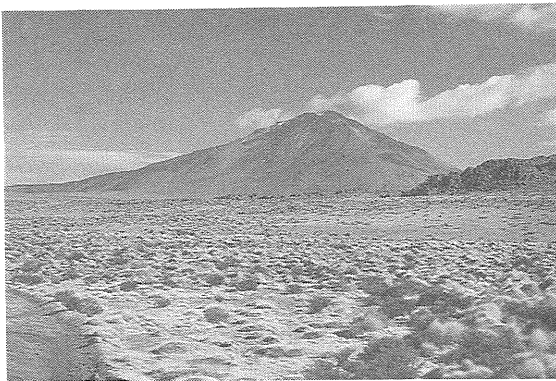
今回の巡検のテーマは火山地質であって、構造地質で



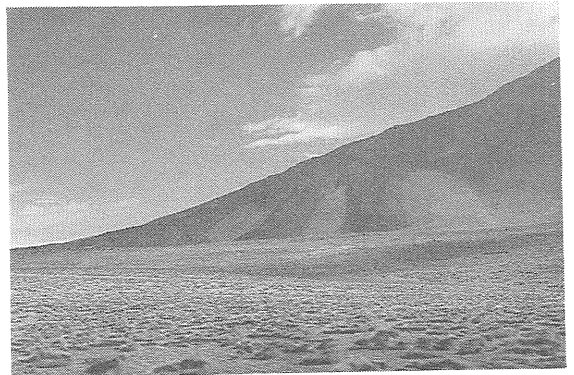
第13図 延々と続く Barranca 付近のイグニンプライト崖。



第14図 0.2Ma の単成火山 Cerro Negro の全景。



第15図 トゥースリ火山の遠景。



第16図 トゥースリ火山の最も若い溶岩流。



第17図 トゥースリ火山近傍の Pompeya 温泉。



第18図 Ramadas カルデラ内のベースサージ堆積物。

はない。しかしその途上でしばしば感嘆したのは構造地質のフィールドとしてのすばらしさであった。卒論などで日本の中・古生界のフィールドをやったことのある人ならば誰でも調査中に途方に暮れた経験があるだろう。歩いてても歩いててもいっこうに報われずじっと手をみた経験が……。それらは今では皮肉にも無秩序なのが当たり前の「付加体」ということになりつつあるがともかく日本の中・古生界のフィールドは地質学に初めて馴染む人達にとって複雑すぎるし露出が悪すぎる。

巡検の途上で思ったことはもし中央アンデスみたいなフィールドで卒論をやったならばもっと地質学に信頼を寄せることができただろうということだった。そして卒論ではないが大学院の学生を送り込んでそれを実践しているのがコーネル大学やスタンフォード大学など米国の大学であった。

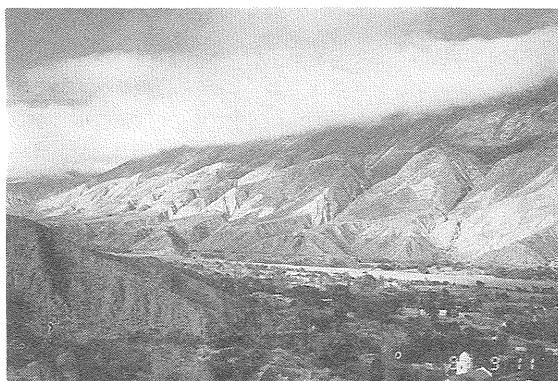
第19図は巡検の1日目に Tres Cruces の町から眺めた露頭である。ただしここで「露頭」という表現はあまり適当でない。なぜならばバスからみていると地層はずっと連続的に露出していたからである。下位層がオルドビス系 上位層が白亜系である。両者は断層で接しているらしい。第20図は Maimara 付近の逆断層である。これは口絵写真3の Landsat 画像上にみられる巨大断層であり口絵写真1の続きである。最も向こう側の濃い色の地層が先カンブリア界 手前の薄い色の地層が白亜系である。重要なことはその組合せがもう一度手前に繰り返してみられることである。従って少なくとも向こう側の組合せと手前の組合せとの間には高角度の逆断層が存在することが明らかである。この場合西から東をみているので西側



第19図 Tres Cruces の町からみえるオルドビス系と白亜系。

のナップが東側の地塊に衝上していることになる。これは第6図のB断面に表されるようにプーナと東側の低地帯の境界の断層にみられる一般的な衝上のセンスである。第21図は Chinchillas 鉱山付近にみられるオルドビス系である。このようにプーナでみられる古い時代の地層は大抵直立に近い傾斜角をもっている。なるほど短縮テクトニクスの行き着く先は全ての地層が直立することなのであろう。

巡検最終日の9月13日に7ヶ所の地点を観察し終えた。このときすでに夕刻が迫っていたもの、夜遅くにはツクマンのホテルに到着するものと信じていた。なぜならそういう予定なのだから。しかしそれが島国根性だった。バスはひた走りに走るのだが、いっこうにツクマンに着く様子がない。そしてついに24時を回り無情にも9月14日になってしまった。0時半になった頃バスが止まった。あるいはと思った



第20図 Maimara 付近の逆断層。



第21図 Chinchillas 鉱山付近の高角度に傾斜したオルドビス系。

Dio comienzo el X Congreso de Geología

Asisten expertos de varios países. Críticas a la política minera y petrolera

Con la presencia de geólogos de todo el país, autoridades nacionales y un nutrido grupo de estudiantes, se inauguró ayer en el teatro San Martín el X Congreso Geológico Argentino, organizado por la UNT con el auspicio de la asociación argentina de la disciplina. El encuentro se desarrollará hasta el viernes en el Centro Cultural y otros locales céntricos.

En el acto de apertura, ante el

secretario de Ciencia y Técnica, doctor Manuel Sadosky; el representante de la secretaría de Minería, doctor Víctor Ramos, y el vicerrector de la UNT, arquitecto Jorge Negrete, el doctor Florencio Aceñolaza -presidente del Congreso y decano de Ciencias Naturales-, emitió duras críticas al accionar oficial en las áreas vinculadas a la geología.

Tras dar la bienvenida a sus

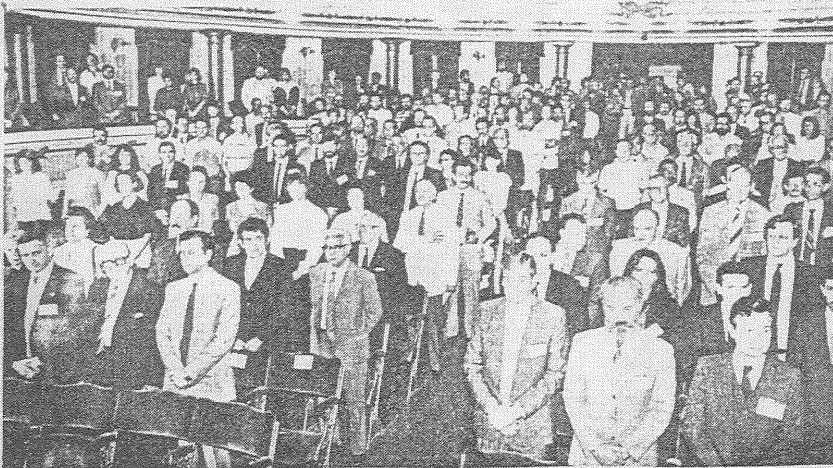
colegas, Aceñolaza dijo que la producción petrolera no satisface la moderada demanda interna, "porque quienes deberían definir una clara política de desarrollo nacional, más se preocupan por situaciones administrativas, en algunos casos insignificantes". En el área minera, destacó que los proyectos "no pasan de ser papeles de una burocracia ineficiente", y reclamó "imaginación crea-

dora y ejecutividad". Para Aceñolaza, el manejo de los recursos hídricos "es casual e inorgánico. La potencialidad del país se ve sólo desde la pampa húmeda, mientras nuestros territorios áridos no encuentran salida para su pobreza crónica", al tiempo que fustigó la acción oficial sobre contaminación ambiental y geotecnia.

Hoy comenzarán simposios sobre "Cuencas sedimentarias", en la Caja Popular; "Vulcanismo", "Granitos" y "Geología regional", en el Centro Cultural; "Geotectónica", en el hotel Presidente; "Hidrogeología", en la sala Orestes Caviglia y "Teledetección", en la Biblioteca Sarmiento.

Desarrollo Rural

Se inauguró ayer, en Horco Molle, el primer Curso Internacional de Política y Planificación en Desarrollo Rural, organizado por el Instituto para el Desarrollo Rural del NOA, perteneciente a la UNT. Hablaron su titular, licenciado Orestes Santochi, el representante del Programa de la ONU para el Desarrollo, doctor Eduardo Niño Moreno, y el secretario de Ciencia y Técnica de la Nación, doctor Manuel Sadosky. Financian el curso, que se desarrollará hasta el 30 de noviembre, la UNT, la ONU, la FAO y el INTA. Cuenta con la participación de 8 becarios latinoamericanos y 16 argentinos.



Un aspecto del público asistente al Congreso Geológico, en el acto efectuado en el teatro San Martín.

第22図 新聞に掲載されたアルゼンチン地質学会開会式の模様 (9月15日付け La Gaceta 紙)。

のだが おそらく まだサルタの街の一部だったのだろう。 忘れもしない カルデラという名のレストランの前に止まった。 それから おもむろにディナーが始まったのだ。 ええい こうなったらもうやけそだ。

Vino (ワイン) をがぶ飲みしてしまえ! ディナーは 2 時頃に終わっただろうか。 結局 ツクマンのホテルに着いたのは 9月14日の朝 4 時頃だった。

シンポジウム

シンポジウムは 9月14日から 9月18日までであった。 このシンポジウムの性格について 若干説明しよう。 アルゼンチンでは 3年に一度 地質学会 (Asociacion Geologica Argentina) が開催されている。 今回のシンポジウムは基本的には アルゼンチン地質学会の一部として行われ その担当校がツクマン国立大学 (Universidad Nacional de Tucuman) であった。 3年に一度なので それ自体で 日本の地質学会よりは盛大かもしれない。 しかし 今回 特に盛大に行われたのは アルゼ

ンチン地質学会創立10周年記念大会のためであった (第22図)。 おそらく 1,000名をこす参加者があったと思われる。 アルゼンチンで地質学教室をもつ大学は14校であるが アルゼンチン地質学会にはブラジルやチリなど南米諸国からも参加するようである。 プログラムによれば アルゼンチン地質学会の講演会は14のセッションに分けられている。 今回は中央アンデスに近いツクマンの地の利を生かして このうちの火山活動 花崗岩などのセッションが拡大され 国際シンポジウムとして行われた。 両シンポジウムは IGCP 249 Andean Magmatism の共催を得ている。 テーマ名はそれぞれ『アンデスの火山活動』と『環太平洋の顕生代花崗岩類』とである。 そして この2つのセッションは同一会場で行われ 午前に後者を 午後に前者を設定している。 従って 聴きたい人は両方とも聴ける。 また 『アンデスの火山活動』の巡検はプレ巡検として 3泊4日 『環太平洋の顕生代花崗岩類』の巡検はポスト巡検として 2泊3日が設定されている。 従ってこれも 行きたい人は両方とも行けるといいうわけである。 この他 テ

クトニクスのセッションも国際シンポジウムとして行われたらしい。

さて 9月14日にわが地質調査所の大先輩 野沢 保さんがツクマンに来ると知ったのは 日本を発つ直前だった。私の場合は 『アンデスの火山活動』の一般講演に滑り込ませてもらった口だが 野沢 保さんの場合は『環太平洋の顕生代花崗岩類』の栄えある招待講演者である。9月14日の昼前に野沢さんとお会したときは 文字通り異国に邦友をみつけた心境であった。コズモポリタンの野沢さんには 以後 私がアルゼンチンを発つまで 大変お世話になった。

9月14日には野沢さんと2人で ツクマン中心街に設けられた学会事務局に行き 学会登録を済ませた(第23図)。このときもらったアブストラクト集は 3分冊であり それぞれの厚さが日本地質学会の講演要旨集くらいであった。野沢さんの 招待講演(第24図)も私の講演も9月18日であった。特に 私の講演に至っては 『アンデスの火山活動』の全講演中の最後であり 9月18日の20時からという始末である。締切りを大幅に過ぎてから滑り込ませてもらった手前 贅沢はいえない。とはいえものの 何という間の悪さだろう。最後までくつろぐこともできないのだから……。

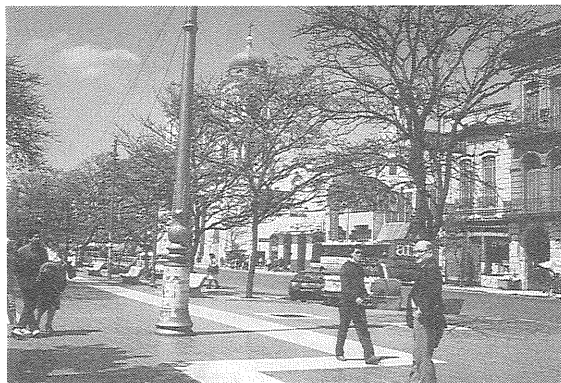
テクトニクスのセッションでは 最初に Bryan L. Isacks の1時間わたる招待講演があったので それを聴きに行った。講演は 中央アンデスの地形断面や 屈曲を サブダクションテクトニクスによる変形として 定量的に説明しようとするものであった。そして 現在は中央アンデスが高角度の沈み込みセグメントで その南北が低角度の沈み込みセグメントとなっているが 20Ma 前の沈み込み帯の幾何的形態は むしろ逆であっ

たらしい。すなわち 20Ma 前には 現在の中央アンデスの屈曲部が最も低角度の沈み込み帯であり 南北に向かうにつれてより高角度であったらしい。換言すれば 20Ma の沈み込み帯のうち 最も低角度の部分が最大の短縮テクトニクスの場合となり その結果 アルティプラーノープーナのような変動地形が生まれるとともに 中央アンデスの屈曲が起こったというのである。

シンポジウム『アンデスの火山活動』は 4日間をわたりおよそ70の発表があった。調査地域をみると 火山セッションの巡検コースに当たっているプーナ地域に関する発表が最も多く 20件以上にのぼった。他は概ねアンデス全体に分散していた。野外の記載的報告が多い一方では 同位体 希土類元素 微量元素などの発表も多くみられた。講演の圧倒的多数はスペイン語によるものであった。私自身の発表はいくつかの講演取消しのお陰で 19時頃に繰り上がった。有り難いことに 発表後には Brian Mason を始め 多くの人が声を掛けてくれた。

中央アンデス雑感

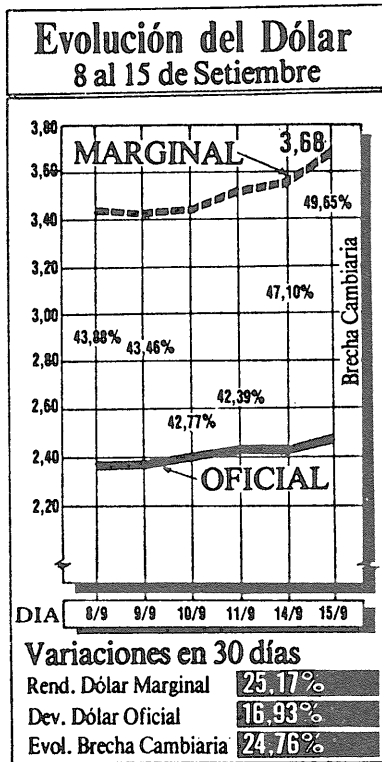
わが国には 国土の広さの割に 地質屋が多い。これは人口密度が高いので当然である。このため わが国の地質は精緻に調べられている。地下資源開発や環境保全の立場から この傾向をさらに発展させて行くことの必要性はいままでもない。しかし 地質学の精緻さには自ずから限界がある。精緻に調べることばかりが 私たち地質屋にとって効率的な道とは限らない。中央アンデスのような所には 概査しただけで明らかになる知識や地下資源がいかにも多く待ち受けているであろうか。このような地域で 研究開発協力のプロジェクトを推進し わが国の地質屋が縦横に活躍することがで



第23図 春めいたツクマンの街並と野沢 保氏。



第24図 野沢 保氏の発表風景。



第25図 第1面に報道された9月8日から9月15日までのアルゼンチン通貨オーストラルのレートに対するドル変動(9月16日付けLa Gaceta紙)。

きたらどんなにすばらしいであろうか。

米国の地質屋はといえばすでにふれてきたようにその活動ぶりには目覚ましいものがある。彼らは南米を自分達のフィールドと思っている節さえあるようにみえた。巡検参加者の中には米国の大学院生が3人おりそれぞれがスペイン語を話しアンデスにフィールドをもちアルゼンチン人の中に溶け込んでいた。語学的に近縁の民族ということはあるにしてもその協力のあり方は単なる経済的援助の域を越えている。

アルゼンチンは第一次産業が主流を占めた1950年代には景気がよく先進国に肩をならべる時期があったという。しかしアルゼンチンには第二次産業が十分育たずこれが将来に禍根を残すことになった。アルゼンチンは今日大変なインフレにみまわれている。私の滞在中にも9月8日から9月15日というほんの短い間にアルゼンチン通貨オーストラルが目に見えて低落していったのである(第25図)。この国では公式の

レート他に先安感で動く市中のマージナルレートというのがある。両レートの開きの大きさがインフレの深刻さを表している(第25図)。これは米ドルに対する低落であるからこの時期の円からみるとさらに大きな低落といえよう。

最近の円高でわが国では海外への修学旅行が少なくないという。この傾向からすれば卒論でアンデス山脈をやるという時代もそう遠くないかもしれない。しかしそれにも先んじて学術や地下資源開発のための研究開発協力プロジェクトが広範に行われなければならないだろう。

文 献

Barazangi, M. and Isacks, B. L. (1976) Spatial distribution of earthquakes and subduction of the Nazca plate beneath South America. *Geology*, vol. 4, p. 686-692.

Coira, B. (1987) Excursion Guidebook for Simposio Internacional "Vulcanismo Andino". Universidad Nacional de Jujuy, Argentina, 42p.

Francis, P. W., Halls, C. and Baker, M. C. W. (1983) Relationships between mineralization and silicic volcanism in the central Andes. In: S. Aramaki and I. Kushiro (Editors), *Arc Volcanism*. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, vol. 18, p. 165-190.

Francis, P. W. and McAllister, R. (1986) Volcanology from space: using Landsat Thematic Mapper data in the central Andes. *EOS*, April 8, p. 170-171.

Hasegawa, A. and Sacks, I. S. (1981) Subduction of the Nazca plate beneath Peru as determined from seismic observations. *J. Geophys. Res.*, vol. 86, p. 4971-4980.

Jakeš, P. and White, A. J. R. (1972) Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas. *Geol. Soc. Am. Bull.*, vol. 83, p. 29-40.

Jordan, T. E., Isacks, B. L., Allmendinger, R. W., Brewer, J. A., Ramos, V. A. and Ando, C. J. (1983) Andean tectonics related to geometry of subducted Nazca plate. *Geol. Soc. Am. Bull.*, vol. 94, p. 341-361.

Niitsuma, H. (1978) Magnetic stratigraphy of the Japanese Neogene and the development of the island arcs of Japan. *J. Phys. Earth*, vol. 26 (Suppl.), p. 367-378.

Uyeda, S. (1982) Subduction zones: an introduction to comparative subductology. In: A. L. Hales (Editor), *Geodynamics Final symposium. Tectonophysics*, vol. 81, p. 133-159.

上田誠也・金森博雄, (1978) 海洋プレートの沈み込みと縁海の形成. *科学*, vol. 48, p. 91-102.