持出禁止

保存用

ペルー・チリー両国における
地殻変動観測計器設置
ならびに
観測技術指導にあたつて

昭和42年3月

中川一郎
田中豊
津嶋吉男

海外技術協力事業団
Overseas Technical Cooperation Agency

JICA
709
553
EX
LIBRARY

国際協力事業団
受入月日 '84. 3. 22
登録No. 01387
709
55.3
EX

目　　次

JICA LIBRARY
1034944[7]

1. はじめに

わが国は、世界有数の地震国であり、平均して、数年に1回の割合で、被壊的大地震が発生しており、それによる人的・物的の損害は、ぼう大なものである。このような大地震による災害、軽減・防止する方法としては、現在、二つの方法が考えられている。一つは、大地震の発生を事前に予知して、警報を出せるようにすることであり、他は、建築物や土木構造物を耐震・耐火にすることである。前者、すなわち、大地震の発生を事前に予知するといういわゆる地震予知の問題は、ひとしく万人の願うところであることは、いうまでもない。とりわけ、わが国をはじめ、同じ環太平洋地震帯内に位置していて、年々歳々、大地震の恐怖にさらされている国々にとつて、この問題は、極めて切実なものである。

ところが、ひとたび、その可能性について考えてみると、地震活動・地震の規模と震源分布・地球の内部構造などの諸問題については、かなり研究が進んでいるが、地震予知そのものについては、残念ながら、まつたく暗中模索の状態にあると、いわざるをえない。

大地震の予知を可能ならしめるための研究方法としては、地殻変動の測量および観測・微小地震の観測・地球磁気変化の測定および観測などが考えられる。一般に、地震発生の原因は、地下に蓄えられたひずみエネルギーの瞬間的な解放であると考えられている。したがつて、地下にひずみが蓄積される状態を、直接観測することができるならば、それは、地震発生のからくりを知る上において、もつとも有利な方法であるはずである。地殻のひずみ変化や傾斜変化は、地表面下に設置された伸縮計や傾斜計によつて、それぞれ、連続的に測定することができ、これが、いわゆる地殻変動の連続観測といわれるものである。換言すると、地殻変動の連続観測は、伸縮計や傾斜計により、地殻のひずみや傾斜が時間の経過とともにどのように変化していくかを測定することを目的としており、したがつて、この種の観測を、ある地域内の数カ所で、同時に行なうことによつて、その地域における地震発生前後の地下のひずみエネルギーの変化の様子を知ることができる。かかる意味において、地震予知を可能ならしめる方法と考えられている上記の3方法のうちで、地殻変動の連続観測は、もつとも有望な方法と思われる。

京都大学においては、約３０年前より、国内２０数カ所の観測所において地殻変動の連続観測を実施し、すでに１０例におよぶ地震の前兆と考えられる地殻の異常変動を捕えて、地震予知を実現化するために必要とする貴重な資料を蓄積してきた。ところが、わが国では、地質構造が極めて複雑であり、地震の起こり方、したがつて、また、それに関係した地殻変動の様式も、多岐にわかれており、地震と地殻変動の関係を知るためには、各地域に、かなり多くの観測所を必要とする。たとえば、「地震予知計画研究グループ」は、地震の予知を近い将来（10ないし20年）以内に実現するためには、国内に３００カ所の観測所の設置の必要性を提案している。しかるに、現在は、わずかに２０数カ所で、観測が行なわれているにすぎない。今後、地震予知研究計画にもとづいて、年々観測所が増設されるであろうと思われるけれども、この種の観測計器は、気象変化の影響や地表面に起こる諸現象の影響をさけるために、地表下数十メートル以深に設置しなければならないことから、観測所の増設には多額の経費がかかり、その上、研究者の不足と相まつて、わが国で、早急に多数の観測所を増設・整備することは、極めて困難な現状である。

世界の大地震の大部分は、太平洋をとりまく環太平洋地震帯内におこつている。この環太平洋地震帯に位置しているすべての国々にとつて、地震予知は、切実な問題であることはいうまでもない。ところが、これら環太平洋地震帯内に位置している国々での地殻変動の研究の現状に眼を向けるとき、まことに寒心にたえない。なかでも、しばしば大地震に見舞われて、人的・物的に多大の被害を蒙つているペルーやチリのこの方面の観測設備および研究体制は、絶無であるといつても過言ではない。ペルーやチリは、日本とちがつて、地質構造がかなり単調で、かつ、大規模であり、また、地震の起こり方も、日本のような地域的な特殊性が少ないと考えられる。さらに、浅発地震、深発地震、火山の分布などの自然的条件が、日本の場合と比較的よく似ている。その上、ペルーやチリでは、日本よりも、大地震がひん発し、海岸線や地形も、日本のそれらに比して単調であるから、地殻変動観測計器の設置と観測資料解析の双方において、極めて好都合であり、環太平洋地震帯内では地殻変動研究上のモデル地域として、最適の場所と考えられる。

このような諸条件を考慮するとき、環太平洋地震帯に位置し、多くの大地震が発生しているペルーやチリと密接な連携のもとに、地殻変動の共同観測を行なうことは、単に、この方面の研究に欠くことのできない国際共同観測としての意義があるのみならず、地震予知方法の研究の上においても、国内の観測からは得ることのできない極めて貴重な多くの研究資料が得られるものと期待される。

さらに、ペルーとチリでは、この種の観測計器や観測所がほとんどなく、したがつて、観測経験も、また、ほとんどないので、この共同観測を実施することは、ペルーやチリの両国にとつて、自然科学上の著しい進歩を促すことになり、わが国としては、ペリーとチリの両国に対する技術援助となる。

このような事情のもとに、京都大学防災研究所は、ペルー国公共事業開発省にペルー地球物理学研究所、ペルー国サン・アグスチン国立大学地球物理学研究所およびチリ国チリ大学地球物理学・測地学教室との間で、「地震に伴なう地殻変動の国際共同観測」を実施するため、１９６２年以降、準備中であつた。その後、相手機関からも、この計画を推進するために、地殻変動専門家の派遣の要請がなされた。さいわい、この計画が、中南米技術協力計画として、海外技術協力事業団によつて、とりあげられ、京都大学理学部（防災研究所兼務）中川一郎助教授・田中豊助手および京都大学防災研究所津嶋吉男技官の３名が、昭和４０年１０月１０日から約１００日間、ペルー国およびチリ国へ、地殻変動観測計器の設置ならびに観測技術の指導のために派遣された。

派遣専門家が、ペルー国およびチリ国に滞在中は、中南米技術協力計画にもとづいて、地殻変動観測計器の設置ならびに観測技術の指導を行ない、派遣専門家が、ペルー国およびチリ国から離任後は、派遣期間中に現地に設置した観測計器を用いて、京都大学防災研究所とペルー国公共事業開発省ペルー地球物理学研究所、ペルー国サン・アグスチン国立大学地球物理学研究所およびチリ国チリ大学地球物理学・測地学教室との共同観測として、向こう１０年間にわたつて、連続観測を実施するべく、相互に協定が成立し、ここに実現するにいたつたのである。

2. 派遣地、派遣費用および期間

派　遣　国　：　ペルー国およびチリ国

勤　務　先　：　下記の3研究機関に、それぞれ、1カ月間ずつ滞在して、地殻変動観測計器設置ならびに観測技術指導にあたつた。

(1) ペルー国公共事業開発省ペルー地球物理学研究所
Instituto Geofisico del Peru, Ministerio de Fomento, Lima, Peru

(2) ペルー国サン・アグスチン国立大学地球物理学研究所
Instituto Geofisico, Universidad Nacional de San Agustin, Arequipa, Peru

(3) チリ国チリ大学地球物理学・測地学教室
Departamento de Geofisica y Geodesia, Universidad de Chile, Santiago, Chile

派遣期間　：　昭和40年10月10日より昭和41年1月18日までの101日間。

3. ペルー国およびチリ国の一般事情

ペルーでは、太平洋岸から約80Kmの内陸には、海抜約1,500mから6,000mにおよぶアンデス山脈が、幅約300Kmないし400Kmで、北西から南東に縦走している。海岸地帯は、乾燥がはなはだしくて砂漠的であり、ほとんど雨が降らず、アンデス山系に降る季節的な降雨と雪どけの水を灌漑に利用して、農耕が行なわれている。この灌漑水利を中心にして、耕地と集落が発達し、平地の住民の大多数は、そこに住んでいる。

チリでは、南北に細長い国であるので、風土や気候は、地方によつて、かなりことなつている。北部はまつたく雨の降らない砂漠地帯、中部地帯には適当な降雨があり、土地は肥沃で、人口の大半は、この地帯に住んで、産業・文化の中心地をなしている。南部は多雨地帯で森林が延々と連なつており、さらに、その南には、ほとんど人の住んでいない寒冷の地が横たわつている。

ペルーでも、チリでも、国民の大部分は農業に従事している。しかし、主要食糧である小麦は、ほとんどすべて輸入に依存し、肉類をはじめとする食

料品の大半も、また、国内では産出できないので、輸入にたよつており、したがつて、諸物価はかなり高い。両国とも、農業のほか、鉱業が、かなり発達している。

ペルーでも、チリでも、交通事情は、ほとんど同じであり、国内の交通機関は、飛行機、鉄道、自動車によつている。飛行機は主要都市間を飛んでいるが、便数は少ない。鉄道もまた、回数が少なく、したがつて、たいていの場合、交通は自動車による。海岸線に沿つて、ペルーおよびチリを縦走しているPan American Highwayは、南北を結ぶ幹線道路でそれに数多くの支線が分岐して、まことに便利である。

ペルーやチリの官公庁、商社などの執務時間は、午前9時から午後7時までであるが、スペイン風の名残りで昼食時の休憩が長く大体正午から午後3時ごろまでは、まつたく活動が停止される。しかし、チリでは1966年1月1日から昼食時の長い休憩を廃止するよう、政府が中心になつて各官公庁や商社などに呼びかけているが、完全実施には、かなりの抵抗と歳月がかかりそうである。

4. 通 貨 の 交 換

旅行者は、American Express社またはThomas Cook社の旅行小切手(Traveler's Cheque)を利用するのが普通である。

ペルー国においては、自由経済であるため通貨は極めて安定しており、公定レートは、1米ドルあたりペルー貨幣で26.80ソーレス(Soles)である。この割合は、変動がなく、ペルー国内のどこの銀行や両替所でも、ほとんど大差は認められない。ただ銀行や両替所の所在地により、両替手数料などに若干の相違があり、一般的には、リマ市内で両替するのが、もつとも有利であり、地方ではやや不利である。銀行や両替所のほか、ホテルやレストランでも、Traveler's Chequeが通用するのは、他の欧米諸国の場合と同じであるが、いうまでもなく、銀行や両替所の方が、多少は有利である。

チリ国においては、経済が安定しておらず、したがつて、通貨のレートの変動は、極めてはげしい。公定レートは、1米ドルあたりチリ貨幣で4.2エスクード(Escudos)であるが、専門家が、チリ国に滞在していたわずか1

カ月の間においてさえ、このレートは3.8～4.4エスクードあたりを、激しく変動していた。チリ国においても、銀行や両替所で両替した方が有利で、ホテルやレストランなどでは、かなり不利である。

ペルー国およびチリ国に滞在中に、手もとに残つたペルー貨幣やチリ貨幣のアメリカ貨幣への再両替は、ペルー国内では、容易に、多少の手数料を支払つてなされるが、チリ国内では、アメリカ貨幣からチリ貨幣への両替のさいの書類（たとえば、銀行が発行した両替計算書など）の提示によつてのみかなり高額の手数料を支払つてなされるだけである。証拠となる書類を紛失した場合は、米ドルへの再両替は、絶対に許されない。欧米で、手もちの通貨を両替する場合も、チリ貨幣はもつとも敬遠され、しかも、不利な通貨の一つである。したがつて、チリ国においては、必要な額だけを、その都度、両替するのが、賢明のように思われる。

5. 食糧事情について

食糧事情については、ペルー国とチリ国では、かなりの差異が認められる。専門家が、任国滞在中は、連日、早朝より深夜まで、業務にいそがしく、したがつて、食事は、もつぱら、市中のレストランまたはホテルのレストランでとつた。したがつて、ペルー国およびチリ国の食糧事情一般についてのべることはできない。ここでは、ペルー国およびチリ国におけるレストランでの食事について、のべることにする。

ペルー国では、手ごろなレストランを、市内で見出すことは、極めて容易である。たとえば、ペルー国の首都リマ市内では、高級レストランから大衆向きレストランまで、あらゆる段階のレストランがあり、現地料理はもちろん、日本料理、中華料理などの東洋的なものからフランス料理、イタリア料理などのヨーロッパ的なものまで、その種類は、極めて豊富である。その上、価格についても、高価なものから廉価なものまで変化に富み、人々は、好みに応じて、料理の種類と価格を選択することができる。ペルー国では、ホテルのレストランは、概して、高級レストランに属している。

一方、チリ国では、レストランは、高級レストランか、大衆向きレストランのいづれかであり、前者は、極端に高価であるのに対し、後者は、衛生管

理がわるく、日本人の感覚では、とても利用することができない。チリ国の首都サンチヤゴ市内においてさえ、レストランは、おおむね、高級か大衆向きかに大別され、手ごろなレストランを探すことは、とりわけむづかしいことである。ここでは、ホテルのレストランが、むしろ、手ごろなものといえるであろう。チリ国では、肉類は、すべて、アルゼンチン国から輸入しているので、肉類の価格は、とくに高いが、魚や貝は、豊富にあり、魚貝料理はおいしい。食料の価格は、概して高いが、サンチヤゴでは、料理を一種の芸術と考えており、食事の時間は、一種の娯楽と考えられている。そして、サンチヤゴ人たちは「働く時間の間に食べる」ことと「食べる時間の間に働く」ことの微妙な相違を、よく心得ているとさえいわれている。

ペルー国でも、チリ国でも、生水を飲むことは、余ほどの場合を除いて、避けるべきであろう。新鮮な果物、ジュース、ワインなどは、極めて豊富である。

3. 住居等について

専門家が、任国に滞在中の住居は、ペルー国においても、チリ国においても、公務に従事中にかぎり、任国側から無償提供をうけた。しかし、その任務の性格上、ほとんど毎日、市街地から遠く離れた避地にあつたため、任国側から専門家に提供された住居は、ある場合は、鉱山会社などの寮であつたり、また、ある場合には、民家の一室であつたり、さらに、どうしても観測所の付近に適切な宿泊設備が見出されなかつた場合は、自動車で、片道3時間余りの道程を、毎日往復するというのが普通の状態であり、市街地に滞在中だけは、一般のホテルを提供された。

鉱山会社などの寮や民家の一室に宿泊した場合は、ただ、寝室が提供されただけにすぎず、浴室がなかつたり、共同利用の浴室はあつても温水が出なかつたりといつた状態で、極端な場合には、専門家3名と現地の技術者5名が、1つの洗面所を共同で利用する場合さえあつた。

専門家の任国におけるスケジュールは、極めて密であつたために、1日の休暇もとれず、しかも、連日、午前7時ないし8時にはホテルを出発して観測所へ出かけ、ふたたびホテルに帰りつくのは、早くても午後8時ごろ、お

そいときは午後１２時を超えることも珍らしくなかつた。しかも、観測用横坑における勤務を終つて、ホテルに帰りつくころは、専門家は、心身ともに、まつたく疲れ果てているのが現状であつた。そのような場合、数名が１つの洗面所しか使用できなかつたり、風呂がなかつたりすることは、まつたく耐え難いことであつた。

それにもかかわらず、専門家は、一度として病魔におかされたこともなく、悪条件を克服して、所期の目的を達成することができたことは、まことに幸わせであつたというほかない。

なおペルー国の首都リマ市およびチリ国の首都サンチヤゴ市内のホテル料金は、風呂、洗面所つきの個室で、１泊１０米ドル前後である。

7. 郵便事情について

ペルー国でも、チリ国でも、郵便事情は極めて悪い。日本からペルー国およびチリ国へは、葉書、封書、航空書簡いずれかを差出すことができるが、ペルー国およびチリ国には、世界各国均一料金の航空書簡の制度はなく、葉書か封書に限られている。ただし、ペルーからは、葉書および封書を外国向けに出すことができるが、そのさいの料金は同一である。これに反し、チリからは、外国に向けて出すことができるのは、封書だけで、葉書も、一応封筒にいれて、封書扱いにしないと投函できない。

日本とペルーやチリの間で交換する郵便物は紛失することがしばしばあるので、大切な郵便物は、かならず書留扱いにすることが望ましい。事実、ペルーやチリでは書留料金は極めて安く、手紙は、書留にするのが常識とさえなつている。ペルーやチリから外国に向けて封書を発送する場合、同じ重量の手紙であつても、それを取扱う郵便局によつて、料金が多少ことなることは、はなはだ、理解に苦しむことである。これは、恐らく取扱う郵便局によつて料金がことなるのではなく、取扱う郵便局員によつて料金がことなるのであろうと思われるけれども、料金の不一致を、何度かたずねても、要領を得た解答は、ついに得られなかつた。

さらに、ことが郵便小包になると、その事情は、さらに悪化する。日本とペルーやチリとの間に、相互に送ることのできる郵便小包は、通常扱いか価

格表記扱いに限られており、書留扱いは認められていない。どちら向きに送る場合も、船便によると、3ないし4カ月を要するのが普通である。専門家は、何度か郵便小包を相互に送つたが、内容物が印刷物や書物の場合は、紛失しないで到着したが、その他の内容物の場合は、内容物の若干が紛失してついたり、内容物が原型をとどめないほど破損したりしていた。

8. 携 行 機 材

本計画の実施のために任国へ携行した機材は、観測計器（その附属品一式を含む）13組であり、これらは、専門家の出発にさきだつて、海路、別送された。別送荷物の総重量は4,043Kg、総個数は30箱であつた。各組の観測計器の種類や数量はまつたく同じであり、ペリーへ8組、チリへ5組であつた。なお、交流電源の設備のあるところだけは、240V－4.6.8Vの変圧器を附属品に加え、電源設備のないところは、受入れ側で、6V・60AHの蓄電池が準備された。

1組、すなわち、1観測所用の観測計器は、つぎのとおりである。

水平振子型傾斜計	2	成 分
Bow － String型伸縮計	2	成 分
気温気圧変化計	1	台
磁気偏角変化計	1	台
光 学 記 録 器	2	台
光 源 ラ ン プ	8	台
附 属 品	1	式

観測所用の観測計器を、第1図に示す（巻末以下同じ）

9. 携行機材の通関手続

携行機材（観測計器およびその附属品一式）は、海外技術協力事業団の手により、ペルー国向けとチリ国向けに分割して、荷受人を、それぞれ、在ペルーおよび在チリ日本国大使館として、専門家の出発約2カ月半前に、海路、発送された。携行機材は、いずれも、予定通り、ペルー国およびチリ国に到着し、在ペルーおよび在チリ日本国大使館によつて、通関その他の必要手続を

すませ、ひきとつて、専門家が任国に到着するまで、保管されていた。したがつて、専門家は、これらの携行機材の通関には、一切関与せず、任国到着と同時に、携行機材を受けとれたことは、本計画のような極めて密なスケジュールで行動する場合には、とりわけ、ありがたいことであつた。

ストップ・ウオッチ、観測計器設置用工具類、観測計器取扱い説明書、参考書類など、つねに専門家の座右におかれることを必要とする携行機材は、ペルー分とチリ分とに分割せず、一括して、ペルー国へ送付し、ペルー国にて使用ののち、チリ国へ、航空貨物として、携行した。この分のペルー国への搬入のさいの通関手続は、上記の携行機材（観測計器およびその附属品一式）とともに、在ペルー日本国大使館によつて、専門家が任国到着以前になされていたので、専門家の任国における業務遂行に支障をきたさなかつたが、チリ国への搬入のさいは、通関に手間どり、専門家とともに、在チリ日本国大使館の係官ならびに受入れ機関のチリ大学地球物理学・測地学教室所長も空港税関に出頭し、再三交渉した結果、ようやく、4日目にいたつて、それも税関所長の特別の取はからいで、引きとることができた。

このように、中南米技術協力計画にもとづく公務の携行機材のひきとりにさえ、貴重な4日間が浪費されたことは、まつたく心外であつた。

携行機材の通関にさいしては、在ペルーおよび在チリ日本国大使館の配慮で、課税されなかつたが、一般には、物品の価格に対して、その何%かが、輸入税として、課税される。この場合、物品の価格とは、単に物品の価格だけを指すのではなく、物品の価格とその輸送運賃の合計額を対象として課税されるので、日本から物品を輸送した場合は、課税額が、かなりの金額になるのが普通である。

10. 現地の受入れ準備状況

本計画を実施するにあたり、観測計器の設置場所として、種々の条件を考慮にいれて、ペルー国に2地域（イカ地域とアレキパ地域）、チリ国に1地域（サンチヤゴ地域）を選定した。これらの3地域を、第2図に示す。イカ(Ica)地域は、ペルー国公共事業開発省ペルー地球物理学研究所、アレキパ(Arequipa)地域は、ペルー国サン・アグスチン国立大学地球物理学研究所、

サンチヤゴ (Santiago) 地域は、チリ国チリ大学地球物理学・測地学教室がそれぞれ、担当することになり、各地域に、4ないし5観測所を設置することになつた。

京都大学防災研究所は、これら3研究機関との間に、「地震に伴なう地殻変動の国際共同観測」の実施のための協定（巻末添付書類参照）を締結し、それにより、京都大学防災研究所は、観測計器およびその附属品一式を準備し、現地受入れ側の各研究機関は、あらかじめ、専門家との間において協議された地点に、1965年9月末日までに、観測用横坑を掘さくし、それに、観測計器の据付け台および空気の流通の遮蔽扉を指定どおりにとりつけ、かつ、可能なかぎり、交流電源を設置することを申しあわされた。観測所の配置図および観測用横坑の平面図の1例を、それぞれ、第3および4図に示す。そして、専門家は、受入れ機関の所長からの準備完了の通知をうけて出発した。

専門家が、任国に到着したさいの受入れ側の準備状況は、ペルー国側においては、おおむね良好であつたが、チリ国側においては、準備不十分であつた。すなわち、ペルー国側では、予定していた8観測所のうち、7観測所の諸準備がととのつていた。残りの1観測所は、観測用横坑の掘さく機の不測の故障のため、専門家がペルー国に到着したさいには、準備ができていなかつたが、7観測所にて、地殻変動観測計器を設置中に、残りの1観測所の準備も完了し、結果的には、地殻変動観測計器の設置ならびに観測技術の指導に、なんら支障をきたすことなく、8観測所のすべてにおいて、まつたく予定どおりに、業務を終了することができた。ところが、チリ国側では、予定していた5観測所のうち、専門家がチリ国に到着したときに、準備が完了していたのは、わずか1観測所にすぎず、受入れ側のチリ大学地球物理学・測地学教室の所長をして、専門家がチリ国に滞在中に、できるだけ早く、観測所の準備を完了するよう強く要望した結果、引続いて2観測所の準備だけが完了した。したがつて、チリ国では、5観測所のうち3観測所において、地殻変動観測計器の設置ならびに観測技術の指導を行なつた。ペルー国では、観測所の新設経費が、国家予算によつてまかなわれたので、予定どおり、受入れ準備が完了していたが、チリ国では、観測所の新設経費が、国家予算か

らは支出されず、電力公社や鉄鉱公社の経費によつてまかなわれていた点に、準備不十分の原因があつたように思われる。

地殻変動観測計器の設置ならびに観測技術の指導に必要な技術者や人夫、観測計器輸送用のトラックなど、協定にもとづいて、受入れ側が準備し提供するはずの労力は、ペルー国においても、チリ国においても、おおむね満足なものであつた。ただ専門家が観測業務に従事していた間だけ、受入側から提供を受けた自動車は、老朽車であつたため、故障が多く、かなりの時間的不経済があつた。

11. 観測計器の設置と観測技術の指導

(1) 任国における設置計画と技術指導日程日本国内で今回と同規模の観測計器を設置する場合、1観測所について、4名がまず5日ぐらいかかるのが普通であり、設置後、少なくとも1～2カ月は、毎週、熟練者が計器の調整を行ない、観測記録を参照しつつ適当な状態にまで感度を高め、記録取替え者が慣れるにつれて調整をその手にゆだね、数カ月後にいたつて、ようやく安定した状態に達するのが通常である。今回は、受入れ側から、少なくとも2名の担当者が派遣専門家に随行することが予定されていたので、人数の上で問題はなかつたが、困難を予想されたのは、宿泊所から観測所までの往復に要する時間、1日の労働時間、休暇の要求などによる時間的制限のほか、坑内状況や設備のでき具合、とくに、計器台や基礎ボルトが、どの程度設計図どおりに作られているか、計器設計に十分なまでに手を加えるのに、どれほどの時間を要するか、したがつて、必要かつ最小限の観測技術の指導をする時間が、いくら残るか、などという点にあつた。

最初、専門家が提出した案では、3名123日の計画であつたが、決定したのは往復を含めて3名98日であり、実働日数は、ペルーで61日、チリで31日となつた。この期間を有効に利用し、すべての計器を設置するために、つぎのような日程を組んだ。すなわち、各地域での第1観測所に8日、第2観測所で6日、第3観測所で5日、第4観測所で3日と、順次1観測所あての日数を減らせていく方法であつた。第1の観測所で十分時間をかけて指導し、第2観測所では受入れ側担当者が主体となつて計器

を設置し、もし十分な時間的余裕のない場合は、第3および第4観測所は、2班に分かれてでも、とにかく、すべての観測所をまわることを想定した。この計画でも、1地域で移動の日を含めて27日を要することになる。ペルーでは、合計54日間に、観測所での現地指導を行ない、残り1週間を、研究所内での指導と打合わせ、つぎの行動のための準備、関係諸機関への公式訪問などにあてることにした。チリでは、31日間に5ヵ所に観測計器を設置しなければならなかつたので、さらに日数を削り、7日、5日、4日、3日、3日、さらに、観測所から観測所への移動の日を含めて、計28日。このようにしても、打合わせや公式訪問などに費せる日は、3日しかないことになる。この間に、クリスマス、大晦日、正月を迎えるので、現地滞在期間の延期をしないかぎり、全部を設置することはとうてい不可能と予想されていた。なお、この全期間を通じて、派遣専門家の休養日は1日も予定されていないし、より重要なことは、最初から計器を設置しつつ現場で実際的な指導を行なうことで手一杯の計画しかたてられなかつたということであつた。このような状態であつたため、観測計器と観測技術の要点の説明の手数を省くために、観測計器取扱い説明書（巻末添付）を用意し、最近の研究成果の紹介には、論文別刷を多数携行することで間にあわせる以外に方法はなかつた。

(2) 業　務　内　容

各観測所における観測業務内容と観測技術指導

① 観測用横坑設備の点検、とくに、コンクリート台などの大きさ、間隔、基礎ボルト位置など。

② 観測計器の搬入および荷ほどき。

③ 観測計器の組立て、手いれ、点検。

将来故障を生じた場合の処置に備えて、整備方法の指導。

④ 伸縮計の棒の支え枠のセメント固定。

各伸縮計の3つの枠は、中心線が一致していて、棒を吊つたとき、両端の基礎ボルト間に、棒はたわみなく、かつ、まつすぐ水平になつていなければならない。これは技術的にもつとも難かしい点である。

⑤ 観測計器設置位置の決定、方位の精密測定。計器の設置、計器の性能

の説明。

⑥ 光源ランプの配線、光学記録器の試動、刻時装置の調整。

⑦ 拡大装置の微細部品の取付け、実地指導と実習。計器の故障や不調は、主としてこの部分に生じ、調整や感度変更のとき、操作しなければならないので、計器設置作業と観測技術指導の中で、もつとも重要なところである。

⑧ 感度を高める操作と感度の測定。前項と同じく、もつとも熟練を要する実習。

⑨ 試験記録の開始。記録取替え要領など、常時観測法と計器保守の指導。

⑩ 記録の開始。できるかぎり、1週間後、感度の調整を行なう。

観測所外における常時観測法と記録の整理解析方法の指導

① 適当感度の保持と故障の場合の処置。

② 観測記録の良否の判別。とくに、人為的変化と自然的擾乱の判別。

③ 記録の読取り、整理、解析方法。

④ 気象、海象などの影響の除去方法と、そのための資料の収集利用。

⑤ 観測目的、研究の目的と意義の解説と将来計画。

⑥ 地殻変動全般の研究成果と参考文献の紹介。

(3) 各地域における業務の概況

① イカ (Ica) 地域

受入れ機関は、ペルー地球物理学研究所で責任者は Alberto A. Giesecke M. 所長である。ここには、7つの観測部門があり、地震部門はそのうちの一つであるが、研究所であると同時に、日本の気象庁のような業務官庁でもあるので、きわめて多忙である上、派遣専門家が滞在していた当時、地震部門所属の2名がアメリカ合衆国に出張中で手薄であつた。直接観測を担当する Ernesto Deza M. 技師は、1965年春、San Agustin 大学から、この観測を担当するために、転じてきた。彼は、元来、地質学専攻であるが、地震観測も行なつている。Deza 技師は、専門家が滞在中、終始、専門家と行動をともにした。ほかに、支障のないかぎり、若い研究所員1名が加わり、Condor Guadalupe および Saramarca 3観測所へは、さらに、研究所の運転手2名が同行し

て、計器の運搬および荷ほどきとコンクリート作業を手伝い、Zamaca観測所では、運転手の代りに、地域観測者兼記録取替え者が同行した。この地域全般を通じてほとんどの場合、総勢、6.7名であつた。

さきの3観測所の設置が完了した10月末には、いまだZamaca観測所の設備が完了していたかつたので、さきにArequipa地域の4カ所を終え、12月にはいつて、Zamaca観測所で計器設置と記録取替え者の指導を行なつた。

ペルー地球物理学研究所のGiesecke所長は、12月初旬まで渡米中であつたため、Deza技師が、Casaverde副所長の指示にしたがつて、派遣専門家の世話と一切の準備を行なつた。Deza技師は、休日の返上してよく派遣専門家を助けたが、彼の熱心さと準備の周到さがあつたならばこそ、予定どおり、4カ所全部で計器設置を完了することができた。この地域では、研究員の不足のため、観測技術は、ほとんどDeza技師1人が習得し、記録取替え者は、最後のZamaca観測所への計器設置時にいたつて、はじめて決定されたぐらいで、今後も、このような状態が続く見こみであり、観測の維持には、かなりの苦労がともなうものと予想される。

受入れの準備状況は、やむをえぬ事情で、Zamaca観測所の完成がおくれて、そこでの計器設置や往復に、1～2日の無駄があつた以外は、完全であつた。坑内の計器台や基礎ボルトの埋こみは、まつたく満足な状態で、ボルトの間隔（5m）の誤差は、8成分のうち1成分に5cmの狂いが見出された以外は、すべて1cm以下、方向の誤差は、1度以下で、少しも手を加える必要はなかつた。

Guadalupe観測所は、坑口の位置を亀裂の少ない岩盤の露頭場所に選んだため、山（Cerro Prieto）の中腹に横坑を掘る結果となつた。しかも、この山は、砂漠の真中にあり、1本の木もなく、昼間は終始太陽の直射を受けるため、3重の空気遮蔽扉のほかに、厚さ60cm近くの土壁を坑道入口近くに別に設けて、小さいくぐり戸を壁の両面につけ、空気の流通を防いだにもかかわらず、危惧していたとおり、山全体の日変化が観測記録に大きくでていることがわかつた。これは、長期間の変

動を調べるさいには、大した問題にはならないが、短期間の細かい変化を知るためには、難点もあるので、できれば、将来、位置を変えることが望ましい。

CondorおよびGuadalupe両観測所設置のときは、近くに宿泊所を見つけることができたが、SaramarcaおよびZamaca両観測所では、近くに宿泊所がなかつたため、自動車で、片道3時間を費し、きわめて非能率的であつた。

この地域での最大の問題は、欠測のない記録を取ることが生命であるといわれるこの観測において、今後、小人数でどの程度まで最良の状態を維持できるかということである。

この地域の観測所、観測用横坑内部および観測記録の1例を、それぞれ、第5.6および7図に示す。

② アレキパ(Arequipa)地域

受入れ機関は、San Agustin国立大学。観測担当部門は、同大学地球物理学研究所である。現在、Anibal Rodriguez B.所長以下、地震関係4名地磁気関係2名気象関係2名の構成である。当時、地震関係の1名は、1965年度国際地震工学研修センターの研修生として、来日中であつた。この研究所は、カーネギー研究所(Carnegie Institution of Washington, Washington, USA)から、地震観測を委託されていた。

この地域での強味は、既設の地震観測所の近くに、地殻変動観測所を新設したことであり、地震計の記録取替え者が、地殻変動の記録の取替えも行なうことに決まつたことで、単に資料利用の上だけでなく、観測の維持の上でも、きわめて好都合なことである。

いま一つ、この地域の指導受入れ態勢は、きわめて巧妙であつた。Ica地域では、1人の担当者のみが終始専門家に随行し、他は手伝い程度であつたために、その1人に全責任がかかり、多くの人たちに直接指導することができなかつた。その上、現地での記録取替え者が決定しておらず、したがつて、この担当者自身が、すでに設置した観測所へ、毎週、記録取替えに通わなければならない状態であつた。これに対し、Arequipa地域では、地震と地磁気関係の6名のうちの4名が、それぞ

れ1つの観測所を担当し、計器設置には、はじめの2ヵ所へは、それぞれの担当者と所長、あとの2ヵ所へは、同じく、それぞれの担当者と責任者1名が同行し、6名の研究者全員が、4観測所のどこかで、観測技術を習得した。また、観測所の近くに宿泊所を予約し、派遣専門家とあわせて計5名が宿泊した。その他、左官1名が同行し、伸縮計の枠のセメントづけをした。各観測所での計器設置がほぼ完了したころには、現地の記録取替え者が必ず姿を見せ、記録取替えの要領と計器の調整方法を教えこまれる、という具合に、万全の受入れ態勢であつた。

計器設置に明け方までかかつたこともあつたが、設備が完全で、予定よりも早く計器の設置が完了した。ただ、滞在日数の関係で、解析方法の指導までは手がおよばなかつた。今後、故障のないかぎり、現地の記録取替え者が記録の取替えと計器の調整を行ない、故障の場合は、観測所から担当者が直ちに現地へ赴くということで、観測に対しては、特殊な事情が起こらないかぎり、支障はないものと考えられる。

この地域の観測所、観測用横坑内部および観測記録の1例を、夫々第8.9および1:0図に示す。

③ サ　ヤゴ (Santiago) 地域

受入れ機関は、国立チリ大学地球物理学・測地学教室である。本計画の立案に、当初から参加していたC. Lomnitz前所長は、計画の進行中にカリフォルニア大学に去り、Edgar Kausel V.新所長が、1964年9月に着任して、本計画をひきついだ。この教室も、ペルーと同じく、カーネギー研究所から地震観測を委託され、現業的な仕事をかかえており、地殻変動観測に動員出来る所員の数は多くはなかつた。

受入れ準備は、ペルーに比べて、かなり難航していた。観測用横坑を掘さくする経費は、Kausel所長の就任直後から、あらゆる政府機関に交渉したにもかかわらず、まつたく支出されなかつたので、5ヵ所の観測所を、予定地ごとに、それぞれ異なつた機関すなわち国営の電力公社電源開発、鉱山開発事業団などに交渉し、無償で掘さくすることを頼みこんだ。しかし、依頼先の都合で、予定地が変更されたり、遅れたりして、予定どおり進行しなかつたことは、すでにのべたとおりである。受

入れ測の熱意から見て、十分な経費さえでておれば、決してペルーに遅れをとることはなかつたであろうと考えられる。

予想では、１１月末には、すべての観測用横坑の掘さくが完了しているはずであつたが、派遣専門家が現地に到着したとき、準備が完了していたのは、わずか１カ所にすぎなかつた。しかし、その後、間もなく、第２の観測所が完成し、専門家が現地を離任直後に、第３の観測所が完成したが、専門家の手で計器を設置できたのは、当初から計画した５カ所のうちの２カ所、帰国後、受入れ側の手で設置を終つた１カ所を加えて、３カ所にとどまつた。しかし、第２の観測所では、滞在日数の余裕もあつて、指導は十分に行なうことができたので、第３の観測所では、受入れ側自身の手だけで、計器を設置し、記録をとることができた。残りの２カ所は、専門家も現地調査をし、本年中に完成予定のむねの確約を得ているので、受入れ側自身の手で、観測を開始する日も、そう遠くはないものと信じている。

観測計器設置と観測技術指導の受入れには、同教室所属の３名の電気計測器関係の技術者が同行した。そのうちの１名は、地震計の調整や観測も担当していた。ほかに、運転手が１名常に同行し作業を手伝つた。第一観測所のQueltehuesは、設備一切が完全で、電燈線もひかれていたため、仕事は順調にはかどり、３日間で観測を開始することができた。

第２観測所のPolcuraは、坑内の漏水が多く、作業に手間どつた。現地到着時には、コンクリート台が未完成であつたため、コンクリート台の完成を待つ間を利用して、坑外で、種々の指導を行なつた。残念なことに、工事担当者がコンクリート台の作製に手をぬき、岩盤に直接密着されていないことが判明し、年末年始にかけて、作りなおされた。

その間、派遣専門家は、未掘さくの観測用横坑の予定地を調査するため、Santiagoの北方約４７０KmのLa Serenaに足をのばし、所長とともに、候補地の１つである。Tololoを調査し、適当な場所として、ここに観測用横坑を掘さくすることを決定し、さらに、約２００Km北方のVallenarの近くAlgarroboの予定地を見た。しかしAlgrroboは岩質が悪く、また、観測所として必要な深さを掘ることは、地形から見

て期待できなかつたので、さらに、E. E.Gajardo 副所長と南方の Concepción の予定地を調査した。ここは、Polcura と対をなす観測所として、岩質、地形ともによく、坑道の最深部も、地表面から80mの深さとなるので適当と認め、ここに第5観測所を掘ることを決定した。

ついで、Rapel 観測所を視察した。坑道はすでにできあがり、コンクリート台を作製中であつたが、この場所は、出力30万KWの発電所のアーチダムの岸壁にあり、ダムの満水にしたがつて、もつとも応力のかかるところで、ダムの水位変化に伴なう岩盤の変形を調べるためには好適な場所であるが、地殻変動の観測そのものには、極めて不適当であると推断した。この場所を決定するについては、坑道の掘さくを依頼された電源開発公社が、ダムの水位変化による岩盤の動きを測定することに興味をもつており、ダムが完成する迄は暫定的に観測を続け完成後は約4Km下流の地点に、別に地殻変動観測用の横坑を掘さくするということで折合うという事情があつたわけである。

第2観測所の Polcura へは、その後、ふたたび、計器設置に赴き、33日間で観測開始の運びとなつた。

以上のように、現在、なお、予定した5観測所のうち、専門家の帰国直後、受入れ側自身の手で観測を開始された Rapel 観測所を合わせて、3カ所で観測が行なわれているにすぎない。そのうち、Rapel 観測所は、ダム完成後に移設の必要があり、Polcura 観測所は、日本と同じく、坑内の湿気が多く、観測はあまり順調ではない。現在、好調なのは、Queltehues 観測所1カ所という状態である。

Queltehues 観測所の外観、横坑内部およびそこで得られた観測記録の1例を、それぞれ第11.12および13図に示す。

派遣専門家の任国での滞在期間は97日であつた。その内訳は、観測用横坑内で計器設置作業および観測技術指導を行なつた日数が42日、観測所間を移動するに要した日数と、観測用横坑掘さく候補地の調査のために費した日数を合わせて17日、つぎの観測所への移動準備のために11日、研究所内での観測技術指導に16日、合計実働作業日数86日。ほかに、大使館、受入れ機関

などへの公式訪問と研究所、観測所の訪問見学などに１１日であつたが、その間に、１０ヵ所に計器を設置し、４ヵ所の観測候補地を調査したことになる。平均して、１ヵ所での観測計器設置と観測技術指導に要した日数は、準備と往復を含めて、７日以下で、日本国内の場合とほとんど同じ速さであつた。しかし、ペルー国内での移動範囲は約８００Km、チリ国内でのそれは南北に約1,０００Kmにもわたつたことを考えると、専門家自身でさえ、その順調さを驚くほどで、このような速さで計器の設置を行なうことは、とうてい予期されなかつたくらいである。これは、一つには、観測用横坑の諸設備が送付した設計図どおり完全に施行されていたためで、たとえば、伸縮計用の基礎ボルトの間隔の誤差が、５ｍの全長に対して１cm以下に、方位が角度1°以下におさえられていて、その正確さは、まつたく驚くばかりであつた。このように、受入れ側の準備態勢が予想以上によくて、何一つ手を加える必要がなく、能率的に仕事がはかどつたことと、いま一つには、危惧に反して、受入れ側の研究者たちが、専門家が要求した超過勤務や休日返上に対して、少しのためらいもみせず、きわめて熱心で、かつ、協力的であり、この計画に意慾をもつて参加し、指導を受入れたことによるものである。観測計器の設置を完了できなかつたチリにおいても、これらの点では、決してペルーにおとるものではなかつたが、さきにものべたように、多くの人たちの努力と援助にもかかわらず、結局、現在のところ、３ヵ所しか観測を開始していないのは、まつたく国内の特殊事情が災したものとしか考えられない。

現地に設置した観測計器は、その後、おおむね順調で、得られた観測記録は、受入れ機関にて保存され、その実物大の複写が、１ヵ月分ずつまとめて、専門家あて、送付されてきている。それらの例は、第７，１０および１３図に示されている。これとともに、観測週報と観測計器感度検定報告も送られてきている。それらの１例は、それぞれ、第１４および１５図に示す。

12. 観測所開所式

派遣専門家が、本計画にもとづき、地殻変動観測計器を設置したペルー国の８観測所のうちの１つであるGuadalupe観測所において、１９６６年１月１４日、開所式が行なわれた。専門家は、チリ国から帰国の途上、ふたたび、

ペルー国に立寄り、この開所式に出席した。

開所式の行なわれたGuadalupeは、ペルー国の首都リマ市の南方約300Kmにあるイカ市の近郊にあり、開所式には、在ペルー山津善衛特命全権大使、公共事業開発省ペルー地球物理学研究所長、イカ県知事をはじめ、30数名が参列して、盛大に行なわれ、本計画にもとづく共同観測の意義と、それを通して達成することのできる両国の国際親善への貢献が、極めて高く評価された。

これよりさき、Arequipa観測所でも、関係者多数が集まつて、開所式が盛大に行なわれた。

13. 技術指導の現段階に対する意見

日本国内において、1カ所の観測所を設けるためには、既存の坑道を探し、あるいは、掘さくに適当な位置を調査し、坑道借用などの契約をし、扉、電源、計器台などの設備工事を施し、計器設置にいたるまでに、少なくとも約半年が経過するのが普通である。ついで、計器を設置し、順調な記録がえられるようになるまで、さらに3カ月、すなわち、目的にかなう記録が連続して得られるまでは、まず、少なくとも半年以上は必要である。今回は、準備期間を合わせて、わずか3～4年の間に、13カ所の条件の良い観測所に、26台の傾斜計と、同数の伸縮計を設置し、観測をはじめたわけで、わが国で観測所を開始するのに要する手数と経費、さらに、観測所ができたとしても、それを維持するための経費と人員の不足を考えれば、日本はもとより、世界でも例のないことで、この点では、大成功であつたといえよう。

このことは、観測計器を設置したという事実だけについていえることである。たしかに、派遣専門家は、現地で、現在の状態を維持するために十分な観測技術を、一通りは指導した。しかし、予想されるような故障のすべてに対して、十分な指導を行ないえたとは考えられない。さらに、長期間の観測には、まつたく予期されない種々の事態の発生することが多く、これに対処できるのは、経験を積むことが第一である。実際問題として、起こりうる事態をすべて列挙して、それに対する対策をくまなく与えることは不可能であつて、事態発生の場にあつて、臨機に処理する以外に方法はないのであり、この

能力の修得の遅速は、指導期間の長短にかかつているわけである。

残されたより大きな問題は、観測技術の点にあるのではない。派遣専門家は、各地域に、約1カ月間滞在したが、その間、ほとんど計器の設置と取扱い方の指導に終始したため、地殻変動全般に関する研究成果の紹介、記録の整理および解析方法の指導など、ひざを交えて話合う時間的余裕はまつたくなかつた。問題は、今後、この段階で、技術指導を打切るならば、文書の交換だけで、どこまで観測が順調に行なわれるのであろうか、受入れ側が、みずからの手で、どこまで研究を発展させることができるか、ということである。前途は、決して、楽観的なものではない。

これに関して、ペルーのある研究者の言葉を、そのまま、ここに記せば、「あなたたちは、すでに、20年、30年の経験と成果を持つている。この経験したことやいままでの研究の結果をわれわれに教えてくれなければ、あなたたちのレベルにわれわれが追いつくのに、やはり、20年30年はかかるであろう。あなたたちは、子供を育てるときに、何事も体得すべきだといつて、そのまま放置するか。わかつていることを、すべて教えてくれて、そこから出発してこそ、研究の一層の進歩があるのではないか」。受入れ準備が万全で、とりわけ意慾的であつたペルー側、とくに、アレキパ地域では、指導期間の短かかつたことに、多少の不満を表明していたことは確かである。すでに、ペルー側からは、この点を補なうべく、滞日中の研修生に対して、記録の解析方法と地殻変動全般に対する指導を要求してきている。しかし、観測を主体とする研究者が観測現場をはなれて、観測に関する詳細な記述報告もなく、解析に必要な気象、海象、地震などの資料もなく、文書を交換するにしても1カ月近くかかる環境の下で複写された記録を前にして、机上の指導をすることが、どれほど効果があるかは極めて疑わしい。確かに、単なる講義ならば、現地に赴く必要はないが、専門家として一たび選ばれた以上、一体、どこまで指導をすれば、その責任を果たしたことになるのであろうか、本計画の本来の趣旨を、もう一度、考えなおしてみよう。

14. 将来の計画

(1) 本計画の真の意義と今後の問題点

今回の技術協力のそもそもの発端は、京都大学故西村英一教授が中心となり、ペルー、チリ、メキシコ3国の協力を得て、「環太平洋地震帯地域に観測計器を設置し、長期間にわたる観測結果をもとにして、地震の予知を試みよう」という構想のもとに立案されたもので、本計画は、正式には、「地震に伴なう地殻変動の国際共同観測」と呼ばれているものである。不幸にも、西村教授は、1964年3月、計画半ばにして急逝されたが、同教授の門下である一戸時雄教授をはじめ門下一同が、故人の遺志を継ぐべく本計画の継続を計つていた。メキシコは、受入れのための設備資金の点で脱落したが、ペルーおよびチリ両国政府は、この計画の重要性に鑑み、その規模の大きさを考慮して、本計画を、中南米技術協力計画のベースにのせて推進するのが最良の方法であると判断して、「地震予知と地震による災害の軽減の研究のため」に、専門家派遣の要請がなされ、海外技術協力事業団によつてとりあげられたわけである。

以上のように、本計画の本来の趣旨から見て、観測計器の設置や観測技術の指導が、技術協力の真の目的ではない。計器設置は、単なる手段であり、観測を続け、地震予知に役だつ資料を得て、それを利用し、解析し、みずからの手で研究が行なえるように指導することこそ、今回の技術指導の真の目的である。

ここで、自然現象の地球物理的観測という特殊な技術協力に付随する1.2の問題を考えねばならないと思う。第一に、この種の技術協力は、単なる技術指導におわるべきではなく、現在の汎世界的研究体制の気運から見て、同時に、国際共同観測となるべき性質のものであるということである。第二に、この種の観測は、かなり長期間にわたつて、精密な連続観測が必要であつて、しかも、直ちに成果のあがるような性質のものではなく、非常に地道なものであるために、もしこれを技術協力として取上げるならば、技術協力自身も、かなり永続的なものでなければならないということである。

本計画のごときは、そもそも、単なる技術協力上の問題ではなく、純然たる学術研究上の問題であり、したがつて、ユネスコ(Unesco)国際科学基金(National Science Foundations)、国際地球観測年特別委員会

太平洋学術会議、または、日米科学協力委員会などの機関や組織が取扱うべき事柄であるとも思われる。現に学問的な必要から、単に太平洋地域諸国にかぎらず、世界各地に、アメリカ合衆国から、優秀な計器が貸与または委託されて、着々と成果をあげている例がある。しかし、この種の観測は、その成果を生かしうる専門の研究者が、少数でも存在する国に対しては、大きな利益をもたらしている反面、観測経験のない国では、計器をもて余したり、自国で得られた観測資料を利用することもできない場合があり、計器貸与側の単なる手段に利用されている観がないでもない。また、はなはだしきは観測を委託されているだけで、資料の使用を許されていない場合もあるようである。いまさらのべるまでもなく、学問の態勢は、もはや旧時代のような植民地政策的なものであつてはならない。自然災害の防止、予知、予報に関する地球物理学的観測は、広く世界の国々、とりわけ地震に関しては、環太平洋諸国のすべての人々の問題であり、各国の協力によつて、問題の早期解決に進むべきであり、それによつてこそ、初めて、成果のあがるものである。

地殻変動の国際共同観測を行なうことは、研究上からも、きわめて重要な意義をもつている。にもかかわらず、環太平洋地域では、特定の地域を除いて、地殻変動の観測は、ほとんど行なわれていない。差当つての問題は、この方面の研究に関して、日本は、これらの国々に対して指導的役割を演じなければならないということである。その第一段階としては、当然、技術指導からはじめなければならない。技術協力なくしては、共同観測は行ない得ない現状である。

本計画も、技術指導という名を借りた委託観測になつてはならない。十分な技術指導を行なつて後、つぎには共同観測という態勢に持込むべきである。この意味で、第二の問題にかえるならば、計器設置をもつて技術協力が終了したのではなく、任国の研究者たちが、みずからの手で観測と研究が行なえるようになるまでは、技術指導の段階であり、ついで技術協力と共同観測が平行して行なわれる段階にはいり、最終的には、完全な共同観測に移行すべきものであると考える。それまでは、苦難の長い歳月を要するであろう。しかし、研究というものは、見かけの華やかなもの、短期

間に成果のあらわれるものよりも、このように地道なものをこそ、着実に積みあげていかなければならないのである。

今回の派遣は、観測計器の設置に関するかぎり、予想以上の成果を収めることができた。受入れ側としても、派遣専門家の任国滞在期間が限られていたために、差当つては、地殻変動全般にわたる指導よりは、派遣専門家の手で、全観測計器を設置することを望んでいたであろうと思われるので、その点では、満足したものと信じている。そして、今後、大した故障のないかぎり、現状を維持できるだけの観測技術の指導は行なうことができた。したがつて、一応、本計画は成功したように見える。さらに、受入れ側は、日本側とほぼ同額、あるいは、それ以上の経費を投じて、観測所の新設整備を行なつた。そのため、形の上では、共同観測として出発したことになり、京都大学防災研究所と受入れ側の3機関との間に、それぞれ、国際共同観測の協定書（巻末添付書類参照）が取交されたわけである。しかし、上述の観点から、さらに深く考えてみると、現状のままでは、受入れ側から、「観測だけを委託きれておりながら、その資料を十分に利用できない」という非難の声が起こつても、いたしかたがないのではなかろうかと、つくづく反省させられる。なぜならば、受入れ側は、記録の解析方法を知らず、したがつて、十分に観測資料を使いこなせないと思われるからである。本計画が、国際共同観測という名称のもとでなされる以上、観測の遂行に関して、日本側が現地側の協力を得るということではなく、あくまでも共同で行なうというのが、本来の建前である。技術協力は、その段階まで継続してなされる必要のあることを忘れてはならない。その意味で、今回の短期間の派遣は、大いにもの足りない感がする。ペルーにおいても、またチリにおいても、日本の科学技術に対しては、深い信頼と高い尊敬を払つており、日本の技術協力を通じて感知される対日感情は、すこぶるよいが、彼らの信頼と尊敬を裏切らないためにも、当該技術協力が、中途半端なもので終つてはならない。

すでに実施中の観測によつて得られる記録は、地震予知の研究にとつて、きわめて価値の高いものであり、少しでも、良い記録をとりたいというのが、研究者の希望である。一般に、この種の長期観測においては、担当者の意

慾と熱意が、そのまま観測の善し悪しを左右するもので、単に観測技術を指導するだけではなく、解析の方法を指導するとともに、その価値を十分知らしめ、意慾を高めるべきである。そのためには、緊密な連絡と協力が、絶対に必要である。そして、受入れ側にも、対等の立場で共同研究をするという意識を持たせることが必要である。原記録を受入れ側に保管し、日本側へはその複写を送るという協定は、この点において、大いに好感を持つて迎えられたようであるが、複写された記録は、どうしても、精度が低い。さらに、観測資料を解析するにさいしては、観測現場で得られた関係諸資料、とくに、気象、海象、地震の資料を、速やかに入手しなければならない。観測にしろ、解析にしろ、さらには、議論にしても、現地で、一緒に苦労しなければ、技術協力と共同観測の成果はあがらないし、国際的な研究も成りたたない。

国際親善のためにも、地震予知という人類の夢を実現させるためにも、さらにまた、十分な成果を期待して派遣を要請された日本の地震学と測地学の名誉のためにも、本計画を中途半端なものに終らせたくない。研究者としての立場から、海外技術協力事業団に、強く要望するところである。

(2) 残された当面の問題

① すでにのべたことから想像されるとおり、地殻変動は、総合的研究であるといつてよい。気象、海象、地震、測地、地質などのあらゆる資料を必要とし、解析に利用しなければならない。そのための研究の場は、観測現地でなければならない。現在、南米において地震観測を行なつているカーネギー研究所は、当初、現地で得られた記録を研究所にもちかえつて整理をしていたが、最近では、現地に資料センターを設け、現地で記録を整理し、誰でも使える態勢に移りつつある。今後、多数の研究者が渡航し、現地で指導と観測を続けることが必要なことはいうまでもないが、地殻変動全般の指導と共同研究を兼ねて、長期間、現地に滞在することも必要である。

受入れ機関は、決して人員に余裕があるわけではない。日本側としても、観測を維持するために必要な記録紙などを送るだけで、あとは、人手不足の受入れ側にだけまかせるということは、将来、得られる記録を

利用するさいに、きわめて不利であり、そのためにも、現地へ度々出張し、ともに観測を行なうことが必要である。

② 設置した計器は、きわめて精密かつ繊細なものであつて、湿気の多い坑内では、いたみも早く、3年ないし5年で代替を必要とする部分もかなりあり、根本的に修理調整の必要が生じる。今回は、経費の関係で、予備品はほとんど送付していない。また、現地に設置した計器は、あらゆる面で、十分改良されたものであるが、テスト期間が短かかつたために、その後、不完全な点が見出されている。これらの点は、今後、部分的に改良する必要がある。代替品や部分品などの送付も、一つの問題であり、また、今後、新らしく開発される計器を設置することも考えなければならない。とくに、伸縮計で、最大ひずみの方向と量を観測しようとすると、水平3成分を設置しなければならない。今回は、経費の関係で、2成分しか携行できなかつたが、これではどう考えても不完全であり、せつかくの観測資料の利用価値が半減する。伸縮計は、できるだけ早い機会に、ぜひ3成分に増設する必要がある。

③ チリでは、未完成の2観測所のほか、Rapel観測所が近く移設されることになる。ペルーでは、できれば、日変化の大きいGuadalupe観測所を移設したい。派遣専門家が任国滞在中、未完成であつたこれらの観測所の観測現場を知らずして、共同研究はありえない。

④ 今回は、受入れ側3機関相互での資料交換や今後の共同研究について、話合う機会がなかつた。ペルー側の2機関は、たがいに資料を交換しているが、ペルーとチリ相互には、話合いがついていない。これでは片手落ちであると考えられるので、関係4機関（京都大学防災研究所、ペルー地球物理学研究所、サン・アグスチン国立大学地球物理学研究所、チリ大学地球物理学・測地学教室）相互の共同研究に持こむ話合いの機会を、現地で持つべきである。

⑤ 現在、受入れ側から日本側へ送付されてきている記録は、必ずしも完全なものとはいえない。記録取替え者が不慣れなため計器がまだ安定していないということもあるかも知れないが、それにしても、かなりひどい状態のところもある。これは、多少指導側の責任でもあるが、要は任国での

滞在日数の不足によるものであつて、今後ももしこの点が改善されないとなると、とくに、チリの場合は、本計画そのものの成果を疑うような重要な問題が、持ちあがつてくることになろう。

(3) 研究者の立場としての今後の計画

ペルー、チリ両国をはじめ、中南米の太平洋側は、単に地殻変動観測のみならず、地震予知の総合的研究を行なう上で、モデル地域として極めて興味ある地域であり、資料の利用価値はすこぶる高い。とくに、地殻変動に関しては、日本のような複雑な構造の島孤と、いろいろな地殻物理学的現象の面で、類似性がありながら、地質構造上、かなり単調な大構造をもつこれらの地域との間で、地震の起こり方とそれに関係した地殻変動の様式が、どれだけの類似性があるか、あるいは、どれだけの相違があるのか、どの程度の規模の地域が、同じ様式をもつて運動しているのか、地質構造や地殻物理学上の諸現象とどれだけの関係があるのかなど、日本国内だけの観測では、決してわからない多くの問題が、解決できる可能性がある。そして、日本と中南米太平洋地域との間に、様式上の類似性が十分認められるならば、日本での研究結果と総合して地殻変動についての一つの法則性を見出すことができるであろうし、類似性がなければ、他地域での研究結果を当該地域に適用することができないので、将来、地震予知を行なうためには、予知を必要とする地域ごとに、その性質を調べつくさなければならないであろう。

何度ものべたように、資料の蓄積が鍵である地殻変動の観測においては、地震予知のための地殻変動の観測方法が確立されるまでは、スタートが1年遅れると、結果を得るのもまた1年遅れて、決して追いつくことのできないものである。

これらの意味で、今回は見送りとなつた北米と南米をつなぐ構造上興味のあるメキシコ、コロンビア、エクアドルなどにも、近い将来、ぜひ観測網を充実させる必要がある。また、今回は、設置することができなかつたペルーとチリの国境あたりからチリの北部にかけての地域、さらに、東のボリビアあたりまでは、南米大陸の構造と地殻物理学上の諸現象から見て、とくに興味深い地域である。これらの地域を、ペルー、チリ両国間の共同

研究の場として取上げるのは、まことに意義深いものと思われる。

単に地域を広げるばかりでなく、観測計器も、徐々に改良し、充実させて行きたいし、傾斜計伸縮計などによる観測だけでなく、検潮所の整備、測量の完全実施、そのほか各種の観測など、地震予知を目的とした共同研究の場は、無限に広がつている。

最初の計画どおり、中南米諸国との共同観測の体制が確立すれば、将来、太平洋をとりまく他の諸国との国際共同研究にまで発展させたい希望をもつている。現在、国内の地震予知研究計画は、着々と進行しているが、決して歩みの早いものではない。地震予知を推進するためだけでなく、多くの国とともに共同観測をし、多数の資料を共同で利用することが、いかに有意義であるかは、いまさらのべるまでもない。残念ながら、地震のひん発する環太平洋諸国から東南アジア、中近東にかけては、低開発国が多い。共同観測の第一歩は、技術指導からはじめなければならない。海外技術協力事業団に期待するところ、まことに大なるものがある。

15. む　す　び

すでにのべたように、派遣専門家が任国に滞在中は、日程が緊迫していたため、1日の休養をとる余裕もなく、連日、午前7時ないし8時にはホテルを出発して観測所に向かい、ホテルに帰りつくのは、早くても午後8時、おそいときには午後12時を越えることも珍らしくなかつた。そんな場合、夕食を食べることができなかつたこともあつた。さいわい、専門家3名は、派遣期間中、過重労働と甚少睡眠時間にもかかわらず、病魔におかされることもなく、極めて元気に、任務を遂行することができた。病魔が侵入する余地さえなかつたほど多忙であつたというのが、いつわらざる状態であつた。

ペルー国においては、現地の受入れ準備が完了していたので、必浅りなく地殻変動観測計器の設置と観測技術の指導を終了し、予定どおり、任務を遂行することができたが、これは受入れ機関の関係者はもちろん、在ペルー日本国大使館の各位、それに加えて、在留邦人の温かい援助の賜物であつた。また、チリ国では、一部の観測計器の通関手続の遅延、観測用横坑の準備不足など、予想外の事態が続発したため、予定どおりには任務を遂行すること

はできなかつたが、専門家の手によつて観測計器を設置することができなかつた2観測所については、専門家が任国を離任後、観測所さえ完成すれば、現地人（チリ大学地球物理学・測地学教室職員）だけによつて、全観測計器が設置できるよう、十分な技術の指導を与えた。したがつて、これら未完成の2観測所についても、観測技術の指導という見地からは、十分、その任務を果たし得たものと信じている。専門家が、チリ国に滞在中に、専門家に寄せられた在チリ日本国大使館の各位の援助には、心から感謝している。ペルー国でも、チリ国でも、受入れ側の研究所の所長以下全職員が、つねに、専門家の行動に、全面的に協力してくれたことは、なにものにも増してありがたいことであつた。とりわけ、チリ国では、すでにのべたように、観測所の新設経費が、一般公社から支給されていた関係上、観測所の準備不足に対して、チリ大学地球物理学・測地学教室所長としても強いことはいえず、苦しい立場にあつたことと思われる。このような苦境にありながら、所長以下関係者一同が、つねに誠意をもつて事態の早期解決に努力したことは、深く専門家の心をうつことであつた。

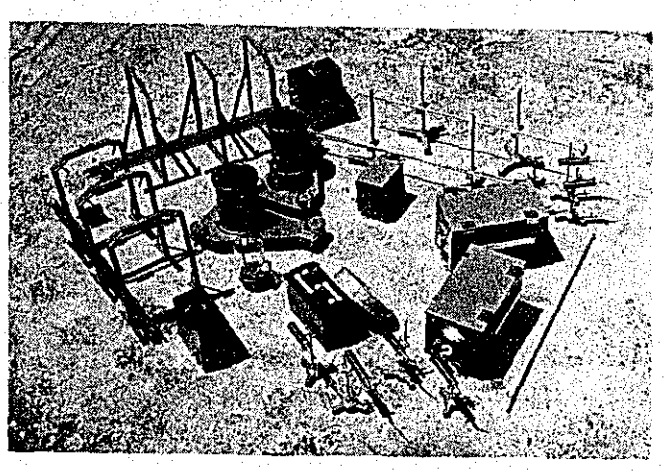
このように、極めて短期間の派遣であつたとはいえ、地殻変動観測計器設置ならびに観測技術指導に関しては、予想外の収穫をおさめることができた。その後、各観測所で得られた観測記録の複写は、続々と送付されてきている。観測記録から、すべての観測計器は、徐々に、定常状態におちつきつつあることが、うかがわれる。しかし、この種の観測は、その性格から考えて、派遣期間中に、成果があがるものではなく、少なくとも10年以上にわたり、たえまない努力をすることによつて、はじめて達せられるものである。

今回、ペルー国およびチリ国へ設置した地殻変動の観測計器は、なにぶんにも、極めて高感度の、しかも、デリケートなものであり、その上、観測すべき量は、極めて微少であるので、専門家が、たびたび観測所を巡回して、定期的に、観測計器を点検することが、絶対に必要である。さらに、この計画が、より豊かな実りをおさめるためには、現地の職員を日本に招き、高度の観測技術と、観測資料の解釈についての高級な知識を与えることが必要である。

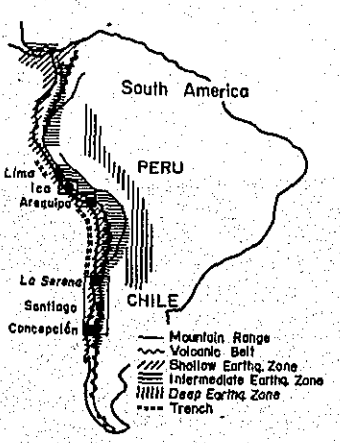
終りにのぞみ、外務省、海外技術協力事業団、在ペルー日本国大使館、在

チリ日本国大使館、ペルー国公共事業開発省ペルー地球物理学研究所、ペルー国サン・アグスチン国立大学地球物理学研究所、チリ国チリ大学地球物理学・測地学教室をはじめ、本計画の実施に援助を惜しまれなかつた各位に、衷心から謝意を表する次第である。

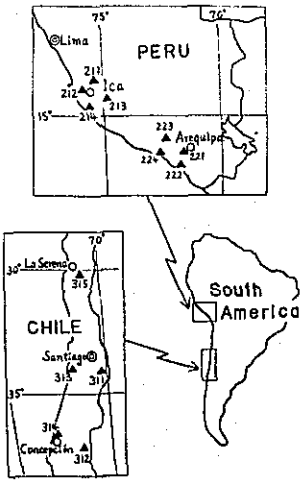
京都大学防災研究所とペルー公共事業開発省ペルー地球物理学研究所、サン・アグスチン国立大学地球物理学研究所およびチリ大学地球物理学・測地学教室の、今後１０年以上にわたるたゆまない協力と努力とそが、本計画をみのらせる最大の原動力であり、また、この計画が、みのり多い収穫をおさめることを願いつつ、この稿をとじる。

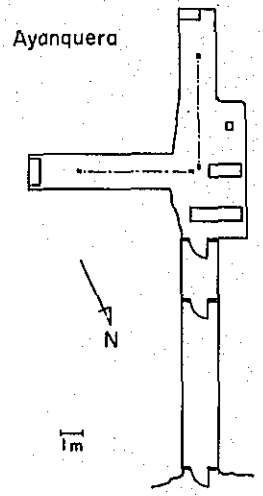


第１図　地殻変動観測計器（１観測所分）

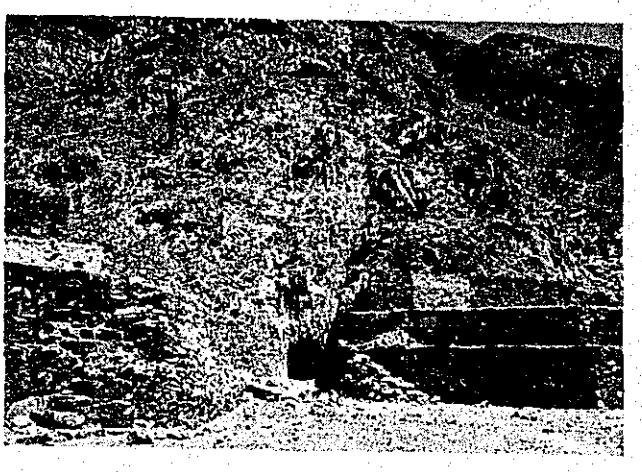


第　2　図

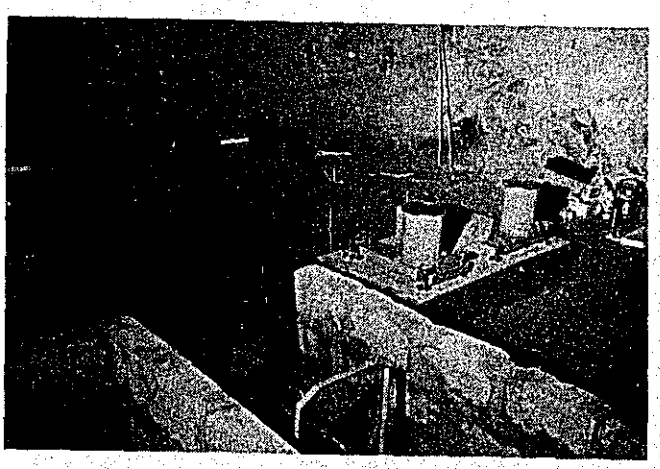




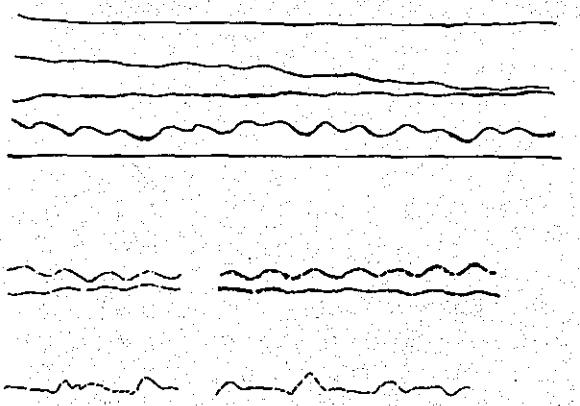
第３図　地殻変動観測所配置図　　第４図　観測用横坑（例）



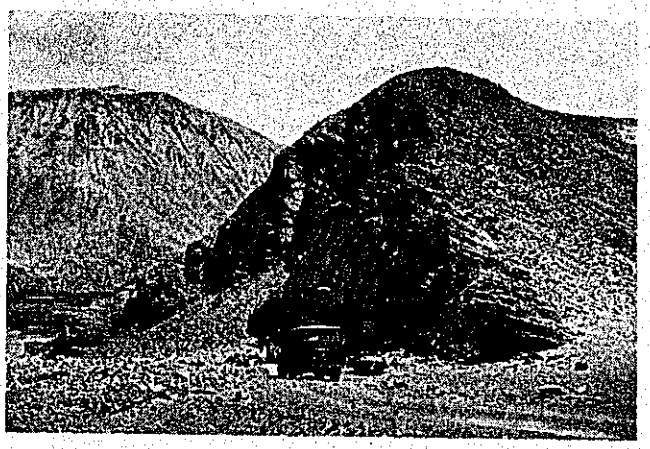
第５図　Saramarca 観測所遠景



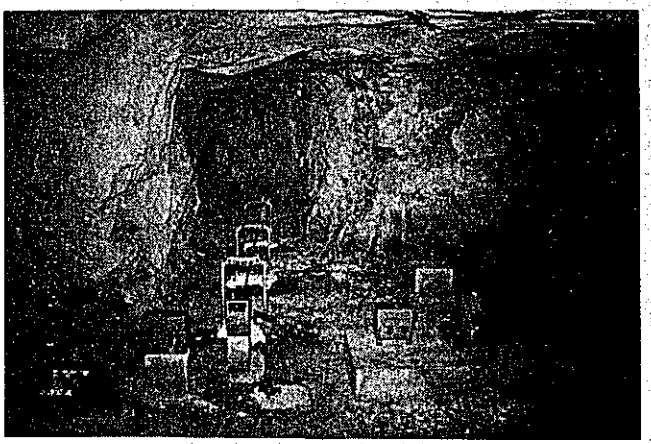
第６図　Zamaca 観測所内部



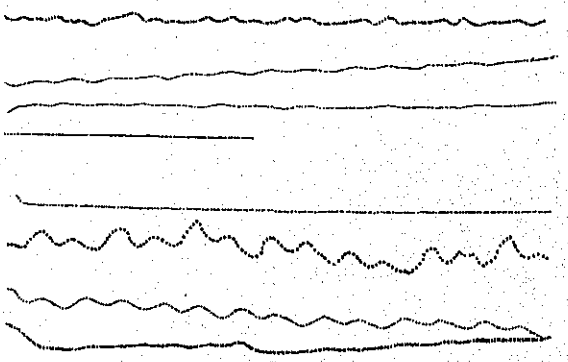
第７図　Condor 観測所で得られた観測記録（例）



第８図　Ayanquera 観測所遠景

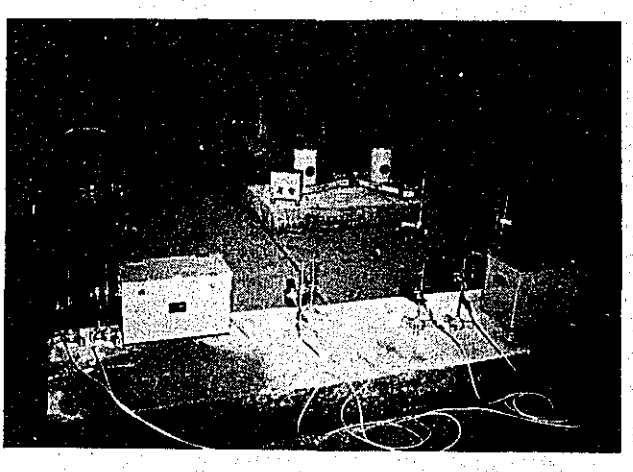


第９図　Arequipa 観測所内部

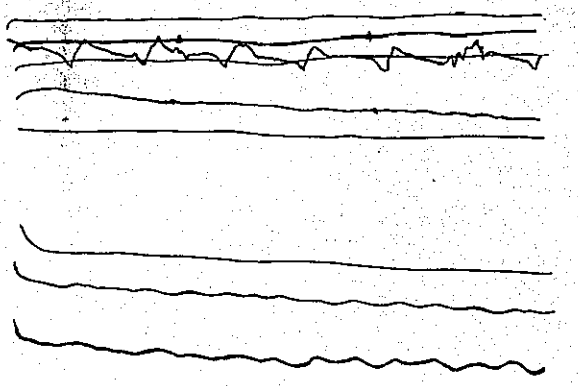


第１０図　Arequipa 観測所で得られた観測記録（例）

第１１図　Queltehues 観測所遠景



第１２図　Queltehues 観測所内部



第１３図　Queltehues 観測所で得られた観測記録（例）

OBSERVACION COOPERATIVA INTERNACIONAL DE MOVIMIENTOS CORTICALES
INTERNATIONAL COOPERATIVE OBSERVATION OF CRUSTAL MOVEMENTS

Universidad Nacional de San Agustín
Instituto Geofísico
Arequipa, Perú

Kyoto University
Director Disaster Prevention Research Institute
Kyoto, Japan

INFORME SEMANAL DE MANTENIMIENTO
WEEKLY MAINTENANCE REPORT

Nombre de la Estación / Name of Station: AP_QUIRA
Codificación / Codes: 2212166
Fecha / Date: MAY 23, 1966

A. Hora de ingreso al tunel / Time of entering tunnel: 12 h 40 m

B. Puntos luminosos: / Light spots:

1. Posición / Position

2. Distancias al punto de referencia (*) en mm. / Distances from standard point (*) in mm.

E_r 43, E_p 15, T_r (A) 64, T_p (B) 30
M 58, P 114, T 172, O 28

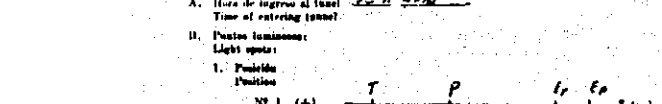
C. Hora de salida del registro / Time record taken off drum: 13 h 43 m

D. Cambio de baterías / Battery change: Yes

E. Cuerda a los relojes, Nº 1 Yes, Nº 2 Yes.
Wind clocks

F. Hora de retirada del nuevo registro / Time new record on drum: 22 h 58 m

G. Nueva posición de los puntos luminosos / New position of light spots



E_r : 145
E_p : 46
P : 132
T : 204
A : 50
B : 39
O : 31
BB : 125

H. Ajustes hechos para obtener la nueva posición / Adjustments made to attain above positions

1. Ninguno / None

2. Como sigue: / As follows:

(A) Se movieron las lámparas a la izquierda o derecha (L, R) / Lamps moved left or right (L, R)

(B) Se movieron los micrómetros. (Número de vueltas y dirección (POSITIVO, izquierda, cuando el punto correspondiente se mueve hacia el tope del registro, y NEGATIVO, derecha, cuando el movimiento es hacia la base)).
Micrometers turned, (Number of turns and direction (POSITIVE, left, when corresponding spots move up trace, and NEGATIVE, right, when movement is downtrace)).

	(A)	(B)
E_r		
E_p		
T_r (A)		
T_p (B)		

	(A)	(B)
M		
P		
T		
O		

I. Fecha en que se preparó fijador y número de mes / Date fixer prepared and number of mes: APR 01, (7)

J. Observaciones: / Observations: REPLACE OF THE TIME MARK AT 18h y 1m 30s
2) 1m 30s
17h y 1m 35s
4) 2m 53s
18h y 2m 10s
4) 1m 40s

1. Sismológicas: / Seismological: LAMPS FOR Tr AND O REPLACED.

2. Meteorológicas: / Meteorological:

3. Accidentes artificiales: / Artificial accidents:

4. De carácter general: / General remarks: SENSITIVITY MEASUREMENT
[illegible] TRANSFER, SUNSET 18 p.m.

Dario A. Sicoli
Nombre del operador / Operators name printed

Firma / Signature

第１４図　地殻変動観測週報（例）

OBSERVACION COMPARATIVA INTERNACIONAL DE MOVIMIENTOS CORTICALES
INTERNATIONAL COMPARATIVE OBSERVATION OF CRUSTAL MOVEMENTS

Universidad Nacional de San Agustín
Instituto Geofísico
Arequipa, Perú

Kyoto University
Disaster Prevention Research Institute
Kyoto, Japan

INFORME DE SENSITIVIDAD
SENSITIVITY REPORT

Nº 1 (ORIGINAL)

Number of the station / Name of station: AREQUIPA

Fecha de verificación / Date of measurement: MAY 23, 1966

A. Razón para el cambio de sensitividad:
Reason for change in sensitivity:

1. Natural ✓
2. Artificial
3. Reparación de la suspensión / Repair suspension: ON M DATE: NOV 03, 1965 (INSTALLED) MAY 23, 1966 (ARTIFICIAL)

B. Resultados de las mediciones:
Measurement results:

1. Distancia óptica en centímetros:
Optical distances in cm.:

X_r 214 P 193
X_p 229.5 T 199
T_r (A) 206.5 M 397
T_p (B) 207

2. Periodos en segundos:
Periods in seconds:

T_r 28.8 CORRECTED TO 30.7
T_p 28.8 " " 30.5
M 3.6

3. Desplazamiento de las puntas luminosas por cada vuelta completa del micrómetro, en mm.
Displacement of light spots for each full turn of screw in mm.

X_r 83 at 400cm
X_p 174 at 230cm

(Distancia de la lente a la escala: 4.6 m) (Fig 06)
(Distance from lens to scale:) (Fig 07)

4. Longitud de la fibra de bronce-fósforo e intervalo entre los dos soportes superiores, en centímetros.
Length of phosphor bronze fiber and interval between two upper holders, in cm.

	P	T	M
Longitud / Length	7.0 - 6.5	7.0 - 6.5	8.9
Intervalo / Interval	0.6	0.5	

SUSPENSION FOR M WAS 9.8cm UNTIL NOV 03, 1965, AFTER THIS DATE MAY 23 TODAY IT WAS AGAIN 9.8cm BEFORE [illegible] PLACED

D.A. Simon
Supervisor

第１５図　観測計器感度検定報告（例）