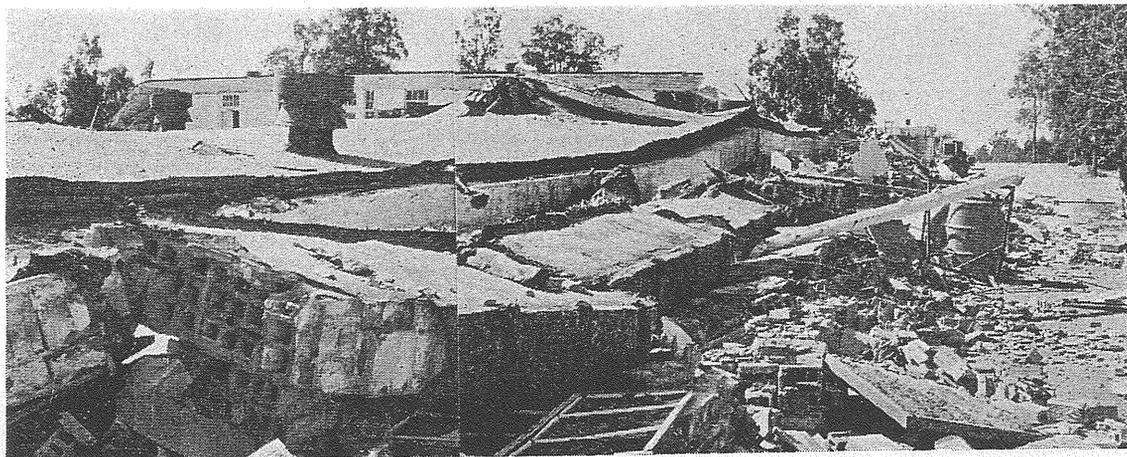


現在 前者は22地点で常時観測しており そのうち 9地点は 電話線によって 研究所内で遠隔記録している。この点は 日本の気象庁観測網と大同小異で 観測地点数はむしろより少ない。しかし その分布がよい上に 観測点の地盤が概してより良く 雑微動などの障害も少ない観測適地を選んであるので 同州南半部におきるいわゆる大・中・小地震 ($M \geq 3$) は メキシコとの国境ぞいのごく狭い地域を除き 洩れなく記録し 震源なども的確にきめられる。なお 気象庁も 同程度を目標に 全国地震観測網の整備を推進中であるが 種々の都合で 地震計を既存の気象官署に置くことにしているので 雑微動などの障害に悩まされがちである。しかし 地震についての通報観測体制 つまり 地震

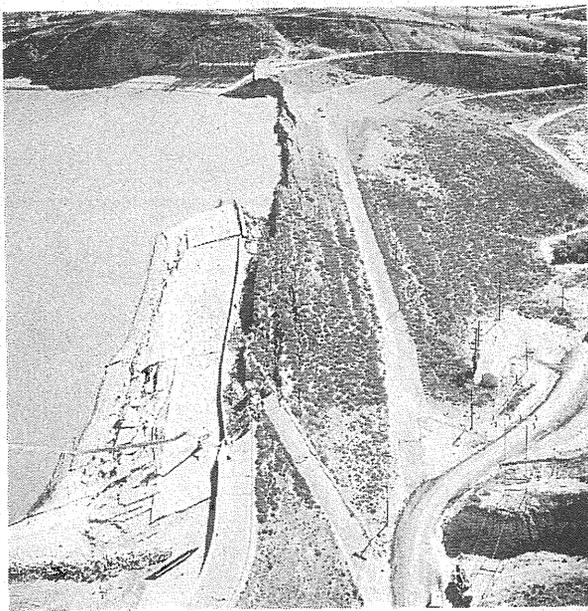
情報の作成・発表などの点では 気象庁のような業務的に一貫した現業体制はできていない。ふつう 感震器のベルで 職員が研究所へ駆けつけるのに約20分かかるといふが 気象庁では そのくらの間に 地震情報や津波予報などを出してしまう。もっとも 今回は 偶然に大学院学生が出てきていたので すぐに作業にとりかかったという。また 地震情報は 慣習的に関係行政・報道機関や同類の調査研究機関へ通報するが 同時送信施設などはなく 一般電話で順次個別的に知らせているので 混雑してなかなかはかどらないという。担当のC. R. アレン教授は BBC や NHK のような 国営ないし公共放送が米国にはないことも 地震情報の敏速な伝達には不便だともらしていた。



被災した復員軍人病院の一部



空からみた復員軍人病院（こわれた所はすでにかたづけられてあった）
ここでは入院患者87名中の45名が死亡した



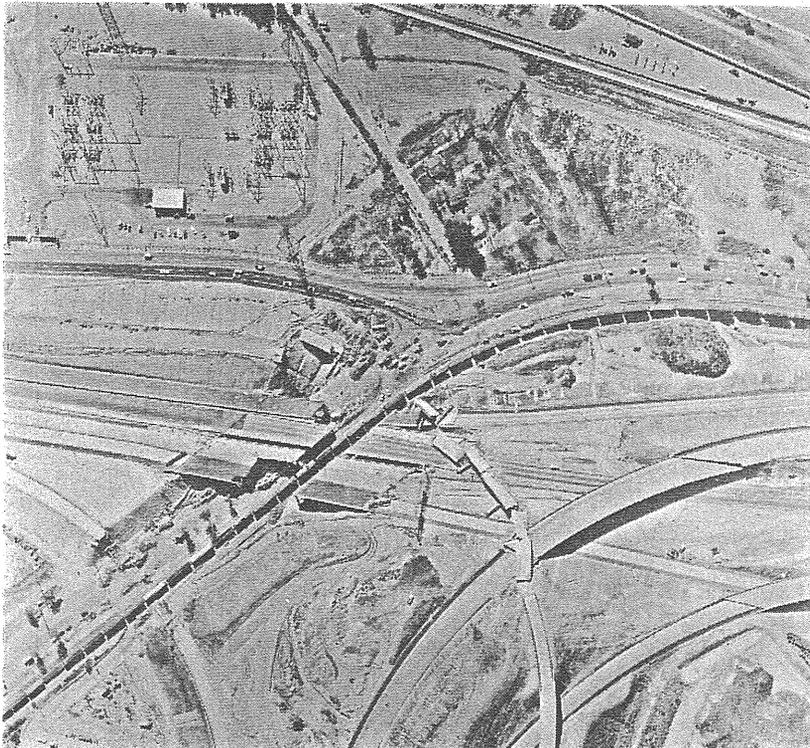
地震で決壊にひんしたバンノーマンダム（あと約150cmダムがくずれると決壊するところであった）

アレン教授は 日本の事情にも精通しており 気象庁流の現業体制の整備が望ましいと考えてはいるが 大学の研究所としてなし得る限界があることも自覚していた。さりとして この業務を 後述するように 近年 同州内

に精密な地震観測網を急速に展開しつつある USGS (地質調査所) や NOAA (海洋大気庁) が肩代りすることも むずかしそうである。ロサンゼルス付近は 1933年3月11日のロングビーチの地震 (M=6.3 死者約120名) 52年7月21日のカーン県の地震 (M=7.7 死者11名) と今回の地震で このところ 19年間隔で震災を受けてきたが カリフォルニア州全体としては 日本ほどは多くなく かつ 同州における地震観測事業の既述のような歴史的経緯などからみても 現状の大幅な変更はできそうもない。諸機関が雑然と入り乱れて同種の観測網を張っている点は 日本の現状とよく似ている。けれども 今回の地震では 余震などについてのデマはかなりよく防止できたという。これは 地震そのものがあまり大規模でなく 震災も局所的だったことなどにもよるが 民間放送各局が こぞって地震情報の伝達に協力したこと 一般市



断層の末端部において 地面の圧縮により持ち上げられた舗装面



破壊された高速道路

民もコミュニティ意識が強 互助の精神が身につ いては ねあがりの言動をつつしんだことなどの賜でもあるようである。

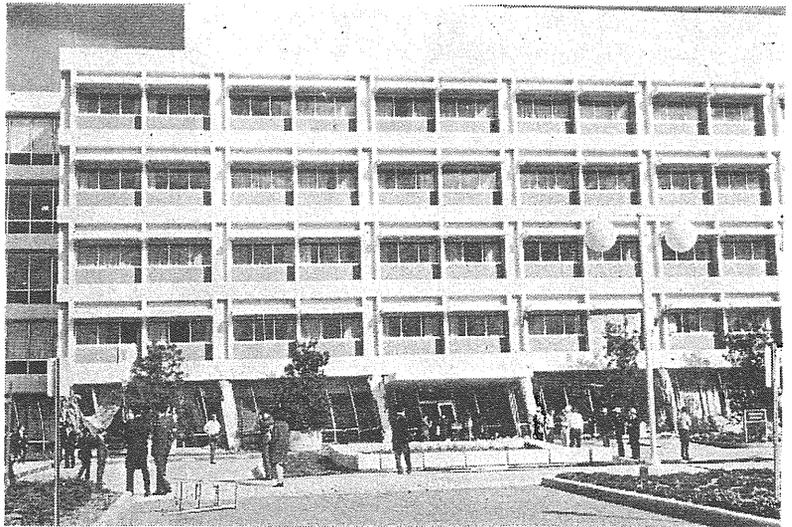
ところで延々 1,200km 余にわたる幅数 10km のサンアンドレアス断層地帯 特にサンフランシスコ〜ロサンゼルス間 (約 600km) には サンフランシスコにある NOAA の地震メカニズム研究所や そのやや南のメンロパークにある USGS の国立地震研究センターも 地震・地殻変動などのすばらしい観測網を張りめぐらせている。両者とも電話線による隔測・電算機による資料解析などで 能率化・省力化がはかられている。

たとえば 国立地震研究センターは おもに地震予知の研究のため この地帯に 5~10km 間隔で 約90地点の常時地震観測網を展開して 規模 $M \geq 0$ の地震を確実にとらえ 震源などもきめている。なお 日本の気象庁は各観測点に上下・水平方向の3成分の地震計を置いているが ここでは上下動1成分が原則である。また 昨年1年間に震源などをきめた地震の数は 気象庁の約580個に対して ここでは約2,000個であるという。つまり 日本の地震予知研究計画によるいわゆる特定地域で 諸大学などが常時観測施設を整備してきた微小地震 ($3 > M \geq 1$) はもとより 機動観測班がねらう極微小地震 ($M < 1$) まで 広大な地帯で常時観測している。なお USGSでは この断層地帯の地質学的精査も意欲的に推進しつつある。

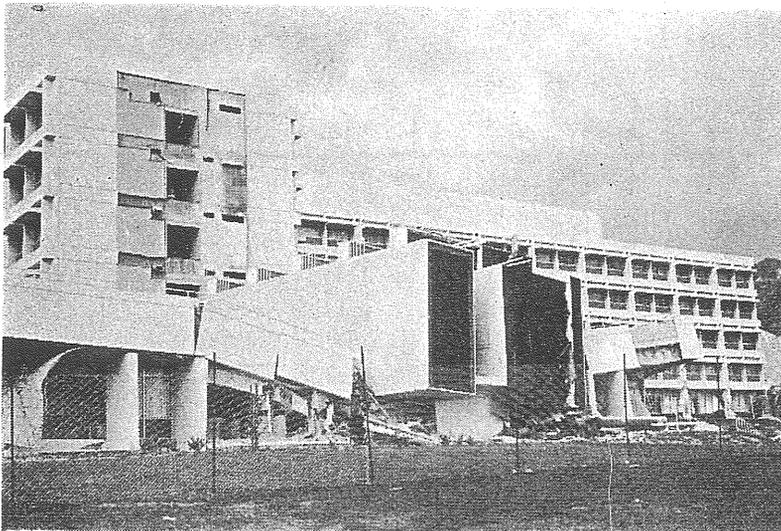


つぶれた家 (もとは二階建の家であった)

また 今回の地震発生後 即日 CALTEC USGS N OAA などが 各種の緊急調査を開始した。たとえば 地震観測については 上記3機関と米国東部から参加のコロンビア大学が相連係して 計約40地点増設した。米国の関係諸機関がこのように連係して地震についての緊急観測を行なったのは 1964年3月27日のアラスカ地震が皮切りで 今回は2回目である。これは 日本では既にしばし



オリーブビュー病院 昨年(1970年)クリスマスに竣工したばかりで最新式の建物のはずであった。



オリーブビュー病院

ば行なわれていることであるが 米国でも漸く定着しつつあるといえよう。

さらに カリフォルニア州内のビル・橋梁・ダムなどには強震計・簡易強震計が各 200 余も設置されており その半数はロサンゼルス地域にある。上・中・下層の 3 か所に強震計が置いてあるビルも少なくない。大部分は民有であるが すべてをサンフランシスコにある NOAA の地震野外調査所が管理し 記録の解析 資料の整理・刊行を行なっている。もっとも 今回の強震記録の処理のためには 諸大学などの専門家をも含めた 特別の委員会 (委員長はサンフランシスコ市在住の工学者 D. F. モーラン博士) が設けられ 地震動の強さと被害の出方の関係などを徹底的に究明するという。

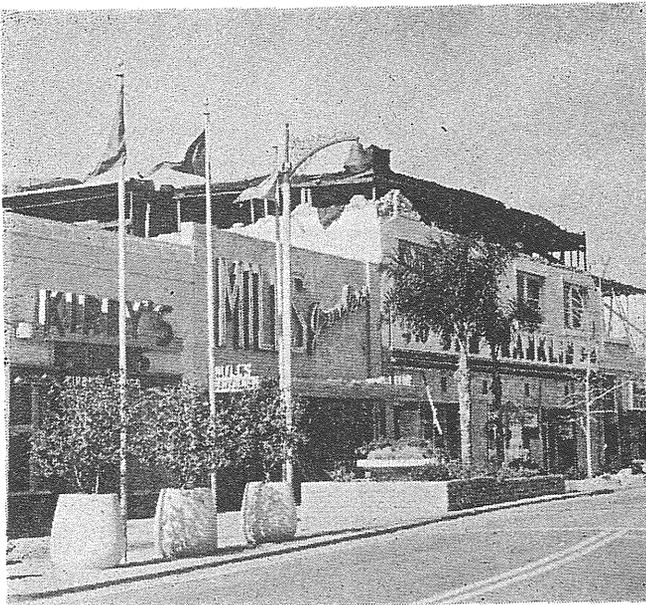
なお これらの強震記録のコピーは 天然資源の利用に関する日米政府間会議の耐震耐風専門部会の取りきめで 後日 日本(科学技術庁国立防災科学技術センター)へも寄贈されるはずである (注: この強震観測の成果は本年5月 東京で開催の該専門部会第3回会議でも米国側から発表)。

とにかく このように 今回の地震は 現在 各種の観測が世界で最もよく整備された地域で発生した。従って 世界史上 最もよく計測された地震ともいえるわけで その観測研究の成果が特に期待される。さらに 既述の如く 日本が海外の災害調査に各方面の専門家をたくさん特派したのも 全く空前のことであった。

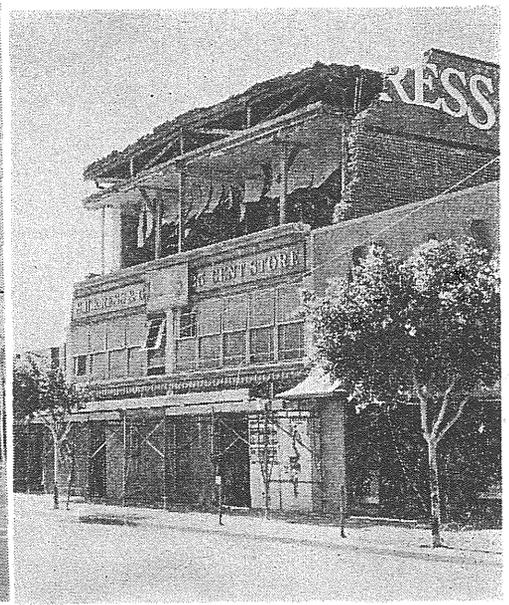
今回の地震の実態

パサデナ地震研究所の2月22日の暫定発表によれば この地震の震央は ロサンゼルス市役所などがある同市中枢部の北方約40kmの地点(ニューホールの東方約14km)で 震源の深さは10km程度 規模 $M=6.6$ である。これらの数値は 後日 地震観測資料の精査で 多少は訂正される可能性があることは言うまでもない。アレン教授の話では 震央の位置の誤差は 3km 以内である。震源の深さは 震央の至近距離に地震観測点がなく 付近の地下構造もよく究明されていなかったのが 明確にきめがたいが 10km よりかなり浅い恐れがあるという。(NOAA は先に $M=6.5$ と発表)

この発表当時 震度分布はまだよくとりまとめられていなかった。日本では 各地の気象官署が地震計で観測すると同時に震度も観測するので 地震情報第1号にも一応の震度分布が盛りこまれており テレビなどには震度分布図も出されるのが通例である。ところが カリフォルニア州の地震観測は どの機関でも遠隔記録が普及していて 無人の観測点が多い上に 隔測でない観測点でも委託観測が多いので 日本の気象庁流に 即座に震度分布図を作成するというわけにはいかないのである。しかし 既述のように 強震計・簡易強震計の観測が充実しているので それらの記録の解析から 後日 科学的に信ぴょう性の大きい地震動の最大加速度の分布図が得られる。さらに それをもとにし かつ 各地へのアンケート調査を行なえば しっかりしたいわゆる



サンフェルナンド地区の商店街の被災状況



サンフェルナンド地区。のきなみこのような被災状況であった。

震度分布図も作成できるわけである。一長一短があるが お国ぶりの相違ともいえよう。

この地震はいわゆる中地震 ($7 > M \geq 5$) であるが震源が浅く かつ 大都市の近郊に起きたために 相当の被害を出した。しかし 惨害を受けたのは ロサンゼルス市北部の住宅地であるサンフェルナンド地区に限られ 市の中枢部をはじめ 大部分の区域は軽微な被害ですんだ。海外における最大の日系人街と称される「リトル・トーキョー」には 老朽家屋が多いが 大被害を受けたのは無人の空家など 2棟だけであった。それで この地震は 当初はロサンゼルス地震と称されたが 数日後に サンフェルナンド地震と正式に命名された。

とにかく この暫定震央は 同市の北郊をほぼ東西に走るサンガブリエル山脈(脊梁は海拔1,200m程度)の北斜面で 海拔600m前後の所である。震源地付近の地質構造はかなり複雑であるが この地域には基盤の花崗岩～閃緑岩類が広く露頭している。新・旧の第三紀層もかなり広く分布しており 震央の南方10～20kmのサンフェルナンド地区(海拔400～300m程度)や 西方のニューホール地区などの平坦地は沖積層(サンフェルナンド地区で厚さ約100m)でおおわれている。しかし京浜地方などに比較すれば かなりよい地盤といえよう。それに この地方一帯は雨が少なく 年間降水量は東京の約5分の1の300mm程度にすぎない。私が「短期間の調査で 野外も見て歩きたいので 天気具合も気になる」と言ったら UCLA(ロサンゼルスのカリフォルニア大学)のC.M.デューク教授(工学)の夫人に「それだけは 心配するにはおよびません」と笑われたほどである。結果的にも 8日間のロサンゼルス市滞在中 雨に災された日は1日もなかった。とにかく地下水面も低い(サンフェルナンド地区で深さ12～15m)乾燥地のため 地震動の強さの割には 山崩れ 地すべりなどは少なかった。また このような気候のため 木造家屋などは軽量な屋根ですみ その倒壊などの防止軽減にも役立ったようである。最も惨害を受けたサンフェルナンド地区の住宅群でも 完全にペシャンコにつぶれた家はごく少なかった。元来 宅地にゆとりがあるので 住宅は平家が圧倒的に多いが ある傾斜地の住宅群の中で たった1軒あった2階建の家だけが 大被害を受け 階下が完全につぶれて まるで平家ようになっていたのが 印象的であった。もっとも これは この地震でもよく見かけられることである。

関係の人々から聴いた情報を総合すると 気象庁震度

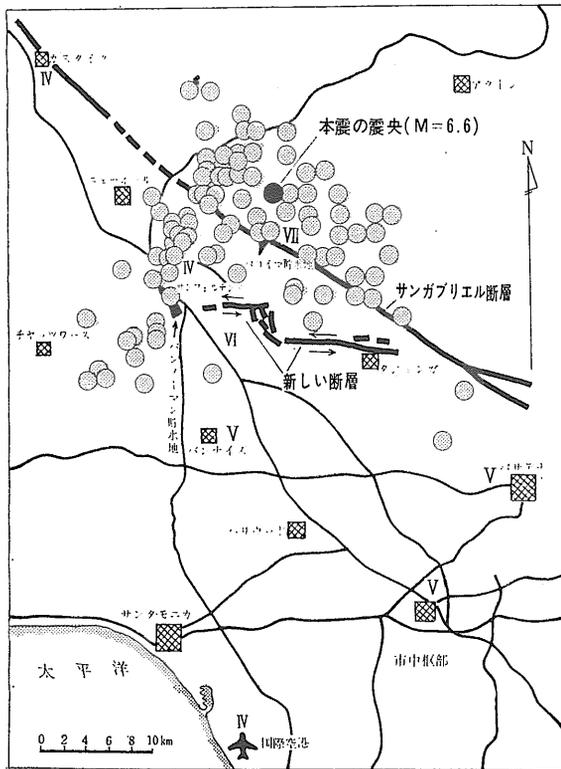


窓ガラスの大半が割れてしまったロサンゼルス市警察本部

階(注:米国では12階級の改正メルカリ震度階を使用)による各地の震度は 暫定震央の南方約7kmのパコイマ・ダムではVII(強震計で測定された最大加速度は3成分とも約1Gで 地震動の測定値としては世界新記録)サンフェルナンドなどではVI 北ハリウッドから市中枢部にかけてはV 国際空港付近やロングビーチなどではIVであった。皮肉なことは 最も耐震的であるべき病院や市警察本部が周囲の建物に比べて 被害が大きかったことである。前者については既に述べた。警察本部は市の中枢部にあり 隣の市役所をはじめ 付近のビルなどには被害らしい被害は全くなかったが 警察の庁舎だけは 窓ガラスの大半が破壊された。このような時には 職務上 特に多忙なためか 2月末に私達が同市を離れるまで 新しいガラスは入れられず ベニヤ板などが張られていた。このビルだけ 窓にゴムのパッキングがはめてなかったためだという話であった。地震が起きたのが早朝で 付近に人がいなかったので 落下したガラス破片による死傷者はなかったという。気象庁や地質調査所なども 商売がら 震度V程度でこのようなぶざまな被害は出したくないものである。

また 遠方では カリフォルニア州のフレズノ(震央から約320km) ネバダ州のトノパ(約460km)・ラスベガス(約380km)や メキシコ領バジャカリフォルニアまで有感であった。気象庁の有感距離による地震の分類では いわゆる顕著地震(有感半径300km以上)であった。なお 同州のストックトン(約550km)やサンフランシスコ(約560km)でも ビル上では感じた人もあったとのことである。

この地震に伴い 暫定震央の南方10～15kmほどの所を通り ほぼ東西に走る雁行状の左向き斜め移動の逆断

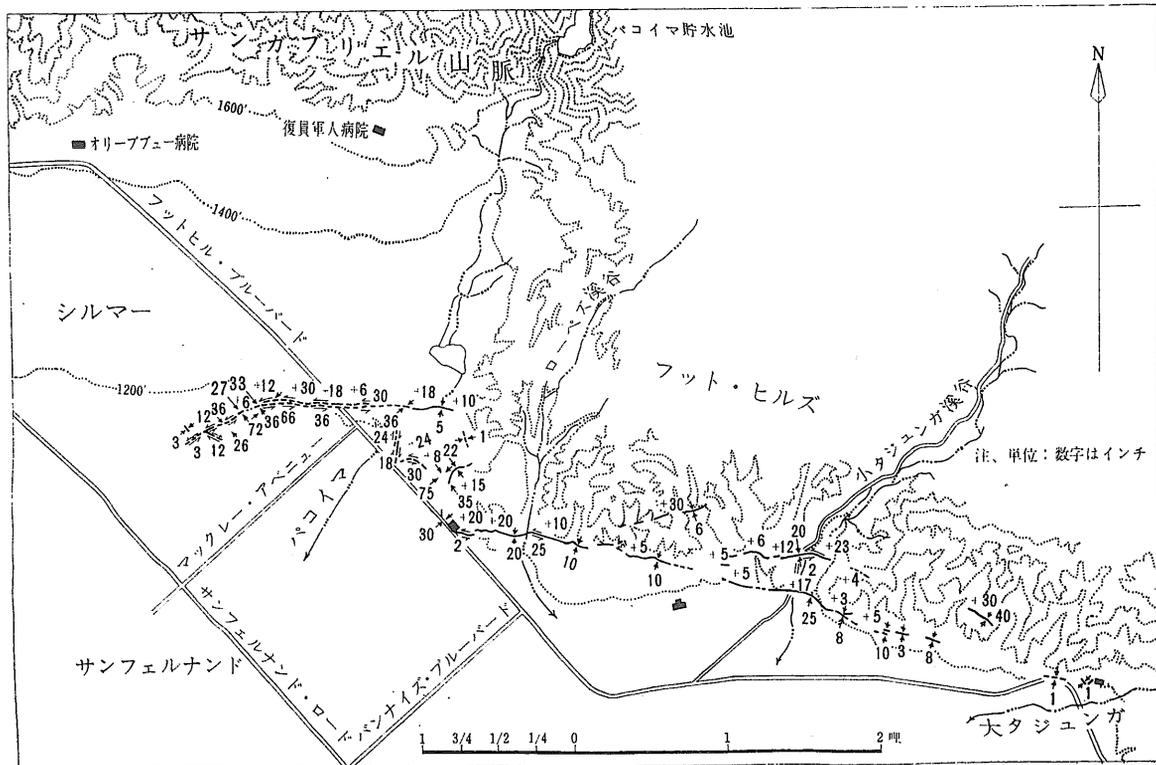


第2図 1971.2.9のサンフェルナンド地震と以後 2.21までのM \geq 3の余震の震央

層 (left-lateral oblique slip, reverse fault) が出現した。断層面の傾斜は 地表付近では北へ $60^{\circ}\sim 50^{\circ}$ であるが 地下深くなるにつれて減少しており 震源付近では 30° 程度と推定されている。現場を案内して下さったメンロパークのUSGS (アラスカ鉱物資源部) のR. カチャンドリアン氏によれば 念のため 早速 断層線の近くで 深さ37フィートほどボーリングしてみたが 31フィートで断層面に出会ったが 目標は32フィートだったので 誤差はたった1フィートだけだったとのことである。さすがはアメリカらしい敏速さである。

この新断層線は10数 km にわたって認められ 上下・水平方向のずれは それぞれ最大約2 mである。新断層の地質学的な調査は USGSのほか CALTECでも行なっている。第3図は後者の調査の成果で 未刊行のものを アレン教授の格別のご好意で 提供していただいた貴重な資料なので 特にその旨 断わっておく。なお この地震で惨害を受けたのは ほとんど この断層線以北だけであった。

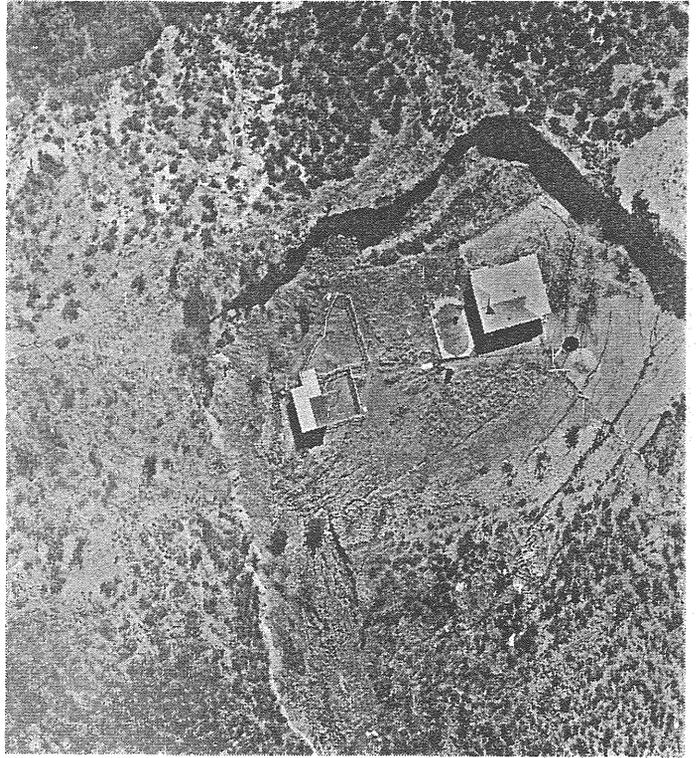
パサデナ地震観測所の観測によれば 余震は 度数・規模Mともに 多少の消長を示しながらも 急速かつ順調に減衰し 震災の拡大や人心の動揺の防止にも幸い



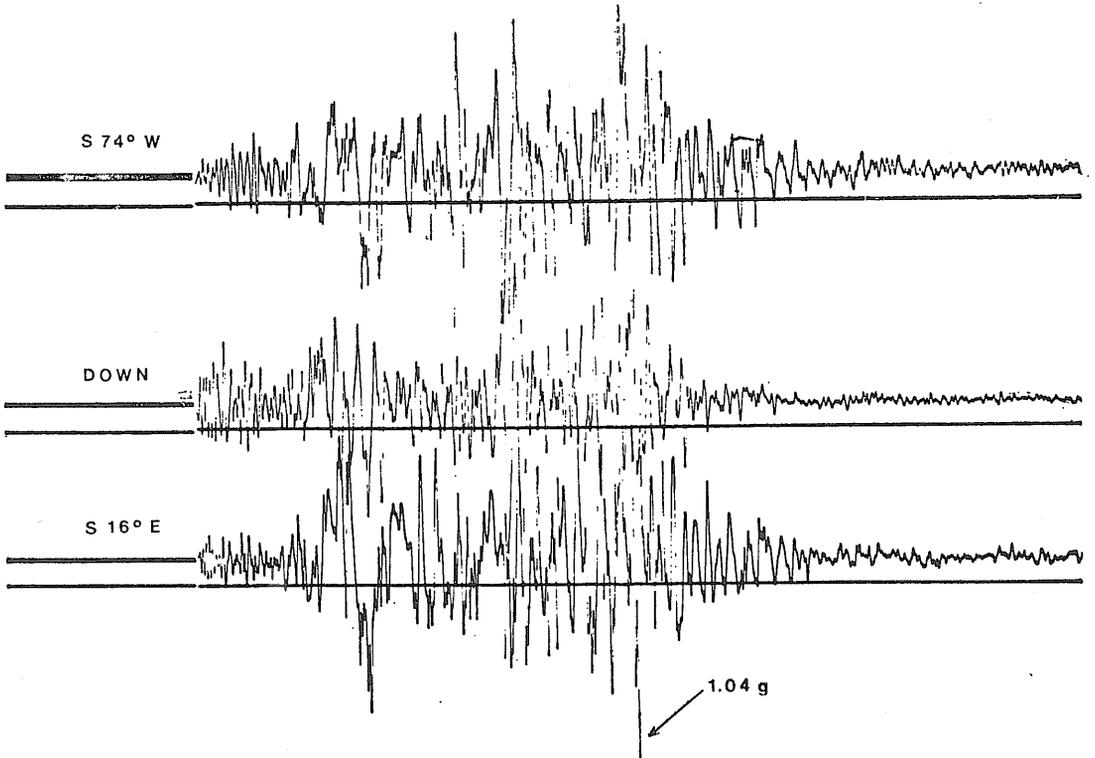
第3図 1971. 2. 9の地震で出現した断層

した。 2月末までに起きた余震の最大は 本震に引き続いて発生した $M=5.1$ の地震であった。 本震発生後1週間におきた $M \geq 3$ の余震は 2月9日119回 10日31回 11日7回 12日5回 13日3回 14日4回 15日5回 16日4回であった。 また 該規模 M の余震の2月21日までの震央分布は第2図のとおりで 径約35kmの地域内であり 本震の震央はその北端部にある。 地震メカニズム研究所の観測でも ほぼ同様な余震域が求められているが 余震の震源の大部分は 今回出現した断層面にほぼそっているとのことである。

アレン教授らによれば 従来 この州で起きた大多数の被害地震は サンアンドレアス断層などの既知の活断層ないし地質断層ぞいに発生し 余震も該断層線方向に伸長した区域に起きるのが常であったという。 ところが 今回の地震で断層が出現した位置には これまで 断



本震の震源地付近で発生した地すべり



第4図 1971. 2. 9の本震のパコイマ・ダムでの強震計の記録(NOAA 提供)

層の存在は認められておらず 推定さえされていなかった。同州の被害地震としては異例だという。けれども一大断層地帯内のことであり 同教授も知っていたように 日本では特に珍しい型の地震ではない。なお新断層は サンアンドレアス断層の支脈のサンガブリエル断層のさらに支脈にあたる。

日本では これ以上の規模Mの地震が 近年も 平均年3～4回ほど発生している。戦後に内陸で起きたほぼ同規模のごく浅い地震としては 1949年12月26日の栃木県今市付近 (M=6.7 死者10 傷者162) 62年4月30日の宮城県北部 (M=6.5 死者3 傷者276) 69年9月9日の岐阜県中部 (M=6.6 死者1 傷者9) などがある。これらの場合は 震央の至近距離に今回のような大都市がなく むしろ 過疎地帯といえるほどだったので さしたる被害はなかった。

しかし わが国では このような地震が大・中都市の近くでも発生する恐れがあるだけでなく M7～8級の大地震により 都市全域にわたって被害を出す恐れもある。近年 政府や東京都などが次に関東南部を襲う地震として想定し 震災予防策を推進しつつあるのも M7級の地震なのである。

今回の地震が 大都市北部で起きたにしては 割合いに被害が少なく また いわゆるパニック状態も起こらなかったのは 既にある述べたような自然条件や官民一致しての防災努力によるところが大きい。しかし またロサンゼルス市が 東京都23区の約2倍の面積に約3分の1の人口 つまり 都の区部の6分の1の人口密度という ゆとりのある都市形態をとっていること 発震時が朝6時頃というよい時刻だったこと パンノーマン

・ダムが決壊寸前で辛うじて食い止められたこと さらに前述のような型の地震のために 局所的には惨害を出したが 市の大部分 特に中枢部はごく僅かな被害ですんだので防災活動も円滑に行なえたことなども 幸いしたといえるであろう。

特に見過ごし得ないことは 既述のように この地域には 世界のどこにも類例がないほど 地震・地殻変動などの精密観測網が張りめぐらされていたにもかかわらず 今回の地震が全く突然に発生したことである。もっとも 該地域での諸観測は研究的性格が強いで 後日 それらの観測資料を詳細に解析すれば 多少の前兆的な異常現象が検出されないと限らない。とはいえ この地域でさえ この程度の規模Mの地震を予知・予報できなかったことは厳然たる事実である。地震予知の科学技術上の難しさを 如実に示しているといえよう。地震予知の実現は人類の宿願であり 地震研究の錦の御旗であって 私たち関係者は 今後 より強力にそのための観測研究を推進していかねばならない。しかしその達成への道のりはまだかなり遠く この問題に関する限り 近視眼的に功をあせったり 即効を期待することは絶対に禁物であろう。地震予報の対社会的なデリケートさを合わせ考えれば なおさらのことである。

おわりに

今回の調査旅行では CALTEC のアレン教授をはじめ 同大学のG.W.ハウズナー教授 (工学) UCLA のデューク教授 (工学) NOAAの地震メカニズム研究所 D.トーマー所長や地震野外調査所 W.K.クラウド所長 USGSの国立地震研究センター J.P.イートン所長やH.L.フォスター博士らに 特にお世話になった。

いずれも かつて来日されたこともある方々で 日本に多くの知友をもっておられ 私も 長年 交際させていただいてきた。これらの方々に 重ねて感謝の意を表するとともに 日米 いや 全人類の共通の仕合わせのために 今後も互いに手を携えて地震の観測研究を促進することを念願して この稿を終わりたい。 (筆者は気象庁地震課長)



1971年2月9日の地震で出現した新断層を調べる日本の調査団 中央にみえる箱のようなものはボーリングをしたあとで引き続き地中温度などを計測していた。