

新潟地震とその余震の筑波における観測

地震研究所 {宮 村 撰 三
辻 浦 賢

(昭和39年7月14日発表—昭和39年8月10日受理)

1. 序 言

ここに報告するのは本所観測部で萩原教授の指導により実施されている筑波観測所の正式観測の結果とは別である。われわれは最近主として遠地地震を対象とする地震計測上の開発計画の一環として、下記のような観測をおこない、無線地震計による直視記録をつづけていた。第1図にふりこからすべての伝送系をへて、ペンがき記録にいたる総合特性をしめしたが、1, 2, 3 は $T_0=1_s$ のふりこ、4, 5 は $T_0=15_s$ のふりこをもちいたもので、1 は記録紙速度 1 mm/sec、行おくり 4 mm のドラム記録、他の成分は記録紙速度 1 mm/sec ときにはさらにはやい速度で、ペンがきオッシュロのながし記録をしていた。1, 3, 5 は水平動、2, 4 は上下動、5 では脈動除去フィルターを試験中である。

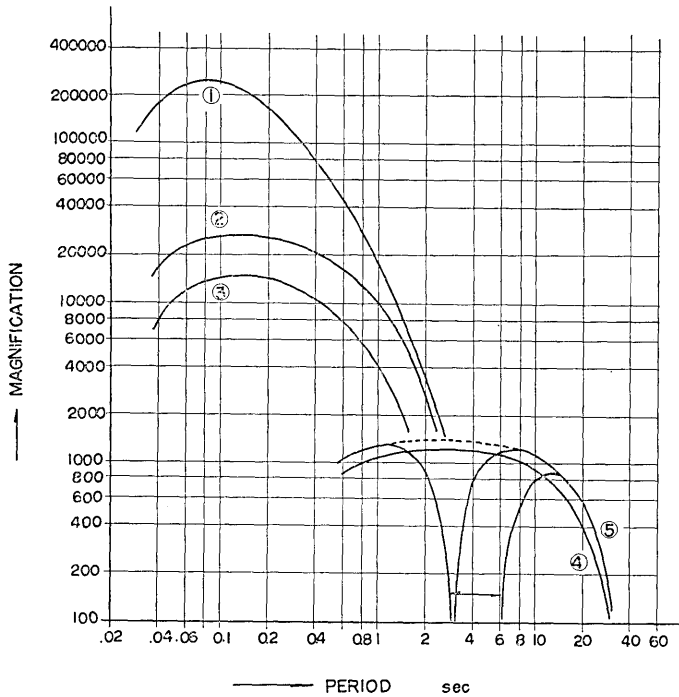


Fig. 1

2. 本震と本震直後の余震

ドラム記録はほとんど本震がはじまつてから半日くらい、まつくろになつて記録は役にたたない。その点ながし記録の方はとにかく震動状況の時間的経過を一応たどることができる。われわれの倍率ではすべてペンはふりきれて、最大振幅の推定はできないが、それにもかかわらず、2, 3, 4, 5 いずれも初動 (P_1) は非常にちいさくて、ふりきれていないことは注目にあたいるといえよう。のちに余震でもみられるように、初動の約2秒および5秒ほどあとにも明瞭なふたつの位相 (P_2, P_3) があつて、 P_3 にいたつてはじめてふりきれている。長周期の4, 5は1時間くらいほとんど飽和ちかい震動をつづけているが、短周期の2, 3, では15分以内にほぼおさまり、約15分後にはあきらかに独立した余震の震動をみることができる。ゆれつづけている長周期記録にもおおきい余震の部分では短周期震動が重複してみられ余震の到着が推定できるが、短周期ではなおはつきりする。あきらかに余震をかぞえられるのは15分後(約0.01日後)からであるが、それでもひきつづいた地震、ちいさい余震のかぞえおとしは多少まぬかれない。しかしながし記録であるので従来ドラム記録にたよるよりは正確とおもわれる。おそらく従来0.1日以内の余震の統計はすくなかつたとおもわれるので参考にならう。将来さらに短周期の地震計で近距離でながし記録をとる機会をうることは努力すべきであろう。

0.01日以内はわれわれの記録はほとんどすべて飽和している。しかし、震央距離300kmくらいで期待されるあらゆる位相にそれほどおくれて到達するものがあるだろうか。あつてもけつして強力ではないだろう。注意して2の記録をみるとおよそ2.5分, 4分, 5.5分, 6.5分, 8分, 10分, 11分, 12分, 13.5分後の附近にかなりはよい、はじめのPやSにおける同様の震動が到達しているのがみられる。これらのあるものはその強度からみて、はじめの本震の位相とみるよりも、あたらしい地震(余震)とみる方がよいのではないかとおもわれる。

大地震ほど継続時間がながいということも従来推論されているが、これはひとつには大地震の震動構造はひきつづいておこる余震がずれてかさなりあつたようなものとみられるのではないか。大地震の震動の微細構造は発震機巧、破壊進行機巧の研究として興味ある課題で、そのためにはこのようなながし記録の分析が非常に有効であろうとおもわれる。非常にひろい倍率範囲をもち、ひろい周波数をおおう、高速ながし記録(磁気遅延を利用するのも一案)が必要とならう。

3. 余震活動の減衰

第2図にしめすように新潟地震にひきつづいて頻繁に記録された近地地震のS-P頻度は30~31秒に頂上をもち28~32秒に集中、27~37秒にひろがつている。一応 $37 > S-P > 27$ のものをすべて余震としてかぞえたが、そのなかには余震でないものがいくらかはふくまれているはずである。

第3図に余震の毎時回数を本震後約2日間、第4図に毎時回数を7月末日まで14.5日間柱状図でしめた。

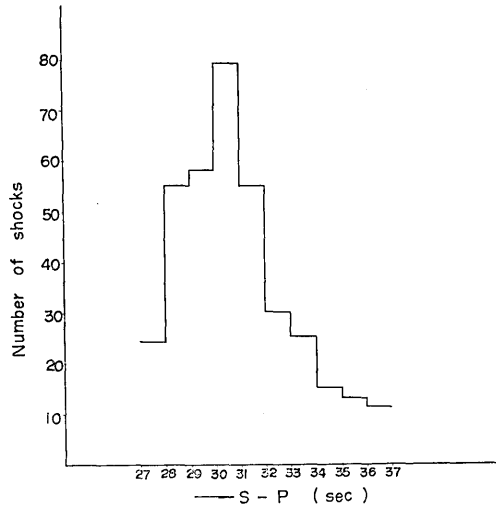


Fig. 2.

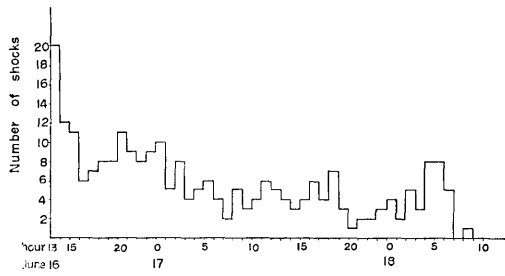


Fig. 3.

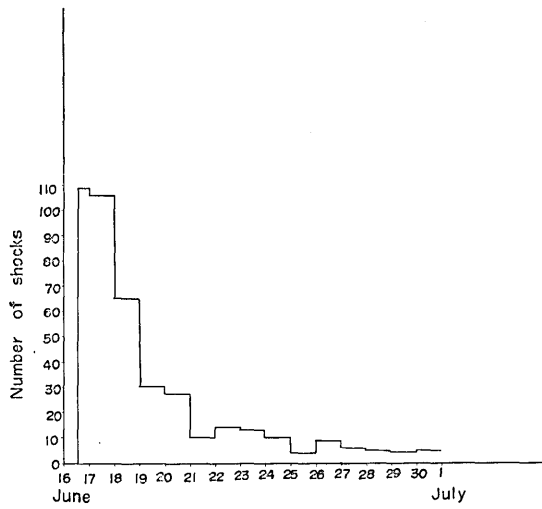


Fig. 4.

余震回数減少の法則として宇津徳治¹⁾は大森房吉の公式を一般化して

$$n(t) = A/(t+c)^p$$

なる式をあて、おおくの地震についてあてはめて $p=1.0\sim 1.3$, $c=0.01\sim 2.0$ (単位日)をえている。宇津のあつめた結果とくらべてみやすいようにわれわれの結果も両対数図(単位「日」)で第5図にしめしてみた。この図で0.1日以下の部分についての点がえられてい

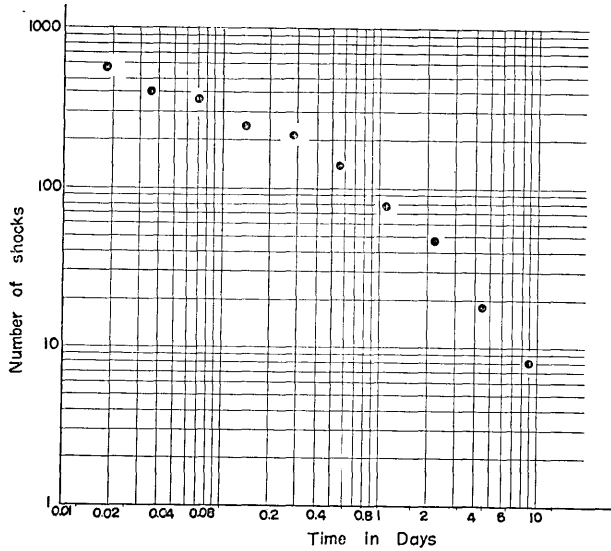


Fig. 5.

るが、これは従来1~2の地震のばあいをのぞいて例がないとおもう。本震後1日以後の回数については宇津のえた従来の結果といちぢるしい差はないが1日以内の回数の減衰傾向はややちがつているようであるが、いまはつきりしたことはいえない。いずれにせよ本震直後の余震についてはなお今後もつと資料をあつめて研究すべき余地があるようにおもわれる。

4. 余震のおおきさの頻度分布

記録は最大複振幅35mmくらいで飽和する。それ以上のものについて大体の振幅の推定をするために飽和しないものについて最大複振幅 $2Am$ と震動継続時間 $F-P$ の関係をしらべ第6図をえ、これから $2Am \sim F-P$ の大体の直線関係から振幅が飽和しているが継続時間のよめるものについては $F-P$ から $2Am$ を推定した。(第7図⊗印) こうして大部分の余震について最大振幅の頻度図をつくってみたものが第7図である。非常にきれいに石

¹⁾ T. UTSU, A Statistical Study on the Occurrence of Aftershocks. Geophysical Magazine, Vol. 30, No. 4, 1961.

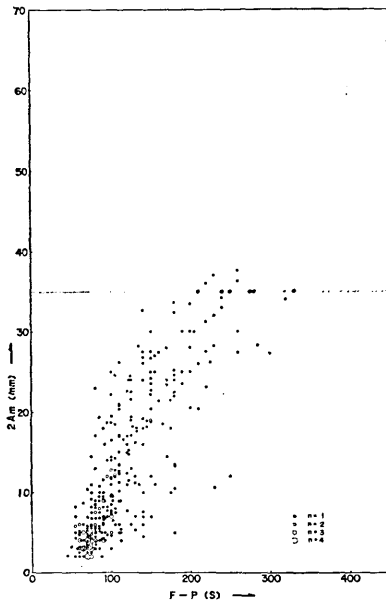


Fig. 6.

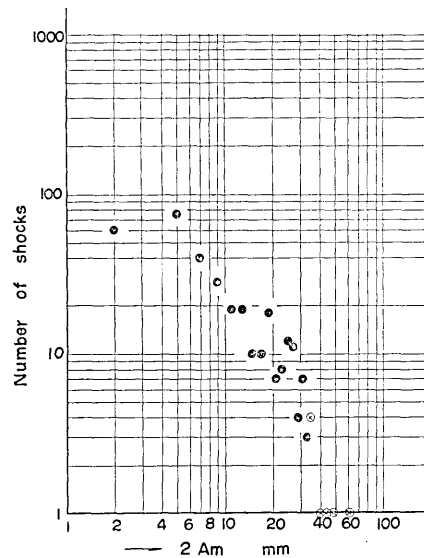


Fig. 7.

本飯田の関係式がなりたつていないとはいえない。 $2Am < 20\text{mm}$ では直線関係はきれいであるが $2Am \geq 20\text{mm}$ になるとばらつきがおおい。また大体の傾向として傾斜が $2Am = 20\text{mm}$ をさかいにして大振幅部ではやや小振幅部より急になるというようにもみられる。

5. 初動につづく顕著な位相

本震の初動部に約2秒および5秒をへだて P_1, P_2, P_3 の3位相がみられ、特に P_2, P_3 は強力であるということのをべた。余震観測中 5mm/sec のはやい紙速度のながし記録をときどころみたときにえた余震記録(第8図)において、これらの位相はほとんどすべてのばあい、明瞭にみられた。

これらの位相がなにであるかはまだわからないが、それをとく一助にと第9図に $S-P_1$ と P_2-P_1, P_3-P_1 の関係をしめた。 $S-P_1$ を Δ のかわりとみれば P_2-P_1, P_3-P_1 とも Δ とともにわずかに増大するようなので、とすればこれは P_n, P_b, P_g であるかもしれないが、なお今後の検討を要する。

これらの位相と S (おそらく S_g) および S から 10sec くらいあとの位相 X (おそらく R) の周波数特性をしめすために、1) $1\sim 1.9\text{sec}$, 2) $1.9\sim 3.5\text{sec}$, 3) $3.5\sim 6\text{sec}$, 4) $6\sim 10\text{sec}$ の帯域フィルターをとおして観測してえた地震計4(V_{15})のひとつの余震記録結果を第10図にしめす。第11図はこれを各位相の振幅の周期特性(スペクトル)としてしめたものである。

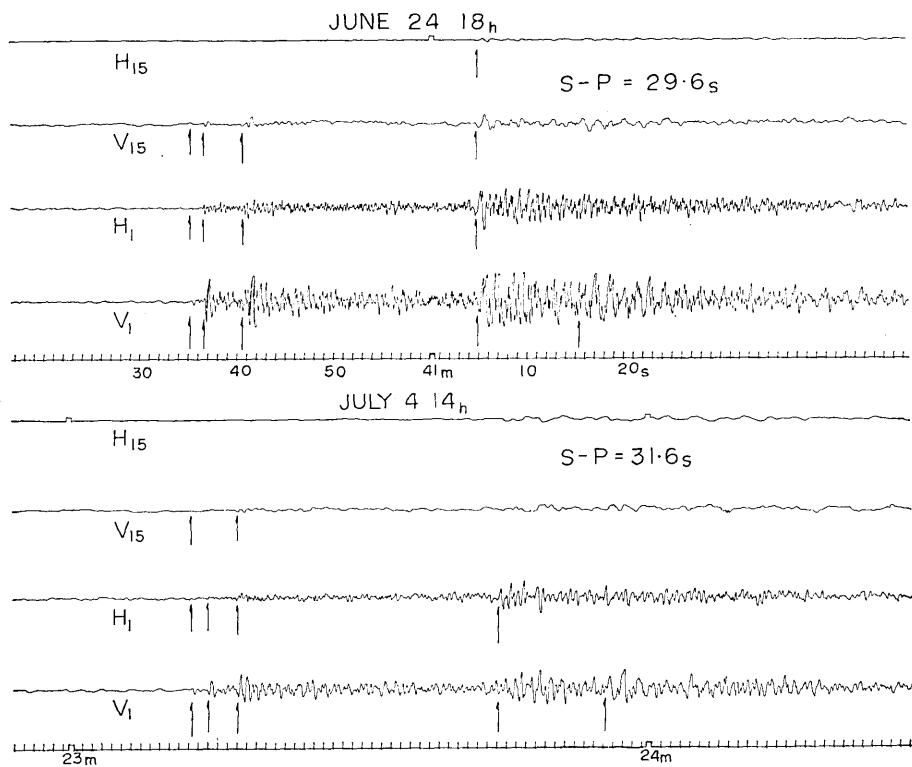


Fig. 8.

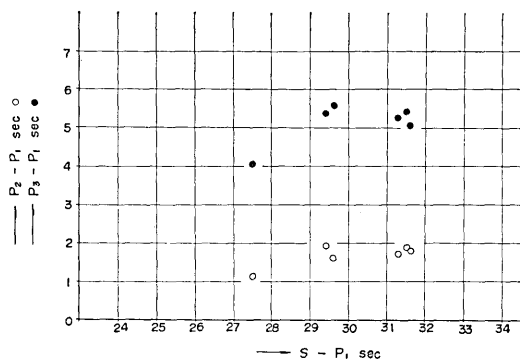


Fig. 9.

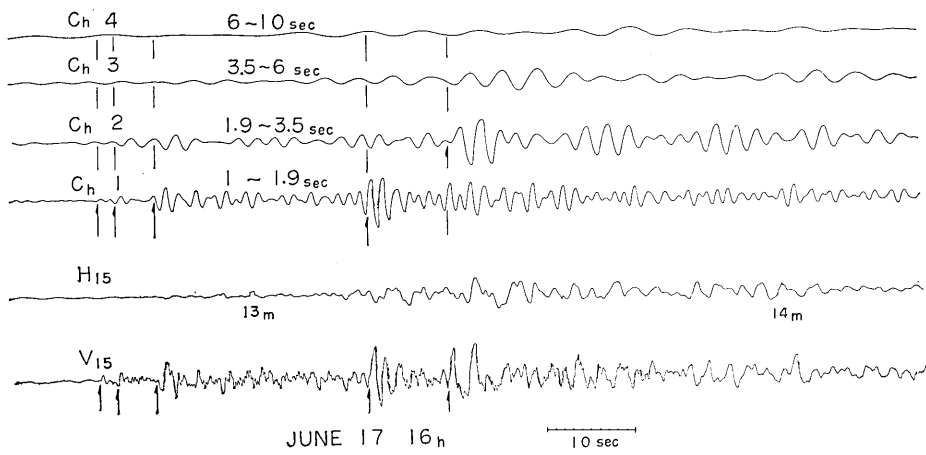


Fig. 10.

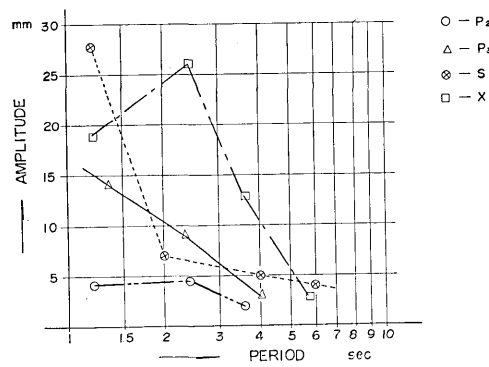


Fig. 11.

6. 謝 辞

観測, 検測, および図表作製などに協力された宮村研究室の同僚のみなさまに感謝する。