

14. 山梨県最南部周辺の極微小地震活動 (1)

地震研究所 { 渡 辺 茂
 { 岡 田 義 光

(昭和54年6月8日受理)

1. はじめに

富士川地殻変動観測所においては、その設立当初の1970年4月より高感度の微小地震観測を行ってきたが、1973年2月以降は、刻時の精度を上げルーチン読取を行うことにより、地震研究所・堂平ネットと名古屋大学・犬山ネットの間隙を埋めるために貢献してきた(東京大学地震研究所富士川地殻変動観測所, 1976)。しかし、その観測は一点で、かつ上下動1成分に限られていたため、観測所周辺の微小地震活動に関しては、S-P 頻度分布以上に詳しい情報を得ることは困難であった。

ふり返って観測所の置かれた位置を眺めてみると、糸魚川-静岡構造線からはわずか数km、富士山や赤石岳からは約20km、そして、今問題とされている駿河湾にも近接しており、その地学的重要性については論を待たない(Fig. 1)。従って、その周辺の微小地震活動の様子についても、大いに興味を持たれるところである。

以上のような観点から、富士川地殻変動観測所では、去る1978年6月下旬より、三点における高感度微小地震観測を開始した。本報告はその結果についての第1報である。

2. 観測方法

観測点周辺の環境は Fig. 1 に示される通りである。観測点の配置および諸元を Fig. 2 および Table I に示した。地形上の制約からトリバータイトの形はあまり理想的とはいえないが、北西-南東方向つまり駿河湾への方向には震源決定の分解能が最も高い筈である。換振器には1Hz 上下動成分が用いられているが、UMJ では1Hz 水平動の観測も同時に行われている。記録は、三点とも2mm/sec 送りの煤書ドラム方式であり、50 μ kine/mm の感度で行われている。三点観測の開始に先立って、地震計用増幅器および時報較正式水晶時計が新たに開発されたので、以下に紹介する。

(1) 地震計用増幅器

エレクトロニクスの長足の進歩に伴ない、増幅器の構成もオペアンプ IC を用いることにより、容易に高性能のものが得られるようになった。今回製作された増幅器はプリ・メイン・パワーアンプが一体となっており、全 IC 化されている。主な機能は以下の通りである。

入力部: ショント抵抗可変 (2, 3, 7, 12, 20, ∞ k Ω)

出力部: 感度設定 (50 μ V/cm~200 mV/cm, 12 段階), 零点調整, リミッタ (± 2 cm, ON/OFF 可)。

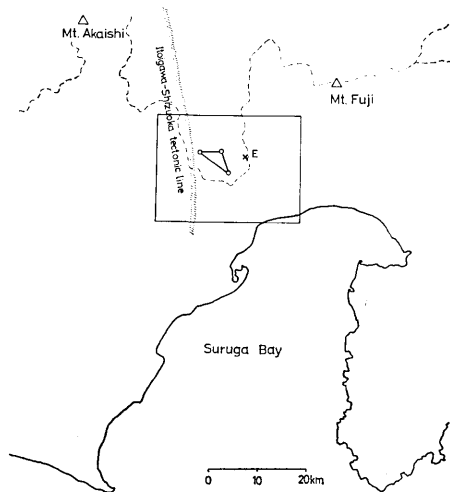


Fig. 1. Location of stations. At point E, quarry blasts are often carried out, which are useful to check focal determination.

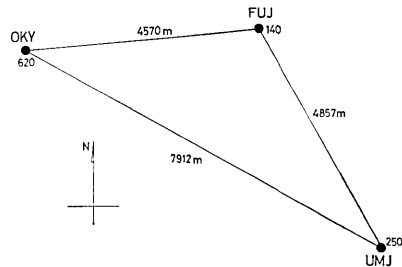


Fig. 2. The shape of the tripartite observation net. Numerals attached to each station show altitude.

Table I Summary of tripartite station.

	FUJ	OKY	UMJ
Longitude	138°28'17.5''	138°25'16.3''	138°29'52.5''
Latitude	35°13'52.3''	35°13'38.4''	35°11'34.2''
Altitude	140 m	620 m	250 m
Origin (138°30', 35°10')	(-2575, 7118)	(-7125, 6693)	(-188, 2888)
Seismograph	Z, 1 Hz	Z, 1 Hz	Z & H, 1 Hz
Recording	smoked paper, 2 mm/sec, 50 μ kine/mm		
Commencement of Observation	1970. 4. 23	1978. 6. 20	1978. 6. 21

フィルター: 30 Hz, -18 dB/oct バタワース (ON/OFF 可)

校正部: 感度 (1.3 Hz 矩形波を振巾 1 cm に調整), 周波数特性, ダンピング調整.

タイムマーク入力: 秒=電圧, 分・時・時報=接点.

タイムマーク出力: 秒・分・時の大きさ独立可変 (時マークは記録線を束ねて表現).

全体は一枚の電源基板 (校正信号発振器, タイムマーク回路を含む, 8×10 cm) と, チャンネル数だけのアンプ基板 (8×11 cm) よりなる. Fig. 3 に回路構成を示した. プリアンプは同相信号除去比を高めるためインストルメンテーションアンプの構成とし, 直流分をカットしてメインアンプで増幅した後, パワー部へ導かれる. パワーアンプの構成は株式会社渡辺測器のものと同一であるが, パワー OP アンプ IC を用いて簡略化してある. パワーアンプ部では, 校正信号 (切替式) および刻時信号が混合される. 刻時信号は 2 系統

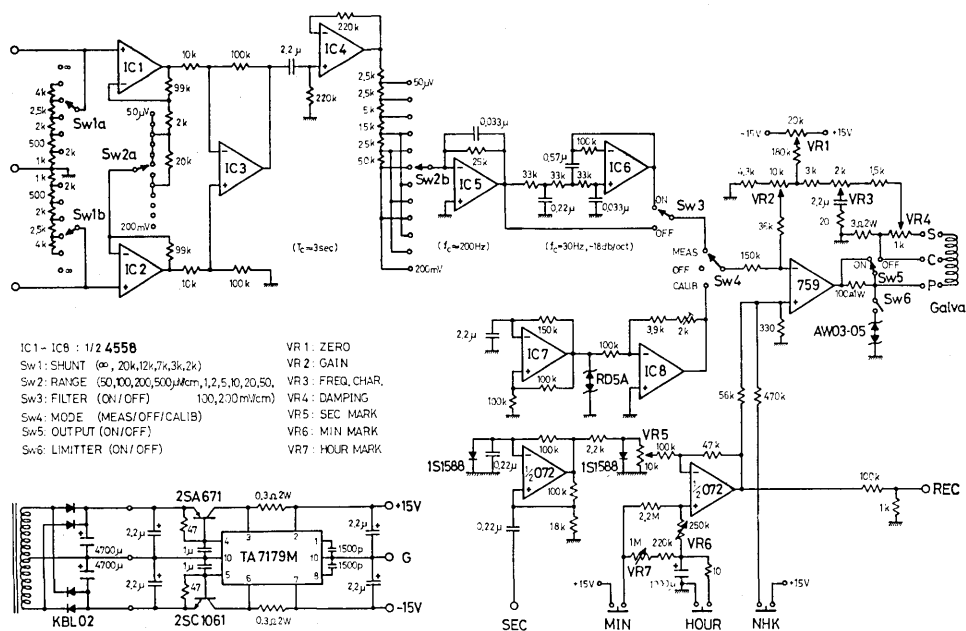


Fig. 3. Newly designed pre-main-power amplifier for microearthquake observation.

あり、1つは山田ら (1970) のものを FET 入力オペアンプに置換え、時/分の大きさを独立に変えられるよう改良した記録線束式タイムマーク、もう1つは時報信号を表示するためのイベントマーカース式タイムマークである。

(2) 時報較正式水晶時計

全体は、表示基板 (5×17 cm)、時計基板 (6×17 cm)、時報検出基板 (6×17 cm) および電源部よりなり、牧野 (1976)、飯田 (1977) の製作例を参考にして作られた。機能としては、以下のような諸点を備えている。

出力：秒=電圧、分・時・時報=接点。

表示：時、分、秒、ラジオレベル、時報。

分/秒リセット：手動または自動 (時報による)。39分以下では切捨て、40分以上では時に桁上げ。

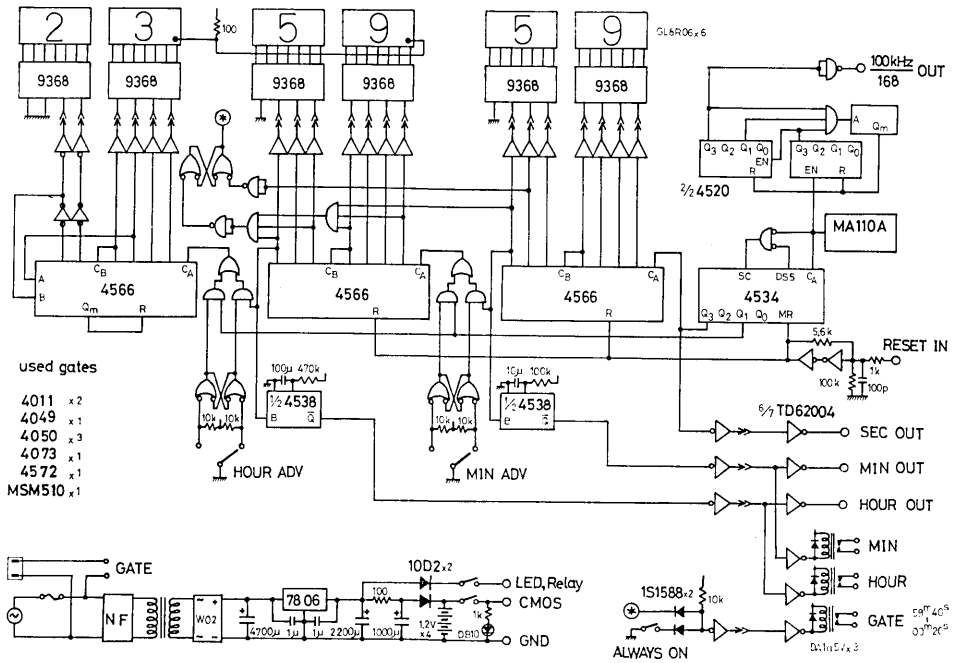
時・分早送り：手動。

水晶精度： 1×10^{-6} (0~40°C)。 (株式会社朝日電波製水晶発振器 MA110A 使用)

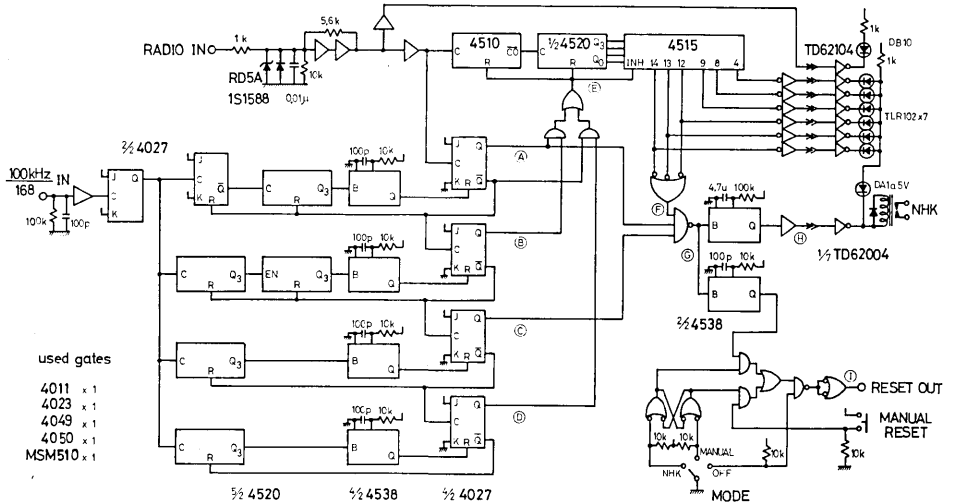
ラジオ電源：常時 ON または 59 m 40 s~00 m 20 s の間 ON。

停電対策：内蔵電池 (単三型 Ni-Cd 電池 4 本) で数日間作動 (表示は消灯)

全体の回路図を Fig. 4 に示すが、時計部は 60 進カウンタを並べた単純なものである。時報検出の方式としては、これまで、フィルターによるトーン抽出や、RC 時定数回路によるタイミングを利用したもの等が製作されているが、ここでは、それらアナログ部を一切含まない、純デジタル式の構成とした。カウンターは、ラジオからの音入力を常にカウ



(a)



(b)

Fig. 4. Newly designed crystal clock which can be corrected by time signal from a radio receiver. (a) clock part. (b) time signal detector part.

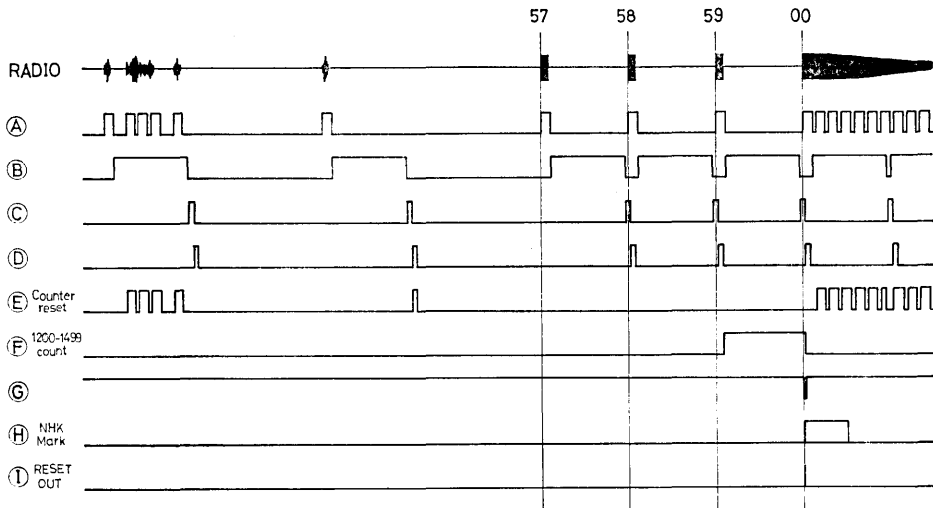


Fig. 5. Timing chart of time signal detector. ①-⑩ correspond to the points shown in Fig. 4 (b).

ントしており、その積算値が 1200~1499 の間に達すると、次の音入力に同期して時報パルスを出すようになっている。但し、Fig. 5 のタイミングチャートに示すごとく、このカウンターは、ある音が入った後 0.107~0.962 秒の間に次の音入力があった場合、または、ある音入力の後 1.015~1.068 秒の間に音を受信していない場合、リセットされる。以上の様な条件をくぐり抜けるのは、440 Hz (受信レベルにより 400~499 を容認) 0.1 sec のトーンバーストが 1 秒おきに 3 回繰返される時報信号を受け取った時のみである。カウンターの積算値は途中経過が LED で表示され、時報受信の様子が目でよく見て取れる。1 年間余の使用体験では、ノイズ等の混入により正規の場合に時報によるリセットが働かないことはあっても、関係のない時刻に誤動作したことはなかった。

以上の測器により観測の行われている状況を Fig. 6 に、得られた記録の一例を Fig. 7 に示す。Fig. 7 で、時の移り目に見られる 0.5 秒幅のパルスは、時報を受信したマークである。

3. 解析方法

観測点 UMJ で得られた記録からは、立ち上りの極性および鋭さ、P 時刻、S-P、F-P、最大振幅が読取られ、カードにパンチされる。一ヶ月分のカードをまとめて、リスティングおよび Fig. 8 に示すような S-P、最大振幅分布を計算機により打ち出させる。ここまではルーチン処理であり、得られたデータは他のネットのデータと合わせて震源決定に用いられる。しかし、観測所のごく近傍で起きる微小地震・極微小地震については、他のネットの検知能力が及ばないため、震源の決められる地震は稀である。そこで、そのようなものについては、他の FUJ, OKY での読取値と合わせて別に集計を行い、独自に震源決



Fig. 6. Instruments for observation.

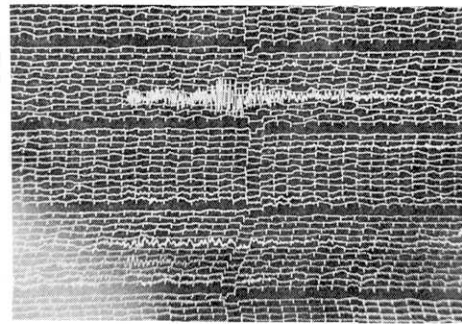


Fig. 7. An example of obtained records. The pulse of 0.5 sec width at transition of hour shows the receipt of radio time signal.

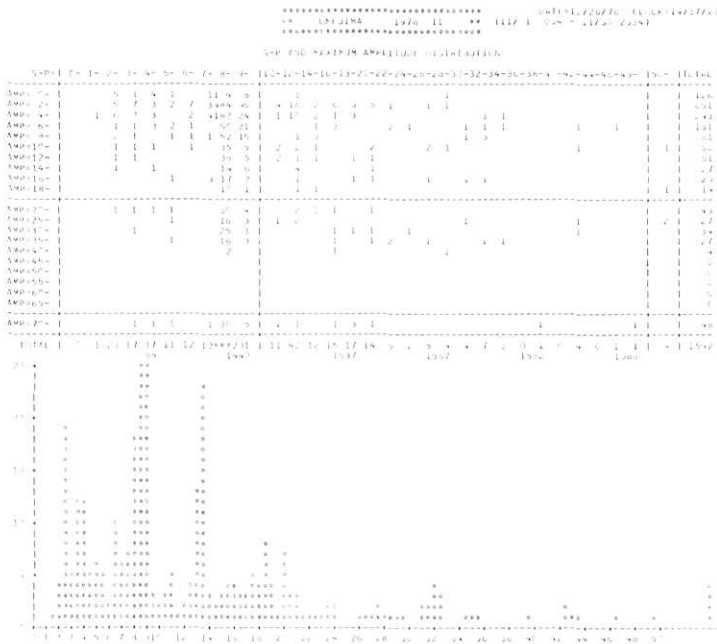


Fig. 8. An example of a monthly report showing S-P and amplitude distribution.

定を試みている。震源決定の方法として、ここではまず最も簡便な方法を選んだ。媒質は半無限として、3点でのP時刻およびUMJでのS-P時間から幾何学的に算出する方法である。Fig. 1中のE点ではしばしば採石発破が行われているので、そこに震源が正しく求まるよう V_p , V_s を求めてみた。その結果、 $V_p=4.672$ km/sec, $V_s=2.342$ km/secが得られ、この場合の大森定数は4.7となる。なお、マグニチュードについては、村松(1964)による式を用い、速度振幅から推定を行った。

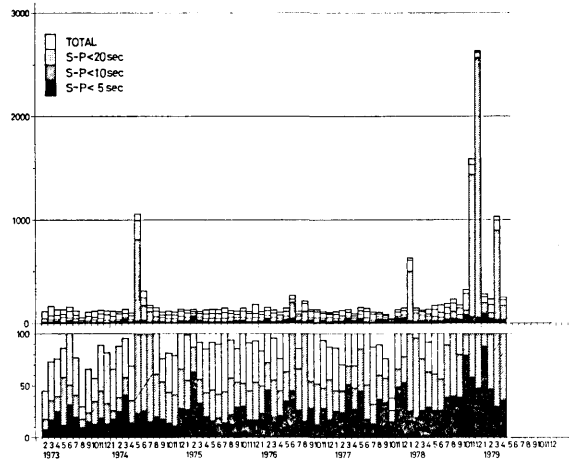


Fig. 9. Monthly number of earthquakes detected at the Fujigawa Crustal Movement Observatory. Large peaks correspond to activities in the Izu-Peninsula area.

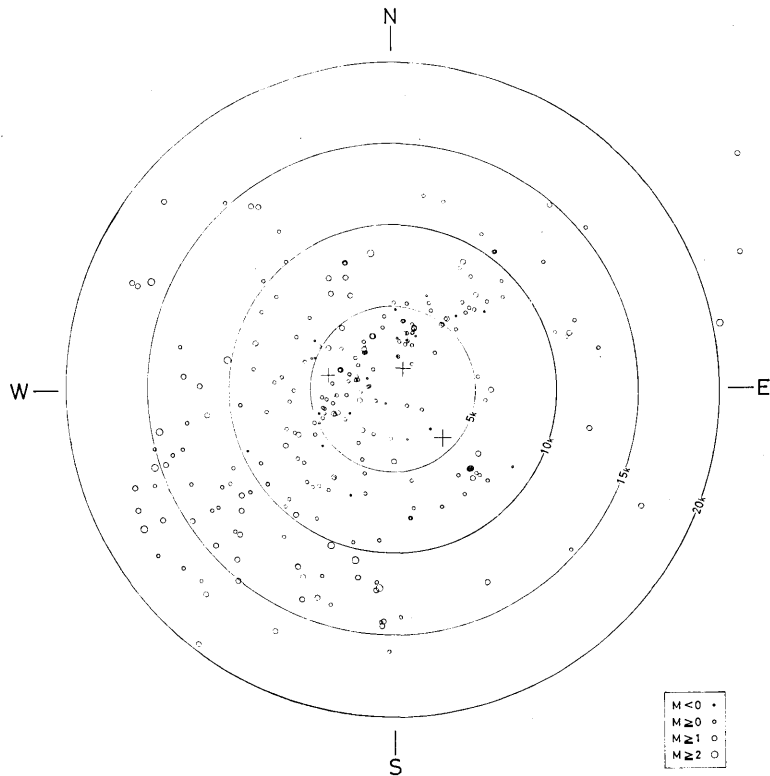


Fig. 10. Epicentral distribution within 20 km around the tripartite.

4. 解析結果

Fig. 9 に検出された地震数の推移を示す. 全期間を通じて検測基準が同一というわけではなく, また欠測期間もあるので, 同図がそのまま正確に活動の推移を表わしているとはいえないが, おおよその目安にはなろう. 図中のピークは, いずれも伊豆地域での地震活動に対応したものである.

三点観測が始められたのは1978年6月21日からであるが, それから1979年4月30日までの約10ヶ月間に, 観測点近傍で発生したと思われる地震が515ヶ観測され, うち310ヶが震源決定された. トリパータイトを中心として半径20kmの円内に決められた震央分布をFig. 10に, またFig. 1中に示された矩形領域内の震央および深さ分布をFig. 11にそれぞれ示した. マグニチュードは, 0~1前後が大部分である. Fig. 11からは, おぼろげながら糸魚川-静岡構造線に沿った活動が認められ, また, FUJ, OKY 両点の間を通過して北東-南西方向に帯状の分布が見られる. 一方, ネットの東から南東にかけての部分では, 明らかにサイスミンティが低いようである.

1979年1月18日00h前後, いくつかの微小な前震, 余震を伴って2つのやや大きな地震がUMJ点のすぐ南東に発生した(東京大学地震研究所富士川地殻観測所, 1979). その震動は堂平ネットでも捉えられ, UMJでのP時刻と合わせて震源が決められたが, ト

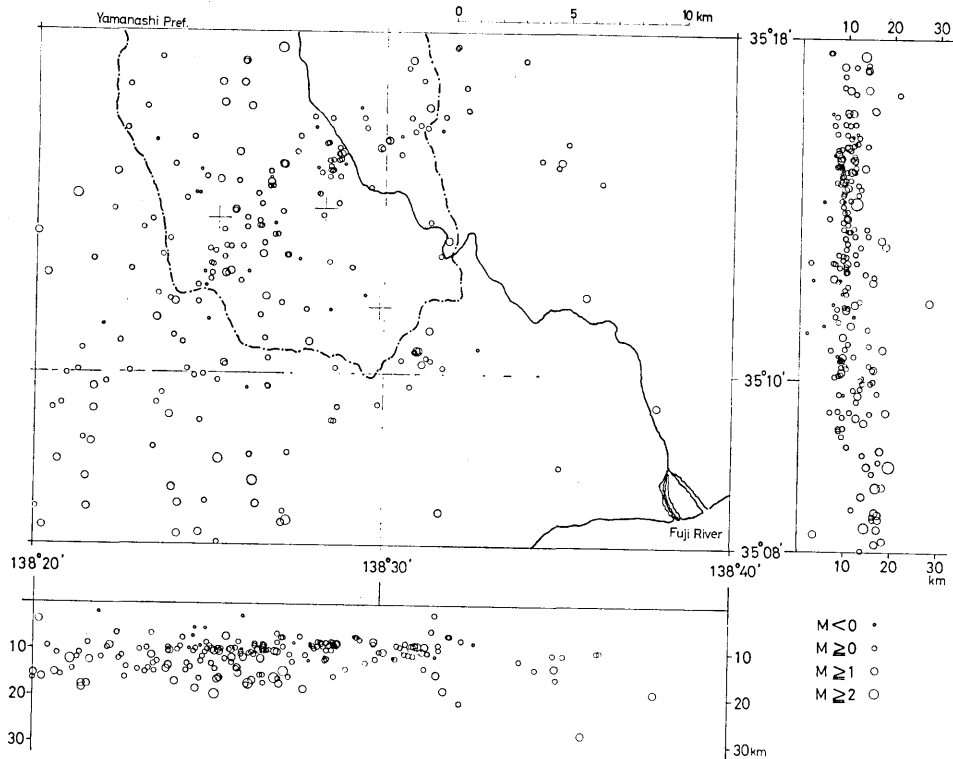


Fig. 11. Focal distribution within the rectangular area shown in Fig. 1.

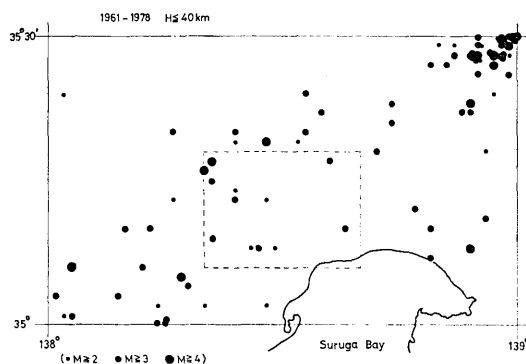


Fig. 12. Epicentral distribution in the vicinity of the tripartite net (by JMA data). The area shown with dotted line corresponds to the one illustrated in Fig. 11.

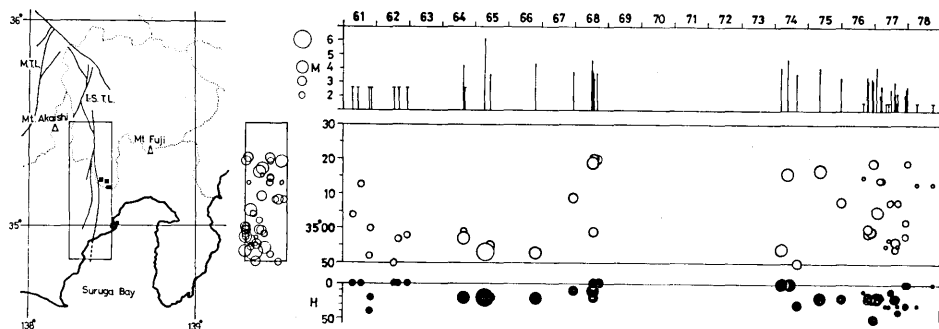


Fig. 13. The change of seismic activity in a zone along the southern part of the Itoi-gawa-Shizuoka tectonic line (by JMA data). The years 1969 and 1973 correspond to the epochs at which the tendency of crustal movement in the central part of Japan has notably changed.

リパータイトから求められた震源位置とはわずか 1~2 km の差であった。このことから、ここでの震源決定法はまず妥当であり、Fig. 11 の震源分布は充分有意なものと思われる。

5. 考 察

松田 (1961) によれば、山梨県最南部周辺の地質構造はほぼ南北性であり、断層系もそのほとんどが北北西-南南東のトレンドを有している。今回見いだされた北東-南西方向の帯状配列は、これとはむしろ直交関係にある。より広い領域での地震活動を見るため、Fig. 12 に 1961 年より 1978 年までの 18 年間に周辺で発生した中小地震の震央分布を、気象庁地震月報より拾ってプロットしてみた。図中、点線で示した領域は Fig. 11 の範囲に対応するものであるが、この領域内では震源分布に特別な傾向は見い出せない。しかし、図全体を眺めると北東-南西方向への配列傾向がはっきりうかがえるようである。今回得られた同方向の震源分布は、あるいはこうした広域の傾向を反映したものかもしれない。

糸魚川-静岡構造線に沿った地震活動に関しては、一つの興味ある事実が知られている

(東京大学地震研究所富士川地殻変動観測所, 1977). Fig. 13 は, 同構造線南部に沿って帯状の領域をとり, その中に発生した地震の時間的推移を JMA データにより追ったものであるが, 1969 年から 1973 年にかけての空白期が非常に明瞭である. しかも, この 1969, 1973 という両時期は, 中部地方に存する各地殻変動観測所で歪・傾斜の累積過程がほぼ一斉にその様式を変えた時期に一致している(志知, 1973, 1975). 富士川の地殻変動観測結果でも, 1972 年は伸縮計・傾斜計の動きにとって一つの節目になった年である(岡田・渡辺, 1976). 一方, ちょうどこれらの時期に対応して, 1969 年 9 月 9 日岐阜県中部地震 ($M=6.6$) および 1974 年 5 月 9 日伊豆半島沖地震 ($M=6.9$) も発生している. これらの事柄が一体どのような機構で結びついているのか全く不明であるが, いずれにせよ大変に興味深いことといえよう.

今回の微小地震観測結果は, まだ一年足らずのものであり, 時間的推移を云々できるだけ資料とはなり得ないが, 今後, 以上のような事柄との関連も踏まえつつ, 観測を継続していきたい. また, 駿河湾に関しては, その湾奥にあたる富士川河口付近での地震活動度が低いようであるということ程度しか, 今のところわからない. こちらも, 今後のデータの集積を待って, より詳しい検討を加えたい.

謝 辞

観測器材の調達や調整にあたっては, 地震研究所唐鎌郁夫氏, 技術部, 南雲研究室, 北信微小地震・地殻変動観測所の諸氏に大変お世話になった. また, ルーチンの計算機処理に関しては, 地震研究所津村建四朗助教授ならびに井本良子嬢に負っている. ここに記して謝意を表したい.

文 献

- 飯田恵一, 1977, 目覚し親時計の製作, トランジスタ技術, CQ 出版, 6, 264-280.
 牧野和彦, 1976, デジタル電波時計の製作, トランジスタ技術, CQ 出版, 9, 235-248.
 松田時彦, 1962, 富士川谷新第三系の地質, 地質学雑誌, 67, 79-96.
 村松郁栄, 1964, Magnitude の定義式について, 地震, 17, 210-221.
 岡田義光・渡辺 茂, 1976, 富士川観測所における地殻変動連続観測 (2), 測地学会誌, 22, 77-93.
 志知龍一, 1973, 長周期地殻変動—長周期成分の分離と短周期地殻変動に関する若干の考察—, 測地学会誌, 19, 213-224.
 志知龍一, 1975, 地殻変動の同時類似性, 地震学会講演予稿集, 1975 No. 2, 219.
 東京大学地震研究所富士川地殻変動観測所, 1976, 富士川・駿河湾地方における地殻変動観測 (その 2), 地震予知連絡会会報, 15, 96-102.
 東京大学地震研究所富士川地殻変動観測所, 1977, 富士川・駿河湾地方における地殻変動観測 (その 3), 地震予知連絡会会報, 17, 89-94.
 東京大学地震研究所富士川地殻変動観測所, 1979, 富士川・駿河湾地方における地殻変動観測 (その 5), 地震予知連絡会会報, 22, 144-148.
 山田功夫・大井田徹・青木治三, 1970, 長時間記録器用刻時装置の改良, 地震, 23, 240-241.

14. *Microearthquake Activity in the Southernmost Part of
Yamanashi Prefecture, Central Japan (1)*

By Shigeru WATANABE and Yoshimitsu OKADA,
Earthquake Research Institute

The location of the Fujigawa Crustal Movement Observatory is quite near to the Itoigawa-Shizuoka tectonic line, Mt. Fuji, Mt. Akashi and the Suruga Bay. Despite its geographical significance, microearthquake observation has been carried out only at one station so far, from which we could not know more than S-P distribution about the seismicity of this region. To remedy this situation, tripartite observation was begun in June, 1978.

Prior to the start of observation, all IC type pre-main-power amplifiers and crystal clocks which can be corrected with time signals from a radio receiver were newly designed and constructed.

As a first step, by assuming semiinfinite medium, focal locations were decided geometrically with P-times of three stations and S-P times of one station, UMJ. The following features can be pointed out from obtained epicentral distribution.

(1) A seismic zone which has a NE-SW trend is clearly seen. Although this trend does not coincide with the geological one, it may harmonize with a general trend of seismicity in a wider area around the tripartite.

(2) Along the Itoigawa-Shizuoka tectonic line, can be seen rather high seismicity although it is considerably scattered and obscure.

(3) The seismicity near Mt. Fuji and Mt. Akaishi seems to be low, and also in the region of the mouth of the Fuji River, which is the innermost part of the Suruga Bay.

As to the seismicity along the southern part of the Itoigawa-Shizuoka tectonic line, one interesting fact was found by use of JMA data. The seismic activity in this area was quite silent within the interval from 1969 to 1973. Each of these two nodal years, 1969 and 1973 corresponds to an epoch marking a fact that the crustal movement in the central part of Japan has notably changed its general tendency.