

## 2. 長野県奈川渡ダムにおける微小地震観測

地震研究所

北信微小地震・地殻変動観測所\*

(昭和 49 年 11 月 28 日受理)

### I. はじめに

1970 年 3 月 27 日から 1973 年 3 月 31 日までの約 3 年間、長野県南安曇郡奈川村の東京電力 (株) 奈川渡ダムにおいて、高感度電磁式地震計 3 成分による微小地震連続観測を行なった。奈川渡ダムは揚水式発電用の高さ 155 m のアーチダムで、 $123 \times 10^6 \text{ m}^3$  の水を貯えることができる。観測結果にもとづいて、以下に奈川渡ダム付近の地震活動の概要を報告する。なお、観測開始後 7 月 6 日までの 3 カ月余は計器調整等のため均質な記録が得られていないので、この報告では取り扱わないことにする。

### II. 観 測

地震計は、ダム取付部から左岸岩盤中に約 200 m はいつた作業坑内に設置された。観測地点の座標は、 $\lambda=137^\circ 43' 14'' .7 \text{ E}$ ,  $\phi=36^\circ 07' 58'' .5 \text{ N}$ ,  $H=858 \text{ m}$  である。記録は煤書ドラム上に紙送り速度 4 mm/sec で行なわれた。観測計器の総合周波数特性ならびに特性曲線平坦部の感度を、それぞれ Fig. 1, Table 1 に示す。発電機運転時の振動のため十分高い観測感度を得ることはできなかつた。毎日の記録紙交換に当たられたのは次の方々である (順不同、敬称略)。

相沢脩介	小室広光	小林 学
上条 勝	深沢満亀男	高宮文夫
高宮 剛	峯村一夫	斉藤岩男
奥原牛一		

### III. 解 析

1970 年 7 月 7 日から 1973 年 3 月 31 日まで延べ 999 日間の記録から、上下動 (Z) 成分で最大片振幅 1 mm (地動に換算して 210  $\mu\text{kine}$ ) 以上の地震をすべて験測した。雑微動の状態から見て、片振幅 1 mm 以上の地震を読み落とす心配はまず無いものと思われる。Fig. 2 は、験測された合計 1,261 個

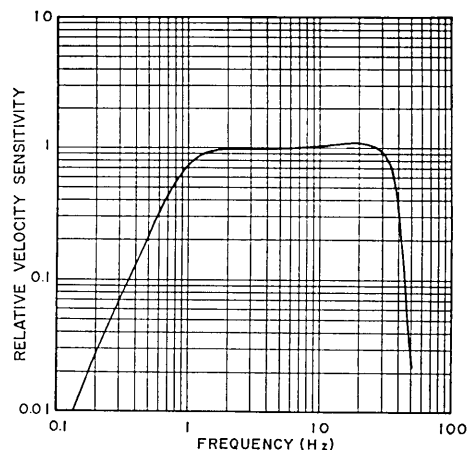


Fig. 1. Frequency response curve of the observation system at Nagawado Dam.

\* 本報告の整理に当たつたのは下記の 6 名である  
千葉平八郎, 橋本信一, 森川武, 羽田敏夫, 小林勝, 大竹政和 (現建設省建築研究所)

Table 1. Characteristic sensitivity of the observation system at Nagawado Dam, which corresponds to the flat portion of the frequency response curve on Fig. 1.

Component	Mar. 27, 1970~Jul. 4, 1972~Mar. 31, 1973	
Z	$4.8 \times 10^3$ mm/kine	} $4.8 \times 10^3$ mm/kine
N	3.9	
E	4.7	

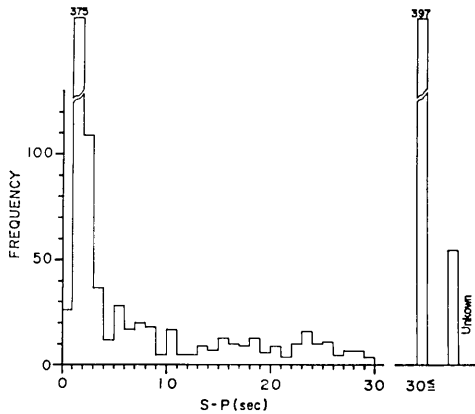


Fig. 2. *S-P* distribution of the shocks observed at Nagawado Dam.

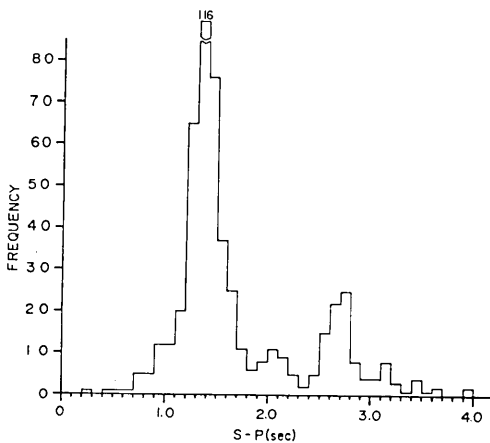


Fig. 3. *S-P* distribution of the shocks whose *S-P* interval is less than 4.0 sec.

## 2) 月別地震回数

月別地震回数および累積地震回数を Fig. 5 に示す。1971 年 4~5 月の目立った活動は、前述の  $S-P=2.7$  sec 付近のピークに対応するものである。地震回数の増減にはつきりした規則性を見出すことは難しいが、毎年 12~1 月に地震発生回数が増加する傾向がうかがえる。これはダム湖の水位が比較的高い時期と一致している。1973 年以後地震回数の

の地震の *S-P* 頻度分布である。松代地震は  $S-P=5\sim 9$  sec にかたまっている。

$S-P=0\sim 4$  sec には一群の顕著な活動が見られるので、この集団を仮に「奈川付近の地震」と呼ぶことにする。次節の考察はすべて奈川付近の地震 534 個の観測値にもとづいて行なったものである。

## IV. 奈川付近の地震活動

### 1) *S-P* 頻度分布

$S-P$  4 sec 未満の奈川付近の地震について、*S-P* 頻度分布を 0.1 sec 刻みで詳しく見たのが Fig. 3 である。 $S-P$  0.7 sec 未満の地震は稀れで、特に 0.2 sec 未満のものは 1 個も起つていない。目立った活動群としては、 $S-P$  1.3 sec, 2.0 sec, 2.7 sec, をそれぞれ中心とする 3 つを指摘することができる。期間別に見ると (Fig. 4), 最初の 2 群は、増減をくり返しながらも全観測期間を通じて一貫して活動していることがわかる。これに対して 3 番目の群は、1971 年 4 月末から 5 月初めにかけての極く短期間の活動によるものである。

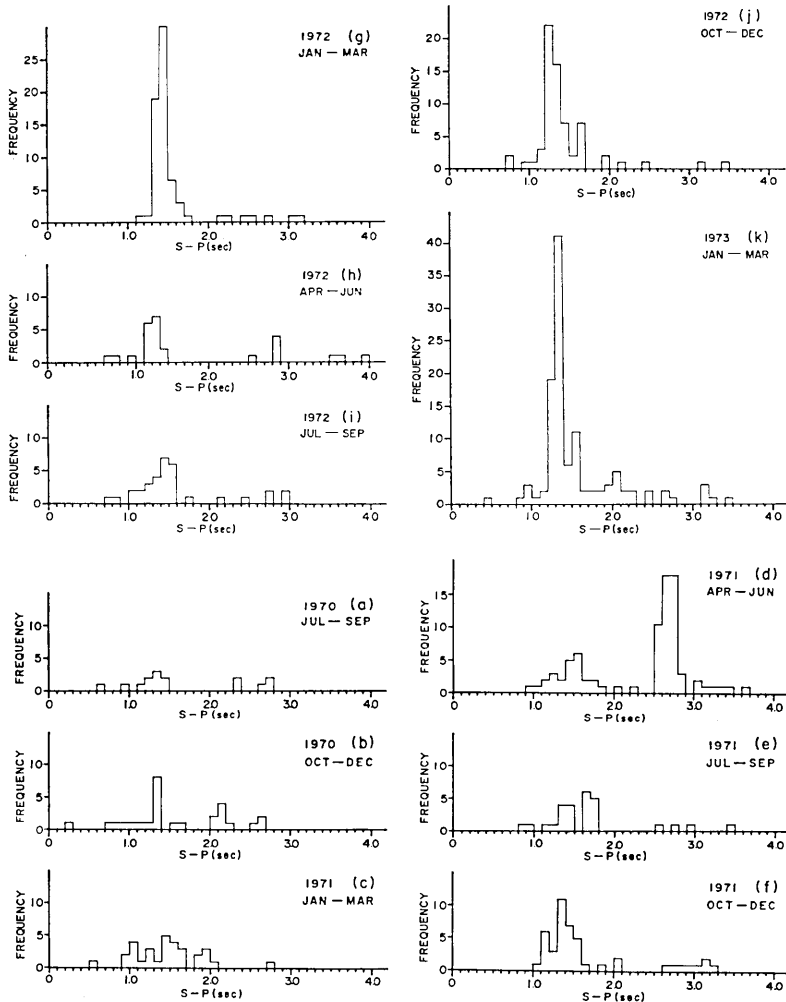


Fig. 4.  $S-P$  distribution of the shocks whose  $S-P$  interval is less than 4.0 sec. for each three months period.

増加が見られるが、観測は3月末日で終了しているのでその後の推移はわからない。

### 3) 震央分布

Fig. 6 は、震央およびマグニチュードが決められた地震を地図上にプロットしたものである。マグニチュードは原則として最大振幅から渡辺 (1971) の方法で決めた。記録が飽和しているおそれのある比較的大きい地震については、大峰観測点 (長野市) の振動継続時間を用いて羽田・酒井 (1974) に従ってマグニチュードを計算した。震央位置は、大森係数  $k=8.1$ 、震源の深さ 3km と仮定して 3 成分の初動振幅から推定した。

推定された震央位置の信頼度は十分高くはないが、震央分布について 3 つの特徴を指摘することができる。第一に、奈川渡ダムの北北西 10 km 付近にはつきりした活動群が存在する。これは 1969 年 8~9 月の上高地付近の地震群 (下鶴・他, 1970; 大竹, 1970) と同じ場所である可能性もあるが、われわれの震央決定精度からは確定的なことは言えな

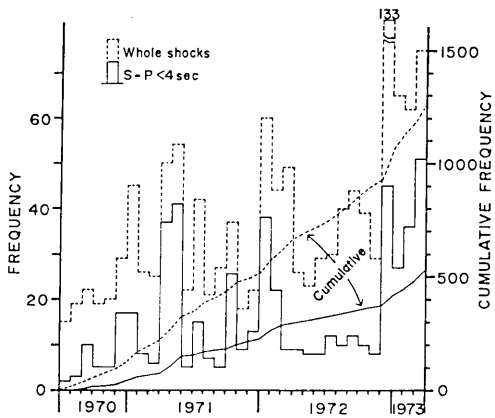


Fig. 5. Monthly (histogram) and cumulative frequency of the shocks. Solid lines represent the shocks whose  $S-P$  interval is less than 4.0 sec, and the broken lines represent the entire shocks observed.

い。第二に、観測点南西約 10 km に西北西から東南東に連なる帯状の活動域が存在する。第三に、奈川渡ダムを中心とする半径 10 km 以内では地震活動が極めて微弱である。

#### 4) 放出エネルギー

個々の地震のマグニチュードから

$$\log E = 11.8 + 1.5 M$$

によつて放出エネルギー  $E$  を計算した。奈川付近の地震による総放出エネルギーは 999 日の観測期間に  $7.0 \times 10^{17}$  erg で、およそマグニチュード 4.0 の地震 1 個分の放出エネルギーに相当する。

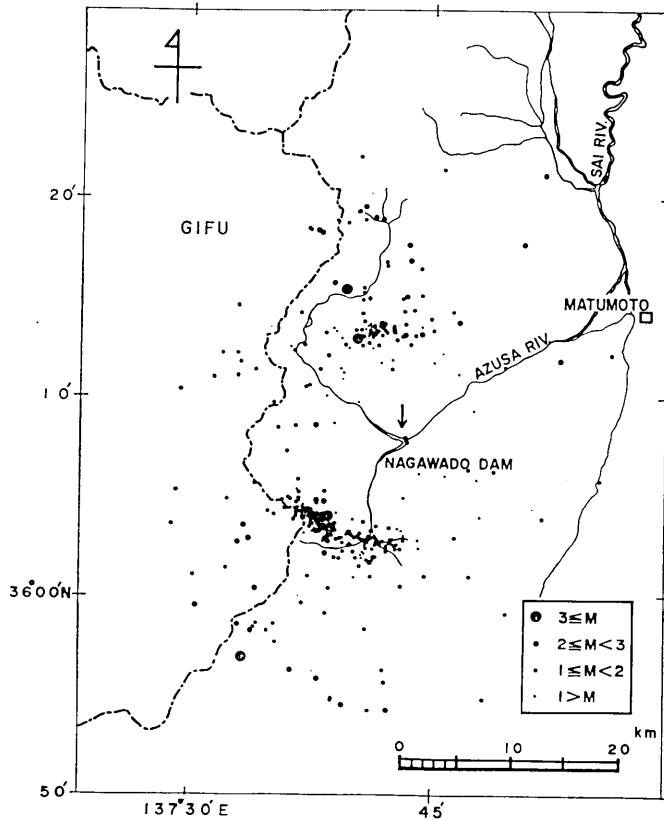


Fig. 6. Epicentral distribution of the earthquakes which occurred near Nagawado Dam during the period from July, 1970 through March, 1973. Refer to the caption of Table 2 for the computing procedure of the epicenter and the magnitude.

## V. おわりに

奈川渡ダムにおける3年間の微小地震観測から得られた結果のうち基礎的なものをここに報告した。さらに進んだ解析は目下進行中である。

観測に当つては、東京電力(株)のご協力を得、また現地では、前記観測担当者のほか次の方々にお世話になつた。関係各位にあつて御礼申し上げる。

東京電力(株) 松本電力所 所長	石橋文男
” 梓川自動制御所 所長	竹永 保
” ” 土木課長	中野 好
” ” 土木課主任	藤江 博
” ” ”	小林芳弘
東京大学地震研究所 技官	木村勝美
” ”	酒井 要

(敬称略。職名は当時)

## 文 献

- 羽田敏夫・酒井要, 1974, 振動継続時間マグニチュード決定上の二三の問題, 地震研究所研究速報, No. 12, 99-104.  
 大竹政和, 1970, 上高地付近に発生した地震群について, 地震研究所彙報, 48, 65-71.  
 下鶴大輔・沢田宗久・長田昇, 1970, 1969年9月上高地における地震観測, 火山 [ii], 15, 22-32.  
 渡辺晃, 1971, 近地地震のマグニチュード, 地震 [ii], 24, 189-200.

## 2. *An Observation of Microearthquakes at Nagawado Dam in Nagano Prefecture.*

By Hokushin Observatory of Microearthquakes and Crustal Deformation\*,  
 Earthquake Research Institute.

A seismographic observation of microearthquakes was carried out at Nagawado Dam in the western part of Nagano Prefecture, central Japan, during a period of three months from March, 1970 through March, 1973. Characteristic sensitivity of the observation system was  $4.8 \times 10^3$  mm/kine, which corresponds to a displacement magnification of about 30,000 at 10 Hz.

During the period of effective observation (999 days) we observed 1,261 earthquakes, among which 534 were of the very near origin with *S-P* intervals less than 4.0 sec. Two outstanding activities can be found from a map of epicentral distribution of these earthquakes. They were located about ten kilometers to the north, and about ten kilometers to the southwest of the observation point. On the other hand, seismicity was rather low just beneath the lake behind Nagawado Dam.

\* Staff members are Heihachiro Chiba, Shin-ichi Hashimoto, Takeshi Morikawa, Toshio Haneda, Masaru Kobayashi, Masakazu Ohtake.