

阿武山観測坑内における湧水の連続観測

浅田 照行・中村佳重郎・伊藤 勝祥・山崎 純一

CONTINUOUS OBSERVATION OF DISCHARGE OF GROUND WATER AT ABUYAMA OBSERVATION VAULT

By Teruyuki ASADA, Kajuro NAKAMURA, Katsuyoshi ITO and Jun'ichi YAMAZAKI

Synopsis

Continuous observation of crustal deformation has been operated at Abuyama observation vault since 1972. And a sampling observation of discharge of ground water has been held at a regular interval of one week. For the purpose of investigating the short period fluctuation of discharge, continuous observation by using a rain gauge was started from the end of August 1991.

The records have been analyzed for the period from September to December 1991. And a few conspicuous and interesting phenomena are found as follows.

1. The discharge of ground water sometimes shows sudden increase up to amounts of 2.5 times of the usual rate and recovers to its original level within a few or several hours.
2. A vertical strainmeter records rapid extension almost at the same time with the quick increase in discharge mentioned above.
3. No correlation is found in case of usual rainfall with discharge nor with vertical strain. But in case of heavy rainfall, vertical strain shows contraction and recovers to the original level with several days duration. On the other hand, there is no distinguished change in discharge even in this case.

1. は じ め に

阿武山観測所では地震観測用の横坑を利用して、1972年から地殻変動の連続観測を行っている。観測坑の地質環境および観測計器等については、詳しく述べられている¹⁾²⁾ので省略する。

観測坑内には、Fig. 1 に VE で示す位置に鉛直方向の歪の測定を目的として設けられた直径 1.5 m 深さ 5 m の縦坑があり、縦坑からの湧水量も歪と並行して観測してきた。1 週間間隔で一定時間採水して湧水量を測定することに加えて、1976年7月には縦坑に井筒を設置して、Fig. 2 に示したようにトンネルの床面と水面との間に約 50 cm の落差を設け、サイフォン方式の容器 (12.6 ℓ) で湧水を受け鉛直方向の伸縮記録に現われる鋸刃状の変化 (歪に換算して 3×10^{-9}) から湧水量の連続測定を行ってきた。この方式ではサイフォン管が水垢で塞がる事が多く、また放水頻度が少ないため測定精度が低かった。

1991年8月下旬から時間的・量的測定精度の向上を目的に、サインフォン式容器に代わり雨量計の転倒マスを利用し、30分毎の転倒回数を湧水量に換算する方法を導入した。1991年9月から12月までの4ヶ月間の観測結果から、湧水量の変動と鉛直方向の伸縮変化・降雨・気圧との関係について報告する。

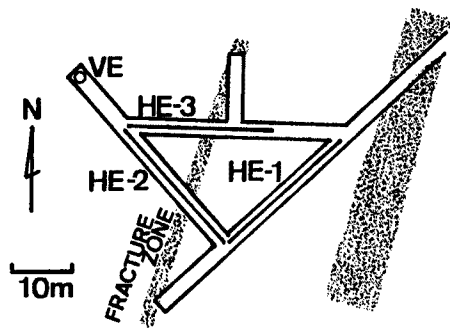


Fig. 1. Arrangement of extensometers and fractured zones in the Abuyama vault (after Y. UMEDA).

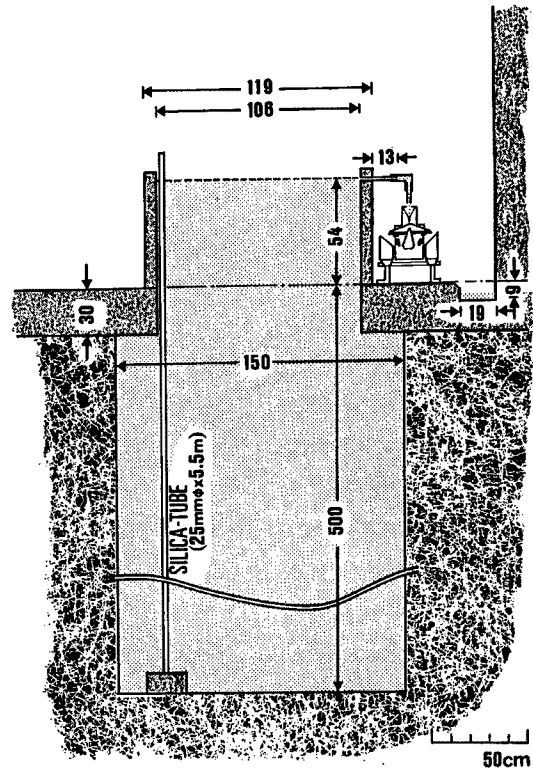


Fig. 2. Structure of the observation pit.

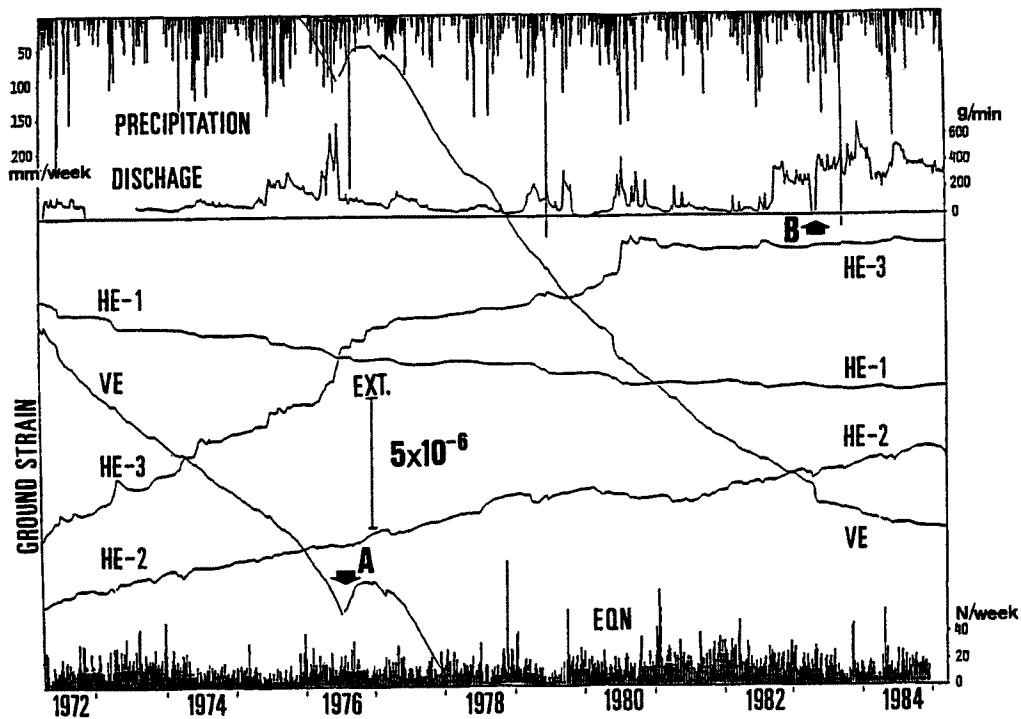


Fig. 3(a). Secular changes of ground strain of four components observed by extensometers and discharge of water from 1972 to 1984.

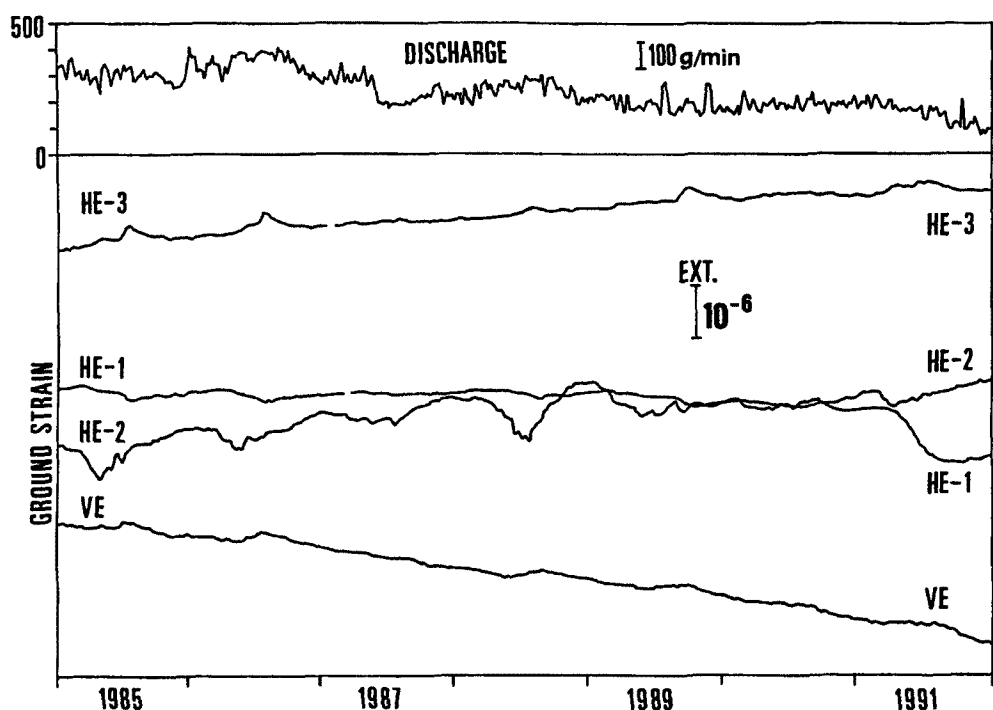


Fig. 3(b). Secular changes of ground strain of four components observed by extensometers and discharge of water from 1985 to 1991.

2. 歪の永年変化と湧水量の増減

Fig. 3(a) に1972年から1984年, Fig. 3(b) に1985年から1991年までの伸縮変化 (水平3成分と鉛直成分) と湧水量の増減を示す。湧水は一週間毎に測定している毎分湧出量である。

Fig. 3(a), (b) に見るように, HE-2, HE-3 は全体として伸びの傾向にあり, HE-1, VE は縮みの傾向にある。

Fig. 3(a) において, 矢印Aで示した箇所は井筒の設置による水位の上昇 (54 cm) に伴った変動で, VE は 1×10^{-6} の伸びを示した。矢印Bで示した箇所は地震との関連が考えられる湧水量の変動である。1982年10月から湧水量が急増したが, 1983年4月末には湧水が停止し縦坑の水位は4週間にわたって低下を続けた。同年5月26日に発生した日本海中部地震 (M 7.7) と前後して湧水量は再び急増した。詳細な湧水の挙動は不明であるが, 一連の変動が地震と関連したものであれば前兆現象を伴った地下水変動の顕著な一例と言える。

湧水量は, 1972年から1982年にかけては, 1976年, 1979年, 1980年には一定期間増加することもあったが, 1982年10月以後と比較すると, 全体として少なかった。1983年の一時期を除いて1991年までは湧水量も多く略安定しており歪の各成分の変化も安定している。このことは, 地盤を支えることに水圧が寄与していることを示唆している。

3. 観測結果

Fig. 4(a)~(h) に1991年9月から12月まで, 4ヶ月間の気圧, 鉛直方向伸縮 (VE), 湧水量の時間変化と降水量を示す。歪変化は光学記録のため, 週一回記録紙の交換による影響を受けているがその部分はブランクにしてある。また零補正も正確には行っていない。湧水の変化は1時間毎の転倒升のカウント数で表し

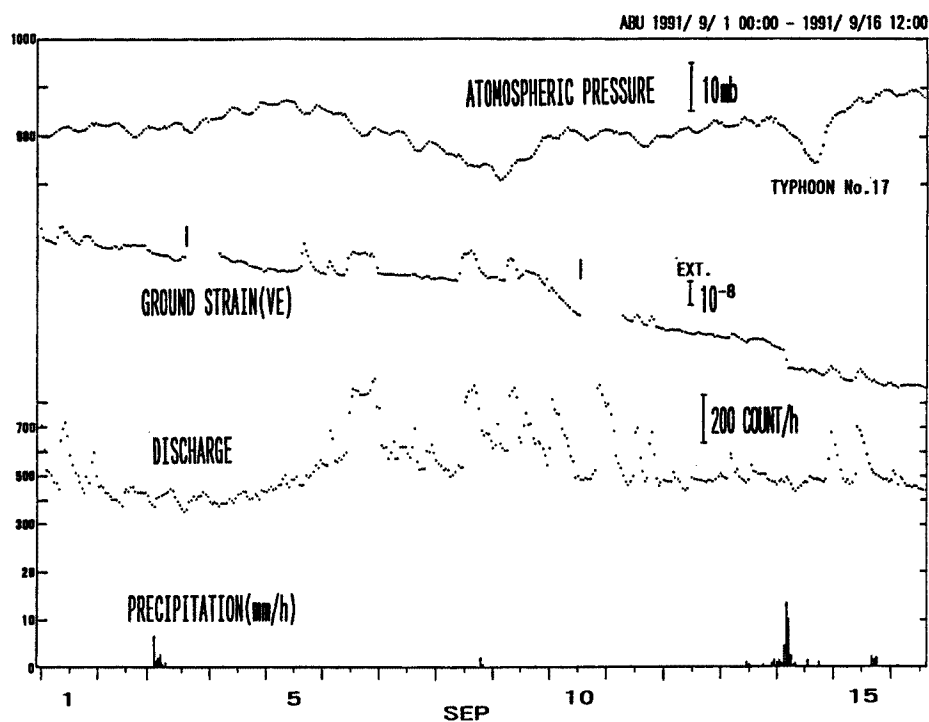


Fig. 4(a). Time variations of hourly values of atmospheric pressure, ground strain (VE), discharge of water and precipitation at Abuyama for the period from September to December 1991.

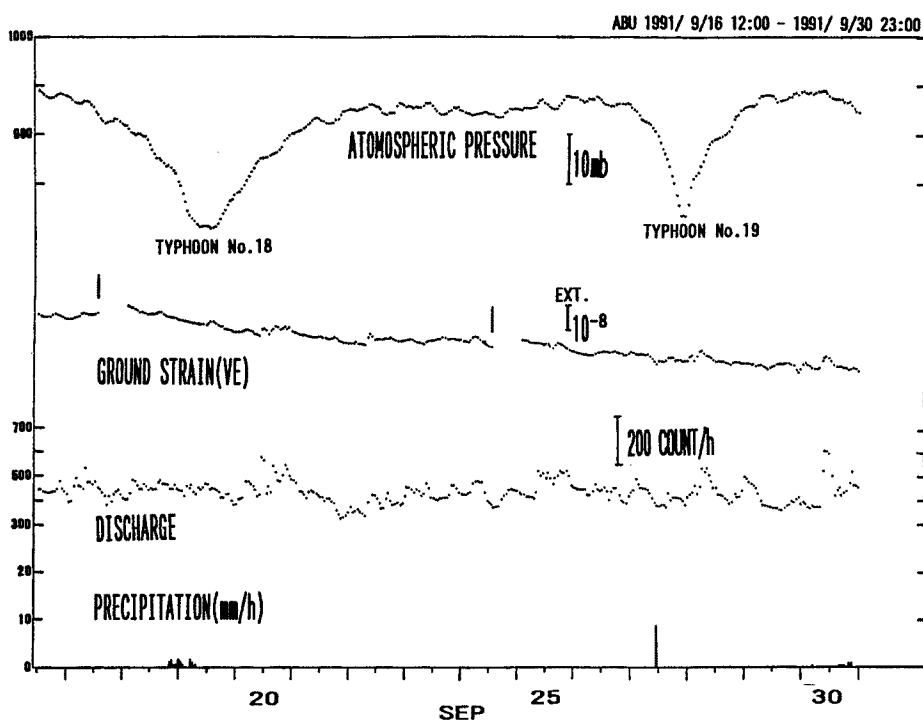


Fig. 4(b). (Continued)

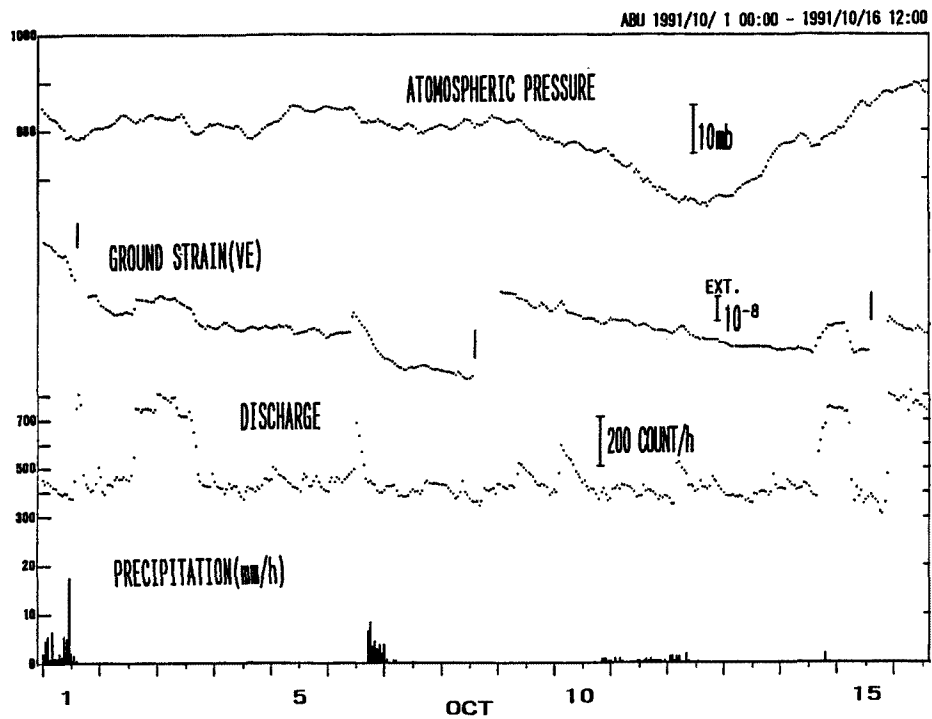


Fig. 4(c). (Continued)

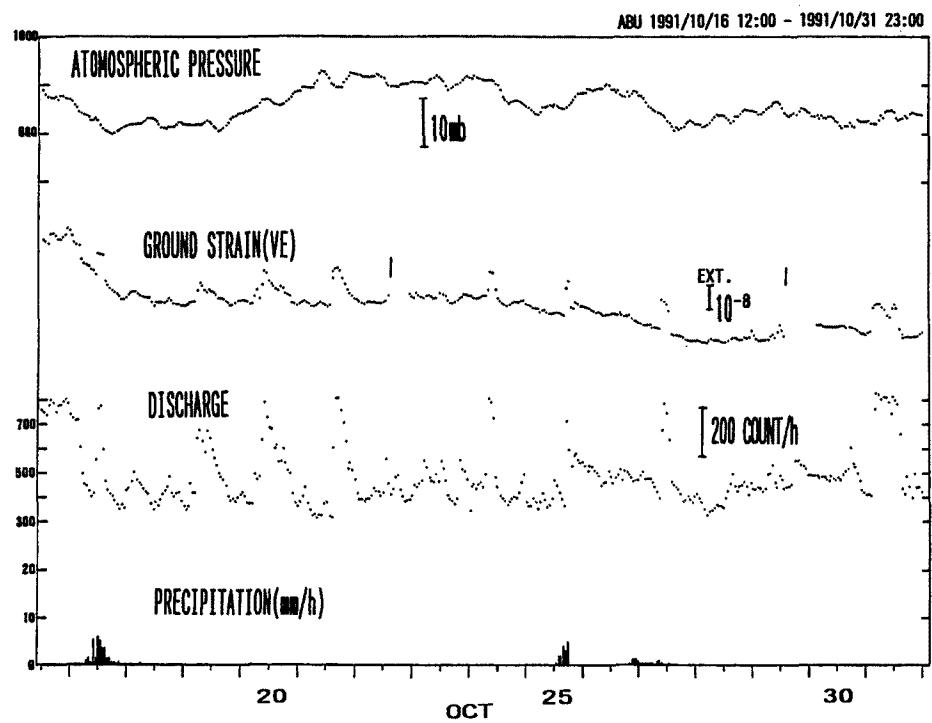


Fig. 4(d). (Continued)

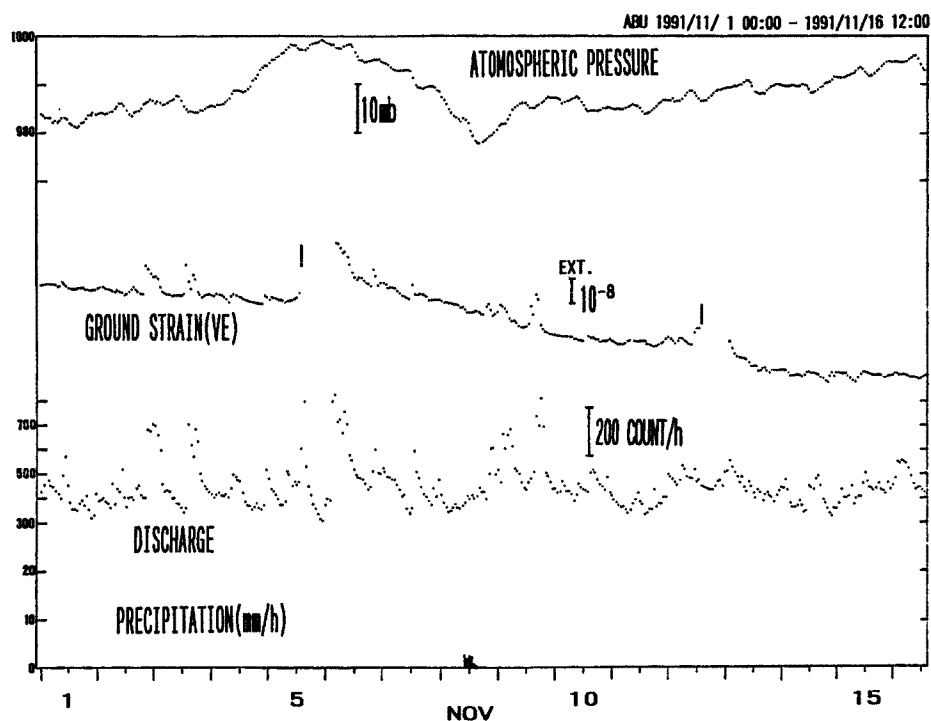


Fig. 4(e). (Continued)

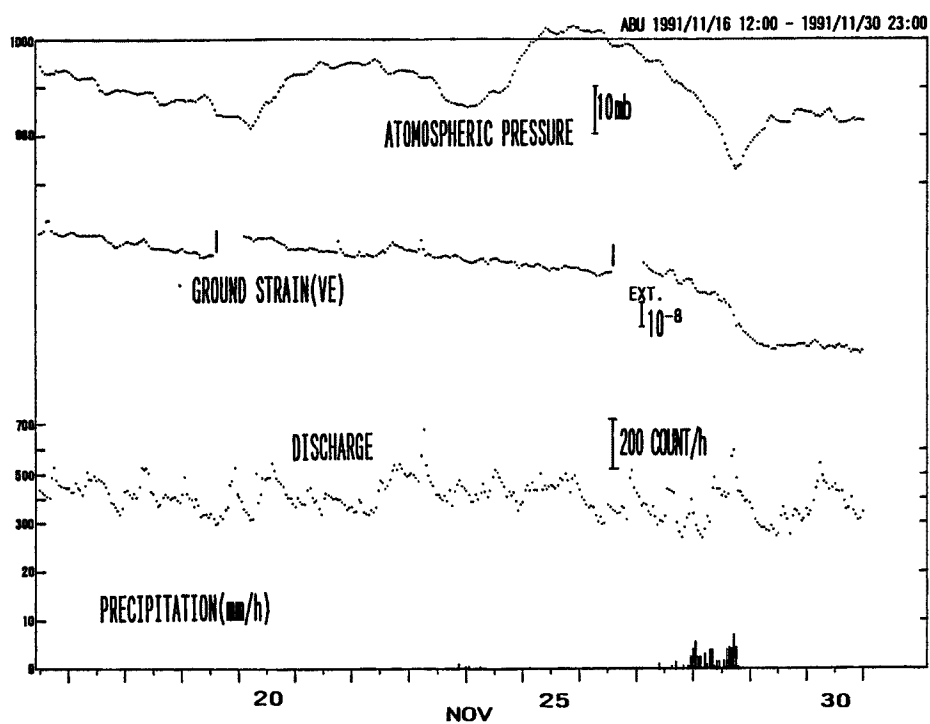


Fig. 4(f). (Continued)

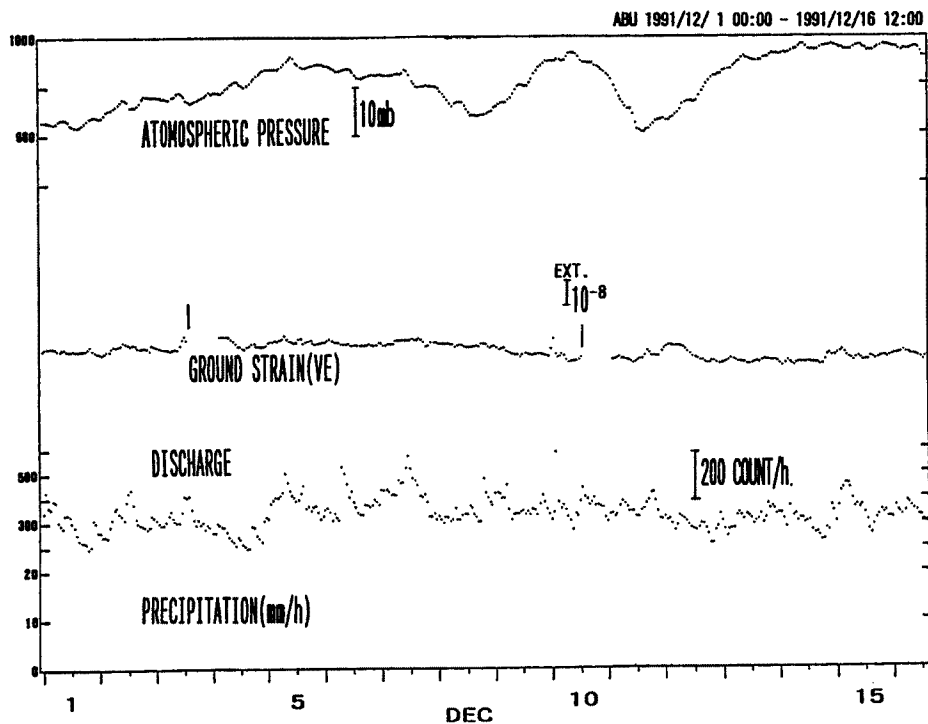


Fig. 4(g). (Continued)

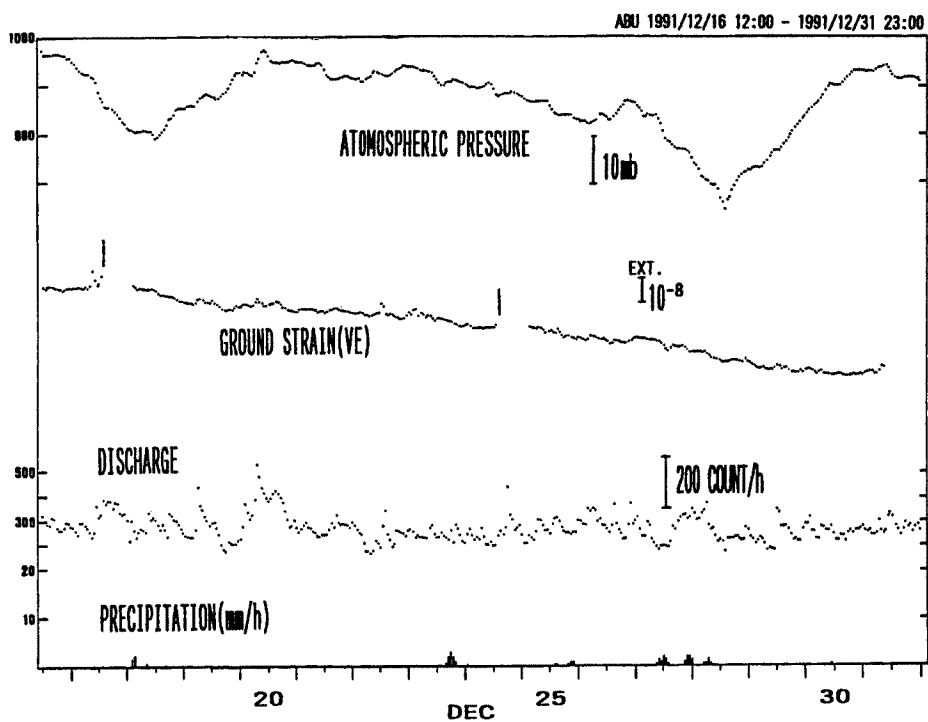


Fig. 4(h). (Continued)

た。湧水量 Q (cc/h) は、カウント数を N とすると、

$$Q = 0.05 \times 3.14 \times 10^2 \times N$$

の式で換算できる。気圧と降水量は阿武山観測所構内で観測されている気象データを使用した。

湧水量の変化は比較的大きく、短時間に2~2.5倍程度増減することが多く認められる。湧水の増減は鉛直方向の伸縮変化と明瞭な正相関を示した。

気圧と湧水変化の関係は明瞭な相関は認められず、1991年9月の台風(17, 18, 19号)による大きな気圧変化にも対応する湧水変化は認められない。伸縮変化(VE)にも同じである。

降雨と湧水変化との関係も不明瞭で、降雨による湧水増が対応する場合としない場合がある。伸縮変化は降雨によって一時縮む。10月1日、11月28日にそれぞれ約60mmの降雨によって約 3×10^{-8} の縮みを示している。20mm以上の降雨があると縮みの変化が現われている。

Fig. 5 に時間軸を短縮した結果を示す。鉛直方向伸縮(VE)は0時と12時の読み取り値を、湧水量と降水量は1日の合計をプロットしたものである。

鉛直方向の伸縮変化は降雨により一時的に縮むが、その後一時期伸びを示す。また、湧水量の多い時期と伸縮の伸びは対応している。降雨と湧水量は、前に述べたように対応がつく場合とつかない場合があり、関係は不明瞭である。

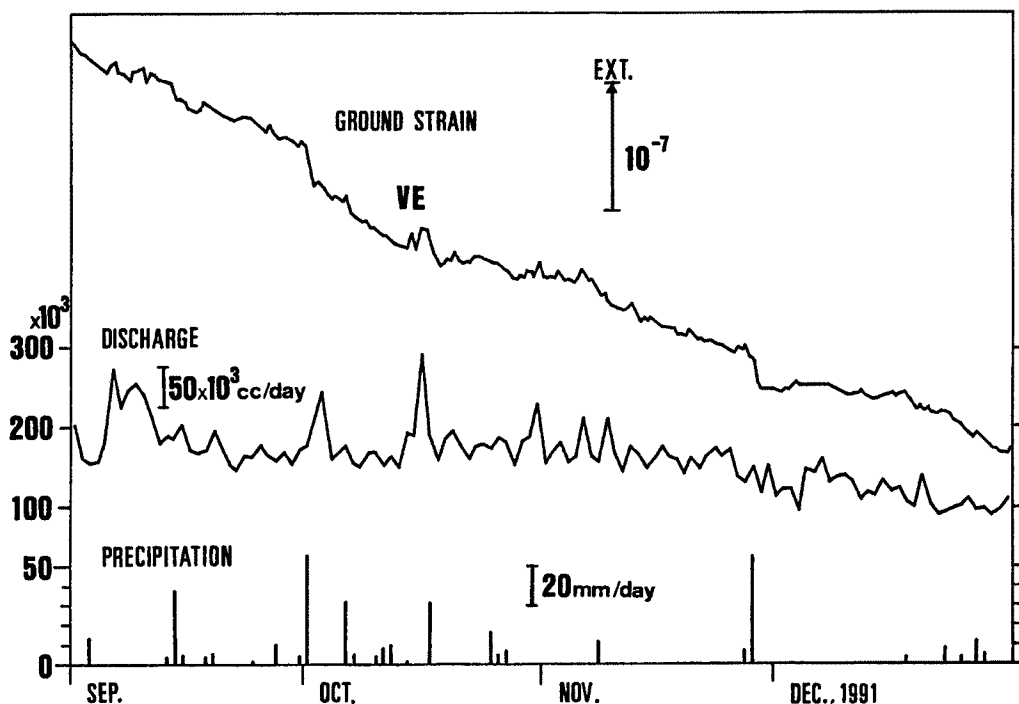


Fig. 5. Observational results for the period from September to December 1991.

4. ま と め

既に破碎帯の挙動、湧水と地震及び地震活動との関係、気圧・降雨の影響等について解析がなされているが⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾、必ずしも明解な結論は得られていない。1991年8月末から湧水量の測定方法を改め、30分間隔の湧水量変化を調べた結果、湧水の変化は予想外に大きく、しかも短時間の内に量的に著しく変化(約2~2.5倍)することが判った。

湧水量の増減と鉛直方向の伸縮は短期・中期変化に明瞭な相関が見られた。しかし、気圧・降雨との関係は明瞭ではなく、湧水の急な増減が何に起因しているのかは今の所不明である。

本報告では、僅か4ヶ月間の記録による短い期間の検討しか出来なかったが、データの蓄積を待って不明瞭な降雨の影響等について解明するとともに、湧水と地殻変動や地震活動との関係について検討することを今後の課題としたい。

参 考 文 献

- 1) 岡野健之助・梅田康弘：阿武山地震観測所における地殻変動連続観測，地震2，第27巻，1974，pp. 262-269.
- 2) 梅田康弘・山崎純一：阿武山における地殻変動の連続観測（1972-1977），測地学会誌，第24巻，第3号，1978，pp. 153-162.
- 3) 梅田康弘・山崎純一：破碎帯の動きと直下の地震活動—阿武山での観測結果より—，地震2，第36巻，1983，pp. 43-51.
- 4) 山崎純一：阿武山における地下水の観測，地震予知「きんき・けいはんしん」研究論文集，1989，pp. 30-35.