

# 地殻伸縮ひずみと降雨の関係について

— 屯鶴峯地殻変動観測所の場合 —

高田 理夫・尾上 謙介

## THE EFFECTS OF RAINFALL ON THE GROUND-STRAINS AT THE DONZURUBO CRUSTAL MOVEMENT OBSERVATORY

By *Michio* TAKADA and *Kensuke* ONOUE

### Synopsis

The effect of rainfall on the ground-strain have been investigated at the Donzurubo Crustal Movement Observatory. The variations of the order of  $10^{-6}$  associated with rainfall appear for the ground-strains derived from extensometers.

### 1. はじめに

地殻変動の連続記録には、しばしば降雨、気圧、気温等の変化の影響が大きく現われる。個々の降雨の歪変化への影響については数多く報告されており<sup>1),2),3)</sup>、地殻変動の長期変動にも雨量の影響が現われていることも指摘されている<sup>4)</sup>。

屯鶴峯地殻変動観測所では個々の降雨の歪変化への影響は $1 \times 10^{-7}$ 以下で<sup>5)</sup>、 $10^{-7}$ オーダーの宮崎地殻変動観測所<sup>6)</sup>や、 $10^{-6}$ オーダーの岩倉観測室<sup>7)</sup>に較べて著しく小さい。ここでは、屯鶴峯観測所で得られた伸縮歪変化に現われる降雨の影響を若干詳しく調べた結果について報告する。又、降雨と歪の長期変化の関係についても述べる。

### 2. 観測結果

屯鶴峯地殻変動観測所は1966年以来伸縮計、傾斜計による地殻変動連続観測を行なっている。**Fig. 1**に観測坑道内の計器の配置を示す。今回は坑道の補強工事後の観測が再開された1979年6月以後の、基準尺の長さが18.3mのSE-1 (E 4.5°S), SE-2 (N 4.5°E), SE-3 (N 40.5°W)の水晶管伸縮計で得られた伸縮変化について調べた降雨の影響の結果を報告する。水晶管伸縮計は光電変換装置によるデジタル自記記録を行なっており、20分間隔のサンプリングである<sup>8)</sup>。気圧変化の歪変化への影響を検討するために、検出部が差動トランスのスーパー・インバール棒6成分伸縮計のII (E 4.5°S), III (N 4.5°E), IV (N 40.5°W)のデータを使用した。

#### 2.1 降雨と伸縮変化

**Fig. 2**は6成分伸縮計のII (E 4.5°S), III (N 4.5°E), VI (N 40.5°W)の歪変化と気圧変化(P)で、太い実線は潮汐変化を含む短周期成分を除去するために、25時間の移動平均を行なった結果を示す。気圧が下がるとIIは伸びになり、IIIは縮みの方向に変化する。II, IIIの歪変化と気圧変化には非常によい相関が存在する。気圧変化による影響はIII, IIの順で、VIはほとんどその影響を受けない。**Fig. 3, 4**に降雨と歪変化

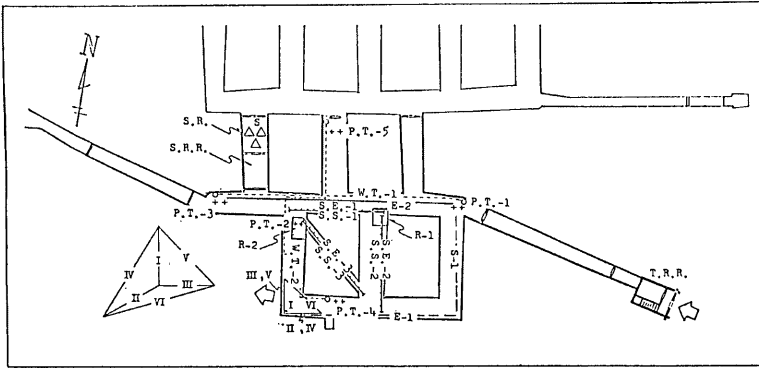


Fig. 1 Arrangement of instruments

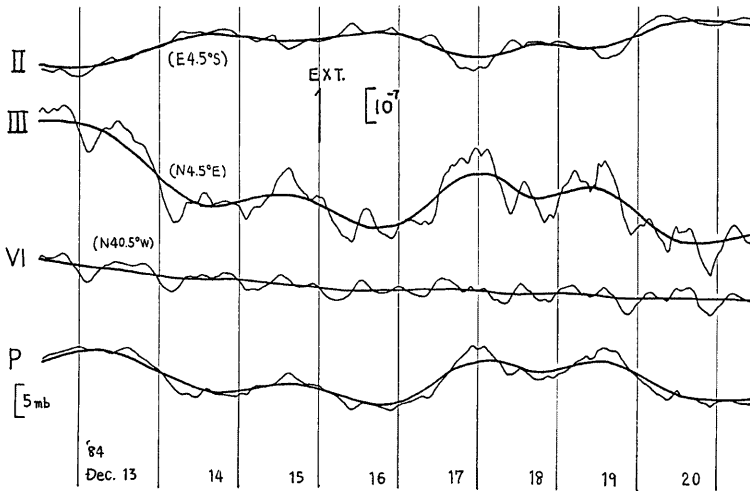
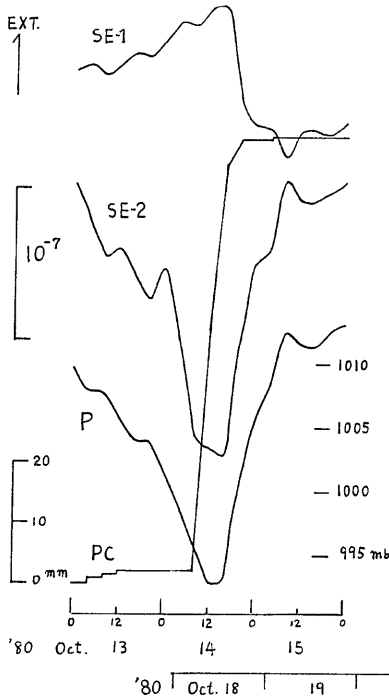


Fig. 2 Variations of ground-strains (II, III, VI) and atmospheric pressure. Solid lines show means of 25 hours.

の例を示す。Fig. 3 は2日間で約 70 mm の降雨があったが、同時に低気圧の通過により、大きな気圧変化をともなっている例である。この場合、気圧変化による影響が大きいため、降雨による歪変化の検出は困難である。このように屯鶴峯観測所では気圧変化が歪変化に、特に SE-1, 2 に、大きく影響する。歪変化への気圧変化の影響については、稿を改めて報告するが、ここでは降雨による歪変化を調べるために、気圧変化の比較的小さい場合について調べた。Fig. 4 は24時間で 80 mm 以上の降雨があり、比較的気圧変化の小さい時の歪変化を示す。この場合、降雨が始まって、その影響は SE-3 が約9時間後、SE-2 が12時間



後、SE-1 が16時間後に縮みの方向で現われる。降雨の始まりから16~20時間後の降雨が少なくなると、SE-2 は約  $6 \times 10^{-8}$ 、SE-3 は約  $5 \times 10^{-8}$ 、SE-1 は約  $3 \times 10^{-8}$  の最大の歪変化の後、回復が始まる。そして、降雨が終った約1週間後に、ほぼもとのレベルに回復する。Fig. 5 は降雨と最大歪変化の量的関係を示したものである。SE-1, 3 の歪変化量は降雨量に比例して大きくなる傾向にある。SE-1 は 100 mm の降雨で約  $4 \times 10^{-8}$ 、SE-3 は約  $5 \times 10^{-8}$  の歪変化である。SE-1 は降雨の際の気圧の低下で伸びの歪変化が重なっていると考えられるので、実際はもう少し大きな歪変化になると考えられる。SE-2 は気圧の影響が大きく降雨による歪変化の検出は少なかったが、SE-1, 3 とほぼ同じ値になると考えられる。

### 2.2 積算降雨と長期伸縮変化

屯鶴峯地殻変動観測所で得られた伸縮変化の長期成分は広い地域のテクトニックな運動を反映していると考えられている<sup>9)</sup>。伸縮歪の長期変動への雨量の影響の可能性が報告されており<sup>4)</sup>、古澤は天ヶ瀬地殻変動

Fig. 3 Variations of ground-strains (SE-1, 2, 3), atmospheric pressure (P) and precipitation (PC)

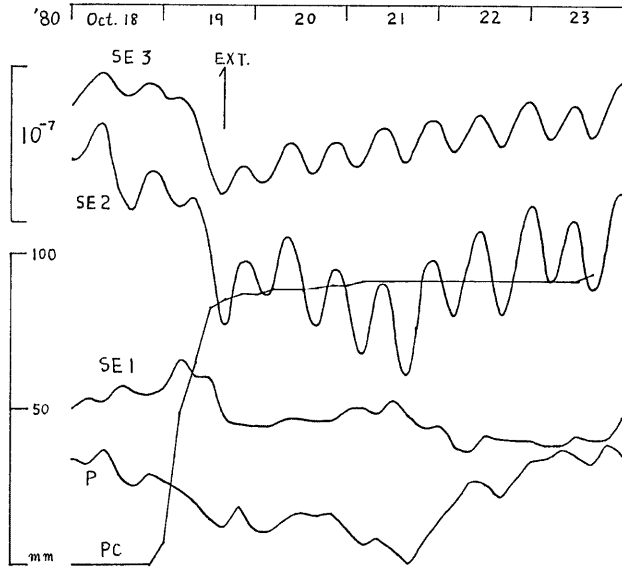


Fig. 4 Variations of ground-strains (SE-1,2,3), atmospheric pressure (P) and precipitation (PC)

観測室における伸縮歪と雨量の関係調べて、伸縮歪が短周期から長周期まで降雨による地下水位の変動と関連づけられることを示した<sup>10)</sup>。屯鶴峯観測所で得られた伸縮変化と雨量について、同様な方法を適用し、歪変化の長期変動と積算雨量との相関の存在を調べた。Fig. 6 は伸縮歪の経年変化と年周変化を除去した長

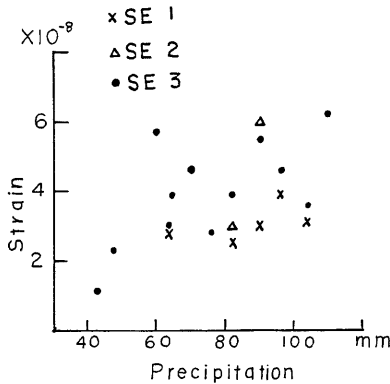


Fig. 5 Relation between precipitation and increment of ground-strain

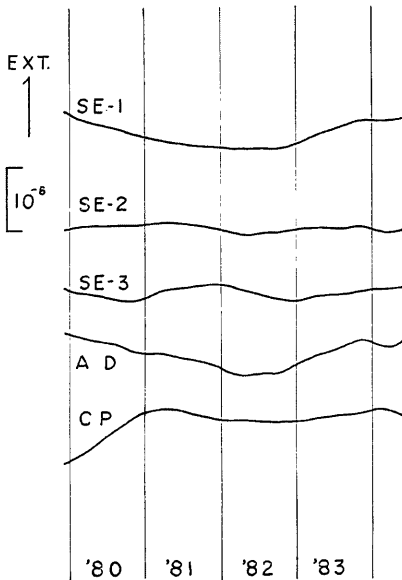


Fig. 6 Long period variations of groundstrains and low passed cumulative precipitation (CP). AD: Areal Dilatation.

周期変化と、24カ月の積算雨量に13カ月の移動平均を行なった結果を示す。Fig. 7 は伸縮歪の年周変化、気圧変化、そして5カ月の積算雨量に3カ月の移動平均を行なった結果を示す。Fig. 6 の歪の長周期変化で、80年には坑道の補強工事の影響が残っていると考えると、81年以後の積算雨量と面積歪の変化に相関があるように見られるが、顕著ではない。Fig. 7 の歪の年周変化と積算雨量の相関はほとんど認められない。

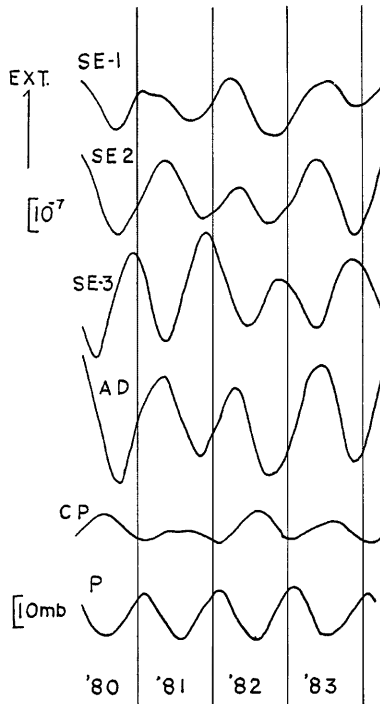


Fig. 7 Variations of annual strain, low passed cumulative precipitation (CP) and atmospheric pressure (P). AD: Areal Dilatation.

### 3. ま と め

屯鶴峯観測所の個々の降雨による歪変化は 100 mm の降雨で約  $5 \times 10^{-8}$  である。歪変化の方向は全成分が縮みである。降雨後約 1 週間でもとのレベルに回復する。歪の年周変化や長期変動と雨量との相関は明瞭ではない。

終りに、有益な助言をいただいた地かく変動部門の皆様及び観測、記録整理に御協力をいただいた藤田安良技官に深く感謝の意を表します。

### 参 考 文 献

- 1) Takada, M., 1958. On the Observation of the Crustal Deformation and Meteorological Effect on It at Ide Observatory, and on the Crustal Deformation Due to Full Water and Accumulating Sand in the Sabo-Dam, Bull. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., 8, 23, 1-29.
- 2) 田中寅夫・細 善信・加藤正明：和歌山県由良における傾斜、ひずみと降雨について，測地学会誌，第25巻，第4号，1979，pp. 302-312.
- 3) 竹本修三：地殻歪の観測に及ぼす降雨の影響の地下水浸透モデル，地震，第2輯，第37巻，1984，pp. 369-381.
- 4) Kasahara, M., R. Shichi and Y. Okada : On the Cause of the Long Period Crustal Movement, 測地学会誌，第27巻，第4号，1981，pp. 301-305.
- 5) 高田理夫・尾上謙介・藤田安良：屯鶴峯地殻変動観測所における地殻変動観測（第7報），京都大学防災研究所年報，18 B, 1975, pp. 47-51.
- 6) 高田理夫・古澤 保・竹本修三・尾上謙介・寺石真弘・園田保美：宮崎地殻変動観測所における地殻変動観測（第1報），京都大学防災研究所年報，第22 B-1, 1979, pp. 61-77.
- 7) 高田理夫・古澤 保・竹本修三・山田 勝：降雨及び湧水量変化の地殻ひずみの観測に及ぼす影響について—岩倉観測室の場合—，京都大学防災研究所年報，第24号 B-1, 1981, pp. 71-76.
- 8) 古澤 保・尾上謙介・高田理夫：屯鶴峯における光電変換装置による伸縮計のデジタル観測，測地学会誌，第19巻，第2号，1973，pp. 76-84.
- 9) 高田理夫・古澤 保・竹本修三・尾上謙介：近畿中央部における地殻変動観測，測地学会誌，第28巻，第2号，1982，pp. 86-97.
- 10) 古澤 保：天ヶ瀬地殻変動観測室における伸縮歪と雨量の関係について，京都大学防災研究所年報，第27号 B-1, 1984, pp. 63-69.