

6 - 1 松山地方の地殻変動（概報）

Crustal Movements in Matsuyama District

東京大学地震研究所 松山地殻変動観測所
Matsuyama Geophysical Observatory,
Earthquake Research Institute,
University of Tokyo

四国沿岸各地では南海道地震（昭和21年）に引続き顕著な地盤沈下が進行し、社会的問題にもなるにいたった。その対策の一環として愛媛県松山市の西郊で傾斜計・伸縮計などによる連続観測が昭和24年に始められた（第1図）。

沈下は昭和33年ころにいたり、ようやく終熄が認められるにいたったが、それを機に当所では施設・設備の改装が行われ、以後はより基礎的研究を目的として観測が継続されることになった。昭和46年春、それまで長期にわたり観測を担当してきた岩城治義氏の病没により観測は中断の止むなきにいたった。その後幸いにして地元関係者の協力が得られ観測は昭和47年に再開され現在に及んでいる。（後節参照）。

1. 土地傾斜の永年変化

第2図は全期間にわたる土地傾斜の永年変化を水管傾斜計の月平均読取値に基づいて概観したものである。当初著しかった北東下りの傾動は昭和32～4年ころにいったんおさまり、その後はむしろ北西下りに転じている。その傾動も昭和41～2年ころにほぼおさまり、最近7～8年のところ格別の動きは認められない。

2. 西伊予地方の広域地殻変動

これら観測結果の意味を明らかにするため水準測量資料（国土地理院）に基づいて四国西部の大局的な傾動と比較して見たのが第3図である。概観が目的であるから、同図では松山、善通寺、八幡浜に対する佐川、高知、宿毛のそれぞれの動きをもって広域変動とし、その測線方向に近い向きの水管傾斜計成分と比較したものである。これにより1896年頃より最近までの変動の推移の大勢を見ることができる（地震直後のところは推定であるが）。これに対して水管傾斜計の結果（比較の便宜上、縦軸の目盛は縮少してある）は少くとも変動の「ゆらぎ」に関してはよい一致を示している。この意味において、水管傾斜計の記録するものには四国西部の広域のテクトニックな変動の消長がかなりよく反映されているように思われる。

広域変動についてまず関心をもたれるのは南海道地震直後数年間の変動経過である。すでに

指摘されている通り（たとえば Fitch and Scholz, 1971; Ando, 1975），同地震の震源過程の全貌を津波発生や地殻変動にわたって説明しようとするれば，主震源（地震波発生に直接関係ある）に加えてその西隣に巨大な非弾性的断層ずれを想定しなければならない。

第4図は松山，宇和島，土佐清水の各検潮資料（海岸昇降検知センター，1972）に加筆したもので，縦軸は上向きを土地隆起に対応させてある。これについて特に注目すべき点を列挙すれば次の通りである。

- (1) 地震時，土佐清水は40～50 cm隆起したこと。
- (2) 宇和島では地震時に約20 cm沈下し，その後数年間にさらに20 cmほど沈下が進んだこと。
- (3) 地震に先立つ数年間に両地ではそれぞれ上記と逆向きの変動（約20 cm）の形跡が認められていること。

これらいずれも従来提出されている震源模型のみでは説明し難い事柄であって，宇和島－足摺地方の地下には何か特別な事情があったものと想像される。第5図はその見地から局地的断層ずれを示したもので，その先端は地震後数年の間に徐々に宇和島直下に向い発達していったという模型である。適当にパラメータを選べば上記(1)，(2)を同時に説明することが可能であって，第4図の半影線はその結果を示している（山田・笠原，1975）。

もっとも，この模型では足摺岬に見られた特異な水平変動（おおむね南東ずれを示す，西国南部の大勢に逆行するような）は説明できない。また上記(3)の前兆的とも見える変動についても同様である。宇和島－足摺地方の変動の特異性には予知研究上重要な問題が未解決のまま残されている。

3. 松山近傍の地震と土地傾動

松山における水管傾斜計の毎日の読取値を擾乱する大きな要素は潮汐と気温の変化である。そこで日々の読取値から潮汐と気温の影響を取除いた残差に地震による傾斜変動が潜んでいるかも知れないと考えて，両者の関係の有無を調べてみた。もちろん読取値も潮位の日平均についても平滑操作が必要である。潮位については松山の場合，気圧の補正を行なうと位相のずれと振幅の減少がみられるが（津村，1963），ここではひとまず傾斜と潮位が最もよく合うように目測で一致点をみつけた。ところで観測開始以来，松山を中心とする半径100 kmの円の中に震央を有する $M > 3$ の地震は約60個を数える。第6図は大きな残差のあらわれた一例である。 $M \approx 4$ 程度の地震では観測所の至近距離であること，震源の浅いことが必要な要件であろう。また，2個以上の地震が隣接して存在する場合どちらの影響力が大きいかについてもこれだけではわからない。なお，観測期間中に近傍で起った最大の地震は日向灘（1968年4月， $M = 7.5$ ）であるが，震央距離は約170 kmである。宇和島付近の地震（1968年8月， $M = 6.6$ ）は震

央距離は76kmでこれに次ぐ規模のものであるが、これらについては顕著な変動があらわれているとは認め難い。

4. 自記水管傾斜計による委託観測

観測を再開するに当っては委託に頼らざるを得ない事情から、目的を土地傾斜の永年変化にしぼり、また努めて維持の容易な方式を採ることとした。このためフロート型自記水管傾斜計（地震研究所技術部，1973）が開発され、それを従来の水管傾斜計（週一回の読取り）に併用する方式（若杉・笠原，1975）が採用された。かくて昭和47年4月に観測が再開され現在にいたっている。第2図中、最近の2年分はその結果であって、同地が静穏な状態にあることを示している。委託観測は長谷場亮男氏（松山市在住）によって維持されている。遠隔地という困難な条件下にありながら上記方式が実用化されるにいたったのは同氏はじめ現地関係者各位の熱心なご協力に負うところが極めて多い。実用化の過程において遭遇した技術上の困難も少いものではなかったが、その解決を通じてわれわれは多くを学んだ。観測成果もさることながら、これらの諸経験は今後の観測方式を確立する上に極めて有用なものと思われる。

（笠原慶一・山田重平）

参 考 文 献

- 1) Ando, M. (1975), Source Mechanisms and Tectonic Significance of Historical Earthquakes Along the Nankai Trough, Japan. Tectonophys. (in press)。
- 2) Fitch, T. J. and C. H. Scholz (1971), Mechanism of Underthrusting in Southwest Japan: a Model of Convergent Plate Interactions, J. Geophys. Res. 76, 7260-7292。
- 3) 地震研究所技術部 (1973), フロート型自記水管傾斜計の試作, 地震研究所速報 Vol. 10, No. 9
- 4) 海岸昇降検知センター (1972), 日本列島沿岸の年平均潮位とそのグラフ (国土地理院海岸昇降検知センター, 昭和47年10月), 1 - 31。
- 5) 国土地理院, 一等水準検測成果集録 第9, 15, 16巻, 別巻1, 2, 3巻
- 6) 若杉忠雄・笠原慶一 (1975), 自記水管傾斜計と標準型, 水管傾斜計の併用方式, 測地学会誌 20, 221 - 224 (寄書)。
- 7) 山田重平 (1973), 水管傾斜計によって観測された地殻変動, 地震研究所速報 Vol. 1.10, No. 1. 70 - 79
- 8) 山田重平・笠原慶一 (1975), 松山市における地殻変動観測 (日本測地学会講演会,

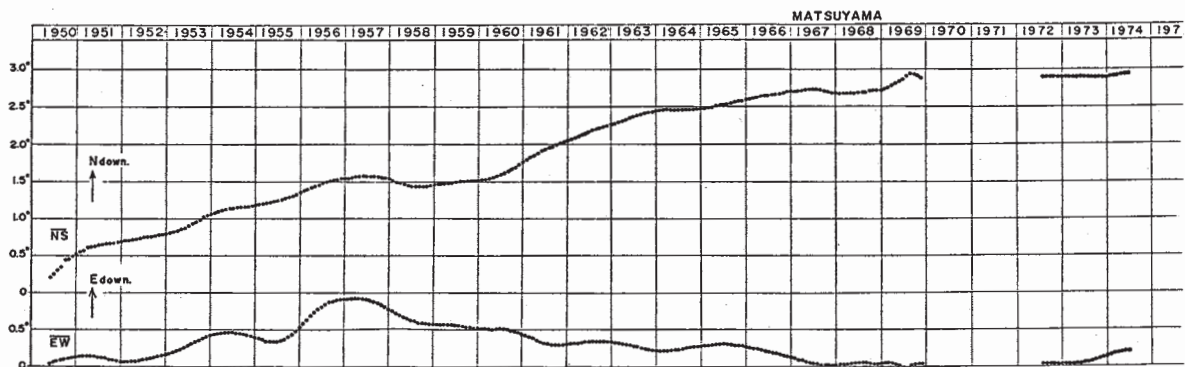
昭和50年5月14日)。

9) 津村建四郎 (1963), 日本沿岸の平均海面およびその変動の研究(I), 測地学会誌 Vol.9, No.2, 49 - 90。



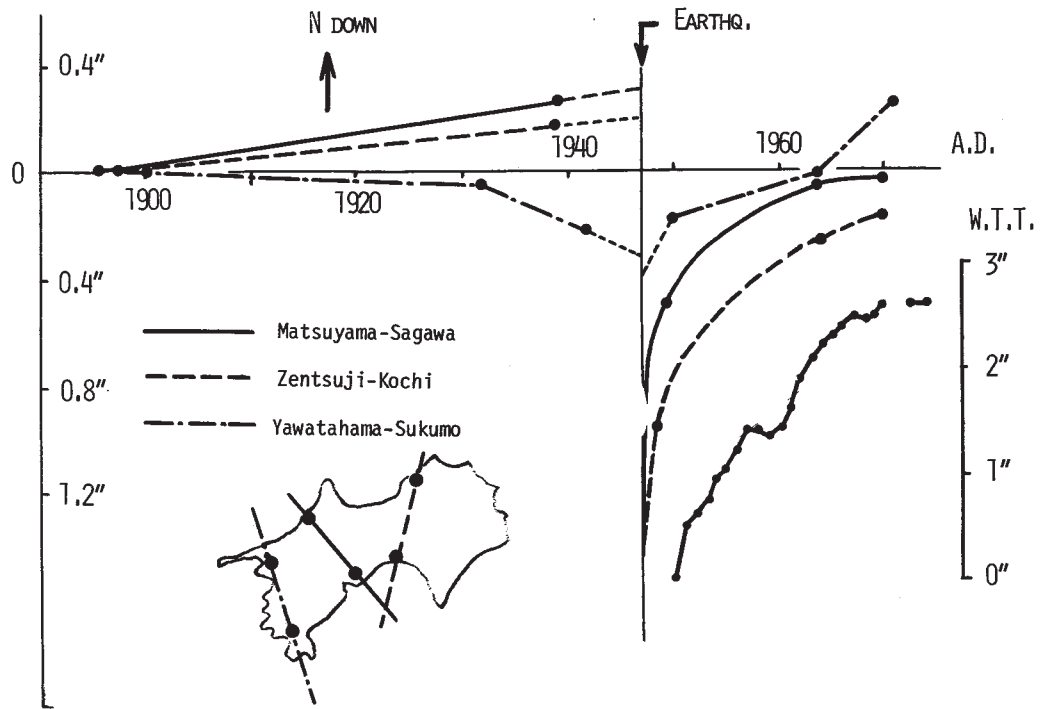
第1図 松山地殻変動観測所 (平面図) とその所在位置。

Fig. 1 Location of the Observatory.



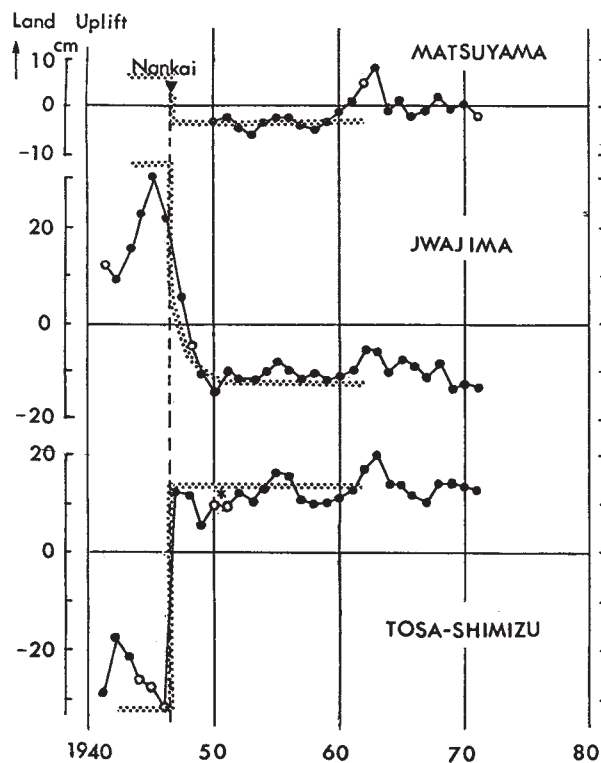
第2図 松山における土地傾斜永年変化
(水管傾斜計月平均値から計算したNS, EW成分)。

Fig. 2 Ground tilts at Matsuyama(monthly mean values, water-tube tiltmeters).



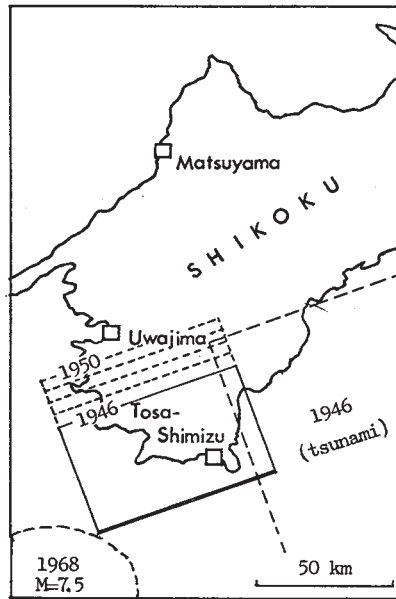
第3図 水準測量による四国西部の広域傾斜変動と比較した松山における水管傾斜計観測結果。

Fig. 3 Vertical land movement in the western part of Shikoku as compared with the water-tube tiltmeter observations at Matsuyama.



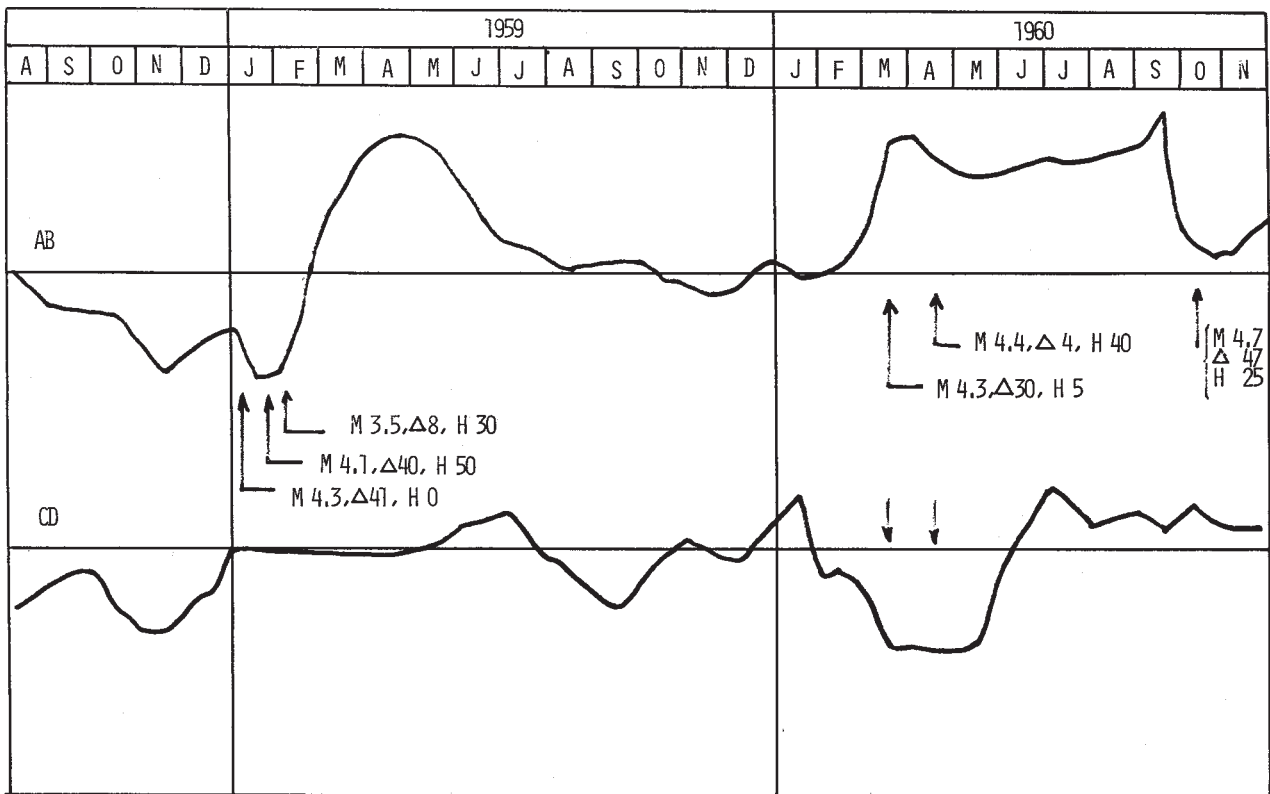
第4図 松山・宇和島・土佐清水における土地垂直変動
(海岸昇降検知センター, 1972に加筆)

Fig. 4 Vertical land movement at Matsuyama, Uwajima and Tosa-Shimizu relative to the mean sea-level.



第5図 南海道地震に伴う非弾性的断層運動（模型）。
主震源域（1946）と日向灘地震震源域（1968）の間に想定。

Fig. 5 Aseismic faulting following the Nankaido earthquake (1946), hypothetically located between the sources of the main shock and the Hyuganada earthquake (1968).



第6図 局地地震発生前後における土地傾斜の例（松山近傍）。

Fig. 6 Examples of the ground tilting as compared with the time sequence of local earthquakes (Matsuyama area).