

論文の内容の要旨

論文題目 In situ measurement of seismic velocity and attenuation at Aburatsubo,
central Japan

(油壺における地震波速度・減衰その場測定)

氏名 山村恵子

潮汐やテクトニックな応力変動、地震による揺れ、地殻内流体の移動などによって地中の状態は時々刻々と変化している。応力変動や含水量変化に敏感な地震波速度・減衰は、地中の状態をモニターするのに有効な手段である。主に応力変化の検出を目的として弾性波速度その場測定が何例も行われた。地球潮汐に伴う地震波速度変動が報告されているが観測期間は最長でも 8 日間であり、歪計の記録との詳細な比較や潮汐定数の決定はなされていない。また、地震に伴うステップ状の変動が検出され、地震に伴う静的な応力変化が原因と報告されているが両者の相関関係に不明瞭な点がある。

我々は歪計・加速度計が併置されている油壺で 1 年にわたる測定を行った。長期の観測により P 波速度 V_p において検出した潮汐変動の各分潮への分解が可能になった。精度良い波形を収録することにより P 波減衰 Q_p の潮汐変動の検出に初めて成功した。歪計の記録との比較により、歪変化に対する V_p の非線形な応答を検出した。また地震に伴う V_p 変動を検出し、歪計・加速度計記録との比較により地震に伴う静的な応力変化ではなく地震による揺れが原因であることを明らかにした。

東京大学地震研究所油壺地殻変動観測所の壕内で 1998 年 11 月から P 波速度・減衰その場測定を行った。海岸付近の高さ約 10m の崖下に掘られた壕内の壁に発信子と受信子を埋め込んだ。測線距離は約 12m、岩盤は三浦層群の安山岩質凝灰岩である ($V_p=1.6\text{km/s}$, $Q_p=20$)。発信子には圧電素子を使用し、10kHz の超音波を繰り返し発生させて重合処理した波形を 30 分おきに記録する。2000 年 7 月からは重合処理の回数を減らし 5 分

おきに記録している。波形の相互相関をとって P 波相対走時を読み取り、記録パルスのピーク値を読み取って減衰の指標とした。測定精度は V_p で 0.1%, Q_p で 3%である。

海洋潮汐による荷重変形に伴う振幅 10^{-7} の潮汐変動が歪では既に観測されていたが、 V_p においても歪と相関の良い O1, K1, S2, M2, M3, M4 に対応する 0.3%の潮汐変動を検出した。 Q_p において 5%の O1, K1, S2, M2 に対応する潮汐変動を検出した。面積歪が収縮の時に V_p, Q_p は増加する極性を持つ。収縮によって媒質中の空隙が閉じ、実効的な弾性定数が増加して弾性波速度が増加・減衰が減少する為と考えられる。 V_p 変化の対応力感度は 10^{-6} /Pa, Q_p 変化の対応力感度は 10^{-4} - 10^{-5} /Pa のオーダーである。また、 V_p において 14 日周期の変動を検出した。歪には 14 日周期の変動はなく、歪に対して速度が線形に応答したのでは 14 日周期の変動は生じない。 V_p 変化の対歪感度が歪が圧縮の時に比べて伸張の時の方が良いという非線形性により 14 日周期の変動が説明できる。

地震後に 0.4% V_p が減少し、約 4 日かけて回復する現象が検出された。地震発生後 5 分以内に速度が減少し、地震に伴う静的な歪変化の大きさ・極性に関係なく速度はほぼ一定に減少する。加速度計の記録から最大加速度が閾値を越えたときに速度が減少することがわかった。応力によって空隙が開閉し V_p が変化するという潮汐変動と同じメカニズムでは説明できない。揺れによって岩石の構造が一時的に変化したと考えられるが、詳細なメカニズムは未解明である。釜石鉾山でも三陸はるか沖地震に伴うの 0.01%の V_p の減少と約 3 日間かけての回復現象について報告がある。釜石の岩質は花崗閃緑岩である。岩質も地震に伴うステップ変化のオーダーも異なる二つの場所で観測されたことは、同様な現象が地震動に伴って普遍的に生じる可能性を示している。

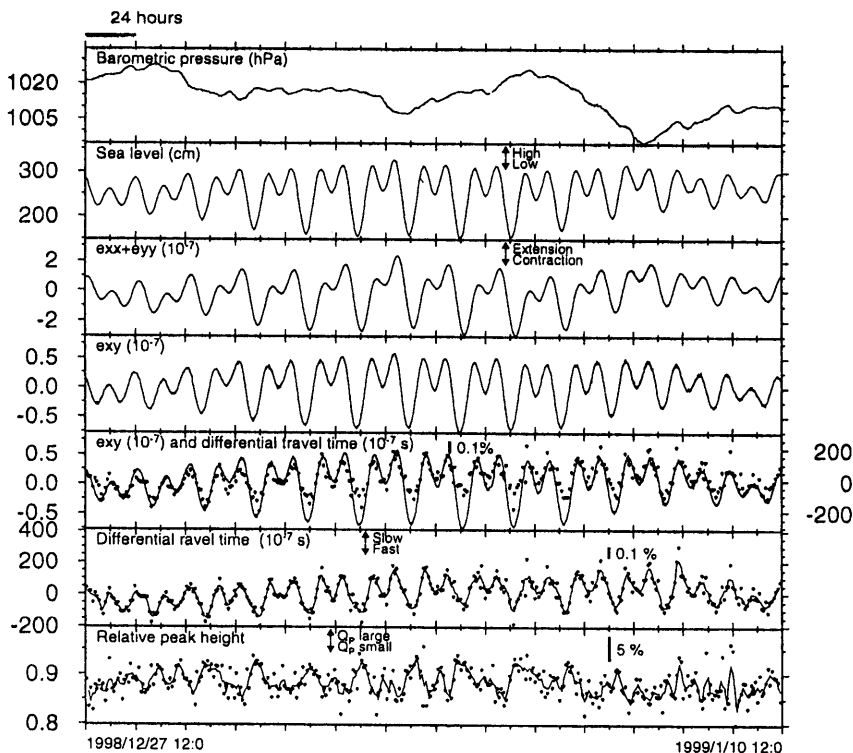


図1 油壺における二週間の気圧・潮位・面積歪・剪断歪・P波相対走時と剪断歪・P波相対走時・ Q_p 変化の記録(上から)。説明本文参照。

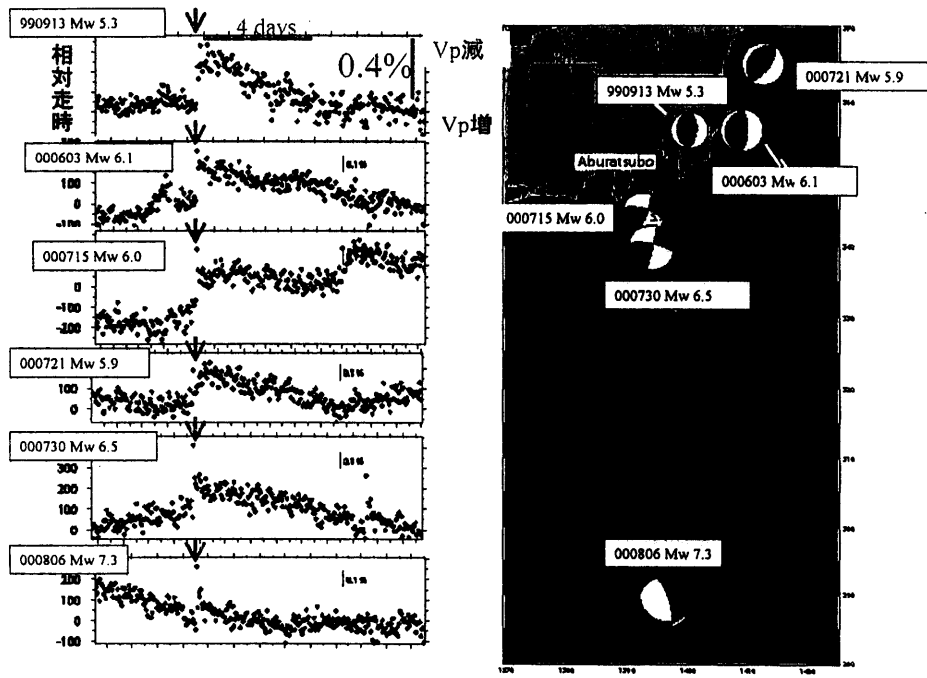


図2 地震に伴う V_p 変化 (左) と震源の位置 (右). 説明本文参照.