

1999年台湾集集地震に伴う地震波伝播の変化：I 繰り返し地震の波形変化 Seismic wave propagation damage caused by the 1999 Chi-Chi, Taiwan earthquake: I. Repeating earthquakes observation

Chen Kate Huihsuan^{1*}, 古村 孝志², Justin Rubinstein³, Ruey-Juin Rau⁴

Kate Huihsuan Chen^{1*}, Takashi Furumura², Justin Rubinstein³, Ruey-Juin Rau⁴

¹ 台湾師範大学地球科学科, ² 東京大学地震研究所, ³ 米国地質調査所, ⁴ 台湾成功大学理学院地球科学科

¹National Taiwan Normal University, ²ERI, Univ. Tokyo, ³United States Geological Survey, ⁴National Cheng Kung University, Taiwan

1. 台湾東部で観測される小繰り返し地震

台湾東部の深さ 10 ~ 20 km では、1991 年 ~ 2007 年にかけて M3.8 ~ 4.6 の規模の小繰り返し地震 (相似地震) が発生している (Chen et al, 2009)。これらの繰り返し地震の地震波形は台湾全土の広帯域および短周期地震観測網で記録され、高い相互相関係数 (0.99 以上) で波形が一致する。ところが、1999 年に台湾中部で発生した集集地震 (M7.6) のを境に、震源域近傍の観測点では繰り返し地震の波形が大きく変化し、相互相関係数が大きく低下した。この変化は高周波数地震動ほど大きく、たとえば震源域の南東端直上にある SSLB 広帯域観測点では、震源距離 90 km の繰り返し地震の相互相関係数が周波数 1 Hz では 0.99 から 0.95 に、そして 4 Hz では 0.99 から 0.95 に低下した。また、波形の変化は、地震波の到着時から遅くなるほど大きく、特に S 波コーダ部分の変化が顕著である。また、SSLB 観測点の波形を詳しく見ると、集集地震後には S 波コーダ波が 50 ミリ秒程度遅れて到達していることもわかった。この時間を震源距離で割ると、伝播経路に添って平均 1% の S 波速度低下が起きたことになる。

2. 台湾集集地震発生により崩された地震波動伝播

繰り返し地震の波形変化が見られる場所は、集集地震の震源域近傍に限られる。このことから、波形変化の原因は繰り返し地震の震源特性の変化 (位置、メカニズム、近傍の構造など) によるものではなく、伝播経路または観測点直下の構造変化によるものと考えられる。

大地震に伴う地下構造として、まず強震動による地滑りや地表断層などの地形変動や液状化や剥離などによる表層地盤の応答特性の変化が考えられる。しかし、波形変化が観測された地点は、大きな地震地殻変動が現れた断層面直上や、強い加速度が発生した台湾西部の平野の一部ではなく、震源域を取り囲む 50 km*80 km のやや範囲である。広域に見られた波形変化を説明するには、地表だけでなくやや深部 (10 ~ 20 km) の速度構造変化を疑う必要がある。たとえば、断層面上のアスペリティ付近では、断層破壊により低速度のガウジ層が生じている可能性があり、これが波動伝播に影響を与えている可能性もある。

なお、繰り返し地震の波形変化と相互相関係数の低下は、2007 年時点ではまだ集集地震前のレベルにまで戻っていないものの、数年から数十年をかけて徐々に回復しつつある。このような、地震波速度異常の回復にかかる時定数は、その異常の場所と原因を特定する鍵になりそうである。たとえば、数年の時定数は、強震動に伴う地形変動 (永久変位) や液状化等による地盤応答特性の回復 (数日~数ヶ月?) とは大きく異なり、むしろ地下深部の断層面の固着や応力回復過程の可能性を示唆するものである。

3. 地下構造変化と地震波動伝播の変化の対応

以上の解析結果に対して、次に地震波伝播シミュレーションに基づき繰り返し地震の波形変化とその原因を探る (古村・Chen, 2011 本大会発表)。

参考文献

K. H. Chen, Rau, R. J., and Hu, J. C. (2009). Variability of the repeating earthquakes behavior along the Longitudinal Valley fault zone of eastern Taiwan, *J. Geophys. Res.*, 114, B05306, doi:10.1029/2007JB005518.

キーワード: 繰り返し地震, 断層強度回復, 台湾集集地震

Keywords: repeating earthquake sequence, fault healing, Chi-Chi earthquake