

# 2006年4月1日台東地震(M<sub>w</sub>6.2)引發同震地下水位變化之研究

王珮玲<sup>1</sup> 陳柏瑞<sup>2</sup> 胡植慶<sup>2</sup> 官彥均<sup>3</sup> 呂佩玲<sup>4</sup> 賈儀平<sup>2</sup>

1. 國立台北大學中國語文學系

2. 國立台灣大學地質科學系

3. 經濟部水利署

4. 中央氣象局地震中心

## 摘要

2006年4月1日在台東卑南發生芮氏規模6.2之地震，引發全台96口觀測井發生同震地下水位上升或下降變化。由時水位觀測紀錄指出，同震變化多發生在嘉南平原與屏東平原地區，水位變化範圍從下降17公分到上升42公分不等，間接反應出各地應力改變或體積應變的狀況。與2003年12月10日同樣發生在板塊邊界上的成功地震相較，發現同震水位上升與同震水位下降的觀測井在空間分佈上以屏東平原的差異特別顯著，而同震變化幅度與震源距離間皆缺乏明顯相關性。

## 一、前言

過去的地下水位監測紀錄指出，地震對地下水位變化的影響主要有兩種：因為震波經過產生上下起伏的振盪性水位變化，以及因為斷層錯動引發大地應力重新調整所造成水位上升或下降之持久性階梯式變化。振盪性水位變化會在震波經過後數分鐘內回復至震前平穩狀態；然階梯式反應在震後的水位變化因各井所在的水文地質特性而異，目前認為此種變化可能有潛力作為斷層錯動導致地層應力改變或體積應變的間接指標。

先前研究指出，2003年12月10日成功地震發生時，全台共有104口地下水觀測井出現同震水位異常變化。同震水位變化在空間分布上，以屏東平原最具規律性：遠海處地下水位變化為同震下降，近海處為同震上升，且變化量較大。一般認為水位同震上升為壓縮反應，同震下降為伸張反應，然而在屏東平原地區常年的主應變率，卻是海處主要為平行海岸線方向的壓縮，近海處主要為垂直海岸線的伸張(Hu et al., 2006)，與該次地震造成的水位變化結果相反。故本研究以2006年4月1日同樣發生在台灣東部縱谷縫合帶上的卑南地震為題，藉由討論該地震造成大地應力重新分布的狀況，並與2003年成功地震的反應情形互相對照，期望能進一步探討東部縱谷縫合帶地震與西部平原地下水位變化的相關機制。

## 二、2006年4月1日 Mw6.2 台東地震

依據中央氣象局發布的資料，2006年4月1日18:02在台東卑南地震站北方7.0公里處（N22.88，E121.08）發生芮氏規模6.2之地震，震源深度約7.2公里。主震持續十餘秒，造成了明顯的地表位移並出現為數眾多的餘震。全台震度分佈方面，最大震度是台東六級，台南、高雄、屏東為四級，台北、桃園、新竹也有一級震度。

綜合主震的深度、餘震分布的情形及主震斷層機制面解，推斷台東地震的主震發生係因縱谷南端一向西傾斜的高角度斷層（方位角 $198^\circ$ ，傾角 $77^\circ$ ），鄰近菲律賓海板塊與歐亞板塊的碰撞縫合帶，伸入中央山脈東側約18公里深。然而其主震發生的機制主要為走向滑移及少量的逆衝，而發生在主震東方的餘震則主要是逆斷層的機制（Wu，2006）。

## 三、同震地下水位變化

台東地震發生時，全台共裝設了616口觀測井，每小時紀錄一筆水位資料，其中少數觀測井另裝置2分鐘紀錄一次的水位紀錄器，精度為0.2公分，可同時記錄地震發生時震波經過所引發的振盪性水位變化，以及因大地應力重新調整而造成的持續性的水位變化。本研究將同震水位變化定為4月1日18點與19點之間的時水位差異，其中包含了18:00至18:02震前的背景水位變化和震後的水位回復變化及背景變化。

全台616口觀測井中，地下水位出現同震反應的計有96口（69站）：其中台北盆地1口，新苗地區1口，濁水溪沖積扇6口，嘉南平原42口，屏東平原46口，大多為西南部的井。而在出現同震反應的井中，水位上升的有58口（42站），水位下降的有27口（22站），水位有升有降的有11口（5站）。

在96口出現同震反應的井中，水位變化範圍在下降17公分到上升42公分之間。地下水位變化量與震源距離相關性頗低，與2003年成功地震分析結果相同。地表垂直向最大加速度成功地震時，與震源距離呈現對數性下降趨勢，然而台東地震時加速度和震源距離間卻缺乏明顯相關性（圖一）。

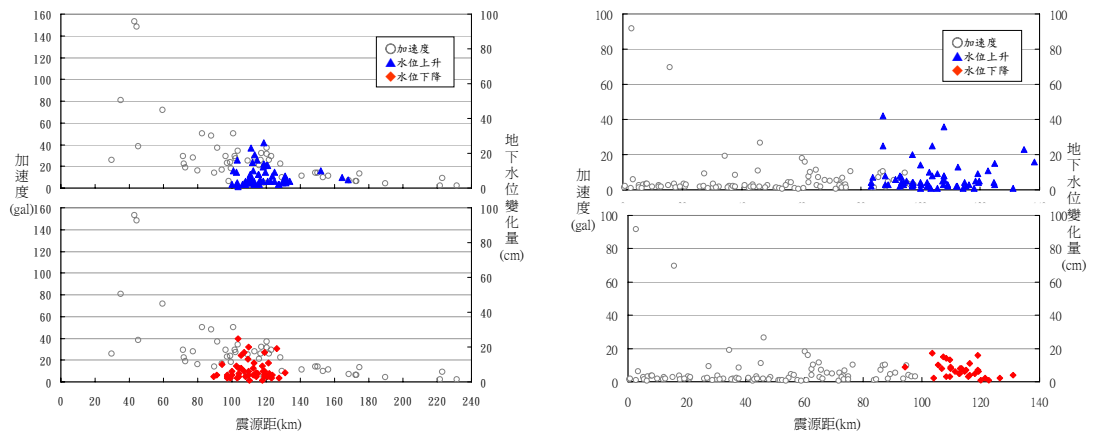
水位升降變化在空間分佈上，嘉南平原的地下水位多呈現同震下降，屏東平原的水位多為同震上升，濁水溪平原的水位變化則較無明顯的分佈規律。與成功地震當時全台的反應情況比較，兩者水位升降變化在分佈上多相似，唯屏東平原濱海地區地下水位在成功地震多為同震上升，內陸地區多為同震下降；而在台東地震時屏東平原地下水位卻多呈現同震上升（圖二）。

#### 四、結論

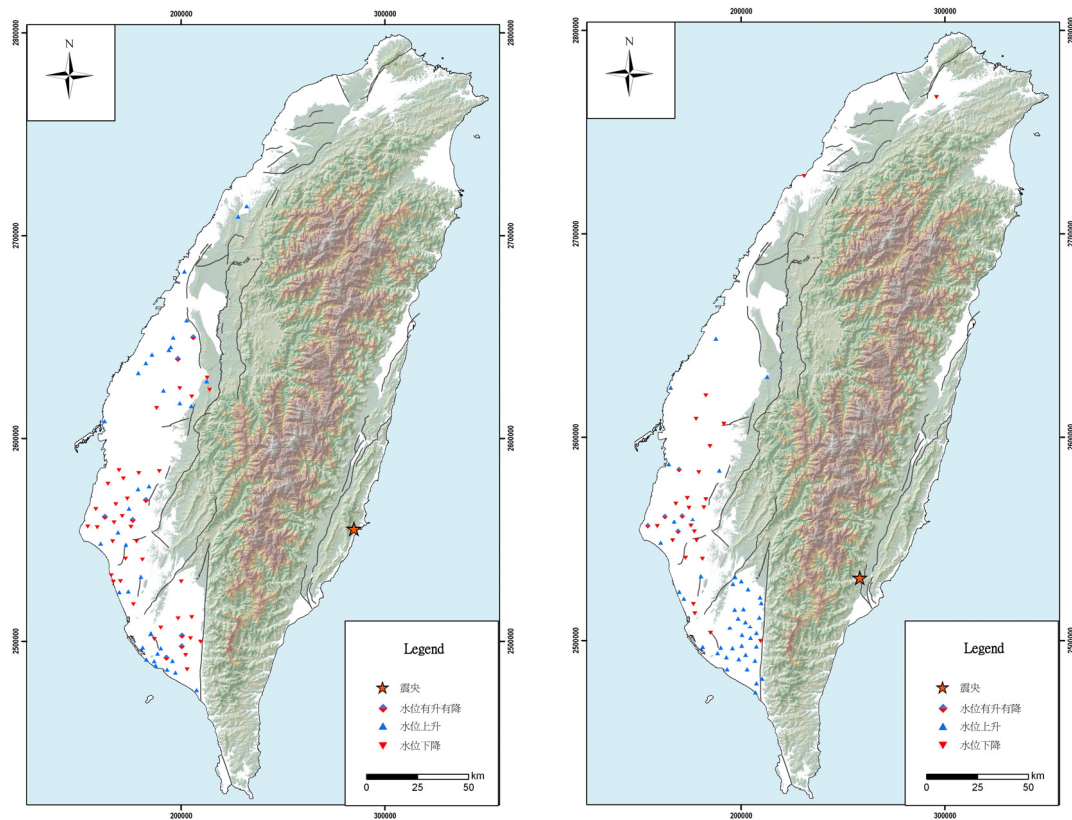
2006年4月1日於台東卑南發生芮氏規模6.2之地震，引發全台96口觀測井發生同震地下水位變化，從中約略可以推測出震後大地應力在地下淺處的重新調整狀況。這些發生同震反應的觀測井多位於西南部嘉南平原、屏東平原地區：嘉南平原的地下水位多出現同震下降，與2003年1210成功地震時的反應相似；屏東平原水位多為同震上升，卻與成功地震的反應有顯著不同。此外，地下水位變化在成功地震與台東地震時對震源距離的相關性皆不高，但台東地震的地表加速度卻與震源距離間無明顯相關。此二地震雖然皆位於台灣東部板塊縫合帶上，然而由於斷層機制不同，導致地下水位分佈的差異。

#### 五、參考文獻

- Wu, Y.M., Chen, Y.G., Chang, C.H., Chung, L.H., Teng, T.L., Wu, F.T., Wu, C.F. (2006) Seismogenic structure in a tectonic suture zone: With new constraints from 2006  $M_w$ 6.1 Taitung earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L22305, doi:10.1029/2006GL027572.
- Cheng, L. W. (2005) Inversion of co-seismic and post-seismic deformation, revealed by GPS data, and Coulumb stress changes of the December 2003 Chengkung earthquake in eastern Taiwan, Masters dissertation, 74 pp., Natl. Taiwan Univ., Taipei.
- Hu, C.J., Chu, H.T., Hou, C.S., Lai, T.H., Chen, R.F., Nien, P.F.(2006) The contribution to tectonic subsidence by groundwater abstraction in the Pingtung area, southwestern Taiwan as determined by GPS measurements, *Elsevier Ltd and INOUA*, 147, 62-69



圖一 成功地震（左）與台東地震（右）發生時全台測站加速度及各觀測井之水位變化與震源距離的關係。



圖二 2003年成功地震（圖左）與2006年台東地震（圖右）引發地下水位上升及下降之井位分佈情況