

# 速報及預警系統中隨時變之地震規模制定

## Time Dependent Earthquake Magnitude Determination in Early Warning System

主管單位：交通部中央氣象局

計畫主持人：吳逸民

主持人單位：國立臺灣大學

### 摘要

地震發生過後，在地震速報與預警系統中，須及早決定規模以達成防救災與預警報的目的。然而地震初期的規模判定不確定性大，因此本計畫探討在接收到地震波的初期訊息時最佳的規模制訂方法。根據本研究的成果顯示，利用2-5秒的P波位移振幅Pd，可以用來估算地震之規模，無論從地震發生之後的收斂速度以及穩定性與準確性皆優於單獨使用3秒Pd來估算地震規模。對於超大的地震發生，根據過去的研究，我們認為超過一定震度的覆蓋面積或是總有效震動，可以被用來計算規模，而不受規模飽和的影響。

### 背景及研究方法

地震預警系統利用震央附近地震測站觀測到的早期震波資料，解算地震規模、位置等資訊，並透過網路、光纖等通訊技術，在較具威脅性的地震波(S波)到達前，對地區通報預估震度以及震波到達時間。

一般所得到的Pd與規模(Mw)的關係式為： $M_w = a + b \log(P_d) + c \log(r)$  ..... (1)

其中r為震源距離，a、b、c為回歸常數。採用台灣強震觀測網(TSMIP)觀測記錄，收錄1993至2012年間，規模大於5.5震源深度小於30公里之地震(圖一)。利用上式以最小平方方法(least square)得到各時窗之回歸式(圖二)：

$$\log(P_{d1}) = -1.354 + 0.183M - 0.810 \log(r) \pm 0.443 \quad \text{..... (2)}$$

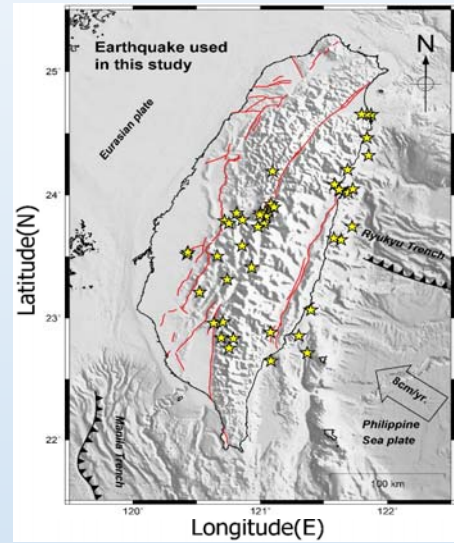
$$\log(P_{d2}) = -2.708 + 0.438M - 0.812 \log(r) \pm 0.427 \quad \text{..... (3)}$$

$$\log(P_{d3}) = -2.944 + 0.512M - 0.891 \log(r) \pm 0.428 \quad \text{..... (4)}$$

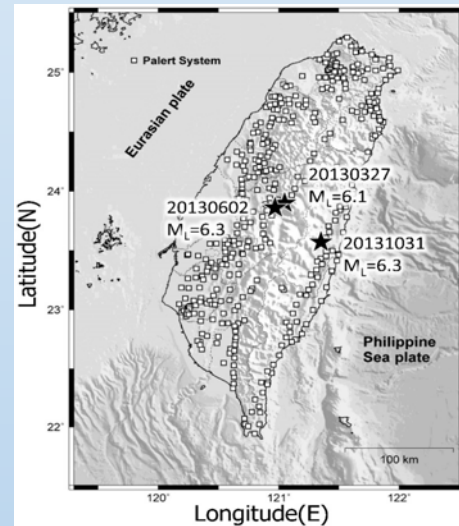
$$\log(P_{d4}) = -3.172 + 0.590M - 0.994 \log(r) \pm 0.438 \quad \text{..... (5)}$$

$$\log(P_{d5}) = -3.386 + 0.654M - 1.053 \log(r) \pm 0.431 \quad \text{..... (6)}$$

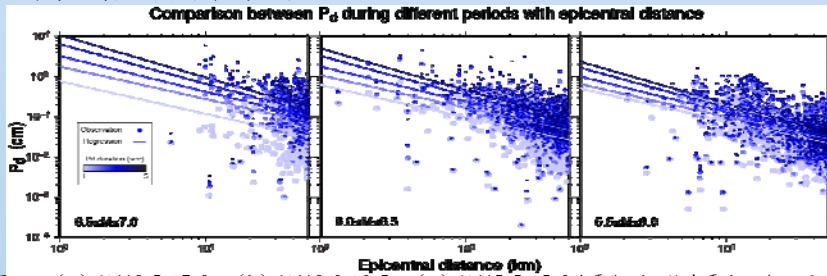
比較單獨使用Pd3、Pd1至Pd5和Pd2至Pd5三種不同時窗評估地震規模的效果，使用低價位地震儀(Palert)架構於全台之地震觀測網(圖三)之2013年3月27日、6月2日發生於南投以及10月31日發生於花蓮共三筆規模(ML)大於6的地震資料，另使用台灣強震觀測網(TSMIP)的觀測記錄，使用不同時窗評估之規模與中央氣象局地震速報系統測得地震規模的平均差值。



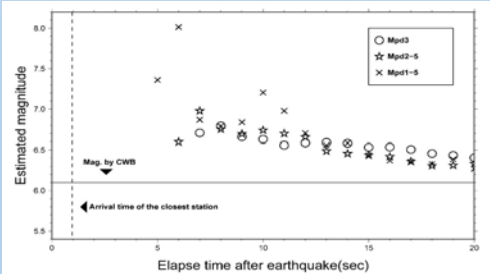
圖一、本研究地震規模回歸式使用之地震分布圖



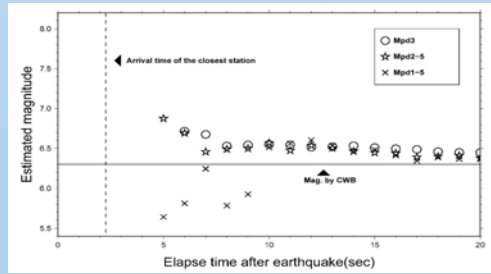
圖三、本研究使用之地震案例與Palert地震觀測網分布圖



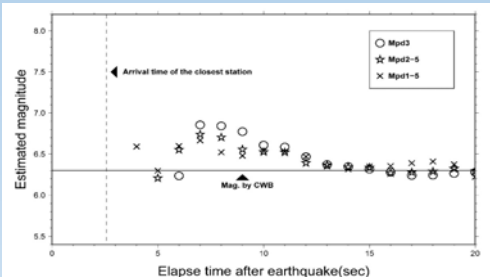
圖二、(a) 規模6.5至7.0、(b) 規模6.0至6.5、(c) 規模5.5至6.0地震觀測記錄中震央距離與不同時窗長度的最大振幅比較圖。不同顏色代表不同時窗長度；圓圈代表觀測值；線段代表各時窗之回歸最佳解



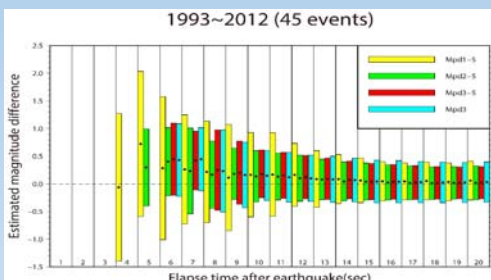
圖四、2013年3月27日南投地震，虛線為地震初達波於最近測站之到時；實線為中央氣象局地震速報系統測得本次地震之規模



圖五、2013年6月2日南投地震，虛線與實線說明與圖四相同



圖五、2013年6月2日南投地震，虛線與實線說明與圖四相同



圖七、台灣強震觀測網(TSMIP)自1993至2012共45個地震的觀測紀錄，在震後20秒內之各時間點中，不同規模評估方法與中央氣象局地震速報系統測得地震規模的平均差值(黑色圓點)以及標準差

### 結論：

在大地震過後，快速且準確的評估地震規模對於地震預警及防救災是一個重要的課題，然而地震初期的規模評估不確定性大，且有低估的可能。

本研究中利用台灣地區的地震紀錄來探討採取不同時窗的P波振幅，圖四至圖六在震後不同時間點評估地震規模的情形，圖七以不同時窗估算規模與CWB速報系統比較，以上皆顯示利用2-5秒的P波位移振幅Pd，可以更快速及穩定估算地震規模。

此結果還需要更多地震資訊來做分析驗證，以期提升地震預警的準確性與時效性。而對於規模大於7的地震建議改用地動加速度值涵蓋面積(PGA Covered Area)或是總有效震動值來估算規模。