

嘉南藥理大學 105 年度教師專題研究計畫成果報告

台灣地區地震能量釋放分析

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：CN10528

執行期間： 105 年 6 月 25 日至 105 年 12 月 31 日

計畫主持人：王正誠

執行單位：嘉南藥理大學應用空間資訊系

中 華 民 國 106 年 2 月 28 日

摘要

台灣地區位於板塊交接處，由觀測 GPS 資料得知，菲律賓海板塊以每年 7 公分速度向西北方移動，易造成應力累積，同時也造成多地震，因此，由整個台灣地質系統觀點來說，能量的累積與釋放是台灣地震發生的主因，本研究將以地震能量的觀點，由 1973 年~2012 年的地震目錄，以年為單位建立 40 組各年的地震能量釋放圖。

由於台灣地區地震觀測網於 1991 年有重要的改變，因此，本研究將討論前後二時期的地震能量釋放圖。其中發現 2003 年至 2004 年與 2005 年至 2006 年地震次數下降，但是地震能量釋放卻是上升；2004 年至 2005 年、2007 年至 2008 年與 2009 年至 2010 年地震次數上升，但是地震能量釋放卻是下降。最後，本研究將建立台灣地區 1973 至 2012 年地震能量釋放圖，未來可計算當年的能量釋放率，由釋放率分析將可推估未來可能發生大地震的區域。

關鍵字：地震能量，地震目錄，地震能量釋放圖



一、前言

台灣地區位於板塊交接處，由觀測 GPS 資料得知，菲律賓海板塊以每年 7 公分速度向西北方移動，易造成應力累積，同時也造成多地震，因此，由整個台灣地質系統觀點來說，能量的累積與釋放是台灣地震發生的主因，本研究將以地震能量的觀點，由 1973 年~2012 年的地震目錄，以年為單位建立 40 組各年的地震能量釋放圖。

由於台灣地區地震觀測網於 1991 年有重要的改變，因此，本研究將討論前後二時期的地震能量釋放圖。另外，對於由整個台灣的地質構造所衍生的孕震區，也將以地震能量釋放的分佈來分析其特性。最後，本研究將建立台灣地區年平均地震能量釋放圖，此結果將可以比對 2013 年的地震資料，計算當年的能量釋放率，由釋放率分析將可推估未來可能發生大地震的區域。

二、研究目的

地震發生可視為區域地質系統內應力累積超過了岩層之間的強度所表現出的能量釋放，此應力累積在台灣地區主要來自於板塊的擠壓，由 GPS 站的觀測菲律賓海板塊以每年 7 公分速度向西北方移動(Yu, et. al. 1997)，因此，每年的應力累積與地震發生的能量釋放是否都已經達到了平衡？對於未來地震的發生是一項很重要的課題，台灣地區每次有較大的地震發生時(M>5)，地震發佈單位-中央氣象局大都以正常地震能量釋放來說明這次大地震的發生，偶爾有配合地震平均每年發生個數的統計來說明，但對於每年在台灣地區平均會釋放多少地震能量的研究卻較為少見，因此本研究將以能量的觀點先計算每年台灣地區的能量釋放的分佈情況，在針對各個孕震區的分佈狀況來分析。

三、文獻探討

要討論地震的活動度，必須使用地震目錄資料，但是在台灣的地震觀測的歷史中 1973 至 1990 年的地震資料，為台灣地區遙記式地震觀測網(Taiwan Telemetered Seismic Network, TTSN)時期。但自 1990 年起將 TTSN 的 25 個地震站合併於交通部中央氣象局。並增設 31 個測站，使該局原有的測站數由 19 個增加至 75 個，形成一個台灣地區高密度的地震即時監測網—中央氣象局地震觀測網 (Central Weather Bureau Seismographic Network, CWBSN)，從此使得台灣地區每年的地震數量有明顯差異。

因此，本研究利用中央氣象局所發佈的地震目錄(1973-2013)，對 1973~2012 年建立每年的能量釋放圖，先分析 TTSN(1973~1990)與 CWBSN(1991~)時期，因地震站數量所產生的能量釋放差異；再針對 1991 年至今的資料來統計年平均能量釋放圖，其中，台灣地區不同地質構造的孕震帶與能量釋放的相關性將一併討論。

四、研究方法

本研究建立地震能量釋放圖所使用的資料，採用中央氣象局台灣地震目錄，時間範圍是 1973 年 1 月到 2012 年 12 月。選取此目錄中每個地震之時間、位置與規模，並計算地震所產生的能量。地震能量計算方式中，芮氏地震規模先轉換為地震矩是採用 Wang(1992)所回歸得到的公式

$$\log M_0 = 14.571 + 1.598 M_L$$

再將地震矩 M_0 轉為地震能量 E (Kanamori 1977)，



$$M_0=20000E$$

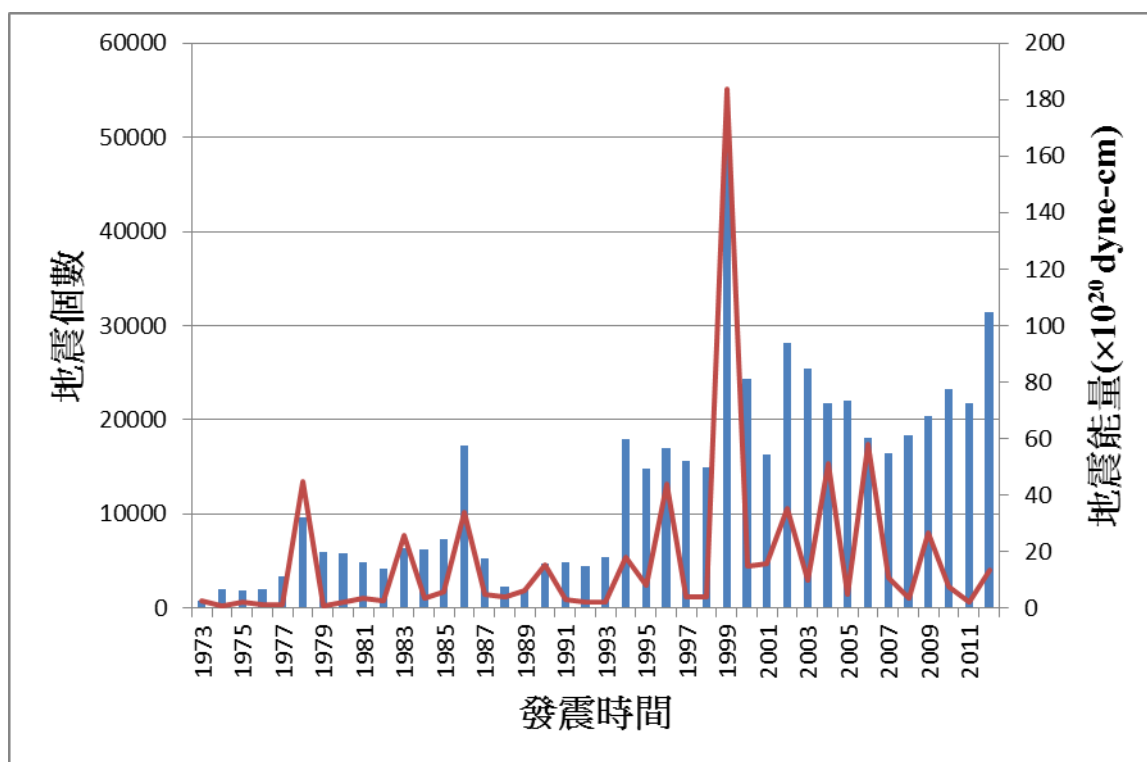
為討論台灣地區之完整區域，本研究選定計算範圍為 $119^{\circ}E\sim 123^{\circ}E$ ， $21^{\circ}N\sim 26^{\circ}N$ ，以 0.1° 為單位格點，將台灣地區格點化為 41×51 個格點，計算每年台灣地區每格點地震能量釋放之空間分佈。由於時間範圍為 1973~2012 年，因此將建立 40 組的地震能量釋放圖。

為瞭解 TTSN 與 CWBSN 時期因地震站數量不同所產生的差異，以 1991 年為分隔點討論前後地震能量的差異，由於從地震站數量所造成的地震目錄的差異，應該是許多小的地震，將由後期較多的地震站才能偵測到。

本研究另一個目的，希望建立台灣地區平均地震能量釋放圖，因為若有此項資料的建立，將能精準掌握每年台灣地區將因地震，釋放多少地下應力，或是有多少能量未釋放出來。本研究也將以 2013 年的地震為例，對所得到的台灣地區平均地震能量釋放結果做驗證。

五、結果與討論

經過計算 1973~2012 年台灣地區每年能量釋放與每年地震次數統計，如圖一，其中每年地震次數，如圖一中長條圖，每年能量釋放，如圖一中折線圖。

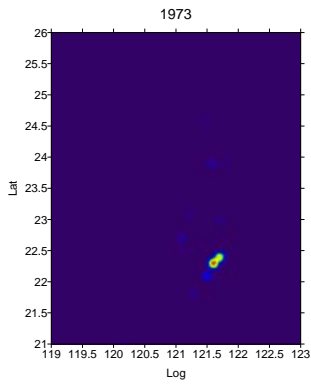


圖一 台灣地區每年能量釋放與每年地震次數統計

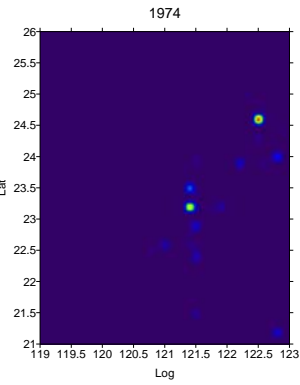
由 1990 年的前後可以發現，台灣地區地震次數由於儀器的改善地震次數明顯上升，但從地震釋放能量發現，有許多年份都出現高能量年份後，次年能量釋放明顯下降的例子，另外，每年地震次數與能量釋放的多寡與次年相關性比較，則大多有其正相關性，其中 2003 年至 2004 年地震次數下降，但是地震能量釋放卻是上升，2004 年至 2005 年地震次數上升，但是地震能量釋放卻是下降，2005 年至 2006 年地震次數下降，但是地震能量釋放卻是上升，2007 年至 2008 年地震次數上升，但是地震能量釋放卻是下降，2009 年至 2010 年地震次數上升，但是地震能量釋放卻是下降，這幾年的相關性異常，有其科學上的意義，值得更深入的研究。

至於台灣地區每年地震能量釋放圖，如圖二的(1)~(40)，分別代表從 1973 年到 2012 年

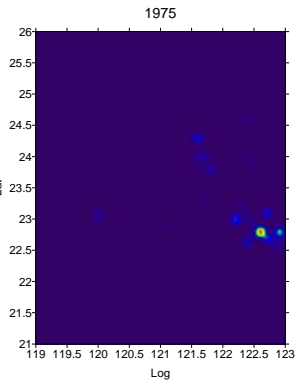
地震能量釋放的空間分布狀況。



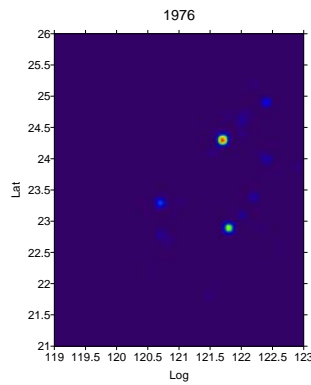
(1)



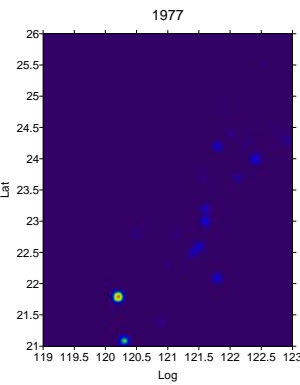
(2)



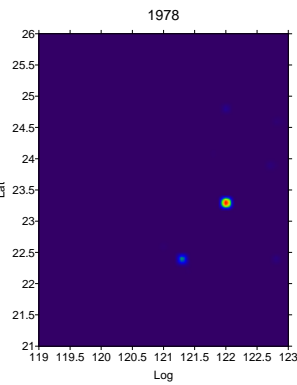
(3)



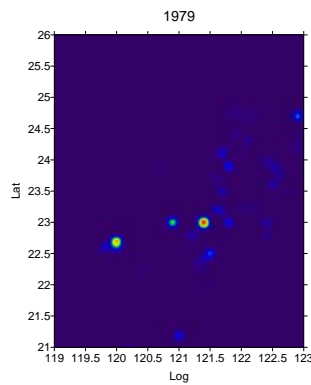
(4)



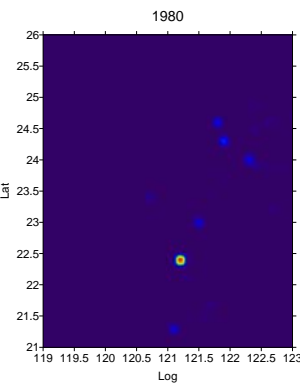
(5)



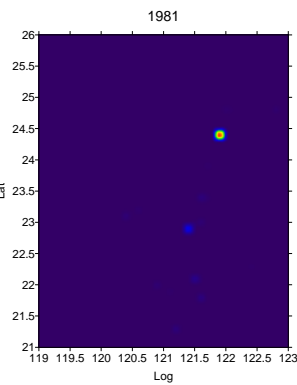
(6)



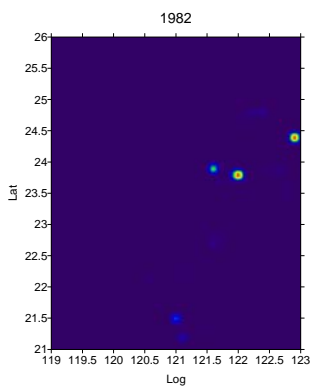
(7)



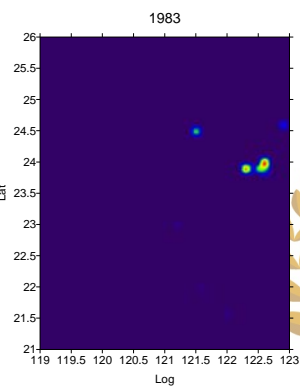
(8)



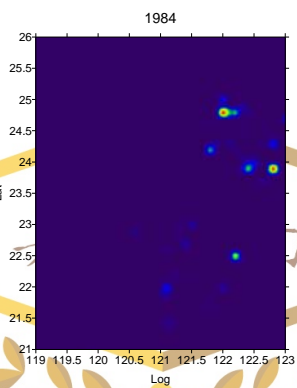
(9)



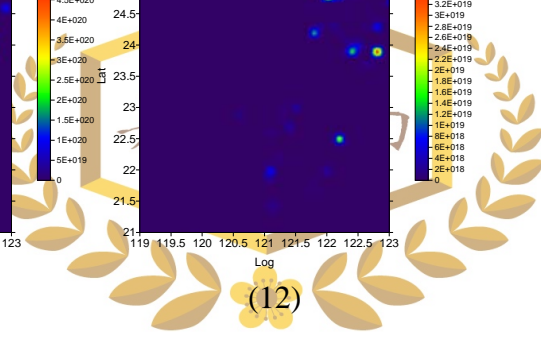
(10)

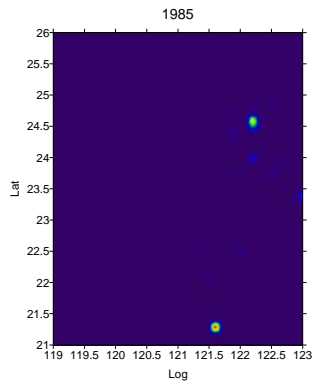


(11)

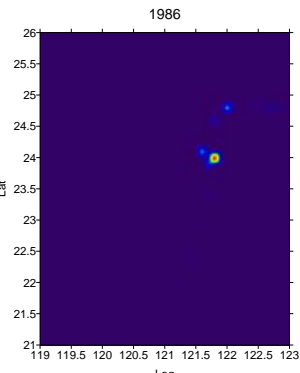


(12)

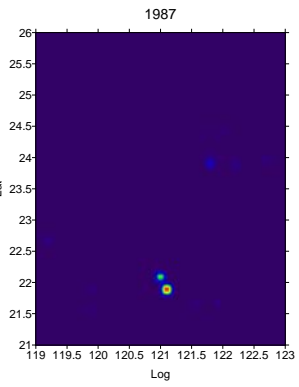




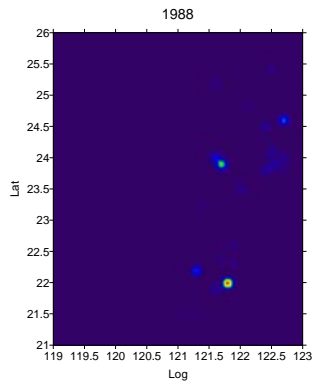
(13)



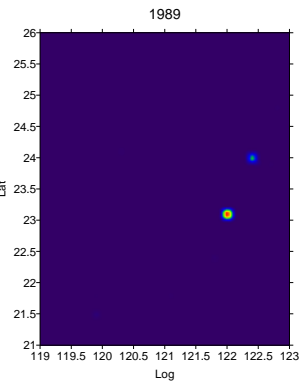
(14)



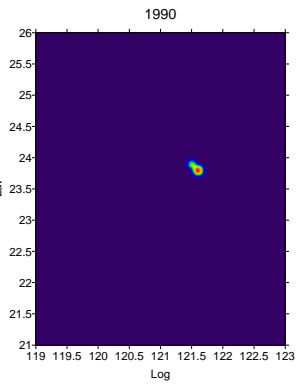
(15)



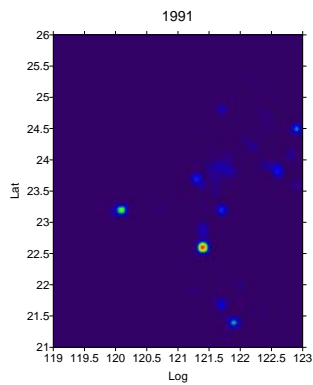
(16)



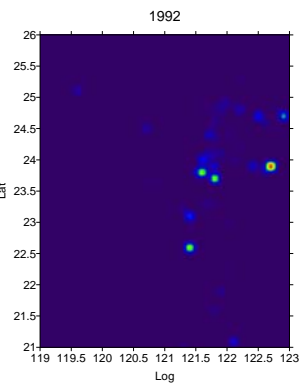
(17)



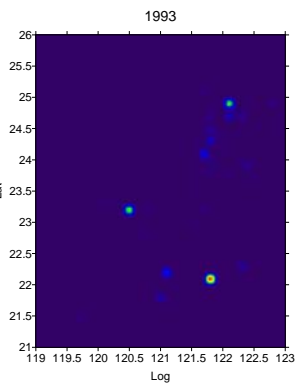
(18)



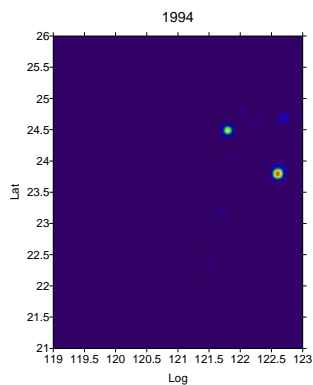
(19)



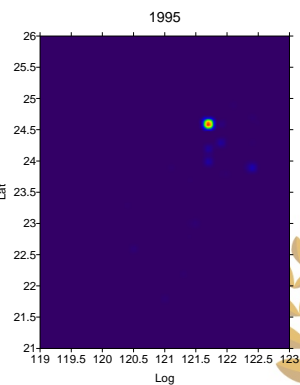
(20)



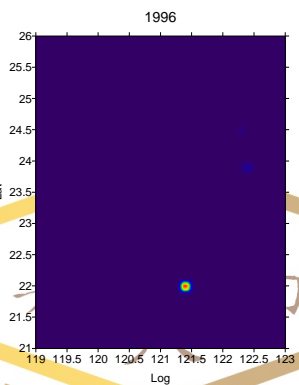
(21)



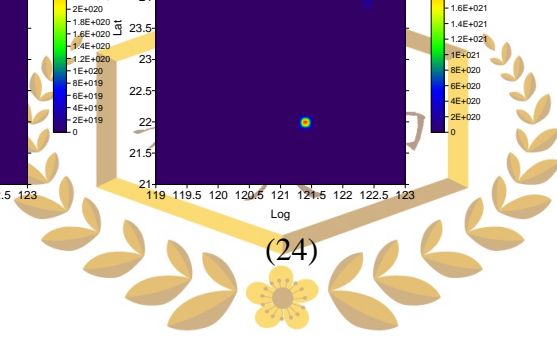
(22)

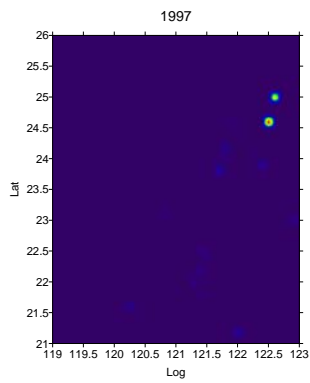


(23)

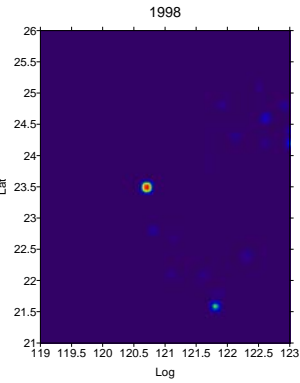


(24)

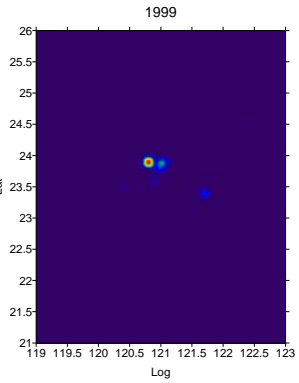




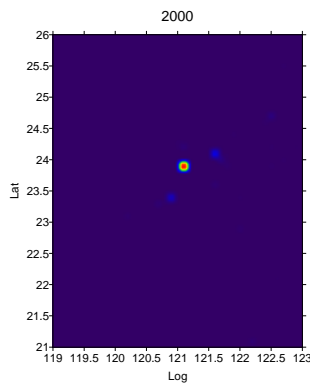
(25)



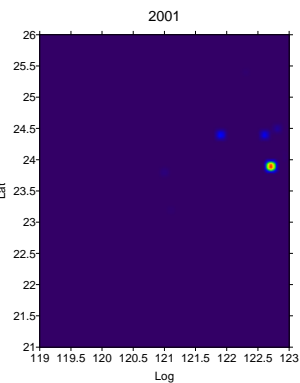
(26)



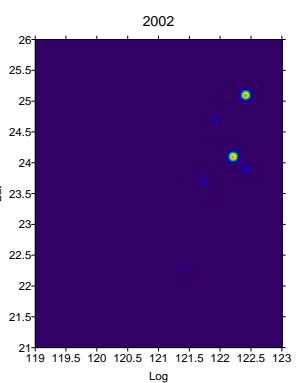
(27)



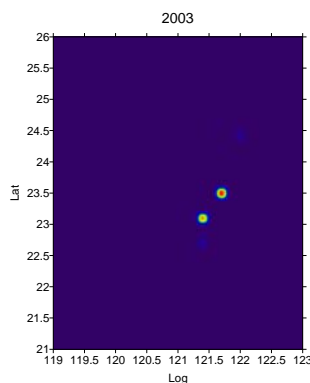
(28)



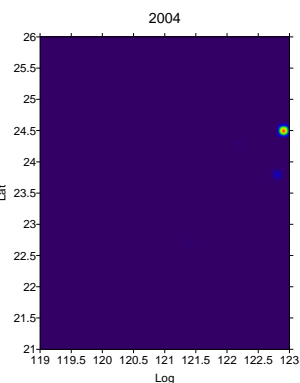
(29)



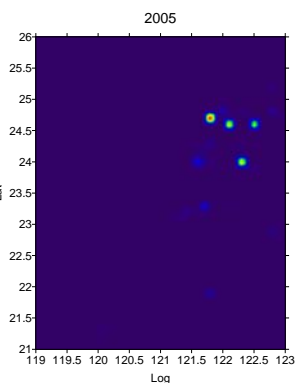
(30)



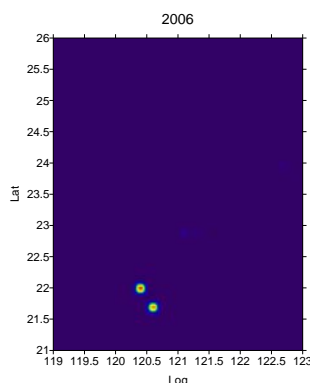
(31)



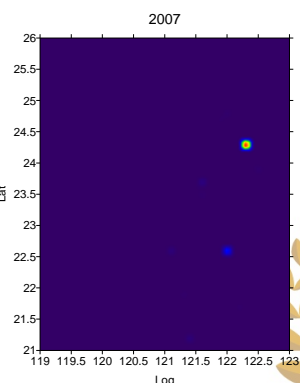
(32)



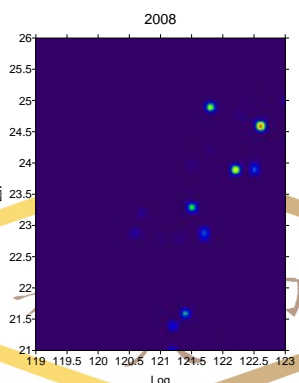
(33)



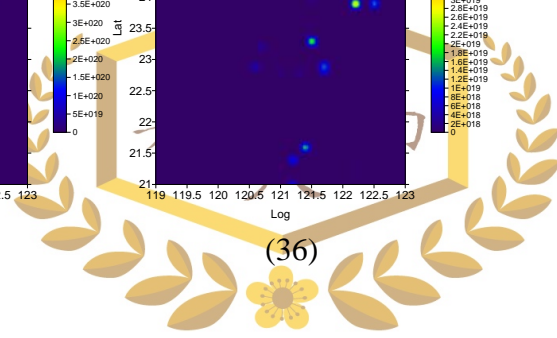
(34)

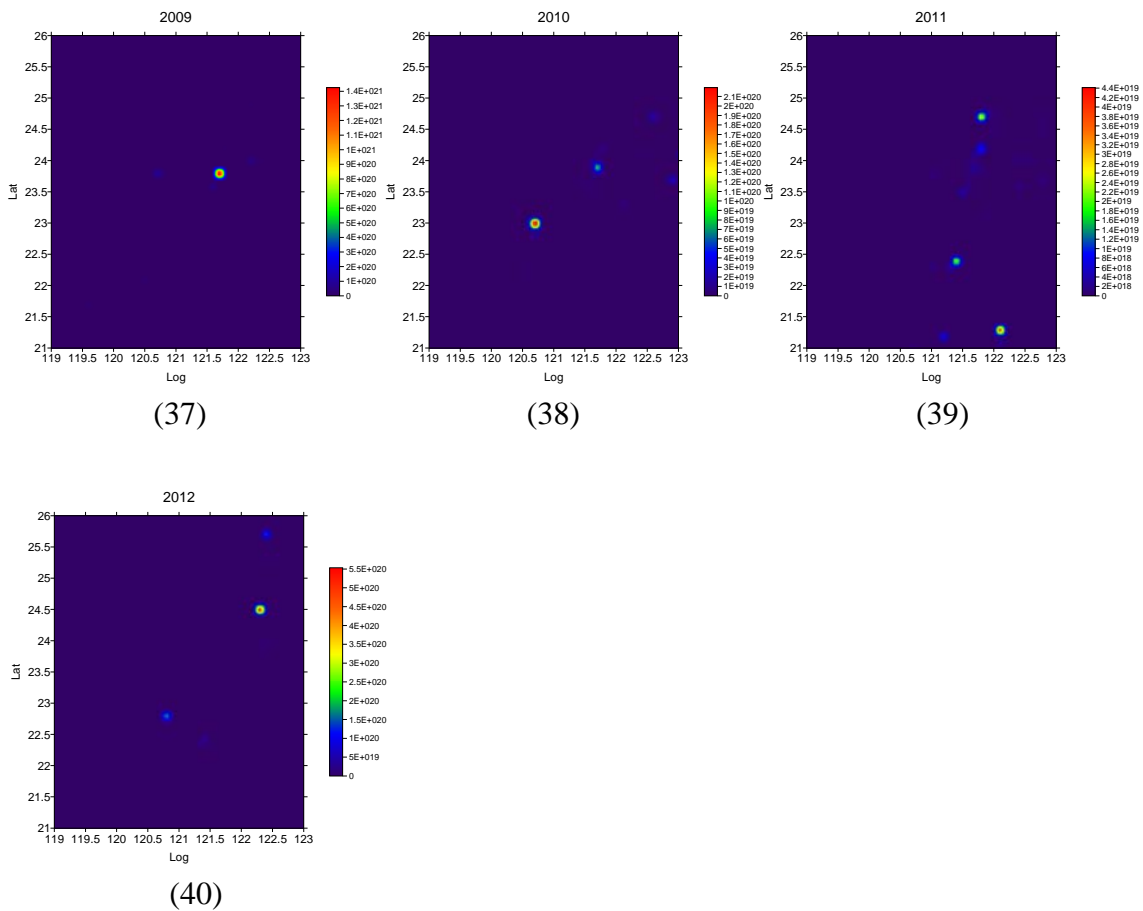


(35)



(36)





圖二 (1)~(40) 1973 年到 2012 年地震能量釋放的空間分布狀況。(能量單位為 dyne-cm) 其中圖中的亮點為每年地震能量釋放最多的地方，每年的能量釋放狀況：最大能量的分布似乎不會超過 5 個，這代表釋放高能量的強烈地震，相似規模的不會超過 5 個。台灣地區這 40 年的能量釋放分布圖，未來還可以分析地震釋放率的分布，與目前所發現台灣地區斷層分布。

參考文獻

- Wang, J. H., 1992. Magnitude scales and their relations for Taiwan earthquakes : a review, *TAO*, **3**, 449-468.
- Kanamori, H., 1977. The energy release in great earthquakes, *J. Geophys. Res.*, **82**, 6039-6051.
- Yu, S.B., H.Y. Chen, and L.C. Kuo, 1997. Velocity field of GPS stations in the Taiwan area. *Tectonophysics*. **274**, 41–59.

