

2003 年台灣地區地震趨勢分析

鄭魁香*

摘 要

2002 年是台灣地區百年來第六個地震活躍期的結束期（閉幕）。2002 年十月起台灣地區即進入百年來的第六個平靜期，會持續到 2016 年左右共 15 年之久；15 年中規模 7.0 以上強震最多發生一次，N-t 圖的年平均七級強震頻度則降為平靜期的水平 0.06 次/年。

2003 年台灣地區地震活動性為平靜期。地震活動潛勢東部地震區仍高於西部地震區。島內各地震帶全年都不會產生七級的強震。東部地震區以花蓮 E2 與 E3 地震帶的地震活動潛勢較高，特別是 E2 地震帶，將是 2003 年的地震活動潛勢最高的一個地震帶。西部地震區地震活動水平應與 2002 年相近，其中以嘉南 W3 與高屏 W4 地震帶有可能會提高地震活動潛勢。

2003 年台灣地區地震活動性最高的地震帶為花蓮東南方外海的 E2 地震帶。E2 地震帶 2003 年的最大可能地震為五至六級強震，將會發生在 E1 與 E2 地震帶的交界處附近（北緯 $23.9^{\circ} \sim 24.05^{\circ}$ ，東經 $122.2^{\circ} \sim 122.4^{\circ}$ ）。2003 年台灣地區年度最大地震規模為六級左右。

關鍵詞：地震活動性、活躍期與平靜期、地震趨勢分析

*高苑技術學院土木工程系地震與震害預測研究室

The Seismic Tendency Analysis on 2003 Year in Taiwan Area

Cheng, Kuei-Hsiang *

ABSTRACT

It is the ending of six activities period among one hundred years on 2002 year in Taiwan is. Since 2002 October, the sixth quiet period came in Taiwan area, it will continue to 2016 year about 15 years. During the fifteen years, there will occur EQ magnitude greater than 7.0 almost only once. The N-t diagram will decrease the frequency to 0.06 times per year near the level of quiet period.

The seismic activity is quiet on 2003 year in Taiwan area. The seismic activity of Easter region is higher than Western region. It should not occur any magnitude greater equal than 7.0 on 2003. The potential of seismicity are higher of E2 and E3 areas especially in E2 area, and it is the highest potential on 2003 year. It is near the level of 2002 in Western region, and it would be higher than 2002 in W3 and W4 areas.

The highest potential of seismicity on 2003 in Taiwan area is E2 area. It would occur EQ near 5.0 or 6.0 on 2003, and the epicenter is cross E1 and E2 areas. (23.9° ~ 24.05° N, 122.2° ~ 122.4° E). The most magnitude of EQ is near 6.0 on 2003 in Taiwan area.

Keywords : Seismic activity, Active period and quiet period, The tendency analysis of seismicity.

* Integrated Research Laboratory on Prevention of Seismic Hazards, The department of Civil Engineering, Kao Yuan Institute Of Technology

一、前言

本文以北緯 21°~26°，東經 119°~123°，依據板塊運動與地體構造，將台灣地區分成東西兩個地震區；各地震區再細分 E1~E4、W1~W4 等共八個地震帶。根據（一）強震幕式分析（二）地震活動性水平分析（三）地震頻次與缺震異常分析和（四）空區與條帶分析等四個步驟，以台灣地區 2002 年 1 月 1 日至 12 月 31 日規模 3.0 以上的中央氣象局全球資訊網之地震目錄為基礎，分析 2003 年台灣地區規模 5.0 以上的中強地震潛勢。

二、2002 年地震活動現況檢驗「2002 年地震趨勢分析」一文

2002 年台灣地區東西兩個地震區八個地震帶，不同震級的地震頻次與最大規模地震分佈如下所示：

表一 2002 年台灣地區地震頻次表

| 地震帶 頻次 規模 | E1 | E2 | E3 | E4 | W1 | W2 | W3 | W4 | 合計 |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| M6.0 以上 | (Max = 6.8) 4 | (Max = 6.0) 1 | (Max = 6.2) 1 | (Max = 6.0) 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| M5.0~M5.9 | 22 | 2 | 14 | 2 | 0 | (Max=5.5) 2 | (Max=5.5) 2 | (Max=5.4) 2 | 46 |
| M4.0~M4.9 | 148 | 6 | 49 | 6 | (Max=4.6) 2 | 12 | 18 | 1 | 242 |
| M3.0~M3.9 | 63 | 2 | 43 | 3 | 0 | 1 | 13 | 2 | 127 |
| 合計 | 237 | 11 | 107 | 12 | 2 | 15 | 33 | 5 | 422 |

年度最大規模地震 M6.8 分別在 331 與 916 發生在 E1 地震帶。331 M6.8 的強震其地震序列屬強震群類型[9]，前震為 220 的 M3.6，較大震群分別為 529 的 M6.2、711 的 M5.9、901 的 M5.6 與 915 的 M5.5，中強震持續時間將近半年。916 M6.8 為一雙主震的地震，另一伴隨主震為 1004 的 M4.9 地震。212 M6.2 發生在 E3 地震帶的強震為一主餘震型序列，最大強餘震為當天發生二次規模均為 5.2 的中強震， $\Delta M = 1.0$ ；0515 發生在 E1 地震帶 M6.2 的強震亦為主餘震型序列，最大強餘震規模為 M4.9， $\Delta M = 1.3$ ；其餘震持續時間一直到 821 的 M3.5。529 M6.2 的強震為 331 的最大強餘震，未有二次餘震序列發生。829 發生在 E4 地震帶 M6.0 的地震為一孤立型地震，未有前震亦未有餘震。901 發生在 E2 地震規模為 6.0 的強震亦為一孤立型地震，未有前震亦未有餘震。

916 M6.8 的年度最大強震，震源深度達 173.6 km，是 2002 年震源深度最深的一次地震。916 M6.8 的強震震央位置在沖繩海槽盆地內，其震源位置大約在菲律賓海板塊北向插入歐亞大陸板塊的表面處；901 M6.0 的強震，其震源位置亦在下插板塊的表面處。

212 M6.2 的強震發生在呂宋島弧北向碰撞到歐亞大陸板塊的邊緣，此處地震規模不大但地震頻傳。829 M6.2 蘭嶼西北方的 M6.2 地震亦在弧陸碰撞處與 212 地震相似。331 M6.8 與 529 M6.2 的強震，震央位置均在琉球島弧的南緣與 Nanao 盆地的交界處，極淺層強震亦經常發生。

檢驗「2002年台灣地區地震趨勢分析」[1~2]一文的三點結論，評論如下：

- (1) 「2002年台灣地區進入百年以來的第六個平靜期」：2001年並未發生規模7.0以上的閉幕震，直到2002年331與916兩個規模均為6.8的地震，其能量和剛好是M7.0規模地震的能量，此為聯合式的閉幕震。2002年十月起，台灣即進入百年來的第六個平靜期。
- (2) 「2002年台灣地區的地震活動性，西部比東部為低，西部各地震帶均在偏低的活動水平與2001年相近，只有W3與W4地震帶有可能比2001年稍微增高」：若以地震帶年度最大規模地震來看，W3與W4均明顯增加。若以頻次來看，在地震規模5.0~5.9範圍中，W3與W4均增加；在地震規模4.0~4.9範圍中，則W3增加W4減少，W1與W2則與2001年均相近似。
- (3) 「東部地震區的地震活動性以E1為主，E2為輔，兩個潛在孕震區的規模分別在M5.0與M6.0左右」：事實上2002年東部地震區的地震活動性是以E1為主，E3為輔。331 M6.8的地震與529 M6.2的地震均在規模6.0左右的孕震區的左緣。916 M6.8的地震則在M5.0左右的孕震區左緣，其震央位置符合預測結果，916的規模則偏低。

尤其值得評論的是兩個年度最大地震均發生在兩個預測的潛在震源區外緣，地震空區的理论在東部地震區的應用是相當肯定的（詳參圖1）。

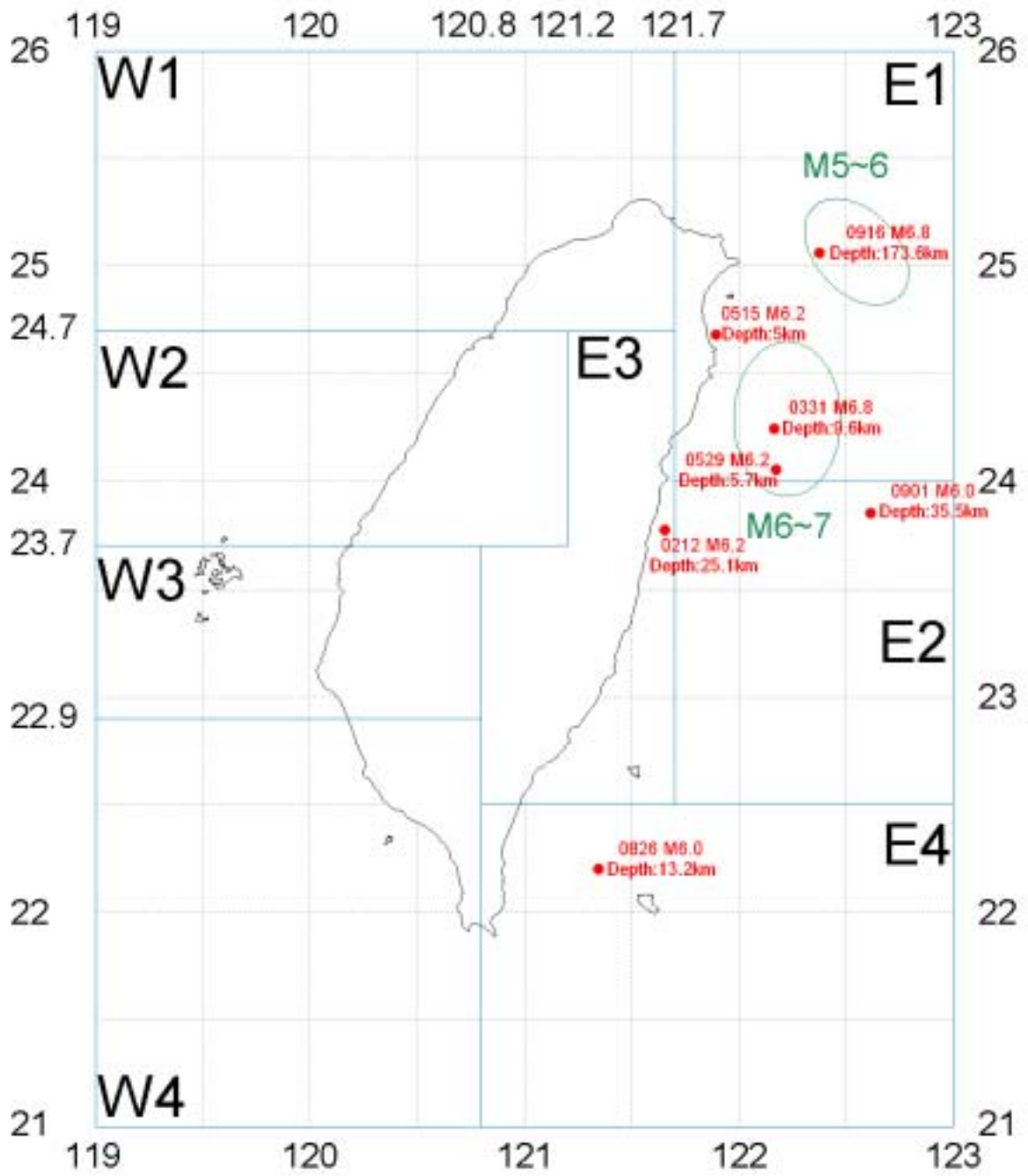


圖 1 2002 年地震趨勢分析與實際 M 6.0 地震對照圖

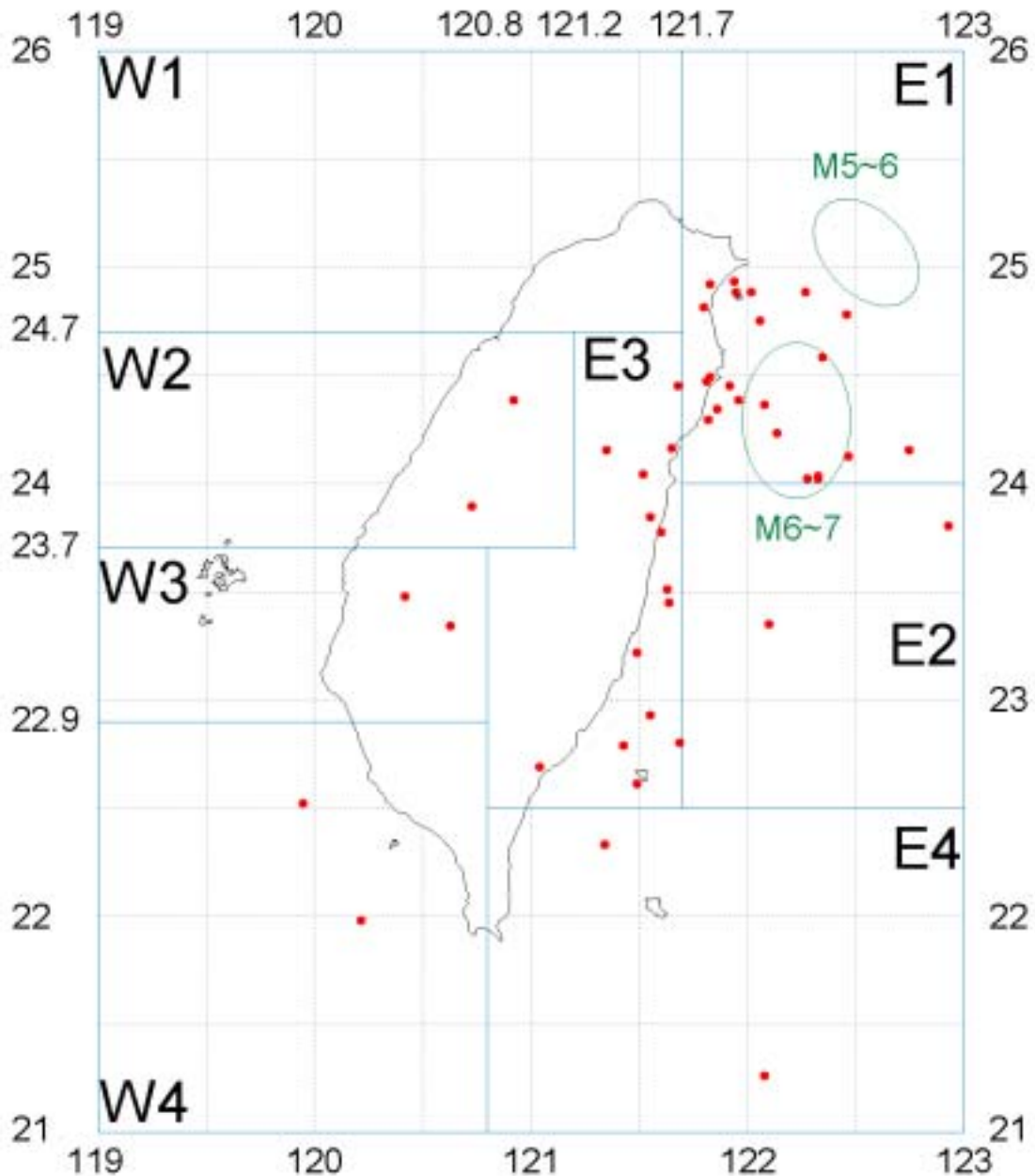


圖 2 2002 年地震趨勢分析與實際 5.0 M 5.9 地震對照圖

三、2003 年地震趨勢分析

地震趨勢分析是以(一)強震幕式分析與(二)地震活動性分析等兩步驟來確定未來一年台灣地區是地震活躍期亦或是平靜期。第二步則以(三)地震頻次與缺震異常分析來確定東、西地震區的基本活動性水平以及各地震帶的地震活動潛勢。第三步以(四)空區及條帶分析針對高地震活動潛勢地震帶預測其孕震區，以確定未來此地震帶最大地震將會發生的可能位置以及可能規模。

3.1 強震幕式分析

根據綜合判據檢驗和 2002 年的實際地震結果,表二的強震幕式分析[7]結果,可供 2003 年地震趨勢分析的第一個重要參考。

表二 台灣地區強震幕式分析表 (鄭魁香, 2002)

| 地震活躍期 | 強震幕式 | 台灣地區 年份(規模) | 地震活躍期 | 強震幕式 | 大陸及鄰區 年份(震級) |
|----------------|------|--|---------------------------|------|--|
| 一 1900-1910 | 開幕 | 1900 (7.0) | 1897-1912 | 中間峰值 | 1902 (8.3) |
| | | 1906 (7.0) 1908 (7.3) 1909 (7.3) 1909 (7.3) | | | |
| | 閉幕 | 1910 (7.8) 1910 (7.0) 1910 (7.0) 1910 (7.1) | | 閉幕 | 1911 (8.4) 1912 (8.0) |
| 二 1935-1938 | 開幕 | 1935 (7.1) 1935 (7.2) | 1920-1937 | 開幕 | 1920 (8.0) |
| | 中間峰值 | 1936 (7.3) 1937 (7.0) | | 中間峰值 | 1934 (8.3) |
| | 閉幕 | 1938 (7.0) 1938 (7.0) | | 閉幕 | 1937 (7.5) |
| 三 1947-1951 | 開幕 | 1947 (7.2) | 1946(1947) -1959(1955) | 開幕 | 1947 (7.7) |
| | 中間峰值 | ? | | 中間峰值 | 1950 (8.6) 1951 (8.0) |
| | 閉幕 | 1951 (7.3) 1951 (7.1) 1951 (7.1) 1951 (7.3) | | | |
| 四 1957-1959 | 開幕 | 1957 (7.1) | | 閉幕 | 1955 (7.5) 1959 (8.3) |
| | 中間峰值 | ? | | | |
| | 閉幕 | 1959 (7.5) 1959 (7.1) | | | |
| 五 1963-1968 | 開幕 | 1963 (7.4) | 1965(1966) -1976 | 開幕 | 1965 (7.6) 1966 (7.2) |
| | 中間峰值 | 1966 (7.8) | | 中間峰值 | 1970 (7.0) 1973 (7.7) |
| | 閉幕 | 1968 (7.1) | | 閉幕 | 1976 (7.0) |
| 六 1996-2002 | 開幕 | 1996 (7.1) | 1988-2001 | 中間峰值 | 1988 (7.6) 1990 (7.0) 1991 (7.6) 1992 (7.5) |
| | 中間峰值 | 1999 (7.3) | | | |
| | 閉幕 | 20020331(6.8) 20020916(6.8) | | 閉幕 | 2001 (8.1) |

3.2 地震活動性水平分析

依據表三 2000 年至 2002 年地震活動性分析表來看，2002 年已結束了活躍期，2003 年的地震活動性水平趨勢應回復到年平均頻次的水平，2003 年為平靜期應屬確定的。

表三 2000 至 2002 年地震活動性分析表

| 規模 \ 頻次 | 年平均 | 2000 年 | 2001 年 | 2002 年 |
|-----------|------------------|--------|--------|--------|
| M6.0 以上 | 1~2 (28 年統計) | 4 | 4 | 7 |
| M5.0~M5.9 | 8~28 (28 年統計) | 32 | 10 | 46 |
| M4.0~M4.9 | 230 | 302 | 170 | 242 |
| M3.0~M3.9 | 1800 | 1868 | 1027 | 127 |
| 合計 | 2060 | 2206 | 1211 | 422 |

3.3 地震頻次與缺震異常分析

(1) 地震頻次異常分析

我們將台灣地區各地震帶規模 4.0 以上的平均年頻次比值與 2000 年至 2002 年的年頻次比值對照如表四所示。

表四 台灣地區各地震帶 2000 年至 2002 年與平均年頻次比值對照表

| 地震帶 \ 年頻次比 | 平均年頻次 | 2000 年 | 2001 年 | 2002 年 |
|-------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| E : W | 6.91 : 1 | 1.56 : 1 | 2.83 : 1 | 6.56 : 1 |
| E1 : E2 : E3 : E4 | 1.9 : 2.6 : 3.4 : 1 | 1.2 : 1.72 : 5.1 : 1 | 1.13 : 1.8 : 4.9 : 1 | 19.3 : 1 : 7.1 : 1 |
| W1 : W2 : W3 : W4 | 1 : 3.9 : 3.7 : 2.6 | 1 : 16.4 : 6.4 : 1.6 | 0 : 2.88 : 2 : 1 | 1 : 7 : 10 : 1.5 |

2002 年 E : W 頻次比回復到平均年頻次比，2003 年仍會在此頻次比的水平上。東部 E1 地震帶在連續二年持續下降後，2002 年終於回升到歷史的新高。E3 亦連續兩年頻次比高於年平均頻次。西部嘉南 W3 地震帶地震活動頻次比升高，且高過 W2 地震帶，異常現象值得後續觀察。

東部地震區以 E2 地震帶的潛勢最高，E1 與 E3 地震頻次比均會下降，回復到歷史年平均水平。

西部地震區 W2 與 W3 地震帶 2003 年大致會維持在歷年平均的活動水平，W4 地震帶則可能維持在年平均水準，亦可能增高。

2001 年與 2002 年各地震帶的頻次表則如表五所示：

表五 2001 年與 2002 年各地震帶頻次統計表

| 地震帶 頻次 規模 | E1 | E2 | E3 | E4 | W1 | W2 | W3 | W4 | 合計 |
|-----------------|--------|-------|--------|------|------|-------|-------|------|----------|
| M6.0 以上 | 0/4 | 4/1 | 0/1 | 0/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 4/7 |
| M5.0~M5.9 | 0/22 | 3/2 | 4/14 | 0/2 | 0/0 | 2/2 | 1/2 | 0/2 | 10/46 |
| M4.0~M4.9 | 17/148 | 22/6 | 72/49 | 15/6 | 0/2 | 21/12 | 15/18 | 8/1 | 170/242 |
| M3.0~M3.9 | 178/63 | 199/2 | 300/43 | 92/3 | 23/0 | 121/1 | 72/13 | 42/2 | 1027/127 |

註：上方數字表 2001 年頻次 / 下方數字表 2002 年頻次

由上表 2002 年地震活動性來看，規模 6.0 以上的地震集中在東部 E1 地震帶與閉幕震有關。規模 5.0 以上的地震集中在 E1 與 E3 地震帶。規模 4.0 以上的地震，則主要集中在 E1 和 E3 與 W3 地震帶。顯然，從各地震帶活動性的比率來看，除了閉幕震的影響外，2002 年基本上是正常的。

由五級與六級地震活動性頻次偏高可證明 2002 年是處於活躍期。2002 年 331 與 916 兩個 M6.8 的地震即為閉幕震，2002 年 10 月台灣即進入相對的平靜期。

(2) 缺震異常分析

我們分析上述頻次變化較異常的 E2、E3 與 W3、W4 的缺震情形，可得到表六的結果。

表六 缺震異常分析表

| 最大地震規模 | 2000 年 | 2001 年 | 結 論 |
|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| $E2_{\max} = 7.0$ | $E2_{2001} = 6.3$ | $E2_{2002} = 6.0$ | 缺震 |
| $E3_{\max} = 6.6$ | $E3_{2001} = 5.4$ | $E3_{2002} = 6.2$ | 仍屬缺震 |
| $W3_{\max} = 6.4$ | $W3_{2001} = 5.0$ | $W3_{2002} = 5.5$ | 仍屬缺震 |
| $W4_{\max} = 5.8$ | $W4_{2001} = 4.8$ | $W4_{2002} = 5.3$ | 仍屬缺震 |

缺震異常分析結果顯示：東部 E2 與 E3 地震帶仍屬缺震，尤其是 E2 地震帶，均須以 2003 年的地震活動性補回。西部地震區的 W3 與 W4 地震帶亦屬缺震情形。

綜合上述頻次與缺震異常分析，E2、E3、W3 和 W4 在 2003 年的地震活動潛勢相對於 2002 年均可能會增高，但 2003 年年度最大規模地震應會發生在 E2 地震帶。

3.4 E2 地震帶條帶分析與空區掃描

E1 與 E2 地震帶交界處出現一個 M4.0 以上的第二類空區[5]如圖 3 所示。未來有可能會發生規模 5.0~6.0 左右的強震在此空區的外緣處。此空區位於北緯 $23.9^{\circ} \sim 24.05^{\circ}$ ，東經 $122.2^{\circ} \sim 122.4^{\circ}$ ，為一面積近 300km^2 的空區。

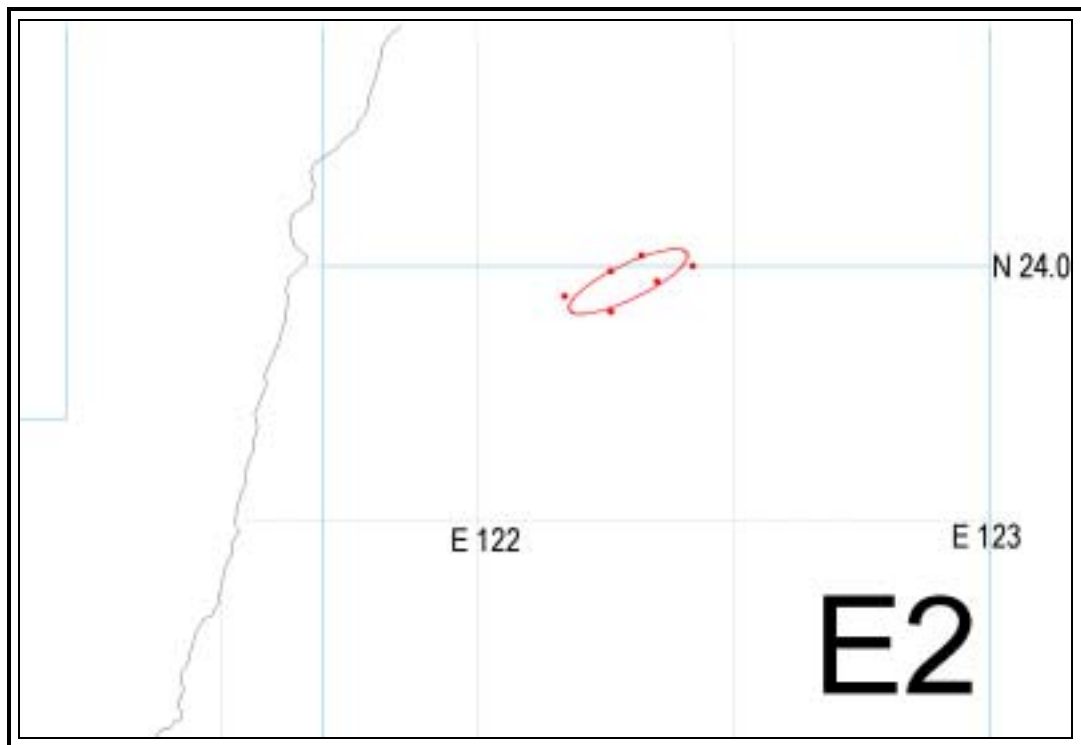


圖 3 E2 地震帶 M4.0 空區圖

四、結論

2002 年十月起台灣地區進入百年以來的第六個平靜期，此平靜期將持續 15 年左右（2002~2016 年）。平靜期中，地震頻次與規模均會降低至年平均水平以下。

2003 年台灣地區的地震活動性西部比東部為低，台灣地區全年都不會發生七級的強震，最大規模的地震為六級左右。E1 與 E2 地震帶的交界處（北緯 23.9° ~ 24.05° ，東經 122.2° ~ 122.4° ）附近，是 E2 地震帶的最大潛勢孕震區。

西部地震區地震活動水平與 2002 年相近，其中以嘉南 W3 與高屏 W4 地震帶有可能會提高地震活動潛勢。東部地震區以 E2 與 E3 地震帶地震活動潛勢較高，特別是 E2 地震帶，將是 2003 年的地震活動潛勢最高的一個地震帶，最大規模為五至六級左右的地震將會發生在此地震帶，唯因距離陸地至少有 50 km 之遠，不會對台灣本島構成任何生命財產的威脅。

五、誌謝

本文分析所用地震目錄均取自中央氣象局，特表謝意

六、參考文獻

1. 鄭魁香 (2003), “地震趨勢分析法在台灣地區的應用”, 地震研究, 第 26 卷, 第 2 期, 第 112-119 頁。
2. 鄭魁香 (2002), “2002 年台灣地區地震趨勢分析”, 2002 年台灣地區地震趨勢分析論壇論文集, 第 56-69 頁。
3. 鄭魁香、趙汝仁 (2002), “基於集集強震群序列地震特徵的地震追蹤預測”, 地學前緣, 第 9 卷, 第 2 期, 第 493-498 頁。
4. 鄭魁香、趙汝仁 (2001), “2001 年台灣地區地震趨勢分析”, 2001 年台灣地區地震趨勢分析論壇論文集, 第 41-52 頁。
5. 鄭魁香 (2001), “由台灣地區地震活動性的空區特性評估 2001 年的強勢活動”, 2001 年台灣地區地震趨勢分析論壇論文集, 第 37-40 頁。
6. 鄭魁香、吳宜澤 (2001), “台灣地區的地震類型研究” (尚未發表)。
7. 鄭魁香、趙汝仁 (2001), “2002 年有關地震強震幕式分析的灰預測”, 2001 年灰色系統理論與應用學術研討會論文集, 第 B8~B11 頁。
8. 中國地震局分析預報中心 (1999), “2000 年度中國地震趨勢預測研究”, 地震出版社, 第 11-12 頁, 第 242-243 頁。
9. 吳開統等 (1990), “地震序列概論”, 北京大學出版社 (北京), 第 97-118 頁。