

投稿類別：地球科學

篇名：

# 台北盆地的盆地效應

作者：

許榕珊。台北市立明倫高級中學。一年十六班

楊蓁宜。台北市立明倫高級中學。一年十六班

指導老師：

江玉燕老師

## 壹●前言

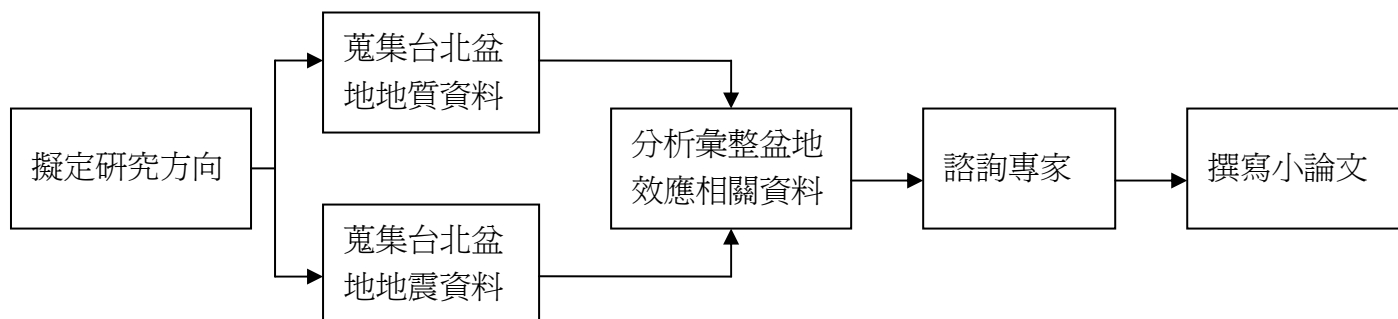
### 一、研究動機

臺灣島位於環太平洋地震帶上，是由歐亞大陸板塊和菲律賓海板塊互相擠壓而形成的島嶼。也因為位於板塊交接處，所以時常發生地震。當地震發生時，台北盆地受到的災害有時會比震央地區受到的災害還要強烈。如 2002 年的 331 花蓮地震，花蓮東北 45 公里處的海底發生 6.8 級強烈地震，因震央與陸地還有一段距離，所以東部災情並不大，反而是遠離震央的台北市，卻因盆地地形的震波放大效應，地震震動時間長達約一分鐘，劇烈震動導致橋梁毀損，多處建築物出現裂縫，甚至發生嚴重坍塌，當時興建中的 101 大樓，也因兩台吊車從第 60 層掉落，造成 5 人死亡，災情更甚於東部。從國中開始，每次上有關地震的課程時，常常會聽到一句話：「就算地震的震央不在台北盆地，台北盆地的地震級數也會與震央地區差不多。」，每當聽到這句話時，心裡總會有一個疑問為什麼較遠的台北盆地會比震央地區受到的衝擊還要嚴重呢？

### 二、研究目的

- (一)從台北盆地的地震分析資料，瞭解台北盆地的沉積構造。
- (二)透過台北盆地的地震分析資料，比較盆地各分區的盆地效應。

### 三、研究方法



## 貳●正文

### 一、台北盆地周緣之地形與地質環境

台北盆地的主體略成一等邊三角形盆地，東面和南面邊緣是西部麓山帶的丘陵區，西面緊臨林口台地，北面矗立著大屯火山群。盆地表面平坦，略向西北傾斜，一般以海拔二十公尺的範圍為臺北盆地的周緣，盆地周長約 70 公里，面積約 243 平方公里，僅次台中盆地為台灣第二大盆地(圖一)。



圖一、台北盆地週緣地形與地質構造圖。  
(鄧屬予，1999)

## 台北盆地的盆地效應

台北盆地為一構造盆地，主要由西部麓山帶內幾條大的逆衝斷層地塊陷落所形成的，包括新莊斷層、崁腳斷層、台北斷層、新店斷層和位於盆地西北林口台地邊緣之山腳斷層。

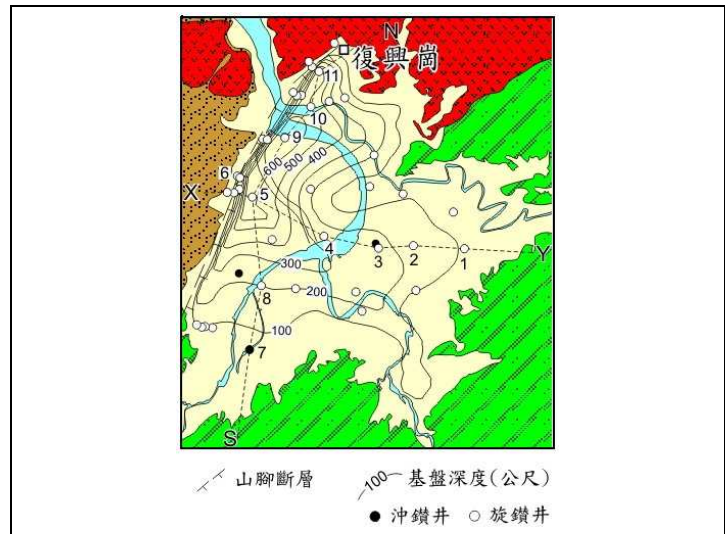
### 二、台北盆地的沉積地層

#### (一) 盆地的沉積構造

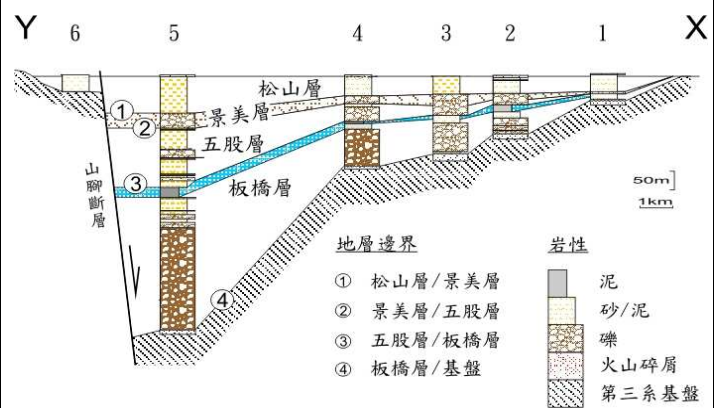
台北盆地的底部以褶曲的第三系地層為基盤，基盤的深度大致由東南往西北愈來愈深，在五股、蘆州一帶深度達到最深，約為 600 公尺(圖二(a))；基盤上則覆蓋著更新統和全新統的沈積物。從盆地東西向的剖面來看，台北盆地類似一個楔型的半地塹，而山腳斷層正是盆地西側最主要的邊界斷層(圖二(b))。

松山層、景美層、五股層和板橋層是盆地四個未完全膠結的沉積層，主要為沖積扇、河道和氾濫平原的沉積顆粒，所組成的礫、砂、泥層及其互層，為淡水河的三大支流—大漢溪、新店溪與基隆河，自盆地東、南兩側西部麓山帶所帶來的碎屑沉積物。基隆河流域的沖積扇以較軟的泥為主，新店溪流域以較粗之礫石為主，大漢河流域則以砂質土壤為主。

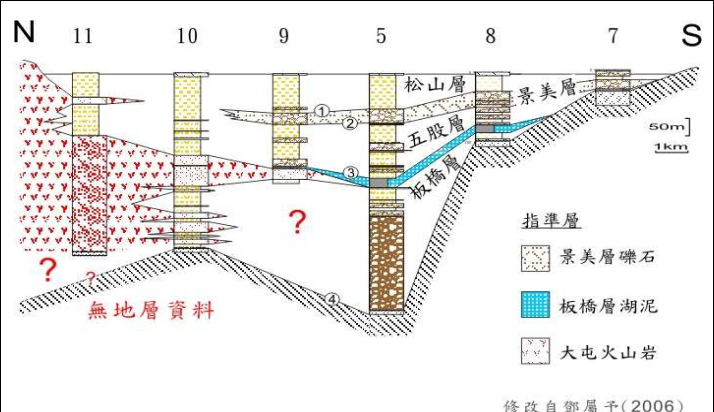
除此之外，盆地還有少許的湖泊和火山堆積層，火山碎屑主要來自大屯火山。在盆地西部的南北向剖面中(圖二(c))，顯示盆地南區的地層並沒有完全延展到西北角，其中礫層多尖滅，且為火山碎屑岩層所取代。板橋層上部的湖相紋泥層在 5 至 9 號鑽井一帶，緊貼火山碎屑岩層之上，表示「火山碎屑岩層曾將盆地堰塞成湖」(鄧屬予，2006)。



(a) 臺北盆地的基盤深度分佈圖。



(b) 為圖(a)所標示的東西向 X Y 測線地層剖面，景美層礫石和板橋層湖泥廣布全區，是分層和對比的指準層。

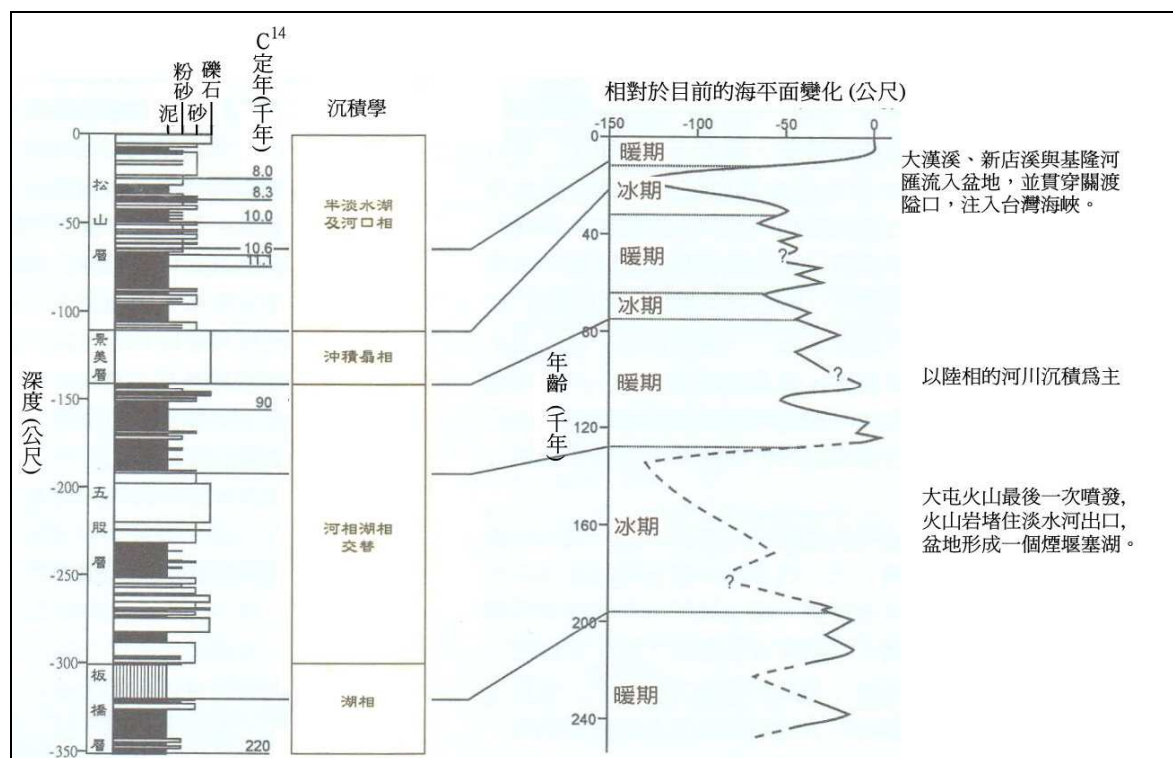


(c) 為圖(a)所標示的南北向 S N 測線地層剖面。

圖二、地層架構與沈積物特性。(鄧屬予，2006)

(二) 盆地的沉積層

松山層、景美層、五股層和板橋層的岩性、年代和沈積環境等資料，如圖三所示。從鑽井資料可知，除了松山層為軟弱的砂、泥互層之外，其餘三層均有礫石層分佈，其中景美層更是整層均為礫石層。從地震 S 波資料分析，發現其在松山層的傳遞波速遠較其他層來得低。松山層在五股一帶最厚，厚度可達 100 公尺，而盆地中央約在 40 到 60 公尺之間，新店、土城一帶厚度則在 10 公尺以下。



圖三、五股岩心與全球海水面變化之對比圖。(修自陳宇高，1999)

三、盆地效應

(一) 盆地效應的現象

就像彈簧一樣，較硬的彈簧震幅通常比較小，相對地，較軟的彈簧震幅就比較大。盆地是由鬆軟沉積物覆蓋在碗狀的岩層上所構成，當地震波進入盆地之後，沉積物就會像軟彈簧一樣，產生較大的震幅，震動的時間也會持續的比較長，這就是所謂的「盆地效應」。

(二) 盆地效應的影響因素

盆地效應是震源效應、路徑效應和場址效應三者的總合反應，可以下列函數式表示：

$$\ln O_{ij}(f) = \ln E_j(f) + \ln P_{ij}(f) + \ln S_i(f)$$

即地震測站的資料函數 = 震源函數 + 路徑函數 + 場址函數，其分述如下：

### 1. 震源效應

如地震規模、地震深度、斷層的位態、錯動方式及錯動程度等能量釋放有關的因素。當我們把這些因素固定後，從震源區發射出的地震波振幅大小及根據他的射出方向而定。地震震源若發生在花蓮，台北往往會比其他地區更強烈。

### 2. 路徑效應

不同的地震波在到達地面之前所經過的路徑長度、岩層特性和構造形貌的不同，會因反射或折射而改變行進方向和震幅的大小。一般而言，地震波由震源往外輻射傳播時，一定會發生衰減現象，軟弱岩盤的 Q 值小，放大倍率大，衰減的現象比較快；一般來說，震波傳遞的路徑地質狀況愈複雜，衰減的愈快。

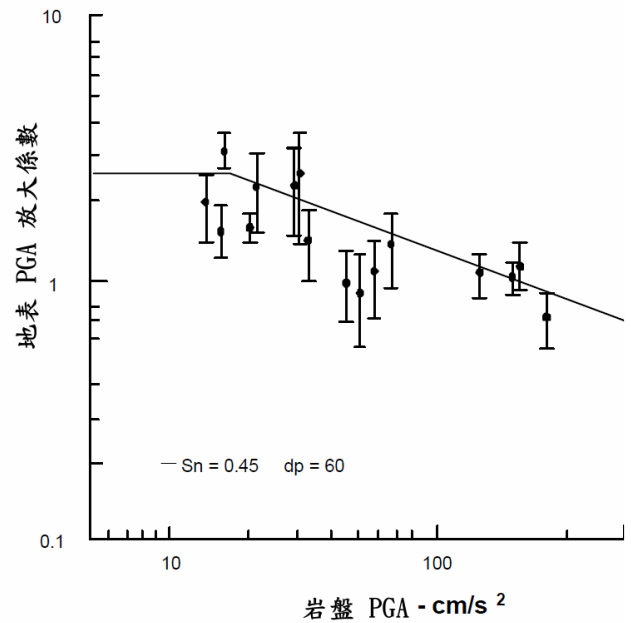
### 3. 場址效應

是指地震波到達地表淺層時發生放大或衰減的現象。其影響因素含涵蓋介質的組成特性、入射波種類、入射角、地下速度構造、場址附近的地形等。場址效應對地震波的影響可就時間域與頻率域兩方面做探討：

#### (1) 地表尖峰加速度(Peak Ground Acceleration, PGA) 的放大或折減

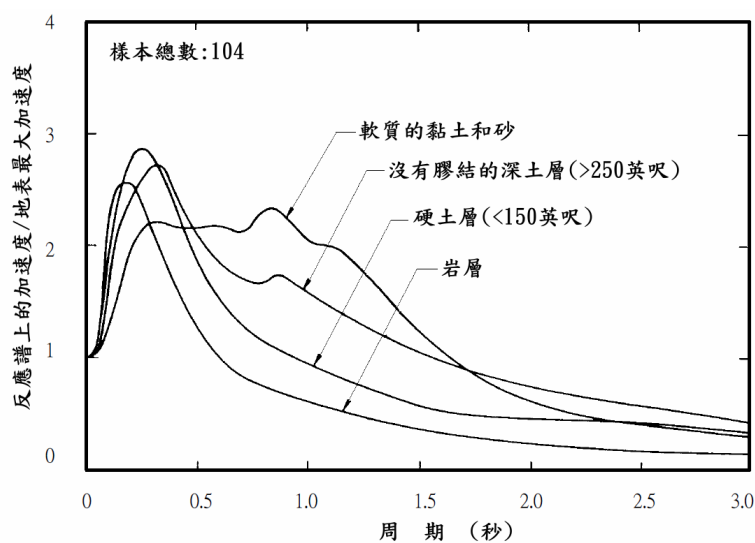
一般常用的時間域指標，堅硬地盤通常震動較快、震幅較小；鬆軟地盤震動較慢、震幅較大。但 Wen(1994)分析 SMART-1 強震陣列資料，發現地表 PGA 與岩盤露頭 PGA 的比值，會隨岩盤露頭 PGA 的增加而減少(圖四)。也就是說，當地震不是很強時，局部地區的地表沉積層的 PGA 會比基盤大；但若爆發的地震很強時，地表沉積層的 PGA 不一定會比較大。

#### (2) 加速度反應譜的變化



圖四、地表PGA放大係數與岩盤PGA的關係。  
(改自Wen, 1994)

震波在傳送到地表時，會受到基盤岩性和沈積物厚度的影響，不同的地盤條件會影響地動加速度、地動速度與位移等地動參數，也會左右地動反應譜的大小和形狀。反應譜值係指自然周期為 $T$ ，的單自由度系統承受某一特定振動作用力下，所產生的最大反應值。Seed et al(1976)分析美、日地震，將地盤依軟硬、深淺分為四類，發現在低於0.5秒的短周期部份，反應譜並無明顯的不同，意即場址效應在此範圍並不顯著，但大於0.5秒的長週期，各地盤之加速渡反應譜卻出現相當差異，較鬆軟且深厚的地盤反應譜值明顯高於硬地盤與岩盤。



圖五、不同地盤之平均加速度反應譜比較。

(Seed et al.,1976)

#### 四、台北盆地的盆地效應

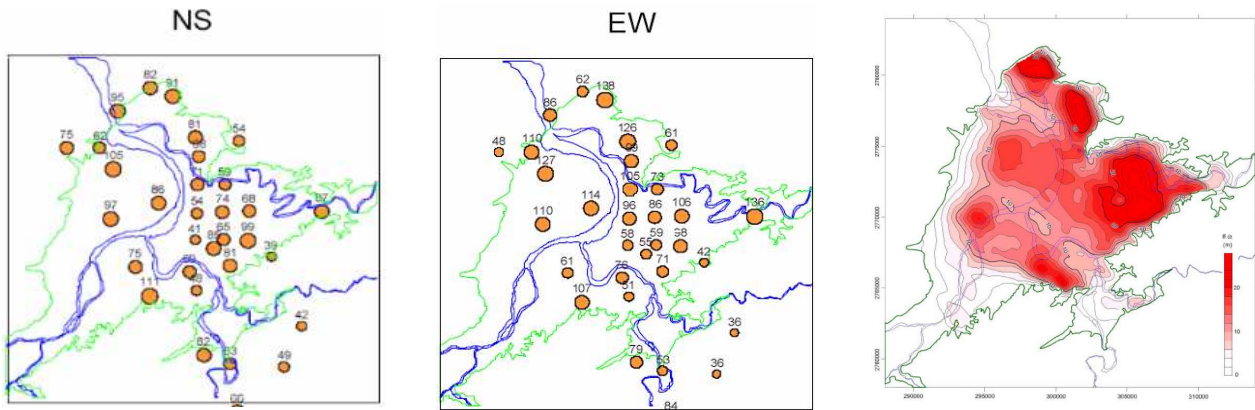
台北盆地是一個四周被岩石和台地圍繞的盆地構造，地震波一旦傳入盆地就會產生聚焦作用，讓盆地內每 1 單位面積接收到更多的震波射線。這個效應再加上盆地鬆軟沉積層的場址效應，往往就會爆發更強烈的震動，造成嚴重災害。

##### (一) 921 強震的 PGA 分佈概況

圖六是台灣 921 地震時，台北盆地各測站南北向(NS)及東西向(EW)的 PGA 值。從圖可發現：較高的地表加速度都現在盆地東部的邊緣，即 TAP021~TAP022 測站附近；另外盆地的南緣與西緣也有較高 PAG 值出現，此結果可對應到台北盆地 30 公尺內黏土層的厚度分佈(圖七)。

軟弱黏土層對 PGA 值具有顯著的放大作用，一般具有較厚的黏土層的測站，如東部 TAP021~TAP022 測站附近與南部 TAP032 一帶，PGA 值較大。盆地邊緣淺層黏土層的厚度，對 PGA 放大效應具有一定程度的影響。

## 台北盆地的盆地效應



圖六、1999年921集集地震在台北盆地地區南北及東西向的PGA（單位gal）分布情形。（吳卓岡，2001）

圖七、台北盆地30公尺內黏土層的厚度分佈。

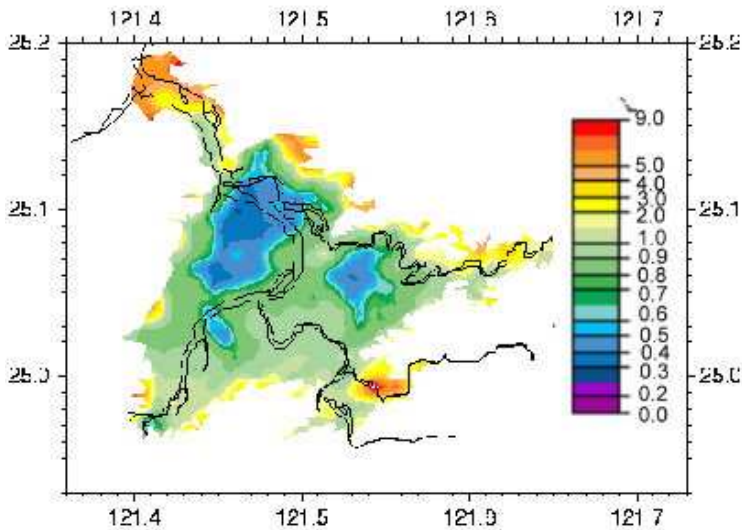
### (二) 微地動資料的主頻分佈

「主頻」為地震記錄中最大放大倍率所對應的頻率，也稱之為「顯著頻率」。主要在反映測站底下地層，因共振而在某固定頻帶上會有放大的效應。透過盆地全區微地動資料分析出來的主頻分佈(圖八)，可觀察到下列結果：

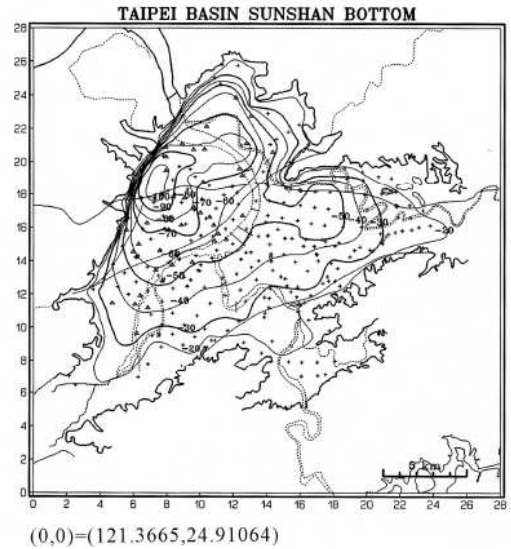
- (1) 台北盆地西北部(關渡、蘆洲、五股工業區、新莊)、盆地東邊的松山區、板橋地區主頻較低，約介於0.4~0.8 Hz，顯示此地區沖積層較厚或地層較軟、速度較低。
- (2) 台北盆地北部、東北、南部靠近盆地邊緣地區為主頻較高地區，約介於2.0~6.0 Hz，顯示此區沖積層較薄或地層較堅硬、速度較高。

將上述觀察結果對照到松山層的等深度圖(圖九)，可以發現：盆地西邊的蘆洲、三重及盆地東邊的松山地區，兩塊明顯的主頻低區約為0.4~0.8Hz之間，與松山層的等深度圖具有非常好的對應。「主頻」的分布主要與地下的沖積層有關，顯然台北盆地的場址效應和松山層有非常密切的關係。盆地特有的地形與地質條件，使得地震波受到盆地效應的影響而常被放大數倍，尤其是長週期波的能量，在特定條件下的共振增幅極為明顯。

## 台北盆地的盆地效應



圖八、利用全區微地動資料，所繪製的台北盆地主頻分佈圖。(林士棋，2006)



圖九、台北盆地松山層等深圖。(Wang，2004)

### 參●結論

經過這次研究的探索，我們才驚覺地震的發生不只在震央地區造成劇烈的震動，即使是相距甚遠的「盆地」地區，卻會因地形、地質構造的作用，而承受放大的震動能量。當震波到達台北盆地時，地形的聚焦效應會讓台北盆地接收到更大的能量，鬆軟沉積層的放大效應及延遲作用更讓地震的衝擊帶來更大威脅。透過台北盆地微地動測量結果，我們瞭解不同的地質區域，地震波最大能量所對應的主頻也會不同，而其與地下沖積層的分佈最相關，而台北盆地最上層的松山層和盆地的場址效應有非常密切的關係。台灣位於環太平洋地震帶上，發生地震的頻率相當高，但除了盆地之外，地震在其他特別的地形區又會有哪些特殊的作用呢?!這需要我們更進一步的關心與瞭解。

### 肆●引註資料

1. 林士棋(2006)。利用微地動量測探討台北盆地之場址效應。國立中央大學地球物理研究所：碩士論文。
2. 吳卓岡(2001)。台北盆地地盤放大特性之研究。國立台灣大學土木工程學研究所：碩士論文。
3. 蔡祁欽(2001)。台北盆地地盤周期之研究。國立台灣大學土木工程學研究所：碩士論文。
4. 鄧屬予(2006)。台北盆地之地質研究。西太平洋地質科學，第6卷，第1-28頁。
5. 溫國樑、張道明、瓦里亞、林世榮、謝宏顧、張毓文、邱世彬、簡文郁、柴駿甫(?)。地



## 台北盆地的盆地效應

震學與地震工程之整合，國家地震工程研究中心。

6. 鄧崇任、柴駿甫(2005)。台北盆地微分區與結構耐震設計反應譜。國研科技，第五期，國家實驗研究院。
7. 鄧屬予(1999)。滄海桑田話台北。台灣博物，第 18 卷，第 1 期，P.14~17。台灣省博物館。
8. 陳宇高(1999)。台北盆地之環境變遷-過去與未來。台灣博物，第 18 卷，第 1 期，P.20~21。台灣省博物館。
9. Wang, C.Y.,(2004).Subsurface Structures and P- and S- wave Velocities of the Taipei Basin, Taiwan , Seismic Hazard Assessment in the Taipei Basin, p3.
10. Seed,H.B.,Ugas,C.,and Lysmer,J.( 1976 ), “Site-dependent spectra for earthquake-resistant design ,” Bulletin of Seismological Society of America,Vol.66,No.1,pp.221-243.
11. Wen,K.L.(1994), Nonlinear soil response in ground motions, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol.23, No.6, PP.599-608.