

投稿類別:自然探究類

篇名:

比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

作者:

彭妍溱。新北市崇林國中。八年六班

許芯瑀。新北市崇林國中。八年十五班

指導老師:

羅陽青老師

# 比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

## 壹、前言

### 一、研究動機

地震是一種常見的天然災害，特別在臺灣這樣的地區。因為剛經歷了一場驚心動魄的 0403 大地震，因此萌生了研究此專題的想法。根據臺灣地震分佈資料，顯示臺灣東部從蘭嶼以北經臺東、花蓮到宜蘭，包括陸上及近海地區淺層地震相當頻繁，其中以花蓮至宜蘭一段尤其活躍。這對當地居民的生命和財產安全造成了嚴重威脅。諸多建築物也在瞬息間被大肆破壞，造成無法挽救的傷害。因此，我們認為深入研究地震，對於提高台灣各地的災害管理能力具有重要意義。

### 二、研究目標

- (一)研究地震事件的共同特徵與差異。
- (二)探討影響地震災情的各種因素。
- (三)分析主要影響災情的因素。
- (四)提出相應的預警和災害管理策略。

### 三、研究方法

本研究將搜集歷年的地震資料，加以整理及彙整，並且比較地震當下的震度與規模以及發生後的災情，例如:傷亡人數、房屋倒塌情形、震央與各縣市受到的災情，接著探討影響地震後災情的主要因素。最後，根據研究結果，提出相應的預警和災害管理策略。

### 四、研究架構



圖 1 研究架構圖

比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

## 貳、正文

### 一、文獻探討

#### (一)地震發生的原因

地震可分為自然地震與人工地震（例如：核爆）。一般所稱之地震為自然地震，依其發生之原因又可分為：

##### 1.構造性地震：

由於地殼運動引起地殼岩層斷裂錯動而發生的地殼震動，稱為地震。由於地球不停地運動變化，從而從地殼內部產生巨大地應力作用。在地應力長期緩慢的作用下，造成地殼的岩層發生彎曲變形，當地應力超過岩石本身能承受的強度時便會使岩層斷裂錯動，其巨大的能量突然釋放，形成構造地震，世界上絕大多數地震都屬於構造地震。全世界百分之九十的地震都屬於此類型。因為岩層受到二地殼之間互相推擠的力量，岩層因受力而產生形變，直到地應力大於岩層本身所能承受的力時，岩層發生斷裂放出地震波，造成地震。著名的「彈性反彈理論」即是說明此現象。

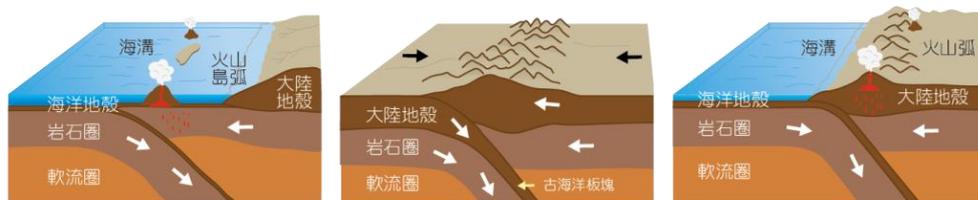
##### 2.火山地震：

由於火山活動時岩漿噴發衝擊或熱力作用而引起的地震，稱為火山地震。火山地震數量較小，數量約占地震總數的 7% 左右。地震和火山通常存在關聯。火山爆發可能會激發地震，而發生在火山附近的地震也可能引起火山爆發。一般而言，影響範圍不大。在地底的壓力過大所造成的火山爆發，岩漿上湧所造成的地面震動。

##### 3.衝擊性地震：

例如：隕石撞擊、原子彈。

###### (1)構造性地震



(2)火山地震



(3)衝擊性地震（例如：隕石撞擊、原子彈）



圖 2 構造性地震、火山地震、衝擊性地震

比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

## (二)震源、震央

震源：地震錯動的起始點。

震央：震源在地表的投影點。

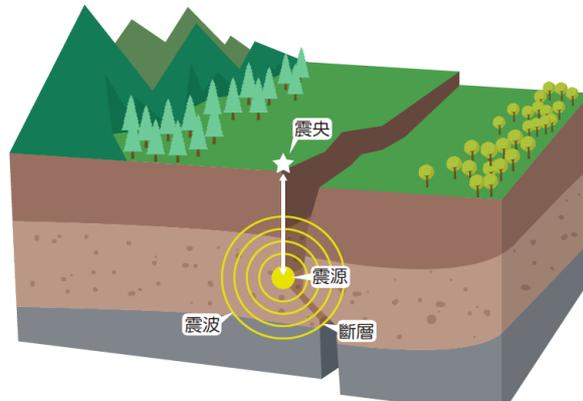


圖 3 震源與震央位置示意圖

## (三)淺層地震、深層地震

地震可能發生在地表以下至 700 公里的深度範圍，為了科學的目的，依地震的震源深度分為四種地震類型：

- 1.地震震源深度在 0 至 30 公里者稱為極淺地震。
- 2.地震震源深度在 30 至 70 公里者稱為淺層地震。
- 3.地震震源深度在 70 至 300 公里者稱為中層地震。
- 4.地震震源深度在 300 至 700 公里之地震為深層地震。

## (四)有感地震、無感地震、前震、餘震

凡地震所造成之地表震動，為人體所能感覺到的稱為有感地震，依中央氣象署地震震度分級，震度 1 至 7 級為有感地震；反之則為無感地震，震度為 0 級。

在主要地震發生之前，在其震源鄰近地區，有時先發生若干次地震規模較小的地震，稱之為前震，並非所有主要地震皆有前震。

在主要地震發生之後，在其震源鄰近地區，常有若干次地震規模較小的地震相繼發生，稱之為餘震，餘震可能持續一周、一個月或一年，一般來說，若主要地震的地震規模越大，則餘震數量越多，且持續發生的時間越久。

前震有時不易察覺，而餘震則較前震明顯。

## (五)臺灣何以西部地區地震災害較嚴重？

臺灣西部的地震活動因其震源較淺，且多發生在陸地，加以人口密集，所以較可能造成嚴重災害。例如 1935(民國 24，昭和 10)年新竹-臺中地震、1964(民國 53)年嘉義白河地震與 1999(民國 88)年集集大地震，皆造成慘重的災情。

## 比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

### (六)規模

規模是用以描述地震大小的尺度，係依其所釋放的能量而定，以一無單位的實數表示(例如 6.5)。

### (七)震度

震度，是表示地震時地面上的人所感受到振動的激烈程度，或物體因受振動所遭受的破壞程度。現今地震儀器已能詳細描述地震的搖晃情形。

震度分級	人的感受	屋內情形	屋外情形
0級	無人感覺		
1級	人靜止或位於高樓層時可覺微小搖晃		
2級	大多數的人可感到搖晃，睡眠中的人部分會醒來	電燈等懸掛物有小搖晃	靜止的汽車輕輕搖晃，類似卡車經過，但歷時很短
3級	幾乎所有人都能感覺搖晃，有的人會有恐懼感	房屋震動，窗簾門窗發出聲音，懸掛物搖晃	靜止的汽車明顯搖動，電線略有搖晃
4級	有相當程度的恐懼感，部分的人會尋求躲避的地方，睡眠中的人幾乎都會驚醒	房屋搖動甚烈，少數未固定物品可能傾倒掉落，少數傢俱移動，可能有輕微災害	電線明顯搖晃，少數建築物牆壁可能剝落，小範圍山區可能發生落石，極少數地區電力或自來水可能中斷
5弱	大多數人會感到驚嚇恐慌，難以走動	部分未固定物品傾倒掉落，少數傢俱可能移動或翻倒，少數門窗可能變形，部分牆壁產生裂紋	部分建築物牆壁剝落，部分山區可能發生落石，少數地區電力、自來水、瓦斯或通訊可能中斷
5強	幾乎所有的人會感到驚嚇恐慌，難以走動	大量未固定物品傾倒掉落，傢俱移動或翻倒，部分門窗變形，部分牆壁產生裂紋，極少數耐震較差房屋可能損壞或坍塌	部分建築物牆壁剝落，部分山區發生落石，鬆軟土層可能出現噴沙噴泥現象，部分地區電力、自來水、瓦斯或通訊中斷
6弱	搖晃劇烈以致站立困難	大量傢俱大幅移動或翻倒，門窗扭曲變形，部分耐震能力較差房屋可能損壞或倒塌，耐震能力較強房屋亦可能受損	部分地面出現裂縫，部分山區可能發生山崩，鬆軟土層出現噴沙噴泥現象，部分地區電力、自來水、瓦斯或通訊中斷
6強	搖晃劇烈以致無法站穩	大量傢俱大幅移動或翻倒，門窗扭曲變形，部分耐震能力較差房屋可能損壞或倒塌，耐震能力較強房屋亦可能受損	部分地面出現裂縫，山區可能發生山崩，鬆軟土層出現噴沙噴泥現象，可能大範圍地區電力、自來水、瓦斯或通訊中斷，電軌彎曲
7級	搖晃劇烈以致無法做意志行動	幾乎所有傢俱都大幅移動或翻倒，部分耐震較強建築物可能損壞或倒塌	山崩地裂，地形地貌亦可能改變，多處鬆軟土層出現噴沙噴泥現象，大範圍地區電力、自來水、瓦斯或通訊中斷，電軌彎曲

圖 4 震度分級

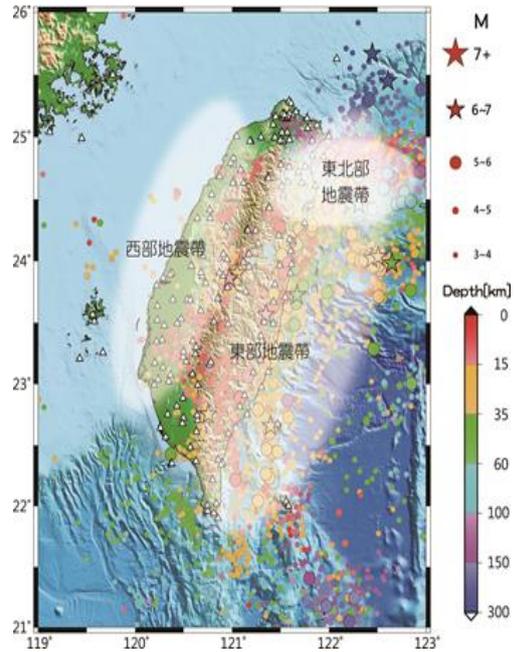


圖 5 臺灣地震帶之分布情形

### (八)臺灣地震帶之分布情形

臺灣的地震帶主要有 3 處

- 1.西部地震帶：**泛指整個臺灣西部地區，大致與島軸平行。主要係因為板塊碰撞前緣的斷層作用引發地震活動，由於斷層構造多侷限在地殼部分，因此震源深度相對較淺（約 10 餘公里）。但由於西部地區人口稠密、工商建設發達，因此每每有大地震發生時都會造成較嚴重的災情。
- 2.東部地震帶：**此地震帶之地震係直接肇因於菲律賓海板塊與歐亞板塊碰撞所造成，地震活動頻率最高。此一地震帶南端幾與菲律賓地震帶相接，並沿臺灣本島平行方向向北延伸經臺東、成功、花蓮到宜蘭，而與環太平洋地震帶延伸至西太平洋海底者相連。本地震帶南端與花蓮以北區域因板塊隱沒作用，震源深度可達到 300 公里左右。
- 3.東北部地震帶：**此帶係受沖繩海槽擴張作用影響，自蘭陽溪上游附近經宜蘭向東北延伸到琉球群島，屬淺層震源活動地帶，並伴隨有地熱與火山活動現象（龜山島附近）。

比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

### (九)臺灣的地震頻率

我國位處環太平洋地震帶上，地震活動頻繁，且經常有強烈地震發生。中央氣象署地震觀測網（簡稱 CWASN）自民國 80 年起，開始啟用即時地震監測系統，除全面使用三向量 S-13 短週期速度型電磁式地震儀，取代傳統機械式地震儀，同時增建地震測站，使地震偵測率大幅增加，自民國 80-民國 100 年蒐錄超過 40 萬起地震資料。

自民國 99 年起執行「強地動觀測第 4 期計畫－建置新一代地震觀測系統」，逐年更新觀測設備，同時增益波形動態範圍從 12 位元提升至 24 位元，並自 2012(民國 101)年起開始啟用此 24 位元地震觀測系統，結合本署及不同機構的地震觀測資料做聯合觀測，有效提升觀測密度及偵測範圍；使可偵測到的地震數量再次大幅增加，目前每年約可蒐錄近 40,000 次地震，其中有感地震約 1,000 次。

地震發生次數最多在民國 88 年，主要是受到 921 集集大地震影響，該年共發生 49,928 次地震，其中有感地震達 3,233 次之多。

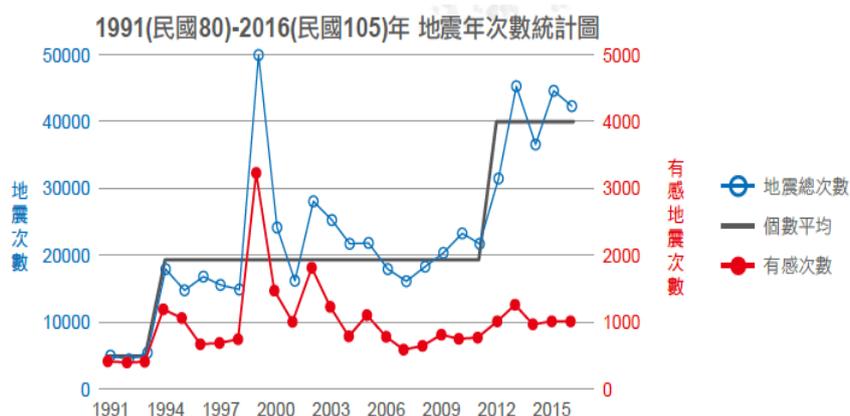


圖 6 民國 80-105 年地震年次數統計圖

### (十)臺灣最嚴重的震災情形

過去近百年，臺灣發生地震引起災害死傷最大者是民國 24 年 4 月 21 日 6 時 2 分，新竹-臺中地震，震央在新竹關刀山東南方偏南 3 公里，即北緯 24.4 度，東經 120.8 度，發生屯子腳及獅潭斷層，前者長 10 餘公里，水平最大位移 1.5 公尺、最大落差 60 公分；後者長 20 公里，最大落差為紙湖至洽坑之間達 3 公尺，水平位移甚微，是較特殊之情況，此次地震死 3,276 人，傷 12,053 人，房屋全毀 17,907 棟，半毀 11,405 棟，破損 25,376 棟。

臺灣災害性地震引起損害最大者是民國 88 年 9 月 21 日 1 時 47 分，南投集集大地震，震央在日月潭西方 9 公里，即北緯 23.9 度，東經 120.8 度，由車籠埔斷層所引發，造成長約 100 公里之地表破裂帶，水平位移最大 7 公尺，垂直最大位移達 4 公尺，此次地震造成 2,415 人死亡，11,305 人重傷，房屋全毀 51,711 戶，毀損 53,768 戶。

比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

二、研究過程與方法

(一)比較 1935 年 4 月 21 日新竹-臺中地震、1999 年 9 月 21 日南投集集大地震、2024 年 4 月 3 日花蓮地震各種影響災情的因素

表 1 比較新竹-臺中地震、南投集集大地震、花蓮地震影響災情的因素

	1935 年 新竹-臺中地震	1999 年 南投集集大地震	2024 年 花蓮地震
發生時間	6 時 2 分	1 時 47 分	7 時 58 分
芮氏規模	7.1	7.3	7.2
震央	苗栗縣三義鄉	南投縣集集鎮	花蓮縣壽豐鄉
持續時間	不詳	106 秒	約 60 秒
震源深度	3 公里	8 公里	22.5 公里
最大震度	不詳	7 級	6 強
餘震	餘震計 180 次，有感餘震計 65 次	主震發生 1 個星期規模超過 6 的餘震就有 8 次，地震發生後 1 個月內發生大約 1 萬次餘震，其中將近 4 百次有感餘震	主震發生一個月內，主震加上餘震已達 1356 起，規模 5 以上達 488 起
依震源深度所分的地震類型	極淺層地震	極淺層地震	極淺層地震
依地層受到的力所分的地震類型	逆斷層型地震	逆斷層型地震	逆斷層型地震

(二)分析

上表的三次地震都屬於逆斷層型地震，也都屬於極淺層地震，其中新竹-臺中地震的震源深度最淺，花蓮地震的震源深度最深，芮氏規模最大的則是南投集集大地震，最大震度也達到了震度分級的最高級，主震的持續時間更是長達了 106 秒，花蓮地震則持續了約 60 秒，而新竹-臺中地震因為年代久遠，所以有些情形並沒有詳細記載，因此無法比較其與其他兩者的持續時間、最大震度。

上表三場地震都屬於全台有感地震，對各地都有一定的影響，其中南投集集大地震在主震發生 1 個星期內就有 8 次規模超過 6 的餘震，影響最大的 1 次是凌晨 2 點 16 分芮氏規模為 6.7 的餘震，這場餘震是造成 921 大地震房屋毀損比其他地震要多的主因，花蓮地震在主震發生一個月內也發生了 488 起規模 5 以上的餘震，新竹-臺中地震芮氏規模 6.0 的大型餘震。

比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

(三)比較 1935 年 4 月 21 日新竹-臺中地震、1999 年 9 月 21 日南投集集大地震、2024 年 4 月 3 日花蓮地震的災情

表 2 比較新竹-臺中地震、南投集集大地震、花蓮地震的災情

	1935 年 新竹-臺中地震	1999 年 南投集集大地震	2024 年 花蓮地震
建築物損壞情形	20935 戶全壞、 12750 戶半壞、大 破 9836 戶、小破 15583 戶。大破 1250 棟、小破 1545 棟	51711 戶全倒、 53768 戶半倒	約 26 棟建築物倒塌
死亡人數	約 3279	2415	18
受傷人數	約 14842	11305	1155
失聯人數	不詳	29	3
交通設施損害情形	縱貫線與臺中線的鐵路線、橋梁與隧道皆有損壞，並導致列車停駛。	臺鐵縱貫鐵路山線三義一號隧道發生拱頂坍塌及軌道扭曲，交通全面中斷停駛。省道台 3 線橋梁掉落斷裂，而中橫路基坍塌成峭壁或土石坍塌阻斷交通	臺鐵北迴線、高鐵以及各捷運系統一度全面停駛。中橫公路及蘇花公路、蘇花改均受地震影響而封閉。

(四)分析

選擇上表的三個近百年所發生的大地震來做比較，主要原因是因為新竹-臺中地震是臺灣發生地震引起災害死傷最大者，而南投集集大地震則是台灣災害性地震引起損害最大者，但這兩者都屬於震央在中部的地震，所以我們也比較了今年發生在東部，震央在花蓮地區並且是繼 921 大地震之後台灣規模最大的地震。

花蓮地震後，交通部中央氣象署在地震後對臺澎金馬沿海地區發布海嘯警報，宜蘭縣頭城鎮烏石在 9 時 12 分測得海嘯最大波高 82 公分，隨後中央氣象署在 11 時 10 分解除海嘯警報。是三起地震中唯一引發海嘯地一起。

在交通設施損害情形方面三場地震都造成了大程度的影響，對各縣市也都造成了一定程度的損害，相比之下花蓮地震在非震央地區造成的損害較其餘兩者小。

比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

#### (五)根據表 1、表 2 進一步探討地震各種影響災情的因素與災情的關聯

基本上，地震規模愈大其所可能導致的災害愈大。但由於地震是一種能量的釋放，以地震波的形式向四方傳播過程中，能量會因岩層的摩擦、吸收而衰減，所以災情大小通常會與震源深度、震央距離相關，建築物或公共設施的耐震力也直接影響災情嚴重與否。而臺灣西部的地震活動因其震源較淺，且多發生在陸地，加以人口密集，所以較可能造成嚴重災害。

透過震央在西部地 921 地震和震央在東部的花蓮地震相比，就能發現芮氏規模差異不大的兩場地震，因為震央所在的地區嚴重地影響了災情。不過因為 921 地震發生在凌晨，所以許多人來不及逃離，這也是傷亡人數較多的原因。

最後，我們認為新竹-臺中地震芮氏規模雖然是三者中最小的，傷亡人數卻最多的原因，除了因為震源深度最淺外，當時畢竟還屬於日治時期防震防災的觀念也許都還不普及，因此有較多人因為這場災害而犧牲。

#### (六)1935 年 4 月 21 日新竹-臺中地震、1999 年 9 月 21 日南投集集大地震、2024 年 4 月 3 日花蓮地震的災後影響

##### 1.新竹-臺中地震

造成嚴重傷亡的自然現象，往往是推動主政者改革、改正的力量之一，臺灣中部地區許多街廓，是在這場地震後實施都市計畫所復原重建，總督府在中部地區推出 21 個市區計畫，將街道拓寬、拉直；並適當保有綠地、公園、廣場等空間，做為平時保健、緊急避難的場所。

地震之後，臺灣也更重視地震與氣象觀測，為此添購更多的地震儀器，並增設測候所觀測餘震，促使臺灣在地震測報技術上有長足的進步。

##### 2.南投集集大地震

921 地震後，讓台灣民眾瞭解地震的威力，並開始深思防震的重要性，開始檢討建築物或其他地方的防震措施。政府亦在此次地震後開始正視防震教育，加強防震防災的宣傳，並將此次教訓編入教材中。

內政部消防署為提升重大災害應變處理能力，加強國際搜救隊之間的聯繫，成立特種搜救部隊，設置搜索組、救援組、工程組、醫療組等。

中華民國政府於 2000 年 6 月 30 日立法通過《災害防救法》，並制定每年 9 月 21 日為「防災日」。

##### 3.花蓮地震

由於餘震不斷，行政院長陳建仁到中央災害應變中心視察並要求消防署和國土署啟動危險建物評估和落實拆除專案，以免造成周邊二次傷害。花蓮有 15 間危樓已快速地強制拆除。

交通部中央氣象署也地震測報中心進一步稱，未來將提精進方式，除縮短測報時效，同時強化預估震度精確性，以便適時提供強震即時警報。

## 比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

### 參、結論

#### 一、討論

新竹-臺中地震當時屬於日治時期防震防災的觀念也許都還不普及還有建築物的防震程度和民國八十年、現今可能也都有一定程度的落差，這是在比較影響災情的因素時沒有考慮到的地方。經過討論我們認為這兩個因素很有可能是較多人因為這場災害而犧牲的原因。

因為新竹-臺中地震地年代久遠，許多當時地震的資訊都無從得知，並且我們比較地項目都比較表層，並非深入地從更深層的部分開始探討，因此我們比較時也還有許多不足的地方。

不過，隨著時代推進，防震教育教育愈加普及，建築物或其他地方的防震措施也更加進步，在未來一定可以把受天然災害造成的損害降到最低。

如果未來有機會我們會更深入的探討各個地震，找尋它們之間的異與同，探討造成嚴重災情的主要因素，並依照討論出的方向提出相應的預警和災害管理策略。

#### 二、結論

921 地震讓台灣民眾瞭解地震的威力，並開始深思防震的重要性，開始檢討建築物或其他地方的防震措施。政府亦在此次地震後開始正視防震教育，加強防震防災的宣傳，並將此次教訓編入教材中。

在目前最先進的科學知識和技術下，我們還沒有可靠的方法預測地震。但從災難中重建、重生，至今仍在島內不斷上演著，自然現象無法阻擋，能夠做到的是使出全力觀測、統計、研究，期能更早一秒得知或者預測自然現象的發生，以維生命安全。追上自然的變化，過去如此，現在亦同。

在事後，政府也可予以補助居民，以面對地震所帶來的損失。

最後，我們統整了地震發生主要、直接影響災情的因素：

- 1.芮氏規模
- 2.震央位置
- 3.震源深度
- 4.持續時間
- 5.依地層受到的力所分的地震類型
- 6.餘震規模
- 7.餘震次數
- 8.發生時間
- 9.建築物的耐震力
- 10.民眾對防震觀念的普及度

比較各大地震：探討影響傷亡人數與災情的各種因素

## 肆、引註資料

一、中央氣象署

<https://www.cwa.gov.tw/V8/C/E/index.html>

二、中央氣象署-地震百問

<https://scweb.cwa.gov.tw/zh-TW/Guidance/FAQ/2>

三、中央氣象署-晨曦中，烈震來襲 1935 年新竹—臺中大地震

<https://south.cwa.gov.tw/inner/ezOf1654743345tCAx>

四、地震-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%9C%B0%E9%9C%87>

五、2024 年花蓮地震-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/2024%E5%B9%B4%E8%8A%B1%E8%93%AE%E5%9C%B0%E9%9C%87>

六、1935 年新竹-台中地震-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/1935%E5%B9%B4%E6%96%B0%E7%AB%B9-%E5%8F%B0%E4%B8%AD%E5%9C%B0%E9%9C%87>

七、921 大地震-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/921%E5%A4%A7%E5%9C%B0%E9%9C%87>

八、聯合新聞網相隔-25 年的強震比一比！403 重擊花蓮 921 餘震驚人世界罕見

<https://udn.com/news/story/123995/7874068>

九、經濟部地質調查及礦業管理中心-獅潭斷層

<https://fault.gsmma.gov.tw/Sensitive/More/b507a016c7b644558cb713eb75eb89d0>

十、0403 地震新聞報導

<https://reurl.cc/dyr4jq>

<https://reurl.cc/34aEej>

[https://www.youtube.com/watch?v=jY6-aUJvw4&ab\\_channel=%E4%B8%89%E7%A%B%8BLIVE%E6%96%B0%E8%81%9E](https://www.youtube.com/watch?v=jY6-aUJvw4&ab_channel=%E4%B8%89%E7%A%B%8BLIVE%E6%96%B0%E8%81%9E)

十一、香港天文台-2024 年 4 月 3 日花蓮地震-十問十答地震與海嘯

<https://reurl.cc/rvgjz1>

十二、開放博物館-《臺灣新民報》地方特輯-1935 年臺中新竹大震災

<https://openmuseum.tw/muse/exhibition/58844c60d158bd35134f05e6763eff6#theme-y2ji100g5e>