

地震之探討研究

國中組地球科學科第一名

雲林縣土庫國民中學

作 者：楊春桃…等七名

指導教師：張武宏

一、研究動機

台灣本島東邊毗鄰菲律賓海板塊，每年向台灣方向推進六、七公分，台灣本島受其持續性的擠壓，較脆弱的地殼在承受不住時，就會產生逆斷層，也就形成地震，其中以台灣東部次數最頻繁。

據中央氣象局統計，台灣地區去年（七十三年）每月平均發生地震八次，其中，四月份高達十九次，但都為無感地震。中央氣象局地球物理科長李向華先生說，如果每月超過八次，就有不尋常的意義（亦即將有大地震發生），但今年（七十四年）一、二月均低於八次，情況正常。其仍為大陸板塊和菲律賓海板塊摩擦所引起的正常現象。

台灣位處於環太平洋地震帶上，為了讓居處於此地震帶之居民能更深切地瞭解，同時對於地震學教學研究，提供簡捷而適宜方式，我們發揮團隊精神，共同設計製作了七件簡易地震儀器，盼能在地球科學教學領域上，提供些許微薄力量。

二、研究目的

1. 瞭解地震的涵義和發生原因。
2. 探求震源與震央等的簡易求法。
3. 由地震記錄瞭解震波類型及製作簡易地震儀。
4. 瞭解地震震級和地震規模，以及設計模擬地震器，演示地震震級和規模，以利地球科學之教學。
5. 瞭解地震帶分布以及台灣地震帶分布情況。
6. 探討地震預報的可能方法，以及一些室內教學演示法。

三、研究內容

探討一：板塊構造學說（地震成因探討）

1.材料：

世界地圖、剪刀、漿糊、台紙、大小十二塊模擬板塊、模擬板塊漂移裝置。

2.方法：

方法一：由世界各地所得之磁極移動軌跡，用剪刀剪一縫，使歐亞洲大陸移約 35° ，靠近北美洲、非洲大陸靠近南美洲、太平洋、印度洋以及南極大陸，均往南北美洲左側靠近，粘貼於一台紙上。

方法二：將大小十二塊模擬板塊，置於一組模擬地球旋轉之圓形水盆中，調整旋轉器，轉速為地球轉速之 $1/100$ ，觀察板塊於水面漂移情形。

3.結果：

方法一：由現代地圖，組合成類似「聯合古陸」。

方法二：模擬板塊在模擬地球旋轉器中，產生位移。

4.討論：

近年來，新的地震理論，則從板塊構造學說（plate tectonics）推衍而來。該學說對地震的成因提供了明確的說明

該學說認為地殼是由許多巨型的岩石板塊所構成，兩板塊往往因摩擦阻力而暫時扣死，受到應力作用而發生彈性形變，所儲蓄能量一旦超過限度，便造成斷層滑動導致地震。

探討二：震央求法

1.材料：

1983年5月10日之一次規模5.7級地震。

（全省測震網計算：發震時間0時15分3.8秒）

震中央北緯 $24^{\circ} \sim 27.49^{\circ}$ ，東經 $121^{\circ} \sim 30.44^{\circ}$ ，震源深度1.2公里。

2.方法：

方法一：利用 P 波的初達波時間

(1) TWOI, TWX, TWR 三個測站之 P 波初達波到站時間分別為：

$t_1 = 0$ 時 15 分 27.00 秒， $t_2 = 0$ 時 15 分 18.10 秒， $t_3 = 0$ 時 15 分 11.00 秒。

(2) 則以 TWOI 站為圓心，以 $V(t_2 - t_1)$ 為半徑（V 為 P 波速度）作圖，再以 TWX 為圓心，以 $V(t_3 - t_1)$ 為半徑作圓。

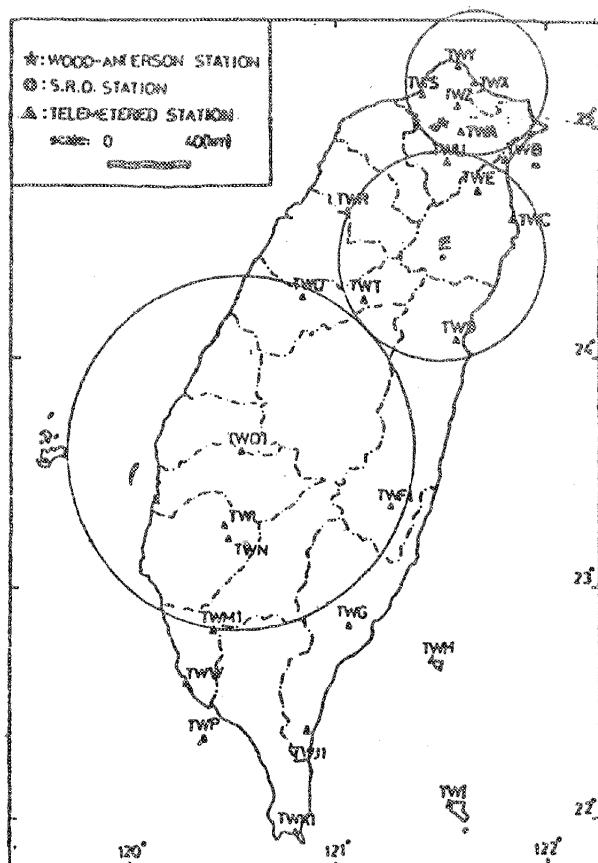
(3) 再作第三圓經過 TWR 站，且與兩圓（TWOI 站，TWX 站）相切，則第三圓的圓心，即為震央位置。

方法二：利用 S 波與 P 波之初達波時間差

(1) 取 TWOI, TWX, TWR 三站之 S 波與 P 波資料作 R_A 、 R_B 、 R_C 值，為半徑作圓，若三圓相交於一點，即震央位置。

$$[\text{公式} \quad t = t_s - t_p = R \left(\frac{1}{v_s} - \frac{1}{v_p} \right) = R \frac{v_p - v_s}{v_p v_s}]$$

$$\text{設 } k = \frac{v_p v_s}{v_p - v_s}, \text{ 則 } R = k t]$$



利用 (TWX, TWR, TWOI 三站之 P 波初達波定位) (E 點為所求得震央)

(2)若三站所作三圓不相交於一點，則過每二圓相交之點，作二圓之共弦，三個共弦的交點，即震央位置。

3.結果：

如上圖所示

4.討論：

(1)P波爲壓縮波，它走的時間最快，利用其初達波到達各測站不同時間，可求震央位置。

(2)震央位置常用經緯度來表示，測震央位置，只要有三個不同地點的地震記錄，利用震波的時距曲線，找出各地點與震源之距離後，即可準確定出震央的位置。

(3)在一張世界地圖上，三個以上的測站爲圓心，以該站與震源的距離爲半徑畫弧，各弧交點連線之交點，即爲震央所在。

探討三：震源深度之求法。

1.材料：利用1983年5月10日之一次規模5.7級地震：

$$\text{TWOI} : 0 \text{ 時 } 15 \text{ 分 } 27.00 \text{ 秒} = t_1$$

$$\text{TWX} : 0 \text{ 時 } 15 \text{ 分 } 18.00 \text{ 秒} = t_2$$

$$\text{TWR} : 0 \text{ 時 } 15 \text{ 分 } 11.90 \text{ 秒} = t_3$$

$$\text{TWD} : 0 \text{ 時 } 15 \text{ 分 } 11.60 \text{ 秒} = t_4$$

2.方法：

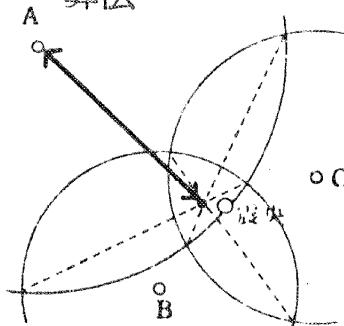
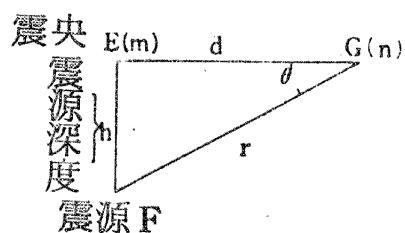
方法一：取四站P波時間，則以TWOI，TWX站爲焦點， $t_2 - t_1$ 爲常數作一雙曲線，以TWR，TWD爲焦點， $t_3 - t_4$ 爲常數作另一雙曲線，其交點F至地表距離即震源深度。

方法二：oldhams法

利用oldhams法測量震源深度。其法爲取三地震站P波時間，若三站所作三圓不相交於一點，則過每二圓相交之點，作二圓之共弦，再以任一共弦爲直徑作半圓，過E點作此共弦的垂線交於半圓上一點F，由幾何投影之關係，可推知EF爲震源深度。

3.結果：如下圖所示

由三角測震站推定震央之位置 Oldham's 法之震源深度測算法

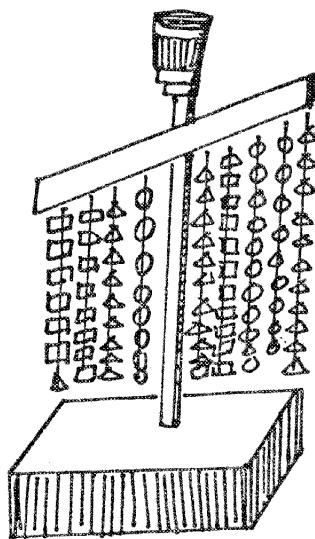


4. 討論：

- (1) 地震學上，震源 (Focus) 指地球內部真正引發地震的地點
 - 震央 (epicenter) 則是震源垂直引伸到地面的地點。
- (2) 嚴格說來，震源並非一點，而是具有相當範圍的區域，如何核算該範圍的大小，迄今仍是地震學上未能解決的難題。

探討四：自製簡易地震儀及模擬地震器：

地震儀的設置，是研究地震工作的首要因素，我們爲了地震學之研究，及便於地震研究的推廣及紮根；因此利用簡易廢棄瓶（保特瓶）、磁鐵、釣魚線、浮標及沉子等器物，製作了乙組簡易



圖一 簡易微波地震儀

微波地震儀。且利用振動研磨機，改變電流量之不同，用來模擬地震規模及地震強度。甚至購置乙台能測量水平地震動及垂直地震之小型地震儀。凡此種種，均為了提昇科學教育層次。

甲、簡易微波地震儀：

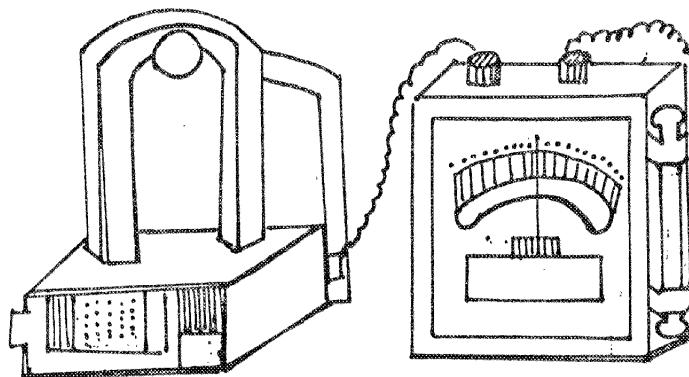
(一)完成簡圖：如上圖所示

(二)製作過程及說明：

- 1.利用不同規格（5、10、15、20 號）釣魚線八條，依需要截成對稱性各二條。
- 2.三條釣魚線（粗細不同），分別用快乾膠粘貼一定長短浮標，每隻浮標各相隔 2 公分，其下再懸一重沉錘。
- 3.另五條分別懸掛不同顏色且距離相異之迴紋針。
- 4.取一保特瓶（或三角錐瓶）內半裝着色水，倒置於鐵柱上頂端。
- 5.此地震儀可以用以測量地震強度大小，及橫波震波傳遞演示情況。

乙、簡易地震儀：

(一)完成簡圖：



圖二 簡易地震儀

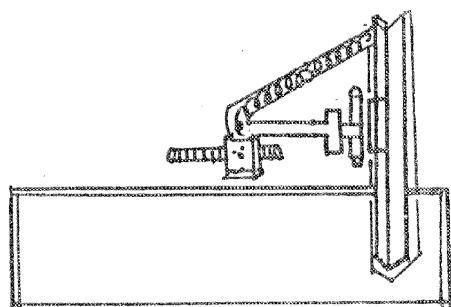
(二)製作過程及說明

- 1.將一線圈電磁鐵固定於模擬地震器上，再將一馬蹄型永久磁鐵懸掛於其上端。

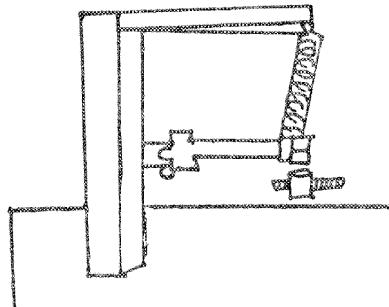
2. 當模擬地震器震動時，此線圈電磁鐵也跟着移動，而與馬蹄型磁鐵產生相對運動。
3. 此時線圈內便產生一股電流，使電流計（galvanometer）內產生一偏轉，如相對運動愈激烈，則電流計指針偏轉愈大。

丙、水平地震計及垂直地震計：

(一)完成簡圖：



圖三 水平地震計



圖四 垂直地震計

(二)製作過程及說明：

1. 利用鉸鏈、彈簧及圓柱形重錘。
2. 重錘側腹插一支記錄筆。
3. 鉸鏈鉗分水平及垂直方向，如此不同排置法，則可得到二座測量垂直及水平地震之簡易儀器。

丁、縱波演示器：

(一)完成簡圖：

(二)製作過程及說明：

1. 取實心圓型磁鐵，每三小枚一組分別正反極置入玻璃試管中。
2. 如此分組置入共八小組二十四枚。
3. 試管兩端各置一橡皮塞，開口橡皮塞紮一孔洞，放一可上下抽動之振



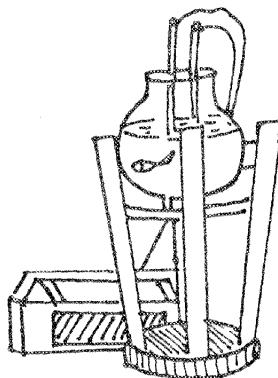
圖五 縱波演示器

動金屬棒。

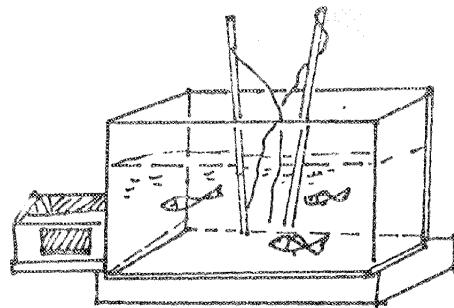
4. 當施力予磁鐵時，磁鐵受壓向內擠壓，解除施力時，則磁鐵因排斥作用而反彈，此有如地震波傳遞般。

戊、地下電流地震預報法（生物預報法）：

(一)完成簡圖：



圖六 生物預報法



圖七 生物預報法

(二)製作過程及說明：

1. 利用水族箱直流蓄電池及二支正負極組成。
2. 將預測試之魚類分別置放於水族箱中，由水族箱兩端各插入正負兩電極。
3. 調整兩電極之位置距離，觀測直流電於水中對魚之影響。
4. 兩電極愈接近，則對魚反應更激烈。

四、結論

1. 地震為天然作用力產生的地盤震動。主要由於地下岩層突然斷裂，或地殼中斷層兩側岩層突然滑動所致。
2. 彈性回跳、地函對流、岩漿活動、沸騰假說和板塊構造說等，為用來說明有關地震的成因。其中以板塊構造學說，對地震成因提供較明確的解釋。
3. 震源依其性質可分為構造型（如斷層錯動）、火山型和爆炸型（如地下核爆）。
4. 震源求法為利用三角測震站之P波的初達波時間差為半徑作圓

求之，即 Oldhams 法之震源深度測算法。

5.本地震探討研究，我們發揮團隊精神，共同設計製作了七件簡易地震儀器，即簡易微波地震儀、簡易地震儀、水平地震計、垂直地震計、縱波演示器、水族箱地震預報法等七種。盼能在地球科學教學領域上，提昇課堂內認知層次。

五、參考文獻

- 1.陳石林譯著（1969）：地球的面貌，徐氏基金會出版第六頁。
- 2.周達如著（1970）：電磁學，三民書局印行，第四〇五頁。
- 3.茆欽源編著（1978）：物理學（第二冊），大中圖書公司印行，第五七四至五七八頁。
- 4.徐明同（1978）：地震學，台北黎明文化事業公司出版第三八八頁。
- 5.陳培源（1973）：普通地質學，台灣商務印書館第二三九至二七九頁。
- 6.戚啟勳譯（1974）：地球科學（下冊），幼獅書局印行，第二七七至二九一頁。
- 7.戚啟勳譯（1978）：最新地球科學，自然雜誌社第八六至一〇九頁。
- 8.蔡義本博士主編（1979）：地震與防災，書銘出版事業有限公司，第十～五十四頁，第一七八～第一七九頁。
- 9.石再添、鄧國雄、黃朝恩著（1980）：火山與地震，幼獅文化事業有限公司，第四七～八二頁。
- 10.許坤源纂修（1980）：水利篇，雲林縣志稿卷四第二～五十九頁
- 11.丁錫鏞編（1983）：板塊構造學說，牛頓雜誌社，第五六～七九頁。
- 12.沈麗蕙編（1983）：地球，佳慶文化事業公司，第一七〇～一七五頁。
- 13.丁仁東（1984）：地震——幾個地震研究常用的方法及實例，科學教育月刊第七十四期，第五八～六七頁。

14. 楊榮祥編(1984)：候風地動儀，科學教育月刊第七十五期，第十一頁，第四十二頁。
15. 葉永田(1984)：台灣地區地震研究之現況與展望，科學月刊73～4，第二六三～二六九頁。

評 語

研究地震之起源並自製簡易地震儀，此等簡易地震儀可作爲教具值得推廣，另製作 P 波模具亦可作爲教具，學生對地震之起源，有確切之了解，並有七人參加具有團隊精神。