

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

081551

憤怒的大海-從南亞海嘯看海浪的運動

嘉義縣朴子市朴子國民小學

作者姓名：

小六 李晶昀 小六 張敏儀 小六 黃勤雅  
小六 陳宛諭 小六 鄒獻璽 小六 謝伯彥

指導老師：

葉明宗 廖以仁

# 憤怒的大海—從南亞海嘯看海浪的運動

## 壹、摘要

南亞大海嘯發生後，才知道海嘯會造成那麼大的災難，根據歷史紀錄，台灣也有可能發生海嘯，所以要隨時注意。從科展研究中，我們發現地殼變動規模愈大、隕石體積愈大，造成的浪比較高，地殼變動以第一個波浪最高，隕石撞擊以第三個波浪或第四個波浪最高。風力愈大造成水面的波動愈大，波紋也愈多，而波浪遇到障礙物時會有反射的運動。另外，水深愈深波速愈快，淡水也比鹹水的波速快，而鹹水愈濃則波速愈慢。最後我們觀察海嘯造成嚴重災害的水牆，發現當海浪由深到淺的時候，都會造成類似的水牆，水牆不會因水深變淺而增高。

## 貳、研究動機

2004 年的 12 月 26 日，在南亞地區發生了大地震，接連引發了大海嘯，造成東南亞地區相當大的傷亡。那時我們六上自然課剛好上到氣象單元(南一版本)，老師向我們介紹氣象災害，也說颱風也會造成海嘯，同時補充了海嘯的威力及災害。

我們學校離海邊並不算遠，海嘯事件讓我們更想了解它，所以就想探討「海嘯」的奧秘，也研究海浪的運動！

## 參、研究目的

- 一、 搜尋台灣發生海嘯的歷史紀錄。
- 二、 探討海嘯成因及其對浪高的影響。
- 三、 模擬水波遇到不同障礙物的運動型態。
- 四、 探討影響水波波速的變因。
- 五、 探究水牆的特性。

## 肆、研究設備及器材

大水族箱(180 公分×30 公分×30 公分)、玻璃水槽(44 公分×44 公分×15 公分)、投影機、數位攝影機、數位相機、奇異筆、木板、白膠、吹風機、積木、直尺、量角器、紅色染料、木棒、膠帶、縫衣線、砝碼、矽利康膠、圓形氣球、正方

形塑膠盒、棉繩、水平儀、熱熔膠、滴管、影像處理軟體

## 伍、研究過程及結果

### 一、搜尋台灣發生海嘯的歷史紀錄

#### 【研究一】搜集整理台灣發生過的海嘯紀錄

- 1、利用網路搜尋台灣發生海嘯的相關資料。
- 2、透過網路留言詢問海洋大學關於台灣發生海嘯的資料。
- 3、參考海洋大學許明光教授的研究，將台灣發生疑似海嘯信度較高的資料，整理紀錄如表一。

表一 台灣發生海嘯歷史紀錄表

時間	海嘯侵襲之地區
1661年1月8日	安平
1781年4-5月	高雄地區
1792年8月9日	彰化地區
1866年6月11日	高雄地區
1867年6月11日	基隆地區
1963年2月13日	台灣東部
1966年3月13日	台灣東部
1972年1月25日	台灣東部
1978年3月12日	蘭嶼
1986年11月15日	台灣東部
1994年9月16日	澎湖

結果：

原來台灣也有多次發生海嘯的歷史紀錄，發生的地方大都在東部與南部，但是中部和北部也有發生過。台灣四周都是海洋，要注意海嘯的發生。

### 二、探討海嘯成因及其對浪高的影響

#### 【研究二】海嘯的成因有哪些？

我們利用網路查詢相關資料，也到圖書館找尋相關書籍。

結果：

我們整理歸納資料，發現海嘯的自然成因有下列幾項：

- 1、地殼變動。

- 2、 隕石撞擊。
- 3、 颶風颱風。
- 4、 海底火山。

想法：

- 1、 既然知道形成海嘯的原因，我們想了解甚麼情況下形成海浪的浪高比較高。
- 2、 因為海底火山不容易模擬，我們選擇地殼變動、隕石撞擊、風力作為研究項目。

### 【研究三】不同規模的地殼變動會造成不同的浪高嗎？

- 1、 利用邊長 10 公分的塑膠盒,內裝重物(砝碼和石頭)並裝滿水，將塑膠盒用蓋子封閉，當作我們模擬地殼變動的實驗器具。
- 2、 模擬地殼變動的規模分為三組，分別為小規模、中規模、大規模。小規模地殼變動用 2 個塑膠盒合併而成，中規模為 4 個塑膠盒合併，大規模為 6 個塑膠盒合併。



(小規模)



(中規模)



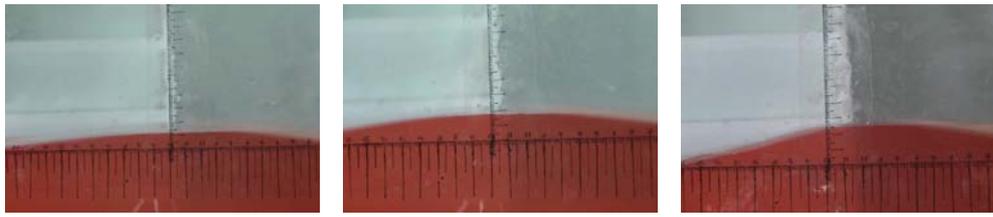
(大規模)

- 3、 用水平儀測量使大水族箱呈水平，大水族箱中裝水，水高 10 公分，加入紅色染料以方便觀察。
- 4、 模擬地殼變動「隆起」與「下陷」兩種情形。「隆起」是先把塑膠盒完全沉到水底，再迅速向上拉升 9 公分，剩 1 公分接觸水面。「下陷」是先把塑膠盒拉高僅餘 1 公分接觸水面，將塑膠盒放開，使其自然下沉。



- 5、 觀察「隆起」與「下陷」造成的波浪浪高，用數位攝影機拍攝，觀察

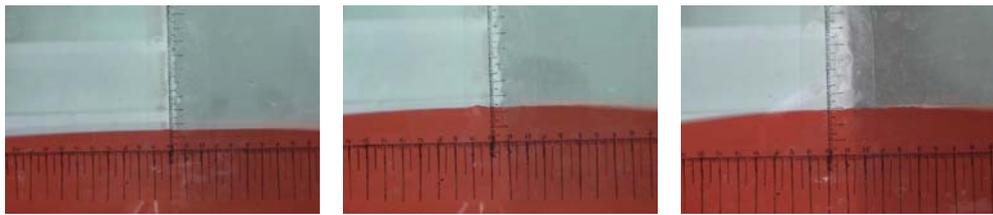
影像檔，並擷取成相片計算浪高。



(小規模隆起)

(中規模隆起)

(大規模隆起)



(小規模下陷)

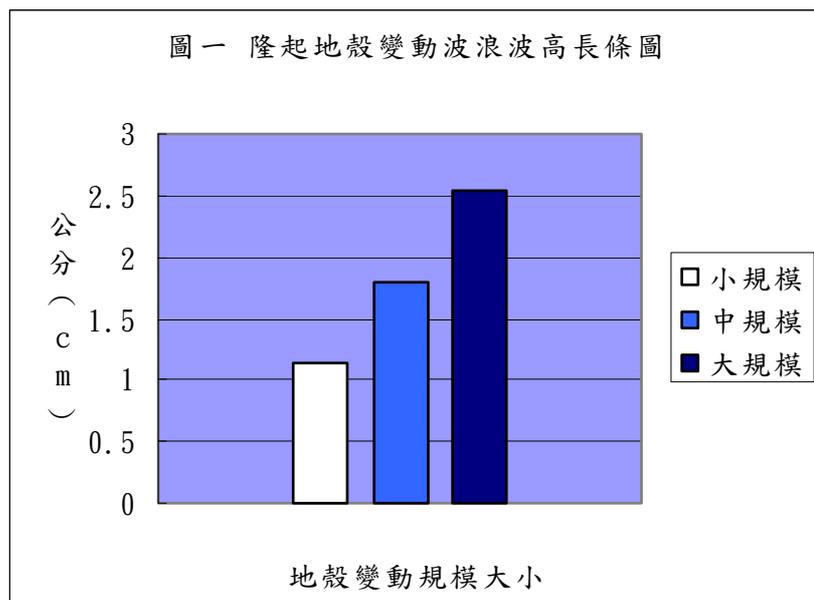
(中規模下陷)

(大規模下陷)

6、每種情形實驗三次，將實驗結果紀錄於下列表二及表三，並畫成長條圖如圖一與圖二。

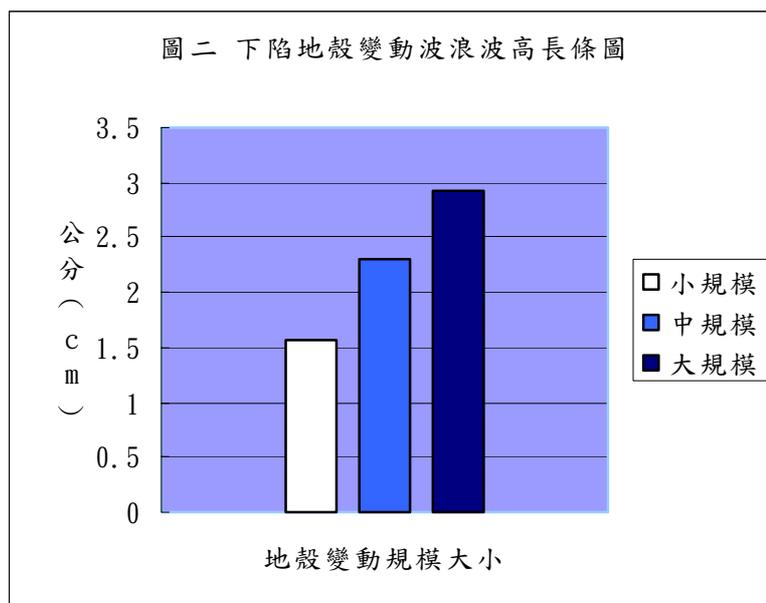
表二 隆起地殼變動波浪浪高紀錄表 單位：公分

	第一次	第二次	第三次	平均
小規模	1.1	1.2	1.1	1.13
中規模	1.7	1.9	1.8	1.80
大規模	2.5	2.6	2.5	2.53



表三 下陷地殼變動波浪浪高紀錄表 單位：公分

	第一次	第二次	第三次	平均
小規模	1.6	1.5	1.6	1.57
中規模	2.3	2.2	2.4	2.30
大規模	3.0	2.9	2.9	2.93



結果：

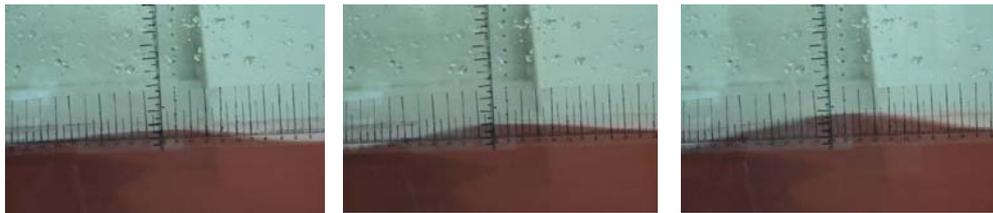
- 1、隆起地殼變動的規模愈大，浪高就愈高。
- 2、下陷地殼變動的規模愈大，浪高也愈高。
- 3、地殼變動造成的波浪，第一個波浪最高，後面波浪愈來愈低。

**【研究四】不同大小的隕石撞擊會造成不同的浪高嗎？**

- 1、用圓形氣球裝水模擬隕石，隕石的大小分成三組，分別為小隕石(0.4 公斤)、中隕石(0.8 公斤)、大隕石(1.4 公斤)。



- 2、用水平儀測量使大水族箱呈水平，大水族箱中裝水，水高 10 公分，加入紅色染料以方便觀察。將椅子架在水族箱的上方，手置於椅面並於椅面外拿著氣球，使氣球與水面的距離為 40 公分，讓氣球自由落下撞擊水族箱的水。
- 3、觀察不同隕石造成的波浪浪高，用數位攝影機拍攝，觀察影像檔，並擷取成相片計算浪高。



(小隕石)

(中隕石)

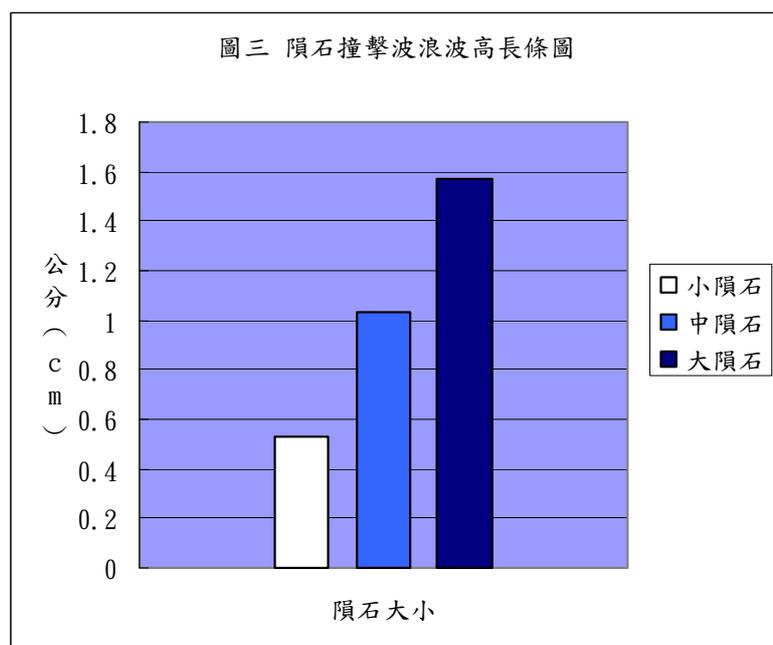
(大隕石)

- 4、每種情形實驗三次，將實驗結果紀錄於表四，畫成長條圖如圖三。

表四 隕石撞擊波浪浪高紀錄表

單位：公分

	第一次	第二次	第三次	平均
小隕石	0.5	0.5	0.6	0.53
中隕石	0.9	1.1	1.1	1.03
大隕石	1.4	1.7	1.6	1.57

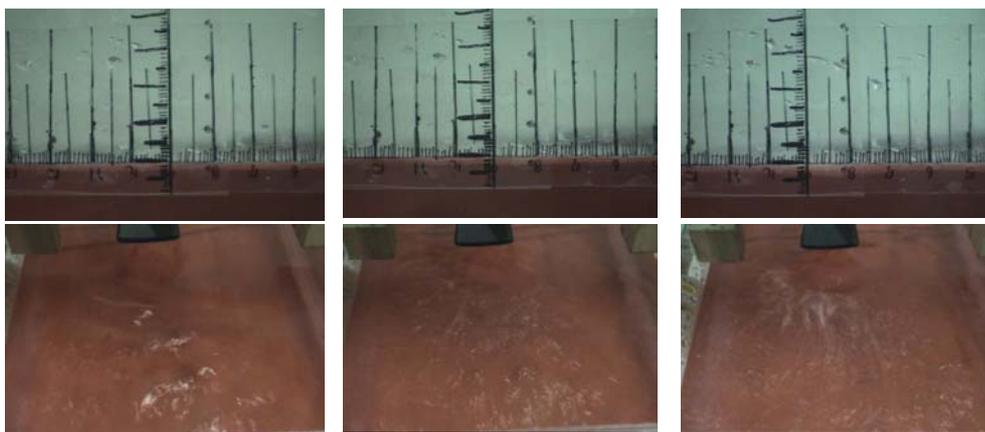


結果：

- 1、撞擊的隕石愈大，浪高就愈高。
- 2、隕石撞擊所造成的波浪，先是小波浪，然後波浪愈來愈大，最後又變回小波浪。其中以第三個或第四個波浪最高。

**【研究五】不同風力會造成不同的浪高嗎？**

- 1、以三段風力的吹風機控制風力大小，分成三組，分別為風力小、風力中、風力大。
- 2、用水平儀測量使大水族箱呈水平，大水族箱中裝水高 10 公分，為方便觀察加入紅色染料。將吹風機固定在大水族箱的上方，吹口與水面角度成 40 度，與水面垂直距離 2 公分，打開吹風機讓風吹拂水面。
- 3、觀察不同風力造成的波浪，用數位攝影機拍攝，觀察影像檔，並擷取成相片。



(風力小)

(風力中)

(風力大)

- 4、將觀察結果紀錄於表五。

表五 不同風力的海浪觀察紀錄表

風力	觀察結果
風力小	水面波動比較小，波紋也較少。
風力中	水面波動加大，波紋也比風力小的時候多。
風力大	水面波動最大，波紋也最多，水面上還濺起許多水花。

結果：

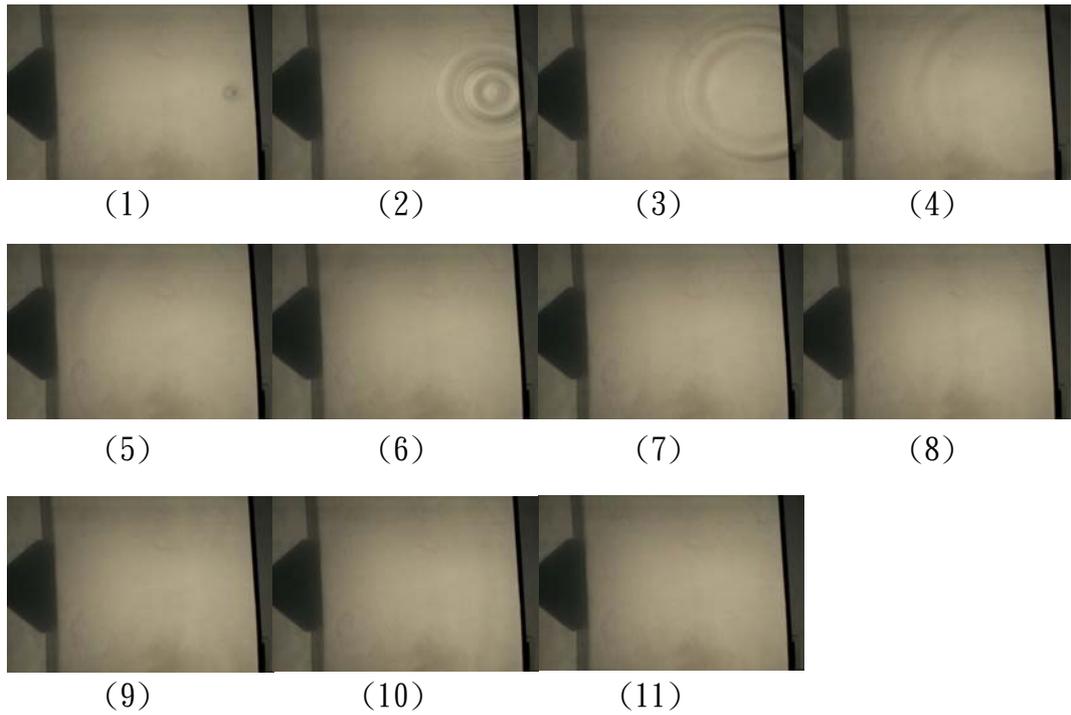
- 1、觀察三種風力造成的波浪，結果浪高差異不大，無法明確比較。
- 2、風力大的造成水面的波動比較大，甚至還濺起水花，波紋也最多。
- 3、風力只對水面有擾動，水族箱底部的雜質不受風力影響而移動。

三、模擬水波遇到不同障礙物的運動型態。

**【研究六】**水波遇到平面障礙物有怎樣的運動型態？

- 1、把玻璃水槽架於投影機上，利用投影機將水波波紋投影在大螢幕上以方便觀察。
- 2、用水平儀測量使玻璃水槽呈水平，玻璃水槽裝水 1 公分高。將直尺當做平面障礙物放置於水槽中，用滴管滴水，每次一滴以造成波紋，觀察波紋碰到障礙物後的運動狀態。
- 3、用數位攝影機拍攝，觀察影像檔，並擷取成相片觀察波紋運動情形。

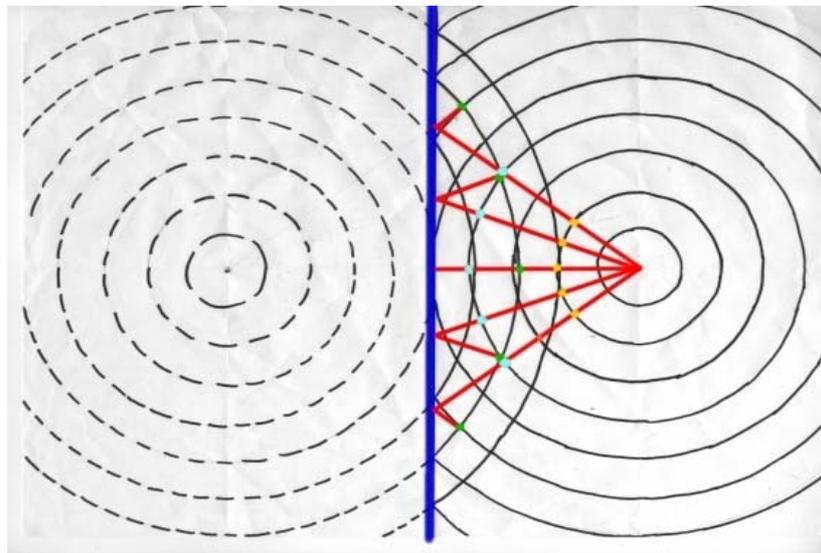




結果：

- 1、圓形水波碰到平面障礙物時，會反射出另一個圓形波。
- 2、經過實際影像的比對以及推算，反射波可以看成從障礙平面另一側等距離波源發散出來的圓形波，我們繪成圖形如圖四。

圖四 水波反射圖



**【研究七】水波遇到其他障礙物有怎樣的運動型態？**

- 1、把玻璃水槽架於投影機上，利用投影機將水波波紋投影在大螢幕上以方便觀察。

- 2、用水平儀測量使玻璃水槽呈水平，玻璃水槽裝水 1 公分高。將正方體、三角柱體、圓柱體、不同 V 形夾角依序放置於水槽中。用滴管滴水，每次一滴以造成波紋，觀察波紋碰到障礙物後有什麼運動狀態。
- 3、用數位攝影機拍攝，觀察影像檔，並擷取成相片觀察波紋運動情形。
- 4、水波遇各障礙物的運動情形如下。

#### 正方體



(1) (2) (3) (4)



(5) (6) (7)

#### 三角柱體 (一)



(1) (2) (3) (4)



(5) (6)

#### 三角柱體 (二)



(1) (2) (3) (4)



(5)

(6)

(7)

(8)

圓柱體

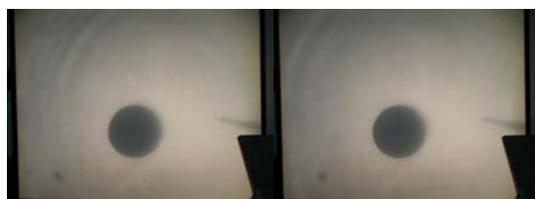


(1)

(2)

(3)

(4)



(5)

(6)

60 度 V 形夾角



(1)

(2)

(3)

(4)



(5)

(6)

(7)

(8)



(9)

(10)

(11)

(12)

90 度 V 形夹角

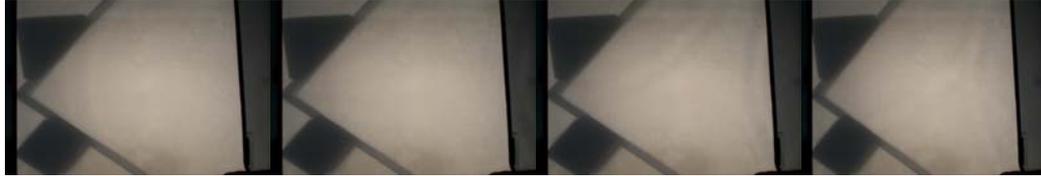


(1)

(2)

(3)

(4)



(5)

(6)

(7)

(8)



(9)

(10)

(11)

(12)

120 度 V 形夹角

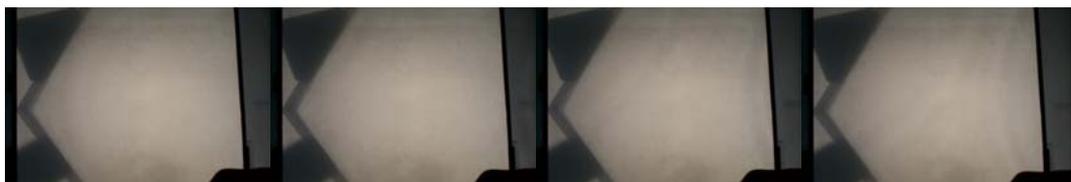


(1)

(2)

(3)

(4)

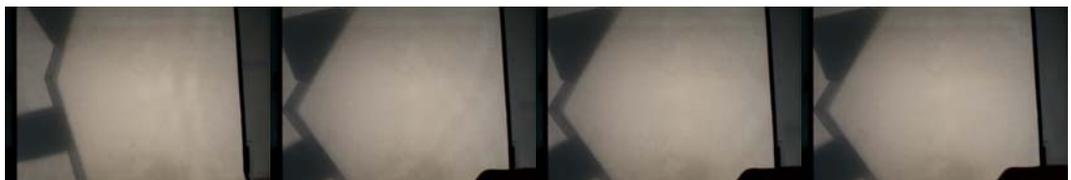


(5)

(6)

(7)

(8)



(9)

(10)

(11)

(12)

結果：

- 1、水波碰到不同的障礙物，都可以觀察到反射的運動。
- 2、圓柱體障礙物除了觀察到水波的反射，也觀察到水波繞到圓柱體背後的情形。
- 3、V型夾角有兩個邊，可以反射兩個波在夾角內碰撞，因角度不同，兩波碰撞的情形也不同。

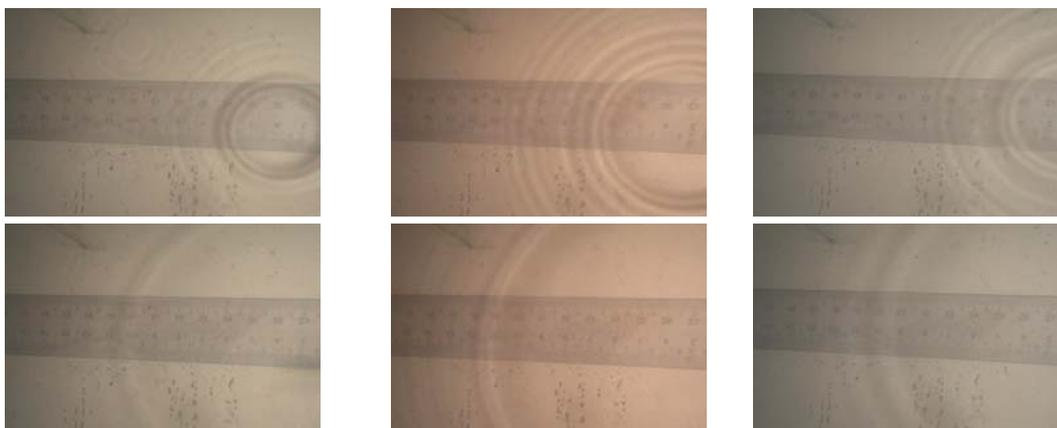
#### 四、探討影響水波波速的變因

##### 【研究八】水深會影響波速嗎？

- 1、把玻璃水槽架於投影機上，並於水槽下放一隻透明直尺，利用投影機將水波波紋運動情形投影在大螢幕上以方便觀察。
- 2、用水平儀測量使玻璃水槽呈水平，在玻璃水槽中裝水，水深分別為1公分、3公分、5公分。



- 3、利用滴管滴水，一次一滴。再用數位攝影機拍攝，每秒鐘拍攝張數設定為30張，即每兩張相片間隔為30分之1秒。觀察6張相片(5個間隔)水波運動的距離，再換算成水波的秒速。



(水深1公分)

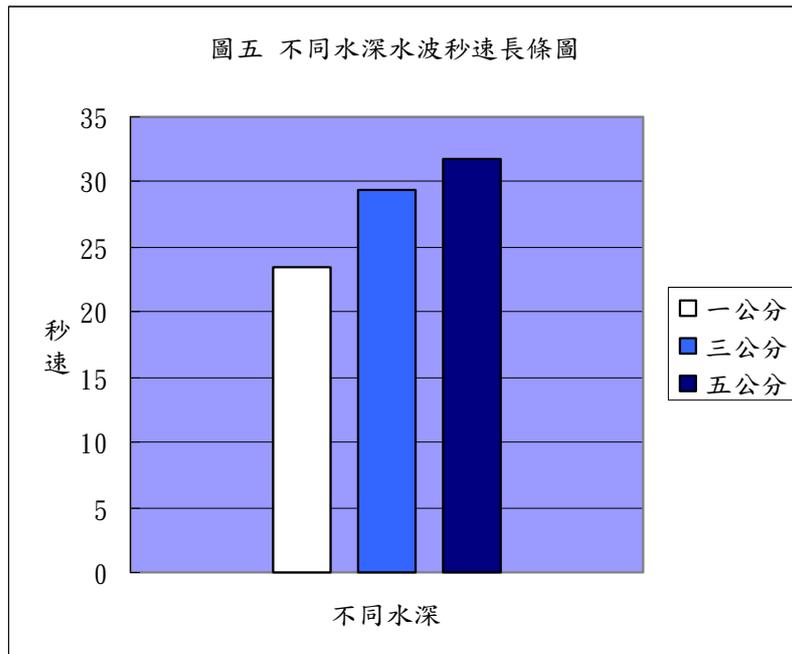
(水深3公分)

(水深5公分)

- 4、將實驗結果紀錄於表六，畫成長條圖如圖五。

表六 不同水深水波秒速紀錄表 單位：公分／秒

水深	水波秒速
1 公分	$(10.6-6.7)\times 6=23.4$
3 公分	$(11.8-6.9)\times 6=29.4$
5 公分	$(10.3-5.0)\times 6=31.8$

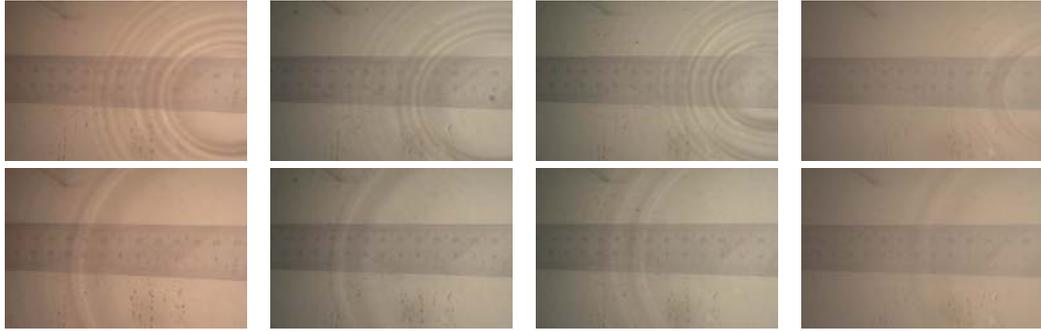


結果：

水深愈深，水波速度也愈快。

**【研究九】淡水、海水的波速一樣嗎？**

- 1、把玻璃水槽架於投影機上，並於水槽下放一隻透明直尺，利用投影機將水波波紋運動情形投影在大螢幕上以方便觀察。
- 2、用水平儀測量使玻璃水槽呈水平，在玻璃水槽中裝水，實驗分為四組，分別為淡水、濃度 5% 鹽水、濃度 10% 鹽水、濃度 15% 鹽水，水深皆為 3 公分。
- 3、利用滴管滴水，一次一滴。用數位攝影機拍攝，每秒鐘拍攝張數為 30 張，即每兩張相片間隔為 30 分之 1 秒。觀察 6 張相片(5 個間隔)水波運動的距離，再換算成水波的秒速。

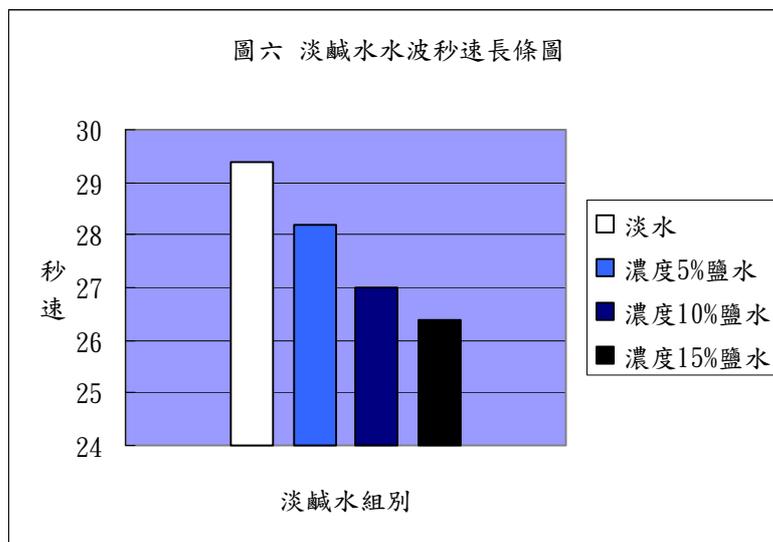


(淡水) (5% 鹽水) (10% 鹽水) (15% 鹽水)

4、將實驗結果紀錄於表七，畫成長條圖如圖六。

表七 淡鹹水水波秒速紀錄表 單位：公分／秒

淡鹹水	平均
淡水	$(11.8-6.9) \times 6 = 29.4$
濃度 5% 鹽水	$(13.1-8.4) \times 6 = 28.2$
濃度 10% 鹽水	$(11.0-6.5) \times 6 = 27.0$
濃度 15% 鹽水	$(10.1-5.7) \times 6 = 26.4$



結果：

淡水比鹹水的波速快，而鹹水濃度愈濃則波速愈慢。

## 五、探究水牆的特性

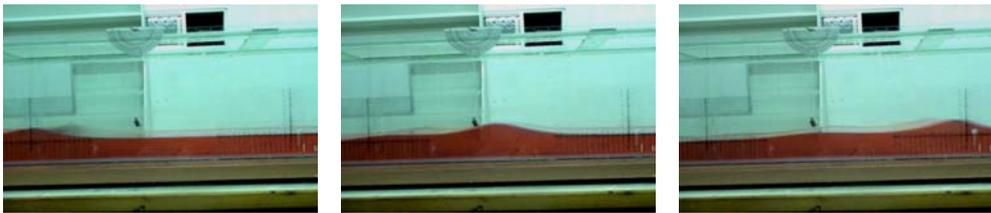
### 【研究十】水牆如何形成？

- 1、電視上看到南亞大海嘯的水牆，令人驚訝。水牆都在海岸形成嗎？或是深海中就會出現水牆呢？

2、用水平儀測量使大水族箱呈水平，大水族箱內裝水，為方便觀察加入紅色染料。製作一「T」字型撥板於水族箱一側撥水，距離該側側壁 25 公分處的箱壁上各黏貼一塊木頭積木，水族箱上方 25 公分處也黏上一塊木板，以控制撥水距離為 25 公分（如相片）。



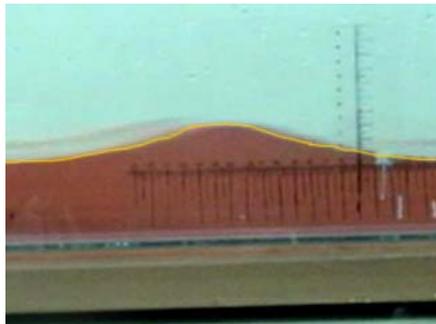
- 3、控制水高為 5 公分，使大水族箱呈水平。用撥板撥水，觀察水深等深時波浪的形狀以及運動情形。
- 4、接著控制水族箱水高 4 公分，撥水側之對側墊高，使水族箱傾斜角呈 3 度，用撥板撥水，觀察水深由深到淺時，波浪的形狀以及運動情形。
- 5、用數位攝影機拍攝，觀察影像檔，並擷取成相片加以比較。



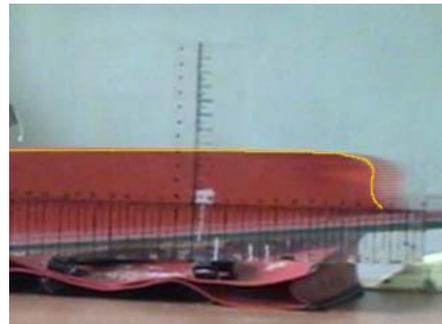
水深等深時波浪的運動情形



水深由深到淺波浪變成水牆的情形



一般波浪



水牆

結果：

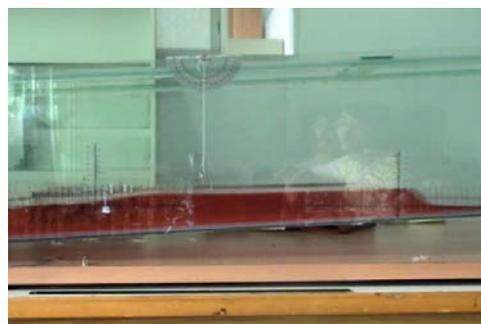
- 1、水深等深的波浪不會產生水牆，波浪從深水到淺水時才會產生水牆。
- 2、我們推測波浪從深水到淺水時因摩擦力加大，上方的水運動比下方的水快，使前側水面角度愈來愈大，當到達 90 度垂直時，就形成水牆。
- 3、一般波浪的形狀像山，前後兩側都是傾斜的水面。水牆則是前側呈 90 度角的垂直水面，後側更攜帶大量的水。

#### 【研究十一】水牆高度的變化如何？

- 1、接續研究十的實驗操作，以量角器、細線、砝碼測量水族箱傾斜角度，控制水族箱傾斜角分別為 3 度、5 度、7 度，用撥水板產生波浪，觀察產生水牆的情形。



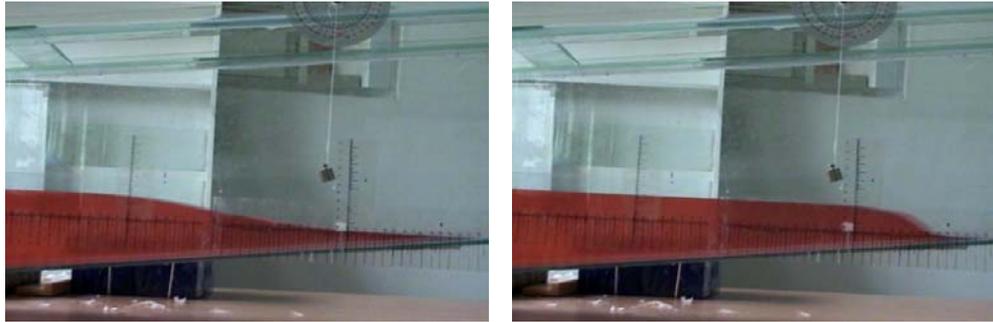
- 2、水族箱側壁黏貼塑膠尺，以方便觀察水牆的浪高變化。用數位攝影機拍攝，觀察影像檔，擷取成相片比較浪高的變化。



坡度 3 度的水牆浪高變化



坡度 5 度的水牆浪高變化



坡度 7 度的水牆浪高變化

- 3、再使大水族箱呈水平水深等深，箱內水高 5 公分。用撥板撥水產生波浪，觀察波浪浪高的變化，並與水牆作比較。

結果：

- 1、水牆從深水到淺水，浪高都維持一定，所以水牆不會因為水深變淺而使浪高加高。一般波浪在水深等深的情形下也維持一定的浪高。
- 2、水牆後面有大量超過水平面高度的水，跟著水牆一起撲向岸上，我們認為這也是海嘯造成重大損壞與傷亡的原因之一。

## 陸、討論

- 一、做了海嘯的研究以後，才知道進行「水」的研究有很多的困難，因為水是流體，不容易做精確的控制與測量。我們使用投影機的投影方式，還有數位攝影機拍攝，使我們解決很多問題。
- 二、科展研究海嘯以後，才發現新聞媒體或網路訊息不一定正確。像台灣過去較常發生海嘯的地方應是東部與南部，之前新聞聽到的都說北部。另外，海嘯的危害很多報導都強調海嘯水牆的高度，我們認為水牆後面有大量超過水平面高度的水，也是需要注意預防的地方。
- 三、實驗中發現海嘯水牆高度不會因海水變淺而升高，但許多資料中都說會，是否是實驗的規模太小，或是還有其他原因，有待進一步研究。
- 四、老師跟我們說，實驗室的研究成果要能應用到真實的情況，這個研究才有價值，可是海嘯是一個大規模的自然界現象，我們沒有能力做這麼大的研究，只期望我們的研究有參考價值，讓大家更認識海嘯。
- 五、水波反射的研究中，水波剛產生時非常清楚，但經過一段距離後，很快

就不清楚了，老師說這是水波能量的衰敗，波峰波谷會愈來愈不清楚。我們試過不同方法，就是一直未能有效克服，影像檔看起來還勉強能觀察，貼成相片效果就比較差，希望以後能發明或發現更容易觀察的方法。

## 柒、結論

- 一、 台灣曾經發生過多次海嘯，發生地區大都在東部與南部，中部和北部發生的紀錄較少。
- 二、 海嘯發生的原因有地殼變動、隕石撞擊、暴風雨、海底火山。
- 三、 地殼變動規模愈大、撞擊的隕石體積愈大，造成的浪就愈高，實驗中地殼變動以第一個波最高，隕石撞擊以第三個波或第四個波最高。
- 四、 風力強大造成水面的波動比較大，波紋也較多。但風力只對水面有擾動，對水底比較沒有影響。
- 五、 水深愈深波速愈快，淡水比鹹水的波速快，而鹹水愈濃則波速愈慢。
- 六、 圓形水波碰到平面障礙物時，會反射出另一個半徑更大的圓形波，此反射波可以看成從障礙平面另一側等距離波源發散出來的圓形波。
- 七、 水波碰到不同的障礙物，都可以觀察到水波的反射。
- 八、 波浪從深水到淺水時會產生水牆，水牆前側呈 90 度角的垂直水面，後側更攜帶大量的水，實驗中水牆不會因為水深變淺而使浪高加高。

## 捌、參考資料

- 一、 第四十四屆全國科展得獎作品專輯。
- 二、 余明村（編譯），光復科學圖鑑（18）海洋，再版，台北市，光復書局出版社有限公司，58-60 頁，西元 1986 年。
- 三、 余何興、陳汝勤，台灣海域之沉積盆地，初版，台北市，渤海堂文事業有限公司，西元 1996 年。
- 四、 曾萬年（編譯），海洋的科學—探討浩瀚海洋的本質，初版，台北市，明文書局股份有限公司，西元 1990 年。
- 五、 林斐然、陳汝勤，台灣附近之海洋地質，初版，台北縣中和市，經濟部中央地質調查所，西元 1990 年。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
評 語

---

國小組 自然科

081551

憤怒的大海-從南亞海嘯看海浪的運動

嘉義縣朴子市朴子國民小學

評語：

能針對南亞海嘯事件，加以探討成因及其問題，設計出水牆、水波的實驗，善用多媒體拍攝分析，實屬可貴。