

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

第二名

081554

可怕大海嘯

國立屏東師院附小

作者姓名：

小六 黃敏瑜 小五 王庠皓 小五 吳秉祚

指導老師：

張鶯珍 阮惠琨

中華民國第四十五屆中小學科學展覽

作品說明書

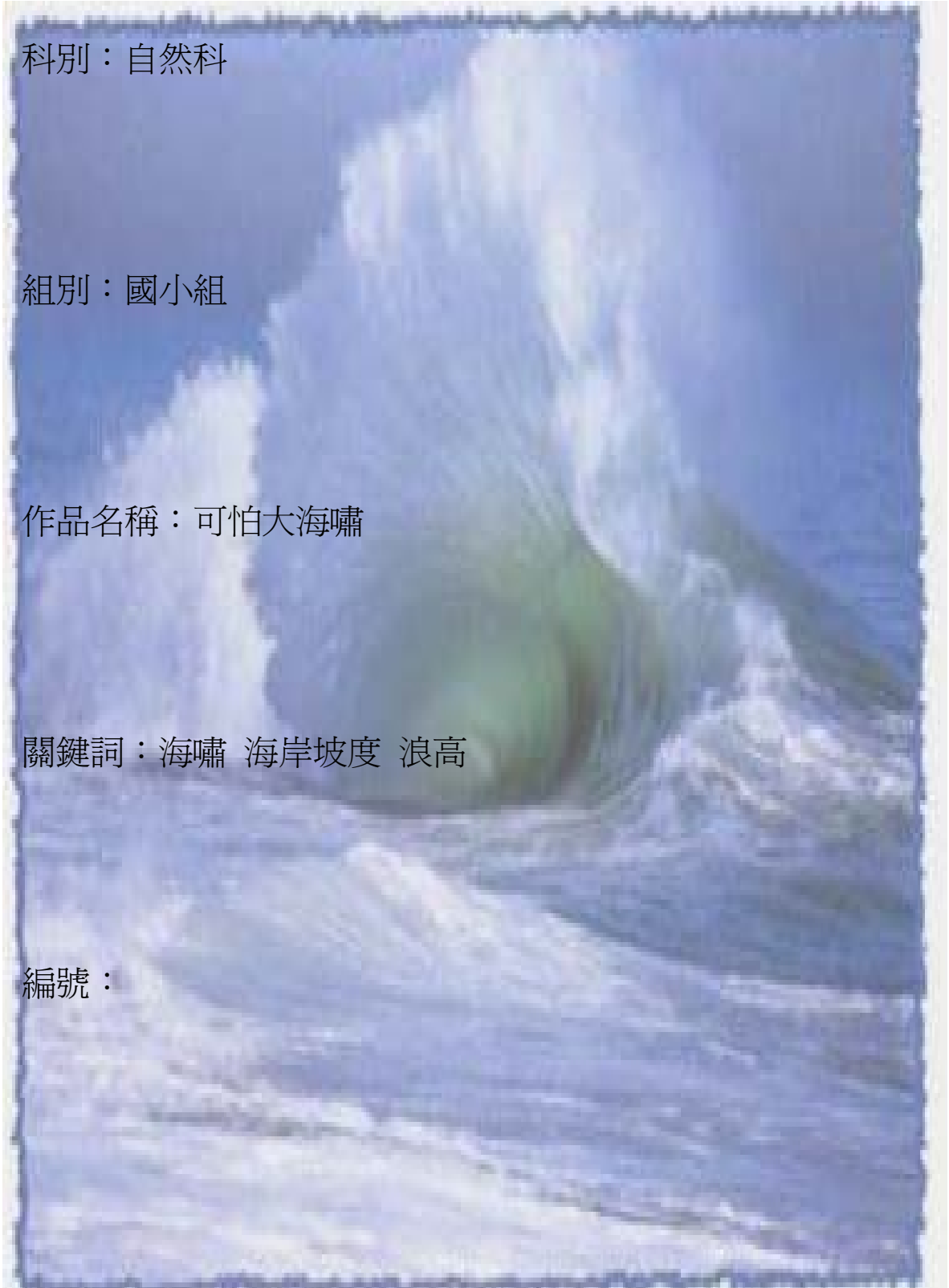
科別：自然科

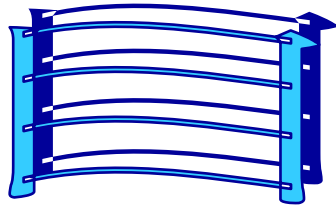
組別：國小組

作品名稱：可怕大海嘯

關鍵詞：海嘯 海岸坡度 浪高

編號：





目錄

摘要

壹. 研究動機.....	01
貳. 研究目的.....	02
參. 文獻探討.....	03
肆. 研究方法、過程、結果與討論.....	05
一.研究一 改變海岸坡度、地質、水深、防波堤…等觀察海嘯威力。	05
二.研究二 那一種海岸斜坡角度形成的浪最高？.....	15
三.研究三 海嘯模擬實驗(三段式大海模型)。	17
四.研究四 以節拍器控制產生波浪頻率海嘯實驗。	22
伍.結論.....	25
陸.建議與心得.....	26
柒.文獻參考.....	27

摘要

假設台灣東西岸同樣面對大洋，「為什麼東岸地形比西岸地形不容易發生海嘯？」「為什麼海嘯發生，深海上的船不會感覺而岸邊的會被翻過來？」南亞大海嘯引發了對海嘯的研究動機，比較鵝卵石或沙子地質在不同角度斜坡對海嘯反應，發現 30 度斜坡房子倒最多，90 度最少。鵝卵石上房子比沙子上的穩。洗衣板模擬角度實驗，發現 50 度斜坡浪最高，90 度最小。三段式大海模型實驗，發現海嘯由深海進入淺海時，波長短 0.7 倍，浪高增 1.9 倍，等比例放大成西岸水深 40 公尺，驚訝地發現將有 7 公尺巨浪！證明了平均 40 公尺深西岸，因為淺所以浪會變高，易有海嘯；4000 公尺深東岸，因為深所以浪小，不易有海嘯。以節拍器控制波浪頻率實驗，發現頻率越高浪的波長越短。

壹.研究動機

這一次南亞大海嘯奪走了許多人的性命與財產，造成難以估計的損失，許多人的旅行，變成了恐怖的回憶。南亞大海嘯來臨的隔天，我看到聯合報上刊登著許許多多專家學者解釋為什麼會有海嘯？台灣有海嘯嗎？……等問題。其中有一段是說：「……經過專家指出，台灣東邊比較不可能發生海嘯，而北邊和西邊比較容易發生海嘯，尤其是位於地震帶上的台灣。」看到這裡，天生害怕天災的我不禁憂慮！大多數的人家在台灣西部！到底會不會有海嘯呢？另外海洋大學教授說海嘯發生後，在深海面上的船，只會感覺稍微有浪，並不會覺得有海嘯，但海嘯進入水淺的地方時會越變越高，最後整個掀起來，會把船打翻，破壞建築物，真是奇怪啊！所以我決定要好好的研究研究！

另外六年級上學期的自然課曾學到，聲音傳播的介質是空氣，那海嘯有那麼大的破壞力，那麼大的能量，傳的那麼遠，介質不就是水？！所以我更想了解水的波動—水波。

就因為這樣，所以我決定了這一次的研究主題，那就是我極有興趣但也最害怕的—海嘯。



貳.研究目的

假設台灣東、西岸一樣面對大洋，爲了證明『爲什麼台灣東海岸地形比較不容易被海嘯侵襲，而西海岸地形會被海嘯侵襲的危險性較高』，也爲了證明『爲什麼海嘯發生時，深海上面的船不會有感覺，但是岸邊的船會被翻過來』，所以我做了以下問題的研究：

- 一. (一) 那一種海岸斜坡角度的海嘯威力比較大？
(二) 那一種地質的海岸海嘯威力比較大？
(三) 那一種倒水量製造的海嘯威力比較大？
(四) 防波堤有用嗎？
(五) 那一種水深的海嘯威力比較大？
- 二. 那一種海岸斜坡角度形成的浪最高？
- 三. 海嘯由水深進入水淺的地方時，海浪的變化？
- 四. 怎麼知道海嘯的速度？

After an earthquake, a tsunami may follow.



Move quickly to higher ground.



參.文獻探討

一、什麼是海嘯:

海嘯是由地震、火山爆發或強烈風暴等所引起的海水巨大漲落。按照海嘯形成的原因可分為地震海嘯、火山海嘯、風暴海嘯等幾種。在深不可測的大海裏，地震引起的波浪的高度雖然不到 1 米，但當它衝擊到海岸邊或島嶼的岸邊時，浪高卻急劇上升，最高時可達二、三十公尺，而且可能重複。其威力可以摧毀堤岸，淹沒陸地，奪走生命財產，破壞力很大。

二、海嘯的成因:

地震是引起海嘯的主要原因，但不是所有的地震都會引起海嘯。科學家的發現，地震震級在 6 級以上，震源深度小於 40000 公尺時，才引起海嘯。因為地震波傳播的速度比海嘯的波浪傳播的速度要快。例如：從北太平洋的阿留申群島到夏威夷群島，海嘯浪比地震波到達的時間要晚 5 小時，所以這一個時差就可以容許建立警報系統。為了防止海嘯造成的損失，很多國家在沿海建立鋼筋水泥防波堤，設立很多觀察站，希望在海嘯來臨之前，做好防範工作。

三、海嘯的威力：

海嘯的英文叫 " tsunami"，它原來是日文，意思是『港口浪』，現在用來描述由海深處傳來非常大波長(有幾百英哩)的波，當這波到達淺岸，速度就慢下來，也就是這時候它的浪高就戲劇性的上升，而海嘯的浪到岸邊的能量相當驚人，像南亞大海嘯得能量就相當於 12000 顆原子彈。

四、海嘯和一般海浪有什麼不同：

一般海浪
(一波一波)



海嘯
(直衝而來)



一般的海浪是一波一波而來(因為波長短)，而海嘯是直接衝進來(因為波長非常長)，不像一般的海浪，有高低起伏。一般海浪不會衝到較高的地方，但海嘯會像一道水牆一樣，直撲陸地而來。

肆. 研究方法、過程、結果與討論

一、研究一 改變海岸坡度、地質、水深、防波堤…等觀察海嘯威力

(一)實驗器材

魚缸(長寬高為 120×45×45 cm)、沙子或鵝卵石、磚塊、裝水草的盆子 (直徑 3 cm 深度 4 cm)、水桶(直徑 20 cm 深度 30 cm)、砝碼或石頭各 10 公斤、長尺



魚缸(長寬高為 120×45×45 cm)



裝水草的盆子當房屋

(二)實驗裝置

1. 先在魚缸上畫水深刻度(5 或 10 公分)。
2. 再裝水到刻度的地方。
3. 把沙子或鵝卵石兩桶倒進魚缸當作海岸。
4. 把沙子或鵝卵石分別堆疊成 30 度角、60 度角或 90 度角。
5. 把裝水草的盒子當作房屋擺好。



裝置完成的魚缸 90° 陡坡沙子
海岸上面有 4 間房子



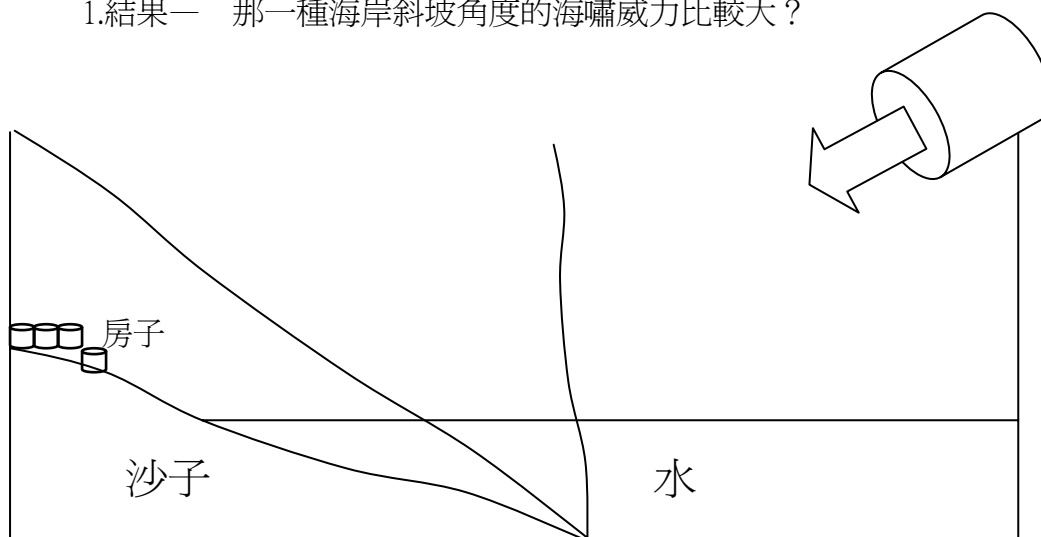
裝置完成的魚缸
60° 斜坡沙子海岸

(三)實驗步驟

把魚缸按照各種實驗需要裝置好以後，把桶子裝滿水，提到 45 公分的高度倒進去製造海嘯，並觀察房屋倒塌的數目和目視紀錄浪高。

(四)結果

1.結果一 那一種海岸斜坡角度的海嘯威力比較大？

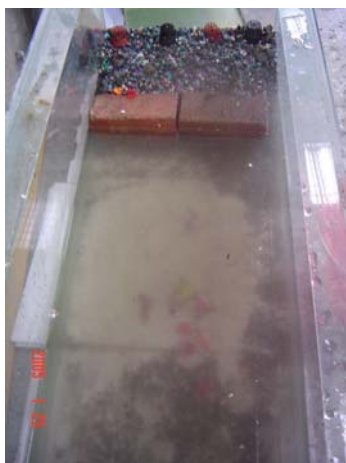
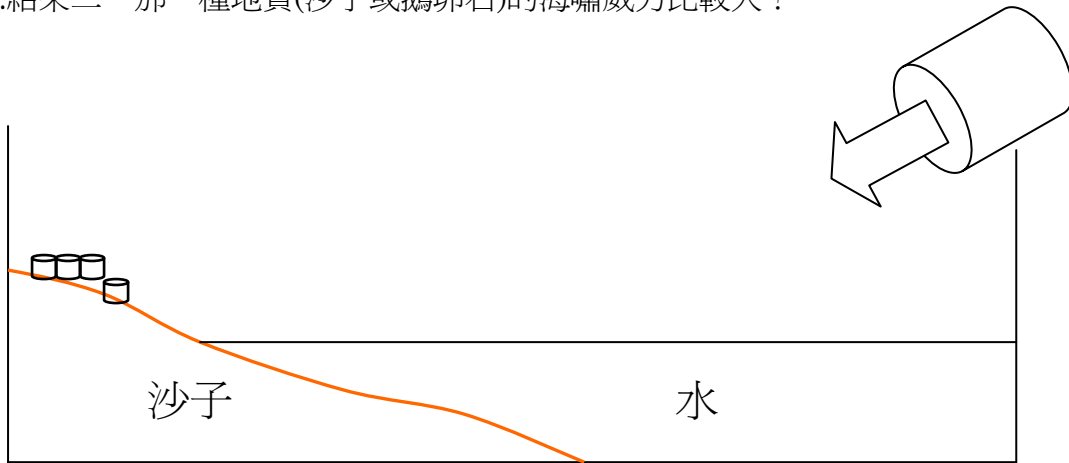


表一 比較不同海岸斜坡時海嘯威力

海岸 斜坡 角度	浪高(公分)				房屋倒塌間數			
	第一 次	第二 次	第三 次	平 均	第一 次	第二 次	第三 次	平 均
30	18	14	12	14	3	3	3	3
60	17	15	14	15	2	1	1	1
90	18	14	17	17	0	0	0	0

* 以沙子地質海岸進行實驗

2.結果二 那一種地質(沙子或鵝卵石)的海嘯威力比較大？



鵝卵石 90°陡坡海嘯來之前



海嘯來勢洶洶



60°斜坡海嘯來之後

表二 比較不同地質時海嘯威力 (30°海岸斜坡)

地質	浪高(公分)				房屋倒塌間數			
	第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
沙子	18	14	12	14	3	3	3	3
鵝卵石	16	14	14	14	0	0	0	0

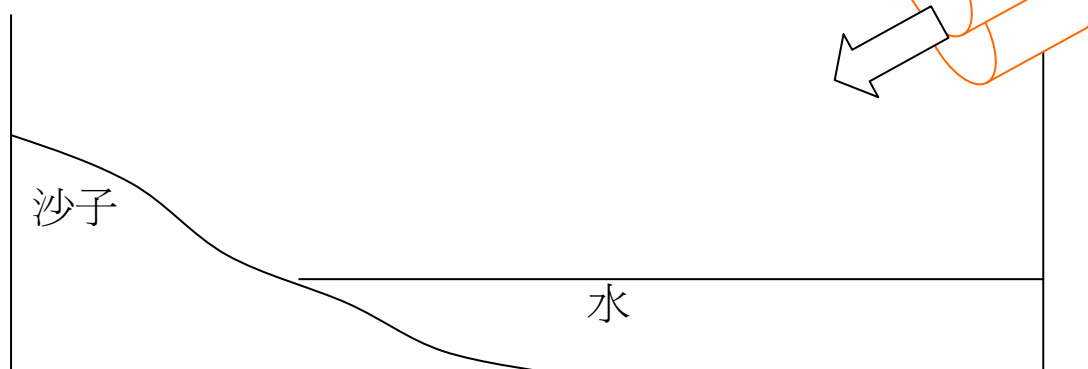
表三 比較不同地質時海嘯威力 (60°海岸斜坡)

地質	浪高(公分)				房屋倒塌間數			
	第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
沙子	17	14	15	15	2	1	1	1
鵝卵石	18	16	14	16	0	0	0	0

表四 比較不同地質時海嘯威力 (90°海岸陡坡)

地質	浪高(公分)				房屋倒塌間數			
	第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
沙子	18	17	14	17	0	0	0	0
鵝卵石	18	16	14	16	0	0	0	0

3.結果三 那一種倒水量製造的海嘯威力比較大



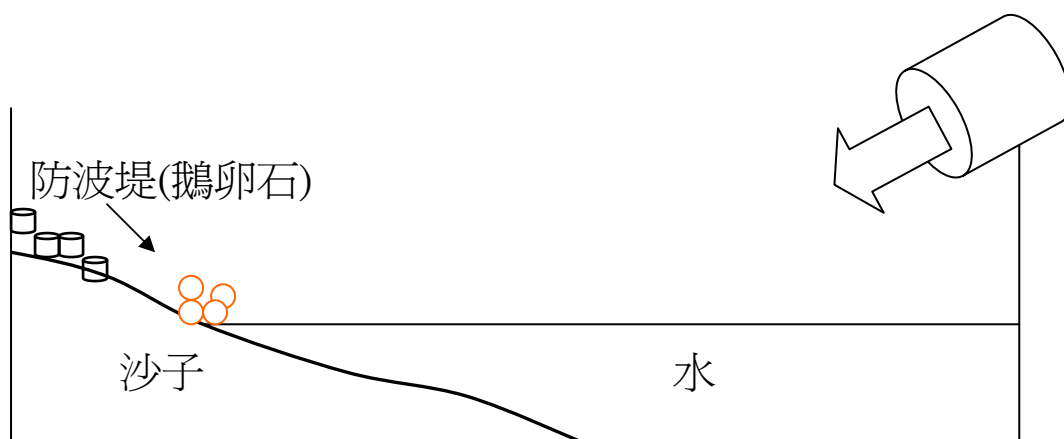
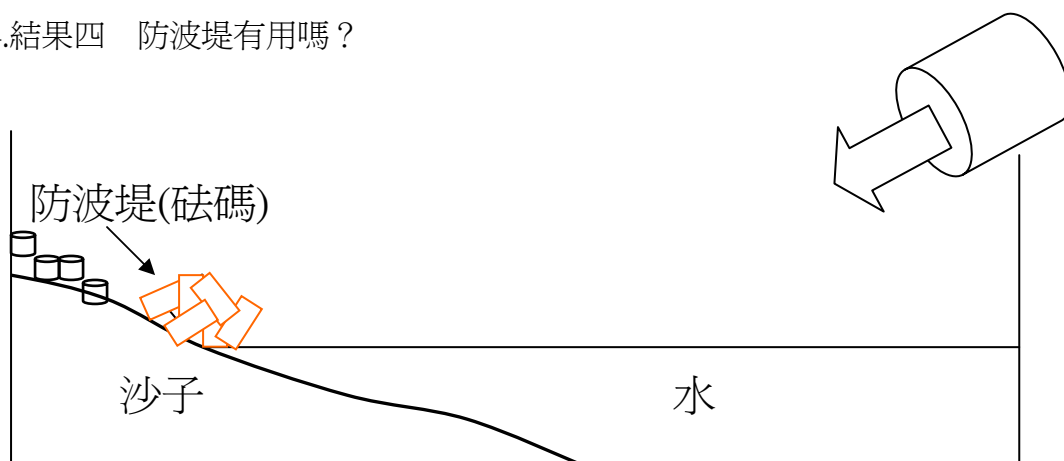
表五 比較不同倒水量製造海嘯的威力(鵝卵石地質 30°斜坡)

倒水量	浪高(公分)				房屋倒塌間數			
	第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
1 桶	18	14	12	14	3	3	3	3
2 桶	17	17	15	16	4	1	3	3

表六 比較不同倒水量製造海嘯的威力(鵝卵石地質 90°陡坡)

倒水量	浪高				房屋倒塌間數				備註
	第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均	
1 桶	18	17	14	16	0	0	0	0	
2 桶	20	17	15	17	0	0	0	0	其中有 3 間房屋稍微移動

4.結果四 防波堤有用嗎？



*我們使用的防波堤有兩種，一種是砵碼，一種是鵝卵石，但兩者都是 10 公斤。

表七、 加裝防波堤對海嘯威力的防範（30 度海岸斜坡）

防波堤	浪高(公分)				房屋倒塌間數				備註
	第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均	
砵碼	18	14	13	15	0	0	0	0	
鵝卵石	16	15	14	15	1	0	0	0	
沒有	18	17	12	15	3	3	3	3	其中有 1 間房屋稍微移動

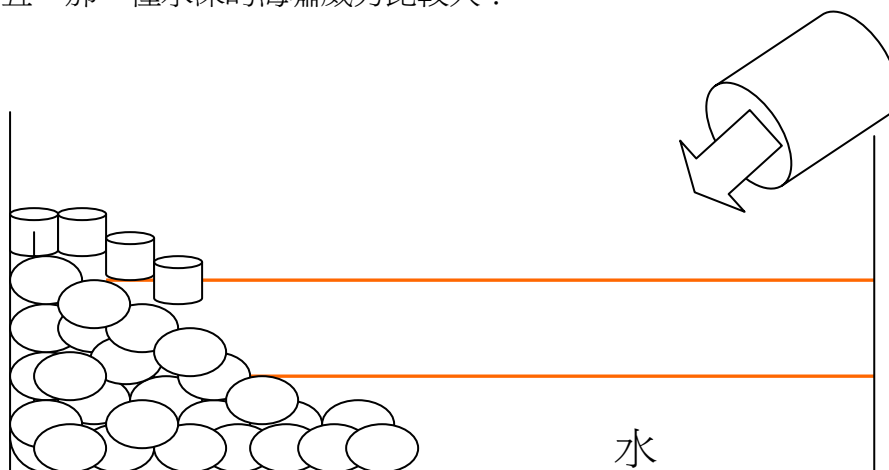
*以上使用的是沙子地質的海岸

表八、 加裝防波堤對海嘯威力的防範（60 度海岸斜坡）

防 波 堤	浪高(公分)				房屋倒塌間數				備註
	第 一 次	第 二 次	第 三 次	平 均	第 一 次	第 二 次	第 三 次	平 均	
砗碼	16	14	13	14	1	0	1	1	其中有 1 間房 屋稍微移動
鵝卵石	15	14	13	14	0	0	0	0	
沒有	17	15	13	15	2	1	0	1	

* 以上使用的是沙子地質的海岸

5、結果五 那一種水深的海嘯威力比較大？



表九、比較不同水深時 30°海岸的海嘯威力

水深 (公分)	浪高(公分)				房屋倒塌間數			
	第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
5	16	14	14	14	0	0	0	0
10	15	14	14	14	0	0	0	0

表十、比較不同水深 60°海岸海嘯威力

水深 (公分)	浪高(公分)				房屋倒塌間數			
	第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
5	18	16	14	16	0	0	0	0
10	15	14	13	14	0	0	0	0

表十一、比較不同水深 90°海岸的海嘯威力

水深 (公分)	浪高(公分)				房屋倒塌間數			
	第一 次	第二 次	第三 次	平 均	第一 次	第二 次	第三 次	平 均
5	17	15	15	16	0	0	0	0
10	16	15	14	15	0	0	0	0

(五)討論

我們比較不同海岸斜坡的海嘯威力實驗，得到表一，發現海岸沙子地質 30 度斜坡比較容易使海嘯的威力更強，房屋倒塌的情形比較嚴重，可能是因為 30 度的斜坡剛好幫助海嘯，慢慢的爬升到陸地，但 60 度斜坡，房屋倒塌的就不會那麼多了！這樣的情形可能是因為 60 度比較斜，所以無法讓海嘯輕輕鬆鬆的爬升到陸地上，至於 90 度的陡坡更不用說了，幾乎都沒倒！

我們比較不同地質海嘯威力的實驗，得到表二、三、四，我們發現當地質是沙子斜坡的時候，房屋倒塌的就比較多，可能是因為沙子本身密度比較高，所以當海嘯打上來時，水比較不會由縫隙而流走，海嘯力量不減弱，直接衝進陸地。而地質是石頭的時候，房屋倒塌的比較少，可能是因為石頭和石頭之間的縫隙大，分散水波的力道，海嘯的能量就減少了，相對的力量也減弱了，房屋倒塌的比較少。我想這也是海邊常見的防波堤的應用原理吧！可以減弱浪的衝擊力！

我們比較不同倒水量，製造海嘯威力實驗得到表五、六，以兩桶水倒進去製造海嘯有差的地方浪大了一點，90 度海岸倒的房屋的是比 30 度倒的少。

加裝防波堤進行實驗得到表七、八，有加裝防波堤還是有差別，它可以減少海嘯的衝擊，雖然不可能完全阻擋下來，還是可以減弱一點，也使房屋倒塌的數量減少，在 30 度的時候，沒有用防波堤倒了三間，用了防波堤（鵝卵石或砗磲）一間房屋都沒有倒塌，在 60 度的時候也是一樣的，但鵝卵石

防波堤比砵碼防波堤還有效，可能是因為鵝卵石防波堤比較大，而且空隙也比較大，可以讓海水順著空隙流走。

比較不同水深時海嘯威力得到表九、十、十一，我們發現水比較深(10公分)，會影響到海浪的高度，水因為比較深，所以要用比較大的力氣推才可以讓海面上有波動，當我們用同樣的力氣去推它時，相對的浪就會比較小，所以我們從實驗結果可以發現，10公分水深的浪比較小，所以推論當海嘯由海水中央(水深的地方)進入岸邊(水淺的地方)時，浪就會相對的比在海中央時(水深的地方)還要來的高。這一點我們認為很可能就是台灣東、西岸海嘯差別的原因，我們會在後面更深入研究。

從以上改變海岸的裝置看海嘯威力的實驗，我們發現海岸斜坡角度，地質、水深確實讓海嘯威力有差，但我們以房屋倒塌間數及目視浪高來做，觀察得到的數據，準確度不高，差異也不明顯，所以我們決定要改進研究方法。

另外我們再去查海嘯的資料發現，海嘯到岸邊的時候，波高度變化，決定於岸邊海底的地形及坡度。比如夏威夷有很多小島，海嘯來時會圍繞這些小島，所以海嘯的力量有時會被削減。有一次海嘯在一般海灘浪高5到20公尺，而到了一個v形海岸，因為海水被逼入窄巷，浪竟然漲到32公尺。

我們知道，海底地形是決定海嘯浪高很重要的因素，所以我們再模擬海岸三種坡度做浪高實驗，並且把目測改為用數位相機錄影做觀察紀錄，以增加準確度。

二、研究二 那一種海岸斜坡角度形成的浪最高

(一) 實驗器材

魚缸 (長寬高 120x45x45 cm)、畚箕、洗衣板子、數位相機器有攝影功能 (Sony cyber-shot DSC-P8)



畚箕



洗衣板子



魚缸

(二) 實驗步驟

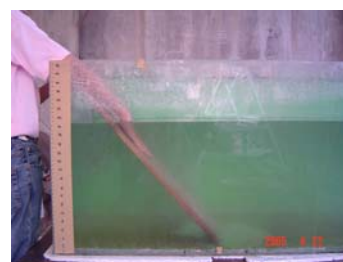
- 1.先在魚缸上畫刻度。
- 2.再裝水到 30 公分的地方。
- 3.把板子放成垂直、或底部傾斜 30、45 公分，形成 60、50°角。



垂直陡岸



底部傾斜 30 公分



底部傾斜 45 公分

- 4.把畚箕用相同的力氣向前推 25 公分。
- 5.也要記得把相機擺在板子後面攝影喔！
- 6.拍攝的影片以 ACDsee 軟體播放影片，將透明膠片貼在螢幕上，描繪出最高及最低浪的位置。



(三)結果

表十二、 比較不同海岸斜坡角度最高及最低浪

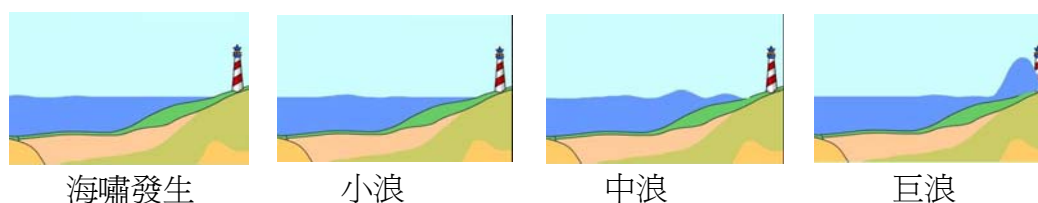
斜坡 角度	最高浪高位置(公分)				最低浪高位置(公分)			
	第 一 次	第 二 次	第 三 次	平 均	第 一 次	第 二 次	第 三 次	平 均
50	8.0	8.0	7.5	7.8	5.5	5.5	5.0	5.3
60	7.5	7.2	7.0	7.2	4.8	5.5	5.0	5.1
90	6.5	6.4	6.4	6.4	4.9	4.9	4.5	4.7

(四) 討論

我們發現 90 度的最高浪最小 6.4 公分，接下來是 60 度 7.2 公分，50 度浪最高有 7.8 公分，就像之前我們說過的，50~60 度海嘯可以慢慢順著斜坡爬上來，而 90 度就不行，因為 90 度就是所謂的斷崖，斷崖直接隔開，所以海嘯沒辦法順利衝上岸。但到底是什麼原因呢？

雖然用洗衣板當海岸的設計，可以知道垂直的斷崖產生浪較小，但是數據差異程度不明顯，也可能坡度太大，且板子下方是空的，海浪打過來有地方可以去，與真正岸邊浪打下去是實心的不同，而且我們從板子的後面觀察，無法看到海浪從深處過來的變化，所以我們決定再改進實驗方法。

網站上有一個可以操作的海嘯動畫，當海嘯來時，海中央的船只會上、下起伏，但到了海岸就變成滔天巨浪，因此將魚缸分成海中央、大陸斜坡及岸邊三段來模擬海嘯發生的狀況，並且改從側面觀察，希望能看到海嘯從海中央進到岸邊是如何的變化過程。



三、研究三 海嘯模擬實驗(三段式大海模型)

(一) 實驗器材

魚缸(長寬高 120×45×45 公分)

厚瓦楞板 (長寬高 45×43×2 公分)

10 度板子(梯形上底 2 公分下底 9 公分長 40 公分)

3 度的板子 (梯形上底 0.5 公分下底 2 公分長 40 公分)

沙包

薄瓦楞板 (長寬高 45×43×0.5 公分)

數位相機一台(Sony cyber-shot)



2 公分的厚瓦楞板



10 度的板子



3 度的板子



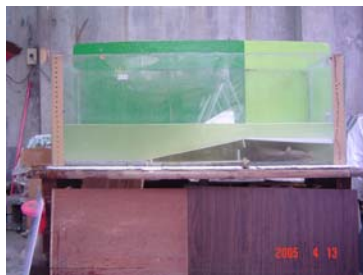
0.5 公分的薄瓦楞板



沙包

(二) 實驗步驟

- 1.三段式大海模型裝置：先把厚瓦楞板排在第一個當深海，依序是可以 10 度的壓克力板子當斜坡，再來是 3 度的壓克力板當海岸。把沙包放進板子的下面當墊子，也使板子不會浮起來，
- 2.把水加到 17 公處。
- 3.把薄瓦楞板垂直放入水中，開始前後快速一直搖，搖的速度要相同，不可以有快有慢使產生連續浪。
- 4.用數位相機把整個實驗過程錄影，再以 power DVD 把它轉成相片並分析。



深海、斜坡、海岸三段式大海模型

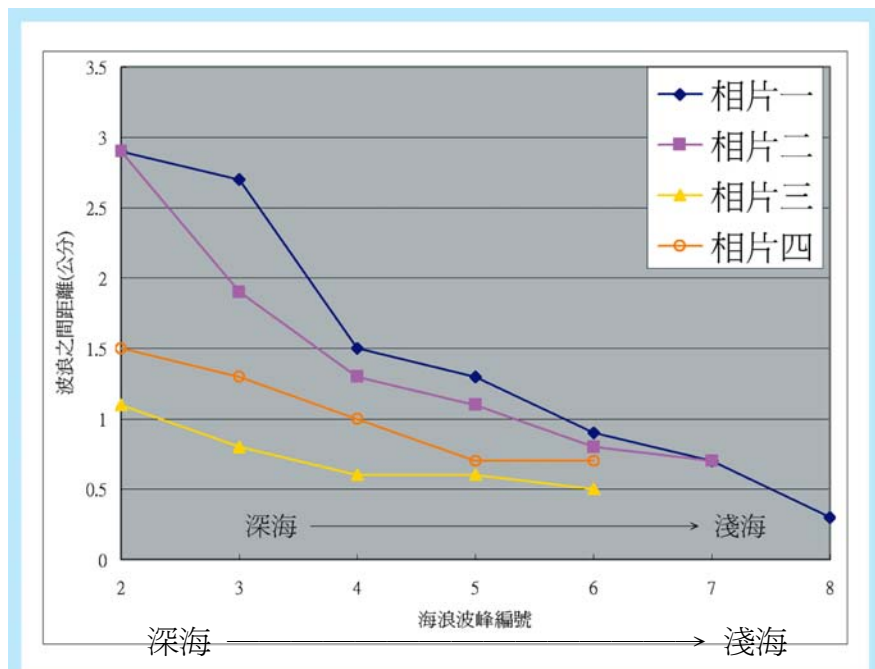


以板子製造波浪，觀察海浪變化

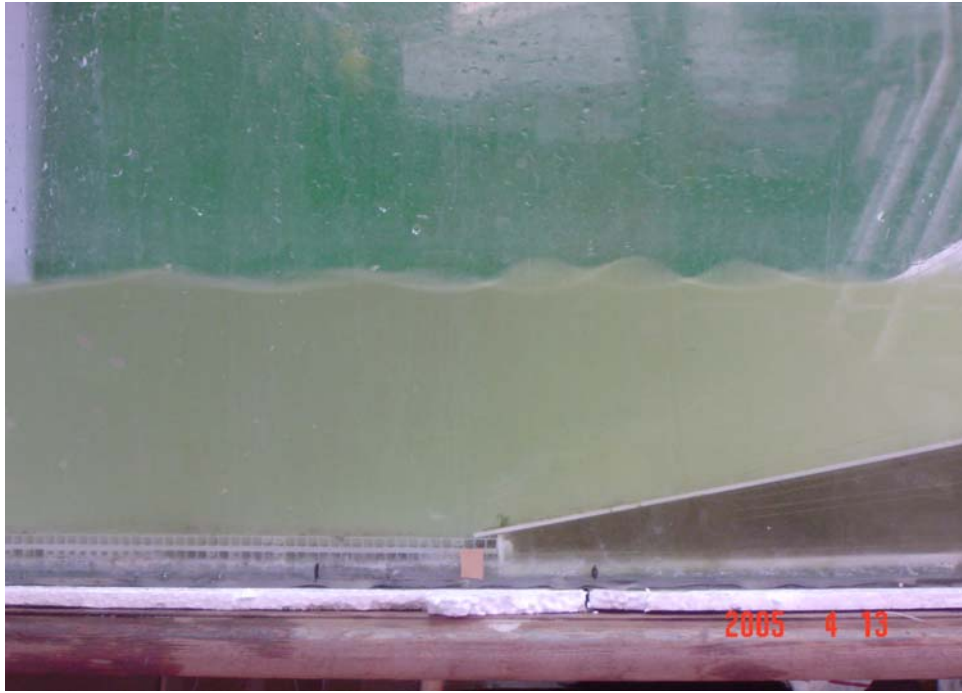
(三) 結果



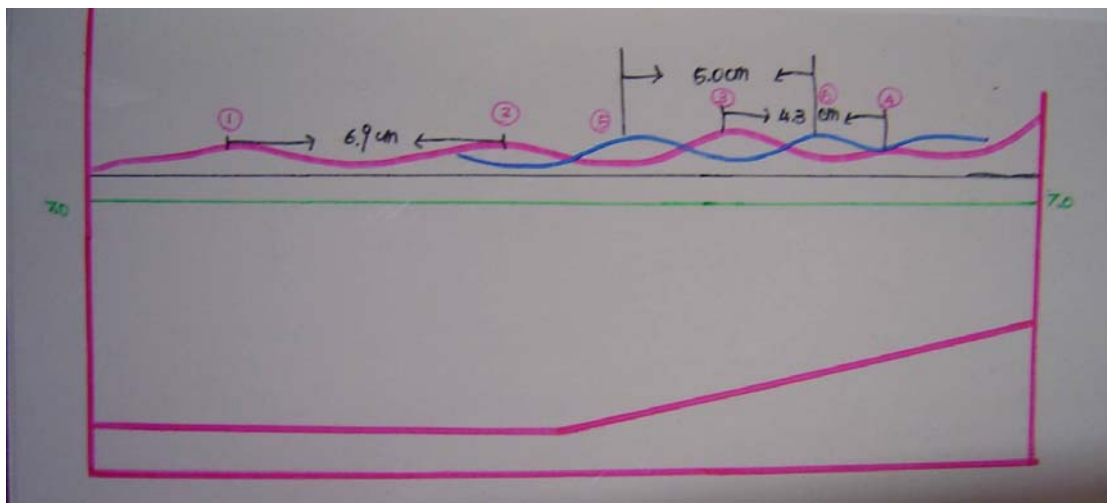
圖一、連續抖動薄瓦楞板產生波動，由魚缸上方觀察波浪由深海進入淺海的變化



圖二、連續抖動瓦楞板產生波浪由深海到淺海波長的變化(正面圖)
以上是由量圖一、二、三、四波浪之間的距離得到。



圖三 魚缸側面觀察海嘯波浪由深海進入淺海的變化(相片五)



圖四 以投影片描相片五的波浪分析波長、浪高。

由深海進入淺海時波長變短、浪高增加
 (由相片五顏色深淺分出紅色及藍色兩波分開來討論)

表十三 連續抖動瓦楞板產生波由深海進入淺海的變化 (側面圖)

部位	深海		淺海			
	前板		中板		後板	
波峰編號	1	2	3	4	5	6
水深(公分)	6.3	6.3	5.4	4.5	5.9	4.9
波長(公分)	—	6.9	5.1	4.3	—	5.0
浪高(公分)	0.55	0.60	0.99	0.60	0.8	0.9
浪高比值	1.0	1.1	1.8	1.1	1.5	1.6
波長比值	—	1.0	0.7	0.6	—	0.7

*前板=厚瓦楞板 中板=10度的壓克力板前一半 後板=10度的壓克力板後一半
數據是依圖四的投影片上量測所得

(四)討論

以連續抖動薄瓦楞板方式產生波浪，在魚缸的上方觀察大海模型中，海浪由深水進入淺水區的變化得到圖一，相片一~四因為波峰有聚光效果所以產生的亮帶，我們發現海浪由深水區往淺水區時，亮代會靠在一起，相鄰的兩個亮帶的距離就是波長，量波長變化做成圖二，很明顯看到深水區進入淺水區波長變短的現象。這是為什麼呢？是真的嗎？所以我們決定在做一次實驗，改從魚缸的側面看，看看有什麼不一樣，當水經過深水區到淺水區的時候波有什麼變化？

圖三是海浪由深水區進入淺水區的側面圖，好像也是波峰之間的距離變短，描繪在投影片上得圖四，將波長、浪高、水深、量測所得做成表十三，我們發現，海浪由深水區 6.3 公分進入淺水區 5.4 公分的時候，波長會變短由 6.9 公分變成 5.1 公分，浪會變高由 0.60 公分變成 0.99 公分，我們這一次做的實驗是按照海嘯發生的模式，以三段式大海模型模擬大海，有深海淺海和海灘，只是按比例把水深的地區水淺的地區縮小，再做實驗，結果沒想到我們竟然做出來了，海嘯由深水區進入淺水區的時候，浪高增加了 1.5 到 1.8 倍。而波長變短了 0.6 到 0.7 倍。

這就說明了，當海嘯在很深很深的海水的時候(就是海中央)，你是感覺不到的，即使有一艘船在上面，它也不會知道有海嘯在下面發生了，但在岸邊的那些船可就危險了，因為那裡海比較淺，所以海嘯的浪，會突然暴增好幾倍的浪高，所以在岸邊的人就會看到這一次南亞大海嘯的情景了。

實驗做到這裡，我們終於”看到”海嘯在海中央波長很長，浪很小，但到了大陸棚淺海區波長變短，浪變高!!可是爲什麼會這樣呢？我們請教老師，老師說這裡面學問很大，主要是因爲”能量守恆”的觀念，當由深海進入淺海時，因波長變短，而速度=波長x頻率，所以速度變慢下來，爲了維持一定能量，所以海浪就變高了！(能量與速度成正比)想不到我們做海嘯的研究，竟然必須深入瞭解這麼偉大的”能量守恆定律”！！！！

後來，我們由網路上查到台灣海底的地形，台灣西海岸的台灣海峽深度都小於 100 公尺，像台中外海在 15 公里以內都是不到 40 公尺，高雄西方外海是 100 到 200 公尺，屏東外海是 30 多公尺。因爲都很淺，(假設沒有大陸，而且是面對大洋)當海嘯過來的時候，波長變短，波速慢下來，巨浪就產生了。

如果按照比例尺放大，表十三中水深 5.4 公分產生 0.99 公分的浪，那麼在 40 公尺水深時候，就是 7 公尺的大巨浪了，真是可怕的海嘯！

台灣東岸呢？離海岸 30 公里就降到 4000 公尺了，這麼深的海，所以海嘯根本不會舉起巨浪，就像在海中央的船，根本不知道下面有海嘯呢！

經過這一次的實驗我們發現原來就是因爲台灣東岸和西岸海水深度差別這麼大，假設台灣東岸、西岸都面對大洋，而且又有地震時，東海岸比較不會有海嘯而西海岸就可能發生了。

連續抖動瓦楞板產生的波浪，讓我們可以清楚的看到深海到淺海的波浪波長和浪高的變化，但是手動的搖瓦楞板沒辦法搖得很一致，前面有提到海浪由深海進入淺海波速慢了下來，那我們實驗的波速是多少呢？爲了改進這一個缺點，我想了很久，發現可以用節拍器控制搖板子的速度，這一來不僅僅可以讓數據更精確，也可以連帶的的用頻率、波長的公式把波速算出來呢！所以我做了研究四。

四.研究四 以節拍器控制產生波浪頻率海嘯實驗

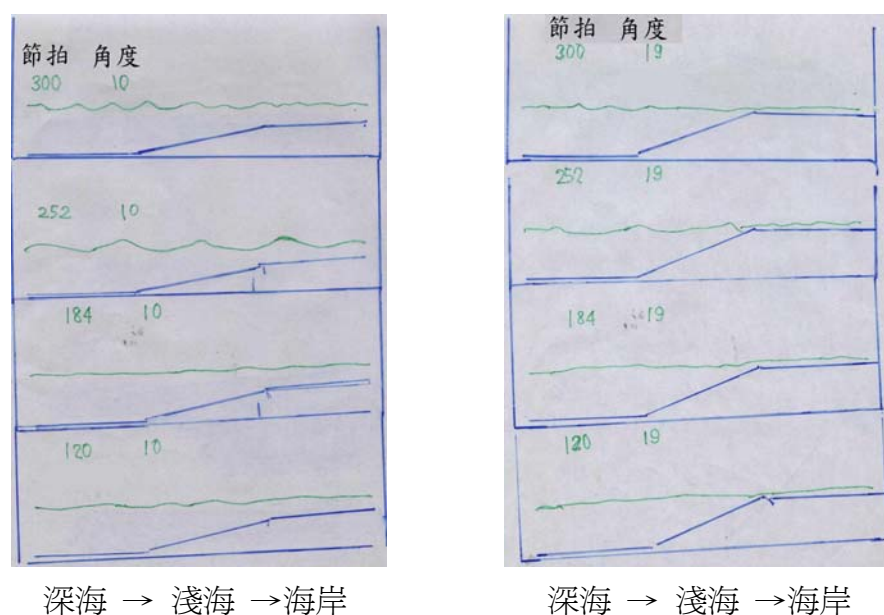
(一) 實驗器材

同研究三。(但是大陸斜坡有 10 度及 19 度兩個角度)
增加節拍器(Wave Double-Feature Digital Metronome)。

(二)實驗步驟

- 1.同研究三
- 2.但改用節拍器的拍子響聲調節搖瓦楞板的速度，以控制產生各種不同頻率的波，兩拍往復一次。

(三)結果



圖五 在兩種斜坡角度(10 度、19 度)的大海模型以不同節拍速度
控制產生波浪頻率的波情形
(以 power DVD 將影片轉成相片再以投影片描繪)

表十四、10 度角斜坡以不同節拍控制產生波浪頻率的波長變化

節拍器速度 (次/分鐘)	波長(公分)*		
	深海	10 度斜坡	3 度斜坡
300	1.9	1.5	1.4
252	3.0	2.8	1.1
184	4.9	3.0	2.0
120	—	—	—

*依圖五測量的數據

表十五、19 度角斜坡以不同節拍控制產生波浪頻率的波長變化

節拍器速度 (次/分鐘)	波長(公分)*		
	深海	19 度斜坡	3 度斜坡
300	2.2	1.8	—
252	4.4	4.0	—
184	—	—	—
120	—	—	—

*依圖五測量的數據

表十六、以不同節拍速度產生波浪的波速變化

節拍器速度 (次/分鐘)	平均波速(公尺/時)	
	10 度斜坡	19 度斜坡
300	288	360
252	347	635
184	364	—
120	—	—
總平均速度	399	

(四)討論

以節拍器調節瓦楞板的抖動速度來產生波浪，得到圖五，發現當節拍器的速度是 300 時也就是每秒搖五次的時候，不論是 10 度或 19 度斜坡波浪都非常的明顯，隨著節拍器的速度變慢，就越來越看不出波，到節拍器速度 120，也就是每秒搖 2 次的時候，就幾乎看不到波了，可能因為沒有足夠的力道或波長太長所以無法觀察。

另外我們觀察到同樣 252 或 300 節拍振動速度時，10 度斜坡比 19 度的斜坡浪明顯，而由深海進入淺海時，打摺的現象(海嘯深海進入淺海波長變短)會比較清楚喔！

依圖五測量三段式大海模型各部位波長得表十四、十五，發現從深海到淺海和研究三一一樣，波長變短，10 度斜坡變短 0.6 到 0.9 倍，19 度斜坡變短 0.8 到 0.9 倍，所以再次證明了海嘯由深海進入淺海波長會變短的情形，另外似乎 10 度的斜坡波長變短的倍數大於 19 度，可能是因為 19 度的斜坡因為比較陡，所以可以擋住能量的傳送，但是數據不夠多，還要做更多的實驗才能進一步的了解斜坡角度對海嘯的影響。

由表十四、十五，發現不論是角度，也不論是深海或淺海，節拍器的速度越快，也就是頻率越高，波長就會越短，呈現反比的現象，符合之前所說過的波速 = 波長×頻率，當水的速度一定時，波長和頻率是成反比的！由波速的公式求得表十六，在我們的魚缸(120×45×45)的海嘯實驗產生了總平均 399 公尺/小時的波速，如果放大成 12 公里長的大海，那海嘯的速度可能就是 399 公里/小時，比高鐵還要快的海嘯了！

伍.結 論

一、由研究一 改變海岸坡度、地質、水深、防波堤…等觀察海嘯威力實驗得到

- 1.海岸斜坡 30 度角的房子倒塌的最嚴重，60 度角其次，90 度倒塌的最不嚴重。
- 2.當地質是沙子時，水不容易滲透，房子倒塌情形比地質是石頭還嚴重。
- 3.增加倒入水量產生浪較大，其他沒有什麼差。
- 4.防波堤多少有一點作用，可以減少房屋倒塌數，但不是全部可以擋下來。
- 5.水比較深時，用同樣的力氣去形成海嘯，浪會比較低。

二、由研究二 那一種海岸斜坡角度形成的浪最高實驗得到

海岸是 90 度時形成的浪最小，50 度角形成的浪最大(高)。

三、由研究三 海嘯模擬實驗(三段式大海模型)得到

海嘯由水深的地方到水淺的地方海浪會越變越高，波長變短。證明海嘯在海中央是不會有感覺的，但是在海岸就造成大災難。而台灣東海岸一出外海就下降到 4000 公尺深，所以比較不會有海嘯發生，而台灣西岸很淺，只有 40 公尺左右，所以容易造成滔天巨浪。

四、由研究四 以節拍器控制產生波浪的頻率得到

- 1.節拍越快，也就是波浪頻率越大，產生浪的波長就越短。
- 2.在魚缸進行海嘯實驗的速度平均是 399 公尺/時。

陸.建議與心得

這一次的實驗讓我們學到很多，也讓我們了解到海嘯的奧秘。

我們先用倒水的方法製造海嘯，觀察房屋的倒塌數目，改變地質、海岸坡度、倒入水量、防波堤、以及水深等條件，發現很多有趣的現象，但是海水的高度(浪高)，沒有很明顯的變化，就改用洗衣板當海岸而且用數位相機記錄實驗過程，發現浪高與坡度有相關，但是數據仍不夠清楚，又再改進研究方法，模仿大海製造三段式大海模型來做海嘯實驗，但是怎麼製造浪又碰到困難，嘗試了非常多的方法，都做不出來，直到我無意間玩板子，發現連續抖動板子，浪就可以比較清楚的觀察到，才有初步的結果。這中間有許多辛酸和挫折，但很高興我們終於瞭解浪由深水進入淺水區浪的波長會變短，而浪高會增加，也驗證了為什麼東海岸不會有海嘯而西海岸會有的說法。最後我們以節拍器控制海浪產生的頻率，還得知波浪頻率和波長成反比的關係，也知道在我們的魚缸中製造海嘯的平均速度 399(公尺/時)呢？

在研究四我們觀察到 10 度斜坡比 19 度斜坡會使海嘯更明顯的現象，但是為什麼又如何解釋呢？如果還有更多的時間，希望能進一步找到各種不同坡度和浪高的關係，另外如果可以用機器來製造海嘯的話，相信更能縮小人為誤差。

這一次的實驗很感謝老師們的指導、爸爸媽媽的意見提供和幫忙，也要謝謝好朋友的媽媽免費提供大型魚缸讓我們能完成實驗。

柒文獻參考

雜誌書籍：

- 1.波動與聲音的世界 民 93 南一版 自然科第三冊
- 2.張龍 民 77 物理起步 初版 台灣 徐氏基金會 P.178.
- 3.陳民本 俞何興 鄭偉力 陳汝琴 朱國士 民 85 台灣四周海域之海底地形及沉積 台灣大學海洋研究所成立三十週年學術研討會手冊 P60~70
- 4.聯合報 93 年 12 月 27 日 A5 版

網站：

1. 維基百科
<http://zh.wikipedia.org/wiki/u-a>
2. How Tsunami Form
http://esminfo.prenhall.com/science/geoanimations/animations/86_Tsunami.html
3. National Weater Service
<http://wcatwc.arh.noaa.gov/>
4. Pacific Tsunami Museum
<http://www.tsunami.org/faq.htm>
5. Savage Earth
<http://www.thirteen.org/savageearth/animations/tsunami/index.html>
6. Welcome to Tsunami
<http://www.ess.washington.edu/tsunami/images/tslg.jpg>

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

第二名

081554

可怕大海嘯

國立屏東師院附小

評語：

能由南亞海嘯事件，推究探討台灣海岸坡度對波浪的相關性，設計實驗，並加以改進實驗的精確性，學生能清晰的操作說明，新知探究精神，足為表率。