

屏東縣第 63 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生物科

組 別：國中組

作品名稱：

魚躍「震」門——地震對於魚類群聚現象
的探討

關 鍵 字：地震強度、魚類群聚、記憶效應

編 號：B4009

製作說明：

1. 說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
2. 編號：由承辦學校統一編列。
3. 封面編排由參展作者自行設計。

摘要

在實驗中操縱變因為地震的振幅、地震時魚類所處的地方和魚對經歷地震的次數，都會造成魚類不同的反應，此次實驗我們使用的魚種為日光燈魚及孔雀魚。用喜歡群聚的日光燈魚及不常群聚的孔雀魚來做對比，發現日光燈魚在一到十級地震時，都會聚在角落，而孔雀魚則不然，在 0 至 4 級地震時，有產生群聚現象，當震度到達 7 級以上時，就無群聚的現象(在振幅同樣為 4 級時)，且孔雀魚對於地震產生的群聚現象僅出現 3 分鐘記憶；而對比之下日光燈魚在地震強度越強的時候，越趨向魚群聚集，當地震到達 7 級以上則維持最小群聚現象，且日光燈魚對於地震產生的群聚具有長達 15 分鐘的記憶。

研究動機

有地震來襲時，常看到新聞播報漁民損失慘重，苦不堪言。我們就想到如果魚可以預測地震，是否可以依照此特性減緩傷害。如果可以，那麼地震帶來的傷害會不會因此消失，並會不會對漁民的安全及利益也可以增強，甚至可以提早預測，做好防範？於是我們找到了老師並請教他我們是否可以選用這個主題去做實驗，過程中我們去找了很多資料及相關文獻，最後決定使用模擬地震儀去完成實驗。

壹、 研究目的與問題

本研究聚焦在地震對於魚群的影響為何？是否具有群聚效應？是否有記憶現象？提出以下三大研究目的：

- 一、 探討魚群遇到地震時的反應。
- 二、 探討魚群遇到地震時的群聚記憶效應。
- 三、 探討混合不同魚群遇到地震時的群聚行為。

根據本研究所設定的研究目的，共有下列研究問題：

- 一、 天性群聚性較弱的魚群，遇到地震時的群聚現象是否有所改變？
- 二、 天性群聚性較強的魚群，遇到地震時的群聚現象是否有所改變？
- 三、 呈研究問題(一)(二)，若有群聚現象的改變？是否具有對於地震的記憶效應？
- 四、 如果將不同種類的魚群混合飼養，遇到地震時不同魚群之群聚現象為何？

貳、 文獻探討與分析

一、 地震

在科展群傑廳中我們以「地震」、「預測」做為關鍵字進行搜尋，整理下列6篇文獻如下：

| 年代 | 作者 | 題目 | 研究摘要/結論 (引自科展群傑廳資料，詳見參考文獻) |
|------|---|-------------|--|
| 2000 | 洪端謙、 蔡育倫、 簡銘賢、 林立揚、 蔡季妙、 黃姿綺 | 蚯蚓為什麼會離家出走？ | (一)左右晃動使得蚯蚓有向上移動的趨勢。所以，左右晃動可以影響蚯蚓的分佈。 (二)翹翹板式晃動使得蚯蚓有向上移動的趨勢。所以，翹翹板式晃動可以影響蚯蚓的分佈。 |

| | | | |
|------|-------------|----------------|---|
| | | | <p>(三)左右晃動造成蚯蚓向上移動的趨勢較翹翹板式晃動的明顯。但是，翹翹板式晃動組中的蚯蚓移動的速度較左右晃動組中的蚯蚓快。</p> <p>(四)溫度使得蚯蚓有明顯向上移動的趨勢。所以，溫度可以影響蚯蚓的分佈。</p> |
| 2002 | 周宏杰、曾世彬、劉振榮 | 土壤溫度與地震關係之探討 | <p>當地表溫度在同一時間相較於前一日同一時間有激烈的溫度上升，則前後一小時內發生地震的機率較高。</p> |
| 2002 | 劉正彥、曾世彬 | 斷層附近地下水透露的地震信息 | <p>.近年來科學家從事地震研究，發現地震前斷層附近地下水流以及電磁場會發生變化。但或因位置不確定，或因變化量甚小而不易量測。本研究真對上述地震預警中兩項重要的關鍵－水及電，嘗試製作電極，並利用室內模擬地下水流動而野外斷層的電位量測，檢測斷層活動期間電場的變化。其結果顯示，當地下水因地殼受擠壓而流動時，可明顯觀察到電場的變化。這表示借由本實驗測量地震前發生的電位變化，可監測地震前版塊應力的改變，進而提供地震可能發生的資訊。</p> |
| 2009 | 吳宜倫、楊筑媛、吳美琍 | 地震前兆，電離層知道 | <p>本研究分析 2003 至 2006 年全球震矩規模大於等於 6.5 之地震資料，並排除電離層垂直全電子含量 (TEC)較低的高緯度地震與受太陽活動影響的地震資料，總計分析地震資料 73 筆，探討震前 TEC 的變化。經分析獲得的結論為：82%的地震事件，在發生前七天至少有一天 TEC 出現異常現象，顯示地震在發生前的確會影響 TEC。岩層因不同的受力形式所引發的不同類型</p> |

| | | | |
|------|---------------------|------------------------|---|
| | | | <p>斷層活動，都同樣造成 TEC 的震前異常。地震震源位置不論是位於陸地或海底岩層，都同樣引起 TEC 震前異常，顯示 TEC 震前異常不受海水阻隔影響。震源深度不同的地震，雖然岩層的物理或化學性質不同，但只要岩石發生斷裂錯動，都同樣引起 TEC 震前異常。此外地震發生前 TEC 異常的時間分布，越接近地震發生日，出現異常的次數愈多。</p> |
| 2010 | 張育佳、 劉正彥、 吳育雅 | 震到電離層 | <p>本研究探討大地震前電子濃度的減少與地震之間的關係，以 1999 年 921 集集及日本地區 2008/06/13 規模 7.2 兩個地震個案進行檢驗。分別以疊圖的方式累積 24 小時電離層全電子含量 (TEC)，採前 15 天 TEC 中位數當作背景參考值，探討電子濃度的增加或減少，且以標準差 σ 檢驗確認其異常現象的程度。此外為分析太陽活動性對電離層 TEC 之影響，各選取相同磁緯、相同地方時的一點與 F10.7 指數相似時期做驗證，結果顯示電子濃度值異常減少可排除太陽活動的影響，而極有可能來自於大地震。</p> |
| 2010 | 謝旻珈、 金若蘭 | 利用地震規模頻率分佈特性分析大地震發生之趨勢 | <p>目前仍無法準確預測地震，不過在地震發生前，主震附近有中地震活化、整體地震活動下降及地震規模頻率分布特性 (b 值) 降低的現象。在規模大於 6.0 的地震中，低 b 值處會顯示出震央的大約位置，而震央處 b 值占背景值比例則會在大地震發生前一年下降。本研究便利用分析 b 值檢驗上述理論是否正確，並進一步利用更多地震檢驗能否以此方法預報地震的時</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>間與位置。並期待未來能做為地震預測研究之參考。</p> <p>本研究分析台灣 1994 年至 2010 年所發生七個規模大於 6.0 之地震 b 值圖樣，發現台灣東部地震震央附近低 b 值區隨時間接近大地震，有縮小、接近震央和 b 值降低現象，推判為大地震發生位置之前兆。而此七個地震 b 值占背景值比例趨勢中，有六個在大地震發生前一年有降低趨勢，符合文獻中(Wu 等人，2006, 2008)認為大地震前 b 值會減少的理論。此外，b 值趨勢降低之處中有約 71%確實在隔年有大地震發生，由此推測可查看 b 值趨勢觀察大地震是否發生，如有下降現象，推判隔年有大地震發生的機率較高。</p> |
|--|--|--|

二、 魚類的群聚現象

在科展群傑廳中我們以「群聚」、「魚」做為關鍵字進行搜尋，共有 3 篇研究，整理如下：

| 年代 | 作者 | 題目 | 研究摘要 (引自科展群傑廳資料，詳見參考文獻) |
|------|---|--------------------|---|
| 2008 | 吳禹嫻、 余音宏、 高瑞祥、 葉子揚、 沈敬堯、 柯凱珮 | 美麗新住民－野 生孔雀魚的研究 | 野生孔雀魚是外來魚種，目前已經成為台灣水域中的新住民。雄魚成長過程中體型與體色的許多變化會透過遺傳保留下來。孔雀魚以卵胎生方式生殖，無明顯繁殖期，當水溫低時，平均生產週期較長。每一胎小魚的公母比例會隨著水溫而有變化。水溫高，公魚的出生比例就較高。其次，孔雀魚會因環境污染產生畸形魚，若移到在正常環境下飼養並不會將畸形的體態遺傳給下一代，已經畸形的魚也不會恢復正常。野生孔雀魚有越冬的問題，冬天太低溫就會大量死亡，必 |

| | | | |
|------|-----------------|--------------------------------|---|
| | | | <p>須尋找熱源過冬，我們發現牠們會群聚在家庭或工業廢水排放區、溫泉區附近等較溫暖的區域，因此族群生活的水域和數量都變小，若加上無法生活在流速較急的河段、大肚魚的競爭和環境污染，造成牠們在台灣各地呈現點狀不連續的分布。</p> |
| 2014 | 郭東穎、劉思廷 | 生物的群聚行為與生存優勢—大肚魚的群體決策行為研究及電腦模擬 | <p>可以知道魚是如何有效的成群，也可以知道魚對群體的概念，還可以確定領袖魚在群體的地位及在什麼情況下會產生群聚或分散…等行為。(使用材料為大肚魚)</p> |
| 2016 | 曾楷錡、林冠甫、莊婷雲、林安正 | 好色之徒—探討孔雀魚體色與求偶、保護色及群聚行為的關係 | <p>利用紅、黃、藍色的孔雀魚測試擇偶過程中體色所扮演的角色，結果公魚偏好與自己體色相同的母魚，不論公母多偏好與自己同色的燈光。孔雀魚擇偶有兩趨勢：1. 偏好自己的顏色、2. 喜歡較深的體色。從演化觀點：人擇使這兩趨勢被保留，因為這使孔雀魚生下鮮豔後代的機率提高，自然受人青睞。擇偶的顏色偏好除了是先天行為，也受後天同伴體色及棲地顏色影響。保護色方面，母魚較公魚傾向與本身體色相似的環境，且保護色下受刺激的反應較安定，群聚行為(警戒性)也較不明顯。群體中的母魚沒有靠近相同顏色母魚的傾向，體色深的母魚無法成為群體的領導者。紅色母魚對紅色燈光建立較佳記憶，且依據水族館訪查，體色較複雜的孔雀魚可能有較好的生命力。</p> |

三、 文獻分析對於本研究的方向

(一) 關於魚群群聚現象的相關研究表示野生孔雀魚喜歡群聚魚較為溫

暖的地方，同時孔雀魚的體色可能與擇偶有關。而大肚魚具有領袖魚的特性，會影響整體魚群的行動與群聚。

- (二) 地震的預測可由電離層的變化、地下電場改變、生物趨勢(蚯蚓)以及地震發生的頻率、地表溫度變化等進行預測。
- (三) 回顧文獻，發現魚類群聚現象無有關於地震類的相關研究，且地震的預測僅有以蚯蚓進行樣本進行實驗，無魚類與地震相關的研究。因此本研究將聚焦於地震與魚類群聚現象的探討。

參、 設備與材料

- 一、 模擬地震儀
- 二、 塑膠魚缸: 30*15*20cm
- 三、 孔雀魚(*Poecilia reticulata*)
- 四、 日光燈魚(*Paracheirodon innesi*)
- 五、 打氣設備
- 六、 三軸重力加速度檢測 APP

肆、 研究架構與分析方式

一、 研究架構

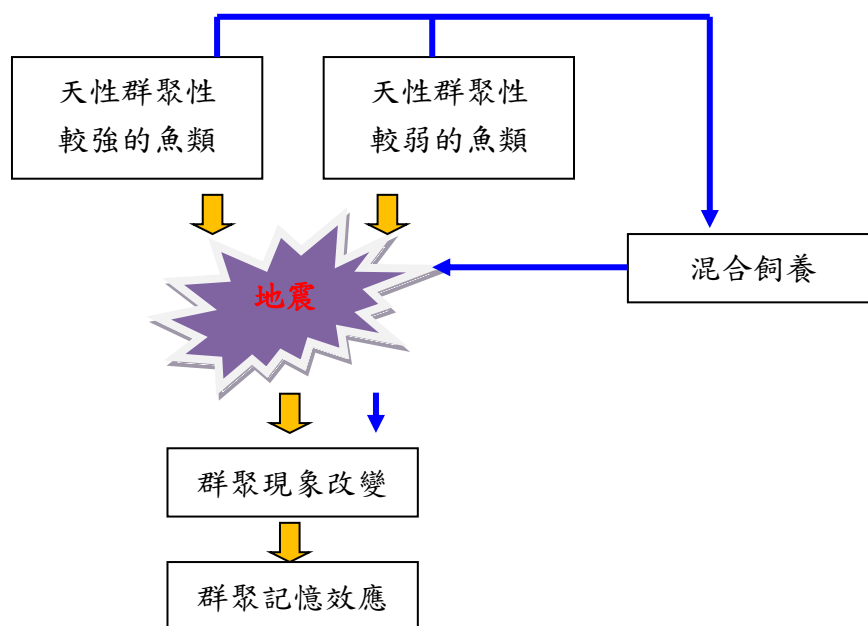


圖 4-1 研究架構與設計

二、 材料選擇與分析方式

(一) 魚種的選擇—孔雀魚與日光燈魚

我們研究的目的之一在於探討天性群聚現象較弱的魚種和天性群聚現象較強的魚種對於地震的發生時，其群聚現象是否有所改變。因此我們訪問了水族館的飼養師，飼養師介紹了幾種魚類給我們選擇，例如群聚性較強的日光燈魚、大肚魚、錦鯉等；其他魚類的群聚性較弱。後來我們本來想使用大肚魚作為群聚性較強的魚種，可是飼養員告訴我們大肚魚的排泄物多，如果沒有水質淨化系統，容易造成水質惡化而加快魚類死亡。後來考量預算和設備，我們選擇天性群聚性較弱的孔雀魚和天性群聚性較強的日光燈魚作為代表。

(二) 模擬地震儀的振幅與震度強度選擇

地震模擬儀器我們購自星羽儀器公司，材質為底座電木製，振動方式為正弦波(水平震動)，水平振幅自 1 公分至 10 公分，振動頻率由 1 至 10 級程度。

我們在 30*15*20cm 的魚缸中置入 1/3 的水量，放置於地震模擬儀上，嘗試多種振幅與頻率的組合，發現在振幅 4cm 與頻率 1~8 的狀況下，魚缸中水位不會震出魚缸外，因此我們選擇振幅 4cm 作為本次研究的地震振幅。

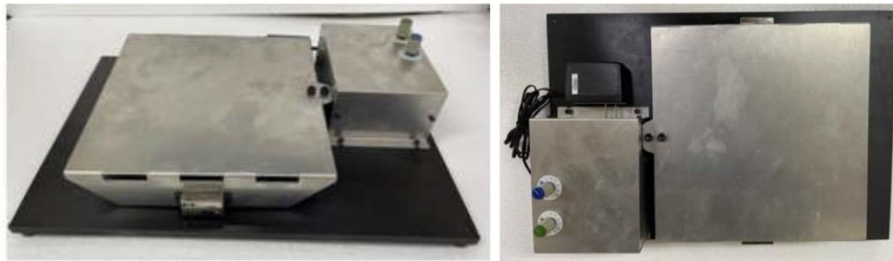


圖 4-2 實驗中所使用的地震模擬儀器

(三) 魚類群聚分析

魚類群聚分析我們使用俯拍圖與側拍圖進行面積分析，使用 Image J 軟體協助。其操作步驟如下：

1. 拍攝側面魚群圖片，放入 Image J 圖庫。
2. 選取所有魚群所在的面積定義為原面積。
3. 點選魚為目標物，按下 Image J 軟體的面積計算功能。
4. 可計算出魚群為原定義原面積的百分比，紀錄之。
5. 同時拍攝魚群的俯視圖，放入 Image J 圖庫。
6. 重複上述步驟 2~4。

Download

Platform Independent

To install ImageJ on a computer with Java pre-installed, or to upgrade to the latest full distribution (including macros, plugins and LUTs), download the [ZIP archive](#) (6MB) and extract the ImageJ directory. Use the *Help>Update ImageJ* command to upgrade to newer versions.

Mac OS X

Download [ImageJ bundled with Java 8](#) (may need to work around [Path Randomization](#)). [Instructions](#). With M1 (ARM) Macs, download [ImageJ bundled with Zulu OpenJDK 13.0.6](#).

Linux

Download [ImageJ bundled with Java 8](#). [Instructions](#).

Windows

Download [ImageJ bundled with 64-bit Java 8](#). [Instructions](#).

Documentation

Tiago Ferreira's comprehensive [ImageJ User Guide](#) is available as an 8MB PDF document and as a [ZIP archive](#). The online [JavaDoc API documentation](#) is also available as a [ZIP archive](#).

圖 4-3 下載 Image J

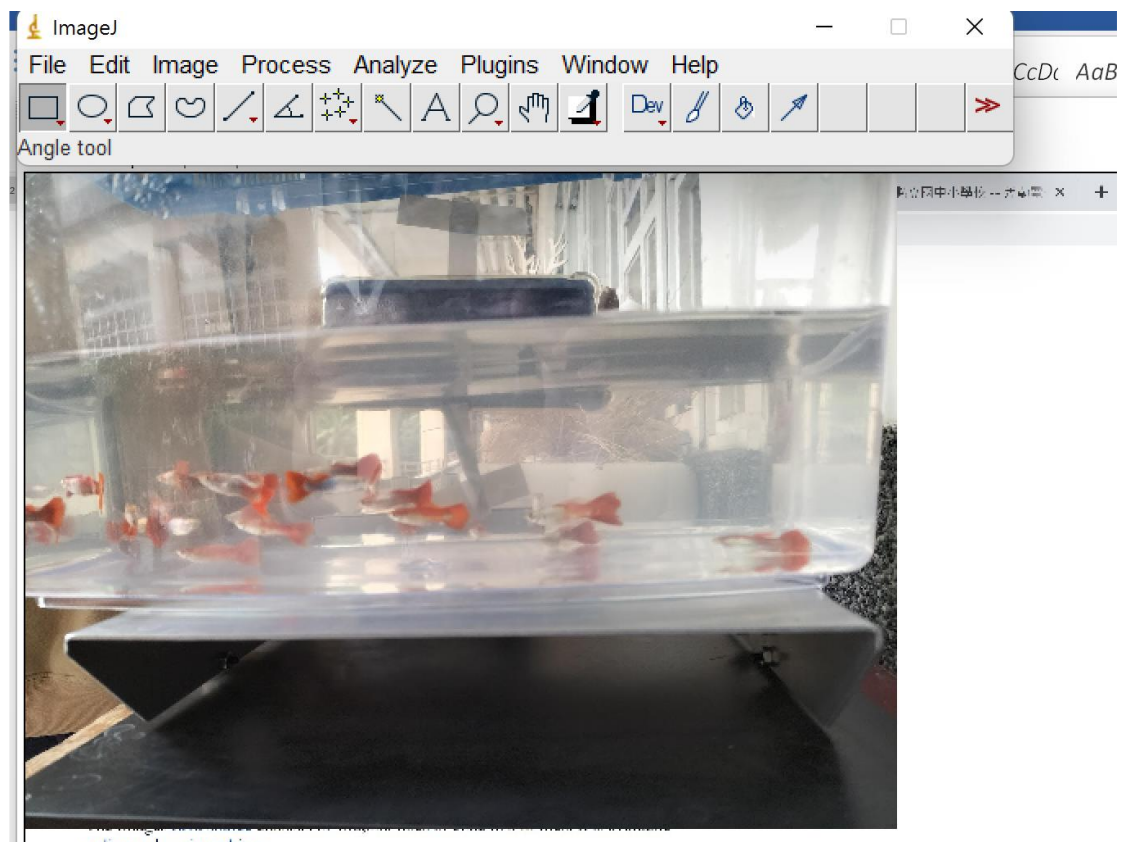


圖 4-4 打開圖檔，使用 Image J 面積計算功能

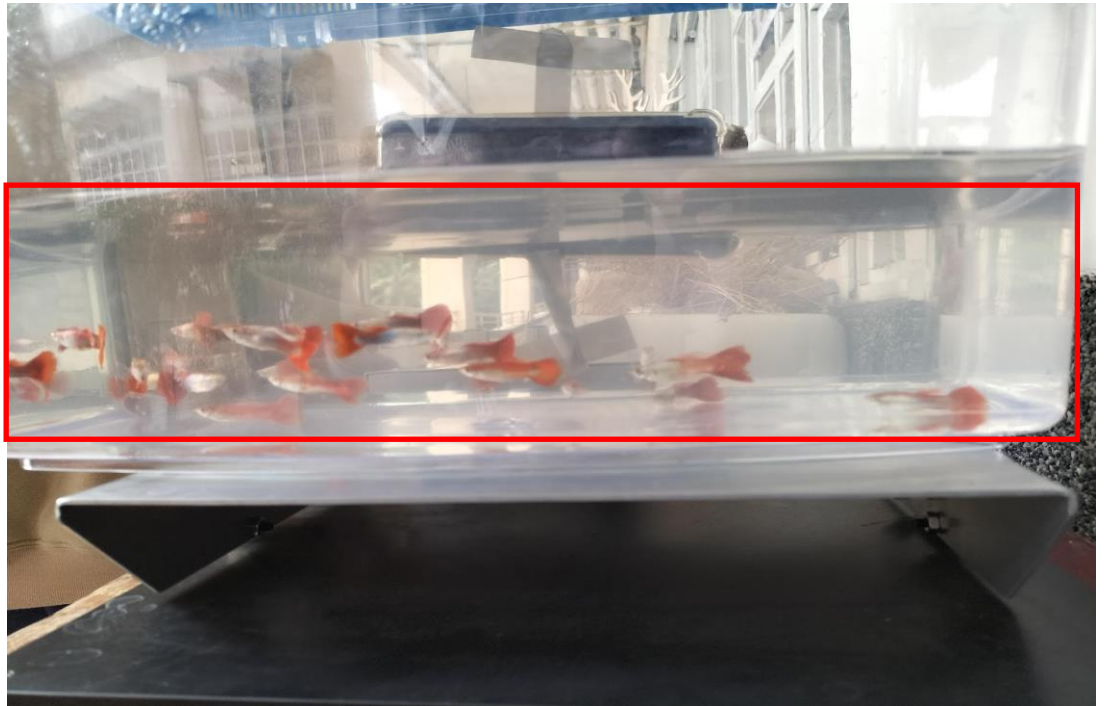


圖 4-5 魚群側視圖(紅框內的面積定義為 100%)



圖 4-6 魚群俯視圖(紅框內的面積定義為 100%)

(四) 記憶效應分析

此段分析在於找出地震對魚群聚的臨界點之後，讓魚群受每三分鐘受到一次的地震，連續十次。之後將不再給予地震，而是觀察接下來 15 分鐘內魚群的群聚現象，是否具有記憶效應。

(五) 地震的 X、Y、Z 軸重力加速度測量

1. 此部分使用手機 APP，phyphox。

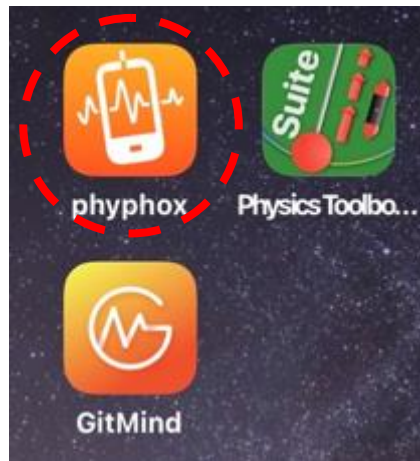


圖 4-7 Phyphox

2. 打開 phyphox，選擇有重力加速度條件下的 XYZ 軸三軸加速度測量。



圖 4-8 選擇具有重力之家速度

3. 輸出數據進行分析。因為我們測量約 30 秒的數據，但是考量到前面地震模擬器正在平衡與後面要按掉測量器開關的時間，於是在數據分析的時候使採用 5~10 秒的穩定數據。


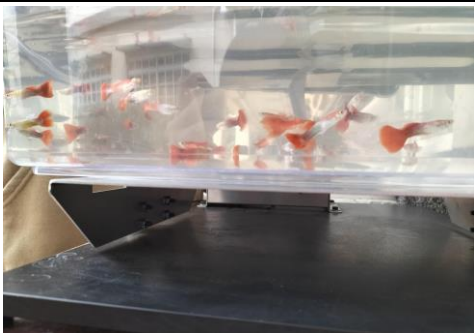


伍、 研究結果與討論

一、 孔雀魚與日光燈魚在無地震的時候之群聚現象

我們使用在無地震的狀況下觀察孔雀魚 28 隻和日光燈魚 40 隻在相同體積(觀測面積也相同)的魚缸中，其自然群聚狀況。每隔 10 分鐘拍照一次，使用 Image J 進行俯視面積和側視面積分析，連續觀察 60 分鐘，其群聚狀況以%表示，整理如下：

(一) 照片觀察摘要

表 5-1 孔雀魚與日光燈魚在平時飼養的時候俯視與側視群聚狀況

| 魚種類 | 俯視圖 | 側視圖 |
|------|---|--|
| 孔雀魚 |  |  |
| 日光燈魚 |  |  |
| 質性觀察 | <ul style="list-style-type: none"> ● 孔雀魚天性群聚性較弱 ● 日光燈魚天性群聚性較強 | |

(二) 群聚面積分析(俯視圖)

表 5-2 孔雀魚與日光燈魚在平時飼養的時候俯視群聚面積%

| 群聚面積 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 平均 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 孔雀魚 | 72% | 68% | 64% | 70% | 67% | 75% | 70% |
| 日光燈魚 | 35% | 42% | 38% | 34% | 41% | 44% | 39% |

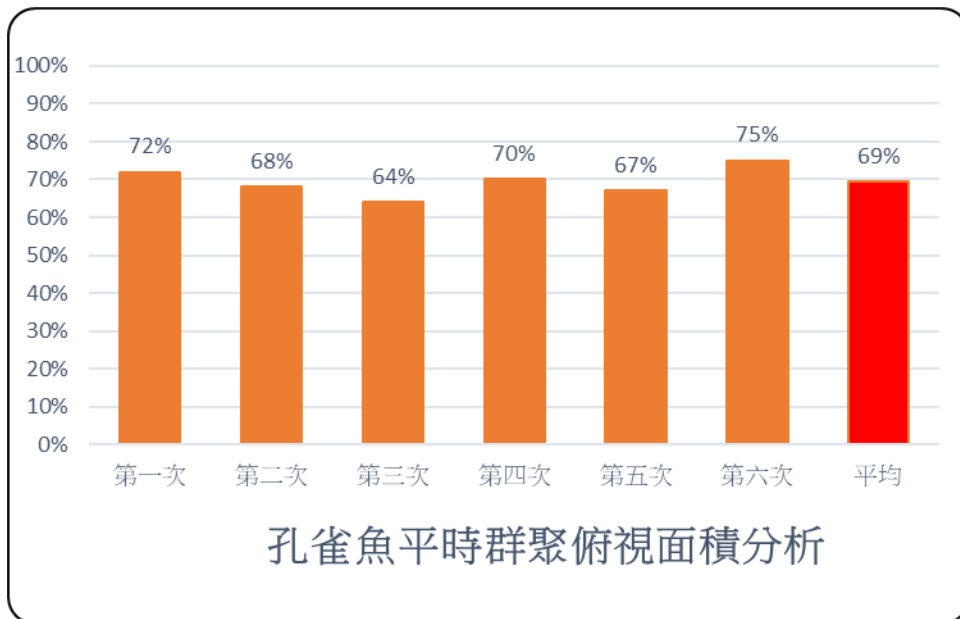


圖 5-1 孔雀魚平時群聚俯視面積

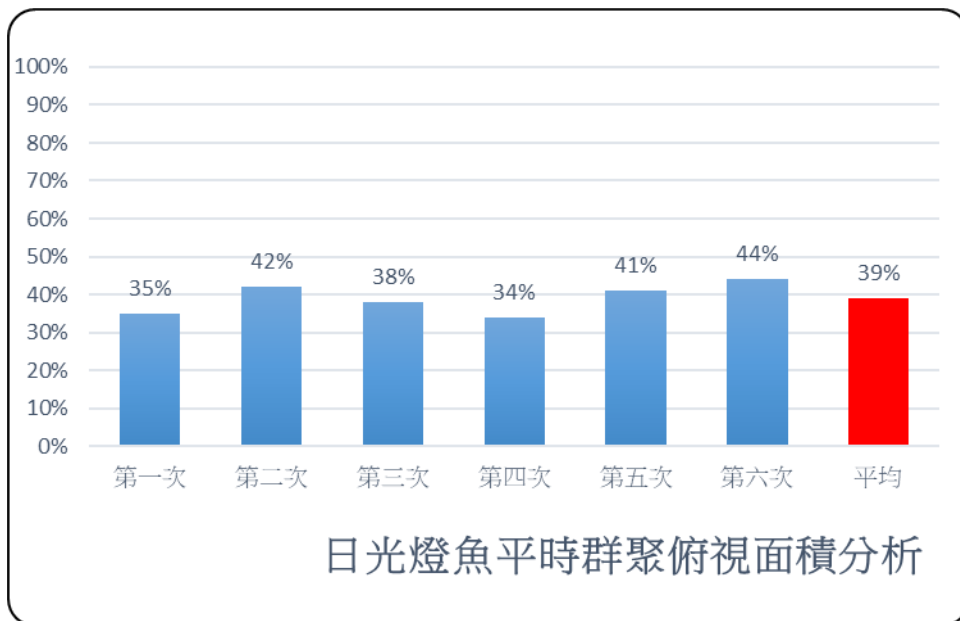


圖 5-2 日光燈魚平時群聚俯視面積

由以上分析，平時俯視觀察兩種魚類的群聚面積，孔雀魚約為 69%、日光燈魚約為 39%，顯示孔雀魚平時的俯視群聚效應較弱，日光燈魚平時的俯視群聚效應較強。

(三) 群聚面積分析(側視圖)

表 5-3 孔雀魚與日光燈魚在平時飼養的時候側視群聚面積%

| 群聚面積 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 第六次 | 平均 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 孔雀魚 | 82% | 78% | 82% | 77% | 81% | 82% | 80% |
| 日光燈魚 | 38% | 39% | 38% | 36% | 40% | 39% | 38% |

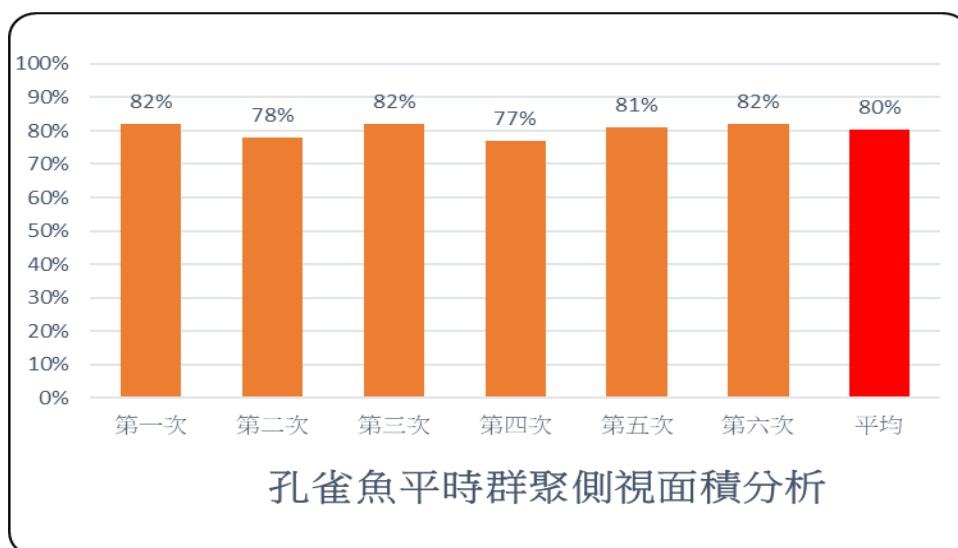


圖 5-3 孔雀魚平時群聚側視面積

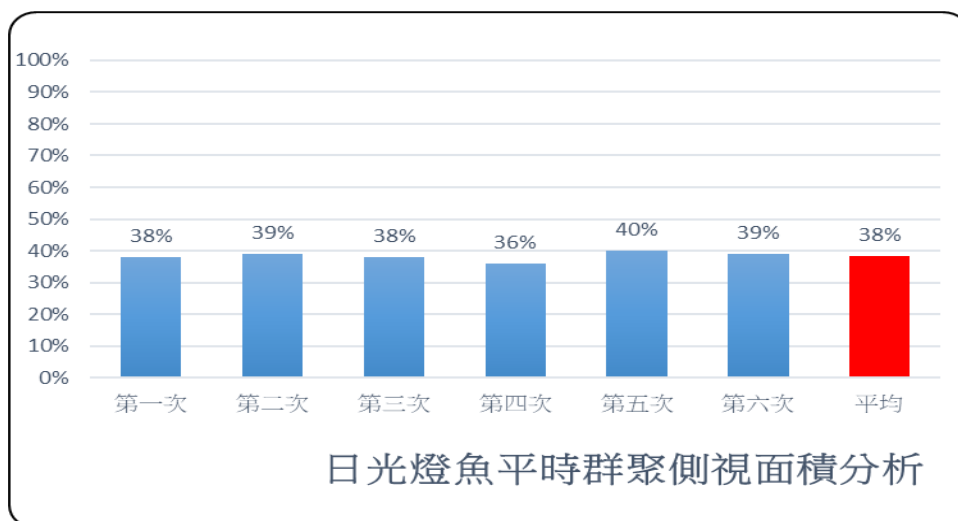


圖 5-4 日光燈魚平時群聚側視面積

由以上分析，平時側視觀察兩種魚類的群聚面積，孔雀魚約為 80%、日光燈魚約為 38%，顯示孔雀魚平時的側視群聚效應較弱，日光燈魚平時的側視群聚效應較強。


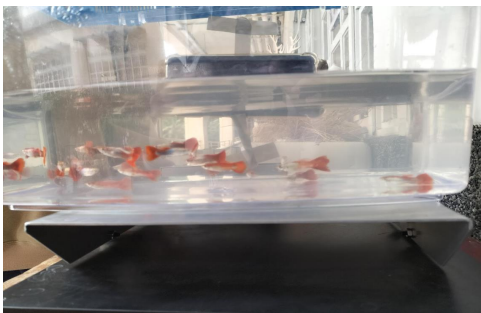

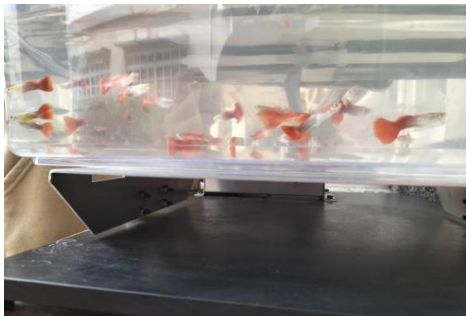


綜合以上平時的觀察，我們定義孔雀魚為天性群聚較弱的魚類，而日光燈魚為天性群聚現象較強的魚類。








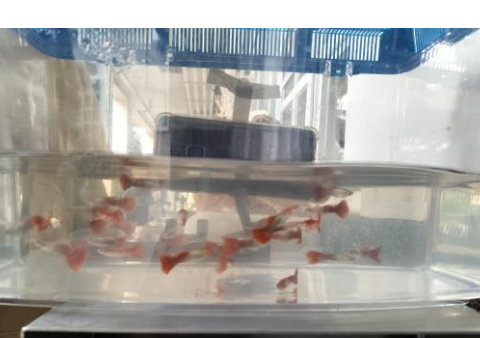
二、 天性群聚性較弱的孔雀魚，遇到地震不同頻率時的群聚反應








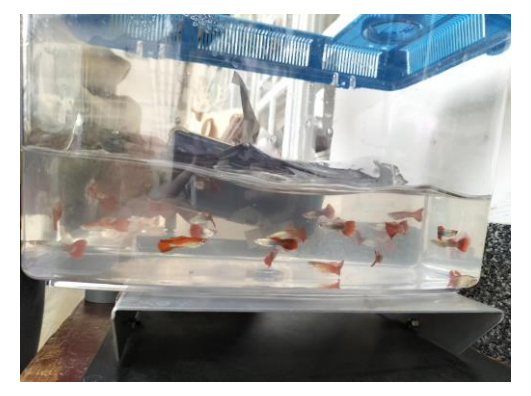
此段分析我們將孔雀魚放置於地震模擬平台上，設計振幅為 4 公分，強度從 0 級~10 級，分別在每個級數搖晃 30 秒，拍下俯視圖與側視圖，計算級群聚面積變化。

(一) 照片資料摘要

表 5-4 孔雀魚在不同地震頻率的群聚反應俯視與側視照

| 搖晃程度 | 俯視 | 側視 |
|------|---|---|
| 0 級 |  |  |
| 1 級 |  |  |
| 2 級 |  |  |

| | | |
|--------|---|--|
| 3 級 |  |  |
| 4 級 |  |  |
| 5 級 |  |  |
| 6 級 |  |  |

| | | |
|---------|---|--|
| 7 級 |  |  |
| 8 級 |  |  |
| 9 級 |  |  |
| 10 級 |  |  |

(二) 俯視群聚面積與側視群聚面積變化

表 5-5 孔雀魚在不同搖晃程度之俯視面積%和側視面積%

| | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 搖晃程度 | 0 級 | 1 級 | 2 級 | 3 級 | 4 級 | 5 級 |
| 俯視面積 | 70% | 68% | 69% | 58% | 53% | 50% |
| 側視面積 | 69% | 64% | 60% | 57% | 55% | 45% |
| 搖晃程度 | 6 級 | 7 級 | 8 級 | 9 級 | 10 級 | |
| 俯視面積 | 44% | 42% | 51% | 68% | 74% | |
| 側視面積 | 42% | 38% | 49% | 58% | 62% | |

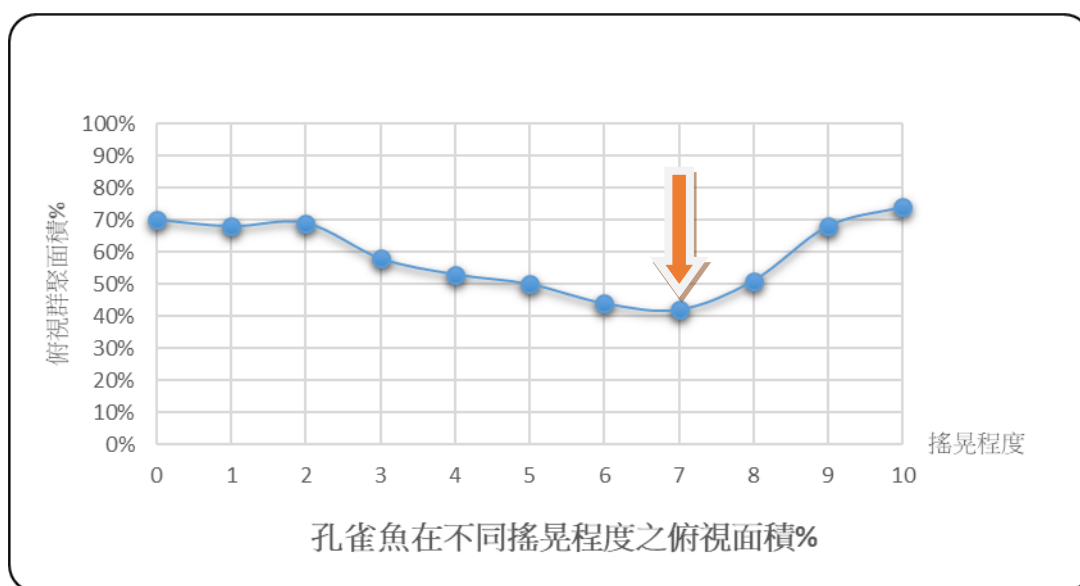


圖 5-5 孔雀魚在不同搖晃程度之俯視面積%

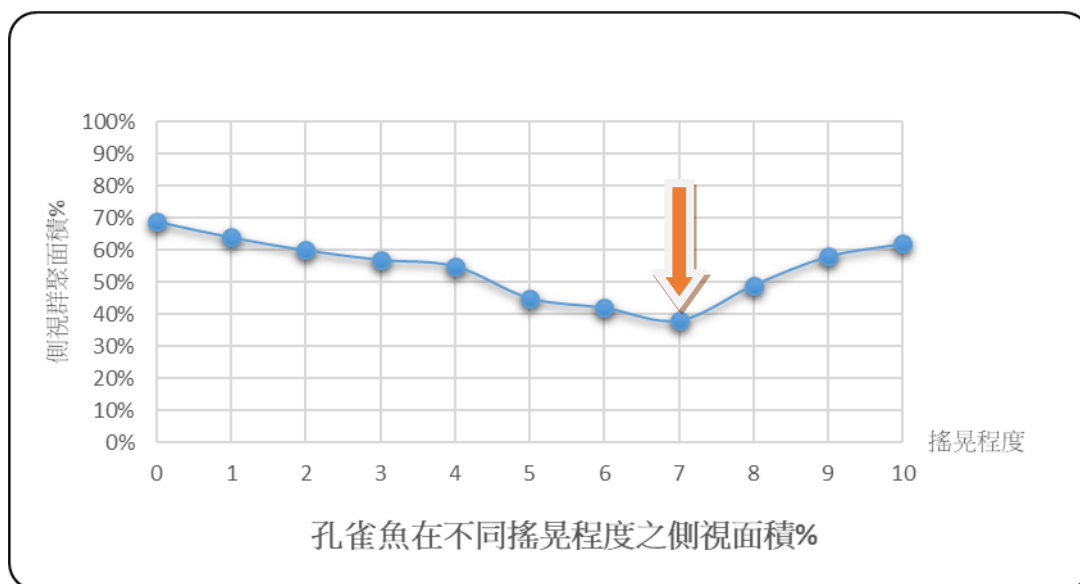








圖 5-6 孔雀魚在不同搖晃程度之側視面積%








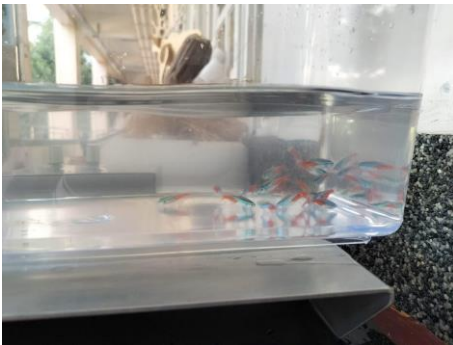


孔雀魚在地震的搖晃下逐漸群聚，到地震程度 7 的時候達到最小群聚面積(俯視 42%，側視 38%)，但是超過 7 級之後會群聚變弱，逐漸形成凌亂分散。

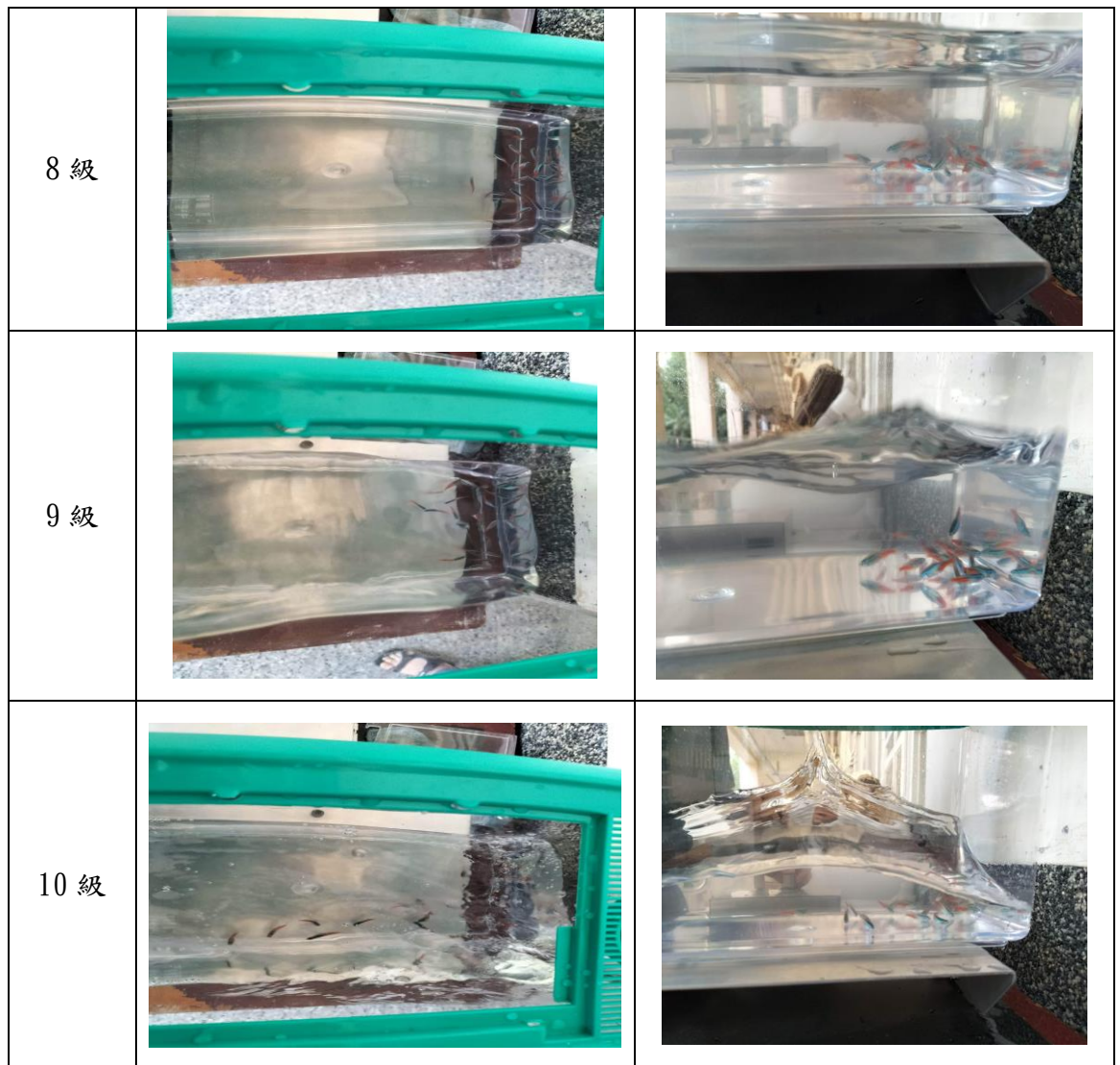
三、 天性群聚性較強的日光燈魚，遇到地震不同頻率時的群聚反應

(一) 照片摘要

表 5-6 日光燈魚在不同地震頻率時的俯視和側視照

| 搖晃程度 | 俯視 | 側視 |
|------|---|--|
| 0 級 |  |  |
| 1 級 |  |  |
| 2 級 |  |  |

| | | |
|-----|---|---|
| 3 級 |  |  |
| 4 級 |  |  |
| 5 級 |  |  |
| 6 級 |  |  |
| 7 級 |  |  |



(二) 俯視群聚面積與側視群聚面積變化

表 5-7 日光燈魚在不同地震級數時的俯視面積%和側視面積%

| | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 搖晃程度 | 0 級 | 1 級 | 2 級 | 3 級 | 4 級 | 5 級 |
| 俯視面積 | 42% | 40% | 39% | 36% | 33% | 28% |
| 側視面積 | 39% | 38% | 40% | 33% | 31% | 30% |
| 搖晃程度 | 6 級 | 7 級 | 8 級 | 9 級 | 10 級 | |
| 俯視面積 | 22% | 22% | 15% | 16% | 15% | |
| 側視面積 | 28% | 29% | 25% | 25% | 25% | |

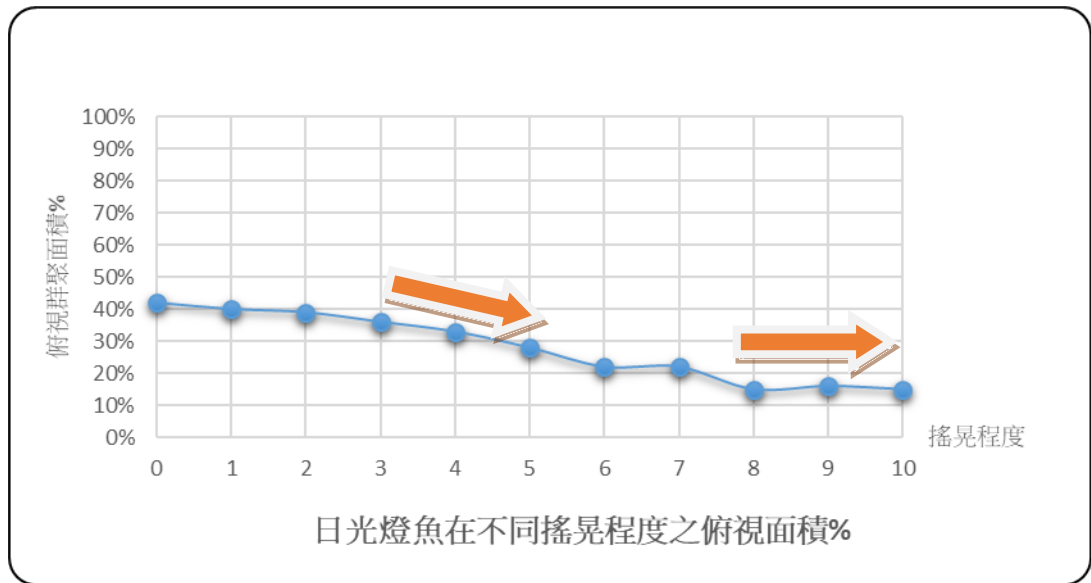


圖 5-7 日光燈魚在不同搖晃程度之俯視面積%

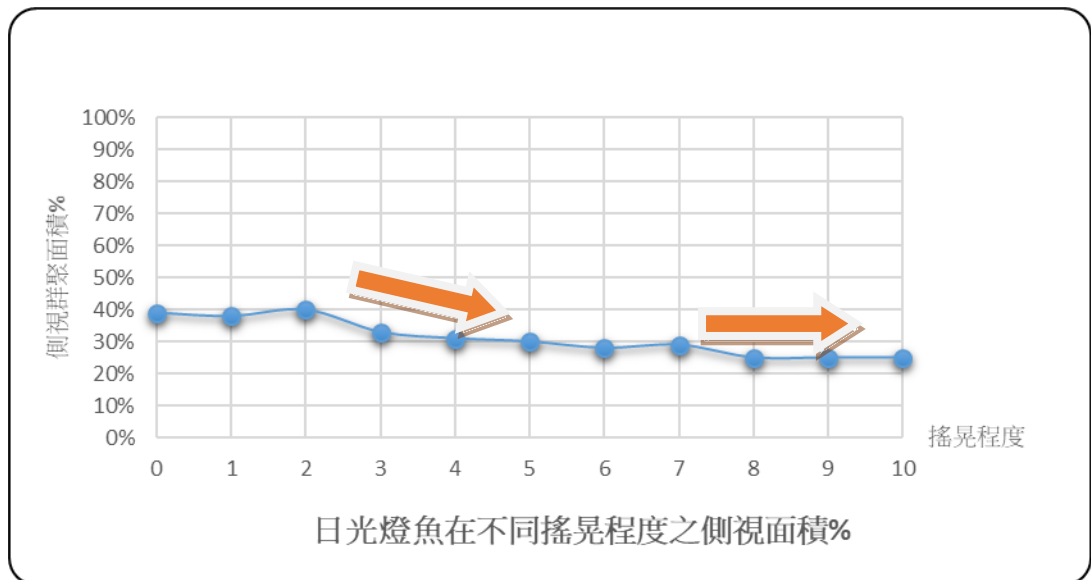


圖 5-8 日光燈魚在不同搖晃程度之側視面積%

由日光燈魚在地震中的群聚表現發現地震強度越強，其越來越聚集，到達地震強度 8 的時候幾乎維持一個群體。

四、 天性群聚性較弱的孔雀魚，經過地震訓練後的群聚記憶反應

此段分析我們找出孔雀魚的群聚臨界點約為振幅 4 公分，強度 7 級程度。我們用此地震程度，讓孔雀魚受每三分鐘受到一次的地震，連續十次。之後將不再給予地震，而是觀察接下來 15 分鐘內魚群的群聚現象，是否具

有記憶效應。其研究結果如下列所示。

表 5-8 孔雀魚的地震群聚記憶效應

| | | | | | | |
|------|------|---------|-------|---------|-------|--------|
| 時間 | 0 分鐘 | 1.5 分鐘 | 3 分鐘 | 4.5 分鐘 | 6 分鐘 | 7.5 分鐘 |
| 俯視面積 | 72% | 65% | 48% | 60% | 64% | 68% |
| 側視面積 | 65% | 55% | 40% | 68% | 65% | 67% |
| 時間 | 9 分鐘 | 10.5 分鐘 | 12 分鐘 | 13.5 分鐘 | 15 分鐘 | |
| 俯視面積 | 80% | 78% | 77% | 76% | 74% | |
| 側視面積 | 67% | 70% | 62% | 65% | 69% | |

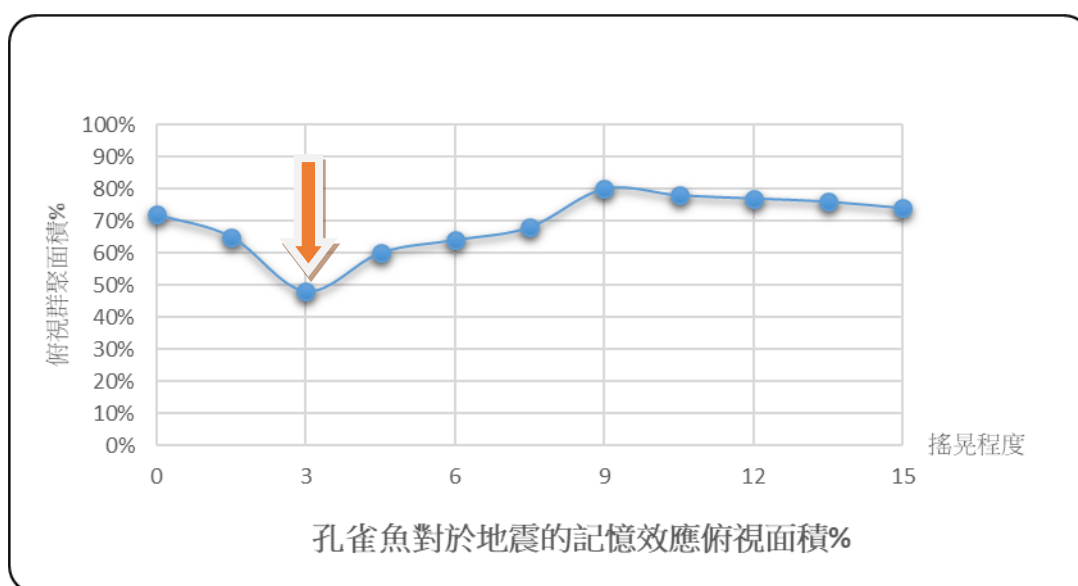


圖 5-9 孔雀魚對於地震的記憶效應俯視面積%

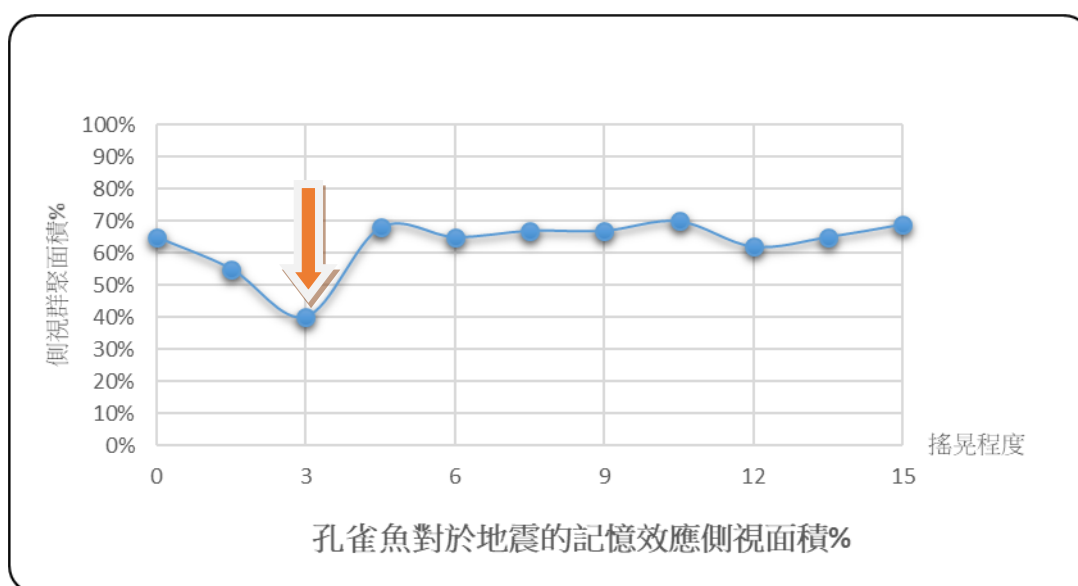


圖 5-10 孔雀魚對於地震的記憶效應側視面積%

由孔雀魚對於地震的群聚記憶分析來看，在 15 中分鐘的觀察內，孔雀魚僅在第 3 分鐘的時候出現一次對於地震群聚的反應，顯示孔雀魚只有 3 分鐘的記憶表現。

五、 天性群聚性較強的日光燈魚，經過地震訓練後的群聚記憶反應

我們平行與孔雀魚的群聚臨界點約為振幅 4 公分，強度 7 級程度進行比較。使用此地震程度，讓日光燈魚受每三分鐘受到一次的地震，連續十次。之後將不再給予地震，而是觀察接下來 15 分鐘內魚群的群聚現象，是否具有記憶效應。其研究結果如下列所示。

表 5-9 日光燈魚對於地震群聚的記憶效應

| | | | | | | |
|------|------|---------|-------|---------|-------|--------|
| 時間 | 0 分鐘 | 1.5 分鐘 | 3 分鐘 | 4.5 分鐘 | 6 分鐘 | 7.5 分鐘 |
| 俯視面積 | 45% | 38% | 27% | 42% | 26% | 44% |
| 側視面積 | 42% | 35% | 28% | 32% | 30% | 36% |
| 時間 | 9 分鐘 | 10.5 分鐘 | 12 分鐘 | 13.5 分鐘 | 15 分鐘 | |
| 俯視面積 | 25% | 39% | 28% | 41% | 30% | |
| 側視面積 | 31% | 38% | 29% | 39% | 28% | |

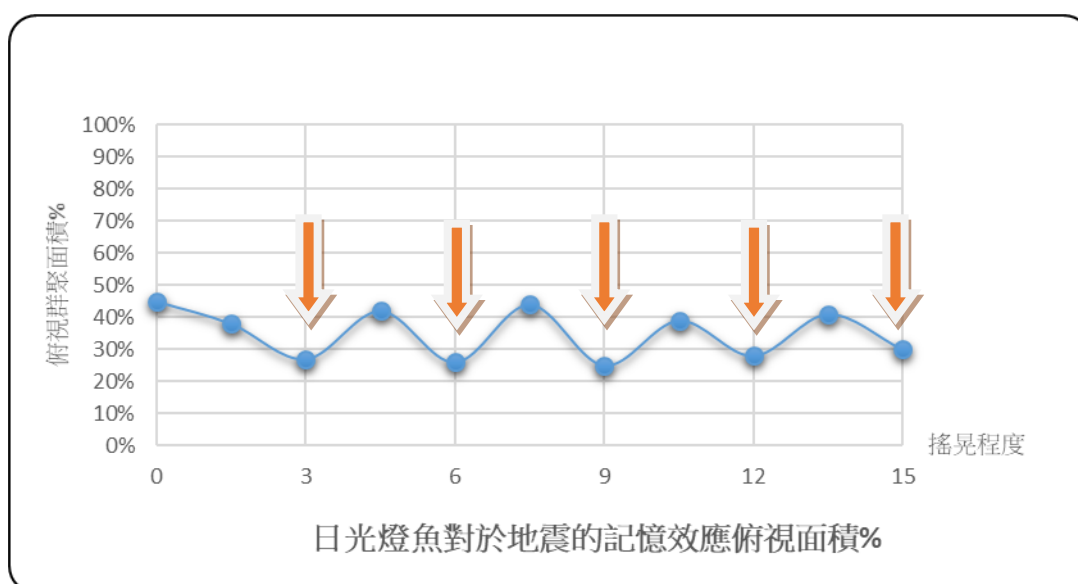


圖 5-11 日光燈魚對於地震的記憶效應俯視面積%

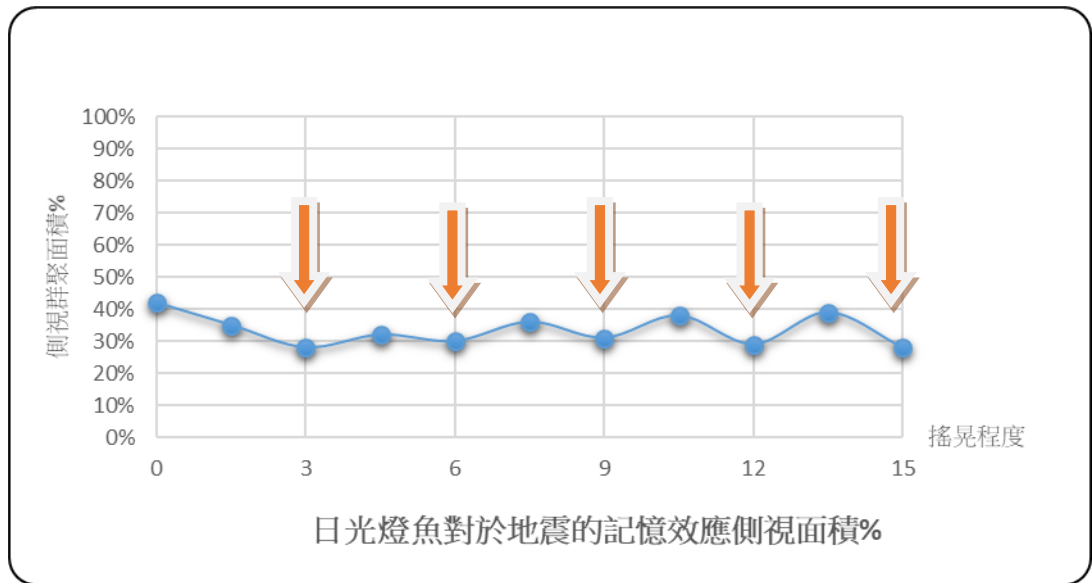


圖 5-12 日光燈魚對於地震的記憶效應側視面積%

由日光燈魚對於地震的群聚效應，在觀察的 15 分鐘內出現了 5 次規律的群聚，顯示日光燈魚對於地震群聚記憶可長達 15 分鐘。

六、 混合飼養孔雀魚與日光燈魚，在遇到地震時的群聚現象探討

目前正在進行中~~~

七、 混合飼養孔雀魚與日光燈魚，在遇到地震時的群聚現象之記憶現象探討

目前正在進行中~~~

陸、 綜合討論

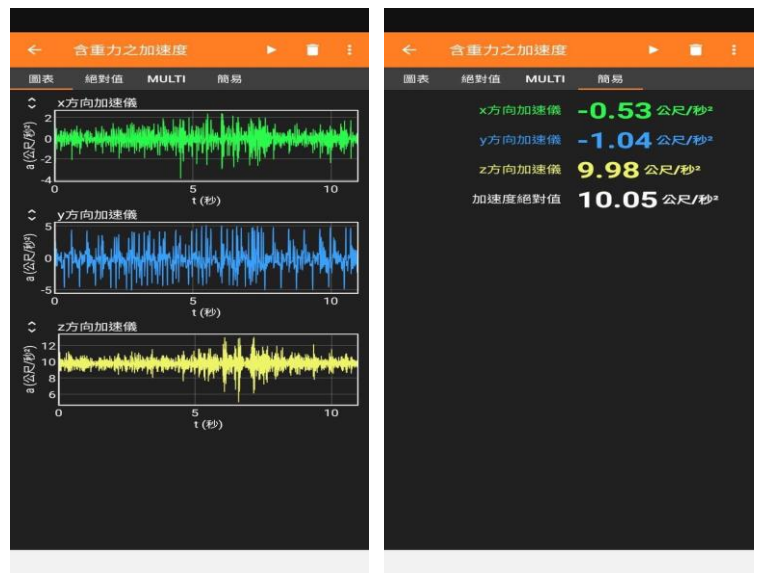
一、 為何選用孔雀魚與日光燈魚，而不使用其他魚種？

二、 在實驗開始之前我們逛了很多次的水族館，訪談過飼養員。飼養員表示群聚性較強的魚有大肚魚、錦鯉、日光燈魚等。但是若要飼養大肚魚、錦鯉等魚類，需要飼養設備中有過濾裝置，因為大肚魚、錦鯉的食量較大，產生的排泄物較多，易使得水質惡化而造成魚類死亡。因此我們購買了較好飼養的日光燈魚作為實驗材料。而孔雀魚視飼養員建議的魚種，原因是好飼養且適應環境能力良好。未來我們的研究可使用多種魚種進行實驗，分析是否地震會引起魚群群聚是魚類的特性。

三、 地震儀無法顯示地震

規模與震度，如何克服？

我們使用 phyphox 來測量每一個級數的 X、Y、Z 軸的重力加速度，可參考氣象局的地震強度標準進行換算。所以要注意的是本研究中所使用的地震級數(搖晃程度)不是氣象局的標準，而是模擬地震儀上的搖晃程度的數字來進行實驗。



柒、 結論

- 一、 孔雀魚屬於天性群聚性較弱的魚類，平時群聚的俯視面積約為 69%，側視面積為 80%。
- 二、 日光燈魚屬於天性群聚性較強的魚類，平時群聚的俯視面積約為 39%，側視面積為 38%。
- 三、 孔雀魚在遇到地震的時候會隨著地震強度越大，越傾向群聚，到達地震模擬儀搖晃程度為 7 級的時候達到最小群聚(俯視面積 42%，側視面積 38%)，之後搖晃程度越大，其群聚現象被破壞，孔雀魚會互相凌亂分散。
- 四、 日光燈魚在遇到地震的時候會隨著地震強度越大，越傾向群聚，到達地震模擬儀搖晃程度為 8 級的時候達到最小群聚(俯視面積 15%，側視面積 25%)，之後搖晃程度越大，其群聚現象維持穩定。
- 五、 孔雀魚對於地震的群聚記憶效應僅維持 3 分鐘；日光燈魚對於地震的群

聚記憶效應可長達 15 分鐘。

捌、 參考文獻

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=12087>

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=3411>

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=13011>

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=5176>

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6822&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=2594>

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6822&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=5835>

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6822&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=2590>

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=5571>

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=4884>