

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學(三)科

第一名

033010

沉魚落驗~探討創意螺旋式天亞對改善下沉速率
的影響

學校名稱：彰化縣立陽明國民中學

作者： 國一 陳浩淇 國一 吳宥樂 國一 陳鼎羲	指導老師： 蔡名峯 方舜雨
---	-----------------------------

關鍵詞：天亞、螺旋、下沉速率

得獎感言

科展的精神展現～企圖心創造非凡

今日能站在這裡，我們的心中充滿了感恩與悸動。能延續去年學長姐全國科展化學第一名的氣勢，再度榮獲得全國第一名的佳績，持續前進總統府接受總統的表揚，對我們而言，不僅是個人的榮耀，更是團隊合作的成果展現。我們要感謝陽明國中老師們耐心的引導與陪伴，及家長們的時時支持，才能堅持的走到這成功的舞台。

回顧全國科展的最後過程，整個暑假幾乎每天從早8:30到晚21:30，聚集在實驗室，想讓研究及口說報告有更完美的呈現。蔡老師的名言〔企圖心創造非凡〕，更讓對成功充滿渴望的我們，時時充滿了動力。

此外，特地拜託家長們時常安排帶本組到海邊實作岸拋釣白帶魚，不僅享受釣魚的樂趣，更實際驗證了本組的創意設計。在釣魚體驗中，我們收穫的不僅是一條條的白帶魚，更是對研究的熱情與信心。也感謝釣友們時時的從旁提供諮詢協助及維護我們的安全。

然而全國競賽期間，卻連放了三天颱風假，取消了最後的實體競賽，打亂了原本的計劃。這讓我們陷入了焦慮與不安，更因組員原已安排全國賽後要出國渡假，面臨了無法一起訓練及需國外連線的難題。

在轉為線上播報的準備過程中，必須克服線上交流中的困難。本組發揮了團隊合作的精神，研究了口語聲線的活潑表達，以確保能更生動地傳達成果。過程中組員們默契與信任更不斷的加深，也產生了更濃厚的革命情懷啊。

全國線上競賽當日，心情既緊張又興奮。無奈晴天霹靂，發生了全國連線大當機，只好三人擠在一台電腦前七嘴八舌的跟教授們報告。但我們深知，這是成功的最後一哩路，必須投入全部熱情，在鏡頭前更有默契的呈現，緊張之情瞬間轉化為自信與熱情。看到評審們專注聆聽的表情與互動，心中充滿了悸動。相信這世紀連線的15分鐘，已完美的呈現了我們的研究成果，心滿意足的出場跟指導

老師們分享喜悅。

線上頒獎典禮當日，我們集氣一同觀看轉播。當轉播從特別獎、佳作……，都沒有本組的名單時，我們就開始呼喊～第一名、第一名……。當第一名〔沉魚落驗，彰化縣立陽明國中〕的字幕及播報聲響起，我們激動的吶喊及雀躍跳起，久久不能自己。

最後，要感謝參與此次科展的自己，也希望未來我們能繼續保持對實驗的熱情，發揮團隊合作的精神，不畏懼困難且更勇敢的去探索。感謝教授及指導老師們給本組的指導與勉勵，也感謝家長們的悉心陪伴，給本組有能持續前進的原動力，才能將這完美的成果展現給大家。



家長及其兩位釣友，從旁教導釣魚知識、技巧，並維護我們的安全



與指導老師(蔡名峯老師、方舜雨老師)及家長全國賽前的合影



陽明科展團隊，屢獲全國第一名佳績



摘要

初體驗岸拋白帶魚一小時勾底斷掉八個天亞，好不環保！讓本組研究如何減緩天亞下沉速率？實驗得知天亞若沒螺旋，則下沉速率與重量成正相關，與截面積成負相關，但仍無法解決勾底困擾。故本組創新設計下沉可以旋轉的天亞，藉由旋轉讓位能轉換成轉動動能，減緩下沉速率；利用 3D 列印創作重量、截面積相同，不同導程角初代螺旋式天亞，明顯改善下沉速率，因易纏線而改良成螺旋機構自由旋轉的螺旋式天亞 1.0；又因多圈無法順利旋轉再改良為多線式螺旋天亞 2.0，但右旋、左旋都有路徑偏移現象，最後改良為兩段多線式螺旋天亞 3.0，讓兩段螺旋方向相反使路徑成直線。創意螺旋式天亞釣白帶魚時，可大幅降低勾底斷線機率，亦可重複使用，達到環保又省錢的目的。

壹、研究動機

在這個資訊發展快速的時代，有些人因為壓力太大，往往會培養屬於自己的興趣，爸爸最喜歡的就是釣魚，我小學時，爸爸就帶我到彰濱工業區的北堤釣白帶魚，小時候因為看不懂釣魚的方法也覺得很麻煩，所以只是在旁邊觀看，現在長大點了，爸爸讓我親自體驗就發現，其實爸爸和釣友們在釣白帶魚時，相當辛苦且耗時間、金錢；天亞的釣法跟路亞類似，拋出天亞，當其落水後即要開始收線，天亞便會好像小魚一樣在水裡游動，來引誘白帶魚的捕食；但天亞是沉體，落水後太慢開始捲線或是捲線收線速度太慢，天亞就會下沉到底部容易勾住石頭或其它障礙，造成斷線而損失；就在我試著釣白帶魚時，就因為拿捏不好收線時機及捲線速度，常常使天亞勾到底部的石頭而斷繩，一個小時內就損失了八個天亞，爸爸的臉整個都綠了，而且也製造了海底垃圾，好不環保。因此本組就藉由科展這個機會，幫忙解決這個連資深的釣友都可能面臨的天亞勾底的問題；減緩天亞下沉的速率，就能減少勾底斷線的機率，就是減少製造海底垃圾的機率，於是針對該問題來做研究以及實驗探討。



貳、 研究目的

本研究目的在改善天亞下沉速率太快的問題，針對這個問題，本組參考及研究文獻，列出影響沉體下沉速率的因素，利用 3D 製圖及 3D 列印設計不同大小、質量、形狀的天亞用假餌，來探究天亞綁各種餌下沉速率的變化。

- 一、探討天亞綁餌在相同截面積，不同總重量、平均密度，船釣時自由沉體下沉速率變化。
- 二、探討天亞綁餌在相同總重量、平均密度，不同截面積，船釣時自由沉體下沉速率變化。
- 三、探討創新的初代螺旋式天亞及螺旋式天亞 1.0、2.0、3.0，其總重量、平均密度及截面積均相同，船釣時自由沉體下沉速率變化。
- 四、探討模擬岸拋時，天亞綁餌在相同截面積，不同的總重量、平均密度，動態軌跡下沉速率變化。
- 五、探討模擬岸拋時，天亞綁餌在相同總重量、平均密度，不同截面積，動態軌跡下沉速率變化。
- 六、探討模擬岸拋時，創新初代螺旋式天亞相同總重量、截面積、平均密度，不同導程角的固定式螺旋結構動態軌跡下沉速率變化。
- 七、探討模擬岸拋時，創新螺旋式天亞 1.0 相同總重量、截面積、平均密度，不同導程角的可獨立自由旋轉機構的動態軌跡下沉速率變化。
- 八、探討模擬岸拋時，創新螺旋式天亞 2.0 相同總重量、截面積、平均密度、導程角，不同螺旋線數動態軌跡下沉速率的變化。
- 九、探討模擬岸拋時，創新螺旋式天亞 3.0 相同總重量、截面積、平均密度、導程角、螺旋線數，將螺旋機構分為兩段式，其動態軌跡上方視角的變化。
- 十、岸拋實作成果與釣友體驗心得
- 十一、與傳統天亞進行成本分析比較

參、 研究設備及器材

一、 設備及器材：本實驗的基本器材

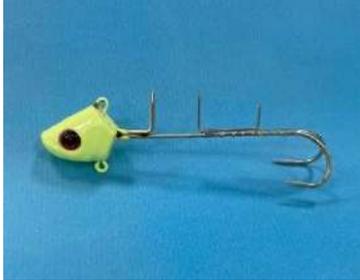
		
圖 3-1 天亞	圖 3-2 觀察水箱(中)	圖 3-3 電子秤
		
圖 3-4 量筒	圖 3-5 捲尺	圖 3-6 海水比重計
		
圖 3-7 天亞綁秋刀魚肉	圖 3-8 天亞綁捲尾軟蟲	圖 3-9 天亞綁 T 尾軟蟲
		
圖 3-10 初代螺旋天亞 (2 圈)	圖 3-11 螺旋式天亞 1.0 (1 圈)	圖 3-12 螺旋式天亞 1.0 (6 圈)



圖 3-13 螺旋式天亞 2.0
(右旋六螺旋線)



圖 3-14 螺旋式天亞 2.0
(左旋六螺旋線)



圖 3-15 螺旋式天亞 3.0
(右旋六螺旋線+
左旋六螺旋線)



圖 3-16 減速馬達

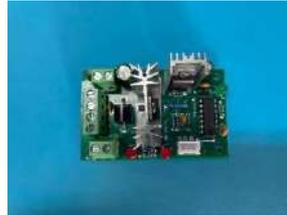


圖 3-17 調速板



圖 3-18 可變電阻



圖 3-19 觀察水箱(大)長度 210cm、深 68cm、寬 60cm

二、實驗相關軟體：



圖 3-20 SolidWorks
3D 繪圖軟體



圖 3-21 MakerWare
3D 列印軟體

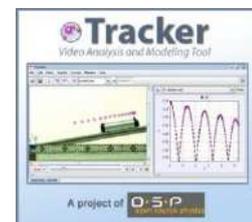


圖 3-22 Tracker
物理實驗影像分析軟體

三、調速、定速捲線器製作過程與說明：

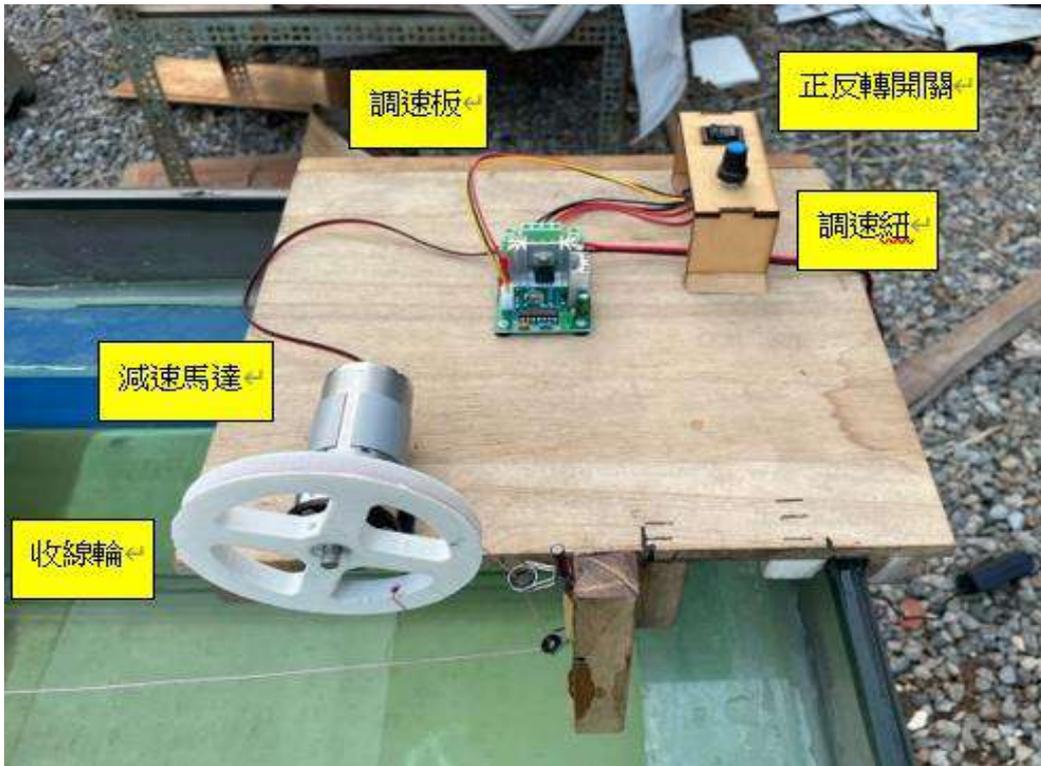


圖 3-23 模擬收線調速裝置

			
<p>圖 3-24 3D 繪圖及 3D 列印 出捲線輪。</p>	<p>圖 3-25 將 12V330RPM 馬達 固定至木板上。</p>	<p>圖 3-26 將調速板固定於木 板上，並連接可變電 阻及正反轉開關。</p>	<p>圖 3-27 將捲線輪固定於馬 達上，並綁上魚線。</p>

收線輪裝置定速 300 RPM（每分鐘 300 轉），收線輪直徑 8.4 cm

$$\text{收線速度} = 300 \text{ rpm} \div 60 \text{ s} \times 8.4 \text{ cm} \times \pi \doteq 131.88 \text{ cm/s}$$



肆、文獻探討

一、白帶魚簡介

白帶魚常態的姿態為佇立於海中，捕食時才會改變姿態向上、向前衝，撕咬獵物；不喜歡陽光，**白天在深層的海底棲息，黃昏太陽下山至隔天清晨會游到淺層岸邊獵食**；所以白天適合出海進行船釣，晚上則是船釣、岸拋都可以。

據簡(1979)研究報告指出，東海、台灣海峽西側附近海域及南海之白帶魚共有三種，分別為帶魚、南海帶魚及短帶魚。在台灣附近海域漁獲之白帶魚，一般有肥帶魚與瘦帶魚之分，研究指出肥帶魚與瘦帶魚可依據齒型、下頷角隅骨來區分。



圖 4-1 白帶魚姿態

二、天亞簡介

天亞是日語 テンヤ (Tenya) 音譯來的，台灣稱天亞／天揚。是一種釣魚用，其特色為鉛頭與釣鉤做成一體化。而用來釣白帶魚的天亞被稱為太刀天亞（タチウオテンヤ）。

天亞的構造為鉛塊連接長鉤，鉛塊為魚頭造型，料餌秋刀魚固定在天亞上後，會像是一條小魚，鉤子很大亦向下彎曲，下彎設計是為了鉤魚或叫錨魚，是從外部刺入魚身的捕魚方式；白帶魚常態的姿態是豎立的，當看到獵物便從下向上攻擊，咬住獵物，拖行咬斷、撕裂獵物後才吞食。天亞的兩隻大大下彎的鉤子，功能是在白帶魚咬住天亞拖行時，揚竿殺勾，下彎的大鉤子便會打入白帶魚的頭部或鰓部，牢牢地勾住白帶魚。

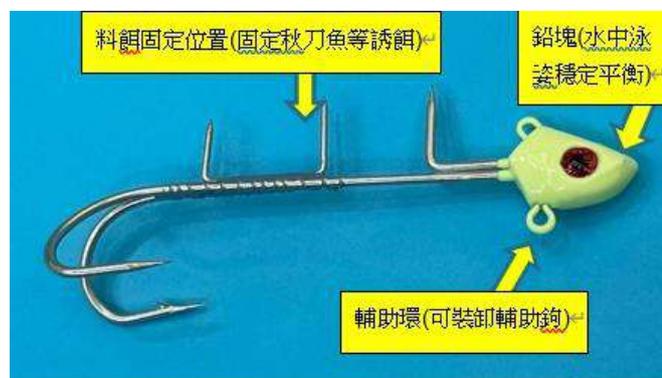


圖 4-2 天亞的結構



三、白帶魚天亞釣法說明

由於白帶魚白天棲息在深層的水域，於是白天較適合坐船至離岸較遠處尋找較深的水域，天亞以垂直方式下沉來搜尋魚群，此方式稱作船釣。

傍晚至凌晨，白帶魚會游近岸來追捕小魚、小蝦，於是這段期間便適合站在岸上拋出天亞搜尋魚群，此方式便稱作岸拋。

白帶魚天亞釣法是一種可以快速調整泳層的釣法，針對白帶魚特性而設計的魚鉤，可以有效的讓白帶魚著勾，使用天亞可以很直接的感受到白帶魚的拉力。

船釣時，天亞垂直放下，下沉速度宜緩慢且穩定下沉才不易纏線；而岸拋時，天亞受限於水深，天亞拋出落水後，即要開始收線拉回天亞以免沉底，一方面模仿小魚游動，另一方面不能讓天亞沉底勾住岩石。其共通點都是要減緩天亞下降速率。

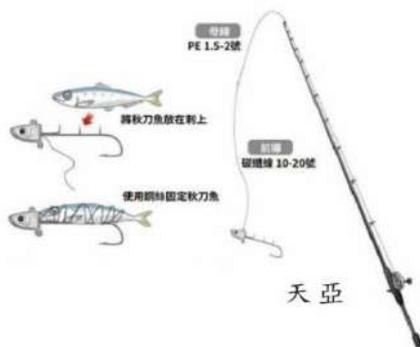


圖 4-3 天亞的綁法

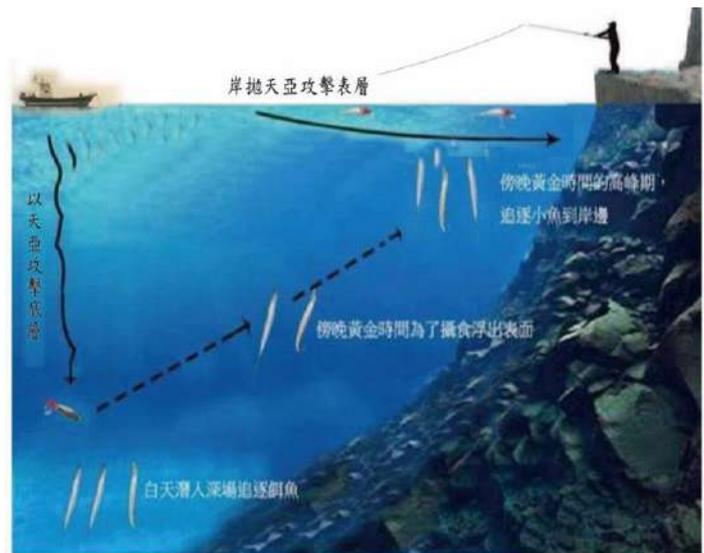


圖 4-4 天亞的使用時機



四、螺旋名詞說明

- (一). **螺紋**：在圓柱體(孔)或圓錐體(孔)之表面，具有規律螺旋線型之隆起部分。
- (二). **螺距**：相鄰兩螺紋對應點間，平行於軸向之距離。
- (三). **導程**：當圓柱上之螺旋線不動時，設其上一動點沿該線環繞一周，該動點在圓柱軸向之位移量。
- (四). **導程角**：螺旋線上任一點之切線與軸線之垂直線所夾的角。
- (五). **右旋**：由螺紋軸線方向觀之，螺紋紋路依順時針方向繞向前者；符合右手定則，右手握拳，四指為旋轉方向，拇指指向螺旋件運動方向是為右旋。
- (六). **左旋**：由螺紋軸線方向觀之，螺紋紋路依反時針方向繞向前者；符合左手定則，左手握拳，四指為旋轉方向，拇指指向螺旋件運動方向是為左旋。
- (七). **單線及多線螺旋**：沿一個螺旋線形成的螺紋稱為單線螺紋，由兩個或多個螺旋線沿軸向等間距形成的螺紋稱為多螺紋。

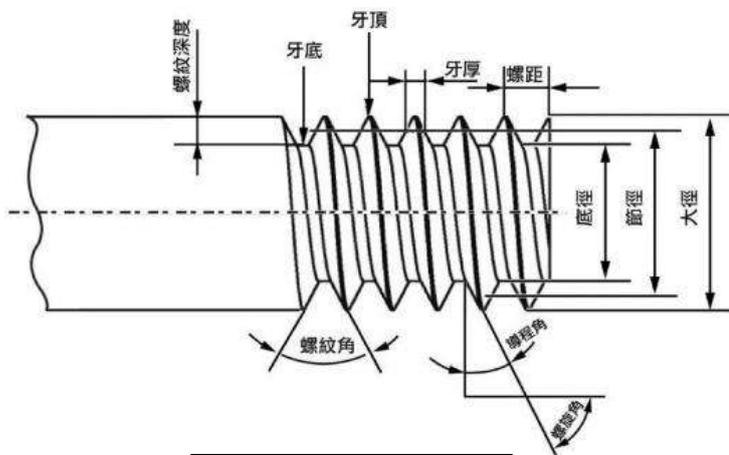


圖 4-5 螺旋的結構



圖 4-6 右旋螺旋



圖 4-7 左旋螺旋

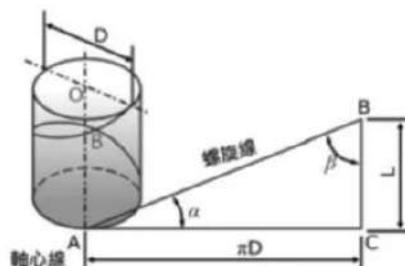


圖 4-8 導程角

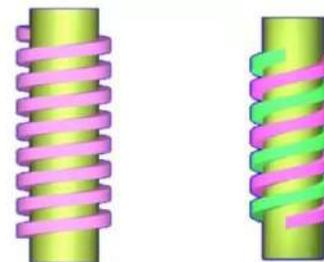


圖 4-9 單線與多線螺旋

伍、實驗過程及方法

一、研究架構

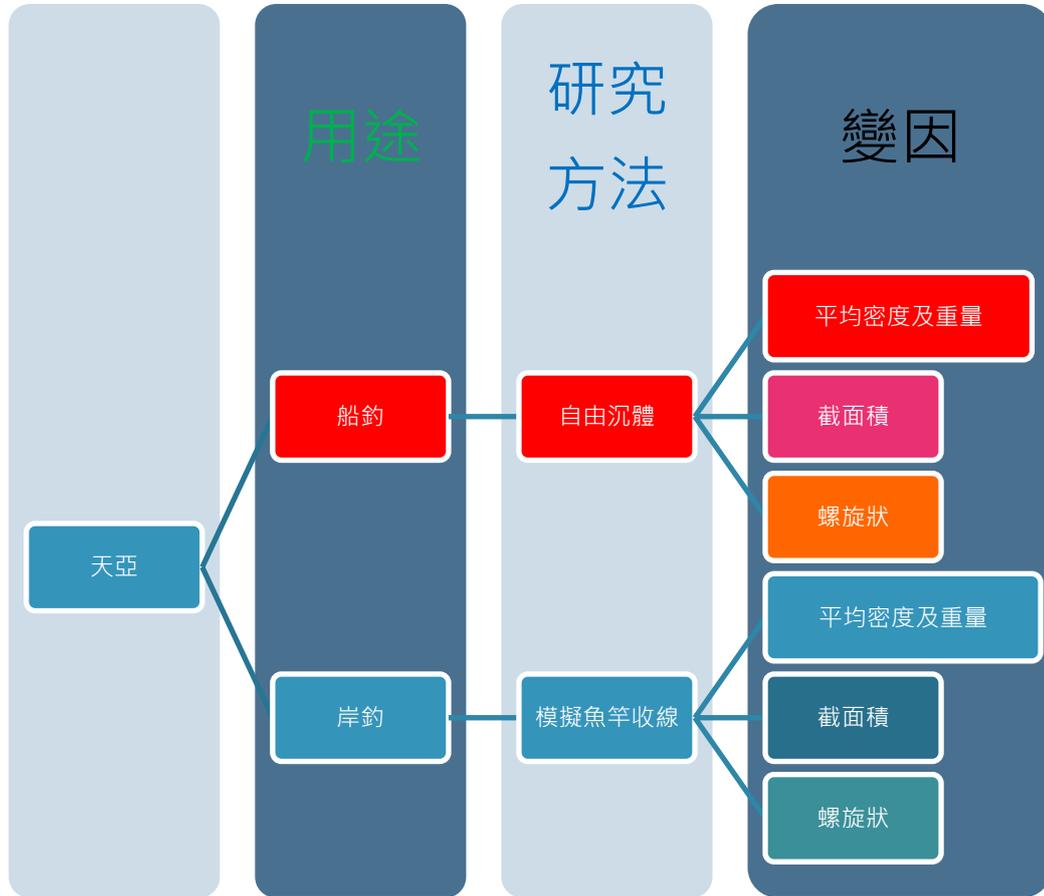


圖 4-10 研究架構圖

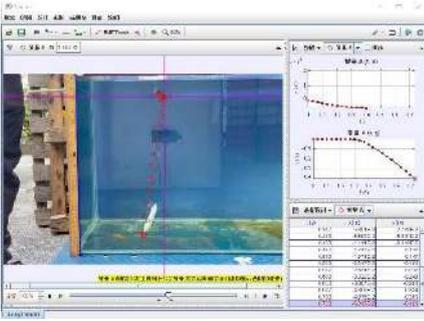


二、實驗步驟流程：

(一). 船釣實驗（自由下沉）：模擬船釣時，天亞自由下沉的狀態。

1. 實驗步驟：

- (1) 將魚缸的水調配至接近海水密度（約 1.025 g/cm^3 ）
- (2) 量測各樣品的總體積及重量
- (3) 於固定高度放開讓天亞自由下沉
- (4) 將下沉過程錄影並匯入 Tracker 軟體分析

		
<p>圖 4-11 將水缸倒入食鹽，調配成接近海水密度約 1.025 g/cm^3</p>	<p>圖 4-12 使用量筒量測整體體積</p>	<p>圖 4-13 使用電子秤量測整體重量</p>
		
<p>圖 4-14 天亞固定於相同高度後自由沉下，使用錄影方式紀錄</p>	<p>圖 4-15 將錄影檔匯入 Tracker 分析軌跡</p>	



2. 實驗比較一：相同截面積，不同平均密度及重量

樣本	A	B	C	D
圖片	 圖 4-16	 圖 4-17	 圖 4-18	 圖 4-19
截面積	187.5 mm ²			
重量	27.5 gw	36.0 gw	32.5 gw	22.0 gw
體積	6 cm ³	14 cm ³	9 cm ³	12 cm ³
平均密度	4.58g/cm ³	2.57 g/cm ³	3.61 g/cm ³	1.83 g/cm ³

3. 實驗比較二：相同的平均密度，不同截面積

樣本	E	F	G	H
圖片	 圖 4-20	 圖 4-21	 圖 4-22	 圖 4-23
截面積	187.5 mm ²	706.5 mm ²	1962.5 mm ²	3846.5 mm ²
重量	32.5 gw			
體積	9 cm ³			
平均密度	3.61 g/cm ³			

4. 實驗比較三：初代螺旋天亞，相同的截面積、重量、平均密度，不同導程角、圈數

樣式	I	J	K	L
圖片				
	圖 4-24 2 圈	圖 4-25 4 圈	圖 4-26 5 圈	圖 4-27 6 圈
截面積	706.5 mm ²			
重量	33.5 gw			
體積	13 cm ³			
平均密度	2.57 g/cm ³			

5. 實驗比較四：

螺旋天亞 1.0，相同的截面積、重量、平均密度，不同導程角、圈數，螺旋機構獨立與天亞本體分開，螺旋機構可自由旋轉；綠色為右旋，紅色為左旋。



圖 4-28 螺旋天亞 1.0，右旋 1~6 圈(綠色)，左旋 1~6 圈(紅色)



6. 實驗比較五：

螺旋天亞 2.0，相同的截面積、重量、平均密度，相同導程角、不同螺旋線數(1~6 線)；綠色為右旋，紅色為左旋。



圖 4-29 螺旋天亞 2.0，右旋 1~6 圈(綠色)，左旋 1~6 圈(紅色)

7. 實驗比較六：

螺旋天亞 3.0，相同的截面積、重量、平均密度，相同導程角、相同 6 個螺旋線，分為兩段；綠色為右旋，紅色為左旋。



圖 4-30 螺旋天亞 3.0，右旋 6 螺旋線(綠色)，左旋 6 螺旋線(紅色)



(二) 天亞用於岸拋，模擬魚竿收線實驗設計與步驟：

1. 推算捲線器的線頭需離水面多高：

(1) 至空曠地區，實際量測天亞可以拋出的距離

表 4-1 在操場無人時，實際量測岸拋天亞八次的距離結果統計

項次	一	二	三	四	五	六	七	八	平均
距離 (m)	44.6	51.6	58.9	46.5	49.2	61.2	55.6	52.4	52.5

(2) 量測岸拋天亞時站在岸上再加上魚竿時總高度—
距海平面高度約 5 公尺。

(3) 量測實驗裝置模擬拋竿後落水處最大距離—
水平距離為 190 公分



圖 4-31 測量天亞在大水缸落水的水平距離

(4) 根據相似三角形，即可計算出自製裝置捲線器應放置位置—

$$\frac{5 \text{ 公尺}}{52.5 \text{ 公尺}} = \frac{x}{190 \text{ 公分}}, \text{ 可推算 } x \text{ 約為 } 18.0 \text{ 公分}$$

(5) 亦可計算出釣線與水平面夾角的角度

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{5}{52.5}\right) = 5.42^\circ$$

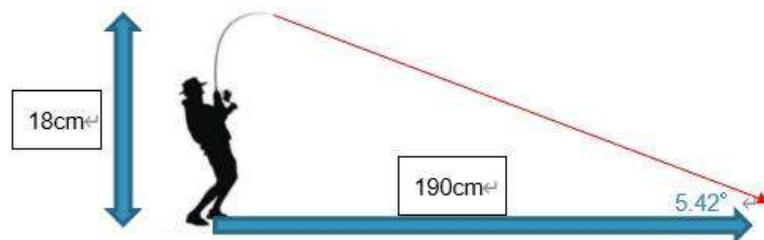


圖 4-32 模擬岸釣時，平均天亞落水位置魚線與水平面的夾角



2. 使用食鹽及密度計，調配成密度約為 1.025 g/cm^3 之液體



圖 4-33 將水調配成與海水密度相近

3. 將大水缸水位注水至離缸頂約 20 公分處，並將捲線器架設至離水面 18 公分處。



圖 4-34 將水缸注水並架設捲線器

4. 將樣本勾上魚線，拉至最遠處，輕輕拉固定於水面，打開捲線器開關，錄影觀測天亞的運動軌跡。



圖 4-35 輕輕拉固定於水面，打開捲線器開關，拉動天亞錄影觀測



三、 創意天亞設計流程圖：

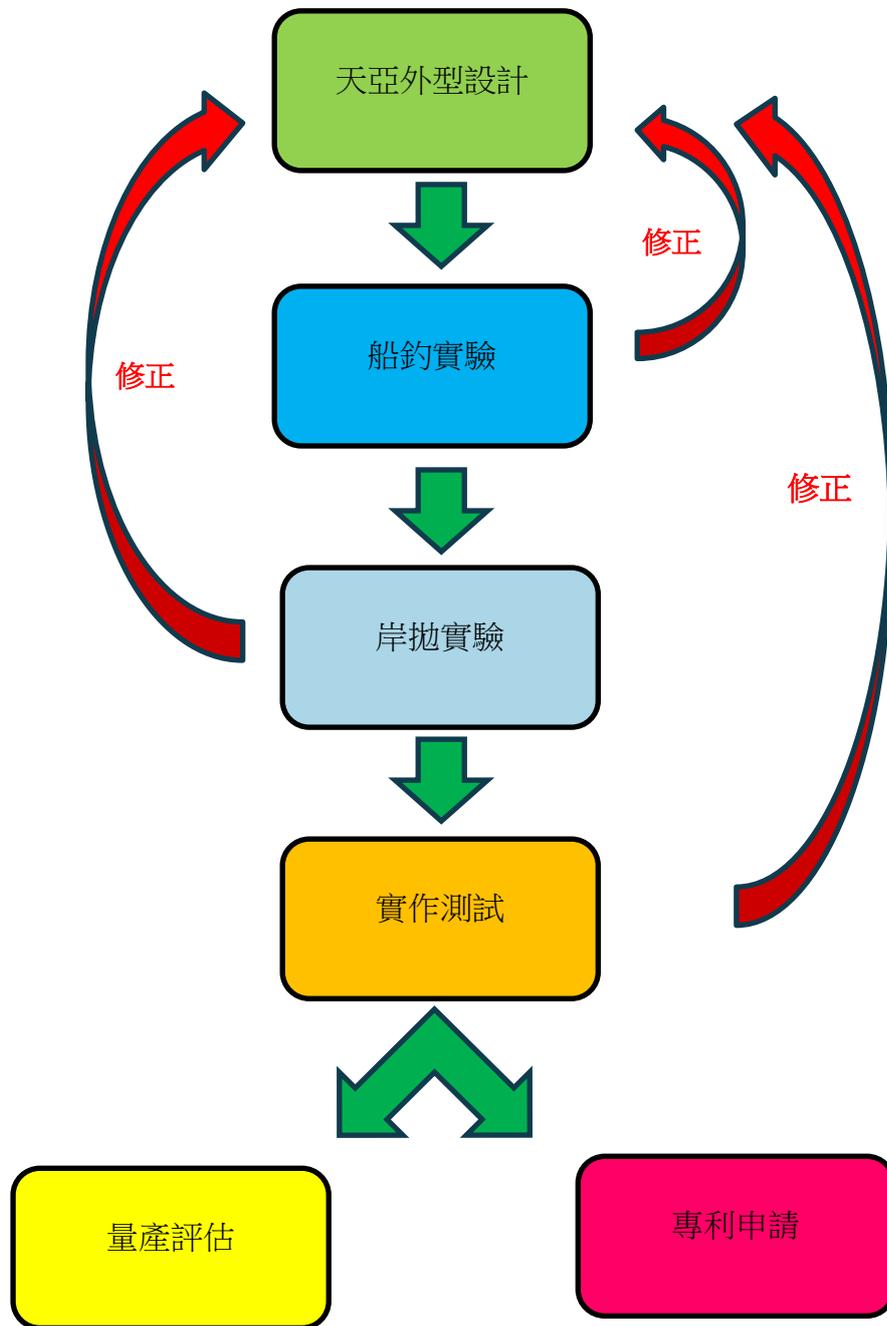


圖 4-36 創意天亞設計流程圖

陸、研究結果與討論

一、天亞綁餌(非螺旋)在相同截面積，不同總重量、平均密度，自由沉體下沉速率變化。

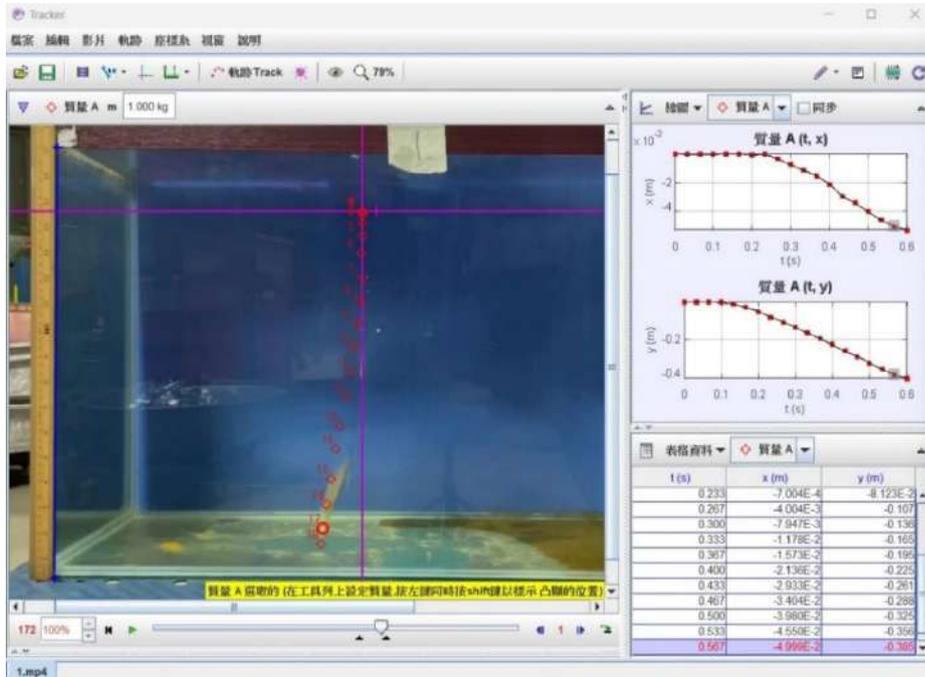


圖 5-1 天亞綁上秋刀魚肉片的軌跡圖

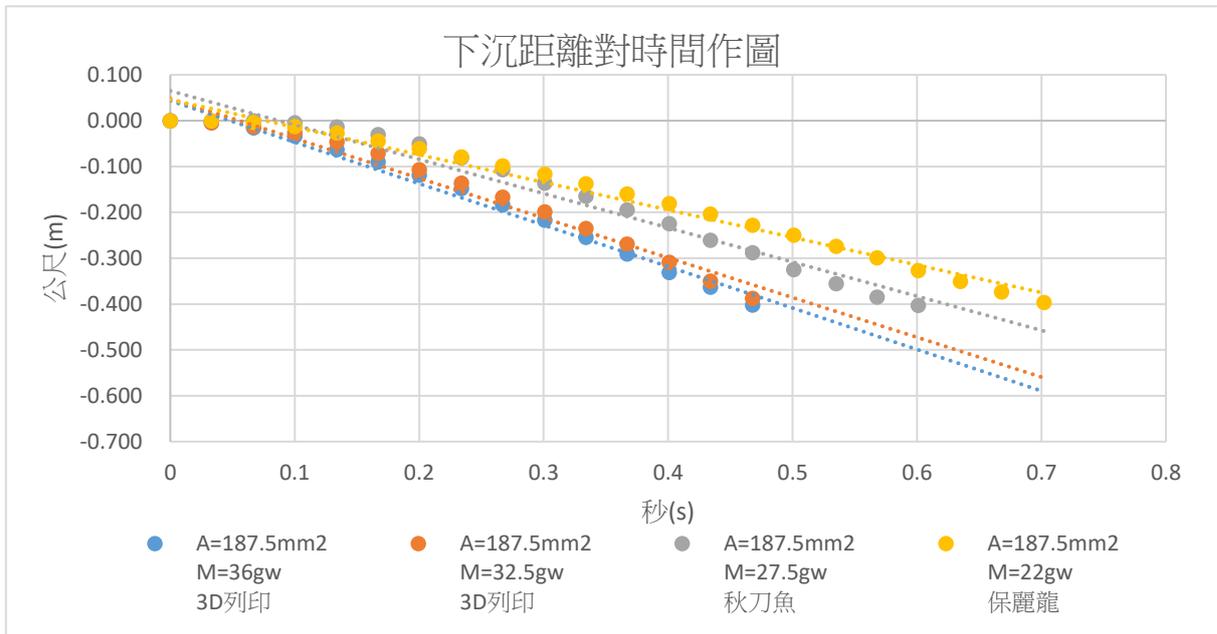


圖 5-2 不同平均密度、總重量天亞的下沉距離對時間作圖

由圖 5-2 可推測：

天亞綁保麗龍的下沉速率最慢；質量大小（密度）與下沉速率呈正相關。

二、天亞綁餌(非螺旋)在相同總重量、平均密度，不同截面積，自由沉體下沉速率變化。

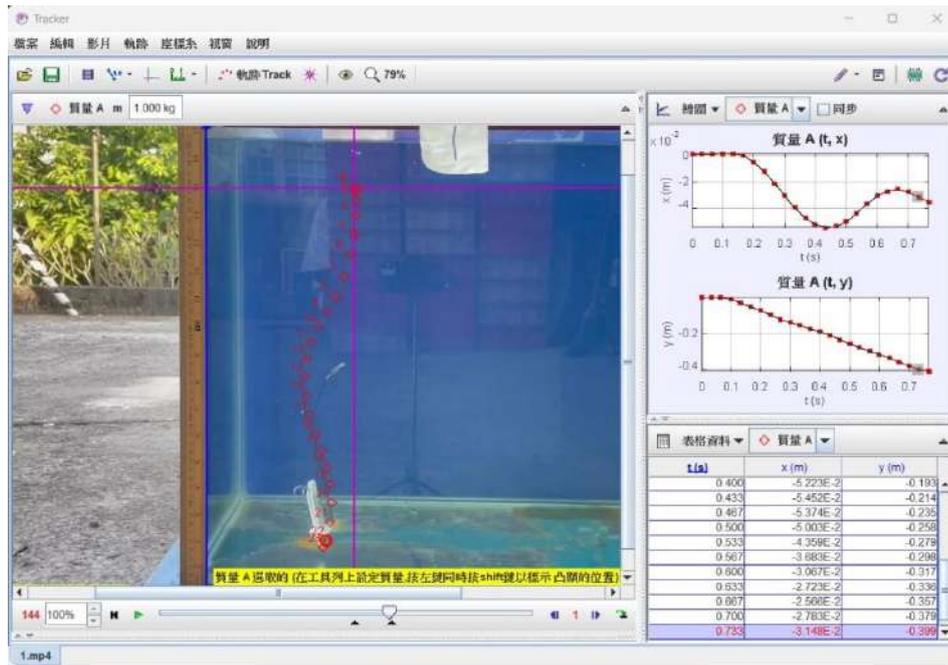


圖 5-3 截面積 706.5mm^2 (直徑 3 公分圓)自由沉體軌跡圖

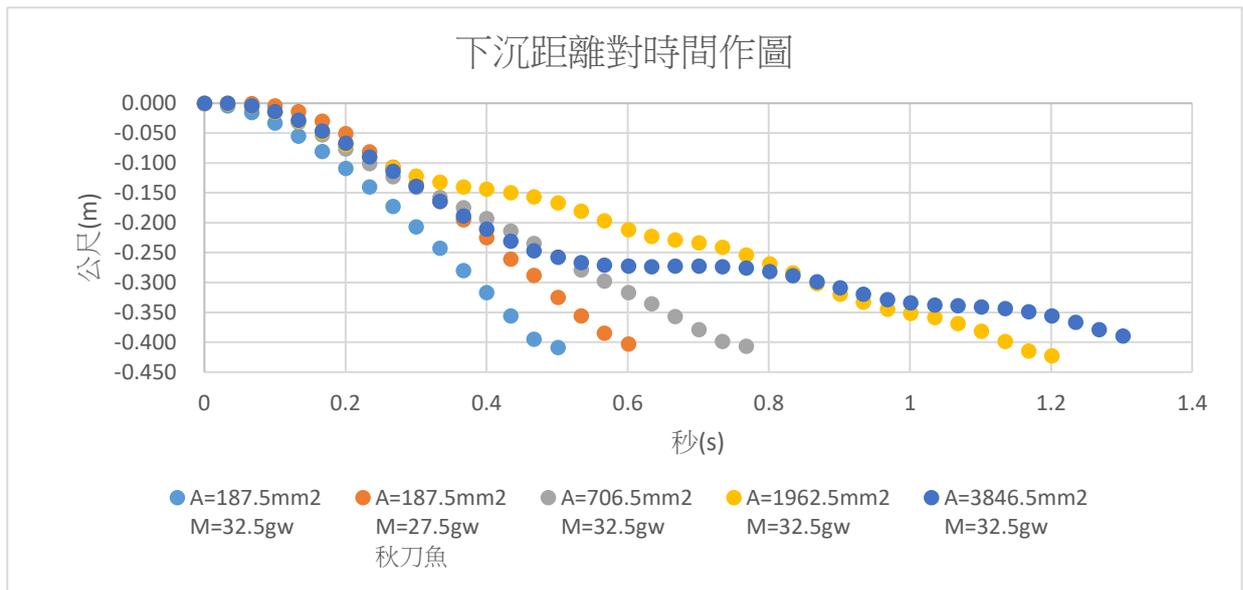


圖 5-4 不同截面積的天亞，下沉距離對時間作圖

由圖 5-4 可推測：

天亞在相同的質量下，截面積與下沉速率負相關。

但是當截面積越大其阻力越大，下沉的姿態越不穩定，實際在使用時，需把下沉不穩定的狀態加以考量。



三、創新的初代螺旋式天亞及螺旋式天亞 1.0、2.0、3.0，其總重量、平均密度及截面積相同，船釣時自由沉體下沉速率變化。

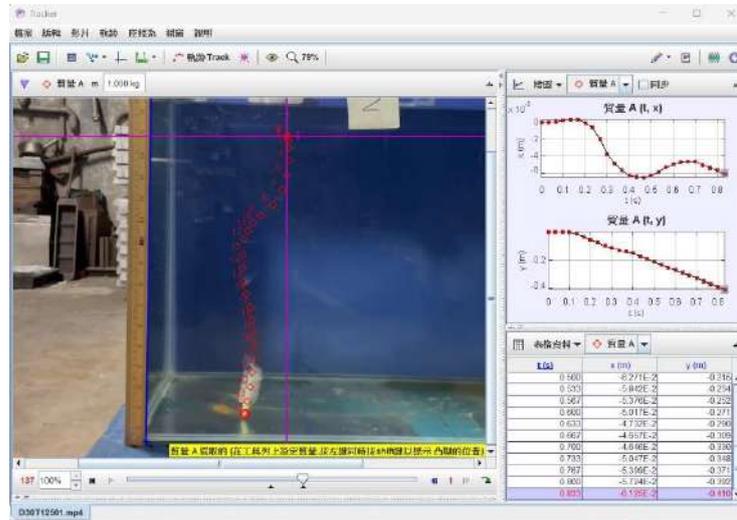


圖 5-5 初代螺旋式天亞，截面積 706.5 mm²，螺距 1.25 cm(四圈)自由沉體軌跡圖

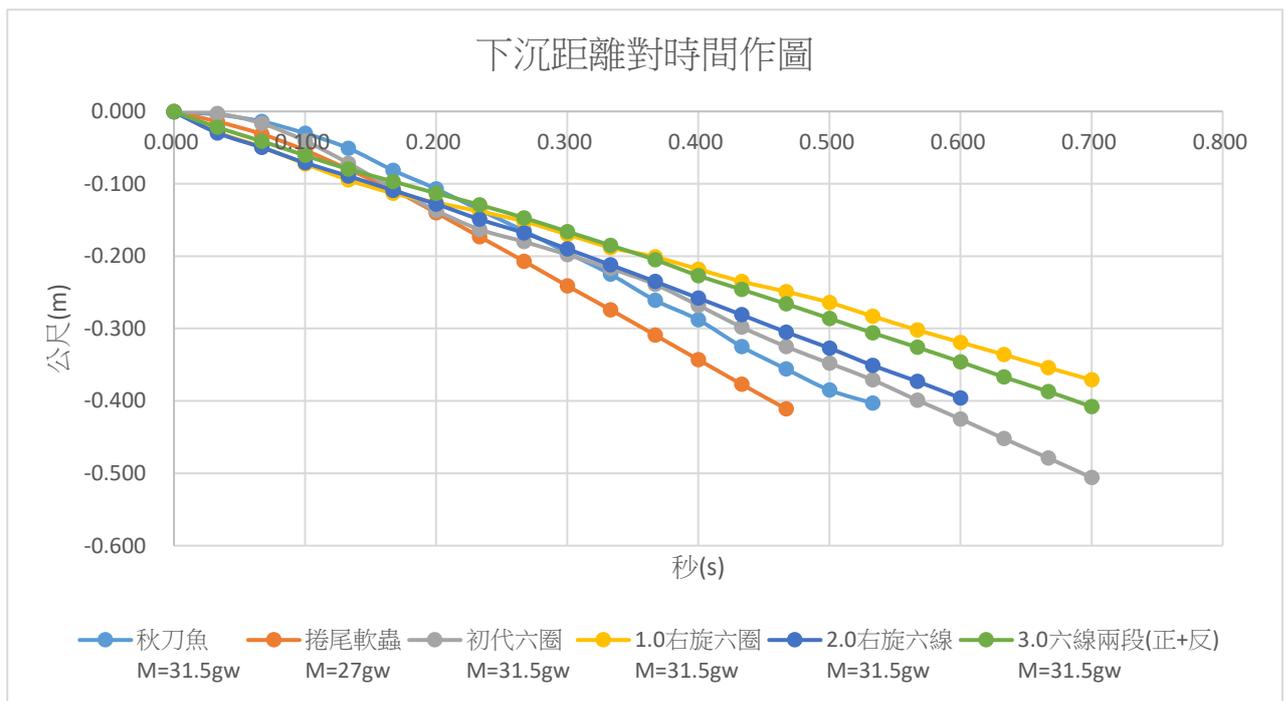


圖 5-6 螺旋狀天亞不同螺距的下沉距離對時間作圖

由圖 5-6 可推測：
創意螺旋式天亞改善天亞的下沉速率。

四、模擬岸拋時，天亞綁餌在**相同截面積**，**不同的總重量、平均密度**，
動態軌跡下沉速率變化。

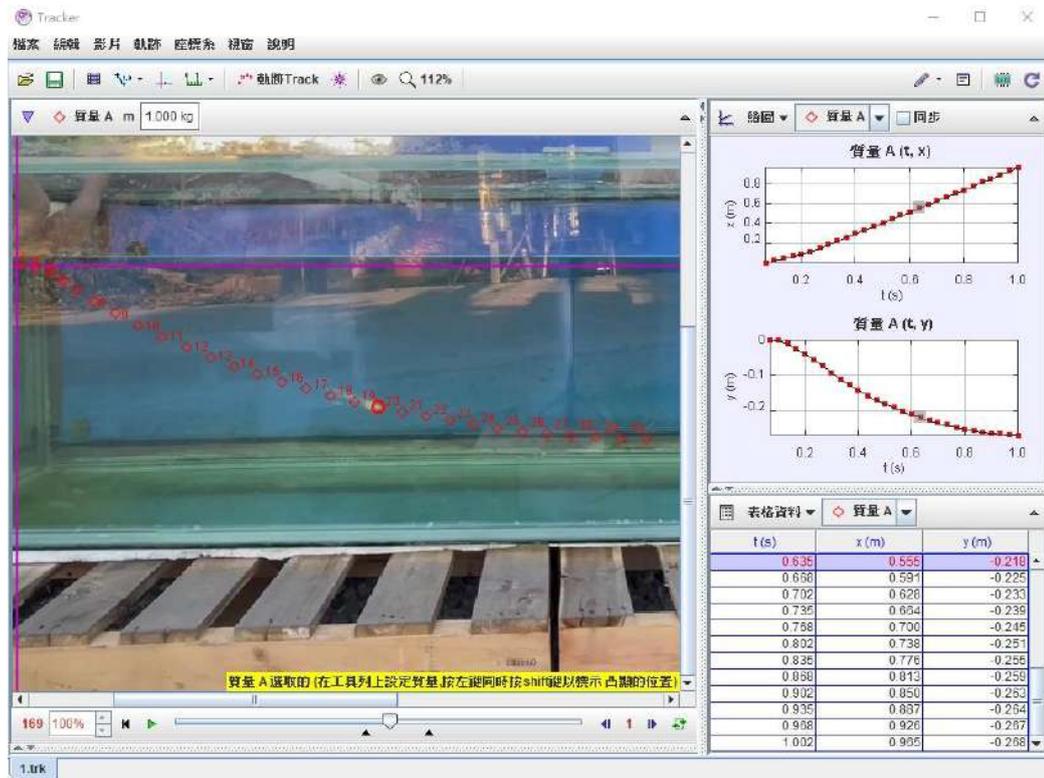


圖 5-7 天亞綁秋刀魚模擬岸拋收線時的動態軌跡圖

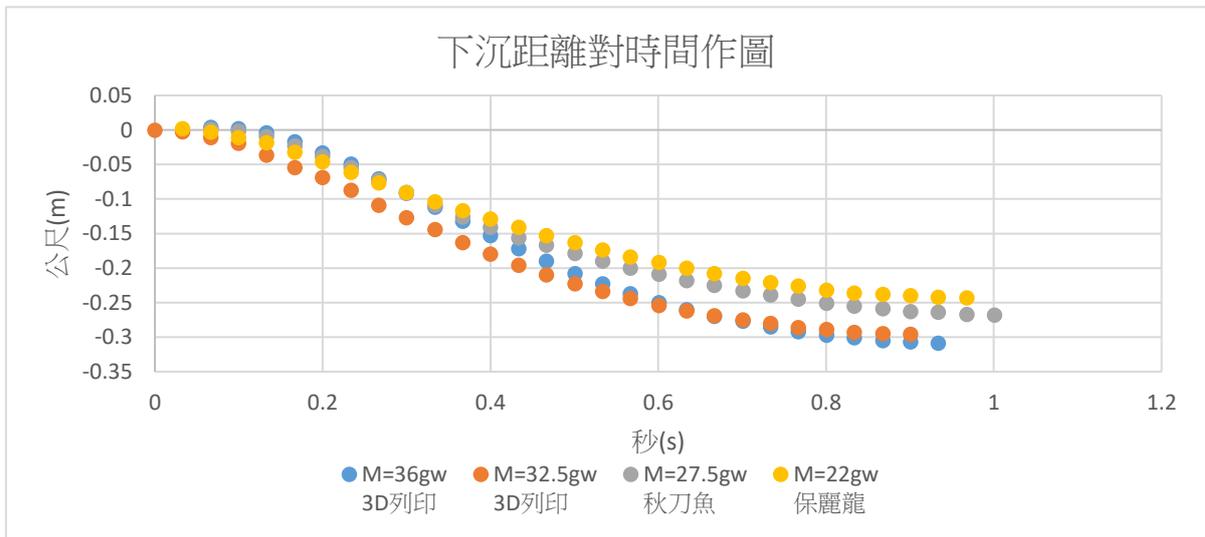


圖 5-8 模擬岸拋收線時，不同總重量天亞的下沉距離對時間作圖

由圖 5-8 可推測：
天亞的**下沉速率與總質量正相關**。

五、探討模擬岸拋時，天亞綁餌在**相同總重量、平均密度，不同截面積**，動態軌跡下沉速率變化。

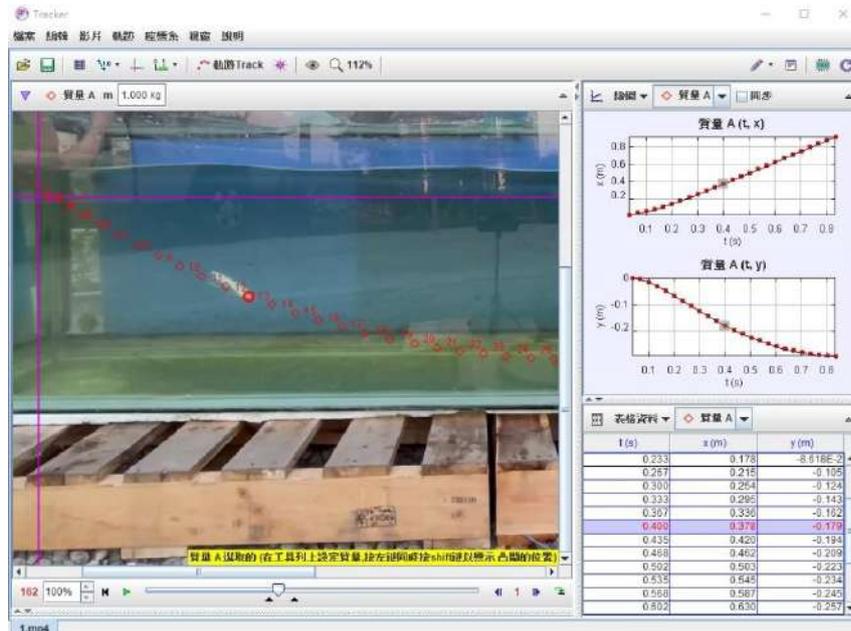


圖 5-9 模擬岸拋收線時，截面積 187.5mm^2 (直徑 3 公分圓)的動態軌跡圖

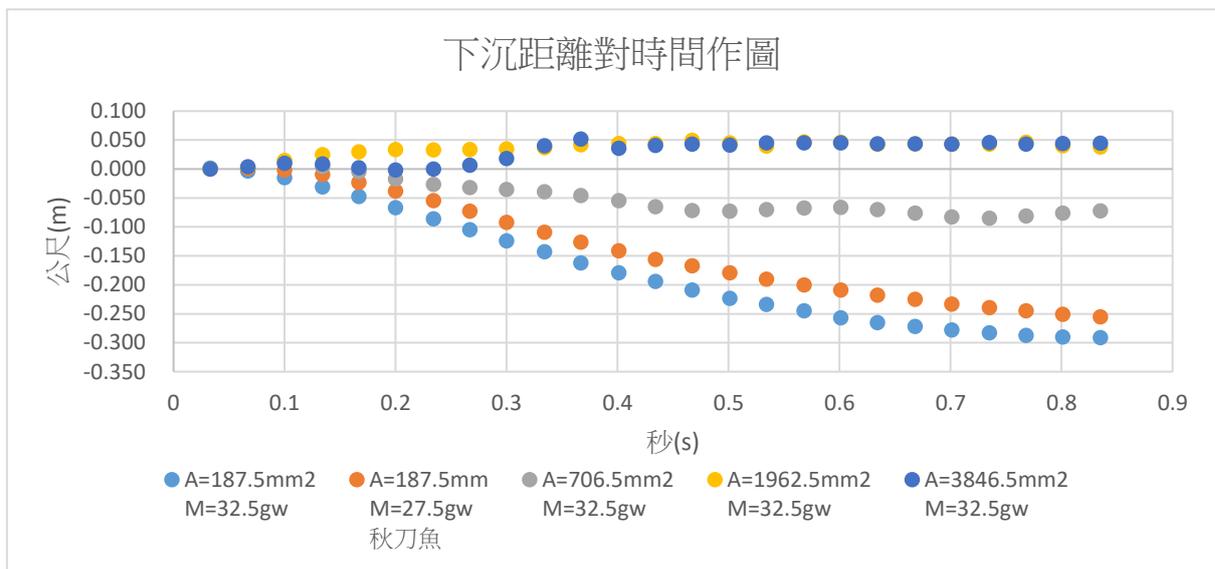


圖 5-10 模擬岸拋收線時，各種截面積的天亞下沉距離對時間作圖

由圖 5-10 可推測：

綁秋刀魚與面積 187.5mm^2 為一樣的面積，其總重量較輕，所以下降速率較小，所以一樣的面積，重量不同時，**重量與下沉速度成正相關**。相同重量下，截面積越大，下沉速率越慢，**截面積與下沉速率成負相關**。

六、探討模擬岸拋時，創新初代螺旋式天亞相同總重量、截面積、平均密度，不同導程角的固定式螺旋結構動態軌跡下沉速率變化。

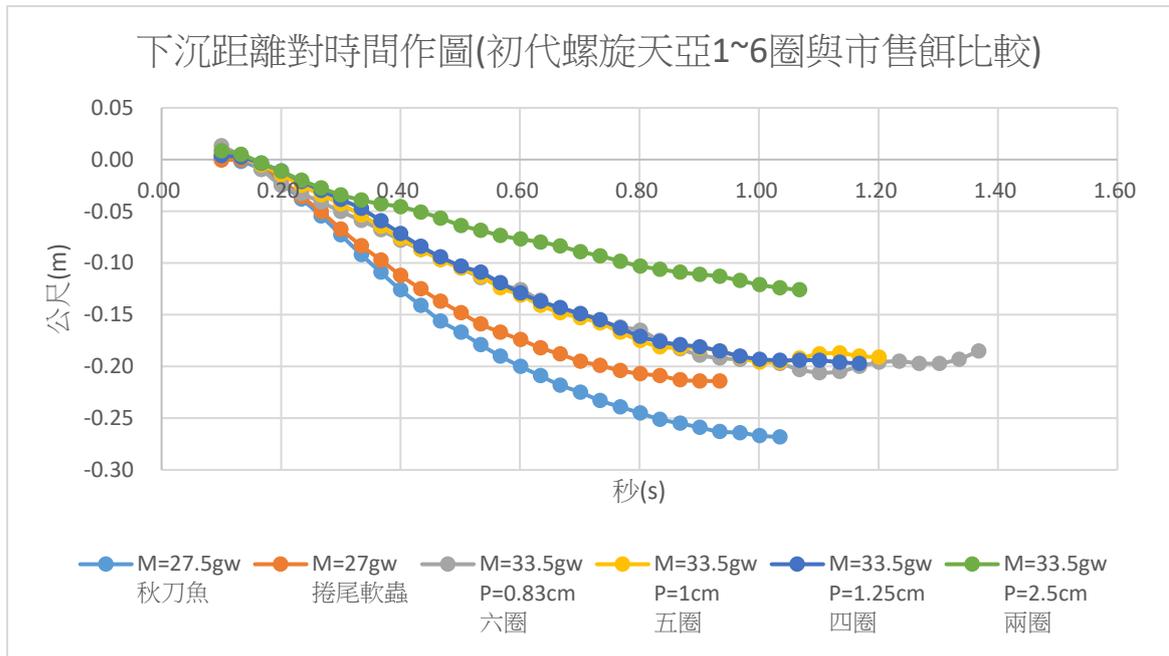


圖 5-11 初代螺旋式天亞與天亞綁秋刀魚、捲尾軟蟲的動態軌跡比較圖

由圖 5-11 可發現：

四圈、五圈、六圈的天亞不會旋轉且下沉速率相當；而兩圈的天亞整體旋轉擺盪幅度大，下沉速率最慢。

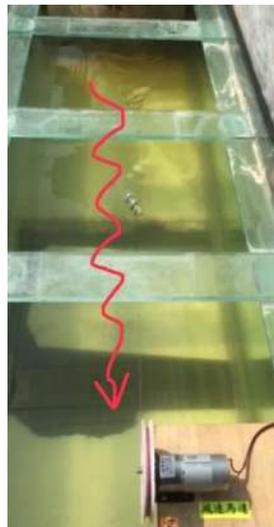


圖 5-12 初代螺旋式天亞 2 圈運動軌跡上方視角

由圖 5-12 可發現：

初代螺旋式天亞是固定式的螺旋結構，在拉動時會整體擺動、旋轉，兩圈的天亞擺動、旋轉最激烈，亦容易纏線。

七、探討模擬岸拋時，**創新螺旋式天亞 1.0** 相同總重量、截面積、平均密度，**不同導程角**的可獨立自由旋轉機構的動態軌跡下沉速率變化。

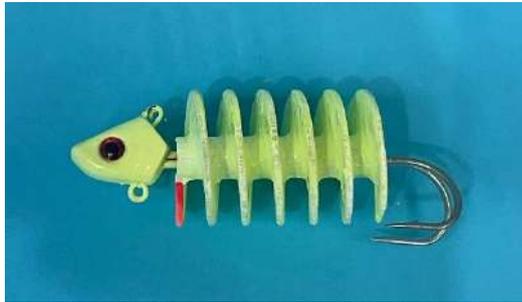


圖 5-13 六圈的創新螺旋式天亞 1.0，將固定的螺旋機構改良成獨立可自由旋轉的機構。

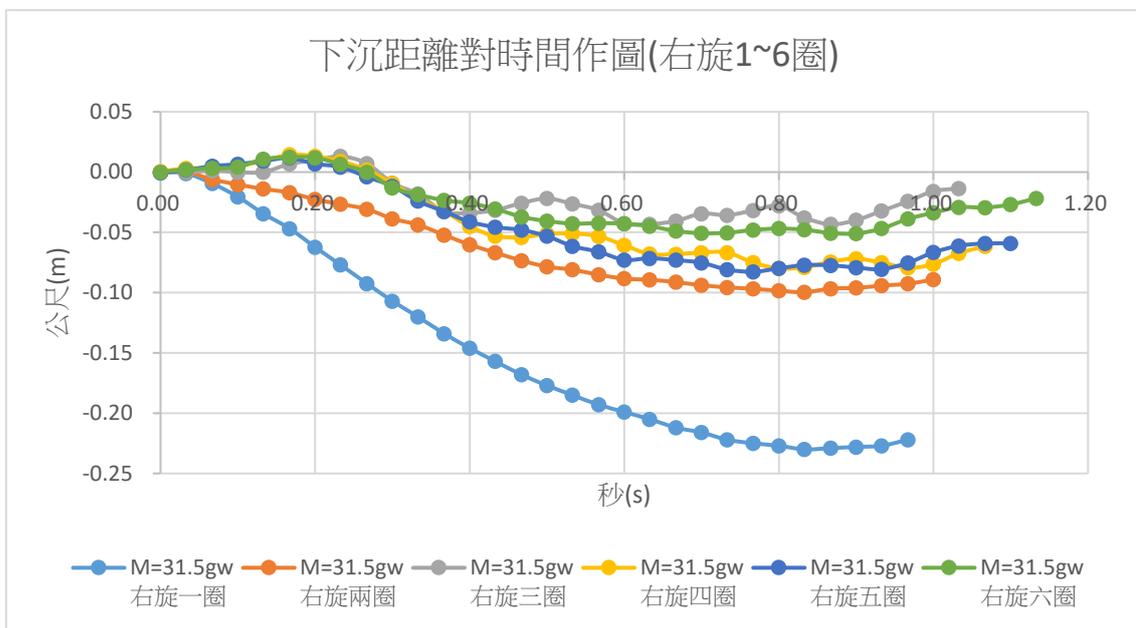


圖 5-14 創新螺旋式天亞 1.0 一圈~六圈岸拋實驗下沉距離對時間作圖

由圖 5-14 可發現：

只有 1 圈及 2 圈螺旋可順利旋轉，當圈數越多圈，螺距越小，導程角越小，阻力越大。

八、探討模擬岸拋時，創新螺旋式天亞 2.0 相同總重量、截面積、平均密度、導程角，不同螺旋線數動態軌跡下沉速率的變化。

- (一). 由實驗七可得知導程角越小越不易轉動
- (二). 改良天亞將多圈螺旋結構改良成多線螺旋結構以利轉動。並比較右旋及左旋差異。



圖 5-15 六線的創新螺旋式天亞 2.0

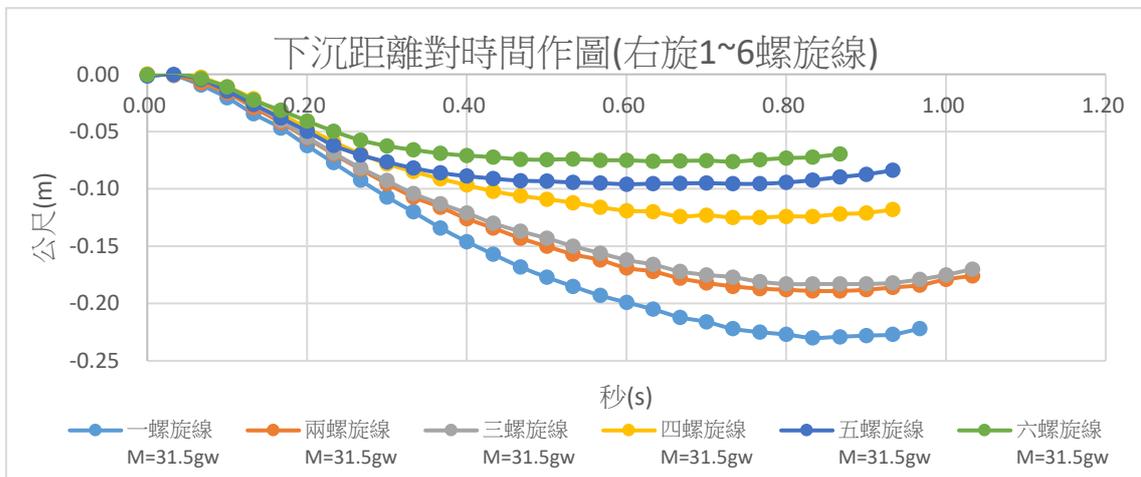


圖 5-16 模擬岸拋，右旋 1~6 個螺旋線下沉距離對時間作圖

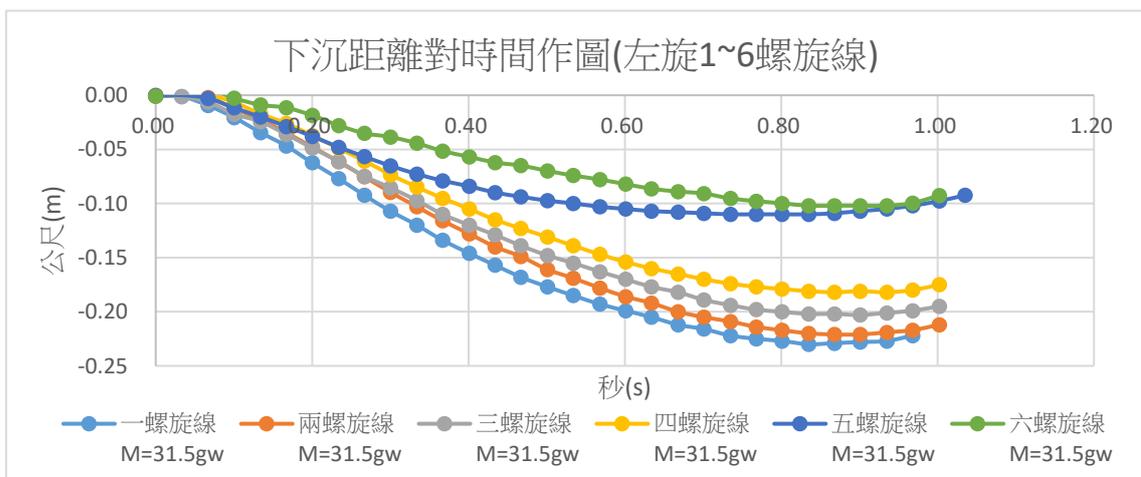


圖 5-17 模擬岸拋，左旋 1~6 個螺旋線下沉距離對時間作圖

由圖 5-16 及圖 5-17 可發現：
無論左旋或右旋，6 個螺旋線的天亞下沉皆是最慢的。

九、探討模擬岸拋時，**創新螺旋式天亞 3.0** 相同總重量、截面積、平均密度、導程角、螺旋線數，將螺旋機構分為兩段式，其動態軌跡上方視角的變化。

(一). 由實驗八可得知右旋拉動的路徑偏左，左旋拉動的路徑偏右

(二). 改良天亞將 6 線機構分成兩段，如下圖 5-18。發現當分成兩段右旋及左旋時，路徑可以修正為直線前行。



圖 5-18 **創新螺旋式天亞 3.0**，兩段螺旋，前段右旋 6 線、後段左旋 6 線



圖 5-19 模擬岸拋：
螺旋式天亞 2.0 右
旋時，其路徑會向
左偏移



圖 5-20 模擬岸拋：
螺旋式天亞 2.0 左
旋時，其路徑會向
左偏移

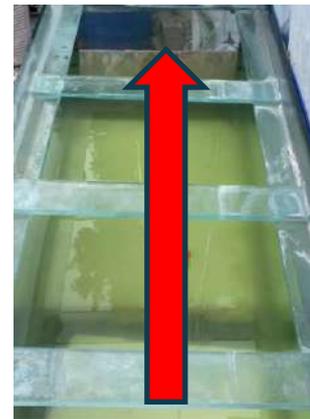


圖 5-21 模擬岸拋：
螺旋式天亞 3.0，分
為兩段，前、後不
同向螺旋，其路徑
會變直線。



十、岸拋實作成果與釣友體驗心得：

(一). 岸拋實作成果



圖 5-22 岸拋實作

於彰濱工業區北面堤防實際操作，在同地點、同時間使用四隻釣竿，比較天亞綁秋刀魚肉片及創意螺旋式天亞的勾底斷線及魚獲數量比較。

表 5-1 岸拋實作結果統計

鹿港彰濱北面堤防 岸釣實作 同時同地操作三小時				
	秋刀魚餌	初代螺旋天亞 (6 圈固定式)	螺旋天亞 1.0 (6 圈獨立旋轉)	螺旋天亞 2.0 (6 螺旋線)
鈎底斷線次數	6	0 勝	0 勝	0 勝
漁獲數量	3	4	7	11 勝

螺旋式天亞明顯改善鈎底斷線的機率，且升級過後的天亞明顯增加漁獲量。

(二). 釣友體驗心得分享

1. 第一位釣友：

使用螺旋天亞收線的時候，手可以很明顯感受到螺旋天亞在轉動。

2. 第二位釣友：

有時候天亞會再掛魚眼燈來吸引白帶魚的注意，或許在螺旋的葉片上面再貼一些亮片，在旋轉時會一閃一閃就會達到吸引白帶魚注意的目的。



3. 第三位釣友：

在常常釣魚的這個位置岸拋天亞，我拋出的距離大概都 50 米，總重 30 克重的天亞落水時即心中默念 15 秒才開始收線幾乎就是勾底，剛剛試拋了 10 次螺旋天亞，落水後默念 15 秒都沒有勾底，確實有比較慢的下沉速率。

十一、 成本分析：

(一) 3D 列印假餌成本推算：

實驗樣本 1：使用 2 個 3D 列印，重量各為 10.5 gw 及 14.0 gw。

3D 列印 PLA 線材 1kgw- 325 元，依重量比例換算成本為 3.40~4.55 元

(二) 天亞用餌成本比較表：

3D 列印假餌成本 VS 市售餌價格		
3D 列印假餌成本約 3.40 ~ 4.55 元  勝  圖 5-23	秋刀魚肉每片 8 元  圖 5-24	夜光小魷魚每隻 7 元  圖 5-25
	軟體小鰻魚每隻 13 元  圖 5-26	T 尾軟蟲每隻 5 元  圖 5-27
	軟體浮水蝦每隻 30 元  圖 5-28	軟體小魚每隻 19 元  圖 5-29

經本組計算，3D 列印假餌成本介於 NT\$3.40~4.55 之間，比較於綁秋刀魚肉片及其它仿生軟餌的成本相對便宜，值得研究與開發。



柒、結論

- 一、天亞在沒有螺旋結構下，下沉速率與總重量正相關，與截面積負相關。
- 二、初代螺旋天亞，藉由螺旋結構獲得轉動動能，明顯改善了下沉速率，但因為是固定式螺旋結構，天亞整體旋轉容易造成纏線。
- 三、螺旋天亞 1.0，改良了固定式螺旋結構，將其機構獨立可自由旋轉，解決纏線的問題。
- 四、螺旋天亞 2.0，改良了 1.0 在越多圈時，導程角越小阻力越大越不容易自由轉動，將 1.0 的單螺旋線改為多螺旋線結構，多螺旋線的導程角皆相同，在多圈時依然能夠順利旋轉。但螺旋天亞 2.0 仍有缺點，即在右旋型在拉動時其運動的軌跡有偏左的現象，而左旋型在拉動時其運動的軌跡有偏右的現象。
- 五、螺旋天亞 3.0，是將 2.0 的六螺旋線機構拆分成兩段，前段為右螺旋、後段為左螺旋，其運動軌跡相互抵消偏移的現象成為直線前進。
- 六、3D 列印假餌成本在 3.4~4.55 元，較秋刀魚肉片的 8 元便宜了 43~57.5%，較仿生軟體浮水蝦的 30 元便宜了 84.8~88.7%，成本相對便宜，值得研究開發。

不管在岸上岸拋或是在海上船釣白帶魚，面對瞬息萬變的環境，天亞並沒有絕對的掛餌的方式，需仰賴操作者累積的經驗，隨時面對當下的環境因素來對天亞做不一樣的配置，對於初學者的本組，學習如何減少勾底斷線是必要的課程，藉由本研究有助於讓本組了解影響天亞下沉速率的因素，來改善天亞勾底斷線的機率，3D 列印餌亦可重複使用，達到既省錢又環保的目的，符合 SDGs 永續發展目標。(SDGs 目標 14，第 1 細項目標：2025 年前，預防及大幅減少各類型的海洋污染，尤其來自陸上活動，包括海洋廢棄物和營養物污染。)



捌、參考資料

- 一、簡春潭(1979)台灣產肥帶魚及瘦帶魚之生殖生物學之研究，台灣省立海洋學院漁業研究所碩士學位論文，69 頁。
- 二、游韻馨譯。堤防磯拋投釣情報編輯部(2013/04/22)。路亞釣法全解析：完全征服磯岸、堤防、沙岸魚種攻略。尖端出版。
- 三、史塔濟爾·比谷(2001/05)。輕鬆愉快的海釣。瑞昇文化。
- 四、陳朝光 林進誠 洪良德 等著。CNS 機械製圖。高立圖書有限公司。第五章機械元件製圖法 5.1 螺旋 165~190 頁。
- 五、西野弘章(2009/06/30)。初次釣魚超入門。台南市：信宏出版社。
- 六、鄭新耀(92 年 2 月)。船釣大補帖。板橋市：釣魚世界雜誌社。
- 七、柯銹雪。釣魚百科全書。台北縣：鐘文出版社。
- 八、陳添鎮、孫之遨、郭宏賓(2011 年 4 月)。SolidWorks 產品與模具設計。全華圖書股份有限公司。
- 九、LOGO 由 孫佳萱(fish.JIA) 繪師所創及授權使用。
- 十、熱血大叔. (2020). 釣魚人夜釣最夯的"岸拋天亞"你學習了嗎? 安平南堤天亞攻略!
Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=x_wqpEoGz_s
- 十一、 劉阿修. (2019). 【船釣】天亞釣法大進擊 《大統 1 號 X Hayabusa》菊池雄一 選手貼身教學. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=2tFt5WakMcg>
- 十二、 水皮钓鱼. (2022). 岸釣白帶魚最简单最容易的方法（技术篇）. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=NEOgrIUJxQY>



玖、 附錄

照片攝影索引：

第一指導老師：圖 5-1、3、5、12。

第二指導老師：圖 5-7、9、19、20、21、22。

第一作者：圖 5-2、4、6、8、10、11、13、14、15、16、17、18、23、24、25、26、27、28、29，表 5-1。

第二作者：圖 4-2、4、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36，表 4-1。

第三作者：圖 3-1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21。

水皮钓鱼. (2022). 岸釣白帶魚最简单最容易的方法（技术篇）：圖 4-1。

熱血大叔. (2020). 釣魚人夜釣最夯的"岸拋天亞"你學習了嗎?安平南堤天亞攻略：圖 4-3。

陳朝光 林進誠 洪良德 等著。CNS 機械製圖。高立圖書有限公司：圖 4-5、6、7、8、9

【評語】 033010

此作品改良現有之天亞先天之下沉速率過快之問題，以能量的轉換觀點藉由旋轉動作使得位能轉換成轉動動能進而減緩下沉速率，解決原先設計上之容易斷線問題，大幅降低勾底斷線機率並提升其使用之壽命，此作品具有其創意特性。由於具有釣魚活動之推廣，建議可增加尋求釣友體驗心得分享，更能提升整體作品可行性。

作品簡報

An illustration of a person wearing a hat and a red shirt fishing on a boat. The person is holding a fishing rod. In the background, there is a large blue fish jumping out of the water, creating a splash. The sky is blue with white clouds. The overall style is colorful and cartoonish.

沉魚落驗

~探討創意螺旋式天亞對改善下沉速率的影響

壹、研究動機

初體驗岸拋白帶魚一小時勾底斷掉八個天亞，好不環保！於是本組研究如何減緩天亞下沉速率？天亞的釣法與路亞一樣，是模仿小魚游動姿態來引誘白帶魚來捕食，故拋出天亞落水後，即要開始收線，天亞便會像小魚一樣在海裡游動；天亞落水後即開始下沉，以收線速度來控制下沉速度；收線速度太慢便會沉到底部，很容易勾到石頭或異物無法解開而斷繩，所以減緩天亞下沉速率，就能減少勾底斷線的機率，即是減少製造海底垃圾的機率，來達到環保又省錢的目的。

貳、研究目的

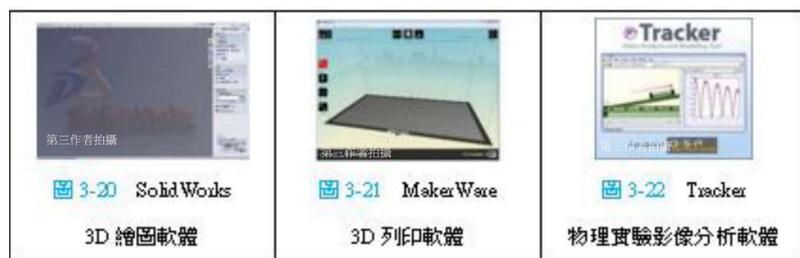
- 一. 探討天亞假餌在相同截面積，不同平均密度，自由下沉速率變化。
- 二. 探討天亞假餌在相同平均密度，不同截面積，自由下沉速率變化。
- 三. 探討創新的初代螺旋式天亞及螺旋式天亞1.0、2.0、3.0，其平均密度及截面積均相同，自由下沉速率變化。
- 四. 探討模擬收線(定速)，天亞假餌在相同截面積，不同的總重量、平均密度，動態軌跡下沉速率變化。
- 五. 探討模擬收線(定速)，天亞假餌在相同總重量、平均密度，不同截面積，動態軌跡下沉速率變化。
- 六. 探討模擬收線(定速)，創新初代螺旋式天亞相同總重量、截面積、平均密度，不同導程角的固定式螺旋結構動態軌跡下沉速率變化。
- 七. 探討模擬收線(定速)，創新螺旋式天亞1.0相同總重量、截面積、平均密度，不同導程角可獨立自由旋轉機構的動態軌跡下沉速率變化。
- 八. 探討模擬收線(定速)，創新螺旋式天亞2.0相同總重量、截面積、平均密度、導程角，不同螺旋線數動態軌跡下沉速率的變化。
- 九. 探討模擬收線(定速)，創新螺旋式天亞3.0相同總重量、截面積、平均密度、導程角、螺旋線數，將螺旋機構分為兩段式，其動態軌跡上方視角的變化。
- 十. 岸拋實作成果與釣友體驗心得。
- 十一. 與市售天亞假餌進行成本分析比較。

參、研究設備與器材

一. 設備及器材：本實驗的基本器材。



二. 實驗相關軟體說明：



三. 調速、定速捲線器製作過程與說明：



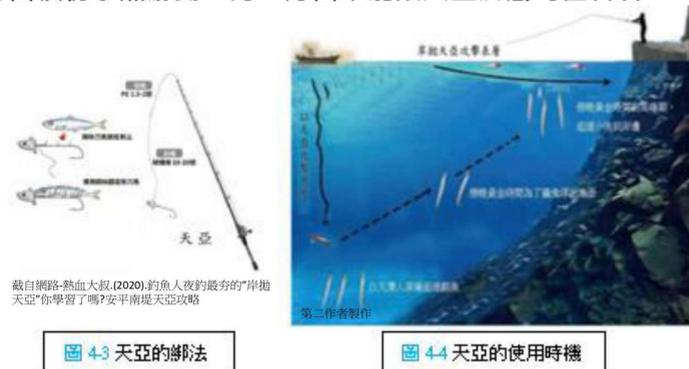
肆、文獻探討、研究流程與方法



一. 白帶魚簡介(如圖4-1)：白帶魚常態的姿態為佇立於海中，捕食時才會改變姿態向上、向前衝，撕咬獵物；不喜歡陽光，白天在深層的海底棲息，黃昏太陽下山至隔天清晨會游到淺層岸邊獵食；所以白天適合出海進行船釣，晚上則是船釣、岸拋都可以。據簡(1979)研究報告指出，東海、台灣海峽西側附近海域及南海之白帶魚共有三種，分別為帶魚、南海帶魚及短帶魚。在台灣附近海域漁獲之白帶魚，一般有肥帶魚與瘦帶魚之分，研究指出肥帶魚與瘦帶魚可依據齒型、下頷角隅骨來區分。

二. 天亞簡介(如圖4-2)：天亞是日語 テンヤ (Tenya) 音譯來的，台灣稱天亞 / 天揚。是一種釣魚用，其特色為鉛頭與釣鉤做成一體化。而用來釣白帶魚的天亞被稱為太刀天亞 (タチウオテンヤ)。天亞的構造為鉛塊連接長鉤，鉛塊為魚頭造型，生餌或假餌固定在天亞上後，會像是一條小魚，鉤子很大亦向下彎曲，下彎設計是為了鉤魚或叫錨魚，是從外部刺入魚身的捕魚方式；白帶魚常態的姿態是豎立的，當看到獵物便從下向上攻擊，咬住獵物，拖行咬斷、撕裂獵物後才吞食。天亞的兩隻大大下彎的鉤子，功能是在白帶魚咬住天亞拖行時，揚竿殺勾，下彎的大鉤子便會打入白帶魚的頭部或鰓部，牢牢地勾住白帶魚。

三. 天亞釣法說明(如圖4-3及圖4-4)：由於白帶魚白天棲息在深層的水域，於是白天較適合坐船至離岸較遠處尋找較深的水域，天亞以垂直方式下沉來搜尋魚群，此方式稱作船釣。傍晚至凌晨，白帶魚會游近岸來追捕小魚、小蝦，於是這段期間便適合站在岸上拋出天亞搜尋魚群，此方式便稱作岸拋。白帶魚天亞釣法是一種可以快速調整泳層的釣法，針對白帶魚特性而設計的魚鉤，可以有效的讓白帶魚著勾，使用天亞可以很直接的感受到白帶魚的拉力。船釣時，天亞垂直放下，下沉速度宜緩慢且穩定下沉才不易纏線；岸拋時，天亞受限於水深，天亞拋出落水後，即要開始收線拉回天亞避免沉底，一方面模仿小魚游動，另一方面不能讓天亞沉底勾住岩石。



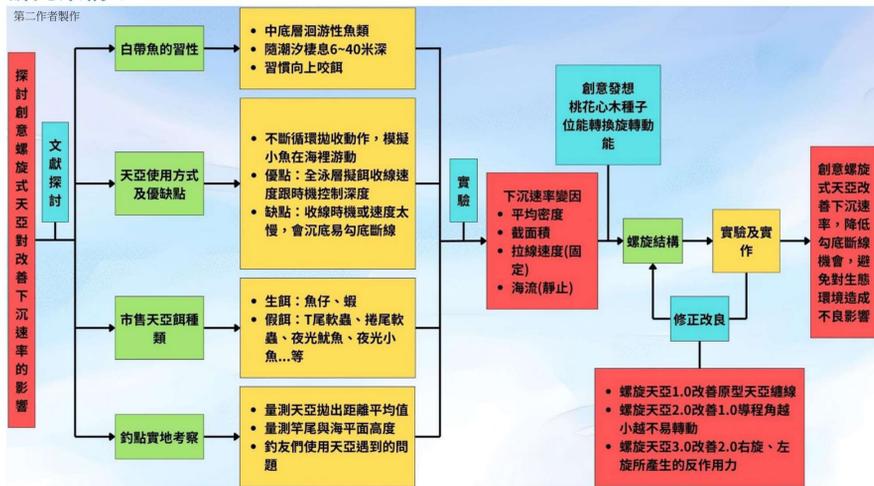
四. 市售天亞餌比較：

表4-1市售天亞餌比較表

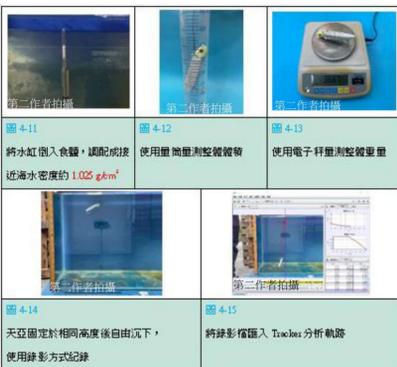
名稱	魚仔	秋刀魚片	捲尾軟蟲	T尾軟蟲	夜光小魷魚
類型	生餌	生餌	假餌	假餌	假餌
自由下沉速率(m/s) (三次平均)	0.73	0.65	0.63	0.62	0.56
友善釣魚	✗	✗	✓	✓	✓

伍、實驗過程及方法

一. 研究架構：



二. 實驗步驟流程：



1) 自由下沉實驗步驟流程：

- 將魚缸的水調配至接近海水密度(約1.025g/cm³)
- 量測各樣品的總體積及重量
- 於固定高度放開，使天亞自由下沉
- 將下沉過程錄影並匯入Tracker 軟體分析

2) 模擬收線(定速)實驗步驟流程：

- 將魚缸的水調配至接近海水密度(約1.025g/cm³)
- 將捲線器的線頭固定在離水面18公分的位置
- 將天亞勾上魚線，拉至離線頭垂直水面位置190公分處固定
- 打開捲線器開關，將下沉軌跡錄影並匯入Tracker 軟體分析

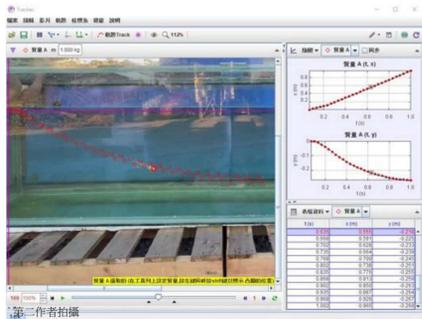


圖 5-1 天亞綁秋刀魚模擬岸地收線時的動態軌跡圖

3) 實驗的比較樣本：

① 實驗比較一(天亞假餌)：相同截面積，不同平均密度

樣本	對照組		實驗組	
	A	B	C	D
圖片				
截面積	187.5 mm ²			
重量	27.5 gw	36.0 gw	32.5 gw	22.0 gw
體積	6 cm ³	14 cm ³	9 cm ³	12 cm ³
平均密度	4.58 g/cm ³	2.57 g/cm ³	3.61 g/cm ³	1.83 g/cm ³

② 實驗比較二(天亞假餌)：相同平均密度，不同截面積

樣本	對照組		實驗組	
	E	F	G	H
圖片				
截面積	187.5 mm ²	706.5 mm ²	1962.5 mm ²	3846.5 mm ²
重量	32.5 gw			
體積	9 cm ³			
平均密度	3.61 g/cm ³			

③ 實驗比較三(初代螺旋天亞)：相同平均密度、截面積，不同導程角(圈數)

樣式	I	J	K	L
圖片				
截面積	706.5 mm ²			
重量	33.5 gw			
體積	13 cm ³			
平均密度	2.57 g/cm ³			

④ 實驗比較四(螺旋天亞1.0，如圖4-28)：相同平均密度、截面積，不同導程角(圈數)，螺旋結構獨立可自由旋轉，綠色為右旋，紅色為左旋。

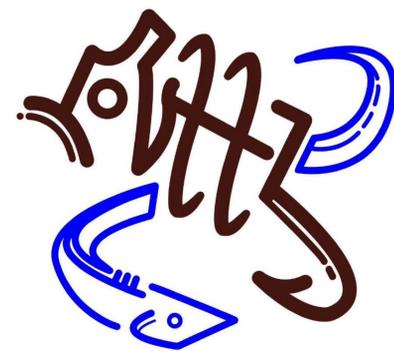
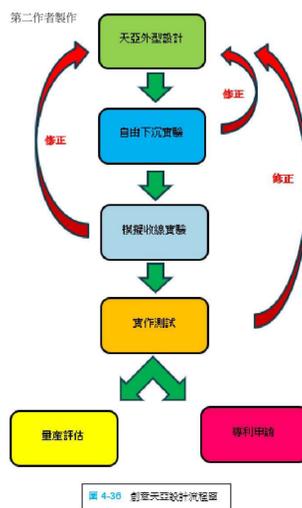
⑤ 實驗比較五(螺旋天亞2.0，如圖4-29)：相同平均密度、截面積、導程角(圈數)，不同螺旋線數，綠色為右旋，紅色為左旋。



⑥ 實驗比較六(螺旋天亞3.0，如圖4-30)：相同平均密度、截面積、導程角(圈數)、螺旋線數，分為兩段：綠色為右旋，紅色為左旋。

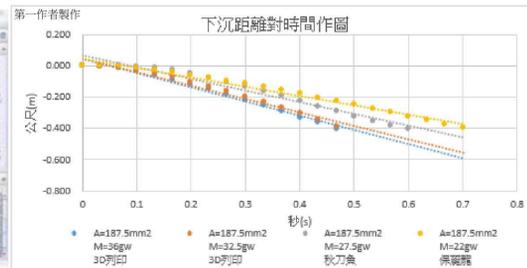
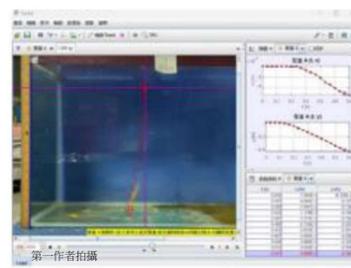


三. 創意天亞設計流程圖及商標設計：



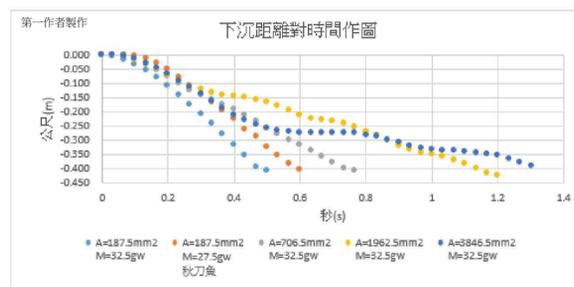
陸、研究結果及討論

一. 天亞假餌(非螺旋)在相同截面積，不同平均密度，自由沉體下沉速率變化。



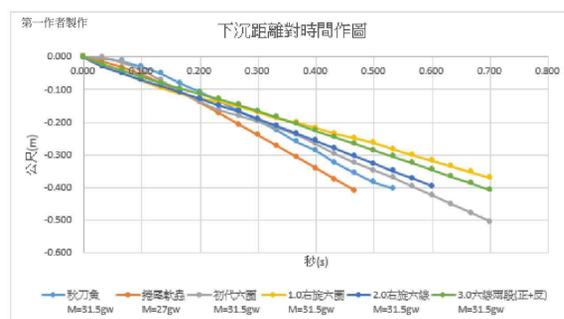
由圖5-2可推測：天亞綁保麗龍的總重量最輕，其下沉速率最慢；質量大小、平均密度與下沉速率呈正相關。

二. 天亞假餌(非螺旋)在相同平均密度，不同截面積，自由沉體下沉速率變化。



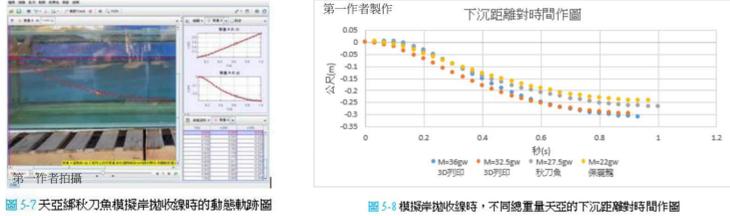
由圖5-4可推測：天亞在相同的平均密度，截面積與下沉速率呈負相關；但當截面積越大時阻力越大，下沉的姿態越不穩定，實際在使用時，需把下沉不穩定的狀況加以考量。

三. 創新的初代螺旋式天亞與螺旋式天亞1.0、2.0、3.0，其平均密度及截面積相同，自由下沉的速率變化。



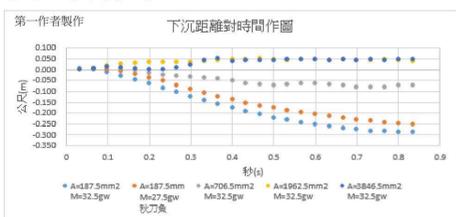
由圖5-6可知：創意螺旋式天亞明顯改善下沉的速率

四. 模擬收線(定速)實驗, 天亞假餌在相同截面積, 不同平均密度, 動態軌跡下沉速率的變化。



由圖5-8可知：下沉速率與平均密度正相關。

五. 模擬收線(定速)實驗, 天亞假餌在相同平均密度, 不同截面積, 動態軌跡下沉速率的變化。



由圖5-10可知：截面積與下沉速率負相關。

六. 模擬收線(定速)實驗, 創新初代螺旋天亞(固定式螺旋結構)在相同平均密度、截面積, 不同導程角(圈數), 動態軌跡下沉速率的變化。

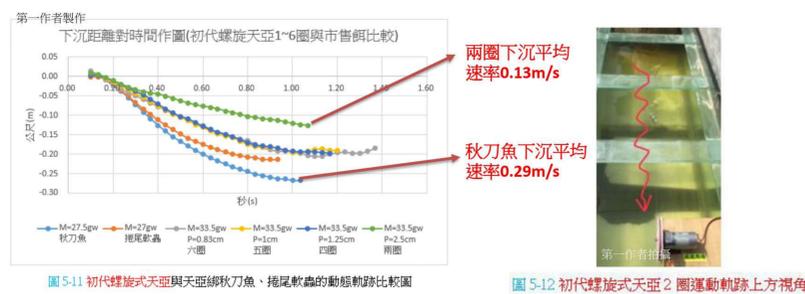


圖5-11：四、五、六圈的天亞不會旋轉且下沉速率相當；而兩圈的天亞整體旋轉擺盪幅度大，下沉速率最慢。

七. 模擬收線(定速)實驗, 創新螺旋天亞1.0(獨立自由旋轉螺旋結構)在相同平均密度、截面積, 不同導程角(圈數), 動態軌跡下沉速率的變化。

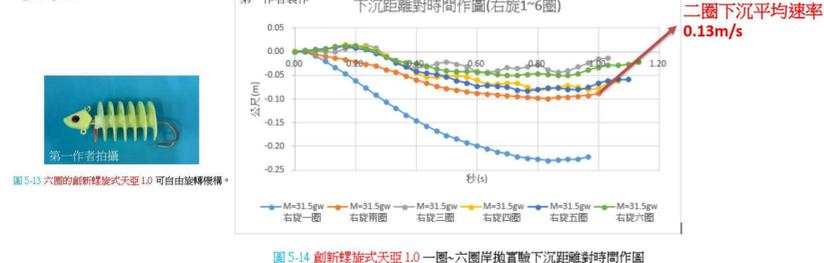


圖5-14：只有1圈及2圈螺旋可順利旋轉；當圈數越多圈，螺旋距越小，導程角越小，阻力越大，無法順利旋轉。

八. 模擬收線(定速)實驗, 創新螺旋天亞2.0(獨立自由旋轉螺旋結構)在相同平均密度、截面積、導程角, 不同螺旋線數(1~6個螺旋線), 動態軌跡下沉速率的變化。

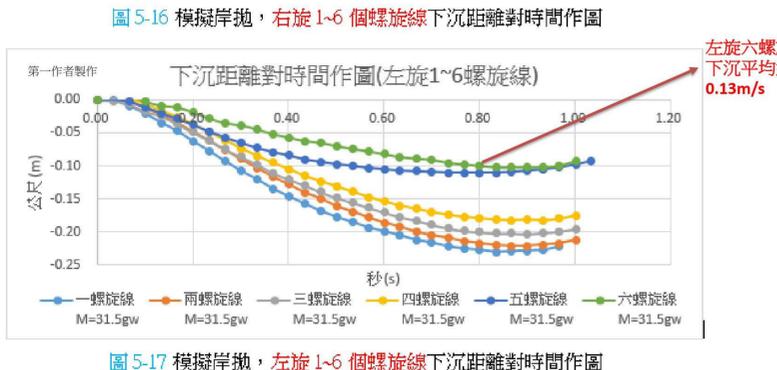
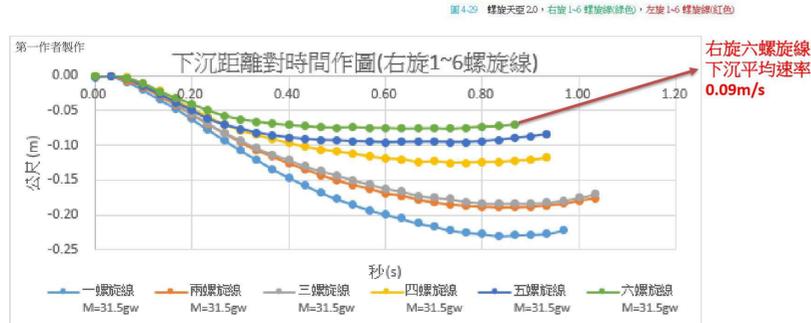


圖5-16、17：1~6個螺旋線皆可順利順暢的旋轉；右旋和左旋都是6個螺旋線的下沉速率皆最慢。

九. 模擬收線(定速)實驗, 創新螺旋天亞3.0(獨立自由旋轉螺旋結構)在相同平均密度、截面積、導程角、螺旋線數(6線), 將螺旋機構分成兩段(右旋+左旋), 動態軌跡下沉速率的變化。

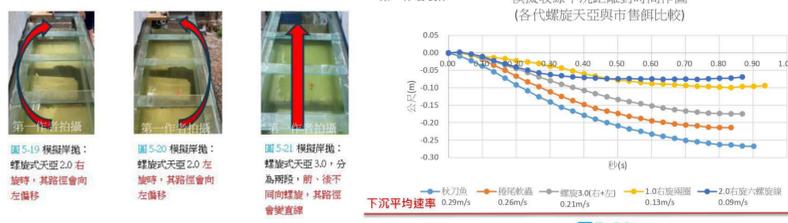


圖5-21：將6線螺旋線結構拆分成兩段右旋及左旋，路徑可以修正為直線前進。

圖5-32：下沉速率，螺旋式天亞1.0比秋刀魚天亞慢了2.2倍！螺旋式天亞2.0慢了3.2倍！螺旋式天亞3.0慢了1.4倍！

十. 岸拋實作成果與釣友體驗心得：

1) 岸拋實作成果



第一作者製作	岸拋實作 釣三次的平均(每次同時釣的三小時)			
	秋刀魚假餌	初代螺旋天亞 (6圈固定式)	螺旋天亞 1.0 (6圈獨立旋轉)	螺旋天亞 2.0 (6螺旋線)
釣底斷線次數	5.0	0	0	0
漁獲數量	3.3	4.0	8.7	10.0

2) 釣友體驗心得分享

- ① 第一位釣友：使用螺旋天亞收線的時候，手可以很明顯感受到螺旋天亞在轉動。
- ② 第二位釣友：有時候天亞會再掛魚眼燈來吸引白帶魚的注意，或許在螺旋的葉片上面再貼一些亮片，在旋轉時會一閃一閃就會達到吸引白帶魚注意的目的。
- ③ 第三位釣友：在常常釣魚的這個位置岸拋天亞，我拋出的距離大概都50米，總重30克重的天亞落水時即心中默念15秒才開始收線幾乎就是勾底，剛剛試拋了10次螺旋天亞，落水後默念15秒都沒有勾底，確實有比較慢的下沉速率。

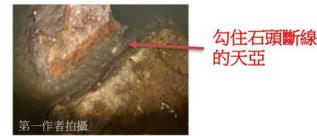
十一. 成本分析：

3D 列印假餌成本	市售假餌價格
3D 列印假餌成本約 3.4~4.55 元	秋刀魚肉片 8 元
	假餌小軟體每隻 19 元
	假餌小硬體每隻 11 元
	假餌小軟體每隻 11 元
	假餌小硬體每隻 19 元

十二. 新型專利申請：

經查尚無類似專利後，申請新型專利中！

十三. 漁獲照片(圖5-30)及退潮後，發現因收線太慢勾住石頭而斷繩的天亞(圖5-31)：



柒、結論

- 一. 天亞在沒有螺旋結構下，下沉速率與平均密度正相關，與截面積負相關。
- 二. 初代螺旋天亞，藉由螺旋結構獲得轉動動能，明顯改善了下沉速率，但因為是固定式螺旋結構，天亞整體旋轉容易造成纏線。
- 三. 螺旋天亞1.0，改良了固定式螺旋結構，變更為獨立可自由旋轉，解決纏線的問題，下沉平均速率較秋刀魚天亞慢2.2倍！
- 四. 螺旋天亞2.0，改良1.0在越多圈時，導程角越小阻力越大越不容易自由轉動，將1.0單螺旋線改為多螺旋線結構，多螺旋線的導程角皆相同，都能夠順利旋轉。下沉平均速率較秋刀魚天亞慢3.2倍！而螺旋天亞2.0發現了右旋、左旋型的路徑偏移現象，右旋型在拉動時其運動的軌跡會偏左，左旋型在拉動時其運動的軌跡會偏右。
- 五. 螺旋天亞3.0，是將2.0的六螺旋線機構拆分成兩段，前段為右螺旋後段為左螺旋，其運動軌跡作用力及反作用力相互抵消成為直線前進；下沉平均速率較秋刀魚天亞慢1.4倍！
- 六. 3D列印假餌成本3.4~4.55元，較秋刀魚肉片8元便宜43~57.5%，較仿生軟體浮水蝦30元便宜84.8~88.7%，值得研究開發。本研究有助於了解影響天亞下沉速率的因素，改善天亞勾底斷線的機率，減少產生海底垃圾的機會；3D列印假餌可重複使用，達到既環保又省錢的目的，符合SDGs永續發展目標。
- 七. 創意螺旋式天亞不需要綁小魚小蝦，讓牠們有長大的機會，符合海洋保育署推動的友善釣魚行動，達到維護生態資源永續的目的。
- 八. 經查無類似專利，專利申請中！商標申請中！

捌、參考資料

- 一. 簡春潭(1979)台灣產肥帶魚及瘦帶魚之生殖生物學之研究，台灣省立海洋學院漁業研究所碩士學位論文，69頁。
- 二. 堤防磯拋投釣情報編輯部(2013/04/22)。游韻馨譯。路亞釣法全解析：完全征服磯岸、堤防、沙岸魚種攻略。尖端出版。