

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

最佳(鄉土)教材獎

080304

海口溝的彈跳高手

學校名稱：新竹市香山區港南國民小學

作者：	指導老師：
小六 洪滢芳	林靜純
小六 陳香仔	何萬清
小六 卓芝含	
小六 韋傑強	
小六 林郁峰	

關鍵詞：彈塗魚、彈跳、洞穴

海口溝的彈跳高手

摘 要

海口溝出現兩種不同的彈塗魚，一為小彈塗魚（俗稱泥猴），一為大彈塗魚（俗稱花跳），彈塗魚能在水面上或泥地上活躍的彈跳，我們測量小彈塗魚在陸地上一跳的長度，約為身長 1.3 倍至 2 倍，並研究出彈塗魚適合生長的棲地環境與泥地的泥濘程度及食物性有關，漲潮時小彈塗魚隨著潮線活動，大彈塗魚則躲於淺水的洞穴中。

彈塗魚在水面下的洞穴口會有一灘黑色的泥沙，泥地上的洞穴口則呈「爪」字形痕跡。洞穴有二個出入口，一為主要出入口，一為暢通水流和空氣，洞穴形狀呈「Y」型，作用有交配、孵育及家庭的功能。

我們拍攝彈塗魚張開背鰭，大跳求偶舞以吸引母魚入洞交配的景象，針對彈塗魚喜好的顏色做了實驗，發現藍色能吸引較多的彈塗魚。

壹、研究動機

海口溝位於學校操場後面，海水漲潮及退潮後會形成特殊的生態景象，它不但是最佳的大自然教材亦是學校的寶貝。海口溝的泥地生態一直是學校本位課程—「和大自然牽手」教學與研究的重點。

課程中老師帶領我們到海口溝實地觀察，我們發現具有保護色的彈塗魚非常特殊，不但可以在水中游泳亦可以在泥地上爬行，彈塗魚為何類生物？生活習性和泥地上的其他生物有何不同？仔細觀察後我們發現泥地上有二種體型相差甚大的彈塗魚，是否為同一種類？彈塗魚受驚嚇時會在水面上快速彈跳或鑽入洞穴中，而泥地上滿是洞穴，到底哪一個才是彈塗魚的洞穴？要如何判斷？在淺水中游泳只露出一雙凸眼；有時也會張開美麗的背鰭；甚至白鷺鷥一來，彈塗魚為何就不見踪影？

以上種種奇妙的景象都引起我們一連串的好奇心，令人想要一探究竟。於是我們決定以彈塗魚做為本次研究的主題，利用課餘的時間和老師一起來觀察研究。

貳、研究目的

- 一、研究彈塗魚的身體構造、習性及棲地環境。
- 二、研究彈塗魚的洞穴及出洞、入洞的行為。
- 三、研究彈塗魚的求偶行為。

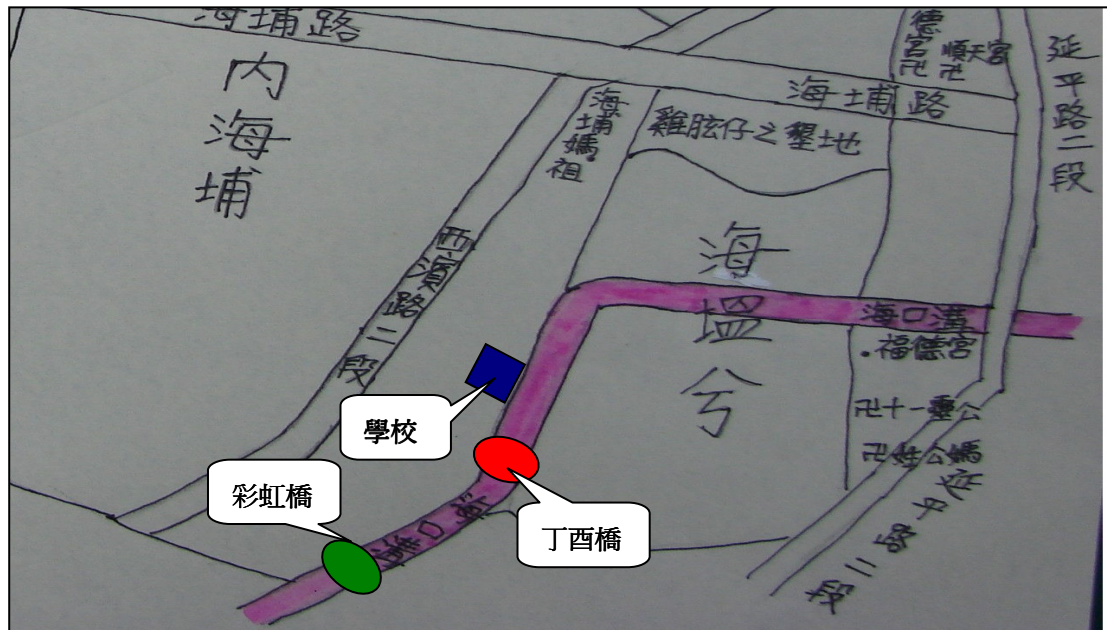
參、研究設備及器材

中央氣象局潮汐預測表、圖鑑、觀察紀錄表、放大鏡、望遠鏡、數位相機、攝影機、鏟子、木棒、吸管、水桶、雨鞋、水族箱、直尺、米糠及魚餌、陷阱—塑膠小籠子

肆、研究過程與結果

一、研究彈塗魚的身體構造、習性及棲地環境。

(一) 海口溝的位置圖



(二) 海口溝的真面貌



(三) 尋找海口溝的彈塗魚

- 1、彈塗魚屬於鰕虎魚科，為兩棲性魚類，頭有點像青蛙，身體卻像鱔魚。
- 2、觀察時我們發現彈塗魚喜歡在泥地與水面交界處或是紅樹林下休息。
- 3、彈塗魚可以在水中游泳，亦可在泥地上爬行，牠可以用有力的尾鰭在水面上彈跳，甚至還會吸附在水筆仔的樹幹上，牠利用胸鰭前後擺動就可以爬行，身體修長有力，彈跳的動作快又遠。
- 4、彈塗魚非常適應其半陸生的生活，可以離開水面一段時間。牠的呼吸方法是先讓腮腔充滿水，經過循環以獲得氧氣，彈塗魚也可以用口或通過皮膚吸收氧氣，以保持皮膚及咽喉濕潤，所以能在陸上活動，不過一段時間後彈塗魚必須回到水裡。
- 5、彈塗魚的頭常常在泥地上像吸塵器似的在地上掃來掃去。

【問題一】觀察時發現彈塗魚身上的花紋有明顯的不同，是否為不同種的彈塗魚？
查詢網路及書籍發現體側有深色條紋且體型較小的彈塗魚叫「小彈塗魚」；身上有螢光藍點且體型較大的彈塗魚叫「大彈塗魚」。



【問題二】大、小彈塗魚的身體構造為何？有何不同？

【實驗一】我們決定抓幾隻彈塗魚來觀察牠的身體構造。

97年11月20日捕捉彈塗魚記

- 1、彈塗魚的彈跳功夫太厲害了，我們決定用輔助工具來捕捉。
- 2、請教彈塗魚專家，使用專用的塑膠小籠子，埋入彈塗魚進出的洞口，可能是方法不夠正確，結果沒有彈塗魚落入陷阱。
- 3、最後用小魚網捕捉，順利捉到好幾隻小彈塗魚。



4、小彈塗魚的身體構造





【實驗二】捕捉大彈塗魚，實際觀察大彈塗魚的身體構造。

- 1、98年3月12日下午四點，我們深入泥濘的泥地，請附近居民協助在洞穴口埋入6個陷阱，引誘彈塗魚入陷阱，大約隔一小時後將小籠子收回，但沒有任何彈塗魚上勾。



- 2、98年3月13日下午五點，老師請了釣魚高手來指導我們。

- (1) 首先我們先用米糠和魚餌混合調製成彈塗魚的誘餌，再將誘餌放入小籠子，試圖以食物來引誘彈塗魚入籠，小籠子再以釣魚線綁住，當陷阱埋入土中，一端的釣魚線可固定於泥堆中，免於陷阱被潮水沖走，亦方便收回。
- (2) 下午約五點半我們在泥地上的15個洞口埋入陷阱，希望經過一個晚上後能引誘彈塗魚上勾。
- (3) 98年3月14日上午八點我們滿懷期待的收回15個陷阱，結果還是失敗了，沒有抓到任何一隻彈塗魚。



誘餌—米糠及魚餌



將誘餌放入小籠子中



將陷阱埋入泥地的洞穴口



埋入的陷阱



次日清晨收回小籠子

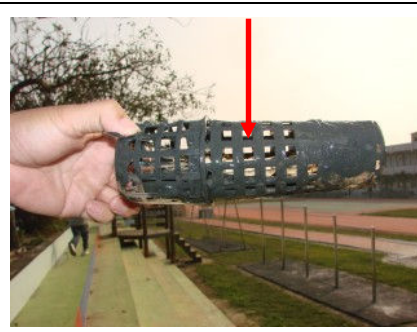
3、98年3月16日下午四點出現了彈塗魚達人，指導我們如何施放陷阱。

(1) 我們在彈塗魚主要的出入洞穴口埋入小籠子，並將洞穴四周的洞口用土蓋住，堵住其他出入口，這次我們埋入約30個陷阱，希望這次能順利捕獲彈塗魚。

(2) 過了約一小時，我們終於捕獲了三隻大彈塗魚及一隻大彈塗魚的幼魚。



小籠子埋入土中，並將洞穴四周的洞口用土蓋住



彈塗魚在小籠子裡



捕獲三條彈塗魚了

4、大彈塗魚的身體構造

		
<p>大彈塗魚的全貌</p>	<p>身長約 18 公分</p>	<p>一對似豹紋的胸鰭 一對凸眼</p>
		
<p>藍色圓點的尾鰭</p>	<p>似皇冠般的前段背鰭</p>	<p>藍色圓點の後段背鰭</p>
		
<p>下腹部的鰭</p>	<p>腹鰭演化成吸盤</p>	<p>口邊緣有小小的尖牙</p>
		
<p>眼睛有特別的褶層，可以縮入</p>	<p>腹部有二個小孔</p>	<p>大約重 50 公克</p>

【實驗三】大彈塗魚的幼魚及小彈塗魚體型相似，要如何分辨呢？

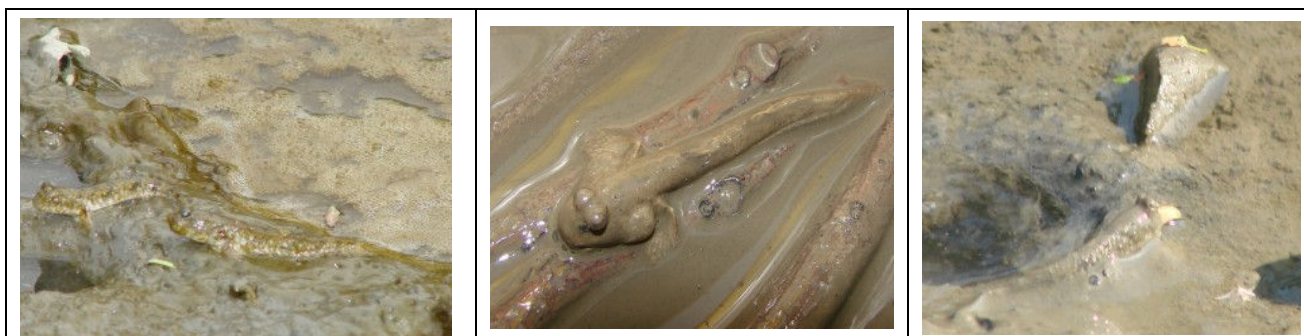
以身體的花紋來判斷		以有無牙齒來判斷	
			
大彈塗魚的幼魚 藍色圓點還未長出 只有一些小小的黑點	小彈塗魚 體側有長條的紋路	大彈塗魚的幼魚 嘴部有小小的尖牙	小彈塗魚 嘴部沒有牙齒

【實驗結果】海口溝兩種彈塗魚身體構造異同表

種類	俗稱	身長	外型	身體特徵	活動方式
小彈塗魚	泥猴 石貼仔 跳跳魚	約 6-7 公分	1、身體呈褐色 2、體側有深色的條紋	1、頭有點像青蛙，身體像鱔魚 2、一對胸鰭 3、鼓起的腮腔 4、凸眼，眼有皺摺，眼睛可以縮入	以彈跳的方式
大彈塗魚	花跳	約 15-20 公分	1、身體呈褐色 2、幼魚有許多黑色圓點 3、成魚有許多藍色螢光圓點	5、兩段背鰭 6、腹鰭演化成吸盤 7、下腹部有鰭 8、小彈塗魚口中沒有牙齒；大彈塗魚口邊緣有尖牙	胸鰭前後擺動即可爬行，大部分以身體爬行的方式入洞，偶會以尾鰭彈跳。

(四) 彈塗魚的保護色

1、彈塗魚的身上和泥地相似的保護色，不易被敵人發現。



你發現彈塗魚了嗎？

2、彈塗魚的敵人

(1) 掠食者：白鷺鷥是彈塗魚的天敵，海口溝經常出現白鷺鷥在尋覓食物。



彈塗魚的敵人—白鷺鷥

(2) 環境危機：

污染：垃圾、工業及家庭用水影響棲地環境。

人為破壞：人類的濫捕。

(3) 彈塗魚身體保護色及凸出的眼睛是保命的工具，牠們的敵人大多來自上方，只要一有風吹草動，彈塗魚就警覺性的迅速鑽入洞中，躲起來了。

【問題三】漲潮時為何只見小彈塗魚的踪跡？

【實驗】98年3月12日及3月13日 漲潮時實際觀察、記錄大、小彈塗魚出現的地點。

觀察日期	紅樹林樹幹上		石塊上		淺水的洞穴	
	3/12	3/13	3/12	3/13	3/12	3/13
小彈塗魚	8	12	15	10	0	0
大彈塗魚	0	0	0	0	18	12



小彈塗魚表演爬樹功



小彈塗魚在石頭上做日光浴



小彈塗魚隨著漲潮線移動



小彈塗魚成群的在石頭上活動



大彈塗魚躲入淺水的洞穴



大彈塗魚於水面下活動


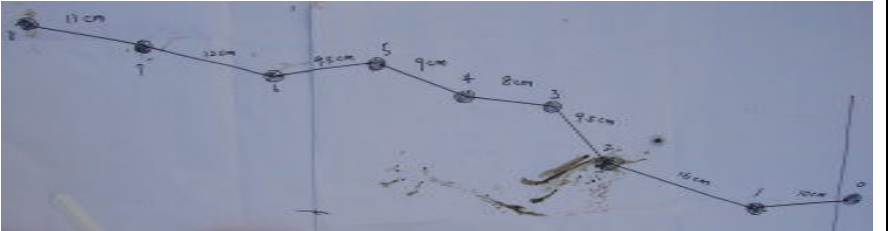
【實驗結果】1、漲潮時，小彈塗魚隨著漲潮線往岸上移動，並攀附在紅樹林樹枝上或高出水

面的石頭上休息，直到完全退潮，才返回泥地上活動。

- 2、漲潮期間則看不到大彈塗魚的蹤跡，慢慢觀察後才發現大彈塗魚不會馬上出現在泥地上，牠會躲於淺水下的洞穴裡或在水裡活動，至潮水漸漸退去露出大片泥地後，洞穴裸露於泥地上，才出洞活動。
- 3、小彈塗魚的適陸性比大彈塗魚來得高，只要其鰓腔及體表能保持濕潤，其曝露在空氣中的時間可以比較長。

【問題四】彈塗魚一跳能跳多遠？

【實驗】測量小彈塗魚跳八次的平均值。

	
<p>A 小彈塗魚的身長約 6 公分</p>	<p>實際測量每一跳的長度</p>

	
<p>B 小彈塗魚的身長約 5 公分</p>	<p>實際測量每一跳的長度</p>

A 小彈塗魚 (6 公分)	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次
一跳的長度(公分)	10	16	9.5	8	9	9.5	12	11
長度÷身長(倍)	1.67	2.67	1.58	1.33	1.5	1.58	2	1.83
平均值(倍)	1.76							

B 小彈塗魚 (5 公分)	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次
一跳的長度(公分)	12	11	10.5	9.5	11.5	9	12.5	8
長度÷身長(倍)	2.4	2.2	2.1	1.9	2.3	1.8	2.5	1.6
平均值(倍)	2.1							

- 【實驗結果】**
- 1、小彈塗魚一跳的長度介於身長的 1.3 至 2.6 倍左右，八次的平均值約 2 倍。
 - 2、小彈塗魚受到驚嚇時會在水面上彈跳，快速逃走；本實驗中發現小彈塗魚受到驚嚇後會呈跳躍動作，在泥地上小彈塗魚只有在被其他生物追趕時才會在

水面呈打水漂兒跳躍的動作。推測影響小彈塗魚在水面上彈跳的原因，人為因素大於環境因素。

【問題五】彈塗魚吃些什麼？

【實驗】以各種不同食物餵食飼養在水族箱裡的大、小彈塗魚。

	麵包屑	小蟹	小蝦	細魚飼料	米糠	水草	藻類	青苔	蚊子
小彈塗魚		◎	◎			◎	◎	◎	◎
大彈塗魚					◎	◎	◎	◎	

【實驗結果】1、小彈塗魚屬雜食性生物，但較偏向肉食。

2、大彈塗魚屬草食性生物。測試的食物中米糠對大彈塗魚來說可以接受，但不是十分喜愛。

3、大彈塗魚口部很寬闊，嘴邊有尖牙，能一口吞下食物。

【問題六】觀察時發現學校司令台後方出現的彈塗魚體型較小，而路橋右側的彈塗魚體型較大，兩區域相差不到五百公尺，而影響的因素為何？

【實驗】實地觀察兩區域的棲地環境及大、小彈塗魚的數量。

(一) 分組實地記錄二區域彈塗魚出現的大小、數量。

1、A 區為操場司令台後面路橋左側

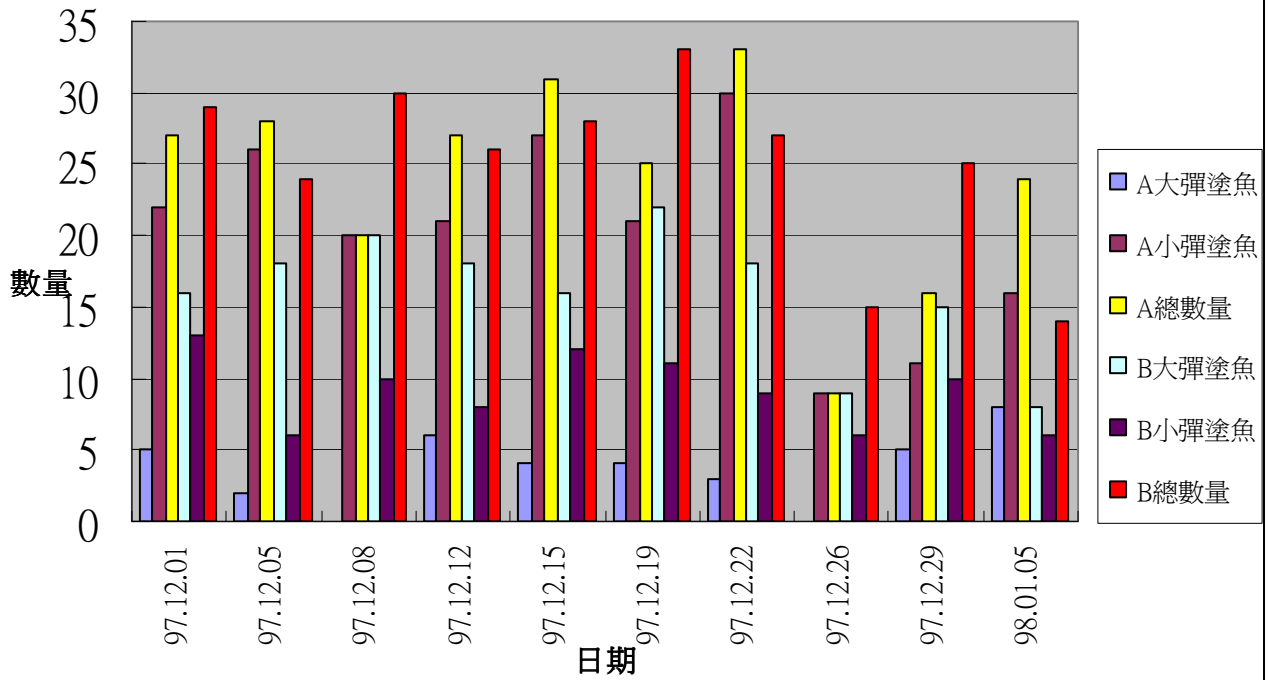
B 區為松樹林後面路橋右側

2、身長 10 公分以內且身體呈灰褐色有深色斑紋為小彈塗魚
身長超過 10 公分且身上有螢光藍點為大彈塗魚。

3、觀察時間統一為下午 1：00~6：00 退潮後

日期	A 區 (路橋左側)			B 區 (路橋右側)		
	大彈塗魚	小彈塗魚	總數量	大彈塗魚	小彈塗魚	總數量
97.12.01	5	22	27	16	13	29
97.12.05	2	26	28	18	6	24
97.12.08	0	20	20	20	10	30
97.12.12	6	21	27	18	8	26
97.12.15	4	27	31	16	12	28
97.12.19	4	21	25	22	11	33
97.12.22	3	30	33	18	9	27
97.12.26	0	9	9	9	6	15
97.12.29	5	11	16	15	10	25
98.01.05	8	16	24	8	6	14

彈塗魚數量表



(二) 影響兩區域彈塗魚的大小因素為何，我們討論後決定觀察兩區域的棲地環境有何差異。

- 1、A 區泥地較乾，水筆仔的分佈密度較密，泥地上佈滿螃蟹的洞穴，有較多的小生物。
- 2、B 區泥地較泥濘，泥地上水筆仔的生長較稀疏，亦是佈滿螃蟹的洞穴。
- 3、我們實驗得知小彈塗魚在泥灘地追捕螃蟹、昆蟲為食，大彈塗魚以口器在泥灘地上刮取淤泥、藻類、碎屑為食。





B 區泥地

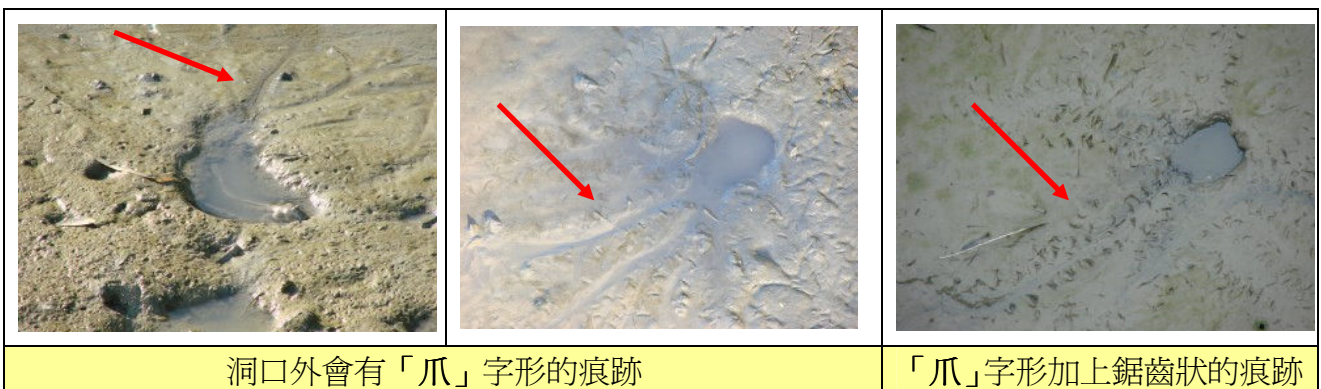
【實驗結果】影響海口溝兩區域大、小彈塗魚的數量多寡因素為

1、水筆仔的生長密度	水筆仔的生長密度會影響泥地的泥濘程度，水筆仔生長得愈多，根系像網狀一樣分布於土層中，漲潮後再退潮，水筆仔複雜的根系能牢牢抓住泥地上的土層，潮水較不易帶走泥土，土質較乾；相反的泥地上的水筆仔愈少，經過潮水沖刷後泥地愈泥濘。
2、食物來源	A 區—水筆仔、厚蟹及弧邊招潮蟹的生長數量多，相對會有較多的小昆蟲及小蟹，食物來源符合小彈塗魚的需求，小彈塗魚的食物較靠近陸地。
	B 區—泥地較泥濘會有較多的青苔及藻類生長，食物來源符合大彈塗魚的需求，大彈塗魚的食物較靠近水岸。

二、研究彈塗魚的洞穴及出洞、入洞的習性。

(一) 彈塗魚的洞穴

- 1、泥地上到處都是一個個的水窪，剛開始我們也無法確定是否一定為彈塗魚的洞穴，但經一段時間的觀察後，發現牠們動作敏捷，前進時身體會在泥地上拖行，所以只要洞口外有「爪」字形的痕跡，一定為大彈塗魚的洞穴。我們亦發現有的洞口呈現「爪」字形還帶著鋸齒狀的痕跡，鋸齒狀為大彈塗魚利用胸鰭爬入洞的遺留下的痕跡。
- 2、洞口四周堆著泥堆，觀察發現這些泥堆是彈塗魚在掘洞時用口銜著帶上地面，堆在洞口周圍的。洞穴大部份呈水窪狀，我們也發現有的洞穴是乾的。
- 3、彈塗魚進出水面下的洞穴，會牽動洞口的泥沙，所以水面下黑色的洞穴必為彈塗魚的洞穴。



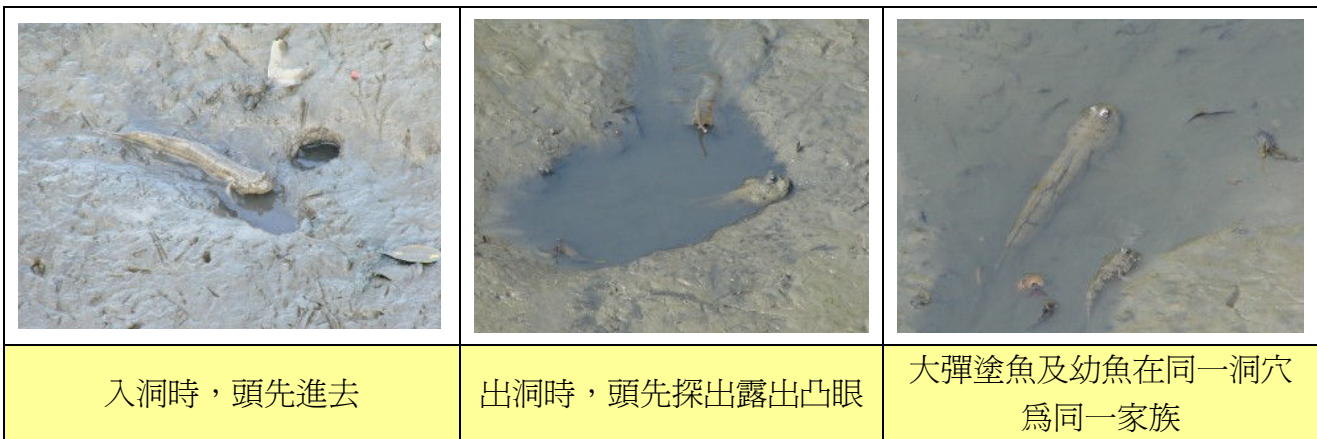
洞口外會有「爪」字形的痕跡

「爪」字形加上鋸齒狀的痕跡






(二) 出洞、入洞的習性

- 1、彈塗魚入洞時，頭先鑽入洞口；出洞時，為了防範敵人，會警覺性的頭先探出並露出凸眼觀望。
- 2、同一洞穴中會有大隻的彈塗魚及其幼魚同時出現，為同一家族；亦常見同一水窪中體型相差甚大的大、小彈塗魚可以和平相處，互不侵犯。
- 3、彈塗魚具有強烈的領域性，對於入侵的彈塗魚或蟹類，會豎起背鰭，以威嚇的方式將入侵者趕走。

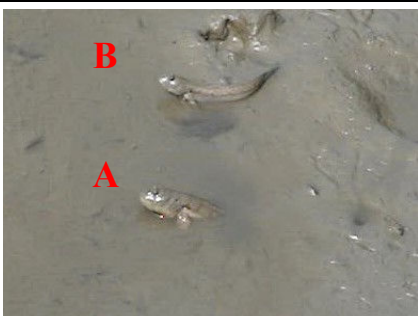
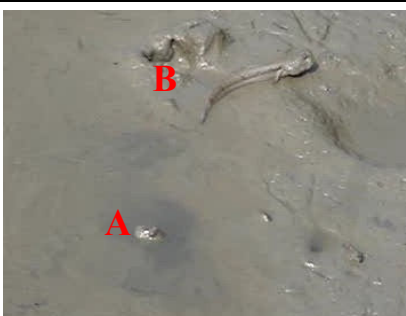
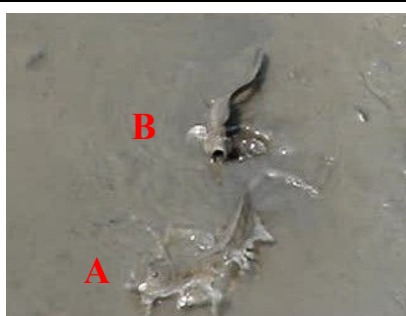


4、彈塗魚進入洞穴後，雖然洞穴通道狹窄，但可能是因為身體柔軟，可以在狹窄的通道中迅速轉彎，再將頭探出洞口，時間不超一秒鐘。

		
1、彈塗魚準備入洞	2、以迅雷不及掩耳的速度鑽入洞中，尾鰭露於洞外	3、再迅速探出頭來

5、二隻彈塗魚互鬥，其中一隻為了保護自己，以倒退的方式入洞，頭露在洞穴外。

		
1、A 彈塗魚身體轉彎，準備以倒退的方式入洞 B 彈塗魚在一旁觀望	2、A 彈塗魚尾巴先進入洞穴 B 彈塗魚在一旁觀望並慢慢靠近	3、A 彈塗魚以倒退的方式慢慢進入洞中 B 彈塗魚在一旁觀望

		
4、B 彈塗魚已慢慢的靠近 A 彈塗魚呈警戒狀態	5、A 彈塗魚眼睛露出洞口外 B 彈塗魚假裝離開	6、B 彈塗魚轉身迅速攻擊 A 彈塗魚躲避不及，慘遭攻擊

(三) 洞口的寬度、深度及形狀

彈塗魚住在垂直的狹窄地洞中，洞口有兩個，相距約 15~20 公分左右。



洞口有兩個

【問題一】彈塗魚的洞穴大小、形狀為何？

【實驗】(一)、實地測量洞口的寬度

(二)、實地測量洞穴通道的長度

(一) 實地測量洞口的寬度

98 年 2 月 4 日我們實地挖開彈塗魚的洞穴，在實驗時我們發現一隻小彈塗魚迅速跳進水窪裡，水窪裡有一個小洞，因此我們確定為彈塗魚洞穴的真正出入口，我們試圖用吸管把水窪的水吸乾甚至用量杯舀水，在水窪的水漸漸減少時，卻發現左邊相距約 20 公分處的小洞口水呈漩渦狀不斷湧入，根據連通管原理足以證明這二個洞是相通的。在水即將被我們舀乾時，突然看見左邊的洞口跳出一隻小彈塗魚，在我們把洞穴全部挖開後，沒發現任何一隻彈塗魚，應可判斷剛才跳離洞穴的為同一隻彈塗魚。



1、水窪裡有一個小洞

2、小洞直徑約 3 公分

3、用吸管把水窪的水吸乾



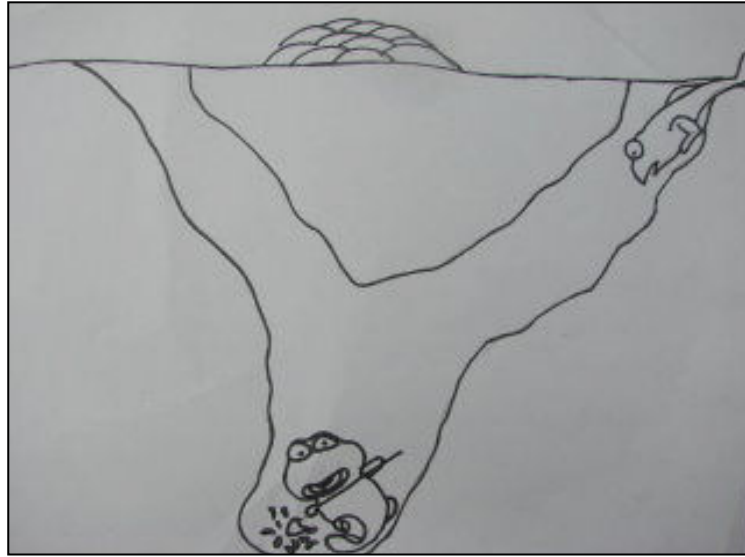
(二)、實地測量洞穴通道的長度

在實際挖掘洞穴時，因為泥土太泥濘了，沒辦法一下子全部挖開，深怕整個洞穴垮了，只能小心翼翼一層層慢慢挖開，用手指摸摸看，感受洞穴的形狀及寬度。



【實驗結果】1、彈塗魚住在垂直的狹窄地洞中，洞口的直徑約 3 公分。洞口往往有兩個，相距 15~20 公分左右；兩條隧道在中間最底部有一條垂直的地道，地道底部有一個洞穴，所以彈塗魚的洞穴，呈「Y」型。

2、彈塗魚「Y」型洞穴模擬圖



三、研究彈塗魚的求偶行爲。

【問題一】每年 3-9 月是彈塗魚的求偶期，求偶行爲爲何？

【實驗】98 年 3 月 22 日上午 10：15 海口溝實地拍攝

- 1、實地拍攝時因爲無法從外型判斷哪一隻爲公魚或母魚，但查詢書籍及網路得知求偶時公魚會跳求偶舞吸引母魚，所以假設認定第一隻出現的彈塗魚爲公魚。
- 2、公彈塗魚鼓起鰓腔在泥地上使勁的彈跳，尋找母彈塗魚，母魚出現後，公魚和母魚互咬，之後公魚會弓起背炫耀漂亮的背鰭且身體不斷的扭動，母彈塗魚在一旁觀望，母魚會慢慢靠近，公魚再度和母魚互咬，接著公魚開始追逐母魚並豎起背鰭，不斷的扭動身體並漸漸帶領母魚回到洞穴，母魚緊跟在後，公魚入洞後，母魚跟隨入洞，不再出洞，求偶的過程約 8 分鐘。

彈彈、塗塗奇遇記

		
1、公彈塗魚不斷彈跳尋找母彈塗魚	2、母彈塗魚出現了	3、兩魚互咬



4、公彈塗魚豎起背鰭並扭動身體，母魚在一旁觀望



5、兩魚再度互咬



6、公彈塗魚仍扭動身體吸引母魚



7、兩魚第三度互咬



8、母魚跟著公魚起舞



9、公魚越過第一個水窪，母魚緊跟其後



10、爬上水窪後，兩魚第四度互咬



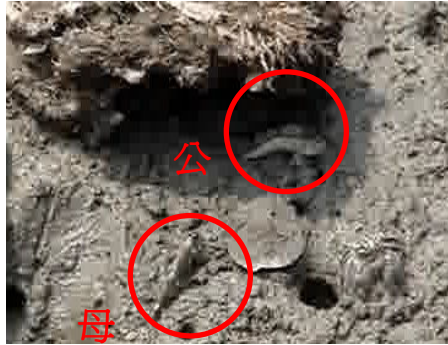
11、兩魚皆鼓起鰓腔及豎起背鰭



12、公魚帶領母魚回到自己的洞穴



13、公魚越過第二個水窪並爬上斜坡；母魚一路尾隨



14、公魚鑽入洞穴，母魚緊跟在後



15、公魚入洞後，母魚停留了好一會兒，也鑽入洞中。

3、大彈塗魚平時有各自的領域，互不侵犯，但求偶期發現大彈塗魚比平常時期防衛性高，常有二、三隻互相追逐、豎起背鰭打鬥。



1、兩魚互鬥



2、彼此豎起背鰭示威



3、張開大口威嚇敵人

【問題二】彈塗魚對特定的顏色是否有所偏好？

【實驗】彈塗魚對顏色偏好的實驗

實驗日期 98 年 3 月 26 日下午 1：40

(一) 對照組：

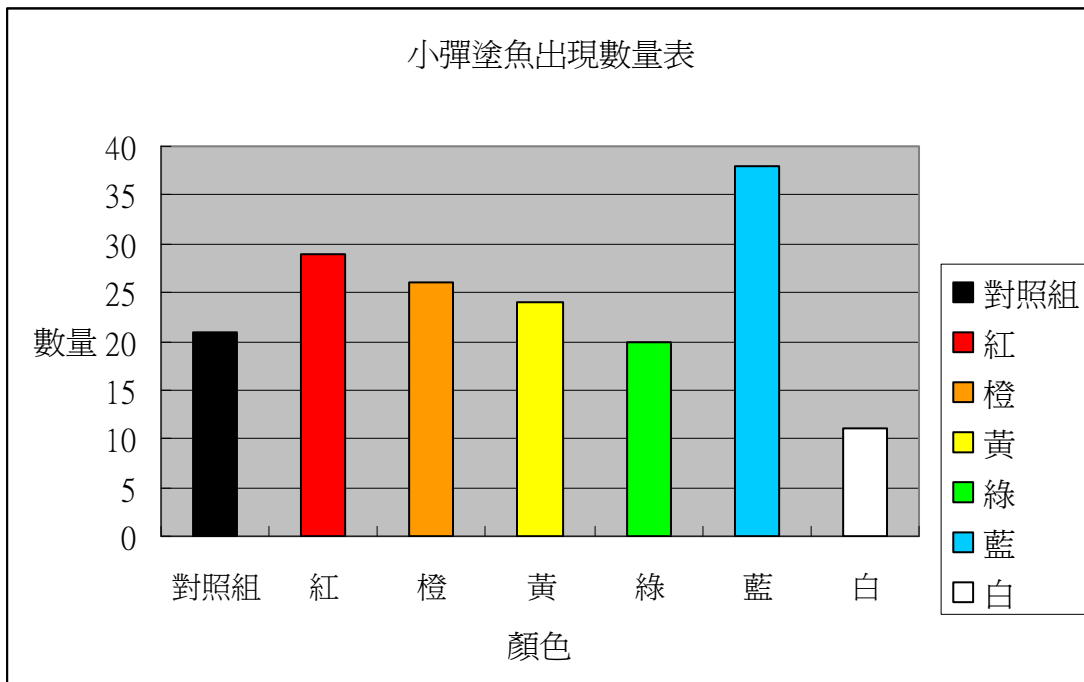
退潮後選定一塊彈塗魚出現很多的泥地，觀察二十分鐘後，發現這片泥地上出現了 21 隻小彈塗魚。

(二) 實驗組：

1、用無氣味的陶土捏成小彈塗魚的形狀，每隻小彈塗魚儘量為同樣大小，並塗上六種顏色紅、橙、黃、綠、藍、白，分次放於泥地上，觀察時間為二十分鐘，記錄彈塗魚出現的數量。

小彈塗魚出現數量表

	對照組	實驗組					
		紅	橙	黃	綠	藍	白
數量	21	29	26	24	20	38	11



【說明】

- 1、每次擺放假彈塗魚時，會驚動泥地上所有的小彈塗魚，小彈塗魚會立刻以打水漂兒的方式逃走，待四周毫無動靜時，才會慢慢靠近目標物。
- 2、彈塗魚都是單獨行動的，所以目標物一出現牠們會一隻隻分別靠近，不會群體行動。
- 3、紅色魚很鮮明，很快就能吸引小彈塗魚的出現，但小彈塗魚在紅色魚四周約 15 公分處停留，不敢再往前靠近。
- 4、橙色魚放至泥地後，彈塗魚馬上就靠近了，但仍保持約 10 公分的距離。
- 5、黃色魚及綠色魚放至泥地後，約五分鐘後小彈塗魚才慢慢出現在泥地上。
- 6、藍色魚放至泥地後，彈塗魚馬上就靠近了，但仍保持約 5 公分的距離。
- 7、小彈塗魚對白色魚最沒感覺，似乎無視於白色魚的存在。

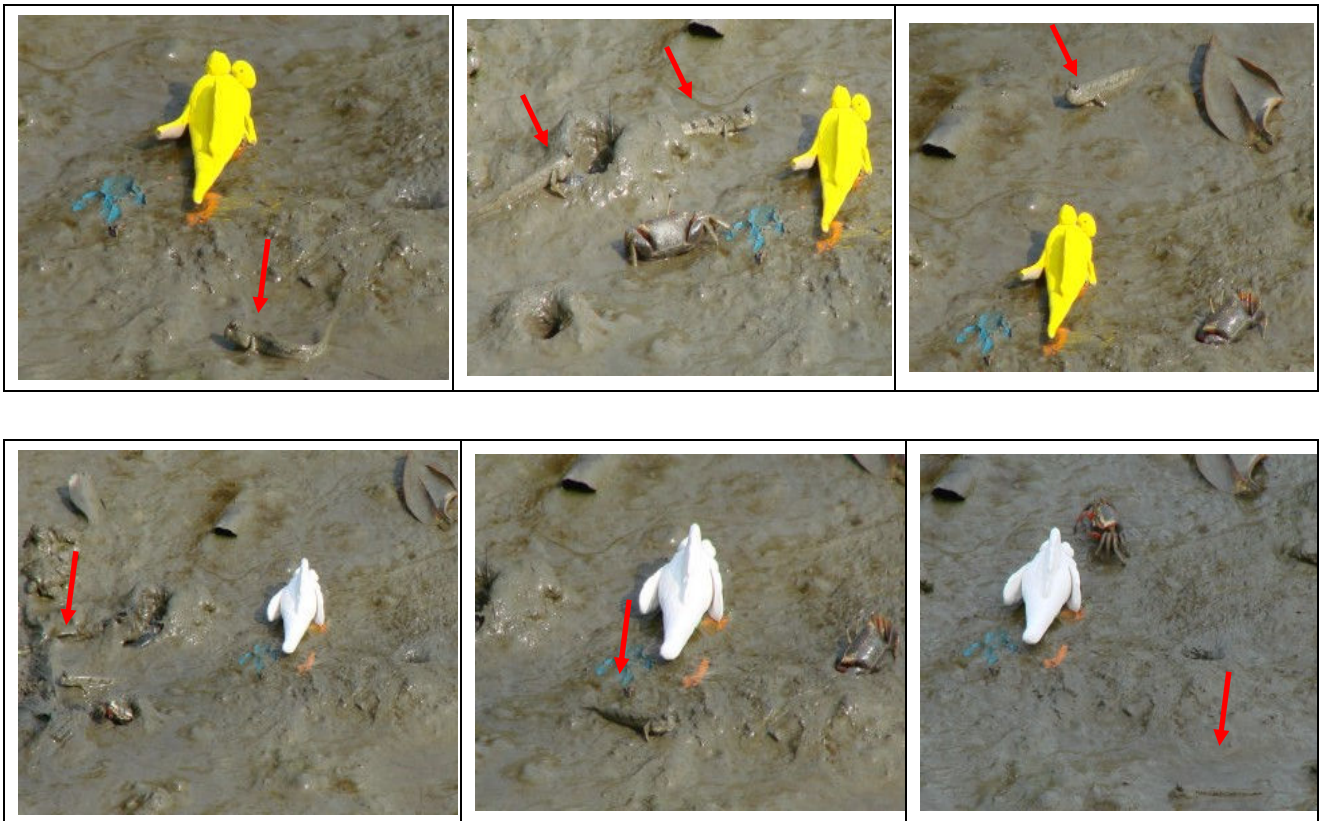


小彈塗魚出現最多的泥地



六種顏色的陶製彈塗魚





- 【實驗結果】
- 1、除了白色外，紅、橙、黃、綠、藍五種顏色對小彈塗魚具吸引力，但小彈塗魚接近目標物時，發覺假彈塗魚不為同類生物時，始終保持距離。
 - 2、藍色吸引最多數量的小彈塗魚，所以藍色對小彈塗魚最具吸引力。

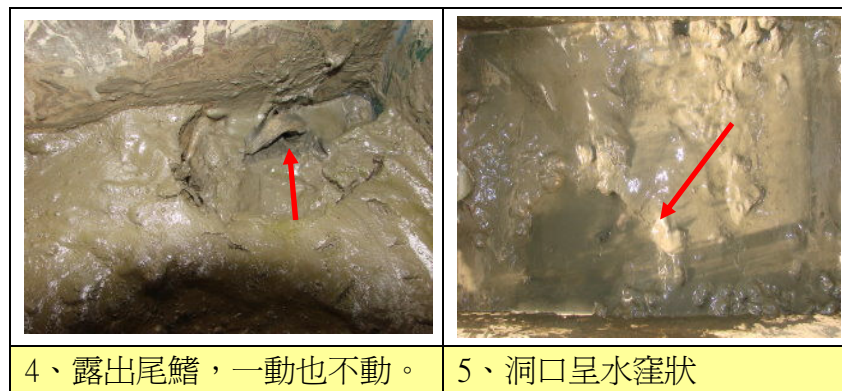
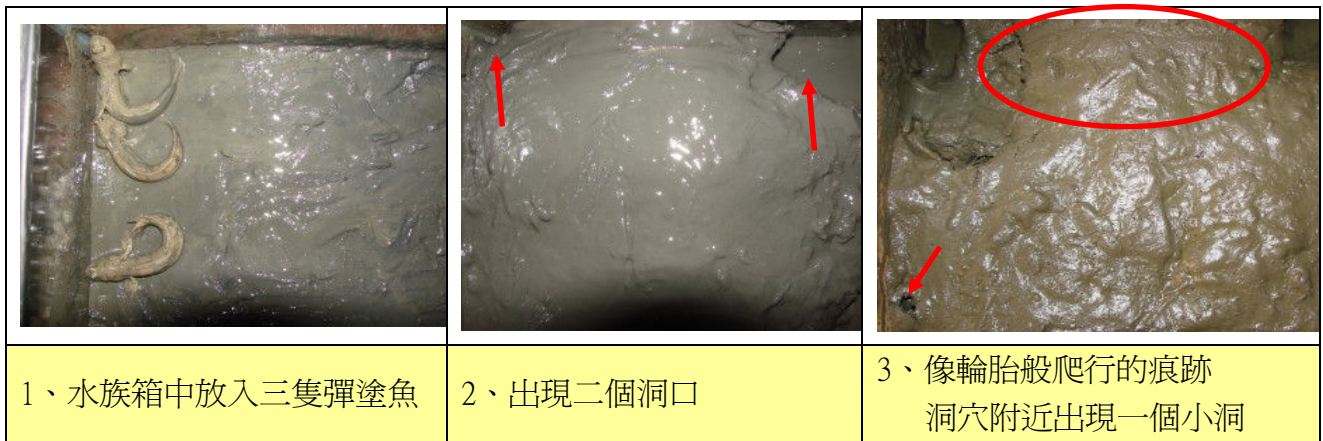
伍、討論

一、泥地上的彈塗魚和水族箱的彈塗魚生活習性及行為是否相同。

身懷絕技的彈塗魚彈跳工夫一流的，爬行亦是十分迅速，只要一靠近牠，牠就一溜煙的躲進洞穴中，於是我們將捕捉到的彈塗魚養在水族箱中觀察。

(一) 大水族箱中放入三隻大彈塗魚

- 1、98年3月19日 將三隻大彈塗魚放入水族箱中飼養。
- 2、98年3月20日 發現彈塗魚會挖洞穴，出現兩個洞口，彈塗魚都躲起來了。
- 3、98年3月23日 一大早發現兩個洞口間有彈塗魚爬行的痕跡，到了中午發現彈塗魚的頭及部份身體露出泥堆，一動也不動，原本以為死了，結果挖開泥堆，發現彈塗魚突然鑽入泥堆中。洞穴附近出現一個小洞，洞口很小不足以容納大彈塗魚身軀通過，我們推論可能此洞口是用來暢通空氣的。
- 4、98年4月2日 洞口經過幾天後已漸漸呈水窪狀，彈塗魚皆躲在洞穴中。



(二) 小水族箱中放入大彈塗魚幼魚及小彈塗魚

- 1、98年3月19日另一小水族箱放入一隻彈塗魚，按照身體紋路判斷可能是大彈塗魚的幼魚。
- 2、98年3月20日我們發現泥堆中出現一個小洞。
- 3、98年3月24日發現小彈塗魚在土堆的側面挖了另外一個洞穴，大半身體露於洞外；小洞口依然存在。
- 4、98年3月26日我們又放入兩隻小彈塗魚。
- 5、98年3月30日大彈塗魚的幼魚始終躲在泥堆中。
- 6、98年4月2日洞穴漸呈水窪狀，大彈塗魚的幼魚躲在洞中，其餘兩隻則吸附於水族箱的壁上。





- (三) 由水族箱飼養彈塗魚獲得的結果可印證我們所觀察到的泥地上的習性及行爲：
- 1、彈塗魚的洞穴洞口必有二個；一為進出入口，一為暢通空氣。
 - 2、大、小彈塗魚主要出入的洞穴口在土堆的斜側面；符合「U」型通道的道理。
 - 3、大彈塗魚在飼養期間皆躲在泥堆中，小彈塗魚則常常露在泥堆外休息；而平時我們觀察泥地上的小彈塗魚發現牠們的生活較趨向潮濕的陸地，大彈塗魚則較趨向水中，在泥地觀察時常可見大彈塗魚在泥灘上翻來覆去，以保持身體表面的濕潤，便於利用分佈在全身表面的特殊組織來呼吸，所以推斷大彈塗魚的皮膚乾燥容忍度較差。

二、觀察發現彈塗魚的洞穴呈「Y」型，而「Y」型有何作用？

(一) 洞穴通道是出入口

彈塗魚的洞穴通道呈「U」型，洞穴有兩個的出入口，一為前門是主要出入要道，一為後門，用來暢通水流和空氣，也是逃生的另一通道。我們研究如何捕捉彈塗魚時，將陷阱小籠子埋在主要出入的洞口，而另一個通道口用土蓋住，彈塗魚便能順利落網，驗證了U型的通道有兩個出入口。

(二) 洞穴形狀和求偶有關

公彈塗魚每到繁殖季節，公彈塗魚便會高豎背鰭，並以胸鰭撐高身體來吸引母彈塗魚。受到吸引的母彈塗魚會跟公彈塗魚入洞交配，母彈塗魚留居洞穴底部，不再出洞。可由實際觀察求偶過程得到驗證。

(三) 洞穴底部是繁殖、孕育的場所

母彈塗魚入洞後，在洞穴內產卵及孵育幼小的彈塗魚，在水窪中常見到大彈塗魚和幼魚同時出現，推論為同一家族，所以Y型洞穴有家庭的功能。

三、彈塗魚偏好的顏色是否和求偶行爲有關。

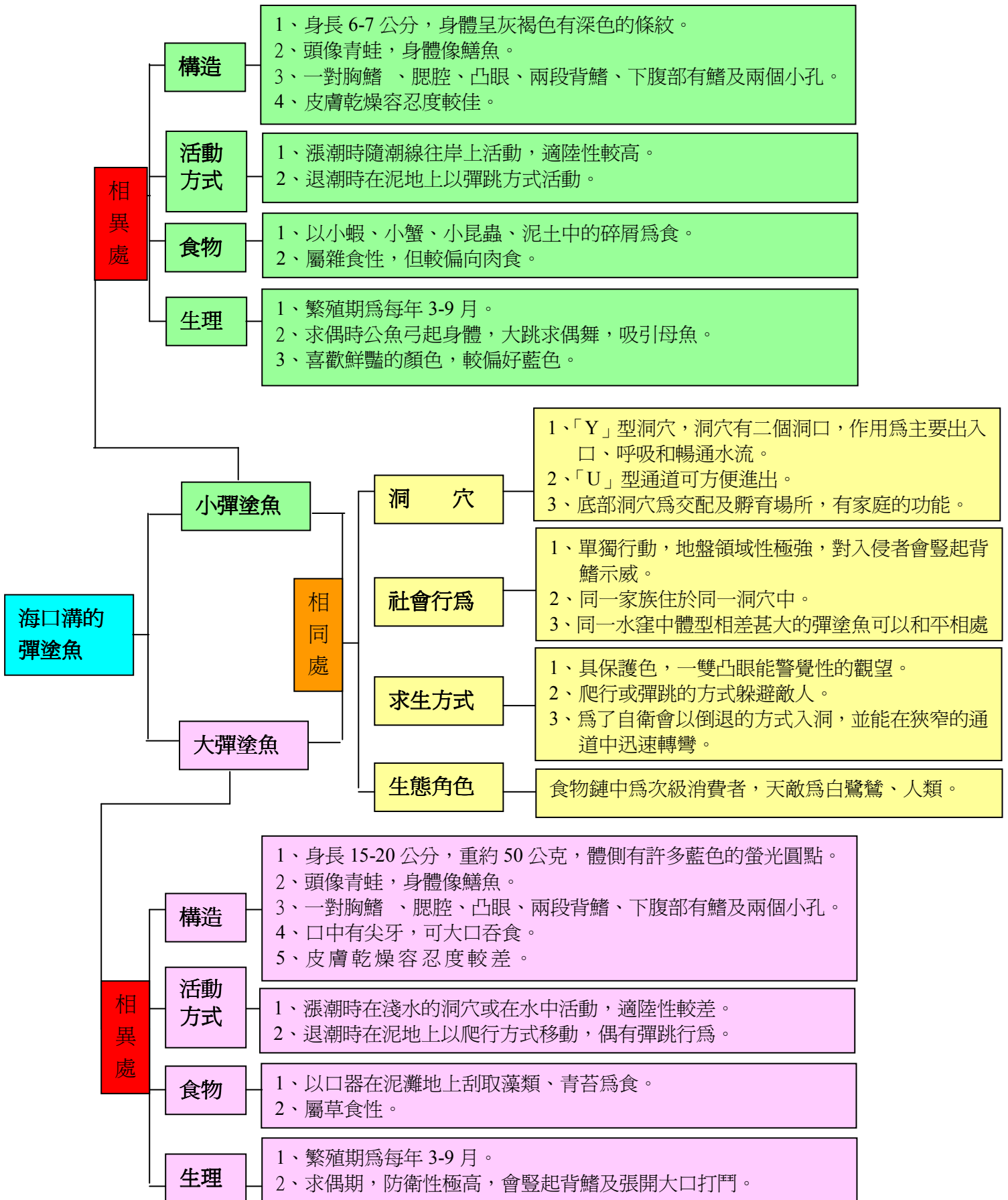
(一) 顏色的實驗中我們選定了六種顏色，實驗發現小彈塗魚最喜歡藍色。

(二) 大、小彈塗魚習性大致類似，小彈塗魚喜歡藍色，實驗過程中亦發現有幾隻大彈塗魚的幼魚亦會試圖靠近藍色的假彈塗魚，可否推論大彈塗魚亦喜歡藍色？

(三) 大、小彈塗魚求偶時會張開背鰭，扭動身軀，以高豎的背鰭吸引對方。我們推論背鰭上花紋的顏色是否為彈塗魚所偏好，是否為求偶時的誘因之一，是否可和實驗結果彈塗魚喜歡的藍色連結，未來應可進一步再深入探討。

陸、結論

一、圖示說明大、小彈塗魚相異及相同的地方。



- 二、小彈塗魚多以彈跳的方式活動，一跳的長度約為身體的 2 倍左右，受到驚嚇時會在水面上呈打水漂兒的方式，快速逃走，影響小彈塗魚在水面上彈跳的原因，人為因素大於環境因素；大彈塗魚多以爬行的方式活動，少有彈跳行爲，遇驚嚇時皆以鑽入洞中或游入水中的方式躲避危險。
- 三、影響海口溝大、小彈塗魚的數量多寡的最主要因素爲水筆仔的生長密度及食物來源。水筆仔的生長密度會影響泥地的泥濘程度，泥地較泥濘適合大彈塗魚的生長，泥地較乾則適合小彈塗魚的生長。小彈塗魚的食物來源較靠近陸地，大彈塗魚的食物來源較靠近水岸。
- 四、泥地上滿滿的洞口，判斷彈塗魚洞穴的方式爲在泥地上的洞穴口會有「爪」形痕跡，水面下的洞穴，洞口爲黑色的。
- 五、彈塗魚出洞時會先將頭探出，警戒的露出一雙凸眼，入洞時以頭部先鑽入洞穴中。有時爲了自衛，會以倒退的方式慢慢入洞或在狹窄的通道中迅速轉彎，以隨時觀望敵人的動向。
- 六、各種鮮豔的顏色皆能引起彈塗魚的注意，但藍色最具吸引力，白色則最沒影響力。

柒、參考資料

- 一、沈競辰（民 93）和紅樹林生物做朋友 人人出版社
- 二、傅千芳（民 96）小彈歷險 台北市：科學教育館
- 三、蘇珊慧（民 87）漲潮期間跳彈塗離水上岸行爲之探討 東海大學生物研究所 台中縣
- 四、王司文（民 73）台灣產彈塗魚類適陸性之比較研究 台灣大學海洋研究所 台北市
- 五、http://www.mdnkids.com.tw/info/news/content.asp?Serial_NO=473655 國語日報資訊網 2009/01/29
- 六、<http://publish.tpc.gov.tw/Book/moonbook/no.20/list-6.htm> Taipei County 2001 第 20 期
- 七、<http://home.netvigator.com/~sofei/mudskippers.html> 米埔自然護理區

捌、心得

海口溝的彈塗魚對我們來說一直是既熟悉又陌生，在科展研究的這一段期間，爲了更進一步的了解牠們，我們跟隨著老師深入泥濘的泥地，守候多時，耐心的等待彈塗魚的出現，不斷的觀察、做實驗、甚至挖洞穴、研究引誘彈塗魚的方法，好幾次得不到我們所預期的結果，但是我們都不放棄，一做再做。我覺得這是一次很深刻的經驗，在研究過程中我們發現了許多奇妙的景象，讓我們覺得很有趣，也深深的感受到大自然生物的奧妙，想要更珍惜牠們。

謝謝老師指導我們完成這一件作品，整個研究過程中我們獲得了許多，如何仔細觀察、如何蒐集資料、與同學溝通討論，這些都培養了我們認真的研究態度，下一次若是還有機會再參加科展研究，我們一定會更有信心。

【評語】 080304

觀察得十分詳細，可以再更進一步對這兩種魚的行為生態及競爭做更深入的實驗設計及資料分析。