

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

第二名

081555

神秘的水中忍者

學校名稱：嘉義市西區僑平國民小學

作者： 小六 曾鍾錡 小六 焦譽嬋 小六 蔡依珊 小六 李盈娟 小六 陳青郁 小六 蕭伯寬	指導老師： 翁琪涵、余孟達
---	------------------

關鍵詞：日本魚虱、鰓尾亞綱、寄生蟲

## 壹、摘要

本研究主要是探討日本魚虱之行爲及其特性，並從大自然生態系中生物食物鏈的角度來探討魚被日本魚虱寄生的情形。

而主要研究目的爲探討(一)日本魚虱身體的構造及其功能；(二)日本魚虱的運動行爲；(三)日本魚虱的營生方式；(四)日本魚虱的生長階段；(五)日本魚虱的生物特性；(六)日本魚虱的生存環境特徵；(七)日本魚虱與寄主(魚)之間的相互關係。

本研究主要的結果爲(一)日本魚虱蟲體主要可分爲下列三部分：頭胸部、胸部及腹部，而雌日本魚虱成蟲體型比雄日本魚虱成蟲體型大；(二)日本魚虱的運動行爲是豐富多樣化的，且移動路徑皆無固定形式；(三)日本魚虱的泳足會不停的擺動，是爲利用其胸部的呼吸窗及腹葉中的血竇來進行水中的呼吸作用；利用口前刺刺入魚體注入毒液，然後再以圓形口管套上傷口，以其口管內藏的一對鐮刀狀的大顎鋸開魚體體表組織，用口管大量吸食魚體的體液與血液；(四)生長階段是依據肢腳的變化及體型的差異來區分，日本魚虱的成長期可分成九期：爲無節幼蟲後期(一期)、稚蟲期(六期)和成蟲期(含成蟲前期、成蟲期兩期)，在這過程日本魚虱皆須經過脫殼來達到其成長的目的地；(五)日本魚虱具趨光性，對色光的反應程度爲白光>黃光>綠光>紅光>藍光，也受到光亮度的影響；(六)純水和地下水較適合日本魚虱生存，其次爲養殖水和加硫代硫酸鈉的自來水，而自來水可能含氯較多所以較不適合；(七)日本魚虱比較喜歡寄生的觀賞魚爲鯉科魚類(金魚、朱文錦)，若寄主是金魚時，寄生於鰭部的機率大於體表，尤其是在尾鰭；日本魚虱受到魚體上的氣味所影響來找到魚兒，初步判定是因爲日本魚虱的第一觸角具有嗅覺功能；當魚體於初期感染魚虱後，魚體會像是被電到一樣在水中亂竄，會改變行爲並且有水中垂直倒立的現象，傷害嚴重者會死亡，而蓋斑鬥魚可扮演魚醫生，是防治日本魚虱的良好生物防治法。

## 貳、研究動機

有天經過家裏新養的觀賞魚缸，發現魚缸中原本精力充沛的魚兒們，竟好像發瘋似的往魚缸壁來回的摩擦、到處亂竄，我仔細觀察魚兒發現有一些透明扁平的生物吸附在魚體上(如圖1)，我對這個魚體上的不速之客感到非常有興趣，因此我去請教自然老師，老師告訴我：「既然有疑問，就該弄清楚，不要空想，自己動手研究看看吧！」於是我和幾位志同道合且家中有飼養觀賞魚的同學，在查閱大量的文獻，且在



圖 1. 被魚虱寄生的朱文錦

自然老師和嘉大水產生物學系教授的確認之下，發現這個會透明隱身術，像是忍者的水中生物，便是讓魚兒聞之色變的魚體體外寄生蟲---「魚虱」。

而追溯魚體上魚虱之來源，可能是媽媽從嘉義市水族館買回來的觀賞魚早就被魚虱寄生了，於是我們走訪水族館，請教老闆魚貨之來源，老闆說：「這批魚是從觀賞魚養殖場所得」，接著我們便更進一步前往養殖場去調查(如圖2)，在調查過程中，正好



圖 2. 實際走訪錦鯉養殖場

發現有被魚虱寄生且剛死不久的錦鯉魚，魚體上可見佈滿了魚虱(如圖3)，見此情形後則更加誘發我們想探究魚虱這種生物的特性及牠與魚兒之間的相互關係，於是我們利用這次參加科展的機會，花了將近一年的時間來研究這奇特、甚少人研究的魚虱，同時也希望能夠為我們飼養的可愛魚兒找到免受魚虱傷害的良好防治方法。

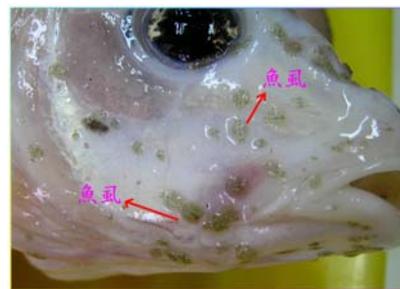


圖 3. 寄生於錦鯉魚體上的魚虱

(本研究與教材相關性為：四上自然 第二單元 水生家族 康軒出版社；五下自然 第二單元 動物世界面面觀 康軒出版社 六下自然 第三單元 生物與環境 康軒出版社)

## 參、研究目的

- (一) 探討日本魚虱身體的構造及其功能。
- (二) 探討日本魚虱的運動行為。
- (三) 探討日本魚虱的營生方式。
- (四) 探討日本魚虱的生長階段。
- (五) 探討日本魚虱的生物特性。
- (六) 探討日本魚虱的生存環境特徵。
- (七) 探討日本魚虱與寄主(魚)之間的相互關係。



圖 4. 科展觀察及實驗區 圖 5. 繪圖用的光學顯微鏡

## 肆、研究器材及設備(省略)

## 伍、研究過程與結果及討論(限於篇幅，詳細研究內容請見研究日誌)

### 文獻探討：海水魚虱與魚虱之區分及品種鑑定

表1.海水魚虱與魚虱之區分及品種鑑定說明表

海水魚虱	<p>(1) <b>海水魚虱(Sea lice)</b>：在地球上寬廣浩瀚的各大洋中生存著一種體型微小且寄生於海水魚體上的海水魚虱(<i>Caligus</i>屬)，英文名稱稱之為“Sea lice”，翻譯成中文就是“海水魚虱”。在世界上已知的450多種的 <i>Caligus</i> 中，截至目前為止僅有一種 <i>Caligus</i> 可生存於淡水水域，其學名為 <i>Caligus lacustris</i> (Steenstrup &amp; Lütken, 1861)，在烏克蘭第聶伯河的歐鰻及亞速海附近等地所產的魚體上可發現其蹤影，其餘全部的種類均寄生於海水魚類上，是故我們可以稱“<i>Caligus</i>”為<b>海水魚虱(Sea lice)</b>。</p>	
魚虱	<p>(2) <b>魚虱(fish louse)</b>：而在已知的150多種鰓尾類(Branchiura)中，大概有100種是屬於 <i>Argulus</i> 這一屬，其主要是廣泛的寄生於淡水魚，但發現其寄生於海水魚體上的種類也不少，例如 Avenant-Oldewage 與 Oldewage (1995) 在南非東開普省的奧歌亞灣所捕抓到的海水魚-單角革單棘魷之魚體上發現 <i>Argulus kosus</i> 種(2♀；1♂)的寄生。由上述文獻可知，我們不可以將 <i>Argulus</i> 稱之為淡水魚虱，而只可以稱它為<b>魚虱(fish louse)</b>。圖6則是首次發現於台灣西部海域，在嘉義縣(東石漁港)所捕獲之海水魚(野生黑鯛)魚體上寄生</p> <p>(3) <b>而魚虱(fish louse)</b>為淡水魚類中最常見的一種甲殼類體外寄生蟲，在世界各地皆有不同品種的分布，而台灣與亞洲地區以日本魚虱(<i>A. japonicus</i>)最為常見。魚虱在分類上是屬於節肢動物門(Arthropoda)、甲殼綱(Crustaceans)、鰓尾亞綱(Branchiura)、魚虱目(Arguloidea)、魚虱科(Argulidae Leach, 1819)。</p>	
品種鑑定	<p>在查閱相關文獻後，發現現階段因欠缺台灣本土「魚虱屬」相關的檢索表資料，故本實驗魚虱之品種鑑定，是參考Cressey (1972)所發表的美國境內魚虱屬之檢索表(如圖7、9)，來協助此次魚虱的品種鑑定。經由比對檢索表上所呈現的各種魚虱之特徵後，發現本實驗所研究的魚虱(a)口管表面平滑，沒有任何的凸起物(硬棘或鱗片樣凸起)(如圖8)；(b)吸盤上可見呈放射狀的硬化吸盤棒，每根吸盤棒大都是由具有特色的七塊小骨片所組成，尤其是吸盤棒基部的那塊具橫向凹痕的小骨片更是明顯的特徵(如圖10)，綜合上述的發現，經由嘉大水產生物系研究者的初步鑑定，此次研究之「神秘的水中忍者」，就是鼎鼎有名且常見於亞洲淡水魚體上的「<b>日本魚虱</b>」。</p> <p>附註：本實驗日本魚虱的來源為從家中飼養、水族館及養殖場中病魚身上取得，而每次取回都會先經過品種鑑定的手續。</p>	

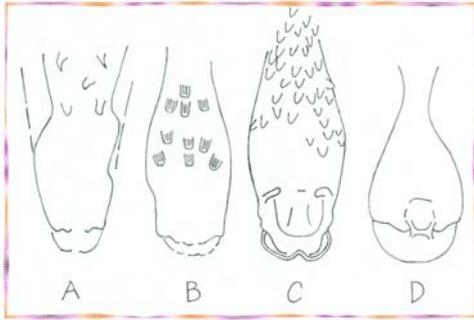


圖 7. 所示為不同品種魚虱的口管(仿自 Cressey)：  
A- *Argulus borealis*；B-*Argulus megalops*；  
C-*Argulus fuscus*；D-*Argulus japonicus* (日本魚虱)

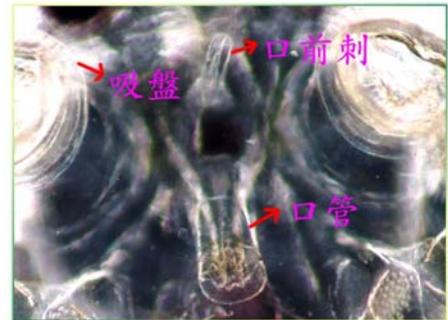


圖 8. 日本魚虱口管表面平滑，沒有任何的凸起物

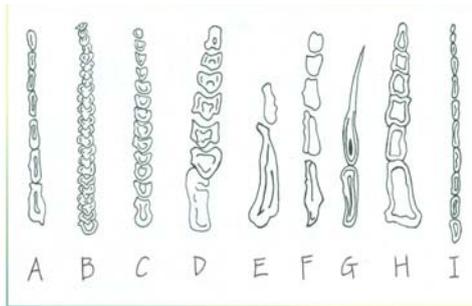


圖 9. 所示為不同品種魚虱吸盤上的吸盤棒(仿自 Cressey)：  
A- *Argulus meehani*；B-*Argulus melanostichus*；C-*Argulus pugettensis*；D-*Argulus japonicus* (日本魚虱)；E-*Argulus maculosus*；F-*Argulus versicolor*；G-*Argulus appendiculosus*；  
H-*Argulus diversus*；I-*Argulus nobilis*.

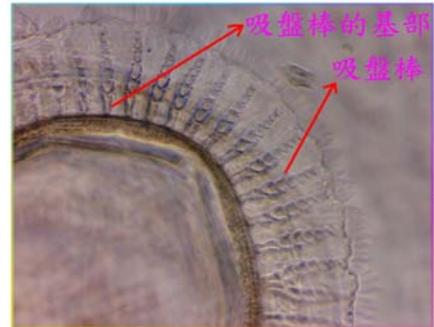


圖 10. 日本魚虱吸盤上的吸盤棒

### 【研究一】：探討日本魚虱身體的構造及其功能

實驗一：探討日本魚虱身體的外形、各部位構造及其功能 (參考文獻：書籍 1、2，網站 1)

(一) 研究器材：(省略)

(二) 研究方法：

1. 用小毛刷將日本魚虱從魚體身上採集成蟲公、母各 5 隻，先放入裝有 70% 酒精的培養皿內，再將蟲體用小毛刷移到中間有圓形凹槽的玻片上，並滴入一滴乳酸後，置於解剖顯微鏡下做日本魚虱外形及構造的觀察，之後再將玻片置於光學顯微鏡下，測量「成蟲」的體長和體寬。

(三) 結果、發現與討論：

#### (1) 日本魚虱身體的外形及構造圖



圖 11A. 日本魚虱成蟲 (公) 背面照

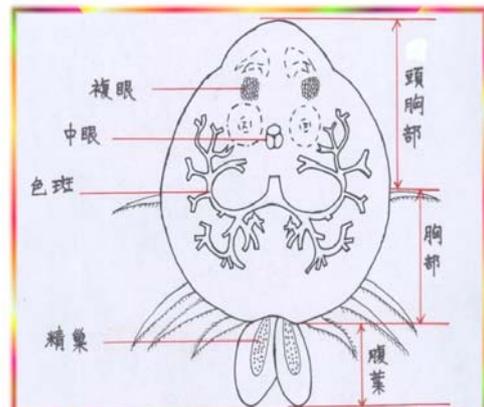


圖 11B. 日本魚虱成蟲 (公) 背面手繪圖



圖 12A. 日本魚虱成蟲 (公) 腹面照

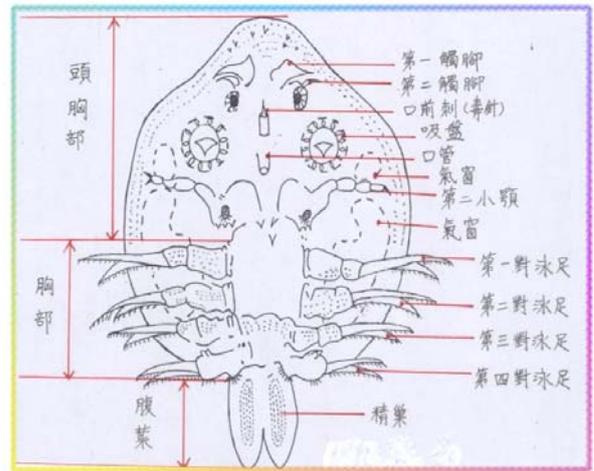


圖 12B. 日本魚虱成蟲 (公) 腹面手繪圖



圖 13A. 日本魚虱成蟲 (母) 背面照

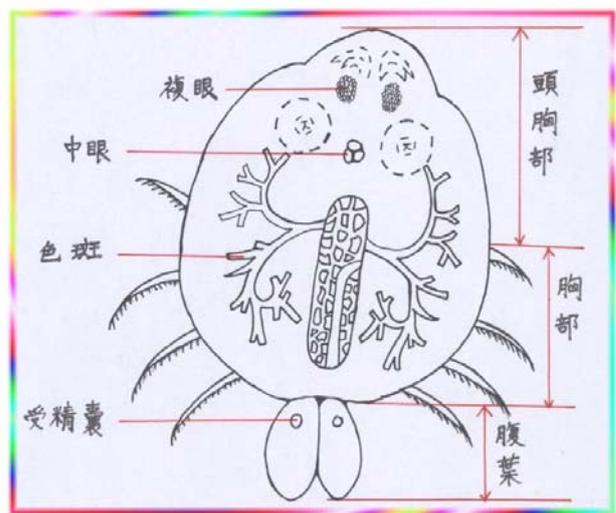


圖 13B. 日本魚虱成蟲 (母) 背面手繪圖



圖 14A. 日本魚虱成蟲 (母) 腹面照

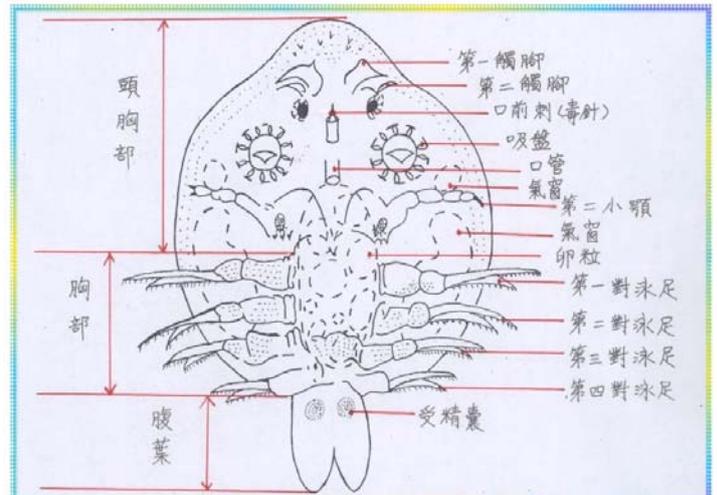
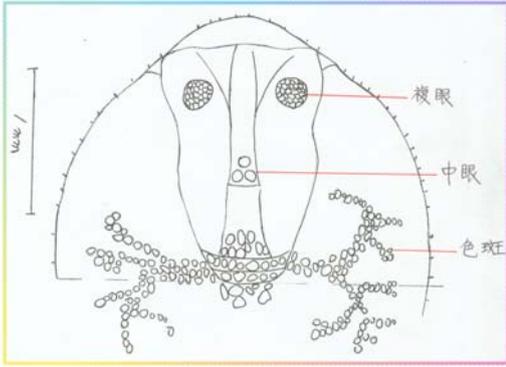
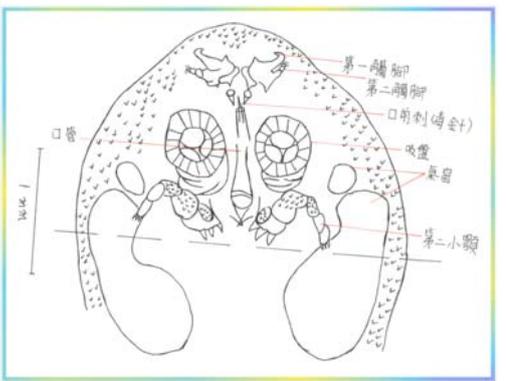
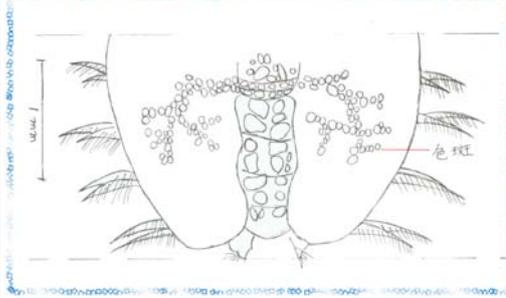
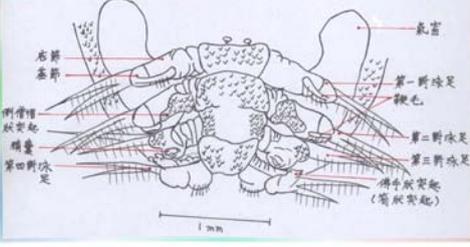
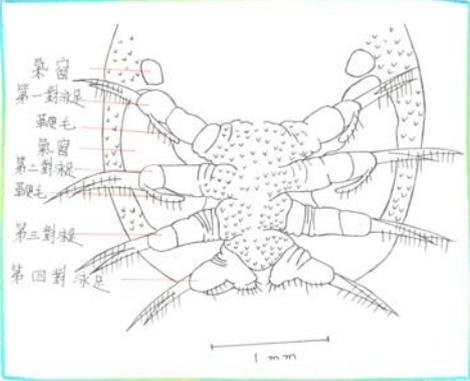
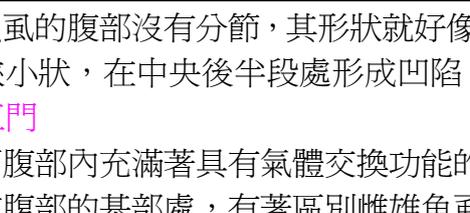


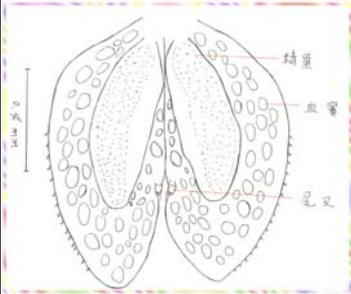
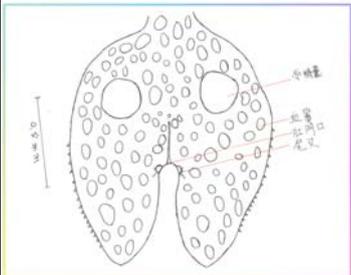
圖 14B. 日本魚虱成蟲 (母) 腹面手繪圖

(2) 日本魚虱身體各部位構造及其功能

表2. 日本魚虱身體各部位構造及其功能說明表

外形構造	圖片	功能說明
<p>頭胸部</p>	<p>背面</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.魚虱的背甲為一馬蹄形的扁平背甲，並與第一胸節癒合成為頭胸部。其柔軟的背甲則有如披風一樣，左右皆可上下調整水流量來達到控制魚虱游動方向和游動姿勢的目地</li> <li>2.魚虱的背甲擁有一對大的腎形複眼，於兩個複眼之下方，在頭胸甲的中線中央處，可見由3個單眼所組成之「品」字形狀的「無節幼蟲眼」或稱之為「中眼」，它在幼蟲期時，比較清楚易見，其可能具有感光的作用</li> </ol>
	<p>腹面</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.於頭胸部上方有第一對觸角、第二觸角，其可能具有嗅覺或感覺功能</li> <li>2.由頭部兩側向後延伸形成馬蹄形的扁平背甲，與第一胸節癒合成為頭胸部，頭胸部兩側的腹面後半部為其“呼吸區”</li> <li>3.腹面具有兩個大吸盤，此吸盤是由第一小顎演變而來的，其主要是用來協助魚虱能牢固的吸附在魚體上</li> <li>4.於吸盤及第一對泳足之間還具有一對具抓附寄主功能的肢腳，此肢腳稱之為第二小顎</li> <li>5.腹面中間有口管呈短圓筒形，位於兩吸盤之間中央線上。而位於口管的上方則有一根具穿刺魚體功能的口前刺包含於一管狀似鞘的護套內</li> </ol>
<p>胸部</p>	<p>背面</p> 	<p>背甲上呈左右對稱、樹枝狀的暗紅色色斑，其可能具有嚇阻掠食者的功能</p>
	<p>腹面</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.共分成四節，每節各具有一對2枝狀的泳足，泳足上有羽狀剛毛，為蟲體於水中自由游動的主要器官</li> </ol>

	公		<ol style="list-style-type: none"> <li>1.第一對泳足及第二對泳足的基節上均有一條瘦長且沿著基節邊緣向後延伸的鞭毛，鞭毛上有數根羽狀剛毛</li> <li>2.第二對泳足其底節上有一倒僧帽狀突起(副性器)</li> <li>3.第三對泳足其底節和基節之間的後面則有一半圓形精囊，精囊上面有很多皺褶(副性器)</li> <li>4.第四對泳足其基節上有一筍狀突出物，在筍狀突出物的頂端另有四個突起，所以筍狀突出物的整體感覺便像是一隻佛手(副性器)</li> </ol>
	母		<ol style="list-style-type: none"> <li>1.第一對泳足及第二對泳足的基節上也均有一條瘦長且沿著基節邊緣向後延伸的鞭毛，鞭毛上有數根羽狀剛毛</li> <li>2.與公魚虱比較起來，母魚虱於四對泳足上則無明顯突起物，泳足純粹為其游動的器官</li> </ol>
腹部		<p>其形狀就好像是由一對橢圓形的扁平葉片所組成，在腹部的基部處，可見能區別雌雄魚虱生殖系統的部分器官；而於腹部內另外也充滿著具有氣體交換功能的血竇</p>	
	背面	<p>公</p> 	<p>腹部上方基部處可見一對大且長的橢圓形精巢</p>
	腹面	<p>母</p> 	<p>腹部上方基部處可見一對小圓形或橢圓形狀的受精囊</p>
			<ol style="list-style-type: none"> <li>1.魚虱的腹部沒有分節，其形狀就好像是一對橢圓形的扁平葉片，其由前往後逐漸的變成狹小狀，在中央後半段處形成凹陷，而凹陷處的前端即為小的尾叉，再往上即可看見肛門</li> <li>2.而腹部內充滿著具有氣體交換功能的血竇</li> <li>3.在腹部的基部處，有著區別雌雄魚虱生殖系統的部分器官</li> </ol>

	公		雄蟲則在其腹部上方基部處可看見具有一對 <b>精巢</b> ，其形狀為一大且長的 <b>橢圓形</b>
	母		雌蟲在其腹部上方基部處具有一對小的 <b>圓形或橢圓形</b> 的 <b>受精囊</b>

## 2、發現

- (1) 由實驗結果發現日本魚虱蟲體主要可分為下列三部分：頭胸部、胸部及腹部，而雄蟲與雌蟲在腹部的生殖系統上更有明顯的不同。
- (2) 公日本魚虱成蟲的平均體長約為 3.76 mm，平均體寬約為 2.60 mm；雌日本魚虱成蟲的平均體長約為 4.89 mm，平均體寬約為 3.71 mm，由此可知雌日本魚虱成蟲體型比雄日本魚虱成蟲體型大。

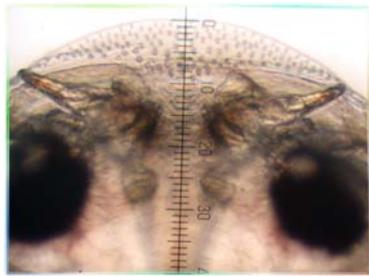


圖15. 日本魚虱成蟲的體長測量照

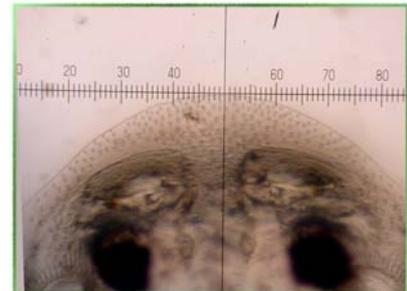


圖16. 日本魚虱成蟲的體寬測量照（尚未將測量尺往下移至蟲體背面背甲最寬處）

## 【研究二】探討日本魚虱的運動行為

### 實驗二：探討日本魚虱在水中的運動行為（短片1：日本魚虱在水中的運動行為）

#### （一）研究方法：

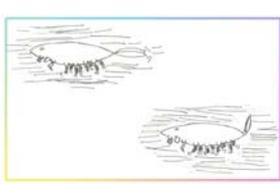
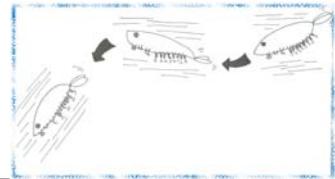
1. 在透明的四方盒中，將5隻魚虱放於700毫升的純水中，觀察並記錄日本魚虱在水中的運動模式及移動路徑，觀察時間為1小時。

#### （二）結果、發現與討論：

##### 1、紀錄

表 3. 日本魚虱在水中的運動行為觀察紀錄表

位置	水中運動行為說明	圖片
----	----------	----

水中	水層中	1.日本魚虱有腹葉和甲殼平行或腹葉和甲殼垂直的形式移動 2.日本魚虱會快速的擺動泳足，以滑動、跳躍、翻轉及迴旋的方式，任意方向的移動 3.日本魚虱有時會泳足瞬間不動，其扁平的身體，就像落葉般的隨意漂流於水中，之後再用泳足快速游動	
	水底	1.日本魚虱在杯底會以緩慢爬行或以泳足游動的方式，緊貼著杯底快速直線前進 2.有時則是以泳足及腹葉的擺動並結合背甲上下擺動控制水流的方式，使魚虱能以波浪狀的游動方式在水中跳躍前進	
	路徑	1.不管於水層中或在水底，魚虱的游泳路徑皆成不規則模式，無一定的軌跡可循	

## 2、發現

(1) 而日本魚虱的運動器官除了具有羽狀剛毛的四對泳足外（如圖 17、18），其腹葉、柔軟的背甲（如圖 20、22）等構造也會以上下擺動的方式，協助其在水中游動。



圖17. 雌日本魚虱泳足上的羽狀剛毛



圖18. 雄日本魚虱泳足上的羽狀剛毛



圖19.日本魚虱停留在水底照



圖20.日本魚虱翹起腹葉在水底游走照



圖21.日本魚虱在水中游泳側面照



圖22日本魚虱游動時，背甲會上下擺動照

(2) 日本魚虱停留在水底時的連續動作照



圖23 停留在水底



圖24 利用吸盤吸住盒底



圖25 擺動背甲



圖26 將身體拱起



圖27 擺動背甲及腹葉，讓身體翹起

實驗三：探討日本魚虱在魚體上的運動行為（短片2：日本魚虱在魚體上的運動行為）

(一) 研究方法：

1.於透明的四方盒中，先放入700毫升的純水，然後放入孔雀魚及錦鯉，最後再放入5隻魚虱，觀察並記錄魚虱在魚體上的運動情形。

## (二) 結果、發現與討論：

### 1、紀錄

表 4. 日本魚虱在魚體上的運動行為觀察紀錄表

位置	魚體上運動行為說明
魚體身上	1.日本魚虱會靜靜停留於魚體上，或以緩慢爬行的方式，來找尋適合的吸附點或隱藏點 2.日本魚虱有時會離開魚體，同時迅速的擺動泳足游動於魚體附近，並在尋找到下一個適合的附著點後，便快速的附著上去 3.日本魚虱於魚體上的移動，均無一定的規則模式可循

### 2、發現

(1) 我們亦發現到日本魚虱停留在魚體上不移動時，其泳足還是會快速的擺動。



圖28. 寄生於孔雀魚上的日本魚虱



圖29. 寄生於錦鯉身上的日本魚虱

## 實驗四：探討日本魚虱在玻片上的移動情形 (短片3：日本魚虱在玻片上的運動行為)

### (一) 研究方法：

- 1.為了模擬日本魚虱在魚體上爬行的情形，我們利用玻片來代替魚體表面。
- 2.先用吸管吸一滴純水滴在玻片上，並用小毛刷將日本魚虱取起放在玻片上，再將此玻片置放於解剖顯微鏡下，觀察日本魚虱在玻片上的移動情形。

### (二) 結果、發現與討論：

#### 1、紀錄

表 5. 日本魚虱在玻片上的移動情形觀察紀錄表

位置	玻片上移動情形說明
玻片上	1.於解剖顯微鏡下發現，日本魚虱在玻片上爬行主要是靠吸盤來移動，會有先左吸盤動，再右吸盤動或先右吸盤動，再左吸盤動的方式來前進或後退 2.日本魚虱於玻片上會往有水的地方移動，無水時則動彈不得，而其移動路徑則無一定的規則

### 2、發現

(1) 由觀察結果可知日本魚虱就是靠這一對強而有力的吸盤 (如圖32)，才能在魚體上穩穩的停留及移動 (如圖30、31)。

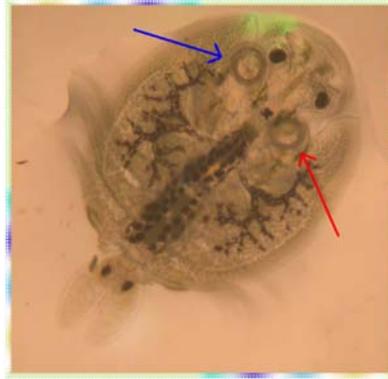
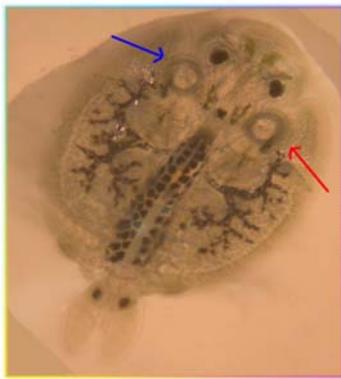


圖30. 不移動時，日本魚虱的吸盤照 圖31. 移動時，日本魚虱的吸盤照 圖32. 紅色箭頭為日本魚虱的吸盤照

### 【研究三】：探討日本魚虱的營生方式

#### 實驗五：探討日本魚虱的呼吸方式（參考文獻來源：書籍 2；期刊 3）

##### （一）研究方法：

1. 先將日本魚虱置放於玻片中央的凹槽內，並於解剖顯微鏡下進行初步的觀察。

##### （二）結果、發現與討論：

###### 1、發現

- （1）觀察發現呼吸窗為透明樣，左右兩側各有一對，上小下大，上呼吸窗為一小圓形或小橢圓形，下呼吸窗則為一縱走的長橢圓形，其內側上緣則有一明顯的凹槽（如圖33）。
- （2）腹葉內的血竇其形狀為大小不一的圓形或橢圓形，分別聚集於左右兩片葉狀的腹葉內，形成像兩大串晶瑩剔透的葡萄串（如圖34）。

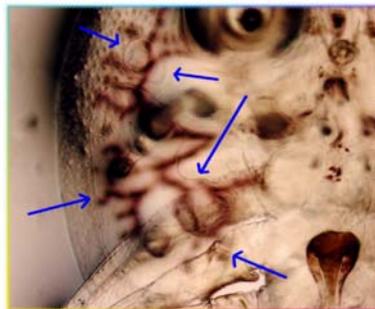


圖 33. 藍色箭頭指向為透明呼吸窗



圖 34. 紅色箭頭指向為眾多血竇中的一個血竇

#### 實驗六：探討日本魚虱的進食及排泄方式（參考文獻來源：書籍 2）

##### （一）研究方法：

1. 將裝有魚體及日本魚虱的玻璃培養皿置於解剖顯微鏡下進行日本魚虱及魚體傷口的觀察。

##### （三）結果、發現與討論：

###### 1、發現：

- （1）日本魚虱會在魚體體表傷口出血處附近移動（如圖36）。
- （2）用解剖顯微鏡觀察發現日本魚虱於兩吸盤之間中央線上，可見一呈短圓筒，形似吻狀之口管（如圖37中的紫色箭頭），而於口管的上方則有一根具穿刺功能的口前



圖 35. 紅色箭頭為日本魚虱的肛門口照

刺（如圖37中的紅色箭頭及圖40），包含於一管狀似鞘的護套內（如圖37中的水藍色箭頭），當魚虱吸咬宿主時，會先用其口前刺(毒針)刺入魚體注入毒液，然後再以圓形口管套上傷口，以其口管內藏的一對鐮刀狀的大顎（如圖39）鋸開魚體體表組織，此舉將更有利魚虱利用口管大量吸食魚體的體液與血液。

- (3) 魚虱經由口管吸入魚體的體液及血液後，經由位於魚虱中央線上狹長透明的胃腸管道之收縮蠕動消化吸收後，便由位於兩片腹葉內側相連處的肛門口（如圖35）將黑色小長方形塊的排泄物排出。

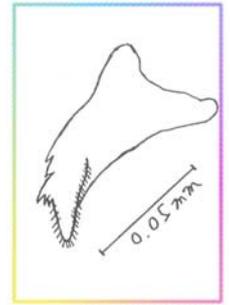
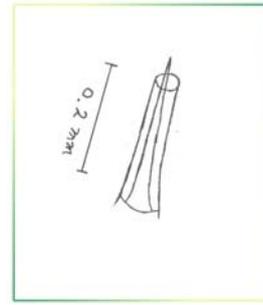
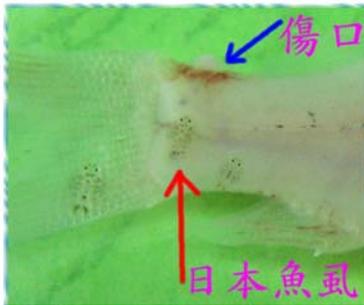


圖 36. 日本魚虱在魚體傷口附近移動

圖 37. 日本魚虱的口前刺及口管照

圖 38. 日本魚虱的口前刺手繪圖

圖 39. 日本魚虱口管中的大顎手繪圖

## 【研究四】：探討日本魚虱的生長階段

### 實驗七：探討日本魚虱的生殖方式（參考文獻來源：書籍 2）

#### (一) 研究方法：

- (1) 將受日本魚虱感染的魚體用手抄網撈起，置於小水杯中，用小毛刷取下5隻日本魚虱，用解剖顯微鏡等待觀察魚虱交配的情形。
- (2) 將交配後的母魚虱，置入2000ml養有朱文錦的大燒杯中，靜待其產卵。

#### (三) 結果、發現與討論：

##### 1、紀錄

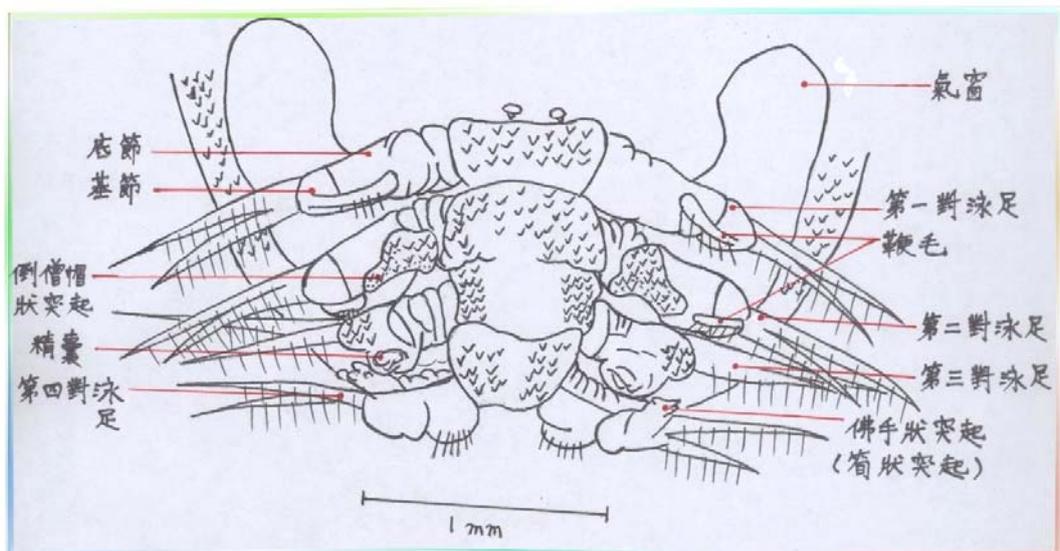


圖 40. 雄日本魚虱的四對泳足構造手繪圖

##### 2、發現：

- (1) 觀察發現日本魚虱的交配過程為公魚虱以其腹面貼在母魚虱的背上，此時母魚虱會將腹

葉反折起來使其受精囊前方的精錐朝上，方便雄性魚虱於母魚虱的背上向左移時，可將其右邊第三對腳上的精囊（如圖43）套上母魚虱的精錐。

- (2) 並靠與右邊第二對泳足上的倒僧帽狀突起（如圖42）及第四對泳足上的筍狀突起（如圖44），來相互結合，產生力量，順利的將右邊第三對腳上精囊內的精液擠入母魚虱的受精囊內（如圖46）儲存。雄日本魚虱會於雌日本魚虱背上左右的來回奔波3-5分鐘，做上述相同的動作，實在是爲了傳宗接代而努力Y。
- (3) 雌日本魚虱交配完後(一生只需交配一次)，於產卵前會先離開魚體而於杯壁、杯底或其它水中的硬物上產卵（如圖48），卵粒會瞬間牢固的黏附在附著物上，用手指觸摸時則可感覺表面粗糙有如砂紙（如圖49）。
- (4) 當我們於解剖顯微鏡下觀察魚虱的卵粒時，於魚虱卵粒的表面則可清楚的看見兩條縱嵴（如圖50）。



圖 41. 雄日本魚虱的第 2、3、4 對泳足



圖 42. 雄日本魚虱的第 2 對泳足上的倒僧帽狀突起

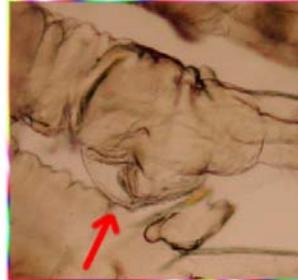


圖 43. 雄日本魚虱的第 3 對泳足的半圓形精囊

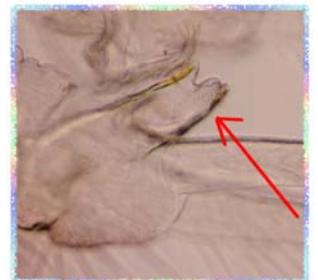


圖 44. 雄日本魚虱的第 4 對泳足的筍狀突起



圖 45. 紅色箭頭爲雄日本魚虱的精囊



圖 46. 紅色箭頭爲雌日本魚虱的受精囊



圖 47. 卵粒充滿於雌日本魚虱的腹面中線上

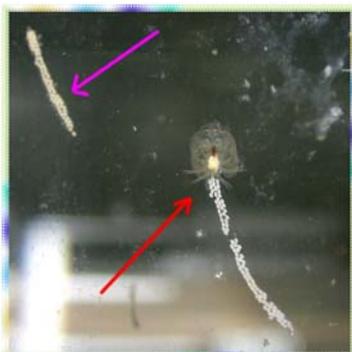


圖 48. 紅色箭頭爲雌日本魚虱正在產卵，紫色箭頭爲雌日本魚虱產下的卵串



圖 49. 正在孵化的日本魚虱卵

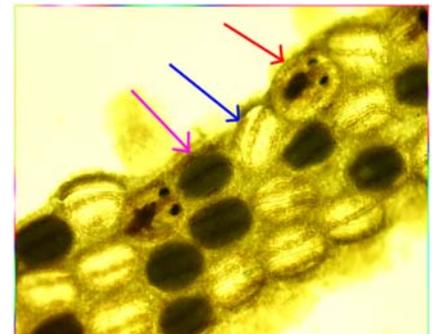


圖 50. 紅色箭頭爲即將孵化出的日本魚虱卵粒，藍色箭頭爲已孵化出的日本魚虱卵粒，紫色箭頭爲孵化失敗的日本魚虱卵粒

**實驗八：探討日本魚虱的生長階段（參考文獻來源：期刊3、5）**

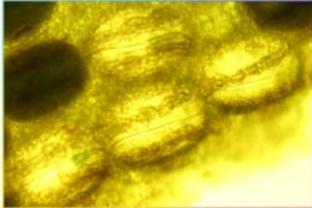
**（一）研究方法：**

（1）先將保存的日本魚虱標本，置於85%乳酸小培養皿中脫鈣1-2小時後，再將蟲體置於木質玻片上，於光學顯微鏡下觀察並參考文獻做細部對照，來初步區分其各個生長階段。

**（二）結果、發現與討論：**

**1、紀錄**

**表6. 日本魚虱的生長階段說明表**

	圖片	外形	體長	體寬	生長環境特徵
卵		每一顆卵粒均類似橢圓形，中間有兩條縱嵴，卵粒成串的黏附於水中固體上	0.3-0.5mm	0.25-0.44mm	良好的養殖水
無節幼蟲後期		其外型有如小葉片，在體型上與稚蟲期和成蟲期有著及明顯的區別(一期)	無節幼蟲後期體長範圍為： 0.72-0.76mm	無節幼蟲後期體寬範圍為： 0.42-0.45mm	良好的養殖水
稚蟲期	公 	外觀上有如葉片且近似於成蟲期，觀其腹葉便可區分公母(共分六期)	公稚蟲期第一期至第六期的蟲體體長範圍為： 0.82-1.98mm	公稚蟲期第一期至第六期的蟲體體寬範圍為： 0.54-1.34mm	良好的養殖水
	母 	外觀上有如葉片且近似於成蟲期，觀其腹葉便可區分公母(共分六期)	母稚蟲期第一期至第六期的蟲體體長範圍為： 0.86-2.78mm	母稚蟲期第一期至第六期的蟲體體寬範圍為： 0.56-2.17mm	良好的養殖水

成蟲期	公		外觀上有如小圓盤或小幽浮於水中飄游，觀其腹葉便可區分公母(包含成蟲前期、成蟲期共二期)	公成蟲前期至成蟲期的蟲體體長範圍為： 3.02-3.72mm	公成蟲前期至成蟲期的蟲體體寬範圍為： 1.96-2.54mm	良好的養殖水
	母		外觀上有如小圓盤或小幽浮於水中飄游，觀其腹葉便可區分公母(包含成蟲前期、成蟲期共二期)	母成蟲前期至成蟲期的蟲體體長範圍為： 3.79-4.82mm	母成蟲前期至成蟲期的蟲體體寬範圍為： 2.68-3.75mm	良好的養殖水

## 2、發現：

(1) 日本魚虱由卵孵化後，其生長階段是依據肢腳的變化及體型的差異來區分。稚蟲期從第一期到第六期的區別，可由第一小顎(肢腳)的變化來做一簡易的區分(圖53-58)。

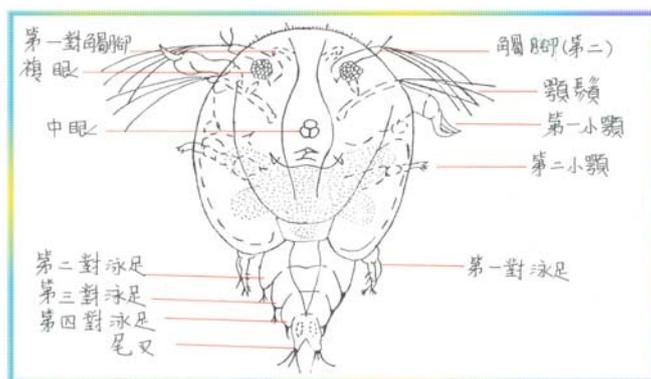


圖 51. 日本魚虱的無節後期身體構造手繪圖

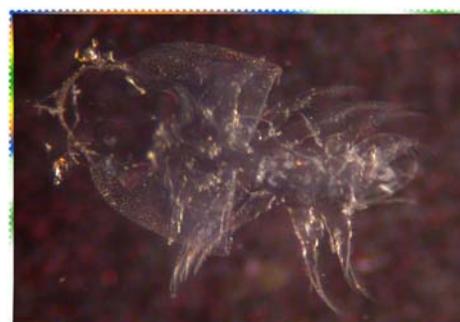


圖 52. 日本魚虱蛻下的甲殼

(2) 日本魚虱稚蟲期第一期到第六期的第一小顎手繪圖

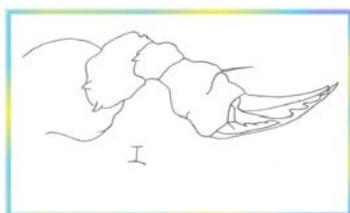


圖 53. 日本魚虱稚蟲一期的第一小顎

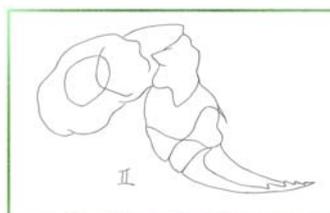


圖 54. 日本魚虱稚蟲二期的第一小顎

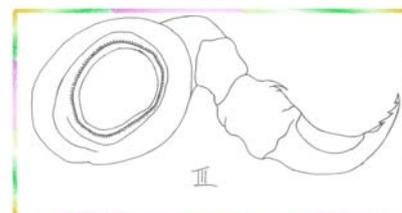


圖 55. 日本魚虱稚蟲三期的第一小顎

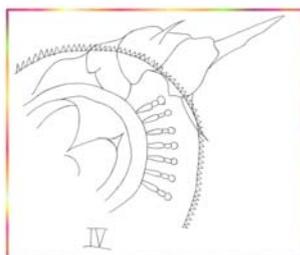


圖 56. 日本魚虱稚蟲四期的第一小顎



圖 57. 日本魚虱稚蟲五期的第一小顎



圖 58. 日本魚虱稚蟲六期的第一小顎

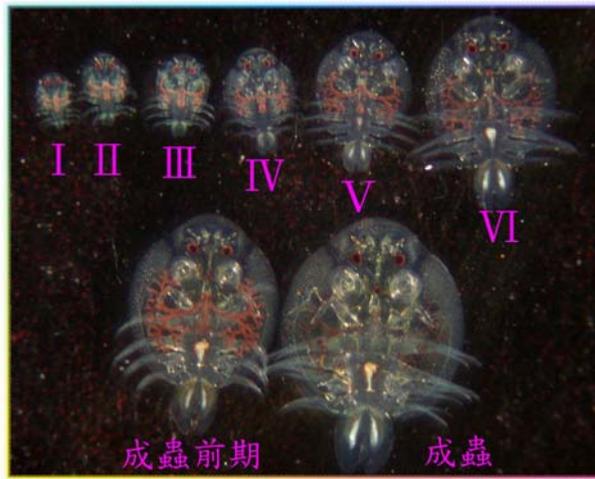


圖 59. 上排為日本魚虱稚蟲期第一期到第六期實體照  
下排為日本魚虱成蟲前期與成蟲期實體照

(3) 日本魚虱生長過程圖

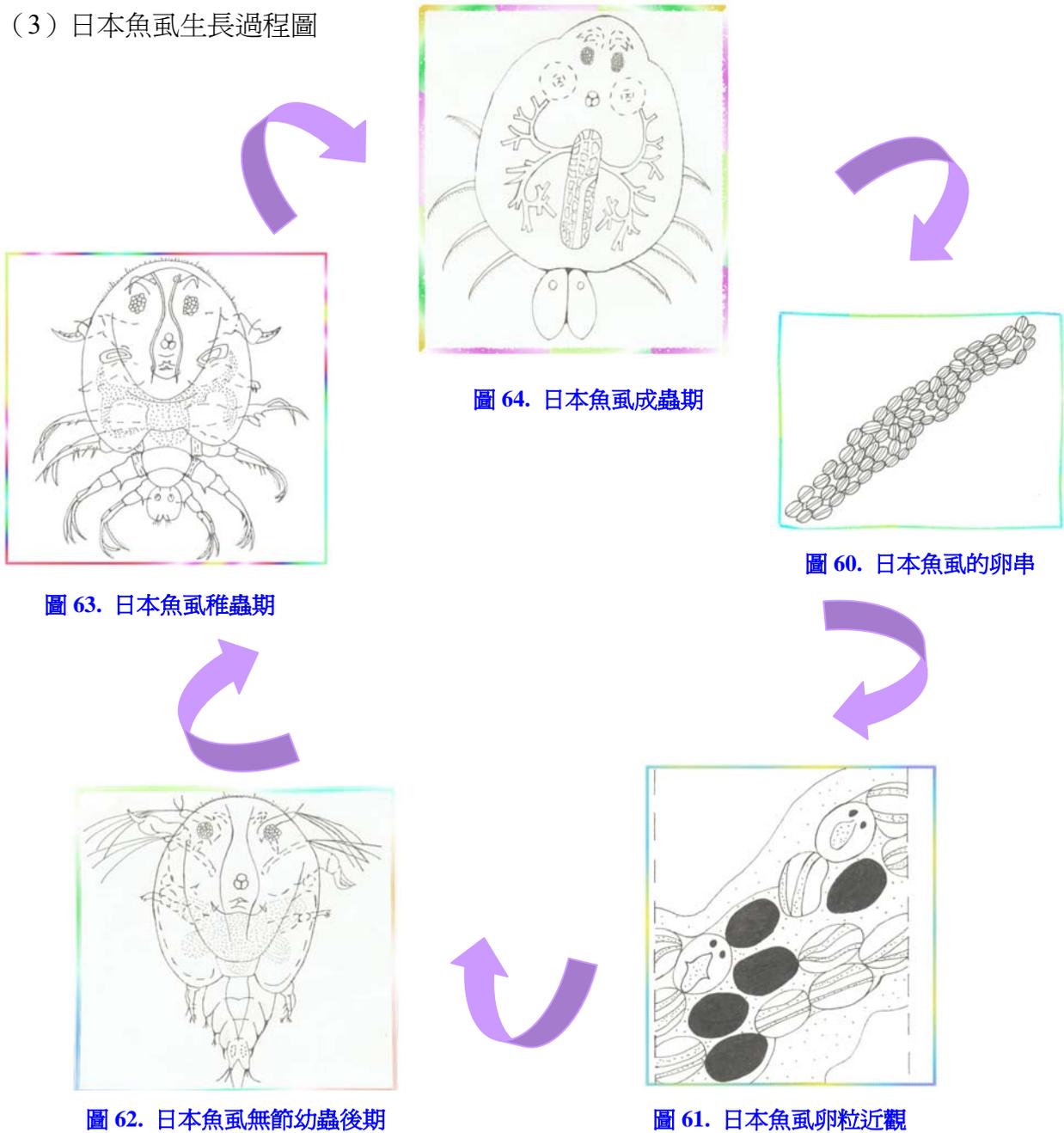


圖 63. 日本魚虱稚蟲期

圖 64. 日本魚虱成蟲期

圖 60. 日本魚虱的卵串

圖 62. 日本魚虱無節幼蟲後期

圖 61. 日本魚虱卵粒近觀

## 【研究五】探討日本魚虱的生物特性

### 實驗九：探討日本魚虱是否有趨光性

#### 實驗9-1：探討日本魚虱對單一色光的反應情形（短片4：日本魚虱對色光的反應情形）

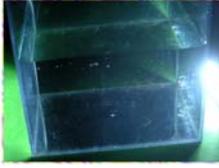
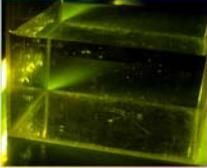
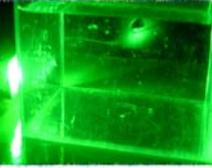
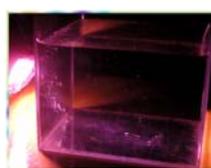
##### （一）研究方法：

（1）先將20隻日本魚虱放入裝300毫升純水的四方盒中。用相同的小檯燈，分別包不同的玻璃色紙，在黑暗中一次只用單一色光照射四方盒中的一面，觀察日本魚虱的反應情形。

##### （二）結果、發現與討論：

###### 1、紀錄

表 7. 日本魚虱對單一色光反應情形的觀察紀錄表

色光 結果	白光	黃光	綠光	紅光	藍光
圖片					
日本魚虱的反應情形	黑暗中照射白光，2秒內20隻日本魚虱皆會受白光的吸引而在光源處游動	黑暗中照射黃光，3秒內20隻日本魚虱皆會受黃光的吸引而在光源處游動	黑暗中照射綠光，5秒內20隻日本魚虱皆會受綠光的吸引而在光源處游動	黑暗中照射紅光，6秒內20隻日本魚虱皆會受紅光的吸引而在光源處游動	黑暗中照射藍光，8秒內20隻日本魚虱皆會受藍光的吸引而在光源處游動

###### 2、發現

（1）觀察發現日本魚虱對光有趨光性的反應，在黑暗中一見到光即趨向前，就向飛蛾撲火般的激動。而日本魚虱對色光的反應時間以白光最快，馬上就游過來，藍光最慢。

###### 3、討論

（1）日本魚虱對光有驅光性反應，推測應是具有單眼的關係，因此就會像昆蟲一樣對光會有明顯的趨光性反應。

#### 實驗9-2：探討日本魚虱對兩種色光的反應情形（短片5：日本魚虱對色光的反應情形）

##### （一）研究方法：

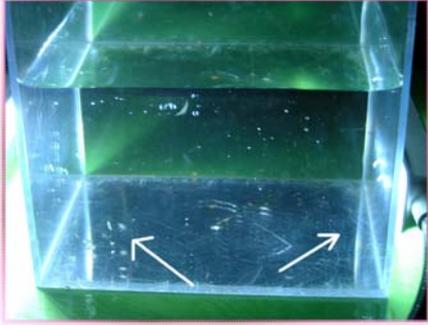
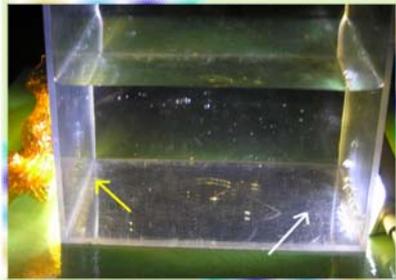
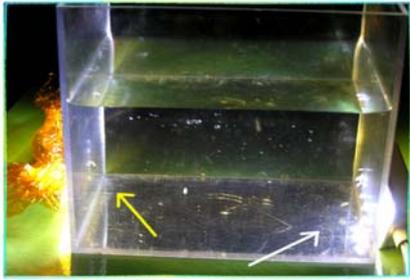
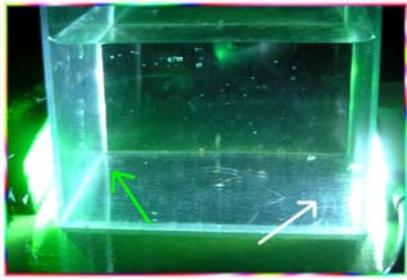
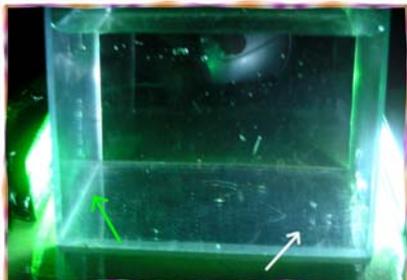
（1）先將20隻日本魚虱放入裝300毫升純水的四方盒中。用相同的小檯燈，分別包不同的玻璃色紙，在黑暗中先用單一色光照四方盒中的左面，等日本魚虱皆被吸引過來時，在四方盒的右面照射另一種色光，再觀察日本魚虱的反應情形。

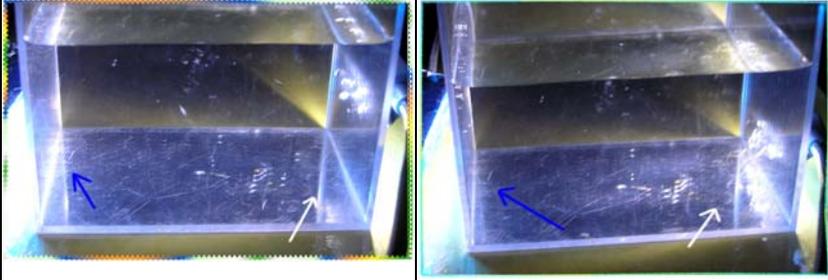
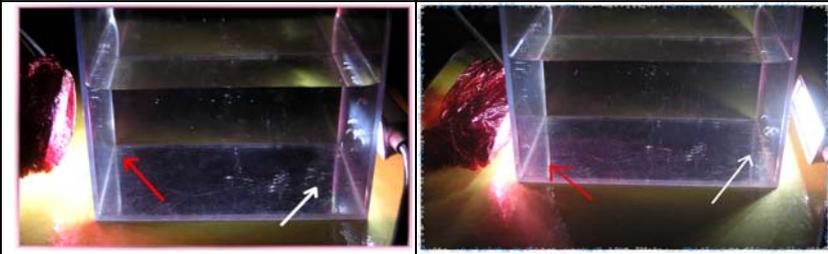
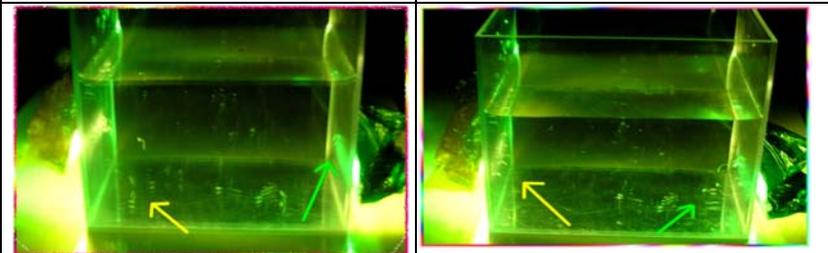
##### （二）結果、發現與討論：

###### 1、紀錄

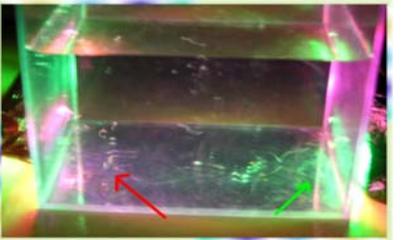
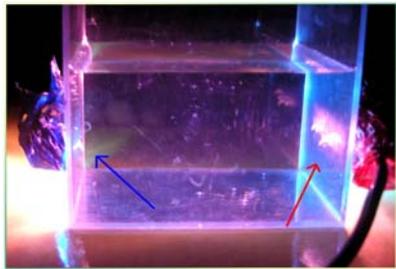
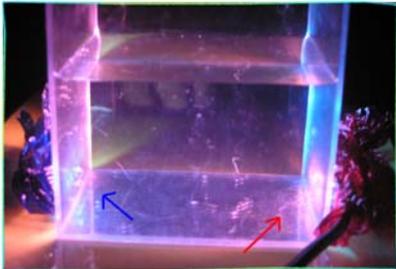
表 8. 日本魚虱對兩種色光反應情形的觀察紀錄表

色光	以不同順序的色光照射，日本魚虱的反應情形	結果
----	----------------------	----

白白	順序	先白光，後白光		日本魚虱對兩個亮度相同的白光照射時的反應為受第一個照射的光源影響較大，例如左邊的白光先照射，主要集中在左邊，少部分游向右邊
	圖片			
	說明	用白光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊白光光源移動，若再用另一白光，照射四方盒的右面時，則有約5隻的日本魚虱受影響而往右邊，在觀察過程中發現有些魚虱會有反轉、迴旋現象，好像不確定要往哪邊游動		
白黃	順序	先白光，後黃光	先黃光，後白光	日本魚虱對白光的反應比黃光強
	圖片			
	說明	先用白光照射四方盒的右面時，20隻日本魚虱皆會往右邊白光光源移動，若再用另一黃光，照射四方盒的左面時，則無任何日本魚虱受影響，還是在右邊游動	先用黃光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊黃光光源移動，若再用另一白光，照射四方盒的右面，則約有18隻日本魚虱受影響，游向右邊白光光源	
白綠	順序	先白光，後綠光	先綠光，後白光	日本魚虱對白光的反應比綠光強
	圖片			
	說明	先用白光照射四方盒的右面時，20隻日本魚虱皆會往右邊白光光源移動，若再用另一綠光，照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱，還是在右邊游動	先用綠光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊綠光光源移動，若再用另一白光，照射四方盒的右面，則約有19隻日本魚虱受影響，游向右邊白光光源	
白藍	順序	先白光，後藍光	先藍光，後白光	日本魚虱對白光的反應比藍光強

	圖片			
	說明	先用白光照射四方盒的右面時，20隻日本魚虱皆會往右邊白光光源移動，若再用另一藍光，照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱幾乎還是偏向右邊游動	先用藍光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊藍光光源移動，若再用另一白光，照射四方盒的右面，則有20隻日本魚虱受影響，游向右邊白光光源	
白紅	順序	先白光，後紅光	先紅光，後白光	
	圖片			
	說明	先用白光照射四方盒的右面時，20隻日本魚虱皆會往右邊白光光源移動，若再用另一紅光，照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱還是偏向右邊游動	先用紅光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊紅光光源移動，若再用另一白光，照射四方盒的右面，則有19隻日本魚虱受影響，游向右邊白光光源	
黃綠	順序	先黃光，後綠光	先綠光，後黃光	
	圖片			
	說明	先用黃光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊黃光光源移動，若再用另一綠光，照射四方盒的右面時，則約有17隻日本魚虱还是在四方盒偏左邊游動，2隻在中間，1隻偏右邊游動	先用綠光照射四方盒的右面時，20隻日本魚虱皆會往右邊綠光光源移動，若再用另一黃光，照射四方盒的左面，則約有13隻日本魚虱在四方盒偏左邊游動，1隻在中間，6隻偏右邊游動	
黃藍	順序	先黃光，後藍光	先藍光，後黃光	日本魚虱對黃光的反應比藍光強

	圖片		
	說明	先用黃光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊黃光光源移動，若再用另一藍光，照射四方盒的右面時，則約有14隻日本魚虱還是在四方盒偏左邊游動，3隻在中間，3隻偏右邊游動	先用藍光照射四方盒的右面時，20隻日本魚虱皆會往右邊藍光光源移動，若再用另一黃光，照射四方盒的左面，則約有8隻日本魚虱在四方盒偏右邊游動，1隻在中間，11隻偏左邊游動
黃紅	順序	先黃光，後紅光	先紅光，後黃光
	圖片		
	說明	先用黃光照射四方盒的右面時，20隻日本魚虱皆會往右邊黃光光源移動，若再用另一紅光，照射四方盒的左面時，則約有19隻日本魚虱還是在四方盒偏右邊游動，1隻在中間，0隻偏左邊游動	先用紅光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊紅光光源移動，若再用另一黃光，照射四方盒的右面，則約有16隻日本魚虱在四方盒偏右邊游動，1隻在中間，3隻偏左邊游動
綠藍	順序	先綠光，後藍光	先藍光，後綠光
	圖片		
	說明	先用綠光照射四方盒的右面時，20隻日本魚虱皆會往右邊綠光光源移動，若再用另一藍光，照射四方盒的左面時，則約有14隻日本魚虱還是在四方盒偏右邊游動，6隻在中間，0隻偏左邊游動	先用藍光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊藍光光源移動，若再用另一綠光，照射四方盒的右面，則約有12隻日本魚虱在四方盒偏右邊游動，8隻在中間，0隻偏左邊游動
綠紅	順序	先綠光，後紅光	先紅光，後綠光
			日本魚虱對綠光的反應比紅光強

	圖片			
	說明	先用綠光照射四方盒的右面時，20隻日本魚虱皆會往右邊綠光光源移動，若再用另一紅光，照射四方盒的左面時，則約有16隻日本魚虱還是在四方盒偏右邊游動，2隻在中間，2隻偏左邊游動	先用紅光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊紅光光源移動，若再用另一綠光，照射四方盒的右面，則約有10隻日本魚虱在四方盒偏右邊游動，3隻在中間，7隻偏左邊游動	
藍紅	順序	先紅光，後藍光	先藍光，後紅光	日本魚虱對紅光的反應比藍光強
	圖片			
	說明	先用紅光照射四方盒的右面時，20隻日本魚虱皆會往右邊紅光光源移動，若再用另一藍光，照射四方盒的左面時，則約有14隻日本魚虱還是在四方盒偏右邊游動，1隻在中間，5隻偏左邊游動	先用藍光照射四方盒的左面時，20隻日本魚虱皆會往左邊藍光光源移動，若再用另一紅光，照射四方盒的右面，則約有7隻日本魚虱在四方盒偏左邊游動，1隻在中間，12隻偏右邊游動	

## 2、發現

- (1) 由實驗過程中發現，日本魚虱對色光的反應程度為白光 > 黃光 > 綠光 > 紅光 > 藍光。
- (2) 此外發現日本魚虱在兩種亮度接近的色光照射時，大部分會受先照射的光源所影響，且會有反轉、迴旋現象，好像不確定要往哪邊游動。

### 【研究六】：探討日本魚虱的生存環境特徵

#### 實驗十：探討日本魚虱在不同環境下的生存情形

##### 實驗10-1：探討日本魚虱在不同水種類環境下的生存情形

#### (一) 研究方法：

1. 先於5個小水杯內分別置入五種不同的實驗用水(純水、養殖水、地下水、自來水、自來水 + 硫代硫酸鈉)。然後於五種各具不同水種類的水杯中，各自放入10隻魚虱，然後長時間(11小時)觀察並記錄日本魚虱在不同水種類環境下的生存情形並適時的拍照。

#### (二) 結果、發現與討論：

##### 1、紀錄

表9. 探討日本魚虱在不同水種類環境下生存情形的觀察紀錄表

水種類 時間(分)	純水	養殖水	地下水	自來水	自來水 + 硫代硫酸鈉
--------------	----	-----	-----	-----	----------------

5 min	活動力正常 十隻魚虱皆 於杯底休息	1. 七隻於杯 壁休息 2. 三隻於杯 底休息	十隻魚虱皆 活潑的於杯 底游動	1. 三隻於杯 底游動 2. 七隻於杯 底休息	1. 四隻於杯 底游動 2. 三隻於杯 壁休息 3. 三隻於杯 底休息
:					
660 min	1. 七隻於杯 底游動 2. 三隻腹面 朝上沉於 杯底	1. 三隻於杯 壁休息 2. 七隻腹面 朝上沉於 杯底	1. 四隻於杯 壁移動 2. 三隻於杯 底游動 3. 三隻腹面 朝上沉於 杯底		1. 三隻於水 杯中層游 動 2. 七隻腹面 朝上沉於 杯底

## 2、發現

- (1) 純水和地下水較適合魚虱生存，其次為養殖水和自來水加硫代硫酸鈉。
- (2) 自來水於360分鐘時，發現十隻魚虱皆腹面朝上沉於杯底活動力很弱無法翻身。



圖 65. 五種水溶液全照圖

## 實驗10-2：探討日本魚虱在不同鹽度環境下的生存情形

### (一) 研究方法：

1. 先於電子秤上秤出欲泡製不同鹽度時，各自所需之鹽的重量(例如鹽度1‰就是以一克的鹽加上999毫升的水)。然後將七種不同鹽度的水注入七個水杯中，並各自放入10隻魚虱，然後長時間(11小時)觀察並記錄日本魚虱在不同鹽度下的生存情形，且適時的拍照。

### (二) 結果、發現與討論：

#### 1、紀錄

表10. 探討日本魚虱在不同鹽度環境下生存情形的觀察紀錄表

鹽度 時間	0(‰)	1(‰)	2(‰)	3(‰)	4(‰)	5(‰)	6(‰)
5 min	活動力正常： 1. 三隻在水杯上層游動 2. 七隻於杯底休息	1. 七隻在水杯中任意游動 2. 三隻於杯底休息	1. 七隻在水杯上層快速游動 2. 三隻於杯底任意游動	1. 七隻在水杯上層游動 2. 三隻於杯壁休息	1. 三隻在水杯上層游動 2. 七隻於杯底游動	十隻魚虱皆於杯底游動	1. 七隻在水杯上層快速游動 2. 三隻於杯壁休息
.							
660 min	1. 三隻於杯底游	1. 七隻於杯壁休	1. 七隻活動力極	1. 七隻活動力微	1. 三隻活動力極		

	動 2.七隻沉 於杯底 (活動 力減 低)	息 2.三隻腹 面朝上 沉於杯 底	差沉於 杯底 2.三隻腹 面朝上 沉於杯 底	弱沉於 杯底 2.三隻腹 面朝上 沉於杯 底	差沉於 杯底 2.七隻腹 面朝上 沉於杯 底		
--	--------------------------------------	-------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--	--

## 2、發現

- (1) 4(‰)、5(‰)及6(‰)的鹽度於300分鐘便各自有三隻、三隻、十隻的魚虱腹面朝上沉於杯底。
- (2) 由表10的結果發現純水是最適合於魚虱生存的。

## 3、討論

- (1) 加了鹽的水不適合於魚虱的生存，所以我們可於養殖水中適量加入鹽來防治魚虱。

- (2) 或用海水短暫浸泡淡水魚(活魚)來使魚體上的魚虱自然脫落。

### 【研究七】：探討日本魚虱與寄主（魚）之間的相互關係

#### 實驗十一：探討日本魚虱對寄主(魚種)的選擇性

##### (一) 研究方法：

- (1) 將20隻魚虱及8種不同的魚種放入魚缸中，觀察240分鐘，需記錄8種不同魚種的魚體上，魚虱附著寄生的數量及寄生的部位，以便了解哪一個魚種是魚虱的最愛，而魚體上哪一個部位是魚虱最喜歡寄生的部位。
- (2) 因在實驗過程中，發現蓋斑鬥魚會有吞食日本魚虱的情形，於是將蓋斑鬥魚取出，再利用7種魚重複步驟1來做實驗，。

##### (二) 結果、發現與討論：

### 1、紀錄

#### (1) 魚的構造圖

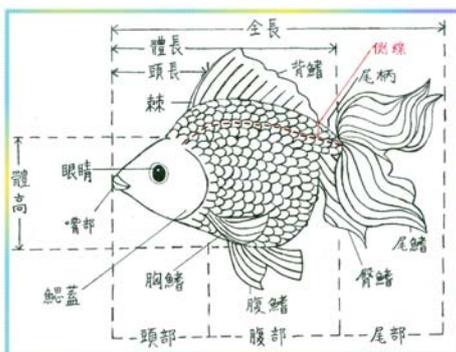


圖 67. 魚的外觀構造圖

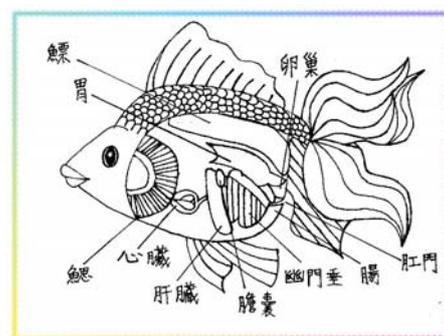


圖 68. 魚的內部構造圖

#### (2) 日本魚虱對寄主的寄生情形

表 11. 日本魚虱對寄主寄生情形的觀察紀錄表



圖 66. 七杯鹽水溶液全照圖

魚的 名稱	魚的種類							水中
	朱紋錦	金魚	孔雀魚	斑馬魚	神仙魚	檸檬燈	雙劍	
時間 部位								
30秒	背鰭	1						13
	胸鰭							
	腹鰭							
	臀鰭				1			
	尾鰭		1	1				
	其它	腹部1		體側1			體側1	
·								
240分鐘	背鰭			1				0
	胸鰭	1	2					
	腹鰭		3					
	臀鰭							
	尾鰭	3	4	1		1	1	
	其	腹部1	體側1	體側1				

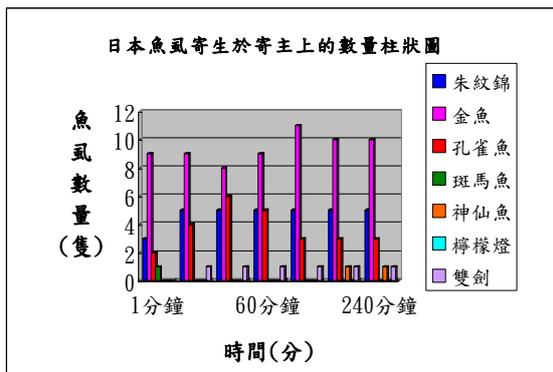


圖69. 日本魚虱寄生於寄主上的數量柱狀圖

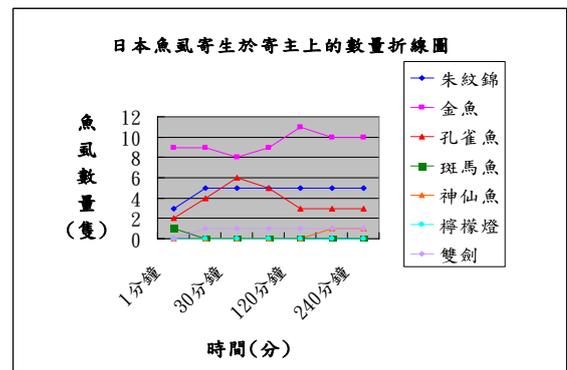


圖70. 日本魚虱寄生於寄主上的數量折線圖

## 2、發現

(1) 觀察發現日本魚虱比較喜歡寄生的觀賞魚魚種有金魚、朱文錦、孔雀魚及雙劍。

### 實驗十二：探討日本魚虱寄生於魚體各部位的情形

(一) 研究方法：

(1) 先將金魚置放於小魚缸中，然後再將10隻魚虱放入，並於 [圖71. 日本魚虱寄生於金魚腹鰭與尾](#)入魚虱後的30秒、1分鐘、5分鐘、10分鐘……一直到240分鐘，分別做觀察紀錄和拍照。

(二) 結果、發現與討論：

#### 1、紀錄



表 12. 日本魚虱寄生在魚體各部位數量的觀察紀錄表

部位 放入時間	背鰭	胸鰭	腹鰭	臀鰭	尾鰭	體表	水中
30秒					4		6
.							
.							
240分鐘			1		5	4	0

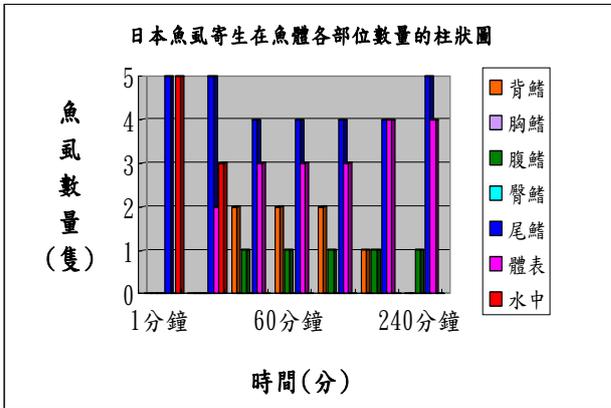


圖72. 日本魚虱寄生在魚體各部位數量的柱狀圖

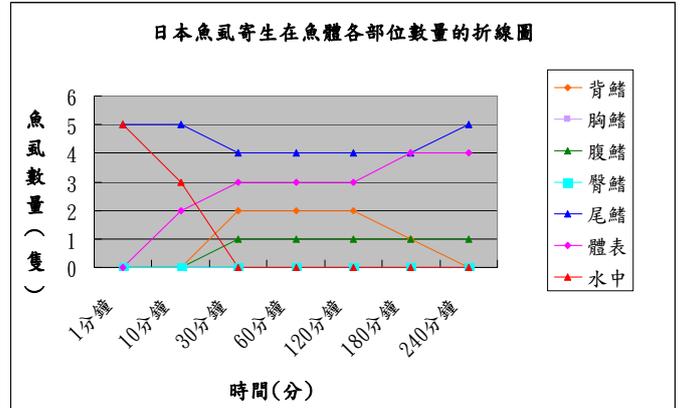


圖73. 日本魚虱寄生在魚體各部位數量的折線圖

## 2、發現

(1) 發現當魚虱的寄主對象是金魚時，寄生於鰭部的機率大於體表，尤其是在尾鰭。

### 實驗十三：探討日本魚虱對寄主(魚體)的選擇性是受何種因素影響

#### 實驗13-1：探討日本魚虱對寄主(魚體)的選擇性是否是受氣味因素影響

(一) 研究方法：

1. 將10隻日本魚虱放置在特製的寶特瓶中（如圖75中的右邊），觀察日本魚虱是否會由右邊的寶特瓶通過透明的塑膠管到左邊的寶特瓶中，觀察時間為2小時。
2. 重複步驟1，靜置5分鐘後，在將金魚放入左邊的寶特瓶中，觀察日本魚虱是否會由右邊的寶特瓶通過透明的塑膠管到左邊的寶特瓶中，觀察時間為2小時。

(二) 結果、發現與討論：

#### 1、發現：

- (1) 步驟1的實驗結果為2小時後，皆無任何日本魚虱游到左邊的寶特瓶中。
- (2) 步驟2的實驗結果為30分鐘後，有1隻日本魚虱游到左邊的寶特瓶中，並吸附於魚體上，2小時後有6隻日本魚虱游到左邊的寶特瓶中。



圖74. 日本魚虱寄生於金魚尾鰭上



圖75. 日本魚虱選擇寄主是否受氣味影響的實驗裝置圖



圖76. 日本魚虱寄生於金魚尾鰭上

### 3、討論

- (1) 由實驗結果初步推測日本魚虱的第一、二對觸角可能具有嗅覺功能。文獻中也有提及甲殼類家族中的螃蟹其第一觸角具有嗅覺作用。在遍尋不著有關日本魚虱的第一觸角是否真的具有嗅覺功能的文獻後，便經由老師向美國加州大學何教授請益，他認為雖然目前真的沒有相關的文獻報告，但或許日本魚虱其觸角上的**感覺毛(aesthetes)**就如同橈足類(copepods)其觸角上的感覺毛一樣，有些具有**趨化現象**的功能，有些則具有**力學刺激感受作用**。

#### 實驗13-2：探討日本魚虱對寄主(魚體)的選擇性是否是受顏色、擾動因素影響

##### (一) 研究方法：

- 1.將10隻日本魚虱放入水族箱中，再將各色紙卡以靜止或擾動水的方式，來觀察日本魚虱是否受影響而游過來。

##### (二) 結果、發現與討論：

##### 1、紀錄

表 13. 探討日本魚虱對寄主(魚體)的選擇性是否會受顏色、擾動因素影響的觀察紀錄表

名稱		紙卡顏色							
		紅	橘	黃	綠	藍	紫	白	黑
日本魚虱的反應情形	紙卡會動	×	×	×	×	×	×	×	×
	紙卡不動	×	×	×	×	×	×	×	×

##### 2、發現：

○表示有反應，×表示無反應

- (1) 觀察發現不論是什麼顏色的紙卡，以靜止或擾動方式，日本魚虱皆不受影響，無反應。



圖77. 黃色紙卡靜止，無任何日本魚虱受吸引

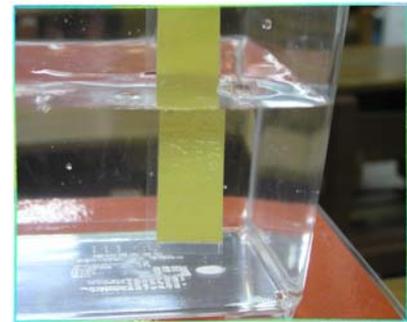


圖78. 黃色紙卡擾動水，無任何日本魚虱受吸引

#### 實驗十四：探討日本魚虱造成魚生病的症狀

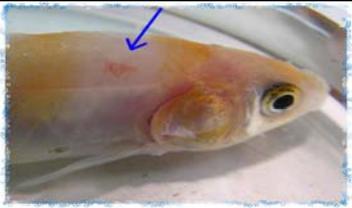
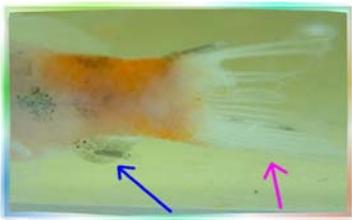
##### (一) 研究方法：

- (1) 於四方形小水杯中先置入純水和朱紋錦，然後再將日本魚虱放入，分別觀察魚體感染魚虱後的初期、中期及末期的症狀。

##### (二) 結果、發現與討論：

##### 1、紀錄

表 14. 日本魚虱造成魚生病，初期、中期、末期症狀的觀察紀錄表

	圖片	症狀
初期		當魚體於初期感染魚虱後，於魚體體表可發現被魚虱咬傷而呈現出血症狀的小傷口。
中期		而受魚虱感染，於中期時可在魚體體表發現曾被魚虱咬傷而呈現出血症狀的舊小傷口有慢慢逐漸擴大的現象。
末期		被魚虱感染的魚體，於末期可見其尾鰭或體表傷口有擴大甚至有潰爛的現象；魚體則呈虛弱狀於水中游動。

## 2、發現

- (1) 當魚體於初期感染日本魚虱後，魚體會像是被電到一樣在水中亂竄，有時甚至會有魚體水中垂直倒立的現象發生（如圖79），有的魚兒會靜止不動，甚至身體會抽蓄抖動（如圖80）。
- (2) 此外在觀察過程中發現有時魚兒會將魚虱吞下，卻又會馬上吐出，推測應是魚虱的背甲下充滿著小刺，具有防止魚兒吞食的功能。



圖79. 剛被日本魚虱寄生時，魚兒呈現垂直倒立



圖80. 剛被日本魚虱寄生時，魚兒會靜止不動

## 實驗十五：探討日本魚虱的防治方法（短片6：蓋斑鬥魚捕食日本魚虱的情形）

### （一）研究方法：

1. 將蓋斑鬥魚置於四方形水杯中，並用吸管吸取魚虱滴入四方形水杯中，觀察蓋斑鬥魚的反應。
2. 將感染有日本魚虱的魚體放入小魚缸中並將蓋斑鬥魚放入，觀察蓋斑鬥魚的反應。
3. 將天然物品及化學藥劑加入水中(藥浴)，觀察魚兒及日本魚虱的反應(3小時)。

### （二）結果、發現與討論：

#### 1、紀錄

表 15. 防治日本魚虱的觀察紀錄表

	生物、物	濃度/3hrs	卵	無節後期	稚蟲期	成蟲期
--	------	---------	---	------	-----	-----

	品名稱					
生物防治	蓋斑鬥魚		無作用	捕食	捕食	捕食
天然物品	無患子	0.5ppm/3hrs	×	×	×	×
		1ppm/3hrs	×	×	×	×
	苦茶粉	0.5ppm/3hrs	×	×	×	×
		1ppm/3hrs	×	×	×	×
	鹽水	0.5ppm/3hrs	×	×	×	×
		1ppm/3hrs	×	×	×	×
化學藥劑	魚家寶	0.5ppm/3hrs	×	活動力減緩 (腹部朝上)	活動力減緩 (腹部朝上)	活動力減緩 (腹部朝上)
		1ppm/3hrs	×	活動力減緩 (腹部朝上)	活動力減緩 (腹部朝上)	活動力減緩 (腹部朝上)
	甲基藍	0.5ppm/3hrs	×	×	×	×
		1ppm/3hrs	×	×	×	×

## 2、發現

註：× 表無顯著作用

(1) 由表15可發現蓋斑鬥魚會吃食用吸管滴入的日本魚虱，且會啄食寄生於魚體上的日本魚虱，這是因蓋斑鬥魚有小齒頷的關係，而天然物品則無明顯作用，化學藥劑魚家寶對魚虱則有較明顯的防治作用(1ppm於2小時後便出現藥效，但魚兒正常)。



圖81. 將日本魚虱滴入水中 圖82. 蓋斑鬥魚將日本魚虱吃掉了 圖83. 蓋斑鬥魚發現錦鯉尾 圖84. 蓋斑鬥魚啄食錦鯉尾 鱗上的日本魚虱

## 3、討論

(1) 蓋斑鬥魚可扮演魚的魚醫生而且是日本魚虱的天敵，而化學藥劑對環境有污染性，建議可將魚醫生放入水族箱中，如此既可避免環境污染又可讓魚兒免於日本魚虱的傷害。

### 實驗十六：探討本實驗中觀賞魚其他的疾病（參考文獻：網站2、3）

#### (一) 研究方法：

(1) 將本實驗過程中，曾生病過的病魚之檢體或病魚身上的寄生蟲置於玻片，並放於顯微鏡下做觀察。

#### (二) 結果、發現與討論：

##### 1、紀錄

表 16. 探討本實驗中觀賞魚其他疾病的觀察紀錄表

魚病名稱	病症	建議醫治方法

立鱗病	是魚類中常見的一種疾病，由於生病的魚體，其鱗片會豎起呈松球狀，所以又稱之為松球症，其病原菌一般認為是由淡水中的常在菌-親水性產氣單胞菌所引起。	初期時，我們可以用鹽水治療(以一百公升水加入一公斤的粗鹽)，將溫度調高至30°C~33°C左右，增強水中溶氧，且每隔4天換三分之一的水。 如果逆鱗面積較大，則需投入適量的抗生素(例如富來頓)，來預防其他病變。
錨蟲症	錨蟲 ( <i>Ieranaea.sp</i> ) 其為橈足類寄生蟲的一種，雄蟲於交配完後便死亡，只有雌性成蟲會寄生於魚體上。 寄生時，蟲體經變態後，會以其頭部穿透寄主的皮膚且會形成錨狀的頭角固著於魚體肌肉內部組織，故稱之為錨蟲。被寄生的魚隻常不安、消瘦，寄生部位會有組織紅腫發炎壞死的現象，並常會引發二次性病原的感染。	三氯松、地特松等有機磷製劑只能殺死幼蟲，對寄生的成蟲無效，成蟲只能以二福隆這一類的藥劑殺滅。

## 2、發現

- (1) 若魚兒在初期得到立鱗病，可使用富來頓來進行藥浴，將可得到不錯的治療效果(進行藥浴治療時，要記得要將藥水遮光)。
- (2) 金魚及錦鯉身上常發現錨蟲寄生，必要時可進行蟲體摘除再點藥或進行藥浴治療，也可以有不錯的治癒機率。



圖85. 孔雀魚得到立鱗病



圖86. 醫治後的孔雀魚，已無立鱗病

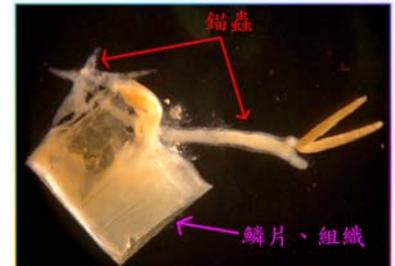


圖87. 錨蟲穿透魚鱗的解剖顯微鏡下的照片

## 陸、結論

- 1.由實驗一發現日本魚虱蟲體主要可分為下列三部分：頭胸部、胸部及腹部，而雌日本魚虱成蟲體型比雄日本魚虱成蟲體型大。
- 2.由實驗二、三、四、五發現日本魚虱的運動行為是豐富多樣化的，有滑動、跳躍、翻轉及迴旋等形式，及以直線或波浪狀等方式前進，而其背甲及腹葉可協助控制游動的方向和速度。日本魚虱利用吸盤才能在魚體上穩穩的停留及移動，而其泳足會不停的擺動，是為利用其胸部的呼吸窗及腹葉中的血竇來進行水中的呼吸作用，此外日本魚虱在水中的移動路徑皆無固定形式。
- 3.由實驗六發現日本魚虱會先用其口前刺刺入魚體注入毒液，然後再以圓形口管套上傷口，以其口管內藏的一對鐮刀狀的大顎鋸開魚體體表組織，如此有利於用口管大量吸食魚體的體液與血液。
- 4.由實驗七發現日本魚虱的交配過程為公魚虱以其腹面貼在母魚虱的背上，此時母魚虱會將腹葉反折起來使其受精囊前方的精錐朝上，方便雄性魚虱於母魚虱的背上向左移時，可將其右邊第三對腳上的精囊套上母魚虱的精錐，並靠與右邊第二對泳足上的倒僧帽狀突起及第四對泳足上的筍狀突起，來相互結合，產生力量，順利的將右邊第三對腳上精囊內的精液擠入母魚虱的受精囊內儲存。

- 5.由實驗八發現日本魚虱由卵孵化後，其生長階段是依據肢腳的變化及體型的差異來區分，大致上日本魚虱的成長期共可分成九期：為無節幼蟲後期(一期)、稚蟲期(共分六期)和成蟲期(包含成蟲前期、成蟲期共有兩期)，在這過程日本魚虱皆須經過脫殼來達到其成長的目的地。
- 6.由實驗九發現日本魚虱對光有趨光性的反應，對色光的反應程度為白光>黃光>綠光>紅光>藍光，實驗得知日本魚虱對光的反應程度是受光的亮度所影響。
- 7.由實驗十發現純水和地下水較適合魚虱生存，其次為養殖水和自來水加硫代硫酸鈉，而自來水可能含氯較多所以較不適合於魚虱生存。
- 8.由實驗十一發現日本魚虱比較喜歡寄生的觀賞魚魚種有金魚、朱文錦、孔雀魚及雙劍，其中對鯉科魚類(金魚、朱文錦)比較感興趣，但對同樣是鯉科的斑馬魚則是表現出不怎麼感興趣的樣子，推測其原因有可能是斑馬魚魚體體表分泌的黏液味道不符合於它的胃口，另外也有可能是斑馬魚游動的速度很快，導致日本魚虱很難於瞬間吸附上去。
- 9.由實驗十二發現當日本魚虱的寄主對象是金魚時，寄生於鰭部的機率大於體表，尤其是在尾鰭。
- 10.由實驗十三發現日本魚虱找到魚兒是會受魚體上的氣味所影響，初步判定是因為日本魚虱的第一觸角具有嗅覺功能，而日本魚虱找到魚兒不會受顏色因素所影響。
- 11.由實驗十四發現當魚體於初期感染日本魚虱後，魚體會像是被電到一樣在水中亂竄，有時甚至會有魚體水中垂直倒立的現象發生，而魚兒受到魚虱的傷害也是很大的，嚴重者可能會致死。
- 12.由實驗十五發現蓋斑鬥魚可扮演魚的魚醫生且是魚虱的天敵。
- 13.由實驗十六發現魚兒不隻會有魚虱病，還有立鱗病及錨蟲病。
- 14.日本魚虱這一體型小、透明，不易被人發現的甲殼類寄生蟲，最先是經由德國人(Thiele, 1900)於日本錦鯉上發現的，其大部分是經由錦鯉交易行為而傳播，導致現今全球各地的錦鯉魚體亦或是鯉科魚體上幾乎均可發現其蹤影；日本魚虱身體之結構、肢腳可說是甲殼類魚虱屬中的經典代表；而良好的水質則是其生存的必備條件之一；當其寄生於魚體時會造成魚兒亂竄、魚體出血，甚至會引發細菌及病毒的二次感染而導致魚體死亡，因而早日找出良好的天然或生物防治法，來保護魚兒、愛護大地，將是我們現在及未來努力的目標。

## 柒、心得與建議

### 心得

- 1.經由這次參與科展來探討日本魚虱的相關研究，讓我對此特別的水中生物有更進一步的認識，雖然牠是會危害魚兒的寄生蟲，但是看牠在水中游泳的樣子，還真是可愛呢，但是畢竟牠對魚兒是有害的，但若能對牠有更正面且深層的了解，或許牠的一些特殊生活技能將可啟發人類的發明進而提升人類的生活品質(例如：其產卵時的黏液可激勵人類研發適合於水中使用的膠水，或是其毒針或口管內所含的抗凝血液，亦或是利用其可變形的背甲於水中產生多變化的運動模式.....等等)。

### 建議

- 1.本次實驗因受限於器材、時間及研究能力，故未能探討日本魚虱的內部構造、再生能力，未來也將朝此方向努力，也建議有興趣的研究者能朝此方向研究。

## 捌、主要研究參考資料

## 書籍

- 1.林清龍。魚病防治，漁業推廣專輯（7），台灣省漁業局印行。pp. 154。1999。
- 2.黃琪琰。水產動物疾病學，水產出版社。1995。

## 期刊

1. Cressey R. F. 1972, The genus *argulus* (crustacea : branchiura) of the United States. *Biota of Freshwater Ecosystems*, 2:1~13.
2. Gussev A. V. & Kabata Z. 1991 Redescription of, and comments on, *Caligus Lacustris* steenstrup et Lütken, 1861 (Copepoda, Caligidae), A parasite of freshwater fishes. *Floia Parasitologica*, 38:57~61.
3. S. K. RUSHTON-MELLOR and G. A. BOXSHALL., 1994, The developmental sequence of *Argulus foliaceus* (Crustacea : Branchiura), *Journal of Natural History*, 28, 763-785.
4. TOKIOKA, T., 1936, Larval development and metamorphosis of *Argulus japonicus*, *Memoirs of the College of Science, Kyoto(Imperial)University*, 12(1),93-114.
5. J. G. Van As, J. P. Van Niekerk and P. A. S. Olivier., 1999, Description of the previously unknown male of *Argulus kosus* Avenant-Oldewage, 1994 (Crustacea : Branchiura), *Systematic Parasitology* 43 : 75-80.

## 網站

- 1.魚類的寄生蟲(26) -魚蝨 <http://www.miobuffer.com.tw/fishworld/199901/16.htm>
- 2.魚病防治 <http://www.fa.gov.tw/tfb5/145/fe145fc.htm>
- 3.魚病診斷與防治(七) <http://www.fa.gov.tw/tfb5/161/fe161kc.htm>
- 4.中國大百科智慧藏 <http://wordpedia.pidc.org.tw/Content.asp?ID=31041>
- 5.維基百科 <http://zh.wikipedia.org/wiki/>

## 玖、感謝

- 1.非常感恩在實驗過程幫助過我們的人，還有兩位指導老師翁老師和余老師的辛勤指導、和學校主任、校長的支持及我們的爸媽任勞任怨的鼓勵。
- 2.感謝美國加州州立大學長灘分校海洋生物學系何教授、嘉義大學水生所林教授、生物資源系蕭教授、水生所秦教授、富益錦鯉園養殖場陳先生、金蘭水族觀賞魚劉先生和魚友水族館，才能讓我們的作品順利完成。
- 3.也非常感謝各位評審委員們辛苦的評審及對我們的肯定。

**註1：完整的實驗研究過程，請見研究日誌，將擺放在口試會場。**

**註2：實驗過程紀錄短片，也會於口試會場播放。**



## 評 語

081555 神秘的水中忍者

1. 研究主題特別，觀察仔細完整。
2. 實驗合理，若深入探討魚虱和魚的關係，會更好。
3. 引用文獻似乎超出兒童的思考，老師指導成份比例較高。