

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

080307

烏金上的火星

學校名稱：嘉義市西區僑平國民小學

作者：	指導老師：
小五 鐘禹欣	余孟達
小五 方品婕	王靜玉
小五 石蓉蓉	
小五 吳承禧	
小五 江昱宥	

關鍵詞：鰻烏魚人形魚蝨、橈足亞綱、寄生蟲

摘要

本研究主要是探討鰻人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)於烏魚(*Mugil cephalus*)鰓上寄生的情形及蟲體的基本構造解析。

而主要研究目的為探討(一)鰻人形魚蝨蟲體的構造及其功能；(二)鰻人形魚蝨的營生方式；(三)鰻人形魚蝨的生長階段；(四)鰻人形魚蝨與寄主烏魚之間的相互關係；(五)鰻人形魚蝨的生存環境特徵。

本研究主要的結果為(一)鰻人形魚蝨成蟲雌(Female)比雄(Male)體型大；(二)鰻人形魚蝨以一對鋸子狀大顎鋸開鰓絲組織，再用口管吸食鰓絲上的黏液與血液；(三)此次研究發現鰻人形魚蝨四期：無節幼蟲(二期)、橈足幼蟲(一期)和成蟲(一期)，且其成長需脫殼；(四)鰻人形魚蝨對於寄主(烏魚)的專一性很強；(五)高鹽度(36‰)海水適合鰻人形魚蝨生存，淡水則會加速其死亡。

壹、前言

1.研究動機：

假日爸爸帶著我們全家一起到東石漁人碼頭遊玩，順道從東石漁港買了幾尾烏魚(*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) (如圖 1) 回家，媽媽說：「她想煮烏魚米粉，請我們吃」。回到家後，我幫爸爸在清洗整理烏魚魚體，並取下其魚鰓時，意外發現魚鰓上有一些紅色像人形的小生物趴在鰓上(方向整齊，頭都朝向鰓弓)，且每一隻都緊抓著鰓絲(如圖 2)，用水沖不易脫落，我對這個魚體鰓絲上的不速之客感到非常有興趣，因此我帶著裝有浸泡在酒精液體的紅色人形小生物標本瓶及其照片，去學校請教自然老師，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對魚類有興趣的同學，在查閱大量的文獻，且在自然老師和前嘉大水產生物學系教授的確認之下，發現這個紅色，像人形的小生物，便是讓烏魚聞之色變的烏魚體外寄生蟲---「鰻(烏魚)人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii* Shishido, 1898)」。



圖 1. 烏魚(*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758)

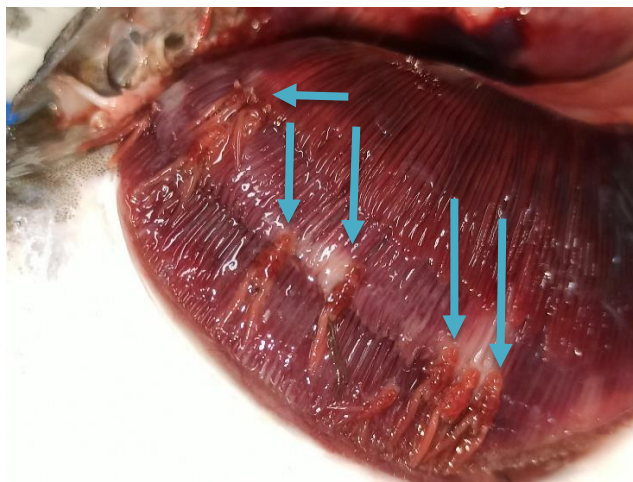


圖 2. 寄生於烏魚鰓絲上的-鰻人形魚蝨

而追溯推斷從東石漁港買回之烏魚，其魚鰓上鰓(烏魚)人形魚蟲的來源，可能就是烏魚每年12月冬至前後從日本、韓國附近海域游至臺灣海峽南端海域再返回日本、韓國這段洄游路途所感染的。於是老師和我們五位志同道合的同學，再次走訪東石漁港(如圖3)，請教魚販老闆張先生烏魚魚貨的來源，張老闆說：「這批烏魚是在臺灣海峽附近海域捕捉來的」，接著我們便更進一步分次前往東石漁港做採買的動作。此次實驗研究的烏魚，依其生活型態大致可分為野生洄游烏魚、野生留烏、及養殖烏魚共三種型態。買烏魚的地點則包含了菜市場及東石漁港兩個主要場所。在檢查新鮮烏魚魚體的過程中，有時會在烏魚的魚鰓上發現佈滿了許多鰓人形魚蟲(如圖4)，見此情形後則更加誘發我們想探究鰓(烏魚)人形魚蟲這種生物的身體構造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，花了將近上、下兩個學期的時間來研究這奇特、甚少人研究的鰓(烏魚)人形魚蟲，同時也希望能夠為我們臺灣的烏魚養殖業者(海水養殖)找到免受鰓人形魚蟲傷害的良好防治方法。(本研究與教材相關性為：四上自然 第二單元 水生動物 南一出版社；四下自然 第三單元 昆蟲世界 南一出版社；五下自然 第二單元 動物的生活 南一出版社；六下自然 第三單元 珍愛家園 南一出版社)



圖3. 實際走訪東石漁港(認識烏魚構造)

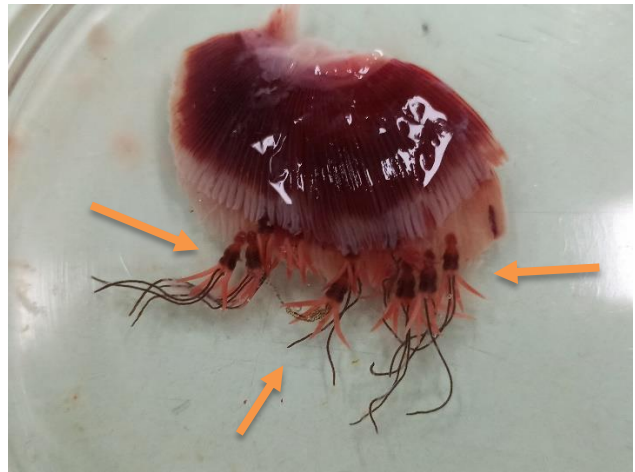


圖4. 烏魚鰓上佈滿許多鰓人形魚蟲(箭頭所指)

2.研究目的：

- (一) 探討鰓人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)蟲體的構造及其功能。
- (二) 探討鰓人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)的營生方式。
- (三) 探討鰓人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)的生長階段。
- (四) 探討鰓人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)與寄主烏魚(*Mugil cephalus*)之間的相互關係。
- (五) 探討鰓人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)的生存環境特徵。

3.文獻回顧：(參考文獻來源：書籍 1、2、3；期刊 6；網站 5、6、13、14、19)

由 Z.KABATA. 於 PARASITIC COPEPODA OF BRITISH FISHES, THE RAY SOCIETY. (1979). 的書本中得知人形魚蟲科(Family: *Lernanthropidae* Kabata, 1979)包含了(*Lernanthropus*、*Lernanthropodes*、*Norion*、*Aethon*、*Sagum*) 共五個屬，都是硬骨魚鰓上的寄生蟲；*Lernanthropodes* 只包括三個物種(一個在墨西哥灣，另外兩個在印度洋，且都寄生在硬骨魚上)；*Norion* 只有兩個物種(一種在印度洋，另一種在太平洋)；*Aethon* 有四個物種(一種在西印度群島，其餘三種均在紐西蘭水域)；*Sagum* 有七種(分布在世界海洋各個地方)；*Lernanthropus* Blainville, 1822 (人

形魚蝨屬)則是人形魚蝨科(*Lernanthropidae* Kabata, 1979)中,成員最豐富的代表,到目前為止已發表描述了 100 多個物種,是屬於最常見的寄生橈足類屬,此屬所有物種均寄生在海洋硬骨魚類的鰓上,且大多生活在溫暖水域(此屬物種會隨著緯度的提高及水溫的降低而減少分佈)。*Lernanthropus* (人形魚蝨屬)中有一些物種其寄主專一性是很強的(只寄生特定魚種)(例如鰻人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)只寄生於烏魚(*Mugil cephalus*)),但此屬的許多物種還是會寄生在同一個屬,但不同種的魚類鰓上,或是寄生在同一個科,但不同屬的魚類鰓上。

依據 Satyu YAMAGUTI. (1936). 於 PARASITIC COPEPODAS FROM FISHES OF JAPAN, PART3. GALIGOIDA, II 的書本中寫道鰻人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii* Shishido, 1898)於 1898 年 4 月 15 日期刊發表後,同年 Brain 也發表了一個來自於地中海的同名異物的物種(*Lernanthropus mugilii* Brain,1898),其特徵(相異處)為頭胸部的兩側擁有一個明顯的圓錐形附屬物,不幸的是 Brain 發表期刊的日期未知,因此 YAMAGUTI 當時對於此問題是無解的。

根據 Ho and Do (1985)的研究發現,鰻人形魚蝨的宿主鰻魚雖然廣泛的分布於世界各地,但僅在西太平洋地區(中國、日本、韓國、澳大利亞、印度、斯里蘭卡、亞丁灣)的鰻魚(烏魚)鰓上發現有鰻人形魚蝨的寄生,而在東太平洋和墨西哥灣的南美水域,雖然也曾經捕獲過大量的鰻魚來做研究,但該區域的鰻魚卻從未發現過鰻人形魚蝨的寄生(有可能是鰻人形魚蝨蟲體體色與魚鰓同為深紅色,因此很難被區分識別出來)。

貳、研究設備及器材

- 1.光學顯微鏡(含 Drawing tube microscope)及一般光學顯微鏡；
- 2.解剖顯微鏡；
- 3.木質載玻片 (Wooden slide)；
- 4.有凹槽的玻璃載玻片(Glass slide)；
- 5.酒精(Alcohol 70%)；
- 6.乳酸(Lactic acid 85%)；
- 7.海水(取自東石漁港；鹽度：36‰)；
- 8.純水(RO 逆滲透)；
- 9.矽膠手套；
- 10.標本瓶；
- 11.標籤紙；
- 12.塑膠吸管；
- 13.小培養皿；
- 14.打氣設備(孵化蟲卵用)；
- 15.燒杯(250ml)；
- 16.燒杯(500ml)；
- 17.解剖針；
- 18.小毛刷；
- 19.鉛筆；
- 20.橡皮擦；
- 21.剪刀；
- 22.鑷子；
- 23.實驗用湯匙；
- 24.實驗用長方盤(淺)；
- 25.鹽度計等；
- 26.溫度計等(如下列圖示)。



圖 5. 光學顯微鏡(Drawing tube microscope)

圖 6. 一般光學顯微鏡

圖 7. 一般光學顯微鏡



圖 8. 鹽度計



圖 9. 解剖顯微鏡



圖 10. 塑膠吸管



圖 11. 燒杯、剪刀、鑷子、實驗用盤等



圖 12. 解剖針、小毛刷等

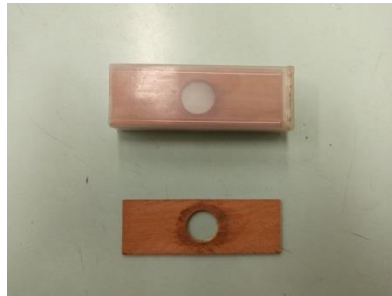


圖 13. 木質載玻片

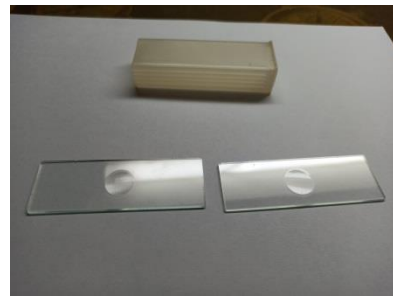


圖 14. 有凹槽的玻璃載玻片

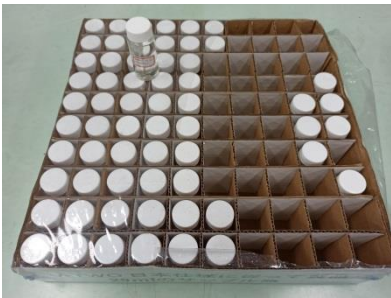


圖 15. 標本瓶



圖 16. 標本瓶



圖 17. 標籤紙



圖 18. 乳酸(85%)



圖 19. 酒精(70%)



圖 20. 海水



圖 21. 純水



圖 22. 打氣設備



圖 23. 小培養皿



圖 24. 矽膠手套

參、研究過程與結果及討論

【研究一】：探討鯔(烏魚)人形魚蝨身體的構造及其功能

實驗一：探討鯔人形魚蝨身體的外形、各部位構造及其功能(參考文獻：書籍2、3，網站6)

(一) 研究器材：

1.解剖顯微鏡、光學顯微鏡、70%酒精、85%乳酸、木質玻片、小毛刷、小鑷子、塑膠滴(吸)管、標本保存瓶、培養皿、鯔人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)、數位相機。

(二) 研究方法：

- 1.用小毛刷將烏魚(*Mugil cephalus*)鰓絲上的鯔人形魚蝨採集下來，並取出鯔人形魚蝨成蟲公、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(脫鈣)後，置於解剖顯微鏡下做鯔人形魚蝨外形及構造的觀察，之後再將玻片置於光學顯微鏡下，測量「成蟲」的體長。
- 2.接著將步驟1的玻片取出放置於光學顯微鏡下，更進一步做「成蟲」體長的測量，蟲體體長的測量是將測量尺之始端置於蟲體背面背甲頂端經由蟲體中線貫穿一直線測量至蟲體尾叉底部。
- 3.而本實驗測量蟲體體長所使用的工具，為光學顯微鏡接目鏡內的測量尺，共有100小格，其每格大小換算方式，如下表1所示：

表 1.光學顯微鏡測量的換算比例

接目鏡	接物鏡	每一格大小(mm)
10X	4X (本測量使用的倍率)	0.02
10X	10 X	0.0081
10X	20 X	0.00398
10X	40 X	0.0021
10X	100 X	0.00079

(三) 結果、發現與討論：

1、結果

(1) 鯔人形魚蝨成蟲的體長(如表2所示)：

表2.鯔人形魚蝨成蟲的體長測量紀錄表(mm)

	第一隻	第二隻	第三隻	第四隻	第五隻	平均體長
公	3.14	3.08	3.01	3.10	3.13	3.09
母	4.30	4.55	4.19	4.22	4.18	4.29

註：本實驗數據測量的誤差值為±0.01mm

(2) 寄生於烏魚鰓絲上的鰓人形魚蟲蟲體的外形圖



圖 25. 整群鰓人形魚蟲(Female ♀ : 6 隻)寄生於烏魚鰓絲上(箭頭所指)

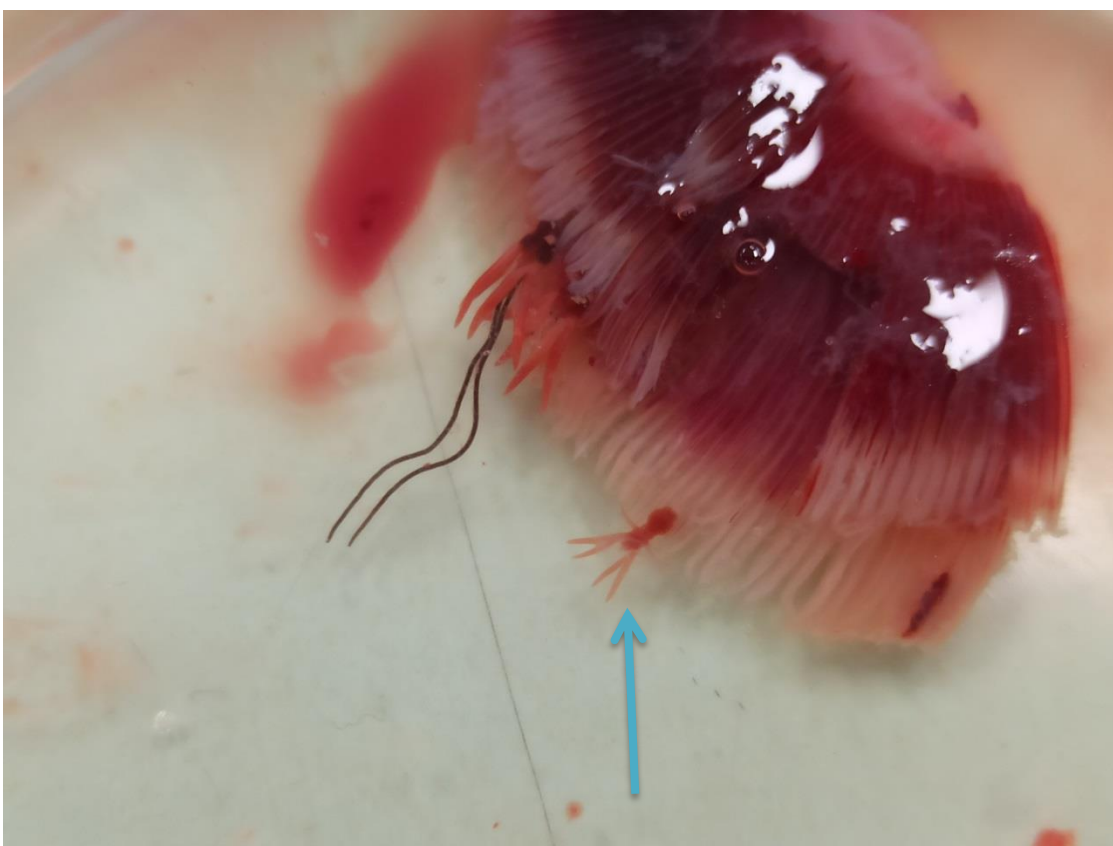


圖 26. 發現鰓人形魚蟲(Male ♂ : 1 隻) 寄生於烏魚鰓絲上(箭頭所指)

(3) 鰻(烏魚)人形魚蟲(*Lernanthropus mugilii*)蟲體外形、各部位結構及其功能

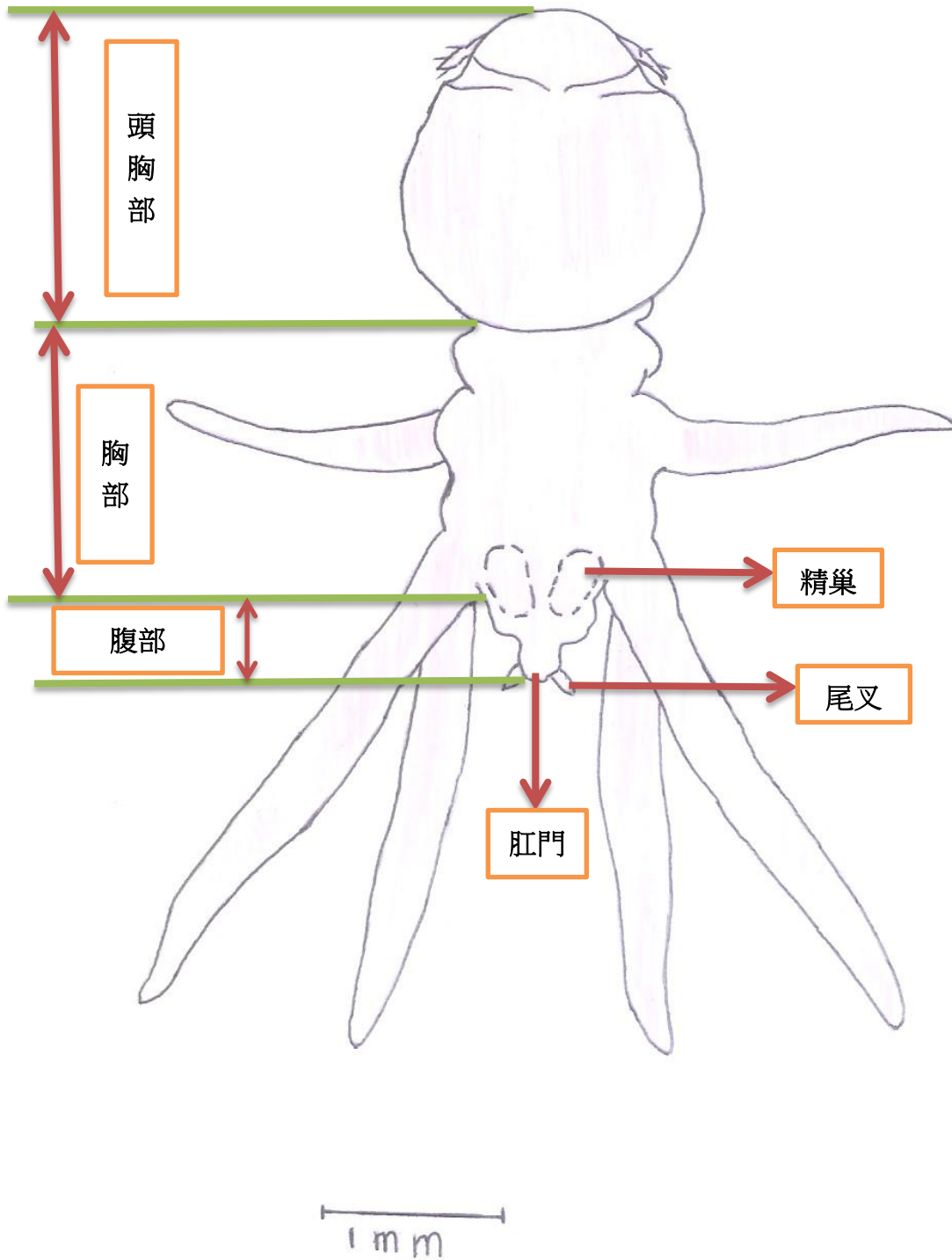


圖 27. 鰻人形魚蟲 *Lernanthropus mugilii*(Male ♂)背面身體結構解析圖(手繪圖)

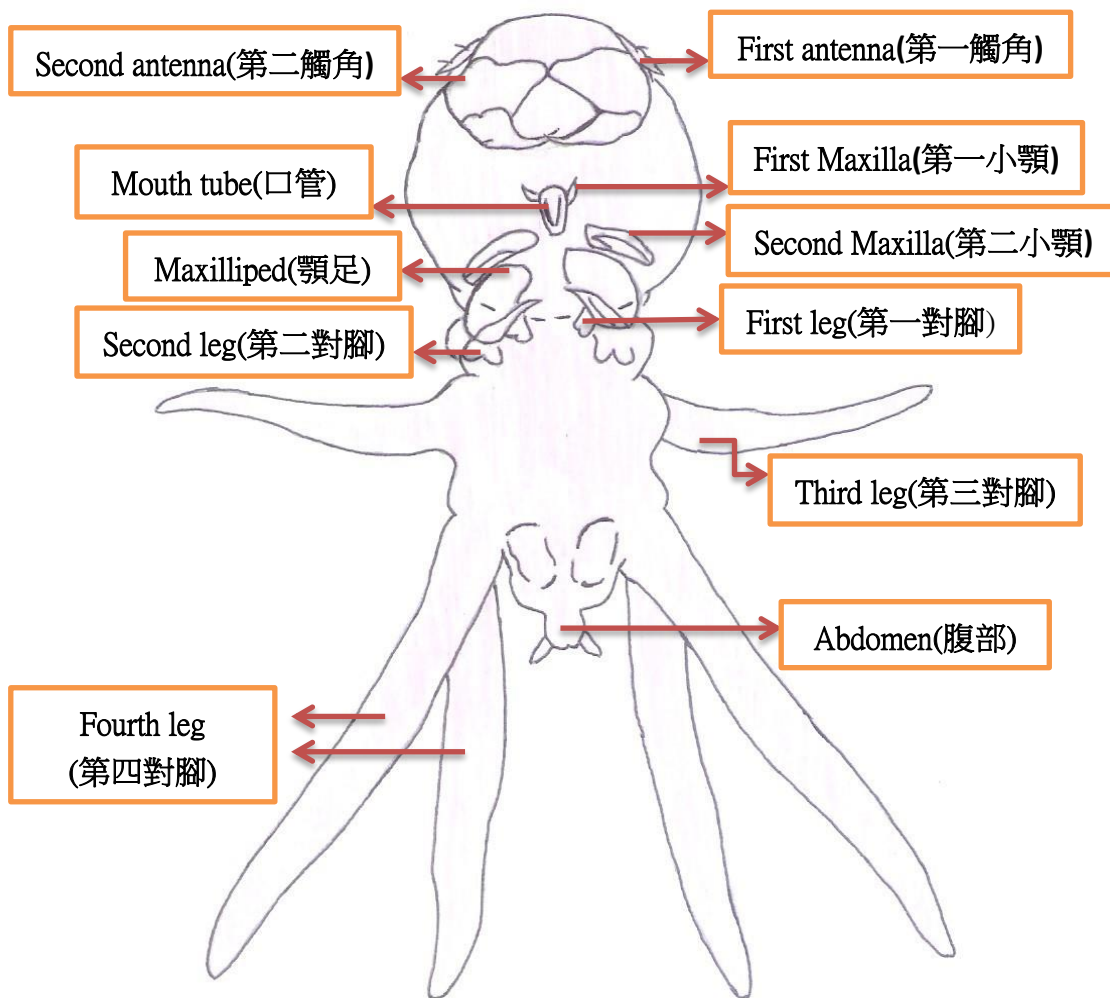


圖 28. 鰻人形魚蝨 *Lernanthropus mugilii* (Male ♂) 腹面身體結構解析圖(手繪圖)

1. 蟲體於頭胸部上方有**第一對觸角**(圖 29)、**第二對觸角**(圖 30)，其可能具有**嗅覺**或**感覺**功能。
2. 蟲體(Male ♂)的**第二對觸角**，於交配時具有抱住母體的功能；平時則緊抱住魚體鰓絲。
3. 蟲體的**第二對觸角**、**第二小顎**、**顎足**，是協助**鰻人形魚蝨 ♂**能緊抱住魚體鰓絲的重要肢腳。
4. 腹部中間夾著黑色線為肛門；第三、第四、第五對腳(母有；公沒有)為泳足；第四對腳分岔(外側長，內側短)。
5. 腹面中間有**口管**(圖 33)呈短圓筒形，夾於成對的**第一小顎**之間中央線上。而位於口管內則有一對**大顎(mandible)**(圖 34)，每一支**大顎**的前端具有**7-8 顆鋸齒狀的牙齒**。

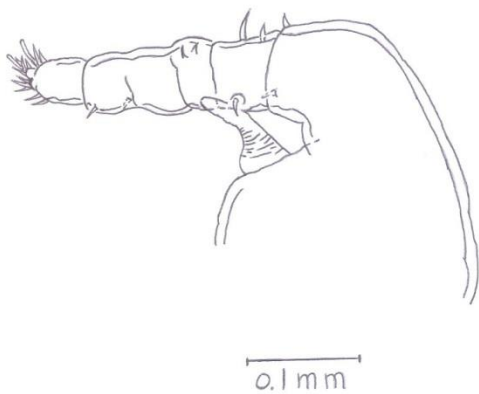


圖 29.第一觸角(First antenna)

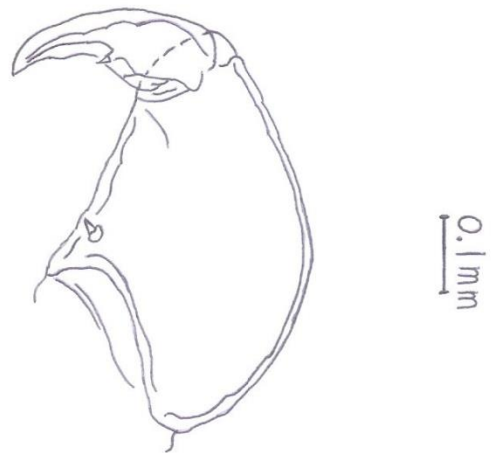


圖 30.第二觸角(Second antenna)

6. **第一觸角(圖 29)**有七個不明顯的分節，第一節基部很大且有一個大而長的軟突起；第六、第七節末端各有一條圓柱狀的感覺毛(可能具有**趨化現象**的功能，或具有**力學刺激感受作用**)。
7. **第二觸角(圖 30)**第一節基部大且有一個小剛毛；末端呈爪狀，內側有一個小剛毛。



圖 31.第一小顎(First Maxilla)

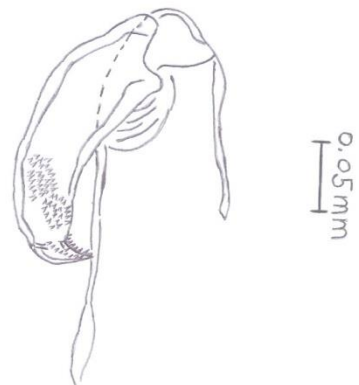


圖 32.第二小顎(Second Maxilla)

8. **第一小顎(圖 31)**內側末端有 3 個粗剛毛，外側末端有 1 個粗剛毛。
9. **第二小顎(圖 32)**第二節基部關節處有許多皺褶條紋，且遠端彎曲呈爪狀，又遠端及爪狀處有許多針狀突起。
10. **大顎(圖 34)**基部有球狀突起。

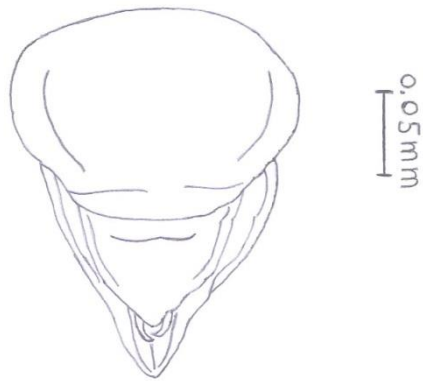


圖 33.口管(Mouth tube)

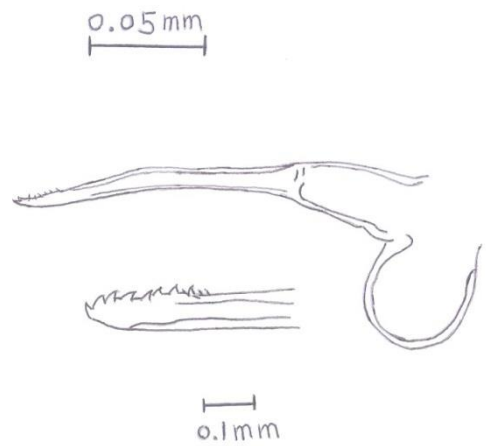


圖 34.大顎(Mandible)

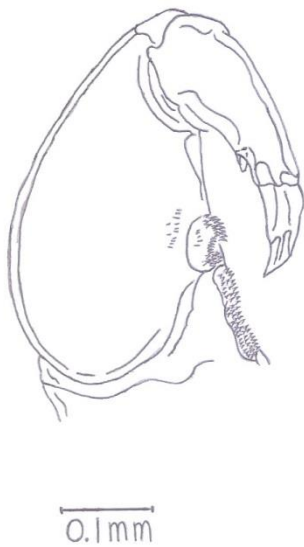


圖 35.顎足(Maxilliped)

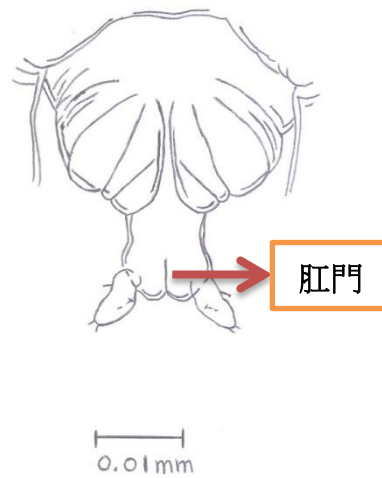


圖 36.腹部(腹面-Male ♂)

11. 顎足(圖 35)內側遠端有一個鈍而短的剛毛，爪子很粗，針狀突起分散在第一節內側。
12. 腹部(腹面-Male ♂) (圖 36)腹部中間黑線區域為蟲體的肛門。

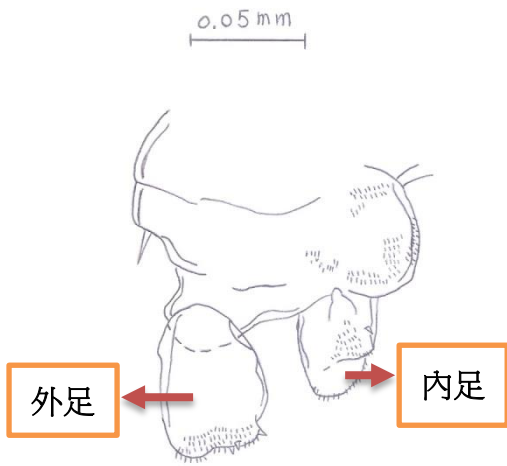


圖 37.第一隻腳(Male ♂ Leg-1)

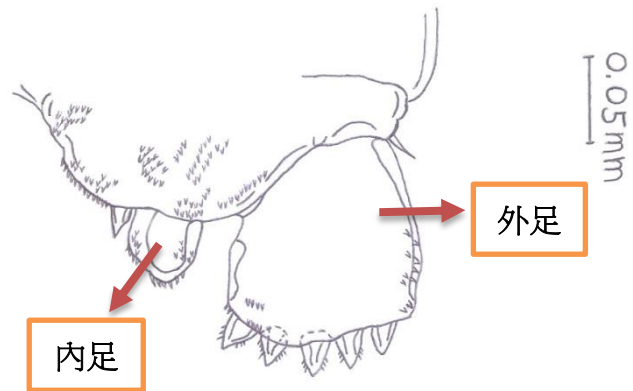


圖 38.第一隻腳(Female ♀ Leg-1)

- 13.第一隻腳(Male ♂) (圖 37) 基部外側有 1 根剛毛比母的細，外足末端無鈍刺。
 14.第一隻腳(Female ♀) (圖 38) 基部外側有 1 根刺，內側有 1 根短棘，外足較寬末端有五個鈍刺。

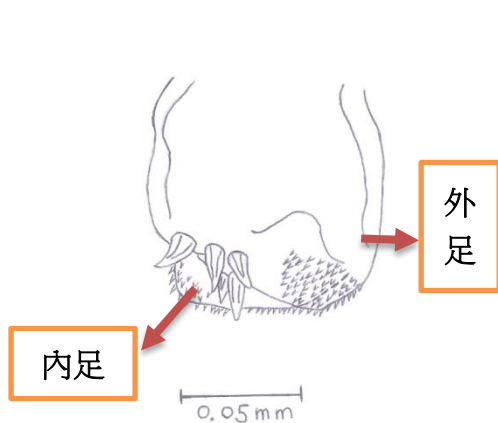


圖 39.第二隻腳(Male ♂ Leg-2)

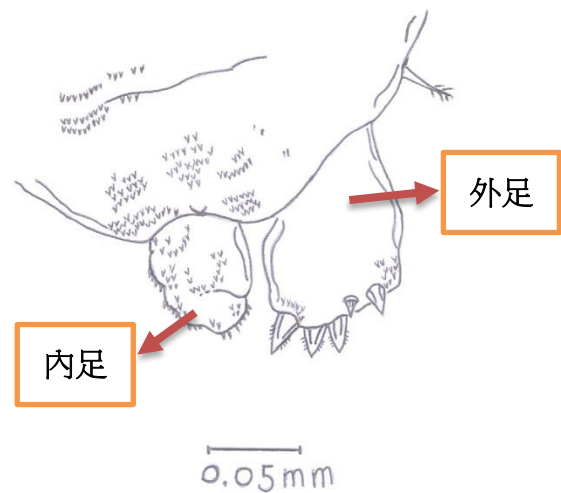


圖 40.第二隻腳(Female ♀ Leg-2)

- 15.第二隻腳(Male ♂) (圖 39) 外足末端有五個形狀不規則且粗的鈍刺。
 16.第二隻腳(Female ♀) (圖 40) 基部外側有 1 根剛毛，外足比第一隻腳小，但內足比第一隻腳大。

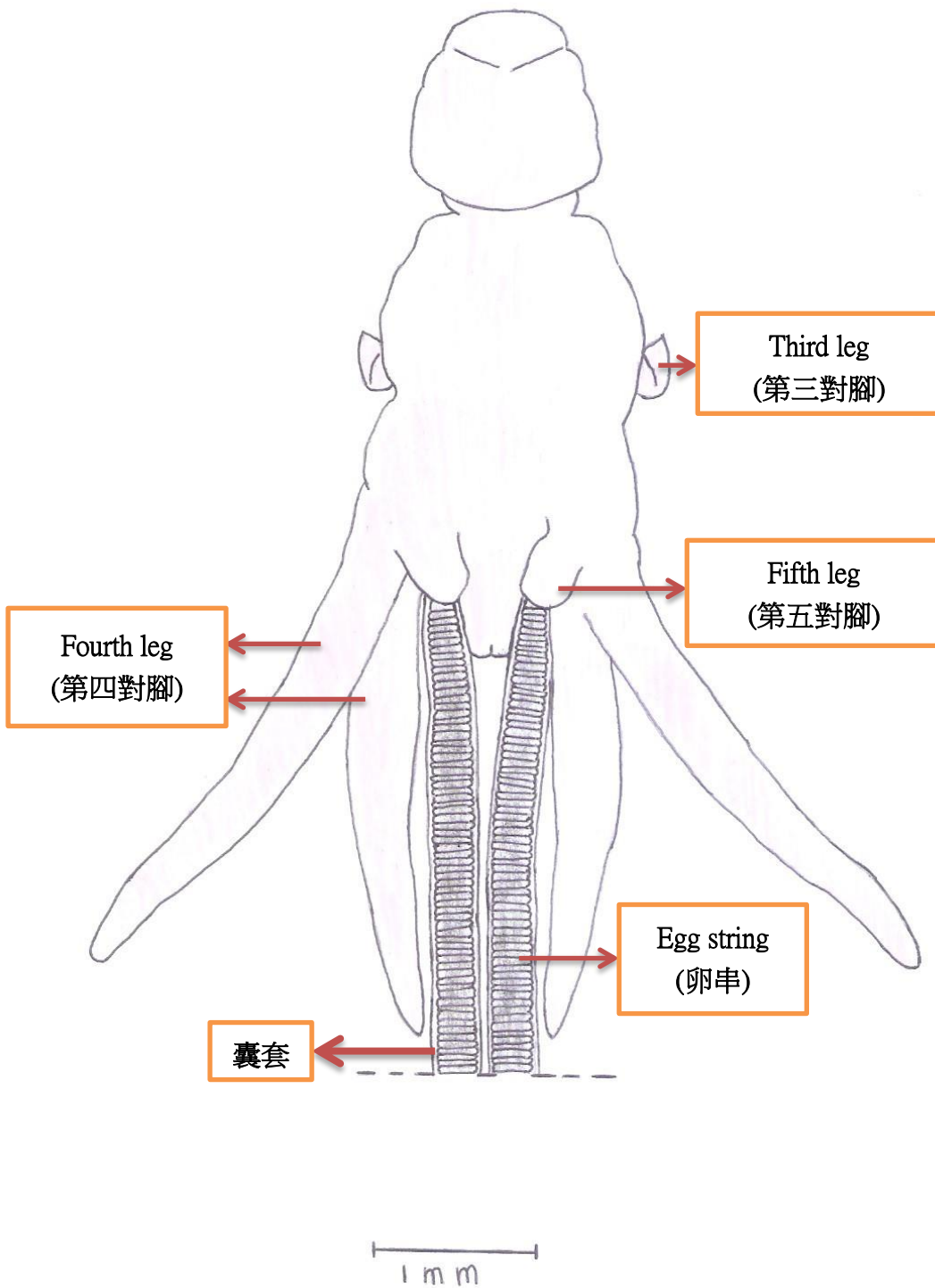


圖 41.鰻人形魚蝨 *Lernanthropus mugilii*(Female ♀)背面身體結構解析圖(手繪圖)

17.鰻(烏魚)人形魚蝨(Female ♀) (圖 41) 第三、第四、第五對腳(母有；公沒有)為泳足；第三對腳呈瓣狀向腹面合抱，並協助蟲體能牢牢的寄生在宿主(烏魚)的鰓絲上(圖 44)。

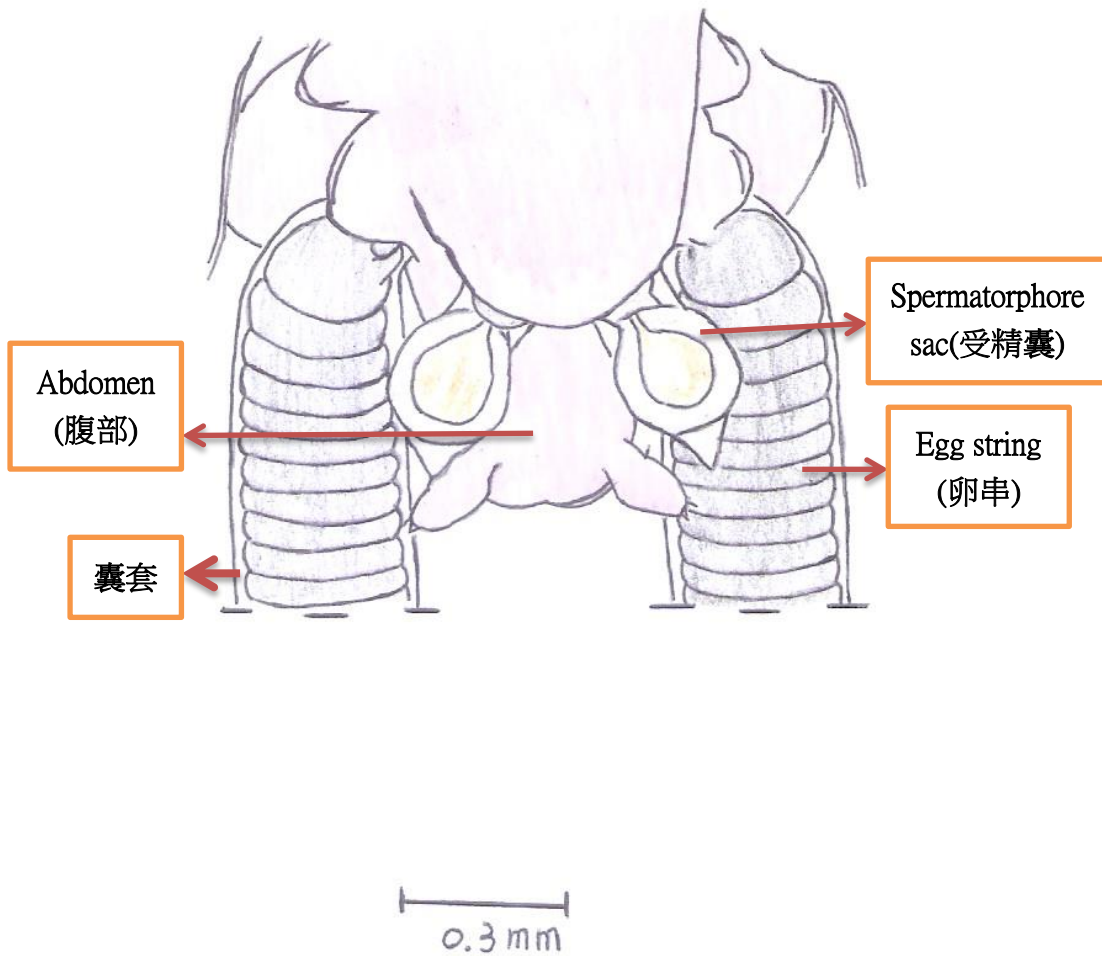


圖 42. 鰻人形魚蝨 *Lernanthropus mugilii* (Female ♀) 腹面身體結構解析圖(手繪圖)

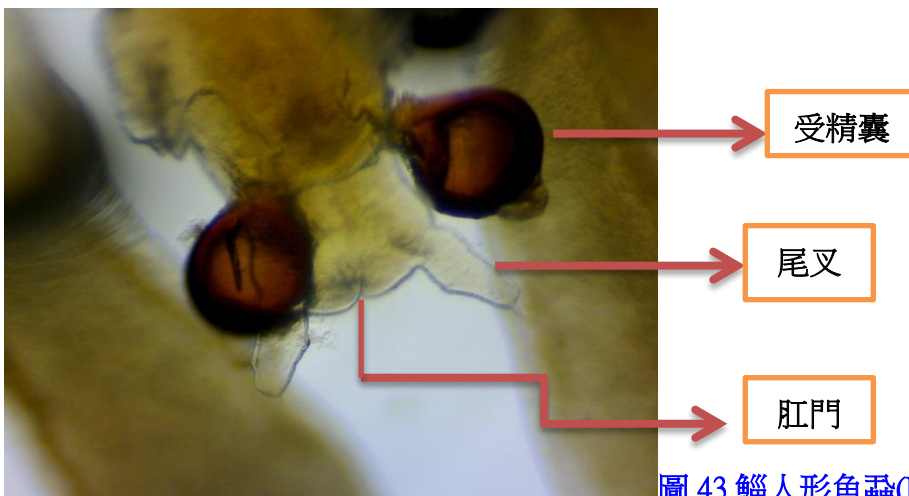


圖 43. 鰻人形魚蝨 (Female ♀) abdomen

18. 鰻(烏魚)人形魚蝨交配時，一般自雄體生殖孔排出的精莢，固著在雌體交配孔的兩側。隨後，精子從精莢逸出，進入雌體受精囊，循受精管逐漸到達輸卵管的末端部分。

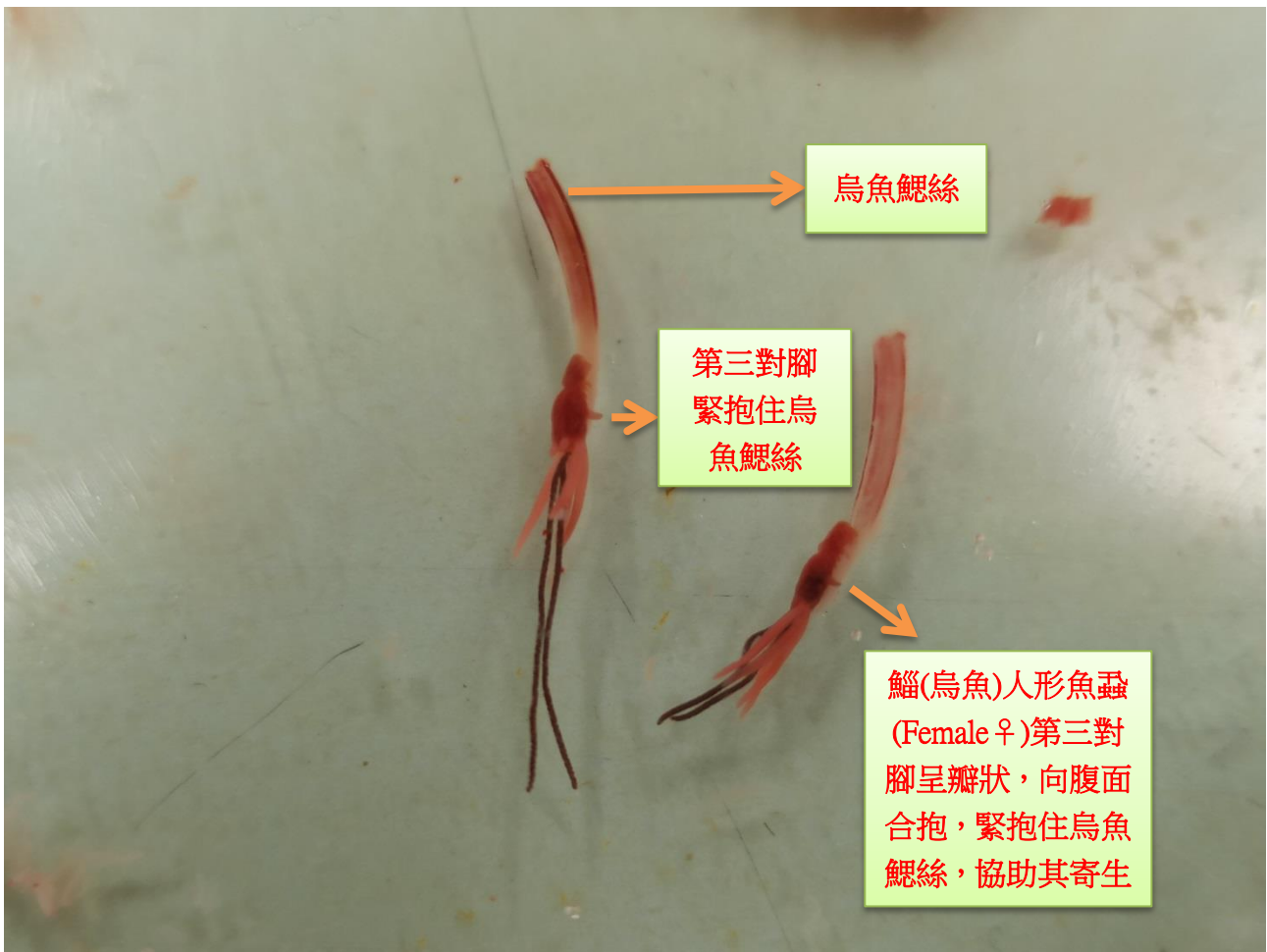


圖 44. 鰻(烏魚)人形魚蝨 *Lernanthropus mugili*(Female ♀)用第三對腳協助寄生於烏魚鰓絲上。

2、發現

- (1) 由實驗結果發現鰻(烏魚)人形魚蝨蟲體主要可分為下列三部分：頭胸部、胸部及腹部(圖 27)，而雄蟲(具精巢，圖 27)與雌蟲(具受精囊及卵串，圖 29)的生殖系統，更是有明顯的不同，因此可以此特徵作為辨別的依據。
- (2) 由表 2 中的數據，我們可發現雄鰻(烏魚)人形魚蝨成蟲的平均體長約為 3.09 mm，平；雌鰻(烏魚)人形魚蝨成蟲的平均體長約為 4.29 mm，由此可知雌鰻(烏魚)人形魚蝨成蟲體型比雄鰻(烏魚)人形魚蝨成蟲體型大。
- (3) 由綜合上面實驗結果發現鰻(烏魚)人形魚蝨蟲體各部位構造皆有其特殊功能，例如由(圖 28)可知雄鰻(烏魚)人形魚蝨的第二對觸角、第二小顎、顎足，這三對肢腳前端均有鈎狀的爪子(圖 30、圖 32、圖 35)，是協助雄蟲能緊抓住烏魚鰓絲(圖 26)的重要肢腳。

3、討論

- (1) 紅色且體型小，像人形的鰻(烏魚)人形魚蝨寄生在烏魚鰓上，用其肢腳緊抓著烏魚的鰓絲，如果我們不注意看還真的很難發現牠的存在(因其身體與鰓絲同為紅色)，牠就利用這保護色寄生在烏魚鰓上；又烏魚在漁民眼中就如同是大海恩賜的黃金，因此就稱呼牠

為「烏金上的火星人」。

- (2) 鰻(烏魚)人形魚蝨雌成蟲體型比雄成蟲體型大，推測應該是利於交配及優生學所演化出來的結果，因雌蟲固定於魚體鰓絲上體型大(數量多)且明顯，可讓體型較小(數量少)且移動方便的雄蟲，於鰓上到處移動尋找母蟲進行交配，繁衍後代；又雌蟲體型大，則腹部的兩條卵串愈長(可負載更多的卵粒)，而有利於生殖，且孵化出來的無節幼蟲也較為活潑健康。
- (3) 鰻(烏魚)人形魚蝨的體型小且呈紅色，其中的第一觸角、第二觸角、第一小顎、第二小顎…等構造，對其營生行為是否有特殊的功用呢？於是我們利用實驗二來進一步探討鰻(烏魚)人形魚蝨利用其身體上的構造來營生的情形。

【研究二】：探討鰻(烏魚)人形魚蝨的營生方式

實驗二：探討鰻人形魚蝨的進食及排泄方式（參考文獻來源：書籍 2、3、4、5）

（一）研究器材：

- 1.解剖顯微鏡、光學顯微鏡、剪刀、解剖針、小鑷子、小毛刷、海水、培養皿、塑膠滴(吸)管、70%酒精、85%乳酸、木質玻片、培養皿、鰻人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)、烏魚魚鰓、數位相機。

（二）研究方法：

- 1.將有寄生蟲鰻(烏魚)人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)活體寄生的烏魚魚鰓，自魚體取下，置於裝有海水(東石漁港取得)的玻璃培養皿中(圖4、25、26、44)，用解剖顯微鏡進行的觀察。
- 2.將蟲體鰻人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)浸泡保存於70%酒精液內的蟲體標本先用85%乳酸脫鈣後，置於木質玻片上，再用解剖針於解剖顯微鏡下，解剖出蟲體的口管(Mouth tube)(圖33)及蟲體口管內的大顎(Mandible)(圖34)，並用光學顯微鏡進行觀察及繪圖。

（三）結果、發現與討論：

1、結果：

- (1) 鰻(烏魚)人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)的無節幼蟲期(I、II)是以吸收體內的卵黃為營養來源。
- (2) 鰻人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)的橈足幼蟲期(Copepodid)是寄生於烏魚的魚鰓，並以烏魚鰓絲上的表皮細胞及黏液細胞為食。

2、發現：

- (1) 鰻人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)於烏魚鰓絲上的寄生處呈現白色，而於寄生鰓絲處的上下端則呈現紅色(如圖44)。
- (2) 用光學顯微鏡觀察發現鰻人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)夾於第一小顎中間，有一個短圓筒，形似上下唇合而為一的口管(如圖28、33)；進食時便以口管套住鰓絲上的小

區塊，然後再以其口管內藏的一對牙刷狀的大顎，前端有7-8顆鋸齒狀的牙齒（如圖34）鋸開鰓絲表面組織，此舉將更有利鯰人形魚蝨利用口管大量吸食烏魚鰓絲上的表皮細胞及黏液細胞，甚至是血液、淋巴液及組織液，是故口管內可能含有抗凝血素，可防鰓絲上微血管血液凝固，這樣寄生於烏魚鰓絲上的鯰人形魚蝨便可享有源源不絕的新鮮血液。

- (3) 鯰人形魚蝨經由口管吸入烏魚鰓絲上的黏液、血液及淋巴液……後，經由位於鯰人形魚蝨中央線上狹長透明的胃腸管道之收縮、蠕動、消化、吸收後，便由位於腹部下端像有一條中隔線上的肛門口（如圖36、43）將排泄物排出，最後溶解於水中。

3、討論

- (1) 當雌鯰人形魚蝨附著寄生於烏魚鰓絲上時，會用其第二對觸角、第二小顎、顎足及第三對腳，緊抱住鰓絲，並用大顎破壞鰓絲，然後再以口管吸食鰓絲上的黏液與血液等，使其呈現不健康的白色樣（如圖44）。烏魚鰓絲被鯰人形魚蝨寄生，且形成傷口後，如果不幸的傷口又遭逢細菌或病毒的二次感染，使病情加重，則魚隻的死亡率有可能會隨之增高。
- (2) 經由實驗二的結果得知，鯰(烏魚)人形魚蝨是靠被寄生烏魚鰓絲上的黏液及血液等維生，這使我們思考到，若烏魚鰓絲上出血的傷口，其血液凝固了，則鯰人形魚蝨可能就無法吸食，因此我們大膽推測鯰人形魚蝨其口管內可能會分泌抗凝血因子，如此將可減緩烏魚鰓絲上傷口流出血液的凝固速度，而更有利於鯰人形魚蝨的吸食。
- (3) 於光學顯微鏡下觀察到鯰人形魚蝨蟲體中間有一條不斷蠕動的消化道，吃進的黏液及血液等被消化後所形成的排泄物，便從腹部的肛門口（如圖36、43）噴出，由此推論鯰人形魚蝨蟲體中間的整條消化道一直到肛門口可能是由強而有力的肌肉組織所控制著。
- (4) 經由以上實驗一到實驗二的探討，我們對鯰人形魚蝨已有初步的了解，然而我們好奇鯰人形魚蝨是如何繁衍後代？而其生長過程又為何？於是我們利用實驗三和實驗四來加以探討。

【研究三】：探討鯰(烏魚)人形魚蝨的生長階段

實驗三：探討鯰人形魚蝨的生殖方式（參考文獻來源：書籍2、3、4、5；期刊2；網站20）

(一) 研究器材：

- 1.解剖顯微鏡、光學顯微鏡、小毛刷、剪刀、海水、玻璃培養皿、500ml大燒杯、幫浦、膠管、打氣石、鹽度計、溫度計、烏魚、鯰人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)。

(二) 研究方法：

- 1.將受**鯧人形魚蝨**感染的烏魚鰓絲自烏魚體用剪刀取下，置於裝有海水的玻璃培養皿中，並用小毛刷從烏魚鰓絲上取下**5隻雌鯧人形魚蝨(或帶有卵串及受精囊)**及**1隻雄鯧人形魚蝨**活體，用解剖顯微鏡及光學顯微鏡進行觀察。
- 2.將**或帶有卵串及受精囊的雌鯧人形魚蝨(如圖 41、42、43)**和**雄鯧人形魚蝨(如圖 27)**活體，置入500ml裝有**海水(鹽度36‰)**並打氣的燒杯中，進行卵串的孵化及蟲體的觀察。

(三) 結果、發現與討論：

1、結果：

- (1)**鯧人形魚蝨**交配時，一般自雄體生殖孔排出的**精莢**，固著在雌體**交配孔**的兩側。隨後，精子從**精莢**溢出，進入雌體**受精囊**，循受精管逐漸到達輸卵管的末端部分。
- (2)**雌鯧人形魚蝨**交配完後，於其腹部左、右兩側，可見各有一條透明囊袋射出，並瞬間填滿黑色卵粒，形成兩條黑色卵串（如圖 41、42）。

2、發現：

- (1)**鯧人形魚蝨**交配時，**雄鯧人形魚蝨**會以其腹面貼在**雌鯧人形魚蝨**的背上，並用其第二觸角緊緊抱住**雌鯧人形魚蝨**進行神聖的交尾動作。
- (2)**雄鯧人形魚蝨**自生殖孔排出的**精莢**，鑲嵌在**雌鯧人形魚蝨****交配孔**的兩側，隨後，精子由**精莢**溢出，緩慢的進入**雌鯧人形魚蝨**的**受精囊**中儲存著備用**(一生只需交配一次)**；而精液會循受精管送達輸卵管的末端，與排出的卵粒結合，形成受精卵，再排入腹部左、右兩側透明的囊袋內，形成兩條長條形黑色的卵串（如圖41、42）。
- (3)當我們於光學顯微鏡下觀察**雌鯧人形魚蝨**的卵串時，可清楚看見卵串外側有著透明的囊套保護著內側排列整齊左、右兩端微圓中間扁平的卵粒（如圖 41、42、45）。

3、討論

- (1)**雌鯧人形魚蝨**每條卵串內的受精卵粒**(平均約130~200顆)**，所以每隻成熟**雌鯧人形魚蝨**大約可攜帶**(260~400顆)**的受精卵，再以**50%**的孵化率來估算，則每隻成熟**雌鯧人形魚蝨**每次的產能大約是**(130~200隻)無節幼蟲**；要知道**浮游期的無節幼蟲不具有寄生能力**，反而是大海中許多生物**補充養分的重要來源之一(大約會有三分之二以上無節幼蟲期的族群會被海洋生物的幼體所捕食，例如：幼魚)**，因此可想而知**鯧人形魚蝨**媽媽必須辛苦的大量生產**以量取勝**，來確保其族群能永續生存，不被滅亡。

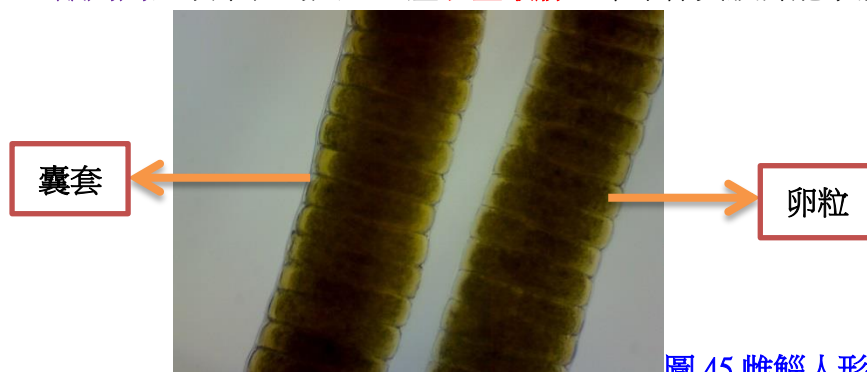


圖 45.雌鯧人形魚蝨卵串

實驗四：探討鰻人形魚蟲的生長階段（參考文獻來源：書籍 1、2、3、4、5；期刊 4）

（一）研究器材：

- 1.解剖顯微鏡、光學顯微鏡、解剖針、小鑷子、小毛刷、海水(鹽度36‰；溫度19~20度)、培養皿、塑膠滴(吸)管、70%酒精、85%乳酸、木質玻片、培養皿、鹽度計、溫度計、烏魚、鰻人形魚蟲(*Lernanthropus mugilii*)、標本保存瓶。

（二）研究方法：

- (1) 將初步區分出來各生長階段的鰻(烏魚)人形魚蟲蟲體，置於標本保存瓶內，並用70%酒精保存。
- (2) 先將保存的各生長階段鰻人形魚蟲標本，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，來確認其各個生長階段；並在光學顯微鏡的投影描繪器的協助下繪製各期蟲體圖形。

（三）結果、發現與討論：

1、結果：

- (1) 由實驗三鰻人形魚蟲卵串的孵化，共孵化出無節幼蟲(*Nauplius*)共162隻(*Nauplius I*：149隻；*Nauplius II*：13隻；如表 2)；並於烏魚鰓絲上幸運捕獲橈足幼蟲期(*Copepodid*)1隻。
- (2) 由烏魚(*Mugil cephalus*)鰓絲上共採獲鰻人形魚蟲成蟲(Female ♀：114隻，如圖 25、41；Male ♂：5隻，如圖 26、27、28)。

孵化採集時間	孵化地點	寄生蟲(卵串)	無節幼蟲期(I) <i>Nauplius</i> (I) 數(隻)	無節幼蟲期(II) <i>Nauplius</i> (II) 數(隻)	橈足幼蟲期 (<i>Copepodid</i>) 數(隻)
2021-12-13	自然教室	<i>Lernanthropus mugilii</i>	4	2	0
2021-12-23	自然教室	<i>Lernanthropus mugilii</i>	107	3	0
2021-12-24	自然教室	<i>Lernanthropus mugilii</i>	29	4	0
2021-12-26	自然教室	<i>Lernanthropus mugilii</i>	9	4	0
2021-12-13 ~ 2021-12-26	自然教室	<i>Lernanthropus mugilii</i> 鰻人形魚蟲	共：149 隻	共：13 隻	共：0 隻

表 2.鰻(烏魚)人形魚蟲(*Lernanthropus mugilii*)卵串孵化紀錄表

2、發現：

- (1) 由**實驗三**發現當**雌鰻人形魚蟲**卵串內的卵即將孵化時，卵會膨脹並將自己推出卵串的囊套膜，隨後就孵化出**第一期無節幼蟲(Naplius I)**。
- (2) 由此次實驗所觀察到的**鰻人形魚蟲**成長期**共有四期**：為**無節幼蟲期(Naplius共分二期)**、**橈足幼蟲寄生期(Copepodid一期)**和**成蟲期(一期)**。
- (3) 由觀察中發現，**鰻人形魚蟲**的**第一期無節幼蟲**(長：約0.14~0.18mm；寬：約0.11~0.12mm；如圖 46、47)，約**12~16小時**後，**脫殼**進入**第二期無節幼蟲**；**第二期無節幼蟲**(長：約0.17~0.19mm；寬：約0.09~0.1mm；如圖 48)；這兩期各自都有三對泳足及一對尾叉，只不過第一期蟲體身體較圓潤，第二期蟲體身體較狹長。
- (4) **橈足幼蟲寄生期**(長：約0.29mm；寬：約0.12mm)；**第二期無節幼蟲**後，經**脫殼**便會進入**橈足幼蟲寄生期**，此期已可見具**寄生功能的勾狀肢腳(第二觸角)**，且身體也更為狹長。(此期為烏魚鰓絲上幸運採集而得，非卵串孵化脫殼而得)。

3、討論：

- (1) **鰻人形魚蟲(Lernanthropus mugilii)**由**無節幼蟲期**到**成蟲期**的成長過程中，每一期就如同牠們甲殼家族(例如：蝦子、螃蟹)一樣，皆須經過脫殼來達到其成長的目的地。而同屬不同種的**Lernanthropus latis(Yamaguti, 1954)**其生活史共分九期(**兩期的無節幼蟲期**；**橈足幼蟲寄生期**；**四期橈足幼蟲期(橈足幼蟲期第三期才分公、母)**；**成蟲前期**；**成蟲期**)，由上可知**鰻人形魚蟲**的**生活史(Life cycle)**應該還不夠完整。又科展法規規定小學生不可宰殺脊椎動物，所以此次實驗便以**採集**及**孵化**來收集實驗材料；以後有機會再進行養殖烏魚苗，讓**鰻人形魚蟲**的橈足幼蟲寄生，以便揭開**鰻人形魚蟲完整生活史(Life cycle)**的神秘面紗。
- (2) 而**鰻人形魚蟲**跟烏魚之間到底還有哪些奇特的關係呢？我們利用**實驗五**來加以探討。

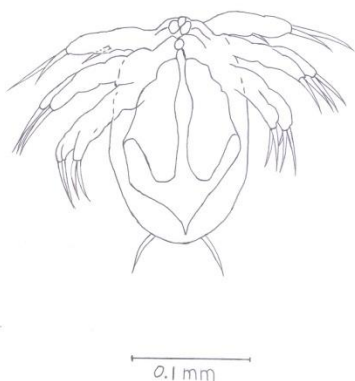


圖 46. Nauplius I (手繪圖)



圖 47. Nauplius I (照片)

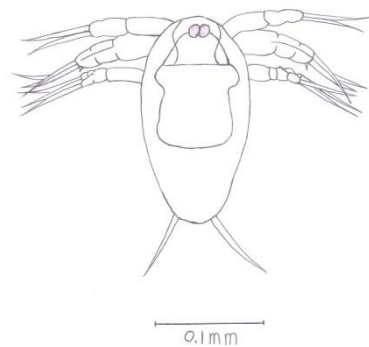


圖 48. Nauplius II (手繪圖)

(3) 鰻人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)的生長過程圖：

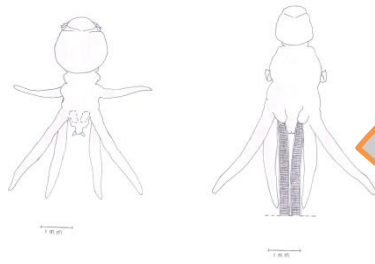


圖 49. 鰻人形魚蟲(♂、♀手繪圖)



圖 52. *Copepodid*(手繪圖)

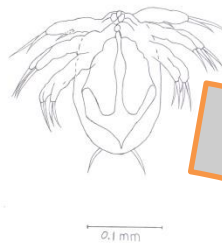


圖 50. *Nauplius I* (手繪圖)

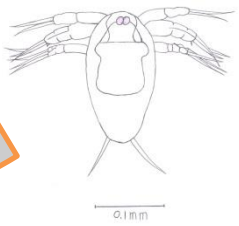


圖 51. *Nauplius II* (手繪圖)

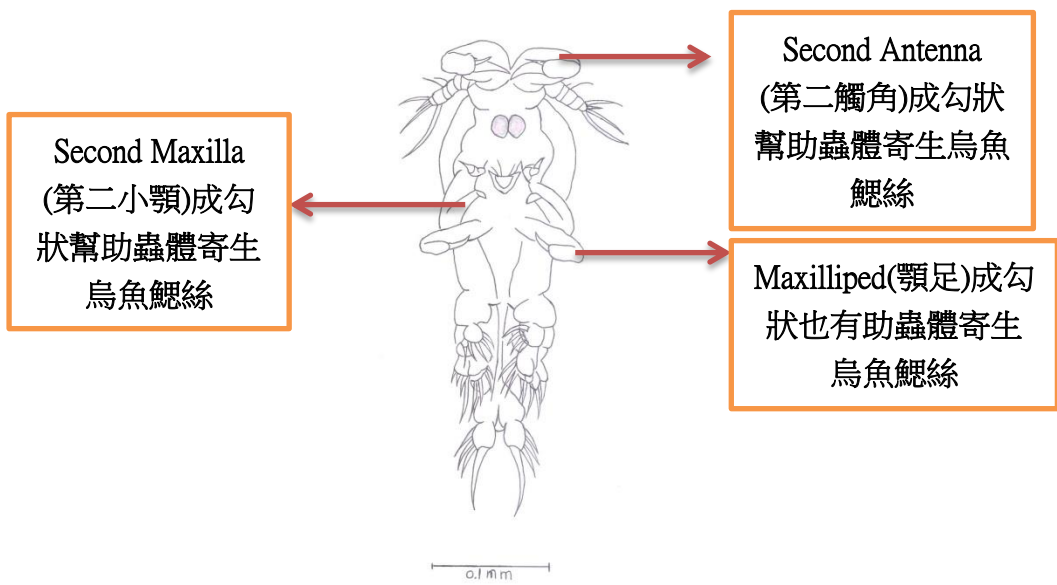


圖 53. 橈足幼蟲寄生期(*Copepodid*手繪圖)

【研究四】：探討鯿(烏魚)人形魚蝨與寄主(烏魚)之間的相互關係

實驗五：探討鯿人形魚蝨對寄主(烏魚)魚腮上寄生部位的選擇性

(一) 研究器材：

手機(照相)、剪刀、鑷子、小毛刷、乳膠手套、解剖顯微鏡、光學顯微鏡、海水、玻璃培養皿、紀錄表、烏魚、鯿人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)。

(二) 研究方法：

- (1) 將從魚港或菜市場買回的烏魚(每次取一尾)置於藍色塑膠盤，雙手戴好乳膠手套，用剪刀剪開魚體鰓蓋，並用鑷子用心檢查烏魚左、右各四片的魚鰓，再請一旁的同學細心紀錄於表格上。
- (2) 紀錄鯿人形魚蝨附著寄生的數量及寄生魚鰓的部位(魚鰓分左、右各四片，且每片魚鰓分上、中、下三個區塊；如圖 54、55)，以便了解烏魚魚鰓的哪一個部位是鯿人形魚蝨最喜歡寄生的區塊。

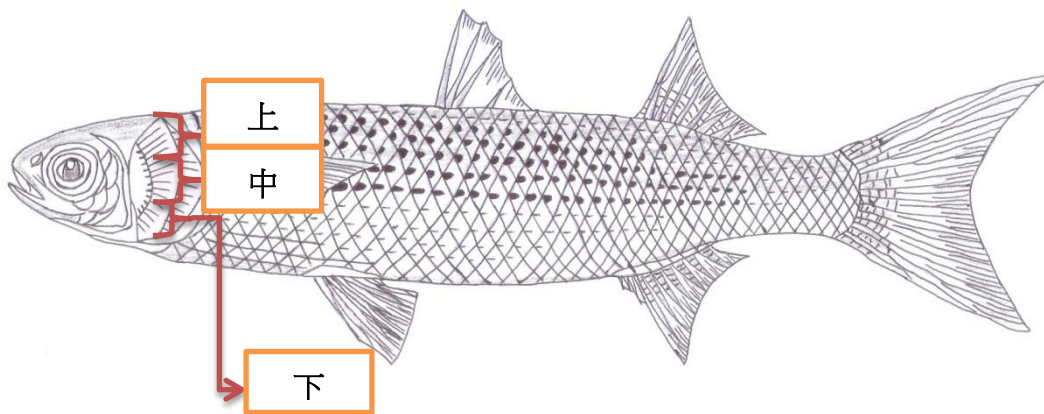


圖 54. 鯿人形魚蝨於烏魚魚鰓上(上、中、下)三區塊寄生部位圖示(手繪圖)

(三) 結果、發現與討論：

1、結果(紀錄)

- (1) 紀錄如表 3；表 4 所示。(請參照第 23 頁的表 3、表 4 及第 24 頁的圖 56、圖 57)。

2、發現

- (1) 寄生部位：以在這次實驗受檢查的烏魚(共24隻)身上，所採集到鯿人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)共120隻，依其寄生的部位來做研究觀察，以第一片鰓的鰓絲寄生數量最多96隻，約佔寄生蟲總數的80%；其次是第二片鰓的鰓絲寄生量為24隻，約佔寄生蟲總數的20%；又烏魚第一片鰓上緣處的鰓絲寄生數量最多為76隻，約佔第一片鰓寄生總量的79.2%；

其次是第一片鰓中段鰓絲寄生的數量為12隻，約佔第一片鰓寄生總量的12.5%；而第一片鰓下緣處鰓絲寄生的數量為8隻，約佔第一片鰓寄生總量的8.3%。

- (2) 第二片鰓的鰓絲所發現的鰻人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)，共24隻，且烏魚第二片鰓上緣處的鰓絲寄生數量為11隻，約佔第二片鰓寄生總量的45.8%；其次是第二片鰓中段鰓絲寄生的數量為7隻，約佔第二片鰓寄生總量的29.2%；而第二片鰓下緣處鰓絲寄生的數量為6隻，約佔第二片鰓寄生總量的25%。

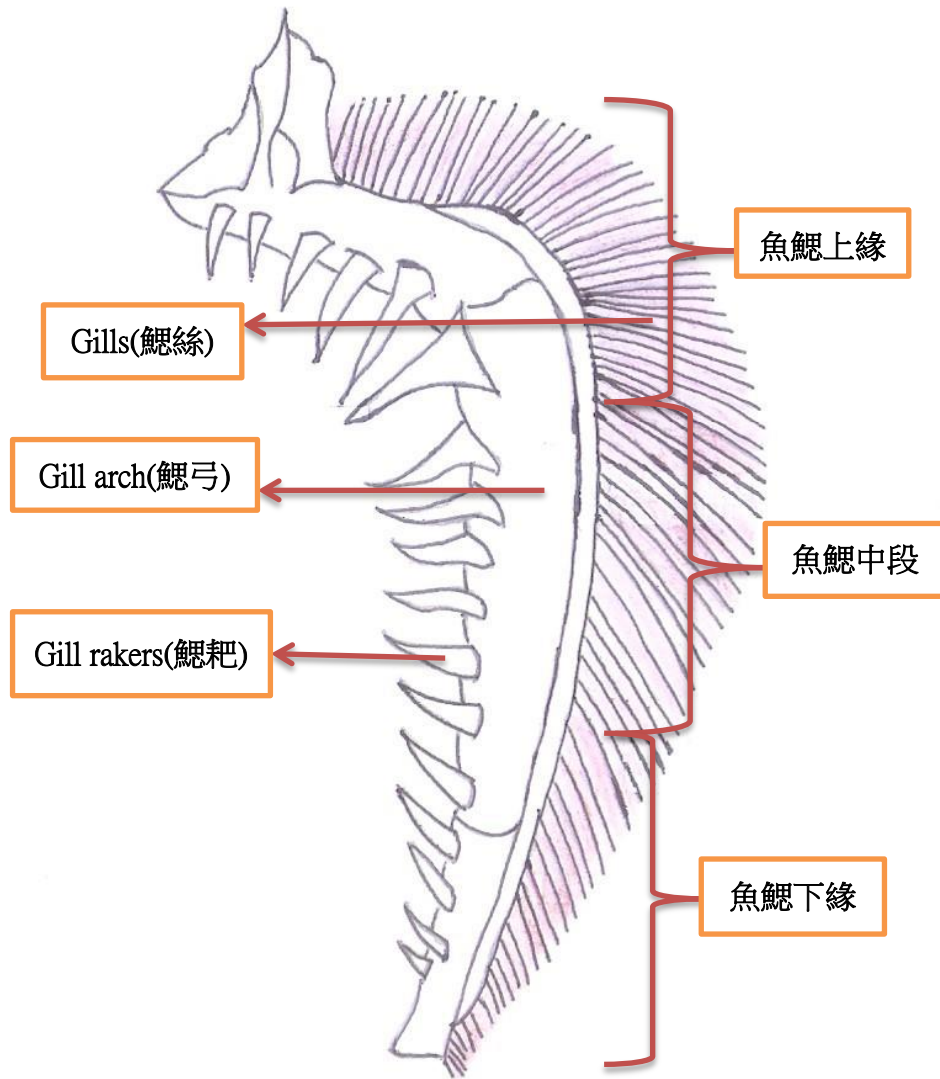


圖 55. 烏魚魚鰓結構及鰻人形魚蟲於烏魚魚鰓上(上、中、下)三區塊寄生部位放大圖示(手繪圖)

3、討論

- (1) 推測因烏魚呼吸時，主要是由嘴巴引進充滿氧氣的水流，於魚鰓(左右各四片鰓且重疊)的鰓絲進行氣體交換，而由兩側鰓蓋口將充滿二氧化碳的水流排出，又第一片鰓上表面接觸鰓蓋(內側光滑)，下表面接觸第二片鰓上表面(具摩擦力)，以此類推 是故鰻人形

採集時間	採集地點	魚種	寄生部位及蟲數(隻)	檢查魚數	採集寄生蟲 (<i>Lernanthropus Mugili</i>)數(隻)
2021-11-30	菜市場	沿岸烏魚(留烏) (<i>Mugil cephalus</i>)	鰓絲(gill)： I (上：18；中：1；下：0)	4尾	♂：2(成蟲) ♀：17(成蟲)
2021-12-08	菜市場	養殖烏魚 (<i>Mugil cephalus</i>)	鰓絲(gill)：無	4尾	♂：0 ♀：0
2021-12-12	東石	洄游烏魚 (<i>Mugil cephalus</i>)	鰓絲(gill)： I (上：17；中：1；下：0)	4尾	♂：0 ♀：18(成蟲)
2021-12-15	東石	洄游烏魚 (<i>Mugil cephalus</i>)	鰓絲(gill)： I (上：13；中：4；下：2)； II (上：5；中：5；下：6)	4尾	♂：2(成蟲) ♀：33(成蟲)
2021-12-17	東石	洄游烏魚 (<i>Mugil cephalus</i>)	鰓絲(gill)： I (上：25；中：5；下：6)； II (上：6；中：2；下：0)	4尾	♂：1(成蟲) ♀：42(成蟲) copepodid：1
2021-12-22	東石	洄游烏魚 (<i>Mugil cephalus</i>)	鰓絲(gill)： I (上：3；中：1；下：0)	4尾	♂：0 ♀：4(成蟲)
2021-11-30 ~ 2021-12-22	東石	烏魚 (<i>Mugil cephalus</i>)	鰓絲(gill)	共：24尾	♂共：5隻 ♀共：114隻 copepodid：1

表 3. 鯿人形魚蟲寄生於烏魚(*Mugil cephalus*)魚鰓各部位的紀錄表

(I：第一片鰓；II：第二片鰓；上：魚鰓上緣；中：魚鰓中段；下：魚鰓下緣)

鯿人形魚蟲 (<i>Lernanthropus Mugili</i>)寄生烏魚(<i>Mugil cephalus</i>)部位	第一片鰓	第二片鰓	第三片鰓	第四片鰓
魚鰓上緣	76隻	11隻	0隻	0隻
魚鰓中段	12隻	7隻	0隻	0隻
魚鰓下緣	8隻	6隻	0隻	0隻
總量	共：96隻	共：24隻	共：0隻	共：0隻

表 4. 鯿人形魚蟲寄生於烏魚(*Mugil cephalus*)魚鰓各部位的統計表

魚蟲(*Lernanthropus mugili*)寄生於烏魚第一片鰓的寄生率高達80%；第二片鰓的寄生率只占20%；第三及第四片鰓的寄生率更低各占0%。而鰓蓋上緣處連接身體，具隱蔽性，且流水較緩，是故寄生蟲(*Lernanthropus mugili*)寄生於烏魚第一片及第二片鰓上緣處

的鰓絲比率最高達72.5%；寄生於鰓中段處的鰓絲比率為15.8%；寄生於鰓下緣處的鰓絲比率最低為 11.7%。

- (2) 鰻(烏魚)人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)，前兩期的無節幼蟲期(*Nauplius*)為浮游期，可在水中到處游動，進入到橈足幼蟲期(*copepodid*)便開始寄生；所以烏魚呼吸時，是由嘴巴引進充滿氧氣的水流，於魚鰓(左、右各四片鰓且重疊)的鰓絲進行氣體交換，而由兩側鰓蓋口將充滿二氧化碳的水流排出，如果剛好由嘴巴吸入具寄生性的鰻(烏魚)人形魚蝨橈足幼蟲期(*copepodid*)，則其絕大部分便會寄生在第一片鰓的鰓絲，且會是靠近第一片鰓上緣處的鰓絲(因此處具有隱蔽性高，且水流較緩等兩大優點)。

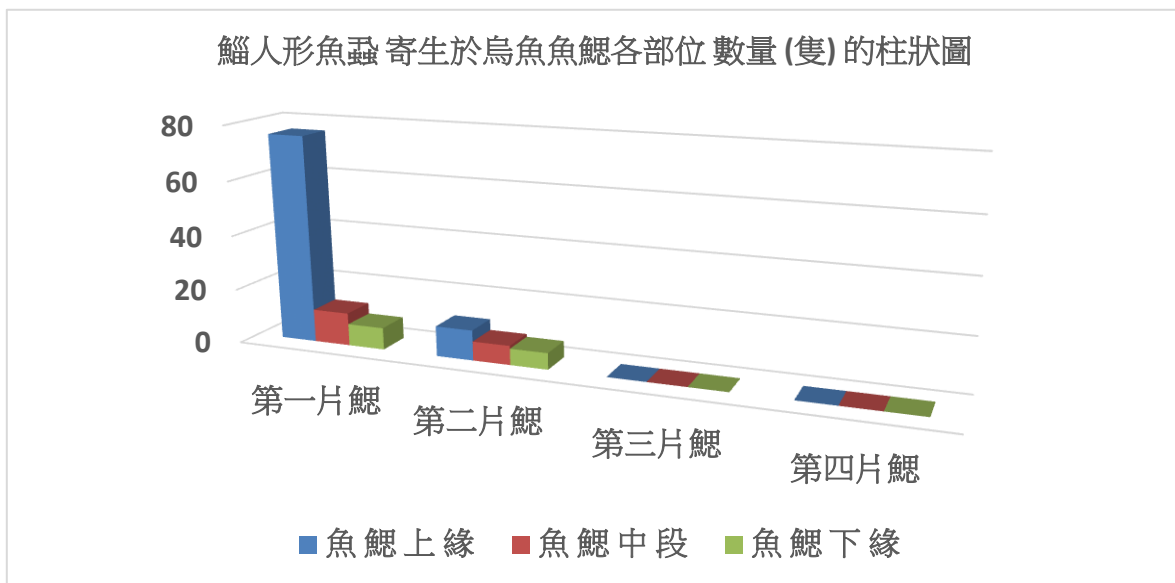


圖 56. 鰻人形魚蝨寄生於烏魚(*Mugil cephalus*)魚鰓各部位數量的柱狀圖

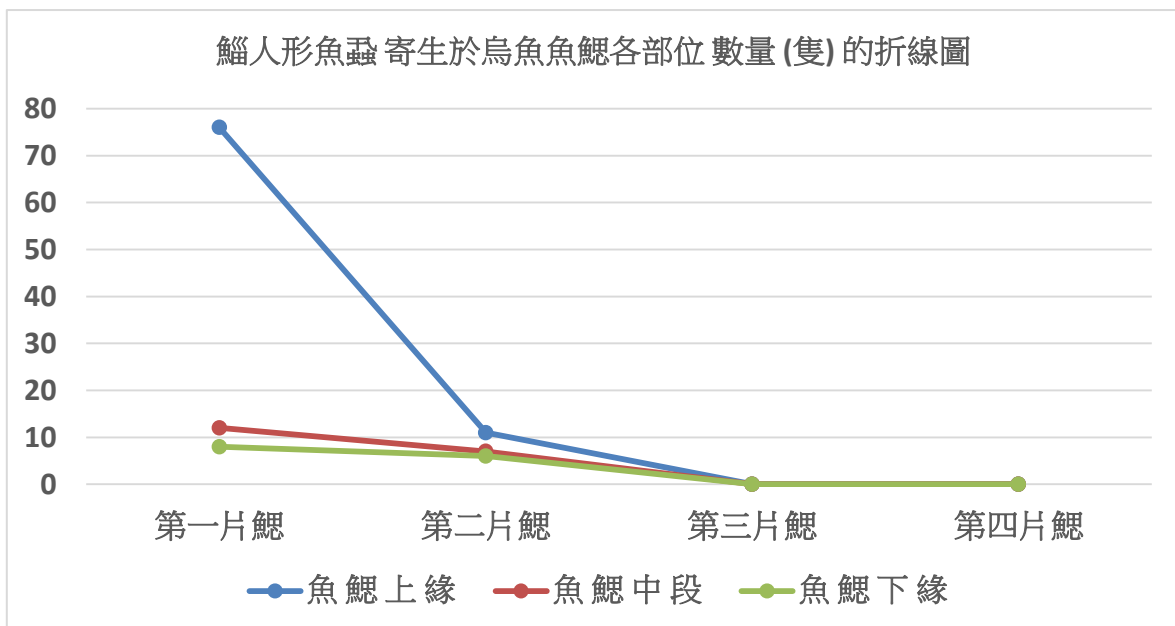


圖 57. 鰻人形魚蝨寄生於烏魚(*Mugil cephalus*)魚鰓各部位數量的折線圖

【研究五】：探討鰻(烏魚)人形魚蟲的生存環境特徵

實驗六：探討鰻人形魚蟲在不同海水鹽度下的生存情形

(一) 研究器材：

手機(照相)、鑷子、小毛刷、塑膠滴(吸)管、鹽度計、溫度計、250ml燒杯、幫浦、膠管、打氣石、海水(鹽度36‰；溫度19~20度)、純水、玻璃培養皿、紀錄表、鰻人形魚蟲。

(二) 研究方法：

- (1) 將海水(鹽度36‰)，分別用純水稀釋成鹽度18‰及9‰的海水(用鹽度計觀測)，分別置入兩個250ml燒杯中各200ml，另外兩個250ml燒杯則分別注入鹽度36‰的海水及鹽度為0‰的純水各200ml，溫度則介於19~20度之間。
- (2) 將雌鰻人形魚蟲活體分別置入四個鹽度不同的燒杯中，計時並觀察其活動力的變化(Leg4第四對泳足會重複向上捲起、放下來做擺動；正常時，Leg4每分鐘會上捲擺動30次；活動力下降時，Leg4每分鐘只會上捲擺動4次；死亡時，Leg4則無擺動跡象)。

(三) 結果、發現與討論：

1、結果(紀錄)

- (1) 記錄如表5所示。

鹽 度	活 動 力 下 降	死 亡
36‰	13 天 20 小時 16 分 (19936 分)	14 天 1 小時 10 分 (20230 分)
18‰	3 天 12 小時 20 分 (5060 分)	3 天 14 小時 53 分 (5213 分)
9‰	7 小時 10 分 (430 分)	8 小時 20 分 (500 分)
0‰	11 分 (11 分)	18 分 (18 分)

表 5. 鰻(烏魚)人形魚蟲在不同海水鹽度下生存情形的觀察紀錄表



圖 58.側面觀鰻人形魚蟲於不同鹽度下的反應

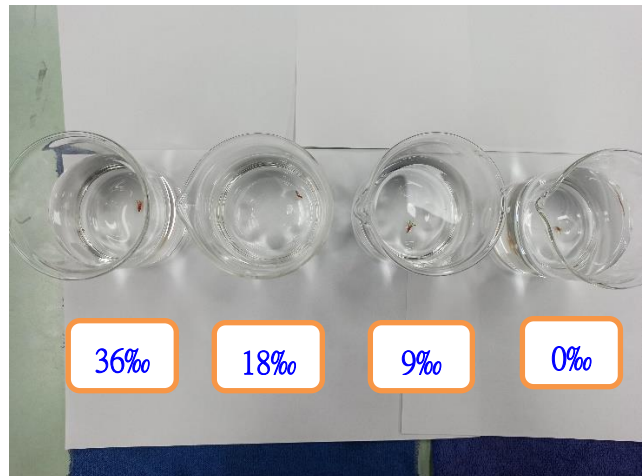


圖 59.由上觀鰻人形魚蟲於不同鹽度下的反應

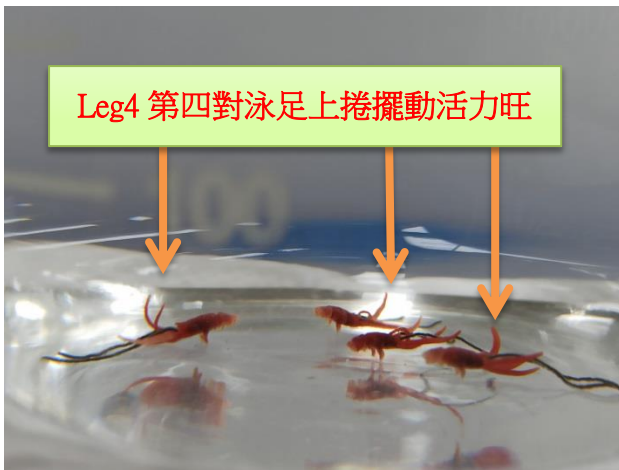


圖 60. 鰻人形魚蟲 ♀ Leg4 上捲擺動(箭頭所指)

圖 61. 鰻人形魚蟲 ♀ Leg4 上捲擺動(活力旺)

2、發現

- (1) 鰻(烏魚)人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)對於海水鹽度變化的適應性很強，在鹽度0‰也就是純水(淡水)狀態下，經過11分鐘活動力下降，到了18分鐘才死亡；在海水鹽度9‰的狀態下，需經500分鐘才會死亡；而在海水鹽度18‰的狀態下，需經5213分鐘才會死亡；如果在正常海水鹽度36‰的狀態下，經20230分鐘也會死亡。
- (2) 鰻(烏魚)人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)，在海水鹽度較高的情形下(36‰、18‰)，其活動力較旺盛，牠的第四對泳足每分鐘約可上捲擺動20~30次；如在海水鹽度較低的情形下(9‰、0‰)，其活動力則較弱，牠的第四對泳足每分鐘約只可上捲擺動10~12次。

3、討論

- (1) 對於去除烏魚鰓上的鰻(烏魚)人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)或可採用循序漸進浸泡淡水去除法(海水鹽度下降至0‰~18‰，時間約18分~3.5天鰻人形魚蟲便會死亡)，因烏魚屬廣鹽性魚種，對於海水鹽度變化的適應性很強，因此用此方法來去除烏魚鰓上的鰻人形魚蟲，會是最環保且愛護大自然的方式(有機磷藥劑雖然對寄生性甲殼類節肢動物具有良好的防治效果，但對於生態環境也是有很強大的破壞力，故不推薦採用於魚蟲防範)。
- (2) 在正常海水鹽度36‰的狀態下，鰻(烏魚)人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)，經14天1小時10分鐘也就等同20230分鐘後也會死亡的原因，主要是這麼長的一段時間(約兩周)，鰻(烏魚)人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)，均未進食(主要是怕從烏魚取下的鰓絲，長時間留下讓其進食會不新鮮，進而破壞影響水質，故四種不同海水鹽度實驗組別燒杯裡的鰻人形魚蟲，均未進食)，所以推測正常海水鹽度36‰狀態下，鰻(烏魚)人形魚蟲，應該是被實驗中不變因子(均未進食)給活活餓死的，而與可變因子(四種不同海水鹽度)無關。由上可知鰻(烏魚)人形魚蟲(*Lernanthropus mugili*)其實還蠻耐餓的，約可兩周不進食。

肆、結論

1. 依據 Ho and Do (1985) 的研究發現，**東太平洋和墨西哥灣的南美水域**，雖然也曾經捕獲過大量的鯔魚來做研究，但該區域的鯔魚卻從未發現過**鯔人形魚蝨**的寄生(有可能是**鯔人形魚蝨**蟲體體色與魚鰓同為深紅色，因此很難被區分識別出來)。但經我們幾位同學跟老師討論後的結果，推測南美水域所捕獲的鯔魚極有可能是**同科不同屬，或同屬但不同種**(需進一步做 DNA 的鑑定)，因 Z.KABATA. (1979) 曾於書中說過，*Lernanthropus* (人形魚蝨屬) 中有一些物種其**寄主專一性很強**，而**鯔人形魚蝨**(*Lernanthropus mugilii*) 到目前為止，也只發現寄生於**烏魚**(*Mugil cephalus*) 鰓上，而烏魚(同科不同種的品種)光臺灣附近水域就有**12 種**之多；另也有烏魚子商人聲稱從**巴西**或**美國**進口**同屬不同種的鯔魚**卵巢製成的烏魚子。是故合理推測**東太平洋和墨西哥灣南美水域**捕獲的**鯔魚**應該和**西太平洋水域**捕獲的**鯔魚**(*Mugil cephalus*) 應該是**同科不同屬，或同屬但不同種**(因魚體外表可能長的極為相似，因此採集魚體 DNA 做更進一步的**親緣鑑定**，將會是最科學的選擇)。
2. **西太平洋水域烏魚**(*Mugil cephalus*) 洄游的路徑介於北(北緯 39.9 度，日本、韓國、中國)至南(北緯 21 度，臺灣南端)之間，且**鯔人形魚蝨**(*Lernanthropus mugilii*) 到目前為止，也只發現寄生於**烏魚**(*Mugil cephalus*) 鰓上，這完全呼應了 Z.KABATA. (1979) 所說，*Lernanthropus* (人形魚蝨屬)，此屬所有物種均寄生在**海洋硬骨魚類的鰓上**，且大多生活在**溫暖水域**(此屬物種會隨著**緯度的提高及水溫的降低而減少分佈**)。
3. **鯔人形魚蝨**(Male ♂) 蟲體的**第二對觸角、第二小顎、顎足**(圖 28)，是協助**鯔人形魚蝨**(Male ♂) 能緊抱住烏魚鰓絲(圖 26)的重要肢腳；但**鯔人形魚蝨**(Female ♀) 蟲體能緊抱住烏魚鰓絲的重要肢腳，除了**第二對觸角、第二小顎、顎足**，還包含了**呈瓣狀向腹面合抱的第三對腳**(圖 41、圖 44)，協助**鯔人形魚蝨**(Female ♀) 蟲體能更牢靠的寄生在**宿主(烏魚)的鰓絲上**。
4. 由**雄鯔人形魚蝨**(Male ♂；圖 27、28) 及**雌鯔人形魚蝨**(Female ♀；圖 41) 的手繪圖可發現，**雌鯔人形魚蝨**的第三對腳呈瓣狀，有協助蟲體抓住魚體鰓絲的功能(如圖 44)，但**雄鯔人形魚蝨**的第三對腳(泳足)則呈枝條狀，是協助蟲體於水中游動的利器(如圖 26、27、28)。而**雌鯔人形魚蝨**有第五對腳呈**瘤狀突起**(如圖 41)，**雄鯔人形魚蝨**則無第五對腳(如圖 27)。
5. 每隻成熟**雌鯔人形魚蝨**每次的產能大約是**(130~200 隻)無節幼蟲**；**浮游期的無節幼蟲是不具有寄生能力的**，其反而是大海中許多生物**補充養分的重要來源之一**(大約有三分之二以上**無節幼蟲期**(I、II)的族群會被海洋生物的幼體所捕食，例如：幼魚等)，直到**橈足幼蟲期**才有寄生魚體鰓絲的能力；所以由上可看出**魚群與橈足類**兩大族群之間**相互制衡**的微妙關係，也不得不讚嘆造物者平衡大自然的神奇手法真是**巧妙絕倫**。
6. 養殖的烏魚大多以**淡水養殖**，主要是**淡水養殖可減少疾病的發生**。因淡水養殖就可減少寄生蟲或不會有**橈足類鯔人形魚蝨**的寄生，所以烏魚鰓上就不易有寄生蟲寄生，或鰓絲上就不易有**鯔人形魚蝨**造成傷口(以其**第二觸角、第二小顎及顎足**緊捉住鰓絲，並用其**大顎**鋸開鰓絲表面造成傷口)，那就可**減少細菌、病毒感染的機會**，**大大提升烏魚養殖的存活率**。(烏魚為**雌雄同體**，前 1-2 年為公魚，後 2-3 年會轉變成母魚；所以烏魚一養平均要養 2-3 年，風險大；主要是取其卵做烏魚子。烏魚全身是寶(烏魚殼、烏魚子、烏魚膘、烏魚腿))。
7. **鯔人形魚蝨**的**分類路徑**：**動物界**(Animalia)→**節肢動物門**(Arthropoda)→**顎足綱**(Maxillopoda)→**橈足亞綱**(Copepoda)→**管口目**(Siphonostomatoidea)→

人形魚蝨科(*Lernanthropidae* Kabata, 1979)→人形魚蝨屬(*Lernanthropus* Blainville, 1822)。

8. 每年的冬至前後十天，是烏魚大批出現於台灣海峽附近洄游產卵的時候，數百年來從未失信間斷過，故稱為「信魚」！烏魚(*Mugil cephalus*)，又名鯔魚，是鯔科魚中體型最大的一種，牠是一種廣鹽、廣溫、適應性強的魚種，亦屬季節性的洄游魚類，廣泛分布於熱帶、亞熱帶及溫帶海域。臺灣烏魚漁獲產量於 1976 至 1980 年是臺灣地區烏魚漁獲的顛峰期，年平均達到近 200 萬尾，然近年來天然烏魚之年平均僅約 20 萬餘尾；直至 2012 年，烏魚漁獲量創 15 年來新高，漁獲尾數達約 70 萬餘尾，而 2013 年烏魚漁獲量則為 32 萬餘尾；2014 年至 2018 年烏魚漁獲量至少都有 70 萬尾以上，其中 2018 年捕獲 118 萬尾，是近年難得一見的盛況，而在 2019 年、2020 年野生烏魚捕獲量較差，捕獲量分別為 46 萬尾及 43 萬尾，2021 年預估野生烏魚捕獲量大約為 46 萬尾。因野生烏魚漁獲產量已不復當年(200 萬尾)之盛況，市場所需烏魚子因此轉向以養殖烏魚來做補充；而今，臺灣烏魚的養殖技術蓬勃發展，在水產養殖業，烏魚已是臺灣重要且不可或缺的養殖魚類。每尾母烏僅有一副卵巢可做成烏魚子；另外，去卵母烏（即烏魚殼）、烏魚鰾(公烏魚精巢)、烏魚臄(肌胃)亦廣受民眾歡迎，又因其經濟價值高，可帶給漁民的財富遠超過其它魚類；加上一一年只捕撈一次，常在年末為漁民帶來一筆豐厚且意外的年終獎金，因此野生海烏魚亦有海中「烏金」之美稱。

伍、心得與建議

1.心得

- (1). 經由這次參與科展來探討鯔人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii* Shishido, 1898)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健康的寄生蟲，但是看牠在燒杯中捲動第四對永足的樣子，還真是可愛呢，但是畢竟牠對魚兒是有害的，但若能夠對牠有更正面且深層的了解，或許會有一些令人耳目一新的感觀(例如：鯔人形魚蝨的寄生或共生是否會對烏魚(*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758)性別的轉變(烏魚雌雄同體，前 1-2 年為雄魚，第 2-3 轉變為雌魚)產生提早的現象，並促進母魚性成熟，如假設是正確的，將可採生物技術萃取合成蟲體激素混入飼料來飼養，這樣便可縮短烏魚養殖時間，進而有效降低養殖業者的風險)。(一般養殖烏魚均需三年才能取卵做烏魚子；且大多為淡水養殖，因可有效降低疾病發生)。

2.建議

- (1). 本次實驗因受限於器材、時間、研究能力及研究規定(不可宰殺脊椎動物)，故未能完整探討鯔人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii* Shishido, 1898)的完整生活史(Life cycle)；另外鯔人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii* Shishido, 1898)與烏魚(*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758)的共生關係及共同演化的關係，想必也會是一道有趣的題目，未來有機會將朝此方向努力，做更深入的研究；建議有興趣的研究者也能參考朝此方向，做更高階的生物技術研究。

陸、參考文獻資料

1.書籍

- (1). Z.KABATA. PARASITIC COPEPODA OF BRITISH FISHES, THE RAY SOCIETY. 1979.
- (2). Satyu YAMAGUTI. PARASITIC COPEPODAS FROM FISHES OF JAPAN, PART3. GALIGOIDA, II Laboratory of Parasitology, Kyoto Imperial University. October 5, 1936.
- (3). Kim, I-H. ILLUSTRATED ENCYCLOPEDIA OF FAUNA & FLORA OF KOREA VOL.38 CIRRIPIEDIA, SYMBIOTIC COPEPODA, PYCNOGONIDA. 1998.
- (4).堵南山。甲殼動物學，科學出版社。1993。
- (5).中國科學院中國動物委員會。中國經濟動物志-淡水魚類寄生甲殼動物，科學出版社。1900。

2.期刊

- (1). Eissa, I.A.M.; Derwa, H.I.M.; Maather M. El-Lamie and Engy A. El-Raziky. 2016, Studies on Crustacean Diseases of Seabass and White grouper fishes in Port Said Governorate. SCVMJ, XXI (1).
- (2). Abdelaziz Khidr, Ola Abu Samak, Ashraf E. Said & Ahmed M. Ghoneim. 2014, Structural and Functional Observations on the Appendages of Gill Parasite, Lernanthropus Kroyeri (Copepoda: Lernanthropidae) Infesting the Sea Bass Dicentrarchus Labrax. Nature and Science; 12(2).
- (3). Kua Beng Chu, Noraziah Mat Rashid and Nik Rahimah Abd. Rani. 2012, Infestation of gill copepod Lernanthropus latis (Copepoda: Lernanthropidae) and its effect on cage-cultured Asian sea bass Lates calcarifer. Tropical Biomedicine 29(3): 443 – 450.
- (4). Nur Qamarina Abdul Khalid and Faizah Shaharoum-Harrison. 2014, The Life Cycle of the Parasitic Crustacean, Lernanthropus latis Yamaguti, 1954 (Copepoda: Lernanthropidae), on Marine-Cultured Fish, Lates calcarifer, from Setiu Wetland, Terengganu. Journal of Parasitology Research, 6 pages.
- (5). C. ERKIN KOYUNCU, RAUL CASTRO ROMERO and SÜPHAN KARAYTUG. 2012, LERNANTHROPUS INDEFINITUS N. SP. (COPEPODA, SIPHONOSTOMATOIDA, LERNANTHROPIDAE) PARASITIC ON ARGYROSPONDA REGIUS (ASSO, 1801) (PISCES, SCIAENIDAE). Crustaceana 85 (12-13) 1409-1420.
- (6). Ho, J.S. & T.T. Do. (1985). Copepods of the family Lernanthropidae parasitic on Japanese marine fishes, with a phylogenetic analysis of the lernanthropid genera. Report of the Sado Marine Biological Station, Niigata University 15:31-76, figs. 1-155, tabs. 1-2. (iii-1985)

3.網站

- (1).臺灣烏金 <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2502215>
- (2).養殖烏魚的秘密！「雌雄同體」！ <https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2244213>
- (3). OceanTag 學習網(鰻魚) – 國立海洋生物博物館 <https://oceantag.nmmba.gov.tw/search/?t=0&q=%E9%AF%94%E9%AD%9A>

- (4).中文百科(鰓的構造) <https://www.newton.com.tw/wiki/%E9%B0%93%E5%BC%93>
- (5).人形魚蝨屬
<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E4%BA%BA%E5%BD%A2%E9%AD%9A%E8%99%B1%E5%B1%AC>
- (6).鰻人形魚蝨
<https://baike.baidu.com/item/%E9%B2%BB%E4%BA%BA%E5%BD%A2%E9%B1%BC%E8%99%B1/13874610>
- (7).橈足類感染症 <https://aqua.nvri.gov.tw/disSheet.aspx?id=hcCam3rYo04%3D>
- (8).神秘的水中忍者 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/46/elementary/0815/081555.pdf>
- (9). 2008 台灣物種多樣性 I.研究現況(P94)
<https://taibnet.sinica.edu.tw/download/TaiwanSpeciesDiversity1.pdf>
- (10).軟骨魚和硬骨魚有什麼區別? <https://read01.com/zh-tw/jjjzakL.html#.YhEvROhBzIU>
- (11).烏魚子簡介
<https://lang.wuyuzi.pro/%E7%83%8F%E9%AD%9A%E5%AD%90%E7%B0%A1%E4%BB%8B/>
- (12).阿簡生物筆記 http://a-chien.blogspot.com/2019/11/blog-post_79.html
- (13).鰻科之科解說-臺灣魚類資料庫 <https://fishdb.sinica.edu.tw/chi/family.php?id=F245>
- (14).烏魚的種類 http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2005/accks/history/g5401_3.htm
- (15).農業兒童網-烏魚的文化
https://kids.coa.gov.tw/view.php?func=knowledge&subfunc=kids_knowledge&category=C10&id=45
- (16).農業主題館-烏魚主題館 <https://kmweb.coa.gov.tw/subject/index.php?id=90>
- (17).行政院農業委員會-食農教育教學資源平台-漁民的海中獎金-烏魚
https://fae.coa.gov.tw/theme_data.php?theme=kids_edu_topics&id=33
- (18).洄游烏魚漁汛來了 <https://www.agriharvest.tw/archives/72478>
- (19).鰻科 <http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/%E9%AF%94%E7%A7%91/zh-zh/>
- (20).橈足綱 <https://www.3du.tw/article.php?id=137004>

柒、感謝

- 1.非常感恩在實驗過程中幫助過我們的人(包含校工、學校老師、組長)，還有指導老師的辛勤指導、和學校主任、校長的支持及我們的爸媽任勞任怨的鼓勵。
- 2.感謝嘉義縣東石漁港張金國夫婦及其孩子們的協助，和嘉義市魚友水族館販賣的水族用品，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：實驗研究過程，請參閱精挑研究日誌(共 4 頁)。

註 2：作品解說簡報取代實體競賽之海報。

【評語】 080307

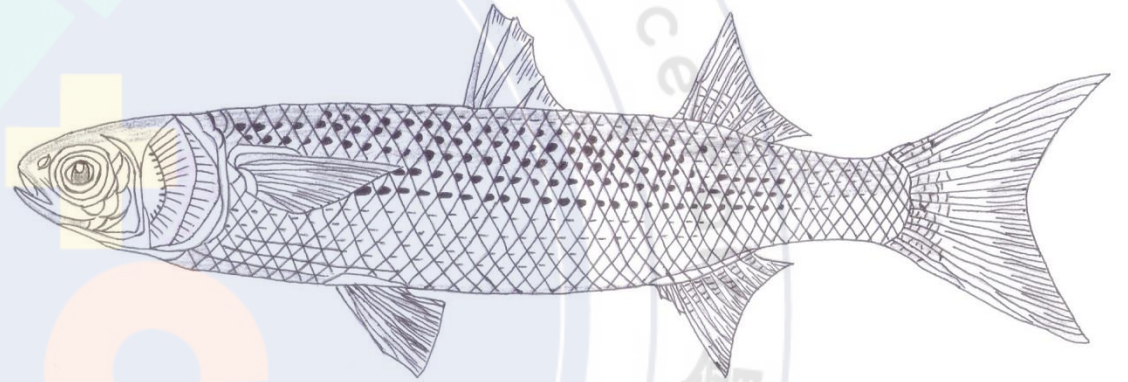
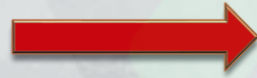
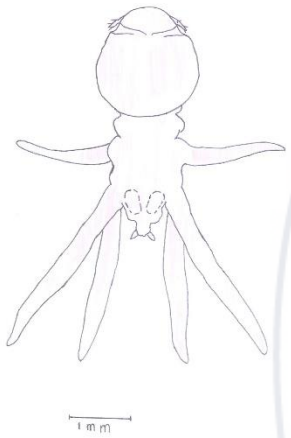
1. 本研究調查鯔人形魚蝨寄生烏魚魚鰓的情形，學生仔細描繪鯔人形魚蝨並以實驗探討鹽的濃度對鯔人形魚蝨生存的關係，整個研究以觀察性的描述為主，資料相當豐富且整理得清楚，足見研究者的用心。
2. 大部分成果是文獻上已有的知識，應該將這些知識呈現在內容簡介上。
3. 雖然受限於不能宰殺脊椎動物的規定限制而無法完成生活史的觀察，但是此研究中仍有其他可深入探討的議題。建議可聚焦研究議題，以操作型實驗來驗證，如實驗過程中若能將魚蝨卵串的孵化、生長條件做長期觀察並詳細記錄，使作品更加完整，這樣會更有創建性。參考文獻最好是引用有審查制度的期刊論文。

作品簡報

烏金上的火星人 (國小組生物科)

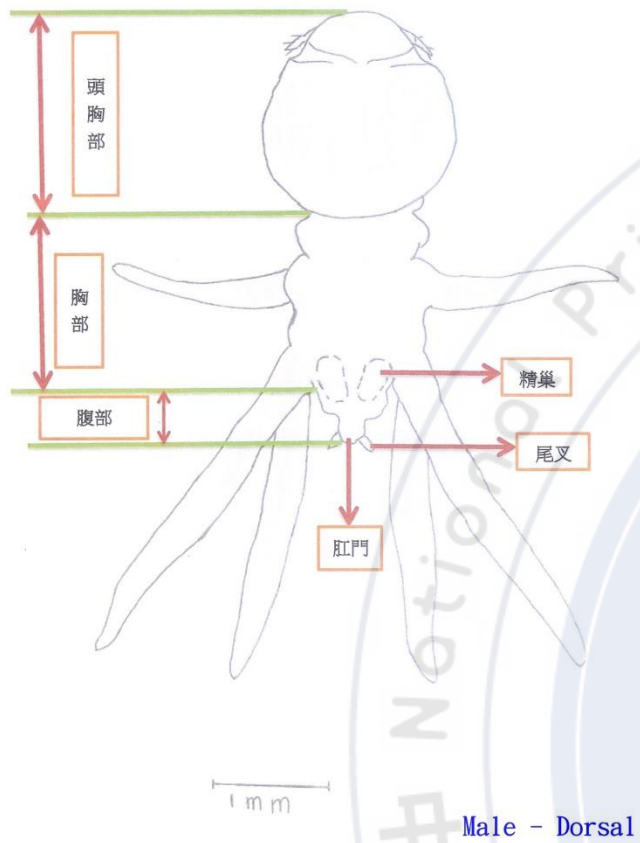
Lernanthropus mugilii Shishido (Copepoda, Lernanthropidae)

Parasitic on Wild Mullet (*Mugil cephalus*) in Taiwan

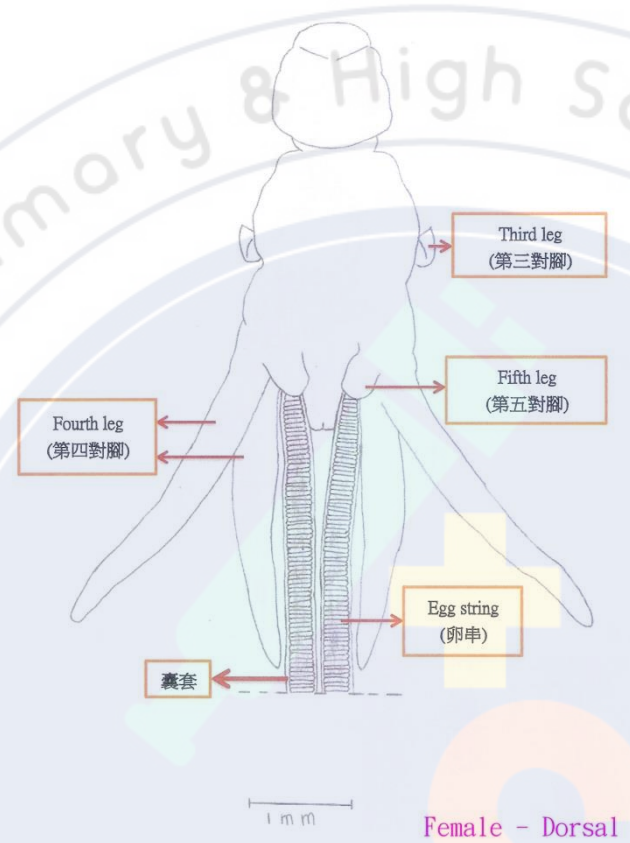


主要研究目標：

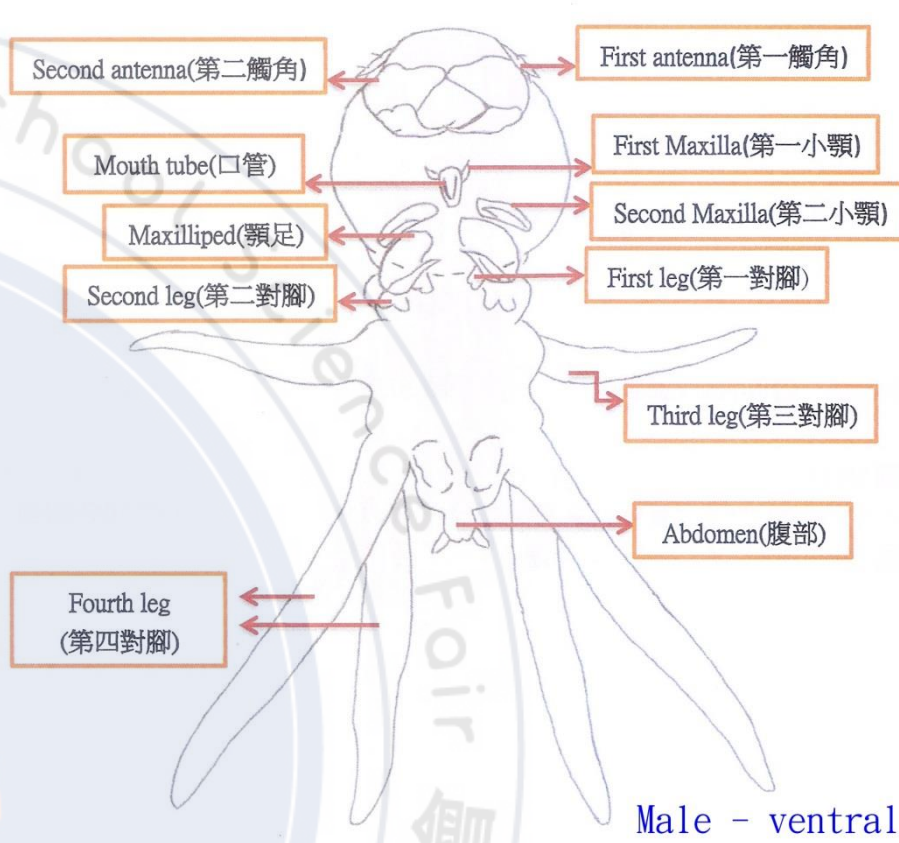
- (一) 探討鯔人形魚蝨蟲體的構造及其功能。
- (二) 探討鯔人形魚蝨的營生方式。
- (三) 探討鯔人形魚蝨的生長階段。
- (四) 探討鯔人形魚蝨與寄主烏魚之間的相互關係。
- (五) 探討鯔人形魚蝨的生存環境特徵。



Male - Dorsal

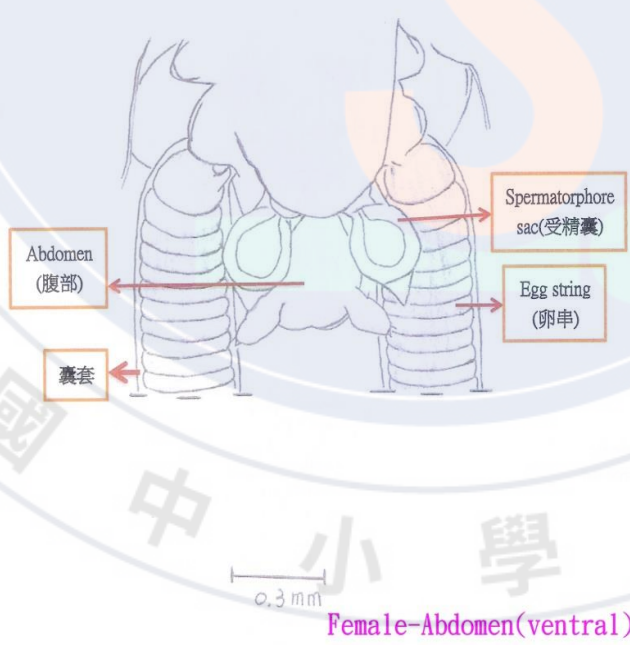


Female - Dorsal

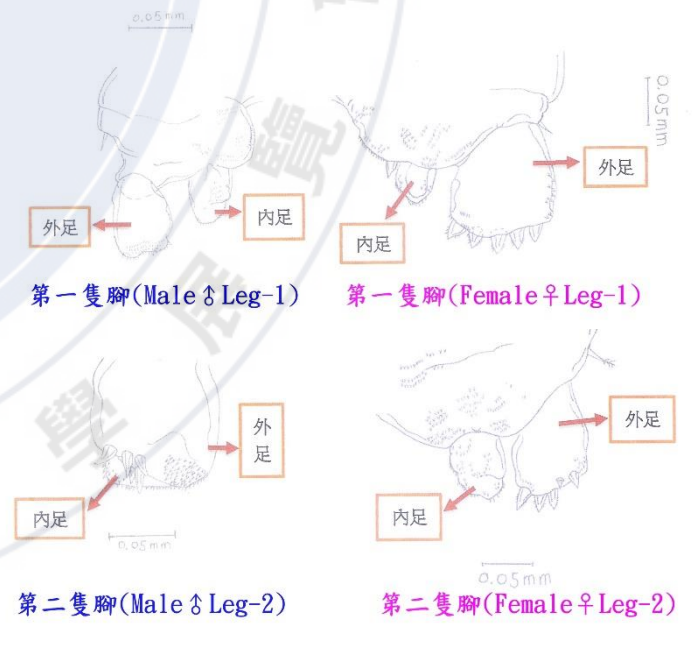


Male - ventral

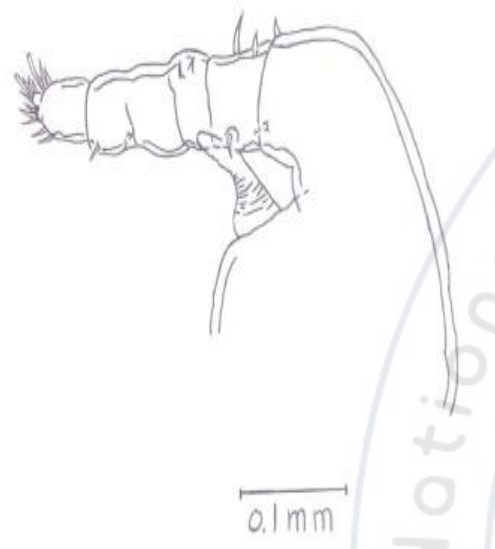
Male-Abdomen(ventral)



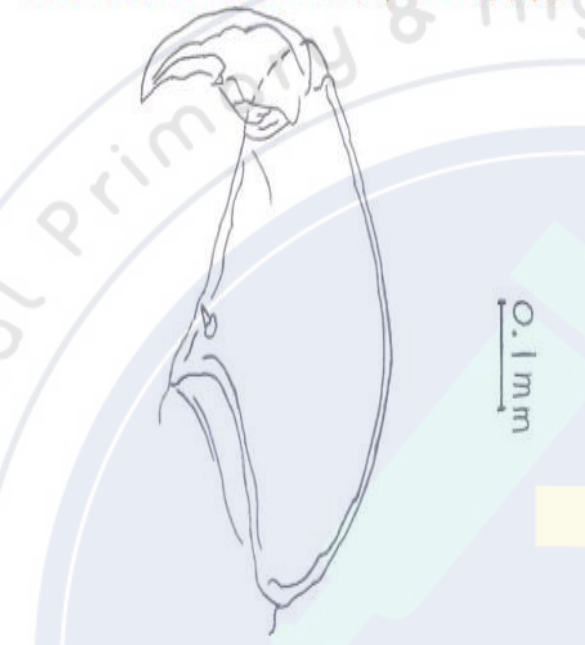
Female-Abdomen(ventral)



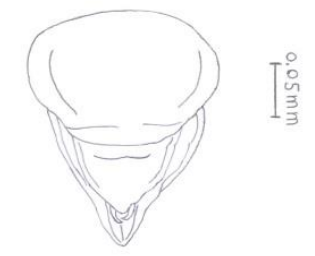
First Antenna(第一觸角)



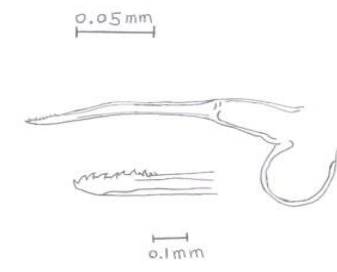
Second Antenna(第二觸角)



Mouth tube(口管)

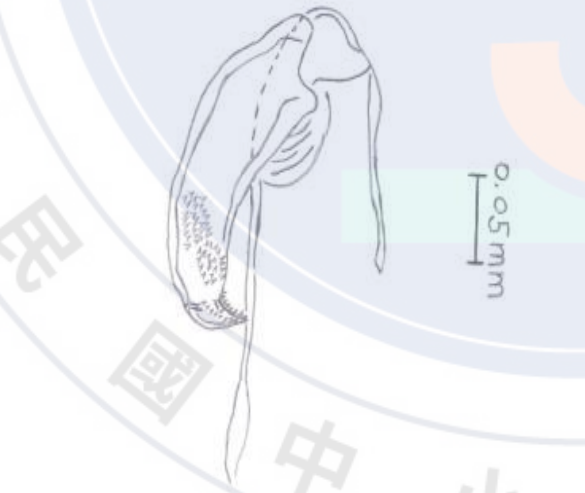


Mandible(大顎)

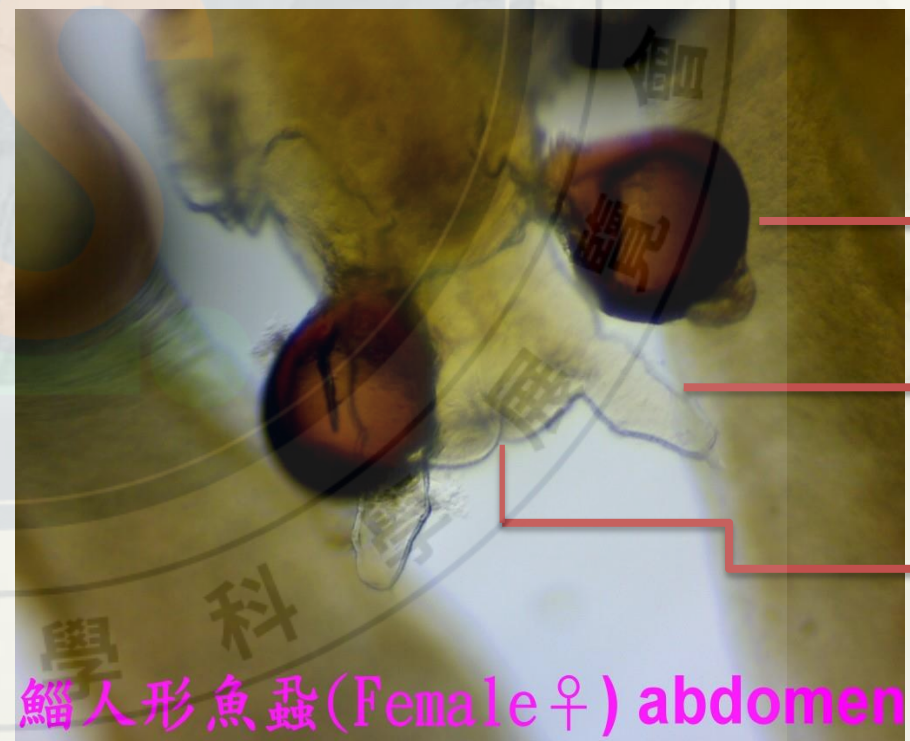


Maxilliped(顎足)

First Maxilla(第一小顎)



Second Maxilla(第二小顎)



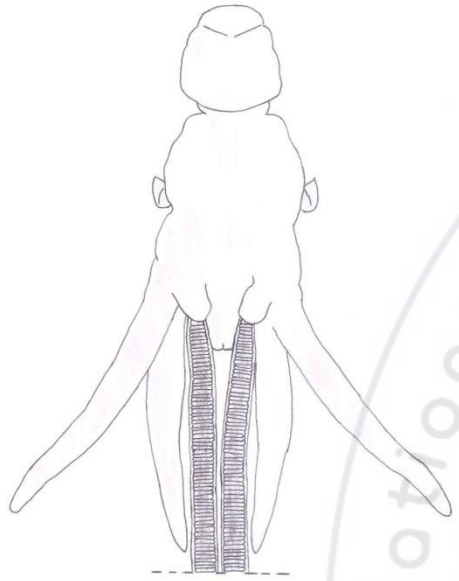
受精囊

尾叉

肛門

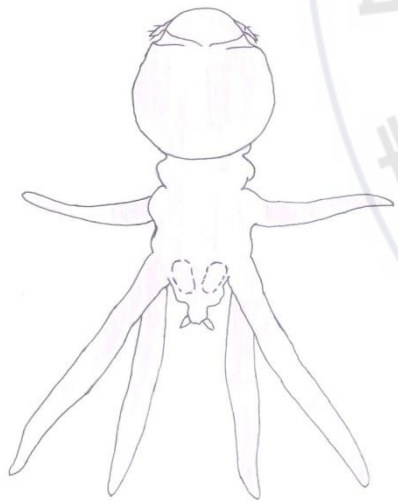
鰻人形魚蟲(Female ♀) abdomen

Lernanthropus mugili life cycle



Lernanthropus mugili(♀)-成蟲

1 mm



Lernanthropus mugili(♂)-成蟲

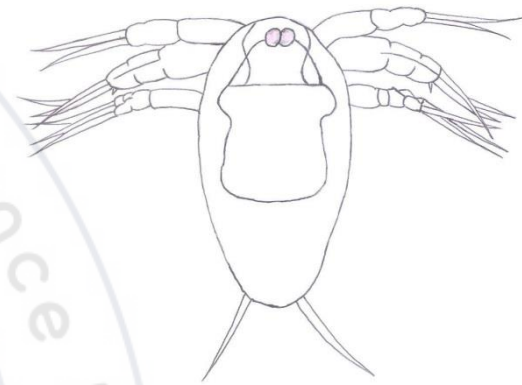
1 mm

無節幼蟲期(I)-Nauplius(I)



0.1 mm

無節幼蟲期(II)-Nauplius(II)



0.1 mm



橈足幼蟲期(Copepodid)

0.1 mm

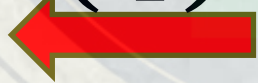
(1)



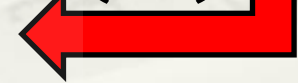
(2)



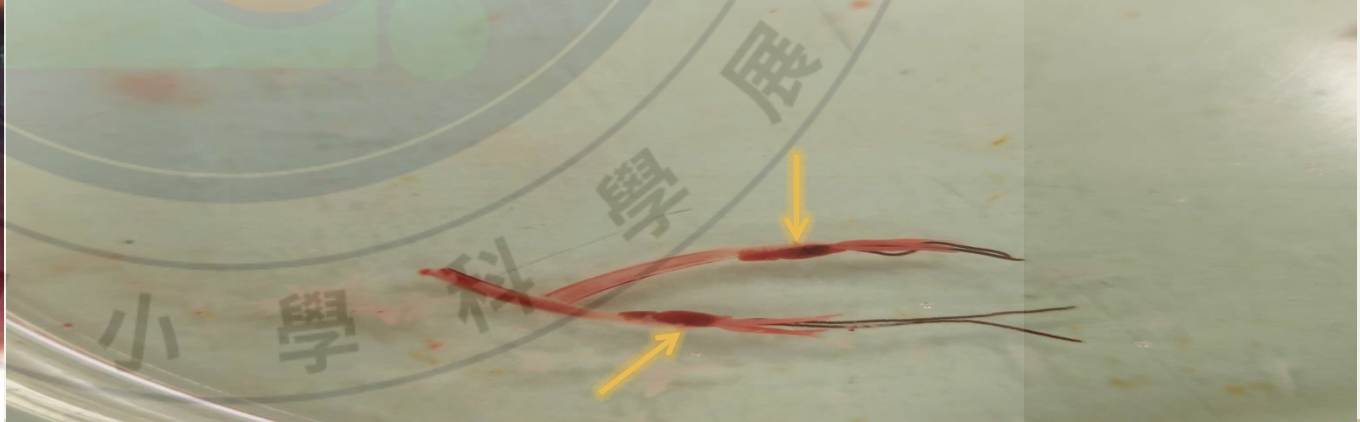
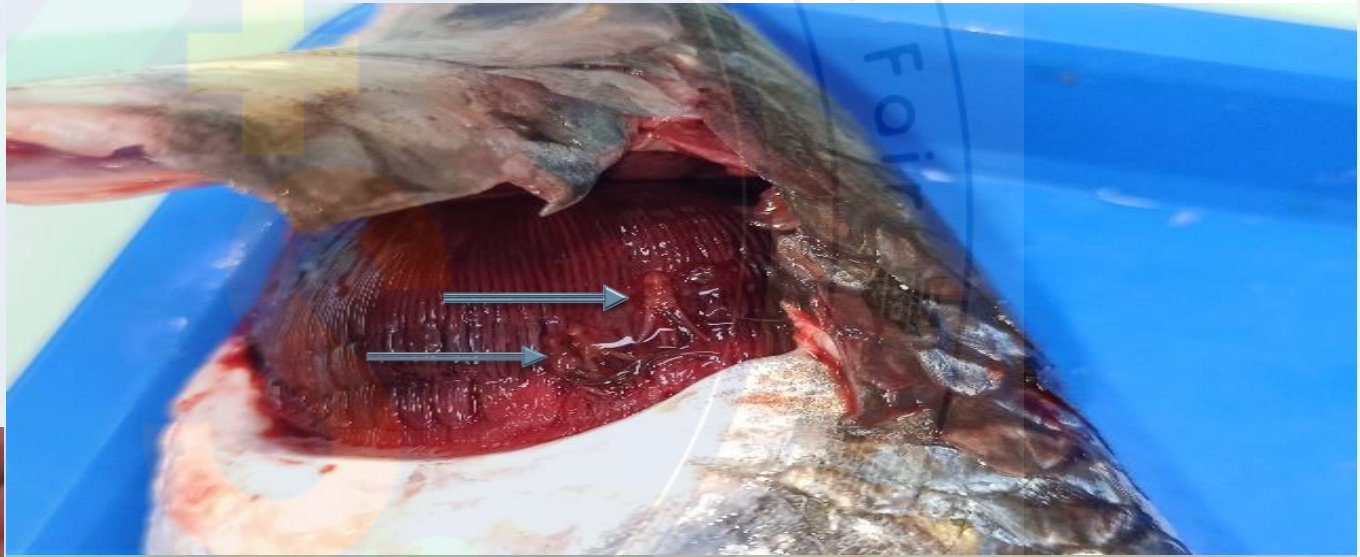
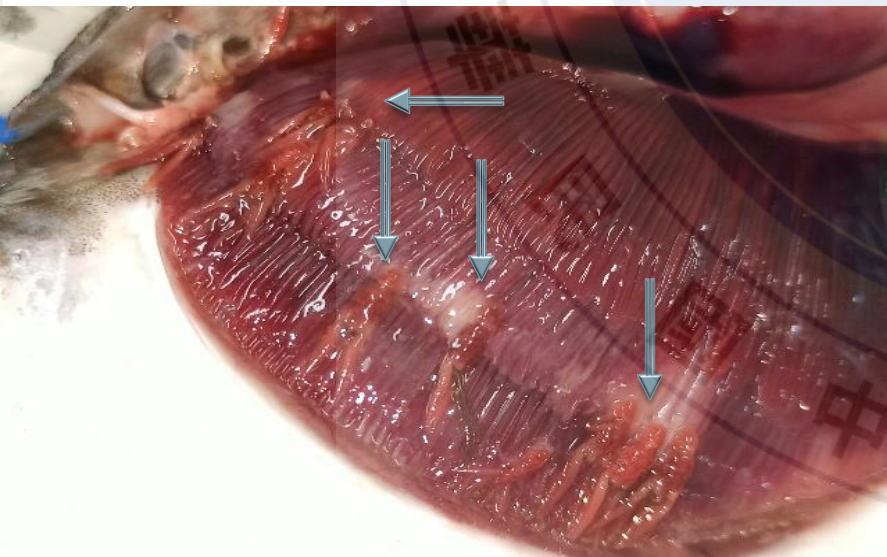
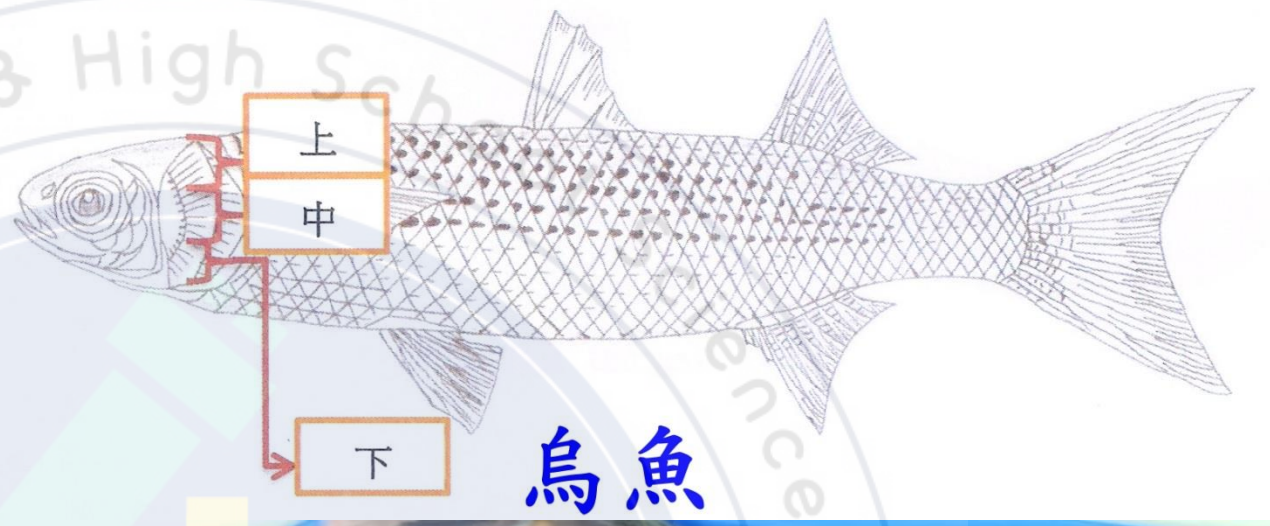
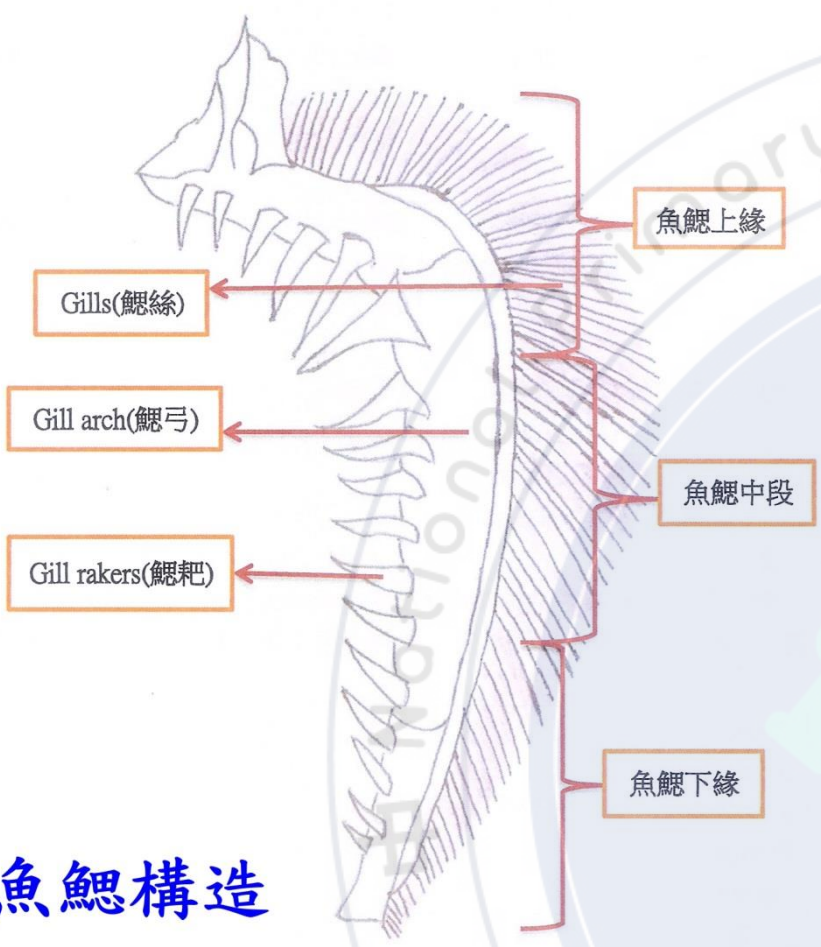
(4)

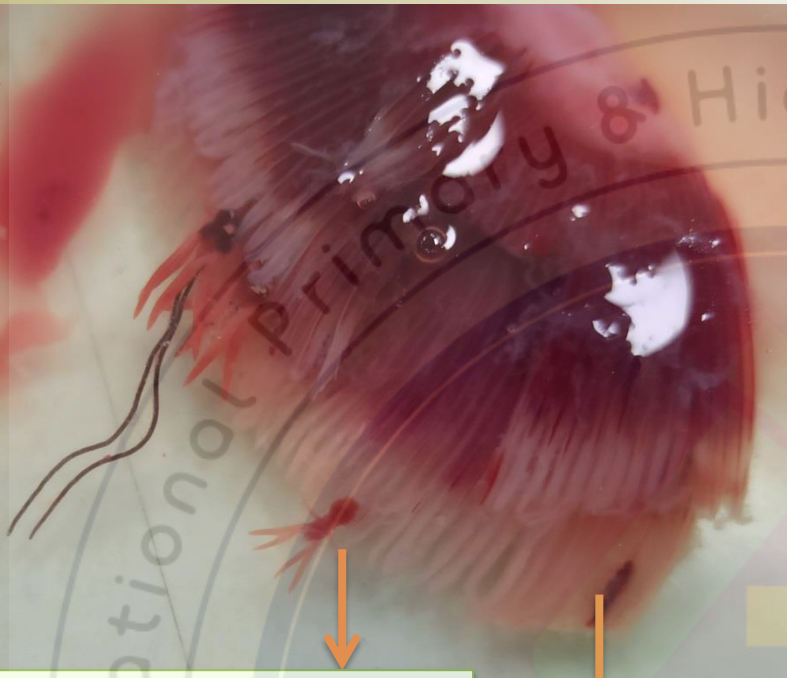


(3)



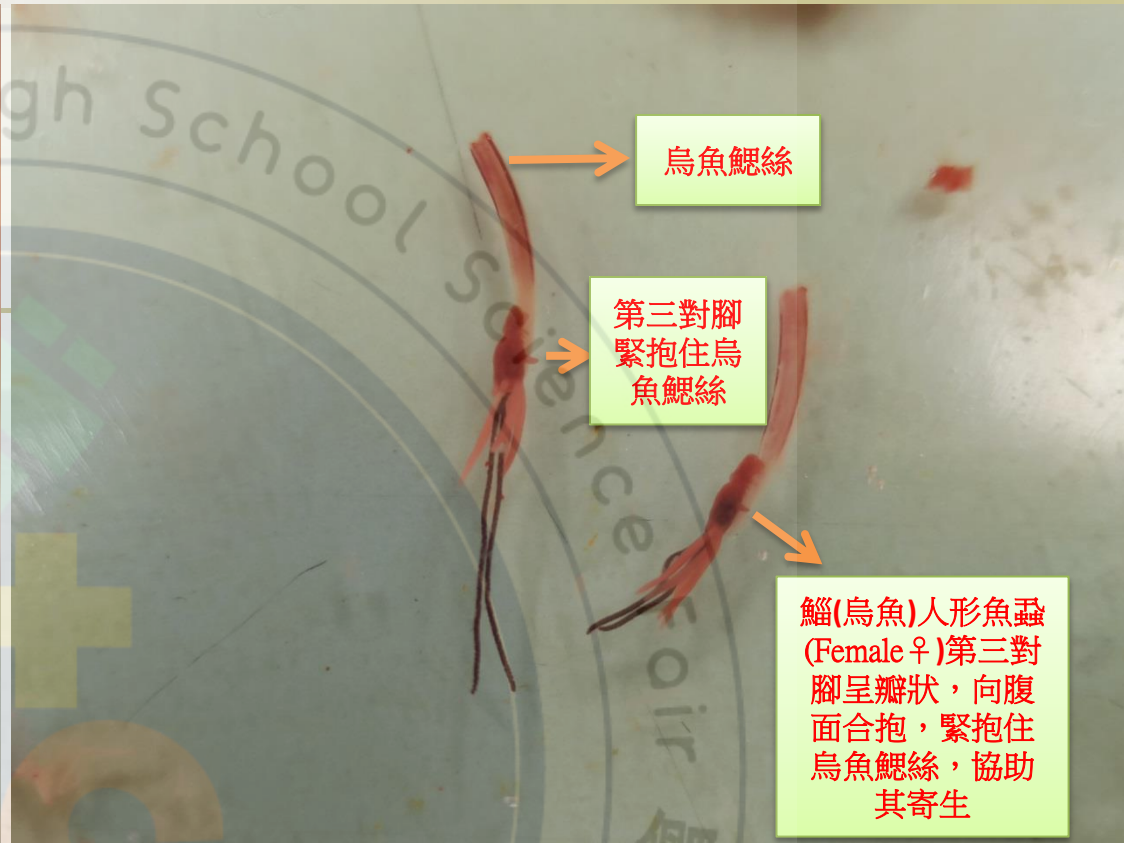
魚鰓構造





鯰(烏魚)人形魚蝨(Male ♂)第三對腳呈枝條狀，是協助蟲體於水中游動的利器

烏魚鰓絲



烏魚鰓絲

第三對腳緊抱住烏魚鰓絲

鯰(烏魚)人形魚蝨(Female ♀)第三對腳呈瓣狀，向腹面合抱，緊抱住烏魚鰓絲，協助其寄生



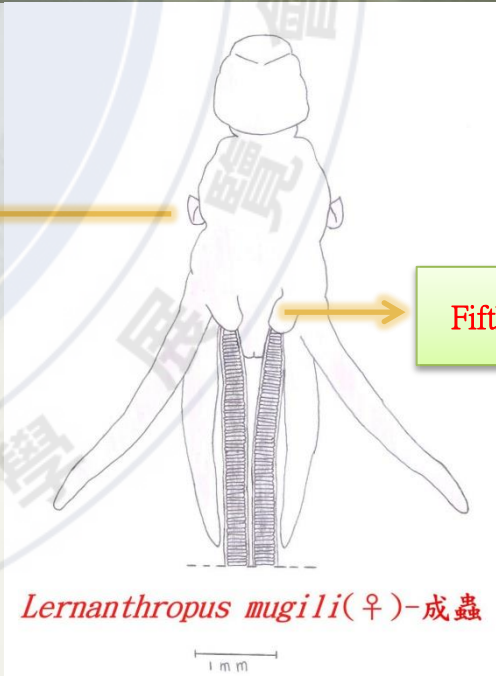
Male - Dorsal



Lernanthropus mugili(♂)-成蟲

1 mm

Third leg (第三對腳)

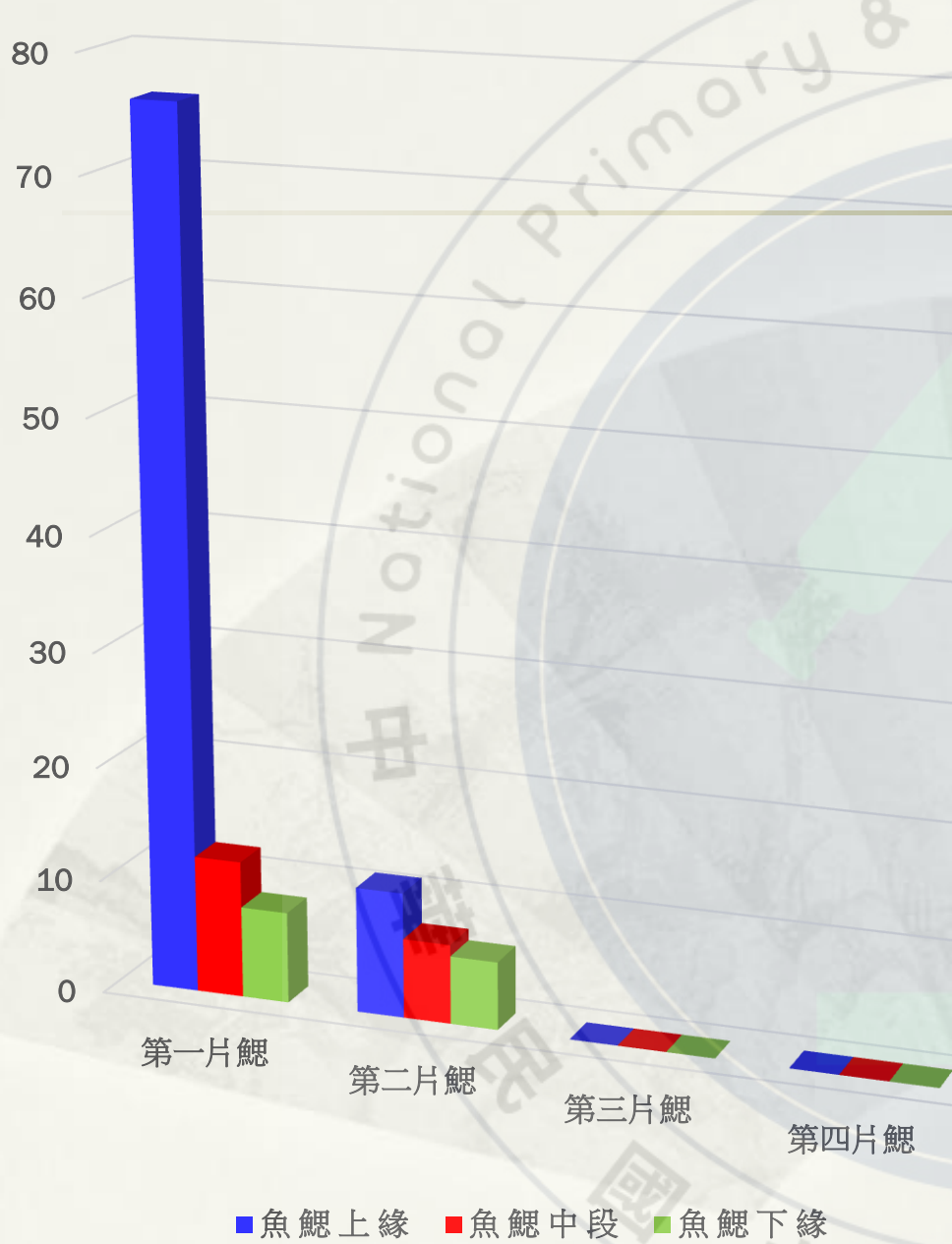


Lernanthropus mugili(♀)-成蟲

1 mm

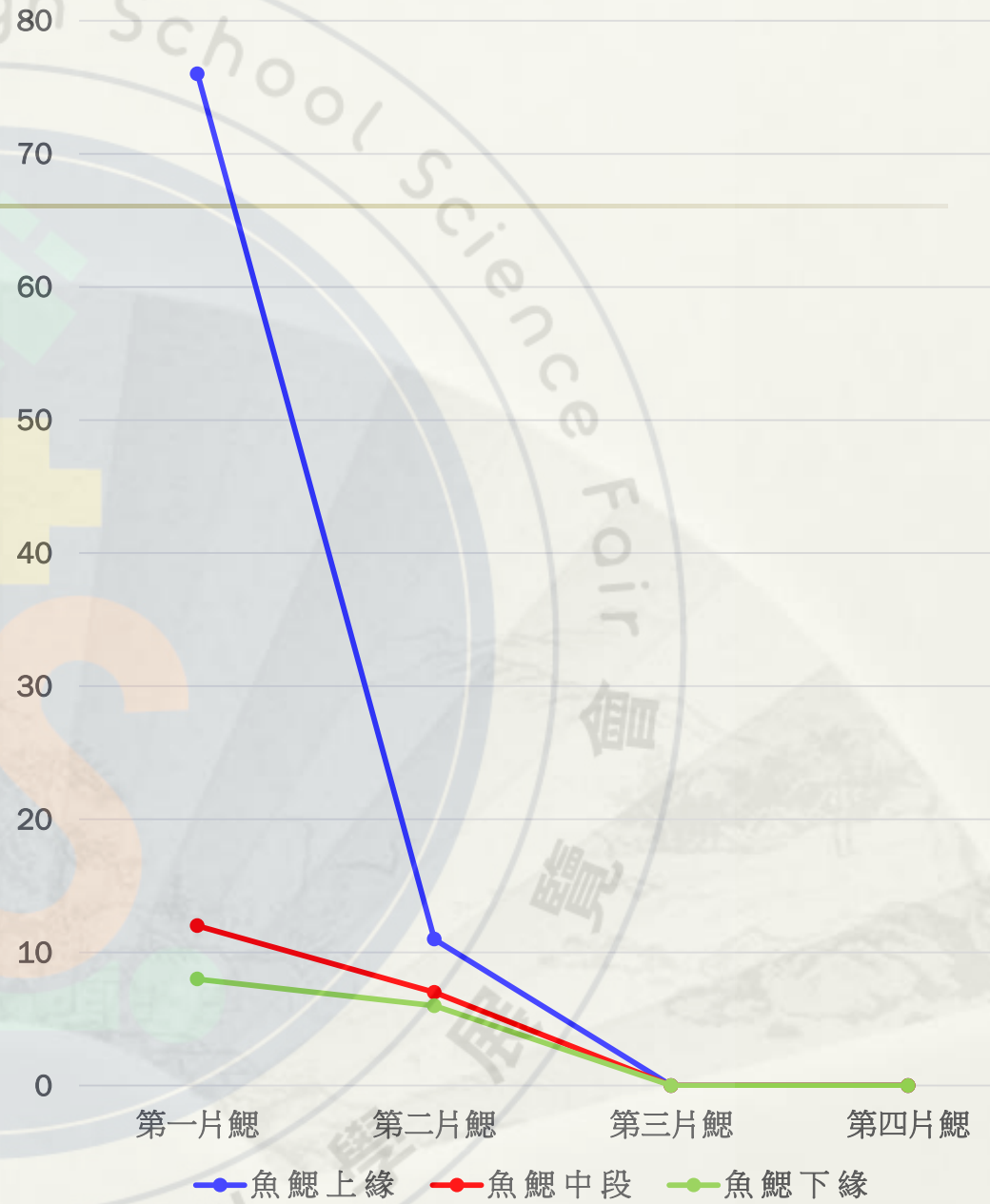
Fifth leg (第五對腳)

鯧人形魚蟲 寄生於烏魚鰓絲部位 數量 (隻)



鯧人形魚蟲寄生於烏魚鰓絲部位統計圖(長條圖)
(圖一)

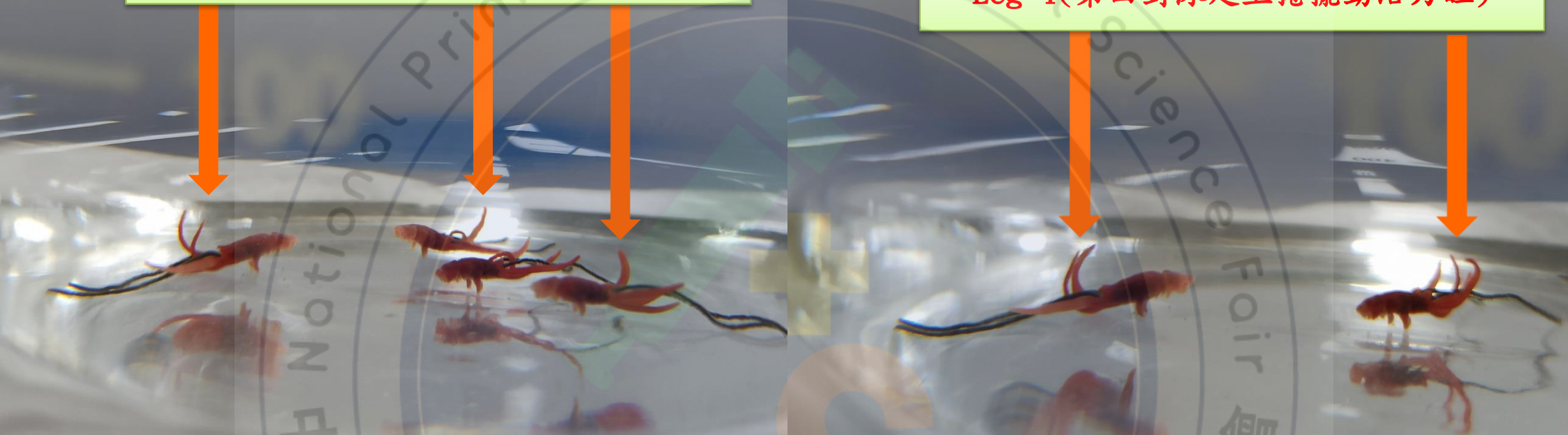
鯧人形魚蟲 寄生於烏魚鰓絲部位 數量 (隻)



鯧人形魚蟲寄生於烏魚鰓絲部位統計圖(折線圖)
(圖二)

Leg-4(第四對泳足上捲擺動活力旺)

Leg-4(第四對泳足上捲擺動活力旺)



鰻人形魚蟲(♀)Leg-4第四對泳足上捲擺動顯示活力旺(箭頭所指)

鰻(烏魚)人形魚蟲(*Lernanthropus mugilii*)，在海水鹽度較高的情形下(36%、18%)，其活動力較旺盛，牠的第四對泳足每分鐘約可上捲擺動20~30次；如在海水鹽度較低的情形下(9%、0%)，其活動力則較弱，牠的第四對泳足每分鐘約只可上捲擺動10~12次。(如鰻人形魚蟲第四對泳足每分鐘上捲擺動次數低於3次以下，則表示活動力下降接近死亡。)

海水鹽度	活動力下降	死亡
36% (海水)	13天20小時16分 (19936分) (大約兩周)	14天1小時10分 (20230分) (大約兩周)
18% (海水)	3天12小時20分 (5060分)	3天14小時53分 (5213分)
9% (海水)	7小時10分 (430分)	8小時20分 (500分)
0% (淡水)	11分	18分

表1. 鰻(烏魚)人形魚蟲在不同海水鹽度下存活時間之觀察紀錄表

結論：

1. 依據Ho and Do (1985)的研究發現，東太平洋和墨西哥灣的南美水域，雖然也曾經捕獲過大量的鰻魚來做研究，但該區域的鰻魚卻從未發現過鰻人形魚蝨的寄生。經我們幾位同學跟老師討論後的結果，合理推測東太平洋和墨西哥灣南美水域捕獲的鰻魚應該和西太平洋水域捕獲的鰻魚(*Mugil ephalus*)應該是同屬但不同種。
2. 西太平洋水域烏魚(*Mugil cephalus*)洄游的路徑介於北(北緯39.9度，日本、韓國、中國)至南(北緯21度，臺灣南端)之間，且鰻人形魚蝨(*Lernanthropus mugilii*)到目前為止，也只發現寄生於烏魚(*Mugil cephalus*)鰓上，這完全呼應了Z. KABATA. (1979)所說，*Lernanthropus* (人形魚蝨屬)，此屬所有物種均寄生在海洋硬骨魚類的鰓上，且大多生活在溫暖水域(此屬物種會隨著緯度的提高及水溫的降低而減少分佈)。
3. 鰻人形魚蝨(Male♂)蟲體的第二對觸角、第二小顎、顎足，是協助鰻人形魚蝨(Male♂)能緊抱住烏魚鰓絲的重要肢腳；但鰻人形魚蝨(Female♀)蟲體能緊抱住烏魚鰓絲的重要肢腳，除了第二對觸角、第二小顎、顎足，還包含了呈瓣狀向腹面合抱的第三對腳，協助鰻人形魚蝨(Female♀)蟲體能更牢靠的寄生在宿主(烏魚)的鰓絲上(如ppt-3的繪圖所示)。
4. 由雄鰻人形魚蝨(Male♂)及雌鰻人形魚蝨(Female♀)的手繪圖可發現，雌鰻人形魚蝨的第三對腳呈瓣狀，有協助蟲體抓住魚體鰓絲的功能，但雄鰻人形魚蝨的第三對腳(泳足)則呈枝條狀，是協助蟲體於水中游動的利器。而雌鰻人形魚蝨有第五對腳呈瘤狀突起，雄鰻人形魚蝨則無第五對腳(如ppt-6)。
5. 鰻人形魚蝨浮游期的無節幼蟲不具寄生能力，此階段是大海中許多生物補充養分的重要來源，直到橈足幼蟲期才具有寄生能力；由上可看出魚群與橈足類兩大族群之間相互制衡的關係，真是巧妙絕倫。
6. 養殖的烏魚大多以淡水養殖，主要是淡水養殖可減少疾病的發生。因淡水養殖就可減少寄生蟲或不會有橈足類鰻人形魚蝨的寄生，所以烏魚鰓上就不易有寄生蟲寄生，或鰓絲上就不易有鰻人形魚蝨造成的傷口(以其第二觸角、第二小顎及顎足緊捉住鰓絲，並用其大顎鋸開鰓絲表面所造成的傷口)，那就可減少細菌、病毒感染的機會，大大提升烏魚養殖的存活率。
7. 鰻人形魚蝨的分類路徑：動物界(Animalia)→節肢動物門(Arthropoda)→顎足綱(Maxillopoda)→橈足亞綱(Copepoda)→管口目(Siphonostomatoida)→人形魚蝨科(Lernanthropidae Kabata, 1979)→人形魚蝨屬(Lernanthropus Blainville, 1822)。

參考文獻資料：

1. 書籍：

- (1). Z. KABATA. PARASITIC COPEPODA OF BRITISH FISHES, THE RAY SOCIETY. 1979.
- (2). Satyu YAMAGUTI. PARASITIC COPEPODAS FROM FISHES OF JAPAN, PART3. GALIGOIDA, II Laboratory of Parasitology, Kyoto Imperial University. October 5, 1936.
- (3). Kim, I-H. ILLUSTRATED ENCYCLOPEDIA OF FAUNA & FLORA OF KOREA VOL. 38 CIRRIPIEDIA, SYMBIOTIC COPEPODA, PYCNOGONIDA. 1998.
- (4). 堵南山。甲殼動物學，科學出版社。1993。
- (5). 中國科學院中國動物委員會。中國經濟動物志-淡水魚類寄生甲殼動物，科學出版社。1900。

2. 期刊：

- (1). Eissa, I. A. M.; Derwa, H. I. M.; Maather M. El-Lamie and Engy A. El-Raziky. 2016, Studies on Crustacean Diseases of Seabass and White grouper fishes in Port Said Governorate. SCVMJ, XXI (1).
- (2). [Abdelaziz Khidr](#), [Ola Abu Samak](#), [Ashraf E. Said](#) & [Ahmed M. Ghoneim](#). 2014, Structural and Functional Observations on the Appendages of Gill Parasite, Lernanthropus Kroyeri (Copepoda: Lernanthropidae) Infesting the Sea Bass Dicentrarchus Labrax. Nature and Science; 12(2).
- (3). Kua Beng Chu, Noraziah Mat Rashid and Nik Rahimah Abd. Rani. 2012, Infestation of gill copepod Lernanthropus latis (Copepoda:Lernanthropidae) and its effect on cage-cultured Asian sea bass Lates calcarifer. Tropical Biomedicine 29(3): 443 - 450.
- (4). Nur Qamarina Abdul Khalid and Faizah Shaharoum-Harrison. 2014, The Life Cycle of the Parasitic Crustacean, Lernanthropus latis Yamaguti, 1954 (Copepoda: Lernanthropidae), on Marine-Cultured Fish, Lates calcarifer, from Setiu Wetland, Terengganu. Journal of Parasitology Research, 6 pages.
- (5). C. ERKIN KOYUNCU, RAUL CASTRO ROMERO and SÜPHAN KARAYTUG. 2012, LERNANTHROPUS INDEFINITUS N. SP. (COPEPODA, SIPHONOSTOMATOIDA, LERNANTHROPIDAE) PARASITIC ON ARGYROSEUS REGIUS (ASSO, 1801) (PISCES, SCIAENIDAE). Crustaceana 85 (12-13) 1409-1420.
- (6). Ho, J. S. & T. T. Do. (1985). Copepods of the family Lernanthropidae parasitic on Japanese marine fishes, with a phylogenetic analysis of the lernanthropid genera. Report of the Sado Marine Biological Station, Niigata University 15:31-76, figs. 1-155, tabs. 1-2. (iii-1985)