

棘頭蟲對魚類研究和環境監控之貢獻

陳慧瑜¹、施秀惠^{1,2,3}

¹國立臺灣大學動物學研究所

²國立臺灣大學生命科學系

³國立臺灣大學漁業推廣委員會

一、棘頭蟲的發現與分類演進

在我們研究魚類寄生蟲的過程中，經常在魚的消化道內觀察到一種奇特的蠕蟲。它們的體型不大，約只在1,2公分間，圓筒狀的身體一端粗一端細，體壁略呈透明且隨水液而晃動，似乎內部構造極其簡單。奇特之處在於蟲體之粗端有一個突出於前方且可伸縮之吻部，上面還佈有規則排列的棘刺。這種蟲在臭肚魚體內的數量不多，而在烏魚體內不僅出現頻繁(意即盛行率高)，同時數量多(感染強度高)而成爲其消化道內不容忽略之重要族群，和扁形動物(以複殖吸蟲爲主)以及俗稱線蟲之圓形動物共同組成烏魚體內之寄生性蠕蟲社群。我們遂開始研究此寄生蟲，本文將介紹此種奇特動物並分析其對人類生活之影響和貢獻。

回溯關於棘頭蟲的研究，至今已逾三百餘年。最早在1684年Redi即發表第一篇論文，描述在鰻魚腸道中發現體色呈白色，吻部(proboscides)可收縮，具有鉤(hook)的蠕蟲，由於吻部位於身體最前端，因此被描述爲棘頭蟲(thorny-headed worm)。動物學家和獸醫師們也報告偶然在脊椎動物的消化道內發現這種蟲，然而相較於其他寄生性扁蟲和線蟲，這種頭部有棘的蟲頗爲罕見，寄生部位大多在魚類、兩棲類、鳥類、哺乳類和少數爬蟲類的腸道，但僅有少數造成寄主嚴重疾病之案例。

從林奈時代到十九世紀末，所有棘頭蟲種類皆歸類於鉤頭蟲屬(genus *Echinorhynchus*)之內。而後Koelreuther雖曾在1771年重新命名爲棘頭蟲屬(genus *Acanthocephalus*)，但此舉學界之接

受程度不高。1892年Hamann又將鉤頭蟲屬區分為三：巨吻棘頭蟲屬(*Gigantorhynchus*)、新棘頭蟲屬(*Neorhynchus*)和鉤頭蟲屬(*Echinorhynchus*)，隨後而開始進行棘頭蟲目(order Acanthocephala)的分類學研究。Lankester在1900年提議將棘頭蟲目提升到棘頭蟲動物門(phylum Acanthocephala)，但並未被普遍接受，直到1948年Van Cleava重新定義本門動物特徵，至此棘頭蟲才被廣泛接受與認同可列於門的地位(Schmidt *et al.*, 2000)。

二、棘頭蟲型態與生活史簡介

1. 外部型態

棘頭蟲為具有假體腔而無消化道的兩側對稱蠕蟲，身體通常成圓筒狀或紡錘形，前端較粗，後端較細，身體不分節，但體表常有環紋。體色呈乳白色、黃白色或淡紅色(圖一)。

體分為吻、頸和軀幹三部分。吻在體前端，有球形、筒型或其他形狀，吻可以收縮，藉由收縮肌的控制，全部或部分縮入吻鞘中。吻上具有幾丁質的吻鉤，吻鉤的排列方式和數目及形狀是分類的重要依據之一(圖二)。頸部是從最後一圈吻鉤基部到軀幹開始處為止；軀幹較粗大，體表光滑或具有刺，體棘的有無和分布情況也是分類的重要依據之一。雌蟲大於雄蟲，體長以0.9 mm至0.5 m，大多數在25 mm以下，寄生於魚類的棘頭蟲一般體型較小(張等, 1999)。

2. 內部構造

棘頭蟲的體壁為癒合層(syncytium)，包括巨核及一些內部連續而相互聯繫的管道，構成腔隙系統(lacunar system)；細胞核的數目、大小和形狀也是分類的依據。皮層沒有真正的分層，但由外向內排列可分成六部分：表被、條紋帶、泡狀區、感覺纖維帶、輻射帶及基膜。皮層內是一層不規則的結締組織，在內層是環肌和縱肌的肌肉層。

棘頭蟲沒有消化道，而是經由體表的滲透作用直接吸收寄主養份。排泄系統具有原腎焰細胞和位於體側的兩條原腎管匯合後，與輸精管或子宮相通，由生殖孔通到體外。神經節位於吻鞘基部或中端，神經節的位置因種類不同而有變化。

棘頭蟲屬於雌雄異體，一般雌蟲體型大於雄蟲。生殖孔開口在體後端或其附近，雄蟲有兩個橢圓形睪丸，各連接一條輸精小管，匯合成輸精管，輸精管下端膨大成爲儲精囊(但也有些種類缺少)，經射精管到陰莖。睪丸下方有黏液腺，黏液線可分爲多個或合胞體。陰莖肌質，末端突出於交接囊內，交接囊爲肉質帽狀，交接囊相通薛氏囊，其囊可伸縮，可驅使交接囊外伸或縮入(圖一A)。

雌蟲體內有1至2個卵巢原基，之後分成許多細胞團，在形成卵細胞在體腔內授精，受精卵落入子宮鐘，由子宮經陰道將卵排出體外。受精卵後開始分裂時，最後形成有三層卵膜，內有一胚胎幼蟲。胚胎幼蟲可分成有無棘型、半棘型和全棘型三種類型(圖一B)。

3. 生活史

以魚類爲終寄主之棘頭蟲爲例，如我們在烏魚腸道內檢獲之活動新棘吻蟲(*Neoechinorhynchus agile*)，屬於專性寄生，沒有自由生活階段。其生活史如下述：

成蟲寄生於脊椎動物的消化道內，成熟而內含胚胎的卵隨寄主糞便排到水中，被軟體動物、甲殼類或昆蟲等中間寄主攝入，蟲卵在其消化道內孵化爲棘頭蚴(*acanthor*)，後者鑽過腸壁到達體腔，繼續發育成爲前棘頭體(*acanthella*)，直到被攝入魚體後才發育成爲棘頭體(*acanthocephalan*)，當生殖系統發育成熟後成爲成蟲而完成其生活史。

三、棘頭蟲對漁業資源之影響

魚類寄生蟲種類繁多，包括單細胞的原蟲類，及多細胞的線

蟲、單殖吸蟲、複殖吸蟲、條蟲、棘頭蟲、軟體動物和節肢動物等，對於漁業上有重大的影響。棘頭蟲寄生的生活史中，幼蟲寄生於節肢動物(中間寄主)，成體則在脊椎動物(終末寄主)體內完成有性生殖。其中以奇異多形棘頭蟲(*Polymorphus paradoxus*)為例，它的中間寄主是一種小型水生甲殼動物。這種中間寄主畏光，通常棲息水底，但當棘頭蟲幼體侵入其體內並發育到具有感染力之前棘頭蟲階段時，中間寄主變得喜光並游至水面，遇驚擾時沿水面滑行或依附在水面漂浮的雜物上，因而很容易被野鴨等終寄主吞食。前棘頭蟲寄生在中間寄主的體液中，改變中間寄主的行為(Helluy, 1990)。

中國養殖魚類常見的寄生性棘頭蟲種類包括粗體棘頭蟲、新棘蟲、棘衣蟲、長吻棘頭蟲等。寄生的魚類有鰻鱺、鯉、鯽、麥穗魚、棒花魚、花骨、鰱、逆魚、銅魚、紅鰱、泥鰱、大鱗泥鰱、黃幼、烏鱧、黃鱔、黃鱧魚、鮫等17種，感染率為20.8%。雖然常見，但感染強度通常較低，罕有導致魚類死亡之案例出現。中國大陸養殖黃鱔，黃鱔感染棘頭蟲最為嚴重的，感染強度多者一尾魚的腸內有近百條棘頭蟲，嚴重導致腸穿孔、消瘦而死亡。中國福建省寧德市養殖真鯛等鯛科魚類，常見感染真鯛長頸棘頭蟲(*Longicillum pagrosomi*)，其吻部牢固地鑽進腸黏膜內，造成魚腸道充血發炎和穿孔，引起死亡(張等，1999)。

台灣養殖魚類則少有棘頭蟲感染發生，在鯽魚和鯉魚中曾有長棘吻蟲(*Rhadinorhynchus* sp.)感染報告。少量感染時徵狀不明顯，若大量感染則蟲體聚集成簇而導致腸道機械性阻塞，甚至可能侵入腸黏膜或穿過腸壁引起續發性感染與炎症。診斷方法為直接解剖病弱魚，查看其腸道內是否有棘頭蟲而判別之(孟等，1998)。

目前我們已採集保存有來自臭肚魚和烏魚的棘頭蟲標本，調查臭肚魚體內棘頭蟲數量感染盛行率及感染強度皆低。而在研究烏魚體內棘頭蟲時，雖然發現其感染盛行率和強度顯著增加，但至今皆未發現棘頭蟲感染導致烏魚罹病或死亡之病例。

雖然棘頭蟲會造成養殖漁業的損失，但對於野生魚類漁業資源調查和環境監控有重大的貢獻。利用棘頭蟲作為生物性標籤，可提供我們魚類族群生物學、遷移和食性等訊息；此外，亦可當作檢測水域環境中重金屬含量的指標。

四、棘頭蟲作為研究魚類和漁業學之生物性標籤

以寄生蟲作為生物性標籤(Biological indicator, tag, marker)已有逾百年的歷史，寄生蟲可提供多種關於寄主生物學的訊息。學者們最早利用寄生蟲類生物性標籤研究鱒魚系群分布，開啓應用此項工具研究魚類族群生物學、遷移、攝食和親緣關係(phylogenetics)之風潮(Dogiel and Bychoysky, 1939)。在1950年前，僅有9篇相關於利用寄生蟲研究魚類寄主生物學的相關論文發表，然而到1980年已有超過140篇，至今，寄生蟲當生物標籤研究魚類族群和漁業已是相當重要且有價值的研究方法。寄生蟲當生物標籤廣泛應用在研究水產生物學，包括親緣研究、生物地理、年齡、體長和生長速率、生活史、生物行為、生態學和免疫學。現有多種寄生動物被發現適合當成生物指標。

在一些族群研究中，使用寄生蟲標籤勝於人工標籤，其優點包括：(1)研究蛻皮或脆弱嬌小的物種，特別有效，不會因為蛻皮標籤就脫落或造成弱小生物外來傷害。(2)花費少。收取標本即可調查寄生蟲生物相，不需特別使用人工標籤進行標定。(3)最接近生物體自然生活狀態。寄生蟲標籤經由寄主攝食進入體內，人工標籤有時會造成行為異常。

寄生蟲當生物標籤研究水產寄主族群，歸納前人研究(MacKenzie, 1983, 1987; Lester, 1990; Moser, 1991)而有以下幾點指導方針：

- (1) 同一寄主物種在不同研究區域，其體內寄生蟲要有明顯不同的感染程度；換言之，寄主樣本間要有不同的感染盛行率或平均感染強度。

- (2) 過去認為寄生蟲的生活史應該只有一個寄主，才是最好的生物標籤；然而，現今發現寄生蟲有多個寄主，更能提供多樣化的資訊在於寄主和寄生蟲彼此之間的相關性。
- (3) 寄生蟲要有一定的壽命和能保留在寄主體內不被排出，才能當作研究寄主的生物標籤。
- (4) 寄生蟲當標籤，其感染盛行率在每個季節和每年應該保持相對的穩定性。
- (5) 寄生蟲生活史在不同的階段，其生活環境也會有所不同，選擇適當的寄生蟲標籤，可間接了解寄主的生活習性。
- (6) 寄生蟲在寄主體內要容易被發現和鑑定，才適合當成生物標籤。
- (7) 寄主不需要太複雜繁瑣的解剖，即可得到寄生蟲。
- (8) 致病性寄生蟲(pathogenic parasites)應避免當作標籤，因為會造成寄主的行為異常。

由於棘頭蟲能持續存在於寄主體內，且容易被發現和鑑定，在不同的寄主和研究區域有不同的盛行率，所以適合做為生物標籤。兩種棘頭蟲- *Corynosoma strumosum*和*C. villosum*曾被選作生物標籤藉以區別太平洋大比目魚(*Hippoglossus stenolepis*)的系群分布。結果發現此魚在幼魚時期屬於同一系群，等到發育至成魚才分成三個系群，分別分布於美國加州到夏洛特皇后群島南部、夏洛特皇后群島北部到白令海中部、白令海中部到北部(Blaylock *et al.*, 2003)。Bratney和Campbell (1986)調查美國沿岸和近海的龍蝦(*Homarus americanus*)族群，他們利用棘頭蟲- *Polymorphus botulus*作為生物標籤，結果顯示沿岸和近海的龍蝦族群會發生遷移及族群的混合生存。

調查易北河(Elbe River)比目魚食性，發現比目魚胃腸內感染兩種寄生蟲：棘頭蟲- *Pomphorhynchus laevis*和條蟲- *Caryophyllaeus*

sp.，在易北河端足類(amphipods)主要感染棘頭蟲(*Pomphorhynchus laevis*)，而寡毛綱主要感染條蟲(*Caryophyllaeus* sp.)，所以推測比目魚的食物有端足類和寡毛綱動物(Williams *et al.*, 1992)。智利北部大眼比目魚(*Hippoglossina macrops*)，雄魚感染棘頭蟲(*Floridosentis* sp.)的盛行率有顯著差異，結果顯示大眼比目魚性別不同，其攝食習性和生活環境可能有所不同(Gonzalez *et al.*, 2001)。

目前我們研究烏魚族群分布和系群組成，首先察明解析其寄生蟲相之組成，發現包括圓蟲、棘頭蟲、和複殖吸蟲。其中棘頭蟲之主要種類為活動新棘吻蟲(*Neoechinorhynchus agile*) (圖一、二)，在烏魚體之盛行率和感染強度皆高，顯示其重要性足以勝任生物標籤角色，藉此進一步解析烏魚族群生物學。

五、棘頭蟲作為環境監測之指標

近年來，棘頭蟲備受生態學家和環境毒物學家注意，因為棘頭蟲能累積來自寄主體外環境的重金屬和其他元素，開啓環境和生理學研究的新領域(Sures *et al.*, 1997)。因此，棘頭蟲不僅能反映寄主和寄生蟲彼此間的關係，而且也是有效的環境指標。

德國科學家研究重金屬對於淡水魚鱖魚(*Leuciscus cephalus*)、河鱸(*Perca fluviatilis*)和歐洲鰻魚(*Anguilla anguilla*)體內累積濃度，恰巧這三種淡水魚皆感染棘頭蟲*Paratenuisentis ambiguous*，所以一併分析魚組織和棘頭蟲內的含量。結果發現：棘頭蟲體內累積之鉛和鎘的濃度顯著高於寄主器官組織的，此外棘頭蟲體型大小及生長環境和重金屬累積量成正比，體型愈大的棘頭蟲累積的鉛和鎘量多於較小者(Sures *et al.*, 1999)；棘頭蟲成蟲寄生在魚體內所累積重金屬的濃度高於棘頭蟲幼蟲寄生於甲殼類(Sures and Taraschewski, 1995)。

棘頭蟲體內重金屬之累積是在其吻部的鈎內，以及雄性棘頭蟲的黏液腺(cement gland)與雌性的卵內，但至今尚無法解釋其成因(Taraschewski, 2000)。

在美國和歐洲，學者們普遍利用斑馬紋貽貝(*Zebra mussel, Dreissena polymorpha*)以監控水質污染程度(Reeders *et al.*, 1993)。而奧地利學者們研究蒙特湖(Lake Mondsee)內之重金屬污染累積時，除利用斑馬紋貽貝外並同時以棘頭蟲-*Acanthocephalus lucii*為標的物種，分別分析高速公路旁湖泊內和遠離高速公路10公里的湖內重金屬鉛、鎘含量；結果發現前者之重金屬含量高於後者，並且棘頭蟲之重金屬累積含量高於斑馬紋貽貝(Sures *et al.*, 1997)。棘頭蟲累積金屬砷、鎘、銅、鐵、鎳、鉛、鋁和鋅的能力比公認具有環境監控的斑馬紋貽貝靈敏度更高(Thielen *et al.*, 2004)。由於棘頭蟲之採樣和分析容易，所以是理想的監測水域環境指標。運用從棘頭蟲獲得之有價值訊息，對於研究環境科學、公共衛生和生態學皆極為重要。

臺灣共有129條河川，其水土資源孕育臺灣的生命並促成臺灣的發展，然而現今為數眾多之河川已遭受嚴重破壞與污染，包括垃圾廢土棄置、砂石盜採或濫採、違規種植和工廠違規排放廢水或有毒重金屬等。綜上所述，由於棘頭蟲可吸收與累積環境內重金屬，足以反映出環境污染與惡化程度，我們擬規劃運用普遍存在於近海魚類體內之棘頭蟲為監測環境之指標，期能有助於台灣水域環境科學研究。

六、結 語

臺灣地處亞熱帶，氣候溫和，四季分明，農產品富饒，外加上先天地理位置適中，具有優越的天然漁業環境，漁業資源豐富，西接台灣海峽，沿岸近海有廣闊平坦的大陸棚，具有豐富的營養鹽、浮游生物和藻類，是許多魚類棲息、攝食和繁殖場所。東太平洋有大陸沿岸流和黑潮經過，洄游性魚類極為豐富。漁業資源不僅供給我們日常生活營養所需，也提供國人就業機會和帶動國家整體經濟貿易發展。

近年來，依農委會漁業屬漁業統計年報發現，我國沿岸近海漁業，漁獲量有逐年減少的趨勢，顯示我國沿近海漁業因過

漁，造成漁業資源的耗竭；另一方面，「1982年聯合國海洋法公約」規範沿岸國家可擁有二百哩的寬度海域內的自然資源，包括調查、開發、保育及管理等權利，但過去我國在水產生物資源的再生性和永續發展的觀念尚未建立，無限度的捕撈造成我國遠洋漁業受到打擊。漁業是台灣重要經濟命脈之一，加強漁業管理制度，並充分了解台灣周邊海域魚類的棲息環境、生活習性、交配繁殖期、幼魚孵化攝食場和洄游路線，有益於漁業資源的長期性保護和永續經營。

棘頭蟲雖專性寄生於動物體內，但由於具有通常不令寄主致病、死亡並能長時間生存於寄主體內等特徵，因此不僅病原角色比重輕微，反倒更適合作為生物性標籤，進行魚類族群分布、食性、親緣、生活史、生物行為和棲息環境等研究。此外，棘頭蟲具有累積來自寄主體外環境的重金屬和其他元素的能力，因此亦適於擔任監測環境之指標。目前我們正利用寄生於烏魚體內之棘頭蟲和圓蟲類生物性標籤，積極調查烏魚系群區分和洄游路徑，探討除每年於冬至前後隨中國沿岸冷水團由北方洄游至台灣海峽西南海域附近產卵之成熟烏魚族群外，台灣沿海是否有本地族群之存在。

棘頭蟲作為研究魚類學和漁業之生物標籤以及監控環境之指標，至今已被全球科學家肯定並多方運用。然而對於棘頭蟲的生理學和分子生物學研究仍嫌不足，尤其臺灣本土性研究更屬荒漠。我們期望除無脊椎動物學家外，更能有生態學、生物多樣性和環境工程學等領域研究人員之加入，以進行全方位跨領域的合作研究。

參考文獻

孟慶顯，俞開康 (1998) 魚蝦蟹貝疾病診斷和防治。水產出版社，基隆市。第153-155頁。

張劍英，蕭智，丁雪娟 (1999) 寄生於魚類的棘頭蟲與棘頭蟲病。

張劍英，邱兆祉和丁雪娟著，「魚類寄生蟲與寄生蟲病」，科學出版社，北京。第618-656頁。

Blaylock RB, Margolis L and Holmes JC (2003) The use of parasites in discriminating stocks of Pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*) in the northeast Pacific. Fish Bulletin 101, 1-9.

Bratley J and Campbell A (1986) A survey of parasites of the American lobster, *Homarus americanus* (Crustacea: Decapoda), from the Canadian Maritimes. Canadian Journal of Zoology. 64, 1998-2003.

Dogiel VA and Bychoysky BE (1939) Parasites of the fishes of the Caspian Sea. Trudy kompleksnoi izucheniya kaspiskogo moray. 7, 1-150. (in Russian)

Gonzalez MT, Acuna E and Oliva ME (2001) Metazoan parasite fauna of the bigeye flounder, *Hippoglossina macrops*, from Northern Chile. Influence of host age and sex. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 96(8), 1049-1054.

Hamann O (1892) Das system der Acanthocephalen. Zoologischer Anzeiger. 15, 195-197.

Helluy S and Holmes JC (1990) Serotonin, octopamine, and the clinging behavior induced by the parasite *Polymorphus paradoxus* (Acanthocephala) in *Gammarus lacustris* (Crustacea). Canadian Journal of Zoology. 68, 1214-1220.

Lankester R (1900) A Treatise on Zoology. London: Adam & Charles Black.

Lester RJG (1990) Reappraisal of the use of parasites for fish stock identification. Australian Journal of Marine Freshwater Research. 41, 855-864.

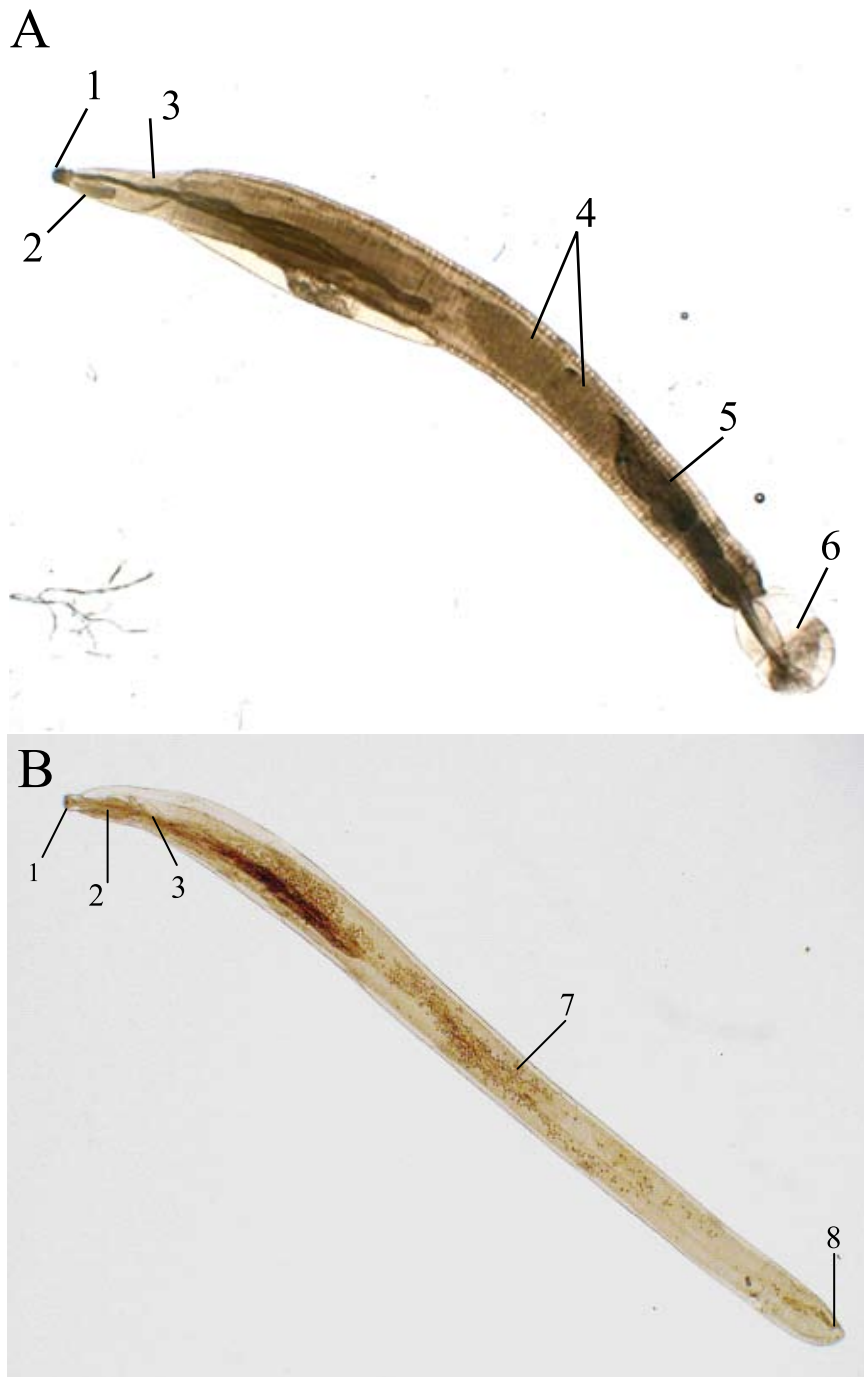
MacKenzie K (1983) Parasites as biological tag in fish population

- studies. *Advances in Applied Parasitology*. 7, 251-331.
- MacKenzie K (1987) Parasitology as indicators of host population “Parasitology – Quo Vadit?” Proceedings of 6th International Congress of Parasitology, Brisbane, Australia. *International Journal for Parasitology*. 17, 345-352.
- Moser M (1991) Parasites as biological tags. *Parasitology Today*. 7, 182-185.
- Redders HH, bij de Vaata A and Noordhuis R (1993) Potential of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) for water quality management. In: *Zebra Mussels: Biology, Impacts, and Control*. 439-452.
- Schmidt GD, Roberts LS (2000) Phylum acanthocephala: thorny-headed worms. *Foundations of Parasitology*, 469
- Sures B, Siddall R and Taraschewski H (1999) Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution. *Parasitology Today*. 15(1), 16-21.
- Sures B and Taraschewski H (1995) Cadmium concentrations in two adult acanthocephalans, *Pomphorhynchus laevis* and *Acanthocephalus lucii*, as compared with their fish hosts and cadmium and lead levels in larvae of *A. lucii* as compared with their crustacean host. *Parasitology Research*. 81(6), 494-497.
- Sures B, Taraschewski H and Siddall R (1997) Heavy metal concentrations in adult acanthocephalans and cestodes compared to their fish hosts and to established free-living bioindicators. *Parassitologia*. 39(3), 213-218. Review.
- Taraschewski H (2000) Host-Parasite interactions in acanthocephala: a morphological approach. *Advances in Parasitology*. 46, 2-179.

- Thielen F, Zimmermann S, Baska F, Taraschewski H, Sures B (2004) The intestinal parasite *Pomphorhynchus laevis* (Acanthocephala) from barbel as a bioindicator for metal pollution in the Danube River near Budapest, Hungary. *Environment Pollution*. 129, 421-429
- Van Cleave HJ (1948) Expanding horizons in the recognition of a phylum. *The Journal of Parasitology*. 34, 1-20.
- Williams HH, MacKenzie K and McCarthy AM (1992) Parasites as biological indicator of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2, 144-176.

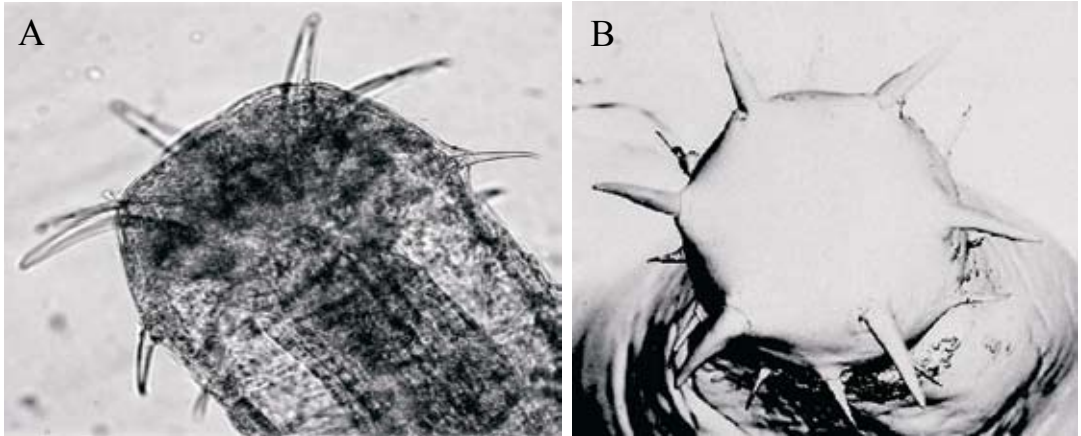
通訊作者

施秀惠，電話: (02) 3366-2504，電郵: shihhh@ntu.edu.tw



圖一、活動新棘吻蟲 (*Neoechinorhynchus agile*) 外部型態圖。蟲體寄生於烏魚 (*Mugil cephalus*) 腸道，屬於雌雄異體類。(A) 雄蟲成蟲，體長 1.2 cm；(B) 雌蟲成蟲，體長 1.5 cm。構造標示說明：1. 吻(proboscis) 2. 吻鞘(proboscis receptacle) 3. 吻腺(lemniscus) 4. 睪丸(testes) 5. 黏液腺(cement gland) 6. 交接囊(bursa) 7. 卵(egg) 8. 生殖孔(reproductive pore)。

棘頭蟲對魚類研究和環境監控之貢獻



圖二、活動新棘吻蟲(*Neoechinorhynchus agile*)棘頭蟲，棘刺(spine)以螺旋方式排列在吻部上。(A)光學顯微圖(200X)，(B)掃描式電子顯微圖。