

清水溪台灣特有種明潭吻鰕虎  
(*Rhinogobius candidianus*)攝食生態

Feeding Ecology of the Endemic Goby  
(*Rhinogobius candidianus*) in Chinshui Creek, Taiwan

吳旻燕 許蓓怡 張世倉\*

Min-Yen Wu, Pei-Yi Hsu and Shi-Tsang Chang\*

行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路1號

Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

\* 通訊作者: stchang@tesri.gov.tw

\* Corresponding author: stchang@tesri.gov.tw

摘 要

本研究為了解台灣特有種明潭吻鰕虎攝食習性，自2008年11月至2009年10月間，每月於濁水溪支流的清水溪流域以12伏特電魚器進行樣本採集，並檢測其胃內容物組成。期間共捕獲明潭吻鰕虎1,103尾，最小與最大個體體長分別為1.70 cm及7.73 cm。結果顯示，該流域於乾季水流量低且穩定，故食物種類豐富，致使乾季空胃率(3.83%)低於雨季的空胃率(16.24%)。明潭吻鰕虎屬於雜食性魚類，各月份間胃內容物種類相對重要指數(RI)之群聚分析結果顯示，主要以水生昆蟲、有機碎屑與絲藻片段為主，各季節攝食食物種類相似度達40%以上。該魚攝食習性會隨著不同成長階段而改變，其主要攝食種類由水生昆蟲轉變為絲藻片段，且攝食種類會因乾季、雨季和颱風的影響而有明顯的差異，提供明潭吻鰕虎攝食生態，做為保育溪流生態之參考。

## Abstract

In order to examine the feeding ecology of the endemic goby *Rhinogobius candidianus* in Chinshui Creek, a tributary to Choushui River in Taiwan, the fish was sampled monthly with a 12-volt electric fishing gear from November 2008 to October 2009. A total of 1,103 individuals of the fish with the body sizes ranging between 1.70 cm and 7.73 cm were collected, and their stomach contents were examined. Number of fish with empty stomach was 3.83% in the winter dry season while 16.24% in the summer monsoon season. Apparently, the winter dry season of low stream flow provided a stable stream environment with abundance of food for the fish. *R. candidianus* is omnivorous fish consuming primarily filamentous algae, insects, and detritus. Relative frequency occurrence and abundance of these three food items varied with time, and composed more than 40% of the similarity relative indices. The diet composition varied significantly with fish sizes, showing a shift of diet from aquatic insects to filamentous algae with the growth. The composition also varied significantly between the summer monsoon season and winter dry season, and strongly affected by typhoon events.

**關鍵詞：**鰕虎、明潭吻鰕虎、攝食習性、清水溪、台灣

**Key words:** goby, *Rhinogobius candidianus*, feeding habit, Chinshui Creek, Taiwan

收件日期：99年4月13日

接受日期：99年6月30日

Received: April 13, 2010

Accepted: June 30, 2010

## 緒 言

台灣屬於多山川的島嶼生態系，大大小小的河川溪流密布於全台各地，提供各種淡水魚類所需的水源和棲地。生長於這些河川、湖泊及河口的魚類高達 257 種以上，若扣除外來種，原生淡水魚類至少可達 232 種，其中淡水魚類歧異度最大的類群，為鰕虎科(Gobiidae)魚類，高達 75 種之多，占全台灣之原生魚種的 32% (陳 2008)。

在淡水魚類中，目前統計有 42 種本土演化出的台灣特有種(endemic species)魚類，其中鰕虎科魚類有 10 種居次(陳 2008)。明潭吻

鰕虎 *Rhinogobius candidianus* 為台灣特有種魚類(邵 2006)，最早由 Regan (1908)在日月潭及南部地區的魚類標本中發現，原發表學名為 *Ctenogobius candidianus*，後來由陳及方(1999)修正學名為 *Rhinogobius candidianus*，分布於台灣東北部、北部及中部的溪流上中下游水域中(陶 2006)，在清水河流域魚類調查中發現明潭吻鰕虎為清水溪的優勢魚種，占全部魚種之 21% (陳 2008)。然而長期以來的任意墾伐森林、攔砂壩、水庫的建立、廢水污染、外來種引入、非法毒、電魚等人為因素，威脅到河川中原生魚類之生存空間，甚至已有許多種類完全滅絕的情況發生(陳及方 1999)。

至今對於明潭吻鰕虎食性說法不一，有肉食性(顏 1995, 1997; 陳及方 1999; 詹及陳 2002; 陶 2006)及雜食性(曾 1990)說法，皆僅有初步探討，尚無其他完整明確的食性分析。故本研究主要目的是根據清水河流域中明潭吻鰕虎不同季節及體長間所攝食之食物種類的變化進行分析，進一步了解其攝食習性資料，並藉以做為未來保育的參考依據。

## 材料與方法

### 一、採樣時間與方法

本研究自 2008 年 11 月至 2009 年 10 月，期間除因莫拉克颱風災情嚴重，導致無法進行 8 月樣本採集外，每月至嘉義縣阿里山山脈之西支嶺線的清水河流域(圖 1)以 12V 電魚器間接放電方式採樣，隨機採獲 100 尾的明潭吻鰕虎，立即以 10% 中性福馬林溶液固定並進行編號，攜回實驗室 7 天後，以流動式清水沖洗 24 hr，利用游標卡尺測量體全長 (total length, TL)，使用電子磅秤記錄體重 (g)，再進行解剖，剪開魚之腹部，取出胃部秤重(g)後以 75% 酒精保存，以方便後續胃內容物的鑑定。

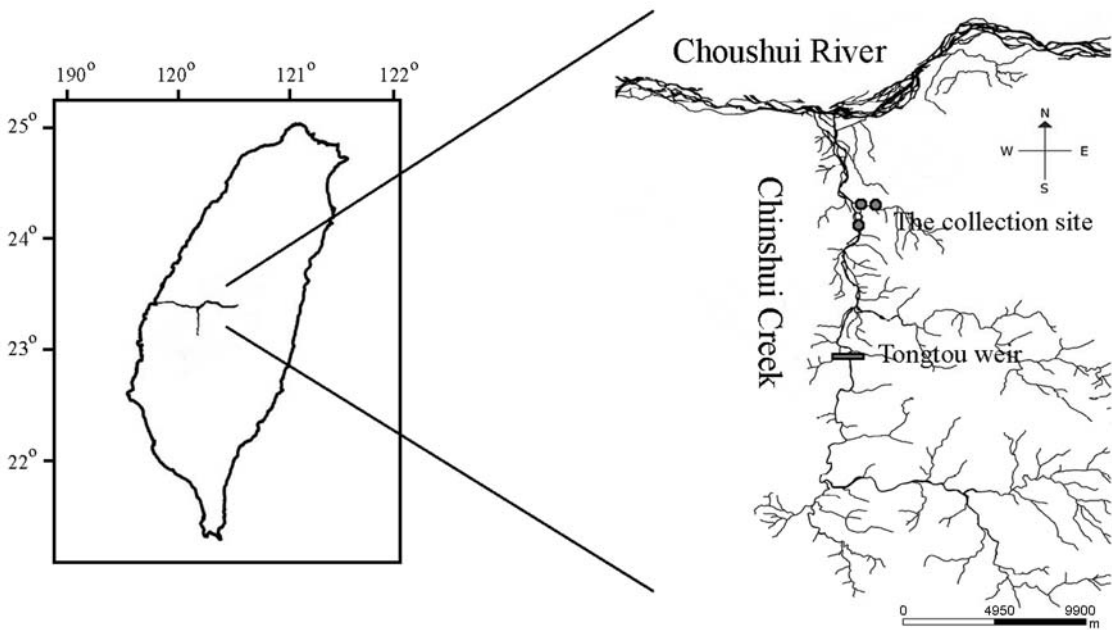


圖 1. 明潭吻鰕虎採樣的地點—清水溪。

Fig. 1. The fish sampling sites (solid circles) at Chinshui Creek in Taiwan.

### 二、空胃率

當明潭吻鰕虎胃中無殘留食物時判定為空胃，空胃率以下列公式計算之：

$$N\% = \frac{N_0}{N} \times 100 \quad (1)$$

$N_0$ ，胃無內容物之魚尾數； $N$ ，總魚尾數

(陳及郭 2009)。

### 三、胃內總容物鑑定及分析

胃內容物的分析先將胃內含物挑出，放置在培養皿中，培養皿下方墊一張方格紙(每格長寬為 1 mm)，以利估算內含物大小，再移至

解剖顯微鏡下以尖鑷小心分離內含物；將食物項目分 10 種類如下：絲藻片段(filamentous algae)、水生昆蟲(Insecta)、水蚤(Cladocera)、輪蟲(Rotifera)、線蟲(Nematoda)、魚卵(fish eggs)、魚鱗片(fish scales)、斧足類(bivalves)、腹足類(Gastropoda)及有機碎屑(detritus)，並以定性法和定量法分析之。

定量法估計胃內食物種類對胃內總種類之豐富度百分比(percentage abundance of food item)。

$$Fi\% = \frac{Fi}{\sum_{i=1}^n Fi} \times 100 \quad (2)$$

$Fi$  為胃內食物  $i$  種類， $i = 1, 2, \dots, n$  種類 (Hyslop 1980; 林 2006; 陳及郭 2009)。

定性法估計胃內某食物種類出現頻率百分比(percentage frequency occurrence of food item)

以  $Ni\% = \frac{Ni}{N} \times 100$  ( $Ni$ ，為胃內容物中  $i$  類食物種類之魚尾數； $N$ ，胃內容物食物之總魚尾數) (殷 1998; 林 2006; 陳及郭 2009) 估計，但  $\sum_{i=1}^n Ni \neq 100\%$ ，為了求出  $i$  食物類魚尾數的總出現頻率百分比，故增加  $\sum_{i=1}^n Ni$  除之，如下：

$$Ni\% = \frac{Ni/N}{\sum_{i=1}^n Ni} \times 100 \quad (3)$$

按照上面定量和定性法所得之結果，求出相對食物指數(relative index)計算公式如下：

$$Ri = Fi\% \times Ni\% \quad (4)$$

利用  $RI$  值分析判別明潭吻鰕虎胃內容物的優勢食物項目種類(林 2006; 陳及郭 2009)。

#### 四、動物性胃含物的判定

另將胃內動物性生物項目，移至另一培養皿中，以解剖顯微鏡進行數量計數和種類鑑定，當鑑定到水生昆蟲殘骸時，以觀察到其頭部為一單位數，魚卵與魚鱗則以一顆和片為一單位數計數。明潭吻鰕虎胃內含物中所分析的食物種類，以定性法(Equation 3)引算其食物種

類之豐富度百分比。

#### 五、微藻(periphyton)相對豐富度等級之表示

將解剖出之胃內含物以二次水(distilled de-ionized water)定量 1 ml 後移至浮游生物計數盤(Sedgewick-Rafter cell)中，以光學顯微鏡進行數量估算及藻種鑑定，並以下列相對豐富度之等級(rank of relative abundance)表示，A：觀察 1 ml 樣本中出現個體數量大於 1,000 (dominant)；B：在 50-1,000 之間(abundant)；C：在 10-50 (common)；D：小於 10 (rare)(方等 1996)。

#### 六、統計分析

本研究主要以 PRIMER 6.0 統計軟體進行非介量多尺度空間排序分析(non-metric multi-dimensional scaling, MDS)、相似度百分率(similarity percentage, SIMPER)及單項相似度分析(one-way ANOSIM)之方法，以 2008 年 11 月至 2009 年 10 月之食性資料，分析各月份攝食食物種類之變化及不同體長等級(<3.5、3.5-4.4、4.5-5.4、5.5-6.4 及 >6.4 cm)間攝食物種的差異，與了解造成攝食食物種類差異的主要關鍵攝食物種，當其計算出之 Global Test  $R$  值等於 0 時表完全相同； $R$  值小於 0.25 表差異不明顯； $R$  值大於 0.5 表雖有重疊但能清楚分開； $R$  值大於 0.75 表有顯著差異； $R$  值等於 1 表完全不同。Significance level 值  $p < 0.05$ ，才有顯著差異。

## 結果與討論

#### 一、各月份魚體採樣其體全長、體重及乾、雨季空胃率之變化

本研究所採的魚體數量，共採樣 1,103 尾，最小體全長、體重為 1.70 cm、0.04g，最大體全長、體重為 7.73 cm、6.18g (表 1)，並發現有 151 尾呈現空胃狀態。依據中央氣象局 2008-2009 年間降雨量結果發現雨季為 3-11 月，平均降

雨量 233.91 mm，空胃率 16.24%；乾季為 12、1 和 2 月，平均降雨量 9.53 mm，空胃率 3.83%，雨季空胃率較高。

水域中餌料生物的數量消長(季節和環境變化)，以及其他理化因子(包括降雨量、風力、溶氧、光照等)的影響對魚類的生長起間接作用(殷 1998)。葉(2008)在湖山水庫工程計畫生態保育措施成果報告書中指出，清水溪水

生昆蟲族群量高密度分布於平均水深 5-20 cm 及平均流速為 0-40 cm/sec 間。由於清水溪高密度的水生昆蟲出現於水流較平緩區域，因此推測雨季空胃率較乾季高，可能是受到雨季雨量充沛水流湍急，水域混濁及水流量大增，導致魚行攝食動物性生物較為不足，而造成雨季空胃率提高的原因之一。

表 1. 清水溪各月份採集明潭吻鰕虎之平均體長、體重及數量之變化

**Table 1.** Total lengths and total weights (mean±standard deviations; ranges in parentheses) of *Rhinogobius candidianus* collected from Chinshui Creek over the time from November 2008 to October 2009

Month	Sampling number of fish	Total length (cm)	Body weight (g)
2008			
Nov	103	5.33 ± 1.06 (2.28-7.73)	2.27 ± 1.25 (0.11-6.18)
Dec	100	4.83 ± 0.85 (2.65-6.59)	1.66 ± 0.76 (0.21-4.89)
2009			
Jan	100	4.41 ± 1.16 (1.70-6.40)	1.36 ± 0.91 (0.04-3.55)
Feb	100	3.92 ± 0.98 (2.16-6.66)	1.00 ± 1.02 (0.11-4.53)
Mar	100	3.84 ± 0.90 (2.14-6.28)	0.81 ± 0.62 (0.05-3.10)
Apr	100	4.17 ± 1.08 (2.28-7.49)	1.12 ± 1.03 (0.09-5.08)
May	100	4.13 ± 0.97 (2.68-6.60)	1.02 ± 0.78 (0.17-3.62)
Jun	100	4.25 ± 1.00 (2.33-6.60)	1.17 ± 0.89 (0.11-4.38)
Jul	100	4.16 ± 0.86 (2.77-6.53)	0.99 ± 0.76 (0.23-4.01)
Sep	100	4.65 ± 0.66 (2.75-6.33)	1.28 ± 0.58 (0.21-3.08)
Oct	100	4.73 ± 0.51 (3.65-6.37)	1.49 ± 0.51 (0.58-2.89)
Average	100	4.50 ± 0.99 (1.70-7.73)	1.36 ± 0.95 (0.04-6.18)

## 二、不同月份胃內含物種類組成之變化和相對重要指數之相似性比較

各月份間胃內食物種類豐度的變化(圖 2)與胃內食物種類出現頻率之變化(圖 3)顯示，各月份皆以絲藻片段、水生昆蟲與有機碎屑為最主要攝食物種；胃內容物中出現頻率較少的有水蚤、輪蟲、線蟲、魚卵、魚鱗片、斧足類及腹足類。

以各月份間明潭吻鰕虎胃內容物種類相對重要指數(RI)之群聚分析結果顯示(圖 4)，各季

節攝食食物種類相似度達 40% 以上；將數值轉化成非介量多度空間(MDS) (圖 5)，並以相似 60% 和 80% 作為群聚的依據，結果顯示分為 3 群，為乾季、雨季及颱風月份(2009 年 6 月輕度蓮花、8 月中度莫拉克及 10 月中度芭瑪颱風)。再利用單項相似度分析(one-way ANOSIM) 檢測在各月份間其攝食食物種類差異性，結果顯示各月份間有顯著的差異(Global Test, R 值 = 0.204;  $p < 0.05$ )。

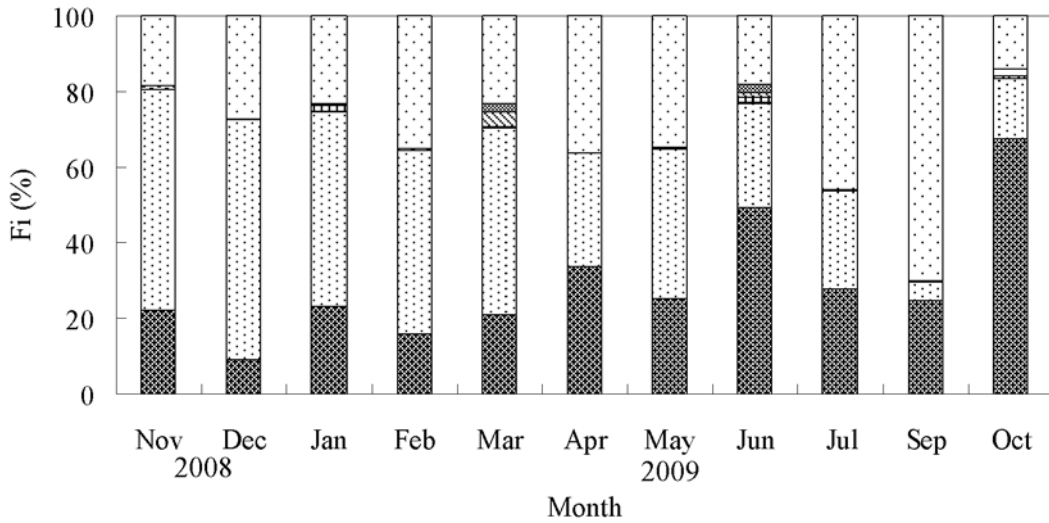


圖 2. 清水溪明潭吻鰕虎在 2008 年 11 月至 2009 年 10 月間攝食食物種類豐度百分比之月份變化。

**Fig. 2.** Percentage composition of monthly abundance (Fi) of food items in stomach contents of *Rhinogobius candidianus* collected from Chinshui Creek, November 2008 to October 2009 (■, filamentous algae; ■, Insecta; ■, Cladocera; ■, Rotifera; ■, Nematoda; ■, fish eggs; ■, fish scales; ■, bivalves; ■, Gastropoda; ■, detritus).

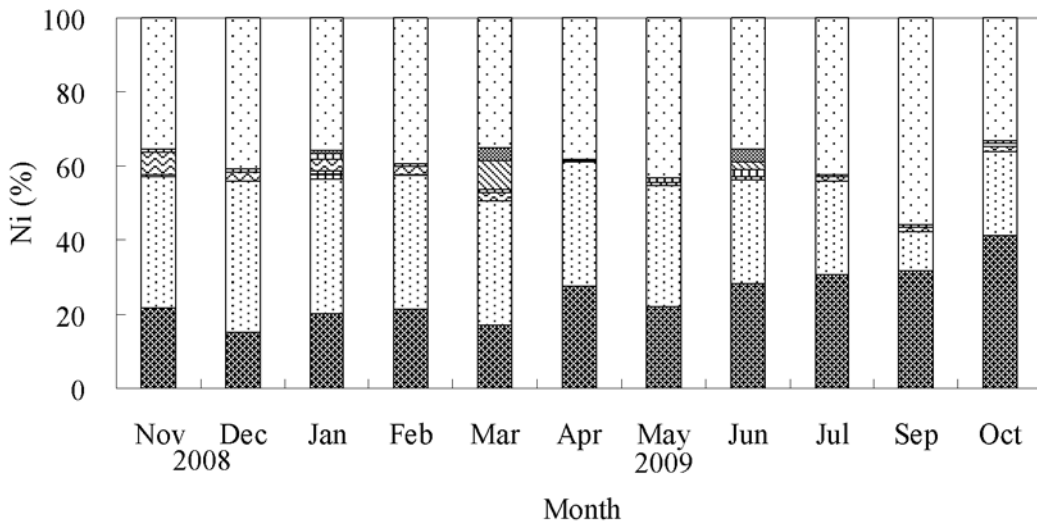


圖 3. 清水溪明潭吻鰕虎在 2008 年 11 月至 2009 年 10 月間攝食食物種類頻率百分比之月份變化。

**Fig. 3.** Percentage composition of monthly frequency occurrence (Ni) of food items in stomach contents of *Rhinogobius candidianus* collected from Chinshui Creek, November 2008 to October 2009 (■, filamentous algae; ■, Insecta; ■, Cladocera; ■, Rotifera; ■, Nematoda; ■, fish eggs; ■, fish scales; ■, bivalves; ■, Gastropoda; ■, detritus).

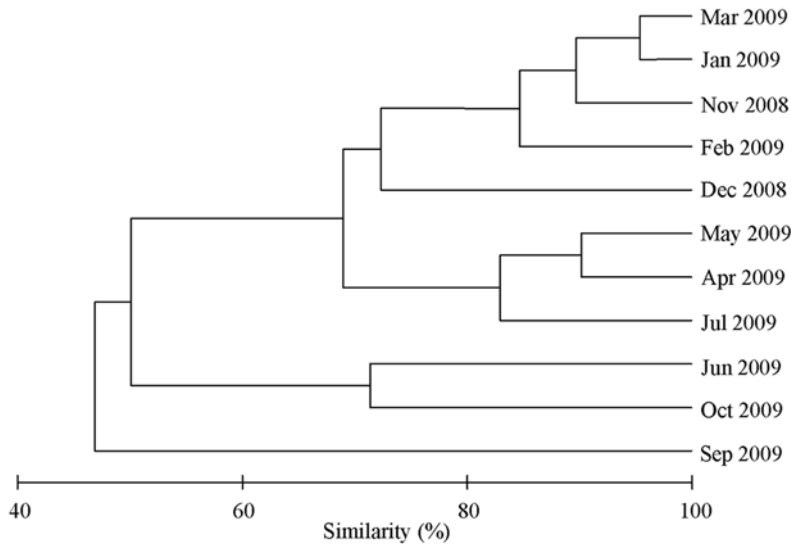


圖 4. 清水溪明潭吻鰕虎在 2008 年 11 月至 2009 年 10 月間不同月份攝食食物種類之相對重要指數 (RI) 相似度樹狀圖。

Fig. 4. A cluster dendrogram showing similarity in monthly relative indices (RI) of food items in stomach contents of *Rhinogobius candidianus* collected from Chinshui Creek, November 2008 to October 2009.

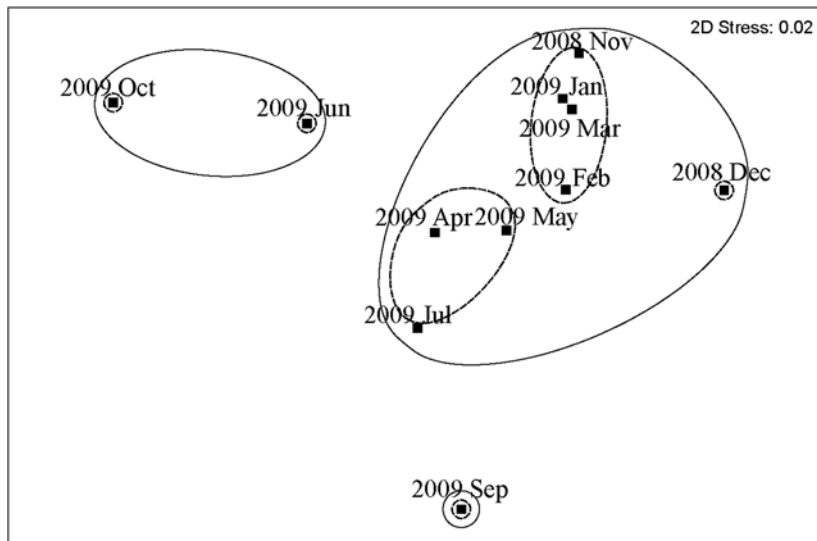


圖 5. 清水溪明潭吻鰕虎在 2008 年 11 月至 2009 年 10 月間不同月份之食物相對重要指數(RI)非介量 MDS 空間分布圖。

Fig. 5. Non-metric multi-dimensional scaling (MDS) showing similarity (solid line circles, 60%; dashed line circles, 80%) in monthly relative indices (RI) of food items in stomach contents of *Rhinogobius candidianus* collected from Chinshui Creek, November 2008 to October 2009.

魚類攝食行為和水域環境中餌料生物的改變，會影響魚類的食物組成和攝食強度，當食物組成中某一喜好食物種類大量出現的時候，此食物便成為該物種的主要食物(殷 1998)。溫(2002)指出鰕虎科黑鰕虎屬(*Bathygobius* sp.)魚類會為選擇食物而隨著食物資源豐度轉移，有季節性的移動。清水溪的明潭吻鰕虎攝食水生昆蟲數量乾季時 54.21%、雨季 31.68%和颱風月份 16.1%，乾季攝食水生昆蟲較多；攝食絲藻片段則乾季 18.28%、雨季 29.08%及颱風的月份 47.15%，食絲藻片段以雨季和颱風月份較高。由此推論乾季水流平緩較適合水生昆蟲生長，雨季和颱風月份水流湍急，較不適合水生昆蟲生長，而雨量充沛適合絲藻生長，亦使明潭吻鰕虎乾季攝食動物性餌料生物，雨季攝食絲藻片段較多，因此推論乾季、雨季和颱風月份會導致明潭吻鰕虎所攝食的食物種類有所差異。

明潭吻鰕虎各月份所攝食動物性生物種類

之變化(圖 6)總計有 10 種動物性生物，以蜉蝣目(Ephemeroptera)的蜉蝣 40.14%、雙翅目(Diptera)的搖蚊 29.32%及毛翅目(Trichoptera)的石蠶 20.66%為主要攝食的動物性生物。各月份所攝食的微細藻類組成(表 2)共計兩門，為綠藻植物門 3 屬、矽藻植物門 17 屬，主要攝食以矽藻類為主，其中又以橋彎藻屬(*Cymbella* sp.)、等片藻屬(*Diatoma* sp.)、異極藻屬(*Gomphonema* sp.)和針桿藻屬(*Synedra* sp.)居多。

陳(2008)調查清水河流域中的水生昆蟲，以蜉蝣目的四節蜉蝣科(Baetidae)、雙翅目的搖蚊科(Chironomidae)及毛翅目的網石蠶科(Hydropsychidae)，為清水河流域水生昆蟲的主要優勢種，而與明潭吻鰕虎胃內容物中，所攝食的水生昆蟲蜉蝣目、雙翅目及毛翅目為主要攝食種類相符合，推測明潭吻鰕虎以清水溪水域中數量最多的餌料生物為主要食物，顯示明潭吻鰕虎食性與棲息水域中的食物資源豐度有關。

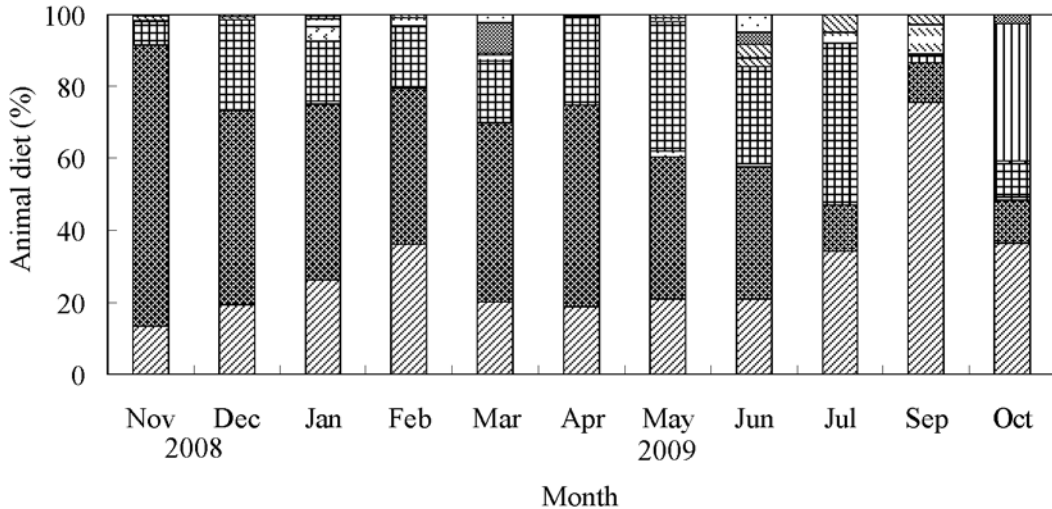


圖 6. 清水溪明潭吻鰕虎於 2008 年 11 月至 2009 年 10 月間攝食動物性生物種類豐度百分比之月份變化。

Fig. 6. Percentage composition of animal diet in stomach contents of *Rhinogobius candidianus* collected from Chinshui Creek, November 2008 to October 2009 (▨, Diptera; ▩, Ephemeroptera; ▤, Lepidoptera; ▧, Trichoptera; ▥, Cladocera; ▦, Rotifera; ▩, Nematoda; ▨, fish eggs; ▧, fish scales; ▩, bivalves; ▤, Gastropoda).



**表 2.** 清水溪明潭吻鰕虎在 2008 年 11 月至 2009 年 10 月間不同月份之胃內含物微細藻類的組成變化  
**Table 2.** Monthly variation in the microalgal composition of stomach contents of *Rhinogobius candidianus* collected from Chinshui Creek, November 2008 to October 2009 (A, average cells number of algae in 1 ml >1,000; B, 50-1,000; C, 10-50; D, <10)

Species	2008		2009								
	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Sep	Oct
<b>Chlorophyta</b>											
<i>Closterium</i>		C									
<i>Cosmarium</i>	C	C	D	C	D	A	B	B	B	C	D
<i>Scenedesmus</i>	D	D	D	B	D		D			C	
<b>Bacillariophyta</b>											
<i>Achnanthes</i>		D	D	C			C	C	C	C	
<i>Amphiprora</i>	D		D		D	D			C	B	D
<i>Biddulphia</i>		D	D	D	C		D	C			D
<i>Cocconeis</i>	B	B	B	B	C	C	C	D	D		D
<i>Cyclotella</i>	C	D	D	B	D		B		C		
<i>Cymatopleura</i>			D								
<i>Cymbella</i>	A	A	B	A	C	A	A	A	A	A	B
<i>Diatoma</i>			D	A	C	A	A	A	A	D	
<i>Fragilaria</i>	D	D	D			A	B	D	B		
<i>Gomphonema</i>	B	B	B	A	B	A	B	A	A	A	C
<i>Gyrosigma</i>	D							D	C		
<i>Melosira</i>	A	B	B	A	D	B	B	B	A	B	B
<i>Navicula</i>	B	B	B	B	B	B	A	B	B	A	B
<i>Nitzschia</i>	B	B	B	A	B	B	A	B	A	A	C
<i>Stauroneis</i>								D	C		
<i>Surirella</i>			D					D	D		
<i>Synedra</i>	A	A	B	A	B	A	A	A	A	A	B

胃內含物中所攝食的微細藻類以矽藻類為主，此結果與清水溪底藻群聚組成調查相符(陳 2008)。矽藻類有多種不同的生長形式，主要分為 3 種生態群，分別為底層、高層和具有移動能力的種類(Wellnitz and Ward 1998; Holomuzki and Biggs 2006)。一般認定在上層的藻比較容易被掠食(Steinman 1996)，明潭吻鰕虎胃內含物中所攝食的微矽藻類以表層藻的橋彎藻屬、等片藻屬、異極藻屬與針桿藻屬為主。明潭吻鰕虎形態特徵吻略尖突，口大、斜裂，腹鰭癒合成吸盤狀(曾 1990; 顏 1995; 顏

1997; 詹及陳 2002; 陶 2006)，貼於岩石壁上捕食水生昆蟲，隨著攝食隨機地刮取岩石上之薄層底藻為食，因此推論明潭吻鰕虎在微細藻類的利用上，並沒有特別之專一性，以表層矽藻類為易被攝食的藻種。

許多研究都發現魚類食性與季節的改變和食物資源豐度的變化有很大的關聯(Stoner and Zimmerman 1988; Clements and Choat 1993; Blay 1995; Labropoulou *et al.* 1997; Garcia and Amich 2000; Xie *et al.* 2000)，本研究明潭吻鰕虎的食性與季節變化和清水溪食物資源豐度

有關，顯示季節的變化造成明潭吻鰕虎攝食食物種類有很大的差異。

### 三、不同體長別胃內含物種類組成變化和相對重要指數之相似性比較

明潭吻鰕虎在不同體長等級間攝食物種的變化，在體全長<3.5 cm (魚尾數, 163)和3.5-4.4 cm (魚尾數, 315)等級，以水生昆蟲為主要攝食種類；體全長 4.5-5.4 cm (魚尾數, 306)等級，以絲藻片段、水生昆蟲和有機碎屑為主；體全長 5.5-6.4 cm (魚尾數, 143)和體全長>6.4 cm (魚尾數, 25)等級，則以絲藻片段為主要攝食種類(表 3)。在各體長間明潭吻鰕虎胃內容物種類相對重要指數(RI)之群聚分析結果顯示(圖 7)，其各體長等級所攝食食物種類相似度為 50% 以上。將數值轉化成非介量多度空間(MDS)(圖 8)，並以相似 60% 作為群聚的依據，結果顯示分為兩群，僅體全長<3.5 cm 等級與其他等級不同。再利用單項相似度分析(one-way ANOSIM)檢測在各等級間其攝食食物種類差異

性，結果顯示體全長<3.5 cm 等級與其他 4 個等級有顯著的差異(Global Test, R 值=0.025;  $p<0.05$ )。

魚類在成長至幼魚階段後，會各自轉向固有的不同食性類型，食性轉化會隨著體長的不同，攝食器官的發育完善，其所攝食的食物種類和組成仍會不斷的發生不同程度的變化(Schmitt and Holbrook 1984; Holbrook *et al.* 1985; Copp and Mann 1993; McCormick 1998; 殷 1998)。本研究結果顯示：體全長<4.5 cm 的明潭吻鰕虎以水生昆蟲為主要攝食種類，體全長>5.4 cm 者則以攝食絲狀藻類為主。

殷(1998)提出草食性的草魚仔魚，尚未形成切割水草的咽齒和咽磨，仔魚階段是依靠吞吸與口裂大小相符合的微小食料生物，等口裂增大，咽齒和咽磨開始發育，攝食能力增強，才開始攝取水生植物，攝食器官發育更加完善，食性分化更明顯。明潭吻鰕虎在幼魚階段的攝食器官和攝食方式尚未發育完善，因此會隨著成長發育完善而增加食絲藻片段，攝食習性會因體型不同而有所差異。溫(2002)指出鰕

表 3. 清水溪明潭吻鰕虎在 2008 年 11 月至 2009 年 10 月間攝食食物種類豐度百分比之體全長等級變化  
Table 3. Percentage composition of monthly abundance (Fi) of food items in stomach contents of five size classes of *Rhinogobius candidianus* collected from Chinshui Creek, November 2008 to October 2009

Food items	Size classes (total length, cm)				
	<3.5	3.5-4.4	4.5-5.4	5.5-6.4	>6.4
Filamentous algae	4.68	25.80	33.56	47.49	44.47
Insecta	68.11	39.28	32.79	23.36	32.15
Rotifera	0	0.03	0	0	0
Cladocera	0.01	0.30	0.16	0	0
Nematoda	0.10	0.38	0.23	0.34	0.29
Fish eggs	0	0	3.37	0	0
Fish scales	0.09	0.14	0.14	0.71	0
Gastropoda	0.23	0.32	0.55	0.58	0
Bivalves	0.47	0.54	0.07	0.04	0.00
Detritus	26.31	33.21	32.18	27.48	23.10

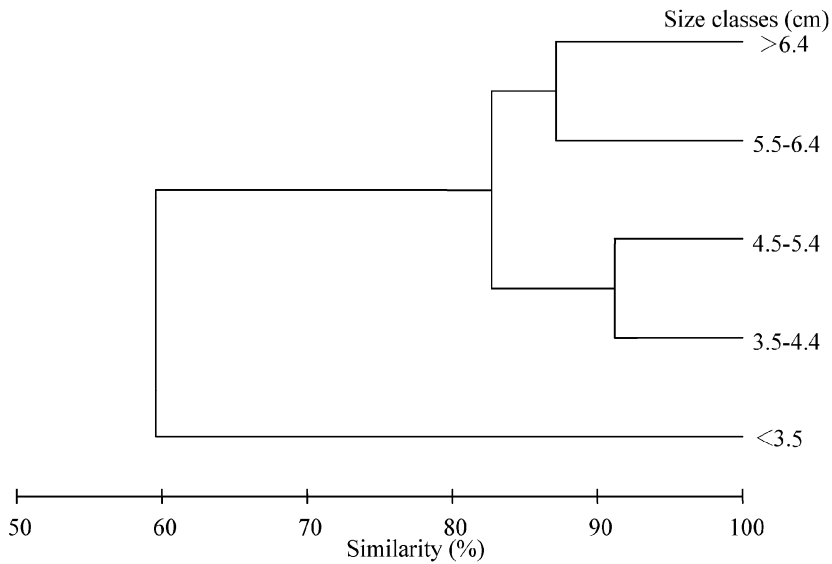


圖 7. 清水溪明潭吻鰕虎在 2008 年 11 月至 2009 年 10 月間胃內容物之食物相對重要指數(RI)的體全長間相似度樹狀圖。

Fig. 7. A cluster dendrogram showing similarity in relative indices (RI) of the food items in the stomach contents among five size classes of *Rhinogobius candidianus* collected from Chinshui Creek, November 2008 to October 2009.

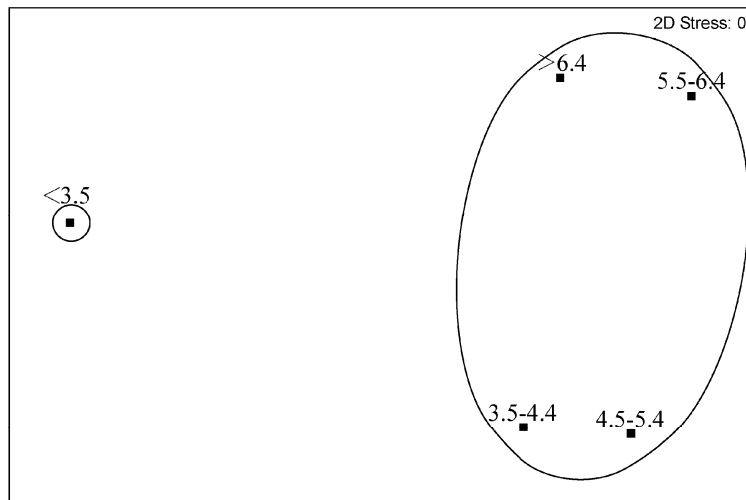


圖 8. 清水溪明潭吻鰕虎在 2008 年 11 月至 2009 年 10 月間胃內容物之食物相對重要指數(RI)的體全長間非介量 MDS 空間分布圖。

Fig. 8. Non-metric multi-dimensional scaling (MDS) showing similarity (solid line circles, 60%) in relative indices (RI) of food items in stomach contents among five size classes (solid squares, individuals with total length in cm) of *Rhinogobius candidianus* collected from Chinshui Creek, November 2008 to October 2009.

虎科黑鰕虎屬的黑鰕虎(*Bathygobius fuscus*)、椰子黑鰕虎(*B. cocosensis*)、巴東黑鰕虎(*B. padangensis*)都是隨著成長而增加攝食片狀藻類的比例。此結果亦與本研究明潭吻鰕虎攝食食性相符合，顯示其攝食習性和食物種類會隨成長而改變。

本研究結果顯示，不同季節變化影響清水溪中明潭吻鰕虎空胃率和胃內容物的種類組成，食性會隨著不同成長階段而改變，由此推測明潭吻鰕虎屬雜食性魚類(omnivores)。郭(1996)指出清水溪魚類群聚結構及數量因豐、枯水期而有明顯的變化；本研究區域目前已成為建置湖山水庫水源引入河段的所在地，一旦設立，清水溪流量將會減少，可能會影響中、下游魚類之棲息。棲地變化及食物可利用率的改變將造成魚類食性變化(Lukoschek and McCormick 2001; Hajisamae *et al.* 2004)，因此在興建桶頭攔河堰後，若水流量減少無法維持各種水生生物基礎生存所需之最低流量，將造成棲地的改變，進而可能影響雜食性明潭吻鰕虎對食物的可利用率，因此研究清水溪特有優勢種明潭吻鰕虎攝食生態，盼能做為保育溪流生態之參考依據。

## 謝 誌

感謝經濟部水利署中區水資源局提供清水溪指標物種生活史研究計畫經費，以及農委會特有生物研究保育中心陳宏柏、張仁川等人協助河川溪流調查，李芬芳、柯淑惠等人協助實驗進行和蘇美如協助統計分析，特別感謝蔡住發教授提供寶貴的經驗與修改意見，謹此誌謝。

## 引用文獻

方力行、蘇六裕、陳義雄、韓僑權、陳益惠。  
1996。高身鯛魚形態、分布及生物學之研

- 究。生物科學期刊 39(1): 78-87。
- 中央氣象局。2008。阿里山氣象站逐日雨量資料。<http://www.cwb.gov.tw/>
- 中央氣象局。2009。阿里山氣象站逐日雨量資料。<http://www.cwb.gov.tw/>
- 林家輝。2006。嘉義縣好美寮紅樹林潟湖區魚類食性及其營養關係之研究。國立嘉義大學水產生物研究所碩士論文。
- 邵廣昭。2006。台灣魚類資料庫。中央研究院生物多樣性研究中心 <http://fishdb.sinica.edu.tw/>
- 殷名稱。1998。魚類生態學。水產出版社。
- 郭世榮。1996。清水河流域魚類群聚結構與環境因子關係之研究。生物科學 39(1): 28-40。
- 陳義雄、方力行。1999。台灣淡水及河口魚類誌。海洋生物博物館籌備處。
- 陳義雄。2008。台灣淡水魚類的名錄現況。2008 國際台灣物種多樣性研究現況研討會論文集。296 頁。
- 陳智宏、郭世榮。2009。日月潭水庫外來入侵種暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)攝食生態之研究。特有生物研究 11(2): 31-46。
- 陳榮宗。2008。清水溪及梅林溪河川生態系統變遷監測。湖山水庫工程計畫生態保育措施—森林、溪流生態系統之調查研究規劃(97 年度工作計畫)成果報告書。271-327 頁。
- 曾晴賢。1990。台灣的淡水魚類(I)。行政院農業委員會。
- 陶天麟。2006。台灣淡水魚圖鑑。人人出版股份有限公司。
- 詹見平、陳瓊如。2002。和魚兒做朋友。人人出版股份有限公司。
- 溫國彰。2002。台灣南北部潮池魚類類聚攝食同功群與食性成長變化之研究。國立台灣海洋大學海洋生物研究所碩士論文。
- 葉明峰。2008。清水溪及梅林溪水域生物棲地需求研究。湖山水庫工程計畫生態保育措施—森林、溪流生態系統之調查研究規劃

- (97年度工作計畫)成果報告書。341-391頁。
- 顏仁德。1995。南投縣的河川魚類。台灣省特有生物研究保育中心。
- 顏仁德。1997。台中縣市的野生動物。台灣省特有生物研究保育中心。
- Blay, J. J. 1995. Food and feeding habits of four species of juvenile mullet (mugilidae) in a tidal lagoon in Ghana. *Journal of Fish Biology* 46: 134-141.
- Clements, K. D. and J. H. Choat. 1993. Influence of season, ontogeny and tide on the diet of the temperate marine herbivorous fish *Odax pullus* (Odacidae). *Marine Biology* 117: 213-220.
- Copp, G. H. and R. H. K. Mann. 1993. Comparative growth and diet of tench *Tinca tinca* (L.) larvae and juveniles from river floodplain biotopes in France and England. *Ecology of Freshwater Fish* 2: 58-66.
- Garcia, B. E. and R. M. Amich. 2000. Food of introduced pumpkinseed sunfish: Ontogenetic diet shift and seasonal variation. *Journal of Fish Biology* 57: 29-40.
- Hajisamae, S., I. M. Chou and S. Ibrahim. 2004. Feeding habits and trophic organization of the fish community in shallow waters of an impacted tropical habitat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58: 89-98.
- Holbrook, S., R. Schmitt and Y. Coyer. 1985. Age-related dietary patterns of sympatric adult surfperch. *Copeia* 4: 986-994.
- Holomuzki, J. R. and B. J. F. Biggs. 2006. Food limitation affects algivory and grazer performance for New Zealand stream macro-invertebrates. *Hydrobiologia* 561: 83-94.
- Hyslop, E. T. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17: 411-429.
- Labropoulou, M., A. Machias, N. Tsimenides and A. Eleftheriou. 1997. Feeding habits and ontogenetic diet shift of the striped red mullet, *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758. *Fisheries Research* 31: 257-267.
- Lukoschek, V. and I. M. McCormick. 2001. Ontogeny of diet changes in a tropical benthic carnivorous fish, *Parupeneus barberinus* (Mullidae): Relationship between foraging behaviour, habitat use, jaw size, and prey selection. *Marine Biology* 138: 1099-1113.
- McCormick, M. 1998. Ontogeny of diet shifts by a microcarnivorous fish *Cheilodactylus spectabilis*: Relationship between feeding mechanics, microhabitat selection and growth. *Marine Biology* 132: 9-20.
- Regan, C. T. 1908. Description of new fishes from Lake Candidius, Formosa, collected by Dr. A. Moltrecht. *Annals Magazine of Natural History* 8(2): 358-360.
- Schmitt, R. and S. Holbrook. 1984. Ontogeny of prey selection by black surfperch *Embiotoca jacksoni* (Pisces: Embiotocidae): The roles of fish morphology, foraging behaviour, and patch selection. *Marine Ecology Progress Series* 18: 225-239.
- Steinman, A. D. 1996. Effects of grazers on freshwater benthic algae. pp. 341-373. *In*: R. J. Stevenson, M. L. Bothwell and R. L. Lowe (eds.). *Algae ecology. Freshwater benthic ecosystem*. Academic Press, San Diego, California.
- Stoner, A. W. and R. J. Zimmerman. 1988. Food pathways associated with penaeid shrimps in a mangrove-fringed estuary. *US National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin* 86: 543-552.
- Wellnitz, T. A. and J. V. Ward. 1998. Does light intensity modify the effect mayfly grazers

have on periphyton. *Freshwater Biology* 39: 135-149.

Xie, S., Y. Cui, T. Zhang and Z. Li. 2000. Seasonal patterns in feeding ecology of three small fishes in the Biandantang Lake, China. *Journal of Fish Biology* 57: 867-880.