

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

Feeding Ecology of the Exotic Glass Fish (*Parambassis siamensis*)  
in Sun Moon Lake

陳智宏 郭世榮\*

Chih-Houng Chen and Shih-Rong Kuo\*

國立嘉義大學水生生物科學系 嘉義市學府路 300 號

Department of Aquatic Biosciences, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

\*通訊作者: srkuo@mail.ncyu.edu.tw

\*Corresponding author: srkuo@mail.ncyu.edu.tw

摘 要

本研究自 2005 年 6 月起, 每月至南投縣日月潭水庫以四角網進行暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)採集, 並依季節、性別及體長大小不同(<50、50-59、60-69 及 ≥70 mm)分析暹羅副雙邊魚攝食習性, 至 2007 年 5 月止共收集 718 尾, 總生物量為 2,365.60g, 並以聚類分析(CLUSTER)、非介量多度空間尺度分析 (MDS)、相似度百分率(SIMPER)及單項相似度分析(one-way ANOSIM)程式, 分析不同季節、性別及體長等級間其攝食食物種類的變化。結果發現外來種暹羅副雙邊魚在不同季節、性別及體長等級間其攝食食物種類差異不顯著, 主要以攝食未知魚苗及搖蚊類為主。由於暹羅副雙邊魚對於魚苗有很強的掠食性, 因此該族群對於日月潭水庫的生態系統可能會造成很大的危害。

Abstract

The glass fish (*Parambassis siamensis*) in the Sun Moon Lake was sampled monthly with a

square-shape fishing net from June 2005 to May 2007. A total of 718 fish with a total weight of 2,365.60g were collected. Their stomach contents were examined, and then, analyzed with CLUSTER, MDS, the similar percentage (SIMPER) and one-way ANOSIM in PRIMER 6.0, and compared among the seasons, genders, and body sizes (<50, 50-59, 60-69 and  $\geq 70$  mm). The results showed that the major food items of the glass fish were fish fry and Chironomids. No significant difference was found in food items between the genders, among the seasons, and among the body size classes. Due to their strong piscivorous habit, the exotic glass fish may cause damaging effects on the aquatic ecosystem and native fish populations.

**關鍵詞：**外來種、暹羅副雙邊魚、攝食習性、日月潭

**Key words :** exotic species, *Parambassis siamensis*, feeding habits, Sun Moon Lake

收件日期：97年9月25日

接受日期：98年3月13日

Received: September 25, 2008

Accepted: March 13, 2009

## 緒 言

日月潭為台灣中部地區最重要的水庫之一，該水庫是以發電、公共給水及休閒觀光為主，並為台灣水力發電的重鎮，在台灣經濟發展上占有重要的地位(鄧 2002)，亦為當地居民捕捉漁獲來維持生計的主要水域，為帶動當地的漁業發展，更因而設立南投縣日月潭區漁會。日月潭水庫在往年漁獲中，奇力魚(*Hemiculter leucisculus*)為主要經濟魚種，占漁獲量90%以上，近年來由於外來物種暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*) (俗稱玻璃魚)入侵，且逐漸取代原有的本土經濟魚種。根據賴弘智於2005-2006年調查顯示，日月潭中暹羅副雙邊魚的數量有逐漸增加的趨勢，奇力魚的數量則越來越少，顯示暹羅副雙邊魚已經成為日月潭主要捕獲魚種，不但破壞原本生態體系，更造成漁民經濟上重大損失(賴 2006)。

外來入侵種不但會導致全球生物相的單調化，甚至會造成當地的特有種或本土種的滅絕(Marchetti *et al.* 2004; Clavero and García-Berthou 2005, 2006)。特別是淡水生態系及淡水魚類多樣性受到外來種的影響至為明顯(Pimentel *et al.* 2000; Pimentel *et al.* 2005)，不但在生態系統上造成危害，在自然資源及經濟上也會造成很大的損失(Rincón *et al.* 2002; Moyle *et al.* 2003)。外來入侵魚種會導致本土魚種減少有以下幾種原因：(1)外來種魚類掠食原生種魚類(Caiola and de Sostoa 2005)；(2)食物及棲地的競爭(Clavero and García-Berthou 2005)；(3)相近魚種的雜交，威脅到基因的完整性(Chen *et al.* 2007)；(4)棲息地的改變(Pinto *et al.* 2005)；及(5)病原體及寄生蟲的傳播(Leberg and Vrijenhoek 1994)，以上原因皆可能造成原生魚種的滅絕。

暹羅副雙邊魚(圖 1)原產於泰國湄公河流域

中下游，屬於熱帶地區魚類(邵 2006)，在分類上屬鱸形目(Perciformes)、雙邊魚科(Ambassidae)、副雙邊魚屬(*Parambassis*) (Roberts 1995)。其型態特徵方面，背鰭通常具有 7-8 根硬鰭(spines)與 7-11 根軟鰭條(soft rays)；臀鰭具有 3 根硬鰭與 7-11 根軟鰭條；腹鰭具有 1 根硬鰭與 5 根軟鰭條；脊椎由 24-25 節脊椎骨組成，其最大體長可達 6 cm 以上(Riehi and Baensch 1996)，魚體呈現半透明狀。業者經由魚體背部注射螢光劑作為觀賞魚引進，由於其價格便宜，也常成為宗教團體的放生物種(賴 2006)。該魚種具有很強的繁殖與攝食能力，因此可能造成河川與水庫魚類組成上的改變。目前已成功入侵台灣水域並成為日月潭水庫中的優勢魚種，進而影響到水庫中奇力魚等經濟魚種的生存。



圖 1. 暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)標本照。

Fig. 1. The glass fish (*Parambassis siamensis*).

國內外有許多針對外來入侵魚種的報告，如：美國五大湖區因大西洋鯡魚的入侵影響了當地原生魚種的生存(Taylor *et al.* 1996)；非洲的維多利亞湖(Lake Victoria)擁有 200 多種的原生種麗魚類(Cichlidae)，但在引進尼羅河鱸魚(*Lates niloticus*)之後使得原生種麗魚大量的消失，不但造成生態的破壞也造成經濟上

的損失(John *et al.* 2003)；依比利半島(Iberian Peninsula)由於黑鯛(*Ameiurus melas*)的入侵造成當地魚類生態的改變(Leunda *et al.* 2008)及小盾鱧(*Channa micropeltes*)入侵曾文水庫使得當地經濟魚種減少造成當地漁民經濟上的損失(賴 2006)。至於國內有關於外來入侵種食性的研究，除 Huang and Kuo (2008) 針對曾文水庫中小盾鱧食性分析外，至今尚未所悉，故本研究主要目的是根據在日月潭水庫中所採獲暹羅副雙邊魚以不同的性別、季節及等級體長間攝食物種的變化進行分析，期深入瞭解其攝食習性，並藉以作為防治和控制玻璃魚生物量的參考依據。

## 材料與方法

### 一、採樣時間與方法

本研究自 2005 年 6 月至 2007 年 5 月，每月至南投縣日月潭水庫(圖 2)以四角網(圖 3)進行暹羅副雙邊魚樣本之收集，每月採樣 1 次並隨機取 30 尾暹羅副雙邊魚，立即由泄殖腔注入 10%福馬林以固定胃內容物，樣本採回後進行編號，並利用電子秤量與電子游標卡尺測量其體重(g)及標準體長(standard length, SL)，最後進行性別的鑑定，隨即以解剖剪剪開暹羅副雙邊魚之腹部並取出消化道秤重(mg)，之後將其放入標本瓶中並加入固定液(95%酒精：甘油 = 2：1)固定，以方便之後胃內容物之鑑定。消化道中的內容物分析是利用解剖顯微鏡觀察並鑑定所攝食的食物種類，其中空胃及未能鑑定出種類之胃內容物之魚體予以剔除，並利用定性及定量法進行食性分析以增加數據判定準確性。

#### (一) 定性法

計算暹羅副雙邊魚攝食食物種類之出現頻率百分率(percentage of frequency occurrence, F%) = (該魚種胃內含物含某種食物種類之魚體數/該魚種總個體數) × 100%

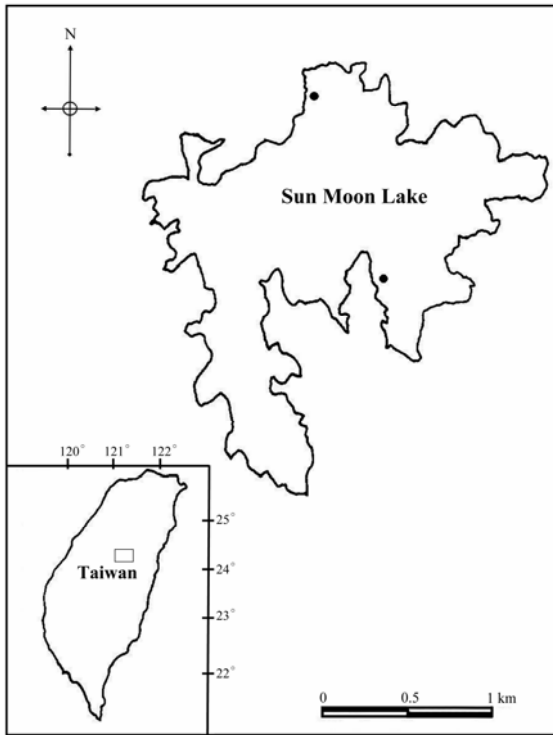


圖2. 日月潭暹羅副雙邊魚(*Paramassis siamensis*)採樣地點(●)。

Fig. 2. The sampling sites (●) of the glass fish (*Paramassis siamesis*) at the Sun Moon Lake.

## (二) 定量法

將暹羅副雙邊魚之胃內含物中所分析的餌料生物種類以計數法(numerical method)計算暹羅副雙邊魚所攝食食物種類之平均豐富度百分率(percentage of average abundance, N%) = (該魚種胃內容物中含某種食物種類之數目/該魚種所攝食食物種類之總數目) × 100% (Hyslop 1980), 將所求得 F% 及 N% 值帶入計算餌料生物之相對食物指數(relative index, RI)公式如下:

$$RI = N\% \times F\%$$

N%, 為某種餌料生物數目在該種魚類胃中占總餌料生物數目之百分率; F%, 為某種餌料生物的出現次數在該種魚類胃中總餌料生物出現頻度所占之百分率。利用 RI 值可分

析判別暹羅副雙邊魚之胃內容物的優勢食物項目種類。

## (三) 空胃率

當暹羅副雙邊魚胃中無殘存食物時判定為空胃, 其計算公式如下:

$$\text{空胃率}\% = (\text{無胃內容物的魚尾數} / \text{總魚尾數}) \times 100\%$$



圖3. 日月潭暹羅副雙邊魚(*Paramambassis siamensis*)收集之漁法。

Fig. 3. A square-shaped fishing net used for collecting glass fish (*Paramambassis siamensis*) from the Sun Moon Lake.

## 二、統計分析

本研究主要以 PRIMER 6.0 多變值統計軟體中聚類分析(CLUSTER)、非介量多度空間尺度分析(non-metric multi-dimensional scaling, MDS)、相似度百分率(Similarity percentages, SIMPER)及單項相似度分析(one-way ANOSIM)之方法, 自 2005 年 6 月起, 按春(2-4 月)、夏(5-7 月)、秋(8-10 月)、冬(11-1 月)之食性資料, 來分析各季節攝食食物種類之變化及不同體長等級(<50、50-59、60-69 及 ≥ 70 mm)間攝食物種的差異, 與瞭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, 表示完全相同; 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 值小於 5% 才有顯著差異。

### 結果與討論

#### 一、各季節魚體採樣其體長、體重及空胃率之變化

本研究所採樣的魚體數量，共採樣 718

尾，其中雌性魚 533 尾，雄性魚 185 尾，總生物量為 2,365.60g (表 1)，並發現有 126 尾出現未能鑑定片段及 268 尾呈現空胃狀態。結果發現其中以春夏兩季所採樣的魚體體重比秋冬兩季來得高；各季節間空胃率之變化見圖 4。在空胃率方面，秋冬兩季的空胃率比春夏兩季來得高，可能是受到溫度下降的影響，導致魚體攝食率降低，而造成秋冬兩季空胃率的提高。

**表 1.** 日月潭水庫各季節採集暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)之平均體長、體重及數量之變化  
**Table 1.** Seasonal changes in sample size, mean length, body weight, and total weight of the glass fish (*Parambassis siamensis*) collected from the Sun Moon Lake during the period from June 2005 to May 2007

Season	Sex	Number of individuals	Mean length Mean±SD (mm)	Body weight Mean±SD (g)	Total weight (g)
2005					
Summer	F	47	60.87±4.19	3.25±0.71	152.90
	M	13	52.70±3.23	2.03±0.46	26.45
Autumn	F	81	62.06±5.00	3.65±0.94	295.34
	M	9	53.72±9.38	2.34±1.21	21.07
Winter	F	63	54.24±8.92	2.48±1.38	156.22
	M	27	50.55±5.11	1.76±0.55	47.61
2006					
Spring	F	52	59.55±7.67	3.52±1.53	182.92
	M	36	53.73±6.63	2.43±1.19	87.35
Summer	F	70	63.07±7.03	3.94±1.45	276.11
	M	20	56.45±4.32	2.61±0.62	52.22
Autumn	F	75	63.41±5.19	3.8±0.97	284.27
	M	15	59.50±3.35	3.28±0.80	52.51
Winter	F	62	57.77±7.89	3.17±1.33	190.09
	M	28	52.27±7.65	2.22±1.02	66.46
2007					
Spring	F	58	65.44±5.72	4.59±1.23	264.60
	M	32	54.87±4.16	2.36±0.52	75.31
Summer	F	27	67.86±4.28	4.68±0.92	126.24
	M	3	57.10±5.11	3.39±0.28	7.93
Combined		718			2,365.60



表 2. (續)

Table 2. (cont.)

Food items/Seasonal	2006 Summer			2006 Autumn			2006 Winter			2007 Spring			2007 Summer		
	F%	N%	RI	F%	N%	RI	F%	N%	RI	F%	N%	RI	F%	N%	RI
Copepoda	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Cladocera	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Decapoda	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Chironomidae	79.07	80.26	6346.39	84.85	67.80	5752.44	77.50	46.10	3572.70	58.33	38.58	2250.66	36.36	7.14	259.74
Ephemeroptera	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Fish egg	2.33	5.70	13.26	3.03	9.32	28.25	2.50	2.13	5.32	12.50	14.96	187.01	9.09	7.14	64.94
Fry	18.60	14.04	261.12	24.24	22.88	554.70	10.00	15.60	156.03	29.17	45.67	1332.02	54.55	71.43	3896.10
Filamentous algae	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Shrimps	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ants	--	--	--	--	--	--	15.00	34.75	521.28	4.17	0.79	3.28	--	--	--
Spiders	--	--	--	--	--	--	2.50	0.71	1.77	--	--	--	--	--	--
Wigglers	--	--	--	--	--	--	2.50	0.71	1.77	--	--	--	9.09	14.29	129.87

溫度的變化對於魚類的攝食率及成長率會有很大的影響，而魚類在最適溫度範圍內，其攝食率及消耗率達到最高(Burel *et al.* 1966; Brett 1979)。淡水魚類攝食最適宜水溫為 25°C 左右，在 20-30°C 之間食慾最旺盛，生長也迅速，當溫度在 10°C 以下與 33°C 以上時，食慾減退或停止攝食(黃 1996)。本研究結果發現春夏兩季空胃率低於秋冬兩季，這是由於秋冬兩季水溫較低(18°C)，降低其攝食能力。此外，暹羅副雙邊魚幾乎全年均可產卵，但主要生殖季節在 2-4 月份，且在 5 月份所捕獲的魚苗數量最多，屬於多次產卵模式(賴 2006)，且由於日月潭水溫在春夏兩季最高，因此使得魚苗會大量攝食增加成長速度，推測可能是造成春夏兩季的空胃率最低的原因之一。

二、胃內含物的種類組成之季節、體長別及雌雄變化

各季節間攝食食物種類之變化(表 2) 顯

示，各個季節皆以搖蚊類(Chironomidae)與未知魚苗(fry)為最主要的攝食物種；而魚卵(fish egg)只有在 2005 年冬季與 2007 年春季沒有攝食外，其餘季節皆有發現。胃內容物中出現頻率較少的如橈足類(Copepoda)、枝角類(Cladocera)、十足類(Decapoda)、蜉蝣類(Ephemeroptera)及絲藻片段(Filamentous algae)只有在 2005 年夏秋兩季及 2005 年冬季發現(圖 5)。

暹羅副雙邊魚個體長等級間攝食物種的變化，在體長<50、50-59、60-69 及 ≥70 mm 等級中，皆以搖蚊類及魚苗為主要的攝食物種，其次則為魚卵(表 3)。此外，粗糙沼蝦(*Macrobrachium asperulum*)除在<50 mm 體長等級中沒被發現外，其他體長則皆有發現攝食蝦類(圖 6)。

表 4 為雌雄個體間攝食物種的差異，根據結果顯示雌魚及雄魚主要都以搖蚊類、未知魚苗及魚卵為主要攝食物種，其中搖蚊類所占比例較其他攝食物種來得多，且雌魚攝食未知魚

苗的頻率也比雄魚來得高(圖7)，經由分析雌雄魚所攝食食物相對重要指數(RI)發現，皆以攝食搖蚊類為主，而未知魚苗次之。但雌魚所攝食未知魚苗的比率比雄魚來得高，推測是因為當魚類在攝食時，會選擇豐富度高且容易攝食及消化的物種。此外，雌魚必須攝取大量能量來提供生殖腺的成熟(Xue *et al.* 2005)，推測可能因此造成雌魚攝食未知魚苗的比率較雄魚為高，以獲取較高的能量。

魚類攝食食物組成的變化與個體體長有很大的相關性(Schmitt and Holbrook 1984; Holbrook *et al.* 1985; McCormick 1998)，且不同的體長及年齡對於其攝食食物種類的相似性會有所差異(Eggold and Motta 1992; Gillanders 1995)，而每種魚類食性的改變會依照生活史、食物的可利用率及棲地的改變有關(Lukoschek

and McConmick 2001; Hajisamae *et al.* 2004)。攝食食物的大小會隨著魚類體型的大小而增加，因為魚體成長所需要的能量也會增加，此外魚類生殖腺的發育也會增加能量的攝取(Mittelbach 1998; Xue *et al.* 2005)。

本研究結果顯示，在體長<50 mm 至 ≥70 mm 4 個等級體長，皆以搖蚊類、魚苗及魚卵為主要攝食物種，而在體長<50 mm 至 60-69 mm 體長等級皆有攝食體型較小的物種如襍足類、枝腳類及十足類，而 ≥70 mm 則沒有發現，這顯示暹羅副雙邊魚可能會依照體型的大小來選擇其攝食食物種類，主要以搖蚊類及未知魚苗為主要攝食物種，由於體型越大的魚體所需要的能量也越高，因此會挑選比較大型的物種來提供本身所需要的能量。

**表 3.** 日月潭暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)不同體長等級胃內含物種類組成之分析結果

**Table 3.** The diet compositions of stomach contents by size categories of the glass fish (*Parambassis siamensis*) from the Sun Moon Lake during the period from June 2005 to May 2007 (--, not consumed; F% , percentage of frequency occurrence; N% , mean percentage of diet abundance; RI , relative index)

Food items/Size categories (mm)	<50 (n=36)			50-59 (n=107)			60-69 (n=161)			≥70 (n=20)		
	F%	N%	RI	F%	N%	RI	F%	N%	RI	F%	N%	RI
Copepoda	2.78	1.64	4.55	1.87	0.48	0.90	7.45	1.56	11.63	--	--	--
Cladocera	5.56	2.46	13.66	1.87	0.48	0.90	2.48	0.42	1.03	--	--	--
Decapoda	--	--	--	1.87	0.48	0.90	1.24	0.21	0.26	--	--	--
Chironomidae	75.00	51.64	3872.95	70.09	46.63	3268.78	61.49	47.24	2904.97	70.00	46.46	3251.97
Ephemeroptera	--	--	--	7.48	2.64	19.77	3.11	0.52	1.62	5.00	0.79	3.94
Fish egg	2.78	2.46	6.83	3.74	12.26	45.83	3.73	6.87	25.59	5.00	3.94	19.69
Fly	27.78	36.89	1024.59	24.30	27.64	671.73	33.54	39.85	1336.73	20.00	40.16	803.15
Filamentous algae	2.78	2.46	6.83	4.67	2.64	12.36	1.24	0.42	0.52	--	--	--
Shrimps	--	--	--	2.80	0.72	2.02	0.62	0.42	0.26	5.00	0.79	3.94
Ants	--	--	--	0.93	0.24	0.22	--	--	--	--	--	--
Spiders	--	--	--	0.93	0.24	0.22	--	--	--	--	--	--
Wigglers	5.56	2.46	13.66	1.87	5.53	10.33	1.86	2.50	4.65	5.00	7.87	39.37



表 4. 日月潭暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)不同性別胃內含物種類組成之分析結果

Table 4. Gender difference in the diet composition of stomach contents of the glass fish (*Parambassis siamensis*) from the Sun Moon Lake during the period from June 2005 to May 2007 (--, not consumed; F% , percentage of frequency occurrence; N% , mean percentage of diet abundance; RI, relative index)

Food items	Male (n=70)			Female (n=254)		
	F%	N%	RI	F%	N%	RI
Copepoda	2.86	0.88	2.52	5.12	1.22	6.22
Cladocera	1.43	0.88	1.26	2.76	0.50	1.38
Decapoda	1.43	0.44	0.63	1.18	0.21	0.25
Chironomidae	75.71	59.03	4469.48	63.78	45.46	2899.48
Ephemeroptera	5.71	2.20	12.59	3.94	0.86	0.86
Fish egg	1.43	0.44	0.63	4.33	8.86	38.39
Fry	15.71	42.86	673.47	32.68	40.31	1317.36
Filamentous algae	5.71	5.29	30.21	1.57	2.36	3.72
Ants	--	--	--	0.39	0.07	0.03
Wigglers	4.29	16.74	71.74	--	--	--
Spiders	--	--	--	0.39	0.07	0.03
Shrimps	2.86	0.88	2.52	3.15	2.00	6.30

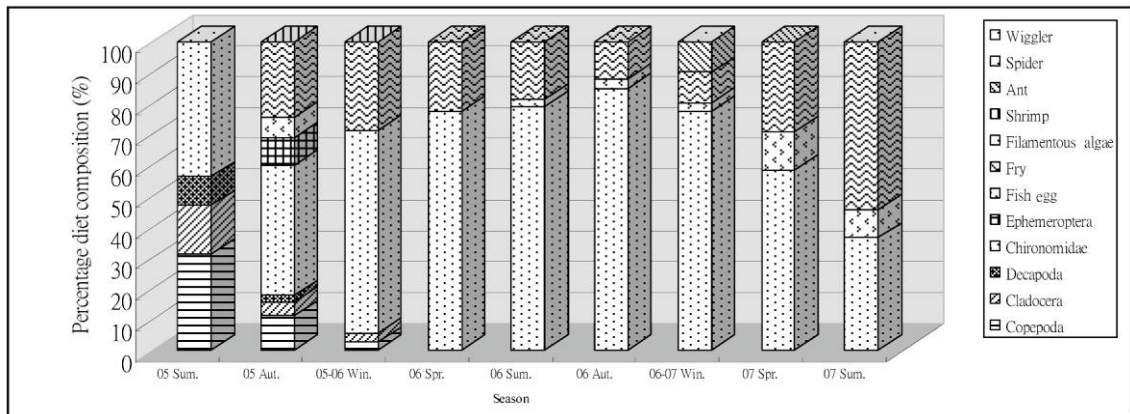


圖 5. 日月潭暹羅副雙邊魚攝食食物種類出現頻率百分率之季節變化。

Fig. 5. Season changes in the percentage diet compositions of the stomach contents of the glass fish (*Parambassis siamensis*) collected from the Sun Moon Lake during the period from June 2005 to May 2007.

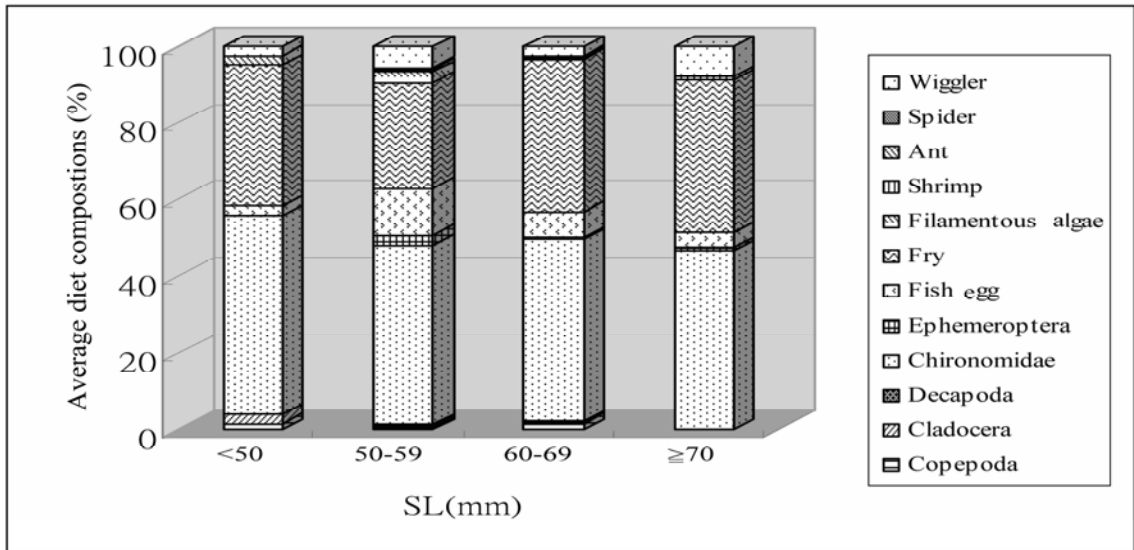


圖 6. 日月潭暹羅副雙邊魚攝食食物種類平均豐度百分比之體長等級別變化。

Fig. 6. Average diet compositions (%) of the four size classes of the glass fish (*Parambassis siamensis*) collected from the Sun Moon Lake during the period from June 2005 to May 2007.

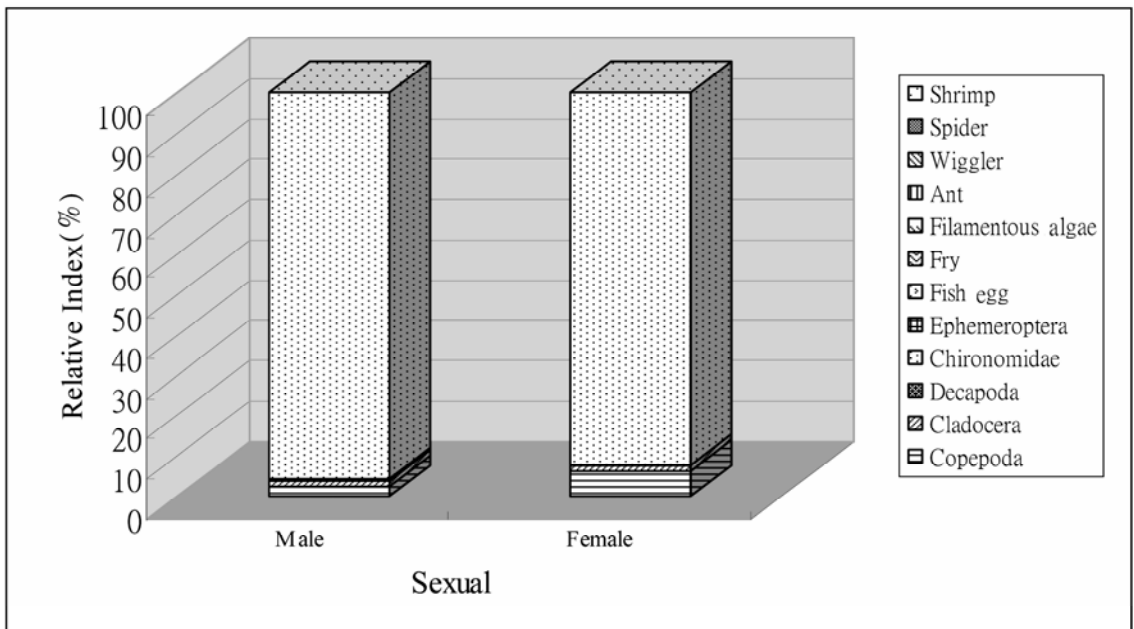


圖 7. 日月潭暹羅副雙邊魚對食物的相對重要指數(RI)之雌雄差異。

Fig. 7. Sexual difference in relative indices of the glass fish (*Parambassis siamensis*) collected from the Sun Moon Lake during the period from June 2005 to May 2007.

三、胃內容物相對重要指數的季節及體長等級間之相似性比較

暹羅副雙邊魚不同體長等級間聚類分析之結果(圖 8)，顯示暹羅副雙邊魚在不同體長等級間攝食食物種類沒有顯著的差異，其相似性高於 85%以上，其胃內容物主要以搖蚊類及未知魚苗為主要攝食物種。藉由非介量多度空間(MDS)分析所得結果發現，不同體長等級間並沒有顯著的差異(圖 9)。

利用單項相似度分析(one-way ANOSIM)檢測暹羅副雙邊魚在不同體長等級間其攝食食物種類差異性，發現並無明顯的差異(Global Test R 值=0.144; significance level=0.26)。以 Pairwise Test 分析各體長間攝食食物種類也沒有差異性，因此利用相似度百分比(SIMPER)分析攝食食物種類間相似性，發現暹羅副雙邊魚在 4 個等級體長其攝食相異性(dissimilarity)相當低，因此證明不同體長等級對於其攝食食物種類相似性(similarity)相當高。

各季節間暹羅副雙邊魚胃內容物種類相對重要指數(RI)之聚類分析結果沒有顯著的差異( $p>0.05$ ) (圖 10)，其各季節攝食食物種類相似度高於 50%以上，主要以搖蚊類為主，其次為未知魚苗。將數值轉化成非介量多度空間(MDS)，並以相似 60%作為群聚的依據，結果顯示分為主要兩群，一群為 2005 年夏季；另一群為 2005 年秋季至 2007 年夏季(圖 11)。

利用單項相似度分析(one-way ANOSIM)檢測在四季(春、夏、秋、冬)間其攝食食物種類差異性，結果顯示並沒有顯著性的差異(Global Test R 值=-0.333; significance level=0.98)，以 Pairwise Test 分析各季節攝食食物種類是否有差異性，結果顯示各季節間所攝食的食物種類皆沒有差異，再以各季節攝食食物種類利用相似度百分比(SIMPER)分析發現，其各季節所攝食食物種類相異性都低於 40%，顯示各季節所攝食的食物種類的相似性相當高。

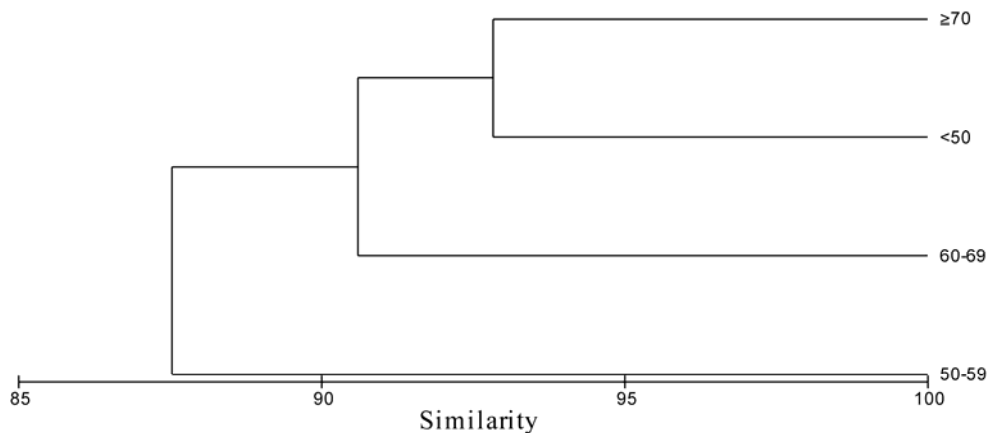


圖 8. 暹羅副雙邊魚的食物相對重要指數的體長間之相似度樹狀圖。

Fig. 8. A cluster dendrogram showing the similarity and the relative index (RI) of food items among four size classes of the glass fish (*Parambassis siamensis*) collected from the Sun Moon Lake during the period from June 2005 to May 2007.

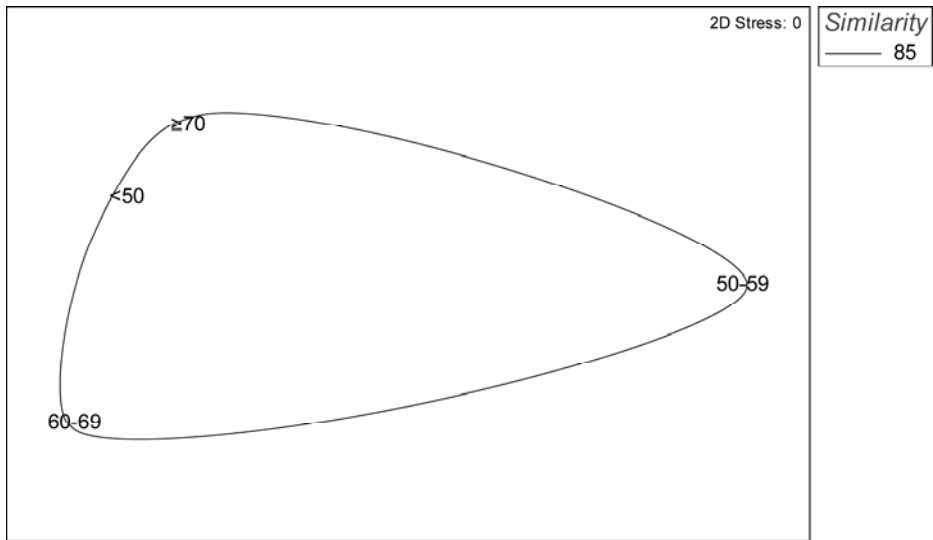


圖 9. 日月潭暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)的食物相對重要指數(RI)的體長間之非介量 MDS 空間分布圖。

Fig. 9. MDS showing similarity and relative indices (RI) of the food items among the four size classes of the glass fish (*Parambassis siamensis*) collected from the Sun Moon Lake during the period from June 2005 to May 2007.

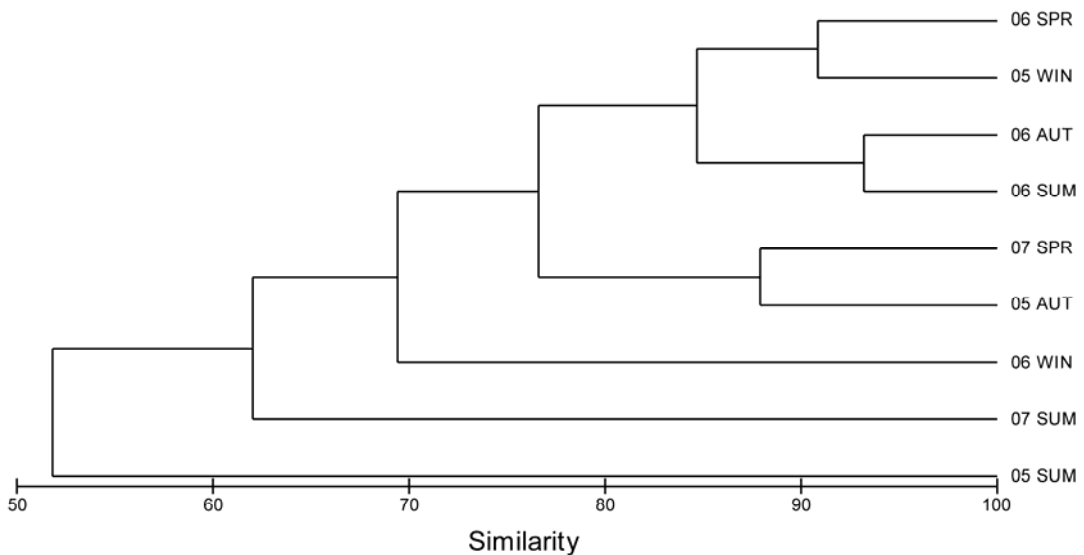


圖 10. 暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)在不同季節攝食食物種類之相對重要指數(RI)相似度樹狀圖。

Fig. 10. A cluster dendrogram showing similarity and relative indices (RI) of the food items among the four seasons for the glass fish (*Parambassis siamensis*) collected from the Sun Moon Lake during the period from June 2005 to May 2007.

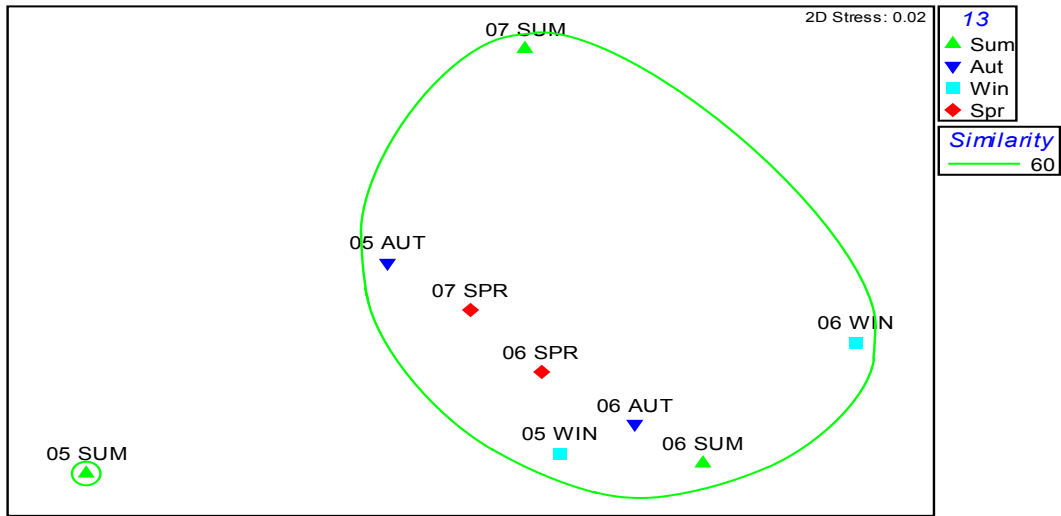


圖 11. 日月潭暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)在不同季節之食物相對重要指數(RI)非介量 MDS 空間分布圖。

Fig. 11. MDS showing similarity and relative indices (RI) of the food items among four seasons for the glass fish (*Parambassis siamensis*) collected from the Sun Moon Lake during the period from June 2005 to May 2007.

本研究結果顯示，日月潭中暹羅副雙邊魚在各季節所攝食食物種類皆以搖蚊類及魚苗為主。根據 Lin and Kuo (2006)調查好美寮紅樹林潟湖魚類食性發現，玻璃魚科(Ambassidae)中的細尾雙邊魚(*Ambassis urotaenia*)及彎線雙邊魚(*A. buruensis*)主要以攝食蝦類、昆蟲及浮游動物為主，屬於肉食性掠食者，結果與本篇研究相符。將所得研究數據經由 PRIMER 6.0 變值生態統計軟體進一步的分析得知，顯示季節的變化對於暹羅副雙邊魚攝食食物種類沒有很大的差異。

### 結 論

從上述得知，暹羅副雙邊魚不論在季節或體長等級間，其攝食食物種類皆沒有變化，偏好攝食搖蚊類及未知魚苗，推測係屬於肉食性的掠食者，這顯示暹羅副雙邊魚對於日月潭水

庫中原本魚類生態系可能會造成很大的衝擊，並且暹羅副雙邊魚本身屬於多次產卵型的魚種，能夠穩定本身的族群量，因此逐漸變成日月潭水庫中的優勢魚種，對該水域的經濟性及原生性魚種可能造成很大的威脅，不但對生態系統會有影響，且連帶影響到當地漁民經濟上的損失，這些是值得相關單位重視的地方。

### 謝 誌

本研究承蒙農委會/漁業署「台灣入侵水產生物之危害分析、防治對策與宣導」，編號 95 漁管-4.3-養-01 經費補助完成，謹此誌謝。

### 引用文獻

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)。
- 黃貴民。1996。魚類學概論。水產出版社。28-55 頁。
- 鄧相揚。2002。台灣的心臟。交通部觀光局日月潭國家風景區管理處。226-231 頁。
- 賴弘智。2006。外來魚種之危害分析、防治對策(二)玻璃魚。台灣地區入侵水產生物現況及防治策略研討會論文集。20-30 頁。
- Brett, J. R. 1979. Environmental factors and growth. *Fish Physiology* 8: 599-679.
- Burel, C., P. Ruet, A. Caumet, A. Roux, A. Sévère and G. Boeuf. 1966. Effects temperature on growth and metabolism in juvenile turbot. *Journal of Fish Biology* 49: 678-692.
- Caiola, N. and A. de Sostoa. 2005. Possible reasons for the decline of two native toothcaps in the Iberian Peninsula: Evidence of competition with the introduced Eastern mosquito fish. *Journal of Applied Ichthyology* 21: 358-363.
- Chen, Y., S. Parmenter and B. May. 2007. Introgression between Lahontan and endangered Owens tui chubs, and apparent discovery of a new tui chub in the Owens Valley, California. *Conservation Genetics* 8: 221-238.
- Clavero, M. and E. García-Berthou. 2005. Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 110.
- Clavero, M. and E. García-Berthou. 2006. Homogenization dynamics and introduction routes of invasive freshwater fish in the Iberian Peninsula. *Ecological Applications* 16: 2313-2324.
- Eggold, B. and P. Motta. 1992. Ontogenetic dietary shift and morphological correlates in striped mullet, *Mugil cephalus*. *Environmental Biology of Fishes* 67: 139-158.
- Gillanders, B. 1995. Feeding ecology of the temperate marine fish *Achoerodus viridis* (Labridae): Size, seasonal and site-specific differences. *Marine and Freshwater Research* 46: 1009-1020.
- Hajisamae, S., L. 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.
- Huang, J. J. and S. R. Kuo. 2008. Feeding habits of exotic snakehead (*Channa micropeltes*) in Tsengwen Reservoir, South Taiwan. *Journal of the Biomass Energy Society of China* 27: 11-24.
- Hyslop, E. T. 1980. Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17: 411-429.
- John, S. B., A. C. Colin, J. C. Lauren, G. C. Ian, G. Kim, K. Les, H. Rosemary, S. Lowe-McConnell, Ole, H. W. Jan, L. W. Robin and W. Frans. 2003. Biodiversity and fishery sustainability in the lake Victoria basin: An unexpected marriage? *BioScience* 53: 703-715.
- Leberg, P. L. and R. C. Vrijenhoek. 1994. Variation among desert topminnows in their Susceptibility to attack by exotic parasites. *Conservation Biology* 8: 419-424.
- Leunda, P. A., J. Oscoz, B. Elvira, A. Agorreta, S. Perea and R. Miranda. 2008. Feeding habits of the exotic black bullhead *Ameiurus melas* (Rafinesque) in the Iberian Peninsula:

- First evidence of direct predation on native fish species. *Journal of Fish Biology* 73: 96-114.
- Lin, C. H. and S. R. Kuo. 2006. Study on the feeding guilds and trophic relationship of the fish community in Haomeiliao Nature Reserve, Chiayi County. *Journal of the Biomass Energy Society of China* 25: 21-31.
- 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.
- Marchetti, M. P., P. B. Moyle and R. Levine. 2004. Invasive species profiling? Exploring the characteristics of non-native fishes across invasion stages in California. *Freshwater Biology* 49: 646-661.
- 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.
- Mittelbach, G. G. and L. Persson. 1998. The ontogeny of piscivory and its ecological consequences. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55: 1454-1465.
- Moyle, P. B., P. K. Crain, K. Whitener and J. F. Mount. 2003. Alien fishes in natural streams: Fish distribution, assemblage structure, and conservation in the Cosumnes River, California, USA. *Environmental Biology of Fishes* 68: 143-162.
- Pimentel, D., L. Lach, R. Zuniga and D. Morrison. 2000. Environmental and economic costs associated with non-indigenous species in the United States. *Biology Science* 50: 53-65.
- Pimentel, D., R. Zuniga and D. Morrison. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52: 273-288.
- Pinto, L., N. Chandrasena, J. Pera, P. Hawkins, D. Eccles and R. Sim. 2005. Managing invasive carp (*Cyprinus carpio* L.) for habitat enhancement at Botany Wetlands, Australia. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15: 447-462.
- Riehi, R. and H. A. Baensch. 1996. Aquarium atlas volume 1, Mergus Verlag GmbH Hans A. Baensch, Melle, Germany.
- Rincón, P. A., A. M. Correas, F. Morcillo, P. Risueño and J. Lobón-Cerviá. 2002. Interaction between the introduced eastern mosquitofish and two autochthonous Spanish toothcarps. *Journal of Fish Biology* 61: 1560-1585.
- Roberts, T. R. 1995. Systematic revision of tropical Asian freshwater glass perches (Ambassidae), with descriptions of three new species. *Natural History Bulletin of the Siam Society* 42: 263-290.
- 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.
- Taylor, C. A., M. L. Warren and J. F. Fitzpatrick. 1996. Conservation status of crayfishes of the United States and Canada. *Fisheries* 21: 25-38.
- Xue, Y., X. Jin, B. Zhang and Z. Liang. 2005.

Seasonal, diet and ontogenetic variation in feeding patterns of small yellow croaker in the central Yellow Sea. *Journal of Fish Biology* 67: 33-50.