

不同飼料對太平洋雙色鰻成長的影響

林天生* · 黃德威

行政院農業委員會水產試驗所淡水繁養殖研究中心竹北試驗場

摘 要

本試驗旨在探討太平洋雙色鰻 (*Anguilla bicolor pacifica*) 鰻苗的初期餌料，以及浮料與粉料對幼鰻成長與活存率的影響，以期建立太平洋雙色鰻養殖技術。在 $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 水溫中，分別投餵自製膏狀飼料、市售冷凍赤蟲 (搖尾蚊 *Chironomus dorsalis* 幼蟲)、冷凍赤蟲和粉料混合、粉料等四種不同餌料，經飼育 8 週後，膏狀飼料組的增重率及飼料效率均最高，分別為 927% 及 22.1%，顯著高於冷凍赤蟲、冷凍赤蟲與粉料混合及粉料組。活存率則以冷凍赤蟲組較高，與膏狀飼料、冷凍赤蟲和粉料混合組無顯著差異，但明顯高於粉料組；以膏狀飼料飼養，已可完全取代近年來使用冷凍赤蟲作為初期的馴餌方式。幼鰻分別投餵市售浮料與粉料，在水泥池經 3 個月飼育後，增重率及飼料效率，均以浮料組的 266% 及 87% 較高，且明顯高於粉料組的 204% 及 52%；但活存率則二組之間沒有明顯差異。肥滿度與體組成的粗脂肪方面，雖以浮料組較高，卻差異並不顯著。氮與亞硝酸濃度都以粉料組較高，但氮沒有顯著差異，而亞硝酸在投餵 4 小時後則開始有顯著差異。以飼料效率而言，幼鰻養殖投餵浮料，較省人力與成本，且水質較容易管理，可減少換水量。

關鍵詞：太平洋雙色鰻、膏狀飼料、飼料效率

前 言

太平洋雙色鰻 (*Anguilla bicolor pacifica*) 分布於印度洋至西太平洋，又稱菲律賓鰻鱺 (沈, 1986)、短鰭鰻、青嘴巴鰻 (曾, 1986)。本種主要的特徵在於背鰭和臀鰭之起點極為接近，較一般鰻魚為短，因此又被稱為短背鰭型鰻。太平洋雙色鰻與日本鰻 (*A. japonica*) 皆屬產卵洄游，鰻線隨洋流漂送至不特定河口，身體較粗短，尾鰭中心有深的黑色素細胞，與日本鰻接近尾鰭處只見淡而稀疏的黑色素細胞可做區別 (曾與任, 2013)。成鰻頭部較寬而扁，吻部鈍而寬圓和日本鰻之微尖型的吻部有所不同 (曾, 1986)。

台灣的鰻魚產業萌芽於民國四十年代，在業界與政府的共同努力下，曾經創造年產百億元之佳績，但由於日本鰻苗資源日益減少，價格高漲，

使得臺灣傳統的養鰻產業已日漸萎縮，養鰻王國已被中國取代。早期中國有部分業者自東南亞地區引進雙色鰻，包括太平洋雙色鰻及印度洋雙色鰻 (*A. bicolor bicolor*) 兩種進行養殖，試驗結果沒有成功 (樊, 2009)。在日本，雙色鰻第一年的活存率是 20%，第二年是 40%，製成的蒲燒鰻在日本頗受好評 (曾與任, 2013)。根據鱸鰻 (*A. marmorata*) 與太平洋雙色鰻養殖經驗可發現，太平洋雙色鰻其體重達 2 - 5 尾/kg 上市前，成長比鱸鰻快，南部已有業者進行養殖，且看好其經濟效益。但熱帶性品種之太平洋雙色鰻，普遍認為鰻苗期間其抗病性較日本鰻低，如單純仿照一般室外土池屬溫帶性日本鰻之養殖方式，育成率很低。早期世界主要養殖鰻魚品種及生態調查，重點都集中在日本鰻、歐洲鰻 (*A. anguilla*) 及美洲鰻 (*A. rostrata*)。但由於此 3 種天然鰻線資源明顯大量減少，近年來東亞地區轉而開發太平洋雙色鰻、印度洋雙色鰻、鱸鰻、莫三比克鰻 (*A. mossambica*) 等熱帶性品種，而相關的養殖研究還非常缺乏。

傳統日本鰻苗育成，初期是以經流水充分蓄

*通訊作者 / 新竹縣竹北市泰和里 111 號, TEL: (035) 551190; FAX: (035) 554591; E-mail: lint116688@gmail.com

養的活絲蚯蚓 (*Tubifex hattai*) 進行馴餌，然後再以魚肉漿或幼鰻粉料混合絲蚯蚓飼養，隨著攝食量增加，逐步調增粉狀飼料之混合比例 (郭, 1971; 賴, 2005)。絲蚯蚓很容易帶入病源，約 1 週後會發生愛德華氏病及指環蟲、車輪蟲等感染，影響其成長與活存率 (余, 1995)。鱸鰻苗以活絲蚯蚓、膏狀飼料、冷凍絲蚯蚓與粉料混合、粉料餵飼 30 天，其成長率以活絲蚯蚓組的最高，其次是膏狀飼料組、冷凍絲蚯蚓與粉料混合組及粉料組，而活絲蚯蚓是經 4 ppm 二氧化氯消毒 30 分鐘後再餵飼，短期間仍有很高的活存率，但長時間是否會爆發疾病感染，則尚待探討 (林, 2016)。現階段嚴重威脅鰻魚產業的病害，主要有寄生蟲的單殖吸蟲和原蟲類白點蟲及真菌性水黴，由於未研發出有效的藥物，導致養殖生產損失嚴重 (樊, 2008)。室外池由於很難控制在較高水溫，熱帶性異種鰻很容易感染白點蟲導致大量死亡。

近年來有些業者改採室內循環水養殖，提高培育水溫，雖可提高育成率，但由於投餵鰻魚粉料必須加大換水量及經常清洗池壁，耗費很大的電費及人力。因此，逐漸有對鱸鰻、太平洋雙色鰻苗改投餵冷凍赤蟲或膏狀飼料，但在雨季冷凍赤蟲很容易有缺貨的情形，而市售的膏狀飼料價格尚偏高。另在鰻魚生產成本分析指出，硬池養殖其飼料費佔養殖成本的 37.28%，軟池飼料費佔 31.20% (余, 1995)。飼料佔魚類養殖費用的 40 - 60%，依所飼養魚種不同而有高低，而飼料配方對魚體成長與營養影響甚為重要 (Anderson *et al.*, 1997)。市售鰻魚用飼料分別為粉狀飼料、浮性粒狀飼料、沉性粒狀飼料。沉性粒狀飼料由於價格較高、必須依靠進口供應及殘餌不易觀察等缺點，目前只有室內超集約養鰻採用 (賴, 2005)。粉料是投餵前以適量水調和成團狀，讓魚類易於攝食，其優點是可依需要添加魚油、營養劑或藥物。但缺點是爭食時飼料容易在水中散失 (荻野, 1986; 陳, 1995)，造成水質污染，且粉料飼育換水量是浮料的 3 - 5 倍 (吳, 1995)。浮料是將原料經高溫高壓處理，澱粉膠質化並快速於常溫常壓下擠出膨脹而成為比重約 0.3 左右的多孔質粒狀飼料，由於澱粉膠質化，分子結合力強，產生的粉末較一般硬性飼料為少，水中安定性佳不易水解 (林, 1982)。本試驗針對鰻苗初期的膏狀飼料、冷凍赤蟲、冷凍赤蟲與粉料混合、粉

料，以及幼鰻養殖時浮性與粉性鰻魚飼料對成長之影響進行探討。

材料與方法

一、不同餌料對太平洋雙色鰻鰻苗成長之影響

選用 130 L 橘色方型塑膠桶，內儲水 60 L，少量流水，水溫以小型加溫器連結控溫器控制在 $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，採三重複，每桶各放養體長約 5.0 cm、體重約 0.10 g，已經馴餌的太平洋雙色鰻鰻線 200 尾，在室內採自然光照，試驗進行 8 週，每 2 週測定 1 次，每日投餵二次，投餵量參酌前日的攝餌情形予以增減，以飽食為原則 (投餵至不再攝食)，若發現有殘餌，撈起秤重換算扣除。分別投餵自製膏狀飼料、立翔冷凍公司之冷凍赤蟲 (搖尾蚊 *Chironomus dorsalis* 幼蟲) (代田, 1975)、冷凍赤蟲與粉料 (福壽實業之幼鰻粉料) 混合、粉料等四種不同餌料，進行成長比較。粉料取乾重用適量的水調製成練餌，而混合組是取等量的粉料與冷凍赤蟲進行調製。粉料主成分是粗蛋白質 $> 45.5\%$ 、粗脂肪 $> 3.0\%$ 、粗纖維 $< 1.2\%$ 、粗灰分 $< 16.5\%$ 、水分 $< 11.0\%$ 及鹽酸不溶物 $< 2.0\%$ 。

二、浮料與粉料對太平洋雙色鰻幼鰻養殖之影響

試驗選用 $240 \times 136 \times 90 \text{ cm}^3$ 之水泥池，內儲水 700 L，少量流水，採三重複，每池各放養體長 23.6 - 25.4 cm，體重 18.6 - 24.3 g 太平洋雙色鰻幼鰻 160 尾，在室內採自然光照，試驗進行 3 個月，每日投餵二次，以飽食為原則，並記錄每天早上 9 點水溫，期間水溫在 $21.4 - 24.3^\circ\text{C}$ 。分別投餵市售鰻魚浮料與粉料，每個月測定 1 次。浮料主成分是粗蛋白質 $> 44.0\%$ 、粗脂肪 $> 3.0\%$ 、粗纖維 $< 1.2\%$ 、粗灰分 $< 16.5\%$ 、水分 $< 11.0\%$ 及鹽酸不溶物 $< 2.0\%$ ；粉料主成分同上。

三、水質分析

試驗於投餵浮料與粉料前先行採集池水，以

Table 1 Growth of *Anguilla bicolor pacifica* fed with various feeds for 8 weeks

	Rearing diet			
	Powder feed	Powder feed and larvae of <i>C. dorsalis</i>	Larvae of <i>C. dorsalis</i>	Paste feed
Initial length (cm)	5.01 ± 0.15 ^a	5.02 ± 0.14 ^a	5.00 ± 0.15 ^a	5.01 ± 0.13 ^a
Final length (cm)	6.87 ± 0.79 ^a	7.55 ± 0.83 ^b	8.43 ± 0.76 ^c	8.76 ± 0.76 ^d
Initial weight (g)	0.10 ± 0.04 ^a	0.10 ± 0.01 ^a	0.10 ± 0.02 ^a	0.10 ± 0.02 ^a
Final weight (g)	0.43 ± 0.17 ^a	0.62 ± 0.25 ^b	0.84 ± 0.24 ^c	1.03 ± 0.38 ^d
Weight gain (g)	0.33 ± 0.04 ^a	0.52 ± 0.03 ^b	0.74 ± 0.03 ^c	0.93 ± 0.02 ^d
Weight gain (%)	330 ± 31 ^a	523 ± 21 ^b	737 ± 22 ^c	927 ± 15 ^d
Average feed intake (g/fish)	3.87 ± 0.05 ^a	9.69 ± 0.23 ^b	11.32 ± 0.22 ^c	4.20 ± 0.05 ^a
Feed efficiency (%)	8.4 ± 0.7 ^b	5.4 ± 0.3 ^a	6.5 ± 0.3 ^a	22.1 ± 0.6 ^c
Survival rate (%)	83 ± 1 ^a	84 ± 1 ^{ab}	88 ± 2 ^b	87 ± 2 ^{ab}

Means without a common superscript in the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

供測定水中氨與亞硝酸濃度，然後停止入水，並進行餵飼，於 4、8 hr 後分別再次採水進行測定，比較浮料與粉料對水質的影響；使用的儀器是 MERCK NOVA60 水質分析儀。

四、一般成分分析

試驗結束時各池隨機採樣 3 尾，參照 A.O.A.C. (1998) 之方法，進行一般成分分析，包括水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪。

成長情形分別以增重率 (percent weight gain)、飼料效率 (feed efficiency)、活存率 (survival rate) 及肥滿度 (condition factor) 表示之，其計算方式如下：

$$\text{增重率 (\%)} = (\text{魚體增重}) \div (\text{魚體初重}) \times 100$$

$$\text{飼料效率 (\%)} = (\text{魚體增重}) \div (\text{攝餌量}) \times 100$$

$$\text{活存率 (\%)} = (\text{試驗末尾數}) \div (\text{試驗初尾數}) \times 100$$

$$\text{肥滿度 (\%)} = (\text{魚體重}) \div (\text{魚體長})^3 \times 1000$$

五、統計分析方法

試驗數據以 SAS (Statistical Analysis System) 套裝 GLM (General Linear Model Procedure) (SAS, 1988) 軟體作單向變異數分析 (one-way analysis of variance)，並以鄧肯式多變域測驗 (Duncan's multiple range test) 測定各處理組之間之差異，顯著水準定在 0.05。

結 果

一、不同餌料對太平洋雙色鰻苗成長之影響

試驗選擇四種餌料進行比較，經 8 週飼育結果，如 Table 1 所示，攝餌量在冷凍赤蟲組為 11.32 g，顯著高於冷凍赤蟲與粉料混合組的 9.69 g、膏狀飼料組的 4.20 g 及粉料組的 3.87 g，分別約為此三組的 1.17 倍、2.70 倍及 2.85 倍；而膏狀飼料組其增重率為 927%，是冷凍赤蟲組 (737%)、冷凍赤蟲與粉料混合組 (523%) 及粉料組 (330%) 的 1.25 倍、1.78 倍及 2.80 倍。在飼料效率方面，膏狀飼料組平均為 22.1%，明顯優於粉料組的 8.4%、冷凍赤蟲組的 6.5% 及冷凍赤蟲與粉料混合組的 5.4%。活存率在冷凍赤蟲組較高為 88%，與膏狀飼料組的 87%、冷凍赤蟲與粉料混合組的 84% 無顯著差異，但明顯高於粉料組的 83%。由成長情形顯示 (Figs. 1, 2)，經 4 週飼育後，膏狀飼料組之體長、體重開始高於其他 3 組，8 週後成長明顯較佳。

二、浮料與粉料對太平洋雙色鰻幼鰻養殖之影響

試驗選擇鰻魚養殖使用的浮料與粉料進行比較，經 3 個月飼育結果，如 Table 2 所示，攝餌量在粉料組為 84.54 g，明顯高於浮料組的 65.02 g；

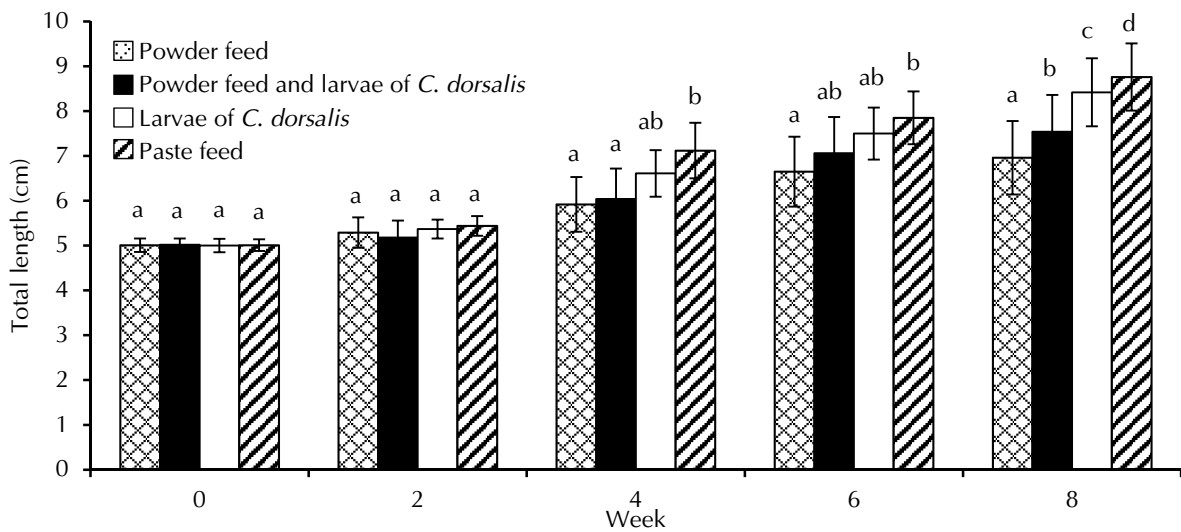


Fig. 1 Growth in total length of *Anguilla bicolor pacifica* fed with various feeds for 8 weeks. Means without a common superscript in the same week are significantly different ($p \leq 0.05$).

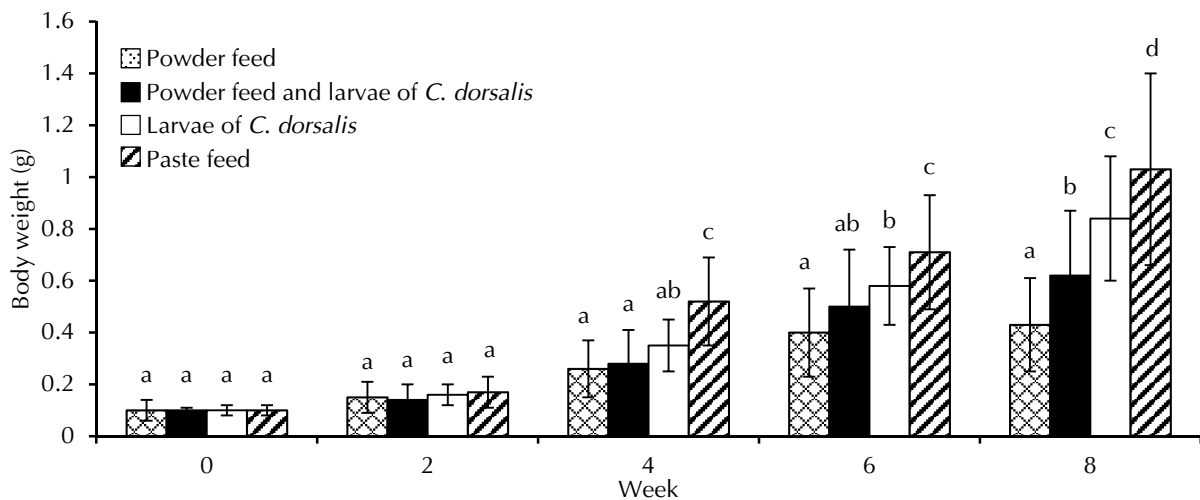


Fig. 2 Growth in body weight of *Anguilla bicolor pacifica* fed with various feeds for 8 weeks. Means without a common superscript in the same week are significantly different ($p \leq 0.05$).

而浮料組的成長率為 266%，則約為粉料組 (204%) 的 1.30 倍。在飼料效率方面，浮料組平均為 87%，明顯優於粉料組的 52%。活存率在浮料組及粉料組分別為 98%、97%，兩組沒有明顯差異。攝食浮料的肥滿度平均為 2.02，較粉料組的 1.94 高。由每個月體長、體重測定結果顯示 (Figs. 3, 4)，飼育期間投餵浮料成長較快，但體長沒有產生顯著差異，而體重則在 3 個月後才產生顯著差異。投餵後水中之氨與亞硝酸濃度變化，如 Figs. 5, 6 所示，粉料組氨與亞硝酸濃度都較浮料組高，但氨沒有顯著差異，而亞硝酸在 4 hr 後則開始有顯著差

異。一般成分分析結果，如 Table 3 所示，發現浮料組的粗蛋白、灰份、水分分別為 15.64%、0.92%、60.4%，比粉料組的 16.00%、0.96%、62.78% 低；而浮料組的粗脂肪為 21.59%，則比粉料組的 18.56% 高。

討 論

本試驗選擇四種餌料進行比較，由成長結果顯示 (Table 1)，投餵膏狀飼料組其增重率 927%，明顯高於冷凍赤蟲組的 737%、冷凍赤蟲與粉料混

Table 2 Growth of *Anguilla bicolor pacifica* fed with floating pellet and powder feed for 3 months

	Rearing diet	
	Floating pellet	Powder feed
Initial length (cm)	23.84 ± 1.88 ^a	23.96 ± 2.01 ^a
Final length (cm)	33.12 ± 3.64 ^a	31.67 ± 6.56 ^a
Initial weight (g)	21.09 ± 5.68 ^a	21.35 ± 1.95 ^a
Final weight (g)	77.29 ± 29.15 ^b	64.88 ± 25.36 ^a
Weight gain (g)	56.20 ± 0.46 ^b	43.59 ± 2.75 ^a
Percent weight gain	266 ± 2 ^b	204 ± 13 ^a
Average feed intake (g/fish)	65.02 ± 2.63 ^a	84.54 ± 3.80 ^b
Feed efficiency (%)	87 ± 4 ^a	52 ± 4 ^b
Survival rate (%)	98 ± 0 ^a	97 ± 1 ^a
Condition factor	2.02 ± 0.23 ^a	1.94 ± 0.24 ^a

Means without a common superscript in the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

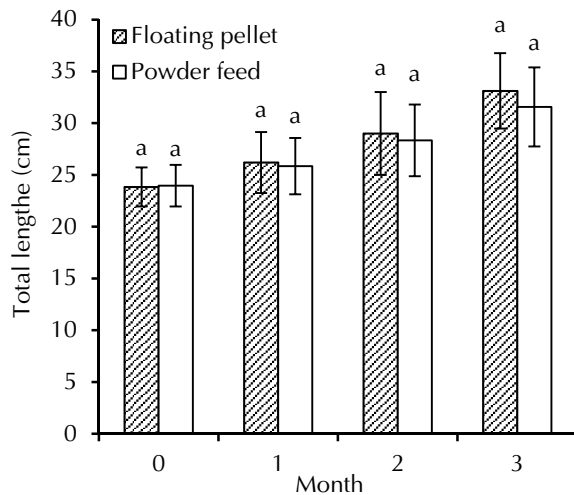


Fig. 3 Growth in total length of *Anguilla bicolor pacifica* fed with floating pellet and powder feed for 3 months. Means without a common superscript in the same month are significantly different ($p \leq 0.05$).

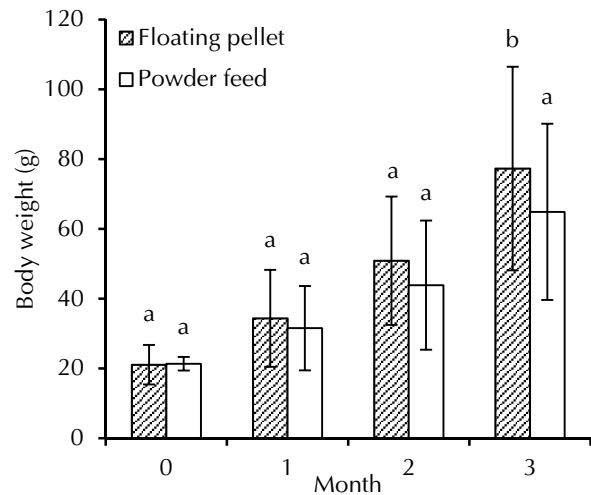


Fig. 4 Growth in body weight of *Anguilla bicolor pacifica* fed with floating pellet and powder feed for 3 months. Means without a common superscript in the same month are significantly different ($p \leq 0.05$).

合組的 523% 及粉料組的 330%。攝餌量以冷凍赤蟲組的 11.32 g，顯著高於冷凍赤蟲與粉料混合組的 9.69 g、膏狀飼料組 4.20 g 及粉料組的 3.87 g；冷凍赤蟲與膏狀飼料皆有很好的誘引性，且其在餵飼過程中蟲體不會有溶失的現象，水質清澈。自行採集的紅筋蟲（赤蟲），經分離、水洗後直接投餵塘虱魚苗，其飼料效率比水生絲蚯蚓為佳（張，2005）。但由於市售冷凍赤蟲含水率很高，飼料效率只有 6.52%，遠低於膏狀飼料組的 22.10%。從投餵觀察中可發現，粉料與等重的冷凍赤蟲混合；

或粉料與等重的冷凍絲蚯蚓混合後（林，2016），其誘引性雖可提高，但相對的，都因高含水率而導致飼料效率比粉料組低。投餵自製餵膏狀飼料成長最快，且由飼料效率與單價換算，其飼料成本最低，可做為太平洋雙色鰻苗培育的適當飼料。

本試驗以浮料與粉料餵飼太平洋雙色鰻進行比較，由成長結果顯示（Table 2），每尾攝餌量，粉料組為 84.54 g，明顯高於浮料組的 65.02 g，增重率浮料組為 266%，明顯較粉料組的 204% 高，顯示投餵浮料可縮短飼育期間。而飼料效率，浮料與

Table 3 Proximate composition (%) of *Anguilla bicolor pacifica* fed with floating pellet and powder feed

	Floating pellet	Powder feed
Crude protein	15.64 ± 0.67 ^a	16.00 ± 0.91 ^a
Crude fat	21.59 ± 3.22 ^a	18.56 ± 4.07 ^a
Ash	0.92 ± 0.10 ^a	0.96 ± 0.06 ^a
Moisture	60.46 ± 2.32 ^a	62.78 ± 4.60 ^a

Means without a common superscript in the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

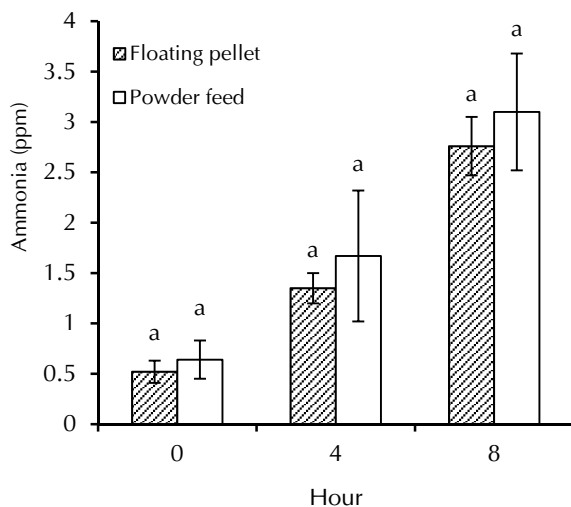


Fig. 5 Level of ammonia in water after feeding floating pellet and with powder feed. Means without a common superscript in the same hour are significantly different ($p \leq 0.05$).

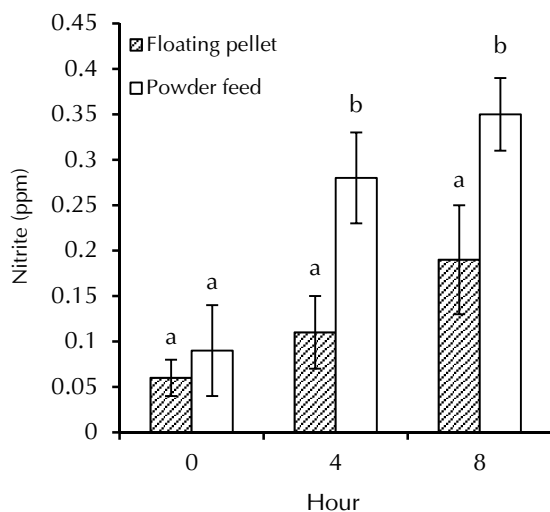


Fig. 6 Level of nitrite in water after feeding floating pellet and with powder feed. Means without a common superscript in the same hour are significantly different ($p \leq 0.05$).

粉料組分別為 87% 及 52%，浮料的增肉效果顯著優於粉料，意謂著投餵浮料較省飼料成本。印尼鰻(印度洋雙色鰻)投餵粉料，養殖 144 天的飼料效率為 39.8%，較美洲鰻的 40.4 - 43.3% 及日本鰻的 62.5% 為低(余, 1979)。本試驗粉料的飼料效率為 51.8%，顯示太平洋雙色鰻對粉料的利用率高於美洲鰻、印尼鰻，但較日本鰻低。投餵浮料的日本鰻，飼料效率約 62.5 - 83.3(賴, 2005)，本試驗浮料的飼料效率為 86.54%，則顯示對浮料的利用率高於日本鰻。日本鰻以粗脂肪含量 2.5% 的粉料中添加 5% 的魚油調製練餌，與粗脂肪含量 5.3 - 6.7% 的浮料進行養成比較時，發現浮料組肥滿度較低。另外以粗脂肪含量 2.5% 的粉料，與粗脂肪含量 5.1 - 9.6% 的浮料進行比較時，則粉料組肥滿度較低，推測與長期攝取油脂含量較低的飼料有關(沈, 2007)。本試驗使用的浮料，粗蛋白 > 44.0%，比粉料的粗蛋白 > 45.5% 較低外，其他主要粗成分組成相同，經長時間飼育後，粉料組的體組成粗蛋白高於浮料組，但沒有明顯差異。浮料組的肥滿度為 2.02，較高於粉料組的 1.94，推測與浮料溶失率較低，飼料效率較高有關。魚類在投餵後短短數小時內排氮率即會達高峰(Jobling, 1981)。而 Walton and Wilson (1986) 指出，魚類在攝食後 4 hr，血液中的氮濃度即有一次高峰。投餵飼料前、後池水中氮及亞硝酸濃度變化如 Figs. 5, 6 所示，投餵前浮料組的氮與亞硝酸濃度皆較低，分別為 0.52、0.06 ppm，而粉料組則分別為 0.64、0.09 ppm，投餵後 4、8 hr 兩組的氮濃度都大量增加，浮料組分別為 1.35、2.76 ppm，粉料組分別為 1.67、3.10 ppm，粉料組都比浮料組高，但沒有顯著差異。而亞硝酸濃度於投餵後 4、8 hr，浮料組分別為 0.11、0.19 ppm，粉料組分別為 0.28、0.35 ppm，粉料組明顯比浮料組高。養鰻用之浮料與粉料對水質影響比較指出，再不回收殘餌下，濁度高者 Ammonia-N 濃度較高(吳, 1999)。而在飼養過程中，影響濁度除了鰻魚的糞便外，最主要是鰻魚攝餌時係將頭鑽入練餌內，競相咬食時，裸露嘴角之飼料會散失而溶於水中(賴, 2005)。一般粉狀飼料在飼育時約散失 20 - 25% 於水中，其對環境之含氮有機廢物負荷較浮性飼料增加 50% 以上(吳, 1995)。試驗中可發現，投餵粉料後，池水會明顯變濁；而浮料組水質較清

澈，投餵前後，其氨、亞硝酸濃度都會較粉料組低。日本鰻長期餵飼油質含量較低的粉料時，鰻魚體組成水分含量較浮料組高，而脂肪較低，兩者呈負相關性 (沈, 2007)。太平洋雙色鰻餵飼粉料組，其體組成水分較高，粗脂肪則較低，亦呈負相關性。鰻魚養殖，使用浮料之飼料效率明顯高於粉狀飼料，較省成本，且水質較容易管理，可減少換水量。

謝 辭

本試驗能順利完成，承國立台灣海洋大學水產養殖系沈士新教授協助分析魚體一般成分，本所水產養殖組黃美瑩研究員協助統計分析及本試驗場同仁於試驗期間的協助，特此申致謝忱。

參考文獻

- 代田昭彥 (1975) 水產餌料生物學. 恆星社厚生閣, 日本, 426-437.
- 沈世傑 (1986) 世界魚類明典. 臺灣省立博物館, 18 pp.
- 余廷基, 賴仲義, 柯榮權, 吳炯烜 (1979) 鰻魚養殖. 臺灣省水產試驗所試驗研究報告, 31: 531-534.
- 余廷基 (1995) 鰻魚. 臺灣農家要覽, 139-144.
- 荻野珍吉 (1980) 魚類の榮養と飼料. 恆星社厚生閣, 日本, 323-324.
- 沈佩穎 (2007) 飼料類型對養殖鰻魚 (*Anguilla japonica*) 成長期間化學組成與品質之影響. 國立臺灣海洋大學食品科學系 碩士論文, 43-44.
- 吳純衡 (1995) 提高日本鰻活存率之給飼建議. 農委會漁業特刊第 52 號, 53-58.
- 吳誌尉 (1999) 養鰻用之浮料與粉料對水質影響比較. 國立中山大學海洋資源系 碩士論文, 16-26.
- 林明輝 (1982) 浮性粒狀飼料的製造及特性. 中國水產, 361: 21-23.
- 林天生 (2016) 水溫與餌料對鱸鰻苗之活存、攝餌與成長的影響. 水產研究, 24(1): 75-82.
- 郭河 (1971) 鰻苗養成試驗. 臺灣省水產試驗所試驗研究報告, 7-12.
- 陳瑤湖 (1995) 水產養殖與水的循環過濾. 農委會漁業特刊, 51: 6-13.
- 張文重 (2005) 水產餌料生物學. 睿煜出版社, 194-207.
- 曾晴賢 (1986) 臺灣的淡水魚類. 臺灣省政府教育廳自然科學教育叢書, 13 pp.
- 曾雅, 任同軍 (2013) 養鰻業界的生の残り戰略と異種ウナギの見分け方. 養殖ビジネス, 50(7): 3-7.
- 樊海平 (2008) 鰻鱺產業發展存在的問題及對策建議. 科學養魚, 5: 3-5.
- 樊海平 (2009) 我國養殖鰻鱺新品種引進、試養調查分析. 科學養魚, 12: 2-3.
- 賴仲義 (2005) 鰻魚. 臺灣農家要覽, 179-184.
- Anderson, J. S., D. A. Higgs, R. M. Beames and M. Rowshandeli (1997) Fish meal quality assessment for Atlantic salmon (*Salmon salar* L.) reared in sea water. *Aquaculture Nutri.*, 3: 25-38.
- A.O.A.C (1998) Official Methods of Analysis (16th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Md, Chap. 35: 6.
- Jobling, M. (1981) Some effects of temperature, feeding and body weight on nitrogenous excretion in young plaice *Pleuronectes platessa* L. *J. Fish. Biol.*, 18: 87-96.
- Walton, M. J. and R. P. Wilson (1986) Postprandial changes in plasma and liver free amino acids of rainbow trout fed complete diets containing casein. *Aquaculture*, 51: 105-115.

Effects of Different Feeds on Growth of *Anguilla bicolor pacifica*

Tain-Sheng Lin* and Der-Uei Huang

Chupei Station, Freshwater Aquaculture Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

In this study, experiments were conducted to investigate the effect of various feeds on the growth of elvers and juvenile eels (*Anguilla bicolor pacifica*). In the initial trial period, four types of feed, namely, paste feed, powder feed, frozen mosquito (*Chironomus dorsalis*) larvae, and powder feed mixed with frozen mosquito larvae, were fed to the elvers at a water temperature of $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$. After a rearing period of eight weeks, the elvers fed with the paste feed had the highest percentages of weight gain (927%) and feed efficiency (22.1%), with those percentages being significantly higher than those of the elvers fed with the other feeds. In addition, the group fed with frozen mosquito larvae had a significantly higher survival rate than the group fed with powder feed, although the larvae-fed group's survival rate was not significantly different from those of the groups fed with paste feed and powder feed mixed with frozen mosquito larvae. The results showed that the paste feed can totally replace the frozen mosquito larvae during the initial period of elver rearing.

A three-month experiment to determine the growth of juvenile eels fed with floating pellets and powder feed was also conducted. The group fed with floating pellets had significantly higher percentages of weight gain and feed efficiency (266% and 87%) than the group fed with powder feed (204% and 52%). The group fed with floating pellets also had a higher condition factor with a relatively low moisture content compared to the group fed with powder feed. The ammonia and nitrite levels in the water were higher for the powder-fed group than for the group fed with floating pellets, with the nitrite level for the former group being significantly higher as of four hours after feeding. The results of the present study suggest that feed consisting of floating pellets may result in better feed efficiency and water quality.

Key words: *Anguilla bicolor pacifica*, paste food, feed efficiency

*Correspondence: 111 Tai-Ho, Chupei, Hsinchu 302, Taiwan. TEL: (03) 555-1190; FAX: (03) 555-4591; E-mail: lint116688@gmail.com