

台灣櫻花鉤吻鮭繁殖特性之研究

雪霸國家公園管理處自行研究報告

中華民國九十七年十二月

編號：9726

「台灣櫻花鉤吻鮭繁殖特性之研究」

研究人員：廖林彥

雪霸國家公園管理處自行研究報告

中華民國九十七年十二月

MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

Research into the reproductive
characteristics of
Formosan landlocked salmon

BY

LIN YAN, LIAO
December 31, 2008

目次

表次	II
摘要	III
英文摘要	IV
第一章 緒論	1
第二章 材料與方法	2
第一節 研究方法	2
第二節 研究步驟	2
第三節 實驗設計	3
第三章 結論與建議	4
第一節 結論	4
第二節 建議	5
附錄一	6
參考書目	11

表次

表 1	一齡鮭魚體長體重分布圖	6
表 2	二齡鮭魚體長體重分布圖	6
表 3	二齡魚外部型質之比較	7
表 4	年齡體長分布圖	7
表 5	養殖族群和野外族群孕卵數之比較	8
表 6	養殖族群和野外族群卵徑之比較	8
表 7	成熟一齡和二齡魚 GSI 之比較	9
表 8	在不同溫度下卵的活存率和孵化天數的比較	9
表 9	繁殖季節移動範圍之比較	10
表 10	野生族群和養殖族群移動範圍之比較	10

摘要

關鍵詞：台櫻花鉤吻鮭、生殖、行為模式

本研究利用養殖族群鮭魚探究台灣櫻花鉤吻鮭繁殖特性，另以無線電追蹤鮭魚路徑了解生殖行為模式。一齡早熟雄魚生長速率明顯大於同年齡的鮭魚，其體長大於 14 公分、重量大於 35 公克。二齡魚 95% 會性成熟，雄魚生長速率明顯大於雌魚，二齡鮭魚繁殖後大部分死亡，少部分繼續活存至三齡、四齡。由此可知，台灣櫻花鉤吻鮭平均年齡為二齡，最大年齡為四齡。

二齡雄魚上顎/體長比及下顎/體長比為 17 ± 1.7 及 16 ± 0.8 明顯大於雌魚之 12 ± 0.9 及 11.2 ± 1.2 ($n=78$)。早熟一齡雄魚和二齡成熟雄魚 GSI 值分別為 1.5 ± 0.4 及 1.1 ± 0.5 。養殖族群雌魚孕卵數 821.6 ± 233.9 明顯多於野外族群雌魚 302.4 ± 120.7 。

將水溫控制在 15、13 及 11°C，探討發眼率、孵化率及孵化天數。在 15°C 時發眼率 $77.5 \pm 19.5\%$ ，孵化率 $75.3 \pm 19.69\%$ ，50% 受精卵在 31 ± 0.5 天後孵化。在 13°C 時發眼率 $80.7 \pm 19.0\%$ ，孵化率 $79.5 \pm 18.14\%$ ，50% 受精卵在 34.8 ± 0.44 天後孵化。在 11°C 時發眼率 $77.3 \pm 18.3\%$ ，孵化率 $76.0 \pm 18.46\%$ ，50% 受精卵在 40.4 ± 0.53 天後孵化。

調查台灣鮭魚產卵棲息地，流速 0.1~0.5 公尺/秒，水深 10.1~57 公分，產卵場面積為 0.23~1.87 平方米。雌魚通常將卵產在產卵場的中央偏下游的位置，而且為容易翻動的礫石下方約 2.5~22.5 公分。

台灣櫻花鉤吻鮭活動範圍 (home range) 之比較：在繁殖季節養殖族群為 295 ± 107.1 公尺，野生族群為 785 ± 364.3 公尺 ($n=6$)，有顯著差異。在繁殖季節野生雄魚為 1060 ± 199.2 公尺，顯著大於野生雌魚 510 ± 255.3 公尺、養殖雄魚 310 ± 62.4 公尺 和養殖雌魚 280 ± 155.2 公尺。

養殖族群鮭魚的營養需求影響精液及卵的品質，未來應加強鮭魚飼料中添加微量元素之研究。

ABSTRACT

This research used reared salmon to investigate the reproductive characteristics of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus* (Jordan et Oshima)) and used wireless to track salmon routes to understand reproductive behavior modes. One year old early maturing males were significantly larger than other same-age salmon, 14 centimeters long and weighing over 35 grams. 95% of two years old salmon were sexually mature and the males were significantly larger than females. Most two year old salmon die after breeding, while a small proportion live to three or four years old. This shows that the average age of the Formosan landlocked salmon is two years and the oldest is four years.

Upper jaw/length ratio and lower jaw/length ratio of two years old salmon was 17 ± 1.7 and 16 ± 0.8 , respectively, significantly larger than the 12 ± 0.9 and 11.2 ± 1.2 ($n=78$) respectively for females. The GSI value for early-maturing males and mature males was 1.5 ± 0.4 and 1.1 ± 0.5 respectively. The fecundity of reared population females was 821.6 ± 233.9 , significantly higher than the 302.4 ± 120.7 of wild females.

The water temperature was controlled at 15, 13 and 11 degrees C and eyed rate, incubation rate and incubation period investigated. At 15 C, the eyed rate was $77.5\pm 19.5\%$, the incubation rate was $75.3\pm 19.69\%$ and 50% of fertilized eggs hatched 31 ± 0.5 days after fertilization. At 13 C, the eyed rate was $80.7\pm 19.0\%$, the incubation rate was $79.5\pm 18.14\%$ and 50% of fertilized eggs hatched 34.8 ± 0.44 days after fertilization. At 11 C, the eyed rate was $77.3\pm 18.3\%$, the incubation rate was $76.0\pm 18.46\%$ and 50% of fertilized eggs hatched 40.4 ± 0.53 days after fertilization.

Research into the Formosan landlocked salmon's egg laying habitat showed that water flow was 0.1~0.5 meter/second, depth 10.1~57 centimeters, and redd area 0.23~1.87 square meters. Females commonly laid their eggs in the middle of the redd in a slightly downstream position and 2.5~22.5 centimeters under gravel that could be easily turned over.

Comparison of the home range of Formosan landlocked salmon: in the breeding season the reared population's home range was 295 ± 107.1 meters and the wild population's was 785 ± 364.3 meters ($n=6$), showing a significant difference. The home range for wild males in the breeding season was $1060\pm$

199.2 meters, significantly larger than the wild females' 510 ± 255.3 meters, reared males' 310 ± 62.4 metres and reared females' 280 ± 155.2 meters.

The reared salmon population's nutrition requirements influenced milt and egg quality. In the future research into adding trace elements into salmon found should be strengthened.

Key word : Formosan landlocked salmon 、 reproductive 、 behavior modes

第一章 緒 論

台灣櫻花鉤吻鮭棲息在七家灣溪流域十多公里的河段，水面下鮭魚世界的生活模式、魚類行為與外界環境的關係及魚類行為的節律性，至今還未有人研究探討。本研究是希望透過長時間復育養殖族群的過程，了解鮭魚的生殖的特性，作為本處復育及管理國寶魚和保種工作的參考。

無線電遙測技術是觀察魚類在自然界河川中行為很好用的工具，而且目前無線電發報器發展到可以製造體積很小、重量很輕的程度，非常適合做為溪流小型魚類的研究。台灣櫻花鉤吻鮭是櫻花鉤吻鮭的亞種，但是最大的不同點是已經不降海洄游，完全在淡水的高山溪流中生存，屬於陸封型的櫻花鉤吻鮭，體型僅是洄游型鮭魚的 1/3，所以將發報器固定在魚體身上的方法是不同於洄游性魚類，而是以簡易外科手術植入腹腔後再縫合的方法為之。

本研究預定利用連續追蹤定位的方法，計算實驗鮭魚移動距離和活動範圍，並畫出移動路線圖，藉此比較繁殖季節和非繁殖季節雌、雄鮭魚及養殖族群、野生族群移動模式的異同，並驗證台灣櫻花鉤吻鮭是否具備定棲性和回鄉性的二個假說。

第二章 材料與方法

第一節 研究方法

(一) 生殖特性

1. 利用培育三年之養殖族群，繁殖季節時擠壓腹部看是否有精液和卵粒，以確定是否成熟度。
2. 計算繁殖後之死亡率，了解台灣櫻花鉤吻鮭生活史。
3. 比較雌雄鮭魚外部型質的異同。
4. 比較養殖族群和野生族群孕卵數目及卵粒大小。
5. 計算孵化積算水溫。
6. 野外產卵場的特性測量。

(二) 生殖行為模式

1. 首先調查七家灣河流域一至三號攔砂壩間的棲地型態，調查項目包含溪流長度、寬度、流速、流量及周邊環境描述，並判定深潭、深流、急瀨和緩流。
2. 將野外鮭魚體內植入小型發報器後放流，以二台接收器進行追蹤，記錄游動路線、距離、停留時的棲地型態。
3. 利用捕捉再放流的方式，了解台灣鮭魚的移動和利用的棲地型態。
4. 設定樣區每二個月採樣一次，藉以了解鮭魚游動方式。

第二節 研究步驟

1. 在欲捕捉地點從每隔 50 公尺作一標記，上游至下游延伸共四公里，在每個標記處每隔一公尺進行溪寬、流速、流量及水質測量，並判定棲地型態後，繪製棋盤式方格圖
2. 以電魚法捕捉野生種魚，並在體內植入發報器，蓄養至養殖槽乙日後，放回原來捕捉地點。

3. 每四小時定位乙次，記錄每個停留的位置，追蹤個體若正在移動，必須連續追蹤定位，並記錄至已繪製完成的棋盤式方格圖內。
4. 以電氣法在樣區定期採樣、標誌及量測體長及重量，並判定移動模式。

第三節 實驗設計

(二) 繁殖季節移動模式

在繁殖季節（10、11月）在七家灣溪捕捉六尾野生鮭魚，性別為三雌、三雄，同樣對照養殖鮭魚，性別亦為三雌、三雄，在同樣地點放流，比較其活動範圍及移動距離，同時驗證是否具備回鄉產卵的能力。

第三章 結論與建議

第一節 結論

1. 約有 5% 的早熟一齡雄魚，體型明顯大於同年齡的一齡魚，體長皆大於 14 公分，重量大於 35 克。
2. 98% 的二齡魚會成熟，繁殖後的雌雄鮭魚大部份會死亡，少部分繼續活存至三齡和四齡。
3. 台灣櫻花鉤吻鮭平均年齡為二齡，最大為四齡。
4. 雄魚生長速率大於雌魚。
5. 二齡雄魚上顎/體長比及下顎/體長比為 17 ± 1.7 及 16 ± 0.8 明顯大於雌魚之 12 ± 0.9 及 11.2 ± 1.2 ($n=78$)。
6. 早熟一齡雄魚和二齡成熟雄魚 GSI 值分別為 1.5 ± 0.4 及 1.1 ± 0.5 。
7. 養殖族群雌魚孕卵數 821.6 ± 233.9 明顯多於野外族群雌魚 302.4 ± 120.7 。
8. 利用無線電發報器發出訊號，以接收器及目視體外標識定位實驗鮭魚所在位置，顯示野生鮭魚具有高度的定棲性和返鄉性。
9. 將五尾野生鮭魚放流至原捕捉地點，在第 10 至 40 天後顯示 75.6~78.3% ($n = 600$) 出現在原來 100 公尺的捕捉範圍內。另外捕捉棲息在深潭區三尾野生鮭魚，放流後 3~5 天各自佔據不同深潭，並常以 20 及 70 公尺的短距離在上、下游往返移動後返回原深潭。由此證明台灣櫻花鉤吻鮭具有高度的定棲性。
10. 非繁殖季節利用五尾野生鮭魚放流至原捕捉地點約下游 800 公尺，在 40 天後有 57% ($n = 600$) 返回原捕捉地點。另外在繁殖季節利用六尾雌性鮭魚（三尾野生、三尾養殖），以搗巢動作判定是否有生殖行為，研究發現一尾野生雌魚返回原捕捉地點產卵，對照另一尾養殖雌魚在放流地點上游 360

公尺處產卵。由此證明台灣櫻花鉤吻鮭具有高度的返鄉性。

11. 台灣櫻花鉤吻鮭活動範圍 (home range) 之比較：在非繁殖季節原棲息地放流 (n=5, 40 天) 為 228 ± 242.6 公尺，非原棲息地放流 (n=5, 40 天) 為 926 ± 347.7 公尺，有顯著差異 ($P < 0.05$)。在繁殖季節養殖族群 (n=6) 為 295 ± 107.1 公尺，野生族群 (n=6) 為 785 ± 364.3 公尺，有顯著差異。在繁殖季節野生雄魚為 1060 ± 199.2 公尺，顯著大於野生雌魚 510 ± 255.3 公尺、養殖雄魚 310 ± 62.4 公尺 和養殖雌魚 280 ± 155.2 公尺。
12. 台灣櫻花鉤吻鮭移動距離 (movement distance) 之比較：在非繁殖季節原棲息地放流 (n=6, 40 天) 為 1244 ± 232.7 公尺，非原棲息地放流 (n=6, 40 天) 為 1850 ± 149.0 公尺，有顯著差異。
13. 台灣櫻花鉤吻鮭移動的時間集中在白天，夜晚不移動。在非繁殖季節為尋找最佳覓食地點而移動，喜好停留在深潭區 (pool)，或在急瀨區 (riffle) 大岩石之下游處。在繁殖季節僅有少部分覓食行為，主要是為了找尋配偶而移動，尤其以野生雄魚活動範圍最大，本時期的活動範圍擴大至主流之外的小支流，主要繁殖地點為水深小於 45 公分、流速小於 45 公分/秒的緩流區，底質以直徑小於 5 公分的礫石為最佳。在繁殖季節雌魚會有搨巢和驅趕的行為，雄魚會有打鬥、驅趕及配對行為。雌魚會在定點多次產卵，

第二節 建議

養殖族群鮭魚的營養需求影響精液及卵的品質，未來應加強鮭魚飼料中添加微量元素之研究，提高養殖族群種魚的下一子代的存活率。

附錄一

表 1 一齡鮭魚體長體重分布圖

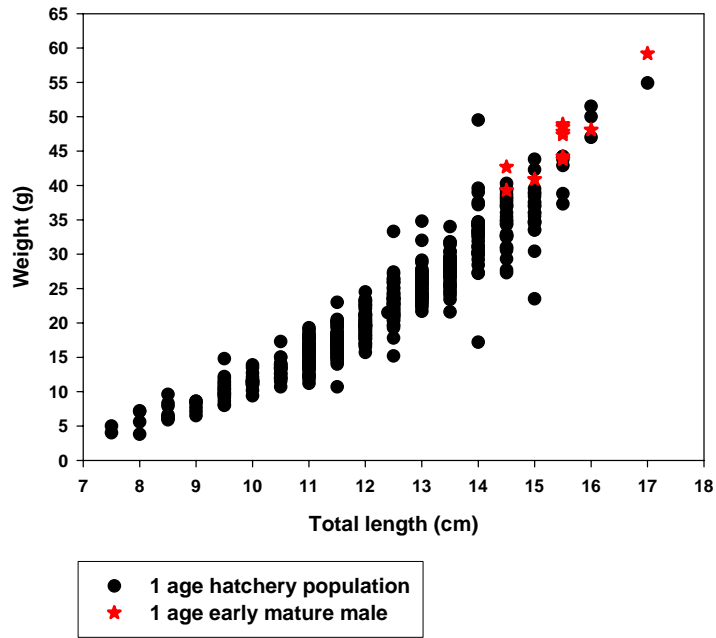


表 2 二齡鮭魚體長體重分布圖

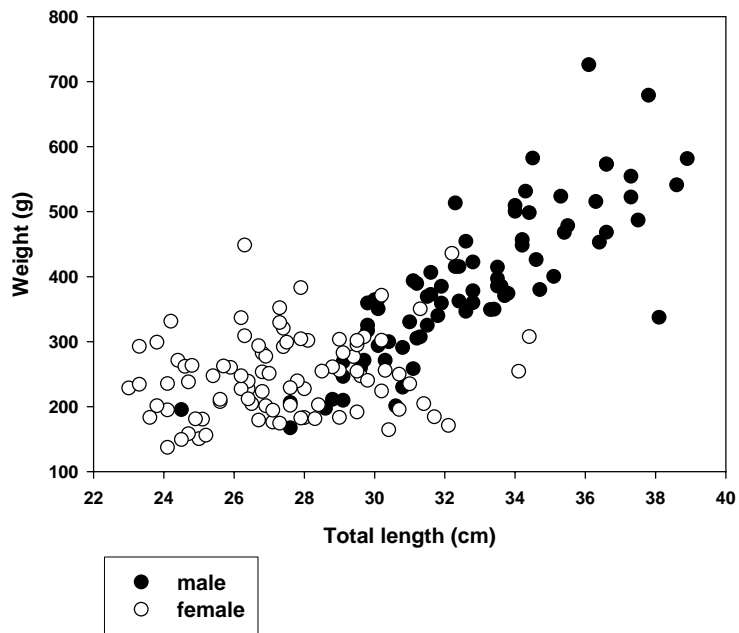


表 3 二齡魚外部型質之比較

	上顎／體長	下顎／體長	體高／體長
雌魚	12 ± 0.9	11.2 ± 1.2	22.7 ± 2.2
雄魚	$17 \pm 1.7^*$	$16 \pm 0.8^*$	22.5 ± 1.9

表 4 年齡體長分布圖

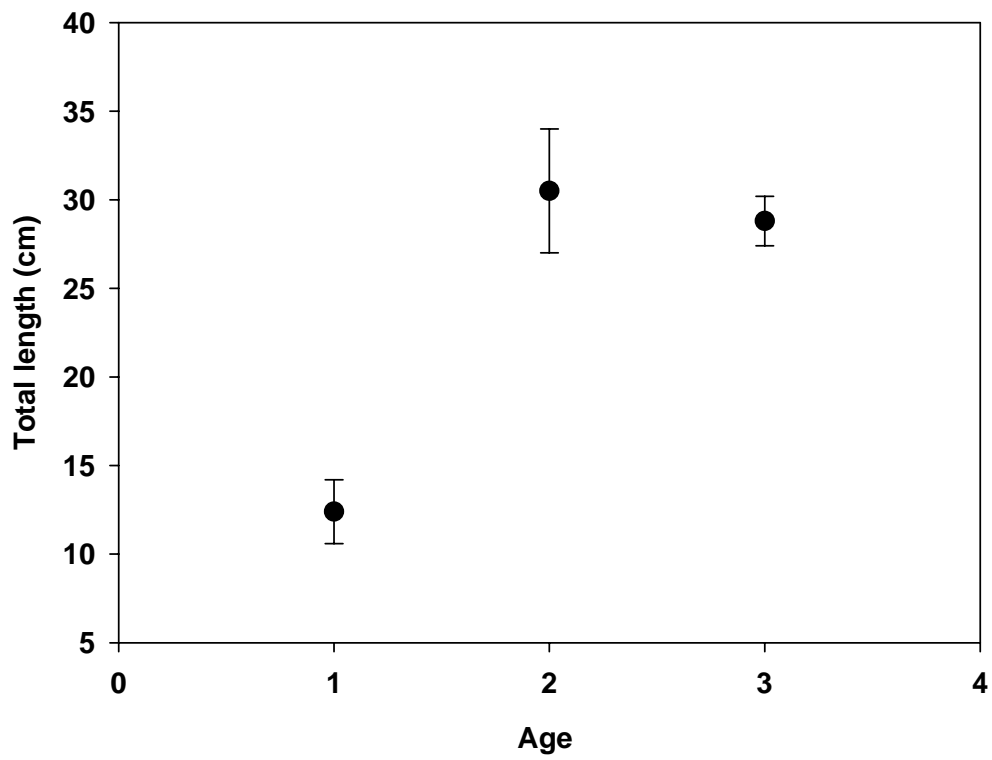


表 5 養殖族群和野外族群孕卵數之比較

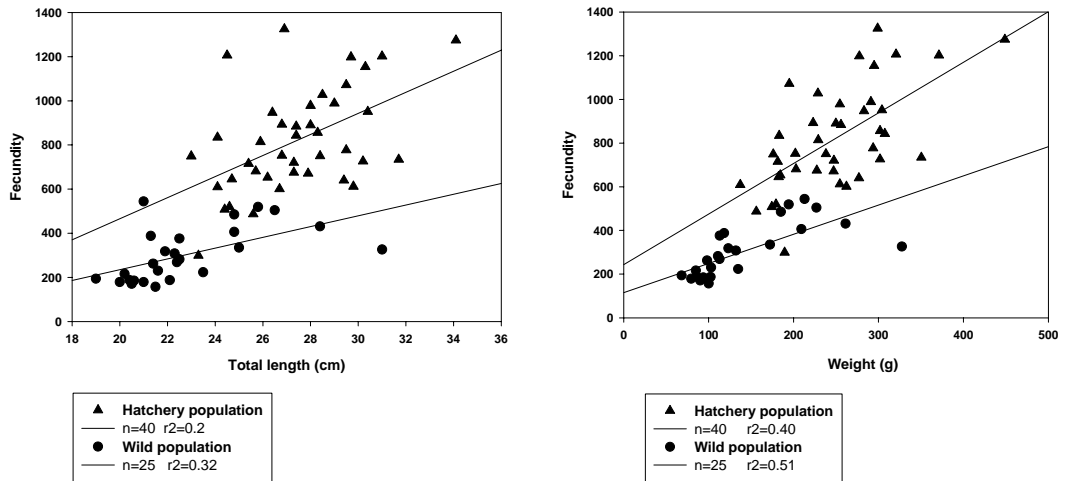


表 6 養殖族群和野外族群卵徑之比較

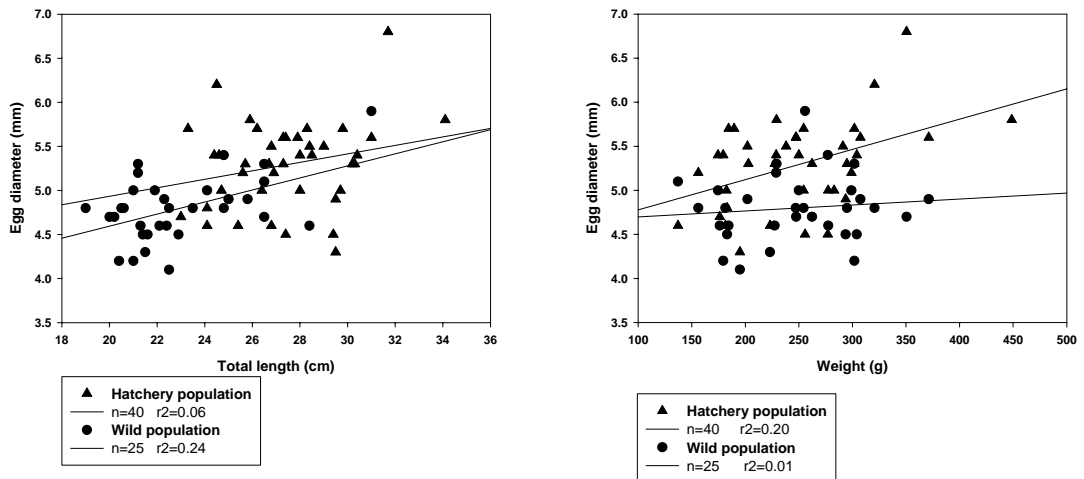


表 7 成熟一齡和二齡魚 GSI 之比較

AGE	GSI
一齡	1.5±0.4
二齡	1.1±0.5

表 8 在不同溫度下卵的活存率和孵化天數的比較

	發眼率	孵化率	孵化天數 (50%孵化)
15°C	77.5±19.5	75.3 ±19.69	31±0.5
13°C	80.7±19.0	79.5 ±18.14	34.8±0.44
11°C	77.3±18.3	76.0 ±18.46	40.4±0.53

表 9 繁殖季節移動範圍之比較

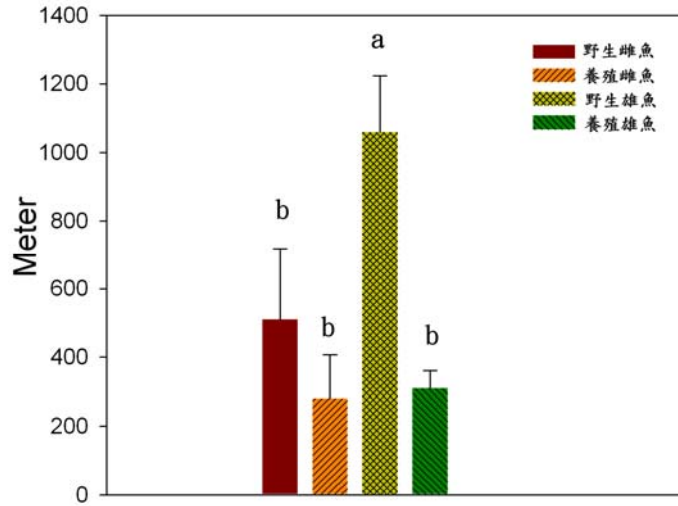


表 10 野生族群和養殖族群移動範圍之比較

	野生族群	養殖族群
Home range	785 ± 364.3 *	295 ± 107.1

參考書目

中文部分

廖林彥，苗栗縣，雪霸國家公園管理處。台灣櫻花鉤吻鮭保育現況，與台灣櫻花鉤吻鮭有約保育研討會論文集。民國 91 年。

英文部分

Earl, L., 1963. Trout and salmon culture. State of California department of fish and game, Fish Bulletin, no 107.

Erzini, K., 1990. Samplin size and grouping of data for length-frequency analysis. Fisheries Research 9, 355-366.

Keene, J.L., Noakes, D.L.G., Moccia, R.D., Soto, C.G., 1998. The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquaculture Research 29, 89-101.

Mitamura H, Mitsunaga Y, Arai N, Yokota T, Takeuchi H, Tsuzaki T, Itani M. Directed movements and diel burrow fidelity patterns of red tilefish, *Branchiostegus japonicus*, determined using ultrasonic telemetry. Fish Sci 2005; 71: 491-498.

Northcote TG. Migratory strategies and production in freshwater fishes. In: Gerking SD (ed). Ecology of Freshwater Fish Production. Halstred Press, New York. 1978; 326-359. Northcote TG. Migration and residency in stream salmonids-some ecological considerations and evolutionary consequences. Nord. J. Freshwater Res. 1992; 67: 5-17.

Osanai M, M Otsuka. Ecological studies on the masu salmon, *Oncorhynchus masou* (Brevoort), of Hokkaido. 1. Morphology and spawning habit of masu salmon which ascend the river. Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery 1967; 22: 17-32. (in Japanese)

Sakata K, Kondou T, Takeshita N, Nkazono A, Kimura S. Movement of the fluvial form of masu salmon, *Oncorhynchus masou masou*, in a mountain stream in Kyushu, Japan. *Fisheries Science* 2005; 71: 333-341.

Wang CMJ. Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan. Ph. D. thesis, Iowa State Univ. 1989; 138.

Winter, J. D. Underwater biotelemetry. In *Fisheries techniques*. L. A. Nielsen &