

9616 台灣鮭魚移動模式之研究 雪霸國家公園管理處自行研究報告 九十六年度

台灣鮭魚移動模式之研究

雪霸國家公園管理處自行研究報告
中華民國 96 年 12 月

「台灣鮭魚移動模式之研究」

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 96 年 12 月

MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

**Research on the Pattern of Movement
of Taiwan Landlocked Salmon
(*Oncorhynchus masou formosanus*)**

BY

Liao Lin-yan

Shei-Pa National Park Administration Headquarter

December 31, 2007

目次

表次	II
圖次	III
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	3
第三節 實驗設計	4
第三章 結論與建議	5
第一節 結論	5
第二節 建議	7
第四章 參考文獻	8
附錄一	10
附錄二	15

表次

表 1. 台灣櫻花鉤吻鮭定棲性之百分率 10

表 2. 台灣櫻花鉤吻鮭移動距離與放流天數的關係 . . 11

表 3. 台灣櫻花鉤吻鮭回鄉性百分率 12

表 4. 台灣櫻花鉤吻鮭在原棲地及非原棲地放流之移動距離與時間的關係 13

表 5. 台灣櫻花鉤吻鮭在原棲地及非原棲地放流之活動範圍與移動距離之比較 14

表 6. 台灣櫻花鉤吻鮭野生族群和養殖族群活動範圍之比較 14

圖次

圖 1.	五尾台灣櫻花鉤吻鮭在七家灣溪的移動位置圖	• 15
圖 2.	在繁殖季節野生雌、雄魚和養殖雌、雄魚活動範圍比較圖	• • • • • 16
圖 3.	在非繁殖季節五尾野生台灣櫻花鉤吻鮭原棲地放流的移動位置圖	• • • • • 17
圖 4.	在非繁殖季節五尾野生台灣櫻花鉤吻鮭非原棲地放流的移動位置圖	• • • • • 18
圖 5.	在繁殖季節六尾野生台灣櫻花鉤吻鮭非原棲地放流的移動位置圖	• • • • • 19
圖 6.	在繁殖季節六尾養殖台灣櫻花鉤吻鮭非原棲地放流的移動位置圖	• • • • • 20
圖 7.	將微小發報器植入鮭魚腹腔內	• • • • • 21
圖 8.	將傷口縫合	• • • • • 21
圖 9.	養殖鮭魚 15 號	• • • • • 21
圖 10.	植入發報器的實驗魚	• • • • • 22
圖 11.	利用接收器接收訊號	• • • • • 22
圖 12.	野生鮭魚 35 號在深潭石上停留	• • • • • 22

摘要

陸封型鮭魚在高山溪流移動模式至今無人研究。本實驗利用無線電微小發報器植入鮭魚腹腔以接受器追蹤鮭魚的移動方向，觀察體外標誌以記錄台灣櫻花鉤吻鮭在溪流的正確座標，由移動路徑和活動範圍驗證台灣櫻花鉤吻鮭移動是否符合定棲性 (sedentary) 及返鄉性 (homing) 之假說，並比較活動範圍和移動距離在原棲息地和非原棲息地、養殖族群和野生族群及雌、雄鮭魚移動模式的差異。

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，研究期間發現主要棲息在深潭，並時常以 20 及 70 公尺的短距離在上、下游往返移動後返回原深潭。由此顯示台灣櫻花鉤吻鮭具有高度的定棲性。

在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。由此顯示台灣櫻花鉤吻鮭具有高度的返鄉性。

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。

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。

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，喜好停留在水深大於 45 公分、流速小於 45 公分/秒的深潭區（pool），或在急瀨區（riffle）的岩石後方停留。

台灣櫻花鉤吻鮭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，本時期的活動範圍包括主流之外的小支流，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搗巢和驅趕的行為，雄魚會有打鬥及配對行為。雌魚會在定點持續四天搗巢的繁殖行為，生殖後腹腔還會存在少部分的卵粒。雄魚會在不定地點持續 7 天打鬥和配對行為。參與繁殖後的鮭魚約有 17% 能繼續存活。

**關鍵字：陸封型鮭魚、移動模式、無線電發報器、定棲性、返鄉性、活動範圍、
移動距離、生殖行為**

ABSTRACT

Research on the Pattern of Movement of Taiwan Landlocked Salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*)

The movement pattern of Taiwan Landlocked Salmon in high mountain streams has not been researched before. This experiment used a transmitter implanted in the salmon's abdomen to track their movement direction and observed the tags on the salmon's body to record the correct coordinates of Taiwan Landlocked Salmon in streams. Movement paths and movement range were used to test the hypothesis that the salmon are sedentary and homing. Movement range in original habitat and non-original habitat, for wild and farmed salmon and males and female were compared.

Five wild salmon released in the place where they were caught were within 100 meters of the spot where they were caught from the tenth to the fortieth day 75.6~78.3% of the time. Also, three wild salmon caught in pools each occupied a different pool 3-5 days after being released, regularly moving upstream or downstream 20-70 meters, then returning to the original pool. This shows Taiwan Landlocked Salmon are highly sedentary.

When five wild salmon were released about 800 meters downstream of their original habitat in the non-mating season, 40 days later 57% (n=600) returned to the place where they were caught. Also, six salmon were released in the breeding season (three wild and three farmed) and nest fanning behavior was used to judge whether they engaged in breeding behavior. Research found that one wild female returned to the place she was caught to lay eggs. In contrast, a farmed female laid eggs 360 meters upstream of the release spot. This shows that Taiwan landlocked salmon have high homing tendency.

Comparison of the home range of the salmon: for release in the

non-mating season and original habitat (n=5, 0 days) it was 228 ± 242.6 meters. For release outside of natural habitat (n=5, 40 days) it was 926 ± 347.7 meter, showing a clear difference. In the breeding season, the home range of the farmed group (n=6) was 295 ± 107.1 meters and the wild group (n=6), showing a clear difference. In the breeding season, the home range of male wild Taiwan Landlocked Salmon is 1060 ± 199.2 meters, markedly larger than the 510 ± 255.3 meters of the female, the 310 ± 62.4 meters of farmed males and 280 ± 155.2 meters of farmed females.

Comparison of Taiwan Landlocked Salmon movement distance: 1244 ± 232.7 meters for salmon released in non-breeding season (n=6,40days) and 1850 ± 149.0 meters for salmon (n=6,40 days) released outside original habitat, showing a clear difference.

The salmon's movements are concentrated in daytime and they do not move at night. In the non-breeding season they move to find the best feedings spots and like to stay in pools or downstream of large rocks in riffles. Limited feeding takes place in the breeding season and movement is mainly to find a mate. Wild males have the largest movement range and in this period their range extends to tributaries of the main stream. The favorite breeding sites have water depth under 45 cm, lagging water with a flow speed of under 45 cm/second and a stream bed of pebbles with a diameter under 5 cm. In the breeding season females will fan the nest and drive off intruders and the males will fight, drive off intruders and mate. Females lay eggs many times in a fixed spot and, after breeding, a small amount of eggs remains in their abdomen. The male will engage in breeding behavior in different spots for one week. Around 17% of salmon live on after breeding.

Keywords:

landlocked salmon · movement pattern · transmitter · sedentary · homing · movement range · movement distance · breeding behavior

第一章 緒論

台灣櫻花鉤吻鮭是世界鮭鱒魚類分佈的最南限，目前僅分佈在大甲溪上游十多公里的河段，近二十多年來，由於攔砂壩的阻隔效應壓縮鮭魚活動空間，加上人為的農業活動和捕捉，使的數量急遽降低，一度面臨滅絕危機。從 1984 年起，台灣政府展開一系列拯救鮭魚的計畫，包括制訂野生動物保育法和國家公園法、劃定保護區、減少農業耕種面積、拆除攔砂壩和復育放流等保育工作，經過一段時間的努力之後，目前在雪霸國家公園範圍內的七家灣溪穩定生存二千多尾的野生鮭魚族群。

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) 利用無線電發報器追蹤個體

1. 首先調查七家灣溪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。

(二) 標誌放流追蹤個體

1. 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。
2. 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

(一) 非繁殖季節移動模式

在非繁殖季節（7、8月），在同一地點捕捉十尾野生鮭魚，在體內植入發報器後一天，將五尾鮭魚放流至原始捕捉地點，另外五尾放流至捕捉地點下游處800公尺。由原棲地放流鮭魚移動位置和路線驗證是否具備定棲性之假說；利用非原棲地放流的鮭魚移動位置和路線驗證是否符合回鄉性之假說。

另外在非繁殖季節（11、12月），在深潭捕捉三尾野生鮭魚，以二尾養殖鮭魚作為對照，以移動路線和所在位置探討喜好棲地及移動模式，並驗證是否符合定棲性。

(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

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。

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。

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。

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。

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。

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搗巢和驅趕的行為，雄魚會有打鬥、驅趕

及配對行為。雌魚會在定點多次產卵，生殖後腹腔還會存在少部分的卵粒。雄魚會在不定地點持續一星期的生殖行為。參與繁殖後的鮭魚約有 17% 能繼續存活。

第二節 建議

1. 由實驗結果證明台灣櫻花鉤吻鮭具備高度的定棲性和回鄉性，而且活動範圍主要在放流地點一公里之內，建議日後進行歷史棲地放流時，需要選擇多處地點，幫助養殖鮭魚拓展棲息範圍。
2. 由繁殖季節鮭魚選擇的產卵環境密集地使用，建議以生態工程方式營造多處緩流的生殖場所。
3. 鮭魚喜好的棲地主要為深潭，在平常時移動是利用瀨區後的石頭作為覓食及短暫休息區，甚至颱風大雨侵襲時，亦是主要的躲避場所，建議可以連結巨石固定在河床內，營造鮭魚躲避的場所。

第四章 參考文獻

- Procedures on Fish Physiology and Behavior. Reviews in Fisheries Science 2003; 11(1): 13-34. Gerking SD. The restricted movement of fish populations. Biol. Rev. 1959; 34: 221-242.
- Lin, J.Y, E.H. Tsao, T.C.Lee, S.L.Yu. Stream physical parameters and habitat requirement: the case of the Formosan salmon. Ecological Engineering 2004; 22: 305-309.
- Lin, Y.S.. Contribution of Formosan landlocked salmon conservation on studies of fresh water ecology. In. Proceedings of the Workshop on Conservation of the Taiwan masou salmon, *Oncorhynchus masou formosanus*. Taiwan Endemic Species Research Institute, 2000; 17-27.
- Lin Y.S., H.S. Tsao, K.H. Chang. Breeding behavior of the Formosan landlocked salmon. Ecol. Res No. 8, Council Agric., ROC, 1989; 18. (in Chinese).
- Lin Y.S., P.S. Yang, S.H. Liang, H.S. Tsao, L.C. Juang. Ecological studies of Formosan landlocked salmon, *Oncorhynchus masou formosanus* 1: Preliminary study on the relationship between population distribution and environmental factors in Wuling Farm. Eco. Res. No. 23, Council Agric., ROC, 1987; 66. (in Chinese). Masuda R, Tsukamoto K. Stock enhancement in Japan: reviewed and perspective. Bull Mar Sci 1998; 62:337-358.
- 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, Nakazono 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 &

附錄一

表 1.台灣櫻花鉤吻鮭定棲性百分率

以五尾台灣櫻花鉤吻鮭放流至原捕捉地點，每天定位三次所在位置，在捕捉範圍內，表示具有地棲性。

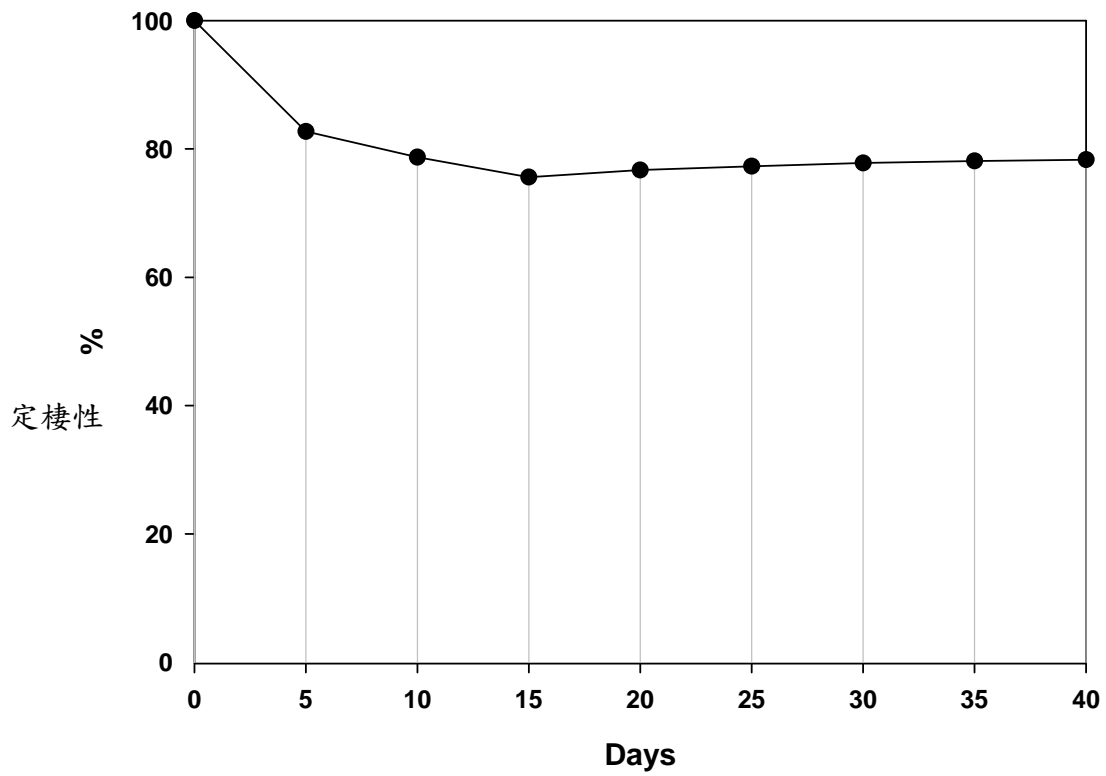


表 2. 台灣櫻花鉤吻鮭移動距離與放流天數的關係

本表為距離放流點的距離和天數的關係。Fish1、2 及 3 是在深潭捕捉的野生鮭魚，Fish4 及 5 是養殖鮭魚。在座標為 0 的位置放流。

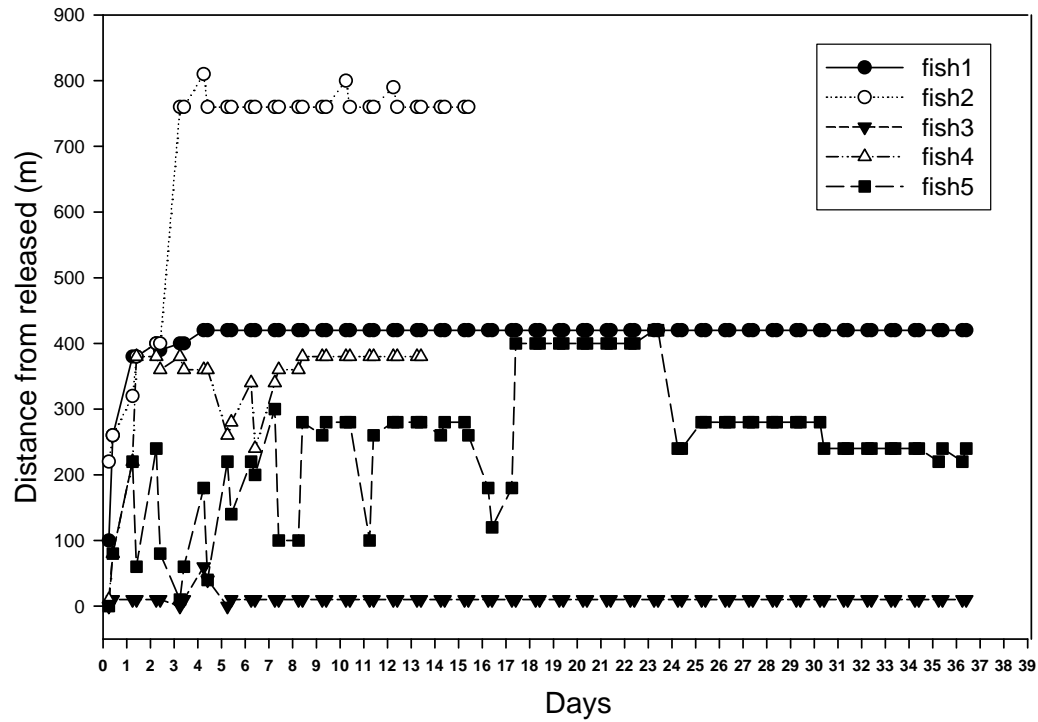


表 3. 台灣櫻花鉤吻鮭回鄉性百分率

以五尾台灣櫻花鉤吻鮭放流至原捕捉地點下游 800 公尺處，每天定位三次所在位置，在捕捉範圍內，表示具有回鄉性。

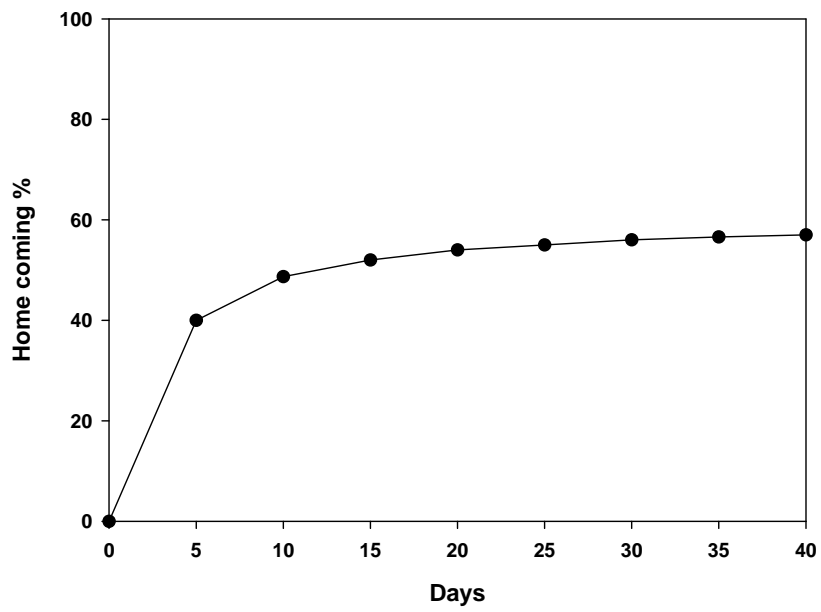


表 4. 台灣櫻花鉤吻鮭在原棲地及非原棲地放流之移動距離與時間的關係

捕捉地點為座標 800 公尺處，ID21~25 在原捕捉地點放流，定義為原棲地放流；ID26~30 在座標 0 處放流，定義為非原棲地放流。

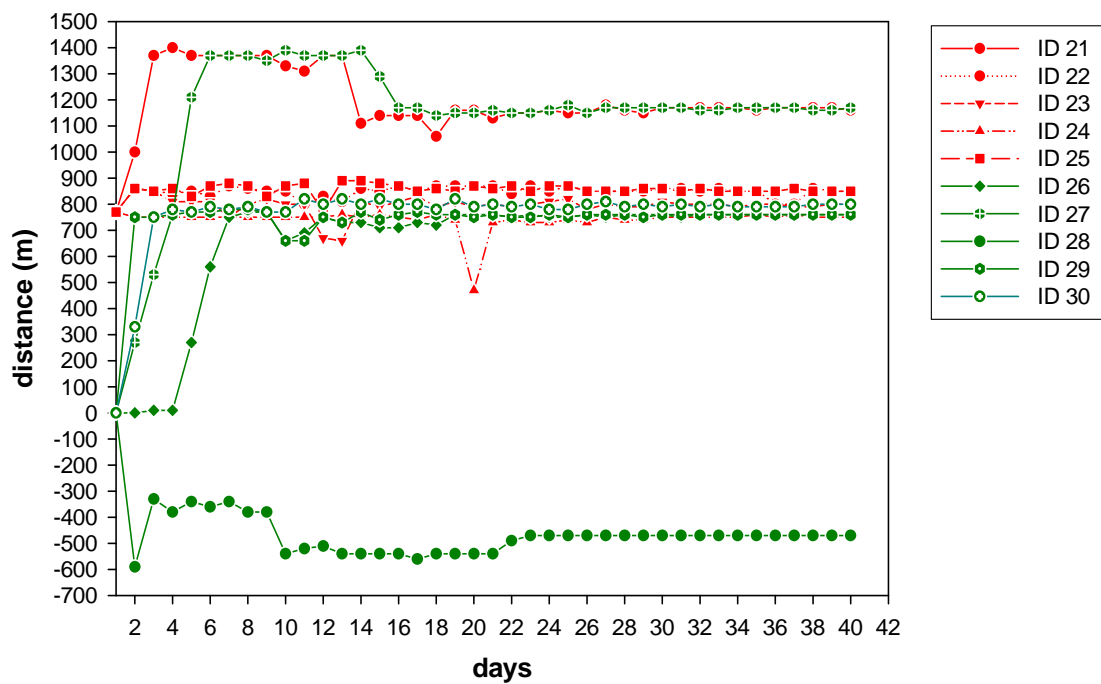


表 5. 台灣櫻花鉤吻鮭在原棲地及非原棲地放流之活動範圍與移動距離之比較

	非原棲地	原棲地
Home Range	926 ± 347.7 *	228 ± 242.6
Movement Distance	1850 ± 149.0 *	1244 ± 232.7

(*有顯著差異，P<0.01)

表 6. 台灣櫻花鉤吻鮭野生族群和養殖族群活動範圍之比較

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

(*有顯著差異，P<0.01)

附錄二

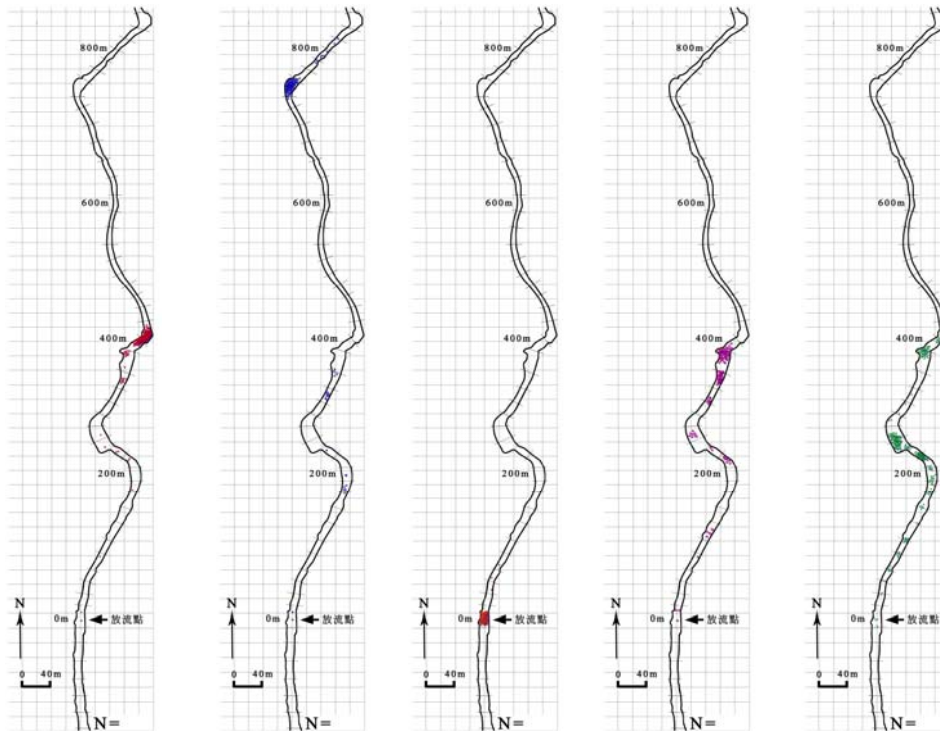


圖 1. 五尾台灣櫻花鉤吻鮭在七家灣溪的移動位置圖

Fish1、2 及 3 為在深潭捕捉的野生鮭魚，Fish4 及 Fish5 為養殖鮭魚。

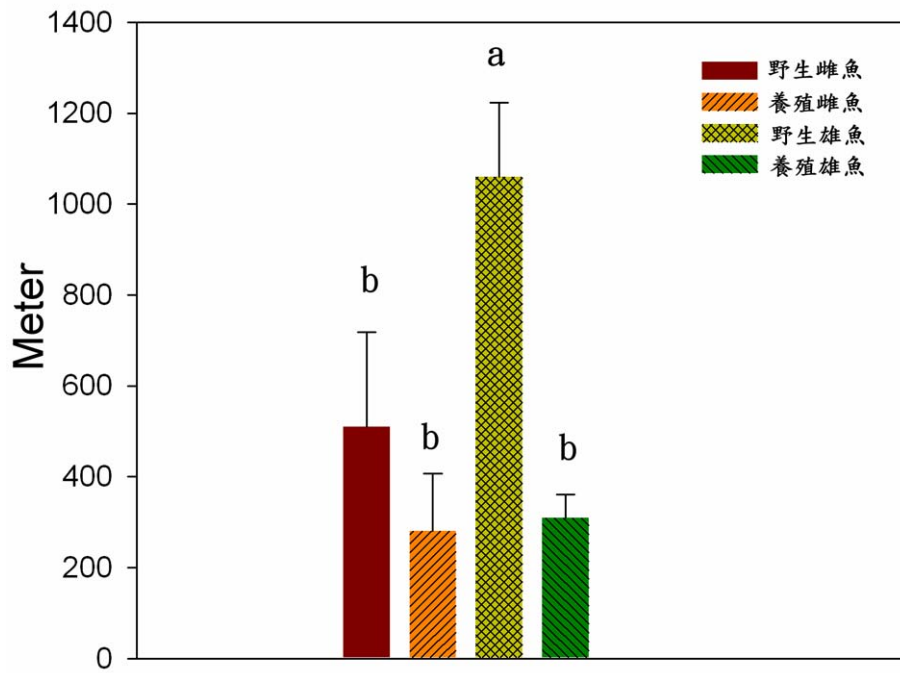


圖 2. 在繁殖季節野生雌、雄魚和養殖雌、雄魚活動範圍比較圖 (a 為顯著差異， $P < 0.01$)

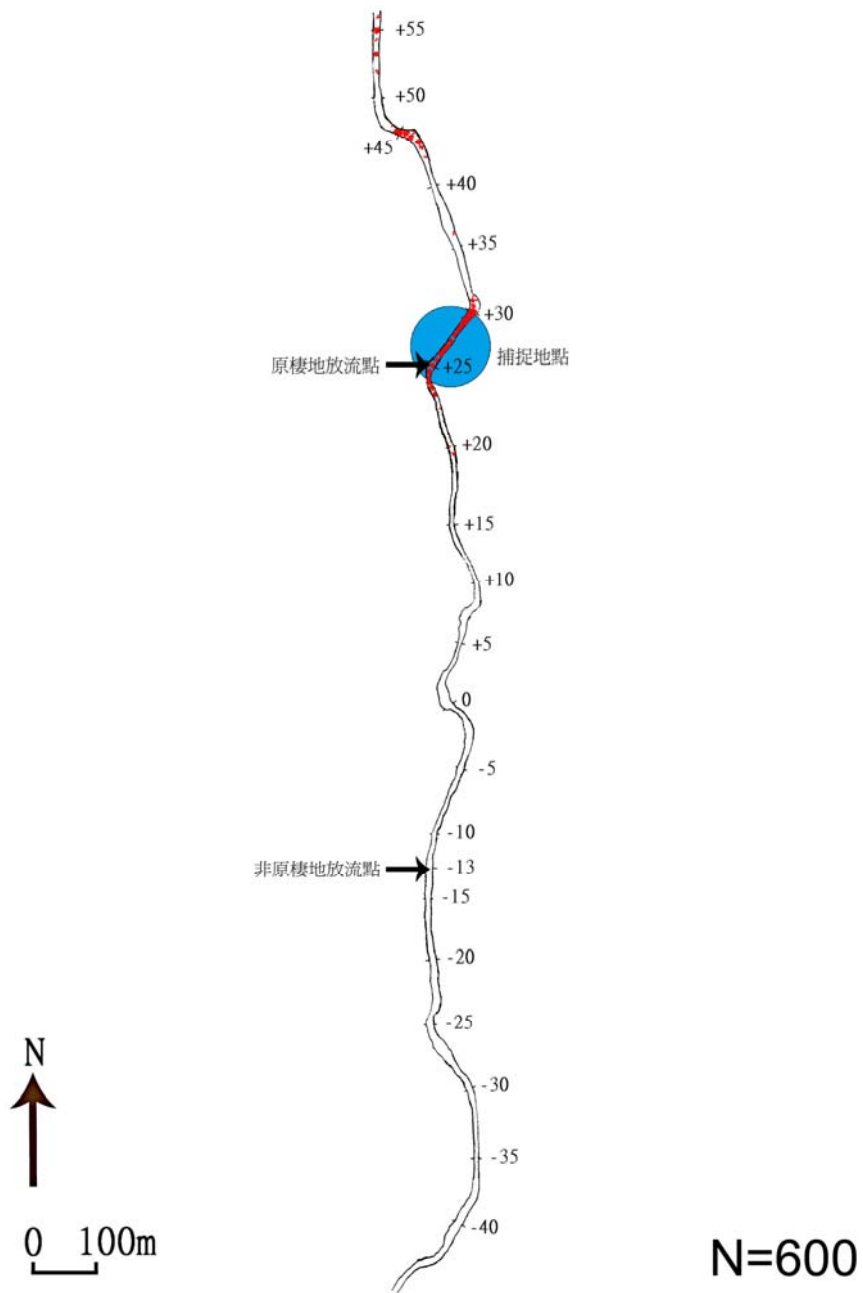


圖 3. 在非繁殖季節五尾野生台灣櫻花鉤吻鮭原棲地放流的移動位置圖

藍色圓形為捕捉地點，範圍約 100 公尺。紅色圓點為定位點，N 值為 600。箭頭為放流點。

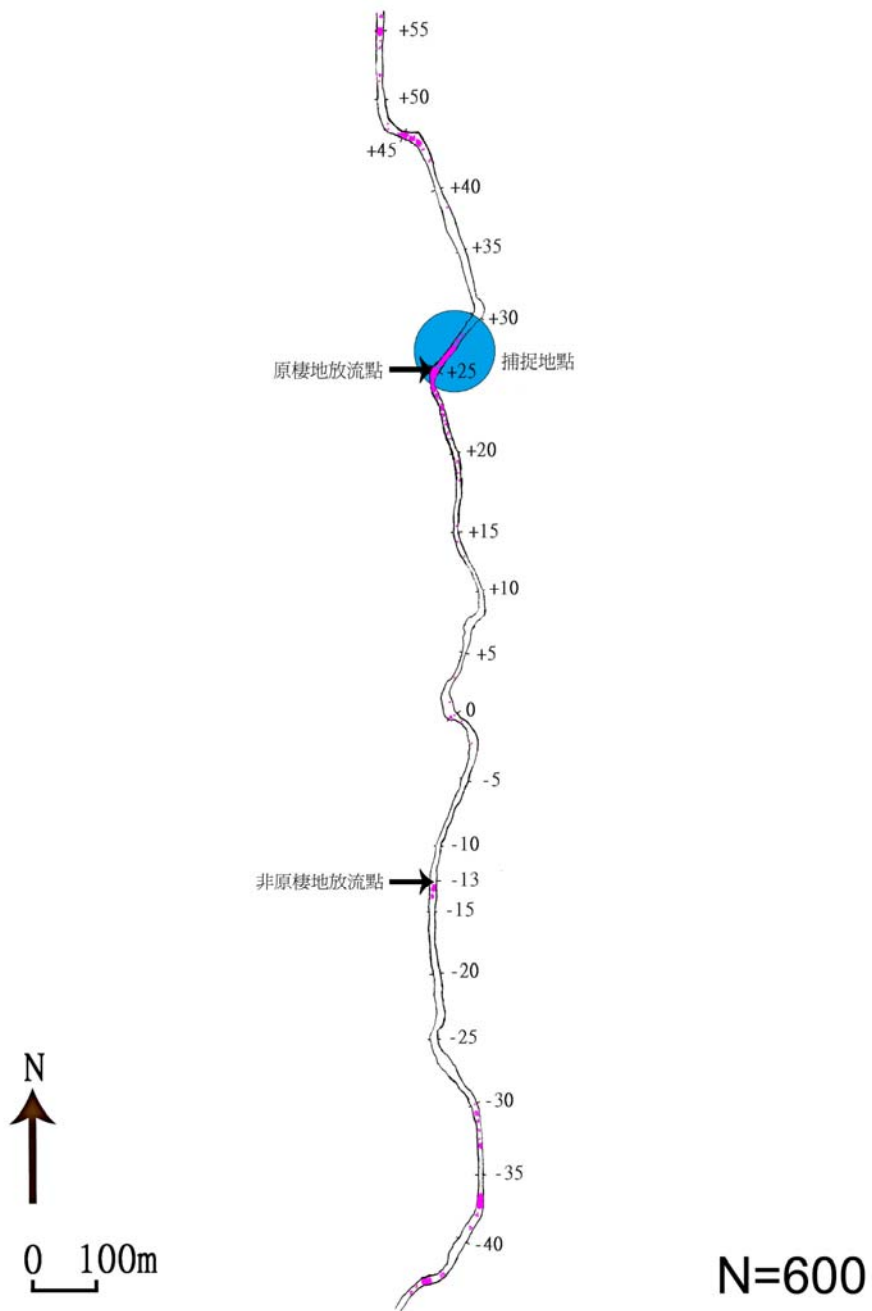


圖 4. 在非繁殖季節五尾野生台灣櫻花鉤吻鮭非原棲地放流的移動位置圖

藍色圓形圖為捕捉地點，範圍約 100 公尺。紅色圓點為定位點，N 值為 600。箭頭為放流點。

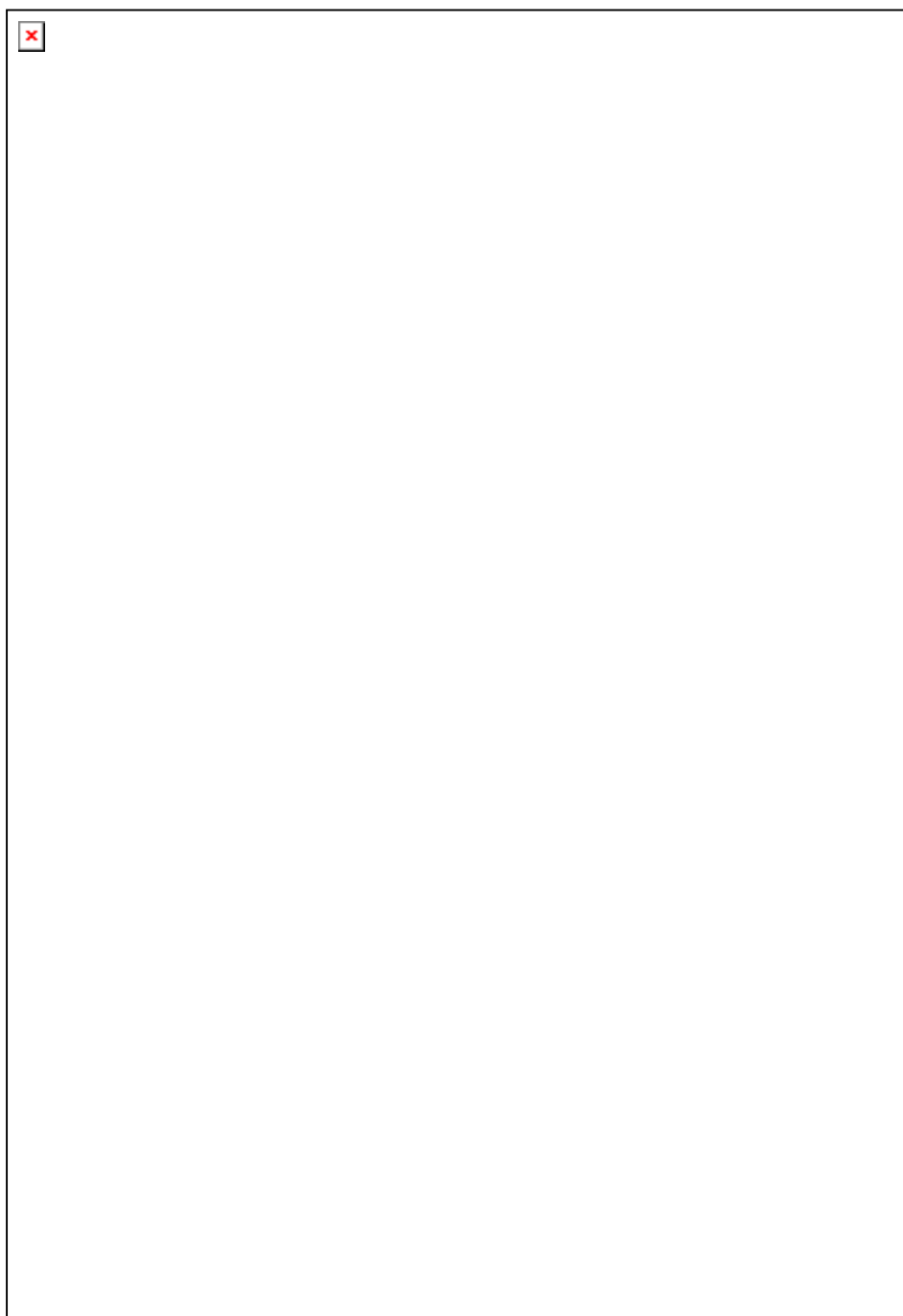


圖 5. 在繁殖季節六尾野生台灣櫻花鉤吻鮭非原棲地放流的移動位置

圖。

放流點在捕捉地點下游 800 公尺處。綠點為野生雌魚產卵場。

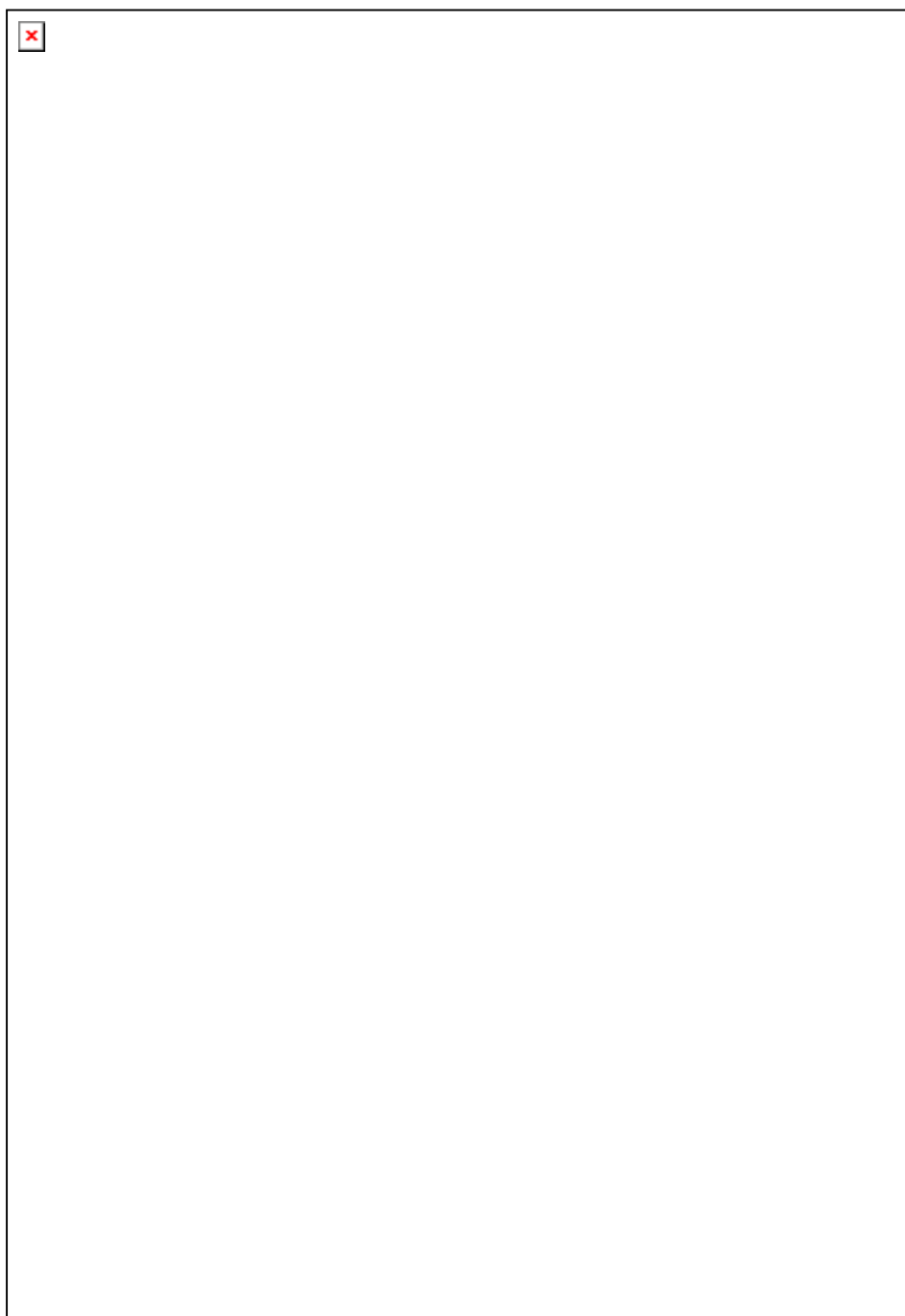


圖 6. 在繁殖季節六尾養殖台灣櫻花鉤吻鮭非原棲地放流的移動位置

圖

綠點為養殖雌魚產卵場。



圖 7. 將微小發報器植入鮭魚腹腔內



圖 8. 將傷口縫合

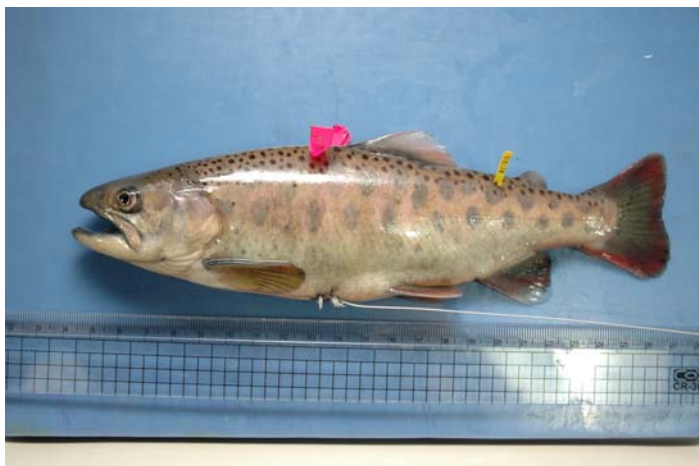


圖 9. 養殖鮭魚 15 號



圖 10.植入發報器準備放流的實驗魚



圖 11.利用接收器接收訊號



圖 12.野生鮭魚 35 號在深潭石頭上停留