

行政院農業委員會林務局保育研究系列 92-12 號

行政院農業委員會林務局委託研究系列 92-05-6-01 號

阿里山地區阿里山山椒魚的分布和棲地利用之研究(二)
Distribution and Habitat Preference of *Hynobius arisanensis*
in Alishan Areas (2)

委託單位：林務局嘉義林區管理處

執行單位：國立臺灣師範大學

研究主持人：呂光洋

研究人員：賴俊祥、梁高賓、張俊文

中華民國 九十三年 三月



目錄

目錄	1
一、中、英文摘要	2
二、前言	4
三、研究目的	7
四、研究材料與方法	8
五、研究調查資料分析	13
六、結果與討論	19
七、建議	24
八、參考文獻	26
附錄	27
致謝	27
附表	28
附圖	35

一、中、英文摘要

本研究主要的目的在於瞭解阿里山山椒魚在阿里山地區各林班地的分布，並得知其棲地利用狀況。

分布調查方面，在所調查的 14 個林班地中在大埔 207 林班發現到山椒魚，進一步依據訪問農民及本實驗室舊記錄，在大埔 191, 196, 206, 208 有分布記錄。棲地利用方面，山椒魚停棲的遮蔽物的特性方面，遮蔽物絕大部分為石塊及木塊，山椒魚較偏好使用木塊。石塊明顯作好使用大型，木塊體積則沒有明顯偏好的現象。遮蔽物上皆有植物附著，以苔蘚類為主。至於棲息地的基質方面，以泥土為主，且為顯著的偏好。利用土壤 pH 值平均為 5.96、含水量均值為 81.2%、硬度指數 9.90，這三個因子亦有顯著的偏好，山椒魚偏好使用微酸性、含水量高、硬度較低的土壤。

在族群生態方面，本年度調查中，共捕捉到 124 隻次山椒魚，其中 38 隻次為再捕獲。利用 Jolly-Seber 法估算每月族群量，在姐妹潭(阿里山 2 林班)族群數量介於 11.0 至為 113.1 之間，但族群略呈下降的趨勢。捕獲個體的雄/雌性別比為 1.74。年齡結構方面，皆以中大型成體為主。估算的個體活動範圍在 0 至 1646 平方公尺之間，平均值 214.6 平方公尺。

文中建議阿里山山椒魚的保育經營策略。

The purposes of this study are to know the distribution and habitat preference of *Hynobius arisanensis* in Alishan areas.

During the study period, we found no *Hynobius arisanensis* only in Dapu 207th Forest Section. When consulting farmers and records of our laboratory, salamanders distribute in the Dapu 191st, 196th, 206th, 208th Forest Sections. In habitat preference study, the *Hynobius arisanensis* prefer to use the habitat below coverage. Most of the coverage is rock, and have mosses attached on them. When comparing coverage used by salamander and

coverage composition in study area, there is significant coverage usage preference in salamanders. The substrate usage also shows significant preference.

In addition, we study the population ecology of *Hynobius arisanensis* in this area. From April 2002 to February 2004, we catch 124 salamanders, among these 38 individuals were recaptured. Using Jolly-Seber method, we estimated the population size in the study site is between 11.0 and 113.1 individuals. The sex ratio of the study population is 1.74. Most individuals are adult. The estimated home ranges were 0 to 1646 m².

We suggest the future research direction and will provide conservation and management strategy of *Hynobius arisanensis* in the final report.

二、前言

阿里山山椒魚(*Hynobius arisanensis*)為兩生類有尾目(Urodela)、小鯢科(Hynobiidae)的種類，體長 11 公分左右，體背深紅褐色，腹部灰黑色，後肢一般為五趾(Fig. 1A, B)。在台灣廣泛分布於中央山脈中南段，北起丹大山、南至北大武山；海拔分布範圍在 2000 公尺以上，而分布區的年平均溫度多在 20°C 以下。小鯢科的種類主要分布於亞洲大陸及日本等溫帶及寒帶地區，而台灣的種類是唯一分布於亞熱帶地區者。學者們因為這種分布特性認為小鯢科的種類應該是冰河時期擴散到台灣，當冰河退卻後因為台灣特殊多高山具有寒溫帶氣候特性而被保留下來，生物地理學上稱此類生物為冰河孑遺物種(glacial relict)。

阿里山山椒魚在棲地的特性上，一般生活在森林底層較潮溼處，又以小溪流或天然滲水處附近較為常見。習性隱蔽，白天躲藏在石頭或朽木下，鮮少於地表面活動，故不易觀察(Fig. 1C, D)。夜間偶會出現在地表面。生殖季大約在晚冬至早春之時，每年二至四月可發現小山椒魚。

台灣的山椒魚的發現早在廿世紀初，然而由於其稀少性且行為隱蔽，在台灣的山椒魚的研究上，大多以分類為主(見陳及呂(1987)的回顧)，對於山椒魚的生態研究方面，至今僅只本實驗室進行過相關的研究(陳及呂，1986、葉等，1994)。

阿里山地區的山椒魚生態研究最早由陳及呂(1986)進行，他們的研究開始於 1982 年 12 月，持續至 1985 年 6 月，當時即選定了阿里山森林遊樂區內的山葵田進行研究。在此研究中，研究者劃設了 A、B 兩個樣區，主要以山椒魚的棲所、乾雨季分布的差異、活動範圍、及 A、B 樣區間比較為主。葉等(1994)亦接續在這個樣區進行研究，此外亦將整個研究地點擴展到玉山國家公園，他們共選定了 6 個樣區，包括阿里山、自忠、石山、鹿林、塔塔加及神木林道。在他們的研究結果，單位面積捕獲率方面，以自忠樣區最高，鹿林樣區最低，而阿里山的族群量及族群的年齡結構最為穩定。在後者的研究，除阿里山樣區為山葵田外，而自忠樣區亦為一山葵田，這引發了一個疑問--是否山葵田有較多的山椒魚分布

呢？如果是，那是來自於山葵田的農作型態？或者僅僅是他們調查的山葵田有特殊的棲地因子使族群量較高？因此本計畫的目的之一，即是在阿里山地區的山葵田進行山椒魚分布狀況的調查，瞭解是不是所有的山葵田皆有分布。若結果為是，則可能是山葵田的耕作型態對山椒魚的生存有正向作用；如果不是，則僅是隨機造成的。

事實上山椒魚在林班地分布狀況的調查研究是非常重要的工作，因為山椒魚的隱密性非常高，一般在野外若不刻意去尋找，通常是不會見到的。因此必需進行以山椒魚為主要調查對象的研究，經由每個林班地內地表物的仔細翻找調查，才能瞭解山椒魚在整個地區的分布狀況。這個研究將對整個阿里山地區內動物資源的瞭解有貢獻。

再者，經過將近十年的調查間隔，本實驗室在姐妹潭樣區中的阿里山山椒魚族群的數量經過這些年是增加還是減少、棲地利用是否和前述研究有差異，都是值得研究的課題。因此本計畫第二個目的即在研究阿里山山椒魚使用何種棲地環境。

在本計畫的第一年，我們進行了分布調查、棲地利用及族群生態的初步研究，茲將結果簡述如下：在分布調查方面，已調查阿里山事業區第 1 至 11、16 至 20 林班、大埔事業區第 209 至 214 林班等 2 個林班，我們在阿里山 2 林班及大埔 209 林班調查到山椒魚，二個林班地共有的特色是坡度平緩及具有穩定水源。棲地利用方面，山椒魚停棲的遮蔽物的特性方面，遮蔽物絕大部分為石塊及木塊，石塊體積的平均值為 5117.8 cm^3 ；木塊遮蔽物體積平均值為 14132.7 cm^3 ，皆屬中小型的遮蔽物。遮蔽物上皆有植物附著，以苔蘚類為主。至於棲息地的基質方面，以泥土為主。

在族群生態方面，91 年度調查中，共捕捉到 79 隻次山椒魚，其中 20 隻次為再捕獲。利用 Jolly-Seber 法估算每月族群量，在姐妹潭族群數量介於 9.7 至為 80.0 之間。捕獲個體的雄/雌性別比為 1.53。年齡結構方面，皆以中大型成體為主。估算的個體活動範圍在 0 至 1646 平方公尺之間，平均值 465.7 ± 684.3 平方公尺。

本研究計畫為二年計畫的第二年，第二年將增加更多的調查點及個

體資料，綜合兩年的調查結果，提供管理處對於阿里山山椒魚的保育及經營管理最佳的策略。

三、研究目的

1. 調查阿里山山椒魚在阿里山地區山葵田的分布情況
2. 研究阿里山山椒魚棲地利用特性
3. 阿里山地區族群數量十年間的變動
4. 初步瞭解阿里山山椒魚的生活史

四、研究材料與方法

本計畫分為兩部分進行，第一為調查山椒魚在山葵田內的分布狀況，另一則為棲地利用調查，各分項的調查方法分述如下：

1. 阿里山山椒魚在阿里山地區山葵田的分布情況調查

研究範圍：

大埔事業區第 190~191, 195~197, 206~208, 215~220 共 14 個林班 (Fig. 2)。

調查方式：

配合現場工作人員，由工作人員的帶領至每一個林班地調查。在每個林班地中，隨機選取山葵田，紀錄進行調查山葵田的面積(概估)、坡向、海拔高度，並依據農民或現場工作人員的資訊記錄主要水源狀況(穩定、季節性乾涸、無水源)。接著尋找山葵耕作範圍及附近地區中任何適合山椒魚棲息的棲地，包括山葵田、小溪流、石壁滲水處或潮溼處等等，在這些地點內徒手翻找山椒魚慣於躲藏的石塊及枯木。當發現山椒魚時，捕捉個體(山椒魚的移動速度通常很低，只要在遮蔽物下發現，不會有個體逃脫)。捕捉到的山椒魚紀錄以下的資料，包括日期、發現林班地、TM2 座標(GPS 定位座標)、巨棲地類型(主要植被)、微棲地類型、遮蔽物類型、測量遮蔽物的體積與棲息位置基質等。同時測量個體的吻肛長、尾長、頭長、體重等形質資料，若可分辨出性別亦記錄下來，此外亦以照相的方式記錄每隻個體身體背腹面的斑紋或色彩，最後將這些數據及照片填入及貼入山椒魚分布狀況調查表(見 Table 1 之記錄範例)，並將出現地點標示於調查林班地的圖上。

調查頻度：

調查範圍共計 14 個林班地，依據去年檢討的結果，此部分調查集中在雨季進行完成。調查安排至所有林班地皆調查過為止。

2. 阿里山山椒魚棲地利用調查及族群生態研究

調查樣區：

為瞭解阿里山地區山椒魚的棲地利用及族群變動，我們在本實驗室先前的研究地點—森林遊樂區姐妹潭旁重新劃設樣區。樣區位置在姐妹潭北方的山谷內，屬阿里山事業區 2 林班。整個樣區中間被溪流及樹木分隔為上下兩個不連續的部分，因此將樣區分為 A、B 兩區，兩區間相距約 20 公尺，A 區及 B 區的示意圖分別見 Fig. 3 及 Fig. 4。

A 區大致與陳及呂(1986)及葉等(1994)A 樣區位置相當，但田畦形狀及耕作狀態有差異。A 區總面積約為 3000 平方公尺，長約 100 公尺，寬約 30 公尺，為柳杉(*Cryptomeria japonica*)和紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)混合林地，由東南向西北方傾斜約 15 度。森林鐵路塔山線位於本樣區東邊 20 公尺上方的山腰上，南北兩面則以高大箭竹與外界隔離，西邊為山谷的出口，樣區內有三條主要水道，一在樣區的東南邊，二條在樣區的西北邊，二者皆由南向西流。地表為當地居民依山勢闢為梯田，種植山葵(*Wasabia japonica*)，田畦四周以石塊或木板或枕木堆砌而成，約 61 畦山葵田，其中有 52 畦在種植，9 畦為休耕地(Fig. 3，淡綠色區域為休耕地)。此外，本區草本植物以絨莖樓梯草(*Elatostema minutum*)、長梗盤麻花(*Lecanthus sasakii*)、阿里山赤車使者(*Pellionia arisanensis*)、台灣噴啞草(*Mitella formosana*)、戟葉蓼(*Polygonum thunbergii* f. *biconvexum*)、單花鳳仙花(*Impatiens uniflora*)、阿里山天胡荽(*Hydrocotyle setulosa*)、曲莖蘭嵌馬藍(*Parachampinella flexicaulis*)及苔蘚植物和蕨類等陰性植物為主，樣區邊緣一公尺內，則有較高大樹種或灌木、蔓性植物等，如玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)、深紅茵芋(*Skimmia revesiana*)、銳葉柃木(*Eurya acuminata*)、台灣鵝掌柴

(*Schefflera taiwaniana*)、玉山假沙梨(*Strancaesia niitakayamensis*)和懸鈎子屬(*Rubus* spp.)植物。

B 區約在 A 區北方 10 公尺處，概為西北向東南的長方形，長約 80 公尺、寬約為 40 公尺，總面積約 3200 平方公尺，由東西兩側向來自 A 區的溪流凹陷，兩側坡度約 20 度。B 樣區的位置約當陳及呂(1986)的 B 樣區，但面積較大。本區共有 24 畦山葵田，亦為柳杉及紅檜的造林地，但種植較為稀疏，樣區中央一部分整日直射陽光，其底層植被狀況似 A 區，但以樣區四週樹木的下層較多。

調查方式及分析方法：

(1)棲地利用

在樣區內徒手翻找所有可能被山椒魚利用為遮蔽物的土表物體，尋獲的個體紀錄除記錄日期、時間外，並記錄其微棲地的資料(見 Table 2 記錄範例)包括遮蔽物的特性(類型、表面附著植物、體積(測量長度、寬度及高度))與基質的特性(類型、酸鹼度、土壤含水量、土壤硬度)等，並予以拍照記錄。同時測量個體的形質資料如吻肛長、尾長、頭長、體重等，若可分辨出性別亦記錄下來。此外亦以照相的方式記錄每隻個體身體背腹面的斑紋或色彩，以輔助個體的辨識，並將個體的位置點於樣區圖上。

此外，為檢測山椒魚是否有棲地的偏好性，我們亦進行可利用棲地的普查。以全取樣的方式記錄樣區內所有的遮蔽物的特性及基質的特性。

資料分析上，比較山椒魚所利用及樣區內遮蔽物特性與基質特性的差異。先將各因子以分類或分組，再換算成百分比，並以 Likelihood Ratio Chi-square tests 檢測二者間是否有顯著差異。在這二個檢測中若差異顯著表示山椒魚在某個棲地因子的利用上有偏好的現象。統計分析利用 JMP 5.01 (SAS Institute)軟體來執行。

(2) 族群生態

將樣區內捕獲的個體依 Martof (1953) 的去趾標記系統 (Fig. 4) 編號，再放回原棲地，並儘量回復原有棲地形態。個體及族群相關參數估算上，我們利用 Jolly-Seber 法 (Krebs, 1999) 估算族群數量、並依據其體型計算其族群的年齡結構、並以最小凸多邊形法 (minimum convex polygon method) (Stickel, 1950) 計算個體的活動範圍 (home range)。Jolly-Seber 法使用 Krebs ver.0.9 軟體 (Bruzstowski, 1997) 計算，而活動範圍使用 Calhome 軟體。

調查頻度：

每月一次至樣區調查，不論日數的長短直至樣區所有的遮蔽物皆翻找過一次為止。

3. 阿里山山椒魚生活史調查

調查樣區：

同前項研究樣區。

調查方式及分析方法：

利用繁殖地圍籬陷阱法來捕捉進入產卵場所的個體，同時得知在樣區內的山椒魚傾向於溪流的哪個部分來進行。在樣區內溪流的兩側，選取三段以藍色塑膠板各設置長 10 公尺的圍籬，圍籬埋入地下部分約 15 至 25 公分深，地上部高約 20 至 30 公分。圍籬的作用在導引山椒魚沿固定方向行動，在圍籬的兩側及中央共設置三個陷落式陷阱 (pitfall)，使山椒魚掉落在陷阱內。捕獲的山椒魚依先測量其吻肛長、頭長、尾長、體重並判定性別，標號後放回。在調查日每日清晨及傍晚檢視陷阱，非調查日則將陷阱上方蓋起，以免山椒魚掉入太久而死

亡。所得之資料，可用來計算生殖個體的數目，比較年間的差異。若觀察到山椒魚的卵膠囊，則計算每個卵膠囊內有幾顆卵、發育時期、孵化數、外鰓消失時間、孵化時間等幼體的基本資料。此部分將連續進行二年的生殖季，比較年間差異。對產卵地的理化因子亦將測量。

此外，利用棲地調查時所捕獲的幼體，來估算整個族群的年齡結構，可製成生命表，據以推算族群的成長速率、單位個體取代率...等有價值的族群資料。

調查頻度：

每年十二至二月。其他月份則觀察所發現的卵及幼體的發育情形。

五、研究調查資料分析

1. 阿里山山椒魚在阿里山地區山葵田的分布情況調查

在現場工作人員的帶領及陪同之下，研究者分別於 2003 年 5~7 月及 2004 年 1、2 月到計畫調查的林班地進行調查，已完成預計的 14 個林班地的調查，而大埔 206~208 林班共進行了二次。各林班地進行調查山葵田的數量、概略面積、坡向、水源狀況、調查到山椒魚數量見 Table 3。Fig. 6 為幾個調查林班地中具代表性的山葵田照片。

本年度 14 個林班地中共調查了 28 處的山葵田(Table 3)，每個林班地調查 1 至 3 塊山葵田，調查的面積介於在 600 至 10300 平方公尺之間(隨調查地區的山葵田數而異)，總調查的面積為 63400 平方公尺。在調查的林班地的坡向方面，有 3 個林班地為東向坡、4 個為西向坡、2 個南向坡、2 個北向坡、2 個為西北向、1 個東南向；而調查的山葵田在水源的特性方面，有 6 個具有穩定的溪流水源，1 處鄰近水庫，7 個沒有水源(其種植山葵的水源由他處引來或依靠天然雨水)。林班地內種植山葵的梯田坡度在 7 至 40 度之間。其中在大埔 197 林班地勢最為平坦，而大埔 207, 208 林班則較為陡峭。

在本計畫的調查至今僅在大埔 207 林班中發現山椒魚，但是發現的地點並非在山葵田內，而是位於步道的兩側，數量共有 8 隻。大埔 207 林班中，山葵田僅佔很小的面積，此林班中有不間斷的溪流水源，但坡度十分陡峭。發現山椒魚的地點並非在種植山葵田的斜坡上，而是在步道兩側的石頭下，有些在山葵田的上緣，大部分則是在步道上山凹近水源處。

另依據訪問現場工作的農民及本實驗室先前的調查資料，在大埔 191, 196, 206, 208 等林班有山椒魚的分布。

2. 阿里山山椒魚棲地利用調查及族群生態調查

本年度仍持續於去年的樣區進行調查，樣區的狀況已如研究材料與方法中所述。去年度至今在此樣區內共調查到 124 隻山椒魚，將記錄資料統計歸納山椒魚的棲地利用以及樣區內山椒魚的族群資料分項描述如下：

(1) 棲地利用

山椒魚利用的遮蔽物特性方面，遮蔽物的類型以石塊為主，比例為 78.7%；少部分為木塊(21.3%)，僅 2 隻個體在無遮蔽物狀況下發現(Fig. 7)。而樣區內的遮蔽物依據全取樣調查的結果，97.0%為石塊，木塊僅 3.0%。山椒魚利用遮蔽物類型的比例與樣區類遮蔽物的比例顯著不同($\chi^2_1=481.3, p<0.001$)，山椒魚顯著地偏好利用木塊遮蔽物。山椒魚利用的石塊遮蔽物長度、寬度及高度的平均值分別為 25.8、17.9、10.9 cm，體積的範圍從 75 至 42875 cm³，平均值為 6627 cm³，樣區內石塊遮蔽物的長度、寬度及高度的平均值分別為 22.3、15.1、11.3 cm，體積的範圍從 75 至 79764 cm³，平均值為 5081 cm³。比較山椒魚利用石塊的體積與樣區內石塊體積(Fig. 8)，統計上達顯著的差異($\chi^2_1=228.9, p<0.001$)，山椒魚利用的石塊大小是有偏好的，傾向使用較大石塊。山椒魚利用的木塊遮蔽物的長度、寬度及高度的平均值分別為 126.7、17.7、7.8 cm，體積的範圍從 2700 至 128000 cm³，平均值為 20264 cm³。樣區內木塊遮蔽物的長度、寬度及高度的平均值分別為 112.6、17.9、9.8 cm，體積的範圍從 75 至 174000 cm³，平均值為 22636 cm³，比較山椒魚所利用與樣區內木塊體積(Fig. 9)，統計上亦為顯著的差異($\chi^2_8=70.4, p<0.001$)，山椒魚對木塊大小的選擇亦為偏向使用體積大較大者。

有記錄的遮蔽物中，其上皆有植物附著，在附著的植物中包括了苔類、蘚類及高等植物，附著情形有單類、二類、三類植物混合。山椒魚所利用遮蔽物上以同時有苔類及高等植物附著者(苔高)較多 55.3%(Fig. 10)，而樣區內遮蔽物附著植物的類型以僅有苔類附著者最多，卡方檢測的結果具有顯著的差異($\chi^2_7=1857, p<0.001$)，山椒魚利用

苔類及高等植物混生的比例明顯較高，而利用三類植物同時混合者(蘚苔高)的比例明顯較低。

基質的特性方面，在樣區內及林班的調查中，發現的類型包括了石塊、泥土、草根(含土)、腐植土、碎石土、木塊、積水及混合類型等。山椒魚主要棲息的基質為僅為泥土者(67.7%)。比較山椒魚所棲息與樣區內基質類型的比例(Fig. 11)，我們可以發現樣區內的基質分布以泥土、腐植土及草根土最多，但山椒魚利用腐植土及草根土的比例較低，在統計上達顯著的差異($\chi^2_{10}=1678, p<0.001$)。

土壤的性質方面，我們又更進一步記錄了土壤 pH 值、土壤含水量及土壤硬度等因子。山椒魚利用棲地土壤的 pH 值在 4.8~7.0 之間，平均值為 5.96，而樣區土壤 pH 值在 4.4~7.0 之間，平均值為 6.07(Fig. 12)。山椒魚利用與棲地內的 pH 的範圍比例具有顯著的差異($\chi^2_6=541.7, p<0.001$)，山椒魚顯著喜歡利用微酸性(5.0~6.2)的土壤。

土壤含水量方面(Fig. 13)，樣區土壤含水量的範圍從 5~100%，均值为 78.0%，而山椒魚利用土壤的含水量範圍在 40~100%，均值为 81.2%，兩者在比例上有顯著的差異($\chi^2_9=4661, p<0.0001$)，山椒魚偏好利用含水量在 60% 以上的土壤。

樣區內土壤硬度值的分布介於 0.5 與 35 之間(Fig. 14)，均值为 9.52，山椒魚利用的土壤硬度值則介於 0.5 至 15 之間，均值为 9.90。兩者在比例上亦有有顯著的差異($\chi^2_6=9462, p<0.0001$)，山椒魚顯著的偏好利用硬度值 5~10 的土壤。

(2) 族群生態

捕獲率

在去年度至今的調查中，共捕捉到 124 隻次山椒魚，其中 38 隻次為再捕獲，共標放了 82 隻山椒魚，平均每隻捕獲 1.51 次(Table 4)。在個體被捕捉次數方面(Fig. 15)，66 隻個體僅被捕捉一次，16 隻個

體有再捕獲的記錄，而單一個體被捕獲次數最高為 6 次。每次捕獲量，因月別而異，2002 年 5、7 兩月 15 隻最高，2003 年 12 月 0 隻最低。再捕獲個體數方面，以 2002 年 8 月 5 隻最高，2003 年 3、10、11、12 及 2004 年 1 月皆為 0 隻最低。再捕獲率方面，2002 年 12 月為 100%，不具再捕獲個體的月份為 0%(Table 4)。個體捕獲間隔時間由 21 天(1 個月)至 422 天(14 個月)不等，平均捕獲間隔日數為 111.8 日(Fig. 16)，以捕獲間隔日數的分布而言，最多的個體在 50 天以內再次被捕獲，除一隻個體以外，再捕獲皆發生在一年之內。捕獲的個體僅有 1 隻為在 A 區及 B 區之移動。

族群數量

依據 Table 4 的每個月標放再捕捉資料，利用 Jolly-Seber 法估算每月族群量(population size)、存活率(survival rate)、增減個體數(Table 5)。將族群量估值及 95%信賴區間作圖如 Fig. 17。估計的族群量最高為 2003 年 7 月，族群數量為 113.1(42.4~572.1)隻，最低為 2002 年 10 月，數量為 11.0(7.5~20.4)隻，族群數量隨月份上下變動，然而呈現下降的趨勢。存活率的範圍在 0.333~1.667 之間，數值大於 1 代表族群有新的個體加入，數值小於 1 則族群有個體消失。

形值及體重

捕獲個體的各形值之均值及標準差在吻肛長為 53.1 ± 7.5 mm、尾長 36.5 ± 6.8 mm、頭長為 12.9 ± 1.7 mm。依據陳及呂(1986)將山椒魚依吻肛長分為不同的年齡，來看不同月份的年齡結構(Table 7)，樣區內捕獲的個體主要的體型大小 45 至 65 mm 之間，屬於中大型個體亦為成體的類別。中小型的個體在兩年調查中沒有出現的規律，而體型小於 25 mm 的個體(剛變態完成)僅在 2004 年 2 月發現。

測量個體的體重範圍從 0.8 g 至 5.2 g，平均體重為 3.0 ± 1.02 g。將體重劃分為每 0.5g 一個級數，作出其體重分布如 Fig. 18。其中

2.5~3.0 g 的個體最多(28 隻), 體重小於 0.5 g 及大於 5.0 g 的個體皆僅有 1 隻。

性別比

依據泄殖腔口的特徵(雄性膨大、雌性平扁)判定所捕獲的山椒魚的雌雄性。在標放的 82 隻個體中, 19 隻未能判定性別, 能判定性別的個體中, 有 40 隻雄性及 23 隻雌性, 雄/雌性別比(male/female sex ratio)為 1.74。

水平分布與活動範圍

將每月份捕獲的個體以數字或字母分別標示於樣區圖上, 可以畫出每個月個體在樣區出現位點的水平分布圖。在 A 樣區(Fig. 19), 捕獲的個體不論月份皆集中在樣區中段較為平坦處, 在 B 樣區則在水道的西側較多(Fig. 20)。

Fig. 21&22 是將捕獲三次以上的個體出現的位置連接而成的區域, 再將這些個體依其出現點的座標, 以最小凸多邊形法計算其活動範圍, 所計算出來的面積值列於 Table 7。估算的個體活動範圍在 0 至 1646 平方公尺之間, 平均值 214.6 平方公尺。其中 017 及 060 號個體捕獲共 6 次, 039、049 兩隻個體皆被捕獲 5 次。其中 017、049、060 三隻個體, 每次發現都固定在同一塊遮蔽物下。而編號 004 的個體, 在 A 區及 B 區皆有捕獲的記錄。山椒魚在樣區內地點間平均移動的距離在 0.0 至 38.4 公尺之間, 平均為 10.16 公尺。活動範圍的位置上, 能估算活動範圍的山椒魚, 他們之間在活動範圍在邊緣區域是重疊的(Fig. 20)。調查中, 僅有一遮蔽物曾同時發現兩隻個體(071, 072), 亦僅有一遮蔽物先後發現不同的個體(017, 078)。

3. 阿里山山椒魚生活史調查

於 2003 年 2 月開始，我們設置了二個圍籬(Fig. 23)。待穩定後，於 2003 年 9 月開始使用，嚐試去捕捉於 9 月至隔年 2 月往溪流遷徙的個體，然而除了捕獲短尾鮑()一隻外，未捕捉到任何的山椒魚。

六、結果與討論

1. 阿里山山椒魚在阿里山地區山葵田的分布情況調查

經過一年來對林班地山椒魚的調查，發現的山椒魚亦如前年一樣非常的少，實際上也僅在大埔 207 林班發現。207 林班的調查，我們共進行了二次，第一次在 92 年 6 月份，在當次調查中，我們從 208 林班開始沿著步道兩側及鄰近的山葵田翻找，一直到 206 林班。第一次的調查並未見到任何的山椒魚。第二次調查的路線也概略相同，但 93 年 2 月的調查僅以 1.5 小時的時間，就找到了 8 隻的山椒魚，兩次調查數量相差很大。推究其原因可能是環境的穩定度的差異，92 年 6 月的調查中，步道似乎為剛完工狀態，兩側的石塊似乎還很容易搖動，在 93 年 2 月的調查，由於步道完工時間已久，使兩側的環境穩定下來，故山椒魚的數量增多。這個地區本實驗室先前在此曾進行過兩年的研究，當時的研究樣區在大埔 206 林班，然而因為自忠往特富野步道的開闢配合的山葵田回收作業，僅剩下遺跡而已，但是經過翻找，也未見任何的山椒魚。下一年度的計畫中，由於將進行移地復育的試驗，配合山椒魚的捕捉及遷移的工作，將對此地區進行更完全的調查。

由訪問農民得來的資料，暫可作為參考。在大埔 191 及 196 林班，耕作山葵的農民表示曾經在田裏見到過，但都是陳年往事，近年來幾乎都沒有發現。

有山椒魚分布的山葵田有哪些特性呢？依據去年度調查的結果，我們認為是坡度平坦且有穩定的水源。而今年度的結果仍保有穩定水源這個特色，但坡度卻較為陡峭。但是詳細看今年度捕捉的地點，雖然是在陡峭的林班地中，但是卻是在步道兩側平坦處捕獲的，基本上，穩定水源和坡度平坦的特性是不變的。山葵田一般以梯田的方式種植，事實上在每一塊田基本上坡度都在 5 度以內，因此穩定水源的有無是較為重要的因素。另外，調查的過程中我們還注意到農民圍田畦方式也會有影響，許多地點的山葵田，圍田是以多層的石頭堆疊，有些以大型枯木堆疊，這都會影響到調查者發現山椒魚。此部份我們將在棲地利用的段落中再

綜合討論。

2. 阿里山山椒魚棲地利用調查

(1) 棲地利用

山椒魚在所利用的微棲地特性方面，調查到的山椒魚幾乎全部都躲在遮蔽物的底下，但過程中也曾觀察到未躲在遮蔽物下的個體，而就本實驗室多年對山椒魚的野外調查則偶而可在夜間見到山椒魚離開遮蔽物到表面來活動。山椒魚隱蔽的生活習性，使得遮蔽物對牠們是很重要的。調查到的遮蔽物中，以石塊及木塊為主(Fig. 7)。然而，在遮蔽物利用的偏好上，經過樣區的全數普查，我們可以發現，山椒魚顯著地偏好使用木塊(Fig. 7)。我們認為木塊受到山椒魚偏好的原因在於木頭的保水性較高，山椒魚躲藏在其中水份喪失較為緩慢，這點可以從兩方面得到支持，山椒魚偏好使用石塊中體積較大者(Fig. 8)，木塊則沒有明顯的偏好(Fig. 9)；第二則是長時間停留在樣區的個體都是棲息於木塊下者(Table 8)。當然體積的偏好也可能是因素之一，木塊的體積一般較石塊為大，使用木塊表示有較大的遮蔽空間。體積較大的遮蔽物不易搖動或移動，使遮蔽物底下的棲所較為穩定，同時也不易被天敵移動，而躲避天敵的捕食。山椒魚停棲在地表面遮蔽物，尚有一個優點，就是當要到地表面覓食時，能快速的進出。

此外，不論樣區及山椒魚利用的遮蔽物上幾乎皆有植物附著(Fig. 10)，附著的植物皆以苔蘚類為主，這給我們二方面的資訊，一是樣區的氣候潮溼，二是遮蔽物已很長一段時間未被移動。潮溼的氣候是山椒魚在各地分布最主要的條件。遮蔽物長時間未移動方面，在陳及呂(1986)的研究中，他們發現，若山葵田進行採收而移動到地表的遮蔽物時，有一段時間，調查到的山椒魚的數量會變的很少，這些遮蔽物必需經過一段時間，才會在這些遮蔽物重新見到山椒魚。我們推測這個時間的長度，應該是遮蔽物未再移動而苔蘚類重新長出後，山椒魚才會再利用這個遮蔽物。因此，山椒魚在遮蔽物的選擇上，除了遮蔽物要不易移動，同時此遮蔽物必需要長時間穩定。然而比較山椒魚所

利用與樣區整個遮蔽物上附著的植物類型比例有顯著的差異，其中苔高類的比例明顯較高，而蘚苔高的比例較低。這表示遮蔽物上附著的植物亦會影響到山椒魚棲地的選擇，然而詳細的原因暫時沒有合理的解釋。

在山椒魚棲息的基質方面，發現的類型包括了泥土、腐植土、碎石土、草根(含土)、石塊、木塊、積水及混合類型等，其中以泥土為主(Fig. 11)。比較山椒魚利用及樣區內基質的比例，我們可以發現，樣區內雖然草根土及腐植土佔較高的比例，但山椒魚鮮少利用這樣的基質，反而偏好使用單純的泥土基質。可能的原因是山椒魚棲息在遮蔽物下，在此處他們必需能將身體塞在基質與遮蔽物的空隙中，許多的空隙不是天然產生的，必需要山椒魚自己來挖掘，較為柔軟的泥土就提供了這樣的條件，而草根土可能較為密合或不易挖掘，使他們對此種基質無法來利用。

在分布調查中，我們提到圍田的方式會影響山椒魚的分布。我們在許多林班地的山葵田中，農民是以多層石頭的方式來圍田，這可能使山椒魚不利用這樣的棲地。這個現象一樣在 Fig. 11 可看出來，底質在樣區中有 9.4% 為石塊，但是山椒魚利用的比例僅 1.6%，顯著的不喜歡使用石頭底質。

基質土壤的性質酸鹼值、含水量、硬度在棲地及山椒魚所利用者都亦有顯著的差異，歸納山椒魚利用土壤的性質為微酸性、含水量高及較為柔軟的泥土。

本研究在棲地利用方面的結果與陳及呂(1986)、葉等(1994)的有明顯的差異。葉等(1994)指出山椒魚利用的棲地並沒有偏好的情形，山椒魚利用的微棲地是會隨著地點而變，在葉等(1994)對整個棲地特性的調查是在樣區內畫一條穿越線，記錄穿越線上的遮蔽物及底質狀況。然而我們對樣區進行普查的工作卻發現，山椒魚在利用的遮蔽物、遮蔽物的大小及基質上會有明顯偏好。再者，我們更詳細的分析了微棲地因子，找出了山椒魚在遮蔽物及底質上明確的特性。

(2) 族群生態

捕獲率及族群數量

本計畫利用 Jolly-Seber 法估算了此地的族群數量，Jolly-Seber 法估算出的每月族群量在 11.0~113.1 之間。由於山椒魚一年生殖一次，族群不會隨時增加，故此地的族群量應是在生殖季後慢慢的減少，在第一年(2002 年 5 月~2003 年 3 月)的數據中反應不出這種趨勢，第二年稍微具有這種現象。估計的族群量若和陳及呂(1986)的估計的來比較，他們使用 Weight mean 法來估算，族群數量在 1 至 105.2 之間(A 樣區及 B 樣區合計)，與我們的估算相近。族群數量在這些年間沒有很大的差異，表示此地族群是長期穩定的。然而，近半年的族群估算量 10~25 隻之間，明顯的偏低。同時，二年來不論捕獲量及族群估算量概略呈現下滑的趨勢，值得憂心，是暫時或永久性的，仍有待監測工作的持續進行。

年齡結構

我們依據體型當作是個體的年齡，來看此地每月份的年齡結構 (Table 7)。捕獲的個體中，除了 6 隻個體為中小型，其餘的個體皆為中大型的成體。這樣的結果符合前人研究族群的年齡結構上以成體為主的現象。然而，陳及呂(1986)及葉等(1994)的研究中，每年春季都會在樣區內見到大量的小山椒魚(吻肛長小於 25mm)。然而 2003 年的調查過程中未發現到任何的小山椒魚，而 2004 年 2 月也僅記錄到 1 隻，這兩年來冬季雨量稀少，可能使山椒魚的生殖活動減少或停止，這是個值得關切的問題。當然也可能因為雨量稀少，小山椒魚在變態完成後躲在土壤的底層而較少到乾燥的表面來活動。

活動範圍

本研究使用了最小凸多邊形法估計了 11 隻個體的活動範圍，數

值在 0 至 1646 平方公尺之間，平均值 214 平方公尺。在陳及呂(1986)的研究中，使用 Pearson(1955)的方法，計算了 26 隻山椒魚的活動範圍，數值在 0.02~12.47 平方公尺；葉(1991)的研究則使用了最小凸多邊形法，記錄了 8 隻個體，平均活動範圍為 43.15 平方公尺，去除極端值後平均值為 4.49 平方公尺。這二者與我們的結果有很大的差異，造成的原因可能是因為個體進行了長距離的遷徙，特別是編號 004 的個體。而事實上樣區大部分的個體皆在很小的範圍內活動，特別是捕獲次數較多的個體，幾乎都在同一塊遮蔽物下。以 017 號為例，91 年 5 月在第一次上標後，連續半年都停留在同一個位置，冬季消失踪影三個月，到 92 年 2 月又再出現，然後又消失，到 92 年 8 月又出現。49 號的個體則是 92 年 3 月上標後，連續四個月都在同一位置，而 60 號個體則是從 92 年 5 月捕獲後，停留在同一個位置到 9 月，一樣是冬季消失，直到 93 年 2 月又再出現。因此，從前人及本研究估算活動範圍的結果可以看出，山椒魚的移動距離並不大，往往同一隻個體會在同一塊或附近的遮蔽物下發現，這表示山椒魚是活動性很低的動物。

七、建議

整個研究對於山椒魚的分布及棲地利用已有最基礎瞭解，因此應用這些資料於保育阿里山山椒魚是可以嘗試來進行。此外樣區應持續進行族群監測，以瞭解山椒魚族群的長期變動。而歸納二個年度的資料，我們建議以下的經營管理策略：

1. 依據在山椒魚分布調查研究的結果，許多林班地中的山葵田並不是很適合山椒魚的棲息，而有山椒魚棲息的山葵田往往附近的天然棲地中亦可找到山椒魚(如樣區及 207 林班)，故對於山葵田應持續的辦理收回的工作，特別是那些沒有天然水源坡度又極為陡峭會影響水土保持的林班地。
2. 山葵的種植及山葵田的對山椒魚的角色，依據研究的結果，我們認為僅是提供了山椒魚較佳的躲避場所，可能在山椒魚某個季節必需到較為地表來活動及覓食，山葵田種植圍田的木塊及石塊，加以定期的除草，使這些遮蔽物下適合山椒魚的棲息，也造成族群監測樣區成為一個容易發現山椒魚的地點，這個現象可以再留待未來就地復育試驗時來檢測。
3. 從棲地利用方面的結果，顯示山椒魚具有特定的棲地偏好，這些資料可以用於就地復育的試驗上，藉由棲地環境的布置，加以由別的族群引入個體，來檢視引入個體在此地存活及生殖的情形，這些將是本計畫下年度的工作重點。
4. 水源的穩定對於山椒魚而言是非常重要的，而阿里山近年來旅遊業的發達、旅館的林立，業者為了省錢都引天然的溪水作為用水，這個作法對於山椒魚長期族群穩定是有很大的負面作用，而同時業者引水的管線穿梭在森林遊樂區中對於景觀的品質產生嚴重的影響，建議管理處應就水權管理的事項有較為完整的規劃。
5. 山椒魚偏好使用木塊下當作牠的棲所，配合這種特性，建議林務局在經營管理上對於森林中的枯倒木，在沒有安全虞慮下，應儘量的保

留，除了可提供山椒魚棲息外，對於底層的其他動物也是很好的棲所，亦能提高森林的生物多樣性。

6. 保育教育的展示方面，可由兩個方向進行。第一種為室內的方式，以大型的水族箱布置適合山椒魚棲息的環境，再將山椒魚飼養在內，供解說教育用。第二類為野外的方式，建立偏自然的棲地，將山椒魚釋放於此棲地內，若強調教育對象的親身體驗時，可由教育對象親自去翻找(不過需注意過度干擾會使山椒魚遷移至別處)，或可裝設紅外線攝影機，將山椒魚即時的活動影像傳給大眾(類似嘉義林管處蝙蝠教育館的實施方式)。

八、參考文獻

- 陳世煌、呂光洋，1986，台灣產山椒魚之研究(二)—阿里山地區山椒魚之族群生態研究。師大生物學報 21: 46-72。
- 陳世煌、呂光洋，1987，台灣產山椒魚之研究(一)—研究歷史、分布和形態學之初步研究。野生動物保育研討會專集(一)國家公園和自然保留區之野生動物。頁 79-104。
- 葉明欽、呂光洋、賴俊祥，1994，阿里山及玉山國家公園台灣山椒魚族群生態研究。師大生物學報 29(2): 79-87。
- 葉明欽，1991，臺灣山椒魚(*Hynobius formosanus*)棲地與族群變動之研究。國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文。
- Bogert, C. M. 1952. Relative abundance, habits and normal thermal levels of some Virginia salamanders. *Ecology*, 33: 16-30.
- Bruce, R. C. 1988. Life history variation in the salamander *Desmognathus quadramaculatus*. *Herpetologica* 44: 218-227.
- Gill, D. G. 1979. Density dependence and homing behavior in adult red-spotted newts *Notophthalmus viridescens* (Rafinesque). *Ecology* 60(4):800-813.
- Jaeger, R. G. 1980. Microhabitats of a terrestrial forest salamander. *Copeia* 1980: 205-208.
- Jolly, G. M. 1982. Mark-recapture models with parameters constant in time. *Biometrics* 38: 301-321.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*, 2nd ed. Addison-Welsey Educational Publishers, Inc. 620pp.
- Lue, K. Y., C. Y. Lin and K. S. Chuang. 1992. Notes on larva of *Hynobius formosanus* found on Yu-Shan National Park. *Acta Zoologica, Sinica* 31: 68-70.
- Martof, B. S. 1953. Territoriality in the green frog, *Rana clamitans*. *Ecology* 43(1): 165-174.
- Schnabel, Z. E. 1938. The estimation of the total fish population of a lake. *American Mathematician Monthly* 45: 348-352.
- Seber, G. A. F. 1982. *The Estimation of Animal Abundance*, 2nd edition. Charles Griffin and Company, London.
- Seber, G. A. F. 1992. A review of estimating animal abundance II. *International Statistical Review* 60: 129-166.
- Stickel, L. F. 1950. Population and home range relationship of the box turtle, *Terrapene c. carolina* (L.). *Ecol. Mono.* 20(4): 353-378.

致謝

本計畫執行期間要特別謝謝嘉義林管處在行政及現場調查時的支援，其中嘉義處許碧如小姐、黃淑芳小姐在研究期程的規劃及食宿安排上給予最大的支援。阿里山工作站的本計畫主辦人蕭明學先生、魏世昌先生、劉洋辰小姐對整個棲地利用及分布調查給予我們最佳的安排。此外，現場工作人員阿里山工作站的魏世昌先生、張文欽先生、蔡騰奇先生及奮起湖工作站張佑任先生，帶著我們到外人鮮少到的林班地，也陪著我們翻找山椒魚。在此致上十二萬分的謝意。

Table 1、山椒魚在山葵田的分布狀況調查表及記錄範。

山椒魚分布狀況調查表

編號：A2+36

日期/時間	林班地		GTM 座標		巨棲地	微棲地
0821/1030	2 林班	36 小班	229427N	2601609E	柳杉林	山葵田
遮蔽物	附著物	長寬高	基質			
石塊		10x8x4 cm	泥土			
水源	吻肛長	尾長	頭長	體重	性別	
15 m	53.7 mm	37.9 mm	12.7 mm	3.4 g	♀	

照片

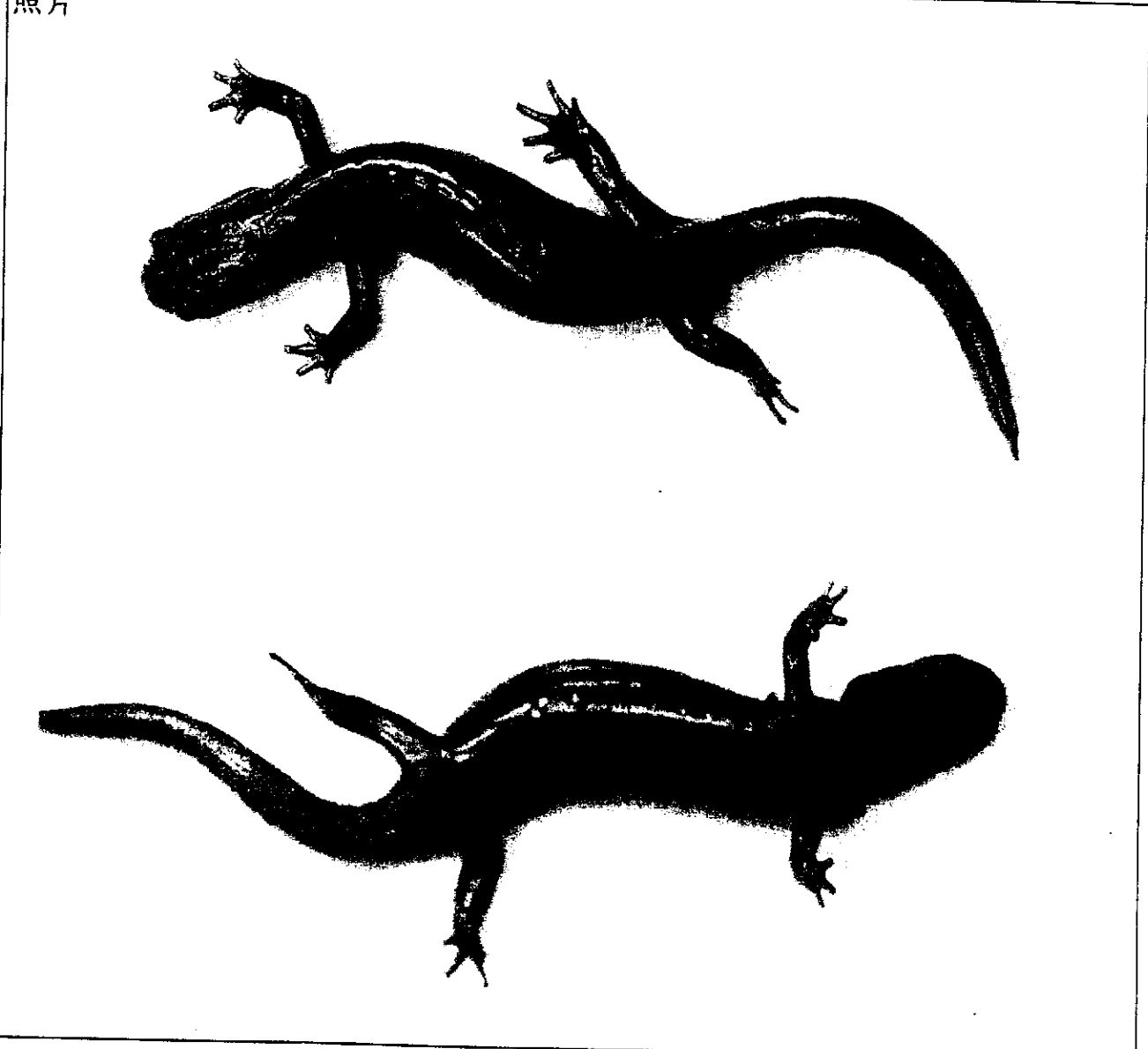
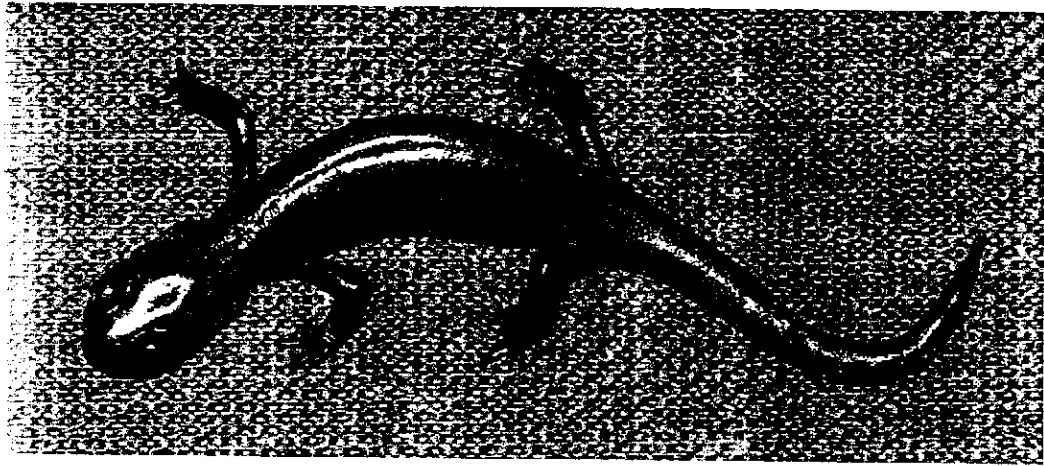


Table 2、山椒魚棲地利用調查表及記錄範例。

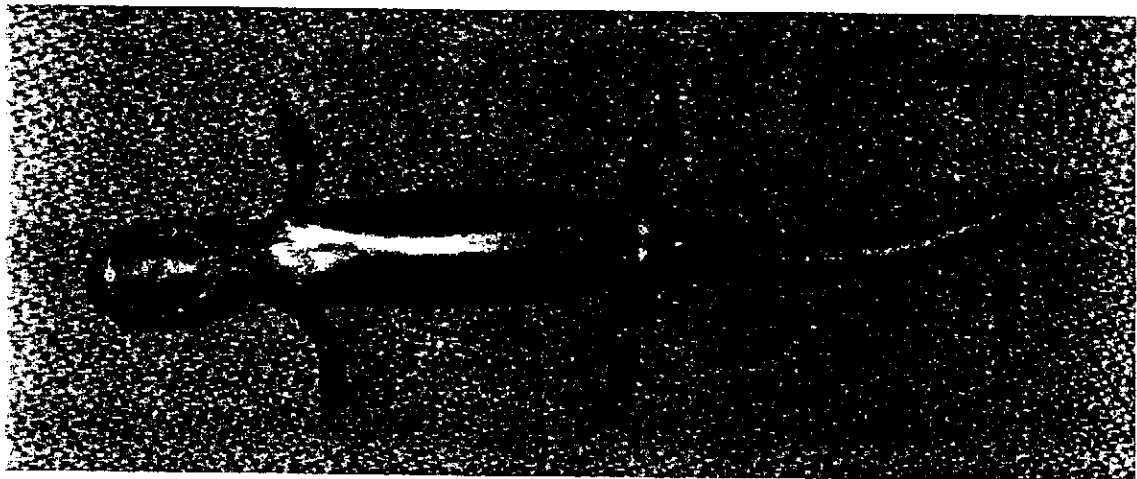
姐妹潭樣區

日期	編號	樣區	位置	前次捕獲	土壤硬度
0717 1605	J074	A	488, 495		12
遮蔽物	長寬高	覆蓋植物	基質	土壤 pH	土壤溼度
石頭	32x24x20 cm	苔	褐碎石泥土	6.2	100
吻肛長	尾長	剪尾長	頭長	體重	性別
44.9 mm	29.2 mm	23.7 mm	11.4 mm	1.5 g	
個體特徵					

背面



腹面



石頭

洞穴

泄殖腔孔



Table 3、92 年度調查林班地的山葵田相關資料與山椒魚數量表。

林班地	TM2座標	海拔(m)	數量	調查日期	田數	面積m ³	坡向	坡度(°)	水源	轄區	備註
大埔190	228559, 2595542	1849	0	7/19	1	8600	南	15	×	奮起湖	
大埔191	228578, 2595663	1779	1	7/19	2	5000	北	25	×	奮起湖	訪問
大埔195	228839, 2595891	1714	0	7/19	2	5200	西	8	◎	奮起湖	
大埔196	228397, 2596321	1780	1	7/19	3	10300	西	30	◎	奮起湖	訪問
大埔197	228257, 2596579	1749	0	7/19	3	6300	西北	7	×	奮起湖	
大埔206	231390, 2597470	2286	0	6/27 2/27	1	3600	南	21	◎	阿里山	廢棄
大埔207	231408, 2597320	2270	8	6/27 2/27	1	600	東	40	◎	阿里山	步道旁
大埔208	231412, 2597110	2260	0	6/27 2/27	1	1200	東	40	◎	阿里山	
大埔215	229315, 2600353	2329	0	7/18	3	3000	西	12	水庫	阿里山	
大埔216	229227, 2200261	2298	0	7/18	2	6000	西北	29	×	阿里山	
大埔217	229164, 2600159	2281	0	7/18	2	1000	西	24	×	阿里山	
大埔218	228541, 2600610	2120	0	5/29	4	7500	北	20	×	阿里山	
大埔219	226823, 2599380	1820	0	1/31	2	4300	東南	7	◎	阿里山	
大埔220	226912, 2598761	1790	0	1/31	1	800	東	12	×	阿里山	
總計					28	63400					

註1：◎：有溪流；△：有溪流但乾涸；×：無水源

Table 4、棲地利用及族群調查所捕獲山椒魚的標放記錄表

年	最近一次捕獲日期												總計							
	4	5	7	8	10	12	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	1
月/年	4	5	7	8	10	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
捕捉數	13	15	15	8	3	1	7	4	4	9	5	12	6	7	6	1	1	0	1	6
4/2002		2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5/2002			1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7/2002				2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8/2002					2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/2002						1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12/2002							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2003								0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2003									0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3/2003										1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4/2003											3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5/2003												1	1	0	1	0	0	0	0	0
6/2003													1	1	0	0	0	0	0	1
7/2003														2	0	0	0	0	0	0
8/2003															1	0	0	0	0	1
9/2003																0	0	0	0	0
10/2003																	0	0	0	0
11/2003																		0	0	0
12/2003																			0	0
1/2004																				0
標記數		2	2	5	3	1	1	2	0	4	3	3	3	4	2	0	0	0	0	3
再捕獲率 (%)		13	13	63	33	100	25	50	0	44	60	25	50	57	33	0	0	0	0	50
																				38
																				30.6

Table 5、以 Jolly-Seber 法估算的族群量、存活率、增減個體數表。

取樣日期	標記比例	標記族群大小	族群估算量	存活率	增減個體數
4/2002	0.000	0.0	(a)	0.769	(a)
5/2002	0.188	10.0	53.3	0.922	63.9
7/2002	0.188	21.2	113.1	0.409	-25.3
8/2002	0.667	14.0	21.0	0.647	-2.6
10/2002	1.000	11.0	11.0	1.364	0.0
12/2002	1.000	15.0	15.0	1.667	75.0
1/2003	0.250	25.0	100.0	0.333	-16.1
2/2003	0.600	10.3	17.2	1.419	63.1
3/2003	0.200	17.5	87.5	0.651	-29.0
4/2003	0.500	14.0	28.0	0.474	0.2
5/2003	0.667	9.0	13.5	1.455	32.4
6/2003	0.308	16.0	52.0	0.493	-4.1
7/2003	0.571	12.3	21.6	0.609	1.8
8/2003	0.625	9.3	14.9	0.730	10.1
9/2003	0.429	9.0	21.0	0.462	2.3
10/2003	0.500	6.0	12.0	0.857	1.7
11/2003	0.500	6.0	12.0	0.857	1.7
1/2004	0.500	6.0	12.0	(a)	(a)
2/2004	0.571	(a)	(a)	(a)	(a)

(a): Jolly Seber 法無法計算此數值

註:2003 年 1 月進行兩次調查，合併。2003 年 12 月未捕獲，故不列入計算

Table 6、姐妹潭樣區內各月份捕獲山椒魚的吻肛長分布表。

月份	吻肛長(mm)					
	<25	25~35	35~45	45~55	55~65	>65
4/2002		1	1	9	2	
5/2002			2	8	5	
7/2002		2		7	5	1
8/2002				4	4	
10/2002					3	
12/2002					1	
1/2003				4	3	
2/2003				3	1	
3/2003				3	1	
4/2003				1	8	
5/2003				2	3	
6/2003		1		5	6	
7/2003			1	2	3	
8/2003			1	4	2	
9/2003			2	2	2	
10/2003					1	
11/2003		1				
1/2004					1	
2/2004	1			4	1	
總計	1	5	7	58	52	1

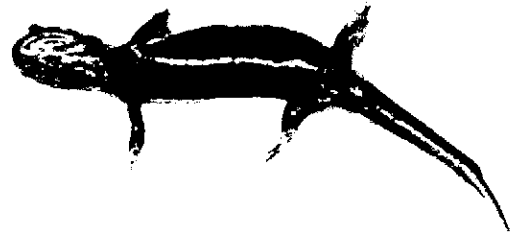
註:2003年12月未捕獲,故不列入計算

Table 7、捕捉三次以上的個體地點間平均距離及活動範圍表

編號	捕獲 次數	地點間平均 距離(公尺)	活動範圍 (平方公尺)	使用 遮蔽物	備註
003	3	18.40	464.0	石塊	
004	4	38.38	1646.0	石塊	A、B 樣區間移動
005	3	14.46	177.5	石塊	
017	6	0.00	0.0	木塊	於同一地點
025	3	4.28	41.0	石塊	
034	3	21.72	0.4	石塊	
039	5	4.42	23.4	石塊	
049	5	0.00	0.0	石塊	於同一地點
057	3	2.13	3.2	石塊	
060	6	0.00	0.0	木塊	於同一地點
076	3	7.93	4.8	石塊	
平均值	4.0	10.16	214.6		



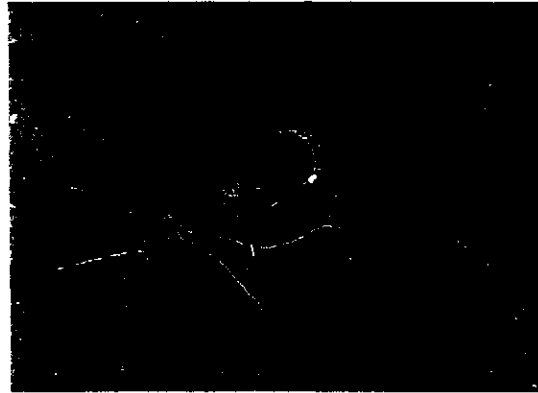
(A)



(B)



(C)



(D)

Fig. 1、阿里山山椒魚。(A)背面；(B)腹面；(C)山椒魚躲藏在遮蔽物下；(D)翻開遮蔽物時可見山椒魚。

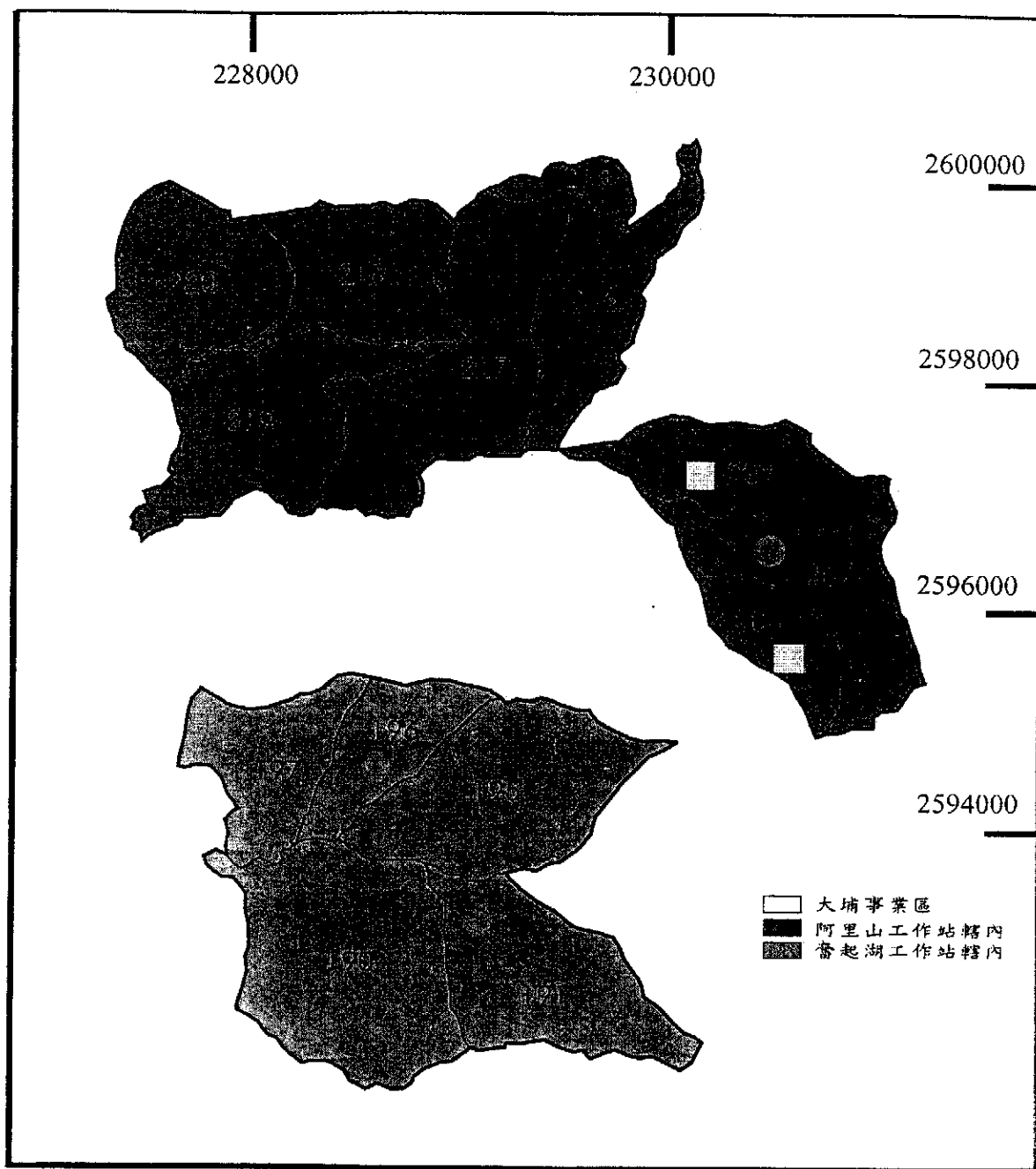


Fig. 2、92 年度的調查範圍圖；●表本計畫所調查到山椒魚的位置，
 ■表先前本實驗室有調查到山椒魚的位置。圖中座標為
 TM2 座標。

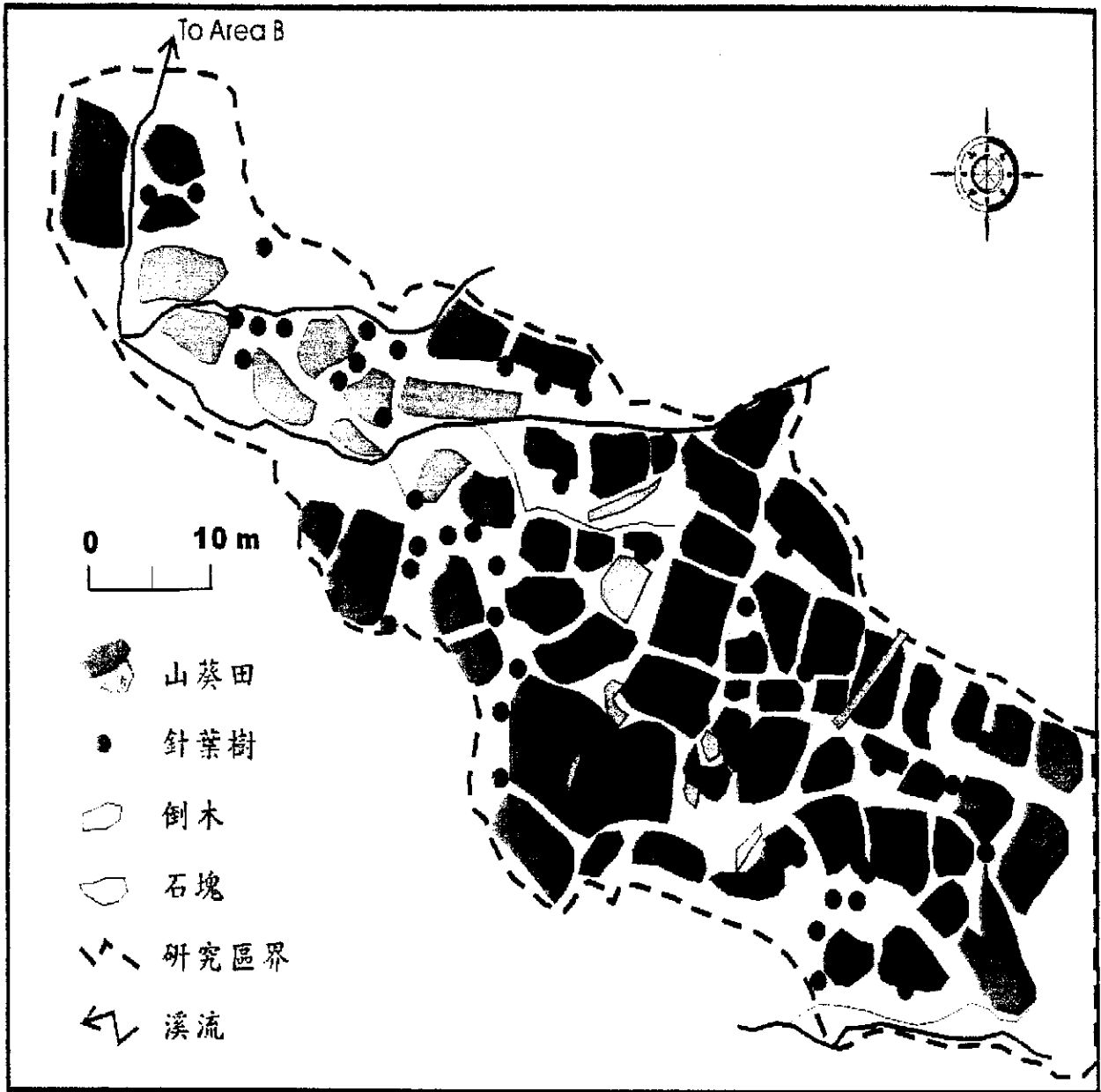


Fig. 3、姐妹潭樣區中 A 區的平面圖。

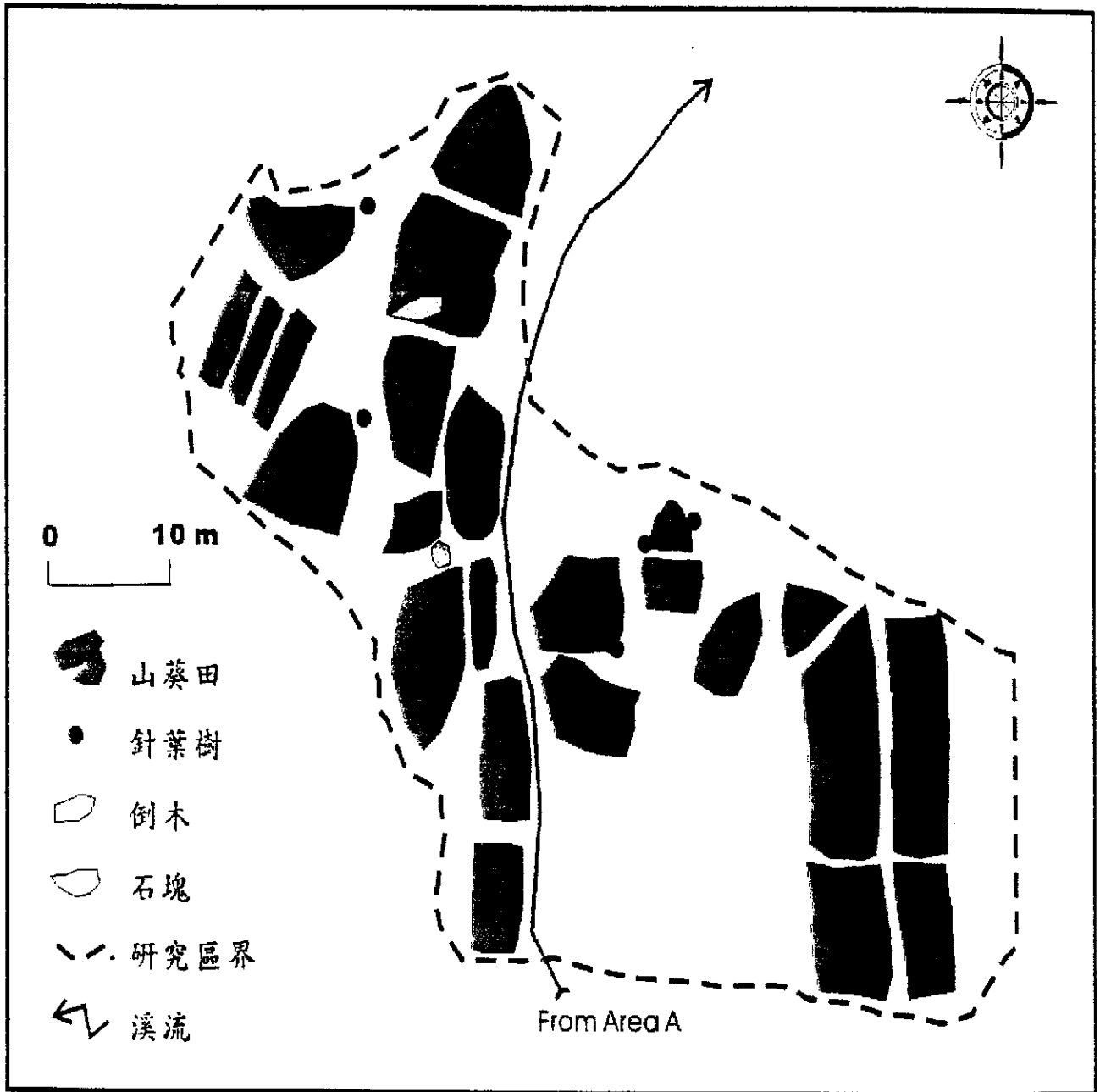


Fig. 4、姐妹潭樣區中 B 區的平面圖。

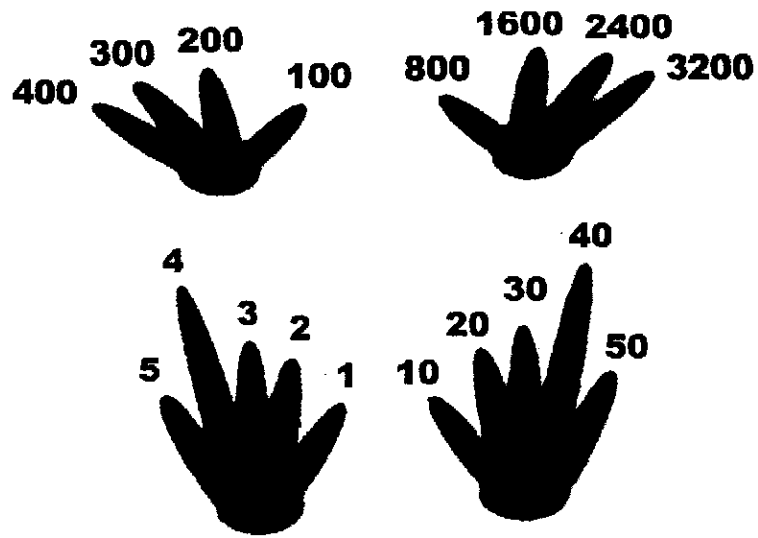


Fig. 5、Martof(1953)去趾編號系統。



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Fig. 6、分布調查中幾個調查林班地內山葵田(含休耕)的照片。(A) 大埔 191 林班；(B) 大埔 196 林班；(C) 大埔 197 林班；(D) 大埔 206 林班(已休耕)；(E) 大埔 216 林班；(F) 大埔 218 林班)。

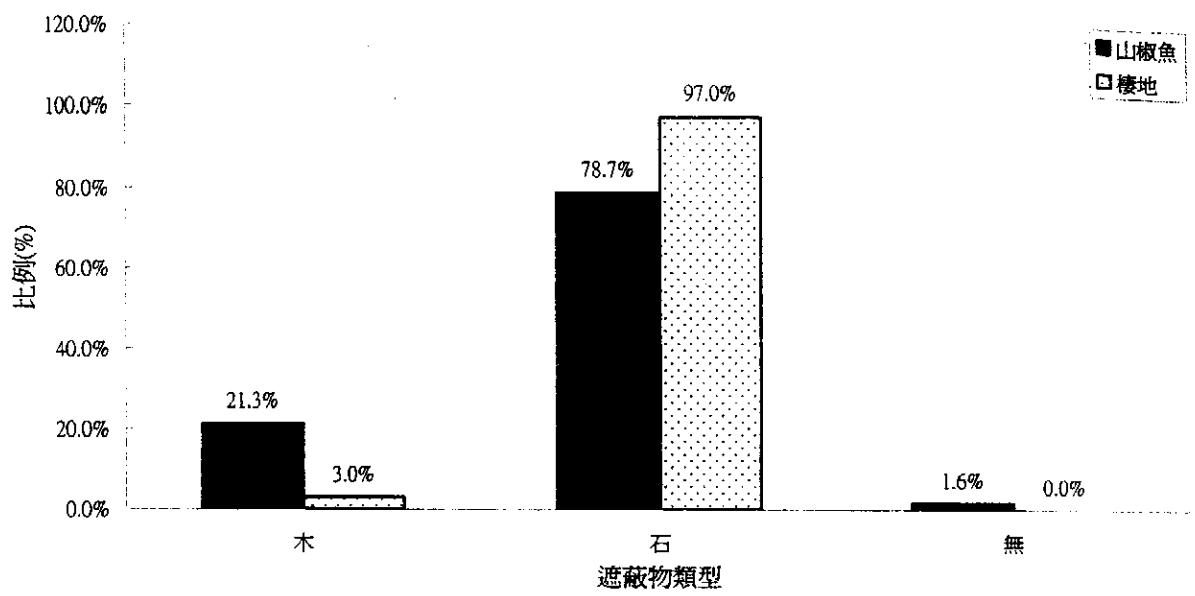


Fig. 7、山椒魚利用與樣區內可利用之遮蔽物類型的比例圖。

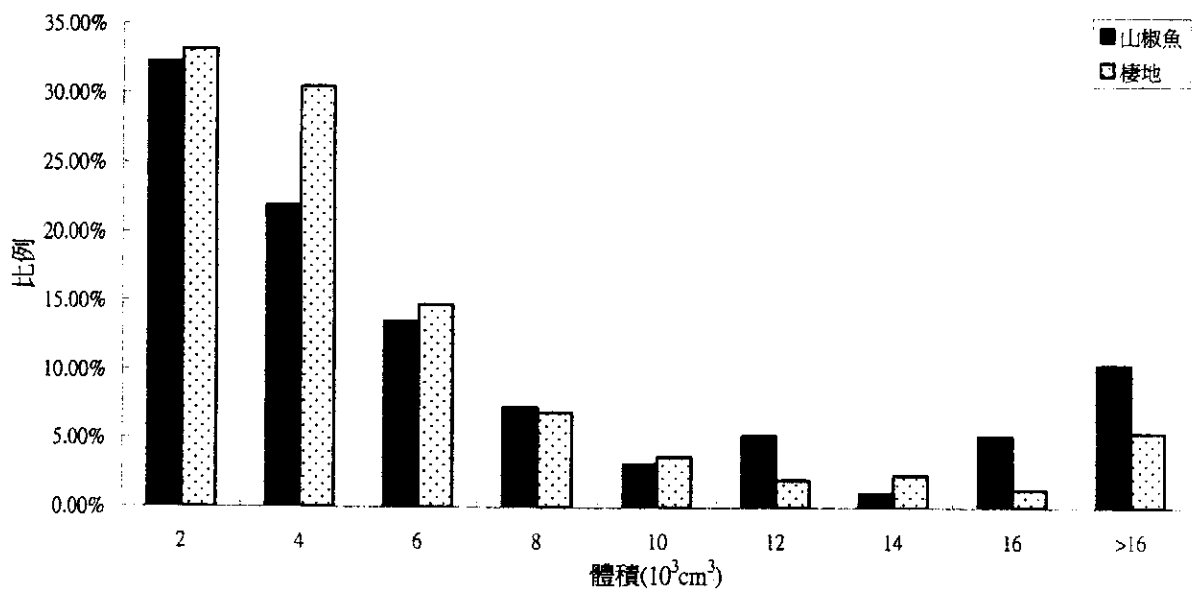


Fig. 8、山椒魚利用及樣區內石塊遮蔽物的體積分布圖。

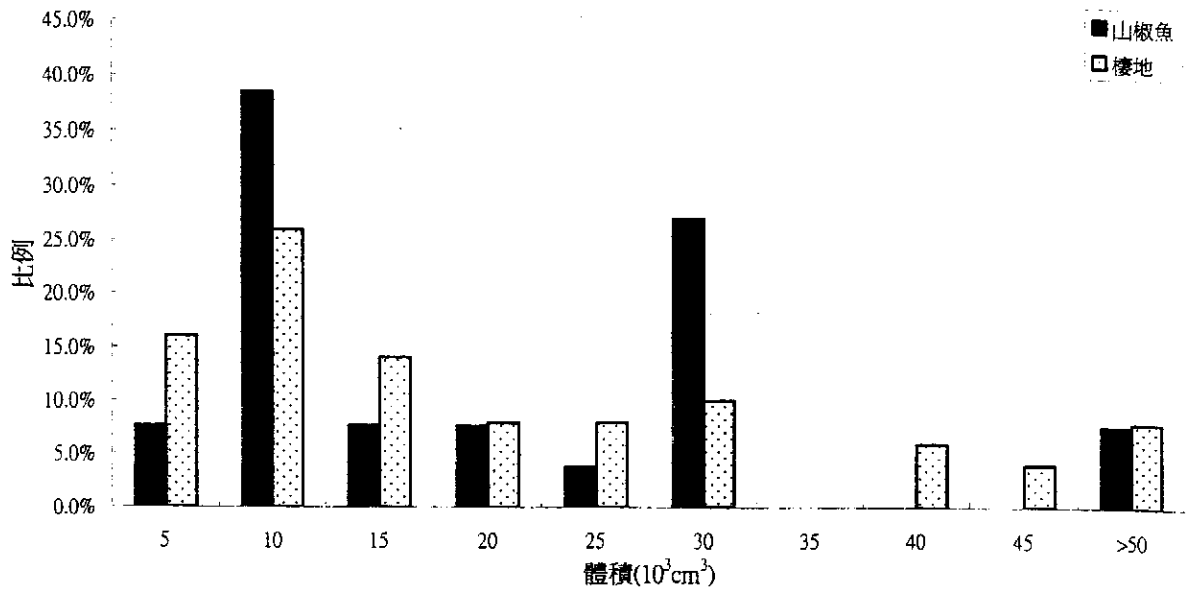


Fig. 9、山椒魚利用及樣區內木塊遮蔽物的體積分布圖。

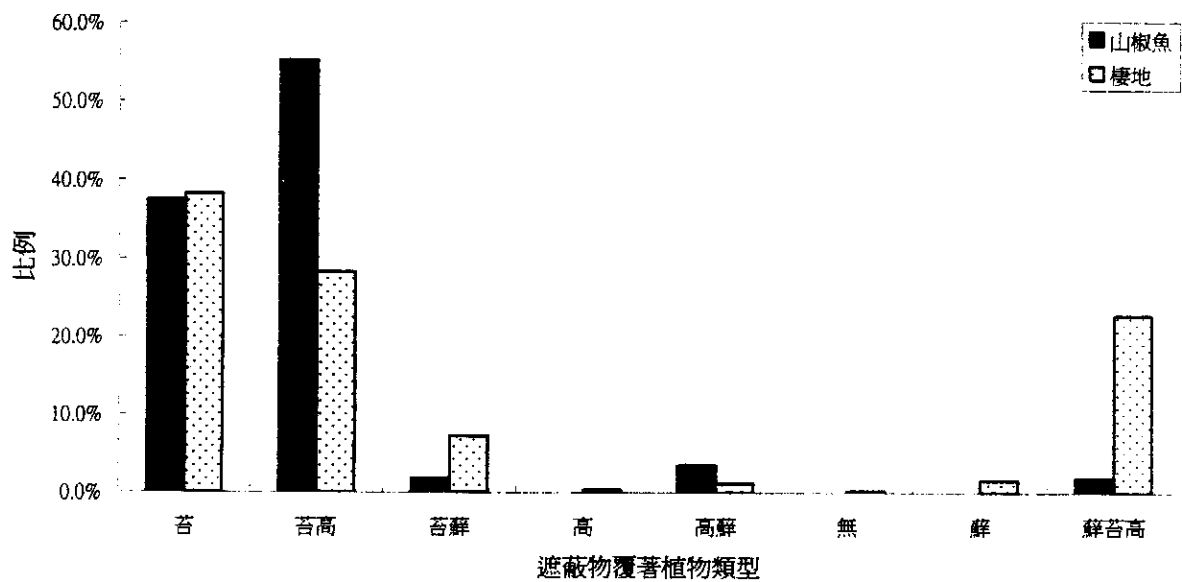


Fig. 10、山椒魚利用之遮蔽物與樣區內可利用遮蔽物上附著植物類別比例圖。(說明：苔高—苔類及高等植物，苔蘚—苔類及蘚類，高—高等植物，高蘚—高等植物與蘚類，蘚苔高—蘚、苔及高等植物)

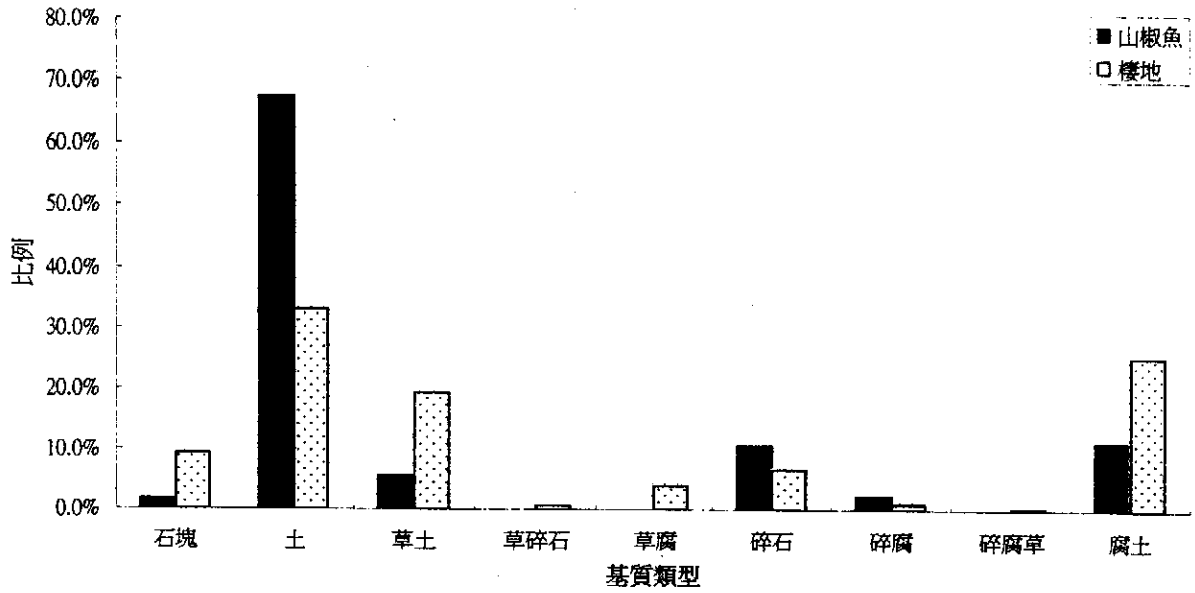


Fig. 11、山椒魚利用遮蔽物與樣區可利用遮蔽物下基質類型比例圖。

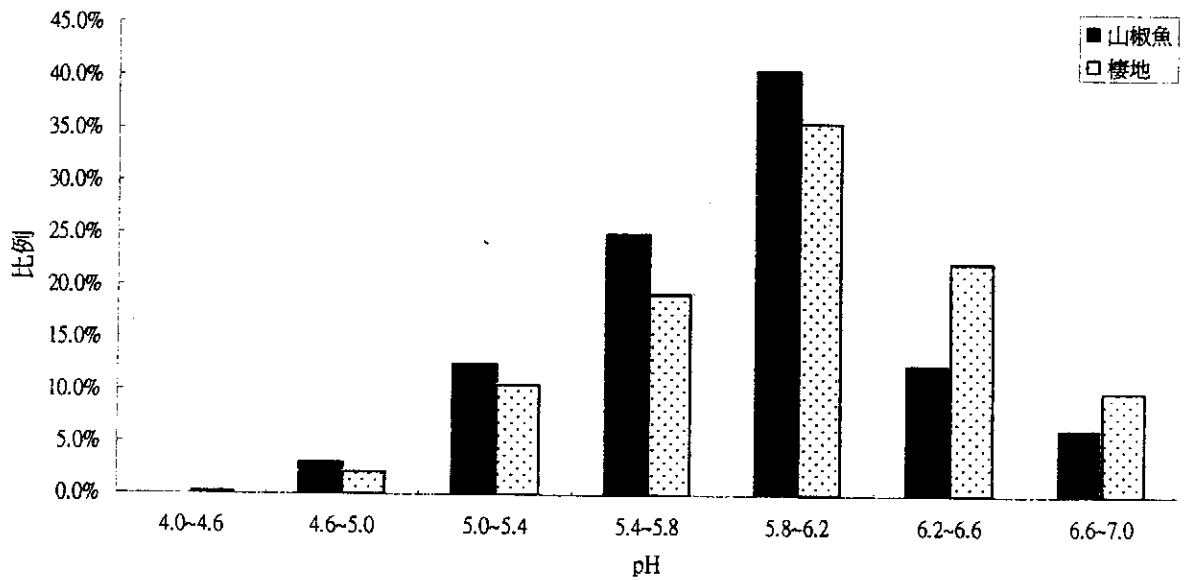


Fig. 12、山椒魚利用遮蔽物與樣區可利用遮蔽物下基質土壤酸鹼度值的比例圖。

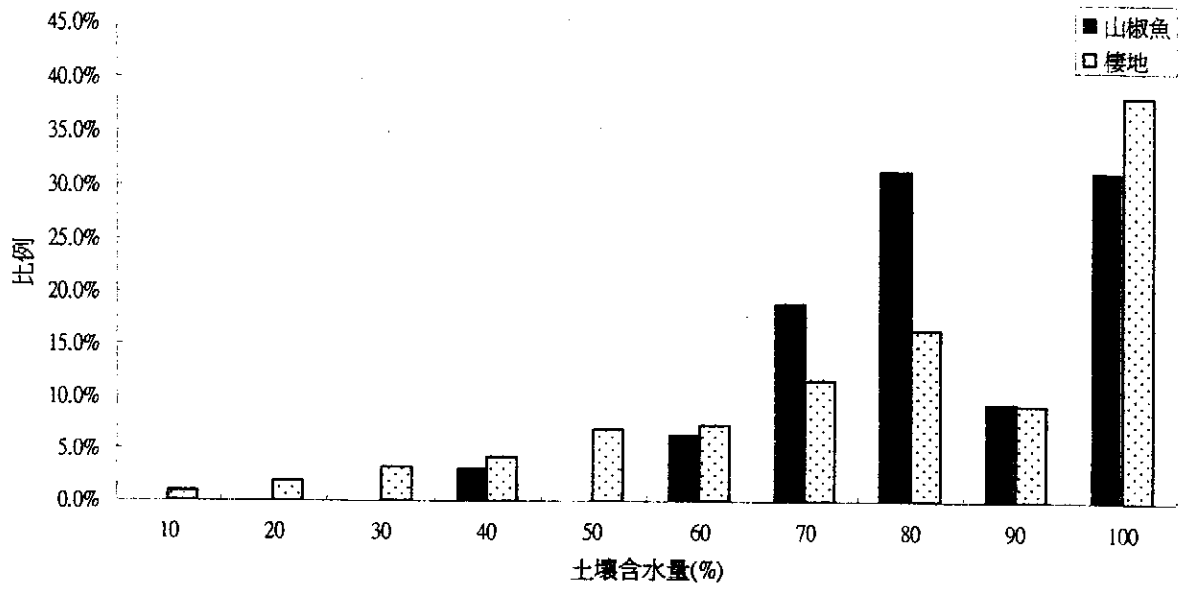


Fig. 13、山椒魚利用遮蔽物與樣區可利用遮蔽物下基質土壤含水量的比例圖。

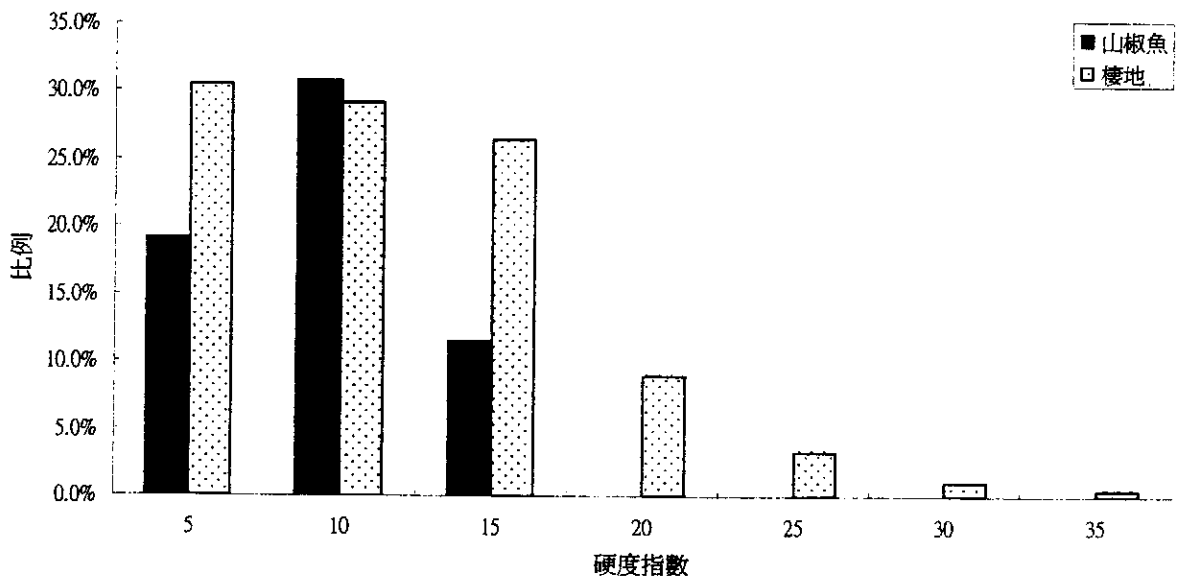


Fig. 14、山椒魚利用遮蔽物與樣區可利用遮蔽物下基質土壤硬度的比例圖。

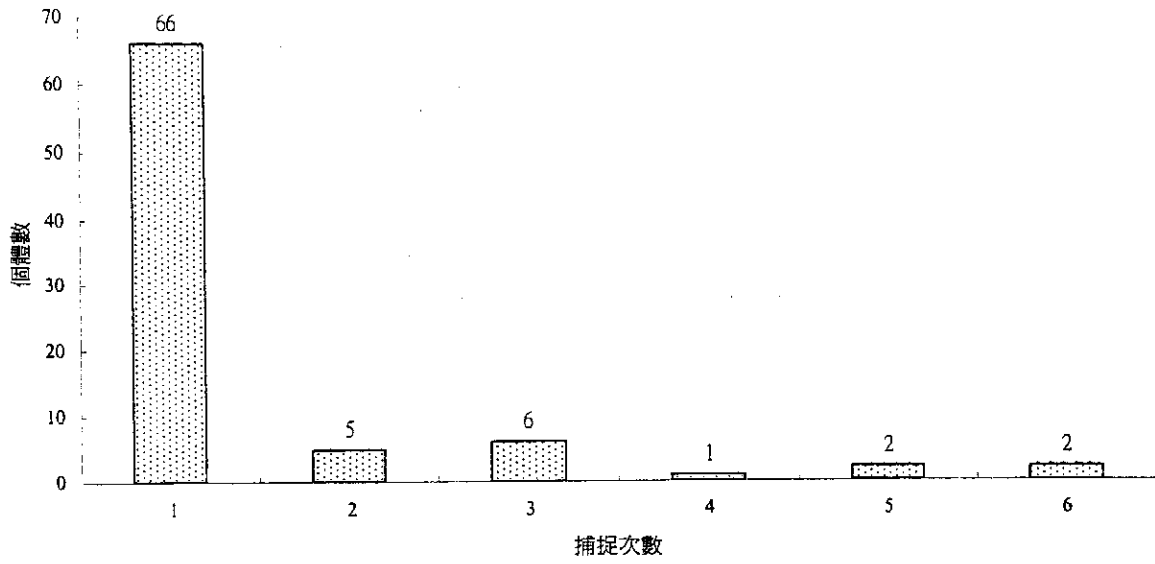


Fig. 15、姐妹潭樣區調查中，個體被捕捉的次數分布圖。

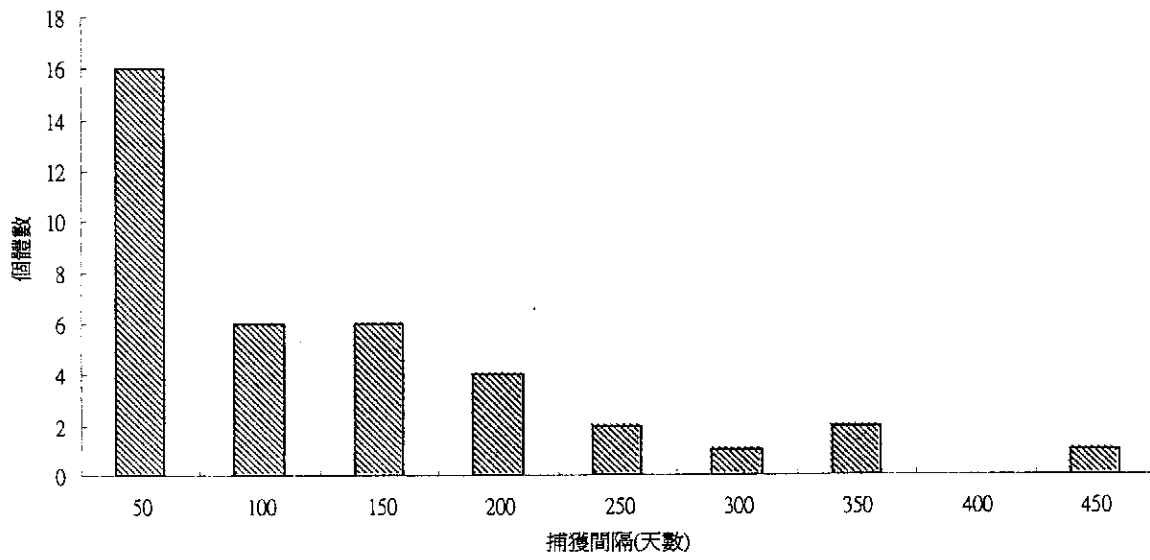


Fig. 16、再捕獲的山椒魚捕獲間隔天數的分布圖。

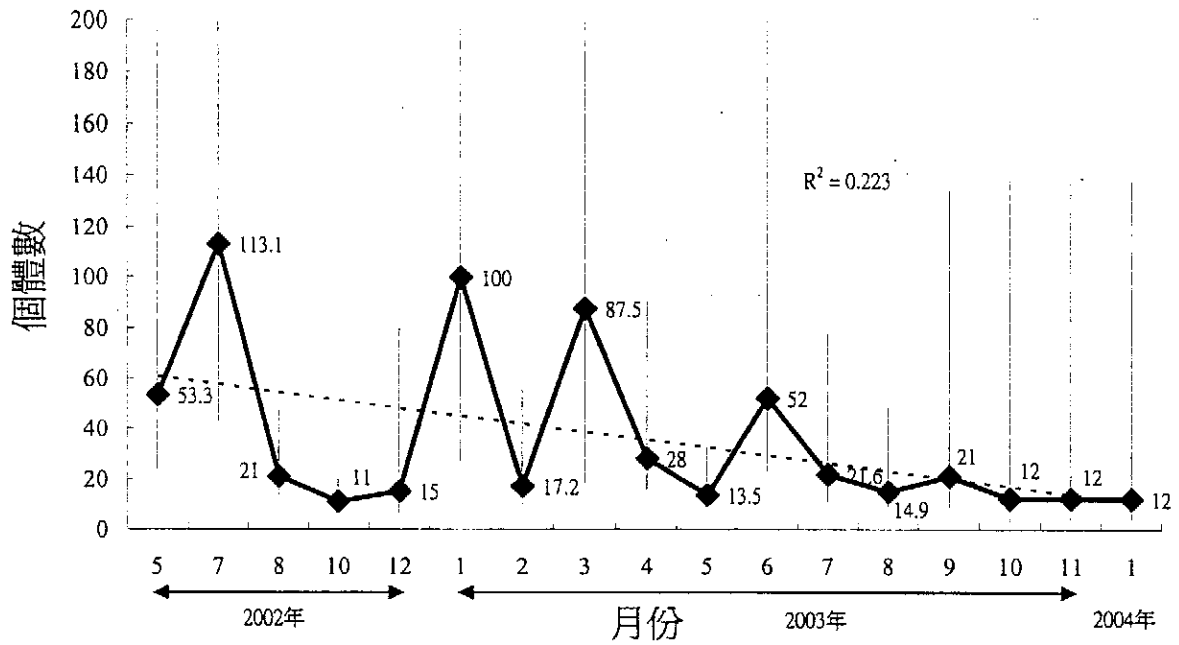


Fig. 17、姐妹潭樣區山椒魚的各月份族群量估算值曲線圖。細線代表為估算值的95%信賴區間(大於200時僅顯示200)。

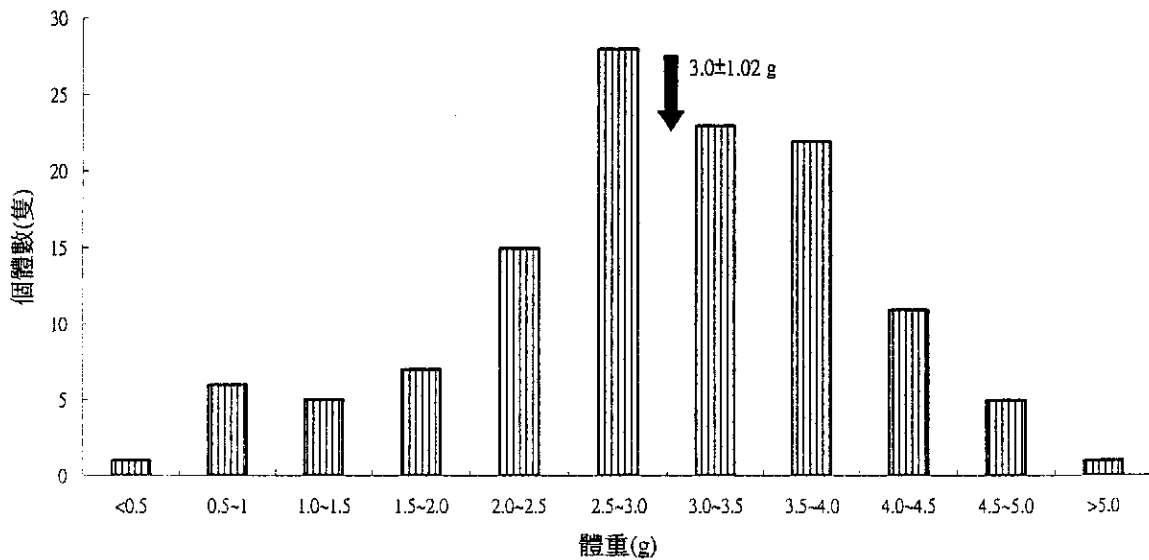


Fig. 18、姐妹潭樣區調查捕獲山椒魚體重分布圖，箭頭所指為平均值位置。

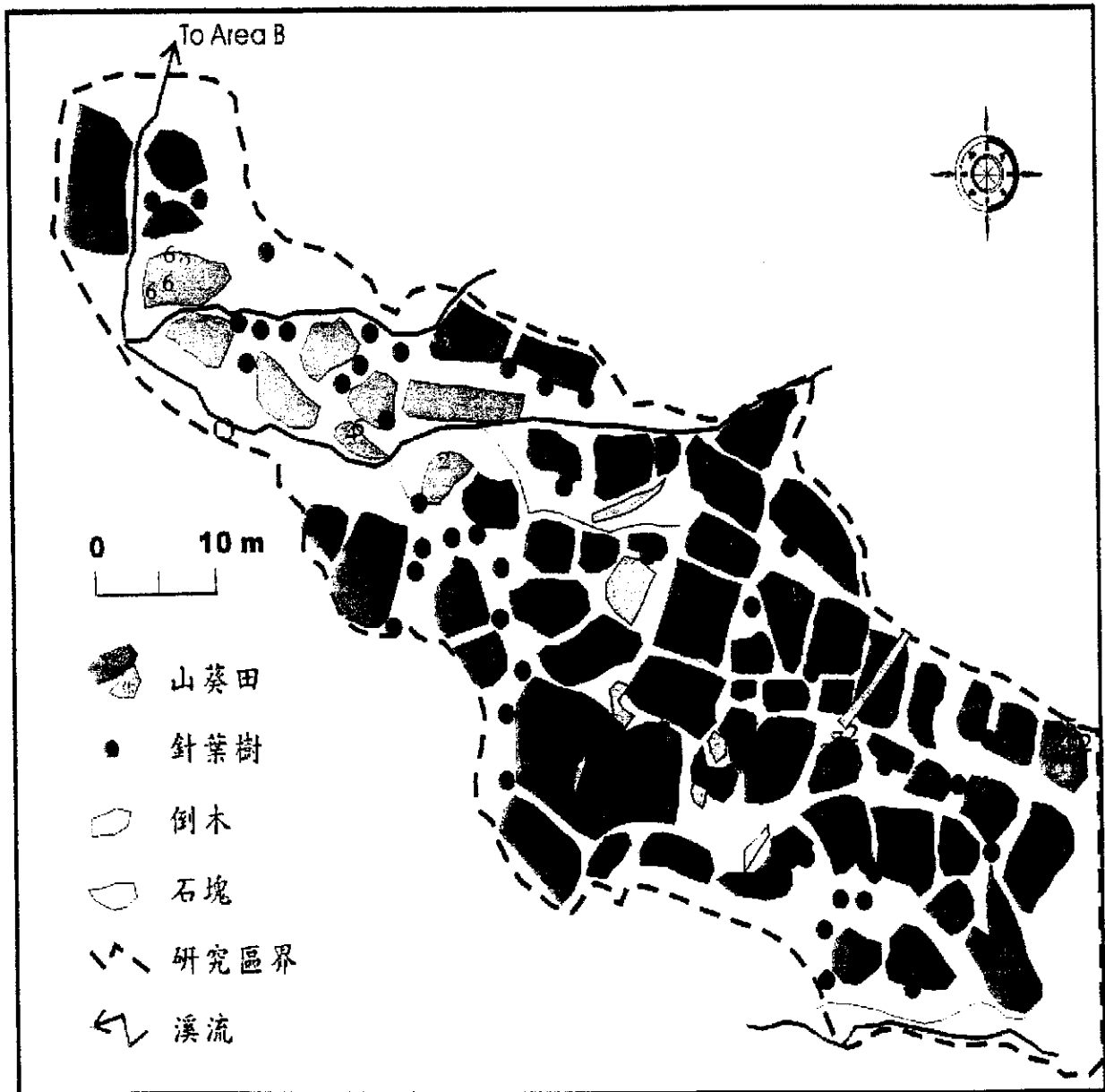


Fig. 19、姐妹潭 A 樣區捕獲個體的水平分布圖，其中數字代表各月份所有個體的捕捉地點。

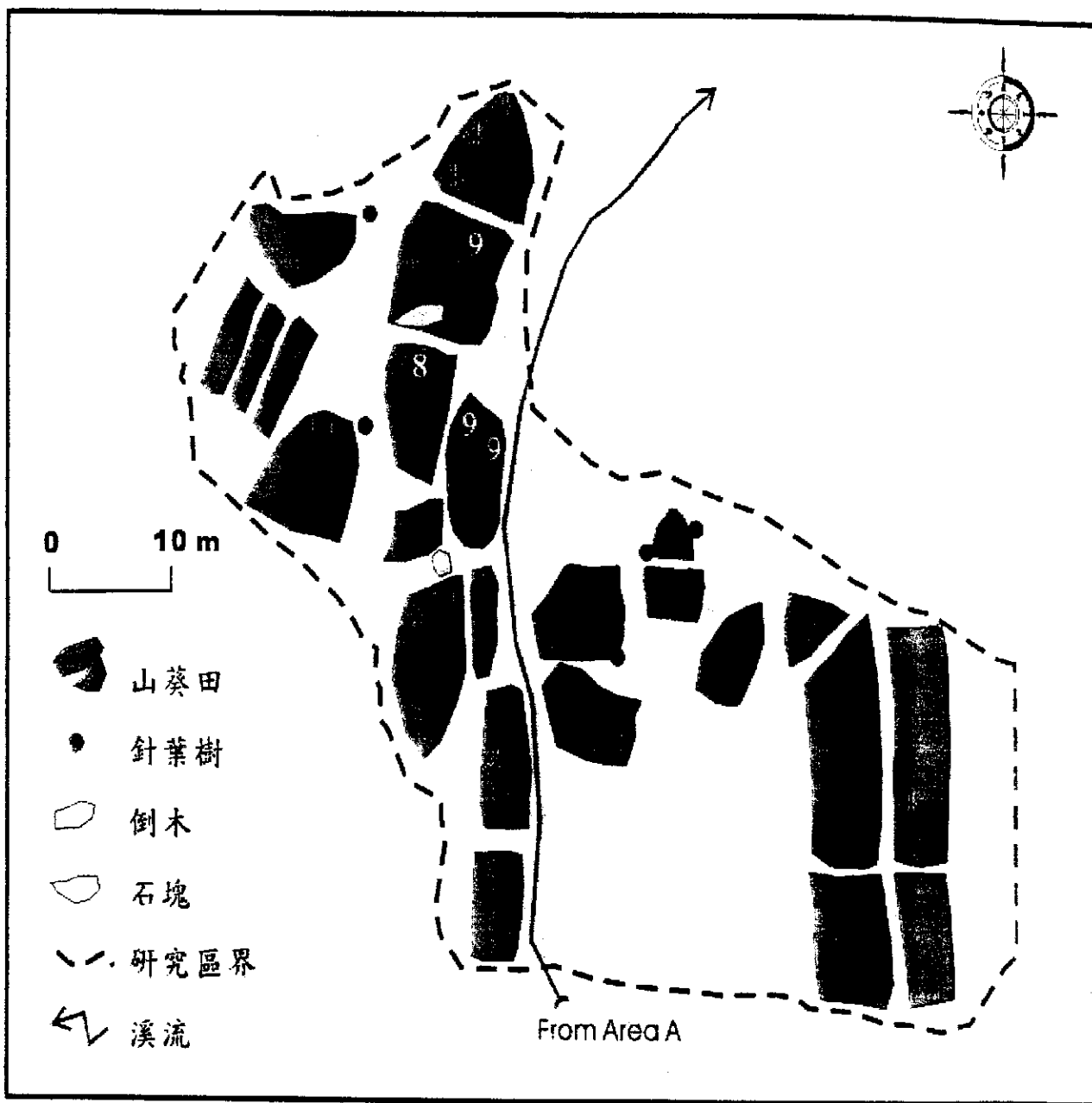


Fig. 20、姐妹潭 B 樣區捕獲個體的水平分布圖，其中數字代表各月份所有個體的捕捉地點。

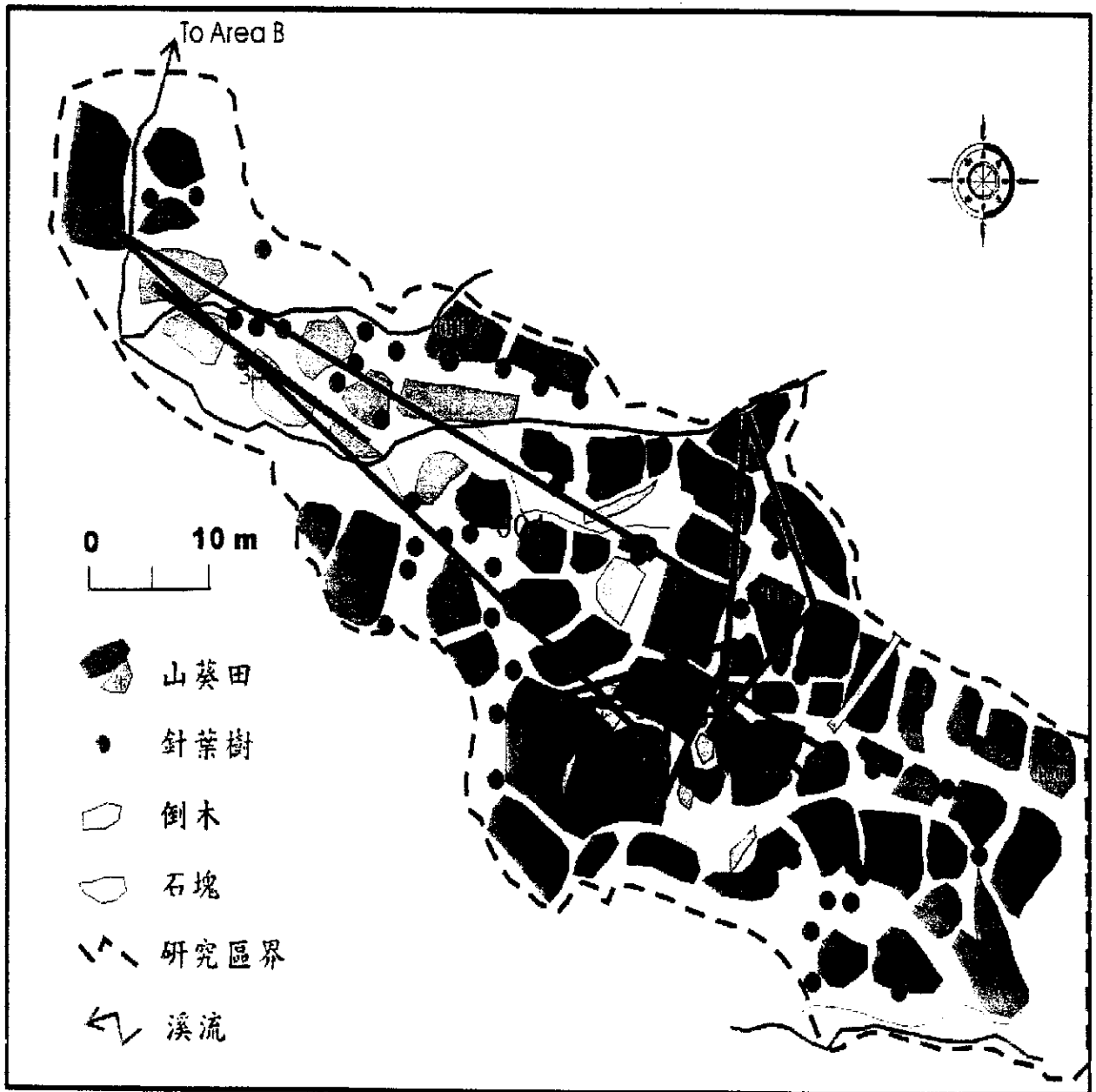


Fig. 21、姐妹潭 A 樣區捕獲三次以上個體的活動範圍圖。不同顏色的三角形代表不同個體的活動範圍，數字為個體的編號。

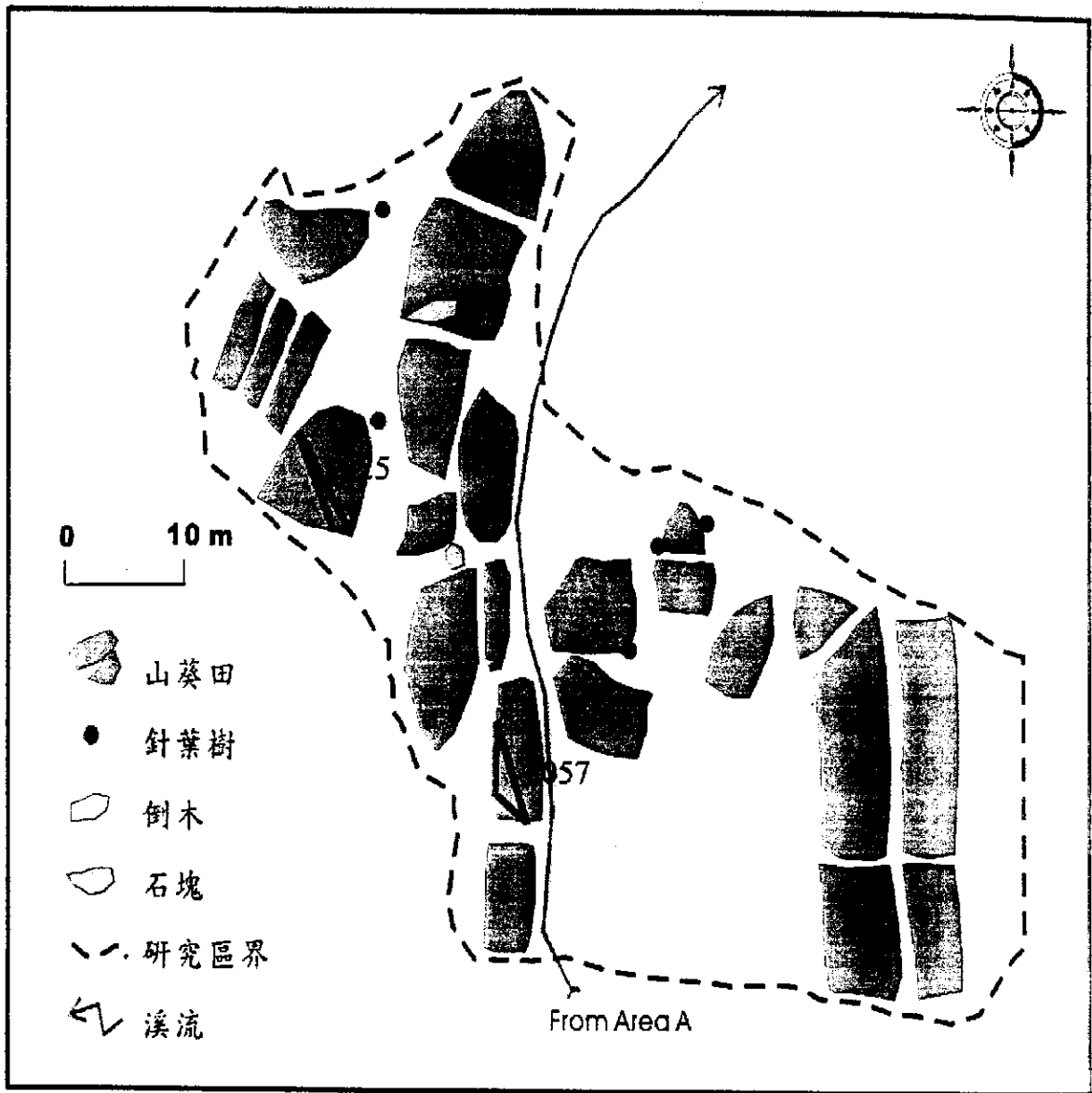


Fig. 22、姐妹潭 B 樣區捕獲三次以上個體的活動範圍圖，不同顏色的三角形代表不同的個體，數字為個體的編號。

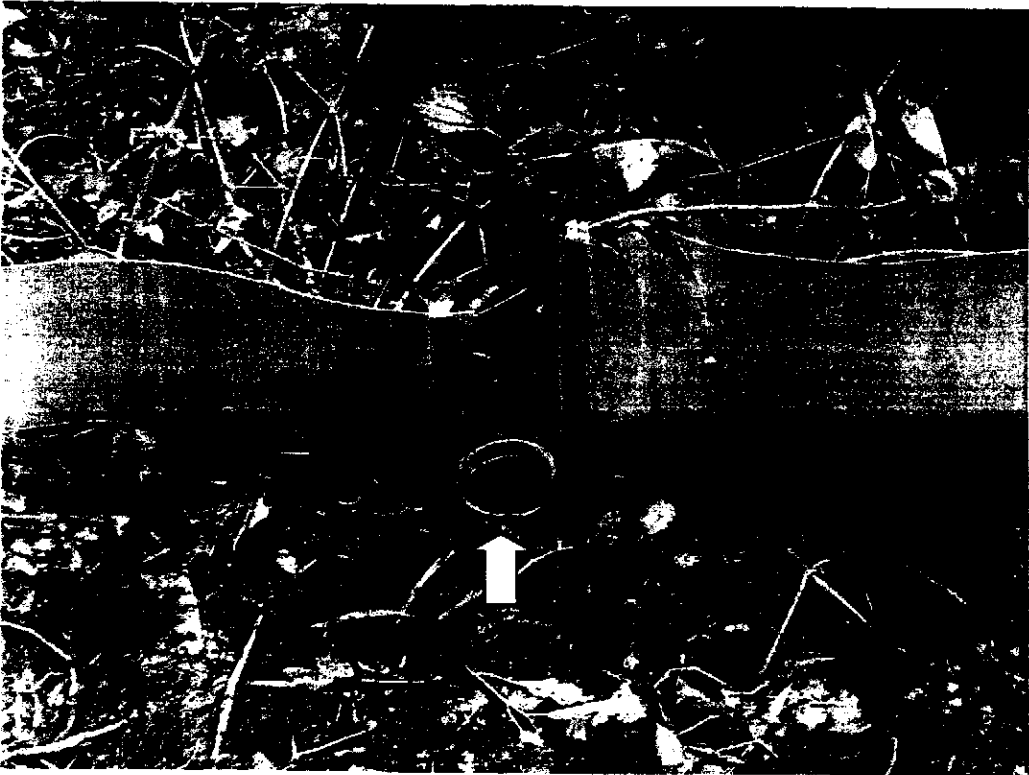


Fig. 23、生活史調查所使用的圍籬。上圖顯示圍籬設於同段溪流的兩側，下圖為近照，淺藍色為塑膠圍板，箭頭所指為陷落式陷阱。