

RES0033



RES033

(55 . P)

保育研究報告第33號

中華民國自然合作
生態保育協會

欖仁溪攔砂壩之魚道規劃設計研究

曾晴賢

內政部營建署 墾丁國家公園管理處

中華民國七十五年七月

保育研究報告第33號

中華民國自然合作
生態保育協會

欖仁溪攔砂壩之魚道規劃設計研究

曾晴賢

內政部營建署 墾丁國家公園管理處

中華民國七十五年十月

欖仁溪攔砂壩之魚道規劃設計研究

目 錄

摘 要	1
英文摘要	2
壹：前言	4
貳：材料與方法	5
叁：結果	6
一、水生動物基本調查	6
二、欖仁溪攔砂壩對水生動物之影響	18
三、魚道設置之必要性	19
四、魚道規劃的原理	20
(一)魚道的種類和構造	20
(二)設計魚道的必備條件	22
(三)本省現有的魚道設計現況	24
(四)欖仁溪攔砂壩設置魚道的考慮條件	25
肆：建議	27
誌謝	28
參考文獻	29
附錄 1	33
附錄 2	37
圖表	38

摘 要

欖仁溪係墾丁國家公園境內最大河川——港口溪——之一條支流，魚類資源相當豐富。林務單位爲了防止河川侵蝕及保護下游沿岸居民之安全，在本溪流中段興建一座攔砂壩，却使得本溪流中原有的七種洄游性魚類，再也無法上溯到攔砂壩以上，使得上游河段的魚類數量大量減少，在一百公尺範圍內只有 18 尾，而在壩以下之等長河段却仍可發現 354 尾，足以證明該壩嚴重影響本溪流之生態。

爲了改善此攔砂壩的阻礙，選擇在壩的左岸規劃一座寬度 1 m，全長 22 m，坡度 1/10 之隔壁式魚道。利用 8 座的隔壁以控制水流在 40 cm/s 以下，並且在左下方設計一個具有蛇籠的潛孔，以利鰻魚的上溯以及排砂之用。

本魚道主要的設計參考標準是以本溪流中最重要的溯河魚種和體型大小做依據，其中最重要的種類爲鱸鰻，溯河時之體長爲 10~20 cm，最適合之溯河流速在 40 cm/s 左右。鱸鰻和本溪流中數量最多的日本禿頭鯊，其生活史均有詳細討論，並發現彼等溯河之季節和本區之雨季完全吻合，所有的魚類都在雨季開始時，成群的上溯至各溪流上游成長。

在本研究期間，更發現了本國家公園境內淡水魚類之新記錄 22 種，其中 6 種爲台灣新記錄。並且在港口溪中游發現稀有的短指沼蝦，是本省第二次的記錄。另外也發現港口溪下游河口段是許多魚、蝦及蟹類的產卵場，在水生動物的保育上提供了一些極寶貴的資料。

Fishway planning in the Lan-jen River

by

*Chyng-Shyan Tzeng**

ABSTRACT

The Lan-jen River is a tributary of the Kang-ko River, the latter being the biggest river in the Ken-ting National Park. The fish population in the Lan-jen River is quite high. In order to prevent erosion and to protect inhabitants and their properties in the lower section from flooding, the Forest management department built a weir in the middle section of this river. However, owing to the existence of this weir, seven migration species of fishes were prevented from returning to the upper section, and the total fish populations were also obviously reduced. There were 18 individuals belonging to two species recorded recently in a range of one hundred meters of the higher section above the weir. On the contrary, 354 specimens belonging to seven species were found in the same distance of the lower section.

In order to ameliorate the negative impact of the weir, a 22 meter long, by 1 meter broad, fishway consisting of eight staggered, complex planes was designed. It is planned to build the fishway on the left bank of the weir. The flow speed is controlled to maintain a velocity below 40 cm per second. A portion of the bottom of the fishway is made of rock and wire and a hole is bored in each section wall for this "path" to pass through. This

* National Taiwan Science Educational Center, Taipei, Taiwan.

construction is very favorable for the upward migration of eels and at the same time prevents the buildup of the sand sediments on the section wall & bottom.

This fishway is designed to be suitable for the upward migrant species and is optimum for their body sizes. The most important species among them is the river eel Anguilla marmorata. Its length during the upwards migration is 10 - 20 cm approximately. The most suitable speed of flow for upward swimming in this species is about 40 cm per second. The life cycle of the river eel and the Japanese goby Sicyopterus japonicus, which is considered to be the most abundant species in this river, have been discussed in detail. It was found that their upwards swimming season is completely coupled to the rainy season. All of the fishes migrate in schools to the upper section for growth when the rainy season begins.

During the period of this study, 22 species of freshwater fishes were discovered in the Ken-ting National Park for the first time. Among them, six were also new records for Taiwan. One species of rare shrimp, Macrobranchium latidactylus was also found in the middle section of Kang-ko River. This is the second record for the island. Furthermore, it was also found that the estuary of the Kang-ko River is an important breeding ground for a lot of fishes, shrimp and crabs. This is very important basic information for the conservation of the freshwater wildlife.

前 言

本省之自然資源原本極為豐富，可惜在近代因經濟發展過程中，過度使用自然資源，同時對於許多再生性自然資源缺乏有效經營和管理，使得許多寶貴的自然資源蕩然無存。幸而於近年裡陸續成立國家公園，對於特殊生態環境做有效的保育。墾丁國家公園管理處自成立之後，即積極從事各項生態保育工作。由於早年缺乏國家公園境內各項生物資源之基本資料，因此管理處結合國內各學術界之人力，全面對境內的生物資源做深入的調查研究。原本被認為資源極為匱乏的淡水魚類資源，自國家公園成立之初的調查結果十餘種。經七十三年六月至七十四年五月之廣泛調查，不僅發覺各溪流魚類資源極為豐富之外，更發現不少珍貴而且稀有的魚類，使本區之淡水魚類記錄增至二十一種。足見原本被視為淡水魚類較貧乏的墾丁國家公園，仍有許多未被發現的種類。

由於本區的淡水河川極短小，加上季節性旱澇極為分明，許多河段在旱季裡呈現乾河的現象。只有在水源充足的河段裡才有淡水魚的踪跡。然而在雨季裡，河水充沛，許多洄游性的魚類趁機上溯到河川上游覓食，各河川裡就充滿了各種魚類。港口溪是墾丁國家公園的第一大溪流，主要集水區包括高士佛山和南仁山一帶，其中南仁山區的原始森林涵水情況頗佳，許多支流終年均有流水，欖仁溪即為其中之一（圖1）。

在南仁山生態保護區內之欖仁溪下段，林務局為保護下游居民的安全，沿河兩旁建造堤防（圖18），並建造一座攔砂壩（圖19），以期減少沖刷及穩定河床。可惜在建造之初，由於缺乏對當地溪流生態的了解，因此未能配合國家公園之保育策略，做相關的保育措施。攔砂壩興建後已明顯對於該河川的魚類有不良的影響。墾丁國家公園管理處有鑑於河川保育的重要性，乃委託自然生態保育協會，從事本攔砂壩之魚道規劃設計研究。

材料與方法

自民國74年7月至75年6月底止，以一年之時間，每月一次調查攬仁溪全段的水生生物以及溪流環境生態，以做為規劃魚道之基礎。各溪流魚類亦於每次調查中順道做廣泛的採集鑑定。對於特殊的洄游性魚類，除做長期的野外觀察記錄之外，並配合實驗室之飼養以明瞭其行爲。爲了評估攔砂壩對溪流生態所造成的影響，選擇水流量較充沛的季節（74年10月），在攬仁溪攔砂壩上、下河段，做較大規模的魚類採集，各以壩址上下一百公尺之範圍爲標準，以比較二段水域的水生物族群和數量上的差異。

爲了設計適宜本溪流魚類使用之魚道，廣泛收集國內外各種魚道設計資料，以及其生態效益評估等有關研究報告，以供設計上之參考。

爲了比較魚道設計之成效，除自費親赴日本，實地考察許多代表性的魚道，並就本省現有的魚道現況進行調查和了解其成效。

結 果

一、水生動物基本調查

本項調查除以欖仁溪爲重點之外，並連同其主流港口溪做詳細的調查。同時因其他溪流的魚類分佈資料亦是本計劃預期的工作目標，因此國家公園內的各溪流皆是調查範圍。本次調查中共記錄到了 43 種淡水魚類（附錄 1），12 種蝦類以及 6 種蟹類（附錄 2）。其中雙邊魚、斜帶髭鯛、金叉舌鰕虎、雙鬚叉舌鰕虎、鬚絨鮎和灰叉鼻鮎等 6 種爲台灣魚類新記錄，同時又發現一些以往從未記錄在淡水水域生活的海水性魚類，包括印度銀帶鯨、斜帶髭鯛、黑石鱸、台灣鰻、金叉舌鰕虎、雙鬚叉舌鰕虎、鬚絨鮎、紋腹叉鼻鮎、線紋叉鼻鮎和灰叉鼻鮎等 10 種，對於淡水魚類的研究有極大的價值。

在 18 種蝦蟹類方面，短指沼蝦、草對蝦和劍角新對蝦爲本區之新記錄，短指沼蝦（圖 20）是本省第二次發現的稀有種淡水長臂大蝦，頗爲珍貴。同時也發現在港口溪下游的廣大水域是大部份沼蝦的繁殖場。在這段半淡鹹水區裡，除了盛產各種長臂大蝦之外，並且產有許多紅蟳以及各種螃蟹，族群數量以春、夏二個季節爲最多。

在 43 種魚類之中，有 12 種魚類會洄游上溯至港口溪上游，或廣泛分佈於各溪流中上流。純淡水性魚類——平頷鱧、羅漢魚和鯽魚在港口溪中、下游的分佈較廣。洄游性魚類之中，以日本禿頭鯊、棕塘鱧、湯鯉和鱸鰻等數量較多，另外尚有雙帶禿頭鯊、寬頰禿頭鯊、溪鱧、眼斑厚唇鯊和白鰻等較稀有的洄游性魚類。其中日本禿頭鯊和鱸鰻是本區溪流中最常爲一般民衆所捕食，日本禿頭鯊數量較多，鱸鰻則較少。這二種洄游性魚類特別喜歡上溯至山間之小溪流中棲息，日本禿頭鯊較喜歡岩石底之湍急溪流，而鱸鰻則喜歡在深潭中或洞穴中棲息。這二種墾丁國家公園區域內之代表性洄游性魚類，其生活史簡述如下：

(1) 鱸鰻：本種是降河洄游 *Catadromous* 型魚類，成鰻在河川中生活 3~5 年以上，甚至可生活 20 年以上，在河川生活期間生殖腺均未成熟。每年秋末，成鰻會順著大雨後之洪水降至河口，體色逐漸變成銀灰色，性腺亦逐漸發育。有關本種的產卵場位置尚不明瞭，據判斷可能是在新幾內亞北部、婆羅洲東部、蘇門答臘西部之間的海溝中。

鰻魚產卵後即死亡，魚卵孵化後有一段長達半年至一年左右的漂流時期，由柳葉形期幼魚變態至透明的鰻線，順著黑潮的洋流，游到各地河口。在本省南部，每年秋初即

可發現鱸鰻之鰻線，白鰻之鰻線則必須遲至冬初以後才大量出現。鰻線會順著漲潮溯入河口裡，在整個冬季和春季裡均在河口的泥底中棲息覓食，身體由原來白色透明的5~6公分，逐漸長成綠褐色的10~12公分左右的幼鰻。當春末雨季開始時即逆流而上，個自尋找適當的棲息場所，彼此均有個自的生活領域，因此分佈的範圍較廣，但是數量較少。鰻線在河口區生活時，以蝦、蟹的幼生為食，在溪流中成長時則以魚、蝦、蟹、蛙或大型昆蟲為食，偶而亦攝食高等水生植物或岸生植物的嫩芽，最大可長至2公尺以上，30~50公斤。由於本種具有很高食用價值，常被一般居民捕食，但是因為數量較少，應該加以保護。（生活史簡圖見圖2）

(2)日本禿頭鯊：本種是本省各沿海溪流常見的魚類，通常喜歡在河川中、上游之清澈流水域裡生活，尤其是急流下之岩石區中較常見。主要以啃食石頭上的藻類為生。藉著腹部強而有力的吸盤，可以貼附在石頭上而不虞被急流沖走。本種通常在夏季裡繁殖，會選擇水深20~70公分左右的流水域，在直徑約30公分左右的石頭下掘穴產卵。卵黏附在石頭下方，可以藉著石頭予以保護。卵孵化後會順河水流入海中，在冬季裡主要生活於沿岸水域的表層水域，以動物性的浮游生物為食。到了隔年的春天，成群的魚苗開始群集到河口附近，全身透明而僅有一點黑色的眼睛，大小約3公分。此時常有許多漁民用極細網目的叉手網捕撈食用。溯入河川中的日本禿頭鯊幼苗體色逐漸變黑，體側黑色條紋亦明顯可見，經常可見到成千上萬的魚苗沿著河川兩側的淺水區往上游遷移。愈往上游的個體愈大，最大可長至15公分左右。（生活簡史略圖見圖3）由於本種和其他鰻虎科魚類一樣，具有吸盤狀腹鰭，可以溯上湍急或陡峭的溪流岩壁，因此其分佈範圍較廣，同時又因食性較特殊，對於棲地的競爭性較小，除了一些掠食性魚類（如塘鱧、鰻魚）或鳥類鸞鷲和魚狗等的威脅之外，族群數量頗大。由於本種只喜歡棲息在清澈的流水環境，只啃食石頭上的矽藻等為食，在一些低溶氧或止水或水質不佳之水域裡絕不可見。因此也可視為一種河川的指標生物，只要可發現此魚的踪跡，都可說河川的環境頗為良好。

以上二種魚類的洄游和分布狀況都和本區的氣候狀況密切配合。旱季時，魚類大都棲息於河口區的溪澗裡，雨季開始後即分佈到全部水域。（本區雨量月變化圖，見圖4）因此縱使一年當中有數月之久的乾河段，在雨季裡亦充滿著魚類及其他蝦蟹類。像八律溪全年水流量較穩定的溪流，除了這二種洄游性魚類之外，湯鯉和棕塘鱧的數量極多，分佈亦廣，全部河段終年均充滿生機。

墾丁國家公園境內有許多無名小溪，如墾丁、石牛溪、香蕉灣、砂島、龍坑、興海路及佳樂水等地的小溪流，於雨季裡常可見鱸鰻、棕塘鱧、金神沼蝦（過山蝦）和平額

毛蟹等，也有一定的數量，附近的居民偶爾亦會前往捕捉。

在本區所發現的10種沼蝦（長臂大蝦）和平額毛蟹都具有洄游的習性，大部份在河口區或沿海地區繁殖，幼苗則上溯至各溪流中。由於這些蝦蟹都具有很高的經濟價值，亦是墾丁國家公園內的一項重要自然資源。

本計劃研究期間所調查到的魚蝦類，除以往（林等，1985）的記錄外，新記錄種類的分佈和習性說明如後：

鯆形目 Clupeiformes

鯆科 Engraulidae

本科魚類的身體延長，側扁如刀；鱗片較大，薄而且容易掉落。無側線，腹緣銳利，有稜鱗。吻突出如豬嘴狀。口裂甚廣，下位，有一狹長之主上頷骨，向後延伸，有時超過胸鰭基底。本科魚類主要分布在熱帶海洋。

印度銀帶鯆 *Stolephorus indicus* (van Hasselt) (圖21)

俗稱：公仔魚、饒仔。

分佈：本省沿海各地均有其踪跡，在淡水區域裡為首次於墾丁國家公園境內之港口溪下游記錄到。

背鰭14~16；臀鰭19~21；腹緣稜鱗4~5；背鰭前中央線鱗片20~22。

身體中型延長，尾鰭深分叉。腹緣有稜鱗，位於胸鰭基部與腹鰭之間。臀鰭起點在背鰭基地方。上頷後端達前鰓蓋骨前緣。

本種的分佈極廣，自琉球以南，至非洲東岸以及紅海一帶均有，原屬沿海性小魚。體色略透明，死後呈白色，體側中央為銀色帶。

在港口溪下游係於本年四月間採集到的，是時港口溪河口因淤砂而封口，因長期無海水入侵，水中鹽度極低。此魚諒必原是順漲潮時溯入河川中覓食，而留在河口段經長時間之淡化馴飼，已能完全適應淡水生活了。

鱚目魚科 Chanidae

本科屬於鼠鱚目 *Gonorhynchiiformes*，體呈紡錘形，腹部無稜鱗，亦無喉板。眼覆蓋著脂眼臉，口小而呈前位，體被圓鱗，側線完整。

鱚目魚 *Chanos chanos* (Forsskal) (圖22)

俗稱：國姓魚、遮目魚。

分佈：世界性暖水性魚類，通常棲息於近海或河口，也溯入河川中覓食。原本是本省最重要的鹹水魚塭養殖魚種，近年裡更大量推廣為純淡水養殖。在許多大

水庫、池塘均有養殖，並已能大量人工繁殖。

背鰭 14；臀鰭 11；腹鰭 12；側線鱗 85～87。

本種體呈紡錘形，頭圓錐形，吻鈍尖，口小、前位。眼中大、脂眼瞼發達。背鰭和臀鰭基部有鱗鞘，胸鰭和腹鰭基部有腋鱗，尾鰭基部有 2 個狹長大鱗。側線完全，沿體側中央直走。

體背部青灰色，體側及腹部銀白色。善於跳躍，在捕網時，常見其跳出水面，主要以硅藻為食。生長頗快，一年可長至 40 cm，6～8 年方成熟，體長約 1m。一般在河川中發現者以幼齡魚居多，體長在 20～25 cm 左右。

鯉目 Cypriniformes

鯉科 Cyprinidae

粗首鱮 *Zacco pachycephalus* (Günther) (圖 23)

俗稱：溪哥仔、苦槽仔、闊嘴郎(雄)。

分佈：全省除花東兩地以外之河川、湖泊中均極普遍。

背鰭 3 + 7；臀鰭 3 + 9；腹鰭 1 + 7～8；側線鱗 48～55。

身體延長而側扁；腹部圓，無肉稜；頭較大，吻突出；口大，開於吻端，斜裂達眼睛直下方；下頷前端向上翹起，上頷正中央則略凹入，上下凹凸相嵌，無鬚。體被圓鱗，側線完全而略向下彎曲。

體背側略灰綠色，體側及腹部銀白色，雄魚兩側具有 10 條淺藍色狹長而不均勻之橫紋。各鰭條為淺黃色，背鰭鰭膜為黑色，胸鰭和腹鰭為橙黃色，臀鰭黃白色，如在繁殖季節則雄魚有追星出現，內側鰭條游離。

本種幼魚之時為雜食性，成長後轉為肉食性，喜食昆蟲、小魚及蝦，可以長至 15～20 cm。本種分佈極廣，自海拔一千公尺以下之溪流至河口，各型水庫湖泊及流水之溝渠，均有其踪跡。以往有人認為本省尚有一種丹氏鱮 *Zacco temmincki*，實係本種之異名而已，蓋因該種為日本特有種，而粗首鱮則為本省特有種，因個體變異頗多，易受混淆。

鱮科 Mugilidae

本科魚類之腹鰭位於腹部，和其他大部份鱮目魚類略有不同。胸鰭高位，第一背鰭位在腹鰭基底以後，僅四根硬棘。無側線或是不完全；口小，位於吻端。鰓耙細長，形

成一個濾過器，可以自泥沙中濾取有機物以供食用。本科為沿海產之中型食用魚類，喜好在河口覓食，有時會溯入河川上游。

鱻魚 *Mugil cephalus* (Linnaeus) (圖24)

俗稱：烏魚、烏仔魚

分佈：全省各地之沿海河口區，偶而上溯至中、上游。

背鰭 IV, I + 8 ; 臀鰭 III + 8 ; 腹鰭 I + 5 ; 縱列鱗 36 ~ 39 。

身體延長，前部略成圓筒形，後部側扁；頭中大，稍側扁。吻寬而短；口較小，開於吻端，口裂成“八”形。眼睛中大，略位於頭部稍前方，脂眼腺發達，伸達眼睛的前後緣二分之一處。鰓耙細密且長，主要可濾食小生物。

背部青灰色，有數條暗色縱帶，各鰭淺灰色。

主要棲息於沿海或河口之半淡鹹水區，常成群沿水表层游動，生性活潑，常見其在水面上跳躍。對於環境適應力頗強，除了廣塩性之外，對污染水之忍受能力亦強。以吞食海底淤泥，從中濾取藻類為食。當成熟後，每年之冬至前，會集中至臺灣海峽南部，行產卵洄游，是時正是本省最富盛名之捕烏魚季節。除了鱻魚肉質鮮美之外，雌魚之卵巢，亦是著名高級食品——烏魚子的材料，因此價值頗高。目前已能在純淡水池塘、水庫中養殖，頗有經濟價值。

大鱗鱻 *Liza macrolepis* (Andrew Smith) (圖25)

俗稱：豆仔魚、烏仔魚

分佈：本省各河川之河口區。

背鰭 IV, I + 8 ; 臀鰭 III + 9 ; 腹鰭 III + 9 ; 縱列鱗 30 ~ 32 。

身體延長，前部略成圓筒狀。頭中大；吻短；口小，開於吻端，略下位，口裂成“八”字形。上頷唇部發達，中央具缺刻；下頷邊緣薄而銳利，中央具突起。上下頷均無牙齒。鰓孔寬大，鰓耙細長，假鰓發達。

身體被有較大型鱗片，縱列鱗數較其他種數目為少。頭部除吻端和上下頷部份之外，均被鱗片，頭頂鱗片較大。各鰭除第一背鰭之外，均被細小之尖形鱗鞘，沒有側線。

第一背鰭之起點距離吻端之長度略長於距離尾鰭基部之長度。體背方暗灰色，體側下方及腹面呈銀白色。體側上方之鱗片中央部線紋較發達，連續成暗色縱紋。

通常在河口區之半淡鹹水區域裡較可發現本種，喜歡在水面附近成群游泳，或在淺水邊，或在泥沙底上啄食泥沙，過濾其中的有機物、藻類等食物。通常可以長至 15 ~ 20 cm，可供食用。

砂鯪科 Sillaginidae

身體爲長紡錘形，略側扁，由第一背鰭往前之頭部略長而尖，往尾部則逐漸細小。眼在頭之中部，略偏上。口裂小，開於吻端。前上頷骨能伸縮。側線完全，略呈彎曲。背鰭兩枚，第一背鰭短，棘較細長，共 9 ~ 12 枚。第二背鰭有軟條 16 ~ 26 枚。尾鰭後緣截平。是近海砂岸常見的小型魚類，有時溯入河口中覓食。

青砂鯪 *Sillago japonica* Temminck et Schlegel (圖 26)

俗稱：砂腸仔，砂梭仔。

分佈：本省沿海各地，在港口溪河口段頗常見。

第一背鰭 XI ，第二背鰭 $\text{I} + 22 \sim 23$ ；臀鰭 $\text{II} + 22 \sim 23$ ；側線鱗 70 ~ 75。

本種身體形態如科中說明；頰部及眶間區均被有櫛鱗。體略呈灰白色，背面較暗，腹面白色；背鰭有暗色小點。本種分佈北自日本北海道以南，以至菲律賓一帶。主要棲息在砂質底的沿岸，以小型節肢動物和多毛類爲食，大約可長至 30 cm 左右，是一種頗常見的遊釣對象。在港口溪下游河口常爲刺網捕獲。

雙邊魚科 Ambassidae

本科魚類身體側扁，略呈長橢圓形；體被中小形圓鱗；側線中斷爲二條。口中等大，稍傾斜。上下頷等長或下頷略突出。背鰭兩枚，在基部相連，具鱗鞘。

雙邊魚 *Ambassis miops* (Günther) (圖 27)

俗稱：大麥側仔。

分佈：自琉球群島以南以至印度西太平洋均有，本省係首次記錄於港口溪河口。

第一背鰭 VII ，第二背鰭 $\text{I} + 9$ ；臀鰭 $\text{III} + 9 \sim 10$ ；側線鱗 28 ~ 30。

本種的身體極側扁，透明可見脊椎骨，如被捉上岸時，體側中間爲銀灰色帶。第一背鰭之第 2 及第 3 硬棘間爲黑色鰭膜。口斜裂而大，下頷突出。

本種外形和另一種極常見的雙邊魚 *A. urotaenia* Bleeker 極易混淆，本種主要差異特徵在於眼睛較大，超過頭長之 30%，眶間距超過頭長之 20%，頰部鱗片有二列。以往在本省可能被忽視而未詳加記錄。在河口區極爲普遍，有時在河川上游亦可發現，常群泳於河口中，可長至 8 ~ 10 cm 左右。

鯛科 Spariidae

身體卵圓形或橢圓形，側扁；頭大。體被大形櫛鱗或圓鱗，頭頂與兩頰均有鱗，側

線完全，背鰭一枚，有 12 ~ 13 枚強大硬棘，各棘交錯排列。臀鰭有 3 枚硬棘，第 2 枚特別強。胸鰭長而尖銳。腹鰭胸位，有腋鱗。

黑鯛 *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker) (圖 28)

俗稱：烏格。

分佈：本省各地沿海及河口域均有，在港口溪下游頗常見。

背鰭 $XI + 11$ ；臀鰭 $III + 8$ ；腹鰭 $I + 5$ ；側線鱗 51 ~ 54。

體呈長橢圓形，側扁。吻尖。眼中等大。口中等大，前位，上下頷等長；上頷前端具犬牙 6 枚，兩側具白齒 4 ~ 5 列；下頷前端具犬牙 6 枚，兩側白齒 3 列。

身體被弱櫛鱗，自背鰭中部到側線間有 6 ~ 7 行鱗片。背鰭和臀鰭之鰭棘部有發達之鱗鞘。身體灰黑色，具銀色光澤，腹部較淡。

本種有性轉變之行爲，3 ~ 4 年魚大部份爲雄性，5 年魚以上則爲雌性。本種是一種頗著名的釣遊魚類，尤其是在沿岸河口或牡蠣養殖場附近特別多。

斜帶髭鯛 *Haplogenyx nitens* Richardson (圖 29)

俗稱：金鼓、鐵婆。

分佈：自日本南方以至南中國海均有，台灣則發現於港口溪（于 1986 報告在基隆亦產）。

背鰭 $X - XI + 15 \sim 16$ ；臀鰭 $III + 9$ ；側線鱗 44 ~ 47。

身體長橢圓形，側扁。口中等大，前頷骨能伸縮。下頷的腹面有 4 對小孔，周圍有細密小髭。唇厚。兩頷之牙均細小，排列成寬絨毛狀。前鰓蓋骨邊緣有鋸齒，鰓蓋骨有短棘。

背鰭硬棘部和軟條部有深缺刻，第一硬棘前有一向前平臥棘。背鰭和臀鰭基部均有鱗鞘。

身體上部黑褐色，腹部淡褐色，體側有 2 條斜暗褐色條紋。本種產量較少，大約可長至 30 cm 左右，可食用。

笛鯛科 Lutjanidae

銀紋笛鯛 *Lutjanus argentimaculatus* (Forsskal) (圖 30)

俗稱：紅槽、紫紅笛鯛。

分佈：廣佈於印度洋及西南太平洋一帶，經常在河口或河川上游之湖沼中亦可發現。

背鰭 $X + 13 \sim 14$ ；臀鰭 $III + 8$ ；腹鰭 $I + 5$ ；側線鱗 46 ~ 51。

體長橢圓形，側扁。頭中等大，吻略尖；口裂中大，上頷略長於下頷，前頷骨能伸縮。上頷兩側多細小尖牙，前端具較大犬牙 2 枚，閉口時亦露出於唇外。

體被中大櫛鱗，頰部亦有鱗9行，鰓蓋上有鱗8行。側線完全，與背部緣相平行。

本種幼魚時，體側有7~8條白色橫帶，眼眶前及下方有3~4條銀藍色蠕紋，背鰭末緣有紅黑色邊；此時期上溯入河口或深入河川中。成魚之體色則全身紫紅色，背部棕褐色，腹部色較淡。體側各鱗片之基部均有深色斑點。本種是經濟價值頗高之食用魚，最近亦有人開始養殖，可以長至60cm以上。

石鱸科 Pomadasyidae

本科魚類體側扁，橢圓，或高（似鯛科），或低（似鱸科）。口小或中型；唇頗厚。頤部或有溝，或有鬚；下唇後方通常有2小頤孔。上下頷齒尖細，成爲一帶或一列，無臼齒或犬齒、門齒。

黑石鱸 *Plectorhynchus nigrus* (Cuvier et Valenciennes) (圖31)

俗稱：石鯽仔

分佈：廣佈於印度太平洋一帶，本省原在宜蘭有記錄，在港口溪常可發現幼魚。

背鰭 XIV + 15 ~ 16；臀鰭 III + 7 ~ 8；腹鰭 I + 5；側線鱗 49 ~ 50。

身體略長橢圓形，側扁而高。頭中等大，背面狹窄而隆起，吻略鈍。口較小，唇肥厚。上頷略長於下頷，兩頷均具不規則之細小尖齒。

體被細小弱櫛鱗，頭部除吻端及上下頷之外，均被細小鱗片。側線與背緣平行。背鰭之硬棘部和軟條部之間有深缺刻。體爲一致紅褐色，腹部較淡，除胸鰭外，各鰭邊緣黑色。幼魚之尾鰭在末緣有一條較寬的白色邊。

本種可長至50cm左右，可食用，但數量並不多。

鯪科 Carangidae

身體側扁，呈橢圓形或略延長呈紡錘形。尾柄瘦小而有力。體側側線後半之鱗片往往變形爲稜鱗。背鰭兩枚，第一背鰭只有細小的硬棘，第一硬棘有時向前伏臥，其餘各棘有時可以收匿在背脊的溝中；第二背鰭和臀鰭略同形而對生。胸鰭往後延長爲鐮刀狀。尾鰭深分叉。通常爲海洋性中、大型游泳性魚類，少數會溯入河川下游，河口區較普遍。

六帶鯪 *Caranx sexfasciatus* Quoy and Gaimard (圖32)

俗稱：蛙仔魚，甘仔魚。

分佈：全省各地之河川下游及河口。

背鰭 I + VII ~ VIII，I + 19 ~ 22；臀鰭 II，I + 15 ~ 17；稜鱗 30 ~ 33。

身體側扁，長橢圓形。頭中大，吻短，口裂中大，自吻端斜裂至眼睛直下。上頷一系列圓錐齒，內側為絨毛狀齒帶；下頷有一列圓錐齒。本種之胸部全部有鱗。第二背鰭和臀鰭之前方軟條較長，成為鐮刀狀；胸鰭上部頗長，略成彎刀狀。

體側背部灰黑色，腹部淡白；腹鰭及尾鰭下葉淡黃色。幼魚之體側有 6 條寬橫斑，成長後則消失不明顯。

本種原生活於沿海之游泳性魚類，幼魚喜歡在河口區棲息，亦常溯入河川下游中，以各種小蝦、小魚類及無脊椎動物為食。由於釣獲時會發出類似青蛙叫聲，故一般人稱蛙仔魚。通常在河口區可捕獲 8~12cm 左右之小魚。

鰻科 *Leiognathidae*

體側扁而橢圓，或短而高，或卵圓形。體被圓鱗。口能伸縮自如，伸出時為一管狀，或水平位，或向上，或向下突出，縮回時略呈水平狀。

台灣鰻 *Leiognathus splendens* (Cuvier) (圖 33)

俗稱：瓦米仔。

分佈：在中國東海、南海以至紅海各地均有，本省沿岸均有，能上溯到河川中，在港口溪下游頗多。

背鰭 VII + 16；臀鰭 III + 14；腹鰭 I + 5；側線上有感覺管 50~60 個。

本種身體卵圓形，側扁而高，背腹輪廓略相等。頭小而背緣略凹入。吻鈍，前端呈截形。眼中等大，眶上骨有鋸齒緣。口小，口裂水平狀，當兩頷向前伸出時形成一斜向下伸的管子。牙尖細，呈刷毛狀。

頭部無鱗，身體和胸部的圓鱗很明顯。側線稍向上彎曲，側線上有感覺孔。體呈銀色，晚上可見其身體能發出明亮的螢光。吻端有許多小黑點，背緣至體中部有許多不規則的彎曲形黑色窄橫帶。背鰭第 2 至第 8 根硬棘上緣有黑色斑，胸鰭腋部黑色。本種可供食用，經常可在河口段發現其成群游泳覓食。

鰻虎科 *Gobiidae*

金叉舌鰻虎 *Glossogobius aureus* Akihito and Meguro (圖 34)

俗稱：狗甘仔。

分佈：本種採自墾丁國家公園境內之港口溪下游。

背鰭 VI，I + 9；臀鰭 I + 8；腹鰭 I + 5；縱列鱗 32。

身體延長而側扁，似棒狀；頭部大；吻略長，上下略扁平，口大而開於吻端，口裂

可達眼睛之前緣。第二背鰭基底較長，臀鰭則略短，尾鰭甚發達。

主鰓蓋骨及身體被鱗。身體除腹部為淡白色之外，均呈黃綠色；沿體側中央有6個較不明顯之塊狀暗褐斑，其中尾柄中央的斑點較大而明顯。背部亦有5個較大的暗褐色斑。頭部有不明顯之縱紋數條。背鰭鰭條均有3個暗褐斑，全部背鰭呈3條斷續的縱斑。尾鰭則為4條不規則之橫斑。

主要棲息在河口及內灣之半淡鹹水區，並可溯入純淡水區域中，主要以底棲的小動物及藻類為食，通常可捕獲15~20cm之個體，最大可長至30cm以上。喜歡在泥砂底中挖掘洞穴而居，頗貪食，是極容易釣獲的魚類。由於產量較多，亦可供食用，有經濟價值。

雙鬚叉舌鰕虎 *Glossogobius bicirrhosus* (Weber) (圖35)

分佈：採自墾丁國家公園境內之港口溪下游。

背鰭VI, I+9；臀鰭I+8；腹鰭I+5；縱列鱗31。

身體外形頗似叉舌鰕虎魚，吻部略短；口裂中大，下頷突出。在頭部有鬚一對。在叉舌鰕虎魚類中亦僅本種的頰部被鱗。

背鰭二枚，前後分離；雄魚之第一背鰭第二根鰭條呈絲狀延長，雌魚則否，第二背鰭約與臀鰭相對而大小略等。尾鰭較寬大。腹鰭癒合呈吸盤狀，後緣較長。體背灰褐色，體側有5個較黑的塊狀斑。背鰭有3條不明顯之縱斑。

本種喜歡在河口之半淡鹹水區中棲息，平常潛伏在泥砂間，以小型無脊椎動物為食，通常可長至15~20cm。

鰕虎科和塘鯧科魚類的體色會改變，如果突然捕捉到時，因驚嚇而全身顏色變黑，稍加飼養一段時間後，顏色會漸褪。

頰斑細鰕虎 *Stenogobius lachrymosus* (Peters) (圖36)

分佈：高屏溪下游及墾丁國家公園區域內之港口溪下游。

背鰭VI, I+10；臀鰭I+10；腹鰭I+5；縱列鱗51。

身體較延長而呈長棍狀，頭部略圓而軀幹及尾部側扁，吻短而圓鈍；口中大而開於吻端略下，口裂遠眼睛直下方。背鰭二枚完全分離，第二背鰭較發達，約和臀鰭相對而大小相同。尾鰭寬大而後緣圓。胸鰭寬大；腹鰭癒合而呈吸盤狀。

眼睛下方有一條黑色垂直橫紋；體側約有10條大小不等之橫斑；胸鰭基部上方有一黑斑。背鰭有5~6條斷續不相連的深褐色縱斑。尾鰭有數條不甚明顯的垂直波浪狀橫紋。

通常喜歡在泥砂底的河口段中棲息，可以長至10cm以上，有關之生態習性尚未十

分清楚。

銀鱗鯧科 Monodactylidae

身體極高而側扁，酷似鯧魚，極成三角形。體被細小之櫛鱗。背鰭和臀鰭較長，似翅之形狀。腹鰭退化或消失。熱帶沿岸魚類，喜歡在河口半淡鹹水區，常溯入河川中上游，幼魚很容易馴飼於淡水中。

銀鱗鯧 *Monodactylus argenteus* (Linnaeus) (圖37)

俗稱：銀鯧、龍黃。

分佈：廣泛分佈於西太平洋各地，本省為首次在河川中發現（港口溪）。

背鰭 VII ~ VIII + 26 ~ 29；臀鰭 III + 27 ~ 29；側線鱗 50 ~ 61。

體呈高卵圓形，背腹緣均高凸，背鰭和臀鰭略相對而似鐮刀狀之雙翅。頭大，吻短，口中等大，口斜裂。眼頗大。體被細小弱櫛鱗，頭部除吻部外亦被鱗，背鰭和臀鰭之基部亦滿被小鱗，僅鰭條末端裸露。腹鰭已退化僅留下一甚小的鰭。

體背部褐色，側面及腹部銀白色，自後頭部經眼向下至喉峽部有一條橫帶，另一橫帶自背鰭前方向下經鰓蓋後緣伸至腹鰭部。背鰭與臀鰭的前部葉狀突出部呈黑色，其他部份及尾鰭為淡黃色。

通常本種魚亦被當做觀賞魚，較無食用價值，數量亦不多。

鮎目 Scorpaeniformes

鮎科 Scorpaenidae

本科魚類的身體外形變化頗大，大致略延長而側扁。頭大，頭頂通常有棘突或棘稜。口大或中等，斜裂。前鰓骨具 4 ~ 5 棘，鰓蓋主骨有 1 ~ 2 棘，鰓膜不與喉峽部相連。各鰭硬棘之基部有毒腺。主要產於溫帶或熱帶近海，是肉食性魚類。

鬚絨鮎 *Tetraroge barbata* (Cuvier) (圖38)

分佈：這是一種頗稀有的魚類，此次在港口溪之發現為本省新記錄。

背鰭 XIII + 8；臀鰭 III + 5；胸鰭 12 ~ 13；腹鰭 I + 5；

身體延長，頭部較大而往尾部愈小。背鰭極大，起自眼睛前之直上方，前 5 根硬棘較高聳，其餘之鰭條則較低平。胸鰭略寬大，向兩側平伸，常可用來做為爬行之用。身體裸露，只有柔軟的乳突狀絨毛覆蓋全身。在下頷前頭有一對短鬚。

全身呈黑褐色，頭頂自吻端至背鰭前為白色條紋。平常僅見其懶懶地躺在泥砂地上，不喜歡活動，有關之生態資料不甚清楚。在本科魚類中甚少能有如本屬魚類可溯入淡水河川者。

鮫形目 Tetradontiformes

四齒鮫科 Tetradontidae

身體橢圓或延長；頭及吻寬鈍；腹部能膨脹。身體無鱗而密佈有能動而無根之小棘。上下頷均有一齒板，每板中間有一條縫隙，故形成四齒狀。腹鰭缺如，靠胸鰭和背、臀鰭游泳。通常分佈在熱帶沿海、偶而有些種類會溯入河川中。

線紋叉鼻鮫 *Arothron immaculatus* (Bloch and Schneider) (圖39)

俗稱：無斑叉鼻鮫，線紋河鮫。

分佈：本尾係在墾丁國家公園境內之港口溪河口段所發現的。

背鰭 9；臀鰭 9；胸鰭 16。

身體橢圓，稍側扁，背、腹緣圓凸，向後漸窄而扁；尾部寬大。頭大而鈍圓。吻圓而鈍，背緣略凹。口小而橫裂於吻端，上下頷各具有 2 個牙板，中央縫明顯可見；唇較發達。

全身除吻端及尾柄以外，全身均密佈細小短刺，平時均倒平不易發現，如果它吸入大量空氣時，腹部極度膨脹，短刺則明顯凸出。側線細小而彎曲呈~狀。身體灰褐色，而全身有二十餘條深褐色縱線，尤以胸鰭上下之條紋在胸鰭前連成圓形轉折，明顯易辨。

本種是尚稱普遍的沿海小魚，主要以小魚、小蝦及小型無脊椎動物為食，在河口區可以長到 10cm 左右，長大後條紋消失。由於卵巢及肝臟均有毒，如果誤食，則有生命危險。由於幼魚體色極漂亮，可當觀賞魚飼養，亦不會攻擊其他魚類。平常它運動時是靠胸鰭、背鰭和臀鰭不停拍動，行動頗緩慢，尾鰭的功能有如方向舵。如果遇敵害，立即吸水及空氣，腹部立即膨脹，而腹部浮出水面上。

紋腹叉鼻鮫 *Arothron hispidus* (Linnaeus) (圖40)

俗稱：鷄籠泡，腹紋白點河鮫。

分佈：原分佈全省各地沿海，在淡水域中，係第一次發現於墾丁國家公園境內之港口溪。

背鰭 10 ~ 11；臀鰭 10 ~ 11；胸鰭 17 ~ 19。

身體略呈橢圓形；頭及吻部較鈍；口部正視時略呈圓形，可見上下頷之板狀齒。體後部略長而呈圓棍狀。背鰭和臀鰭位置均偏於體後方；尾鰭平常收縮成束狀，游泳時則會展開成扇狀以保持身體平衡。

幼魚身體棕黑色，頭部及體背部及尾部均有白色圓形斑點，腹部有長短不一之白色縱紋，偶有幾條斑紋會相交。胸鰭基部連鰓裂周圍有一白色環帶；眼睛周圍亦有環帶，

但不完全。

本種原係本省各地沿海所產的魚類，而最近所採集到的二集標本是在滿州鄉港口溪河口發現的，該處由於與海相通之河口在冬春兩季為砂石堵住，河水已無法流入海中，在河口處形成一個面積廣闊的暫時性湖泊。由於無海水灌入，水的塩份愈來愈低，大約只有3~5%左右。身體內臟有毒，不可食入，以往有食用本種後中毒甚至死亡者。它如果遇有敵害，會大量吸氣，腹部膨脹如球，有短小的針狀小棘佈滿全身，並會發出聲音。

灰叉鼻魨 *Arothron* sp. (圖41)

俗稱：河魨、刺歸。

分佈：本標本採自墾丁國家公園境內之港口溪河口段。

背鰭9；臀鰭8。

身體呈橢圓形，頭、腹部略圓，向尾部後方漸狹小。頭中大，鈍圓；吻圓鈍，背緣略凹。眼小，側上位。無鼻孔，每側各有一個深叉狀皮質凸起，位於眼睛之前內側。口小，端位。上下頷各具有2個喙狀牙板，中央縫明顯可見，唇發達。

除吻端及尾柄腹側之外，全身披有細小的短棘，平時伏臥於表皮上較不易查覺，而全身脹氣時即豎起來。側線細小，自眼後沿體背側上方彎曲成弓狀，在臀鰭上方之體側急轉折而上，略成~形。

背鰭一個，甚短小；臀鰭亦短小，略在背鰭相對位置稍後方。尾鰭較寬大，後緣黑色。體背側灰色，腹部白色；全身無任何斑點。由於本標本體長僅有9cm，應是一隻幼魚，但體色稍似無斑叉鼻魨之成魚，而無任何幼魚期之條紋。其真正的學名尚有待查證。

本種和無斑叉鼻魨、紋腹叉鼻魨，均係同時在港口溪之河口段所採獲，該水域因河口淤積，暫時不通至海中，塩度極低，大約只有3~5%，被捕獲時即大量吞氣，脹成球狀，身體腹面漂浮在水面上，而口及鰓部仍在水中，照常可以呼吸。

二、欖仁溪攔砂壩對水生動物之影響

爲了了解攔砂壩對於該溪流之水生動物之影響情形，特別選擇於七十四年十月中，該溪流之水量充沛而且生物數量最多的季節，在攔砂壩上、下游各一百公尺範圍內，做詳細的動物調查，比較其種類和數量之差異，以做爲判斷攔砂壩對溪流生態影響的依據。

由於本地區缺乏原始資料，未能取得未建壩前的溪流生態狀況基本資料，殊爲可惜

！然而與其他相類似的溪流做爲參考，亦有推論此類型溪流之生態特性。在本國家公園範圍內，相類似的溪流以南仁山沼澤入口的南仁溪在環境上頗爲類似。

在攬仁溪攔砂壩上、下游的採集裡，壩下游河段共發現鱸鰻、日本禿頭鯊、寬頰禿頭鯊、雙帶禿頭鯊、眼斑厚唇鯊、褐吻鰕虎和溪鱧等 7 種魚類，共有 354 尾，其中以洄游性的日本禿頭鯊數量最多，有 302 尾，褐吻鰕虎次之，有 25 尾，其餘之數量均較少。同時在本河段有極多的長臂蝦、米蝦和匙指蝦。相對地在攔砂壩上段左右二支流各一百公尺的溪流中，總共才發現 18 尾魚類，包括有 15 尾非洄游性的褐吻鰕虎，以及 3 尾日本禿頭鯊。蝦類方面只有非洄游性的米蝦和匙指蝦，數量頗多。

在南仁溪的調查裡，雖無詳細的統計，但是仍可看出魚類的分佈在山區上段溪流裡的數量往往多於下段的寬廣河段。然而在攬仁溪却因攔砂壩的興建，反而攔砂壩以上的山區溪流裡，魚類的數量仍不及下段水域之十分之一，同時幾乎所有的洄游性魚蝦蟹類均絕跡於攔砂壩之下。然而在下段之溪流裡，泰半的魚類只能抵達攔砂壩下方之蛇籠下緣，自蛇籠以上則已無魚踪了。

由以上的結果不難看出，攔砂壩已成爲此地溪流中洄游性魚類的大阻隔。這種阻隔在以洄游性魚類爲主的溪流中，所造成自然資源的損失是無法估計的。

三、魚道設置之必要性

誠如上段所述，攔砂壩在本溪流已造成對洄游性魚蝦的重大影響。那麼如何才能減低其影響呢？首先應檢討該攔砂壩設立的功效如何？

根據台灣省山地農牧局的調查（1982）⁽¹⁾，台灣省各單位爲整治各溪流，廣泛整建防砂壩（攔砂壩），至 1982 年止共有 1,385 座，每年約以 65 座之增加速度興建中。在這些防砂壩中已損毀者共 247 座。而已完全淤滿者已有 1,160 座，佔有 83.75%（含全毀者）。由此可知一座平均造價 2~3 百萬元之防砂壩，如果以純粹攔砂之目標，大約 2~3 年即完全淤滿而喪失攔砂之功能。淤滿後雖仍可以緩和溪床坡度，但是亦只能減低部份地區的流速，以防止部份地區的沖刷及崩坍而已。可是對於整條溪流而言，未必都有顯著之功能。然而對於溪流生態環境而言，無疑是將河川攔腰切成兩段，使上下段的棲地完全分隔而不相連，這正是所謂一加一不等於二的現象。在自然的河川環境下，許多水生物可以藉著上下的遷移活動，可以躲避不良的生活條件，或尋找更合適生活的場所。例如洪水期裡，大部份上游的魚類會順流而下，一直到下游有一個夠大的深潭，水流亦較緩慢，魚類不虞被急流沖走了，就會留在那裡度過危險期。當洪水退了，這些魚類就陸續的再回溯到它原來的棲地。如果河川中沒有任何巨大障礙，魚類很容易

就可溯回上游了。可是當攔砂壩將河川截為二段之後，本身就形成了人爲的障礙，由於魚類的跳躍能力無法克服過高的攔砂壩，就再也回不了壩上的棲地了。

爲了解決上述的問題，就攔砂壩本身建造的設計而言，可以往二個方向尋求解決之道。第一：由於攔砂壩最重要的功能在於減低河川的坡降，那麼只建一個高壩，倒不如多建幾個低壩。如此一來，對於河床的穩定作用將更有益，而且在流速控制以及壩體構築的成本和保固方面，當更合乎我們的要求。而低壩對於魚類的溯游更有利。瑞士聯邦水資源部（1982），在對河川整治的技術指導手冊中即建議採用類似的築壩原理⁽³³⁾，以減低對魚類資源的影響。如果河川中是以鮭鱒魚類爲主的話，則攔砂壩不得超過 60 ~ 100 cm，否則就會有嚴重的影響。在本省河川裡，主要是較小型的鯉科魚類，因此在壩高的限制上，應在 40 ~ 80 cm 左右。

第二個解決之道係在較高的壩體上，增加構築可供魚類遷移溯遊的魚道。如果魚道的設計夠仔細的話，也可以使這個人爲的障礙減低到最小的程度。有關魚道的設計原理在下節中詳細說明。

四、魚道規劃的原理

(一)魚道的種類和構造

魚道 (Fish way, Fish pass) 的定義爲：爲使魚類能克服河川中任何阻礙，使其順利的往上溯游的任何人爲所做的通路的通稱。在於名詞上，魚道係指構造較單純，僅是減低落差的通路，稱之爲魚道。如果通路中具有較複雜的導壁或隔壁等設施，則稱之爲魚梯 (Fish ladder)。通常魚道也常被泛指一切供魚上溯使用的構造物，可用做較廣泛的稱呼。

A、魚道的型式

魚道的型式設計必須依照阻礙（瀑布或堰堤、水壩）的規模、構造、放水狀況、位置、河川的特性、魚種的生態和經濟效益等方面因素來考慮，因此會有許多不同形式設計，我們可以加以區分爲三種類型：（小山，1966）

A-1 水路式

1. 平面式魚道 Simple plane system.
2. 導壁式魚道 Complex plane system.
3. 階段式魚道 Pool and fall system (step system).
4. 逆流式魚道 Counter current system (Denil system).
5. 隧道式魚道 Tunnel system.

6. 鰻魚道 Eel ladder.

A-2 掬揚式

7. 升降梯式魚道 Elevator system.

A-3 閘門式魚道

8. 閘門式魚道 Lock and gate system.

以上1~4種魚道是屬於明渠式構造，魚道直接暴露出來。5~6種魚道則利用隧道和涵管構築之。一般魚類的構造，以單一種型式設計者居多，當然也可視實際需要，做複合的設計，例如一部分是平面式或導壁式，配合一段階段式或鰻魚道，都是可行的設計。魚道各部位名稱請見圖5。

B、魚道的構造

前所述8種魚道的基本型式，其構造分別是：

1. 平面式魚道（圖6）

僅設計一個簡單的斜坡或溝渠，可供水流通，或者可兼作行船之用的水路。主要的是利用在低落差的障礙物上使坡度降低後，水流的速度能夠減至魚類的流泳能力界限之內。對於一些游泳能力頗強的鮭鱒魚類較為適用。這種簡單的水路爲了適應地形，或達到低坡度的要求，可以做成彎曲的弧形，或做多次的轉折。有的時候爲了使水流速降低，亦可在中途構築幾個小池，或將底部造成波狀隆起，或立一些石頭或小柱子，以減低水流之速度。在一些較低的攔水壩或攔砂壩，可以在壩頂的一側設置一個切口，沿切口向另外一側加設一個斜走的坡道，亦可供一些魚類使用。

2. 導壁式魚道（圖7）

如果平面式魚道的水流速度過大時，魚類上溯將有困難，因此在水道中加設緩和和水流的阻隔導壁，將有助於對水流速度的控制。導壁的形狀，間隔和突出的角度均有許多不同的型式。主要是配合魚類的習性，或造成一些渦流，或提供魚類短暫休息的場所。

3. 階段式魚道（圖8）

本種魚道和導壁式魚道的主要差別在於做爲減低水流的隔壁，較之導壁式的導壁更寬，而兩側均連接到魚道的兩側，水流主要是越過隔壁時速度能夠低緩下來。這種方式的魚道是最普遍而且效果極佳，爲一般人所採用。本形式魚道主要的設計著眼於隔壁的形式變化。如果隔壁的頂部有高低之別，則越流的水深會隨著高低的不同而變淺或變深，流速也因而有緩有急，每一個隔壁能交互使用，則可使水流產生不同的變化，魚類可以依其游泳能力尋求適合的位置上溯。隔壁的下方有時可挖出一個通水的潛孔。

潛孔可以減低水壓，也能在水位極低落時仍保持有水流，同時可兼具排除砂石雜物的功能。隔壁有時是和水流走向垂直，或向上流部或向下流傾斜均有不同效果。有時爲了加強隔壁的穩定，可以做成梯形。

4. 逆流式魚道（圖9）

本型的設計主要是在水道中設置一些特殊型式的隔（導）壁，使部份的水流能產生逆向流動，由於過於煩複，效果亦有限，在實用上的價值亦不高，故較少使用。

5. 隧道式魚道（圖10）

部份地區由於建造開渠式魚道較不方便，則可以利用暗渠式之設計，水路內的設計大多用階段式的構造方法。由於一般魚類對於全黑的水路仍有排斥性，因此在魚道頂部可以加裝電燈，或利用垂直通風管直接自外界採光，以保持魚道內仍有足夠的光照。

6. 鰻魚道（圖11）

針對鰻魚的運動方式和習性，在暗渠中利用竹管或蛇籠，可供鰻魚的隱藏和上溯之用。在階段式魚道，沿潛孔的位置，加設蛇籠的裝置，亦可供鰻魚利用。有些堰堤是利用許多隔板來調節水流和水位，則特別設計一些可以自動曲折的長木筒，筒內有許多固定的突起，水流可由木筒穿過隔板而流出，鰻魚即可沿長木筒內往上溯，這種設計在許多舊型攔水堰中頗適用。

7. 升降梯式魚道（圖12）

本式魚道適合於較高之水壩，藉著附加的動力，使壩下方集結的魚群能運送到壩頂上方而放流。大部分的設計依照以下的順序操作之，階段式魚道→集魚池→升降梯式電梯→放魚用水道→水庫放流。本式魚道的規模頗大，必須和誘魚的裝置或連接的水路相結合，同時要有固定的人管理才可行。

8. 閘門式魚道（圖13）

利用二組以上的閘門做交替的啓閉，使魚能順利往上溯。通常時上游的閘門先關閉，而開啓下游的閘門，使魚游入水室中。接著將下游的閘門放下，再開啓上游的閘門，使水室中的魚繼續往上溯。這種方法和許多運河中供船舶行走的閘門操作原理相同。

（二）設計魚道的必備條件

爲了要使魚道能夠充份發揮其效果，必須考慮以下6項條件。

1. 魚道出水口必須容易誘集魚類。
2. 能夠長期保持有適當的水流。

3. 構造必需適合本地魚種和魚類溯河時之體長使用。
4. 避免造成魚類的傷害或造成魚的過度疲勞。
5. 建造、管理和維持要盡量簡便，同時不要花費過高。
6. 保全設施必須完全。

以上 6 項條件係按照其優先順序排列，尤其是前三項最需要考慮的條件。爲了達到以上的要求，在設計之前必須考慮到魚道設置的(A)位置和方向，(B)魚道的寬度，(C)放流量、流速和放水狀況，魚道的傾斜度和建築構造，都有著極密切的關係存在。各分述如下：

(A)位置和方向

魚類在往上溯的時候，往往是沿著河岸兩側者爲多。因此，魚道通常設在岸側，使魚類較容易集中到魚道的出水口。另外，在岸側構築的工事亦較方便。魚類上溯到了堰堤時會尋找主要的水流位置，再沿其兩傍上溯，因此魚道的位置要和水流的中心互相配合。如果堰堤和河流的走向略爲傾斜，魚道則設置在較斜向上游的一側，因爲魚類會沿著堰堤而朝上游的方向移動。

魚道下方的出水口附近是魚類聚集之所，魚道的下方往往被沖成一個較深的凹地，水流的方向亦會影響到魚停留在這個位置的時間長短，如果魚道出水口的方向和河流的方向保持在 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之間，魚類的誘集情形最好，如果超過 90° 以上，則效果會減低。

魚道位置的選擇尚要注意不要使出水口過於遠離堤堰，或是和發電廠的取水口和排水口過近，否則魚類易於迷失方向。

(B)幅員

水流往往會決定魚道的成敗，如果水流量愈大，愈能將魚類誘集在一起，而魚道中流水速度又會影響魚類上溯的能力，因此只有改變魚道的幅員（寬度），可以取得適當的水流量和流速。如果魚道幅員愈廣，則水流量可以增加，但是更得考量可以利用的取水量，以及堤堰的安全顧慮，不能過於擴張魚道的幅員。根據國外一些水壩築設魚道的統計中發現，較常被採用的幅員約是堰堤長度的 $4 \sim 5\%$ ，如果幅員低於 3% ，則效果不佳。如果堰堤愈長，魚道幅員則必須有正比例的增加。

(C)通水量、流速和放水狀況

魚道中的通水量是以水流的斷面積乘以流速的積。通水量愈大雖然更能誘集魚類，但是必須考慮魚類的游泳能力，並且考慮魚類在魚道中的停留時間，僅量不要使魚類過於疲勞而無法游完全程。

魚的游泳能力是決定魚道內水流速度的重要因子，游泳能力又取決於魚的種類、體長大小、生理狀況、水溫和溯河時間。其中較重要的是要知道是那一種多大體長的魚來使用這個魚道。想要得到這個資料，就必須由河川魚類調查的資料中取得。例如在河川的上中下游各設有供香魚（Ayu）使用的魚道，則因下游的魚道是香魚幼苗溯河的地方，必須針對其游泳能力較弱的事實來決定魚道的設計，例如體長 6 ~ 10 cm 的香魚幼苗，如果水流速在 50 ~ 60 cm/s 時，其游泳能力最強，可達 100 cm/s，而水流變弱或變強，香魚的游泳能力亦會減弱，因此在設計上就以選定 50 ~ 60 cm/s 為水流速度的標準。相對的，在中游地區，香魚體形較大，適合的水流為 50 ~ 70 cm/s。上游段的水流速又因香魚體形更大，而且游泳能力更強，因此又可提高至 60 ~ 80 cm/s 的設計標準了。一般的鰻魚游泳速度和體長也有相同的正相關，鰻線用之魚道用水流在 40 cm/s 時最合適，如果鰻魚體長達到 15 ~ 30 cm 時，水流標準又可提升到 150 cm/s。又如臺灣常見的平頰鱸，在體長 7.5 ~ 9.5 cm 之開時，在流速 80 cm/s 以下，溯河毫無問題，而水流如超過 100 cm/s，則較不易通過。有關這種溪流中，魚類游泳能力的數據，目前仍極缺乏，如果我們自己的漁業界不做，則在設計魚道時，將無所依據之標準。

在臺灣的河川，由於水量並不十分充足的情況下，甚難長時間的使魚道內的水流量維持在一定高的標準。但是過小的水流量對於魚類的刺激作用較弱，因此如何配合魚種的溯河季節和溯河時間，做較大規模的放水，將有助於誘集魚群，以及使魚群能順利的溯上。像鰻魚這種主要在夜間溯河的種類，可在晚上放流較大量的水，就可以有效的刺激鰻魚的溯河。在白天則因鰻魚均蜇伏在下游深潭的隱蔽處，縱使放大量的水，也無法引誘其上溯。每一種魚溯河的時間略有不同，因此魚道的放水狀況應視溯河魚種之不同而加以調整。

(三)本省現有的魚道設計現況

在現有的參考資料裡，甚少有針對本省河川特性而寫的魚道設計參考資料。唯一能找到的有關魚道設計僅見於農復會（1978）出版之灌溉排水工程設計專刊裡，只有不到二頁的簡介，不僅是過於簡略，同時所有的設計準則並不能適用到本省特有的河川環境，殊為可惜！如果有關此方面的資料能更充實，更能使水力土木工程人員設計較合適於台灣河川環境的魚道。

台灣最早的魚道設計，應屬於日本人在 1918 年左右於淡水河以上南勢溪沿綫所造的 3 ~ 4 個魚道，由下游往上分別在桂山攔水壩、龜山路、忠治以及烏來等地均有此類設施，可惜截至目前僅剩桂山攔水壩的魚道尚存留下來，其餘的均因二次改建後遭廢置

了。

近年來，林務局在南勢溪上游各地，以及水利局在北勢溪上游均建有魚道的設施。可惜這些因參考之資料有限，大都只是仿美日等國常用做為鮭鱒類所用的魚道設計，因此對本省淡水魚類而言，使用仍有不方便之處。我們應當首先了解當地魚類的特性，再針對各種魚類的習性加以規劃，方能將魚道造的適合當地魚類所需，否則誠屬可惜！

(四) 攬仁溪攔砂壩設置魚道的考慮條件

針對本攬仁溪河川的特性，在規劃魚道時，按照上節所述的魚道設計原理，依次考慮本魚道應具備的條件；

(1) 魚道之出水口必須要使魚類容易聚集，更能主動的誘集魚類，促其上溯。本攔砂壩(圖15)之副壩下方有8 m長的蛇籠堰，除了會妨害魚類上溯之外，亦會有礙魚道出水口之建造，因此並須移除部份蛇籠。並且在建造魚道時，必須將出水口延伸至蛇籠末端。出水口必須和排水面相接續，不能有落差產生。因為溪流右岸邊坡陡高而且土質鬆軟易崩坍，因此只能選擇左岸岸側設置魚道。

(2) 魚道的幅員以考慮本攔砂壩寬有17.7m，依合適建造比例(4~6%)，故魚道的幅員規劃在1 m寬為合適。

(3) 本溪流中最重要的魚類是鰻魚以及日本禿頭鯊，每年溯河至本河段時，體長約在10~20 cm左右，其適合之溯游流速為40 cm/s。鰻虎科魚類因腹鰭呈吸盤狀，可以吸附在急流裡，而且溯河時常會沿淺水邊攀爬溯河，因此較不會受到一般流速的限制。所以在規劃魚道內水流之流速以40 cm/s為基準。

(4) 魚道的坡度會影響通水量和流速，如果坡度愈高，魚的利用愈困難。雖然鰻虎科魚類對於坡度的限制較小，但是其他魚類的限制性就相當高了。本座魚道的規劃以配合流速的40 cm/s基準，故選擇較利於魚類使用之1/10坡度。

(5) 構造；

(a) 採隔壁式，高度在45~120 cm，上緣厚度20~40 cm，兩隔壁之落差為15~30 cm。

(b) 在隔壁左下方特設一潛孔10~20 cm²，以做為排砂和減低水流對隔壁的壓力，同時增設一股10 cm²之蛇籠沿各潛孔連接，可以供鰻魚之攀附溯行。蛇籠一直要延伸到攔砂壩之上方入水口。蛇籠應避免用鐵質材料。

(c) 魚道的側壁高在60~80 cm之間，愈高愈能在魚道內形成陰影，陰影較有利魚類的行動。

(d) 在魚道的底部加埋突出的石塊，突出約5~10 cm，除了使魚道較近似自然環

境，增加底面積，以利附着性餌料生物之生長。同時這種突出的石塊，可以改變河道中各部份區域的流速和流向，可以讓魚類暫時停留等等效果。（規劃圖如圖16、17）

如本規劃之魚道在興建費用上，約略估計造價約 30 ~ 35 萬元，施工圖必須配合原攔砂壩之設計圖再由建築師詳細繪製。

建 議

(一)墾丁國家公園境內因河川較短小，終年水流量變化頗大，純淡水性魚類較少，但是洄游性的魚類特別多，尤其本區位於台灣島之最南端，許多熱帶性魚類只能在本區溪流中發現。這些洄游性的魚類會在不同的季節裡溯河洄游，因此，保持各溪流的完整性，以及各河口區的不受汙染是極為重要的課題，爾後任何河川改修工事必須特別注意避免有任何影響魚類洄游習性之設施。

(二)八律溪是本區之各溪流中，水生生物最豐富的地區，終年水流亦較穩定，最值得保護。再者，港口溪下游之河口段，在港口橋上下兩百公尺左右之範圍裡，洄游性的魚類特別多，而且又有許多魚蝦蟹類在此地產卵繁殖，因此更有保護的潛力。每年冬、春兩季因河口封閉，本區形成一個類似湖泊的特殊無口河，水草特別繁茂，浮游生物繁生，不僅提供了魚蝦幼苗棲息之所，亦有足夠的食物來源。這些幼苗均是日後分佈到各河川裡的魚蝦類資源，其重要性極高。本區首先應該注意經常防範各種毒魚和電魚之違法行為，通常毒魚者會選擇水位最低的時機，而電魚者經常在夜晚中捕魚，或於下雨後之白晝沿河電捕魚類。在平常應注意巡邏防範。本次調查期間亦曾發現附近居民電捕魚類，最好能適當地勸導居民共同保護水產資源，並利用收購之方式將現有之電魚具銷燬。至於一般居民亦有利用手網、刺網和釣具捕魚者，由於對魚類資源尚未構成嚴重威脅，目前暫時不必特別取締，如果爾後發現對資源構成威脅時，可就漁具的種類和網目大小上加以設限。

(三)目前港口溪河口附近有許多新開墾之魚塢，主要是養草蝦，由於港口溪本來就有產草蝦，除了要防範養殖戶在餵飼上或投葯時避免汙染之外，並無多大影響。但是養殖戶應避免養殖一些具有破壞性的魚類（如吳郭魚），以免被放流至溪流中或自養殖池中逃逸出來而影響溪流生態。

(四)就本區之溪流特性而言，並不需要有太高的攔砂壩，如果再有新建攔砂壩時，應以低壩為宜，最高不要超過 80 cm。而一般沿河之堤防應避免只以混凝土構築之堤防，不僅較不美觀，同時因草木無法生長，亦較缺乏隱蔽之處，動物無法棲息。應配合景觀之考量，做一些美觀和生態能互相配合的設計（請參考所附之參考資料“Hochwasserschutz an Fließgewässern”⁽³³⁾或是“解說河川環境”⁽²⁸⁾）。

誌 謝

本計劃研究期間承蒙內政部營建署墾丁國家公園管理處之提供經費及全力協助，始能順利完成，特此感謝。同時要特別感謝自然生態保育協會張理事長之協助，始能順利赴日收集各項魚道之設計資料，以及實地考察魚道之建設。

要感謝日本淡水魚保護協會木村英造理事長、東京水產大學君塚芳輝先生、京都大學川那部浩哉教授、至友日本東京寵物中心森井隆志先生、中國水產協會賴春福先生、美國 Iowa 大學汪靜明先生等，給予極為重要的參考資料、或協助安排魚道考察等事，始能對於魚道設計有充分之把握。

野外調查工作及分析有賴陳懸弧、賴春福等人予以協助，設計繪圖得力於曹莉玲小姐的協助，結構及土木資料蒙銓海公司楊振明先生之指導，方克竟全功，均一併致謝。

參考文獻

1. 台灣省山地農牧局編，1982
台灣省防砂壩工程調查報告，170 頁+ 9 圖。
2. 林曜松、曾晴賢，1985
墾丁國家公園南仁山生態保護區水域動物生態研究。
三南仁山淡水魚類及水生無脊椎動物研究。
墾丁國家公園管理處保育研究報告，3(2)：1—48。
3. 陳茂生，1978
魚道。
農復會特刊新 28 號；灌溉排水工程設計(上)：166~167。
4. 陳兼善，1986
台灣脊椎動物誌(上、中冊)，(于名振增訂)。
台灣商務印書館印行，1092 頁。
5. 曾晴賢，1986
台灣的淡水魚。
台灣省教育廳出版，200 頁。
6. 黃娟娟、游祥平，1982
台灣產淡水長臂大蝦的研究。
台灣省立博物館科學年刊，25：157~180。
7. 游祥平、陳天任，1986
原色台灣對蝦圖鑑。
南天書局印行，183 頁。
8. 福井正二郎，1981
河のアルピニスト、ボウズハゼ。
淡水魚，7：115~120。
9. 道津喜衛，1975
ボウズハゼの生活史研究覺書。
淡水魚，1：74~78。

- 10.花坂和男，1985
生態系保全區目的とした護岸。
淡水魚，11：52～54。
- 11.加藤精一，1968
魚道および魚梯。
日本水産資源保護協會印行，61頁。
- 12.加藤精一，1973年
魚道設計圖集。
電源開發株式會社用地部，107頁。
- 13.川那部浩哉，1969
川と湖の魚たち。
中央公論社印行，196頁。
- 14.小山長雄，1965
魚道をめぐる諸問題，Ⅰ、文獻篇。
木曾三川河口資源調査團，77頁。
- 15.小山長雄，1967
魚道をめぐる諸問題，Ⅱ、解説篇。
木曾三川河口資源調査團，96頁。
- 16.小山長雄，1978
アユの生態。
中央公論社，176頁。
- 17.小山長雄，1979
魚ののぼらぬ魚道。
淡水魚，5：1～8。
- 18.小山長雄，1981
溪流魚の魚道。
淡水魚，7：1～6。
- 19.小山長雄，1982
魚道の診断と設計。
日本の河，24：39～55。
- 20.小泉清明，1971

川と湖の生態。

共立出版社印行，168頁。

21.水野壽彦編，1978

動物生態の観察と研究。

東海大學出版會印行，359頁。

22.水野信彦，1980

中流域での河川改修の問題點と對策。

淡水魚，6：1～7。

23.水野信彦，1985

中流域での河川改修の改善策（續）。

淡水魚，11：39～45。

24.佐伯靖彦，1976

魚道，

つくる漁業の技術，：182～189。

25.白石芳一，1969

魚道，

つくる漁業：197～211。

26.高橋剛一郎，1985

河道の改修が魚類の生息環境に與える影響。

淡水魚，11：46～51。

27.東京都水産試験場，1983

多摩川における魚道效果調査—Ⅰ、「調布取水所防潮堰魚道」。

東水試研報，163：1～28。

28.東京都水産試験場，1984

多摩川における魚道效果調査—Ⅱ、「ニヶ領河原堰魚道」。

東水試研報，175：1～37。

29.河川環境管理財團編，1983

解説 河川環境。

山海堂，298頁。

30.編集部，1985

農具川における河川改修のモデルケース。

淡水魚，11：59～60。

31. Bell, M. C., 1986
Fisheries handbook of engineering requirements & biological criteria. Fish Pass. Dev. Eval. Pro., 290 pp.
32. Clay, C. H., 1961
Design of fishways and other fish facilities. Dept. Fish. Canada, 301 pp.
33. Lanken, D., 1986
Helping eels over the dam.
Canadian Geographic Mag., : 68-73
34. Loepfe, R., etc. 1982
Hochwasserschutz an Fliessgewässern.
Eidg. Verkehrs. und Energiewirtschaftsdepartement, 77 pp.
35. Masuda, H., etc. 1984
The fishes of Japanese Archipelago,
Tokai Univ. Press, 2 vol. 437 pp + 370 plates
36. Plattes, W. S., etc. 1983
Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions.
Gen. Tech. Rep., 70 pp.
37. Reid, D. A., 1981
Design of a replacement eel ladder at the R. H. Saunders generating station,
Cornwall, Ontario. Presented at the 22nd Ann. Meeting of the Canadian Soc. Envir. Biologists, 7 pp.
38. Templetion, R. G., 1984
Freshwater fisheries management.
Fishing News books Ltd., 190 pp.

附錄一 墾丁國家公園淡水魚類名錄

鰻 目 ANGUILLIFORMES

鰻鱺科 ANGUILLIDAE

(1) 鱧鰻 Anguilla marmorata Quoy and Gaimard

(2) 白鰻 Anguilla japonica Temminck and Schlegel

鯡形目 CLUPEIFORMES

鯷科 ENGRAULIDAE

(3) 印度銀帶鯷 Stolephorus indicus (van Hasselt)

鼠鱧目 GONORHYNCHIFORMES

蝨目魚科 CHANIDAE

(4) 蝨目魚 Chanos chanos (Forsskal)

鯉 目 CYPRINIFORMES

鯉科 CYPRINIDAE

(5) 鯽魚 Carassius auratus (Linnaeus)

(6) 羅漢魚 Pseudorasbora parva (Temminck and Schlegel)

(7) 粗首鱮 Zacco pachycephalus Günther

鰕科 COBITIDIDAE

(8) 大鱗副泥鰕 Paramisgurnus dabryanus Sauvage

鯰 目 SILURIFORMES

塘蝨魚科 CLARIIDAE

(9) 塘蝨魚 Claris fuscus (Lacépède)

鱸形目 CYPRINIODONTIFORMES

花鱸魚科 POECILIDAE

(10) 大肚魚 Gambusia affinis Baird and Girard

鯔形目 MUGILIFORMES

鯔科 MUGILIDAE

(1) 鯔魚 Mugil cephalus Linnaeus

(2) 大鱗鯔 Liza macrolepis (Smith)

合鰓目 SYNBRANCHIFORMES

合鰓科 SYNBRANCHIFORMES

(3) 黃鰓 Fluta alba (Zuiew)

鱸目 PERCIFORMES

湯鯉科 KUHLIDAE

(4) 湯鯉 Kuhlia marginata (Cuvier and Valenciennes)

砂鯪科 SILLAGINIDAE

(5) 青砂鯪 Sillago japonica Temminck and Schlegel

雙邊魚科 AMBASSIDAE

(6) 雙邊魚 Ambassis miops (Günther)

鑽嘴科 GERRIDAE

(7) 短鑽嘴 Gerrus abbreviatus Bleeker

鯛科 SPARIDAE

(8) 黑鯛 Acanthopagrus schlegeli (Bleeker)

(9) 斜帶髯鯛 Haplogenyx nitens Richardson

笛鯛科 LUTJANIDAE

(20) 銀紋笛鯛 Lutjanus argentimaculatus (Forsskal)

(21) 黃足笛鯛 Lutjanus fulvus (Schneider)

石鱸科 POMADASYIDAE

(22) 黑石鱸 Plectorhynchus nigrus (Cuvier)

條紋鷄魚科 TERAPONIDAE

(23) 花身鷄魚 Terapon jarbua (Forsskal)

鰺科 CARANGIDAE

(24) 六帶鰺 Caranx sexfasciatus Quoy and Gaimard

鰻科 LEIOGNATHIDAE

(25) 台灣鰻 Leiognathus splendens (Cuvier)

塘鱧科 ELEOTRIDAE

(26) 棕塘鱧 Eleotris fusca (Bloch and Schneider)

鰕虎科 GOBIIDAE

(27) 褐吻鰕虎 Rhinogobius brunneus (Temminck and Schiegel)

(28) 極樂吻鰕虎 Rhinogobius giurinus (Rutter)

(29) 日本禿頭鯊 Sicyopterus japonicus (Tanaka)

(30) 寬頰禿頭鯊 Sicyopterus macrostetholepis (Bleeker)

(31) 雙帶禿頭鯊 Stiphodon elegans (Steindachner)

(32) 眼斑厚唇鯊 Awaous ocellaris (Broussonnet)

(33) 曙首厚唇鯊 Awaous melanocephalus (Bleeker)

(34) 金叉舌鰕虎 Glossogobius aureus Akihito and Meguro

(35) 雙鬚叉舌鰕虎 Glossogobius bicirrhosus (Weber)

(36) 頰斑細鰕虎 Stenogobius lachryrosus (Peters)

溪鱧科 RHYACICHTHYIDAE

(37) 溪鱧 Rhyacichthys aspro (Kuhl and van Hasselt)

慈鯛科 CICHLIDAE

(38) 雜交種吳郭魚 Tilapia (hybrid)

銀鱗鯧科 Monodactylidae

(39) 銀鱗鯧 Monodactylus argenteus (Linnaeus)

魷 目 SCORPAENIFORMES

魷科 SCORPAENIDAE

(40) 鬚絨魷 Tetraroge barbata (Cuvier)

魷形目 TETRAODONTIFORMES

四齒魷科 TETRAODONTIDAE

(1) 紋腹叉鼻魷 Arothron hispidus (Linnaeus)

(2) 線紋叉鼻魷 Arothron immaculatus Bloch and Schneider

(3) 灰叉鼻魷 Arothron sp.

附錄二 墾丁國家公園淡水蝦蟹類目錄

十脚目 DECAPODA

長臂蝦科 PALAEMONIDAE

- (1) 金神沼蝦 Macrobranchium lar (Fabricius)
- (2) 郝氏沼蝦 M. horstii (De Man)
- (3) 寬掌沼蝦 M. hirtimanus (Olivier)
- (4) 短腕沼蝦 M. latimanus (Von Martens)
- (5) 條紋沼蝦 M. sophronicum (Holthuis)
- (6) 日本沼蝦 M. nipponense (De Haan)
- (7) 台灣沼蝦 M. formosense (Bate)
- (8) 短指沼蝦 M. latidactylus (Thallwitz)

匙指蝦科 ATYIDAE

- (9) 匙指蝦 Atya spinipes Newport
- (10) 太和米蝦 Caridina japonica De Man

對蝦科 PENAEIDAE

- (11) 草對蝦 Penaeus monodon Fabricius
- (12) 劍角新對蝦 Metapenaeus ensis (De Haan)

溪流蟹科 POTAMIDAE

- (13) 屎蟹 Geothelphusa dehaani (white)
- (14) 白蟹 Potamon sp.
- (15) 石蟹 Potamon rathbuni De Man

方蟹科 GRAPSIDAE

- (16) 直額絨螯蟹 Ericheir rectus Stimpson
- (17) 扁蟹 Varuna litterata (Fabricius)

梭子蟹科 PORTUNIDAE

- (18) 紅蟳 Scylla serrata (Forsskal)

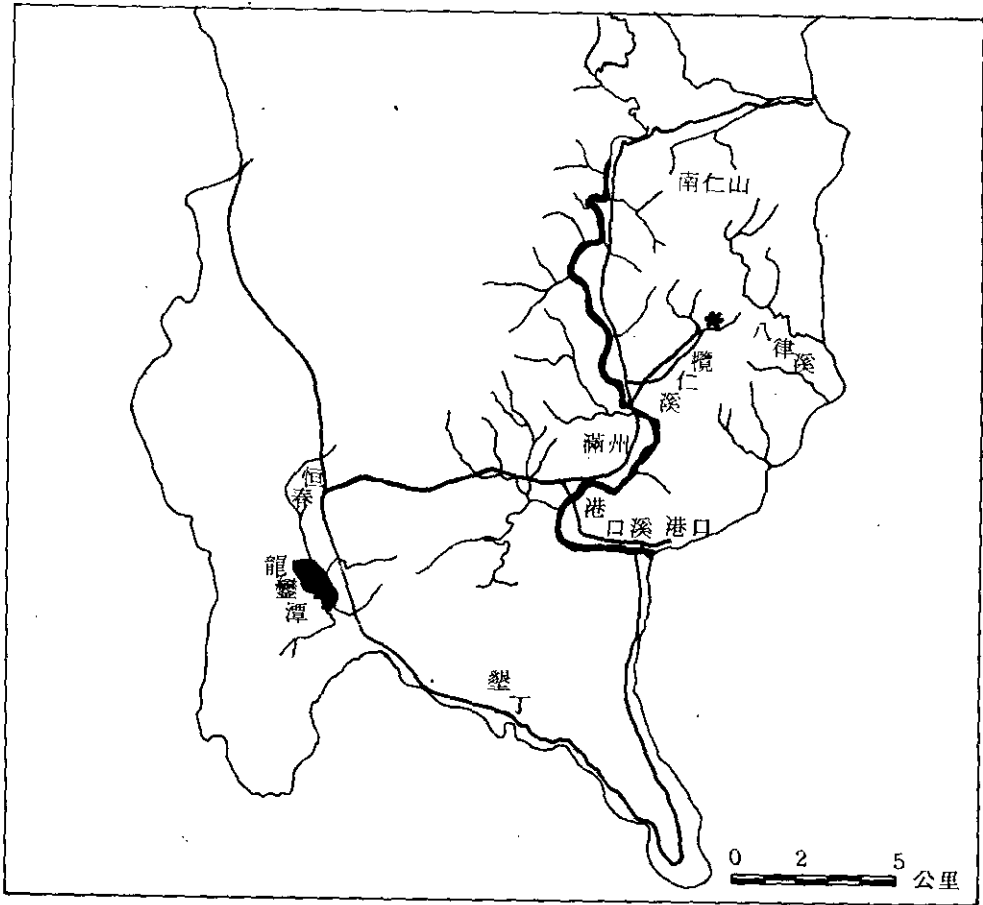


圖 1：攪仁溪攔砂埧位置圖（* 為所在點）

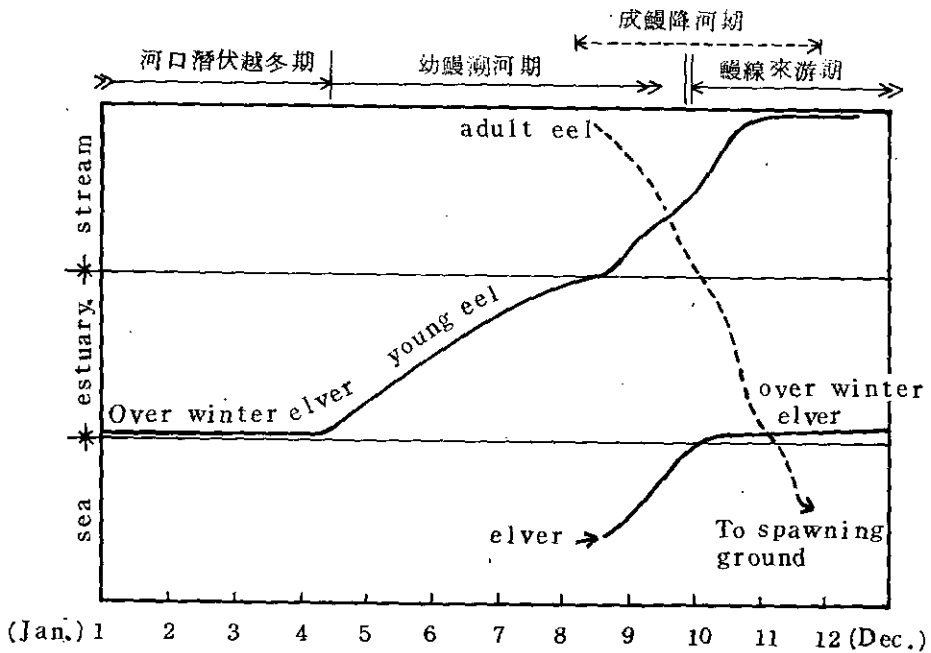


圖 2：鱧鰻 (*Anguilla marmorata*) 生活史略圖，點線為在河川中生活多年之成鰻降河期的情形。

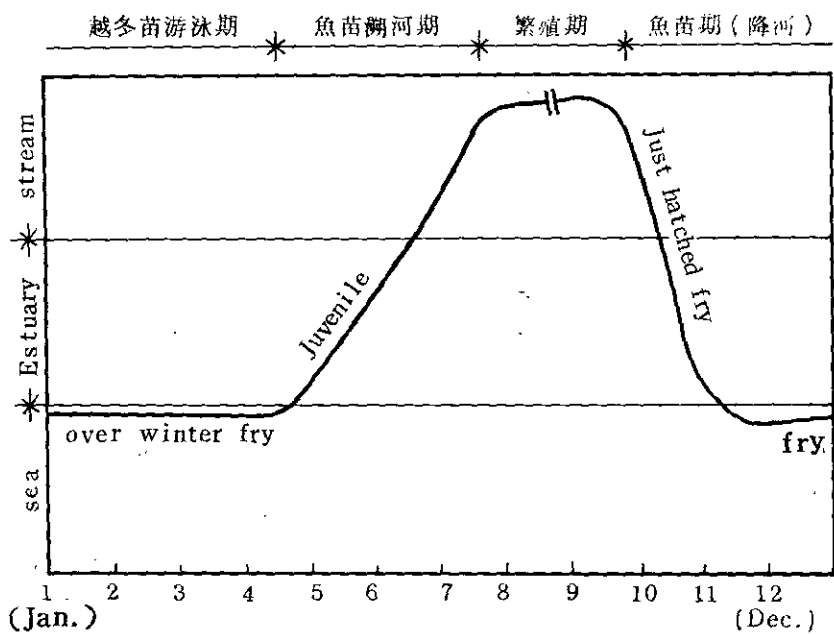


圖 3：日本禿頭鯊 (*Sicyopterus japonicus*) 生活史略圖

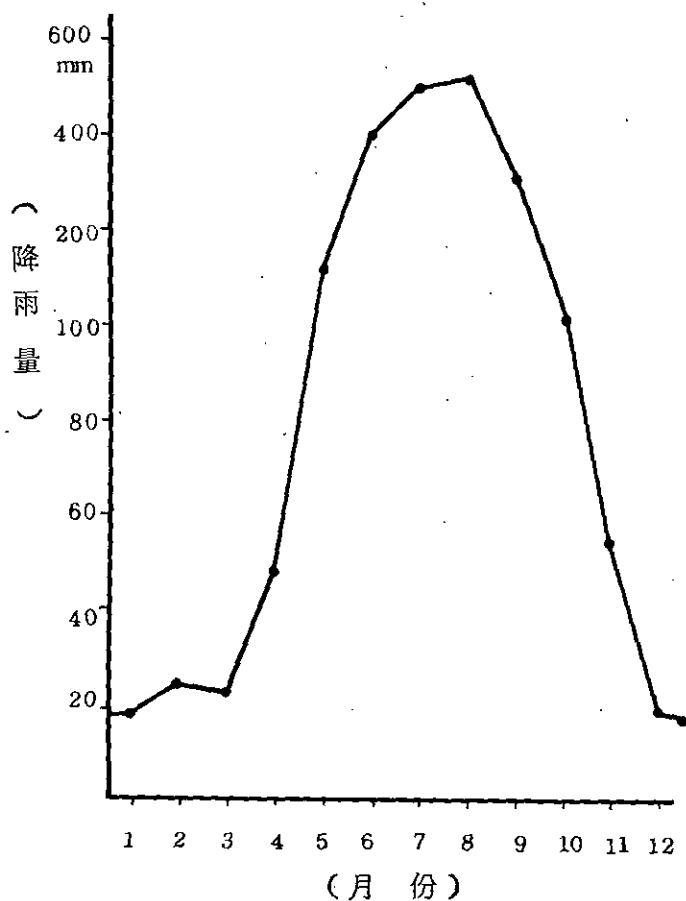


圖 4：恒春地區降雨量月變化圖 (after Chen, 1986) 和圖 2、圖 3 對照時即不難看出雨季和魚類溯河時間的密切配合關係。

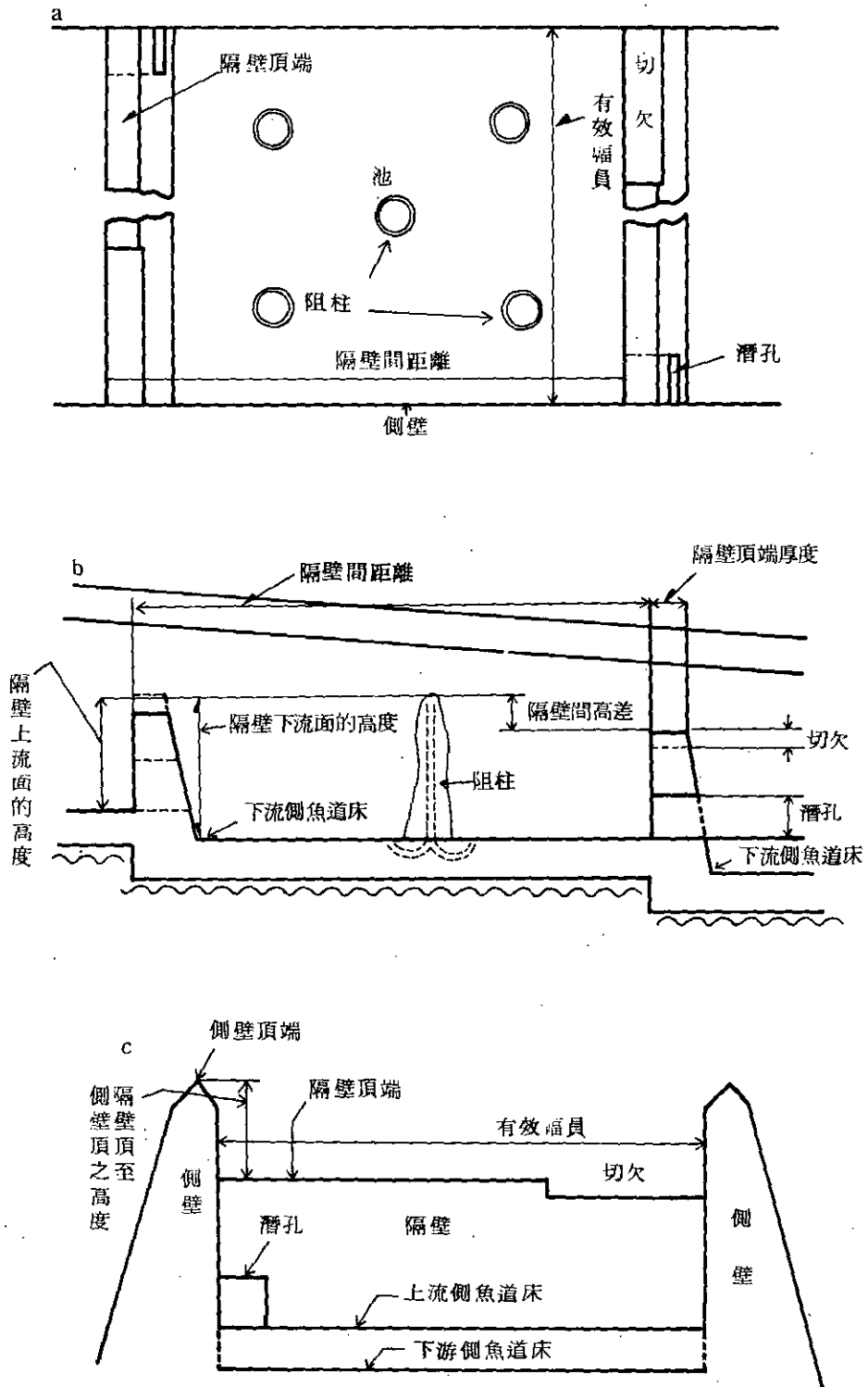


圖 5：魚道各部名稱示意圖，a 平面圖、b 側面圖
c 橫剖面圖 (after Kado, 1973)

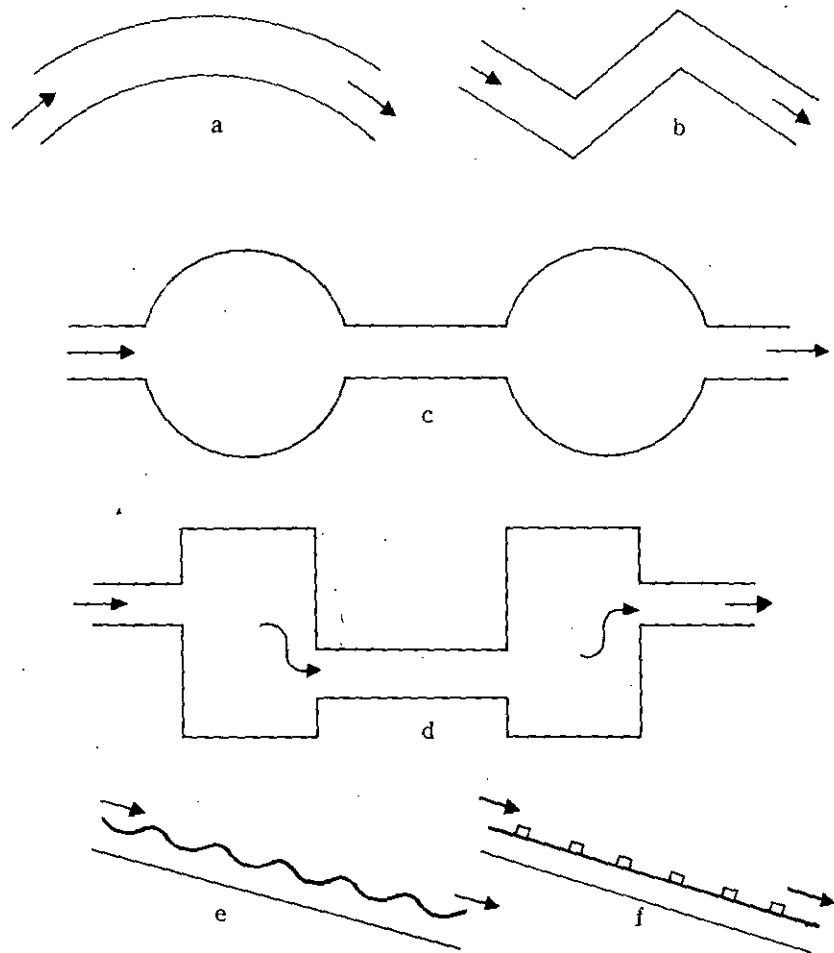


圖 6：平面式魚道的幾種型式 (after Koyama, 1967)

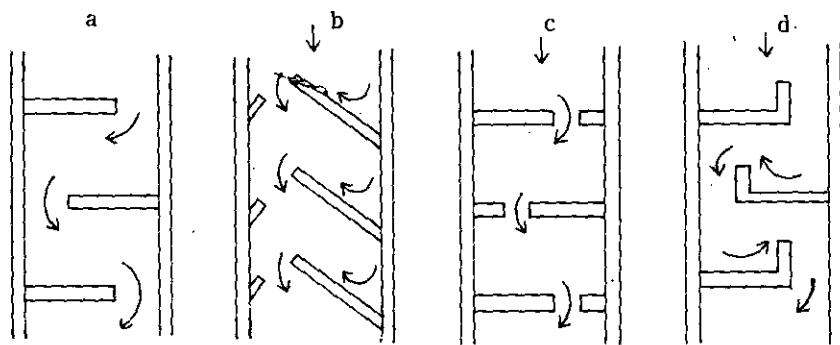


圖 7：幾種導壁式魚道的型式 (after Koyama, 1967)

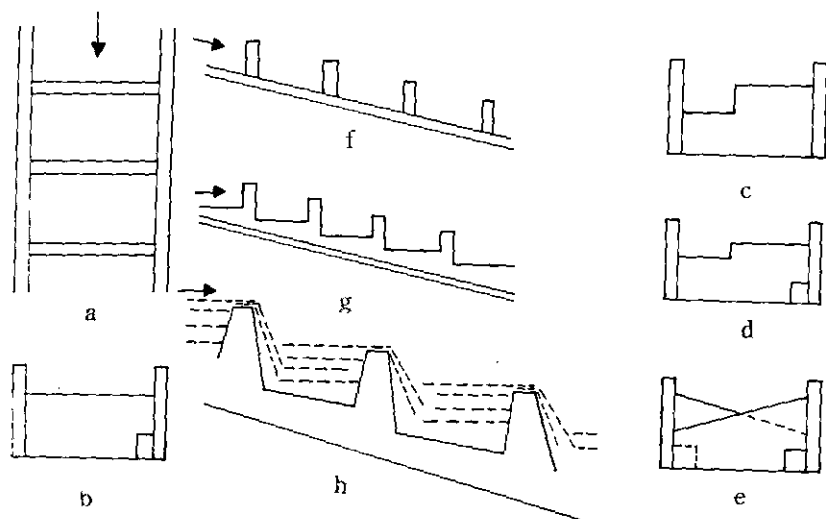


圖 8：階段式魚道的型式 (after Koyama , 1967)
 a 平面圖，b~e 橫斷面，f~h 縱斷面

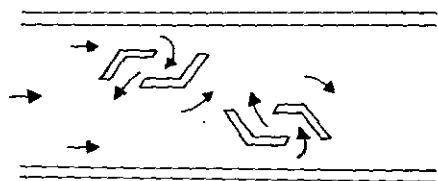


圖 9：逆流式魚道之一例
 (After Koyama , 1967)

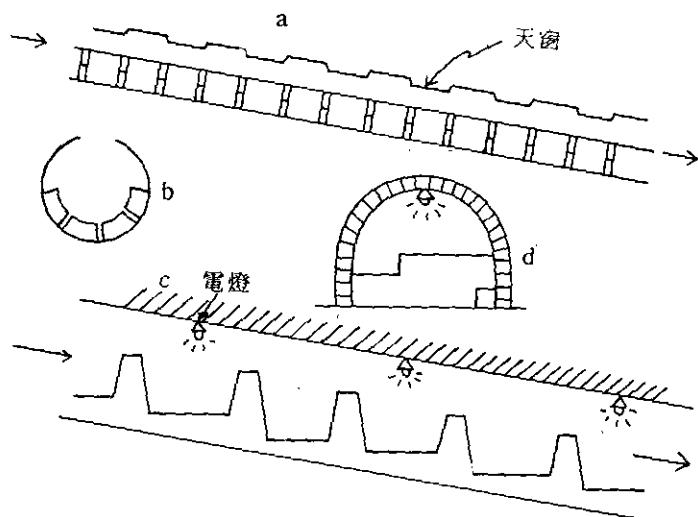


圖 10：隧道式的魚道 (a.c 側視圖、b.d 橫斷面圖)
 (after Koyama , 1967)

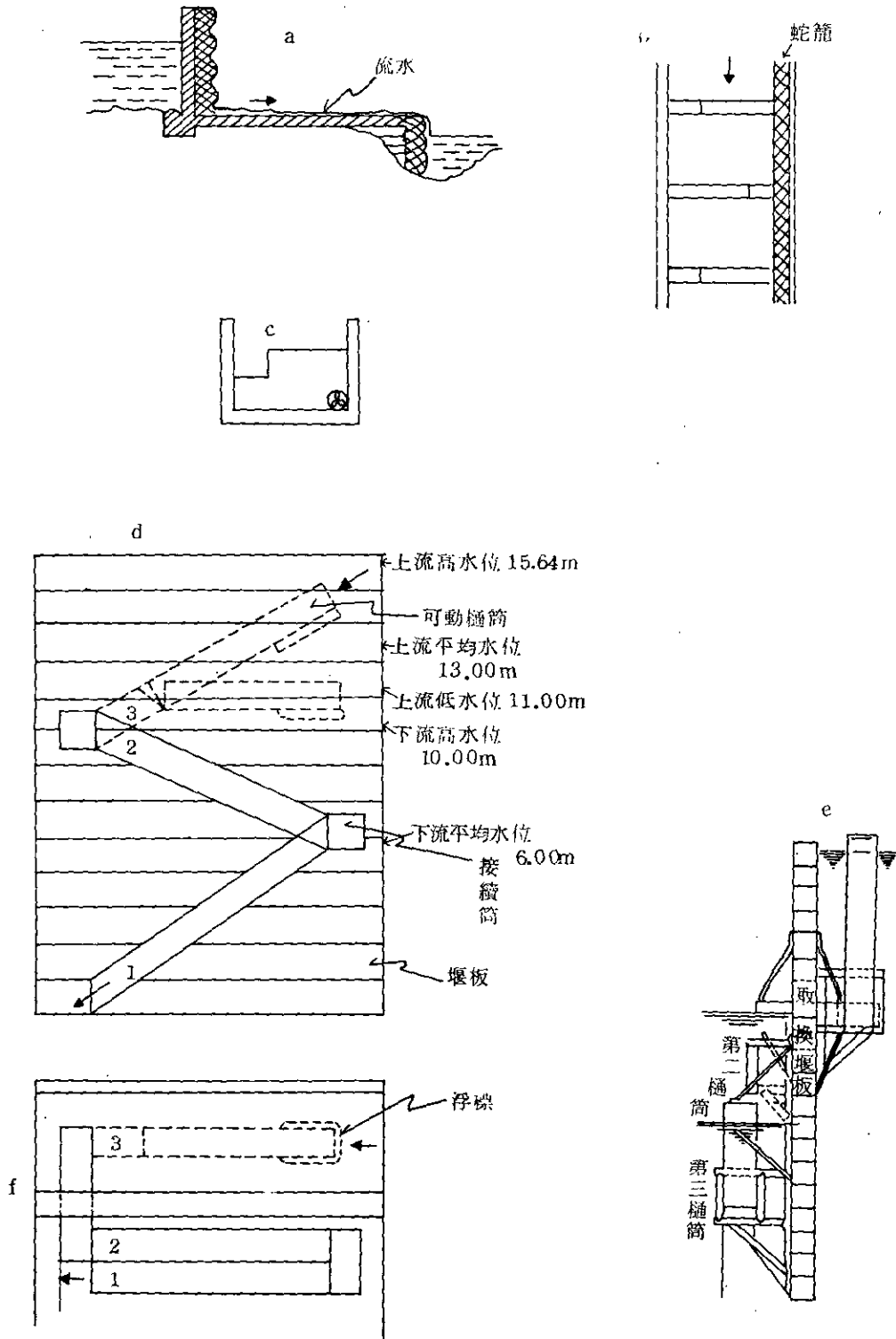


圖 11：鱘魚道的型式 (after Koyama , 1967)

a、e 縱斷面圖、b、f 平面圖、c 橫斷面圖、d 正面圖

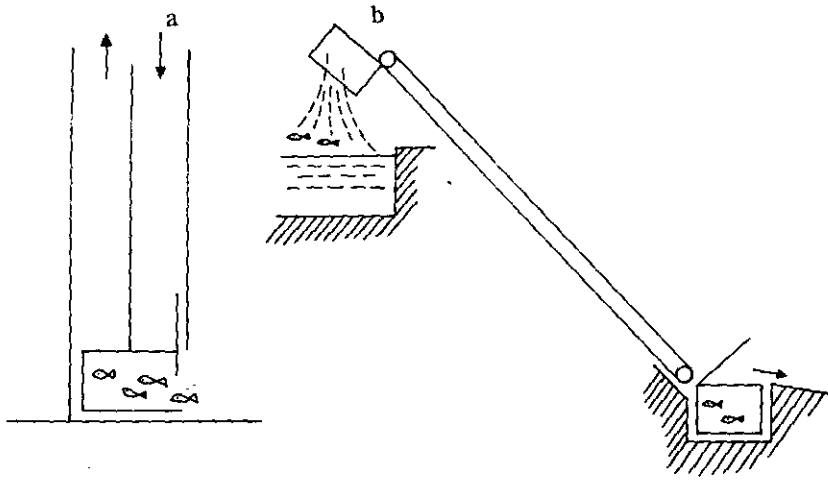


圖 12：升降梯式魚道（ after Koyama , 1967 ）

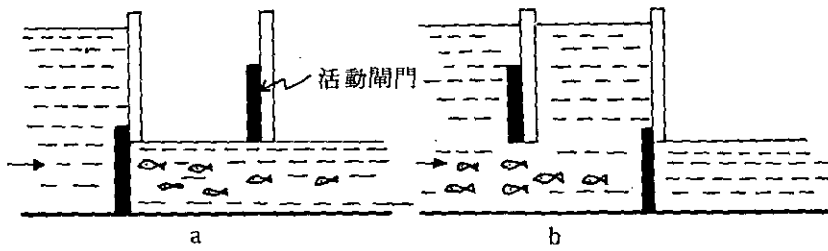


圖 13：閘門式魚道（ after Koyama , 1967 ）

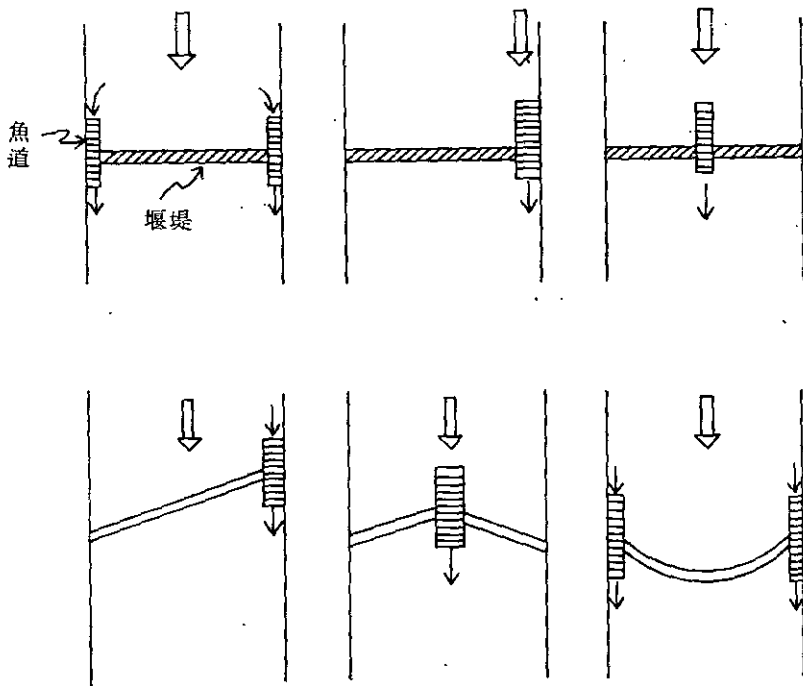
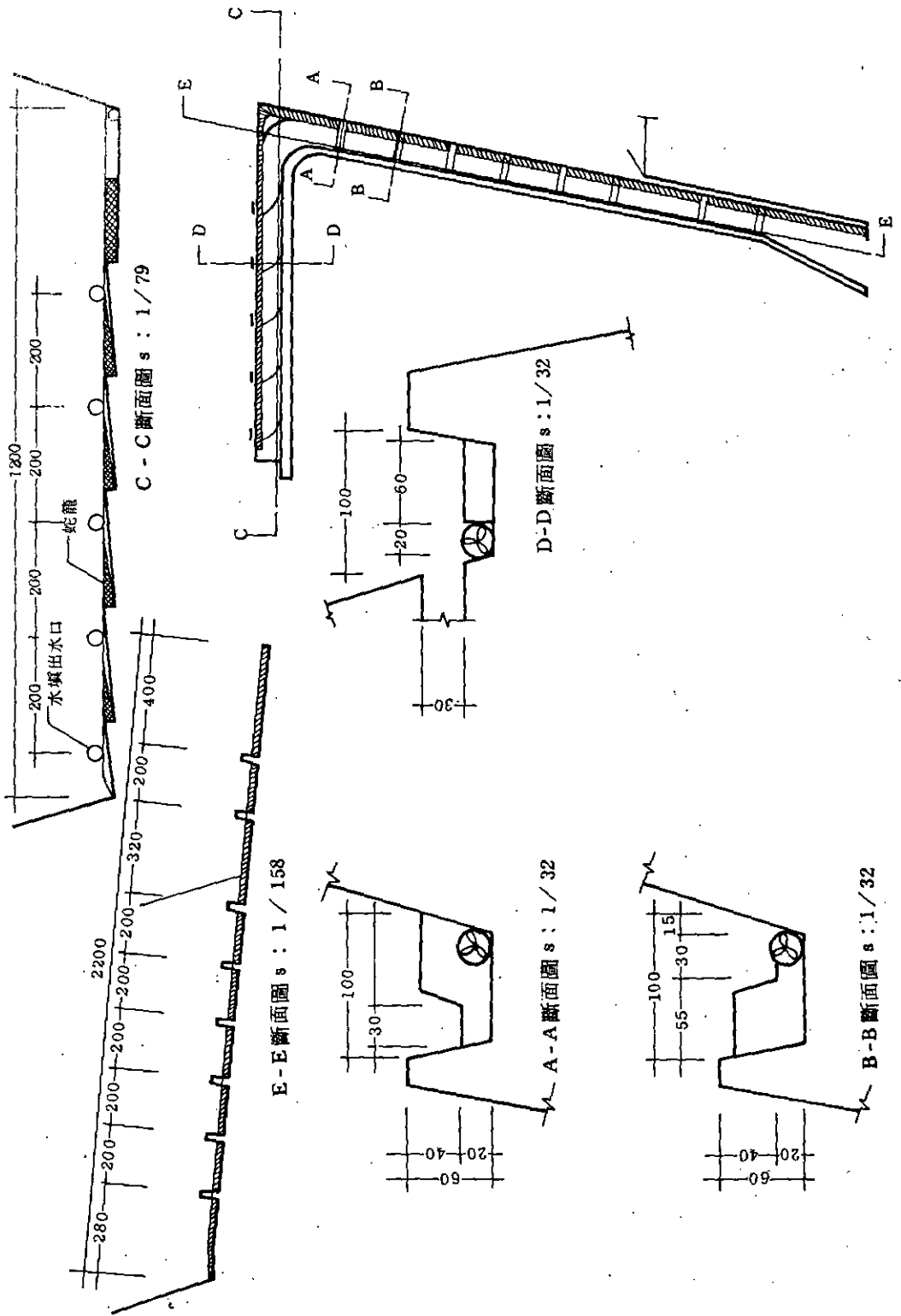


圖 14：魚道設置的位置 (after Koyama, 1967)



魚道平面圖 s : 1/158

圖 17: 橋仁溪攔砂壩之魚道規劃設計

圖 18 欖仁溪兩岸堤防

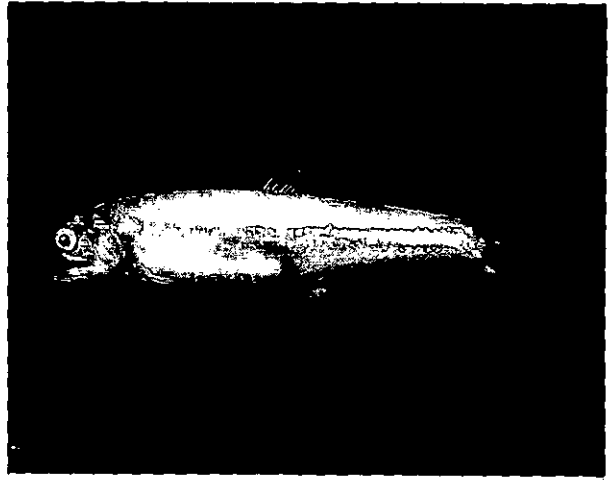


圖 21 印度銀帶鯨

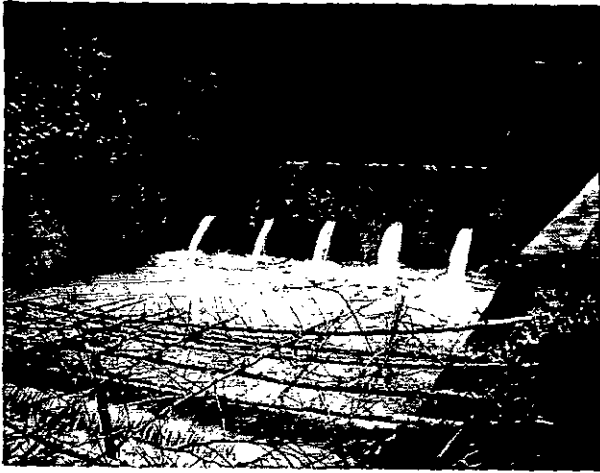


圖 19 攔砂壩現場

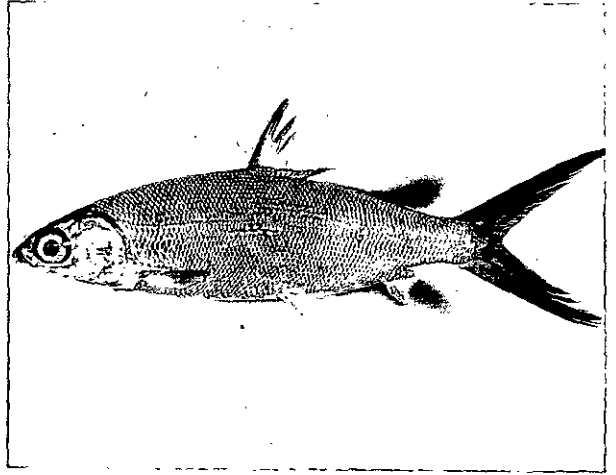


圖 22 鱖目魚



圖 20 短指沼蝦

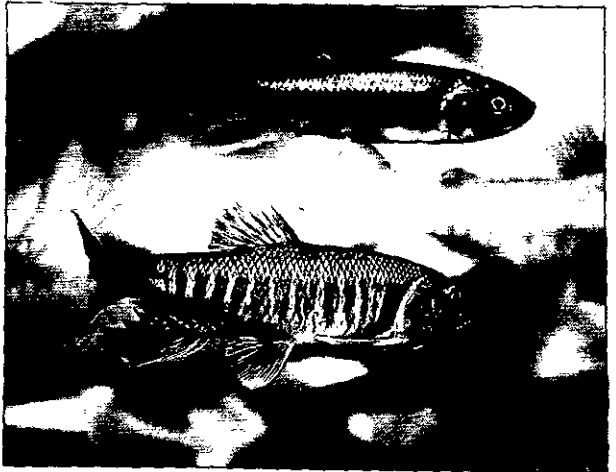


圖 23 粗首鱺

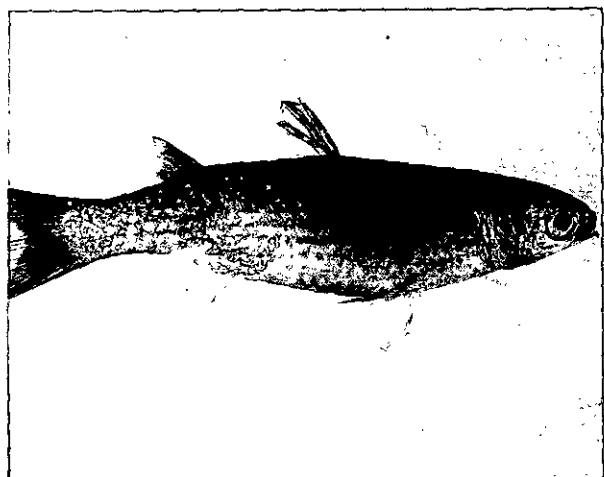


圖24 鱈魚



圖27 雙邊魚

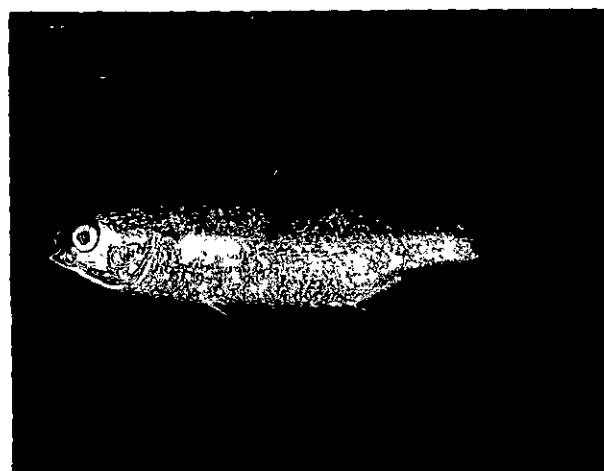


圖25 大鱗鱈

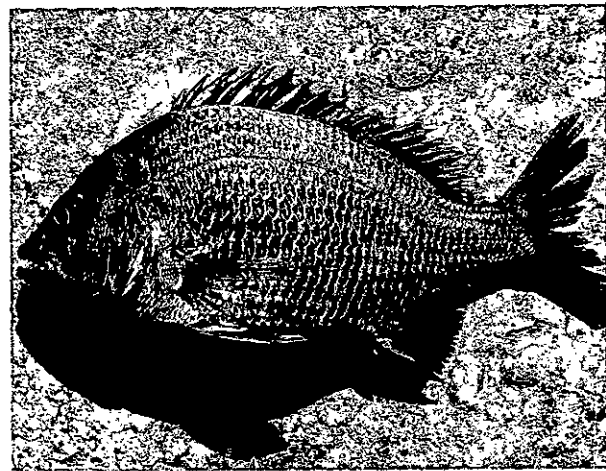


圖28 黑鯛

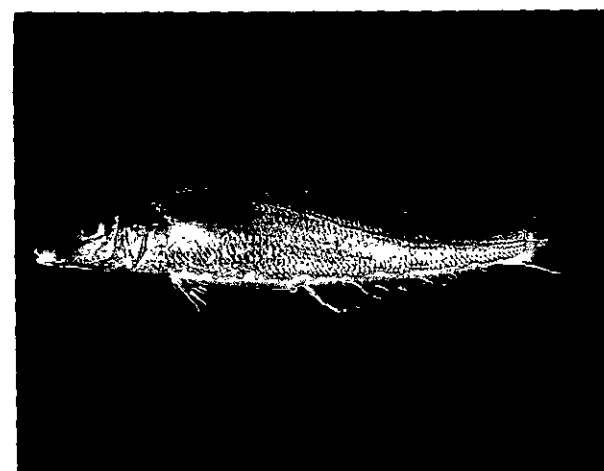


圖26 青砂鮭

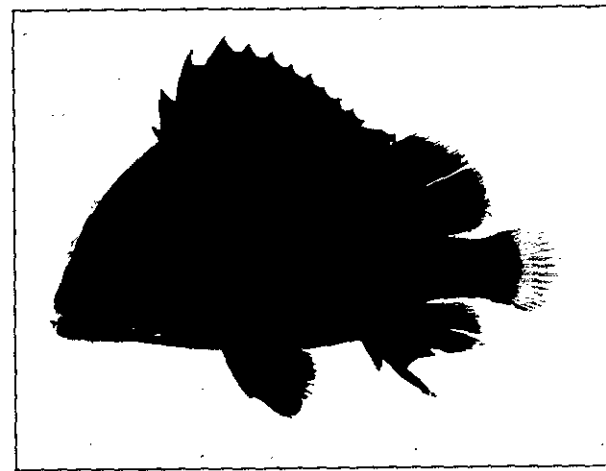


圖29 斜帶髯鯛

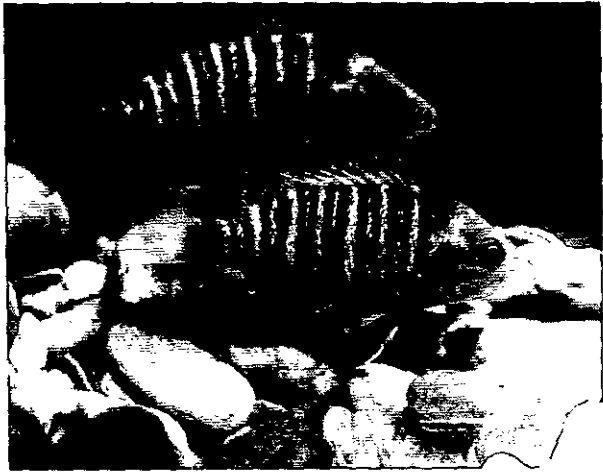


圖30 銀紋笛鯛

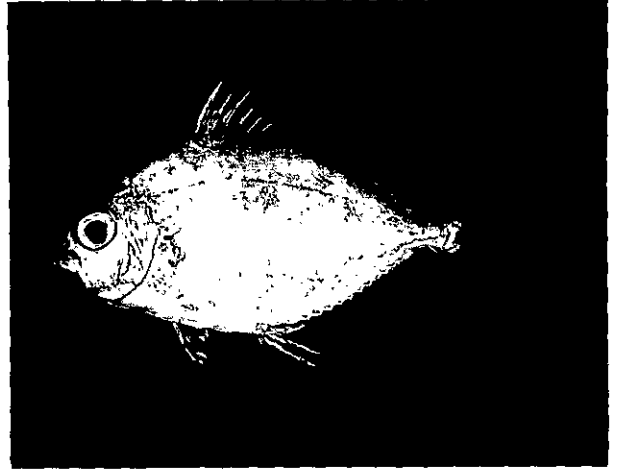


圖33 台灣鯧

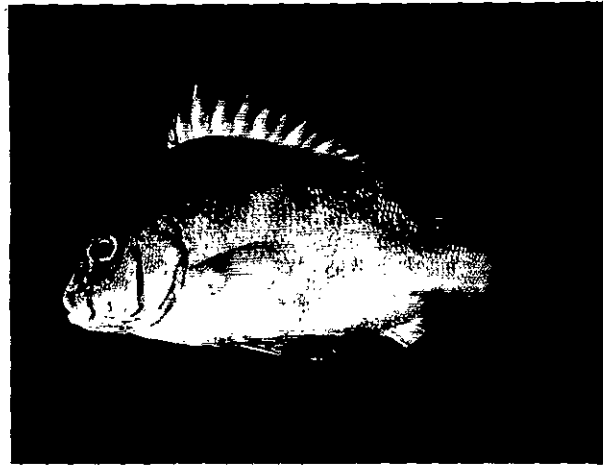


圖31 黑石鱸



圖34 金叉舌鰕虎

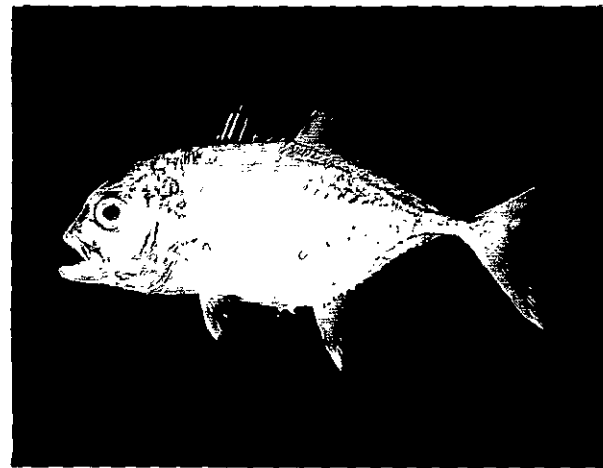


圖32 六帶鯧



圖35 雙鬚叉舌鰕虎



圖 36 頰斑細鰾虎

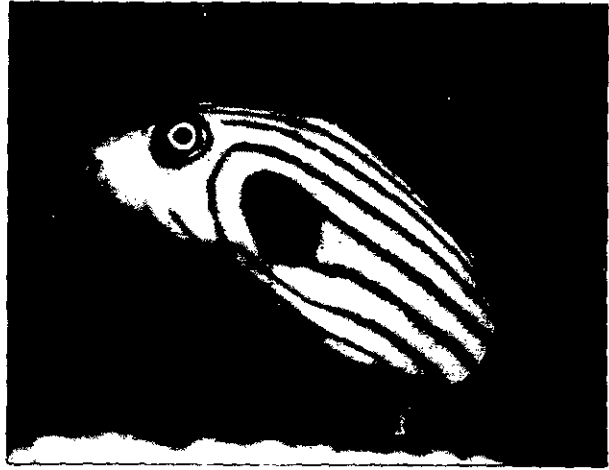


圖 39 線紋叉鼻魨

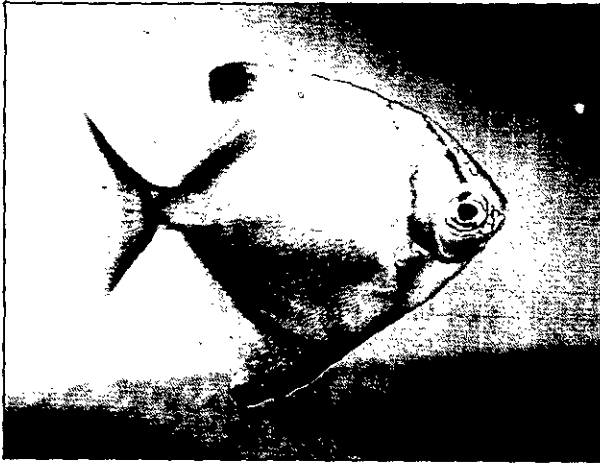


圖 37 銀鱗鯧

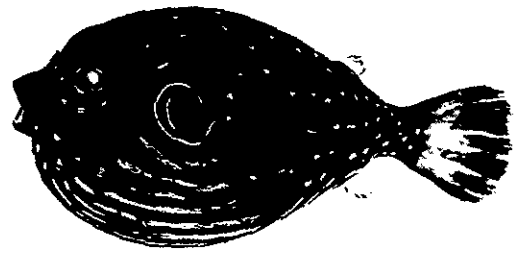


圖 40 紋腹叉鼻魨

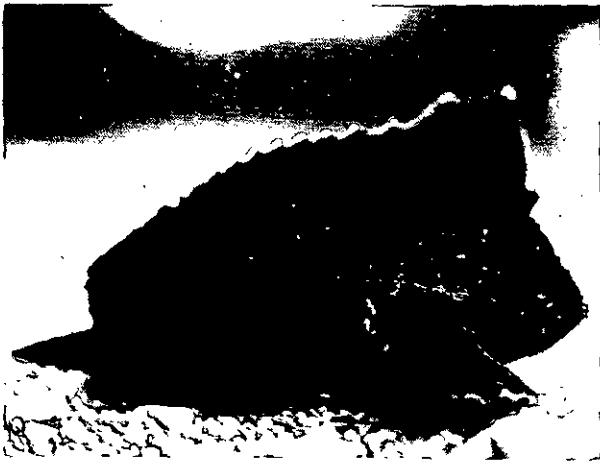


圖 38 鬚絨魨

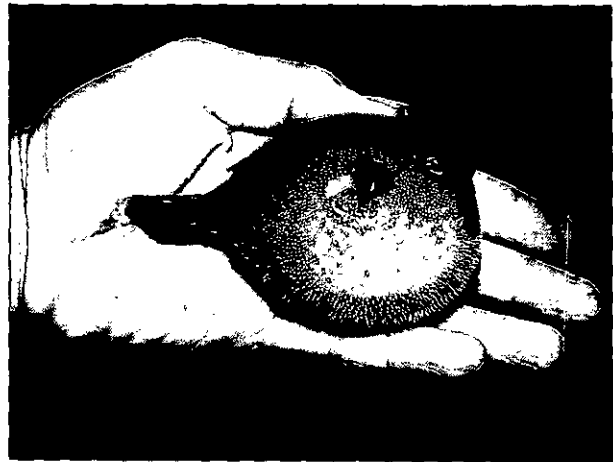


圖 41 灰叉鼻魨