

# 菊池氏細鯽的行爲觀察

高中組生物科第一名

臺灣省立板橋高級中學

作者：廖淑峰、巫榮周  
黃伯堯、趙俊雄  
等六人

指導教師：洪美貞

## 一、研究動機

目前台灣一百多種淡水魚類中，台灣特有種僅有二十幾種，且分布非常不均，東部只有兩種。一種是存活在台東山間溪流中的爬岩鰕，另一種便是我們研究的對象菊池氏細鯽（*Aphyocypris kikuchii*）。根據文獻菊池氏細鯽的數量曾經相當多，但是現在台北的溪流中已經絕跡了，只有在宜蘭及東部的溪流中才找得到。

淡水魚類在台灣生態系中，占極重要的一環。在鄰近的日本，早已對其境內的淡水魚類做了整體而有系統的調查，而台灣至今尚未有完整的淡水魚類資料。所以我們以菊池氏細鯽做為研究之對象，希望能收到拋磚引玉的功效，引起社會大眾的注意和觀切，開始著手調查，並實施保育工作，不要等到它們已經絕跡時，再去後悔惋惜。

## 二、研究目的

因為菊池氏細鯽為目前台灣特有的二十多種淡水魚類之一，其生存條件和習性我們並不清楚，所以其基本生存條件的研究及生活習性之探討即為本實驗的重心。

- (一)生存空間：改變空間的大小，觀察魚之行爲反應。
- (二)水的深淺：實驗中改變水深，觀察其是否會影響魚的跳躍？
- (三)光線：觀察突來的明暗改變是否對魚的行爲有影響？
- (四)溫度：
  - 1. 探討溫度是否為魚跳躍的主因。
  - 2. 找出菊池氏細鯽生存的適溫範圍。

(五)顏色：

1.探討此種魚對顏色是否有辨識能力？

2.是否此種魚對顏色有特別的喜好？

(六)環境的選擇：探究魚在選擇環境時，是否會偏向深色或淺色區？

(七)坡度：探討在不同的坡度中魚之溯上能力，並觀察其行為變化。

(八)跳躍：

1.統計此種魚最常跳躍的高度。

2.應用1的結果，改用有落差的人工瀑布，再行觀察。

(九)溶氧量：近年來受到工業廢水的污染，使得河川溪流中的溶氧量急速下降，魚類生存受到嚴重威脅。因此我們想找出最適合菊池氏細鯽生存的溶氧量範圍。

### 三、研究設備器材

加溫器	{	沉底式 1 個 ( 100W )
		沉底式 1 個 ( 120W )
		懸掛式 4 個 ( 100W )
塑膠盆	{	小型 ( 23 × 20 × 6 cm )
		中型 ( 32 × 23 × 8 cm )
		大型 ( 65 × 39 × 12.5 cm )
打氣馬達		雙管式 ( 風牌 ) 3 個
		單管式 ( Apollo ) 1 個
水族箱	{	35 × 18 × 21 cm
		75 × 36 × 34 cm
		30.5 × 15.5 × 20.5 cm
菊池氏細鯽 150 尾 ( 體長 2 ~ 5 cm )		
D.O.meter ( 測溶氧量 ) 1 部		
濾水器 ( Sunlite ) 1 個		
酒精溫度計 4 支		
燒杯 ( 2000 cc. ) 6 個		

## 四、研究過程

### (一)空間與密度：

1. 放 10 尾魚於水溫  $17^{\circ}\text{C}$ ，水深 2 cm 的小塑膠盆中，給予充分氧氣，觀察其行爲，記錄在 10 分鐘內，魚跳躍的次數。
2. 分別將 20、30、40、50 尾魚放在小塑膠盆中，重複上述實驗。
3. 以同樣方法，改換中型及大型塑膠盆實驗。

### (二)水深：

1. 取 1 水族箱（ $30.5 \times 15.5 \times 20.5 \text{ cm}$ ），水深 1.5 cm，充分打氣，放入魚 10 尾。
2. 每次加高水深 1 cm，至 9.5 cm 止，每次觀察並記錄魚的行爲。

### (三)光線：

1. 將 5 尾魚放入黑暗的環境，水深 3 cm，水溫  $18^{\circ}\text{C}$ ，光源距水面 23 cm，充分打氣，靜置 1 小時，使其適應。（並非完全黑暗，可大致看見水中情形）突然用光照射，觀察並記錄其行爲。
2. 同上將 5 尾魚放進光亮的環境，1 小時後，此時水中情形依然可見，觀察並記錄其行爲。

### (四)溫度：

1. 將 5 尾魚放入水深 5 cm 的水族箱中，加溫至  $16^{\circ}\text{C}$ ，充分打氣，觀察並記錄 10 分鐘內魚之跳躍次數。
2. 同上法每次上升  $2^{\circ}\text{C}$ ，至  $30^{\circ}\text{C}$  爲止。
3. 取量筒，在底部放置冰塊，在冰塊上加一團紗網，防止魚直接衝入冰中受傷，而後加水使頂部達  $20^{\circ}\text{C}$ ，然後放入 4 尾魚，繼續將上部水溫達至  $30^{\circ}\text{C}$  後停止加溫，開始觀察。

### (五)顏色：

1. 在水深 10 cm，水溫  $15^{\circ}\text{C}$  之水族箱一角放入魚餌，此角落外貼紅及綠色紙。把 10 尾魚放入水族箱，待魚聚集紅、綠色紙角落時，拿掉魚餌將紅、綠與黃、藍色紙對調。
2. 觀察其行爲，並記錄其停留在各顏色上之次數（30 秒 1 次）。

- 3.取一透明水族箱，一次使用兩種顏色配對，使用紅—綠，黃—紫，橙—藍，黃—靛四組，將魚放入，讓魚適應新環境10分鐘後，開始記錄10分鐘內魚在每色區的停留次數（30秒算1次），停在顏色交界處不算，持續觀察60分鐘。

(六)石頭顏色的深淺：

- 1.取白石、黑石體積約為 $230.8\text{ cm}^3$ ，分開放入水族箱中，水深10cm，水溫 $19^{\circ}\text{C}$ ，充分打氣。
- 2.放入10尾魚，觀察魚聚集何處（白色或黑色）。

(七)坡度：

- 1.取一半圓形集水管（長50cm，半徑8吋），管壁用火燒出許多突起，以增水與管壁的摩擦力，避免水流速過大。
- 2.把集水管放入水深5cm的水箱（ $75 \times 36 \times 34\text{ cm}$ ）中，把水管墊高，造成不同坡度，放入5尾魚觀察。

(八)跳躍：

- 1.以9cm的網架架於水底，圍成 $20 \times 34 \times 3\text{ cm}$ 的水域；架起抽水馬達及水管，使水打在網架上，以造成流水及水的流動。放入10尾魚，並在玻璃面劃15cm刻度，以觀測跳躍高度做記錄統計，實驗記錄30分鐘（魚體長3～3.5cm）。
- 2.以落差為4cm及7cm的人工瀑布，放10尾魚，觀察魚逆流躍上的情形，實驗記錄30分鐘。

## 五、實驗結果

(一)空間與密度：

表 1：不同數量之魚在小型塑膠盆中跳躍次數及行為觀察

魚 數 (尾)	平均跳 躍次數	行 為 觀 察
10	7.5	1. 開始非常不安，將頭伸出水面。 2. 聚在一起不游動。 3. 不停地往下鑽。
20	6	1. 有互相追逐現象。 2. 非常活潑。
30	4	1. 往底下鑽。 2. 有互擠的情形。
40	1.5	1. 顯得非常緊張。 2. 魚變得較不活潑。
50	1	魚躲在角落裏，沒有任何反應。

表 2：不同數量在中型塑膠盆中跳躍次數及行為觀察

魚 數 (尾)	平均跳 躍次數	行 為 觀 察
10	12	1. 有互相追逐的現象。 2. 非常活潑。
20	10	1. 開始有跳躍情形。 2. 從角落跳出。
30	9.5	1. 交錯地游著。 2. 往底下鑽。
40	7	顯得非常緊張，有互相跳躍情形。
50	4.5	慢慢地游著。

表 3：不同數量之魚在大型塑膠盆中跳躍次數及行為觀察

魚 數 (尾)	平均跳 躍次數	行 為 觀 察
10	20	1.總是沿著角落跳躍。 2.聚在角落，時有追逐現象。
20	18	1.魚喜歡並行而游。 2.有互擠的現象。
30	15	1.魚跳不出時，就躲在角落，找機會跳。 2.一直往角落鑽。
40	13.5	1.開始非常緊張，將頭伸出水面。 2.多數魚聚在中間，不游動。
50	9	1.很平靜，後來才顯得活潑。 2.跳出方式和以前不同—從中間跳出能力較強。

(二)水深

表 4：在不同深度水中魚之跳躍次數及行為觀察（上午）

時 間	水 深 (cm)	魚跳數 (次)	行 為 觀 察
9:20	1.5	21	緊張地游來游去，大部份分在角落才跳。
9:40	2.5	13	緩緩的四處游動，游了約 3 秒鐘，又停下來不動了。
10:00	3.5	10.4	同 上
10:20	4.5	6.8	同 上
10:40	5.5	5.2	同 上
11:00	6.5	3.4	懶洋洋地聚在一個角落，約隔一、二分鐘跳一下。
11:20	7.5	0	躲在一個角落，有時會繞著玻璃缸轉一兩圈，隨後又停在原來的角落。
11:40	8.5	0	同 上
12:00	9.5	0	同 上

表 5：魚在不同深度水中之跳躍次數及行為觀察（下午）

時 間	水 深 (cm)	魚跳數 (次)	行 爲 觀 察
1:00	1.5	45	會迅速而沒有規則地游動。有些魚會連跳兩、三次。
1:20	2.5	33.4	行動較緩，但仍很迅速，大部份都只跳一次就沉到水底，休息一、兩秒，再開始游動。
1:40	3.5	14.6	行動遲緩，總是成群地游動。
2:00	4.5	6	同 上
2:20	5.5	0	聚集在角落。
2:40	6.5	0	同 上
3:00	7.5	0	同 上
3:20	8.5	0	同 上
3:40	9.5	0	同 上

表 6：魚在不同溫度水中行爲之觀察

溫 度 (°C)	時 間 (分)	行 爲 觀 察	跳出次數	跳 躍 行 爲
16	10	群聚在底部緩緩游動。	11	在沿壁面做快速上下游動時，猛然跳出水面。
18	10	游速漸快，顯得活潑。	13	同 上
20	10	在大部分聚集在底部，偶爾會游至壁面上下快游	15	同 上
22	10	同 上	13	同 上
24	10	同 上	15	同 上
26	10	在水族箱內來回游動。	12	同 上
28	10	同 上	12	同 上
30	10	群聚在底部不定向的游動。	11	同 上



(二)深度：表四、表五、圖一

(三)光亮及黑暗：

1. 結果：魚在黑暗中突然遇到光線之反應→迅速的游來游去。
2. 結果：魚在光亮中突然進入黑暗之反應→緩緩游動。

(四)溫度：表六

1. 升溫法：

2. 魚對不同溫度之選擇：

五次測得之溫度範圍如下：

(1) 24 ~ 26°C

(2) 24 ~ 25°C

(3) 23 ~ 25°C

(4) 24 ~ 25°C

(5) 23 ~ 26°C

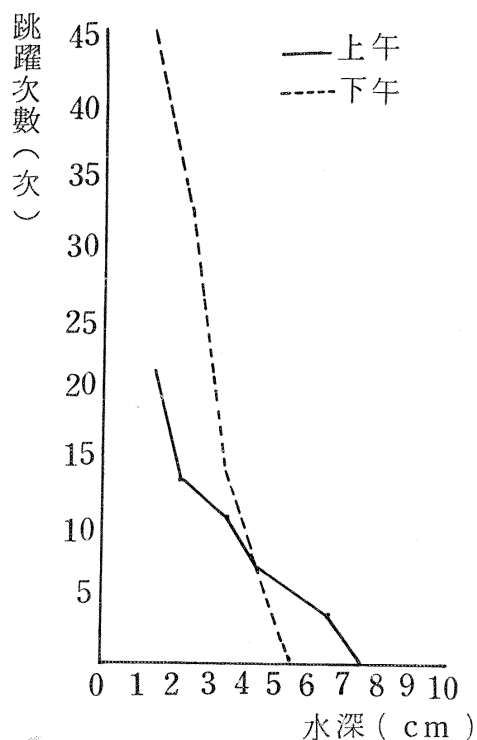


圖 1：魚在上、下午不同深度水中之跳躍次數比

(五)顏色：

表 7：兩種顏色配對下，每十分鐘內各顏色區逗留次數

時間 逗留 顏色 (分) (次) 數	10	20	30	40	50	60
黃	3.1	1.9	3.0	2.6	2.8	3.9
紫	3.4	2.7	2.4	2.6	3.4	4.2

時間(分) 逗留(次)數 顏色	10	20	30	40	50	60
橙	2.4	2.0	4.4	4.1	3.7	3.4
藍	2.3	1.8	3.0	4.7	4.0	3.9

時間(分) 逗留(次)數 顏色	10	20	30	40	50	60
紅	1.1	2.2	3	2.1	4.5	3.4
綠	1	1.8	4	3	3.7	3.0

時間(分) 逗留(次)數 顏色	10	20	30	40	50	60
黃	1.3	2.5	3.8	2.5	5.0	4.5
靛	2	3.1	4	2.5	4.4	4.7

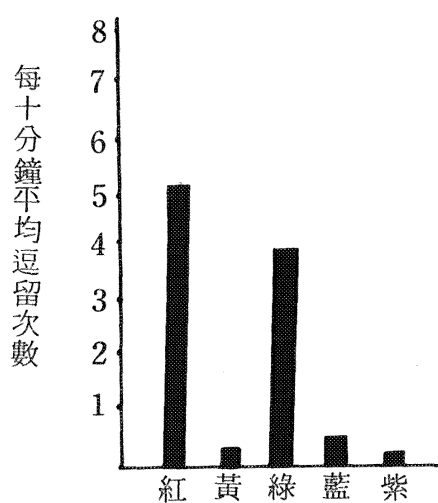


圖 2 (A) 魚對不同顏色之選擇

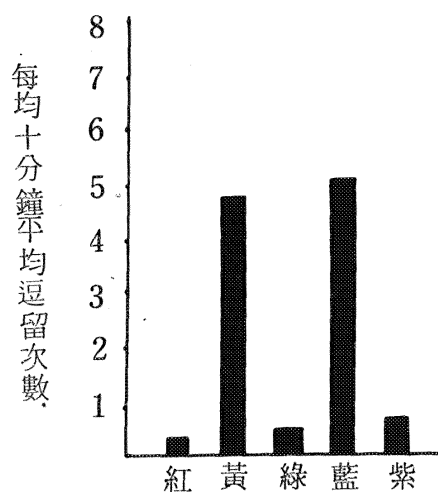


圖 2 (B) 改變魚餌位置後之選擇

(六)石頭的明暗：

(七)坡度：

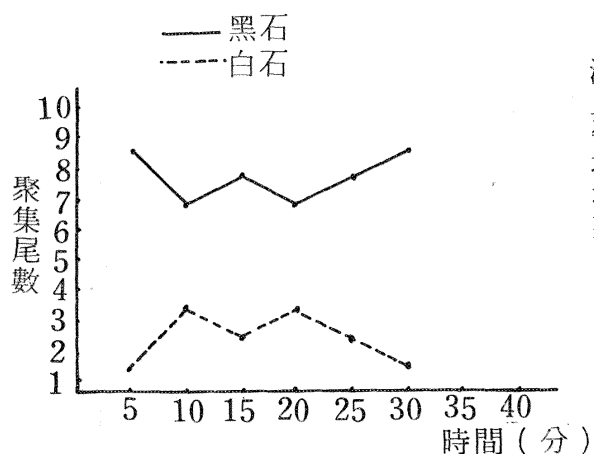


圖 3 聚集在黑、白石頭之魚數

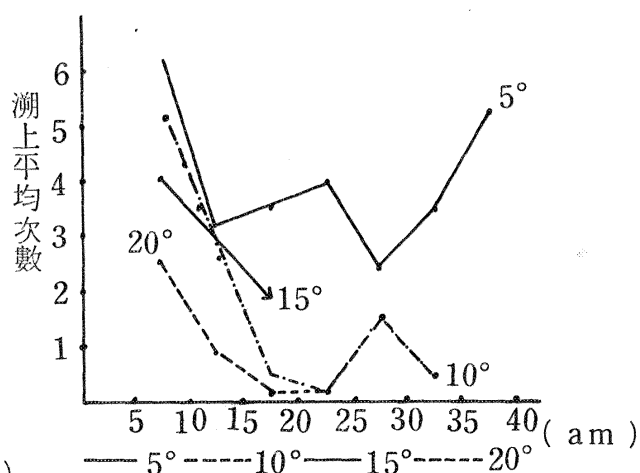


圖 4 魚在不同坡度，溯上距離圖

(八)跳躍：

1.

跳躍高度 ( cm )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
跳躍次數	15	21	54	106	131	126	81	50	32	10	3	2	1	1	1

2.(1)湍流高度 4 cm 時，魚跳躍 42 次，4 次成功躍上湍流。重複

進行實驗，共上衝跳躍 50 次，17 次成功。

(2)湍流高度 7 cm 時，共上衝 70 次，成功 6 次，重複進行實驗，共上衝 57 次，其中成功 7 次。

(九)溶氧量：

表 8：降低溶氧量時，魚的行爲觀察

時 間 ( 小時 )	含 氧 量	魚 群 動 態
1.5	8.1 ppm } 6.7 ppm	魚非常活潑地在燒杯內各處游動。
3	6.5 ppm } 5.3 ppm	慢慢地，魚開始沉聚在底部。
4.5	5.2 ppm } 4.1 ppm	鰓蓋活動加快，並且有時游動很快，有時緩慢。
6	4.0 ppm } 2.8 ppm	慢慢地開始沉聚在底部，嘴劇烈地張合著，不動。
7.5	2.7 ppm } 1.75 ppm	同上，但有二到三隻的魚緩緩向上游動。
9	1.6 ppm } 0.8 ppm	魚開始將口伸往水面呼吸。

表 9：增加溶氧量時，魚的行為觀察

時 間 ( 分 )	含 氧 量 ( ppm )	魚 群 動 態
0	2.0	魚懨懨一息。
1	5.5	突然間開始活躍。
2	6.9	體型較小的魚曾經跳出水面。
3	8.0	所有魚都在跳。
4	9.1	同 上。

## 六、討 論

- (一)在結果(一)中，我們發現相同的空間，當密度愈大時，則跳躍愈不激烈。它們經常往同樣的角落鑽動，且藉著彼此的推擠而跳出水面。特別是，當第一尾魚由某角落跳出後，其它的魚亦隨之群聚於此，不斷鑽動並躍出。可能是因此種魚具有群集性。
- (二)由結果(二)中發現，水愈淺則魚的跳躍次數愈多，此可能是魚發現所處環境水過淺時，可能會乾涸無水，故跳躍以尋求較深之處。並得知水深在 7.5 cm 時，則不再跳躍，是否表示此深度為最低適應水深。
- (三)在結果(三)中魚在黑暗中突然遇到強光，會很緊張的到處快速地游動，但在明亮處突然熄滅燈光，僅留下足以觀察魚的行為之微光，魚則緩緩游著。因此我們推論魚對突來光線的刺激，有強烈的反應。
- (四)在結果(四)中，魚在 16 ~ 30°C 溫度中，其跳躍次數並無顯著差異，此可能因其為此種魚適應之溫度範圍。在結果 2. 中發現，魚大都喜愛在 23 ~ 26°C 之水中活動，顯示其適溫範圍為 23 ~ 26 °C。
- (五)在結果(五)中發現，同一批魚實驗結果顯示魚對顏色沒有特別偏好

現象。但當原有魚餌環境的顏色突然改變時，魚會群體游走，直至覓到原有魚餌環境的顏色為止。不論原有魚餌環境顏色為何，結果均同。在實驗 2 的結果也發現魚對顏色沒有特別偏好現象。

(六)在結果(六)中，我們發現魚特別喜歡聚在深色石頭旁。根據「動物的行為」一書中所敘述，這可能是因為魚進入一個新環境時，為了自身的安全，所以必須尋找一較隱蔽的地方，做為自衛之處。而深色石頭比白色石頭隱蔽性大得多，因此魚基於自衛的本能，而喜歡聚集在深色的石頭旁。

(七)在坡度實驗中，溯上行爲明顯的存在，當坡度愈大或距離愈遠時，上溯的次數愈少，這可能和魚的體力有關。菊池氏細鯽是一種平地淡水魚類，而非像爬岩鰍是棲息於山間溪流之中，但卻上溯的行為，此可能是因為菊池氏細鯽在山上可能也有分布。

(八)在結果(八)中，體長 3 ~ 3.5 cm 的菊池氏細鯽跳躍的能力，可達 15 cm，而以 5 ~ 6 cm 的頻率最高，平均跳躍高度 5.53 cm，約為其體長的 1.7 倍。結果也證實菊池氏細鯽有躍上湍流（瀑布）的能力，而且會利用水勢，將原先逆衝而上的方式改為跳躍。用跳躍的方式對菊池氏細鯽而言要比垂直上衝來得省力。

(九)在慢慢減低溶氧量的實驗中，魚並沒有因生活環境漸趨不利，而有劇烈的跳躍。這可能是因為緩慢地減低溶氧量等於是慢性麻醉魚。當它們呼吸困難時，可能沒有足夠體力跳躍了。在第二個實驗中，溶氧量從極低而突然增加，於是過多而快速溶入水中的氧等於是興奮劑，使魚興奮跳躍。此魚所需溶氧量約在 5.0 ppm 以上。

## 七、結 論

菊池氏細鯽是台灣特有種淡水魚之一，需要國人加以保護，若等到其絕種時，就來不及了。我們的實驗，希望能多瞭解菊池氏細鯽的生態習性及行為狀態，以便對它有更深層的了解。結果顯示，菊池氏細鯽具有群集性，亦即數量愈多時，較沒有跳躍行為發生，而水深最好在 6.5 cm 以上較適合。其並喜愛亮度較陰暗的環境，對顏色也看

不出有特殊的喜好，至於最適所需的溶氧量要在5.0 ppm以上，也顯示出此魚必需要在水流較急，且清澈的激流環境下較合適。在坡度的實驗中，其具有溯上的習性，也證明此魚能往上游移動的特性，而由水溫的實驗中，可看出此魚適溫範圍在23 ~ 26°C之間，而這也正是本省各地的平均溫度範圍之內。至於其跳躍高度約達體長的1.7倍，這種跳躍能力，可助其躍上激流或湍流區域。又菊池氏細鯽的此種躍上7 cm高度湍流的能力，也可應用於當溪流因築堤或蓋水壩或其他建築工事時，致溪流中斷，而阻擋此魚的溯上行爲，生態環境受到影響時，就可利用躍上湍流的習性及能力，藉由加蓋魚梯的方式而使溪流的上、下游可再行銜接一起。由上述的各項行爲觀察，菊池氏細鯽的各項習性或生物特性，均有利或極適於在清澈游動，且稍淺的溪流中生活，而這種溪流在台灣各處也很普遍，這也許是此種魚類能夠在本省各溪流中一度大量分布的重要原因吧！

## 八、參考資料

- (一)康樂勞倫茲(1974)：所羅門王的指環。東方出版社。
- (二)大島正滿(1923)：台灣淡水魚的分布報告。動動學雜誌，32(441)：1~49。
- (三)陳國成(1983)：動物的行爲。自然科學文化事業公司。
- (四)陳兼善(1969)：脊椎動物誌(上)。台灣商務印書館。
- (五)沈世傑(1984)：台灣魚類檢索圖鑑。南天書局。
- (六)Sir James Gray, August 1957, Animal Engineering-How Fishes Swim, W.H. Freeman and Company, No. 4：29 ~ 35。

## 評語

本件作品乃針對本省東部特有之菊池氏細鯽，探討其各種環境條件對其行爲之影響。其實驗設計非常具有創意，而且實驗結果之可行性很高，經面談此作品亦確爲學生本身所參與而完成者。按動物行爲之研究設計及進行乃一頗具難度之工作，以高中學生之程度能完成此實驗，實在難能可貴，擬推薦爲第一名。