

「黑潮」參觀活動單

【教師指引】

◆展示簡介

「海之層」敘述宜蘭海洋環境的概況，並展示討海人的文化與生活。「黑潮」展區為海之層揭開序幕，介紹黑潮為宜蘭帶來的特殊生態及種種影響，包括鰻魚與穗花棋盤腳的生存機制、黑潮如何形成湧升流與漁場等主題。

◆學習目標

- 1.瞭解黑潮命名的原因，及其對宜蘭的影響
- 2.瞭解鰻魚的生命史，以及鰻苗枯竭的原因。
- 3.瞭解黑潮裡的食物鏈構成方式。
- 4.能分析「基礎生產力」與漁業資源的關係。

◆補充資料

- 1.黑潮真的是黑色的嗎？黑潮由赤道發源後，它的主流一直遠離陸地，沒有受到大江或大河帶來陸源物質的影響，致使黑潮的表層海水懸浮物質相當稀少且營養鹽的濃度也非常的低，同時浮游生物也非常的稀少，因此黑潮可以說是相當清澈乾淨的海水。所以當陽光照射在這種幾乎沒有雜質的海水時，大部份的光線都會直接穿透進入海水裡，只有部份波長較短的藍色光會被反射回來，使得黑潮水的顏色看起來呈現暗的深藍色，當它流經台灣東部海岸時，會在約 100 公里的流幅範圍內，以平均約每秒 1 公尺的速度持續往東北方向流，這就是它被稱為黑潮的原因。
- 2.黑潮就像一條巨龍，日夜不停以每小時 3~7 公里的速度流經台灣外海，流徑寬約 100~200 公里，影響深度可達 1 公里。如果我們在綠島海域投下漂流物，可能不到一天時間就可以到達宜蘭外海。
- 3.「海漂果實」穗花棋盤腳是台灣國寶級的河口水生植物，隨著黑潮暖流從南洋群島一帶移居臺灣而落地生根，分布於北海岸及南部恆春半島海邊地區，因為果實像古代弈棋盤之桌腳而得名，宜蘭又稱它為「水貢仔」。由於它的果實外表有層臘，裏頭有許多纖維，所以能像椰子一樣地漂洋過海，靠水流傳播。穗花棋盤腳是非常具有宜蘭鄉土特色的植物，喜歡生長於如蘭陽平原水道溝渠密布的環境中，但現今海岸開發，河道不再暢通且水泥化，生育數量驟減，已為稀有保育植物。
- 4.冬天鰻苗隨黑潮來到蘭陽溪口，為的是溯溪流而上，長大為成鰻。到了夏季它必須洄游到海洋中產卵，產卵之後就死亡，而且一生只產一次卵。鱒魚、鮭魚則是由海中游回河川去產卵，與鰻魚的生命史正好相反。
- 5.鰻魚生活史分為「卵期」、「柳葉鰻」、「玻璃鰻」、「鰻線」、「黃鰻」及「銀鰻」等五個發育階段。為了適應環境，不同階段的體型及體色都有很大的改變。柳葉鰻的身體側扁、薄如柳葉，適合海上的長距離漂流；接近沿岸水域時，身體變成流線型的玻璃鰻，以便脫離外洋的強勁海流；進入河口域身體出現黑色素，稱之為鰻線；在河川的成長期間腹部呈黃色，稱之為黃鰻；成熟時身體成為銀白色，稱之為銀鰻，同時眼睛變大，胸鰭加寬，以便適應深海產卵洄游。

6. 日本鰻是台灣產量最多的鰻魚種。鰻線耳石日周輪的研究，提供了尋找日本鰻產卵場的新思考模式。魚類的耳石每天形成一輪，由輪數可以知道其日齡及回推其孵化日。每年冬季在台灣河口域出現的鰻線，由耳石日周輪推算其日齡，大約是 4 至 5 個月大，換句話說，鰻魚是在夏季出生的，從產卵場漂游到台灣大約需要 4 至 5 個月的時間，以北赤道洋流的流速(V) = 30 cm/sec 來估算，柳葉鰻 5 個月的時間(t)所漂過的距離(D)大約是 3888 公里左右 (亦即 $D = V \cdot t$)。因此，日本鰻的產卵場應該是在台灣東部海流的上游 4000 公里左右的地方。根據這樣的假設，日本東京大學果然於 1991 年 6 至 7 月在馬里亞納島西方(15°N, 140°E)發現了日本鰻的產卵場。為了證實這一項發現，台灣的研究船於 1995 年 8 月也在產卵場附近首次採獲體長 27 ~ 31 mm，日齡 41 至 46 天的 3 尾柳葉鰻，回推其出生日為 7 月 1 至 3 日。
7. 研究者曾把鰻魚植入晶片或追蹤器再去找，但目前用的發報器、追蹤器功率太小，只知道鰻魚下海後會做上下 200 公尺的游動，約 3-4 天後就潛到追蹤不到的深度。
8. 夏天在馬里亞納島附近出生的柳葉鰻，以被動洄游方式順著北赤道洋流往西輸送，到了菲律賓東方之後還未到變態的體型，因而繼續漂游，北轉進入黑潮流域，12 至 1 月左右漂游到台灣附近時，體長已經長到 50 ~ 60 mm，並變態成為玻璃鰻，然後脫離黑潮進入沿岸水域；發育較慢的柳葉鰻，繼續往日本方向移動。台灣與日本的柳葉鰻變態的時間，平均相差 22 天，如果以這個時間乘以黑潮的平均流速 (2.5 哩/小時；亦即 1.28 公尺/秒)，大約是 2100 公里，相當於台灣到日本的距離。由此可見黑潮在鰻魚的地理分布上扮演非常重要的角色，而鰻魚要漂到哪一個國家，就看柳葉鰻變態的日齡而定。柳葉鰻變態之後成為玻璃鰻，大約經過 1 個月左右時間就到達河口域而成為鰻線。
9. 鰻魚曾經為台灣創造數十億元的外匯，台灣也曾被譽為鰻魚王國，但是直到今天，人們依然無法人工繁殖鰻魚幼苗。台灣每年所需求的鰻苗，都是靠漁民親自下海捕撈。鰻苗的溯溪行為和月亮及潮汐有關，一般在農曆初一大潮時最盛。每年 12 月至翌年 1 月間，漁民們會在河口附近的海岸，以手抄網捕撈鰻線，供給養殖戶。養殖戶買回放養後，才漸漸變成黃色的幼鰻和銀色的成鰻。一般體質較好的鰻苗 (俗稱「鰻頭」)，飼養約 10 個月左右即可長成成鰻；體質較差的鰻苗 (俗稱「鰻尾」) 卻可能要飼養 2 至 3 年。如果常換池飼養的話，鰻魚會長得較快；新開挖的養鰻池，飼養的效益也較好。
10. 黑潮主流在台灣東北外海，因地形的影響所產生的湧升流有二，一在蘭陽溪河口附近，一在彭佳嶼附近。湧升流將黑潮底層的營養鹽帶到海水表層，使得該流域營養鹽富集，浮游藻類繁盛生長，進而形成豐富的魚場，也為宜蘭外海帶來豐富的魚資源。
11. 黑潮的湧升作用是一個常年存在的現象。尤其是在夏天或秋天時，從衛星海面溫度影像中清楚地看到在台灣東北海域的海面有一低溫的水塊存在，這就是黑潮湧升作用的結果，因為被湧升至海面的海水它的溫度會比周圍海水的溫度來得低。在冬天至春天時期，由於海水溫度相對較低。再加上此時較高溫的黑潮表層水會有直接衝上陸棚的現象，因此較不容易從衛星海面溫度影像中看出來。
12. 海洋生態系食物鏈的結構，是由微生物循環圈，以及傳統的攝食食物鏈所構成。
細菌利用海水中的溶解性有機碳來生長，這些細菌是鞭毛蟲的捕食對象，而鞭毛蟲又成為纖毛蟲的食物，最後纖毛蟲則成為浮游動物的捕食對象，這種過程我們將之稱為微生物循環圈。

傳統攝食食物鏈的結構是指海水中的浮游植物，利用水中的光線、二氧化碳及無機營養鹽來生長，然後它們成為海水中浮游動物的食物來源，緊接著小魚就靠浮游動物維生，最後大魚再以這些小魚為攝食對象，這種過程就是攝食食物鏈。

13. 海洋基礎生產力：海洋上層充滿了無數且多樣化的植物性浮游生物，它們是海洋食物鏈運轉的動力成員，學者將它們稱為「基礎生產者」。它們能夠進行光合作用，這個過程稱為「基礎生產力」，海洋基礎生產力較高的海域，漁業資源相對就比較豐富。
14. 珊瑚可以利用觸手捕食水流中的浮游生物外，也可以僅靠吸收體內（藏在珊瑚蟲的胃皮層內）的共生藻類（單細胞的雙鞭毛藻）所提供的養份而生存，藻類的滋長需要充足的陽光以行光合作用，珊瑚的五彩繽紛，也是來自共生藻的顏色變化。
黑潮帶來溫暖、清澈、乾淨的海水，正是珊瑚生長的最佳環境。

◆參觀方式與注意事項

本活動單主要目的在協助學生自主學習。學生不需導覽人員的解說，而能利用活動單進行觀察，深入了解本展示單元的主題及相關內容。

1. 學生分組進行參觀，參觀時可互相討論。
2. 行前請提醒學生，在展場中填寫資料以鉛筆為佳；並叮嚀學生可墊著書本或壓克力板寫字，不要在牆壁、展板及玻璃櫃上寫資料。
3. 請將學生帶到二樓海之層展廳，依本指引「展示簡介」，概要說明本區展示內容，並指出本展區大約位置，即可請學生依據活動單題目及展示位置圖，進行觀察與填寫，約需時 20 分鐘。
4. 學生作答完後，應帶領學生再次參觀該展區，同時依本指引解答進行討論，或影印給學生自行檢討。學生除可獲得立即的回饋外，也獲得機會再去觀察、發現一些原先並未注意到的展示特點。

◆延伸活動

1. 昔日在河渠岸邊，常可看見穗花棋盤腳，為具有鄉土特色的植物，但現已不容易在野外場域看見穗花棋盤腳了。但因花穗美麗，現常作為行道樹或庭園美化植物。員山鄉往大礁溪路旁；勝洋水草；員山鄉坡城路中間路段；同新路接坡城路後往望龍埤方向路段；望龍埤湖畔；宜蘭市的陳氏鑑湖堂；復興國中社大辦公室後方；中山公園；冬山鄉三堵路旁；五結鄉五十二甲濕地溝渠附近；羅東鎮月眉路及羅東運動公園等，皆有植栽。其中羅東鎮月眉路上植栽成行道樹約有一兩百棵以上，算是數量最集中的地區。夏季夜晚倏忽盛開，令人驚艷。
2. 冬季蘭陽溪口，常可看見一間間類似蒙古包的臨時建築，頗為壯觀，這些是捕撈鰻苗的漁民們搭建來休息用的。漁民們白天休息，在寒風刺骨的冬夜捕撈鰻苗，十分辛苦。鰻魚養殖歷經榮景，後產業外移，宜蘭沿海地帶鰻魚養殖業已大不如前。
3. 黑潮帶來豐富的海洋資源，使宜蘭的漁業活動十分興盛，擁有 10 處大小漁港，漁民在周邊群聚形成漁村，醞釀出豐富多元的漁業文化。其中，梗枋漁港、大溪漁港、烏石港漁港、南方澳漁港為本縣四大漁港，各有特色，均值得親臨體驗。
4. 昔日南方澳為台灣重要的珊瑚產地，加工業興盛。「珊瑚法界博物館」收藏許多珊瑚藝術品。

◆相關課程

不同的教科書版本，其單元名稱與授課學年安排或有小幅差異，但基本上內容差異不大。本區展示大致與以下課程相關：

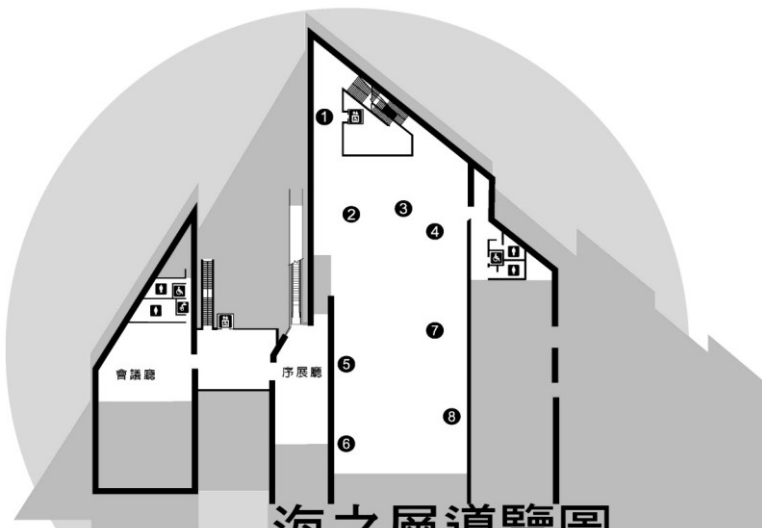
- 1.自然與生活科技領域：植物傳宗接代的方法、動物如何延續生命、求偶與生殖、生物生長的环境、人類活動對环境的影響。
- 2.國小社會領域：家鄉的產業、台灣的自然資源與物產。

◆相關資源

- 1.曾萬年，〈鰻魚的生活史及演化〉，《科學發展月刊》第 29 卷第 8 期。
- 2.《黑潮三部曲》數位影音光碟，公共電視台，2002。
- 3.《珊瑚與珊瑚礁》，墾丁國家公園管理處，2009。

壹 黑潮

流經台灣東岸的黑潮，是北太平洋最強勁的海流。它遠從赤道而來，將高溫熱能從赤道往北方寒帶輸送，各種魚類隨著黑潮來到台灣東部海域，黑潮對於氣候、生態及漁業有相當特殊的重要性。

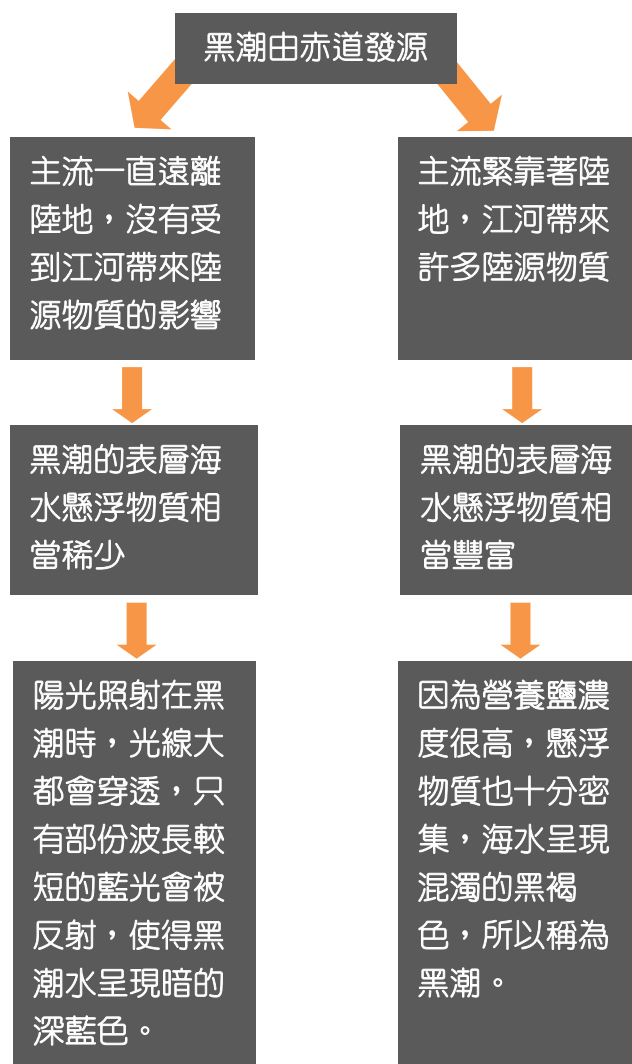


海之層導覽圖

- ① 海的印象 / Impression of Sea
- ② 黑潮 / The Kuroshio
- ③ 宜蘭海底秘密 / The Secret of Yilan
- ④ 水鳥天堂 / The Paradise for Water
- ⑤ 多樣的海岸 / A Variety of Coast
- ⑥ 親水的民族 / The Water-loving Trib
- ⑦ 魚群來了 / Fish Schooling
- ⑧ 討海人 / The Fishermen

黑潮真的是黑色的嗎？

◆黑潮為什麼叫黑潮？哪一種說法是對的？
請在最下面的括號裡填入○或×：



(○)

(×)

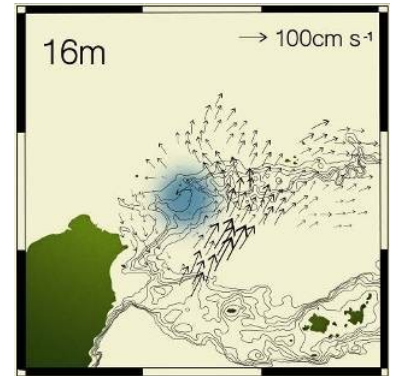
單元內容

- ① 黑潮真的是黑色的嗎？
- ② 黑潮湧升流和彭佳嶼漁場
- ③ 黑潮公路
- ④ 黑潮帶來的穗花棋盤腳
- ⑤ 搭乘黑潮旅行的鰻魚
- ⑥ 黑潮與鰻魚耳石
- ⑦ 鰻仔栽
- ⑧ 黑潮對宜蘭的影響
- ⑨ 黑潮裡的食物鏈
- ⑩ 海洋基礎生產力
- ⑪ 珊瑚的生長條件

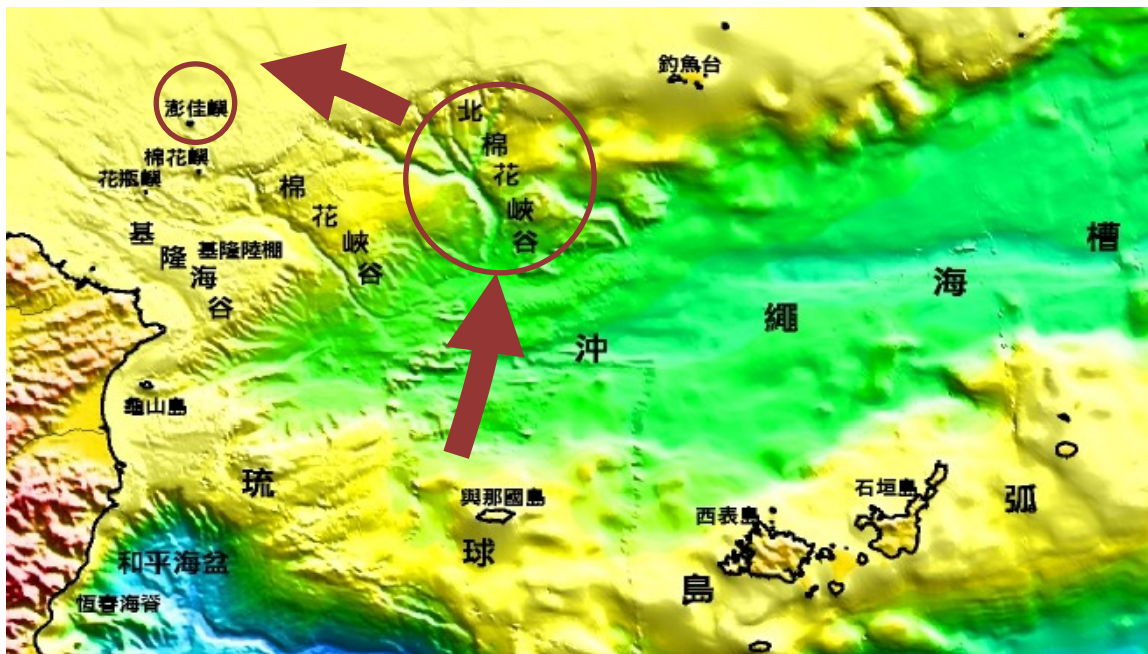
黑潮湧升流和彭佳嶼漁場

請先閱讀：

黑潮往北跨過宜蘭海脊進入較淺的東海陸棚，有一些海水會順著北棉花峽谷向左偏轉，形成反時針旋轉的向上湧升流，深海豐富的營養鹽，湧升到海水表層，使得浮游藻類繁盛生長，形成漁業資源豐富的彭佳嶼漁場。



◆請你在下圖中，圈出「北棉花峽谷」與「彭佳嶼」的位置；並將「反時針旋轉的向上湧升流」畫出來（用箭頭表示）。



黑潮公路

台灣大小河川中的蟹類和魚類，有許多會在河川和黑潮之間洄游，完成生命的循環週期。黑潮公路上，除了海洋動物，還有穗花棋盤腳之類的海漂植物，也隨著黑潮公路到處遊蕩。

黑潮小檔案：

- (3) 黑潮的流速有多快？
1.每小時 3~7 公尺 2.每小時 3~7 公丈 3.每小時 3~7 公里
- (3) 黑潮的流徑有多寬？
1.約 100~200 公尺 2.約 100~200 公丈 3.約 100~200 公里
- (3) 黑潮影響的深度約有多深？
1.約 10 公尺 2.約 100 公尺 3.約 1000 公尺
- (1) 魯小遜在綠島海域投下一只「瓶中信」，約多久的時間就有可能被宜蘭外海的漁夫撈到？
1.一天左右 2.一週左右 3.一個月左右

小知識 關於「穗花棋盤腳」

穗花棋盤腳的花是下垂的總狀花序（圖 1、圖 2）；果實略呈四稜狀（圖 3），就好像古代棋盤的腳（圖 4）。



（ 1 ）穗花棋盤腳果實外表有層臘，裏頭有許多纖維，它是如何由南洋移居台灣而落地生根的？

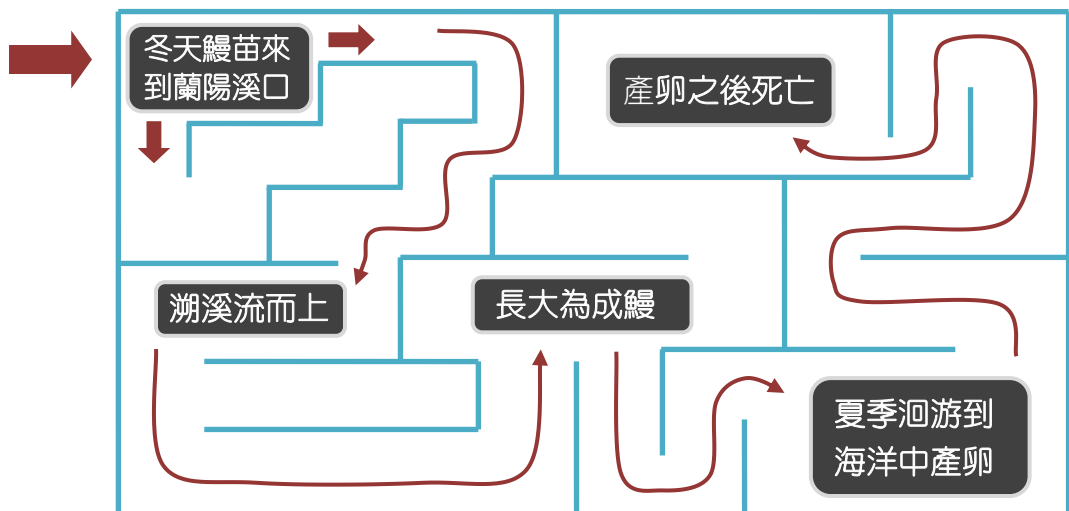
1. 像椰子一樣地漂洋過海，靠水流傳播。
2. 像雀榕一樣吸引鳥兒吃下果實，種子隨鳥糞四處散播。
3. 像鬼針草一樣附著人畜，散佈種子。

（ 3 ）昔日穗花棋盤腳是宜蘭水畔常見的植物，為什麼現在難在平原水畔見到？

1. 因為果實有養身進補的功效，所以遭人大量摘取。
2. 因為樹幹可製家具、當材薪，所以遭受大量砍伐。
3. 因為海岸過度開發，河道不再暢通且水泥化，所以數量驟減。

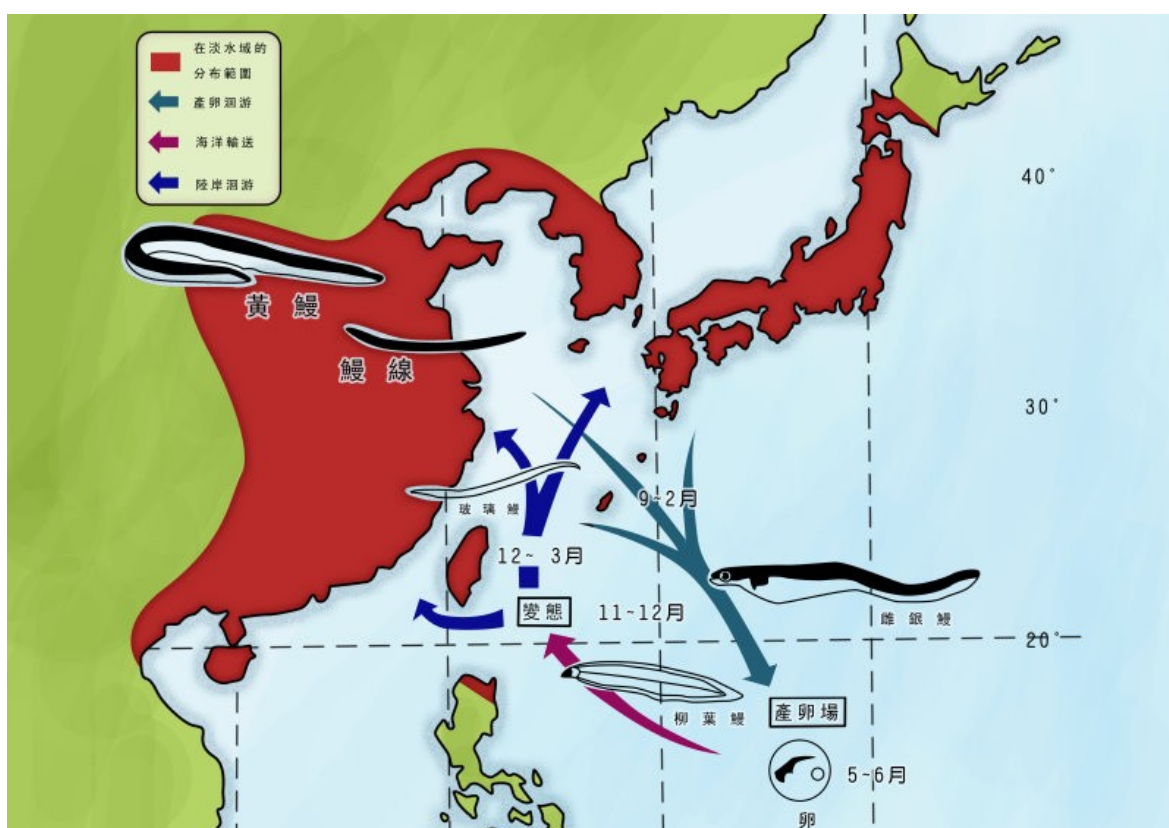
搭乘黑潮旅行的鰻魚

鰻魚生命史
走走看：



圈圈看：鱒魚、鮭魚由海中游回河川去產卵，與鰻魚的生命史（ 相同 ； 相反 ）。

- (1) 哪一種鰻魚是台灣產量最多的鰻魚種？
1.日本鰻 2.歐洲鰻 3.美洲鰻
- (1) 鰻魚如何從產卵場，來到台灣的海邊？
1.隨著黑潮海流漂送 2.奮力不休息的往前游 3.附著在大型迴游魚類的身上
- (2) 鰻苗抵達宜蘭海岸前 1 個月，開始變態為什麼？
1.柳葉鰻 2. 鰻線 3.黃鰻
- (3) 每年的什麼時候，漁民會在河口附近海岸，以手抄網捕撈鰻苗，供給養殖戶？
1.每年 4 月至 5 月間 2.每年 9 月至 10 月間 3.每年 12 月至翌年 1 月間



黑潮與鰻魚耳石

- (2) 你知道學者如何找到鰻魚產卵的地方嗎？
- 1.在游回大海的成鰻身上植入衛星追蹤器，藉著訊號一路跟蹤。
 - 2.研究在河口捕獲的鰻線的耳石，推算牠的日齡，再以黑潮的流速來估算。
 - 3.將太平洋劃分區域，逐區用魚網撈取觀察，最後終於找到鰻魚產卵的地方。

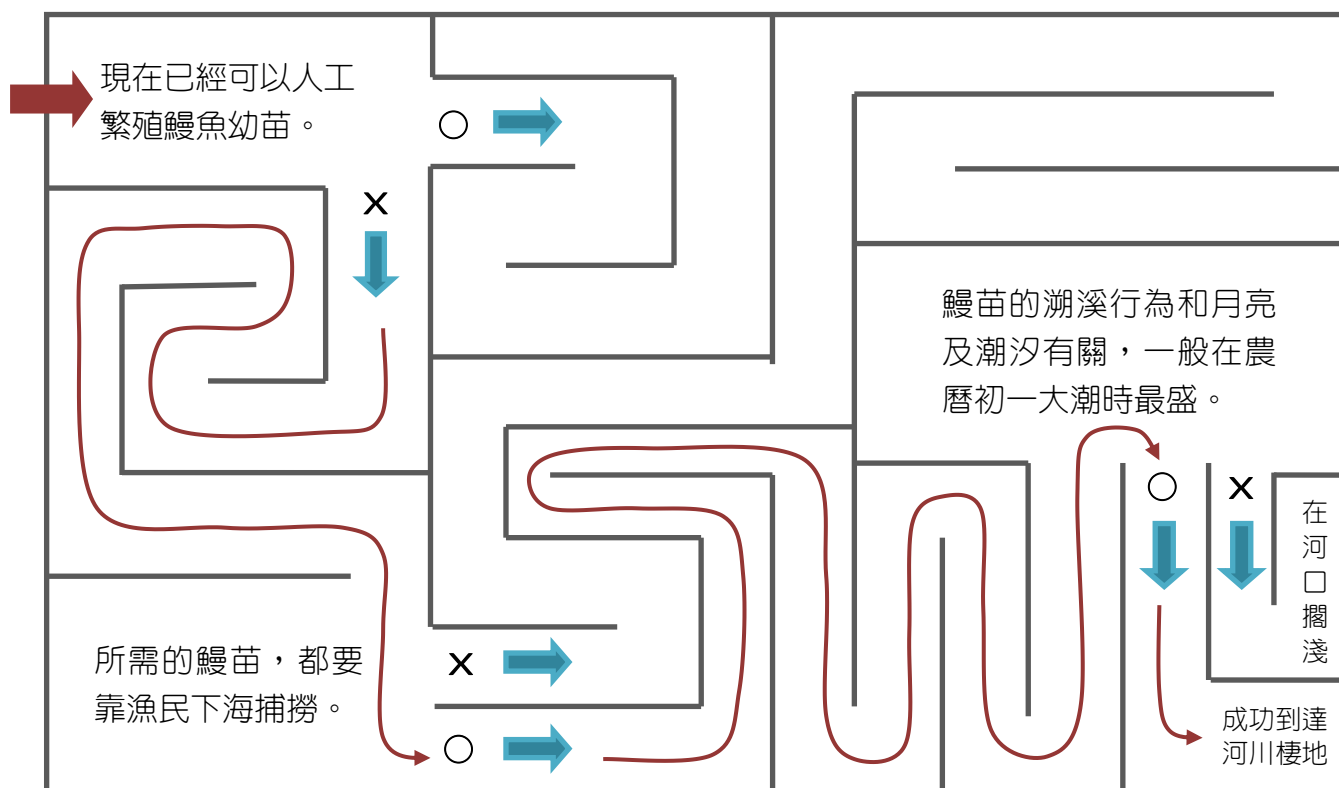
小知識

耳石

魚類一出生就有「耳石」，「耳石」每天及不同季節都有不同的變化。



◆你要正確的回答下列問題 (○或 X)，才能幫助小鰻苗回到它的河川棲地喔！



小故事

因為環境的污染以及過度的捕撈，鰻苗已經愈來愈稀少，漁民往往一天撈獲不到十尾，每尾的售價也飆高到八十餘元。但是，在七、八十年前的宜蘭，鰻魚的數量曾多到令人咋舌！

七、八十年前的壯圍廊後，常有人在冬天的清晨提著水桶，到蘭陽溪口撈鰻苗。在退潮後積水的水窪裡，有著溯溪失敗、密密麻麻的鰻苗在掙扎著。只要雙手合成個杓，就能將鰻苗一捧一捧的撈起，放入水桶中。細細的鰻苗，每一捧約近千尾，一個水桶則裝了上萬尾！

他們抓這些鰻苗可不是要賣的，而是將鰻苗提回家，然後燒熱水將這些鰻苗燙死，再拿去餵小鴨吃。如果換算成現在的售價，鴨子一餐就吃掉了八十餘萬元！但在天然資源豐富的舊時代，因為鰻苗的數量實在太多了，撈去餵鴨並不算太奇怪。

對照現況，生態是不是被我們嚴重破壞了呢？

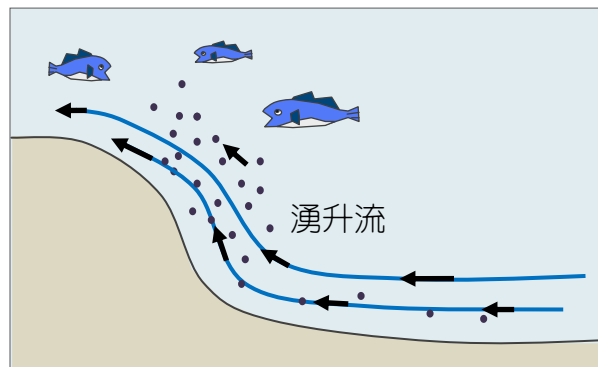
◆看完這篇小故事後，你覺得人類該怎麼做，鰻魚才能永續的悠游在大海與河川間呢？

答：



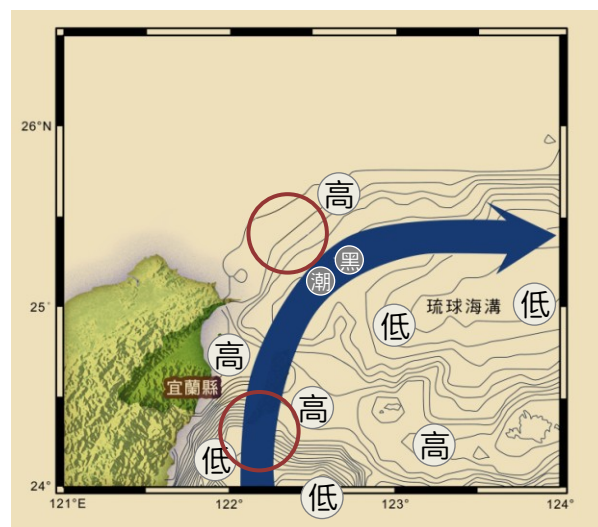
黑潮對宜蘭的影響

黑潮帶來許多動、植物，豐富了宜蘭的生態。此外，黑潮流經台灣東北外海，因地形影響產生湧升流，將黑潮底層的營養鹽帶到海水表層，使得該流域營養鹽富集，浮游藻類繁盛生長，進而形成豐富的漁場，也為宜蘭外海帶來豐富的漁業資源。



圈圈看：

右圖是台灣東北部外海的海底地形以及黑潮的流向圖，請知道哪些地方會產生湧升流嗎？請把它圈起來。



大魚吃小魚-黑潮裡的食物鏈

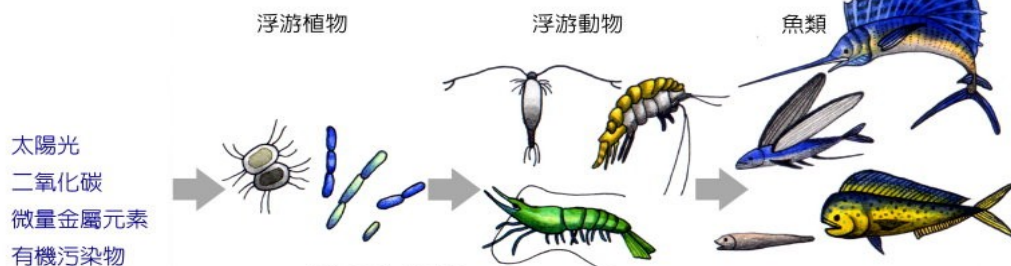
海洋生態系食物鏈的結構，是由微生物循環圈，以及傳統的攝食食物鏈所構成。

連連看：下圖中，哪一張是「微生物循環圈」？哪一張是「傳統的攝食食物鏈」？

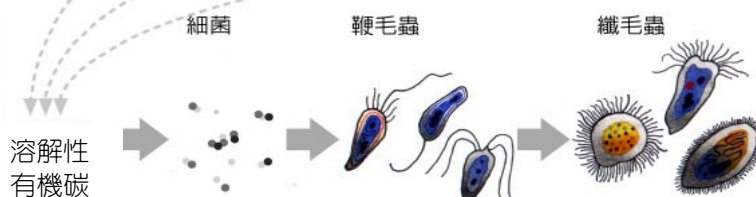
微生物循環圈

傳統的攝食食物鏈

圖一



圖二



海洋基礎生產力

(海洋基礎生產力較高的海域，漁業資源相對比較豐富)

(**1**) 它們是海洋食物鏈運轉的動力成員，也被稱為「基礎生產者」。它們是誰？

- 1.浮游植物 2.浮游動物 3.大魚

(**2**) 這些基礎生產者具有「基礎生產力」，是因為能進行什麼作用？

- 1.呼吸作用 2.光合作用 3.交換作用

珊瑚的生長條件

(**13**) 你知道「共生藻」對珊瑚有什麼影響嗎？(複選)

- 1.珊瑚可以僅靠吸收體內共生藻所提供的養份來維生。
2.珊瑚無法任意移動，要靠共生藻散發臭味嚇跑入侵者。
3.珊瑚的五彩繽紛，來自共生藻的顏色變化。

小 知 識

黑潮帶來的清澈海水，正是珊瑚生長的最佳環境喔！

(**12**) 共生藻需要充足的陽光來行光合作用，因此適合生活在什麼條件的海水中？(複選)

- 1.溫暖 2.清澈乾淨 3.懸浮物質密度高