

# 「宜蘭海底祕密/參觀活動單」

## 【教師指引】

### ◆展示簡介

本區藉由大型立體模型、電腦動畫、展版文字、實物標本及圖片影像，說明蘭陽平原形成的原因及經過，並敘述這些作用力至今仍在進行，尤其在龜山島海域，可以發現許多鮮明的證據，並因此產生許多有趣的生物活動，值得細細觀察瞭解。

### ◆學習目標

1. 瞭解蘭陽平原誕生的歷程與作用力。
2. 瞭解龜山島海底的火山作用及特殊生態。
3. 瞭解龜山島海域成為重要漁場與賞鯨勝地的原因。

### ◆補充資料

1. 宜蘭是菲律賓海板塊向歐亞大陸板塊隱沒後，所拉裂出來的三角凹槽。這種地殼運動，大都是靜悄悄地在海底下進行，但蘭陽平原卻露出水面，加上龜山島的火山作用，呈現出特殊的地形。
2. 蘭陽平原是台灣東北方的「琉球海溝、琉球島弧、沖繩海槽」島弧構造系統的一部份。由於「沖繩海槽」南端的張裂作用，導致夾在中央山脈、雪山山脈北端之間的地殼變薄，形成一個凹陷，而後蘭陽溪等河流挾帶來自兩大山脈的泥沙，堆積在凹陷中，孕育出蘭陽平原。
3. 龜山島東方約 50 到 100 公里海域內，有 60~70 座的海底火山，這些海底火山形成的時間可能僅有一兩百萬年，或者更年輕，岩漿庫一直保持在活躍的待噴發狀態，而沖繩海槽的張裂正好為岩漿提供了噴發的管道。
4. 台灣位處環太平洋地震帶上，由於板塊碰撞及隱沒作用，地震極為激烈頻繁。發生在宜蘭及花蓮外海的地震，大都是由於菲律賓海板塊向北隱沒，及沖繩海槽擴張作用所產生，震源型態多屬淺震。芮氏規模 2.0 以上的地震每年約有 1 萬多次。圍繞在龜山島和海底火山有很密集的小地震，這代表火山的持續活動。
5. 海底高溫、高壓、強酸、缺氧，惡劣的環境中，其中蘊含了生物間的相當特殊有趣的共生環境。他們的生存方式是以化學合成作用進行，如：細菌將硫化物合成為有機物後，成為本身的營養來源，而這些細菌再被深海蟹攝食；而在龜山島海域發現的是屬於淺海的烏龜怪方蟹，他們克服佈滿了黃色硫磺礦的環境，生存於硫磺礦的縫隙裡，當海流變弱滯止、熱泉噴發出致命煙霧時，周邊的浮游生物便會被殺死而飄落於海床，這時怪方蟹便會群出覓食。
6. 火山的熱液噴泉在龜山島龜首附近的海床，排放物含有高達 99.5%純度的硫元素，形成許多硫磺結晶使得鄰近海床佈滿了黃色硫磺礦。孕育出以硫磺為生的生物族群，若是海底火山岩漿不再提供熱液噴泉，則這些生物群便會跟著消失。
7. 在龜山島龜首近海處常有旺盛的「海底熱泉」湧出，即宜蘭漁民世代口耳相傳的「出磺」現象。

龜首亦會冒出帶有濃烈硫磺氣味的煙霧，形成龜山八景中「龜島磺煙」的著名景觀。龜首附近海床熱液噴發的煙囪，因為受到潮汐的影響，白煙擺動不一，千變萬化。

#### ◆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. 要瞭解龜山島的火山作用，除透過文字、圖像、影片外，更可以實際登島或繞行龜山島一周，作更深刻的體驗。相關訊息可洽「東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處」相關網站：

<https://kueishan.necoast-nsa.gov.tw/main.php?id=252>

#### ◆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：

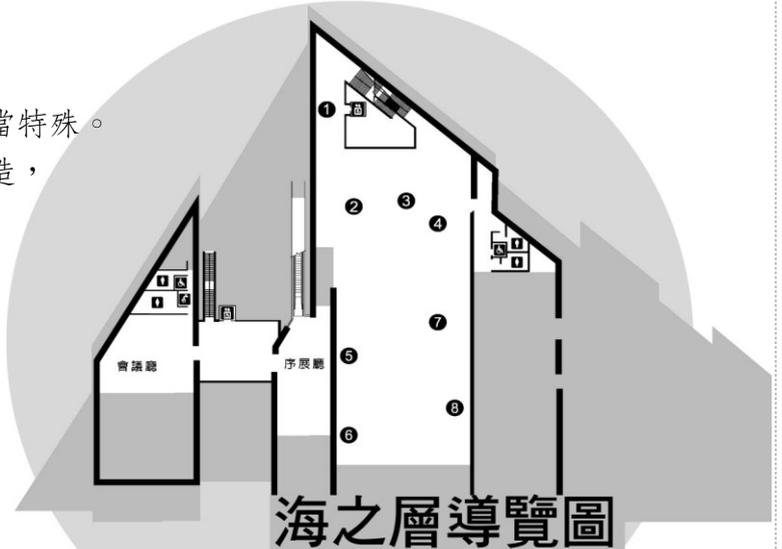
1. 自然與生活科技領域：動物如何求生存、動物的生活、岩石與礦物、地震與防災、生物與棲息環境。
2. 國小社會領域：台灣的自然環境、台灣島的形成。

#### ◆相關資源

1. 《台灣的斷層與地震》，遠足出版社，2003。
2. 《地震求生記》，三采文化，2005。
3. 《大愛映象－發現台灣大地奧秘》數位影音光碟，喜馬拉雅，2011。
4. 《龜山島生態情報》，晨星出版社，2002。
5. 《珊瑚與珊瑚礁》，墾丁國家公園管理處，2009。
6. 「行政院國家科學委員會」網站：<http://web1.nsc.gov.tw/ct.aspx?xItem=10462&ctNode=40&mp=1>

# 貳 宜蘭海底秘密

在多層山脈與縱谷構築而成的台灣東半部，卻出現了宜蘭這般平坦的三角平原，實在相當特殊。這是因為地殼張裂造就了宜蘭獨特的地體構造，就讓我們潛到宜蘭的海底，一探不平靜的海底板塊運動。



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

## 別有洞天的海洋大地

### 板塊運動小常識

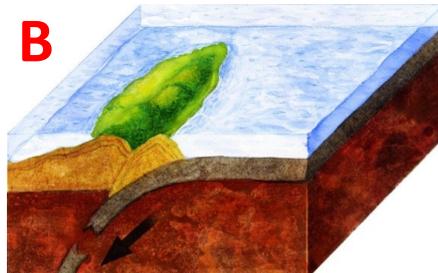
台灣島是如何產生的呢？

請你在下列括號中依順序填入代號：

( A ) → ( C ) → ( D ) → ( B )



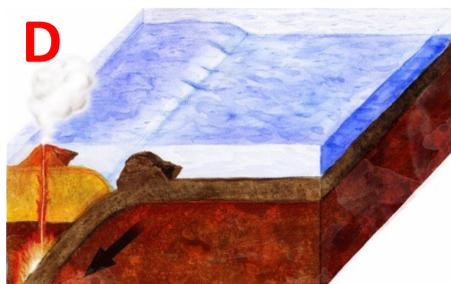
大陸地殼、海洋地殼漸向彼此移動靠近，產生擠壓力量。



大陸地殼和海洋地殼上的火山島相撞，產生強大的擠壓力量，擠出山脈，稱為造山運動。



擠壓力量越大，較重的地殼會隱沒到較輕的地殼下，隱沒處形成一道海溝。



海洋地殼隱沒，隱沒的地殼熔成岩漿，引起火山爆發。

單元內容
① 別有洞天的海洋大地
② 海槽仍在持續張裂
③ 宜蘭外海地震帶
④ 龜山島海底的火山群
⑤ 海底煙囪
⑥ 龜山島是活火山？

## 蘭陽平原的地殼運動



填填看：

下列敘述是蘭陽平原地殼運動的過程，請你在括號中填入正確的答案

### 1.張裂出海槽：

菲律賓板塊隱沒到歐亞大陸板塊下，拉裂出（ **沖繩** ）海槽。

### 2.裂至台灣：

海槽張裂力量往台灣島延伸，在（ **中央** ）山脈與（ **雪山** ）山脈之間撐出一個三角凹槽。

### 3.堆積平原：

（ **蘭陽** ）溪及其它大小溪流沖刷大量泥沙，漸漸填平三角凹槽，成為沖積平原。

### 4.形成蘭陽平原：

蘭陽平原的地形相當獨特，該地層下的三角凹槽也因地底作用的持續而仍在張裂中。

## 海槽仍在持續張裂

連連看：

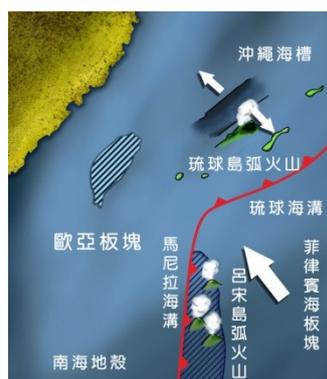
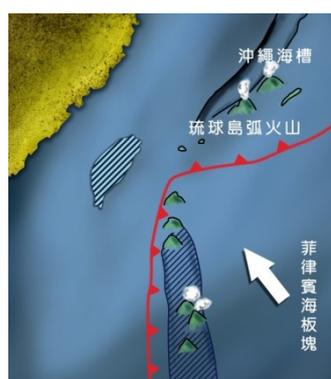
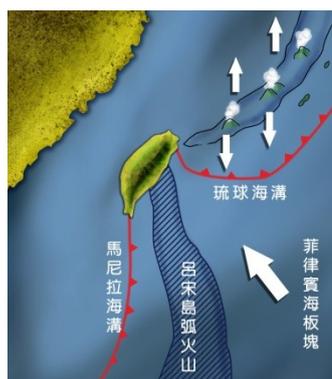
下列是有關沖繩海槽誕生及擴張的經過，請你為它們找出適當的圖說

1,000 萬年前，沖繩海槽誕生並開始擴張。呂宋島弧的北端已接近歐亞板塊的邊緣。

500 萬年前，沖繩海槽張裂停止，呂宋島弧與歐亞板塊開始碰撞，形成古台灣島。

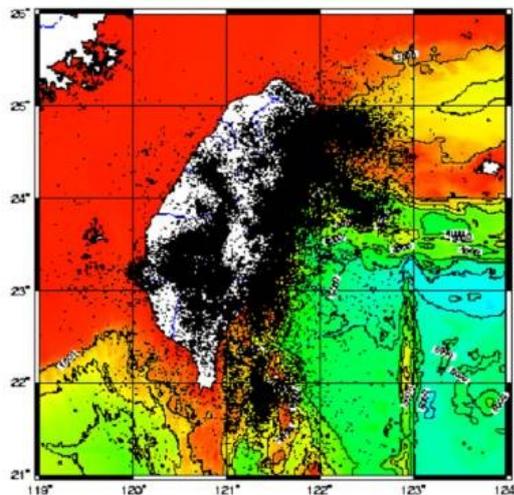
200 萬年前，台灣北部的造山帶開始「拉張崩解」，引起了沖繩海槽的第 2 期張裂。

50 萬年前，沖繩海槽第 2 期張裂作用快速向西南方進行，並侵入蘭陽平原。



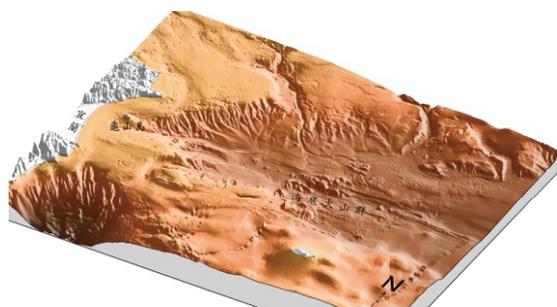
## 選選看

- ( **1** ) 台灣位於哪一個地震帶上？  
1.環太平洋地震帶      2.歐亞地震帶  
3.中洋脊地震帶
- ( **12** ) 在宜蘭及花蓮外海常發生地震，其主要原因是什麼？  
(複選)  
1.菲律賓海板塊向北隱沒      2.沖繩海槽擴張作用  
3.隕石的撞擊
- ( **1** ) 發生在宜蘭及花蓮外海的地震，大多屬於哪一種深度的地震？  
1.淺層地震      2.中層地震      3.深層地震
- ( **3** ) 每年發生在宜蘭及花蓮外海的地震中，芮氏規模 2.0 以上者約有多少次？  
1.一百多次      2.一千多次      3.一萬多次



## 龜山島海底的火山群

科學家在龜山島附近海底，1,300~2,000 公尺深的海床上，發現的火山群普遍都有旺盛的熱泉。

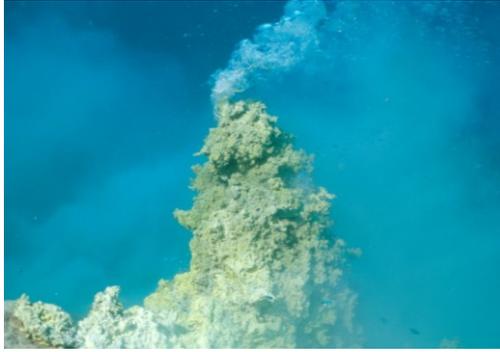


- ( **2** ) 在高溫、強酸、缺氧的環境中，竟存在一些細菌、蟹、蝦、蚌等生物，在科學上有什麼價值？
- 1.這種惡劣生存環境，和地球飽受汙染的環境很類似，可以一探生物不畏汙染的方式。
  - 2.這種生命動力現象，和地球最初形成的環境很類似，可以一探生命最初起源的機制。
  - 3.這種最低生存條件，和太空多數星球的環境很類似，可以一探人類移民太空的可能。



龜山島附近的海底火山，有活躍的熱液活動，產生旺盛的噴氣。  
海底火山的岩漿向上堆疊，而呈柱狀體，露出海床，高度 1~10 公尺。  
柱口噴煙，類似煙囪，佈滿海床，周圍密布著滿滿的生物，堪稱海底一大景觀！

電腦螢幕內正播放著「海底煙囪」及「烏龜怪方蟹」的影像，哇！太神奇了！要好好觀賞喔！



## 深海蟹 VS 烏龜怪方蟹

海底高溫、高壓、強酸、缺氧的環境中，生物間的共生以化學合成作用進行，如：細菌將硫化物合成為有機物後，成為本身的營養來源，而這些細菌再被深海蟹攝食；而在龜山島海域發現的是屬於淺海的烏龜怪方蟹，牠們的維生方式與深海蟹不同。

- ( 3 ) 烏龜怪方蟹在這樣惡劣的環境如何維生？
  - 1.直接採食硫磺礦，以體內的細菌分解成營養鹽。
  - 2.到附近海域捕抓獵物，將獵物帶到火山噴氣口嗆昏後食用。
  - 3.當海流變弱，有毒氣體往上直竄，殺死周邊浮游生物並飄落於海床，怪方蟹便群出覓食。
- ( 2 ) 火山噴氣口溫度可達攝氏一百三十度以上，為什麼烏龜怪方蟹不會被「煮熟」呢？
  - 1.因為烏龜怪方蟹外殼堅硬，有若龜殼，能阻絕熱能，所以不怕高溫。
  - 2.因為高溫熱泉經冰冷海水降溫，實際上煙囪周圍的海床並沒那麼熱。
  - 3.因為烏龜怪方蟹耐熱能力一流，一百度的熱泉只不過是泡個溫水澡。

## 硫磺結晶

- ( 1 ) 在龜山島哪一個地方的鄰近海床，布滿了黃色硫磺礦？
  - 1.龜首
  - 2.龜尾
- ( 1 ) 海床會布滿這些黃色硫磺礦的原因是什麼？
  - 1.噴發的火山熱泉中含有高純度的硫元素，形成許多硫磺結晶。
  - 2.太平洋中的火山島噴發出硫磺，隨著黑潮飄送來，堆積在龜山島。
- ( 1 ) 海床布滿硫磺礦，對生物生存有什麼影響？
  - 1.孕育出以硫磺為生的生物族群。
  - 2.惡劣的環境不利生物生存，所以在此區沒有生命存在。

### 火山岩－流紋岩

- ( 1 ) 火成岩中，在地殼內部（深三千公尺以下）慢慢冷卻形成的，稱為什麼？  
1. 深成岩      2. 噴出岩
- ( 2 ) 火成岩中，經由噴發作用後急速冷卻形成的，稱為什麼？  
1. 深成岩      2. 噴出岩
- ( 1 ) 龜山島及沖繩海槽的地殼為酸性的大陸地殼，含石英和長石較多，結晶顆粒細小，這裡火山噴發形成的噴出岩，常顯現出流線形的流紋構造，稱為什麼？  
1. 流紋岩      2. 流線岩

### 石英捕獲岩

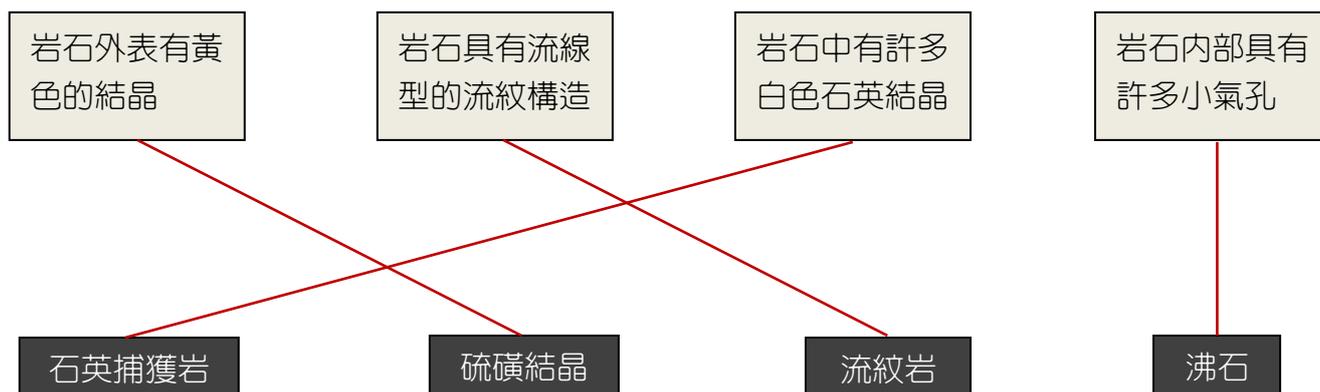
- ( 1 ) 「石英捕獲岩」是如何產生的？  
1. 地底岩漿在噴發過程中與地表的石英混合，因石英沒有被熔解，狀似被熔岩捕獲的樣子。  
2. 岩漿在冷卻過程中結晶出石英；大量石英結晶混在融岩表面，狀似被熔岩捕獲的樣子。
- ( 2 ) 石英「被捕獲」的年代，正是火山噴發的年代，因此學者經由「石英捕獲岩」定年的結果，推論龜山島在何時曾經噴發？  
1. 距今 9,000 年前      2. 距今 7,000 年前

### 沸石

- ( 1 ) 什麼是「沸石」呢？  
1. 火山噴發時，過大的壓力將岩漿衝出地表，並經急速冷卻，使熔岩內部產生很多氣泡。  
2. 火山入侵地殼，並經緩慢的降低溫度所形成的岩石，其礦物結晶完整。
- ( 1 ) 沸石的比重，有時比水還要小，所以可漂浮至各地，也稱為什麼？  
1. 浮石      2. 漂石

### 標本觀察

在這展區有一個標本櫃，裡面有四塊不同的岩石標本。請你先仔細觀察，並將正確的答案連起來：



# 龜山島是活火山？

位於沖繩海槽最西側的龜山島，是唯一露出水面的火山島，其附近的海底火山有大規模的熱泉或煙霧噴氣，存在著旺盛的岩漿活動。

- ( 1 ) 1994 年國際火山學會定義活火山為：「火山在一萬年內曾噴發過」和「火山底下還有活躍的岩漿庫」。依此定義，龜山島算不算是活火山呢？  
1.算是活火山      2.不算是活火山

## 龜島磺煙



- ( 1 ) 在龜山島哪一區域的近海處，常有旺盛的「海底熱泉」湧出？  
1.龜首附近      2.龜尾附近
- ( 2 ) 「龜島磺煙」是龜山八景中著名的景觀，它和什麼有關？  
1.氣象      2.火山作用

## 龜山島附近的漁場



- ( 12 ) 海底火山的附近，為什麼成為魚群最愛聚集的地區？（複選）  
1.地形崎嶇      2.來自地殼內部的營養鹽和溫度      3.沒有天敵
- ( 2 ) 因為海底火山的影響，使宜蘭的哪個地區成為漁民重要的漁場？  
1.蘭陽溪出海口      2.龜山島附近
- ( 2 ) 有魚群的地方，會吸引哪一類動物出沒，使龜山島海域成為觀賞該類動物的勝地？  
1.海豹      2. 鯨豚