

## 2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

<b>題目名稱：</b> 信我者得”湧升” ---模擬湧升流的形成
<b>一、摘要</b>
<p>台灣，是一個漁業發展非常發達的國家，漁業不僅僅是台灣重要的經濟支柱且在全球也具有重要地位，而沿岸湧升流是一個影響台灣周邊海域的重要現象。</p> <p>湧升流的形成：湧升流通常在沿岸地區形成，它把深層水抬升到海表以下的 5-10 公尺處。這些湧升流區域通常具有高生產力和豐富的魚類資源。</p> <p>湧升流對生態系統的影響：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 浮游植物藻華：在湧升流區，浮游植物大量繁殖。然而，在湧升流區以下的水域，則可能出現缺氧或低氧現象。這些缺氧區域中，硝酸鹽和磷酸鹽的濃度會再生。</li><li>• 生物生存威脅：當湧升流把缺氧水抬升到海表時，增加了對海洋生物的生存威脅。</li><li>• 營養鹽的影響：除了河流攜帶注入的養分外，湧升流中的富含營養鹽(尤其是磷酸鹽)會促使浮游植物大量繁殖。</li></ul> <p>本實驗旨在模擬湧升流的流動，我們透過黏土以代表沿岸地形，觀察油跟水的相對流動，稱之為沿岸湧升流，以及透過油跟水分層以代表海水，觀察油跟水的相對流動，稱之為赤道湧升流。</p>
<b>二、探究題目與動機</b>
<p>1.探究題目：利用模型模擬湧升流的形成與流動</p> <p>2.探究動機：</p> <p>(1) 在地球科學課程中，我們學到了有關聖嬰現象裡的其中一個現象，課本上的圖只有用箭頭來表示流向，所以我們對於湧升流特別感興趣，也試想湧升流是怎麼形成的及湧升流是怎麼流動的。</p> <p>(2) 同時，我們發現湧升流的形成與流動在課文中難以以文字方式呈現清楚明確，若有實物動態呈現，或許能讓他人更清楚其形成原理與規則，因此希望設計模型，並嘗試用透明塑膠盒、不同密度且不相溶的水及油、風等材料，動態模擬湧升流的運作方式。</p>
<b>三、探究目的與假設</b>
<p>1.探究目的：</p> <p>(1) 模擬湧升流是如何形成---利用黏土及瓷磚設計出地形，用尺、吹風機模擬海風。</p> <p>(2) 模擬湧升流是如何流動---利用油及亮片和水不互溶的特性，清楚看出液體的相對流動力。</p> <p>2.探究假設：利用模型模擬沿岸湧升流、赤道湧升流及地形湧升流的形成和流動</p> <p>利用透明盒可以清楚看到水的流動，根據不同的湧升流成因去設計裡面的地形，為了清楚看到水的流動，我們可以利用不同密度的水及油來表現出湧升流，然後針對觀察到的現象提出</p>

假設 ( 不一定只有一項假設 ) ，並以現有資訊為基礎，運用邏輯思考推導出的假設。

#### 四、 探究方法與驗證步驟

1.研究方法：利用水跟油或亮片可以清楚看出流動，利用黏土和瓷磚代表沿岸地形，並利用1200W 的吹風機代表風模擬沿岸湧升流以及地形湧升流，以及利用尺代表力來模擬赤道湧升流。

2.實驗器材：黏土 100 克、適量的水跟油、吹風機、直尺 2 支、透明盒 3 個、亮片數個、障礙物(瓷磚 1 片)

##### 3.沿岸湧升流的模擬

( 1 ) 沿岸湧升流的成因：沿岸湧升流是指從深海向海岸線方向運動的水流，通常由於地球的地形和氣候條件往上補充，形成了沿岸湧升流。所引起。在北半球，科氏力使風會向右偏移，這會讓西岸表面的海水像離岸方向運送 ( 艾克曼輸送 ) ，下方海水往上補充，形成了沿岸湧升流。

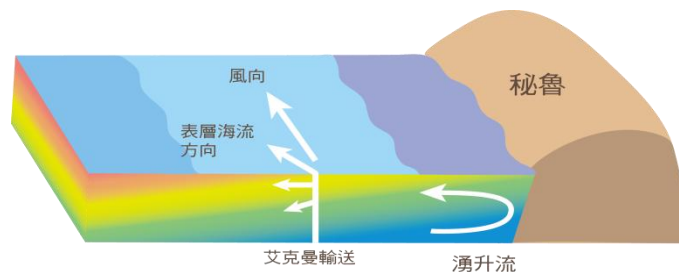


圖 ( 一 ) 沿岸湧升流

( 2 ) 沿岸湧升流的實驗流程與驗證步驟：

1 將黏土置於透明塑膠盒並捏成斜坡狀

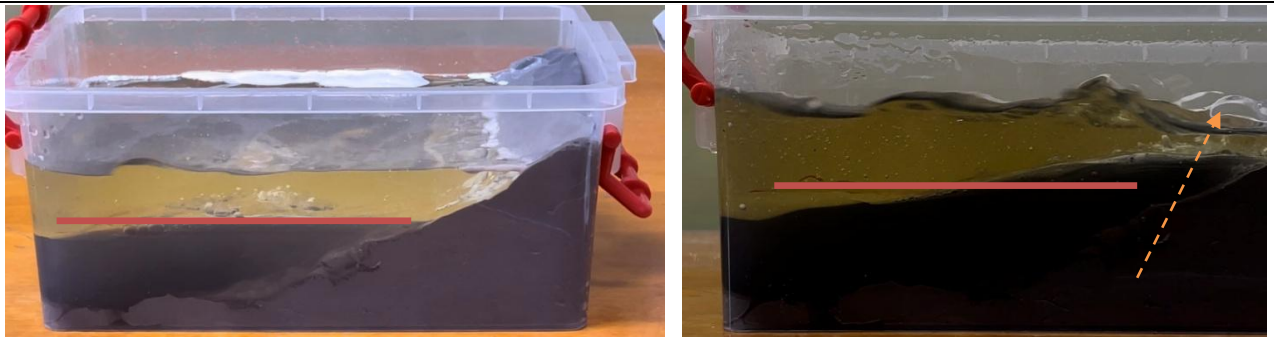


圖 ( 二 ) 、 ( 三 ) 黏土模擬沿岸地形

2 加入水及油 1 : 1 ( 利用水和油不互溶才能清楚看出液體的相對流動 )

3 利用吹風機水平地吹 ( 模擬柯氏力使風偏轉對海的影響---艾克曼輸送 )

4 觀察油跟水的相對流動

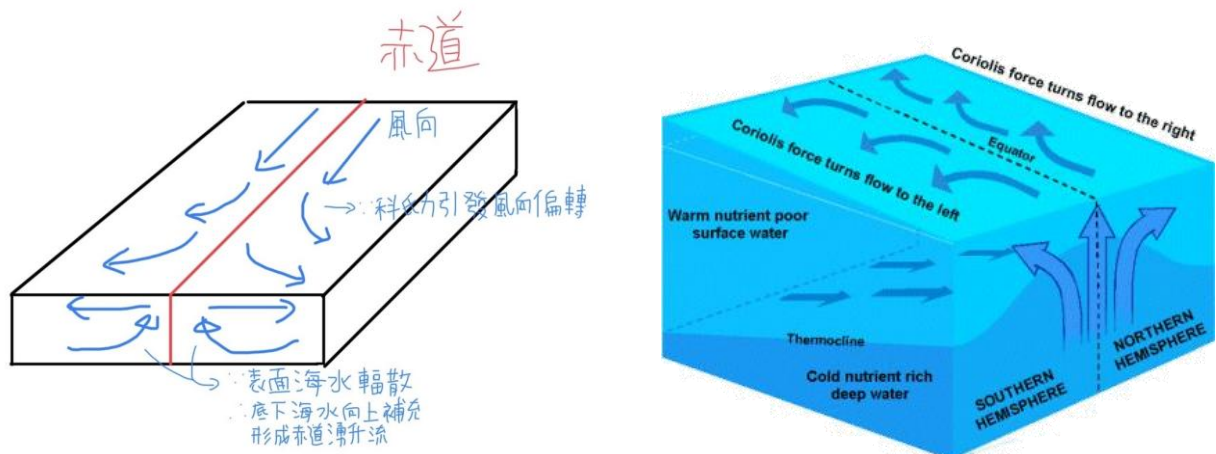


圖（四）、（五）實驗結果（水呈現偏黑色可以明顯看出和油的差異）

（3）沿岸湧升流的小結論：我們利用吹風機模擬艾克曼輸送的動力，從實驗結果可以發現深層的海水有往上湧升的趨勢。

#### 4. 赤道湧升流的模擬

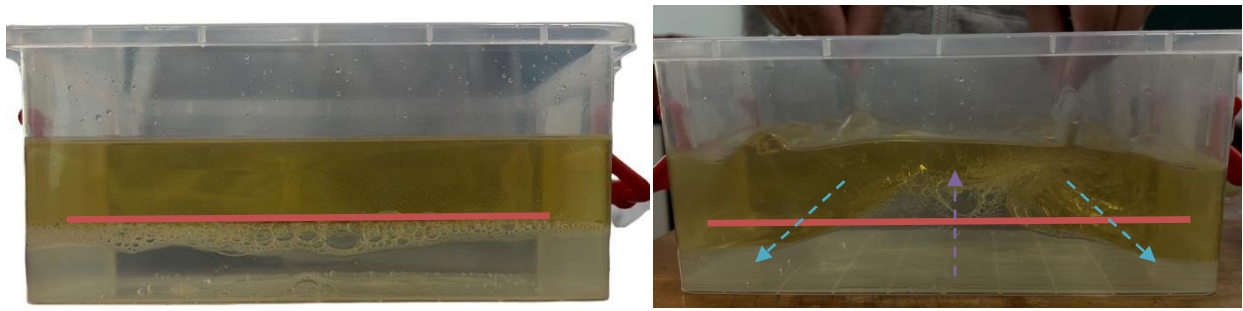
（1）赤道湧升流的成因：赤道湧升流發生在赤道附近的海域（東太平洋和西大西洋）。是因為科氏力影響，風向轉向把表面的海水由赤道往外吹拂，引發表層海水輻散，造成底下的海水往上湧升，引發了赤道湧升流現象。



圖（六）赤道湧升流

（2）赤道湧升流的實驗流程與驗證步驟：

- 1 加入水及油（利用水和油不互溶才能清楚看出液體的相對流動）
- 2 利用兩支尺從中往兩側撥（模擬柯氏力使風向偏轉，引發海水向赤道兩側輻散）
- 3 觀察油跟水的相對流動

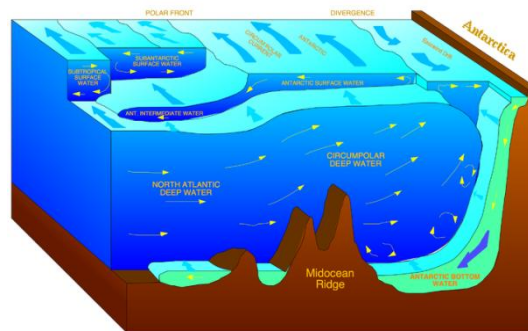


圖（七）、（八）實驗結果

（3）赤道湧升流的小結論：我們用尺往兩邊撥模擬科氏力使風向偏轉並將水由赤道往外輸送，由實驗結果可以發現底層的水因為表面海水向外輸送所以往上補償。

### 5. 赤道湧升流的模擬

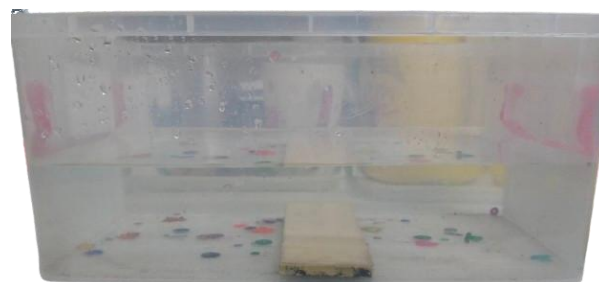
（1）地形湧升流的成因：地形湧升流是因為海底凹凸不平，導致水流有上下流動的傾向。



圖（九）地形湧升流

（2）地形湧升流的實驗流程與驗證步驟：

- 1 在水中放入障礙物---瓷磚（模擬海底不平的地形）
- 2 加入水及亮片（觀察亮片的移動可以推測水的流動方向）



圖（十）瓷磚模擬海底不平的地形

3 觀察亮片的流動



圖 ( 十一 ) 實驗結果

( 3 ) 地形湧升流的小結論：我們利用瓷磚模擬地形以及吹風機模擬海水流動的動力並利用亮片觀察水的流動，由實驗結果可以發現亮片有隨著水流向上繞過瓷磚。

## 五、結論與生活應用

1. 結論：經過我們的實驗，我們了解到湧升流的成因，我們也成功地還原出了沿岸湧升流、赤道湧升流以及地形湧升流，不過我們明白，實際上湧升流的移動是非常的緩慢的，一天只會上升約一公尺。我們還發現到湧升流對我們的影響，例如把海底的營養鹽帶上來，吸引大量的浮游生物聚集形成具有豐富漁獲量的漁場。
2. 生活應用：擁有大量魚類、貝類的水域，我們稱為漁場，而形成漁場的其中一個原因是「湧升流」( upwelling )。湧升流是一種由深海往表層流動的水流，由於水流方向與重力方向相反，因此流速比較緩慢，一天大約只能上升約 1 公尺，但卻是一種很重要的海洋現象。有湧升流現象的海域，都具有低溫和高營養鹽的特性，主要是因為海水受到鹽分的影響，大約在 2~3°C 時密度最大，鹽分多沉降在低溫的深海中；而且生物死亡後沉入深海中，等生物行呼吸作用分解後，使得深海的海水含有較多的二氧化碳及營養鹽，包括磷酸鹽、矽酸鹽、硝酸鹽及亞硝酸鹽.....等鹽類。當湧升流將深海的營養鹽帶到有充足陽光的海洋表層時，能提供表層浮游植物生長所需，吸引大量的浮游生物聚集，形成具有豐富漁獲量的漁場。

## 參考資料

1. 墾丁珊瑚釋放子代時間隨溫度而變化 有利調適環境變動  
[https://www.nmmba.gov.tw/News\\_Content.aspx?n=FF40572369107C6E&sms=4BD2D29B72CA27F8&s=1FF9979D10DBF9F3](https://www.nmmba.gov.tw/News_Content.aspx?n=FF40572369107C6E&sms=4BD2D29B72CA27F8&s=1FF9979D10DBF9F3)
2. 台灣海洋的特色  
<https://www.nmmba.gov.tw/cp.aspx?n=fb3cfdaac4b7ded7&s=C43ECA251722A365>
3. 氣力揚升式人工湧升流簡介  
<https://www.nmmst.gov.tw/other/B147-wc.pdf>
4. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系 Q&A  
<https://mei.ntou.edu.tw/p/412-1079-7113.php?Lang=zh-tw>
5. 天然的黃金漁場—湧升流

<https://edu.cwa.gov.tw/PopularScience/index.php/marine/197->

6.Ocean Currents

<https://seos-project.eu/oceancurrents/oceancurrents-c04-s01-p01.html>

7.上升流

[https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%8A%E5%8D%87%E6%B5%81#/media/File:Antarctic\\_bottom\\_water\\_hg.png](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%8A%E5%8D%87%E6%B5%81#/media/File:Antarctic_bottom_water_hg.png)

8. Atlantic Ocean Upwelling

<https://www.geomar.de/en/atlantic-ocean-upwelling>