

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：生物泵與碳封存：自然力量的碳循環之旅

一、摘要

因為地球暖化愈趨嚴重與人類頻繁的開採能源，導致碳循環逐漸失去平衡。我們在了解碳循環對地球環境的重要性後，決定幫助人類與地球找出一套能達到雙贏的方法。生物泵是一種以生物為動力的生物傳遞，而生物傳遞的主要模式是沉降，將碳元素從大氣到海洋內部和海底沉積物的固存。由生物大量形成的含碳微粒，如糞便和微生物屍體等從海洋的表層沉降到深海。而沉降物中除了排泄物等有機碳外，還包含了無機碳。我們也透過實驗測出不同顆粒大小沉降速度的變化，了解到海洋生物的死亡、死亡後被其他生物吸收後產生的糞便，這些不同的顆粒都是幫助碳儲存至海洋深處的重要推手。最後，因為我們發現在沿海地區有鹽鹼化土壤的現象存在，因此我們提出碳封存的方式，希望可以改善其土壤中的酸鹼度，並減少二氧化碳的比例，而海洋中的酸化問題也可以利用種植葡萄藻的方式改善。

二、探究題目與動機

在學校上地球科學時，老師上到與生物泵相關的碳循環，在老師的詳細解說後，我們了解到生物泵循環的過程，與生物泵為地球環境帶來生態平衡、影響地球溫室效應及氣候變化，與平衡海洋的酸鹼度，但現今人類的活動導致海洋不斷的汙染，與促成溫室效應的加劇，地球生態不斷的被破壞，因此這令我們想更深入研究生物泵的運作方式，以及地球循環系統的細節，讓更多人知道生物泵對地球的重要，激發大家對環境保護的意識。

現代科技逐漸發達，環境污染也隨之愈發嚴重，剛好在最近地球科學的課程中聽到老師對碳循環、生物泵等等的介紹，而也正是因為有這些大自然的循環，世界才能擁有許多能使用的能源。但人類不斷的開發卻也不斷地破壞這循環的平衡，進而導致生物逐漸消逝，能源也逐漸枯竭，因此我們決定找出一個合適的方法，使科技的開發與世界的生態，取得一個平衡點。

三、探究目的與假設

- (一) 了解碳循環與生物泵之作用。
- (二) 透過實驗測不同顆粒大小之沉降速度，模擬海表面生物的同化作用，是如何將碳、鐵離子等等的物質儲存至深海。
- (三) 提出利用碳封存的方式，將二氧化碳注入地下並改善土壤鹽鹼化之問題，以及種植葡萄藻以改善海洋酸化之問題。

四、探究方法與驗證步驟

(一) 生物泵基本介紹

生物泵是海洋碳循環的一部分，目的是將碳元素儲存至深海，而傳送的途徑有兩種，

其中一種是生物傳遞，過程中遵循生物鏈的概念，浮游生物吃海表面的藻類、小魚吃浮游生物、大魚吃小魚等等，再加上這些生物產生的排泄物，都是幫助原本需要好幾年才能沉入海底的碳元素，在顆粒不斷增大的情況下，加速了它的下沉。

(二) 實際測試顆粒的大小是否與沉降速度有關連

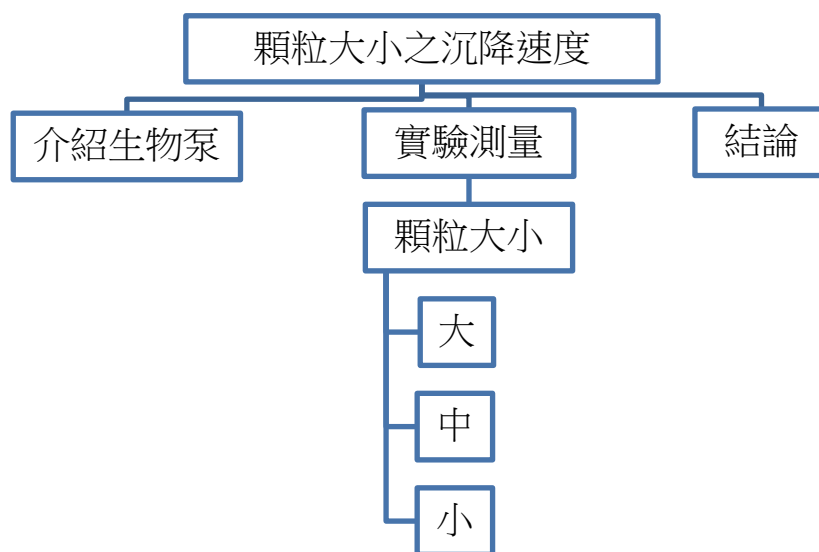
1. 實驗設備與器材：

手機計時器一台、透明容器一個、研磨鉢一組、魚飼料 3 公克



圖一、實驗設備與器材圖

2. 研究架構圖



圖二、研究架構圖

3. 實驗流程：

先將 3 公克魚飼料平均分成三堆並倒入鉢中，再分別研磨 15 秒與 30 秒，得到顆粒大小相異的魚飼料。圖右到左分別為大顆粒、中顆粒，與細顆粒。



圖三、飼料顆粒大小變化圖

首先將大顆粒的魚飼料倒入水中，我們發現從大顆粒進入水中，至大部分顆粒沉入水底，只需要 2 分 13 秒，為三者沉降速度中費時最少者。



圖四、大顆粒的沉降時間變化圖

再來將中顆粒的魚飼料倒入水中，我們發現從中顆粒進入水中，至大部分顆粒沉入水底，需要 2 分 49 秒，為三者沉降速度中費時為第二者。



圖五、中顆粒的沉降時間變化圖

最後將小顆粒的魚飼料倒入水中，我們發現大部分的魚飼料都漂浮在水面，只有少數顆粒慢慢的沉入水中，為三者中沉降速度最慢者。



圖六、小顆粒的沉降時間變化圖

五、結論與生活應用

(一) 結論

經由上方的實驗我們能知道，魚飼料就像是海洋生物的糞便或屍體，在生物鏈的作用下，使含有碳元素的顆粒不斷的增大，也不斷的加速下沉。我們也能了解到大氣中的碳元素透過生物泵傳送至深海固存時，確實必需要有生物的幫助，才能夠加速碳元素的沉入。但現今人類不斷不當的開發，導致大氣中的二氧化碳濃度逐漸攀升，溫室效應也逐漸加劇，這使得海洋表面溫度上升，也讓該層的藻類、浮游生物等等初級生產生物逐漸減少，破壞了地球碳循環的平衡。而我們都只有一顆地球，每個人都必須好好愛惜地球的環境與資源，不去做恣意消耗能源的行為，並且要致力於找出既能不破壞地球環境的開發，同時也能保護環境的方法。

(二) 生活應用

因台灣西部養殖漁業與農業多數仰賴地下水，超抽地下水的問題也愈趨嚴重，進而導致海水倒灌而產生鹽鹼化土壤，同時也帶來地層下陷、海水倒灌、土地不利植物生長等等的問題，因此我們提出碳封存的方式，在土壤鹽鹼化嚴重之沿海地區，可以透過將岩石磨成粉或加入酸，促使岩石解離出更多鎂鈣離子與二氧化碳形成鹽類沉澱藉此封存二氧化碳，且鹼性土壤封存二氧化碳的效率最高，也有助於中和鹽鹼化作用，進而改良地質，這樣不僅可以改變土壤中的鹽鹼性又可以封存二氧化碳使大氣中的二氧化碳的占比降低，進而使溫室效應速率變的較緩慢，且實驗過程中所造成的餘熱也可以用來發電。而也不用擔心海洋酸化的問題，因為葡萄藻功能繁多，除了可以提供氧氣、減少二氧化碳，也能作為魚蝦貝類棲息地和餌料，因此我們可透過在沿海地區種植葡萄藻的方式，減少二氧化碳對海洋的影響。

參考資料

- 1.許瑞峯(2018)。海洋微膠形成:人為及自然物質的干擾。<https://hdl.handle.net/11296/65x9d7>
- 2.左峻德、尤晴韻、陳映蓉、鄭允勝、陳柏誼、于子嵐、林軒如(2023)。臺灣推動碳捕捉與封存技術對淨零碳排之影響。https://km.twenergy.org.tw/Publication/thesis_more?id=354

3. 林祥和(1980)。台灣北部沿海有機碳循環的研究。 <https://hdl.handle.net/11296/f55v86>
4. 黃至弘·談駿嵩(2014)。「CCUS 技術發展」·碳捕存與再利用。技師報·第938期。
5. Anoop Yadav, Garg, V. K., 2011, “**Recycling of organic wastes by employing *Eisenia fetida*,**” *Bioresource Technology*, Vol. 102, No. 3, pp. 2874-2880.