

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：鯨豔全場—鯨魚與消耗二氧化碳間密不可分的關係

一、摘要：

依據國際貨幣基金組織（International Monetary Fund）表示海洋生物學家在研究鯨魚的過程中發現鯨魚在一生中，從大氣中捕捉了大約 33 公噸的二氧化碳，並在死後沉入海底，將養分提供給海洋生物和浮游藻類。然而，我們從維基百科上查詢到 20 世紀初後，人類大量捕殺鯨魚，導致鯨魚數量大量下降。若要保育食物鏈上層的鯨魚，就必須要制定相關規範。因此，本研究主要在探討鯨魚與大氣中的二氧化碳的緊密關係以及將鯨魚所捕捉二氧化碳的量與樹木所能消耗的量相互比較，最後我們統整現今國際上保育鯨豚的相關公約和我們如何從自身做起鯨豚保護。

二、探究題目與動機

我們總認為陸上的植物是解決地球暖化的主要助手，但我們在閱讀完「鯨魚的禮物：減緩氣候變遷的幫手(綠色和平組織著)」後，我們發現其實海中的浮游植物和海中的哺乳類—鯨魚才是背後減少溫室氣體的主要關鍵，因為有鯨魚的地方，就有大量的浮游植物，且浮游植物提供了大約 50% 的氧氣，更捕捉了大氣中 370 億噸二氧化碳，約吸收了全球 40% 的二氧化碳。

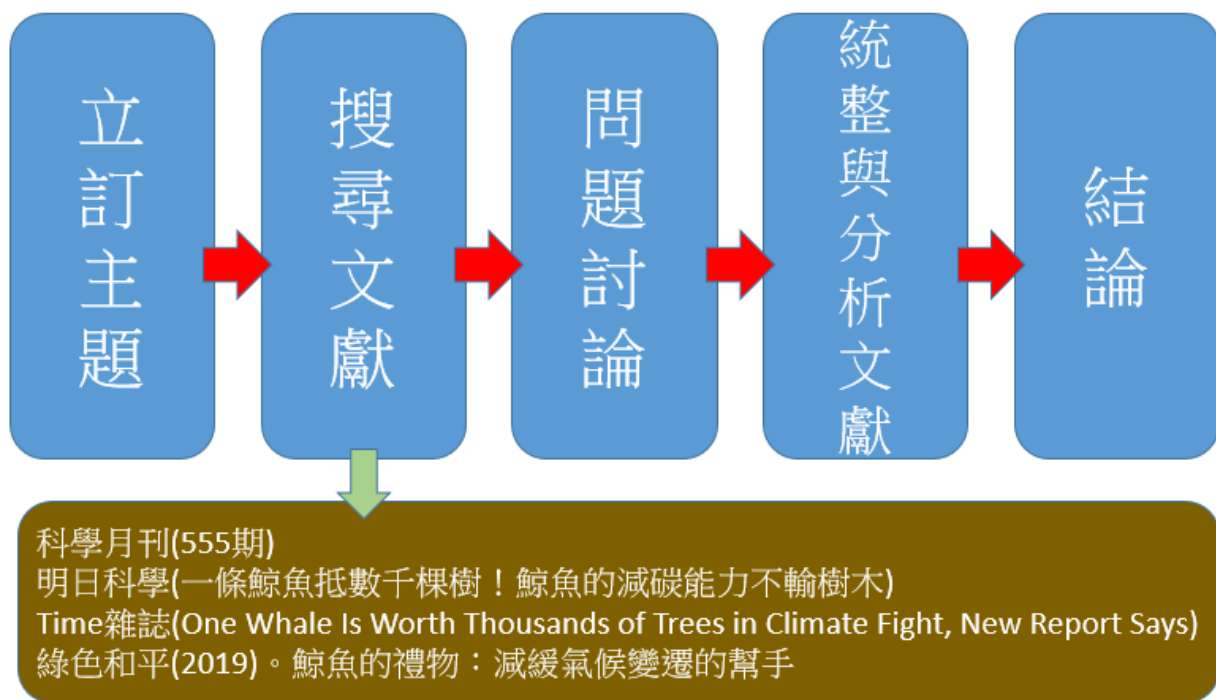
去年，我們在 2020 年 3 月 Live 雜誌 Unit13 《護鯨救地球 Save the Whales to Save the World》中看到有關鯨魚能夠幫助地球減少二氧化碳等相關資訊，所以我們才想做此份研究。

三、探究目的與假設

1. 探討鯨魚如何去捕捉大氣中的二氧化碳直接捕捉法和鯨魚泵(The whale pump)
2. 我們在閱讀完「今周刊——一條鯨魚可抵幾千棵樹！」，所以我們想做一隻鯨魚所囤積的二氧化碳量與一棵樹所能吸收的二氧化碳量之比較
3. 統整國際上現有保護鯨豚的公約，並且探討人們可為鯨豚保育所做的行動

四、探究方法與驗證步驟

一、探究方法：



二、研究流程：

(一)、探討鯨魚如何捕捉大氣中的二氧化碳

統整綠色和平組織與國際貨幣組織對鯨魚和二氧化碳的報導，鯨魚在海洋中是屬於最高級消費者，也扮演了穩定生態的角色，除此之外，鯨魚對於大氣中二氧化碳的調節也是很重要的一部份。每一種鯨魚對於二氧化碳的調節皆有幫助，特別是弓頭鯨(又稱北極鯨)因為壽命最長，故儲存在體內的碳也最多。碳不只儲存於鯨魚體內，還可以以下述方式來減少大氣中的碳排放量：

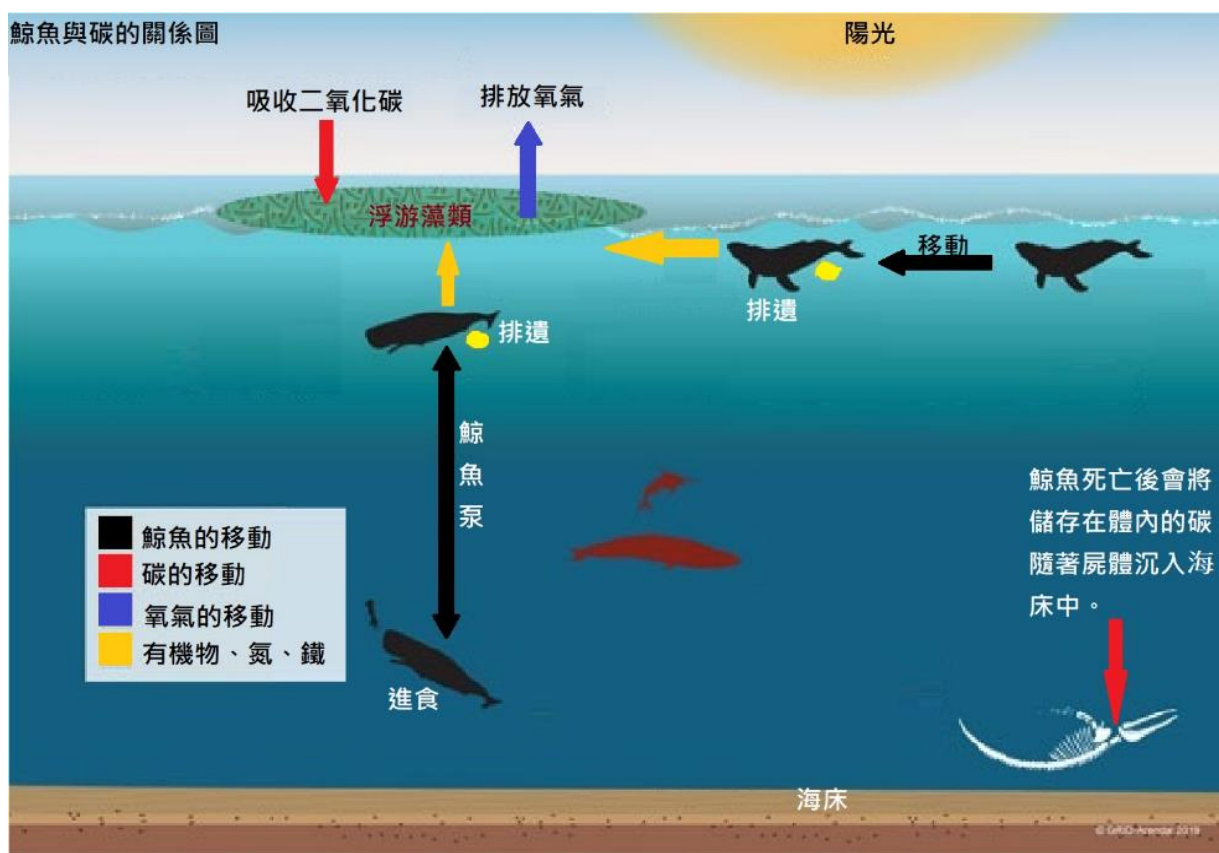
1. 直接捕捉二氧化碳:

鯨魚藉由直接從大氣中呼吸的方式，來儲存大量的碳(約 33 噸的二氧化碳)在體內，並在死後沉入海底，同時在海底中釋放碳。此舉可以有效地將碳從大氣中運送至海底中，並提供海底生物養分。

2. 鯨魚泵(The whale pump):

鯨魚可以將原本沉在海底的物質帶到海面，並促進浮游藻類生長，此現象稱為鯨魚泵。浮游藻類的生長與海洋中的營養成分有關，但部分物質

在海洋中是非常稀少的，然而鯨魚在攝食時，會同時排放出排泄物，對於浮游植物來說，鯨魚的排泄物含有它們生長及發育必須的元素(含有大量得有機物質、氮和鐵)。浮游藻類所產生的氧氣大約占了大氣的 50%，所以鯨魚對於浮游藻類的生長是非常重要的。(如圖一)



圖一、鯨魚與碳的關係圖(資料來源:International Monetary Fund)

(二)、一隻鯨魚一生所囤積的二氧化碳與一棵樹一生所吸收的二氧化碳之比較

在閱讀完今周刊(一條鯨魚可抵幾千棵樹!)後，我們發現每隻鯨魚平均將 33 噸的二氧化碳保存於體內，並可放數百年之久。相較之下，一棵樹每年僅吸收 48 磅的二氧化碳。

根據前述鯨魚泵的現象可知，只要有鯨魚的地方就能夠促進浮游植物的生長。然而，這些微小的生物捕獲 370 億公噸的二氧化碳，產生大氣中 50% 的氧氣，而大約要 1.7 兆棵樹、四個亞馬遜森林、或者美國紅杉國家公園和州立公園所有樹木每年吸收的二氧化碳量的 70 倍，才可以達到這樣的成效(為什麼「鯨魚」是緩解氣候危機的天然神器 - 今周刊一條鯨魚可抵幾千棵樹！專家告訴你)。由上述可知，浮游植物愈多，碳的捕獲量愈多。

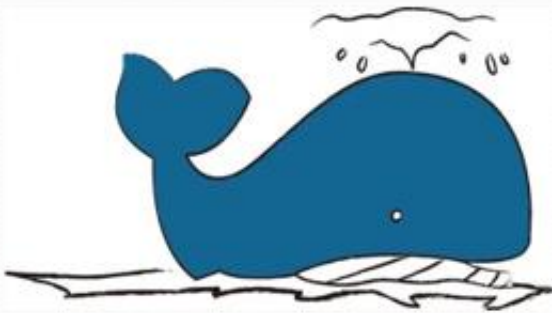
另外，如果鯨魚的數量能回到捕鯨業開始之前(大約 4 至 5 百萬隻)，也就能使浮游植物的數量大幅上升，即使只增加 1%，一年也可捕捉到的二氧化碳也可以高達上億噸相當於 20 億棵大樹，而每棵樹每年只吸收大約 11 到 20 公斤的二氧化碳。我們以一隻鯨魚平均將 33000 公斤的二氧化碳保存於體內，及以一棵樹可吸收之二氧化碳之最大量為 20 公斤來計算，而一隻鯨魚平均壽命約為 80 歲，我們推論一棵樹 80 年可吸收 1600 公斤之二氧化碳，這遠小於鯨魚一生所囤積的二氧化碳，所以可得知一隻鯨魚一生所囤積的二氧化碳大於一棵樹一生所吸收的二氧化碳。

五、結論與生活應用

由上述可知，因為鯨魚為海洋中的最高級消費者，且同時可以減少大氣中的碳。從捕鯨業開始前到現今，鯨魚數量減少了 370 萬隻(如圖二)。

- (一) 鯨魚可藉由直接從大氣中呼吸的方式，來儲存大量的碳，此有效地將碳從大氣中運送至海底中，並提供海底生物養分。
- (二) 鯨魚泵此現象及鯨魚的排泄物皆可使浮游藻類大量生長。浮游藻類所產生的氧氣大約占了大氣的 50%，所以鯨魚對於浮游藻類的生長是非常重要的。

捕鯨業開始前



500 萬隻

捕鯨業後



130 萬隻

減少 370 萬隻

圖二、捕鯨前後比較

人類在 20 世紀初時，大量的捕撈鯨魚，而造成了生態上的浩劫，因此若要保育海洋生態食物鏈上層的鯨魚，就必須維持海洋生態的健康與平衡。綠色和平組織致力於推動全球海洋公約，呼籲全球領袖在 2030 年前，將至少 30% 的海洋設立為保護區，還給海洋生態休養生息的空間。此外，維持生物物種的多樣性、生態的平衡，並加強保護鯨魚，免受人為威脅，不但對環境永續有許多的好處，而這些好處也將回饋到人類身上。

而目前我們也可以由抵制鯨魚製成的商品來降低鯨魚的捕殺量，同時我們也可以減少使用塑膠製品來減少海洋中的汙染，這些作為都可以使鯨魚能有更大的機會生存，而且也有助於現在的環境。

參考資料

1. 周文臣(2015)。逐漸酸化的海洋。2020 年 12 月 15 號取自
<https://pansci.asia/archives/90334>
2. 綠色和平(2019)。鯨魚的禮物：減緩氣候變遷的幫手 - Greenpeace 綠色和平。2020 年 12 月 15 號取自
<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/9735/%E9%AF%A8%E9%AD%9A%E7%9A%84%E7%A6%AE%E7%89%A9%EF%BC%9A%E6%B8%9B%E7%B7%A9%E6%B0%A3%E5%80%99%E8%AE%8A%E9%81%B7%E7%9A%84%E5%B9%AB%E6%89%8B/#>
3. Nature' s Solution to Climate Change。2019/12。The International Monetary Fund (IMF)。2020 年 12 月 15 號取自
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2019/12/natures-solution-to-climate-change-chami.htm>
4. Oliver 立佛永續隨筆(2020)。一隻鯨魚價值勝過一片森林，你相信嗎？。2020 年 12 月 15 號取自
https://matters.news/@Oliver_Green/bafyreih3pznzbxj376jwap7p7nk7utuqlfjaczorrixquoji6up7un2o7e
5. 一條鯨魚抵數千棵樹！鯨魚的減碳能力不輸樹木
<https://tomorrowsci.com/environment/%E9%AF%A8%E9%AD%9A-%E6%B8%9B%E7%A2%B3%E8%83%BD%E5%8A%9B->

%E4%B8%8D%E8%BC%B8-%E6%A8%B9%E6%9C%A8/

6. One Whale Is Worth Thousands of Trees in Climate Fight, New Report Says

<https://time.com/5733954/climate-change-whale-trees/>

7. The Impact of Whaling on the Ocean Carbon Cycle: Why Bigger Was Better

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0012444>

8. EarthSky 團隊的報導

<https://earthsky.org/earth/how-much-do-oceans-add-to-worlds-oxygen>

9. Phytoplankton as Key Mediators of the Biological Carbon Pump: Their Responses to a Changing Climate

https://www.researchgate.net/publication/324122610_Phytoplankton_as_Key_Mediators_of_the_Biological_Carbon_Pump_Their_Responses_to_a_Changing_Climate