【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：海洋汙染

一、摘要：

我們的地球大約有高達百分之七十的比例是海，但是近幾年來海洋汙染卻越來越嚴重，海裡充滿著各種不應該在海裡的垃圾，大部分的垃圾都是我們人類製造的，當初人類對環保意識還沒有很發達，不只沒有垃圾分類，甚至亂丟垃圾，經過風吹之後到海洋，或著是人們當初把海洋當成一個和自己無關的另一個世界，覺得海洋的包容性很大，可以容納，或著是稀釋所有不乾淨的東西，或是垃圾，覺得只要眼不見為淨，就不會有任何問題，也不會有麻煩，節過後來慢慢累積到現在海洋上都是人類的垃圾，製造出了一個「超級塑料大陸」，導致很多的海洋生物把塑膠袋等垃圾當成食物吃進肚子裡，除了海洋生物會受到影響，連海鳥也會受到影響並把塑料吃進肚子。

在 1990 年代的晚期發現了垃圾帶的查理斯．莫爾，當時預計 7 月要到垃圾袋進行研究和訪查，大約算了總共含有 2 億噸得漂流碎屑和垃圾，在這個世界各地的垃圾帶，2 億噸是查理斯．莫爾以地球會有 2.5%的塑膠垃圾流入海洋中而推算出來的，然後研究五大垃圾帶的 5 Gyres，它的加州區共同創辦人、也是海洋科學家的馬可斯．艾利克森則是估計漂流碎屑和垃圾的總量應該大概只有 50 萬噸。斯克里普斯海洋學研究所於 2009 年到垃圾帶訪查時，發現有大約 9%的魚有食用塑膠物等等的垃圾，最近艾利克森偕跟七名科學家對各地垃圾帶裡的環境進行分析，在採集到的 671 隻魚中，有大概 35%的魚食用了塑膠碎屑。

海洋裡的垃圾一直是一個嚴重的問題，給海裡的生物一直造成威脅，雖然現在已經有很多的人在呼籲要有環保意識，但因為垃圾從以前就開始累積了，沒有辦法把那些垃圾都清理乾淨，因為只有大概百分之二十的垃圾是和漁業有關，而剩下的百分之八十和我們人類平時用的物品有關，所以海洋科學家除了在尋找解決方法，也呼籲民眾不要再亂丟垃圾，好好保護海洋。

二、探究題目與動機

海洋污染是僅次於過度捕撈傷害海洋環境的大元兇，海洋汙染除了垃圾還有非常多的種類，汙染包括了水中聲音頻率改變及較大的水溫溫差、優養化、重金屬污染、放射性元素污染、船隻漏油、廢水排放等等，但最嚴重的還是塑膠垃圾的汙染，不只有成堆的塑膠袋還有一堆的塑膠寶特瓶，第二常見的就是各種的廢水排放，不只有工業的廢水排放，核能發電廠的排水，還有畜牧業的廢水、民眾用的汙水等等，而且這些汙染物質是會隨著食物鏈回到我們的身上的，所以其實我們人類算是間接傷害了我們自己，你的一個不經意或不在意，最後都會以各種方式回到你身上。

無機性汙染物質包括一些毒性汙染物質與放射性元素，及一些會影響海洋生態平衡的物質。除對水中生物具有毒性外，尚會累積於水產生物體中影響海洋生態平衡之物質，包括硝

酸鹽、磷酸鹽等，為植物性浮游生物生長所必需的營養鹽，其含量多寡，亦直接影響海洋生態的平衡。聯合國海洋法公園於 1982，提出海洋環境的污染是指人類直接或間接把物質或能量引入海洋環境，其中包括河口灣，以致造成或可能造成損害生物資源和海洋生物，危害人類健康，妨礙包括捕魚和海洋其他正常用途在內的各種海洋活動，損壞海洋使用質量及減損環境優美等有害影響。有機性汙染物質多係經由都市汙水與工業廢水等流入自然環境中，經物理、化學及生物之破壞分解，消耗水中溶氧。故一般以生化需氧量（BOD）之多少，來表示有機物質汙染的程度（陳鎮東，2009）。

在台灣，沿海的淡水、香山、將軍、二仁溪口、大林埔、佳冬，基隆港與高雄港等等的地方，BOD 值都曾經超過 3ppm，其中就基隆港和高雄港附近海域的 BOD 值甚至曾經高達 18 ppm ，超過海域水質的標準，這樣顯示台灣的部分沿海海域已經遭到有機性的物質所汙染。其他除了基隆港和高雄港附近還有西部一些地區的總油脂量偏高，除了超過海域水質的標準之外，碳氫化合物、或著是農藥大部分都還在容許的限度內。

在之前有看到一則新聞是海龜的鼻孔裡卡著一根塑膠吸管，那個畫面在當初看的時候，令我十分震驚，而我也因為好奇而去尋找了更多的相關資訊，才發現原來人類把海洋破壞的這麼嚴重，這也促使了我們想要探究海洋汙染，也希望看到這份探究的人也可以一起做環保，來減少海洋的汙染，一起保護海洋，愛惜這顆孕育我們成長的地球。

三、探究目的與假設

為了能改善海洋目前汙染問題，需要了解到海洋污染產生的原因，以及其原因可能對環境所造成的影響。本研究主要有以下目的：

1. 透過文獻資料了解目前海洋的各項汙染來源。
2. 瞭解汙染發生之原因及可能產生之影響。
3. 找尋目前已發生汙染的案例及現況。

四、探究方法與驗證步驟

依據方天熹（2001）教授的論文指出，我們可以知道海洋汙染的性質可以分成物理性汙染，或是化學性汙染(如表 4-1)，而物理性質的汙染有人類製造的那些廢棄物，水中聲音頻率的改變，還有因為人類排放水等等原因導致的較大的水溫溫差，而化學性質的汙染就有非常多的種類了，像是如果照著有機物或是無機物來分的話，有機物的化學污染會有石油和煤(天然碳氫化合物）的汙染或著是人類合成之後的有機碳氫化學物質，如果是無機物的話有營養鹽元素(氮、磷、矽)，或著是重金屬元素（鎘、鉻、鈷、銅、鎳、鉛、鋅、汞等元素），還有放射性元素的汙染。

物理性質汙染裡的人類製造的廢棄物，現在有一個叫太平洋垃圾帶(如圖 4-1)，那裡除了飄在海面上的垃圾，甚至還有著數以百噸的垃圾藏在海平面下，像是有瓶蓋、寶特瓶、梳子、打火機，或著是塑膠碎片等等，然後海鳥經過就會把那些塑膠等垃圾吃下肚，最後痛苦到死亡(如圖 4-2)，以上是物理性的汙染（陳平，2009）。

化學性的汙染，是因為營養鹽所形成的一種優養化，海面的外觀會因為一種藻類而變

色，也就是所謂的赤潮(如圖 4-3)，會引起變色的藻類有很多種，而且變完的顏色也會有所差別，不會都是同個顏色，赤潮生物如果高密度密集的話，就會造成魚類，或著是貝類的呼吸器官堵塞，沒辦法呼吸之後窒息死亡，然而其他有一些赤潮生物會分泌毒素，然後毒死海裡的動植物，赤潮生物連殘骸都會造成影響，殘骸會在海裡氧化分解，消耗海裡的溶解氧，形成一個缺氧的環境，威脅海裡的各個生物（中國科普博覽）。

圖 4-1 太平洋垃圾帶，每日頭條，2018

圖 4-2 死亡海鳥腹中發現大量塑膠碎殼，每日頭條，2018

圖 4-3 美佛州爆發赤潮危機，每日頭條，2018

2011 年 3 月 11 日東日本的大震災所引起的日本福島輻射污染，是最近這幾年最嚴重的輻射外洩，「除了東北地區的魚介貝類陸續被發現含有放射性物質—銫之外，最近東京灣的魚類也被檢測出微量的銫。」（吳美錚、劉燈城，2012），震災的影響到現在都還沒平息下來。

表 4-1 海洋汙染物來源及影響，方天熹，2001

物理性污染	
水中聲音頻率改變	來源：船隻在水中進行爆破。例：石油公司所放出偵測遊園的震波。 影響：會對海洋生物造成傷害，使鯨豚驚慌失措
較大的水溫溫差	來源：核電廠溫水排放。 影響：共生藻大量死亡而使珊瑚產生白化現象，無法進行繁殖及製造鈣質骨骼，實質上對珊瑚礁生態系傷害極大。溫水也可能導致畸形魚（祕雕魚）的產生。
化學性污染	

營養鹽 （氮、磷、矽）	來源：來自於施肥過度的農地，家庭廢水，或是清潔劑、洗衣粉及非肥皂及合成肥皂原料。 影響：造成「優氧化」現象。當水中氮化物和磷酸鹽類的濃度增高時，藻類就可以大量繁殖，覆蓋於水面之上，形成所謂的「藻華」。藻類死亡後的屍體分解大量消耗水中氧氣，魚類因缺氧窒息而死，最終導致水體發臭。通常發生在下游河川的出海口附近。
重金屬 污染	來源：工廠隨意排出的廢水廢氣，有些富含重金屬如銅、鋅、鉛、鎘、汞等。例如燒煤的火力發電廠會增加汞排放，使汞在過去 20 年間量增加了 30%。 影響：重金屬進入人體後，大部分會與我們體內的蛋白質、核酸結合。當重金屬與蛋白質製成的酵素結合時，會破壞其活性；而重金屬與核酸結合時，會導致核酸的結構發生變化，使基因突變，影響細胞遺傳，產生畸胎或癌症。 1.物理遷移：海流、波浪、潮汐。 2.化學遷移：重金屬元素在富氧、缺氧下發生氧化還原反應，及化學價態、活性、毒性的變化。 3.生物遷移：海洋生物通過吸附、吸收、攝食富集重金屬。
放射性 污染	來源：核能電廠。 影響：人類如果食用了遭輻射污染了水源、食物，長久下來會產生巨大的危害。生物體內若有過量的放射性物質便會導致毛髮脫落、免疫功能下降、不孕、不育等，並使新陳代謝較快的細胞（腸胃道上皮、骨髓、皮膚等）無法再生遞補或細胞突變，因而增加罹癌的機會。
石油及煤	來源：通常為船難或油井意外所引發的油源外洩。 影響：石油污染對環境生態系統所造成的影響最大。一是因為其影響範圍完全無法界定；另一方面可能在污染過後殘存許多環境荷爾蒙，對於海洋生物長期造成直接影響，也使浮游、底棲生物間接的在捕食過程中，吃了許多毒物，經過生物鏈、食物鏈後又再次的回饋到消費者身上。 主要污染方式：擴散、蒸發、氧化、溶解、乳化、沉積、微生物降解
人造碳 氫化合物	來源： 電廠、工廠所用的抗生物原料。例：三丁基錫（一種塗在船體上，防止海洋生物附著的化學物質），塑膠廢棄物的污染。 影響：1. 三丁基錫使用過度會溶解於海中，造成當地蝦、蟹及貝類產生病變。 2.塑膠廢棄物永不消失，在海中堆積，造成大量海洋生物食用後死亡。 主要污染方式：漂浮、懸浮於海面、消耗大量氧氣、使細菌、病毒大量繁殖。

五、結論與生活應用

太平洋垃圾帶的面積大約 160 萬平方千米，居然是法國領土面積的三倍。這片太平洋垃圾帶大約有 18000 億塊塑膠垃圾，差不多能分給地球上每一個人 250 塊垃圾，垃圾總共的質量約 8 萬噸，是之前估測值的 16 倍，都是令人感到非常震驚的的數量。大約 92%的質量是由大型的垃圾組成，它們在陽光和海浪的侵蝕作用下也會在接下來幾時間裡碎成各個小塊的雜質垃圾。跟生物分解比較的話，塑膠類垃圾在光作用下碎裂仍然是聚合物，即使破碎的再小也還是很難被分解，而且這些碎片可能會被海洋生物食用從而進入生物鏈，也就是最終會影響傷害到我們人類自己。塑膠垃圾造成的海洋污染對動物存在很大的影響。生物學家勞倫斯莫里斯在一場研討會上指出，在北太平洋，大約 30%的魚會吃下塑膠垃圾。所有的物種，包括鳥、鯨魚、烏龜等等，都受到垃圾影響。很多生物會食用這些塑膠垃圾，這對它們是非常容易致命的。而塑料中的毒素，則會重新回到人類的餐桌上，被我們吃進身體。

影響海洋生態，污染會損害海洋生物的健康，使部分生物產生異變、無法生育甚至滅絕等等的事情。大量有機物在海水中分解，造成水體富營養化，很有可能會引發赤潮生物急速繁殖，形成赤潮，然後導致水中溶解氧嚴重的下降，使魚類等水生的生物的居住生活環境帶來嚴重的毀滅性災害，影響氣候變化的話，污染會破壞海洋的初級生產力，造成大量的浮游生物死亡，導致海洋大為減弱在地球系統中吸收二氧化碳的重要功能，之後加速溫室效應的發展，影響人類的健康，污染物經過食物鏈從海水中傳遞回到陸地上，再到人類的餐桌上，被人類吃進肚，之後毒素進入人們體內，給健康造成嚴重的傷害。例如在上課時老師提到的日本水俣病，在 1953 年的時候，在日本熊本縣在水俣鎮有一家氮肥公司，他們將含有汞的廢水排入海洋，這些汞以甲基汞的方式在海水、底泥和魚類的體內聚集。然而最先發生病狀的是愛吃魚的貓，中毒後的貓發瘋跟痙攣，紛紛開始跳海自殺。之後的 1956 年，居然開始出現與貓有相同症狀的病人。這就是後來令全世界都震驚的水俣病事件。

海洋污染這麼嚴重，面對海洋污染，我們能做些什麼來減少海洋污染呢？

1 過低碳生活
2 做個有責任感的海邊遊客
3 幫助清理侵襲海岸的綠藻
4 少用塑料製品，避免「塑化」海洋
5 關注和保護紅樹林
6 了解海洋科普知識，支持海洋公益行動，宣傳海洋保護知識
7 惜食海鮮，拒食魚翅和其他瀕危海洋動物，不購買海豹皮等海洋生物製品

參考資料

1.陳鎮東 (2009)。海洋汙染—來自人類的排放物。2020.12.28，取自 http://scimonth.blogspot.com/2009/11/blog-post_2808.html

2.陳平（2009）。海洋垃圾帶--兩個美國。2020.12.28，取自 http://ecolife.epa.gov.tw/blog/post/701883

3.方天熹（2001）海洋污染。物理雙月刊，23，421-430。

4.吳美錚、劉燈城（2012）。日本福島輻射污染恐長期影響海中食物鏈。2020.12.28，取自 http://www.tfrin.gov.tw/friweb/frienews/enews0073/p2.html

5.每日頭條（2018）。海洋污染有多可怕？人類甚至製造出了塑料大陸。2021.3.17，取自 https://kknews.cc/zh

6.維基百科。海洋汙染。2021.3.17，取自 https://zh.wikipedia.org/

7.轉角國際（2016）。吸管、為例、塑膠袋：被人造垃圾淹沒的海洋。2021.3.17，取自 https://global.udn.com/