



誰讓海裡下起雪？

指導教授：洪夢白

學生姓名：康筑 李繼常 林佳恩 石子瑩 吳為中

摘要

本專題觀察到臺灣南部離島海域近年有珊瑚白化的現象，因此利用「珊瑚白化預警系統」(Degree Heating Weeks, 簡稱DHWs)來判斷珊瑚的狀態，接著透過觀測資料得出近十年，赤道25度與小琉球、蘭嶼夏季溫度皆有上升的趨勢，其中以蘭嶼最為顯著，由此可知，小琉球與蘭嶼在全球暖化下皆有海溫上升的趨勢，但上升的趨勢存在區域(東、西向)差異性，而影響著珊瑚的生態環境。

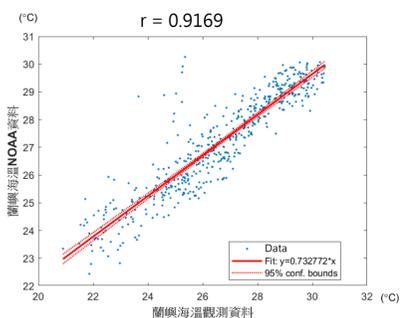
如何進行計畫？

資料格式：

資料來源:大氣水文資料庫、NOAA

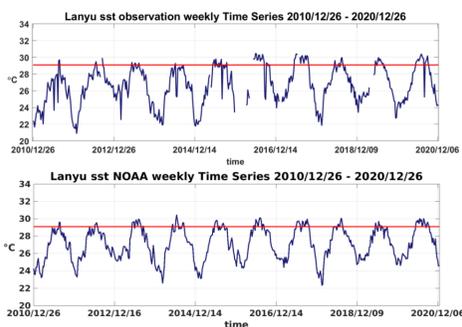
時間	蘭嶼		小琉球	
	月資料：2011/01—2020/12 週資料：2010/12/26—2020/12/26			
使用資料	蘭嶼潮位站	NOAA再分析資料海溫日資料平均	浮標海溫觀測站	NOAA再分析資料海溫日資料平均
空間解析度	單點測站	0.25° X 0.25°	單點測站	0.25° X 0.25°
經緯度位置	蘭嶼西側 (22.03° N, 121.30° E)	蘭嶼東北側 (22.12° N, 121.62° E)	小琉球西南側 (22.18° N, 120.21° E)	小琉球北側 (22.37° N, 120.37° E)

發現了什麼？



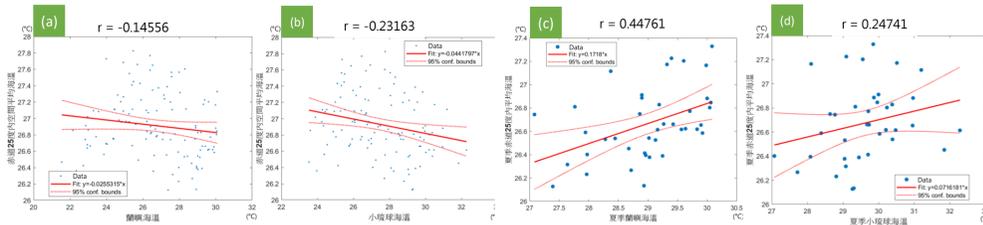
圖一、蘭嶼觀測資料與NOAA再分析資料海溫相關性分析。

圖一代表蘭嶼觀測資料與NOAA為高度相關($r=0.9169$)。蘭嶼觀測資料位在港內，與NOAA相關性高，所以蘭嶼港內資料可以使用。



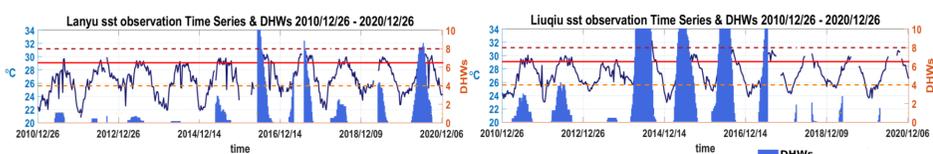
圖二、蘭嶼觀測資料與NOAA再分析資料時間序列圖比對。紅線為白化溫度閾值。

圖二代表蘭嶼觀測海溫為20度到32度，NOAA觀測海溫為22度到31度。海溫超過白化閾值珊瑚可能白化。



圖五、2011年到2020年蘭嶼、小琉球與赤道25度內平均海溫相關性。(a)、(b)為全年，(c)、(d)為夏季(6、7、8、9月)。

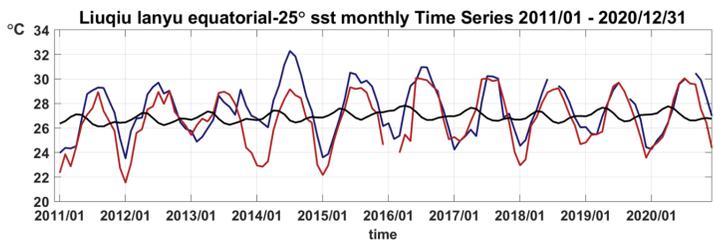
圖五代表全年蘭嶼、小琉球與赤道25度內平均海溫為低度相關；夏季蘭嶼與赤道25度內平均海溫為中度相關、夏季小琉球與赤道25度內平均海溫為低度相關。



圖三、蘭嶼、小琉球觀測資料與DHWs時間序列圖。

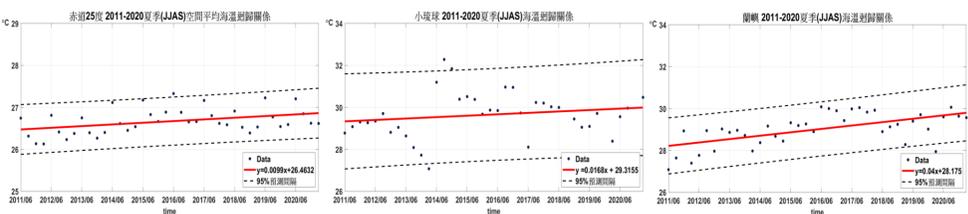
	蘭嶼	小琉球
白化警戒二級	2016、2017、2020	2014、2015、2016、2017
白化警戒一級	2019	2012

圖三代表2011年到2020年，小琉球、蘭嶼DHWs峰值出現頻率越趨頻繁。DHWs出現白化警戒二級年份，與NOAA對臺灣南部發出4次嚴重年份(2014,2016,2017,2020)一致。



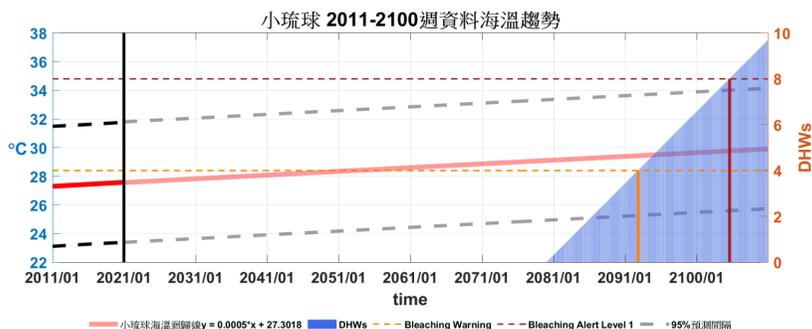
圖四、小琉球、蘭嶼、赤道25度(南北緯25°空間平均海溫)海溫月資料時間序列圖。

圖四代表小琉球、蘭嶼峰值發生時間差不多，小琉球月均溫普遍大於蘭嶼，反映在DHWs上。



圖六、2011年到2020年赤道25度、小琉球、蘭嶼夏季海溫趨勢圖。

圖六代表赤道25度(溫度上升幅度：0.38°C/十年)、小琉球(溫度上升幅度：0.65°C/十年)、蘭嶼(溫度上升幅度：1.56°C/十年)，夏季溫度皆有上升的趨勢，上升趨勢以蘭嶼最為顯著。



圖七、2011年到2100年小琉球週資料海溫趨勢圖。

圖七代表小琉球約在2092年開始，全年DHWs來到白化警戒一級，珊瑚幾乎難以生存；2105年開始，全年DHWs來到白化警戒二級，珊瑚將完全無法存活。

結果有什麼意義？

1. 珊瑚白化預警系統 Degree Heating Weeks (DHWs)，量化海溫高溫造成珊瑚白化危機程度指標。 $DHWs = \sum_{n=1}^{12} (海溫 - 白化溫度閾值) * 一週$
2. 蘭嶼海溫觀測資料為港內資料，與NOAA再分析資料進行相關性分析為高度相關，蘭嶼觀測資料可以使用。
3. 透過蘭嶼與小琉球計算DHWs，得到白化警戒二級時間為：2014、2016、2017、2020，與NOAA對臺灣南部發出警告一致。
4. 近十年內夏季(6,7,8,9月)蘭嶼、小琉球與赤道25度內平均海溫皆為低度~中度相關，由此推論可能與暖化有關。
5. 赤道25度(上升幅度：0.38°C/十年)、小琉球(上升幅度：0.65°C/十年)與蘭嶼(上升幅度：1.56°C/十年)，在夏季皆有上升趨勢，以蘭嶼最顯著。
6. 圖七代表小琉球約在2092年開始，全年DHWs來到白化警戒一級，珊瑚幾乎難以生存；2105年開始，全年DHWs來到白化警戒二級，珊瑚將完全無法存活。

參考文獻

- 廖秋燁，2013，水溫與石珊瑚白化相關性之研究。
- 戴昌鳳等，2007，建立氣候變遷對我國環境與生態永續性衝擊預警指標與機制。