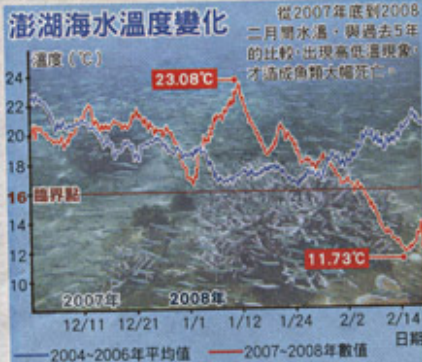


# 澎湖海域海水異常低溫事件可預報性之探討



## 水溫每天降0.5°C

## 澎湖魚群凍斃 如「溫水煮青蛙」終揪出寒害元兇

這份由中研院生物多樣性研究中心副研究員陳昭倫博士、水試所澎湖海洋生物研究中心副研究員謝俊也所撰的報告指出，除了二月份間壽年左右水溫有兩週低於珊瑚礁魚類致死溫度外，最致命的是，水溫以每天下降半度的速度，並在農曆年前後降過C.T.M.（珊瑚礁魚類致死溫度），直到一月十四日的最低溫攝氏十一點七度，才會導致珊瑚礁魚類在毫無防備下，不知不覺中喪失生命。

這份報告指出，珊瑚礁魚類致死溫度攝氏十六度外，最致命的是，水溫以每天下降半度的速度，並在農曆年前後降過C.T.M.（珊瑚礁魚類致死溫度），直到一月十四日的最低溫攝氏十一點七度，才會導致珊瑚礁魚類在毫無防備下，不知不覺中喪失生命。

- ### 澎湖寒害事件簿
- 2008/02/03 澎湖水溫開始降低於珊瑚礁魚類臨界致死溫度16°C。
  - 2008/02/08 澎湖海域開始出現大量凍死魚。
  - 2008/02/14 澎湖海域水溫最低溫到11.73°C。
  - 2008/02/19 凍死魚災情未歇，初步估計逾百種珊瑚礁魚類大規模暴斃，澎湖縣府動員上千人次淨灘，以免造成環境二度污染。
  - 2008/02/22 海洋生物學者首度下海調查，估計水深20米以內存魚類不到寒害前的1/20。
  - 2008/02/23 水試所等統計這波寒害造成58科、172種魚類死亡，並有1500餘噸養殖魚類凍斃，損失高達1.81億元。
  - 2008/02/26 共清出超過137噸的魚屍。澎湖縣政府決定成立「澎湖海洋復育推動小組」，重建海洋生機。
- 資料來源：《蘋果》資料庫

### 珊瑚系統瓦解復育要花30年

學者疾呼 忽冷忽熱恐頻繁

長期刊在澎湖研究雜誌的「中研院生物多樣性研究中心副研究員陳昭倫博士認為這次寒害帶來了警訊，除了是大家都關心的全球暖化議題，另外還有異常氣候變遷，讓外在環境影響的暖化地區，出現超冷和超熱的極端狀況，澎湖海域死魚事件就是明顯例子。

陳昭倫指出，受全球暖化影響，大家都只注意到珊瑚礁會因暖化而消失，但澎湖珊瑚礁的系統瓦解，卻是冷到死。他強調，澎湖珊瑚礁的系統瓦解，是冷到死，而不是暖到死。他強調，澎湖珊瑚礁的系統瓦解，是冷到死，而不是暖到死。

他強調，澎湖的珊瑚礁系統是南北非律賓、北至台灣南部的珊瑚礁群，過了澎湖以北，就看不到珊瑚礁了，因此對於氣候的變化相當敏感。據文獻記載，在一九二七與一九七七年也曾發生過這種三十年的珊瑚暴斃，可是三十年來的成長結果，但受此次寒害影響，要再看到澎湖珊瑚礁茂密的生態景象，最少得等三十年的復育，但因為氣候變化情形可能越來越頻繁，政府若不用心關注，恐怕將更趨悲劇。

記者許逸民



### 氣候災難政府應正視

陳昭倫表示，水溫日降0.5°C

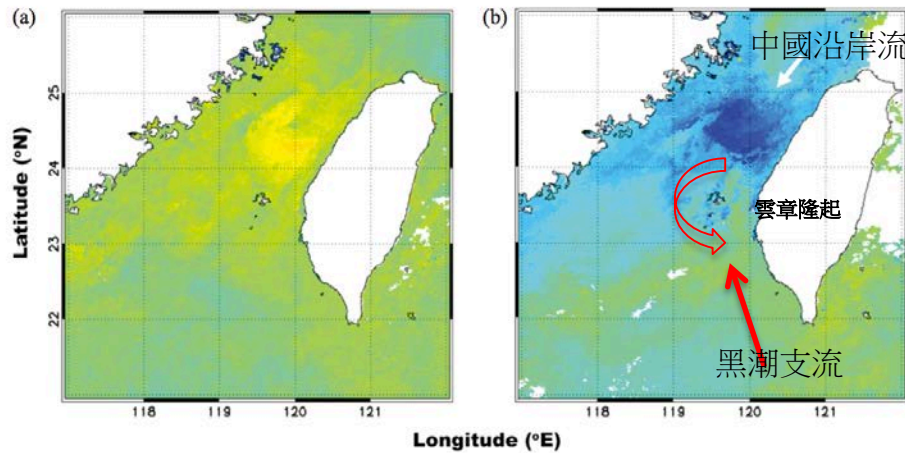
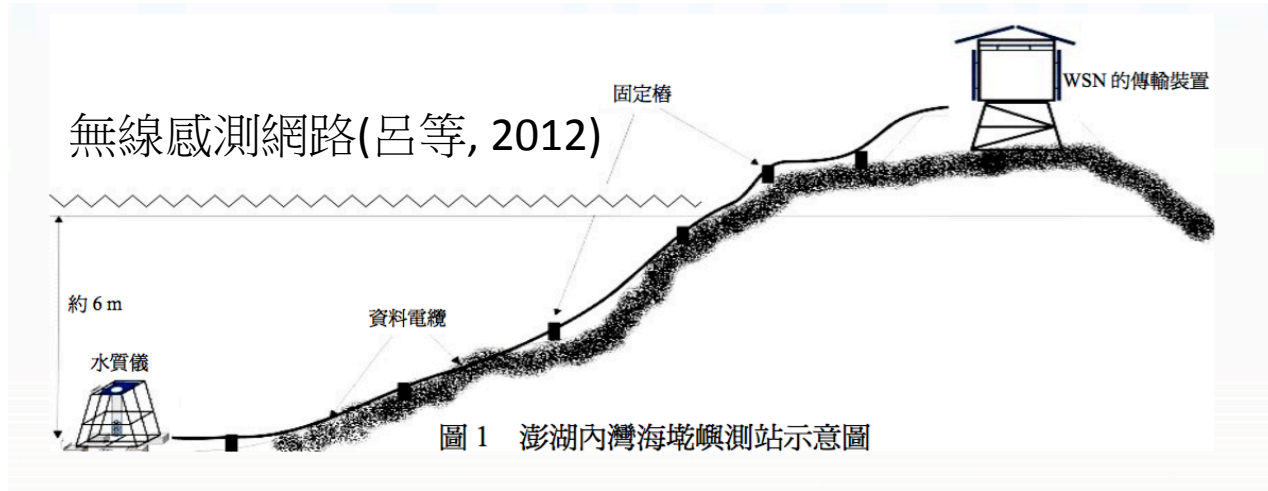
更奇特的是，過去四年澎湖冬天的水溫都維持在正常值，且高於攝氏十六度，然而今年（二〇〇七年到二〇〇八）的冬天水溫資料，卻在二月十四日之間突然飆升而比往年同期高出攝氏五度以上，更劇烈的是五年來的冬季最高溫攝氏二十三點零八度，然後才一路以每天降攝氏零點五度速度，下落到二月十四日的最低

陳昭倫解釋說，這就與溫水煮熟青蛙同出一轍，不耐熱的珊瑚礁魚類就在水溫以每天降攝氏零點五度的情況下，失去應變在水溫較高時的警覺性，最後才會被凍死。這也就是為何澎湖寒害中的死魚，在水中時就像活著的原因；或者死掉的魚就像一氣化屍中藥一般，看起來很安靜，並無痛苦。

陳昭倫表示，水溫日降0.5°C，非但考驗了珊瑚礁的復育，也考驗了政府的應變能力。他強調，氣候變遷更趨嚴重，未來出現頻率可能會更多，政府和學界都應正視此波寒害所帶來的警訊。



# 海溫驟降預報



Chang et al., 2009

Fig. 4. SST difference maps in January (a) and February (b). The SST difference was monthly mean of 2008 minus the 12-year monthly mean.

Chang, Y., Lee, K.T., Lee, M.A., Lan, K.W., 2009. Satellite observation on the exceptional intrusion of cold water in the Taiwan Strait. *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 20, 661–669.

Hsieh, H.-J., Y.-L. Hsien, M.-S. Jeng, W.-S. Tsai, W.-C. Su, C.-A. Chen, 2008: Tropical fishes killed by the cold. *Coral Reefs*, 27, 599.

# 可預報性？

過去研究文獻

過去文獻及相關機構查詢

背景海洋環境  
特性之探討

冷水來源？

氣候變遷, 極端氣候...?

過去異常冷水  
事件的案例？

適用的遙測/數值模式產品？

可信賴度為何？

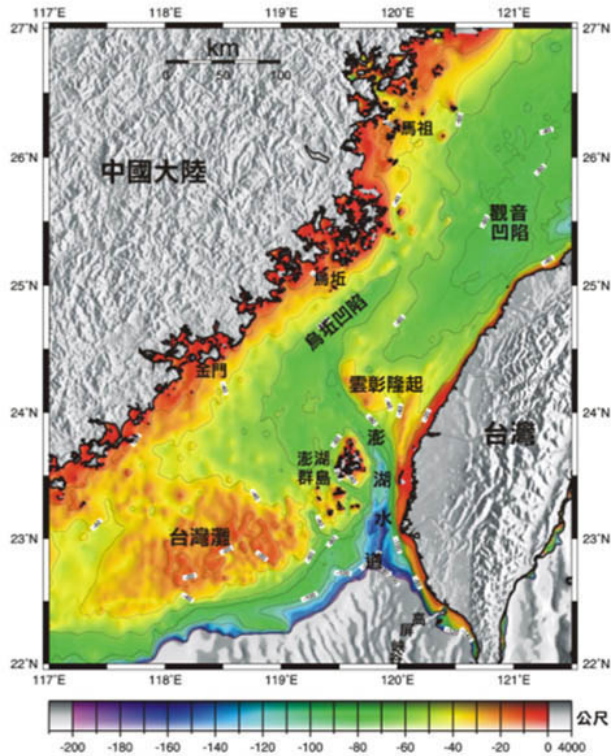
關鍵參數: SST, wind speed ..?

1. 可信賴度驗證
2. 相關性驗證

初步預報準則

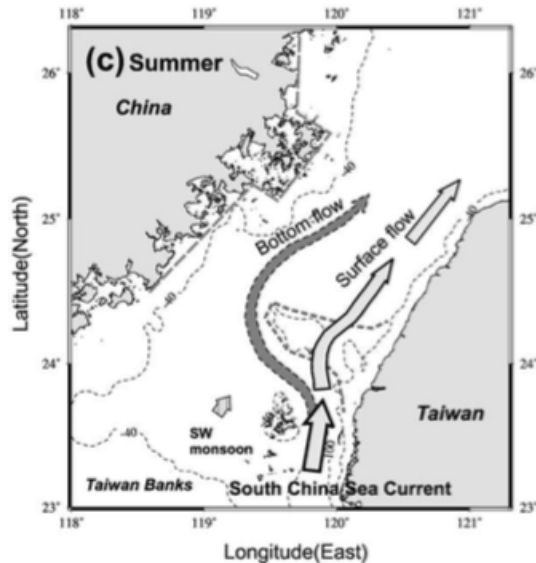
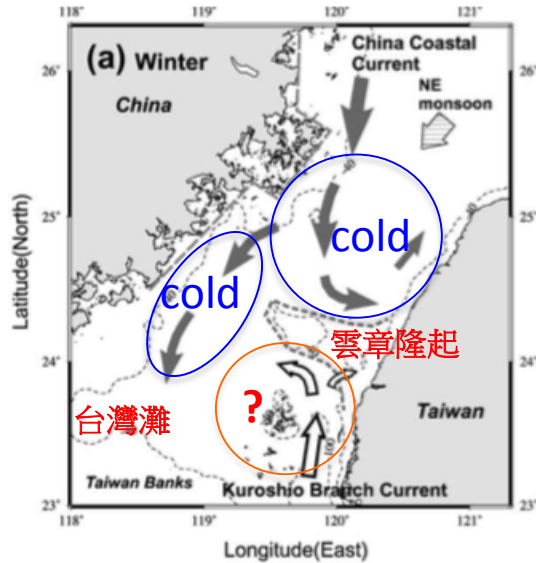
測試

預報準則



海洋學門資料庫

# 澎湖附近海域之背景環境



- 夏天: 受西南季風影響，主要為源自南海水的南海表面流。
- 冬天: 東北季風與地形阻隔影響(雲章隆起)使得夏天海峽西部的北向流受阻，取而代之的是南向的中國沿岸流及北向的黑潮支流。中國沿岸流攜帶低溫且低鹽的沿岸水南下進入台灣海峽。
- 雲章隆起似乎可阻隔大陸沿岸水的直接侵襲。

# 寒潮的警示

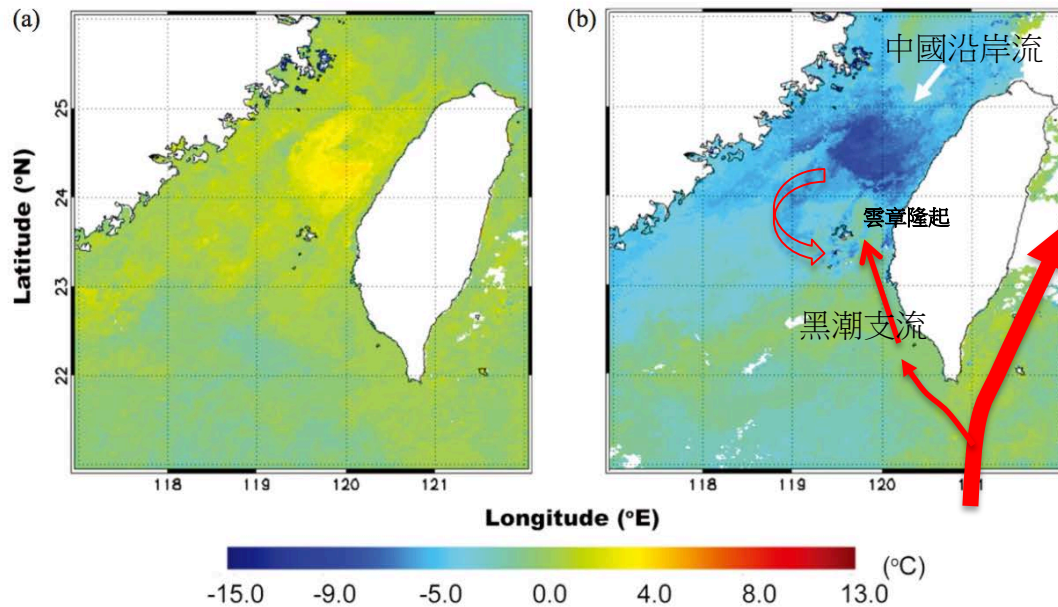


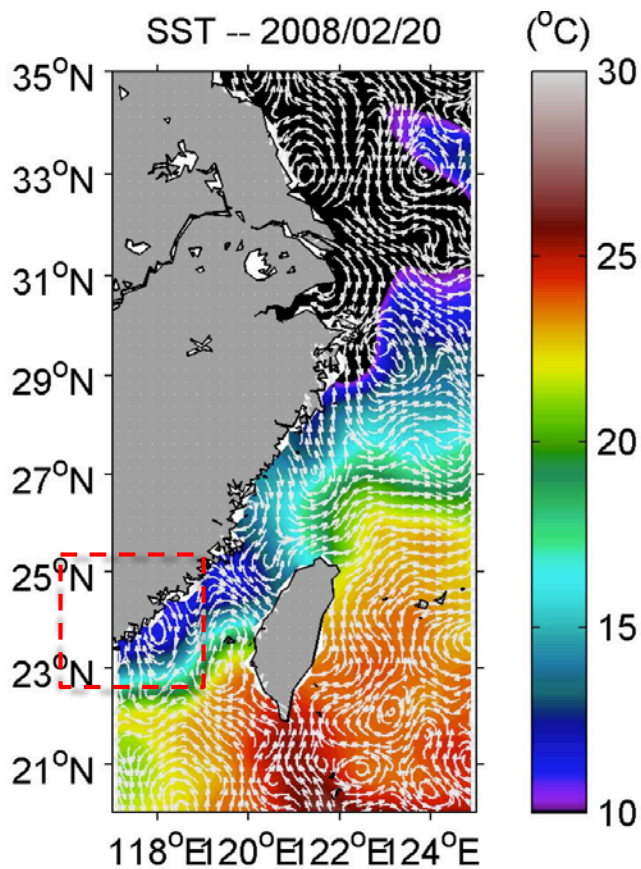
Fig. 4. SST difference maps in January (a) and February (b). The SST difference was monthly mean of 2008 minus the 12-year monthly mean.

- 需考慮造成澎湖海域水溫驟降的因子
  - (1)低氣溫,東北季風強度及持續天數(沿岸流成因)
  - (2)中國沿岸流與黑潮支流之間的消長
  - (3)由(2)衍生的問題: 黑潮是否入侵南海
- 需以衛星海表溫及浮標追蹤台灣海峽及其以北的冷水團動態?

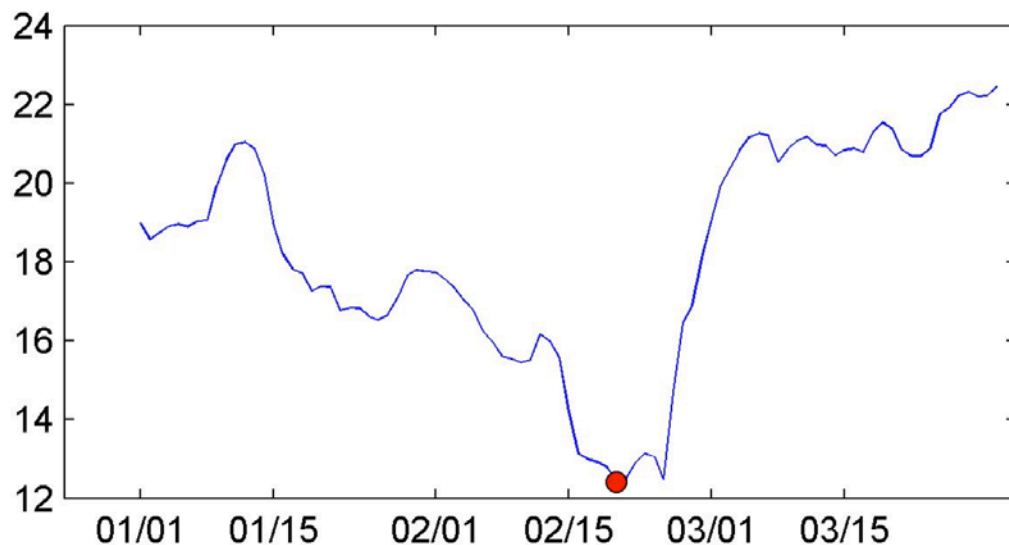


# 近25年的發生案例

三次寒害事件:2000年,2008年,2011年 (呂等,水試所)

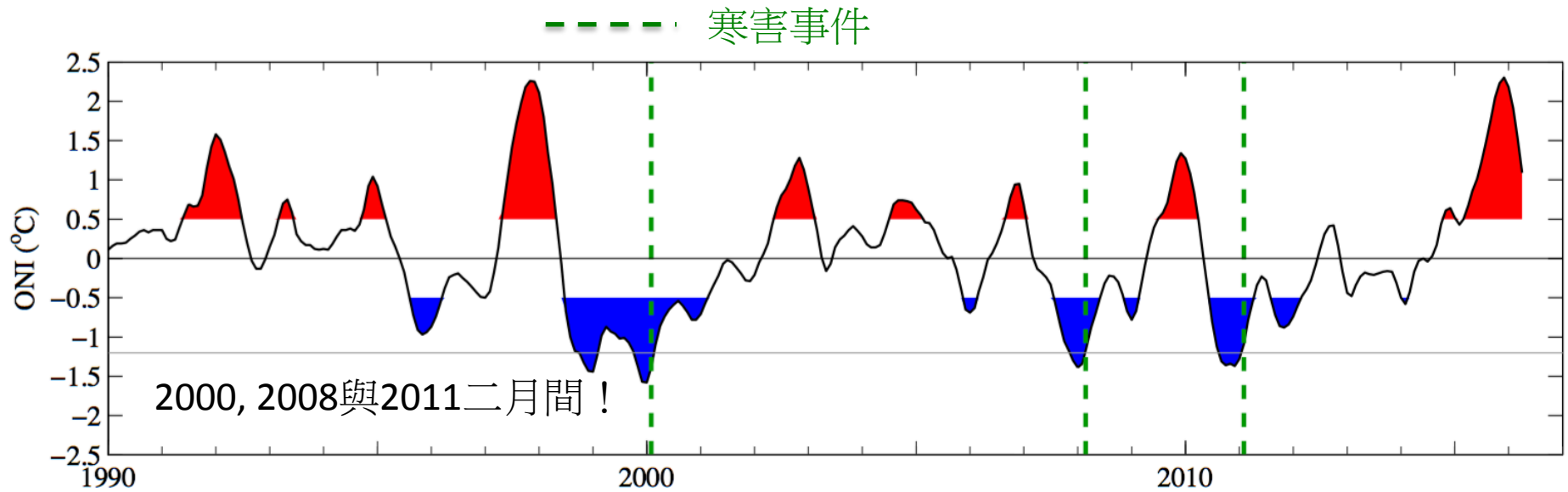


三個事件均未顯示“海表”冷水自北向南移動！  
以SST預報有其困難度



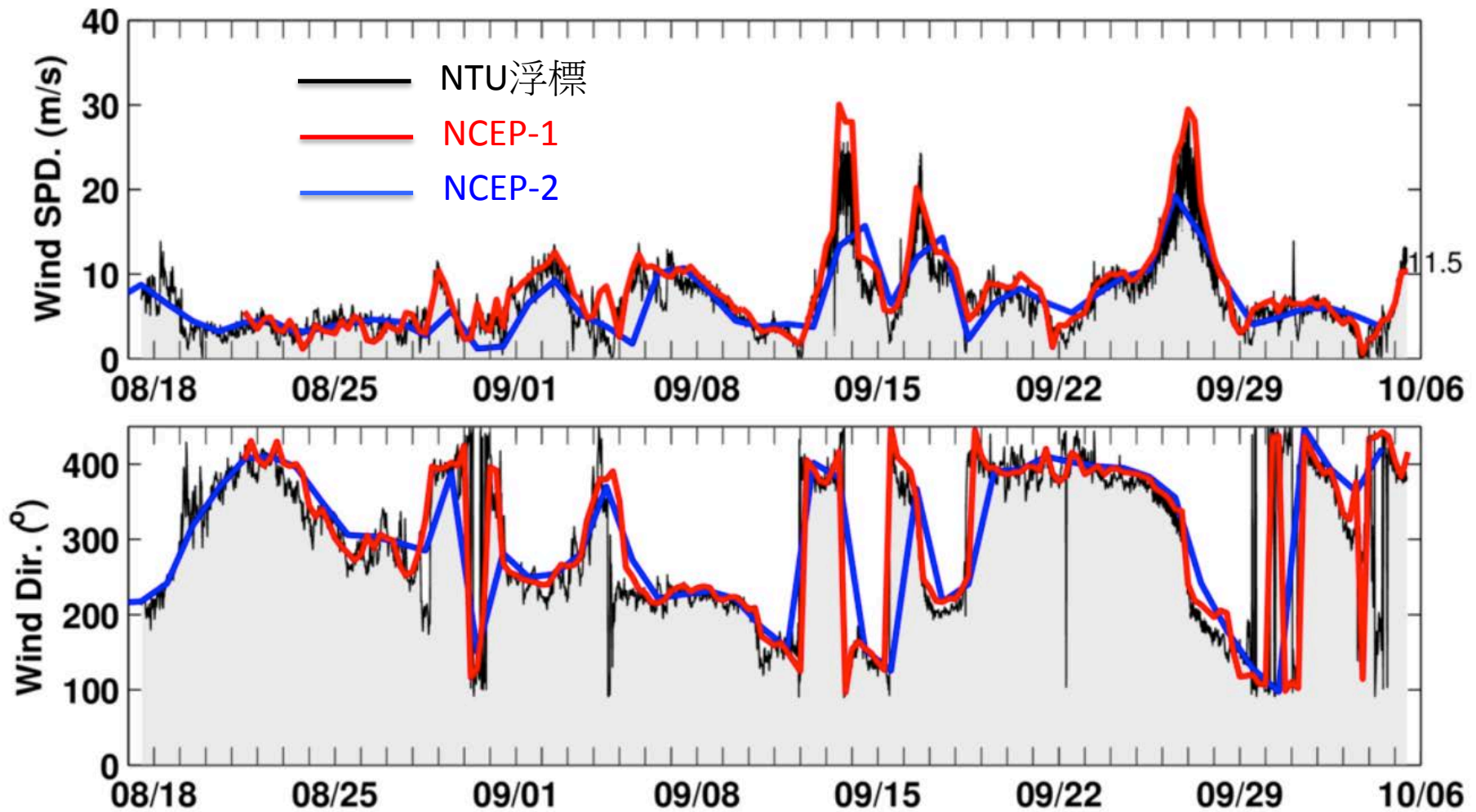
SST顯示，冷水非由北往南移動，冷水何處來？  
大氣？河川？

# ONI指標:與聖嬰/反聖嬰之關係



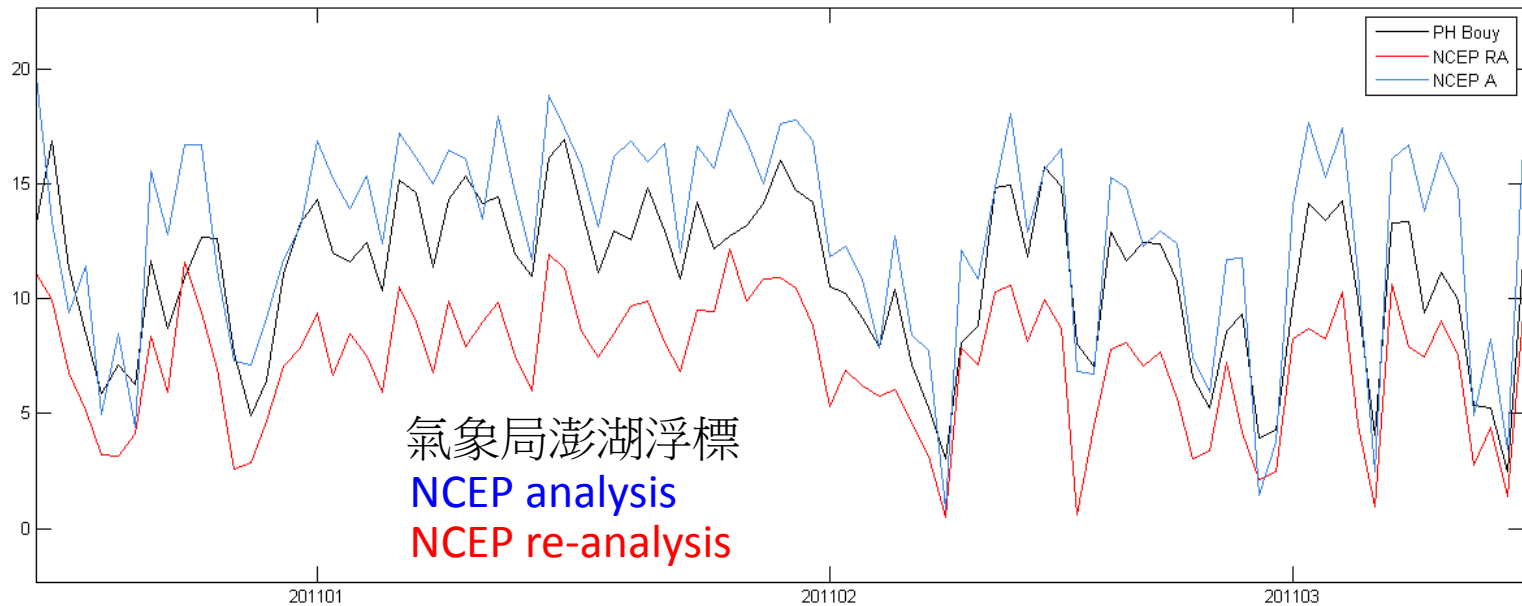
- 整合過去已知的寒害事件與ONI相較，我們發現當前年**ONI峰值<-1.1°C**時(強La Nina)，隔年的1-2月發生寒害的機率相當高。
- 自1990到2016年間，4個**ONI<-1.1°C**的事件有三個隔年發生了寒害(75%)。當發生此峰值時的隔年1-2月，皆仍處於La Nina時期(ONI<-0.5)。
- 過去研究已發現,La Nina時期:
  - (1) 冬天東北季風會更為強盛且更冷，也有機會持續較多天
  - (2) 黑潮入侵南海較不明顯→也就是海峽南部的水來自黑潮支流成分低

# 風速指標：合適的風場為何？





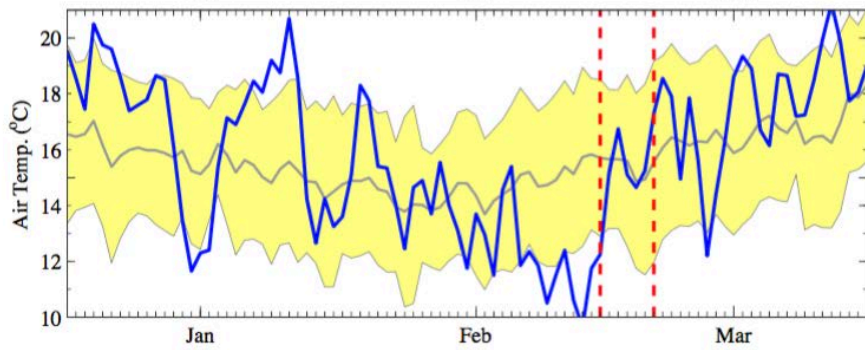
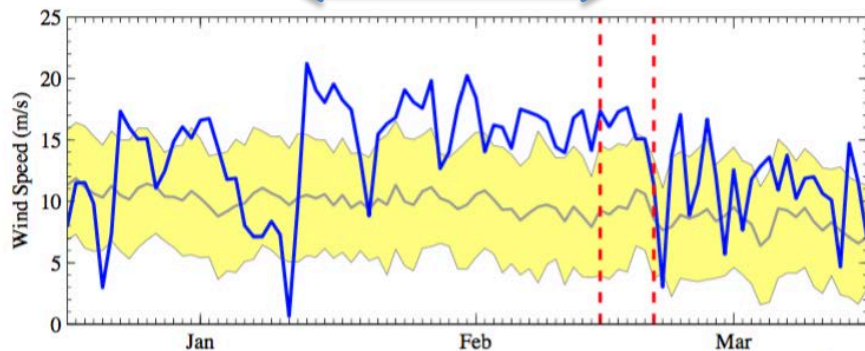
# 風速指標：合適的風場為何？



- NCEP-analysis為可接受之風場

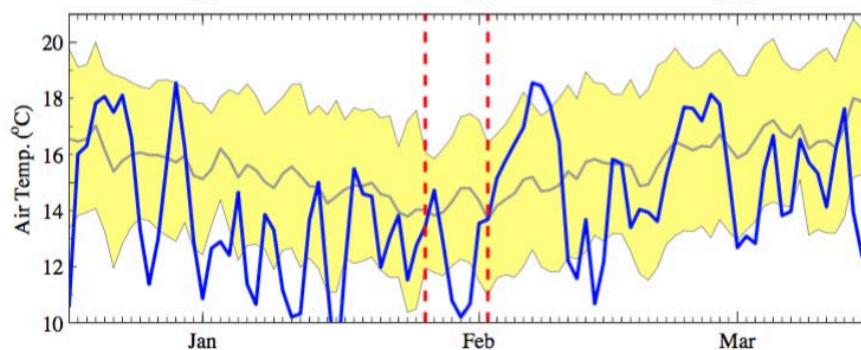
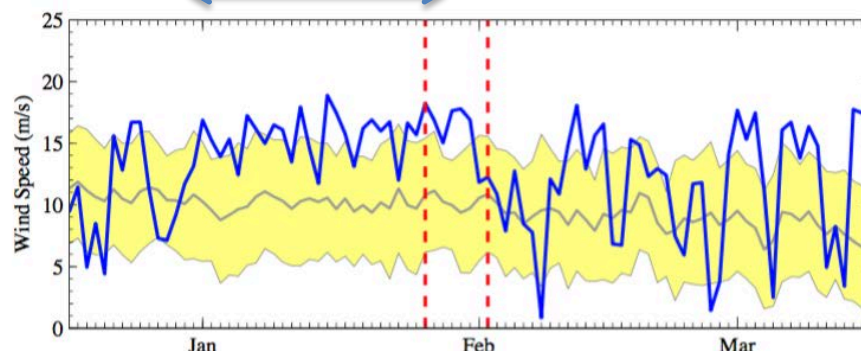
# 風速-氣溫指標

38天高風速低氣溫



1990-2016平均 v.s. 2008

33天高風速低氣溫



1990-2016平均 v.s. 2011



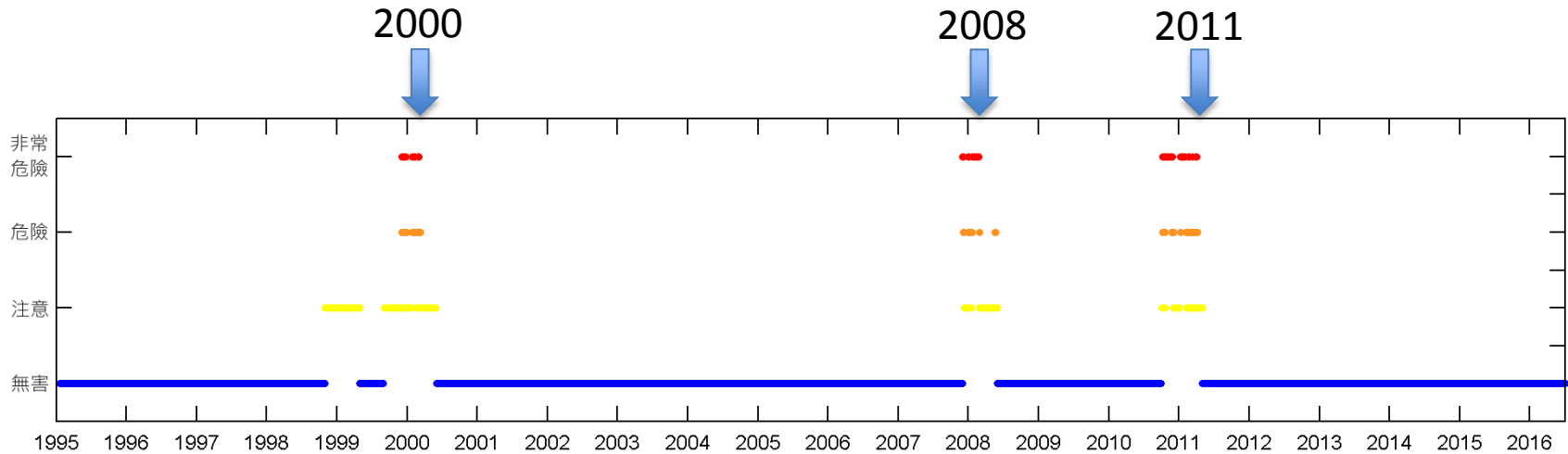
# 預報準則

在海表溫 $<20^{\circ}\text{C}$ 情況下:

燈號	條件	燈號意義	備註
黃燈	ONI $< -1.0$	有寒害可能性	可一個月前預報
橘燈	過去 10 天風速有 6 天以上達到 >12 m/s	危險	可於數天到 1 星期 前預報
紅燈	過去 20 天風速有 15 天以上達 到>12 m/s	非常危險	可於數天前預報



# 準則測試



2000年 --

橘燈: 距離事件前17天  
紅燈: 距離事件前5天

2008年 --

橘燈: 距離事件前32天  
紅燈: 距離事件前21天

2011年 --

橘燈: 距離事件前25天  
紅燈: 距離事件前20天

# 總結

- 發生機制：詳細仍待解

澎湖海域之海溫寒潮事件除了與中國沿岸流有關外，可能與當地持續性高風速造成之海氣混合有關。

- 可預報性：ONI, wind speed

海峽的持續性高風速僅發生在La Nina年的冬天(1-2月)。此風場持續性可用以預報海溫寒潮的發生。

- 其他指標？

SST亦有可能為有用的指標，但可預報期限相當短。

- 願景與展望：

既有海洋科學研究 + 開放領域資源(經實測驗證) → 災防貢獻