

2018年玉兔(YUTU)颱風對西北太平洋中葉綠素的個案探討

組員:李孝禹、周昱昊、林佳嫻、張仲均、張敦凱、許可碩

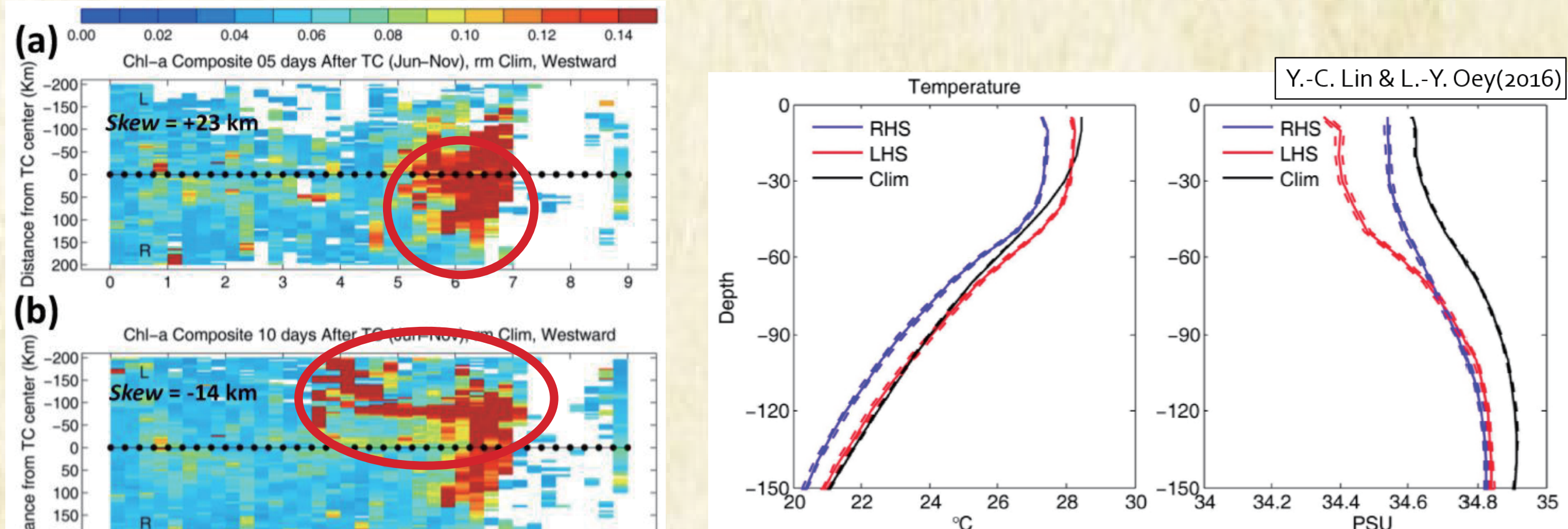
指導老師:張瓊文

研究動機

熱帶氣旋的經過在大氣與海中帶來強烈擾動促使浮游植物產生變化，這有助於地球生地化的長期演變。在過去的文獻中以颱風路徑觀察開放海域藻類生長的内容相對來的少，藉由玉兔颱風作為個案來瞭解海洋對葉綠素形成的過程與颱風在海中所帶來的影響為何。

文獻探討

Lin and Oey(2016)文章中作者取1998年-2013年6月至11月共141筆颱風的合成分析，颱風的風所產生的紊流擾動與颱風的降雨都會造成葉綠素爆發(blooming)。



圖一、颱風五天後(a圖)及十天後(b圖)葉綠素分布

在颱風過後的前期(1~5天)blooming發生在颱風右側(如圖a紅圈)，主要是受到強風所產生的擾動影響。而後期(6~10天)blooming傾向於颱風路徑左側(如圖b紅圈)，則是受到降雨產生海中強烈的分層(如圖二)，造成營養鹽困在次表層，進而造成blooming的發生。

但在另一篇文章中Gran and Braarud於1935年指出在海表面若有強烈的風速，在海中就不會有blooming發生。

玉兔颱風

一、形成至消散時間

2018年10月20日開始至11月3日結束

二、最強風速(一分鐘平均)

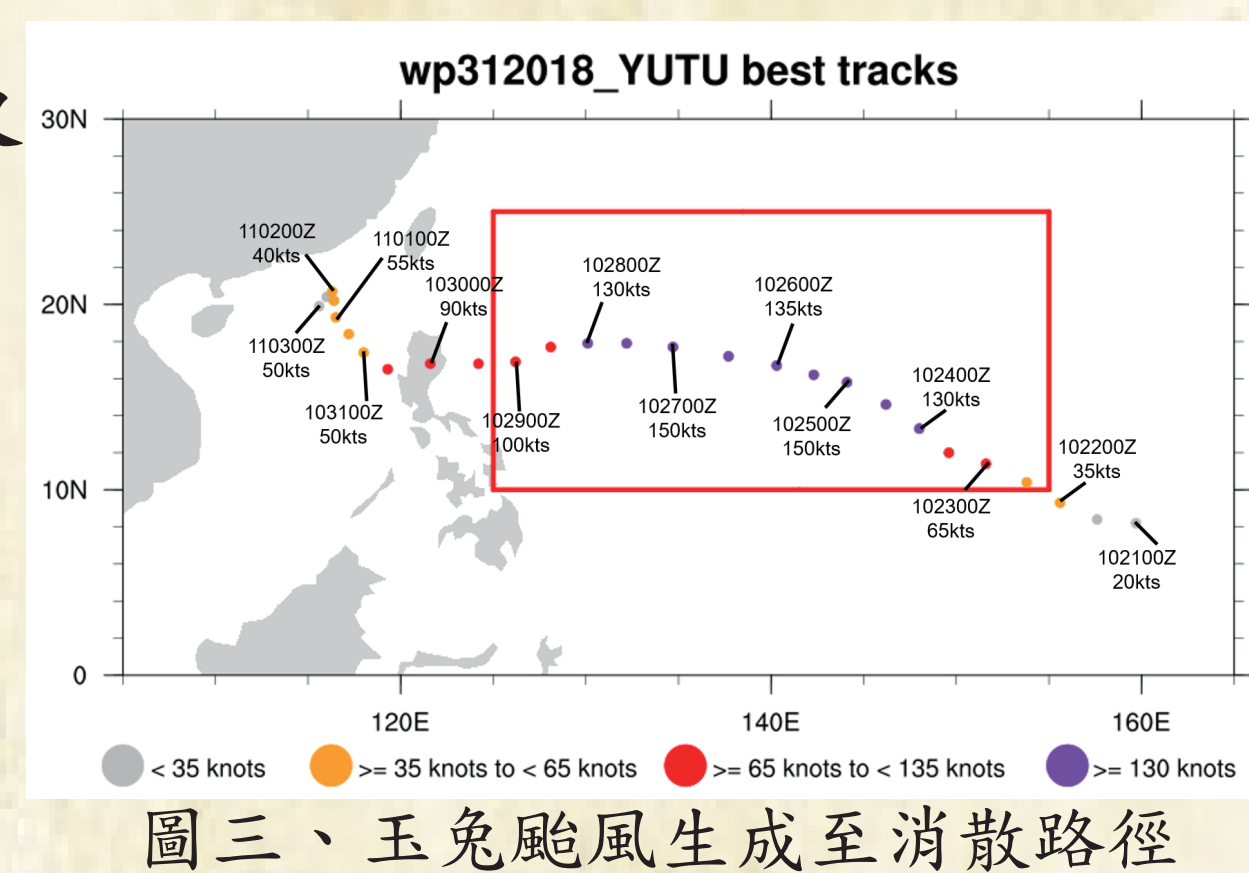
分別在10月25日與10月27日
風速強度150 knots(280 km/hr)

三、移動速度

以每小時20公里速度由東向西前進

四、特色

在25日出現眼牆置換，於26日完成眼牆置換後27日風速重新達到最大值。

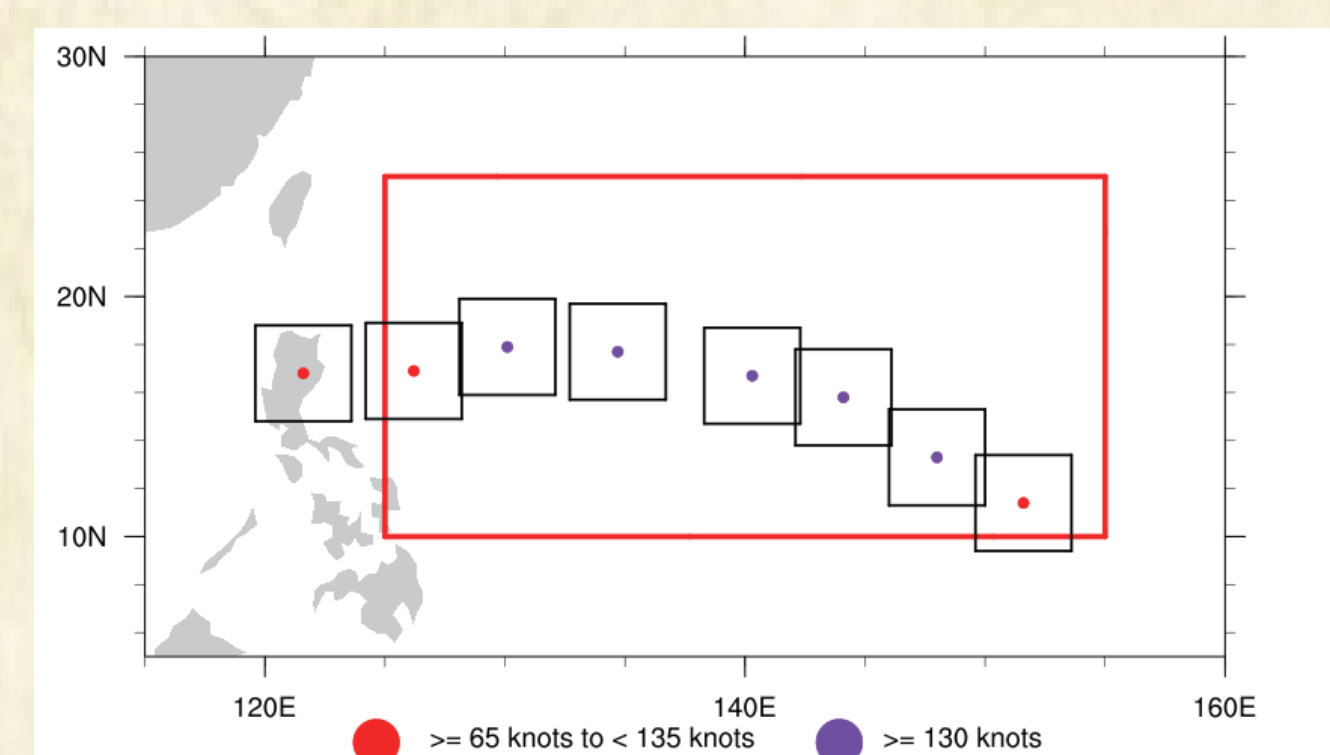


圖三、玉兔颱風生成至消散路徑

研究資料與方法

變數	來源	時間解析度	空間解析度
葉綠素	Mercator-Ocean	Daily	0.25x0.25
鹽度	Mercator-Ocean	Daily	0.083X0.083
海表面溫度	GHRSSST	Daily	0.05x0.05
降水	TRMM	Daily	0.25x0.25
風場	CERSAT	6 hours	0.25x0.25
颱風路徑	JTWC	6 hours	--

圖四、各變數之來源與時間空間解析度



圖五、玉兔颱風路徑上各日期之研究區域

選取玉兔颱風強度達到Category-1風速大於33m/s(65knots以上)作為開始，直至登陸菲律賓結束(圖五紅框所示)，以颱風中心經緯度2度的範圍來做為研究區域(圖五黑框所示)，分別來看各變數沿颱風路徑上的變化，並且搭配哥白尼計畫中Mercator-Ocean的資料，使海面資料與海中資料兩者相為呼應。

圖五的紅框範圍內，為葉綠素深度最大值的區域，可以清楚比對颱風過境前後的不同。

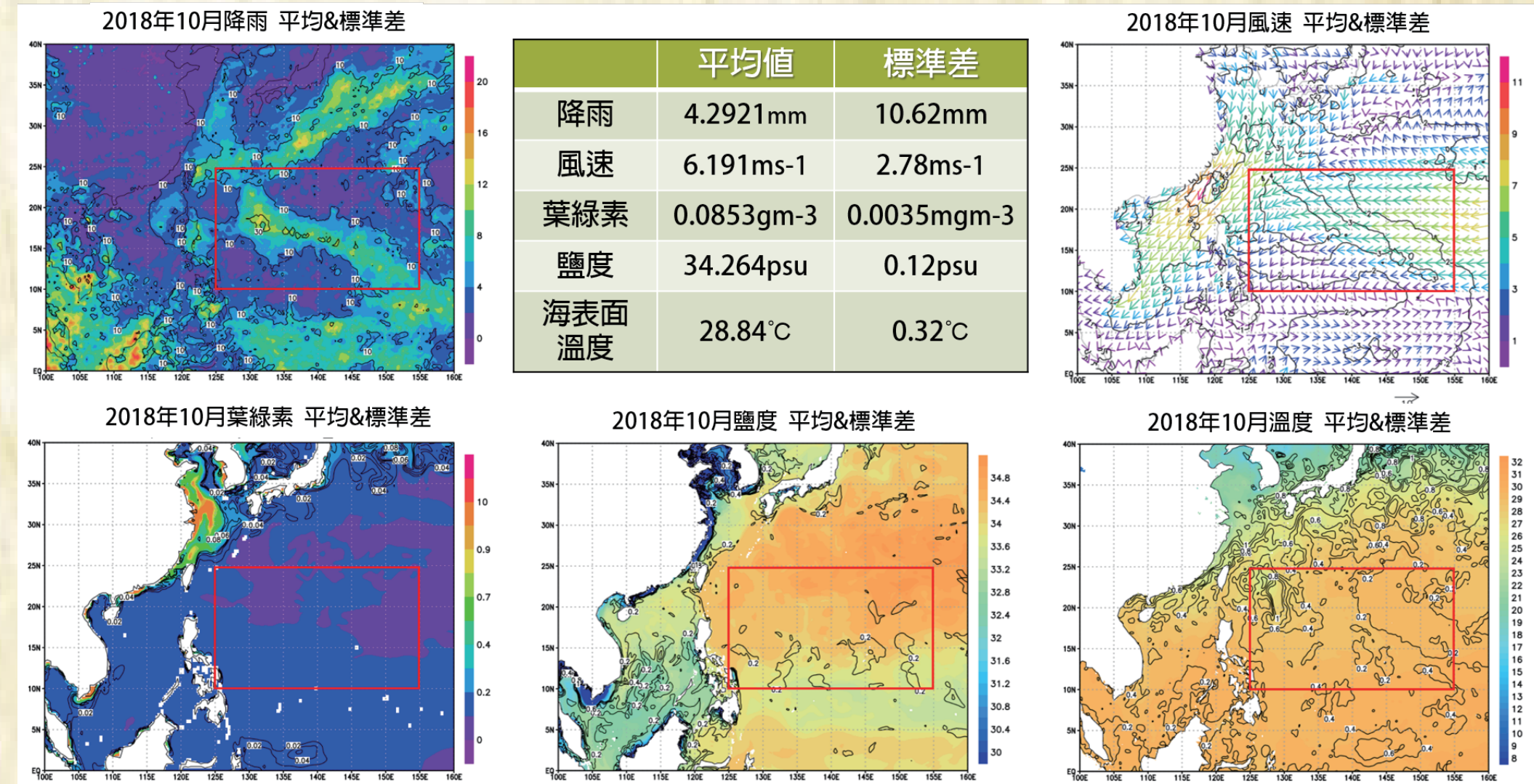
本次研究定義當葉綠素與周遭數值相對增加便視為爆發(blooming)。

參考文獻

1. Lin, Y.-C. and L.-Y. Oey, 2016: Rainfall-enhanced blooming in typhoon wakes. Scientific Reports. DOI: 10.1038/srep31310.
2. Y. Wang and C-C Wu, 2010: class notes of "Tropical Cyclon Dynamics" @NTU.
3. Gran, H.-H. and Braarud, T. 1935: A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Maine (including observations on hydrography, chemistry and turbidity). Journal of the Biological Board of Canada, 1(5): 279-467.

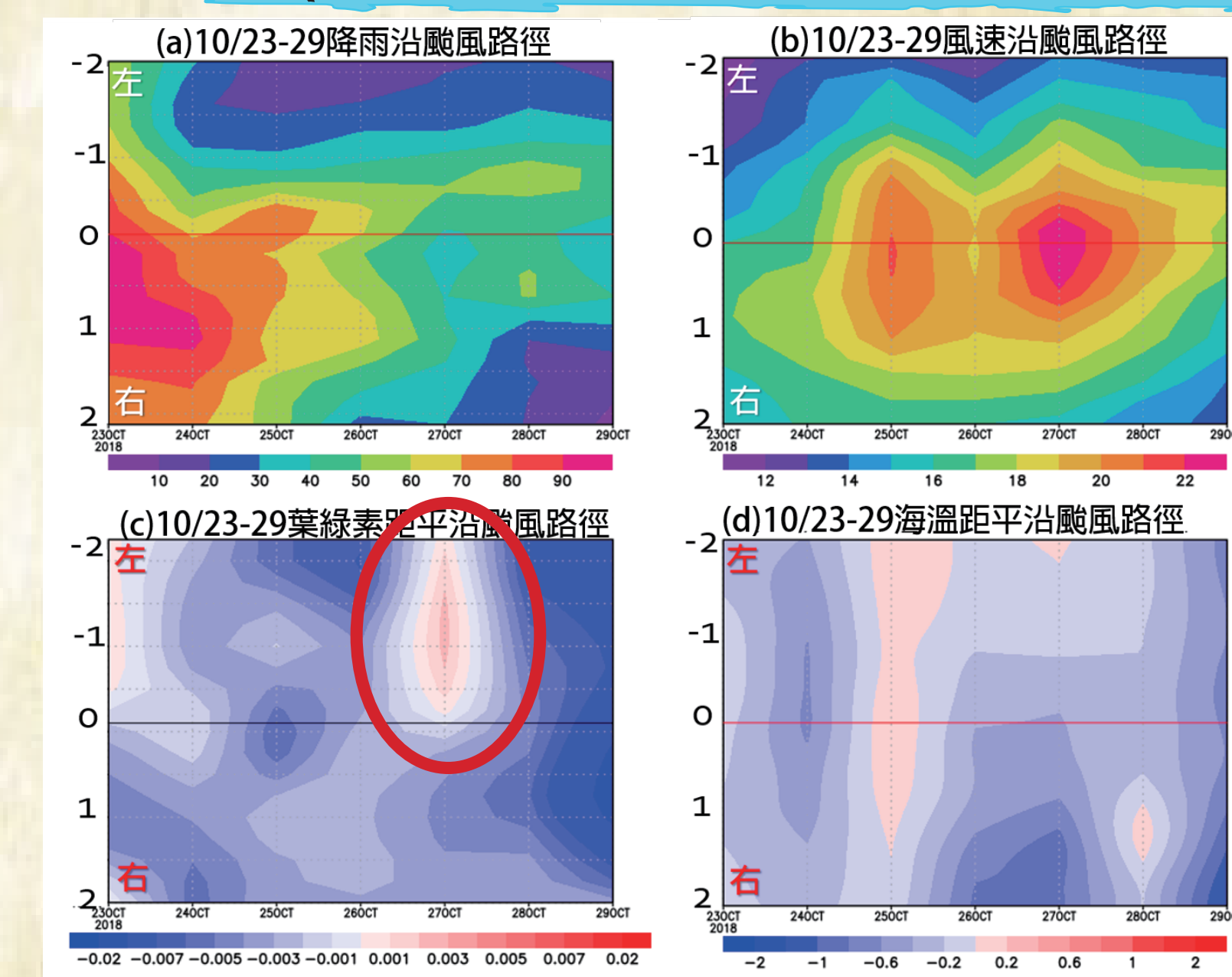
2018年10月各變數平均及標準差

從圖六可以發現在2018年10月海面上整體變化並不大，且研究範圍內(紅框區域)各變數變化皆小於一個標準差(等值線表示)。



圖六、2018年10月降雨(左上)、風速(右上)、葉綠素(左下)、鹽度(中下)、海表面溫度(右下)之平均及標準差

10月23日-29日沿颱風路徑左右兩側變化



圖七、10月23日至29日(a)降雨、(b)風速、

(c)葉綠素距平、(d)海溫距平沿颱風路徑上的比較

從圖七來看玉兔颱風在整體路徑上(a)降雨最大值出現在23日到25日右側，之後逐漸趨緩。(b)風速的強度範圍亦是右側比左側來的強且廣，在27日來到最大。而(d)海溫的降溫主要出現在颱風路徑的右側。

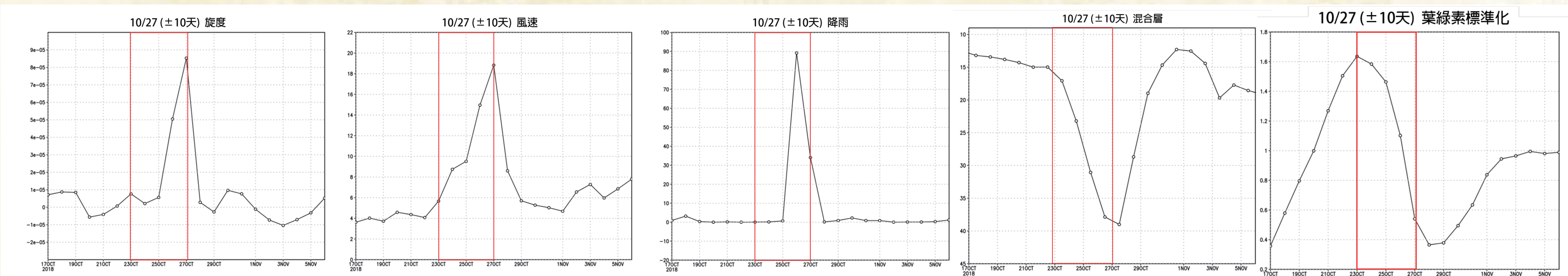
但(c)葉綠素blooming卻是出現在颱風路徑上27日左側的位置。

10月27日前後10天颱風路徑左側blooming的變化

27日為颱風中心點到達的時間。從圖八發現(a)旋度、(b)風速、(c)降雨在23日至27日(紅框內)颱風來臨前五天皆開始上升，且(d)混合層有加深的趨勢。但(e)葉綠素最大值的出現反而是在23日，當颱風逐漸接近後(紅框內)葉綠素有明顯的減少，直到30日時才漸漸恢復。

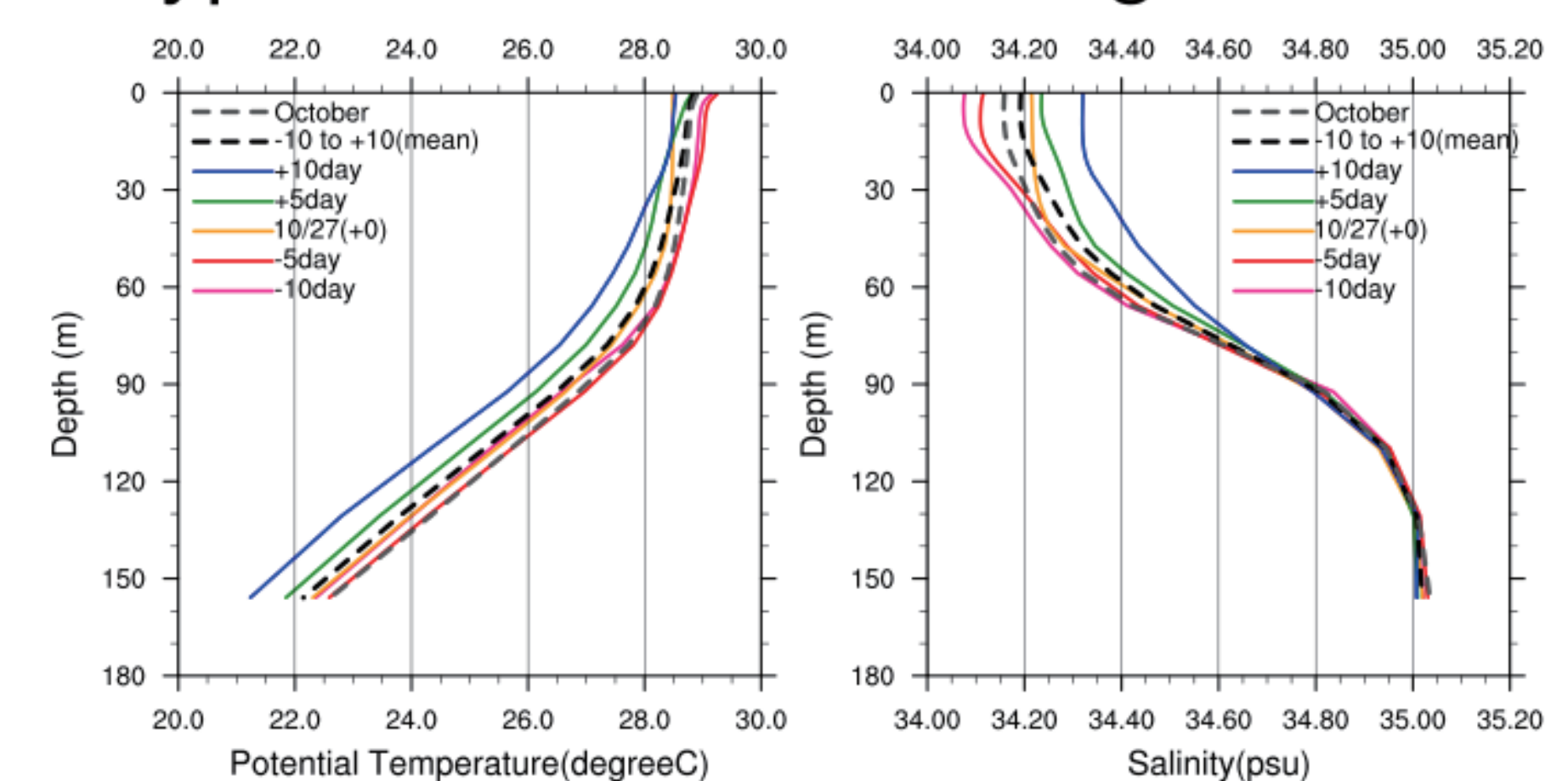
相同的時間範圍下，圖九的位溫與鹽度垂直剖面圖中，看出颱風對海洋次表層的影響可超過9天以上，混合層在颱風來臨前(前三天)有加深的情形，之後則回復到原始深度。

結合上面的發現，在混和層加深的同時，葉綠素濃度也隨之減少。這樣的現象與Gran and Braarud(1935)提出在海表面若有強風擾動則海中就不會有blooming發生的說法相符合。



圖八、10月27日左側(a)旋度、(b)風速、(c)降雨、(d)混合層以及(e)葉綠素標準化在颱風前後10天的變化

10/27 typhoon track left shifting #-10 to #+10



圖九、10月27日左側海中溫度垂直剖面(左圖)及鹽度垂直剖面(右圖)

結論

- 一、10月27日觀察到颱風路徑左側相較於其他區域有blooming的現象發生。
- 二、玉兔颱風來臨前(10月23日至10月27日)葉綠素濃度快速下降，同時混和層深度也極劇加深，符合Gran and Braarud(1935)所提出的結果。
- 三、本次分析結果中，葉綠素blooming的時間點與Lin and Oey(2016)不一致，推測是玉兔颱風的路徑沿著北赤道洋流(NEC)向西行，在海洋、颱風與NEC相互作用的渦流效應下，需要做進一步的探討。