

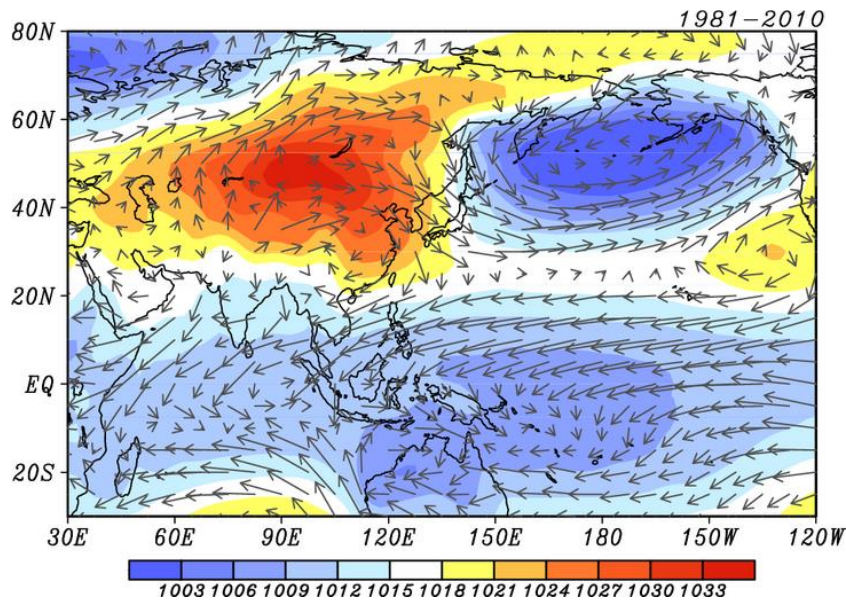


近四年（2010 - 2013）東亞冬季季風 特徵分析與比較

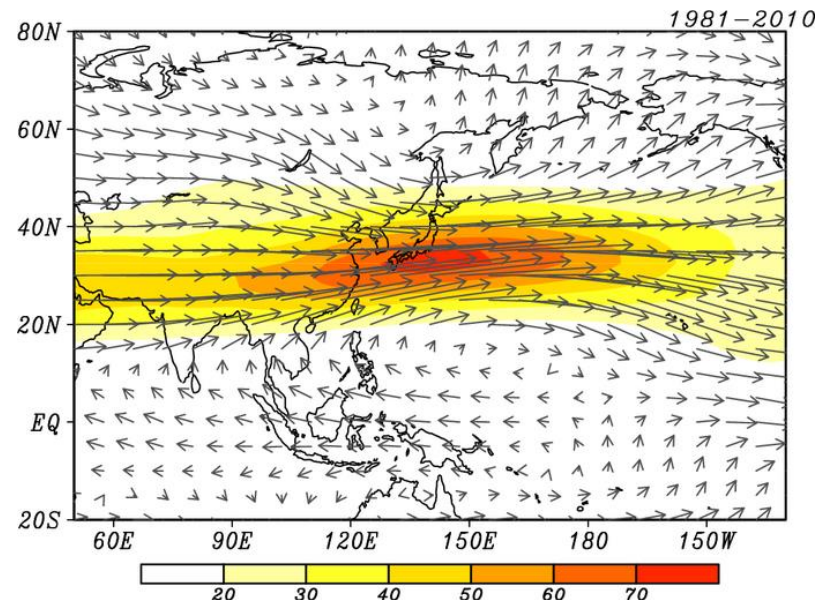
中央氣象局科技中心 李思瑩 盧孟明

前言 (I)

- 歐亞大陸為世界上最大的陸地並鄰近印度洋與太平洋，因為太陽輻射的加熱不均以及海陸的比熱差異，使得東亞冬季季風 (EAWM) 成為地球上深具影響力的環流系統 (Li, 1955; Tao, 1957; Ding, 1994)。
- 許多研究 (Chang and Lau, 1982; Chan and Li, 2004; Jhun and Lee, 2004) 指出東亞冬季季風的特徵除了主要的西伯利亞高壓以及大範圍的北風與冷空氣之外，還有北太平洋處的阿留申低壓、東亞地區 (日本附近) 中、高層的低壓槽以及高層強烈的西風噴流。



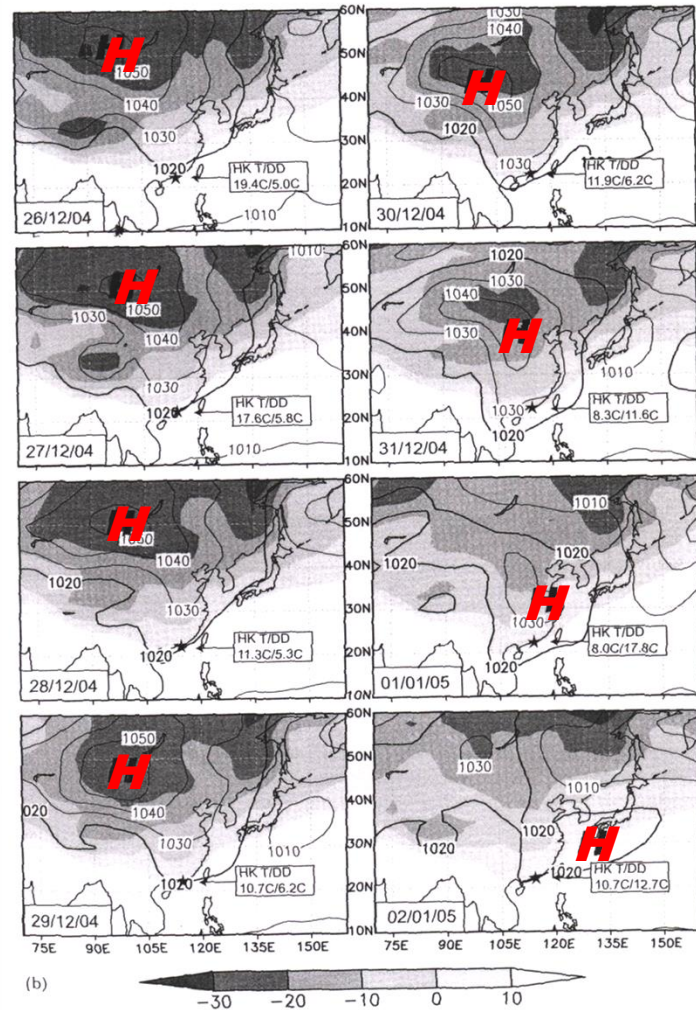
海平面氣壓 (shaded)
925hPa風場 (vector)



200hPa緯向風速 (shaded)
與風場 (vector)

前言 (II)

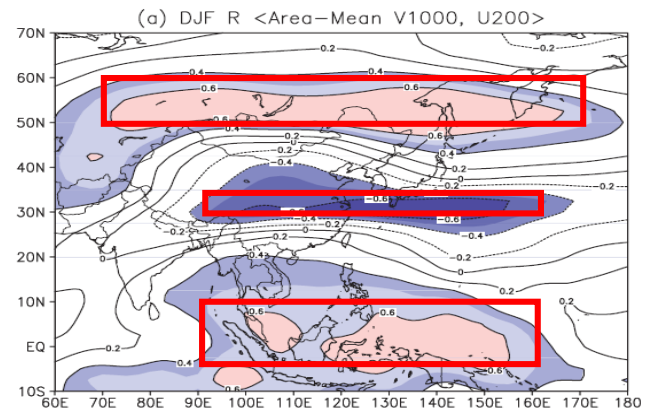
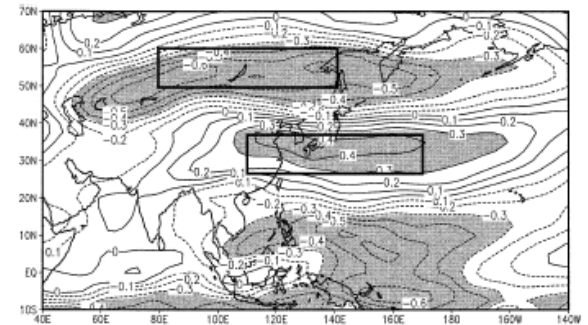
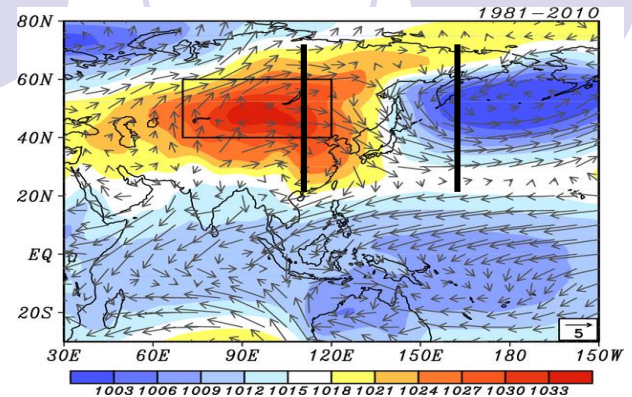
- 當西伯利亞高壓朝大陸沿岸以及西太平洋向東南移動時，會有強烈的冷空氣爆發以及強烈的北風伴隨高壓南下，並在短時間內到達熱帶地區 (Chang et al., 1983)。
- Wu and Chan (1995, 1997) 即利用香港測站的風速，風向資料將香港地區所發生的寒潮事件分為北風寒潮 (Northerly Surge) 與東風寒潮 (Easterly Surge)。
- 台灣冬季主要以低溫災害為主，當冷高壓南下，溫度驟降，往往為台灣帶來經濟與社會上嚴重的災害 (顏, 1961; 俞, 1978)，因此，對於寒潮的定義多以低溫程度 (冷度) 以及降溫幅度來表示 (王, 1978; 任與蔡, 1981; 盧與李, 2009)。
- 氣象局科技中心氣候資訊網在東亞冬季季風監測方面建立一套冬季季風監測系統。本文以2010-2013年為例，根據季風監測內容分析四年的季風特徵，依不同的季風指數，探討季風的強弱與變化特徵，並分析東亞季風變異對台灣低溫和寒潮事件活躍程度的影響。



Chang et al.
(in *Asian Monsoon*,
Ed. Wang, 2006)

東亞冬季季風指標定義

- 西伯利亞-蒙古高壓指數 (SMH; *Chang and Lu, 2012*)
 - ➔ 選取西伯利亞-蒙古高壓最大值範圍，計算區域平均之海平面氣壓值 (SLP)。
 - ➔ 指標愈強，高壓愈強，即EAWM愈強。
- 東亞冬季季風指數 (EWW; *Wu and Wang, 2002*)
 - ➔ 計算20N-70N之間160E (SMH) 與110E (AL) 的緯向氣壓差來定義冬季季風。(SLP)
- 東亞冬季季風指數 (EJL; *Jhun and Lee, 2004*)
 - ➔ 利用SH發展時與U300, 低溫的良好關係，以中高緯300hPa的緯向風切來定義東亞冬季季風。
- 東亞冬季季風指數 (ELY; *Li and Yang, 2010*)
 - ➔ 要定義EAWM，不只要考慮中高緯度，還要考慮熱帶地區。因此使用低, 中, 高緯的緯向風切 (U200) 來定義東亞冬季季風。



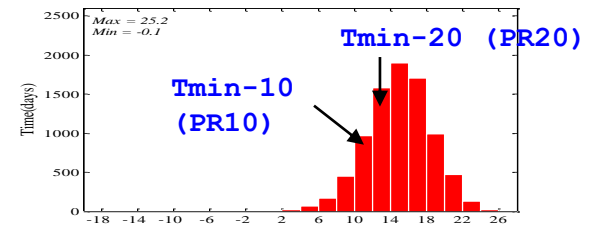
全島型寒潮定義

盧與李(2009)

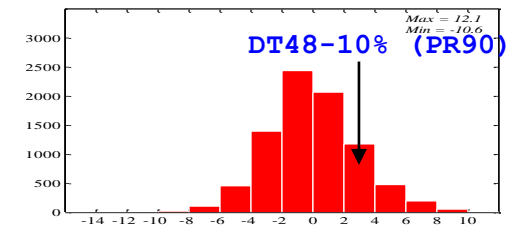
- 首先統計台灣21個測站56年冬季最低溫、24小時升溫與48小時降溫資料，排序後找出求取各自的百分位 (PR)。
- 以台灣21個測站各自符合以下兩條件：
 1. 當最低溫低於PR10 (機率分布左端10%)，或48小時內溫度降幅達到PR90 (機率分布右端10%) 時，定為寒潮開始；
 2. 當24小時內溫度升幅達PR90 (機率分布右端10%) 以上或最低溫高於PR20 (機率分布左端20%)，此數值與1月平均最低溫相近，則視為寒潮結束。
- 當一段時間中有超過17個以上的測站發生寒潮，即定此事件為全島型寒潮事件。

以台北為例：

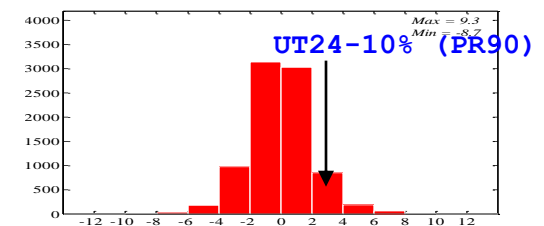
最低溫



48小時降溫



24小時升溫



冬季季風監測系統

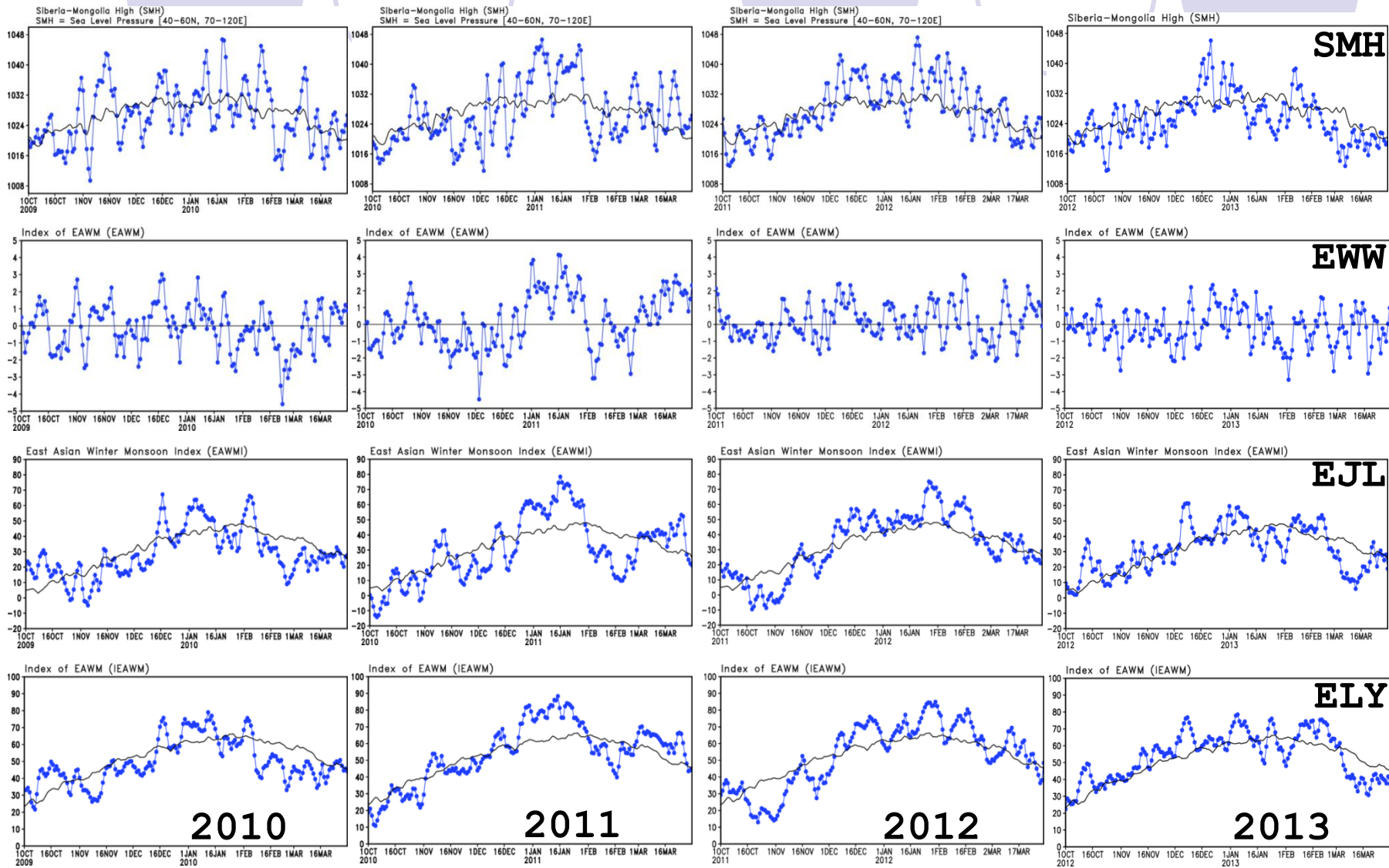
- 冬季季風指標
資料：NCEP/NCAR reanalysis,
1948-2013, Oct-Mar, daily
變數：SLP、U300、U200
- 台灣寒潮
資料：中央氣象局局屬21個測站之逐日最低溫
1951-2013, Nov-Mar
- 功能
 - 1、監測每年冬季季風的強度以及變異
 - 2、監測每年台灣全島型寒潮以及極端低溫



冬季季風監測系統

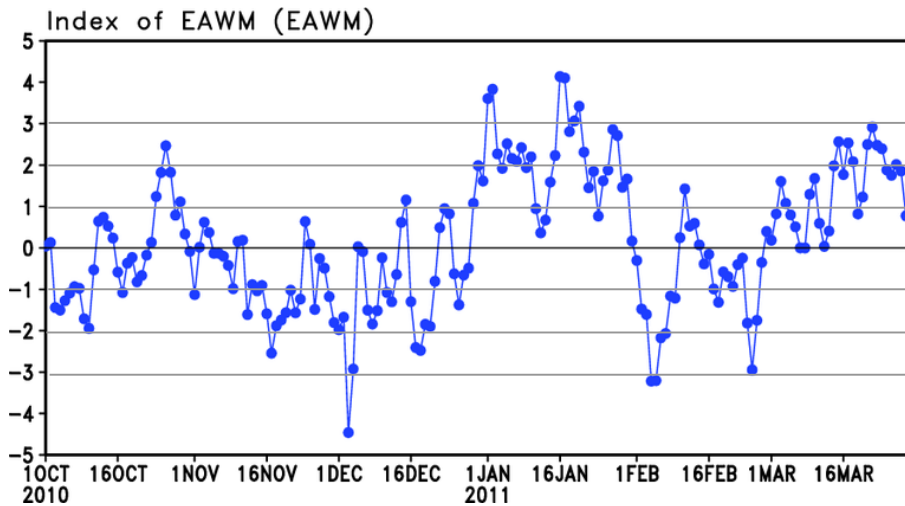
- 季風指標
 1. 逐日變化
 2. 不同等級強度之天數
 3. 變異量
 4. 頻譜分析
- 台灣寒潮
 1. 極端低溫日數
 2. 全島型寒潮
- 季風指標與台灣低溫的關係

2010-2013冬季季風指標逐日變化



2010-2013冬季季風指標 不同等級強度之天數

- 根據4個冬季季風指標的氣候平均值以及標準差統計指標正、負之天數。



	1981-2010 ano-clm	
	+	-
<i>SMH</i>	78.9	103.1
<i>EWV</i>	90.4	91.6
<i>EJL</i>	83.4	98.6
<i>ELY</i>	83.3	98.7

- 氣候平均值, 標準差：使用1981-2010年10-3月逐日資料所計算。
- ano：逐年大於 (+) 以及小於 (-) 氣候平均值之天數
- ano-clm：1981-2010年ano (+) /ano (-) 之30年平均天數。
- sd：逐年大於 (+) 以及小於 (-) 標準差之天數。

4個冬季季風指標超過各自不同標準差之天數

Unit : days

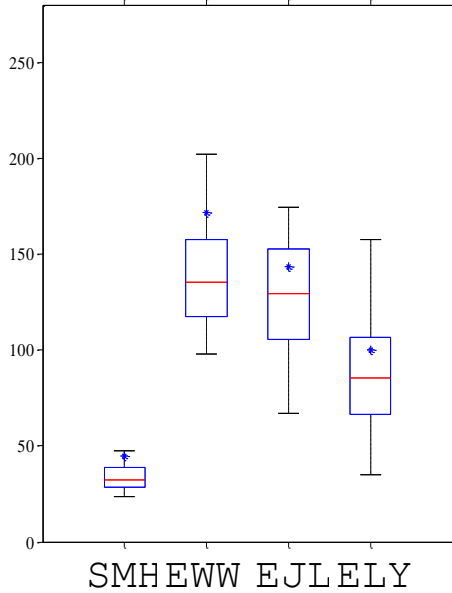
SMH	ano (+)	ano (-)	>1sd	<-1sd	>2sd	<-2sd	>3sd	<-3sd	EJL	ano (+)	ano (-)	>1sd	<-1sd	>2sd	<-2sd	>3sd	<-3sd
2010	87	95	72	78	63	67	54	59	2010	67	115	58	101	52	89	44	72
2011	80	102	72	90	65	74	59	62	2011	86	96	76	89	67	80	64	71
2012	90	92	78	72	67	50	57	32	2012	108	74	101	62	86	52	65	40
2013	62	120	51	108	40	81	29	63	2013	89	93	73	71	60	56	44	44
ave	78.9	103.1	64.4	86	52.3	70.4	40.4	55.1	ave	83.4	98.6	70.5	85.2	58.3	70.9	46.6	57.9
EWV	ano (+)	ano (-)	>1sd	<-1sd	>2sd	<-2sd	>3sd	<-3sd	ELY	ano (+)	ano (-)	>1sd	<-1sd	>2sd	<-2sd	>3sd	<-3sd
2010	88	94	38	47	7	15	1	3	2010	68	114	58	98	52	85	46	76
2011	97	85	56	48	27	10	6	3	2011	93	89	85	74	80	57	72	41
2012	92	90	44	25	10	2	0	0	2012	109	73	99	64	85	59	71	50
2013	80	102	24	42	4	10	0	1	2013	120	62	101	47	79	43	61	34
ave	90.4	91.6	36.7	35.1	8.6	8.2	1.4	1.1	ave	83.3	98.7	70.3	83.8	57.9	69	46	56.4

- ave : 1981-2010年30年ano/sd天數的平均。
- Red : 大於平均值 ; Blue : 低於平均值。

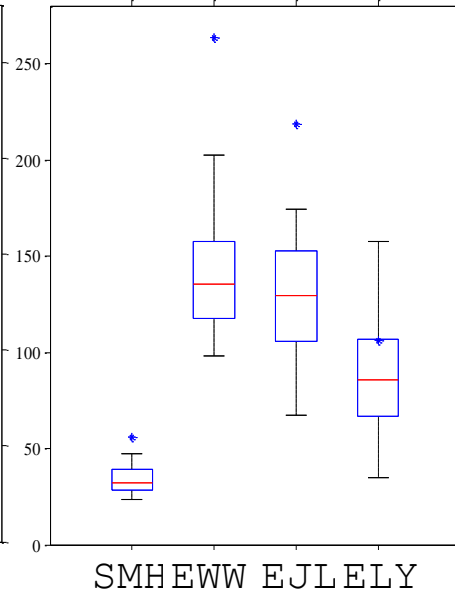
2010-2013冬季季風指標

變異量

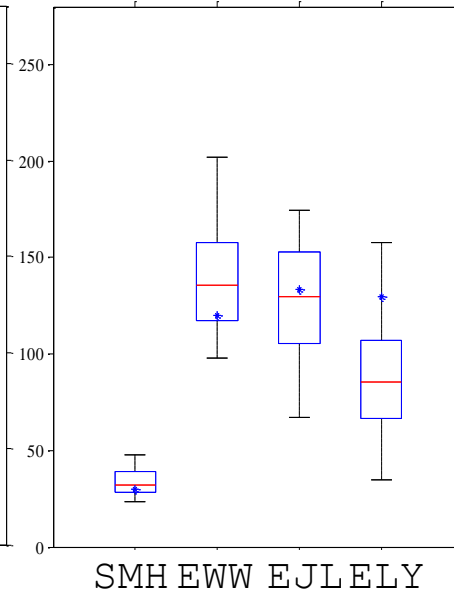
2010



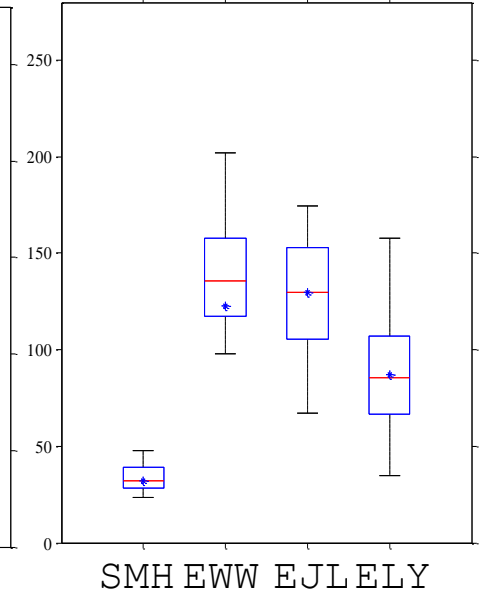
2011



2012

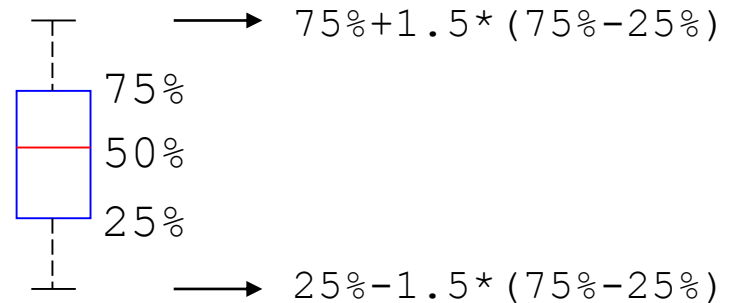


2013



$$Var \equiv \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

database : 1981~2010年冬季



2010-2013冬季季風指標-頻譜分析

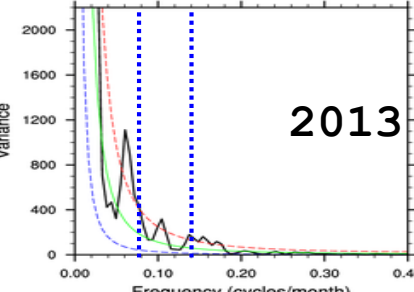
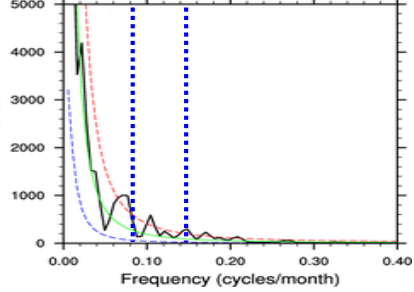
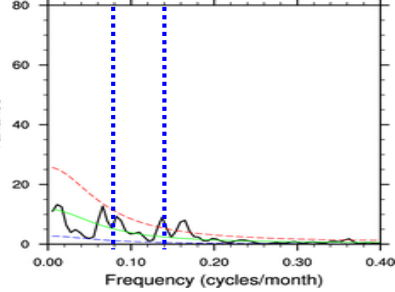
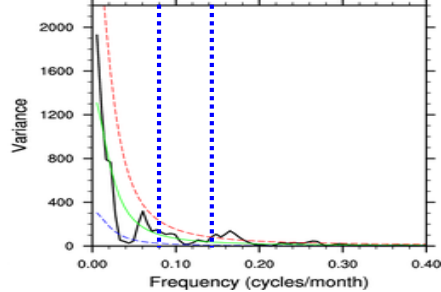
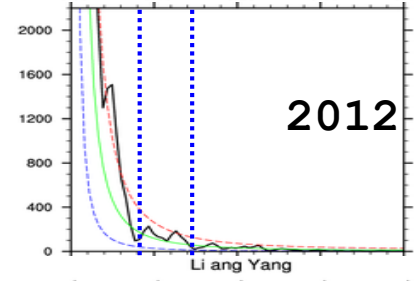
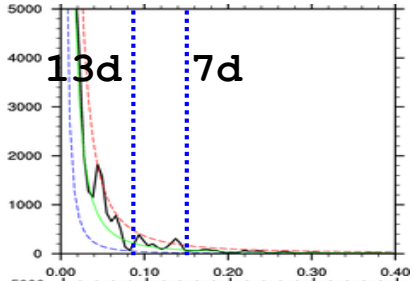
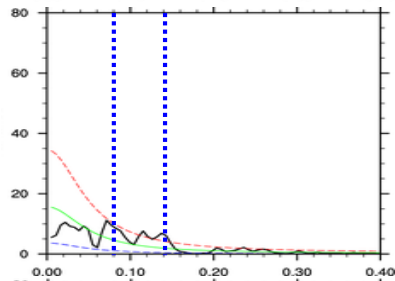
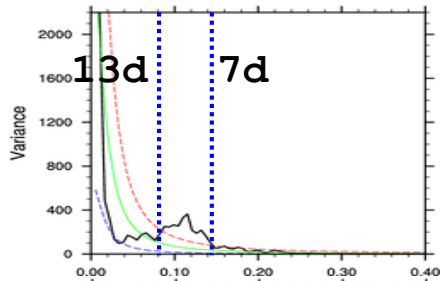
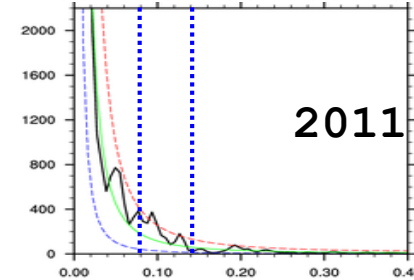
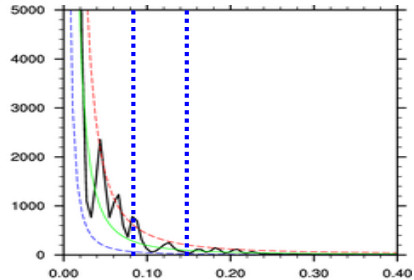
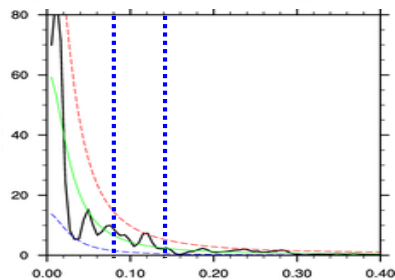
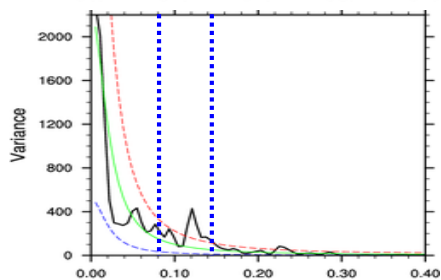
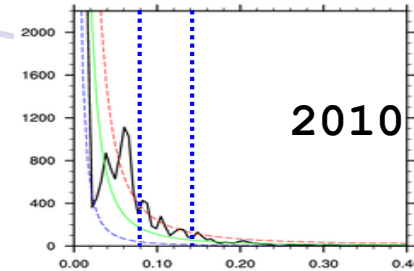
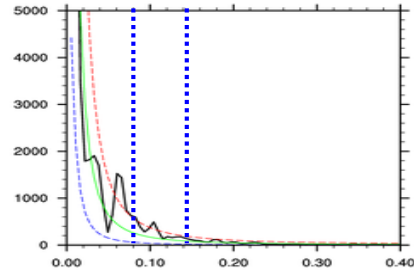
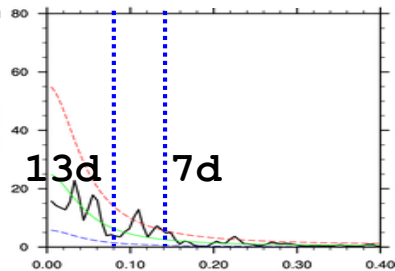
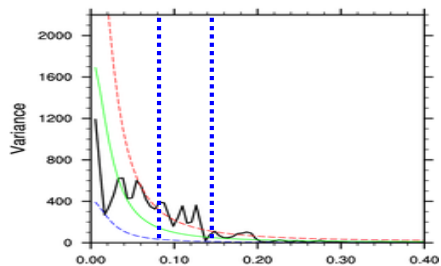
- - - 95%
- - - 5%
— red-noise

SMH

EWW

EJL

ELY



2010

2011

2012

2013

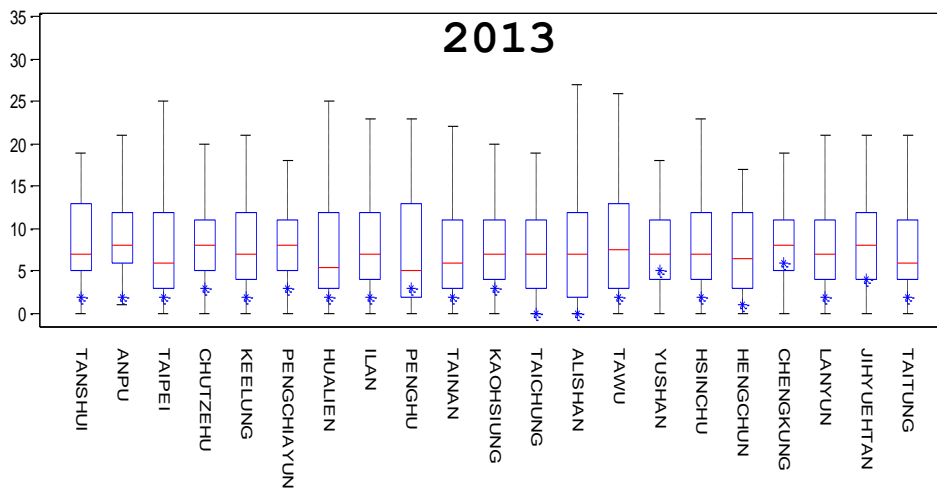
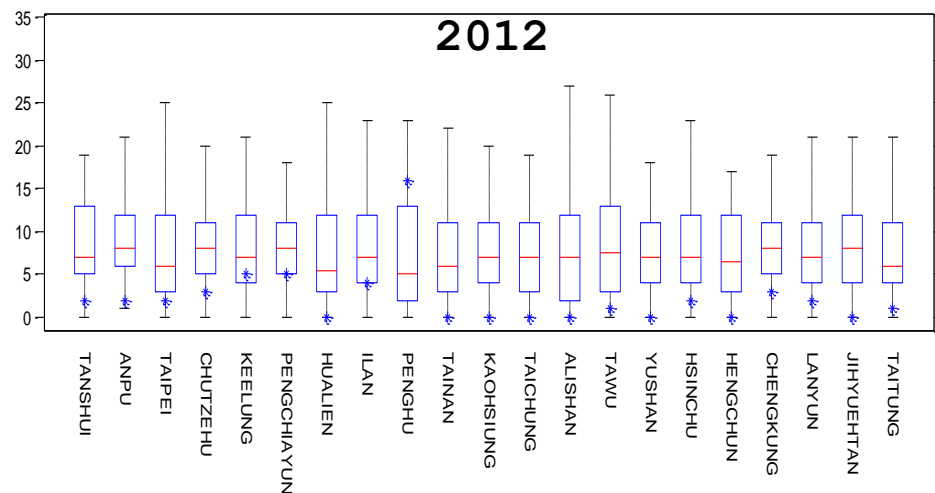
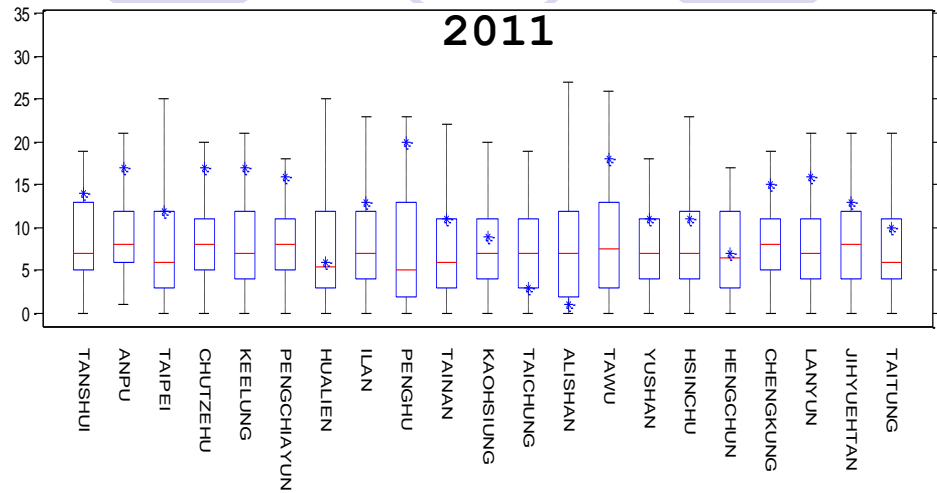
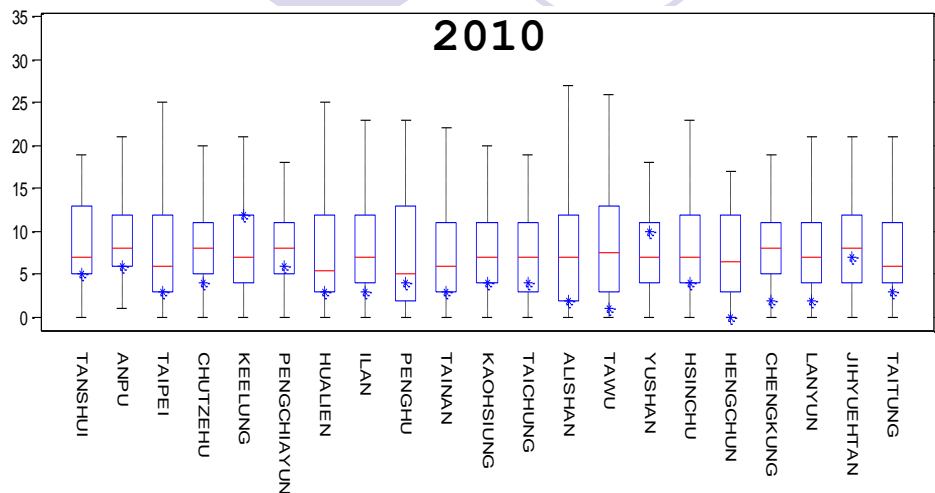
Li ang Yang

2010-2013冬季季風指標-小結

- 從逐日指標看到2010-2013年東亞冬季風主要特徵 (蒙古高壓、北風、高層西風噴流) 隨時間的變化，4個指標有一致的變化，季內尺度變化明顯。4年中，2010年冬季風變動頻率高、振幅大；2011年，在高頻變動中存在長週期的變化，且變化振幅大；2012、2013年，變動頻率高、振幅小。
- 強度方面，2010年雖有蒙古高壓偏強的特徵，但高層西風 (EJL、ELY) 偏弱，為弱季風年，2011年則因四個指數都顯示強度偏強的特徵，為強季風年，2012年只有EWW顯示偏弱的訊號，顯示北風較弱，但蒙古高壓與高層西風都偏強，為強季風年。2013年只有ELY較強，蒙古高壓與北風都偏弱，為弱季風年。
- 變異量方面，2010年的變異量為正常偏高，2011年有3個指標出現極端高變異的現象，2012年、2013年為正常。
- 2010與2012年在四個指數都有較多不同時間尺度的分量 (顯著的週期較多)，2011年的EWW沒有顯著的週期變化，SMH、ELY與EJL這3個指數皆有7-13天的顯著週期。2013年的EJL、ELY從高頻至低頻皆有顯著週期，SMH與EWW的顯著週期較高頻。

2010-2013冬季台灣寒潮

極端低溫日數



統計值為1960-2009年冬季(DJF)

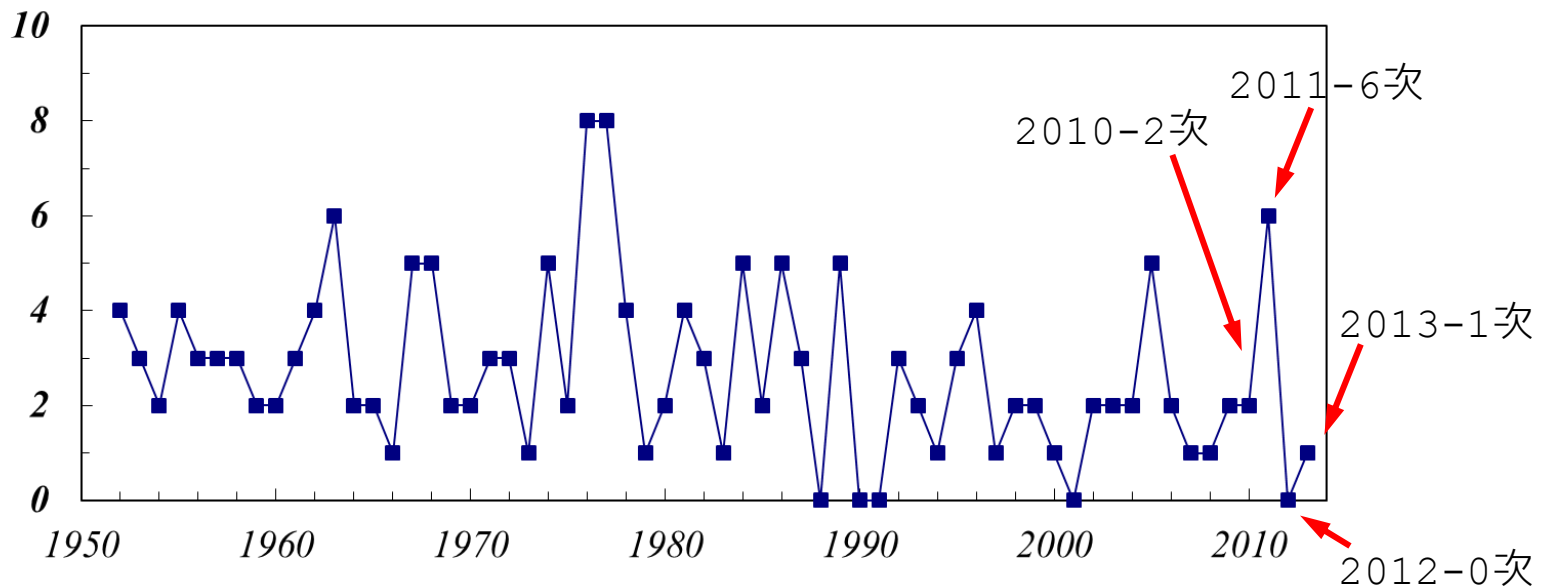
低於各測站最低溫度10%門檻值之天數

2010-2013冬季台灣寒潮

全島型寒潮

- 使用21個測站冬季逐日最低溫資料，根據盧與李(2009)判定各個測站是否發生寒潮事件，若有超過17個以上的測站，即為全島型寒潮。

逐年全島型寒潮發生次數



冬季季風指標與台灣低溫的關係

計算季風指數逐年冬季平均值、變異量與台灣21個測站之寒潮發生頻率、平均最低溫以及低溫日數之相關係數。

Correlation	ACS	Tmin	Dnum
SMH-value	0.27	-0.11	0.16
WW-value	0.40	-0.16	0.32
JL-value	0.35	-0.10	0.34
LY-value	0.29	-0.05	0.26
SMH-var	0.18	-0.11	0.09
WW-var	0.17	-0.04	0.13
JL-var	-0.01	0.03	0.07
LY-var	-0.21	0.16	-0.15

ACS：全島型寒潮發生的頻率

Tmin：21個測站Tmin低於歷史統計10% (左端) 之平均最低溫

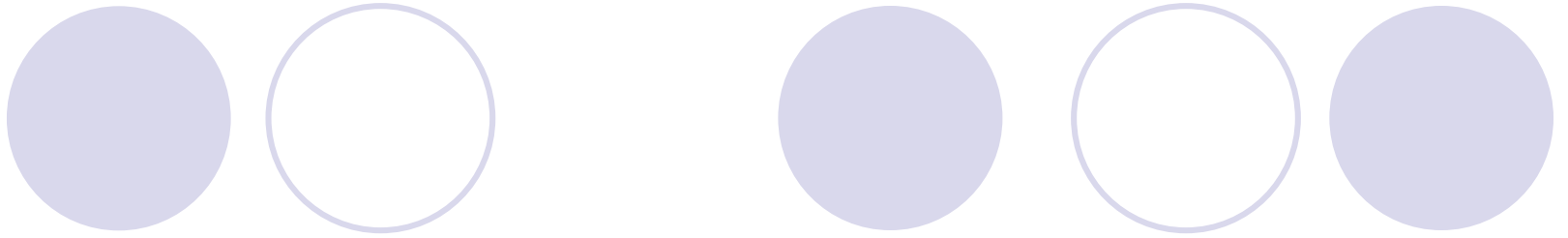
Dnum：21個測站Tmin低於歷史統計10% (左端) 之平均日數

結論

- 東亞冬季季風監測系統以監測2010-2013年為例，根據季風指標的逐日變化，統計其強度特徵並計算各指數季節內的變異量和頻譜，發現這4年有非常不同的結果。強度上，2010與2013年為弱季風年，2011與2012為強季風年。2011年的振幅變化(變異量)達到極端高的程度，其他3年多為正常，而在這些變化當中，頻譜分析顯示顯著週期多集中在7-13天，SMH、EWW有較高頻的週期，EJL、ELY有較低頻的週期。
- 在台灣低溫變異方面，2010-2013年發生的極端低溫(日數與全島型寒潮)在2011年最多，2013年最少，4年間季風的強弱與台灣極端低溫的現象顯示兩者沒有絕對的關係，不過，4個季風指數逐年平均值變化與台灣寒潮發生頻率、低溫天數有顯著相關，與低溫程度沒有關係，其中又以EWW(氣壓差)與台灣寒潮發生頻率、EJL與低溫天數關係最好。

未來工作

- 在東亞冬季季風強弱的判定上，以高層西風噴流定義的EJL、ELY比起代表高壓變化的SMH、EWW在2010-2012年期間似乎較能表現季風強度的變化，但在2013年，又是以蒙古高壓為主。未來如何使用此四個指數來判斷季風強弱、如何配合使用來定量判斷季風強弱？還需要繼續研究。
- 台灣寒潮頻率與季風的關係顯示寒潮頻率與EWW的關係較好，這可能是因為北風強弱是台灣全島型寒潮事件是否頻繁的關鍵因素。但這個部分仍須做進一步的分析。
- 未來除了將繼續使用這些指標監測冬亞冬季季風與台灣寒潮之外，還要用來運用這些指標診斷預報模式的結果以及預報季風的強弱。



THE END

Thank you