

臺灣二〇〇七年國際科學展覽會

科 別：地球與太空科學

作 品 名 稱：月相變化對極地天氣系統的影響及其引發
高緯度天氣變化之探討

得 獎 獎 項：佳作

學校 / 作者：高雄市立高雄女子高級中學 林芳君
 高雄市立高雄女子高級中學 黃美勳

自我介紹

Introduction



我的名字是林芳君，目前就讀高雄女中 2 年級，從小就對科學充滿好奇，也喜歡發現後的成就感，平時更喜歡和家人一同觀賞科學性的節目及閱讀科學期刊。能夠參與此次的國際科學展覽，榮幸之餘，也從研究過程中學得難得的知識、技能，更體會了團隊合作的愉悅，也希望大家寶貴的建議、指教能讓我更進步，謝謝。

My name is Fang-Chun Lin, studying in Kaohsiung Municipal Girl's Senior High School. I have been curious with science since childhood, and like watching programs and reading periodicals about science with my family.

I thank for participating in the Taiwan International Science Fair very much because I can learn the knowledge and skills from the studies, and appreciate the happiness of collaboration. I wish I can learn more valued suggestions from everyone. Thanks!

自我介紹

Introduction



我是黃美勳，高雄女中 2 年級的熱血少年，從小就對科學充滿好奇，陶醉於發現新知的成就感，更愛和家人一同觀賞科學性的節目及閱讀科學期刊。能夠參與 2007 年國際科學展覽，榮幸之餘，更感謝能從研究過程中吸收難得的知識、技能，並體會團隊合作的愉悅，希望大家多提供寶貴建議，助我收獲滿滿，謝謝。

My name is Mei-Hsun Huang, a passionate adolescence studying in Kaohsiung Girl's High School. I have been curious with science since childhood, and like watching programs, reading periodicals about science with my family.

I appreciate to participate in the Taiwan International Science Fair very much, as I can learn abundant of skills and abilities from the studies and enjoy the happiness of cooperation. I wish I can learn more precious suggestions from everyone. Thanks for millions.

摘要

本研究比較 2003~2005 年，冬季及夏季西經 168 度之「海平面溫度異常」對「緯度」的分布圖，結果呈現在赤道附近的變動較小，在高緯度地區的變動較大，為更精確的描述此變動，將每日高緯度地區的變動以「標準差」及「最大振幅」數量化，發現在南、北半球不論 2003、2004 或 2005 年，每 7~12 天南、北半球的「冬夏季海平面溫度異常」的變動變大，上述變化在北半球較為明顯，在南半球較不規則。

與 2005 年冬季 1 月 31 日~3 月 17 日的北半球地面天氣圖進行分析比對發現，溫度的變動和極地天氣系統的形成關係密切，推測原因和冬季時極地為永夜，地面空氣溫度受到兩個跟月球有關的熱源影響較大，其一為海流和極地間每日有接近 2 次的潮汐交替運動，其二為月球反射日光後投射到極地時，極地大規模的冰對月光的反照，對極地微弱的加熱作用。

針對 2005 年 6 月 1 日~7 月 22 日之地面天氣圖作分析，結果發現夏季緯度的溫度變異和高中低緯度天氣系統的改變關係密切，推測此時和月球對海水的吸引使地表(特別在海陸邊界)的溫度，週期性的重新分配，或對大氣應也會造成週期性的質量分配有關。

以農曆為主重製溫度的變動圖並進行比對發現，無論 2003、2004 或 2005 年，在月相為朔及望時常出現低值。此分析結果顯示，接近朔望時，高緯度海平面溫度有較穩定且變動較小的情形。而從天氣圖、農曆標準差綜合，所得結論為地月運動應和地球上高緯度天氣系統存在某種相關性。

Abstract

Our topic is about how the moon phase variation influences the high-latitude weather system.

This study analyzes the sea surface temperature anomalies (SSTAs), along 168°W in winters and summers from 2003 to 2005. The results show that the SSTAs varied relatively small around the equator and relatively large in high-latitude regions. So we next analyze the high-latitude SSTAs by the standard deviations, the maximum amplitudes, and the north surface weather graphs.

After analyzing, the result shows that the SSTAs rise for every 7 to 12 days. Moreover, they relate to the winter high-latitude weather system very much while relating to the summer medium-and-low latitude weather system a lot. We think it's because in winter eternal night, the sunlight won't shine on the arctic zone easily. Other heat sources may become important: (1) the tidal movements between the ocean and the arctic zone. (2) The heat radiation of the moonlight and the moonlight reflection by the polar ice shields. But in summer, the moonlight effect becomes extremely small. The tidal force becomes the bigger influence factor: (1) the tidal attraction may distribute the temperature of the border between seas and land periodically. (2) It may cause the periodic atmosphere mass distribution.

Additionally, after repeating the same experiment according to the Chinese lunar calendar, we found near full-moon and new-moon time, the SSTAs are more stable. Probably because of without the moonlight, the movements of rip-tides occur and help stabilize the polar weather conditions.

In conclusion, the relative movement of the moon to Earth is likely providing a crucial heat source which will affect the high-latitude climate, and the heat source size probably influences the weather system cycle.

壹、引言

地球氣候受太陽的影響非常明顯，以長時間尺度看冰期變化的歷史紀錄，短時間尺度看晝夜及季節……等例子，這些變動均顯示地球的氣候及氣象對太陽的熱輻射有直接反應，其中氣溫變化是最容易察覺及記錄的。本研究主要針對短期地球氣溫做分析，在開始研究前，仔細思考氣溫在全球的分布結果，推測高緯度地區氣溫的變動應有特殊性，因其全年裏約有各半年的永晝及永夜，永晝長時間受太陽熱源的影響，而永夜長時間無法照到太陽的熱源，在永夜時，缺乏了主要的熱源，高緯度的天氣和地球上其他地區應有很大的不同，即其很可能和太陽的能量變化較無最大相關性，而較受到其他熱源的影響。推測最可能的熱源是月球，月球雖然不會發光，但它會反射太陽光，加上極地的大規模厚層冰具非常高的反照率，可將照射下來的月光，大半反射回大地，接近極地地面的大氣會受上方月光及下方地面反射光線的加熱，因此，月光變成永夜時，加熱大氣的主要熱源。再者，因月球是最接近地球的星體，對地球會造成比其他星體(甚至太陽)大得多的引潮力，引潮力對地球上海水運動的影響甚巨，海水每日對陸地約 2 次的漲落運動，當然海水溫度較高，侵入極冰越多，應使極冰融化範圍擴大，可能造成周圍系統降溫，而溶化為吸熱反應，不過極冰溫度太低且範圍太廣，最後融化真正所吸收的熱量(可來自溫度較高的海水或地面大氣)不足以受海水影響而升溫的大氣再明顯降溫。所以推論，較高溫的海水對極地地面大氣影響較顯著，地月運動也會對地球上大氣，造成每日 2 次的漲落，引起氣象因子如溫度的微量變動。總結上述的推論在永夜期間，月球對高緯度天氣的影響應會造成極地氣候與月相之間有一定的程度的關聯，極地天氣又是影響高緯度冬季天氣狀況的主因，因此，本研究在探討月球對地球上高緯度的天氣變化是否有影響，並針對 2003~2005 年間冬、夏海平面，緯度與溫度的短時間尺度的變化，探討其隨月相的變動情形。

貳、步驟

- 一、利用 NASA 網站¹提供的資料，整理西經 168 度，北緯 90~南緯 90 度處，由冬季 1 月 31 日、夏季 6 月 7 日始，每隔 3 日求出海平面溫度(SST)的數據。
- 二、以 Excel 將 3 年同一日的數值平均，再用 2003 年的 SST 減去當日 3 年來的平均，即為 2003ssta，再將 2004 年、2005 年以相同方式求出 ssta。
- 三、將 2003~2005 年的 ssta 在各緯度的分布情形做成圖表。
- 四、以 Excel 的函數功能，個別求出上述 2003~2005 年內，ssta 在北緯 35~75 度及南緯 35~75 度的變異數（即標準差與最大振幅）。
- 五、將每個農曆日期，換算成月份，例如：1 月 15 日為 $1+15/30=1.5$ ，2 月 16 日為 $2+16/30=2.53\dots$ 以此類推。
- 六、將步驟五中求出的變異數對步驟六中的農曆日期做成圖表。
- 七、計算上述變異數在每隔 3 天後的變動量，並做成圖表。
- 八、利用大氣研究資料庫的網站²中之北半球地面天氣圖進行分析比對。

¹ NASA 網站 <http://poet.jpl.nasa.gov/>

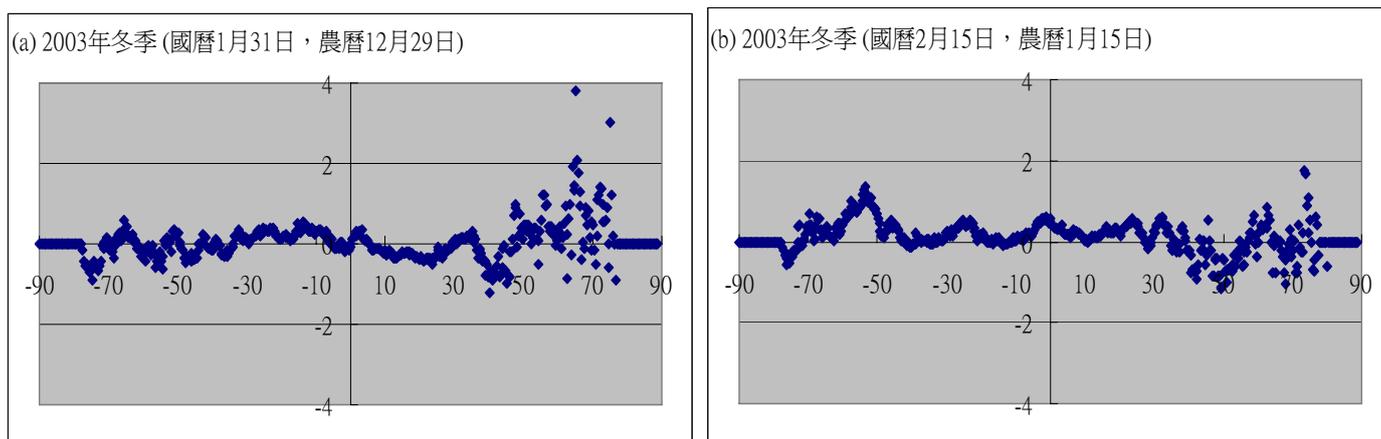
²大氣研究資料庫的網站 <http://stdank.as.ntu.edu.tw/>

參、結果與討論

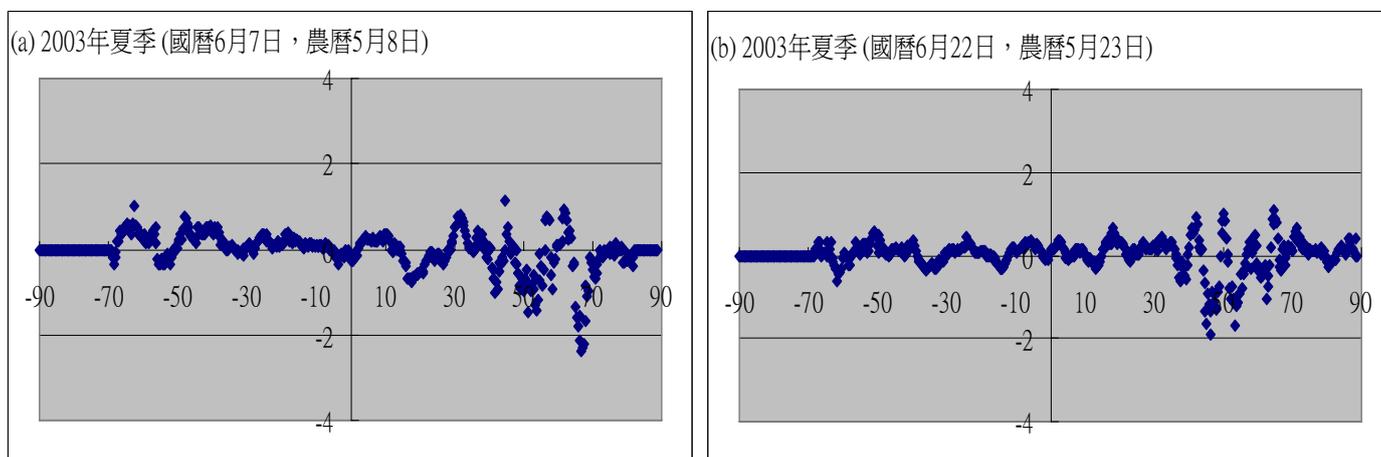
一、「海平面溫度異常對緯度的關係圖」比較結果與討論

比較 2003~2005 年冬季(如：圖一(a)(b)，詳見附圖一~九)及夏季(如：圖二(a)(b)，詳見附圖十~十二)，西經 168 度「海平面溫度異常」對「緯度」的分布圖，發現：

1. 在赤道附近的變動較小，在南北半球緯度 35 度以上變動較大。
2. 北半球的變動較明顯。



圖一 2003 年冬季「海平面溫度異常」對「緯度」的分布圖
(縱軸表示海平面溫度異常(單位為 $^{\circ}\text{C}$)，橫軸表示緯度，北半球為正值)



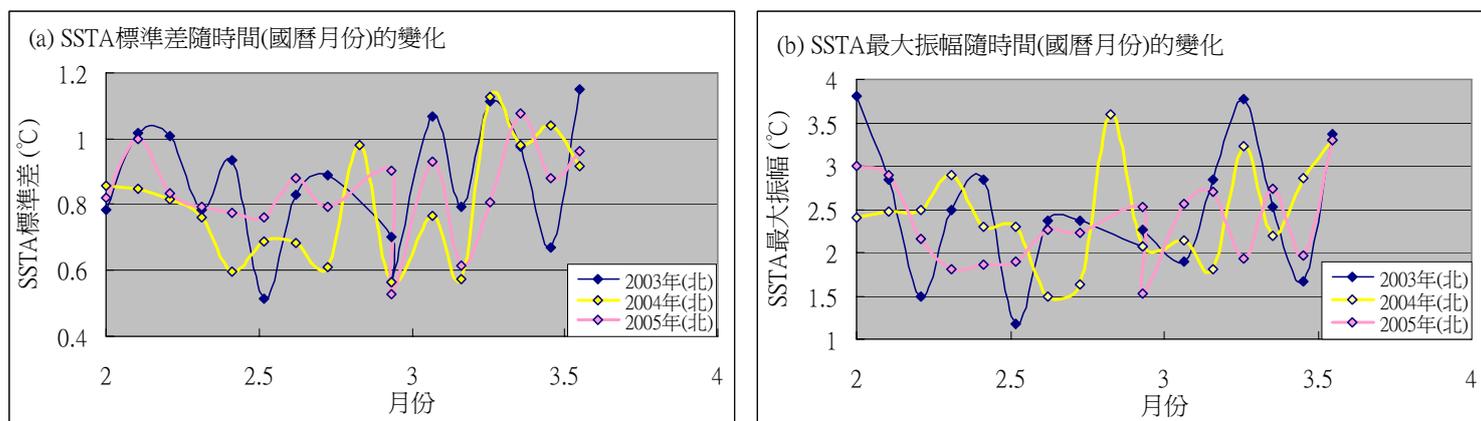
圖二 2003 年夏季「海平面溫度異常」對「緯度」的分布圖
(縱軸表示海平面溫度異常(單位為 $^{\circ}\text{C}$)，橫軸表示緯度，北半球為正值)

因為冬夏的海平面溫度異常均呈現出高緯度變化較大的情形，推測：

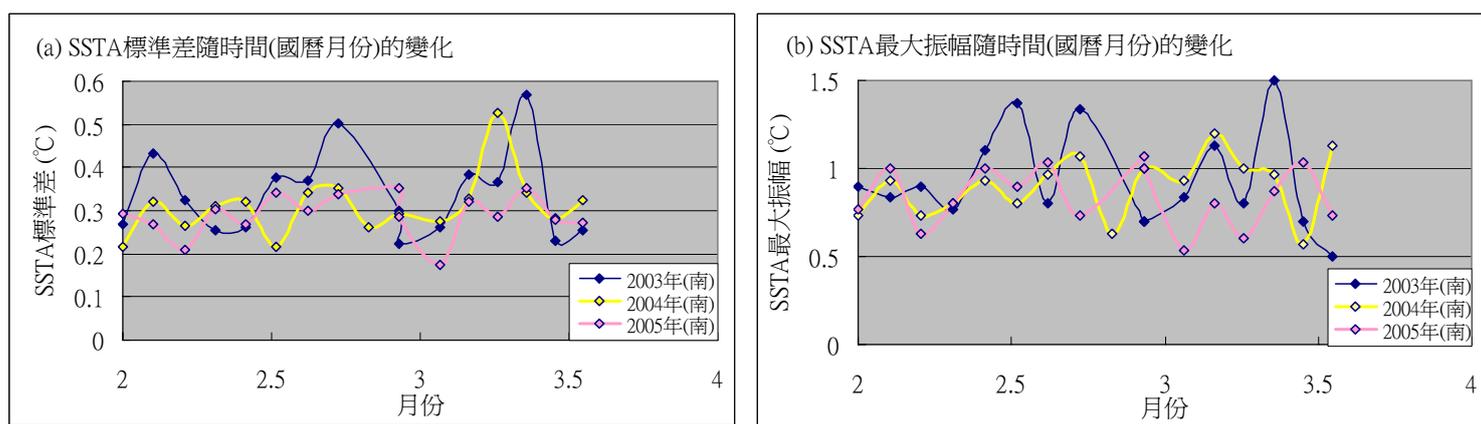
1. 全球在較高緯度的環境較易受天氣變動的影響；
2. 高緯度有較多的天氣系統出現，所以變動較為複雜。接近高緯度的環境，因為太陽斜射，使固態的水(冰)及月球(潮汐、在永夜時的月照)應比在低緯區的天氣影響因素扮演更重要的角色。

二、『「海平面溫度異常」變化對「緯度」的關係圖』比較結果與討論 -- 日期以國曆表示

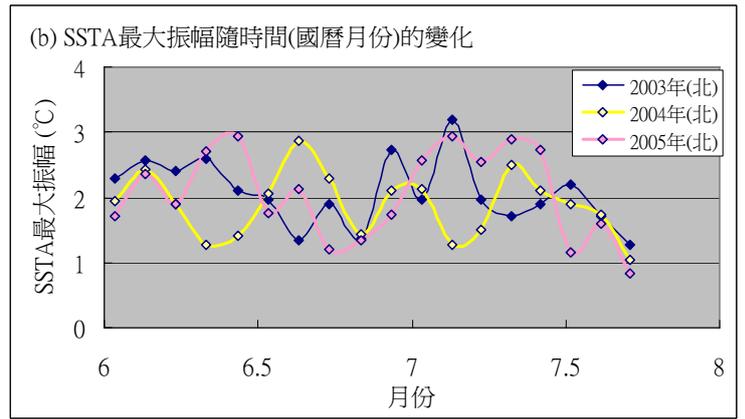
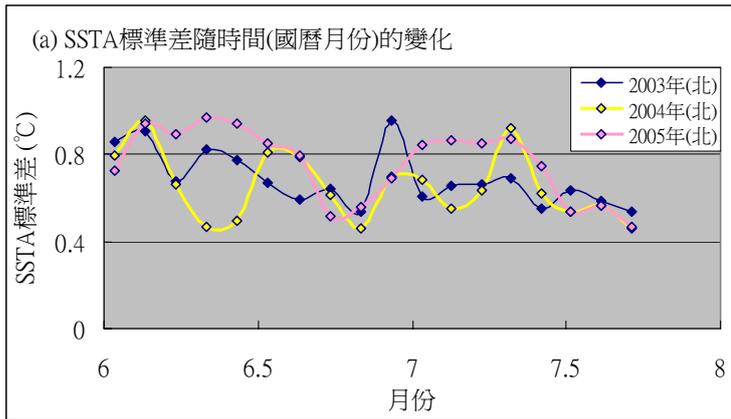
為更深入了解「海平面溫度異常」在高緯度地區的短期變化原因，我們將上述變動數量化，方法是分別在 2003~2005 年間，南、北半球緯度 35~75 度處，找出海平面溫度異常的標準差及最大振幅值，兩相對照以表現變動的程(冬季如圖三、四所示，夏季如圖五、六所示)。圖三、四表示國曆 1 月 31 日(橫軸的時間值為 2.0)至國曆 3 月 17 日(橫軸的時間值為 3.57)間，高緯度的變動情形(以標準差及最大振幅值表示)，縱軸的值若較大，表示「半個月前後海平面溫度異常」在高緯度地區的標準差(圖三 a、圖四 a)及最大振幅(圖三 b、圖四 b)較大。至於圖五、六則為國曆 6 月 1 日(橫軸的時間值為 6.0)至國曆 7 月 22 日(橫軸的時間值為 7.7)的變動情形。



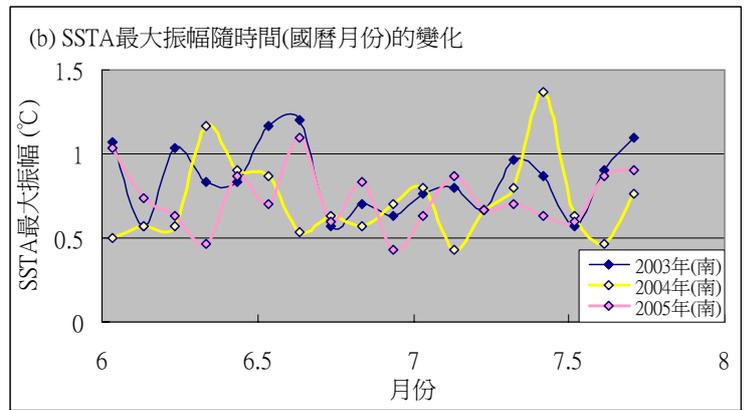
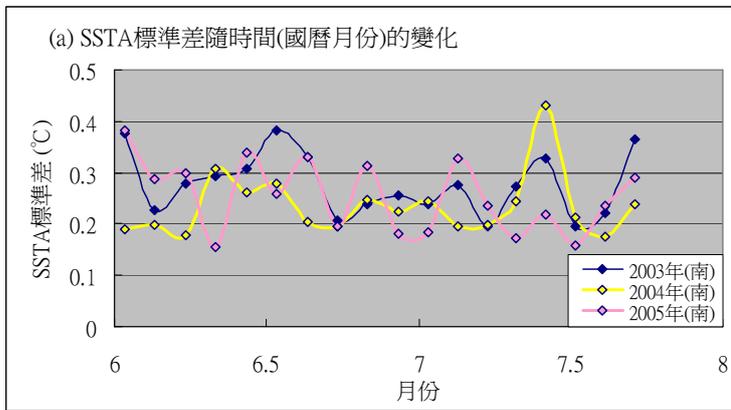
圖三 2003~2005 年冬季海平面溫度異常的變化，在北半球高緯度的分析結果
(縱軸(a)標準差及(b)最大振幅大小，橫軸表示國曆時間，例：2 月 15 日 = 2+15/30 = 2.5)



圖四 2003~2005 年冬季海平面溫度異常的變化，在南半球高緯度的分析結果
(縱軸(a)標準差大小(b)最大振幅大小，橫軸表示國曆時間)



圖五 2003~2005 年夏季海平面溫度異常的變化，在北半球高緯度的分析結果
(縱軸(a)標準差大小(b)最大振幅大小，橫軸表示國曆時間)



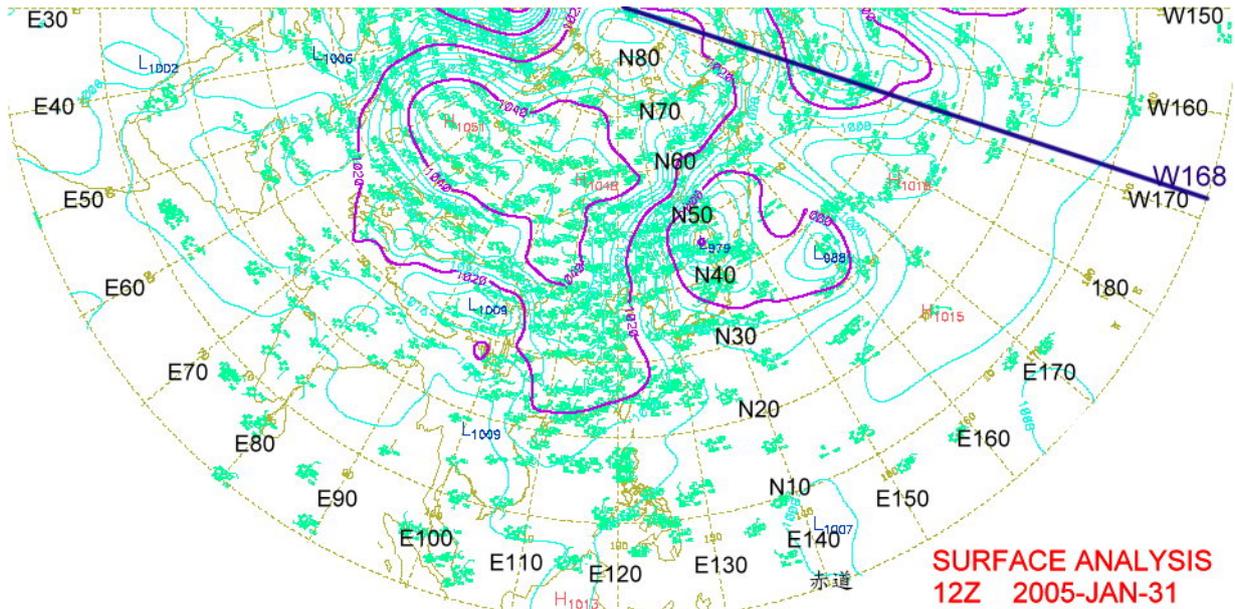
圖六 2003~2005 年夏季海平面溫度異常的變化，在南半球高緯度的分析結果
(縱軸(a)標準差大小(b)最大振幅大小，橫軸表示國曆時間)

比較圖三~六發現，在南、北半球不論 2003、2004 或 2005 年，約國曆 1.6~1.7 個月間，出現 4~5 個峰值，表示每 7~12 天南、北半球的「冬夏季海平面溫度異常」的變動變大，不過標準偏差或最大振幅值不一定同時，顯示高緯度地區溫度異常的標準偏差較大(整個高緯度的溫度彼此差異較大)，不一定在當時出現溫度異常最大的值。如果只看每 7~12 天的規則變動情形，上述變化在北半球較為明顯，在南半球較不規則。

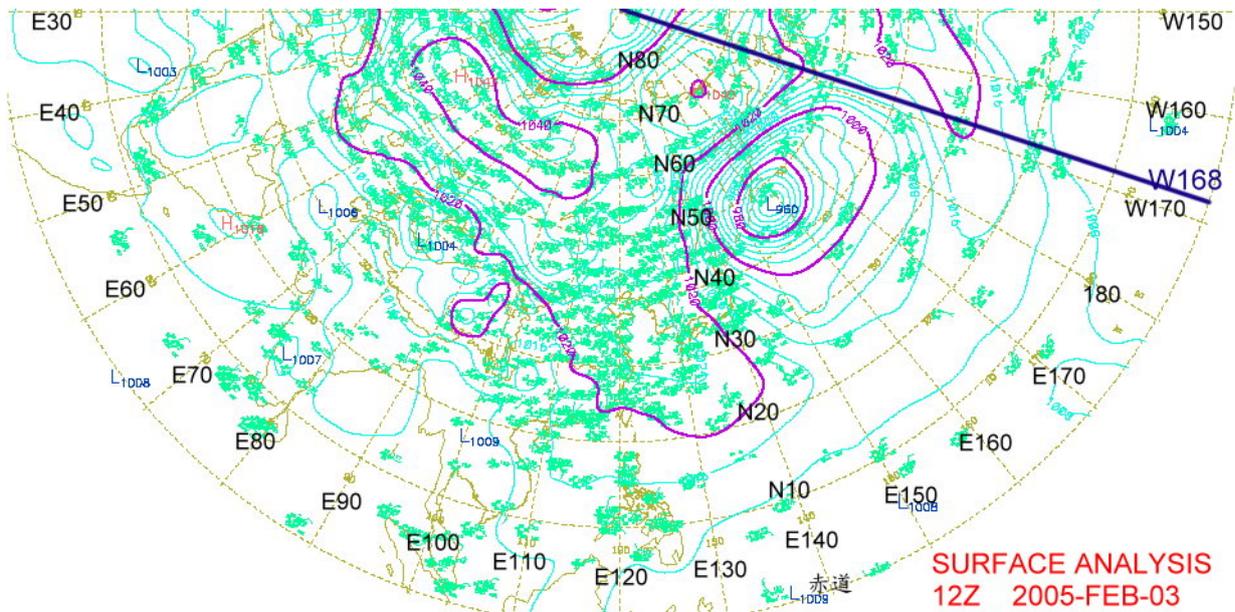
關於上述每 7~12 天的「海平面溫度異常」的變動變大的現象，推測和天氣系統的形成或變化有關。於是我們接下來，利用大氣研究資料庫的網站¹中之北半球地面天氣圖進行分析比對，如圖七(a)~(k)所示，分別為 2005 年冬季 1 月 31 日~3 月 17 日的地面天氣圖，將它們與圖三的結果比較分析發現，若天氣圖上接近西經 168 度有以下狀況出現時：

1. 歐亞大陸上極地高壓較強且南下；
2. 在太平洋上溫帶氣旋很強，

(a)2005 年 1 月 31 日



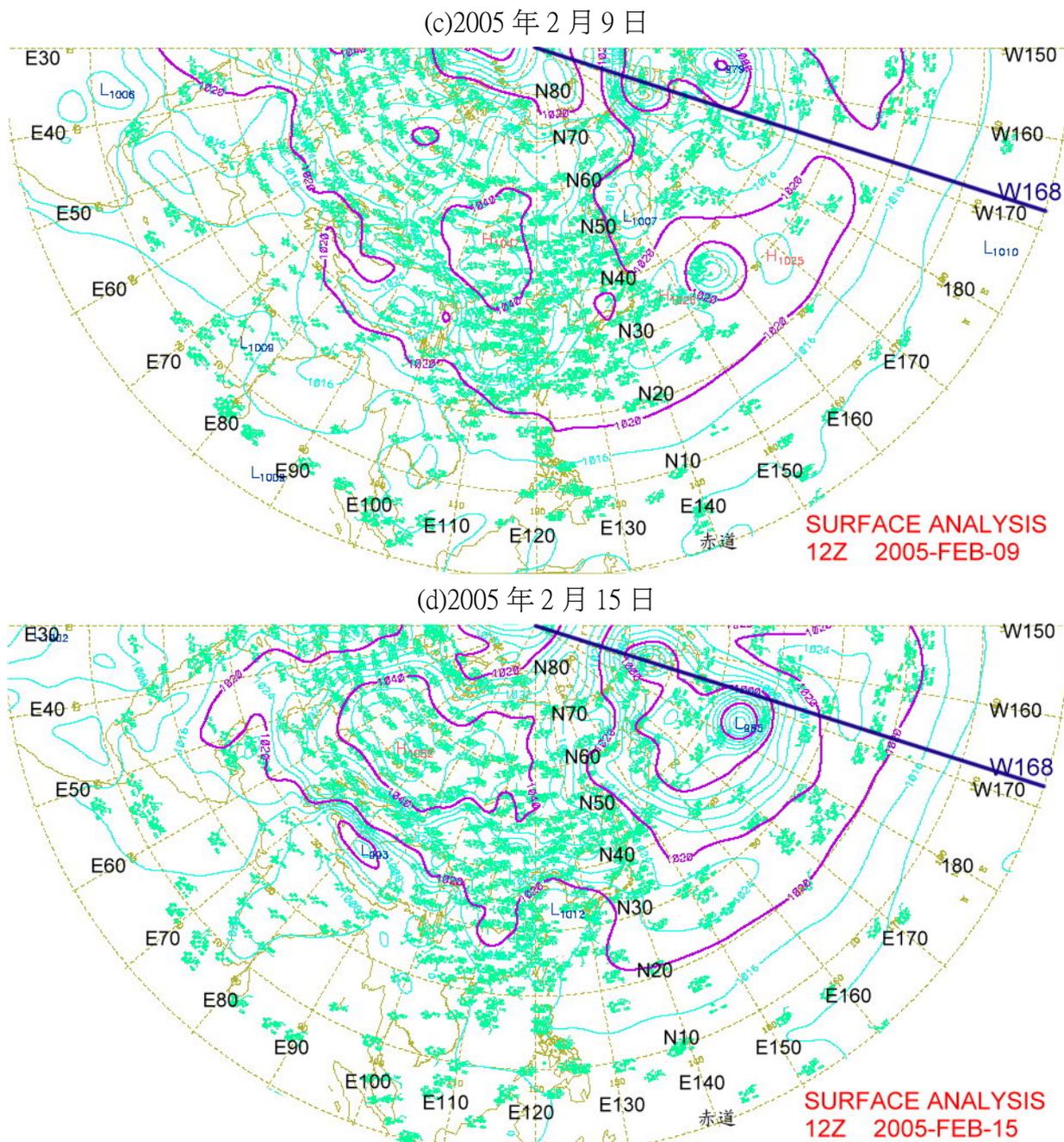
(b)2005 年 2 月 3 日



圖七 (a)(b) 2005 年冬季北半球地面天氣圖(淺棕色線條表示海陸邊界，淺藍色及淺紫色線條分別表示間隔 4hpa、20hpa 的等壓線，藍色 L 表示低壓中心，紅色 H 表示高壓中心，圖的中央為北極點，深藍色線表示研究區域西經 168 度的位置)

¹大氣研究資料庫的網站 <http://stdank.as.ntu.edu.tw/>

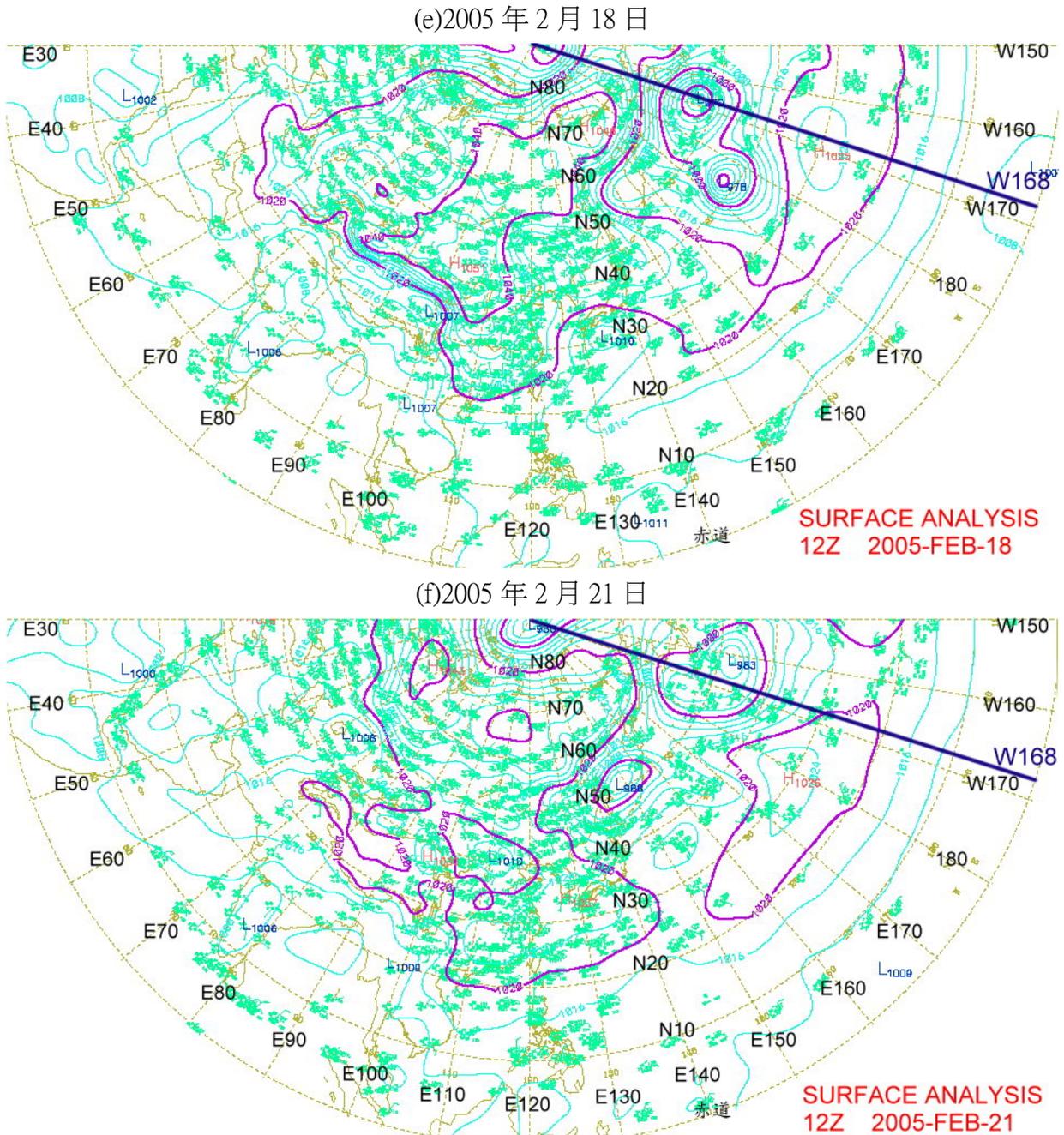
例如(a)1月31日、(b)2月3日、(e)2月18日、(g)2月24日、(i)3月2日、(k)3月11日，在圖三(a)「標準差隨時間的改變圖」中恰好出現高值，相反則出現低值。



圖七 (c)(d) 2005 年冬季北半球地面天氣圖(淺棕色線條表示海陸邊界，淺藍色及淺紫色線條分別表示間隔 4hpa、20hpa 的等壓線，藍色 L 表示低壓中心，紅色 H 表示高壓中心，圖的中央為北極點，深藍色線表示研究區域西經 168 度的位置)

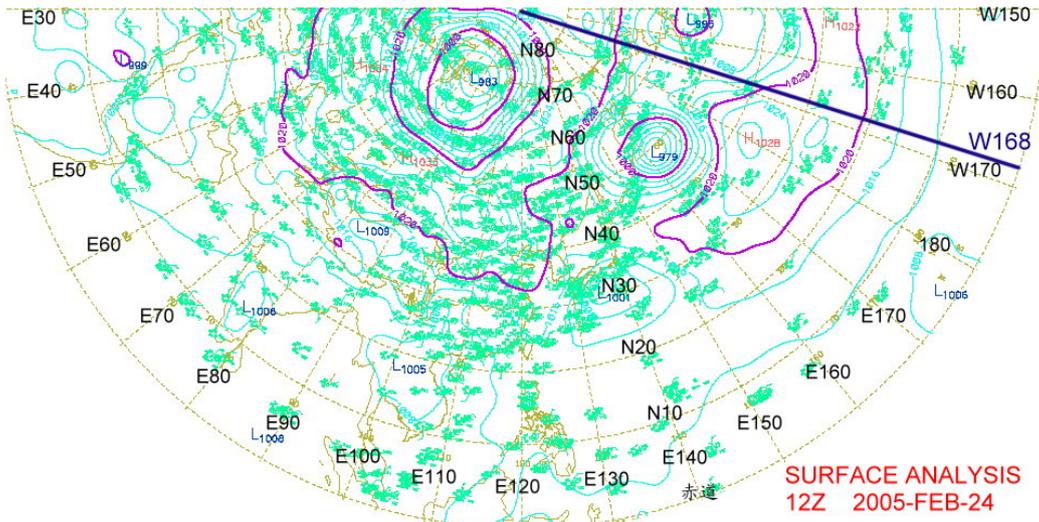
上述比對結果顯示冬季高緯度的溫度變異，和天氣系統的形成關係密切，就北半球而言，因高緯度的天氣系統和極地(北極在圖七每張圖的正中央)的溫度狀況有很大的關係，在冬季時極地為永夜，較接受不到陽光。當陽光變的不是主要熱源之後，以下熱源可能扮演重要的角色：

1. 月球所反射的陽光及極地大規模的冰層反射月光後，此效果在永夜時更加明顯；
2. 海流和極地間每日有大約 2 次的潮汐交替運動。

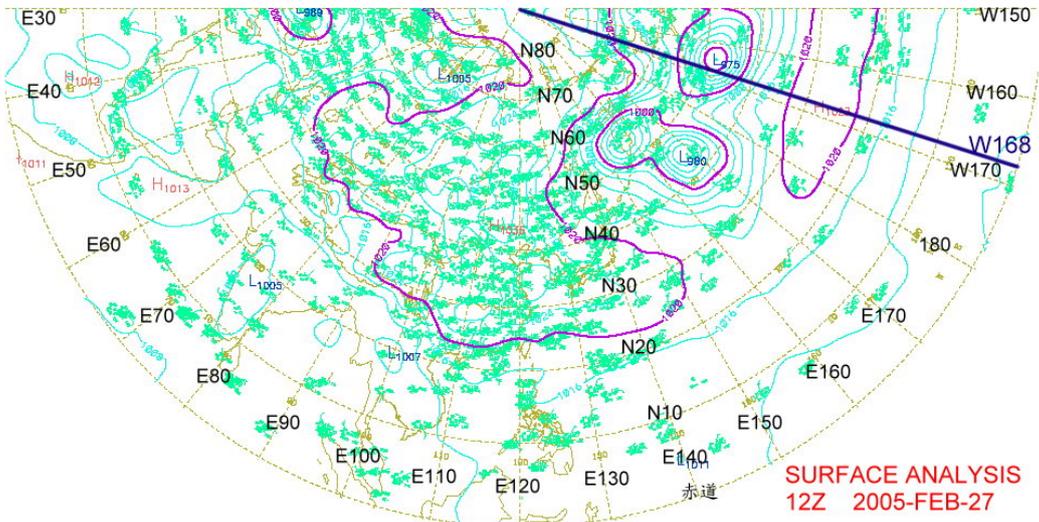


圖七 (e)(f) 2005 年冬季北半球地面天氣圖(淺棕色線條表示海陸邊界，淺藍色及淺紫色線條分別表示間隔 4hpa、20hpa 的等壓線，藍色 L 表示低壓中心，紅色 H 表示高壓中心，圖的中央為北極點，深藍色線表示研究區域西經 168 度的位置)

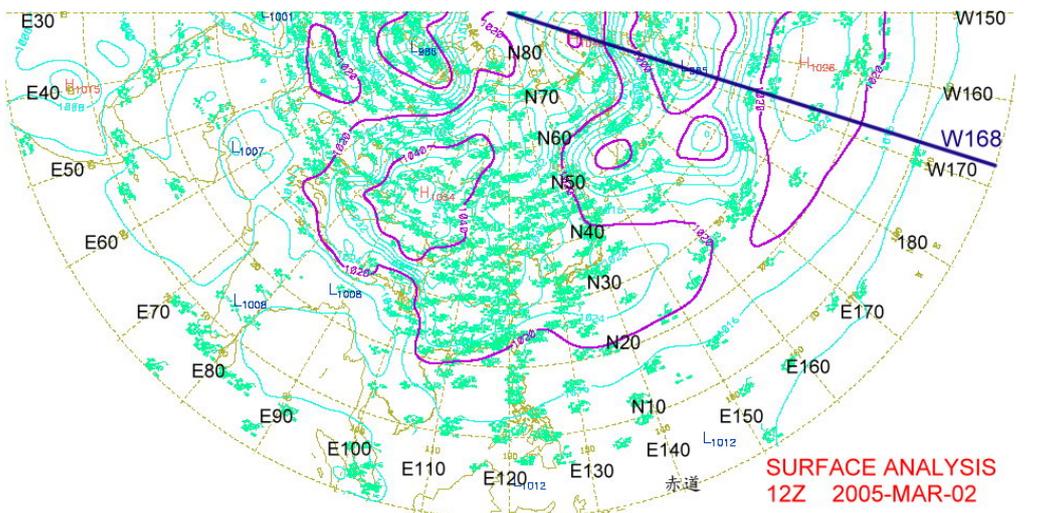
(g)2005年2月24日



(h)2005年2月27日

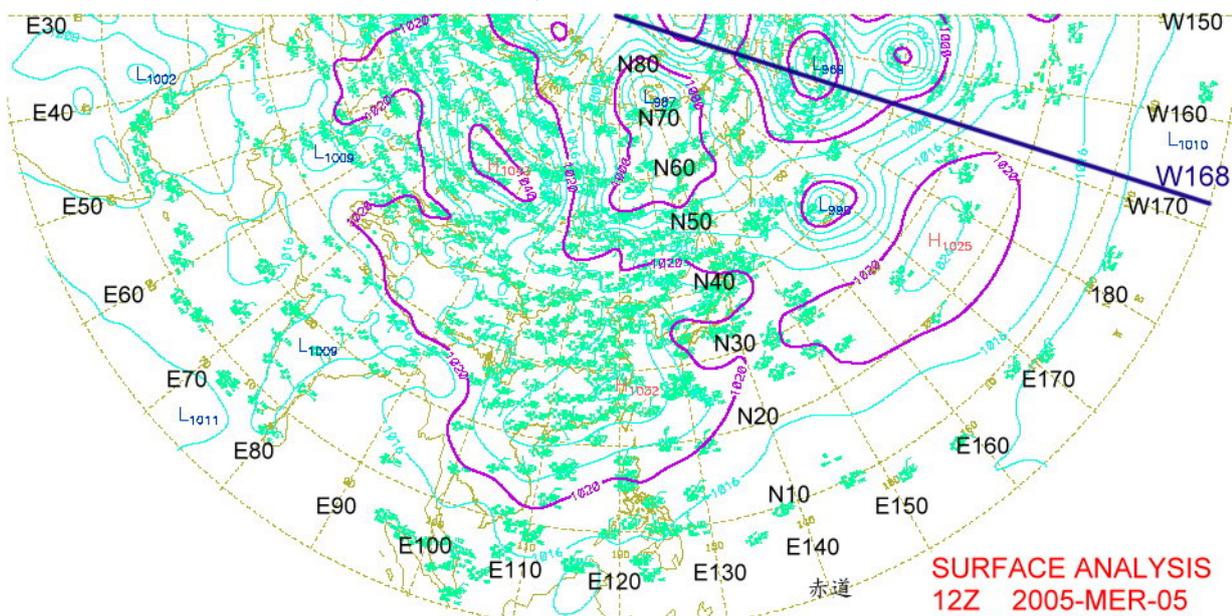


(i)2005年3月2日

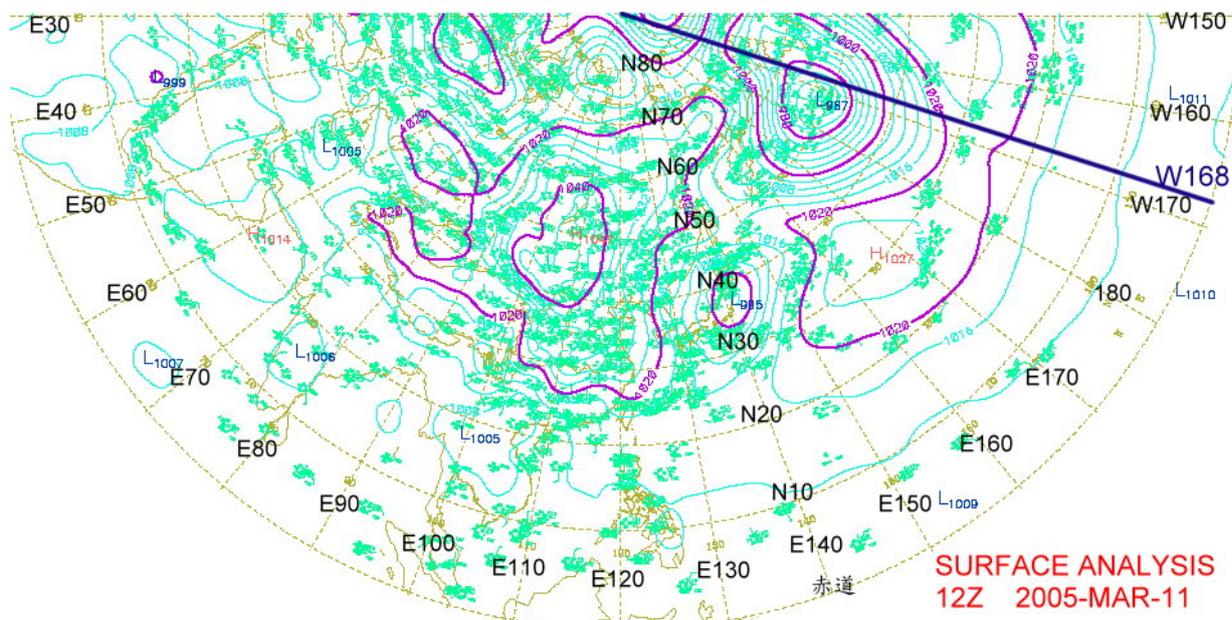


圖七 (g)(h)(i) 2005年冬季北半球地面天氣圖(淺棕色線條表示海陸邊界，淺藍色及淺紫色線條分別表示間隔4hpa、20hpa的等壓線，藍色L表示低壓中心，紅色H表示高壓中心，圖的中央為北極點，深藍色線表示研究區域西經168度的位置)

(j)2005年3月5日

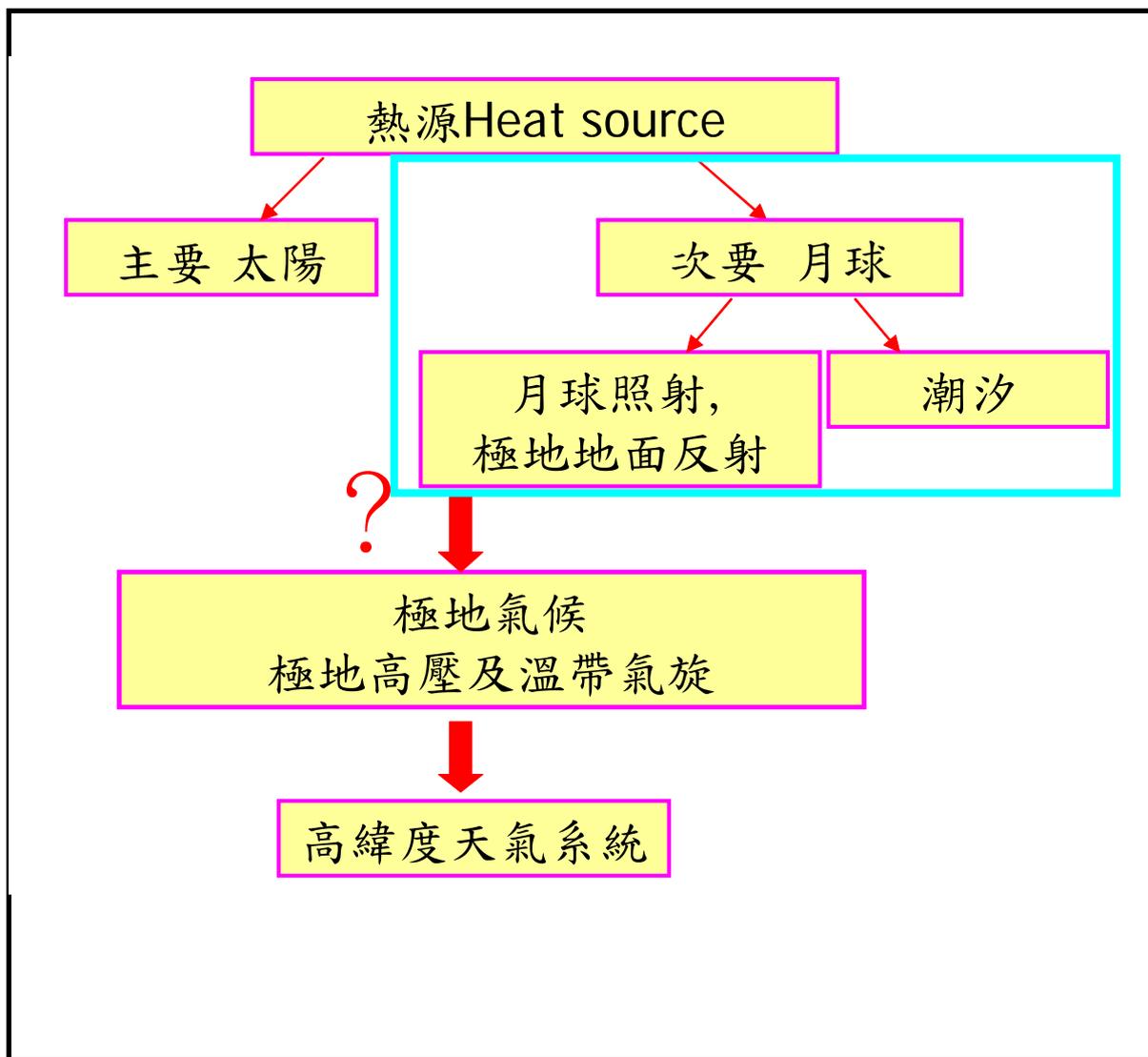


(k)2005年3月11日



圖七 (j)(k)2005年冬季北半球地面天氣圖(淺棕色線條表示海陸邊界，淺藍色及淺紫色線條分別表示間隔4hpa、20hpa的等壓線，藍色L表示低壓中心，紅色H表示高壓中心，圖的中央為北極點，深藍色線表示研究區域西經168度的位置)

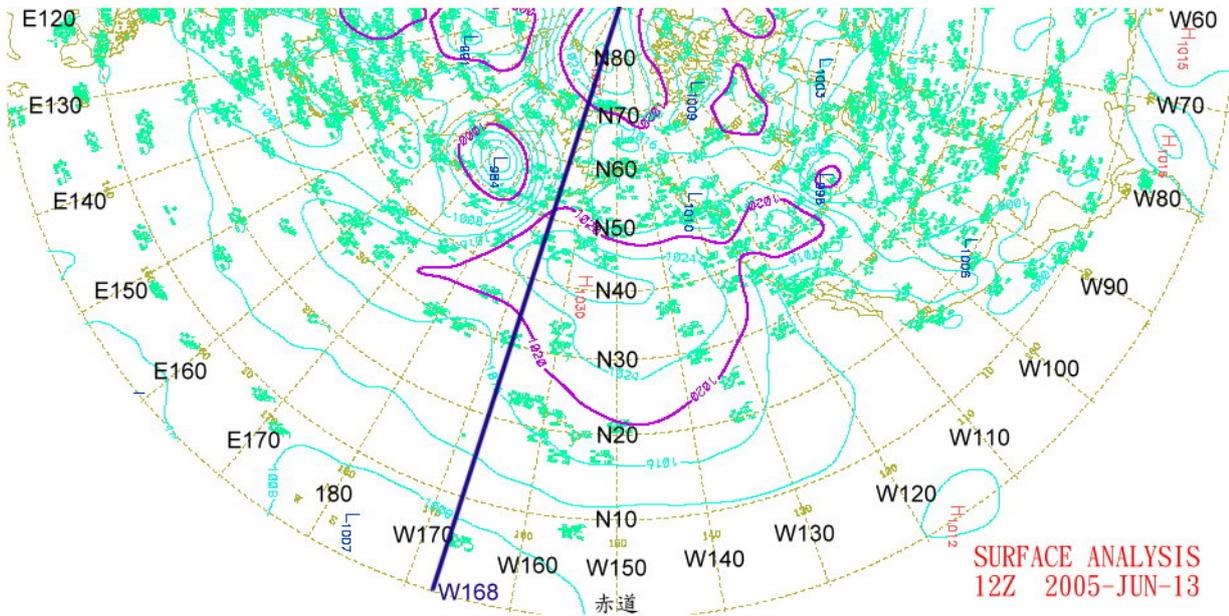
上述 1.及 2.點顯示高緯度氣候確實會影響短時間的極地氣候，不過月球對地球的相對運動是否是造成此影響的原因，則有待進一步分析，以下為此概念形成的流程圖：



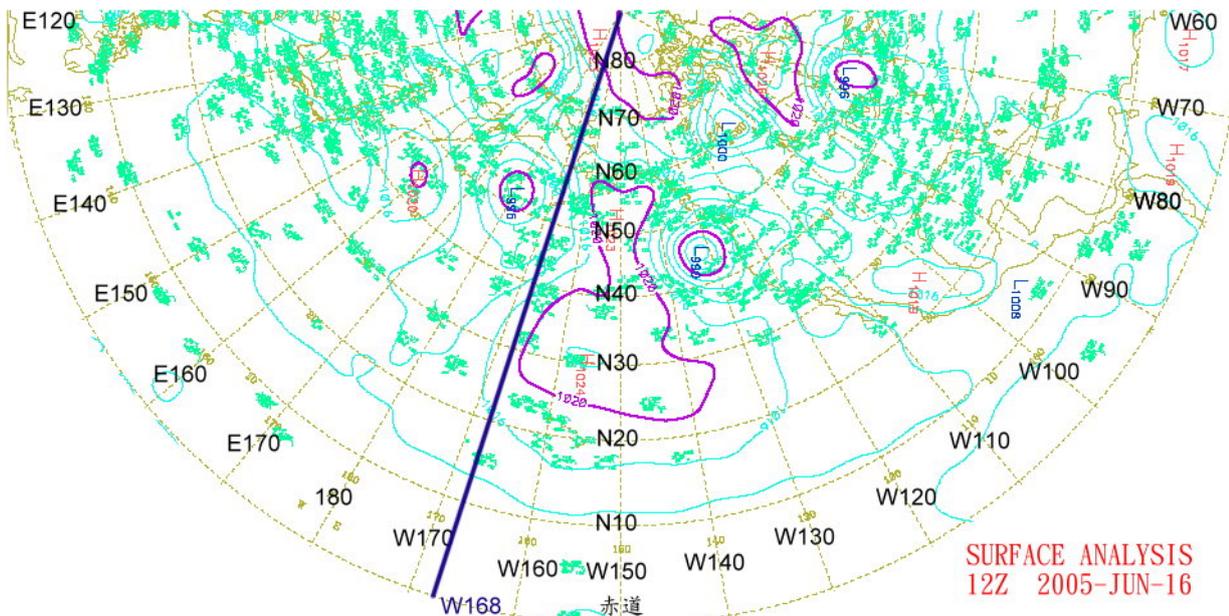
圖七 (1)月球對冬季北半球高緯度天氣影響之流程概念圖

上述分析針對 2005 年冬季的比較，我們有興趣的是此效應是否也會影響 2005 年夏季？因此，下一部份的比對再針對 2005 年 6 月 1 日~7 月 22 日之地面天氣圖作分析，如圖八(a)~(i)，結果發現在研究區域(西經 165 度)之太平洋高壓(海洋氣團)及極地高壓二者間若被低壓分隔時，如圖，(a)6 月 13 日、(c)6 月 19 日、

(a)2005 年 6 月 13 日



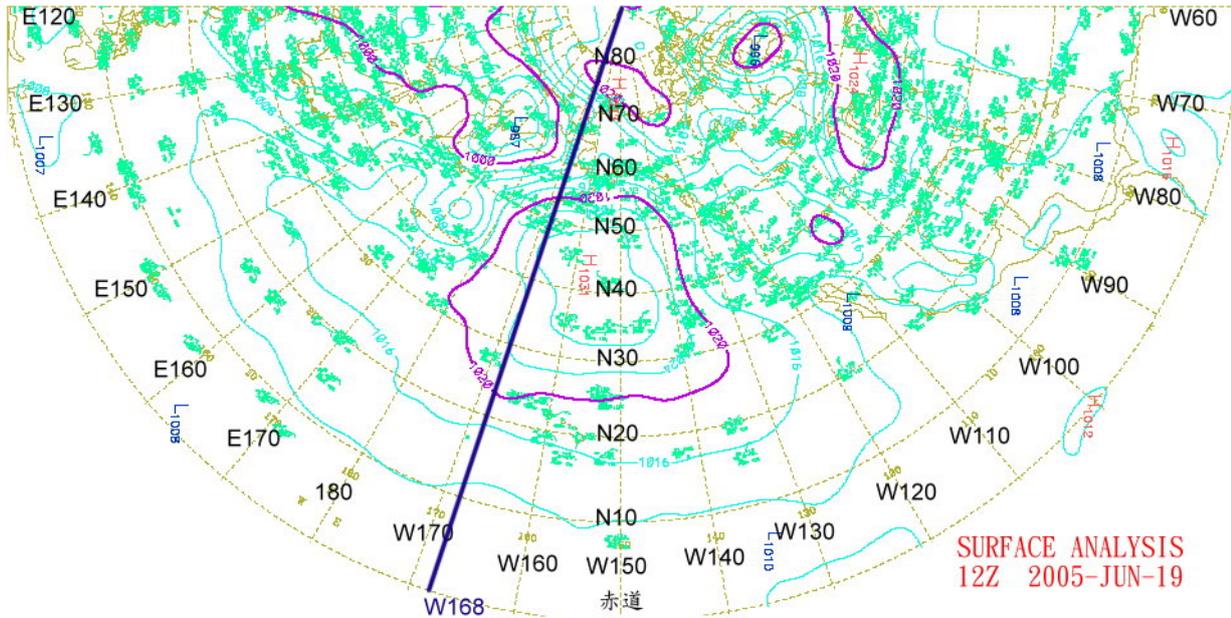
(b)2005 年 6 月 16 日



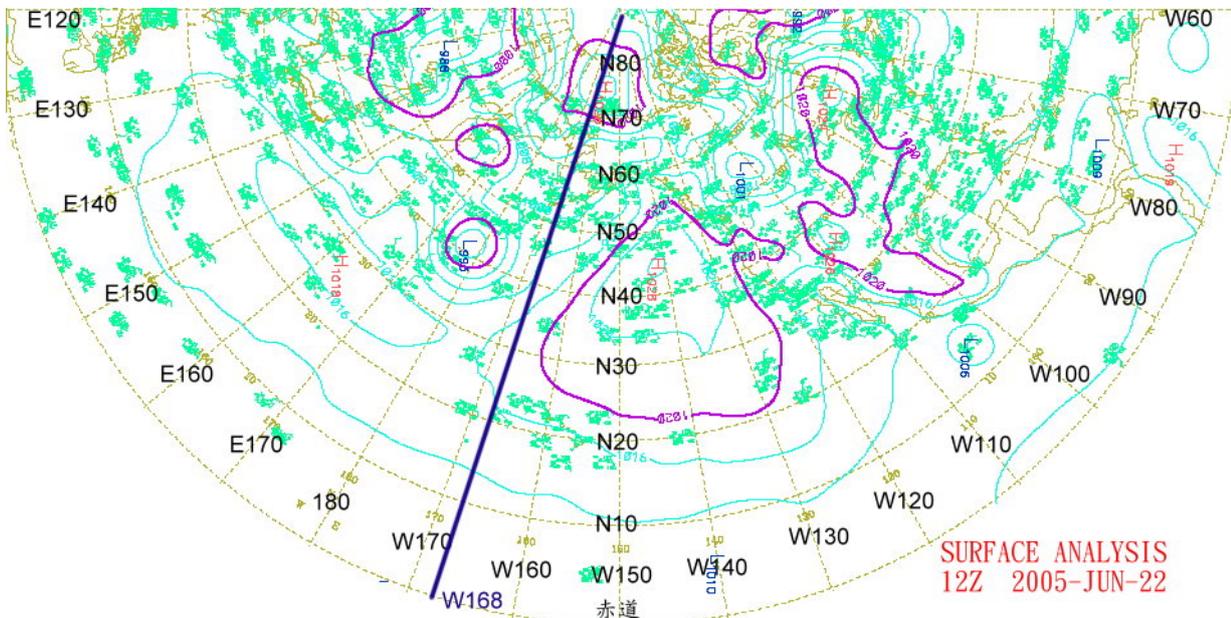
圖八 (a)(b)2005 年夏季北半球地面天氣圖(淺棕色線條表示海陸邊界，淺藍色及淺紫色線條分別表示間隔 4hpa、20hpa 的等壓線，藍色 L 表示低壓中心，紅色 H 表示高壓中心，圖的中央為北極點，深藍色線表示研究區域西經 168 度的位置)

(e)7月1日、(g)7月13日時，在圖五(a)「標準差隨時間改變圖」中會出現高值，相反則出現低值，此顯示夏季緯度的溫度變異和高中低緯度天氣系統的改變關係密切，和冬季不同的是，此時高低值的變化不再和極地高壓(大陸氣團)有否南下和溫帶氣旋是否增強有關，反而受太平洋高壓(海洋氣團)及偏熱帶的氣旋影響。

(c)2005年6月19日



(d)2005年6月22日

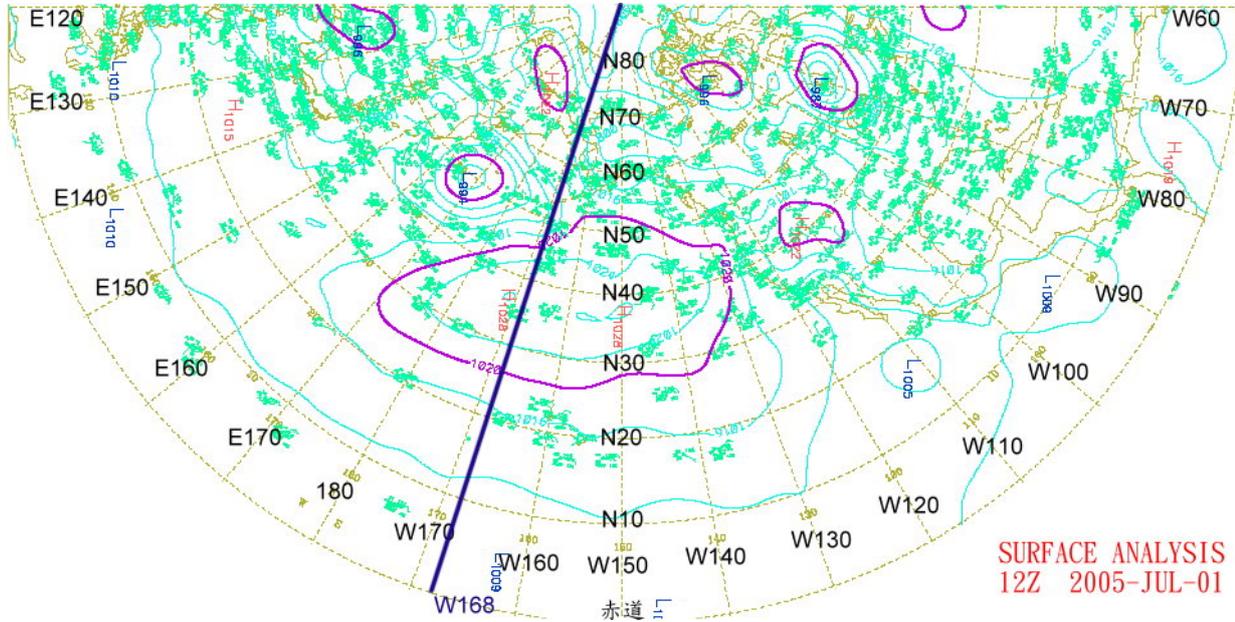


圖八 (c)(d) 2005年夏季北半球地面天氣圖(淺棕色線條表示海陸邊界，淺藍色及淺紫色線條分別表示間隔4hpa、20hpa的等壓線，藍色L表示低壓中心，紅色H表示高壓中心，圖的中央為北極點，深藍色線表示研究區域西經168度的位置)

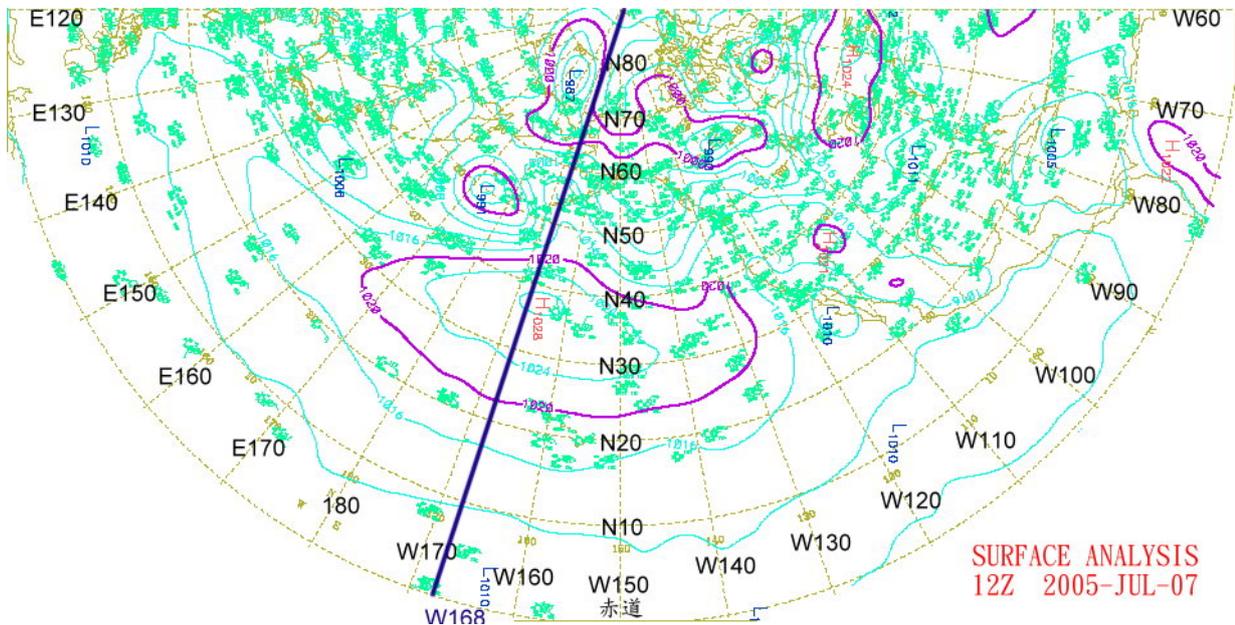
此時月球的照射在此季節對高緯度天氣的影響極微小，因此若需考慮月球對此區的影響，僅剩引潮力較大，推測引潮力對大氣狀況的影響如下：

1. 對海水的吸引使地表(特別在海陸邊界)的溫度，週期性的重新分配；
2. 對大氣應也會造成週期性的質量分配，

(e)2005年7月1日

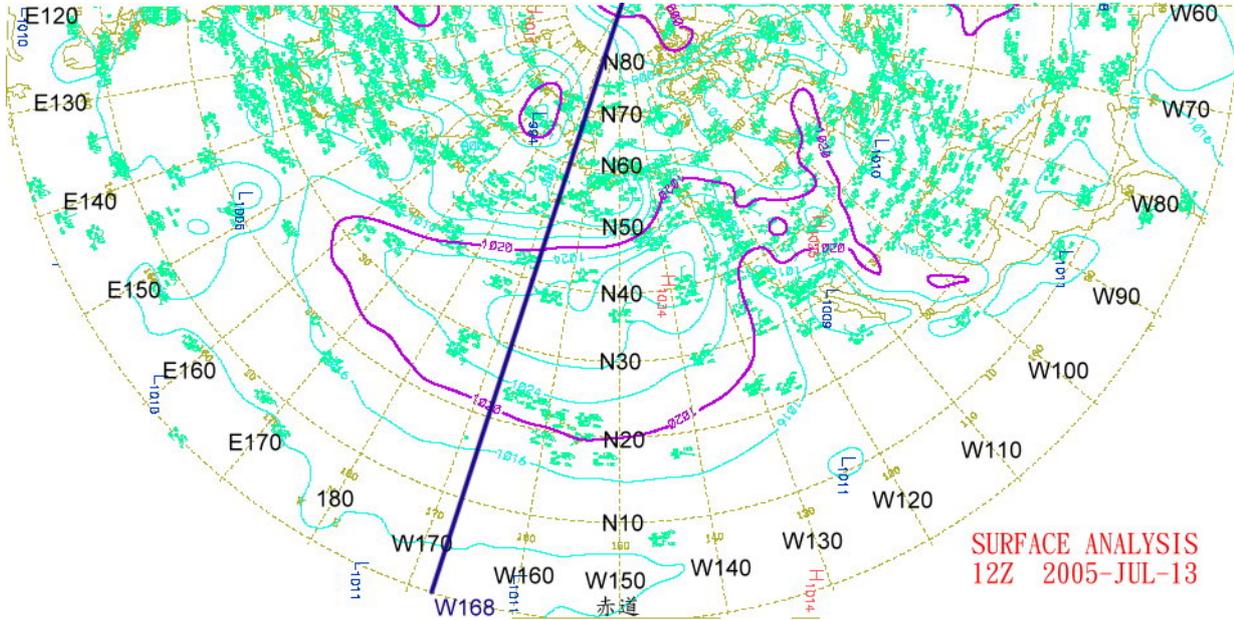


(f)2005年7月7日

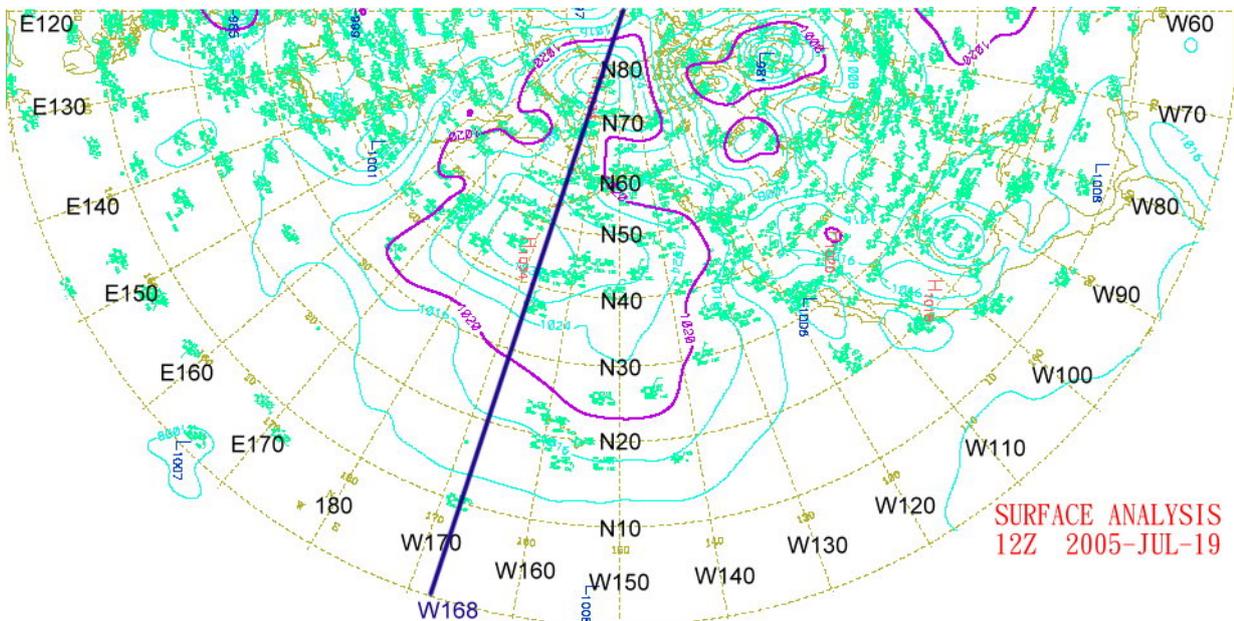


圖八 (e)(f)2005年夏季北半球地面天氣圖(淺棕色線條表示海陸邊界，淺藍色及淺紫色線條分別表示間隔4hpa、20hpa的等壓線，藍色L表示低壓中心，紅色H表示高壓中心，圖的中央為北極點，深藍色線表示研究區域西經168度的位置)

(g)2005 年 7 月 13 日

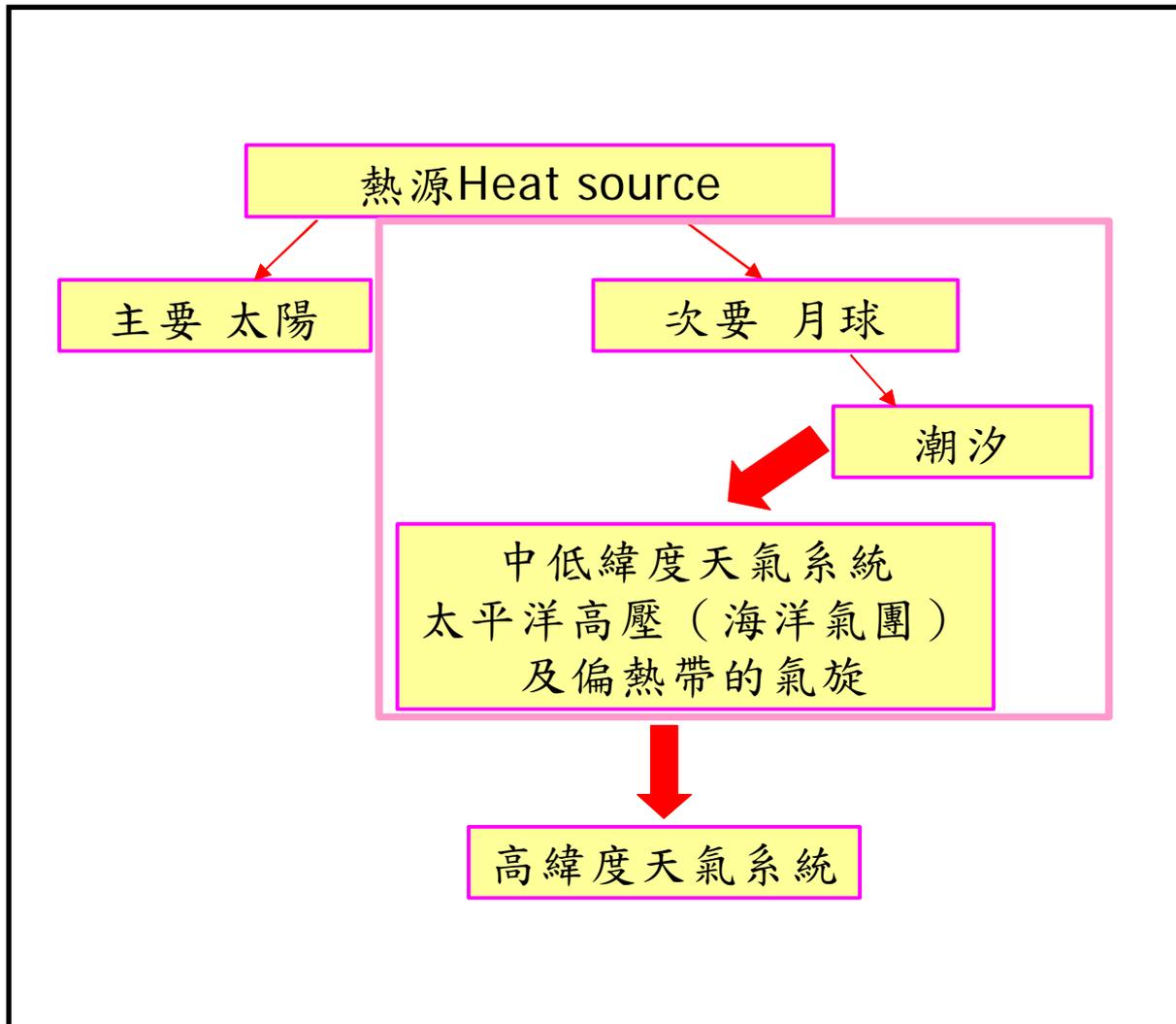


(h)2005 年 7 月 19 日



圖八 (g)(h)2005 年夏季北半球地面天氣圖(淺棕色線條表示海陸邊界，淺藍色及淺紫色線條分別表示間隔 4hpa、20hpa 的等壓線，藍色 L 表示低壓中心，紅色 H 表示高壓中心，圖的中央為北極點，深藍色線表示研究區域西經 168 度的位置)

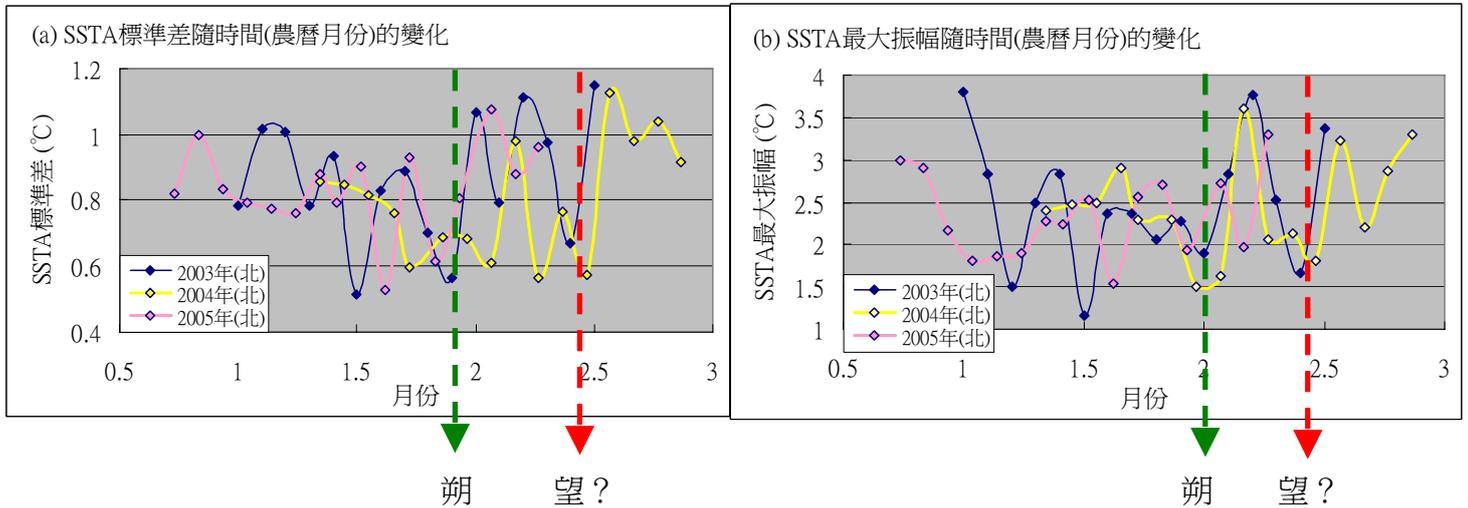
不過此二推測是否會影響高緯度天氣狀況，且影響程度有多深遠仍待進一步的實驗及資料分析來證實。以下為此概念形成的流程圖：



圖八 (i) 月球對夏季北半球高緯度天氣影響之流程概念圖

三、『海平面溫度異常』變化對「緯度」的關係圖』比較結果與討論 -- 日期以農曆表示

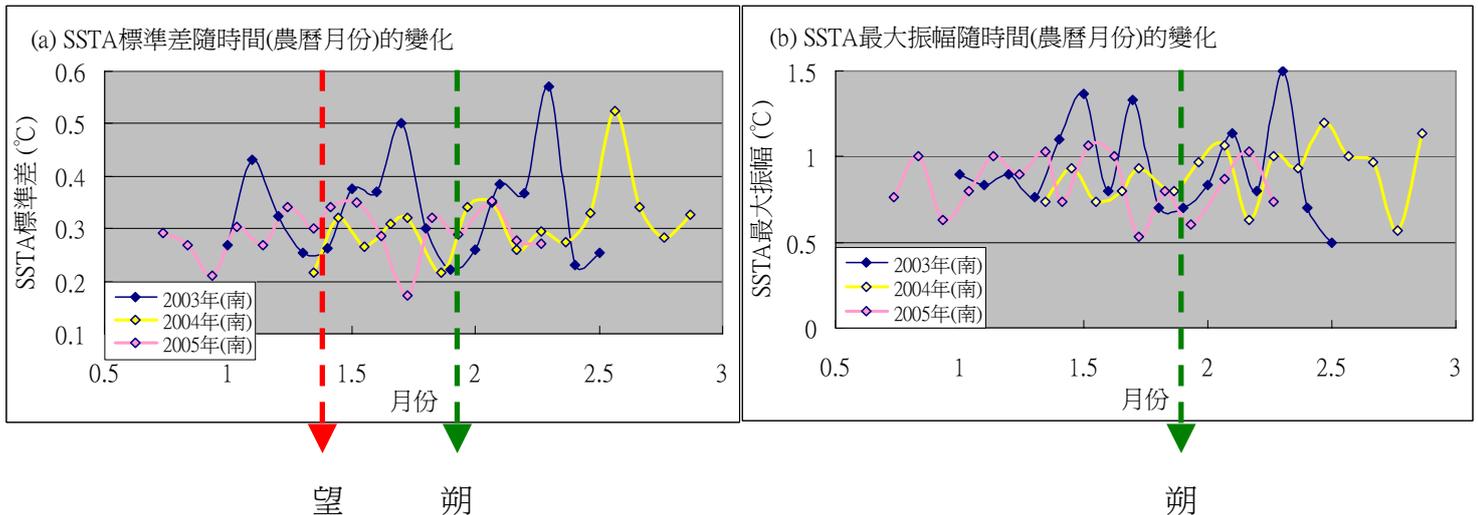
為更深入了解月相對高緯度天氣的影響，以農曆為主重製圖三、四、五、六成圖九、十、十一、十二，進行比對。



圖九 2003~2005 年冬季海平面溫度異常的變化，在北半球高緯度的分析結果

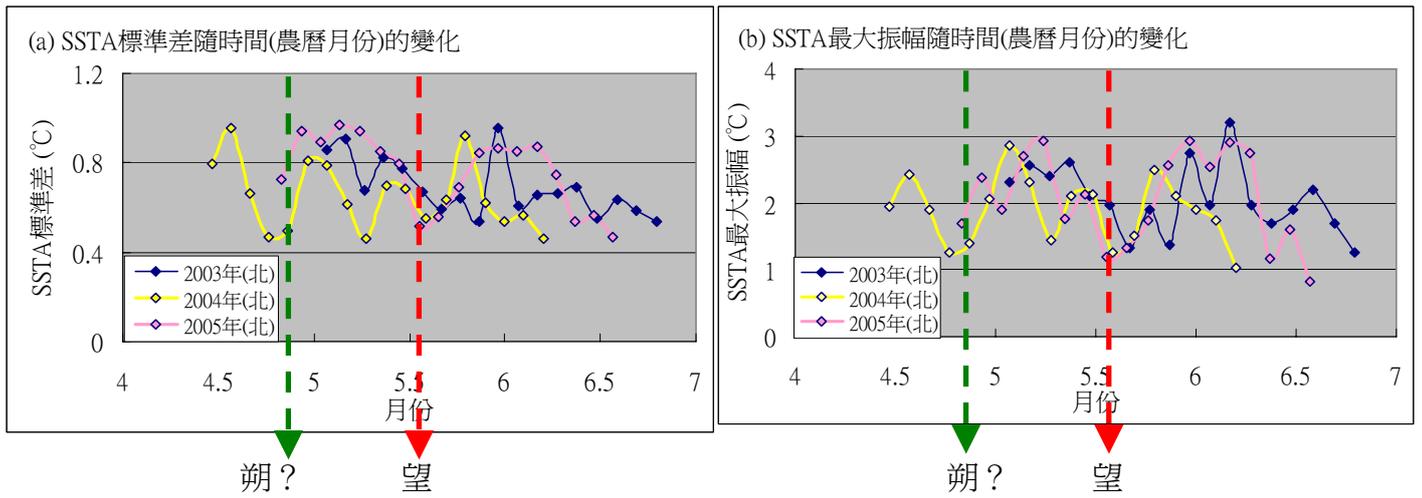
(縱軸(a)標準差及(b)最大振幅大小，橫軸表示農曆時間

例：國曆 2005 年 2 月 15 日為農曆 1 月 7 日 = $1 + 7/30 = 1.23$)

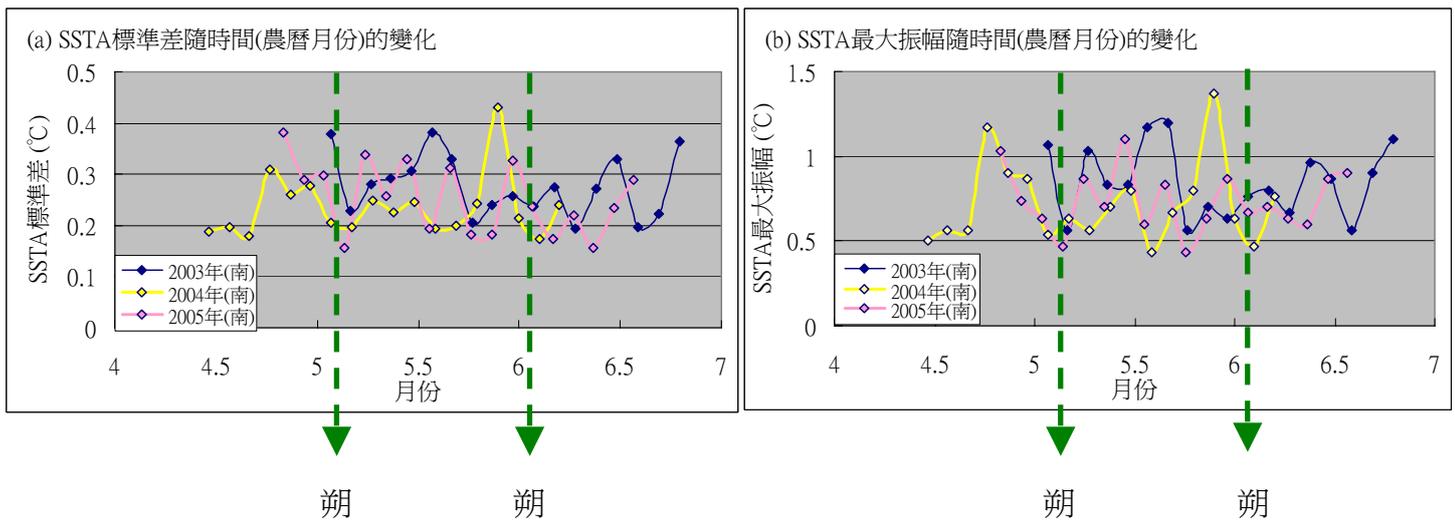


圖十 2003~2005 年冬季海平面溫度異常的變化，在南半球高緯度的分析結果

(縱軸(a)標準差及(b)最大振幅大小，橫軸表示農曆時間)



圖十一 2003~2005年夏季海平面溫度異常的變化，在北半球高緯度的分析結果
(縱軸(a)標準差及(b)最大振幅大小，橫軸表示農曆時間)

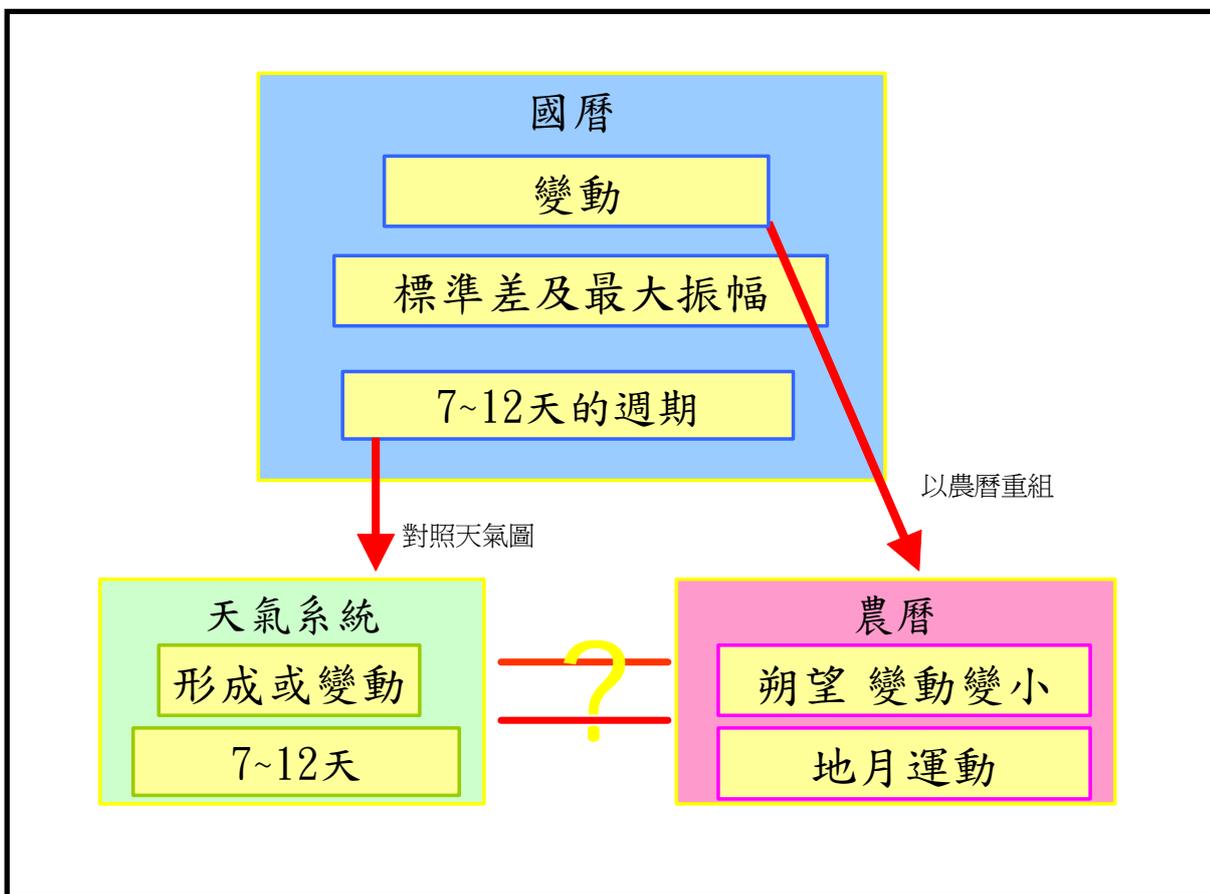


圖十二 2003~2005年夏季海平面溫度異常的變化，在南半球高緯度的分析結果
(縱軸(a)標準差及(b)最大振幅大小，橫軸表示農曆時間)

比較圖九~十二發現一件有趣的現象，無論 2003、2004 或 2005 年，在以下時間常出現低值：

1. 月相為朔時，時間軸接近整數值，如 2.0、5.0、6.0 時，即農曆二月初、五月初、六月初；
2. 月相為望時，時間的小數點接近 .5 時，如 2.5、5.5 時，即農曆二月十五日、五月十五日。

此分析結果顯示，接近朔望時，高緯度海平面溫度有較穩定且變動較小的情形，將此結果與天氣圖的結果整理，而由圖顯示，接近 2.0 時(綠色虛線標示處)會比時間 1.5 及 2.5 明顯，表示冬季時此現象朔比望明顯，很可能在冬季永夜時，月球反射太陽的能量影響高緯度的效果最低，潮汐為調和溫度的主要因子，而固定的潮汐運動使得海平面溫度變化最為穩定。形成以下概念：



本研究所有分析結果間的概念圖

1. 概念圖左側：以國曆分析溫度的變動約有 7~12 天的週期，對照天氣圖，此和天氣系統的形成或變動有關。
2. 概念圖右側：將溫度的變動以農曆表示時，發現朔望時變動常變小。
3. 由 1、2 點顯示概念圖左右測應存在某種相關性，

流程中左右測的相關性尚待確認，其中很重要的一點是左側週期有 7~12 天，此週期和地月運動的結果出現不太吻合的情形，推測和月球週期性影響地球大規模的天氣系統改變有延遲所致。

肆、結論

1. 比較 2003~2005 年冬季及夏季，西經 168 度「海平面溫度異常」對「緯度」的分布圖，發現在赤道附近的變動較小，在南北半球緯度 35 度以上變動較大此現象北半球的變動較明顯。
2. 比較海平面溫度異常變化對緯度的關係圖發現，在南、北半球不論 2003、2004 或 2005 年，每 7~12 天南、北半球的「冬夏季海平面溫度異常」的變動變大，不過標準偏差或最大振幅值不一定同時，顯示高緯度地區溫度異常的標準偏差較大(整個高緯度的溫度彼此差異較大)，不一定在當時出現溫度異常最大的值。如果只看每 7~12 天的規則變動情形，上述變化在北半球較為明顯，在南半球較不規則。
3. 與 2005 年冬季 1 月 31 日~3 月 17 日的北半球地面天氣圖進行分析比對發現，溫度的變動和極地天氣系統的形成關係密切，在冬季時極地為永夜，月光及潮汐交替運動，對極地氣候有一定程度影響，極地氣候進而影響短時間的高緯度天氣。
4. 針對 2005 年 6 月 1 日~7 月 22 日之地面天氣圖作分析，結果發現夏季緯度的溫度變異和高中低緯度天氣系統的改變關係密切，和冬季不同的是，此時月球的照射在此季節對高緯度天氣的影響極微小，月球對此區應僅剩引潮力的影響，其可能對海水的吸引使地表(特別在海陸邊界)的溫度，週期性的重新分配，或對大氣應也會造成週期性的質量分配。
5. 以農曆為主重製溫度的變動圖並進行比對發現，無論 2003、2004 或 2005 年，在月相為朔及望時常出現低值。此分析結果顯示，接近朔望時，高緯度海平面溫度有較穩定且變動較小的情形。
6. 將 3、4 點結論結合第 5 點結論顯示，地月運動應和地球上高緯度天氣系統存在某種相關性。

伍、未來發展方向

本研究依據「海平面溫度異常對緯度的關係圖」做分析，依據分析結果再一步步假設、比較及推論由於時間及設備的關係，僅進行一小結論，未來將對更多的變因(例如：大氣引潮力、洋流等)及更長的時間進一步驗證及測試我們的想法。

陸、參考資料

1. NASA 網站：<http://poet.jpl.nasa.gov/>
2. 大氣研究資料庫：<http://stdank.as.ntu.edu.tw/>
3. 南一書局(2006)，基礎地球科學，(頁 91~98)，台南市
4. 三民書局(2006)，基礎地球科學，(頁 80~90)，台北市

評語

本作品探討高緯度地區海面溫度變化與月相的關係，研究月球作為光源是否會影響高緯度地區的天氣，主題選擇新奇有趣，但月球的光源與其他影響天氣的變因相比，其重要性仍有待進一步的探討。