2013/14 冬季全球極端天氣與氣候事件彙整暨北美低溫事件分析

吳宜昭、王安翔、于宜強

國家災害防救科技中心氣象組

摘要

2013 年 12 月至 2014 年 2 月（以下簡稱本冬季）的全球極端天氣與氣候事件，包括北美地區的低溫、西歐地區的多雨、北極海覆冰面積減少以及南美地區出現高溫等，其中以北美低溫影響較為劇烈。這些事件的發生與氣候變遷的關係尚不清楚，但初步分析與複雜的多重尺度氣象條件出現變異有關。

本冬季期間，北美洲加拿大與美國地區溫度明顯偏低。尤其 2013 年 12 月至 2014 年 1 月，北美洲大陸發生持續性的強烈寒潮，寒潮夾帶的強烈暴風雪也造成停電、航班延誤以及交通中斷等災情。進一步的分析顯示，本冬季北太平洋出現高壓阻塞的現象，導致北美洲北部低壓系統偏強，西風氣流受阻轉向為持續性西北風，有利寒潮爆發，因而造成酷寒與雪災。

一、 前言

本冬季全球發生不少極端天氣與氣候事件，也對當地社會造成相當大的衝擊，其中北美酷寒、英國水患持續時間相當長。另外，2014年2月的日本東京的雪災也屬於罕見。災防科技中心此次嘗試彙整當季極端天氣與氣候事件之型態、發生區域及其衝擊，並且挑選重點事件做更深入的分析，以瞭解事件發生的氣象背景及原因，藉此為未來遇到災害天氣/氣候事件時之預警或因應參考。

二、 全球極端天氣與氣候事件彙整

根據日本氣象廳東京氣候中心與美國國家海洋暨大氣總署的統計（圖省略），災防科技中心彙整本冬季每個月份重要的極端氣候事件如下：

（一） 2013 年 12 月

1. 西伯利亞東部地區與西伯利亞中至西部地區溫度偏高
2. 中國南部地區到中南半島溫度偏低、降水偏多
3. 土耳其境內溫度偏低
4. 歐洲東南部地區一帶降水偏少
5. 歐洲西北部降水偏多，其中挪威也經歷了 1975 年以來，第二多雨的 12 月份。
6. 馬達加斯加溫度偏高

7. 美國西北部地區降水偏少

8. 加拿大中部地區和美國西部地區溫度偏低，其中美國經歷了 1895 年以來第 21 冷的十二月份，也是 2009 年以來最冷的 12 月份。

9. 巴西東部地區的降水量偏多

10. 阿根廷北部溫度偏高

11. 澳大利亞東北部降水偏少

12. 北極海冰覆蓋面積偏少，為 1979 年以來 12 月份最少的第 4 名

（二） 2014 年 1 月

1. 蒙古東部到中國東部溫度偏高。中國全國月均溫較氣候平均值高出攝氏 1.6 度，為自 2002 年以來第二溫暖的 1 月。

2. 中國南方的降水量偏少

3. 菲律賓受玲玲颱風襲擊

4. 南海海域溫度偏低

5. 挪威的降水量偏少

6. 西歐降水量偏多。其中英國不僅降水量偏多，也是英國歷年以來第三多雨的 1 月份。

7. 阿拉斯加的溫度偏高

8. 美國西南部到墨西哥西北部地區的溫度偏高

9. 美國東部到墨西哥東北部地區的溫度偏低

10. 玻利維亞一帶的溫度偏低

11. 阿根廷北部一帶溫度偏高

12. 北極海冰覆蓋面積偏少，較 1981-2010 年氣候平均值少 5.5%，為歷史上第 4 少的紀錄

（三） 2014 年 2 月

1. 印尼西部一帶的降水量偏少

2. 哈薩克南部到伊朗地區溫度偏低

3. 巴倫支海的溫度偏高

4. 歐洲南部到歐洲西部地區的降水量偏多，其中英國經歷了自 1910 年有紀錄以來第四名多雨的 2 月份。

5. 歐洲東南部的溫度偏高

6. 黑海一帶降水量偏少

7. 蒲隆地發生暴雨成災

8. 加拿大西南部和美國中部溫度偏低

9. 墨西哥一帶的溫度偏高

10. 巴西南部的溫度偏高

11. 北極海冰覆蓋面積較 1981-2010 年氣候平均值少 5.9%，亦是自

1979 年以來最少的第 4 名

綜合上述三個月的事件分布，持續一整個 2013/14 冬季的事件如表 1 所示。北半球的三個事件和整個冬季北半球的環流配置有很大關係。下一節將進一步分析與說明影響較為劇烈北美的低溫事件。

表 1 持續整個 2013/14 冬季的極端氣候事件

月份 事件	2013 年 12 月	2014 年 1 月	2014 年 2 月
北美溫度偏低	加拿大中部地區和美國西部地區的溫度偏低，其中美國經歷了 1895 年以來第 21 冷的 12 月份，也是 2009 年以來最冷的 12 月份。	美國東部到墨西哥東北部的溫度偏低	加拿大西南部和美國中部溫度偏低
西(或西	歐洲西北部的降	西歐降水量偏	歐洲南部到西部

北)歐降水量偏多	水量偏多，其中挪威經歷了1975 年以來第二多累積降水量的 12 月份。	多。其中英國不僅降水量偏多，也是英國歷年以來第三多累積降水量的 1 月份。	降水量偏多，其中英國經歷了自1910 年有紀錄以來第四多累積降水量的 2 月份。
北極海冰覆蓋面積偏少	為 1979 年以來 12 月份北極海冰最少的第 4 名	北極海冰較 1981-2010 年氣候平均值少 5.5%，為歷史上當月第 4 少的紀錄	北極海冰較 1981-2010 年氣候平均值少 5.9%，為自 1979 年以來當月最少的第 4 名
南美溫度偏高	阿根廷北部溫度偏高	阿根廷北部溫度偏高	巴西南部溫度偏高

三、 重點災害天氣與氣候事件分析－北美大雪

本冬季期間，北美洲加拿大與美國地區溫度明顯偏低。尤其 2013 年 12 月至 2014 年 1 月，北美洲大陸發生持續性的強烈寒潮，導致美國與加拿大多數地區發生破紀錄之低溫，部分地區的氣溫要比以往冬季再低 10℃ 以上。此次寒流並夾帶強烈暴風雪，造成美國南部及東南部 30 萬戶的停電，也導致航班延誤以及交通中斷等事件發生。

初步分析發現北美低溫事件與複雜的多重尺度氣象條件有相關。以下透過了解大氣環流背景與變異，來檢視本冬季北美低溫事件氣候特徵。

（一） 北半球氣候平均條件分析

2013 年 12 月份，中層(500 百帕)大氣中發現強烈的北極渦旋低壓籠罩在大西洋格陵蘭至北美北部，低壓系統中可以分成二個明顯的低壓槽線系統(如圖 1a 中紅線位置)，分別在加拿大與大西洋西側；阿拉斯加西部外海與歐洲大陸則為高壓系統所控制(圖 1a)。氣候環流上出現最大的變異就是北美西側與阿拉斯加南方外海長時間的高壓阻塞現象（圖 1c ），使得西風氣流必須繞過高壓由北向南進入北美洲大陸。同時，美加地區低壓系統的強度明顯被加強，北風所帶來的冷空氣量也增多，導致加拿大、美國北部與西部出現大範圍的偏低氣溫區域（圖 1f）。

2014 年 1 月，偏強的北極渦漩分裂成二個低壓中心(圖 2a)，分別位於加拿大東部和西伯利亞。太平洋到歐洲之間的高緯地區，沿著北極圈南方地區出現明顯的東西向波列。此時，氣候環流最大的變異有二：歐洲有一股來自極區的強高壓；另外，在北美西側，偏強的高壓持續阻塞盤踞，北美東部則受較強的低壓系統影響（圖 2c）。就整體

環流系統的配置而言，環流分布較前一個月時的情形略為偏東，美東低壓環流偏強，溫度偏低區域亦隨之移向美國東部與墨西哥東北部（圖 2f）。

2014 年 2 月，北極渦漩仍然存在並再度分裂成二個中心，分別位於加拿大北部與西伯利亞貝加爾湖附近(圖 3a)。此時，東亞低壓主槽位置自西伯利亞向東南伸向日本附近。本月份氣候環流的最大變異，在於原來北美西側偏強的高壓，和 1 月份時比較起來已出現略為減弱的情形。但北美北部的低壓系統仍偏強(圖 3 c)，導致自極區南下的北風或西北風仍造成本月加拿大至美國中、東部地面溫度持續偏低（圖 3f）。

本冬季的太平洋海溫分布也出現明顯變異。赤道太平洋呈現類似反聖嬰的結構（圖 4），即西側海溫略偏高、東側海溫略偏低，不過海溫偏離氣候平均值的強度太弱，還不足以構成一個反聖嬰事件。值得注意的是，本冬季北美洲西北方外側、阿拉斯加南方洋面的海溫持續異常偏高，創下自 1979 年來此區域冬季海溫最高的紀錄。

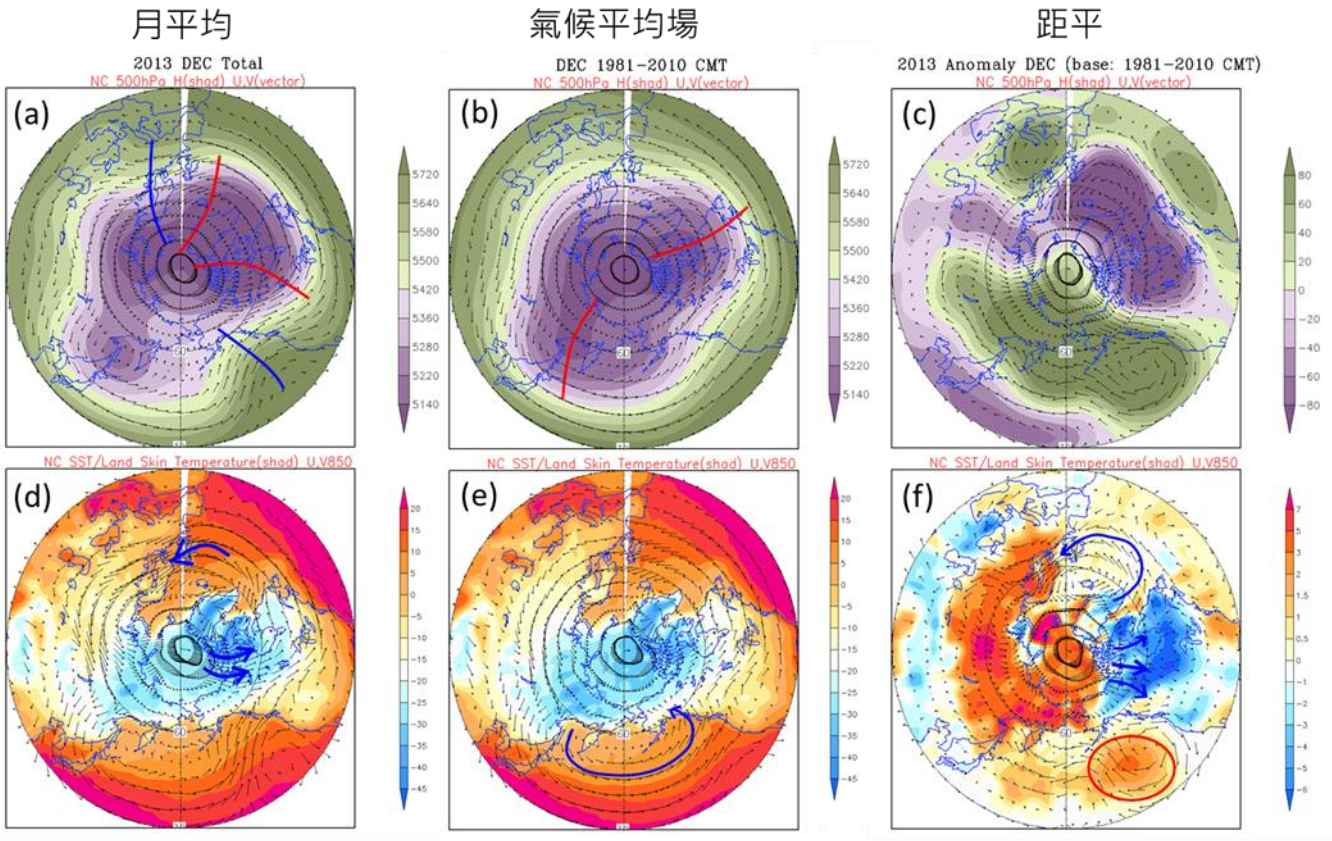


圖 1： 2013 年 12 月環流與長期氣候平均場比較。自左至右分別為 2013 年 12 月平均、1981-2010 年氣候平均場及當月平均減去氣候平均場的距平值。上排為中層大氣（500 百帕）重力位高度（色階，單位：gpm）與風場（箭頭，單位 m/s），下排為陸地／海洋表面溫度（色階，單位°C）與低層大氣（850 百帕）風場（箭頭，單位 m/s ）。（資料來源: NCEP/NCAR reanalysis，NCDR 計算及繪圖）。

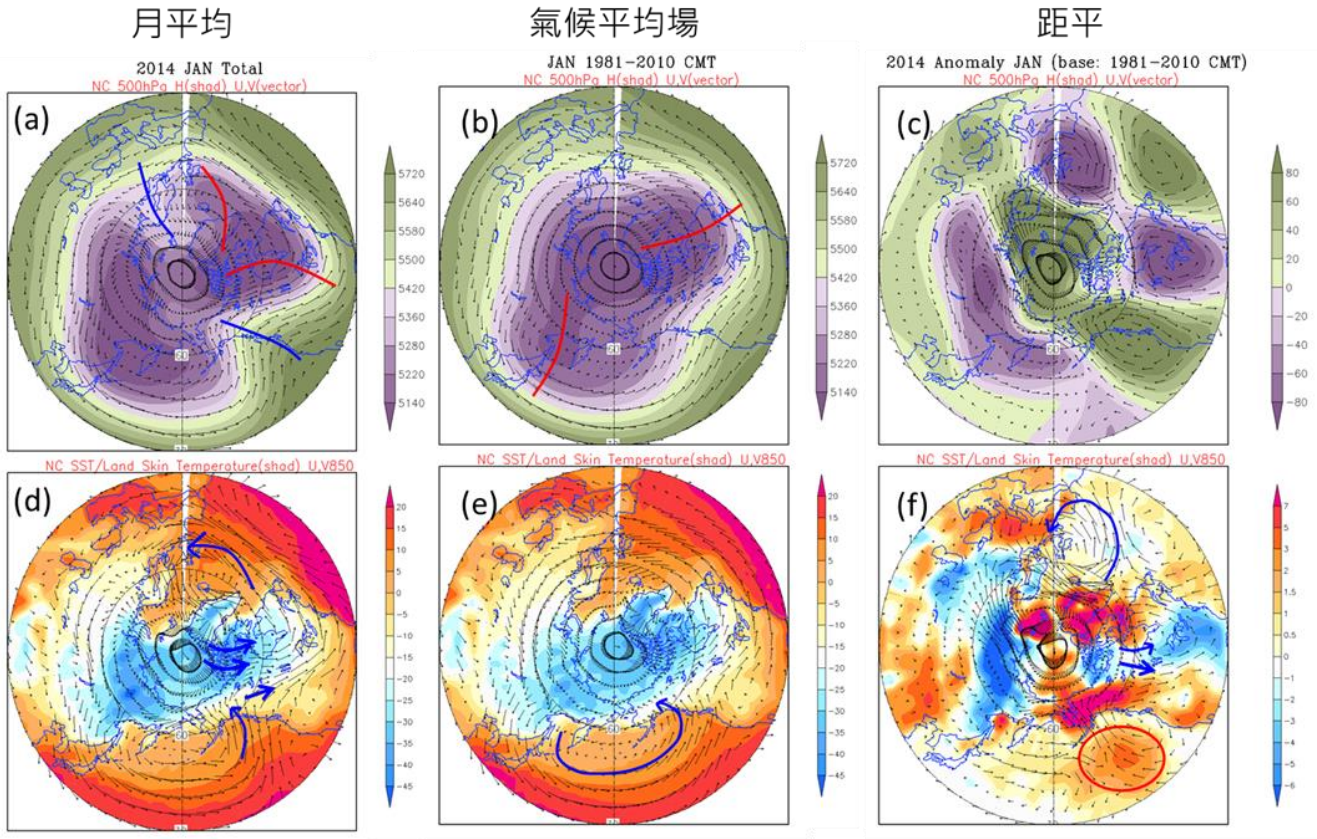


圖 2： 2014 年 1 月環流與長期氣候平均場比較。自左至右分別為 2013 年 12 月平均、1981-2010 年氣候平均場及當月平均減去氣候平均場的距平值。上排為中層大氣（500 百帕）重力位高度（色階，單位：gpm）與風場（箭頭，單位 m/s），下排為陸地／海洋表面溫度（色階，單位°C）與低層大氣（850 百帕）風場（箭頭，單位 m/s ）。（資料來源: NCEP/NCAR reanalysis，NCDR 計算及繪圖）。

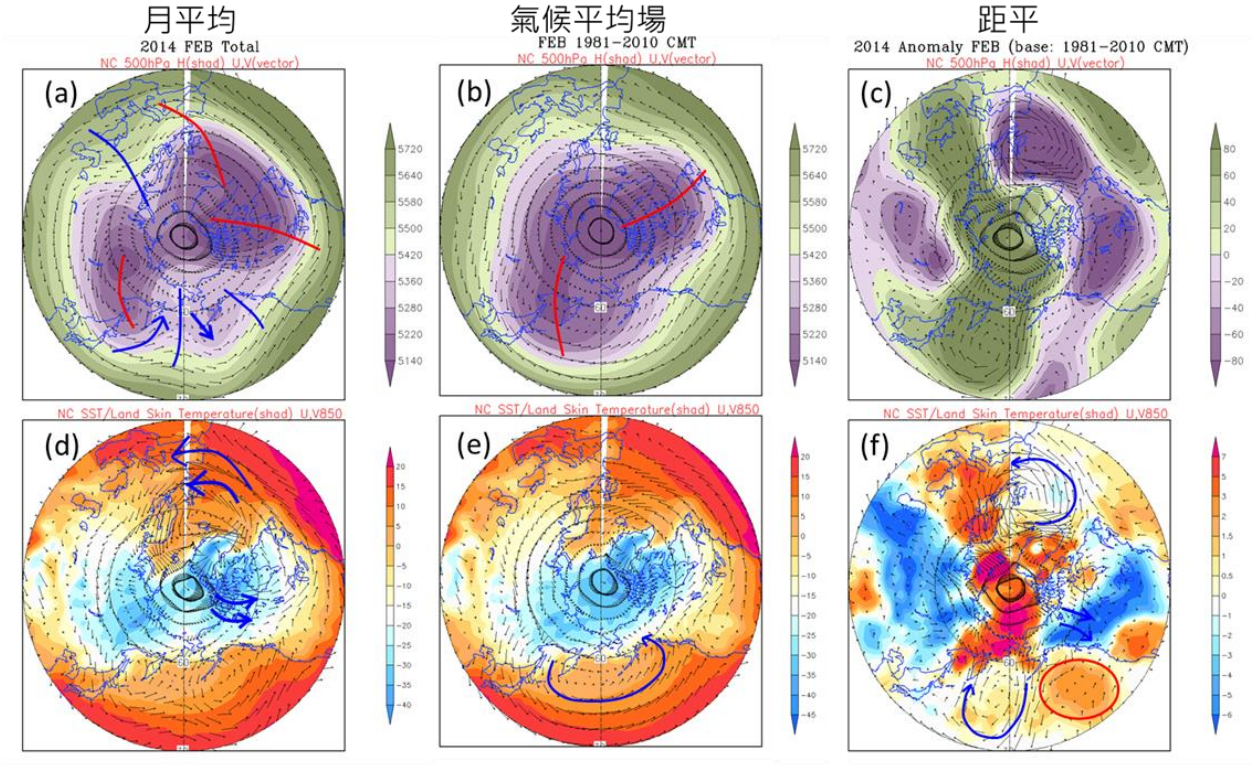


圖 3： 2014 年 2 月環流與長期氣候平均場比較。自左至右分別為 2013 年 12 月平均、1981-2010 年氣候平均場及當月平均減去氣候平均場的距平值。上排為中層大氣（500 百帕）重力位高度（色階，單位：gpm）與風場（箭頭，單位 m/s），下排為陸地／海洋表面溫度（色階，單位°C）與低層大氣（850 百帕）風場（箭頭，單位 m/s ）。（資料來源: NCEP/NCAR reanalysis，NCDR 計算及繪圖）。

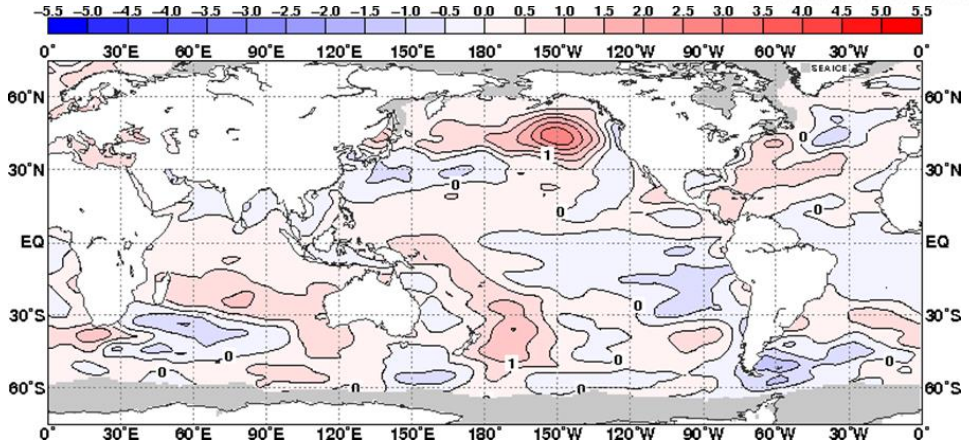


圖 4： 2013 年 11 月至 2014 年 1 月的海溫距平(當季和長期氣候平均值之差異)分布，等值線間距 0.5℃，溫度距平值如色標尺所示。(資料來源: NCEP/NCAR reanalysis)。

（二） 美國大雪事件分析

2013 年 12 月至 2014 年 1 月上旬，為北美地區大雪頻傳與持續低溫的時期。在此，透過短期氣候分析探討北美極端事件可能發生的原因。

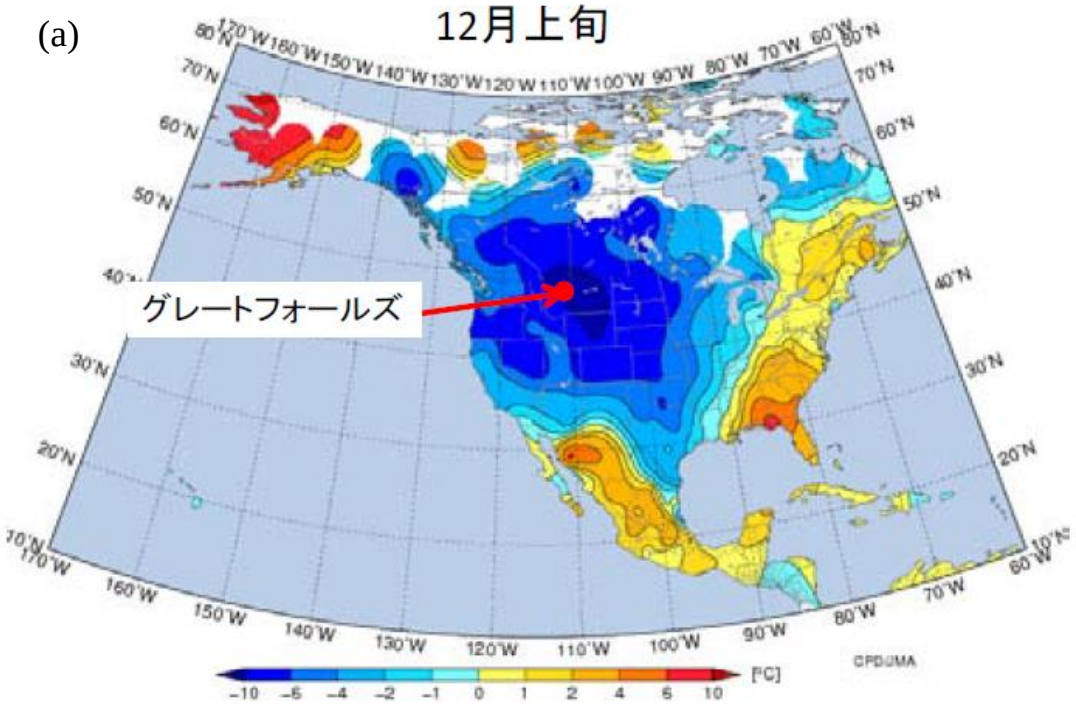
就北美溫度的變異分析(圖 5)，2013 年 12 月上旬，美國西部及中部地區溫度明顯偏低。2013 年 12 月下旬，低溫的強度略微減弱，低溫區略為北退並向東移動，最明顯的低溫區位於加拿大北部地區。2013 年 1 月上旬，溫度偏低情形又再度增強並明顯東移，氣溫偏低的區域位於加拿大中部、東部與美國東部地區。整體而言，低溫隨著時間有明顯消長並東移的情形。

在北美大雪發生前(2013 年 12 月 11-20 日)，北太平洋東北側上出現明顯的高壓偏強的現象(圖 7b)，分析當時的低層溫度場(圖 6b)，

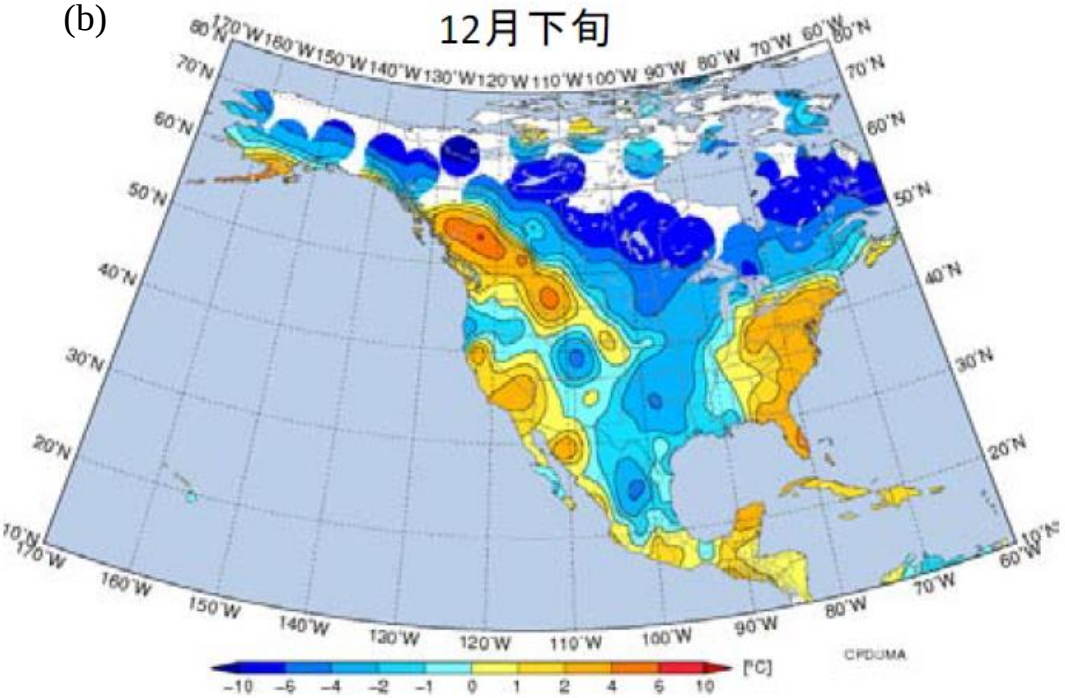
發現此高壓區的下方氣溫有明顯增加的趨勢，符合阻塞高壓發生的條件。當阻塞高壓發展後，北美高緯度的西風氣流受高壓阻檔後轉向為西北風，使得極區冷空氣可以大量南下，導致北美地區大範圍的低溫出現。由於高壓阻塞後容易造成天氣系統停滯不前，冷空氣持續盤踞北美大陸，當低壓系統前的暖濕水氣北上遭遇冷空氣時就容易引發大雪的發生。根據資料顯示，阻塞高壓持續盤據阿拉斯加西方北太平洋上長達一個多月之久，正好符合北美低溫發生的期間。

根據過去的研究，當阿拉斯加外海阻塞高壓發生，北美大陸就容易出現異常大雪的事件。Carrera et. al (2004)研究中，針對北美地區低溫事件進行分析，低溫事件與東北太平洋及阿拉斯加附近高壓阻塞有關。研究中進而分析上述當地冬季高壓阻塞的天數發現：當太平洋海溫為中性(neutral)型態時，冬季高壓阻塞平均有 31.2 天；當太平洋海溫出現反聖嬰型態時高壓阻塞的天數約為 27 天；太平洋海溫為聖嬰型態時高壓阻塞天數則為 12 天。本冬季太平洋海溫正好為中性型態，根據上述研究的結論，屬於容易好發阻塞高壓的海洋環境，只是本冬季阻塞高壓的強度與時間都較以往略為偏強。

(a)


12月上旬
グレートフォールズ
[°C]
−10 −6 −4 −2 −1 0 1 2 4 6 10
CPD/JMA

(b)


12月下旬
[°C]
−10 −6 −4 −2 −1 0 1 2 4 6 10
CPD/JMA

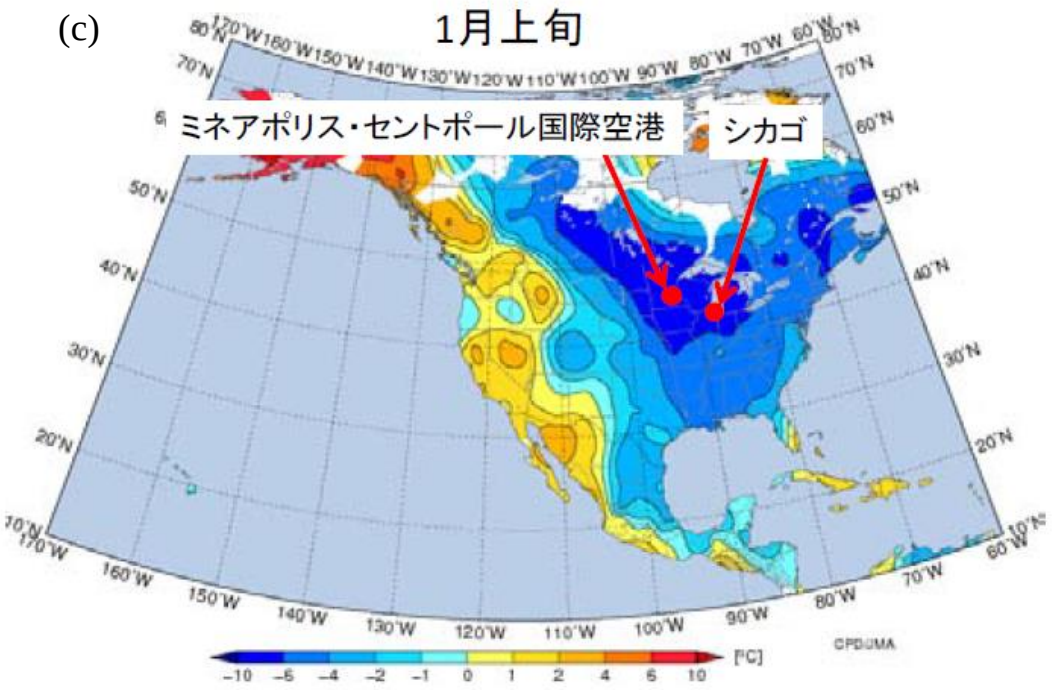
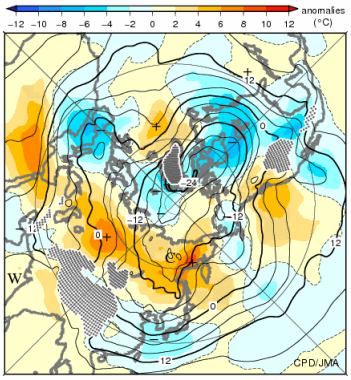


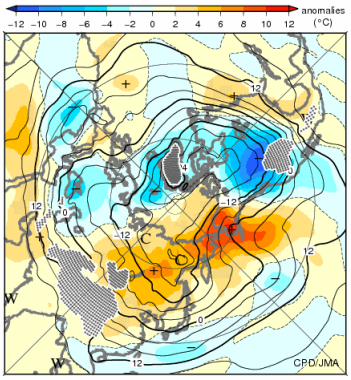
圖 5　北美洲之地面平均氣溫距平 (當時和長期氣候平均值之差異)分布。(a)2013 年 12 月上旬，(b)2013 年 12 月下旬，及(c)2014 年 1 月上旬。(資料來源：日本氣象廳)

(a)



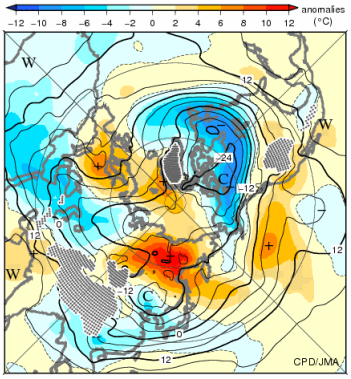
Ten day mean 850 hPa temperature and anomaly in the Northern Hemisphere (21Nov.2013–30Nov.2013)
The contours show temperature at intervals of 4 °C.
The shading indicates temperature anomalies.
The hatch patterns indicate areas with altitudes exceeding 1,600 m.
Anomalies are deviations from the 1981–2010 average.

(b)



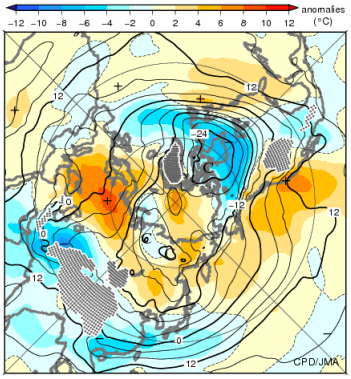
Ten day mean 850 hPa temperature and anomaly in the Northern Hemisphere (01Dec.2013–10Dec.2013)
The contours show temperature at intervals of 4 °C.
The shading indicates temperature anomalies.
The hatch patterns indicate areas with altitudes exceeding 1,600 m.
Anomalies are deviations from the 1981–2010 average.

(c)



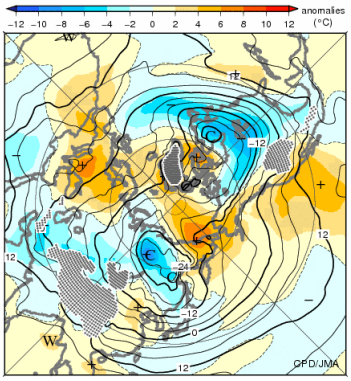
Ten day mean 850 hPa temperature and anomaly in the Northern Hemisphere (11Dec.2013–20Dec.2013)
The contours show temperature at intervals of 4 °C.
The shading indicates temperature anomalies.
The hatch patterns indicate areas with altitudes exceeding 1,600 m.
Anomalies are deviations from the 1981–2010 average.

(d)



Ten day mean 850 hPa temperature and anomaly in the Northern Hemisphere (21Dec.2013–31Dec.2013)
The contours show temperature at intervals of 4 °C.
The shading indicates temperature anomalies.
The hatch patterns indicate areas with altitudes exceeding 1,600 m.
Anomalies are deviations from the 1981–2010 average.

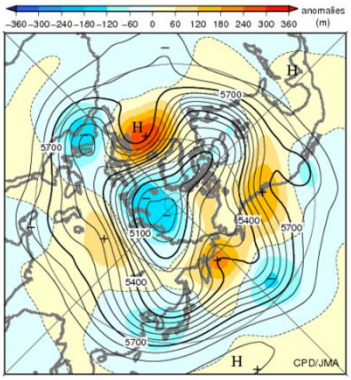
(e)



Ten day mean 850 hPa temperature and anomaly in the Northern Hemisphere (01Jan.2014–10Jan.2014)
The contours show temperature at intervals of 4 °C.
The shading indicates temperature anomalies.
The hatch patterns indicate areas with altitudes exceeding 1,600 m.
Anomalies are deviations from the 1981–2010 average.

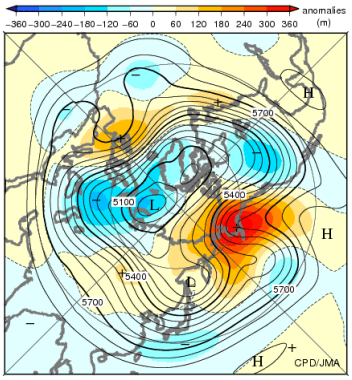
圖 6 低層(850hPa)氣溫之 10 天平均分布，(a)2013 年 11 月 21-30 日，(b) 2013 年 12 月 1-10 日，(c) 2013 年 12 月 11-20 日，(d) 2013 年 12 月 21-31 日，及(e) 2014 年 1 月 1-10 日，實線為平均溫度分布，色階為溫度距平分布。(資料來源：日本東京氣候中心)

(a)



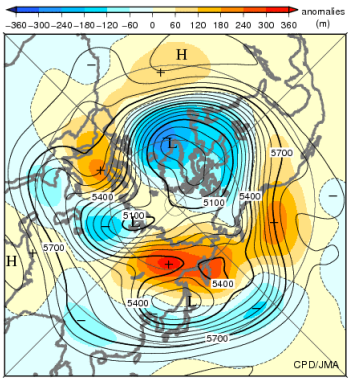
Ten day mean 500 hPa height and anomaly in the Northern Hemisphere (21Nov.2013–30Nov.2013)
The contours show height at intervals of 60 m.
The shading indicates height anomalies.
Anomalies are deviations from the 1981–2010 average.

(b)



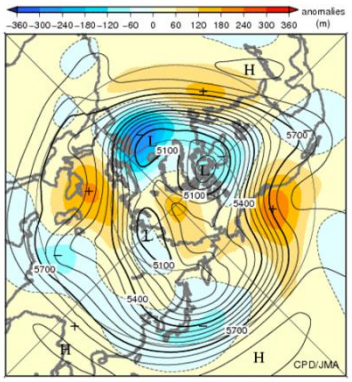
Ten day mean 500 hPa height and anomaly in the Northern Hemisphere (01Dec.2013–10Dec.2013)
The contours show height at intervals of 60 m.
The shading indicates height anomalies.
Anomalies are deviations from the 1981–2010 average.

(c)



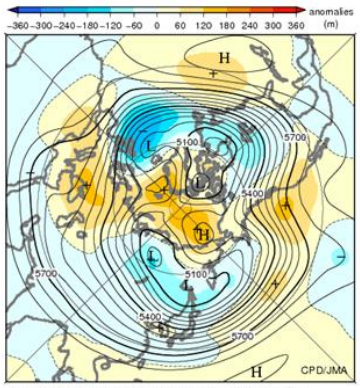
Ten day mean 500 hPa height and anomaly in the Northern Hemisphere (11Dec.2013–20Dec.2013)
The contours show height at intervals of 60 m.
The shading indicates height anomalies.
Anomalies are deviations from the 1981–2010 average.

(d)



Ten day mean 500 hPa height and anomaly in the Northern Hemisphere (21Dec.2013–31Dec.2013)
The contours show height at intervals of 60 m.
The shading indicates height anomalies.
Anomalies are deviations from the 1981–2010 average.

(e)



Ten day mean 500 hPa height and anomaly in the Northern Hemisphere (01Jan.2014–10Jan.2014)
The contours show height at intervals of 60 m.
The shading indicates height anomalies.
Anomalies are deviations from the 1981–2010 average.

圖 7 高層(500hPa)氣溫之 10 天平均分布，(a)2013 年 11 月 21-30 日，(b) 2013 年 12 月 1-10 日，(c) 2013 年 12 月 11-20 日，(d) 2013 年 12 月 21-31 日，及(e) 2014 年 1 月 1-10 日，實線為平均重力位高度分布，色階為重力位距平分布。(資料來源：日本東京氣候中心)

四、 結論

本文提供 2013/14 本冬季全球極端天氣與氣候事件之分布資訊，也挑選本冬季造成明顯衝擊的北美低溫與大雪事件，進一步分析。結果顯示，此事件和多重尺度的氣象背景有密切相關。分析本冬季大尺度的氣象環流發現，中層（500 百帕）大氣出現較強的東西向環流波列結構，南北向的振幅加大導致冷暖空氣的輸送增強。整個冬季，北美洲北部的低壓系統明顯增強，加上本冬季前兩個月北美西側、阿拉斯加一帶出現長時間高壓阻塞的現象。這種高壓阻塞的現象，使得北美洲西北側高壓系統維持不動，有利於冷空氣從高緯度持續南下至較低緯度，造成持續寒潮爆發的天氣型態，加拿大與美國多數地區溫度因此偏低。同時，本冬季阿拉斯加南方外海海溫持續異常偏高，也創下自 1979 年以來，此區域冬季海溫最高的紀錄。海溫偏高的現象是否與上述北美西側、阿拉斯加一帶持續性的高壓阻塞有關，還需進一步探討。

參考文獻

日本氣象廳地球環境海洋部氣候情報課，2014：2013 年 12 月-2014 年 1 月北美著顯寒潮。日本氣象廳，2 頁。(日本文版)

日本氣象廳東京氣候中心，Monthly Highlights on the Climate System (December 2013)。日本氣象廳，4 頁。

日本氣象廳東京氣候中心，Monthly Highlights on the Climate System (January 2014)。日本氣象廳，4 頁。

日本氣象廳東京氣候中心，Monthly Highlights on the Climate System (Febuary 2014)。日本氣象廳，6 頁。

Carrera, M. L., R. W. Higgins, and V. E. Kousky, 2004: Downstream weather impacts associated with atmospheric blocking over the Northeast Paciffic. J. Climate, 17, 4823-4838.