

2013 年 3 月 2 日道東地方に暴風雪被害をもたらした 爆弾低気圧の数値シミュレーション

*川野 哲也・川村 隆一（九大院・理）

1. はじめに

本研究の対象事例は、2013 年 3 月 1 日に日本海で急速に発達しながら 2 日にかけて北海道を通過し、3 日にオホーツク海で 968 hPa にまで発達した、爆弾低気圧である（図 1）。この爆弾低気圧に伴い、北海道では広範囲で暴風雪に見舞われ、公共交通機関の多数運休などライフラインへの大きな影響が出るとともに、暴風雪による吹きだまりや局地的な大雪の影響によって、道東地区を中心に死者 9 名という甚大な被害をもたらされた。亡くなられた多くの方の災害現場が自宅から 1km 以内の場所であったことは本事例の天気変化の激しさを物語っている。本研究の目的は、2013 年 3 月 2 日の爆弾低気圧に伴う道東地区の天気急変メカニズムについて調査することである。

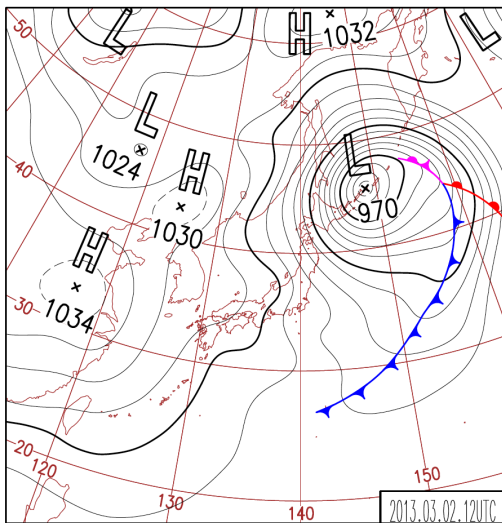


図 1：2013 年 3 月 2 日 21JST の地上天気図。

2. 数値モデル

使用した数値モデルは完全圧縮系非静力学モデル WRF である。総観スケールから道東地区の暴風雪スケールまでをカバーするため、4 つのドメイン（水平解像度はそれぞれ 27km, 9km, 3km, 1km）を 2-way nesting した。雲微物理には Milbrandt-Yau の 2 モーメントスキームを用い、ドメイン 1 と 2 にのみ Kain-Fritsch 積雲パラメタリゼーションスキームを導入した。惑星境界層スキームおよび地表面過程にはそれぞ

れ Yonsei-University スキームと Unified Noah land-surface モデルを用いた。初期値・境界値作成には NCEP FNL を使用し、3 月 1 日 15 JST を初期値として、2 日間の時間積分を行った。

本爆弾低気圧の発達要因を調査するために、降水形成に伴う潜熱加熱を OFF にした実験（NOLH）と地表面からの顕熱・潜熱フラックスを OFF にした実験（NOSF）を行った。また、北海道の山岳地形が道東地方の天気急変に及ぼす影響を調べるために、北海道の地形を平坦にした実験（FLAT-HOK）を行った。

3. 結果

3.1 爆弾低気圧データベースより

オホーツク海で猛烈に発達し、道東地方に暴風雪をもたらす爆弾低気圧がどのような爆弾低気圧に該当するのかをまずは確認しておく。九州大学爆弾低気圧データベースを用いて、2008 年～2013 年の 12 月～3 月の期間内に発生・発達した爆弾低気圧の経路を調査した（図 2）。オホーツク海で発達する爆弾低気圧は、1) 日本海低気圧が北海道を通過してオホーツク海で発達するタイプ、2) 三陸沖を北上してオホーツク海で発達するタイプ、3) これら 2 つが同時に存在し、オホーツク海で併合・発達するタイプの 3 つに分類できる。本爆弾低気圧はタイプ 1 にあたる。

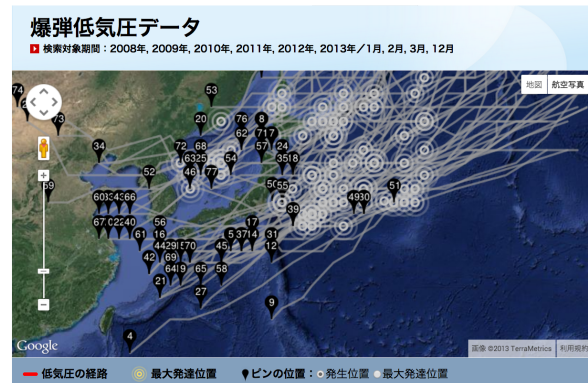


図 2：2008 年～2013 年 12 月～3 月における爆弾低気圧の経路。黒ピンは発生地点、白 3 重丸は最大発達地点を表している。九州大学爆弾低気圧データベースより。

3.2 低気圧構造の特徴

NCEP FNL による解析結果を述べる。日本海

通過中に示していた、高度とともに西傾する構造は北海道横断時（3月2日09 JST）までには直立した構造へと変化し、その後最発達まで直立した構造のままであった（図省略）。北海道横断時に暖気核隔離の構造を示していた点が本爆弾低気圧の構造的特徴の1つである（図3）。

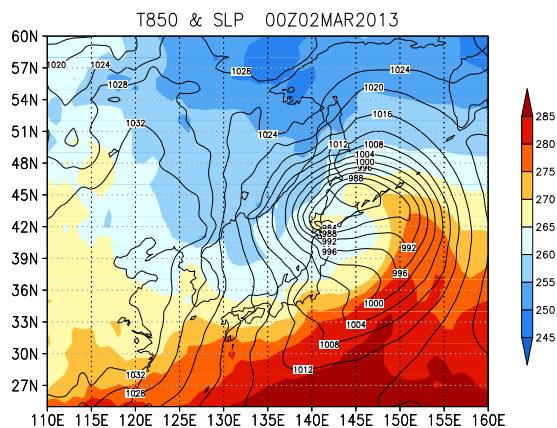


図3：NCEP FNLによる850 hPa面温度（陰影：K）と海面更正気圧（コンター：hPa）。時刻は2013年3月2日09 JST。

3.3 数値シミュレーション

WRFによってシミュレートされた爆弾低気圧は現実よりも過度の発達傾向がみられるが、その経路はよく再現されている（CNTL実験）。本低気圧における風分布は中心部付近で弱く、中心から200km程度離れた場所に弱風域から強風域に急変するシャープな風の遷移域がある点が特徴的である。現実よりも数時間遅れているが、風速25mを超える強風域が道北地区から道東地区への移動する様子がシミュレートされている（図4）。

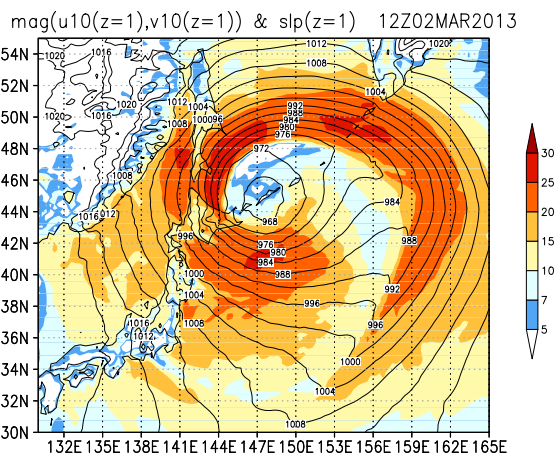


図4：CNTL実験でシミュレートされた地上10m風速（陰影：m/s）と海面更正気圧（コンター：hPa）。時刻は2013年3月2日21 JST。

NOLH実験でシミュレートされた低気圧経路はCNTL実験のそれとほとんど変わらないが、低気圧発達が抑制され、それに伴って強風の強

さもかなり弱化する（図省略）。これらのことは、低気圧中心の東側と北側に存在する対流活動に伴う潜熱加熱は本爆弾低気圧の重要な発達要因の1つであることを示唆している。

NOSF実験では低気圧発達は若干強化された（図5）。これは、日本海からの潜熱・顕熱フラックスは低気圧へ水蒸気を供給する一方、低気圧後面の寒気移流を弱める（すなわち下層寒気を温める）ことで低気圧の東西温度傾度を弱体化させ、その結果として低気圧発達が抑制されることを示している。

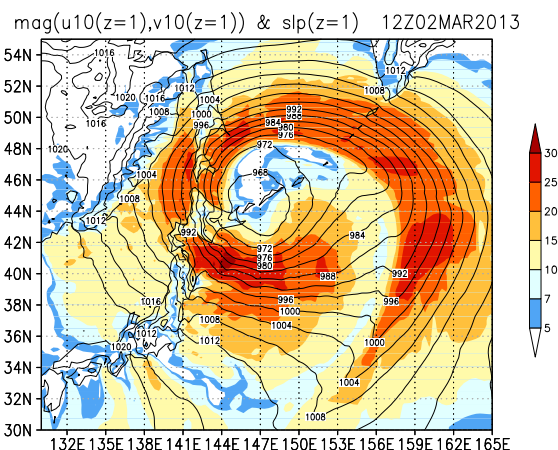


図5：図4と同じ。ただし、NOSF実験。

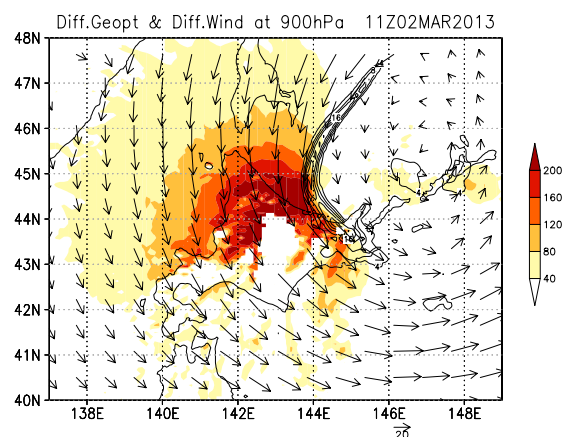


図6：CNTL実験とFLAT-HOK実験との900 hPa面ジオポテンシャル差（陰影： m^2/s^2 ）と風速差（コンター：m/s）。ベクトルはCNTL実験の水平風を示している。時刻は2013年3月2日20 JST。

図6はCNTL実験とFLAT-HOK実験との900 hPa面ジオポテンシャル差と風速差を示している。CNTL実験では北海道地方の山岳による障壁効果によって、道央・道北地方に局所的な高圧部が形成されている。この高圧部によって北海道オホーツク海沿岸部では気圧傾度が強化され、北海道地形がないときよりも数時間早く道東地方に強風域が到達する様子が示された。すなわち、北海道地形が道東地方における天気急変に対して大きな影響を及ぼしていることが考えられる。

4. まとめ

完全圧縮系非静力学モデル WRF を用いて、2013 年 3 月 2 日道東地方に暴風雪被害をもたらした爆弾低気圧の数値シミュレーションを行った。過度の発達傾向は見られるものの、低気圧経路などは非常によく再現された。CNTL 実験は、低気圧中心から 200 km 程度離れた場所に風が急激に変化するシャープな風の遷移域があり、それが道北地方から道東地方へと移動する様子を示した。NOLF 実験より、潜熱加熱が低気圧発達に非常に重要であること示された。CNTL 実験と NOSF 実験との比較から、日本海からの顕熱・潜熱フラックスは低気圧後面の寒気移流を弱めることによって、低気圧発達を抑制する働きをすることが示された。また、FLAT-HOK 実験より、北海道の山岳地形が道東地方の天気急変に大きく寄与していることが示唆された。