

黒潮続流域の海面水温変動に対する爆弾低気圧の応答

*平田英隆・川村隆一（九大院・理）・加藤雅也・篠田太郎（名大・地球水循環）

1. はじめに

急速に発達する温帯低気圧（爆弾低気圧）は日本の寒候期の気象・海象災害の発生要因となるため、その発達メカニズムや構造変化の適切な理解は災害の軽減などの観点から重要である。爆弾低気圧の頻発域である北西太平洋域においては、黒潮/黒潮続流域が爆弾低気圧活動へ影響を与えることが指摘されている（e.g., Yoshiike and Kawamura 2009）。Hirata et al. (2015) は、Cold Conveyor Belt (CCB) には黒潮/黒潮続流域からの蒸発を促進させ、さらに低気圧中心付近へ水蒸気を輸送する働きがあること、その水蒸気は後屈前線付近で収束し潜熱解放を介して中心気圧を低下させることによって CCB をさらに強化することを見出した。

黒潮/黒潮続流域の海面水温 (SST) 変動は、黒潮続流域の流路変動に関連して特に西部黒潮続流域で顕著であることが知られている（e.g., Sugimoto and Hanawa 2011）。Hirata et al. (2015) が提案したフィードバックプロセスが本質的に重要ならば、西部黒潮続流域の SST 変動が爆弾低気圧の発達に影響を与えている可能性がある。そこで本研究の目的は、西部黒潮続流域の SST 変動に対して爆弾低気圧の発達や構造がどのように応答するかを明らかにすることである。

2. 使用モデルの設定

低気圧の再現実験には Cloud Resolving Storm Simulator (CRSS) (Tsuboki and Sakakibara 2007) を用いた。計算領域は 110°E – 179.3°E , 12°N – 60°N , 水平解像度は緯度 0.05° ×経度 0.05° , 鉛直層数は 45 層である。大気の初期値・境界値には JMA 全球数値予報モデル GPV を用いた。SST は JAMSTEC 提供の JCOPE2 (Miyazawa et al. 2009) を使用し、初期値で固定した。今回解析に用いた事例は 2014 年 2 月上旬に日本列島の南岸を通過しながら発達した爆弾低気圧である。計算期間は 2014 年 2 月 7 日 12UTC–12 日 12UTC とした。

計算初期時刻の SST 分布を与えた実験を CNTL ランと呼ぶ。また SST 変動に対する爆弾低気圧の応答を調べるために、SST 分布を 3 種類に改変した感度実験を実施した。1 つ目は、計算初期時刻の西部黒潮続流域の SST 分布を改変した実験である (SST ラン)。この時、西部黒潮続流域では正の SST 偏差が卓越していたので、この偏差が 1 K 以上の領域を取り除いた。2 つ目 (3 つ目) は続流域不安定 (安定) 期の典型年の 1999 年 (2004 年) の 2 月の西部黒潮続流域の 1 K 以上 (-1 K 以下) の SST 偏差を 2 月の気候値に加えた SST 分布を用いた実験である。前者を WARM ラン、後者を COOL ランと呼ぶ。

3. 2014 年 2 月上旬の爆弾低気圧の特徴

CNTL ランで再現された低気圧の地表前線の時間発展は Shapiro-Keyser モデル (e.g., Shapiro and Keyser 1990) に類似しており、急発達期には後屈前線付近で非断熱加熱が強まる。後方流跡線解析からこの加熱域には CCB を介して黒潮続流域から蒸発した水蒸気が輸送されていることが確認でき、Hirata et al. (2015) の結果と整合的である。

4. 爆弾低気圧中心近傍の構造変化

CNTL ランと SST ランを比較すると、後者の方が前者よりも西部黒潮続流域の SST が低く、これに対応して潜熱フラックスも SST ランの方が小さな値を示す (図 1)。特に CCB がこの領域に重なる時に両者のフラックス差は

増大する。海面更正気圧 (SLP) 差に注目すると後屈前線付近で差が大きく、SST ランに比べて CNTL ランの方が気圧の降下が著しい (図 1)。その理由として、CNTL ランの方が SST ランに比べて黒潮続流域から水蒸気が多く蒸発し、それが CCB によって後屈前線付近に輸送され、収束し、この領域の潜熱加熱が強化された結果であると考えられる。実際に CNTL ランの方が SST ランに比べて後屈前線付近の非断熱加熱が強まる。また、WARM ランと COOL ランの比較をすると、両者の物理量の差は CNTL ランと SST ランの差と類似したパターンを示し、後屈前線付近の SLP 差は最大で約 8 hPa となった。これに対して中心気圧差は最大で約 2 hPa であった。

この後屈前線付近の SLP 差は低気圧中心近傍の構造の違いを反映している。WARM ランと COOL ランの SLP 分布を比較すると、後屈前線付近の気圧降下が顕著である前者の方が後者に比べて低気圧中心がより西側にシフトしている (図 2)。一方で東側の SLP 分布は両者に大きな差はない。つまり、低気圧中心付近の東西非対称構造の違いが反映されている。WARM ランで東西非対称性が顕著なのは Hirata et al. (2015) の CCB を介したフィードバックプロセスが効率的に働いていることを示唆する。このように西部黒潮続流域の SST 変動は急発達する南岸低気圧の中心近傍の東西非対称構造の変化をもたらしていることが明らかとなった。

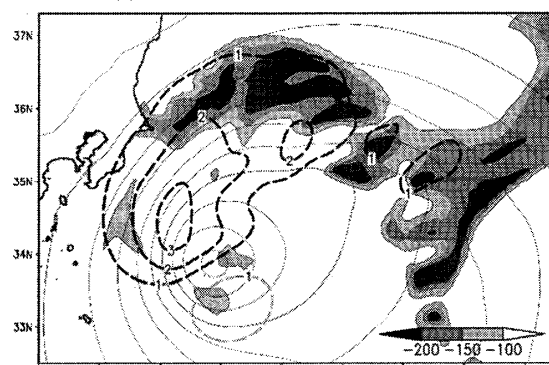


図 1. 2014 年 2 月 8 日 18UTC における SST ランと CNTL ランの比較。陰影と破線はそれぞれ潜熱フラックス (W m^{-2}) と SLP (hPa) の差 (SST ラン–CNTL ラン)。実線は SST ランの SLP 分布。

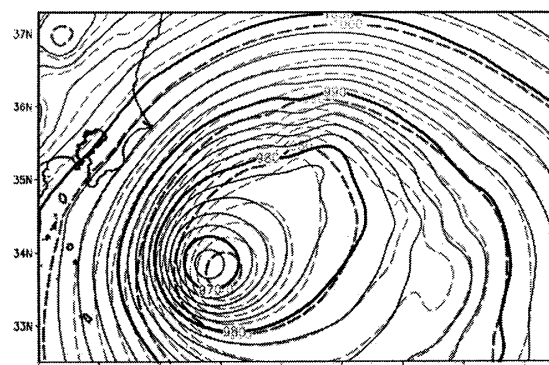


図 2. 2014 年 2 月 8 日 18UTC における WARM ランと COOL ランの比較。実線 (破線) は WARM (COOL) ランの SLP (hPa) を示す。