

日本海および黄海面水温偏差が極域・亜極域の気象に与える影響： 急激に発達する温帯低気圧の事例について

山本勝¹，広瀬直毅¹

¹ 九大応力研

Meteorological influences of the Yellow and Japan Seas temperature anomalies on subpolar and polar regions: A case of a rapid developing extratropical cyclone

Masaru Yamamoto¹ and Naoki Hirose¹

¹RIAM, Kyushu Univ.

The extratropical cyclogenesis can be potentially influenced by the sea surface warming/cooling over the Japan and Yellow Seas with an approximately a half size of synoptic-scale baroclinic wave. In particular, the thermal effect of the Japan Sea is likely to spread to the upper level via the upward wind, when the trough of the baroclinic wave is located west of the Japan Sea. In the case of the relatively cold Japan Sea, because the atmospheric available potential energy decreases over the sea, the baroclinic wave becomes weaker around the Japan Sea. In this case, as the cyclone is developing and traveling, the positive and negative geopotential height anomalies induced by the SST cooling are formed in the lower-level trough and upper-level ridge outside the Japan Sea, respectively. In the fully-developed stage of the cyclone, because the upper-level ridge moves to the north of the center of the low, the height anomaly similar to the West Pacific teleconnection pattern is formed on the S-shaped trough-ridge structure above 500 hPa. In the same manner, the Yellow-Japan Seas seesaw also influences the extratropical cyclogenesis.

1. はじめに

近年，大気海洋相互作用において，赤道域や外洋の海流だけでなく日本周辺海域の海況の重要性も認識されつつある．特に，東アジア縁辺海域は黒潮域とならんで低気圧の発達域であることから，日本周辺縁辺海域の海況は低気圧の発達に影響を与える．これらの低気圧の一部は発達しながら高緯度域へ移動することから，東アジア縁辺海域の海況の変化は極域・亜極域の気象にも影響を与えることが示唆される．

Yamamoto & Hirose (2007) は日本海の SST 勾配が低気圧強度や構造に影響を与えることを示した．Hirose et al. (2009) は秋期対馬海流流量と冬期 WP (West Pacific) テレコネクションインデックスとの高い相関を発見し，日本周辺の SST 変動を介した対馬海流と WP パターンの間の力学的な結合を議論している．Yamamoto & Hirose (2011) では，流量が大きく高温な 2005 年 1 月の日本海 SST を用いた実験と流量が小さく低温な 2003 年 1 月の SST を用いた実験の 2 つを行い，月平均の気象場を比較した．対馬暖流の流量低下に伴い日本海 SST が低下すると，北西太平洋域で 500hPa のトラフが強化される．日本列島から千島列島にかけてポテンシャル渦度偏差が形成されることから，日本海 SST 低下によるオホーツク海トラフ強化において低気圧発達過程の重要性が示唆される．低気圧の形成・発達を議論する上で，総観スケールの傾圧波に比べて小さいミニ海洋である日本海では，SST 勾配による下層大気傾圧性への影響が重要なのか？それとも，海域全体の SST 上昇・低下が重要なのか？明確ではない．SST 勾配が低気圧発達に与える影響については多くの研究があるので，本研究では小さな海域全体の SST 上昇・低下が低気圧発達に与える影響について調査し，その SST 偏差が極域・亜極域の気象に与える影響を議論する．

2. 日本海 SST 偏差の影響

本研究では，日本海で急激に発達した温帯低気圧の事例(2008 年 1 月 21–25 日)について数値実験を行った．比較のため日本海に -1K の偏差を与えた実験を行い，日本海 SST 偏差が低気圧に与える影響について調査した．低気圧発達初期の日本海域では海面気圧偏差が正となり，低気圧が十分に発達して千島列島に達した頃には，地上では正の気圧偏差は増大する．他方，300hPa ではオホーツク海上空で負のジオポテンシャル偏差が卓越する．500hPa では下層と上層の中間的な構造をもち，WP パターンのような双極子偏差が維持される．

この実験の WP パターンのような偏差構造は次のようなメカニズムで形成される．負の SST 偏差をもつ日本海を，傾圧波の上昇流位相が通過すると，日本海上の下層大気は冷却され，有効位置エネルギーは小さくなる．すると上昇流は弱まり，傾圧波の振幅も弱まる．このとき，下層の気圧の谷では正の偏差，上層の気圧の尾根では負の偏差が生じる．その後，低気圧の発達とともに，気圧およびジオポテンシャル高度偏差は増大しながら，高緯度域に運ばれ，最盛期には気圧の尾根が気圧の谷の北側に巻き込まれるような S 字構造になる (図 1 右下)．その

構造を反映して、北側（気圧の尾根）で負偏差、南側（気圧の谷）で正偏差となり、WP パターン的な偏差構造が維持される。日本海 SST 偏差の符号を反対にすると、上述の大気偏差パターンは符号が逆になる。

偏差を与えた海域を低気圧が通過した後、その場所は下降流の位相となるので、SST 偏差の影響は上層には伝わりにくくなる(Ueda et al. 2011)。したがって、低気圧通過後の日本海 SST 影響は高緯度域に伝わらず、発達初期（日本海で上昇流位相）の双極子偏差パターンのみが顕著に表れる。

日本海 SST 偏差に伴う海面乱流熱フラックス偏差は日本海のみならず、外洋にまで出現することから、縁辺海の影響が低気圧（大気）に伝わり、さらに低気圧が移動した先の外洋にまで影響を及ぼすような大気海洋相互作用過程が見られる。この場合、温帯低気圧が、日本海と外洋をつなぐブリッジ的な役割を果たしている。

3. 日本海－黄海 SST シーズンの影響

対馬海峡の流量変動に伴う SST 偏差パターンでは、日本海と黄海の間に SST シーズンが見られる。つまり、流量が減ると、日本海 SST は低下し、黄海 SST は上昇する(Hirose et al. 2009)。北極振動指数と関連した SST シーズンも Isobe & Beardsley (2007) によって報告されている。そこで、日本海－黄海 SST シーズンが日本海低気圧に与える影響を調べた(山本・広瀬, 2011)。

SST 偏差を日本海のみを与えたケースと比べて海面気圧およびジオポテンシャル高度偏差の空間パターンはあまり変わらないので、日本海 SST 偏差が主要因であるといえる。しかしながら、日本海－黄海 SST シーズンは、WP パターンに似たジオポテンシャル高度偏差を幾分強めることから、日本海－黄海 SST シーズンも傾圧波の構造に影響を与えることが示唆される。

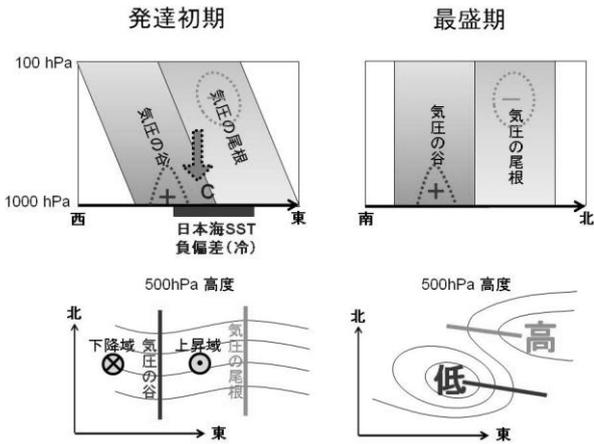


Figure 1. Dynamical influences of the Japan-Sea SST anomaly on the extratropical cyclogenesis.

4. まとめ

従来から言われているように、SST 勾配が cyclogenesis において重要であることは言うまでもないが、総観スケールの傾圧波の半波長程度の大きさをもつミニ海洋の場合、海面水温偏差も重要である。本研究では、外洋に比べて狭い東アジア縁辺海域の SST 偏差が低気圧の発達過程を介して亜極域大気にまで広がりうることを示した。このような日本海低気圧に関連した偏差パターンが同じ季節に何度も起これば、冬期 WP テレコネクションにも何らかの影響を与えるかもしれないので、今後はこの点を詳しく調査しなければならない。

References

Hirose, N., K. Nishimura, and M. Yamamoto, Observational evidence of a warm ocean current preceding a winter teleconnection pattern in the northwestern Pacific, *Geophys. Res. Lett.* 34, L09705, 2009.

Isobe, A., and R. C. Beardsley, Atmosphere and marginal-sea interaction leading to an interannual variation in cold-air outbreak activity over the Japan Sea, *J. Clim.*, 20, 5707-5714, 2007.

Ueda, A., M. Yamamoto, and N. Hirose, Meteorological influences of SST anomaly over the East Asian marginal sea on the subpolar and polar regions: A case of an extratropical cyclone on 5-8 November 2006, *Polar Science*, 5, 1-10, 2011.

Yamamoto, M. and N. Hirose, Impact of SST reanalyzed using OGCM on weather simulation: A case of a developing cyclone in the Japan-Sea area, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L05808, 2007.

Yamamoto, M. and N. Hirose, Possible modification of atmospheric circulation over the northwestern Pacific induced by a small semi-enclosed ocean, *Geophysical Research Letters*, 38, L03804, 2011.

山本勝・広瀬直毅, 東アジア縁辺海が北西太平洋の温帯低気圧に与える影響, JAXA 宇宙科学研究所・第 25 回大気圏シンポジウム講演収録 2-5.pdf (5 頁), 2011.