

爆弾低気圧に伴う北海道東部の高潮に関する擬似温暖化実験

岐阜大学 学生会員 ○岩崎大也
岐阜大学 正会員 吉野 純
岐阜大学 正会員 小林智尚

1. 緒言

2014年12月の爆弾低気圧は根室湾内に潮位上昇をもたらした、根室市及び周辺地域に床下床上浸水等の被害をもたらした（測候時報，2016）。近年、北日本地域において爆弾低気圧による高潮被害が頻発している。また今後、地球温暖化の進行により爆弾低気圧の発生数が増加すると予想されている（IPCC，2007）。一般的に、北日本地域での高潮に対する設計外力を評価する際には、この2014年12月の爆弾低気圧を想定外力として、進路を平行移動することにより最大潮位を評価することになっているが、この方法では温暖化による爆弾低気圧の強度変化を考慮することができない。吉野ら（2015）は、気象モデルをベースとして台風に対する擬似温暖化実験の手法を確立しており、この手法を適用することで、爆弾低気圧やそれに伴う高潮の将来変化を評価できると期待される。

そこで本研究では、2014年12月の爆弾低気圧を対象として、気象モデルと高潮モデルにより、RCP8.5シナリオの2080～2100年を想定した擬似温暖化実験を実施することで、爆弾低気圧とそれに伴う高潮の将来変化を評価することを目的とする。

2. 数値計算手法

本研究では、上述の2014年12月の爆弾低気圧を対象事例とする。気象モデルはPSU/NCAR MM5を採用し（Dudhia, 1993）、高潮モデルには非線形長波方程式モデルを用いる（吉野ら，2019）。まず、現在気候実験として爆弾低気圧と高潮の再現実験（Present）を実施する。再現実験の結果に基づき、高潮の発生メカニズムを分析すると共に、再現精度の検証を行う。

温暖化影響評価のための擬似温暖化実験の初期値・境界値には、全球気候モデルGCMより予測された気温や海水面温度等の温暖化差分（RCP8.5の2080～2099年を想定）を加算することで初期値化を行い、将来気候実験（Future）とする。また、温室効果ガスの排出量が増加する以前の温暖化差分（1860～1879年）を加算することで初期値化を行い、過去気候実験とする（Past）。さらに、擬似温暖化実験で用いる各種の気象要素（海水面温度SST、気温（全層T、下層Tl、上層Tu）、風速

UV、および、相対湿度RH）に対する感度実験を行い、将来気候下の温暖化に伴う爆弾低気圧の発達メカニズムについて考察する。感度実験では、現在気候（Present）の入力値に対して温暖化差分中の物理量から1つのみを加算するPresent+ ΔX の実験と、将来気候（Future）の入力値に対して温暖化差分中の物理量から1つのみを除去するFuture- ΔX の実験の2種類について比較する。

3. 結果と考察

3.1. 現在気候実験

現在気候実験（Present）により再現された爆弾低気圧の中心気圧と観測された中心気圧の時系列を図-1に示す。爆弾低気圧の急速な発達と最低中心気圧を精度良く再現できている（Present：947.6hPa、観測：948hPa）。図-2は爆弾低気圧の進路を示すが、低気圧が北海道東部に接近するまでの進路は観測とよく一致している。その後、低気圧は閉塞して複数の気圧極小点が現れるため、以降の進路はケースによって大きく異なる。

表-1には、現在気候実験（Present）による根室と花咲の最大潮位偏差を示す。再現された高潮は、根室や花咲での観測とほぼ一致しており、モデルの精度は高いと見なせる。オホーツク海側の根室の場合、観測では1.42mに対して、Presentでは1.41mとなった。また、太平洋側の花咲の場合、観測では0.87mに対して、Presentでは1.02mとなった。また、高潮モデルの気圧勾配項（CASE1）、風応力項（CASE2）、コリオリ力項（CASE3）の根室と花咲での高潮形成への影響を評価した（表-1）。潮位上昇の大半は爆弾低気圧内の気圧降下によるものであり、水深の浅い根室では風の吹き寄せ効果が相対的に大きく、水深の深い花咲ではコリオリ力の影響が相対的に大きいことが明らかとなった。

3.2. 過去／将来気候実験

また、図-1には、過去気候実験（Historical）および将来気候実験（Future）による爆弾低気圧の中心気圧の時系列も示す。Historicalの最低中心気圧はPresent（947.6hPa）に比べて9559hPa（+8.3hPa）と弱くなり、Futureの最低中心気圧は940.3hPa（-7.3hPa）と強くなる結果となった。つまり、過去から現在に、さらに現在から将来へと温暖化が進行することによって、北日

キーワード：爆弾低気圧 高潮 気象モデル 高潮モデル 地球温暖化 擬似温暖化実験

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 TEL058-293-2439

本地域に接近する爆弾低気圧は強化されることが明らかとなった。表-1より、Presentの最大潮位偏差は、Historicalに比べて、爆弾低気圧の強化により根室と花咲ともに増加する結果となった。一方で、Futureの最大潮位偏差は、Presentに比べて、根室では上昇したものの花咲では低下する結果となった。これは爆弾低気圧の進路の微妙な違いに起因して（図-2）、潮位偏差の違いに繋がったものと推察される。

3.3 感度実験

また、Presentに将来気候における各要素の温暖化差分 ΔX を加算した感度実験（Present+ ΔX ）の結果（図-3）より、いずれのケースも、Presentの最低中心気圧よりも弱化する傾向を示し、大気の傾圧不安定が弱まることで爆弾低気圧の発達に不適な環境となった。

一方で、Futureに将来気候における各要素の温暖化差分 ΔX を引いた感度実験（Future- ΔX ）の結果（図-4）より、特に「気温T」と「海面温度SST」の相乗効果が爆弾低気圧の発達を促進し、将来気候の爆弾低気圧は台風と同様に海面からの熱・水蒸気供給（WISHE）によって強化されることが明らかとなった。

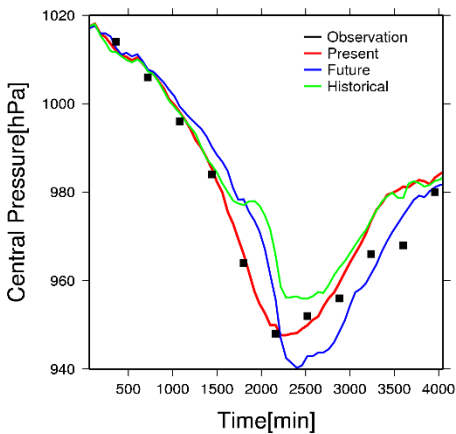


図-1 爆弾低気圧の中心気圧の時系列

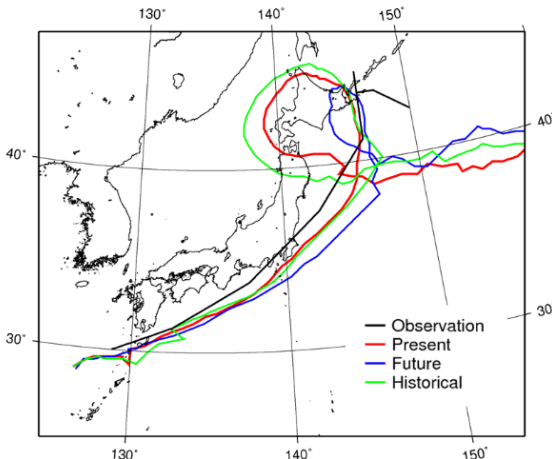


図-2 爆弾低気圧の進路図

4. 結語

本研究の擬似温暖化実験により、進行する温暖化によって北日本地域に接近する爆弾低気圧は強化化する可能性が高いことが明らかとなった。将来気候においては、大気の傾圧不安定は弱まるものの、気温と海面温度が現在気候に比べて上昇することで、海面からの熱・水蒸気の供給が強化され、爆弾低気圧の内部の暖気核がより強化されるものと予想される。このような発達メカニズムは、温帯低気圧というよりは熱帯低気圧に近いものであり、将来気候における爆弾低気圧は“台風化”するものと考えられ、北海道東部における高潮リスクは一層増大するものと懸念される。

表-1 観測，現在気候実験，過去気候実験，将来気候実験，感度実験における根室と高潮の最大潮位偏差

				根室の最大 潮位偏差 (m) (Presentとの差)	花咲の最大 潮位偏差 (m) (Presentとの差)
気圧勾配項	風応力項	コリオリ力項			
Observation				1.42	0.87
Present	○	○	○	1.41	1.02
Future	○	○	○	1.52	0.80
Historical	○	○	○	0.59	0.57
CASE1		○	○	0.64 (-0.77)	0.27 (-0.75)
CASE2	○		○	0.68 (-0.73)	0.62 (-0.40)
CASE3	○	○		1.51 (+0.10)	0.90 (-0.12)

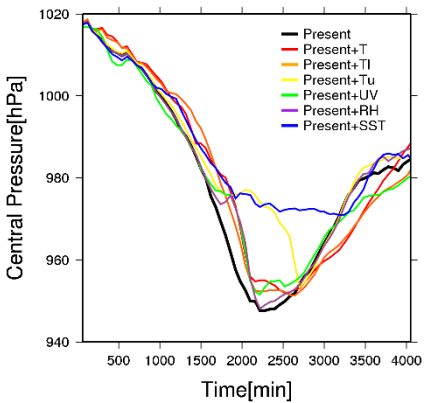


図-3 Present+ ΔX の中心気圧の時系列

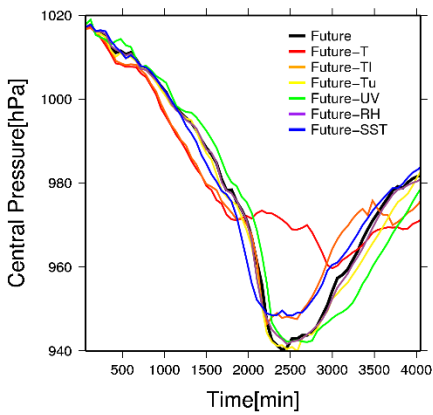


図-4 Future- ΔX の中心気圧の時系列