台風 0918 号の強度と高潮に関する擬似温暖化実験

岐阜大学　学生会員　○豊田将也
岐阜大学　正会員　吉野　純
岐阜大学　正会員　小林智尚

1. はじめに

地球温暖化の影響による海水面温度の上昇や海洋貯熱量の増加は，台風強度の強大化を引き起こすものと考えられている (Lin ら，2014)．一方で，最新の IPCC 第 5 次評価報告書では，未だ温暖化による将来気候下の台風強度への影響にまでは高い確信度をもって言明されていない．これは温暖化影響評価に使用されている全球気候モデル (GCM)や温暖化シナリオ (SRES)の不確実性が大きいことに起因するものである．豊田ら (2016)は，フィリピンに上陸した台風 1330 号を対象として，強度と高潮に対する擬似温暖化実験を行い，SRES 間の不確実性に比べ，GCM 間の不確実性のほうがより大きいことを明らかにしている．しかし，これはフィリピン周辺で発生した 1 事例の台風に限った議論であり，日本周辺でも同様のことが言えるとは限らない．そこで本研究では，2009 年 10 月に日本に上陸した台風 0918 号を対象とし，アンサンブル擬似温暖化実験を行い，SRES 間と GCM 間の台風強度と高潮に対する将来変化とその不確実性について比較を行うことを目的とする．

2. 数値計算手法

本研究の数値計算のフローを**図-1** に示す．先行研究 (豊田ら，2015；豊田ら，2016)に倣い，高解像度台風モデルと高潮モデルにより台風 0918 号の強度と高潮に対する再現実験と擬似温暖化実験を行った．まず，初期・境界・同化条件として台風 0918 号の存在期間中の NCEP FNL をそのまま適用する再現実験を現在気候実験として，それを本研究の基準計算 (CNTRL)とする．また，その初期・境界・同化条件に対して GCM による温暖化気候差分を加算することで擬似温暖化実験を行う．温暖化気候差分として，CMIP3 が提供する 3 つのシナリオ (A2，A1B，B1)の 3 つの年代 (2030 年代・2060 年代・2090 年代)の計 9 種類の SRES (**表-1**；GCM HadCM3 に固定)毎に，また計 15 種類の GCM (**表-1**；SRES A1B 2090 年代に固定)毎に海水面温度，気温，相対湿度，風速ベクトルに関する将来気候と現在気候との差分を算出する．計算された台風強度 (中心気圧)を 2 次元台風モデルに入力することで現実の台風進路における台風気象場を再構築し，これを高潮モデルの外力とすることで多数の高潮計算 (三河港)を行う．

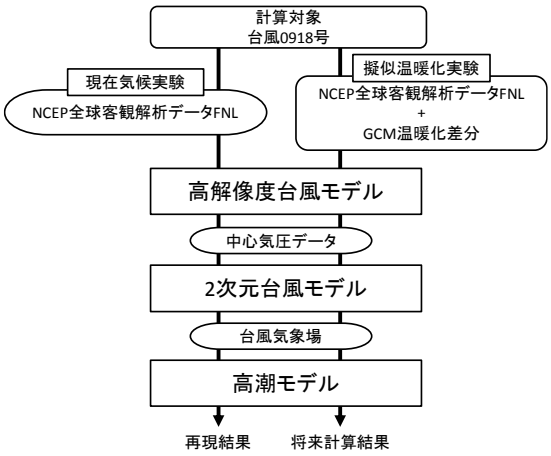

図-1　計算フロー

表-1　使用した SRES および GCM 一覧

年代と温暖化シナリオ	全球モデル名
A2シナリオ2090年代	BCCR_BCM2_0
A1Bシナリオ2090年代	CNRM_CM3
B1シナリオ2090年代	CSIRO_MK3_0
A2シナリオ2060年代	CSIRO_MK3_5
A1Bシナリオ2060年代	GFDL_CM2_0
B1シナリオ2060年代	GFDL_CM2_1
A2シナリオ2030年代	IAP_FGOALS1_0_G
A1Bシナリオ2030年代	INMCM3_0
B1シナリオ2030年代	MIROC3_2_HIRES
Best track	MIROC3_2_MEDRES
CNTRL	MPI_ECHAM5
	MRI_CGCM2_3_2A
	NCAR_CCSM3_0
	UKMO_HadCM3
	UKMO_HadGEM1

キーワード　台風 0918 号，高解像度台風モデル，高潮モデル，擬似温暖化実験
連絡先　〒501-1193　岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学大学院工学研究科環境エネルギーシステム専攻自然エネルギー研究室
ＴＥＬ　058-293-2439　ＦＡＸ　058-293-2431

3. 結果と考察

(1) 台風 0918 号の再現実験（現在気候実験）

はじめに台風 0918 号の再現実験 (CNTRL)の再現性を確認する．高解像度台風モデルによって計算された台風 0918 号の中心気圧の計算値と観測値 (気象庁ベストトラック)の散布図 (**図**-2 左)より，台風の発生から消滅まで台風強度を高精度に再現できていることが分かる．また，高潮モデルによって計算された三河港における高潮の計算値と観測値 (愛知県・気象庁提供)の散布図 (**図**-2 右)より，両者の相関が高く，高潮も高精度に再現できていると言える．

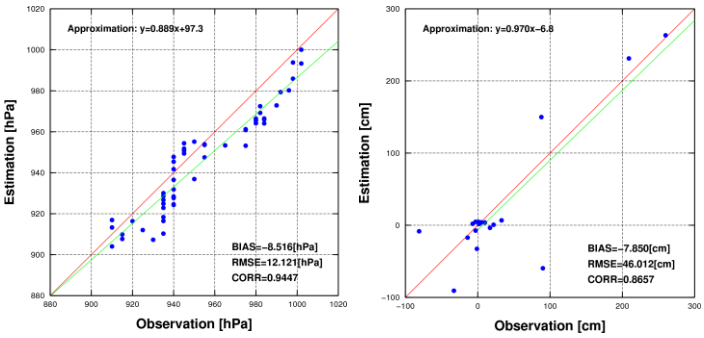

図-2　中心気圧 (左)と三河港の潮位偏差 (右)の散布図

(2) 台風強度に対する擬似温暖化実験

擬似温暖化実験による台風 0918 号の中心気圧の将来変化について議論する (**図**-3 および**図**-4)．最盛期の中心気圧のアンサンブル平均は，SRES 毎と GCM 毎でそれぞれ 903.6hPa と 889.4hPa になった．特に GCM 間の平均では，現在気候実験 (897.7hPa)に比べ台風強度が増すが，SRES 間の平均では逆に弱まることが明らかとなった．また，ばらつきを示す標準偏差は，それぞれ 18.0hPa と 19.5hPa になり，先行研究 (豊田ら，2016)の台風 1330 号の標準偏差に比べてかなり大きく，台風強度の将来変化と同程度の不確実性を有していることも明らかとなった．

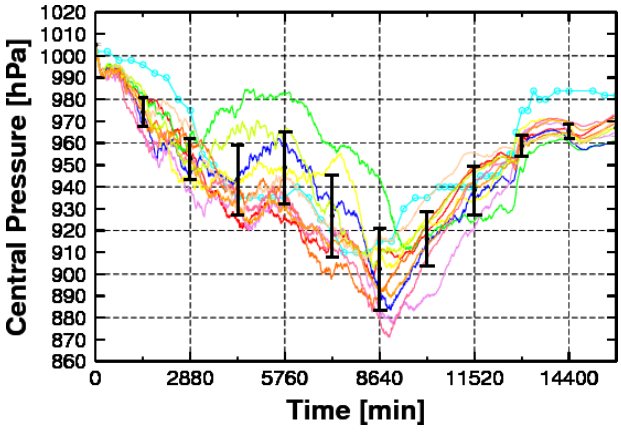

図-3　台風 0918 号の SRES 毎の中心気圧の時系列

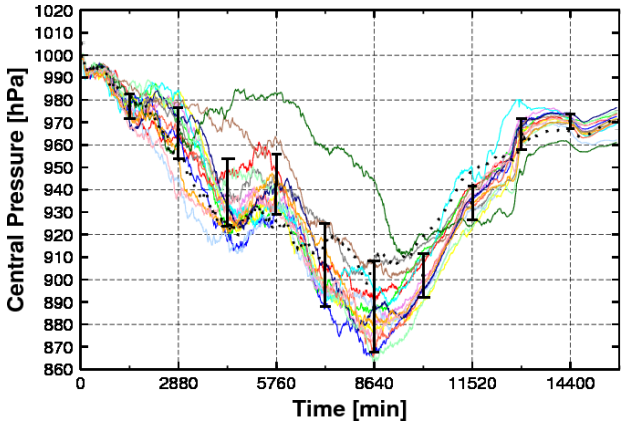

図-4　台風 0918 号の GCM 毎の中心気圧の時系列

(3) 高潮に対する擬似温暖化実験

次に，愛知県豊橋市三河港において発生した高潮の将来変化とその不確実性について議論する (**表**-2)．台風 0918 号は，SRES 間でも GCM 間でも上陸時の平均中心気圧はより強化され，日本付近に接近する台風が温暖化によって強まりやすいと言える．一方で，特に偏西風の将来変化の不確実性に起因して，台風の上陸時の中心気圧の不確実性も大きく，高潮の標準偏差は将来変化を上回ることが明らかとなった．

表-2　SRES 毎及び GCM 毎の中心気圧と高潮の平均値と(相対)標準偏差．括弧内は現在気候実験との差を示す．

	温暖化シナリオ毎	GCM毎
最盛期中心気圧の平均値 (将来変化)	903.6hPa (+6.5hPa)	889.4hPa (-7.7hPa)
最盛期中心気圧の標準偏差	18.0hPa	19.5hPa
上陸時中心気圧の平均値 (将来変化)	948.9hPa (-4.6hPa)	952.2hPa (-1.3hPa)
上陸時中心気圧の標準偏差	7.80hPa	10.3hPa
最大潮位の平均値 (将来変化)	2.83m (+0.20m)	2.69m (+0.06m)
最大潮位の標準偏差 (相対標準偏差)	0.31m (0.11)	0.51m (0.19)

4. 結論

2009 年に日本に上陸し，愛知県豊橋市三河港において高潮を発生させた台風 0918 号を対象に，高解像度台風モデルを用いた再現実験と擬似温暖化実験を行った．その結果，温暖化により台風強度は強化される傾向にあり，それに伴い高潮も強化されることが明らかとなった．一方で，熱帯地域の台風に比べて，SRES 間でも GCM 間でも不確実性は大きく，温暖化による台風への影響を議論する際には注意を要すると言えよう．