



㊦ 特集 ㊦ 東北地方で行われている研究プロジェクト(Ⅶ)

領域モデルによる福島県付近で起きた顕著現象の再現研究

会津大学先端情報科学研究センター 三瓶 岳昭

1. はじめに

会津大学先端情報科学研究センターでは、計算機科学の応用と地域貢献の一つの方向性として、福島県の気象・環境についての数値シミュレーションを用いた研究を行っている。気象分野では現在、領域高解像度モデルである WRF (The Weather Research and Forecasting) モデルや CReSS (Cloud Resolving Storm Simulator) などを用いて数値実験を行っている。WRF は、米国 NCAR が中心となって開発されているモデルで、多数のオプションが選択可能であり広く使用されている。CReSS は名古屋大水循環研究センター等により開発され、詳細な雲物理過程を計算でき、雲や降水を伴う激しい現象の高解像度計算に適している。本稿では、筆者が最近主に使用している CReSS による研究を一部紹介したい。

2. 2007年1月の強風の研究

2007年1月7日、北海道の東へ抜けた低気圧の猛発達により日本付近は強い冬型の気圧配置となった。その後低気圧が遠ざかるにつれて、それまで強かった風が次第に弱まる傾向となる地点が多い中、福島県中通り南部では21時(日本時間)前後に強風となり、郡山で最大風速25 m/s、白河で最大瞬間風速43.1 m/sを記録し、建物の破損、倒木、農業被害などが発生した。

白河特別地域気象観測所のデータでは、日中から5～10 m/s程度で上下していた西～北西の風が20時過ぎから急に強まり、20:40から21:30の間は20 m/sを超える強風となった。その後は次第に弱まり、8日0時過ぎに10 m/s以下に戻っていた(図1)。郡山アメダスでも、20～30分遅れで同様の風速変化がみられた。白河では強風のピーク時刻ごろに顕著な気圧極小がみられた他、気温はやや上昇、露点温度は大幅に低下していた。しかし、地上天気図にはこの時間に前線・擾乱の通過などはみられず、この強風は局地的に起こった現象であると考えられる。

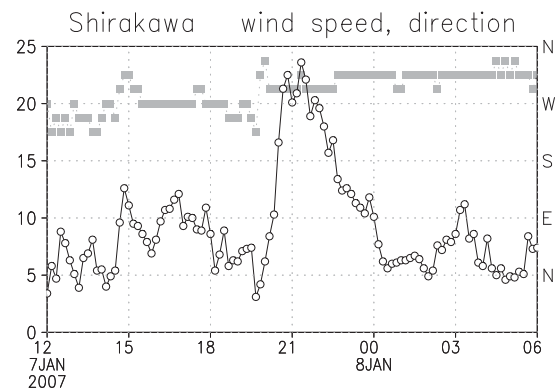


図1：白河における10分平均風速(m/s)と風向(灰色；右目盛り)。横軸は日本時間。

数値実験として、初期条件・境界条件に京都大学生存圏研究所が提供している3時間毎の気象庁MSM解析値を使い、CReSSを1月7日午前9時(日本時間)より24時間積分した。水平解像度は標準実験で2.5 kmとし、鉛直方向には平均400 m間隔、地表付近では最低約100 m間隔として40層をとった。

福島県中通り地域は、西の奥羽山脈、東の阿武隈高地に挟まれた南北に長い平地となっている。CReSSによる再現計算では、奥羽山脈上など山地では積分期間全体を通して地表風速が強い。標高の低い中通りでは7日21時ごろまでは西風が弱い、白河付近では22時前後に大幅に強まってピーク風速20 m/s(西風成分は16 m/s)に達しており、観測の約1時間遅れで強風を再現していた(図2)。地表風の東西・時間断面を見ると、定常的に140E付近の奥羽山脈上で強風、その東の中通りの平地で弱風、となっていた風速パターンが、21時頃から25 km/h前後の位相速度で突然東に移動し始め、移動する強風域の通過時に白河や郡山で強風ピークが出現していた(図3)。

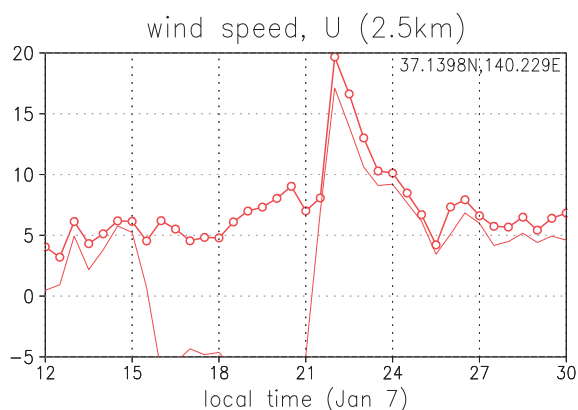


図2：白河付近の格子点におけるスカラー風速(太線)と西風成分(細線)のCReSSによるシミュレーション結果。横軸は7日0時から数えた時間。

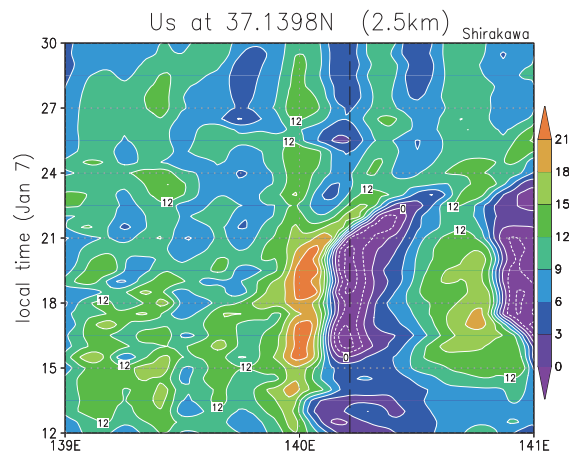


図3：白河付近の緯度における、地表風の西風成分(m/s)の東西・時間断面。縦軸は7日0時から数えた時間。長破線は白河の経度(140.215E)を示す。CReSSによるシミュレーション結果。

強風域の通過後は、再び山地上で強風、平地で弱風の定常的パターンが形成していた。

数値シミュレーションでは、観測のない上空の風の状況も推定することができる。白河市付近における東西・鉛直断面を描いて風や温位の時間発展を調べると、奥羽山脈から下流にかけての上空では等温位面が上下に2000 m前後も変位しており、大振幅の山岳波(内部重力波)が発生していたと考えられる。対流圏中層には西風の弱いよどみ域が形成する一方、奥羽山脈の東斜面では下層の等温位面が密集し、山腹を吹き下りるような強風が形成していた(図4)。しかし、7日21時以前は、この強風は中通りの低い土地までは達していない(図3)。15時から21時にかけて、上流側で対流圏中層の西風がしだいに強まるとともに山岳波の振幅は増大するが、21時頃から山岳波は突然東に移動を始め、波パターンとともに地表の強風域も東に移動した。これが白河市などの上を通過した時に強風をもたらしたとみられる。その後8日3時ごろには、対流圏中上層の総観規模の西風はさ

らに強くなっているが、山岳波はごく弱く定常的になっており、中通りの地表風は弱まっていた。地上観測と比較すると、中通りで強風発生前に弱い西風だったのが計算では弱い東風になっている他、強風域通過のタイミングが1時間余り遅い等の違いはあるものの、地表の風の変化をかなりうまく再現している。

3. 2011年新潟・福島豪雨のシミュレーション

新潟県・福島県西部は2004年7月に梅雨末期の集中豪雨に見舞われているが、2011年7月28日から30日にかけて、再び似たような状況で前回を上回る豪雨により深刻な災害が発生した。日本海から南東に延びる梅雨前線に沿って記録的な大雨となり、福島県只見町で72時間降水量700mm、新潟県加茂市でも600mm以上を記録している。

この豪雨について、2種類の境界条件を用いてCReSSによる数値シミュレーションを行い、どの程度降水の分布が再現可能かを調べた。まず気象庁MSM解析値を初

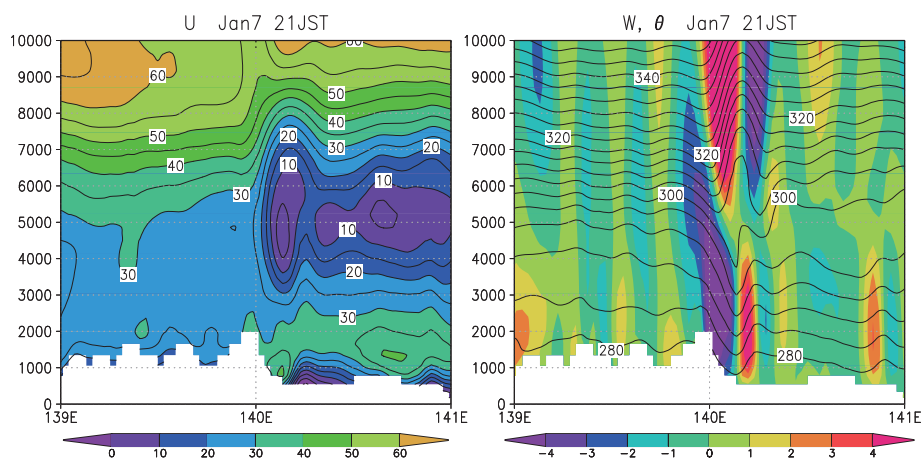


図4：7日21時、白河付近の緯度におけるCReSSシミュレーション結果の東西・鉛直断面(縦軸は高度；m)。(左)西風風速(等値線5 m/sごと)、(右)鉛直流(色；m/s)と温位(線；4 Kごと)。

期条件・境界条件に用いて、2011年7月29日午前3時（日本時間）を初期値として36時間積分した。解像度は2 kmとした。次に気象庁全球モデル（GSM）解析値を初期条件・境界条件として、それ以外は同じ条件で計算を行った。

7月29日9時からの24時間降水量（図5）を見ると、まず観測（解析雨量）では新潟県中部と福島県西部の県境付近を中心に、降水量400mm以上の領域が広がっており、山岳上で最大値は800mmを超えている。MSM解析を境界条件としたシミュレーションでも、降水量が400mmを超える領域が福島・新潟県境付近にみられる。計算範囲内の最大雨量は観測よりは少ないものの、例えば降水量200mm超の面積など、豪雨域の空間スケールは観測と同程度に再現されている。ただし、降水が最も多い地域は観測に比べ30 km前後南か南東にずれている。このシミュレーションは大気現象としては豪雨をよく再現しているが、降水の場所までも正確に再現することはやはり中々困難といえる。

次に、初期条件・境界条件をGSM解析に変えた実験の結果は、観測とは大きく異なっていた。降水量が200mmを超えるところはほとんど無く、観測や上の実験結果と比べると全体的に、はるかに降水が少ない。また最も雨の多い線状の降水帯が、観測で降水の少なかった新潟県上越から中越南部にかけて形成しているなど、多降水域の位置も観測とは大きく異なっていて、新潟・福島豪雨がうまく再現できていない。

上述のように、使用した初期条件・境界条件によって豪雨の再現性には大きな違いがあった。しかし、MSMはもともとGSMの全球予測結果を境界値として利用しているモデルで、総観規模の場の表現にはそれほど大きな差はないはずであり、シミュレーション結果にこれほどの差が生じた事は意外に感じられる。降水の違いの要因について調べるため、29日10時の950 hPa面の風と水蒸気量を比べてみる（図6）。MSM境界条件の実験では富山湾の沖から新潟県中越地方へ川のように流れ込む、混合比16 g/kg以上の湿った気流があり、標高の高い地域にさしかかって南東へ延びる強い線状降水帯を形成している。GSM境界条件の実験では、風・水蒸気の全体的な傾向は似ているが、新潟県付近の水蒸気混合比がMSM境界の実験に比べ0.5～1 g/kgほど小さい。また、佐渡島周辺の海上の西風が弱い傾向にある。線状降水帯は形成しているが、いくつか分散していて、極端な降水の集中化には至っていない。日本海から流入する水蒸気量がやや小さいことで、観測されたほどの豪雨が再現できなかったのかもしれない。また、GSM境界条件の実験では新潟県の北半分まで西風が弱いため、この地域で水蒸気フラックス流入が小さくなり、多降水域が西にずれた可能性も考えられる。

4. おわりに

本稿では、領域気象モデルによる顕著現象の再現実験

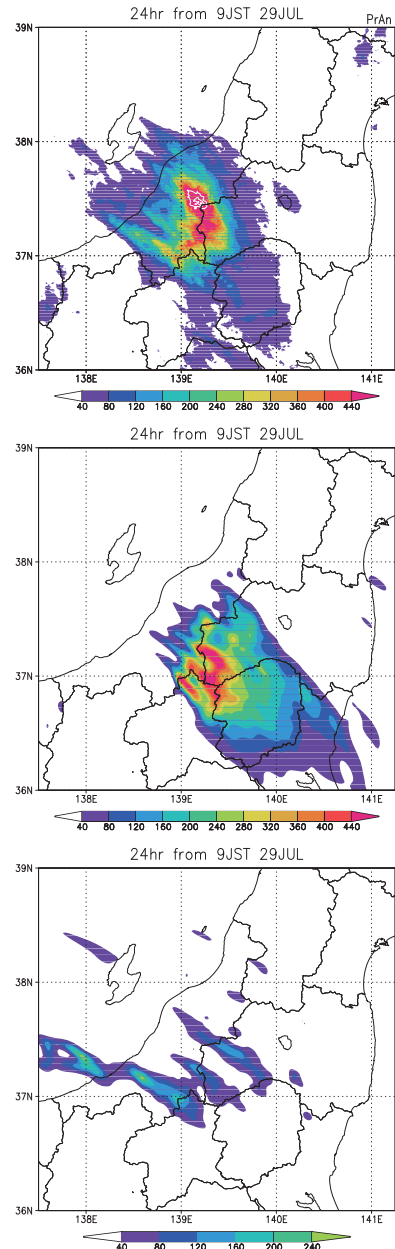


図5：2011年7月29日午前9時（JST）から24時間の降水量（mm）。（上）レーダー解析雨量。（中）MSM解析値を境界条件に用いたCReSSによるシミュレーション結果。（下）GSM解析値を用いた場合の結果。

の二つの事例を示したが、大気現象としてはどちらも観測と似た現象が再現されていた。ただし、特定地点、特定時刻の気象要素の再現という観点から見ると、強風のシミュレーションでは現象発生の場所・時刻とも観測に近い結果だったが、新潟・福島豪雨では大雨の場所や時刻に現実とはずれがある。少しの空間的ずれであっても、県境の山のどちら側に大雨が降るかによって異なった水系に洪水の危険が生じるわけで、予測を防災につなげる事の困難さもうかがえる。白河における強風は、地形の強いコントロールを受けて生じた強制擾乱である一方、時に自由モード擾乱と呼ばれる対流活動に関連して

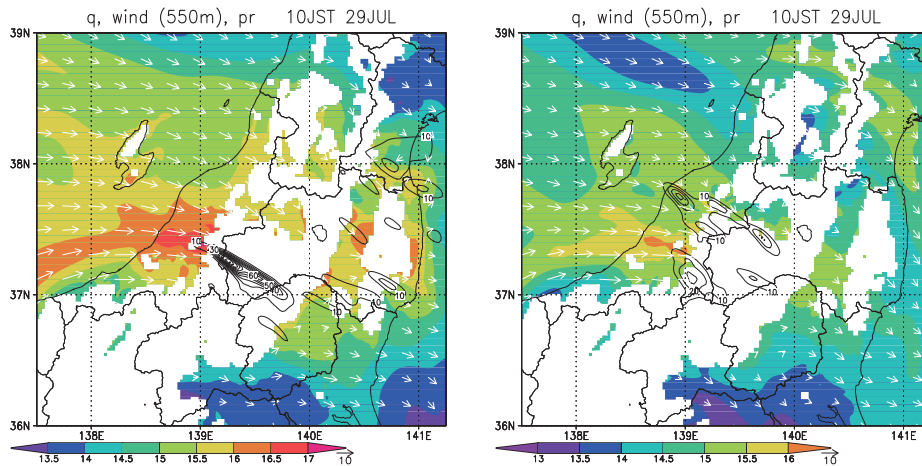


図6：2011年7月29日午前10時の950 hPa面の混合比(色；g/kg)と風(白矢印)、前1時間降水量(実線；10 mm毎)の再現計算結果。境界条件は(左)MSM解析値、(右)GSM解析値。地表面が950 hPa面より高い地域では混合比・風は非表示。

起きる豪雨は、初期・境界条件への敏感性が強く、対流活動から循環場へのフィードバックも大きいため、現在

の高解像度数値モデルをもってしても独特の難しさが残ると解釈することもできそうである。

支部気象講演会を弘前市で開催します

概要 要：身近な風を知る —突風とヤマセ—

趣旨：昨年7月、弘前では竜巻が発生し大きな被害を受けました。また、東北地方に吹く「ヤマセ」は稲作にしばしば大きな影響を与えてきました。風はわれわれの日常生活に深く関わっています。本講演会では、突風とヤマセについて最新の研究成果をご紹介します。

日時：平成25年10月20日(日) 13時～15時30分(12時30分開場)

会場：弘前大学創立50周年記念会館「みちのくホール」青森県弘前市文京町1

講演：「突風研究の最前線」講師：楠 研一氏(気象庁 気象研究所 気象衛星・観測システム研究部 第四研究室長)

時として大きな災害をもたらす竜巻などの突風について、その実態や発生原因をわかりやすく説明するとともに、気象研究所で行われている研究の最前線を紹介します。

「ヤマセの観測」講師：兎玉 安正氏(弘前大学 大学院理工学研究科 寒地気象実験室長)

ヤマセは、冷害をもたらす風として恐れられてきました。一方、風力発電の盛んな青森県では、ヤマセは夏季のエネルギー資源としても重要です。青森県内で行った高層気象観測の結果と数値モデル実験で明らかになったヤマセの立体的な振る舞いを紹介します。

共催：青森地方気象台

後援：青森県、弘前市、弘前大学大学院理工学研究科、アップルウェブ株式会社

【東北支部談話会】

日時：平成25年10月21日(月) 13時30分～15時

会場：仙台管区気象台 第1会議室(4階)

宮城県仙台市宮城野区五輪1-3-15 仙台第3合同庁舎

聴講対象：気象学会会員、気象予報士会会員、気象台職員

演題：「冬季日本海側の竜巻等突風に関する最新研究」

講師：楠 研一氏(気象研究所 気象衛星・観測システム研究部 第四研究室長)

気象研究所では、竜巻等突風の精度良い探知・予測のための研究を進めている。本講演では、山形県庄内平野をフィールドとして行っている、冬季日本海側の竜巻等突風に関する観測およびシミュレーション研究の取り組みを紹介する。

問合せ先：日本気象学会東北支部事務局

Tel：022-297-8177(仙台管区気象台内)

編集後記

日本気象学会2013年度秋季大会が仙台国際センターで11月19日から21日の日程で開催されます。多くの会員の皆様の参加を期待します。プログラム等詳しい情報は、日本気象学会のホームページから得ることができます。(兎玉安正)