

研究課題名：NICAM による雲降水システムの研究

課題代表者：東京大学気候システム研究センター 佐藤正樹
 共同研究者：東京大学海洋研究所 柳瀬 亘
 実施年度：平成 21 年度～平成 21 年度

1. 研究目的

全球非静力学大気モデル NICAM は、正二十面体を細かく分割する方式による全球格子モデルである。環境研 SX-8R では、全球一様の 30 km 格子シミュレーションや、ターゲット領域で～5 km 格子を実現できるストレッチ格子のシミュレーションを行うことができる。本課題では主に熱帯低気圧の発生過程について調べるため、北太平洋やインド洋の海域をターゲットとしたストレッチ格子シミュレーションを行ってきた。

熱帯低気圧はある程度の強さの渦が最初にあると、積雲対流の凝結熱や海面からの潜熱供給との相互作用により渦が自発的に発達することが知られているが、そもそもの最初の渦がどのようにしてできるかという発生過程については十分に理解がされていない。熱帯低気圧の発生には海面温度などの環境場（数千 km 以上）、熱帯波動のようなトリガーとなる擾乱（千 km～数千 km）、積雲対流の組織化（数 km～千 km）といったマルチスケールの現象が関与している。このマルチスケールの力学を調べるため、本課題では NICAM を用いている。一方で熱帯低気圧の発生のシミュレーションは初期データの依存性が大きく、発生の数値予報は 2～3 日前からでも難しい場合がある。このため、シミュレーションでは様々な初期時刻やデータセットを試す必要がある。数多くの並列計算を行える国内有数の計算機環境として、環境研 SX-8R を活用している。

2. 研究計画

熱帯低気圧の発生しやすい北太平洋西部やインド洋などをターゲット領域とし、格子間隔を 7 km にした NICAM ストレッチ格子シミュレーションを行う。各事例に対して様々な初期時刻やデータセット（気象庁や NCEP の解析データ）を試し、再現性の良い実験結果を用いて発生メカニズムに関する詳細な解析を行う。昨年度までの 2 年間は環境場とトリガー擾乱に関する研究を行った。本年度は積雲対流の組織化について調べるため、集中観測でとらえられた 2008 年の台風 Fengshen の再現実験を行なった。台風 Fengshen は 2008 年 6 月 19 日に発生し、フィリピンで 700 人以上の犠牲者を出すフェリー沈没事故を引き起こした。

3. 進捗状況

初期値には台風 Fengshen 発生の 2～5 日前の気象庁・NCEP・ECMWF の大気解析データを試した。初期時刻が早い方がより早い段階の台風発生のプロセスを調べられる一方で、再現は難しくなる傾向にあるため、両者の兼ね合いで最も良い結果の得られた 6 月 15 日 00UTC（台風発生の 3 日前）の NCEP データを初期値に用いた実験を解析した。この実験では台風の発生位置とタイミング、及びその後の経路が比較的良く再現された（図略）。

図 1 はシミュレーションでの台風が発生する前と後の時刻で、雲分布と循環の違いを比較している。台風発生前には広い範囲に対流雲が分布しており（図 1a）、接線風の構造は弱く大きい（図 1c）。台風発生後には台風中心付近に対流雲が組織化しており（図 1b）、接線風は半径 50 km 付近の下層に強いピークが現れている。このような構造の変化に伴い、渦の強化メカニズムの違いも見られた（図略）。

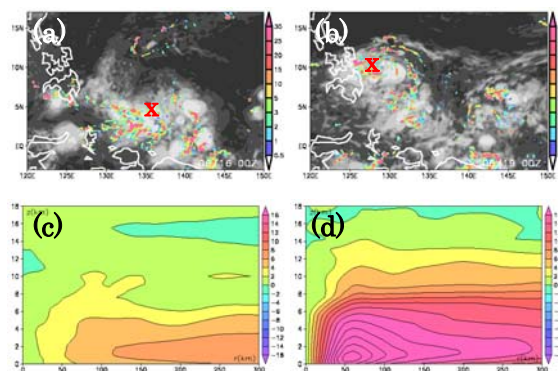


図 1 (a),(b)雲（グレー）と降水（カラー）の分布。×印は擾乱の中心位置。(c),(d)接線方向の風の動径高度分布。擾乱中心を原点とした円筒座標系にて、軸対称成分（接線方向への平均）を求めた。(a)(c)は台風発生前（16 日 00UTC）、(b)(d)は台風発生後（19 日 00UTC）。

4. 今後の計画

台風 Fengshen の発生過程における積雲対流の組織化が、どのように渦の強化と結びついているのかという詳細なメカニズムを調べていく。また、集中観測で

得られた降水や風の分布とも比較し、シミュレーションの妥当性を評価していく。

5. 計算機資源の利用状況 (2009 年 4 月～9 月)

実行ユーザ数: 2 CPU 時間 1 ノード未満: 2 hours,
1 ノード: 349 hours, 2 ノード: 6,685 hours,
合計: 7,036 hours

6. 昨年度研究課題のまとめ

6.1. 昨年度研究課題名

NICAM による雲降水システムの研究

6.2. 昨年度研究課題の目的

昨年度までも熱帯低気圧の発生過程のシミュレーションを行ってきた。本年度課題では熱帯低気圧発生における積雲対流の組織化という内部スケールについて調べているが、昨年度までは環境場とトリガー擾乱について調べた。環境場に関しては、ベンガル湾サイクロン Nargis の予測可能性と季節内振動による環境場変調との関係を、トリガー擾乱に関しては、2006 年の台風 Durian と熱帯波動との関係を調べた。昨年度は研究報告の段階では台風 Fengshen を調べる計画であったが、社会的影響の大きいサイクロン Nargis の研究が緊急課題となったため、計画を変更して台風 Fengshen を本年度に調べることにした。

また、熱帯低気圧の研究のほか、全球一様の理想化した放射対流平衡実験により、雲微物理過程と積雲対流の性質を統計的に調べる研究も行っている。

6.3. 昨年度研究課題の成果概要

2008 年 4 月にベンガル湾に発生したサイクロン Nargis はミャンマーに上陸して 10 万人を超える犠牲者を出す被害となった。ベンガル湾でサイクロンが 4 月に発生するのは比較的早く、過去 25 年で 4 事例しかない。Nargis の発生前後では大きなスケールの西風域が赤道から 10°N に移動するという環境場の変化が見られた (図 2 右)。この西風の変化はモンスーンの季節進行が季節内振動の影響で例年より早く起きたものと見られるが、この環境場の変化がサイクロンを 4 月に発生しやすくしたものと考えられる。そこで、ベンガル湾をターゲット領域とした NICAM のストレッチ格子シミュレーションを行ない、2008 年 4 月～5 月の 1 日ごとの初期値を用いて、2008 年 4 月末にサイクロン発生しやすい傾向が再現できるかどうかを調べた。

図 2 左にサイクロン発生再現性に関するシミュレーションの結果を示す (赤い線と丸)。シミュレーションでは 2008 年の 4 月末にサイクロンが発生しやすいことを再現できている。一方で、Nargis の発生場所や 1～2 日の時間スケールでのタイミングは現実とずれがあった (図略)。以上の結果から、環境場の変化は熱帯低気圧の詳細な発生位置・タイミングを決定するには不十分であるものの、発生する可能性が高い期間を予報するのに重要な情報であることが確かめられた。

本研究では Nargis 以外にも、過去にベンガル湾で発生したサイクロンに関して同様のシミュレーションを行い、上記の結論をサポートする結果を得た。

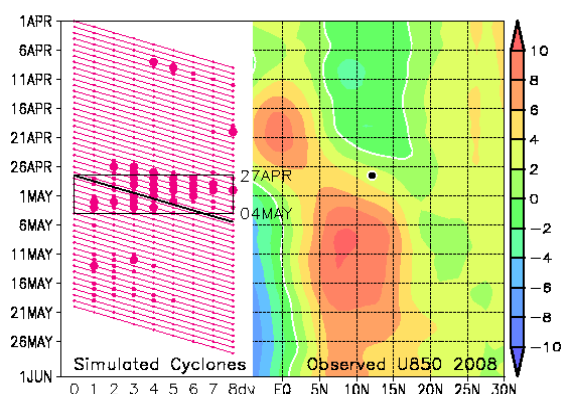


図 2 サイクロン Nargis 発生再現性 (左) と環境場の下層西風の変化 (右)。図の左半分の 50 本の赤線は、4 月 1 日～5 月 20 日の 12UTC を初期時刻とした 50 本のシミュレーション結果を示している。縦軸は 4 月 1 日～6 月 1 日までの時間、横軸は予報時間である。赤い丸はベンガル湾に 990 hPa 以下の強い低気圧が形成された時間を示している。4 月 27 日～5 月 4 日の黒い枠は実際に Nargis がベンガル湾に存在した期間である。4 月 27 日より前の初期時刻から開始したシミュレーション (黒い斜め線より上) では、サイクロンが無い状態を初期値としている。図の右半分 JCDAS 再解析データで見られた実際の環境場 (80°～100°で平均) の 850 hPa 面西風の緯度時間分布。黒丸は実際に Nargis の発生した時刻と緯度。

6.4. 昨年度計算機資源の利用状況

実行ユーザ数: 2 CPU 時間 1 ノード未満: 145 hours,
1 ノード: 9,959 hours, 2 ノード: 64,398 hours,
計: 74,503 hours