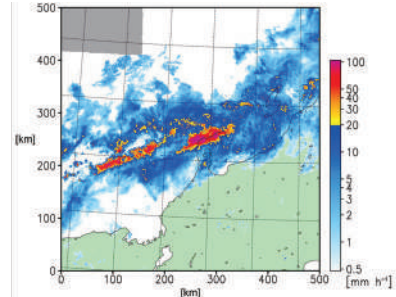


令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした 線状降水帯の発生要因

○末木健太(台風・災害気象研究部)

1. はじめに

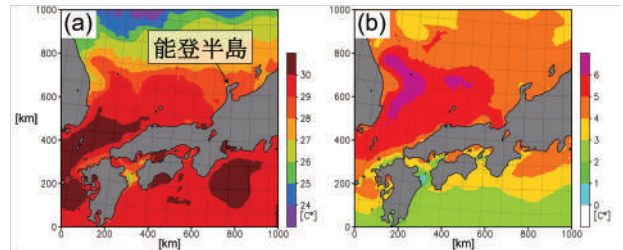
令和6年9月21日から22日にかけて、石川県能登半島北部を中心に、秋雨前線を東進する低気圧や台風第14号から変わった温帯低気圧の影響により、記録的な大雨となった。21日の朝には線状降水帯が発生し(第1図)、輪島では1時間降水量の最大が121mm、3時間降水量が220mmで観測史上1位の記録を更新した。気象研究所では、21日に発生した線状降水帯を対象に、数値シミュレーションによる発生要因の調査を進めており、その最新の研究結果について報告する。



第1図: 気象庁の全国合成レーダーに基づく線状降水帯発生時(21日9時00分)の降水強度分布

2. 大雨発生時の気象概要と日本海の海面水温

日本海には秋雨前線が停滞し、前線の南側では太平洋高気圧の縁辺をまわって暖かく湿った南西風が吹いていた。一方、前線の北側では冷涼な北東風が吹いており、前線付近での風の収束が強まり、前線の活動が活発化していた。前線を東進する低気圧の接近により、能登半島付近では南西風が強まり、多量の暖かく湿めった空気が流入した。日本海の海面水温は平年値に比べて4~5℃程度高く(第2図)、能登半島付近に流入する空気は、日本海から多量の水蒸気供給を受けていたと考えられる。

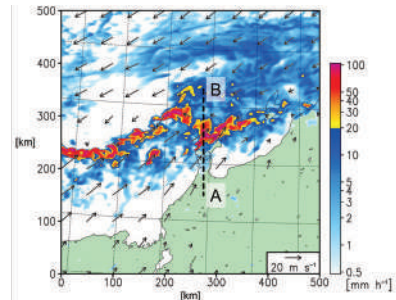


第2図: 線状降水帯発生時における日本周辺の(a)海面水温と(b)平年値との差

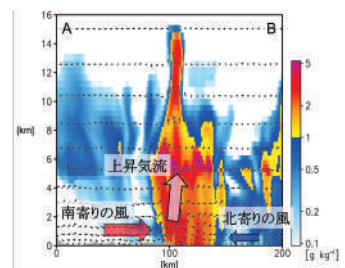
3. 数値気象モデルを用いた数値シミュレーション

気象庁で開発されている数値気象モデルasuca⁽¹⁾を用いて、水平解像度1kmでの数値シミュレーションを実施した。計算の初期値・境界値には気象庁の局地解析⁽²⁾を使用し、初期時刻は20日の12時とした。

数値シミュレーションでは、能登半島付近で大雨をもたらした降水システムが再現された(第3図)。降水システムは、南側の南西風と北側の北東風が合流する前線帯に沿って発達していた。南西から能登半島付近に流入する空気は、高度500mの相当温位(暖かく湿っている程度を示す指数)が355Kに達しており、梅雨期の九州における線状降水帯発生時に匹敵する非常に不安定な大気状態となっていた。降水システムが発達していた時間の高度500mの水蒸気流入量(水蒸気量と水平風速の積によって求められる指数)は400g/m²/sを超えており、令和2年7月の熊本の大雨に匹敵する値となっていた。能登半島付近の降水システムを横切る鉛直断面(第4図)をみると、地表付近で南寄りの風と北寄りの風が合流す



第3図: 数値シミュレーションにより再現された能登半島付近の降水システム(21日8時25分)。矢印は高度500mの水平風を表す



第4図: 第3図の破線A-Bにおける降水システムの鉛直断面。カラーは凝結物質の量、矢印は風を表す

る領域で、雲頂高度が15kmに達する発達した積乱雲が生じていた。数値シミュレーション結果から能登半島付近で線状降水帯が発生した時間(21日6時から13時)の積算雨量を計算すると(第5図(a))、解析雨量に基づく積算雨量分布(第5図(b))から20kmほど北にずれるものの、最大雨量が200mmを超える線状の雨域が再現された。

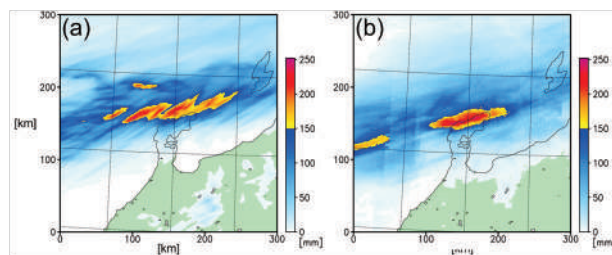
4. 日本海の高い海面水温の影響を調べる感度実験

第2節で述べたように、線状降水帯発生時には日本海の海面水温が平年に比べ非常に高くなっており、大雨の発生に影響した可能性がある。この影響について、日本海の海面水温を平年値に置き換える実験(SST平年値実験)を実施し、第3節で示した数値シミュレーション(標準実験)の結果と比較した。

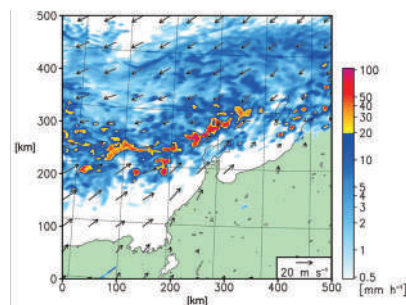
SST平年値実験では、前線付近での降水システムの発達が標準実験に比べ弱く(第6図)、積算雨量は標準実験より大幅に減少した(第7図)。SST平年値実験では、能登半島付近に流入する空気への海面からの水蒸気供給量が標準実験に比べて減少し、海面付近の気温も低くなることから、大気下層の相当温位が低下した。このため、標準実験ほど大気的不安定な状態が顕著ではなく、降水システムの発達が標準実験に比べ抑えられた。さらにSST平年値実験では、下層の水蒸気量が減少するのに加え、前線上を東進する低気圧の発達が抑えられることで能登半島付近での南西風の強化が弱く、能登半島付近への水蒸気流入量も減少した。このため、SST平年値実験では線状降水帯の発生に至るような大雨は再現されなかった。以上の結果から、平年値に比べて4~5℃程度高い日本海の海面水温は、能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生に不可欠な要因であったといえる。

5. まとめ

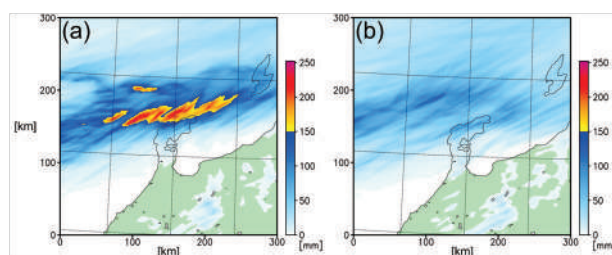
令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯を対象に、数値気象モデルを用いた数値シミュレーションを実施した。数値シミュレーションでは、前線上の低気圧の接近によって暖かく湿った南西風が能登半島付近で強まり、降水システムが発達した。平年に比べ非常に高くなっていた日本海の海面水温を平年値に置き換える実験を実施したところ、降水システムの発達が弱まり、積算雨量も大幅に減少した。日本海の海面水温が高いことで、大気下層の気温も高くなり、海面からの水蒸気供給量が増加したことで、大気の状態が非常に不安定となり、また前線上の低気圧の発達が強まって水蒸気流入量をさらに増加させたことで線状降水帯の発生に至ったと考えられる。



第5図:(a)数値シミュレーションにおける21日6時から13時の積算雨量分布。(b)解析雨量に基づく同時間の積算雨量の推定分布



第6図:日本海の海面水温を平年値に置き換えた実験における能登半島付近の降水システム(21日8時25分)



第7図:(a)標準実験における21日6時~13時の積算雨量分布。(b)日本海の海面水温を平年値に置き換えた実験における同時間の積算雨量分布

※本研究は、気象庁気象研究所における経常研究課題「台風・線状降水帯等の顕著現象の機構解明と監視予測技術の高度化に関する研究」として実施された。

参考文献

- (1) 石田純一ほか、「気象庁現業非静力学モデルasuca」, 気象集誌. 第2輯, 100, 5, pp. 825-846, (2022)
- (2) 気象庁, 「1.7.7 局地解析」, 令和5年度数値予報解説資料集, https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/nwpkaisetu/latest/1_7_7.pdf