

重点課題 - リスクの最適マネジメントの確立

電力設備に及ぼす気象・気候影響予測手法の開発

背景・目的

近年、台風や急速に発達する低気圧（爆弾低気圧）による洪水・暴風雪・高波、竜巻による突風等、極端な気象による災害が頻発している。自然外力に直接さらされる送配電設備、水力ダム、港湾施設等では、電力の安定供給のために、それら外力に対する安全性や信頼性の確保が求められている。

本課題では、気象・海象災害の軽減および被災後の迅速・的確な復旧支援を目的に、数時間から数日先までの気象予測精度を向上させるとともに、現場で使いやすい予測システムを構築する。さらに、20～30年後の日本各地の気候変化（設計風速や設計降水量としての変化）が電力設備の健全性や運用保守管理に及ぼす影響について推定・評価する。

主な成果

1 気象レーダーを活用した短時間降雨予測手法の開発

当所が開発した気象レーダー解析ソフトを汎用化し、国土交通省、気象庁および電力会社のレーダーによる観測結果の解析を可能とした。さらに、レーダーによる観測結果を気象予測・解析システムNuWFASに取り込む

手法を開発し、過去の豪雨事例に適用した。その結果、1時間以内の予測精度が高い既往のモデルと本手法を組み合わせることにより、3時間程度先まで精度良く予測することが可能となった。

2 気象予測・解析システムNuWFASを用いた突風評価手法の開発

電力流通設備の耐風設計にとって重要な風の乱れ、特に突風を評価するためにNuWFASを改良した。風の乱れを表現するためにLES (Large-Eddy Simulation) *1を用いることで、従来の水平空間解像度2～5kmを50mにまで高解像化することが可能

となった。本モデルを爆弾低気圧に適用した結果、従来に比べて、10分平均風速と最大瞬間風速の比（突風率）等の風の乱れ特性が適切に表現でき（図1）、低気圧や台風に伴う突風の評価が可能となった。

3 自己組織化マップを用いた梅雨期の豪雨気象パターン分類法の開発

水力設備の防災・保全にとって、数日先の降雨の予測は勿論のこと、降雨特性の長期的変化は重要である。これらを予測・評価するために、自己組織化マップ*2を用いて、梅雨期に豪雨をもたらす気象パターンを分類・抽出する手法を開発した。本手法を西日本に適用し、

31年間の気象データから6種類の気象パターンを抽出した（図2a）。各パターンと豪雨の関係を、8つの地域気候区分ごとに評価した結果、各地域に豪雨をもたらす気象パターンと、それらの出現頻度が近年どのように変化しているかを明らかにした（図2b、c）[V12017]。

4 地球温暖化に伴う河川流域日降水量の変化予測手法の開発

近年頻発する極端な気象と地球温暖化との関連を検討するため、全球モデルによる低解像度（100～200km）の計算結果から、地域スケール（数km）の気候を推定するダウンスケーリング手法を開発している。地域スケールの河川流域日降水量を推定する手法を、九州の主要河川5水系20流域に適用し、将来気

候（全球平均気温の上昇が1.1℃の場合）における河川流域日降水量を現在の値と比較した。その結果、50年確率の河川流域日降水量はいずれの地域でも増加し、その平均的な増加率は20%であった（図3）[V12016]。河川流域レベルでの降水量の変化予測は、温暖化に伴う豪雨・洪水ハザード評価に活用できる。

*1 乱流モデルの一種で、風の乱れを空間的に平均化してモデル化を行う。

*2 人工ニューラルネットワークの一種で、学習しながら自律的に分布パターンを分類できる。

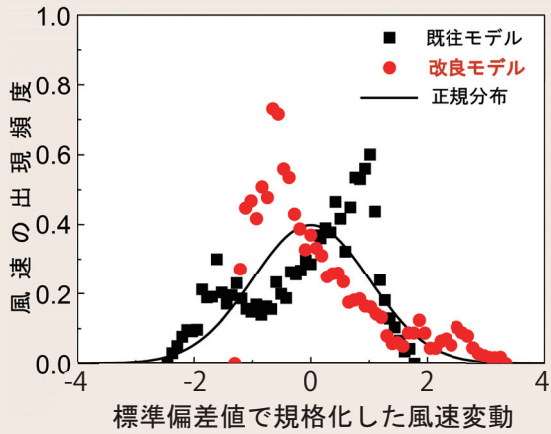


図1 爆弾低気圧による風の乱れ特性の評価

2012年4月3～4日にかけて日本海を通過した爆弾低気圧は、日本各地に強風をもたらし、全国75地点で観測史上1位の平均風速を記録した。この事例を対象に、改良したNuWFASを東北地方に適用した。空間解像度を12kmから50mまで6段階かけて高解像度化することにより、既往のモデルと比較した。図1は、平均風速からの変動成分(標準偏差で正規化)の出現頻度である。LESを用いて改良したモデルでは、標準偏差が2倍以上となる高風速の出現頻度が大きく、低風速が継続する中に高風速が間欠的に現れる。一方、改良前のモデルでは逆に、高風速が継続する中に低風速が間欠的に現れ、従来の観測事実との乖離が明らかとなった。

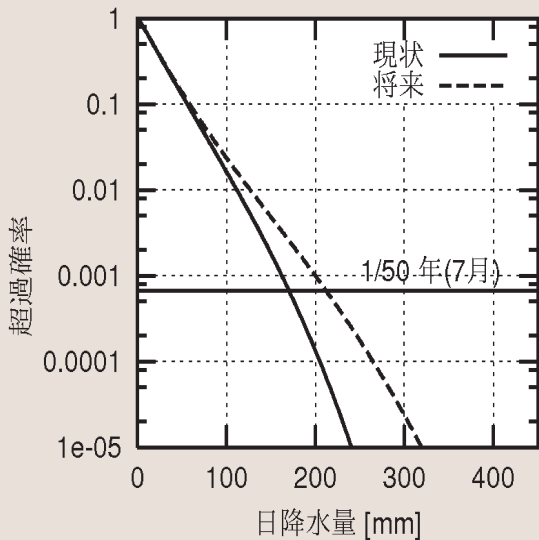
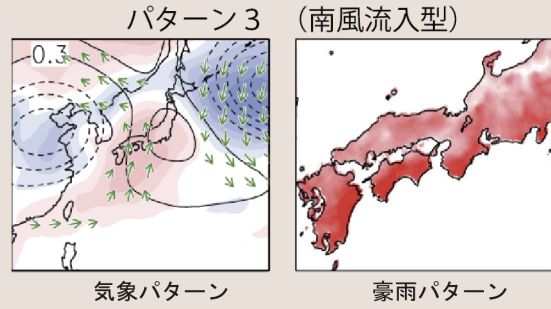


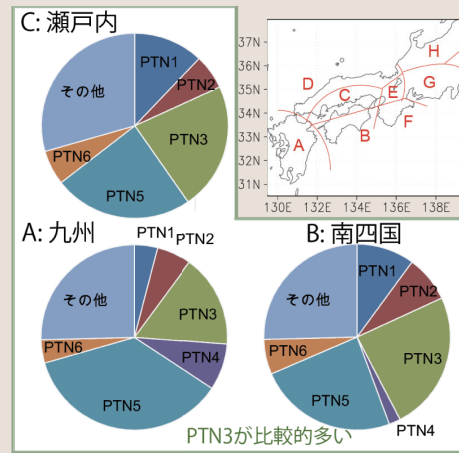
図3 温暖化による河川流域日降水量の変化

空間解像度120kmの全球モデルによる温暖化予測結果を用いて、九州地方の河川流域の日降水量の頻度分布(確率密度)を求めた。この頻度分布から計算される超過確率分布を破線で示す。全球平均気温が現状よりも1.1℃上昇することにより、流域の広さが491km²のこの河川では、7月の降水量の頻度分布は、大きな日降水量の出現頻度が現状(実線)よりも高くなることわかる。解析した20流域の平均で、50年確率の日降水量の増加は20%と推定された。

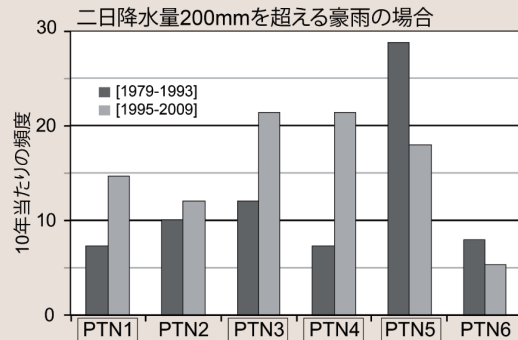


パターンは平年に比べた場合の差。左図の赤青の陰影は850hPa相当温位で、赤は大気が平年よりも不安定なことを表す。緑の矢印は850hPaの風速で、西日本の南岸で南風が強い。黒い等値線は200hPa気圧面高度で、東日本の上空で等圧面の高度が高い。右図は、降雨のパターンで、赤は平年に比べて多雨である。

(a) 抽出された豪雨気象パターン3の例



(b) 豪雨気象パターンの地域特性の一例



(c) 豪雨気象パターンの出現頻度の長期変化

図2 豪雨気象パターンの地域特性と長期変化

気象場の5つの気象要素(相当温位、風速・風向、気圧、降水量)を対象に、自己組織化マップの手法を用いて、31年間の梅雨期の気象パターンから、豪雨に関係するものを6種類(パターン1～6)抽出した(図2a)。西日本の豪雨時を対象に、8気候区分毎に各パターンの出現頻度を求めると、地域ごとに特性が見られた(図2b)。過去31年間を前半と後半にわけてパターンの出現頻度を比べると、九州・四国の豪雨に関係するパターン3は約2倍に増加しており、観測事実と一致している(図2c)。横軸の四角枠は信頼度水準99%で統計的に有意な変化が見られたパターンを表す。