

[23]

氏名	鷺田 正樹 <small>わしだ まさき</small>
博士の専攻分野の名称	博士 (学術)
学位記番号	安全博第 20 号
学位授与の日付	2022 年 3 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	海面上昇の影響評価と沿岸域防災に対する 高潮・海浜変形解析手法の高度実用化に関する研究
論文審査委員	主査 教授 高橋 智幸 副査 准教授 桑名 謹三 副査 教授 山下 隆男 (広島大学)

論文内容の要旨

地球温暖化に伴う気候変動はさまざまな自然災害の激甚化の原因になることが懸念されている。たとえば、気温上昇による海洋エネルギーの増大は、海面の上昇のみならず、降雨や熱帯低気圧、極低気圧を変化させ、外洋波浪やうねり性波浪の増大を引き起こす。これら海洋に起因する外力の増大は、高潮災害をはじめとする自然災害の巨大化をもたらす。波浪による海岸の侵食もそのひとつである。外洋性の高波に加え、常時波浪が、顕著な海浜変形（侵食・堆積）を引き起こし、過剰な堆積や深刻な海岸侵食を発生させる。

このような状況下にあるにも関わらず、実務における海岸・海洋の検証・予測計算や計画立案に際しては、将来の気候変動については十分に考慮されていない。海面上昇等については、過去の実現象による偏差等を用いた諸元が考慮されているに過ぎない。また、海浜変形過程の検証・予測手法では、Bar-Trough 地形や複雑に構造物が配置された環境の現象についていまだ確立されてない状況にある。これまで海岸保全や沿岸域開発・管理に関する行政関連部署では、日本近海の海面上昇の将来予測と適応策の緊急性、必要性に関する認識が薄く、学術研究も各地域で具体的な数値を設定できるほどの段階には到達していない。そこで本論文では、高潮や海岸侵食の解析手法を高度に実用化し、沿岸インフラに対する適応策の提案を行うことを目的として研究を行い、以下のような成果を得た。

(1) 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第五次報告書(AR5)で示された全球平均の海面上昇量は、1901～2010年の観測で1.7 mm/yr、1993～2013年で3.2 mm/yrである。大気・海洋・陸域を結合した物理モデルによる将来予測では2100年にはRCP8.5シナリオで52～98cmの全球平均海面の上昇量が見込まれている。本研究ではより詳細な日本近海での将来予測を行うため、観測データを基にして、SARIMAモデルによる解析を実施した。その結果、

2070年までに日本海で約60~80cm、太平洋側では100~150cmの海面上昇が生じることを明らかにした。特に、日本近海の海面上昇量は、全球的に大きい値を示している北西太平洋よりも大きいことや日本海側の西部(若狭湾から島根県付近)は日本海の中でも海面上昇量が大きいことを示した。

(2)高潮は、一般的に吸上げ効果と吹き寄せ効果で議論されるが、本研究では波浪の発達最終的に平均流および乱流へと物理的なエネルギー保有形態を変化させ、海洋流を発生させることに着目した。強風のエネルギーが海面に移行する物理過程はSWAN、海洋流はPOMによるものとし、両者を結合したモデルを構築することで高度化を図った。そして、大阪湾と相模湾西部に適用することで実用化を図った。特に、大阪湾エリアに甚大な被害を与えた台風1821号のような高速移動台風に起因する高潮・高波を予測するには、中心気圧だけでなく移動速度が重要であるとの結論を得た。また、外洋高潮により相模湾西部の米神地区に海岸災害を引き起こした台風1812号の解析から、来襲時には砕波による波高減衰と5~10分程度の短周期変動を伴ったWave Setup高潮が生じ、その最高水位は平均海面上2.5mに至り、観測値や旧来の解析手法では解析できなかった海岸災害の主要因を示すことができた。

(3)海浜変形過程については、従来から用いられてきた砕波帯内の土砂移動、特にこれまでの汀線に着目した海浜変化モデルから高度化を図るため、外洋波浪を気象庁の波浪GPVで与え、第3世代の浅海域波浪モデルSWANによる波浪解析で高波浪時の高潮計算と連携し、POMにより吹送流と海浜流(平面流分布)、戻り流れ(鉛直成分)を合わせた流れ場の3次元特性を反映することにより、波・流れ共存場の漂砂量を解析するモデルを構築した。そして、鳥取県北条海岸と高知海岸南国工区に適用することで実用化を図った。前者では短期変動に着目し、3次元海浜流と波浪の共存場における漂砂モデルにより、bar-trough型の自然海浜の冬季風浪による海浜変形を解析し、土砂収支の再現を確認し、現地適用を行った。後者では長期変動に着目し、計算負荷を軽減するため平面2次元海浜流解析に砕波帯の戻り流れを組み込んだ漂砂モデルで解析をするモデルを構築した。

(4)以上の解析を踏まえて、高潮防災・海浜保全の現状を検討し、適応策の提案を行った。具体的には、現在高度利用されている沿岸域を防護している海岸堤防は、すでに嵩上げの余地がない構造であるため、本研究結果から導かれる温暖化による海面上昇量に応じた汀線後退量を設定し、セットバックによる適応策により防護と利用の両立を図ることとした。また、本研究では通常波浪によるbar地形の復元力を確認できているため、自然の営力を利用しながら海浜保全を図っていくことも重要である。

論文審査結果の要旨

地球温暖化による気候変動は我々の生活に大きな影響を与えると予想され、多くの分野でその範囲や強度に関する解析が進んでいる。沿岸域においても、気温の変化に伴う海面上昇は自然災害の発生メカニズムに影響を与え、特に高潮被害の増大や大規模な海浜侵食を引き起こすことが懸念されている。しかし、これらの自然現象を解析するモデルの実用化はまだ十分ではなく、実務での利用も発展途上である。

そこで、本論文では、地球温暖化に伴う海面上昇の影響評価を行うとともに、沿岸域防災に対する高潮・海浜変形解析手法の高度実用化を図り、高潮防災・海浜保全対策の提案を行っている。特に、海面上昇の影響評価においては、IPCC:CMIP5などの物理モデルによる予測とは異なるアプローチとして、全球の観測値を基にした回帰モデルを基本とする解析により、日本近海での詳細な海面上昇の将来予測を行っている。また、波浪と海洋の流れを解析するために、それぞれ独立した数値モデルを結合し、気象場の再解析データと連携させた数値モデルを構築し、気候変動による高潮・海岸侵食の予測を可能としている。さらに、高潮防災・海浜保全対策については、海外での事例を収集・分析した上、我が国の実情に合わせた提案を行っている。

以上のように、本論文は、地球温暖化に伴う海面上昇の影響評価に加えて、実用的な高潮・海浜変形解析手法の提案を行っており、学術的のみならず、防災実務においても価値のある成果を与えている。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。