



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	日本海における津波の将来想定および津波検知・到達予測手法の開発 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	金戸, 俊道
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14879号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85323
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Toshimichi_Kaneto_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 金戸 俊道

学 位 論 文 題 名

日本海における津波の将来想定および津波検知・到達予測手法の開発
(Methods of prediction and detection of future tsunamis expected in the Sea of Japan)

日本海は海底地すべりを発生させる可能性のある大陸棚斜面、海底活断層の隆起による斜面等起伏に富んだ地形が広く分布していることから、将来発生しうる海底地すべりによる津波のリスクを強く認識すべきと考えられる。このような状況も踏まえ、原子力発電所では海底地すべりの痕跡を把握し、その形状等に基づき海底地すべりによる津波の評価が行われている。しかしながら、痕跡の認められる箇所は、過去に不安定であった斜面等が海底地すべりの発生によって安定化した結果と考えられ、近い将来に同様の場所・規模で地すべりが発生することを想定するだけでなく、既往地すべりサイト以外の不安定斜面に対してより注意を払うべきと考えられる。一方で、海域に広く分布する不安定斜面を対象として、評価対象サイトに最も厳しくなる海底地すべりによる津波を効率的に評価する手法は現状なく、海底地すべりによる津波の将来想定手法を新たに構築する必要がある。また、このような海底地すべりによる津波は、日本海に数多く分布する活断層による地震によって発生する蓋然性が高く、活断層津波と重畳し、最大津波を発生させる組み合わせについても評価する必要がある。このような津波の重畳については、活断層および海底地すべりの発生位置、規模、海底地形、伝播経路、伝播時間等が複雑に関係するため、最も厳しくなる組み合わせを選定することは容易ではなく、活断層津波と海底地すべりによる津波による最大津波を効率的に決定する手法の確立が望まれている。また、このような海底地すべりによる津波は、地震による津波を対象とした気象庁の津波予測システムでは対応できず、津波警報や注意報は発令されないと考えられる。日本海沿岸には、原子力発電所等の重要施設が多数設置されており、このような重要施設周辺において上述の日本海側で想定すべき想定海底地すべりによる津波や活断層津波との重畳が実際に発生した場合、津波の発生を検知・予測することができず、津波に対する重要施設の安全性確保および人身安全の観点から大きな課題がある。

そこで、本研究では、柏崎刈羽原子力発電所をモデルサイトとして、活断層津波および海底地すべりの痕跡に基づく津波評価に加えて、日本海側における想定海底地すべりによる津波および活断層津波との重畳による津波の想定手法を提案するとともに、このような津波を単一の海洋レーダを用いて検知・予測する手法の構築を行う。

本研究ではまず、敷地周辺の海域活断層による津波および日本海東縁部に想定される地震による津波並びに海底地すべりの痕跡に基づく津波について、不確かさを十分考慮した津波評価を例示するとともに、日本海側の津波に関する特徴を把握した。

次に、将来発生し得る海底地すべりによる津波の評価手法について検討し、まず、発電所から半径約 10km の範囲に認められる全ての海底地すべり地形を分析し、海底地すべりの斜面長と幅に関するパラメータの経験モデルを新たに提案した。提案した経験式等を用いて海底地すべりによる初期水位を算定し、これに単位波源を用いた津波の増幅特性を乗じることで、海底地すべり津波のポテンシャルサイトを特定した。次に、ポテンシャルサイトにおいてより詳細な検討を行うため、計 5 千万

ケースの 3 次元地盤安定解析を実施し、想定海底地すべりの発生位置、形状を求めた。その結果、すべりが発生したエリアは信濃川の河口付近に位置し、更新統～完新統が厚く堆積しているエリアであることが明らかとなった。最後に、求められた想定海底地すべり形状を用いた二層流モデルによる津波評価を行い、サイトに対して最も影響が大きい海底地すべり津波の将来想定手法を示した。さらに、この想定海底地すべりによる津波を対象として、重畳可能性の高い活断層を抽出するため、単位波源を用いた津波解析の結果から求めた津波到達時間の分布に着目し、すべての津波解析結果から、ピーク水位の到達時間を第 3 波まで求め、到達時間のコンターを作成し、これと活断層分布を対比することで、海底地形や伝播経路の影響を考慮したうえで、重畳可能性の高い活断層を抽出することを可能とした。この方法によって抽出された活断層津波によるピーク水位発生時刻は、いずれも想定海底地すべり津波によるピーク水位と重畳可能性が高いことを確認し、これに地震発生から海底地すべり発生までの時間差を考慮するため、津波水位の線形足し合わせ時刻を変化させ、重畳による最大津波水位の評価を行った。また、活断層津波と想定海底地すべり津波の連成解析も行い、重畳による非線形性の影響について検討し、ピーク水位が重畳することによって急峻な波形が生じ、非線形効果によりピーク水位がやや低減される可能性があることを示した。

最後に、これら津波の早期検知・予測手法として、単一の海洋レーダの流速観測結果にデータ同化手法を適用し、津波検知・予測を行う手法について検討するため、まず、活断層津波と想定海底地すべりが重畳した津波シミュレーションの結果から、海洋レーダの観測点における視線方向流速を抽出し、これに実際のノイズを含んだ観測値を模擬するため平常時の観測データを足し合わせ仮想津波観測値を作成した。これを最適内挿法を用いたデータ同化への入力データとして津波解析を行い、数値シミュレーションによる津波水位とデータ同化による津波水位の VR はほとんどのケースで再現性が良好とされる約 50% 以上であり、精度よく津波水位の再現が可能であることを示した。また、津波の検知・予測については、第一波のピーク到達約 10 分前に検知ができること、20 分程度先まで津波水位を予測できることを確認し、地震による津波および海底地すべり津波のような警報のない津波に対しても適用性があることを示した。

これを要するに本研究は、将来発生し得る海底地すべりによる津波評価を効率的に行う方法を新たに提案するものであり、今後の海底地すべりによる津波に対する安全性の各段の向上に貢献する。さらに津波の検知・予測手法として提案する単一の海洋レーダの観測値を用いたデータ同化による津波予測手法は、海底地すべり津波のような津波注意報・警報がない津波の来襲予測を可能とするものであり、特に津波観測機器の少ない日本海側における津波被害の最小化、早期復旧対応等に極めて有効であり、今後の津波防災に大きく貢献するものである。