



Title	高波浪時における海岸堤防前面の三次元的な地形変化に関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	田方, 俊輔
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15184号
Issue Date	2022-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/87200
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Shunsuke_Tagata_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 田方 俊輔

学 位 論 文 題 名

高波浪時における海岸堤防前面の三次元的な地形変化に関する研究
(Study on Three-Dimensional Topographic Changes in front of Coastal Embankment during High Waves.)

近年気候変動に伴う海水面の上昇、発生する台風の激甚化が示唆されている。例えば、2018 年台風第 21 号 (Jebi)、2019 年台風第 15 号 (Faxai) や台風第 19 号 (Hagibis) は、本州において大規模な高潮・高波の被害を発生させた。この際、高波浪に伴う岸沖漂砂の卓越により、短時間での海岸侵食が発生し、高波と併せて護岸の倒壊などの被害も報告されている。

特に堤防前面で極端な砂面の低下が発生すると、護岸基礎の露出が進み、倒壊等のリスクが高まるなど、その現象の理解は工学的にも非常に重要である。また、十分な前浜を有している海岸であっても、高波浪が来襲し遡上先端が堤防まで到達する場合には、大規模に土砂が輸送され、常時波浪時の状況と比較して不可逆的な地形変化を呈することもある。高波浪時における堤防前面の局所的な地形変化に関する研究は、古くから実験的な手法で検討されているものの、断面二次元的な議論が多く、その三次元的、局所的なメカニズムについては未だ未解明の点も多いのが現状である。

本論文は、上記の背景のもと、高波浪時の海岸堤防前面における地形変化過程を把握し、周辺の波、流れと地形変化の関係を解明することを目的とした現地観測から、静岡県駿河海岸における令和元年東日本台風 (2019 年台風第 19 号) 時の波と地形変化について検討したものである。

現地観測は駿河海岸田尻地先の海岸堤防前面に複数台の超音波式の水位計、容量式の水位計を面的に配置し、遠赤外線カメラによる撮影と併せて連続観測を実施した。その観測結果から高波浪時の時空間的な地形変化過程を評価し、遠赤外線カメラによって撮影した動画より画像解析によって求めた外力条件との比較から、地形変化との関係について議論した。令和元年東日本台風時の堤防前面における地形変化の特徴として、高波浪の継続時間が 24 時間程度であり、そのうち約 70m の前浜を越えて堤防前面まで遡上した波は 60 波であったこと、その波により沿岸方向約 10m の範囲で 20cm - 50cm の砂面低下が生じ、沿岸方向に勾配を持つような三次元的な地形変化が局所的に生じていたことが挙げられる。この現象の時空間的な過程、定量的な評価を行うことが本論文の主たる目的であり、海岸堤防前面の地形変化過程を理解するための研究である。

本論文は全 6 章から構成されており、各章の要旨を以下に述べる。

第 1 章では、本論文の序論として、本研究の背景、既往研究との課題や関連性を整理するとともに、研究の目的や概要について整理した。

第 2 章では、現地の観測システムの検討として、観測位置の概況や観測機器および本研究で開発した観測システムの内容について詳述した。なお、本研究では超音波式水位計により遡上波の観測や地形変化の詳細を把握しているが、その設置角に対して水面や砂面を適切に観測、評価することが可能かを確認する必要がある。そのため、室内造波水路実験によって設置角と観測値の関係を整理し、観測精度について言及をした。なお、室内実験結果からは、超音波センサーについて照射角 20° までは 0.01m 程度の精度で観測が可能であることが確認された。また、超音波式水位計の観測デー

タに生じるスパイクノイズの除去手法として、複数台の水位計から波の遡上伝播過程を追いかけることで、ノイズ除去を行うアルゴリズムを提案した。

第3章では、本研究において検討対象とした令和元年東日本台風の概要を述べ、その時の遡上波の特性について検討した。本台風は、2019年10月12日に大型で強い勢力を保ったまま伊豆半島に上陸し、関東地方を通過した後、13日に日本の東側で温帯低気圧に変わった。その被害状況は関東から東北にかけて広範囲に生じており、本台風の接近、通過に伴い広い範囲で大雨、暴風、高波、高潮が記録された。特に波については、静岡県石廊崎で有義波高13mの記録的な波高が観測され、駿河海岸近傍の駿河海洋観測所（現地観測箇所から南西約5km、水深45m）においても既往最大に匹敵する波高8.6m、周期13.8秒の波が観測された。観測地点まで到達した波について、遠赤外線カメラの動画より区間平均流速を算定し、遡上波の波高規模に応じてup rush時の流速は速くなる一方で、down-rush時の流速はほぼ一定値となることを確認した。これは遡上波の有していたエネルギーが堤防での反射により逸散し、down-rush時には砂面勾配に沿って薄層流で流下することに起因すると想定した。

第4章では、地形変化の過程について、超音波式水位計の観測データから、その時間的发展を整理し、駿河海岸における高波浪時の三次元的な地形変化の挙動を明らかにした。砂面の低下は潮位の上昇時、より波が堤防まで到達しやすい時間帯に進行し、潮位が下がり堤防までの遡上波の数が少なくなると、地形変化が生じにくい状況となる。また、潮位の高い時間帯での地形変化について、面的に一樣に低下するケースと、急激な砂面低下が進行し沿岸方向に勾配を持つような三次元的に砂面低下が進行するケースがあった。この時、一樣に砂面低下する際には岸沖方向で砂面勾配が急勾配化、地形変化の三次元性が強まる時間帯では砂面勾配が緩勾配化する傾向が確認された。

第5章では、砂面勾配や地形変化量（漂砂量）と波、流れの関係について検討した。地形変化過程において、断面地形の差分により一波ごとの岸沖漂砂量を算定し、Shields数の考え方に基づく斜面勾配の影響を考慮した漂砂量モデルによる算定値と比較した結果、一樣に砂面低下が進む時間帯については、概ねモデルと一致する一方で、三次元性が現れる時間帯では定量的に一致しない傾向を確認した。また、高波浪の終了時に形成される砂面勾配は、既往研究で提案された値と一致することが確認できた。地形変化の外力条件を評価するために、沿岸方向の流れ（特にdown-rush時の流れに着目）を遠赤外線カメラを用いたSTIVにより可視化し比較することで、三次元的な地形変化が生じた時間帯では沿岸方向への流れが卓越したことを示した。この要因について、動画の判読から高波浪によって植生がフラッシュし、その削られた砂面に沿って流れが卓越することで、三次元的な地形変化が生じたことを示した。

第6章では、各章で明らかとなった結論をとりまとめ、本研究の総括を行うとともに、今後の課題について言及した。特に海岸植生はこれまで砂面の固定化（極端な侵食への抵抗）に寄与すると考えられていたが、本研究では植生のフラッシュに伴って局所的な勾配を持って砂面低下が生じ、その勾配に沿ってdown-rush時の流れが加速されることで、侵食が進行する過程を示した。このことから海岸植生は一定の外力に対しては侵食への抵抗効果を発現するものの、フラッシュする規模の波浪が来襲した場合には、侵食を助長する可能性があることが示唆された。以上、本研究成果が今後の海岸管理の一助になることを期待し、結論として取りまとめた。