

氏名(国籍)	スレイマン ジョップ (セネガル)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第4667号		
学位授与年月日	平成20年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	<b>Numerical and Field Analysis of Notch Growth-Induced Rockfall on Coastal Cliffs</b> (海食崖におけるノッチの成長による落石についての数値および野外解析)		
主査	筑波大学教授	理学博士	小川 勇二郎
副査	筑波大学教授	理学博士	小笠原 憲四郎
副査	筑波大学教授	理学博士	木股 三善
副査	産業技術総合研究所主任研究員	工学博士	張 銘
副査	筑波大学講師	Ph.D.	安間 了

### 論文の内容の要旨

海食崖における落石プロセスに関しては不明な点が多かった。これは微小な落石は大きな被害を伴わないために見過ごされ、十分な研究が行われて来なかったためである。そこで、本研究ではノッチの発展に注目し、それと落石現象との間の関連に関して、野外観察、室内実験および数値シミュレーションを行い、定量的な考察を行った。研究は、1) 湿潤条件と乾燥条件を繰り返すごとに変化する岩石の挙動、2) それらと現在の岩石の破断落下との力学的な関連、3) 海食崖におけるノッチに起因する落石現象との関連、4) 有限要素法によるノッチの成長モデル実験、などについてである。野外観察は、房総半島勝浦・鵜原地区の第三系において、空中写真および現地の実測に基づいて行い、室内実験は、野外試料に基づいて力学強度測定、鉱物組成測定、乾燥・湿潤繰り返し風化実験など中心に行い、さらに数値シミュレーションには有限要素法を適用した。それらの研究から、海食崖の落石現象が、基底付近の断層・断裂などの規則的な構造要素、それに関連する地下水の染み出し、岩相・鉱物相による物理特性と風化速度の違いによって主としてコントロールされていることを明らかにした。

有限要素法はFEMAP SAGE CRISP 3D Bundelを用いて代表的なノッチのジオメトリーと物理特性に合致する初期条件を用いて、垂直な崖の基底周囲の自由表面におけるノッチの高さ、幅、奥行き3つのパラメータを変えて行ったところ、高さが最も有効なパラメータであり、高いほど落石が起きやすいことが示された。

岩石の力学強度の実験結果からは、鉱物組成、特に粘土鉱物の量比と初源的な破断面の存在が重要な要素であることが分かった。さらに数値シミュレーションでは、鉛直および水平方向の変位がノッチの高さ、幅、奥行きの順序で崖の状況をコントロールすることが示された。その結果、ノッチの形状を理解することが崖の安定性(つまりは落石)を予測することにつながる事が分かった。

以上の結果から、野外観察、室内実験、数値シミュレーションの間には密接な関連があること、それらの応用として落石の予測が可能であること、などが示され、本研究によって海食崖の安定性の理解が進んだ、と結論できた。

## 審査の結果の要旨

本研究は、土質工学と構造地質学にまたがる境界領域における研究である。従来、海岸線沿いにところどころに急崖が発達することが知られているが、それについてはさまざまな研究があったが、総合的な検討は少なかった。ジョップ氏は、房総半島中央部の太平洋側の新第三系に広く発達するほぼ垂直な海食崖の地質学的、地形学的、鉱物学的、地質工学的研究を行い、急崖の形成個所の諸特徴、特に岩石の物理特性の特徴などに関して定量的検討を行った。また、特に岩石の風化による強度変化の実験的測定を行った。さらに、現実的な条件下での各種パラメータの違いによる急崖の安定性に関する数値シミュレーションを有限要素法を用いて行った。その結果、岩石種類が砂岩であること、既存の急傾斜の断層・断裂などの発達があること、岩相や粘土鉱物の量比により風化による強度の激減が見られること、垂直な崖の成因には、ノッチの発達が最も重要であること、それはノッチの奥行き、幅、高さのうち、高さが最も効いていること、などを明らかにした。本研究は、関連するすべての現象間の関連について、単なる定性的な予測ではなく定量的に議論することによって、従来の議論を大きく進展させたものであり、その功績は大きく、博士（理学）の研究に値すると考えられる。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。