



Title	Formation Mechanisms of Cliff-Front Dunes and Their Impact on Coastal Sediment Transport
Author(s)	Hsin, Hsiang
Citation	大阪大学, 2026, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/105478
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (HSIN HSIANG)	
論文題名	Formation Mechanisms of Cliff-Front Dunes and Their Impact on Coastal Sediment Transport (海食崖前砂丘の形成メカニズムと沿岸域の土砂輸送への影響)
論文内容の要旨 The Omotehama Coast, located on the Pacific side of the Atsumi Peninsula in Aichi Prefecture, has long experienced shoreline retreat due to reduced sediment supply from the Tenryu River and continuous sea-cliff erosion. To mitigate coastal erosion, a restoration project involving the relocation and reconstruction of submerged breakwaters was implemented between 2008 and 2021. Although this countermeasure successfully widened the beach near Ikobe coast, an unanticipated large dune subsequently developed in front of the modified area, altering the littoral sediment balance. The emergence of this dune revealed that aeolian processes, which had been overlooked in coastal sediment management, play a significant role in regional sediment dynamics. This study aims to clarify the mechanisms and impacts of coastal dune formation at Ikobe and along the Omotehama Coast through an integrated analysis of topographic, meteorological, and numerical data. This thesis is structured as follows. Chapter 1 introduces the background of coastal erosion and management along the Omotehama Coast, outlines the problems associated with unaccounted aeolian sediment storage, and states the research objectives and questions. Chapter 2 synthesizes both fundamental and regional studies relevant to this research. The first part reviews foundational work on coastal dunes, including aeolian transport processes, interactions between cliffs and wind, and dune typology and growth. The second part summarizes regional studies on sediment dynamics in Japan, with emphasis on coastal dune systems, littoral drift and sediment budget concepts, and previous investigations along the Atsumi Peninsula and the Enshunada Coast. Chapter 3 describes the field survey methods, data processing procedures, and topographic analyses used to quantify dune morphology along the Atsumi Peninsula. High resolution terrain data were obtained through handheld RTK measurements and drone-based RTK photogrammetry, followed by post-processing workflows that produced Digital Surface Models, orthophotos, and derived topographic parameters. These datasets were used to evaluate spatial and temporal variations in dune elevation, slope characteristics, and volumetric change across the major dune systems. Chapter 4 analyzes shoreline monitoring results, nearshore morphological changes, temporal variations in beach width, and the relationships among beach width, dune volume, and bathymetric change. Chapter 5 presents the regional and local wind environments, beachside observations, vertical wind profiles, and OpenFOAM simulations that reproduced airflow patterns influenced by coastal cliffs. Chapter 6 examines sand transport measurements, spatial distributions of aeolian transport, and the relationships among wind conditions, topography, and sand movement. It also develops integrated sediment budgets for dunes, beaches, and the seabed. Chapter 7 summarizes the key findings and implications of this study. The results demonstrate that the formation and growth of the Ikobe dune were influenced by sufficient sediment supply, adequate beach width, and onshore directed winds generated within a vortex. Field observations and numerical simulations identified a persistent landward reverse flow below the cliff, which acted as the dominant driver of dune accretion. The integrated sediment budget confirms that the Ikobe dune functions as a major sand sink, intercepting part of the westward littoral drift and affecting sediment delivery to down-drift areas.	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (HSIN HSIANG)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	荒木 進歩
	副 査	教授	入江 政安
	副 査	准教授	中谷 祐介

論文審査の結果の要旨

愛知県渥美半島の太平洋側に位置する表浜海岸では、天竜川からの土砂供給の減少等により、長年にわたり海岸侵食および汀線後退にさらされてきた。海岸侵食対策として 2008 年から 2021 年にかけて、表浜海岸の一部に設置されている潜堤の再配置が行われた。この対策は一部の海岸では砂浜幅の回復につながったものの、伊古部地区等では予測していなかったほどの大規模な砂丘が発達した。これは、地域の海岸侵食対策を立案するためには、波および流れによる漂砂移動だけでなく、飛砂等による砂丘の形成など、その他の要因も含めた土砂収支を考慮する必要があることを示唆している。本研究は、地形変化および漂砂移動に関する現地調査、ならびに数値シミュレーションにより、表浜海岸にある伊古部地区の海食崖前砂丘の形成メカニズムおよび周囲の漂砂移動に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。

本論文の構成は以下の通りである。

第 1 章では、表浜海岸の海浜変形および管理状況を紹介し、問題点を整理することにより、当初の管理計画では想定されていなかった大規模砂丘の影響を考慮し、周辺地域の沿岸漂砂を含めた土砂収支を再検討する必要があるとの研究目的を説明している。

第 2 章では、既往の研究を紹介している。前半では飛砂と砂丘の形成、発達に関する基礎的な研究を紹介し、後半では漂砂の供給源となる天竜川河口から渥美半島にかけての沿岸漂砂、および表浜海岸の土砂収支や海浜変形等、研究対象地域に関する研究を紹介している。

第 3 章では、表浜海岸での現地観測の手順、およびデータ処理方法を説明している。現地観測としてはネットワーク型 RTK 測位、および RTK ドローンを用いて砂丘と砂浜の標高データを取得している。得られた標高データから砂丘の体積および砂丘表面の斜面勾配を計算している。

第 4 章では、砂浜幅、砂丘の体積の年変化を分析している。また、愛知県により実施された深浅測量のデータをもとに海底地形の年変化についても分析し、海底土砂量の変化と砂浜幅の変化、および海底土砂量と砂丘の体積の変化を議論している。

第 5 章では、入手した風向および風速の観測データから、伊古部地区の砂丘前縁での風の鉛直分布を議論している。北西の季節風が卓越する冬季においても、砂丘背後の海食崖から海側に抜けた風が反転することにより、砂丘前面では陸向きの風となることを示している。また、数値シミュレーションにより、伊古部地区では風況が螺旋を描くような 3 次元構造となることも示しており、この陸向きの風が砂丘の発達に寄与していると考察している。

第 6 章では、伊古部地区における砂丘の体積変化量、砂浜の土砂変化量、海底の土砂変化量を算定した結果、西向きに輸送される沿岸漂砂量の一部が砂丘に供給されたことを明らかにしている。2021 年まで実施された海岸侵食対策においては砂丘の形成、発達を想定していなかったため、西側に輸送される沿岸漂砂量を過大評価して侵食対策を立案していたことを指摘している。

第 7 章では、各章での検討における前提条件や仮定を整理して残された課題とし、得られた成果および知見を総括している。

以上のように、本論文は海岸侵食対策による副次的効果として形成、発達した砂丘を有する海岸において、風向および風速の観測データに基づく飛砂を含めた土砂輸送を検討することにより砂丘の形成メカニズムを明らかにする

とともに、砂丘、砂浜、海底の土砂収支の算定から沿岸漂砂量を精度よく評価するためには砂丘の形成、発達を考慮する必要性を示しており、新規性が高い。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。