

令和 2 年 6 月 3 日現在

機関番号：11301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2016～2019

課題番号：15KK0223

研究課題名（和文）地形乱流場における飛砂メカニズムの解明（国際共同研究強化）

研究課題名（英文）Mechanism of aeolian sand transport in turbulent field over coastal dunes
(Fostering Joint International Research)

研究代表者

有働 恵子 (Udo, Keiko)

東北大学・災害科学国際研究所・准教授

研究者番号：80371780

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,900,000円

渡航期間： 10ヶ月

研究成果の概要（和文）：オランダ・IHE DelftのRanasinghe教授をはじめとする国内外の研究者と、砂浜・砂丘地形モデルの構築において必要とされる様々な研究に関する共同研究グループを構築し、多くの研究成果を得た。Ranasinghe教授の寄附講座の研究メンバーとして参画し、Dastgeib准教授が定期的に（2～3年に一度）研究代表者の研究室を訪問することに合意するなど、研究代表者の帰国後も共同研究を継続的に行っており、活発な共同研究活動の基盤構築ができたことは大きな成果である。この研究基盤により、海岸地形（砂浜・砂丘地形）に関する複数の国際ジャーナル誌に研究成果を発表するなど、十分な研究成果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海岸の地形変化は様々な要因による複雑なメカニズムに起因しており、未だに高精度で予測することが困難な事象である。この複雑なメカニズムの中から主要な多くの事象を抽出し、予測精度を向上させることは学術的に極めて重要である。我が国においては既に海岸侵食が進行しており、気候変動の影響でさらに沿岸災害リスクが増大することが懸念されている。海岸地形変化の予測精度を向上させることにより、より適切な対策につなげることは、今後適応策を検討する上でも極めて重要である。

研究成果の概要（英文）：An international research group on study of beach-dune morphology was established with Professor Ranasinghe of IHE Delft in the Netherlands. For effective collaborative research, we decided that the principal investigator joined to the Professor Ranasinghe's Chair and Associate Professor Dastgeib visits the principal investigator's laboratory regularly. It is a great achievement to develop the active international research base. With this research base, sufficient research results on coastal sandy beach-dune system such as sediment supply from rivers to coast, long-term shoreline change and wind field around coastal sand dune were published in multiple international journals.

研究分野：土木工学

キーワード：長期砂浜地形変化 海岸線モデル 土砂移動限界水深 砂丘変形

様式 F - 19 - 2

1. 研究開始当初の背景

将来は気候変動による高波の特性変化や海面上昇等が予測されており、沿岸域に人口と資産が集積する我が国をはじめ、世界の低平地で、海岸侵食ひいては国土消失に伴う高波や高潮等の沿岸災害の増大により、重大な影響が生じると予測されている。また、砂浜の陸側に直線的に造成された海岸人工砂丘は長期的に100m程度の長さの複数の小砂丘に分裂することが報告されている(Udoら, 2003)が、この分裂は沿岸域の脆弱性を高める重大な現象である。本研究では将来の気候変動の影響評価や適応策検討において不可欠である、現状を再現可能な長期砂浜-砂丘変形モデルを構築するものである。

2. 研究の目的

砂浜から砂丘にかけての空間は、豊かな生態系を育み 私たちに憩いの場を提供すると同時に、災害時には後背地への水や土砂の侵入を抑制する減災機能を有する貴重な空間である。一方、将来は気候変動による高波の特性変化、海面上昇等が予測されており、沿岸域に人口と資産が集積する我が国をはじめ世界の低平地で、海岸侵食ひいては国土消失に伴う高波や高潮等の沿岸災害の増大により、重大な影響が生じると考えられる。現時点でも既にその兆候は顕在化しており、砂浜-砂丘変形予測技術やその適切な管理技術を開発することは喫緊の課題である。

本研究は、オランダIHE-DelftのRanasinghe教授をはじめとする世界各国の研究者らとの共同研究を推進し、将来の気候変動の影響評価や適応策検討において不可欠である、汎用性の高い長期砂浜-砂丘変形モデル構築のための研究基盤を形成することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究は、砂浜-砂丘の長期変形予測モデルを構成する各モデルについて、以下のように世界各国の研究者との共同研究を行うこととした。

(1) 河川から海岸への土砂供給を考慮した砂浜変化に関する研究(共同研究者:オランダIHE-Delft・Ranasinghe教授, 京都大学・竹林准教授)

日本全国の河川における砂利採取量等の土砂諸量についてデータセットを整理する。各海岸領域に流出する河川流域における土砂生産量の推定値から砂防施設堆砂量, ダム堆砂量, 川砂利採取量等の土砂諸量を差し引くことにより、河川から海岸への土砂供給ポテンシャルを算定する。また、その砂浜変化への影響について評価する。

(2) 海岸における土砂移動限界水深に関する研究(共同研究者:オランダIHE-Delft・Ranasinghe教授)

土砂移動限界水深は、汀線変化の推定を行う上で多大な影響を及ぼす。現時点においても数十年前のHallermeierモデルが使用される場合が多いものの、検証が困難であることからそのモデルの適用性に関する知見は十分に得られていない。本研究では、我が国で得られている観測波浪データ(NOWPHAS)および再解析波浪データ(CWM, WAVEWATCH III, ERA-5)を用いて、一般に入力データとして用いられる再解析波浪データの精度検証を行うとともに、長期断面地形データが存在する我が国の8調査地点(仙台, 相馬, 小名浜, 鹿島, 酒田, 新潟, 鳥取, 藍島)において、Hallermeier(1978)モデルおよびその派生モデル(Birkemeier, 1985)の適用性の検証を行う。

(3) 砂浜長期汀線変化モデルに関する研究(共同研究者:オランダIHE-Delft・Ranasinghe教授,

スウェーデンLund大学・Larson教授，タイKassasart大学・Ritphring准教授)

今後の気候変動の影響で、我が国においてもこれまで比較的影響が小さく砂浜変化において考慮されてこなかった海岸砂丘の地形変化を砂浜変化に考慮することが必須になると考えられる。ここでは、Larson教授らの研究グループにより開発された長期汀線変化予測モデルについて、茨城県波崎海岸で観測された20年をこえる長期砂浜地形データを用いて検証を行い、各種パラメータの適切な設定についての検討を行う。また、このモデルをRanasinghe教授らにより提案された確率汀線後退(Probabilistic Coastal Recession)モデルに組み込み、モデルの検証を行う。

(4) 海岸砂丘の地形変化に関する研究(共同研究者:スウェーデンLund大学・Larson教授,オランダUtrecht大学・Ruessink教授,九州大学・内田准教授)

飛砂モデルの開発においては、風洞実験とラージエディシミュレーション(LES)による風場の数値計算により、Udoら(2003)により観測された砂丘分裂のメカニズムに整合する砂丘周辺の風場の再現を行う。

4. 研究成果

研究の方法で示した各項目について、以下に成果を示す。

(1) 河川から海岸への土砂供給を考慮した砂浜変化に関する研究

日本全国の土砂諸量について整理し、河川から海岸への土砂供給ポテンシャルを算定した。本研究で用いた川砂利採取量は許可量であり、実際には数倍の採取があったといわれる。砂利採取量の幅はそれを考慮したものであり、砂利採取量を3倍であったとすると土砂生産量の推定値に匹敵するほどの量であったと判断された。砂利採取量は戦後の高度経済成長期に必要とされ急激に増加したが、規制によって1965年頃をピークに急激に減少している。1960年代以降に急速な砂浜侵食が進行したことは多くの既存研究により示されており、この主要要因が川砂利採取であることを初めて定量的に示唆した。

得られた成果については、Coastal Dynamics 2017(Udo et al., 2017)において口頭発表を行い、Ranasinghe教授らとの共同執筆でJournal of Coastal Research(Bamunawara et al., 2018)に発表した。また、砂浜変化との関係性についても定量的な解析を進めており、現在Ranasinghe教授らとの共同執筆論文の投稿準備を行っている。

(2) 海岸における土砂移動限界水深に関する研究

再解析波浪データ(CWM, WAVEWATCH III, ERA-5)と観測波浪データ(NOWPHAS)とを比較し、CWMのパフォーマンスが最良であった。また、Hallermeierモデルは日本においても適用が可能であるものの、より適切なモデル係数が存在し、Hallermeierモデルを使用する際には場所に応じた係数の設定が必要であることを明らかにした。

得られた成果については、Ranasinghe教授らとの共同執筆でScientific Reports(Udo et al., 2020)に発表した。

(3) 砂浜長期汀線変化モデルに関する研究

Larson教授らの研究グループで開発されたCross-shoreモデルを用いて波崎海岸の長期汀線変化の再現を試みたところ、他地域の再現において提案されている係数を波崎海岸に適当な係数に

変えることで、再現が可能であることが示唆された。得られた成果については、International Conference on Coastal Engineering 2020 (Kato and Udo, 2020; オンライン開催予定) で発表予定である。

(4) 海岸砂丘の地形変化に関する研究

LESにより風洞実験で得られた風場の再現を行ったところ、周期的な風場の空間変動が出現し、現地の地形変化と整合する結果が得られた。得られた成果については、Journal of Coastal Research (Kuribayashi and Udo, 2018) に論文発表を行った。この解析においては計算領域の上流端における入力風速分布を対数則で一定としており、地形変化を発生させる十分な風速が得られなかったが、計算結果の考察および追加計算の過程で入力風速分布に時間変化を与えることで風場の再現結果が変わるという感触を得た。よって、現在はこの風速変動の与え方について検討し、現地スケールでの風場再現を試みているところである。

以上のように、オランダ・IHE DelftのRanasinghe教授をはじめとする国内外の研究者と、砂浜・砂丘地形モデルの構築において必要とされる様々な研究に関する共同研究グループを構築し、多くの研究成果を得た。平成29年度には研究代表者が10か月IHE Delftで在外研究を行い、共同研究の一環として、IHE DelftやTwente大学の修士学生の研究指導にも携わり、Ranasinghe教授の寄附講座の研究メンバーにも参画することとなった。平成30年度にはIHE DelftのDastgeib准教授とTwente大学の修士学生が研究代表者の研究室に2週間短期滞在し、論文執筆の打ち合わせを行った。Dastgeib准教授が定期的に(2~3年に一度)研究代表者の研究室を訪問することに合意するなど、研究代表者の帰国後も共同研究を継続的に行っており、持続可能な研究基盤の構築ができたことは大きな成果である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Tsukasa Kuribayashi and Keiko Udo	4. 巻 85
2. 論文標題 Analysis of Wind Field over an Artificial Straight Dune by LES Simulations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Coastal Research	6. 最初と最後の頁 301-305
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.2112/S185-061.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Bamunawala Janaka, Ranasinghe Roshanka, van der Spek Ad, Maskey Shreedhar, and Udo Keiko	4. 巻 85
2. 論文標題 Assessing Future Coastline Change in the Vicinity of Tidal Inlets via Reduced Complexity Modelling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Coastal Research	6. 最初と最後の頁 636-640
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.2112/S185-128.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Udo, K., R. Ranasinghe, and Y. Takeda	4. 巻 10
2. 論文標題 An assessment of measured and computed depth of closure around Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2987
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1038/s41598-020-59718-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件／うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Tsukasa Kuribayashi, Keiko Udo
2. 発表標題 Analysis of Wind Field over an Artificial Straight Dune by LES Simulations
3. 学会等名 International Coastal Symposium 2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiko Udo, Yuriko Takeda, Roshanka Ranasinghe
2. 発表標題 A Comprehensive Analysis Of Measured And Computed Depth Of Closure Around The Coast Of Japan
3. 学会等名 36th International Conference on Coastal Engineering 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiko Udo, Tsukasa Kuribayashi
2. 発表標題 LES simulation of wind field over an artificial straight dune
3. 学会等名 European Geosciences Union General Assembly 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tsukasa Kuribayashi, Keiko Udo, Takanori Uchida
2. 発表標題 Characteristics of wind field over an artificial straight dune at Kashima coast, Japan
3. 学会等名 Coastal Dynamics 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 栗林司, 有働恵子
2. 発表標題 直線状の海岸砂丘上の風況特性に関する研究
3. 学会等名 平成28年度東北地域災害科学研究集会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 栗林司, 有働恵子
2. 発表標題 直線状の海岸砂丘上の風況特性に関する研究
3. 学会等名 平成28年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	ロシャンカ ラナシング (Ranasinghe Roshanka)	UNESCO IHE・Water Science & Engineering・ Professor	