

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23254004

研究課題名(和文) 気候変動に起因するベトナム沿岸災害適応策のための統合型モニタリングシステム

研究課題名(英文) Integrated Monitoring System for Adaptation Strategies on the Vietnamese Coast

研究代表者

安原 一哉 (Yasuhara, Kazuya)

茨城大学・地球変動適応科学研究機関・産学官研究員

研究者番号：20069826

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 24,300,000円、(間接経費) 7,290,000円

研究成果の概要(和文)：気候変動に起因する災害に対する適応策を構築していくための隘路は基本的な科学的データとモニタリングシステムの不足にあると考えられる。この困難さを克服するために、本研究では、気候変動に対して最も脆弱な地域の一つである、ベトナム国の紅河河口デルタ(ハイハウ海岸)における防御策の提案をするために、ICTを駆使して、海岸波浪特性、地形変化及び地盤工学的特性を含むモニタリングシステムと解析システムを確立することを目指した。特に、脆弱な地域に居住する住民が避難時期や避難経路を適切に選択しうるための情報を提供するために、本研究で“4S技術”と称するICTの利用を強く推奨した。

研究成果の概要(英文)：A narrow path for construction of adaptation against disasters is dictated by the lack of basic scientific data and a monitoring system. To surmount these difficulties and to widen the scope of intervention, this study was undertaken in cooperation with the Hanoi University of Science to propose coastal protective strategies and to establish a monitoring and analytical system. The system proposed herein demands information not only related to climatologic and meteorological change but also related to geographical, geomorphologic, topographical, geological, and geotechnical engineering. The monitoring system procedure consists of exploring monitoring items, carrying out analysis, and output. To provide proper information to residents living near vulnerable areas, utilization of ICT is recommended which is designed to connect data that have been collected and monitored using GPS, RS and sensing tags to mobile phones and GIS for visualization so that residents can readily comprehend it.

研究分野：土木工学

科研費の分科・細目：地盤工学

キーワード：気候変動 適応策 海岸地形変化 堤防変状 モニタリング ICT ハイハウ海岸

1. 研究開始当初の背景

調査対象としているベトナム北部海岸は、慢性的な上に、気候変動によって海岸侵食が加速されている。この海岸侵食は、農業、水産業、観光などに多大な脅威を与えており、技術的、政策的両方の側面から適切に対応していくことは、ベトナムの持続可能な発展に関わる国家的最重要事項の一つである。

この海岸では、海岸堤防の崩壊にまで至る激しい海岸侵食が進行しており、今後、気候変動（海面上昇、台風の強大化など）によって一層の激化が予想される。海岸侵食の原因には、紅河の土砂供給・沿岸波浪の変化、線の防護への過度の依存という政策上の問題、さらに低品質の堤体材料・貧弱な建設技術といった技術的問題が複合的に作用している。

この問題では、地理学の海岸地形学からの研究（例えば、春山他、2002）はあるが、工学的対策に関する研究はほとんど行われていない。それ以前に、原因解明や対策立案に必要な科学的データがほとんど蓄積されていないのが現状である。現在、3代目となる新しい海岸堤防が建設されているが、過去の失敗を繰返さないためには、波や海浜流、高潮といった外力、間隙圧など堤体の変状を示す指標を見出すための体系的モニタリングが不可欠である。

さらに、海岸防護の戦略として、海岸の線の防護から複合的な防護、その発展型である総合的沿岸域管理を導入すれば、海岸の脆弱性を大きく低下できる。こうした対応戦略は、海岸侵食に苦しむ東南アジアのデルタ諸国に対して有望なモデルケースを提供する意味で、意義が大きい。

本研究を担当する茨城大学の三村・安原・小峯・桑原・村上をはじめ日本側の研究者は、海岸侵食と気候変動の影響予測・適応策について、海岸工学、地盤工学と空間情報学の立場からの多面的な経験と研究成果の蓄積がある。さらに、ハノイ科学大学と茨城大学と

は過去5年間にわたって、海岸災害と気候変動に関する共同研究を実施し、3回のシンポジウム（2007年フエ、2008年ハノイ、2009年水戸）を開催して課題認識を共有し、本共同研究を提案するに至った。

以上のように、ベトナム側の本研究に関するニーズは極めて大きく、共同研究によって両国が得るものは多大であると判断される。また、過去の協力関係から、研究に取り組む準備は整っている。このような具体的プロジェクトの成功は、同じ課題を抱える他の国々にも益するところは大きい。

2. 研究の目的

本研究の目的は、統合型モニタリングシステムの構築によって、激しい海岸侵食が進行する途上国の侵食対策を科学的なものにすることである。首都ハノイが位置するベトナム北部の紅河（レッド・リバー）デルタでは、過去30年間で2回も海岸堤防が崩壊するという他に例を見ない海岸侵食が進行しており、今後、気候変動（海面上昇、台風の強大化など）によって一層の激化が予想される。対策立案の最大の隘路は、基礎となる科学的データがほとんどなく、モニタリングシステムもないことである。そのため、ハノイ科学大学と協力して波浪・地形変化・地盤特性の統合的モニタリング・解析システムを構築し、現地の風土条件に適合した海岸防護戦略を提案するものである。この成果は、東南アジア諸国における気候変動への適応策のモデルケースとなると期待される。

3. 研究の方法

構築しようとする統合型海岸モニタリングシステムは、衛星観測・現場観測・室内試験の最新技術を統合して、広域海岸侵食対策に必要な多面的データを得るものである。時間軸では、過去・現在・将来予測をカバーする。【過去フェーズ】では、気象データ（世界規模で利用可能）に基づく波浪推算と海岸

地形変化モデルを組み合わせることで過去の海岸侵食を再現し、その原因を特定した。

【現在フェーズ】では、先進的 ICT 技術の適用によって、不飽和盛土堤防の変状に関する詳細なモニタリングを行った。【将来フェーズ】では、海岸侵食・堤防変形の将来予測を行い、ベトナム沿岸域の風土条件に適合した海岸防護戦略の提案を試みた。

本研究では、長い経験を有する国内の産学の研究機関とハノイ科学大学が密接に連携して、現地調査を実施し、共同研究を強力に推進することを試みた。1 年目は各フェーズの基本仕様策定と予備的観測を行い、2 年目及び3 年目は観測の本格実施とシステム統合を行い、適応策の妥当性を検証した。

4. 研究成果

気候変動に起因する災害に対する適応策を構築していくための隘路は基本的な科学的データとモニタリングシステムの不足にあると考えられる。この困難さを克服するために、本研究では、気候変動に対して最も脆弱な地域の一つである、ベトナム国の紅河河口デルタ(ハイハウ海岸)における気候変動の影響に対する防御策の提案をするために、ICT を駆使して、海岸波浪特性、地形変化及び地盤工学的特性を含むモニタリングシステムと解析システムを確立することを目指した。

(1) まず、ベトナム北部の紅河(Red River)沿岸域とハイ・ハウ(Hai Hau)海岸における、侵食(砂浜侵食と堤防侵食)の調査を行って以下様な知見が得られた。

対象地域の調査に基づいて、ハイ・ハウ海岸近傍の土地利用の類型化を明らかにし、ベトナムの国土変化をモニタリングする際の注視点を導き出すとともに、国土維持の手法選択の基礎情報となるよう、得られた知見のマッピング方法を提案した。

現地で収集した海岸に関する過去のデータと計測データを用いて、ベトナム海岸にお

ける長期海岸侵食推算システムを完成させた。

紅河河口デルタにおける堤防の補強技術として、現地で入手できる自然由来の繊維とセメントを堤防材料に混合させることによって脆弱な土を改良できるハイブリッドな地盤技術を提案した。さらに、このような方法で改良した堤防の安定性を評価するために数値実験を行って、堤防の変形や破壊のメカニズムを明らかにした。

(2) 次に、以上の知見を総合した、気候変動対応戦略・技術オプションに関する調査方法、具体的な沿岸域防護モニタリングシステム及び適応策効果判定手法の提案のために、被災した堤防の過去の再建方法などを含めた関連資料に基づいた、過去の海岸防護政策に関する時系列的な集約

今後の土地利用計画、海岸侵食予測、堤防崩壊予測および適応策の策定に必要なデータをモニタリングしていける継続的なシステムの提案

望ましい対応戦略・技術オプションとして、多重的防護方策の提案を行った。

(3) 特に、モニタリングシステムの提案にあたっては、脆弱な地域に居住する住民が避難時期や避難経路を適切に選択しうるための情報を提供するために提案した、“4S 技術”と称する ICT の利用を強く推奨した。

本研究で得られた以上の成果と提案するモニタリングシステム(添付資料-1 参照)は、アジア・太平洋諸国における気候変動への適応策のモデルケースとなることが期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計9件)

安原一哉・梶井公美子(2013): 2. 地球温暖化と地盤工学的取り組み、講座「地球温暖化

がもたらす地盤の環境変化と災害」、地盤工学会誌、61-10(669), pp. 56-63【査読有】.

梶井公美子・安原一哉(2013): 気候変動による影響被害低減と土砂災害低減の関係性に関する考察、第10回環境地盤工学シンポジウム発表論文集、pp.203-208【査読有】.

Thi Thu Thuy MAI, 長塚 信二, 西畑 剛, 武若 聡, 三村 信男, 安原 一哉, Minh Duc DO: ベトナム北部ハイハウ海岸の大規模侵食の経過とその分析、土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 68, pp. I_1441-I_1445, Nov., 2012【査読有】.

K. Yasuhara, H. Komine, S. Murakami, G. Chen, Y. Mitani, D.M. Duc, Effects of climate change on geo-disasters in coastal zones and their adaptation, Geotextiles and Geomembranes, Vol. 30, pp. 24-34, 2012【査読有】.

安原一哉・薄井隆義: 東日本大震災時に地盤沈下を受けた沿岸域復旧のためのジオシンセティックス適用の可能性、ジオシンセティックス学会論文集、27, 69-76 (2012.11)【査読有】

佐藤恭兵・小峯秀雄・村上哲・安原一哉・菅野将人: ベトナム北部紅河流域を想定した種々の土質材料の浸透破壊抵抗性および自然由来の繊維材の混合による補強効果の実験的評価、ジオシンセティックス論文集、27, 101-108, 2012【査読有】.

中郡俊文・田林雄・桑原祐史・齋藤修・安原一哉: ベトナム国Hai Hau 海岸とその近傍を対象とした水災害に関する脆弱性評価データの生成、土木学会論文集、Vol.68, No.2, pp.II_1-II_7, 2012【査読有】.

藤田圭介・小峯秀雄・村上哲・安原一哉: 河川流域模擬材料の侵食データと地盤情報データベースの併用による日本国内の侵食特性評価、土木学会第 19 回地球環境シンポジウム論文集、Vol. 19, 21-27, 2011【査読有】.

藤田圭介・小峯秀雄・村上哲・安原一哉: 河川流域の粒度特性を考慮した侵食実験お

よび地盤情報データベースを活用した侵食特性の広域評価、第 9 回環境地盤工学シンポジウム論文集, pp. 217-222, 2011【査読有】

〔学会発表〕(計 19 件)

Sato, K., Komine, H., Murakami, S. and Yasuhara, K.: An experimental evaluation on effects on seepage failure using a natural fiber mixed with soils for river dykes, Proc. 2nd International Conf. Geotechnics for Sustainable Development, Geotech-Hanoi 2013, 3-21, Hanoi Vietnam (November 29, 2013).

Yasuhara, K., Komine, H., Satoh, K. and Duc, D.M. : Geotechnical response to climate change-induced disasters in the Vietnamese coasts and river dykes: A Perspective, Proc. 2nd International Conf. Geotechnics for Sustainable Development, Geotech-Hanoi 2013, 3-21, Hanoi Vietnam (November 29, 2013).

Yasuhara, K., Trinh Cong Van, and Do Minh Duc.: Geosynthetic-aided adaptation against coastal instability caused by sea-level rise, Fifth Asian Regional Conference on Geosynthetics Asia 2012, 1-8, Bangkok, Thailand (December 14, 2012).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安原 一哉(YASUHARA, Kazuya)
茨城大学地球変動適応科学研究機関・産学
官連携研究員
研究者番号：20069826

(2) 研究分担者

村上 哲(MURAKAMI, Satoshi)
茨城大学・工学部・准教授
研究者番号：10261744

三村 信男(MIMURA, Nobuo)
茨城大学・広域水圏環境科学教育研究セン
ター・教授
研究者番号：60133089

武若 聡(TAKEWAKA, Satoshi)
筑波大学・システム情報工学研究科・教授
研究者番号：80202167

桑原 祐史(KUWAHARA, Yuuji)
茨城大学・広域水圏環境科学教育研究セン
ター・准教授
研究者番号：80272110

小峯 秀雄(KOMINE, Hideo)
茨城大学・工学部・教授
研究者番号：90334010

(3) 連携研究者
金山 進(KANAYAMA, Susumu)
五洋建設(株)技術研究所・部長
研究者番号：90562190

西畑 剛(NISHIHATA, Tsuyoshi)
五洋建設(株)技術研究所・係長
研究者番号：90600362

添付資料-1 提案する統合型モニタリングシステム

