

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年4月15日現在

機関番号：11301
 研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2009～2012
 課題番号：21360230
 研究課題名（和文） 地球温暖化に伴う河口感潮域の水理・地形環境の変化と適応策に関する研究
 研究課題名（英文） Estuarine environmental and morphological changes due to global warming and adaptation method against it
 研究代表者
 田中 仁（TANAKA HITOSHI）
 東北大学・大学院工学研究科・教授
 研究者番号：30171755

研究成果の概要（和文）： 地球温暖化に伴う環境の変化について、様々な観点からの検討がなされている。しかし、河口部において温暖化により生じる現象に関する研究はあまり見られない。そこで、河口感潮域における現象変化の予測として、（1）河口周辺海浜における汀線変化、（2）海面上昇・上記汀線後退の影響を受けた河口平衡断面形状の変化、（3）河口感潮域における塩水遡上の形態変化、遡上域の変化、（4）河口周辺域地下水への塩水浸入の変化について検討を行った。

研究成果の概要（英文）： There have a numerous number of investigations regarding possible environmental changes induced by future global climate change. However, very few researches have been made for estuarine environmental changes in future. Hence the present study focuses on (1) shoreline change around a river mouth, (2) equilibrium cross-sectional area at a river entrance, (3) salinity intrusion into a river and (4) salinity intrusion into ground water near a river mouth.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2010年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2011年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2012年度	2,700,000	810,000	3,510,000
総計	13,300,000	3,990,000	17,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：河口，地球温暖化，海面上昇，塩分遡上，河口地形，地下水，平衡断面，侵食

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化に伴う環境の変化は人類の将来にとってきわめて重大な課題であり、様々な将来予測、対策の検討などがなされている。水工学の分野においては、降雨、洪水リスク、水資源、沿岸災害などの観点からの検討が多くなされている。この際、気温上昇や降雨量変化について、各種の気候変動シナリオに対

してなされた全球気候モデル（GCM）や領域気候モデル（RCM）などによるシミュレーション結果が使用される。

沿岸域と河川流域は、それぞれ個別の支配外力を有している。このような背景から、これまでそれぞれの水圏に対して個別のアプローチがなされ、学問的にもそれぞれ河川工学、海洋・海岸工学として発展を遂げてきた。

地球温暖化現象に関しても、このような学問的な分化を背景とするアプローチの分化傾向が見られる。すなわち、河川流域においては、降雨変化、洪水リスクなどの問題が検討され、また、沿岸域においては波浪の増大、海岸侵食等の問題が指摘されている。しかし、沿岸域と河川流域の接点である河口部は、両者の外力を考慮すべき水域である。ただし、そのような複雑性のために、温暖化により生じる河口部に関する研究の取り組みはあまり見られない。強いて挙げれば、海面の上昇に伴うタイダルプリズムの増加や、河川流域からの流出土砂の増加などについて定性的な指摘がなされているものの、沿岸域、河川流域を対象とする検討に比べて河口研究の進展が遅れていることが否めない状況にある。

2. 研究の目的

そこで、海面上昇により河口部において生じると予想される下記の4つの現象について、数値モデルにより定量的に評価を行う。

- (1) 河口周辺海浜における汀線後退。
- (2) 海面上昇・上記汀線後退の影響を受けた河口平衡断面形状の変化。
- (3) 河口感潮域における塩水遡上の形態変化、遡上域の変化。
- (4) 河口周辺域地下水への塩水浸入の変化。

3. 研究の方法

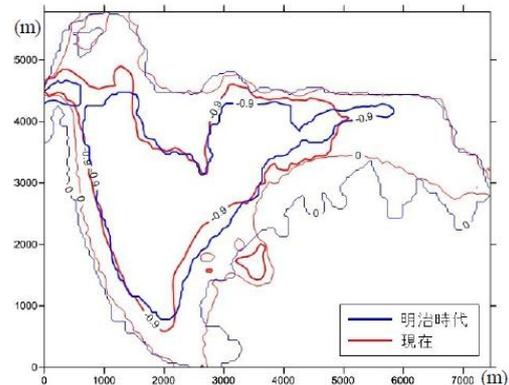
対象河川としては、これまで申請者らのグループのメンバーにより地形変動等に関して調査が行われている宮城県・七北田川、同・阿武隈川、青森県・岩木川、福島県・夏井川、新潟県・阿賀野川、愛媛県・肘川とする。これらは前述の「比較河口学」の考え方に従って選定されたものである。すなわち、下表に示されるように、河川の種別、流域規模、河口構造物の有無、海域の潮汐条件などについて様々な条件を網羅する河川群となっている。

4. 研究成果

岩木川を対象とした研究では、明治時代の測量地図から当時の十三湖の地形をデジタル化により再現し、現在の十三湖の地形との比較を行った(下図)。その結果、導流堤の建設や、土砂の堆積による地形の変化を確認することが出来た。明治時代と現在では、湖内の水循環の様子が異なる可能性がある。また、十三湖においては土砂の堆積が地形変化に及ぼす影響は小さく、導流堤建設による地形変化への影響がより大きいものと判断された。

また、海面上昇が生態環境に及ぼす影響を検討するために、十三湖における水理特性に

関する研究および生物(ヤマトシジミ)の生息に関する研究を実施した。水理特性に関し



ては、水戸口から十三湖へ海水が流入および湖水が流出する流動特性について調査、解析を行うとともに、十三湖内での塩水流動特性について解析を行った。ヤマトシジミの生息に関しては、十三湖内の水環境(特に水質面に着目)とシジミの個体数の相関などについて既存のデータを用いた解析を中心に検討を行った。

夏井川を対象とする研究では、現地観測から開削工の効果に関する水理、海象条件を示し、河川流量、潮位差、波長、波高をもとにした河口砂州の最終形状と河口閉塞の有無に関する実験から効果的な開削条件について示した。今後、地球温暖化に伴い海面の上昇が生じ、同様なタイダルプリズムの増加による河口地形の変化が生じるものと予想される。

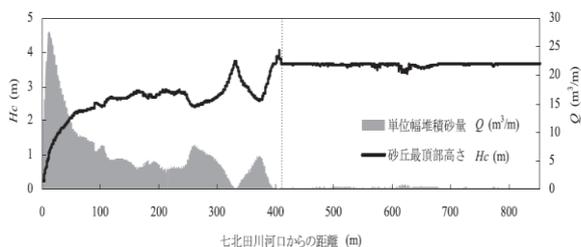
阿賀野川では、近年夏季の大きな出水が少ないこと、融雪期の出水も少ないことが確認された。また、関川についても河口付近に土砂が堆積して河積が減少することが報告されており、流量および波向・波高との関係について検討を行った。当所においても、今後、海面上昇に伴いタイダルプリズムの増加による河口地形の変化が生じるものと予想される。

肱川河口砂州近傍においては、ADCPのボトムトラッキング機能を用いた流速・地形同時観測結果をもとに、出水による砂州のフラッシュ後の土砂移動および冬期波浪による砂州の前進に及ぼす流れの影響について調べた。

また、気候変動と土地利用の変化に対する地中流水温の変化を知るために数値モデルを開発した。気候変動については、GCMによる将来予測データを入力値として、土地利用については都市の拡大を与えて、水温の変化を求めた。その結果、沿岸では、潮汐の影響を強く受けること、2007年に135mm/yだった浸透量が、100年後には50-160mm./yの幅で

変化すること、水温は 1.5~2.5 度上昇すること等の結果が得られた。さらに、砂州における波の打ち上げ現象を精度良く再現するため、浅水流方程式に Godunov 差分スキームを用いた波先端付近の境界計算手法を開発した。

地球温暖化に伴う海水面の上昇に伴い日本の多くの海岸線が後退する可能性がある。砂丘の高さが十分に発達している海浜において越波が生じることは稀であるが、背後にラグーンが存在する海浜においては砂浜の高さが十分に発達せず高波浪時に越波が生じることがある。このようなラグーンには多様な生物が生息することが多く、越波による土砂移動、堆積による干潟の浅化、砂質化、干出面積の減少は大きな問題である。よって、干潟内の土砂堆積を防ぐためにも、越波により生じる堆積土砂量の把握、予測、また、場合によっては対策の検討が必要となる。そこで、このような越波に伴う地形変化に対する対策工の効果に関する検討を行った。対象は宮城県仙台市に位置する七北田川河口の蒲生干潟である。これまでに開発したモデルを両者に適用することにより、3m の越波防止堤の存在が土砂移動を効果的に防止していることが分かった。一方、越波防止堤が整備されていない箇所については、越流により大規模な土砂堆積が生じることが分かった。その状況を下図に示す。



また、蒲生干潟海岸では津波の越流により砂浜地形が大きく変化した。そこで、2011年3月以降には津波による地形変動についても現地調査を行い、バリアー地形の回復過程を明らかにした。

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 29 件)

- ① Pracoyo, A., Umeda, M., Tanaka, H. and Sasaki, M.: Factors effecting on mortality rate of *Corbicula japonica* in Lake Jusan, Japan. Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), 査読有, Vol. 68, pp. I_295-I_300, 2012.

- ② S. Rahman, A. Mano and K. Udo: Coupling of Boussinesq and sediment transport model in a wave flume, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1, 査読有, Vol. 68, No. 4, pp. I_259-I_264, 2012.
- ③ 吉田 惇・有働恵子・真野 明: 日本の5海岸における過去の長期汀線変化特性と気候変動による将来の汀線変化予測, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 査読有, Vol. 68, No. 2, pp. I_1246-I_1250, 2012.
- ④ Luminda Gunawardhana and So Kazama: Statistical and numerical analyses of the influence of climate variability on aquifer water levels and groundwater temperatures: the impacts of climate change on aquifer thermal regimes, Global and Planetary Change, 査読有, Vol. 86-87, pp. 66-78, 2012. doi:10.1016/j.gloplacha.2012.02.006
- ⑤ 大飼直之・細山田得三・陸 旻皎・熊倉俊郎・南 将人・入江博樹: 岩手県北部周辺における東北地方太平洋沖地震による津波被害の調査報告, 土木学会論文集 B2 (海洋開発), 査読有, Vol. 68, No. 4, 2012.
- ⑥ 伊福 誠・魚下一平: 大潮時の塩釜周辺における流れ・地形変化と浮遊砂雲, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 査読有, Vol. 67, No. 2, pp. I_581-I_585, 2011.
- ⑦ 築田栄輝・田中 仁・名倉華子・梅田信・佐々木幹夫: 日本海に面した河口感潮域における冬季高波浪時の wave set-up と入退潮量, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 査読有, Vol. B2-65, No. 1, pp. 391-395, 2009.
- ⑧ S. Rahman, R. Triatmadja, K. Udo and A. Mano: Wave Force on Temporary Mangrove Protector (Vertical Bamboo Piles with Mattress), ISCE2009, 査読有, pp. 864-871, 2009.

[学会発表] (計 21 件)

- ① 松根駿太郎: 十三湖における地形改変と湖水環境変化に関する検討, 東北地域災害科学研究集会および講演会, 2012年12月26日~2012年12月27日, 弘前.
- ② Atas Pracoyo: Measurement of vertical distribution of velocity and salinity in mitoguhi cannel, Lake Jusan, 東北地域災害科学研究集会および講演会, 2010年1月9日~2010年1月10日, 山形.
- ③ 石田行彦: 十三湖の水環境条件とヤマトシジミの生息状況, 東北地域災害科学研究集会および講演会, 2010年1月9日~2010年1月10日, 山形.

- ④ Kazuya Watanabe : Analysis of sand spit decline at the Natori River mouth using highly frequent aerial photographs, 3rd International Conference on Estuaries and Coasts, 2009年9月14日～2009年9月16日, 仙台.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 仁 (TANAKA HITOSHI)
東北大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号 : 30171755

(2) 研究分担者

真野 明 (MANO AKIRA)
東北大学・災害科学国際研究所・教授
研究者番号 : 50111258

風間 聡 (KAZAMA SO)
東北大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号 : 50272018

梅田 信 (UMEDA MAKOTO)
東北大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号 : 10447138

佐々木 幹夫 (SASAKI MIKIO)
八戸工業大学・工学部・教授
研究者番号 : 301181958

長林 久夫 (NAGABAYASHI HISAO)
日本大学・工学部・教授
研究者番号 : 70102431

細山田 得三 (HOSOYAMADA TOKUZO)
長岡技術科学大学・環境・建設系・教授
研究者番号 : 50111258

伊福 誠 (IFUKU MAKOTO)
愛媛大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号 : 50111258

(3) 連携研究者

無し