

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：92642

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K18157

研究課題名（和文）気候変動が海浜に及ぼす影響評価と適応策の検討-日本海沿岸をケーススタディとして-

研究課題名（英文）Impact assessment of sandy beach on climate change -Case study of Japan sea coast-

研究代表者

澁谷 容子（SHIBUTANI, Yoko）

東洋建設株式会社（総合技術研究所）・鳴尾研究所・主任研究員

研究者番号：10632482

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：IPCC第5次報告書により、地球が温暖化していることはほぼ間違いないことが示されていることを踏まえ、海面上昇および波浪特性の変化に対する海浜変形への影響評価を行った。従来の海面上昇に伴う汀線後退量の評価に加え波浪特性の変化の影響評価を行ったところ、海面上昇の16%程度、波高の変化が影響することがわかった。また、鳥取砂丘海岸の地形変化特性の分析より、現在土砂量は安定的に推移しているが、高波浪の来襲により土砂量の急減がみとめられることがから、将来、高波浪の増減により土砂量が変化する可能性が示された。さらに、波向の変化により地形変化特性が大きく異なる可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：The Assessment Rreport No. 5 of IPCC reported that sea level will rise and wave characteristics will change due to the effects of global warming in future climate with very likely. In generally, the beach profile change on climate change is simulated using Bruun rule considering only sea level rise. However the wave characteristics change was predicted. And the impact assessment of wave characteristics change has been carried out by several researchers. In this study, the shoreline change under climate change considering sea level rise and wave characteristics change were investigated at Tottori Sand Dune Coast. It is found that change of shoreline retreat is proportional to sea level rise, and the shoreline change with wave characteristics change is smaller than the shoreline change with sea level rise. However the beach profile change due to change of wave direction in future climate is estimated to be the same or more than that caused by sea level rise.

研究分野：海岸工学

キーワード：気候変動 汀線変化 波浪特性変化

1. 研究開始当初の背景

IPCC 第5次報告書により、地球が温暖化していることはほぼ間違いないことが示され、沿岸部においても、様々な変化が予測されている。例えば、世界の平均海面水位が 2081~2100年の間に最大で0.82m上昇する可能性や台風の強度化、波浪特性の変化などが報告されている。また、森ら (2010)や Hermer et al. (2013)は、気候モデルによる温暖化予測実験結果をもとに、全球における風速場および波浪場の将来変化予測を行っており、将来、日本近海の波高が減少傾向であることや、波向が変化することなどが報告されている。海岸保全を行う上でも、波浪特性の変化など気候変動による影響を加味した領域スケールの対策を検討することが必要となってきた。

2. 研究の目的

本研究では、気候変動に伴う海面上昇に対する汀線 (海岸線) 変化だけでなく、従来の海浜変形過程および波浪特性の変化を考慮し、気候変動が海浜へ及ぼす影響評価を行う。また、気候変動にともなう砂浜への影響評価は海面上昇のみを取り扱った Bruun 則が適応されてきたが、波浪特性の変化を考慮し、どの程度影響があるのか否かも検討する。

3. 研究の方法

(1) 気候変動による波浪特性の変化および海面上昇を考慮したモデルの開発

海岸線の変化や地形変化を予測する従来の海浜変形モデルに気候変動に伴う海面上昇と波浪変化を考慮したモデルの開発を行う。

(2) 対象海岸における現状分析

航空写真や過去の深浅測量データより、汀線変動および土砂移動機構の解析を行う。

(3) 将来気候における波浪の算出

将来気候における波浪は、全球大気モデルの海上風を外力として、第3世代波浪モデルによりダウンスケール計算された、波浪将来予測結果 (データセット) を用いる。現在気候および将来気候の波浪予測結果から対象海岸における波浪の将来変化を算出する。

(4) 将来変化が砂浜海岸へ与える影響評価

従来の Bruun 則をもとにした海面上昇に伴う汀線後退量の評価に加えて、波浪特性の変化による影響評価を行う。さらに、通常海浜変形過程に波浪特性の変化を考慮し、気候変動に伴う海浜変形への影響評価を行う。

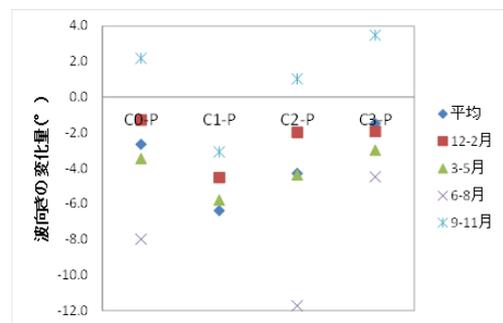
(5) 気候変動に対する適応策の検討

上記から得られた結果から、適応策になりうる対策を検討する。

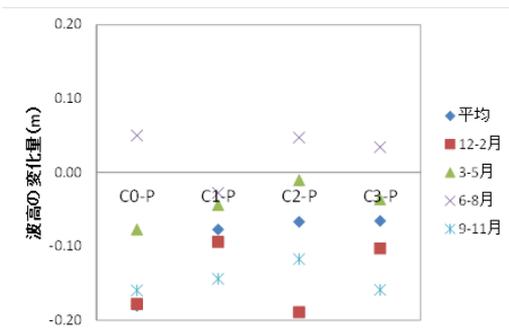
4. 研究成果

鳥取沿岸を対象に気候変動に伴う波浪特性の変化を算出した。年平均および季節毎の将来気候と現在気候の波浪特性の差を図-1にそれぞれ示す。平均有義波高は将来気候に

おいて、夏場は増加傾向にあるものの、概ね減少傾向であることがわかった。また、平均波向は $-12^{\circ} \sim +4^{\circ}$ の変化が見られ (波向の定義は北を 0° として時計回りを正)、夏および秋の変化量が大きいことが確認された。



(a) 波向の将来変化



(b) 波高の将来変化

図-1 鳥取沿岸における波浪特性の将来変化 (P は現在気候 (Present) を、C0~C3 は将来気候をそれぞれ意味する)

IPCC AR5 の世界平均海面上昇量の予測より、各シナリオの最大値および過去の研究結果 (森ら, 2011) より日本沿岸の平均海面上昇量を用いて (表-1)、それぞれのシナリオに対する汀線後退量を予測した。RCP シナリオの違いに対する汀線後退量を図-2 に示す。波浪は現在気候の波浪条件 (年平均) を用いている。温室効果ガス排出量が多いシナリオほど、海面上昇量が大きくなり、それにとまって汀線後退量も増加していることが確認でき、海面上昇量と汀線後退量はほぼ比例の関係にあることがわかる。汀線後退量と海面上昇量の関係から、海面上昇量 10cm につき汀線後退量は 7.03m となることがわかった。

表-1 気候変動シナリオと海面上昇量

シナリオ	海面上昇量
RCP8.5	0.82m
RCP6.0	0.63m
RCP4.5	0.63m
RCP2.6	0.55m
A1B日本沿岸	0.25m

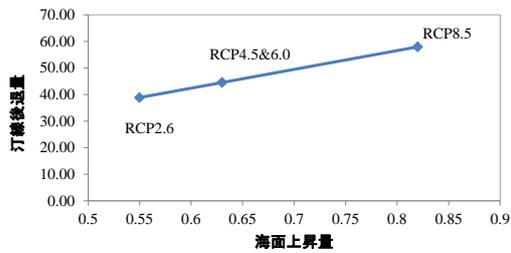


図-2 海面上昇量と汀線後退量の関係

次いで、波浪予測結果の現在気候および将来気候を用いて、波浪特性の変化に対する汀線後退量の影響評価を行った。汀線後退量は、最大シナリオ RCP8.5 では約 50m~60m, 最も海面上昇量が小さい A1B 日本沿岸では約 15m~18m であった。さらに、海面上昇量が多いほど、用いる波浪による汀線後退量の差が大きかった。将来気候および現在気候の波浪により算出した汀線後退量の差を図-3 に示す (RCP8.5 シナリオの場合)。夏場の汀線後退量は、将来増加するが、その他の季節では汀線後退量は減少傾向にあることが確認できた。将来、波浪の変化に対して、汀線は最大で 10m 程度変動し、波浪特性の変化により変動量は、海面上昇量に対する汀線後退量の約 16%程度であることがわかった。

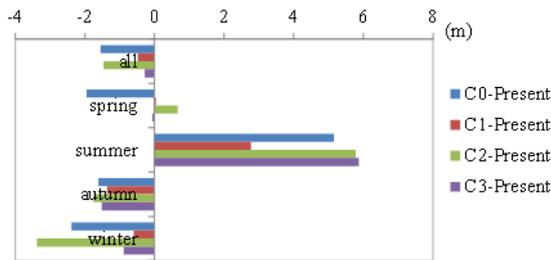


図-3 波浪特性の将来変化と汀線後退量の関係
RCP8.5 (海面上昇量 = 0.82m) の場合

従来 Bruun 則で気候変動に伴う汀線後退量は評価されていたが、波浪特性の変化は、後退量の 16% 程度影響することがわかった。

さらに、Bruun 則では沿岸方向の変化を評価できないため、波向の変化は考慮できない。そこで、通常の高波変形モデルを用いて、波向に変化に対する評価を行った。はじめに、対象海岸の現状分析を航空写真ならびに深浅測量結果から行い、波浪特性と土砂動態特性との関連付けを行った。

鳥取砂丘海岸では平成 17 年から鳥取港に堆積した土砂を浚渫し、鳥取砂丘沖に投入するサンドリサイクルを実施している。図-4 に平成 14 年から平成 26 年までの土砂量の経年変化を示す。日本海側特有の季節風浪により、土砂量も季節変化を繰り返しながら、サンドリサイクル開始以降、その変動幅は大きくなりつつも、全体の土砂量は増加傾向にあることがわかる。また、土砂が急減した期間は通

常よりも高波浪の来襲頻度が多かった期間であることも確認できた。よって将来高波浪の来襲頻度の増減が土砂量変化にも関わることがわかった。

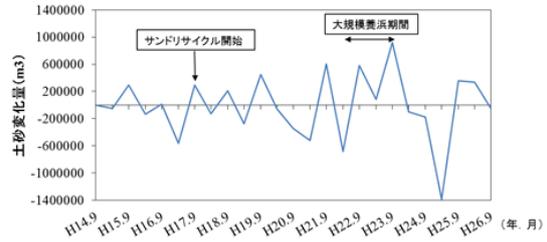


図-4 鳥取砂丘海岸の土砂量の経年変化

最後に波浪特性、特に波向の変化に対する海浜変形への影響評価を行った。波向の変化は地形変化の傾向に大きく影響し、波向の変化の方向次第では、地形変化特性そのものが変わる可能性があることがわかった。長期間の予測においては、波向の変化によって汀線変化が数十 m に及ぶ可能性が示唆された。

以上より、汀線後退量は海面上昇量に対するインパクトが大きく、波高の変化はそれの 16%程度であることがわかった。しかし、波向の変化に対する影響は大きく、変化の方向や大きさによっては汀線変化が大きく、また、地形変化特性そのものが変わる可能性があり、最新の予測結果をもとにした影響評価を更新していく必要がある。さらに、現状において鳥取砂丘海岸はサンドリサイクルの効果などにより安定傾向にあるものの、波浪特性の変化により大きく影響されることから、引き続きモニタリングを行うことが重要である。モニタリング結果と上述の影響評価を合わせて、対策案(養浜場所の変更や量、適切な時期など)をあらかじめ検討しておくことで異常時にも適応可能な海岸保全が行われると考えられる。

<引用文献>

- ① Bruun, P. : Sea-level rise as a cause of shore erosion, J. Waterways and Harbors Div., ASCE, 88, pp. 117-130, 1962.
- ② 志村智也, 森信人, Mark A・Hemer, 安田誠宏, 間瀬肇: 北太平洋における冬季の波候と大規模循環場の将来変化予測, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol 71, No. 2, I_1525-I_1530, 2015.
- ③ 森信人, 志村智也, 中條壯太, 安田誠宏, 間瀬肇: マルチモデルアンサンブルに基づく地球温暖化に伴う沿岸外力の将来変化予測, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 67, No. 2, pp. I_1191- I_1195, 2011.
- ④ 澁谷容子, 藤原伸泰, 森信人, 黒岩正光, 志村智也: 気候変動に伴う海面上昇と波浪特性の変化が汀線に及ぼす影響—鳥取

砂丘海岸をケーススタディーとして一，
土木学会論文集 B3(海洋開発)Vol. 73
No. 2 , pp. I_546-I_551, 2017

- ⑤ 林健太郎, 澁谷容子, 黒岩正光, 森信人,
間瀬肇: 気候変動による沿岸外力特性の
変化が海浜に及ぼす影響-鳥取県浦富海
岸-, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.
71, No. 2 p. I_419-I_424, 2015
- ⑥ 澁谷容子, 黒岩正光, 林健太郎, 池田健
太, 森信人, 松原雄平, 間瀬肇: 等深線
変化モデルによる気候変動に伴う長期海
浜変形予測と影響評価, 土木学会論文集
B3(海洋開発). Vol. 70 , No. 2,
pp. I_468-I_473. 2014.
- ⑦ 小坂田祐紀, 澁谷容子, 森信人, 志村智
也, 黒岩正光, 松原雄平: 気候変動に伴
う波浪特性の変化が皆生海岸の地形に与
える影響について, 土木学会論文集 B2(海
岸工学), Vol. 72, No. 2, pp. I_847-I_852,
2016. 10.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① 澁谷容子・小竹康夫・森信人・佐々木淳:
海上施工時における低波浪およびうね
り性波浪の経年変化と将来変化に關す
る考察, 土木学会論文集 B2(海岸工学)
印刷中, 査読有.
- ② 澁谷容子・藤原伸泰・森信人・黒岩正光・
志村智也: 気候変動に伴う海面上昇と波
浪特性の変化が汀線に及ぼす影響-鳥
取砂丘海岸をケーススタディーとして
一, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 査
読有, Vol. 73 No. 2 , pp. I_546-I_551,
2017.
- ③ Yoko Shibutani, Kentaro Hayashi,
Nobuhito Mori, Hajime Mase and
Masamitsu Kuroiwa: IMPACT ASSESSMENT
OF CLIMATE CHANGE ON SANDY BEACH AT
URADOME COAST, JAPAN, Proceedings of
Coastal Dynamics 2017, 査読, pp. 52-61.
- ④ 小坂田祐紀・澁谷容子・森信人・志村智
也・黒岩正光・松原雄平: 気候変動に伴
う波浪特性の変化が皆生海岸の地形に
与える影響について, 土木学会論文集
B2(海岸工学), 査読有, Vol. 72, No. 2, pp.
I_847-I_852, 2016.

[学会発表] (計 2 件)

- ① Yoko SHIBUTANI: IMPACT ASSESSMENT OF
CLIMATE CHANGE ON SANDY BEACH AT
URADOME COAST, JAPAN, Coastal Dynamics
2017.
- ② 澁谷容子: 気候変動に伴う海面上昇と波
浪特性の変化が汀線に及ぼす影響-鳥
取砂丘海岸をケーススタディーとして

一, 海洋開発シンポジウム, 2017.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

澁谷 容子 (SHIBUTANI, Yoko)
東洋建設株式会社 (総合技術研究所)
鳴尾研究所・主任研究員
研究者番号: 10632482

(2) 研究協力者

森 信人 (MORI, Nobuhito)
京都大学防災研究所・准教授