

卒業論文概要

高知海岸の来襲波浪に及ぼす気候変動の影響

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻 4年

海岸工学研究室 1220006 荒井亮哉

指導教員 佐藤 慎司

1. 研究背景と目的

地球温暖化は、地球環境に様々な影響を与えることが予想されている。その中でも海面上昇、気温上昇、異常気象による大雨洪水の被害は無視できない。海面上昇に加えて波浪特性が変化すると港湾施設や海岸浸食に大きな影響をもたらす。日本は島国であるため海と密接な関係にある。そのため、将来の波浪特性の長期変化を調査する必要がある。

田川の 2020 年度卒業研究によって高知海岸に訪れる波向きが変化していることが明らかになった。1998 年から 2008 年ではやや西からの波浪エネルギーが多かったのに対し、2009 年から 2018 年は南からのエネルギーにまともまっている。田川の研究の問題として、現地での波高計の向きを精密に設置することも維持することも難しいことが挙げられる。そこで本研究では、風の再解析データを用いて、波向きの長期変化を解析することを目的とした。

2. 研究方法

研究対象領域を北緯 25 度から 33.75 度、東経 128.75 度から 138.75 度(図 1)に決定した。調査範囲を図 1 にした理由として、波浪とうねりが関係してくる。海上で風が吹くと、海面には波が立ち始め、立ち始めた波は風の吹く方向に進んでいく。海上で吹いている風によって生じる波を波浪といい、波浪が風の吹かない領域まで進んだり、風が弱まったり風向きの変化などによって、発達を失った後に残された波をうねりという。遠くで発生したうねりが高知海岸まで来ることを考えると、波向きを分析するためには遠くの風向きも調べる必要がある。



図 1. 研究対象領域

波向きが変化する可能性としては、次の二通りある(図 2、図 3)。それは、風向きに変化がある場合と強風が発生する場所に変化がある場合である。青の矢印がオレンジの矢印の向きに変化したとき、強風が発生していた場所が青の矢印からオレンジの矢印の場所に変化したときの二通りである。

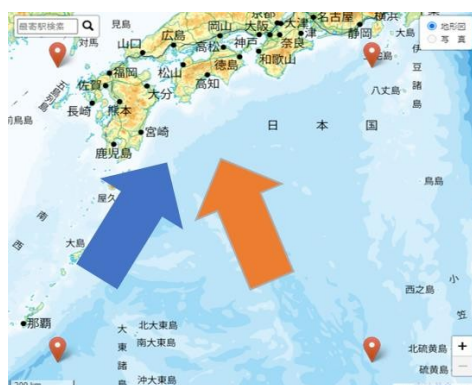


図2. 風向きに変化あり



図3. 強風が発生する場所に変化あり

利用したデータセットは気象庁 55 年長期再解析(JRA-55)プロジェクトにより提供されたものである。JRA-55 の 1958 年 1 月から 2018 年 12 月までのデータを用い、風向きの長期変化を解析した。JRA-55 の対象期間はラジオゾンデ定時観測ネットワークが確立された 1958 年まで遡っている。これまで海域風のデータはほとんどなかった。しかし、大気モデルなどの数値モデルを使用して、時空間的にまばらな観測データを物理法則と整合するように補完して格子データを作成した JRA-55 が 2013 年に公開された。20 世紀後半から 50 年以上をカバーした 4 次元変分法による長期再解析 (JRA-55) を利用して高知海岸の波向きを分析するのは本研究が世界で初めてである。同データセットでは 6 時間毎の風速ベクトルがあり 1.25 度緯度経度格子データで提供されている。鉛直方向には上空の 100hPa から 1000hPa まで 37 層ある中で、海面である 1000hPa のデータを用い、8×9 の 72 地点を調べた。

3. 二乗風速ベクトル図の作成

有義波法の代表である SMB 法では有義波高 $H_{1/3}$ は海上風などを用いて次式で算定される。

$$\left(\frac{gH_{1/3}}{U_{10}^2}\right) = 0.30 \left[1 - \left\{ 1 + 0.004 \left(\frac{gF}{U_{10}^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right\}^{-2} \right]$$

ベクトルで表すと、

$$H_{1/3} = gU|U| \cdot 0.30 \left[1 - \left\{ 1 + 0.004 \left(\frac{gF}{U_{10}^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right\}^{-2} \right]$$

ここで、 $H_{1/3}$:有義波高(m)、 U :風速(m/s)、 g :重力加速度(m/s^2)、 F :吹送距離(km)である。同式では有義波高は風速の二乗に比例するため風速が大きければ大きいほど非線形的に波高が増大するということになる。したがって、二乗風速ベクトル図を作成し分析を進める。

3-1.年間平均

二乗風速ベクトルの年間平均図を 1958 年から 2018 年まで 10 年ごとに作成した(図2)。一年の平均をとると南東からの風が強いため風が高知海岸の波向きに大きな影響を与えそうである。この二乗風速ベクトルの年間平均図を用いて、波向きの長期変化を解析していく。

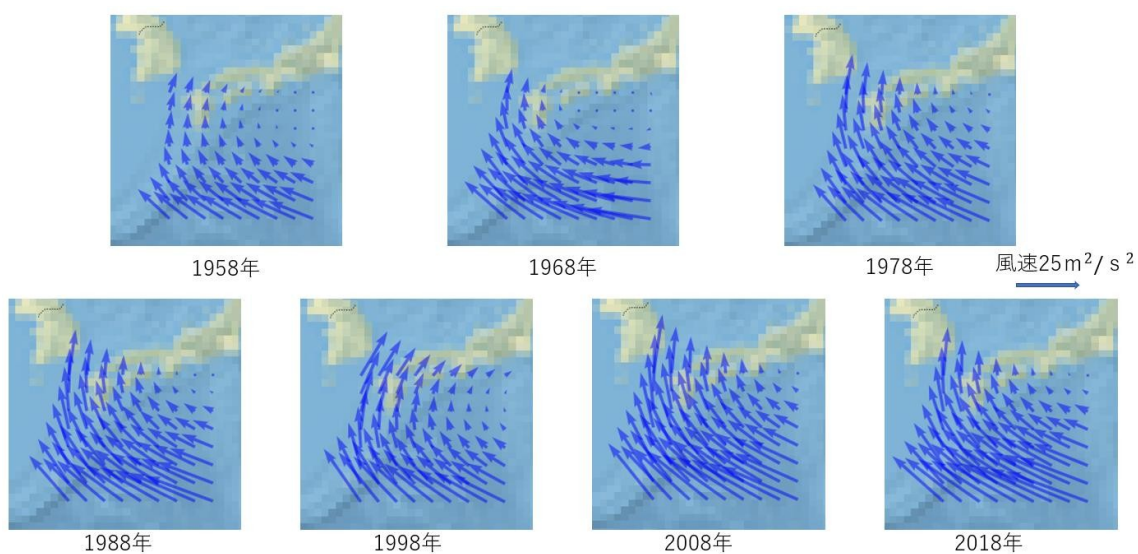


図2. 二乗風速ベクトルの年間平均

3-2.60 年間での変化

図2から年が経つにつれて矢印が大きくなっている。強風になっているうえに、風向きにも変化があるように見える。図2の7つの図を見ると、大きな変化がある年はないため60年間の変化を見るために一番古い1958年と一番新しい2018年の2年間を抜き出し、比較する(図3)。風向きにも注目してみると、高知海岸から遠い海域では変化がなさそうだが、黄色の円で囲った高知海岸から近い海域では東からの風が強くなっているように見える。

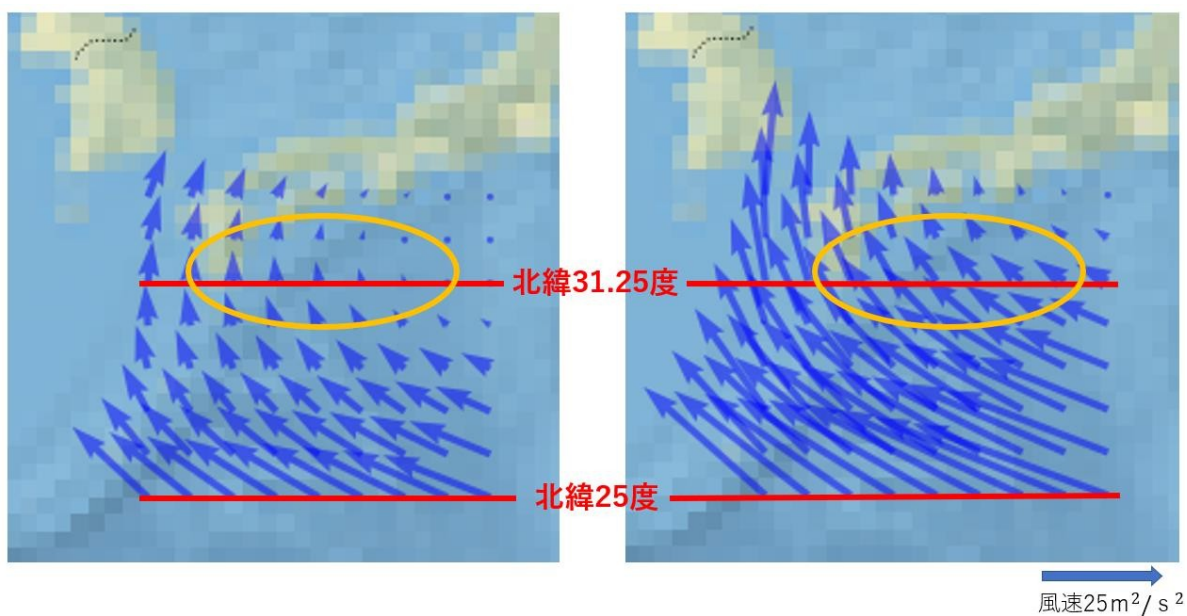


図3. 1958年(左)と2018年(右)の風向きの変化

3-3. 海域での違い

1958年と2018年の二乗風速ベクトルの年間平均を重ね合わせた(図6,図7)。

波の角度の変化を見やすくするため高知海岸から遠い北緯25度と高知海岸から近い北緯31.25度の直線部分を抜き出した(図6,図7)。高知海岸に遠い北緯25度では強風になっているだけで風向きの変化はない。高知海岸に近い北緯31.25度では強風になったうえに風向きにも変化している。1958年では南から吹いていた風が南東からの風になっていることがわかる。そのため田川の研究でもあったような波向きの変化が起こったといえる。

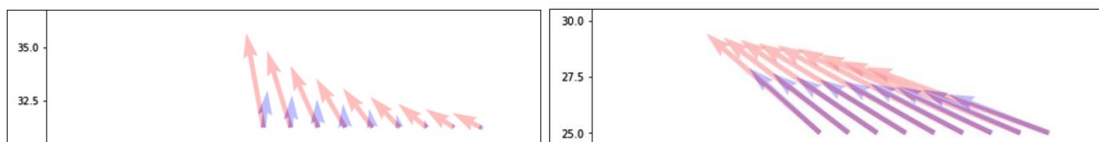


図4. 高知海岸から近い海域(北緯31.25度) 図5. 高知海岸から遠い海域(北緯25度)

4. 結論

本研究では風の再解析データを用いて、波向きを長期解析を行った。波向きが変化する場合として風向きに変化がある場合と強風が発生する場所に変化がある場合の可能性があった。1958年と2018年を比べると研究対象地点全域で風が強くなっていた。風向きの変化を見たとき、高知海岸から遠い海域では風向きに変化がないが、高知海岸に近い海域では反時計回りに傾いている。田川の研究での波向きの変化は高知海岸から近い海域の風向きの変化が影響しているといえる。

参考文献

田川(2020):気候変動下における高知海岸来襲波浪と漂砂特性の変化,高知工科大学卒業研究.

気象庁. "気象庁55年長期再解析-JRA project". 気象庁.2021-07-02,

https://jra.kishou.go.jp/JRA-55/index_ja.html,(参照2021-07).

京都大学生存圏研究所. "JRA-55(気象庁55年長期再解析)-生存圏データベース". 気象庁.2019-05-29,

<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/jra55/>,(参照2021-08).

服部昌太郎.海岸工学土木系大学講義シリーズ13.コロナ社.1987,p107-111.