

和田港海岸（福井県高浜町）における海岸保全施設が 水質に及ぼす影響

松 井 明

目 次

- I. はじめに
- II. 方法
 - 1. 調査地および時期
 - 2. 調査方法
- III. 結果
 - 1. 水温
 - 2. 塩分
 - 3. 濁度
 - 4. DO
 - 5. pH
 - 6. COD
- IV. 考察
- V. 今後の展望

要旨

和田港海岸（福井県高浜町）において、海岸保全施設の建設と併せて水質を長期間モニタリングした。観測データを1999-2008年度および2009-2016年度の2群に分類し、ウィルコクソンの順位和検定を実施した結果、2群間の有意差が確認された測定項目は、塩分、濁度、pH および COD であった。これらの項目は、濁度を除き、海岸保全施設の影響を受けない沖合地点でも有意差が確認されたことから、海岸保全施設の影響ではなく、和田港海岸一帯の傾向と考えられる。濁度に関しては、海岸保全施設の影響が推定される。本海岸の環境を保全するために、離岸堤（潜堤）の内側に藻場を造成することを提案した。

（京福コンサルタント株）

キーワード：海岸保全施設，水質，モニタリング，ウィルコクソンの順位和検定，藻場造成

I. はじめに

和田港海岸は若狭湾沿岸に属し，安全や環境保全の基準を満たした優れたビーチに与えられる国際環境認証であるブルーフラッグを2016年4月にアジアで初めて取得した海水浴場であり，2021年まで6年連続で取得し続けている。また，本海岸は環境省が選定する「快水浴場百選」にも選ばれ，夏季には関西・中京方面を中心に年間約16万人の海水浴客が訪れる県内有数の海岸である。

しかし，近年，和田港海岸中央部の葉積島^{はせぎしま}付近より西側で砂浜の侵食が，東側の和田港付近で海岸線の前進が生じている。この原因として，冬季期間や台風期間の波浪の影響により砂浜が侵食を受けている可能性が考えられる。その侵食対策として，福井県は離岸堤（潜堤），突堤および養浜の整備を実施している（福井県嶺南振興局小浜土木事務所 2020）。離岸堤は1993年12月，中央突堤は2003年5月，潜堤は2013年12月に完成した。現在は潜堤をもう1基増設中である（図1）。

レクリエーション海浜において，海浜の保全のために建設された離岸堤によって，景観を損ない，また水質悪化をもたらすことがしばしば問題となっている（小原ほか 1990）。また，潜堤や突堤などの海岸保全施設が建設されると，構造物周辺で特徴的な波・流れのパターンや地形変化が確認されている（莊司ほか 1992a）。

海岸法が1999年に改正され，海岸の防護に加え，海岸環境の整備と保全が目的として追加された（国土交通省 2018）。2015年に策定された海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針（抄）によると，海岸保全施設の新設または改良に関する基本的な事項として，①施設の整備にあたり，海岸を生息・生育や産卵の場とする生物が，その生息環境などを脅かされることのないよう，干潟や藻場を含む自然環境の保全に配慮すること，②離岸堤や潜堤，人工リーフなどは，多様な生物の生息・生育の場となり得ることから，自然環境に配慮した整備を推進することを述べている（国土交通省 2018）。

以上の趣旨に則り，本海岸では海岸保全施設の建設と併せて，建設当初から現在に至るまで，海岸一帯の水質を毎年モニタリングしてきた。本報では，観

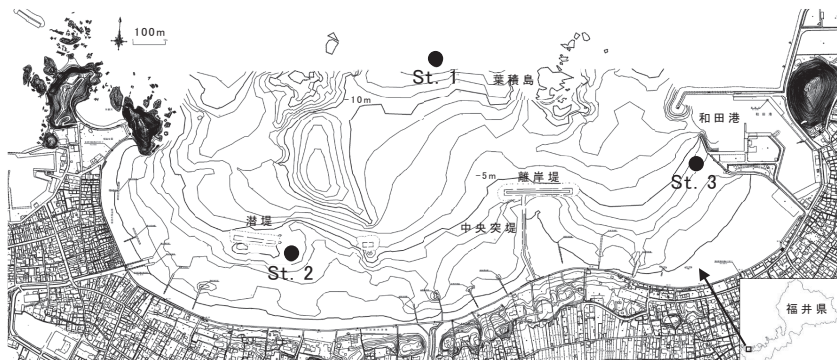


図1 調査地点の位置

測データがある1999年度から2016年度までの18年間の水質調査結果をもとに、海岸保全施設が水質に及ぼす影響を検証した。

II. 方法

1. 調査地および時期

調査地点は海岸保全施設の影響を受けない地点として沖合に位置する St. 1 (北緯 $35^{\circ}29'50''$, 東経 $135^{\circ}33'50''$), 海岸保全施設の影響を受ける地点として本海岸の西側に位置する St. 2 (北緯 $35^{\circ}29'28''$, 東経 $135^{\circ}33'31''$) および東側に位置する St. 3 (北緯 $35^{\circ}29'42''$, 東経 $135^{\circ}34'26''$) を設定した (図1)。調査時期は1999年度から2016年度までの8月 (夏季) および3月 (早春季) である。

2. 調査方法

調査方法は調査船上から水質計 (東亜ディケーケー株式会社製, ポータブル多項目水質計 WQC-24) を下ろし, 鉛直方向に1m 間隔で測定した。項目は水温, 塩分, 濁度, 溶存酸素量 (以下 DO と称す), 水素イオン濃度 (以下 pH と称す) である。化学的酸素要求量 (以下 COD と称す) はバンドーン型採水器を用いて採水し, 実験室に持ち帰り, JIS K 0102 17に従って分析した。すべての観測データは表層および海底上1m の測定値を平均して扱った。

本海岸保全施設が水質に及ぼす影響を検証するために、3調査地点における水質の経年変化を解析した。観測データを1999-2008年度および2009-2016年度の2群に分類し、ウィルコクソンの順位和検定（Wilcoxon rank sum test）を用いて、データ間の代表値（中央値）に差があるかどうかを検定した。ウィルコクソンの順位和検定は、ノンパラメトリック検定のひとつである。マン・ホイットニーのU検定（Mann-Whitney U test）と呼ばれる検定法と実質的には同じものである（データ科学便覧ホームページ）。有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結果

1. 水温

St. 1における1999-2008年度の水温は24.9℃、2009-2016年度のそれは18.4℃（p値0.934）であった。St. 2における1999-2008年度の水温は25.4℃、2009-2016年度のそれは18.9℃（p値0.920）であった。St. 3における1999-2008年度の水温は25.5℃、2009-2016年度のそれは18.8℃（p値1.000）であった（表1）。

St. 1, 2, 3のいずれにおいても、1999-2008年度の水温と2009-2016年度のそれとの間に有意な差は確認されなかった。

表1 各調査地点における水質のウィルコクソンの順位和検定の結果

	St. 1			St. 2			St. 3		
	1999-2008	2009-2016	p 値	1999-2008	2009-2016	p 値	1999-2008	2009-2016	p 値
水温 (°C)	24.9	18.4	0.934	25.4	18.9	0.920	25.5	18.8	1.000
塩分 (‰)	35.2	32.3	0.004**	35.0	31.9	0.009**	34.9	32.1	0.017*
濁度 (Nephelometric Turbidity Unit)	0.0	0.7	0.061	0.0	0.9	0.120	0.0	1.0	0.008**
DO (mg/L)	8.18	8.36	0.662	8.03	8.09	0.588	8.50	8.23	0.753
pH	8.10	8.17	0.010*	8.10	8.26	0.001**	8.10	8.28	0.000**
COD (mg/L)	1.1	1.5	0.002**	1.1	1.4	0.005**	1.2	1.5	0.005**

数字は中央値

p 値 (probability, 有意確率) *p < 0.05, **p < 0.01

2. 塩分

St. 1における1999-2008年度の塩分は35.2%, 2009-2016年度のそれは32.3% (p値0.004)であった。St. 2における1999-2008年度の塩分は35.0%, 2009-2016年度のそれは31.9% (p値0.009)であった。St. 3における1999-2008年度の塩分は34.9%, 2009-2016年度のそれは32.1% (p値0.017)であった(表1)。

St. 1, 2, 3のいずれにおいても, 2009-2016年度の塩分は1999-2008年度のそれと比較して有意に減少した。

3. 濁度

St. 1における1999-2008年度の濁度は0.0NTU, 2009-2016年度のそれは0.7NTU (p値0.061)であった。St. 2における1999-2008年度の濁度は0.0NTU, 2009-2016年度のそれは0.9NTU (p値0.120)であった。St. 3における1999-2008年度の濁度は0.0NTU, 2009-2016年度のそれは1.0NTU (p値0.008)であった(表1)。

St. 3においてのみ, 2009-2016年度の濁度は1999-2008年度のそれと比較して有意に増加した。

4. DO

St. 1における1999-2008年度のDOは8.18mg/L, 2009-2016年度のそれは8.36mg/L (p値0.662)であった。St. 2における1999-2008年度のDOは8.03mg/L, 2009-2016年度のそれは8.09mg/L (p値0.588)であった。St. 3における1999-2008年度のDOは8.50mg/L, 2009-2016年度のそれは8.23mg/L (p値0.753)であった(表1)。

St. 1, 2, 3のいずれにおいても, 1999-2008年度のDOと2009-2016年度のそれとの間に有意な差は確認されなかった。

5. pH

St. 1における1999-2008年度のpHは8.10, 2009-2016年度のそれは8.17 (p値0.010)であった。St. 2における1999-2008年度のpHは8.10, 2009-2016年度のそれは8.26 (p値0.001)であった。St. 3における1999-2008年度のpH

は8.10, 2009-2016年度のそれは8.28 (p 値0.000) であった (表1)。

St. 1, 2, 3 のいずれにおいても, 2009-2016年度の pH は1999-2008年度のそれと比較して有意に増加した。

6. COD

St. 1 における1999-2008年度のCODは1.1mg/L, 2009-2016年度のそれは1.5mg/L (p 値0.002) であった。St. 2 における1999-2008年度のCODは1.1mg/L, 2009-2016年度のそれは1.4mg/L (p 値0.005) であった。St. 3 における1999-2008年度のCODは1.2mg/L, 2009-2016年度のそれは1.5mg/L (p 値0.005) であった (表1)。

St. 1, 2, 3 のいずれにおいても, 2009-2016年度のCODは1999-2008年度のそれと比較して有意に増加した。

IV. 考察

データ解析の結果, 1999-2008年度および2009-2016年度の2群間で有意差が確認された測定項目は, 塩分, 濁度, pH およびCODであった。これらの項目は, 濁度を除き, 海岸保全施設の影響を受けないSt. 1でも有意差が確認されたことから, 海岸保全施設の影響ではなく, 和田港海岸一帯の傾向と考えられる。濁度に関しては, 海岸保全施設の影響が推定される。つまり, 海岸保全施設の建設によって, 波や流れのパターンが変化し, 漂砂が堆積した可能性が考えられる。

一方, 本海岸一帯で確認された塩分の減少は, 近年の異常気象による降水量の増加が影響している可能性が考えられる。pH およびCODの増加は, 植物プランクトンの増加に伴って光合成が活発になったこと, つまり沿岸域の富栄養化が影響している可能性が考えられる。

V. 今後の展望

和田港海岸では, 海岸保全施設が建設され始めてから, 20年以上が経過した。建設された離岸堤 (潜堤) および突堤は, 砂浜の維持など本海岸の防護に寄与してきたと考えられる。一方で, 水質のモニタリング結果から, 濁度に関

しては、海岸保全施設の影響が推定される。

海岸保全施設の建設に伴って、水質を長期間モニタリングしている事例は少なく、今後も水質のモニタリングを継続し、海岸保全施設が沿岸環境に影響を及ぼすことがないように監視することが望まれる。

本海岸における砂浜の侵食の問題は解決されたわけではなく、現在もなおサンドリサイクルなどの養浜を実施しなければならない状況にある。つまり、海岸保全施設の建設に伴って、水質だけでなく、波や流れにも変化が生じることが明らかになった。さらに、本海岸では海岸保全施設周辺において魚類などの水生生物をほとんど確認することができなかった。

荘司ほか(1992b)および田中(1994)は、突堤および潜堤などの人工構造物が、周辺に生息・生育する水生生物の生態環境を向上させる効果を有することを報告している。故に、本海域の生物相を豊かにするために、離岸堤(潜堤)の内側に藻場を造成することを提案する。近年は、本海岸一帯においてCODの増加など、沿岸域の富栄養化が懸念されたことから、藻場造成により海藻(アマモ属)が栄養塩類を吸収することで、水質の浄化が促進される。また、海藻が繁茂すれば、漂砂の移動が抑制されたり、藻場をゆりかごととして魚類の増加も期待される。

引用文献

データ科学便覧ホームページ ウィルコクソンの順位和検定

https://data-science.gr.jp/theory/tst_wilcoxon_rank_sum_test.html (参照2021年5月18日確認)

福井県嶺南振興局小浜土木事務所(2020)小浜土木事務所 港湾関係事業

<https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/obama-doboku/kowan/kouwanjigyuu.html> (参照2021年5月18日確認)

国土交通省(2018)国土交通省の施策. 中央環境審議会水環境部会瀬戸内海環境保全小委員会(第10回)(平成30年3月6日): pp. 1-11.

小原恒平・永井紀彦・入江功・首藤啓(1990)水質及び景観を改善するための離岸堤の潜堤化. 海岸工学論文集37: pp. 454-458.

荘司喜博・中山春雄・田村宏二・遠山豊一・坂井隆行・黒木敬司(1992a)新潟西海岸潜堤周辺の波、流れおよび地形変化に関する調査. 海岸工学論文集39: pp. 451-455.

荘司喜博・田村政太郎・高橋豊喜・山本秀一・高橋由浩(1992b)新潟西海岸における潜堤設置に伴う周辺生物相の変遷. 海岸工学論文集39: pp. 996-1000.

田中茂信（1994）海岸保全施設が生態系に及ぼす影響に関する調査・研究. 海洋開発論文集10: pp. 9-12.

（原稿受付2021年5月19日，原稿受理2021年9月7日）