

2023年1月に福井県南西部の沿岸において確認された ホシフグの大量漂着時の若狭湾の水温環境

仲野 大地

Seawater temperature in Wakasa Bay at the time of the mass stranding of the pufferfish *Arothron firmamentum* observed on the southwestern coast of Fukui Prefecture in January 2023

Daichi NAKANO

Mass strandings of the pufferfish *Arothron firmamentum* were observed on the southwestern shore of Fukui Prefecture in January 2023. A decrease in seawater temperature was thought to have weakened the pufferfish individuals. Therefore, we investigated the seawater temperature at that time by conducting a seawater temperature survey from a research vessel and collecting seawater temperature records from a data logger located on the shore of Wakasa Bay. This indicated that the surface seawater temperature (SST) in Wakasa Bay decreased near the shore. Vertical profile analysis of the seawater temperature indicated that low seawater temperature areas were distributed in approximately 10 m below the sea surface. The low seawater temperature area was also a low-salinity area, indicating that the origin of the low seawater temperature is freshwater coming from the land. The data logger records showed a continuous decrease in seawater temperature before the mass-stranding event. Therefore, areas of low seawater temperature occurred during the mass-stranding event. As the river channels flowing into Wakasa Bay are short, the supply of freshwater is limited. However, other factors that influence the decrease in seawater temperature, such as wind direction and speed, should be investigated in future studies.

キーワード：大量漂着、水温環境、若狭湾、ホシフグ

1 目的

2023年1月に福井県の南西部（嶺南地方）の海岸にホシフグ *Arothron firmamentum* が大量に漂着した。水温の低下によってホシフグが衰弱し、遊泳力が低下して海岸に漂着したと考えられる^{1,2)}。本研究では、漂着時に福井県水産試験場がおこなった海洋観測の結果と福井県若狭町鳥辺島に設置している水温計の記録を整理し、漂着当時の水温環境を明らかにすることを目的とした。

2 材料および方法

1) 海洋観測

2023年1月12日から13日にかけて福井県水産試験場の調査船「福井丸」(165トン)を用いて図1に示す38箇所の定点でCTD(SBE 9plus, Sea-Bird Scientific社製)を用いた海洋観測をおこなった。各定点の観測結果から線形補間により定点間の水温を推定して表層海水温(SST)の等值線図(コンターマップ)を作成した。また、沿岸に近い定点2-3-4-5を結んだ線と沿岸から沖合に向かう定点4-14-24-34-44-54を結んだ線の海水温(ST)の鉛直断面図を作成した。塩分についても同様に定

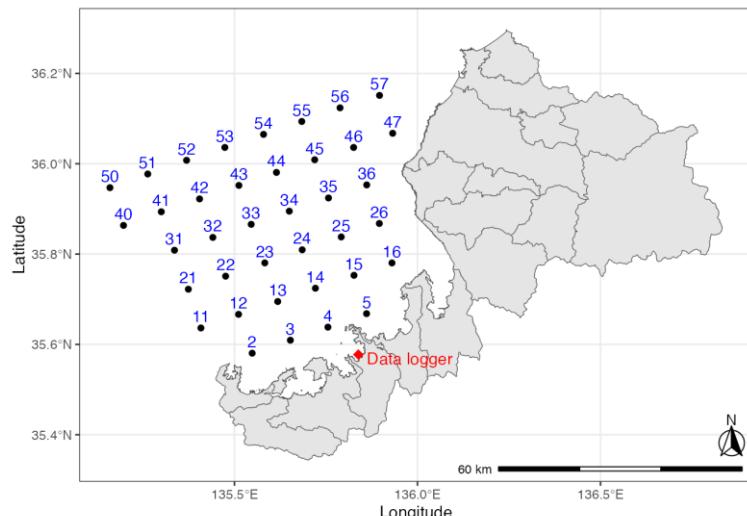


図1 海洋観測の各定点と鳥辺島に設置した水温計の位置

点間の値を推定して表層塩分 (Surface Salinity: SS) の等值線図 (コンターマップ) を作成した。さらに、表層海水温と表層塩分の相関関係を調査した。

2) 烏辺島の海水温

福井県水産試験場では、福井県若狭町烏辺島の前 ($35^{\circ}34'38.6''N$, $135^{\circ}50'18.5''E$; 水深約 2m) に水温計 (HOBO Water Temperature Pro v2 Data Logger, Onset 社) を設置して 2021 年 11 月 30 日から海水温を記録している (図 1)。本研究では、2022 年 12 月 15 日から 2023 年 1 月 20 日の期間に 30 分間隔で測定した海水温の記録を使用した。

3) 若狭湾に流入する河川の位置

若狭湾に流入する河川の位置を確認するため、国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト (<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W05.html>, retrieved 2024/8/30) から福井県と京都府の河川データを入手した。属性情報から区間種別として 1 級河川 (1 : 1 級直轄区間、2 : 1 級指定区間、5 : 1 級直轄区間でかつ湖沼区間を兼ねる場合、6 : 1 級指定区間でかつ湖沼区間を兼ねる場合) と 2 級河川 (3 : 2 級河川区間、2 級河川区間でかつ湖沼区間を兼ねる場合) を抽出した。1 級河川の流路を青色、2 級河川の流路を赤色に指定して、京都府中部以北と福井県の地図上に上記の河川流路を描いた。

3 結果

1) 若狭湾の海水温

表層海水温 (SST) の等值線図を 0.2°C 間隔で作図した (図 2)。福井県の美浜町から高浜町の沿岸で水温が低く、沿岸に近い場所では $12.6\text{--}12.8^{\circ}\text{C}$ の水塊が分布していた。福井県の西部の沖合 (京都府沿岸) にも $13.4\text{--}13.8^{\circ}\text{C}$ のやや低水温の水塊が分布していた。 14.0°C 以上の比較的水温の高い水塊は、沖合に分布していた (図 2)。

沿岸に近い定点 2-3-4-5 を結んだ線の水温の鉛直断面図を 0.2°C の等值線間隔で作図した (図 3)。図 3 の左端が定点 2、右端が定点 5 で、図の横軸を東経で示す。表層から水深 10 m 付近までの水温が底層に比べて低く、この水温帶の水塊が帶状に分布していた。水深が深くなると水温が高くなり、定点 4 から 5 の深部に水温の高い水塊が存在した。

沿岸から沖合に向かう定点 4-14-24-34-44-54 を結んだ線の水温の鉛直断面図を 2°C の等值線間隔で作図した (図 4)。図 4 の左端が定点 4、右端が定点 54 で、図の横軸を北緯で示す。水深 80-130 m 以深から段階的に水温が低下していた。定点 54 の最深部の水温は 2°C 未満であった。

表層付近の水温勾配を把握するため、図 4 の水深 80 m 以浅における鉛直断面図を 0.2°C の等值線間隔で図 5 として作図した。沿岸に近い定点 4 の表層に 14°C 未満の水塊が分布していた。沖合 (図 5 の右側) では水温が高かった。

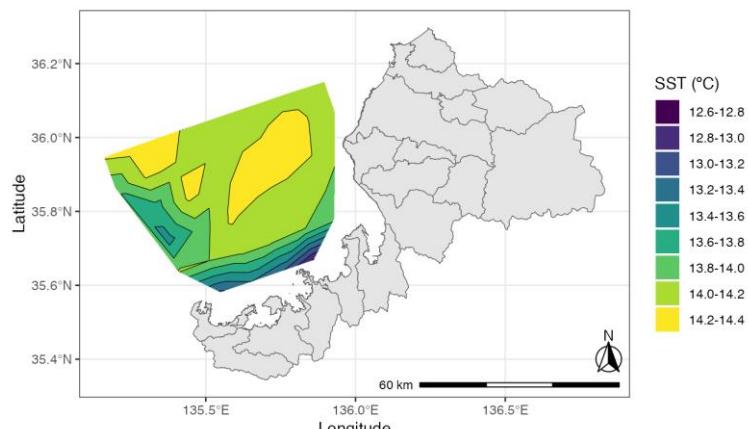


図 2 表層海水温 (SST) のコンター図 (2023 年 1 月 12 日～13 日)

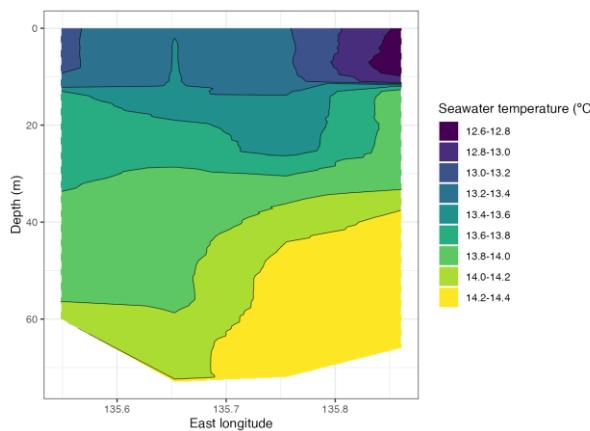


図3 定点2-3-4-5の水温断面図。
図の左端が定点2、右端が定点5で横軸を東経で示す。

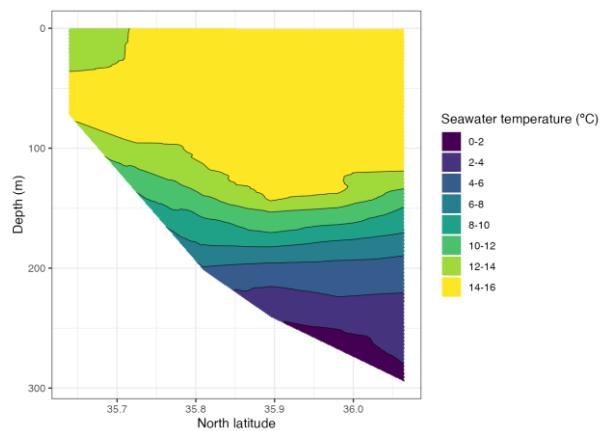


図4 定点4-14-24-34-44-54の水温断面図
(2023年1月12日～13日)

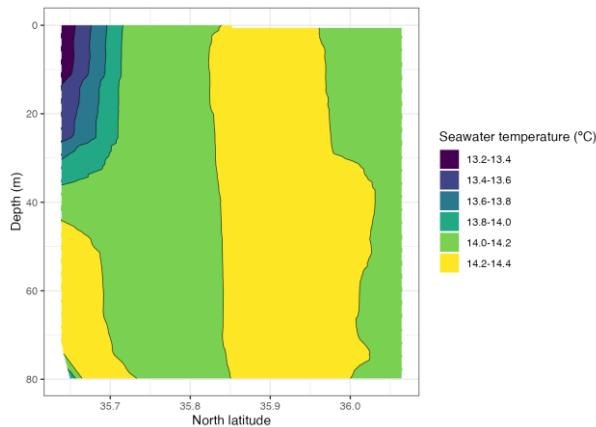


図5 定点4-14-24-34-44-54の水深80m以浅の水温断面図(2023年1月12日～13日)

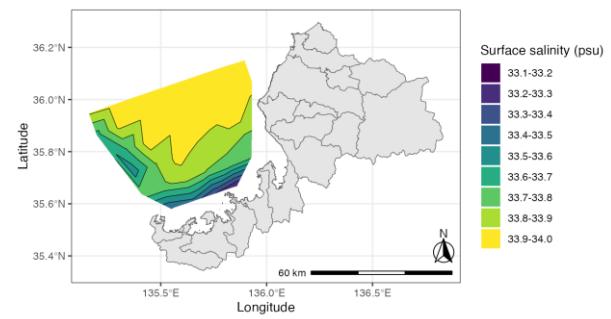


図6 表層塩分の(SS)のコンター図(2023年1月12日～13日)

2) 表層水温と表層塩分の関係

表層塩分 (SS) の等値線図を 0.1 psu 間隔で作図した (図 6)。表層海水温 (SST) と同様に福井県の美浜町から高浜町の沿岸と福井県の西部の沖合 (京都府沿岸) の塩分が低かった。

また、表層海水温 (SST) が低いほど表層塩分 (SS) も低く、両者には有意な相関関係があった (図 7; $\rho = 0.76$; $p < 0.05$, Spearman's rank correlation test)。

3) 烏辺島の海水温

2022年12月15日の烏辺島の水温は約 17°C であった。その後は水温が継続的に低下し続けて、1月11日に期間中の最低水温である 10.86°C を記録した。その後はやや水温が上昇し、1月20日の水温は約 13°C であった (図 8)。

4) 若狭湾に流入する河川

福井県と京都府中部以北の1級河川と2級河川の流路を図9に示す。福井県の嶺南地方 (敦賀市から高浜町) では、流路の短い河川が多かった。京都府では、宮津市に河口がある由良川水系の河川が京都府の広範囲に広がっていた。

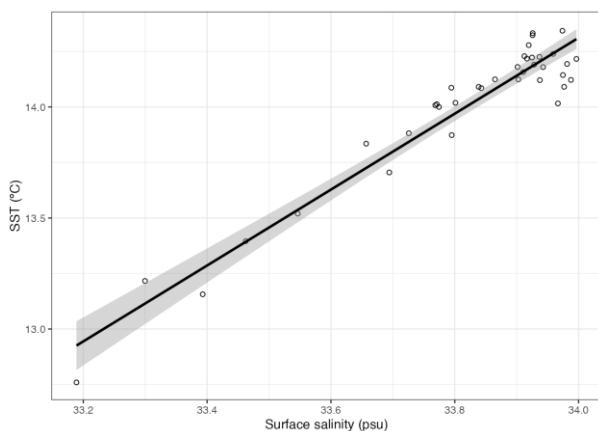


図 7 表層海水温 (SST) と表層塩分の関係。図中の実線は線形回帰直線、網かけ部分は 95% 信頼区間を示す。

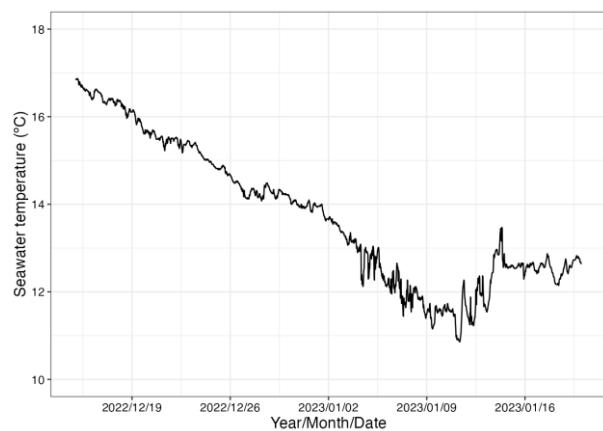


図 8 烏辺島に設置した水温計の記録

4 考察

仲野(2025)¹⁾は、2023年1月11日にホシフグが福井県美浜町から小浜市の海岸に、林(2024)²⁾は、2023年1月19日に敦賀市と美浜町の海岸に漂着していたことを報告している。本研究の海洋観測をおこなった時期は、これらの大量漂着の報告事例日と近く、当時の水温環境を反映していたと考えられる。海洋観測の結果から、福井県の美浜町から高浜町の沿岸の表層海水温が沖合に比べて低かったこと(図2)、表層海水温 (SST) が低い場所では表層塩分 (SS) も低かったことがわかった(図6, 7)。また、低水温の水塊は表層から水深約 10 m に達していた(図3)。さらに、烏辺島に設置した水温計の記録から、海水温が継続的に低下し、1月11日には 10.86°C にまで低下していたことが確認できた(図8)。以上の結果から、ホシフグが大量漂着した時期には沿岸に低水温の環境があり、ホシフグが低水温によって衰弱して漂着したと報告している仲野(2025)¹⁾の考察を支持した。

低塩分の水塊は表層から水深約 10 m に限定されていたことと陸地の近くで低塩分の水塊が確認できることから、陸域から流入した淡水がこれらの水塊の供給源である可能性が高い。福井県の嶺南地方では、流路の短い河川が多い。これらの各河川から供給された淡水が沿岸に近い場所に留まっていたと考えられる(図2, 6)。福井県の西部の沖合(京都府沿岸)にも低塩分の水塊が形成されていた(図6)。由良川水系は若狭湾に流入する大きな河川であることと、河口の位置との関係から、この低塩分の水塊は由良川の影響により形成されていたのかもしれない。

福井県の嶺南地方では、滋賀県との県境付近に中央分水嶺が存在するため、河川の流路が短い。京都府では、中央分水嶺の位置が福井県よりも南下するため、由良川のように流域の大きな河川が存在していた。福井県の嶺南地方では低塩分の水塊が沿岸に近いところに分布が限定されていたのは、河川の規模や流量が影響を与えていたのかもしれない。

日本海の水深 200 m 以深には日本海固有水と呼ばれる低水温 (0–1°C) の水塊が存在する。日本海の流入口である対馬海峡は浅く、出口である 3 海峡も狭くて浅く、上層の海水が軽いことから、深海部は近隣の海域の深海部と海水の交換が行われにくく、孤立した水塊を形成している³⁾。水深 80–130 m 以深

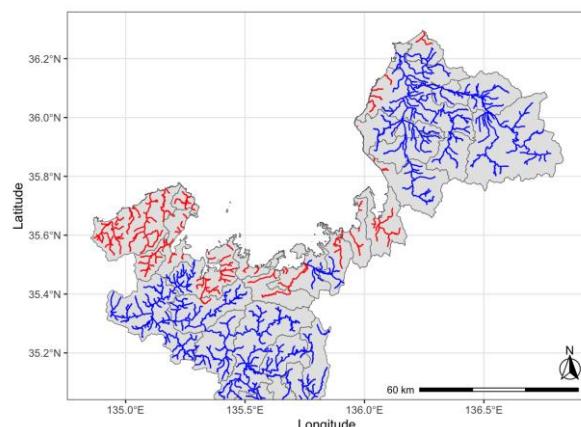


図 9 若狭湾に流入する河川(青色: 一級河川、赤色: 2 級河川)

で確認された低水温の水塊（図4）は日本海固有水で、季節とは関係なくこの低水温環境が維持されている。そのため、本研究で沿岸域に形成されていた低水温環境との関係性は低いと判断した。

鳥辺島で1月11日に10.86°Cの最低水温を記録していたが、この付近には大きな河川がない。気温の低下、卓越していた風向・風速などの気象条件も影響を与えた可能性が高い。今後は他の要因も含めた解析が必要である。

海洋生物が自ら海岸に打ち上がり、死んでしまう現象が世界中で発生している。総称して「ストランディング」と呼ばれる⁴⁾。ストランディングの原因は不明なことが多く、事例を整理することが生物の理解につながる。本研究では、ホシフグの大量漂着（マストランディング）が発生したときの広域かつ鉛直の水温データを得ることができた。本研究結果がストランディング事例の原因究明の一助となれば幸いである。

5 謝辞

本研究を実施するにあたり、若狭湾沿岸の海洋観測にご協力いただいた福井県水産試験場の調査船「福井丸」の船員の皆様、福井県若狭町鳥辺島への水温計の設置・回収にご協力いただいた調査船「若潮丸」の船員の皆様、海洋観測および潜水調査にご協力いただいた福井県水産試験場の多数の職員の皆様に感謝申し上げます。

6 文献

- 1) 仲野大地（2025）：2023年1月に福井県南西部の砂浜海岸に大量漂着したホシフグの体表の状態と全長組成. 漂着物学会誌: 22: 9–14.
- 2) 林重雄（2024）：福井県の海岸にホシフグの大量漂着. 漂着物学会誌: 21: 17–18.
- 3) 山下 洋・益田玲爾・甲斐嘉晃・鈴木啓太・高橋宏司・邊見由美 編著（2022）：用語解説. 「里海フィールド科学：京都の海に学ぶ人と自然の絆」. 京都市. 京都大学学術出版会. pp.370.
- 4) 田島木綿子（2023）：多様性を知る新たなアイディアと方法～ストランディング～. 「海：生命のみなもと」：特別展 = the Ocean : The Origin of Life」（国立科学博物館、海洋研究開発機構、日本放送協会、NHKプロモーション、読売新聞社編）pp.106–107.