

遊泳者の水難事故に関する検討と UAV 空撮画像を用いた離岸流観測の試み

東北工業大学 学生員 ○菅野翔太
東北工業大学 正員 菅原景一・高橋敏彦

1. はじめに

海難事故者の多くは、離岸流によるものだと考えられる。離岸流とは、沖へと向かう引き波で、いつ発生するかは分からず発生原因もさまざまである。海水浴中の離岸流事故等については、高橋ら¹⁾、石川ら²⁾の研究があるがあまり見当たらない。そこで本研究は、海上保安庁の統計年報³⁾・日本ライフセービング協会「ANNUALREPORT」⁴⁾を用いた全国の遊泳者の事故に関して比較・検討を行い、離岸流の観測を試みることを目的とする。

2. 調査方法

遊泳者の海難事故割合は、海上保安庁が取りまとめている「海上保安統計年報（海難の現況と対策）」⁵⁾、H28～R3年、日本ライフセービング協会「ANNUALREPORT」⁴⁾、2016～2021年のデータを使用した。柴崎ら¹⁾は、2020年までのデータをまとめ報告している。今回は、新しく2021年のデータを追加し、再整理した。この統計データを約6年間分使用し、遊泳者の様々な割合データとして報告する。

3. 調査結果及び考察

図1は、「海上保安統計年報（海難の現況と対策）」内の遊泳中の事故内容データを平成28年～令和3年まで6年間分をまとめた図である。この図より、最も多い事故は「溺水」で54%次に「帰還不能」の35%、「負傷」の8%と続く。「負傷」は海洋生物や岩場などで起きたものとなっている。図2は、「海難の現況と対策」の中の遊泳中事故の発生場所別割合を過去5年間分まとめた図である。H29・30年は、海水浴場以外で起きた事故がそれぞれ51%であり、海水浴場で起きた事故の49%とほぼ同程度である。また、R1年には海水浴場以外で起きた事故が59%と増加している。R2・3年はコロナウイルスの影響で開設されなかった海水浴場も多くあり、海水浴場以外で発生した遊泳中の事故割合が大きく、それぞれ7割以上を占めている。

図3は、「ANNUALREPORT」⁴⁾にある海難事故の自然要因データを近年の2016年～2021年まで、6年間分まとめた図である。この図より、海難事故の要因として最も多いのが離岸流に流されるの38%、次に多いのが風に流されるの30%だった。海流等の離岸流や沿岸流に流される、波に巻かれるのデータをまとめると74%となる。このデータより離岸流や海面表層付近の状況が海難事故と関係しているのではないかと考えられる。

4. 河口付近における離岸流観測の試み

柴崎ら⁶⁾は、UAV空撮画像を用いてPIV解析を行うことで波と流れの共存場において流速がある程度計測で

キーワード: 離岸流、潮位、遊泳者の海難事故

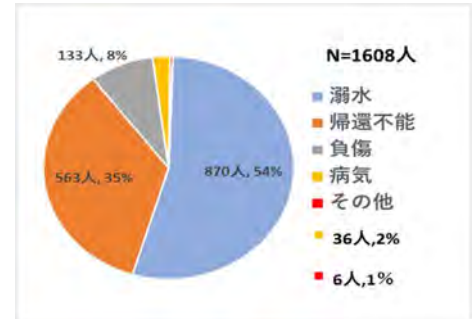


図1 遊泳中の事故内容別割合

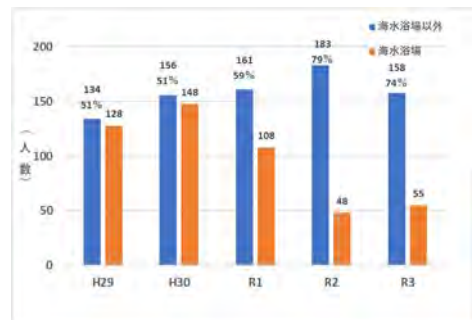


図2 遊泳中事故の発生場所別割合

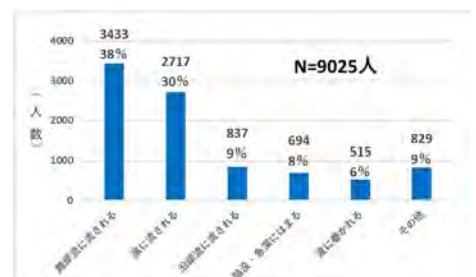


図3 海難事故の自然要因割合
(2016年～2021年)

きることを示唆している。今回は、潮位差によって生じる海流等により離岸流が発生するのではないかと考え観測を試みた。写真1は、観測地点の仙台新港七北田川河口付近であり、赤枠で囲っている箇所が観測対象領域である。図4⁷⁾は、仙台新港の観測時の潮位曲線を示したものである。赤枠の位置は観測した時間帯を示し、干潮から満潮へと潮位が変化する時間帯である。観測日時は、2022年11月9日、11:30~12:30である。写真2は、UAVに搭載されているCCDカメラで上空100mから撮影した動画をフレームレート30fps（1秒間に30枚）に編集して抽出した写真の一部である。吉川ら⁸⁾によるとナウファス⁹⁾の観測地点（沖合水深約21m）から調査場所までの波の伝播時間が約8分と報告されているため10分前の観測データを用いて調査場所の有義波高と碎波水深を算出した。観測時の波浪は、仙台港沖水深21mで有義波高0.70~0.84m、有義波周期は約11.8~12.8sであった。なお、合田¹⁰⁾の碎波帯内の有義波高の最大値 $H_{1/3peak}$ 及びその出現水深 $h_{1/3peak}$ はそれぞれ $H_{1/3pe} \cong 1.35 \sim 1.54m$ 、 $h_{1/3peak} \cong 2.44 \sim 2.79m$ であった。図5は、先ほどフレームレート30fps（1秒間に30枚）で抽出した画像をPIV解析した結果を示したものである。図5より碎波しながら陸に向かう波の間に沖へと向かう別の流れが確認できる。この沖向きの平均流速は約0.19m/sであった。この波が沖へと向かっていることから離岸流の一部であると思われる。



写真1 仙台新港七北田川 観測地点
(Google Earth) 11)

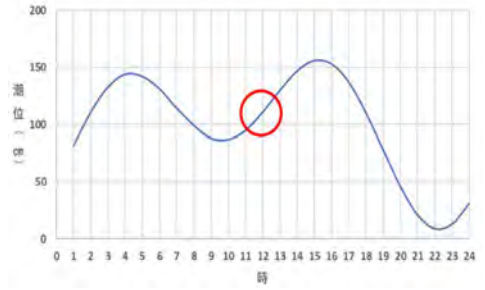


図4 仙台新港 観測時潮位曲線 (2022年11月9日)



写真2 PIV解析前 (元画像)

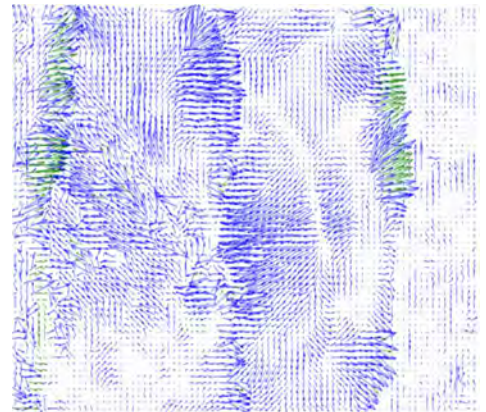


図5 PIV解析結果 (12月14日)

5、あとがき

遊泳中の事故内容として最も多いのが「溺水」で54%次に「帰還不能」の35%、「負傷」の8%である。H29・30年は、海水浴場以外で起きた事故がそれぞれ51%であり、R1年はコロナウイルスの影響があるものの59%であった。しかし、R2・3年はコロナウイルスの影響で開設されなかった海水浴場も多くあり、海水浴場以外で発生した事故割合がそれぞれ7割以上を占めた。海難事故の要因として最も多いのが離岸流に流されるの38%、次に多いのが風に流されるの30%だった。また、離岸流観測の試みにおいては、陸に向かう波の間に沖へと向かう流れが確認できた。明確な離岸流を観測する為には、海象条件や潮位変化、地形条件等を検討し、観測回数を増やしていく必要があると考える。

参考文献

- 1) 高橋重雄、常数浩二、鈴木高二郎、西田仁志、土棚毅、小林雅彦、小沢保臣:離岸流にともなう海水浴中の事故発生に関する一考察 海洋開発論文集, 第15巻, 1999年5月, 2)
- 2) 石川正人、菅原景一、高橋敏彦:UAV空撮画像を用いた河川表面流のPIV解析の試み, 土木学会東北支部技術研究発表会(令和2年度)II-43,
- 3) 海上保安庁:統計資料,海上保安年報,(平成29年~令和3年), 4) 日本ライフセービング協会:ANNUAL REPORT(2016~2020), 5) 海上保安庁:統計資料,海難の現状と対策(平成30年~令和3年), 6) 柴崎拓実、菅原景一・高橋敏彦:全国の遊泳中の事故に関する検討と離岸流観測の試み, 土木学会東北支部技術研究発表会(令和3年度)II-86, 7) アメダス:国土交通省気象庁, 8) 吉川冬至、高橋敏彦:仙台新港サーフスポットにおける海岸利用者の経年変化, 土木学会東北支部技術研究発表会(令和2年度), 2021 9) リアルタイム・ナウファス:国土交通省港湾局, 全国港湾海洋波浪情報網, 10) 合田良実:浅海域における波浪の碎波変形, 港湾技術研究所報告, 第14巻第3号, 1975年, pp・59-106, 11) GoogleEarth,