

ライフセービング監視パトロールログの分析

STATISTICAL ANALYSES OF LIFESAVING PATROL LOG

町田龍亮¹・武若聡²・齊藤愛子³

Ryusuke MACHIDA, Satoshi TAKEWAKA and Aiko SAITO

¹学生会員 筑波大学 システム情報工学研究科 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台)

²正会員 工博 筑波大学准教授 システム情報工学研究科 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台)

³大竹サーフライフセービングクラブ (茨城県銚田市大竹海岸銚田海水浴場)

Statistical analyses of patrol logs and rescue reports were done to understand lifesaving activities at Ohtake beach in Ibaraki, Japan. Lifesavers are keeping patrol log-books where generation and number of rip currents, flow direction and magnitude of longshore currents, steep banks in sea bottom in surf zone and other coastal features are recorded. Number of observed rip currents at the beach and magnitude and direction of longshore currents were correlated with wave incidence angle, period and height. Number of rip currents increased when the wave incidence was close to shore normal. Major causes of the accidents during sea bathing recorded in rescue report were rip currents and steep banks.

Key Words : Lifesaving, patrol log, rescue report, rip current, longshore current, incident wave angle

1. はじめに

海水浴場の事故原因で多いのは、沖向の流れであるリップカレント（以下、離岸流）により流され、体力を消耗して溺れるものである。ライフセーバは、離岸流と他の要因による水難事故を未然に防ぐために、海水浴場で監視活動を行っている。しかしながら、ライフセーバの配置数が充分でない海水浴場、トレーニングを十分に積んだライフセーバが監視を行っていない海水浴場も多い。また、熟練したライフセーバにとっても離岸流の発見は簡単でないとされており、海水浴場にて海況を的確に見極めるには経験の蓄積が必要である。

本研究では、茨城県銚田市の大竹海岸にある銚田海水浴場（図-1）で活動を行っている大竹サーフライフセービングクラブ（大竹 SLSC, <http://park17.wakwak.com/~otake/>）が監視活動を記録したパトロールログとレスキューレポートを分析した。銚田海水浴場は太平洋に面する延長 1 km 強の直線状の海水浴場で、外洋に面しているために夏季に来襲する波高は小さくない。パトロールを行う際のライフセーバの観点、離岸流、沿岸流の発生記録と波況の関連、遊泳者が流されやすい状況などを調べ、その結果をライフセーバに示して監視活動の一助とすることを念頭において結果を整理した。

2. ライフセーバへのヒアリング結果

パトロールログとレスキューレポートの解析に先立ち、ライフセーバが監視活動をする際の観点を知らるために、大竹SLSCのライフセーバにヒアリングを行った。監視の際に経験的に注意を払っている点について、主に離岸流と地形に関する着目点を中心に聞いた。以下に主な結果をまとめる：

- ・離岸流が発生している場所では、海面の色が周囲と違うこと、濁りがある、その沖で碎波がある、碎波後に泡やごみが出る、離岸流の両側で碎波する、海面が穏やかなときに波紋が現れる、といったことを経験的に認識している。これらの兆候を観察して離岸流を発見

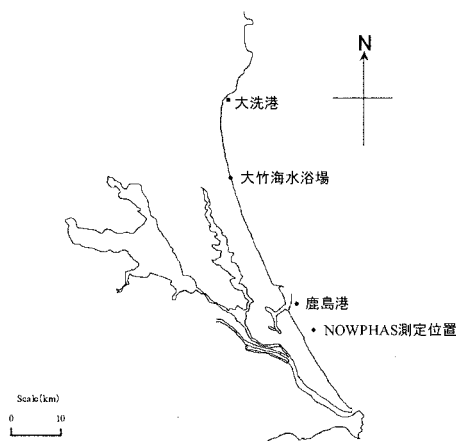


図-1 大竹海岸銚田海水浴場、NOWPHASの位置

している。

- ・波高が大きくなると離岸流も大きくなりやすい。
- ・大潮の時は海の状態が変化しやすく、小潮の時は変化が小さい。なお、海の状態とは地形、波高、流れなどを総合的に称する表現である。
- ・サンドバンク（海底地形の呼称、波打ち際付近に形成される小段）が形成されてダムの役割をし、沿岸流を作る。バンクが崩れて離岸流になる。
- ・離岸流は永久型、固定型、一時型、移動型に大別できる。大竹海岸では離岸流のしやすいところがある程度決まっているが、一時型の離岸流ができることもある。
- ・海底の砂の堆積状況を実際に足で踏み、その固さ、柔らかさを調べる。離岸流が発生する付近の海底はゆるく、凹凸が顕著に感じられることが多い。

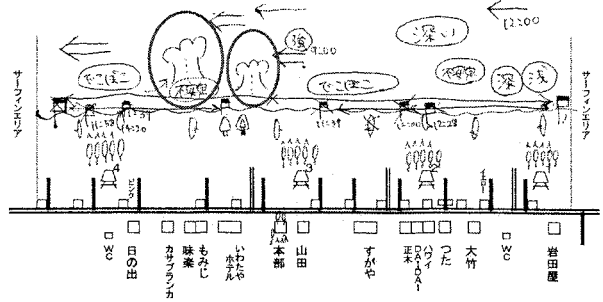
以上のヒアリング結果は、浅海域の波・流れ・地形に関する力学的な知見と矛盾せず、ライフセーバが海況を経験的、感覚的に理解していることが伺える。

3. パトロールログの分析

(1) パトロールログ

大竹 SLSC のパトロールログ（2001, 2002, 2005, 2006 年）を分析した。パトロールログは海水浴場の監視状況と経過を記録したもので、入場者数や天候、気温、風向き、潮位、水温に加え、ビーチ見取図が毎日記録されている。ビーチ見取図には沿岸方向約 1km、砂浜の岸沖方向約 100m の波、流れ、地形、砂浜の状況などが記されている。波、流れ、地形は、ライフセーバが朝に浮き輪の役目を果たすレスキューチューブを垂らしながら波打ち際を歩く、実際に海に入水して海況と地形を確かめるなどを通じて情報を収集し記録する。また、監視活動中も浮具を使っている人の流れられ方、海表面の変化などから流れを観察し、その結果を随時追記する。

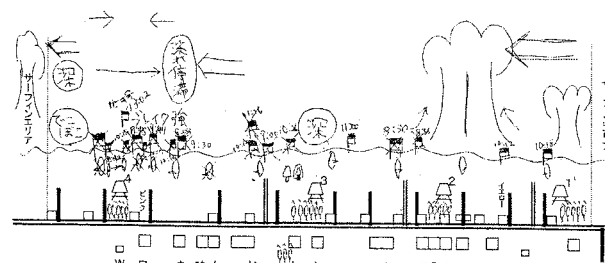
ビーチ見取図 本部、タワー等施設的位置、潮流（流向、流速、リップカレント）について図示する。



(a) 2006年7月29日（平均波向77度、平均波高0.68m、中潮）

「でこぼこ」、「深い」はその付近の海底の様子を、横向きの矢印は潮の流れを、図中の縦向きの記録は離岸流を表す。番号 1～4 の台形はライフセーバが監視を行う拠点。離岸流発生数：2、沿岸流強度：+2。

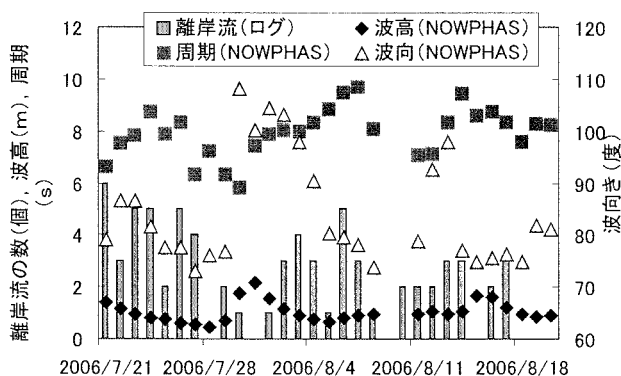
ビーチ見取図 本部、タワー等施設的位置、潮流（流向、流速、リップカレント）について図示する。



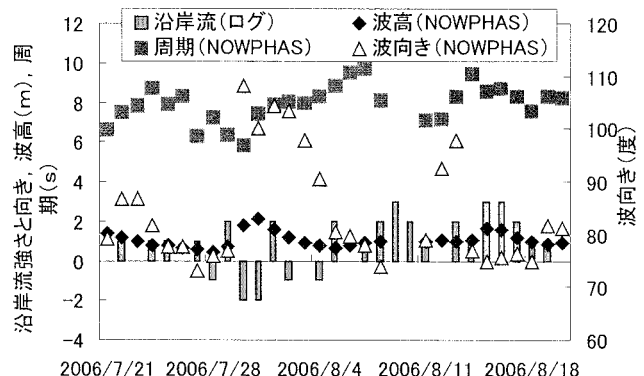
(b) 2006年8月13日（平均波向98度、平均波高1.0m、中潮）

離岸流が3つ発生していた。2番の拠点の正面に強く大きな離岸流が発生していた。3番拠点と4番拠点の間は流れが複雑になっており波が停滞していると記されている。離岸流発生数：3、沿岸流強度：+2。

図-2 パトロールログ・ビーチ見取り図



(a) 離岸流の発生数



(b) 沿岸流の強度

図-3 2006年シーズンの (a)離岸流の発生数、(b)沿岸流の強度。波高、波向は屈折計算による換算値。

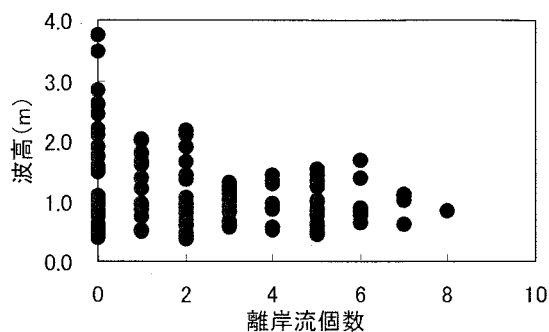


図-4 離岸流の発生数と波高の関係

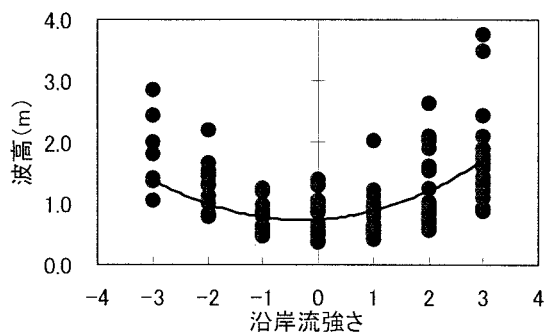


図-5 沿岸流の強さと波高の関係

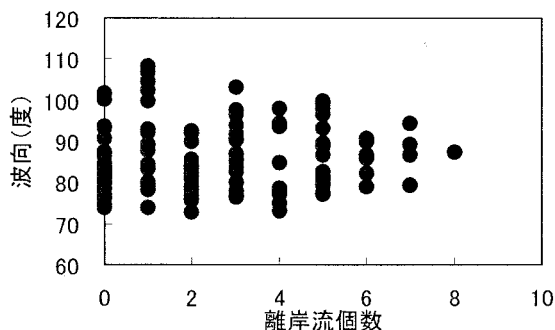


図-6 離岸流の発生数と波向の関係

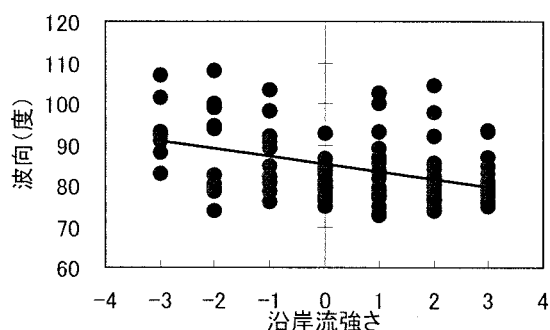


図-7 沿岸流の強さと波向の関係

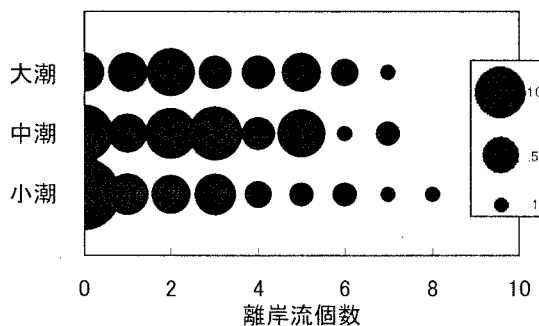


図-8 離岸流の発生数と潮汐の関係

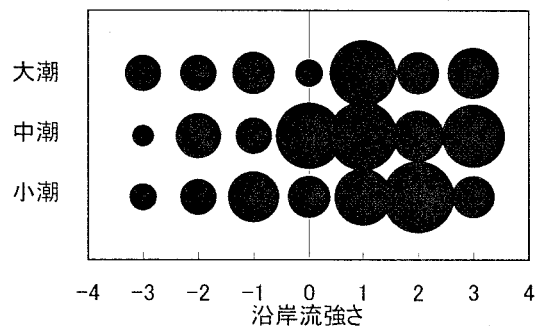


図-9 沿岸流の強さと潮汐の関係

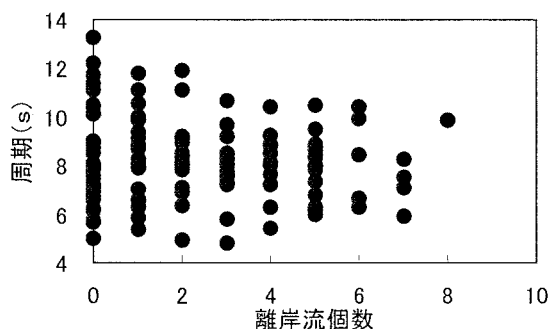


図-10 離岸流の発生数と周期の関係

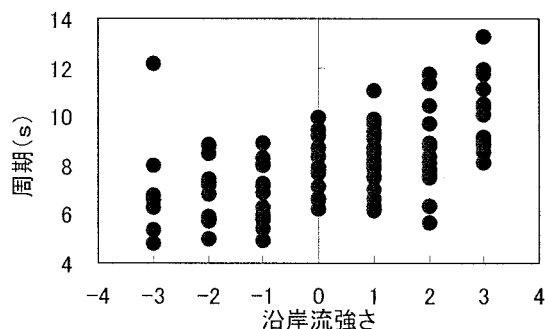


図-11 沿岸流と周期の関係

(2) 分析方法

ビーチ見取図の例を図-2(a), (b)に示す。図中の矢印は潮の流れを、図-2(a)の中心より少し左にある丸で囲った印が離岸流を、「でこぼこ」、「深い」はその付近の海底の様子をそれぞれ表している。

離岸流、沿岸流の発生を以下の手順で数値化した。離岸流は印の個数を数え、沿岸流は矢印が全体的にどちらに向いているかを判断し、左向き（北方に向

かう流れ）の場合はプラス、右向き（南方に向う流れ）の場合はマイナスとした。それぞれの強さは矢印の太さやメモから「1（弱）」、「2（強）」、「3（非常に強い）」で評価した。矢印の向きが左右に交錯し、向きが判断しがたい場合、沿岸流が発生していない場合は「0」とした。例えば、図-2(a)からは、離岸流の発生数を2、沿岸流の向きと強度を+2と読み取った。なお、海底地形に関する

情報の読み取りも試みたが、解析に資する結果は得られなかった。

(3) 波浪、潮汐データとの比較

パトロールログから読み取った離岸流の発生数、沿岸流の強度を数値化した結果を波浪データと比較した。波浪データは鹿島港のデータ（水深24m地点、NOWPHAS、図-1参照）を用いた。大竹海岸の水深3m地点における波の海岸線に対する入射角度、波高を屈折計算により求めた。波高、波向、周期はライフセーバの監視時間に合わせて6時から18時までの平均をとり、これを平均波高、平均波向、平均周期とした。以降では単に波高、波向、周期とする。波向は沖に向かって右方向（南方）からの入射を0度、汀線に垂直な入射方向を90度とした。

図-3に2006年の海開き期間中の離岸流と沿岸流の発生状況を、日平均の波向・波高と共に示す。夏季には南方からの入射波が多く観測される。離岸流の発生がほぼ毎日認められること、波高が大きく（おおよそ1.7m）なると離岸流は発生せず沿岸流が波下方向に発生することなどが読み取れる。

次に、4シーズンの離岸流発生数、沿岸流の強さと波向、周期、波高、潮汐（小潮、中潮、大潮）との関連を調べた結果を図-4～図-11に示す。なお、大潮の期間を3、中潮を2、小潮を1として整理した。次のことが読み取れる：

- ・離岸流の発生数は波高が1m程度の時に最も多く、2m以上ではほとんど観測されない
- ・波の入射角が90度に近い時に離岸流の発生数が多い
- ・沿岸流の強度には波高との相関が見られる
- ・沿岸流は波下方向に発達する
- ・大潮、中潮の期間に離岸流の発生数が多い
- ・入射波の周期と離岸流発生数、潮汐と沿岸流の強度には相関がみられない

全般的には、波の入射角が90度に近い時に離岸流の発生が多くなるという、これまでに海岸工学の分野で確認されていることが認められた。

波高については、その大きさに応じて離岸流速、規模が大きくなるとされているが、パトロールログでは波高が大きい日における離岸流発生数、規模は小さかった。これは、台風の影響などで波浪の高い日は全域遊泳禁止となり、遊泳者がいなくなりライフセーバが積極的に詳細なパトロールログを残しておらず、離岸流の発生を見逃していることによると考えている。潮汐に関しては、大潮の時に潮位が低くなり、海底に存在するバーの影響を受けて離岸流が発生しやすいという報告¹⁾と定性的に合致する。

4. レスキューログの分析

海水浴客の救助活動を行うとライフセーバはレスキューレポートにその記録を残す。レスキューレポートには、救助の内容、事故の原因、救助者からのヒアリング結果などが記されている。1998年から2006年の記録を概観すると、救助者の事故原因はリップカレントにより流されるのが最も多く、次いで急に深くなる地形（急深）にとらわれて救助が必要となる場合が多かった。また、流された遊泳者の多くが浮具を持っており、浮力を得ることにより流れやすい状況にあり、これは風が強い時に顕著であった。以上は、日本ライフセービング協会が全国的に調べた結果²⁾とほぼ同じ傾向にある。

なお、ライフセーバのヒアリングでは、レスキューレポートには救助に至った事象のみが記されており、潜在的には、事故に至らなかったものの多くの危険な状況があるとの意見があった。海外でもレスキューレポートの解析を行い³⁾、離岸流の発生予報を試みることが行われているが、レスキューレポートでは海況を見逃すことがあり得ることを念頭に置く必要がある。

5. 結び

ライフセービング監視活動を記録したパトロールログとレスキューレポートを調べ、ライフセーバが記録した離岸流、沿岸流の発生状況は海岸工学的な観点から説明できることを確認した。離岸流の発生は地形との関連があると推測されるが、このことを明らかにするには至らなかった。ここで得られた結果、海況に関する力学的な知見をライフセーバに示し、パトロール監視活動を支援することを今後の目標としている。

謝辞：大竹 SLSC のメンバー各位に様々な支援を頂いたことお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 例えば、吉井匠，出口一郎，藪崎洋隆，有田守：地形性離岸流の発生について，海岸工学論文集，第53巻，pp. 20-33，2006。
- 2) 日本ライフセービング協会，平成16年度パトロール統計，<http://www.jla.gr.jp/pt-h16/>（2007年4月9日参照）。
- 3) Engle J., MacMahan J., Thieke R. J., Hanes D. M. and Dean R. G.: Formulation of a rip current predictive index using rescue data, *Proc. National Conf. on Beach Preservation Technology*, FSBPA, 2002.