

新潟県沿岸域の海浜事故に関する基礎的研究

水工学研究室 木下 茂生
指導教官 細山田 得三

1. はじめに

毎年、海水浴は身近なレジャーとして多くの人々によって楽しまれているが、海水浴中の海浜事故も多く、死亡事故などの重大事故も毎年発生している。

浅海域での海浜事故には様々な要因が考えられるが、その1つに沖方向への強い流れの離岸流(rip-current)によるものが挙げられる。以前から、砂浜海岸付近で沖方向への強い流れが発生することが知られていたが、近年では、突堤や離岸堤などの海岸構造の増加に伴い、付近の流れが複雑化することによって発生する離岸流も重大事故の原因となることが指摘されるようになった。

新潟県沿岸でも例外ではなく、近年海浜事故が多発している。新潟県・富山県・石川県を含む第九管区海上保安本部管内でも、人身事故者数が平成16年で147人、そのうち死亡・行方不明者は49人であった。また、マリンレジャーに伴う海浜事故者数は102人で、事故を内容別に見ると全国的な統計と同様に遊泳中が29人で最多で、次いで釣り中・磯遊び中であった。平成14年度の都道府県別の統計では、遊泳中の事故が最も多発したのは新潟県で、この年から海浜における安全性が再び見直され始めた。表1は第九管区内の海浜事故統計である。

表1. 第九管区内の海浜事故 (平成17年度発表)

	海浜事故		小計
	マリンレジャーに伴う海浜事故	その他の海浜事故	
12年	55 (34)	55 (41)	110 (75)
13年	58 (17)	35 (23)	93 (40)
14年	114 (41)	64 (44)	178 (85)
15年	41 (16)	54 (41)	95 (57)
16年	59 (13)	43 (22)	102 (35)

() 内は死亡・行方不明者数 単位:(人)

2. 研究の目的及び流れ

浅海域での海浜事故は概ね増加傾向を示しており、その中には離岸流と考えられる強い流れによって発生した事故も含まれており、更には、海浜事故の半数が離岸流に起因しているとも言われている。

今後は海岸構造物の建設が増加していき、付近の流れが複雑化するに伴い、従来の発生要因とは異なる離岸流が生成し、事故を誘発することが予想される。そこで本研究では、新潟県沿岸域の突堤・離岸堤などの人工構造物付近での離岸流の物理的特性を明らかにし、今後の離岸流の研究に役立てることを目的とした。

本研究ではまず、既往の新潟県沿岸の海浜事故を調査し、離岸流の疑いがある事例から発生要因となる自然・物理現象の各データを比較・検討することにより離岸流発生メカニズムについて検討を行った。次に、検討より得られた知見を基に離岸流の発生の可能性がある場所を探し出し、実際に現地観測を行うことによって離岸流の発生の有無、またはその規模などを求めた。

3. 新潟県沿岸の海浜事故

毎年新潟県内では高い頻度で海浜事故が発生している。具体的にどのような状況で事故が発生しているか把握するために、まず新聞記事データベースより過去の事例調査を行った。その統計を見てみると、約半数が離岸流に起因していると考えられる事故であった。また、エリアごとに分類することで事故が頻繁に発生している海岸も明確になった。

新潟県沿岸全域で海水浴客が沖に流される事故が発生していることから、県内全域で離岸流が発生

していると考えられる。特に、近年問題視されている海岸構造物付近でも離岸流が発生していることが確認できた。

4. 事故発生時の気象・海象条件の検討

(1) アメダス風データの有用性の検討

事故時のアメダス風向データに注目してみると、北よりと南東からの吹送が多く、特定の卓越した風向を断定することはできなかった。そこで、風向データの観測点の地形に注目してみた。新潟や糸魚川などのアメダスは、比較的海岸に近い場所に設置してあるが、柏崎の場合は、内陸側に設置してある。そのため海上の風向とは差異が生じ、地点ごとに異なる傾向を示すと考えられる。

(2) 波浪観測データ (ナウファス)

ナウファス (NOWPHAS) による 2001~2004 年の 7・8 月の新潟沖と直江津の観測データを用いて解析を行った。まず波向に着目すると、北~北西からの波が海岸に入射するときに事故が発生していた。新潟県のように北向きに日本海に面している地形では、北からの波が卓越するとき事故が発生することがわかる。また、海水浴時に発生する事故であることより、小波高時に事故が発生することがわかった。ここでナウファスとは、港湾空港技術研究所が提供する全国港湾海洋波浪情報網 (Nationwide

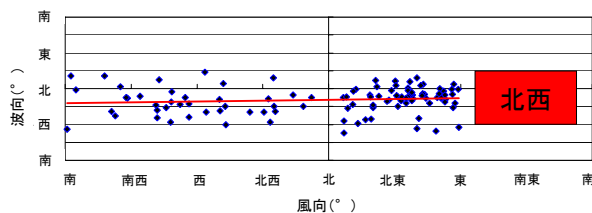


図1 風向と波向 (2004年8月直江津)

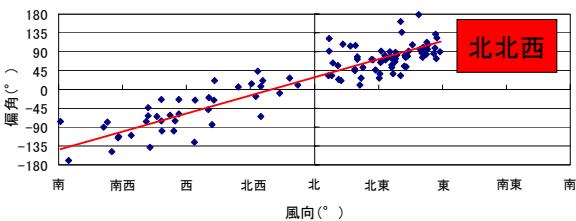


図2 風向と偏角の関係 (2004年8月直江津)
(風向: 0° が真北, プラスが時計回り, マイナスが逆回り)

Ocean Wave information network for Ports and Harbours) のことで、全国観測地点の波浪情報をリアルタイムで知ることができる。

(3) ECMWFとナウファスのデータ比較

前節より、陸上のアメダス風データは海上風とは相関が低いという問題が生じたので、本節では客観解析風データを用いて波浪との比較を行った。客観解析気象データは世界の各気象機関より提供されており、本研究で用いる ECMWF (ヨーロッパ中期予報センター) の風データもその 1 つである。ECMWF 風データは、2004 年 7~8 月までの新潟沖・直江津のものを使用した。

比較の結果、図1より波浪は風向に関わらず常に西~北北東の方向から入射することがわかった。図2より風向と偏角 (風向-波向) を比較すると、風向に因らず主に北北西からの波向が卓越することがわかった。よって、新潟県沿岸域では夏季において、波浪はほぼ北北西から入射すると考えられる。同様に冬季の波向を調査してみても北北西の波浪が卓越していることから、新潟県沿岸の波向は通年で北北西からの波向が卓越していることがわかった。図3・図4の波高の経時変化からは、波高が1m未満で、且つ波高の変化する前後に離岸流が発生しやすいことがわかった。

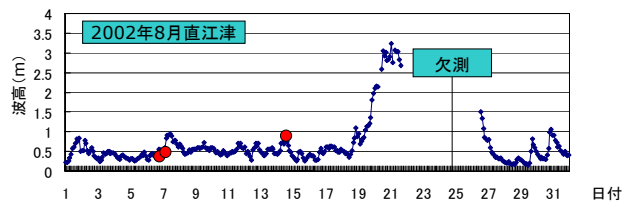


図3 波高の経時変化 (2002年8月直江津)

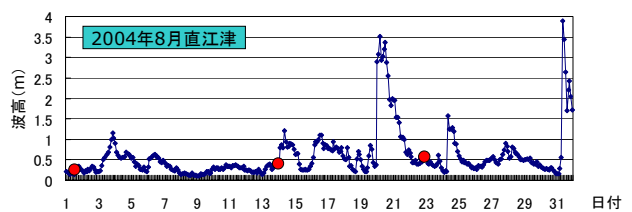


図4 波高の経時変化 (2004年8月直江津)

5. 離岸流予測からの現地観測

第3・4章の海浜事故調査より得られた知見を基に、離岸流の発生場所・時期を推測し、実際に現地観測を行った。観測期間は、2005年11月18日～2006年1月14日の期間中に10回行った。観測は、柏崎市椎谷漁港横の突堤付近で集中的に行った。離岸流事故は、前章から小波高時で波向が北北西のとき多発することがわかったので、現地観測も同様の条件時に行った。海浜事故は主に夏季に発生するが、北北西の波向は通年で卓越していることから、冬季でも同様の波向であると考えられるので本研究では冬季に観測を行った。

5-1. 観測方法

(1) フロート観測

漁具として使われる球体のフロートを突堤の先端や海岸から多数流し、流れの位置や規模をビデオに撮影し、以降の観測の基礎資料とした。

(2) GPSフロート観測

筒状のフロートの中に小型のGPSを内蔵させ、流況を数値化させることによって軌跡データを取得した。本研究で使用したGPSは、EMPEX製ポケナビMAP21EXである。

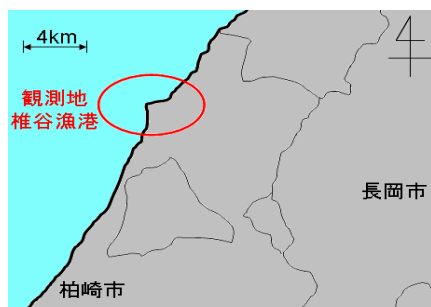


図5 観測地点の地図



図6 観測地点の航空写真

5-2. 観測地の概要

観測は図5・図6に示すように、椎谷漁港横の突堤付近で行った。漁港に隣接した観音岬付近は、漁港から岬付近にかけて全域が岩盤帯になっている。干潮時には、海岸から少し離れたところで水面から岩が突出する。全体的に水深が小さいため、水面全域で砕波が生じていた。漁港に突堤は3基あるが、本研究は一番北側の突堤付近の流況を調査した。

5-3. 観測結果

椎谷漁港での観測は、2005年12月7・8日、2006年1月13・14日の計4回であった。そのうち、フロートの流況は全ての日でビデオカメラで撮影し、GPSフロート観測は2005年12月8日と2006年1月14日に実施した。

椎谷漁港の波向別頻度を見ると北北西からの波が卓越していた。観測時も常に波が北北西から入射していたことから、この波向は現地での離岸流の発生要因の1つだと考えられる。また、図7のフロートの流況や図8の軌跡データから、2005年12月8日の離岸流は右回転の循環流であることが確認できた(図8:青色の軌跡)。

この循環流は、最大流速0.67m/sで、平均流速は

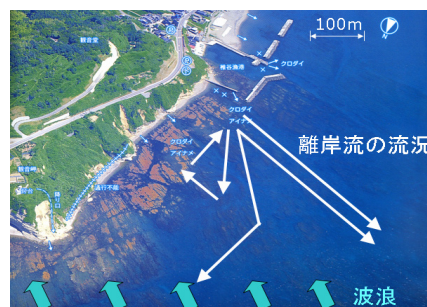


図7 全フロートの流況

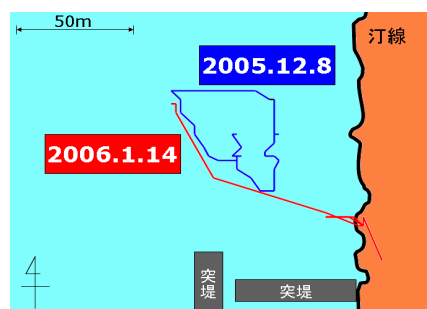


図8 軌跡データ

0.32m/s であった。離岸流は通常、0.2~0.3m/s の流速で危険であると言われており、海水浴場で同程度の離岸流が発生した場合、大変危険な流れであることがわかる。また循環流の大きさは、渦の周長は176mで、直径は約60mであった。この規模を10分程度で周回する離岸流が発生していた。

2006年1月14日に発生していた離岸流の軌跡(図8:赤色の軌跡)は、汀線から沖方向に直進しており、最大流速が1.58m/sにも達しているため、2005年12月8日の離岸流同様、海水浴場で発生した場合、事故につながる危険性が懸念される。

2つの離岸流を計測した当時の風向と波向を比較すると、同様な気象・海象条件となっていた。2005年12月8日は、風向は北西、波向は北北西で波高は0.8mであり、2006年1月14日には風向は北西、波向は北北西で波高は0.5mであった。このことから、椎谷漁港横の突堤付近では、北西からの風により同様な入射をする波浪が発生して離岸流が生成している可能性があることがわかった。

本研究では、GPSを用いて小規模な循環流の計測に成功したが、椎谷漁港横の突堤付近には、数種類の流向の離岸流が発生しており、主に汀線付近から沖方向へ直進する速い流れが発生していた。これらはフロート観測により観察できたが、GPSフロートによる計測は行うことができなかった。今後は、GPSフロートの改良が必要である。

6. 結論

本研究は新潟県沿岸の突堤・離岸堤付近の離岸流の物理的特性を解明することが目的であった。新潟県の実験事故から離岸流の発生要因となる自然・物理現象の各データを比較・検討することにより離岸流の発生メカニズムを明らかにすることができ、発生地点を予測して柏崎市椎谷漁港横の突堤付近の離岸流を実際に観測することができた。具体的に次のことを明らかにすることができた。

(1) 新潟県沿岸の海浜事故調査から、沿岸全域で事故が毎年発生している。またその中で、離岸流に

起因した可能性のある事故は全体の約半数を占めている。

(2) 海浜事故の統計より、新潟県沿岸では北寄りの波が入射するとき事故が多発している。特に離岸流は、北北西からの波が入射し、且つ波高が1m未満の状況から急激に変化する前後に離岸流事故が発生する可能性が高い。

(3) 新潟県沿岸では、夏季・冬季ともに北北西の波浪が卓越することから、この海域では通年で北北西からの波向が卓越する。つまり、波向は風向よりも、佐渡島の回折など地形形状の影響を強く受ける可能性がある。

(4) 観測結果より、柏崎市椎谷漁港横では同様な気象・海象条件で同じ場所に離岸流が発生している。流速も一般の人が泳ぐには危険な大きさであり、この海域では注意が必要である。また、今後も継続して同じ地点で観測することにより、椎谷漁港で発生している離岸流の要因を明確にすることができると思われる。

(5) 観測結果より、波が静穏時でも離岸流が発生しているため、海水浴客は十分気を付ける必要がある。そこで、新潟県沿岸の主な海水浴場で観測を行い、一般の人々にその情報を提供することが今後の海浜事故予防につながると考えられる。

7. 参考文献

(1) 出口一郎, 荒木進歩, 他 (2003): 鳥取県浦富海岸で観測された離岸流の特性, 海岸工学論文集, 第50巻, 土木学会, 151-155

(2) 西隆一郎, 萩尾和央, 他 (2003): 水難事故予防のための離岸流調査に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第50巻, 土木学会, 156-160

(3) 出口一郎, 荒木進歩, 他 (2004): 浦富海岸で観測された地形性離岸流の特性とその予測について, 海岸工学論文集, 第51巻, 土木学会, 136-140

(4) 西隆一郎, 山口博, 他 (2004): 宮崎県青島海岸での離岸流観測—水難事故予防のために—, 海岸工学論文集, 第51巻, 土木学会, 151-155