

新潟東海岸域での離岸流調査

水工学研究室 福重 篤史

指導教官 犬飼 直之

1. はじめに

近年、新潟県の沿岸域は土地利用の高度化に伴って海洋性レクリエーションの場としての需要が増え、多くの人々によって楽しまれている。しかし、毎年海水浴中の海浜事故が後を絶たない。

海水浴中の事故には幾つかの要因があるが、その中の1つに離岸流がある。離岸流とは沖向きの強い流れのことであり、地形や波浪条件が主な原因であると考えられている。既往研究により、砂浜海岸での離岸流の発生理論は提案されているが、突堤や離岸堤などの海岸構造物付近については研究例が少なく、未解明な点が多い。

2. 研究の目的

本研究では過去に新潟県内で発生した海浜事故の情報から、新潟県内の海浜事故の発生やそのうちの離岸流の事故発生状況を把握し、離岸流が実際にどのように発生しているのかを把握するために現地調査を行い、実際に発生する離岸流の動態や規模を明確にすることを目的とした。

3. 新潟県内で発生した海浜事故について

今回、海上保安庁第9管区から事故情報を提供していただいた。それによると、離岸流に起因するものと考えられる事故は全海浜事故件数の四分之一で発生していることがわかった。また図-1に示すように新潟県を4つのエリアに分類することで最も事故が多いのが下越地方であることが分かった。

図-2と図-3は海浜事故は新潟市周辺エリアの島見浜海水浴場や間瀬下山海水浴場などに頻繁

に見られた。新潟県内全域において海水浴客が沖に流されるという事故が発生していることから離岸流は全域で警戒が必要と考えられる。

また事故が発生している海岸を調べてみると突堤や離岸堤などの海岸構造物が見受けられ、近年問題視されている離岸流が発生していると推測される。

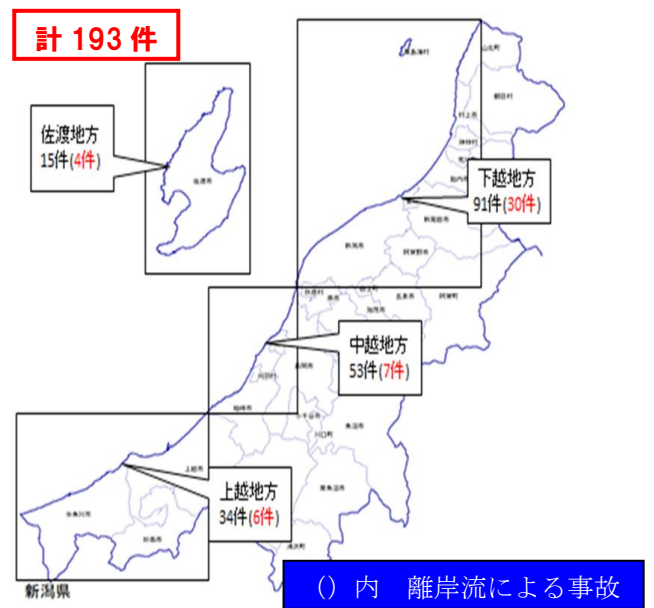


図-1 新潟県の海浜事故 (2001~2014年)



図-2 新潟県下越地方の事故発生場所と発生件数 (2001~2014)



図-3 新潟県下越地方の事故発生場所と発生件数(2001~2014)

4. 新潟県内の海水浴場での海浜事故発生時の波浪特性

新潟県の波浪特性を知るために本研究では、ナウファス (NOWPHAS) の 2002 年~2014 年の新潟沖, 直江津沖のデータを用いた。ここでナウファスとは港湾空港技術研究所の全国港湾海洋波浪情報網であり, 全国の観測点において沿岸の波浪状況をリアルタイムで知ることができる。ナウファスの波浪データより, 波向き, 波高・周期を統計した。図-4 と図-5 に示すように新潟県沿岸は地形的に北北西~北の波向きが卓越していることがわかった。

図-4 と図-5 の吹き出しの数字は 2002~2014 年の 7 月に起きた離岸流が影響している事故の件数を示している。新潟付近の 7 月の波浪は波高 0.5m 以下, 波向 N~NNW が卓越している。事故は, 波高 1m 以下で発生しており, 0.5m 以下の時の発生件数は半分である。事故発生時の波向は, NNW が多く, 7 月全期で卓越する波向時に事故が多い。

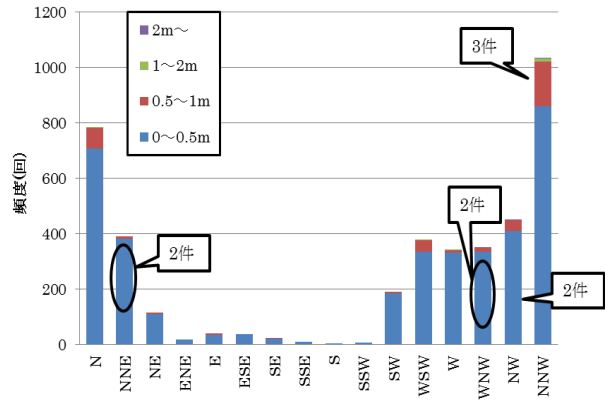


図-4 7月の新潟沖における波高別波向頻度グラフ (2002~2014年)

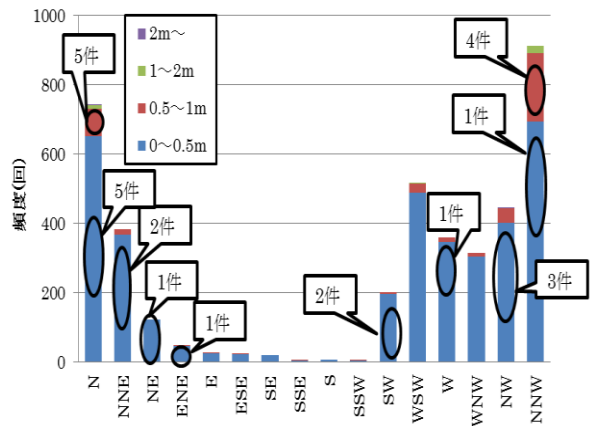


図-5 8月の新潟沖における波高別波向頻度グラフ (2002~2014年)

波高(m)	件数	周期(s)	件数	波向	件数
0.5~1.0	5	6~7	3	WNW	2
0~0.5	6	5~6	1	NW	2
		4~5	3	NNW	3
		3~4	4	N	1
				NNE	2

表-1 事故発生日の波浪頻度表(7月新潟沖)

波高(m)	件数	周期(s)	件数	波向	件数
0.5~1.0	7	7~8	1	SW	2
0~0.5	15	6~7	2	NW	3
		5~6	3	NNW	4
		4~5	7	N	9
		3~4	7	NNE	2
		2~3	2	NE	1
				ENE	1

表-2 事故発生日の波浪頻度表(8月新潟沖)

表-1と表-2に事故発生日の波浪頻度表をまとめた。7月と8月を比較すると、事故発生件数が8月の方が7月の倍多い。これは北陸では梅雨明けが7月下旬と遅く、遊泳客が悪天候のときに少ないからだと考える。また8月の方が7月に比べ波向きが多方向である。これは夏季に日本海側を通過する高気圧が影響しているためであると考える。

5. 事故が特に多い新潟東港周辺（網代浜、藤塚浜）の事故発生状況の説明

新潟東港東側海岸域(網代浜海水浴場・藤塚浜海水浴場)での離岸流事故発生日の海象・波浪特性及び天気図から離岸流発生原因を考察した。

2つの海水浴場で離岸流による事故がもっとも多いときの波向はNNWからであった。新潟沖夏季の波向はNNWからが卓越しているので、普段の波で離岸流が発生していることが考えられる。

離岸流発生日の波高経時変化は、0.5~1.0mの間で安定している日が多く、平穏な波で離岸流が発生していることがわかった。よって、穏やかで泳ぎやすい波であっても離岸流に注意する必要がある。

網代浜と藤塚浜では低気圧や前線が新潟県付近にあるときに事故が発生していることが多かった。普段から離岸流は発生していることが考

えられるため、波高や周期が高いときに事故が発生していることが考えられる。

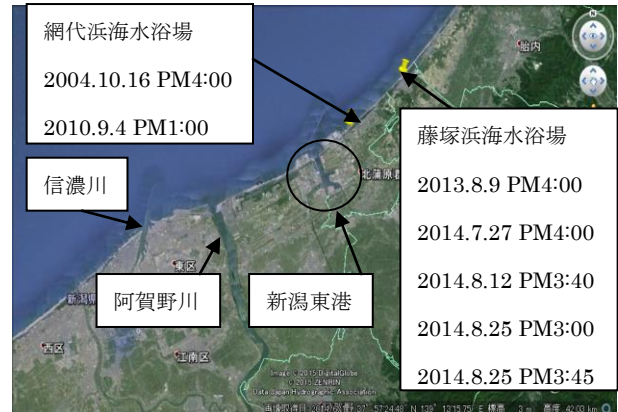


図-6 網代浜海水浴場と藤塚浜海水浴場の場所と海浜事故

6. 離岸流の発生状況の把握のための調査

新潟県内の離岸流発生事故の多くが新潟東港付近で発生していることが分かった。そこで新潟東港近くにある網代浜海水浴場での離岸流の動態を観測し、新潟県各地の離岸流発生状況を把握することを試みた。

図-8に示すように、新潟県北蒲原郡聖籠町網代浜海水浴場で、平成26年9月17日(水)に行った。当日の海象は約10km西方の新潟沖のNowphas³⁾波浪観測所によると14時の有義波高は0.65m、周期は5.6秒であった。

図-5に調査日の天気図、図-6に調査日の新潟沖波浪データを示す。



図-7 調査海域（網代浜海水浴場）位置

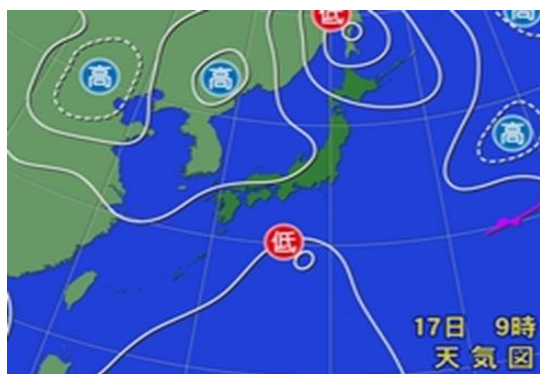


図-8 調査日(2014.9.17)の天気図

時刻	有義波		波向
	波高(m)	周期(s)	
00:00	0.43	4.2	NNW
02:00	0.44	4.2	NNW
04:00	0.41	4.1	NW
06:00	0.48	4.1	NW
08:00	0.65	4.7	NNW
10:00	0.54	4.6	NNW
12:00	0.60	5.0	NNW
14:00	0.65	5.6	NW
16:00	0.62	5.5	NNW
18:00	0.58	5.0	NW
20:00	0.61	5.3	NW
22:00	0.53	5.0	NW
最大	0.65	5.6	最大波向
平均	0.55	4.775	NNW, NW

□ : 調査時間帯

表-3 調査日のナウファス新潟沖波浪データ

調査時は海水浴時の波高よりも大きい状態であったが、逆に砕波帯の幅も増大しており、通常より規模が大きい離岸流が発生していたと考えられる。また、波向は NNW であり、海岸を背にして右前方からの波浪が入射しており、写真内の左側の突堤から右方向へ 200m ほど離れた砂浜の凸部付近では、海岸を背にして左前方へ向けて離岸流が発生しているのが目視でも確認できた。また、突堤付近では根元付近から沖に向けて離岸流が発生していた。

この海岸で海面着色剤散布および GPS 付浮標放出により離岸流を可視化し、その離岸流の挙動をマルチコプターでの空撮および海岸上からの

メジャー測量などで把握した。

写真-5 に海面着色剤の散布状況を示す。写真右側中央から左側へ着色剤が拡散している。この拡散状況を 30 秒ごとに空中撮影し、先端部の位置を調べることで規模および平均流速を求めることにより、離岸流の発生状況を把握した。

写真-6 に離岸流場内の各地点での離岸流の流速・流向ベクトルおよび平均流速を示す。結果では、汀線(波打ち際)付近の平均流速が最大で 0.90m/s、沖側で 0.4m/s 以下であり、海岸に近い場所では離岸流の平均流速は大きく、沖に出るほど小さくなる傾向であった。また砕波帯の端部で 流向が海岸向きとなりすぐにまた沖に向けて流出する蛇行現象が確認された。



写真-1 空撮用マルチコプター



写真-2 海面着色剤/ 写真-3 メモリ式GPS付浮標

今回カブス地形の特徴と波浪の状況から離岸流の発生箇所を視認でき、離岸流を海面着色剤によって可視化し空撮することで、規模や流れの状況を把握することができた。

調査時の砕波帯の幅は約 100m、カブスとカス

ブの間隔は約 200m であった。海面着色剤を散布後 1 分 30 秒後で左前方の沖へ約 50m 流されている。3 分 30 秒後くらいまで同方向の沖へ流れ続けた。その後蛇行し、岸に向かって戻ってくる流況を示した。

海面着色剤散布後のマルチコプターより空撮した画像を図から図に示す。それにより今回可視化

した離岸流の流速が汀線付近で 0.9m/s、沖で 0.4m/s であることが分かった。今回の調査では地形的な特徴および波浪の状況から離岸流の発生場所をピンポイントで特定をする事ができ、さらに離岸流を可視化して流況を把握する事ができた。これにより発生場所やその規模などを把握する事ができた。

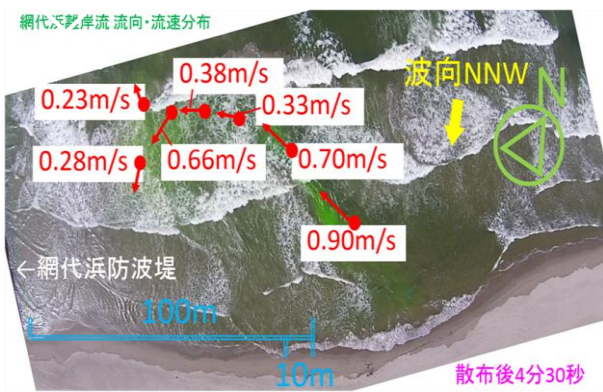


図-9 マルチコプターより空撮した海面着色剤の拡散状況の変化

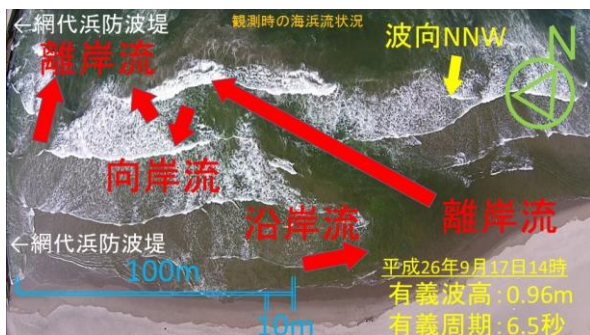


図-10 調査時の現場海岸の離岸流発生状況

7. 結論

本研究は、海浜事故防止のためにその原因解明に関して海浜事故および波浪特性の調査、現

地観測を行った。以下に具体的な内容を示した。

(1) 近年、新潟県の高浜事故を調査することにより、新潟県沿岸全域で事故が発生していることがわかった。離岸流による事故がその約半数を占めており、離岸流の危険性が高いことを示した。そして離岸流による高浜事故が頻繁に発生している海岸がわかった。特に新潟市付近は海洋構造物が比較的に多く、事故も多かった。今後は新潟市付近の調査が必要である。

(2) 新潟県の波浪特性をナウファスの波浪データからまとめることで北西～北の範囲で波向が卓越していることがわかった。離岸流による事故が発生した当時の波向も北西～北であり、新潟県全域で離岸流が発生する可能性が高い。波高・周期の関係より、事故が発生した日をプロットしてみると波高が 0.5～1.0m のときに一番多く離岸流が発生している。よって、波高が低く平穏な日でも離岸流に注意する必要がある。

(3) 新潟県の高浜事故調査によって、新潟県内で下越地方が高浜事故による事故がもっとも多い海岸であった。網代浜と藤塚浜で離岸流が発生したときにもっとも多い波向は NNW であり、日常的に流れる波で離岸流が発生しやすいと推測される。波向の経時変化をみると、比較的 1 日の波向が NNE～NNW の間で安定し、一定方向から波が流れているときに離岸流発生が発生すると推測される。

(4) 網代浜と藤塚浜では低気圧や前線が新潟県付近にあるときに事故が発生していることが多い。普段から離岸流は発生していることが考えられるため、波高や周期が高いときに事故が発生していることが考えられる。

(5) 観測結果より、網代浜では離岸流は地形と波向で発生することが実際に確認できた。カスピの尖った箇所と網代浜防波堤に沿って離岸流が確認された。突堤周辺では北西の一定な波向によって離岸流は発生しやすい。

離岸堤周辺で離岸流が発生し、離岸堤に対して

斜めに波が入射するときに発生する可能性が高い。今回観測した海岸に限らず、一日中一定な波向・構造物に対して斜めに入射する波向・その波向が入射しやすい地形によって離岸流が発生する可能性が高いと推測される。

(6) 海浜事故を減少させるために一般の人々に情報を提供することで離岸流に対する知識を持ってもらい、注意をしてもらうことが必要である。

8. 今後の課題

今後の課題としては、現地観測の回数を増やし、事故が頻繁に発生する海岸で行うことが重要である。また、風向・波向の関係、波向・地形の形状との関係など詳しく統計し、より明確な相関性を見つけることが重要である。

現段階では離岸流の発生は予測することが困難であるため、現地観測を繰り返し行うことでその海岸の流れ場の物理的特性を明確にし、予測を行うことが求められる。

9. 参考文献

- 【1】高橋重雄, 常数浩二, 鈴木高二郎, 成瀬 進, 土棚 毅, 池田義紀 (1998) : 海水浴中の重大事故事例に関する一調査, 海岸工学論文集, 第 45 巻, 土木学会, 1211-1215
- 【2】柴崎 誠, 宇多高明, 芹沢真澄, 熊田貴之, 小林昭男 (2003) : 離岸流を助長するリップチャネルの形態について, 海岸工学論文集, 第 50 巻, 土木学会, 146-150
- 【3】出口一郎, 荒木進歩, 竹田怜史, 松見吉晴, 古河泰典, (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
- 【4】西隆一郎, 萩尾和央, 山口 博, 岩根信也, 杉尾 毅 (2003) : 水難事故防止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
- 【5】出口一郎, 荒木進歩, 竹田怜史, 吉井 匠, 大和桂子, 竹原幸生 (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
- 【6】西隆一郎, 山口 博, 岩淵 洋, 木村信介, 村井弥亮, 徳永企世志, 古賀幸夫 (2004) : 宮崎県青島海岸での離岸流観測一水難事故防止のために一, 海岸工学論文集, 第 51 巻, 土木学会, 151-155
- 【7】吉井 匠, 出口一郎, 萩崎洋隆, 有田 守 (2006) : 地形性離岸流の発生条件について, 海岸工学論文集, 第 53 巻, 土木学会, 096-100
- 【8】木下茂生, 細山田得三 (2006) : 新潟県沿岸域の海浜事故に関する基礎的研究
- 【9】橋本融, 細山田得三 (2007) : 新潟県における離岸流による海浜事故原因解明のための基礎的研究
- 【10】米江駿介, 犬飼直之 (2014) : 石川県内灘海岸における離岸流による海浜事故原因解明のための基礎的研究
- 【11】気象庁ホームページ
(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)
- 【12】ナウファスホームページ
(<http://www.pari.go.jp/introduction/facilities/nufas/nufas.htm>)
- 【13】第九管区海上保安本部ホームページ
(<http://www.kaiho.mlit.go.jp/09kanku/>)