

# 離岸流の発生の基礎的要因に関する研究

長岡技術科学大学大学院 学生会員 大橋俊樹  
 長岡技術科学大学環境・建設系 正会員 細山田得三

## 1. はじめに

離岸流に関しては、すでに数多くの観測や研究が行われている。しかし、離岸流が原因とされる海水浴中の事故も毎年絶たないのが現状である。事故例によると、1つは高波浪来襲時にもかかわらず海に入り事故に至ったもの、もう1つは通常時波浪入射時に突如発生する離岸流によって沖に流され、事故に至ったものがある。いずれにしろ、海浜を安全で快適なリクレーションの場として利用するためには、離岸流の発生要因を解明する必要がある。

離岸流は地形や気象条件により発生や規模が異なることから地域性の強い流れであることが知られている。そのため、離岸流の発生を予測するためには、波浪特性の把握と離岸流の発生要因の解明が必要である。従って、数値解析による流動機構の把握がきわめて重要である。

## 2. 研究の目的

離岸流発生の主な要因は、地形と波浪条件である。そこで本研究では、離岸流の発生要因の解明を目的に、仮想地形を用いて数値解析を行った。地形については一様勾配・カスプ地形、波浪特性については有義波高を中心に、離岸流の生成機構の基礎的要因を解明することを目的とした。

## 3. 解析モデル

本研究では、非線形長波理論に基づく計算法を用いた。この計算法では、流体運動の基礎方程式である連続式(1)と運動方程式(2)を鉛直方向に積分した式をそのまま用いる。そのため、波の非線形性のために生じる諸現象が同時に解けることになる。また、運動量方程式の左辺に運動量拡散項を付加することで、砕波などによる運動量拡散を再現した。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} = \left( B + \frac{1}{3} \right) h^2 \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial^2 Q}{\partial t \partial x} \right) + Bgh^3 \frac{\partial^3 \eta}{\partial x^3} \tag{2}$$

キーワード：離岸流，地形，有義波高，主波向き  
 連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1  
 長岡技術科学大学 Tel 0258-46-6000 (代表)

## 4. 計算条件

離岸流の特性を把握するために、地形と波浪条件を変化させ、数値解析を行った。計算領域は、海岸線を800m、沖方向に400mとし、主波向きは海岸方向に直角入射の波とした。なお、波の造波には規則波を用いた。

波浪条件は、有義波周期を5秒として、有義波高を0.25m刻みで変化させた。仮想地形には、一様勾配(1/10)・カスプ地形を用いた。また、カスプについては、凹部分の幅を200mとし、海底勾配は1/10とした。

計算時間は、計算領域全体が定常状態になることを確認したうえで、造波後200秒からを比較対象の範囲とした。流速については、1100~1175秒を周期にして15周期分で平均した流速を比較検討に用いた。

## 5. 解析結果

### (1) 波浪条件について

有義波高を0.25m刻みで、0.5~4.0mまでの範囲を数値解析した。図.1にそれぞれの地形における離岸流最大流速と沖波高を無次元化してプロットした図を示す。この図より、沖波高が高くなるにつれ離岸流最大流速も速くなるが、ある沖波高で流速が遅くなる傾向がみられる。その要因として、図.2-3に15周期平均した流速ベクトル図を示す。図.2-3は、カスプ地形における流速ベクトル図である。波高が2.50mから2.75mへ変化すると、沿岸流が卓越するため流速が小さくなっているのがわかる。一様勾配も、有義波高が2.75mから3.00mへ変化すると、沿岸流が卓越し同様の傾向を示した。しかし、対称な地形に直角入射の波であるにもかかわらず、対称な流れができず沿岸流が卓越する理由は明らかにならなかった。

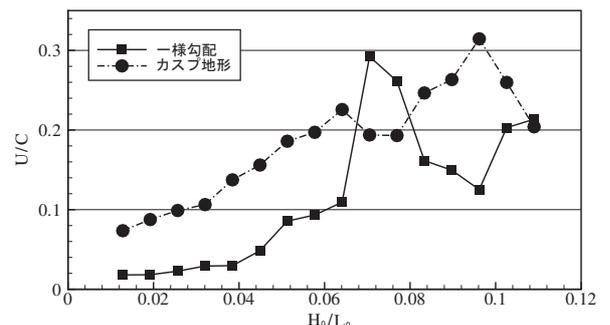


図.1 波高と最大流速

(2) 地形について

一様勾配地形における離岸流は、海岸線に対してある程度等間隔で発生した。形態としては、細長く流速の値が小さいものが多くみられた。しかし、カस्प地形では、有義波高が小さい場合でもカस्पの凹凸の部分から離岸流が確認でき、波が集中し水が溜まり、沖との水位勾配から離岸流に発達したものと考えられる。そのため、一様勾配のように波が集中する箇所がない場合は、離岸流が発生しても規模も小さいが、カस्प地形のように波が集中する箇所が存在する場合、同様な波浪条件でも規模が大きく危険な流れが発生する。カस्पの凹凸部分以外からは離岸流が発生しなかったことも同様であり、波の集中する場所では、離岸流が発生し易いと言える。

(3) 離岸流の発生要因

図.4-5 に、各有義波高のカस्प地形における海岸線 300m 地点の沖方向への水位差を示す。各地点での岸方向へ 50m 地点との差を表し、水位差が正の場合沖方向の水位が高いことを表す。800 秒から 1200 秒の間を見ても、水位差の有無がよくわかる。波高 2.50m では水位差があり、ベクトル図でも離岸流が形勢されている。しかし、波高 2.75m では、沖方向への水位差がなく、離岸流が形勢されていない。従って、離岸流の発生には主に水位勾配が要因であると考えられる。

6. まとめ

離岸流について、その流動特性を解明するため修正ブシネスク方程式を用いて、数値解析を行った。有義波高は離岸流の規模に影響し、波高が高くなるにつれ離岸流における流速が大きくなった。しかしながら、常に速くなるわけではなく、ある値で沿岸流の流れが卓越し流速が小さくなることがわかった。その要因は、沿岸流が卓越したためであったが、対称地形にもかかわらず、沿岸流が卓越する要因を解明するには至らなかった。また離岸流は、水位差が沖方向に生じることで発生することがわかった。

参考文献

- 1) 出口一郎・荒木進歩・竹田怜史・吉井匠・藪崎洋隆 (2005):カस्प地形で発生する離岸流の特性について、海岸工学論文集, 第 52 巻, pp117-120.
- 2) 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, pp151-155.

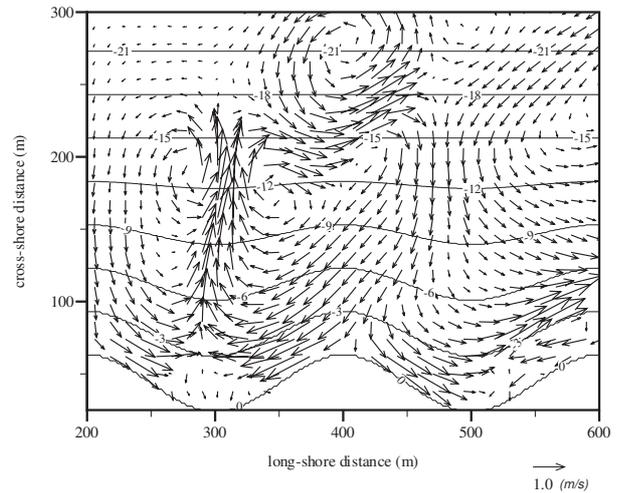


図.2 流速ベクトル図 (H=2.50m)

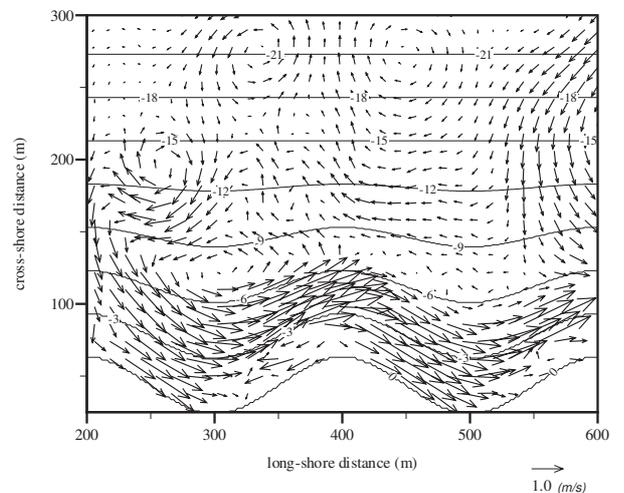


図.3 流速ベクトル図 (H=2.75m)

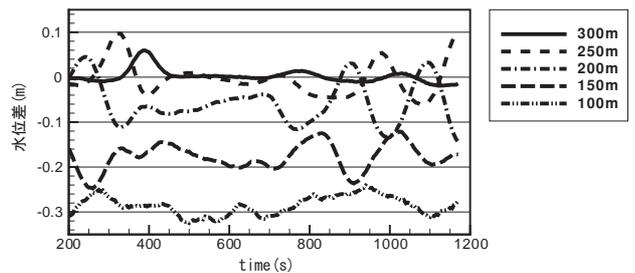


図.4 海岸線 300m 地点の沖方向への水位差 (H=2.50m)

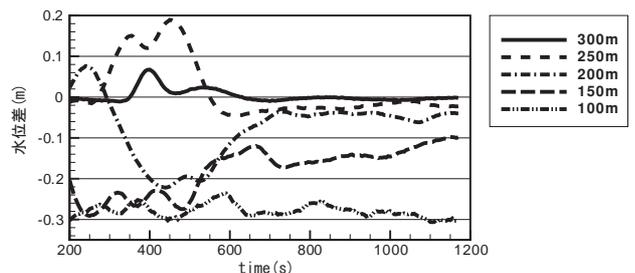


図.5 海岸線 300m 地点の沖方向への水位差 (H=2.75m)