

# 日本海沿岸で観測された流れの特性

佐藤 慎司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 工博 建設省土木研究所主任研究員 河川部海岸研究室 (〒 305 つくば市旭一番地)

新潟海岸と石川海岸の水深 15m の地点で観測された波・流れの連続記録を解析した。いずれの海岸においても、低気圧が通過し強風が継続した後に、海岸付近の平均水位が上昇し、海岸に沿う向きの強い流れが観測された。流れの流速は、気圧、平均水位、風速と相関が高く、これらとは 3~20 時間の時間遅れが認められた。鉛直方向に積分した運動量方程式を用いて数値実験を行った結果、これらの流れは主として風応力とコリオリ力によって維持されていることがわかった。

**Key Words :** waves and currents, wind-driven currents, storm surge, coastal current

## 1. はじめに

日本海側には慢性的な海岸侵食に悩まされている海岸が多い。日本海側では、冬季の西高東低の気圧配置による継続的な風浪が、支配的な外力であることが特徴である。従来から、このような低気圧によって発達する高波の予測に関する研究は数多く、例えば土屋<sup>1)</sup>は日本海沿岸では波高と気圧差の相関が高いことを報告しており、波の高さについてはこれらの研究でかなりの精度で予測できると考えられる。しかし、海岸侵食の問題を考えるうえでは底質の移動に重要な影響を与える流れの特性が重要であるが、これらに関する研究例は少ない。海岸付近の流れは従来から、ラディエーション応力の勾配が外力となって砕波帯内で発生する海浜流について精力的に研究が進められてきた。しかし、砕波帯外でも強い流れが観測されることがあり、このような流れが沖合いの土砂移動に重要な役割を果たしていると考えられる。このような流れの存在は、松山<sup>2)</sup>、田中<sup>3)</sup>によっても指摘されている。その流れの正体としては、海流、潮流、陸棚波、密度流などが考えられるが、観測データが少ないこともあり、十分な説明は進んでいない。沖合でこのような流れが存在すると、時化の前後では砕波帯外でも大きな地形変化が生じる可能性があり、海浜変形を考えるうえでも流れの発生機構を把握しておくことが重要である。また、海岸・港湾の構造物が巨大化するなかで、沖合に設置された構造物周辺の底質移動を評価するうえでも流れの特性の把握は極めて重要であろう。

建設省では全国 20 数ヶ所の観測所で波、流れ、風の観測を行っている。結果は海象年表<sup>4)</sup>に取りまとめられ、海岸整備事業の計画と実施に役立てられている。しかし、現在記録が整理・保存されているのは毎正時の波

浪統計量のみであり、今後新しい展開が必要な場合にその資料のみを用いて迅速に対応することが困難な場合がある。将来ともに有用な情報を保存するには、統計量のみでなく生データを取得しておくことが重要であろう。そのためには、海象観測システムの高度化が必要であり、このような観点から昨年度、北陸の海岸で試験的に生データの取得が試みられた。本研究はそのデータを解析し、沖合で観測された波と流れについて考察したものである。特に、底質移動の限界水深付近と考えられる水深 20m 前後の沖合でどの程度の流れがどのような外力のもとで発生しているのか解明することに主眼を置いて、観測記録の解析と数値実験を行った。

## 2. 観測記録の相関解析

### (1) 観測記録の概要

解析に用いたのは新潟西海岸関屋と石川海岸徳光の各観測所で記録された水位・底面付近の流速と風速である。水位と流速は、いずれも岸から約 1.5km の水深 15m の海底上約 1m の地点に設置された超音波波高計と超音波流速計で計測されたものである。風速は海岸部の地上 10m に設置されたベーン型風向風速計で計測されている。計測器の出力はテレメータで海岸の観測所に伝送され、サンプリング周波数 2Hz で光磁気ディスクに記録された。新潟西海岸ではこれらの連続データに加えて、毎正時の気圧も記録されている。今回の解析では 1994 年 3 月と 4 月に取得された記録を対象とした。また、周辺海域の大規模な海水流動の実態を把握するために、別途数カ所の験潮記録を入手した。

海岸線の向きは、いずれの地点とも南西から北東へほぼ直線状に伸びており、東西の軸より新潟では約 30 度、石川では約 54 度傾いている。過去数年間の観測記

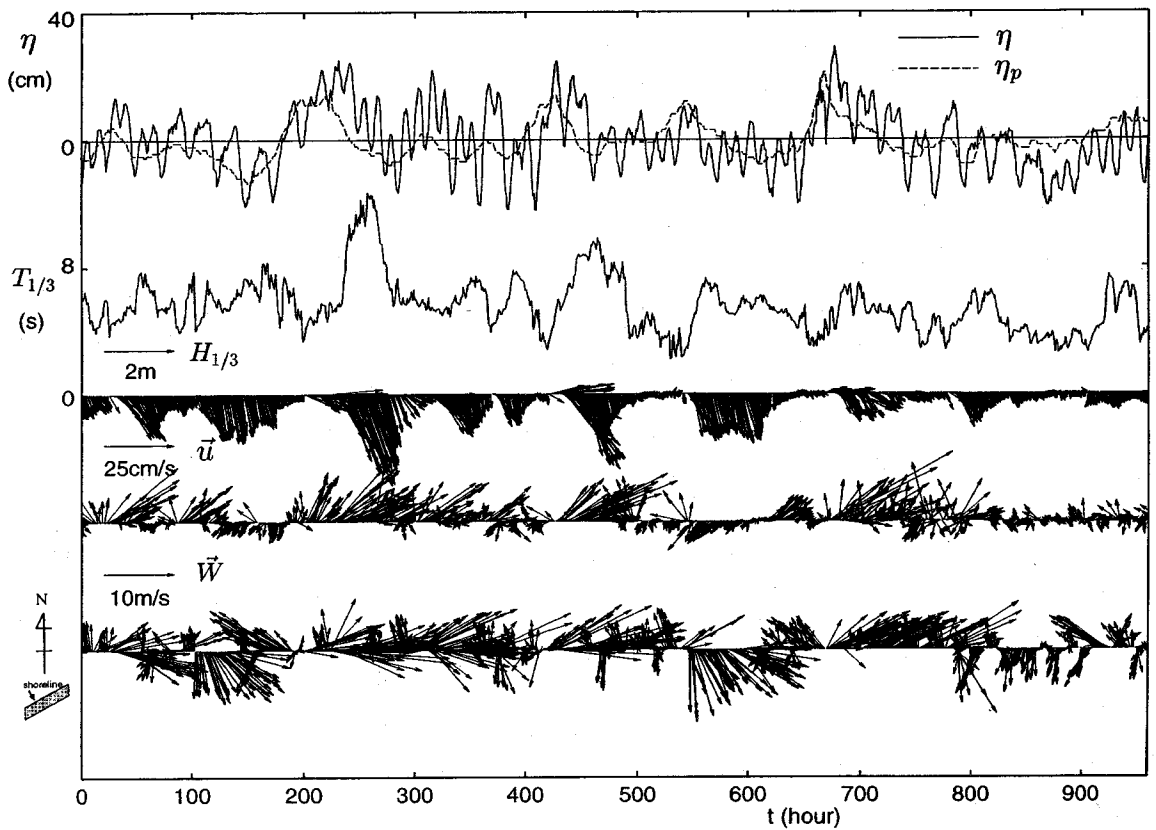


図-3 新潟海岸における観測記録

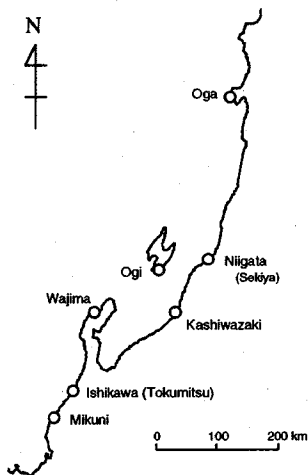


図-1 観測地点の位置

録によると、どちらの海岸でも  $10\text{m/s}$  を超える強風は西よりからのものが多く、沖合では海岸に沿う北東向きの流れが強いとされている。波はどちらも北北西か

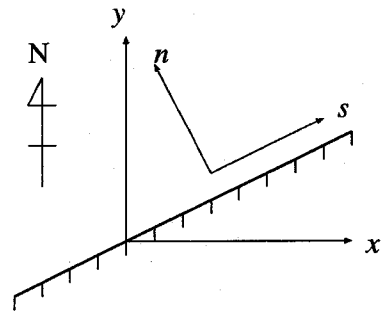


図-2 局所座標系の定義

らの波が卓越するため、砕波帯内の沿岸流は南西向きである。観測点の位置を図-1に示す。また、本研究では図-2に示すように、東を正として東西に  $x$  軸、北を正として南北に  $y$  軸をとり、海岸線に直角に沖向きに  $n$  軸、平行な向きに  $s$  軸を設定する。

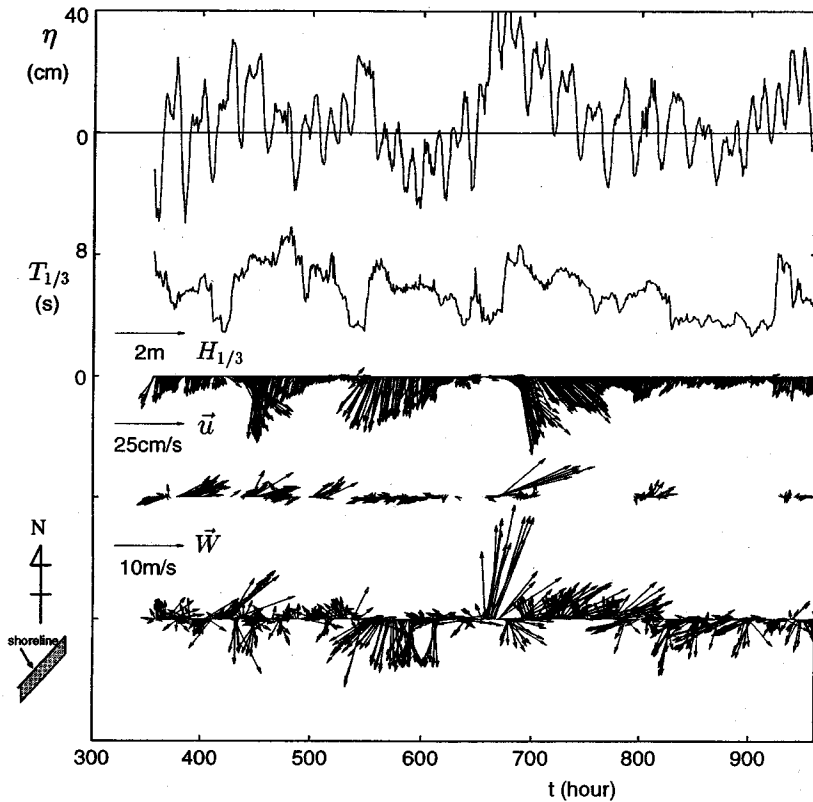


図-4 石川海岸における観測記録

## (2) 水位・流速・風速の相関

図-3は新潟海岸における平均水位 $\eta$ , 有義波周期 $T_{1/3}$ , 有義波高 $H_{1/3}$ と平均波向, 流速 $u$ , 風速 $W$ を示したものである。これらの値はいずれも毎正時をはさむ20分間のデータを統計解析することにより得られた。横軸は計測を開始した3月16日0時0分からの時間であり, データは4月25日まで連続して取得されている。平均水位とともに破線で示してあるのは同時に計測された大気圧 $p_0$ であり, 次式によって水面の変動 $\eta_p$ に換算して示してある。

$$\eta_p = -(p_0 - \bar{p}_0) / \rho_w g \quad (1)$$

ここで $\bar{p}_0 (=1013\text{hPa})$ は平均大気圧,  $\rho_w$ は海水の密度,  $g$ は重力加速度である。水位には潮汐とみられる12または24時間周期の変動がみられるが, 流れには周期性が認められない。地形が単調な海岸の沖合であるため, 潮流が弱いためと考えられる。流れの強さを見ると, 観測地点が水深約15mの碎波帯外であるにも関わらず, 例えば3月26日前後( $t=240$ )や4月3日前後( $t=450$ )や4月13日前後( $t=670$ )では40cm/sにも達する流れが観測されている。流れは波の大きい時に

強いこともあるがそうでない場合もあり, 波高との相関は必ずしも高くない。むしろ気圧の低下と平均水位の上昇が起こり, その後波・流れ・風が強くなっている場合が多い。天気図と比較すると, 強い流れがみられる期間はいずれも, 日本海を低気圧が発達しながら通過し, 日本海側では等圧線が混み合う冬型の気圧配置となっていた時期と対応している。また, 観測期間中の風は, 西方からのものが強く, また, 強い流れは海岸に沿う北東向きのものである。

図-4は石川海岸における平均水位, 有義波周期, 有義波高と平均波向, 流速, 風速を示したものである。石川海岸では観測期間が短かったうえ, 流速計の出力にノイズが含まれている期間が多く, 有意な連続データが得られている期間は限られているが,  $t=670$ 付近に見られるように, やはり強風が継続し平均水位が上昇している期間に, 海岸に沿う方向の流れが発達していることが認められる。

図-3, 4からもわかるように, 沖合で観測される流れは潮汐より長い時間スケールで変動している。図-5は大気圧・平均水位・流速・風速に対して30時間以上の長周期変動成分(添字 $l$ )を抽出し, 相互相関係数 $C(\tau)$

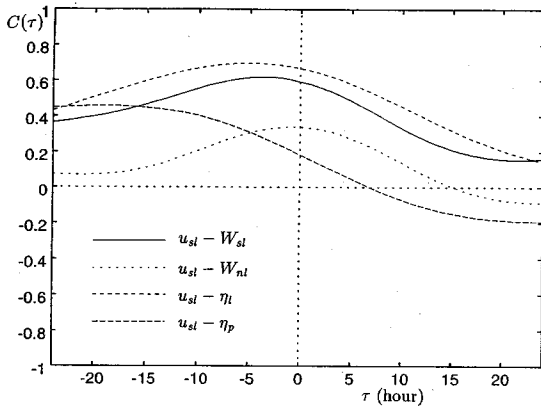


図-5 長周期成分の相互相関

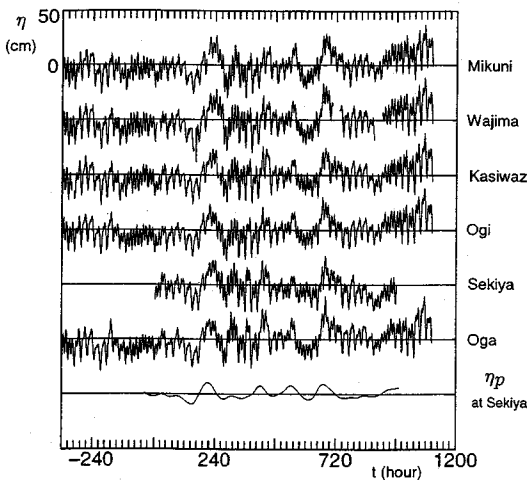


図-6 験潮所の記録

を比較したものである。ほぼ直線状の海岸の汀線付近で計測された流れであるため、図-2に示したように、海岸に平行な成分(添字  $s$ )と垂直な成分(添字  $n$ )に分解して解析した。図より、 $u_{sl}$  と  $W_{sl}$ 、 $\eta_l$ 、 $\eta_p$  との相関がそれぞれ高いことがわかる。相関の時間差は、 $u_{sl}$  を基準として  $W_{sl}$  が3時間、 $\eta_l$  が6時間、 $\eta_p$  が20時間先行している。つまり、まず気圧が低下して、その後気圧低下に伴う吸い上げによって水位が上昇し、海岸線に平行な風が強くなり、海岸線に平行な流れが生じていることになる。海岸に垂直な方向の流れ成分である  $u_{nl}$  についても同様の相関解析を行ったが、相関値は全般に低かった。

気圧の変動とそれに伴う水位変動が流れに大きな影響を与えている可能性があるため、当期間における日

本海沿岸の潮位変動を解析した。図-6は、3月1日から4月30日までの三国、輪島、柏崎、小木、男鹿の各験潮所の記録である。関屋観測所の波高計の記録から求めた平均水位と大気圧を海面高さに換算したのもも示してある。気圧と潮位はほぼ対応しているが、気圧変動が若干先行しているようにみえる。各地点の潮位の長周期成分どうしの相互相関をとった結果、潮位は全地点でほぼ同時に変動しており、変動の時間差は最も離れた位置にある三国と男鹿でも1時間程度であることがわかった。すなわち、日本海で発達した低気圧によって、福井県から秋田県にいたる日本海沿岸でほぼ全域にわたって、平均水位の上昇が生じていることになる。

このような沖合の流れに影響を与えられられる因子の長周期成分だけを取り出してその発生機構を検討した。図-7は、新潟海岸関屋観測地点における流れ・風速と、海水の運動の外力となる各項の大きさを示したものである。図は上から順に、関屋および柏崎における水位と小木の水位の差、流速、風速が示されており、その下に以下の方法で評価した応力の大きさを示してある。これらはすべて、観測記録から30時間以上の成分を数値フィルターで抽出して評価したものである。海面応力  $\vec{\tau}_s$  は

$$\vec{\tau}_s = \rho_a \gamma_a^2 \vec{W} |\vec{W}| \quad (2)$$

で評価した。ここで、 $\gamma_a^2 (= 0.0026)$  は海面の抵抗係数、 $\rho_a$  は空気密度である。底面剪断力  $\vec{\tau}_b$  はマンシングの粗度係数  $n (= 0.026 \text{ m}^{-1/3} \text{ s})$  を用いて

$$\vec{\tau}_b = -\frac{\rho_w g n^2}{d^{1/3}} \vec{u} |\vec{u}| \quad (3)$$

で評価した。ここで、 $d$  は観測地点の平均水深である。コリオリ力  $\vec{f}$  は

$$\vec{f} = -2\rho_w d \sin \phi \vec{\omega} \times \vec{u} \quad (4)$$

で算定される。 $\vec{\omega} = (0, 0, \omega)$  は地球自転の角速度ベクトル、 $\phi$  は緯度である。圧力勾配は水位勾配から算定されるが、水位勾配については新潟、小木、柏崎の平均水位から30時間以上の長周期成分を取り出したものを平面近似して求め、これから圧力勾配による力  $\rho_w g d \nabla \eta_l$  を求めた。応力は、風応力、コリオリ力、水位勾配による力が大きく、底面摩擦応力はやや小さめとなる。風応力、底面摩擦、コリオリ力の三つを加えあわせた合力は、風が強い期間では汀線とほぼ直角に岸向きとなっており、これとつりあうためには定常状態では岸付近の平均水位が上昇することになる。

### 3. 流れの発生機構についての数値実験

#### (1) 基礎方程式

図-7からもわかるように、沖合で発達する流れに

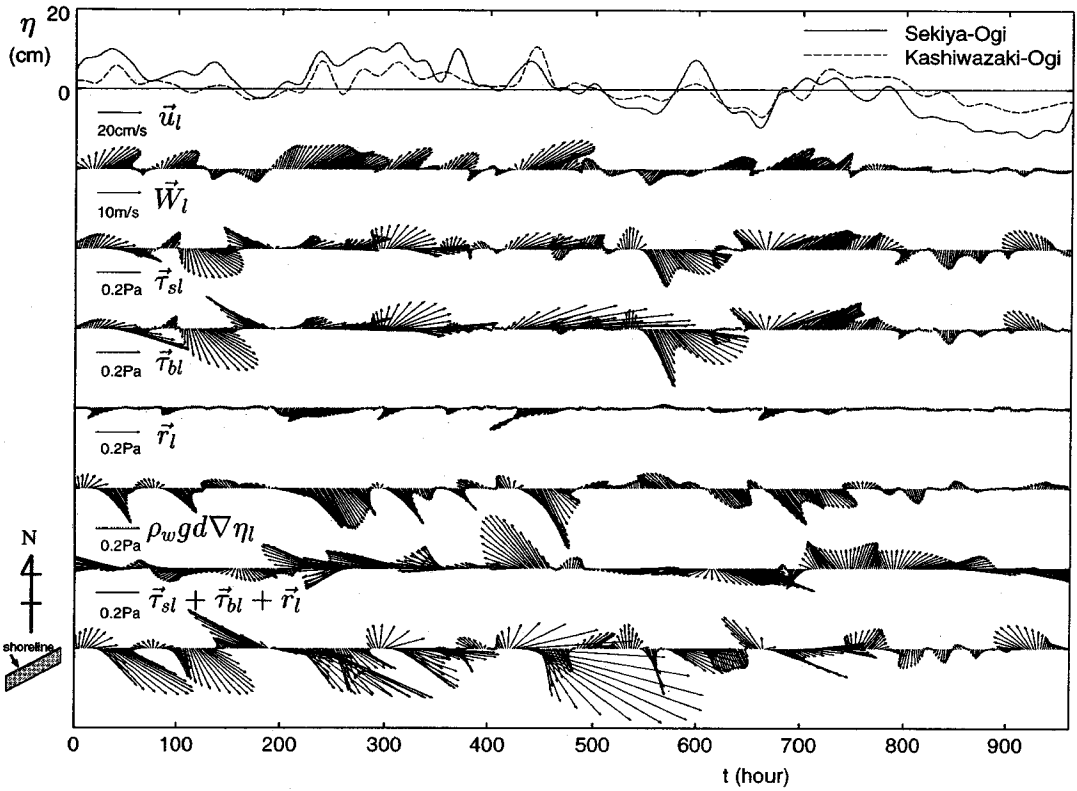


図-7 応力の各成分

は、気圧変動、風による吹き寄せ、コリオリ力がそれぞれ影響を与えている。そのため、これを解析する基礎方程式は高潮の方程式となる。鉛直方向に積分した方程式系を用いると、基礎方程式は以下ようになる。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} M + \frac{\partial}{\partial y} N = 0 \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M^2}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{MN}{d} \right) - fN + gd \frac{\partial \eta}{\partial x} \\ + \frac{d}{\rho_w} \frac{\partial p_0}{\partial x} - \frac{\tau_{sx}}{\rho_w} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_w} - \epsilon \left( \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right) = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{MN}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N^2}{d} \right) + fM + gd \frac{\partial \eta}{\partial y} \\ + \frac{d}{\rho_w} \frac{\partial p_0}{\partial y} - \frac{\tau_{sy}}{\rho_w} - \frac{\tau_{by}}{\rho_w} - \epsilon \left( \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

ここで、 $M$ 、 $N$ は $x$ 、 $y$ 軸方向の線流量、 $f = 2\omega \sin \phi$ はコリオリの因子、 $\epsilon$ は水平渦動粘性係数であり、 $1\text{m}^2/\text{s}$ とした。

## (2) 単純な条件のもとでの解の特性

沿岸域における各項の役割を検討するため、静穏な広い海域に一樣な風が吹きはじめた状況を考え、解の特性を考察する。風は $y$ 方向に一定であるとし、海面応力は $(0, \tau_{sc})$ で与えられるものとする。解析解が求められる様に基礎方程式を線形化し、さらに底面摩擦項を線形化すると、

$$\frac{\partial M}{\partial t} = fN - \alpha M \quad (8)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} = -fM - \alpha N + \frac{\tau_{sc}}{\rho_w} \quad (9)$$

となる。ここで $\alpha$ は線形化した摩擦係数である。初期条件 $t=0$ で $M=N=0$ とすると解は

$$M = \frac{1}{\alpha^2 + f^2} \frac{\tau_{sc}}{\rho_w} (f - fe^{-\alpha t} \cos ft - \alpha e^{-\alpha t} \sin ft) \quad (10)$$

$$N = \frac{1}{\alpha^2 + f^2} \frac{\tau_{sc}}{\rho_w} (\alpha - \alpha e^{-\alpha t} \cos ft + fe^{-\alpha t} \sin ft) \quad (11)$$

となる。水深がそれぞれ5m、20m、100mにおける線流量の軌跡を図-8に示す。各軌跡には30分毎に点が描かれている。線形化した摩擦係数 $\alpha$ をマンギの粗度係

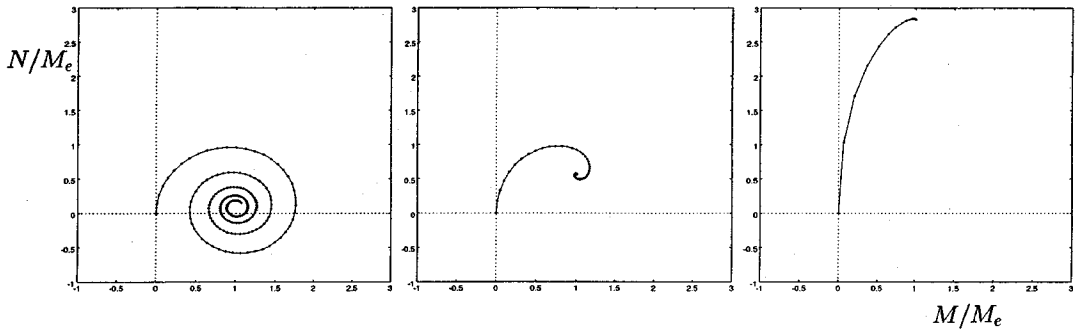


図-8 線流量の軌跡 (左から水深 100m, 20m, 5m)

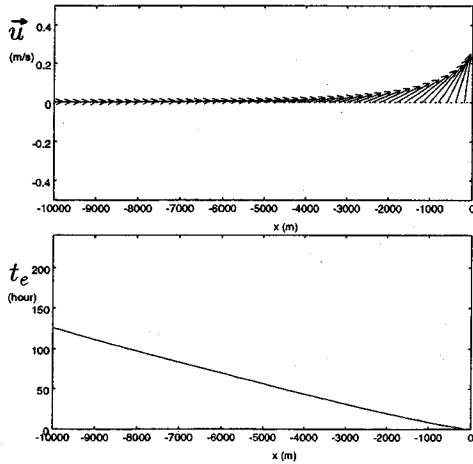


図-9 平衡状態の流速と到達時間

数で表し、さらに(3)式で評価される底面摩擦力が海面応力とつりあう状態を考えると、

$$\alpha = \frac{gn^2}{d^{7/3}} N = \sqrt{\frac{gn^2 \tau_{sc}}{d^{7/3} \rho_w}} \quad (12)$$

となるため、 $f$ と $\tau_{sc}$ が与えられた時に $t \rightarrow \infty$ で $(M, N)$ が収束する位置 $(M_e, N_e)$ は水深のみの関数となる。例として勾配1/100の海岸を考え、定常状態の流速ベクトルと定常状態の95%に達するまでの時間 $t_e$ を図-9に示す。水深が浅くなると平衡状態の流れの向きが風応力の方向に近くなり、平衡に達する時間も短くなる。図-8に示した様な右回りで流れが発達していく状況は現地データにも見られ、例えば図-3の $t = 240, 450, 670$ 付近では、流れが右回りの軌跡を描いて発達している。

沿岸域では一方に汀線境界が存在するため、複雑な状況となる。ここでは $y$ 軸に平行に汀線が存在する状況を考え、 $x$ 軸を汀線に直角に岸向きにとる。汀線に沿って汀線を右にみる向きに風が吹くと、図-9に示し

たようにコリオリ力の作用により風に対してやや右側、つまり、やや汀線方向に海水が輸送される。そのため、しばらくすると汀線付近の水位が上昇し、平衡状態では流れは汀線と平行になり、風応力と底面摩擦力、コリオリ力と水位勾配がそれぞれつりあうことになる。この時の運動方程式は

$$0 = fN - gd \frac{\partial \eta}{\partial x} \quad (13)$$

$$0 = \tau_s - \tau_b \quad (14)$$

となる。風応力一定の条件で上式を解けば、

$$\frac{\partial \eta}{\partial x} = f \sqrt{\frac{\tau_s d^{1/3}}{\rho_w g^3 n^2}} \quad (15)$$

となり、水位勾配はほぼ一定となる。水深50m、風速10m/sとすると風応力とつりあうには約40cm/sの流速が必要であり、この流れに働くコリオリ力とつりあう水位勾配は

$$\frac{\partial \eta}{\partial x} = 3.2 \times 10^{-6} \quad (16)$$

となり、10kmで約3cmの水位差が生じることになる。

以上の検討はそのまま気圧傾度による流れにも適用できる。すなわち、

$$-\frac{d}{\rho_w} \frac{\partial p_0}{\partial y} = \frac{\tau_{sy}}{\rho_w} \quad (17)$$

となるような風と気圧傾度は運動方程式中で等価であるから、10m/sの風が吹く状況は水深50mの所では6hPa/100kmの気圧傾度に対応し、水深10mでは30hPa/100kmの気圧傾度に対応する。これらは現実にはほとんど現れない非常に大きな気圧傾度である。

### (3) 数値計算の方法

沖合で観測された流れの発達機構を解明するため、基礎方程式(5)~(7)をADI法で数値積分した。詳細な流れの再現が目的ではなく、流れの発達機構を解明することが目的なので、地形条件としては単純化したものを使用する。またコリオリの因子は領域内で一定とするいわゆる $f$ 平面的の近似を用い、北緯38°における値を領域全域で用いた。計算領域としては600km四方の領

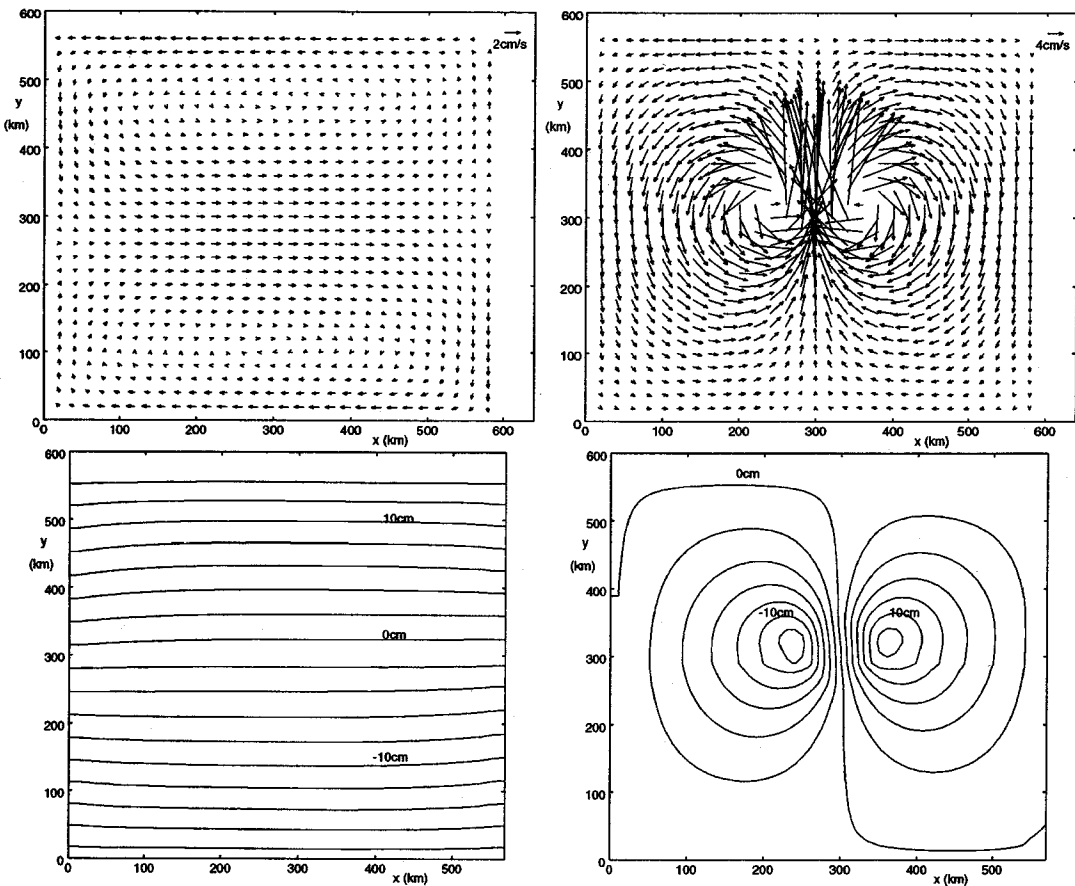


図-10 風によって誘起される流速と平均水位(一定水深, 風図-11 風によって誘起される流速と平均水位(一定水深, 有  
域全域) 限風域)

域を考え, 境界はすべて閉境界とする. 格子幅は10kmとし, 一部に2km, 0.4kmの詳細領域を設ける. 時間ステップは3分で, 最長8日間の計算を行う. 水深は一様で50mの場合と, 右側境界( $x=570\text{km}$ )を汀線として勾配1/100の傾斜がある場合を考える. この場合の海浜の勾配は, 新潟海岸や石川海岸とほぼ同程度である.

想定する外力の大きさとしては, 現実に出現する程度のものを考えた. 風については, やや強い風として10m/sの風が, 海岸を右に見て全域を一様に吹く場合と, 一部の領域のみに限って吹く場合を想定する. 有限な風域を考える場合は, 半径40kmの円内では一定風速とし, その周囲では中心からの距離の自乗に反比例する形で風速を低減させた. 時間的にも50時間かけて徐々に増加する場合と, 急に10m/sの風が作用する場合を考える. 気圧傾度については等圧線が込み合っている期間の天気図からいくつかの例を抽出し, 傾きがきつくなる場合として100kmで4hPaの気圧差がついている場合を想定した.

#### (4) 計算結果

図-10, 11は, 水深が50mの一定水深領域に上向きの風が徐々に吹き始める場合の計算開始から8日後の流速と水位の分布である. 流速・水位ともに8日後にはほぼ定常状態に達していた. 図-10は領域全域に風が吹く場合で, この場合には領域の中央部では, 風向き( $y$ 軸方向)に対して右向きの流れが発達し, 境界付近ではこれを補償する形で逆向きの流れが発達する. 平均水位は風下に向かってほぼ一様に上昇する. 図-11は有限な風域が図の中央に存在する場合で, 風域の中心部でかなり強い流れが発達し, 風域の右側で水位上昇, 左側で水位低下が見られる.

傾斜海浜では, 水深が浅いほど風応力の相対的な大きさが大きくなるので強い流れが発生する. 図-12はコリオリ力を考慮しない場合の計算例で, やはり領域全域に上向きの風が徐々に吹き始めた場合の計算開始から8日後の流速と水位の分布である. 水深が浅くなるほど強い流れがみられるが, 平均水位の変化はあまりみら

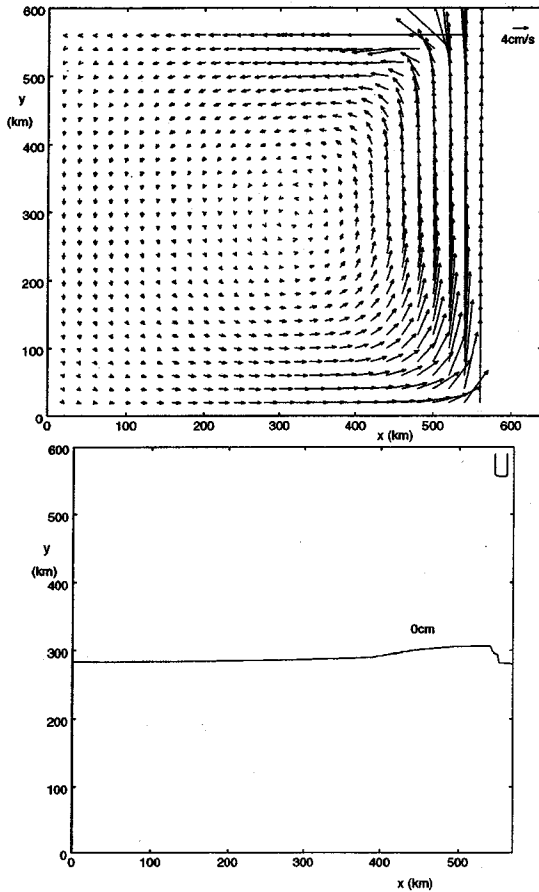


図-12 風によって誘起される流速と平均水位 (傾斜海浜, コリオリ力なし)

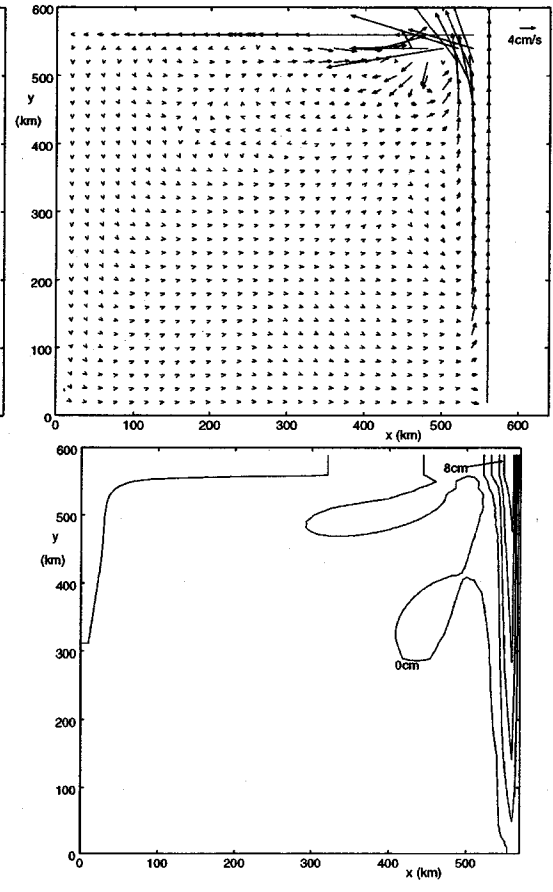


図-13 風によって誘起される流速と平均水位 (傾斜海浜, コリオリ力考慮)

れない。これに対し、コリオリ力を考慮すると、図-13で検討したように、風に対して水が右向きに輸送されるため、汀線近くの水位が上昇し、流れは汀線近くに集中することになる。どちらの場合も汀線近傍の流速は20cm/s程度である。

このような流れは風のみによってではなく、気圧変動によっても誘起される可能性がある。図-14, 15は、汀線付近の半径40kmの有限領域にそれぞれ気圧傾度および風応力が作用する場合の計算結果である。有限領域内の外力の分布は、(3)で述べたものを用いた。図は汀線付近を拡大して表示したもので、図中の計算格子は最も小さい所で400mとなっている。風は図の下から上向きに10m/s、気圧傾度は $\partial p_0 / \partial y = -4 \times 10^{-3} (\text{Pa/m})$ を想定し、計算開始から急にこれらの外力が作用した場合の3時間、12時間および24時間後の流れの場を検討したものである。気圧傾度が作用する場合は時間が経つと図-9からもわかるように、大きめの外力を設定しているにも関わらず、まず汀線付近から徐々に平衡

状態に達していき、流れが弱くなる。これに対し、風による流れは汀線付近に強い流れがいつまでも継続し、汀線から5km位の所まで強い流れの領域が広がっている。底質の移動が問題となるような沿岸域の流れを考えるうえでは、気圧傾度よりむしろ汀線に沿って吹く強風の継続が重要であることになる。

最後に新潟海岸で観測された風向風速を用いて、汀線付近の流れがどの程度再現できるのか検討した。外力としては上記の考察から風応力のみを考え、勾配1/100の傾斜海浜の汀線付近の半径40kmの有限領域に、観測された時々刻々の風が吹く条件を想定した。計算領域としては600km四方の領域をとり、新潟西海岸の観測地点にあたる沖合い約1.5kmの位置における水位と流れの計算値を実測値と比較した。図-16は、水位と流れの計算値を示したもので、図は上から、水位、観測された流速、計算された流速、観測された風速である。水位は、実線が計算値、破線が観測値から30時間以上の長周期成分を抽出したもの、点線が気圧変動を水位



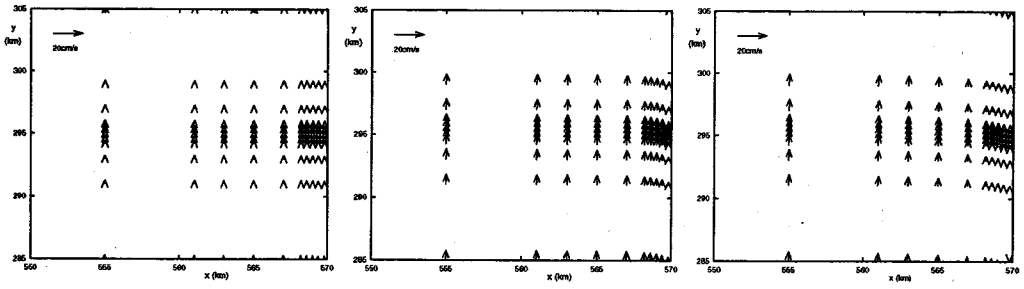


図-14 気圧傾度により誘起される汀線近傍の流速 (左から 3, 12, 24 時間後)

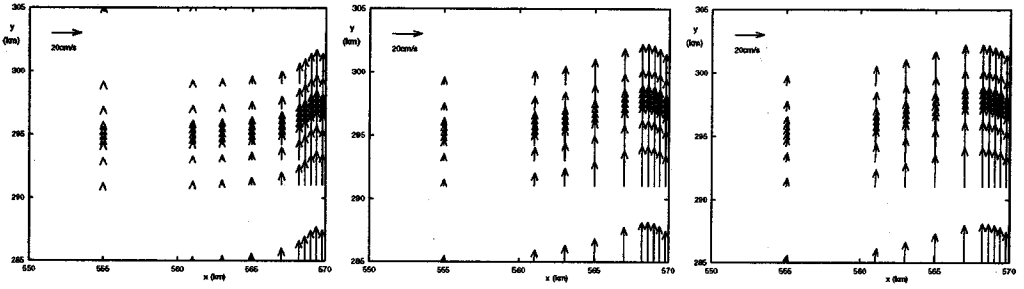


図-15 風により誘起される汀線近傍の流速 (左から 3, 12, 24 時間後)

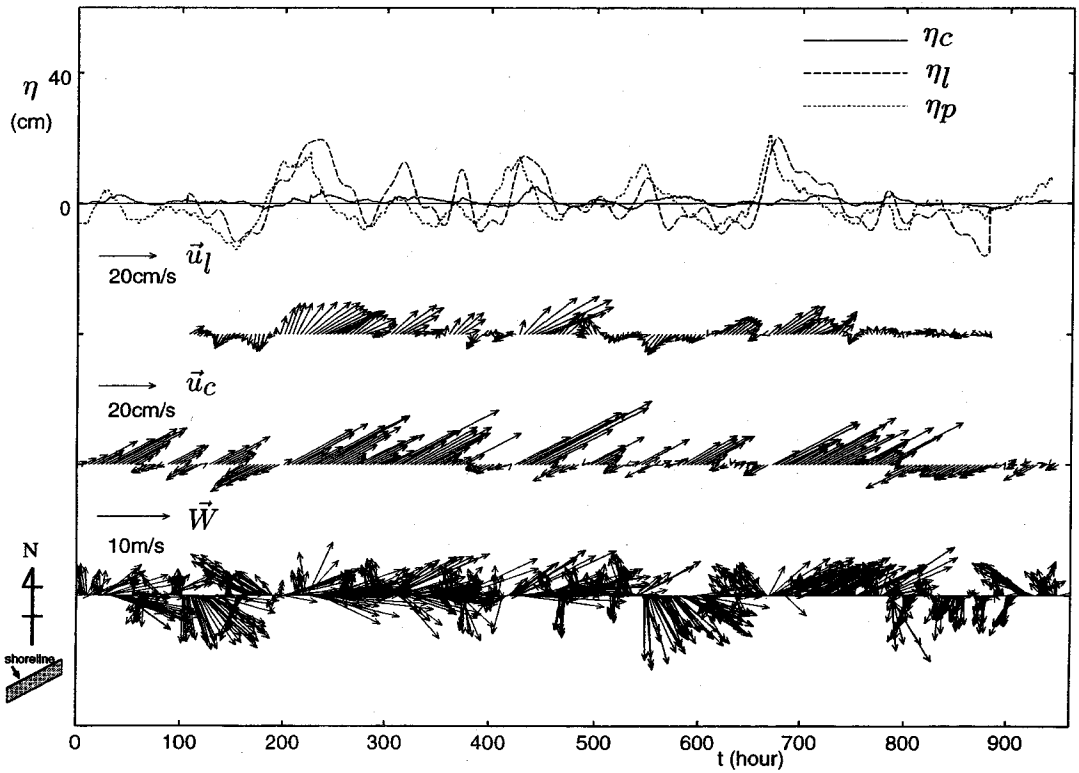


図-16 計算された流速と観測値の比較

に換算したものである。t=240, 450, 670 付近ではいずれも、一段めに点線で示された気圧低下に伴う水位上昇( $\eta_p$ )がおさまった後で、実線で示した計算値では風の影響による水位上昇( $\eta_c$ )が計算されており、 $\eta_p$ と $\eta_c$ を加え合わせたものと観測結果 $\eta_l$ との対応は良い。流速についても観測値は30時間以上の成分のみを抽出して描いてある。計算された流速は、対象とした地点が汀線境界に近いうえ、海底地形として単純な平行等深線のを考えているため、ほぼ海岸に沿う向きの流れとなる。そのため、矢印が重なって見にくいので3時間おきの流速ベクトルをプロットしてある。細部で違いが見られるが流向・流速ともに対応は良好である。

#### 4. 結論

北陸の2海岸における約1か月半の観測記録を解析することにより、水深15m前後の沖合でも主として継続して吹く強風によって汀線に沿って強い流れが生じることが明らかになった。さらに、数値実験により再現された流れの場はほぼ観測値と一致するものであり、風応力とコリオリ力の作用により流れが発生し維持されていることが明らかとなった。従来沖合の流れは主として長期間の海浜変形に影響を及ぼすと考えられてきたが、風の強い時化時にこの程度の強さの流れが生じるとすれば、短期間の海浜変形にも大きな影響を与

えていると考えられる。今後は特に冬の観測記録を蓄積するとともに、このような大規模な流れが碎波帯付近の波浪・海浜流場、さらには底質の移動に与える影響を検討していく必要がある。また、日本海側のみでなく全国規模で海象観測システムの高度化を推進し、現地データを蓄積していく必要がある。

謝辞：本研究をまとめる段階で有益な討論をしていただいた海岸研究会の各委員の方々および貴重なご意見をいただいた本論文の査読者の方々に謝意を表す。また、本研究で解析したデータは、建設省北陸地方建設局信濃川下流工事事務所、金沢工事事務所から提供いただき、験潮所の記録は国土地理院から提供いただいた。貴重なデータを快く提供して下さった関係各位に謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 土屋義人, 鹿島達一, 鈴木義一, 近藤浩右, 泉雄士: 日本海中部沿岸における波浪の相関予測手法, 第32回海岸工学講演会論文集, pp.149-153, 1984.
- 2) 松山優治, 名角辰郎, 高畑哲男: 但馬沿岸の流れの場の特性, 沿岸海洋研究ノート, 第23巻, 第2号, pp.129-138, 1986.
- 3) 田中茂信: 気になる話, 海岸, 第34巻, 第1号, pp.20-27, 1994.
- 4) 建設省河川局海岸課: 海象年表(第14回) 319p., 1993.

(1994. 10. 13 受付)

## CHARACTERISTICS OF WAVES AND CURRENTS INDUCED BY LOW PRESSURES IN JAPAN SEA

Shinji SATO

Characteristics of waves and currents in the coastal area are investigated through the analysis of field data obtained at the depth of 15m of Niigata and Ishikawa coasts. Strong currents in the alongshore direction as well as rise in the mean water level were generated after the passage of a low pressure system accompanied by strong wind. It was found that the current velocity had close correlation with atmospheric pressure, mean water level and wind velocity with time lags of 3 to 20 hours behind. Numerical simulation based on depth-integrated momentum equations revealed that wind stress and Coriolis' force were major driving forces which induced and maintained coastal currents.