

数値解析による離岸流のメカニズム

鳥取大学大学院

○山崎 朋興

鳥取大学工学部

正員

木村 晃

1. 研究の背景と目的

図-1は海浜流系統図であり、海岸付近の質量輸送の循環システムを示したものである。波が存在する海岸では海浜流は必ず発生するが、2次的な現象であるため1次現象（波の運動）に隠れてそれと認識することは難しい。しかしながら離岸流は海水浴を楽しむ遊泳者を沖に押しだし、水難事故を引き起こす原因となっていることは最近広く知られるようになって来た。それではどのような現象がこの離岸流発生の原因となるかということになると、はっきりと分かっているわけではなく、基礎方程式が与えられているばかりで、一般の市民が納得しやすい理由は与えられていない。この研究は離岸流発生の直接的な原因について基礎的な研究を行ったものであり、数値計算を基に波の場所的な分布が海浜流を生じることを示したものである。

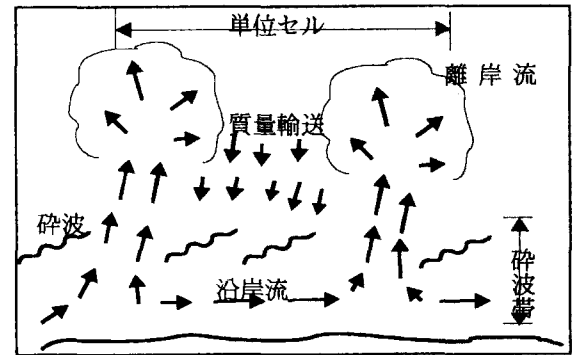


図-1 海浜流系統図

2. 基礎方程式

基礎方程式としては波の屈折、回折などが無理なく計算できる次の緩勾配方程式を用いた。

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{1}{n} c^2 \frac{\partial}{\partial x} (n \xi) = 0, \quad \frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{1}{n} c^2 \frac{\partial}{\partial y} (n \xi) = 0, \quad \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

上式は渡辺ら(1984)が Berkhoff(1972)の式を波の水面変動 ξ と x 、 y 軸方向の水粒子速度を水深方向に積分した線流量 Q_x と Q_y に関する方程式系に変換したものであり、1、2番目の式が運動方程式、3番目の式が連続式である。上式はエネルギーロスの項を含まない。砕波後は1、2番目の式の右辺にそれぞれ減衰項 $-f_D Q_x$ および $-f_D Q_y$ を付加した式を用いて計算を行った。図-2は1/20の一樣勾配斜面を対象として計算を行っ

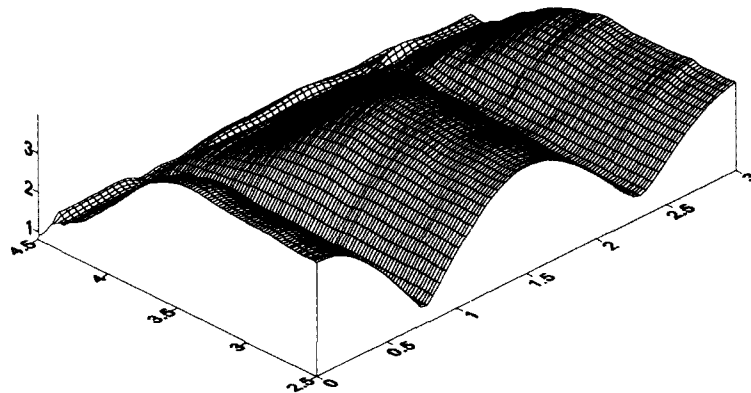


図-2 砕波点近傍の波高分布

たもので、沖側の境界条件として周期は0.9秒、波高は計算領域の左右端および中央で3cm、その間で1cmとサイクリックに変化させた。こうすることで沿岸方向に波の入射エネルギーが変化している状況を設定した。図-2は碎波点より少し沖側より岸側境界までの部分の振幅の分布の鳥瞰図である。

3. 流れ場の計算

(1) 式を用いた計算で領域全体の振幅が計算できる。この結果を次式に用いて場全体の平均的な流れを計算する。

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + F_x - M_x + R_x + g \frac{\partial \bar{\xi}}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + F_y - M_y + R_y + g \frac{\partial \bar{\xi}}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

ここに U , V はそれぞれ x および y 軸方向の平均流速, R , F および M は順に Radiation stress 項, 摩擦項および水平拡散項であり, それぞれ次式で与えられる (ただし x 方向成分のみ示す)。

$$R_x = \frac{1}{\rho(h + \bar{\xi})} \left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right), \quad F_x = \frac{C_f}{h + \bar{\xi}} (U + u_b) \sqrt{(U + u_b)^2 + (V + v_b)^2}, \quad M_x = \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon \frac{\partial U}{\partial y} \right) \quad (3)$$

(3)の各式は(1)式の計算で得られた領域全体の波の特性を代入して計算する。

図-3は図-2に示した波に伴う U , V の平面的な分布を示したものである。図-2, 3から分かるように碎波帯の内側で2つの海浜流のセルが形成されており, 入射波高が大きな部分で岸に, 小さな部分で沖に向かう流れ(離岸流)が発生している。

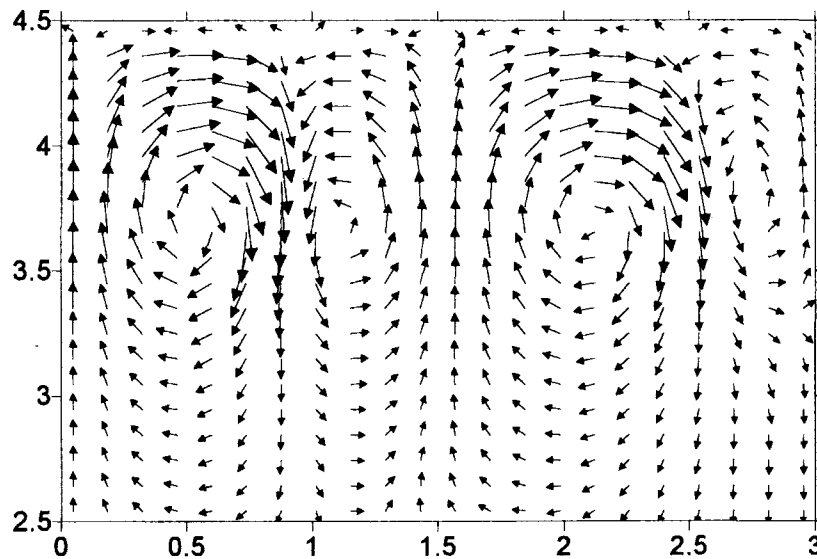


図-3 海浜流系

4. おわりに

海浜流の基礎方程式は(2)式で与えられるがこの式から直感的に海浜流系を推定することは難しい。この研究では波の状況を様々に変えて, どのような波が来襲した場合にどのような海浜流が発生するかについて波あるいは海岸, 海底地形との関連の基に検討を行っている。波についてはここに示したように入射波高の小さな部分での離岸流の発生が確認できた。