

北海道大学 正会員 尾崎 晃
 北海道大学 ○学生会員 佐々木 幹夫
 開発技術研究所 正会員 碓氷 善美

1. はじめに : 近年離岸流に関する研究が着実にその成果をおさめ、この離岸流系と海床変形の関係が新たな関心を呼びつつある。しかし、離岸流研究の今日的到達点に立って海床変形を論じたとしても十分満足し得る説明ができるわけでもない。海床変形の立場から波動だけによる影響が海床変形にどう現われるかという点では尾崎等(76年海講)や堀川・砂村等(75年海講)の成果により、汀線の後退・前進というマクロ的判定がほぼ完全に説明できるようになっている。したがって今後は、今までに得られている海床変形と離岸流の研究成果を結びつけつつ、実際海床で起こる三次元的な海床変形現象を明らかにしていく必要がある。ここに離岸流の発生に着目した海床変形を実験的に考察した結果を報告する。

2. 実験方法 : 実験に用いた水槽は長さ8m、幅11m、深さ45cm、実験砂の中央粒径 $d_{50}=0.321\text{mm}$ 、比重2.65である。進行波は汀線に直角に入射させ最も単純な離岸流を発生させた。写真-1に示すように離岸流は目では、きりわかるものであった。今回の実験波は周期(sec)・沖波波高の順でそれぞれ0.86・6.67, 1.06・3.00, 1.12・3.00, 1.26・4.20, 1.31・3.30, 1.32・3.00, 1.51・2.90, 1.71・3.30, 1.94・2.1, 2.11・2.70, 2.11・2.10で、沖波波形勾配が0.0030~0.0551である。造波後の海床地形の変化は水槽内の水位を任意に保ち、その時の水際線を求め、それを等高線ならびに等深線とした。



写真-1 砕波点付近の離岸流。
 上側が沖、下側が岸 $T=1.26\text{ sec}$ $H_b=8.0\text{ cm}$

3. 実験結果と考察 : Fig-1は砕波帯幅 X_b で無次元化した離岸流間隔をヤフシミラリッド $\gamma = \tan \theta / (H_b/L_b)^{1/2}$ で図示したもので、本実験の離岸流の範囲を明らかにしたものである。すなわち、堀川・佐々木等(75・海講)によると離岸流は無次元量 γ の値により三つの領域に分類でき、 $0.23 \leq \gamma \leq 1.0$ で不安定領域、 $\gamma \geq 1.0$ でedge wave領域ということになるが、図-1より明らかなように本実験では前述の不安定領域とedge wave領域の離岸流が発生していることになる。問題は移動床の場合に、離岸流が海床変形にどう影響するかということである。

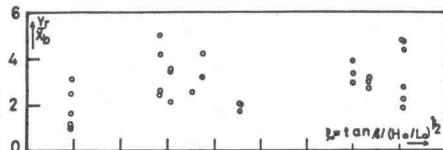


Fig-1

が、海床変形の場合には侵蝕や堆積が主要な基準点であり、この点、離岸流の領域によって海床変形を分類できるかどうか興味深いものである。しかし今回は作用時間が短いため(4分~40分)、近年明らかにされた二次元移動床での海床変形との比較、議論というよりは、砂州やカスプの形成という点から海床変形を取り扱ってみる。Fig-2(a)(b)(c)は離岸流の分類でいえば不安定領域に属し、Fig-3(a)(b)(c)はedge wave領域に属する流れが発生したときの海床地形図である。Fig-2(a)をみると砕波線近傍では砂州ができ、それが離岸流と離岸流の中央(以下離岸流間中央と記す)付近で切れ、切れたところで深いトラフが生じ、汀線近傍では離岸流は汀線の前進により離岸流規模に応じた「カスプ」が生じ、沿岸方向にリズミカルな地形変化を示していることがわかる。高田等(第30回海講)は初期勾配 $\alpha=1/10$ 、中央粒径 $d_{50}=0.48\text{mm}$ で、正常潮波と暴風潮波型の二種の波を120分作用させると砂州やトラフが形成されるとしている。しかしこれら二種類の波は離岸流の分類によるといずれも不安定領域に属するような波であり、したがって、不安定領域の波を作用させた時には、作用時間が30分でも120分でも砂州やトラフが形成されることになる。玉井(74・75年海講)は砂州やカスプの形成について中央粒径 $d_{50}=0.29\text{mm}$

て初期勾配を $h_0 = 1/10, 1/15, 1/20$ の場合について実験的考察を進め、 $\tan \phi_0 = 1/10$ の場合に、沖波波形勾配 $H_0/L_0 = 0.004 \sim 0.061$ からなる波を4〜6時間作用させるときには砂州やカスプの形成の有無に沖波波形勾配の大小が関係するとし、 H_0/L_0 が 0.016 より大きい場合に砂州が形成され、 H_0/L_0 がさらに大きくなり $H_0/L_0 \geq 0.040$ になるとカスプが形成されないことを明らかにしている。Fig-2(a) より明らかのように作用時間が30分ぐらいでも同

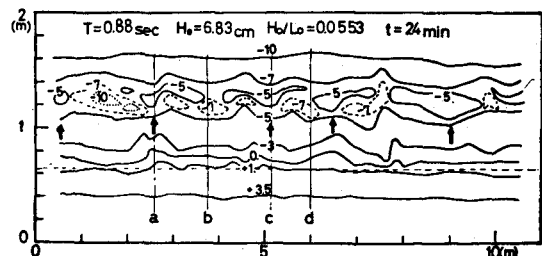


Fig-2(a)

じことが言える。したがって、不安定領域の波では作用時間の長短とは無関係 (30分〜4時間の範囲) に同一の海浜変形となり、破波線を中心に沿岸方向に規則的な凹凸を示す砂州が形成され、離岸流間中央部で深いトラフが形成される。玉井はこのような砂州を三日月型砂州としたがこの三日月型砂州は離岸流によって形成されることがわかる。そして、不安定領域の中でも H_0/L_0 の大きい

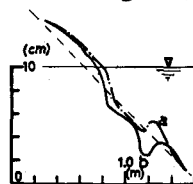


Fig-2(b)

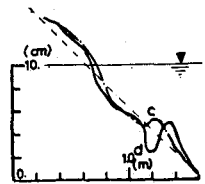


Fig-2(c)

インフラグリティ領域に近い離岸流を発生させる波は長時間に無関係に同一の海浜変形を生じ、汀線より陸側ではカスプが形成されなくなる。Fig-3(a) は edge wave 領域に属する離岸流が発生しているときの海浜地形で、図より明らかのように砂州は形成されず、離岸流も前浜部の循環流と直接結びついており、発生間隔は狭い。したがって沖波波形勾配の小さい edge wave 領域の波では、時

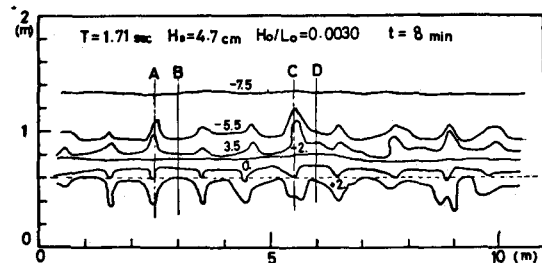


Fig-3(a)

間に無関係 (30分〜4時間) に砂州は形成されず、規模の小さいカスプができて、カスプの間隔がそのまま離岸流の間隔となる循環流が形成されることになる。Fig-3(a) (b) (c) より edge wave 領域の離岸流が発生している時の海浜変形は Bascom (1964) の正帯海浜型汀線付近のモデルに対応することは明らかである。(荒浜、堆積が離岸流部と離岸流間中央部で逆になり、等高線と等高線が対称になる。)

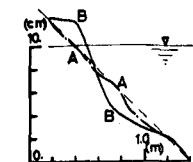


Fig-3(b)

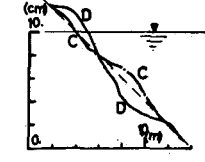


Fig-3(c)

Fig-2 (b) (c) と Fig-3 (b) (c) は離岸流部と離岸流間中央部の断面を一点鎖線と実線で図示したもので、Fig-2 (b) (c) の不安定領域の離岸流発生の場合と Fig-3 (b) (c) の edge wave 領域の離岸流では砂の堆積、侵蝕が異なっている。Fig-2 (b) (c) において、破波点付近では離岸流間中央部が流動によって深く洗掘されており、離岸流部では比較的浅い洗掘が見られ、汀線近傍では離岸流間中央部で堆砂量が少なく、離岸流部で多い。Fig-3 (b) (c) において、破波点付近では離岸流間中央部の洗掘が大きく、離岸流部では洗掘されないか、むしろ堆積が見られるのに対し、汀線近傍では離岸流間中央部が離岸流部に比べて堆砂量が多い。したがって、汀線付近の変形について、不安定領域の離岸流では離岸流部の堆砂量が相対的に多いのに対し、edge wave 領域の離岸流では堆砂がないことになる。又、破波帯付近では離岸流間中央部が流動によって深く洗掘されるので、相対的に離岸流部が浅くなり、離岸流間中央部で深くなることになる。不安定領域と edge wave 領域の境界は $\beta_0 = 1.0 \pm 0.2$ と考えられるが、この境界域に入る $\beta_0 = 0.9$ と $\beta_0 = 1.1$ の波では、不安定領域の離岸流が初期において支配的であり、やがて海浜地形の変化にともない消滅し、edge wave 領域に属する離岸流が発生した。この点、今後作用時間の経過にともないどう推移するか明らかにしていく必要がある。

4. まとめ : $0.003 \leq H_0/L_0 \leq 0.051$ からなる進行波は二つの異なる離岸流を発生させ、それは不安定領域と edge wave 領域の離岸流に対応し、前者は沿岸方向にリズミカルな砂州を形成し、後者は beach cup を形成する。