

住吉海岸におけるバーの長期変動について

鈴木 高二朗*・栗山 善昭**

侵食海岸である宮崎住吉海岸において 2001 年 8 月～2004 年 3 月にかけてビデオモニタリングシステムによって取得されたインナーバー、アウターバーの位置データを解析し、それぞれのバーの移動特性を検討した。インナーバーの位置とバー観測時の 4 時間前の沖波波高との間には正の相関があり、波高が大きいときには、その 4 時間後にインナーバーが沖に位置していた。2001 年 8 月～2002 年 5 月までの期間、インナーバーは約 4 m/day の速度で、2002 年 8 月～2004 年 1 月の期間、アウターバーは約 2 m/day の速度で南へ移動していた。

1. はじめに

遠浅な砂浜海岸に見られるバー（沿岸砂州）は、来襲する波浪をその上で砕けさせエネルギーを消費させることで汀線付近の砂浜を護っており、自然の防波堤の役割を担っている。バーの移動は汀線近傍の地形変化に影響を与えると考えられることから、世界各地でその変動特性が調べられており、岸沖方向の移動に関しては、バーが周期的に沖向き移動を繰り返すことが明らかにされている（例えば、Kuriyama, 2002）。

しかしながら、従来の研究は主に海浜が安定した海岸で行われており、侵食海岸におけるバーの挙動については不明点が多い。さらに、バーの沿岸方向の移動に関しても、十分な知見が得られていない。

そこで、本研究では、近年急激な海岸侵食に見舞われ前浜の消失や海岸護岸の決壊が問題となっている宮崎住吉海岸において、ビデオモニタリングシステムを設置してバーの位置データを収集するとともに、そのデータを基にバーの岸沖方向、沿岸方向の長期変動特性を検討した。

2. 観測と解析方法

（1）観測方法と観測期間

本研究では、鈴木ら（2002）と同様に砕波帯内のビデオ画像よりバーの位置を推定した。ビデオ画像は解析範囲背後のシェラトングランデオーシャンリゾートホテル（図-1）の屋上（地上より 153 m）に設置した 5 台のカメラにより毎日、日中の正時刻に 2 s 間隔で 10 分間取得した。解析範囲は図-1 に示す住吉海岸の約 6.5 km の範囲であり、解析期間は 2001 年 8 月 22 日～2004 年 3 月 31 日までの 2 年半である。図-2 は解析期間中の宮崎港の沖波有義波高の時系列変化を示したものである。

解析に用いた座標は図-1 に示すとおりである。汀線に垂直な軸が x 軸、汀線に平行な軸が y 軸であり、原点は汀線近傍に位置している。

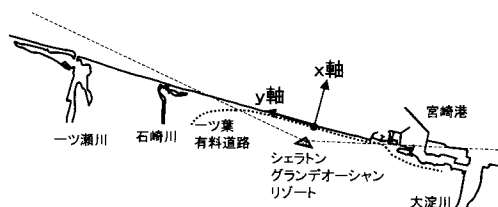


図-1 住吉海岸とビデオシステム撮影範囲

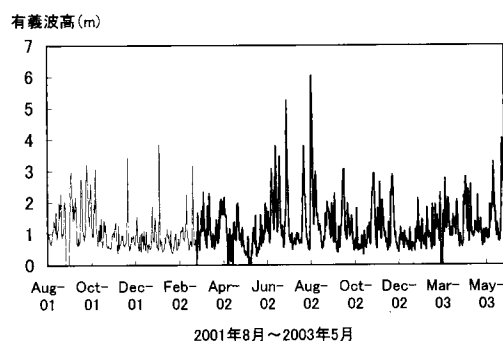


図-2 解析期間中の宮崎港の沖波有義波高

（2）解析方法

解析では、10 分間の平均画像を用いた。図-3(a), (b) は 2001 年 9 月 10 日における 10 分間平均画像であり、図-4 はこのうちの $y=0$ m の測線上の画像の輝度値である。砕波によって輝度値が上昇し、 $x=0$ m, 80 m, 273 m の地点で輝度値が極大となっている（図-3）。バーが存在しバー上で砕波が生じる場合にはバー頂部位置近傍で輝度値が高くなると考えられることから、本解析では、輝度値の極大値の位置をインナーバー、アウターバーの位置とした。

なお、本解析では、バーの位置推定に対する潮位の影響をできるだけ小さくするために、潮位が平均潮位に最も近い時刻の画像を用いた。また、早朝は太陽の海面反射が強く逆光となり、夕方でも 19 時以降暗くなり解析が難しくなるため、7 時以前、19 時以降の画像を解析から外すとともに、雨や霧で映像がぼやけたものも除いた。

* 正会員 工修 (独法)港空研 海洋・水工部 主任研究官
** 正会員 工博 (独法)港空研 海洋・水工部 漂砂研究室長

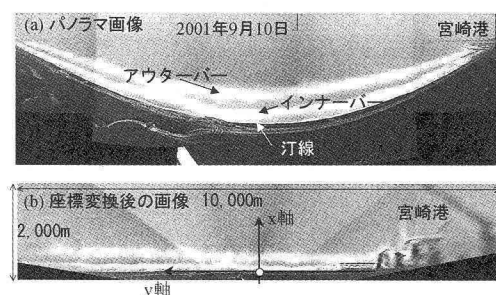
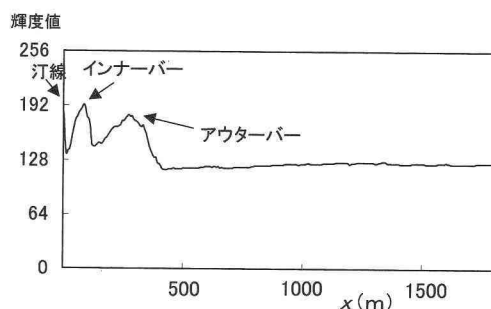


図-3 インナーバー、アウターバーと解析での座標

図-4 $y=0$ mでの岸沖輝度値分布

3. 観測結果

(1) 2001年夏～2002年春におけるインナーバーの挙動

図-5は2001年夏から2002年春におけるインナーバーの特徴的な岸沖方向の動きを示したものである。高波が来襲したときには(a)のようにインナーバーは沿岸方向に直線的である。その後、波が小さくなると(b)(c)のようにインナーバーの位置で離岸流が発生し、インナーバーは沿岸方向に屈曲した形となる。さらに波の小さい日が続くと(d)のようにインナーバーの一部は汀線に付着するようになる。その後、再び高波が来襲すると(e)のようにインナーバーは直線的になり沖合へ移動する。2001年夏～2002年春にはこのようなバーの変化が繰り返されていた。

(2) 2002年夏～2004年春におけるインナーバー、アウターバーの挙動

図-6は2002年7月～8月に見られた岸沖方向のバーの動きを示している。この期間には台風の来襲が頻繁にあり、高波によって $-500\text{ m} < y < 4000\text{ m}$ の範囲でインナーバーが徐々に沖合へ移動しアウターバーに付着して消滅している(図-6(a)～(d))。

その後、図-6(e)～(g)にかけては、 $y > 4000\text{ m}$ のインナーバーは依然として存在し、徐々に南側に移動しているけれども、それ以外の領域では、2004年3月において

もインナーバーは再生されていない。

アウターバーに注目してみると、2002年春まではアウターバーの形状は沿岸方向に直線的であったものの、2002年夏からは、波が小さくなると沿岸方向に波打ち(図-6(e), (g))、波が大きくなると直線的になる(図-6(f))という変化を繰り返すようになった。

(3) インナーバーの岸沖方向の動き

図-7(a)は2001年9月～2002年8月における $y=720\text{ m} \sim 3387\text{ m}$ の範囲でのインナーバーの平均の岸沖方

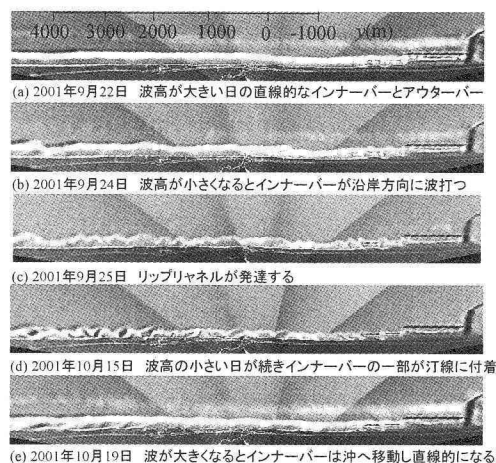


図-5 サイクリックな変化 (2001年夏～2002年春)

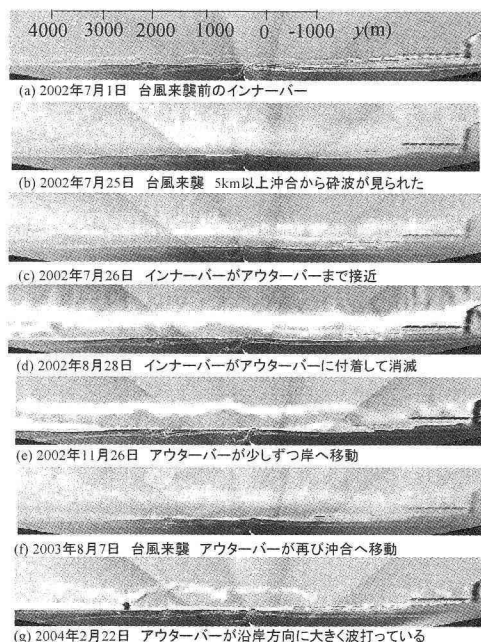


図-6 インナーバーの沖への移動、消滅とインナーバー消滅後のアウターバーの変化 (2002年夏～2004年春)

向位置（以下ではバーの岸沖方向位置を単にバーの位置と呼ぶ）の時系列変化を宮崎港の沖波有義波高の時系列変化とともに示したものであり、(b) は (a) の拡大図で2002年4～8月までの時系列変化を示したものである。図中、2001年8～2002年3月は宮崎の波高が欠測していたため、志布志湾の波高を載せている。なお、宮崎の波高は志布志湾の1.5～2倍であることから、図-7(a)では志布志湾の波高として、その2倍の値を表示してある。

図-7より、インナーバーは、2002年7月における急激な沖への移動のように、波高が大きくなると沖へ移動し、逆に小さくなると岸へ移動していることがわかる。また、台風によって大きな波高が続く夏期にはインナーバーは沖に位置している傾向がある。

そこで、次にインナーバーの位置と沖波有義波高との関係を調べた。図-8はインナーバーの位置と波高の共分散を示したものであり、図-9は両者の共分散が最も高かったインナーバー観測時の4時間前の沖波波高とインナーバーの位置との関係を示したものである。インナーバーの位置とバー観測時の4時間前の沖波波高の間には正の相関があり、波高が大きいときには、その4時間後にインナーバーが沖に位置している。

図-10は、インナーバーの位置の標準偏差 ($\sigma_{\text{innerbar}} = \sqrt{\sum (y_{bi} - y_{bm})^2 / n}$, y_{bi} は各測線におけるインナーバーの位置, y_{bm} はインナーバーの平均位置, n は測線数) を示したものである。波が小さくなるとバーが沿岸方向に波打つため、標準偏差が大きくなっており、波高と逆相関

にあることが分かる。

(4) インナーバーの沿岸方向の動き

図-11はインナーバーの沿岸方向平均位置からの各測線での岸沖方向のずれを上から並べたもので、 $y = 720 \sim 3387(\text{m})$ の範囲で示している。2001年8月22日～2002年7月31日までのうち、波がインナーバーの上で碎波していた日だけを抽出して並べている。黒い部分はバーが平均位置よりも沖側、白い部分は岸側にあることを示しており、黒い部分にリップチャネルがある。

日付は台風等で波が大きかった日であり、図-5(e)の

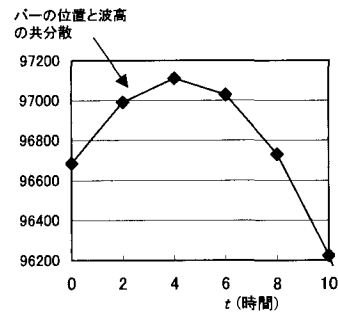


図-8 バーの位置と沖波有義波高との共分散

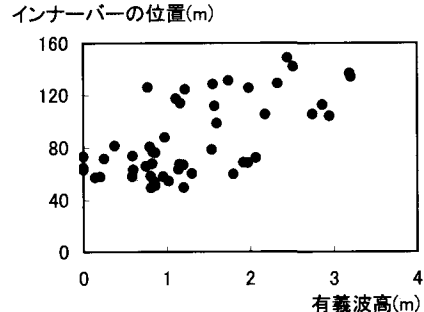
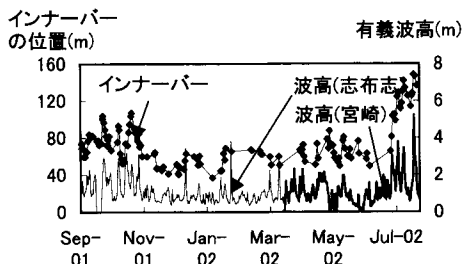
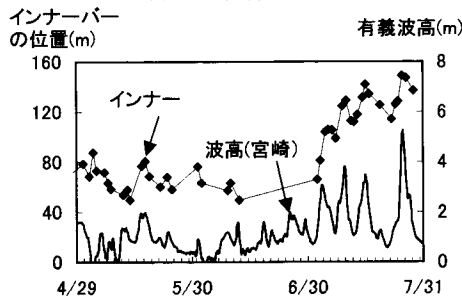


図-9 沖波有義波高とインナーバーの位置との相関



(a) 2001年9月～2002年8月



(b) 2002年4月～2002年8月

図-7 インナーバーの位置と沖波有義波高の時系列変化

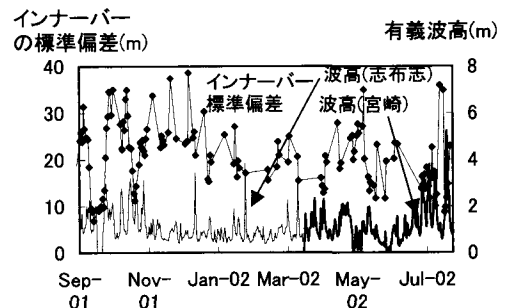


図-10 インナーバーの位置の標準偏差と沖波有義波高の時系列変化

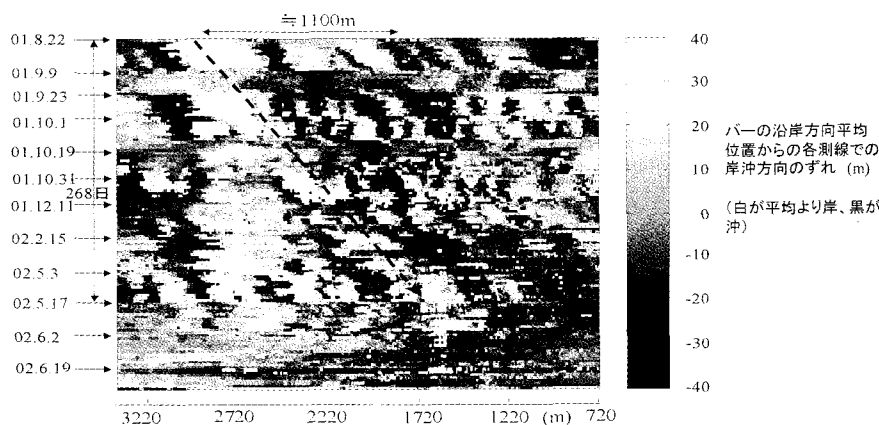


図-11 インナーバーの沿岸方向地形パターンの沿岸方向への動き

ように沿岸方向に波打ったバーの地形パターンがそれらの日に直線状に均されておき、その後、新しい地形パターンができていく。

沿岸方向に波打った地形パターンは2001年9月9日～23日のように北側へ移動する期間もあるが、全般的に南向きへ移動する傾向にあり、インナーバー上の沿岸漂砂が南向きであることを示しているものと考えられる。2001年8月～2002年5月までの全体的な移動を見ると図中の点線の矢印のように地形パターンが南側へ移動しているものと考えられ、沿岸方向に1日あたり約4mの速度で移動しているものと推測される。

(5) アウターバーの岸沖方向の動き

図-12はアウターバーの平均位置の時系列変化を宮崎港の沖波有義波高ならびに図-7と同様に求めたアウターバーの位置の標準偏差とともに示したものである。アウターバーは2002年春までのインナーバー同様、波高が大きいときに沖へ、小さいときに岸へ移動しており、アウターバーの位置は最大で300m、最小で200mである。また、アウターバーの位置の標準偏差は、波高が大

きいときに最小で37m、波高が小さいときに72mである。

(6) アウターバーの沿岸方向の動き

図-13は、図-11と同様にインナーバーの沿岸方向平均位置からの各測線での岸沖方向のずれを上から並べたもので、 $y = -1630 \sim 4046$ (m)の範囲で示している。2002年8月30日～2004年1月17日までのうち、波がインナーバーの上で砕波していた日だけを抽出して並べている。黒い部分が平均より沖側にある部分、白い部分は岸側にある部分である。

1～2kmの波長で沿岸方向に波打った地形パターンが2002年10月頃から現われ、その後、2004年3月まで同じ地形パターンが続いている。

2003年4～7月には北側へ移動しているが、それ以外は全般的に南向きへ移動する傾向にあり、アウターバー上でも沿岸漂砂が南向きであるものと推測される。

2002年8月～2004年1月までの全体的な移動を見ると、アウターバーの地形パターンは沿岸方向に1日あたり約2mの速度で南へ移動している。

(7) バーの移動と前浜の地形変化との関係

図-14は2002年6月から2002年11月の断面変化を示したものである。6月にインナーバーのあった領域の土砂が沖のアウターバーへ移動することでインナーバーが存在していた地点の水深が深くなり、前浜では写真-1のように護岸が決壊するとともに、決壊した海岸護岸の北側では前浜の侵食が発生した。水深1～2mほどのインナーバーが消滅したため、高波がエネルギーを保ったまま護岸に襲ったためと推定される。

4. 結 論

侵食海岸である宮崎住吉海岸において2001年8月～2004年3月にかけてビデオモニタリングシステムに

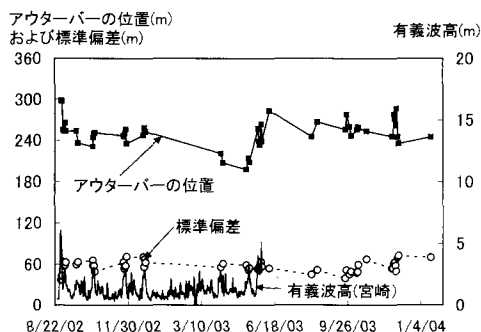


図-12 アウターバーの位置とその標準偏差および沖波有義波高の時系列変化

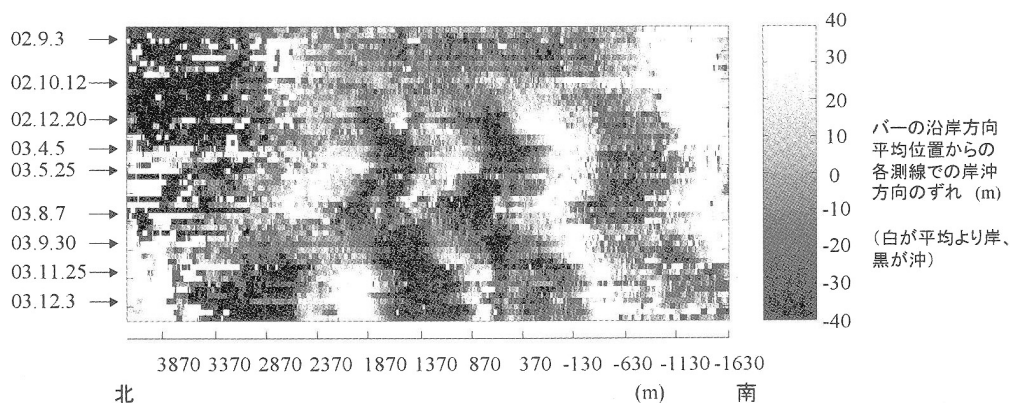


図-13 アウターバーの沿岸方向地形パターンの沿岸方向への動き

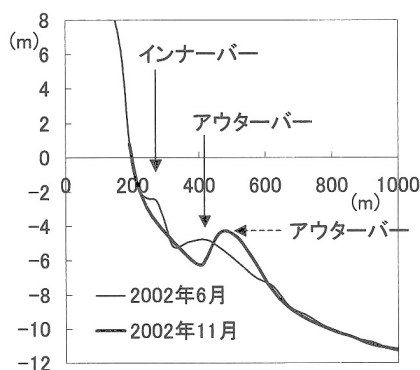


図-14 インナーバー消滅前後の水深

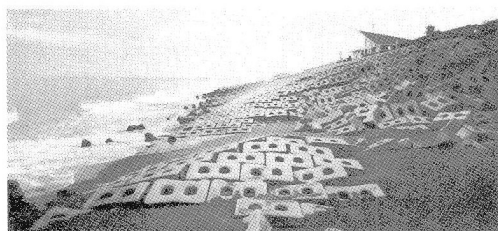


写真-1 インナーバー消滅後に見られた護岸の決壊状況

よって取得されたインナーバー、アウターバーの位置データを解析したところ以下のことが明らかとなった。

① インナーバーの位置とバー観測時の4時間前の沖波波高との間には正の相関があり、波高が大きいときには

その4時間後にインナーバーが沖に位置していた。

② 2001年8月～2002年5月の期間、インナーバーは約4 m/dayの速度で、2002年8月～2004年1月の期間、アウターバーは約2 m/dayの速度で南へ移動していた。

謝辞：本研究を実施するにあたり、小澤康彦所長、前田俊明工務課長、星倉淳一係長をはじめ、国交省宮崎港湾・空港整備事務所の方々、また、石川和男設備統括部長、清智也副長をはじめ、シェラトングランドオーシャンリゾートの方々、吉田秀樹所長、谷川晴一課長をはじめ、国交省下関港湾・空港技術調査事務所の方々から多大なご協力を頂いています。また、ビデオシステムの立ち上げにあたっては、(独法)港空研高橋重雄統括研究官、外務省経済協力局箕作幸治課長補佐から多大な協力を頂いている。また、図-14の深浅測量データは宮崎県土木部河川課から頂いている。ここに、深甚なる感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 鈴木高二朗・高橋重雄・山縣延文・堀田 治・栗山善昭・Stefan Aarninkhof・Gerban Ruessink・Irv Elshoff (2002): ARGUS ビデオ解析による宮崎住吉海岸の長期地形観測, 海岸工学論文集, 第49巻, pp. 571-575.
- Kuriyama, Y. (2002): Medium-term bar behavior and associated sediment transport at Hasaki, Japan, Journal of Geophysical Research, Vol. 107 (C9), 3132, doi: 10.1029/2001JC000899.