

## 係留ビデオシステムとXバンドレーダを用いた砕波帯内外の水理ダイナミックスの広域観測

研究代表者	筑波大学機能工学系 助教授 武若聡
共同研究者	岐阜大学工学部 助教授 小林智尚 運輸省港湾技術研究所 漂砂研究室長 栗山喜昭 水産庁水産工学研究所 水理研究室長 中山哲蔵

### 研究要旨

砕波帯の水理ダイナミックス、例えば、海浜流パターン、海底地形の変動などを把握することは海岸工学上の重要な課題の一つである。これに向けて、従来から様々なフィールド観測が行われており、種々の知見が蓄積されている。これまでの観測には、多くの場合、海底、栈橋などに固定された計測機器が使用されており、計測点では精度の高い時系列データが得られるものの、計測点の設定数には限りがあり、観測対象の時空間構造の理解に際しては制約があった。本研究では、係留ビデオシステムとXバンドレーダを用い、面的な時系列データであるビデオ画像、レーダエコー画像を取得することにより、砕波帯に生じる諸現象の観測、例えば、砕波位置の空間的な分布の変動、表層の海浜流構造、海底地形などを捉えることの可能性について検討した。その結果、従来の計測機器を用いた点計測では全体像を捉えることが困難であった砕波帯水理現象について理解を進め、また、新たな観測ツールとしての可能性を示すことができた。

係留ビデオシステムは、容積24m<sup>3</sup>の係留気球に複数台のデジタルビデオカメラを搭載したものであり、本研究では（独）港湾空港技術研究所・波崎観測栈橋にて係留した。係留高度は150～250mの範囲に設定し、複数台のカメラが捉えた画像を合成することにより、沿岸方向に600m、岸沖方向に300mの範囲の状況を時系列的に知ることが可能である。本研究では、得られたビデオデータについて画像処理と解析を行い、砕波位置の空間的な分布変動の測定、表層の流れ分布の把握、波動の進行状況の解析による海底地形の推定などを行った。

Xバンドレーダ（船舶用レーダ）は電磁波を海面に向けて発射し、海面の凹凸に応じた反射を捉えることにより波浪の状況を面的に観測するものである。観測結果はレーダエコー画像として得られ、これを上のビデオ画像と類似の手法で解析した。Xバンドレーダで得られるデータには、ビデオ画像では知ることのできる海面の色、砕波による気泡などの情報は直接的に捉えられないというデメリットはあるが、その一方で、夜間、荒天時など随時観測可能であるというメリットがある。Xバンドレーダは（独）港湾空港技術研究所・波崎観測栈橋の観測施設屋上に設置し、様々な波浪条件下で観測を実施した。レーダエコーデータの画像処理、画像解析を行い、波動の進行状況の解析による海底地形の推定などを行った。

表層の海浜流構造の推定は、係留ビデオシステムで得られた画像の解析を通じて行った。沿岸流場に投入された染料パッチの変形状況の解析、砕波帯内の気泡の移動追跡による流速場の推定を行い、従来の点計測では知ることの難しかった面的な流動状況を捉えた。砕波帯内の平均沿岸流速分布は、砕波点よりやや岸側の地点で最大となるパターンとなり、また、砕波点位置の沿岸方向の変動に伴う流速分布パターンの変化も捉えられた。流速変動には長周期的な非正常変動が捉えられており、観測と同時に実施した流速測定の結果と良好に一致した。海水に色素（フローレッセナトリウム）を溶かし、栈橋から投入した。染料パッチは、変形しながら沿岸方向に流下し、流速シアと拡散の効果が存在する場合の瞬間点源染料拡散の特徴、例えば、染料パッチの分布形状が速度勾配の効果により扁平になること、その重心位置が速度の早い領域へシフトすること、などが観察された。

海底地形の推定の際には、ビデオ画像、レーダエコー画像の両者を解析した。両者には沖合いから入

射した波が岸に向かって進行する状況が捉えられている。波は、水深が浅くなることにより屈折し、また、浅くなることによりある水深域で砕波する。また、この間に個々の波の進行速度は水深が減少することにより遅くなる。この進行速度の低減を捉え、分散関係式を用いることにより、局所的な水深を求めた。これを行う際には、ビデオとレーダ画像の岸沖方向の1ラインを抜き出し、時間的に並べて表示した岸沖方向ライン画像を作成し、この画像中の軌跡状パターンの傾きを求めることにより局所的な波速を求めた。傾きを求める方法について検討を行い、画像の状況に応じて適切な波速算出方法を調べた。以上の手順で推定された水深分布と実際に測深された結果はほぼ一致した。