

穂波現象の画像解析

金沢大学工学部 正 員 辻本哲郎
金沢大学大学院 学生員 ○長崎敏範

1. まえがき

植生を伴う流れの研究において「穂波」が着目されつつある^{1,2)}。穂波は、流れと植生の挙動との相互作用によって発生するものと思われる。そこで、乱流構造と植生の挙動の同時計測のために、とくにビデオ画像から必要なデータを適切に取り込む必要があり、パソコンを用いてその手法を探った。簡単な植生モデルを用いて実験を行い、流れと植生挙動の相関を検討してみたものである。

2. 機器の構成

家庭用ビデオは一秒間に30枚の画像を記録するので、最高15Hzまでの実験対象の挙動を記録するのに手軽に扱える。また、記録された画像を解析するのにパソコンを使った。ここでビデオの画像表示の方法が、垂直同期30Hz、水平同期15.7kHzなのに対して、パソコンの方はたとえばPC-9801では、垂直同期56Hz、水平同期24kHzとかなりちがうので両方の画像を重ね合わせるのには工夫がいる。パソコン側の画像の同期をビデオ側に合わせ、高速なスイッチで両方の画像を切り替え、一つの画面に表示する方法をスーパーポーズという。装置も簡単で手軽に扱え動画の時はいいのだが、ビデオ側の画像をを一時停止状態にしたとき、同期がとれず画面が乱れるという欠点がある。

別の方法として、ビデオ画像をAD変換してパソコンの画像データとして取り込むのが、デジタイズと言う方法である。今回はこちらの方を採用した。

図1が実験風景を取り込んだものである。デジタイズして取り込んだパソコン側の画像になるので静止画像でもおぼれは生じない。また取り込んだ画像の濃淡は数値データとして得られるので、微分を取ることにより輪郭を図2の様に抽出して傾斜角度、変位などを定量的なデータとして取るなどの画像の加工、解析ができるというメリットがある。データレコーダ、ビデオタイマーなどはスイッチにより同時にスタートするようになっており、ビデオ画面上の時間と流速計との時間は同期がとれているので植生モデルの挙動と計測結果の相関を調べることが出来る。あとはビデオ画像を1コマずつ取っていくのだが、データ量として1画面あたり768kbyte、1秒間で22.5Mbyteというデータを実時間で記録できるメディアは内蔵RAMメモリしかなく、ビデオの方はコマ送りによって進め逐次パソコンの方へ取り込むという方法をとった。一度取り込めばパソコン側でゆっくり処理してやればよい。パソコン上での処理はすべてマウスで出来るようになっており、画像に輪郭抽出、コントラスト強調などの処理を施してから、必要な座標データ

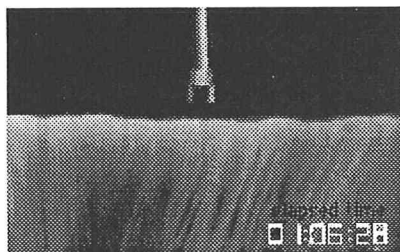


図1 ビデオ画像取り込み例

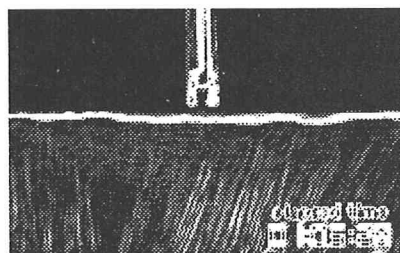


図2 図1を輪郭抽出処理したもの

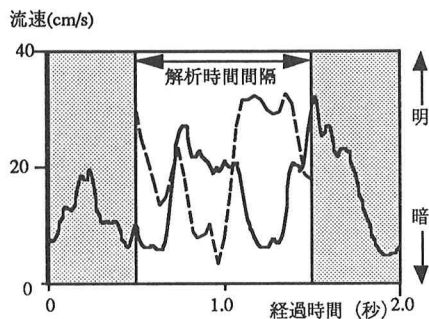


図3 流速変動及び植生変動

を取る。座標の他にも図4の様に一定ライン上の明るさのデータを取るにより全体的な挙動を調べることも出来る。

3. 測定結果

植生のモデルとして実験に用いたのは、長さ10cm、径0.2mmの塩化ビニール製の糸を縦断方向に1mm間隔、横断方向に3mm間隔に植えたもので、かなり密なものである。固有振動周期は震動台での強制震動実験によって調べられた結果6.5Hzである。このモデルを水路に設置し水中での穂波の発生を計測した。植生上の流れの平均流速が10cm/sあたりから穂波が発生し始める。ここでは平均流速25cm/sの時の結果を示す。図3の実線波形が流速のデータでありプロベラ流速計を図1の位置、植生モデルの上端から5mmの位置に設置して得たものである。この点での時間平均流速は18.7cm/sで標準偏差が8.5cm/sもあり変動はかなり大きい。植生の挙動については図4に示すような各時間の画像について植生頂部から1cm下方のライン(15cm)に沿う画面の明るさを数値化し、その時系列を調べることで検討した。明るい部分は高い値で表現されている。画像の明るさは、植生が密なときには明るくなり、疎のときには暗くなるようにライトの角度が調整された。なお、各画面での明るさ変動のトレンドは線形除去した。図3に示した1秒間についてのこの明るさの変化を1/30秒ずつ手前から並べたものを図5に示す。この図から波速が約15cm/sの植生の揺れが伝播している様子が見られる。流速計プローブ位置での明るさの時間変化を図4に破線で示してある。これを見ると流速が速くなると少し遅れて暗く、すなわち疎になり、遅くなるとき密になることがわかる。図1の中には150本の植生が写っていて、1コマごとその位置を1本ずつ調べているはある程度自動化しても大変なのだが、コントラストで挙動をつかむと全体の動きがよくわかって便利である。なお流速、植生挙動のスペクトルを取ったのが図6であるがスペクトルが分散していて両方の変動に相関があるとはいえない。同時計測によって両者の関係がより明らかになる。

4. あとがき

ビデオの画像をコンピュータに取り込むことによって、画像データを流速などのデータと同様に扱うことができる。撮影のテクニックなど工夫すべき点もあるが手軽にできるものである。こうした同時解析によって穂波の画像と流速変動の間にある関係があることがわかった。今後はさらに詳しい解析、理論の組立をこの手法をつかって進めて行くものである。

参考文献

- 1) 池田・太田・前原：沈水性植生の穂波現象，第47回年次学術講演会概要集，pp299-300,1992
- 2) 北村・辻本：線形不安定解析による河床植生の組織的揺動出現機構の説明，第47回年次学術講演会概要集，pp424-425,1992

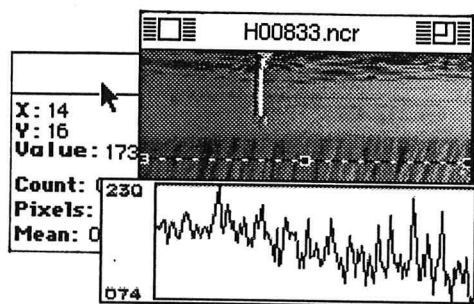


図4 一定ライン上の濃淡データ

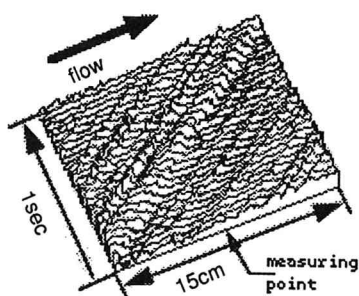


図5 1秒間の植生変動

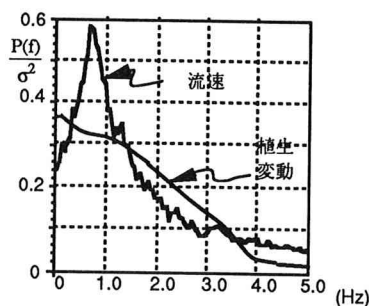


図6 スペクトル