

感潮河川の非定常乱流スペクトル

広島大学工学部 (正) 余越 正一郎
○ 広島大学大学院 (学) 川西 澄

1. ま え が き

河川乱流場における最大乱子の寸法を支配するのは、鉛直乱流場に限り、水深と平均流速であろう。河川感潮部では、これらが時間とともに大きく変動しているため、その乱流構造もまた時々刻々変化しているものと思われる。そこで、元安川と太田川で流速測定を行い、非定常スペクトルを算定した。

2. 観 測

観測船から水平方向に約2m離して流速計をフリ下げ、約5時間連続測定を行った。次に、観測地点とその状況を示す。元安川の観測では風が強か、たため、太田川にくらべて深く流速計を設置した。

	河口からの距離	川 幅	水 深	潮の状態	測 点	流速計
元安川	約3km	約150m	1.5~2.5m	上げ潮	中央部、水面下60cm	超音波(スパン7.5cm)
太田川	約3km	約300m	6.5~7.5m	下げ潮	中央部、水面下30cm	プロペラ(直径14cm)

3. 解 析

観測船上で磁気テープに収録した流速変動をバンドパスフィルターに通し、その出力を2乗平均した。バンドパスフィルターの中心周波数は、

0.004 Hz ~ 2.0 Hz までの範囲で9つ選び、バンド幅は1/3オクターブとした。2乗平均の際の平均長は10波長程度である。平均流速が変化しているために、周波数のままでは乱子のスケールと対応がとれない。そこで、2乗平均値をAD変換し、計算機で周波数を波数に変換して波数スペクトルを求めた。

4. 結 果

1) 元安川の場合

Fig. 1に、算定した非定常スペクトルを流速、水深記録とともに、2次元的に示す。縦軸には対数で波数が、横軸には時間がとてある。スペクトルの大きさは、図の一番上に示すように、エネルギーをいくつかの範囲に分けて、左側の整数値で代表させた。

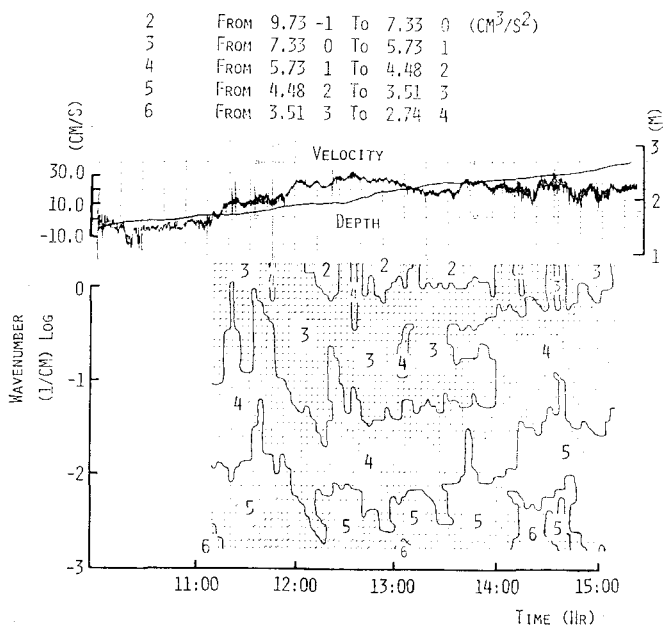


FIG. 1. ESTIMATED NONSTATIONARY SPECTRUM IN THE RIVER
MOTOYASU. UPPER RECORDS ARE VELOCITY AND DEPTH.

Fig. 1. を縦と横に切断すると、それぞれ、スペクトル密度分布と波数成分ごとのエネルギーの経時変化が得られる。11:00 過ぎまでは平均流速が小さく、最後に述べるような理由から、周波数を波数に変換できなかった。Fig. 1 からわかるように、11:00 から 12:00 にかけてと、14:00 以降エネルギーが大きくなっている。ここには示していないが、スペクトル密度分布の経時変化をみると、分布全体が上下するだけで、その形状はあまり変化せず、傾きは -1 程度である。流速記録にみられるように、憩流の状態になっても乱れが存在している。

1) 太田川の場合

Fig. 2 は太田川につき、Fig. 1. と同様にして描いた図である。観測開始時から 11:00 にかけて、エネルギーの増加がみられ、14:00 付近から再びエネルギーが大きくなっている。スペクトル密度の勾配は、どの時刻でもほぼ -5/3 であった。波数 0.1 ~ 0.2 cm^{-1} にかけてピークがみられたが、これは流速計の揺れによるものと思われる。

以上 2 つの解析例では、満干潮の前後でエネルギーが大きくなっている。満干潮の間では、平均流速が大きいにもかかわらず、エネルギーは小さい。このような現象がなぜ起こるのか今のところわからない。今後さらに観測を重ねる必要がある。潮汐にともなう平均流速の変化は、サイン関数から大きくはずれており、その形も日、場所により異なっているようである。平均流速が小さくなるにつれて、速度変動の周期は、乱子の通過時間から寿命時間へと性格が変わってくる。したがって、平均流速が変動速度にくらべて小さいときには、周波数を波数に変換して乱子の寸法と対応させることはできない。このような場合、速度変動のスペクトルは乱子の寿命時間に対するものとなる。

今回はレコーダー等の制約から、5 時間程度しか連続測定できなかった。潮汐による乱流構造の変化を調べるには、少なくとも潮汐の周期以上連続して測定する必要があると思われる。なお観測中にしばしば舟が通過し、その波の影響が入ってくるが、その影響の除去は困難である。

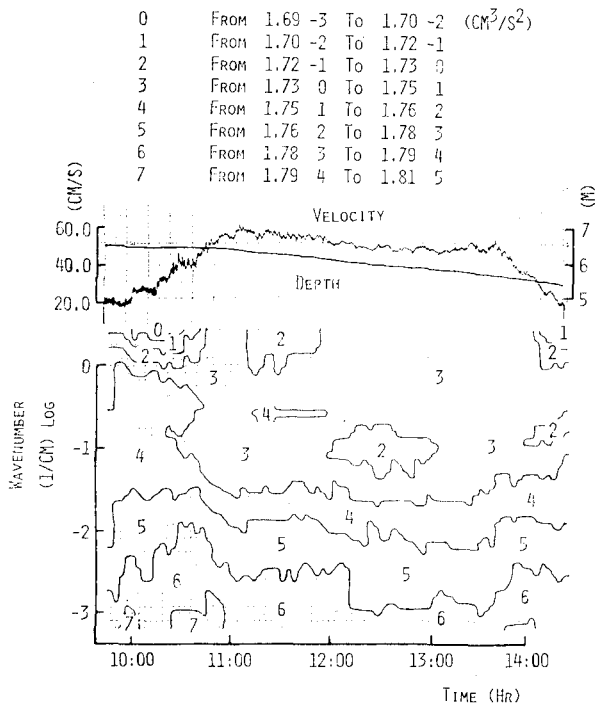


FIG. 2. ESTIMATED NONSTATIONARY SPECTRUM IN THE RIVER OTA. UPPER RECORDS ARE VELOCITY AND DEPTH.