

富山湾の潮流データに関する一考察

A Study on Analysis of Tidal Current Data in Toyama Bay

中谷俊彦¹⁾、河合雅司²⁾、家城竜也³⁾、亀井志聖⁴⁾、早勢欣和⁵⁾、布目 明弘⁶⁾、
浦恵里夏⁷⁾、牧田祥子⁸⁾

Toshihiko Nakatani, Masashi Kawai, Tatsuya Yashiro, Shisei Kamei, Yoshikazu Hayase, Akihiro Nunome,
Erika Ura and Shoko Makita

- 1) 富山高等専門学校 商船学科 (〒933-0293 富山県射水市海老江練合1-2, E-mail: nakatani@nc-toyama.ac.jp)
- 2) 富山高等専門学校 商船学科 (〒933-0293 富山県射水市海老江練合1-2, E-mail: mkawai@nc-toyama.ac.jp)
- 3) 株式会社YDKテクノロジーズ(〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷5-23-13, E-mail: tatsuya_yashiro@ydktechs.co.jp)
- 4) 富山高等専門学校 商船学科 (〒933-0293 富山県射水市海老江練合1-2, E-mail: kamei@nc-toyama.ac.jp)
- 5) 富山高等専門学校 電子情報工学科 (〒933-0293 富山県射水市海老江練合-12, E-mail: hayase@nc-toyama.ac.jp)
- 6) 富山高等専門学校 商船学科 (〒933-0293 富山県射水市海老江練合1-2, E-mail: nunome2020@nc-toyama.ac.jp)
- 7) 富山高等専門学校 技術室 (〒933-0293 富山県射水市海老江練合1-2, E-mail: ura@nc-toyama.ac.jp)
- 8) 富山高等専門学校 技術室 (〒933-0293 富山県射水市海老江練合1-2, E-mail: makita405@nc-toyama.ac.jp)

This paper describes the results of analysis of tidal current data collected in Toyama Bay. Current data at depths of 10 m and 30 m were collected every 30 minutes by the Shin-Minato Fishery Cooperative Association from oceanographic buoys located approximately 3 km offshore from the mouths of the Shogawa and Oyabe Rivers in Toyama Prefecture and approximately 3 km offshore from the National Institute of Technology, Toyama College, Imizu Campus. A multi-variable statistical optimal model was constructed from the obtained data, and various time series analyses, such as noise contribution and impulse response, were carried out.

Key Words : Tidal current data, Oceanographic buoy, Autoregressive model, Noise Contribution

1. はじめに

近年、各種のセンサが発達したおかげで、様々な分野でのフィールドデータを容易に取得できるようになってきている。富山湾でも海洋観測ブイが設置され、特定の水深での潮流データも計測できるようになった。

本研究では、富山湾で収集された潮流データについて解析結果について述べる。解析対象データは、富山県の代表的な河川である庄川・小矢部川河口から約3km沖合の地点と富山高専射水キャンパスの約3km沖合の2つの地点に設置された海洋観測ブイで収録された。このデータに多次元自己回帰モデルのあてはめを試みる。このモデルへの同定が行えれば、既に解析手法が確立されているノイズ寄与率解析やインパルス応答解析を行うことができる。

以下では、その時系列解析結果について報告する。

2. 富山湾の潮流データの収録

潮流データは、庄川と小矢部川河口から約3km沖合($36^{\circ}49.02'N, 137^{\circ}05.24'E$)と射水市海老江海岸の約3km沖合($36^{\circ}47.67'N, 137^{\circ}09.52'E$)に設置された海洋観測ブイで、新湊漁業協同組合により流向流速計を用いて30分毎に観測された水深10mと30mにおける流速データを用いた。使用

された流向流速計は、JFEアドバンテック社 INFINITY AEM-CADであり、流速センサーは2軸電磁誘導方式で、測定範囲: $0 \sim \pm 500 \text{ cm/s}$ 、分解能: 0.02 cm/s 、精度: $\pm 1 \text{ cm/s}$ or $\pm 2\%$ (流速検定は $0 \sim \pm 100 \text{ cm/s}$ の範囲)である。また、方位(磁針方位)センサーはホール素子で、測定範囲: $0^{\circ}C \sim 360^{\circ}$ 、分解能: 0.01° 、精度: $\pm 2'$ である。

尚、観測は2022年4月より行なわれており、今回は2022年4月と5月のデータを解析した。

図-1に潮流データを収録した地点を富山湾上に示す。

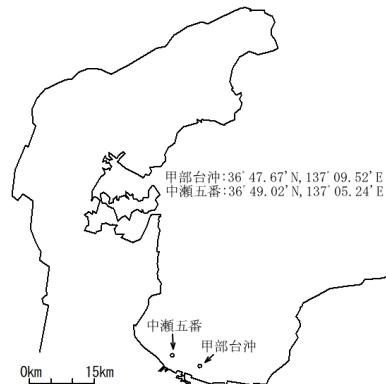


図-1 富山湾における潮流データの収録地点

3. 多次元自己回帰モデルによる同定

解析に際しては、以前より用いていた多次元自己回帰モデル呼ばれる統計モデルを用いた[1]。

実際に収録したデータは、2つの地点で、それぞれの地点における2種類の水深で収録されているので、計4種類(以下、4ch)分のデータを収録した。収録データ数は2928個/chであったので、時間換算で2928個×0.5時間=1464時間≈約2ヵ月(61日)分のデータを解析対象とした。

各chのデータは具体的には、

1ch(甲部台沖,水深10m)、2ch(中瀬五番,水深10m)

3ch(甲部台沖,水深30m)、4ch(中瀬五番,水深30m)

であり、これを使って4次元の自己回帰モデル、

$$X(n) = \sum_{m=1}^M A(m) X(n-m) + U(n) \quad (1)$$

を構築した。各要素で表現すると下記のようになる。

$$A(m) = \begin{pmatrix} a_{11}(m) & a_{11}(m) & a_{11}(m) & a_{11}(m) \\ a_{11}(m) & a_{11}(m) & a_{11}(m) & a_{11}(m) \\ a_{11}(m) & a_{11}(m) & a_{11}(m) & a_{11}(m) \\ a_{11}(m) & a_{11}(m) & a_{11}(m) & a_{11}(m) \end{pmatrix}$$

$$X(n-m) = \begin{pmatrix} x_1(n-m) \\ x_2(n-m) \\ x_3(n-m) \\ x_4(n-m) \end{pmatrix} \quad U(n) = \begin{pmatrix} u_1(n) \\ u_2(n) \\ u_3(n) \\ u_4(n) \end{pmatrix}$$

$$m = 1, \dots, M$$

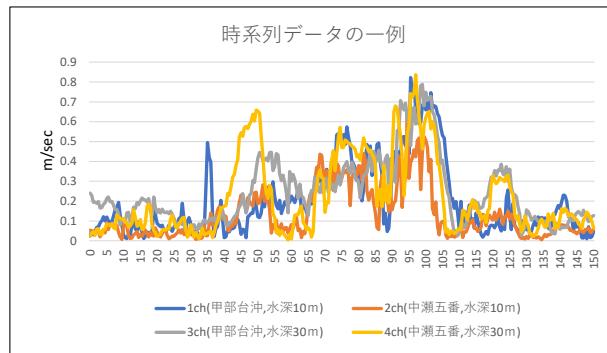


図-2 時系列データの一例

4. 解析結果の例

使用した時系列データの一部を図-2に示す。注意深く観察すると、周期の長い変動では何らかの関連性があるようにも思われるが、定量的な判断はできない。

次に、時系列データに自己回帰モデルをあてはめる。解析では、比較的変動が大きいと思われる部分を切り出した。またその切り出し部分を数回変化させ、それぞれでモデルを作成して解析を行った。いずれの場合もモデルの次数は8次から10次であった。このモデルを使って、ノイズ寄与率やインパルス応答を求めて解析を行った。

図-3に4ch(中瀬五番,水深30m)へのノイズ寄与率を示す。スペクトルは特に低域でのパワーが大きかったが、図か

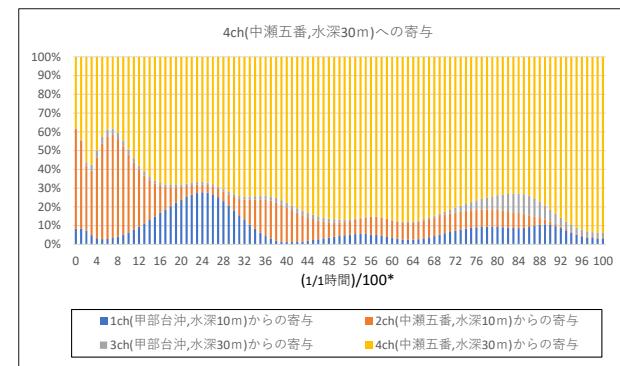


図-3 4ch(中瀬五番, 水深30m)へのノイズ寄与率

らわかるように、低周波領域に注目すると、2ch(中瀬五番, 水深10m)からのパワー寄与が比較的大きいことがわかる。

続いて時間領域での変数間の応答特性を確認するため、インパルス応答を計算した。図-4に1ch(甲部台沖,水深10m)から3ch(甲部台沖,水深30m)へのインパルス応答と、2ch(中瀬五番,水深10m)から4ch(中瀬五番,水深30m)へのインパルス応答を比較したものを示す。図から、2ch(中瀬五番,水深10m)から4ch(中瀬五番,水深30m)へのインパルス応答のほうが大きいことがわかる。中瀬五番の位置は2.で述べたように庄川と小矢部川河口から約3kmの地点である。このため表層における河川水の影響により、応答が大きく現れているのかもしれない。

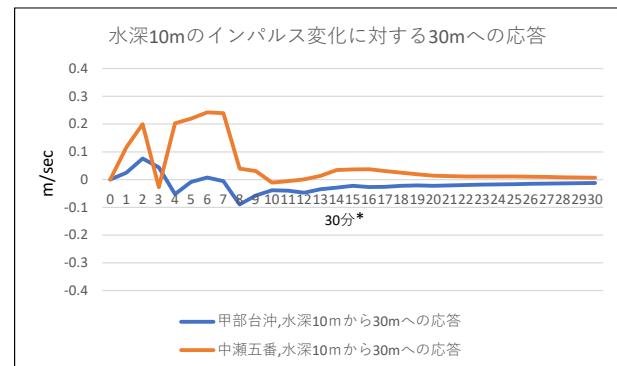


図-4 水深10mのインパルス変化に対する30mへの応答

5. おわりに

現在、収録されたデータを自己回帰モデルに当てはめ、解析を試行した。使用したデータは2022年4月と5月の2ヶ月分であるが、今回の解析結果が例えば季節と関係があるのかなどについては、今のところ不明である。今後は、さらにデータの収録を積み重ね、富山湾の海象についての知見とも組み合わせ、季節変動等も注意しながら、さらに解析を進めたいと考えている。

参考文献

- [1] 中谷俊彦,他: 船体運動とエンジンの統合解析と制御について, 計算工学講演会論文集, Vol.27, D-07-04, 2022.