

潮流・海流発電のための津軽海峡における流況観測

Investigation of Tidal and Ocean Current for Power Generation in Tsugaru Strait

函館工業高等専門学校専攻科 学生員 本間 翔希 (Shouki Honma)
函館工業高等専門学校 正 員 宮武 誠 (Makoto Miyatake)
北海道大学 大学院工学研究院 正 員 猿渡 亜由未 (Ayumi Saruwatari)

1. はじめに

近年、海洋再生可能エネルギーとして洋上風力、波力、潮流、海流等を利用する研究開発が世界的に進められている。島しょである我が国は、四方を海に囲まれているため、海洋再生可能エネルギーの賦存量はかなり多く、発電で利用する場合には、陸上以上のポテンシャルがあるといわれている。特に潮流・海流発電においては、トカラ海峡や対馬海域、津軽海峡の取り組みが活発化しており、潮流・海流発電を検討するためのエネルギー賦存量を評価する研究が行われている^{1) 2) 3)}。本研究は、津軽海峡を対象とした流速・流向に関する現地観測を実施するとともに津軽海峡の潮流に関する数値解析を行い、海流・潮流発電の適地選定のための流れ特性を検討する。

2. 津軽海峡の現地観測概要

図-1 は現地観測を行った調査地点を示す。津軽海峡の流況を把握するため、同図中に示す汐首岬沿岸海域の St-1 地点(水深 25m)において、2013 年 3/18~4/18 日の 31 昼夜連続観測を実施した。観測は表-1 に示す ADCP による多層流速・流向であり、層は上層(海底より 23.2m)、中層(12.2m)、下層(3.2m)の 3 層である。測定はサンプリング間隔 0.5 秒で 20 分間の連続計測を 1 時間間隔で行った。なお、この観測は上記観測期間後も行われており、今後、年間を通じた津軽海峡の潮流・海流の季節的な流れ特性を検討する予定である。

3. 現地観測結果

観測期間中の流速ベクトルを図-2 に示す。各層とも流れは、等深線に平行で汐首岬に向かう南東方向の流れが卓越しており、流れの鉛直分布はそれほど大きく見ら

れない。この流れには 24 時間周期の流れの変動が伴っているが、図-3 に示す太平洋側(函館)と日本海側(松前)の同時期の実測潮位から、両地点の潮位の位相で生じる潮位差により流速が周期的に消長していることがわかる。なお、観測期間中の大潮・小潮による流れの影響は小さい。図-4 は日本海側(松前)から太平洋側(函館)の潮位を差し引いた潮位差と流速の関係を示す。この潮位差と流速の関係には正の相関があり、太平洋側よりも日本海側の潮位が高い時に流速が大きくなっている。観測期間中の流向別最大流速及び流速・流向発生頻度分布を図-5、図-6 にそれぞれ示す。全流向に対する南東方向の流れの出現率は各層ともに 70%以上であり、観測期間中の最大流速は、流れの発生頻度の最も高い南東方向で発生している。得られた流速データを用いて調和分解を行い、主要 4 分潮の潮流楕円を描いたものを図-7 に示す。図中の潮流楕円は観測期間中に得られた流速データの算術平均値を恒流と考え、流速データから差し引き調和分解を行ったものである。また、図中の実線は後述する数値解析による潮流計算の結果を表示する。表-2 に示す調和定数は、各層ともに K1,O1M2,S2 分潮の順で振幅流速が大きく、その最大は上層の東方成分の K1 分潮である。中層については各分潮で大きな変化はなく、下層については各分潮ともに北方成分の方が大きい。一方、図-7 では各分潮とともに北西-南東方向に長軸を有する潮流楕円となる。その中でも K1 および O1 分潮でその傾向が顕著であることから、この期間の津軽海峡における潮流は日周期の潮汐に支配されていることがわかる。また、各分潮の潮流楕円において、北西方向の潮流が認められるが、前出の図-1 において明確に確認できない。これは南東方向に向かう恒流があると考えられ、北西方向の潮流と打ち消し合っているものと考えられる。この恒流成分には、津軽暖流や潮汐残差流などが考えられるが、今後の観測結果により詳細な検討を進めたい。

4. 数値解析による流れの再現

津軽海峡を流れる潮流は日周期における太平洋側と日本海側の潮位差に支配的であることをふまえ、津軽海

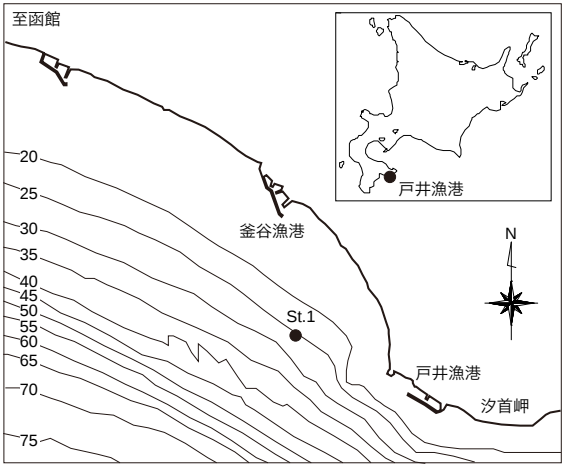


図-1 現地観測位置

図-1 多層流速計仕様

項 目	仕 様	
発信周波数	300KHz	
最大測定レンジ	175m	
最大海底深知深度	260m	
測定層厚	0.2~16.0m	
最大測定層数	128層	

峡の潮流に関する数値解析を行った。用いた数値解析モデルはマルチレベルモデルであり、津軽海峡を包含する海域を 20m メッシュで分割し、層数は現地調査に一致させ3層とした。全ての運動をゼロの状態から開始し、両海側の境界に実測潮位を一樣に与えた計算を1週間実施した。得られた観測点と同一位置の流速の計算値は、現地観測と同様に調和分解を行い、図-7の実線により潮流楕円を描いた。この結果、各分潮の計算値は実測値と多少の相違があるものの、北西-南東方向に長軸を有する潮流楕円となり、その傾向は現地観測と同様に K1, O1 分潮で顕著となる。本論文では、観測値の潮流楕円において恒流は単純に流速データの算術平均で取り扱ったこと。また、数値解析においても与えた潮位データは境界で一樣として計算していることなど、荒い検討に留まっている。今後は現在継続して観測している結果を踏まえ、より精度の高い検討を行う所存である。

5. 結論

津軽海峡を対象とした流況観測を実施した結果、観測期間中における津軽海峡では、南東方向の流れが卓越しており、最大流速も発生頻度の高い南東方向に一致することがわかった。また、この流れには 24 時間の周期的な変動を伴っているが、これは南東方向の恒流に影響されつつ、日本海側と太平洋側の日周期による潮位差の変動に対応して流速が消長しているものと推定される。このことを踏まえ、両海側の境界に実測潮位を与えた津軽海峡の潮流計算の再現性を潮流楕円により評価した結果、計算値は、観測値を概ね良好な結果で再現できることがわかった。

参考文献

- 1) 猿渡亜由末・田島悠：潮流エネルギーの平面及び鉛直分布の特徴，土木学会北海道支部論文報告集，第 69 号，B-37, 2012.
- 2) 小牧祐幸・山城徹・城本一義・仁科文子・中村啓彦・広瀬直毅：海流発電適地選定のためのトカラ海峡周辺海域における黒潮調査，土木学会論文集 B3(海洋開発)，Vol.67, No.2, p.I_109-I_113, 2013.
- 3) 伊藤靖・松本卓也・押谷美由紀：対馬および日本西部における水質・流況の現地観測，土木学会海洋開発論文集，第 25 巻，pp1353-1358, 2009

表-2 調和定数

函館汐首岬	分潮	北方成分		東方成分	
		流速[cm/s]	遅角[deg]	流速[cm/s]	遅角[deg]
上層	K1	20.606	220.1	24.211	32.1
	O1	15.994	182.7	18.81	355.3
	M2	10.5111	187.3	12.613	0.7
	S2	4.745	239.5	5.197	51.5
中層	K1	21.633	210.3	21.27	34.2
	O1	18.561	178.1	19.711	2.2
	M2	12.395	169.9	12.855	353.6
	S2	4.914	214.8	4.722	36.0
下層	K1	19.797	205.6	17.645	36.6
	O1	15.889	174.5	15.763	6.1
	M2	10.419	171.8	10.138	359.1
	S2	4.446	212.5	3.918	46.1

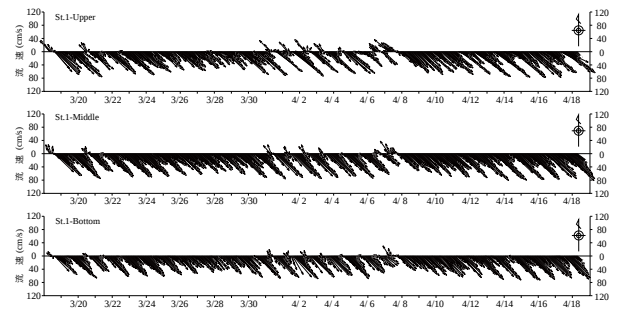


図-2 流速ベクトルの経時変化(3/18~4/18)

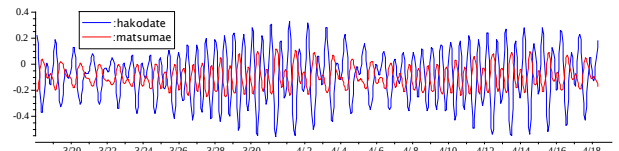


図-3 津軽海峡日本海側・太平洋側の潮位 (3/18~4/18)

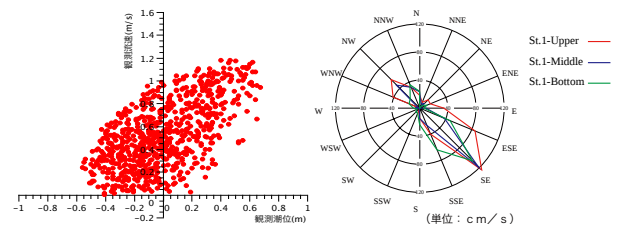


図-4 流速と潮位差の相関 図-5 流向別最大流速分布

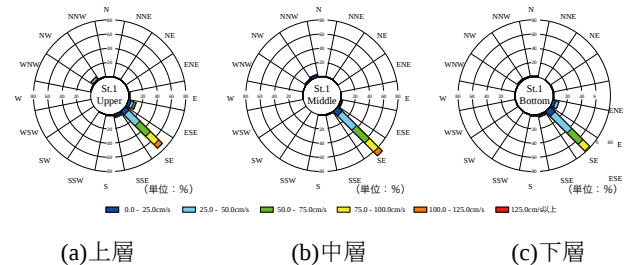


図-6 流速流向発生頻度分布図

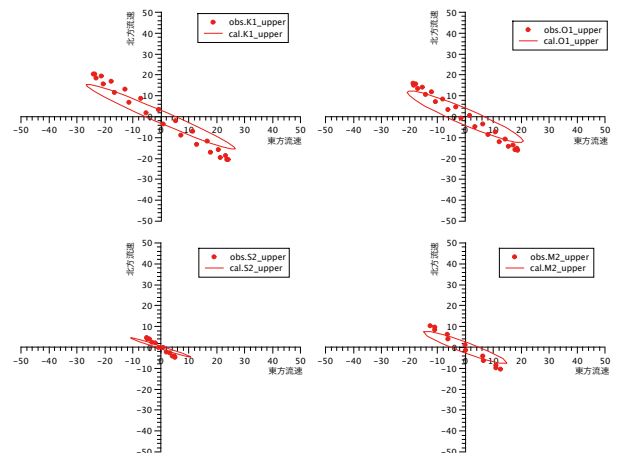


図-7 実測値と計算値の潮流楕円の比較