

函館港内における流動と水質の日変動特性

Daily Variations of Tidal Current and Water Quality in Hakodate Port

函館工業高等専門学校	正員	宮武 誠 (Makoto Miyatake)
函館工業高等専門学校	学生員	佐藤 侑亮 (Yusuke Sato)
北海道開発局函館開発建設部	非会員	増田 亨 (Touru Masuda)
函館工業高等専門学校	非会員	湊 賢一 (Ken-ichi Minato)
北海道立工業技術センター	非会員	松村一弘 (Kazuhiro Matsumura)

1. はじめに

函館市では現在、「国際水産・海洋未来都市構想」に際し、函館ドック跡地に国産水産・海洋総合研究センターを建設することやマリンレジャーの場及び大型蓄養施設としてドックヤード周辺海域を利用する構想が計画されている¹⁾。しかし、ドックヤード周辺海域を含む函館港内の水質は、長年に渡る造船業等により著しく劣化しており、港内の水質を改善するためには海水交換を促進させ、浄化させる必要がある。一方、函館港内には温泉源が2箇所あり、温水と冷水を取得しやすい環境にあることから、温度差によって動力を生み出す自律型水素吸蔵合金アクチュエータ²⁾(以後、A-MHA)を海水交換促進装置の動力として利用する計画がある。

本研究は、このA-MHAによって港内の海水交換を促進させるにあたり、その基礎的知見を得るため、港内全域及び港奥海域の流動と水質に関する日変動特性を現地観測を通じ、把握するものである。

2. 函館港内の水質と水位に関する現地観測

2.1 港奥海域の1昼夜連続観測

図-1は現地観測を行った調査位置を示す。港内港奥海域の水質と水位に関する日変動特性を把握するため、西埠頭-6.5m岸壁前面海域において1昼夜連続観測を実施した。調査位置は図中のSt-0地点である。計測した項目を表-1に掲示する。水位は、自記式圧力計をTPより-2.0mの深さに設置し、毎正時20分間、0.5秒のサンプリング間隔で計測した。DO(溶存酸素量)及び水温は、水深方向に3層設け、それぞれ上層(-2.0m)、中層(-4.0m)、下層(-6.0m)地点の値を1時間間隔で正時毎に計測した。濁度、TP(全リン量)、TN(全窒素量)、COD(化学的酸素要求量)は、深さ方向にDOと同様の上層、中層、下層地点の海水を採水器により採取した後、吸光光度計によって速やかに計測した。なお、計測は6時間

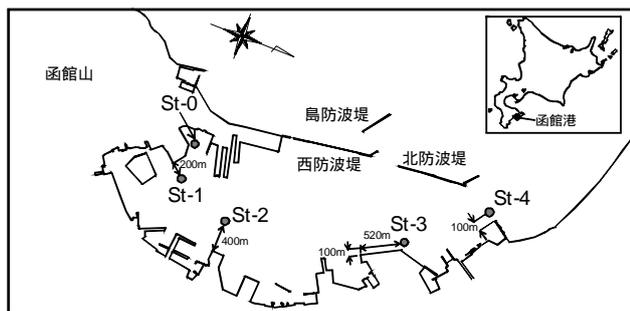


図-1 現地観測位置

間隔で実施した。

2.2 港奥海域の海水流動外力

図-2は観測期間中の風速ベクトルならびに、毎定時に得た20分間の水圧データから算出した有義波高及び長周期波高の経時変化を示す。図中に示す長周期波高は、周期が30秒から600秒に相当する波を対象として表示している。観測期間で最も有義波高が高くなる9/27の12:00から20:00では、風速5m以上の風が時間経過とともに西北西から西方向へ向きを転じながら卓越する。しかし、20:00以降には風向を北東に転じ、風速が減速した結果、有義波高もそれに伴い減少している。有義波高は、その9割程度が長周期波高であることから、港奥海域の波浪は長周期波成分が卓越し、その消長は風による気象擾乱に支配的であると推定される。

図-3(a)は、毎定時20分間に得られた0.5秒間隔の水圧データを用いて、FFTによりスペクトル解析を行った結果を示す。周期10秒以下で一部パワースペクトルにピークが見られるものの、そのほとんどは周期が30秒から600秒の間に集中する。すべての観測ケースにおいて、周期500秒付近で明確なパワースペクトルのピークが認められる。これは、観測当時に発生頻度が高かった風向と同一方向に長さをとった港内の第1固有振動周期Tを算出すると、510秒程度になることから、地形的な影響による副振動成分であると推定される。また、このパワースペクトルのピークは、風が弱まるに従い徐々に減少する。以上の結果、500秒程度で卓越する長周期波は、風によって生じ、副振動により発達するものと考えられる。図中(b)には水圧データを正時毎に平均した値を用いて、再度FFT解析を行った結果を示す。12時間周期で卓越する潮汐成分によるパワースペクトルは、周期が500秒程度の長周期波に比較して3オーダー程度大きくなる。以上の結果、港奥の流動は、ほぼ潮流に支配されていると推定される。

表-1 1昼夜観測項目

	期間	層	間隔	時間	サンプリング
潮位	25時間 (9/27 0:00 ~ 9/28 0:00)	TP-2.0m	1時間	20分	DO・水温計によって測定
DO		上層 (TP-2.0m)			
水温		中層 (TP-4.0m)	6時間	所定水深の海水を採水器によって取得し、吸光光度計によって測定	
濁度		下層 (TP-6.0m)			
COD					
TP					
TN					

2.3 港内の水質変動特性

図-4は、港奥における潮位と水質に関する経時変化を示す。図中(b)に示す水温は観測期間中、全層にわたりほぼ均一な分布を示す。9/27の12:00から20:00までは、ほぼ一定の値で推移しているが、20:00以降から徐々に低下する。これは図中(c)に示す気温の経時変化とほぼ同様な傾向であることから、港奥海域の水温は、図中(a)に示す潮汐による流動よりも、(c)に示す日射量に支配されているものと考えられる。図中(d)は濁度の経時変化を示す。濁度は、上層よりも下層で常に高く、9/27の18:00及び9/28の6:00では他層に比して2オーダー程度高い値を示す。この濁度がピークを迎える時間帯は、(a)の潮位において下げ潮最強時にほぼ一致し、下げ潮最強時の潮流によって底質が巻き上げられたものと推察される。図中(e)はCODの経時変化を示す。CODは濁度と同様に上層で低く、下層で高く推移している。特に下層では明確な2つのピークが存在し、それに追従するように上・中層のCODも増加していることから、鉛直方向の混合があるものと推定される。また、このピークの発生する時間帯は、(d)で示した下層の濁度が高くなる9/27の18:00及び9/28の6:00に一致する。これは下げ潮最強時の潮流によって底質に含まれるヘドロや底生生物等が巻き上げられたことに起因する。図中の(f)はD0の経時変化を示す。図中の実線は飽和溶存酸素量を示す。D0は全層において9/27の12:00から20:00まで高い値で推移しているが、その後、減少する傾向にある。特に下層では一時的に貧酸素水塊を形成している。これは下げ潮最強時の潮流による底質の巻き上げによって、海中に含まれるヘドロや底生生物の濃度が高まった結果、酸素の内部消費がより一層加速したためだと考えられる。一方、9/27の12:00から20:00においてD0が高く推移するのは、図中の(g)及び(h)に示したTN、TPの濃度が比較的高く推移していることや(c)において、この期間に日射量があることを考慮すると、海水中の植物プランクトンが光合成によって酸素を生産したことに起因するものと推察される。

3. 結論

本研究で得られた主要な結果は以下のとおりである。

- (1) 当該観測期間における港奥海域の流動は、1日2回潮成分の潮流が支配的である。
- (2) 港奥海域におけるD0の低下は、下げ潮最強時に巻き上げられた底質中のヘドロや底生生物による酸素の内部消費に起因する。
- (3) 港奥海域におけるD0の増加は、観測期間中の日射量や栄養塩の経時変化を勘案すると、潮流によって輸送される成分よりも、植物プランクトンによる酸素の内部生産が支配的である。

謝辞：本研究は財団法人北海道学術振興財団平成20年度研究助成金による補助を受けたことをここに記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) 函館市：国産水産・海洋総合研究センターの整備に向けた提案書 II, pp.10-17, 2006.
- 2) 先川光弘・森昌世・梅沢信敏・松村一弘・岡田昌樹・遠藤強・

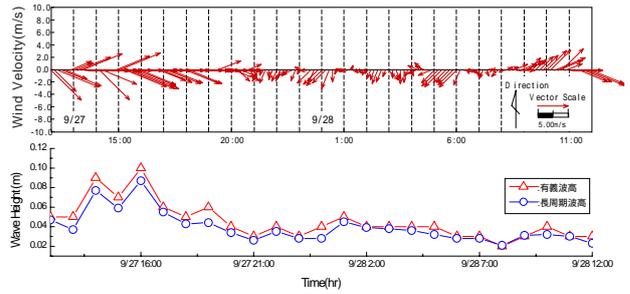


図-2 観測期間中の風速ベクトルと波高の経時変化

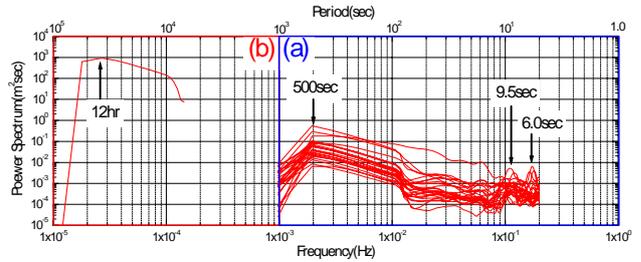


図-3 水圧データのスペクトル解析結果

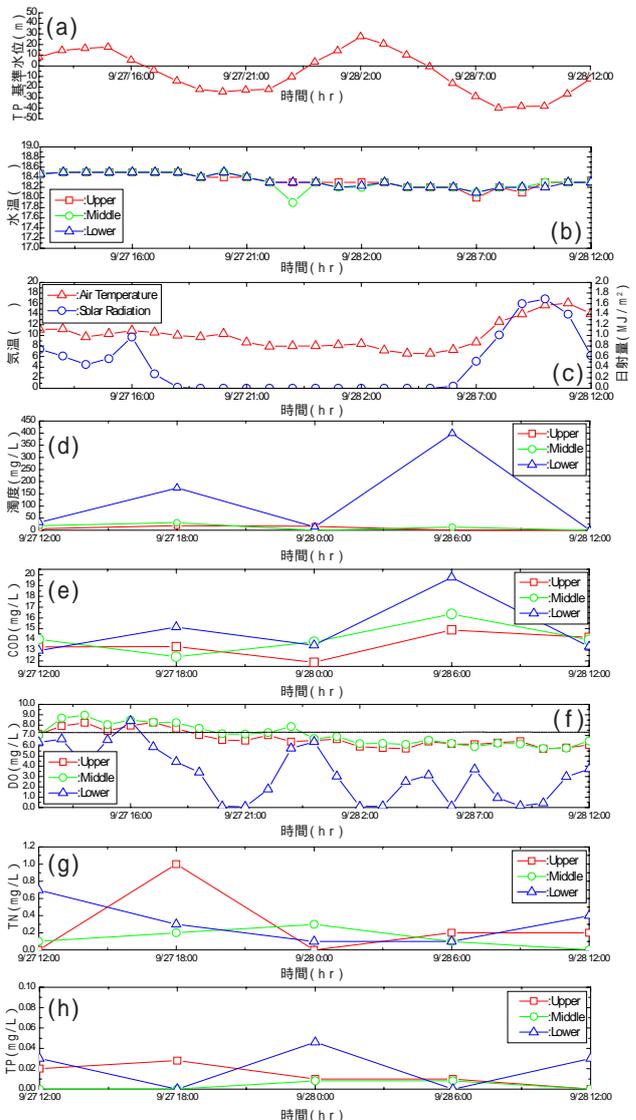


図-4 港奥海域における水質の経時変化

吉田静男：温度差エネルギーと水素吸蔵合金を利用した海水交換装置の開発, 海岸工学論文集, 第49巻, 2002, pp.1406-1410.