

神戸大学工学部 学生員 ○高浦 育
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 内山 雄介

1. 研究背景及び目的

石油掘削プラットフォームなどの海洋構造物の設計には波力などの外荷重や、腐食、疲労速度の評価が必要であり、そのためには数十年にわたる海流の流速、海上風、波浪等の予測が求められる。長期間にわたる海象観測は技術的、経済的な困難を伴うため、特に発展途上国などでは十分なデータの蓄積がないことが多い。そこで本研究では、海洋モデリング技術を応用し、南シナ海に存在する海洋構造物を対象に、流速と風力の長期間における予測可能性に着目した研究を行った。

2. 研究方法

内山ら (2017, 海講) によって開発された HYCOM-ROMS ダウンスケーリング海洋流動モデル (6 時間平均値)、および気象庁の GPV-GSM による海面風応力 (日平均値) を用いた。解析期間は、2012 年から 2015 年までの 4 年間である。評価対象とした海洋構造物は、マレー半島東沖とボルネオ島北沖に存在する Petronas 社の石油プラットフォーム 38 基とした。数十年間の流速及び風応力予測には極値統計解析を用い、年最大値が Gumbel 分布に従うと仮定して確率外力を評価した。

3. 解析結果

(1) 風応力の極値とその成因

南シナ海全域における 50 年確率風応力の空間分布と、プラットフォームの中で値の大きかった上位 5 箇所を図-1 左に示す。5 箇所はいずれもマレー半島東沖に存在し、その大きさは最大で 0.35 N/m^2 程度であった。5 箇所におけるモデルの解析期間内の最大値を記録した月を求め、その月 (2014 年 12 月) の月平均値分布を調べた (図-2 左)。インドシナ半島沖で南西方向への季節風が顕在化しており、その風下にあるマレー半島沖のプラットフォームに強い影響を与えていることが分かる。

(2) 表面絶対流速の極値とその成因

同様に、50 年確率表面絶対流速の分布とプラットフォームの中で値の大きかった上位 5 箇所を図-1 右に示す。5 箇所はいずれもボルネオ島北沖に存在し、最大流速は 1 m/s 程度であった。最大値を記録した月 (2012 年 9 月) の月平均表層流速分布を見ると (図-2 右)、ボルネオ島北沖には弱い北東方向への残差流が形成されていることが分かる。この残差流の形成には南シナ海南西部の循環と、ボルネオ島東側のスルー海への流出入が関係している可能性が高い。

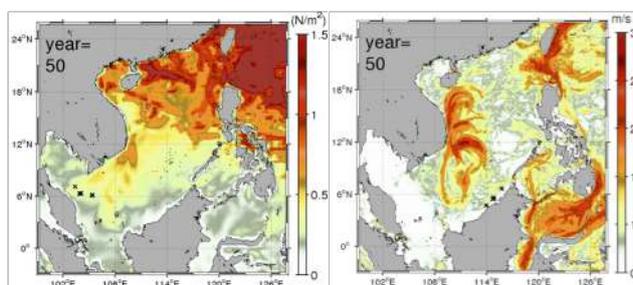


図-1 50 年確率の風応力分布 (左) と 50 年確率の表面絶対流速 (右)。×印はそれぞれの値の大きかったプラットフォーム上位 5 箇所の位置を示している。

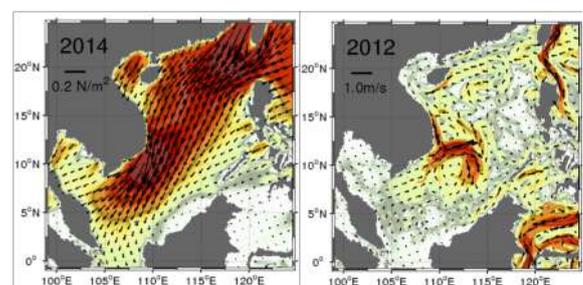


図-2 風応力が最大値をとった 2014 年 12 月の月平均風応力 (左) と表面絶対流速が最大値をとった 2012 年 9 月の月平均流速 (右)。カラーはベクトルの絶対値を示している。

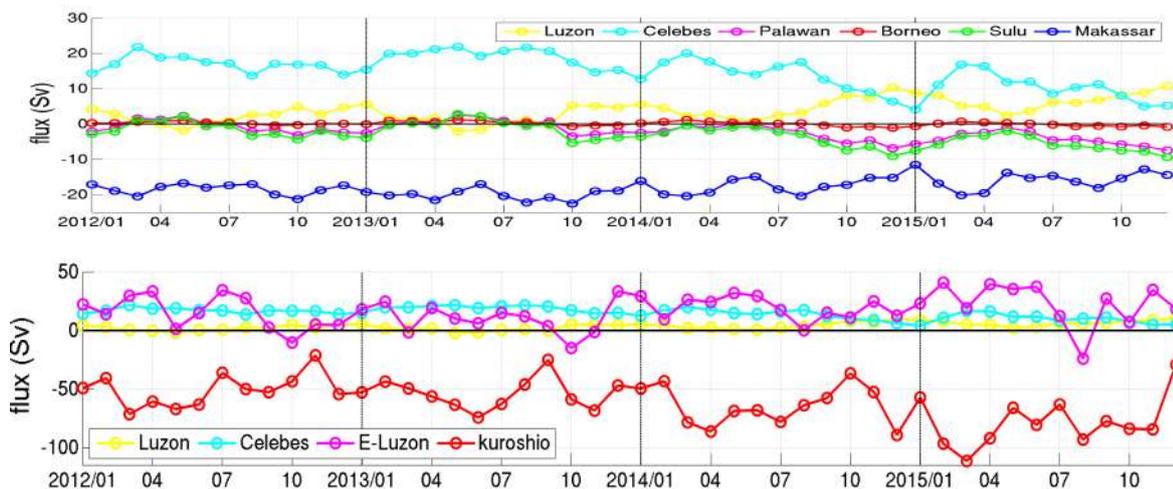


図-4 各検査線 (図-3 参照) を通過する流量 (上) と黒潮, ミンダナオ海流の流量変動 (下)

4. 南シナ海とその周辺の海水交換特性

ボルネオ島北沖の残差流の形成機構を探るため、南シナ海および南西部の接続海域 (スルー海, セレベス海), 太平洋間の海水交換特性を評価した。本研究では各海峡通過流量 (体積フラックス) に着目し, 図-3 のように主要な海峡や海流の流路に検査線を設定し, 断面通過流量の月平均値を求めた。

南シナ海を通過する流量で卓越しているのは, ルソン海峡からの流入とパラワン海峡からの流出である (図-4 上)。両者の増減には明確な負の相関があり, この2つの通過流が南シナ海の水塊構造を決定づけている。ボルネオ海峡流の絶対値はルソン通過流の 20%前後と小さいが, よく似た位相関係を保持しながら増減している。

スルー海では北側のスルー海峡からの流出量と, 南側のパラワン海峡からの流入量が概ねバランスしている。両者の差がスルー海西側のボルネオ海峡での通過流量となっていることから, ボルネオ島北部の流動に対してスルーおよびパラワン海峡通過流が強く影響していることが示唆される。スルー海に接続するセレベス海では, セレベス海峡からの流入とマカッサル海峡からの流出が卓越している。スルー海峡からの流入は両者に比べると 20%程度と小さいものの, セレベス海峡通過流とほぼ同期した変動をしており, 直接的な影響を受けていることがわかる。マカッサル通過流は約 6 ヶ月の変動周期が卓越しており, 年変動が卓越する他の通過流とはやや異なる機構で形成されていると推察される。また, 黒潮, ミンダナオ海流が増加する時にルソン海峡からの流入, セレベス海峡からの流入が増加する傾向にあることから (図-4 下), 南シナ海および接続海域への流入出に対しては, 外洋の海流の流量変動が直接的・間接的に影響している可能性が高いものと考えられる。

5. 結論

ダウンスケール海洋モデルおよび気象庁 GPV-GSM 再解析値を用いた極値統計解析により, マレーシア沖石油プラットフォームで生じる 50 年確率の最大表層流速は 1 m/s 程度, 最大風応力は 0.35 N/m² 程度と評価された。風応力はマレー半島東沖で大きく, ベトナム沖の海上で発達する季節風 (モンスーン) の勢力範囲と密接に関係していた。また, 海洋表層流の最大値はボルネオ島北部沿岸域に出現したが, 通過流量収支解析の結果, この海流は黒潮, ミンダナオ海流の影響を間接的に受けた南シナ海全体の循環および接続海域通過流等の大規模な流動に支配されていることが示された。

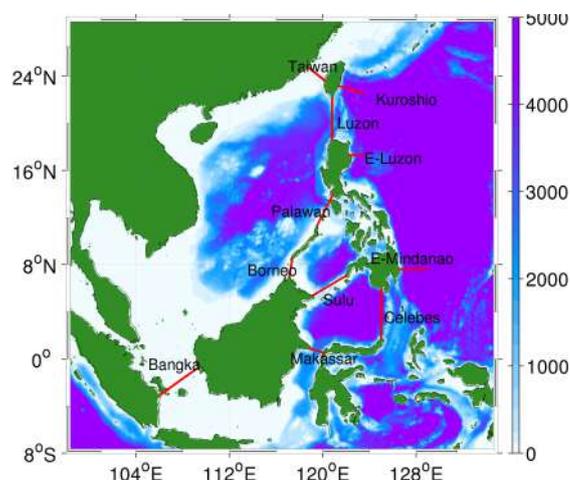


図-3 検査線の位置