

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010 ～ 2012

課題番号：22310009

研究課題名（和文）

中国沿岸から日本海への物質輸送過程解明に向けた東シナ海・黄海表層流変動の理解

研究課題名（英文）

Study on sea surface current variability in the East China and Yellow Seas for understanding of material transport from Chinese coast to the Japan Sea

研究代表者

森本 昭彦 (MORIMOTO AKIHIKO)

名古屋大学・地球水循環研究センター・准教授

研究者番号：80301323

研究成果の概要（和文）：

本研究では、対馬暖流による東シナ海から日本海への物質輸送の現状把握と、東シナ海・日本海の表層流の時間変化特性を現場観測と人工衛星海面高度計データにより行った。東シナ海から日本海への物質輸送量の経年変化は大きく、その変化は東シナ海上での流動場の変化が大きく関係していることが明らかになった。また、衛星高度計データ解析により東シナ海、日本海南西部の表層流の変動特性を明らかにし、さらに、東シナ海・黄海の衛星高度計データの精度向上のための潮汐同化モデルの開発に成功した。

研究成果の概要（英文）：

We investigated material transport from the East China Sea to the Japan Sea based on field observation, and spatial and temporal variation in sea surface current field using satellite altimetry data. It was found that interannual variation in material transport from the East China Sea to the Japan Sea was quite large, and the variability was caused by the change of current field in the East China and Yellow Seas. We revealed characteristics of sea surface current variation in the East China and Japan Seas using satellite altimetry data. Moreover, we developed a tidal assimilation model in order to improve the accuracy of the altimetry data in the East China and Yellow Seas.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|------------|-----------|------------|
| 2010年度 | 9,900,000 | 2,970,000 | 12,870,000 |
| 2011年度 | 2,400,000 | 720,000 | 3,120,000 |
| 2012年度 | 2,000,000 | 600,000 | 2,600,000 |
| 総計 | 14,300,000 | 4,290,000 | 18,590,000 |

研究分野：沿岸海洋学

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：物質輸送・東シナ海・日本海・衛星高度計・表層流変動・潮汐モデル

1. 研究開始当初の背景

東シナ海・黄海では富栄養化や大型クラゲの大発生など様々な環境問題が発生し、その影響は東シナ海だけでなく対馬暖流の下流に位置する日本海まで及んでいる。これらの

問題に対処するためには東シナ海・黄海から日本海への物質輸送過程を明らかにする必要があった。しかし、どの程度の物質が東シナ海から日本海へ輸送されているのかについては、観測データに基づく知見はほとんど

なく、これらの海域での物質の輸送に大きな影響を与える海流の変動特性さえも明らかではなかった。

2. 研究の目的

本研究では、2005年から実施されている対馬海峡を横断する断面観測を継続することにより、東シナ海から日本海へ輸送される物質量を観測データに基づき求め、物質輸送の季節・経年変化の把握と、その変化と流れ場の変化の関係について調べることを第一の目的とした。さらに、多国に囲まれ、船舶による現場観測が極めて困難な黄海・東シナ海・日本海の表層流変動を明らかにするため、空間分解能 25km、時間分解能 15 日の人工衛星海面高度計データを解析することで表層流動場変動を明らかにすることを第二の目的とした。黄海の中国沿岸付近では人工衛星海面高度計データの精度が不十分であることが研究代表者のこれまでの研究により明らかになっていたことから、海面高度計データの精度を 5cm にするために、潮汐同化モデルの開発および高精度海面高度計データセットの作成を第三の目的とした。

3. 研究の方法

東シナ海から日本海への物質輸送量を観測するため対馬海峡を横断する観測ラインを設定し、1年に3~4回の船舶観測を実施し対馬暖流量、淡水輸送量、栄養塩輸送量の実測を行った。観測ラインに沿って航行しながら船舶搭載の超音波多層流速計により流れの鉛直・水辺分布を観測し、観測ラインに設けた8測点において水温・塩分・栄養塩濃度の鉛直観測を行い、これらのデータから対馬海峡を水平輸送される物質量の計算を行った。

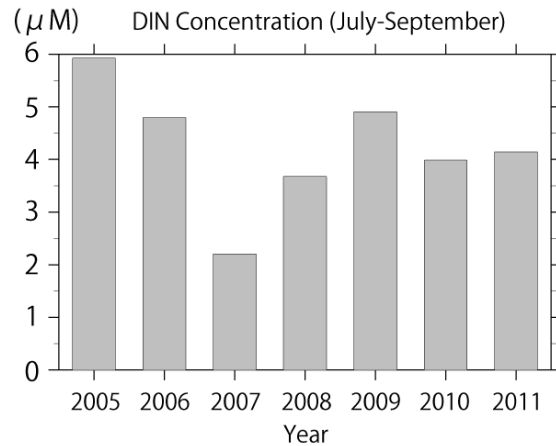
衛星高度計データ解析では研究開始年度の時点で最も精度のよい海面高度計データセットを作成し、さらに他の衛星データと合わせることで、空間分解能 25km、時間分解能 15 日の約 15 年間の絶対海面流速場データを作成しこのデータを解析することで東シナ海・日本海表層流の時空間変化特性を明らかにした。

より高精度な海面高度データセットの作成を目的とし、黄海・東シナ海・日本海に特化した2つの潮汐モデルの開発を行った。1つ目のモデルは開境界において既存の潮汐モデルの水位変化を強制するものであるが、計算結果が最適になるようにグリーン関数によりモデルパラメータを調整するものである。もう1つのモデルは、開境界の条件は1つ目のモデルと同じであるが、陸岸の験潮所と衛星高度計の測定点における水位をモ

デルに同化するものである。モデルの再現性と海面高度計データの精度検証のため、2011, 2012年の夏に東シナ海・日本海において海底に機器を設置し、水位と流速を2ヶ月程度連続観測した。

4. 研究成果

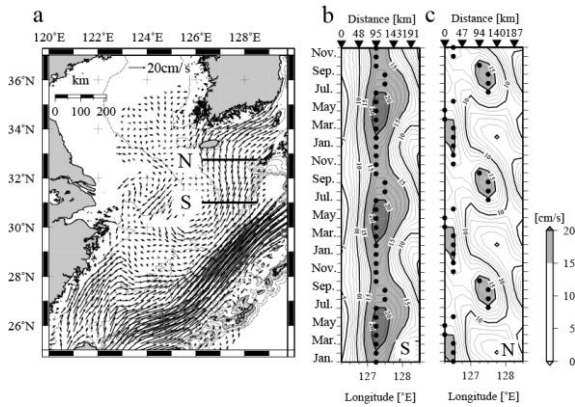
(1) 2005年より開始した対馬海峡観測を継続することで、対馬海峡を通過する夏季の栄養塩量の経年変化が極めて大きいことが明らかとなった。この栄養塩輸送量の変化は対馬暖流量の変化によるものよりも、対馬海峡に流入する水塊の起源が年によって異なることで起こることが観測データから示された。対馬海峡内の溶存態無機窒素濃度が非常に低かった2007年は黒潮系の水塊を起源とする海水が対馬海峡底層に流入し、溶存態無機窒素の濃度が高い年は黄海起源の水塊が東シナ海から日本海へ流入していたことが分かった。本研究の観測期間ではほとんど黄海系の水塊を起源としてものが流入していた



が、過去のデータを調べると頻繁に水塊の起源が変化していたことも明らかとなった。

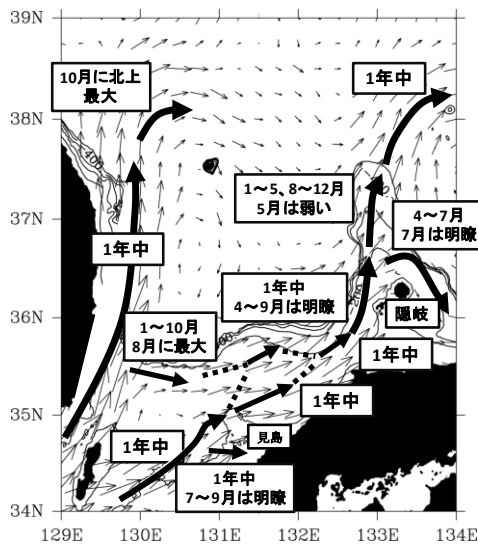
対馬海峡東水道の7~9月の平均溶存態無機窒素濃度の経年変化。

(2) 衛星高度計データに加え漂流ブイデータを用い作成した東シナ海絶対海面流速場の解析から、東シナ海海面流の季節変動は年周期のものが卓越し、この変動は台湾海峡と対馬海峡の二つの海峡周辺で発生した擾乱が地形性の波動として伝播するために生じることが明らかになった。さらに、これらの擾乱は、特に九州西部の海面流動場の季節変動に大きな影響を与えていることが示された。この年周期変化の年による違いが対馬海峡に流入する水塊の起源を変えている可能性が示唆された。



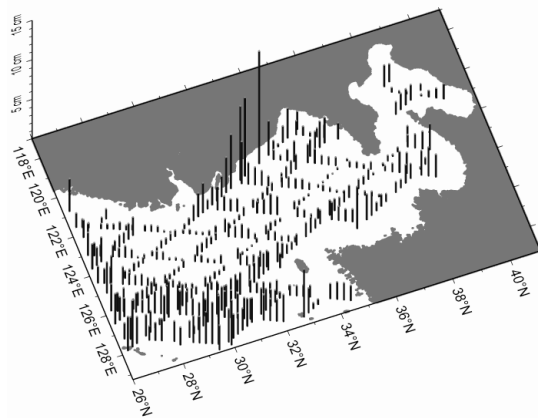
(a) 1995年5月から2009年1月までの絶対海表面流の時間平均場と、黒潮分岐流の (b) 南部 (図 a の S ライン; 31° N) と (c) 北部 (図 a の N ライン; 32.75° N) を横切るライン上の北方流の年周期変動

(3) 衛星高度計データと漂流ブイデータから作成した日本海南西海域の絶対海面流速場データを解析し、対馬暖流の流路の変化を調べた。日本海南西部の対馬暖流は基本的には3つの分枝流に分かれて流れ、日本列島と朝鮮半島に沿った流れは安定しており、200m等深線に沿うもう1つの分枝流は変化が大きいことが明らかとなった。また、対馬海峡を通過後の対馬暖流の流路は非常に複雑であることがデータから示された。しかし、その詳細についてはデータの空間解像度の不足のため分からず、今後の課題である。経年的な変化に注目すると、朝鮮半島に沿って北上する分枝流は夏季において北緯 39 度ぐらいまで北上する年と北緯 36 度付近で離岸する年があり、この違いが前の年の冬季の海面冷却と関係していることが示された。



衛星海面高度計データから推定された対馬暖流の流路とその特性

(4) 衛星海面高度計データに含まれる誤差の主要因となっている潮汐補正精度の向上を目的に、東シナ海・黄海・日本海に特化した潮汐モデルの開発を行った。2つのモデルを開発した。1つは観測データは同化しないが、グリーン関数により境界条件、モデル内部のパラメータを最適化したものである。このパラメータの最適化により黄海の中国沿岸での潮汐の再現性をかなり改善することができた。もう1つのモデルは、水平解像度を 1/36 度とし、地形の影響が大きい黄海の地形をより正確に表現するため中国の海図をもとに入力した新たな地形データを使ったものである。さらに、中国、韓国、日本の験潮所での水位情報と、衛星高度計の軌道直下で計算された水位情報をモデルに同化した。このモデルにより黄海での主要4分潮の潮汐変動を 4.3cm の精度で再現することができるようになった。また、このモデルで計算される潮流を係留系データと比較したところ、 M_2 分潮流については約 1cm/s の精度で再現できた。



潮汐同化モデルで計算された黄海・東シナ海における M_2 分潮の潮汐誤差分布

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Takahashi, D., Morimoto, A., Mean field and annual variation of surface flow in the East China Sea as revealed by combining satellite altimeter and drifter data, Progress in Oceanography, 111, 125-139, 2013, 査読有。
- ② Takikawa, T., Onitsuka, G., Fukudome, K., Yoon, J.-H., Morimoto, A., Seasonal variation of counterclockwise eddy downstream of Tsushima Islands, Progress in

Oceanography, 105, 30-37, 2012, 査読有.

- ③ Morimoto, A., Watanabe, A., Onitsuka, G., Takikawa, T., Moku, M., Yanagi, T., Interannual variations in material transports through the eastern channel of the Tsushima/Korea Straits, Progress in Oceanography, 105, 38-46, 2012, 査読有.
- ④ Moon, J.H., Hirose, N., Morimoto, A., Green's function approach for calibrating tides in a circulation model for the East Asian marginal seas, Journal of Oceanography, 68, 345-354, 2011, 査読有.
- ⑤ Takikawa, T., Onitsuka, G., Fukudome, K., Yoon, J.-H., Morimoto, A., Moku, M., Watanabe, A., Cyclonic eddy detected in downstream of Tsushima Islands in November 2007, Estuary and Coasts, 34, 775-784, 2011, 査読有.
- [学会発表] (計 26 件)
- ① 岩清水徳堂、森本昭彦、郭新宇、王玉成、滝川哲太郎、東シナ海・黄海における高精度潮汐同化モデルの開発、2013 年度日本海洋学会春季大会、東京海洋大学、2013.
- ② 森本昭彦、滝川哲太郎、伊藤雅、後藤暁、千手智晴、鬼塚剛、渡邊敦、李雅利、対馬海峡の水塊分布と水平物質輸送量、2012 年度九州沖縄地区合同シンポジウム「対馬海峡」、水産大学校、2012.
- ③ Takahashi, D., Morimoto, A., Mean field and annual variation of surface flow in the East China Sea as revealed by combining satellite altimeter and drifter data, OSTST 2012, Venice, Italy, 2012.
- ④ 滝川哲太郎、三輪洋介、森本昭彦、吉川裕、ADCP 定点観測と人工衛星海面高度偏差から見積もられた潮流、2012 年度日本海洋学会秋季大会、東海大学、2012.
- ⑤ Ito, M., Morimoto, A., Watanabe, T., Katoh, O., Tsushima Warm Current paths in the southwestern part of the Japan/East Sea, The 16th Pacific-Asian Marginal Seas Meeting, Taipei, Taiwan,

2012.

- ⑥ 滝川哲太郎、練合千夏、森本昭彦、宮地邦明、対馬海峡西水道底層における低温・高濁度水、2011 年度日本海洋学会春季大会、東京大学、2012.
- ⑦ Moon, J.-H., Hirose, N., Morimoto, A., Green's function approach for calibrating tides in a circulation model for the East Asian marginal seas, 日本海及び日本周辺海域の海況モニタリングと波浪計測に関する研究集会、九州大学、2011.
- ⑧ Morimoto, A., Ito, M., Watanabe, T., Katoh, O., Variations in Current Path of the Tsushima Warm Current revealed by Altimetry and drifting Buoy Data, 4th Coastal Altimetry Workshop, Porto, Portugal, 2011.

[図書] (計 1 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森本 昭彦 (MORIMOTO AKIHIKO)
名古屋大学・地球水循環研究センター・
准教授
研究者番号：80301323

(2) 研究分担者

滝川 哲太郎 (TAKIKAWA TETSUTARO)
水産大学校・海洋生産管理学科・講師
研究者番号：10371741

(3) 連携研究者

郭 新宇 (GUO XINYU)
愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・
准教授
研究者番号：10322273