

太平洋の流動計算に用いる風応力の検討

日本大学大学院生産工学研究科 学生員 ○西村 玲輔
 日本大学生産工学部 正会員 和田 明
 日本大学大学院生産工学研究科 学生員 長谷川 一幸

目的

太平洋上の流速場を算出する際、駆動力の一つとして考えられている風応力は、表層の流速場に大きく影響してくると考えられている。これまで海洋の風応力を算定するには、船舶・ブイデータが一般的であった(Hellerman and Rosenstein:1983)。しかし船舶・ブイなどの観測では、観測測点が測定船の航路等に依存されてしまい均一な観測データを得ることは困難である。また南半球においてはほとんど観測が行われていない。このような背景のなかで現在人工衛星による観測が注目されている。人工衛星は、時空間的にも均一に観測することができ、コストも比較的安いことが利点である。しかしながら人工衛星による観測は、直接観測でないため直接観測(船舶・ブイ)と比較し、有効性を検証する必要がある。本研究では、人工衛星データから算出した風応力と船舶・ブイデータから算出された風応力との比較をする。また測定方法の異なる人工衛星データから算出した風応力と比較し、より精度の高い流速場を算出するための海表面上での外力の算定を目的としている。

使用データ

本研究では、船舶ブイなどから求められた風応力データ、及び異なる人工衛星(SSM/I, NSCAT)によって観測された風速データを使用した。ここで二つの人工衛星の特徴を表-1に示す。

表-1 NSCAT と SSM/I との特徴の違い

	NSCAT	SSM/I
観測方法	アンテナから発せられるマイクロ波により、海面のマイクロ波散乱断面積から海上風ベクトルを測定する。	物質が放射している電磁波を測定し風速を測定する。
観測期間	1996年10月～1997年6月(9ヶ月)	1987年7月～1998年6月(11年間)
分解能	経度2.5° 緯度2°	経度0.5° 緯度0.5°
特徴	弱風速の精度が落ちる。 全天候型で昼夜を問わず観測できる。	風向が計測されないため補正が必要。 長期間データである。

船舶ブイデータは、観測期間(1870年～1976年)、観測地点(約3千5百万点以上)から観測された風速を基に風応力を算出したデータ(Hellerman and Rosenstein)である。

研究手法

SSM/Iの風速のデータとNSCATの風速のデータをバルク式に適用し風応力を求めた。ここでバルク式を以下に示す。

$$\tau_x = \rho C_D |V| U_a \quad : \text{風応力の東西成分}$$

$$\tau_y = \rho C_D |V| V_a \quad : \text{風応力の南北成分}$$

ここで ρ は空気の密度($1.2 \times 10^{-3} \text{g/cm}^3$)、 C_D はバルク係数、 $|V|$ は風速の絶対値、 U_a は風速の東西成分、 V_a は風速の南北成分である。

キーワード：風応力、バルク式

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-4-12 TEL:047-474-2420

バルク式においてバルク係数を設定するのがもっとも重要になってくる。このバルク係数を設定するに当たり数多くの研究者が研究を行っている(J.R.Garratt:1997)。本研究ではバルク係数を近藤の式(表-2)から算出した。その理由として太平洋上の風速は熱帯地域・亜熱帯地域において風が収束し、小さい値を取るため、微風時でのバルク係数を細かく規定する必要があったためである。

Hellerman and Rosenstein によって算出された風応力値は経度緯度 2°であるため、人工衛星データ(SSM/I・NSCAT)から求めた風応力も経度緯度 2°となるように補間し検討を行った。

表-2 近藤の式によるバルク係数

WIND SPEED (m/s)	$C_D \times 10^3$
0.3 $U_{10} < 2.2$	$1.08 U_{10}^{-0.15}$
2.2 $U_{10} < 5.0$	$0.771 + 0.0858 U_{10}$
5.0 $U_{10} < 8.0$	$0.867 + 0.0667 U_{10}$
8.0 $U_{10} < 25.0$	$1.2 + 0.025 U_{10}$
25.0 $U_{10} < 50.0$	$0.073 U_{10}$

U_{10} : 高度 10m の平均風速

結果及び考察

Hellerman による風応力値と SSM/I による風応力値を比較してみる。ここで風応力の緯度別平均(東西成分)を図-1)に示す。太平洋上の全域で Hellerman による風応力値の方が SSM/I による風応力値よりも大きい値を取っていることが確認できた。このように過大評価になった理由として従来の船舶が観測している風速は、高度 10m の風速を基準観測高度としているが、実際には船舶の大きさ等により高度 30m 以上の風速を観測してしまうケースも含んでしまう(kutsuwada:1993)ため過大評価になってしまふと考えられる。

NSCAT による風応力値、SSM/I による風応力値を比較してみる。ここで風応力の緯度別平均(東西成分)を図-2)に示す。太平洋上の全域で SSM/I の風応力値の方が若干大きい値を取っていることがわかる。また比較的大きな差も無いことが分かる。しかしながら、南緯 58° 付近において最大約 0.25 dyn/cm² の差がでている。この理由として南緯 55° 付近においては、風が強い偏西風帯があるためである。風速の二乗の関数であるバルク法を用いた風応力の算定法はこの様に風速の強い所で大きな差が表れる傾向があることが確認できた。

まとめ

Hellerman による風応力値が SSM/I による風応力値よりも過大評価になっていることが確認できた。風応力の差は、北緯 46° 付近で最大約 0.57 dyn/cm² であった。NSCAT による風応力値と SSM/I の風応力値を比較した結果、風応力の差は小さく両者の風応力の分布も似ている事が確認できた。今後の課題として今回確認した風応力の差が流速場にどのように影響されるのかを検討する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) Atlas, R., R.Hoffman, S.Bloom, J.Jusem and J.Ardizzone, : A Multi-year Global Surface Wind Velocity Data Set Using SSM/I Wind Observations Bull.Amer.Meteor.Soc., vol.77, No5, pp 869 ~ 882, 1996
- 2) Kondo, J: Air-sea bulk transfer coefficients in diabatic conditions, Bound.-Layer Meteor, 9, pp 91-112, 1975.

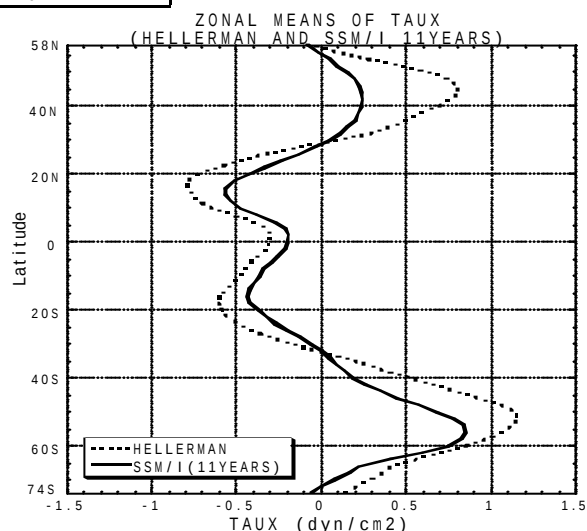


図-1 風応力の緯度別平均
(東西成分)

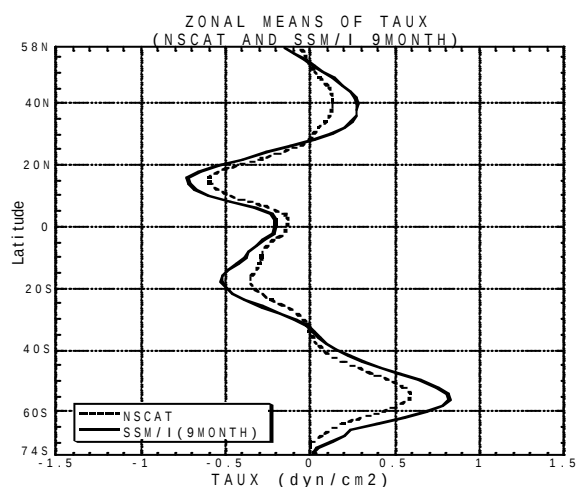


図-2 風応力の緯度別平均
(東西成分)