

最適内挿法を用いた ERS-1 人工衛星海上風データの格子化

加古真一郎*1・久保田雅久*2

Global ERS-1 Ocean Wind Data Set Constructed by Using an Optimum Interpolation Method

Shin'ichiro KAKO and Masahisa KUBOTA

Abstract

ERS ocean wind data cover only 43% of the whole ocean during one day because the swath of the ERS scatterometer is 500km wide to the right of the ground track. It is difficult to use such observation data including many missing data for understanding global climate variability. Therefore, we constructed a daily surface wind data set on a 1 deg. by 1 deg. grid from ERS-1 scatterometer data using an optimum interpolation method (O. I. M) in the present study. In order to verify the accuracy of the data set constructed in the present study, intercomparison with other data sets is carried out here. As the result, it turns out that the present data set can reproduce high-frequency variability well compared with other data sets. Moreover, the present data set shows high accuracy in the equatorial region by comparison with the TAO/TRITON buoy data, although the correlation coefficients between the present study and other products are low (0.4 or less) in the equatorial region.

1. はじめに

近年、リモートセンシング技術の発達により地球規模での高解像度の連続したデータが得られるようになったが、それでも人工衛星が1日に観測できる範囲はある程度限られてしまう。ESAの打ち上げたERS-1は1日で全球の約43%しかカバーする事が出来ず、(Fig 1(a)), 5日間に観測されたデータ全てを使用してもまだ欠測点が存在し全球を網羅することはできない。地球規模での研究を行う上で欠測が多いこのような観測データをそのまま使用することは難しい。そのためデータを補間して欠測点を埋める必要があるが、単純な補間法ではデータの信頼性を無視した均一な荷重をかけたりするため、データの精度に悪影響を及ぼす可能性がある。そこで、客観解析法を使用してより精度良くデータの欠測点を補間することが重要視される (e. g., Legler and O'Brien, 1985; Levy and Brown, 1986; Kuragano and Shibata, 1997; Kubota and Yokota, 1998; Kutuwada 1998)。

客観解析における内挿法のアルゴリズムの多くは、人工衛星のエイリアジングを除去するために研究されてきた。例えば、Kubota and Yokota (1998) では修正法、Kutuwada (1998) では荷重平均法、そしてEbuchi and Wada (2000)

では本研究と同様に最適内挿法を用いて、それぞれERS-1人工衛星海上風データの内挿を行っている。しかし、修正法は内挿荷重を線形で与えるため、内挿を行うとデータが平滑化される可能性や、人工衛星の観測誤差を扱えないなどの様々なアルゴリズム上の問題が存在する。また現場観測値との比較結果から、海上風自体の精度にも問題がある事が分かっている。荷重平均法は計算方法が簡単なことから短時間での計算が可能という利点はあるが、距離のみで重みを与えるので、人工衛星データの統計的性質は扱う事ができない。最適内挿法は統計的意味で平均自乗内挿誤差が最小になるように決定された内挿荷重を用いて、格子点の値を内挿する方法である。この方法では、誤差の影響を取り扱う事ができる事が最大の利点であるが、上記の方法と比べて計算時間が非常にかかるというデメリットもある。以上のデータセットと本研究作成のデータセットの比較は後に述べる。

これらの研究の多くは、気候学的な平均場や数値モデルのアウトプットを用いて時空間の内挿範囲を事前に決定している。本研究も同様に内挿範囲を事前に決定しているが、時間方向のデータは内挿に用いず内挿範囲は空間のみとしている。使用データは観測データとして、ERS-1の散乱計データ、第一推定値にはECMWFの海上風データを使用した。

本論文では、2章で本研究で使用したデータ、3章では本

2003年10月1日受理

*1 東海大学大学院海洋学研究所海洋工学専攻

*2 東海大学海洋学部地球環境工学科

研究で用いた計算方法の説明を行う。そして4章では算出した結果及び考察を示し、5章で結論を述べる。

2. 使用データ

2-1. ERS-1 データ

European Remote Sensing Satellite-1 (ERS-1) は、European Space Agency (ESA) によって、1991年に打ち上げられた ESA 初の地球環境観測衛星であり、1995年にはその後継機として ERS-2 が打ち上げられ2003年3月31日まで稼働した。ERS は、海氷域及びその周辺の現象、海面波のスペクトル、海上風の2次元分布などを含む海表面の特性を観察するために Active Microwave Instrumentation: 能動型マイクロ波観測装置 (AMI)、マイクロ波高度計、赤外及びマイクロ波放射計を搭載した多重ミッション衛星である。

ERS データの提供元には Jet Propulsion Laboratory: ジェット推進研究所 (JPL)、ESA、フランス海洋国立研究所 (Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)) の3つが存在する。IFREMER のデータは 3 m/s 以下の低風速データが含まれていないが、Ebuchi et al. (1996) により ESA, JPL, に比べて系統的なバイアスが存在しない事が示されている。また、Ebuchi et al. (1996) によって行われた、これらのデータと現場観測値との比較結果から、低風速域のデータは精度が悪いことが確認されている。よって、3 m/s 以下の低風速データの存在しない IFREMER のデータは、他のデータ提供先の ERS データよりも結果的に精度がよくなっている事が予想される。IFREMER 作成の ERS-1 データは、Ambiguity Removal (信頼できるデータを正確に得るための手法) によって信頼度の高いデータ順に4つのランク付けがされている。本研究では、最も精度が高いとされる first ランクの風向・風速データを東西・南北成分に変換したものをを用いて、データセットの作成を1993年の1年間で行った。

2-2. ECMWF データ

European Center for Medium-range Weather Forecast (ECMWF) は The World Climate Research Program (WCRP) に関連したプロジェクトのサポートで Level III-A 大気データ (Level III データとは格子データを、Level III-A データはモデルのアウトプットを、Level III-B データは再解析データをそれぞれ示す) の記録を作成し保管している。ECMWF は Tropical Ocean and Global Atmosphere (TOGA) Level III 大気データセンターとしての役割を果たすために1985年1月1日に始まり、最終的には10年間分のデータが集まるように計画されている。また ECMWF は Level III-B データも作成しているが本研究では使用していない。

ECMWF の客観解析データは船舶等による観測データ等と比べて広範囲をカバーし、かつ高密度であると同時に、1978年から現在に至るまでの長期のデータセットであるので近年観測が確立しつつある人工衛星データと比べても長い時

間スケールを対象とした解析が可能であるという利点をもっている。1988年には1月に2回、7、9、11月に1回の計5回モデルが変更されているが、この変更により風に変化があったかどうかはわからない。ECMWF の風データは東西方向、南北方向の2つに分けて表されており、ここでは $1.125^\circ \times 1.125^\circ$ 格子上の12UTC (協定世界時: Coordinated universal time) の風データを使用した。このデータを距離の逆数に比例する重みをかけて1日ごとに線形補間を行い、 $1^\circ \times 1^\circ$ 格子の新しいデータを作成した。データの使用期間は1992-1996年の5年間である。

3. 最適内挿法

ある点における物理量を周りの観測点から内挿する方法として最も簡単に広く使われている方法の一つは、一定範囲内の観測値の平均をとる方法であろう。この平均化手法は格子点の距離と無関係に範囲内の全ての観測値に同じ重みが与えられる。しかし、格子点の値はこれに近い観測値との相関が高く、遠い観測値との相関が低い事は容易に想像が付く。もし内挿すべき物理量の自己相関係数の分布が観測範囲内で分かっているならば、格子点との相関の高いデータを重視し、相関の低いデータを無視する様な重みを決定する事ができ、より良い推定値が得られる事が考えられる。このような考えに基づき、平均自乗内挿誤差が最小になるように重みを決定して内挿を行うのが最適内挿法である。本研究では、この最適内挿法を用いて $1^\circ \times 1^\circ$ 格子の ERS-1 人工衛星海上風場の構築を行った。以下に最適内挿法の適用方法を示す。

最適内挿法は以下の式で定義される。

$$A_g = B_g + \sum_{i=1}^N (O_i - B_i) W_i \quad (1)$$

この式を平均自乗内挿誤差が最小になるように変形すると、

$$\sum_{i=1}^N (\rho_{gi}^B + \rho_{gi}^O \lambda_i \lambda_j) W_j = \rho_{gi}^B \quad (2)$$

となる。ここで、 A は解析値、 B は第一推定値、 O は観測値、 W は重み、 N はデータ数、 g は格子点、 i, j は観測点、 ρ は相関係数、 λ は観測誤差標準偏差と第一推定値の誤差標準偏差の比である。式(2)により最適内挿法では重みを決定するために、第一推定値の誤差標準偏差、第一推定値の誤差相関係数、観測値の誤差標準偏差、観測値の誤差相関係数、という4つの統計量が必要であることが分かる。これらの統計量は真値が分からないためにある程度の仮定をしなければならない。故に、この仮定が内挿結果に大きな影響を及ぼす事は明らかである。従って各統計量に対して、より正確な値を仮定することが必要である。以下にその統計量の推定方法を述べる。

第一推定値については、1992~1996年の5年間分の1日間隔の ECMWF 海上風データを $1.125^\circ \times 1.125^\circ$ から $1^\circ \times 1^\circ$ に空間補間した後、5年間分のデータを平均して月ごとの平均値 (以後、この値は便宜上気候学的月平均値と呼ぶ) を作成し、それを第一推定値とした。第一推定値の誤差標準偏差

は、気候学的月平均値を作成するために用いた海上風データの標準偏差とした。故に、風の変動が大きい海域ほど誤差標準偏差も大きくなっている。

観測値としては、 $1^\circ \times 1^\circ$ 格子内の ERS-1 人工衛星海上風データを1日ごとに単純平均したものを用いた。単純平均は ERS-1 データを風向・風速データから東西・南北成分に変換した後行っている。観測値の誤差標準偏差は、基準となる格子点の非相関スケール内に入るデータの標準偏差、つまり内挿に用いるデータの標準偏差で見積もっている。観測誤差標準偏差はその日ごとの非相関スケール内のデータの変動の大きさであり、毎日変化する。

第一推定値の誤差相関係数は、非相関スケールを用いて東西・南北各方向の距離の関数として表現する事ができる。本研究では、Kuragano and Shibata (1997) に従って次の式で第一推定値の誤差相関係数を近似している。

$$\mu_{gi} = \exp(-r_z^2/b_z^2 - r_m^2/b_m^2) \quad (3)$$

ここで、 z と m は東西・南北成分、 r と b は格子間距離と非相関スケールをそれぞれ表す。非相関スケールは ECMWF 海上風データを用いて、以下の様な方法により算出した。まず、基準となる格子点から東西・南北各方向に距離のラグを取ることにによりベクトル風場の自己相関係数を算出する。そして、自己相関係数が $\exp(-1)$ となる基準の格子点から最も遠い格子点までの距離を非相関スケールとした。非相関スケールは内挿を行う際の影響半径としても用い、各格子ごとに算出した。

最後に観測誤差の相関係数は Kuragano and Shibata (1997) と同様に、人工衛星による観測では異なる時間の観測値の誤差には相関が無いと仮定して以下のように定義した。

$$\rho_{ij}^o = \begin{cases} 1 & i=j \\ 0 & i \neq j \end{cases} \quad (4)$$

同時刻の観測では誤差の相関係数は 1 で、異なる時間での誤差相関係数は 0 となる。

以上の仮定により、式(2)はさらに簡略化でき、

$$\sum_{j=1}^N (\rho_{ij}^b W_j + \lambda_i^2 W^i) = \rho_{gi}^b \quad (5)$$

と表す事ができる。この式は N 個の方程式から N 個の内挿荷重を求める N 元連立 1 次方程式である。この連立方程式を解き、 N 個の内挿荷重を求めた後、(1)式に代入して解析値を算出している。本研究では、時間方向のデータは内挿に用いず、空間方向のみのデータで内挿を行っている。

4. 結 果

最適内挿法を用いて ERS-1 人工衛星海上風データを内挿した結果を Fig. 1 (b)に示す。Fig. 1 (b)は Fig. 1 (a)と同じ日の海上風の東西成分である。この図から全球の約80%を内挿できている事が分かる。しかし、それでもまだ欠測の数は多く実用的なデータであるとは言い難い。そこで本研究では、解

析値として得られたデータを観測値とし、再び最適内挿法を適用する事により残った欠測点を内挿している。Fig. 1 (c)は最適内挿法を 6 回適用した結果を示したものであり、ほぼ全球を内挿出来ている事がわかる。一回目の内挿では単純平均によって作成された観測値を再び内挿しているが、それ以降は欠測点のみの内挿を行っている。また、 70°N 以上の ERS-1 の観測が無い海域におけるデータは第一推定値のままとなっている。

本研究で作成したデータセットの精度を検証するために、他の機関が作成したデータセットとの相互比較を行った。用いたデータセットは、本研究作成のデータセット (OIM)、第一推定値を作成するために用いた ECMWF の海上風データ、Kutuwada (1998) において荷重平均法を用いて作成された J-OFURO データ (Kubota et al., 2002)、NCEP 再解析データ、Yokota and Kubota (1998) において修正法を用いて作成されたデータ (SCM)、そして誤差推定の方法は本研究と異なっているが、最適内挿法を用いて作成された Ebuchi and Wada (2001) の海上風データである (Tohoku Univ.)。比較を行った期間は1993年の一年間、時間間隔は1日で、空間解像度は全て $1^\circ \times 1^\circ$ 格子に統一している。

Figure 2 に OIM と各機関との間の南北成分の平均差を示す。平均差の特徴としては、 $0^\circ - 20^\circ\text{N}$ 付近の赤道太平洋に大きな負の平均差が見られ、それは J-OFURO と NRA 1 に顕著に見られる。これは東西成分にも見ることが出来る特徴であるが、南北成分でよりはっきり見ることが出来る。この負の平均差の大きな海域は、ITCZ (Inter Tropical Convergence Zone) と一致している様に見える。そこで、TRMM/TMI から得られた人工衛星降水量データを用いて、負の平均差と ITCZ の関係を調べた。Fig. 3 は(a)が TRMM/TMI から得られた年積算降水量、(b)は灰色の海域が J-OFURO データが OIM よりも過小評価でかつ、年積算降水量が2000 mm/year を越える海域、黒の海域は年積算降水量が2000 mm/year を越える海域である。(c)は(b)と同様であるがデータが NRA 1 である。この図から、負の平均差と降水量の多い海域が一致しており、ITCZ と負の平均差が関係している事がわかる。次に、Fig. 3 で灰色で示した海域で TAO/TRITON プイとの比較を行った。その結果を Fig. 4 に示す。この図から、NRA 1 はこの海域において精度に問題がある事がわかる。また、Fig. 3 (b)と(c)から雨の多い海域での負の平均差の原因は、J-OFURO の過小評価よりもむしろ OIM データの過大評価である事がわかる。過大評価の原因として考えられるものは、非相関スケールの大きさが上げられる。本研究では、この海域において1000km 以上の非相関スケールをとっているが、J-OFURO データは南北方向に300km、東西方向に600kmとなっている。この海域は先ほども述べたように ITCZ であり、降水量の分布 (Fig. 3 (a)) からわかる様にその範囲は南北に非常に狭く、本研究で設定した非相関スケールでは大きすぎるといことが考えられる。しかしながら、その過大評価は微少であり、本研究作成のデータセットの精度に大きな問題があるわけではない。

Figure 5 は OIM と各機関との南北成分の相関係数を示し

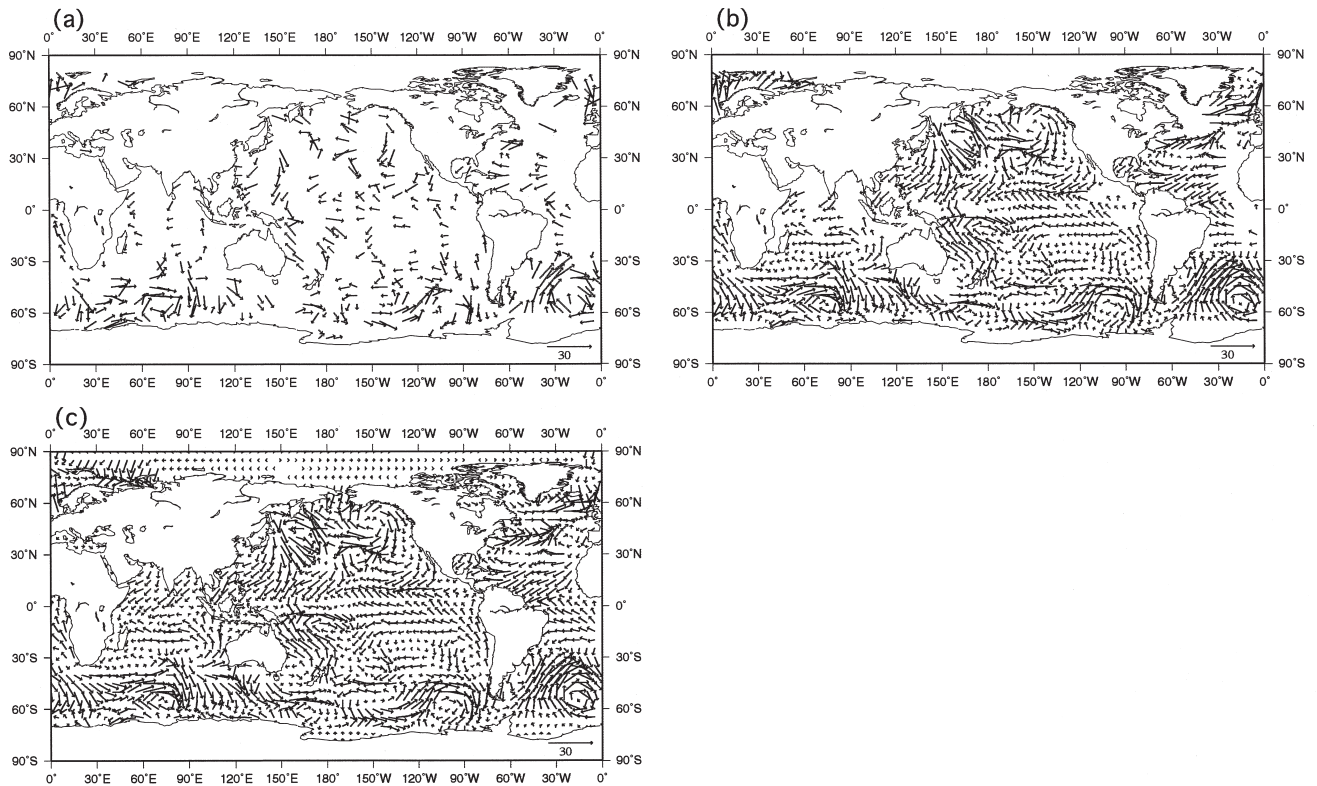


Fig. 1 Marine surface daily wind fields (January 1, 1993). Unit is in m/s.
 (a) The observation values. (b) The first analysis values. (c) The 6-th scan values.

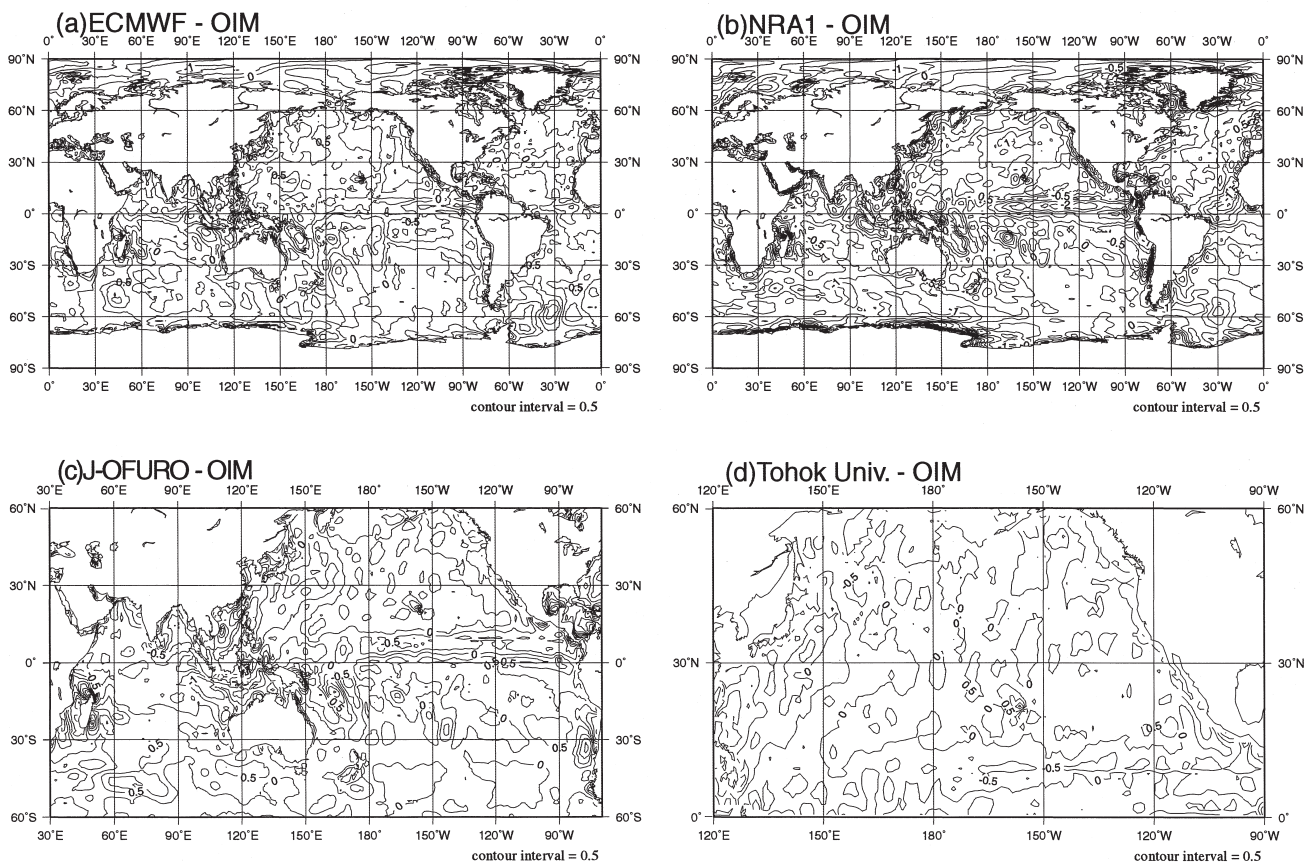


Fig. 2 Average difference for meridional components between the present product and others. Unit is in m/s.

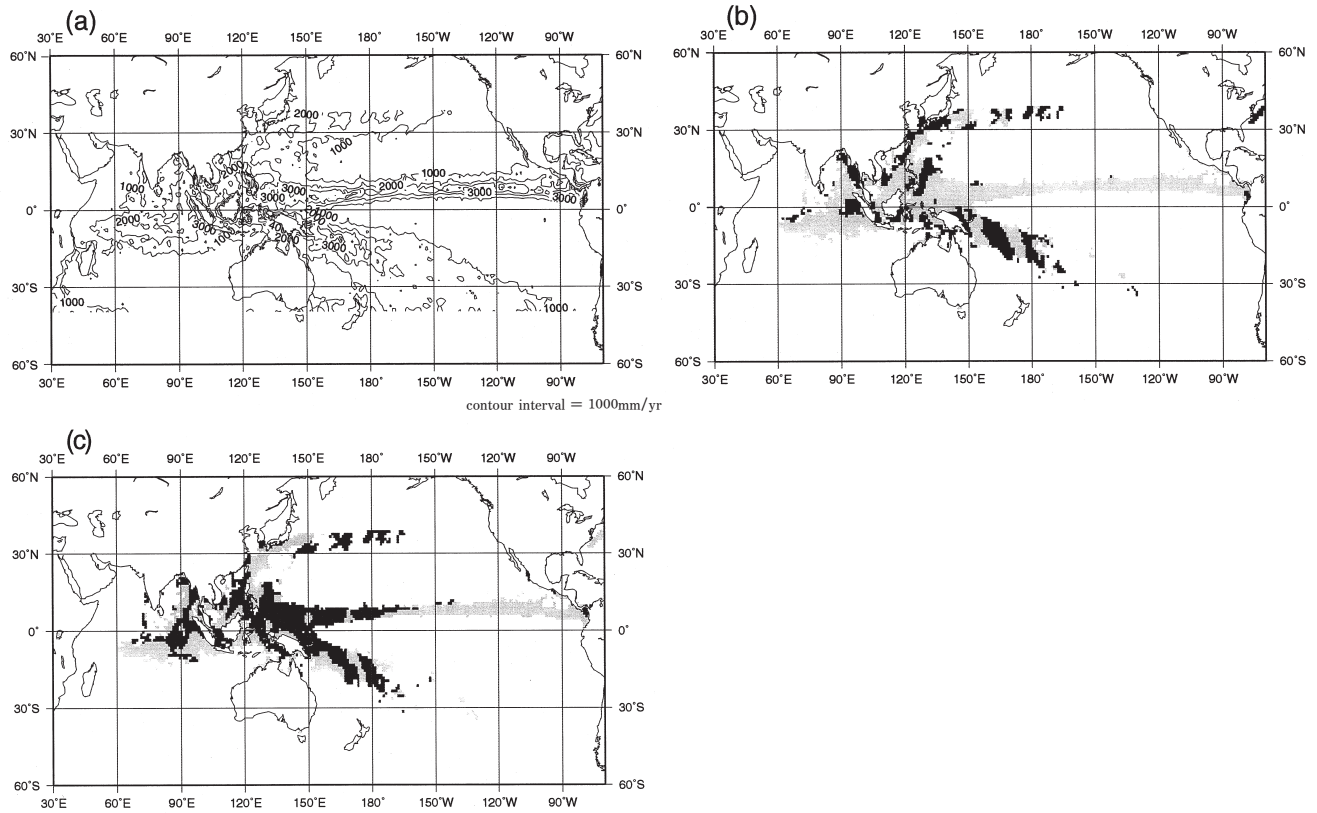


Fig. 3 (a) Annual accumulated precipitation observed TRMM/TMI. (b) A black color means that the annual accumulated precipitation exceeds 2000mm/yr. A gray color means that the J-OFURO meridional wind speeds are less than OIM meridional wind speeds and annual accumulated precipitation exceeds 2000mm/yr. (c) Same as (b) except for NRA1 instead of J-OFURO.

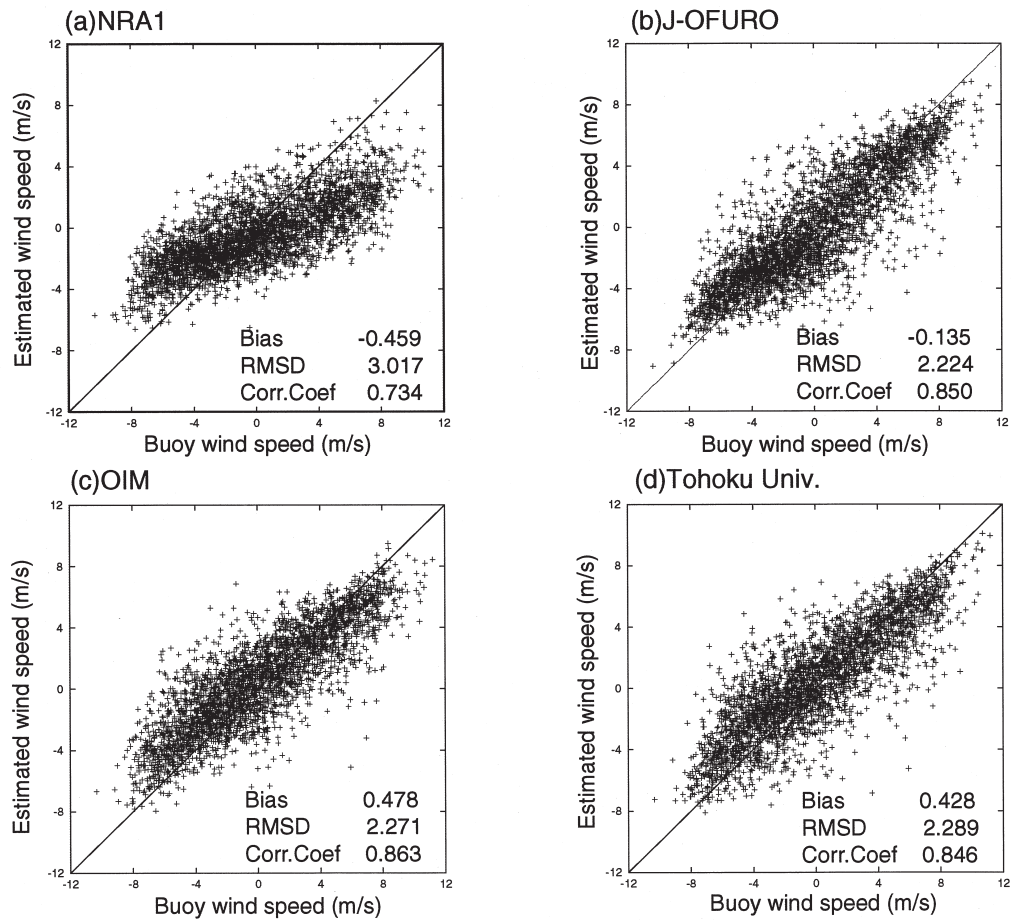


Fig. 4 Comparison of meridional wind speeds of several products with buoy data.

たものである。この図の主な特徴として二つあげる事ができる。まず一つ目の特徴として赤道域での相関の低さがあげられ、それはECMWFとNRA1で顕著である。そしてもうひとつの特徴として、NRA1以外の西部北太平洋(25°N-35°N, 165°E-180°付近)に相関の低い海域が存在する事が上げられる。前者は東西成分にも見られる特徴であるが、後者は南北成分にしかみられない特徴である。

まず、赤道域での相関係数の低さをふまえて、ブイとの比較を行った。用いたブイは、熱帯に展開されている海上風データの存在するTAO/TRITONブイ全57点である。ブイによって観測されたデータは、以下に示す対数法を用いて高度10mに高度補正をしている。

$$U(10) = U(h) / [1 + \sqrt{C_D} / \alpha (\ln h - \ln 10)] \quad (6)$$

ここで、 $U(h)$ は海上 h mにおいて観測された風速値、 $U(10)$ は海上10mにおける風速値、 C_D は風の摩擦係数(= 1.5×10^{-3})、 α はフォン・カルマン定数(= 0.4)をそれぞれ示す(Ebuchi et al., 1992)。また、比較を行った時間間隔は1日である。比較結果をTable 1に示す。この表から、最適内挿法を用いた本研究とTohoku Univ.は解析データや単純な内挿法などよりも高い精度を示しており、最適内挿法の効果をはっきりとわかる。例えば、南北成分のRMS誤差は他の機関と比較しても非常に良いものとなっている。故に、相互比較において見られた赤道域での相関係数の低さはOIMが原因では無いと考えられる。

次に、南北成分の相互比較において西部北太平洋で見られ

た低い相関係数の原因を探るために、この海域(25°N-35°N, 165°E-180°)における南北成分を1日ごとに平均し、そのデータのスペクトル密度の比較を行った。その結果をFig. 6に示し、Table 2にこの海域におけるOIMと各機関との相関係数を示す。Figure 6からECMWF, NRA1, OIMが高周波数でスペクトル密度が落ちないのに対して、J-OFURO, SCM, Tohoku Univ.はスペクトル密度が落ちている事がわかる。この違いは時間方向の内挿を適用するか否かに関係するのではないかと考えられる。なぜなら、ECMWF, NRA1, OIMは時間方向の内挿を適用していないが、J-OFURO, SCM, Tohoku Univ.では適用しているからである。そこで、短周期の変動がこの海域において相関係数が低くなる原因であるか否かを検証するために、各機関の5日以下の短周期成分をLow-pass filterをかけて除去した。その時のOIMとの相関係数もまたTable 2に示す。この表から、Low-pass-filterを用いて各機関の短周期成分を除去する事によってOIMと各機関間の相関係数が高くなっていることがわかる。よって、南北成分に見られた西部北太平洋における相関係数の低さは、各機関間の短周期変動の違いが原因であると言える。

5. 結 論

本研究では2次元最適内挿法を用いて、ERS-1海上風データの格子化を1993年の一年間で行った。時間間隔は1日であり、空間解像度は $1^\circ \times 1^\circ$ 格子である。最適内挿法を1回

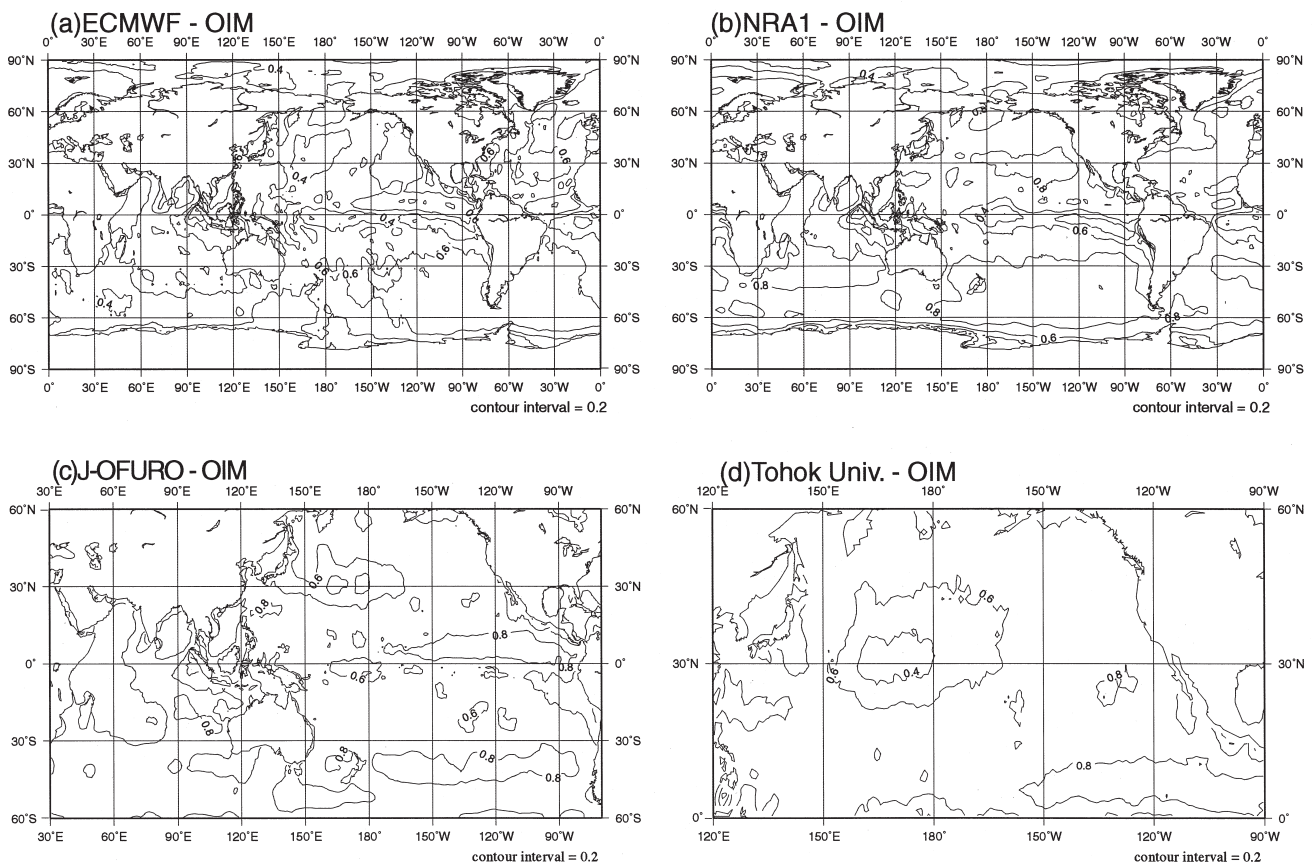


Fig. 5 Correlation coefficient for meridional components between the present product and others.

Table. 1 Comparison with TOGA/TAO Buoy observations

Product	Number of data	Zonal Wind Speed (m/s)			Meridional Wind Speed (m/s)		
		Bias (m/s)	RMSE (m/s)	Corr. Coef.	Bias (m/s)	RMSE (m/s)	Corr. Coef.
ECMWF	14753	0.478	2.102	0.822	0.542	2.225	0.744
NRA1	14753	0.509	2.398	0.759	0.222	2.342	0.679
J-PFURO	14730	0.063	2.181	0.796	0.522	2.156	0.768
S.C.M	8594	0.310	2.154	0.799	0.373	2.376	0.775
Tohoku Univ.	9016	0.236	1.956	0.832	0.483	2.124	0.804
O.I.M	14753	0.128	1.966	0.841	0.553	1.955	0.789

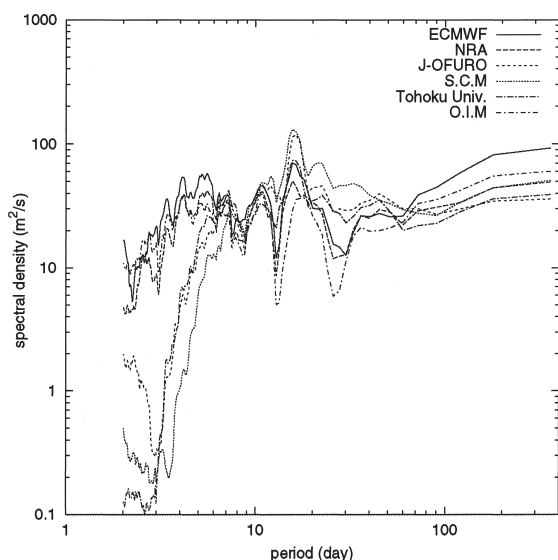


Fig. 6 Comparison of spectral density for meridional component (25°N-35°N, 165°E-180°)

Table. 2 Correlation coefficient for meridional component between present study and other product.

Product	Correlation Coefficient	
	Before low-pass-filter	After low-pass-filter
ECMWF	0.371	0.922
J-OFURO	0.523	0.741
NRA	0.851	0.894
S.C.M	0.457	0.662
Tohoku Univ.	0.453	0.808

適用する事により世界の約80%を内挿する事が可能であり、得られた解析値を観測値とし最適内挿法を繰り返し数回適用する事でほぼ世界の内挿が可能である。作成したデータセットの精度を確かめるために、他の機関も含めた現場観測値との比較を行い以下の様な事が分かった。

他の機関との相互比較において、ITCZに2 m/s程度の負の平均差が見られ、それは南北成分で顕著であった。この海域におけるTAO/TRITONブイと各機関との比較により

NRAの海上風データには精度の問題がある事が示された。また、ITCZにおける負の平均差の原因はJ-OFUROの過小評価よりもむしろ本研究作成のデータセット(OIM)の過大評価にある事がわかった。この原因は、非相関スケールの違いに因るものと考えられる。しかしながら、その過大評価は微小なものでありOIMの精度に大きな問題はない。

OIMは赤道域における他の機関との相関係数が東西・南北成分ともに低く、それはNRA1との比較で顕著であった。この原因を探るためにTAO/TRITONブイとの比較を行った。結果として最適内挿法を用いた本研究とTohoku Univ.は解析データや単純な内挿法などを用いたデータセットよりも高い精度を示すことがわかり、最適内挿法の効果をはっきりと確認することができた。よって、相互比較において赤道域で見られた相関係数の低さは、OIMが原因では無いことが示唆される。また、南北成分の比較において北太平洋に相関係数が低い海域が存在する原因は、短周期変動が異なっている事がその原因であり、時間方向の内挿を用いるか否かにこの結果は起因している事が示された。

謝 辞

本研究の一部は、文部科学省振興調整費「人・自然・地球共生プロジェクト」課題7と宇宙開発事業団からのTRMMに関する委託研究によって援助されています。また、本研究で用いた海上風データは東海大学の轡田邦夫教授、北海道大学の江淵直人教授、ECMWF、IFREMER、並びにNCEP/NCARに、ブイデータはTAO/TRITONプロジェクト、TRMM/TMIの降水量データはNASDA/EORCにそれぞれ提供して頂きました。データ作成およびデータ入手にご協力頂いた方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- Daley, R (1991): Atmospheric Data Analysis, Cambridge University Press., 457pp
- Ebuchi, N., H. Kawamura, and T. Toba, (1992): Growth of wind wave with fetch observed by the GEOSAT altimeter in Japan Sea under winter monsoon. J. Geophys. Res., 97, 809-819

- Ebuchi, N, H. C. Grader, and Ram Vakkayil (1996): Evaluation of ERS-1 scatterometer winds with wind and wave ocean buoy observations, Tech. Rep., CAOS, Tohoku Univ, CAOS 96-001, 69pp
- Ebuchi, N. and T. Wada. (2001): Construction of wind stress fields using optimal interpolation with self-determined autocorrelation function, Extended Abstracts, WCRP/SCOR Workshop on Intercomparison and Validation of Ocean - Atmosphere Flux Fields, Bolger Center, Potomac, MD, USA, 183-186.
- Kalnay, E and Coauthors. (1996): The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-471
 気象庁：気象庁海洋気象ブイロボット観測資料, 12-14.
- Kubota, M. and Yokota, H. (1998) Construction of surface wind stress fields with high temporal resolution by using the ERS-1 scatterometer data. J. Oceanogr, 54, 247-256.
- Kubota, M., N. Iwasaka, S. Kizu, M. Konda, and K. Kutuwada. (2001): Japanese Ocean Flux Data Sets with use of Remote Sensing Observations (J-OFURO). J. Oceanogr., 58, 213-225
- Kuragano, T. and Shibata, A. (1997): Sea surface height of the Pacific Ocean derived from TOPEX/POSEIDON altimeter data: calculation method and accuracy J. Oceanogr. 53, 585-599.
- Kuragano, T. and Kamati, M. (2000): Global statistical space-time scale of oceanic variability estimated from the TOPEX/POSEIDON altimeter data J. Oceanogr, 56, 955-975.
- Kutuwada, K. (1998): Impact of wind/wind stress field in the North Pacific constructed by ADEOS/NSCAT data. J. Oceanogr., 54, 443-456
- Legler, D. M., and J. J. O'Brien. (1985): Development and testing of a simple assimilation technique to derive average wind fields from simulated scatterometer data. Mon. Wea. Rev., 10, 1719-1800.
- Levy, G., and R. A. Brown. (1986): A simple objective analysis scheme for scatterometer data. J. Geophys. Res., 91, 5153-5158.
- 増田善信 (1981)：数値予報，東京堂出版，278pp
- McPhaden, M. J, (1995): The tropical atmosphere ocean array is completed. Bull. Amer. Metro. Soc., 76(5), 739-741.
- 高田雅典 (2000)：最適内挿法を用いた高解像度海上風場の構築，東海大学海洋学部2000年度卒業論文，29pp

要 旨

能動型マイクロ波観測装置 (AMI) を搭載した人工衛星 ERS-1 は軌道の片側500kmの範囲しか観測することが出来ないため、一日で全球の約43%をカバーするのみである。このような観測密度の低いデータを単純に平均して格子データを作成すると欠測値の多いデータセットとなり、全球規模での解析にそのまま用いる事は非常に難しい。そこで本研究では2次元最適内挿法を用いて欠測値の補間を行い、ERS-1人工衛星海上風データから全球 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 格子のデータセットの作成を行った。本研究では、作成したデータセットの精度を確かめるために他のプロダクトも含め、現場観測値との比較を行った。その結果、本研究作成のデータセットは、短周期の変動を他のデータセットよりも良く捉えている事が分かった。また、他のデータセットとの相関の低さ (0.4程度) が見られた赤道域においても、TAO/TRITON プイとは良い一致を示し、本研究で作成したデータの赤道域での精度の高さを示した。