

トライトンブイと「みらい」での海上気象観測の相互比較結果

川原 幹雄^{*1} 中村 亘^{*2} 牛島 憲文^{*3}
曾野 和彦^{*4} 安藤健太郎^{*5} 黒田 芳史^{*5}

1998年3月の海洋地球研究船「みらい」航海(MR98-02)において、西太平洋赤道海域に海洋観測ブイ「トライトンブイ」4基(1号機:8°N-156°E, 2号機:5°N-156°E, 3号機:2°N-156°E, 4号機:0°-156°E)の設置直後、これらのブイによる海上気象観測結果の評価を行うため、ブイ搭載と同型の気象センサーを「みらい」船上に設置し、各ブイの設置点近傍にて、24時間海上気象観測(風速、気温、相対湿度、気圧、日射など)を行った。

本稿では、ブイと「みらい」の、風速、気温、相対湿度(比湿)および大気圧の観測項目について、同一高度に補正した値を用いて、比較検討を行った。

なお、高度補正に用いたモデル式として、風速はバルク法、気温と比湿は、モニン・オブコフの相似則を適用して10m高度値にし、気圧は海面更正を行った。

その結果、ブイと「みらい」の観測値を高度補正した値の差が、観測方法とセンサーの誤差範囲内に収まることを確認し、「トライトンブイ」による海上気象観測が、概ね、可能な限り理想的な条件下での船舶による海上気象観測に近いことが示された。

キーワード: 海上気象観測、高度補正、トライトンブイ、みらい

The result of intercomparison of sea surface meteorological observation between TRITON buoy and R/V MIRAI

Mikio KAWAHARA^{*6} Wataru NAKAMURA^{*7} Norifumi USHIJIMA^{*8}
Kazuhiko SONO^{*9} Kentaro ANDO^{*10} Yoshifumi KURODA^{*10}

Four ocean observation buoys (TRITON buoys No.1:8°N-156°E, No.2:5°N-156°E, No.3:2°N-156°E, No.4:0°-156°E) were deployed in the western tropical Pacific Ocean during the R/V MIRAI cruise (MR98-02) from Mar. 2 to Mar. 27, 1998. In order to evaluate the marine meteorological data obtained by each TRITON buoy, the onboard 24 hour meteorological observations (wind, air temperature, relative humidity, atmospheric pressure, short wave radiation) were performed near the buoy using the same sensors on TRITON immediately after those buoys were deployed.

The comparison was carried out using the values (wind speed, air temperature, humidity (specific humidity), and atmospheric pressure) after correcting the effect of altitude difference.

We estimated the corrected values for 10m height using the Bulk method for wind speed and the Monin-Obukhov law of similarity for air temperature and specific humidity, and the sea surface corrected value(0m height) for atmospheric pressure.

It is concluded that the surface meteorological data on the TRITON buoys agreed with the data on the R/V MIRAI under the ideal condition as shipboard observation, because the differences were within the sensors' nominal error and the error arose from ship drift.

Key words: surface meteorological observation, altitude correction, TRITON buoy, R/V MIRAI

-
- * 1 (株) NYK 輸送技術研究所 第一研究グループ (海洋観測研究部 研究生)
 - * 2 (社) 地球科学技術推進機構 研究振興部
 - * 3 研究業務部
 - * 4 (株) マリン・ワーク・ジャパン 海洋科学部
 - * 5 海洋観測研究部 第一研究グループ
 - * 6 NYK Logistics Technology Institute Co.,Ltd. (Ocean Research Department, Research Student)
 - * 7 Earth Science & Technology Organization
 - * 8 Research Support Department
 - * 9 Marine Works Japan Ltd.
 - * 10 Ocean Research Department

1 はじめに

気象要素は、観測高度に依存する。一般に、陸地上観測では、図1のように、10m程度の地表面に近い高度範囲では、風速や気温の鉛直分布は、高度に対して対数分布となる。日中は、陸上の大気境界層の下層が加熱されるために、下層の気温が高く、大気の状態が不安定となっており、鉛直上方向への対流運動を起し、風速が強まる。一方、夜間は下層が低温となり、大気の状態が安定する。ところが、外洋の大気の状態は、陸上とは位相が逆となり、日中に安定化、夜間に不安定化する。これは、表面水温が気温よりもわずかに高く、一日を通じての最高気温と最低気温との差である気温の日較差が、表面水温の日較差の数倍となることから、日中では、表面水温と気温の温度差が小さくなるために、上下の乱流混合が弱く安定化し、夜間に不安定化することが知られている^{1)・2)}。

1998年3月の海洋地球研究船「みらい」による観測航海(MR98-02)(図2)³⁾において、西太平洋赤道域へ4基の海洋観測ブイ「トライトンブイ」(以下「ブイ」という)(図3、写真1)設置直後に、ブイ搭載と同型の気象センサーのうち、風速計、気温計、相対湿度計、日射計を、「みらい」船首部のブームに、気圧計を後部上甲板に設置し、ブイの設置点近傍にて、24時間海上気象観測(風速、気温、相対湿度、気圧、日射など)を実施した(写真2)。目的は、ブイ海上気象データの評価のためである。

気象データの定量的な比較を行うためには、ブイと「みらい」の気象測器の設置高度が異なるため、同一高度の値に補正しなければならない。相対湿度は、周囲の温度、圧力等の影響を受けることから、温度、圧力等の影響を受けない比湿に変換した。

本稿では、ブイと「みらい」の風速、気温、比湿および気圧の観測項目について、大気境界層における高度依存性^{1)・2)}を考慮し、同一高度(風速、気温、比湿は10m、気圧は海面0m)に補正した値を用いて、比較検討を行ったので、その結果を報告する。

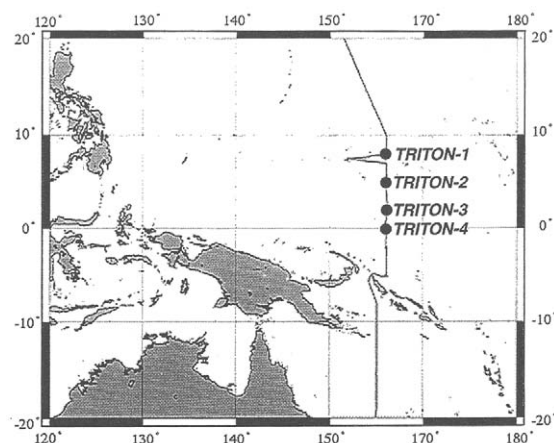


図2 MR98-02 航跡
Fig.2 MR98-02 Cruise Track

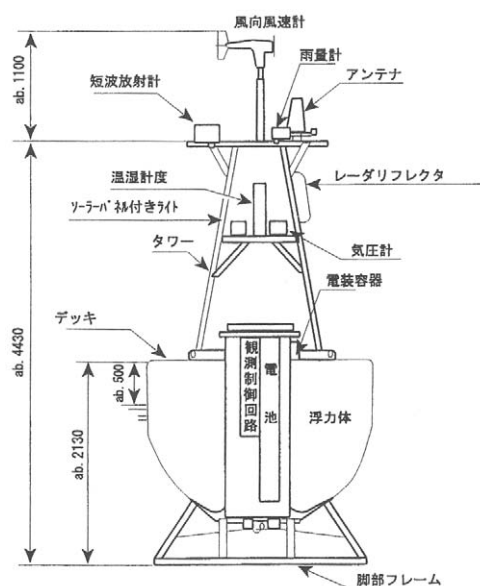


図3 トライトンブイ模式図
Fig.3 Structure of TRITON buoy

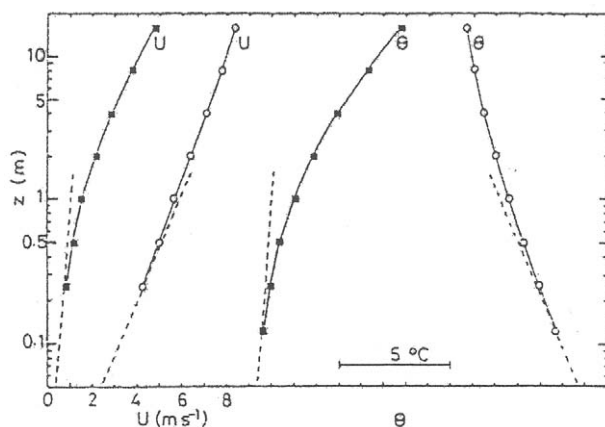


図1 地上気象観測による風速(U)・気温(q)の鉛直分布
(出典:水環境の気象学)

Fig. 1 Vertical profile of wind speed(U) and air temperature(q) against the altitude on ground meteorological observation. Open circles are daytime and closed squares are night time.



写真1 トライトンブイ
Photo 1 TRITON buoy



写真2 海上気象観測
Photo 2 SEA SURFACE METEOROLOGICAL
OBSERVATION

2 方法

(1) 比較観測方法

低緯度海域では、日中の強い直射日光を受け、船体自身が加熱される。この船体加熱の影響により、船上の空気塊が温められ、船上の気温は周囲の海上気温より高くなることが知られている¹⁾。また、風速においても、船体に近い所での計測では、船体により風の流れが変えられるため、その影響を受ける。

「みらい」では、可能な限り理想的な条件で船舶による海上気象観測を行うため、船体の影響を最小限に抑える以下の対策を講じた。

- ①比較観測用の気象センサーはブイに搭載したものと同型とし、本船の影響を可能な限り少なくするため、風速計、気温計、相対湿度計を船首中央から前方に約7m伸ばしたブームの先端上に設置した。
- ②本船の構造物による風の遮蔽を防ぎ、また、船体が温められた空気塊の影響を少なくするため、船首が常に風上に向くように、バウスラスターで操船した。

本船は、海流や風の影響により、固定されたブイの位置から流され、離れていく。ブイと本船の距離が10km以内となるよう、約4、5時間おきに、ブイ付近への移動を繰り返した。

比較観測の全般について、表1～表5にまとめた。

(2) データ補正方法

ブイと「みらい」による気象観測の頻度は、ブイが10分毎、「みらい」が1分毎であり、高度補正を行う際には、観測値の10分平均値および1時間平均値を用いた。

風速、気温、比湿および気圧の同一高度の補正値を求める手法として、風速はバルク法⁴⁾、気温、比湿はモン・オブコフの相似則²⁾、気圧は海面更正を適用した。風速、気温、比湿の10m高度補正値を求める際には、まず近似的に対数分布を仮定して求めた摩擦速度や顕熱フラックスなどの気象学の物理量を各式に代入し、各種物理量の第1次近似を計算し、さらに、それらの値を用いて同様の計算を繰り返し、第2、第3次近似を求め、収束した値を用いた。海面更正による海面気圧(0m)は、測定された現地気圧に、気温、湿度から求めた空気密度より計算した海面から観測高度までの大気の重さを加えることにより求めた。

3 結果

風速、気温、比湿、気圧の各観測項目について、ブイと「みらい」の10分平均値を用いて、10m高度補正値および海面気圧(0m)を求め、その時系列変化を、図4-1～図4-4に示した。

また、各観測項目におけるブイと「みらい」との値の

表1 観測期間 とブイ設置位置
Table 1 Observation period and buoy position

観測対象	観測開始時刻 (UTC)	観測終了時刻 (UTC)	ブイ設置位置
ブイ1号機	3/09 6:00	3/10 7:00	7° 55 ' N 156° 00 ' E
ブイ2号機	3/13 6:00	3/14 7:00	4° 56 ' N 155° 59 ' E
ブイ3号機	3/15 9:50	3/16 8:50	1° 56 ' N 156° 00 ' E
ブイ4号機	3/17 9:00	3/18 9:00	0° 05 ' S 156° 02 ' E

表2 測器の設置場所
Table 2 Location of meteorological sensors

設置場所	
トライトンブイ	ブイ海面タワー部
みらい	風速、気温、湿度計： 船首から約7m 前方の ブーム上の先端部 気圧計：後部上甲板（第一係留ブイ格納庫ドア付近）

表3 観測測器の設置高度
Table 3 Altitude of meteorological sensors

種類	トライトンブイ	みらい
風速計	3.5 m	11.4 m
気温計	2.2 m	11.2 m
湿度計	2.2 m	11.2 m
気圧計	2.0 m	7.8 m

表4 観測に使用したセンサーの仕様
Table 4 Specifications of sensors

種類	計測範囲	分解能	公称精度
風速	0 ~ 60 m/s	0.1 m/s	0.3 m/s
気温	-20 ~ +55 °C	0.01 °C	0.1 °C
湿度	0 ~ 100%RH	0.1 %RH	1 %RH
水温	-3 ~ +33 °C	0.0006 °C	0.002 °C
気圧	800 ~ 1100hPa	0.0038%	0.01%

表5 観測に使用したセンサーリスト
Table 5 List of sensors in the observation

種類	タイプ	メーカー
風速計	Wind Speed / Direction	Woods Hole Institution
気温／湿度計	Relative Humidity	Woods Hole Institution
水温	Micro CAT SBE37-IM	Sea Bird Electronics Inc.
気圧	Digiquartz Floating	Paroscientific Inc.

差を、観測値（補正なし）および補正值（補正済み）に対し、それぞれの平均と標準偏差を、表6-1、表6-2に示した。

3.1 風速

「みらい」では、風速の観測データは1分毎に計測されているが、風速30m/s以上の風速については時系列的に前後1分間の変化量が20.0m/sを越える場合については、明らかに計測エラーと考え、データ処理から除外した。データを検討する際には、このような前処理を行ったデータについて求めた10分平均値を用いた。図4-1は、ブイと「みらい」における、10分毎の補正済風速の時系列変化を示す。表6-1と表6-2に示す通り、ブイと「みらい」の補正風速（補正済）の差は、ブイ1号機では、平均約0.9 m/s、ブイ2号機では、約0.8 m/sと大きくずれているが、ブイ3、4号機は、良く一致した。

ブイ1、2号機で観測された風速（補正なし）は、ブイと「みらい」の値の差が小さく、同程度の風速を示すが、補正後の風速（補正済）は、異なる値を示した。一方、ブイ3、4号機で観測された風速（補正なし）は、設置高度の高い「みらい」が、ブイよりも大きく、風速の高度依存の理論と傾向が一致し、高度補正を行った風速（補正済）は、「みらい」とブイでは、それぞれの値の差は小さく、良く一致する。

ブイ1、2号機と「みらい」との補正值が、大きく異なる原因として、「みらい」に設置した比較観測用風速計の風速は、“真の風速”ではなく、“みかけの風速”を測定していることによると考えられる。本船は静止しておらず、常に、わずかながら移動しているため、本船の運動によって生じた風の速度成分を含んでいる。1時間毎に記録した航海記録によると、比較観測中、本船は、風や海流などの影響により0.1m/s~1.0m/s程度の速度で流されている。このため、「みらい」で観測される風速は、風向きと本船の進行方向とのなす角度により、最大1.0m/s程度、真の風速よりも、前後にドリフトする。本船が、ブイ設置地点近傍へ移動中には、風速計の風速は、“真の風速”より、さらに大きくドリフトする。図4-1は、ブイと「みらい」について、10分毎の補正した風速変化を示しているが、「みらい」の風速（点線）が、ブイ（実線）と比べ、大きくずれている時間帯（3/18 0:00 付近など）は、移動中に対応していると思われる。

ブイ1、2号機についても、本船のドリフト（最大1.0m/s）と風速計の公称精度（±0.3m/s）を考慮すれば、「みらい」の補正值は、ブイと同程度の風速になると考えられる。

さらに、定量的な議論を行うためには、「みらい」の船位、船速情報を基に、本船の“真の風速”⁷⁾⁻⁹⁾を計算し、ブイの風速と比較しなければならないが、今回は、本船のドリフトに関する詳細な記録が得られなかったため、“真の風速”を求めることができなかった。

3.2 気温

図4-2は、4地点での10分毎の補正気温（高度10m 値）と、ブイで計測した水深1.5mの表面水温の時系列変化を

表 6-1 「トライトンブイ」と「みらい」との気象データの差の平均と差の標準偏差（10分データ）

Table 6-1 The average and standard deviation of the difference between TRITON and MIRAI for meteorological data (10 min averaged data)

		ブイ 1号機		ブイ 2号機		ブイ 3号機		ブイ 4号機	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
風速 (m/sec)	補正なし	0.2	0.37	0.0	0.42	-1.3	0.63	-1.4	1.09
	補正済	0.9	0.40	0.8	0.34	-0.5	0.50	-0.4	0.79
気温 (°C)	補正なし	0.2	0.06	0.1	0.05	0.2	0.05	0.2	0.07
	補正済	0.1	0.06	0.1	0.05	0.1	0.05	0.2	0.07
相対湿度 (%)	補正なし	2.2	1.12	2.8	0.97	4.0	1.06	3.6	1.13
	補正済	-1.9	1.20	-0.9	1.04	0.4	1.15	1.0	1.09
比湿 (g/kg)	補正なし	0.7	0.26	0.8	0.23	1.1	0.25	1.1	0.23
	補正済	-0.3	0.28	-0.2	0.26	0.2	0.27	0.4	0.24
気圧 (hPa)	補正なし	0.75	0.07	0.85	0.07	0.83	0.20	0.81	0.10
	補正済	0.07	0.07	0.17	0.07	0.16	0.20	0.13	0.10

※ 観測項目の値の差 = 「トライトンブイ」値 - 「みらい」値

表 6-2 「トライトンブイ」と「みらい」との気象データの差の平均と差の標準偏差（1時間データ）

Table 6-2 The average and standard deviation of the difference between TRITON meteorological data and MIRAI (1 hour data)

		ブイ 1号機		ブイ 2号機		ブイ 3号機		ブイ 4号機	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
風速 (m/sec)	補正なし	0.2	0.16	0.0	0.16	-1.2	0.43	-1.1	0.64
	補正済	0.9	0.19	0.9	0.17	-0.5	0.34	-0.5	0.66
気温 (°C)	補正なし	0.2	0.03	0.1	0.03	0.2	0.03	0.2	0.05
	補正済	0.1	0.03	0.1	0.03	0.1	0.03	0.2	0.06
相対湿度 (%)	補正なし	2.2	0.50	2.7	0.51	3.9	0.45	3.6	0.72
	補正済	-1.9	0.35	-1.0	0.47	0.4	0.46	1.0	0.67
比湿 (g/kg)	補正なし	0.7	0.10	0.8	0.11	1.1	0.10	1.1	0.15
	補正済	-0.3	0.08	0.2	0.12	0.2	0.10	0.4	0.14
気圧 (hPa)	補正なし	0.75	0.03	0.85	0.04	0.84	0.19	0.82	0.09
	補正済	0.07	0.03	0.17	0.04	0.17	0.19	0.15	0.09

観測項目の値の差 = 「トライトンブイ」値 - 「みらい」値

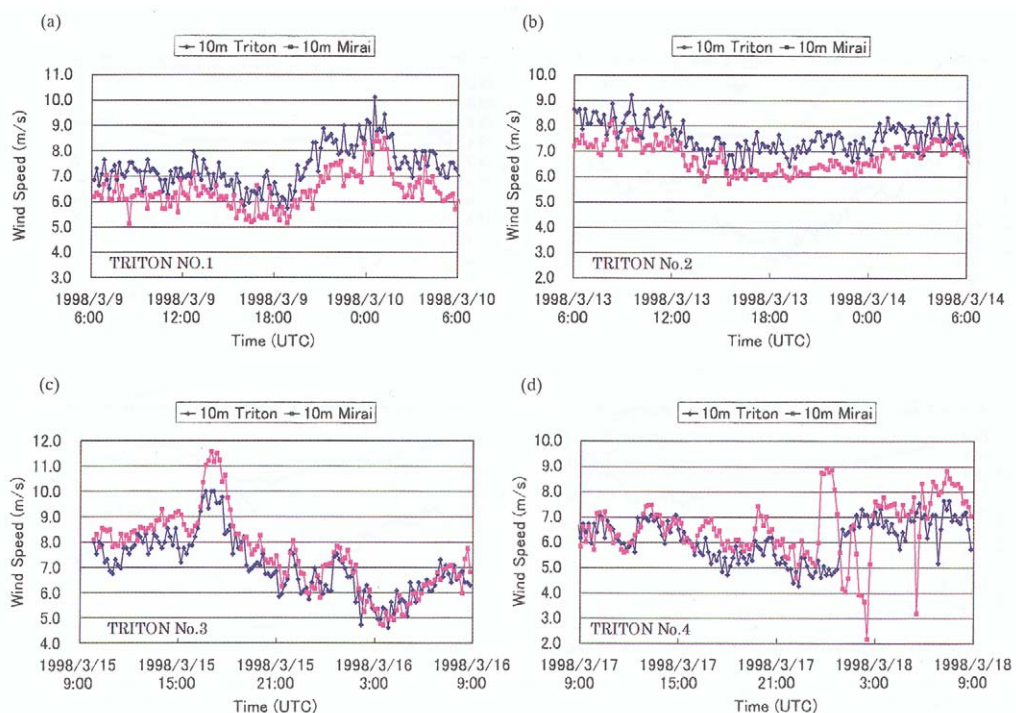


図 4-1 10 分毎の風速変化（10m 高度補正值）

Fig.4-1 Time series of 10-min wind speed data (10m altitude corrected value)

示す。

外洋での表面水温（水深1m程度）は、通常、気温よりも高く、気温は高度が高くなるほど下がる。図4-2および表6-1、6-2の補正なしの平均値で示した通り、観測結果も同様の傾向を示し、ブイ（観測高度：2.2m）の気温が、「みらい」(11.2m)よりも、高い値を示した。

ブイ2、3号機では、ある期間(それぞれ1998/3/13 7:00-8:00(UTC)、3/15 23:00頃(UTC))で、ブイの気温が表面水温を上回っている。この気温と表面水温の逆転現象は、無風に近い状態で、ブイ本体や測器本体が、熱帯の強い直射日射を受けて加熱されたことにより、測器周辺の空気塊が、その輻射熱により加熱されたために、ブイの気温計が、異常な観測値を測定したとも考えられる。しかし、その時間帯の風速（図4-1）は、定常的に5 m/s以上あり、現地時間（UTC+10hr）では、夕方と明け方であるので、ブイ加熱の影響による計測エラーではなく、他の原因による計測エラーとも考えられる。

補正值（補正済）を比較すると、観測値（補正なし）よりもブイと「みらい」との値の差は若干縮まる。センサーの公称精度が $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ であり、両者の補正值が約 0.2°C の範囲内に収まっていることから、十分に測定誤差の範囲（最大 0.2°C ）に入り、両者のデータは有意にはずれていないと考えられる。

3.3 比湿

比較観測では相対湿度を計測しているが、ここでは、

より定量的な比較を行うために、相対湿度を比湿に変換し、その補正值を比較した。

相対湿度は、周囲の気温、圧力に依存するが、比湿は、湿潤空気密度に対する水蒸気密度の比[g/kg]を示すため、周囲の気温変化や圧縮、膨張等の影響はない。比湿は、海水面付近が大きい値をとり、高度が上がるほど小さな値となることが知られており、観測結果も同様の傾向を示した。

図4-3に、4地点での高度補正した10分毎の比湿の時系列変化を示す。ブイと「みらい」の補正比湿値の差は小さく、良く一致している。

表6-1、表6-2では、ブイと「みらい」との補正值の差は、平均 0.3g/kg 前後の違いがある。比湿 0.3g/kg は相対湿度に換算すると約1.5%程度となり、観測時の相対湿度センサーの公称精度（表4）が $\pm 1\%$ であることから、センサーの誤差範囲内(最大2%)となり、良く一致することが分かる。

3.4 気圧

気圧は、その地点での大気上限までの鉛直空気柱の総重量が、単位底面積に及ぼす力(hPa)である。気圧は、大気の複雑な運動により、周囲から空気の流入や周囲へ流出があるために変化する。

図4-4は、4地点での海面更正を行った海面気圧(0m)の10分平均値の時系列変化を示す。4地点とも、気圧の日変化に特徴があり、世界標準時（地方時：UTC+10hr）の

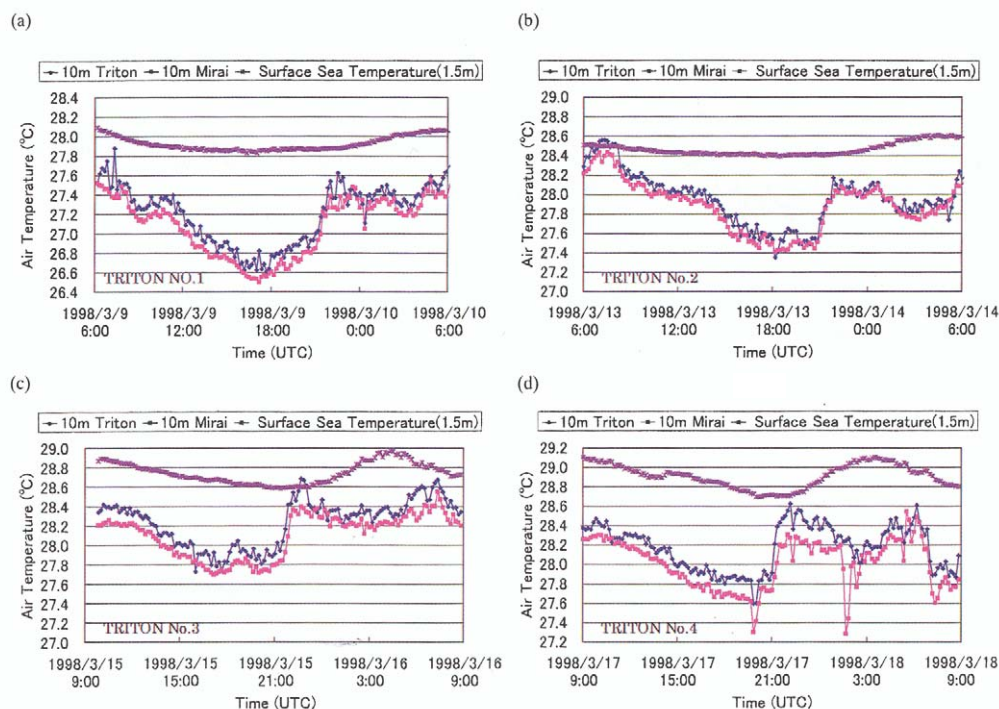


図4-2 10分毎の気温変化（10m高度補正值）
Fig.4-2 Time series of 10-min air temperature data (10m altitude corrected value)

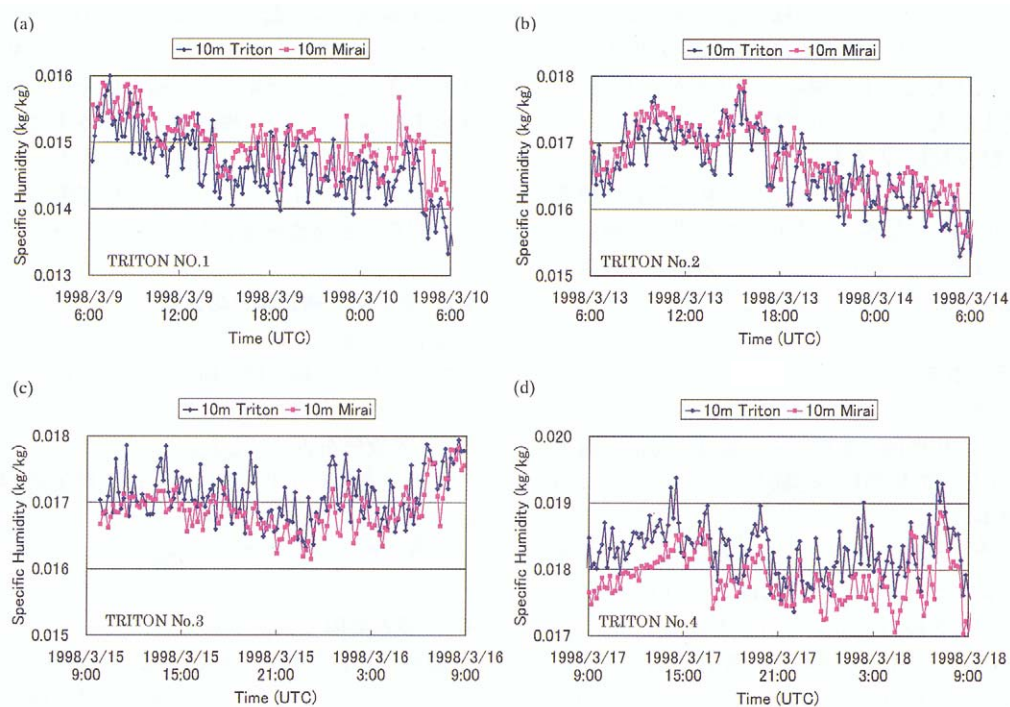


図 4-3 10 分毎の比湿変化 (10m 高度補正值)

Fig.4-3 Time series of 10-min specific humidity data (10m altitude corrected value)

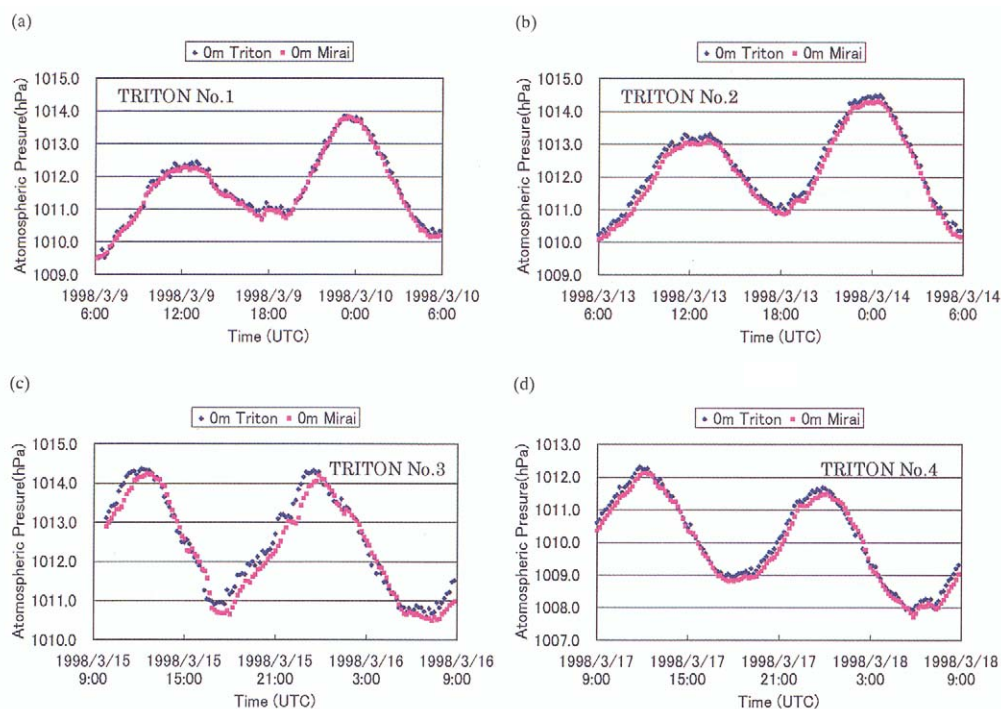


図 4-4 10 分毎の気圧変化 (海面補正值)

Fig.4-4 Time series of 10-min atmospheric pressure data (Sea surface corrected value)

0時と12時に極大が、6時と18時に極小が現れる。この現象は、世界のどの地点でも、同様の地方時に現れることが知られており、気温の日変化による大気の膨張と収縮の結果と、地球大気の半日周期の自由振動が共鳴し、大きな気圧変化が生じると説明されている⁵⁾。

図4-4および表6-1、表6-2の通り、ブイと「みらい」の海面気圧の差は、0.17hPa以下と、センサーの公称精度(表4)が約±0.1hPaとなることから、測定誤差の範囲内(約0.2hPa)に収まることから、ブイと「みらい」の観測は、十分に良く一致することが分かる。

3.5 顕熱フラックス

高度補正に適用した2種類のモデル式(バルク法とモニン・オブコフの相似則)を用いて、風速、気温、海水温(1.5m)、気圧などの観測値から顕熱フラックス(W/m^2)を求めた(図4-5)。

顕熱フラックスが異常な値、または、前後のデータと比べて極端に異なる値を示していれば、その時刻の観測値が疑わしいことを検出することができる⁹⁾。

図4-5において、ブイと「みらい」では、同一方法で求めたフラックス値には20%程度の差があるが、いずれもモデル式の違いを反映した有意な差は見られなかった。一般に、顕熱フラックスは、精度良く測定することも非常に困難であり、ブイと「みらい」との計算値の結果にも、この程度の値の差があることは、有意な差ではないと考えられる。

4 誤差の推定

気象観測では、観測器の取扱い方法を十分に検討し、正しく設置したとしても、常に、センサー固有の計測誤差がつきまとう。計算により補正値を求める際には、気象要素のパラメータ(海面粗度、摩擦速度など)の取り方により、計算結果に、若干の違いが生じる。

ここでは、ブイと「みらい」の観測値と補正値を比較し、誤差の要因を推定した。

4.1 測定値と補正値との比較

気温、比湿について、ブイと「みらい」での観測値(補正なし)および補正値(補正済)の相関図を、図5-1、図5-2に示し、さらに、それぞれの値の差を、図6-1、図6-2に、度数分布表に示した。

これらの図により、気温と比湿の補正値(補正済)は、観測値(補正なし)と比べ、ブイと「みらい」の値の差が小さくなっていることが分かる。

4.2 誤差要因

観測値の誤差の1つとしては、センサーの検定精度が誤差要因となる。一方、高度補正値は、補正に用いる計算式のパラメータの値に誤差が含まれる。そこで、補正計算の際の気象パラメータ(摩擦風速、海面粗度など)の値をいろいろと変化させて、補正値への影響を検証した結果、海面粗度の値が、最も補正結果に影響を与えるパラメータであることが分かった。

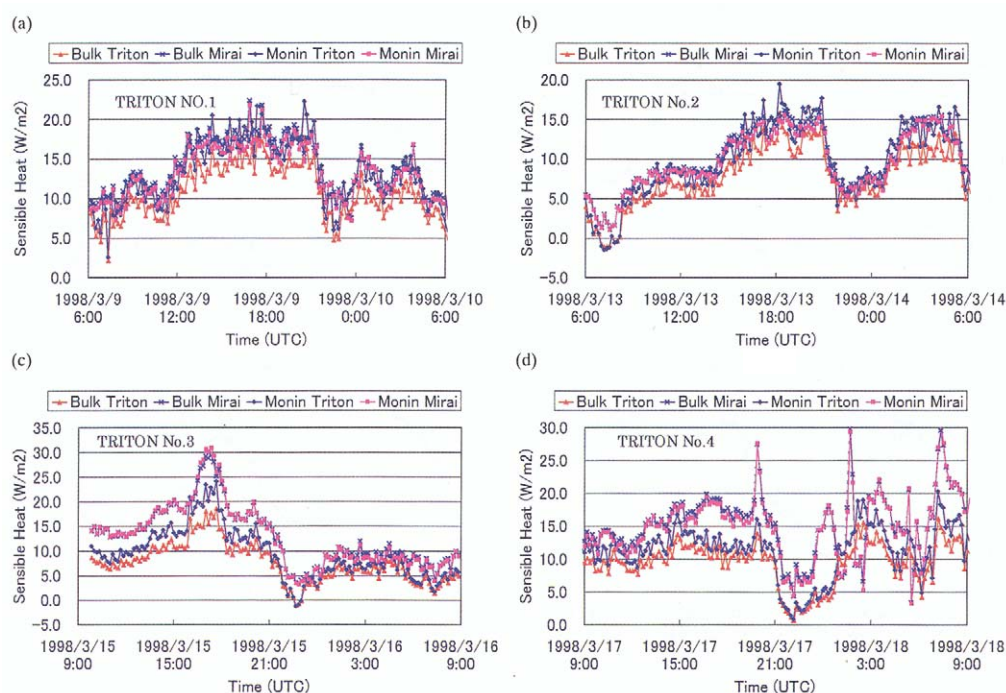


図4-5 10分毎の顕熱フラックス変化
Fig.4-5 Time series of 10-min sensible heat flux data

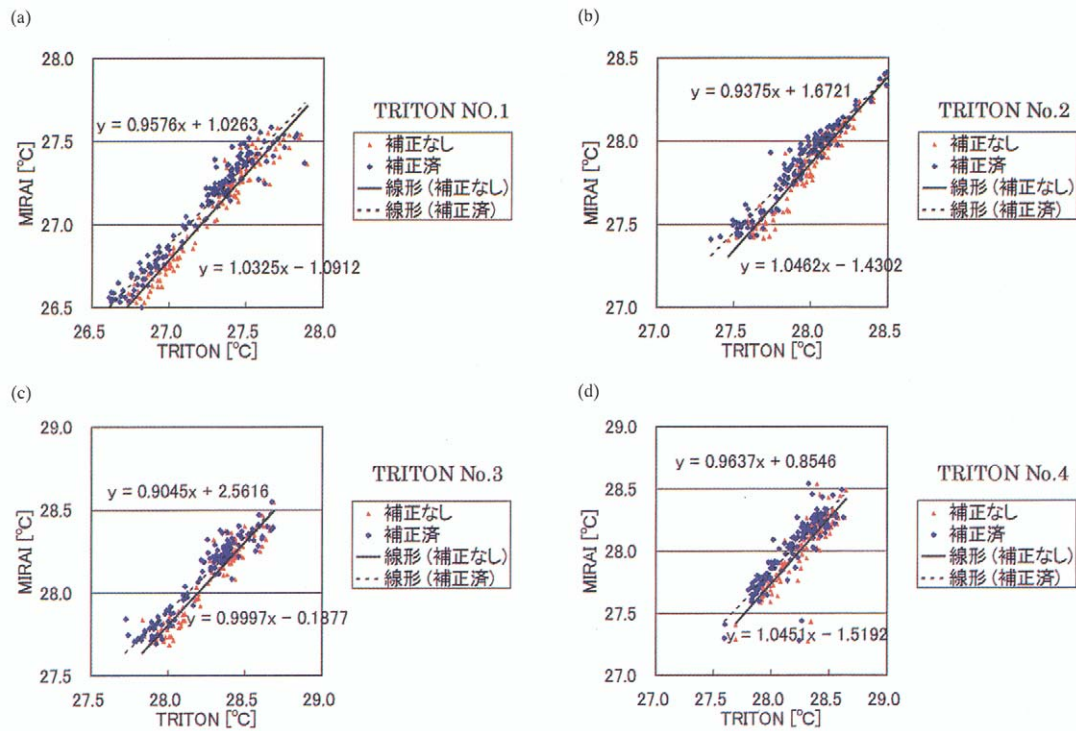


図 5-1 トライトンパイとみらいの気温の相関
Fig.5-1 Correlation of air temperatures between TRITON and MIRAI

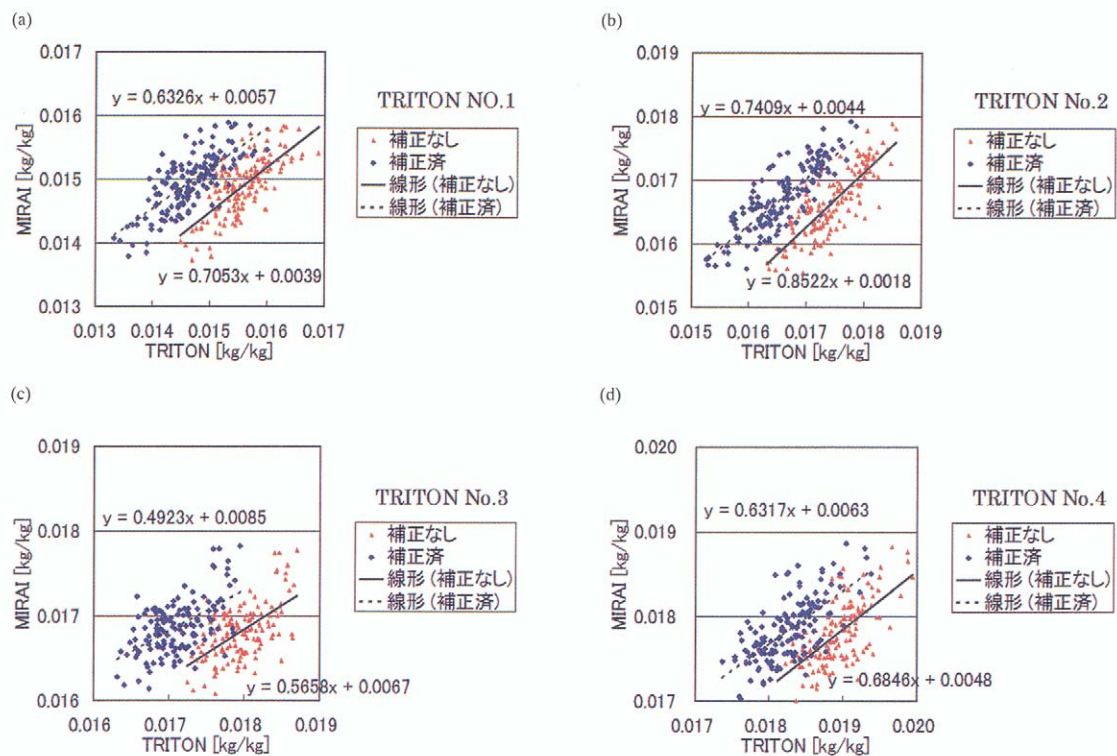


図 5-2 トライトンパイとみらいの比湿の相関
Fig.5-2 Correlation of specific humidity between TRITON and MIRAI

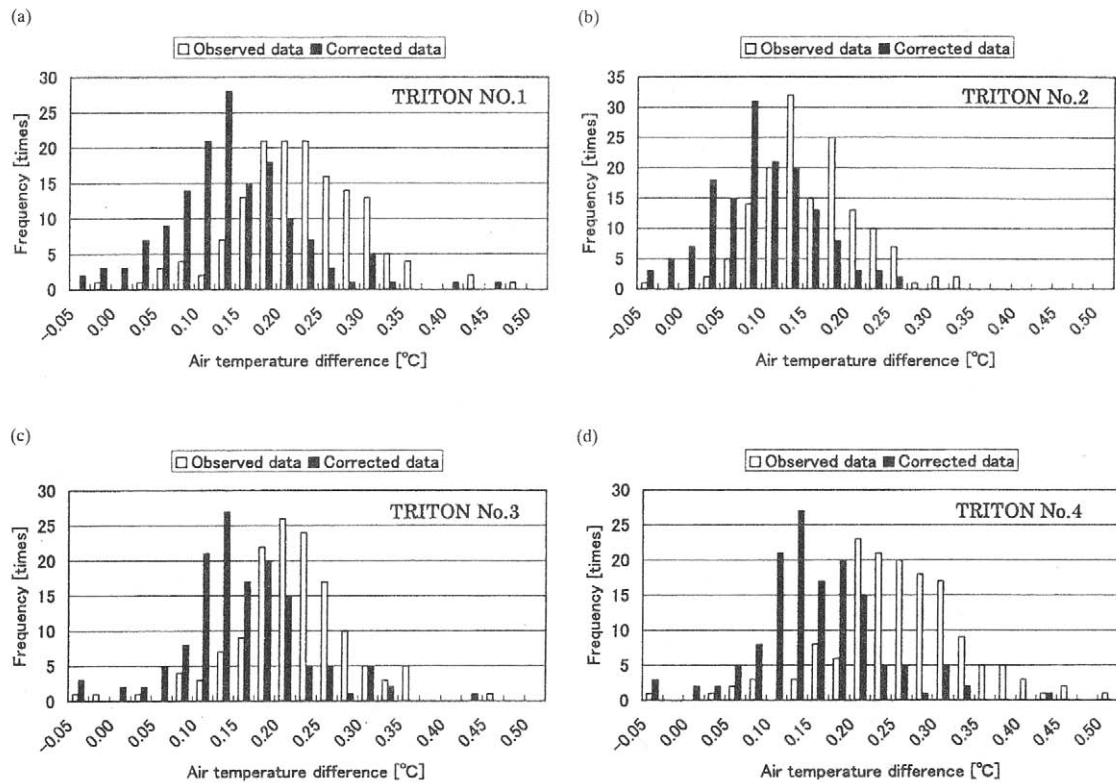


図6-1 トライトンブイとみらいとの気温差の頻度分布

Fig.6-1 Frequency distribution of air temperature differences between TRITON and MIRAI

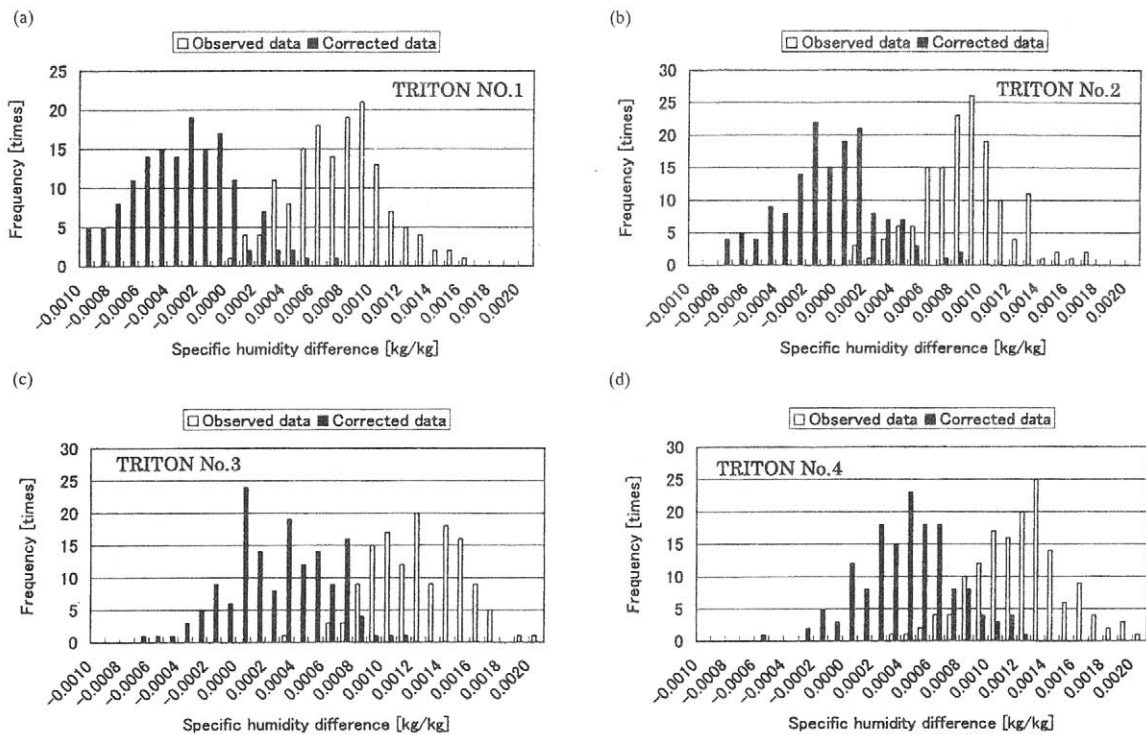


図6-2 トライトンブイとみらいとの比湿差の頻度分布

Fig.6-2 Frequency distribution of specific humidity differences between TRITON and MIRAI

表7に、海面粗度の値をいろいろと変化させ、10m高度補正值への影響を示した。補正計算の主要なパラメータである海面粗度でさえ、一桁程度の違いでは、観測値のセンサーの公称精度（表4）による誤差と比べ、誤差としての影響は小さいことが分かる。

なお、海面粗度とは、空気力学的な表面の粗さを示すもので、波の高さを表すものではない。

表7 海面粗度が10m高度補正值に与える影響評価
Table 7 Effect estimation of the roughness height of sea-surface for the 10m height-normalization value

海面粗度(m)	気温	湿度	比湿	顕熱
10 ⁻³ 100倍	-0.030	-2	-0.5	5
10 ⁻⁴ 10倍	-0.015	-1	-0.2	2
10 ⁻⁵ 1倍	0	0	0	0
10 ⁻⁶ 1/10倍	0.015	0.5	0.2	-1.5

5 おわりに

ブイと「みらい」で実施した海上気象観測の結果について、風速と気温と比湿の観測値を同一高度10m値に、気圧を海面気圧0m値に補正し、比較検討を行った。

その結果、気温と比湿および気圧の観測項目については、ブイと「みらい」の補正值は、センサーの誤差範囲内で、一致することを確認した。風速については、「みらい」の比較観測用風速計は、“みかけの風速”を計測しているため、ブイの補正值とずれが生じているが、本船のドリフトを考慮すれば、観測誤差内で一致すると思われる。

以上のように、トライトンブイによる海上気象観測が、理想的な条件のもとで行われた「みらい」船上での海上気象観測に、近いことを示すことができた。

今後、1999年2月～3月（MR99-K01）に行われた、「み

らい」と「トライトンブイ」9基との海上気象観測の結果について、さらに本船のドリフトを考慮した“真の風速”を算出し、より詳細な解析を行う予定である。

謝辞

海上気象観測を行うに当たり、「みらい」赤嶺船長をはじめ乗組員の方々および（株）マリン・ワーク・ジャパン、（株）グローバルオーシャンディベロップメントの観測技術員の方々のご支援に、深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 竹内清秀・近藤純正, “接地層の構造” p1-41. : 大気科学講座1, 地表に近い大気, 東京大学出版会, 226pp.(1981)
- 2) 近藤純正編著, “地表面付近の風と乱流” p93-127. In: 水環境の気象学, 朝倉書店, 350pp. (1994)
- 3) Tropical Ocean Climate Study, “R/V Mirai Cruise Report MR98-02”, JAMSTEC, (1998)
- 4) Yasuda : Modification of Kondo's Formulas on the Bulk Transfer Coefficients of Turbulent Fluxes over the Ocean. Tohoku Geophys. Journ. Vol.28, Nos 3-4, p.131-142.(1981)
- 5) 能沢源右衛門 : “気温と水温の分布および変化” p23-36. In: 新しい海洋気象学, 成山堂書店, pp316(1985)
- 6) 福谷恒男 : “風” p45-56. In: 海洋気象のABC (改訂増補版), 成山堂書店, 156pp.(1988)
- 7) 気象庁編 : “総説” p1-4. In: 船舶気象観測指針, 改訂3版増補, 成山堂書店, 146pp.(1983)
- 8) 横田良夫、馬場俊明 : 気象庁「海洋気象観測船」の観測機器, 海の気象, Vol.44, No.3・4, p.14-32.(1999)
- 9) 気象庁編, “観測結果の品質管理” p69-74. In: 気象観測の手引き, (財)気象業務支援センター, 84pp.(1998)

(原稿受理: 1999年8月9日)

