

特集「新海洋データ同化システム (MOVE/MRI.COM) による海洋情報の高度化」

本州南方における黒潮流路の定量的な表現と流路変動*

北村 知之**_{※1}・大崎 晋太郎***・志賀 達**_{※1}

要 旨

北西太平洋海洋データ同化システム (MOVE/MRI.COM-WNP) による黒潮域の再現性を評価するため, ASUKA 線及び東経 137 度線について ADCP 観測値と比較した. 50m 深における比較では, MOVE/MRI.COM-WNP は ADCP 観測による流れをおおむね良く再現できていたが, 黒潮が沿岸寄りを流れているときなどに, しばしば流軸位置の表現に差異が見られた. また, 深さ方向の比較では, 黒潮流軸は深くなるにつれて沿岸から遠ざかる向きに傾いているが, その傾きは MOVE/MRI.COM-WNP の方がやや大きくなっていったものの, 流軸位置だけでなく流速の水平方向・鉛直方向の分布も含めて, ADCP で観測された流れを良く表現していた.

さらに MOVE/MRI.COM-WNP を利用して黒潮北縁の客観的な決定を試みた. 北縁の決定は, 水平方向の流速勾配又は水温勾配で判断した. その結果, おおむね黒潮北縁を表現することができたものの, 小規模渦による影響の評価など, より妥当な北縁の決定に課題が残された.

1. はじめに

海洋表層には海上風によって駆動される風成循環があり, 日本近海には亜熱帯循環と亜寒帯循環が存在している. 亜熱帯循環の西岸境界流である, 黒潮は東シナ海を北上してトカラ海峡から太平洋に入り, 本州南方を通過して, 房総半島沖を東に進み, 黒潮続流へとつながる. 黒潮の流速は, その時々や海域によって変動するが, 4knot 以上に

なることもあり, 強流帯の幅は約 100km に及ぶ. また, 黒潮の流路は東シナ海から四国沖ではおおむね安定しているが, 東海沖では南へ大きく蛇行する大蛇行流路になることがある. 黒潮流路の変動は船舶の運航や漁場の選定などに大きく影響するほか, 日本南岸の潮位に影響を及ぼし, 低地での浸水・冠水などの災害を引き起こすことがある. そのため, 気象庁をはじめ海上保安庁や水産

* Quantitative expressions and variations of the Kuroshio path in seas south of Honshu

** Tomoyuki Kitamura, Tatsushi Shiga

Oceanographical Division, Kobe Marine Observatory (神戸海洋気象台海洋課)

*** Shintaro Oozaki

Tottori Airport Branch Office, Kansai Aviation Weather Service Center (関西航空地方気象台鳥取空港出張所)

現所属 ※1 地球環境・海洋部海洋気象課

庁等の行政機関、大学等の研究機関により黒潮に関するさまざまな情報が公開されている。神戸海洋気象台では、平成19年度海洋気象技術検討会及び大崎ほか(2009)で北西太平洋海洋データ同化システム(MOVE/MRI.COM-WNP, 以下MOVE)の再解析データを用いて黒潮の流軸を決定し、気象庁が人工衛星・船舶・ブイなどの観測データを総合的に解析し求めた旬別黒潮流軸位置とよく一致していることを示した。また、黒潮の離接岸の指標として用いられている串本と浦神の潮位差は、黒潮の流軸までの距離だけでなく、流速変化にも対応していることを示した。このことから流軸のみでなく流速分布や水温分布等の高精度の情報や黒潮の幅のような面的な情報発信が可能になると期待されている。また海洋内部の観測データは時空間的に少ないため、モデルを活用した現象の把握や情報発信が大きな意味を持つ。そのためにはモデルの再現性や精度の認識が重要である。本論では、凌風丸・啓風丸・長風丸に搭載されている表層海流計(以下ADCP)の実測データとMOVEのデータを比較してモデルの検証を行った後、これまでのニーズ調査で漁業関係者から要望が多かった黒潮の北縁の決定を試みた。

2. 観測船によるADCPデータとMOVEの比較

気象庁では、5隻の海洋気象観測船を運用し、海洋の大規模かつ長期的な変動の監視のために北西太平洋及び日本周辺海域における主要な海流系を横切るように観測定線を定め、定期的に海洋観測を行っている。今回の調査では、それら観測定線のうち足摺岬から南東に伸び黒潮を横切るASUKA線と、大王崎から南に伸び黒潮を横切る東経137度線についてADCPデータとMOVEデータの比較を行った。

ASUKA線は足摺岬を基点とし、東経137度線は大王崎を基点としてそれぞれ10kmおきにグリッドを設定して比較した。MOVEの水平分解能が0.1度格子であり、それ以上に細かいスケールの変動はとらえられないことから10kmおきとした。今回の解析では、黒潮の流れを含む北緯29度以北のデータを用いた。このデータには黒潮による流れだけでなく、黒潮流路の南北にでき

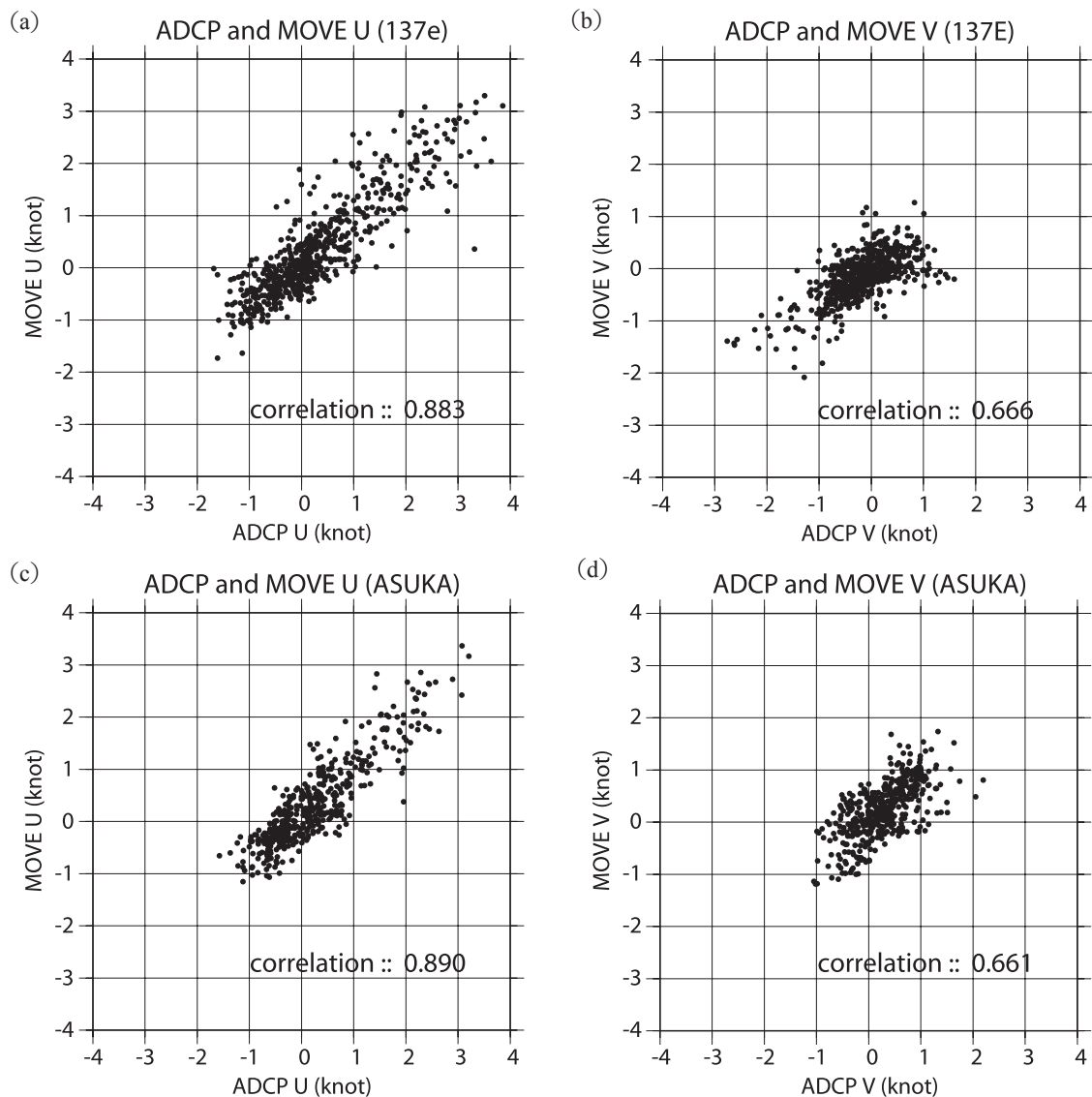
る冷水渦や暖水渦などによる流れを含むケースがある。ADCPのデータは観測ハードウェアやデータ処理ソフトウェアの設定の違いにより、海流観測の最浅層や平均化している層厚が異なるため、2.1節ではMOVEの流速データのある50m深・100m深・200m深・400m深に最も近い観測深度におけるデータを用いた。ただし、長風丸のデータは3m・47m・97mの3層のみなので、より深い層の比較では凌風丸と啓風丸のデータのみを利用した。なお、凌風丸及び啓風丸のデータはCODASで処理を行った。調査に利用したADCPデータの期間は、2001年から2007年までであり、その総数は東経137度線については22航海分、ASUKA線については21航海分である。なおMOVEのデータは、ADCP観測を行った日を含む半旬のデータを用い、2.1節及び2.2節で設定したグリッドに内挿した。

2.1 50m深でのMOVEの流速データの特徴

ADCPデータは、グリッドから5km以内の点のデータを平均して使用した。ADCPデータとMOVEデータから観測定線に沿って10kmごとに設定したグリッドに内挿した流れのデータを50m深で比較した(第1図)。東西方向の流速は、ADCPとMOVEの相関係数が東経137度線で0.883、ASUKA線で0.890と高かった。それに比べて南北方向の流速は、東経137度線で0.666、ASUKA線では0.661とやや相関係数が小さかった。100m深・200m深・400m深については、同様に東経137度線では、ASUKA線よりもADCPとMOVEの差が大きくなるケースが見られた。東西方向の相関係数が高く、南北方向の相関係数が東西方向に比べてやや小さいという点は各深度とも共通していた。また東西方向・南北方向とも、深度が深くなるにつれて相関係数が高くなっていった。

2.2 ADCPデータとMOVEのデータの最強流位置について

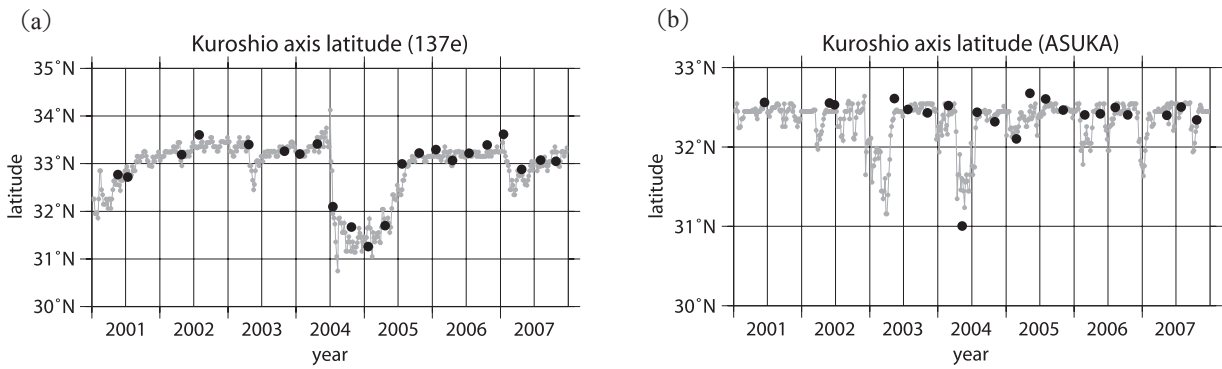
観測定線から東西それぞれ5km以内のADCPデータをそのまま用いて比較した。大崎ほか(2009)と同様に、50m深での最強流位置を流軸



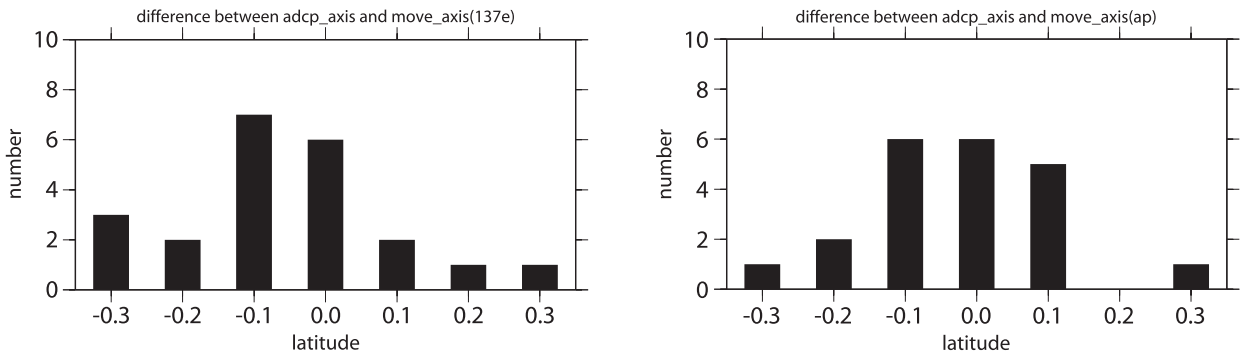
第 1 図 MOVE の 50m 深流速と ADCP の約 50m 深流速の散布図 (東向き及び北向きを正としている)
 (a) 東経 137 度線の東西流速 (b) 東経 137 度線の南北流速 (c) ASUKA 線の東西流速 (d) ASUKA 線の南北流速

と考え、ASUKA 線及び東経 137 度線における MOVE の流軸と ADCP のデータから求めた流軸の緯度を比較した (第 2 図)。東経 137 度線に関しては、2004 年 10 月や 2005 年 7 月の MOVE で流路の大きな変動が見られる時期にやや大きなずれが見られるものの、そのほかは MOVE で細かな流軸の変動が見られる時期についても流軸位置は極めて良い一致を示していた。ASUKA 線に関しても MOVE で細かな変動が見られる時期もおおむねよく一致しているが、黒潮が沿岸寄りを流

れているときなどに微妙なずれが見られる。これは、ASUKA 線では黒潮が沿岸寄りを流れやすく、ADCP・MOVE とも陸地や海底地形などの影響を受け複雑な流れとなりやすいことと、MOVE のグリッドが 0.1 度格子であるため沿岸付近でそのグリッドよりも細かなスケールの表現ができないことが原因であると考えられる。東経 137 度線、ASUKA 線とも、流軸の緯度方向のずれはともにおおむね 0.2 度以内に収まっていた (第 3 図)。



第2図 50m 深の ADCP と MOVE の最強流位置の緯度の比較
(a) 東経 137 度線 (b) ASUKA 線



第3図 ADCP から求めた流軸と MOVE から求めた流軸の緯度方向のずれのヒストグラム

2.3 個々の航海での ADCP データと MOVE のデータの比較

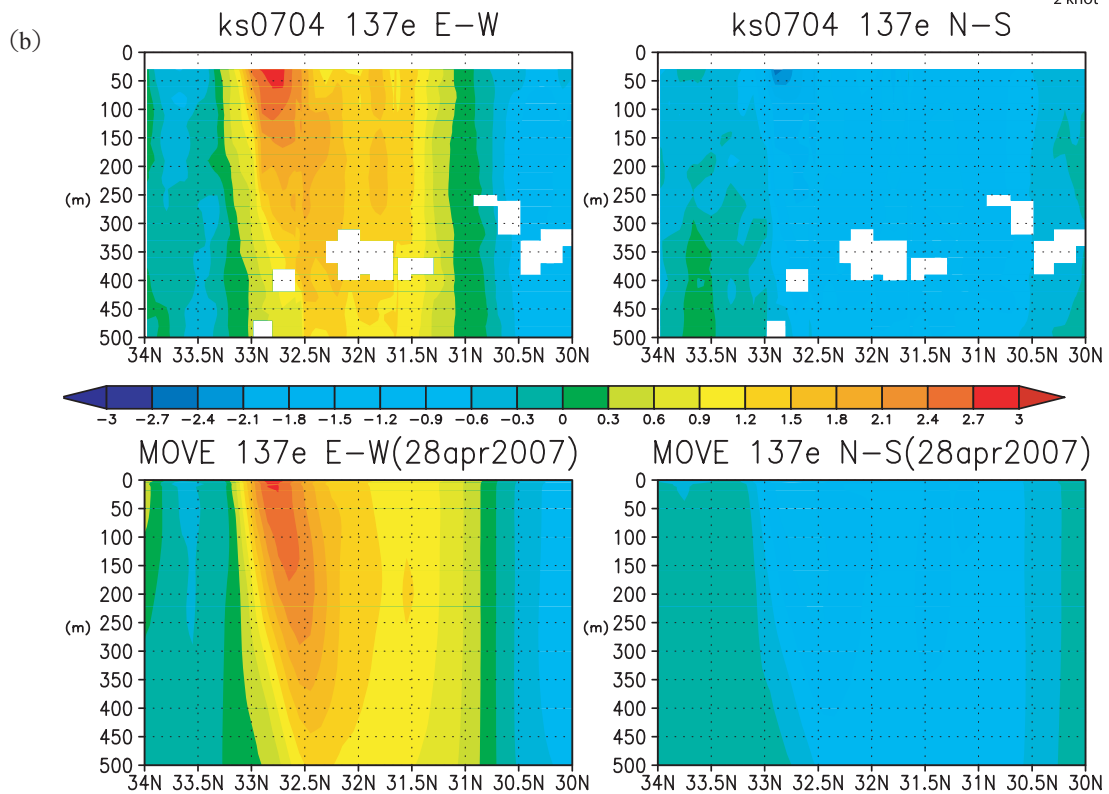
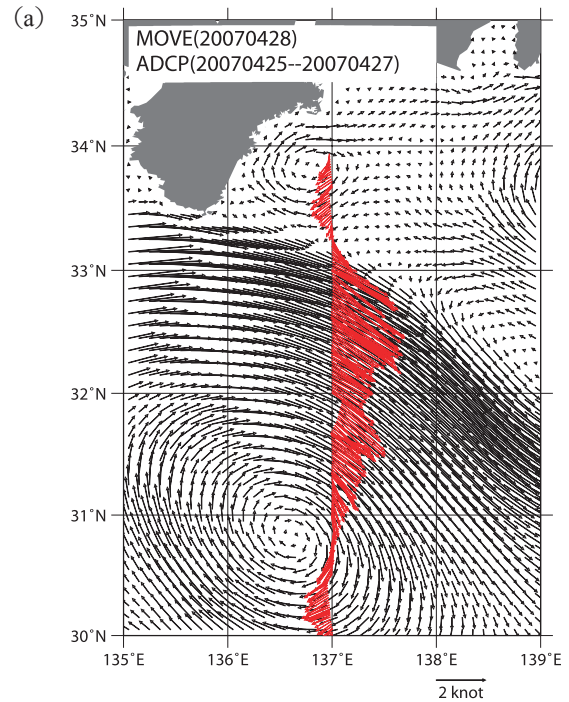
2.1 節及び 2.2 節で複数の航海において一定の傾向がないかを含めて比較を行った。次に各個別の航海の ADCP データと MOVE のデータとの比較を行うこととする。まず、MOVE が ADCP による流れを良く再現している例として、2007 年 4 月の啓風丸による東経 137 度線の ADCP データ (45m 深) と MOVE 流れ (50m 深) を第 4 図 a に示す。啓風丸は東経 137 度線の北緯 30 度以北の観測を 4 月 25 日から 27 日にかけて行っている。MOVE のデータは、その観測期間に近い 4 月 28 日のデータを比較対象とした。東経 137 度線では、ADCP データから黒潮は北緯 32.2 度から 33 度付近を東南東向きに流れていると判断され、MOVE でも同様に表現されている。MOVE のデータの

最大流速は 3.0knot で、ADCP データの最大流速は 3.8knot であった。MOVE の最大流速は実測よりやや小さいが、流軸位置のずれは 5km 以内で良く一致している。また、黒潮の北側の熊野灘と黒潮の南側にある暖水渦の位置や、それに伴う流れの流向・流速ともよく一致している。

水平方向だけでなく、鉛直方向についても比較した (第 4 図 b)。約 100m 深から 300m 深で MOVE の方が東西・南北流速とも強く表現しており、50m 深とは違った傾向があったものの、流速分布は良く一致している。黒潮の流軸は深度が深くになるにつれて、沿岸側から遠ざかる方向に傾いており、その傾きもおおむね一致している。そのほか黒潮の南北にある暖水渦に伴う流れの鉛直分布も良く一致している。

次に、MOVE による再現性が良くない例とし

て、2005年2月23日から26日にかけて啓風丸が観測した ASUKA 線の ADCP データ (51m 深) と、2005年2月27日の MOVE の 50m 深での流れの図を示す (第5図)。MOVE は、黒潮の南にある暖水渦に伴う流れをおおむねよく再現しているが、ASUKA 線の北緯 32.6 度から北緯 32.4 度付近で MOVE の方がかなり流れを強く表現しており、流軸位置を約 20km 程度沿岸よりに表現している。また、流速が急激に増大する位置も、約 20km 程度沿岸寄りに表現している。ADCP 観測によると、ASUKA 線上の足摺岬沿岸の北緯 32.6 度付近には、黒潮の北側に小擾乱があり、黒潮は足摺岬で離岸して流れている。



第4図 ADCP 観測データと MOVE の流れの比較

(a) 2007年4月25日から27日にかけての啓風丸による東経137度線の45m深のADCP観測データと2007年4月28日のMOVEの50m深での流れ。

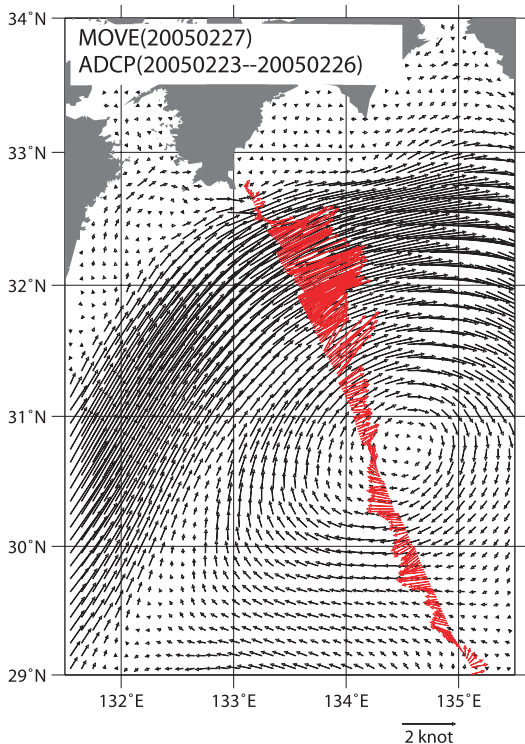
ベクトル(赤):ADCP,ベクトル(黒):MOVE

(b) (a)と同じ期間のADCPとMOVEの断面図

左上:ADCPの東西流速,右上:ADCPの南北流速

左下:MOVEの東西流速,右下:MOVEの南北流速

断面図は東向き及び北向きを正としている。



第 5 図 2005 年 2 月 23 日から 26 日にかけての啓風丸による ASUKA 線の 51m 深の ADCP 観測データと 2007 年 2 月 27 日の MOVE の 50m 深での流れの比較
ベクトル (赤) : ADCP, ベクトル (黒) : MOVE

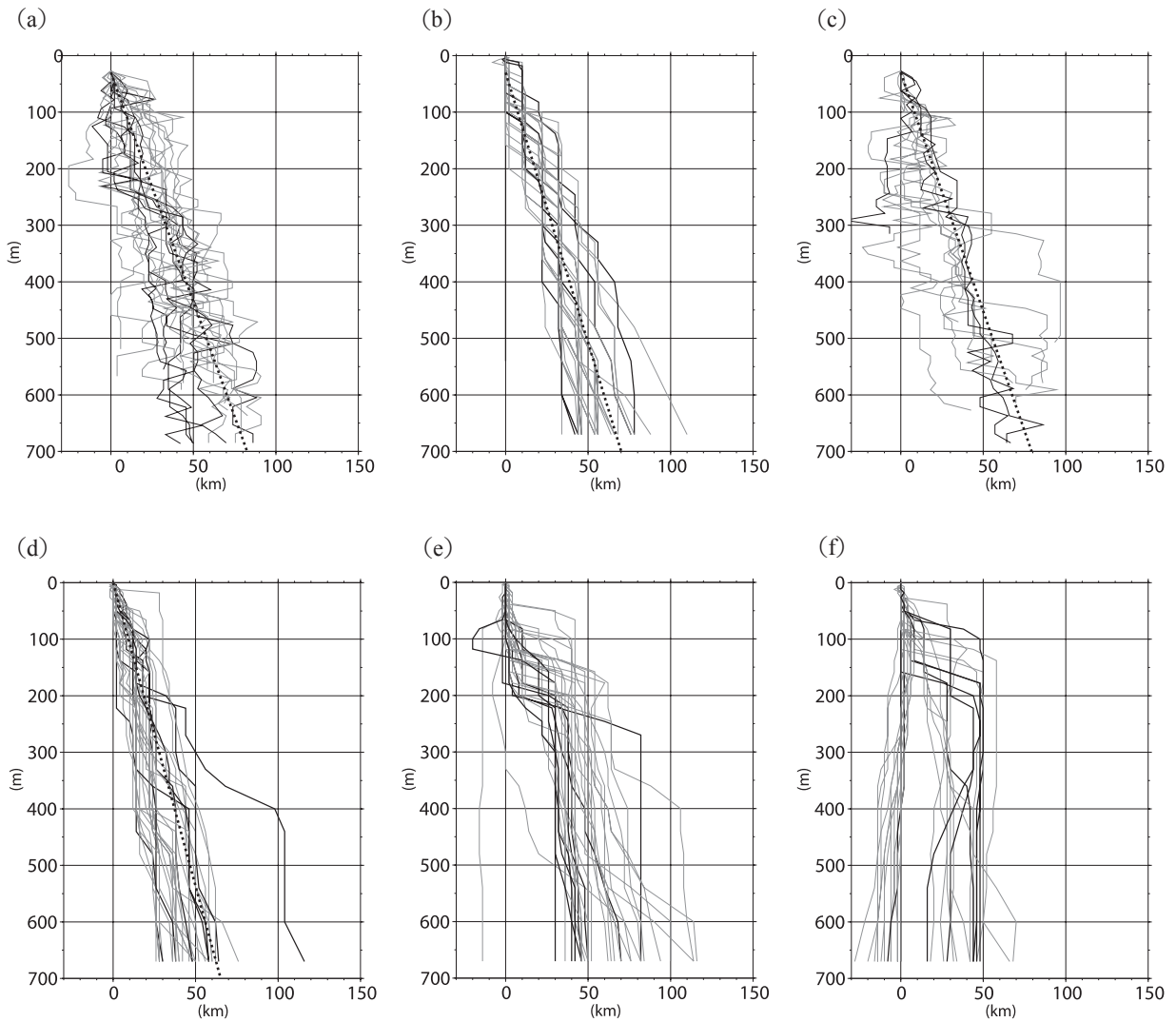
2.4 黒潮流軸の鉛直構造

2.3 節で示したように黒潮流軸は深度が深くなるにつれて沿岸側から遠ざかる向きに傾いている。ADCP と MOVE で表現される黒潮流軸の鉛直構造について比較するため、凌風丸と啓風丸が ADCP 観測を行った日を含む半月の MOVE のデータと ADCP データから、各深度における流軸位置を ASUKA 線と東経 137 度線に分けて描画した (第 6 図)。なお、長風丸のデータについては、最深層が 97m であるため、ここでは描画していない。グラフは縦軸を深度とした。最浅層 (ADCP では 27m ~ 30m 深, MOVE は 0.5m 深) での流軸位置を基点として、そこから各深度での流軸までの水平距離を求め、沿岸から遠ざかる向きを正とし、それを横軸とした。ADCP のデータは平均等の処理はしておらず、またデータ取得率が 60

%以下の場合には採用していない。

ADCP のデータから求めた流軸は平均的には深度 100m あたり約 9 ~ 10km 傾いており、MOVE のデータでは、100m あたり約 11 ~ 12km 傾いており、東経 137 度線及び ASUKA 線とも MOVE による流軸の傾きの方が若干大きい。東経 137 度線と ASUKA 線の ADCP データについて、平均的な流軸の傾きに大きな違いは見られない (第 6 図 a と第 6 図 c : 黒点線)。MOVE のデータでも同様であるが (第 6 図 b と第 6 図 d), ASUKA 線では、ADCP による観測で深さ方向に流軸位置が急激に変化しているケースが見られる。そのようなケースでは、流軸位置が急激に変化している層より深い層で流軸はほとんど傾いていない。トカラ海峡では種子島と屋久島の南方に張り出した約 500m 以浅の浅瀬があり、その先端部に海山、その南側に水深約 1400m ほどの深みがある (川辺, 2003)。約 100m 以浅のみ流軸が海山の北側に存在し、それより深層での流軸が海山の南側に存在するような場合に、約 100m 深から 200m 深での流軸位置の急変が見られる。ASUKA 線での流軸位置の急変は、トカラ海峡での同様の特徴が足摺岬沖まで残っているためである。しかしながら、MOVE のデータでは、ASUKA 線での流軸の傾きの急激な変化や急激な変化のある層より深い層ではほとんど傾いていない点などは再現されておらず (第 6 図 b と d), MOVE では沿岸での詳細な鉛直構造をとらえていない。

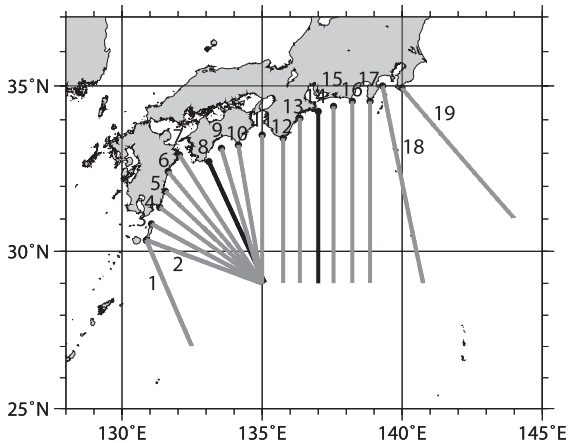
また、大崎ほか (2009) は本州南方におおむね黒潮流路に直交するようにラインを設定したが、ここでは海流の観測データが存在している ASUKA 線に合わせて足摺岬沖のラインを変更している。伊豆海嶺より東側の野島崎沖にもラインを設定するなどして (第 7 図, 図の数字はラインの番号として引用する), それぞれのライン上での黒潮流軸の傾きを MOVE のデータから調査した。門倉岬から南南東及び東南東方向に設定したライン (ライン 1, ライン 2) では、ASUKA 線の ADCP で見られたような深さとともに流軸位置が急激に変化する特徴が、MOVE による流れで見られた (第 6 図 e)。トカラ海峡で形成された、黒潮流軸位置の急変という特徴が MOVE で



第6図 流軸の鉛直方向の傾き

- (a) 東経 137 度線における ADCP 観測データの各深度での流軸位置
- (b) 東経 137 度線における MOVE の各深度での流軸位置
- (c) ASUKA 線における ADCP 観測データの各深度での流軸位置
- (d) ASUKA 線における MOVE の各深度での流軸位置
- (e) 門倉岬から南南東向きライン 2 における MOVE の各深度での流軸位置
- (f) 野島沖のライン 19 における MOVE の各深度での流軸位置

ADCP データは、観測最浅層 (27m ~ 30m 深) での流軸からの距離で、MOVE のデータは 0.5m 深での流軸からの距離で表しており、沿岸から遠ざかる向きを正としている。また黒点線はそのラインで平均的な傾きの直線である。また、大蛇行期を黒線で、非大蛇行期を灰線で表している。



第 7 図 本州南方で黒潮流路におおむね直交するように設定したライン
 黒丸はラインの始点で岬に対応するように設定している。黒ラインは東経 137 度線と ASUKA 線である。

は足摺岬沖に至る前に消滅している。特徴的なラインとして野島崎沖のライン（ライン 19）では、ASUKA 線や東経 137 度線での流軸の傾きとほぼ変わらないケースと、ほとんど流軸が鉛直方向に傾いていないケースが見られた（第 6 図 f）。黒潮の流れは深さ 1000m 付近まで及んでいるが、伊豆諸島近海では、伊豆海嶺の影響で 500m 以深での流軸が三宅島と八丈島間の海嶺の切れ間若しくは八丈島の南側にしか存在できないが、海面での流軸は三宅島や八丈島付近にも存在できる。500m 以深での流軸が海嶺の切れ間の中で存在できる位置が限られるため、黒潮が三宅島と八丈島の間を流れる場合には、海面での流軸位置によって流軸の傾きが決まる。そのため、伊豆諸島近海では海面の流軸位置によって流軸の傾きが小さくなることもあり、房総半島沖でも、流軸が鉛直方向に傾いていないケースとなって表われるものと考えられる。

また、川辺（2003）によると、トカラ海峡での海面流軸位置は、平均的に大蛇行期の方が非大蛇行期に比べて北側なので、流軸の傾きは大蛇行期の方が大きいとしている。また、非大蛇行期は

九州・四国沿岸に押し付けられるように流れるので、流速構造が鉛直に立つ傾向を安定して持ち、大蛇行期は四国・本州南方で、より沖を流れるため、トカラ海峡での流軸の傾きの特徴を引き継ぎ、非大蛇行期に比べて流軸の傾きが増大している。しかし、今回の調査では、ADCP データも MOVE のデータも、大蛇行期・非大蛇行期のそれぞれにおける共通した流軸の傾きの特徴は見られなかった。

3. 黒潮北縁の決定

海上保安庁は、黒潮の強流帯として、2knot 以上の流れを目安としており、さらに黒潮の幅について海洋速報では模式的に 40 マイルとしている。また多くの水産試験場等でも同様な手法を採用している。しかし、海域や海況によって黒潮流軸上でも 2knot 以下となることがあり、黒潮の幅も変動することから、海況や海域に影響を受けない黒潮の表現のために北縁の決定が必要となる。流軸を表す指標として、四国・本州南方では、海面の流軸におおむね対応する 200m 深の 15°C の等温線（川辺，2003）が提唱され、トカラ海峡では、潮位データから位置を推定する KPI（Kawabe，1985）が提唱されている。また大崎ほか（2009）のように最強流位置を流軸とする方法も考えられる。しかし、黒潮の北縁に関する指標や定義などは、海上保安庁で流軸と北縁との距離をおおむね 13 マイルとしているほかは多くの機関で採用されていない。Ambe *et al.*（2004）によれば流軸上での流速は九州の南から遠州灘にかけて増加し、そこから伊豆海嶺にかけては減少し、その東側で再び増大する。またそれぞれの海域でも流軸上での流速は時間とともに変動するので、流速の絶対値のみによって北縁を決定する指標を導入することはできない。

このため今回の調査では、黒潮の北縁の定義を水温分布や流速分布から決定することを試みた。以下の 2 つの場合について検討した。

- (1) 流軸よりも北側で 50m 深での水平方向の流速勾配が最も大きい所を北縁とする方法
- (2) 流軸よりも北側で 50m 深での水平方向の水温勾配の最も大きい所を北縁とする方法

なお、水平方向の勾配は変数を A として、黒潮が設定したラインに直交していない場合を考慮し、東西・南北方向とも考え、水平方向の微分二乗和平方根として、 $\sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial y}\right)^2}$ を考えた。第7図のライン上での北縁位置の検出を試みた。

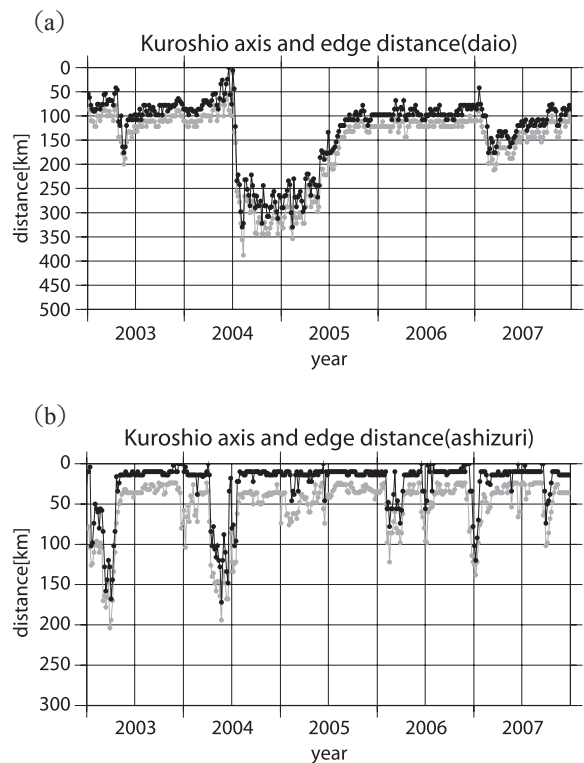
3.1 水平方向の流速勾配による北縁の決定

足摺岬と大王崎沖のラインについて、前節(1)の方法で北縁を決定した結果を第8図に示す。足摺岬沖のラインで2003年1月から2月にかけて流軸と北縁が遠く離れているのは、冷水渦が九州の東から足摺岬沖へと東進し、黒潮がラインに沿ってほぼ平行に流れた結果と考えられる。また、2004年6月にかけても流軸と北縁が離れているのは、流軸から沿岸に向けて、なだらかに流速が減少した結果、沿岸付近で流速勾配が最大となり、流軸から遠く離れた沿岸を北縁と判断してしまっているためである。

そのほか、岬から40km以内に流軸がある場合、データの内挿できる最も沿岸側の点に北縁が集中し、北縁の細かな変動がとらえられない。その原因は、ある点での流速や水温を求める際に、その点を取り囲んでいるMOVEのグリッド4点のうち1点でも陸域で欠測値となっている場合、求める点での流速や水温を欠測としており、北縁までの距離が最も近くてもラインによっては岬から20kmとなることがあるためである。また、ラインの設定の仕方やデータの内挿手法、北縁の定義にも起因している。

3.2 水平方向の水温勾配による北縁の決定

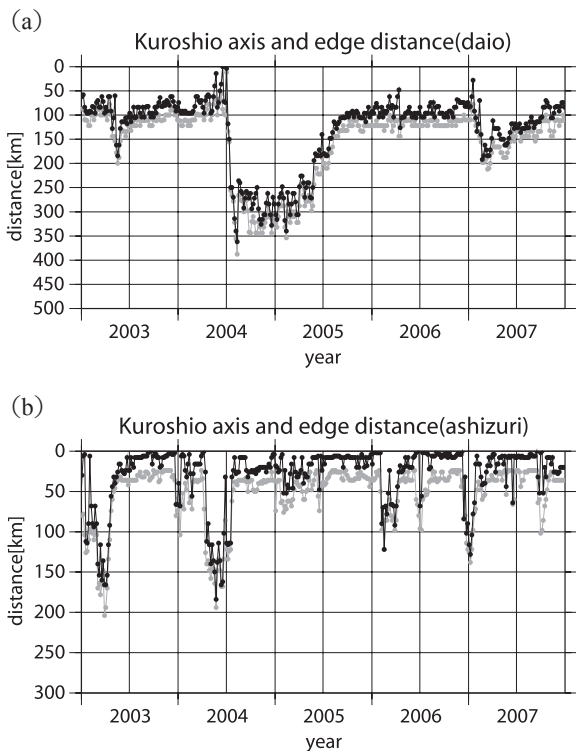
戸田ほか(1993)によれば、黒潮流の付近に海面水温の最高水温帯があり、その岸側に明りょうな水温勾配の大きな水温前線が見出されることが多く、その水温前線は黒潮流軸と一致若しくは黒潮流軸の北側に位置する。このため、水温前線と黒潮流軸が一致するケースも見られるはずだが、一致しないケースについての、北縁検出の指標としての有効性を考え、水平方向の水温勾配が最大となる位置を黒潮北縁として定義し調査した。水温の水深は、流軸を求める際に利用したのと同じ



第8図 50m 深での流速水平勾配が最大となるところと流軸までの岬からの距離
(a) 大王崎(東経137度線) (b) 足摺岬(ASUKA線)
流速水平勾配が最大となる位置を黒で、流軸を灰色で示す。

50m 深で調査した。3.1 節と同様、流軸から沿岸側に北縁を探していき、水温勾配が最大となる場所を北縁とした。

足摺岬と大王崎を通るラインについて、50m 深での水平方向の水温勾配が最大となる位置を第9図に示す。足摺岬及び大王崎沖のラインとも、戸田ほか(1993)で述べられている深度と違っても同様に、まれに水温勾配の最も大きな位置と流軸が一致するケースが見られた。また、2004年5月のケースでは足摺岬沖に冷水渦があり、冷水渦に伴い水温勾配が大きくなっているところを黒潮の北縁としてしまっている。また、3.1 節と同様、沿岸寄りを黒潮が流れているときに、北縁の細かな変動が表現できていない。



第 9 図 50m 深での水温水平勾配が最大となるところ
と流軸までの岬からの距離
(a) 大王崎 (東経 137 度線) (b) 足摺岬 (ASUKA 線)
水温水平勾配が最大となる位置を黒で、流軸を灰色で
示す。

3.3 3.1 節と 3.2 節の手法の比較

3.1 節と 3.2 節の手法で決定した北縁を比較すると (第 10 図), 水温勾配から決定した北縁は, 3.2 節でも示したように, 流軸と一致してしまうケースがまれに見られる。また, どちらの手法でも足摺岬を通るラインでは, 流軸が岬から離れているにもかかわらず, 北縁を岬の近くに決定してしまっている例が見られる。流軸がラインに平行に近い形で分布しているケースや, 流軸から遠ざかるにつれて流速がなだらかに減少している場合や小さな渦が存在している場合などに, 明らかに北縁ではない位置を検出してしまっているケースがあることが原因である。

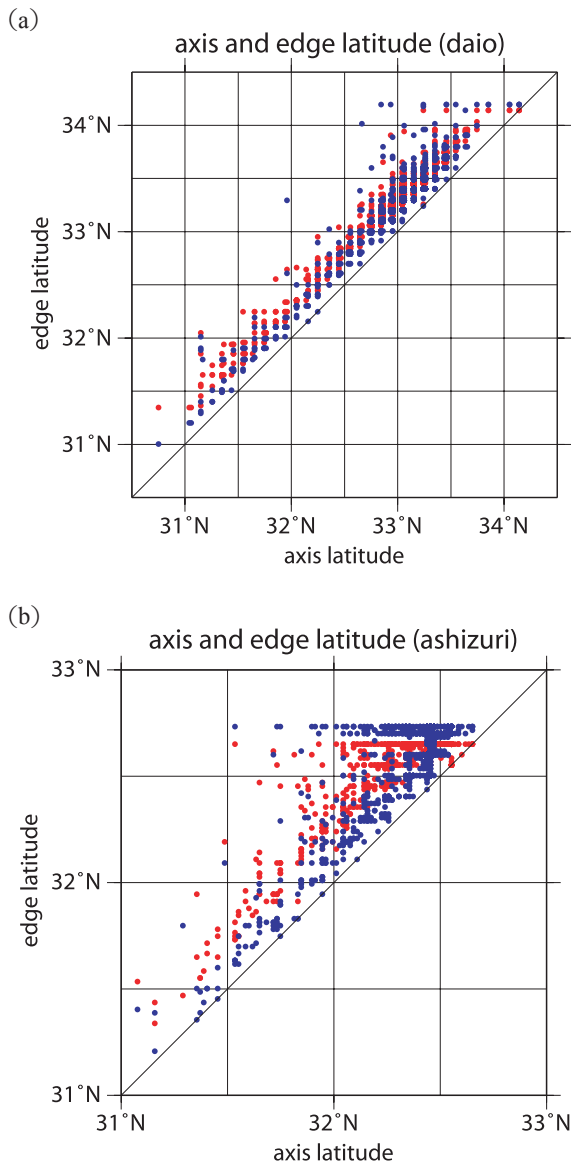
足摺岬沖のラインでは, 流速勾配から決定した北縁の方が, 水温勾配から決定した北縁よりも北

側に存在する傾向がある。このような傾向は, おおむねどのラインについても同様であった。流路と設定したラインのなす角度を考え, 流軸での流向に直交する方向で北縁と流軸との距離を計算した。その結果, 流速勾配から決定した北縁の方が水温勾配から求めた北縁より平均的には 5km 程度沿岸側に位置しており, 流速勾配から求めた流軸との平均的な距離は, 九州の東で 30km 程度, 潮岬を除いて四国以东では 25 ~ 27km 程度であった。四国以东に関しては, 流速勾配から求めた北縁は, 流軸と北縁との距離を 13 マイルとする指標と平均的にはよく一致している。

しかし, 明らかに誤った位置を北縁としてしまっているケースを除いて考えても, 2 つの手法で決定した北縁と流軸との距離は変動しているので, 流軸と北縁との距離を 13 マイルとする手法は必ずしも適切でないことが分かった。潮岬沖のラインでは沿岸近くに MOVE のグリッドがないため, 潮岬から 10km の点が MOVE から流速・水温を内挿できる最も沿岸寄りの点となるので, それより沿岸側に北縁をとることができない。潮岬では黒潮が接岸して流れることが多く, 潮岬から 20km の地点で流速が最大になることがある。そのため, ほかのラインに比べて, どちらの北縁も流軸との距離が近い傾向がある。

また, 1993 年以降の北縁位置と串本・浦神の潮位差の相関をとると, 流速勾配から求めた北縁では -0.481, 水温勾配から求めた北縁で -0.511 となった。しかし, 大崎ほか (2009) で求めた流軸位置と串本・浦神の潮位差との相関係数を -0.629 と求めており, それよりも北縁と串本・浦神の潮位差との相関係数は絶対値で小さくなった。串本と浦神は距離的に近く, 串本と浦神の潮位差への天候による影響は小さいと考えられることから, 明らかに北縁として適切でない位置を北縁としてしまっているケースがあること, 流軸位置よりも北縁位置の方が, 黒潮が接岸して流れているときの細かな変動が出にくいことが一因であると考えられる。これらを改善することは現状の MOVE のグリッドでは困難であり, MOVE の高解像度化が望まれるところである。大崎ほか (2009) では, 串本・浦神の潮位差は, 黒潮の流軸までの距

離だけでなく、流速変化にも依存していることが示されている。今後は、潮岬付近の ADCP 実測データも活用して、黒潮北縁・流軸位置と串本・浦神の潮位差との関係をさらに調査していく必要がある。



第 10 図 3.1 と 3.2 の手法で決定した北縁の比較
 (青丸:50m 水温勾配から求めた北縁緯度, 赤丸:
 50m 流速勾配から求めた北縁緯度)
 (a) 大王崎 (東経 137 度線) (b) 足摺岬 (ASUKA 線)

4. まとめ

- (1) MOVE の再解析データと ADCP の観測値との比較を行った。その結果、MOVE は黒潮の流れを水平方向・鉛直方向におおむね良く再現していることが分かった。しかし、黒潮が沿岸寄りを流れているときなどに、再現性が悪くなることがあることが分かった。沿岸での情報は、特にニーズが高く、少しのずれでも社会的な影響が大きい。ブイや海面高度データ・観測船のデータなども含めて総合的な知見から MOVE を利用する必要がある。
- (2) MOVE を利用して、黒潮の北縁の決定を試みた。水平方向の水温勾配又は流速勾配が最大となる位置を北縁と仮定して調査した結果、流軸と北縁との距離は、水温を基準とした場合で 20km から 25km、流速を基準とした場合で 25km から 30km となった。これらの値は、流軸と北縁との距離を 13 マイルとする海上保安庁の手法とおおむね平均的に一致していた。しかし、冷水渦の存在や黒潮の流路によって、不適切な位置を北縁とすることもあり、MOVE の資料から自動的に北縁を決定する手法を確立するには、さらなる改良が必要であることが分かった。

参 考 文 献

Ambe *et al.* (2004) : Estimating the Kuroshio Axis South of Japan Using Combination of Satellite Altimetry and Drifting buoys. *J.Oceanogr.*, **60**, 375-382.

大崎晋太郎・有吉正幸・志賀達・岩尾尊徳 (2009) : MOVE/MRI.COM-WNP を用いた日本南方における黒潮流路変動の解析. *測候時報*, **76**, 特別号, S37-S54.

川辺正樹 (2003) : 黒潮の流路と流量の変動に関する研究. *海の研究*, **12** (3), 247-267.

Kawabe.M. (1985) : Sea level variations at the Izu islands and typical stable paths of the Kuroshio. *J.Oceanogr. Soc.Japan*, **41**, 307-327.

戸田孝・今里哲久・竹田厚 (1993) : 衛星赤外画像による黒潮流路変動の解析. *海の研究*, **2**, 1-13.