

北太平洋における冬季混合層の厚さ・海水特性分布

須賀利雄・元木一成・青木芳和

東北大学大学院理学研究科

1. はじめに

Macdonald, Suga and Curry (2000) は等ポテンシャル密度面上での平均操作と、比較的小さな平滑化スケールとを用いて北太平洋の新たな気候値データ (North Pacific Hydrobase) を作成した。Hydrobase は、World Ocean Atlas 1994 (WOA) などの既存の気候値データに比べ空間解像度が高いだけでなく、等密度面が傾いた海域で等深度面に沿って平均することにより生ずる「偽の水塊」を排除しているため、水塊過程を考察するのにより適していることが示された。

Hydrobaseに見られるような海水の3次元的な分布がどのように維持されているかを理解するためには、流れや混合に関する知識のほかに、主な水塊がどこで形成されているかを知ることが重要である。北太平洋の表層・中層水塊の多くは直接・間接的に北太平洋の冬季混合層に起源をもつと考えられる。したがって、それらの形成域を同定するには、まず、冬季混合層の海水特性や厚さの平均的な空間構造を明らかにする必要がある。

等密度面平均は現実の水塊の特性を壊さずに平均場を作るのに優れた方法であるが、等密度面がほぼ鉛直に立っている混合層には適用できない。本研究は、この点を踏まえ、個々の観測点における混合層の特性を吟味して、できるだけ現実の水塊特性を保持した、北太平洋における冬季混合層の「平均構造」を提示することを目的とする。

2. データ

上述のMacdonaldらのデータセットはWOAのCD-ROMに収録された北太平洋全域の各層データと一部のWOCE/WHPデータからなる。本研究では、これに加えて、その後公開されたWOCE/WHPデータと、World Ocean Database 1998に新たに収められたデータの一部を用いた。各観測プロファイル毎に、海面密度よりもポテンシャル密度が 0.1 kgm^{-3} 大きくなる深さを混合層の底と

定義して、混合層の厚さと鉛直平均海水特性を求め、基本データセットとした。

3. 冬季平均混合層

冬季(2・3月)平均の混合層の諸特性を次のように計算した。偽の海水特性の生成を避けるため、空間平均のスケールをなるべく小さくとした。具体的には、緯度経度1度の格子毎に平均値を計算した。ただし、格子内の測点数が10個に満たないときは、半径5度まで1度ずつ順次平均区間を広げた。

得られた平均場の特徴の一つとして、厚さ200m以上の混合層が本州南東方の黒潮統流域、およびほぼ北緯40度に沿った亜熱帯・亜寒帯境界域に分布していることが挙げられる。混合層の水温・塩分・密度を考慮すると、それぞれ亜熱帯モード水、中央モード水の形成域に対応していると判断された。

この平均場を、WOAの冬季(3月)気候値から求めた混合層の場と比較した。厚さの分布のパターンは似ているが、厚さの値は大きく異なっていた。WOAのほうが、黒潮・黒潮統流域では薄く、亜熱帯・亜寒帯境界域では厚くなっていた。各測点のデータとWOAの気候値を比較したところ、WOAの海面密度が個々の測点での値に比べて、黒潮・黒潮統流域では小さめに、亜熱帯・亜寒帯境界域では大きめになっていることが分かった。海面付近の水温・塩分の水平勾配が大きい領域を大きな空間スケールで平均したために、偽の水温・塩分・密度を生じ、前者の海域では混合層が浅めに、後者では深めになったと考えられる。

最後に、いくつかの等密度面上の海水特性分布と、今回作成した冬季平均混合層とが、よく整合することを示した。今後、さらに冬季混合層と海洋内部の海水特性の分布とを比較し、亜表層のベンチレーション過程を考察していく予定である。

北太平洋スベルドラップ/エクマン輸送量に見られる長期変動

宮本健吾・花輪公雄

東北大学大学院理学研究科

我々はこれまで、北緯20度以北における1899年から1998年までの海上風場を海面気圧場より再現し、さらに海面風応力場を見積もった。本研究では、これより計算されるスベルドラップ輸送量およびエクマン輸送量にみられる長期変動について述べる。

まず、冬季(12-2月)のエクマン湧昇速度の場にEOF解析を行ったところ、第1成分の固有ベクトルの値は、北緯25度、西経170度付近および北緯40-45度、西経150-160度付近を中心に逆符号を持っていた、第2成分

の固有ベクトルの値は、北緯30度、西経170度および北緯50度、西経170度を中心に逆符号を持つ。第1成分の時係数は冬季太平洋上の大気場に見られるPNAパターンと、第2成分の時係数はWPパターンと高い相関があり、相関係数はそれぞれ、0.73および0.70であった。実際、PNA指数およびWP指数とエクマン湧昇速度の場との相関解析において高い相関の見られる海域は、それぞれ固有ベクトルの値が、EOF第1モードにおいて大きな海域および第2モードにおいて大きな海域と一致している。

スベルドラップ輸送量の各緯度間のコヒーレンスを計算すると、北緯25度と45度および北緯30度と50度との間の10年以下の周期帯において逆位相の高いコヒーレンスがあり、北緯25度と40度との間には10年以下だけではなく10年以上の周期にも逆位相の高いコヒーレンスが見られた。大気場に見られる典型的な変動パターンは、海洋の局所的な変動だけに留まらず、積分量としての変動場にも大きな影響を及ぼしている。

また、冬季のエクマン湧昇速度のEOF第1モードの時係数には、1940年代と1970年代にレジームシフトが見られ、これらのふたつのレジームシフトの間の期間において、時係数は相対的に高い値を持っている。これらのレジームシフトを詳しく見るために、1920–1939年、1950–1960年、1979–1980年の3つの期間におけるエクマン湧昇速度の標準偏差の図を作成したところ、1950–1960年の図は特徴的様相を示した。すなわち、他の2つの期間における図において標準偏差の大きな値はアリュー

シャン低気圧の縁辺部において見られるが、1950–1960年の図においては、経度緯度両方向に大きな広がりを持って、北太平洋中央部に存在している。

北緯37.5–42.5度、西経157.5–177.5度海域における風向の9年間移動標準偏差を求めたところ、これにも1940年代および1970年代にレジームシフトが見られ、このふたつのレジームシフト間では、風速の平均値は若干遅くなるのみであるが、風向の標準偏差の値は極端に大きくなっている。これらより1940年代と1970年代のレジームシフトの間においては、アリューシャン低気圧はその強さだけではなく、その形状や勢力範囲まで激しく変化させていることが示唆される。実際、月平均海面気圧場や500 hPa高度場などを参照すると、ふたつのレジームシフト間において、北太平洋中央部でブロッキングが多発し、アリューシャン低気圧が大きく変形されることがしばしば見られることが確認された。

混合水域における北太平洋中層水の絶対南北流量

吉成浩志

北海道大学大学院地球環境科学研究科

安田一郎

東京大学大学院理学系研究科

池田元美

北海道大学大学院地球環境科学研究科

伊藤進一

東北区水産研究所

Eric Firing

ハワイ大学

松尾豊

水産庁

加藤修

日本海区水産研究所

清水勇吾

東北区水産研究所

混合水域に存在する北太平洋中層水 (NPIW) はどのように形成されるのか？ 2つの仮説が考えられる。1つは親潮水（亜寒帯水）が東西広域に渡って親潮前線（亜寒帯前線）を越えて南下し、黒潮続流から分岐した北上黒潮水と等密度面混合する事で新しいNPIWが形成されるという説である。もう1つは、150°E以西から南下した親潮水が黒潮続流に達して黒潮水と等密度面混合してNPIWを形成し、黒潮続流に沿って東進する途中1部が北上する事で形成されるという説である。

本研究では上記仮説の妥当性を検証する為、混合水域を東西広域に横切る観測線上を通過するNPIWの絶対南北流量を計算した。

使用するデータは、1998年7月に東北区水産研究所調

査船「若鷹丸」によって得られた37°N線上・本州東岸から180°EまでのCTD-RMS及びLADCP (Lowered Acoustic Doppler Current Profiler) である。

NPIW密度層 (26.6~27.5 σ_θ) において、各観測点間・0.1 σ_θ 層ごとに南北流量を求めた。流量計算の際には、基準面での流速値をLADCPによる絶対流速値を使って導出した「調整地衡流速」を使用した。又、37°N線上のNPIWは黒潮水と親潮水が等密度面混合した水であると仮定し、1998年5–6月に中央水産研究所調査船「蒼鷹丸」によって得られた代表的黒潮水・親潮水のT-Sプロファイルを用いてNPIWの親潮成分（又は黒潮成分）の混合比を求めた。先述した流量にこの混合比を掛けると、親潮水（黒潮水）の南北流量を導出する事ができる。