

2007 年度日本海洋学会奨励論文賞受賞候補者推薦書

候補者 石津 美穂 (東京水産大学大学院水産学研究科；論文投稿時も同・学生)

受賞対象論文 Ishizu, M., Y. Kitade and M. Matsuyama (2006): Formation mechanism of the cold-water belt formed off the Soya Warm Current. *J. Oceanogr.*, **62**(4), 457-471.

推薦理由

本論文は、サハリン南西岸から北海道北東部沿岸の宗谷暖流域において、夏季から秋季に出現する冷水帯の海洋物理学的な特徴を観測により調べ、数値実験を通じてその形成機構の解明を試みた論文である。

まず、冷水帯の特性を明らかにするため、夏季に宗谷暖流域および冷水帯域で ADCP, CTD, XBT 観測を実施した。その結果、冷水帯の下部には水温・塩分フロントが形成され、等密度線が湧昇を示す上に凸の形状となっていること、さらに、この凸形状域の深さ 30 m 以深には、氷点下に達する中冷水が存在していることを明らかにした。

次に、冷水帯の形成機構を調べるため、2 層モデルによる数値実験を行い、宗谷暖流域における流速場と湧昇の構造の再現を試みた。その結果、観測結果と定性的に一致するサハリン南西岸から北海道北東部沿岸に沿って流れる宗谷暖流と、その強流域の沖合で湧昇を示す上に凸の形状の特徴をもった密度境界面の再現に成功した。湧昇域の力学的機構を明らかにするため、岸に直交する線上で運動方程式の各項のバランスを調べた結果、岸に直交する方向では地衡流平衡しているが、下層の岸に沿う方向については岸から 30 km 以内においては海底摩擦項とコリオリ項がバランスし、それより沖側においては地衡流平衡であることが分かった。渦度方程式では、海底エクマン輸送を示す海底摩擦の curl の項と変形された JEBAR 項がバランスするが、これに加え、湧昇の成長期には収束・発散項が寄与することが示された。このことから、宗谷暖流沖側に形成される湧昇は、海底エクマン輸送による下層での収束が主因であると結論づけている。

以上のように本論文は、観測により現象を捉え、その結果を単純化した数値モデル実験により再現して、冷水帯と湧昇について、新たな力学機構を提案しており高く評価される。その内容は日本海洋学会奨励論文賞にふさわしいものであり、筆頭著者の石津美穂会員を受賞候補者として推薦する。

宗谷暖流沖合フロント域にみられる冷水帯の形成機構

石津美穂・北出裕二郎・松山優治（東京海洋大学大学院 海洋科学技術研究科）

キーワード 宗谷暖流・冷水帯・湧昇

樺太南西岸から北海道北東部沿岸の宗谷暖流域にかけて、夏季から秋季に低温水が帯状に分布する様子（以後、冷水帯と呼ぶ）がしばしば観測される（Nakata et al, 1996; 1999, Danchenkov et al, 1999）。オホーツク北海道沿岸域は、貧栄養な宗谷暖流域にあるにもかかわらず好漁場域が形成されている。冷水帯は、湧昇により形成されるため、その形成機構が北海道北東部沿岸域の好漁場域を形成する仕組みの一つと考えられている。夏季から秋季の NOAA の衛星画像では、冷水帯は、かなり恒常的に観測される事が分かってきたが、当該海域のこれまでの研究は、宗谷暖流や沖合の海況に注目したものが多く、冷水帯に焦点を合わせた研究は少ない。また、その形成機構についてはいまだ明らかとなっていない。

本研究では、2001年の夏季に北海道北東部で宗谷暖流を横断して得られた観測記録による冷水帯の流速、水温、塩分、密度の分布特性を基に、現実的な海底地形を含む2層モデルを用いた数値実験により、冷水帯の形成機構の解明を試みた。

観測結果では、岸から距岸 30km 内で、宗谷暖流の流速構造、すなわち、順圧的な流速構造の中に、上層流が下層流よりも強い傾圧構造が示され、その沖合表層では冷水帯の一部と考えられる周りよりも冷たい水の領域が捉えられた。冷水帯下には、水温・塩分フロントが形成されており、等密度線は湧昇を示す凸形状が示された。これらの分布特性は、冷水帯は本海域で生じる等密度線の湧昇構造に伴って生じる現象と推察された。

冷水帯の物理的・形成機構について調べるため、次に、現実的な海底地形を含む2層モデルの数値実験を行った。モデルの境界条件は、宗谷暖流を駆動するため、日本海側の水位をオホーツク海側より 10cm 上昇させ、北海道西岸沿いを北上する対馬暖流を駆動するため、日本海側の南側開境界で、対馬暖流に相当する傾圧的な流れ (10cm/s) を流入させた。実験結果では、観測結果と定性的に一致する樺太南西岸から北海道北東部沿岸域に沿って流れる宗谷暖流及び樺太南西岸から宗谷暖流の強流域沖合に連なる密度境界面の凸形状、すなわち湧昇構造を再現する事ができた。これらの再現データから湧昇の形成機構について考察すると、樺太南西岸の湧昇に関しては、宗谷暖流が海峡部を通過する際に発生した内部ケルビン波と説明されたが、北海道北東部沿岸の宗谷暖流沖側に生じる湧昇は、樺太南西岸の湧昇とは異なる機構により形成されると推察された。

北海道北東部沿岸域の宗谷暖流沖側に生じる湧昇の形成機構を明らかにするため、北海道北東部の岸に直交する測線において、運動方程式の各項のバランスを調べた。(1)岸沖成分では、宗谷暖流自体を示す地衡流平衡が示され、(2)岸沿い成分では、距岸 30km 以内で海底摩擦項とコリオリ項がバランス、それより沖側では地衡流平衡が示された。同測線で下層渦度方程式の各項のバランスを調べると、基本的には海底エクマン輸送を示す海底摩擦の Curl の項と変形された JEBAR 項のバランスを示したが、湧昇の成長期には、これに加え、収束発散項が寄与し、海底摩擦の Curl の項の約 20% とバランスする様子が示された。この事は、宗谷暖流沖側に形成される湧昇が、主に海底エクマン輸送による下層での収束により形成されている事を示す。

以上の結果から、冷水帯は、樺太南西岸から北海道北東部沿岸域の宗谷暖流沖に1つに連なるようにみえるが、その形成機構には2つあり、1つは樺太南西岸域で生じる地形性湧昇、もう1つは北海道北東部沿岸域で生じる海底エクマン輸送の収束により生じている事が明らかとされた。