

能登・佐渡沖合域の流れ場と ブリ来遊の経年変動

和川拓（資源環境部・海洋動態グループ）、
久保田洋（資源管理部・資源管理グループ）



日本海能登・佐渡沿岸域へのブリの来遊に重要な、沖合域の流れ場の構造とその経年変動を明らかにしました

【はじめに】

日本海のブリの多くは、冬季に日本海の佐渡島と能登半島の沖合域を北から南に回遊し、沿岸域に接近（来遊）して定置網で漁獲される。この海域は冷水渦・暖水渦の断続的な去来・発達の影響を受け、流れ場（流れの向き・大きさの空間分布）や水温・塩分などの海洋環境の時空間変動が大きく、ブリの回遊に大きな影響を与えると考えられる。ブリは高水温の海洋環境を好んで回遊することが知られており、これまでは主に、水温場やその時間変動とブリの沿岸域への来遊の関係について調べられてきた。このように、ブリの来遊の変動を理解するためには、水温場の変動を理解することが重要である。加えて、水温場は流れ場の影響を強く受けるため、あるいは、ブリの漁模様には流れの変化自体が影響するとも考えられているため、流れ場の変動を理解することもまた重要な課題である。そこで、本研究では能登・佐渡沖合域における流れ場の経年変動の特徴を明らかにするため、24年間に及ぶ長期的な人工衛星海面高度観測データを解析した。

海面高度とは、海面の流れ場を表す“流線関数”という意味合いを持つ物理変数である。例えば、天気図において風が高気圧域を右手に見て吹くのと同じく、海面高度が高い海域を右手に見て水は流れる。海面高度データは1993年に海面高度計を装備した人工衛星が打ち上げられて以降、誰でも解析できるデータとして公開されているものであり、これ以降、海面の流れ場の構造やその変動の海洋物理学的研究は劇的に進展した。現在では、

複数の人工衛星海面高度計観測による、水平0.25度×0.25度に格子化された1日毎のデータが公開されている。

(<https://www.aviso.altimetry.fr/en/data/products/sea-surface-height-products.html>)

【流れ場の経年変動】

新潟県から石川県への寒ブリの来遊期である11月から1月において、海面高度の経年変動の特徴を捉えるため、経年変動成分を用いて主成分分析を行った。この場合の主成分分析とは、第1主成分から順に時空間変動の分散（エネルギーとみなしても良い）が大きく、各主成分の固有ベクトル（空間分布）が海面高度の水平分布に対応し、スコア（時間変化）はその経年変動を示す。主成分分析は、特徴的な空間分布を統計的に抽出し、その時間変化を定量的に解析することが可能となるのが大きな利点である。

日本海全域に及ぶ空間スケールの流れ場の経年変動成分を反映した第1主成分（寄与率41.2%、未掲載）に対し、第2主成分（寄与率13.2%）は能登半島沖合域と佐渡島沖合域に逆向きの2つの渦（渦対）が分布する空間パターンであった（図1）。能登半島沖の渦は、この海域に出現する暖水渦の強さを、佐渡沖の渦は沖合からの冷水の貫入の強さを反映している。この空間パターンの時間変化を示す主成分スコアは、1年から4年の周期で渦対の流れ成分の向きが入れ替わる変動をしていたことを示している（図2）。すなわち、2009年（2009年は、2009年11月から2010年1月の

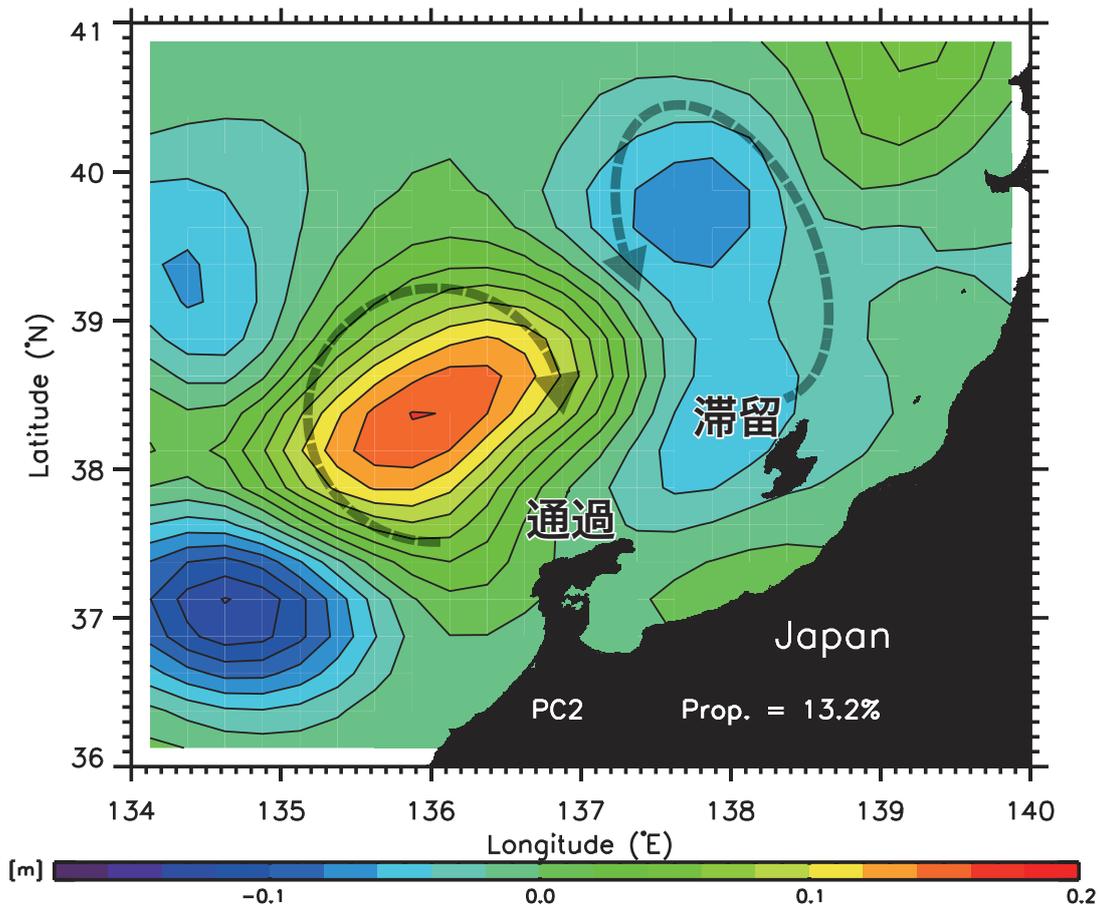


図1. 冬季（11～1月）の流れ場の経年変動成分（海面高度の第2主成分の固有ベクトル）

平均値を表す)、2011年、2015年のような主成分スコアが正の年には、佐渡島沖合では北東向きの流れ成分が強まり、能登半島沖合では南西向きの流れ成分が強化していた。一方、2010年、2014年のような主成分スコアが負の年には、佐渡島沖合では南西向きの流れ成分が強まり、能登半島沖合では北東向きの流れ成分が強まる変動をしていた。

上記のように、海面高度データの解析から、渦の存在が、能登・佐渡沖合域における流れ場の変動にとって重要であることがわかってきた。水平規模が100km程度のこれらの渦は、中規模渦と呼ばれる。これらの中規模渦の形成メカニズムは現状では明らかにはなっていないが、この海域を流れる対馬暖流などの海流の不安定化や、陸岸・海底地形の影響と考えられている。近年の高解像度数値シミュレーションモデルや人工衛星観測の発達により、中規模渦の形成メカニズムの究明や、その生物・化学的環境へのインパクトの評価が進

むことが期待されている。特に、沿岸漁業・養殖業にとっては、中規模渦のような時空間規模を持った変動現象が、漁業対象種の来遊の多寡や沿岸漁場・養殖環境の急変等をもたらすことが知られており、海洋の中規模現象に関する研究は水産海洋学においても重要なテーマとなっている。

【ブリの来遊の経年変動】

新潟と富山の冬季のブリ漁獲量から作成したブリ漁獲量比と海面高度の第2主成分スコアの比較から、冬季に南下回遊するブリにとって、流れ場の変動がどのような影響を与える可能性があるかを検討した（図2）。主成分スコアが正の年は、佐渡島沖合は北向きの流れが強まるため南下するブリが通過しにくく（佐渡島周辺で滞留しやすく）て沿岸への来遊量が増え、能登半島沖合は逆に南向きの流れが強まるため通過（南下）しやすく（富山湾でブリが滞留しにくく）て来遊量は減る、という影響があると考えられる。実際、ブリ

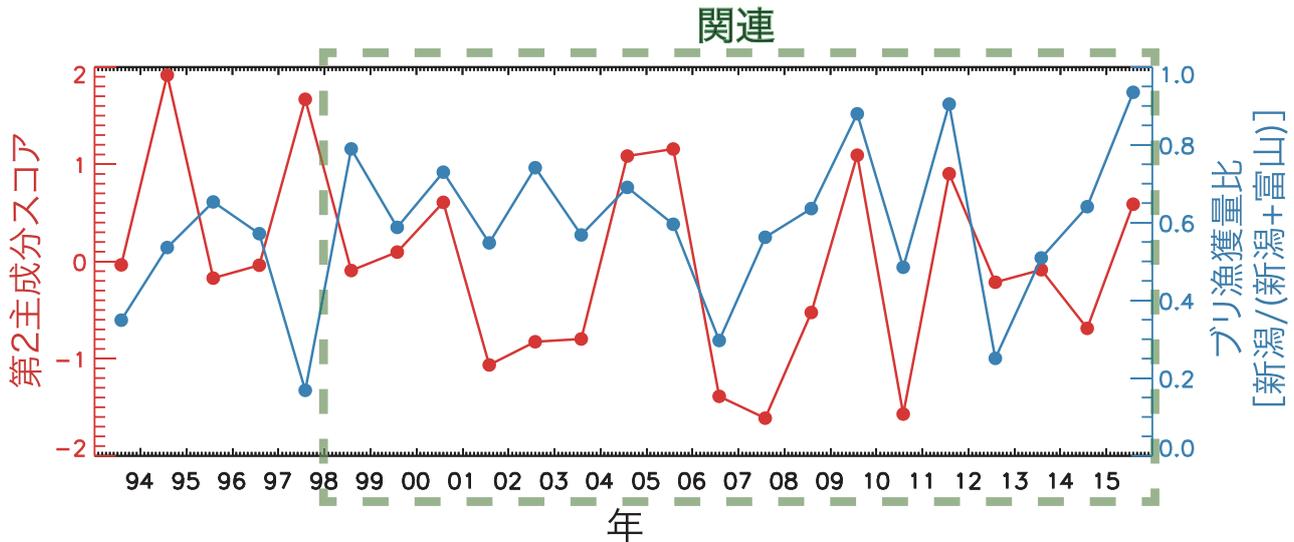


図2. 冬季（11～1月）の海面高度の第2主成分のスコア（赤色）と2歳以上ブリの漁獲量比：新潟／（新潟+富山）（青色）ブリ漁獲量比の平年値は0.59であり、これより大きな値は、新潟側に漁獲が偏っていることを意味する。

漁獲量比の大きな正の値で示されるように、富山湾では記録的なブリの不漁に見舞われ、その一方で新潟県では平年並みの漁獲量となった2015年から2016年の冬季に、主成分スコアが正となっており、流れ場とブリ漁獲量の間には想定される関連が見られた（図2）。他の年についても調べてみると、1998年以降（緑色破線領域の期間）のブリ漁獲量比の変化のうち、33%は流れ場の変動で説明できることがわかった。

【おわりに】

今後、今回得られた流れ場の時空間変動パターンと各地先における漁獲量の経年変動データの詳

細な解析を通じて、ブリの来遊経路や空間分布の変動の要因の解明に貢献していきたいと考えている。また、今回の解析は海面高度データの情報のみを基にしたものであるが、現在、流れ場の変動メカニズムそのものを明らかにし、さらにブリの実際の回遊水深帯も考慮してブリの来遊の変動現象を理解するため、中層を含めた海洋内部の情報も合わせた研究にも取り組んでいるところである。これらの研究を推進することによりブリの来遊の経年変動のメカニズムに関する理解を深め、漁業現場で役立つ予測技術の開発につなげていきたいと考えている。