衛星画像により暖水渦の発生・発達を初めて捉える

First discovery of birth and development of warm eddy off San riku

爲石日出生*

Hideo TAMEISHI

1. はじめに

1995年1月12日、日本と米国の宇宙共同研究プロジェクトチームが宇宙望遠鏡を通して、はるか宇宙のかなたのブラックホールと思われるガス状の渦を発見した。このように、新しい観測手段は従来では想像もつかないような現象を発見し、新しい理論にまで構築する場合もある。宇宙から海洋を観測する衛星リモートセンシングも同様で、従来の船舶による観測では発見することのできない現象を新しく示してくれることがあり、その大きな役割でもある。

前回、学会誌(1995年6号 pp 51-53)の情報コーナで、暖水渦がいかに魚の回遊や漁場形成に重要な役割を荷なっているかを、基本的な生態面から紹介した。今回、NOAA 衛星センサ AVHRR は、船舶観測ではとうてい不可能な高密度データ画像とその反復観測によって、初めて渦の発生する実態を捉えることができた。このことにより、渦の発生する原因の手掛かりを把握することができた。この渦の発生を捉えると同時に、細長い帯状の暖水(暖水ストリーマ)の発見やその発生する位置が確認できた。さらに、三陸沖暖水渦の暖水がこの形成された渦を通して、津軽暖流水に取り込まれる過程も付随して捉えることができたので紹介する。

2. 資料と方法

資料としては、①漁業情報サービスセンター(以下 JAFIC)が処理した NOAA-11・12号熱赤外画像写真(1988年4月25日～5月26日・1994年3月29日～5月18日)を利用した。

方法としては、NOAA 画像を時系列に並べ暖水ストリーマや渦を判断し、その形状から渦の発生の実態を判読した。また、その画像から暖水ストリーマや渦を模式的に描き一般的に理解しやすいように解析した。

3. 結果と考察

(1). 中規模渦の発生(写真-1～3, 図-1)

- ①1994年3月29日、三陸沖暖水渦の北西部と南西部から暖水ストリーマ R2 と R1 が発生し始めている。
- ②4月1日、R2 はそのまま南西方向に伸び、R1 は北方に伸びお互いに接近している。また W1 は南西方向に伸びている。
- ③4月10日、R1 と R2 が衝突し、R1 が右廻りの暖水渦に発達した。W1 の根元の北縁に新しい暖水ストリーマ W2 が顔をのぞかせ発達しようとしている。
- ④4月14日、W2 が発達し、右廻りの暖水渦 R1 に入り込み、R1 は暖水渦として勢力を増している。このため、R2 も渦の西側から接近し、暖水渦 R1 をとり囲むように右回りに回転している。R1 の一部が津軽暖流域に吸収され分離し、西端は暖水渦 R1 に吸収されようとしている。さらに、W1 の南方に W3 も発生している。

* 漁業情報サービスセンター

「写真測量とリモートセンシング」VOL. 35, NO. 2, 1996

1994. 3. 29

1994. 4. 14

1994. 4. 1

1994. 4. 15

1994. 4. 10

1994. 4. 18

写真－１ 暖水渦発生時の NOAA 衛星連続画像
(1994年3月29日～4月10日)

写真－２ 暖水渦発生時の NOAA 衛星連続画像
(1994年4月14日～18日)

- ⑤ 4月15日, 暖水渦 R1に東側部の R2に西側部の R2も加わり, さらに W2が吸収され, 分離 R1も接近している。すなわち, 暖水渦 R1に4つの暖水ストリーマが関係している。W3が左廻りの渦状に分布している。
- ⑥ 4月18日, R1に R2, W2が加わり, 中規模の暖水渦に成長している。R2の根元部は大きく北東方向に後退し, W3も発達して南南西へ伸びている。
- ⑦ 4月20日, 暖水渦 (R1+R2+W2) は徐々に津軽暖流域方向へ移動し始めている。分離 R1は, 細長い残り

の部分, 逆に南西方向へ伸びるパターンとなっている。

- ⑧ 4月21日, W1と W3は沖合の三陸沖暖水渦の右廻りの回転渦に沿って北上し, W1は雲の中に隠れている。W3の南方に新しい暖水ストリーマ W4が発生している。暖水渦 (R1+R2+W2) は, ほぼ津軽暖流域へ隣接するところまで接近している。
- ⑨ 4月26日, 暖水ストリーマ W3が急激に発達し, 暖水渦 (R1+R2+W2) に引き込まれる形で西北西方向へ伸びている。R2の北東方向へ移動し, 小さくなっ

1994. 4. 20

1994. 4. 26

1994. 4. 21

写真-3 暖水渦発生時の NOAA 衛星連続画像
(1994年4月20日～4月26日)

図-1 暖水渦の発生状況模式図(1994年3月29日～4月26日)
(暖水ストリーマどうしが衝突し、暖水渦を形成したところを捉えた珍しい現象)

写真－４ 釧路沖暖水塊の発達

①～⑥は、1988年4月25日、4月28日、5月1日、5月5日、5月9日、5月19日のNOAA熱赤外画像である。三陸沖暖水塊から小型のストリーマ(帯状暖水)が派生し、小型の釧路沖暖水塊に吸収されている。これに誘発されたように、さらに大型のストリーマが派生し、釧路沖暖水塊はこれを吸収し大型化した。これを確認するためには、船舶データによるきめ細かい観測の下層水温図が必要である。

図－２ 釧路沖暖水渦の発達過程(1988年4月25日～5月26日)

(発達 三陸沖暖水渦から暖水ストリーマを通して釧路沖暖水渦がする過程を追うことができた珍しい画像(模式図)。)
1988年4月25日の釧路沖暖水渦と5月26日の釧路沖暖水渦とは大きさが3～4倍違う。

て存在している。また、W4は徐々に三陸沿岸に接近する様相を示している。

以上の動向から、以下のことが言える。

①中規模スケール暖水渦の発生は、暖水ストリーマの集合体である。②その発生に要する時間は、ほぼ21日間(3週間)である。③暖水渦発生後、その渦は津軽暖流域方向(北西方向)へ移動する。④暖水ストリーマは、それが母体となっている三陸沖暖水渦の南西部から発生し、暖水渦の西部を通して北西部～北部へと、団体となっている暖水渦の右回転にともなって移動する。⑤その間に三陸沿岸へ暖水を補給したり、中規模渦を形成するなどの変動を起こす引き金となっていると考えられる。

(2). 暖水渦は暖水渦によって発達する

写真－4および図－2は、1988年4月25日～5月26日までに、三陸沖暖水渦の一部暖水が帯状暖水に変化し、釧路沖暖水渦に吸収される過程を表している。これによると、①4月25日暖水ストリーマ(A)は発生期であり、②同発生期4月28日に比べ徐々に大きくなっている。③暖水ストリーマ(A)の変化期5月1日は、先端部が暖水渦に掛り、最後部は三陸沖暖水渦から切れている状態になっている。この暖水ストリーマの最大期でもある。④5月5日には、三陸沖暖水渦からさらに大きな規模の新たな暖水ストリーマ(B)が、暖水ストリーマ(A)に誘発されるよ

うにして発生している。旧暖水ストリーマ(A)は、③の時期に比べ変化はみられないが、新暖水ストリーマ(B)は、旧暖水ストリーマ(A)の約2倍の大きさを持っている。⑤5月9日は、(A)と(B)が合併し、大型の暖水ストリーマとなって暖水渦に入り込み、暖水渦の形成期の様相を呈している。⑥5月19日には暖水ストリーマはほとんど吸収され大型の暖水渦に成長しており、釧路沖暖水渦の東側から新たな暖水ストリーマ(C)が発生している。このような暖水の活発な北上は、単に暖水渦が発達することに役立っていると考えられる。さらに、春期(4～5月)に北方の海が急激に水温が上昇するのは、日射量が増すことばかりでなく、このように暖水ストリーマによる熱量の北方への補給が大きな要因になっていると考えられる。

4. おわりに

今回、NOAA衛星画像の連続的な時系列解析により、中規模暖水渦の発生や成長を初めて捉えることができた。まだこの時点では、暖水渦から絶えず派生する細長いもの(暖水ストリーマ)が魚の回遊に大きな役割を果たすことになろうとは想像もしていなかった。まさしく、海と魚の話には多くの「に包まれている。