

東京理科大学土木工学科

○西村司, 大西外明

1. はじめに 沿岸海域の流動現象の中で特に慣性力の卓越する流れとしては、例えば、海峡部の潮流あるいは海流がまたま陸岸に接近した場合の沖合いの流れがある。この様な流れに伴って、沖合いの強い流れと陸岸とのシアーによって海岸線に沿う乱流境界層が発達する。今、海岸線に岬などの突出部があり、しかもその突出の長さが増えれば乱流境界層厚さよりも大きいものであれば、境界層は剥離して突出部の背後にスケールの大きい渦を形成する。この渦は回転軸の一端を海面に、他の一端を海底面に有し、両者を直接に結んでいるところの渦管である。一般に、海岸線の凹凸の度合いの激しいサイトであればある程海底面の凹凸の度合いも又激しい。例えば瀬戸内海は平均水深ほぼ 30 m のなだらかな海底面を持つが、鳴門海峡は約 200 m、明石海峡は約 120 m、友ヶ島水道は約 160 m の海底凹部を有する。従って、渦の運動はその下端の接する海底面の起伏によって大きく支配される。ここでは、海底傾斜面による自分自身の鏡像との間に誘導速度を生じることによって渦が海底傾斜面から加速・減速作用を受けていることを示し、リモートセンシングによって観測された様々の渦の挙動をこの“鏡像効果”によって説明する試みを行なう。

図-1

2. 鏡像効果による推進力 今、図-1の様に、海底傾斜面並傍に渦管 I が在るものとする。渦管 I は傾斜面越しの自分自身の鏡像 II との間の誘導力によって $U_v = \Gamma / 4\pi l$ の速度で移動する。ここに Γ は渦の強さ、 l は渦管と海底面との間の平均的な距離である。従って、この誘導力は渦の強さが大であり、海底面勾配が急であり、しかも渦と傾斜面との距離が小さい程大きい。これらの事柄を定性的に検証する目的で、簡単な水理実験を行なった。幅 0.6 m の水平水路内に図-2の様に 1:0.3 の勾配を有する海底傾斜面を水路軸に斜めに設置し、フルード数約 0.1 の自由水面を有する一様流を流した。水面と海底とを結ぶ鉛直な渦管は、幅 0.3 m の板を水路の片側に急に突っ込み、急に引き上げることによってつくられる発達渦である。この操作を右岸に行なえば時計まわり、左岸に行なえば反時計まわりの渦をつくることのできる。つくられた渦は一様流に乗って海底傾斜面に接近し、傾斜面より鏡像効果による加速・減速作用を受ける。図-3は渦の振る舞いを真上から観た場合の状況を模式的に描いたものである。図中、①は反時計まわりの渦の場合であり、渦は傾斜面を

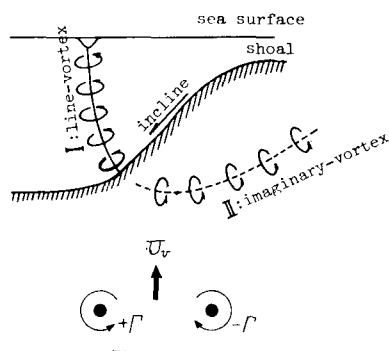


図-2

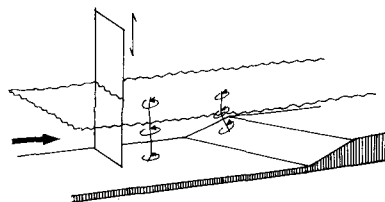


図-3

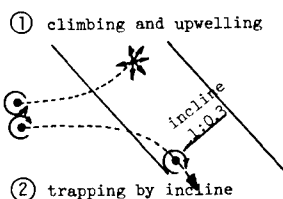
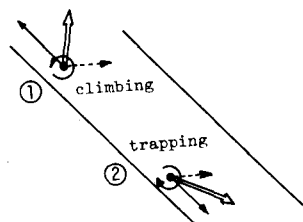


図-4



這い上がると同時に、強い渦昇流を生じることによってその回転エネルギーを失なう。一方、②は時計まわりの渦の場合であり、渦は強い渦昇流を生じることなく斜面沿いに平行に流下する。これらの実験結果は図-4に示す様に、渦が一樣流に流される力と傾斜面による鏡像効果にもとづく推進力とのスケーの合力を考慮することによって説明することが出来る。

3. 海峡水域の渦の受ける鏡像効果 瀬戸内海における各海峡水域においては、日に2往復する潮流の反転に伴ない、陸岸突出部の背後に数kmスケールの渦を生じている。これらの渦の運動を遡跡することは海峡を通過した後の水塊の振る舞いの時間変化あるいは海峡をとおしての難同士の海水交換の姿態を把握する上で非常に大きい意味を有する。図-5(a)は明石海峡における渦の挙動を示したもので、(b)は各々に対応する海峡部の潮流流速の位相である。(大西、西村⁽¹⁾)。西流によって淡路島の背後に形成された反時計まわりの渦①は、淡路島西岸による自分自身の鏡像①'によって海峡部に向かう誘導力を受け、次の東流によって海峡部に吸い戻される状況を示している。渦①を形成した水塊は東流終了時においては渦③の前縁に図の斜線の様に広く分布する。即ち、明石海峡は、淡路島東岸沿いの海水を西流によって吹い込み、次の東流によってその水塊を大阪湾中央部に吹き出すという一種のポンプとしての役割を果たしている。一方、図-6は、Landsat画像解析によって得られた米島海峡における潮流の挙動を示すものであり、①は南流最強流時、②は南流開始後約5時間、③は北流開始後約2時間の時点における流況を示す。南流によって大島の背部に反時計まわりの渦が生じるが、大島に与える鏡像効果が小さく、次の北流によって米島海峡へと吸い戻されることは無いものと判断される。その理由としては、米島海峡が明石海峡と異なり水路中央部に小島、馬島、中渡島、武志島などを有しているために、大島背部の渦の形成効率が小さいこと、あるいは、大島の南岸と今治の沿岸線とのなす角度が大きいことなどを挙げる事が出来る。

図-5

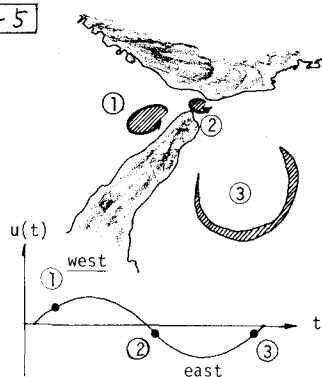
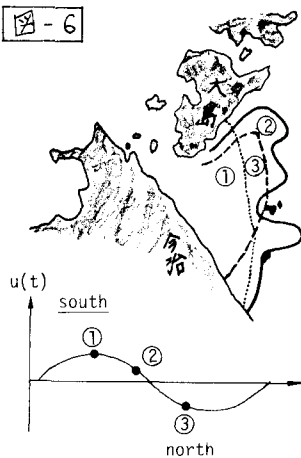


図-6



4. 駿河湾口の渦の受ける鏡像効果 1979年10月19日、雨を伴う台風14号が日本列島を縦断し、19日12時より20日06時にかけて約 $3 \times 10^9 m^3$ の淡水が天竜川より遠州灘へと供給された。たまたま黒潮が日本沿岸に接近した時期にあたり、遠州灘に突出した御前崎沖の浅瀬からスケールの大きい渦が発生することが天竜川からの淡水をトレーサーとして Landsat 及び NOAA より観測された。(島山、田中、西村⁽²⁾)。図-7は得られた渦の振る舞いである。湾口で形成された反時計まわりの渦が石廊崎沖の浅瀬に行く手を阻まれると同時に鏡像効果による推進力を受け湾内に向きを変え、転じり込まれる様子が判読される。これは又、リモートセンシングにより把握される渦の軸が海底面にまで達しているということの一つの裏付けを与えてくれるものと考えられる。

図-7



(参考文献(2)より引用)

＜参考文献＞ (1) 大西外明, 西村司: 第24回水循環文集, pp. 221-228, 1980. (2) 島山祐二, 田中総太郎, 西村司: 第15回環境のリモートセンシング国際シンポジウム, 於ミシガン, 1981, 5月.