

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 吉田尚郁

日本南岸の黒潮に面した開放的な湾や水道では、急潮に代表される黒潮前線波動に影響された海況変動が発生している。黒潮前線波動は東シナ海から黒潮続流域にかけての黒潮と沿岸の境界域に形成され、低気圧性の前線渦と高気圧性の暖水舌が対となった形で存在する。その水平スケールは 100-200 km、発生周期は 10-20 日であり、10-20 cm/s の速度で下流へと移動する。黒潮が接岸して流れる九州から紀伊半島の間には、100 km 程度の湾口幅の土佐湾や紀伊水道等が存在しており、これらの海域の短・中期的な海況変動に黒潮前線波動は密接に関係していると考えられる。また、日本の南岸沿岸海域は多くの魚類の産卵場や漁場となっており、流動環境の変動がその構造を大きく変化させる可能性がある。そのため、黒潮前線波動による沿岸域への影響の定量的な評価を行うことは、水産資源の再生産機構、漁場の形成機構を解明する上で、極めて重要である。

そこで本研究では、陸岸地形や海底地形の影響が大きい、沿岸域における黒潮前線波動の挙動を解明し、海水交換や漁海況、魚卵・仔稚魚の輸送等に及ぼす影響を定量的に評価することを目的とした。方法としては、黒潮前線波動が密度の異なる沿岸水と黒潮系暖水の傾圧不安定によって発生していることから、傾圧不安定波の再現、現象の把握、パラメータ解析に適していると考えられる回転水槽実験を用いた。実験は外径が 20 cm、内径 10 cm および 30 cm、10 cm の二重円筒容器を回転台に設置して行われた。水槽は外側が内側よりも高くなっており、内側の水槽が水深よりも低くなるように設置された。内円筒容器内を加熱すると、上層を溢れ出した暖水が帯状流を形成し、条件によっては傾圧不安定によって前線波動が生じる。本研究ではこのように再現された黒潮前線波動の沿岸域の流況への影響を明らかにするために、陸岸地形と海底斜面を加えた実験が行われた。

得られた研究成果の概要は以下の通りである。

1. 黒潮前線波動の再現性

形成される波動の形状は傾圧不安定波の安定性の指標である熟ロスビー数 ($Ro_T = \alpha g d \Delta T / \Omega^2 L^2$: α は流体の熱膨張率、 g は重力加速度、 d は密度流厚、 Ω は容器の回転角速度、 L は水槽の内外径差) によって支配され、実際の海洋で見られる前線渦を伴った前線波動が形成されるには、本実験では Ro_T が 0.36 以上という条件でなければならないことが分かった。

2. 陸岸地形と海底地形が黒潮前線波動に及ぼす影響

陸岸地形は前線波動を峰の部分と前線渦に分断する効果があり、陸岸地形の形状が湾内の循環流の変動過程や、湾の滞留時間にも大きな変化を生じさせることが定量的に示され

た。

また、海底斜面の効果として、海底勾配が 0.1 以下でなければ前線渦は内湾へと進入できないことが示された。さらに、現場の海底地形を考慮すると、西部に陸棚の発達した土佐湾では左旋環流の形成は東部寄りに限定され、すり鉢状の紀伊水道外湾では、前線渦が奥部にまで進入しやすいことがわかった。

3. 前線波動による湾内の海水交換

アルミ粉で表面流速、水温センサーで湾内の水温変動を測定し、湾内への暖水の進入量が見積もられた。海底勾配をつけない実験では、一回の前線波動通過に伴う湾内への暖水流入は、黒潮の流軸の接岸時には離岸時の 10 倍近くなり、土佐湾ではこの暖水流入により、離岸時に約 10%、接岸時には 80%の海水交換が行われることが示された。

4. 黒潮の離接岸および黒潮前線波動がブリの回遊に及ぼす影響

ブリは産卵回遊のため冬に東北沖から南下回遊し、熊野灘、土佐湾では定置網によるブリの漁獲が盛んである。黒潮流路の比較的長期の離接岸に加えて、黒潮前線波動に伴う暖水流入が 10-20 日周期で発生し、高温水を嫌うブリの回遊や定置網での漁獲量に明瞭な影響を及ぼしていることが示された。

以上、本研究の成果は、黒潮の離接岸と前線波動、および陸岸地形、海底斜面が、沿岸域における流況変動と生物や物質の輸送環境に対する影響を明らかにした研究として、学術上、応用上寄与するところが大きい。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。