

日本ベントス学会自然環境保全委員会主催 公開シンポジウム

日時： 2023 年 11 月 4 日（土曜日） 11 時 00 分 ～ 16 時 30 分

場所： 浅草橋ヒューリックカンファレンス Room 4（東京都）

<講演2> 有明海の潮流と生態系との関係

堤 裕昭（熊本県立大学学長・特任教授）

有明海には反時計回りの恒流（密度流＋吹送流＋潮汐残差流）が存在することが 1950 年代の研究ですでに知られている^{1,2)}。有明海の最奥部には九州最大の河川流量を誇る筑後川が注ぎ、隣接して六角川、嘉瀬川、矢部川の一級河川の河口も集中する。これらの河川から大量の河川水が流入する。また、潮の流れに対して、北半球では西の方向へ寄せる地球の自転により生じるコリオリの力が作用する。そのため、上げ潮で有明海へ流入する外洋水の量よりも下げ潮で有明海の外へ流出する水量が多くなり、その潮の流れは上げ潮でも下げ潮でも進行方向に対して西の方向へ寄せられることになる。さらに、有明海の地形は南西側に緩やかに湾曲して湾口部を有する特徴を有することから、反時計回りの恒流が発生することは自然の帰結といえることができる。

しかしながら、有明海の湾央部西側に位置する内湾としての諫早湾の存在は、この反時計回りの恒流の発生をさらに強化する機能を有していること、さらにその強化された恒流が諫早湾を含む有明海の環境と海底生態系の維持に大きな効果を及ぼしてきたことについて、近年の研究で演者の研究グループが解明するまでは、十分に理解されていなかったと言っても過言ではない。諫早湾ではその機能の解明を待たずして、干拓事業の一環として潮受け堤防が締め切られてしまい、それ以降、有明海では赤潮が頻発し、夏季には奥部海域で毎年貧酸素水が発生して海底生態系を著しく衰退させることになっていることは、今となっては後悔の念に苛まれるばかりである。

本講演では、演者の研究グループにおける研究成果をもとに、有明海における反時計回りの恒流の発生に対する諫早湾の、諫早湾潮受け堤防の建設に伴う潮の流れの変化が有明海に備わる反時計回りの恒流に及ぼした影響、そのことによって起きた生態系の変化について解説する。

1. 有明海における反時計回りの恒流を強化する諫早湾の機能

1950 年代の研究ですでに有明海における反時計回りの恒流の存在は見出されていたが、その潮の流れが諫早湾の存在でさらに強化されていることは十分に理解されていなかった。堤・小松（2016）³⁾は過去の有明海における潮流調査の結果を再検討し、諫早湾の存在がその恒流に及ぼす機能を見出すに至った。1977 年 7 月 30 日に有明海に 61 隻の船を停泊して実施された一斉潮流調査⁴⁾の結果、大潮の下げ潮最強流では奥部海域の東側と西側で速度に有意な差は見られなかった（東側 60.0 ± 15.8 , 西側 $50.2 \pm 12.0 \text{ cm s}^{-1}$, 平均値 \pm 標準偏差）のに対して、上げ潮最強流では東側と西側で速度に 2.13 倍の差が生じていた（東側 66.1 ± 19.5 , 西側 $31.0 \pm 5.7 \text{ cm s}^{-1}$ ）。これは有明海の湾央部西岸には内湾の諫早湾があり、上げ潮最強流の速度は有明海奥部海域西側を上回る $50.7 \pm 11.5 \text{ cm s}^{-1}$ に達

し、諫早湾奥部に向けても海水が侵入していた。一方、有明海湾央部～奥部海域の東岸側には諫早湾のような内湾が存在しないため、東側では奥部海域へ侵入する海水量が西側を大きく上回り、最奥部では東側から西側へ潮汐残差流が発生している。下げ潮では、奥部海域の東側と西側の潮流速に大きな差が発生しない。諫早湾から有明海湾央部へ流出する潮の流れと合流し、コリオリ力の作用も加わり、湾央部西側では沿岸ジェットと呼ばれる 150 cm s^{-1} を超える速い潮流速が発生する⁵⁾。この潮の流れに沿って、有明海の最奥部へ注ぐ筑後川をはじめとする一級河川から流入する淡水は、湾口部方向へ効率的に輸送されていくことになる。

2. 諫早湾潮受け堤防の建設に伴う潮の流れの変化が有明海の反時計回りの恒流に及ぼした影響

農林水産省の潮流調査⁷⁾により、諫早湾潮受け堤防の締切り後、諫早湾内における大潮時最強流の速度は約 40 cm s^{-1} から約 10 cm s^{-1} へと約 1/4 に減速したことが判明した。元々の諫早湾では最奥部に広大な干潟(約 1,550 ha)が存在し、上げ潮時には潮が満ちて行き、潮流のエネルギーが開放される場となっていた。一方、潮受け堤防の締切り後は干潟域に海水が侵入できなくなった。この潮のエネルギーは月と太陽の引力ならびに地球の自転によって発生するものであり、潮受け堤防の締切りという人為的な作業によって消失するものではなく、別の場所で作用することになる。農林水産省による調査結果⁶⁾では、諫早湾の潮受け堤防締切り後、有明海奥部海域西側で大潮上げ潮最強流の速度が速まり、東側の速度は西側の 1.3～1.6 倍程度に差が縮まっていた。つまり、潮受け堤防の締切りにより、元来諫早湾の最奥部へ向かっていた海水の一部が有明海奥部海域西側へ侵入することになり、諫早湾の干潟で開放されるべきエネルギーは有明海奥部海域西側を最奥部へと移流する流れを起こすエネルギーとして作用するようになった。これは反時計回りの恒流とは逆方向の潮の流れの発生であり、その流れにより有明海最奥部の海水はそこに滞留する傾向が強まることになったと考えられる。

3. 反時計回りの恒流の衰退によって起きた生態系の変化

有明海に元来備わる反時計回りの恒流が衰退すれば、最奥部には九州最大の河川流量を誇る筑後川をはじめ、4つの一級河川の河口が集中する。この最奥部から有明海に流入する河川水量は筑後川だけで約半分を占め、河川を通した海域への栄養塩負荷量もその流入量に比例する。有明海では最奥部が海域への最大の栄養塩負荷の場となり、その栄養塩が反時計回りの恒流によって海域全体に輸送・拡散されて供給され、それを植物プランクトンが一次生産に利用するというシステムが存在している。そこで、反時計回りの恒流が衰退すれば、最奥部の高濃度の栄養塩を含む海水は移流・拡散が滞り、塩分成層の発達、赤潮の頻発化、大量の有機物の海底への沈降・堆積、夏季に貧酸素水の発生、海底生態系の衰退という富栄養化した閉鎖性海域で共通する連鎖的な現象が起きることとなり、2000年代以降、有明海最奥部でまさにこれが現実のこととして発生してきた⁸⁾。

【引用文献】

- 1) 安井善一・赤松英雄・中村 勲 1954. 有明海の潮汐と潮流について。有明海の総合開発に関連した海洋学的研究。長崎海洋气象台, pp. 3-40.
- 2) 長崎県水産試験場 1956. 有明海の開発(のり漁場)調査。有明海調査(6), 1-46.
- 3) 堤 裕昭・小松利光 2016. 第5章 有明海奥部海域の海底堆積物と潮流速の関係。In: 諫早湾の水門開放から有明海の再生へ、諫早湾開門研究者会議編, pp. 89-103.
- 4) 井上尚文 1980. 有明海の物理環境。沿岸海洋研究ノート17: 151-165.
- 5) 田中昌宏・稲垣 聡・山本克則 2002. 有明海の潮汐及び三次元流動シミュレーション。海岸工学論文集49: 406-410.

- 6) 農林水産省九州農政局 2008. 6. 潮流調査. In: 「有明海の再生に向けた新たな取組」, 環境変化の仕組みの更なる解明のための調査—調査結果のまとめ—, 農林水産省九州農政局, pp. 6-1-6-50.
- 7) 中野拓治・富田友幸・長谷川明宏 2005. 諫早湾干拓事業による有明海の潮汐・潮流への影響について —三次元数値解析と観測値による検討—, 農業土木工学論文集 238: 123-132.
- 8) 堤 裕昭 2021. 有明海の赤潮頻発に端を発する生態系異変のメカニズム, 日本ベントス学会誌 76: 103-127.