

有明海の潮汐・潮流の長期変化と諫早湾干拓事業の関係

九州大学高等研究院 田井 明

1 はじめに

近年、有明海湾奥西部海域において大規模な貧酸素水塊が生じ、二枚貝などの漁業不振や諫早湾干拓事業への批判も相まって深刻な社会問題となっている。近年の有明海の貧酸素化の進行に関するシナリオのひとつとして、諫早湾干拓事業による潮流の減少が密度成層を強化し、それに伴い酸素の鉛直輸送量を減少させたことが考えられている（宇野木・佐々木，2007）。しかし、貧酸素化が問題となっている湾奥部の潮汐・潮流や密度成層の変化についての知見が不足しており、このようなシナリオが実際に生じたのかどうかは不明である。そこで、本報告では Table 1 に示す近年の有明海湾奥部の潮流の変化要因に注目することで、長期的な混合力の変化とその中の諫早湾干拓事業の影響度合いについて最新の研究成果をもとに考察を行った。

2 潮汐振幅の変化と要因

有明海・八代海の半日周期潮汐の長期変化とその要因について調べるために有明海・八代海内で最も古くから潮汐データが存在しているまず、熊本県三角験潮所（1931 年観測開始）、外海の験潮所として厳原、枕崎、ハリファクス（北大西洋，Ray(2006) より引用）のデータ解析を行った結果を Fig. 2 に示す。全ての験潮所で 1997 年ごろに生じる $f \cdot a_{M_2}$ の変動の極大値が過去の極大値の中で最も小さくなっていることが分かる。それに伴い a_{M_2} も近年が最も小さい値となっている。

次に、湾奥の干拓による海岸線の変化が潮汐振幅に与える影響を調べるために 1900 年代、1960 年代、1980 年代、2000 年代の 4 パターンの海岸線を用いた数値シミュレーションを実施した。数値シミュレーションには海洋の研究で広く用いられている Princeton Ocean Model (POM) を用いた。ここで、1980 年代は 2000 年代（現在）から諫早湾干拓事業による海岸線の変化のみを除いたものである。全てのケースで南部開境界に 0.75m の M_2 潮を与えて計算を行った。大浦、三角、口之津の M_2 潮振幅についての各年代毎の計算結果を Table 2 に示す。1900 年代から 2000 年代にかけて、口之津に対する大浦および三角の振幅比は一貫して減少している。一方、口之津の振幅は一貫して増加していた。そのため、大浦では振幅比の減少率が 3.8% なのに対し、振幅の減少率は 1.8% にとどまっていた。また、三角と大浦における 1900 年代以降の振幅変化の約 5 割は 1980 年代までに、残りの約 5 割は諫早湾干拓事業で生じていることが分かる（大浦で 46%:54%，三角で 43%:57%）。長期的変化に関して実測データでは三角において 1930 年代から 2000 年代にかけて（122.7cm → 119.2cm，各年代の平均値）と 3cm 以上の減少が生じているのに対し、海岸線の変化のみを考慮した数値シミュレーションでは 0.7cm の減少（119.1cm → 118.4cm）と大きく異なった。これは、実測データに見られる減少の大半が外海での M_2 潮振幅の減少などの内湾の海岸線の変化以外の影響で生じていることを示している。

3 潮流の長期変化に関する考察

有明海湾奥部において潮流の変化へ影響の大きい要因について考察する。数値シミュレーションにより得られた潮流の変化を Fig. 2 に示す。まず、諫早湾干拓事業による潮汐の減少（要因 2）は月の昇交点運動による変動（要因 5）より小さい（Fig. 1）。よって、湾奥部の干拓による潮汐の減少（要因 1）も月の昇交

Table 1: 潮流の変化要因

要因 1	諫早湾干拓事業以前の湾奥部の干拓による潮汐の減少
要因 2	諫早湾干拓事業による潮汐の減少
要因 3	諫早湾干拓事業以前の湾奥部の干拓による入退潮量の減少
要因 4	諫早湾干拓事業による入退潮量の減少
要因 5	18.6 年周期の月の昇交点運動による潮汐振幅の変動
要因 6	外海の潮汐振幅の変化

Table 2: 数値シミュレーションによる各年代の M_2 潮振幅の比較（括弧内は口之津に対する増幅率）

年代	口之津	三角	大浦
1900s	98.6	119.1(1.208)	154.9(1.572)
1960s	99.6	119.1(1.196)	154.9(1.555)
1980s	100.1	118.7(1.186)	153.6(1.534)
2000s	100.5	118.4(1.178)	152.1(1.513)

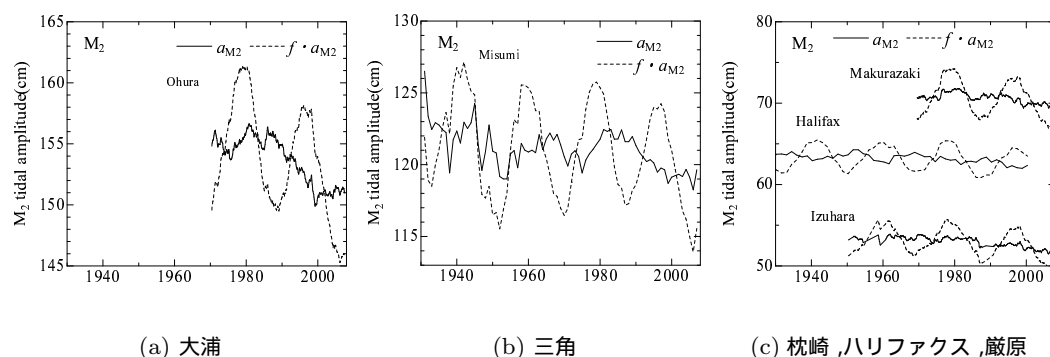


Fig.1: M_2 潮潮汐振幅の時間変化（ハリファックスの結果は Ray（2006）より引用）

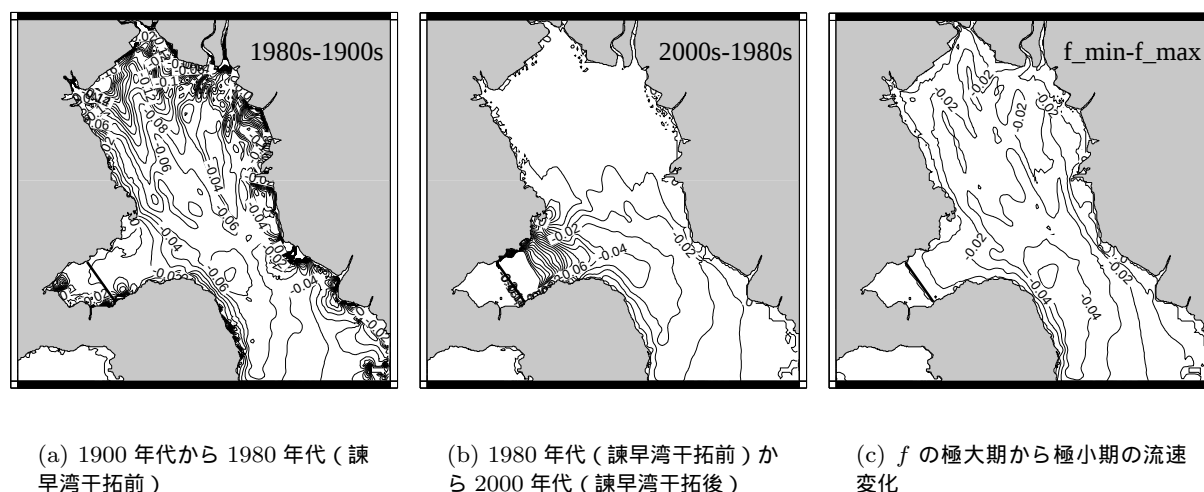


Fig.2: 数値シミュレーションによる M_2 潮潮流流速の変化の分布（m/s，等値線間隔：0.01）

点運動による変動（要因 5）より小さい．また，Fig. 1 から明らかなように外海の潮汐振幅の減少（要因 6）も月の昇交点運動による変動より小さい．月の昇交点運動による変動の影響を示すために数値シミュレーションより求めた f の極大期と極小期における流速の変化を Fig. 2(c) に示す．これを，Fig. 2(a)(b) と比較すると，月の昇交点運動による成層強度や流速への影響は湾奥部において諫早湾干拓事業による影響よりも大きいことが分かる．次に，Fig. 2(a)(b) より湾奥部の干拓による入退潮量の減少（要因 3）は諫早湾干拓事業による入退潮量の減少（要因 4）より影響が大きいことが分かる．

以上のように，湾奥部の干拓による入退潮量の減少（要因 3）および月の昇交点運動による変動（要因 5）は諫早湾干拓事業によりも潮流および成層強度に与える影響が大きい．もし，上述したシナリオ（諫早湾干拓事業→潮流の低下→密度成層の強化→貧酸素化）が成立するならば湾奥の貧酸素化に対してこれらの影響の方が明瞭に観測されなければならないが，現在そのような研究成果および報告は存在しない．よって，このシナリオが実際に生じた可能性は極めて低いと考えられる．諫早湾干拓事業が貧酸素化に影響を与えたとすれば，このような単純な図式ではなく，もっと複雑なメカニズムを経て影響を与えていると考えられる．