

有明海・八代海等の環境等変化（潮流・潮汐）

[潮位の変動]

(1) 有明海について

ア) 潮位の状況

潮汐は主に月と太陽の引力から生じる異なる周期を持つ分潮で構成され、 M_2 分潮（主太陰半日周潮）、 S_2 分潮（主太陽半日周潮）、 O_1 分潮（主太陰日周期）、 K_1 分潮（日月合成日周期）を主要4分潮と呼ぶ。月の引力による分潮は月の昇交点の黄経の周期変化（約18.6年周期）の影響を受けて振幅や位相が毎年変動する。有明海では湾口から湾奥に向かって潮位差は増大するが（表1）、これは有明海の固有振動周期が半日周期に近く、半日周期の外洋潮汐と湾内水が共振現象を起こすためである。有明海の最も大きな成分は M_2 分潮であり、 S_2 分潮がこれに次ぐ（表2）。湾奥の潮位差の増大には湾の固有振動による半日周潮（ M_2 分潮 + S_2 分潮）の増幅が大きく関与する。なお、有明海の潮位変動の解析に際しては以下の点に留意する必要がある。

環境問題との関係を見るには、分潮振幅の変化だけではなく、実際の振幅変化（分潮振幅に18.6年周期の変化（係数f）をかけたもの）を考える必要があること

実際の潮位には気象・海象等の要因が加わり、潮汐変動以外に特異な変動が含まれること

潮汐振幅の減少要因については、1)海水面積の減少、2)平均水位の上昇、3)外洋潮汐振幅の減少の3つの要因に整理されて議論されていること

表1 有明海各地点の潮位差

地名	潮差	平均潮差 cm	大潮差 cm	小潮差 cm
富岡		192	278	106
口之津		208	290	126
柳ノ瀬	戸	238	338	138
三島	角	250	354	146
大原		294	406	182
竹浦		315	453	178
三崎		316	454	178
若池		318	456	180
住ノ江	津	322	458	186
	江	344	494	194

表2 主要分潮の潮汐調和定数（振幅）

地名	分潮	M_2		S_2		K_1		O_1	
		Hcm	K'	Hcm	K'	Hcm	K'	Hcm	K'
富岡	岡	96	230	43	252	27	208	20	190
口之津	津	104	254	41	290	28	216	21	192
柳ノ瀬	瀬	119	252	50	287	28	220	20	197
三島	角	125	254	52	295	26	220	19	201
大原	原	147	258	56	299	25	219	20	204
竹浦	浦	158	266	69	302	29	222	22	201
三崎	崎	158	259	69	299	29	220	22	203
若池	池	159	259	69	299	27	219	21	198
住ノ江	津	161	262	68	301	25	228	20	193
	江	172	267	75	306	27	221	22	206

出典：気象庁（1974）「有明海・八代海海象調査報告書」

イ）潮位差の比較

湾奥ほど潮位差の年平均値とその変動幅の経年変化が大きく、大浦の潮位差は1979年頃（潮位差約345cm）頃と1995年頃（同337cm）に極大、1988年頃（同325cm）に極小をもつ変動がみられる（図1）。

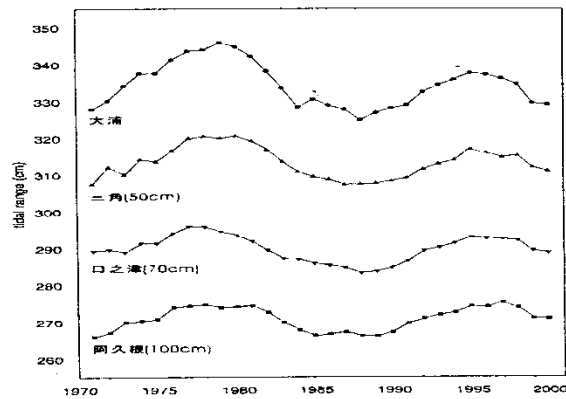


図1 有明海内外の観測点における年平均潮位差の経年変化

出典： 武岡英隆（2003）：有明海における M_2 潮汐の変化に関する論議へのコメント，沿岸海洋研究，第41巻，第1号，pp.61-64

大浦における年平均潮位差の変動は、 M_2 分潮の f と振幅自体の変動でほぼ説明でき、1979年の極大と1988年の極小の差(20cm強)は、 M_2 分潮の振幅と係数 f の変化(3.7%)から期待される変化とほぼ一致する。また、1979年の極大と1995年の極大の差(9cm、 M_2 分潮の振幅の2.9%に相当)は、大浦における M_2 分潮の振幅の減少率でほぼ説明できる。

潮位差減少への諫早湾の潮受堤防の影響については、1970年～2001年の大浦の年平均潮位差、大潮差の経年変化から明らかな変化は読みとれなかったという報告(図2)があるが、数値シミュレーションでは潮受堤防により潮位差は減少し、その影響は湾奥ほど大きく、最奥の住ノ江では約2.5%の減少となった(図3)。

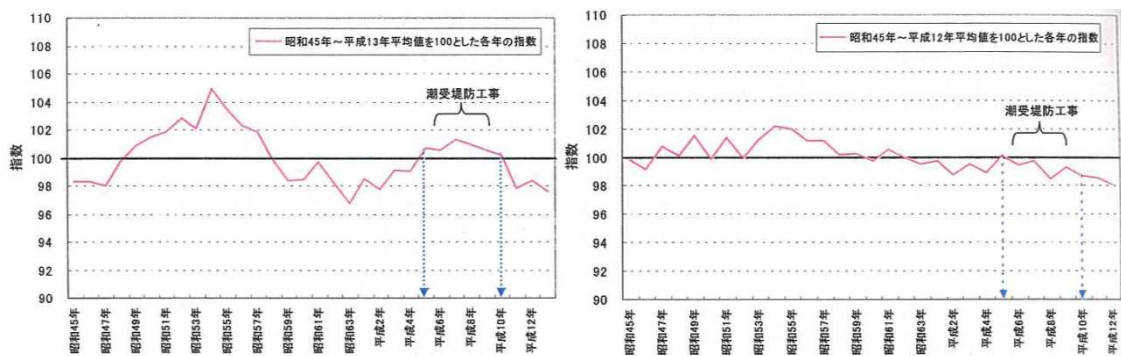


図2 大浦検潮所における年平均潮位差と大潮差の推移

出典：農林水産省九州農政局（2003）「諫早湾干拓事業開門総合調査報告書」

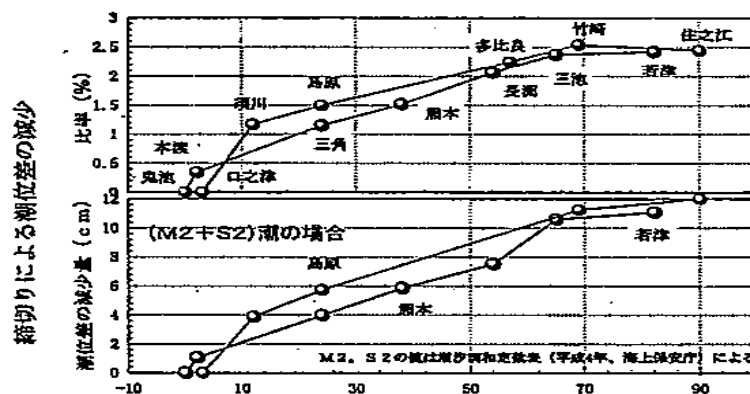


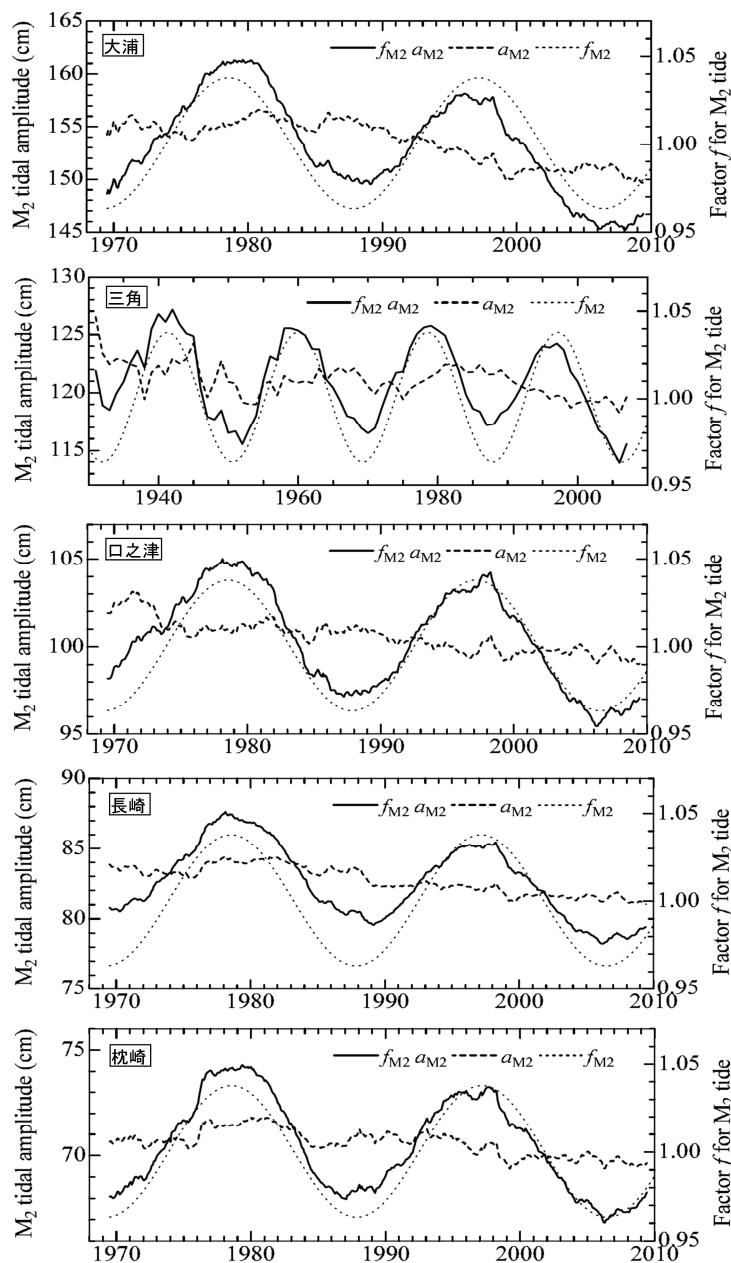
図3 諫早湾締め切りの潮位差への影響

出典：滝川清, 田淵幹修（2002）: 有明海の潮汐変動特性と沿岸構造物の影響, 海岸工学論文集, 第49巻, pp.1061-1065

ウ) M_2 分潮振幅の比較

データ解析から、大浦の M_2 分潮振幅は1980年～99年の間に約4%減少しているが、この減少は口之津のほか外海でもみられる（図4）。

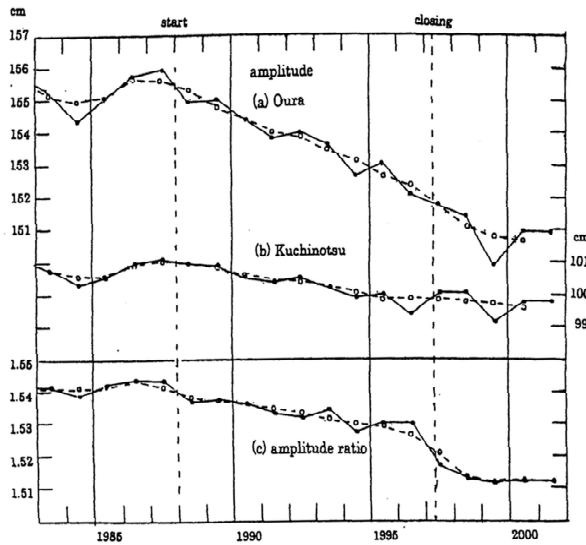
諫早干拓事業開始から潮受堤防締切りまでの間に大浦から口之津に至る M_2 分潮振幅の増幅率が約1.54から約1.52に減少しており、この減少は干拓事業に伴う地形変化が原因との報告（図5）がある一方、口之津を1とした場合の大浦の M_2 分潮の振幅の増幅率に明らかな変化は読みとれなかったとの報告もある（図6）。



$f_{M_2} a_{M_2}$: 昇交点運動の変化を含めた振幅、 a_{M_2} : 昇交点運動の変化を取り除いた振幅

図4 M_2 分潮の調和定数（振幅）と f 値の経年変化

出典：田井明、斎田倫範、矢野真一郎、小松利光（2010）：潮汐振幅の全球的な長期変化，ながれ，第29巻，pp.427-421



注) 1. (a)は大浦、(b)は口之津の M₂ 分潮振幅を示し、(c)は振幅比、すなわち増幅率を示す。
 2. 実線は観測値、破線は3年間の移動平均値(短周期ノイズを消すために実施)である。
 3. 縦の破線は、諫早湾干拓事業の開始と潮受け堤防による締め切り。

図5 大浦と口之津の M₂ 分潮振幅の経年変化

出典：宇野木早苗（2004）：有明海の潮汐・潮流の変化に関わる科学的問題と社会的問題，沿岸海洋研究，第42巻，第1号，pp.85-94

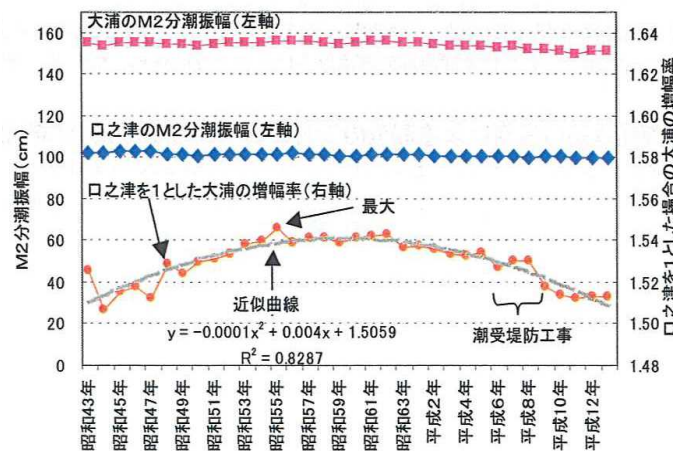


図6 口之津検潮所と大浦検潮所の M₂ 分潮増幅率の経年変化

出典：農林水産省九州農政局（2003）「諫早湾干拓事業開門総合調査報告書」

M₂ 分潮振幅減少の要因としては、有明海内の海水面積の減少（内部効果）、平均水位の上昇（外部効果）、外洋潮汐振幅の減少（外部効果）などが挙げられているが、その影響度合いに関する見解は異なる（表3）。

表3 M₂分潮振幅減少に関する各要因の寄与率に関する見解

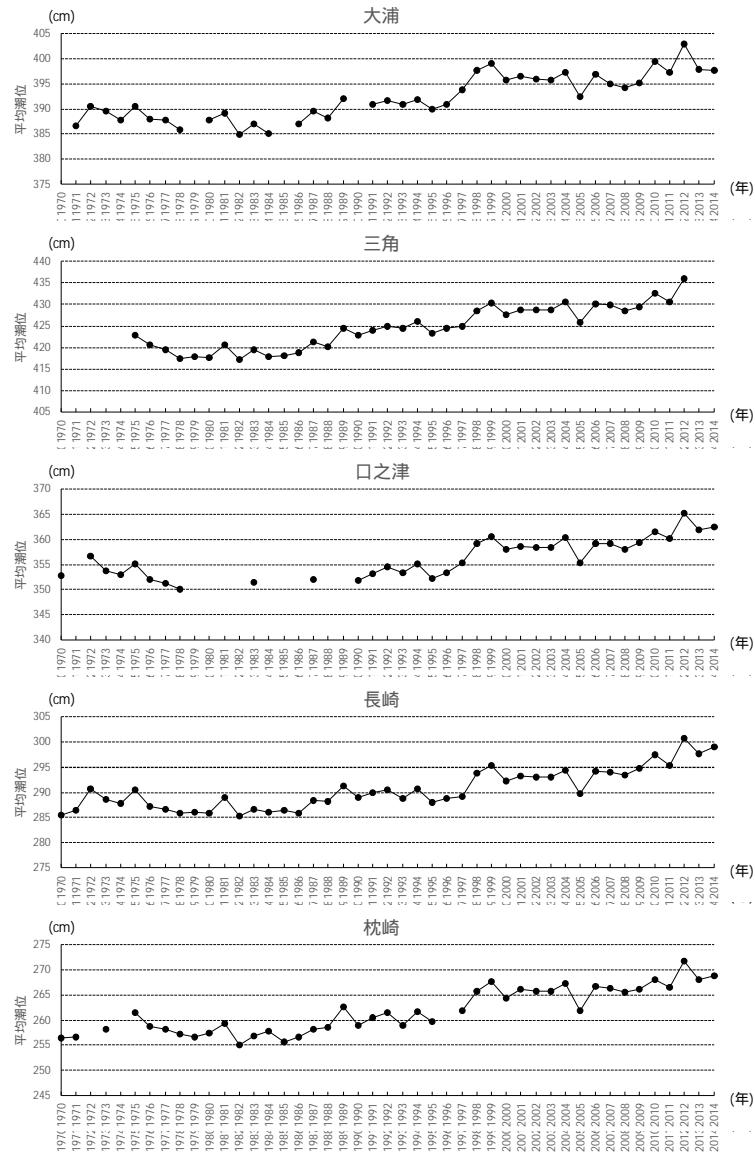
要因 \ 見解	見解1	見解2	見解3	見解4	見解5
有明海内の海水面積の減少	50%	40～50%	潮受堤防の締切 10～20%	諫早堤防：24% 熊本新港：2%	-
平均水位の上昇	10%	極めて小さい	-	0%	-
外洋潮汐振幅の減少	40%	50～60%	-	76%	過去80年間では、M ₂ 分潮振幅減少の大部分は干拓等の海岸線の変化ではなく、外海のM ₂ 分潮振幅の減少である。

出典：

- 1) 宇野木早苗(2003): 有明海の潮汐減少の原因に関する観測データの再解析結果, 海の研究, 第12巻, 第3号, pp.307-312
- 2) 灘岡和夫、花田岳(2002): 有明海の潮汐振幅減少要因の解明と諫早堤防締切りの影響, 海岸工学論文集, 第49巻, pp.401-405
- 3) 塚本秀史、柳哲雄(2002): 有明海の潮汐・潮流, 海と空, 第78巻, 第1号, pp.31-38
- 4) 藤原孝道、経塚雄策、濱田考治(2004): 有明海における潮汐・潮流減少の原因について, 海の研究, 第13巻, 第4号, pp.403-411
- 5) 田井明、齋田倫範、橋本彰博、矢野真一郎、多田彰秀、小松利光(2010): 有明海および八代海における半日周期潮汐の長期変化について, 水工学論文集, 第54巻, pp.1537-1542

エ）有明海の潮位の上昇

平均潮位は有明海及び外洋の長崎や枕崎で近年上昇している（図7）。



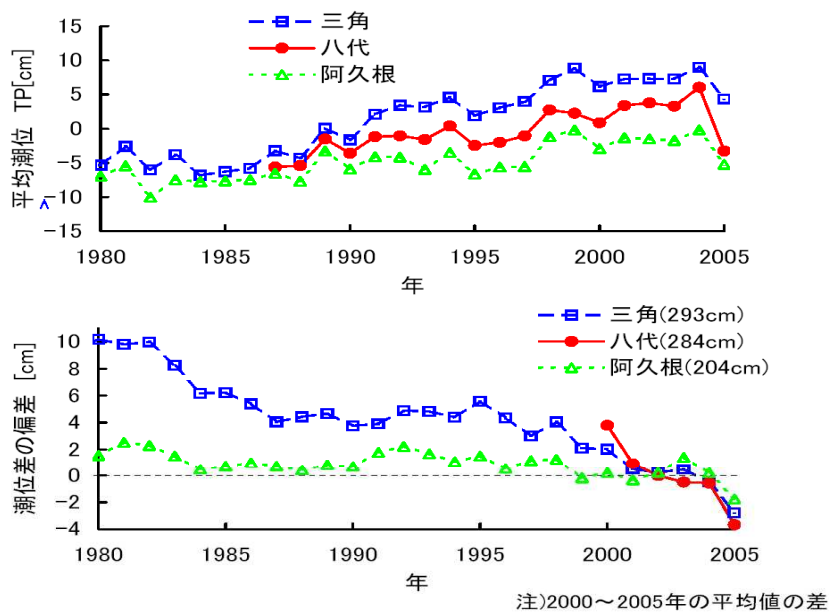
本図は、有明海・八代海総合調査評価委員会・環境省「委員会報告」(平成 18 年 12 月)の図 3.5.7 に海岸昇降検知センターHP：日本列島沿岸の年平均潮位(1894 年～)の 2001 年以降の値を追加している。

図7 年間の平均潮位の水位

（２）八代海について

ア）潮位の変動

八代海の潮位観測点は数少ないが、1980年以降、有明海と同様に平均潮位の上昇と潮位差の減少傾向が観測されている（図8）。八代海の潮汐による潮位変動特性（湾振動）にかかる詳細な知見は少ないが、外洋からの入射波周期に対する八代海の各点での振動応答を2次元の数値計算より算定した結果によると、八代海の湾振動周期は約3時間であり、八代海の長軸方向の固有振動周期である。また、9時間以上の振動応答は、有明海の固有周期による影響であり、八代海と有明海の潮汐流動の調査に際しては相互の影響についても考慮する必要がある。（図9）



[出典]
 三角、阿久根：JODC
 八代：国土交通省九州地方整備局
 （データは日平均値の年間平均）

図8 八代海における平均潮位及び潮位差の年変動

出典：大和田紘一,本城凡夫[八代海検討グループ](2006)「第23回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-2-3 八代海に関する検討」

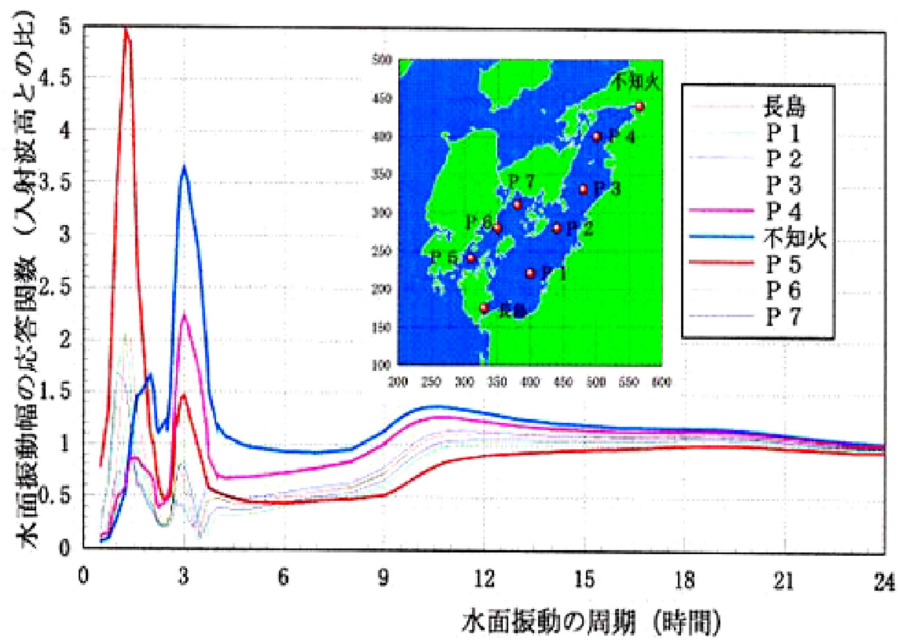


図9 八代海における水面振動幅の応答関数

出典：大和田紘一,本城凡夫[八代海検討グループ](2006)「第23回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-2-3 八代海に関する検討」