

有明海の高潮について

九州大学教授 応用力学研究所 工学博士 篠原 謹 爾

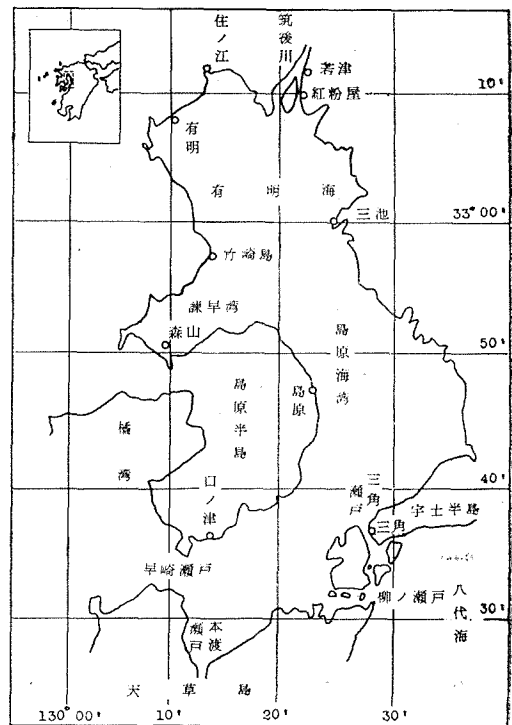
1. ま え が き

昭和 34 年 9 月の伊勢湾台風において愛知、三重県下を襲った高潮以来、各方面で高潮の問題が取り上げられ検討されている。高潮について学術的な研究がさかに行なわれるようになったのは、わが国では、昭和 9 年の室戸台風以来のことのようであり、今日まで多くの研究が発表されており、高潮に影響を与える要素についてかなり明らかとなってきている。しかし、研究結果の実用化という点になると不明な点が多く、ことに海岸付近の一般的な地形と高潮の程度との関係というような問題については、電子計算機が次第に実用化されてきた今日においてもなお検討すべきものがあるように思われる。すなわち、従来の経験によれば、平坦な直線状海岸では影響が少なく、主として入りこんだ湾の奥で顕著であることから、海岸地形の高潮におよぼす影響はきわめて重視すべきものであることがわかる。このような観点から、著者らは文部省科学試験研究費の補助をうけて、海岸地形と高潮との関係について、昨年度から研究をはじめている。この研究は、基本的な研究と本邦海岸にたいする実際研究の 2 つに分けて行なわれているが、著者は後者のうち、有明海における高潮の研究を担当している。この報告は昨年以来今日までに行なった調査研究の結果を述べたものであるが、研究の途中であるため、まとまった結論をうるまでにはいたっていない。調査にあたって感じたことは、この種の系統的な調査資料の少ないこと、基礎となる長期間の潮位観測記録の少ないこと、ならびに、これらの記録を収集保管する適当な機関を設ける必要のあることなどである。なおこの研究には有明海沿岸各地の潮汐観測関係機関の熱心な御援助と九州大学応用力学研究所 池田 茂、遠藤治郎、村山豊子、天本 肇の諸君の御協力をうけたことを記し感謝する。

2. 有明海の地形と潮汐

有明海は九州の西部、長崎、佐賀、福岡、熊本の 4 県にかこまれ、およそ 1700 km² の面積をもつ内海である(図-1)。その大体の形状は、中央部ではほぼ直角にまがった鍵型をなしており、早崎瀬戸によって橘湾につながり、三角の瀬戸、柳の瀬戸および本渡の瀬戸を通じて八代海につながっている。普通この海湾は有明海とよばれているが、海図の上では、全体を島原海湾、湾奥の部分を有明海とよんでいる。海湾内には諫早湾がある以外は概して単調な海岸線がかこまれている。湾奥から湾口ま

図-1



での軸に沿った距離は約 87 km、平均巾 17 km、水深は早崎瀬戸から島原半島沿いで 50 m くらいあるが、湾奥部は次第に遠浅になっており、平均水深約 20 m である。

有明海の潮汐については長崎海洋気象台で行なった調査報告¹⁾があり、また、海上保安庁発行の潮汐表にも概要が記されている。昭和 35 年潮汐表による有明海沿岸の潮汐状況を示すと 表-1 のようである。

表-1

地名	位置		潮時差 (三池に 対し)	大潮時	小潮時	平均水面
	緯度N	経度E				
口ノ津	32°36'	130°11'	-10 ^m	3.4 ^m	2.6 ^m	1.9 ^m
三角	37'	27'	-10	4.0	3.0	2.2
島原	47'	22'	0	4.4	3.3	2.5
竹崎島	57'	13'	0	5.1	3.7	2.8
三池	33° 1'	25'	0	5.0	3.7	2.8
若津	13'	21'	+ 5	5.0	3.7	2.7
住ノ江	12'	12'	+20	5.4	3.9	3.0

これによると湾口(口ノ津)にくらべて湾奥(住ノ江)は平均水面が約 1 m 高くなっており、大潮時(大潮平均高潮位)は 2 m、小潮時は 1.3 m いずれも高く、湾口から湾奥に向うにつれて水面が漸次高くなっていることがわかる。また潮時差は、湾口と湾奥で約 30 分ある。長

崎海洋気象台が佐賀県の大浦観測所において 1951 年 9 月 1 日から 1 ヶ年間の潮汐記録を用いて潮位の実況を求めた結果によると、平均潮位の年変化としては、1 月、2 月に低く、9 月に高い普通の型で、年平均潮位は 38.4 cm、東京湾中等潮位より高くなっている。大潮時の平均の満干差は 5.041 m であった。有明海各地の潮位差を既知の潮汐常数から計算した結果を記すと 表-2 のようである。

表-2

地名	平均潮差	大潮差	小潮差
	cm	cm	cm
口ノ津	208	290	126
三角	250	354	146
島原	294	406	182
竹崎島	316	454	178
三池	318	456	180
笠津	322	458	186
佐ノ江	344	494	194

この表によると

潮差も湾口から湾

奥に向うにつれて

大きくなり、湾奥

では平均で 1.4 m、

大潮時 2 m、小潮

時 0.7 m 大きい。

海図から知られ

るように、八代海につらなる各海峡は巾がせまく、水深も浅いので出入する水量はあまり大きくない。したがって、有明海の潮汐は主として早崎瀬戸から橘湾を経た外海の潮汐に支配されるものとみなすことができる。湾口から出入する海水量は長崎海洋気象台の計算によると大潮時 6.3 km³、小潮時 2.7 km³ となっている。

3. 有明海の高潮の資料

正確な潮位観測の行なわれていない時代の高潮については、これが災害と結びついてないと記録となってあらわれてこない。したがって、いかに大きな異常潮位の偏差が生じていても、そのおこった時期が干潮時であったり、その場所が人間になんかの災害をもたらしたところでない記録にのこらない。ゆえに、記録になかったからといって高潮がおこらなかったことにはならないし、また、大きな災害をおこした高潮だけをとり上げておけば、それだけで将来の高潮対策に十分であるとはいえない。この点が高潮の調査研究をするにあたって注意すべきことであって、高潮をおこした自然現象と高潮を生じた地域の人間生活との関連についても深い考慮が払われなければならない。

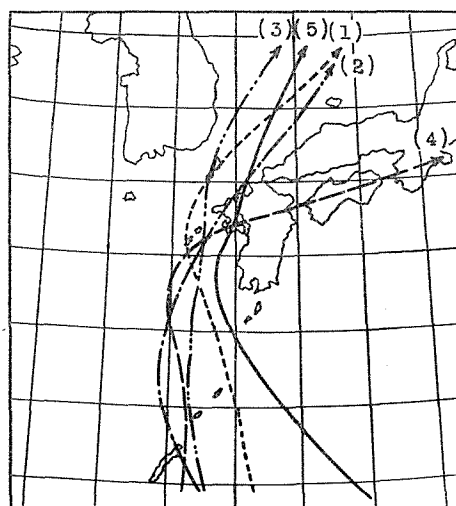
前述のように、有明海、特にその湾奥部では干満の差がかなり大きいので、古くから干拓が発達している。農林省の大串氏の研究によると²⁾、有明海の干拓については、奈良、平安時代に記録はあるが、史実とは認められず、鎌倉時代に至ってはじめて正確な史実として干拓が行なわれたと考えられる。鎌倉時代の干拓地は地盤が平均高潮位より高く、江戸時代の初期はおおむね平均高潮位、江戸時代の中期頃から干拓の規模が大きくなり、堤防線は小潮平均高潮位付近まで進出し、堤防強化のため石垣を使用しはじめている。有明海の高潮の過去の記録を検討するにあたっては、このような干拓の発達、堤防高お

よび工法の変遷が高潮による災害の記録と密接な関係をもつことをあらかじめ考えておく必要がある。

福岡、佐賀、長崎、熊本県各県の災異誌³⁾により昭和 20 年までに有明海沿岸でおこった異常潮位(高潮)の記録を調べてみると、明治以前では 34 回、明治以後昭和 20 年までに 19 回ほどある。明治以後の記録で特に有名なものは大正 3 年 8 月 25 日(1914 年)および昭和 2 年 9 月 13 日(1927 年)の潮害で、これらについてはそれぞれ佐賀県、熊本県から潮害状況を調査した報告書が出版されている。

災異誌にあらわれている最も古い記録は、景行天皇の時代(97 年)で、佐賀県竹崎におこった高潮である。ついで、1225 年 9 月 18 日肥前国に大風高潮(明月記による)、1465 年 7 月 29 日佐賀県に大風高潮あり有明海岸より 3 里の間舟で往来すとある。1534 年 7 月 14~15 日には佐賀県小城、神崎地方に大風雨洪水あり高潮により水ヶ江城中まで潮水浸入、溺死者 1 万余人という。その他、大きなものは、1632 年 10 月 6 日、1643 年 9 月、1650 年 9 月 11 日、1709 年秋、1713 年 9 月 2 日、1715 年 9 月 14 日、1726 年 8 月 2 日、1729 年 8 月 26~28 日、1733 年 9 月 23 日、1772 年 7 月 8 日、1828 年 9 月 17 日、1843 年 9 月 26 日などで、佐賀県、福岡県の有明海沿岸に相当大きな高潮が襲来したことが記されている。ただ、高潮の大小は主観的なもので、この記録ののせられている藩や部落の郷土誌での取扱い方によって異なるものと考えられる。ゆえに、これらの記録から、高潮の頻度を推定することは危険である。これら古い記録から知られるこ

図-2



- (1) ----- 1905
- (2) ----- 1914
- (3) ----- 1919
- (4) ----- 1927
- (5) ----- 1942

とは、有明海沿岸におこった高潮はほとんどすべて台風によるもので、7～10月の間に生じていることである。明治以後昭和20年までにおこった高潮のうち大きなもの5個とその時の台風の進路を示すと図-2のようである。

(1) 1905年7月18日の高潮

最低気圧は佐賀で993.2 mb, 最大風速19.1 m/sec, 福岡県大牟田海岸で防波堤欠損, 潮水浸入し500余戸浸水。

(2) 1914年8月25日の高潮

最低気圧は佐賀で973.5 mb, 最大風速23.9 m/sec, 福岡県では三潯郡で潮位平均高潮面より6尺以上高く, 山門郡では約3尺高かった。佐賀県有明海沿岸各地は高潮におそわれ, 特に杵島郡の海岸の被害が大きかった。熊本, 長崎の沿岸でも各地で高潮が襲来しており, 潮位の記録はあるが偏差は明らかでない。奥山氏らの報告⁴⁾では最大気象潮2～2.5 mである。

(3) 1919年8月15～16日の高潮

ちょうど有明海の満潮時と重なり, 三池の最高潮位19尺6寸であった。有明海沿岸一帯に高潮があった。

(4) 1927年9月13日の高潮

九州西方海上を北方した台風が長崎市の南方から島原半島をかすめて島原海湾に入り熊本県に上陸, 熊本市北方をとおり, 大分の南方を通過するという, 有明海中央部を横断する型であったため, 有明海沿岸ことに熊本県側に大きな高潮をひきおこしている。このときの最大気象潮は奥山氏らの報告によると約3 mである。

(5) 1942年8月27日の高潮

このときの台風はその通過時刻が有明海の満潮時をはずれたので佐賀県側は大した被害なく, 福岡県, 熊本県側にかなりの高潮をおこした。この日の偏差は三池で70 cmと推定されている。

4. 潮位偏差の調査と解析に関する近年の資料

有明海の高潮についての解析的な研究報告には, 著者の知りえたところでは, 今日まで, 寺田一彦博士⁵⁾, 田中宏平, 山下義弘氏⁶⁾, 農林省長崎干拓調査事務所⁷⁾のものがある。

寺田博士の計算は室戸台風について和達博士らが用いた方法を採用したもので, 有明海を三角と島原半島の南東端とを結んだ線で区切り, この湾が一つの湖のような振動をすると仮定し, 台風における進行性の低気圧による強制振動として潮位上昇を求めている。台風の進行速度は60 km/h, 中心示度940 mbと仮定する。計算結果によると, 台風の中心が湾奥(住ノ江)に来てから約30分で1.3 mくらい潮位が上昇する。湾口でははじめ30 cmくらい潮位が上り, 湾内の高潮のときには70 cmも下る計算になる。これは, 有明海の振動を閉湖と考えて計

算したためであり, 実際には島原半島の方の流入なども考えられるので, 湾口, 熊本県側の低下はおこらず, 湾奥でさらに潮高が増すと考えられると述べている。さらに, 台風の中心が湾の西側100 kmおよび70 kmのところを通った場合の上昇量を計算し, これから推定して中心が湾の中央のすこし西側を通った場合は1.5 mくらいの高潮がおこることになる。実際には3割くらいの余裕を見込み結論として, (1) 最大風速40 m/secくらいの風をとまう台風が湾を通ると高潮は大体2 mくらいになる。(2) 高潮は中心の通過より1, 2時間くらい前から急速に高まって通過後1時間くらいで最高の高さに達する。(3) 最高になってからは高さは急に減少して行く。この際に風が強いので風による波が相当強くて, これが前記の潮位の増高に加算されてくるから, 潮位自身は2 m上っても波のためになお少なくとも1 mくらいは局部に水位が高まることが考えられる, と述べている。

田中氏らの報告は寺田博士の方式と室戸台風について計算した荒川秀俊, 吉武素二両氏の方式を説明し, 特に荒川博士の方式を有明海の場合に適用し, 湾奥住ノ江における潮位上昇量 s を求める式を次のようにみちびいている。

$$s = 9.39 \times 10^{-4} V^2 \quad (\text{m})$$

ここで, V : 水面上ある標準高における風速 m/sec

かりに $V = 40$ m/sec とすると, $s = 1.5$ m となり寺田博士の結果と大体一致するようである。

長崎干拓調査事務所の報告は宮崎正衛氏が大阪湾について計算した方法をそのまま有明海に適用し, 台風の規模を伊勢湾台風程度とし, 台風進路を種々仮定して高潮の状況を考察している。この方法では湾を巾 b , 水深 h , 長さ a の矩形と考え, それに接続する巾 b' , 水深 h' の湾外部を想定, 低気圧の進行速度を V とし, 異常潮位の偏差を時間 t と V との関数で表わしている。有明海についてこの方式で計算する際 $V = 60$ km/h, $a = 87$ km, $b = 17$ km, $h = 20$ m, $b' = 25.7$ km, $h' = 50$ m としている。計算結果によると, 伊勢湾台風級のものが湾軸に沿って湾の西側を進行するときには湾奥で3.4 m, 竹崎沖で3.2 mの潮位偏差のあることが知られた。またこの方法によって1914年8月25日および1927年9月13日の高潮を計算し, 気圧低下による水位の上昇量それぞれ, 49, 34 cm, 風速による水位の上昇量84, 103 cm, 合計気象潮として, それぞれ, 133, 137 cmをえている。この値は, 奥山氏らの報告している値にくらべるとかなり小さい。

これらの解析にあたっては, 有明海の形状などについて比較的簡単な仮定をおいているから, 異常潮位についてある程度の傾向は知りえても地形による偏差のちがいを詳細なことはわからない。

次に昭和20年以後の高潮についての記録については

昭和31年8月16~17日の台風第9号, 同年9月9~10日の台風第12号によるものが長崎海洋気象台から報告されている⁸⁾。これによると

a) 台風第9号

気圧最低示度: 熊本 979 mb (17日4時32分),

佐賀 968 mb (17日4時51分)

潮位最大偏差:

三角 109 cm (17日6時)

島原 100 cm (痕跡による)

大島 146 cm (17日6時20分)

三池 150 cm (17日6時)

紅粉屋 235 cm (17日6時)

b) 台風第12号

最低気圧示度: 熊本 985.4 mb (10日1時40分),

佐賀 981 mb (10日2時40分)

潮位最大偏差:

三角 90 cm (10日4時30分)

島原 68 cm (9日23時10分) 推定値

大島 62 cm (10日1時)

三池 122 cm (10日5時)

紅粉屋 165 cm (10日3時10分)

以上の台風はいずれも九州西方海上を北上, 九州北西部沿岸に接近して対馬海峡より日本海にぬけている。

1900年以後, 今日に至るまでの有明海の高潮記録をみると, そのほとんどが九州西方海上を北上し対馬海峡をへて日本海にぬける台風によるものである。1927年の台

風をのぞいて, 台風の進路は有明海の南北軸にほぼ平行となっているので, 平常の潮汐における潮位のように湾口より湾奥に向うにつれて潮位偏差も大となっている。1927年の台風の例では湾の南北軸に直角な進路をとったため熊本県側の海岸で偏差が大きい。これらの記録だけからみると有明海の場合, 湾内の地形による偏差のちがいよりも, 台風の進路の方向に強く影響されるようにみえる。

著者らは1950年以後の有明海の高潮に関係ありと思われる台風について, 有明海内の数ヶ所の潮位観測所の記録から潮位偏差を求め, これまで得られている資料と比較検討し, 有明海の高潮の特性を明らかにしたいと考えている。

参考文献

- 1) 安井善一・赤松英雄・中村 勲: 有明海の潮汐と潮流について, 有明海地域総合開発協議会パンフレット, 1954年12月
- 2) 大串石蔵: 干拓小史, 農業土木中堅技術者再訓練テキスト, 1954年6月
- 3) 福岡測候所: 福岡県災異誌
福岡管区気象台: 福岡県災異誌(第2編)
佐賀測候所: 佐賀県災異誌(第1部)(第2部)
熊本測候所: 熊本県災異誌
長崎海洋気象台: 長崎県災害誌
- 4) 奥山熊一・宇野木早苗: 日本沿岸における高潮の概況, 気象庁研究時報 11巻6号, 1959年6月
- 5) 寺田一彦: 有明海の高潮について, 農工研究資料第14号昭25年
- 6) 田中宏平・山下義弘: 有明海における高潮, 土地改良第7巻第6号, 昭32年
- 7) 農林省長崎干拓調査事務所: 有明海の高汐について(伊勢湾台風をモデルとした場合の検討) 同事務所パンフレット, 昭35年11月
- 8) 長崎海洋気象台: 昭和31年台風第12号および第9号調査報告, 気象庁集報第40冊第4号, 昭34年11月