

有明海の高潮について (II)

篠原 謹 爾*

1. 概 説

一般に高潮といえば異常な高潮位そのものをさすことが多い。潮差の少ない海岸では、異常高潮が満潮時におこっても干潮時におこってもたいした違いはないであろうから、潮位自身を基準に考えてよい。しかし、有明海のようにわが国でも最も潮差の大きい海岸では、異常高潮が大潮の満潮位付近でおこらなければ、異常高潮位とみなされないことになる。実際には潮位は低くても偏差の大きい場合がしばしばおこっている。もしこのような偏差が大潮の満潮位付近で生じたとしたら、異常な高潮位となるはずである。ゆえに、将来予想される最高潮位あるいは設計潮位を定める場合には、偏差の大きさおよび性質を明らかにしておく必要がある。

前報告では¹⁾ 有明海において過去に発生した高潮の記録、これまで行なわれた潮位偏差を求める解析法ならびにその実際の記録との比較などについて説明した。本文では、筆者の研究室で収集した最近 10 カ年の高潮に関する資料を用いて、偏差の求め方の問題、低気圧の性質と偏差のおこり方との関係、有明海内の場所による潮位および偏差の特性などを調べた結果について述べる。

2. 検潮所および潮位記録

有明海沿岸の検潮所は、建設省、農林省、気象庁、県関係および民間のものを合わせて、かなりの数にのぼるようであるが、筆者の調べたところでは、その多くが近年に設置せられたものであり、長期間の記録が良好に保存されているものはきわめて少ない。

筆者のところで今日まで資料を収集、整理することができた検潮所は表-1 に示すようである。また図-1 には各検潮所の位置と有明海の概況が表わしてある。各検潮所で使用している検潮儀は表-1 に見られるとおり、フース、リジャー、ロールの 3 形式である。検潮儀の設置場所は、河川にあるもの、若津、紅粉屋、筑後川河口、住ノ江の 4 カ所、三池、竹崎、森山、多比良は防波堤で囲まれた泊地内、三角は宇土半島と対岸大矢野島との間の水道に設置せられている。これらの設置場所からみて各検潮所の潮位が有明海沿岸の潮位を表わすに適しているかどうかは問題であるが、一応、各地点の有明海の潮位を代表するものと考えことにする。

記録の収集範囲は後述する異常気象の、当日およびこれを中心としてその前後 3 日間、当日の約半月および約

表-1 調査した検潮所

名称	所在地	記録保管場所	検潮儀形式
三角検潮所	熊本県宇土郡三角町	熊本気象台技術課	フース
三池	大牟田市新港町 1	三井鉱山三池工務所	リジャー
筑後川河口	筑後川河口 0 km	建設省筑後川工事事務所	ロール式
紅粉屋	筑後川河口より 3.017 km	〃	〃
若津	筑後川河口より 6.171 km	〃	〃
住ノ江	佐賀県小城市芦刈村	佐賀県河港課 建設省武雄工事事務所	リジャー
竹崎	佐賀県藤津郡大良町	農林省長崎千拓調査事務所	フース
森山	長崎県南高来郡森山村	農林省諫早千拓建設事業所	リジャー
多比良	長崎県南高来郡国見町	農林省長崎千拓調査事務所	フース

図-1



半年前およびあとの日を中心として 3 日間であり、かなりぼう大なものとなった。

3. 対象とした異常気象

調査の対象とした異常気象は有明海に高潮をおこすのではないと思われる、九州またはその近くを通過する台風または低気圧のあるときである。資料を収集した検潮所の記録の利用できるものの多くは、昭和 26 年 10 月のルース台風以後のものであったので、対象とした異常気象は昭和 26 年以降昭和 35 年までの 10 年間とした。筆者の調べたところでは有明海の高潮に影響を与えそう

* 正員 工博 九州大学教授 応用力学研究所

表-2 対象とした異常気象

番 号	発 生 年 月 日	名 称	三池最低気圧 (mb)
No. 1	昭 26. 10. 14	台風ルース	966.7
No. 2	昭 26. 11. 15	低 気 圧	1014.9
No. 3	昭 27. 7. 14	熱帯性低気圧フレダ	1005.0
No. 4	昭 29. 8. 18	台風グレース	970.6
No. 5	昭 29. 9. 7	台風 13 号キャシー	998.9
No. 6	昭 29. 9. 13	台風 12 号ジューン	964.6
No. 7	昭 29. 9. 26	台風 15 号マリー	983.8
No. 8	昭 30. 7. 16	台風 8 号ゲット	1004.0
No. 9	昭 30. 9. 30	台風 22 号ルイズ	970.6
No. 10	昭 30. 10. 4	台風 23 号マーヅ	1003.9
No. 11	昭 31. 8. 17	台風 9 号バプス	978.4
No. 12	昭 31. 9. 10	台風 12 号エマ	984.0
No. 13	昭 31. 10. 8	低 気 圧	1008.2
No. 14	昭 32. 8. 21	台風 7 号アグネス	990.6
No. 15	昭 32. 9. 7	台風 10 号ベス	987.1
No. 16	昭 34. 9. 17	台風 14 号	993.4

に思われる台風（普通の低気圧をふくむ）は表-2に示す 16 個である。このうち、有明海を横断、縦断または付近をかすめたものは、No. 2, 3, 8 の 3 個、有明海の西側を北上したもの、No. 11, 12, 13, 14, 16 の 5 個、有明海の東側を通り、九州を斜断または縦断するもの、No. 1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 15 の 8 個である。これらを進路別に 3 つにわけて図示したものが 図-2~4 である。

4. 潮位偏差の求め方について

潮位偏差を求める場合に問題となるのは異常気象がおこらなかったとした場合の平常時の潮位推定法である。この推算潮位についてはすでに報告したので、ここには簡単に述べることにする。

従来、推算潮位の求め方として用いられているものを大別すると、

- ① 潮汐の調和常数を用いる方法
- ② 実測資料の統計結果を用いる方法

になる。①は常数の知れていない地点では用いられず、また、潮汐表のようにたくさん分潮を用いたものでも観測値にくらべて 50 cm 程度の差異のあることがわかった。②の方法の中で筆者は、つぎの 4 種の推定法を検討してみた。

- ㊸ 当日より 6 カ月前および後で月令のほぼ等しいような日の潮位の平均、ただし、午前と午後とを反対にしたものとする。
- ㊹ 当日より潮時のほぼ等しいような半朔望月前または後の日の潮位の平均、すなわち、ほぼ半月前と後との潮位の平均。
- ㊺ 25 時間前および後の潮位の平均。
- ㊻ 約 25 時間前および後の潮位の平均であるが、潮時を合わせたもの（たとえば、観測記録の満潮位時が推算潮位の満潮位時となるようにする）。

以上の 4 種の推定法を既知の平常時の潮位に適用し、実測値と比較してみると、㊺法は㊸~㊻法にくらべ適合

図-2

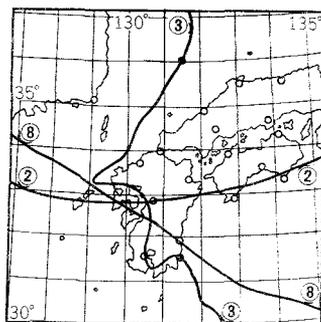


図-3

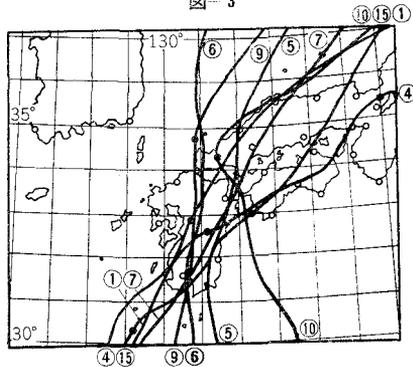
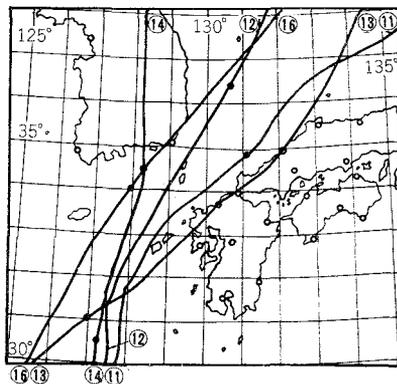


図-4



度がわるく、算定方法、資料の収集にやや不便であること、㊸~㊻は大体同程度であるが、実用上の便利さと潮時のずれの少ないことなどの理由で㊺法が最も適当であるとの結論を得た。ただ、異常気象の影響が 25 時間以上も長く継続するような場合には、㊺、㊻法では誤差が多くなり、㊺法を使用すべきである。これらの方法のいずれを用いても、ときとして 50 cm 程度の差異を与えることがあるので、偏差が 50 cm 以下の場合には、このような方法だけではたして偏差があったかどうかを判定することはできない。また、台風時の偏差について以上の 4 方法を適用し比較してみると、偏差量は方法によりかなり違うが、偏差の時間的変化はよく似ていることが知られた。したがって、偏差の絶対値を推定するには、一つの

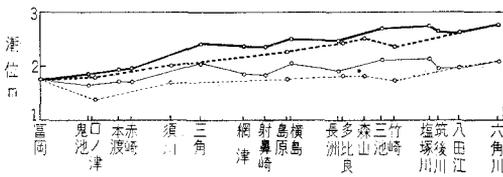
検潮所だけでなく、ほかの検潮所の偏差や気象資料を合わせて考え比較検討することにより判断すべきである。

以下にのべる推算潮位および、これより得られる偏差は⑭法によった。この場合、合わせる潮時の基準は原則として三池における最低気圧示度の時刻に最も近い満潮位時である。したがって、この潮時を合わせた時刻付近の偏差は推定の誤差が最も小さいといえる。

5. 有明海沿岸の潮位特性

有明海沿岸の同時潮位の観測はすでに昭和28年に長崎海洋気象台で行なわれているが、昭和36年10月24~25日(大潮時)に建設省九州地方建設局でも行なっている。その結果によると、潮時差は湾外の富岡を基準とすれば、満潮位については、湾内の三角より奥ではほとんど時差はなく、ただ湾奥の筑後川河口、六角川河口あたりで30分以内のおくれがみられるだけである。干潮位に対しては満潮位にくらべてやや時差が大きく、1時間ないし1時間半ぐらいのおくれがある。これは湾奥部の潮位曲線からわかるように、平均潮位を中心としてこれより上下の曲線は対称でなく、干潮時の曲線がいちじるしくひずみ、引き潮の時間が満ち潮の時間にくらべて長いためである。図-5には富岡の満潮時を基準とした

図-5



(注) 実線は有明海東岸、点線は西岸を示す

湾内各地の同時潮位と各地の満潮位とを示したものである。潮位は24~25日間の2回の同時潮位または満潮位の平均であらわしてある。前に述べたように、三角より湾内では潮時差はほとんどないとみてよいから、満潮位を結ぶ線は同時潮位の線とみなすことができる。図からわかるように、三角付近を境としてこれより湾口に向う海面勾配は湾奥に向う海面勾配より急になっている。この傾向は長崎海洋気象台で行なった観測結果でも認められる。また、有明海東岸(福岡、熊本県側)にくらべ、西岸(佐賀、長崎県側)の方が潮位がやや低いようである。これは有明海内の環流(長崎海洋気象台の報告によれば反時計まわりの運動をしているとのことである)と関係がありそうである。

最近10年間のおもな台風によっておこされた高潮時の海面勾配を上記の平常時のものとくらべると、三角~三池間ではほとんど変わらないが、三池より湾奥では平常時にくらべ潮位の上昇が大きい。これは湾奥という地形的な影響によると考えられるが、湾奥の検潮所は住ノ江、紅粉屋のように河川に設けられたものが多いから、台風にとまらぬ出水による水位上昇の影響もあるのではないかと思われる。

以上からみて、湾奥部を除いて、有明海沿岸各地の潮位の関係は平常時も台風時もいちじるしく異なることは

ないことが知られる。ただし、台風の特異な進路によっては場所による違いがおりうることは予想される。

6. 異常気象時の潮位偏差

対象とした前記16個の異常気象時の潮位偏差を4.で述べた方法により求めると表-3が得られた。このよう

表-3 推定された最大潮位偏差

低気圧の番号	検 潮 所					
	三 角	三 池	紅粉屋	住ノ江	竹崎	森 山
2	14 (SW)	24 (N)	17	13	—	—
3	19(ENE)	なし	—	なし	—	—
8	17(SSW)	28 (SE)	—	75?	—	—
1	49 (W)	55 (NE)	—	—	—	—
4	40(NNE)	36 (N)	—	14	61	—
5	23(WNW)	32 (W)	46	39 (W)	28	—
○6	59 (NE)	61 (SW)	120	66	64	—
7	39 (NE)	43 (W)	50	48(NNW)	29	—
9	41(WSW)	41 (W)	不明	46 (W)	—	—
10	?	19?(NE)	16	34	—	—
15	17 (NW)	22 (N)	65	22	—	—
◎11	103(SSW)	151 (SW)	237?	—	—	138
◎12	89(SSW)	124 (SW)	188	208(SSW)	—	75?
13	19 (NW)	25 (NW)	—	—	—	21(S)
○14	50 (SSE)	56 (SE)	67	74	—	55
◎16	58(SSW)	102 (S)	135	—	69	—

(注) 偏差の単位は cm, カッコは風向, ○印は比較的信頼度の高いもの, ◎印は信頼度の高いもの。

な偏差については、部分的には気象庁の報告において、または運輸省第4港湾建設局の報告²⁾において発表されている。表に示されている数値と既発表のそれとは、若干あるいはかなり異なっている。それは推算潮位の定め方の違いにもよるが、いま一つ偏差値の検討がどのようになされたかにもよる。推算潮位を用いて機械的に偏差を求めてもそれが信頼すべきものであるかどうかは疑わしい。前に述べたように、偏差値ことに最大偏差値の推定にはそれが異常気象によるものか、推算潮位および潮時の狂いによるものであるかを、気圧の低下の模様、風向風速の記録とにらみ合わせて判定しなければならぬ。筆者の示した数値についてはこのような検討をできなかり行なったつもりである。

つぎに偏差について知り得たことを述べる。

(1) 偏差をおこす異常気象について 対象とした異常気象(低気圧)の状態を有明海を中心として3種にわけて考える。

① 有明海またはその付近を通過する場合 [台風 No. 2, 3, 8 (図-2 参照)]; 低気圧が有明海を横断、縦断またはその周辺を通過するのであるから、本来ならば大きな偏差が期待される場合である。昭和2年9月の高潮はこのコースの代表的なもので最大偏差3mと報告されている。しかし、No. 2, 3, 8の3つの低気圧はいずれも気圧低下が小さく、風速も弱かったため偏差はごくわずかであった。偏差が比較的大きかったのは台風 No. 8の住ノ江で75cmである。このときの風向はSSEで最大風速8.5m/secであった。

② 有明海の東側を通過する場合 [台風 No. 1, 4, 5,

6, 9, 10, 15 (図-3 参照)]; 有明海の東側を通過する低気圧のうち、九州を縦断するものと、九州の南東部を斜断するものがある。九州を縦断したものの中で有明海に最も接近したものは No. 9, 6 である。これらの気圧低下はかなりいちじるしいが、偏差は比較的小さい。これは偏差をおこすのは気圧低下のみならず風によるいわゆる吹き寄せ効果のためと考えられていることから、有明海沿岸に吹き寄せ効果をおこすのは SSE から W までの風であり、有明海東側を通過する低気圧の場合にはこの方向の風向のものが少ないことから理解できる。またこのコースをとる場合には気圧の最大低下時刻よりかなりはなれた時刻に最大偏差が生じている。

◎ 有明海西側を通過する場合 [台風 No. 11, 12, 13, 14, 16 (図-4 参照)]; これまでにも知られているように、台風がこのコースを進む場合には偏差の大きい異常潮位が occur やすい。筆者の調べた期間内の 5 個の台風についてもこのことがいえる。ただ No. 13 のように、コースは有明海に接近していても気圧低下が少ない場合にはほとんど偏差はない。No. 11, 12 の場合、偏差が大きいのは気圧低下がかなり大きく、しかも風向が SW で風速も 20~30 m/sec と大きいことから理解できる。また、このコースの異常潮位の場合には偏差曲線がはっきりしている。

以上のことから、かなり大きな台風が有明海を横断または縦断する場合には最も大きな偏差が期待されるが、気圧低下が小さい場合には偏差は少ないこと、台風が西側を通る場合には東側を通る場合にくらべ気圧低下量が少なくても大きな偏差を生じることが知られる。これは、有明海では、大きな偏差をおこすには単に気圧低下量だけでなく、適切な風向き (SSE~W) と風速が必要であることを示している。

(2) 偏差の特性について 一つの検潮所における偏差の時間的な変化の様態を示す一例として、三池における台風 No. 6 および 11 の記録を 図-6 および 図-7 に示す。No. 6 は有明海の東側、No. 11 は西側を進む台風で、両者で推算潮位曲線と観測曲線との関係にかなりの違いのあることがわかる。

図-8 は台風 No. 12 に対する、三角、三池、紅粉屋、住ノ江の偏差曲線を図示したものである。偏差の時間的な変化は場所によって少しずつ異なっているが、偏差のあらわれ方にはお互いに類似性をもっていることがわかる。また、偏差のあらわれる時間についても多くの資料から、各検潮所で大体類似していることが知らされた。

7. 結 語

最近 10 年間の資料から有明海に異常潮位をおこすと思われる低気圧について、潮位偏差のおこり方、推定方法および性質などを検討した。その結果、普通の場合推算潮位としては推定しようとする時刻の約 25 時間前と後との潮位の平均で潮時を合わせたものを使用するのが適当であること、この方法で得られる偏差でも、気圧の低下状態、風向風速およびほかの検潮所の記録などを参照してそれが妥当なものであるかどうかを判定してからでなければ、十分信頼のおける数値とはいえないこと

図-6 台風 No. 6 における記録 (三池)

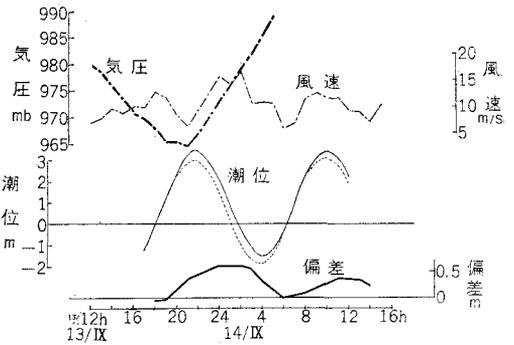


図-7 台風 No. 11 における記録 (三池)

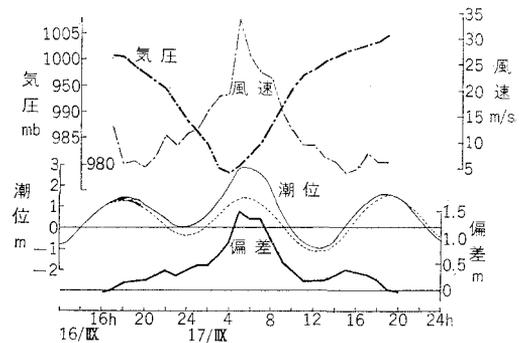
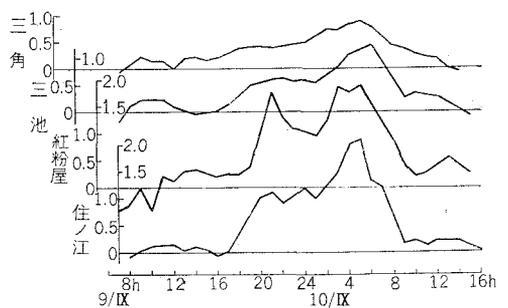


図-8 台風 No. 12 に対する各検潮所の偏差 (m)



がわかった。このようにして得られる信頼性の高い偏差値は、有明海の場合、最近 10 年間の資料の中からわざわざかしかない。将来このような数値を収集することによって、理論的な高潮解析法の検討の資料や偏差の実験式をつくるための資料となるであろう。

この研究は昭和 36 年度文部省科学試験研究費により行なわれたものである。資料の収集にあたっては検潮所関係の官庁、会社の方々大変お世話になった。また、資料の整理、計算などについては、九州大学応用力学研究所 池田 茂、遠藤治郎、村山豊子、天本 肇の諸君の熱心な協力をえた。ここに記して厚くお礼を申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 篠原謹爾：有明海の高潮について、第 8 回海岸工学講演会講演集、昭和 36 年 9 月
- 2) 篠原謹爾：異常気象時の潮位偏差の推定について、土木学会第 17 回年次学術講演会、昭和 37 年 5 月
- 3) 運輸省第四港湾建設局：周防灘・有明海・鹿児島湾高潮調査報告書、昭和 36 年 3 月