

1979年台風20号通過時における気仙沼湾の海水振動について

東北工業大学 正員 相原 昭洋
東北工業大学 正員 阿部 至雄
東北工業大学 正員 沼田 淳

1 はじめに

強い勢力を保ちながら10月19日9時40分頃、和歌山県に上陸した台風20号は、同日16時から17時に宮城県に最も接近し、気仙沼湾では低気圧通過に伴い、潮位112cm(潮位偏差103cm)を記録した。本報告は、検潮記録を蒐集し、そのスペクトル解析を行なうことにより、台風の通過によって生ずる気仙沼湾での湾水振動特性について若干の考察を試みたものである。

2 解析の概要

解析期間は、1979.10.17. 12時から4.5日間とし表-1に解析の諸元を示した。データに含まれる潮汐成分を移動平均によって求め、その偏差値をもって海水振動成分とした。その定常スペクトルの推定は、次のMEMスペクトルによった^{1),2)}。

$$S(f) = \frac{\Delta t \sigma_{m+1}^2}{\left| \sum_{k=0}^M Y_{m+1,k+1} \exp(i 2\pi f_m \Delta t) \right|^2} \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 σ_{m+1}^2 は予測誤差の分散、 $Y_{m+1,k+1}$ はフィルター個数 $k+1$ に対する予測誤差フィルター、 M はラグ個数、 f は周波数で、解析周波数帯域は最大周波数 $f_{\max} = (2/3) f_N$ (f_N : Nyquist 周波数) を参考にして決め、それを100個に分割してスペクトルを求めた。フィルター個数の決定には、少ない個数に対するスペクトルからその形を判断し、個数を多くしたときのスペクトルが示す卓越周期が含まれるような項数をもって、最適フィルター個数とした。

次に、非定常スペクトル $F(f, t)$ の推定は、システム関数 $H_m(f)$ を有する応答系が線型であり、その系の入出力 $x(t)$ 、 $y_m(t)$ の Fourier 変換を $X(f)$ 、 $Y_m(f)$ とすれば、 $Y_m(f) = X(f) H_m(f)$ であるので、 $y_m(t)$ は $Y_m(f)$ を逆変換をすることにより

$$y_m(t) = \int_{-\infty}^{\infty} X(f) H_m(f) e^{i 2\pi f t} df \quad \text{----- (2)}$$

から求まる³⁾。すなわち、この $y_m(t)$ の振幅包絡線として $F(f, t)$ を定義した、システム関数は Gauss 型フィルター $H_m(f) = \exp[-\alpha \{(f - f_m)/f_m\}^2]$ とした。 f_m は中心周波数で MEM スペクトルと決める方は同じである。 α は任意のパラメーター、また、 α と Δf_m は一義的に決めることが出来ないため、試行錯誤ののち α は 50、 Δf_m は 0.15 とした。

表-1 解析の諸元

検潮所	解析開始時刻	読取間隔	読取総数	フィルター個数
気仙沼	79' 10.17 12:00	$\Delta t = 300 \text{ sec}$	$N = 1288$	$K = 35$

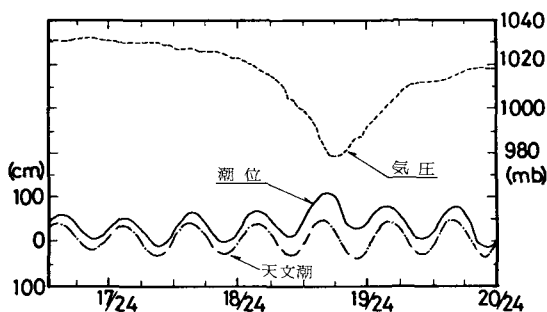


図-1 気圧、潮位および天文潮

表-2 潮位および潮位偏差 (T.P.)

	17日	18日	19日	20日	21日
(hr)	潮位偏差 cm	潮位偏差 cm	潮位偏差 cm	潮位偏差 cm	潮位偏差 cm
1	-	50	16	42	10
2	-	54	19	60	19
3	-	53	25	70	30
4	-	38	24	67	38
5	-	28	31	60	48
6	-	16	35	47	54
7	-	2	31	31	53
8	-	-14	17	18	49
9	-	-7	15	10	40
10	-	-0.4	11	12	30
11	-	21	13	32	32
12	43	14	35	11	50
13	51	14	52	13	70
14	59	20	65	20	87
15	60	27	67	16	102
16	51	29	63	13	112
17	38	30	50	37	112
18	24	29	40	45	102
19	17	31	26	46	72
20	6	22	9	36	42
21	7	28	2	28	34
22	16	17	0.3	17	25
23	20	7	3	4	27
24	40	14	19	2	42

3 結果および考察

図-1に、気仙沼湾での潮位、天文潮および気圧をそれぞれ示した。図から気圧は19日17時から19時にかけて最も低い値を示し、また、表-2から同時刻に潮位と偏差は最大と記録している。

図-2は、台風時のMEMスペクトルを、解析周期帯350分～7分として、それぞれ台風通過前(17日12時～18日24時)、台風通過中(19日0時～20日12時)、台風通過後(20日12時～21日24時)として示した。図から、台風通過前の湾水の主振動は47分であり、気仙沼湾の固有振動周期(40分程度)に近く、他に周期58分、35分、29分の振動形態が認められる。台風通過中の結果によれば、周期50分～64分と28分～30分の固有振動周期をほとんど湾水振動の励起が特徴的である。台風通過後の湾水の主なる挙動は、台風接近前の振動形態にほぼ戻っている。なお、長周期の振動系が認められるが、解析周期帯域を3000分～60分で解析すると、その卓越周期は約11時間となり、除去されない潮汐成分に関するものであると考えられる。

図-4は、台風時スペクトルの時間的変化で、周期帯1分～84分までを1分毎に求めた周期別エネルギー分布下(左)の値を10分毎に60分まで表示した。

図から、湾水振動のスペクトルの強さは、台風の接近に伴い長周期側に移動し、ことに、周期50分、60分のスペクトル変化にみられるように、長周期振動のスペクトル強さの増幅が特徴的である。これに反し、短周期振動のスペクトルの時間的変化は少ない。また、周期30分のスペクトルのように減衰を示し、この点MEMスペクトルの結果を説明しえない。気圧の最も低くなる19日17時～19時では、周期40分のスペクトルは20時頃にピークを示し、さらに、長周期側の50分でも同様の増幅を見せるが、後者のほうが、その高まりも大きく、持続時間も長い。

4 あとがき

気仙沼湾での台風通過時の湾水振動は、その主振動を含む周期帯域50分～60分と28分～30分の周期帯域で増幅されたと思われる。最後に、本研究は昭和54年度文部省自然災害研究突発災害調査(研究代表者東京大学教授伊藤孝)に一部の補助を得た。また、資料は宮城県を始め各関係機関より提供いただいた。また、計算には東北工業大学計算センターTOSBAC-3400を利用した。ここに付記し、感謝の意を表します。

〈参考文献〉

- 1) 岩崎、阿部、相原：1978年宮城県沖地震津波による海水振動特性、第26回海岸工学講演会論文集、PP143-147
- 2) 日野幹雄：スペクトル解析、朝倉書店
- 3) 神山 真：フィルタ理論による強震地動の解析、昭和48年度東北支部技術研究発表会講演概要、PP18-20

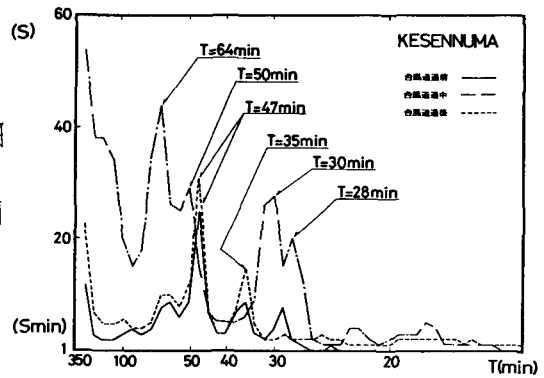


図-2 台風時のMEMスペクトル

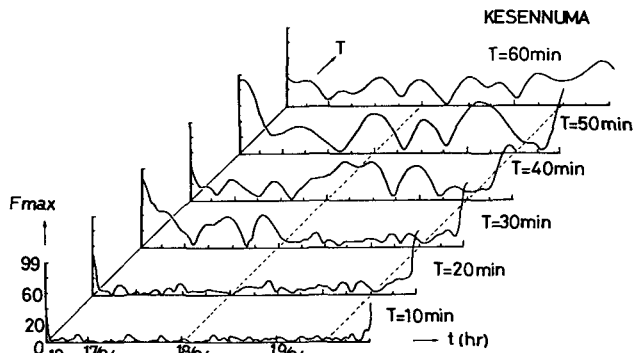


図-3 台風時スペクトルの経時変化