

東北工業大学 正員 相原昭洋
東北工業大学 正員 阿部至雄

1. はじめに

津波の進入に伴う湾水の増幅機構は、これまでの研究例から、エネルギーの集中と共振によることが知られている。しかし、津波の観測記録からも知れるように、津波は遷移波であるとともに大陸棚以浅の海域における海水の挙動には地域性が強く関与しているため、湾水振動の遷移性を考慮した理論的研究に加え、それを実証するための実測記録に基づく研究を進めていくことが必要である。そこで、気仙沼湾の宮城県沖地震に伴う津波記録を収集し津波に対する湾水振動の性質を調べるために、定常および非定常スペクトルを推定し考察した結果について報告する。

2. 解析の概要

津波記録のスペクトル解析の諸元を表-1に示した。津波記録に含まれている潮汐成分を移動平均により求め、それからの偏差値をもって津波の成分とした。定常確率過程に対する津波のスペクトルの推定には最大エントロピー法を用い、このMEMスペクトルをもって定常スペクトルとした。非定常確率過程に対する津波のスペクトルは線型応答系からの出力の振幅包絡線として定義して求めた。

宮城県下に顕著な地震と津波被害を与えた宮城県近海の歴史津波として、1835年天保津波(推定 $M=7.5$ 、津波波高 $2\sim3$ m(綾里)、 $5\sim6$ m(野蒜))と1861年文久津波(推定 $M=7.4$ 、津波波高 $3\sim4$ m(綾里)、 $2\sim3$ m(野蒜))が記録されているが、羽島¹⁾によれば、その後大きな津波被害は生じていないので、その空白域として注視すべき地域であると述べている。

水深の浅い所で生ずる近海津波は一般に長周期の小規模津波になるとされているが、気仙沼湾のように幅が狭く細長い湾で水深が浅くなる湾奥では波高が高くなることもある。今回の宮城県沖地震($M=7.4$)の余震域はほぼ文久津波の推定波源域に位置しており、気仙沼湾の湾口はその波源域に向いているため他の三陸沿岸で観測された波高より相対的に高くなったが、それでも高々 $0.34\sim1.18$ m程度であった。その津波の諸元を表-2に示した。

3. 結果および考察

図-2に津波のMEMスペクトルを示した。津波襲来前では卓越周期52分、35分、19分の三つの振動形態が見られ、周期52分は梶ヶ浦から岩井崎までの距離を約8km、平均水深11.7mとして振動周期を試算するとその周期は約50分となり、岩井崎付近を節とするような気仙沼湾の基本振動と思われる。周期35分、19分についても同様の試算をしてみると、前者は梶ヶ浦付近を節とするもの、後者は大浦付近を節とするような湾奥部に生ずる湾水振動と思われる。津波の侵入に伴って卓越周期は50分

表-1 スペクトル解析諸元

	データ 解析時刻 78年 6月	データ 読取総数 N	データ 読取間隔 $\Delta t(\text{min})$	フィルタ 項 数 K
津波襲来前	11 日 14:00~	324	5	20
津波襲来 前半	12 日 17:00~	156	5	14
津波襲来 後半	13 日 6:00~	145	5	14

表-2 観測津波の諸元

	ZERO UPCROSSING WAVES		ZERO DOWNCROSSING WAVES	
	$H_u(\text{m})$	$T_u(\text{min})$	$H_d(\text{m})$	$T_d(\text{min})$
第1波	1.18	55	0.66	70
第2波	0.79	55	0.93	55
第3波	1.13	40	0.97	45
第4波	1.02	45	1.01	45
第5波	0.61	60	0.81	50
第6波	0.64	45	0.54	50
第7波	0.34	45	0.48	45
第8波	0.55	45	0.34	50
第9波	0.55	60	0.53	55
第10波	0.37	60	0.65	45

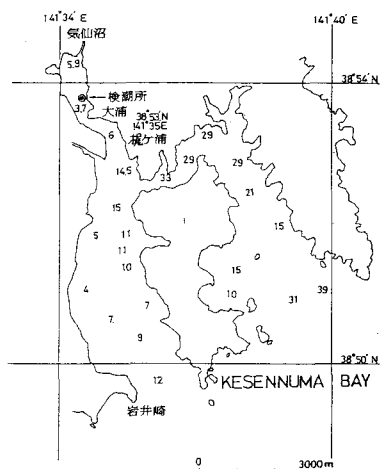


図-1 気仙沼湾地形

32分となり短周期側へ移行するが、この時点で周期19分の湧水振動は見られなくなる。津波襲来後半には卓越周期は長周期側へ移行し、前半とは逆に周期30分の振動が卓越してくる。これらは、振動エネルギーの大部分は基本モードの内に含まれること、基本モードの節の位置は津波の侵入に伴い、湾内、湾外へ移動することを示していると考えられる。

図-3は津波スペクトルの時間的変化で周期別エネルギー分布があり、その最高値と最低値を段階に表示して示してある。津波襲来前ではあまり大きな変化はみられないが、津波の侵入に伴いスペクトルエネルギーは増幅され、2波目付近になると51分～45分の周期帯で著しい増幅を示し、Zero down crossing法で求めた最高水位の第4波目(12日20時頃)付近でピークに達し、そのピーク値は周期47分に生じている。津波襲来後半にはスペクトルのエネルギーは減衰するが周期31分ではスペクトルの高まりが見られる。

図-4は津波記録全体のMEMスペクトルより得られた卓越周期に関して図-2の結果より図示卓越周期のスペクトル経時変化として示したものである。津波襲来前ではスペクトルエネルギーは増減を繰り返しているが、その増幅の度合いは小さい。津波襲来と共にスペクトルエネルギーは長周期側より増幅され、周期50分での増幅が著しい。また周期31分では2つのピークが存在し、2つ目のピーク以後もスペクトルの高まりが持続している。

4. あとがき

MEMスペクトルの解析結果より気仙沼湾での振動形態には周期50分、35分、19分の3つの形態が見られたが今後さらに、これらの振動モードに関して2次元数値モデルにより検討を行なう必要がある。

参考文献

- 1) 羽鳥：三陸沖歴史津波の規模と波源域、地震研究所彙報、第50巻 PP397-414, 1975

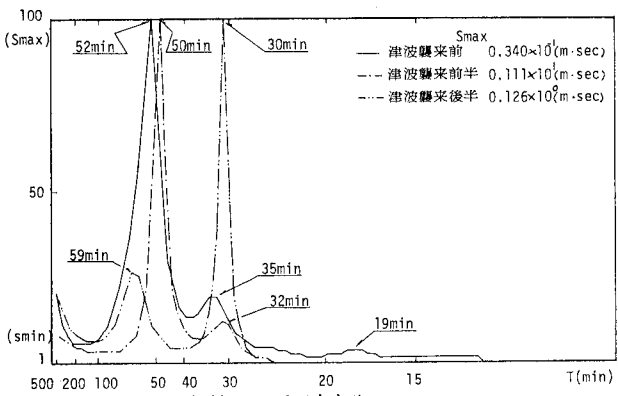


図-2 津波のMEMスペクトル

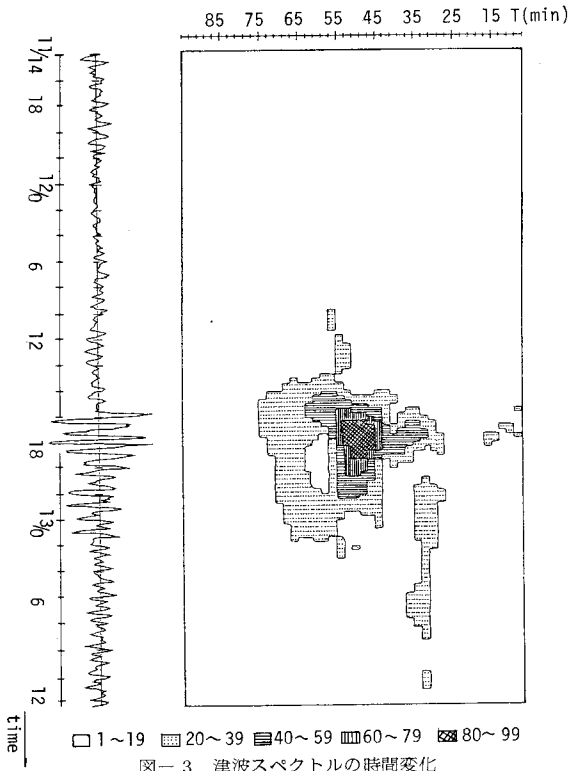


図-3 津波スペクトルの時間変化

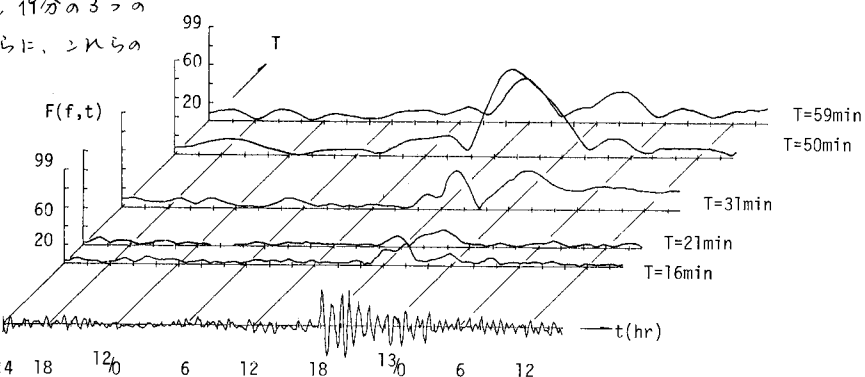


図-4 卓越周期に対するスペクトル経時変化