

瀬戸内海の各地で測定した静振とそのスペクトル

阿部 邦昭*

1. はじめに

瀬戸内海は中国地方と四国の間で東西に延びる内海であって、東は紀伊水道、南西は豊後水道、西は関門海峡を経て太平洋や日本海とつながっている。したがってこれらの海峡を通じて外海の影響が及んでいる海域である。瀬戸内海に位置する湾や港は外海の影響を受けながらも、特徴的地形に応じて固有の振動をしていると考えられる。湾や港は津波や高潮が発生した場合その固有周期が津波や高潮の周期と一致して共鳴を起こすことも考えられる。固有の振動や強制された振動が通常海面の振動（静振）にどのように表れているかは条件を同一にして各地で観測することで知ることができる。このような観測は東海(阿部, 2009), 北海道(阿部, 2010a), 九州(阿部, 2010b) などで行われているが瀬戸内海では例がない。そこで瀬戸内海各地で日常の海面振動を測定して、卓越する周期や振幅を調べた。

2. 方法

水位の測定は可搬式の圧力センサーと記録計を測定点に運び、圧力センサーを岸壁からつりさげ、岸壁上に記録計を置いて水位を圧力によって測定するものである。測定結果は測定終了後磁気カードに取り込み、パーソナルコンピュータに移してスペクトルを求める。測定、解析法は筆者が従来各地で静振を測定し、解析してきた方法と同じものである(たとえば, 阿部, 2010a)。測定におけるサンプリング時間は1分で、サンプリングを継続する時間は6時間である。

3. 測定結果

測定した場所は山口県徳山港、笠戸湾、広島県広島港、松永湾、岡山県児島湾、兵庫県相生湾、香川県志度湾、高松庵治町、多度津港、愛媛県伊予港、三崎港、八幡浜港、玉津湾、宇和島港の14点である。これを図示したの

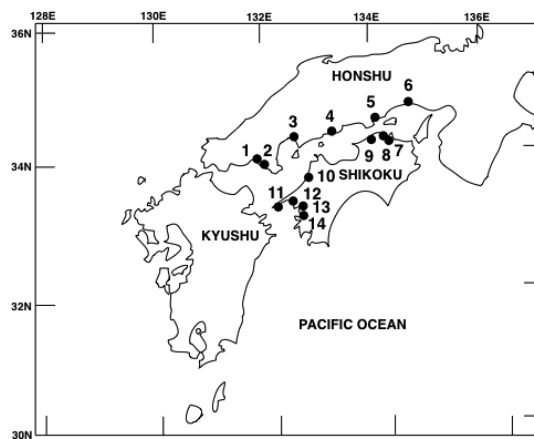


図1 測定点の地理分布

* 950-0964 新潟市中央区網川原 2-28-41

が図 1 である。測定時期は、前者の 6 点では 2010 年 10 月 29 日から 11 月 1 日の期間、後者の 8 点では 2012 年 7 月 12 日から 15 日の期間である。測定点の緯度経度、測定時間を

表 1 に示す。測定の 1 例として相生湾での測定点と水位測定結果をそれぞれ図 2、図 3 に示す。図 4 には全点の測定水位パワースペクトルを示す。

表 1 測定点の番号, 名前, 位置, 測定日

No	name	name (J)	latitude	longitude	date
1	Tokuyama	徳山	34° 02' 30" N	131° 48' 09" E	10/10/30
2	Kasado	笠戸	34:00:29N	131:51:21E	10/10/30
3	Hiroshima	広島	34:21:54N	132:31:08E	10/10/29
4	Matsunaga	松永	34:26:20N	133:15:20E	10/10/31
5	Kojima	児島	34:35:53N	133:57:22E	10/10/31
6	Aioi	相生	34:48:15N	134:27:46E	10/11/01
7	Shido	志度	34:19:35N	134:10:01E	12/7/14
8	Ajichou	高松庵治町	34:21:38N	134:07:17E	12/7/14
9	Tadotsu	多度津	34:16:21N	133:44:41E	12/7/15
10	Iyo	伊予	33:45:37N	132:41:59E	12/7/13
11	Misaki	三崎	33:23:17N	132:07:14E	12/7/13
12	Yawatahama	八幡浜	33:27:17N	132:25:13E	12/7/13
13	Tamatsu	玉津	33:18:40N	132:31:37E	12/7/12
14	Uwajima	宇和島	33:13:38N	132:33:13E	12/7/12

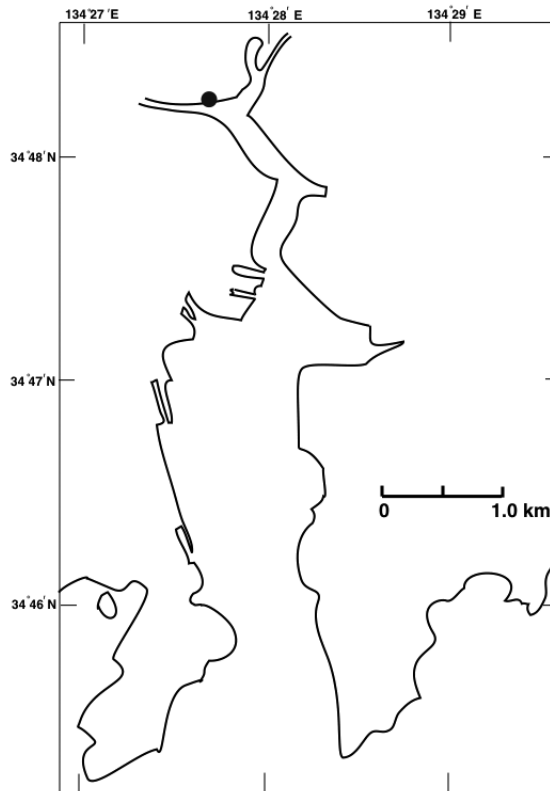


図 2 相生における水位測定点 (黒丸)

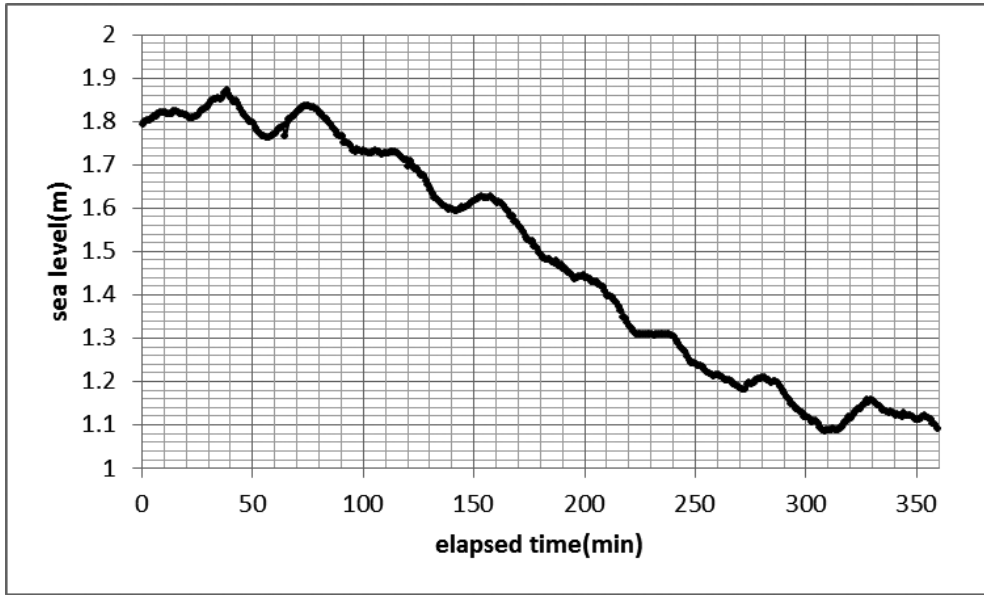


図3 相生における測定結果

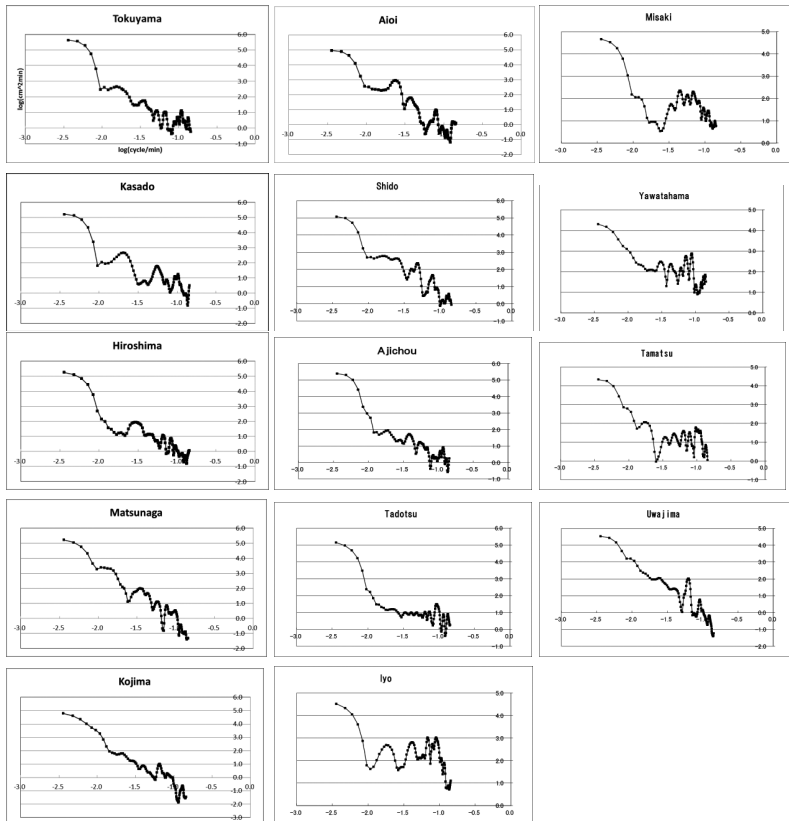


図4 測定された水位変化のパワースペクトル

4. 考察

図 4 に示したパワースペクトルでは測定点が湾や入り江にある場合は全体的に長周期が卓越して周期が短くなるにつれてパワーが減る傾向を示す。これに対し、港が内海に直接面している場合は周期 20-100 分の成分が少なく 10 分近くの短周期が増加して卓越する傾向を示す。後者には伊予港、多度津港の場合が当てはまる。それ以外はすべて前者に分類される。湾や入り江の構造に伴って現れる卓越周期のピークは宇和島、相生で明瞭である。笠戸、広島各湾がそれに次いで明瞭で

ある。特に明瞭なピークが指摘できない例は徳永湾、松永湾の場合である。両者に共通することは湾の入口が狭いのに内部は広く、袋状の構造をしていることである。この場合は固有振動の励起が弱い。

図 5 は図 4 のパワースペクトルの中で卓越する周期を長い順に抽出して並べたものである (表 2)。伊予港と多度津港はともに内海に面する港構造の観測点であるが、伊予港は長周期から短周期まで 4 個のピークが指摘できるのに対し、多度津港は 10.7 分周期成分 1 個が指摘されるだけである。湾や港構造に対し、奥行き長さ (表 2) を定義してこれを

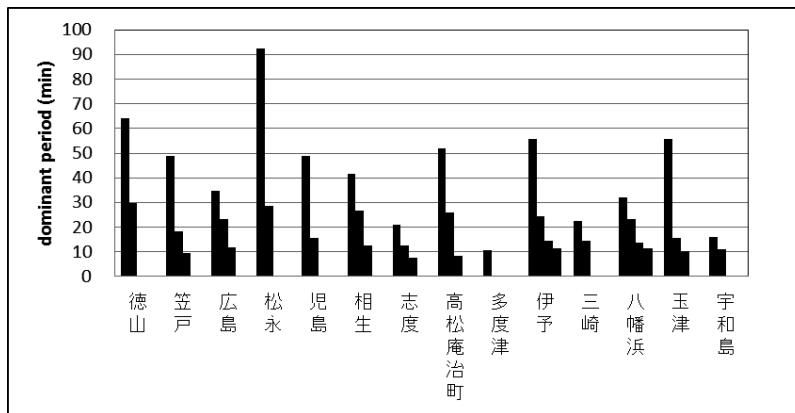


図 5 スペクトル (図 4) からもとめた主な卓越周期

表 2 測定点の番号, 名前, 長さ (L), 卓越周期 (T)

No	name	name (J)	L (km)	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)
1	Tokuyama	徳山	8	64.1	29.8		
2	Kasado	笠戸	6	49.0	18.1	9.7	
3	Hiroshima	広島	5	34.7	23.1	11.9	
4	Matsunaga	松永	4	92.6	28.7		
5	Kojima	児島	12	49.0	15.4		
6	Aioi	相生	5	41.7	26.9	12.6	
7	Shido	志度	4	20.8	12.6	7.6	
8	Ajichou	高松庵治町	4	52.1	26.0	8.5	
9	Tadotsu	多度津	1	10.7			
10	Iyo	伊予	0.7	55.6	24.5	14.6	11.1
11	Misaki	三崎	3	22.5	14.6		
12	Yawatahama	八幡浜	4	32.1	23.1	13.7	11.3
13	Tamatsu	玉津	8	55.6	15.7	10.3	
14	Uwajima	宇和島	4	16.0	11.0		

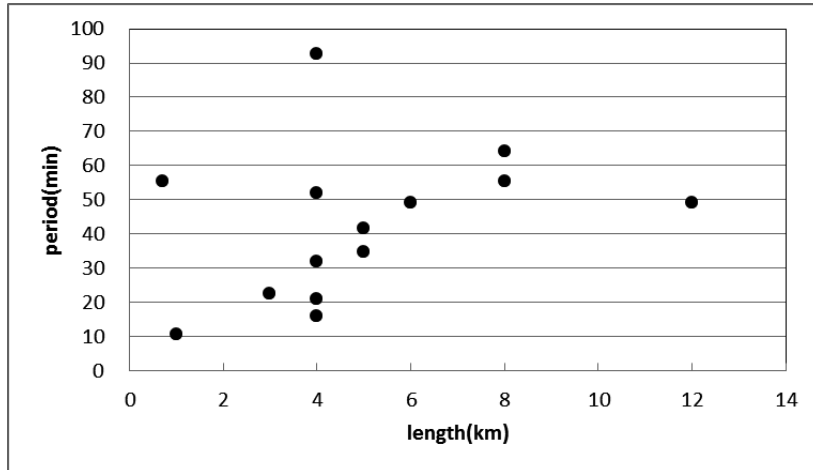


図6 各点における特徴的地形の長さ (km) と最長卓越周期 (分) の関係

横軸に取り、観測された最長の周期を縦軸にとってプロットしたのが図6である。特徴的なことは多くの点が比例を表す一直線に乗ることである。これは特徴的な長さに対応した固有振動が励起されて、特有の周期が卓越したことを示すものである。水深 h が同じだとすると卓越周期 T は長さ L 、重力加速度を g として

$$T = \frac{4L}{\sqrt{gh}}$$

で同じ直線に乗ることを示すことができる。この直線に乗らない点は伊予港、松永湾、児島湾である。伊予港は最長周期ではなく振幅が2番目に大きい周期の11.1分をとると、他と同じ比例で近似されるので、55.6分に代り、これが固有周期に当たると考えられる。松永湾の場合は2番目に長い周期の28.7分が上記の式に当たる周期である。このような考察によってほとんど大部分の地点で固有の周期が励起されていることを示すことができる。

最近、岡田(2013)は瀬戸内海の検潮所で観測された津波についてまとめている。そこで2011年東北地方太平洋沖地震津波が、太平洋から紀伊海峡、豊後水道を通過して瀬戸内海に伝わり、大阪のような例外はあるが太平洋から遠ざかるにつれて振幅が減少することを示した。今回測定した津波という励起源がないときの海面振動の瀬戸内海全域の振幅

分布をこれと比較してみると、伊予、相生で大きく、多度津、児島湾で小さい傾向がみられ、津波のように単純に太平洋からの距離に応じて減少する傾向とは異なる。

5. まとめ

瀬戸内海の各地で通常時の海面振動を測定して、そのスペクトルから卓越周期を抽出した。その卓越周期が湾や港でその長さに対応していることから、海面振動は固有振動が励起されたものであることを示している。

参考文献

- 阿部邦昭, 関東・東海沿岸で観測した静振のスペクトルと卓越周期, 津波工学研究報告, 26, 17-26, 2009.
- 阿部邦昭, 北海道沿岸で観測した静振のスペクトルと卓越周期, 津波工学研究報告, 27, 43-50, 2010a.
- 阿部邦昭, 九州沿岸で観測した静振のスペクトルと卓越周期の意義, 津波工学研究報告, 27, 51-58, 2010b.
- 岡田正実, 瀬戸内海の災害—地震・津波, 瀬戸内海の気象と海象, 海洋気象学会発行, 132-144, 2013.