遠地津波による東京湾での津波の挙動

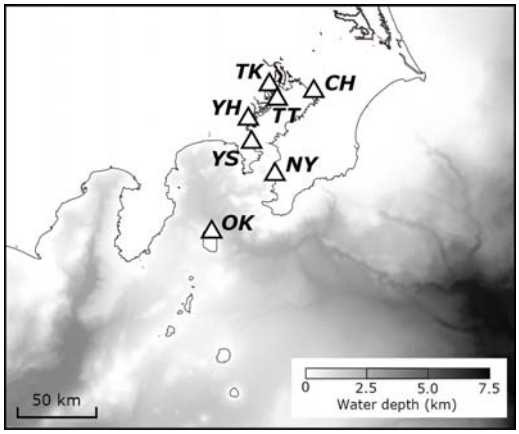
東北大学大学院工学研究科　正会員　今井健太郎　東京大学地震研究所　都司嘉宜

1. はじめに　2010 年 2 月に発生したチリ中部沿岸で発生した巨大地震による津波は太平洋を横断し，地震発生から 22 時間後以降に日本沿岸に到達した．この津波により，日本列島太平洋沿岸に津波警報が発令されたことは記憶に新しい．この津波の継続時間は長く，東京湾沿岸では 12 時間以上継続する津波が観測された．

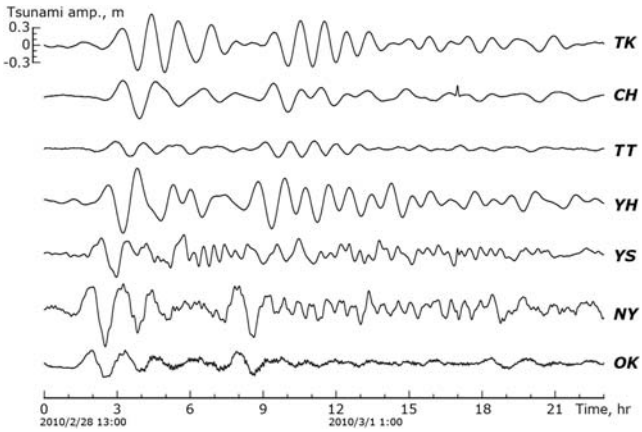
東京湾での津波被害は過去に多くはなく（羽鳥，2006），1960 年チリ地震による津波では，湾内での津波高はおおむね 1.0 m 程度であった．東京湾周辺での仮想地震による東京湾の津波特性に関する検討は相田（1996）によって行われているが，近地地震津波床となり，周期が比較的長くなる遠地の地震による津波に対する検討例は少ない．現在，東京湾内では大型輸送船が過密に往来している現状があり，航路も限られているため，東京湾内では低速で航行する必要がある．このために大型輸送船の航行に津波が影響を与え得ることは想像に難しくない．このような現状を考えると，遠地津波による東京湾での津波の挙動について検討を行う必要がある．本研究は，2010 年のチリ地震津波の観測波形解析と津波数値解析により，東京湾での津波の挙動について検討を行うことを目的とする．

2. 東京湾での観測波形　**図−1** に 2010 年のチリ地震による東京湾周辺での津波観測地点を示す．ここで，*TK* は東京（気象庁），*CH* は千葉（海上保安庁），*TT* は東京灯標（東京都港湾局），*YH* は横浜（海上保安庁），*YS* は横須賀（海上保安庁），*NY* は鋸山観測所（東大地震研），*OK* は岡田（気象庁）である．**図−2** に，各観測地点における観測波形を示す．各波形には，0.001 - 0.02 Hz のバンドパスフィルター処理を行っている．岡田と鋸山の観測波形を見ると，長周期成分ではほぼ位相が一致していることが判る．湾内において，15:00 から 20:00 頃までに 4 波程度の揺り返しがあり，その 2 時間後に 4 波程度の揺り返しが確認できる．また，*OK* ではおおよそ 10 時間程度で津波は収束しているが，湾内では 20 時間程度継続していることがわかる．

観測波形の周期特性を観るために，MEM によるスペクトル解析を行った（図-3）．図から，各観測点において，卓越周期はいずれも 80〜100 分に集中し，*TK* や *TT*



図−1　東京湾周辺の津波観測地点と海底地形.



図−2　2010 年チリ中部沖地震による東京湾沿岸での津波観測波形.

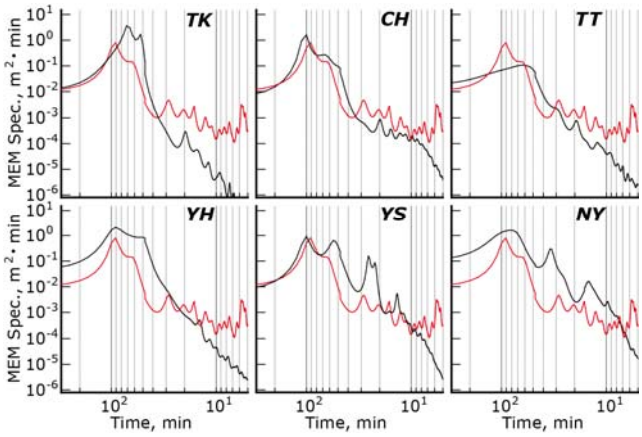
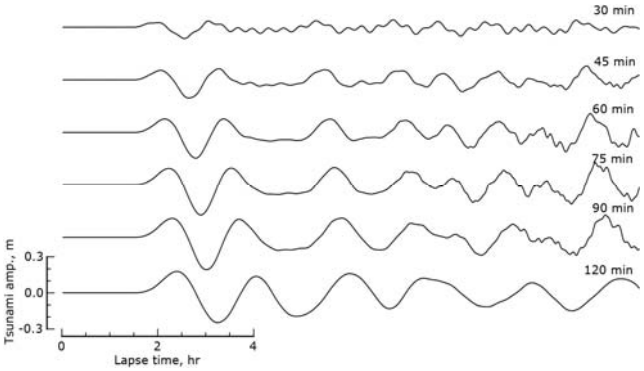
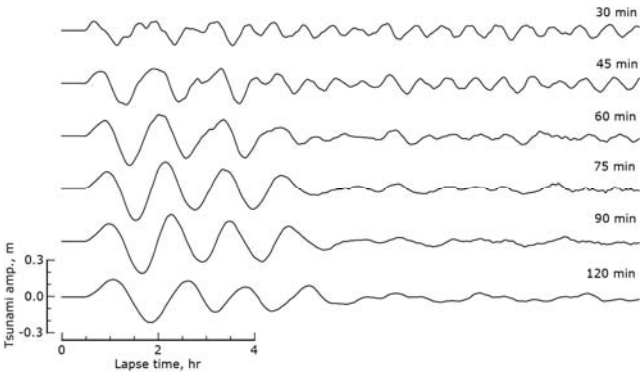


図-3　観測波形のスペクトル解析結果．赤線は岡田のスペクトル解析結果を示す.

Key words：遠地津波，東京湾，湾水振動　連絡先：imai@tsunami2.civil.tohoku.ac.jp

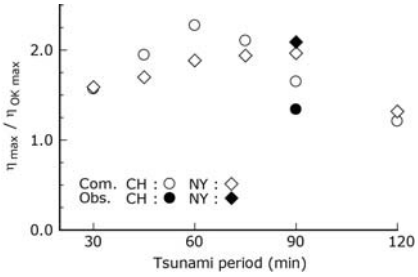


(a) *CH*



(b) *NY*

図−4　津波周期に応じた *CH* と *NY* での計算波形.



図−5　津波周期に応じた *CH* および *NY* での最大津波高．●と◆は，2010 年チリ地震津波の観測値を示す.

では卓越周期が *OK* のものより若干短く，*CH* では若干長くなっていることがわかる．なお，東京湾における湾水振動の卓越周期は湾軸方向及び湾軸に直行する方向に節が 2 つ生じる場合であり，その周期はそれぞれ 71 分程度，65 分程度であり（相田，1996），本解析による結果に近い値となる.

3. 津波数値解析による検討　　各津波周期に応じた東京湾内における津波の増幅傾向を把握するために，津波数値解析を行った．支配方程式は線形長波理論を用い，計算領域は**図−1** に示す範囲とした．空間格子間隔は 100 m, 時間間隔は 0.25 秒とし, 打ち切り水深は 5 m とした．津波の入射条件として，計算領域の東側境界から周期 30，45，60，75，90，120 分，波高 0.2 m のサイン波を 1 波長入力した．なお，本計算では，入射津波の周期と *OK* での周期はほぼ対応した．**図−4** に津波周期に応じた千葉および鋸山の計算波形を示す．両波形ともに，周期 30 分の津波に比べて長周期となる場合では，津波高は増幅される傾向にあることがわかる．また，入射津波の周期が同一でも，*NY* に比して *CH* の方が長周期となっており，観測における傾向（**図−3**）と一致する．さらに，*CH* では有意な津波高をともなって 8 時間以上継続していることもわかる.

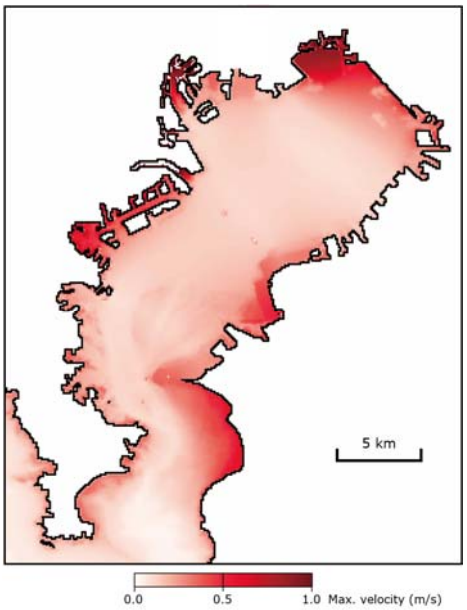


図-6　東京湾内での最大流速分布（入射津波周期 90 分）.

図−5 に津波周期に応じた *CH* および *NY* での最大津波高を示す．ここで，最大津波高は各津波周期に応じた *OK* での最大津波高により規格化を行っている．図から，45～90 分程度の津波周期に対して 1.5～2 倍程度増幅することがわかる．計算値と観測値の増幅度については，傾向として一致しているのみであり，地形モデルの精度や支配方程式の再検討が必要と考えられる.

図−6 に入射津波の周期が 90 分の場合の東京湾内における最大流速分布を示す．最大流速は湾沿岸部で 0.5 m/s 程度, 局所的に 1 m/s を越える箇所もあるため, 2010 年チリ地震と同程度の規模の津波であると，航行に障害が発生する恐れがあり，注意が必要と考えられる.

4. おわりに　　2010 年チリ地震による津波の観測波形解析と数値解析を行った．沖合で周期 45～90 分の津波により東京湾での津波高は増幅することを示した.

謝辞：海上保安庁，気象庁，東京都港湾局からは観測波形の提供を受けました．ここに記して謝意を表させて頂きます.

参考文献：相田勇，地震 2，第 49 巻，pp.217-226，1996.；羽鳥徳太郎，歴史地震，第 21 号，pp.37-45，2006.