

2011年東北地方太平洋沖地震の際の 津軽平野における長周期地震動の振幅分布

弘前大学大学院地域共創科学研究科 小田島智弘
弘前大学 片岡俊一

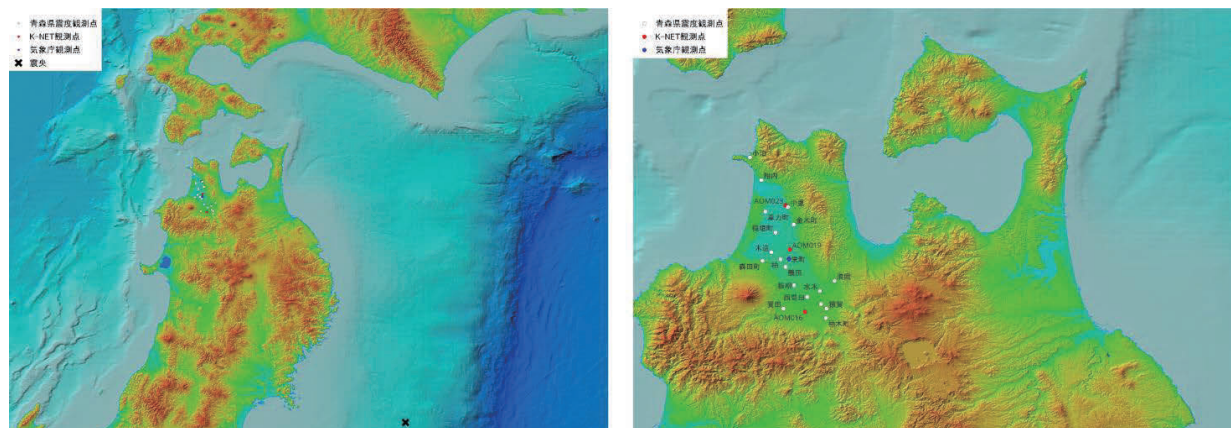
1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震の際のつがる市車力町観測点における震度は周辺の観測点に比べやや大きかった。その理由として、NS成分に周期2秒程度のパルス的な位相の影響が考えられる。また、1983年日本海中部地震の際に津軽平野の中心部に位置する津軽大橋観測点の記録も周期2.5秒の地震動が卓越していた。このように津軽平野では、地盤構造によって長周期成分の地震動が増幅、励起する可能性が高い。そこで、本研究では2011年東北地方太平洋沖地震の際の津軽平野の長周期地震動について観測記録を収集して分析検討した。

2. 観測点と観測記録

用いた地震動記録は青森県が設置した18カ所の震度観測点、津軽平野周辺の3カ所のK-NET観測点、1カ所の気象庁観測点で得られたものである。観測点と震央の位置を図1(a)、観測点分布を図1(b)に示す。青森県設置の震度計による記録は青森県から提供を受けたものである。

地震動記録は全て加速度成分であるが、以下ではそれを積分して0.1Hzから1.2Hzのバンドパスフィルターを施した速度波形で考察した。



(a)観測点と震央

図1 観測点と震央分布図

(b)観測点分布

3. 津軽平野における卓越振動数

3.1 手法

津軽平野において卓越する振動数を確認するためにフーリエ解析を行い、スペクトル振幅の

空間分布を求めた。

スペクトル振幅を空間的に比較するためには、比較する波動成分を観測点間で対応させる必要がある。そこで、気象庁の JMA2001 走時表を基に理論走時を求め、各観測点における P 波初動時刻と S 波初動時刻を求めてみた。初動時刻と記録開始時刻とを比較した結果、五所川原市金木町観測点とつがる市木造観測点以外の他の観測点では P 波初動時刻より後に記録を開始していることが分かった。また、各観測点記録には長短があり、走時に合わせて比較すると、S 波初動から 140 秒間が全地点を統一的に比較できる最長の長さであった。よって、この区間を対象にフーリエスペクトルを求めることにした。

3.2 結果

各観測点の卓越振動数は異なっていたので、空間分布を調べることにした。得られたスペクトル振幅を 0.2Hz, 0.3Hz, 0.4Hz, 0.5Hz を中心としたバンド幅 0.6Hz の帯域に区切り、その平均値を求め、更に水平動成分は NS 成分と EW 成分の平均値をそれぞれ二乗し和を取ったものの平方根を返したもので空間分布を調べた。水平動成分の空間分布を図 2 に示す。

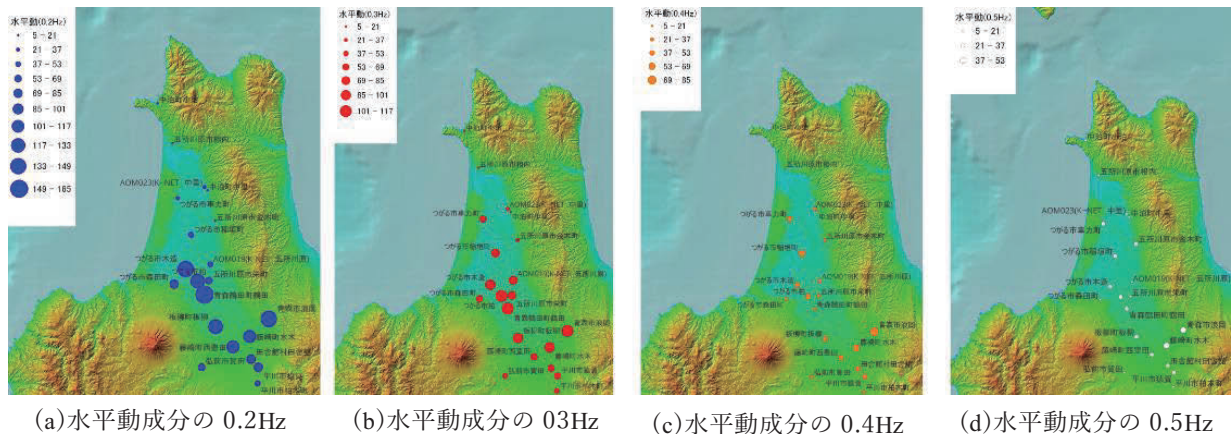


図 2 水平動成分の空間分布

図 2 から平野内でスペクトル振幅が顕著に大きいのは、津軽平野の南部に位置するつがる市木造観測点から青森鶴田町鶴田観測点における 0.2Hz, 0.3Hz であった。津軽平野の北側には十三湖があり、津軽平野はここで海につながる。つまり、標高が低いのは北部であるが、津軽平野の南部で長周期の振幅が大きいことは興味深い。但し、津軽平野の北部には観測点がないことにも注意が必要であろう。

また、隣接した観測点でも振幅が大きくなる地点があることも分かった。例えば、つがる市柏観測点と気象庁観測点の五所川原市栄町観測点、K-NET 五所川原では観測点同士の距離が近いにも関わらず、0.2Hz のスペクトル振幅が異なっている。さらに、青森市浪岡観測点は 0.2Hz の成分のスペクトル振幅の値が周辺の観測点に比べて大きいことがわかる。図示はしていないが、上下動成分でも 0.2Hz, 0.3Hz 程度が卓越していた。

4. 考察

4.1J-SHIS モデルの増幅倍率の空間分布

一般に観測地震記録は震源特性とサイト増幅特性の両者の重積の結果である。しかしながら、

同じ地震に対する各観測点の比較を行なっているため、サイト増幅特性の影響が強いと考えられる。本報告で対象としている振動数であれば、地震基盤までの地下構造の影響も大きいであろう。そこで、地震ハザードステーションにて公開されている深部地盤構造(以下、J-SHIS モデル)²を利用して、観測結果が説明できるのか検討した。

各観測点の緯度経度を用いて、WebAPI を用いて、J-SHIS モデルを求め、地震基盤から鉛直入射する SH 波の増幅倍率を求めた。増幅倍率を 0.2Hz, 0.3Hz, 0.4Hz, 0.5Hz を中心としたバンド幅 0.6Hz の帯域に区切り、その平均値を求め、空間分布を行なった。その結果を図 3 に示す。

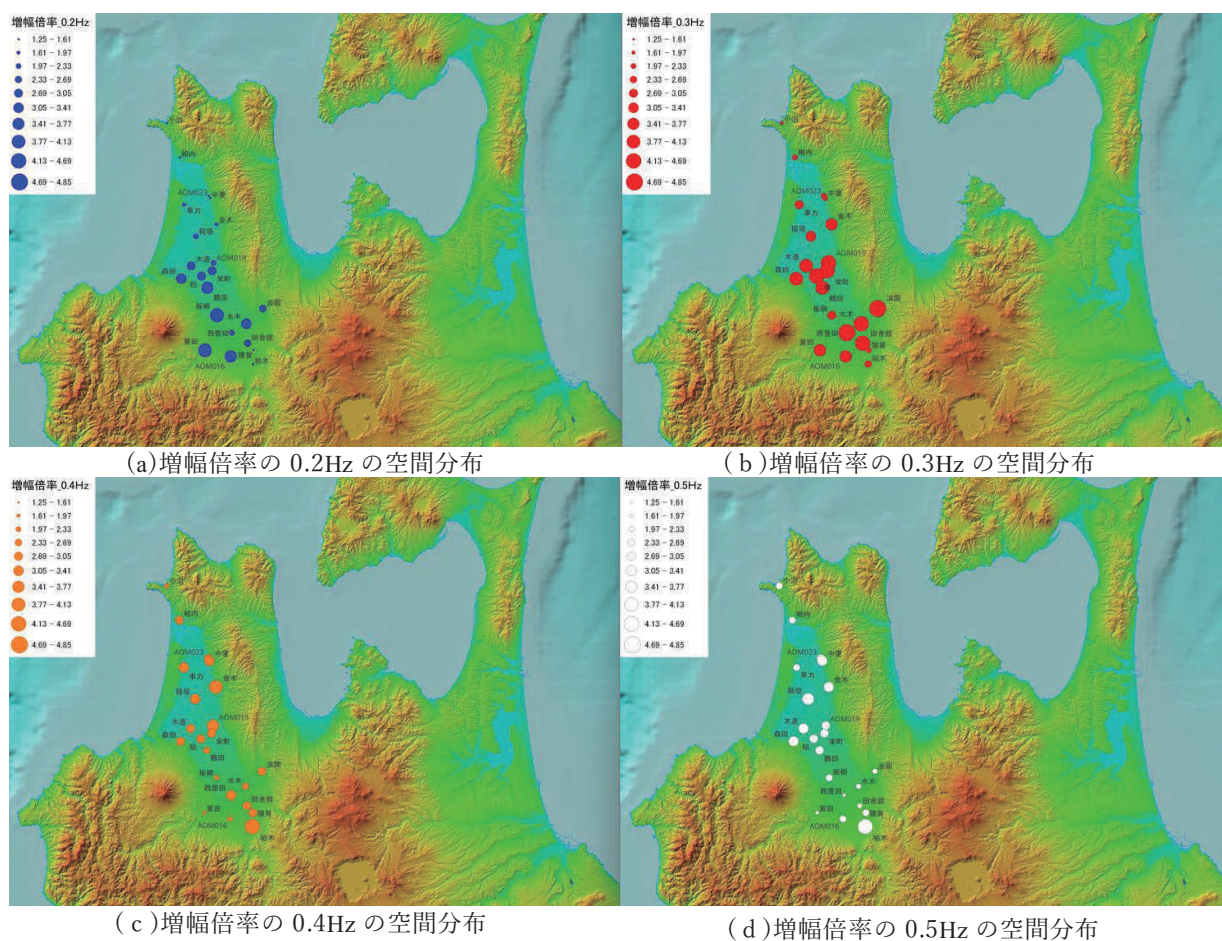


図 3 増幅倍率の空間分布

前述したように観測されたスペクトル振幅が最も大きい、津軽平野の南部に着目すると、木造観測点や柏観測点、鶴田観測点に比べて K-NET 五所川原の増幅倍率の大きさが小さくなっていることがわかる。

4.2 スペクトル振幅と J-SHIS モデルの増幅倍率の比較

2011 年東北地方太平洋沖地震の際に観測されたスペクトル振幅と J-SHIS モデルから想定される増幅倍率の平均値とを振動数幅毎に比較した。

比較に際しては振動数毎にスペクトル振幅、増幅倍率の最大の値のものを 1 とし、他の観測点の値と比を取った。

地震動記録のスペクトル振幅の平均値の比を取ったものを横軸とし、増幅倍率の平均値の比を取ったものを縦軸とした結果を図4に示す。

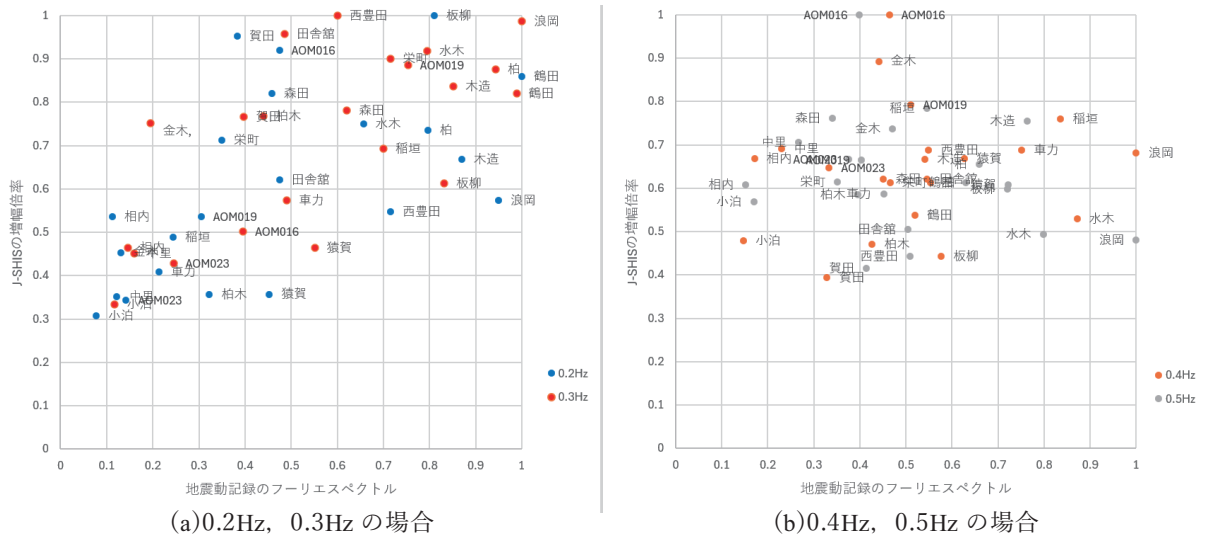


図4 スペクトル振幅と増幅倍率の比較

図4では、振動数毎にマークを変え、(a)では0.2Hz, 0.3Hzを(b)では0.4Hz, 0.5Hzの結果を示している。全体的には右上がりの傾向が見られるので、観測振幅と増幅倍率とは対応しているように見える。しかしながら、例えば0.2Hzでは、弘前市賀田観測点、K-NET弘前、つがる市森田町観測点気象庁観測点の五所川原栄町、青森市浪岡観測点がスペクトル振幅と増幅倍率の平均値との対応が悪い。また、0.3Hzでは、弘前市賀田観測点、K-NET弘前、藤崎町西豊田観測点、田舎館村田舎館観測点、0.4Hzにおいては平川市柏木観測点、K-NET五所川原、五所川原市金木町観測点、0.5Hzにおいては平川市柏木観測点、青森市浪岡観測点の地震動記録のスペクトル振幅とJ-SHISモデルの増幅倍率の平均値との対応が悪い。

5. まとめ

まず、2011年東北地方太平洋沖地震の際に津軽平野において卓越した振動数成分を調べるために、全地点の観測記録が同等に比較できるS波初動から140秒間を対象にフーリエスペクトルを求めた。さらに、スペクトル振幅を0.2Hz, 0.3Hz, 0.4Hz, 0.5Hzを中心としたバンド幅0.6Hzの帯域に区切り、その平均値の空間分布を比較した。その結果、津軽平野において一様に卓越する振動数は確認できず、津軽平野の南部に位置するつがる市木造観測点から青森鶴田町鶴田観測点にかけては水平動成分の0.2Hz, 0.3Hzが卓越していた。本報告では図示していないが、この地点では上下動成分でも0.2Hz, 0.3Hzが卓越していた。

次に観測点においてJ-SHISの深部地盤構造モデルを求め、その構造に対して地震基盤から鉛直入射するSH波の増幅倍率を求めた。その結果を地震動の処理と同様に行ない、空間分布を求めた。観測記録で見られた、観測点同士の距離が近いにも関わらず、スペクトル振幅の大きさが異なる現象は、J-SHISモデルでも確認された。

観測された地震動記録のスペクトル振幅の平均値と増幅倍率の平均値を比較したところ、両

者は概ね対応していた。しかしながら、振動数毎に対応が悪い観測点が存在することも分かった。

謝辞

青森県から震度計の地震動記録の提供を受けた。記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 気象庁：走時表・射出角度・速度構造データファイル，
https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/catalog/appendix/trtime/trt_j.html（2024年1月14日確認）
- 2) 地震ハザードステーション：地震動予測地図データの利用約款，<https://www.jshis.bosai.go.jp/map/JSHIS2/download.html?lang=jp>（2024年1月14日確認）