津軽平野南部の地震時卓越振動数*

弘前大学 片岡俊一

1. はじめに

観測される地震動は、地下構造の影響を受けることから、精緻な地震動予測の為には、適切に 地下構造の影響を組み込む必要がある。地下構造を知るためには物理探査が直接的ではあるが、 地震動そのものの分析も必要不可欠であろう。そこで、我々は震度の差を地震動増幅の一つと捉 え、津軽平野南部における強震観測点の平均 S 波速度と観測される震度との関係を調べてみた。 その結果、距離減衰が無視できるとすると、両者の対応関係が良いことを明らかにしている」。

この地域は、強震動が観測される機会は少ないが、最近の地震記録を見ると、地震の規模が小さいにも拘わらず低振動数成分に卓越が見られるものがある。この卓越は比較的深い地下構造の影響と思われ、前述のような表層の平均 S 波速度で評価できるものではない。そこで、低振動数の卓越振動数について地震動および微動の分析を行ってみた。

2. K-NET 弘前における地震動

2011年東北地方太平洋沖地震以降,秋田県北部から青森県南部で浅い地震がそれ以前に比べると活発に発生している。そこで,表-1に示す地震の際のK-NET 弘前(AOM016)における記録を集めて,周波数特性を検討してみた。表-1にあるように取り上げた5つの地震のマグニチュードは4.2~5.0である。表-1に示した地震の震央位置をK-NET 弘前の位置とともに図-1に示すが,震央距離は38km~71kmである。K-NET 弘前における震度は,地図上で1とした秋田県内陸北部の地震(M:5.0)による3が最大で,それ以外の地震による震度は1又は2である。

衣 1 検討に用いた地長の前九							
	No.	年	月日	時刻	震央地域名	深さ	М
	1	2011	4月1日	19:49:44.10	秋田県内陸北部	12	5.0
	2	2012	10月6日	01:19:01.80	秋田県内陸北部	3	4.9
	3	2016	1月11日	15:26:41.10	青森県三八上北地方	10	4.6
	4	2016	7月16日	22:12:48.70	秋田県内陸北部	8	4.6
	5	2016	11月2日	14:33:25.60	秋田県内陸北部	6	4.2

表 1 検討に用いた地震の諸元

全ての記録を積分し、記録の後半部分約40秒についてフーリエスペクトルを求めた。その結果を図-2に示すが、水平動では殆どの地震で0.3Hz程度の成分が、上下動では0.5Hz付近に卓越が見られる。

3. 周辺の地震動との比較

K-NET 弘前近傍の強震観測点として、著者らは南西に 2.6km 離れた位置にある弘前大学構内および東に 1.6km 離れた位置にある地点に強震計を設置している。残念ながら、これらの観測では

^{*} Predominant frequencies during earthquakes observed in southern part of Tsugaru plain by Shunichi Kataoka

イベントトリガー方式を採用しており、一方で地震の規模が小さいために表-1に示した全ての地震の記録が得られている訳ではない。ここでは、3地点で比較可能なNo.4の地震記録を変位波形にして比較してみる。積分はフリーソフトウェアのViewWaveを用いて、カットオフ振動数は0.1Hzとして周波数領域で行った。

3地点の変位波形のうちより長周期 成分が卓越しているEW成分のもの を時刻をそろえて図-3に示す。弘前 大学構内 (HRD)の波形は,K-NET 弘 前の波形とよく似ている。東側の観

測点(JOTO)の波形でも長周期成分が見られるが、K-NETと比較するとやや振幅が小さいように見える。スペクトルでも確認したが、3地点での卓越振動数はほぼ同じで約0.3Hzである。

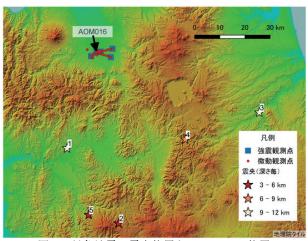


図-1 対象地震の震央位置と AOM016 の位置

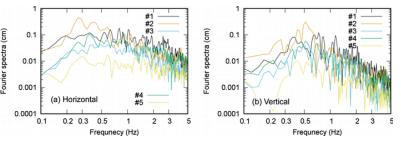


図-2 K-NET 弘前で観測された地震動のフーリエスペクトル

更に範囲を広げ K-NET 弘前から東に 6km ほど離れた「平川市柏木町震度観測点」(以下, LG.HR-K),「平川市猿賀観測点」(以下, LG.HR-S)の地震動記録を K-NET との記録比較してみた.具体的には,2016年1月11日に青森県三八上北地域で起きた地震(表-1のNo.3)の記録を用い,図-2と比較することから速度成分のフーリエスペクトルで比較してみた.結果を図-4に示す。なお,図-2のスペクトルとは異なり,継続時間全長のスペクトルである。図からは、平川市の観測点のスペクトルには K-NET 弘前のように 0.3Hz に卓越が見られない。

4. 微動の卓越振動数

上述のように、K-NET 弘前で卓越している振動

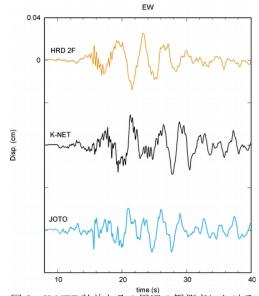
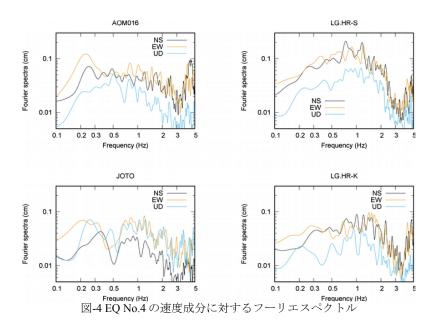


図-3 K-NET 弘前とその周辺の観測点における 観測記録を積分して求めた変位波形。



数成分はその近傍の観測点では同様に卓越が見られるものの,東側に離れると低振動数の卓越は 見られない。そこで、卓越振動数の空間分布を知るために、弘前大学から平川市の観測点に向 かって測線を展開し、約1.5km 毎に常時微動を計測してみた。

用いた微動計は東京測振社製の CV-374AV である。これを最低 30 分間観測点に設置した。図 10 分間のデータ毎に平滑化したパワースペクトルを求めた。更に、水平動と上下動の比(以下、H/V スペクトル)を求めた。参考の為に、K-NET における微動の H/V スペクトル比を図-5 に示す。図には、NS/UD と EW/UD を区別して示したが、両成分ともに 0.2Hz 付近にピークがあり、EW/UD の方が振幅が大きい。地震動に比べてややピーク振動数が低いが、これは解析長さの違いに起因する分解能の違いによる可能性も考えられる。さらに、3 回分の計測でスペクトル比はほぼ同じであり、安定していることも分かる。多くの地点で H/V スペクトルは安定していた。また、本題とは関係ないが、この地点では 1Hz よりも高い振動数領域には明瞭なピークがないことも特徴と言えるであろう。

ここまでは水平2成分は独立に扱ったが、全ての観測点で2成分間に違いが見られなかった。そこで、H/V スペクトルの各成分のピーク振動数の平均値を求め、その大きさと併せて図-6のように空間分布を求めてみた。図から、対象範囲の西部ではピーク振動数は0.2Hz から0.3Hz の範囲にあり、図では丸の大きさでピークの高さも高いという特徴が見られる。この特徴は、本論の最初に説明した K-NET地点と同様な傾向である。しかしながら、東部地域はピーク高さが低く、場合によってはピークが明瞭でない地点もある。これらの特徴は、地震動の特徴と対応している。

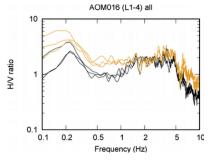


図-5 K-NET 弘前における微動の H/V スペクトル比。黒が(NS/UD), オ レンジが(EW/UD)

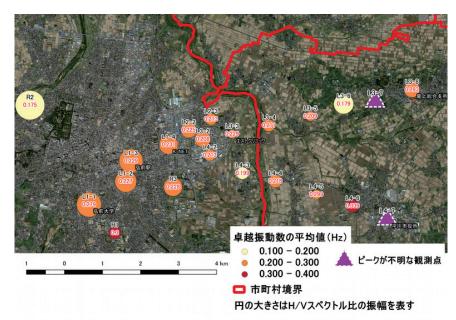


図6 津軽平野南部の微動の卓越振動数(低振動数に着目)

5. まとめ

津軽平野の南側で起きた複数の浅い地震による K-NET 弘前における地震動記録には、水平動では 0.3Hz に上下動では 0.5Hz に卓越が見られた。K-NET で観測された地震動と同様なものは K-NET に近い観測点でも観測された。一方、津軽平野南東部の観測記録ではそのようなものは見られなかった。そこで、地震観測点を含み、その間に測線を展開し、複数点で微動を観測したが上述の特徴は微動でも同様であり、この間で地下構造が変化していることが示唆される。なお、J-SHIS の地下構造では、この間に急激な変化は見られない。

謝辞

本報告は、弘前大学理工学部地球環境学科を卒業した小野寺一駿君(平成28年度)、山内大樹君の卒業研究を整理してまとめたものである。また、波形処理の一部では、鹿島俊英氏が作成した ViewWave²⁾を利用した。記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 片岡俊一: 弘前周辺の強震観測点における震度と平均 S 波速度との関係,日本地震工学会・大会-2017 梗概集,P4-9.pdf.
- 2) 鹿島俊英: ViewWave, http://smo.kenken.go.jp/~kashima/ja/node/2. (2019年1月15日確認)