

岩手県沿岸北部の地震で 震度6弱を観測した青森県内の観測点の振動特性

弘前大学 片岡俊一

はじめに

平成20年7月24日に岩手県沿岸北部で起きた地震（マグニチュード6.8）の際に青森県では表-1に示す4観測点において、震度6弱を観測した。この地点の振動特性にこれまでに分かっていることを整理し、若干の考察を加える。

表-1 岩手県沿岸北部の地震で震度6弱を観測した青森県内の震度観測点

観測点名	設置主体
八戸市内丸	防災科学技術研究所
八戸市南郷区	青森県
五戸町古館	気象庁
階上町道仏	青森県

増幅度

参考文献[1]では、青森県周辺の強震観測点の増幅度を求めている。この増幅度は青森県の東方沖で起きた地震を対象に、KiK-netの地中記録から算出した最大加速度と計測震度を基準としてもとめたものである。今回の地震と対象とする地震は異なるが上記4地点の増幅度を県内の観測点の増幅度と比較すると図-1のようになる。

図-1から今回震度6弱を観測した観測点は、震度の増幅度が1.6～2.0、加速度の増幅度は約10であり、青森県内でも増幅度の大きい観測点であることが分かる。ちなみに、同じ八戸市内の観測点であっても、八戸市湊町では今回の地震の震度は5強であった。この観測点の震度の増幅度は1.3であり、八戸市内丸との震度差はこの増幅度の違いに起因すると考えられる。

微動のH/Vスペクトル比

青森県内の強震観測点のうち、地下構造が不明な点では三角形アレーを用いた微動アレー

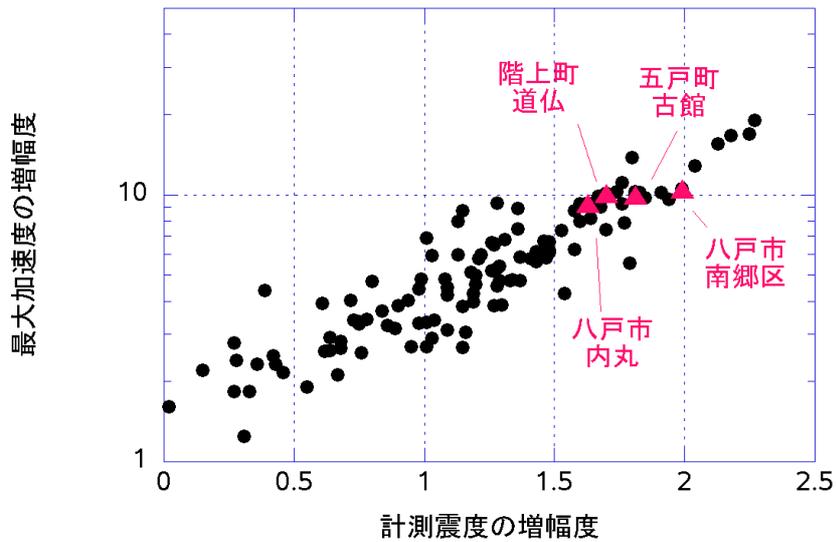


図-1 青森県内の強震観測点の増幅度. 参考文献1)の図6に加筆修正.

観測を実施している (例えば[2],[3]) . その際には, 三角形の重心に水平2成分, 上下成分の微動計を設置している. また, K-NET, KiK-net など地下構造が公表されている地点

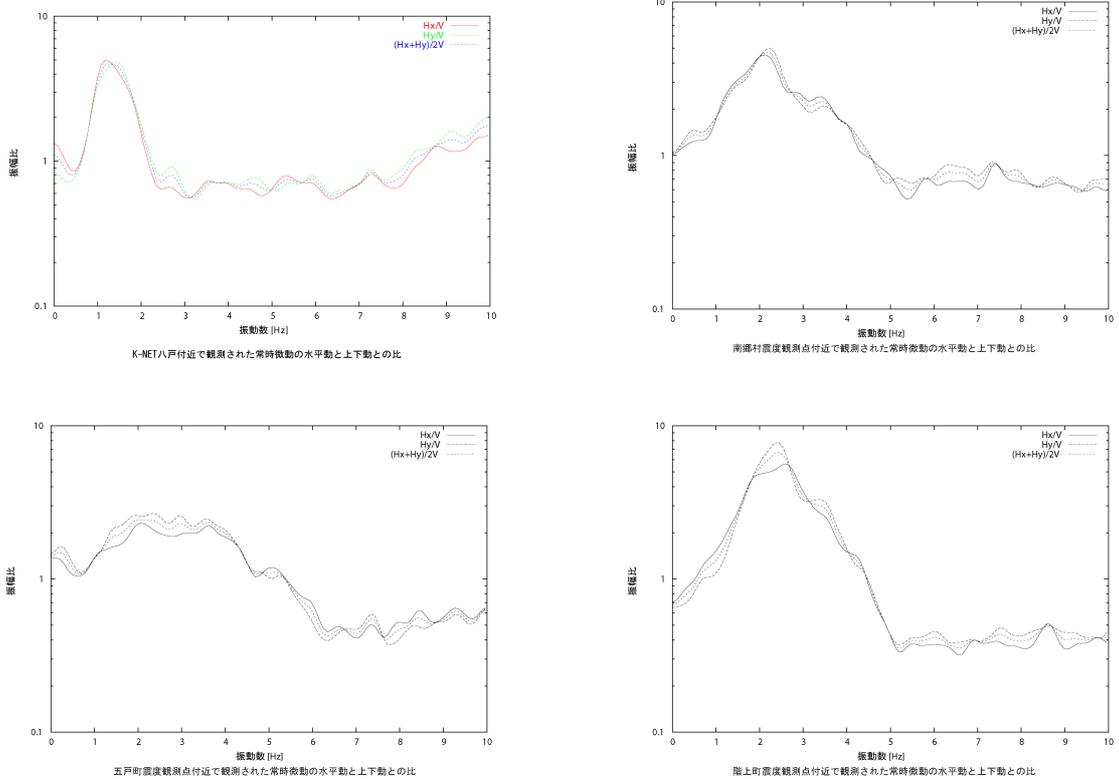


図-2 4 観測点における微動の水平上下スペクトル比. 左上: 八戸市内丸, 右上: 八戸市南郷区, 左下: 五戸町古館, 右下: 階上町道仏

においては、水平2成分、上下1成分の微動計測を行っている[3]。そこで、微動の観測結果から水平動と上下動のスペクトル比（以下、H/V スペクトル比）を算出した[3]。4地点の微動から算出したH/V スペクトル比を図-2に示す（県内の各観測点については、片岡のホームページ http://www.st.hirosaki-u.ac.jp/~kataoka/AOM_obsv/index.html に掲載してある）。

図から4地点ともピークが明瞭であることが分かる。八戸市内丸は1.3Hzのピークが顕著であるが、明瞭な谷は見られない。八戸市南郷区では2.1Hzにピークがあり、その2倍の振動数付近で明瞭ではないが、谷が見られる。五戸町古館は他の3点と異なり、高いピークは見られないが、2Hzから4Hzに渡って高い値が続く。階上町道仏ではピーク振動数は2.4Hzであり、ピーク振幅は極めて大きい。また、ピーク振動数の2倍の振動数付近では、H/V スペクトル比は明瞭ではないが谷となっている。

この以上のH/V スペクトル比から、五戸町古館を除いてインピーダンス比が極めて小さい層境界があるように思われる。

平均S波速度

前述したように青森県内の強震観測点のうち、地下構造が不明な点については微動アレー観測を行っているので、その結果から波長と位相速度との関係を求め、参考文献[4]の経験式を基に、表層の平均S波速度を算出した。

また、八戸市内丸はK-NET観測点であるので、公表されている地下構造から平均S波速度を算出した。この地点ではK-NETの標準どおり表層20mまでの調査が行われているので、表層30mの平均S波速度は深さ20mのS波速度がそのまま続いているとして算出した。

上記のようにして求めた平均S波速度を表-2に示す。表には、参考のため深さ30mまでの平均S波速度との比を斜体で示している。また、平均S波速度を求める際に利用した分散曲線を図-3に示す。表から、この4地点の表層の速度は遅いことが分かる。八戸市内丸を除く3点では大凡140m/s程度であり、八戸市内丸でも180m/sである。平均を取る深

表-2 各観測点の表層の平均S波速度(m/s)。各観測点の下段は、表層30mの平均S波速度の対する比を示す。

	10m	20m	30m
八戸市内丸		177	207
		<i>0.79</i>	<i>0.92</i>
八戸市南郷区		138	184
		<i>0.61</i>	<i>0.81</i>
五戸町古館		137	195
		<i>0.62</i>	<i>0.89</i>
階上町道仏		138	170
		<i>0.63</i>	<i>0.78</i>

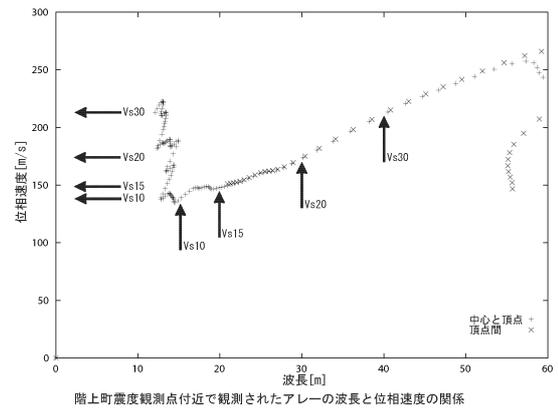
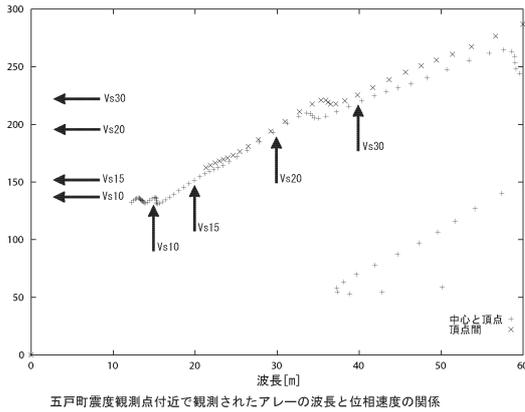
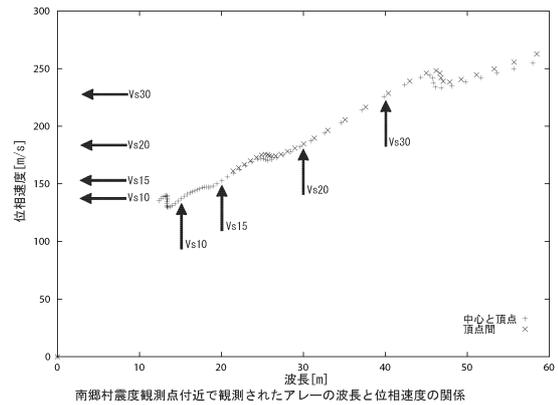


図-3 4 観測地点における微動アレー観測から求めた波長-位相速度関係。ここから表層の平均 S 波速度を算出している。八戸市内丸は K-NET サイトであり、地下構造が公表されているので、アレー観測を行っておらず、波長-位相速度関係は得られない。右上：八戸市南郷区，左下：五戸町古館，右下：階上町道仏。

さを 30m としても平均 S 波速度は大凡 220m/s 程度であり，軟質な地盤と言えよう。

考察

ここでは，地下構造に関する考察と地震動と微動の卓越振動数（周期）との関係を考察してみる。

この 4 地点周辺のボーリング柱状図には，やや深いところで標準貫入試験の N 値が 50 を超える硬質な地層がある。そこで，硬質な地層までの深さと微動の卓越振動数から 4 分の 1 波長則を用いて表層の平均的な S 波速度を求めてみた。その結果を表-3 に示す。硬質地盤の深さと微動の卓越振動数から推定した S 波速度は微動アレー観測から推定した平均 S 波速度とを比較すると，八戸市内丸以外はよく対応している。このことは，N 値が 50 を超える硬質地盤より浅い地盤が，この 3 地点の微動の卓越を規定していることを示唆している。八戸市内丸の卓越は，より深い地下構造も含めた影響と言えよう。

次いで地震動の卓越振動数について検討する。この 4 地点のうち，八戸市内丸は既に記録がインターネット上で公開されている。また，五戸町古館は波形とスペクトルの図が気

表-3 4観測点付近の柱状図からもとめた硬質地盤までの深さと微動の卓越振動数を利用して推定した表層の平均S波速度. 表の左側は表-2と同じもので、微動アレー観測から求めた表層の平均S波速度.

	10m	20m	30m	硬質地盤までの 深さ (m)	微動の卓越振動 数 (Hz)	想定される表層の平 均S波速度 (m/s)
八戸市内丸	177 0.79	207 0.92	225	30	1.3	156
八戸市南郷区	138 0.61	184 0.81	227	25	2.1	210
五戸町古館	137 0.62	195 0.89	220	13	3.2	166
階上町道仏	138 0.63	170 172	218	18	2.4	173

象庁の報道発表資料[5]として公開されている. 図-4は、八戸市内丸の地震動記録から算出した減衰5%の2次元速度応答スペクトルであるが、微動で見られた1.3Hz付近の卓越に対応するように、応答スペクトルでも0.8秒付近に卓越が見られる. 気象庁資料によると、五戸町古館の記録から算出したフーリエスペクトルでは0.3~0.9秒に卓越が見られるが、微動の2Hz~4Hzのピークと対応しているように思える. つまり、観測された記録は地表付近の構造を反映したものになっていると言えよう. この事から推察すると、他の2地点も微動の卓越振動数と同様の振動数で地震動は卓越しているものと考えられる.

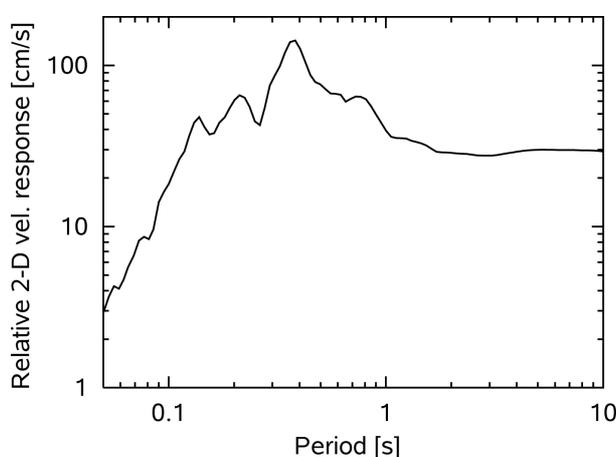


図-4 八戸市内丸 (K-NET, AOM012) で観測された地震動から算出した2次元速度応答スペクトル (減衰定数は5%) .

まとめ

平成20年7月24日に岩手県沿岸北部で起きた地震により、青森県内では震度6弱を4地点で観測した. そこで、これまでの調査結果からこの4地点の振動特性を検討してみた.

その結果を以下に記す。

- 1) この4地点の計測震度，最大加速度の増幅度は県内の観測点のなかでは極めて大きい。
- 2) この4地点の表層地盤は軟質であり，表層10mの平均S波速度は八戸市内丸で180m/s，その以外の3点では140m/s程度である。
- 3) 微動の水平上下スペクトル比を算出すると，4地点とも明瞭なピークが見られる。卓越振動数はそれほど高くなく，1.3Hzから3.2Hzの間であった。
- 4) 八戸市内丸を除く3地点の微動の卓越振動数は，表層13m～25mまでの地下構造の影響が強い。
- 5) これまでに公開された地震動記録と微動とを比較すると，両者の卓越振動数（周期）はほぼ対応している。

参考文献

- [1] 片岡俊一，山本博昭：地震動記録に基づく青森県内の強震観測点のサイト増幅度，日本地震工学会論文集，第7巻，第2号（特集号），110-129，2007。
- [2] 片岡俊一，菅原郁美：青森県津軽地域の震度観測点における表層地盤の平均S波速度の推定，第38回地盤工学研究発表会（秋田），2091-2092，2003。
- [3] 沼田俊輔，片岡俊一：
- [4] 長尾毅，紺野克昭：常時微動アレー観測に基づく表層地盤の平均S波速度推定精度に関する研究，土木学会論文集，No.696/I-58，225-235，2002。
- [5] 気象庁：2008年7月24日00時26分の岩手県沿岸北部の地震について（第3報），報道発表資料，平成20年7月24日16時30分。

以上