

北海道の地震動観測記録によるサイト特性設定の試み (その2 地形区分を考慮したサイト特性の修正)

Study of Site Amplification factors by Earthquake in Hokkaido
Part2: Correction of site amplification factors by microtopography classification

飛鳥建設(株)技術研究所 正員 上明戸 昇 (Noboru Kamiakito)
(独)寒地土木研究所 正員 佐藤 京 (Takashi Satoh)
飛鳥建設(株)技術研究所 正員 池田 隆明 (Takaaki Ikeda)
(独)寒地土木研究所 正員 西 弘明 (Hiroaki Hishi)

1. はじめに

地震動評価・およびリアルタイム地震防災に用いるための基盤から地表までのサイト特性(増幅特性)の設定では国土数値情報を用いた松岡・翠川の方法¹⁾が用いられることが多い。この方法では、国土数値情報により分類された微地形を基準とし、これに主要河川からの距離や標高によって表層30mの平均S波速度を算出し、この平均S波速度から最大速度の増幅度に変換するものである。しかし、用いられた変換式は特に関東地方を対象としたものである。著者らはこの点に着目し、北海道の観測地震動に基づき、北海道のサイト特性設定を試みている²⁾³⁾。さらに微地形区分を考慮したサイト特性を示したが地域区分によっては想定される特性が得られない結果を得た。この点について、場所によっては微地形区分より影響の強い地域特性があるものと仮定して同一の微地形区分の中で複数の範囲を指定したときの回帰係数の変動について検討した結果について報告する。

2. 微地形区分を考慮したサイト特性

表1に国土数値情報⁴⁾を元として設定した微地形区分(13区分)を示す。図1に対応して作成される微地形区分図を示す。図2に北海道観測記録に基づき微地形区分を考慮したサイト特性を示す。比較対象として、既往研究である松岡・翠川の方法で提示された係数によるサイト特性、久保・外の方法⁵⁾によるサイト特性が挙げられる。また、北海道観測記録²⁾⁶⁾⁷⁾のみから設定したサイ

ト特性が対象として挙げられる。これらのサイト特性と筆者らが設定した北海道の観測記録と微地形区分を考慮して設定したサイト特性を比べると、ほとんどは同様の起伏が見られる傾向である事を確かめている。しかし傾向が異なる部分もあり、十勝川周辺と考えられる(北緯42.7度,東経143.5度)付近および(北緯42.8度,東経141.6度)付近の傾向が異なっている。このような傾向が生じる原因として北海道全域の微地形区分に対して回帰係数を設定する操作では、局所的な特徴が見えなくなる問題が考えられる。以上の考えから、特徴的なエリアを選定する事による回帰係数の変化を確認し、結果として得られるサイト特性設定を試みる。

表1 国土数値情報から微地形区分への分類

微地形区分	地形分類		表層地質
	主分類	副分類	時代
①埋立地		6	
②造成地			
③三角州・後背湿地(D≤0.5)	20,21		
④三角州・後背湿地(D>0.5)	20,21		
⑤自然堤防	22		
⑥谷床		7	
⑦砂州	23	8	
⑧扇状地	12,19		
⑨ローム台地	14,31-33		
⑩砂礫台地	10,16,17,237-39		
⑪丘陵	00,09-11		
⑫その他	01-08,15,18,24,25		
⑬先第三紀			1-47-9

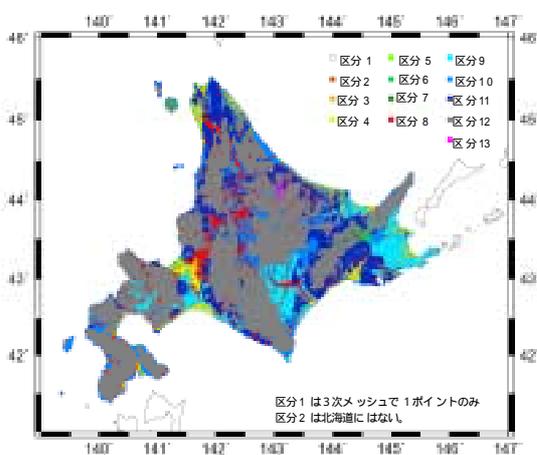


図1 北海道の微地形区分図(13区分)

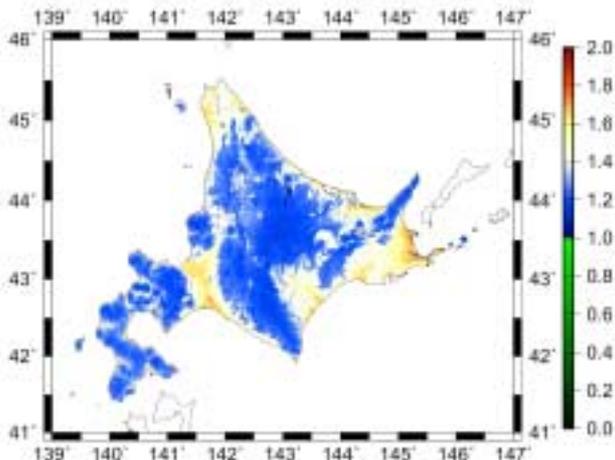


図2 サイト特性(十勝沖地震の観測記録による)

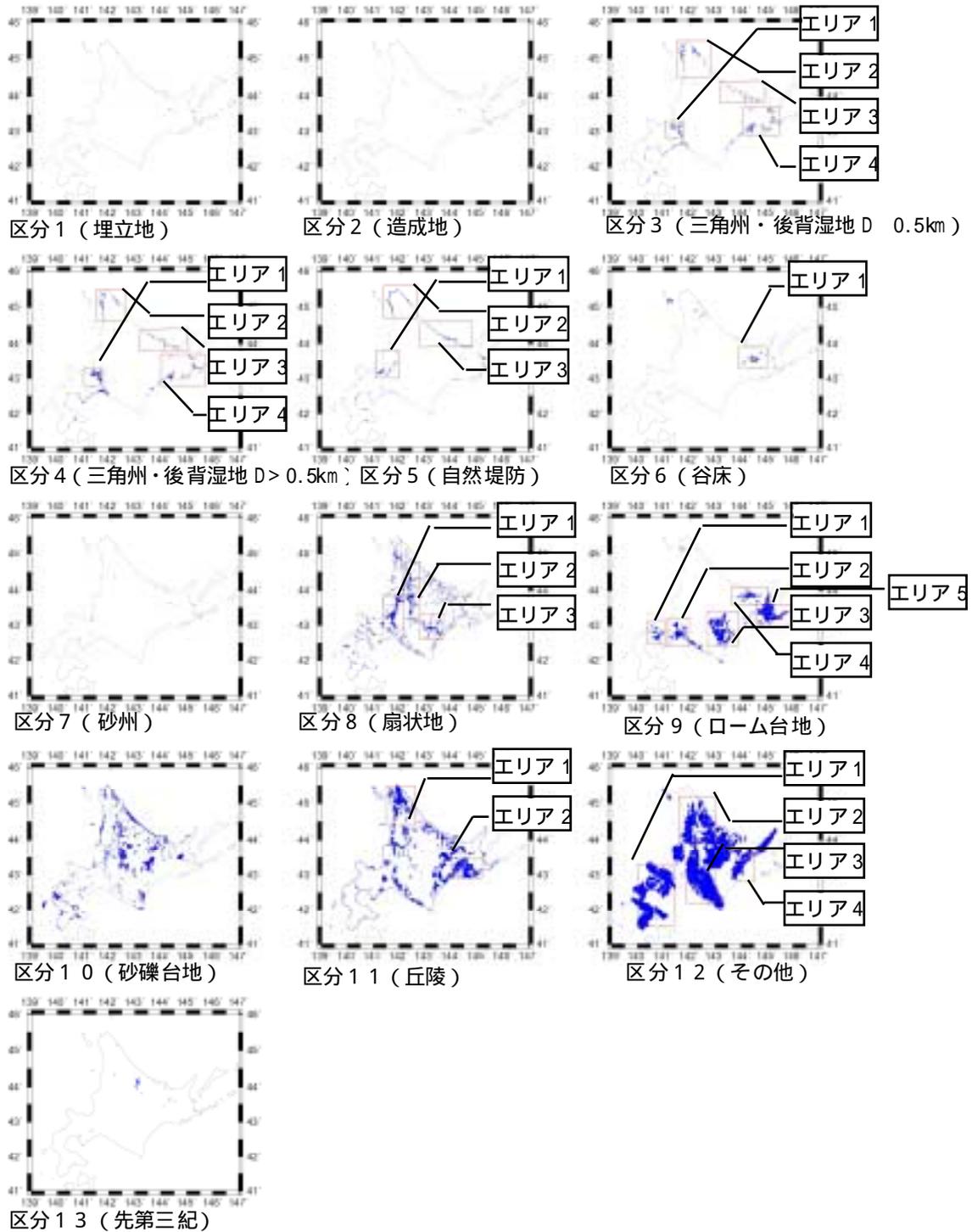


図3 微地形区分に対する検討エリア設定

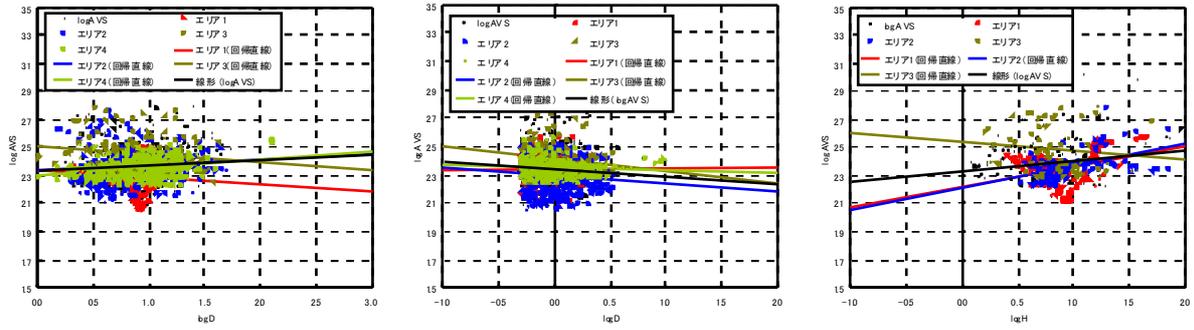
3. エリア選定による回帰係数検討

微地形区分毎に該当地域を示し検討対象とするエリアを選定して図3に示す。区分毎の各エリアで、主要河川からの距離 D や標高 H と平均 S 波速度 AVS との関係および各エリアに対する回帰直線の再計算結果を図4に示す。なお、区分1、区分2、区分7、区分13においては該当地域が小さいため、エリア選定による検討から除外した。

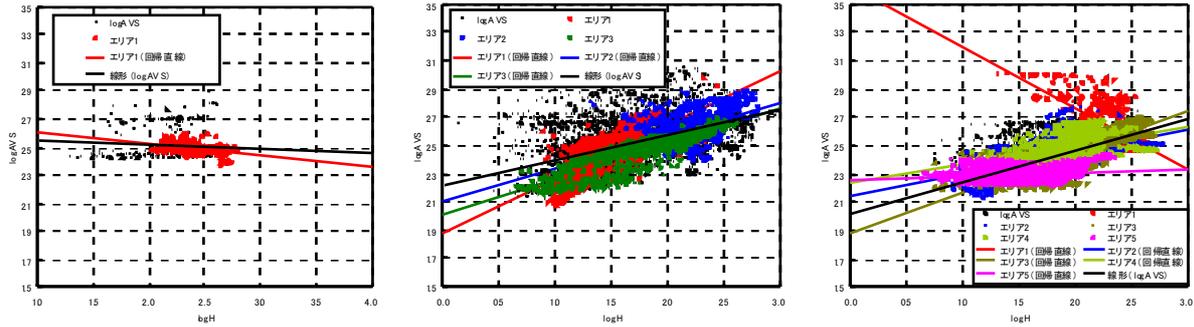
区分3については、分布状況から見て増幅、減少傾向は判然としない。また、エリア選定による変動も見られない。比較的ばらつきの少ない範囲はエリア4である。

区分4については、分布状況を見て明らかな減衰挙動とは捉えがたい。エリア4が最もばらつきが小さい係数設定が見込める。

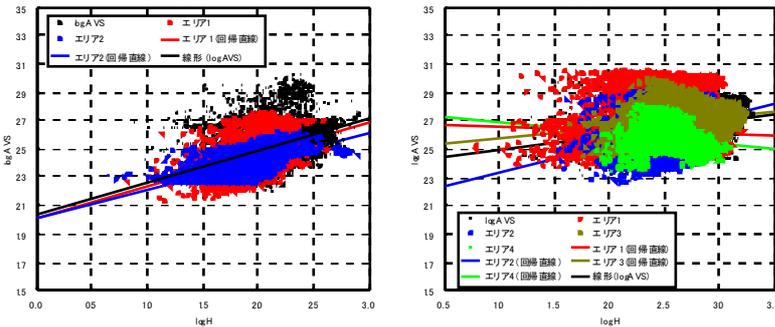
区分5については、エリア3とそれ以外で傾向が異なる。エリア2の分布ではばらつきの小さい係数設定が見



区分 3 (三角州・後背湿地 D < 0.5) 区分 4 (三角州・後背湿地 D>0.5) 区分 5 (自然堤防)



区分 6 (谷床) 区分 8 (扇状地) 区分 9 (ローム台地)



区分 11 (丘陵) 区分 12 (その他)

図 4 微地形区分に対応する回帰係数の設定

込めるが、全体的にばらつきの大きい分布であるため、エリア選定を行う事による特定が難しい。

区分 6 については、エリア 1 は分布範囲から見て特定の範囲にまとまる傾向を示し、標高が高くなると平均 S 波速度が小さくなる傾向となる。そのため、エリア 1 を谷床区分の回帰係数として使用する事で区分として集中した地域に対して対応のよい分布を設定できると思われる。

区分 8 については、エリアを特定しない全域の回帰係数が最も傾きの小さい係数となる。選定したエリアはいずれもまとまった分布を示している。少なくともエリアとして選定していない散布データは傾向をもたないばらつきとして見えるため、これを除外した係数設定を行う事で線形な傾向を持つエリアに対して有効な設定とできるものと思われる。ここでは、2003 年十勝沖地震の観測記録によるサイト特性と見比べて増幅度の高い数値

を示すエリア 3 を全体に反映させる方針とする。

区分 9 については、エリア 1 は明らかに分布傾向が異なり、ばらつきも大きい。エリア 2 からエリア 5 においてはそれぞれ係数設定の傾向を持つ分布を示す形状を示している。ただし、結果的に全体範囲で設定した係数がエリア 2 からエリア 5 に設定される係数のほぼ平均に位置する係数となっているため、エリアを特定する必要はないものと思われる。

区分 11 については、エリアの選定により大きな変化はないため、エリアを特定する必要はないものと思われる。

区分 12 については、エリアの選定により回帰係数の傾きは変動するが、回帰係数設定の分布はばらつきが大きく、エリア選定により大きなまとまりに分かれる挙動は見られない。また、区分としてはその他の分類であるため、明らかに特徴的な傾向が見られない以上全体の平

均的な値とする事で問題ないものと考えられる。

以上の結果から、各区分に対する評価を表2にまとめる。検討結果を反映させて修正した経験的關係式の係数一覧を表3、サイト特性を図5に示す。サイト特性は以下の条件によるものとした。

- ・平均S波速度の算定は表層から30mとする。
- ・微地形区分に対応して主要河川からの距離、標高を入力パラメータとして平均S波速度(表層から30mまで)を求め、平均S波速度から増幅度への経験的關係を用いて増幅度を算出した。

回帰係数の設定状況を確認してエリア選定によりサイト特性を設定する事により扇状地の区分であるエリアの増幅度が増加し、既往の研究から見られる明瞭な起伏を示す特性に修正された。

4. まとめ

微地形区分を考慮したサイト特性設定において想定される傾向とならない箇所が生じた点について補正方法の検討を行った。本報では地域特性があるものと仮定して同一の微地形区分の中で複数の範囲を指定したときの回帰係数が傾向を持って変化するか確かめたところ、対象範囲を限定する事で観測記録による地盤増幅度に近い値が得られる事を確かめた。

【謝辞】

本検討においては防災科学技術研究所の地震観測網であるKiK-net, K-NETの観測記録および地盤情報を利用させていただきました。

【参考文献】

- 1)松岡昌志, 翠川三郎: 国土数値情報とサイスミックマイクロゾーニング, 第22回地盤振動シンポジウム資料集, 23-34, 1994
- 2)佐藤 京, 池田憲二, 山本明夫, 篠原秀明, 佐々木克憲: 地震情報伝達システム(WISE)を用いた地盤の地震動増幅度の検討, 第11回日本地震工学シンポジウム,

643-646, 2002.

3)上明戸昇, 三輪滋, 佐藤京, 池田隆明, 金子孝吉, 岡田慎哉: 北海道の地震動観測値によるサイト特性設定の試み, 土木学会北海道支部 平成17年度年次技術研究発表会, 2006.2

4)国土数値情報, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>

5)久保智弘, 久田嘉章, 柴山明寛, 大井昌弘, 石田瑞穂, 藤原広行, 中山圭子: 全国地形分類図による表層地盤特性のデータベース化, および, 面的な早期地震動推定への適用, 地震2, 56巻, 21-37, 2003

6) <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>

7) <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>

表2 散布図確認によるコメント

微地形区分	散布図確認によるコメント
1	点数が少ないため, 考慮外
2	北海道には分類がないため, 考慮外
3	エリア選定の必要ない(選定するほどまとまるエリアがない)
4	エリア選定の必要ない(選定するほどまとまるエリアがない)
5	エリア選定の必要ない(選定するほどまとまるエリアがない)
6	エリア1を選定する事で改善される可能性あり
7	選定するほどまとまるエリアがない.
8	エリア3を選定する事で改善される可能性あり
9	エリア選定の必要ない(結果的におよその傾向に近い係数が設定されている.)
10	特徴的な選定エリアがない.
11	エリア選定の必要ない(選定による大きな変化はない)
12	エリア選定の必要ない(選定するほどまとまるエリアがない)
13	比較するような複数の選定エリアがない.

表3 微地形区分に対する係数一覧

微地形区分	係数 a	係数 b	係数c	標準偏差σ
①埋立地	2.60			
②造成地	(2.26)			
③三角州・後背湿地(D≤0.5)	2.36			0.12
④三角州・後背湿地(D>0.5)	2.34			0.12
⑤自然堤防	2.34	0.07		0.21
⑥谷床	2.60→2.68	-0.04→-0.08		0.09→0.04
⑦砂州	2.23	0.14		0.02
⑧扇状地	2.21→2.07	0.18→0.25		0.14→0.06
⑨ローム台地	2.04	0.21		0.10
⑩砂礫台地	2.35	0.12		0.13
⑪丘陵	2.50			0.14
⑫その他	2.35	0.10		0.12
⑬先第三紀	2.84			0.13

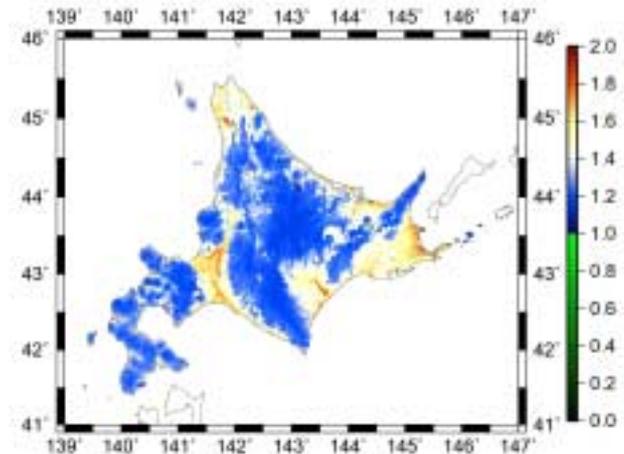


図5 サイト特性(十勝沖地震の観測記録による, 区分8(扇状地)を十勝川付近に限定して設定, 区分6を根室半島付近に限定して設定)