

岩手県の震度観測点における地震動増幅特性*

岩手大学工学部 ○八幡邦哉，山本英和，佐野剛

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震以降，強震観測網(K-NET)や基盤強震観測網(KiK-net)などの整備により強震記録，震度情報などが手軽に利用可能となっている。また，各市町村にも震度計の設置が進み岩手県内ではK-NETとKiK-netを含めた数よりも上回っている。このことから，これら全ての観測点の震度データを利用することは，より正確な地盤増幅特性の推定のために必要であると思われる。本論文では今後岩手県に被害をもたらすと予想されている宮城県沖地震に焦点を絞り，岩手県内の地盤の揺れやすさを定量的に把握するため2003年(5月26日)と2005年(8月16日)に発生した宮城県沖地震の震度を対象とし，岩手県のK-NET，KiK-net，市町村の震度観測点において，地盤の震度増幅特性を推定する。今回研究に用いた地震の観測点震度分布を示したのが図1である。最初に，司・翠川(1999)の距離減衰式を用いてそれぞれの地震ごとに距離減衰式を求め，この式から各観測点における震度増幅を求めた。しかし，岩手県の震度データには司・翠川(1999)の距離減衰式を下回る観測点が多数存在することが判明したため，次にKiK-netの地中観測点の震度を用い各地震ごとに距離減衰式を作成し，その式から各観測点における震度増幅を求めた。また，KiK-net距離減衰式より求められた震度増幅を既存の微地形区分より求められた表層地盤増幅率と比較検討した。

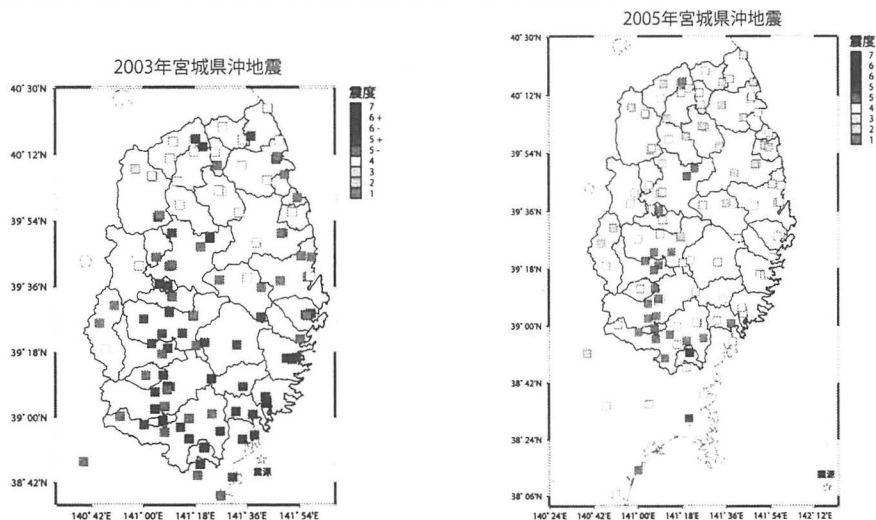


図1 観測点震度分布，左図は2003年宮城県沖地震，右図は2005年宮城県沖地震

*Site amplification characteristics at the strong motion observation sites in Iwate Prefecture

by Kuniya YAHATA, Hidekazu YAMAMOTO and Tsuyoshi SANŌ

2. 司・翠川の距離減衰式に基づく解析

2003年と2005年に発生した宮城県沖地震の震度において各地震ごとに、司・翠川(1999)の距離減衰式(1)より工学的基盤(S波速度600m/s相当)での最大速度を求め、これを翠川ほか(1999)の最大速度と計測震度との関係式(2)を用い地表面における計測震度に変換することで、震度と震源距離の関係を示す距離減衰式を作成した。以降これを司・翠川距離減衰式と呼ぶことにする。

$$\log PGV_{b600} = 0.58M_w + 0.0038D + d - 1.29 - \log(X + 0.0028 \times 10^{0.50M_w}) - 0.002X \quad (1)$$

PGV_{b600} : S波速度600m/s相当の硬質地盤上の最大速度(cm/s)

M_w : 計測マグニチュード

d : 震源のタイプ別係数

D : 震源深さ(km)

地殻内地震 $d = 0$

X : 断層最短距離(km)

プレート間地震 $d = -0.02$

本研究では震源距離(km)とした

プレート内地震 $d = 0.12$

$$I_{INSTR} = 2.68 + 1.72 \log PGV_s \quad (2)$$

I_{INSTR} : 計測震度, PGV_s : 地表面における最大速度(cm/s)

それぞれの地震ごとに作成した司・翠川距離減衰曲線と各観測点震度の関係を図2に示す。横軸が震源距離、縦軸が計測震度を示しており、曲線で表されるのが作成した司・翠川距離減衰曲線、点で表されるのが各観測点での計測震度である。

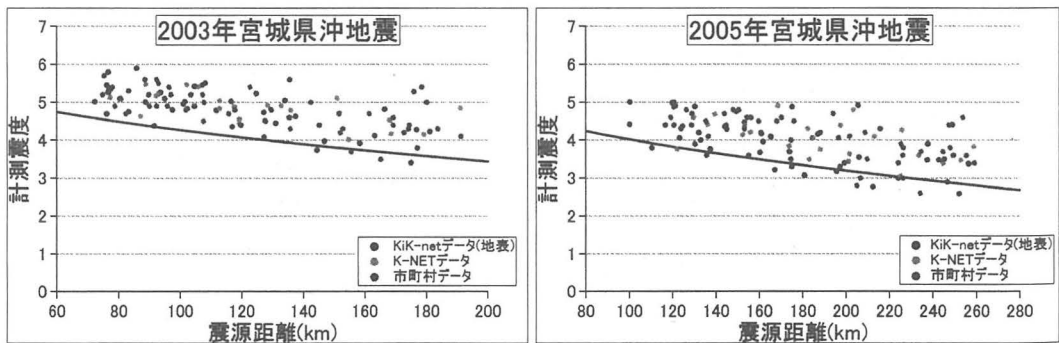


図2 計測震度と司・翠川距離減衰曲線、左図は2003年宮城県沖地震における計測震度と司・翠川距離減衰曲線、右図は2005年宮城県沖地震における計測震度と司・翠川距離減衰曲線

また、この距離減衰曲式から各観測地点の震度増幅を表したものが図3である。円が大きくなるほど震度増幅が大きいことを示している。図3より二戸市と洋野町、旧玉山村地区、北上川沿いの内陸南部にかけて共に増幅が大きくなっていることが判明した。

ここで岩手県における司・翠川距離減衰式の妥当性の検討を行う。先に示した図2より距離

減衰曲線を下回る観測点が存在することが判明した。これは司・翠川(1999)の距離減衰式が S 波速度 600m/s 相当であるのに対し、岩手県内のこれらの震度観測点では地表下数 m 程度で V_s 1000m/s 以上の岩盤が存在しているためであると思われる。そこで、基盤深度に対応した距離減衰式を作成するため、KiK-net の地中震度を用いて距離減衰式を作成することにした。

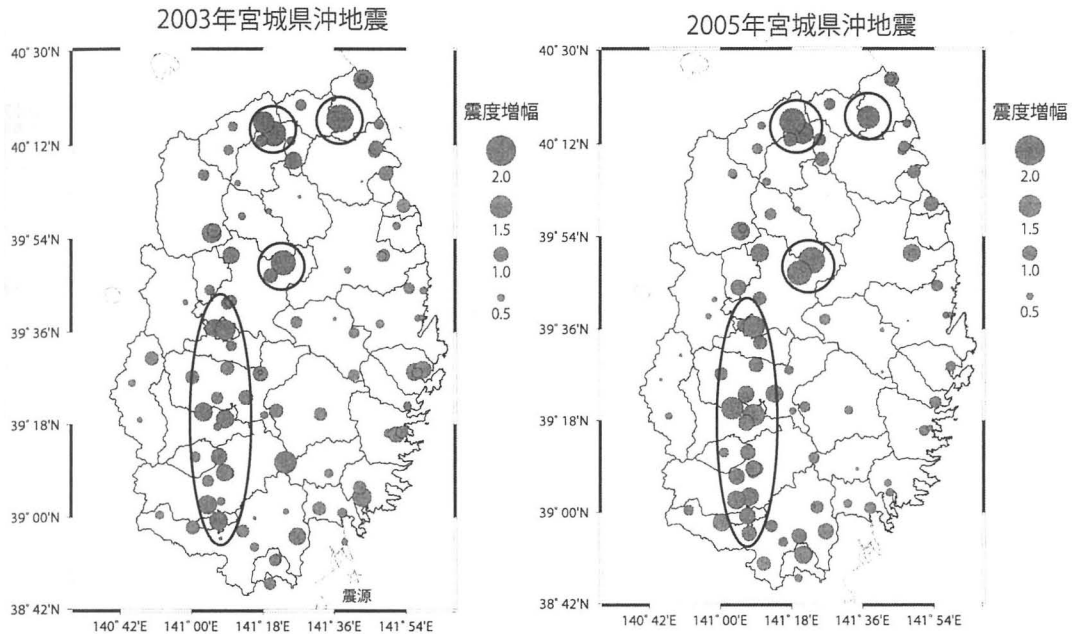


図3 司・翠川距離減衰式からの震度増幅分布、左図は2003年宮城県沖地震における震度増幅分布、右図は2005年宮城県沖地震における震度増幅分布

3. KiK-net の地中震度を利用した距離減衰式に基づく解析

片岡・山本(2007)にならい2003年と2005年の宮城県沖地震において、それぞれの地震ごとに岩手県と宮城県のKiK-netの地中震度データを(3)式を用いて近似し距離減衰式を求めた。

$$y = a \times \log X + b \quad (3)$$

y : 計測震度, X : 震源距離(km), a, b : 回帰係数

また、近似をする際、KiK-netの地中震度計の設置 V_s が 1000m/s 以下の観測点(二戸西, 矢巾, 花巻南, 金ヶ崎, 一関東, ほか5点)と仙台, 鳴子のデータは除いて距離減衰式を作成している。以降これをKiK-net距離減衰式と呼ぶことにする。

KiK-net距離減衰曲線と各観測点震度との関係を図4に示す。横軸が震源距離, 縦軸が計測震度を示しており、曲線で表されるのが作成したKiK-net距離減衰曲線, 点で表されるのが各観測点の計測震度である。作成したKiK-net距離減衰式は2003年と2005年のどちらの地震

においても高い相関を示している。

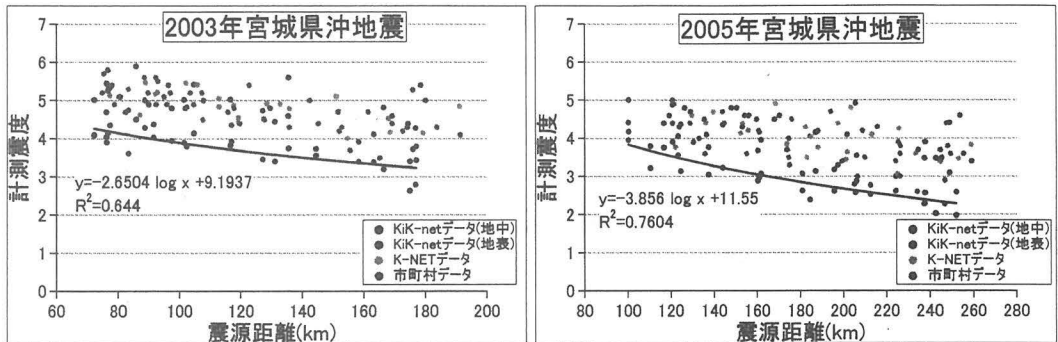


図 4 計測震度と KiK-net 距離減衰曲線，左図は 2003 年宮城県沖地震の計測震度における KiK-net 距離減衰曲線，右図は 2005 年宮城県沖地震における計測震度と KiK-net 距離減衰曲線

この距離減衰式からの各観測地点の震度増幅を表したものが図 5 である。図 5 より両者を比較すると二戸市や洋野町，旧玉山村地区，北上川沿いの内陸南部にかけて司・翠川距離減衰式の震度増幅と同じように大きくなるのが判明した。

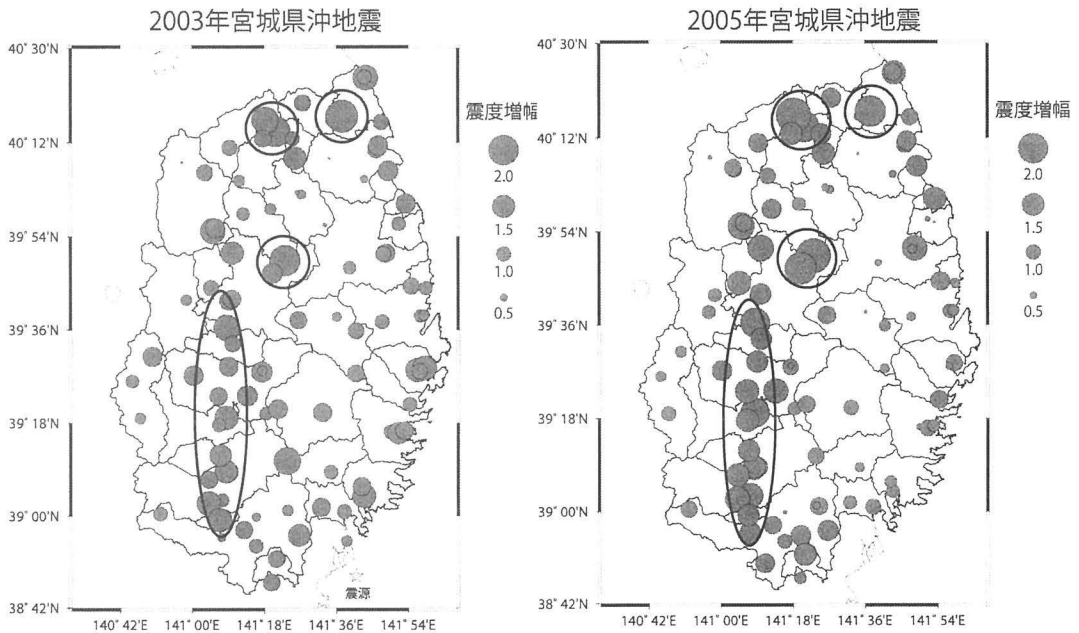


図 5 KiK-net 距離減衰式からの震度増幅分布，左図は 2003 年宮城県沖地震における震度増幅分布，右図は 2005 年宮城県沖地震における震度増幅分布

司・翠川距離減衰式により求められた震度増幅と KiK-net 距離減衰式より求められた震度増

幅を比較したものを図6に示す。縦軸がKiK-net距離減衰式、横軸が司・翠川距離減衰式より求められた震度増幅を表している。図6より2003年と2005年のどちらの地震においてもKiK-net距離減衰式の各観測点の震度増幅は、司・翠川距離減衰式と比べ全体的に大きくなるが空間分布は変化しないということが判明した。

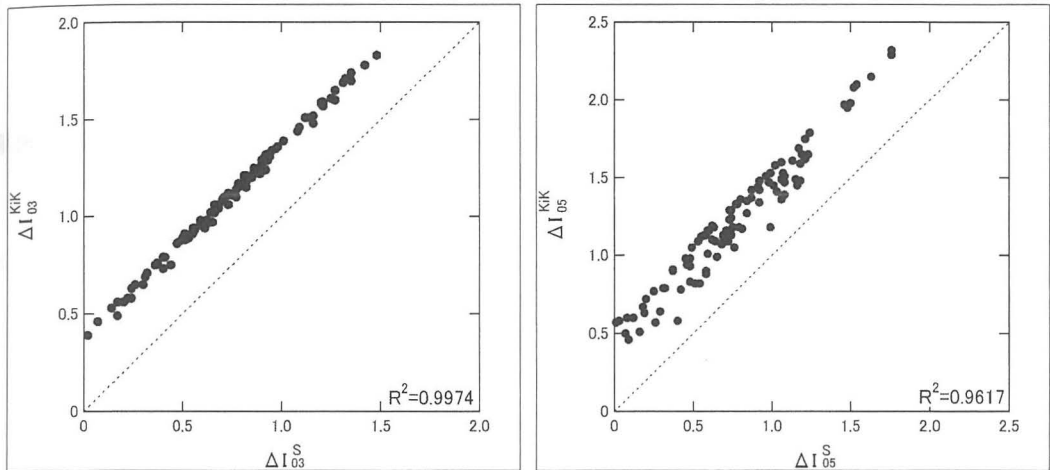


図6 司・翠川距離減衰式とKiK-net距離減衰式より求められた各観測点の震度増幅の比較、左図は2003年宮城県沖地震の震度増幅の比較、右図は2005年宮城県沖地震の震度増幅の比較

4. 微地形区分による表層地盤増幅率との比較

地震調査研究推進本部が発表している微地形区分から求められた表層地盤増幅率に2005年宮城県沖地震におけるKiK-net距離減衰式からの震度増幅を重ね合わせたものを図7に示す。表層地盤増幅率とKiK-net距離減衰式からの震度増幅と比較すると北上川沿いの内陸南部一帯にかけてはどちらも増幅が大きくなっておりほぼ一致しているといえる。しかし、二戸市や洋野町、旧玉山村地区では表層地盤増幅率は増幅が小さいことを示しているのに対し、KiK-net距離減衰式からの震度増幅では増幅が非常に大きく、一致しないことが分かった。また、その他の観測点においても一致しない箇所が多数見られる。このことから、岩手県においては震度増幅特性を微地形区分のみから判断するのは困難な箇所があることが判明した。

工学的基礎(S波速度400m/s)からの表層地盤増幅率

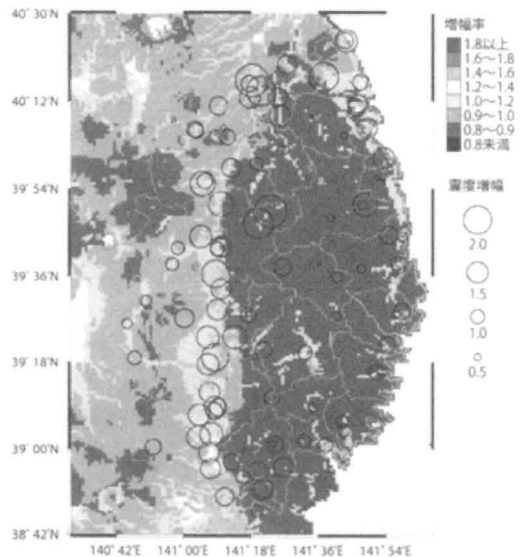


図7 微地形区分による表層地盤増幅率とKiK-net距離減衰式からの震度増幅の比較(2005年宮城県沖地震)

5. まとめ

微地形区分より求められた表層地盤増幅率と KiK-net 距離減衰式より求められた震度増幅とでは増幅が異なる観測点が多数あり、岩手県においては震度増幅特性を微地形区分のみから判断するのは困難な箇所があることが判明した。

今後は震度増幅特性の表層地盤の影響を調査するため簡易微動アレー探査等により表層の平均 S 波速度との関連性を検討する必要がある。

謝辞

本研究では防災科学技術研究所の強震ネットワーク (K-NET) ならびに基盤強震観測網 (KiK-net) のデータを利用させていただいた。記してここに謝意を表す。

参考文献

- (1) 気象庁ホームページ：地震・火山月報（防災編）
<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/gaikyo/index.html>
- (2) 防災科学技術研究所：強震ネットワーク (K-NET) ホームページ
<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>
- (3) 防災科学技術研究所：基盤強震観測網 (KiK-net) ホームページ
<http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>
- (4) 司宏俊・翠川三郎 (1999)：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大化速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文報告集，第 523 号，pp. 63-70
- (5) 翠川三郎・藤本一雄・村松郁栄 (1999)：計測震度と旧気象庁震度及び地震動の強さの指標との関係，地域安全学会論文集，Vol. 1，pp. 51-56
- (6) 片岡俊一・山本博昭 (2007)：地震動記録に基づく青森県内の強震観測点サイト増幅度，日本地震工学会論文集，第 7 巻，第 2 号（特集号），pp. 110-129
- (7) 地震調査研究推進本部：地震ハザードステーション，表層地盤増幅率
<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>