

小笠原諸島付近で発生する深発地震による地震動の減衰特性

久保久彦・鈴木亘・功刀卓・青井真（防災科学技術研究所）

1. はじめに

小笠原諸島周辺では 300 km 以上の深さを持つ深発地震がこれまでたびたび発生し、それによる強震動が東日本の広い範囲で観測されてきた。その中でも 2015 年 3 月 30 日 20 時 23 分に発生した 2015 年小笠原諸島西方沖地震 (Mw 7.9) は最大規模の地震であり、震源直上の小笠原諸島で震度 5 強が観測されたほか、関東から東北にかけて最大震度 5 強の強い揺れが観測され、47 都道府県全てで震度 1 以上の揺れが記録された。その震度分布は東日本と西日本で異なり、震源から等距離でも東日本の方がより大きな震度が観測されている。本研究では、小笠原諸島付近で発生する深発地震による強震動の特徴を周期毎に把握し、その結果を踏まえ距離減衰式の推定を行うことにより、それらの地震による地震動の減衰特性を調べた。

2. 地震動の特徴

防災科学技術研究所 F-net による地震動記録から算出した減衰定数 5% の加速度応答スペクトル (S_a 、周期 0.1 秒から 10 秒まで) を用いて 2015 年小笠原諸島西方沖地震による強震動の特徴を調べる。図 1 に同地震における P 波部分と S 波部分における周期 1 秒および 4 秒での S_a の距離減衰を示す。S 波部分の周期 1 秒の S_a においては同じ震源距離でも東日本で観測された S_a の方が西日本で観測された S_a よりも大きい場合がほとんどであることが分かる。他方で、周期 4 秒においては西日本と東日本の間で差は見られない。P 波部分の S_a の距離減衰は S 波のそれに比べてより緩やかであり、1500 km 以上の震源距離において P 波部分の値が S 波部分の値よりも大きい地点が見られる。また、P 波部分の S_a に関して東日本と西日本の間に差は見られない。これらの特徴は小笠原諸島付近で発生した他の深発地震による地震動でも見られた。

3. 距離減衰式の推定

対象とした強震動指標は PGA、PGV、気象庁震度、減衰定数 5% の S_a (周期 0.1 秒から 10 秒まで) である。小笠原諸島付近で発生した 12 個の深発地震の F-net 地震動記録から P 波と S 波の部分毎に上記の強震動指標を算出し、それらを基に P 波と S 波の距離減衰式を別々に推定した。Mw・震源距離 X の関数である実体波の距離減衰式を仮定し、距離減衰以外の減衰を表す係数には西日本と東日本の記録でそれぞれ異なる係数 (b_1 と b_2) を用いた：

$$\log \text{pre} = aM_w + (R_1b_1 + R_2b_2)X - \log X + c$$

pre には PGA、PGV、Sa が入り、気象庁震度の場合 log pre は pre/2 となる。R1 は西日本と東日本の観測点でそれぞれ 1 と 0 であり、R2 はその逆である。回帰係数 a, b1, b2, c は片岡・他 (2008) の二段階回帰分析によって求めた。

図 2 に得られた b1 と b2 を示す。4 秒以上の長周期帯における Sa の S 波距離減衰式では b1 と b2 の間に大きな差は見られない。他方で、短周期帯では b1 と b2 は大きく異なり、周期 1 秒よりも短い周期帯では b2 の絶対値は b1 のそれに比べて半分以下である。このことは小笠原諸島の深部から東日本に至る経路では西日本に至る経路に比べて S 波の内部減衰およびまたは散乱減衰が短周期帯 (特に周期 1 秒以下) で弱いことを意味し、この違いは波線経路上における高速かつ高 Q である太平洋プレートの有無によって生じていると考えられる。解析周期帯による b1 と b2 の違いは P 波の距離減衰式でも見られるが、S 波の場合に比べてより短い周期帯で b1 と b2 の差が生じている。また、推定された距離減衰式は解析に用いた F-net 記録をよく説明できている。

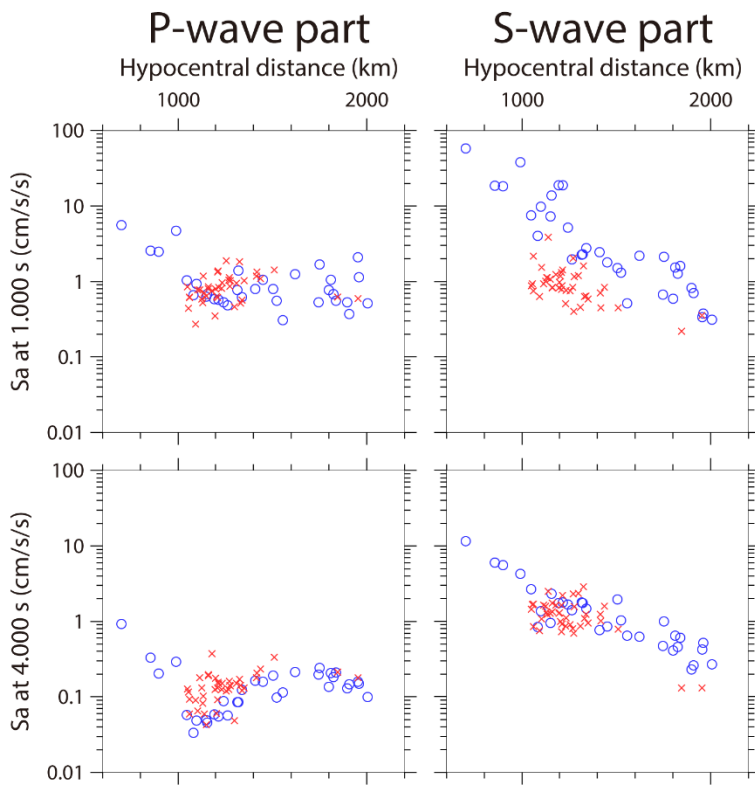


図 1 2015 年小笠原諸島西方沖深発地震による減衰定数 5% の加速度応答スペクトルの距離減衰。左列が P 波部分の記録を、右列が S 波部分の記録を示し、上段が周期 1 秒の記録を、下段が周期 4 秒の記録を示す。各図の × は西日本の記録を、○ は東日本の記録を示す。

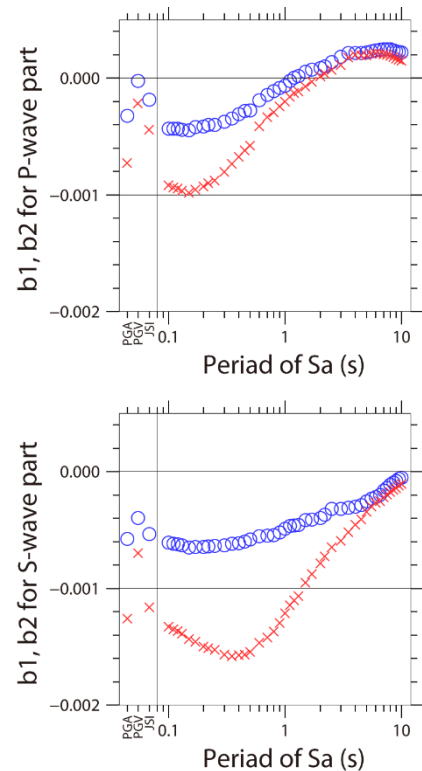


図 2 P 波 (上段) 及び S 波 (下段) の距離減衰式において推定された b1 (×、西日本) と b2 (○、東日本)。