

地震観測記録を用いた地震動伝播特性の分析

長岡技術科学大学 樋口響
長岡技術科学大学 池田隆明
長岡技術科学大学 志賀正崇

1. はじめに

構造物の耐震設計において、実際の発生機構を考慮した入力地震動を設定することは重要である。特に被害を生む大地震が発生したものの、当該地点で地震計が設置されていない場合、入力地震動を適切に計算することは、被害メカニズムの解明や以後の被害予測の基礎となる。

一般的に地表面で観測される地震動は、震源特性、伝播経路特性、サイト特性の3特性が影響する(図-1)。震源特性は、破壊した断層周辺で生成される震動に着目するものであり、破壊した断層周辺で生成される震動に着目するものである。また伝播経路特性とは、震源から観測点までの経路における震動の伝播過程に着目するものである。サイト特性は、観測点の直下の表層地盤構造によって生じる震動の増幅に着目するものである。

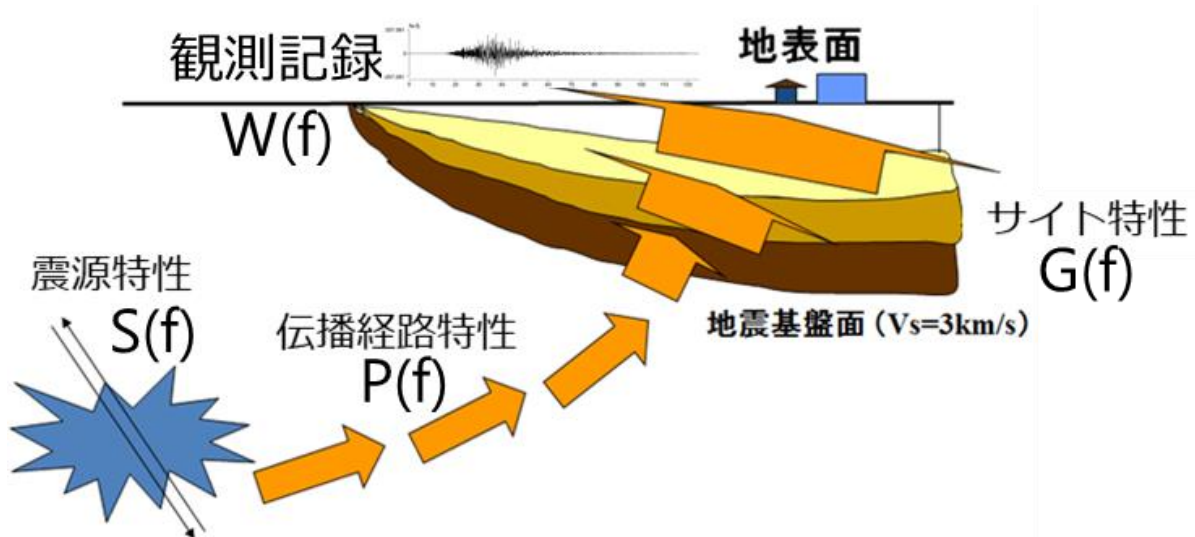


図-1 地表面観測地震動に影響する3特性

地震波が伝播する媒質を線形弾性体と仮定すると、観測地震波の周波数領域 $W(f)$ は、震源特性 $S(f)$ 、伝播経路特性 $P(f)$ 、サイト特性 $G(f)$ の積として表現できる。

$$W(f) = S(f)P(f)G(f) \quad (1)$$

本研究では、新潟県上中越地域・富山県新川地域に着目し、この地域の地表面観測地震動に対して伝播経路特性が与える影響を評価することを目的とする。

2. 伝播経路特性の検討手法

伝播経路特性を式(1)から抽出するために以下のような条件を想定する.

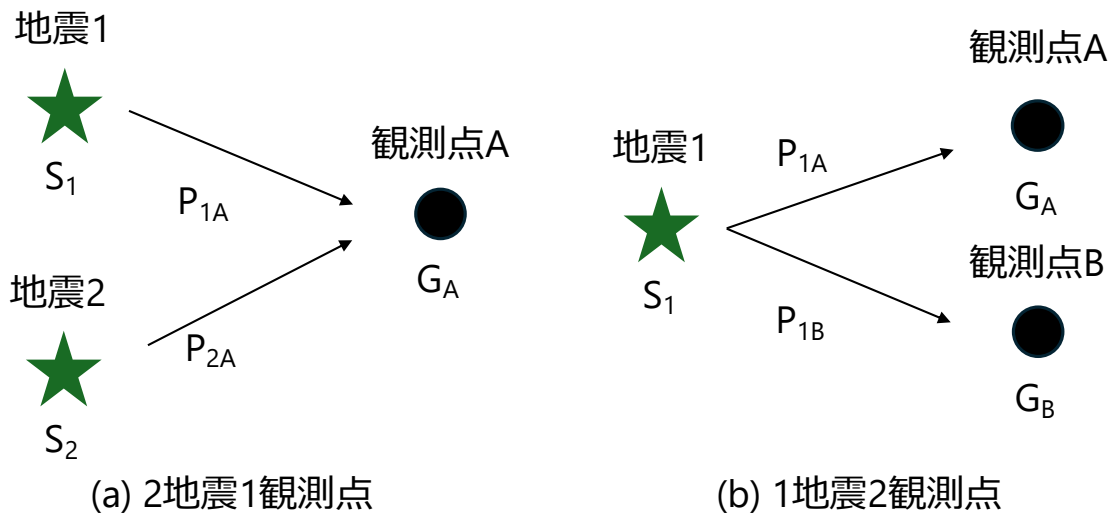


図-2 伝播経路特性検討時の地震と観測点の概念図

図-2 (a)では震源特性がほぼ同一と考えられる地震 1,2 による観測点 A での 2 つの観測地震波記録を用いる. また図-2 (b)ではサイト特性は地震 1 による観測点 A と観測点 B での 2 つの観測地震波記録を用いる. 図-2 (a)の関係は式(1)を用いて

$$W_{1A}(f) = S_1(f)P_{1A}(f)G_A(f) \quad (2)$$

$$W_{2A}(f) = S_2(f)P_{2A}(f)G_A(f) \quad (3)$$

となる. ここで震源特性がほぼ同一であることを考慮すると, $S_1(f) \cong S_2(f)$ となり, 式(2)と(3)の比を取ることで,

$$\frac{W_{1A}(f)}{W_{2A}(f)} \cong \frac{P_{1A}(f)}{P_{2A}(f)} \quad (4)$$

よって, この条件下では観測地震動のフーリエスペクトルの比で伝播経路特性の比を近似的に表現することができる. 同様に, 図-2(b)のケースでもサイト特性の条件を揃えることによって, 伝播経路特性を観測地震動のフーリエスペクトルから近似して検討することが可能となる.

3. 検討に使用したデータ¹⁾

上記の検討手法を下に、新潟県上中越地域・佐渡地域と隣接する富山県新川地域を対象とする伝播経路特性評価に利用するための、観測点と地震を図-3のように設定した。観測点のデータは防災科学技術研究所 K-net を用いた。対象地震は7つであり、各地震の諸元を表-1に示す。

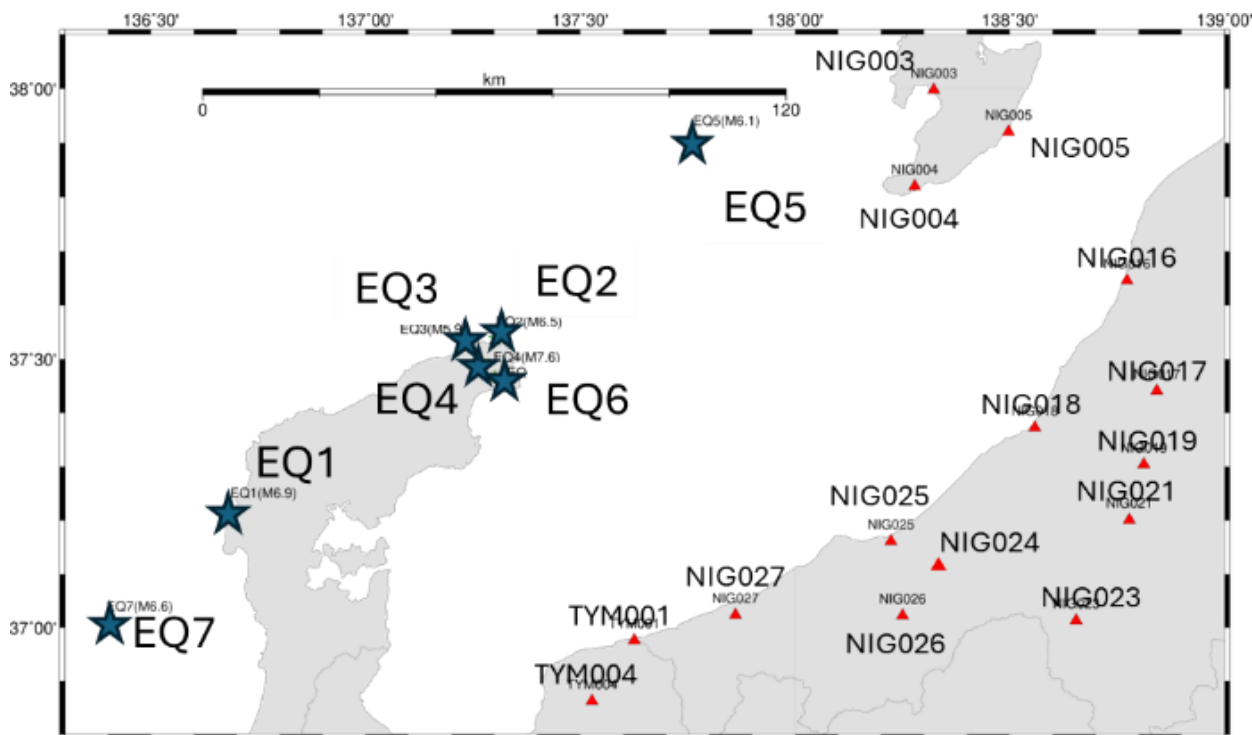


図-3 観測点と地震の分布

表-1 対象地震

地震	Mj	緯度	経度	震源深さ	日付
EQ1	6.9	37.220°	136.685°	11km	2007/ 3/25
EQ2	6.5	37.538°	137.303°	12km	2023/ 5/ 5
EQ3	5.9	37.525°	137.235°	14km	2023/ 5/ 5
EQ4	7.6	37.495°	137.270°	16km	2024/ 1/ 1
EQ5	6.1	37.910°	137.763°	27km	2024/ 1/ 9
EQ6	6.0	37.467°	137.302°	14km	2024/ 6/ 3
EQ7	6.6	37.000°	136.500°	10km	2024/11/26

4. 検討結果 2). 3)

震源特性とサイト特性が同程度でありながら違いが表れたEQ4をNIG005とNIG021で観測した記録とEQ5をNIG024とTYM001で観測した記録のフーリエスペクトルの結果について図4, 5に示す. 赤い四角で示すように1Hz未満の振幅がNIG005と比べNIG021は大きく出ている. また, 同じく赤い四角で示すように1Hz未満の振幅がTYM001と比べNIG024は大きく出ている.

現れた違いを深部地質から考察すると, 震源特性とサイト特性を同程度とした比較でも伝播経路の影響により上越沖の地震基盤面深さが8km程の伝播経路を通ると1Hz未満の振幅が大きいことが分かった.

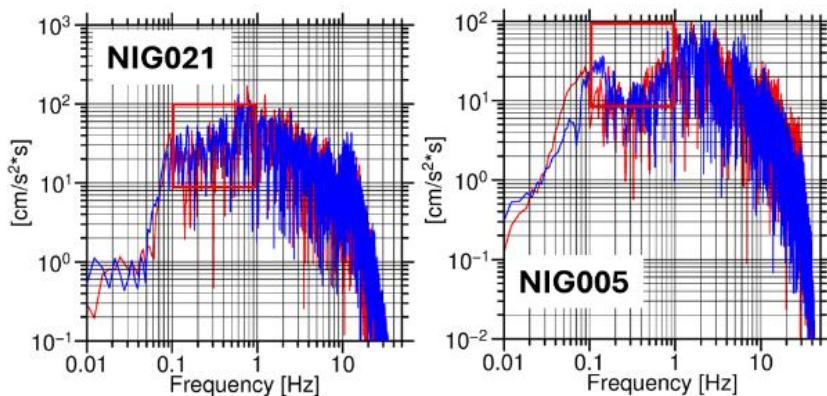


図-4 NIG005, NIG024 の加速度フーリエスペクトル

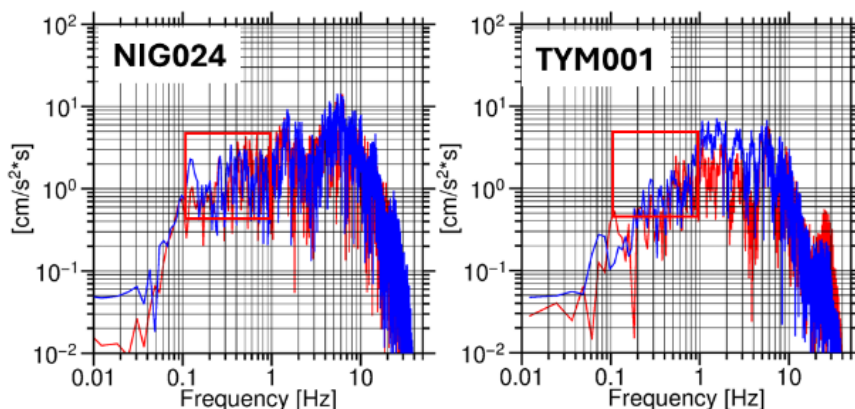


図-5 NIG024, TYM001 の加速度フーリエスペクトル

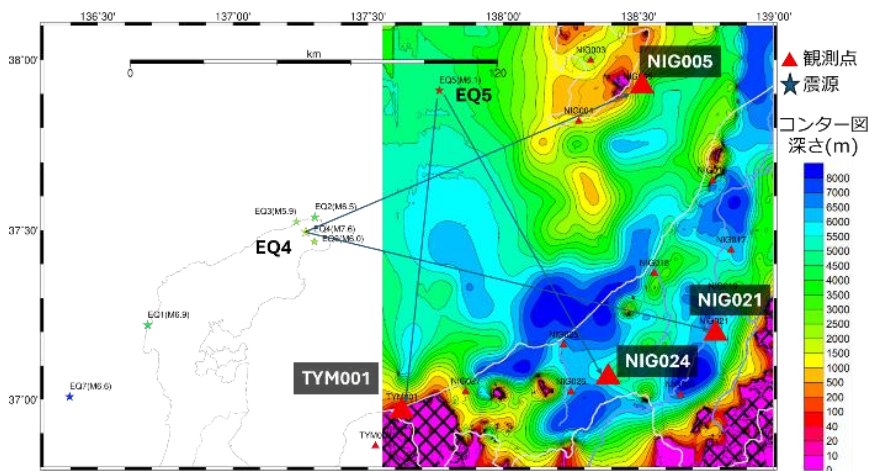


図-6 NIG005, NIG021 観測点とEQ4の震源の位置関係とNIG024, TYM001 観測点とEQ5の震源の位置関係と地震基盤面のコンター図

5. まとめ

本研究では解析対象地域である新潟県上中越地域・佐渡地域・富山県新川地域の K-NET の 15 地点で観測された、能登半島周辺で発生した 7 地震の観測波を分析し、その振動数特性を評価し、富山県から新潟県にかけての伝播経路特性を簡易的に評価した。

解析結果では 2024 年能登半島本震の EQ4 を NIG005 松ヶ崎, NIG021 の十日町のフーリエスペクトルにおいて 1Hz 未満で違いがみられた。1Hz 未満の振幅が NIG005 と比べ NIG021 は大きい結果が得られた。また、2024 年能登半島余震の EQ5 を TYM001 の境, NIG024 の安塚のフーリエスペクトルにおいて 1Hz 未満で違いがみられた。前述した比較と同様に 1Hz 未満の振幅が TYM001 と比べ NIG024 は大きい結果が得られた。

現れた違いを基盤岩類上面深度から考察すると、2024 年能登半島本震の EQ4 を観測した NIG005 (松ヶ崎) では、地震基盤面が浅い伝播経路を通り、NIG021 (十日町) では上越沖の濃い青色を示す地震基盤面が深い伝播経路を通ることが分かる

2024 年能登半島余震の EQ5 を観測した TYM001 (境), NIG024 (安塚) 比較すると TYM001 より NIG024 は地震基盤面が深い伝播経路を通ることが分かる。

以上の比較から震源特性とサイト特性を同程度とした比較でも伝播経路特性の影響により上越沖の地震基盤面が深い伝播経路を通ると 1Hz 未満の振幅が大きいと考察する。本研究で得られた地震動の伝播経路特性は、周辺地域から北陸地域へ伝播してくる地震波の基礎的検討に対して有用である。

引用文献

- 1) 防災科学研究所強震網
<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>
- 2) 防災科学研究所, 強振動分析ツール(SMDA2)
https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/share/utility_top.html
- 3) 新潟堆積盆地 3 次元地盤構造のモデル化
https://gbank.gsj.jp/geolis/geolis_link/201020618/ja