

# 琵琶湖・沖島港における臨時地震観測に基づくサイト増幅特性の評価

## Evaluation of site amplification factor at Oki Island Port in Lake Biwa, Shiga Prefecture, Japan, based on temporary earthquake observation

秦吉弥<sup>1</sup>, ○湊文博<sup>1</sup>, 山田桂吾<sup>2</sup>, 山内政輝<sup>1</sup>, 荒木進歩<sup>1</sup>  
Yoshiya HATA<sup>1</sup>, Fumihiro MINATO<sup>1</sup>, Keigo YAMADA<sup>2</sup>,  
Masaki YAMAUCHI<sup>1</sup> and Susumu ARAKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>大阪大学 大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Osaka University

<sup>2</sup>大阪大学 工学部

School of Engineering, Osaka University

Oki Island in Lake Biwa, Shiga Prefecture is a manned detached island located on the only freshwater lake in Japan. In recent years, occurrence of *Biwako Tsunami* are concerned based on the serious damage induced by the historical earthquakes such as the 1662 West Coast of Lake Biwa Earthquake with  $M7.5$ . It is important to extract the difficult zone for the evacuation in Oki Island by *Biwako Tsunami*. In this preliminary report, ground shaking characteristics at Oki Island Port were evaluated based on temporary earthquake observation. The evaluated characteristics will be useful for the zonation considering ground motion effect.

**Keywords:** Seismic observation, Site effect, Fishing port, Reclaimed land, Biwako Tsunami

### 1. はじめに

我が国における津波避難困難区域の評価は、太平洋沿岸や日本海沿岸に主眼が置かれており、湖を対象とした検討は実施されていない。しかしながら、滋賀県の琵琶湖沿岸の遺跡(塩津港遺跡など)<sup>1)</sup>では、平安時代後期の神社跡から見つかった柱が一樣に湖面とは逆の方角に傾いていたことが近年明らかになっており、元暦二年(1185年)八月に発生した大規模地震によって琵琶湖で津波が発生し、湖岸に波が押し寄せた可能性が指摘されている。さらに、琵琶湖津波については、方丈記などの古典文献においてもその発生について記載が残されている。一方で、琵琶湖周辺には非常に数多くの活断層が存在し(図-1 参照)、各々の活断層地震による琵琶湖津波の発生に伴う津波来襲時間などに関する基礎的な検討<sup>2)</sup>がなされている。津波避難困難区域の評価を行う上では、津波来襲時間のほかに強震動作用中の避難困難時間<sup>3)</sup>や強震動作用後の避難所要時間<sup>4)</sup>などをそれぞれ評価する必要がある。

この点に関して著者ほか<sup>5)</sup>は、避難困難時間を今後評価するための基礎的研究として、湖上に浮かぶ我が国唯一の有人離島である琵琶湖・沖島の居住地域(図-2 参照)において臨時地震観測を行い、得られた記録に基づいてサイト増幅特性を評価している。これに対して本稿では、人工埋立地と推察される沖島港(図-2 および図-3 参照)において同様に臨時地震観測を行い、得られた記録に基づいてサイト増幅特性を評価した結果について報告する。

### 2. 臨時地震観測の実施

沖島港内(漁港施設内)に設けた臨時地震観測点の位置を図-2 の枠内図に示す。地震観測は、ポアホール型加速度計を地表に埋設することで実施した。観測期間は、2016年10月29日~11月19日である。観測の条件として、サンプリング周波数は100Hz、および観測方向はNS, EW, UDの三成分とし、トリガー加速度レベルは設定せずに常時観測を継続するシステムとした。その結果、以

下に示すような中小地震観測記録がK-NET 近江八幡(図-1 参照)と同時に得ることができた。

- EQ-1 : 2016/11/06 17:08 11km 大阪府北部 ( $M3.5$ )
- EQ-2 : 2016/11/19 11:48 51km 和歌山県南部 ( $M5.4$ )

図-4 に国土交通省国土政策局による表層地質図<sup>6)</sup>を図-2 と図-3 の図郭に合わせて示す。図-2~4 に示すように、先行研究<sup>5)</sup>による地震計の臨時設置地点は沖島の居住地域の地形・地質を概ね代表する地点であること、本研究による地震計の臨時設置地点は沖島港の施設内(人工埋立地)に位置していることがそれぞれ確認できる。

### 3. サイト増幅特性の評価

図-5 は、沖島(居住地域内<sup>5)</sup>および漁港施設内)とその周辺の既存強震観測点(K-NET 近江八幡およびJMA 近江八幡)でのサイト増幅特性を比較したものである。沖島港(漁港施設内)におけるサイト増幅特性は、沖島港とK-NET 近江八幡で同時に得られた中小地震観測記録(EQ-1 とEQ-2)を対象に、両地点の距離の違いによる補正<sup>7),8)</sup>を考慮したフーリエスペクトルの比率(沖島港/K-NET 近江八幡)を計算し、この比率をK-NET 近江八幡における既存のサイト増幅特性<sup>9)</sup>に掛け合わせることで、地震基盤~地表相当のサイト増幅特性を評価した。

図-5 に示すように、沖島とその周辺の観測点ではサイト増幅特性に有意な差異があるだけでなく、沖島内でも居住地域内と漁港施設内ではサイト増幅特性に明らかな差異が見受けられる。これらの差異は、沖島を対象とした強震動予測を今後実施する場合に、K-NET 近江八幡やJMA 近江八幡でこれまでに得られた地震記録の直接的な利用は困難であることを示唆するものである。

### 4. まとめ

今後は、本稿で評価した琵琶湖・沖島でのサイト増幅特性を考慮した強震動予測を行い、想定地震による強震動作用中の避難困難時間を評価していく予定である。

謝辞 : (国研)防災科学技術研究所 K-NET による地震観測

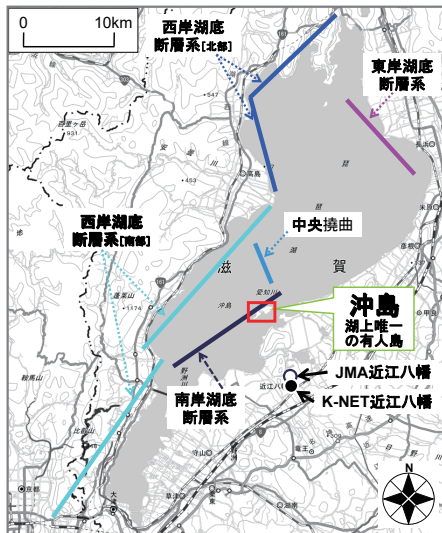


図-1 琵琶湖沿岸域の活断層分布<sup>2)</sup>と沖島の位置関係

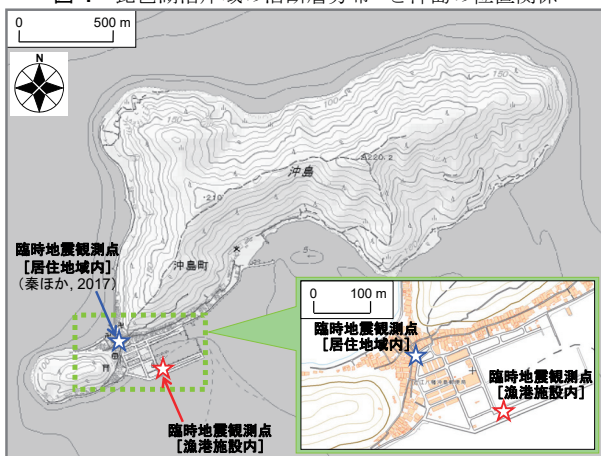


図-2 沖島の居住地域内・漁港施設内に設けた臨時地震観測点

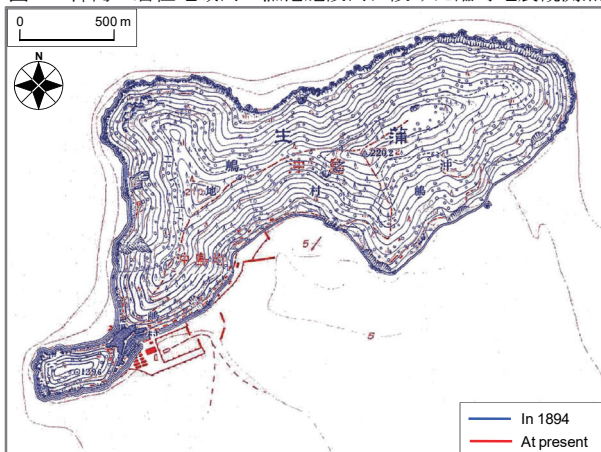


図-3 国土地理院地形図の比較に基づく沖島での地形の変遷

記録を使用しました。地震観測の臨時実施にあたっては、沖島の住民や関係者の皆様などにお世話になりました。本研究の遂行にあたって、(一財)伊藤忠兵衛基金による研究助成の一部を使用しました。記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 例えば、濱修：出土文字資料に近江古代史を求めて一付表「滋賀県下の発掘調査で検出した地震跡」一、(公財)滋賀県文化財保護協会紀要、第30号、pp.18-25、2017。
- 2) 滋賀県防災危機管理局：湖底断層の変位を仮定した琵琶湖における津波高さの考察(平成26年度報告書)、滋賀県防災ポータルHP、14p、2014。

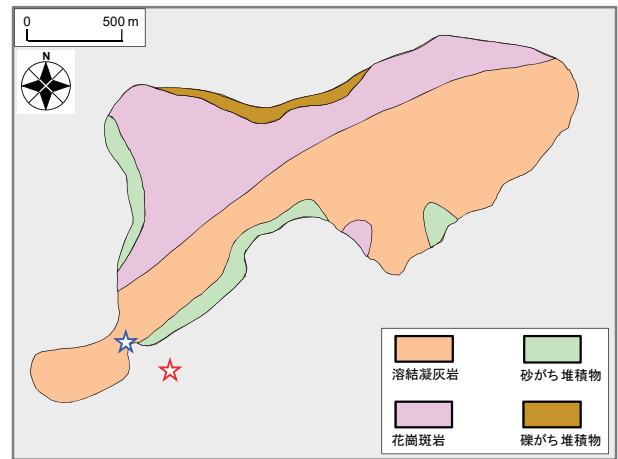


図-4 国土省国土政策局<sup>6)</sup>による沖島の表層地質

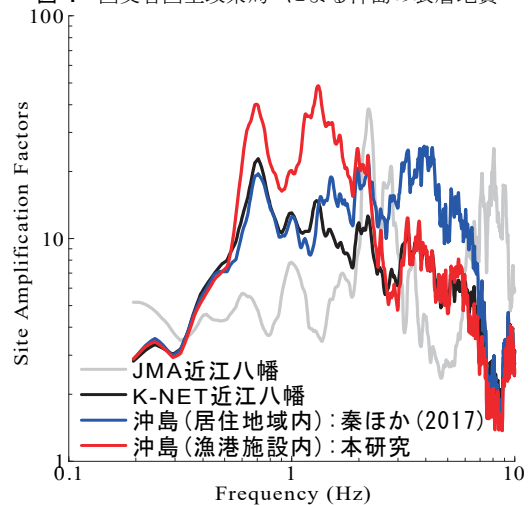


図-5 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較

- 3) 例えば、秦吉弥、湊文博、山田雅行、欽田泰子、小山真紀、中嶋唯貴、常田賢一：強震動作用中の津波避難困難時間に関する評価精度とその向上策—南海トラフ巨大地震における駿河湾沿岸域を対象として—、構造工学論文集、土木学会、Vol.62A、pp.259-272、2016。
- 4) 例えば、湊文博、秦吉弥、常田賢一、欽田泰子、山田雅行、魚谷真基：ウォーキング実験に基づく津波避難困難地域の評価—和歌山県串本町を例として—、地域安全学会秋季大会梗概集、No.35、pp.17-20、2014。
- 5) 秦吉弥、山内政輝、大川雄太郎、植田裕也：琵琶湖沖島での臨時地震観測に基づく居住地域におけるサイト増幅特性の評価、第52回地盤工学研究発表会講演概要集、pp.1737-1738、2017。
- 6) 国土交通省国土政策局：5万分の1都道府県土地分類基本調査[彦根西部]、国土政策局国土情報課HP、2003。
- 7) Boore, D. M.: Stochastic simulation of high-frequency ground motions based on seismological models of the radiated spectra, *BSSA*, Vol.73, No.6A, pp.1865-1894, 1983。
- 8) Petukhin, A., Irikura, K., Ohmi, S. and Kagawa, T.: Estimation of *Q*-values in the seismogenic and aseismic layers in the Kinki Region, Japan, by elimination of the geometrical spreading effect using ray approximation, *BSSA*, Vol.93, No.4, pp.1498-1515, 2003。
- 9) 野津厚、長尾毅、山田雅行：スペクトルインバージョンに基づく全国の強震観測地点におけるサイト増幅特性とこれを利用した強震動評価事例、日本地震工学会論文集、Vol.7, No.2, pp.215-234, 2007。