

## 11 - 5 2023 年トルコ南東部地震の被災地域の地震動特性と地盤増幅について Characteristics of Strong Ground Motion and Site Amplification in Damaged Areas of the 2023 Southeastern Turkey Earthquake

東京科学大学  
Institute of Science Tokyo

2023 年 2 月 6 日に発生したトルコ南東部地震は、M7.8 の地震（以下、本震とよぶ）であり、同日 13 時 24 分には M7.5 の地震もやや北部で発生した。これらの地震によって、トルコ南東部の広い地域で建物被害が生じた。とくに、カフラマンマラッシュ県やハタイ県の主要都市が広がる平野部や断層近傍地域で激甚な建物被害が発生した。本研究では、本震発生後に被災地域で臨時強震観測を実施し、既存の強震観測点での強震記録と合わせて被災地域での地震動特性および地盤増幅特性を解明することを試みた。

第 1 図は、被害が最も厳しいハタイ県アンタキヤ地域の本震の加速度波形を示している。平野部での最大加速度や疑似速度応答スペクトルは丘陵部よりも大きく、平野部での増幅の影響が示唆される。また、平野部の応答値は、広い周期範囲で日本の耐震設計で用いられる値（点線）を超えていることがわかる。

被災地での臨時強震観測は、2つの期間に分けて実施された。第 1 期は、2023 年 3 月から 9 月の間に、第 2 図に示す 5 つの被災地域の 23 地点で行われた。図の丸は臨時観測点を、三角は AFAD の強震観測点を示す。観測の詳細は、山中他 (2023) で報告されている。2023 年 9 月から 2024 年 2 月の第 2 期では、アンタキヤ地域以外の観測点の機器をアンタキヤ地域とその周辺の 17 地点を配置した。第 3 図には、アンタキヤ地域の臨時観測点および AFAD 強震観測点での余震 (2023 年 4 月 28 日 5 時 15 分) による速度波形が示されている。平野部での観測波形には顕著な後続位相が認められ、平野部の堆積層による盆地効果であると考えられる。同様の平野部での地盤増幅効果は、カフラマンマラッシュ県中心部およびイスケンデルン地域での臨時強震観測記録にも認められた。

AFAD 強震観測点での 0.5 ~ 20Hz の周波数帯域の地盤増幅がスペクトル分離解析 (Yamanaka et al., 2017) によって評価されており、結果の再整理を行った。第 4 図には、被災地域での 1Hz 付近の地盤増幅倍率の分布を示している。ここでの増幅率 2 倍は、S 波速度 2.2km/s の基盤の地表面での増幅に対応している。被災地域の多くの地点で増幅は 2 ~ 3 倍と大きくない。カフラマンマラッシュ県中心部やハタイ県南部 (イスケンデルンとアンタキヤ地域) では全体的に増幅が大きく、これらの地域の地震動特性を考える際に、地盤の影響を考慮する必要がある。

各地点での増幅スペクトルを逆解析して、地表から地震基盤までの浅部・深部統合地盤の S 波速度モデルを推定した。第 5 図には、強震観測点 3123 と 3112 での結果が示されている。両地点とも、逆解析モデルに対する 1 次元理論増幅特性によって観測増幅特性が良く説明できている。また、Ozmen et al.(2017) による表層地盤モデルも図には示されており、逆解析モデルとは矛盾しない。浅部地盤と深部地盤のみの S 波速度構造モデルに対する理論増幅特性を統合地盤モデルの理論増幅特性と比較した。アンタキヤ地域の 3123 では、3Hz 程度の低周波数帯域までの増幅には、深部地盤の影響が大きい、それ以上の高周波数帯域では浅部地盤の影響が大きい。一方、イスケンデルン地域の 3112 では、広い周波数帯域で浅部地盤の影響は大きく、深部地盤の影響は小さい。今回の 2 つの大きな地震による平野部の強震動特性の理解には、浅部および深部地盤の影響を適切に考

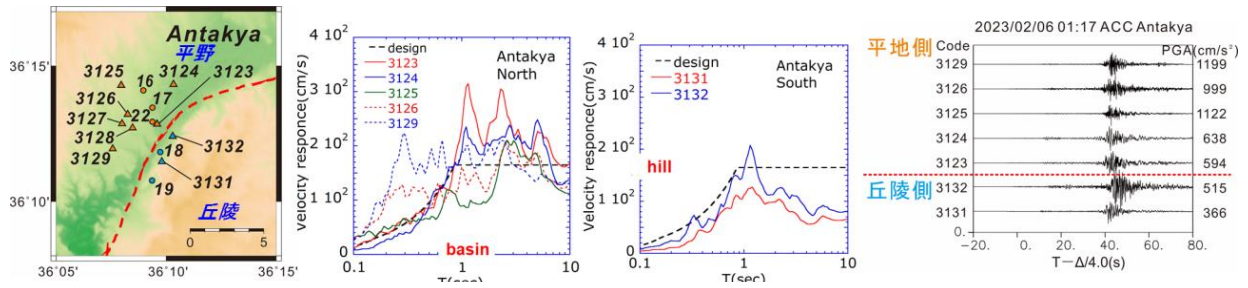
慮する必要がある。

(山中 浩明)

YAMANAKA Hiroaki

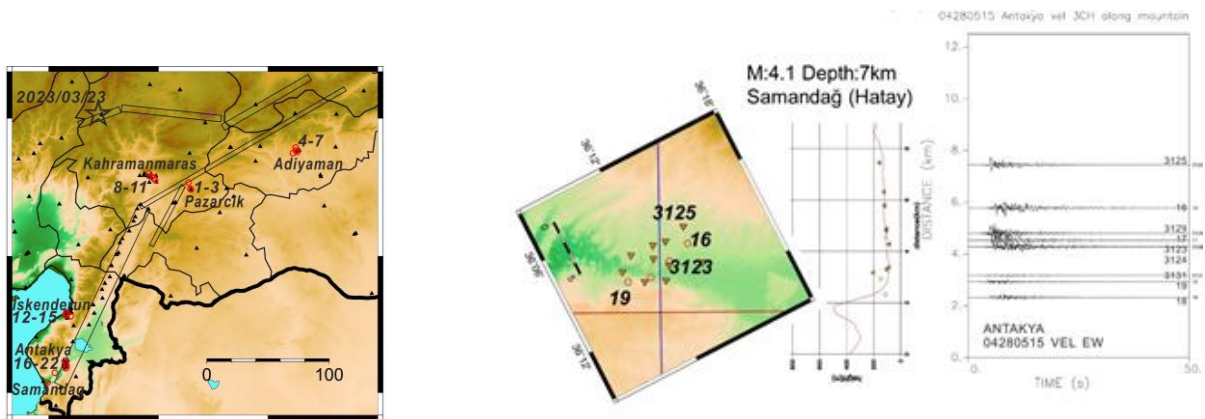
参考文献

- 1) 山中浩明, 高井伸雄, 吉見雅行, 津野靖士, O. T. Ozmen, O. Ozel, D. Caka, A. Askan (2023), 2023 年トルコ南部の地震の被災地域での臨時強震観測: トルコ南部の地震に関する現地調査速報, *日本地震工学会誌*, **49**, 40-44
- 2) Yamanaka, H., Ö. T. Özmen, U. Çeken, M. A. Alkan (2017), Estimation of site amplification using ground motion records at strong motion stations in Turkey, Joint Scientific Assembly of the International Association of Geodesy (IAG) and International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IASPEI), S07-1-03.
- 3) Özmen, Ö. T., H. Yamanaka, M. A. Alkan, U. Çeken, T. Öztürk, and A. Sezen (2017), Microtremor array measurements for shallow S-wave profiles at strong-motion stations in Hatay and Kahramanmaraş provinces, southern Turkey, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **107**, 445-455.



第 1 図 アンタキヤ地域の本震の強震動の特徴

Fig. 1 Characteristics of strong ground motion of main shock in Antakya area.

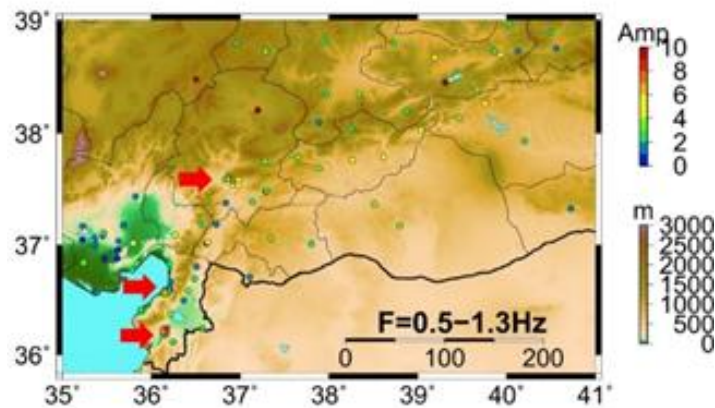


第 2 図 臨時強震観測点と AFAD 強震観測点の位置 .

Fig. 2 Location of temporary and AFAD strong motion stations

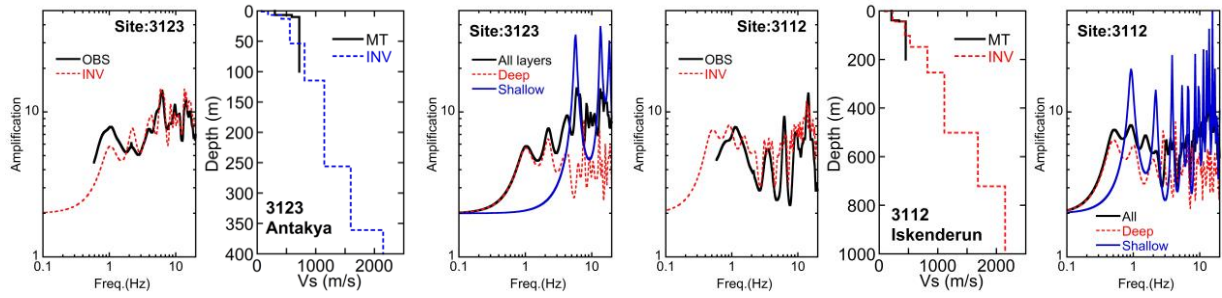
第 3 図 アンタキヤ地域での余震による東西方向の速度波形 .

Fig. 3 Velocities in east-west direction observed during an aftershock in Antakya area.



第 4 図 0.5-1.3Hz の平均増幅倍率の分布 . 矢印の地域で倍率が大きい.

Fig. 4 Amplification factors averaged at frequencies from 0.5 to 1.3 Hz. Large amplification factors were observed in areas shown by arrows.



第 5 図 強震観測点 3123（アンタキヤ地域）と 3112（イスケンデルン地域）の増幅スペクトルの逆解析結果と理論増幅特性の比較。

Fig. 5 Results of inversions of amplification factors and comparison of calculated 1D amplification factors at 3123 (Antakya) and 3112 (Iskenderun).