

## 12 - 2 北海道胆振東部地震などの地表に痕跡を残さない地震の特徴 Characteristics of inland earthquakes without surface faults

高橋 浩晃 (北海道大学大学院理学研究院)

Hiroaki Takahashi (Faculty of Science, Hokkaido University)

### 1. はじめに

2018 年北海道胆振東部地震は, Mw6.6 で震源の深さ 37 km の中規模地震であったにも関わらず, 北海道で観測史上初の震度 7 を記録し, 同時斜面崩壊などの大きな被害をもたらした. この地震は, 地震地表断層が出現しない, 「地表に痕跡を残さない地震」の 1 つであった. この地震をはじめ, これまで発生した主な地表に痕跡を残さない地震の地下構造等を比較することで, その特徴を検討する.

### 2. 震源分布

震源は深さ 20~40 km の東下がりの高角面状に分布しており, 主要活断層である石狩低地東縁断層帯南部の形状とは一致しない<sup>1)</sup>. 余震のほとんどは, 上部マントル内で発生している<sup>2)</sup>. 上盤プレート内の地震というよりは, マントルウエッジのコールドノーズの地震活動として捉えたほうが良いのかもしれない. 余震域では, 地震前から深い地震活動が定期的に見られていた. また, 破壊開始点は余震域の最深部に位置していた.

### 3. 強震動特性

北海道胆振東部地震では, 震源距離 100 km 程度以内において, 一般的な最大加速度・最大速度の距離減衰式<sup>3)</sup>よりも一桁程度大きな値が観測された<sup>4), 5)</sup>. また, K-net や Kik-net によって, 地震波形が空間的に変化している様子が克明に観測され, 震源北側では相対的に短周期が, 木造建築物被害の出た震源南側では周期 1 秒付近の相対的に長周期が卓越している<sup>6)</sup>. 札幌市内で発生した宅地液状化周辺でも 2003 年十勝沖地震よりも短周期成分が卓越した波形であった.

### 4. 大すべり域

大すべり域は深さ 25-30 km と一般的な内陸地震に比べて有意に深い位置にある<sup>6), 7), 8)</sup>. 強震動生成域が深さ 20 km 付近に 2 つ推定されており, その応力降下量は 52 MPa と 74 MPa と大きな値となっている<sup>9)</sup>.

### 5. 地下構造との比較

北海道胆振東部地震の震源域は, 地震波速度構造のやや高速度側, 減衰構造の境界付近に位置している<sup>10), 11), 12), 13)</sup>. また, 震源域が低比抵抗である可能性が指摘されている<sup>14)</sup>. 地表に明瞭な地震断層が出現しなかった 2004 年新潟県中越地震や 2007 年岩手・宮城内陸地震でも, 震源域が地震波速度構造の境界付近に位置することが指摘されている<sup>15), 16)</sup>. また, 同様に地震断層が出現しなかった 2004 年新潟県中越地震・2007 年岩手宮城内陸地震・2007 年能登半島沖地震の震源域の直下に比抵抗構造が見いだされている<sup>17), 18), 19)</sup>. これらの特徴は, 震源断層が出現した内陸地震にも共通して見られている.

### 6. まとめ

北海道胆振東部地震では, 震源近距離において一般的な予測値よりも強い強震動が観測された. 潜在断層地震では, 中規模でも大きな災害誘因ポテンシャルを有していることを改めて示している. その物理的な原因の 1 つとして, 大すべり域が深く, 強震動生成域の応力降下量が大き

くなることが考えられる。一方、被害との比較では、地震波形が伝播経路や地盤構造の影響を強く受けることを考慮することが必要である。潜在断層地震の震源域は、地震波速度構造の境界付近に位置し、低比抵抗構造が見られるなどの特徴があった。これは地表地震断層が出現した内陸地震と同様であり、内陸地震が発生する地域に共通している可能性がある。北海道胆振東部地震や 2000 年鳥取県西部地震の余震域では、地震発生前から定常的な地震活動が見られ、破壊開始点はその最深部付近であった。これは、地震動予測において、断層破壊の指向性の影響を事前に検討できる可能性を示唆する。

#### 参考文献

- 1) Katsumata, K., Ichiyangi, M., Ohzono, M. et al. (2019) The 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake (MJMA=6.7) was triggered by a strike-slip faulting in a stepover segment: insights from the aftershock distribution and the focal mechanism solution of the main shock. *Earth Planets Space*, **71**, 53.
- 2) Iwasaki, T., Tsumura, N., Ito, T. et al. (2019) Structural heterogeneity in and around the fold-and-thrust belt of the Hidaka Collision zone, Hokkaido, Japan and its relationship to the aftershock activity of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake. *Earth Planets Space*, **71**, 103.
- 3) 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加速度・最大速度の距離減衰式, *日本建築学会構造系論文集*, **523**, 63-70.
- 4) Dhakal, Y.P., Kunugi, T., Kimura, T. et al. 2019 Peak ground motions and characteristics of nonlinear site response during the 2018 Mw 6.6 Hokkaido eastern Iburi earthquake. *Earth Planets Space*, **71**, 56.
- 5) 高井伸夫・重藤迪子 2019 2018 年北海道胆振東部地震における強震動と被害の概要, *地震ジャーナル*, **67**, 10-18.
- 6) Asano, K., Iwata, T. 2019, Source rupture process of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake deduced from strong-motion data considering seismic wave propagation in three-dimensional velocity structure. *Earth Planets Space*, **71**, 101.
- 7) Kobayashi, H., Koketsu, K. & Miyake, H., 2019 Rupture process of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake derived from strong motion and geodetic data. *Earth Planets Space*, **71**, 63.
- 8) Kubo, H., Iwaki, A., Suzuki, W. et al. 2020 Estimation of the source process and forward simulation of long-period ground motion of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi, Japan, earthquake. *Earth Planets Space*, **72**, 20.
- 9) 佐藤智美 2019 2018 年北海道胆振東部地震の広帯域震源モデルと強震動特性, *日本建築学会構造系論文*, **84**, 763, 1175-1185.
- 10) Gou T., Z. Huang, D. Zhao, L. Wang, 2019 Structural Heterogeneity and Anisotropy in the Source Zone of the 2018 Eastern Iburi Earthquake in Hokkaido, Japan, *J. Geophys. Res.*, **124**, doi.org/10.1029/2019JB017388.
- 11) Kita, S. 2019, Characteristics of relocated hypocenters of the 2018 M6.7 Hokkaido Eastern Iburi earthquake and its aftershocks with a three-dimensional seismic velocity structure. *Earth Planets Space*, **71**, 122.
- 12) Nakamura, R., Shiina, T. 2019 Three-dimensional S-wave attenuation structure in and around source area of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake, Japan. *Earth Planets Space*, **71**, 114.

- 13) Kobayashi, T., Hayashi, K. & Yurai, H. 2019 Geodetically estimated location and geometry of the fault plane involved in the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake. *Earth Planets Space*, **71**, 62.
- 14) Ichihara, H., Mogi, T., Satoh, H. et al. 2019 Electrical resistivity modeling around the Hidaka collision zone, northern Japan: regional structural background of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake (Mw 6.6). *Earth Planets Space*, **71**, 100.
- 15) Okada, T., Umino, N., Matsuzawa, T. et al. 2005 Aftershock distribution and 3D seismic velocity structure in and around the focal area of the 2004 mid Niigata prefecture earthquake obtained by applying double-difference tomography to dense temporary seismic network data. *Earth Planet Sp*, **57**, 435-440.
- 16) Okada T, Umino N, Hasegawa A, 2012 Group for the aftershock observations of the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008: Hypocenter distribution and heterogeneous seismic velocity structure in and around the focal area of the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake, NE Japan — possible seismological evidence for a fluid driven compressional inversion earthquake. *Earth Planets*, **64**: 717-728.
- 17) Uyeshima, M., Ogawa, Y., Honkura, Y. et al. 2005 Resistivity imaging across the source region of the 2004 Mid-Niigata Prefecture earthquake (M6.8), central Japan. *Earth Planet Sp*, **57**, 441-446.
- 18) Yoshimura, R., Oshiman, N., Uyeshima, M. et al. 2008 Magnetotelluric observations around the focal region of the 2007 Noto Hanto Earthquake (Mj 6.9), Central Japan. *Earth Planet Sp*, **60**, 117-122.
- 19) Ichihara, H., Sakanaka, S., Mishina, M. et al. 2014 A 3-D electrical resistivity model beneath the focal zone of the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake (M 7.2). *Earth Planet Sp*, **66**, 50.