

2018年6月18日に大阪府北部で発生した地震に関する情報

桑原保人¹⁾・宮下由香里¹⁾・今西和俊¹⁾・内出崇彦¹⁾・松本則夫¹⁾

<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/osakafuhokubu2018/index.html> より転載，一部追記

1. はじめに

2018年6月18日07時58分頃に、大阪府北部でマグニチュード(M)6.1の地震が発生しました。この地震は大都市直下で発生したため、人的被害を含む大きな被害が生じました。2018年6月27日18時現在での内閣府のまとめでは、死者5人、負傷者422人、住居全半壊23棟、一部破損1万2千棟以上、火災7件があり、水道の断水などライフラインの被害も深刻でした。この地震は大阪府周辺の活断層が密集する地域で発生したことから、産総研地質調査総合センター(GSJ)では、直ちに地震の地球科学的背景の検討に役立つよう、周辺の活断層や地質情報、産総研の地下水・歪観測点のデータを取りまとめ、同日中にGSJのWEBページでの情報発信を行いました。また、新聞、テレビ等のマスコミや、地震発生当日に開かれた政府地震調査委員会(臨時会)への情報提供を行いました。さらに、十日後には今回の一連の地震活動で発生した非常に小さな地震を含む多数の地震メカニズム解を推定し、地下の震源域の微細構造や応力場を検討するためのデータをWEBページで公開しました。本稿では、これまでに産総研が取りまとめた情報を紹介します。

2. 周辺の活断層と地質情報

今回の地震の震央周辺の活断層と地質情報を第1図に示します。震央周辺には南北走向で東傾斜の断層帯と東西走向で高角北傾斜の断層帯が分布します。南北走向の上町断層帯、生駒断層帯は、いずれも東側隆起成分を持つ逆断層です。東西走向の有馬-高槻断層帯は、高角度北傾斜の右横ずれ断層で、複数の派生断層を伴っています。南北走向の断層帯の東側には丘陵および山地が、断層帯の間には盆地が形成されています。東西方向の断面で考えてみると、東側隆起の逆断層運動によって低下した側に平坦な地形が広がり、その上に大都市が形成されていることがわかりま

す。そして、この地域は、日本の中で最も活断層が密集している地域の一つです。また、ひとつひとつの断層帯が、複雑に分岐・収斂する複数の断層から構成されていることも特徴の一つです。

3. 地下深部の情報

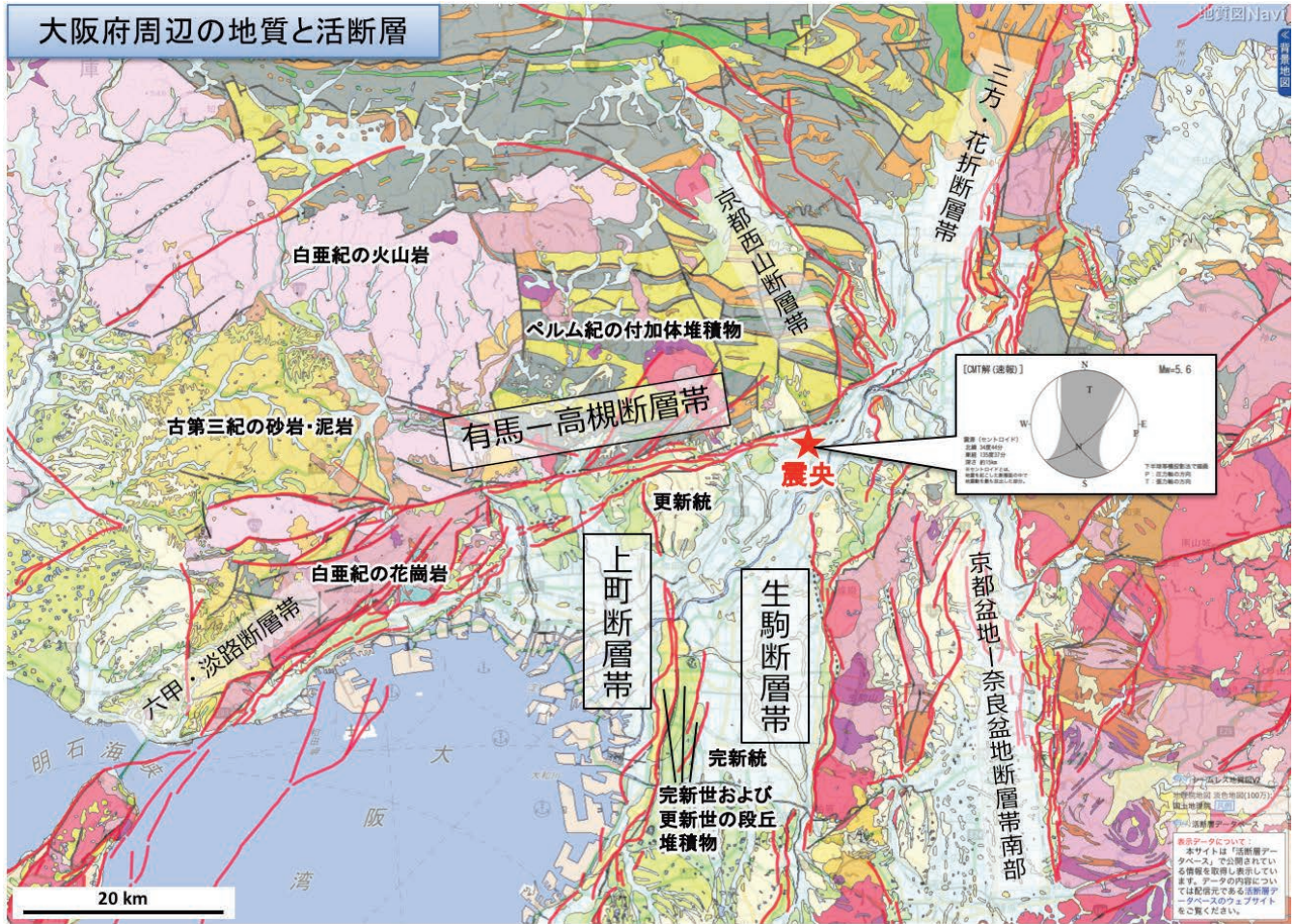
この地域で微小地震が発生する深さは3~15km程度であり、そのような深さの地下深部情報としては、Matsushita and Imanishi(2015)が大阪周辺で発生する微小地震について再解析を行い、震源分布やメカニズム解の分布をまとめています(第2図)。第2図(a)の中の長方形A-A'内のメカニズム解の鉛直断面での分布を(b)図に示します。この周辺では、横ずれタイプを含む東西圧縮の逆断層が卓越する応力場になっています。(b)図で上町断層帯から伸びる細い3本の曲線は、文部科学省による「上町断層帯における重点的な調査観測」報告書(文部科学省研究開発局・京都大学防災研究所, 2013)による上町断層の推定深部形状であり、今回の地震がその最深部北端付近で発生したことがわかります。

4. 今回の地震活動の前震・本震・余震のメカニズム解

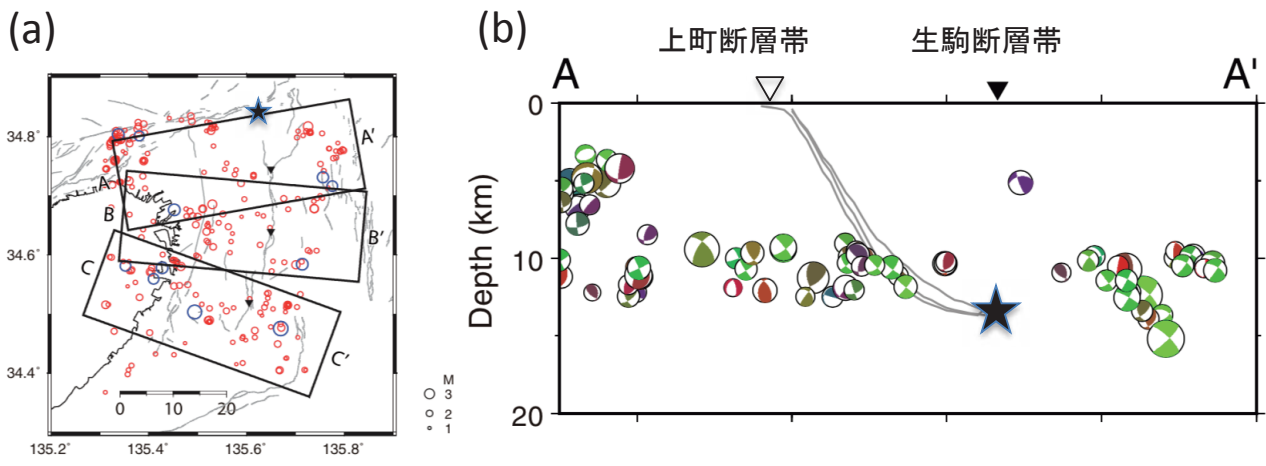
今回の地震(M6.1)の震源域周辺の微細構造と応力場の特徴を明らかにするために、hypoDD(Waldhauser and Ellsworth, 2000)によって震源位置を再決定し、P波初動と振幅値を用いて前震、本震、余震のメカニズム解を推定しました(第3図)。ここでは、本震発生の約7時間前に、本震とほぼ同じ場所でM0.9の地震が発生しており、これを前震としました。前震、本震のP波初動によるメカニズム解は、ほぼ東西の圧縮軸をもつ逆断層です。一方、余震は逆断層型も含まれますが、ほぼ東西に圧縮軸を持つ横ずれ型の余震が卓越していることがわかりました。震源分布や余震のメカニズム解をみると、今回の地震の破壊過程

1) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

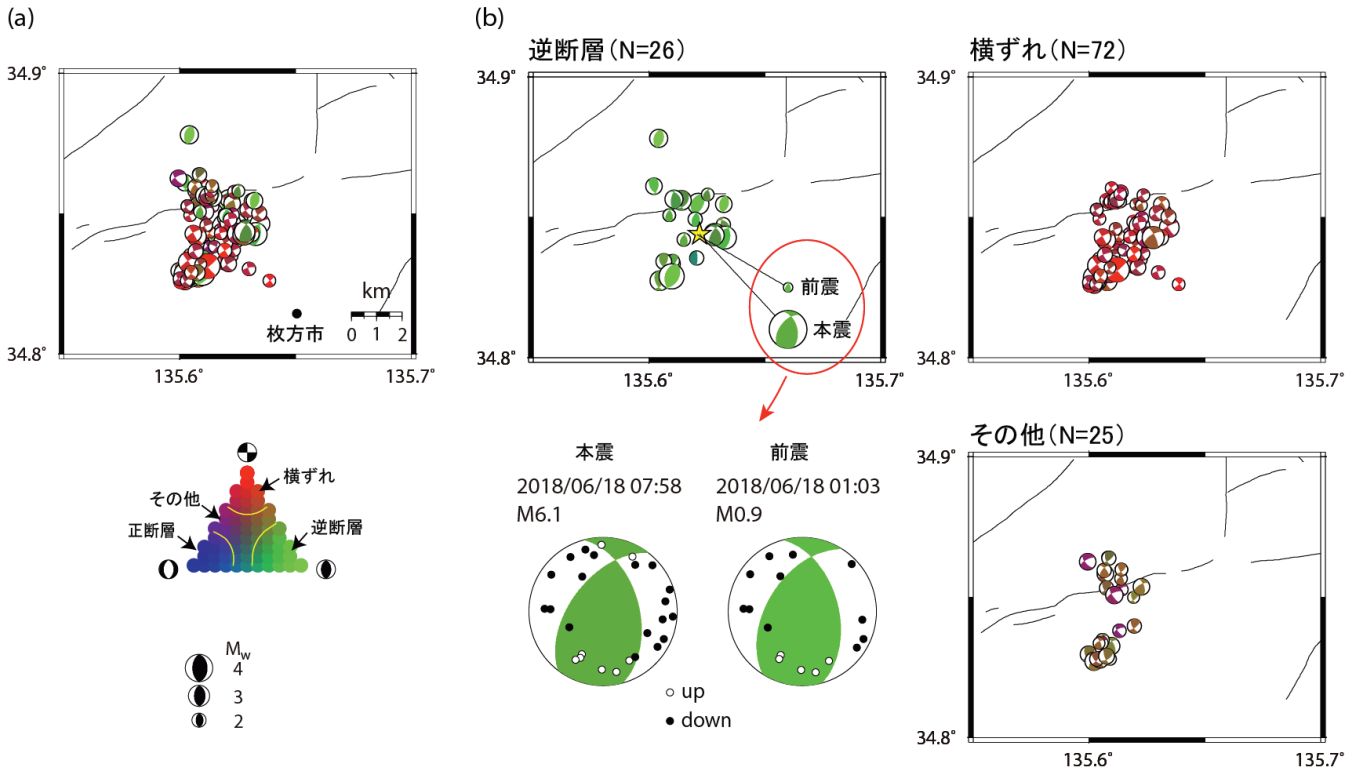
キーワード：2018年6月大阪府北部の地震、活断層、地質情報、地震メカニズム解、地下水・歪データ



第1図 大阪周辺の地質と活断層。今回の地震の震央周辺には、有馬-高槻断層帯、生駒断層帯、上町断層帯などがある。背景は地理院地図の上にシームレス地質図V2を重ねた。震央およびCMT解は気象庁報道発表資料による。



第2図 (a) 大阪周辺、2002年6月～2011年10月の微小地震の分布と、(b) 長方形A-A'の範囲の微小地震のメカニズム解の分布の垂直断面。Matsushita and Imanishi (2015) に加筆。黒い星印が今回の地震の震源位置。(b) 図のメカニズム解で、緑色系が逆断層タイプ、赤色系が横ずれタイプ。上町断層帯から伸びる3本の曲線は、上町断層の推定深部形状。今回の地震の震源は、推定された上町断層帯深部延長最深部の北端付近に位置する。



第3図 (a) 推定されたメカニズム解 (下半球投影) の分布. 解析期間は2018年6月18日から6月20日まで、マグニチュードは1.5以上である. メカニズム解のタイプはFlohlich (1992) の三角ダイアグラム (左下) を使い、逆断層成分、正断層成分、横ずれ成分のそれぞれの比率に応じて色分けを行った. (b) 断層タイプごとのメカニズム解分布. 本震が発生する6時間55分前に、本震とほぼ同じ場所でM0.9の地震 (前震) が発生し、本震に極めて似た逆断層タイプであった.

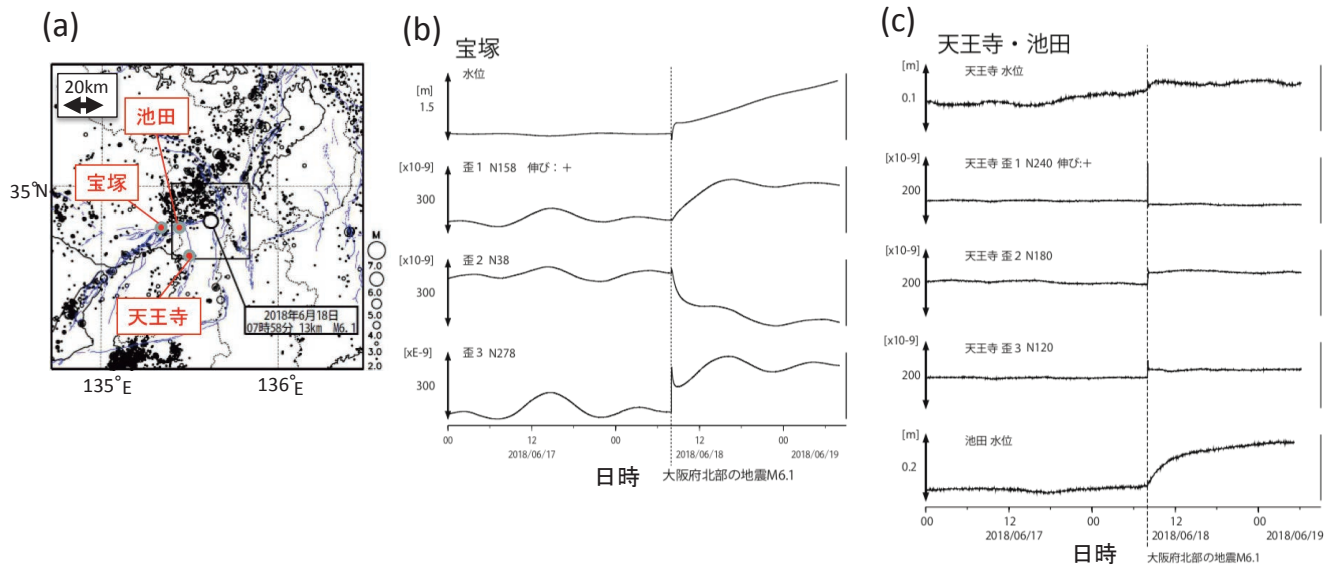
は単純な1枚の断層面で近似できるようなものではなく、複数枚の断層面を仮定する必要があるようです。

5. 地震に伴う周辺観測点の地下水位・歪の変化

産総研では今回の地震の周辺10カ所程度で、1996年頃から孔井内三成分歪計や地下水位計を設置して連続観測を行っています (例えば、佃ほか, 1996)。それらの観測記録は産総研の「地震に関連する地下水観測データベース <https://gbank.gsj.jp/wellweb/GSJ/MAP/map02.html> (2018年6月29日 確認)」で常時公開されています。第4図では、今回の地震の震央に近い、天王寺、宝塚、池田の3観測点の記録を示します。天王寺と宝塚観測点で水位計と孔井内三成分歪計を、池田観測点で水位計を設置しています。今回、国土地理院GNSS観測点では地震に伴う顕著な変化は観測できなかったようですが、これら3つの観測点では同地震による明瞭な変化を観測し、また、これら以外の観測点でも顕著な変化が観測されています。なお、すべての観測点で地震前には特段の変化は見られていません。

6. まとめ

今回の地震はM6程度の中規模と言える地震でしたが、大都市の直下で発生したため大きな被害をもたらしました。また、活断層近傍で起こった地震としても注目を集めています。この原稿を執筆している2018年7月1日現在では、地震活動は比較的落ち着いてきているようですが、引き続きその活動の変化を注視しながら、より大きな地震の発生にも備えておく必要があることは変わりありません。これまでも活断層近傍でM5～6程度の地震が起こった例は複数あり、それぞれ発生した場所についての詳細な解析の報告例があります。例えば、宮城県仙台市を通る長町-利府断層帯の深部延長近傍での1998年9月15日のM5.0の地震 (海野ほか, 1999)、三重県北部～中部の布引^{ぬのびき}山地東縁断層帯での2007年4月15日のM5.4の地震 (石山・今西, 2007; Yukutake et al., 2008)、長野県を縦断する糸魚川-静岡構造線断層帯の牛伏寺断層での2011年6月30日のM5.4の地震 (池田・岩崎, 2011) などは、いずれも主要断層帯の深部延長部で発生し、単純な1枚の面上では発生していないように見えます。このようなM5～6程度の中規模の地震の発生と、主要断層



第4図 (a) 池田・天王寺・宝塚観測点の位置と今回の地震の震央。気象庁報道発表資料に加筆。宝塚及び天王寺観測点で水位計と成分歪計を、池田観測点で水位計を設置した。(b) 宝塚観測点の地震前後の記録。測定対象の帯水層の深度は187.7-209.6 m, 歪計の設置深度295 m。(c) 天王寺と池田観測点での記録。天王寺の測定対象の帯水層の深度は187.7-209.6 m, 歪計の設置深度295 m。池田の測定対象の帯水層の深度は539.6-561.4 m。孔井内三成分歪計は、120度ごとに異なる3方向の歪を計測する機器。(b), (c) 図で、例えば、N240は北から時計回りに240°の方向を意味する。また(c) 図では、60度ごとの表記になっているが、120度ごとと意味は同じである。

帯全体を破壊するような大規模な地震の関係については、今後も更に研究を進めていく必要があると考えています。

謝辞: 震源再決定には hypoDD のプログラム、及び、気象庁、京都大学防災研究所、東京大学地震研究所、産総研の地震観測データを用いた気象庁一元化処理検測値を使用しました。震源メカニズム解の推定には気象庁、京都大学防災研究所、産総研の地震波形データを使用しました。

文献

Flohlich, C. (1992) Triangle diagrams: ternary graphs to display similarity and diversity of earthquake focal mechanism. *Phys. Earth Planet. Interiors*, **75**, 193-198.

池田安隆・岩崎貴哉 (2011) 牛伏寺断層およびその周辺の地質構造と地震活動との関係。地震予知連絡会会報, **87**, 370-374.

石山達也・今西和俊 (2007) 2007年4月15日三重県中部で発生した地震(M5.4)の震源域周辺の活断層と地質構造。地震予知連絡会会報, **78**, 422-423.

Matsushita R. and Imanishi, K. (2015) Stress fields in and around metropolitan Osaka, Japan, deduced from microearthquake focal mechanisms. *Tectonophysics*, **642**, 46-57.

文部科学省研究開発局・京都大学防災研究所 (2013)

「上町断層帯における重点的な調査観測」平成22～24年度成果報告書。https://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/uemachi_juten/h24/index.htm (2018年6月29日確認)

佃 栄吉・高橋 誠・佐藤 努・松本則夫・伊藤久男 (1996) 地質調査所における地震予知地下水観測網—近畿地域の地下水観測井の新設—. *地質ニュース*, no. 505, 11-15.

海野徳仁・岡田知己・松澤 暢・堀 修一郎・河野俊夫・仁田交市・長谷川 昭・西出則武 (1999) 長町・利府断層の最深部で発生した1998年9月15日の地震(M 5.0)について。月刊地球号外, no. 27, 148-154.

Waldhauser, F. and Ellsworth, W. L. (2000) A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the northern Hayward fault, California. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **90**, 1353-1368. DOI:10.1785/0120000006

Yukutake, Y., Takeda, T. and Obara K. (2008) Fine fault structure of a moderate earthquake in the 2007 earthquake sequence of Northern Mie, Japan. *Earth Planets Space*, **60**, 981-985.

KUWAHARA Yasuto, MIYASHITA Yukari, IMANISHI Kazutoshi, UCHIDE Takahiko and MATSUMOTO Norio (2018) Quick report on the M6.1 earthquake in northern Osaka on 18 June, 2018.

(受付: 2018年7月2日)