

Seismicity prior to the July 2019 southern California $M7.1$ earthquake

*Kazuyoshi Z. Nanjo¹

1. University of Shizuoka

米国カリフォルニア州南部で、2019年7月4日にマグニチュード $M6.4$ の地震が発生し、その翌日(5日)に、震央間距離にして約15 km離れた場所で、 $M7.1$ の地震が発生した。詳細を見ると、 $M6.4$ の地震発生後、北東-南西方向に走行を持つ地震活動と、その活動の北東端を含み、北西-南東方向に走行を持った地震活動が活発化している。そして、その北西端から $M7.1$ の地震の破壊が開始した。

大地震が続発した例として、2016年熊本地震がある。2016年4月14日に日奈久断層の北部で $M6.5$ の地震が起き、2日後(16日)に、隣接する布田川断層で $M7.3$ の地震が発生した。 $M6.5$ の地震から $M7.3$ の地震までに起きた地震活動を解析すると、布田川断層で $M7.3$ の地震の前にプレスリップがあった可能性が示唆された(Nanjo & Yoshida, 2017)。この様に、大地震と大地震の間の活動の推移を把握することで、大地震が続発する特徴を捉えられる可能性があり、この知見は今後の地震発生予測の研究の基礎となる。

そこで本研究では、 $M6.4$ の地震発生以降、 $M7.1$ の地震までに発生した地震活動を解析した。用いる手法は、グーテンベルグ・リヒター則(GR則)の b 値と、地震の集中度の時間変化を捉える ϕ 値(Lippiello et al., 2012)に基づく。地震の規模別頻度分布はGR則で近似でき、 b 値は一般に1に近い値をとる。 b 値が小さい場合、小さい地震に対して大きい地震が比較的多めであることを示す(b 値が大きい時は、その逆)。岩石破壊実験から、 b 値と差応力に負の相関があることが知られており(Scholz, 1968)、また、いくつかの大地震の前にその破壊開始点付近で b 値が低かった報告がある(e.g., Schorlemmer & Wiemer, 2005; Nanjo et al., 2012, 2016)。このことは、地震発生前に震源付近で応力が高かったことを示唆する。一方、 ϕ 値は、時間と共に地震が集中して発生する様になったか($\phi > 1$)、または、地震が空間的にばらつく様になったか($\phi < 1$)を評価する指標である。1980年代以降の南カリフォルニアのデータを ϕ 値で解析した結果、大地震($M6$ 以上)の発生時刻に近づくと、その震源付近で地震の集中が見られたという報告がある(Lippiello et al., 2012)。

b 値の時空間分布から、地震活動の北西側で $M7.1$ の地震発生前に低めの値(約 $b=0.7$)だったことが分かった。また、同北西側の ϕ 値から、時間と共に、比較的大きめの地震($M3$ 以上)が集中して発生する様になっていたことも分かった(最大値は $\phi=1.5$)。このような結果は、他の地域の活動では見られなかった。以上から、北西側で、大きめの地震($M3$ 以上)が集中する様になったことで、低い b 値が観測されたと考えられる。従って、応力が高かった地域から、 $M7.1$ の地震の破壊が開始した可能性がある。

クーロン応力の計算によると、 $M6.4$ の地震の発生により、 $M7.1$ の震源付近では断層運動を促進する応力が高くなっており(Stein et al., 2019)、本研究の結果と矛盾しない。大地震が続発する特徴を捉えるためには、先発する大地震後の応力状態を推定することが重要であることを示している。