

点過程モデルによる遠地誘発地震の検出  
Detection of Remotely Triggered Seismicity Using Point Process Models

○宮澤理稔

○Masatoshi MIYAZAWA

It is well known that seismicity rate of aftershocks decays with time, empirically following Omori-Utsu law. Seismicity rate increased due to the 2011 Tohoku-Oki earthquake within fault lengths also follows this power law. A couple of time intervals between sequential aftershocks of  $M \geq 6$  with a large distance seem to be too short and have low probabilities in terms of Omori-Utsu law, suggesting that the first events may have remotely triggered the second ones. On the other hand, the probabilities for all intervals are randomly distributed. Omori-Utsu law, thus can comprehensively explain the seismicity rate of aftershocks that include statically and dynamically triggered earthquakes.

### 1. はじめに

本震後の余震活動度は、経験的に求められた大森-宇津則に従い減衰していることがよく知られている。2011年東北地方太平洋沖地震（東北沖地震）後は、断層破壊域や東日本を中心に地震活動が広範囲で活発化した。活動自体は大森-宇津則に従い減衰しているように見える。東北沖地震後の地震は高密度な地震観測網の中で発生しているため、その断層長に比べて十分高い時空間分解能を利用し、余震活動をその相互作用を考慮しながら詳細調べることができる。このようにして地震活動の推移を明らかにすることは、個々の地震発生に関する因果関係を調べる上でも重要である。

### 2. 東北沖地震の広義の余震

東北沖地震後に日本列島に沿って発生した  $M6$  以上の地震 136 個を余震活動の解析に用いた。断層距離程度内やその周辺で発生した地震である。また  $M6$  以上の地震は、本震直後の海域であっても陸域だけの観測網を使って十分検出可能であったと考えられる。その発生頻度は徐々に減衰し、大森-宇津則に当てはめることができ、その積算曲線は 99% の信頼区間内に収まっている。従って、ここで選択した地震は概ね大森-宇津則で言う余震活動とみなすことができる。しかし断層距離よりも遠方で誘発された地震もあり、それらの発生を説明するためには、大森-宇津則に従う広義の余震であると見なすのが妥当である。

### 3. 遠地誘発された可能性のある地震活動の検出

おおよそ広義の余震活動は大森-宇津則で説明することができるように見えるが、いくつかの連続する余震のペアについてはその発生間隔が大森-宇津則で予想されるものよりも極端に短く、99% の発生確率の範囲内に収まらない物もある。またそのような地震のペアについては、さらにその直前に近くで発生した別の地震活動の影響を受けた物で、見かけ上間隔が極端に短くなった場合もある。それらを排除したペアは、前の地震によって後の地震が誘発された可能性があると考えることができ、余震活動の中から遠地誘発された可能性のあるイベントを検出することができる。

余震の数が多ければ、そのような 99% の発生確率の範囲から外れるペアが数多く出てきてもおかしくない。実際にこれらの発生間隔の確率の分布を調べると、大森-宇津則に従い発生するランダムな地震活動であることが説明できる。

### 4. まとめ

本震域から断層距離程度離れた地震活動がポアソン過程として説明できない場合、本震や余震による遠地誘発の可能性はある。大森-宇津則はこのように余震発生域を広げて、その領域の地震を余震活動としても説明可能である。つまり、大森-宇津則は本震の震源近傍で静的に誘発された地震活動だけでなく、遠地誘発された地震活動も広義の余震として説明することが出来る。