

タイムリバーサルに基づく震源振動の動的モデルと地震予知 Dynamic model of hypocenter vibration based on time reversal and prevision of earthquake

菊池 年晃^{1*}Toshiaki Kikuchi^{1*}¹ 防衛大学¹National Defense Academy

活断層や地殻の歪みに関する多くの報告がなされている。これらの静的な知見も必要であるが、近い将来の地震の予知には活断層の動態を知ることが重要である。先に、駿河湾における地震波に対してタイムリバーサル処理を行ない、震源振動を解析した。そして、タイムリバーサルパルスの周波数スペクトルの方位依存性から震源は、等価的に移動性音源であることを明らかにした。更に、音源の移動方向にある狭い範囲の観測点で、受信信号のP波の先頭部のみの振幅が増大することを確認した。これらの結果から、震源振動は、パラメトリック効果により圧力が累積的に加算され、狭いビームが放射されるという動的モデルを提案した。この動的モデルは、活断層中に生じた亀裂が徐々に拡大して破断に至る過程とその事後、即ち、地震の前兆、本震及び余震に一貫して成立する。このモデルを、2009年から2012年の間に富士山付近で発生したマグニチュード5以上の4つの地震について検証し、その有効性を示す。

始めに、2009年8月に駿河湾の中部で発生した地震に対して、震源を囲む44ヶ所の観測点で受信したP波信号にタイムリバーサル処理を行い、震源位置に形成されるパルス、即ち、タイムリバーサルパルス(TRP)を求めた。このTRPは震源が放射する等価的な音源に相当する。求められたTRPには明確な方位依存性が確認された。この方位依存性の成因を解明するために、方位に対するTRPの周波数スペクトルを求めた。周波数スペクトルは方位角によって大きく変化した。そこで、方位角に対する最大振幅周波数の分布を求めた。その結果、方位が西から東に移動するにつれて最大振幅周波数が大きく上昇して、そして下降した。周波数の上昇は音源が移動したためである。移動方向は西伊豆西へ集中した。西伊豆西に近い伊東と河津での受信信号は通常の波形であったが、西伊豆西の受信信号のみが先頭部が膨張していた。西伊豆西はこの地震に対する特定観測点である。この観測点に限定すると、余震の受信波形は、本震以上にP波の先頭部が膨張していた。これは亀裂が断層全般に拡大したためと考えられる。一方、本震以前に発生した前兆地震でも先頭部の膨張が多く観測された。この様に頭部が大きくなることは活断層中での亀裂の進行速度が伝搬速度に近くなった場合に発生する。即ち、パラメトリック効果によって生じると考えられる。これらの結果から震源振動の動的モデルを提唱した。活断層から放射された狭角のビームが地表に達する点をパラメトリックスポット、ここで観測される頭部の増大したパルスの頭部をパラメトリックヘッドと呼ぶ。

このモデルを、2009年から2012年の間に富士山付近で発生したマグニチュード5以上の4つの地震について検証する。発生日と震源は、S1):2009/8/11 駿河湾中部、S2):2011/3/15 富士裾野、S3):2011/8/1 駿河湾南部、S4)2012/1/28 山梨県東部である。各地震に対して、周辺に配置されている観測点で受信した信号に、タイムリバーサル処理を施した。それらのTRPと周波数スペクトルの最大振幅周波数を求めた。その結果から、震源振動の移動方向を求め、その方向の観測点の受波波形を調べて、パラメトリックスポット(PS)を求めた。全ての地震に対してパラメトリックスポットが確認できた。各地震のパラメトリックスポットは、S1):西伊豆西、S2):西野原、S3):真鶴、S4):駒ヶ根であった。

動的モデルは上記のように、前兆、本震及び余震に関して一貫して成立する。従って、その特性を地震予知に利用することが出来る。2009年8月に駿河湾の中部で発生した本震より前の、2008/1/26から2009/8/11までに、同じ震源域で発生したマグニチュード2以上の地震は17回である。その中でパラメトリックヘッドを伴った波形は7回観測された。これらは活断層中を亀裂が高速で移動し始めた前兆を示している。従って、各活断層に固有のパラメトリックスポットで、マグニチュード2程度の地震波を観測して、その変化を調べることは地震予知として有効と考えられる。

本報告では、防災科学技術研究所のHi-netによる地震データを使用しました。ここに謝意を表します。

キーワード: 地震予知, タイムリバーサル, 震源振動, 地震波伝播

Keywords: Prevision of earthquake, Time reversal, Hypocenter vibration, Seismic wave propagation