

スロー・スリップ・イベントのマッピング

川崎一朗

1. サイレント地震の発見事例

1990年代に入って、日本列島周辺で、2001-2003年東海サイレント地震など、ほぼ10個のサイレント地震が発見された。これらの発見事例と山中・菊地(2002)のアスペリティマップなどを併せ考慮すると次のことが言える。

(1-1) 主要地震アスペリティは30km以浅の地震発生帯に分布し、すべり量は $> 3m$ 。

(1-2) サイレント地震は深さ30km前後の遷移帯に発生。サイレント地震の等価マグニチュードは7以下で、すべり量は20cm以下。

(1-3) サイレント地震のすべり域と地震アスペリティと棲分けている。

(1-4) サイレント地震は地震活動はほとんど伴わず、伴っても活動度は低い。

(1-5) サイレント地震と通常の地震との間には、時定数でもモーメント速度でも4桁以上のギャップがある。

現在までに発見された限りでは、日本でも、カスケードでも、アラスカでも、メキシコでも、共通してサイレント地震は遷移帯周辺で起こっている。極端に単純化すると、「遷移帯はサイレント地震の貯水池」と言っても過言ではない。

2. 予知に向けての問題点

残された問題は下記の通りであろう。

(2-1) (1-5)のギャップを埋める「等価マグニチュードがMw7以上、時定数「時」のやや高速スロー地震」は自然界に存在するのか？

(2-2) 地震予知に向けて、そのようなスロー地震をリアルタイムで発見し、成長過程をモニターする観測体制にあるのか？

(2-3) 観測を基にして、地震発生時刻やサイズを予測することが出来るか？

1994年以降、国土地理院によって全国に展開されたGPS観測網によって、時定数「日」のサイレント地震のリアルタイムモニターは可能になった。2000年以降、防災科技研によってポアホール高感度地震観測網(Hi-net)が展開された。この観測点のポアホールの底に設置された傾斜計がリアルタイム転送されるように

なれば、時定数「時」のスロー地震もリアルタイムモニターが可能になるであろう。

3. 発生時刻の予測は可能か？

Ohnaka and Shen (1999) は、室内スベリ実験を行い、震源核のサイズ L_n をすべり面の粗さを表すパラメーター c で規格化すると、拡大速度 V_n との間に、すべり面が粗い場合でも滑らかな場合でも統一的に成り立つ、(1)式の「震源核のモーメントの時間に関する単一のべき状則」になることを示した。

$$V_n/V_s = 8.87 \times 10^{2.9} \times (L_n/c)^{7.31} \quad (1)$$

ここで、 V_n は準静的すべり域の拡大速度、 L_n は特長的サイズ、 V_s はS波速度。幾つかの適当な仮定を導入すると、(1)のべき状則から、震源核のサイズ $M_{ON}(t)$ が時間のほぼ1/2乗に逆比例して増大する次の成長曲線がもとまる。

$$M_{ON}(t) = C / (t_E - t)^{1/2} \quad (2)$$

ただし、 t = 現時刻、 t_E = 地震発生時刻、 C 比例常数。

極端に単純化してプレート境界が限りなく均質とすると、ひとたび震源核が見いだされると、式(2)の成長曲線を当てはめて第ゼロ近似の発生日時予測ができる計算になる。

4. 2つのエンドメンバー

断層破壊の伝搬様式の一方向のエンドメンバーは、自己組織化された臨界現象であろう。他方向のエンドメンバーは、無限に広がる均質な(同じ摩擦係数)の断層面上を(2)式に従って加速する震源核であろう。現実の破壊現象は、この2つのエンドメンバーの間で起こるのである。例えば、2001-2003年東海サイレント地震は、(2)式のように単純には進行せず、加速と減速を繰り返した。

不規則な成長をコントロールしているのが摩擦強度の不均質である。地震予知に向けての当面の目標の1つとして、スロー・スリップ・イベントを出来るだけ多く見出し、すべり域をマッピングすることが重要である。