

## アスペリティ破壊の終端域での短周期地震波発生メカニズムについて

### A possible mechanism for short-period seismic waves from the final stage of asperity rupture

# 加藤 尚之 [1]

# Naoyuki Kato[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

地震断層のモデルとしてしばしば用いられる円形クラックモデルは、地震の動的破壊が断層面上の一点で始まり、これが同心円状に拡大していくことを仮定している。しかし、同心円状に拡大する破壊過程が常に現実的であると言えない。サイズミックカップリングが小さいプレート境界面では、インターサイズミック期には固着し、地震時には高速にすべる、スティックスリップ的な振る舞いをする領域（アスペリティ）と常に固着の程度が小さく非地震性すべりが発生している領域（非地震性すべり域）が存在すると考えられている。このような場合、アスペリティと呼ばれる固着している領域では、外側での準定常的な非地震性すべりにより、地震発生前に応力集中が生じているであろう。このとき、地震破壊は応力集中が生じているアスペリティ外周域のどこからか始まるであろうし、破壊伝播もアスペリティ外周域でより進みやすくなり、最後に取り残された領域の破壊はアスペリティの外側から内側に向かって進みやすいであろう。このような、円形クラックモデルで仮定されているのとは全く異なる破壊過程が実現することは Das and Kostrov (1983) の 1つの孤立した円形アスペリティの動的破壊過程のシミュレーションでも示されている。このような破壊過程では、最後に破壊先端が 1 点に集中することになり、すべりは短時間に急激に増大するため、高周波の地震波が放射されるだろう。このような現象は rupture front focusing と呼ばれ、Fukuyama and Madariaga (2000) や Page et al. (2005) でも議論されている。本講演では、すべり速度・状態依存摩擦則を用いた地震発生サイクルシミュレーションにより、アスペリティへの応力集中過程とアスペリティの破壊過程を調べ、短周期地震波の発生機構について考察する。

均質無限弾性媒質中の平面断層モデルを用いて、断層面上のすべり過程のシミュレーションを行う (Kato, 2004)。断層は平均的にプレート速度 0.1 m/yr で相対変位するようにせん断される。断層面にはたらく摩擦力は、すべり速度・状態依存摩擦則に従うとする。断層面上に定常的摩擦力を表す A-B の不均一性があるとし、A-B が負（すべり速度弱化的摩擦特性）の領域をアスペリティと呼ぶことにする。A-B が負の領域では地震性すべりが発生するが、A-B が正の領域では非地震性のゆっくりしたすべりが発生する。A-B が正の領域での定常的な非地震性すべりにより、アスペリティでは、その外周域に顕著なせん断応力が生じている。現実のプレート境界面でも、たとえば三陸沖のように、プレート境界面の摩擦特性が不均一な場合には、アスペリティの周囲に顕著な応力集中が生じているという状況がしばしばおこっていると考えられる。

円形アスペリティでの地震性すべり過程のシミュレーション結果は以下ようになる。応力集中しているアスペリティ外周域の 1 点から破壊が始まる。破壊は同心円上に拡大するのではなく、応力集中しているアスペリティ外周域で伝播速度が速く、応力が比較的小さいアスペリティ内部で伝播速度が小さい。そのため、破壊開始後しばらくの間はすべり域は三日月形をしている。すべり速度が大きい領域は破壊先端域であるが、高速すべり域は円弧状になっている。アスペリティの破壊が始まったのとは逆側の端付近で、予測されたような破壊先端の集中がみられる。ここではすべり速度の顕著な増大がみられる。すべり速度 1 cm/s 以上のすべり分布は応力降下量一定の円形断層でのすべり分布とよく似ており特別な不均一性はみられない。一方、すべり速度 1 m/s 以上のすべり分布については、破壊先端の集中が生じた領域に顕著なピークがある。アスペリティ破壊時のモーメント解放率の時間変化を見ると、破壊開始後はモーメント解放率はほぼ一定レイトで増大していくが、破壊先端の集中に対応してモーメント解放率の急増がみられ、その直後に急激に低下する。この場合、アスペリティ破壊の最後の段階で破壊先端の集中がおこるために顕著な短周期地震波が放射される。

以上のように、地震発生前の非地震性すべりによる応力集中が生じている場合には、地震性すべり域内に強度等の不均一性がなくても破壊伝播の効果により短周期地震波の発生効率は空間的に不均一になる可能性がある。このとき、短周期地震波発生域はすべり量が大きい領域と一致する必要はなく、アスペリティ破壊が終了する領域（アスペリティ破壊の開始点と逆側の端部）になる。この結果は、神田・武村（本セッション講演）の観測結果と調和的である。