

アスペリティ・モデル再考

Reconsideration of the asperity model

松澤 暢[1]

Toru Matsuzawa[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

(1) はじめに

最近のプレート境界型地震に関する研究では Lay and Kanamori (1980, 1981) による「アスペリティ・モデル」で基本的に説明できる事象が数多く見つかってきている。ここでは、アスペリティ・モデルに関連する最新の研究成果について紹介し、アスペリティの破壊の予測可能性や強震動生成域との関連についても議論する。

(2) アスペリティの定義

Lay and Kanamori は断層面中の破壊強度が大きいところをアスペリティと呼び、地震時のモーメント解放量が大きいところは、このアスペリティが壊れたことによると解釈した。しかし、定常すべり域も含めて「破壊強度」を定義することは実際には難しいため、本稿では、地震性すべりが卓越している領域を「アスペリティ」と呼ぶことにする。これまでの慣用的な「アスペリティ」については、モーメント解放量の大きい領域を「大すべり域」、大きな短周期地震波エネルギーを放出した領域を「強震動生成域」と呼ぶことにする。

(3) アスペリティの永続性

山中・菊地 (2001) は三陸沖において、過去の大地震の震源過程を調べ、大地震のモーメント解放量の大きい領域に再現性があることを検証した。また、釜石沖では5年程度の間隔で定期的に発生する M4.8 の地震群が存在しており (Matsuzawa et al., 2002)、これらの地震のモーメント解放量分布がほとんど同一であることも検証されている (Okada et al., 2003)。このような結果は、モーメント解放量分布にある程度の再現性があることを示しており、永続的アスペリティという概念が妥当であることを示唆している。また、Nadeau et al. (1995) や Ellsworth and Dietz (1990) は、カリフォルニアにおいて、小さなアスペリティの繰り返し破壊と考えられる小地震群を多数発見し、small repeating earthquake と名づけている。このような repeating earthquake は三陸沖においても多数発見されており (Igarashi et al., 2003)、アスペリティの永続性を裏付けるものとなっている。

(4) アスペリティ破壊の予測可能性

前述のとおり、釜石沖の地震クラスターにおいては、M4.8 の地震がかなり周期的に発生しているため、発生の長期予測がある程度可能となっている。一方、複数のアスペリティが近接していた場合、その破壊のパターンや地震の再来間隔はかなり複雑となりうるが、すべり速度・状態依存摩擦構成則によるシミュレーションから指摘されている (Kato, 2002)。しかし、multiple shock 的に連動破壊する場合でも、連動パターンに規則性があれば、やはり周期性が存在するため長期予測は可能となる。また、連動破壊ではなく、連鎖反動的 (群発地震的) に次々にアスペリティが破壊する場合には、最大地震の短期予測はある程度可能となる。実際、このモデルで説明可能な群発地震が三陸沖では発生している (内田・他, 2002)。したがって、すべての大地震の予知は困難であっても、予知しやすい大地震は存在しうると考えられる。

(5) 「強震動生成域」の解釈

「強震動生成域」がすべて「強いアスペリティ」そのものであるとは限らないことに注意が必要である。Kato (2002) はシミュレーションにより、アスペリティの縁での応力集中の程度が大きいときには、すべりの伝播はアスペリティの縁に沿って回り込むように進展し、このすべり域で囲まれた領域が最後に大きな速度ですべることを示した。「強震動生成域」はこのような機構で生成されている可能性もある。

一方、現実の断層の破壊過程は複雑であり、特に強震動を議論する場合には、このような一枚の断層面でのシミュレーションだけでは限界がある。Yamashita and Umeda (1994) は、平行する多数の断層面が局所的に存在した場合、その領域に破壊が進展すると、そこで多数の断層が動き出して大きなエネルギーの地震波を放出する可能性があることを示した。「強震動生成域」については、このようなモデルも考慮に入れる必要がある。

(6) 終わりに

「強震動生成域」が「大すべり域」と一致している必要はなく、むしろその違いを議論していく中で、「強震動生成域」の実態が明らかになっていくと期待される。この意味で、今後は様々な帯域で地震の発生過程を調べることが極めて重要である。また、アスペリティに永続性があるならば構造に違いが現れることが期待される。特に強震動に注目した場合、断層面内のみならず断層面外のクラック等にも注意して構造を解明していく必要がある。