

1 2 - 6 準静的滑りと地震性すべりの相互作用：地震発生の切迫度評価にむけて Interaction between quasi-static slip and interplate earthquakes

東北大学大学院理学研究科 松澤 暢
Graduate School of Science, Tohoku University
Toru Matsuzawa

大地震が発生すると、その周辺の応力場が変化し、特にその震源域に隣接する領域には応力が集中し、次の地震が発生しやすくなる。これはクーロン応力変化から理解することができる。しかし、たとえば三陸沖では隣接した領域ではなくて飛び離れた領域で次の地震が発生して、全体として群発的な活動を呈する場合がある。これは大地震の余効すべりが次の地震の発生を促進すると考えれば理解できる (Matsuzawa et al., 2004)。

このような余効すべりが地震活動に影響を与えた例として、1989年11月2日のM7.1の地震前後のプレート境界のすべりの状況を第1図に示す。ここで、プレート間のすべりは小繰り返し地震から推定している。1989年の10月27日から海溝近くでM6級の地震が群発し、それらが大きな余効すべりを生じながら、活動域を次第に移動して11月2日の最大地震発生に至っている。三陸沖ではM6以上のプレート境界地震は余効すべりを伴っており、この余効すべりが次の地震を引き起こし、それがさらに余効すべりをもたらし、これらが連鎖反動的に次々に発生して最大地震に至ったと考えられる。

同じように地震活動に変化をもたらした例としては釜石沖の地震活動の変化がある。釜石沖ではM5弱程度の地震が繰り返し発生してきた (Matsuzawa et al., 2002) が、その再来間隔は、1990年と1995年の地震の間が一番短く、逆にその直後の1995年と2001年の間が一番長かった。この1995年の地震の前後の期間における周辺のすべりの時空間変化を小繰り返し地震から調べたのが第2図である (Uchida et al., 2005)。これを見ると、1995年の地震の前に海溝側から、すべりの加速が伝播してきたことがわかる。つまり、本来、周期的5年半で1990年中頃、1996年初頭、2001年末に地震が発生するはずだったが、まわりの準静的すべりの加速によって1996年に発生するはずだった地震が一年早められて1995年に発生し、そのために2001年の地震との間があいてしまったと考えれば、つじつまがあう。

また、三陸沖では、1989年のみならず1992年や1994年の地震の前にも周辺で準静的すべりの加速が見られている (第3図; Uchida et al., 2004)。これらの準静的すべりの加速は、いずれも本震の前に発生したM6程度の地震の余効すべりを表しており、これらのM6地震とその余効すべりが本震の発生を促した可能性は高いと考えられる。

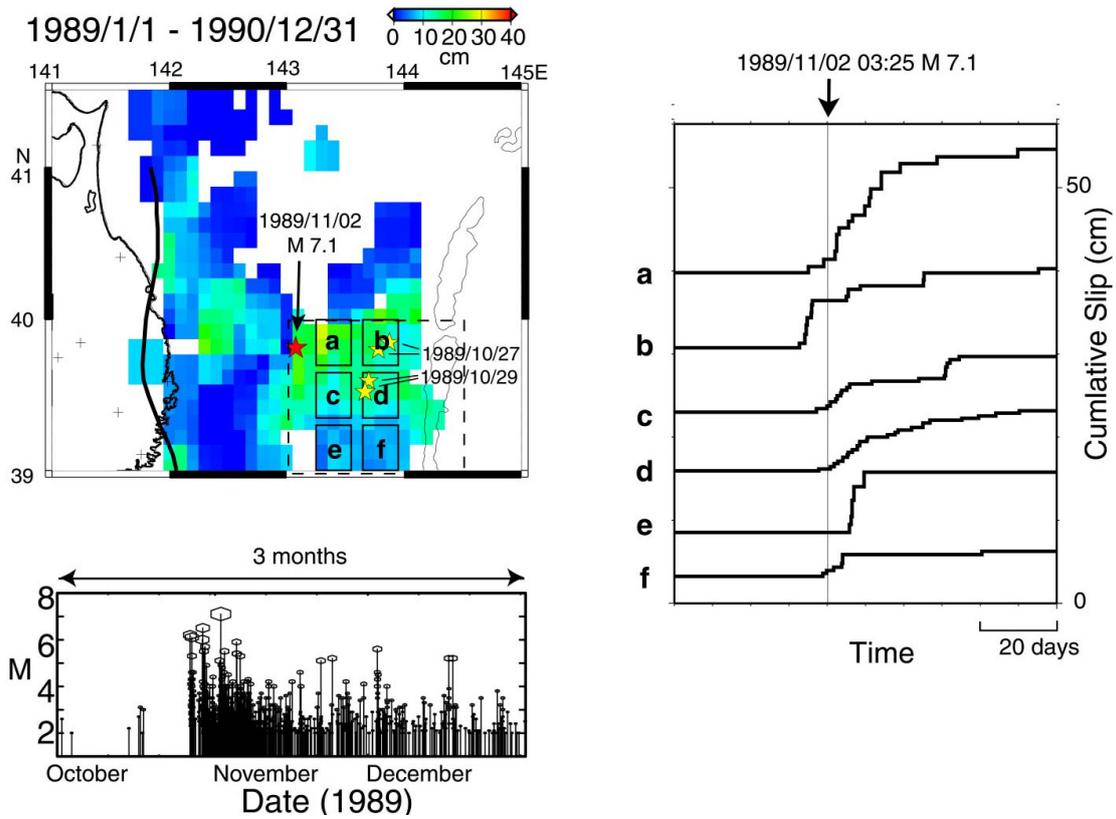
このような余効すべりやスローイベントが大地震の発生を促進する可能性があることは、数値シミュレーションでも確かめられており (Kato, 2004)、上記の一連の観測事実は単なる偶然ではないと考えられる。

GPS等によりプレート境界上のすべてのアスペリティのすべり履歴が1サイクル以上わかっているならば、そのアスペリティにおけるすべり欠損は推定できて、それによって地震発生の長期予測(地震の再来間隔程度の時間スケール)はある程度可能となるだろう。さらに、このようなすべりの擾乱が近傍で生じたということがわかれば、その時点で、短・中期的(数時間~数ヶ月程度)な確率

予測もある程度は可能になると期待される。

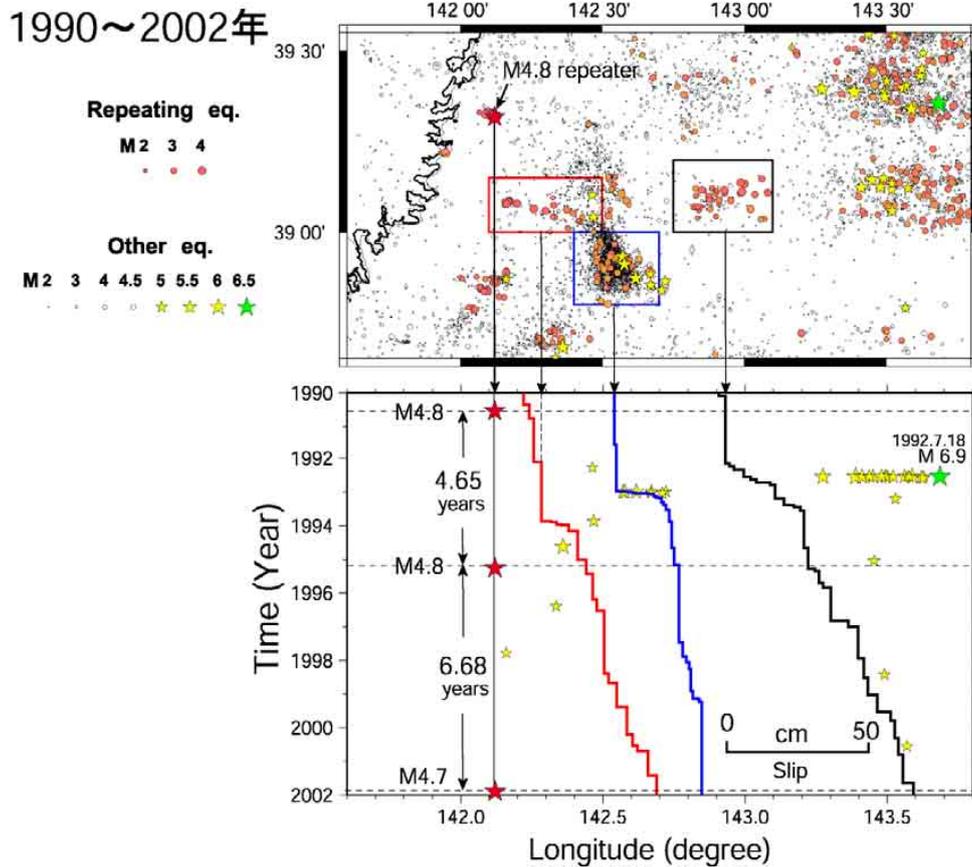
参考文献

- Kato, Interaction of slip on asperities: Numerical simulation of seismic cycles on a two-dimensional planar fault with nonuniform frictional property, *JGR*, 109, B12306, doi:10.1029/2004JB003001, 2004.
- Matsuzawa et al., Characteristic small-earthquake sequence off Sanriku, northeastern Honshu, Japan, *GRL*, 29, doi:10.1029/2001GL014632, 2002.
- Matsuzawa et al., Repeating earthquakes and quasi-static slip on the plate boundary east off northern Honshu, Japan, *EPS*, 56, 803-811, 2004.
- Uchida et al., Pre- and post-seismic slip on the plate boundary off Sanriku, NE Japan associated with three interplate earthquakes as estimated from small repeating earthquake data, *Tectonophys.*, 385, 1-15, 2004.
- Uchida et al., Recurrence intervals of characteristic $M_{4.8} \pm 0.1$ earthquakes off Kamaishi, NE Japan - Comparison with creep rate estimated from small repeating earthquake data, *EPSL*, 233, 155-165, 2005.
- Yamanaka and Kikuchi, Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan inferred from regional seismic data, *JGR*, 109, B07307, doi:10.1029/2003JB002683, 2004.



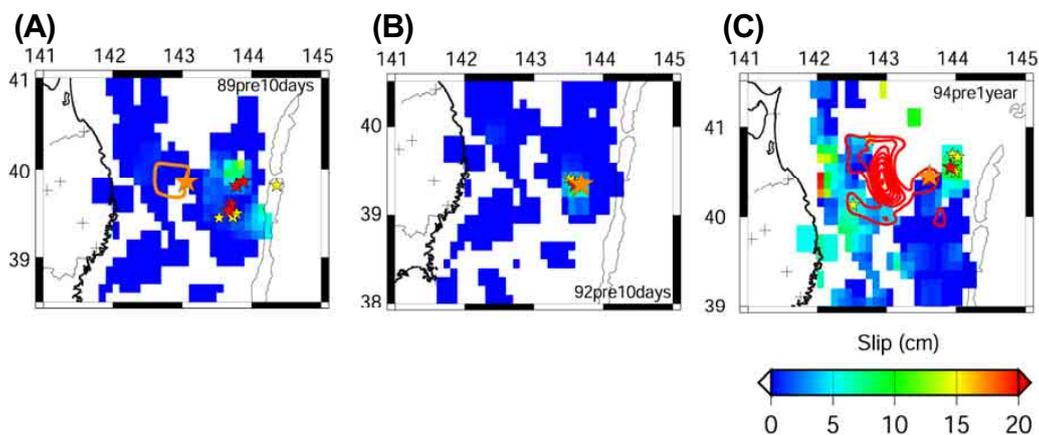
第1図 小繰り返し地震から推定した三陸沖における1989年～1990年の期間の準静的すべりの分布。1989年のM7.1の発生前後の期間における、破線で示した領域のM-T図を下に、またa～fの領域の積算すべりを右に示す。

Fig.1 Spatio-temporal distribution of quasi-static slip for the period from 1989 to 1990 off Sanriku, Japan, estimated from small repeating earthquakes. M-T diagram for the events in the region enclosed by the dashed line is shown below, and cumulative slip curves for the regions a-f are shown on the right.



第2図 釜石沖周辺の小繰り返し地震活動 (Uchida et al., 2005). 上図: 1990~2002年に発生した M2 以上の地震の震央分布. 小繰り返し地震を橙色で示す. 下図: M5 以上の地震の時空間分布と小繰り返し地震から推定されたプレート境界の積算すべり. 上図の枠内の範囲の小繰り返し地震から推定された積算すべりから, 準静的すべりの加速が 1992 年から 1993 年にかけて東から西に伝播したことがわかる.

Fig.2 Small repeating earthquake activity off Kamaishi (Uchida et al., 2005). Top: Epicenter distribution for the events with M2 or larger for the period from 1990 to 2002; small repeating earthquakes are indicated by orange color. Bottom: Space-time distribution of events with M5 or larger and cumulative slip curves for the plate boundary estimated from small repeating earthquakes. The cumulative slip curves for the region indicated by rectangles in the top figure indicate that acceleration of the quasi-static slip was propagated from east to west for the period from 1992 to 1993.



第3図 三陸沖の大地震とその直前のプレート間のすべり. (A) 1989年11月2日の地震 (M7.1) の発生前10日間. (B) 1992年7月18日の地震 (M6.9) の発生前10日間. (C) 1994年12月28日の地震 (M7.6) の発生前1年間. 橙色, 赤色, 黄色の星印はそれぞれ本震, M6級, M5級の地震を, またコンターは Yamanaka and Kikuchi (2004) による本震のすべり量分布を示す.

Fig.3 Interplate slip just before the large earthquakes off Sanriku. (A) During ten days before the M7.1 earthquakes on November 2, 1989. (B) During ten days before the M6.9 earthquake on July 18, 1992. (C) During one year before the M7.6 earthquake on December 28, 1994. Orange, red and yellow stars respectively indicate the main shocks, M6 and M5 events; contours denote the slip distribution of the main shocks estimated by Yamanaka and Kikuchi (2004).