

## 論文の内容の要旨

### Temporal Change of Plate Coupling Distribution During Tokai Slow Slip Event Inferred from GPS and Leveling Data

(GPS と水準測量から見える  
東海スロースリップを跨ぐ期間のプレート間固着の変化)

落 唯史

東海地方では 2000 年から 2005 年にかけて、定常的なプレート間固着による変位とは異なった変位が GEONET によって観測された。先行研究では、通常からの変位の差分を固着とは逆向きのすべりによって説明できると解釈し、東海スロースリップと呼ばれている（たとえば Ozawa et al., 2002）。定常的な固着は遠州灘付近の浅い部分にあるのに対して、スロースリップはそれよりも深い浜名湖直下に推定されることから、固着とスロースリップは深さ方向に棲み分けられていると考えられてきた。

しかし、これまで東海スロースリップとして考えられてきた現象は、その定義の段階で問題がある。前述のように先行研究ではスロースリップは、「定常的なプレート固着による変位からの差分の変位を説明するすべり」と定義されている。スロースリップが発生している期間でも定常的な固着によるひずみ蓄積は進行しているから、物理的に意味を持つのは、スロースリップと定常的なプレート固着との重ね合わせである。また、先行研究では定常的な固着領域の時間変化については議論されてこなかったが、同じプレート境界面上の隣接する領域でスロースリップが発生しているときに、隣接する固着領域が変化しないとは考えにくく、固着領域の時間変化についても議論されるべきである。これらの問題を解決するために、本研究ではプレート境界面の現象をひずみ蓄積・解放という観点で見直し、測地インバージョン解析によりひずみ蓄積・解放領域の時間発展を推定した。

データは 1996 年 7 月から 2009 年 6 月までの GPS データと水準測量データを使用した。時間発展をとらえるために、区間を 2 年ごとに区切り、2 年間の平均変位速度場を推定した。隣接する区間は 1 年ずつ重複させた。水準測量データは GPS データと比べて圧倒的に時間的に疎であり 2

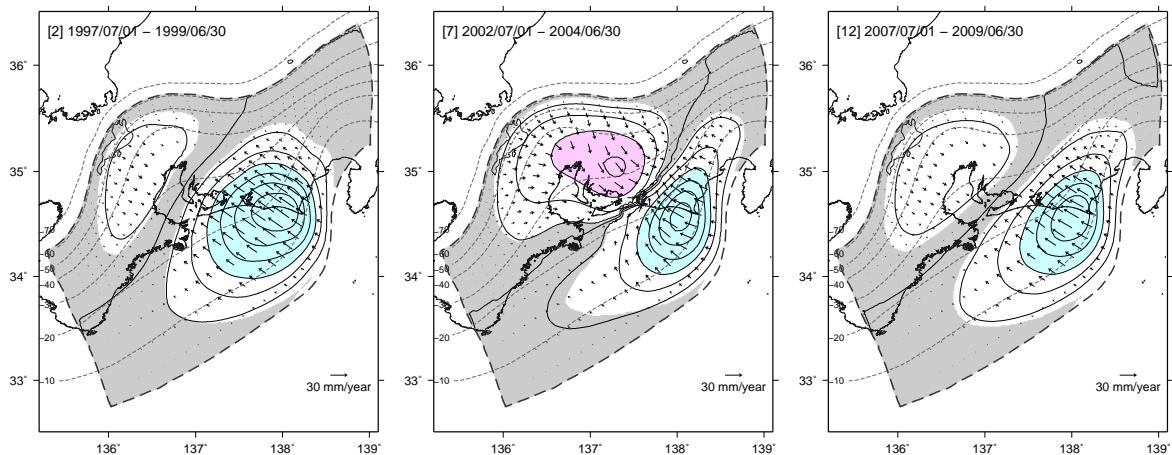
年間の平均をとるという解析には向かないが、この問題は全期間を同時に解析し、2年ごとに速度が変化することを許すモデルを使うことでこの問題を克服した。そして、得られた変位速度場から静的測地インバージョンを行い、プレート境界面でのひずみ蓄積・解放領域の分布を推定した。このインバージョンでは解を安定させるためにすべりの方向はプレートの収束方向に固定するものの、向きに関しては条件を課さないことによってひずみの蓄積・解放分布を同時に推定するようにした。

以上の手順によって得られたひずみ蓄積・解放領域の分布から、1996年から2009年の15年間はひずみ解放領域の有無により[A] 2001年以前、[B] 2000年から2005年、[C] 2004年以降の3つの期間に大別されることが明らかになった。[B]の期間が先行研究のスロースリップの期間に相当すると考えられる。[A]、[B]、[C]の期間から結果を一つずつ、図1に示す。ひずみ蓄積領域は深さ10–20 kmに30–35 mm/yearのピークを持ち、この状態は1996年から2009年の全期間を通して変化しない。しかし深さ方向の広がりを見ると、[A]の期間では浜名湖直下から北西にかけて広がっていたひずみ蓄積領域が[B]・[C]の期間ではなくなっている。すなわち、従来の研究では定期的だと仮定されていたプレート間固着は、時間変化していることが明らかになった。

一方[B]の期間では深さ30–40 kmの領域に20 mm/year程度のピークを持つひずみ解放領域が推定されている。従来の研究ではスロースリップは浜名湖付近でひずみを解放していると考えられてきたが、真にひずみを解放しているのはより深い領域であることが明らかになった。比較のために図2にあらためて[B]と、[B]から[A]をひいたものを示すが、後者が従来の研究ではスロースリップとみられていたものである。先行研究でスロースリップと考えられていたものは、ひずみ蓄積が減少したものの依然としてひずみ蓄積をしている領域、蓄積も解放もしていない領域、ひずみ解放領域の3つの状態の混合であることがわかる。本研究で推定されたひずみ解放領域が解放した地震モーメントは $M_w \sim 6.6$ に相当する。先行研究では5年間にわたるスロースリップにより $M_w \sim 7.0$ から7.1の地震に相当する地震モーメントを解放したと報告されている(たとえば水藤・小沢, 2009)が、この結果は、固着によるひずみ蓄積を考慮していないため、ひずみ解放量を過大に評価しているといえる。

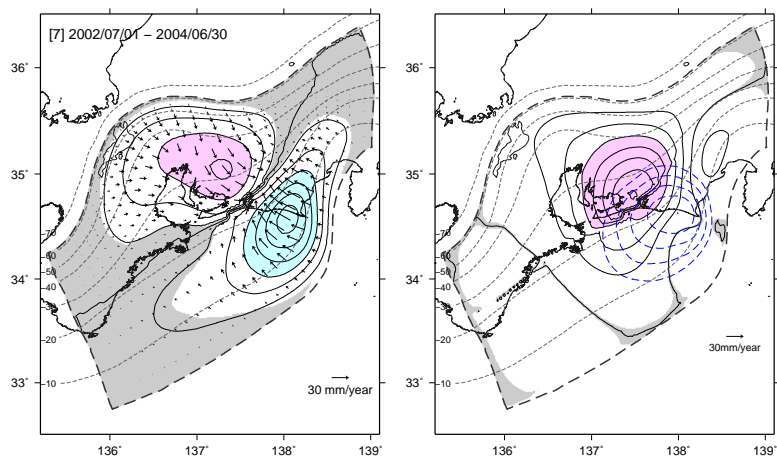
最後に深部低周波微動との関係を図3に示す。従来の研究では深部低周波微動はスロースリップよりもさらに深い領域に震源があると考えられてきたが、図3からわかるように、すべり解放領域のピークと深部低周波微動の震源分布はほぼ一致することがわかった。深部低周波微動はスロースリップの出現とは関係なく発生していることを考慮すると、2000年から2005年にかけてのひずみ解放領域の出現は繰り返し発生する深部低周波微動のなかで、とくに出現期間が大きくなって測地観測でとらえられるようになったものであることが示唆される。

以上のようにひずみ蓄積・解放という観点からプレート境界面の状態を見ることにより、プレート境界で発生する現象のとらえ方を修正する必要があることが明らかになった。今後はこれらの現象を説明するような物理モデルの構築が不可欠である。



(a) 1997年7月-1999年6月 (b) 2002年7月-2004年6月 (c) 2007年7月-2009年6月

図1 プレート境界面におけるひずみ蓄積・解放領域の分布。青い領域がひずみ蓄積，赤い領域がひずみ解放を表す。推定値よりも推定誤差が大きくなった領域は影をつけてある。



(a) 図1(b)と同じ

(b) 図1(b)-図1(a)

図2 (a)が本研究から得られるひずみ解放領域。(b)は従来的見方によるスロースリップの領域。赤い部分を比較すると，従来的見方では大きく浅い領域に広がり，値も過大になっている。

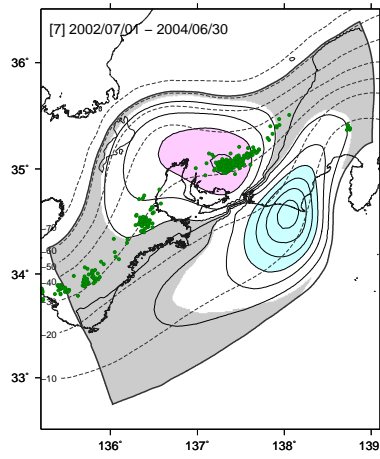


図3 図1(b)に深部低周波微動の震源(緑の丸)を重ねたもの。