**突発性震動と断層変位によって明らかにされた将来巨大地震**

**シアトル・タイムズ　新聞発表**

地球の外面はプレートテクトニクスの影響により一定の運動をしている状態にあります。ワシントン州周辺の、ファンデフカと北アメリカ地殻プレート間のプレート間相対運動は、突発性震動と断層の変位事象(ETS)中にカスケード沈み込み帯遷移領域内で起こります。この遷移は北アメリカの軽い大陸地殻底面の重い沈み込み海洋域岩石圏の、上部固定型と底部“自由型”変形境界面間のエリアを線引きします。通常の地震のようにETSは事象の間、一定の放出されたエネルギーを発生します。これはモーメント・マグニチュード(Mw)として計算されます。カスケードETS事象の平均は、6.7Mwです。 (およそ2001年に起きた6.8Mwを記録したニスクアリー地震と同値)　これは、深さにしてプレート全域で約2～3cmの変位を表すことになります。ETSの考察に関しては、こちらをご覧下さい。

**ファンデフカ/北アメリカの沈み込み帯**

\*スティーブ・マロン氏より提供された地図

この遷移は、カップリングが深さ25km地点でなだらかに半分にまで降下している、100%“固定された”深さ10キロ近くの沖合いで始まります。しかし、前回で述べたモデルとは異なり、この有効遷移層の下限値は深さ25km付近の反復ETS事象によって抑制されています。ETSによるモーメント解放量の推定を照合すると同時に、地震間のGPSデータを一致させるために、プレートカップリングは、深さ70km地点で0へなだからかに動向する(例えば、“自由型変動”など。)より前に、深さ25km地点の50%のアップディップからETS域内の15%以下に急激に落とさなくてはいけません。

ETSによってもらたされたこの新たな制限は、それ故、前で述べたモデルで推論されたものよりも早い、上部固定されたゾーンのモーメント集積の速度が求められます。モデルとなった変形は、25km地点の地震発生カップリングのこの急速な低下無しでは、ピュージェット湾全域に渡る地震間の北アメリカの全体運動を描く、～2ダースのGPSデータベクターに納まりません。

11年間以上の観察では、深さ25km以下に留まる収束関連の応力蓄積のごく一部のおよそ15%のみ、将来地震時破壊( 地震時のプレート運動)を引き起こしました。一方、傾斜25kmでは、将来地震時変位は、一年間でファンデフカ―北アメリカの収束率の半分を占めるおよそ1.8cmのペースで堆積しています。ここで左側に示されているのは、北カリフォルニアからカナダの南東ブリティッシュコロンビアまでの収束境界周辺のカスケード沈み込み地帯からの、9年間のGPSデータです。十分に記録されたETS事象は、青線で描かれています。事象のほどんどは、過去3から4週間で、2から7mmの間の地表での振幅のものです。(ゼリガ、およびその他 より、2008年)　 青線の間で示してある、なだらかで一貫した動向の日々の位置にご注目下さい。この計測された運動は、上で論じられたように、地震が起きる間、地震間の地殻歪みの蓄積に反映します。はっきりと異なる、沈み込みプレートのロッキングからスライディングエリアのはっきりと異なったモデルの制限は、この地震間変形が、ETSの間(青の斜線)に記録されたオフセットと同時に発生した際、作られ得ます。

1997年から2008年の間に撮像された、北カスケード沈み込み帯に沿った15の突発性震動と断層の変位事象の一連は、将来地震時破壊は沖合い15km地点で止まるどころか、深さ25km、もしくは太平洋沿岸の内陸～60kmまで広がると示唆しています。ETSによって派生されたカップリング分析結果は、ワシントン州西部の各地の～50のGPSステーションで計測されたように、GPSによって計測された北アメリカプレート上部の地震間変形を正確に予測しています。

カスケード巨大衝上断層の間隔の循環平均は550年以上とカップリングモデルが推定された時、カップリングモデルは同じく、以前この地域で起きた巨大地震によって推論された地震間の海岸沈降のパターンや振幅を再現しています。カスケード周辺のワシントン州区域のみ、これは大首都圏付近Mw=8.9の地震にまで達しました。

A:　安定した北アメリカに関して、北カスケードの長期地震間速度ベクトル。

点線は、kmで標識されたフアンデフカ、北アメリカプレートの界面断層の等深線コンターを表しています。赤の楕円は、ピュージェット湾の大首都圏を表しています。(シアトル、タコマ、オリンピア)

B:　1997年4月から2008年6月の11年間以上に渡る、カスケードプレート界面の深部に沿った、15の異なる突発性変形事象(Mw=6.3-6.7)の間に記録された、蓄積された衝上断層変位。変形と弱い地震は、収束関連の25kmの応力蓄積ダウンディップの80-100%を放散する一方で、多少のモーメント解放は深さ25km地点のアップディップで観測されるゆえ、地震発生の下限(赤線)として解釈されています。南方と北方の予想変形の落ち込みは、2005年より前のGPS計測の不十分が原因にあります。

C:　プレート界面カップリング分析結果は、蓄積された突発性ゆっくり地震の25kmのアップディップ限度の観察から導かれたものです。フルカップリング沖は、東方(ダウンディップ) 100km以上、深さ25kmコンター、そしてゼロ近くまで急降下する突発性の変形発生(AとBの赤線)に向けて、徐々に縮小しています。このカップリングモデルに基づいた地震間変形(青ベクトル)は、深さ25km付近の地震発生カップリングでの崩れなしに、継続GPS測定(白ベクトル)は再現できません。550年の再発間隔と仮定すると、深さ25kmの断面にかけて9メートルのずれが予測され、東に向かってダウンディップが縮小していきます。

D-F:　 一時的な表面変形ベクターと2005年9月から2008年6月の間に起きた、3つのカスケード内のゆっくり地震によって推論された衝上断層。～5mmの静的変形を発生させる平均マグニチュードMw=6.6、そしてネットワークを通した過去2～4週間の総計期間。個々の事象の変形分布とそれらの統計に関しては、少しの変形は25km等深線コンターのアップディップ、または40kmコンターのダウンディップを撮像しています。図1aと図1cのベクタースケールの違いにご注目下さい。

ここで議論されるフアンデフカ－北アメリカプレートカップリングモデルは、約100年の水準測量と三辺測量に基づいた前回のモデルと大よそ一致しています。上記で題材にされて明らかにされてETSプレート間カップリングのために、この破裂と付帯地盤変動は、前回のグレートカスケード巨大地震から地震時変形における古地震制限と比べることがきでます。ここで起きる巨大事象に関して、550年以上の再発間隔が延びる時、このカップリング分析結果は幅広い弾性地盤沈下と海岸沿いの隆起の二つを予測します。この予測されたパターンは、振幅と過去の事象における、カスケード海岸沿いの鉛直方向地動の入手可能な古地震学的推論の空間分布の両方をたどっています。

ワシントンの沿岸水域南部47度、そしてオレゴンとブリティッシュコロンビアの全沿岸は、約50cm～1mの間におさめるためにこのカップリングモデルによって予測されます。それは、紀元後1700年そしてそれ以前の事象から、沈水した森林、埋められていた泥炭層や津波でできた砂の層から搾取した、おおよそ1メートルの地盤沈下とだいたい一致します。それとは反対に、ワシントン州の北西海岸沿いの地震時隆起では、古地震の地盤沈下は確認されていません。これは、ここで論じられている最近のGPS計測から算出されたカップリングモデルは、地震間の期間全体を通して、長期平均変形の蓄積の特性を適切に代表していると示唆しています。

北カスケードにおいて最も重要な見方は、15から25kmの強いカップリングは主要な人口密集地付近の地震時変位を意味し、その地域の将来地震時変位の推量を示します。50%のカップリングは、9メートルの変位は25kmのアップディップに直接的に起こり得ると示しています。これは、シアトル－タコマの主要都市流域の西側の海岸の内陸に直接的に位置しています。この研究による、カスケード地帯のワシントン州内の抑制された長さ300kmの区分において、これはMw=8.9の地震と考えられます。

突発性変位と非火山性の弱い地震は、ますます世界中で多くの沈み込みや変形環境で観測され、

その二つが、断層が面している固定型地域と自由変形型地域を調整することによって、一般的な仕組みを構成します。地震モーメント解放量の推定とともに、震源位置を把握する技術が進歩するにつれて、ETSは、将来破壊の深さ、結果として生じるマグニチュード、そして多くの知られている断層で起こる、将来地震の地震時に伴う危険要素を測量する重要な新しい手段となる可能性があると考えられています。

\*地球物理学研究レター36巻 L22301、チャップマン, J.　そしてT. メルボルンからの提供です。

doi: 101029/2009GLO40465,2009

Central Washington University / Geology Department / 400 University Way, Ellensburg, WA 98926

Phone: (509) 963-2799 / Fax: (509) 963-1109